

全世界

2022 年度
道路アセットマネジメント
プラットフォーム技術支援に関する
情報収集・確認調査

調査報告書

2023 年 9 月

独立行政法人 国際協力機構 (JICA)

大日本ダイヤコンサルタント株式会社
日本高速道路インターナショナル株式会社
一般社団法人国際建設技術協会

社基
JR
23-103

～目次～

第1章 業務概要.....	1-1
第2章 道路AMの成熟度の確認.....	2-1
第3章 ラオスの道路AM実態調査.....	3-1
第4章 ブータンの道路AM実態調査.....	4-1
第5章 タイの道路AM実態調査.....	5-1
第6章 ザンビアの道路AM実態調査.....	6-1
第7章 国内での道路AMの取り組み状況.....	7-1
第8章 国外での道路AMの取り組み状況.....	8-1
第9章 特殊橋梁の維持管理調査.....	9-1
第10章 フィリピン国特殊橋梁調査.....	10-1
第11章 タイ国特殊橋梁調査.....	11-1
第12章 ラオス国特殊橋梁調査.....	12-1
第13章 カンボジア国特殊橋梁調査.....	13-1
第14章 ベトナム国特殊橋梁調査.....	14-1
第15章 パラオ特殊橋梁調査.....	15-1
第16章 ウガンダ国特殊橋梁調査.....	16-1
第17章 橋梁の案件形成、設計上の教訓.....	17-1
第18章 橋梁の維持管理への今後の技術協力のあり方.....	18-1
第19章 本邦民間企業の技術のプラットフォーム化.....	19-1
第20章 英語での教育教材作成補助.....	20-1
第21章 技術協力プロジェクトで作成した各国技術基準類の更新.....	21-1
第22章 道路AMプラットフォーム広報用資料の作成.....	22-1
第23章 道路財源確保に関するとりまとめ.....	23-1
第24章 国内支援委員会.....	24-1
第25章 参考資料.....	25-1

～図表目次～

図 2.1 道路 AM 評価レダーチャート (例)	2-1
図 2.2 道路 AM 評価指標構造図 (例)	2-6
図 2.3 中項目レーダーチャート (例)	2-7
図 2.4 パキスタン(NHA)の 2018AM から 2020AM に転換した成熟度評価.....	2-9
図 2.5 ケニア(KeNHA)の 2018AM から 2020AM に転換した成熟度評価.....	2-10
図 2.6 エチオピア(AACRA)の 2018AM から 2020AM に転換した成熟度評価.....	2-10
図 2.7 カンボジア(RID/MPWT) の 2019AM から 2020AM に転換した成熟度評価.....	2-11
図 3.1 ラオス道路網図.....	3-3
図 3.2 MPWT 組織図.....	3-6
図 3.3 MPWT における道路維持管理の組織統制	3-7
図 3.4 道路維持管理基金(RMF)収入源別の割合 (2017 年～2021 年)	3-10
図 3.5 道路維持管理基金(RMF)年間収入推移 (2010 年～2021 年)	3-10
図 3.6 道路維持管理基金(RMF)支出 使途別の割合	3-11
図 3.7 道路維持管理基金(RMF) 維持管理・補修その国道と地方道への配分割合推移.....	3-11
図 3.8 国道の維持管理・補修の用途別割合の推移.....	3-12
図 3.9 道路基金の収入と支出の流れ.....	3-13
図 3.10 ラオスの舗装率 (2015 年と 2021 年の比較)	3-13
図 3.11 ラオスにおける道路種類別の道路延長 (2015 年と 2021 年の比較)	3-14
図 3.12 コンクリート道路延長 ('15 年と'21 年)	3-15
図 3.13 アスコン道路延長 ('15 年と'21 年)	3-15
図 3.14 DBST 道路延長 ('15 年と'21 年)	3-15
図 3.15 砂利・土の道路延長 ('15 年と'21 年)	3-15
図 3.16 ラオスの道路延長、橋梁の数・延べ延長 (2018 年)	3-16
図 3.17 ラオスの国道に架かる橋梁の種類別割合	3-16
図 3.18 ラオスと日本の国道 橋梁の建設年代.....	3-17
図 3.19 ラオスと日本の国道 橋梁の状態.....	3-17
図 3.20 ラオスにおける道路 AM 実態調査 現地調査の位置図.....	3-27
図 3.21 国道 13 線における舗装の補修 施工状況	3-30
図 3.22 異物の混入と除去.....	3-30
図 3.23 施工層の材料を採取する現場従事者.....	3-30
図 3.24 稼働中のモーターグレーダーと マカダムローラー	3-30
図 3.25 余剰材料の再散布.....	3-31
図 3.26 転圧面の状況.....	3-31
図 3.27 交通規制の状況.....	3-31
図 3.28 路面状況測定装置とその牽引トラック	3-31
図 3.29 サバナケット市内の国道 9W 線.....	3-32
図 3.30 サバナケット市内の国道 9W 線路肩の排水呑口	3-32
図 3.31 サバナケット市内の街路のコンクリート 舗装 (ひび割れ)	3-32
図 3.32 街路の排水呑口.....	3-32

図 3.33 サバナケット空港近くの国道 9W 線	3-32
図 3.34 サバナケット空港近くの国道の排水呑口	3-32
図 3.35 サバナケット郊外の国道 9W 線	3-33
図 3.36 郊外の国道 9W 線	3-33
図 3.37 パクセ近郊の生コンクリート・プラント	3-34
図 3.38 建設現場近くの骨材置き場	3-34
図 3.39 粗骨材の近影	3-34
図 3.40 日系企業の骨材ストック（屋根付き）	3-35
図 3.41 日系企業の骨材ストック（仕切り有）	3-35
図 3.42 よく洗浄して納入された粗骨材	3-35
図 3.43 あまり洗浄されていない粗骨材	3-35
図 3.44 タイ製の生コン製造装置の骨材搬入口	3-35
図 3.45 骨材の計量装置のメッシュ（金網）	3-35
図 3.46 並立する旧ベイリー橋と新設橋	3-36
図 3.47 旧ベイリー橋の橋脚	3-36
図 3.48 旧ベイリー橋の橋脚表面の接写	3-36
図 3.49 新設橋の橋脚表面の接写	3-36
図 3.50 フランス植民地時代の旧鉄道橋	3-36
図 3.51 19 世紀末のコンクリート表面拡大	3-36
図 3.52 日ラオス友好橋の下部工	3-37
図 3.53 日ラオス友好橋のコンクリート表面接写	3-37
図 3.54 セコン橋の塔上部	3-37
図 3.55 セコン橋の橋台からの側面景	3-37
図 3.56 生コンクリートの現場配合の状況	3-38
図 3.57 パクセ市内地方道の切土	3-39
図 3.58 パクセ市内の国道 16W 線の切土	3-39
図 3.59 国道 16W 線の切土の近影	3-39
図 3.60 国道 16W 線の切土の遠景	3-39
図 3.61 セコン市の国道 16 号線ののり面被覆	3-40
図 3.62 セコン郊外の国道 16 号線の側溝	3-40
図 3.63 ビエンチャン郊外メコン川沿いの街道ののり面（タイ支援プロジェクトフェーズ 2）	3-40
図 3.64 メコン川沿いの街道ののり面（タイ支援プロジェクトフェーズ 2）のり面遠景	3-41
図 3.65 切土のり面近影	3-41
図 3.66 盛土のり面の表面被覆の状態	3-41
図 3.67 付近の全景	3-41
図 3.68 のり尻の排水溝	3-41
図 3.69 排水溝の流末（遠景）	3-42
図 3.70 排水溝の流末の状態（近景）	3-42
図 3.71 側溝の掘削と路床の施工状況	3-42
図 3.72 標準横断図	3-42

図 3.73 中項目レーダーチャート（評価点数）	3-43
図 3.74 中項目レーダーチャート（評価点数）	3-45
図 3.75 ラオスの道路 AM 評価結果一覧【舗装】	3-53
図 3.76 ラオスの道路 AM 評価結果一覧【橋梁】	3-54
図 3.77 ラオスの道路 AM 評価結果一覧【土工（斜面）】	3-55
図 3.78 ラオスの道路 AM 評価結果一覧【監視（モニタリング）、組織運営】	3-56
図 4.1 ブータンにおける主要幹線道路の位置図	4-5
図 4.2 道路の種類別延長の推移	4-7
図 4.3 道路交通量(2018年9月観測).....	4-8
図 4.4 MoIT の組織図	4-9
図 4.5 DoST の組織図	4-10
図 4.6 DoST(DoR)の詳細組織図.....	4-10
図 4.7 地域事務所組織図.....	4-12
図 4.8 ロベサ(Lobeysa)地域事務所	4-14
図 4.9 試験室(1)/ロベサ地域事務所(Lobeysa RO).....	4-14
図 4.10 試験室(2)/ロベサ地域事務所(Lobeysa RO).....	4-15
図 4.11 ブータンの道路の舗装状況（2022年6月現在）	4-17
図 4.12 ブータン 農道を除く全道路の舗装状況	4-17
図 4.13 国道（一級、二級）の舗装状況（2018～2022年）	4-17
図 4.14 県道、接続・近郊道路の舗装状況（2018～2022年）	4-18
図 4.15 道路橋の型式別の数（左）と延長（右）（2022年6月）	4-21
図 4.16 壊れたベイリー橋	4-21
図 4.17 道路橋の型式別の数の推移（2018～2022年）	4-22
図 4.18 道路橋の型式別の延長の推移（2018～2022年）	4-22
図 4.19 WACHY ZAM 橋（日本の無償資金協力により 2004年3月建造、ポニー・トラス型式）	4-23
図 4.20 KHURU KUENPHEN 橋（2003年6月建造、2径間ベイリー橋）	4-23
図 4.21 がけ崩れにより通行止めとなった道路	4-25
図 4.22 崖がオーバーハングする道路（国道1号 Wangdue-Trongsa 間）	4-25
図 4.23 石積み擁壁（Lobeysa 付近）	4-25
図 4.24 JICA 技術協力プロジェクトによる土石流対策工（国道1号 Wangdue-Trongsa 間）	4-25
図 4.25 切土のり面保全・対策工（国道1号 Wangdue-Trongsa 間）	4-26
図 4.26 技術協力プロジェクトで造られた植生のり面	4-38
図 4.27 斜面のアンカー工（Thimphu 市内）	4-40
図 4.28 GOI による橋梁建設	4-40
図 4.29 ブータンにおける道路 AM 実態調査 現地調査の位置図.....	4-46
図 4.30 CDCL の内観、外観.....	4-52
図 4.31 道路の日常維持管理に従事する人々（昼食・休憩中）	4-53
図 4.32 加熱アスファルト混合物を運搬するトラック	4-55
図 4.33 加熱アスファルト混合物の敷き均し直後の転圧	4-55
図 4.34 仕切り板のないホッパーと計量装置	4-56

図 4.35	ホッパーへの骨材の搬入	4-56
図 4.36	骨材の採取場	4-58
図 4.37	移動式の生コンクリート・プラントにおける骨材管理状況 (GOI プロジェクト)	4-58
図 4.38	現場練りのコンクリートミキサーと骨材置き場 (Thimphu 市内の建築現場)	4-59
図 4.39	現場練りのコンクリートミキサーと骨材置き場 (水処理施設・道路工事現場)	4-59
図 4.40	ポンプ車とミキサー車 (Thimphu 市内の建築現場)	4-60
図 4.41	移動式の生コンクリート・プラント (GOI プロジェクト)	4-60
図 4.42	移動式の生コンクリート・プラントにおけるミキサー車 (GOI プロジェクト)	4-61
図 4.43	移動式の生コンクリート・プラントの管理状況 (GOI プロジェクト)	4-61
図 4.44	中項目レーダーチャート (評価点数)	4-62
図 4.45	JICA 技術協力プロジェクトで設置された気象観測装置	4-65
図 4.46	中項目レーダーチャート (評価点数)	4-66
図 4.47	過去 3 年間の路面状況評価の推移	4-77
図 4.48	ブータンの道路 AM 評価結果一覧【舗装】	4-84
図 4.49	ブータンの道路 AM 評価結果一覧【橋梁】	4-85
図 4.50	ブータンの道路 AM 評価結果一覧【土工 (斜面)】	4-86
図 4.51	ブータンの道路 AM 評価結果一覧【監視 (モニタリング)、組織運営】	4-87
図 5.1	DOH の組織体制 (本局及び地域事務所の関係)	5-5
図 5.2	地域事務所の担当路線例 (Bangkok Highway District)	5-6
図 5.3	Bridge Construction and Rehabilitation Center3 (BCRC3) の全景	5-7
図 5.4	Bridge Construction and Rehabilitation Center3 (BCRC3) の担当地域	5-8
図 5.5	Bridge Construction and Rehabilitation Center の組織体制	5-8
図 5.6	ベイリー橋の組立状況 (BCRC3 内)	5-9
図 5.7	プレテンション桁の制作ヤード (BCRC3 敷地内)	5-9
図 5.8	地域事務所の組織体制 (Mukdahan Regional Office)	5-9
図 5.9	DRR の全体組織構図	5-10
図 5.10	EXAT の全体組織構成	5-11
図 5.11	DOH 予算の内訳 (2016/2017)	5-12
図 5.12	タイにおける道路 AM 実態調査、現地調査位置図	5-22
図 5.13	大項目レーダーチャート (評価点数)	5-25
図 5.14	中項目レーダーチャート (評価点数)	5-27
図 5.15	タイの道路 AM 評価結果一覧【舗装】	5-35
図 5.16	タイの道路 AM 評価結果一覧【橋梁】	5-36
図 5.17	タイの道路 AM 評価結果一覧【土工 (斜面)】	5-37
図 5.18	タイの道路 AM 評価結果一覧【監視 (モニタリング)、組織運営】	5-38
図 6.1	SADAC 加盟国	6-4
図 6.2	ザンビア主要幹線道路及び 10 州 位置図	6-5
図 6.3	交通量観測箇所 位置図	6-6
図 6.4	RDA 本部の組織図	6-8
図 6.5	RDA 地域事務所の組織の例	6-9

図 6.6 ルサカ(Lusaka)地域事務所.....	6-9
図 6.7 材料試験所(1).....	6-9
図 6.8 材料試験所(2).....	6-10
図 6.9 T4: Lusaka-Rufunsa:Chongwe Toll Plaza.....	6-12
図 6.10 料金表.....	6-12
図 6.11 本線料金所と国境料金所の位置図.....	6-13
図 6.12 料金収入の徴収額の推移（計画と実際：2013～2021年）.....	6-13
図 6.13 検量施設の位置図.....	6-14
図 6.14 Kafue 検量施設.....	6-15
図 6.15 道路関係予算の配賦機関（2015年）.....	6-17
図 6.16 道路関係予算の配賦機関（2021年）.....	6-17
図 6.17 路面性状測定車.....	6-18
図 6.18 舗装された Trunk、Main、District 道路の状態.....	6-19
図 6.19 未舗装の Trunk、Main、District 道路の状態.....	6-20
図 6.20 Primary Feeder Roads の道路状態.....	6-20
図 6.21 ザンビアの道路状況（2014年データ）.....	6-27
図 6.22 ザンビアにおける道路 AM 実態調査 現地調査の位置図.....	6-29
図 6.23 建設会社の契約件数別内訳と契約金額別内訳.....	6-32
図 6.24 RI 試験器（材料試験所にて）.....	6-36
図 6.25 橋梁点検車.....	6-36
図 6.26 高所作業車.....	6-36
図 6.27 FWD 測定機.....	6-36
図 6.28 Lusaka 近郊の幹線道路状況（T4:Lusaka-Rufunsa:Chongwe Toll Plaza 付近）.....	6-37
図 6.29 地域事務所の直営による小補修の実施状況（T4:Lusaka-Rufunsa: Rufunsa Fisheries 付近）.....	6-37
図 6.30 舗装補修時の交通規制の端に配置される誘導員（T4:Lusaka-Rufunsa: Rufunsa 付近）.....	6-38
図 6.31 応急措置が施された舗装の状況（T4:Lusaka-Rufunsa: Rufunsa Fisheries 付近）.....	6-39
図 6.32 地域事務所の直営による小補修の実施状況（T4:Lusaka-Rufunsa: Rufunsa 付近）.....	6-39
図 6.33 小補修で使用される日本製の機材（T4:Lusaka-Rufunsa: Rufunsa 付近）.....	6-39
図 6.34 地域事務所の直営による小補修の実施状況（T4:Lusaka-Rufunsa: Rufunsa 付近）.....	6-40
図 6.35 Rufunsa 橋.....	6-42
図 6.36 【参考】補修前の Rufunsa 橋.....	6-42
図 6.37 Rufunsa 橋近くの橋梁（橋名不明）(1/2).....	6-43
図 6.38 Rufunsa 橋近くの橋梁（橋名不明）(2/2).....	6-43
図 6.39 Kafue 橋.....	6-44
図 6.40 Chirundu 橋.....	6-44
図 6.41 D145 災害跡.....	6-45
図 6.42 T2 災害跡.....	6-45
図 6.43 中項目レーダーチャート（評価点数）.....	6-46
図 6.44 中項目レーダーチャート（評価点数）.....	6-49
図 6.45 ザンビアの道路 AM 評価結果一覧【舗装】.....	6-59

図 6.46 ザンビアの道路 AM 評価結果一覧【橋梁】	6-60
図 6.47 ザンビアの道路 AM 評価結果一覧【土工（斜面）】	6-61
図 6.48 ザンビアの道路 AM 評価結果一覧【監視（モニタリング）、組織運営】	6-62
図 7.1 山形県県土整備部組織	7-3
図 7.2 各種計画の体系（山形県）	7-5
図 7.3 判定区分と定義	7-7
図 7.4 H26～H30 の判定区分と建設後経過年数	7-8
図 7.5 凍結防止剤散布量別の橋梁判定区分	7-8
図 7.6 非塩害地域・塩害地域別の橋梁判定区分	7-8
図 7.7 DBMY における地図検索画面	7-10
図 7.8 DBMY における橋梁点検・診断・補修履歴のタイムライン表示画面	7-10
図 7.9 DBMY におけるフォトアルバム画面	7-11
図 7.10 静岡県交通基盤部組織	7-13
図 7.11 各種計画の体系（静岡県）	7-15
図 7.12 メンテナンスサイクルのフロー	7-16
図 7.13 法政大学との共同研究の概要	7-20
図 7.14 浜松市土木部組織	7-21
図 7.15 各種計画の体系（浜松市）	7-23
図 7.16 メンテナンスサイクルのフロー	7-25
図 7.17 長野県建設部組織	7-28
図 7.18 各種計画の体系（長野県）	7-30
図 7.19 石川県土木部組織	7-33
図 7.20 各種計画の体系（石川県）	7-35
図 7.21 調査票（自治体共通部分）	7-38
図 7.22 調査票（山形県向け）	7-39
図 7.23 調査票（静岡県向け）	7-40
図 7.24 調査票（浜松市向け）	7-40
図 7.25 調査票（長野県向け）	7-41
図 7.26 点検要領に基づくメンテナンスサイクル構築のフロー	7-44
図 7.27 ひび割れ点検の実施体制	7-47
図 7.28 実証実験の実施体制	7-48
図 7.29 建設 DX 実験フィールド	7-50
図 7.30 土工フィールド俯瞰図	7-51
図 7.31 出来形模型配置	7-51
図 7.32 中日本高速道路(株) 組織体制図	7-52
図 7.33 出来形調書出カイメージ	7-54
図 7.34 2次元図面からの3次元設計データ作成イメージ	7-54
図 7.35 VR 施工検討の実例	7-55
図 7.36 GNSS 搭載 ICT 建機の一例	7-55
図 7.37 ドローンによる工事状況の WEB 共有状況	7-56

図 7.38 積算区分に応じた数量算出用モデル化範囲の設定	7-57
図 7.39 構造物ごとのモデル詳細度の設定状況の一例	7-57
図 7.40 取組み・技術の分類概要	7-59
図 7.41 DRIMS 概要図	7-66
図 7.42 測量用ドローンの一例	7-67
図 7.43 カーテンネット施工例	7-68
図 7.44 多機能フィルター適用現場の一例	7-69
図 7.45 高耐久常温合材の例（マイルドパッチ）	7-70
図 7.46 高耐久常温合材の例（ハイウェイパッチ）	7-70
図 7.47 電子黒板アプリの一例	7-71
図 7.48 非接触式温度計の一例	7-72
図 7.49 外ケーブルの張力測定技術（神鋼鋼線工業）	7-73
図 7.50 姿勢制御型ドローンの一例	7-74
図 7.51 点検ロボットカメラの一例	7-74
図 7.52 コロコロチェッカー試行例	7-74
図 7.53 路面切削機の一例	7-76
図 7.54 鋼製ジョイントの一例	7-77
図 7.55 高耐久防水層の積層構造	7-78
図 7.56 砕石マスチック舗装の構造	7-78
図 7.57 Weigh-in-motion の紹介（(株)TTES）	7-80
図 7.58 交通量調査用 CCTV カメラ（(株)サーベイリサーチセンター）	7-81
図 8.1 FHWA の維持管理体制（組織図イメージ）	8-3
図 8.2 2000-2021 年までの道路支出（機能別）合計（単位：10 億ドル）	8-4
図 8.3 FDOT の交通 AM 運営委員会（TAM Steering Committee）	8-5
図 8.4 FDOT の資金調達計画（2024～2028 年度）	8-6
図 8.5 2022 年における国別および道路タイプ別の道路延長の割合	8-7
図 8.6 2022 年の国別・道路タイプ別道路延長の内訳（単位：千マイル）	8-8
図 8.7 セット・デリバリー（AD）の全国展開プログラム、これまでの進捗状況	8-9
図 8.8 各 DIR の管轄地区（赤枠：DIR- Île-de-France）	8-12
図 8.9 国道網の維持と再生に充てられる予算の支出推移（2012～2023 年）（単位：百万ユーロ）	8-13
図 8.10 DIRIF の管理エリア（パリ）	8-14
図 8.11 RoadBotics 社による道路網図	8-18
図 8.12 スマート・ペイジメント・マネジメントインターフェース（調査結果を表示するマップ）	8-19
図 8.13 スマート・ペイジメント・マネジメントインターフェース（AI で検知した道路変状）	8-20
図 8.14 FID タグのイメージ	8-24
図 8.15 ALPR カメラの例	8-25
図 8.16 GNSS 車載器のイメージ	8-26
図 8.17 懸垂型ロボットカメラ	8-35
図 8.18 斜面点検に使用されたドローン（2 種）	8-37
図 8.19 特殊橋梁点検の実証実験に使用されたドローン（2 種）	8-37

図 8.20 SRDP におけるドローン活用状況.....	8-38
図 8.21 バンバン橋.....	8-40
図 8.22 第 1 マクタン橋海中部基礎.....	8-40
図 8.23 カーテンネット施工例.....	8-43
図 8.24 マイティーネット施工例.....	8-44
図 8.25 多機能フィルター適用現場の一例.....	8-45
図 8.26 比較計測（IRI 計測スマートフォン設置状況）.....	8-47
図 8.27 スマートフォンによる測定状況.....	8-48
図 8.28 AI 画像解析による損傷検出.....	8-48
図 8.29 点検実施状況.....	8-49
図 8.30 ipad による点検のインターフェース.....	8-50
図 8.31 現地での点検作業.....	8-52
図 8.32 データの記録と保存.....	8-52
図 8.33 路面性状調査実施状況.....	8-55
図 8.34 多言語対応インターフェース.....	8-57
図 8.35 構築した BMS 管理体制.....	8-58
図 8.36 PBC ハンドブック（本プロジェクトで実務者向けに作成）.....	8-60
図 8.37 汎用車両への実験装置設置状況.....	8-68
図 8.38 実装対象ドローン.....	8-70
図 8.39 研究テーマ概要図.....	8-71
図 8.40 タジキスタン国内における橋梁の一例.....	8-72
図 8.41 実装対象となったラオス国内ベイリー橋の一例.....	8-73
図 8.42 ザンビアにおける耐候性鋼材橋梁（Kafue Bridge）.....	8-74
図 10.1 マルセロ・フェルナン橋 位置図.....	10-2
図 10.2 ディオスタッド・マカパガル橋 位置図.....	10-2
図 10.3 マルセロ・フェルナン橋.....	10-5
図 10.4 マルセロ・フェルナン橋位置図.....	10-5
図 10.5 マルセロ・フェルナン橋 側面図.....	10-6
図 10.6 マルセロ・フェルナン橋 桁断面図.....	10-6
図 10.7 マルセロ・フェルナン橋 塔断面図.....	10-7
図 10.8 DPWH の組織におけるマルセロ・フェルナン橋の維持管理体制.....	10-8
図 10.9 定着部番号の表示.....	10-12
図 10.10 クラック位置、漏水箇所の表示.....	10-12
図 10.11 塔水平材のクラック.....	10-13
図 10.12 桁の仮設作業台.....	10-13
図 10.13 被災ケーブル位置図.....	10-13
図 10.14 ケーブル損傷の状況.....	10-14
図 10.15 ケーブルの様子（2023.1）.....	10-14
図 10.16 ケーブルの様子（2023.6）.....	10-14
図 10.17 街路灯タイプ（2枚パネル）.....	10-15

図 10.18 旧照明柱を利用したもの(1枚パネル).....	10-15
図 10.19 ケーブルダンパー部カバーの状況.....	10-15
図 10.20 大項目・中項目レーダーチャート (評価点数)	10-18
図 10.21 マルセロ・フェルナン橋 AM の評価結果一覧【特殊橋梁】	10-20
図 10.22 マルセロ・フェルナン橋 AM の評価結果一覧【監視 (モニタリング)、組織運営】	10-21
図 10.23 ディオスダド・マカバガル橋位置図	10-23
図 10.24 ディオスダド・マカバガル橋主塔の状況.....	10-24
図 10.25 ディオスダド・マカバガル橋の側面図	10-25
図 10.26 ディオスダド・マカバガル橋の桁断面図	10-25
図 10.27 DPWH の組織におけるディオスダド・マカバガル橋の担当割.....	10-26
図 10.28 縦方向クラック	10-28
図 10.29 格子状クラック	10-28
図 10.30 クラックの位置と鋼床版リブ等の位置関係	10-28
図 10.31 ケーブル変状の確認.....	10-29
図 10.32 ディオスダド・マカバガル橋のレーダーチャート	10-32
図 10.33 ディオスダド・マカバガル橋 AM の評価結果一覧【特殊橋梁】	10-34
図 10.34 ディオスダド・マカバガル橋 AM の評価結果一覧【監視 (モニタリング)、組織運営】	10-35
図 11.1 対象橋梁位置図 (1)	11-3
図 11.2 対象橋梁位置図 (2)	11-3
図 11.3 DRR 組織図.....	11-5
図 11.4 EXAT 組織.....	11-6
図 11.5 ラマ9世橋の状況	11-7
図 11.6 ラマ9世橋の一般図	11-9
図 11.7 中央径間の桁断面図.....	11-9
図 11.8 側径間の桁断面図	11-9
図 11.9 EXAT の組織とラマ9世橋の維持管理担当部署.....	11-10
図 11.10 鋼床版の疲労クラック	11-12
図 11.11 ペンデルシューと腐食破断したアンカーボルト.....	11-12
図 11.12 左側：突き合わせ溶接ライン上、右側：ダイヤフラム近傍	11-12
図 11.13 ラマ9世橋 (左) と8車線の建設中の新橋 (右)	11-13
図 11.14 大項目・中項目レーダーチャート (評価点数)	11-14
図 11.15 ラマ9世橋の AM 評価結果一覧【特殊橋梁】	11-16
図 11.16 ラマ9世橋の AM 評価結果一覧【監視 (モニタリング)、組織運営】	11-17
図 11.17 DRR の組織構成図.....	11-19
図 11.18 プミボン橋位置図	11-19
図 11.19 プミボン北橋側面図	11-20
図 11.20 プミボン南橋側面図	11-20
図 11.21 プミボン北橋塔一般図.....	11-21
図 11.22 プミボン南橋塔一般図.....	11-21
図 11.23 プミボン橋側径間断面図 (北橋、南橋とも同断面)	11-21

図 11.24	プミボン橋維持管理マニュアル	11-22
図 11.25	現地調査のための交通規制（調査参加者は保護具を着用）	11-23
図 11.26	提供を受けた点検報告書	11-23
図 11.27	交換後の伸縮装置	11-24
図 11.28	交換前の伸縮装置	11-24
図 11.29	RC床版、鋼部材の状況	11-24
図 11.30	ガントリー	11-24
図 11.31	大項目・中項目レーダーチャート（評価点数）	11-27
図 11.32	プミボン橋のAM評価結果一覧【特殊橋梁】	11-29
図 11.33	プミボン橋AMの評価結果一覧【監視（モニタリング）、組織運営】	11-30
図 11.34	マハ・チェサダボディンドラヌソン橋の塔	11-31
図 11.35	マハ・チェサダボディンドラヌソン橋の位置図	11-32
図 11.36	マハ・チェサダボディンドラヌソン橋側面図	11-33
図 11.37	マハ・チェサダボディンドラヌソン橋の塔の一般図	11-33
図 11.38	マハ・チェサダボディンドラヌソン橋桁断面図	11-33
図 11.39	マハ・チェサダボディンドラヌソン橋の維持管理マニュアル Operation Part の抜粋(1)	11-34
図 11.40	マハ・チェサダボディンドラヌソン橋の維持管理マニュアル Operation Part の抜粋(2)	11-35
図 11.41	大項目・中項目レーダーチャート（評価点数）	11-37
図 11.42	マハ・チェサダボディンドラヌソン橋のAM評価結果一覧【特殊橋梁】	11-39
図 11.43	マハ・チェサダボディンドラヌソン橋のAM評価結果一覧【監視（モニタリング）、組織運営】	11-40
図 12.1	第2タイ・ラオス友好橋位置図	12-2
図 12.2	セコン橋位置図	12-3
図 12.3	MPWT組織図	12-6
図 12.4	MPWTにおける道路維持管理の組織統制	12-6
図 12.5	道路維持管理基金(RMF)維持管理・補修その国道と地方道への配分割合推移	12-6
図 12.6	国道の維持管理・補修の用途別割合の推移	12-7
図 12.7	第2タイ・ラオス友好橋の状況	12-8
図 12.8	第2タイ・ラオス友好橋の交通量	12-8
図 12.9	第2タイ・ラオス友好橋の一般図	12-9
図 12.10	一般部とエクストラードーズド橋区間の桁断面図	12-9
図 12.11	エクストラードーズド橋の塔とコンクリート斜版	12-10
図 12.12	両国語で作成された協定書	12-10
図 12.13	保管資料、点検記録の確認	12-11
図 12.14	PC箱桁内部に追加した照明	12-12
図 12.15	定期点検調書の一例	12-13
図 12.16	載荷試験報告書の計測例	12-13
図 12.17	表層を打ち換えたアスファルト舗装	12-14
図 12.18	鋼製くし型伸縮装置	12-14
図 12.19	大項目・中項目レーダーチャート（評価点数）	12-16
図 12.20	第2タイ・ラオス友好橋のAM評価結果一覧【特殊橋梁】	12-18

図 12.21 第2タイ・ラオス友好橋のAM評価結果一覧【監視（モニタリング）、組織運営】	12-19
図 12.22 セコン県ラオス・日本友好橋（セコン橋）の状況	12-20
図 12.23 セコン橋一般図	12-21
図 12.24 各種機器の状況	12-21
図 12.25 保管資料、点検記録の確認	12-22
図 12.26 路面排水工、歩道側側溝のコンクリート蓋	12-23
図 12.27 大項目・中項目レーダーチャート（評価点数）	12-25
図 12.28 セコン橋のAM評価結果一覧【特殊橋梁】	12-27
図 12.29 セコン橋のAM評価結果一覧【監視（モニタリング）、組織運営】	12-28
図 13.1 つばさ橋位置図	13-2
図 13.2 MPWTの組織図	13-5
図 13.3 つばさ橋	13-6
図 13.4 つばさ橋位置図	13-7
図 13.5 つばさ橋一般図（その1）	13-8
図 13.6 つばさ橋一般図（その2）	13-8
図 13.7 つばさ橋の維持管理体制	13-9
図 13.8 ライブラリでの保管状況	13-10
図 13.9 ケーブル振動数の測定センサーの取付	13-11
図 13.10 橋梁点検車	13-11
図 13.11 ケーブルへの加速度計取り付け	13-11
図 13.12 主塔およびケーブル	13-12
図 13.13 掛け違い橋脚の様子	13-12
図 13.14 アプローチ橋の橋脚	13-12
図 13.15 5軸車の走行	13-12
図 13.16 排水柵の状況	13-12
図 13.17 路肩のゴミ	13-12
図 13.18 伸縮措置の様子	13-13
図 13.19 水流でわずかに摩耗した橋脚表面	13-13
図 13.20 大項目・中項目レーダーチャート（評価点数）	13-15
図 13.21 つばさ橋のAM評価結果一覧【特殊橋梁1】	13-17
図 13.22 つばさ橋のAM評価結果一覧【特殊橋梁2】	13-18
図 13.23 つばさ橋のAM評価結果一覧【監視（モニタリング）】	13-19
図 13.24 つばさ橋のAM評価結果一覧【組織運営】	13-19
図 14.1 位置図	14-2
図 14.2 バイチャイ橋の組織体制	14-5
図 14.3 カントー橋の組織体制	14-6
図 14.4 バイチャイ橋の状況	14-6
図 14.5 バイチャイ橋の一般図（その1）	14-7
図 14.6 バイチャイ橋の一般図（その2）	14-8
図 14.7 バイチャイ橋の一般図（その3）	14-8

図 14.8	バイチャイ橋の維持管理体制	14-9
図 14.9	橋梁点検車	14-10
図 14.10	主塔の状況	14-11
図 14.11	主桁の状況	14-11
図 14.12	A1 ゴム支承の移動	14-12
図 14.13	主塔基部のひび割れ	14-12
図 14.14	ケーブル定着部の液漏れ	14-12
図 14.15	主桁内部の状況	14-12
図 14.16	主塔内部の状況	14-12
図 14.17	伸縮装置	14-12
図 14.18	舗装	14-13
図 14.19	モニタリングの状況	14-13
図 14.20	大項目・中項目レーダーチャート（評価点数）	14-14
図 14.21	バイチャイ橋の AM 評価結果一覧【特殊橋梁 1】	14-16
図 14.22	バイチャイ橋の AM 評価結果一覧【特殊橋梁 2】	14-17
図 14.23	バイチャイ橋の AM 評価結果一覧【監視（モニタリング）】	14-18
図 14.24	バイチャイ橋の AM 評価結果一覧【組織運営】	14-18
図 14.25	ビン橋の状況	14-19
図 14.26	ビン橋の一般図（その 1）	14-21
図 14.27	ビン橋の一般図（その 2）	14-21
図 14.28	ビン橋の一般図（その 3）	14-22
図 14.29	ビン橋の維持管理体制	14-23
図 14.30	主塔の状況	14-24
図 14.31	主桁の状況	14-24
図 14.32	主塔基部の状況	14-25
図 14.33	支承の状況	14-25
図 14.34	A2 桁端部の漏水による腐食	14-25
図 14.35	A2 伸縮装置の移動状況	14-25
図 14.36	桁下移動点検車	14-25
図 14.37	狭隘なマンホール	14-25
図 14.38	大項目・中項目レーダーチャート（評価点数）	14-27
図 14.39	ビン橋の AM 評価結果一覧【特殊橋梁 1】	14-29
図 14.40	ビン橋の AM 評価結果一覧【特殊橋梁 2】	14-30
図 14.41	ビン橋の AM 評価結果一覧【監視（モニタリング）】	14-31
図 14.42	ビン橋の AM 評価結果一覧【組織運営】	14-31
図 14.43	カントー橋の状況	14-32
図 14.44	カントー橋斜張橋部側面図	14-33
図 14.45	カントー橋の PC 桁断面図	14-34
図 14.46	カントー橋鋼桁断面図	14-34
図 14.47	カントー橋の維持管理体制	14-35

図 14.48 主塔の状況	14-37
図 14.49 主桁の状況	14-37
図 14.50 主塔内部の状況	14-37
図 14.51 支承の状況	14-37
図 14.52 鋼桁と PC 桁の接合部	14-37
図 14.53 伸縮装置の状況	14-37
図 14.54 ケーブル定着部のひび割れ	14-38
図 14.55 壊れたモニタリングシステム	14-38
図 14.56 大項目・中項目レーダーチャート (評価点数)	14-40
図 14.57 カントー橋の AM 評価結果一覧【特殊橋梁 1】	14-42
図 14.58 カントー橋の AM 評価結果一覧【特殊橋梁 2】	14-43
図 14.59 カントー橋の AM 評価結果一覧【監視 (モニタリング)】	14-44
図 14.60 カントー橋の AM 評価結果一覧【組織運営】	14-44
図 15.1 日本パラオ友好の橋 位置図	15-2
図 15.2 パラオにおける維持管理体制	15-4
図 15.3 日本・パラオ友好の橋の全景	15-5
図 15.4 日本・パラオ友好の橋の一般図 (その 1)	15-6
図 15.5 日本・パラオ友好の橋の一般図 (その 2)	15-7
図 15.6 日本・パラオ友好の橋の一般図 (その 3)	15-7
図 15.7 PC 主桁外面	15-9
図 15.8 鋼製と PC 桁の境界部	15-9
図 15.9 主塔基部のひび割れ	15-9
図 15.10 台座コンクリートのひび割れ	15-9
図 15.11 舗装のひび割れ	15-9
図 15.12 伸縮装置 (鋼製くし型)	15-9
図 15.13 大項目・中項目レーダーチャート (評価点数)	15-11
図 15.14 日本・パラオ友好の橋の AM 評価結果一覧【特殊橋梁 1】	15-13
図 15.15 日本・パラオ友好の橋の AM 評価結果一覧【特殊橋梁 2】	15-14
図 15.16 日本・パラオ友好の橋の AM 評価結果一覧【監視 (モニタリング)】	15-15
図 15.17 日本・パラオ友好の橋の AM 評価結果一覧【組織運営】	15-15
図 16.1 ナイル川源流橋 位置図	16-2
図 16.2 ナイル川源流橋の状況	16-5
図 16.3 ナイル川源流橋一般図 (その 1)	16-6
図 16.4 ナイル川源流橋一般図 (その 2)	16-6
図 16.5 ナイル川源流橋の維持管理体制	16-7
図 16.6 PC 主桁外面	16-8
図 16.7 モニタリングの状況	16-8
図 16.8 主塔内部	16-8
図 16.9 カンパラ側カウンターウエイト	16-8
図 16.10 伸縮装置	16-9

図 16.11 排水ます	16-9
図 16.12 主塔頂部、避雷ケーブル	16-9
図 16.13 橋台部	16-9
図 16.14 大項目・中項目レーダーチャート（評価点数）	16-11
図 16.15 ナイル源流橋の AM 評価結果一覧【特殊橋梁 1】	16-13
図 16.16 ナイル源流橋の AM 評価結果一覧【特殊橋梁 2】	16-14
図 16.17 ナイル源流橋の AM 評価結果一覧【監視（モニタリング）】	16-15
図 16.18 ナイル源流橋の AM 評価結果一覧【組織運営】	16-15
図 19.1 RAMP における本業務（技術プラットフォーム）の位置づけ	19-2
図 19.2 道路維持管理に関する研究開発・導入実装の概要	19-3
図 19.3 SIP 概要	19-5
図 19.4 インフラマネジメント新技術適用推進委員会の紹介	19-7
図 19.5 点検支援技術性能カタログの概要	19-8
図 19.6 点検支援技術性能カタログ（舗装）	19-9
図 19.7 点検支援技術カタログの掲載技術数の変遷（左：橋梁分野、右：トンネル分野）	19-10
図 19.8 画像計測技術の検出項目による分類数（左：橋梁分野、右：トンネル分野）	19-11
図 19.9 非破壊検査技術の検出項目による分類数（上：橋梁分野、下：トンネル分野）	19-12
図 19.10 計測・モニタリング技術の検出項目による分類数（上：橋梁分野、下：トンネル分野）	19-13
図 19.11 技術情報紹介ページのイメージ	19-14
図 19.12 掲載技術の管理方法（案）	19-15
図 19.13 技術情報の分類（案）	19-16
図 19.14 サイトマップ（案）	19-17
図 19.15 WEB ページの構成・体裁（案）	19-17
図 21.1 道路・橋梁の維持管理に関する技術協力プロジェクト 実施国	21-4
図 21.2 技術基準類の構成（カンボジア：舗装）	21-9
図 21.3 技術基準類の構成（カンボジア：橋梁）	21-10
図 21.4 技術基準類の構成（カンボジア：研修（舗装、橋梁））	21-10
図 21.5 技術基準類の構成（スリランカ：橋梁）	21-13
図 21.6 技術基準類の構成（タイ：橋梁）	21-15
図 21.7 技術基準類の構成（タイ：組織運営）	21-15
図 21.8 技術基準類の構成（キルギス：橋梁）	21-18
図 21.9 技術基準類の構成（キルギス：土工（斜面））	21-19
図 21.10 技術基準類の構成（東ティモール：舗装）	21-22
図 21.11 技術基準類の構成（東ティモール：橋梁）	21-22
図 21.12 技術基準類の構成（東ティモール：土工（斜面））	21-23
図 21.13 技術基準類の構成（東ティモール：監視（モニタリング））	21-23
図 21.14 技術基準類の構成（バングラデシュ：橋梁）	21-26
図 21.15 技術基準類の構成（バングラデシュ：組織運営）	21-26
図 21.16 技術基準類の構成（フィリピン：舗装）	21-31
図 21.17 技術基準類の構成（フィリピン：橋梁）	21-32

図 21.18 技術基準類の構成（フィリピン：土工（斜面））	21-33
図 21.19 技術基準類の構成（フィリピン：組織運営）	21-33
図 21.20 技術基準類の構成（ベトナム：舗装）	21-36
図 21.21 技術基準類の構成（ベトナム：橋梁）	21-37
図 21.22 技術基準類の構成（ベトナム：土工（斜面））	21-38
図 21.23 技術基準類の構成（ベトナム：組織運営）	21-38
図 21.24 技術基準類の構成（エルサルバドル：土工（斜面））	21-41
図 21.25 技術基準類の構成（ケニア：組織運営）	21-45
図 21.26 技術基準類の構成（コンゴ民主共和国：舗装）	21-46
図 21.27 技術基準類の構成（ブータン：橋梁）	21-49
図 21.28 技術基準骨子との整合（舗装）	21-50
図 21.29 技術基準骨子との整合（橋梁）	21-51
図 21.30 技術基準骨子との整合（土工（斜面））	21-51
図 21.31 技術基準骨子との整合（監視（モニタリング）、組織運営）	21-51
図 21.32 他の維持管理手法やマネジメントシステムが存在・先行していた事例	21-53
図 21.33 技術基準類に関わる道路 AM 評価項目	21-54
図 21.34 段階的な導入を指向した技術基準のイメージ（点検マニュアル）	21-54
図 21.35 段階的な導入を指向した技術基準のイメージ（診断マニュアル）	21-54
図 21.36 段階的な導入を指向した技術基準のイメージ（補修（設計）マニュアル）	21-55
図 21.37 段階的な導入を指向した技術基準のイメージ（監視（モニタリング）、組織運営）	21-55
図 22.1 パネルの展示状況	22-2
図 22.2 展示ブースの全景	22-3
図 22.3 動画表示画面	22-3
図 22.4 RAMP における主な技術協力案件	22-4
図 22.5 地球儀による説明	22-5
図 22.6 日割りスケジュール	22-5
図 22.7 デザイン A 案	22-6
図 22.8 デザイン B 案	22-6
図 22.9 デザイン C 案	22-7
図 22.10 ノベルティ フリクションボールペン	22-7
図 22.11 JICA の民間連携事業（HP より）	22-8
図 22.12 展示会の当日の状況	22-9
図 23.1 道路財源調達のチェック・フロー	23-2
図 23.2 ケニアの道路行政に係る組織	23-15
図 23.3 各道路管理者の予算配分	23-16
図 23.4 RMLF の推移	23-17
図 23.5 燃料税／リットルの推移	23-18
図 23.6 ケニアにおける道路維持管理予算の仕組み	23-18
図 23.7 道路維持管理基金(RMF)収入源別の割合（2017年～2021年）	23-22
図 23.8 道路維持管理基金(RMF)年間収入推移（2010年～2021年）	23-23

図 23.9 道路維持管理基金(RMF)支出 使途別の割合	23-24
図 23.10 道路維持管理基金(RMF) 維持管理・補修その国道と地方道への配分割合推移.....	23-24
図 23.11 国道の維持管理・補修の用途別割合の推移	23-24
図 23.12 道路基金の収入と支出の流れ.....	23-25
図 23.13 料金収入の徴収額の推移（計画と実際：2013-2021年）	23-27
図 23.14 道路関係予算の配賦機関（2021年）	23-29
図 24.1 委員会開催状況.....	24-3
図 25.1 JICA の概要パネル.....	25-1
図 25.2 JICA が取り組む課題パネル.....	25-1
図 25.3 RAMP 概要パネル	25-1
図 25.4 RAMP 留学生事業パネル	25-2
図 25.5 RAMP における産官学連携パネル	25-2
図 25.6 RAMP 技術協力民間技術パネル	25-2
図 25.7 ラオス画像診断サービスパネル	25-2
図 25.8 ケニア路面調査システムパネル	25-3
図 25.9 JICA プロファイル.....	25-4
図 25.10 JICA の仕事.....	25-4
図 25.11 JICA グローバル・アジェンダ	25-4
図 25.12 RAMP 概要	25-4
図 25.13 RAMP 中核人材育成プログラム	25-5
図 25.14 JICA の民間連携事業.....	25-5
図 25.15 社会インフラテック概要（その1）	25-7
図 25.16 社会インフラテック概要（その2）	25-8
図 25.17 社会インフラテック概要（その3）	25-9
図 25.18 主催者提示コロナ対策一覧チェックリスト	25-10
表 1.1 本業務における調査項目	1-1
表 2.1 道路 AM の成熟度の確認対象国.....	2-2
表 2.2 評価項目と内容	2-2
表 2.3 評価項目レベル定義.....	2-3
表 2.4 JAAM 共通達成度評価基準（概略版）	2-4
表 2.5 評価項目レベル定義（本調査）	2-5
表 2.6 道路 AM の実態調査の経過.....	2-8
表 2.7 AM 評価タイプの変遷.....	2-8
表 2.8 特殊橋梁 AM	2-9
表 3.1 ラオスの道路延長（2015年と2021年）	3-4
表 3.2 その他の道路延長の内訳（2021年）	3-4
表 3.3 県別・舗装種類別の道路延長（2021年）その1（国道、県道）	3-4
表 3.4 県別・舗装種類別の道路延長（2021年）その2（その他の道路、県計）	3-5
表 3.5 道路 AM に関連する MPWT 組織の所掌.....	3-7

表 3.6	ラオス国 道路維持管理基金(RMF)の収入と支出額推移 (2010年~2021年)	3-9
表 3.7	道路インフラの運営・維持管理能力強化に資する技術協力プロジェクト	3-18
表 3.8	導入したマニュアル類	3-21
表 3.9	各ドナーの支援状況	3-24
表 3.10	日本の大学が受け入れているラオスの研修生	3-25
表 3.11	成熟度評価ヒアリングの実施内容 (2020年度)	3-25
表 3.12	補足ヒアリングの実施内容 (2020年度)	3-26
表 3.13	MPWT, DOR へのオンライン会議の経過 (2022年度)	3-26
表 3.14	JICA RAMP・技プロ関係者へのオンライン会議の経過 (2022年度)	3-26
表 3.15	ラオスにおける道路 AM 実態調査 現地調査の行程	3-27
表 3.16	研究・開発が必要な課題 (ラオス)	3-49
表 3.17	抽出された課題の研究計画の素案および大学の候補案 (舗装)	3-49
表 3.18	抽出された課題の研究計画の素案および大学の候補案 (土工)	3-50
表 3.19	舗装 AM の改善策と提言	3-51
表 3.20	橋梁 AM の改善策と提言	3-51
表 3.21	土工 (斜面) AM の改善策と提言	3-52
表 3.22	監視 (モニタリング)、組織運営 AM の改善策と提言	3-52
表 4.1	ブータンで整理される道路の種類/説明	4-5
表 4.2	道路管理者別の道路管理延長	4-7
表 4.3	DoST 橋梁課、維持管理課、設計課の所掌	4-11
表 4.4	地域事務所の建設係、維持管理係の所掌	4-13
表 4.5	ブータンの道路関係予算内訳 (2019-2020)	4-15
表 4.6	道路設計の主要諸元	4-19
表 4.7	橋梁補修の予算額 (2019年度、2020年度)	4-23
表 4.8	JICA が実施済及び実施中の調査及び技術協力プロジェクト	4-26
表 4.9	プロジェクトにより作成されたマニュアル類とその概要	4-35
表 4.10	プロジェクトのアウトプット、活動計画及び成果指標	4-36
表 4.11	道路斜面管理マスタープラン調査で作成されたマニュアルとその概要	4-37
表 4.12	ADB が実施した道路 AM に関連する支援	4-41
表 4.13	UNDP (国連開発計画) の GCF プロジェクト	4-42
表 4.14	日本の大学が受け入れているブータンの研修生	4-44
表 4.15	成熟度評価ヒアリングの実施内容 (2020年度)	4-45
表 4.16	補足ヒアリングの実施内容 (2020年度)	4-45
表 4.17	JICA RAMP・技プロ関係者へのオンライン会議の経過 (2022年度)	4-45
表 4.18	ブータンにおける道路 AM 実態調査 現地調査の行程	4-46
表 4.19	プロジェクトの種類に応じた4つのカテゴリー区分	4-47
表 4.20	コントラクターが請け負う資格のある建設工事の規模と最大数	4-48
表 4.21	各カテゴリー・クラスで求められる最低限の機材や施設	4-48
表 4.22	最低限必要な機材と施設	4-49
表 4.23	研究・開発が必要な課題 (ブータン)	4-79

表 4.24 抽出された課題の研究計画の素案および大学の候補案（ブータン・課題 1）	4-80
表 4.25 抽出された課題の研究計画の素案および大学の候補案（ブータン・課題 2）	4-81
表 4.26 舗装 AM の改善策と提言	4-82
表 4.27 橋梁 AM の改善策と提言	4-82
表 4.28 土工（斜面）AM の改善策と提言	4-83
表 4.29 監視（モニタリング）、組織運営 AM の改善策と提言	4-83
表 5.1 道路管理者と区分	5-2
表 5.2 DOH の管理延長と舗装種別の推移	5-3
表 5.3 国道（National Highway）の構造規格	5-4
表 5.4 DOH の年間予算	5-11
表 5.5 タイに対する我が国の援助実績（運輸・交通セクター）	5-15
表 5.6 プロジェクトの成果（アウトプット）	5-18
表 5.7 プロジェクトの活動	5-18
表 5.8 成熟度評価ヒアリングの実施内容（2020 年度）	5-19
表 5.9 成熟度評価に関する現地調査の実施内容（2022 年度）	5-20
表 5.10 主要大学との意見交換(2022)	5-21
表 5.11 道路・橋梁等に関する基準及びマニュアル	5-23
表 5.12 DOH の道路・橋梁等に関する基準及びマニュアル（2022 追加調査）	5-24
表 5.13 研究・開発が必要な課題（タイ）	5-30
表 5.14 抽出された課題の研究計画の素案および大学の候補案（橋梁）	5-31
表 5.15 抽出された課題の研究計画の素案および大学の候補案（土工）	5-32
表 5.16 舗装 AM に関する改善策と提言	5-32
表 5.17 橋梁 AM に関する改善策と提言	5-33
表 5.18 土工（斜面）AM に関する改善策と提言	5-34
表 5.19 監視（モニタリング）、組織運営 AM に関する改善策と提言	5-34
表 6.1 道路種別/道路管理者別道路延長（2021）	6-5
表 6.2 最近（2021 年）の交通量観測結果	6-6
表 6.3 RDA の職員数（2021 年 12 月末現在）	6-10
表 6.4 格付け毎・本部/地域組織毎の充足状況（経営層を除く）	6-10
表 6.5 2021 年における道路基金の収入内訳	6-11
表 6.6 検量施設の統計（2021 年 11 月）	6-15
表 6.7 2021 年と 2020 年に徴収された過料	6-15
表 6.8 道路関係予算額内訳（2021 年）	6-16
表 6.9 ROMDAS（2020 年導入）による路面状況調査状況	6-18
表 6.10 HDM-4 に基づく IRI で区分される舗装の状態	6-19
表 6.11 JICA が実施済及び実施中の道路 AM 関連の調査及び技術協力プロジェクト	6-22
表 6.12 プロジェクトの成果目標及び成果指標	6-24
表 6.13 導入する予定のマニュアル類	6-24
表 6.14 橋梁技術協力プロジェクトフェーズ I で作成されたマニュアル類	6-24
表 6.15 WB が実施した道路 AM に関連する支援	6-26

表 6.16	ヒアリングの実施内容	6-28
表 6.17	補足ヒアリングの実施内容	6-28
表 6.18	技プロ関係者へのオンライン・ヒアリングの経過	6-28
表 6.19	ザンビアにおける道路 AM 実態調査 現地調査の行程	6-29
表 6.20	建設会社のカテゴリー区分	6-30
表 6.21	建設会社の格付け	6-31
表 6.22	研究・開発が必要な課題（ザンビア）	6-53
表 6.23	抽出された課題の研究計画の素案および大学の候補案（橋梁）	6-53
表 6.24	抽出された課題の研究計画の素案および大学の候補案（土工）	6-54
表 6.25	ザンビアの舗装 AM に関する改善策と提言	6-55
表 6.26	ザンビアの橋梁 AM に関する今後の改善策と提言	6-55
表 6.27	ザンビアの土工 AM に関する今後の改善策と提言	6-57
表 6.28	監視（モニタリング）、組織運営 AM に関する今後の改善策と提言	6-57
表 7.1	国内動向調査一覧表	7-1
表 7.2	地方自治体を対象とした国内動向調査の構成	7-2
表 7.3	山形県における道路施設の管理状況	7-3
表 7.4	山形県県土整備部の令和 5 年度当初予算内訳	7-4
表 7.5	1 巡目点検の結果	7-7
表 7.6	静岡県のインフラ資産（道路施設）	7-14
表 7.7	静岡県の R5 年度当初予算案の内訳	7-14
表 7.8	1 巡目点検の結果（静岡県）	7-19
表 7.9	浜松市における道路施設の管理状況	7-22
表 7.10	浜松市の道路施設に係る令和 5 年度当初予算案の内訳	7-22
表 7.11	1 巡目点検の結果（浜松市）	7-26
表 7.12	長野県における道路施設の管理状況	7-29
表 7.13	長野県建設部の R5 年度予算案の内訳	7-29
表 7.14	1 巡目点検の結果（長野県）	7-31
表 7.15	石川県における道路施設の管理状況	7-34
表 7.16	石川県土木部の令和 5 年度予算案の内訳	7-34
表 7.17	1 巡目点検の結果（石川県）	7-37
表 7.18	判定区分	7-37
表 7.19	主要な BIM/CIM に関するガイドライン・マニュアル	7-58
表 7.20	道路 AM 取組み・技術一覧（1/5）	7-60
表 7.21	道路 AM 取組み・技術一覧（2/5）	7-61
表 7.22	道路 AM 取組み・技術一覧（3/5）	7-62
表 7.23	道路 AM 取組み・技術一覧（4/5）	7-63
表 7.24	道路 AM 取組み・技術一覧（5/5）	7-64
表 7.25	各国の課題と解決策一覧	7-65
表 8.1	2021 年アメリカ全国の公道の延長（単位：マイル）	8-2
表 8.2	2000-2021 年までの道路支出（機能別）合計（単位：10 億ドル）	8-3

表 8.3 FDOT の道路管理延長 (マイル)	8-4
表 8.4 イギリスの道路総延長 (2022 年)	8-7
表 8.5 NH の年間予算 (2020-2025 年)	8-9
表 8.6 道路種別の延長と交通量の割合	8-11
表 8.7 道路種別のステークホルダー	8-11
表 8.8 DIR の従業員数 (2019 年)	8-12
表 8.9 カテゴリ・成熟度別 AI 技術の数.....	8-15
表 8.10 アメリカの道路財源制度と時代背景.....	8-22
表 8.11 EU の道路財源制度と時代背景.....	8-26
表 8.12 イギリスの道路財源制度と時代背景.....	8-27
表 8.13 ドイツの道路財源制度と時代背景.....	8-28
表 8.14 フランスの道路財源制度と時代背景.....	8-28
表 8.15 イタリアの道路財源制度と時代背.....	8-29
表 8.16 試行技術・取組み一覧.....	8-33
表 8.17 BMS 機能一覧	8-56
表 8.18 整理の対象とする研究活動一覧.....	8-67
表 9.1 調査対象特殊橋梁.....	9-1
表 9.2 調査日程.....	9-2
表 10.1 調査対象特殊橋梁.....	10-2
表 10.2 フィリピンにおける特殊橋梁維持管理調査 現地調査の行程	10-3
表 10.3 ASEAN10 カ国を橋梁維持管理・技術レベルを踏まえた 3 グループの分類 (案)	10-3
表 10.4 マルセロ・フェルナン橋の諸元.....	10-6
表 10.5 特殊橋梁点検マニュアルに示される特殊橋梁の点検の種類	10-9
表 10.6 特殊橋梁点検マニュアルに示される点検種別ごとの責任者	10-10
表 10.7 特殊橋梁点検マニュアルに示す Condition Inspection の報告様式.....	10-11
表 10.8 Condition Inspection のアウトプットの一例.....	10-12
表 10.9 ディオスダド・マカバガル橋の諸元.....	10-23
表 11.1 調査対象特殊橋梁	11-2
表 11.2 DRR へのオンラインヒアリングの経過.....	11-2
表 11.3 タイにおける特殊橋梁維持管理調査 現地調査の行程	11-2
表 11.4 ASEAN10 カ国を橋梁維持管理・技術レベルを踏まえた 3 グループの分類 (案).....	11-4
表 11.5 ラマ 9 世橋の諸元	11-8
表 11.6 プミボン橋橋上交通量	11-18
表 11.7 プミボン橋の諸元	11-20
表 11.8 マハ・チェサダボディンドラヌソン橋橋上交通量	11-31
表 11.9 マハ・チェサダボディンドラヌソン橋の諸元	11-32
表 12.1 調査対象特殊橋梁.....	12-1
表 12.2 MPWT, DOR へのオンラインヒアリングの経過.....	12-2
表 12.3 技プロ関係者・専門家へのオンラインヒアリングの経過	12-2
表 12.4 ラオスにおける特殊橋梁維持管理調査 現地調査の行程	12-3

表 12.5 ASEAN10 カ国を橋梁維持管理・技術レベルを踏まえた3グループの分類 (案)。	12-4
表 12.6 第2タイ・ラオス友好橋の諸元	12-8
表 12.7 セコン橋の諸元	12-20
表 13.1 調査対象特殊橋梁	13-1
表 13.2 BPW へのオンラインヒアリングの経過	13-2
表 13.3 カンボジアにおける特殊橋梁維持管理調査 現地調査の行程	13-3
表 13.4 ASEAN10 カ国を橋梁維持管理・技術レベルを踏まえた3グループの分類 (案)	13-3
表 13.5 最近の維持管理実績	13-4
表 13.6 EXMID の管理する橋梁一覧*	13-5
表 13.7 つばさ橋の諸元	13-7
表 14.1 調査対象特殊橋梁	14-2
表 14.2 DRVN へのオンラインヒアリングの経過	14-2
表 14.3 ベトナムにおける特殊橋梁維持管理調査 現地調査の行程	14-3
表 14.4 ASEAN10 カ国を橋梁維持管理・技術レベルを踏まえた3グループの分類 (案)	14-4
表 14.5 バイチャイ橋の諸元	14-7
表 14.6 ビン橋の諸元	14-20
表 14.7 カントー橋の諸元	14-33
表 15.1 調査対象特殊橋梁	15-1
表 15.2 BPW へのオンラインヒアリングの経過	15-2
表 15.3 施工者へのオンラインヒアリングの経過	15-2
表 15.4 パラオにおける特殊橋梁維持管理調査 現地調査の行程	15-3
表 15.5 パラオにおける維持管理予算	15-4
表 15.6 日本・パラオ友好の橋	15-5
表 16.1 調査対象特殊橋梁	16-1
表 16.2 UNRA へのオンラインヒアリングの経過	16-2
表 16.3 ウガンダにおける特殊橋梁維持管理調査 現地調査の行程	16-3
表 16.4 ナイル川源流橋	16-5
表 19.1 RAMP における技術情報のとりまとめ経緯概要	19-4
表 19.2 SIP インフラの開発技術の分類	19-6
表 19.3 今後の作業 (案)	19-18
表 19.4 SIP インフラ研究開発テーマ一覧表	19-19
表 19.5 点検支援技術カタログ掲載技術一覧表 橋梁分野 (1/5)	19-20
表 19.6 点検支援技術カタログ掲載技術一覧表 橋梁分野 (2/5)	19-21
表 19.7 点検支援技術カタログ掲載技術一覧表 橋梁分野 (3/5)	19-22
表 19.8 点検支援技術カタログ掲載技術一覧表 橋梁分野 (4/5)	19-23
表 19.9 点検支援技術カタログ掲載技術一覧表 橋梁分野 (5/5)	19-24
表 19.10 点検支援技術カタログ掲載技術一覧表 トンネル分野 (1/2)	19-25
表 19.11 点検支援技術カタログ掲載技術一覧表 トンネル分野 (2/2)	19-26
表 20.1 教材の全体構成	20-2
表 21.1 道路・橋梁の維持管理に関する技術協力プロジェクト一覧	21-2

表 21.2 技術協力プロジェクトの概要 (カンボジア)	21-6
表 21.3 技術基準の構成 (カンボジア) ①: 舗装(1)	21-6
表 21.4 技術基準の構成 (カンボジア) ②: 舗装(2)	21-6
表 21.5 技術基準の構成 (カンボジア) ③: 舗装(3)	21-7
表 21.6 技術基準の構成 (カンボジア) ④: 橋梁(1)	21-7
表 21.7 技術基準の構成 (カンボジア) ⑤: 橋梁(2)	21-7
表 21.8 技術基準の構成 (カンボジア) ⑥: 橋梁(3)	21-7
表 21.9 技術基準の構成 (カンボジア) ⑦: 橋梁(4)	21-8
表 21.10 技術基準の構成 (カンボジア) ⑧: 橋梁(5)	21-8
表 21.11 技術基準の構成 (カンボジア) ⑨: 組織運営	21-8
表 21.12 技術協力プロジェクトの概要 (スリランカ)	21-11
表 21.13 技術基準の構成 (スリランカ) ①: 橋梁(1)	21-11
表 21.14 技術基準の構成 (スリランカ) ②: 橋梁(2)	21-11
表 21.15 技術基準の構成 (スリランカ) ③: 橋梁(3)	21-12
表 21.16 技術基準の構成 (スリランカ) ④: 橋梁(4)	21-12
表 21.17 技術基準の構成 (スリランカ) ⑤: 橋梁(5)	21-12
表 21.18 技術基準の構成 (スリランカ) ⑥: 橋梁(6)	21-12
表 21.19 技術基準の構成 (スリランカ) ⑦: 橋梁(7)	21-13
表 21.20 技術協力プロジェクトの概要 (タイ)	21-14
表 21.21 技術基準の構成 (タイ) ①: 橋梁(1)	21-14
表 21.22 技術基準の構成 (タイ) ②: 橋梁(2)	21-14
表 21.23 技術基準の構成 (タイ) ③: 橋梁(3)、組織運営	21-15
表 21.24 技術協力プロジェクトの概要 (キルギス)	21-16
表 21.25 技術基準の構成 (キルギス) ①: 土工 (斜面) (1)	21-16
表 21.26 技術基準の構成 (キルギス) ②: 土工 (斜面) (2)	21-17
表 21.27 技術基準の構成 (キルギス) ③: 土工 (斜面) (3)	21-17
表 21.28 技術基準の構成 (キルギス) ④: 土工 (斜面) (4)	21-17
表 21.29 技術協力プロジェクトの概要 (東ティモール)	21-19
表 21.30 技術基準の構成 (東ティモール) ①: 舗装(1)	21-19
表 21.31 技術基準の構成 (東ティモール) ②: 舗装(2)	21-20
表 21.32 技術基準の構成 (東ティモール) ③: 橋梁(1)	21-20
表 21.33 技術基準の構成 (東ティモール) ④: 橋梁(2)	21-20
表 21.34 技術基準の構成 (東ティモール) ⑤: 橋梁(3)	21-20
表 21.35 技術基準の構成 (東ティモール) ⑥: 土工 (斜面) (1)	21-21
表 21.36 技術基準の構成 (東ティモール) ⑦: 土工 (斜面) (2)	21-21
表 21.37 技術基準の構成 (東ティモール) ⑧: 土工 (斜面) (3)、監視 (モニタリング)	21-21
表 21.38 技術協力プロジェクトの概要 (バングラデシュ)	21-23
表 21.39 技術基準の構成 (バングラデシュ) ①: 橋梁(1)	21-24
表 21.40 技術基準の構成 (バングラデシュ) ②: 橋梁(2)	21-24
表 21.41 技術基準の構成 (バングラデシュ) ③: 橋梁(3)	21-25

表 21.42	技術基準の構成 (バングラデシュ) ④ : 橋梁(4)、組織運営(1).....	21-25
表 21.43	技術基準の構成 (バングラデシュ) ⑤ : 橋梁(5)、組織運営(2).....	21-25
表 21.44	技術協力プロジェクトの概要 (フィリピン)	21-27
表 21.45	技術基準の構成 (フィリピン) ① : 舗装(1)、橋梁(1)、土工 (斜面) (1)、組織運営(1).....	21-27
表 21.46	技術基準の構成 (フィリピン) ② : 舗装(2)、橋梁(2)、土工 (斜面) (2)、組織運営(2).....	21-28
表 21.47	技術基準の構成 (フィリピン) ③ : 舗装(3)、橋梁(3)、土工 (斜面) (3)	21-28
表 21.48	技術基準の構成 (フィリピン) ④ : 橋梁(4).....	21-28
表 21.49	技術基準の構成 (フィリピン) ⑤ : 橋梁(5).....	21-28
表 21.50	技術基準の構成 (フィリピン) ⑥ : 橋梁(6).....	21-29
表 21.51	技術基準の構成 (フィリピン) ⑦ : 橋梁(7).....	21-29
表 21.52	技術基準の構成 (フィリピン) ⑧ : 橋梁(8).....	21-29
表 21.53	技術基準の構成 (フィリピン) ⑨ : 橋梁(9).....	21-29
表 21.54	技術基準の構成 (フィリピン) ⑩ : 橋梁(10).....	21-30
表 21.55	技術基準の構成 (フィリピン) ⑪ : 舗装(4)、橋梁(11)、土工 (斜面) (4).....	21-30
表 21.56	技術基準の構成 (フィリピン) ⑫ : 土工 (斜面) (5).....	21-30
表 21.57	技術協力プロジェクトの概要 (ベトナム)	21-34
表 21.58	技術基準の構成 (ベトナム) ① : 舗装(1)、橋梁(1)、土工 (斜面) (1)	21-34
表 21.59	技術基準の構成 (ベトナム) ② : 舗装(2)、橋梁(2)、土工 (斜面) (2)	21-34
表 21.60	技術基準の構成 (ベトナム) ③ : 舗装(3)、橋梁(3)、土工 (斜面) (3)	21-35
表 21.61	技術基準の構成 (ベトナム) ④ : 舗装(4).....	21-35
表 21.62	技術基準の構成 (ベトナム) ⑤ : 舗装(5).....	21-35
表 21.63	技術基準の構成 (ベトナム) ⑥ : 舗装(6)、組織運営(1).....	21-35
表 21.64	技術基準の構成 (ベトナム) ⑦ : 舗装(7)、橋梁(4)、土工 (斜面) (4)	21-36
表 21.65	技術協力プロジェクトの概要 (エルサルバドル)	21-39
表 21.66	技術基準の構成 (エルサルバドル) ① : 土工 (斜面) (1).....	21-39
表 21.67	技術基準の構成 (エルサルバドル) ② : 土工 (斜面) (2).....	21-40
表 21.68	技術基準の構成 (エルサルバドル) ③ : 土工 (斜面) (3).....	21-40
表 21.69	技術基準の構成 (エルサルバドル) ④ : 土工 (斜面) (4).....	21-40
表 21.70	技術基準の構成 (エルサルバドル) ⑤ : 土工 (斜面) (5).....	21-40
表 21.71	技術協力プロジェクトの概要 (ケニア)	21-41
表 21.72	技術基準の構成 (ケニア) ① : 組織運営(1).....	21-42
表 21.73	技術基準の構成 (ケニア) ② : 組織運営(2).....	21-42
表 21.74	技術基準の構成 (ケニア) ③ : 組織運営(3).....	21-43
表 21.75	技術基準の構成 (ケニア) ④ : 組織運営(4).....	21-43
表 21.76	技術基準の構成 (ケニア) ⑤ : 組織運営(5).....	21-43
表 21.77	技術基準の構成 (ケニア) ⑥ : 組織運営(6).....	21-44
表 21.78	技術基準の構成 (ケニア) ⑦ : 組織運営(7).....	21-44
表 21.79	技術基準の構成 (ケニア) ⑧ : 組織運営(8).....	21-44
表 21.80	技術基準の構成 (ケニア) ⑨ : 組織運営(9).....	21-44
表 21.81	技術協力プロジェクトの概要 (コンゴ民主共和国)	21-45

表 21.82 技術基準の構成（コンゴ民主共和国）①：舗装	21-46
表 21.83 技術協力プロジェクトの概要（ブータン）	21-47
表 21.84 技術基準の構成（ブータン）①：橋梁(1)	21-47
表 21.85 技術基準の構成（ブータン）②：橋梁(2)	21-47
表 21.86 技術基準の構成（ブータン）③：橋梁(3)	21-48
表 21.87 技術基準の構成（ブータン）④：橋梁(4)	21-48
表 21.88 技術基準の構成（ブータン）⑤：橋梁(5)	21-48
表 21.89 技術基準の構成（ブータン）⑥：橋梁(6)	21-48
表 21.90 各技術協力プロジェクトにおける背景等	21-52
表 21.91 各技術協力プロジェクトにおける現地状況に応じたカスタマイズ項目	21-56
表 21.92 全体像（案）の使用手法提案	21-56
表 23.1 ザンビア 車両重量規則	23-6
表 23.2 アフリカ 国際通過料金	23-6
表 23.3 一般財源による道路予算（道路基金がない場合）（フィリピン、タイ）	23-7
表 23.4 ガーナ、ベニン、モザンビーク、チャド等 イアーマーク類似問題	23-7
表 23.5 チャド、ルワンダ、ザイール等 石油会社の支払い停止問題	23-8
表 23.6 ガーナ、中央アフリカ共和国等 財源問題	23-8
表 23.7 モザンビーク、タンザニア 道路料金徴収問題	23-8
表 23.8 ガーナ 道路ファンドの不十分な対象範囲問題	23-8
表 23.9 マリ、南アフリカ 過剰な道路ファンド収入問題	23-9
表 23.10 タンザニア、ザンビア 道路ファンドのベースとなる法律の問題	23-9
表 23.11 モザンビーク 道路料金改定上の問題	23-10
表 23.12 イエメン 道路利用者料金の徴収契約	23-10
表 23.13 モザンビーク 道路利用者料金の徴収契約	23-10
表 23.14 南アフリカ 都市道路ファンド	23-11
表 23.15 ホンジュラス 都市道路ファンド	23-11
表 23.16 ラトビア 都市道路ファンド	23-11
表 23.17 ガーナ、タンザニア 財源を客観的に配分する機構の不在問題	23-12
表 23.18 タンザニア 地方評議会に財源を客観的に配分する手続	23-12
表 23.19 ガーナ 地方道路への資金返済手続	23-12
表 23.20 アフリカ 入札による中央政府と都市との間の道路資金分配	23-13
表 23.21 カザフスタン 道路ファンドの廃止	23-13
表 23.22 道路維持管理費の比較	23-18
表 23.23 ラオスの道路維持管理基金(RMF)の収入と支出額推移（2010年～2021年）	23-22
表 23.24 2021年における道路基金の収入内訳	23-26
表 23.25 検量施設の統計（2021年11月）	23-28
表 23.26 2021年と2020年に徴収された過料	23-28
表 23.27 道路関係予算内訳（2021年）	23-29
表 25.1 社会インフラテック展示物等リスト	25-6

～略語表～

略語	英語	日本語
AACRA	Addis Abeba City Road Authority	アディスアベバ市道路交通総局道路公社（エチオピア）
AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials	米国全州道路交通運輸行政官協会（高速道路の規格に関する基準設定機関）
ADB	Asia Development Bank	アジア開発銀行
AfDB	African Development Bank	アフリカ開発銀行
AM	Asset Management	アセットマネジメント/資産管理
ANE	Administracao Nacional de Estradas, Insituto Publico	道路公社（モザンビーク）
ASEAN	Association of Southeast Asian Countries	東南アジア諸国連合
BIM	Building Information Modeling	ビルディング・インフォメーション・モデリング
BMS/ BMMS	Bridge Management System	橋梁維持管理システム
BMA	Bangkok Metropolitan Administration	バンコク首都圏庁（タイ）
CCTV	Closed-Circuit Television	監視カメラ
CDCL	Construction Development Corporation Limited	建設開発公社（ブータン）
CFRP	Carbon Fiber Reinforced Plastics	炭素繊維強化プラスチック
CIM	Construction Information Modeling	コンストラクション・インフォメーション・モデリング
CMMI	Capability Maturity Model Integration	能力成熟度統合モデル
C/P	Counterpart	カウンターパート
DANTAK	DANTAK	インド国防省傘下の国境道路公団の海外プロジェクト
DB	Data Base	データベース
DBST	Double Bituminous Surface Treatment	簡易舗装（ラオス）
DE	Direction des Travaux d'Entretien	維持管理工事局（ブルキナファソ）
DGER	Direction Generale del Entererien Routiner	道路維持管理総局（ブルキナファソ）
DGPC	General Department of Bridge and Roads	土木総局（チュニジア）
DOF	Department of Finance	財務局（ラオス）
DOH	Department of Highways	運輸省道路局（タイ）
DOR	Department of Road	公共事業・運輸省道路局（ラオス）
DoR	Department of Roads, Ministry of Works and Human Settlement	公共事業・定住省道路局（ブータン）
DoST	Department of Surface Transport	陸上運輸局（ブータン）
DOT	Department of Transportation	交通局（ラオス）
DRR	Department of Rural Roads	運輸省地方道路局（タイ）
DPC	Department of Planning and Cooperation	計画調整局（ラオス）
DRIMS	Dynamic Response Intelligent Monitoring System	道路状況の簡易な測定器
DPWT	Department of Public Works and Transport	地方公共事業運輸局（ラオス）
DPWH	Department of Public Works and Highways	公共事業道路省（フィリピン）
DSRTR	Direction Du Suivi Du Réseau Et Des Travaux En Régie	工営道路網・工事監視局（ブルキナファソ）
DX	Degital Transformation	デジタル・トランスフォーメーション
ETA	Expressway and Rapid Transit Authority of Thailand	タイ高速道路交通公社

2022年度道路アセットマネジメントプラットフォーム技術支援に関する情報収集・確認調査

略語	英語	日本語
EXAT	Expressway Authority of Thailand	タイ高速道路公社（タイ）
FAST	Fixing America's Surface Transportation Act	陸上交通整備法（アメリカ）
FS	Feasibility Study	フィージビリティ・スタディ
FHWA	Federal Highway Administration	連邦道路局（アメリカ）
FWD	Falling weight deflectometer	重錘落下式たわみ測定装置
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
GIS	Global Information System	地理情報システム
GTZ	Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit	ドイツ国際協力公社
MAP21	Moving Ahead for Progress in the 21st Century	陸上交通新授權法（アメリカ）
HDM-4	Fourth Highway Development and Management Model	世界銀行の道路開発・マネジメントモデル
HELVETAS	HELVETAS	スイス国際協力協会（スイス）
ICT	Information and Communication Technology	情報通信技術
IDI	Infrastructure Development Institute	一般社団法人 国際建設技術協会
IRF	International Road Federation	国際道路連盟
IRI	International Roughness Index	国際ラフネス指数
JAAM	Japan Asset management Association	日本アセットマネジメント協会
JCC	Joint Coordination Committee	合同調整委員会
JEXWAY	Japan Expressway International CO., LTD.	日本高速道路インターナショナル株式会社
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人 国際協力機構
KeNHA	Kenya National Highways Authority	ケニア高速道路公社（ケニア）
LCP	Life Cycle Planning	ライフサイクル計画
MAC	Maintenance Activity Code	作業コード
MCI	Maintenance Control Index	舗装の維持管理指数
M/M	Minutes of Meeting	議事録
MOT	Ministry of Transport	運輸省（タイ）
MOPHRH	Ministério das Obras. Públicas, Habitação e Recursos Hídricos	公共事業住宅水資源省（モザンビーク）
MOU	Memorandum of Understanding	覚書
MoWHS	Ministry of Works and Human Settlement	公共事業・定住省（ブータン）
MPWT	Ministry of Public Works and Transport	公共事業運輸省（ラオス）
NBIS	National Bridge Inspection Standard	全国橋梁点検基準（アメリカ）
NEXCO 西	West Nippon Expressway Co., Ltd.	西日本高速道路株式会社
NE	NIPPON ENGINEERING CONSULTANTS CO., LTD.	大日本コンサルタント株式会社
NHA	National Highway board	通信省国道公団（パキスタン）
NRFA	National Road Fund Agency	国家道路基金庁（ザンビア）
NRMP	National Road Maintenance Project	国道維持管理プロジェクト（ラオス）
OJT	On-the-Job Training	職場内訓練
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
OPWT	Office of Public Works and Transport	地方公共事業運輸事務所（ラオス）
OPRC	Output Performance Road Contract	性能規定型維持管理（世界銀行では、道路網の長期的維持管理に関する性能規定型契約を包括的に意味する用語）
PBC	Performance Based Contract	性能規定型契約
PCI	Pavement Condition Index	舗装状態指標（アメリカ）
PDCA	Plan-Do-Check-Action	品質管理などの継続的改善手法

2022年度道路アセットマネジメントプラットフォーム技術支援に関する情報収集・確認調査

略語	英語	日本語
PDM	Project Design Matrix	プロジェクトデザインマトリックス
PIARC	World Road Association	世界道路協会
PMS	Pavement Management System	舗装維持管理システム
PNDES	Plan national de Développement Economique et Social	国家社会経済開発計画（ブルキナファソ）
PPP	Public Private Partnership	官民連携方式
PTTI	Public Work and Transport Training Institute	公共事業運輸研修所（ラオス）
PTRI	Public Work and Transport Research Institute	公共事業運輸研究所（ラオス）
RAD	Road Administration Division	公共事業省道路局道路管理部（ラオス）
RAMP	Road Asset Management Platform	道路アセットマネジメントプラットフォーム
RAMS	Road Asset Management System	道路アセットマネジメントシステム（モザンビーク）
RDA	Road Development Agency	道路開発庁（ザンビア）
R/D	Record of Discussion	覚書
RID, MPWT	Road Infrastructure Department, Ministry of Public Works and Transport	公共事業運輸省道路維持管理局（カンボジア）
RMF	Road Maintenance Fund	道路維持管理基金（ラオス）
RMS/ PRoMMS	Road Management System Provincial Road Maintenance Management System	道路維持管理システム（ラオス）
SAFETEA-LU	Safe, Accountable, Flexible, Efficient Transportation Equity Act: A Legacy for Users	陸上交通長期法（アメリカ）
SATCC	Southern Africa Transport and Communications Commission	南部アフリカ交通通信委員会
SIP	Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program	戦略的イノベーション創造プログラム
SIDA	Swedish International Development Cooperation Agency	スウェーデン国際開発協力庁
SMH	Smart Maintenance Highway	スマートメンテナンスハイウェイ
State-DOT	State-Department of Transportation	州運輸局（アメリカ）
TAM	Transportation Asset Management Guide	運輸アセットマネジメントガイド
TCP	Technical Cooperation Project	技術協力プロジェクト
TED	Technical and Environmental Division	技術環境部（ラオス）
US-DOT	US-Department of Transportation	連邦運輸省（アメリカ）
VIMS	Vehicle Intelligent Monitoring System	ラフネス調査を簡易に実施することが出来る計測システム
WB	The World Bank	世界銀行

第1章 業務概要

1.1 業務の背景

開発途上国におけるインフラ整備需要は高く、アジア・太平洋地域の開発途上国では2030年までに約26兆ドルの整備需要が見込まれている。また、開発途上国においても、1970年代以降に日本が開発途上国に対して支援してきた道路、橋梁等のインフラも老朽化を迎えつつあり、新規建設事業の需要も考慮すれば、予防保全の概念を取り入れ維持管理の適正化により、維持管理・更新費用を低減することが不可欠である。

現在、国際協力機構（JICA）では、約20カ国で道路インフラの維持管理能力強化に関する技術支援を実施し、開発途上国の道路行政を担う中核的な人材の育成を幅広く展開しており、今後の道路AMへの支援は、中長期的にわたって取り組むべき課題と考えている。また、JICAは、運輸交通分野における重要開発課題に関する包括的な取組を実施するために、開発途上国での道路インフラの予防保全型の維持管理の定着や道路AM手法に基づいた効果的かつ効率的な道路行政の実現に向けて取り組むことを掲げている。こうした状況下、2017年10月に道路AM（以下、RAMP）を立上げ、道路AMに関する国及び高速道路会社等の国内最先端の取組から地方自治体の地域的な取組までを一元的に網羅し、開発途上国の課題へ柔軟に対応することを可能とするための体制を構築した。

RAMPにおいては、技術協力プロジェクトだけでなく、課題別研修や国別研修を組み合わせたプログラム・アプローチによる効率・効果的な開発途上国への道路AM支援の実施を目指している。

JICAの道路AMの取組を推進するため、過年度コト禍で現地調査未実施の成熟度評価の確認、国内外での道路AMの動向を調べるとともに、開発途上国での道路AM定着に向けて支援計画の策定、日本が支援した特殊橋梁に関する調査、各種の広報活動を行うことが求められている。

1.2 業務の目的

上述の背景から、本業務は、道路インフラの維持管理能力強化に資する技術支援を実施中、もしくは実施済みの国において、対象国の維持管理能力を確認し、道路AM定着に向けた課題を整理するとともに、技術支援終了後の道路AM定着に向けた改善策に係る提言を検討する。また、国内外の情報収集や道路AMに関連する特殊橋梁に関する調査などの実施と共にJICA内部に設置されているRAMPの知見を蓄積してJICAの道路AM活動に反映させるための支援業務を行う。本業務における調査項目を表1.1に示す。

表 1.1 本業務における調査項目

(1)	業務計画書の策定及びインセプションレポートの説明・協議	(7)	英語での教育教材作成補助
(2)	道路AMの達成度の確認	(8)	技術協力プロジェクトで作成した各国技術基準類の更新
(3)	道路AM定着に向けた課題抽出及び改善策に係る提言の策定	(9)	道路AMプラットフォーム広報用資料の作成
(4)	道路AM技術に関する国内外動向調査	(10)	道路財源確保に関するとりまとめ
(5)	特殊橋梁の維持管理調査	(11)	国内支援委員会対応
(6)	本邦民間企業の技術のプラットフォーム化	(12)	報告書作成

1.3 調査対象国

過年度業務においては、コロナウイルス感染拡大に伴いオンラインのみの調査になったため、道路・橋梁の維持管理レベルについては、現地政府認識ベースの評価になっている。そのため、本業務では現地調査を行い対象国間のレベルのキャリブレーションを実施する。当該業務で対象としていた4カ国（ラオス、ブータン、タイ、ザンビア）を対象に現地調査を実施する。

また、特殊橋梁の維持管理調査を現地で実施する（フィリピン（2橋）、タイ（3橋）、ラオス（2橋）、カンボジア（1橋）、ベトナム（4橋）、パラオ（1橋）、ウガンダ（1橋））。

項目	対象国数	対象国
成熟度評価	4カ国	ラオス、ブータン、タイ、ザンビア
特殊橋梁調査	7カ国	フィリピン（2橋） タイ（3橋） ラオス（2橋） カンボジア（1橋） ベトナム（3橋） パラオ（1橋） ウガンダ（1橋）

1.4 相手国関係機関

調査対象9カ国の関係機関名を以下に示す。

国名	和名	英名
ラオス	公共事業運輸省	Ministry of Public Works and Transport
ブータン	インフラ・運輸省 陸上運輸局 (旧 公共事業・定住省道路局)	Ministry of Infrastructure and Transport, Department of Surface Transport (旧 Department of Roads, Ministry of Works and Human Settlement)
タイ	道路局	Department of Highways Department of Rural Roads Expressway Authority of Thailand
ザンビア	道路開発庁	Road Development Agency
フィリピン	公共事業道路省	Department of Public Works and
カンボジア	公共事業運輸省 公共事業総局高速道路・橋梁・ 投資局	Department of Expressway, Mega Bridges and Investment, General Department of Public Works, Ministry of Public Works and Transport
ベトナム	交通運輸省・道路総局	Directorate for Roads of Vietnam, Ministry of Transport
パラオ	公共基盤・産業・商業省 公共事業局	Bureau of Public Works, Ministry of Public Infrastructure and Industries
ウガンダ	ウガンダ国道路公社	Uganda National Roads Authority

1.5 実施体制

調査を実施する担当者名、担当分野及び業務内容を以下に整理する。

氏名	担当	業務内容
高城 信彦	総括	【T1】 業務計画書の策定及びインセプション・レポートの説明・協議 【T2】 道路 AM の達成度の確認 【T3】 道路 AM 定着に向けた課題抽出及び改善策に係る提言の策定 【T5】 特殊橋梁の維持管理調査 【T11】 国内支援委員会対応 【T12】 報告書作成
児玉 知之	道路 AM (達成度) 1	【T2】 道路 AM の達成度の確認 【T3】 道路 AM 定着に向けた課題抽出及び改善策に係る提言の策定 【T5】 特殊橋梁の維持管理調査 【T8】 技術協力プロジェクトで作成した各国技術基準類の更新 【T12】 報告書作成
坪内 正記 (~2023.06.30) /高松 和弘 (2023.07.13~)	道路 AM (達成度) 2/ 道路 AM (国内外動向調査) 1	【T2】 道路 AM の達成度の確認 【T3】 道路 AM 定着に向けた課題抽出及び改善策に係る提言の策定 【T4】 道路 AM 技術に関する国内外動向調査 【T6】 本邦民間企業の技術のプラットフォーム化 【T7】 英語での教育教材作成補助 【T12】 報告書作成
高卯 和博	道路 AM (達成度) 3	【T2】 道路 AM の達成度の確認 【T3】 道路 AM 定着に向けた課題抽出及び改善策に係る提言の策定 【T4】 道路 AM 技術に関する国内外動向調査 【T10】 道路財源確保に関するとりまとめ 【T12】 報告書作成
岡本 晃	道路 AM (達成度) 4	【T3】 道路 AM 定着に向けた課題抽出及び改善策に係る提言の策定 【T5】 特殊橋梁の維持管理調査
栗原 敏広	特殊橋梁調査 1	【T1】 業務計画書の策定及びインセプション・レポートの説明・協議 【T5】 特殊橋梁の維持管理調査 【T12】 報告書作成
松井 哲平	特殊橋梁調査 2	【T1】 業務計画書の策定及びインセプション・レポートの説明・協議 【T5】 特殊橋梁の維持管理調査 【T12】 報告書作成
長澤 源太郎	特殊橋梁調査 3	【T1】 業務計画書の策定及びインセプション・レポートの説明・協議 【T5】 特殊橋梁の維持管理調査 【T12】 報告書作成

氏名	担当	業務内容
佐藤 甲斐	道路 AM (国内外動向調査) 2 ／プラットフォーム	【T4】道路 AM 技術に関する国内外動向調査 【T6】本邦民間企業の技術のプラットフォーム化 【T7】英語での教育教材作成補助 【T12】報告書作成
伊神 ゆうか	道路 AM (国内外動向調査) 3 ／教育教材	【T4】道路 AM 技術に関する国内外動向調査 【T6】本邦民間企業の技術のプラットフォーム化 【T7】英語での教育教材作成補助 【T12】報告書作成
森田 雅巳 (~2023.06.30) /野網 孝之 (2023.07.13~)	広報/国内支援委員会	【T9】道路アセットマネジメントプラットフォーム広報用資料の作成 【T11】国内支援委員会対応 【T12】報告書作成

第2章 道路AMの成熟度の確認

2.1 検討内容

調査対象国は、ラオス、ブータン、タイ、カンボジアである。2020年度業務にてオンライン調査を実施済みの左記各国について、技術面の基本方針①：道路AM達成度および特殊橋梁AM達成度の確認を踏まえ、2020年度業務報告書に記載されている「対象国の道路インフラ維持管理能力確認事項」に基づき、道路AMの成熟度評価を行う。当成熟度評価は、現在のみならず、技術終了時に想定される予測を行うものとする。

2020年度業務のオンライン調査では、既存文書調査、調査対象国の技術関係者や日本人専門家との面談などで事前情報を得た上で、対象国CPに対して定量的ヒアリングを行った。定量的ヒアリングでは、複数国間での比較が可能なよう同一項目を用いて評価できるよう網羅的に、評価可能な217項目までレベル分けした細目について5段階（一部3段階）で点数付けを行うことで、道路AMの成熟状況を評価する「道路AM評価シート」を用いる。これにより、道路AMの導入が進んでいる領域、導入が遅れている領域の特定や今後充実させる必要がある領域を定量的に明らかにできる。道路AM成熟度は、土工・橋梁・舗装の各技術項目（点検、診断、補修・改築計画、日常維持管理、補修、改築・更新）のPDCAが確実に回っているか、ならびに監視（モニタリング）および組織運営（組織体制、予算・資金調達、入札・契約制度、技術研修）について評価する。図2.1に、その結果のレーダーチャート（例）を示す。赤実線は現況、青破線は5年度に想定される成熟度の予測である。

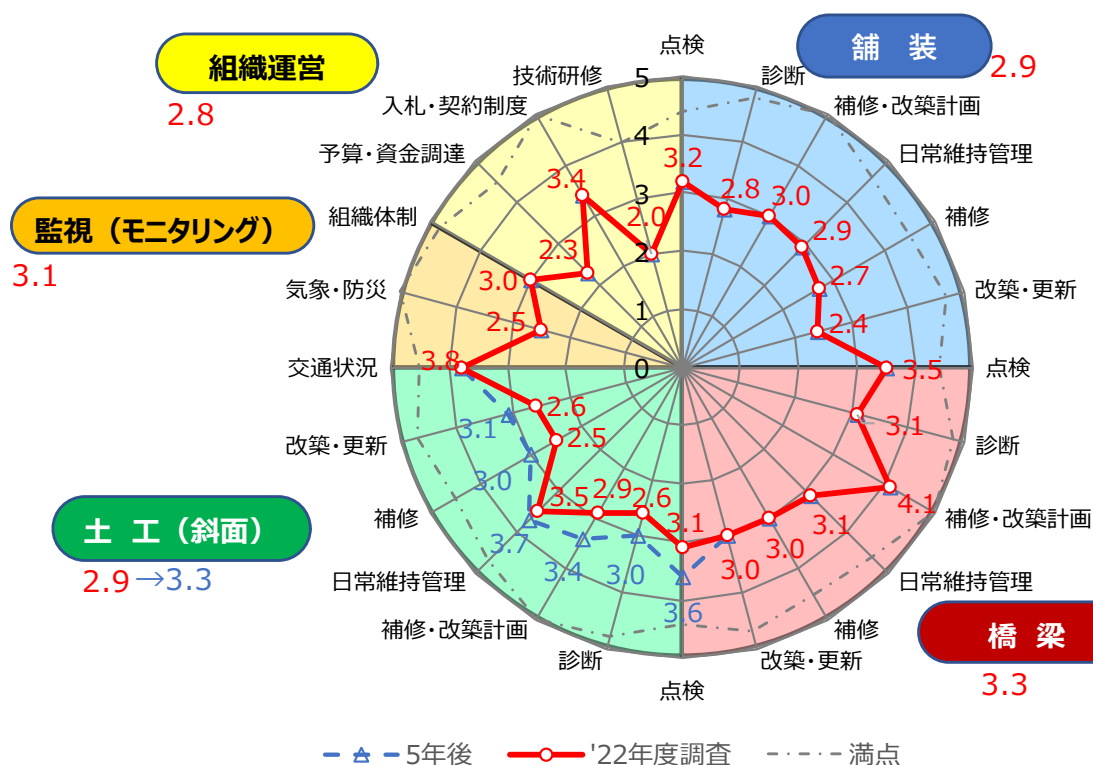


図 2.1 道路AM評価レーダーチャート（例）

2.2 結果概要

次章以降に、それぞれの国別に道路AMの現状と課題及び改善策・提言を記載する。なお、改善策・提言については、国内支援委員会が開催される際に意見照会を行うものとする。

表 2.1 道路AMの成熟度の確認対象国

国名	調査対象機関	現地調査期間
ラオス	公共事業運輸省	2022年11月
ブータン	インフラ・運輸省-陸上運輸局	2023年5月
タイ	道路局	2022年11-12月
ザンビア	道路開発庁	2022年11-12月

また、道路AMの成熟度の確認手法の変遷を踏まえ、本調査以前に実施された、過年度の道路AM成熟度評価を、現行の道路AM成熟度評価に当てはめた結果を2.4に整理した。

2.3 道路AMの成熟度の確認手法

道路AMの成熟度の確認には道路AMの評価シートを用いる。評価項目は評価可能な内容にまで細目をブレイクダウンし、細目レベルで点数付けを行い、複数国間での比較が可能なよう同一項目を用いて評価できるよう設定する。また、中項目はその領域に含まれる細目の単純平均値、大項目はその領域に含まれる細目の単純平均とした。道路AM成熟度は、表2.2に示す道路AM評価シートの評価項目と内容により評価する。

各項目の成熟度を数値化することにより強み・弱みを明確にして、強みを伸ばし、弱みを克服する支援計画を立案することが可能なように設定する。表2.2では、評価項目を技術項目、監視項目、運営項目に分け、技術項目は舗装、橋梁、土工に関する「点検」、「診断」、「補修・改築計画」、「日常維持管理」、「補修」、「改築・更新」のPDCAサイクルが回っているかを評価する。監視項目は「交通状況」や「気象・防災」に関する監視（モニタリング）が行われているか。運営項目は「組織体制」、「予算・資金調達」、「入札・契約制度」、「技術研修」などで上記PDCAサイクルを強力に推進するために不可欠なプラットフォームの整備状況の評価する。

表 2.2 評価項目と内容

	中項目	内容
技術項目 舗装 橋梁 土工	点検	適切な点検体制やマニュアルが整備されているか。また、マニュアルが運用されているか。日常点検や定期点検が適切に実施されているか。点検記録が保存・共有されているかなどを評価する。
	診断	適切な診断体制やマニュアルが整備されているか。また、マニュアルが運用されているか。健全度の診断が適切に実施されているかなどを評価する。
	補修・改築計画	資産台帳、DBやマネジメントシステムが整備・運用されているか。補修・改築計画の策定が適切に実施されているかを評価する。
	日常維持管理	日常維持管理体制が整備されているか。清掃や応急措置が適切に実施されているかを評価する。
	補修	補修の体制、品質基準、補修マニュアルが整備され運用されているか。補修が適切に実施されているかを評価する。

	中項目	内容
	改築・更新	適切な改築・更新の体制が整備されているか。改築・更新が適切に実施されているかを評価する。
監視項目	交通状況 気象・防災	交通量、降水・気温・風などのモニタリングが適切に実施されているかを評価する。
運営項目	組織体制	適切なAMサイクルが実施されているか。組織、統制が適切か。事業継続の変更管理が適切に実施されているか。研修の補助施設が適切に整備されているかなどを評価する。
	予算・資金調達	予算や資金調達が適切に実施されているかを評価する。
	入札・契約制度	入札・契約制度が適切に機能しているかを評価する。
	技術研修	舗装、橋梁、土工の研修制度が適切に整備されているかを評価する。

TAMガイド¹では、各評価項目の点数は、1点から5点までの5段階として、レベル1を初期段階、レベル2を覚醒段階、レベル3を構造化段階、レベル4を熟達段階、レベル5をベストプラクティスとしている。その定義を表2.3に示す。

なお、細目の評価項目の中には、単純に有/無、実施/未実施を問う項目があるが、それらの項目の達成目標はレベル3とした。また、達成度の評価では、それらの細目の達成度はレベル3を100%、レベル5までの細目の達成度はレベル5を100%として算出した。

また、JAAMでは、AMプロセス全てに適用する評価の基本的な考え方として、5段階の共通達成度評価基準が定義されている。この共通達成度評価基準が存在することにより、様々な分野での様々なプロセスに対して共通的な考え方で評価基準を開発することができる。プロセスの概念に立脚した共通達成度評価基準の概要を表2.4に示す。

表2.3 評価項目レベル定義

レベル	定義
レベル1 初期段階	1) AMには、効果的な技術サポートが存在していない。 2) 義務として定められたデータだけ収集されるが、内部管理や利害関係者とのコミュニケーションには使用されていない。 3) 業績情報の内部フローは存在しない。
レベル2 覚醒段階	1) 基本的なデータの収集と処理が行われている。 2) 市販の舗装維持管理システム（Pavement Management System：以下、PMS）や橋梁維持管理システム（Bridge Management System：以下、BMS）のソフトウェアが運用されているが、予測や意思決定にはではなく、単にデータベース管理目的のために使用されている。 3) 必須項目を超えたデータ収集は、マネジメントからの質問や課題にこたえるために収集されている。業績情報の内部フローは存在しない。
レベル3 構造化段階	1) 情報システムは活動の核を形成している。 2) 意思決定者は、業績予想を定量的に知り、組織の使命に関する基本情報を伝達される。組織内で、垂直にデータは処理され業績情報は下から上へ、目標は上から下へ伝達される。組織の部門間で業績に関する整合性やコミュニケーションはとられているが、体系化されていない。業績情報の内部フローは垂直
レベル4 熟達段階	1) 業績情報は、資源配分とコスト管理を目的とし、進行中の活動を管理するために使用されている。 2) 予測モデルは、代替案の成果を予測するために使用される。現在及び予測された業績は、資金調達及び望ましい成果確保の手段として、外部の利害関係者に伝達される。マネージャーは、この業績情報に大きく頼っている。 3) 業績情報の内部フローは垂直と水平、決定による成果の予測

¹ AASHTO:TAMガイド（Transportation Asset Management Guide）2011.1

レベル	定義
レベル5 ベストプラクティス	1) AMの情報技術は、より新しい、より効率的なツール及びプロセスを定期的に設計するために使用されている。 2) 情報の意思決定と意思決定の質と継続的な改善は、組織のすべてのレベルで存在している。業績情報の内部フローは垂直と水平、継続的なプロセス改善

表 2.4 JAAM 共通達成度評価基準（概略版）²

レベル1 無関心 (no interest)	1) 組織はAMの組織的整備に無関心である。 2) プロセスの相互関係の理解が薄いため、先を見越したプロセスの管理に失敗することが多い。 3) またプロセスの公式化、文書化はほとんど存在していない。 4) 組織は正常なアウトプットを生み出しているが、それは個人の力量に依存している。
レベル2 初級 意欲的 (willing)	1) 組織はAMの組織的整備に意欲的である。 2) プロセス活動の相互関係のある程度の理解はしているため、先を見越したプロセスの管理に成功する場合がある。 3) 不十分ではあるが、プロセス記述（インプット、アウトプット、及び標準手順など）が存在し、文書化されている。 4) プロセスに対する計画とプロセスの実施状況と成果物が管理者に把握されている。
レベル3 中級 構造化 (structured)	1) 組織はAMの組織的整備を幅広く行っているため、AMは組織全体に構造化されている。 2) プロセス活動の相互関係の理解に基づく、先を見越したプロセスの管理が幅広く実施されている。 3) プロセス記述（インプット、アウトプット、及び標準手順など）が組織として公式化され、文書化されており、広い範囲に適用されている。 4) プロセス実績に対して管理がなされ、できるだけ定量的な目標が設定されている。
レベル4 熟達 (proficient)	(レベル3の内容に加え) 1) 組織のAMに対する習熟により、プロセス内部のサブプロセスの相互関係まで理解が進んでいる。 2) 定量的な技法による予測がある程度まで行われ、サブプロセスの監視に基づくプロセスの定量的目標設定を行っている。
レベル5 上級 最適化 (optimized)	(レベル4の内容に加え) 1) 組織のAMは組織の特性に合わせて最適化されており、無駄な機能、コストもなく、最大の成果を実現している。 2) データの分析による組織的な実績の管理とこれに基づく改善を重視している。プロセス改善は次の方法で行われる。 ✓ ニーズ（期待）の定量的な理解によるプロセス改善 ✓ プロセスの変動、実績に対する原因分析による定量的アプローチ ✓ プロセス面と技術面の漸進的及び革新的な改善

各レベルの名称である“最適化”、“熟達”、“構造化”、“意欲的”、“無関心”の主語は、AMを実践する組織である。例えば、“無関心”については、組織がAMにコミットしていないだけで、AMに関心があり、業務の中で実践している従業員が存在する場合もある。

この基準の中では、レベル1からレベル3にかけては、組織としての公式なプロセスが整備されおらず個人に依存した状況から、公式なプロセスが整備されて文書化も進むことにより、プロセスが組織の中にビルドインされて制度として構造化されるまでの過程が示されている。さらに、レベル3からレベル5にかけては、プロセスが整備された状態から、そのアウトプットの質の向上を

² JAAM成熟度評価小委員会:JAAMガイドブックシリーズ実務者のためのアセットマネジメントプロセスと成熟度評価, 日刊建設通信新聞社, 2019.8.20, pp.32-33.

目指して、プロセスに組み込まれている継続的な改善が進み、定量的な評価が可能になって、組織の特性や規模に応じて最適化される過程が示されている。

この5段階の成熟度評価基準は、本ガイドブックで独自に定められているが、AMの国際規格であるISO 55000シリーズをベースに、海外でも多くの評価実績のあるCMMI、TAMガイドなどの基準を総合した内容であるため、グローバルに通用する内容になっている。

これらを参考に、本調査項目のレベルの定義を表2.5に定めた。なお、技術協力プロジェクトでは、レベル3を目標として支援を進める。この評価指標の構造図(例)を図2.2に、中項目レーダーチャート(例)を図2.3に示す。図2.3中の赤色太線は現況を、青色点線は技術協力プロジェクト終了から5年後を想定した成熟度予想を、外側灰色点線は全ての指標で最高評価(レベル5、または設問によりレベル3)の場合を示している。

表2.5 評価項目レベル定義(本調査)

レベル	定義
レベル1 初期段階	<ol style="list-style-type: none"> 1) AMには、効果的な技術サポートが存在していない。 2) 点検、診断、日常維持管理、補修、改築・更新が実施されていない。 3) 交通状況、気象・防災の監視が実施されていない。組織体制、予算・資金調達、入札・契約制度、技術研修が整備されていない。 4) 組織部門の縦横のコミュニケーションは殆ど無い。
レベル2 覚醒段階	<ol style="list-style-type: none"> 1) AMは、基本的なデータの収集と処理が行われている。 2) 点検、診断、日常維持管理、補修、改築・更新が部分的に実施されている。 3) 交通状況、気象・防災の監視が部分的に実施されている。組織体制、予算・資金調達、入札・契約制度、技術研修が一部整備されている。 4) 組織部門の縦横のコミュニケーションは限定的である。
レベル3 構造化段階	<ol style="list-style-type: none"> 1) AMシステムは、組織活動の核を形成している。 2) 点検、診断、日常維持管理、補修、改築・更新が実施されている。 3) 交通状況、気象・防災の監視が実施されている。組織体制、予算・資金調達、入札・契約制度、技術研修が整備されている。 4) 組織部門の縦横のコミュニケーションはとられているが、体系化されていない。
レベル4 熟達段階	<ol style="list-style-type: none"> 1) AMシステムは、資源配分とコスト管理、業績管理に活用されている。点検、診断、日常維持管理、補修、改築・更新が体系的に実施されている。 2) 交通状況、気象・防災の監視が体系的に実施されている。組織体制、予算・資金調達、入札・契約制度、技術研修が体系的に整備されている。 3) 組織部門間の縦・横のコミュニケーションはとられている。
レベル5 ベストプラクティス	<ol style="list-style-type: none"> 1) AMの情報技術は、より新しい、より効率的なツール及びプロセスを定期的に設計するために使用されている。 2) 点検、診断、日常維持管理、補修、改築・更新が体系的に実施され、継続的に改善されている。交通状況、気象・防災の監視が体系的に実施され、継続的に改善されている。組織体制、予算・資金調達、入札・契約制度、技術研修が体系的に整備され、継続的に改善されている。組織部門間の縦・横のコミュニケーションはとられており、継続的に改善されている。

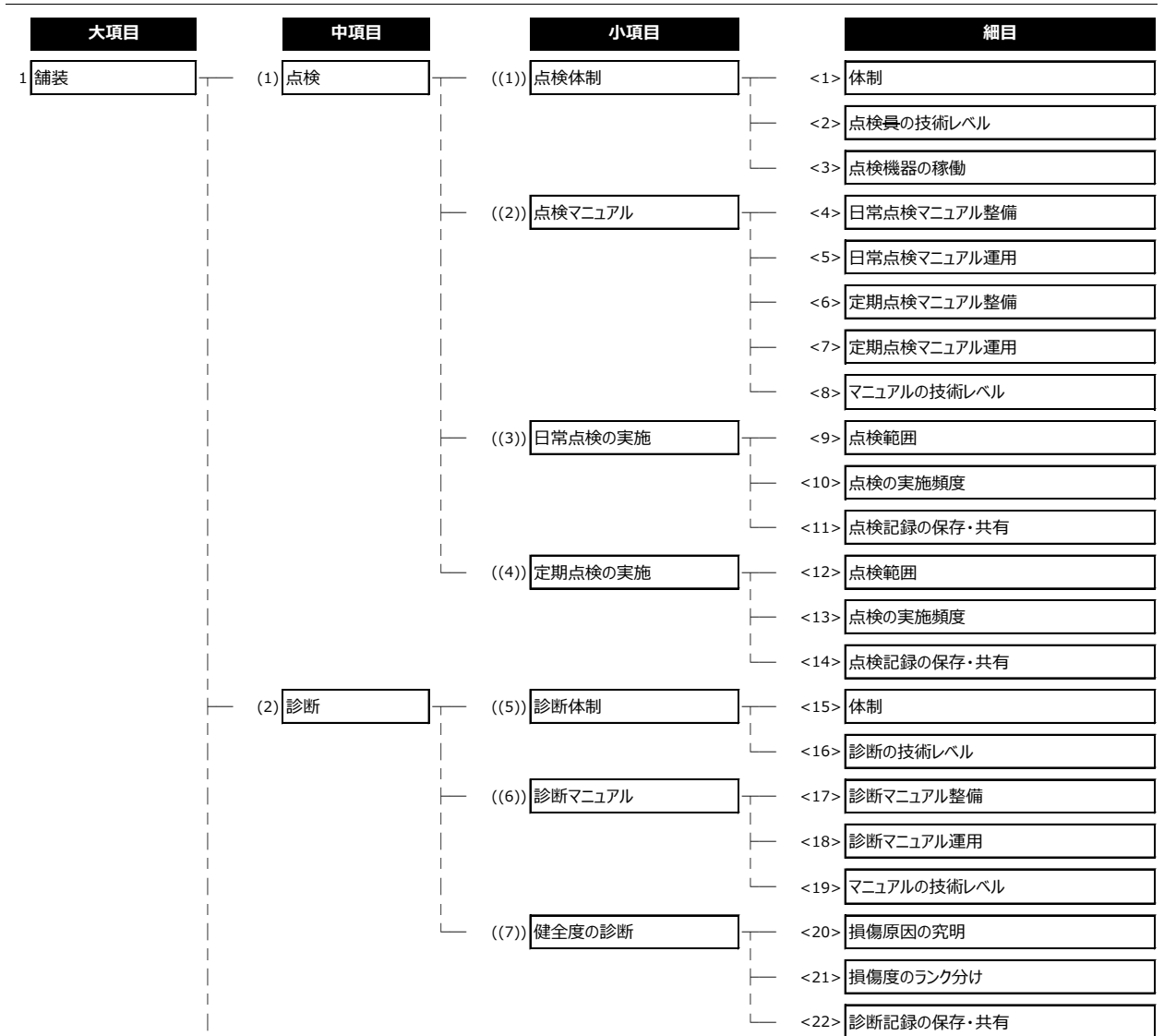
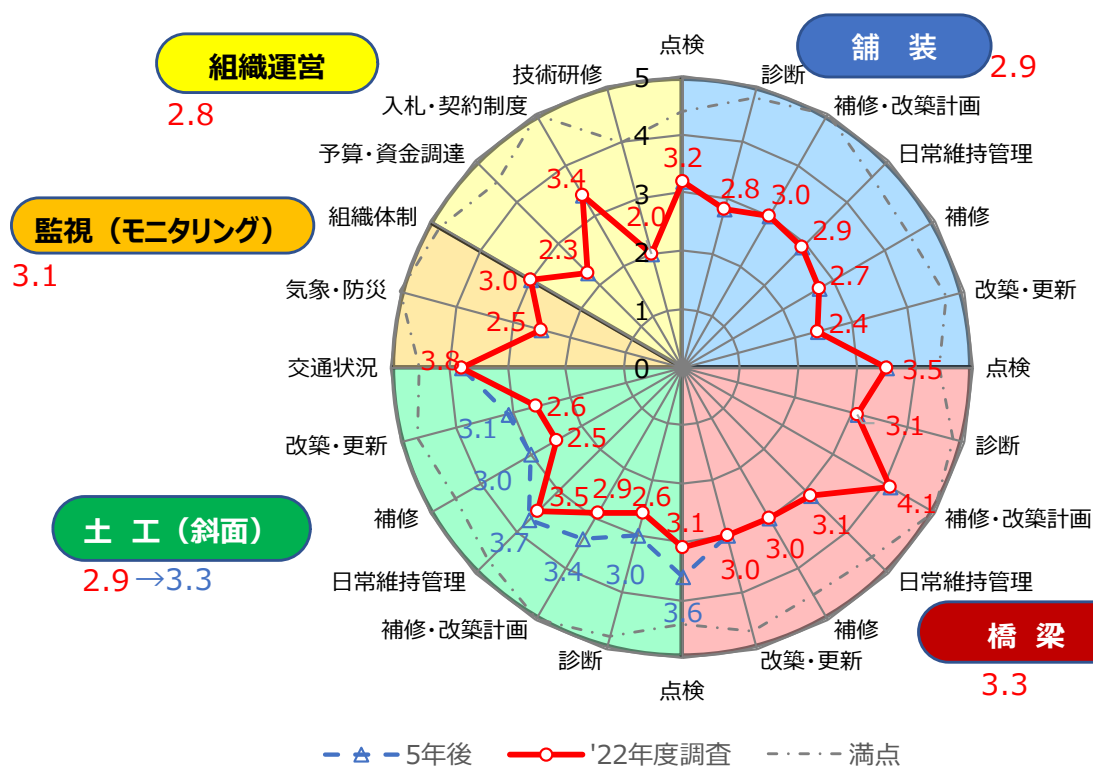


図 2.2 道路 AM 評価指標構造図 (例)



備考：図中の赤色太線は現況、青色点線は技術協力プロジェクト終了5年後を想定した成熟度予想外側灰色点線は全ての指標で最高評価（レベル5、または設問によりレベル3）の場合

図 2.3 中項目レーダーチャート（例）

2.4 道路AM成熟度 過年度評価結果の整理

2.4.1 道路AM評価の取り扱い

道路AM評価は、本業務で対象とする4カ国（ラオス、ブータン、タイ、ザンビア）より前に、4カ国（パキスタン、ケニア、エチオピア、カンボジア）を対象として修了している（表2.6）。

道路AMの成熟度の確認手法は2.3に示したとおりであり、構成された一連の項目を、異なる評価対象に同様に確認することにより、全体的に抜け漏れなく、各評価対象で同様にPDCAサイクルの実態を確認し、その成熟度を数値化することにより強み・弱みを明確することができる。

道路AMのPDCAサイクルが回っているかを評価するために構成される一連の細目は、必要に応じて追加することは可能である。実際に、2018年度より開始した道路AMの成熟度評価の細目は、2018年度の70項目から、2020年度に219項目に増えている。

一方、この道路AM評価は、評価者の知見不足や、実際の道路・橋梁の供用・施工状況や道路管理の施設・設備等の現地状況の実態を確認していないなどの要因により、評価に差異が生じる場合がある。特に知見不足の場合は、感性（楽観的、悲観的等）により影響を受けやすく、さらに先入観を伴うと客観性が損なわれる恐れがある。そのため、今回の調査を含め、8カ国が修了するこのタイミングで、過年度の道路AM成熟度評価結果を、現行の道路AM評価指標(2020AM)に合わせた横並び（キャリブレーション）のための確認を行う。

表 2.6 道路 AM の実態調査の経過

対象国 (AM 評価タイプ)	評価対象の道路維持管理組織	調査時期
パキスタン (2018AM)	通信省国道公団 NHA(National Highway Board), Ministry of Communications	現地：2018年12月
ケニア (2018AM)	ケニア高速道路公社 KeNHA(Kenya National Highways Authority)	現地：2019年2月
エチオピア (2018AM)	アディスアベバ市道路交通総局道路公社 AACRA(Addis Ababa City Road Authority)	現地：2019年1月
カンボジア (2019AM)	公共事業運輸省道路維持管理局 RID, MPWT(Road Infrastructure Department, Ministry of Public Works and Transport)	現地：2019年12月
ラオス (2020AM)	公共事業運輸省道路局 DOR,MPWT(Department of Roads, Ministry of Public Works and Transport)	オンライン:2021年7月 現地：2022年11月
タイ (2020AM)	高速道路局 DOH(Department of Highways, Ministry of Transport)	オンライン:2021年7月 現地：2022年11月
ザンビア (2020AM)	道路開発庁 RDA(Road Development Agency)	オンライン:2021年6月 現地：2022年12月
ブータン (2020AM)	公共事業・定住省道路局 DoR(Department of Roads, Ministry of Works and Human Settlement) 2023年5月時点では以下に変更（組織改編） インフラ・運輸省-陸上運輸局 DoST (Department of Surface Transport, Ministry of Infrastructure and Transport)	オンライン:2021年6月 現地：2023年5月

2.4.2 道路 AM 成熟度評価の経過

道路 AM 評価の項目は、2019年度に2018年度で構築された項目で中項目と大項目を入れ替えるなど変更し、2020年度に新たに土工（斜面）と監視（モニタリング）の大項目を加えるなど、その構成は、各実施年度で異なる（表 2.7）。また、2020年度には、特殊橋梁 AM の評価のため、特殊橋梁 AM 評価指標を構成し、13橋を対象として評価を実施している（表 2.8）。特殊橋梁 AM 評価指標は、道路 AM の評価項目から舗装と土工（斜面）の大項目を除外し、特殊橋梁の1橋に着目するため細目の一部を修正しているが、基本的な構成は、道路 AM と同様で、維持管理の PDCA サイクルを網羅的に評価できる項目で構成されている。

表 2.7 AM 評価タイプの変遷

※()内は調査当時の AM 評価による括り

実施年度	AM 評価タイプ	AM 評価項目数				調査対象
		大項目	中項目	小項目	細目	
2018年度	2018AM	5(10)	14(16)	37(44)	77(70)	パキスタン (NHA)、ケニア (KeNHA)、エチオピア (AACRA)
2019年度	2019AM	5(10)	14(16)	38(47)	79(70)	カンボジア(RID)
2020年度	2020AM	5	24	71	219	ラオス (DOR)、ブータン (DoST)、タイ (DOH)、ザンビア (RDA)、
2022年度	2020AM	同上	同上	同上	同上	

表 2.8 特殊橋梁 AM

実施年度	AM 評価タイプ	AM 評価項目数				調査対象
		大項目	中項目	小項目	細目	
2020 年度	2020AM (特殊橋梁用)	3	12	31	94	フィリピン 2 橋(DPWH) タイ 1 橋 (EXAT)
2022 年度	2020AM (特殊橋梁用)	同上	同上	同上	同上	タイ 2 橋(DRR) ラオス 2 橋(DPWT) カンボジア 1 橋 (EXMID) ベトナム 3 橋(DRVN) パラオ 1 橋(BPW) ウガンダ 1 橋(UNRA)

2.4.3 2019 年以前の道路 AM 評価 レーダーチャートの比較

2019 年以前の道路 AM 評価指標の項目を、2020 年以降のものに再編成した。その評価結果（レーダーチャート）は、

図 2.4 にパキスタン(NHA)、図 2.5 にケニア(KeNHA)、図 2.6 にエチオピア(AACRA)、図 2.7 にカンボジア(RID/MPWT)を示すとおりである。2020 年度に概成した道路 AM 評価指標に比べて、2019 年度以前は項目の抜け漏れや偏りはあるが、強み・弱みは明確に区別できる。

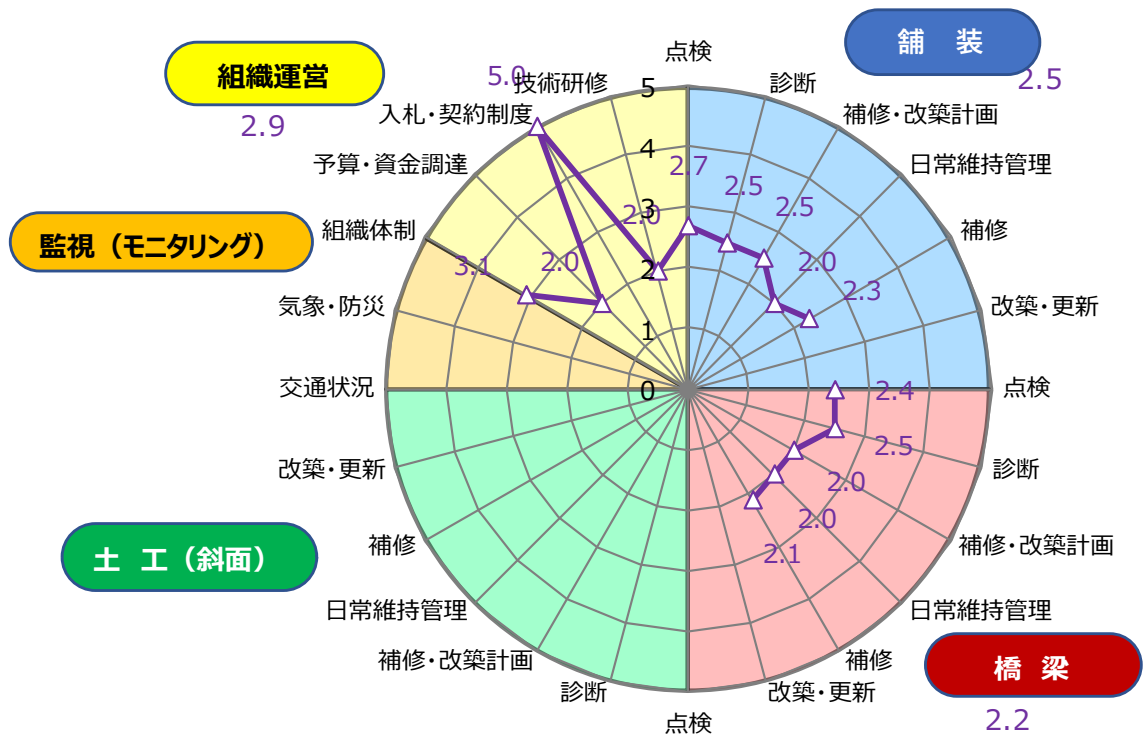


図 2.4 パキスタン(NHA)の 2018AM から 2020AM に転換した成熟度評価

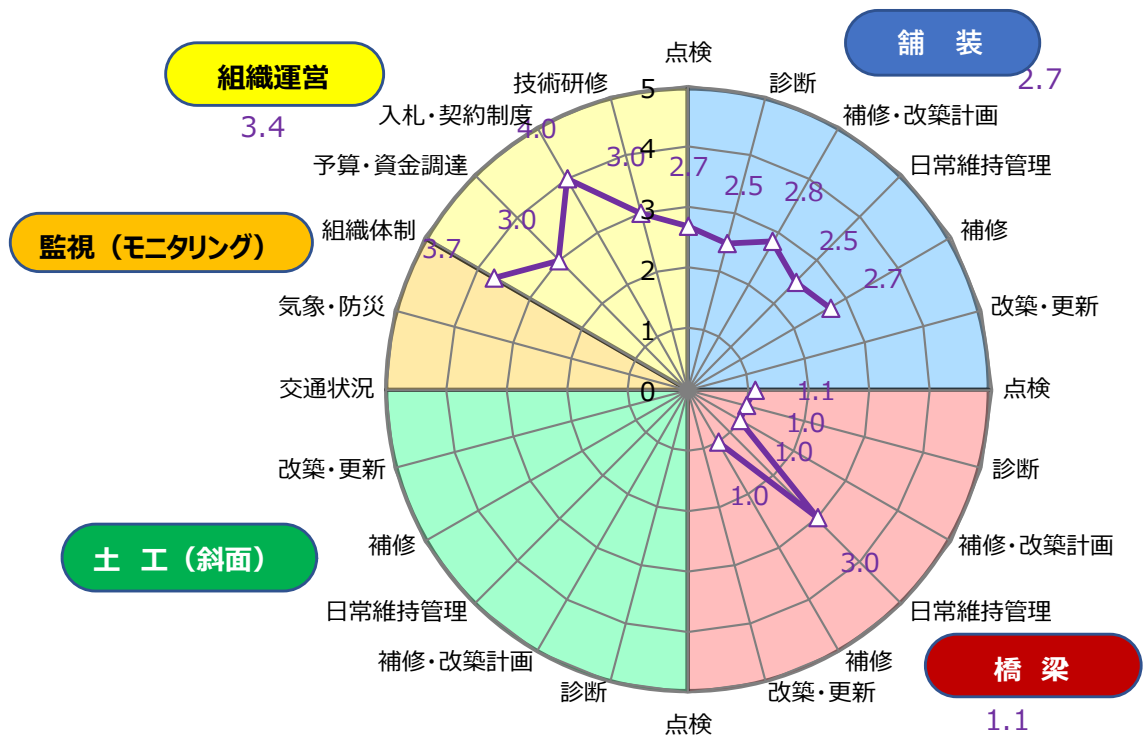


図 2.5 ケニア(KeNHA)の 2018AM から 2020AM に転換した成熟度評価

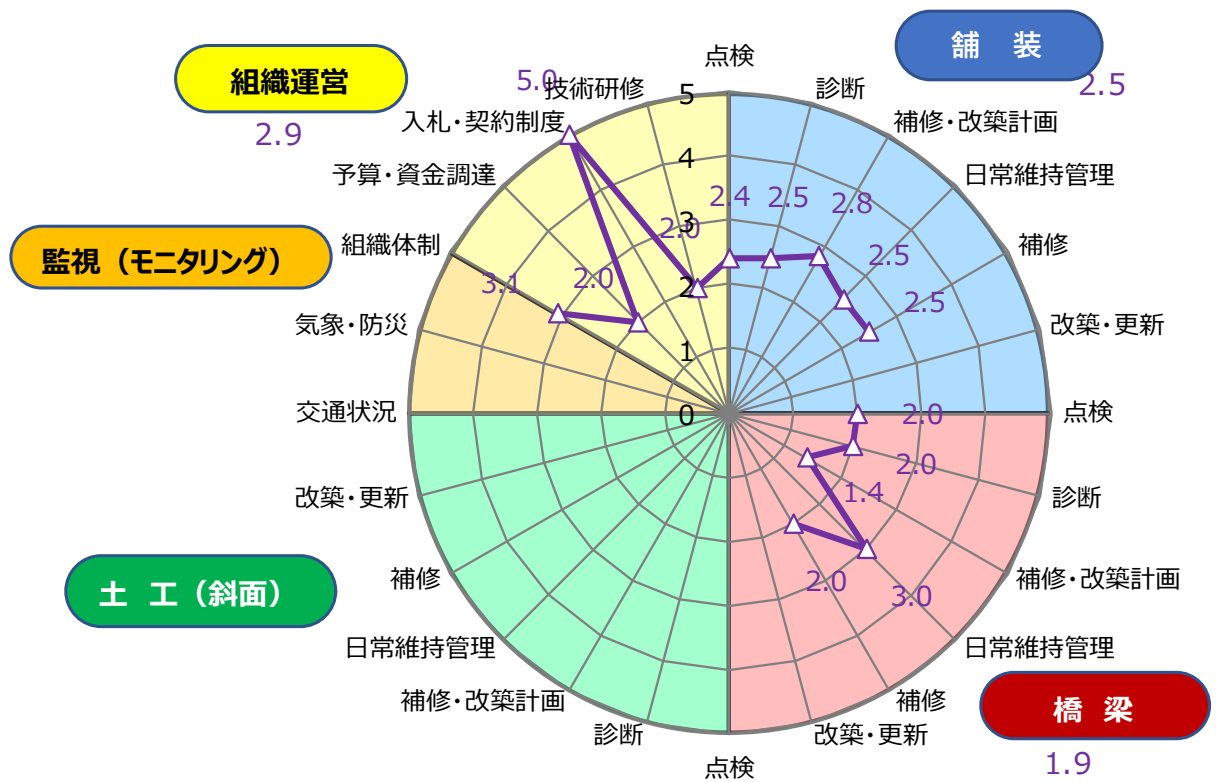


図 2.6 エチオピア(AACRA)の 2018AM から 2020AM に転換した成熟度評価

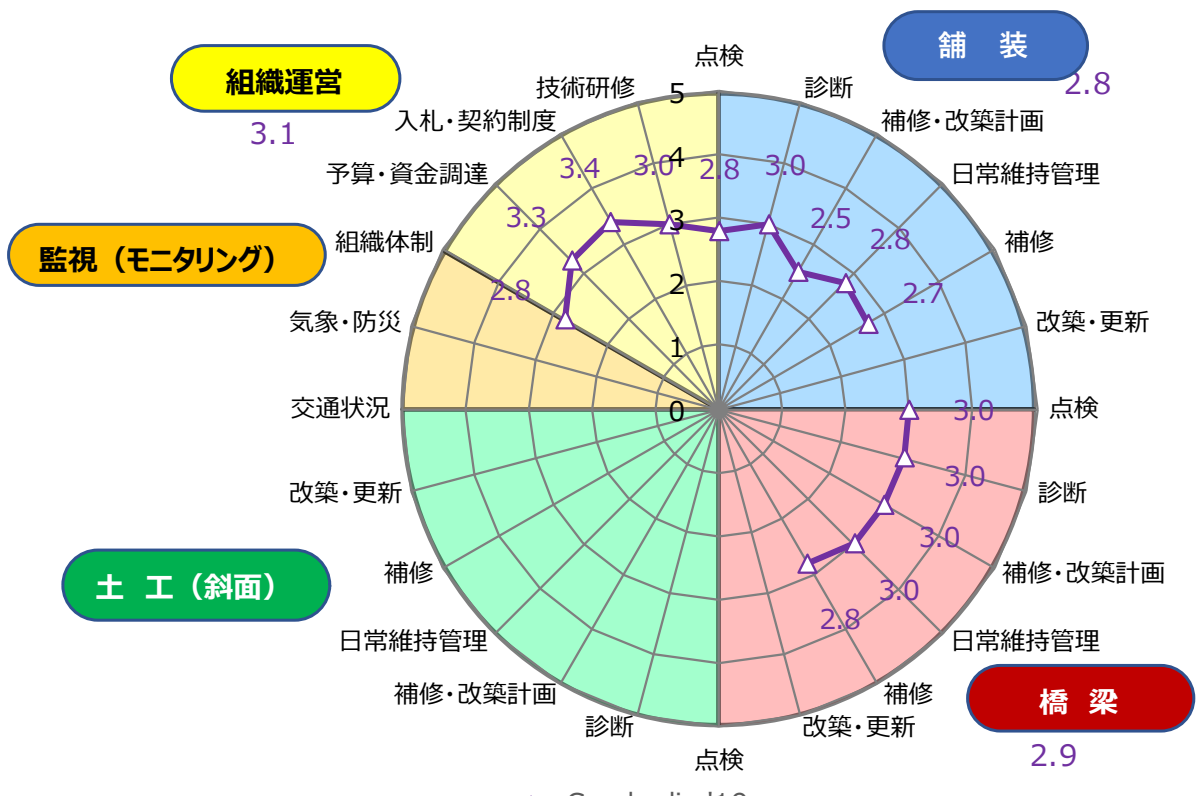


図 2.7 カンボジア(RID/MPWT)の2019AMから2020AMに転換した成熟度評価

第3章 ラオスの道路AM実態調査

3.1 検討内容

2020年度業務におけるオンライン調査を参考に、現地調査により実態を確認・把握し、道路アセットマネジメントの成熟度を評価する。成熟度の評価は、2020年度業務報告書の方法に基づき、現地調査を踏まえるものとし、これまでの調査対象国間でレベルをキャリブレーション・調整する。技術協力プロジェクトを実施中のラオスでは、現在の評価のみならず、技術協力プロジェクト終了時に想定される成熟度を予測する。

また、次の案件形成の基礎資料とするために、上記の現地調査や2020年度業務で明らかになったアセットマネジメント定着に向けた課題および支援計画を整理・更新し、改善策、提言とする。提言は、現地条件を加味したうえで優先順位をつける。

上記検討の基礎資料として、ラオスにおける道路維持管理の概要、技術協力・支援、道路AMに必要な施工・維持管理能力・技術水準について、調査・整理する。

3.2 結果概要

JICAは、2011年9月から2018年5月までの工期で、道路維持管理能力強化プロジェクトを実施し、これを通じて、公共事業運輸省（Ministry of Public Works and Transport : MPWT）の職員の道路維持管理に係る能力向上が図られた。このプロジェクトは、主に舗装の維持管理を主眼とされていたため、その後、ラオス政府は、橋梁の維持管理を実施するMPWTの能力向上を目的として、「橋梁維持管理能力強化プロジェクト」の実施を我が国に要請し、これを受け、現在当プロジェクトが2020年11月から2023年10月までの工期で実施されているところである。

本調査では、2020年度に、DORに対して4回、ラオスの技術協力プロジェクト等に携わった本邦企業に対して2回にわたるオンラインのヒアリングを実施した。これにより、DORの施工・維持管理能力・技術水準の概況を把握し、DORによる道路AMの成熟度を評価した。その結果を参考に、2022年11月に現地調査を実施、現地道路の実態を視察するとともに、DOR、DPWT、現地企業や本邦関係者へのヒアリングを実施し、実態を把握した。その結果により、施工・維持管理能力・技術水準を整理するとともに、ラオスにおける舗装、橋梁、土工（斜面）に関するアセットマネジメントの現況と課題を抽出・整理し、道路AM定着に向けた改善策および提言を示した。その概要は、以下の通りである。

舗装に関しては、ラオスの国道はDBSTが大半を占め、過積載の横行等、舗装の劣化速度が速く、舗装の損傷が多発するため、補修の必要な道路が、実行可能な補修計画に対して過多となっている。品質管理は、耐久性の確保・向上に必要な、施工プロセスにおける材料の取り扱いに関する技術基準が適用されてなく、不良材料や施工不良が見過ごされている。その結果、品質に問題がある舗装が蔓延し、早期の補修が必要となる場合が頻繁に起こり得る状況となっている。

橋梁に関しては、一般的な橋梁に関する点検・診断マニュアルはJICA技術協力プロジェクトで策定中であるが、特殊橋梁に関するものはない。品質管理は、一貫した品質基準の基軸がなく、出来形を主とした性能規定を主体としているため、良質な材料の確保や施工手順などの規定が適切に適用されていないなど、プロセスに欠陥があり、品質基準の適用は限定的となっていることが、品質不良の原因となっている。

土工に関しては、DORとDPWTに土工に詳しい技術者がいない。点検員の技術レベルや点検機器は十分でなく、点検員の専門教育が必要である。補修（設計）マニュアルは部分的であり、不完全である。斜面防災に関する専門家が不足している。

監視（モニタリング）に関して、交通量は、2～3年毎の頻度で観測されている。気象は、他の機関が観測したものを、必要に応じて入手している。

組織運営に関して、予算は2から3年で計画されるが、財政の制約により、予算配分は偏っている。また、契約済みの契約に対して、支払の遅延が発生する場合が生じている。道路AM担当の人員配置は不十分であり、事業執行体制が脆弱である。人材育成のための研修施設はあるが、研修の計画、内容ともに不十分であり、NRMPの技術者に対する教育/訓練の機会が少ない。

3.3 ラオスにおける道路維持管理

3.3.1 道路維持管理を取り巻く背景、維持管理の対象となる道路

ラオスの道路網図を図 3.1 に示す。ラオスは、1986年の経済開放政策への転換を受けて、これまで道路整備に力を入れてきており、道路延長は、2005年の約34千kmから2015年には約56千kmに達し³、2021年には約59千kmとなっている(表3.1)⁴。全体の13.3%(7,847km)を国道(National Road)が占め、県道(Provincial Road)が8,585kmで14.6%、その他の道路が42,444kmで72%となっている。その他の道路は、地区道路(District Road)、都市道路(Urban Road)、地方道路(Rural Road)、特別道路(Special Road)といった区分があり、全体の42.9%を占める地方道路が25,271kmでもっとも多い(表3.2)⁵。

舗装状況は、県別にみると、首都ビエンチャンやチャムパーサク県など、18県中7件で、舗装化が100%となっている(表3.3、

表3.4)⁶。全体に、国道の85%、県道の29%が舗装されているが、舗装のうち、国道では83%が、県道では92%が、二層瀝青表面処理(Double Bituminous Surface Treatment: 以下、DBST)の簡易舗装による。その他の道路の舗装率は10%である。

³ JICA:ラオス国運輸交通セクターにかかる情報収集・確認調査(運輸交通)2016

⁴ DORより本調査で資料提供

⁵ DORより本調査で資料提供

⁶ DORより本調査で資料提供

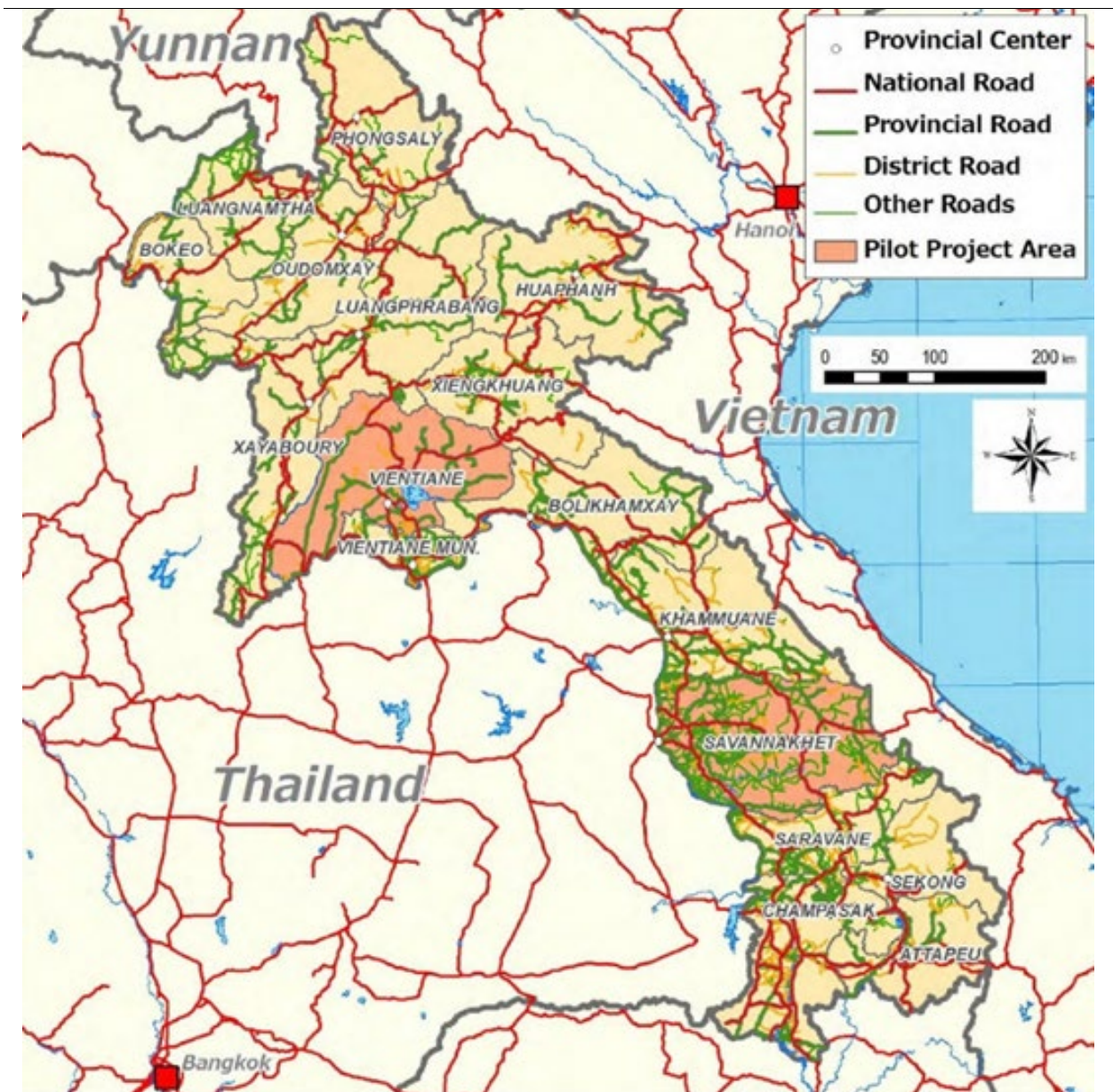


図 3.1 ラオス道路網図⁷

⁷ JICA:ラオス国道路維持管理能力強化プロジェクト業務完了報告書 2018

表 3.1 ラオスの道路延長（2015年と2021年）

	国道		県道		その他		計	
	2015年	2021年	2015年	2021年	2015年	2021年	2015年	2021年
コンクリート	88	130	47	132	234	511	369	774
アスファルト・コンクリート	644	1,034	66	62	113	189	822	1,285
DBST	5,408	5,511	1,180	2,257	2,242	3,698	8,830	11,465
砂利	1,225	893	5,565	5,052	14,620	18,507	21,411	24,451
土	366	279	1,347	1,083	23,187	19,540	24,899	20,901
計	7,731	7,847	8,205	8,585	40,395	42,444	56,332	58,876

表 3.2 その他の道路延長の内訳（2021年）

	地区道路	都市道路	地方道路	特別道路	計
コンクリート	80	300	75	56	511
アスファルト・コンクリート	-	148	4	37	189
DBST	962	1,404	929	404	3,698
砂利	4,532	1,455	11,207	1,313	18,507
土	1,840	805	13,056	3,839	19,540
計	7,413	4,112	25,271	5,648	42,444

表 3.3 県別・舗装種類別の道路延長（2021年）その1（国道、県道）

県コード	県名	県庁所在地	国道(1)						県道(2)					
			コンクリート	アスファルト・コンクリート	DBST	砂利	土	計(1)	コンクリート	アスファルト・コンクリート	DBST	砂利	土	計(2)
01	Vientiane Capital. (首都ビエンチャン)	-	19.4	103.3	120.4	-	-	243.1	79.0	31.5	117.7	60.5	-	288.8
02	Phongsali (ボンサーリー)	Phongsali	5.8	4.0	445.4	18.8	-	474.0	-	-	48.6	467.5	276.6	792.7
03	Louangnamtha (ルアンナムター)	Luang Namtha	-	159.3	102.7	49.7	-	311.7	-	-	12.8	343.1	124.5	480.3
04	Oudomxai (ウドムサイ)	Muang Xay	-	125.6	200.9	-	-	326.5	-	-	5.3	287.6	-	292.8
05	Bokeo (ボケオ)	Ban Houayxay	40.7	94.7	27.0	-	-	162.4	-	-	51.7	177.5	48.6	277.9
06	Louangphabang (ルアンパバーン)	Luang Prabang	-	35.5	564.3	-	-	599.8	-	-	157.8	406.3	-	564.1
07	Xaignabouli (サイニャブリー)	Xam Neua	-	-	445.0	-	-	445.0	-	-	369.0	371.3	-	740.3
08	Houaphan (フアパン)	Sainyabuli	-	38.1	477.6	-	-	515.7	-	28.0	312.5	330.4	193.9	864.8
09	Xiengkhouang (シエンクワン)	Phonsavan	-	-	388.4	47.6	-	436.0	-	-	157.1	270.9	37.6	465.6
10	Vientiane (ビエンチャン)	Muang Phôn-Hông	31.4	1.5	337.2	37.0	-	407.1	6.2	-	148.3	374.3	58.0	586.9
11	Bolikhamxai (ボークカムサイ)	Paksan	-	6.3	475.6	53.0	-	534.9	-	-	130.2	193.8	194.1	518.1

県コード	県名	県庁所在地	国道(1)						県道(2)					
			コンクリート	アスファルト・コンクリート	DBST	砂利	+	計(1)	コンクリート	アスファルト・コンクリート	DBST	砂利	+	計(2)
12	Khammouan (カムアン)	Thakhek	9.0	-	438.9	120.2	24.8	593.0	-	-	86.4	206.6	29.2	322.2
13	Savannakhet (サバナケット)	Savannakhet	0.3	241.7	309.2	93.0	120.8	765.0	3.1	-	271.0	440.4	18.0	732.5
14	Salavan (サーラワン)	Salavan	-	5.0	361.0	157.5	10.0	533.5	-	-	109.2	30.3	43.2	182.7
15	Champasak (チャムパーサク)	Pakse	0.2	4.2	203.8	-	-	208.2	-	-	7.0	322.7	-	329.7
16	Xekong (セコーン)	Sekong	13.5	100.2	367.3	135.6	14.8	631.5	41.6	2.1	65.9	495.0	59.1	663.6
17	Attapeu (アッタプー)	Attapeu	-	114.9	84.6	47.7	108.3	355.5	2.5	-	68.0	122.4	-	192.8
18	Xaisomboun (サイソムブーン)	Xaisomboun	10.1	-	161.2	132.5	-	303.8	-	-	138.2	151.1	-	289.3
計			130	1,034	5,511	893	279	7,847	132	62	2,257	5,052	1,083	8,585

表 3.4 県別・舗装種類別の道路延長 (2021年) その2 (その他の道路、県計)

県コード	県名	県庁所在地	その他の道路(3)						県内の道路総延長(1)~(3)					
			コンクリート	アスファルト・コンクリート	DBST	砂利	+	計(3)	コンクリート	アスファルト・コンクリート	DBST	砂利	+	計(4)
01	Vientiane Capital. (首都ビエンチャン)	-	255.4	58.6	418.6	1,096.4	387.0	2,215.9	353.8	193.3	656.7	1,156.9	387.0	2,748
02	Phongsali (ボンサーリー)	Phongsali	9.2	-	30.5	810.3	2,378.4	3,228.3	15.0	4.0	524.5	1,296.5	2,655.0	4,495
03	Louangnamtha (ルアンナムター)	Luang Namtha	-	0.4	52.0	241.1	1,155.8	1,449.3	-	159.7	167.5	633.9	1,280.3	2,241
04	Oudomxai (ウドムサイ)	Muang Xay	9.8	10.9	179.2	1,135.0	1,529.4	2,864.3	9.8	136.5	385.4	1,422.6	1,529.4	3,484
05	Bokeo (ボケオ)	Ban Houayxay	8.0	35.5	114.7	362.8	534.8	1,055.9	48.7	130.2	193.4	540.4	583.4	1,496
06	Louangphabang (ルアンパーバン)	Luang Prabang	18.6	15.0	180.1	1,201.7	2,684.1	4,099.4	18.6	50.5	902.2	1,607.9	2,684.1	5,263
07	Xaignabouli (サイニャブリー)	Xam Neua	2.0	-	207.7	1,067.9	1,544.5	2,822.0	2.0	-	1,021.7	1,439.2	1,544.5	4,007
08	Houaphan (フアパン)	Sainyabuli	6.0	20.3	305.3	726.0	870.4	1,928.0	6.0	86.4	1,095.4	1,056.5	1,064.3	3,309
09	Xiengkhouang (シエンクワン)	Phonsavan	-	-	233.3	1,488.4	919.0	2,640.7	-	-	778.8	1,806.9	956.6	3,542
10	Vientiane (ビエンチャン)	Muang Phôn-Hông	17.8	9.0	397.0	955.6	631.2	2,010.6	55.4	10.5	882.5	1,367.0	689.2	3,005
11	Bolikhamxai (ボークサムサイ)	Paksan	27.8	18.3	149.4	670.9	520.2	1,386.6	27.8	24.5	755.2	917.7	714.3	2,440
12	Khammouan (カムアン)	Thakhek	37.5	-	236.1	1,631.6	1,023.9	2,929.0	46.5	-	761.4	1,958.5	1,077.8	3,844
13	Savannakhet (サバナケット)	Savannakhet	55.0	14.5	275.4	2,547.8	1,363.0	4,255.7	58.4	256.3	855.6	3,081.2	1,501.7	5,753
14	Salavan (サーラワン)	Salavan	0.8	2.7	106.2	1,256.8	1,634.6	3,001.1	0.8	7.7	576.4	1,444.6	1,687.8	3,717
15	Champasak (チャムパーサク)	Pakse	1.0	3.8	139.9	736.8	646.4	1,527.8	1.1	8.0	350.7	1,059.5	646.4	2,066
16	Xekong (セコーン)	Sekong	58.9	-	343.6	1,516.9	1,373.9	3,293.3	114.0	102.3	776.7	2,147.4	1,447.9	4,588
17	Attapeu (アッタプー)	Attapeu	-	-	140.6	636.2	203.6	980.4	2.5	114.9	293.2	806.3	311.8	1,529

県コード	県名	県庁所在地	その他の道路(3)						県内の道路総延長(1)~(3)					
			コンクリート	アスファルト・コンクリート	DBST	砂利	+	計(3)	コンクリート	アスファルト・コンクリート	DBST	砂利	+	計(4)
18	Xaisomboun (サイソムブーン)	Xaisomboun	3.2	-	188.0	424.7	139.8	755.8	13.3	-	487.4	708.4	139.8	1,349
計			511	189	3,698	18,507	19,540	42,444	774	1,285	11,465	24,451	20,901	58,876

3.3.2 DORの組織体制

道路局（Department of Road : DOR）は、公共事業運輸省(Ministry of Public Works and Transportation: MPWT)の傘下であり、国道の道路・橋梁の計画・設計、施工管理、維持管理を行う（図 3.2、表 3.5）。DOR の道路維持管理部門としては、維持管理の実務を行う道路管理部（Road Administration Division : RAD）、技術マニュアルの策定及び環境影響評価を行う技術環境部（Technical and Environmental Division : TED）が設置されている。

MPWT の地方組織である地方公共事業運輸局（Department of Public Works and Transport : DPWT）はラオス全土の各 18 県に配置されている。MPWT の所管する公共事業の実施機関としての役割と合わせて、各県が実施する公共事業の計画・実施機関の役割も持っている。また、地方公共事業運輸事務所（Office of Public Works and Transport : OPWT）は DPWT の下部組織として道路点検やデータ収集、日常維持管理業務の監督・検査に従事している⁸。DPWT には、試験所(Laboratory)を持つものがある⁹。試験用ミキサー、圧縮強度試験機、水中養生プール、CBR 試験機などがあるが、使用頻度は低い印象である。

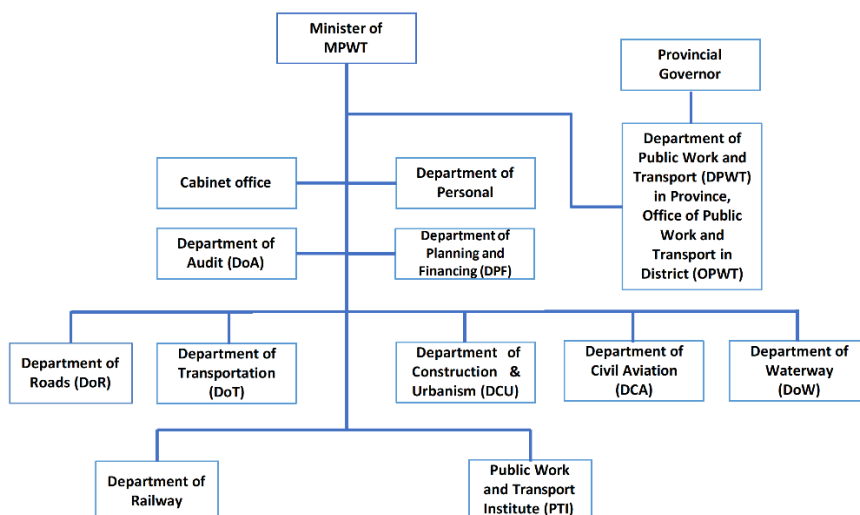


図 3.2 MPWT 組織図¹⁰

RAD の各県担当である国道維持管理プロジェクト（National Road Maintenance Project: NRMP）は各県に配置されている DPWT 内に執務室を持っており、管内国道の維持管理を担当している。技術

⁸ WB [2016], “Project appraisal document of LAO ROAD SECTOR PROJECT 2” p33

⁹ 調査団調べ

¹⁰ Lamphoun Khounpakdy: Infrastructure Asset Management in Laos and activities of Carol and JICA- BMM, DoR, MPWT, 2023.2.

系職員3～4名程度が配置され、日常的な点検と作業を実施している（図3.3）。大規模な橋梁補修が必要な場合は、MPWTのDORが直接担当することになる。現状では各県担当のNRMP間に技術力、経験その他で大きな差が認められるようで、全国的な職員教育と訓練によってレベルアップを図ることが求められる。DBSTによる舗装道路及び未舗装道路の維持管理に関しては、性能規定方式契約により請負人が維持管理を実施している。また、アスファルト舗装及びコンクリート舗装道路の維持管理はMPWTが直接維持管理を実施している。

交通局（Department of Transportation：DOT）は運輸関係の法制度及び許認可業務を担当する。DOT内のTLD（Transport and Logistic Division）が過積載車両の取り締まりを実施している。RADと同様に、DPWT内に、通行料金収受と過積載車両の取り締まりの担当部署がある。

計画調整局（Department of Planning and Cooperation：DPC）はMPWTの中長期計画策定、統計データ管理、ドナー資金管理を所掌しており、MPI（Ministry of Planning and Investment）に対する窓口としての機能を持っている。

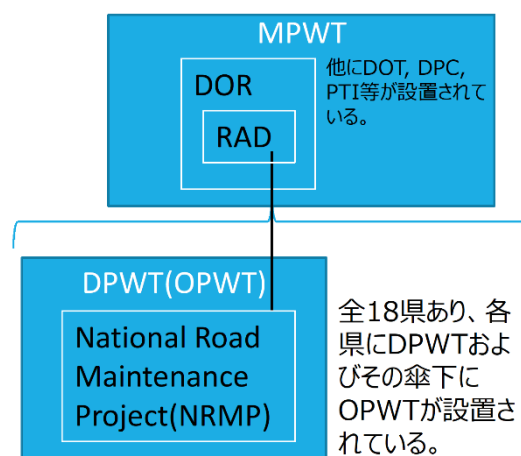


図3.3 MPWTにおける道路維持管理の組織統制

公共事業運輸研究所（Public Work and Transport Institute：以下、PTI）は省内職員の研修や各種専門分野の研究を企画・実施している。2017年に組織改編が行われるまでRMSやPRoMMS（Provincial Road Maintenance Management System：以下、PRoMMS）などの道路維持管理システムの管理や更新を行っていたが、職員の一部がDORへ異動するのに合わせて、それら業務も併せて移管された¹¹。財政局（Department of Finance：DOF）はMPWTの全歳入・歳出を管理しており、道路維持管理基金（Road Maintenance Fund：RMF）の管理もDOFが所掌している。

表3.5 道路AMに関連するMPWT組織の所掌¹²

組織	所掌
DOR	国道の各種調査・データベース更新 道路維持管理システムの運用・管理 道路改良・修繕・維持管理計画・予算計画（主に国道） 国道改良・補修工事の監理・モニタリング 各種技術マニュアルの策定・更新
DPWT (OPWT)	地方道の各種調査・データベース更新 道路改良・修繕・維持管理計画・予算計画（主に地方道） 国道及び地方道改良・補修工事の監理・モニタリング 国道・地方道日常維持管理の監理・モニタリング
PTI	各種研修の計画・実施、道路改良事業における環境影響評価
DOF	道路維持管理基金の運用・管理
DPC	道路改良・維持管理を含めた中長期的インフラ開発計画の策定
DOT	過積載対策の実施

¹¹ JICA:ラオス国橋梁維持管理能力強化プロジェクト詳細計画策定調査2020

¹² JICA:ラオス国橋梁維持管理能力強化プロジェクト詳細計画策定調査2020を一部時点修正

3.3.3 道路維持管理関係の予算

道路維持管理基金（RMF）は、特定財源として道路維持管理資金をまかなうため2001年にWBの支援により設立された。RMFの原資は燃料税、通行料金、車重違反金などである。RMF設立当初はドナーからのローン/グラントが財源の大きな部分を占めていたが、燃料税の割合が大きくなり、2018年には97%を占めるようになった（表3.6、図3.4）¹³。

(1) 収入について

基金の全体収入は2002年の設立当初にはUS\$2millionだったが、2017年まで平均して年28%の増加でUS\$84.7millionをピークに、2018年以降は減少傾向にある（図3.5）。これは、US\$で換算しているため、通貨LAKが下落傾向であることと、2020年以降はコロナ禍の影響により自動車の走行が控えられたこと等による。

道路や橋の通行料徴収は、2009/10年まで、総収入に占める割合は2010年までは全体の約15%だったが、国際貿易を促進するための障害物除去に関する2011年の首相通達を受けて、MPWTは2011年に全国各地の料金徴収所を廃止、通行料徴収は激減し¹⁴、2015/16年には2.2%まで落ち込んだ。しかし、燃料税の収入が減少してからは、有料道路の料金収入は安定した収入源として存在感を増し、2021年は4.3%となっている。

また、過積載トラック過料が基金の収入源とされているが、通行料徴収と同様に、国際貿易を促進するための障害物除去に関する首相通達を受けて、MPWTは全国の検量所の運営を終了した。そのため、現在は国境を越える地点に検量所があるが、徴収する過料はわずかである¹⁴。

¹³ DORより本調査で資料提供

¹⁴ ADB/LAO Road Sector Governance and Maintenance Project :” ASSESSMENT ON ROAD MAINTENANCE FUND”, Report and Recommendation of the President, ADB, 2015.12.

表 3.6 ラオス国 道路維持管理基金(RMF)の収入と支出額推移 (2010年～2021年)

単位:百万 US\$

内容	2010-11	2011-12	2012-13	2013-14	2014-15	2015-16	2016 (3か月)	2017	2018	2019	2020	2021
I 収入	36.91	44.67	46.32	49.05	67.81	77.24	18.28	84.65	81.81	76.59	69.77	59.79
1 燃料税	33.18	41.99	44.89	47.05	65.55	74.88	17.70	81.43	79.20	73.12	66.94	56.72
2 有料橋	2.52	1.14	1.07	1.47	1.64	1.71	0.43	2.37	2.15	2.73	2.22	2.56
3 過積載トラック過料	1.22	1.53	0.37	0.53	0.63	0.42	0.09	0.35	0.29	0.41	0.31	0.33
4 ナンバープレートオークション手数料						0.24	0.05	0.50	0.18	0.34	0.30	0.17
5 その他の収入		0.01	0.01									0.00
II 支出	38.74	38.09	52.05	45.03	54.04	48.40	18.11	117.27	81.48	77.55	63.44	62.64
1 維持管理・補修	36.90	34.75	47.10	39.41	43.45	44.42	16.26	106.83	73.81	69.37	58.93	55.51
- 国道	20.93	18.25	35.78	31.42	38.34	40.32	14.55	79.97	56.26	52.43	41.88	44.85
日常的	3.82	7.44	5.10	1.59	5.48	3.59		1.70	1.93	1.66	1.57	
定期的	1.13	1.68	12.03	7.86	16.24	24.97	0.45	35.74	28.74	37.19	24.61	33.62
改築	1.51	3.16	15.86	15.09	13.56	5.58	3.38	18.72	17.40	9.00	10.70	7.79
緊急	13.59	4.99	2.09	6.26	0.25	5.61	10.72	22.78	7.42	3.22	4.13	2.44
橋梁	0.90	0.98	0.72	0.62	2.81	0.57		1.03	0.77	1.35	0.87	1.00
- 地方道	15.97	16.50	11.32	7.99	5.11	4.11	1.71	26.85	17.55	14.82	14.00	10.58
日常的	0.21	0.42	0.28	0.03	0.04	0.06						
定期的	10.29	8.82	5.88	4.79	3.83	3.50	1.41	4.08	2.19			
改築	3.83	4.73	4.65	2.63	0.54			0.30	0.58			
緊急	1.29	2.05	0.45	0.39	0.67	0.35	0.13	0.71	0.02			
橋梁	0.35	0.49	0.05	0.16	0.03	0.20	0.17	0.43	0.09			
IOU 契約に対する支払い										2.12	3.05	0.08
地方と首都に 20%ずつ移転								21.33	14.67	14.82	14.00	10.58
2 建設工事	0.84	2.18	3.31	3.46	7.38	2.46	0.93	6.28	4.32	4.36	3.55	3.62
- 国道					0.67	0.51	0.02	2.32	1.18	0.77	0.93	0.41
道路					0.67			1.72	0.86	0.36	0.29	0.41
橋梁						0.51	0.02	0.60	0.32	0.41	0.64	
- 地方道	0.84	2.18	3.31	3.46	6.72	1.95	0.91	3.96	3.14	3.60	2.63	3.21
道路	0.84	2.18	3.31	3.46	6.72	1.95	0.83	3.70	2.50	2.20	1.03	3.21
橋梁							0.08	0.26	0.64	1.40	1.60	
3 VU DAA ビンディヤン首都圏基金	0.23	0.21	0.11	0.11	0.32	0.10	0.03	0.24	0.16	0.16	0.16	0.12
4 交通安全対策		0.14	0.97	1.15	1.53	0.45	0.32	2.92	2.04	2.06	0.81	2.03
5 管理費	0.77	0.81	0.56	0.90	1.35	0.97	0.57	1.01	1.15	1.59		1.37

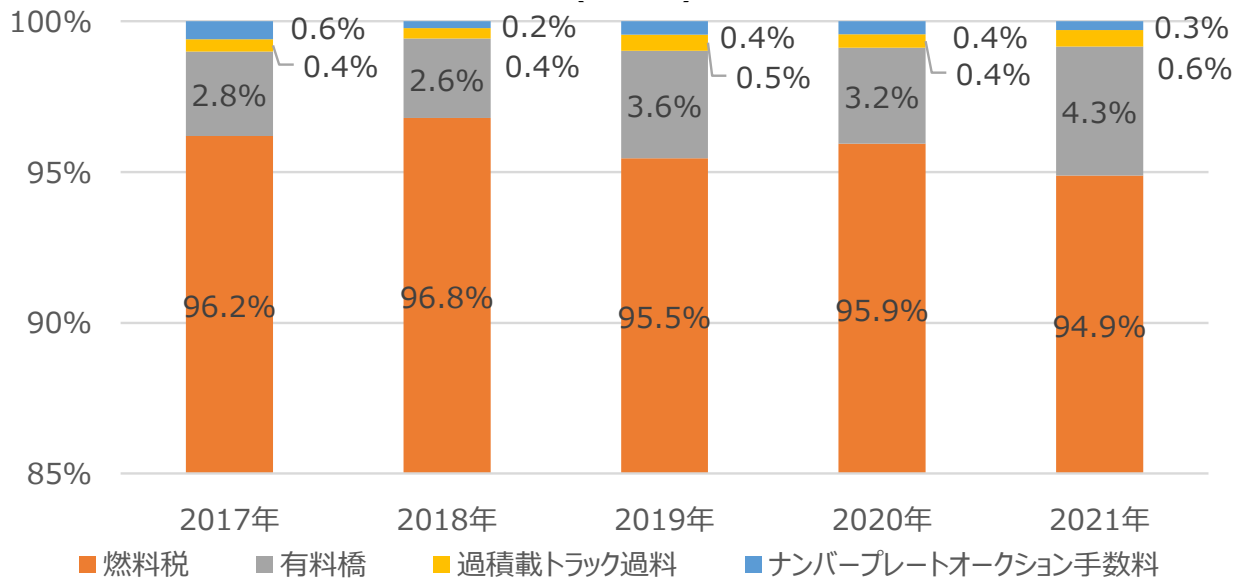


図 3.4 道路維持管理基金(RMF)収入源別の割合 (2017年～2021年)

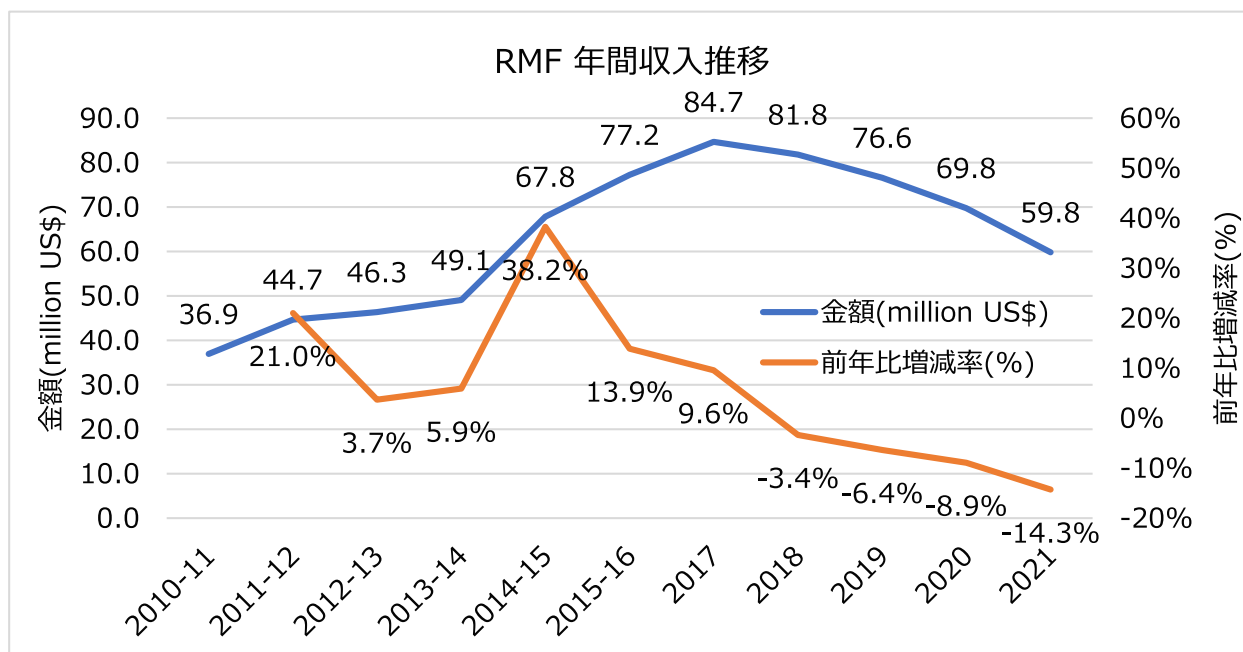


図 3.5 道路維持管理基金(RMF) 年間収入推移 (2010年～2021年)

(2) 支出について

全体支出のうち、9割が維持管理・補修に充てられている(図3.6)。RMFは、当初は用途を維持管理・復旧・応急工事に限定していたが、2016年の首相令によりRMFの運用が厳格になり、支出全体の72%が国道の維持管理、18%が地方道の維持管理、5%が新規の道路改良に充てられることとなっている。

維持管理・補修費は、75～80%前後が、国道に充てられており重点的に配分されているが(図3.7)、国道の予算の中でも定期維持管理と改良工事への配分が大きく、日常維持管理費はわずかな額である(図3.8)。

台風や予期せぬ豪雨は、大規模な洪水や土砂崩れを発生させ、被災した道路の復旧の緊急工事が必要となるが、予測不可能なため、緊急工事の予算計画の立案が困難である。2009年、2010年には、基金の35%以上が緊急事業に充てられ、被災地の道路の復旧に使われた¹⁵。また、2017年にも異常降雨による洪水や斜面崩落のためUS\$23millionが支出され、2017年は全体額もUS\$117millionと突出した額となった。

国道の維持管理・補修の用途で、日常的維持管理への支出は極めて少ない。用排水溝の清掃や路肩に堆積する土砂の撤去など、最低限の日常維持管理は行われるべきである。

¹⁵ ADB/LAO Road Sector Governance and Maintenance Project :” ASSESSMENT ON ROAD MAINTENANCE FUND”, Report and Recommendation of the President, ADB, 2015.12

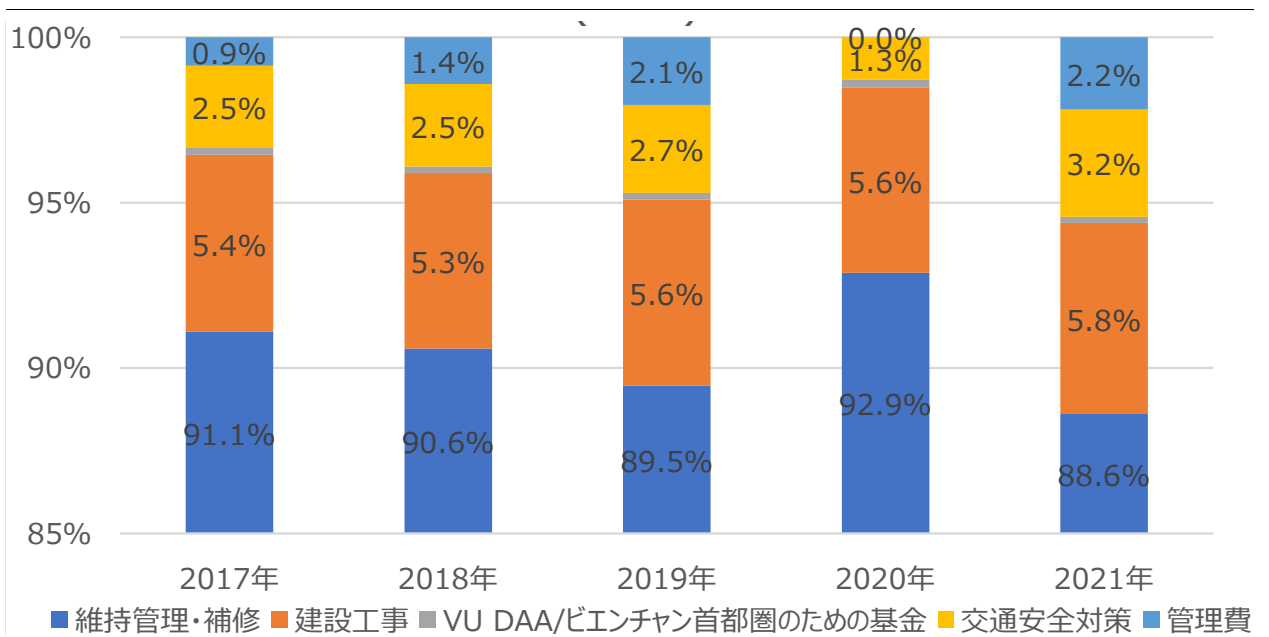


図 3.6 道路維持管理基金(RMF)支出 用途別の割合

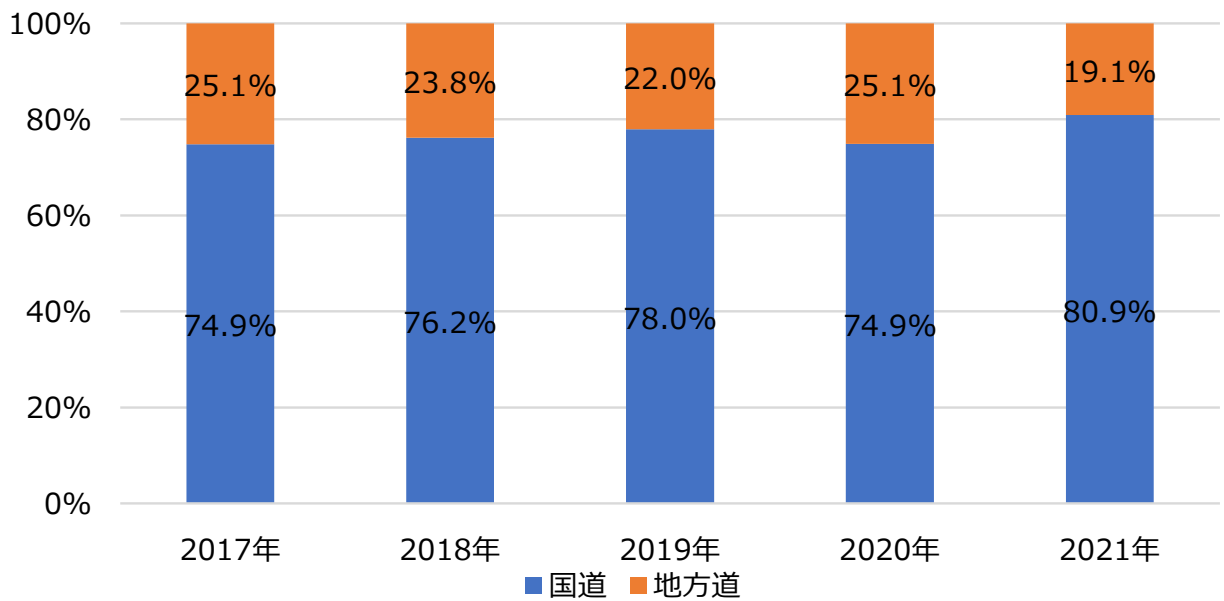


図 3.7 道路維持管理基金(RMF) 維持管理・補修その国道と地方道への配分割合推移

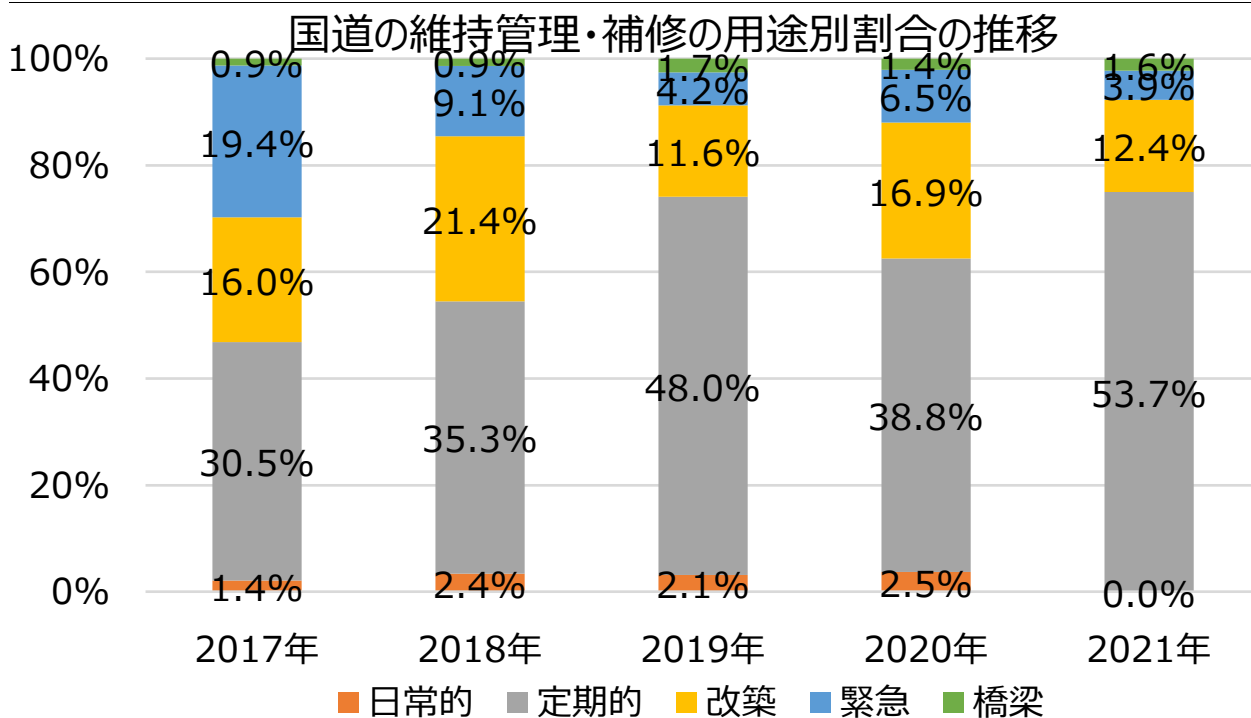


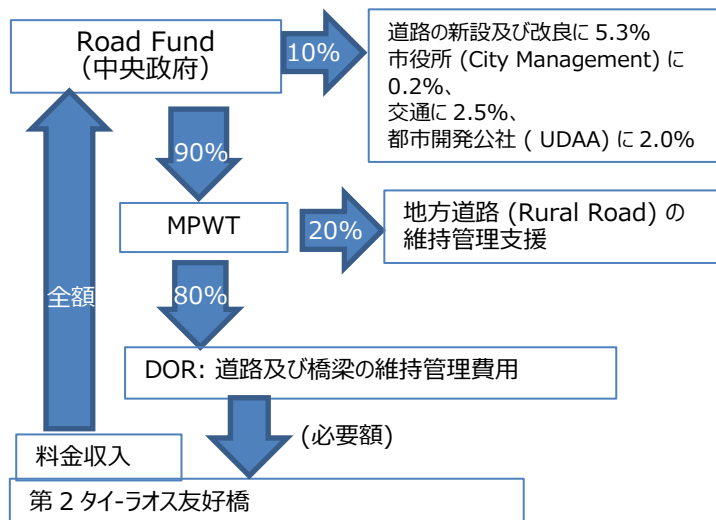
図 3.8 国道の維持管理・補修の用途別割合の推移

(3) 第2タイ-ラオス友好橋 料金収入と維持管理予算

以下については、第2タイ-ラオス友好橋のヒアリングにおいて、第2タイ-ラオス友好橋の料金収入と維持管理予算を確認したものである。

ラオス側は、料金収入がいったん中央政府の Road Fund（道路基金）に歳入された後、第2タイ-ラオス友好橋の維持管理費用に充てられる。その予算は、各年度の計画によって変動し、毎年実施している定期点検結果に基づいて決定される。

ラオス側の料金収入は、中央政府の Road Fund に全額が歳入後は、その 90%が MPWT に配分され、残り 10%は中央政府に配分される。中央政府に分配された 10%は、道路の新設及び改良に 5.3%、市役所 (City Management) に 0.2%、交通安全 (Road Safety) に 2.5%、都市開発公社



¹⁶ (Urban Development Administration Authority: UDAA) に 2.0% が支出される。MPWT への配分額のうち 80% は道路及び橋梁の維持管理費用に支出され、残り 20% は地方道路 (Rural Road) の維持管理支援に支出される。

図 3.9 道路基金の収入と支出の流れ

3.3.4 舗装のアセットマネジメント概説

ラオスでは、幹線道路網を中心に、未舗装道路の舗装化と同時に、簡易舗装から高級舗装へ、舗装の長寿命化が図られている。

ラオスの道路の総延長は、58,876km (2021年) で、2015年に比べると、4.5%伸びている (表 3.1)。一方、舗装率は、全体で、2015年から2021年にかけて、17.8%から23.0%に5.2%伸びており、道路の新設と同時に、舗装も進展している (図 3.10)。舗装率は、国道で85.1%と最も高いが、2015年に15.8%だった県道では12.7%伸びて28.5%となっており、幹線道路を中心に、舗装化が進展している。

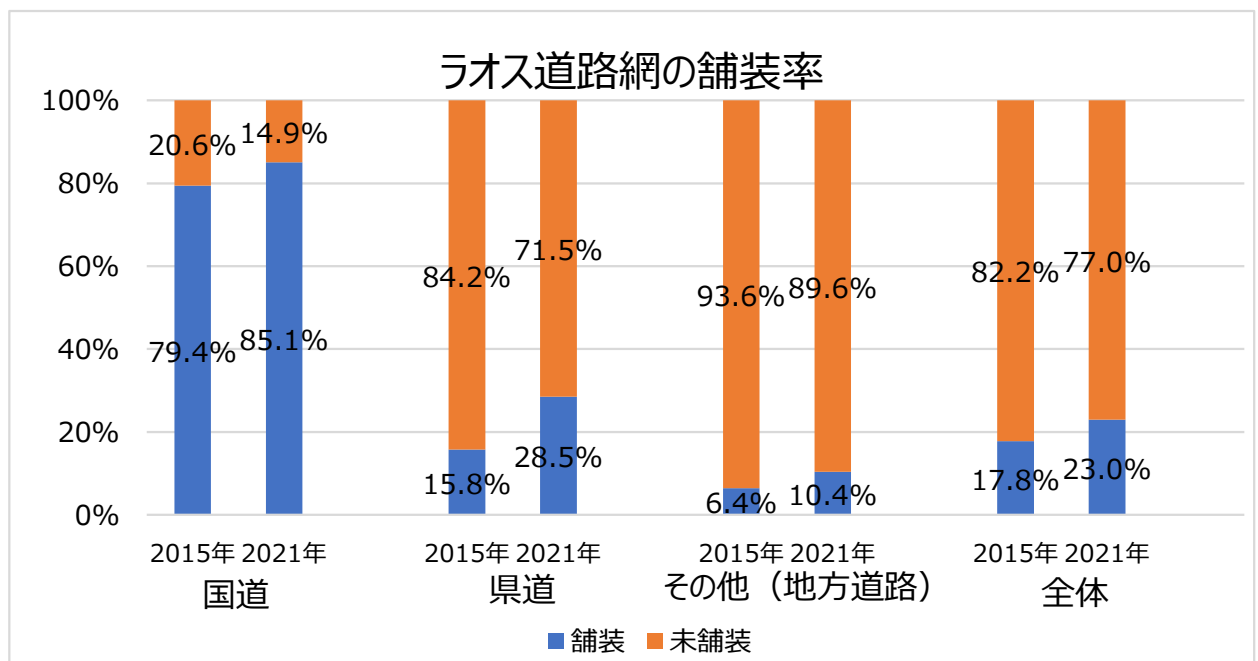


図 3.10 ラオスの舗装率 (2015年と2021年の比較)

国道および県道の整備延長は、2015年から2021年にかけて、国道は116km増え、県道は380km増えている (図 3.11)。また、国道および県道の未舗装 (砂利、土) の延長は、2015年から2021年にかけて、国道は420km(26.3%)減り、県道は778km(11.3%)減っている (図 3.15)。すなわち、2015年から2021年にかけて、国道は158km、県道は1,158kmが、何等かの舗装道路となっている。

¹⁶ 現在、UDAA が設立されているのは、全国 18 県のうちビエンチャン、ルアンプラバン、サバナケット及びパクセの 4 県 (Province) のみである。

一方、国道では、DBSTは103km増にとどまり、アスファルト・コンクリートが390km増、コンクリート舗装が42km増となっていることから（図3.12、図3.13、図3.14）、未舗装の舗装化にDBSTを活用しつつ、より耐久性の見込まれるアスファルト・コンクリート舗装およびコンクリート舗装への転換を進行させていることがわかる。

県道では、DBSTは1,077km増え、新規整備と未舗装道路の1,158kmのほとんどがDBSTとされ、それ以外は、コンクリート舗装(+85km)を基本とされている様子が見える。

DBSTは、未舗装道路を舗装化するために、安価ではあるが、水に弱いなど耐久性に難があり、その補修にかかる費用を踏まえると、アスファルト・コンクリートまたはコンクリートの舗装の方が、中・長期的に安価になり得る。実際、DBSTの延長が長くなった国道では、舗装の補修が追いつかない故、より耐久性を見込まれるアスファルト・コンクリート舗装またはコンクリート舗装への高級化は、合理的な政策である。また、交通量が国道より少ないと考えられる県道や地方道では、まずはDBST、場所によってはコンクリート舗装を選択して舗装化を進める政策も、合理的である。

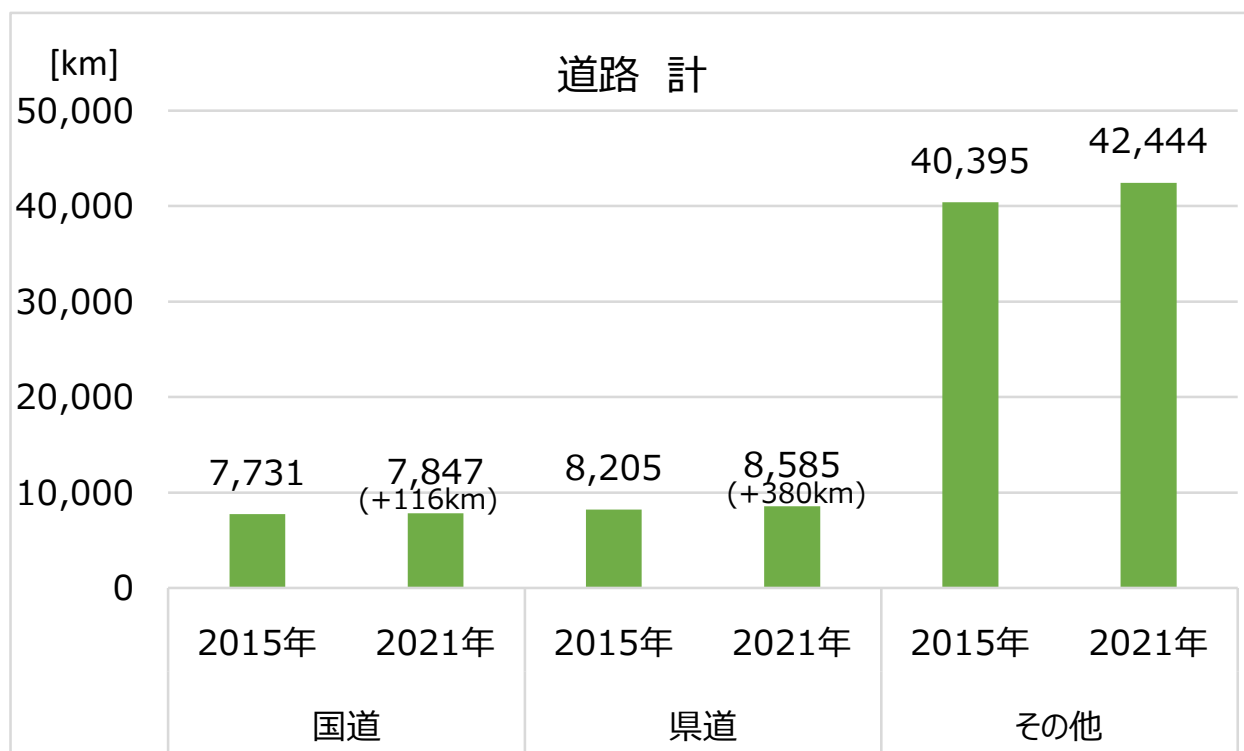


図 3.11 ラオスにおける道路種類別の道路延長（2015年と2021年の比較）

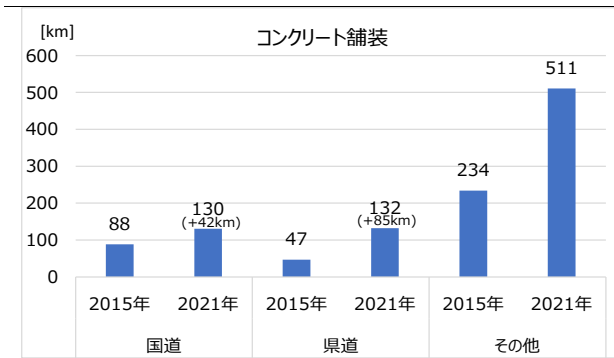


図 3.12 コンクリート道路延長（'15年と'21年）

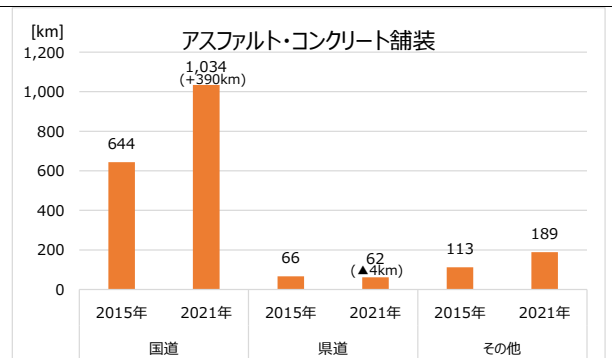


図 3.13 アスコン道路延長（'15年と'21年）

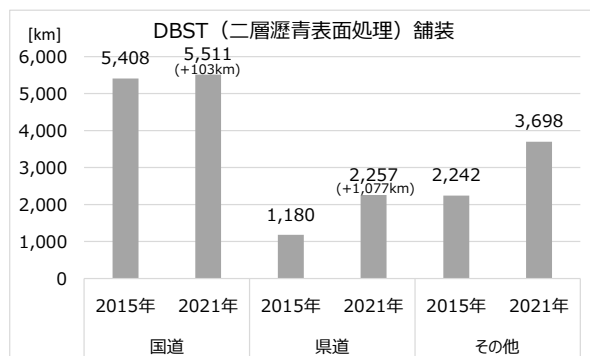


図 3.14 DBST 道路延長（'15年と'21年）

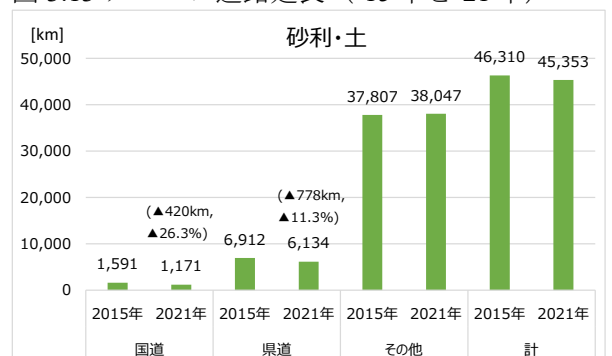


図 3.15 砂利・土の道路延長（'15年と'21年）

3.3.5 橋梁のアセットマネジメント概説

ラオスでは、国道の延長割合は2割に満たないが、橋梁の数は、国道が県道・その他の地方道とほぼ同数であり、橋梁の延べ延長は、国道の方が大きい（図 3.16）¹⁷。したがって、より幹線道路としての特徴をもつ国道では、その橋梁維持管理に必要な予算は、県道・その他の地方道の総計より少なくない額が見込まれるべきであるが、県道・その他の地方道にしても、国道より決して少なくない額が必要なはずである。

国道の橋梁に着目すると、コンクリート橋が普及しており、全体の約半分を占め、カルバートを含めると、全体の約8割がコンクリート構造物である（図 3.17）¹⁸。また、国道の橋梁の建設年代は、1970年代および1960年代以前が15%で、日本の19%と大差なく、不明の31%を含めると、日本よりも要注意の橋梁が多く、今後コンクリートの補修を含む維持管理の需要が多くなると見込まれる（図 3.18）¹⁸。橋梁の状態は、8%が早期対策、2%が緊急対策を必要とされ、10橋に1橋が早期・緊急補修を必要とされている（図 3.19）¹⁸。

コンクリートの材質は、配合設計や、使用する骨材・混和剤等の管理が重要であり、生コンクリートを供給するプラントの品質管理の技術力向上と一定の品質確保（保証）が必要である。それらには、強度試験やスランプ試験だけでは測りえないものが含まれる。また、生コンクリートの打設時間や打設方法などの施工監理によっても、竣工時の品質は大きく変わり得る。ラオスでは、コ

¹⁷ Saysomphone SOUKSIVONGXAY: Lao PDR Job Report” Comprehensive Bridge Engineering”, JICA 国別課題別研修, 2019年10月。

¹⁸ Lamphoun Khounpakdy: Infrastructure Asset Management in Laos and activities of Carol and JICA- BMM, DoR, MPWT, 2023.2.

コンクリートの耐久性向上のため、コンクリートの品質管理の向上が重要であり、そのような技量を有する技能者、技術者の一定数の確保が必要である。

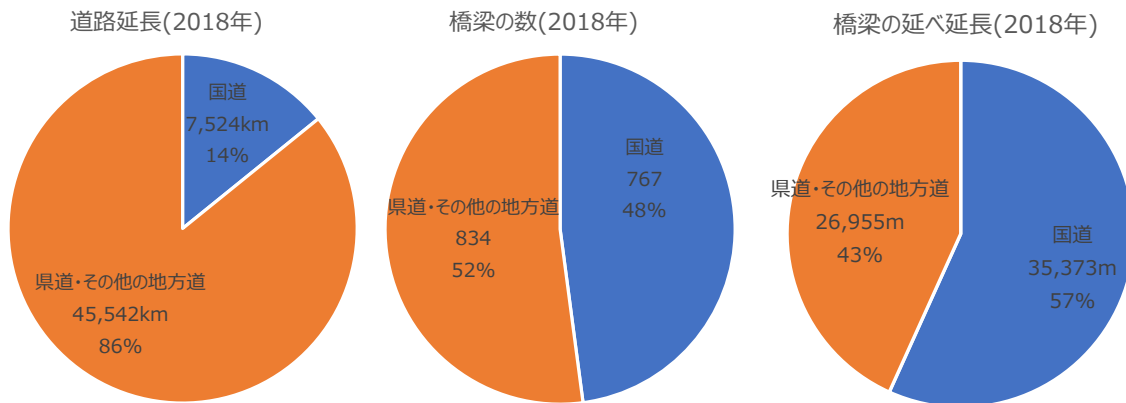


図 3.16 ラオスの道路延長、橋梁の数・延べ延長 (2018年)

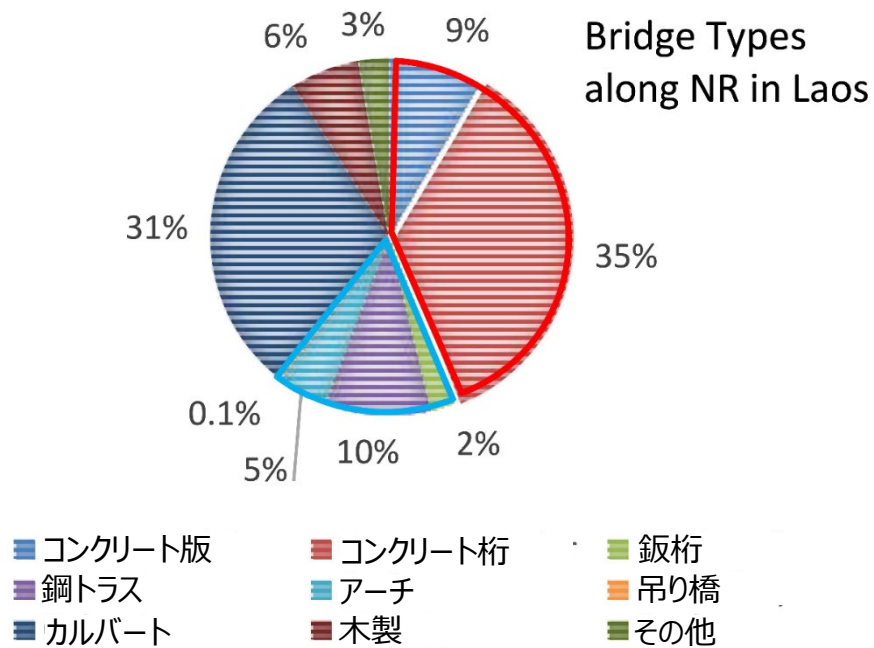


図 3.17 ラオスの国道に架かる橋梁の種類別割合

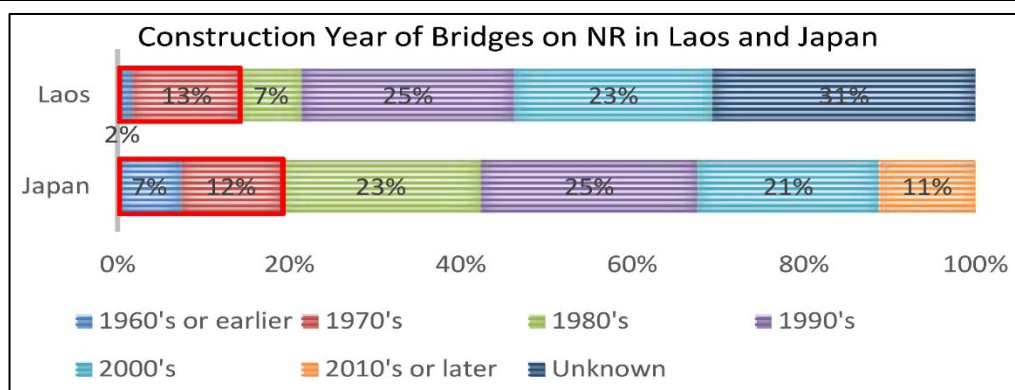


図 3.18 ラオスと日本の国道 橋梁の建設年代

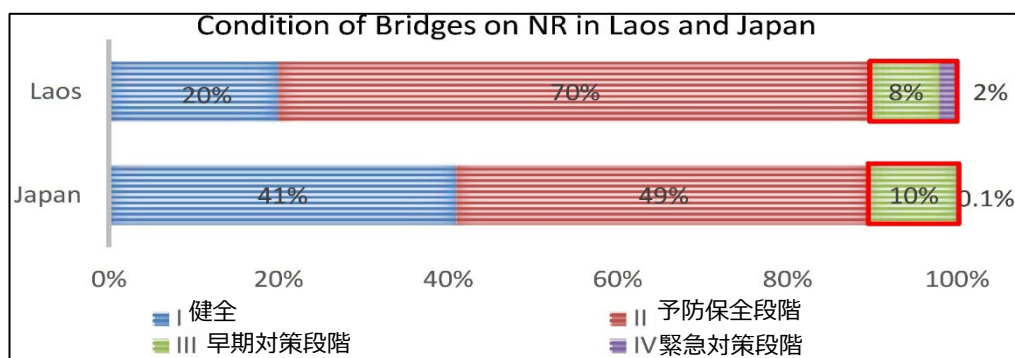


図 3.19 ラオスと日本の国道 橋梁の状態

3.4 ラオスへの技術協力・支援

3.4.1 JICA 技術協力プロジェクト

3.4.1.1 背景¹⁹

ラオスの実質 GDP 成長率は、2001 年以降、7～8%であり、東南アジア諸国連合（Association of Southeast Asian Countries：以下、ASEAN）諸国と比しても高い成長率で推移している。経済発展の影響を受け、主たる交通手段である陸上交通は増加しており、これに伴い道路延長も年々伸長している（2018 年時点での総延長は約 6 万 km）。今後も、鉱業や水力発電といった主力産業に牽引される形で経済成長が続くとみられ、交通需要のさらなる増加が見込まれる。

また、ラオスは国土の約 8 割が山岳地帯、かつ 5 カ国と国境を接する内陸国であり、地政学的に陸上交通に依存せざるを得ない状況である。そのため、物理的連結性強化は周辺国以上に重要であり、同時に周辺国への裨益効果も望めることから、ASEAN の連結性強化も念頭に置いた陸上交通網の整備・改善が期待されている。

しかしながら、WB の物流パフォーマンス指数において、ラオスの物流インフラの質は、167 カ国中 91 位（2018 年）と評価されており、東南アジア諸国の中でもミャンマー、カンボジアに次いで低い位置にある。また、世界経済フォーラムが発表している Global Competitiveness Report においても、

¹⁹ ラオス国橋梁維持管理能力強化プロジェクト JICA 企画競争説明書 2020.7.5

道路延長と道路状況にかかるランキングは東南アジア諸国の中でカンボジア、ベトナムに次いで低い（141位中93位、2019年）。特に道路・橋梁セクターにおいては、道路維持管理計画能力、維持管理の現場における技術力、予算、人材の不足により、維持管理が適切に実施されておらず、円滑かつ安全な交通の妨げとなっていた。

かかる状況を踏まえ、JICAは道路維持管理能力向上を目的として「道路維持管理能力強化プロジェクト」（2011～2018年）を実施し、主に舗装維持管理を主眼として、道路維持管理システム（Road Management System：以下、RMS）に基づいた道路維持管理の計画立案、維持管理に係る技術マニュアル整備、及びマニュアル活用に関する現地トレーニングを行った。当該プロジェクトの実施により、公共事業運輸省（Ministry of Public Works and Transport：以下、MPWT）職員の道路維持管理計画立案能力や道路維持管理に係るスキル、知識の向上が図られた。

一方、道路の安全かつ円滑な交通を確保するためには、舗装のみならず、橋梁の適切な維持管理が必要である。特に、2017年時点で全国に存在している国道上の1,400橋を含む約3,000橋のうち35%は定期的補修、17%は緊急補修が必要である。また、約3,000橋のうち、約40%が木橋やベイリー橋等の本来恒久利用が想定されていない仮橋であるため耐久性に欠け、老朽化している他、維持管理不足、過積載車両の通過により橋梁が損傷し、落橋事例も複数報告されている。

3.4.1.2 技術協力プロジェクトの概要

JICAの実施する技術協力プロジェクトにおいて、日本の維持管理・更新・マネジメント技術を積極的に活用し、効率的かつ効果的な維持管理体制の確立へ向けて行ってきた協力として、表3.7のプロジェクトが示されている。

表 3.7 道路インフラの運営・維持管理能力強化に資する技術協力プロジェクト
(2021年1月末現在（出典²⁰）に調査団加筆）

	案件名	実施体制	契約時期
1	道路維持管理能力強化プロジェクト	国際開発センター・オリエンタルコンサルタンツグローバルJV	(2011.9.22～) 2018.5.31（終了）
2	橋梁維持管理能力強化プロジェクト	長期専門家+国際開発センター・長崎大学・オリエンタルコンサルタンツグローバル・片平エンジニアリングインターナショナルJV	(2020.11.11～) 2023.10.31（予定）

3.4.1.3 道路維持管理能力強化プロジェクト

本プロジェクトについては、2018年5月に終了しているが、当初は2017年9月に終了の予定で、2017年4月に事後評価が実施されている²¹。その事後評価より、以下に要点を抜粋し、一部時点修正して示す。

²⁰ JICA: 「関連技術協力プロジェクト一覧」, 事業・プロジェクト>運輸交通道路>アセットマネジメントプラットフォーム (RAMP: Road Asset Management Platform) >技術協力プロジェクト (<https://www.jica.go.jp/activities/issues/transport/ramp/technical-cooperation.html>)

²¹ JICA: ラオス国 道路維持管理能力強化プロジェクト 事後評価報告書

(1) 協力内容

1) 上位目標

ラオスの道路・橋梁が適切に維持管理される。

2) プロジェクト目標

パイロット県(Savannakhet 県及び Vientiane 県)の道路・橋梁が適切に維持管理される。

3) アウトプット

アウトプット 1: 道路・橋梁の維持管理計画能力が強化される。

アウトプット 2: 道路・橋梁維持管理のための技術マニュアルが作成される。

アウトプット 3: 道路・橋梁維持管理に関する実務能力が強化される。

アウトプット 4: パイロット県における運輸交通局および公共事業・運輸交通局 (DOT および DPWT) の職員の過積載対策のための能力が強化される。

(2) アウトプットの確認と達成状況の概要

1) アウトプット 1 の確認と達成状況

合計 7 名の PTRI 職員のうち 5 名は、講師としての能力を身に付けており、全体的な能力も向上している。終了時評価チームは、PTRI と DPWT によって本プロジェクト実施中は RMS/PRoMMS は定期的に更新されている年一回ことを確認している。実際の道路維持管理基金 RMF の執行状況は、国道の改修により多くの資金が振り向けられているのが現状であり、最適な維持管理計画が RMS/PRoMMS の分析に基づいて提案されている。

指標の達成状況としては、RMS/PRoMMS データベースは、プロジェクト実施期間中 (2012 年から 2016 年) PTRI 及び DPWT によって更新されている。終了時評価チームは、全県の道路・橋梁データベース情報は、適切に更新・維持され、その中にはパイロット県におけるデータも含まれていることを確認している。それ故に、パイロット県の RMS/PRoMMS は適切に改善及び更新されているといえることから、達成と評価できる。

2) アウトプット 2 の確認と達成状況

本プロジェクトは道路、橋梁、法面の技術マニュアルドラフトを 2014 年 2 月に策定して、2014 年 9 月に MPWT に提出した。これらの技術マニュアルは、関係機関から選定されたサブワーキンググループによりレビュー・承認される (見込み、当時)。合計で各 200 部の技術マニュアルが、サンサン会議(Sam Sang Workshop)にて説明され、DPWT に配布された。

指標の達成状況としては、終了時評価チームはまた RMS/PRoMMS の分析を反映させて、DOR が維持管理予算計画をパイロット県に対しても毎年準備していることを確認した。具体的には、RMS の分析報告書が毎年定期的に PTRI により更新され、DOR に提出されている。RMF の分析を反映させて、DOR は RMF に国道及び改修工事の情報を反映させていることから、達成と評価できる。

3) アウトプット 3 の確認と達成状況

合計で 86 名の DOR 職員 (合計で 99 名の職員が DOR に在籍) が研修に出席している。DOR の 22 名のプロジェクトマネージャーそして全てのプロジェクトマネージャーは少なくとも 1 回は研修

に参加している。パイロット県における陸上輸送管理部の維持管理担当の55名のDPWTの職員（パイロット県には56名の職員が在籍）は少なくとも1回は研修に参加している。なお、パイロット県以外では、DPWT/OPWTの341名の職員が、研修に参加している。これより80%以上のパイロット県及びDOR維持管理担当職員が本プロジェクトによる研修に参加している。

また、3名のDOR/PTTI職員及び3名のPTTI職員は、マニュアルの集中研修マニュアル及びPBC)に講師として出席している。80%以上のパイロット県及びDOR維持管理担当職員が本プロジェクトによる研修に参加している。JICA専門家チームは、上述した2014年と2017年に実施した個人能力開発に関する調査結果によりDOR全体の能力向上を確認している。パイロット県のDPWTの能力も、2014年から2017年の能力向上を確認している。従って、DOR及びパイロット2県のDPWTは、維持管理活動の全ての側面で、目標に向けて能力が向上しているといえる。

指標の達成状況としては、本指標を道路状態調査に基づく県の道路国道9号線の国際ラフネス指数(IRI)及び道路状態（1から6まで点数化により示された毎年の維持管理距離）にて測定し、その結果、毎年の国道9号線の損傷距離は、2002年のデータと比較すると双方とも減少しているといえる。その上、本プロジェクトは国道9号線の199.4kmの改修を行っている。従って、補修が必要な道路が減少したことにより予防的維持管理日常維持管理及び定期維持管理の対象距離は今後増加することが期待できることから、達成と評価できる。

4) アウトプット4の確認と達成状況

終了時評価時点（評価当時2017年4月）において、パイロット検量計において軸荷重を測定する関連活動はまだ実施されていないため、過積載車両のパーセンテージの値は得られていないなど、いくつかの関係する活動がまだ実施されていなかったため、未達成と評価されたが、これを踏まえ、本プロジェクトは2018年5月まで延長された。

(3) 評価結果

C/P機関の強いオーナーシップによりプロジェクトが実施されているのにも拘らず、アウトプット4に関する活動の遅れがあった。結果として、高い妥当性、中程度の有効性、中程度の効率性、比較的高いインパクト、比較的高い持続性のもとで、本プロジェクトは、アウトプット4を除き、満足するレベルの成果を産出している。

なお、評価後、アウトプット4及びプロジェクト目標の達成を確実にするために、プロジェクト期間は、2017年9月から2018年5月まで延長された。

(4) 更なる技術支援へ向けての提言

① 橋梁維持管理

橋梁のインベントリーデータベース及び橋梁維持管理マニュアルを最大限に活用して、持続的な橋梁維持管理サイクルを構築するために、(a) BMS及びデータベースの改善及び更新、(b) 画像解析及び振動健全度試験といった費用対効果のある技術を活用した詳細な橋梁点検//評価//物理的維持管理工事の能力向上といった分野で長期研修及び短期研修//本邦研修及び日本でのグループ研修の実施を考慮するべきである。

② 法面維持管理

気候変動に対応できる技術として予防的・法面維持管理を主流化するために、更なる支援のため (a) 空間写真画像分析といった日本の災害管理技術を活用した橋梁点検//評価//物理的維持管理工事の能力改善、(b) 自然災害のリスク診断及びハザードマップの作成といった分野について検討を行う必要がある。

③ 継続的な人的資源の開発

技術的な側面に注力した本プロジェクトがある程度成果を達成しているとはいえ、ラオス国にとっては、長期的な道路資産管理を継続して実践していくことが必要である。道路資産管理のための日本における国別研修及び長期研修を含んだ JICA の戦略的協力計画を最大限に活用して、ラオス側は長期的視野において、更なる高等教育の機会を可能性のある人材に継続的に提供することを期待している。

(5) プロジェクトで導入したマニュアル類

技術協力プロジェクトでは、以下のマニュアルが作成された。その概要を表 3.8 に示す。

表 3.8 導入したマニュアル類²²

マニュアル名	概要
道路維持管理 マニュアル	<p>アスファルト舗装道路の点検・評価・維持管理方法を記載、路面だけではなく排水施設や法面、交通安全施設等も含む。日常点検は1~4週間に1度実施、本線上から路面、切土法面、排水施設、標識などを、側道からカルバート、排水施設及び盛土法面を点検する。</p> <p>1 km を 1 区間とし、道路状況を各項目（路面、路肩、法面、排水施設、標識他）別に 4 段階にランク付けする。損傷内容や箇所についても記録し、最終的に電子データにてデータベースに格納する。</p> <p>日常点検で異常がなければ A 判定、損傷の程度によって B-D にランク分けされ詳細点検が実施される。詳細点検では C、D ランクの箇所を優先して点検が行われ、B ランクは路面や路肩上の重要な損傷のみ点検する。</p> <p>詳細点検は 1 か月~4 か月に 1 度の頻度で実施し、損傷の位置、MAC コード、大きさ、数、損傷ランクを把握する。損傷ランクに応じた対策工を詳細点検で特定することとなる。</p>
橋梁維持管理 マニュアル	<p>ベイリー橋以外の国道・地方道にかかる橋梁の点検・評価・維持管理方法を記載、併せて初歩的な橋梁維持管理の知識を整理している。点検の種類・方法・頻度を設定（日常点検は1年に1度、定期点検は5年に1度）し、点検記録様式は日常点検と定期点検に分けて提示している。</p> <p>損傷度の判定は 6 段階評価とし、橋梁の箇所（上部工、下部工、支承、ジョイント、排水施設、照明施設他）ごとにランク分けを定義している。損傷については写真で具体的な事例を提示し、点検初心者でも理解できるような内容となっている。</p>
斜面維持管理 マニュアル	<p>山岳地帯に位置する道路の斜面の維持管理方法について記載したもの。斜面損傷発生形態を分類した上で点検方法記載している。点検は 5 年ごとのベースライン調査、年に数回実施する日常点検、必要に応じて実施する詳細点検、及び斜面崩壊発生時の緊急点検を定めている。そして、各々の点検時に使用する点検調書のフォーマットも合わせて記載している。</p> <p>斜面損傷の評価は損傷の程度と、斜面崩壊が道路に与える影響度を考慮してランク付けしている。斜面の日常維持方法、緊急維持方法、斜面改良方法に関してフローチャートにより実施方法を取りまとめている。また、斜面の対策工を設定する上での地質調査や水位測定方法及び斜面安定対策の設計の考え方も合わせて記載している。</p>

²² 技術協力プロジェクトにて作成の各種マニュアルの概要を調査団が取りまとめ

マニュアル名	概要
道路維持管理マネジメントオペレーションマニュアル (RMS/PRoMMS)	RMS/PRoMMSはWB及びSIDAの支援により開発されたもので、道路状況調査の結果をインプットすることにより、道路維持管理の最適な計画立案を支援するシステムである。 インプットデータは、道路規格、延長、幅員、交通量等のインベントリー情報、各区間の舗装状態、路肩状況、排水路状況、IRI計測値等の道路現況情報、および維持管理にかかる単位当たり単価等のコスト情報である。 アウトプットは日常維持管理費及び定期維持管理費の数量及びコストである。 なお、オーバーレイや橋梁補強等の工費は新規工事として別途算出することとなっている。また、MACコードもシステムに関連づけられており、MACコードに基づいた単価設定となっている。
VIMS/DRIMS運用マニュアル	IRIを車両搭載の計測器で簡易的に計測するDRIMS（Dynamic Response Intelligent Monitoring System：以下、DRIMS）の概要を述べ、システムのセットアップ、計測器の据え付け方法及びキャリブレーションの仕方を記載している。 そして、計測データをGoogle Map上に表示する方法、およびシステム使用にあたってのトラブルシューティングを合わせて記載している。
PBC運用ガイドライン	アスファルト舗装道路以外の道路（DBST及びその他）の日常維持管理工事はPBCにより外注されている。その運用方法について既存の規定を改定したものである。 大きな改定点はPBCによる契約は路面のみに限定し、その他の工種はPBC契約ではなく従来の仕様規定方式に修正したこと、点検等の記録様式を統一したことである。 その他、既存点検結果の評価、評価結果に基づく現状の総括、維持管理計画の優先付け、補修工法の選定と工費算定、道路維持管理計画による予算要求、道路維持管理計画の実施、道路維持管理からのフィードバック、ガイドライン適用事例を記載。本ガイドラインはWBやADBの後続プロジェクトで使用されることとなっている。
車重計およびデータ運用マニュアル	車重計測所において、計量すべき車両と記録項目、簡易型車両計・固定型車両計の運用手順、過積載車両に対する対応、計量スタッフの所掌に関して取りまとめている。また、計量データマネジメントシステムの概要と運用手順も合わせて記載されている。
MAC（Maintenance Activity Code）改定	維持管理業務の外注にあたって示される項目ごとの作業コードを示している。 1999年に制定され2002年にMPWTにより改定されたが、記載内容がコード番号、作業名、作業内容の概要のみの記載であった。本プロジェクトにて、作業手順・方法、材料規定、検測方法、支払い方法を定めて改定を行った。

技術協力プロジェクトによって作成されたマニュアルは、道路及び構造物に関して点検、記録、維持・補修計画策定、及び維持・補修実施のサイクルを回すことができるように、政府職員及び請負人に対して基本的な考え方を示したものである。技術水準としては最低限遵守すべき事項を取りまとめているといえる。

また、RMS/PRoMMSやDRIMSなどの維持管理システムの改良や導入に関しては、上記の考え方に基いて入手したデータを整理し、効果的な維持・補修計画を策定するツールとして位置づけられるものである。

特に、RMS/PRoMMSはWBやSIDAの支援によって開発されたシステムを本プロジェクトにて改良を実施した上で使用されており、点検や補修マニュアルへのフィードバックも必要になっている。既存のシステムを生かしながら、しかも使用されやすいようにシステムやマニュアルを改良し、それを活用して維持管理計画を策定するという点においては難易度が高いものと考えられる。全く新しいマニュアルやシステムを導入するのではなく、現在まで使用されてきたものを生かしながら、より効果的なマニュアルやシステムを構築する必要があった。

3.4.1.4 橋梁維持管理能力強化プロジェクト

本プロジェクトは、2020年11月から開始しており、2020年に事前評価が実施されている²³。また、2021年2月には、Project Design Matrixが策定されている²⁴。以下に要点を抜粋し、一部時点修正して示す。

(1) 事業目的

本プロジェクトは、ラオス国において、橋梁維持管理技術を移転することにより、維持管理を実施する実施機関の能力向上を図り、もって橋梁の適切な維持管理に寄与するもの。

(2) プロジェクトサイト／対象地域名

ビエンチャン県、サバナケット県、チャンパサック県

(3) 事業の枠組み

1) 上位目標

パイロット県（ビエンチャン県、サバナケット県、チャンパサック県）の橋梁が適切に維持管理される。

2) プロジェクト目標

DOR及びパイロット県DPWTの橋梁維持管理能力が向上する。

3) 成果

成果1: DOR及びパイロット県DPWTの橋梁点検・診断に係る能力が向上する。

成果2: DOR及びパイロット県DPWTの橋梁補修・維持管理に係る能力が向上する。

成果3: DOR及びパイロット県DPWTのBMSの運用管理能力が向上する。

成果4: DOR及びパイロット県DPWTの橋梁維持管理計画の策定能力が向上する。

3.4.2 各ドナーの道路AMに関する支援状況

(1) WB²⁵

WBとスウェーデン国際開発協力庁（Swedish International Development Cooperation Agency：以下、SIDA）は2001年～2004年にかけてRoad Maintenance Project Phase 1において国道の道路維持管理システム（RMS）の開発を行った。そして、2004年～2010年のRoad Maintenance Project Phase 2において地方道の道路維持管理システム（PRoMMS）を完成させ、道路状況の定期的な調査をベースに、効果的な道路維持管理計画が策定できるツールを導入した。また、2018年～2021年にかけて実施されているLao Road Sector Project Phase IIにおいても、RMS/PRoMMSに関して気候変動のファクターをシステムに追加するとしている。

²³ JICA: ラオス国 道路維持管理能力強化プロジェクト 事業事前評価表

²⁴ 道路維持管理能力強化プロジェクトチーム: “Project Design Matrix”, Version 1.0, 2021.2.5.

²⁵ ADB, Road Sector Governance and Maintenance Project section 2.3 2015

JICAの技術協力プロジェクトにおいて、RMS/PRoMMSの運用に関する技術面でのサポートを実施し、WBがRMS/PRoMMSシステム入力のために、道路インベントリーデータ及び道路状況データ収集を実施するなど、開発されたシステムの運用を促進するためドナー間での協力を行っている。

上記のRMSやPRoMMSはHDM-4を適用し、維持管理策定において各種のシミュレーション機能を有し、最適な計画を検討できるメニューを持っている。しかし、入力データの信頼性が低く、また建設工事や災害等による緊急対応に予算が割り当てられる結果となっており、システム自体が有効活用されていないのが現状である²⁶。

なお、WBは表3.9に示すように、上述の技術協力プロジェクトと合わせて、国道及び地方道の改良工事や維持管理工事の支援を継続的に実施している。

(2) ADB

ADBが実施するRoad Sector Governance and Maintenance Project (2016-2022)において、表3.9に示すように、過積載対策や道路状況測定機の調達、並びに道路建設/維持管理仕様書の改定、道路設計/維持管理マニュアルの改定や性能規定維持管理契約書作成などが実施される予定となっている。また、WBと同様、上記の技術協力プロジェクトと合わせて、南部地方の国道・地方道327kmの改良工事と日常維持管理の資金提供を行うなど、ハード面での支援を行っている。

表3.9 各ドナーの支援状況²⁷

ドナー	技術協力プロジェクト	有償/無償資金協力
WB	1) Road Maintenance Project 1, 2 ① 道路維持管理システム導入・運用 ② 車重計測所の設置 ③ 性能規定維持管理契約導入支援 ④ プロジェクトマネジメント支援 2) Road Sector Project I, II ① 道路AMへの気候変動対応 ② 性能規定維持管理契約の評価 ③ プロジェクトマネジメント支援 ④ 交通安全対策支援	1) 国道1,938km、地方道855kmの定期維持管理及び国道19,343km、地方道6,000kmの日常維持管理(2001~2004) 2) 国道、地方道の定期維持管理及び日常維持管理(2004~2010) 3) 国道171kmの改良工事(2010~2017) 4) 国道・地方道687kmの定期維持管理、地方道2,856kmの日常維持管理(2016~2022)
ADB	1) Road Sector Governance and Maintenance Project (2016-2022) ① 過積載対策 ② 道路状況データ測定機械調達 ③ 道路建設/維持管理仕様書の改定 ④ 道路設計/維持管理マニュアルの改定 ⑤ 性能規定維持管理契約書作成	1) 南部地方(Saravan, Xekong, Attapeu)の国道・地方道327kmの改良工事と日常維持管理(2016~2021) 2) 国道6B線(Houaphan)改良
KfW	1) 地方道路維持管理方法 2) 地方道路維持管理技術	1) 地方道(Sekong, Saravan, Bokeo, Louangnamtha, Oudomxay, Khammouane)改良・維持管理
中国		1) 国道1B線改良(Phongsaly)
タイ		1) 国道11号線改良(Vientiane) 2) Vientiane都市内道路改良

備考) KfWとはドイツ復興金融公庫の略称である。

²⁶ WB [2016], “Road Sector Governance and Maintenance Project2 Appraisal document” p4

²⁷ WB[2016], “Road Sector Governance and Maintenance Project2 Appraisal document” p37 他より編集

3.4.3 日本の大学との連携状況

JICA 道路アセットマネジメントプラットフォーム活動の一環として、開発途上国からの長期研修生を日本の研究機関が受け入れている。ラオスの MPWT から派遣されている研修生の研究テーマと受け入れ先を表 3.10 に示す。

表 3.10 日本の大学が受け入れているラオスの研修生²⁸

受入機関/指導教官	研究テーマ	研究コース	開始時期
大阪大学	Development of Road Asset management budgeting and allocating for Lao PDR	博士課程	2022年度
芝浦工業大学	Institutional Development in Transport Sector to achieve Effective Asset Management Mechanism in Lao PDR	修士課程	2021年度
北海道大学/ ヘンリーマイケル准教授	AMにおける過積載対策及び重量計測技術の効果・影響	修士課程	2018年4月
長崎大学/ 西川貴文准教授	鋼橋の長寿命化に資する維持管理モデルの研究	博士課程	2018年4月
長崎大学/ 中村聖三教授	AMのための橋梁点検評価手法	博士課程	2017年4月

3.5 ヒアリングおよび現地調査の経過

ラオスの道路アセットマネジメントの実態調査は、2020年度業務と2022年度業務で実施している。2020年度は、コロナ禍の影響で渡航が制限されたため、オンライン・ヒアリングのみ実施し、2022年度は、2020年度の調査を踏まえて、現地調査と現地でのヒアリングを実施している。

3.5.1 および 3.5.2 に、その経過を示す。

3.5.1 2020年度の道路アセットマネジメント成熟度評価

2020年度の道路アセットマネジメント成熟度評価は、表 3.11 に示す参加者、日程でオンラインのヒアリングにより実施した。事前に評価表を配布し、評定の仕方をキックオフミーティング時に説明した。ヒアリングでは相手が評定した点の低い項目と高い項目を中心に、その理由と背景を説明してもらった。また、ヒアリングの中で相手が評定点の修正を申し出た場合は、その場で修正した。

表 3.11 成熟度評価ヒアリングの実施内容（2020年度）

項目	日時	出席者	内容
JICA キックオフ	2021/5/13		趣旨説明
DOR キックオフ	2021/7/1	MPWT/DOR 次長 Sysouphanh CHANSAVAT MPWT/DOR 道路管理課 次長 Lamphoun KHOUNPHAKDY MPWT/DOR 事業監視課 次長 Souksakhone SOUTANNOUVONG MPWT/DOR 技術・環境課 技師 Sengsoulin PASERT	趣旨説明 ヒアリング日時設定

²⁸ JICA: “Research Themes of International Students (Road Asset Management)” 留学生研究テーマ（道路アセットマネジメント）

(https://www.jica.go.jp/Resource/activities/issues/transport/ramp/ku57pq00002mfxkm-att/research_theme_list.pdf) 2023年7月取得

項目	日時	出席者	内容
		MPWT/DOR 道路管理課 技師 Phouvisay VONGSAY MPWT/DOR 道路管理課 技師 Vannalom THAMMAVONGSA	
舗装、土工	2021/7/9	MPWT/DOR 道路管理課 次長 Lamphoun KHOUNPHAKDY MPWT/DOR 事業監視課 次長 Souksakhone SOUTANNOUVONG MPWT/DOR 技術・環境課 技師 Sengsoulin PASERT MPWT/DOR 道路管理課 技師 Phouvisay VONGSAY MPWT/DOR Khamphout	評価シート採点
橋梁、モニタリング/組織	2021/7/21	MPWT/DOR 道路管理課 次長 Lamphoun KHOUNPHAKDY MPWT/DOR 道路管理課 技師 Phouvisay VONGSAY	評価シート採点
評価素案、支援案	2021/8/6	MPWT/DOR 道路管理課 次長 Lamphoun KHOUNPHAKDY MPWT/DOR 事業監視課 次長 Souksakhone SOUTANNOUVONG MPWT/DOR 道路管理課 技師 Phouvisay VONGSAY	支援計画案提示

また、補足情報を得るため、表 3.12 に示すように、技術協力プロジェクトチームへのオンライン・ヒアリングを実施した。

表 3.12 補足ヒアリングの実施内容（2020年度）

ヒアリング先	日時	出席者	内容
ラオス橋梁技術協力プロジェクト	2021/7/5	プロジェクトマネージャー 高橋氏/国際開発センター(株)(IDCJ)	道路AMに関するヒアリング
ラオス国道9号線改修	2021/8/23	神村氏/株式会社大林組 アジア支店	現地コントラクター等の施工実態に関するヒアリング

3.5.2 2022年度の道路アセットマネジメント成熟度評価

2022年度の道路アセットマネジメント成熟度評価にあたり、現地調査の事前に情報収集と調整、および事後に事実確認と報告のため、表 3.13 および表 3.14 に示す日程、主題、相手方に対し、オンライン会議を実施した。また、現地における活動の位置、行程を図 3.20、表 3.15 に示す。

表 3.13 MPWT, DoR へのオンライン会議の経過（2022年度）

日時	主題	相手方
2022年10月14日 15:00-16:00	MPWT, DoR キックオフ	MPWT, DoR Mr. Lamphoun KHOUNPHAKDY, Deputy director
2022年10月28日 15:00-16:00	MPWT, DoR ヒアリング	MPWT, DoR Mr. Lamphoun KHOUNPHAKDY, Deputy director
2023年1月30日 16:00-17:15	MPWT, DoR フィードバック MTG	MPWT, DoR Mr. Lamphoun KHOUNPHAKDY, Deputy director

表 3.14 JICA RAMP・技プロ関係者へのオンライン会議の経過（2022年度）

日時	主題	相手方
2022年10月21日 14:00-15:00	ラオス現地調査計画に関するヒアリング	JICA 長期専門家 近藤達仁氏/ラオス産官学連携
2022年10月25日 12:00-13:00	橋梁維持管理技プロの実施状況に関するヒアリング	ラオス橋梁維持管理技プロプロジェクトマネージャー 高橋 君成氏 / IDCJ 国際開発センター
2023年2月13日 10:30-12:00	ラオスの道路AM実態調査/特殊橋梁調査報告	JICA HQ: 國弘氏、城ノ口氏、平林氏 JICA ラオス事務所: 山本次長 JICA ラオス専門家: 近藤氏

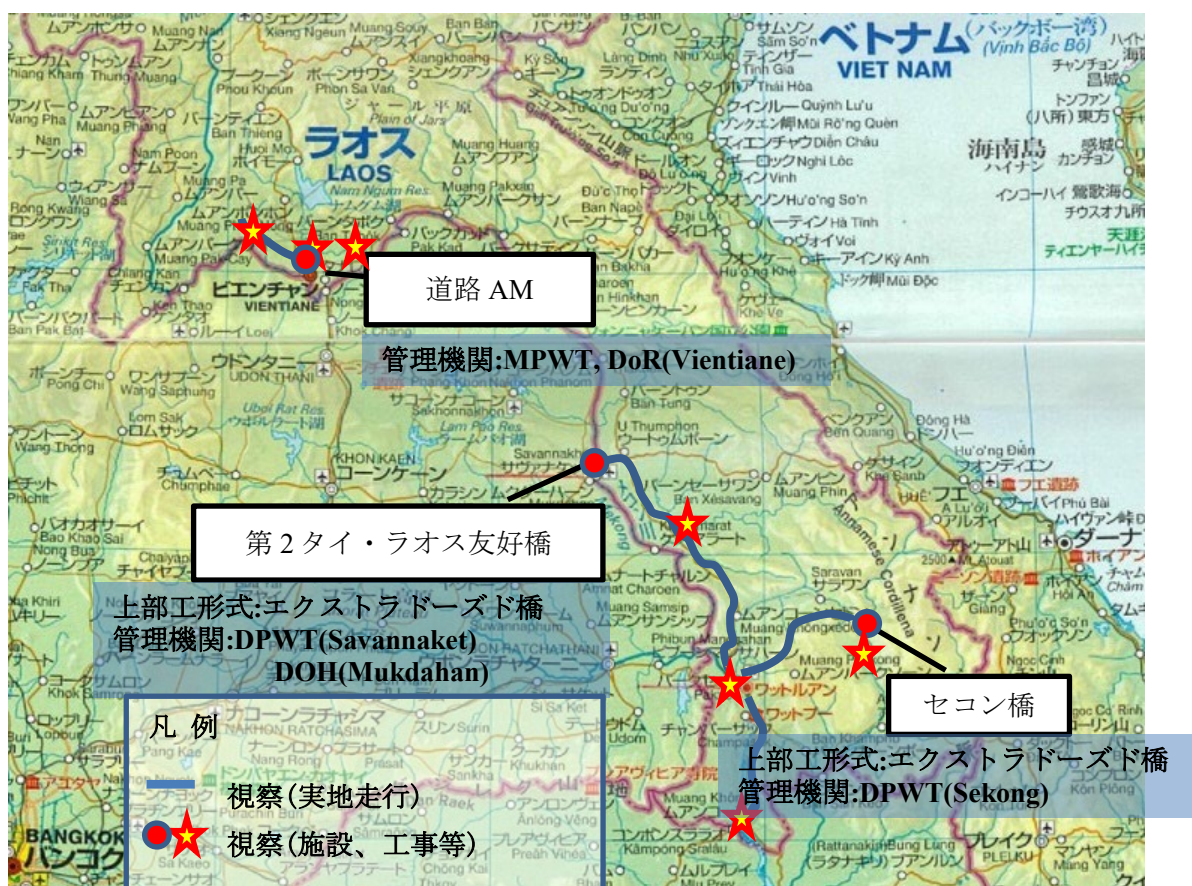


図 3.20 ラオスにおける道路 AM 実態調査 現地調査の位置図

表 3.15 ラオスにおける道路 AM 実態調査 現地調査の行程

日時	活動	相手方
2022年11月14日 (月)	ラオス・ビエンチャン着	
2022年11月15日 (火) 9:40-10:30	JICA ラオス事務所 インセンション打合せ	JICA ラオス事務所: 山本次長
2022年11月15日 (火) 13:15-15:50	Sanko Concrete Laos ヒアリング	三幸コンクリートラオ(株) 代表 右田 裕隆氏
2022年11月15日 (火) 16:30-17:15	橋梁維持管理技プロジェクト・オフィス訪問	KEI: パンタ・ボジュ・ラジュ氏 IDCJ: クティチ・ベロニカ氏
2022年11月16日 (水) 13:00-16:30	(Thai)DOH ムクダハン事務所ヒアリング	DOH ムクダハン事務所 - Mr.Kriangsak Tanpiyagul, Director of Mukdahan Highway District. - Mr. Viroj Tatongjai, Chief of Friendship Bridge Management Section 2 - Mr. Kampanat Muangkhan, Civil Works Tecniccian, Experienced Level - Ms. Lalita Bangsai, Civil Works Tecniccian, Operational Level - Mr. Sarunyu klongklaw, Government Employee - Ms. Alisa Pholmakthong, Temporary Employee 他 1名
2022年11月17日 (木) 13:00-16:30	DPWT サバナケット 第2タイ-ラオス友好橋 ヒアリング	DPWT サバナケット - Mr. Khammanh SENPHIMMACHAK, Deputy Project Manager

日時	活動	相手方
2022年11月18日 (金) 9:30-12:00	第2タイ-ラオス友好橋 書類確認	
2022年11月18日 (金) 13:00-14:00	出入国管理事務所	所長
2022年11月18日 (金) 14:30-16:00	第2タイ-ラオス友好橋 現地調査	DPWT サバナケット - Mr. Khammanh SENPHIMMACHAK
2022年11月19日 (土) 8:00-14:30	サバナケットからバクセへ移動 (道路視察、舗装補修工事視察)	
2022年11月19日 (土) 15:30-17:15	Sanko Concrete ヒアリング	工場長 二宗克行氏
2022年11月20日 (日) 8:30-18:00	チャンバサック県・道路視察 (19世紀の鉄道橋)	-
2022年11月21日 (月) 8:00-12:00	バクセからセコンへ移動 (道路視察)	-
2022年11月21日 (月) 13:00-16:00	DPWT サバナケットセコン橋のヒアリング、視察(橋梁、試験所)	DPWT セコン - Deputy Project Manager, 他3名
2022年11月22日 (火) 9:00-12:00	バクセ橋(ラオ日本友好橋)調査 チャンバサック県・道路調査	-
2022年11月22日 (火) 13:00-17:00	書類整理、資料作成	-
2022年11月23日 (水) AM	バクセからビエンチャンへ移動	-
2022年11月23日 (水) 13:00-16:00	ビエンチャン・道路調査	DPWT サバナケット - Mr. Khammanh SENPHIMMACHAK
2022年11月24日 (木) 9:00-12:00	DoR 有識者ヒアリング	Mr. Khattayasack CHAYAVONG
2022年11月24日 (木) 13:30-15:30	MPWT, DoR ヒアリング	MPWT, DoR Mr. Lamphoun KHOUNPHAKDY, Duputy director 他3名
2022年11月24日 (木) 16:00-17:00	在ラオス日本国大使館 調査報告	二等書記官 石田正俊氏
2022年11月25日 (金) 9:30-12:00	ラオス大学周辺 道路側溝・舗装工事	三幸コンクリートラオ(株) 代表 右田 裕隆氏、三幸(株)施工監理者
2022年11月25日 (金) 14:00-15:00	JICA ラオス事務所 調査報告	JICA ラオス事務所:長瀬所長、山本次長
2022年11月26日 (土)	ビエンチャンからバンコクへ移動	

3.6 施工・維持管理能力・技術水準

3.5 により得られた情報を、舗装、橋梁・コンクリート、土工・その他の別に、3.6.1 から 3.6.3 に示す。

3.6.1 舗装

(1) ヒアリングによる情報

- 2000年頃の円借款の国道9号線改修では、日本企業が採石場を調査・確保し、砕石プラントはタイで制作したものが改造しながら使われた。2012年頃は、現地業者によりプラントが設置、採石が生産された。首都では中国業者がいるので市場の砕石屋がある。地方は小型のプラント

で細々やっている程度である。サバナケット県のメコン川の近くでは浚渫の川砂利を使用している。

- 2) 舗装プラントは、国道9号線改修当時、日本（田中鉄工）から輸入された。2012年頃は韓国ステコ製の仮設プラントを輸入した。アスファルトは2000年、2012年頃とも、タイから輸入された。

(2) 現地調査

1) 品質管理の実態

簡易舗装(DBST)の補修工事が、サバナケットからパクセへ国道13号で移動する途中に実施されていた。その状況を端的に言えば、ラオスの舗装の施工には課題が多い。

⇒ 敷き均し厚、転圧回数は適当。

⇒ 交通規制が緩いため、転圧施工中車線に、離合する一般車が乱入する。

⇒ 骨材は、洗浄されておらず、ダストが付着し、異物が混じっている。

以下は、図（写真）についての説明である。いずれも2022年11月19日で、カッコ[]内は撮影時刻である。舗装補修の施工現場は、サバナケットからパクセへ約35km、Ban Phosay近郊である。

図3.21：[9:00]施工現場は、敷き均し厚さ、転圧回数は適当である。また、交通規制が緩い。

図3.22：[9:00]現場監督者は、施工面の異物に気づくと除去することもある。現場監督者は、木片や枯草などの異物がよくないことは理解している様子だが、材料となる骨材は洗浄されておらず、異物が相当混じっており、資材搬入前から除去される必要がある。

図3.23：[8:58]敷き均し・転圧中の材料を、現場従事者が採取し、確認している。その直後、この車線は、瀝青材を施工する前に交通開放された。

図3.24：[9:03]稼働中のモーターグレーダーとマカダムローラー（鉄輪）の施工の境目には、重機のオペレーターから視認できるポール等の目印がなく、境目の転圧不足が懸念される。

図3.25：[9:13]転圧して脇に寄った余剰材料を適当にまき散らしている。おそらく、層厚や密度の管理が確立していない。

図3.26：[9:15]転圧面をよく見ると、路盤材としてふさわしくない木片・枯草などが混じっている様子である。

図3.27：[9:19]交通規制の看板があり、20km/hと示されている。ただし、施工中の車道の脇に設置され、一般車両の施工中の車線への乱入を許している。

図3.28：[10:06]ときどき路面状況測定装置とその牽引トラックが通過する。どこで測定しているのか不明だが、IRI測定機能がある可能性がある。牽引するトラックの側面には、日本の建設会社名（漢字）が書かれたままの、中古車の様である。



図 3.21 国道 13 線における舗装の補修 施工状況



図 3.22 異物の混入と除去



図 3.23 施工層の材料を採取する現場従事者



図 3.24 稼働中のモーターグレーダーとマカダムローラー



図 3.25 余剰材料の再散布



図 3.26 転圧面の状況



図 3.27 交通規制の状況



図 3.28 路面状況測定装置とその牽引トラック

2) 幹線道路の路面状況

市街地から郊外の舗装は、市街地はコンクリート舗装やアスファルト・コンクリート舗装、郊外ではDBSTとされていた。排水溝・呑口は清掃され、機能している様子だった。

以下は、図（写真）についての説明である。

図 3.29：市内はコンクリート舗装だった。

図 3.30：多少のゴミがあるが清掃され機能している。

図 3.31：街路もコンクリート舗装だった。目地以外でひび割れている。コンクリート版厚は非常に薄い。

図 3.32：グレーチングは、清掃され、機能している。タイ製と見受けられる刻印がある。

図 3.33：アスファルト・コンクリート舗装である。

図 3.34：路肩に堆積物はなく、清掃されている。排水呑口は、機能している。

図 3.35：サバナケット市街から15分ほどで、DBST舗装となり、補修の間に合わないポットホールが時々ある。

図 3.36：サバナケットから郊外へ約2時間のところ。平坦な道が続く。DBST舗装も補修の間に合わないポットホールが時々ある。牛も闊歩する。



図 3.29 サバナケット市内の国道 9W 線



図 3.30 サバナケット市内の国道 9W 線路肩の排水呑口



図 3.31 サバナケット市内の街路のコンクリート舗装（ひび割れ）



図 3.32 街路の排水呑口



図 3.33 サバナケット空港近くの国道 9W 線



図 3.34 サバナケット空港近くの国道の排水呑口



図 3.35 サバナケット郊外の国道 9W 線



図 3.36 郊外の国道 9W 線

3.6.2 橋梁

(1) ヒアリングによる情報

- 1) 橋梁損傷の補修は、欠損充填、床版補修などが主で、断面欠損のためのモルタル、レジン材、鋼なら特殊な塗装など調達できる。補強は炭素繊維素材を使うこともある。
- 2) コンクリートの品質管理は、生コンクリートではスランプと温度だけであり、東南アジアは凍結融解がないということで、空気量が管理されていない。強度試験は実施される。
- 3) ラオスの夏場は、50°C近くまで気温が上昇することがある。夏場のコンクリートは、35°C以下になるようにするためには、水温を下げるしかない。
- 4) 砕石はダストだらけ。粒径は揃っていない。細骨材（砂）は、メコン川の川砂をそのままの感じだったが、今では、少しは洗うようになってきた。粗骨材は、洗浄などに手間がかかると、製品の値段は高くなる。製品の色は、洗浄が足りない材料を使っていると、赤みがかかると。
- 5) 骨材には、種類が全く異なるものが混入していることがある。サンダルが入っていたこともある。
- 6) 骨材は、採石業者でなく、運搬する業者と契約する形である。
- 7) 骨材の品質確保に経費をかけると価格競争力が弱まるため、各種の骨材を分別して保管する生コンクリート業者は、ほぼ皆無であり、露天置きするのが当たり前である。また、骨材の洗浄に注意を払う生コンクリート業者も、ほぼ皆無と考える。
- 8) コンクリートの、プラントにしても、生コンクリートにしても、規格がない。近傍に見られるプラントは、タイ資本で、タイの規格で作っている。ラオス独自の規格はないが、ASTN を準用するなど、他国の規格で作られるが、保証がない。規格を厳しく設定すると困る企業があると考えられる。
- 9) ラオスには、フランスの植民地だったが、ロシアの影響が強く、古い構造物はロシア製と推察する。コンクリート製品は、ロシアのほか、フランス、ハンガリー、タイ、ベトナムなどから入っており、混沌としている。
- 10) （民間企業に対して）PTII からは、生コンクリートの規格化の要望があったが、提案書の策定まで依頼される状態であり、民間企業でそれは難しいので、話が進まない。
- 11) ラオスに資格制度がない、人材育成ができない、という点で、たたき上げの者が職人芸で現場配合を司っている。よいものを作ろうとすると、タイや日本などの国外から施工管理者を配置する必要があると考える。

(2) 現地調査

1) 品質管理の実態（生コンプラントと骨材）

構造物の長寿命化の要となるコンクリートの品質確保には、少なくとも、骨材品質の安定化が必要である。しかし、ラオスの生コンクリート・プラントでは、骨材の露天置きが標準的であり、また、骨材はあまり洗浄されていない様子である。

以下は、図（写真）についての説明である。

図 3.37：ラオスにおいて一般的な生コンクリート・プラントの遠景である。骨材のストックは、露天置きが通常であり、仕切りがないので飛散して混ざり、また、枯草や木片などの異物も混入しやすく、ダストも付着する。

図 3.38：最近竣工したと考えられる沿道施設（ガソリンスタンド等）の建設現場における資材ストック・ヤードである。細骨材と粗骨材が混合した状態で放置されている。普段からこのような資材管理だったと推察できる。

図 3.39：粗骨材には、比重が軽そうな、強度があまりなさそうな材料が、時々混じっている。

図 3.40：JIS に準拠し、骨材貯蔵庫に屋根を設けている。

図 3.41：JIS に準拠し、異なる骨材ストックには、仕切りを設けている。

図 3.42：よく洗浄された骨材は、コストが高いが、ダストは付着していない。

図 3.43：あまり選別・洗浄されていない骨材は安価である。

図 3.44：生コン製造装置の骨材搬入口の仕切りが低く、異なる骨材が混じる懸念がある。

図 3.45：計量装置に目が細かいメッシュ（金網）を使うと、詰まって緊急停止が頻発する。



図 3.37 パクセ近郊の生コンクリート・プラント



図 3.38 建設現場近くの骨材置き場



図 3.39 粗骨材の近影



図 3.40 日系企業の骨材ストック（屋根付き）



図 3.41 日系企業の骨材ストック（仕切り有）



図 3.42 よく洗浄して納入された粗骨材



図 3.43 あまり洗浄されていない粗骨材



図 3.44 タイ製の生コン製造装置の骨材搬入口



図 3.45 骨材の計量装置のメッシュ（金網）

2) 品質管理の実態（構造物）

ラオスでも、昔のコンクリートは、品質の良さを確認できる。

以下は、図（写真）についての説明である。

図 3.46：ベイリー橋は推定 1970 年前後、新設橋は推定 2012 年前後の施工である。

図 3.47：ベイリー橋の橋脚は、健全に見える。

図 3.48：ベイリー橋の橋脚コンクリートは、密実で、ダストの付着もなさそうな感じである。

図 3.49：新設橋の橋脚コンクリートは、やや気泡痕が多く、赤みがかかる。

図 3.50：パクセから国道 13 号線を南下し、メコン川中洲のデッド島とコーン島間に架かる、フランス植民地時代に築造された旧鉄道橋。フランス統治時代に作られたコンクリート・アーチ橋である。島内鉄道の開通時期から推定して 1897 年頃竣工。現在は道路橋として供用されている。

図 3.51：旧鉄道橋のコンクリート表面。接写が難しかったので、写真の拡大であるが、100 年以上前のコンクリートとしては劣化の進行があまりなく見える。乳白色である。

図 3.52 : パクセにある 2000 年竣工の日ラオス友好橋の橋脚

図 3.53 : 2000 年竣工の下部工では、流水で研磨された範囲で、骨材に混入していた異物が流れた跡の空洞や、露出した異物が、表面で確認できる。

図 3.54 : 2018 年竣工のセコン橋の塔上部。小雨の影響で、キレツ様が浮き出して見える。

図 3.55 : セコン橋の橋台にもキレツ様が見られる。



図 3.46 並立する旧ベイリー橋と新設橋



図 3.47 旧ベイリー橋の橋脚



図 3.48 旧ベイリー橋の橋脚表面の接写



図 3.49 新設橋の橋脚表面の接写



図 3.50 フランス植民地時代の旧鉄道橋



図 3.51 19 世紀末のコンクリート表面拡大



図 3.52 日ラオス友好橋の下部工



図 3.53 日ラオス友好橋のコンクリート表面接写

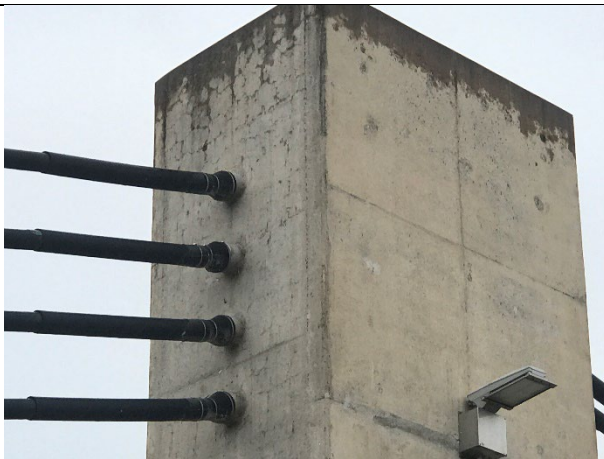


図 3.54 セコン橋の塔上部



図 3.55 セコン橋の橋台からの側面景

3) 品質管理の実態（施工）

生コンクリートの現場配合は、目視で水量を計って、練り混ぜてられている。

以下は、図（写真）についての説明である。

図 3.56：バケツ等の計量器具やミキサーは使われていない。水はホースから直接、練り混ぜはスコップで行われている。



図 3.56 生コンクリートの現場配合の状況

3.6.3 土工・その他

(1) ヒアリングによる情報

- 1) 道路を良くする意識は希薄で、排水不良、過積載、エロージョンで、道路の状態は悪い。
- 2) 維持管理の委託は、壊れた部分の補修を対症的に実施しているが、道路の損傷早期の進行は、過積載車両問題が解決していなければ、変わらないと考えられる。
- 3) 路側の掃除、草刈り、水路の清掃といった日常維持管理は、2001年から道路基金の予算を利用し、各県の DPWT の LBM (Labor Based Maintenance) により、沿道の小規模のコントラクターを通じてコミュニティーベースで、近隣住民に委託して実施している。県によって契約形態は異なるものの、概ね 10km 毎に 1 契約であり、契約額は 10km で年間 2000 ドル程度である。工事が必要な場合はコントラクターが補修工事を実施し、出来高に応じて費用が支払われる。土工事のレベルは低く、切土斜面の安定対策でアンカーは使われない。のり面保護工として植生等の被覆が仕様で規定されない。
- 4) 大きな問題の一つとして、過積載の車両が路肩にとまって排水溝が壊れる。設計軸重は 11t だが、200t 積んでいる車があり、軸重 15t ぐらいの車両がある。設計は As 5cm2 層で AASHTO に依っており、2006 年頃まで設計軸重は 9t だったのが、現在では設計軸重は 11t とされている。
- 5) ラオスでは、のり面保護のために植生等の被覆を課す技術基準はない。

(2) 現地調査

1) 品質管理の実態（のり面維持、排水溝設置）

今回確認した地域の道路は、切土盛土など地形改変をできるだけ避けるように線形計画され、道路斜面が少ない。

以下は、図（写真）についての説明である。

図 3.57：路肩端に側溝が設置されている。切土は車道から十分セットバックされている。

図 3.58：路肩端に側溝が設置され、のり面に上水道の配管が設置されている。

図 3.59：切土表面は、露出した岩肌にも人工的な被覆はないが、切土は車道から十分セットバックされている。

図 3.60：できるだけ切土を少なくするように、道路線形が設計されている。

図 3.61：公園となる丘陵ののり面。盛土または切土かは不明。自然斜面を整形した可能性がある。緩やかなのり面が石積みで被覆されている。小段排水はない。

図 3.62：郊外の国道でも道路側溝は設置されている。重力式擁壁が側溝の一部を形成するとともに、路体を保護する。草刈等のメンテナンスはされていない様子である。



図 3.57 パクセ市内地方道の切土



図 3.58 パクセ市内の国道 16W 線の切土



図 3.59 国道 16W 線の切土の近影



図 3.60 国道 16W 線の切土の遠景



図 3.61 セコン市の国道 16 号線ののり面被覆



図 3.62 セコン郊外の国道 16 号線の側溝



図 3.63 ビエンチャン郊外メコン川沿いの街道ののり面（タイ支援プロジェクトフェーズ 2）



図 3.64 メコン川沿いの街道のり面（タイ支援プロジェクトフェーズ2）のり面遠景



図 3.65 切土のり面近影



図 3.66 盛土のり面の表面被覆の状態



図 3.67 付近の全景



図 3.68 のり尻の排水溝



図 3.69 排水溝の流末（遠景）



図 3.70 排水溝の流末の状態（近景）

2) 品質管理の実態（施工）

舗装前の土工基盤施工の現場は、現地のコントラクターの技量・裁量に委ねられている。ラオス国外（タイ、日本など）から雇用された施工管理者は、工程を管理しつつ、現地コントラクターの施工を見守っている。

以下は、図（写真）についての説明である。

図 3.71：地盤の含水比や支持力は確認されていないようである。

図 3.72：道路側溝は、プレキャスト製品が設置される予定である。



図 3.71 側溝の掘削と路床の施工状況

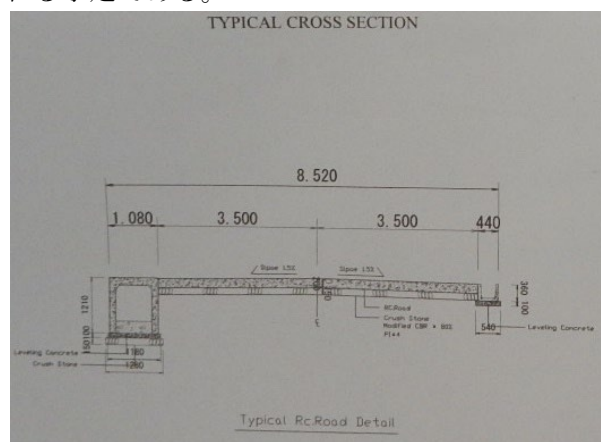


図 3.72 標準横断面図

3.7 道路AMの成熟度

3.7.1 成熟度評価の実施方法

2020年度の調査結果を踏まえ、2022年度の現地調査およびヒアリングで得られた情報に基づき、他国案件とのキャリブレーションを行い、評価した。評価は、2020年度の調査結果を部分的に修正および追加している。

3.7.2 成熟度評価結果

中項目レーダーチャート（評価点数）を図3.73に示す。図中の5年後とは、現在実施中のJICA技術協力プロジェクトが終了した場合の想定である。

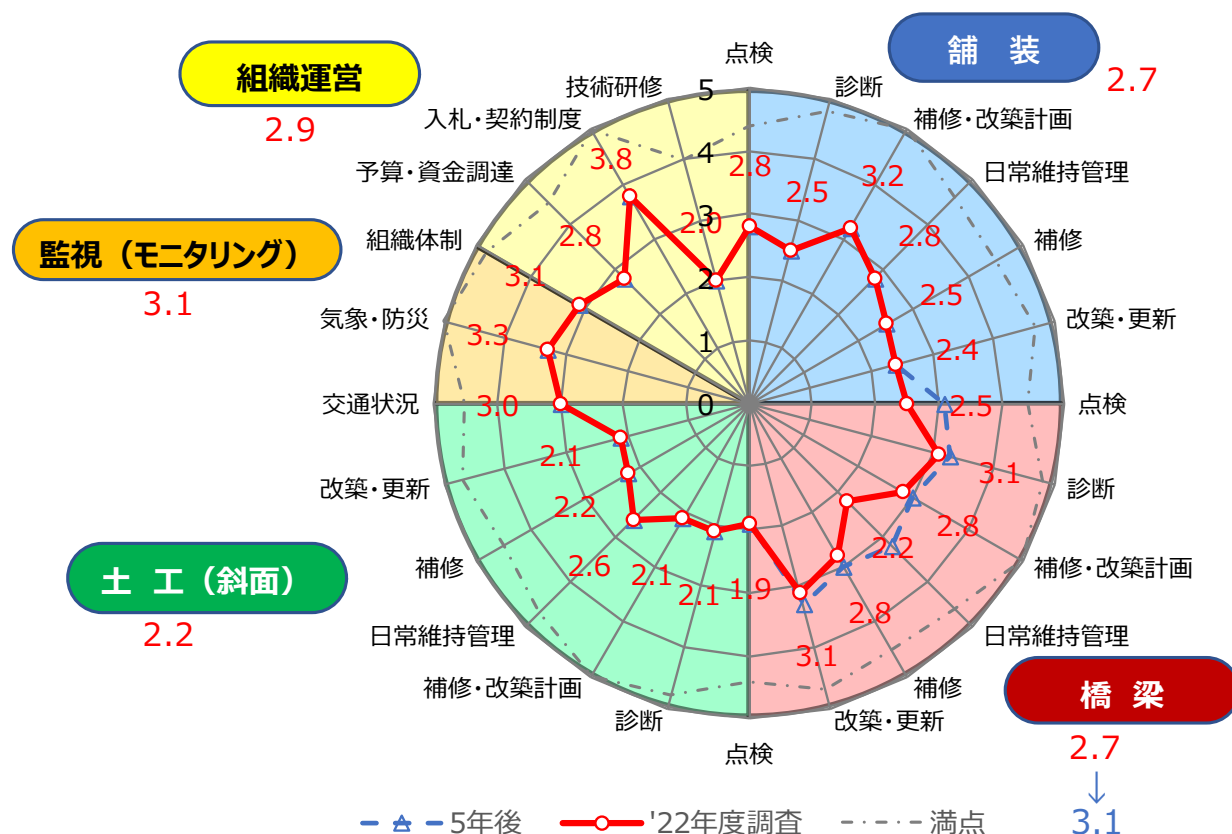


図 3.73 中項目レーダーチャート（評価点数）

(1) 全体的な評価

- 「舗装」並びに「橋梁」のレベルは 2.7 で、JICA 技術協力プロジェクトの評価目標のレベル 3 に近い。しかし、DBSTが舗装の約7割を占め、過積載等の横行等により劣化速度が速く、予防保全が不十分である。また、多くの技術基準で国外のものが準用されており、それらの間の抜け漏れから生じる品質管理の欠陥が懸念される。
- 「土工」のレベルは2.2であり、かなり低い。全般的に課題があり、技術の基礎から改善し、技術レベルの向上が必要である。
- 「監視（モニタリング）」のレベルは3.1で、JICA 技術協力プロジェクトの評価目標を達成している。
- 「組織運営」は、十分な資金を得られない財源の課題があるが、長期的資金調達のギャップは把握され、建設や改築の資金を道路 PPP で調達して道路基金を維持管理に多く配分する制度上の工夫や、組織の統制が構造化されており、評価レベルは2.9となる。一方、技術者が不足するため、外注化が進められているが、外注業務の監督や現場の問題把握が十分でない。技術者の確保と全体的な技術レベルの向上が必要である。

(2) 舗装 (評価レベル 2.7)

- 1) 「点検」のレベルは2.8である。これは、JICAで調達されたIRI計測機器を運用しているが、継続的な操作訓練が必要であることが要因である。
- 2) 「補修・改築計画」のレベルは3.2で高い。これは、舗装マネジメントシステム(PMS)が運用されていることが要因である。
- 3) 「日常維持管理」のレベルは2.8、「診断」のレベルは2.5で低い。これは、不定期な日常維持管理及び必要最低限の対応しかしていないことが要因である。
- 4) 「補修」のレベルは2.5、「改築・更新」のレベルは2.4で低い。これは、予算の制約から十分な補修や改築ができていない。品質管理に関して技術者のレベルは向上しているが、作業員のレベルは低いことが要因となっている。

(3) 橋梁 (評価レベル 2.7)

- 1) 「診断」と「改築・更新」のレベルは3.1で高いが、「日常維持管理」のレベルは2.2で低い。これは、外注するコントラクターの技術レベルが低いことなどが要因である。
- 2) 「点検」はレベル2.5で低い。これは、点検マニュアルはあるが、日常点検が実施されていないことが要因である。
- 3) 「補修・改築計画」のレベルは2.8で低い。これは、BMSが運用されているが、対症的な補修となっており、計画的な補修がなされていないことが要因である。

(4) 土工(斜面) (評価レベル 2.2)

- 1) 「点検」のレベルは1.9であり、著しく低い。これは、維持管理マニュアルがDOR及びDPWTで運用されず、点検は不定期で、日常点検は実施されていないことが要因である。また、水路の清掃や草刈りは不十分である。
- 2) 「補修」のレベルは2.2、改築・更新のレベルは2.1で低い。これは、対症的な補修となっており、計画的な補修がなされてなく、必要な資機材の一部が揃わず、補修の品質管理や改築・更新の実施は部分的であり、障害等の応急復旧は最低限となっているなどが要因である。

(5) 監視(モニタリング) (評価レベル 3.1)

- 1) 「交通状況」のレベルは3.0、「気象・防災」のレベルは3.3であり、基本的なデータは得られている。

(6) 組織運営 (評価レベル 2.9)

- 1) 組織の統制が構造化されており、「組織体制」のレベルは3.1、建設や改築の資金を道路PPPで調達する制度も作られ、「入札・契約制度」は3.8と高い。
 - 2) 「予算・資金調達」は、十分な資金を得られない財源の課題があるが、長期的資金調達のギャップは把握され、レベル2.8と評価される。
 - 3) 「技術研修」は、レベル2.0と低い。技術者の確保と、計画的な研修の実施等を通じて、全体的な技術レベルの向上が期待される。
-

3.7.3 2020年度評価からの変更の所見

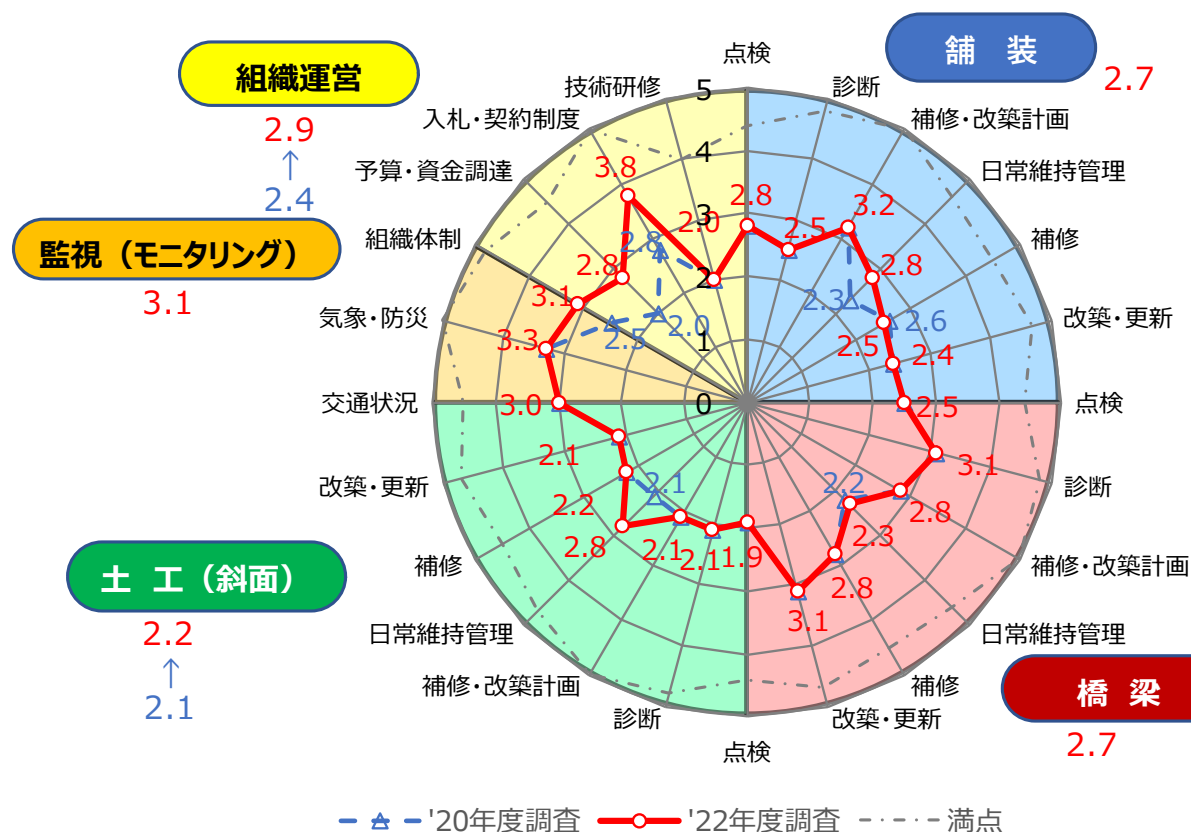


図 3.74 中項目レーダーチャート (評価点数)

- 1) 舗装の日常維持管理は、基本的に外注しているため、評価対象外とする(Lv2.3→2.8)。
- 2) 舗装、水路、標識の清掃範囲、頻度は、管轄路線に限定すれば、75%以上を網羅する(Lv2→4)。
- 3) 舗装、橋梁の品質監理は、限定的である(Lv3→2)。
- 4) 組織運営で、アセットマネジメント目標の設定は、意思決定基準等継続的に改善されている(Lv3→5)。
- 5) 内部監査は、定期的に行われている(Lv2→3)。
- 6) マネジメントレビューに基づく継続的な改善が見られる(Lv3→4)。
- 7) 組織・個人の役割分担が継続的に見直しされている(Lv3→5)。
- 8) 道路AM部署は他部署に対してかなりの影響力がある(Lv3→4)。
- 9) 長期的資金調達は、ギャップを分析・把握し、ギャップ解消に向けて関係者にアプローチしている(Lv3→4)。
- 10) 材料・機械・労務調達の積算基準は整備されており運用されている(Lv2→3)。
- 11) 契約方式の類型化の運用に基づき、契約方式の類型を評価し、継続的に見直されている(Lv3→5)。

3.8 道路AMの現況と課題

3.8.1 舗装AMの現況と課題

(1) 点検・診断

- 1) 国道の点検は、DORにより、日常および定期とも、管轄路線の50%以上の道路延長で不定期に実施されている。
- 2) 全ての舗装された国道は目視で点検され、毎年、IRIを測定する定期点検が実施される。IRIの計測機器(DRIMS)は、JICAで調達されたもので、DORはその操作の教育を継続的に実施しているが、DRIMS運用のハード・ソフト両面より、まだ日本の支援が必要である。
- 3) DORとDPWTの技術者はレベルが高くない。定期的な配置転換もあるため、特に若手技術者を対象に、継続的な教育が必要である。
- 4) 診断の教育はラオス語により実施されているが、診断のガイドラインは英語であり、英語をラオス語に翻訳する取り組みが実施されている。また、診断のガイドラインは、十分な内容が網羅されてなく、また最新の情報が欠如しているため、さらなる改善が必要である。
- 5) ラオスの国道はDBSTが80%以上、過積載の横行等、舗装の劣化速度が速く、診断を要する予防的な道路保全が出来ていない。

(2) 補修・改築計画

- 1) 舗装マネジメントシステム(PMS)には、定期点検、診断、補修、改築の記録が保存・更新されているが、未舗装や地方の道路は記録保存が限定的である。また、全データが更新されていない。
- 2) 2~3年の補修・改築計画が、管轄路線の50%以上で策定されている。地方では、未舗装道路が多く、劣化メカニズムが不明で計画の策定が難しい。
- 3) 舗装の損傷が多発するため、補修の必要な道路が、実行可能な補修計画に対して過多となっている。

(3) 日常維持管理

- 1) 日常維持管理は、WBやADBの支援を受け、外注化が進められているが、これまでの周辺住民(レイバー)への委託(Labor Based Maintenance ; LBM)から、近年は性能規定契約(PBC)によりコントラクターに外注する方式を拡大しており、求められるサービス水準の確保が図られている。
- 2) ラオスでは舗装された全国道で運用されているLBMは、国道はDBSTが約7割を占め、舗装の劣化速度が速いため、LBMの範疇を超えてしまうことから、舗装にかかる日常維持管理について、清掃以外はスコープに含まれていない。
- 3) 舗装の日常維持管理はコントラクターへの外注となるが、大規模な損傷が優先されるため、タイムリーに予防的な日常維持管理が出来ていないのが実情である。
- 4) 日常維持管理の外注化を進める一方で、受注者を監督する技術者が不足しているため、契約履行の検測が行き届かない懸念がある。

(4) 補修、改築・更新

- 1) ラオスの舗装で大半を占めるDBSTや未舗装は水に弱く、耐久性に乏しい。
- 2) 予算の制約から十分な補修や改築ができていない。
- 3) 品質管理は、耐久性の確保・向上に必要な施工プロセスや材料の条件の技術基準が適用されていないため、ラオスにおける施工中の品質管理は現場任せとなっている。また、監督不届きにより、不良材料や施工不良が見過ごされている。

- 4) 補修、改築・更新は、外注される。品質管理に関して、受注する民間会社には教育・育成プログラムが提供され、技術者の技術レベルは向上しているが、労働者のそれは非常に低く、耐久性の確保に必要な品質管理が適切に施されていない。
- 5) 工程変更や安全確保を軽視した施工管理の結果、品質に問題があり耐久性が損なわれた舗装が蔓延し、早期の補修が必要となる状況が頻繁に起こり得る状況となっている。

3.8.2 橋梁 AM の現況と課題

(1) 点検・診断

- 1) 点検マニュアルは、JICA 技術協力プロジェクトで策定中であり、NRMP から完成を待望されている。日常点検、定期点検ともに、国道と県道では、同じものが適用される。
- 2) 日常点検は実施されていないが、管轄路線の 50%以上の橋梁で、DOR と DPWT により定期点検が実施される。何か重大な問題が発生した場合には、コンサルタントが雇用され、詳細な調査が実施される。
- 3) 一般的な橋梁に関する診断マニュアルは JICA 技術協力プロジェクトで策定中であり、NRMP から完成を待望されている。
- 4) DOR と DPWT による診断が基本とされている。特別な調査が必要と技術者が判断した場合は、コンサルタントに委託して詳細な調査が実施される。診断マニュアルはある。

(2) 補修・改築計画

- 1) 橋梁マネジメントシステム (BMS) は JICA 技術協力プロジェクトの支援を受けて構築中で、定期点検、診断、補修・改築の記録が、一部の橋梁について保存・更新されている。
- 2) 予防保全を導入する必要性は認識されているが、予算制約のため損傷箇所への対応が対症療法となっており、補修・改築の計画は翌年度のみが策定されている。

(3) 日常維持管理

- 1) 日常維持管理は、全て外注されているが、コントラクターの能力は要求レベルより低く、装備も十分備えていないため、資格要件は低く設定されている。

(4) 補修、改築・更新

- 1) 補修、改築・更新は、全て外部に委託される。必要な資機材はタイや中国等の外資系企業を中心に揃っている。
- 2) 技術基準は国外の基準を準用しており、一貫した基軸がなく、また、自国内で修正・改良や新規制定の知見が具備されていない。
- 3) 品質管理は、一貫した品質基準の基軸がなく、出来形を主とした性能規定を主眼としているため、良質な材料の確保や施工手順などの規定が適切に適用されていないなど、プロセスに欠陥があり、品質基準の適用は限定的となっていることが、品質不良の原因となっている。

3.8.3 土工(斜面)AMの現況と課題

(1) 点検・診断

- 1) DOR と DPWT による点検は、日常および定期とも外注され、管轄路線の 50%未満の道路延長で、不定期に実施されている。診断も外注される。
- 2) DOR と DPWT に土工に詳しい技術者がいない。点検員の技術レベルや点検機器は十分でなく、点検員の専門教育が必要である。日常点検はなく、定期点検、診断のマニュアルが部分的に整備される。

- 3) 診断の教育はラオス語により実施されているが、診断のガイドラインは英語であり、英語をラオス語に翻訳する取り組みが実施されている。また、診断のガイドラインは、十分な内容が網羅されてなく、また最新の情報が不足しているため更新が必要である。

(2) 補修・改築計画

- 1) 斜面や地質調査のデータがないため、斜面对策の優先順位を決めることができない。
2) 予防保全を導入する必要性は認識されているが、予算制約のため損傷箇所への対応が対症療法となっており、補修・改築の計画は翌年度のみが策定されている。

(3) 日常維持管理

- 1) 全て外注されているが、技術レベルは高くない。
2) 草刈り、水路や標識の清掃は、管轄路線で、不定期に一部が遂行されている。

(4) 補修、改築・更新

- 1) 全て外部に委託されているが、品質管理は限定的（材料、出来形のみ）である。
2) 多額の費用がかかる地滑り対策は、予算が新規建設事業に偏って配分され、優先度が低い。
3) 標準的な斜面对策工は、基本的なものにとどまり、アースアンカー等の高度な技術は施工業者が限られている。
4) 補修（設計）マニュアルは部分的であり、不完全である。
5) 斜面防災に関する専門家が不足している。

(5) 研修、研究

- 1) 技術者を教育するプログラムはなく、DORとDPWTの教育が必要である。また、日本の大学に斜面の研究に関するラオスの留学生が1名派遣されているが、複数名の派遣が希望されている。

3.8.4 監視(モニタリング)、組織運営 AMの現況と課題

(1) 監視 (モニタリング)

- 1) 交通量は、管轄路線の50%未満の道路延長で、2~3年毎の不定期の頻度で、人手により観測されている。
2) 気象は、他の機関が観測したものを、必要に応じて入手しており、管轄路線の50%以上の道路延長がカバーされる。モニタリング結果は記録保存、共有、更新されている。

(2) 組織運営

- 1) 5年、10年、20年の目標があり、予算は2から3年で計画されるが、財政の制約により、予算配分は偏っている。また、契約済みの契約に対して、支払の遅延が発生する場合が生じている。
2) 内部監査は不定期、道路AM担当の人員配置は不十分であり、事業執行体制が脆弱である。
3) 人材育成のための研修施設はあるが、研修の計画、内容ともに不十分である。
4) NRMPの技術者に対する教育/訓練の機会が少ない。

3.8.5 研究・開発が必要な課題

道路AM評価を通じて抽出された課題のうち、補修技術・長寿命化技術・点検技術の研究・開発が必要な課題は、表3.16に示すとおりである。また、本邦大学で研究を実施するにあたっての研究計画の素案と大学の候補案を表3.17、表3.18に示す。

表 3.16 研究・開発が必要な課題（ラオス）

	対象となる課題	備考
舗装	予防保全を踏まえた舗装のAM	ラオスで大半を占める DBST や未舗装の道路は、路面の劣化速度が速く、診断を要する予防保全や補修計画の策定が困難となっている。
橋梁	技術協力プロジェクト実施中	北海道大学、長崎大学が留学生を受け入れ。
土工	斜面の安定化対策	斜面や地質調査のデータがなく、斜面对策の専門家もいない。

表 3.17 抽出された課題の研究計画の素案および大学の候補案（舗装）

課題	舗装の劣化速度と補修頻度を踏まえた AM	
背景・必要性	ラオスの国道はDBSTが80%以上、過積載の横行等、舗装の劣化速度が速く、診断を要する予防的な道路保全が出来ていない。また、地方では、未舗装道路が多く、劣化メカニズムが不明で、補修計画の策定が難しい。したがって、対症的な補修が多くなっており、今後もDBSTによる舗装道路の増加により、維持修繕費の更なる増加が懸念される。一方、対症的な補修は、予防保全や計画的な補修よりも維持修繕に係る費用が高くなる可能性が高い。そこで、舗装の劣化に伴う維持修繕に係る費用を最小にする舗装の補修・改築計画が求められる。	
研究計画	DBST 舗装および今後 DBST による舗装化が予定される未舗装の道路について、交通量等の道路特性で分類し、補修頻度、劣化メカニズム、および補修に係るライフサイクルコストを最小化する計画を研究する。研究は、モニタリングに必要な資機材や処理方法は本邦より技術供与し、現地における点検、測定や分析・評価は本邦大学と現地の大学と協働で進める。 舗装の耐久性に関する研究は、国土交通省（土木研究所）や高速道路会社（NEXCO 総研）などが実施しており、このような研究機関との連携も考えられるが、DBST に関する研究機関は見当たらない。このため、防災や舗装材料の観点からの研究に取り組んでいる日本の大学を候補として挙げられる。	
大学の候補 ラオス	■ラオス国立大学 首都ビエンチャン特別市にある同国最大規模の国立大学で、1996年創立 5年制で、理学部、工学部、経済経営学部、文学部、教育学部、建築学部、農学部、森林学部、法学部、社会学部、医学部がある。	
大学の候補 日本	岐阜大学	■八嶋 厚 教授、木下 幸治 准教授 ブータンより JICA 留学生（修士課程）を受け入れている（湿潤状況下でのたわみ性舗装の損傷に対する調査）。社会基盤工学科に防災コースを設け、様々な災害の発生メカニズムの解明や被害を軽減するための方法論の検討、地域住民が連携して災害に備えるためのしくみづくりなど、ハード・ソフトの両面から安全・安心な社会の形成をめざした研究を進めている。八嶋教授は、地盤工学、地震工学、地盤防災工学等について研究している。
	北海道大学	■石川 達也 教授 防災工学、地盤工学を研究分野として、不飽和地盤力学、地盤の凍上・凍結融解挙動、粒状路盤材料、繰返し挙動に関して研究している。
	長岡技術科学大学	■高橋 修 教授 アスファルト舗装の構造解析および構造評価、アスファルト舗装材料の力学的特性の評価および配合設計法の開発、アスファルト舗装材料の高機能化、産業廃棄物の各種舗装へのリユース等に関して研究している。

表 3.18 抽出された課題の研究計画の素案および大学の候補案（土工）

課題	ラオスの地質における斜面安定化対策	
背景・必要性	<p>地質に応じた斜面の安定勾配は、日本では高速道路の建設黎明期から真っ先に地質区分に応じて標準化され、道路設計や防災対策の検討の基本となっている。しかし、ラオスでは、斜面や地質に関するデータが整備されておらず、地質に応じた標準勾配が定まっていな中で、斜面の安定（崩れない斜面・長寿命化）、適切な補修を踏まえた恒久的な復旧・対策は為し難い。</p> <p>一方、地質により異なる斜面の安定勾配は、他国で策定された基準がラオスに適すると限らない。このため、類似の地質がある他国の標準勾配に準じつつ経験則に依らざるを得ないが、抜本的には、ラオスの地質に関する科学的知見を蓄積し、ラオス国内で適用すべき標準勾配が定められるべきである。</p>	
研究計画	<p>ラオスで道路の設計・防災対策に必要な地質を把握し、主な地質分布を類型化・整理する。試験により得られた土質定数から標準値を定め、これに基づく斜面の安定解析を踏まえ、標準勾配を定める。</p> <p>研究は、調査に必要な資機材や処理方法は必要に応じて本邦より技術供与し、現地調査、試験や分析・評価は本邦大学と現地の大学・短期大学と協働で進める。</p>	
大学の候補 ラオス	<p>■ラオス国立大学 首都ビエンチャン特別市にある同国最大規模の国立大学で、1996年創立5年制で、理学部、工学部、経済経営学部、文学部、教育学部、建築学部、農学部、森林学部、法学部、社会学部、医学部がある。</p>	
大学の候補 日本	<p>防災を基軸にした斜面安定について多くの大学で研究されており、土質試験を前提にした安定解析を研究できる大学で留学生を受け入れられるならば対応可能と考えられる。なお、標準勾配等の基準は、国土交通省（土木研究所）や高速道路会社（NEXCO 総研）が主導して策定された経緯があり、このような研究機関との連携も考えられる。また、道路 AM や人材育成の観点からの研究では、表 3.17 と同様に、以下の国内の大学が候補として考えられる。</p>	
	横浜国立大学	<p>■菊本 統 准教授 インドより JICA 留学生（修士課程）を受け入れている（Ground contamination by NAPLs）。 地盤工学、自然災害科学・防災学を専門分野としている。</p>
	京都大学	<p>■Pipatpongsa, Thirapong（ピパットポンサー ティラポン）准教授 タイ国・チュラロンコン大学 工学部 土木工学科卒。 数値地盤力学・粒状体モデルによる斜面安定解析の研究より、地盤や土構造物の挙動予測への精度向上および効率化を目的とした材料特性実験を始め、物理模型実験、地盤構成則、数値計算手法および現場適用に関する研究課題に取り組んでいる。同時に、国際共同研究を通じて、現地問題解決に向けた適応可能な技術を開発し、地下エネルギー資源開発、地域地盤環境、自然災害予測への研究成果の活用を図っている。</p>
	筑波大学	<p>■松島 亘志 教授 地盤や各種粒状材料の変形・破壊、或いは流動現象を粒子レベルの力学から予測することを目指して、基礎理論の構築、様々な実験・解析手法の開発と、その応用研究を行っている。</p>

3.9 道路 AM 定着に向けた改善策・提言

道路 AM 各大項目について、抽出された課題、改善策、提言を整理する。提言に関し、カッコ[]内は、優先順位を表し、A から C の順で高いものとする。

3.9.1 舗装 AM の改善策・提言

舗装 AM に関して抽出された課題、改善策、提言を表 3.19 に示す。

表 3.19 舗装 AM の改善策と提言

	抽出された課題	改善策	提言
1.	全ての舗装の状態を定期的に点検し、損傷ランクを客観的な指標で判断	<ul style="list-style-type: none"> 点検員および診断者の継続的な教育、育成 点検および診断マニュアルを更新する（診断、補修、対策に関する最新の知見の追加、ラオス語翻訳版作成）。 	<ul style="list-style-type: none"> JICA 技術協力プロジェクト（舗装）フォローアップ[B] 長期専門家の派遣[A] JICA 技プロ（品質管理に係る人材育成、基準の策定）[A] 技術資格認定制度の構築[A]
	点検・診断から補修に至る維持管理サイクルを定着		
2	耐久性のある舗装道路の普及	<ul style="list-style-type: none"> 品質管理に必要な技術基準・体系の構築 5年以上の道路の舗装化計画に基づき、補修計画を策定する。 	
	所定の品質を確保するための、品質に係る技術基準の策定		
3	適切な補修計画および品質管理のもと、補修、改築・更新を実施	<ul style="list-style-type: none"> 適切な補修計画を策定できる耐久性のある舗装の施工。未舗装道路の舗装化を進める。 所定の品質を確保するための、品質管理に必要な技術基準の構築。これを踏まえた、路床・路盤ならびにアスファルト混合物の、品質管理（施工指導）。 適切な品質管理のもと、排水処理、早期補修の実施 	
	施工従事者（労働者）の技能を向上		

3.9.2 橋梁 AM の改善策・提言

橋梁 AM に関して抽出された課題、改善策、提言を表 3.20 に示す。

表 3.20 橋梁 AM の改善策と提言

	抽出された課題	改善策	提言
1	全ての橋梁を定期的に点検し、損傷レベルを客観的な指標で判断	(JICA 橋梁維持管理技術協力プロジェクトを実施中)	<ul style="list-style-type: none"> 特殊橋梁に関する点検・診断・補修マニュアルの策定[B] 技術資格認定制度の構築[A]
	点検・診断から補修に至る維持管理サイクルを定着		
2	全ての橋梁に関するデータが BMS に格納される。		
	必要な補修を計画的、適切に実施		
	5年間程度の中期的計画を策定		
3	コントラクターが十分な技術レベルを確保	産官学が連携して日常維持管理能力を向上させる。	<ul style="list-style-type: none"> 技術資格認定制度の構築[A]
4	所定の品質を確保するための、施工過程の品質に係る技術基準の策定	品質管理に必要な技術基準・体系の構築	<ul style="list-style-type: none"> JICA 技プロ（品質管理に係る人材育成、基準の策定）[A] 技術資格認定制度の構築[A]
	適切な補修計画および品質管理のもと、補修、改築、更新を実施	(JICA 橋梁維持管理技術協力プロジェクトを実施中)	

3.9.3 土工(斜面)AMの改善策・提言

土工（斜面）AM に関して抽出された課題、改善策、提言を表 3.21 に示す。

表 3.21 土工（斜面）AMの改善策と提言

	抽出された課題	改善策	提言
1	全ての斜面の状態は定期的に点検され、リスクを客観的な指標で判断	<ul style="list-style-type: none"> 土工技術者の育成（斜面問題と地質調査） 点検および診断マニュアルを更新（診断、補修、対策に関する最新の知見の追加、ラオス語翻訳版作成） 	<ul style="list-style-type: none"> JICA 技術協力プロジェクト（斜面）[C] 技術資格認定制度の構築[A]
	点検・診断から補修に至る維持管理サイクルを定着		
2	データやリスクに基づき、斜面对策の優先順位を決定	<ul style="list-style-type: none"> 斜面や地質データの確保（調査） 斜面对策のマニュアル作成 クリティカルな斜面の地形、地質に応じて適切な斜面工の段階的導入 土工技術者の育成（斜面問題と地質調査） 	
	5年間程度の中期的計画を策定		
	斜面防災対策を実施		
3	斜面問題に適切に対処/斜面の安定解析と対策を実施	<ul style="list-style-type: none"> 土工技術者の育成（斜面問題と地質調査） 日本の大学や研究機関との連携 	<ul style="list-style-type: none"> JICA 研修、招聘、日本の大学への留学生受入[A]

3.9.4 監視（モニタリング）、組織運営 AMの改善策・提言

監視（モニタリング）、組織運営 AMの抽出された課題、改善策、提言を表 3.22 に示す。

表 3.22 監視（モニタリング）、組織運営 AMの改善策と提言

	抽出された課題	改善策	提言
1	必要な道路において、交通状況や交通量のモニタリングを実施	<ul style="list-style-type: none"> 交通量が非常に多い、または、重要な橋梁のある路線・区間においては、車速や軸重を計測可能な常時観測機器の設置により、適切な交通計画および過積載車両の抑制を図る。 必要に応じて雨量、風速などの気象データをリアルタイムに取得できる気象観測機器の設置と情報共有により、能動的な防災対策を実施できる体制の構築を図る。 	自国で対応可能（場合によって、JICA 技術協力プロジェクトを活用）[C]
	気象・防災のモニタリングがなされており、通行止めや交通規制の判断が遅滞なく適切に実施		
2	必要な事業に適切に予算配分	JICA 技術協力プロジェクト・招聘、および研修員受入（長期・短期）[A]	
	適切で円滑な事業執行に必要な人員を確保		
3	技術者の教育、育成を継続的に実施	<ul style="list-style-type: none"> 人事育成の訓練プログラムを確立する。 産官学が連携した技術者育成の教育プログラムの推進 	<ul style="list-style-type: none"> JICA 研修、招聘、日本の大学への留学生受入[A] JICA 研修員受入（長期・短期）[A] JICA 技術協力プロジェクト等を活用したセミナー開催[A]
	必要な知識を習得した技術者を適所に配置		

3.10 ラオスの道路AM評価結果一覧

大項目			中項目			小項目			細目		
	Lv	Achv		Lv	Achv		Lv	Achv		Lv	Achv
舗装	2.7	59.4%	(1) 点検	2.8	63%	(11) 点検体制	2.7	53%	<1> 体制	3.0	60%
						(12) 点検マニュアル	2.5	61%	<2> 点検員の技術レベル	3	60%
						(13) 日常点検の実施	3.0	69%	<3> 点検機器の稼働	2	40%
						(4) 定期点検の実施	3.0	69%	<4> 日常点検マニュアル整備	3	60%
			(2) 診断	2.5	54%	(15) 診断体制	2.5	50%	<5> 日常点検マニュアル運用	2	67%
						(6) 診断マニュアル	2.1	51%	<6> 定期点検マニュアル整備	3	60%
						(7) 健全度の診断	3.0	60%	<7> 定期点検マニュアル運用	2	67%
								<8> マニュアルの技術レベル	2.7	53%	
			(3) 補修・改築計画	3.2	64%	(8) 舗装資産台帳・DB	4.0	80%	<9> 点検範囲	3	60%
						(9) 舗装マネジメントシステム	4.0	80%	<10> 点検の実施頻度	2	67%
						(10) 計画の策定	2.6	52%	<11> 点検記録の保存・共有	4	80%
								<12> 点検範囲	3	60%	
			(4) 日常維持管理	2.8	62%	(11) 日常維持管理の体制	2.7	53%	<13> 点検の実施頻度	2	67%
						(12) 清掃(路面)	4.0	80%	<14> 点検記録の保存・共有	4	80%
						(13) 応急措置	2.3	58%	<15> 体制	3.0	60%
								<16> 診断の技術レベル	2	40%	
			(5) 補修	2.5	58%	(14) 補修の体制	3.0	60%	<17> 診断マニュアル整備	2	40%
						(15) 品質基準	2.7	67%	<18> 診断マニュアル運用	2	67%
						(16) 補修(設計)マニュアル	2.2	54%	<19> マニュアルの技術レベル	2.3	47%
						(17) 補修の実施	2.3	52%	<20> 損傷原因の究明	2	40%
								<21> 損傷度のランク分け	3	60%	
			(6) 改築・更新	2.4	52%	(18) 改築・更新の体制	2.7	50%	<22> 診断記録の保存・共有	4	80%
						(19) 改築・更新の実施	2.3	52%	<23> 整備	5	100%
								<24> 運用	3	60%	
								<25> 整備	5	100%	
								<26> 運用	3	60%	
								<27> 計画の立案	3	60%	
								<28> 計画の範囲	3	60%	
								<29> 健全度の予測	2	40%	
								<30> 補修・改築にかかる費用の把握	2	40%	
								<31> 予防保全	3	60%	
								<32> 体制	3.0	60%	
								<33> 維持管理責任者の技術レベル	3	60%	
								<34> 維持管理作業機械(舗装)の稼働	2	40%	
								<35> 清掃範囲	4	80%	
								<36> 清掃の実施頻度	4	80%	
								<37> 変状・損傷対応の管理	3	60%	
								<38> 変状の小補修(仮補修)	2	67%	
								<39> 障害等の応急復旧	2	67%	
								<40> 応急措置記録の保存・共有	2	40%	
								<41> 体制	3.0	60%	
								<42> 補修の技術レベル	3	60%	
								<43> 資機材調達	3	60%	
								<44> 品質基準の整備	3	60%	
								<45> 品質基準の適用	3	100%	
								<46> 品質監理	2	40%	
								<47> 補修(設計)マニュアル整備	2	40%	
								<48> 補修(設計)マニュアル運用	2	67%	
								<49> マニュアルの技術レベル	2.7	56%	
								<50> 施工計画・工程管理	3	60%	
								<51> 補修(本補修)	2	67%	
								<52> 変更の管理	2	40%	
								<53> 補修記録の保存・共有	2	40%	
								<54> 体制	3.0	60%	
								<55> 改築・更新の技術レベル	3	60%	
								<56> 資機材調達	2	40%	
								<57> 実施計画	2	40%	
								<58> 改築・更新	2	67%	
								<59> 変更の管理	2	40%	
								<60> 改築・更新記録の保存・共有	3	60%	

図 3.75 ラオスの道路AM評価結果一覧【舗装】

第3章 ラオスの道路AM実態調査

大項目	中項目		小項目		細目	Lv	Achv							
	Lv	Achv	Lv	Achv										
2 橋梁	2.7	58.8%	(7) 点検	2.5	57%	(20) 点検体制	3.0	60%	<61> 体制	3.0	60%			
						<62> 点検員の技術レベル	3	60%						
						<63> 点検機器の稼働	3	60%						
						(21) 点検マニュアル	2.6	63%	<64> 日常点検マニュアル整備	3	60%			
						<65> 日常点検マニュアル運用	2	67%						
						<66> 定期点検マニュアル整備	3	60%						
						<67> 定期点検マニュアル運用	2	67%						
						<68> マニュアルの技術レベル	3.0	60%						
						(22) 日常点検の実施	1.0	24%	<69> 点検範囲	1	20%			
						<70> 点検の実施頻度	1	33%						
						<71> 点検記録の保存・共有	1	20%						
						(23) 定期点検の実施	3.3	76%	<72> 点検範囲	3	60%			
						<73> 点検の実施頻度	2	67%						
						<74> 点検記録の保存・共有	5	100%						
						(8) 診断	3.1	66%	(24) 診断の体制	3.0	60%	<75> 体制	3.0	60%
						<76> 診断の技術レベル	3	60%						
						(25) 診断マニュアル	2.7	62%	<77> 診断マニュアル整備	3	60%			
						<78> 診断マニュアル運用	2	67%						
						<79> マニュアルの技術レベル	3.0	60%						
						(26) 健全度の診断	3.7	73%	<80> 損傷原因の究明	3	60%			
						<81> 損傷度のランク分け	3	60%						
						<82> 診断記録の保存・共有	5	100%						
						(9) 補修・改築計画	2.8	56%	(27) 橋梁資産台帳・DB	3.0	60%	<83> 整備	3	60%
						<84> 運用	3	60%						
						(28) 橋梁マネジメントシステム	3.0	60%	<85> 整備	3	60%			
						<86> 運用	3	60%						
						(29) 計画の策定	2.6	52%	<87> 計画の立案	2	40%			
						<88> 計画の範囲	3	60%						
						<89> 健全度の予測	3	60%						
						<90> 補修・改築にかかる費用の把握	3	60%						
						<91> 予防保全	2	40%						
						(10) 日常維持管理	2.2	49%	(30) 日常維持管理の体制	2.0	40%	<92> 体制	2.0	40%
						<93> 維持管理責任者の技術レベル	2	40%						
						<94> 維持管理作業機械（橋梁）の稼働	2	40%						
						(31) 清掃（排水施設、他）	2.0	40%	<95> 清掃範囲	2	40%			
						<96> 清掃の実施頻度	2	40%						
						(32) 応急措置	2.5	60%	<97> 変状・損傷対応の管理	2	40%			
						<98> 変状の小補修（仮補修）	1	33%						
						<99> 障害等の応急復旧	2	67%						
						<100> 応急措置記録の保存・共有	5	100%						
						(11) 補修	2.8	62%	(33) 補修の体制	3.0	60%	<101> 体制	3.0	60%
						<102> 補修の技術レベル	3	60%						
						<103> 資機材調達	3	60%						
						(34) 品質基準	2.3	56%	<104> 品質基準の整備	3	60%			
						<105> 品質基準の適用	2	67%						
						<106> 品質監理	2	40%						
						(35) 補修（設計）マニュアル	2.7	63%	<107> 補修（設計）マニュアル整備	3	60%			
						<108> 補修（設計）マニュアル運用	2	67%						
						<109> マニュアルの技術レベル	3.0	62%						
						(36) 補修の実施	3.0	67%	<110> 施工計画・工程管理	2	40%			
						<111> 補修（本補修）	2	67%						
						<112> 変更の管理	3	60%						
						<113> 補修記録の保存・共有	5	100%						
						(12) 改築・更新	3.1	67%	(37) 改築・更新の体制	3.0	60%	<114> 体制	3.0	60%
						<115> 改築・更新の技術レベル	3	60%						
						<116> 資機材調達	3	60%						
						(38) 改築・更新の実施	3.3	72%	<117> 実施計画	3	60%			
						<118> 改築・更新	2	67%						
						<119> 変更の管理	3	60%						
						<120> 改築・更新記録の保存・共有	5	100%						

図 3.76 ラオスの道路 AM 評価結果一覧【橋梁】

大項目			中項目			小項目			細目		
	Lv	Achv		Lv	Achv		Lv	Achv		Lv	Achv
土工 (斜面)	2.2	48.5%	(13) 点検	1.9	45%	(39) 点検体制	2.3	47%	<121> 体制	3.0	60%
									<122> 点検員の技術レベル	2	40%
						(40) 点検マニュアル	1.5	39%	<123> 点検機器の稼働	2	40%
									<124> 日常点検マニュアル整備	1	20%
						(41) 日常点検の実施	2.0	49%	<125> 日常点検マニュアル運用	1	33%
									<126> 定期点検マニュアル整備	2	40%
			(42) 定期点検の実施	2.0	49%	<127> 定期点検マニュアル運用	2	67%			
						<128> マニュアルの技術レベル	1.7	33%			
			(14) 診断	2.1	46%	(43) 診断の体制	2.5	50%	<129> 点検範囲	2	40%
									<130> 点検の実施頻度	2	67%
						(44) 診断マニュアル	2.0	49%	<131> 点検記録の保存・共有	2	40%
									<132> 点検範囲	2	40%
						(45) 健全度の診断	2.0	40%	<133> 点検の実施頻度	2	67%
									<134> 点検記録の保存・共有	2	40%
			(15) 補修・改築計画	2.1	43%	(46) 土工資産台帳・DB	2.5	50%	<135> 体制	3.0	60%
									<136> 診断の技術レベル	2	40%
						(47) 計画の策定	2.0	40%	<137> 診断マニュアル	2	40%
									<138> 診断マニュアル運用	2	67%
(48) 日常維持管理の体制	2.3	45%				<139> マニュアルの技術レベル	2.0	40%			
						<140> 損傷原因の究明	2	40%			
(16) 日常維持管理	2.6	57%	(49) 早刈り	2.0	40%	<141> 損傷度のランク分け	2	40%			
						<142> 診断記録の保存・共有	2	40%			
			(50) 清掃 (水路)	4.0	80%	<143> 整備	2	40%			
						<144> 運用	3	60%			
			(51) 清掃 (標識)	4.0	80%	<145> 計画の立案	2	40%			
						<146> 計画の範囲	2	40%			
(52) 応急措置	2.0	53%	<147> 健全度の予測	2	40%						
			<148> 補修・改築にかかる費用の把握	2	40%						
(17) 補修	2.2	50%	(53) 補修の体制	2.3	47%	<149> 予防保全	2	40%			
						<150> 体制	3.0	60%			
			(54) 品質基準	2.3	56%	<151> 維持管理責任者の技術レベル	2	40%			
						<152> 維持管理作業機械 (土工) の稼働	2	40%			
			(55) 補修 (設計) マニュアル	2.0	50%	<153> 維持管理作業機械 (付属物) の稼働	2	40%			
						<154> 早刈り範囲	2	40%			
(56) 補修の実施	2.0	47%	<155> 早刈りの実施頻度	2	40%						
			<156> 清掃範囲	4	80%						
(18) 改築・更新	2.1	47%	(57) 改築・更新の体制	2.3	47%	<157> 清掃の実施頻度	4	80%			
						<158> 清掃範囲	4	80%			
			(58) 改築・更新の実施	2.0	47%	<159> 清掃の実施頻度	4	80%			
						<160> 変状・損傷対応の管理	2	40%			
			(59) 改築・更新の体制	2.3	47%	<161> 変状の小補修 (仮補修)	2	67%			
						<162> 障害等の応急復旧	2	67%			
(60) 改築・更新の実施	2.0	47%	<163> 応急措置記録の保存・共有	2	40%						
			<164> 体制	3.0	60%						
(61) 改築・更新の体制	2.3	47%	<165> 補修の技術レベル	2	40%						
			<166> 資機材調達	2	40%						
(62) 改築・更新の実施	2.0	47%	<167> 品質基準の整備	3	60%						
			<168> 品質基準の適用	2	67%						
(63) 改築・更新の実施	2.0	47%	<169> 品質監理	2	40%						
			<170> 補修 (設計) マニュアル整備	2	40%						
(64) 改築・更新の実施	2.0	47%	<171> 補修 (設計) マニュアル運用	2	67%						
			<172> マニュアルの技術レベル	2.1	43%						
(65) 改築・更新の実施	2.0	47%	<173> 施工計画・工程管理	2	40%						
			<174> 補修 (本補修)	2	67%						
(66) 改築・更新の実施	2.0	47%	<175> 変更の管理	2	40%						
			<176> 補修記録の保存・共有	2	40%						
(67) 改築・更新の実施	2.0	47%	<177> 体制	3.0	60%						
			<178> 改築・更新の技術レベル	2	40%						
(68) 改築・更新の実施	2.0	47%	<179> 資機材調達	2	40%						
			<180> 実施計画	2	40%						
(69) 改築・更新の実施	2.0	47%	<181> 改築・更新	2	67%						
			<182> 変更の管理	2	40%						
(70) 改築・更新の実施	2.0	47%	<183> 改築・更新記録の保存・共有	2	40%						

図 3.77 ラオスの道路 AM 評価結果一覧【土工 (斜面)】

大項目			中項目			小項目			細目					
	Lv	Achv		Lv	Achv		Lv	Achv		Lv	Achv			
4 監視 (モニタリング)	3.1	65.8%	(19) 交通状況	3.0	67%	((59) 交通量	3.0	67%	<184> モニタリング範囲	2	40%			
									<185> モニタリング頻度	2	67%			
									<186> モニタリング地点	3	60%			
									<187> モニタリング結果の情報共有・活用	5	100%			
									<188> モニタリング範囲	3	60%			
			(20) 気象・防災	3.3	65%	((60) 降水・気温・風	3.3	65%	<189> モニタリング頻度	3	60%			
									<190> モニタリング地点	2	40%			
									<191> モニタリング結果の情報共有	5	100%			
									<192> マネジメント目標の設定	5	100%			
									<193> 内部監査の実施	3	60%			
5 組織運営	2.9	63.8%	(21) 組織体制	3.1	65%	(61) アセットマネジメントサイクル	4.0	80%	<194> マネジメントレビューの実施	4	80%			
									<195> 役割分担	5	100%			
									<196> 人員配置	2	40%			
									<197> トップのコミットメント	3	100%			
									<198> 当該組織の影響力	4	80%			
						(62) 組織	3.5	70%	(63) 統制	3.3	80%	<199> CPの意欲と能力	3	60%
												<200> 事故による変更管理	3	60%
												<201> 降雨による変更管理	2	40%
												<202> 地震による変更管理	1	20%
												<203> 研修施設	3	60%
			(22) 予算・資金調達	2.8	62%	(64) 事業継続	2.0	40%	<204> 通信施設	2	40%			
									<205> 予算計画	3	60%			
									<206> 予算配分	2	40%			
									<207> 短期的資金調達	2	67%			
									<208> 長期的資金調達	4	80%			
			(23) 入札・契約制度	3.8	76%	(65) 運営補助施設	2.5	50%	(66) 予算	2.5	50%	<209> 積算基準	3	60%
												<210> 談合防止	3	60%
												<211> 契約方式	5	100%
												<212> 調達プロセス	5	100%
												<213> 契約変更	3	60%
<214> 研修計画	2	67%												
<215> 研修内容	2	40%												
(24) 技術研修	2.0	53%	(67) 資金調達	3.0	73%	(68) 入札・契約制度	3.8	76%	<216> 研修計画	2	67%			
									<217> 研修内容	2	40%			
									<218> 研修計画	2	67%			
			(69) 舗装研修	2.0	53%	(70) 橋梁研修	2.0	53%	(71) 土工研修	2.0	53%	<219> 研修内容	2	40%

図 3.78 ラオスの道路 AM 評価結果一覧【監視 (モニタリング)、組織運営】

第4章 ブータンの道路 AM 実態調査

4.1 検討内容

2020年度業務におけるオンライン調査を参考に、現地調査により実態を確認・把握し、道路アセットマネジメントの成熟度を評価する。成熟度の評価は、2020年度業務報告書の方法に基づき、現地調査を踏まえるものとし、これまでの調査対象国間でレベルをキャリブレーション・調整する。技術協力プロジェクトを実施中のブータンでは、現在の評価のみならず、技術協力プロジェクト終了時に想定される成熟度を予測する。

また、次の案件形成の基礎資料とするために、上記の現地調査や2020年度業務で明らかになったアセットマネジメント定着に向けた課題および支援計画を整理・更新し、改善策、提言とする。提言は、現地条件を加味したうえで優先順位をつける。

上記検討の基礎資料として、ブータンにおける道路維持管理の概要、技術協力・支援、道路 AM に必要な施工・維持管理能力・技術水準について、調査・整理する。

4.2 結果概要

JICAは、2016年9月から2022年8月までの工期で、橋梁施工監理及び維持管理能力向上プロジェクトを実施し、これを通じて、インフラ・運輸省-陸上運輸局(Ministry of Infrastructure and Transport (MoIT), Department of Surface Transport (DoST))に対し、橋梁維持管理サイクルの導入、BMSの整備による職員の橋梁施工・維持管理能力の向上が図られた。また、2018年12月から2024年7月までの工期で、道路斜面对策工能力強化プロジェクトを実施し、同省・局に対し、職員の斜面对策工の計画・設計の能力向上、事業実施手法及び危険斜面の監視体制強化が図られているところである。

本調査では、2020年度に、DoST（当時はDoR）に対して5回、ブータンの技術協力プロジェクト等に携わった本邦企業に対して7回にわたるオンラインのヒアリングを実施した。これにより、DoSTの施工・維持管理能力・技術水準の概況を把握し、DoST（当時はDoR）による自己評価をベースに、道路AMの成熟度を評価した。その結果を参考に、2023年5月に現地調査を実施、現地道路の実態を視察するとともに、DoST、地域事務所、現地企業にヒアリングを実施し、実態を把握した。その前後には、ブータンの技術協力プロジェクト等に携わった本邦企業の関係者にも、2回ヒアリングを実施している。それらの結果により、施工・維持管理能力・技術水準を整理するとともに、ブータンにおける舗装、橋梁、土工（斜面）に関するアセットマネジメントの現況と課題を抽出・整理し、道路AM定着に向けた改善策および提言を示した。その概要は、以下の通りである。

舗装に関しては、JICA技術協力プロジェクトの目標水準に達していないが、ROMDASが2021年4月に導入され、点検・診断マニュアルの整備や舗装計画の見直しが図られ、さらなる技術力の向上が期待できる。しかし、中・長期的な舗装のアセットマネジメントの確立には、一定水準で安定した舗装の長寿命化が必要である。今後は、道路の立地や利用される状況に応じた舗装の種類や構成の適切な選択や、舗装の施工水準の向上のキーとなる舗装プラントや舗装業者に向けた有効な政策の実施が必要である。

橋梁に関しては、JICA技術協力プロジェクトの目標水準に達している。しかし、2022年8月に終了した「橋梁施工監理及び維持管理能力向上プロジェクト」により導入された橋梁維持管理システム(BMS)は、既に懸念や問題が挙げられており、将来BMSが稼働しなくなる場合は、その水準が一挙に低下することが危惧される。また、当プロジェクトで導入された点検・診断は、限定的な機器による基礎的なものに留まるため、今後の補修、改築・更新に向けては、点検・診断技術のさらなる高度化が必要である。さらに、当プロジェクトの終了後は、橋梁の研修計画や研修

が無い実態を踏まえると、今後も当面は、技術の継承と向上について注視し、必要な時期にフォローを検討する必要がある。

土工に関しては、JICA 技術協力プロジェクトの目標水準に達していないが、「道路斜面对策工能力強化プロジェクト」が実施中であり、その終了まで、さらなるレベルの向上を期待できる。一方、並行して UNDP (国連開発計画) による GCF (緑の気候基金) プロジェクトが実施され、斜面災害のランク付けが調整されているため、「道路斜面对策工能力強化プロジェクト」による損傷状況のランク付けと関わる場合に齟齬が生じないよう、ランク付けに当たっては、丁寧な判定が求められる。また、橋梁と同様に、当プロジェクトの終了後、継続的な技術者のトレーニングによる技術の継承と向上が求められる。

監視・モニタリングに関しては、交通状況については継続して適切に把握されているが、気象・防災については、他機関による観測を合わせても、降水・気温・風の観測に偏りがある。

組織運営に関しては、トップマネジメントのリーダーシップやトップのコミットメントがあり、道路 AM 部署は他部署に対してかなりの影響力がある。しかしながら、人員配置が不十分なこと、事業継続に関して事故、降雨、地震に対する対応体制が限定的なこと、人材育成のための研修施設が不十分なことから、全体の評価レベルを下げている。道路 AM に必要な予算は不十分であり、短期・長期の資金調達に難がある。入札・契約制度は、積算基準、談合防止、契約方式、調達プロセスのいずれも、基本的なスキームが整っているが、積算基準については、継続的な評価と更新により、実態に合った適切な積算ができるように、改良していく必要がある。技術研修は、安定して確実な技術の継承のため、必要な研修施設を整え、研修計画を策定し、着実に必要な研修を実施する必要がある。

4.3 ブータンにおける道路維持管理

4.3.1 道路維持管理を取り巻く背景

ブータン政府は 1961 年より 5 か年計画を策定しており、最新版は「地方分権強化を通じた公正、調和的そして持続的な社会」を目的とした「第 12 次 5 か年計画」である²⁹。

「第 11 次 5 か年計画」(2013 年～2018 年)においては、国道や県道などの道路網拡張及び改修整備とそれらへの接続道路の充実、橋梁の維持・補修や架け替え等を実施することとされ、主要国道の拡幅、改修整備が優先的に進められた³⁰。

「第 12 次 5 か年計画」(2018 年 11 月-2023 年 10 月)では、ブータンは、国連開発計画委員会 (CDP) が認定した基準に基づき、後発開発途上国(LDC: Least Developed Country) に指定されているが³¹、低中所得国(LMICs: Lower Middle Income Countries) 入りを目指しており、2023 年に LDC の卒業予定とされている³²。

²⁹ JICA: ブータン王国 JICA 国別分析ペーパー, 2023 年 3 月, p.2.

³⁰ JICA/日本海外コンサルタント株式会社, 株式会社アンジェロセック, 阪神高速道路株式会社, 株式会社オリエンタルコンサルタントグローバル, 株式会社地球システム科学, 株式会社建設技研インターナショナル: ブータン国 橋梁施工監理及び維持管理能力向上プロジェクト 事業完了報告書 要約版, 2022 年 6 月, p.1.

³¹ 外務省: 貿易と開発>後発開発途上国 (LDC : Least Developed Country) (https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/ohrlls/ldc_teigi.html) 2023 年 7 月取得

³² 参議院: ODA 調査派遣報告書「II. ブータン王国における調査」, 2020 年 5 月, p.69

(https://www.sangiin.go.jp/japanese/kokusai_kankei/oda_chousa/r01/r01oda-houkoku.html) 2023 年 7 月取得

一方、2022年12月時点で、ブータン政府による開発パートナー向けの説明によると、2024年～2034年の10年を対象とする長期計画が立案されつつある³³。第13次、14次5か年計画は、10か年計画の実現のために重要業績評価指標(Key Performance Indicator: KPI)や行政によるプログラムを具体化したものと位置付け、各5か年計画は、選挙で選出される政権期間と合わせた期間を設定する想定である。各5か年計画は選挙前にドラフトが作成されるが、選挙により選出された政権により見直しを可能としている。

「第13次5か年計画(2023年11月～2028年10月)」は、LDC卒業後初の5か年計画となることを踏まえ、ブータン政府は、「GNHを追求し、ダイナミックで繁栄した包摂的・持続的な経済(“A Dynamic, Prosperous, Inclusive and Sustainable Economy in Pursuit of GNH”)」を目的として、草案を策定準備中である³⁴。この目的の実現のため、①ガバナンスと経済・ビジネス環境の改革、②人的資本の形成(人材育成)、③デジタル技術の活用が3つの重要な分野横断的要素として掲げられる見込みである。

MoWHS(当時)は、2006年に「道路セクターマスタープラン(Road Sector Master Plan)」を策定し、2027年までの20年間に国道や県道等の幹線道路網の拡張・改修整備とアクセス道路の充実、橋梁の維持・補修・架け替え等を実施することとしている³⁵。

しかしながら、DoSTが把握している橋梁382橋のうち、170橋(図4.15)が応急的なベイリー橋等であるため、積載荷重及び幅員に厳しい制限があり重機や貨物車両が通行できない。また、1970年代及び1980年代に建設された橋梁のほとんどが老朽化していることから、適切な維持管理及び点検も含めた橋梁の安全性確保が重要な課題となっている³⁵。

4.3.1.1 道路セクターマスタープラン(2007～2027)³⁶

20年間の道路整備目標を示したもので132路線2,654kmの新規県道、794kmの新規東西国道、537kmの新規国道、及び62kmの既設国道の線形改良と10カ所のトンネル建設が含まれている。なお、マスタープランの中で適切な道路AMや気候変動対策が取られることの重要性が述べられている。

(マスタープランのレビュー)

マスタープランのレビューが2016年にDoR(現DoST)により行われた。その結果を下記に示す。

- 1) 794kmの新規東西国道の内506kmは新規建設で、残り288kmは既設道路の拡幅
- 2) 2016年末時点で141kmの新規建設及び39kmの拡幅工事が完了
- 3) 国道の線形変更は62kmの内12kmが完了

また、2017年～2027の10年間に関して下記の目標が設定されている。

- 1) 新規東西国道の建設完了
- 2) 県内の連結性を高める県道の整備
- 3) 既存道路を気候変動に耐えうるようにする。

³³ JICA: ブータン王国 JICA 国別分析ペーパー, 2023年3月, pp.5-6.

(<https://www.jica.go.jp/Resource/bhutan/ku57pq00000468nt-att/jcap.pdf>) 2023年7月取得

³⁴ JICA: ブータン王国 JICA 国別分析ペーパー, 2023年3月, p.3.

³⁵ JICA: ブータン王国 JICA 国別分析ペーパー, 2023年3月, pp.7-8.

³⁶ ブータン公共事業・定住省[2017]、Review of road sector master plan (2007-2020)

- 4) 実現可能な短いトンネル工事の実施
- 5) バリューフォーマネーを高めるための道路AMシステムの導入
- 6) 道路建設・維持管理の機械化促進

なお、道路AMシステム及び気候変動対策に関しては下記の考えが記載されている。

(道路AM)

- 1) 道路AMは道路の維持管理や改良により、KPIを達成するために必要なアプローチである。道路AMは適切な維持管理の実施時期を明確にし、構造物の損傷を最低限に抑えることができる。
- 2) DoR(現DoST)は道路AMへ徐々に舵を切り、道路アセットのインベントリー情報を収集し、そして政府職員の能力向上を図る必要がある。IT技術としてソフトウェアを導入し、データ分析を行った上で道路への投資計画を策定することが必要である。

(気候変動/防災対策)

- 1) 道路セクターは毎年洪水期になると異常降雨による橋梁や道路の洗堀が発生するため、気候変動にも対応した強靱な道路が求められている。
- 2) 適切な排水施設による斜面安定や洗堀防止対策がすべての道路設計に組み込まれるべきである。

4.3.1.2 道路維持管理マニュアル(2005)³⁷

1998年に初版が作成され2005年に改定された。DoR(現DoST)スタッフが実施する日常維持管理の指針として作成されている。適用範囲は舗装面、路肩、排水施設等で橋梁や斜面は対象外である。日常維持管理はポットホールや構造物の補修、排水溝清掃、除草などのRoutin maintenance、表層の打ち替えやオーバーレイなどのPeriodic maintenance、洪水・大雨による道路施設の復旧について記載したRestoration/emergency worksに分かれている。また、各々の作業スケジュールを示したRoutin maintenance calendarも示されている。点検に関する記載はないが、舗装損傷の種類や原因別に対策事例が記載されている。

4.3.1.3 舗装設計マニュアル(2005)³⁸

アスファルト舗装とコンクリート舗装についての設計の考え方を記載している。設計では標高が高い地域(2,500m以上)とそうでない地域を区別して考えている。標高が高い場合は凍上や凍結の影響を設計に組み込むこととされている。舗装設計厚は累積交通量と路床の地盤強度より決められている。

4.3.1.4 橋梁維持管理マニュアル(2022)

JICA「橋梁施工監理及び維持管理能力向上プロジェクト」(4.4.1.2参照)により、「橋梁の点検・診断マニュアル」、「橋梁の補修・補強マニュアル」、「現場のチェックリスト(安全管理)」、「現場のチェックリスト(品質管理)」が策定されている。

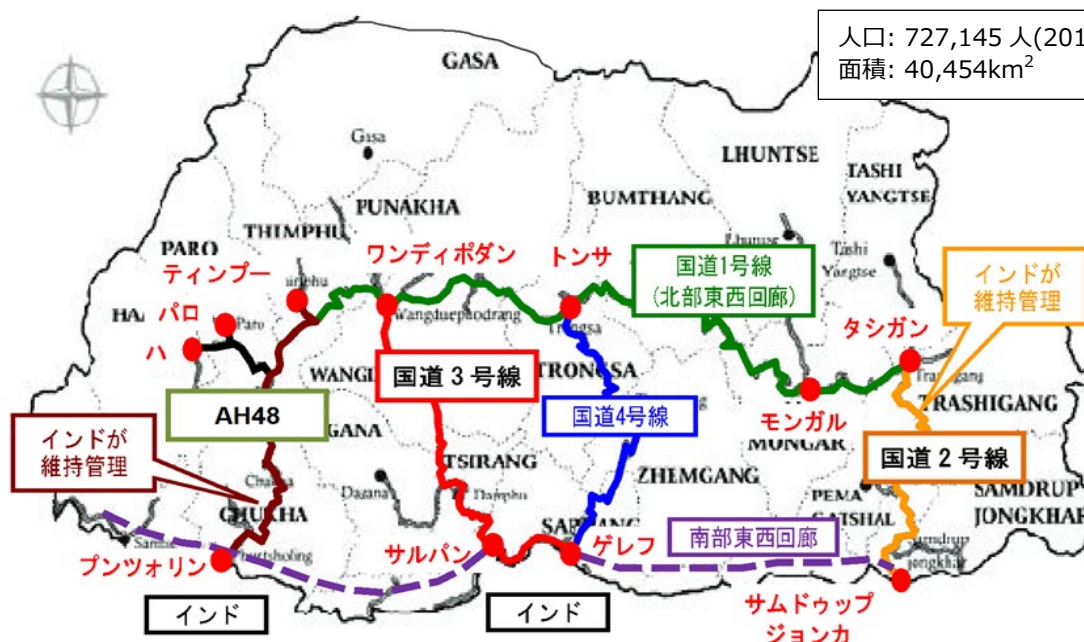
³⁷ ブータン公共事業・定住省[2005]、Road maintenance manual

³⁸ ブータン公共事業・定住省[2005]、Pavement design manual

4.3.2 維持管理の対象となる道路

4.3.2.1 道路の種類・管理・延長

ブータンでは、山岳地帯に村落が散在するため、公共インフラやサービスへのアクセスが困難であり、道路交通が最も重要な交通・輸送手段の役割を担っている³⁹。ブータンの道路総延長は18,469km（2022年）で、うち国道は2,930kmである（図4.1、図4.2）。ブータンでは、1959年に179kmのプンツォリン-ティンパー間道路が開通して以来、国道網の拡充が進められてきた⁴⁰。1990年代初頭まで、ブータンの主要道路網の大半はDANTAK（インド国境軍の陸軍工兵部隊傘下の組織。4.4.2.1参照）が建設・維持管理し、インド政府の補助金で賄われていた⁴⁰。DANTAKは、2005年当時で約4千km中の15%（574km）を維持管理し、直近で公表されている2019年でも、ブータンの主要道路網（高速道路、国道、県道）は6592kmのうち9%に当たる625.5km維持管理している（表4.2）。国道はDoSTが計画と実施を担当し⁴¹、地方道路と農道は地方政府が担当している⁴²。

図4.1 ブータンにおける主要幹線道路の位置図⁴³表4.1 ブータンで整理される道路の種類/説明⁴⁴

道路の種類/説明

³⁹ JICA: ブータン王国 JICA 国別分析ペーパー, 2023年3月, p.7.

⁴⁰ ADB: “Report and Recommendation of the President”, 2005.8, p.1
(<https://www.adb.org/projects/documents/bhutan-32373-013-5>) 2023年7月取得

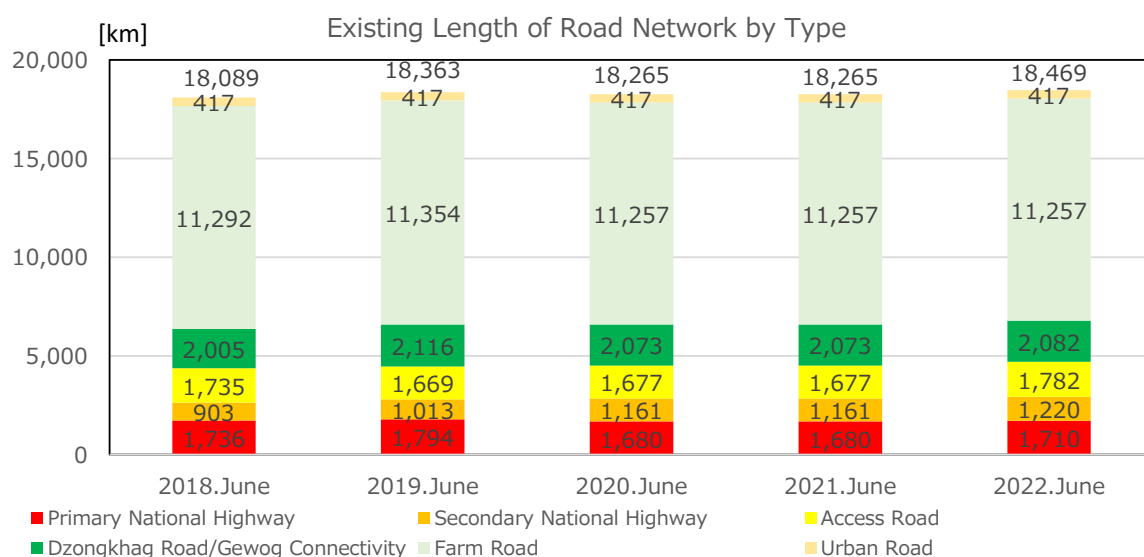
⁴¹ ブータン王国政府 Ministry of Works and Human Settlement: Road Classification and Network Information of Bhutan, 2020, p.2

⁴² 2023年5月24日 Interview to Lobeysa Regional Office

⁴³ JICA: ブータン国国道4号線橋梁架け替え計画準備調査 報告書, 2016.11, p.1-1.

⁴⁴ ブータン王国政府 Ministry of Works and Human Settlement: Road Classification and Network Information of Bhutan, 2020

<p>国道</p>	<p>国道とは、ブータン道路省が定める国道および国際道路の規格に適合した道路を指す。ブータンの国道には、Asian Highway、Primary National Highway、Secondary National Highwayの3種類がある。すべての国道には、道路標識やガードレールなど、道路局の基準に従って必要な安全対策が施されていないといけない。</p> <p>アジアハイウェイ： Asian Highway (AH)</p> <p>Asian Highway Network (AH)は、別名 Great Asian Highwayとも呼ばれ、アジアとヨーロッパの国々と国連アジア太平洋経済社会委員会(ESCAP)が協力し、アジアの幹線道路を整備するプロジェクトである。ティンブー-プンツォリン幹線道路は、アジア幹線道路48号線(クラスII)に指定されている。ブータンにおけるアジアハイウェイの設計基準は、少なくとも一級国道(PNH)の設計基準と同等でなければならない。</p> <p>一級国道： Primary National Highway (PNH)</p> <p>一級国道は、戦略的かつ経済的に重要な道路である。1日あたり200台以上の商用車(CVPD)の通行が可能である。指定された2地点間の最短ルートで、少なくとも2車線あることが望ましい。</p> <p>二級国道： Primary National Highway (PNH)</p> <p>二級国道は戦略的に重要な道路である。 1) 県(Dzongkhag)中心と同一またはそれ以上の分類の道路を接続するもの、または 2) 2つの県(Dzongkhag)中心間の接続を提供するもの。 指定された2地点間の最短ルートであり、1日あたり約100~200台の商用車の交通量に対応できるものでなければならない。</p>
<p>県道： Dzongkhag Road (DR)</p>	<p>県道とは、県中心とGewog中心を結ぶ道路、あるいは国道として指定されていない2つの県中心を結ぶ道路、あるいはGewog中心と同等以上の既存の道路を結ぶ道路を含む、県(Dzongkhag)内のすべての内部道路である。 GC道路としての道路分類はなく、旧GC道路は県道の一部を形成している。2013年道路法によると、県道の管理はDzongkhag/Dungkhag/Gewog行政府の責任である。</p>
<p>トムデ道路： Thromde Roads</p>	<p>トムデ道路は、市町村の区域内にあるが、国道の一部を構成しない道路である。 トムデ道路は、トムデ(Thromde)が施行し、維持管理する。トムデ道路の設計基準は、2013年ブータン道路法第77条に従って、トムデと協議の上、道路局が定める。</p>
<p>農道： Farm Road</p>	<p>農道とは、農場への投入資材や市場への農産物の輸送を可能にするため、農地/村と同等かそれ以上の分類の既存の道路とを結ぶ道路である。 農道の設計基準は、農林省(MoAF)と協議の上、道路局が定める。農道の建設と維持管理は、最新の農業省農道開発マニュアルに規定されたとおりに実施される。農道と橋の建設のための技術的支援は、必要に応じて道路局が行う。</p>
<p>アクセス道路： Access Roads</p>	<p>アクセス道路とは、さまざまな場所や機関へのアクセスを提供する道路を指す。以下の道路がアクセス道路に該当する。</p> <ul style="list-style-type: none"> i. Forest Roads : 林道 ii. Health Roads : 生活道路 iii. Education Roads : 通学路 iv. Telecommunication Roads : 通信道路 v. Hydro Power Roads : 水力発電道路 vi. Public Institution Roads : 公共施設道路 vii. Private Roads : 私道 <p>アクセス道路の最低基準は農道基準であるべきである。これらの道路は、必要性和重要性に基づいてより高い基準にすることができる。アクセス道路の建設と維持管理は、関係機関/地域社会/個人が行うものとする。</p>

図 4.2 道路の種類別延長の推移⁴⁵表 4.2 道路管理者別の道路管理延長⁴⁶

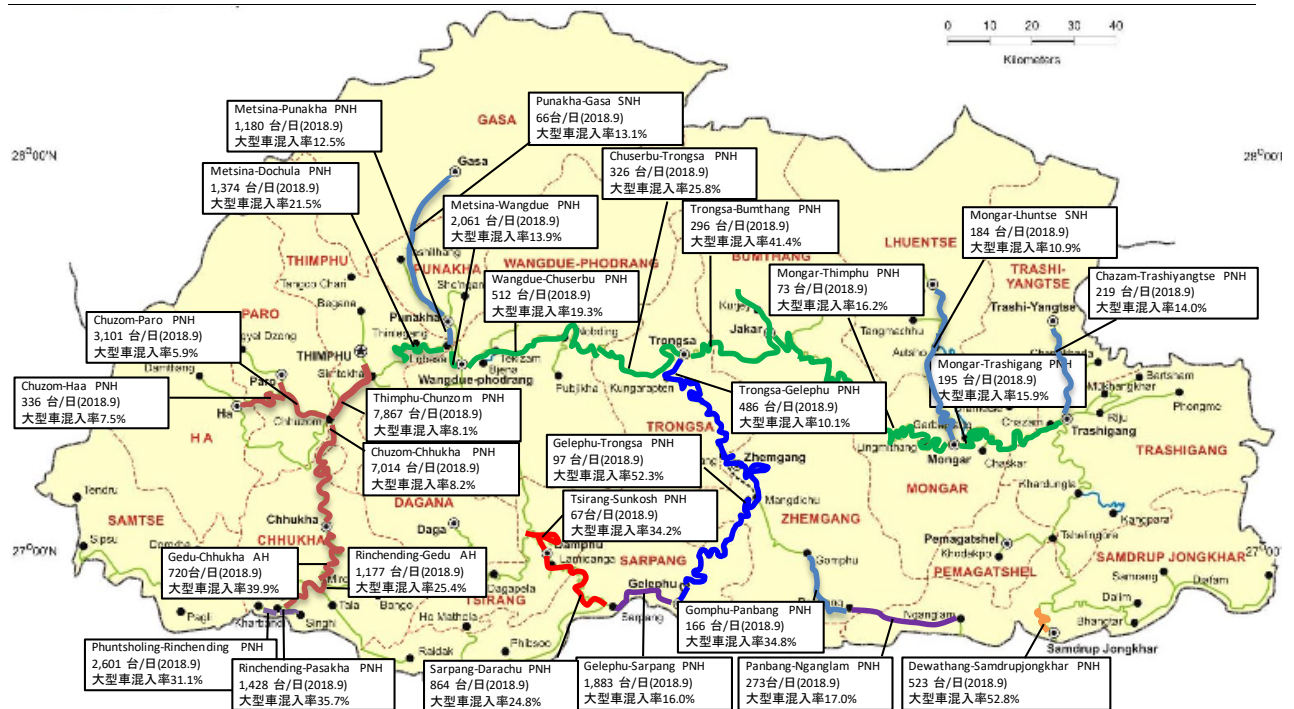
Agencies	Primary National Highway	Secondary National Highway	Access Road	Dzongkhag Road/Gewog Connectivity Road	Farm Road	Urban Road	Total
Department of Road	1,268.72	906.72	382.69	-	-	-	2,558.13
Department of Agriculture	-	-	-	-	11,196.24	-	11,196.24
Dzongkhag Administration	-	-	1,286.17	2,115.66	157.75	88.72	3,648.30
Thromde	6.20	-	-	-	-	328.36	334.56
DANTAK	519.46	106.00	-	-	-	-	625.46
Total	1,794.38	1,012.72	1,668.86	2,115.66	11,353.99	417.08	18,362.69

4.3.2.2 交通量

ブータン道路網の代表点における交通観測値を図 4.3 に示す。これは、新型コロナのパンデミック前の、2018年9月1日～同15日まで観測した交通量の日平均値であり、大型車、中型車、小型車、二輪車、その他の合計より算出している。大型車混入率は、大・中型車を大型車としている。提供されたデータは、観測地点が明らかでなく、観測を担当する地域事務所の調書では、地名による区間で表記されているため、図 4.3 は、特定できる代表的な区間の一部である。

⁴⁵ Ministry of Works & Human Settlement, Policy & Planning Division, Royal Government of Bhutan : Annual-Information-Bulletin-2018,2019,2020,2021,2022

⁴⁶ Ministry of Works & Human Settlement, Policy & Planning Division, Royal Government of Bhutan : Annual-Information-Bulletin-2019



➤ 各データの指す地点は、区間の概ねの所在を指すものであり、観測地点ではない。

図 4.3 道路交通量(2018年9月観測)⁴⁷

4.3.3 DoSTの組織体制

道路行政を管轄しているのはインフラ・運輸省 (MoIT: Ministry of Infrastructure and Transport) であり、実施機関は省内の陸上運輸局 (DoST: Department of Surface Transport) である。MoIT は、2022年12月30日に、公共事業・定住省 (MoWHS: Ministry of Works and Human Settlement) と情報通信省 (MoIC: Ministry of Information and Communications) が合併して発足した省であり⁴⁸、DoST は、MoIT 発足前の MoWHS 傘下にあった道路局 (DoR: Department of Roads) の所掌を引き継ぐ組織である。2023年7月現在も、この省庁再編に伴う整理が収束していないため、MoIT のウェブページにおける DoST の紹介は、依然として概ね DoR の内容となっている⁴⁹。そのため、本章における DoST に関わる内容は、資料の多くは DoR のもの、記述について、2023年以降の出来事・内容は DoST を主体とするが、2022年以前は DoR となる場合がある。

MoIT 組織図を図 4.4 に示す。ここに、DoST は、5つの課で構成される。

また、DoST の組織図を図 4.5 に示す。図 4.5 を図 4.4 と対照させると、図 4.4 における DoST は、5つの課 (Division) があるが、図 4.5 においては、4つの課となっている。これらによると、Construction Division (建設課)、Maintenance Division (維持管理課)、Bridge Division (橋梁課) は変

⁴⁷ DoR 提供 (2021年6月) より調査団が作成

⁴⁸ MoIT: MoIT について (<https://www.moit.gov.bt/en/about-us-2/about-us/>) 2023年7月取得

⁴⁹ MoIT: DoST > Background (<https://www.moit.gov.bt/en/departments/department-of-roads/background/>) 2023年7月取得

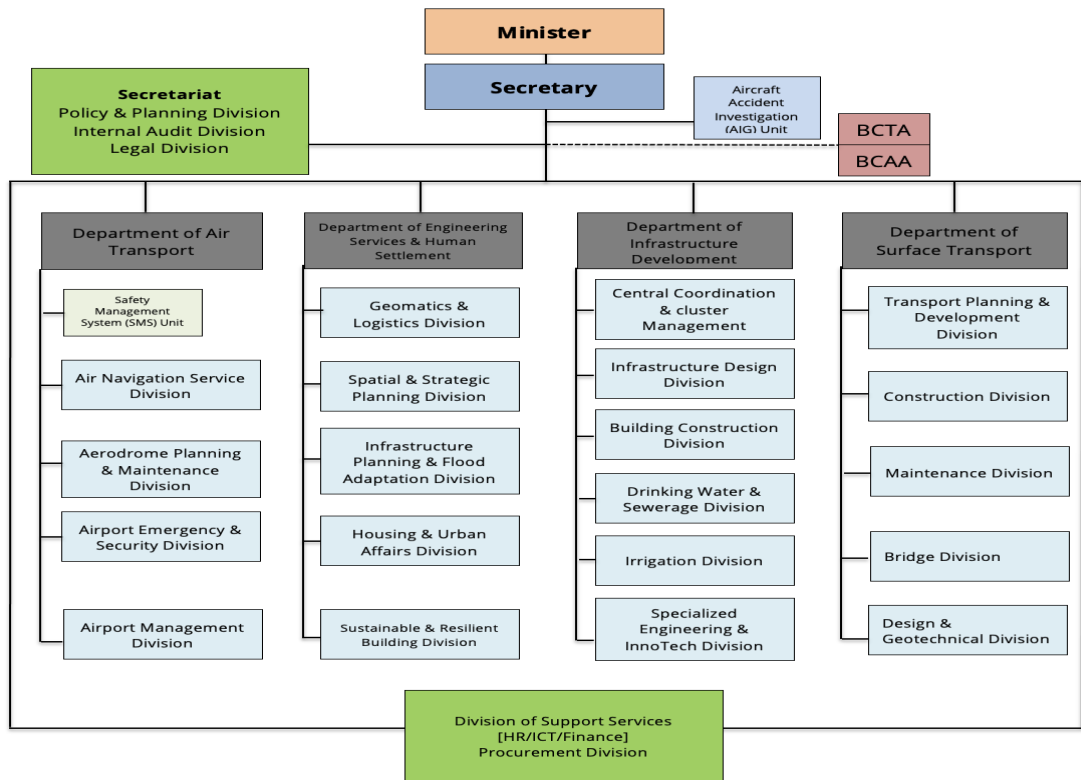


図 4.4 MoIT の組織図⁵⁰

わからないが、図 4.5 にある Design Division（設計課）は図 4.4 にはなく、図 4.4 には代わって、Design & Geotechnical Division と Transport Planning & Development Division が創設されていることがわかる。したがって、図 4.5 は、DoR の組織図を踏襲していると解されることから、2023 年 6 月に DoST より提供のあった、地域事務所を含む DoR の詳細な組織図を図 4.6 に示す。ここに、DoST(DoR)の詳細組織図と云う所以は、DoST になった後に、DoST より“Department of Roads Organisation Chart”が提供されたためである。

⁵⁰ MoIT: Organogram (<https://www.moit.gov.bt/en/about-us-2/contact-us/>) 2023 年 6 月 27 日取得

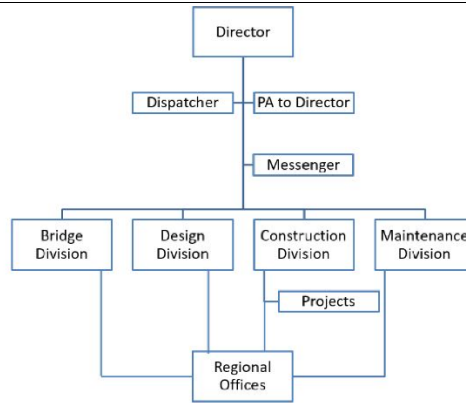
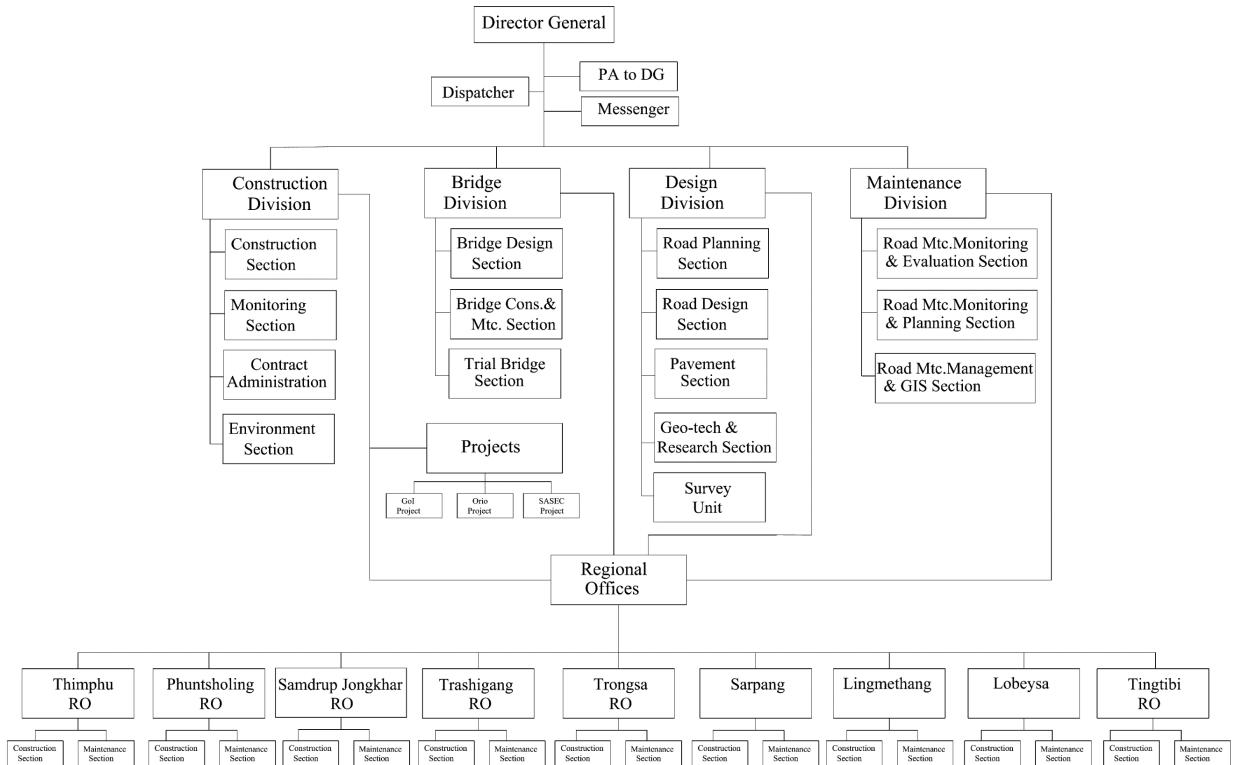


図 4.5 DoST の組織図⁵¹

Department of Roads Organisation Chart



Note: In Regional Office under each Construction and Maintenance Section they have sub-divisions depending on work load

図 4.6 DoST(DoR)の詳細組織図⁵²

橋梁課、設計課、建設課、維持管理課及び9つの地域事務所があり、職員数は2022年時点でMoWHS（当時）の全職員601名の約7割を占める404名、内女性は95名となっている⁵³。

⁵¹ ブータン政府 MoIT: 道路局組織図(<https://www.moit.gov.bt/en/departments/department-of-roads/organogram/>) 2023年7月取得

⁵² 2023年6月23日 DoST 提供

⁵³ Policy & Planning Division, Ministry of Infrastructure and Transport, Royal Government of Bhutan : Annual Information Bulletin 2022, p.2.

DoST傘下の橋梁課、維持管理課、設計課の所掌を表4.3に示す。橋梁課には、JICA技術協力プロジェクト「橋梁施工監理及び維持管理能力向上プロジェクト」（2016年9月～2022年8月）の通称名CAMBRIDGEで作成されたインベントリー管理が採り入れられている。

表4.3 DoST 橋梁課、維持管理課、設計課の所掌⁵⁴

課	所掌	
橋梁課	1) 橋梁の用地選定、調査、概略設計を行う； 2) 橋梁の標準設計、ガイドライン、技術仕様書の作成； 3) 橋梁の詳細設計と図面の作成 4) 積算と数量表の作成 5) 橋梁活動の予算を計画し、処理する。 6) 詳細設計と仕様書に従って、計画された橋梁活動を実施する； 7) 橋梁工事や河川訓練工事の実施において、地域事務所やプロジェクトを支援する。 8) 橋梁工事の入札書類の作成と審査； 9) 橋梁工事の品質を監視する； 10) 全体的な契約とプロジェクト管理を監督する； 11) 労働安全の監視 12) 橋梁工実施中の技術支援	13) 橋梁建設監督コンサルタント・サービスの調達 14) 製作、架設、設置図面のレビュー 15) すべての橋の必要なサービスレベルの維持管理を監視する； 16) 橋梁維持管理活動のために地域事務所が行った予算要求と利用を審査する； 17) 橋梁のインベントリー（CAMBRIDGE）を管理する。 18) 橋に関連する補償問題を処理する。 19) Bazamの建設を通して伝統建築を紹介する。 20) 橋梁の建設完了時に、関係機関との合同最終検査を実施する。 21) 橋梁用地の選定、測量作業のためのトータルステーションの使用、設計、図面・仕様書の作成、積算、橋梁維持管理に関する技術者向け研修の実施。
維持管理課	1) 道路状況データの収集 2) 道路インベントリの更新 3) 道路ネットワークマッピング 4) 道路アプリの監視と更新 5) 毎日の道路状況情報の編集と報告 6) その他の資産目録の維持・更新 7) 道路再舗装データの更新 8) 交通データの編集 9) 道路事故情報の編集 10) 道路資産管理システム 11) 斜面災害対策 12) 道路維持計画 13) 財政計画と予算	14) 道路メンテナンス契約管理 15) 道路メンテナンスシステムの見直しと更新 16) メンテナンス関連の補償問題の処理 17) 道路維持に関するトレーニングの計画、調整、実施 18) 道路メンテナンスの監視と評価 19) 毎月の労働力、爆発物、セメント消費量、進捗状況の報告書をまとめる。 20) モンスーン被害の評価と予算化 21) 2013年道路法および2016年道路規則を実施する。 22) 人事計画・管理における人事部との調整・連携 23) 監査問題 24) DoST 四半期ミーティングの調整・開催 25) 維持管理活動の予算計画と処理

⁵⁴ ブータン政府 MoIT: 所掌(<https://www.moit.gov.bt/en/home-2/#>) 2023年8月取得

課	所掌
設計課	1) 年間業務計画の作成； 2) APAの調整と作成、同局のAPA関連問題の省内中心的存在； 3) 進捗報告書の作成と提出 4) 道路目録の作成、更新、公表 5) 必要に応じて道路の種類を分類し宣言する； 6) 5カ年計画の作成と予算配分； 7) 設計活動のための予算を計画し、処理する。 8) 地図、航空写真などを使った机上調査や地上偵察調査による実現可能性調査の実施； 9) 道路アラインメントの詳細な地形調査を実施する； 10) 様々な道路カテゴリーの道路形状設計と図面を作成する； 11) 最新の測量方法について、地域/現場の測量士に測量トレーニングを行う； 12) 道路舗装設計に必要なデータ収集を行う； 13) 設計検証を実施し、必要な場合は変更を取り入れる； 14) コスト見積もりと数量表の作成； 15) 設計ガイドラインとマニュアルの作成 16) 道路や橋の下層土調査を実施する； 17) 道路や橋のフィージビリティ・スタディを補助・補完する； 18) 道路や高速道路の不安定区間に関する詳細調査； 19) 道路トンネルの予備調査 20) 地盤工学に関連する現地試験や室内試験の実施； 21) フィージビリティ・スタディを実施するにあたり、ブータン政府の関連機関（地質鉱山局など）と連携する； 22) 弾性舗装と剛性舗装の両方の舗装構造を設計する； 23) 設計、材料、混合物など舗装に関する問題についてROに助言する； 24) 地域事務所や他の機関に技術支援を提供する； 25) 新技術への参入； 26) 舗装構造のコスト見積もりと数量表の作成。

DoST傘下の9つの地域事務所には、建設係と維持管理係が設置され、道路・橋梁の維持管理は維持管理係が、建設・改良は建設係が担当している（図4.7、表4.4）。道路・橋梁のインベントリーを毎年作成・更新し、本省に提出するのは、維持管理係の担当とされている。

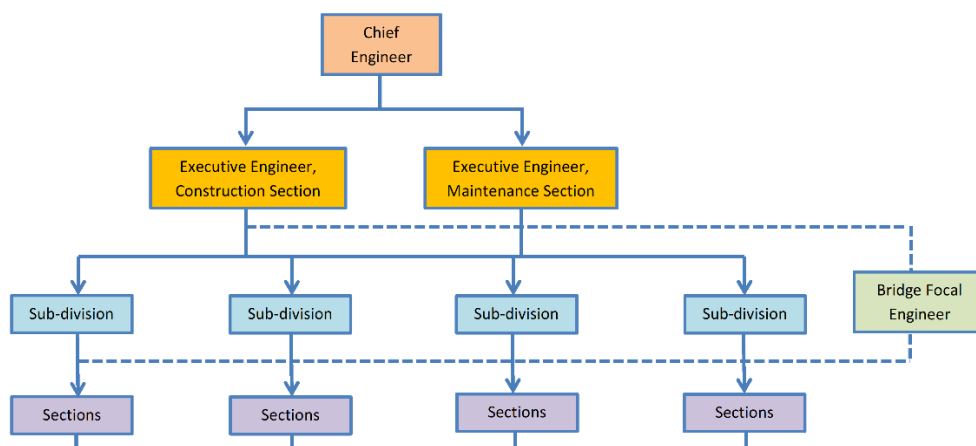


図 4.7 地域事務所組織図⁵⁵

地域事務所では、Lobeysaが最も大きく、全部で17名のエンジニア、7名のテクニシャン、2名の測量士がいる⁵⁶（図4.8）。本事務所には、Chief Engineerが1名、Executive Engineerが2名（建設担当と維持管理担当）配置され、全体で14名のエンジニアがいる。これに加えて、管内に3か所の出張所(sub division: Lobeysa, Damji, Namshi La)があり、各出張所に1名のExecutive Engineer（合計で3名）が配置され、各Executive Engineerに3課(Section)が設置される。各課は50km以上の国道路線を担当している。7名のテクニシャンは、LobeysaのExecutive Engineerの下に2名、Damjiと

⁵⁵ 2021年6月 DoR 提供

⁵⁶ 2023年5月24日 Interview to Lobeysa Regional Office

Namshi La の Executive Engineer の下に各1名いる。その他、試験室に1名、倉庫に1名、代理1名がいる。試験室は、建設・改良や維持管理で重要な工事について、試験を実施することとされており、機材は使える状態に整備され、稼働している様子が伺える（図 4.9、図 4.10）。

表 4.4 地域事務所の建設係、維持管理係の所掌⁵⁷

<p>建設係 (Construction Section)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) 道路や橋の改良・建設工事を監督する； 2) すべての改良/建設工事の月次進捗報告書を検討し、まとめ、ROに提出し、DoST、本部に提出する； 3) 改良・建設活動の年間予算案と年間作業計画を作成する； 4) APAに沿った改良/建設工事の物理的・財務的進捗状況を確認し、上位当局に報告する； 5) あらゆる種類の改良/建設工事の図面、見積もり金額、仕様書を見直し、承認する； 6) 改良/建設工事の歩掛分析と数量調査を実施する； 7) 承認された予算に基づき、すべての改良/建設工事に対する技術的・財務的認可、行政認可の手続きを行う； 8) 入札書類の作成、入札の募集、入札の評価、改良/建設工事の落札手続きなど； 9) 現場レベルの入札委員会の実施と議事録の作成、コントラクターやROの職員・スタッフとの調整会議の開催； 10) 契約工事に関する苦情や問題に関連するケーススタディを検討・実施し、関連する変更を今後の工事に反映させる； 	<ol style="list-style-type: none"> 11) 時間超過、期限逸脱などの契約上の問題を検討し、適切な入札委員会に上申して決定を仰ぐ； 12) 様々な分署の下での改良工事や建設工事の監視を行い、請負工事と部門執行工事の品質と適時の完成を確保する； 13) 契約または部署で実施される工事の共同測定を行う； 14) RO傘下のすべての重要工事について、他の職員やスタッフと共同でラボ試験を実施する； 15) 出張所で実施された試験を審査・承認し、請求書確定前に工事の品質を保証する； 16) 会計課に提出する前に、あらゆる種類の契約請求書、改良/建設工事の機械・設備のレンタル料を共同で検証する； 17) すべての資材、設備等が現場において数量・品質通りに受領されていることを確認し、上司の指示に基づき抜き打ちチェックを行う； 18) チーフ・エンジニアの指示に従い、共同労務支払を行う； 19) ROの全ての記録、契約書等を安全に保管すること。
<p>維持管理係 (Maintenance Section)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) 道路と橋の日常点検、定期点検、緊急点検を監督する； 2) ROの全作業（維持管理と建設工事の両方）の月次進捗報告書を見直し、本部のDoSTに提出する； 3) 維持管理活動の年間予算案と年間作業計画を作成する； 4) APAに沿った整備工事の物理的・財務的進捗状況を確認し、上位当局に報告する； 5) 日常・定期・緊急整備工事の図面、見積書、仕様書を審査・承認する； 6) 定期・緊急メンテナンス工事の図面、見積書、仕様書を確認・承認する； 7) 承認された予算に基づき、すべてのメンテナンス関連工事に対する技術的・財務的認可、行政承認の手続きを行う； 	<ol style="list-style-type: none"> 13) 請負または部門ごとに実施される工事の共同測定を実施する； 14) RO傘下のすべての重要工事について、他の職員やスタッフと共同でラボ試験を実施する； 15) 請求書の確定前に、出張所が実施した試験のレビューと承認を行い、工事の品質を保証する； 16) 会計課に提出する前に、あらゆる種類の請求書（工事、資材の供給、機械や設備のレンタル料など）を共同で検証する； 17) すべての材料、機器などが現場で量と品質通りに受領されていることを確認し、上司の指示により抜き打ちチェックを行う； 18) チーフエンジニアの指示に従い、共同労務支払を行う；

⁵⁷ ブータン政府 MoIT: 地域事務所所掌(<https://www.moit.gov.bt/en/departments/department-of-roads/divisions/regional-offices/>) 2023年7月取得

第4章 ブータンの道路AM実態調査

	<p>8) 入札書類の作成、入札の募集、入札の評価、メンテナンス関連工事の落札手続き、機械・設備の年間雇用、年間建設資材、エンジニアと労働者の安全管理など；</p> <p>9) 現場レベルの入札委員会の実施と議事録の記録。請負業者やROの職員・スタッフとの調整会議の開催；</p> <p>10) 契約工事に関する苦情や問題に関連するケーススタディを検討・実施し、関連する変更を今後の工事に反映させる；</p> <p>11) 時間延長、契約逸脱などの契約上の問題を検討し、適切な入札委員会に上申して決定を仰ぐ；</p> <p>12) 様々な出張所管轄の工事の監視を行い、契約および契約解除の両方について、品質と適時の完成を確保する。</p>	<p>19) 道路・橋梁のインベントリーを毎年作成・更新し、DoST、本部に提出する；</p> <p>20) 出張所から提出されたすべての部門別工事について、パートIII（工事VS支出）をチェックし、検証する；</p> <p>21) 労務費、火薬費、セメント消費量などの月次報告書を作成し、本部に提出する；</p> <p>22) モンスーンや降雪の季節には、道路の状況を毎日監視し報告する；</p> <p>23) モンスーンによる損害の程度を評価し、見積もりを作成し、共同で検証し、資金調達のための手続きを行う；</p> <p>24) 道路法の規定に沿って、アクセス道路の離合地点、採石場などの用地を検討し、共同で確認し、承認手続きを行う；</p> <p>25) 道路法の規定に従い、道路用地内の違法建築物を管理する；</p> <p>26) ROのすべての記録、契約書などを安全に保管する。</p>
--	---	---



図 4.8 ロベサ(Lobeyssa)地域事務所



図 4.9 試験室(1)/ロベサ地域事務所(Lobeyssa RO)



図 4.10 試験室(2)／ロベサ地域事務所(Lobeyasa RO)

4.3.4 道路維持管理関係の予算

道路関係予算（2019-2020）内訳を表 4.5 に示す。建設に関しては国内資金と外国資金が同程度の比率である。維持管理予算は、道路・橋梁の国内予算の 40%を占めているが、不十分であり、コロナ禍以降は特に不十分といわれる⁵⁸。橋梁の維持管理予算は、維持管理予算の 2.6%とごくわずかであるが、DoSTが管理する橋梁は国道の橋梁だけで、農道と地方道の橋梁は地方政府が管理している⁵⁹。

表 4.5 ブータンの道路関係予算内訳（2019-2020）^{60 61}

(単位：百万円、かつこ内は mNu、1Nu=1.44 円)

分野	資金元	建設	維持管理				その他	合計	備考
			日常維持管理	定期維持管理	緊急維持管理	計			
舗装 土工 他	国内 資金	995.1 (691.1)	433.0 (300.7)	189.4 (131.5)	269.3 (187.0)	891.6 (619.2)	371.4 (257.9)	2,258.1 (1,568.2)	
	外国 支援	952.6 (661.5)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	952.6 (661.5)	ADB、 蘭支援
	小計	1,947.7 (1,352.6)	433.0 (300.7)	189.4 (131.5)	269.3 (187.0)	891.6 (619.2)	371.4 (257.9)	3,210.7 (2,229.7)	
橋梁	国内 資金	10.9 (7.6)		23.0 (16.0)		23.0 (16.1)	0 (0)	33.9 (23.6)	
	外国 支援	13.0 (9.0)		0 (0)		0 (0)	0 (0)	13.0 (9.0)	印支援
	小計	23.9 (16.6)		23.0 (16.0)		23.0 (16.0)	0 (0)	46.9 (32.6)	
合計	国内 資金	1,006.0 (698.7)				914.6 (635.3)	371.4 (257.9)	2,292.0 (1,591.8)	
	外国 支援	965.6 (670.5)				0 (0)	0 (0)	965.6 (670.5)	
	小計	1,971.6 (1,369.2)				914.6 (893.1)	371.4 (257.9)	3,257.6 (2,262.3)	

4.3.5 舗装のアセットマネジメント概説

ブータンの道路は 18,469km（2022年6月現在、図 4.2）で、舗装延長は 4,902km、舗装率は 27%（2022年6月現在）である（図 4.11）。全道路のうち、農道が 11,257km(61%)を占めるが、農道の舗

⁵⁸ 2023年5月24日 9:30- Interview to Lobeyasa Regional Office

⁵⁹ 2023年5月25日 16:00- Interview to Bridge Division, DoST

⁶⁰ 日本海外コンサルタント(株)他 [2016]、JICA 橋梁施工管理及び維持管理能力向上プロジェクト業務計画書よりデータを編集

⁶¹ ブータン DoR 提示資料(2021.6)をとりまとめ

装率は1%で、殆ど舗装されていない。農道を除く全道路の舗装状況は、2018年から2022年にかけて、道路の整備や管理所掌の変更による変動があり、舗装率は65～67%で推移しているが、舗装延長は着実に伸びており、過去5年間で323km増えて4,743kmとなっている（図4.12）。

未舗装道路の舗装化は、国道を優先して進められ、一級国道は2020年に全区間で100%舗装化され、二級国道の舗装率は80%（2022年6月）となっている（図4.13）。二級国道は、2021年から2022年にかけて59km増え、そのうち88%に当たる52kmが未舗装道路だったことから、舗装率は84%から80%へ低下しているが、舗装延長は7km伸びている。

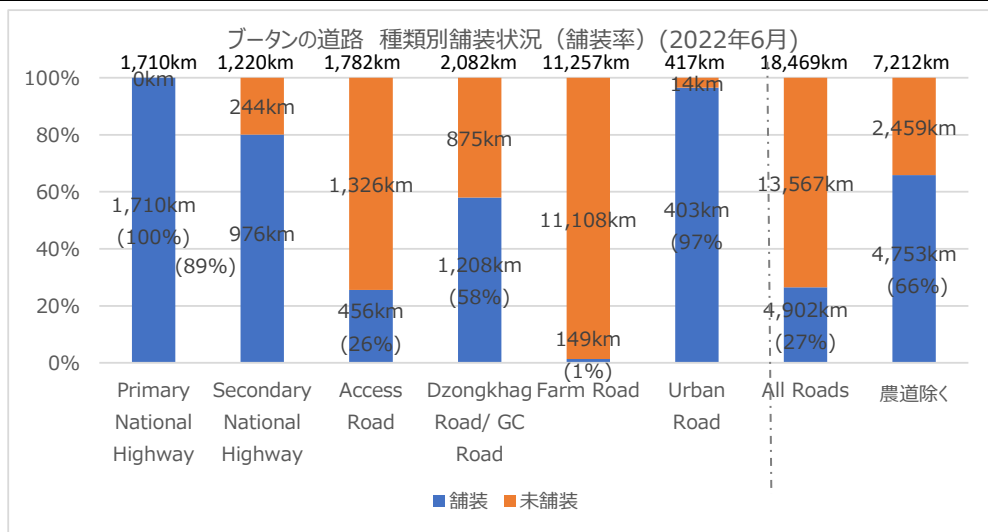


図 4.11 ブータンの道路の舗装状況 (2022年6月現在) ⁶²

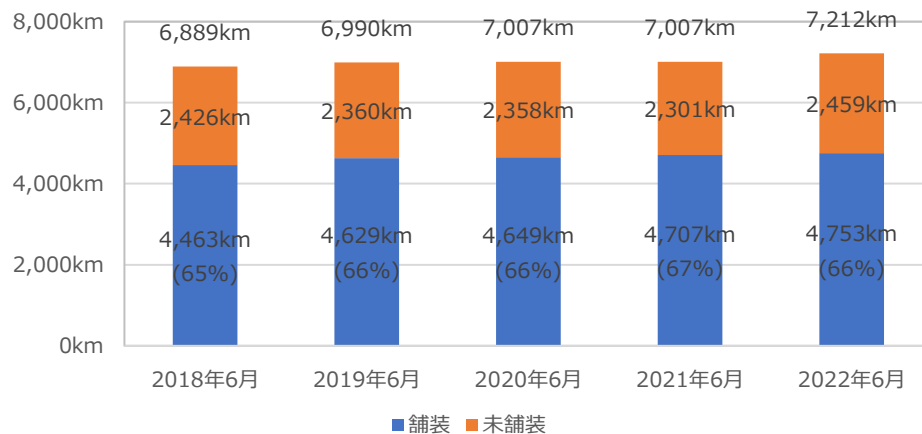


図 4.12 ブータン 農道を除く全道路の舗装状況 ⁶³

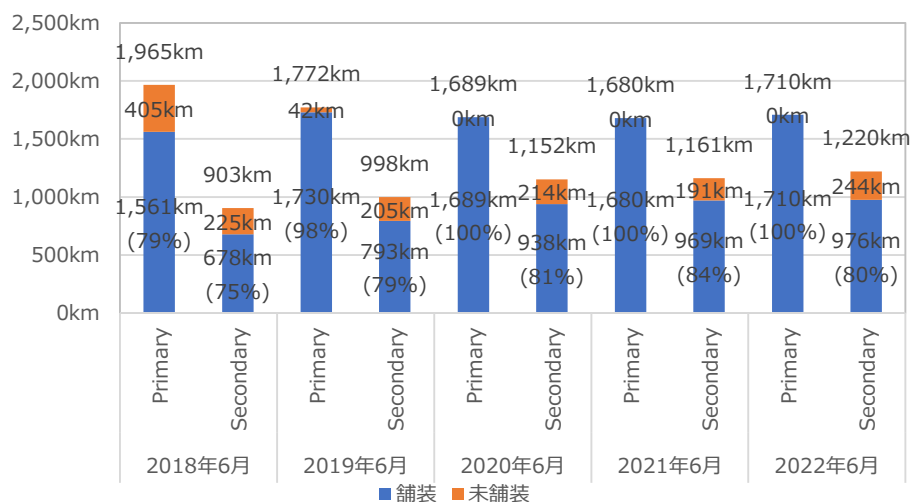


図 4.13 国道 (一級、二級) の舗装状況 (2018~2022年) ⁶⁴

一方、アクセス道路(Access Road)、県道(Dzongkhag Road/ GC Road)、近郊道路(Urban Road)は、2018年から2022年にかけて所掌変更や整備進展を伺えるが (図 4.2)、これらを合わせた舗装率は

48～50%で推移し、舗装されている道路の延長は、過去5年間で22km増えて2,067kmとなっている(図4.14)。最近では、国道に並走・接続する村道でもアスファルト舗装が敷設されたと、現地の住民は喜んでいるという⁶⁵。

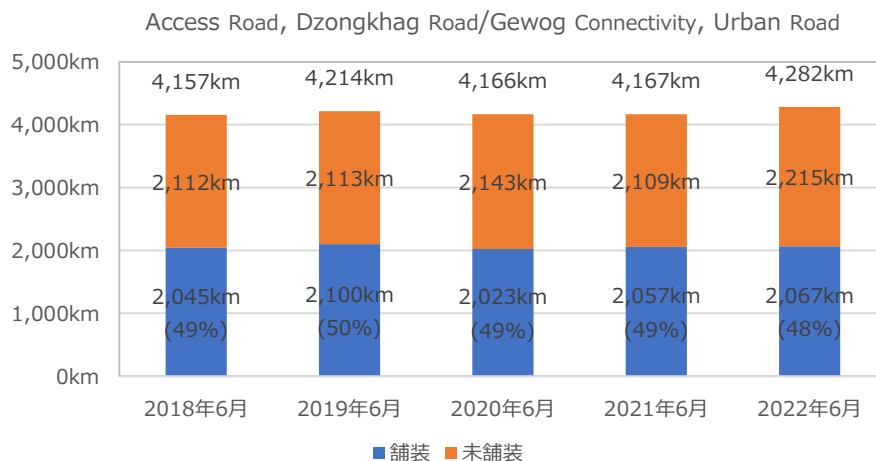


図 4.14 県道、接続・近郊道路の舗装状況 (2018～2022年)⁶⁶

ところで、ブータンにおける舗装状況は、年次レポート⁶⁷で **Black Topped** (アスファルト舗装化)、**Non-Black Topped** (未舗装) の道路延長が示されている。山岳地帯で縦断勾配のある道路では、アスファルト舗装に比べて長寿命なコンクリート舗装の選択も考えられ、アスファルト舗装に比べてコンクリート舗装はブータン国内産資材を利用できるメリットが考えられる。この点について、DoSTでは、過去2か所でコンクリート舗装を試行したが、1か所は仕上がり品質が悪く低評価だったという⁶⁸。また、幅員が狭いブータンの道路では、道路を供用しながらコンクリート舗装に替えるのに適した施工機械がないこと、現状交通を供用しながらの施工が困難なこと、崩落が頻発する地すべり地帯ではコンクリートだと早急の舗装補修が難しいなどことから⁶⁹、供用中道路でアスファルト舗装からコンクリート舗装への変更や、コンクリート舗装の補修は、難しく適していない。

⁶² Ministry of Works & Human Settlement, Policy & Planning Division, Royal Government of Bhutan : Annual Information Bulletin 2022

⁶³ Ministry of Works & Human Settlement, Policy & Planning Division, Royal Government of Bhutan : Annual Information Bulletin , 2021, 2022

⁶⁴ Ministry of Works & Human Settlement, Policy & Planning Division, Royal Government of Bhutan : Annual Information Bulletin , 2021, 2022

⁶⁵ 2023年3月20日 道路斜面対策工能力強化プロジェクトへのヒアリング

⁶⁶ Ministry of Works & Human Settlement, Policy & Planning Division, Royal Government of Bhutan : Annual Information Bulletin , 2021, 2022

⁶⁷ Ministry of Works & Human Settlement, Policy & Planning Division, Royal Government of Bhutan : Annual Information Bulletin , 2021, 2022

⁶⁸ 2023年5月23日 Interview to DoST

⁶⁹ 2023年5月23日 Interview to DoST

アスファルト舗装については、DBSTや上層路盤・下層路盤等で区分施工された高級舗装などの区別で集計されていないため、道路の立地や利用される状況に応じた舗装の種類や構成の適切な選択を踏まえた舗装の補修・改築計画は、指向されていない状況が伺える。道路の利用状況については、ブータンの都市間幹線道路の殆どで交通量は1,000台/日未満であり（4.3.2.2参照）、大型車などの商用車は少ないため、通過車両による損傷は少ないと考えられる。また、滞水による舗装の損傷は、排水溝が、ブータンの国道、県道、農道の設計基準により、丘側に設置されることとなっており（表4.6）、また山地地形では道路の縦断に沿って排水されるため、比較的少ないと考えられる。ダンプなどの重い車両や落石による衝撃等で傷んだ舗装は、すぐに補修されており⁷⁰、国道の舗装状態は悪くない。ただし、標高が高く積雪地域を通過する道路では、凍上対策が必要な場合があると考えられる。この点について、DoSTによると⁷¹、東西道路のティンブー〜ドチェラ（Dochula）間の一部区間の舗装技術は、以前はインドの技術が適用されていたが、日本の舗装技術GSB（Granular Sub-Base: 下層粒状路盤）が適用されたところ、8〜10年経過したが、良好な状態を維持しており、高く評価されている。

表 4.6 道路設計の主要諸元⁷²

道路区分	一級国道： Primary National Highway				二級国道： Secondary National Highway				県道： Dzongkhag Road				農道：Farm Road			
	L	R	M	S	L	R	M	S	L	R	M	S	L	R	M	S
設計速度 (km/h)	60	50	40	30	50	40	30	20	40	30	20	15	30	25	15	10
交通量(cvpd)	>200				100-200				30-100				<30			
幅(m)	道路敷地				30				18.30				12.20			
	車道				5.5-7.5				3.75-5.5				3.5			
	路肩**				谷側で1m				谷側で1m				谷側で0.8m			
	排水溝				丘側で1m				丘側で1m				丘側で0.8m			
	瓦礫拾い*				丘側で1m				丘側で1m				0			
平面曲線の最小半径(m)	115	80	50	30	75	75	25	15	75	25	15	15	15 (例外で10)			
ヘアピンカーブの最小半径(m)	15				15				15				15 (例外で10)			
舗装勾配 (%)	2-4				2-4				2-4				3-5			
路肩勾配 (%)	4-6				4-6				4-6				4-6			
最大片勾配 (%)	7				7				7				7			
最大縦断勾配(%)	8				8				10				10			

注) *瓦礫拾いの幅は、可能な限り確保

** 例外的に0.75mの路肩を設けることができる

cvpd = commercial vehicles per day: 1日あたりの商用車

L= 平地 (0-10°), R= 起伏のある地形 (10-25°), M=山岳地形 (25-60°), S=急峻な地形 (60°以上)

⁷⁰ 2023年3月20日 道路斜面对策工能力強化プロジェクトへのヒアリング

⁷¹ 2023年5月23日 Interview to DoST

⁷² MoWHS : Road Classification and Network Information of Bhutan, 2020

2018年から2022年にかけて所掌変更や整備進展について、過去4～5年の間に、国道の一部を地方道路に変更して、職員が多い地方政府に管理を移管したが、維持管理が不十分になり、地方政府から移管替えした道路を国道に戻すように要求されているという⁷³。移管に当たっては、良好な状態で国道から地方政府に移管したが、地方政府は損傷した状態で政府に引き取りを要求しているものの、中央政府には十分な維持管理予算がないため、地方政府から道路の引き取りが困難な状況という⁷⁴。実際、アスファルト舗装のポットホールの修理は、予算が限られているため、わずかしこ補修できないという⁷⁵。この点については、国会で議論が継続しており、現在策定中の第13次五か年計画では、今年11月からの選挙で2024年以降を担当する新政権の意向によっては、国道から移管した地方道路をDoSTの管理に戻す政策がとられる可能性があるという⁷⁶。

このように、道路整備は、政府の予算制約があるため、できるだけ長寿命な舗装が整備され、補修頻度を少なくする必要がある。ブータンの幹線道路で交通量の少ない状況では、滞水や凍上の問題を可能な限り回避した道路設計により、多くの舗装構造上の問題は解決されるが、施工については、品質管理が整ってなく、本来具備されるべき舗装の機能・性能が損なわれている懸念がある。この点については、4.6.3に詳しく述べる。

4.3.6 橋梁のアセットマネジメント概説

道路橋の約4割がベイリー橋であり、恒久橋が極端に少ない(図4.15)。道路整備・維持管理の予算が少ないが(4.3.4参照)、流されたり壊れたりするベイリー橋(図4.16)の補修・応急復旧に費やされ、目先の対応で予算が消化されてしまうため、補修・改築計画は翌年度までで、中・長期的な計画を策定できない⁷⁷(4.7.2(3)参照)。ベイリー橋はブータンでは一般的な橋梁形式の一つで、インドの軍事基準に基づいており、DoSTの入札に参加している部品メーカーはインドにあり4社ほどある⁷⁸。DoSTによると、まず主要国道にあるすべてのベイリー橋を恒久橋に架け替えることとされているが⁷⁹、道路橋の整備推移を見ると、国道以外を含むベイリー橋は増加傾向であり、PC橋や複合材料橋は増えているが、RC橋は減っている(図4.17、図4.18)。

道路の耐荷重について、橋梁のみインド基準に基づいた制限荷重が定められており⁸⁰、古いベイリー橋や恒久橋はトータル荷重で30t前後とされるが(図4.19、図4.20)、水力発電所のタービンを運ぶために耐荷重を上げる必要があり、今後はインドの基準で70tとされている⁸¹。

⁷³ 2023年5月24日 Interview to Lobeyasa Regional Office

⁷⁴ 2023年5月24日 Interview to Lobeyasa Regional Office

⁷⁵ 2023年5月23日 Interview to Thimphu Regional Office

⁷⁶ 2023年5月25日 Interview to DoST

⁷⁷ 2021年6月4日「橋梁施工監理及び維持管理能力向上プロジェクト」へのヒアリング

⁷⁸ 2023年5月25日 書面回答 from Bridge Division, DoST

⁷⁹ 2023年5月25日 書面回答 from Bridge Division, DoST

⁸⁰ 2023年5月23日 Interview@DoST

⁸¹ 2021年6月4日「橋梁施工監理及び維持管理能力向上プロジェクト」へのヒアリング

過積載車両の取り締まりを担当する機関は、Bhutan Construction and Transport Authority (BCTA)が該当するが、国内に軸重測定装置がなく、現状は過積載車を取り締まっていない⁸²。したがって、過積載車両を取り締まる制度、罰金額の情報や、車両重量計測ステーションの設置はない⁸³。

コンクリートの品質は、配合設計や、使用する骨材・混和剤等の管理が重要であり、また、生コンクリートの打設時間や打設方法などの施工監理によっても、竣工時の品質は大きく変わり得る。コンクリートの耐久性向上のため、ブータンにおけるコンクリートの品質管理は、強度試験やスランプ試験などに依る性能確認だけでなく、生コンクリートを供給するプラントや現場を通じた、生コンクリートの製造・施工プロセスにおいて、適切に施工する知見・技量を有する技能者、技術者の配置と、適切な品質管理が必要である（4.6.4 参照）。

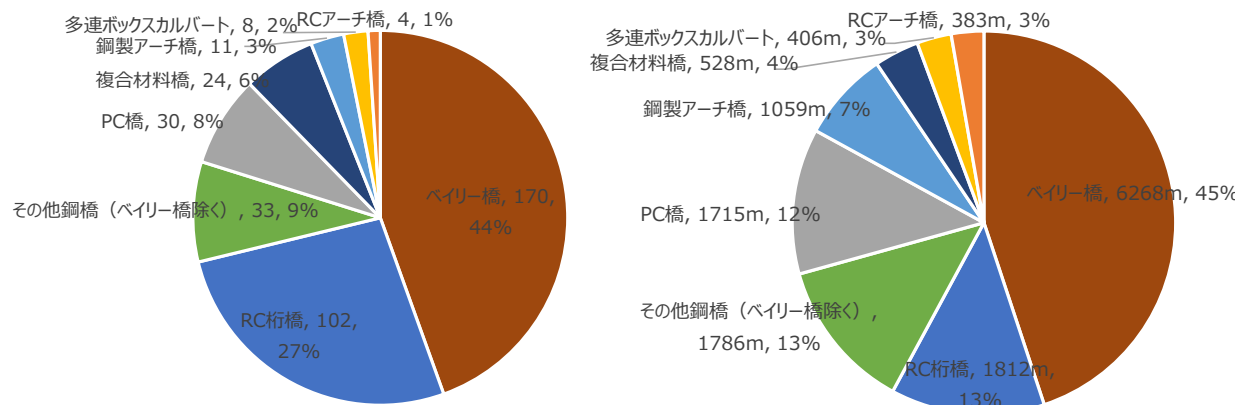


図 4.15 道路橋の型式別の数 (左) と延長 (右) (2022年6月)

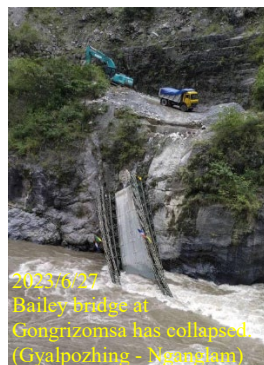


図 4.16 壊れたベイリー橋⁸⁴

⁸² 2023年5月23日 Interview@DoST

⁸³ 2023年5月22日 書面回答 from Road Maintenance Division, DoST

⁸⁴ ブータン DoST : Facebook (<https://www.facebook.com/dorinform/>) , DZONGKHAG ADMINISTRATION, SAMTSE (<http://www.samtse.gov.bt/announcements/160-feet-long-bailey-bridge-kuchidiana-connecting-ugyentse-and-yoeseltse-gewog-has>) 2023年7月取得

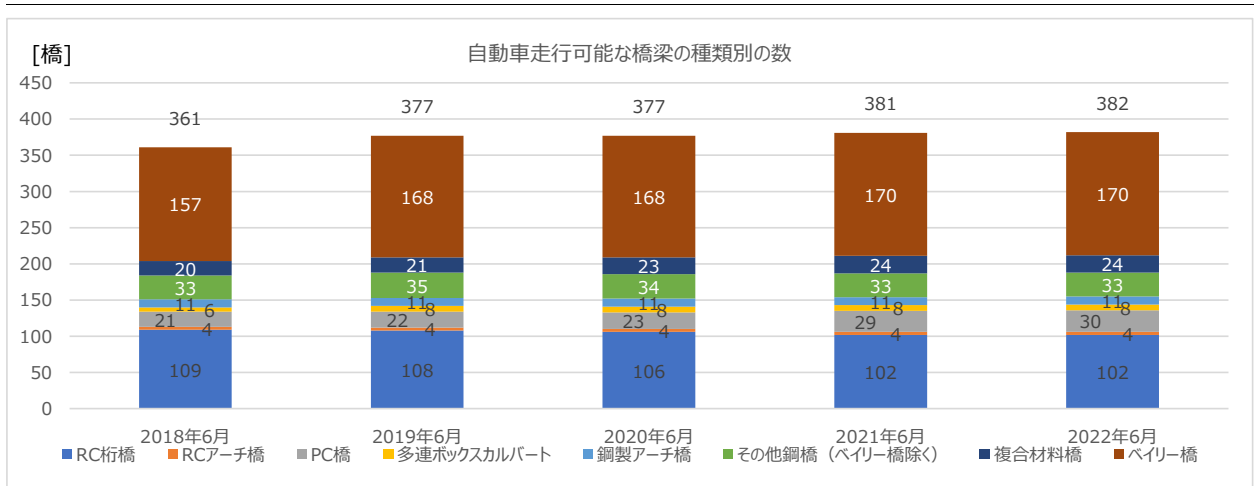
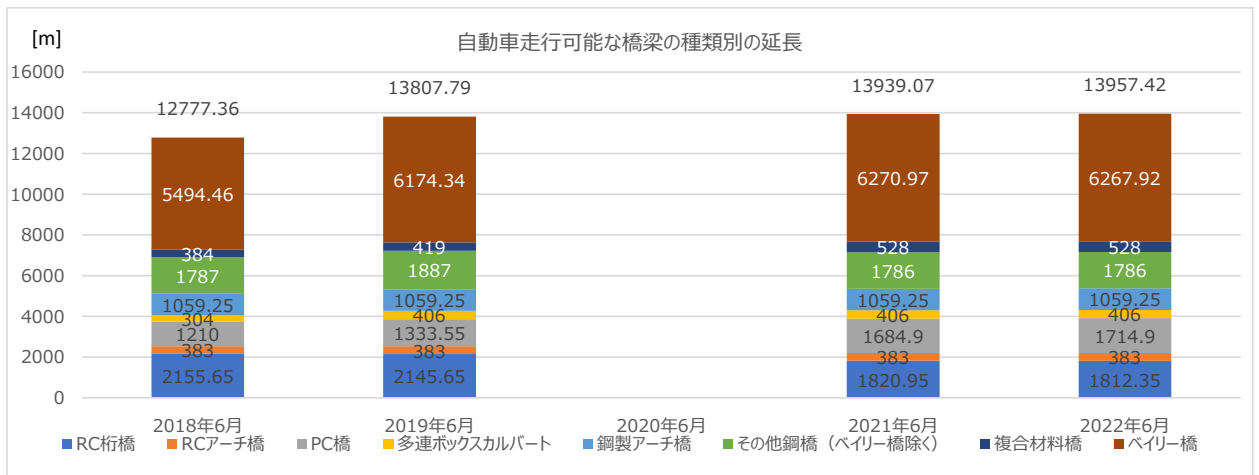


図 4.17 道路橋の型式別の数の推移 (2018~2022年) ⁸⁵



➤ 2020年のデータは、年次レポートでは公表されていない。

図 4.18 道路橋の型式別の延長の推移 (2018~2022年) ⁸⁶

⁸⁵ ブータン MoWHS: Annual Information Bulletin 2018-2022

⁸⁶ ブータン MoWHS: Annual Information Bulletin 2018-2022

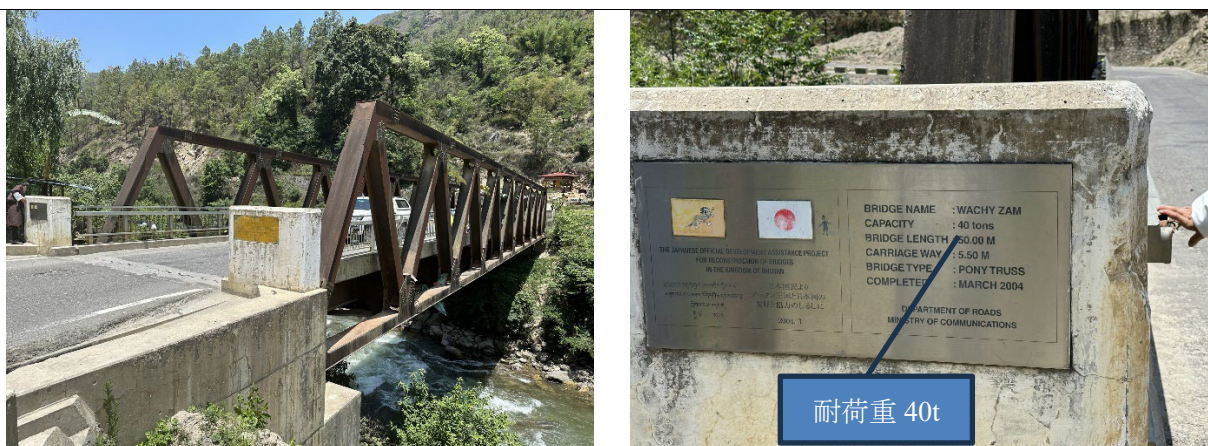


図 4.19 WACHY ZAM 橋（日本の無償資金協力により 2004 年 3 月建造、ポニー・トラス型式）⁸⁷



図 4.20 KHURU KUENPHEN 橋（2003 年 6 月建造、2 径間ベイリー橋）⁸⁸

クラック注入工に必要なエポキシ樹脂や、コンクリート断面修復に必要なポリマーセメントなどの補修材料は、インドやタイから入手できるルートがあり、予算が確保されれば、必要な資機材は概ね揃うが、予算的な制約もあり実施が困難であることから、コンクリートに関する基礎的な補修が実施されておらず、表 4.7 に示すように鋼橋の補修・補強が主体となっている。

表 4.7 橋梁補修の予算額（2019 年度、2020 年度）⁸⁹

年度	補修内容	補修金額（千円）
2019-2020	木製高欄、歩道部の取替、	3,600
	鋼橋塗り替え塗装	7,200
	橋梁の補強	2,000
	小計	12,800
2020-2021	ベイリー橋の耐荷力向上 10 橋	13,000

⁸⁷ 2022 年 5 月 24 日 調査団撮影

⁸⁸ 2022 年 5 月 24 日 調査団撮影

⁸⁹ 2021 年 6 月 DoR 橋梁課から入手

4.3.7 土工(斜面)のアセットマネジメント概説

ブータンは、国土のほとんどが山岳地帯であることから幹線道路の代替路がほとんど存在しないにも関わらず、洪水や土砂崩れ等の災害により、MoITが管轄する国内の幹線道路における通行止め回数は444回/年(2021年)(うち、斜面災害に起因するものは139回)に及んでいる⁹⁰。特に雨季(7月～9月)の期間においては、ブータン政府はその復旧作業に追われている状況である。がけ崩れが起きやすい山が多数あり、本来、道路はがけ崩れが起きないように整備されなければならないが、それに必要な予算は不十分で、がけ崩れが起きた場合は、DoSTが対応するものの、作業を行う労力の不足に加えて予算も不足している⁹¹。道路は、がけ崩れが起きやすい場所を避けて建設されているとはいえ、どうしても避けられない箇所、特にブータン中央部と南部の地域には危険な道路が多数あり、特に雨季になると崖崩れが繰り返し発生する⁹²(図4.21)。急峻な地形ゆえに、険しい切土のり面が多く、道路幅員の確保のため、崖を掘りこんでオーバーハングさせた道路も主要国道に存在する(図4.22)。このような、危険な地形に沿って道路が造られている箇所は、資金があれば、橋梁で短絡させて回避できる。

地質は、場所によってかなり違い、柔らかく不安定なところ、硬い岩のところ、変化に富み、地すべりのあるところでは、崩積土が見られる⁹³。高さ3～4mの石積みの擁壁やじゃかごはあるが、のり面は、だいたい1段で、小段排水はなく、のり面の表面保護はほぼない⁹⁴(図4.23)。DANTAK(4.4.2.1参照)により、アンカー工が施工されている箇所はあるが(図4.27)、DoSTへの技術移転はなされていないようである。土石流の発生し得る箇所や小崩落の頻発箇所では、JICA技術協力プロジェクト等により対策工が施工されている(図4.24、図4.25)。このような対策が全国に広がれば、道路損傷と復旧を繰り返す非効率な道路管理の負荷は軽減される。

⁹⁰ JICA: ブータン王国 国別分析ペーパー(JICA Country Analysis Paper), 2023年3月, p.11

⁹¹ 参議院(派遣調査団とブータン首相の談話): ODA調査派遣報告書「II. ブータン王国における調査」, 2020年5月, pp.71-72. (https://www.sangiin.go.jp/japanese/kokusai_kankei/oda_chousa/r01/r01oda-houkoku.html) 2023年7月取得

⁹² 参議院(派遣調査団とブータン首相の談話): ODA調査派遣報告書「II. ブータン王国における調査」, 2020年5月, pp.71-72. (https://www.sangiin.go.jp/japanese/kokusai_kankei/oda_chousa/r01/r01oda-houkoku.html) 2023年7月取得

⁹³ 2023年3月20日 道路斜面对策工能力強化プロジェクトへのヒアリング

⁹⁴ 2021年6月7日 大日本土木へのヒアリング



図 4.21 がけ崩れにより通行止めとなった道路⁹⁵



図 4.22 崖がオーバーハングする道路（国道1号 Wangdue-Trongsa 間）⁹⁶



図 4.23 石積み擁壁（Lobeysa 付近）⁹⁷



図 4.24 JICA 技術協力プロジェクトによる土石流対策工（国道1号 Wangdue-Trongsa 間）⁹⁸

⁹⁵ ブータン DoST : Facebook (<https://www.facebook.com/dorinfom/>) 2023年7月取得

⁹⁶ 2023年5月24日 調査団撮影

⁹⁷ 2023年5月24日 調査団撮影

⁹⁸ 2023年5月24日 調査団撮影

図 4.25 切土のり面保全・対策工（国道1号 Wangdue-Trongsa 間）⁹⁹

4.4 ブータンへの技術協力・支援

4.4.1 JICA 技術協力プロジェクト

4.4.1.1 背景と経過

JICAは古くから橋梁の建設に重点を置いて支援を実施しているが、近年は維持管理/斜面防災関連の支援も行っている。JICAが実施済及び実施中の調査及び技術協力プロジェクトを表4.8に示す。

表 4.8 JICA が実施済及び実施中の調査及び技術協力プロジェクト

件名	時期	受注者名	業務内容
橋梁整備計画調査	1998完了	—	国道整備/橋梁架け替えの基本計画策定、優先プロジェクトの詳細設計（Feasibility Study：以下、FS）を実施した。
橋梁長期専門家	1998～2004	阪神高速道路	橋梁台帳の作成等を行った。
橋梁計画・設計・施工・保全に係る人材育成プロジェクト	2006/8～2007/8		技術者育成、コンクリート橋の設計/施工/保全技術の向上を図った。
シニアボランティア	2012～2014	いであ	地すべりや道路工事による通行規制情報の事前提供他を支援した。
農道架橋設計・実施監理能力向上プロジェクト	2014/2完了	国際航業、地球システム科学、OYO インターナショナル	農林省農業局及び県の農道架橋の調査設計、施工監理、維持管理能力の向上を図った。
国内交通網に係る情報収集・確認調査	2014/9完了	オリエンタルコンサルタント、アンジェロセック	道路橋梁/斜面プロジェクトの案件を調査した。
国道1号線橋梁架け替え計画準備調査	2014/8～2015/4	オリエンタルコンサルタント、アンジェロセック	3橋の架け替え工事及び取り付け道・護岸工の無償資金協力への調査を実施した。
国道4号線橋梁架け替え計画準備調査	2015/7～2016/11	オリエンタルコンサルタント、アンジェロセック	4橋の架け替え工事及び取り付け道路工の無償資金協力への調査を実施した。
道路斜面管理マスタープラン調査	2014/7～2017/3	国際航業、OYO インターナショナル、地球システム科学、オリエンタコンサルタント	460箇所の斜面点検による斜面台帳の作成、斜面の危険度別のランク分けを実施した。

⁹⁹ 2023年5月24日調査団撮影

件名	時期	受注者名	業務内容
橋梁施工監理及び維持管理能力向上プロジェクト	2016/9～ 2022/8	日本海外コンサルタンツ、アンジェロセック、阪神高速道路、オリエンタルコンサルタンツグローバル、地球システム科学、建設技研インターナショナル	橋梁維持管理サイクルの導入、BMSの整備による橋梁施工・維持管理能力の向上を図った。
道路斜面对策工能力強化プロジェクト	2018/12～ 2024/7	国際航業、OYOインターナショナル、地球システム科学	斜面对策工の計画・設計、事業実施手法及び危険斜面の監視体制強化を図っている。

2020年度業務から本業務の期間に実施が重なる技術協力プロジェクトの概要を以下に示す。

4.4.1.2 橋梁施工監理及び維持管理能力向上プロジェクト¹⁰⁰

(1) 協力内容

1) 上位目標

DoR（現 DoST）による橋梁整備及び維持管理に関する業務が改善される。

2) プロジェクト目標

DoR（現 DoST）管轄下の橋梁整備、維持管理・補修に携わるエンジニアの能力が向上する。

3) アウトプット

アウトプット 1: 橋梁整備及び維持管理に関わるブータン国のエンジニアたちが、OJT やセミナーを通じて、橋梁計画・設計、施工監理及び維持管理・補修業務に必要な橋梁工学の基礎知識を習得する。

アウトプット 2: 橋梁維持管理マニュアル（橋梁点検・診断マニュアル及び橋梁補修・補強マニュアル）が整備される。

アウトプット 3: 橋梁新設工事における品質管理及び安全管理に関する基本的留意事項をまとめた現場チェックリストが作成される。

アウトプット 4: 橋梁維持管理に関する適切な予算確保を目的とした橋梁マネジメントシステム（Bridge Maintenance System : BMS）が構築される。

アウトプット 5: 上記 1～4 の成果を踏まえ、DoR（現 DoST）管轄下の橋梁の維持管理に関する実施方針が整備される。

¹⁰⁰ JICA/日本海外コンサルタンツ株式会社, 株式会社アンジェロセック, 阪神高速道路株式会社, 株式会社オリエンタルコンサルタンツグローバル, 株式会社地球システム科学, 株式会社建設技研インターナショナル: ブータン国 橋梁施工監理及び維持管理能力向上プロジェクト 事業完了報告書 要約版, 2022年6月。

(2) アウトプットの確認と達成状況の概要

1) アウトプット1の確認と達成状況

指標		達成度	補足
目標値	達成度		
1-1 橋梁工学の基礎に関するワークショップやセミナーに56名参加し、修了試験に合格する。	ワークショップとセミナーの参加者数の合計は417名に達した。第3回テストでは、平均91.6%となり、目標の80%を上回った。	100%	
1-2 施工監理に関するワークショップやセミナー、OJTに56名参加する。	ワークショップ、セミナー、OJTの参加者数の合計は187名に達した。	100%	
1-3 維持管理に関するワークショップやセミナーOJTに56名が参加する。	ワークショップ、セミナー、OJTの参加者数の合計は294名に達した。	100%	
1-4 ワークショップ、セミナー、OJTの内容は適切であり、DoR（現DoST）及びDzongkhagの技術者のニーズに対応している。	ワークショップ、セミナー、OJTの内容は適切であり、DoR（現DoST）及びDzongkhagの技術者のニーズに対応している。	100%	

2) アウトプット2の確認と達成状況

指標		達成度	補足
目標値	達成度		
2-1 橋梁点検・診断マニュアルが2018年までに整備される。	点検・診断マニュアル（案）は2017年10月までに作成され、2019年10月に最終案がDoR（現DoST）に提出され、承認された。	100%	
2-2 橋梁補修・補強のマニュアルが2018年までに策定される。	補修・補強マニュアル（案）は、2019年8月までに作成され、2019年10月に最終案がDoR（現DoST）に提出され、承認された。	100%だが、策定の遅れ	2018年の2つの選挙のため策定が遅れた。
2-3 マニュアルの内容が適切であり、理解しやすく、適用しやすい。	マニュアルの内容は適切であり、理解しやすく、適用しやすい。	100%	
2-4 2019年までにDoR（現DoST）地方事務所等にマニュアルが配布され、点検・整備に活用される。	橋梁維持管理マニュアルは、2019年10月に地方事務所に配布され、点検・整備に使用されている。	100%	

3) アウトプット3の確認と達成状況

指標		達成度	補足
目標値	達成度		
3-1 2017年末までに、工事用の現場チェックリストを作成する。	2017年10月までに現場チェックリスト（案）が作成され、2019年10月に最終案がDoR（現DoST）に提出され、承認された。	100%	
3-2 現場チェックリストは、適切で分かりやすく、適用しやすい。	現場チェックリストは適切であり、理解しやすく、適用が容易である。	100%	
3-3 2019年までにDoR（現DoST）地方事務所や関係機関等で現場チェックリストが採用される。	現場チェックリストは、2019年10月にDoR（現DoST）の地方事務所に配布された。	100%	

4) アウトプット4の確認と達成状況

指標		達成度	補足
目標値	達成度		
4-1 2019年までにBMSが開発さ	BMSは2019年10月までに開発さ	100%	

指標		達成度	補足
目標値	達成度		
れる。	れた。BMSは、橋梁インベントリ、橋梁点検、補修・補強費用算出、橋梁優先度決定の4つのモジュールと、ユーザー設定機能、アクセス権限機能、橋梁マスター設定機能、バックアップ・復元機能の4つの管理機能で構成されている。		
4-2 2019年までにBMSを活用した橋梁維持管理予算が提案される。	2022年2月に、BMSを活用した橋梁保全予算が提案された。	80%	補修範囲設定の遅れと、パンデミックにより、予算作成が遅れた。
4-3 DoR（現DoST）の技術者が毎日問題なくBMSを利用している。	DoR（現DoST）の技術者は毎日問題なくBMSを利用している。	100%	

5) アウトプット5の確認と達成状況

指標		達成度	補足
目標値	達成度		
5-1 2019年までに中期・長期維持管理計画を策定する。	2019年10月に橋梁維持管理計画を策定した。	100%	
5-2 2019年までに橋梁維持管理に必要な組織体制と人材が提案される。	橋梁保全に必要な組織体制・人員が2019年10月に提案された。	100%	
5-3 2019年までに橋梁の維持管理に関するDoR（現DoST）の方針が立案される。	DoR（現DoST）の橋梁維持管理に関する方針が2019年10月に立案された。	100%	

(3) 評価結果

以下は、「ブータン国 橋梁施工監理及び維持管理能力向上プロジェクト 事業完了報告書 要約版」（2022年6月）のレポートを要約したものである。

1) 妥当性¹⁰¹

妥当性（介入の目的及びデザインが、受益者のニーズ、政策、優先順位に対応し、状況の変化に応じて対応し続ける度合い）は、ブータン国の開発政策、DoR（現DoST）のニーズ、道路橋梁セクターの問題や課題への取り組みに関し、次の観点から、非常に適切であったと言える。

- ・ ブータンの第11次5カ年計画(2013-2018)では、「交通安全」「建設の質」「建設された広大な道路網を維持するための財政的持続性」が道路・橋梁セクターの重要課題とされ、DoR（現DoST）のセクター重要成果分野（SKRA）の一つとして「アクセス向上のための橋梁の建設と架け替え」、「ベイリー橋の架け替え数」が主要なパフォーマンス指標（KPI）として設定されていた。

¹⁰¹ JICA/日本海外コンサルタント株式会社, 株式会社アンジェロセック, 阪神高速道路株式会社, 株式会社オリエンタルコンサルタントグローバル, 株式会社地球システム科学, 株式会社建設技研インターナショナル: ブータン国 橋梁施工監理及び維持管理能力向上プロジェクト 事業完了報告書 要約版, 2022年6月, p.17, p.51, p.55.

- ・ 橋梁の維持管理の改善のニーズに応えるため、DoR（現 DoST）管轄下の橋梁の建設や維持補修に携わる技術者の能力向上を図るセミナーおよびワークショップを8回開催（累計の参加者は84名）し、DoR（現 DoST）が管理している国道上の橋梁及び県道そして農道上に点在するベイリー橋を含む橋梁を総括的に計画管理から建設管理そして維持管理に至るまでの重要性の認識を高め、橋梁維持管理の計画および実行への移行を図った。
- ・ その結果、橋梁維持管理計画（中期計画、長期計画）が2019年10月に策定され、ベイリー橋の架け替えは急速に進み、第12次5カ年計画の予定を上回る合計37橋が建設された。

2) 整合性¹⁰²

整合性（世界・パートナー／開発協力機関、当該国、セクター、組織における当該介入と他介入との適合性）は、日本政府やJICAの政策、国際的な枠組みに関し、次の観点から、高いといえる。

- ・ 日本政府の2015年5月の対ブータン国開発援助方針では、都市部と農村部のバランスを取りながら自立かつ持続可能な開発を行うことを基本方針とし、地域の生活の質の向上のための道路・橋梁整備の必要性を指摘している。また、2018年4月のJICAの対ブータン国事業開発計画では、道路インフラの不足と質の低さが、社会・市場アクセスや経済活動の妨げとなり、開発の大きな制約であると指摘し、ブータン国政府のインフラの設計・建設、維持・管理のための能力開発を引き続き支援するとしている。これらの日本政府の開発援助方針及びJICAの事業展開計画に沿って、CAMBRIDGEプロジェクトは、国道1号線及び4号線の橋梁架け替えや、道路斜面管理に関するマスタープラン調査などの基礎インフラ整備のための他のプロジェクトとともに実施されている。
- ・ 国際的な枠組みの観点からは、“持続可能な開発目標(SDG)9 レジリエントなインフラの構築、包括的で持続可能な産業化の促進、イノベーションの促進を図る”に整合している。特に、“ターゲット9.A アフリカ諸国、後発開発途上国、内陸開発途上国、小島嶼開発途上国への資金、技術、技術支援の強化を通じて、開発途上国における持続可能で強靱なインフラ開発を促進する”の達成に貢献できる。

3) 有効性¹⁰³

有効性（介入の目的と結果の達成又は達成見込みの度合い。諸集団の異なる帰結を含む）は、CAMBRIDGEプロジェクト実施の結果、「DoR（現 DoST）の管理下の橋梁の建設や維持補修に携わる技術者の能力が向上する」というプロジェクト目標の達成の観点で、アウトプット1~5の指標の分析により、プロジェクト目標は50-80%の水準で達成されたと評価する。この分析を通じて整理された課題の要旨は、次項(4)（更なる技術支援に向けての提言）に整理して示す。

¹⁰² JICA/日本海外コンサルタント株式会社, 他: ブータン国 橋梁施工監理及び維持管理能力向上プロジェクト 事業完了報告書 要約版, 2022年6月, p.55-56.

¹⁰³ JICA/日本海外コンサルタント株式会社, 他: ブータン国 橋梁施工監理及び維持管理能力向上プロジェクト 事業完了報告書 要約版, 2022年6月, pp.55-56.

4) インパクト¹⁰⁴

インパクト（介入により生じた又は生じると予期される、重要な正又は負の、意図された又は意図されない、高次の効果の度合い）は、これまでの分析から、CAMBRIDGEプロジェクトが、DoR（現 DoST）組織とエンジニアの橋梁維持管理の能力と意識、工事の品質と安全管理のための技術基準、橋梁維持管理データの管理、橋梁維持管理計画や予算の質と精度にプラスの影響をもたらしたといえる。知識の継承の問題について、DoR（現 DoST）は地方事務所の前任者が後任者に、CAMBRIDGEプロジェクトが実施した、必要なセミナー/OJTを実施した上で引継ぎを行う方針を打ち出している。また、DoR（現 DoST）本部の橋梁部は、新設橋梁現場において、契約書の中に本プロジェクトで新たに開発した品質管理及び安全管理のチェックリストを盛り込んで施工業者に工事を発注し、管理監督を行う地方事務所は契約書に盛り込まれた内容を熟知して本部との連携を密にしている実施体制は少しずつ確立の兆しが見え始めている。それまでは、どちらかと言うと施工業者任せの比較的粗い施工を行ってきたが、本プロジェクトで刷新したチェックリストを有効に利用し、施工業者からも高い評価を受けている。さらに、本プロジェクトの開始以降、DoR（現 DoST）職員による橋梁点検は計画的に効果的に行われるようになってきた。DoR（現 DoST）地方事務所の本プロジェクト担当者の橋梁維持管理に対する意識も当初よりは変化が見られるようになり、損傷による危険性の高い橋梁では直ぐに迂回路を設置する、橋梁が必要な箇所には予算をつけて橋梁を建設する動きがあり、当初の30%以上は達成していると思われる。

CAMBRIDGEプロジェクトのポジティブなインパクトは、意図された上位目標を超えて広がる可能性がある。DoR（現 DoST）による予算編成と橋梁の維持管理の改善は、公共事業・定住省（MoWHS）（現インフラ・運輸省（MoIT））の予算編成と計画の改善につながる事が期待できる。また橋梁建設における品質・安全管理チェックリストは、国内の建設工事全体の品質・安全管理の改善へ波及する可能性がある。この分析を通じて整理された課題の要旨は、次項(4)（更なる技術支援に向けての提言）に整理して示す。

5) 効率性¹⁰⁵

効率性（経済的かつタイムリーな方法で結果を生む又は生むような介入実施の度合い）は、プロジェクトコスト、インプット、期間に関する変更が、プロジェクトのアウトプットを生み出すために必然的に生じたものやパンデミックの影響によるものであり、効率的に実施されたと言える。

また、1)で示したように、CAMBRIDGEプロジェクトが、ブータン国の5か年計画（11次、12次、13次）の策定期間および検討・準備期間に跨り、その間にタイムリーにセミナーやワークショップを開催し、その知見を同国の中・長期計画に組み入れられた経過は、非常に効果的で効率的だったと考えられる¹⁰⁶。

¹⁰⁴ JICA/日本海外コンサルタンツ株式会社, 他：ブータン国 橋梁施工監理及び維持管理能力向上プロジェクト 事業完了報告書 要約版, 2022年6月, pp.55, 57-58, 70.

¹⁰⁵ JICA/日本海外コンサルタンツ株式会社, 他：ブータン国 橋梁施工監理及び維持管理能力向上プロジェクト 事業完了報告書 要約版, 2022年6月, pp.55, 57.

¹⁰⁶ 本調査で確認

6) 持続性¹⁰⁷

持続性（介入の純便益が継続する又は継続する可能性の度合い）は、政策・制度、実施機関の体制、能力、資金面の4つの観点で、「DoR（現 DoST）は、異動の際には前任者が後任者にトレーニングを行うことを定めている。」などの評価の結果から“良好”と判断されるが、以下の留意事項が示される。

- ・ 政策・制度面では、橋梁の維持管理能力が重要であり、地方におけるアクセシビリティ向上のための優先課題の一つであることから、プロジェクト効果の維持が望まれている。一方で、ゲオグ(Gewog)やゾンカク(Dzongkhag)道路に架かる橋梁の維持管理、ゾンカクの技術者の役割については不透明な部分がある。
- ・ 実施機関の組織的な観点については、人事異動や民間企業への転職による技術継承の点から、プロジェクト効果の持続性に懸念がある。エンジニアの能力や橋梁維持管理に対する意識は向上したが、質の高い技術者の離職はDoR（現 DoST）にとって深刻な問題であり、人的資源の拡充が必要である。また、地方事務所のフォーカルパーソンの異動は、地方事務所の技術能力に悪影響を及ぼす可能性があり、DoR（現 DoST）は地方事務所における橋梁維持管理の知識や技術力の継承を問題視している。
- ・ 技能・知識・技術の観点に関しては、橋梁維持管理に関する継続的な研修と知識の更新が必要である。特に、すべての地方事務所やエンジニアが同じ質と基準で点検できるように、評価セミナーなどの相互学習の機会を設けて、点検能力と品質を向上させる必要がある。
- ・ 資金面の観点で、財政は深刻な問題である。財務的な側面は、効果の持続性にとって最も重要である。橋梁維持管理を継続的に改善し、安全な橋梁を増やしていくためには、BMSによるコスト試算に基づき橋梁管理予算を配分することが必要である。その際、補修・補強単価等の必要な情報をBMSにインプットし、正確な橋梁維持管理予算の見積りを算出することが求められる。

(4) 更なる技術支援に向けての提言

1) 前項(3)3)で示した有効性の分析に当たり、次の必要性と懸念が示されている¹⁰⁸。

- ・ DoR（現 DoST）の技術者の能力は大幅に強化され、また、橋梁維持管理計画において提案された年2回の点検（特に雨季後の点検）が、DoR（現 DoST）の方針として採用され、維持管理に関する政策でも改善が見られた。しかし、予防保全の強化や高リスクの橋梁の緊急処置など、評価対象であるいくつかのアクションには必ずしもつながらなかった。また、本部の技術者及びフォーカルパーソンの能力は向上しているが、地方事務所の技術者の中にはプロジェクトに参加していない者もいる。点検・診断結果にばらつきがあり、点検・診断の精度向上が必要であることも指摘されている。したがって、さらなる能力向上が必要であるといえる。

¹⁰⁷ JICA/日本海外コンサルタント株式会社, 他: ブータン国 橋梁施工監理及び維持管理能力向上プロジェクト 事業完了報告書 要約版, 2022年6月, pp.55, 58.

¹⁰⁸ JICA/日本海外コンサルタント株式会社, 他: ブータン国 橋梁施工監理及び維持管理能力向上プロジェクト 事業完了報告書 要約版, 2022年6月, pp.56-57.

- ・ セミナーやワークショップ、OJTで得た橋梁工学の知識を、日々の業務で使える実践力に変えるには、ある程度の時間と実践や試行錯誤のプロセスが必要である。しかし、補修・補強マニュアルの完成が2018年から2019年に若干遅れたことやパンデミックにより、学んだ知識を伝える技能に変えるための時間はあまり残されていなかったと考えられる。したがって、具体的なアウトプットであるマニュアル、現場チェックリスト、BMSはプロジェクトによって策定され、DoR（現DoST）のエンジニア、特にHQの技術者とフォーカルパーソンの能力は向上したが、プロジェクトによって始まった橋梁維持管理の取り組みが、DoR（現DoST）の業務に組み込まれルーティンとして定着したとは言い難いと推測される。
- 2) 前項(3)4)で示したインパクトの分析に当たり、次の必要性や懸念が示されている¹⁰⁹。
- ・ プロジェクト終了後、プロジェクトの上位目標である“DoR（現DoST）の管轄下の橋梁の建設と維持管理の強化”が達成され、ブータン国の開発目標であるアクセシビリティの向上による社会経済活動や地方における生活の質の向上に寄与するためには、橋梁維持管理のための予算と資源が、提案された橋梁維持管理計画及びBMSに従って配分される必要がある。
 - ・ エンジニアの能力・意欲を維持するためには継続的なトレーニングが必要であり、人材の離職率を下げ、組織的な能力・知識の継続性を確保するための組織的な取り組みも必要と考えられる。この点について、どのようなプロジェクトでも、訓練された技術者やスタッフの異動はよくあることで、有能な人材の国外への流出は、一般に頭脳流出と呼ばれている。CAMBRIDGEプロジェクトが行ってきたように、継続的なトレーニングによって人材や組織の能力を向上させ、個人ではなく組織に知識や情報を蓄積するシステムを構築することが必要である。実際、DoR（現DoST）では、重要な情報が組織に残るように、異動時に知識・スキル・情報の受け渡しを確実にを行うための新しい取り組みを始めている。また、離職率を下げるためには、インセンティブを与え、組織への愛着を高めることも重要であると考えられる。
- 3) 本プロジェクトから得られた重要な教訓として、さまざまな研修や学習機会を提供することで、技術者のモチベーションを高め、意識を変えることが挙げられている¹¹⁰。本プロジェクトでは、橋梁維持管理に関する新しい知識や技術を学ぶためのセミナー、ワークショップ、OJT、日本での研修など、多くの研修の機会を提供したことが、技術者の学習や改善に対するモチベーションや意識に大きく影響した。特に本部の技術者や地方事務所のフォーカルパーソンの中で顕著であった。残る課題は、テクニシャンを含む地方事務所のエンジニアのモチベーションをいかにして向上し維持するかである。新しい知識や技術に触れる機会を提供し、地方事務所のエンジニアの学習機会を増やすことが必要である。

¹⁰⁹ JICA/日本海外コンサルタンツ株式会社, 他: ブータン国 橋梁施工監理及び維持管理能力向上プロジェクト 事業完了報告書 要約版, 2022年6月, pp.56-57, 59.

¹¹⁰ JICA/日本海外コンサルタンツ株式会社, 他: ブータン国 橋梁施工監理及び維持管理能力向上プロジェクト 事業完了報告書 要約版, 2022年6月, p.59.

4) CAMBRIDGE プロジェクトの上位目標である「DoR（現 DoST）による橋梁整備及び維持管理に関する業務が改善される」は達成される可能性が高いと推察されるが、その達成を確実にするためには、以下のフォローアップが必要である¹¹¹。

- ・ 技術力やモチベーションの維持、点検の質などの課題に対応するため、継続的に研修を実施する必要がある。
- ・ 外部環境を考慮しながら、橋梁維持管理の予算を確保し、必要な補修・補強や予防措置を実施することが必要である。

上記について、以下が提言されている。

- ・ 上位目標の3つの指標のうち、「OG2：欠陥のある橋梁の補修率が2016年比で30%増加する」、「OG3：安全な橋梁の割合が2016年比で100%に達する」については、達成は資金の有無に大きく依存し、またこれらの指標は橋梁の実状がわからない点検前に作成したため、修正を提案する。特に予算の変動を考慮して修正することが望まれる。
- ・ パンデミックの影響による予算削減を考慮し、OG2の補修された欠陥橋の割合の増加は20~30%、OG3の安全な橋の割合については70~80%の目標値を提案する。
- ・ また、安全な橋とは第三者に不安を与えることなく円滑に利用できる施設であるが、DoR（現 DoST）では明確な定義がないため、上位目標の達成に向けてブータンにおける「安全な橋」の定義について、DoR（現 DoST）が明確にする必要がある。

5) ブータン側への提言として、以下が示されている¹¹²。

I. 基本に立ち返る

橋梁の維持管理を適切に実施することは橋梁そのものの寿命を延命化し、ひいてはDoR（現 DoST）全体の予算削減にもつながる。このような背景を踏まえて、DoR（現 DoST）として何をなすべきかを考えると以下の提案ができる。

- ① 橋梁の立地過程（調査、計画、設計、施工、維持管理の一連のサイクル）を把握すること
- ② 橋梁の調査、計画、設計ステージの一部を地方事務所へ普及させること
- ③ 設計に沿った車両の通過にすること

II. 本プロジェクト開発資料、機器の有効活用と意識改革

- ① セミナー資料の定期的なレビュー及び勉強会の励行
- ② 橋梁建設時における品質管理、安全管理のチェックリストの積極的な活用
- ③ 維持管理サイクルの中の点検・診断の確実な実施
- ④ BMSの確実な利用と早期概算予算の確保
- ⑤ 道路・橋梁利用者への安全な配慮
- ⑥ 上記をとおした橋梁への意識の改革と向上

¹¹¹ JICA/日本海外コンサルタンツ株式会社, 他：ブータン国 橋梁施工監理及び維持管理能力向上プロジェクト 事業完了報告書 要約版, 2022年6月, p.60.

¹¹² JICA/日本海外コンサルタンツ株式会社, 他：ブータン国 橋梁施工監理及び維持管理能力向上プロジェクト 事業完了報告書 要約版, 2022年6月, p.61.

6) プロジェクト終了後から事後評価まで、予防保全や緊急対策のニーズの把握、能力評価、検査・診断、品質・安全管理、BMSに関する課題検討のため、予算編成前に年次モニタリングを実施することが提案されている¹¹³。

(5) プロジェクトで導入したマニュアル類

プロジェクトにより作成されたマニュアル類とその概要を表4.9に示す。

表4.9 プロジェクトにより作成されたマニュアル類とその概要¹¹⁴

マニュアル名	概要
橋梁の点検・診断マニュアル	インベントリーに必要な橋梁情報を記載するとともに、橋梁点検の種類・内容・頻度、記録様式等を明記している。点検は1回/1週間の日常点検と、1回/2～10年の定期点検、及び緊急点検に区分される。そして、各損傷形態別の損傷評価区分を設定している。なお、損傷別に評価区分は概ね5段階に分類されている。また、地域別の橋梁リストが巻末に添付されている。
橋梁の補修・補強マニュアル	点検・診断・補修計画策定・補修・記録のサイクルを概説した上で、コンクリート/鋼橋梁の補修に必要な各種調査、補修工法の選定の考え方を記載。そして、各種補修工法の具体的な施工方法を概説し、留意点を記載している。補修工法はコンクリートひび割れ、鉄筋露出部などの局所的対策から床版増厚、外ケーブル補強、鋼板補強、落橋防止装置などの補強工法まで広範囲に述べられている。
現場のチェックリスト (安全管理)	橋梁建設における安全管理チェック項目を写真付きで記載。安全ミーティング、服装、足場、支保工、建設機械、電気設備、誘導設備、排水、のり面、型枠等を記載している。
現場のチェックリスト (品質管理)	橋梁建設における品質管理チェック項目を写真付きで記載。準備工、掘削、基礎、裏込め、コンクリート打設、型枠/支保工、鉄筋、プレストレス、グラウト、伸縮装置、支承、排水施設等についてチェックポイントを記載している。

4.4.1.3 道路斜面对策工能力強化プロジェクト

(1) 事業目的¹¹⁵

本事業は、ブータンにおいて、事前通行規制条件の明確化、土砂・岩盤斜面崩壊及び土石流対策の能力開発、道路災害および通行規制に関する情報システムの改善を行うことにより、DoR（現DoST）の道路斜面对策に係る能力強化を図り、もって道路斜面の適切な開発・維持管理に寄与するもの。

(2) プロジェクトサイト/対象地域名

ブータン全土/OJTを実施するロベサ及びトンサ地域事務所が管轄する国道（全長約600km）

¹¹³ JICA/日本海外コンサルタント株式会社, 他: ブータン国 橋梁施工監理及び維持管理能力向上プロジェクト 事業完了報告書 要約版, 2022年6月, p.61.

¹¹⁴ 技術協力プロジェクトにて作成の各種マニュアルの概要を調査団が取りまとめ

¹¹⁵ JICA: 事業事前評価表 (案件名: 道路斜面对策工能力強化プロジェクト) 2018年, p.1

(3) 事業の枠組み

1) 上位目標

上位目標は「ブータンにおける道路斜面がプロジェクトで改善された対策を用いて適切に開発・維持管理される」であり、上位目標の達成度を評価するための指標として下記の項目が設定されている。

- ① 2地域事務所において本技術協力プロジェクトで導入した対策工が4か所以上で施工される。
- ② 他の9事務所において本技術協力プロジェクトで導入した対策工が7か所以上施工される。

2) プロジェクト目標

プロジェクト目標は、「道路斜面对策に係る DoR（現 DoST）の能力が向上する」であり、プロジェクト目標の達成度を評価するための指標として下記の項目が設定されている。

- ① 本技術協力プロジェクトで導入した対策工が4か所以上で施工される。
- ② 70%以上の DoR（現 DoST）職員が事前通行規制の実施ができるようになる。
- ③ 本技術協力プロジェクトで導入した対策工実施に係る年間予算が DoR で策定される。

3) プロジェクトのアウトプット、活動計画及び成果指標

表 4.10 にプロジェクトのアウトプット、活動計画及び成果指標を示す。

表 4.10 プロジェクトのアウトプット、活動計画及び成果指標

成果	活動計画	成果指標
成果1 事前通行規制の条件が明確になる。	<ol style="list-style-type: none"> 1) 道路防災点検結果に基づいて対象路線・斜面を選定する。 2) 地表変位量・降雨量モニタリング計画を策定する。 3) 地表変位量・降雨量の基礎データを取得する。 4) 通行規制区間および通行規制基準雨量値の設定に向け取得した基礎データを解析・評価する。 5) 事前通行規制体制の現状の課題を分析し適切な体制を構築 6) 選定した通行規制区間で現地通行規制の模擬訓練を実施する。 7) 地表変位量・降雨量モニタリング及び事前通行規制に係るマニュアルを作成する。 	<ol style="list-style-type: none"> 1)事前通行規制の区間が選定される。 2)通行規制の雨量基準が設定される。 3)地表変位量・降雨量、事前通行規制に係るマニュアルが作成され DoR（現 DoST）により承認される。
成果2 「土砂斜面崩壊」防止に適した植生工が選定される。	<ol style="list-style-type: none"> 1) 道路防災点検結果に基づいて対象路線・斜面を選定する。 2) 既往斜面における植生調査・評価、課題を整理する。 3) ブータンにおける土砂斜面崩壊防止に適した植生工を検討する。 4) モデル斜面において植生工の試験施工を実施する。 5) 植生に関する設計・施工管理要領と標準単価表を作成する。 	<ol style="list-style-type: none"> 1)DoR（現 DoST）本部と地域事務所2名以上の職員が適切な植生工選定・施工監理が実施できる。 2)植生工設計/施工ガイドラインと標準単価表が策定され DoR（現 DoST）に承認される。
成果3 「土砂斜面崩壊」「岩盤斜面崩壊」に対する標準切土のり面勾配が改定される。	<ol style="list-style-type: none"> 1) 道路防災点検結果に基づいて対象路線・斜面を選定する。 2) 現地踏査等により地質性状と斜面安定度を評価する。 3) 岩質・地質分類マニュアルを作成する。 4) 地質性状ごとの標準切土のり面勾配を検討する。 5) ブータン標準切土のり面勾配の設計・施工管理要領と標準単価表を作成する。 6) 作成した設計・施工管理要領に基づいて施工管理を行う。 	<ol style="list-style-type: none"> 1)DoR（現 DoST）本部と地域事務所2名以上の職員が適切な切土のり面勾配の設定及び施工監理が実施できる。 2)のり面切土工標準単価表が策定され DoR（現 DoST）に承認される。

成果	活動計画	成果指標
成果4 「岩盤斜面崩壊（落石）」に対する適した対策工法が実施できるようになる。	<ol style="list-style-type: none"> 1) 道路防災点検結果に基づいて対象路線・斜面を選定する。 2) 対策工選定に向けた地形地質調査・解析・評価を行う。 3) 対象路線・斜面に対して適切な対策工法を選定する。 4) 選定した対策工の計画・設計を行う。 5) 選定した対策工を施工する。 6) 選定した対策工事に係る安全管理活動を実施する。 7) 選定した対策工の設計・施工管理要領と標準単価表を作成 8) 斜面崩壊対策ハンドブックを作成する。 	<ol style="list-style-type: none"> 1) DoR（現 DoST）本部と地域事務所で2名以上の職員が落石対策工を理解した上で適切選定し、施工監理を実施する。 2) 落石対策工の設計/施工ガイドラインと標準単価表、並びに斜面崩落対策ハンドブックが策定され DoR（現 DoST）に承認される。
成果5 「土石流」に対する適正な対策工が導入される。	<ol style="list-style-type: none"> 1) 道路防災点検結果に基づいて対象路線・斜面を選定する。 2) 土石流溪流の地形地質を踏査・評価する。 3) 道路の排水システムに関する情報を収集・分析する。 4) 排水工・排水施設の計画・設計を行う。 5) 排水工・排水施設を施工する。 6) 排水工・排水施設工事に係る安全管理活動を実施する。 7) 排水工・排水施設の設計・施工管理要領と標準単価表を作成 	<ol style="list-style-type: none"> 1) DoR（現 DoST）本部と地域事務所で2名以上の職員が適切な排水施設工の選定・施工監理が実施できる。 2) 排水施設工設計/施工ガイドラインと標準単価表が DoR（現 DoST）に承認される。
成果6 道路斜面災害情報及び通行規制に関する情報システムが改良される。	<ol style="list-style-type: none"> 1) GIS 基礎研修を実施する。 2) DoR（現 DoST）の GIS データベースの現状、地域事務所との情報共有体制を把握、課題整理を行い改良する。 3) DoR（現 DoST）地域事務所における道路情報取得体制を改良する。 4) DoR（現 DoST）本部における GIS データベースへの道路情報入力・管理体制を改良する。 5) GIS データベースを用い道路情報共有体制を改良する。 6) GIS データベースをもちいた道路情報システムに係るマニュアルを作成する。 	<ol style="list-style-type: none"> 1) 既存の GIS データベースが改良される。 2) 維持管理と交通規制に必要なデータが定期的に収集される。 3) GIS データベースを活用した道路情報システムが DoR（現 DoST）に承認される。

(4) プロジェクトで導入したマニュアル類

道路斜面管理マスタープラン調査で作成されたマニュアルとその概要を表 4.11 に示す。

表 4.11 道路斜面管理マスタープラン調査で作成されたマニュアルとその概要

マニュアル名	概要
道路斜面点検マニュアル（マスタープラン調査で作成）	斜面点検の方法、実施時期を定めるとともに、チェックシートを作成し、斜面の地形・地質・湧水・高さ・その他等の目視情報を点数化して危険度を判別できるようにしている。専門家による危険度判定結果と斜面状況の相関を数量化理論により分析した上で、各項目に点数の重みづけを行い配分している。チェックシートは岩盤斜面、土砂斜面、地すべり箇所、土石流箇所の4形態に分けて作成。なお、巻末には代表的な斜面对策工が概説されている。
斜面災害データベースマニュアル（マスタープラン調査で作成）	斜面点検の結果を格納し、Web 経由で DoR（現 DoST）と各事務所で共有することができるデータベース。各斜面の位置情報も地図情報を作成し GIS にて表示できるようにしている。ブータンは地図の基図がないため、DoR（現 DoST）職員が GIS 位置情報から道路線形や周辺施設の入力を地図情報として作成できるようにしている。

また、技術協力プロジェクトの中で次のマニュアル類を作成する予定である。

- 1) 地表変位量・降雨量モニタリング及び通行規制に係るマニュアル
- 2) 植生に係る設計・施工管理要領及び標準単価表

- 3) 標準切土のり面勾配の設計・施工管理要領と標準単価表
- 4) 岩盤斜面崩壊に対する対策工の設計・施工管理要領と標準単価表
- 5) 排水工・排水施設の設計・施工管理要領と標準単価表
- 6) GISデータベースを用いた道路情報システムに係るマニュアル

(5) プロジェクトの概況

本技術協力プロジェクトは以前実施した斜面マスタープラン調査の後続事業として位置づけられ、2018年12月～2023年1月まで49か月間のプロジェクトであったが、開始から1年経過した2020年1月にCOVID-19の影響で一時中断したため、休止期間分は工期延期され、2024年7月までとされている。

マスタープラン調査においてマニュアルを作成し470か所の斜面調査を行い、斜面カルテを作成した。本技術協力プロジェクトではそれらのデータに基づき実際に対策工を施工してゆくこととされている(図4.26)。また、ブータンでは地図情報がなかったため、GISによる地図基盤作りもメニューに入れている。



図 4.26 技術協力プロジェクトで造られた植生のり面¹¹⁶

4.4.2 各ドナーの道路AMに関する支援状況

ブータン政府は外国からの援助に対して強い自立性を持ち、援助受入国をインド、日本、欧州諸国及びWB/ADBに限定し、国際NGOの受入にも慎重である¹¹⁷。ドナー間の援助協調はブータン政府主導で行われ、ドナーごとに支援の分野を選択しており、我が国はインフラ(技術的に難度の高い橋梁・道路)、農業開発の支援が中心となっている。その他、インドは、水力発電、インフラ(比較的簡易な橋梁・道路)、欧州諸国は、地方行政を中心として、支援している。欧米諸国は、2003年頃まで人道橋の整備を支援していたHELVETAS(スイス)¹¹⁸は現在、教育や職業スキル等のソフ

¹¹⁶ 2023年5月24日 調査団撮影

¹¹⁷ JICA[2014]、「ブータン国国内交通網に係る情報収集・確認調査」p.2-17

¹¹⁸ JICA: 技術協力プロジェクト 案件概要表 (2010年4月10日現在)

(https://www.jica.go.jp/Resource/activities/project_list/knowledge/ku57pq00002jvfms-att/LE2007_048_bh.pdf)

ト分野にシフトし¹¹⁹、また、ブータンが順調な経済成長を遂げていることから、2006年にドイツ国際協力公社(Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit: GTZ)が撤退し、2013年にはデンマークが撤退を表明するなど欧州諸国のドナーの撤退の動きが見られる。一方、近年は、オーストラリアによる人的資源への支援(主に留学生受入)が増加傾向にある。

4.4.2.1 インド政府

ブータン政府が5か年計画で計画しているプロジェクトを遂行する際に、5か年計画で承認された事業費の中から項目を選定してインド政府へ支援を要求している¹²⁰。インド政府(GOI)はブータンからの要請を受けて内部で審査し、支援するかどうかを決める仕組みとなっている。両国政府は、5か年計画の遂行に関して、年に2回程度 Plan Talk という協議を開催し、支援内容や援助額の調整等を行っている。

GOIがブータンに供与する道路プロジェクトは、DANTAKにより実施される。DANTAKは、インド国防省(Ministry of Defence)傘下の国境道路機構(BRO; Border Roads Organisation)の海外プロジェクトであり、ブータン第3代国王ジグミ・ドルジ・ワンチュク(Jigme Dorji Wangchuck)と当時のインド首相ジャワハルラル・ネール(Jawahar Lal Nehru)との間の合意のもと、1949年のインド・ブータン平和友好条約の規定に基づき、1961年4月24日に設立され、ブータンにおける自動車交通に適した道路の建設と維持を任務としている¹²¹。BROは、インド政府国防省の管轄下にある法定機関であり、インドの国境を確保し、インドの北部および北東部の州の遠隔地でインフラを開発することを目的として1960年5月7日に設立され、インドの国境地域および友好的な近隣諸国(19の州と3つの連合準州(アンダマン諸島、ニコバル諸島を含む)、およびアフガニスタン、ブータン、ミャンマー、タジキスタン、スリランカなど)の道路網を開発および維持している¹²²。

DANTAKは、1968年にサムドラップ・ジョンカー(Samdrup Jongkhar)とタシガン(Trashigang)を結ぶ道路、同年にティンプー(Thimphu)とプンツォリン(Phuentsholing)を結ぶ道路を完成させ、現在もブータンの主要道路網のうち1割(625.5km)を維持管理している(4.3.2.1表4.2)。DANTAKは、道路・橋梁の建設や維持管理を任務とするが、道路以外にも、パロ空港、通信および水力発電インフラ、シェルブツェ大学(Sherubtse College)なども建設している¹²³。それらの技術をブータンに移転することを目的とはしてなく、施工・維持管理はGOIの予算と建設業者の選定や、プロジェクトの管理はDANTAKに委ねられ、DoSTの担当部署は報告ベースで知るところとなっている。したがっ

¹¹⁹ HELVETAS: Projects in Bhutan and worldwide ウェブページ (<https://www.helvetas.org/en/bhutan/what-we-do/how-we-work/our-projects>) 2023年7月取得

¹²⁰ JICA[2014]、「ブータン国国内交通網に係る情報収集・確認調査」p.4-29

¹²¹ IASGYAN: BORDER ROADS ORGANISATION PROJECT DANTAK (<https://www.iasgyan.in/daily-current-affairs/border-roads-organisation-project-dantak>) 2023年7月取得

¹²² IASGYAN: BORDER ROADS ORGANISATION PROJECT DANTAK (<https://www.iasgyan.in/daily-current-affairs/border-roads-organisation-project-dantak>) 2023年7月取得

¹²³ Ministry of Defence(India): Project DANTAK completes 60 years in Bhutan, 2021.4 (<https://pib.gov.in/PressReleasePage.aspx?PRID=1714170>) 2023年7月取得

て、斜面のアンカー工（図 4.27）や、Lobeysa 近郊の Khuru-Kuenphen 橋の架け替え事業（図 4.28）も、DANTAK によるプロジェクトで、技術移転を目的としたものではない。



図 4.27 斜面のアンカー工（Thimphu 市内）¹²⁴



図 4.28 GOI による橋梁建設
(Khuru-Kuenphen 橋, Lobeysa)¹²⁵

4.4.2.2 WB

世界銀行は 1999 年に 15 百万米ドル、2007 年に 10 百万米ドルの地方道路整備に係る支援を行っている¹²⁶。道路 AM に関連して 2004 年には次の内容のレポートが提出されている¹²⁷。

- (1) 過去に日常維持管理や定期維持管理の優先順位を決めるための道路 AM システムの導入が外国の支援によりなされた。しかし、職員の研修も不十分であったため、それらシステムは破棄されている。マスタープラン策定作業の一環で、「dTMIS」というマネジメントシステムが DoR（現 DoST）に導入されたが、職員の訓練が不足し、再びシステムは運用されないでいる。
- (2) マスタープランでは道路情報システムや HDM-4 方式の戦略策定モデル、及び維持管理や舗装・橋梁マネジメントシステムの導入が推奨されている。ブータンのような規模の国であれば、それらのシステムを 1 つに統合し GIS の位置情報も加味することが十分可能である。
- (3) DoR（現 DoST）も、それらのシステムが道路計画の評価やモニタリングに有効であることを十分認識している。ただし、当面の課題は定期的に交通量を計測した上で定期的な道路点検を実施し、計画に必要な情報をいかに把握することができるかにある。

上記の経過を辿り、世界銀行は、ブータンの道路 AM システムの開発を支援し、システムにより道路や橋梁の状態を記録するとともに、DoR（現 DoST）職員の技術的な能力向上を行い¹²⁸、2016 年には 2,000km に及ぶ国道と付随する橋梁、排水路、土工などを調査し、すべての情報を地理情報システム（Global Information System：以下、GIS）データベースに収集する支援を実施した¹²⁹。2018 年より気候変動リスクの適応策として、道路・橋梁への投資のための災害情報のマッピングを行う技術支援（Geohazard Risk Management and Resilient Asset Management in Bhutan）を実施している¹³⁰。

¹²⁴ 本調査で確認

¹²⁵ 本調査で確認

¹²⁶ JICA: 事業事前評価表（案件名：道路斜面对策工能力強化プロジェクト）2018 年, p.1

¹²⁷ WB [2004], Bhutan Transportation Sector Note

¹²⁸ WB [2015], Bhutan County Snapshot

¹²⁹ Ines [2016], Design and implementation of a road infrastructure maintenance management system for Bhutan's Department of Road

¹³⁰ JICA: 事業事前評価表（案件名：道路斜面对策工能力強化プロジェクト）2018 年, p.1

4.4.2.3 ADB

ADB は主に舗装に関する支援を中心に PMS やデータベースの導入などを行っている。ただし、最近では PBC による日常維持管理の導入やトンネルのケーススタディなども実施している。ADB による道路 AM に関する支援を表 4.12 に示す。2009 年に Thimphu の都市道路において ADB 支援により PBC による道路維持管理が開始され 15~20%のコスト削減につながったとされている。

表 4.12 ADB が実施した道路 AM に関連する支援¹³¹

件名	完了時期	業務内容
Road decision model を導入	1993	DoR (現 DoST) は道路状況の調査を 1990 年代に開始したが、データ収集は途中で中止された ¹³² 。
Road maintenance management model (RMMS) を導入	1996	マネジメントシステム使用は継続せず、DoR (現 DoST) スタッフが研修を受けたが、移動や辞職により組織内部で引き継がれなかった。システムは適切なインベントリー情報を持たず補修計画策定ができない状況
Road Planning and Management Strengthening	2001/12	道路マスタープラン策定の支援と道路法案の策定支援 PMS 導入に関する調査や研修及び第三国への道路開発政策の視察を実施
Road network expansion project	2003	HDM-4 を使って年間の維持管理プログラム及び維持管理コストを把握することが試みられた。
Development of a Maintenance Management System	—	道路 AM システムの開発を実施したが、複雑すぎて、コンサルタントの帰国後、政府職員が使いこなせなかった。
Capacity Building in Road Safety Audit and Road Asset Management (Road Network Project)	2009/9	当初、データベースを立ち上げることを予定していたが、現地では道路 AM システムが機能していない状況が判明し方向転換。コンサルタントは 2008 年~2009 年にかけて、合計 4 回ブータンを訪問、道路 AM のコンセプト紹介にとどめ、DoR (現 DoST) スタッフをタイ国の研修に派遣させた。プロジェクトで HDM-4 を購入、プロジェクト終了後にデータ収集を開始することを提案
TA for capacity Building of the Department of Roads (Road Network Project II)	2011/12	山岳道路に関して、環境に配慮した調査・設計・施工のベストプラクティスを提供、研修の実施、マニュアルを作成した。また、PBC による日常及び定期維持管理契約の導入を支援 国道 1 号線 273 km の道路 AM のパイロット DB を作成。パイロット道路 AM システムの運用支援を実施。2011 年末時点で、DoR (現 DoST) は 3 年目の道路状況データ収集中で予算計画策定という次段階に進む予定 技術協力プロジェクトのトンネル専門家が 4 つのトンネルに関するフィージビリティスタディを支援

¹³¹ JICA: 2020 年度 道路アセットマネジメントプラットフォーム技術支援に関する情報収集・確認調査 報告書, 2021.3, p.4-8. に加筆

¹³² ADB [2009], “Capacity building in road safety audit and road asset management” p1

件名	完了時期	業務内容
South Asia Subregional Economic Cooperation Road Connectivity Project ¹³³	(継続中)	「交通安全監査マニュアル」(Road Safety Audit Manual)および「気候変動に強い道路設計レポート」(Climate Change Resilient Road Design Report)を作成した。また、道路AMシステムを活用した道路維持管理計画や予算の作成、DOR(現DoST)とMOWHS(現MoIT)の職員34名の海外の能力構築研修プログラムへの参加、DOR(現DoST)の地方事務所から計49名のエンジニアが国内でさまざまなプログラムの訓練を受けるといった、能力強化を支援した。道路維持管理のため、ピックアップトラック1台、ROMDASを設置するバン1台、除雪機、手持ち式ローラーマシンなどの調達が支援された。
Master Plan for National Highways Connectivity	(継続中) 2024/10 (予定)	既存の道路網の接続性とその維持計画の見直し、2040年までの道路整備計画、国道基本計画の策定を通じて、道路当局の計画能力強化を支援 ¹³⁴

4.4.2.4 UNDP (国連開発計画)

(1) GCF (緑の気候基金) プロジェクトの概要

UNDP (国連開発計画) のGCF(Green Climate Fund; 緑の気候基金)は、2020年1月から2025年12月まで、「2023年までに、ブータンの地域社会と経済が、気候変動やその他の災害、生物多様性の損失、経済的脆弱性に対してより強靱になる」ことを成果目標として、「ブータンの農業セクターにおける気候変動に対する耐性と変革の支援」(Supporting Climate Resilience and Transformational Change in the Agriculture Sector in Bhutan)プロジェクトを実施している(表4.13)¹³⁵。

表4.13 UNDP (国連開発計画) のGCFプロジェクト

プロジェクト名	ブータンの農業セクターにおける気候変動に対する耐性と変革の支援 (Supporting Climate Resilience and Transformational Change in the Agriculture Sector in Bhutan)
計画期間	2020年1月1日から2025年12月31日まで
UNDAF/国別プログラム成果	2023年までに、ブータンの地域社会と経済が、気候変動やその他の災害、生物多様性の損失、経済的脆弱性に対してより強靱になる
UNDP 戦略計画のアウトプット	<ul style="list-style-type: none"> 危機への対応と危機からの回復を含め、ジェンダーに対応し、リスクに情報を提供した開発投資を可能にする国家的能力と根拠に基づくアセスメントと計画ツール 持続可能な製品やグリーンで多様性のある価値連鎖を含む、天然資源の持続可能な管理のための拡大された解決策
プロジェクトの要旨 (抜粋)	<p>ブータン王国政府の優先課題である、ブータンの脆弱な地域の零細農家が直面する気候変動特有の課題を踏まえ、本プロジェクトでは、以下の3つの補完的なアウトプットを通じて、気候変動、特に降雨量の変動や異常現象の頻繁な発生に対する零細農家のレジリエンスを強化することを目指す。</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 気候パターンが変化する中で、耐性のある農業手法を促進する。 ② 零細農家に影響を与える水や土地の管理手法に気候変動リスクを組み込む。 ③ 市場アクセスを混乱させるような異常気象時に、気候変動が誘発する地滑りのリスクと影響を軽減する。

¹³³ ADB: “Bhutan : South Asia Subregional Economic Cooperation Road Connectivity Project” Project Data Sheet (<https://www.adb.org/projects/39225-034/main>) 2023年7月取得

¹³⁴ ADB: “Bhutan : Master Plan for National Highways Connectivity” (<https://www.adb.org/projects/56001-001/main>) 2023年7月取得

¹³⁵ UNDP GCF: “SUPPORTING CLIMATE RESILIENCE AND TRANSFORMATIONAL CHANGE IN THE AGRICULTURE SECTOR IN BHUTAN” (https://www.bhutangcf.gov.bt/wp-content/uploads/2021/12/Climate-Resilient-Agriculture_Bhuta_2020-2025.pdf) 2023年7月取得

ブータンの農村道路は大部分が未舗装であるため、モンスーンの激しい季節の異常降雨や、気候変動によって悪化した異常気象には強くない。農村部の道路はしばしば流され、埋もれ、あるいは通行不能になる。2016年のモンスーンが農村部の道路網に与えた影響に見られるように、気候条件によっては、道路が流されたり、埋もれたり、通行不能になったりすることが多い。

内陸国であるブータンは、道路網が、市場アクセス、中継、通常山岳国に関連する高い輸送コストの削減、特に遠隔地のコミュニティへの社会経済サービスの提供を可能にするために不可欠であることを認識している。さらに、気候変動に強い農産物のバリューチェーン分析によると、地滑りによって通行できなくなった道路に関連する障害により、市場アクセスが主要な制約となっている。

水資源管理、インフラ整備、土壌・土地管理に多大な投資が行われてきたにもかかわらず、これらの投資において将来の気候変動の影響を明確に考慮したものは限られてきた。同様に、ブータンの道路網は大幅に整備されたが、気候変動に強い道路は建設されなかった。道路網は拡大しているが、ブータンにおける環境にやさしい道路建設（EFRC）報告書では、EFRCの基準を満たす道路は、建設段階で従来の道路より15～25%高くつく試算している。そのために必要な投資コストが高いという財政的障壁があるため、気候変動に強い道路建設は行われていない。

そこで、アウトプット③（市場アクセスを混乱させるような異常気象時に、気候変動が誘発する地滑りのリスクと影響を軽減する）に関し、以下を実施する。

- ▶ 気候による地すべりが零細農家の市場アクセスに与える影響を軽減するため、このプロジェクトは、市場アクセスに重要な道路の主要区間にわたって斜面安定化介入策を設計・実施し、気候変動に強い道路へのブータン政府の投資を補完する。
- ▶ 気候変動に強い計画を支援するため、プロジェクトはまた、道路損害の収集・報告方法を見直し、強化し、修繕費の見積もり能力を向上させるため、モンスーン後の道路評価に関する研修を実施する。

(2) GCFプロジェクトとJICA技術協力プロジェクトとの関連¹³⁶

JICA技術協力プロジェクトでは、対策工事を行う斜面の事前選定段階で、損傷状況をランク付けする。このランク付けプロセスは、早急な注意と介入が必要な最も重要な斜面を特定するのに役立つ。損傷の程度に応じて斜面に優先順位をつけることで、最も緊急性の高い問題から取り組むよう、資源と労力を効果的に配分することができる。一方、現在進行中のGCFプロジェクトでは、斜面災害のランク付けが設計部門によって調整されている。このことは、斜面災害の程度と深刻さを理解するために、斜面災害の総合的な評価が行われていることを意味する。データ収集プロセスは、研修を受け、様々な斜面災害の原因、規模、その他の変数を含む情報を収集する責任を負うと思われる現場担当の技術者たちによって実施されている。

¹³⁶ 2023年5月22日 書面回答 from Road Maintenance Division, DoST

4.4.3 日本の大学との連携状況

JICA 道路アセットマネジメントプラットフォーム活動の一環として、開発途上国からの長期研修生を日本の研究機関が受け入れている。ブータンの DoST(DoR)から派遣されている研修生の研究テーマと受け入れ先を表 4.14 に示す。

表 4.14 日本の大学が受け入れているブータンの研修生¹³⁷

受入機関	研究テーマ	研究コース	開始時期
長崎大学	ブータンにおける橋梁の維持管理のための人工知能 (AI) の活用について	修士課程	2020年度
芝浦工業大学	道路のアセットマネジメント及び適切な調査計画	修士課程	2020年度
岐阜大学	湿潤状況下でのたわみ性舗装の損傷に対する調査	修士課程	2020年度
東京大学	GIS とリモートセンシングを使用した道路アセットマネジメントとそのブータンでのケーススタディ	修士課程	2020年度

また、芝浦工業大学と Jigme Namgyal Engineering College (JNEC、Samdrupjongkhar に所在) が、共同研究プロジェクトの開始に向けて準備が進められている。プロジェクトの正式開始に先立ち、両機関の研究チームはすでに事前会合を開き、協力のための基礎固めをするための話し合いが行われている。このプロジェクトは道路部門のリスクアセスメントに沿ったものであることから、DoST の MD もプロジェクトのメンバーとなっている。¹³⁸

4.5 ヒアリングおよび現地調査の経過

ブータンの道路アセットマネジメントの実態調査は、2020年度業務と2022年度業務で実施している。2020年度は、コロナ禍の影響で渡航が制限されたため、オンライン・ヒアリングのみ実施し、2022年度は、2020年度の調査を踏まえて、現地調査と現地でのヒアリングを実施している。

4.5.1 および 4.5.2 に、その経過を示す。

4.5.1 2020年度の道路アセットマネジメント成熟度評価

2020年度の道路アセットマネジメント成熟度評価は、表 4.15 に示す参加者、日程でオンラインのヒアリングにより実施した。事前に評価表を配布し、評価の仕方をキックオフミーティング時に説明した。ヒアリングでは相手が評価した点の低い項目と高い項目を中心に、その理由と背景を説明してもらった。また、ヒアリングの中で相手が評定点の修正を申し出た場合は、その場で修正した。

¹³⁷ JICA: “Research Themes of International Students (Road Asset Management)” 留学生研究テーマ (道路アセットマネジメント)

(https://www.jica.go.jp/Resource/activities/issues/transport/ramp/ku57pq00002mfxkm-att/research_theme_list.pdf) 2023年7月取得

¹³⁸ DoST(Road Maintenance Division)より本調査団が確認、2023年5月22日

表 4.15 成熟度評価ヒアリングの実施内容（2020年度）

項目	日時	出席者	内容
JICA キックオフ	2021/5/11	JICA 本部、JICA ブータン事務所	趣旨説明
DoR（現 DoST）キックオフ	2021/5/25	Dorji Gyeltshen (Maintenance Chief Engineer) Yeshey Penjor (Maintenance Executive Engineer) Kinga Zangpo (Maintenance Engineer) Phuntsho Wangmo (Maintenance GIS technician) Karma Wangdi (Bridge Chief Engineer)	趣旨説明、ヒアリング日時設定
橋梁、組織/モニタリング分野	2021/6/1	M.N Lamichaney (Bridge Specialist) Diwash Subba (Engineer)	評価シート記載内容の確認
	2021/6/8	Karma Wangdi (Bridge Chief Engineer) M.N Lamichaney (Bridge Specialist) Diwash Subba (Bridge Engineer)	追加ヒアリング
評価素案、支援計画（組織/モニタリング）	2021/6/16	Karma Wangdi (Bridge Chief Engineer) Diwash Subba (Bridge Engineer)	全体のまとめ
全体まとめ（舗装、土工（斜面））	2021/6/16	Yeshey Penjor (Maintenance Executive Engineer) 他1名	全体のまとめ
JICA 報告	2021/7/15	JICA ブータン事務所	調査結果報告
	2021/8/5	JICA 本部	

また、補足情報を得るため、表 4.16 に示すように、技術協力プロジェクトチームへのオンライン・ヒアリングを実施した。

表 4.16 補足ヒアリングの実施内容（2020年度）

ヒアリング先	日時	業務名	内容
日本海外コンサルタンツ（株） 今野氏	2021/1/7	ブータン国橋梁技術協力プロジェクト	橋梁 AM に関するヒアリング
	2021/1/14		
	2021/6/4		
	2021/7/5		
国際航業（株） 岩崎氏	2021/1/20	ブータン国斜面技術協力プロジェクトプロジェクト	斜面 AM に関するヒアリング
	2021/1/28		
大日本土木（株） 沼澤氏	2021/6/7	無償資金協力国道 4 号線橋梁架け替え計画	現地の建設会社の品質管理、その他に関するヒアリング

4.5.2 2022 年度の道路アセットマネジメント成熟度評価

2022 年度の道路アセットマネジメント成熟度評価にあたり、現地調査の事前に情報収集と調整、および事後に事実確認と報告のため、表 4.17 に示す日程、主題、相手方に対し、オンライン会議を実施した。また、現地における活動の位置、行程を図 4.29、表 4.18 に示す。

表 4.17 JICA RAMP・技プロ関係者へのオンライン会議の経過（2022年度）

日時	主題	相手方
2023年3月20日（月） 13:00-14:00	斜面技プロチームの実施状況に関するヒアリング	ブータン国斜面技術協力プロジェクト 岩崎氏、西村氏 / 国際航業（株）
2023年7月18日（火） 15:00-16:00	橋梁維持管理技プロに関するヒアリング	ブータン国橋梁施工監理及び維持管理能力向上プロジェクト 今野氏 / 日本海外コンサルタンツ（株）
2023年8月29日（火） 14:30-15:30	ブータンの道路 AM 実態調査 報告	JICA HQ: 國弘氏 JICA ブータン事務所: 田中所長、野坂氏

2023年8月29日 (火) 17:00-18:00	DoST フィードバック MTG	MoIT, DoST, Maintenance Division Mr. Tashi Tenzin (Executive Engineer)/ Mr. Dhan Raj Chhetri (Offtg.), 他1名 JICA ブータン事務所：野坂氏
-------------------------------	---------------------	--



図 4.29 ブータンにおける道路 AM 実態調査 現地調査の位置図

表 4.18 ブータンにおける道路 AM 実態調査 現地調査の行程

日時	活動	相手方
2023年5月20日 (土)	11:00 パロ空港着 PM 道路状況調査	
2023年5月21日 (日) AM/PM	AM 舗装施工状況調査 PM Thimphu 近郊 斜面工調査	Mr. Mahesh Chhetri (Managing Partner/CFO) / Green Road
2023年5月22日 (月)	9:30 JICA Bhutan 事務所 打合せ PM 水処理施設 施工現場 見学 (付帯工事として道路工 事) 舗装プラント 視察	野坂氏、クリシュナ氏 E.W. Construction Private Limited Mr. Mahesh Chhetri (Managing Partner/CFO) / Green Road
2023年5月23日 (火)	10:30 DoST	Mr. Tenzin (Director General)/DoST Mr. M.N. Lamichaney (Specialist) / DoST Mr. Jamsay Wangchuck (Chief Engineer)/Maintenance Division Mr. Tashi Tenzin (Executive Engineer)/Maintenance Division Mr. Tashi Phuntsho (Offtg. Chief Engineer)/Bridge Division Mr. C.M. Pradhan (Offtg. Chief Engineer)/Construction Division/ Mr. Tshewang Dozji (Offtg. Chief Engineer)/Design and Geotechnical Division
	14:00 Thimphu Regional Office	Mr. Chador Gyeltshen (Chief Engineer)
2023年5月24日 (水)	9:30 Lobeysa Regional Office PM 現場視察	Mr. Karma Tenzin (Chief Engineer)
2023年5月25日 (木)	10:00 CDCL	Mr. Karma Gayley (Chief Executive Officer), Mr. Kencho Tshering (General Manager)
	13:40 Maintenance Div.	Mr. Dhan Raj Chhetri (Offtg.), Road Maintenance Division, DoST
	14:15 Contractor	Mr. Sangay Norbu (Proprietor), M/s Lhendup Norbu Construction/Hiring, 他1名 (Thimphu R.O.)
	16:00 Bridge Div.	Mr. Tashi Phuntsho (Offtg. Chief Engineer) / Bridge Division, DoST, M.N. Lamichaney (Specialist)/DoST、他5名
2023年5月26日 (金)	9:30 JICA Bhutan Office	田中氏、野坂氏、クリシュナ氏

4.6 施工・維持管理能力・技術水準

4.6.1 コントラクターを取り巻く状況

(1) コントラクターの登録と規制

ブータンでは、BCTA（Bhutan Construction and Transport Authority：旧CDB(Construction Development Board：建設開発委員会)）が、建設会社（コントラクター）、コンサルタント、技術者や建築家を分類・登録している¹³⁹。

コントラクターに登録する場合は、BCTA（旧CDB）が実施する必須の「導入コース」に参加する必要があり、登録を更新する場合は、BCTA（旧CDB）登録証明書の更新に連動した「再教育コース」の受講が必須となる¹⁴⁰。また、コントラクターは、プロジェクトの種類に応じて、4つのカテゴリーに区分され（表4.19）、複数のカテゴリーに登録する場合は、各カテゴリーでクラス分けが設定される。

コントラクターは、BCTA（旧CDB）に、2,714社が登録され、道路・橋梁の分類では2,465社が登録されている（2023年7月現在）¹⁴¹。そして、「大規模クラス」、「中規模クラス」、「小規模クラス」の3つのクラスに分類して登録され、このクラス分けにより、コントラクターが請け負う資格のある建設工事の規模と最大数が決まる（表4.20）。

表4.19 プロジェクトの種類に応じた4つのカテゴリー区分¹⁴²

カテゴリー	プロジェクトの種類	説明
W1	道路と橋	道路の建設（ラテライト舗装、プライム舗装、およびシーラー舗装、柔軟または硬質舗装）。木材、コンクリート、または鋼製の橋、暗渠、地上排水、縁石、歩道、横断歩道、空港の滑走路およびエプロン。
		土工の改築、復旧、改善、斜面の安定化、適切な排水システムの設置、既存の舗装の再敷砂利または再シーリング、道路セクションの補修、改築または更新、または損傷または破壊された橋の補修または更新。
		あらゆる種類の橋、水道橋、高架橋の建設。
W2	ブータンの伝統的な塗装・仕上げ工事	伝統的なブータン絵画におけるすべての構造の内外の仕上げと装飾。
W3	建築物、灌漑、排水、治水、上下水道	木造、石造、コンクリート、鉄骨造などあらゆる種類の建物の建設。雨よけや衛生排水システムなどのサービス。
		損傷または破壊された建物内のすべての物理的施設の修復と修復。
		排水システム、ターミナルビル、格納庫、倉庫、車両基地、付帯建造物の建設。
		建設には、伝統的なブータン絵画における建造物の内部および外部の仕上げと装飾を除く、すべての内部電化（新築および改修、修理）、配管、塗装および仕上げ作業が含まれる。

¹³⁹ CDB: “About us” (<http://www.cdb.gov.bt/web/aboutus>) 2023年7月取得

¹⁴⁰ CDB: “Contractor Registration” (<http://www.cdb.gov.bt/web/contractorregistrationdetails>) 2023年7月取得

¹⁴¹ CDB: “List of Contractors” (<http://www.cdb.gov.bt/web/listofcontractors>) 2023年7月11日取得

¹⁴² CDB: “Contractor Registration” (<http://www.cdb.gov.bt/web/contractorregistrationdetails>) 2023年7月取得

カテゴリー	プロジェクトの種類	説明
W4	電力・通信工事	ダムトンネルや発電所建屋などの水力発電施設の土木工事の建設、改修、改良。地中ケーブル、架空送配電線の敷設、複合照明、開閉装置、変圧器、低圧分電盤の設置を含む変電所の建設。 変電所および送電線の建設。 電話ケーブルネットワーク用のダクトの敷設、ジャンクションボックスおよびマンホールの建設。

表 4.20 コントラクターが請け負う資格のある建設工事の規模と最大数¹⁴³

	Large	Medium	Small
会社数 W1(W1～W4の計)	143(180)	316(386)	2006(2435)
財務基準額/適格入札額	> Nu.2000 万	Nu.500 万～2000 万	≤ Nu.500 万
手持ち業務の制限/ 一度に契約できる最大	8 件	4 件	2 件

各カテゴリーにおける各クラスでは、表 4.21 に示す最低限の人材が求められる。

表 4.21 各カテゴリー・クラスで求められる最低限の機材や施設¹⁴⁴

説明	大(LARGE) クラス				中(MEDIUM) クラス				小(SMALL) クラス			
	W1	W2	W3	W4	W1	W2	W3	W4	W1	W2	W3	W4
マネージャー (XII クラス 以上)	1*	-	1*	1*	1*	-	1*	1*	-	-	-	-
修士号エンジニア	1(土木)*	-	1(土木)	1(電気)	-	-	-	-	-	-	-	-
学位取得エンジニア	2(土木)*	-	2(土木)	1(電気)	1(土木)*	-	1(土木)	-	-	-	-	-
会計士(商業 会計の証明書 を持つ X クラス)	1*	-	1*	1*	-	-	-	-	-	-	-	-
現場監督 (X クラス以上)	2*	-	2*	2	1*	1*	1*	1*	1*	1*	1*	1*
Total	7*		7*	6	3*	1	3*	2	1*	1*	1*	1*

注：大・中クラスの場合、経営者自身が会社のマネージャー／エンジニアとなることできる。

* 最低限のみ。会社は安全委員会を設置し、正社員の中に 1 名の安全責任者を任命する必要がある。

各カテゴリーにおける各クラスでは、表 4.22 に示す最低限の機材や施設の保有が求められる。

¹⁴³ CDB: “Contractor Registration” (<http://www.cdb.gov.bt/web/contractorregistrationdetails>) 2023 年 7 月取得

¹⁴⁴ CDB: “Contractor Registration” (<http://www.cdb.gov.bt/web/contractorregistrationdetails>) 2023 年 7 月取得

表 4.22 最低限必要な機材と施設¹⁴⁵

説明	大(LARGE)クラス				中(MEDIUM)クラス				小(SMALL)クラス			
	W1	W2	W3	W4	W1	W2	W3	W4	W1	W2	W3	W4
ショベル/ローディングショベル	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ロードローラー	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
トラック	1	-	1	1	1*	-	1*	1*	-	-	-	-
クレーン車	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
エアーコンプレッサー	1	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-
測量機器	1*	-	1*	1*	1*	-	1*	1*	-	-	-	-
コンクリートミキサー	-	-	1	1	1*	-	1*	-	-	-	-	-
パイブレーター	-	-	1	1	1*	-	1*	-	-	-	-	-
スチールシャッター・セット(sft)	-	-	5000	-	-	-	2000	-	-	-	-	-
水ポンプ/マルチメーター	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-
絶縁抵抗計	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-
チェーンブロック	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-

注) 測量機器は、大クラスはトータルステーション、中クラスはレベルングマシンとする。(*)-最小1台のみ。

(2) コントラクターに対する規制に関する所見

前項(1)で示したように、コントラクターはクラスによって受注件数に制限があり、最近になって条件が緩和されたとは言え、大企業は8件、中企業は4件、小企業は2件しか同時に施工できない。また、建設会社の数が多いため、政府は開発プロジェクトの発注を分割して、多くの建設会社が受注できるように図られている。こうした規制があるため、CDCL（建設開発公社）を含むブータンの建設会社は、ADBやWB案件の参加条件である年間受注額を全く達成できず、参加資格がない。JV方式での受注は非常にまれで、大規模プロジェクトに参加することは困難である¹⁴⁶。したがって、ブータンの建設会社は、ADBやWB案件の参加資格があるインド等の建設会社の下請けになる以外にADBやWB案件を担当することはできず、この規制が、ブータンの建設会社が成長する障害になっているといえる。また、多数の民間建設会社が入札に参加するので競争は厳しく、受注できても結果的に利益がほとんど残らないか、赤字の案件もある¹⁴⁷、という意見もある。

プロジェクトの種類に応じたカテゴリー区分（表 4.19）については、「道路と橋」、「ブータンの伝統的な塗装・仕上げ工事」、「建築物、灌漑、排水、治水、上下水道」、「電力・通信工事」の4区分しかない。その粗いカテゴリー区分で、各カテゴリーの各クラスで保有が求められる最低限の機材や施設（表 4.22）が定められているため、施工の分業化といった施工プロセスの進化や、品質管理能力の向上を阻害している可能性がある。

¹⁴⁵ CDB: “Contractor Registration” (<http://www.cdb.gov.bt/web/contractorregistrationdetails>) 2023年7月取得

¹⁴⁶ 2023年5月25日 Interview to Lhendup Norbu Construction/Hiring

¹⁴⁷ 2023年5月22日 interview@舗装補修工事

例えば、道路・橋梁を担当する建設会社のカテゴリーはW1となるが、その大規模クラスでは、ロードローラー1台以上の保有が義務付けられている。確かに道路の施工基面の整地や舗装転圧にロードローラーは必要だが、きめ細かい品質監理が要求される舗装に関しては、機材や施工を適切に管理できる、舗装工事を専門としたコントラクターの技術力を計る尺度が望まれる。また、加熱アスファルト混合物の製造については、機材の保有だけでなく、適切に骨材やプラントを管理する技術基準の設定が必要である。なお、ロードローラーやクレーン車などの機材は、建設会社が保有するよりも、建機のリースまたはレンタル会社がそれらを保有し、それらを必要とする建設会社に貸し出す方が、効率的な場合がある。この点に関しては、建設工事のほか、単純な建設機械をレンタルするコントラクターも出現している¹⁴⁸。

また、コンクリートに関して、道路・橋梁を担当する建設会社のカテゴリーとなるW1では、コンクリートミキサーとパイプレーターの保有が中クラスのみ義務付けられるが、大・小クラスにはそれが義務付けられていない。それらの保有が義務付けられていない大・小クラスでも、コンクリートの施工は実施可能と考えられるが、それらの使用が限定的であれば、コンクリート施工機器の使用に対するスキルの向上を期待できず、コンクリートの施工に対する品質監理能力の向上を阻害しかねない(4.6.4に詳述)。生コンクリートの製造については、加熱アスファルト混合物と同様に、機材の保有だけでなく、適切に骨材やプラントを管理する技術基準の設定が必要である。

一方、このような受注金額と件数の規制は、技術者の不足を反映した措置でもあり、財政的規模、技術、建設機械の保有数が、受注を勝ち取る要素となっている¹⁴⁹。技術者の能力や質は、工事経験やBCTA(旧CDB)の登録から判断され、発注者は技術力を満足した建設会社にだけ財政的規模が評価される段階に進ませる。

したがって、ブータンの建設会社の進化や、品質監理能力の向上のため、コントラクターと技術者の技術力の尺度に関して、次のことがいえる。まず、コントラクターが有する技術力の尺度は、技術者数、受注金額や建設機械の保有台数だけでは不足しており、建設機材はリースでもよいので、その保有を義務付けるよりも、施工プロセスに着目した規制と、品質管理のための適切な材料単価の設定と積算が必要と考えられる。また、技術者の能力や質の尺度は、BCTA(旧CDB)の登録だけでは不十分で、技術者が経験に応じて取得するスキルや知見が認定される資格制度などの仕組みが必要と考えられる。

(3) 技術者と労働者

BCTA(旧CDB)に登録される9割以上の建設会社はブータンのコントラクターであり、BCTA(旧CDB)に登録される技術者は1,460人(2023年5月25日現在)で、このうち土木では1,321人¹⁵⁰と少ない。技術者の格付けはないが、政府と民間の別に登録されており、政府は106人、民間は1,215人である。民間にはインド人が6人登録されているが、その他はブータン人である。コントラ

¹⁴⁸ 2023年5月25日 Interview to Lhendup Norbu Construction/Hiring

¹⁴⁹ 2023年5月25日 Interview to Lhendup Norbu Construction/Hiring

¹⁵⁰ CDB: “List of Contractors”, “List of Engineers” (<http://www.cdb.gov.bt/>) 2023年5月取得より集計

クターの施工体制において、監督員と世話役はブータン人、作業員とオペレーターの殆どはインド人が典型的とされるが¹⁵¹、工事中の水処理プラントで働いているのは、ブータン人とインド人が半々ということだった¹⁵²。ブータン人の世話役は、もっぱらインド人を動かす役割で、品質に特化しているわけではないが、知識はそれなりに持っているという¹⁵³。

技術者は、BCTA（旧CDB）に技術者として登録することができ、BCTA（旧CDB）の登録証があれば、十分な能力を有していると評価される¹⁵⁴。BCTA（旧CDB）に登録された技術者は、入札に参加するコントラクターに直接申し込みして、そのコントラクターの要員として登録することになるが、一つの案件の入札に参加する複数のコントラクターに同時に登録することはできない¹⁵⁵。技術者として登録する要件は、BCTA（旧CDB）に登録申請し、BCTA（旧CDB）の研修に参加することであるが、BCTA（旧CDB）は登録だけを担当している機関であり、資格を証明する機関ではない。

技術者資格を担当する機関は、Engineering Councilであり、DoIT、MoITの管轄下であるが、いまだに実施段階に至っていない¹⁵⁶。

エンジニアを教育する大学は全て政府の運営である。エンジニアはブータン国外で働けば大きな給料を得られるため、国内で働くことを嫌う傾向が強い¹⁵⁷。現在のブータンでは、長年勤務したとしても貯蓄ができず、国内においては生活が難しいため、若いエンジニアのほか中堅クラスの技術者も多く離職する傾向にあり、彼らは、かつてはドバイに仕事を求めて出かけていたが、最近ではオーストラリアに働きに出かける者が多いという¹⁵⁸。こうした事情から、テクニシャンは益々重要な人材となってきた¹⁵⁹とはいうものの、テクニシャンを含む労働者も、高い給料が得られるオーストラリアなどへ移住する者が少なくなく、ブータンでは大きな問題になっているという¹⁶⁰。

政府でも、現在は職員の確保が難しく、最低限の職員を維持するにとどまっている¹⁶¹。日本、米国、カナダなどへ留学させて修士博士号を取得させた人材を政府にとどめ、人材の流出を止めるために、今はDoSTで帰国後4年間の勤務を義務づけ、今後は最低10年間に延長する予定とされている。しかしながら、最近では職員の離職が激しく、建設会社に再就職している。とはいえ、これによって建設会社の品質が向上している。また、オーストラリア、カナダほか外国に出ていく者がおり、若手が流出するため、シニア職員はさらに高齢になるまで働かなければならない状況という。

¹⁵¹ 2021年6月7日 大日本土木へのヒアリング

¹⁵² 2023年5月22日 Interview@舗装補修工事

¹⁵³ 2021年6月7日 大日本土木へのヒアリング

¹⁵⁴ 2023年5月22日 Interview@舗装補修工事

¹⁵⁵ 2023年5月25日 Interview@CDCL

¹⁵⁶ 2023年5月25日 Interview@CDCL

¹⁵⁷ 2023年5月23日 Interview to Thimphu Regional Office

¹⁵⁸ 2023年5月25日 Interview to Lhendup Norbu Construction/Hiring

¹⁵⁹ 2023年5月23日 Interview to Thimphu Regional Office

¹⁶⁰ 2023年5月22日 Interview@舗装補修工事

¹⁶¹ 2023年5月23日 Interview to Thimphu Regional Office

CDCLといえども優秀な人材の流出に苦しんでいる¹⁶²。CDCLによると¹⁶³、若い人達は、建設プロジェクトに参加することに関心を失ってきており、建設業は、古い産業で、厳しい仕事、成長が少ない産業と見ており、現場作業よりもデスクワークを志向しているという。

(4) CDCL (Construction Development Corporation Limited : 建設開発公社)¹⁶⁴

CDCLは、200名の職員のほか、現場では約1,000名を雇用しているブータンで最大手のコントラクターで、MoWHS（当時。後のMoIT）の機械課(Mechanical Division)に由来を持つ。独立した商業部門として機能するため、2006年7月に同省からMinistry of Financeの傘下に移り、その3年後の2009年12月に、ブータン王国2000年会社法に基づき法人化され、国営企業として5年間事業を行った後、2015年1月にDruk Holding and Investments (DHI)が管轄する公社になった。このため、DHIはCDCLの株式配当だけを得られる。CDCLと同様の立場にある会社は、テレコムなど利益を上げられる会社であり、利益を上げられない会社はMinistry of Financeの傘下に配置されている。そのため、2015年頃の印象は、建機のリース会社だったという¹⁶⁵。DHI傘下の公社となった2015年以降は、当初は道路建設などの小さなプロジェクトを実施し、いくつかの橋梁も建設したが、現在は水力発電関係の建設プロジェクトが大部分を占める。橋梁と建築も手掛けているが、将来的には民間企業が担当できない水力発電関係の建設事業に資源を集中することが期待されている。

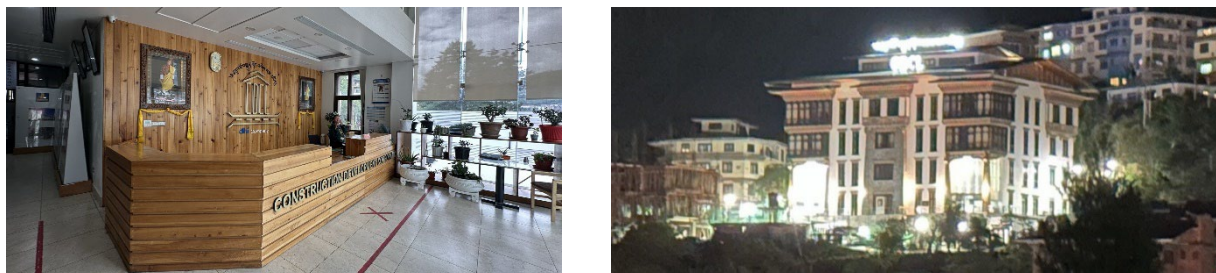


図 4.30 CDCL の内観、外観

4.6.2 日常維持管理

(1) 日常維持管理の実施体制

ブータンでは、建設会社が建設工事を担当するが、民間企業は発注規模が限られている道路維持管理に関心を示さないこと、ならびに小規模建設会社は品質管理や技術力で信頼性が低い事情から、維持管理に関する作業・工事は、道路管理機関が担当している¹⁶⁶。維持管理予算の多くは路面清掃、排水工の清掃、草刈りに充てられ、モンスーン前後の年2回、地域事務所が雇用する労働者が、それらの作業を実施している¹⁶⁷（図 4.31）。DoSTの出先機関の地域事務所は、管轄道路の草刈りや排

¹⁶² 2023年5月23日 Interview to Thimphu Regional Office

¹⁶³ 2023年5月25日 Interview@CDCL

¹⁶⁴ 2023年5月25日 Interview@CDCL

¹⁶⁵ 2021年6月7日 大日本土木へのヒアリング

¹⁶⁶ 2023年5月23日 10:00- Interview to DoST

¹⁶⁷ 2023年5月24日 9:30- Interview to Lobeysa Regional Office

水施設の清掃などの日常維持管理に、労働者を直接雇用してきた¹⁶⁸。2004年のWBレポートによれば、当時の管轄道路2,100kmに対して4,600人が雇用され(2kmごとに1人)、現在も道路延長1.5kmごとに1人、4千人以上が雇用されているという¹⁶⁹。この労働者への処遇は、政府による雇用促進と地域の貧困対策の一環で、5~10kmに1か所ずつ合計400か所の居住施設が提供され、彼らは家族とともにその居住施設に住み、政府は食料の供給や子供達の学校への送迎バスをも手配しているという¹⁷⁰。



図 4.31 道路の日常維持管理に従事する人々(昼食・休憩中)¹⁷¹

この道路の日常維持管理に従事する労働者を政府が雇用するシステムは、Muster-roll-based(名簿管理)システムといわれ¹⁷²、日雇いベースの労働者(Muster roll)の1日当たり単価は215ニュルタム¹⁷³(1ニュルタム=1.70円として365円)である。労働者はNational Work Force(NWF)ともいわれ、一級国道では当初、路線延長1kmにつき1人を充てることとされていたが、労働者の高齢化等の原因により、路線延長1.5kmにつき1人を充てることとされた。なお、二級国道については、当初も現在も路線延長1.5kmにつき1人、地方道路では路線延長2kmにつき1人を充てることとされている¹⁷⁴。

一方、外で働けば1日に1,000ニュルタム(1ニュルタム=1.70円として1,700円)を稼げるため、高齢者を除くと道路維持管理作業で働く者を見つけるのは非常に難しい。そこで、Performance-Base Maintenance Systemが導入された。これは、投入人数を問わず適当なグループを組んで成果を達成できれば、路線延長に対する単価相当(例えば国道で15kmなら10人分)を支払うシステムである¹⁷⁵。

したがって、今日の道路維持管理は、Muster-roll-basedからPerformance-based契約方式に移行して

¹⁶⁸ WB [2004], Bhutan Transportation Sector Note

¹⁶⁹ JICA: 2020年度道路アセットマネジメントプラットフォーム技術支援に関する情報収集・確認調査報告書, 2021.3, p.4-8.

¹⁷⁰ JICA: 2020年度道路アセットマネジメントプラットフォーム技術支援に関する情報収集・確認調査報告書, 2021.3, p.4-8.

¹⁷¹ 調査団撮影@国道1号線(Nobding付近)(2023/5/24)

¹⁷² JICA: 2020年度道路アセットマネジメントプラットフォーム技術支援に関する情報収集・確認調査報告書, 2021.3, p.4-8.

¹⁷³ 2023年5月24日 Interview to Lobeysa Regional Office

¹⁷⁴ 2023年5月23日 Interview to Thimphu Regional Office

¹⁷⁵ 2023年5月24日 Interview to Lobeysa Regional Office

おり、延長 1.5km につき 1 人の労働者の割合でグループが Performance-based で契約をしている。これによって、道路は綺麗になり、発注者と労働者（グループ）の双方に利益があるとされる¹⁷⁶。

今後は、設計、建設、3年の維持管理を含む 15～20km の道路パイロットプロジェクトが計画されており、このプロジェクトが成功すれば、維持管理の負担が少なくなるうえに、技術者の数も減らせるため、利益は大きいとされる¹⁷⁷。ブータンの建設プロジェクトでは、瑕疵担保期間が通常 1 年間で、瑕疵担保期間の終了までは建設会社が維持管理し、その終了後に完成物が施主に引き渡されると、施主が維持管理を開始するが、その計画は、発注者における技術者の不足を原因として提案され、通常 1 年の瑕疵担保期間を 3 年に延長するということである¹⁷⁸。

また、ブータンの雨季（7～9月）は雨量が多く、9か所の地域事務所から写真付きで構造物や斜面状況を報告するレポートが作成され、地すべりにより道路閉鎖されることがある¹⁷⁹。道路の維持管理ではレポートの保管が重要と認識されているが、HQにあるサーバーの容量が少なく、多くのレポートの処理に苦勞しており、そのため、使用されない情報が多くある¹⁸⁰。

(2) 日常維持管理の実施体制に関する所見

清掃等の日常維持管理は、他国では例を見ない雇用者数の水準であり¹⁸¹、現地の人たちはよく掃除し、排水施設は排水路の中もしっかり掃除し、開発途上国の中でもメンテナンスをしている国といわれる¹⁸²。また、時間はかかるが、最終的には全て Muster-roll-based から Performance-based 契約方式の外注へ移行するだろうという見解がある¹⁸³。

設計、建設および 3 年間の維持管理をパッケージにした道路パイロットプロジェクトは、注視が必要である。3年間の維持管理期間は、試行的な実施のための暫定的なものと考えられるが、維持管理の設計額は一般に少ないため、3年では受注者に工夫の余地が少なく、利益を得るうまみが乏しいため、良い成果を得られない可能性が高い。コンセッション契約方式による道路 PPP を目指すのであれば、少なくとも 10 年間の維持管理期間を契約に盛り込み、受注する会社にとって魅力ある事業とする必要がある。

雨季には、各地域事務所から現地の状態をインターネット経由でレポートが作成され本省に報告され、レポートが重要視されている体制は良いが、パソコンのスペック不足などにより、その保管処理や活用が不十分となるぜい弱な体制は改善できると良い。

4.6.3 舗装

WB の 2004 年の報告書¹⁸⁴では、舗装の施工技術に関して問題が指摘され、それから約 20 年経過して、現在ではかなり改善されているが、依然として継続する問題が含まれる内容を以下に示す。

¹⁷⁶ 2023年5月23日 Interview to Thimphu Regional Office

¹⁷⁷ 2023年5月23日 Interview to Thimphu Regional Office

¹⁷⁸ 2023年5月25日 Interview to Lhendup Norbu Construction/Hiring

¹⁷⁹ 2023年5月23日 Interview to Thimphu Regional Office

¹⁸⁰ 2023年5月23日 Interview to Thimphu Regional Office

¹⁸¹ WB [2004], Bhutan Transportation Sector Note

¹⁸² 2021年6月7日 Interview to 大日本土木

¹⁸³ 2023年5月23日 Interview to Thimphu Regional Office

¹⁸⁴ WB[2004], “Bhutan country Snapshot” p21

- 1) 舗装の品質について言えば、路床及び各層は敷き均し・締固め不足である。(中略)既に温度が低下した状態で行われていることが多い。
- 2) DoR (現 DoST) の舗装改良工事の発注規模は小さく、建設会社が適切な機械を調達できるだけの資金が得られない。ただし、品質の悪さは、工事監督や品質管理の不適切さによるところが大きい。
- 3) 品質向上には材料試験施設の改善や移動式試験機の導入も必要である。DoR (現 DoST) は各ドナーから最新の建設/維持管理技術の導入支援を検討した方が良い。

上記について、部分的な視察に留まるが、現況は以下の様である。

温度管理と敷き均し・転圧について、加熱アスファルト混合物の運搬トラックは保温シートを備えているが、それを使用せずに運搬している(図4.32)。また、現場に到着したアスファルト混合物は、フィニッシャーで敷き均された後、温度計で温度の状態を確認することもなく、ロードローラーで転圧が開始される(図4.33)。転圧回数、転圧速度は特に決まりが無く、オペレーターに任せられているようである。したがって、締固めの程度は過不足を計ることもできない。



図 4.32 加熱アスファルト混合物を運搬するトラック¹⁸⁵



図 4.33 加熱アスファルト混合物の敷き均し直後の転圧¹⁸⁶

舗装改良工事の発注については、コントラクターの状況を4.6.1で述べたように、舗装に限らず発注規模は小さく、建設会社が適切な機械を調達できるだけの資金を得難い状況である。殊に舗装については、大クラスのコントラクターにロードローラーの保有が課せられているが、舗装工事という専門性の高い工事が区分として認識されていないことから、舗装工事を担当するコントラクターにおいて、アスファルト混合物の温度管理にとどまらず、転圧回数や転圧速度が適切に品質管理される状況とは考え難い。もっとも、アスファルト・コンクリートの施工にあたっては、材料の採取から製造過程までの品質管理が重要であるが、骨材については、工事場所近くの川から骨材をとることは禁止されているので、遠方から輸送されている¹⁸⁷。しかし、アスファルト混合物の製造プラントに対する品質管理が基準等で規制されていないことから、骨材や混合物の管理も企業努力によるものとなっており、不適切な品質管理が常態化している。その例として、アスファルト混合物の製造プラントでは、ホッパーの上部に仕切り板がなく(図4.34)、異なる種類の骨材が、計量前

¹⁸⁵ 2023年5月22日 調査団撮影

¹⁸⁶ 2023年5月21日 調査団撮影

¹⁸⁷ 2023年5月22日 インタビュー@舗装補修工事

に混じる状態となっており（図 4.35）、設計された配合通りのアスファルト混合物を製造できない状態になっている。



図 4.34 仕切り板のないホッパーと計量装置¹⁸⁸



図 4.35 ホッパーへの骨材の搬入¹⁸⁹

4.6.4 橋梁

(1) 建設会社

ブータンには、橋梁を手掛ける会社を含むコントラクターは2,465社（2023年7月現在、4.6.1参照）あり、数的には多くの建設会社があるが、施工機械保有台数の規制を受けない小クラスが2,006社(81%)であり、国内業者の大半は経営規模が小さく、保有機械の種類・台数も十分でない。そして、良好なコンディションの機材の割合も少なく、コントラクターの資金力も不足しがちであり、政府からの支払いが滞ると工事中断せざるを得ず、工事が遅れる原因となっている¹⁹⁰。各社の財務規模が小さいため、ブータンの銀行に財政的支援を受けることも困難である¹⁹¹。前払い金は20%だが、銀行保証金が20%必要で、さらに10%のPerformance Securityが必要になる。2%は税金として割り引かれ、Retentionは10%が基本。完成時には90%から税金分2%を差し引かれて88%までの金額を受け取ることができる¹⁹²。

水力発電建設プロジェクト以外にブータンでは大規模プロジェクトはなく、大規模プロジェクトがあるとしても、受注総額に制限があるため、受注件数・金額に制限があつて年間売上額が小さいブータンのコントラクターが単独で大規模プロジェクトに参加することは不可能である¹⁹³。また、国内業者の技術力に関しては、品質は別としてRC構造の橋梁や構造物の建設工事の実施能力は有しているものの、精緻な監理が求められるPC構造や大規模橋梁などの建設工事の実施能力までは有していない¹⁹⁴。

¹⁸⁸ 2023年5月22日 調査団撮影

¹⁸⁹ 2023年5月22日 調査団撮影

¹⁹⁰ 日本海外コンサルタント(株)他 [2016]、ブータン国橋梁施工管理及び維持管理能力向上プロジェクト業務計画書

¹⁹¹ 2023年5月25日 Interview to Lhendup Norbu Construction/Hiring

¹⁹² 2023年5月25日 Interview to Lhendup Norbu Construction/Hiring

¹⁹³ 2023年5月25日 Interview to Lhendup Norbu Construction/Hiring

¹⁹⁴ JICA: 国道4号線橋梁架け替え計画準備調査, 2016, p.1-2

一方、過去5年間で、建設会社の仕事に対する管理が厳格になり、建設事業の品質は著しく向上したという¹⁹⁵。理由はテスト（試験）の導入で、書類試験と現場の試験の両方が課され、試験の結果が不合格であれば、建設会社に大きなペナルティを課すようになったことにある¹⁹⁶。大規模クラスのコントラクターも例外でなく、実際に構造物が失敗したときに、自己資金による撤去と再建という、厳しい処分が下されたとのことである¹⁹⁷。

しかし、政府の積算には問題があり、保険、仮設物、品質管理、工事安全などが必要にもかかわらず、積算に十分に反映されていないという¹⁹⁸。コンクリート構造物に使用される生コンクリートの品質の確保には、その単価に所定の品質を得るために必要な費用が計上される必要があるが、それは試験費だけでなく、材料（セメント、混和剤、骨材）、練り手間、運搬、製造過程における設備や配置される技術者などに係る費用も同様である。

また、ブータンでは現場監理が不十分で、品質低下や工期遅延を招いている¹⁹⁹。JICA事業に携わった経験者によると^{200, 201}、日本のコントラクターは建設の前に計画、測量、調査、設計に長い時間をかけるが、いったん建設段階に入ると非常に短期間に整然と事業を終え、品質も良い。一方、ブータンの建設会社は逆で、建設前の準備は短く、建設期間は非常に長くなり、結果的に日本より遅くなるという。この問題は、監督する経験豊富な土木技術者が不足しているだけでなく、施工プロセス全般にわたり、工程管理、安全管理、品質管理といった適切な工事管理に必要な規制が整っていないことと、必要な工事費用が見込まれていないためと考えられる。

(2) コンクリート

構造物の長寿命化の要となるコンクリートの品質確保には、まず所定の性能を得られるために設計された配合通りの生コンクリートを確保する必要があり、そのためには、セメントや骨材の品質の安定化が必要である。品質管理はBureau of Standardが所管し、橋梁建設に使用するコンクリートの骨材は、アルカリ骨材反応のリスクについて、AASHTOやBS等の基準で品質管理され、セメントは品質が確かなポルトランドセメントが使用される²⁰²。コンクリートの品質を確保するためには、品質の高い型枠を使用すること、適切なバッチングプラントを使うこと、配合設計を正しくやることと理解されているが²⁰³、ブータンでは、安定した品質の骨材を得るために必要な、適切な骨材の品質管理が行われていない。細骨材（砂）の採取（図4.36）の場所は川、時期は乾季と規制されている²⁰⁴ことは環境保全・安全の面で良いが、骨材は、仕切りのない平地に露天置きされている

¹⁹⁵ 2023年5月23日 Interview to Thimphu Regional Office

¹⁹⁶ 2023年5月23日 Interview@DoST

¹⁹⁷ 2023年5月23日 Interview@DoST

¹⁹⁸ 2023年5月25日 Interview to CDCL

¹⁹⁹ JICA: 国道4号線橋梁架け替え計画準備調査, 2016, p.1-2

²⁰⁰ 2023年5月23日 Interview to Thimphu Regional Office

²⁰¹ 2023年5月25日 Interview to Lhendup Norbu Construction/Hiring

²⁰² 2023年5月25日 Interview to Lhendup Norbu Construction/Hiring

²⁰³ 2023年5月25日 Interview to Lhendup Norbu Construction/Hiring

²⁰⁴ 2021年6月7日 大日本土木へのヒアリング

(図 4.37)。現場練りの場合は殊にひどく、粉塵が舞い上がる工事現場に隣接してコンクリートミキサーが配置され、骨材置き場では、作業員が土足で骨材を踏める状態となっている(図 4.38、図 4.39)。それは、現場練りコンクリートで、配合はあるものの、練るたびに性質が異なり、品質はあまりよくない²⁰⁵という状況をもたらす。すなわち、洗浄され性質が整った骨材、安定した品質のセメントや混和剤がコンクリートミキサー近くまで搬入され、セメント、混和材、水量が正しく計量され、コンクリートの打設が適切な手順を踏んでいたとしても、骨材の管理が適切でないために、異なる種類の骨材が互いに混合したり、泥、枯草、木片などの異物が骨材に容易に混入できたり、また、ダストが骨材に付着しやすい状況が、設計された配合通りのコンクリートの性能を実現することを阻害している。粗悪なコンクリートの品質は、補修機会の増加や更新期間の短縮をもたらす。このように、コンクリート構造物のアセットマネジメントにおいて重要な、コンクリートの品質管理を適切に実施できていない理由は、その製造過程における品質確保に必要な規制が適切でないこと、プラントや現場において適切に品質管理できる技術者が乏しいこと、コンクリートの品質管理に必要なコンクリート価格への反映と理解が進んでいないことが挙げられる。

図 4.36 骨材の採取場²⁰⁶図 4.37 移動式の生コンクリート・プラントにおける骨材管理状況 (GOIプロジェクト)²⁰⁷

²⁰⁵ 2023年3月20日 Interview to 道路斜面对策工能力強化プロジェクト

²⁰⁶ 2023年5月24日 調査団撮影

²⁰⁷ 2023年5月25日 調査団撮影

図 4.38 現場練りのコンクリートミキサーと骨材置き場（Thimphu 市内の建築現場）²⁰⁸図 4.39 現場練りのコンクリートミキサーと骨材置き場（水処理施設・道路工事現場）²⁰⁹

生コンクリートの調達は困らないが、ほとんどの現場でコンクリートミキサーを稼働させ、ダム工事ではコントラクターがプラントを独自に設置するものの、下部工工事では小型のドラムを使用して、一度にせいぜい 2 台しか稼働できず、かなり大変だったという²¹⁰。また、生コンクリートの打設は、国道 4 号線における橋梁の架け替え（2020 年 12 月完工）では、バイブレーターは使ったものの、クレーンは下請けで不足し、ポンプ車はなく、コンクリートパケットをクレーンで運んで打設する手打ちの、人力施工が主体だったという²¹¹。クレーンについては、水力発電（ダム）関係のプロジェクトなどで多く使用されており、ブータン国内に多くのトラッククレーンはあるというものの、不足するクレーンはインドから持ち込む実態である。また、日本製のクレーンであれば間違いなく公称能力までの吊り上げ能力があるが、インド製は公称能力までの吊り能力はなく、公称 40 トン吊りでも 30 トンくらいしか吊れず、転倒する事故があるなど、信頼性に疑問があるという²¹²。なお、ブータンでは、クレーンなど建設機械は高価だが、クレーンを保有していない会社は、借りてくることができる²¹³。

²⁰⁸ 2023 年 5 月 25 日 調査団撮影

²⁰⁹ 2023 年 5 月 22 日 調査団撮影

²¹⁰ 2021 年 6 月 7 日 大日本土木へのヒアリング

²¹¹ 2021 年 6 月 7 日 大日本土木へのヒアリング

²¹² 2023 年 5 月 25 日 Interview to Lhendup Norbu Construction/Hiring

²¹³ 2023 年 5 月 25 日 Interview to Lhendup Norbu Construction/Hiring

建設工事における資機材の不足は、前述の過小積算だけでなく、工事の細分化、受注件数の規制（4.6.1 参照）がコントラクターの資金力に影響を及ぼし、コントラクターが保有できる資機材の機能・性能に格差を生む産業構造になっていることが一因と考えられる。また、工事が属するカテゴリーとコントラクターの規模によって保有機材を義務づける規制も、コントラクターが保有する資機材の機能・性能に影響を与えていると考えられる。例えば、コンクリートミキサーの場合、その保有の義務は、ダムなど水力発電に係る工事のカテゴリーW4（電力・通信工事）では大クラスのみ、建築や治水などに係る工事のカテゴリーW3では、大・中クラスに、道路・橋梁に係るカテゴリーW1では、中クラスのみを対象とされている（4.6.1 表 4.22 参照）。

なお、ティンプーでは、最近、コンクリート・プラント会社が2社できており^{214, 215}、生コンプレントやポンプ車が稼働している（図 4.40）。2か所のプラントから供給されるコンクリートの品質は、現場練りよりはるかに良いが、単価は高いという²¹⁶。また、最近のGOIが施工する橋梁工事では、移動式プラントが現場に設置されている（図 4.41、図 4.42）。

生コンクリートのプラントでは、骨材置き場の管理は不適切だが、稼働後のプラントの機械はきちんと清掃され、異物の混入を防止している（図 4.43）。



図 4.40 ポンプ車とミキサー車（Thimphu 市内の建築現場）²¹⁷



図 4.41 移動式の生コンクリート・プラント（GOIプロジェクト）²¹⁸

²¹⁴ 2021年6月7日 大日本土木へのヒアリング

²¹⁵ 2023年5月25日 Interview to Lhendup Norbu Construction/Hiring

²¹⁶ 2023年5月25日 Interview to Lhendup Norbu Construction/Hiring

²¹⁷ 2023年5月25日 調査団撮影

²¹⁸ 2023年5月25日 調査団撮影

図 4.42 移動式の生コンクリート・プラントにおけるミキサー車（GOIプロジェクト）²¹⁹図 4.43 移動式の生コンクリート・プラントの管理状況（GOIプロジェクト）²²⁰

(3) 補修

コンクリートのクラック注入工に必要なエポキシ樹脂や、コンクリート断面修復に必要なポリマーセメントなどの補修材料は、インドやタイから入手できるルートがあり、予算が確保されれば必要な資機材は概ね揃うが、予算的な制約もあり実施が困難であることから、コンクリートに関する基礎的な補修が実施されていない。

4.7 道路AMの成熟度

4.7.1 成熟度評価の実施方法

2020年度の調査結果を踏まえ、2022年度の現地調査およびヒアリングで得られた情報に基づき、他国案件とのキャリブレーションを行い、評価した。評価は、2020年度の調査結果を部分的に修正および追加している。

4.7.2 成熟度評価結果

中項目レーダーチャート（評価点数）を図4.44に示す。図中の5年後とは、現在実施中のJICA技術協力プロジェクトが終了した場合の想定である。

²¹⁹ 2023年5月25日 調査団撮影

²²⁰ 2023年5月25日 調査団撮影

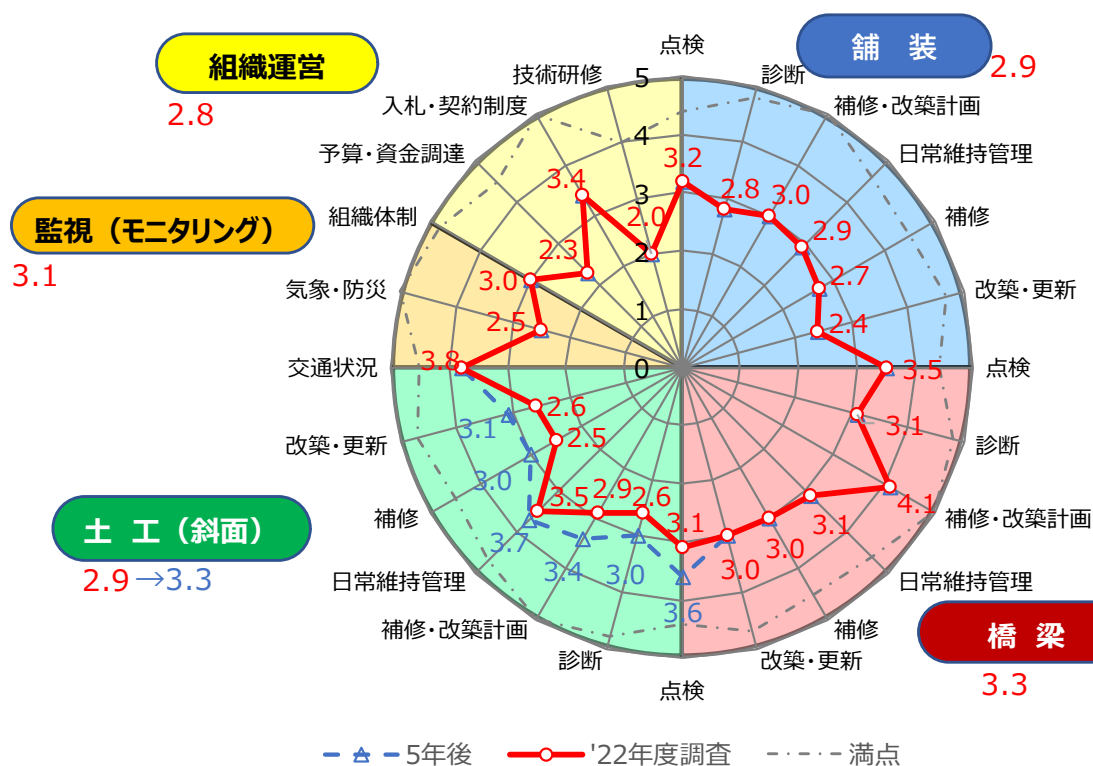


図 4.44 中項目レーダーチャート (評価点数)

(1) 全体的な評価

- 「舗装」のレベルは 2.9 で、JICA 技術協力プロジェクトの評価目標のレベル 3 を下回っているが、ADB の支援を受けて ROMDAS を 2021 年 4 月に導入し、点検・診断マニュアルの整備や舗装計画の見直しを図っていることから、近い将来、レベル 3 以上となることが期待される。しかしながら、中・長期的な舗装のアセットマネジメントの確立には、一定水準の舗装の長寿命化が必要である。今後は、道路の立地や利用される状況に応じた舗装の種類や構成の適切な選択や、舗装の施工水準の向上のキーとなる舗装プラントや舗装業者に向けた有効な政策の実施が必要である。
- 「橋梁」のレベルは 3.3 で、JICA 技術協力プロジェクトの評価目標のレベル 3 に達している。しかし、「橋梁施工監理及び維持管理能力向上プロジェクト」によって導入された点検・診断は、限定的な機器による基礎的なものであるため、今後の補修、改築・更新に向けては、点検・診断技術のさらなる高度化に向けた支援が必要と考えられる。また、当プロジェクトが 2022 年 8 月に終了してからは、4.7.3 (5) 9) で述べるように、橋梁の研修計画や研修は無いため、担当者の交代があっても技術が継承され、定着するかについて、注視する必要がある。なお、既に橋梁維持管理システム(BMS)の改良が必要といった問題が露呈しており、BMS が稼働しなくなると、そのレベルが一挙に低下することが危惧される。
- 「土工 (斜面)」のレベルは 2.9 であり、JICA 技術協力プロジェクトの評価目標のレベル 3 を下回っているが、「道路斜面对策工能力強化プロジェクト」が実施中であり、その終了まで、さらなるレベルの向上を期待できる。一方、4.4.2.4 で述べるように、並行して UNDP (国連開発計

画)による GCF (緑の気候基金) プロジェクトが実施され、斜面災害のランク付けが調整されている。そのため、それと JICA 技術協力プロジェクトの損傷状況のランク付けが関わる場合には、齟齬が生じないように、確認が求められる可能性がある。また、橋梁と同様に、当プロジェクトの終了後、継続的な技術者のトレーニングによる技術の継承と向上が求められる。

- 4) 「監視 (モニタリング)」のレベルは 3.1 で、JICA 技術協力プロジェクトの評価目標を達成している。
- 5) 「組織運営」のレベルは 2.7 で、トップマネジメントのリーダーシップやトップのコミットメントがあり、道路 AM 部署は他部署に対してかなりの影響力があるが、継続的に適切な道路アセットマネジメントを実施するために必要な人員や予算が不足している。また、ドナーからの支援が終了した後に、必要な研修を実施する環境が整っていない。

(2) 舗装 (評価レベル 2.9)

- 1) 「点検」のレベルは 3.2 である。その内訳で、点検体制は 2.3、点検マニュアルは 2.4 と低い、管轄路線全体にわたって日常点検と定期点検を着実に実施しており、それらのレベルが各 4.3 と高いことが「点検」のレベルを押し上げている。ぜい弱な点検体制が改善され、点検マニュアルの整備が進めば、さらなる向上が期待できる。
- 2) 「診断」のレベルは 2.8 である。診断者が専門教育を継続に受けられる体制が整い、診断技術の定着と独自の発展が進めば、さらなる向上が期待できる。
- 3) 「補修・改築計画」のレベルは 3.0 である。舗装資産台帳・DB や舗装マネジメントシステム (PMS) が整備・運用され、それらのレベルは各 4.0 と高いが、計画の策定のレベルが 2.2 と低い。中・長期的な計画の策定のためには、一定水準の舗装の寿命を確保し、舗装の健全度を予測できる必要がある。そのためには、道路の立地や利用される状況に応じた舗装の種類や構成の適切な選択や、舗装の施工水準の向上のキーとなる舗装プラントや舗装業者に向けた有効な政策の実施が必要である。
- 4) 「日常維持管理」のレベルは 2.9 である。その内訳で、清掃 (路面) のレベルが 4.0 と高いのは、地域住民による日常的な清掃が功を奏しているといえる。しかしながら、それは地域住民の人力に頼っており、DoST が主体的に活動していないため、維持管理責任者の技術レベルや維持管理作業機械 (舗装) の稼働のレベルが各 2.0 と低く、また、応急措置記録の保存・共有が不十分なため、日常維持管理で得られる知見が補修・改築計画にフィードバックされないことが懸念される。
- 5) 「補修」のレベルは 2.7、「改築・更新」のレベルは 2.4 で低い。これは、資機材の不足、不十分な品質監理、予算の制約などにより、適切な補修や改築ができていないためである。

(3) 橋梁 (評価レベル 3.3)

- 1) 「点検」のレベルは 3.5 である。点検機器が不足し稼働できないため、内訳に当たる「点検機器の稼働」と「マニュアルの技術レベル」のレベルがそれぞれ 2、2.7 と低く、また、人員が不足するため「日常点検の実施頻度」のレベルが 2 と低い、点検マニュアルが整備・運用され、管轄路線の全橋梁にわたって点検が実施され、その結果が記録・保存・共有されていることが「点検」のレベルを押し上げている。ぜい弱な点検体制が改善され、4.7.3 (2) 1) (橋梁・点検) で述べるように点検機器の充足によって点検の高度化が進めば、さらなる向上が期待できる。

- 2) 「診断」のレベルは3.1である。診断者が専門教育を継続に受けられる体制が整い、診断技術の定着と独自の発展が進めば、さらなる向上が期待できる。
- 3) 「補修・改築計画」のレベルは 4.1 で高い。橋梁資産台帳・DB や橋梁マネジメントシステム (BMS) が整備・運用され、それらのレベルは各 4.5 と高いが、既に BMS のシステム改良が必要といった問題が露呈しており、BMS が稼働できなくなると、そのレベルは一挙に低下することが危惧される。また、計画の策定のレベルが3.8と高いが、内訳の「計画の立案」のレベルはLv2 と低い。これは、道路整備・維持管理の予算が少なく、国内にある道路橋の約 4 割がベイリー橋 (4.3.6 参照) であって恒久橋が極端に少なく、流されたり壊れたりするベイリー橋の補修・応急復旧に費やされ、中・長期的な計画を策定できず²²¹、現実的な予算に裏打ちされた補修・改築計画の立案が翌年度分までに留まるためである。その上、BMS が稼働できなくなると、計画の立案だけでなく、補修・改築にかかる費用の把握や健全度の予測に不具合が生じることが危惧される。なお、内訳で「予防保全」のレベルが 2 と低いのは、必要とされる予防保全が実施されるため予算を確保できないためである。
- 4) 「日常維持管理」のレベルは 3.1 である。その内訳で、清掃 (排水施設、他) のレベルが 4.0 と高いのは、地域住民による日常的な清掃が功を奏しているといえる。しかしながら、それは地域住民の人力に頼っており、DoST が主体的に活動していないため、維持管理責任者の技術レベルが 2.0 と低いものとなっている。また、現在は維持管理予算の制約から、変状の小補修 (仮補修) は最低限の実施とされているが、今後、適宜行われることが期待される。なお、維持管理作業機械 (橋梁) は、現在のブータンの道路の交通状況や橋梁形式に対して、必要といえる機材がほぼないため、本評価の対象外としている。
- 5) 「補修」のレベルは 3.0、「改築・更新」のレベルは 3.1 である。品質監理、変更の管理、改築・更新における資機材の調達に不十分なところはあるが (それぞれレベル 2)、その他はレベル 3 以上である。

(4) 土工 (斜面) (評価レベル 2.9)

- 1) 「点検」のレベルは 3.1 である。JICA 技術協力プロジェクトが進行中であり、「日常点検マニュアル整備」と「定期点検マニュアル整備」はまだドラフト段階で、点検員は点検に必要な専門教育を部分的に受けている状況である (各レベル 2)。また、点検機器の稼働が限定的なため、内訳に当たる「点検機器の稼働」と「マニュアルの技術レベル」のレベルがそれぞれ 2、2.0 と低く、また、人員が不足するため「日常点検の実施頻度」のレベルが 2 と低くなるが、モンスーン (雨季) の前後を基本に管轄路線の全体にわたって点検が実施され、その結果が記録・保存・共有されていることが「点検」のレベルを押し上げている。せい弱な点検体制が改善され、点検マニュアルの整備と点検員の教育等により点検の高度化が進めば、さらなる向上が期待できる。
- 2) 「診断」のレベルは 2.6 で低い。JICA 技術協力プロジェクトの進展による診断マニュアルの整備・運用や、診断者が専門教育を継続に受けられる体制が整えば、さらなる向上が期待できる。

²²¹ 2021年6月4日「橋梁施工監理及び維持管理能力向上プロジェクト」へのヒアリング

- 3) 「補修・改築計画」のレベルは2.9で、JICA技術協力プロジェクトの評価目標のレベル3に近い。その内訳で、「土工資産台帳・DB」のレベルは4.0と高いが、「計画の策定」のレベルが2.4と低いため、「補修・改築計画」のレベルを下げている。予算に裏打ちされた中・長期計画の立案や予防保全の実施が可能となれば、今後の向上が期待できる。
- 4) 「日常維持管理」のレベルは3.5である。その内訳で、「草刈り」、「清掃（水路）」、「清掃（標識）」のレベルが4.0と高いのは、地域住民による日常的な清掃が功を奏しているといえる。しかしながら、それは地域住民の人力に頼っており、DoSTが主体的に活動していないため、維持管理責任者の技術レベルは2.0と低いものとなっている。なお、維持管理作業機械（土工、付属物）は、現在のブータンの道路の交通状況や清掃の実態に対して、必要といえる機材がほぼないため、本評価の対象外としている。
- 5) 「補修」のレベルは2.4、「改築・更新」のレベルは2.6で低い。これは、資機材の不足、予算の制約などにより、適切で十分な補修や改築ができていないためと、また、「補修（設計）マニュアル」の整備・運用が限定的なためである。「補修（設計）マニュアル」については、今後の技術協力プロジェクトの進展により、向上が期待される。

(5) 監視（モニタリング）（評価レベル3.1）

- 1) 「交通状況」のレベルは3.8であり、交通量は年2回（2月と9月の連続15日間）定期的に観測され、道路計画に必要な基本的なデータは得られている。ただし、観測地点の地図表示は、調査地点のGPS座標が記録されていないため、現在のところできないとされる²²²。
- 2) 「気象・防災」のレベルは2.5で低い。これは、道路担当部署だけのデータに依存する必要はないものの、他機関による観測を合わせても、降水・気温・風の観測に偏りがあるためである。気象観測装置（図4.45）を交通の要衝に設置していくと、観測箇所の偏りは是正される。



図4.45 JICA技術協力プロジェクトで設置された気象観測装置²²³

²²² 2023年5月22日 書面回答 from Road Maintenance Division, DoST

²²³ 2023年5月25日 調査団撮影

(6) 組織運営 (評価レベル 2.8)

- 1) 「組織体制」のレベルは3.0である。トップマネジメントのリーダーシップやトップのコミットメントがあり、道路 AM 部署は他部署に対してかなりの影響力がある。しかしながら、人員配置が不十分なこと、事業継続に関して事故、降雨、地震に対する対応体制が限定的なこと、人材育成のための研修施設が不十分なことから、全体の評価レベルを下げている。
- 2) 「予算・資金調達」のレベルは2.3と低い。短期の予算計画は立案されるが、道路 AM に必要な予算は不十分であり、短期・長期の資金調達に難があり、適切な維持管理に必要な予算の配分にバランスがとれていないためである。
- 3) 「入札・契約制度」のレベルは3.4である。これは、積算基準、談合防止、契約方式、調達プロセスのいずれも、基本的なスキームが整っているためである。ただし、積算基準については、継続的な評価と更新により、適切な積算ができるように、改良していく必要がある。
- 4) 「技術研修」のレベルは2.0で、著しく低い。これは、ドナーによる専門教育は実施されるものの、ドナーがなくなると、専門教育が実施されないためである。OJT や異動時の引継ぎだけでは、技術の継承が不安定で不確実なため、必要な研修施設を整え、研修計画を策定し、着実に必要な研修を実施する必要がある。

4.7.3 2020年度評価からの変更の所見

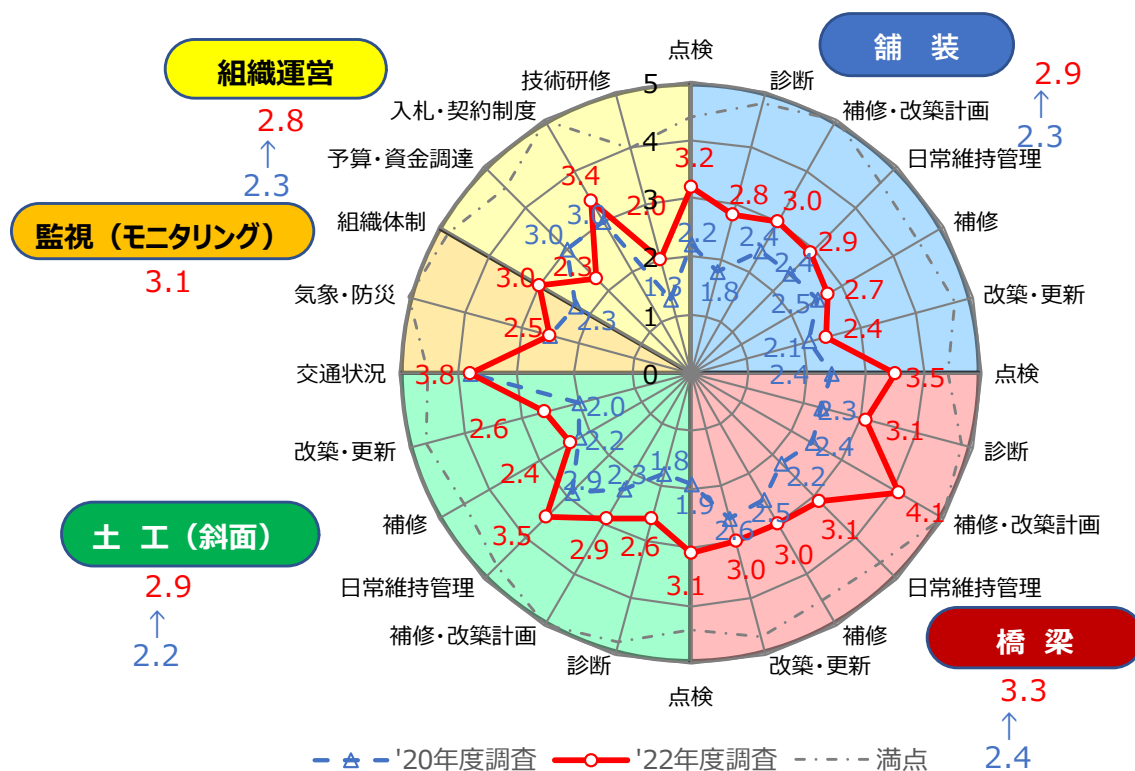


図 4.46 中項目レーダーチャート (評価点数)

(1) 舗装 (Lv2.3→2.9)

1) 点検 (Lv2.2→3.2)

点検マニュアルが整備されていないとのことだったが、ADBプロジェクトを通じて舗装点検用 ROMDAS (Road Measurement Data Acquisition System : 道路計測データ収集システム) と HDM-4 モジュールを取得し、点検技術のマニュアルの開発を可能にした²²⁴。DoSTは2021年4月にニュージーランドのROMDAS社よりROMDAS機材1台を取得し²²⁵、調達された調査車両(ハイエースバス)へ搭載し、1600km以上の国道のデータを収集することができている²²⁶。道路の点検結果については毎月、地域事務所が本省に点検結果を提出している²²⁷。書類としてのマニュアルは出来ていないが、各地域事務所の担当者は、一定のルールに基づいて現場を巡回し、実施すべき行動を理解できている²²⁸。したがって、点検マニュアルは日常・定期点検とも部分的に整備され、管轄路線(一級国道)の全体にわたって点検され、その結果は記録・保存・共有されていると評価した。

2) 診断 (Lv1.8→2.8)

舗装の状態評価はROMDASを使用して行っている²²⁹。路面の粗さを測定するIRIデータは、道路の質と状態に関する見解を提供する。ROMDASにより収集された、GPS座標、国際ラフネス指数(IRI)、その他の関連情報を含む様々な一連のデータは、再舗装、補修、その他の改善措置など、維持管理の介入が必要な箇所を特定するために極めて重要と理解され²³⁰、舗装補修の優先付けは、HQにあるROMDASを使用して5段階で舗装状況を評価して決めることとされ²³¹、診断体制は改善されている。しかしながら、ADBの資金によるプロジェクトは始まったばかりで、HDM-4に関する情報は多くない²³²。また、2021年6月のヒアリング時点から依然として、舗装の損傷状態のランク分けの判断基準、ランク分けの状況、舗装の補修(オーバーレイ)の必要性の判断基準は、明確になっていない²³³。2021年6月のヒアリング時点で、部分的に受けているということだった診断者に必要な専門教育は、現時点でも、能力も訓練された職員もまだ不足している。したがって、診断体制は改善されているものの、診断マニュアルの整備、専門教育、技術レベルは限定的と解した。

²²⁴ 2023年5月22日 書面回答 from Road Maintenance Division, DoST

²²⁵ 2021年6月2、9日 DoR へのヒアリング

²²⁶ 2023年5月22日 書面回答 from Road Maintenance Division, DoST

²²⁷ 2023年5月24日 9:30- Interview to Lobeyasa Regional Office

²²⁸ 2023年5月25日 13:40- Interview to Road Maintenance Division, DoST

²²⁹ 2023年5月25日 13:40- Interview to Road Maintenance Division, DoST

²³⁰ 2023年5月22日 書面回答 from Road Maintenance Division, DoST

²³¹ 2023年5月24日 9:30- Interview to Lobeyasa Regional Office

²³² 2023年5月22日 書面回答 from Road Maintenance Division, DoST

²³³ 2023年5月22日 書面回答 from Road Maintenance Division, DoST

3) 補修・改築計画 (Lv2.4→3.0)

ROMDASは、維持管理戦略の策定という重要な目的があり、この戦略は道路維持のための予算編成という課題に取り組む当局を支援するもの²³⁴とされている。したがって、ROMDASとHDM-4の導入により、舗装資産台帳・DBや舗装マネジメントシステムの整備・運用が行われるようになってきている。しかしながら、実際の予算が限られているので、評価どおりに予算が配分されるとは限らず²³⁵、HDM-4はADBのプロジェクトで広範囲に使われる予定であるが、ADBの支援は始まったばかりで、今後、能力開発が見込まれる²³⁶ものの、現状では健全度の予測もできていないため、補修計画の立案は極めて限定的である。したがって、「舗装資産台帳・DB」および「舗装マネジメントシステム」はそれぞれLv3.0→4.0、Lv2.5→4.0と向上したものの、計画の策定は、Lv2.2のままで変わらない。

4) 日常維持管理 (Lv2.4→2.9)

4.6.2で述べたように、DoSTの出先機関の地域事務所は、管轄道路の草刈りや排水施設の清掃などの日常維持管理に、従前、労働者を直接雇用するMuster-roll-based方式を採用してきた。近年は、Performance-base契約方式に移行してきているが、いずれも、直営でなく、外部委託による実施といえる。また、その成果の達成が求められるという点では、外部委託者は評価されているといえる。一方、重機を伴う応急措置は、直営で実施することもある（外部委託：Lvなし→4、直営：Lv1→3）。また、Performance-base契約方式の導入により、労働者の不足の課題は解決され、管轄路線の全体で清掃されている（Lv4→5）。「応急措置」に際して、「変状の小補修（仮補修）」が適宜行われている（Lv3）のは、「変状・損傷対応の管理」として、小補修の標準的な判断基準と適用工法が定められているためといえる（Lv2→3）。

5) 補修 (Lv2.5→2.7)

補修の体制は、直営の場合、能力に応じた体制が組まれている（Lv2→3）。品質監理は、4.6.3で示したように、加熱アスファルト混合物の製造プラントにおける骨材管理、加熱アスファルト混合物の温度管理など、全プロセスで監理されておらず、品質を監理していない状態に近いほどに、かなり限定的である（Lv3→2）。一方で、補修記録の保存・共有はなされている（Lv2→4）。

6) 改築・更新 (Lv2.1→2.4)

改築・更新を外部委託する場合、選定された外部委託者は評価される（Lv2→4）。改築・更新の実施に当たっては、部分的であるが、実施計画があり、それに基づいて工程が管理される（Lv1→2）。また、改築・更新は記録保存されている（Lv2→3）。

²³⁴ 2023年5月22日 書面回答 from Road Maintenance Division, DoST

²³⁵ 2023年5月24日 9:30- Interview @Lobeysa Regional Office

²³⁶ 2023年5月22日 書面回答 from Road Maintenance Division, DoST

(2) 橋梁 (Lv2.4→3.3)

1) 点検 (Lv2.4→3.5)

2021年6月のDoR（現DoST）へのヒアリングでは、日常点検マニュアルが整備されてなく、日常点検が実施されていない状況だった²³⁷。「点検マニュアル」は、「橋梁施工監理及び維持管理能力向上プロジェクト」（2016年9月～2022年8月、以下「CAMBRIDGEプロジェクト」）により整備された（Lv2.0→2.9）が、JICA技術協力プロジェクトの評価目標とするレベル3に満たない。これは、ブータンにおいては財源上の問題と点検スキルの定着が発展途上のため、点検に供する機器が限定的（点検機器の稼働：Lv2）であり、結果として「マニュアルの技術レベル」が十分でないこと（Lv2.0→2.7）が要因である。

全ての地域事務所が統一した方法と様式で橋梁を点検するように、CAMBRIDGEプロジェクトで作成されたマニュアルとBMSが使用されている²³⁸。CAMBRIDGEプロジェクトでは、その期間中に、ほぼすべての技術者に点検・補修マニュアルについて説明され、その後も統一性が保たれている²³⁹。CAMBRIDGEプロジェクトで作成された点検マニュアルに基づく点検シートのフォーマットは、すべての地域事務所に配布され、それぞれが管轄の橋梁を点検し、6ヶ月経過ごと（年2回）にBMSにアップロードするよう求められている²⁴⁰。点検シートは、CAMBRIDGEプロジェクトでBMSに初めてアップロードされたのは2019年1月で、現在までに7枚がシステムにアップロードされている²⁴¹。

日常点検の実施は、職員・財源の不足により、地域事務所の担当者が月に1～2回程度、目視巡回する程度²⁴²で、実施頻度は不定期で十分でないが（Lv1→2）、年2回の定期点検が、管轄路線のすべての橋梁に対して計画的に、地域事務所の職員の立会の下で本省の職員によって実施されており、特に問題ない。

定期点検は、「橋梁施工監理及び維持管理能力向上プロジェクト」により、2019年までに約310橋を対象として初めて実施され、最低3年に1回の実施と指導されたが、本省通達により、必ず年2回実施されている²⁴³。定期点検は、全国9か所の地域事務所が点検計画の案を本省に提出し、それを踏まえて本省の担当者が全ての地域事務所の橋梁をカバーするように点検計画を作成し、それに従って、本省の担当者が現地に出向いて、本省の担当者と地域事務所の担当者が合同で実施される²⁴⁴。すべての橋梁のインベントリはCAMBRIDGEプロジェクトで作られたBMSに登録されており、点検により更新されている²⁴⁵。現状のやり方は、点検結果を現場でエクセルシートに記入し

²³⁷ 2021年6月2,9日 DoR へのヒアリング

²³⁸ 2023年5月25日 16:00- Interview to Bridge Division, DoST

²³⁹ 2023年5月25日 書面回答 from Bridge Division, DoST

²⁴⁰ 2023年5月25日 書面回答 from Bridge Division, DoST

²⁴¹ 2023年5月25日 書面回答 from Bridge Division, DoST

²⁴² 2021年6月4日 「橋梁施工監理及び維持管理能力向上プロジェクト」 へのヒアリング

²⁴³ 2021年7月5日 「橋梁施工監理及び維持管理能力向上プロジェクト」 へのヒアリング

²⁴⁴ 2023年5月24日 9:30- Interview to Lobeyasa Regional Office

²⁴⁵ 2023年5月25日 16:00- Interview to Bridge Division, DoST

て、それを地域事務所に戻ってBMSに入力している²⁴⁶。Bridge Divisionの担当者はBMSのデータを監視しており、もし地域事務所が点検結果をBMSに入力していない場合は、入力するように地域事務所に指示する²⁴⁷。BMSの中には、現在DoSTが管理している橋梁以外で地方道路にある橋梁のデータも保管されており、2023年5月現在で382橋が登録されている²⁴⁸。各地域事務所の担当者はBMSにアクセスでき、全橋梁のデータ内容を見ることはできるが、データを更新できるのは自信が所属する地域事務所管内の橋梁だけである²⁴⁹。

しかし、定期点検は、検査機器が揃っていないので、目視を主体とした点検に留まり、クラックの進行など詳細に点検できず、点検後の損傷の評価は困難である²⁵⁰。今後は、検査路が設置されていない橋梁が殆どのため橋梁点検車の導入や、鋼橋に対しては塗膜計や磁粉探傷機器、コンクリート橋に対しては超音波測定器や鉄筋腐食探査器などの非破壊検査機器を具備し、定期点検の充実・高度化を図り、的確な診断と健全度の予測を実施できるようにする必要がある。

2) 診断 (Lv2.3→3.1)

CAMBRIDGEプロジェクト以前は、標準的な点検・補修マニュアルがなかったため、橋梁の診断にばらつきがあった²⁵¹。現在は、橋梁の損傷状態のランク分けの判断基準、ランク分けの状況、橋梁の補修の必要性の判断基準は、明確になっている²⁵²。ランク分類の根拠はマニュアルに明確に定義され、地域事務所のすべての担当者がランク分類について明確に説明されており、点検の際、点検員が損傷を発見すれば、それに従って、損傷をランク付けし、その結果がBMSにアップロードされ、その時初めて橋梁が損傷に応じてランク付けされる²⁵³。明確な根拠に基づくリスクに応じたランク分けで損傷を的確に評価する診断マニュアルが整備され、直営での診断体制が生まれ、そのマニュアルに従って全橋梁で診断され、診断記録が保存・共有されることにより、中項目「診断」の内訳となる「診断体制」はLv1.5→2.5に、「診断マニュアル」はLv2.6→3.0に、「健全度の診断」はLv2.7→3.7となる。「健全度の診断」は、重要な部分の損傷について原因が究明された上で、診断の記録・更新と共有されていることにより、高い評価となる。

「診断体制」がLv2.5と低いのは、技術研修の不実施など、診断技術の継承に必要な専門教育やその進化・発展に課題があるためであり、特に「診断の技術レベル」がLv2と評価されている影響が大きい。橋梁の点検と診断後の補修計画は、損傷に対する適切な補修方法を提案できるかが課題と理解されているが²⁵⁴、点検機器も揃わない状況では、クラックの原因の究明も難しく、損傷に対

²⁴⁶ 2023年5月25日 16:00- Interview to Bridge Division, DoST

²⁴⁷ 2023年5月25日 16:00- Interview to Bridge Division, DoST

²⁴⁸ 2023年5月25日 16:00- Interview to Bridge Division, DoST

²⁴⁹ 2023年5月25日 16:00- Interview to Bridge Division, DoST

²⁵⁰ 2021年7月5日「橋梁施工監理及び維持管理能力向上プロジェクト」へのヒアリング

²⁵¹ 2023年5月22日 書面回答 from Road Maintenance Division, DoST

²⁵² 2021年6月2、9日 DoR へのヒアリング

²⁵³ 2023年5月25日 from Bridge Division, DoST

²⁵⁴ 2023年5月25日 16:00- Interview to Bridge Division

する確な診断は難しい²⁵⁵。損傷の原因がわからないと適切な補修方法を特定し難いが、損傷によっては、その原因の究明のために追加の調査や知見に基づく判断が必要となる。追加調査が必要な場合、CAMBRIDGEの実施期間中、コロナ禍でJICA専門家がブータンに來られなかった時期は、オンライン会議でDoR（現DoST）とJICA専門家で討議できたが²⁵⁶、CAMBRIDGEの実施期間で習得できる技術は限定的で基礎的であり、その終了後も引き続き、点検と診断の経験を積み重ね、点検・診断技術を継承し、進化・発展していく必要がある。日本の国土交通省や地方公共団体に適用される点検要領は、日本でも中級以上の技術者向けであるが、ブータンにおいてその領域に到達するまで、引き続き相当期間のトレーニングやアドバイスが必要と考えられ²⁵⁷、診断の積み重ねとそれに関わる技術の継承や、的確な診断に必要な点検機器の充足が必要である。

3) 補修・改築計画 (Lv2.4→4.1)

2021年6月のヒアリングでは、橋梁マネジメントシステム(BMS)は、コンピュータの不具合でデータアクセスができなかったため、「システムは運用されていない」状況だった²⁵⁸。コロナ禍が一段落し、「橋梁施工監理及び維持管理能力向上プロジェクト」(2016年9月～2022年8月)により、BMSが整備・運用され、BMSは現在稼働し、使用されている²⁵⁹。BMSとともに整備・運用される橋梁資産台帳・DBが評価されるようになったため、「橋梁資産台帳・DB」はLv4.0→4.5に、「橋梁マネジメントシステム」はLv2.0→4.5となる。しかし、そのBMSにも、すでに改善が必要な部分が出てきている²⁶⁰。BMSについては、その評価の結果、使用する機能や通信状態によってはシステム処理時間の遅さ、記録容量に対する疑問、バックアップファイルの取扱い、ソフトウェアフレームワークの改良・更新への対応、機能面で改良が必要になっているが、BMSのシステム開発者がブータンのICT担当者によって将来BMSを変更できるように技術資料を作成する必要があることや、資金が足りていないなど、懸念が挙げられている^{261,262}。また、BMSは、損傷を評価することによって橋梁の補修の優先順位を決定し、補修方法と、最終的にその橋梁の予算計画に使用される補修費用を表示し、出力ができるが、橋梁の補修の種類に応じた単価は変化し続けるため、何度も更新する必要がある²⁶³。この点について、BMSは費用の補修単価が実態に合っていない場合があるため、条件によっては積算が過少になっている²⁶⁴。これらの懸念・問題については、当初より想定していた取り扱い方法、定期的に必要なシステムの更新など、システムを取り扱う上でやむを得ない技術的な問題や、DoST内で解決しないといけない問題が含まれるが、不都合な諸条件

²⁵⁵ 2021年6月4日「橋梁施工監理及び維持管理能力向上プロジェクト」へのヒアリング

²⁵⁶ 2023年5月25日 16:00- Interview to Bridge Division

²⁵⁷ 2021年6月4日「橋梁施工監理及び維持管理能力向上プロジェクト」へのヒアリング

²⁵⁸ 2021年6月2,9日 DoRへのヒアリング

²⁵⁹ 2023年5月25日 書面回答 from Bridge Division, DoST

²⁶⁰ 2023年5月25日 16:00- Interview to Bridge Division

²⁶¹ 2023年5月25日 16:00- Interview to Bridge Division

²⁶² 2023年5月25日 書面回答 from Bridge Division, DoST

²⁶³ 2023年5月25日 書面回答 from Bridge Division, DoST

²⁶⁴ 2023年5月25日 16:00- Interview to Bridge Division

が重なって、コロナ禍で一時期あったように、BMSが稼働しなくなる状況が将来ある場合は、補修・改築計画と、それに関連する項目のレベルが一举に低下することが危惧される。

「計画の策定」では、管轄路線の全橋梁で、健全度が予測され(Lv1→5)、補修・改築にかかる費用が把握される(Lv2→5)。BMSにより、橋梁の優先順位付け、橋梁の損傷状況の把握、補修方法と補修費用の把握が可能になっている²⁶⁵。これらすべてを把握することで、将来の予算見通しを立てることができ²⁶⁶、補修・改築計画が策定される(Lv2→5)。

4) 日常維持管理 (Lv2.2→3.1)

4.6.2 で述べたように、DoSTの出先機関の地域事務所は、管轄道路の草刈りや排水施設の清掃などの日常維持管理に、従前、労働者を直接雇用するMuster-roll-based方式を採用してきた。近年は、Performance-base契約方式に移行してきているが、いずれも、直営でなく、外部委託による実施といえる。また、その成果の達成が求められるという点では、外部委託者は評価されているといえる。橋梁の維持管理については、橋梁課が維持管理フォーマットを配布し、地域事務所に優先順位をつけて、床版、通路、伸縮装置、排水口などの清掃、支承の清掃と注油、高欄の再塗装など、必要な維持管理作業を行うよう求めている²⁶⁷。地域事務所では、たまに石積みの橋台のクラックを見つけて、すぐにう回路作る²⁶⁸など、工事を伴う応急措置が実施される(外部委託：Lvなし→4、直営：Lv1→3)。維持管理作業機械(橋梁)は、現在のブータンの道路の交通状況や橋梁形式に対して、必要といえる機材がほぼないため、本評価の対象外としている(Lv1→なし)。Performance-base契約方式の導入により、労働者の不足の課題は解決され、管轄路線の全体で清掃されている(Lv4→5)。応急措置は記録保存されている(応急措置記録の保存・共有：Lv2→3)。

5) 補修 (Lv2.5→3.0)

補修の体制は、直営の場合、能力に応じた体制が組まれている(Lv2→3)。資機材は、ブータン国内で揃う資機材の数は限られるが、クラック注入工に必要なエポキシ樹脂や、コンクリート断面修復に必要なポリマーセメントなどの補修材料は、インドやタイから入手できるルートがあり²⁶⁹、予算が確保されれば、必要な資機材は概ね揃う(Lv2→3)。財政的な制約で、コンクリートに関する基礎的な補修が実施されていない実態は、組織運営の予算・資金調達の項目で考慮する。品質監理は、全橋梁で品質基準は適用され(Lv2→3)、4.6.1(2)で示したように、建設機材の保有に対する規制がある。しかしながら、4.6.4で示したように、製造プラントにおける不適切な骨材管理が見られ、コントラクターの技術力の向上には至らない状況など、全プロセスで適切に監理されているといえない(Lv2のまま)。一方で、CAMBRIDGEプロジェクトにより整備された補修マニュアルは運用され(Lv2→3)、補修方法の変更の標準的な判断基準と適用される補修方法が一部定められ(Lv1→2)、補修記録の保存・共有・更新がされている(Lv3→5)。

²⁶⁵ 2023年5月25日 書面回答 from Bridge Division, DoST

²⁶⁶ 2023年5月25日 書面回答 from Bridge Division, DoST

²⁶⁷ 2023年5月25日 書面回答 from Bridge Division, DoST

²⁶⁸ 2021年6月4日「橋梁施工監理及び維持管理能力向上プロジェクト」へのヒアリング

²⁶⁹ 2021年7月5日「橋梁施工監理及び維持管理能力向上プロジェクト」へのヒアリング

6) 改築・更新 (Lv2.6→3.0)

資機材は、インドやタイからの調達を含めれば概ね揃うが、支保工は竹組が殆どであり、精度の高い施工を求められる場合には鋼製支保工やクレーンの不足など、まだ不十分である (Lv2のまま)。計画される改築・更新は、財政上の制約から限定的で翌年度までとされるが、計画されたものは計画通り実施される (Lv3のまま)。変更の管理は、部分的であるが、変更の標準的な判断基準と、適用される改築・更新の方法が定められる (Lv1→2)。また、改築・更新は記録保存され、共有されている (Lv2→4)。

(3) 土工 (斜面) (Lv2.2→2.9)

1) 点検 (Lv1.9→3.1)、診断 (Lv1.8→2.6)

「点検体制」について、2021年6月のヒアリングでは、点検は、モンスーンの前後に定期的を実施され、崩落等の発生時に緊急点検が実施され、日常点検は不定期に実施されているということだったが、この状況は、2023年5月時点でも変わらない²⁷⁰。モンスーンの前後の点検と維持管理は、外部委託はされず、地域事務所の直営で実施される²⁷¹。一方、2021年6月のヒアリングでは、のり面、用・排水構造物、擁壁について、点検マニュアル、診断マニュアルが整備されていない状況だったが、2022年12月現在、ガイドラインの原案という形で進展が見られる。このガイドラインは包括的なもので、アウトプット1からアウトプット6 (4.4.1.3 表 4.10 参照) まで、各アウトプットのあらゆる側面がカバーされており²⁷²、現在は、各地域の斜面の点検のプロセスは統一された方法で実施され、この統一性により、特定の地域や場所に関係なく、点検の実施方法の一貫性と標準化が保証されると解される²⁷³。ただし、斜面の点検の実施状況の監査やレビューについては、現在のところ予定されていない²⁷⁴。また、専門教育について、点検員、診断者に必要な専門教育・能力開発は、2021年6月以降で JICA 技術協力プロジェクトが進んだ現在も、まだやるべきことがたくさんある²⁷⁵とされる。したがって、点検体制は、各地域事務所の担当者の能力が評価された体制により実施されているが、専門教育は部分的と評価できる (点検体制 : Lv1.7→2.3、診断体制 : Lv2.5 のまま)。

「日常点検」については、橋梁と同様に不定期だが、「定期点検」は、モンスーンの前後に定期的には、管轄路線の全体にわたって実施され、それらの記録は保存・共有・更新される (日常点検の実施 : Lv2.7→4.0、定期点検の実施 : Lv2.7→4.3)。

²⁷⁰ 2023年5月22日 書面回答 from Road Maintenance Division, DoST

²⁷¹ 2023年5月25日 Interview to Bridge Division, DoST

²⁷² 2023年5月22日 書面回答 from Road Maintenance Division, DoST

²⁷³ 2023年5月22日 書面回答 from Road Maintenance Division, DoST

²⁷⁴ 2023年5月22日 書面回答 from Road Maintenance Division, DoST

²⁷⁵ 2023年5月22日 書面回答 from Road Maintenance Division, DoST

「点検マニュアル」、「診断マニュアル」は、前述のように、ドラフトとして部分的に提示され、管轄路線の全体にわたって運用されている（点検マニュアル：Lv1.3→2.4、診断マニュアル：Lv1.2→2.2）。

「健全度の診断」は、明確な根拠な基づきリスクに応じてランク分けされており、診断結果は記録保存されている（Lv2.0→3.0）。

2) 補修・改築計画 (Lv2.3→2.9)

2021年4月に導入されたROMDASにより収集されるGPS座標は、各データ地点の正確な位置情報を提供し、正確な地図作成と特定の道路区間の同定を可能とし、道路の定期的・日常的な維持管理活動にとって計り知れない価値を持つ²⁷⁶。ROMDASの機能から位置情報など多くのデータをとることができるので、地滑りが発生した位置を正確に把握できている²⁷⁷（土工資産台帳・DB：Lv3.5→4.0）。

一方、「計画の策定」について、JICA技術協力プロジェクトでは、マニュアルが供給され、斜面の種類、損傷の種類、計測方法、作図方法、程度などがトレーニングされ²⁷⁸、また、WBのプロジェクトでは、ドローンを使用した調査を含み、斜面崩壊地滑り対策が実施されている²⁷⁹。現在進行中のJICA技術協力プロジェクトの一環として、全9地域事務所が受けた土石流対策と斜面傾斜対策の研修プログラムは、危険の影響を受けやすい地域での備えを強化し、安全対策を向上させるために極めて重要と認識されている²⁸⁰。また、JICA技術協力プロジェクトで開発したシステムにより、初歩的な機能であるが、斜面の評価、補修の優先度などの情報が得られ、誰でもWEBサイトからアクセスして情報を得られる²⁸¹。しかしながら、長期的な補修計画は、長期的な対策に費用がかかるが予算が限られているため、策定できていない²⁸²（Lv1.8→2.4）。

3) 日常維持管理 (Lv2.9→3.5)

4.6.2で述べたように、DoSTの出先機関の地域事務所は、管轄道路の草刈りや排水施設の清掃などの日常維持管理に、従前、労働者を直接雇用するMuster-roll-based方式を採用してきた。近年は、Performance-base契約方式に移行してきているが、いずれも、直営でなく、外部委託による実施といえる。また、その成果の達成が求められるという点では、外部委託者は評価されているといえる。一方、地すべりや斜面崩壊があれば、とりあえず交通開放することが最優先になるので、応急措置が中心になる²⁸³。7～9月のモンスーンの時期は、頻繁にのり面が崩れ、道路網の数カ所で斜面

²⁷⁶ 2023年5月22日 書面回答 from Road Maintenance Division, DoST

²⁷⁷ 2023年5月25日 Interview to Road Maintenance Division, DoST

²⁷⁸ 2023年5月25日 Interview to Road Maintenance Division, DoST

²⁷⁹ 2023年5月25日 Interview to Road Maintenance Division, DoST

²⁸⁰ 2023年5月22日 書面回答 from Road Maintenance Division, DoST

²⁸¹ 2023年5月25日 Interview to Road Maintenance Division, DoST

²⁸² 2023年5月25日 Interview to Road Maintenance Division, DoST

²⁸³ 2023年5月25日 Interview to Road Maintenance Division, DoST

崩壊による通行止めが発生する²⁸⁴。モンスーンの時期は、土砂が道路を覆うダメージが大きく、掃除が大変であり、また非常に大きな落石があると舗装のダメージも大きい²⁸⁵。斜面が崩れた時、本省から派遣された担当者が現地を見て補修工事の優先度を決めて、地域事務所に予算が配分され、建設会社に担当させて、補修工事が実施される²⁸⁶（外部委託：Lvなし→4、直営：Lv1→3）。

維持管理作業機械（土工、付属物）は、現在のブータンの道路の交通状況や人力による作業主体の状況に対して、必要といえる機材がほぼないため、本評価の対象外としている（Lv1→なし）。応急措置は、地域事務所から本省にレポートが提出され、記録保存されている（応急措置記録の保存・共有：Lv2→3）。

4) 補修 (Lv2.2→2.4)

補修の体制は、直営の場合、能力に応じた体制が組まれている（Lv1→3）。品質監理は、4.6.4で示したように、安全対策も含めて必要な費用が適切に評価されておらず、実行可能な品質監理を推進しているといえず、全プロセスで監理されているといえない（Lv3→2）。JICA技術協力プロジェクトの進展に伴い、「補修（設計）マニュアル整備」は部分的に整備され（Lv1→2）、「補修（設計）マニュアル運用」は一部の路線で運用され（Lv1→2）、マニュアルの技術レベルは評価が上がった（Lv2.0→2.6）。「施工計画・工程管理」は、部分的に実施される（Lv1→2）。

5) 改築・更新 (Lv2.0→2.6)

直営による改築・更新はない（直営：Lv1→なし）。改築・更新の実施に当たっては、部分的であるが、実施計画があり、それに基づいて工程が管理される（Lv1→2）。また、改築・更新は記録・保存・共有されている（Lv2→4）。

(4) 監視（モニタリング）(Lv3.1まま)

変更はない。

(5) 組織運営 (Lv2.3→2.8)

6) 組織体制 (Lv2.3→3.0)

組織運営で、アセットマネジメント目標の設定は、5か年計画が継続的に改定され、意思決定基準等継続的に改善されている（Lv3→5）。内部監査は、不定期に行われている（Lv1→2）。マネジメントレビューに基づく継続的な組織パフォーマンスの改善が見られる（Lv1→5）。組織・個人の役割分担は明確であり、道路AMを担当する組織・個人の役割分担は評価されている（Lv3→4）が、道路AMを担当する部署の人員配置は不足している（Lv3→2）。道路AM部署は他部署に対してかなりの影響力がある（Lv3→4）。意識や能力は中程度である（Lv2→3）。なお、人材育成のための研修施設は、「ない」と評価できるほどに、依然として、不十分である（Lv2まま）。

²⁸⁴ 2021年6月7日 大日本土木へのヒアリング

²⁸⁵ 2021年6月7日 大日本土木へのヒアリング

²⁸⁶ 2023年5月24日 Interview to Lobeyisa Regional Office

7) 予算・資金調達 (Lv3.0→2.3)

「予算計画」は、ブータンとして5か年計画が策定されているが、現実には財源の制約があり、短期的な予算計画となっている (Lv4→3)。「予算配分」は、度重なる災害や損傷により、計画外の補修があるため、必要な維持管理や更新を実施できていないことから、バランスをとれているとはいえず、一部偏っていると評価されざるを得ない (Lv3→2)。「短期的資金調達」は、近年のコロナ禍で財源が圧迫されたことなどにより、調達する材料・機械・労務に関して、支払い金が滞ることがあったと聞く (Lv3→2)。

8) 入札・契約制度 (Lv3.0→3.4)

材料・機械・労務調達の「積算基準」は、整備されているが、橋梁では補修単価の更新や、4.6.3、4.6.4で示したように、保険、仮設物、品質管理、工事安全などが必要とするにもかかわらず、積算に十分に反映されていないなど、適切に運用されていると言えないため、積算基準を評価し、継続的に改定された、適切な積算基準が求められる (Lv3→2)。一方、談合防止制度は継続的に見直され (Lv3→5)、道路の維持管理において Performance-based の契約方式が試行されるなど、「契約方式」は評価されている (Lv3→4)。

9) 技術研修 (Lv1.3→2.0)

土工（斜面）研修については、JICA 技術協力プロジェクトが実施中であり、研修計画は策定され (Lv1→3)、研修内容は十分である (Lv1→3)。一方、橋梁研修については、CAMBRIDGE プロジェクトの終了後、その期間中のようなトレーニングを実施できていない²⁸⁷。この点について、将来的には本省の職員が地域事務所の職員へトレーニングを実施するように考えられているが、DoST組織の改編があり、組織要員の確保と組織の安定化を優先している状況にあるため、現在是对応する余裕がないという²⁸⁸。

4.8 道路AMの現況と課題

4.8.1 舗装AMの現況と課題

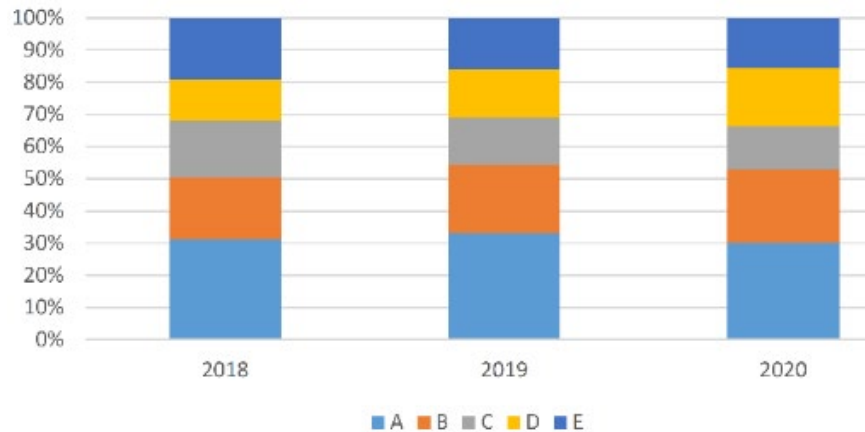
(1) 点検・診断

- 1) 月単位のパトロール時に異常がないか確認する日常点検と、雨季前後の年2回、被災状況の確認のため管轄路線全体にわたる定期点検を着実に実施している。
- 2) 2020年度までは、年に一度、ビデオカメラとGPSを装着した車両を走行させ、撮影画像と位置情報により各路線の状態を評価していた（図4.47）が、2019年から2020年にかけて予算配布が少なかったため、舗装補修工事が少なく、路面状況が若干悪化している。
- 3) 上記に示す路面状況の評価は主観的な判定に基づくものであり、ばらつきが大きいいため、DoR（現 DoST）は ADB の支援により、客観的で信頼できる路面評価データを得られる ROMDAS を、2021年4月にニュージーランドの ROMDAS 社より購入した。
- 4) ROMDAS の導入とともに、HDM-4 モジュールを取得し、点検技術のマニュアルを策定している。ROMDAS の導入により、維持管理戦略を策定し、道路維持のための予算編成という課題に取り組むこととされている。

²⁸⁷ 2023年5月25日 Interview to Bridge Division

²⁸⁸ 2023年5月25日 Interview to Bridge Division

- 5) 点検員・診断者に必要な専門教育は、能力も訓練された職員もまだ不足している。
6) ぜい弱な点検体制が改善され、点検・診断マニュアルの整備が進み、適宜の専門教育を通じて、技術レベルの向上が必要である。



備考：A（ほとんど新設状態）、B（ポットホール・クラックが少しある）、C（Bより悪いが許容範囲内）、D（たくさんのポットホールやひび割れ）、E（未舗装道路）

図 4.47 過去3か年の路面状況評価の推移²⁸⁹

(2) 補修・改築計画

- 1) 舗装資産台帳・DB や舗装マネジメントシステム（PMS）が整備・運用されているが、ROMDASの導入と、それにより得られる路面評価と維持管理戦略の策定は、まだ始まったばかりである。
- 2) 補修・改築計画は翌年度のみで策定となっている。もともと、建設に比較して維持修繕費が少ない上に、ブータンは雨季にのり面崩落による災害が多く、のり面崩落に伴って舗装も損傷し、それらも修復する必要があるなどから、年度計画による舗装修繕を実施しづらい環境でもある。
- 3) 単年度ごとの計画では、計画的に優先順位を立てて事業を遂行する道路AMの考え方が身につかない恐れがある。また前年度は設計や補修工法の決定、発注図書の作成などの準備作業が必要なことから、まずは翌2か年程度の計画から策定していくことが必要であると考えられる。今後は、新たに計測したIRIデータを用い、限られた予算内でどのように効果的な補修計画を策定するかが課題と考えられる。
- 4) 長寿命な舗装のため、道路の立地や利用される状況に応じた舗装の種類や構成の適切な選択や、舗装の施工水準の向上のキーとなる舗装プラントや舗装業者に向けた有効な政策の実施が必要である。

(3) 日常維持管理

- 1) 清掃作業などの日常維持管理は、地域事務所が労働者を直接雇用するMuster-roll-based方式を採用してきた。近年は、Performance-base契約方式に移行してきている。DoST地域事務所は、道路延長1.5kmにつき1人の割合でグループがPerformance-basedの維持管理契約をしている。水路清掃に加えて標識清掃も毎年実施するなど、しっかりと行われている。ただし、ポットホール補修などの舗装補修に関しては、道路脇で骨材とアスファルトを人力で混ぜ合わせ加熱し、ポットホールに埋めて締固める作業が行われている。適切な材料が作成されているか、また適切な温度管理がされているか疑わしい面がある。
- 2) ヒアリングによると、ブータンでは常温合材によるポットホール補修や、アスファルトひび

²⁸⁹ 2021年6月DoRより提供

割れ注入工などの施工の実績があるものの、予算が少なく現状では小さなポットホールを補修する余裕がない。幹線道路以外の道路では、ポットホールが大きくなり走行に危険な状態にならないと応急措置が実施されない。また、ポットホールが大きくなり、数も多くなってポットホール補修では対応出来ないようになるとオーバーレイ補修を実施するとのことであつた。

- 3) 損傷が小さい段階で対応していれば費用も少なく済むが、損傷が大きくなってから対応するために費用も大きくなる。放置されている期間に雨水が浸透し、舗装の下の路盤の損傷も進むため、補修してもすぐに悪くなるという悪循環が生じている可能性が高く、改善の余地があると考えられる。

(4) 補修・改築

- 1) 舗装補修はオーバーレイ、ポットホール補修、クラックシールなどを採用している。オーバーレイの施工は最低で3~4km区間の施工とされていた。ヒアリングによると、道路補修が実施される区間は全体が悪い状態で、切削オーバーレイやパッチングなどにより舗装が痛んだ箇所のみを打ち替えることは現実的ではないとされた。
- 2) また、表層の厚さは25mm~30mm程度と薄く、5年程度ごとにオーバーレイを実施しているようである。また、基層や路盤状態が悪そうな箇所を目視により判断し、CBR試験を実施し下層を置き換えるべきか判断している。
- 3) 資機材の不足、不十分な品質監理、予算の制約などにより、適切な補修や改築ができていない。そのため、補修コストが余分に必要となっている可能性がある。
- 4) 予算不足のため小さなポットホールは処理できず、交通に支障が生じるようになってからポットホールを補修している。ポットホール補修のアスファルト合材は、道路脇で骨材とアスファルトを混ぜ合わせ加熱し製造されている。合材の配合や温度管理が適切に行われていない可能性がある。
- 5) 品質監理は、加熱アスファルト混合物の製造時の骨材管理が適切でなく、設計された配合通りのアスファルト混合物を製造できない状態である。また、施工時の転圧温度、転圧回数、転圧速度の管理がされていないなど、全プロセスで監理されておらず、品質を監理していない状態に近いほどに、かなり限定的である。

4.8.2 橋梁AMの現況と課題

(1) 点検・診断

- 1) 点検・診断マニュアルは整備・運用され、管轄路線の全橋梁にわたって日常点検と定期点検が実施され、その結果が記録・保存・共有されている。
- 2) 点検は、月単位で地域事務所のパトロール時に日常点検が、年2回の雨期前後に本省と地域事務所が合同で定期点検が、全橋梁で実施される。検査機器が揃っていないので、目視を主体とした点検に留まり、点検後の損傷の評価は困難な場合がある。
- 3) 今後は、鋼橋やコンクリート橋の的確な診断に必要な非破壊検査機器を具備し、定期点検の充実・高度化を図り、的確に健全度を予測できるようにする必要がある。
- 4) 引き続き、相当期間のトレーニングやアドバイスが必要と考えられ、診断の積み重ねとそれに関わる技術の継承や、的確な診断に必要な点検機器の充足が必要である。

(2) 補修・改築計画

- 1) 補修・改築計画は翌年の計画が策定されているのみであつた。ブータン国は自然災害が多く、毎年災害復旧に多くの労力や費用を費やし、残りの労力、資金で補修等を実施する傾向にあつた。そのため、計画的な補修計画を立てようにも、どの程度の資金が毎年使えるかが不明瞭なため、実際には計画が立てられていないのが現状である。
- 2) 補修・改築計画は最低でも2~3年先を考慮して計画し、工事を実施する前の年は設計検討や仕様の検討、発注図書の作成等を行い、当該年度にスムーズに工事が実施できるよう事前準備

備期間を設置すべきである。

- 3) 橋梁の4割を占めるベイリー橋の改築・更新も含めた、鋼橋の補修・改築をどう進めるかが課題である。
- 4) 橋梁維持管理システム(BMS)は、橋梁では補修単価の更新、既に問題が露呈しており、BMSが稼働しなくなる場合は、その水準が一挙に低下することが危惧される。

(3) 補修・改築

- 1) 補修マニュアルが整備・運用され、鋼橋塗装、下部工洗掘防止工、ベイリー橋補強、橋梁防護柵修繕などが実施されてきている。
- 2) 資機材は、ブータン国内で揃う資機材の数は限られるが、クラック注入工に必要なエポキシ樹脂、コンクリート断面修復に必要なポリマーセメントなどの補修材料は、インドやタイから入手できるルートがあり、予算が確保されれば、必要な資機材は概ね揃うといえる
- 3) 橋梁維持管理費の予算は道路維持管理費全体の2%程度とごくわずかであり、材料や機材調達に大きな費用をかけられない状況は、組織運営の予算・資金調達の項目で考慮する。
- 4) 計画される改築・更新は、財政上の制約から限定的で翌年度までとされるが、計画されたものは計画通り実施される

(4) 研修、研究

- 1) 橋梁に関する専門家が不足している。

4.8.3 土工(斜面)AMの現況と課題

- 1) 点検は、モンスーンの前後に定期的実施され、崩落等の発生時に緊急点検が実施され、日常点検は不定期に実施されている。
- 2) 点検・診断マニュアルは、原案の形で整備され、各地域の斜面の点検は、統一されたプロセスで実施される。
- 3) ブータンでは、斜面災害が頻繁に発生しているが、斜面对策工はメーソンリー工やふとんかご等の法尻対策が主体であり、コンクリート吹付やアンカー工などの表面保護工や斜面安定工は殆ど実施されていない。
- 4) 斜面防災の専門家が不足している。

4.8.4 研究・開発が必要な課題

道路AM評価を通じて抽出された課題のうち、補修技術・長寿命化技術・点検技術の研究・開発が必要な課題は、表4.23に示すとおりである。また、本邦大学で研究を実施するにあたっての研究計画の素案と大学の候補案を表4.24、表4.25に示す。

表 4.23 研究・開発が必要な課題（ブータン）

	対象となる課題	備考
舗装	個別のテーマは特になし	
橋梁	大型車両の通行を踏まえた鋼橋の疲労損傷の診断	鋼橋の診断及び補修工法選定が困難
土工	斜面の安定化対策	地質状態に関係なく切土は70°勾配とされ、降雨で斜面崩落が頻発

表 4.24 抽出された課題の研究計画の素案および大学の候補案（ブータン・課題1）

課題	大型車両の通行を踏まえた鋼橋の疲労損傷の診断	
背景・必要性	<p>ブータンでは、ベイリー橋（鋼橋）が、恒久橋として多数供用されている。ベイリー橋は、主要幹線道路で新たに設置される予定はないが、古いものが多く、山峡部につきこれらの点検や補修は不十分であり、損傷した部材は、撤去された古いベイリー橋の部材が転用される対症的な補修がなされている。</p> <p>一方、ブータンの主要産業は農業、林業、電力（水力発電）であり、主要輸出品目は電力が挙げられる。電力は、水力発電によるが、その発電に使うタービンは、陸路で発電所へトレーラーで運搬され、場所によってはベイリー橋をそのトレーラーが通行せざるを得ない。ブータンのベイリー橋は、インドの軍隊規格を準用して設計・設置されており、新設の場合には相応の耐荷重はあると想定されるが、古い部材で損傷が進行している場合、耐荷重が不明である。このため、供用中で架け替えが進まないベイリー橋を対象に、設計に対する実際の耐荷重の推定、重車両が安全に走行できる補強、弱点を検出し部材の交換を推奨する診断技術の研究が必要となっている。</p>	
研究計画	<p>研究対象のベイリー橋を選定し、車両の通行に伴うたわみや部材のひずみをモニタリングし、得られたデータから構造体の健全性を検証する。弱点が確認されれば、簡便な応急措置を検討する。</p> <p>類似のベイリー橋については、簡便に、設計に対する実際の耐荷重の推定や、弱点を検出し部材の交換を推奨できる診断技術を開発する。</p> <p>研究は、モニタリングに必要な資機材や処理方法は本邦より技術供与し、現地における点検、測定や分析・評価は本邦大学と現地の大学・短期大学と協働で進める。</p>	
大学の候補 ブータン	<p>■College of Science and Technology (CST) ブータン王立大学（RUB）の構成大学の1つで、2001年創立 4年制として土木工学、土木地質学、情報技術、建築、電気工学、電子通信工学、計測・制御工学の学科があり、5年制として建築がある。 首都ティンブーの南へ、陸路で約144km離れたチュカ県のプンツォリングに位置する。</p> <p>■Jigme Namgyel Engineering College (JNEC) ブータン王立大学（RUB）の構成大学の1つで、1972年創立 土木、電気工学、機械工学があり、2年制 首都ティンブーから東へ、インド領内経由の陸路で約400km離れた、ブータン東部のサムドラップジョンカールから18km離れたところに位置する。</p>	
大学の候補 日本	長崎大学	<p>■中村 聖三 教授、西川 貴文 准教授 ブータンより JICA 留学生（修士課程）を受け入れている（ブータンにおける橋梁の維持管理のための人工知能（AI）の活用について）。 構造物劣化の予測法、腐食環境と腐食状況の相関、各種防食法の耐久性評価など、構造物の適切な維持管理に資する研究を行っている。</p>
	北海道大学	<p>■Henry Michael Ward（ヘンリー・マイケル・ワード）准教授 ラオスより JICA 留学生（修士課程）を受け入れている（アセットマネジメントにおける過積載対策及び重量計測技術の効果・影響）。 建設材料の特性評価、産業副産物の有効利用、コンクリート構造物の長寿命化、先進技術による評価手法について研究している。</p>
	東京大学	<p>■長井 宏平 准教授 カンボジアより JICA 留学生（修士課程）を受け入れている（橋梁損傷データの活用・分析）。 成熟社会インフラ学を専門分野とし、鉄筋コンクリートやインフラ維持管理に関して研究している。</p>

表 4.25 抽出された課題の研究計画の素案および大学の候補案（ブータン・課題2）

課題	ブータンの地質における斜面の安定化対策	
背景・必要性	<p>地質に応じた斜面の安定勾配は、日本では高速道路の建設黎明期から真っ先に地質区分に応じて標準化され、道路設計や防災対策の検討の基本となっている。しかし、ブータンでは、切土は一律 70° 勾配とされ、地質によっては安定せず、実際に降雨により崩落が頻発しているが、地質に応じた標準勾配が定まっていな中で、斜面の安定（崩れない斜面・長寿命化）、適切な補修を踏まえた恒久的な復旧・対策は為し難い。</p> <p>一方、地質により異なる斜面の安定勾配は、他国で策定された基準がブータンに適すると限らない。このため、類似の地質がある他国の標準勾配に準じつつ経験則に依らざるを得ないが、抜本的には、ブータンの地質に関する科学的知見を蓄積し、ブータン国内で適用すべき標準勾配が定められるべきである。</p>	
研究計画	<p>ブータンで道路の設計・防災対策に必要な地質を把握し、主な地質分布を類型化・整理する。</p> <p>試験により得られた土質定数から標準値を定め、これに基づく斜面の安定解析を踏まえ、標準勾配を定める。</p> <p>研究は、調査に必要な資機材や処理方法は必要に応じて本邦より技術供与し、現地調査、試験や分析・評価は本邦大学と現地の大学・短期大学と協働で進める。</p>	
大学の候補 ブータン	<p>■College of Science and Technology (CST) ブータン王立大学 (RUB) の構成大学の1つで、2001年創立 4年制として土木工学、土木地質学、情報技術、建築、電気工学、電子通信工学、計測・制御工学の学科があり、5年制として建築がある。 首都ティンパーの南へ、陸路で約 144km 離れたチュカ県のプンツォリングに位置する。</p> <p>■Jigme Namgyel Engineering College (JNEC) ブータン王立大学 (RUB) の構成大学の1つで、1972年創立 土木、電気工学、機械工学があり、2年制 首都ティンパーから東へ、インド領内経由の陸路で約 400km 離れた、ブータン東部のサムドラップジョンカールから 18km 離れたところに位置する。</p>	
大学の候補 日本	<p>防災を基軸にした斜面安定について多くの大学で研究されており、土質試験を前提にした安定解析を研究できる大学で留学生を受け入れられるならば対応可能と考えられる。なお、標準勾配等の基準は、国土交通省（土木研究所）や高速道路会社（NEXCO 総研）が主導して策定された経緯があり、このような研究機関との連携も考えられる。</p>	
	横浜国立大学	<p>■菊本 統 准教授 インドより JICA 留学生（修士課程）を受け入れている（Ground contamination by NAPLs）。 地盤工学、自然災害科学・防災学を専門分野としている。</p>
	京都大学	<p>■Pipatpongsa, Thirapong（ピパットボンサー ティラポン）准教授 タイ国・チュラロンコン大学 工学部 土木工学科卒。数値地盤力学・粒状体モデルによる斜面安定解析の研究より、地盤や土構造物の挙動予測への精度向上および効率化を目的とした材料特性実験を始め、物理模型実験、地盤構成則、数値計算手法および現場適用に関する研究課題に取り組んでいる。同時に、国際共同研究を通じて、現地問題解決に向けた適応可能な技術を開発し、地下エネルギー資源開発、地域地盤環境、自然災害予測への研究成果の活用を図っている。</p>
	筑波大学	<p>■松島 亘志 教授 地盤や各種粒状材料の変形・破壊、或いは流動現象を粒子レベルの力学から予測することを目指して、基礎理論の構築、様々な実験・解析手法の開発と、その応用研究を行っている。</p>

4.9 道路 AM 定着に向けた改善策・提言

道路 AM の各大項目について、抽出された課題、改善策、提言を整理する。提言に関し、カッコ []内は、優先順位を表し、A から C の順で高いものとする。

4.9.1 舗装 AM の改善策・提言

舗装 AM に関して抽出された課題、改善策、提言を表 4.26 に示す。

表 4.26 舗装 AM の改善策と提言

	抽出された課題	改善策	提言
1	・点検・診断マニュアルの未整備 ・点検員・診断者の不足	点検・診断マニュアルの策定	ADB による支援（実施中） [-] 技術資格認定制度の構築[A]
		点検員および診断者の継続的な教育、育成	
2	設計された配合通りのアスファルト混合物を製造できない状態	品質管理者(QCM)の育成、確保による適正な品質の確保	JICA 技プロ（品質管理に係る人材育成、基準の策定） [A]
3	補修・改築計画は翌年度のみ策定	適正な品質の確保による、一定水準で安定した舗装の長寿命化	JICA 技プロ（斜面）（実施中） [-]
		斜面災害で発生する舗装損傷の防止による維持管理費の低減	
4	維持修繕費の不足（予算の制約）による補修・改築の未実施	道路の立地や利用状況に応じた舗装の種類や構成の適切な選択	JICA 専門家 [C]
		架橋等を含めた道路線形改良による管理対象道路の短絡（管理延長の短縮）	道路線形改良計画[B] 架橋またはトンネル(ODA)[A]
5	予算の確保	財務当局に客観データにより定量的に維持補修の必要性を説明する。	ADB による支援（実施中）

4.9.2 橋梁 AM の改善策・提言

橋梁 AM に関して抽出された課題、改善策、提言を表 4.27 に示す。

表 4.27 橋梁 AM の改善策と提言

	抽出された課題	改善策	提言
1	点検員・診断者の不足	点検員と診断者の継続的な教育、育成 ・ 的確な診断に必要な非破壊検査機器を具備し、定期点検の充実・高度化 ・ 導入する点検機器を用いた維持管理マニュアルの策定とトレーニング	・ JICA 技プロ（品質管理に係る人材育成、基準の策定）実施[A] ・ 技術資格認定制度の構築[B]
	的確な診断に必要な点検機器の充足		
	点検・診断技術の継承		
2	維持修繕費の不足による補修・改築の未実施	・ ベイリー橋の恒久橋化（架け替え） ・ BMS（設置済）を用い、的確な健全度診断に基づく補修・改築計画の策定	・ JICA 技プロ（品質管理に係る人材育成、基準の策定）実施[A] ・ 技術資格認定制度の構築[A] ・ 現地大学と課題を共有し連携する。 ・ JICA 研修、招聘、日本の大学への留学受入れ[A]
	橋梁の4割を占めるベイリー橋の改築・更新		
	補修・改築計画は翌年度のみ策定	・ 品質の確保によるコンクリート構造物の長寿命化	
	コントラクターやプラントの技術力不足	コントラクターやプラントの技術者の育成、確保	
3	BMS の機能・性能・補修単価の更新	BMS の使用方法説明*1	JICA フォローアップ [A:*1, B:*2, C:*3] 自国で対応[A]
		補修単価の評価、更新*2	
		機能・性能の改良・更新*3 異動又は離職時の担当者間の引継ぎを確実にを行う。	
4	予算の確保	財務当局に客観データにより定量的に補修・改築の必要性を説明する。	・ BMS を用い自国で対応[-] JICA 技プロ（品質管理に係る人材育成、基準の策定）実施 [A]
		舗装・橋梁の長寿命化により、維持修繕費を低減させる。	

4.9.3 土工(斜面)AMの改善策・提言

土工(斜面)AMに関して抽出された課題、改善策、提言を表4.28に示す。

表 4.28 土工(斜面)AMの改善策と提言

	抽出された課題	改善策	提言
1	斜面防災の専門家の不足	<ul style="list-style-type: none"> 斜面問題と地質調査の技術者育成 日本の大学や研究機関との連携 斜面や地質データの確保(調査) 斜面对策のマニュアル作成 	<ul style="list-style-type: none"> JICA 技プロ(斜面)(実施中)[-] 技術資格認定制度の構築[C] JICA 研修、招聘、日本の大学への留学受入れ[A]
	表面保護工や斜面安定工は殆ど実施されていない		
2	斜面災害の頻発	<ul style="list-style-type: none"> 斜面防災対策の実施 危険な斜面を避け、架橋等を含めた道路線形改良 	<ul style="list-style-type: none"> 道路線形改良計画[B] 架橋またはトンネル(ODA)[A]

4.9.4 監視(モニタリング)、組織運営AMの改善策・提言

監視(モニタリング)、組織運営AMの抽出された課題、改善策、提言を表4.29に示す。

表 4.29 監視(モニタリング)、組織運営AMの改善策と提言

	抽出された課題	改善策	提言
1	交通量の観測箇所が不明	<ul style="list-style-type: none"> 交通量観測箇所の記録(GPS等) 必要に応じて雨量、風速などの気象データをリアルタイムに取得できる気象観測機器の設置と情報共有により、能動的な防災対策を実施できる体制の構築を図る。 	自国で対応
	気象・防災のモニタリングがなされており、通行止めや交通規制の判断が遅滞なく適切に実施		JICA 技プロ(斜面)(実施中)[-]
2	必要な事業に適切に予算配分	<ul style="list-style-type: none"> 予算の確保 待遇の改善 	舗装、橋梁、土工(斜面)の提言等を通じて、自国で対応
	適切で円滑な事業執行に必要な人員を確保		JICA 技術協力プロジェクト・招聘、および研修員受入(長期・短期)[A]
3	技術者の不足	<ul style="list-style-type: none"> 人材育成プログラムの確立 産官学が連携した技術者育成の教育プログラムの推進 	<ul style="list-style-type: none"> JICA 研修、招聘[A] 日本の大学への留学生受入[A] JICA 研修員受入(長期・短期)[A] JICA 技術協力プロジェクト等を活用したセミナー開催[A]
	必要な知識を習得した技術者を適所に配置		自国で対応

4.10 ブータンの道路AM評価結果一覧

大項目			中項目			小項目			細目		
	Lv	Achv		Lv	Achv		Lv	Achv		Lv	Achv
舗装	2.9	64.6%	(1) 点検	3.2	76%	(1)(1) 点検体制	2.3	47%	<1> 体制	3.0	60%
									<2> 点検員の技術レベル	2	40%
									<3> 点検機器の稼働	2	40%
						(1)(2) 点検マニュアル	2.4	64%	<4> 日常点検マニュアル整備	2	40%
									<5> 日常点検マニュアル運用	3	100%
									<6> 定期点検マニュアル整備	2	40%
									<7> 定期点検マニュアル運用	3	100%
						(1)(3) 日常点検の実施	4.3	100%	<8> マニュアルの技術レベル	2.0	40%
									<9> 点検範囲	5	100%
									<10> 点検の実施頻度	3	100%
						(1)(4) 定期点検の実施	4.3	100%	<11> 点検記録の保存・共有	5	100%
									<12> 点検範囲	5	100%
									<13> 点検の実施頻度	3	100%
						(1)(5) 診断体制	3.5	70%	<14> 点検記録の保存・共有	5	100%
									<15> 体制	5.0	100%
			(2) 診断	2.8	61%	(1)(6) 診断マニュアル	2.4	62%	<16> 診断の技術レベル	2	40%
									<17> 診断マニュアル整備	2	40%
						(1)(7) 健全度の診断	2.7	53%	<18> 診断マニュアル運用	3	100%
									<19> マニュアルの技術レベル	2.3	47%
									<20> 損傷原因の究明	3	60%
						(1)(8) 舗装真鍮台帳・DB	4.0	80%	<21> 損傷度のランク分け	2	40%
									<22> 診断記録の保存・共有	3	60%
						(1)(9) 舗装マネジメントシステム	4.0	80%	<23> 整備	3	60%
									<24> 運用	5	100%
						(1)(10) 計画の策定	2.2	44%	<25> 整備	3	60%
									<26> 運用	5	100%
									<27> 計画の立案	2	40%
						(1)(11) 日常維持管理の体制	2.5	50%	<28> 計画の範囲	2	40%
									<29> 健全度の予測	1	20%
						(1)(12) 清掃（路面）	4.0	80%	<30> 補修・改築にかかる費用の把握	4	80%
									<31> 予防保全	2	40%
						(1)(13) 応急措置	2.8	75%	<32> 体制	3.5	70%
									<33> 維持管理責任者の技術レベル	2	40%
									<34> 維持管理作業機械（舗装）の稼働	2	40%
						(1)(14) 補修の体制	2.7	53%	<35> 清掃範囲	5	100%
									<36> 清掃の実施頻度	3	60%
						(1)(15) 品質基準	2.7	67%	<37> 変状・損傷対応の管理	3	60%
									<38> 変状の小補修（仮補修）	3	100%
									<39> 障害等の応急復旧	3	100%
						(1)(16) 補修（設計）マニュアル	2.5	64%	<40> 応急措置記録の保存・共有	2	40%
									<41> 体制	3.0	60%
						(1)(17) 補修の実施	2.8	65%	<42> 補修の技術レベル	3	60%
									<43> 資機材調達	2	40%
									<44> 品質基準の整備	3	60%
									<45> 品質基準の適用	3	100%
						(1)(18) 改築・更新の体制	2.7	50%	<46> 品質監理	2	40%
									<47> 補修（設計）マニュアル整備	2	40%
									<48> 補修（設計）マニュアル運用	3	100%
						(1)(19) 改築・更新の実施	2.3	52%	<49> マニュアルの技術レベル	2.5	52%
									<50> 施工計画・工程管理	2	40%
									<51> 補修（本補修）	3	100%
									<52> 変更の管理	2	40%
									<53> 補修記録の保存・共有	4	80%
									<54> 体制	3.0	60%
									<55> 改築・更新の技術レベル	3	60%
									<56> 資機材調達	2	40%
									<57> 実施計画	2	40%
									<58> 改築・更新	2	67%
									<59> 変更の管理	2	40%
									<60> 改築・更新記録の保存・共有	3	60%

図 4.48 ブータンの道路AM評価結果一覧【舗装】

第4章 ブータンの道路AM実態調査

項目	スコア	割合	子項目	スコア	割合	細項目	スコア	割合
橋梁	3.3	73.3%	(7) 点検	3.5	80%	(20) 点検体制	3.0	60%
						<61> 体制	4.0	80%
						<62> 点検員の技術レベル	3	60%
						<63> 点検機器の稼働	2	40%
						(21) 点検マニュアル	2.9	75%
						<64> 日常点検マニュアル整備	3	60%
			<65> 日常点検マニュアル運用	3	100%			
			<66> 定期点検マニュアル整備	3	60%			
			<67> 定期点検マニュアル運用	3	100%			
			<68> マニュアルの技術レベル	2.7	53%			
			(22) 日常点検の実施	4.0	89%			
			<69> 点検範囲	5	100%			
<70> 点検の実施頻度	2	67%						
<71> 点検記録の保存・共有	5	100%						
(23) 定期点検の実施	4.3	100%						
<72> 点検範囲	5	100%						
<73> 点検の実施頻度	3	100%						
<74> 点検記録の保存・共有	5	100%						
(8) 診断	3.1	68%	(24) 診断の体制	2.5	50%			
			<75> 体制	3.0	60%			
			<76> 診断の技術レベル	2	40%			
			(25) 診断マニュアル	3.0	73%			
			<77> 診断マニュアル整備	3	60%			
			<78> 診断マニュアル運用	3	100%			
<79> マニュアルの技術レベル	3.0	60%						
(26) 健全度の診断	3.7	73%						
<80> 損傷原因の究明	3	60%						
<81> 損傷度のランク分け	3	60%						
<82> 診断記録の保存・共有	5	100%						
(9) 補修・改築計画	4.1	82%	(27) 橋梁資産台帳・DB	4.5	90%			
			<83> 整備	4	80%			
			<84> 運用	5	100%			
			(28) 橋梁マネジメントシステム	4.5	90%			
			<85> 整備	4	80%			
			<86> 運用	5	100%			
(29) 計画の策定	3.8	76%						
<87> 計画の立案	2	40%						
<88> 計画の範囲	5	100%						
<89> 健全度の予測	5	100%						
<90> 補修・改築にかかる費用の把握	5	100%						
<91> 予防保全	2	40%						
(10) 日常維持管理	3.1	70%	(30) 日常維持管理の体制	2.8	55%			
			<92> 体制	3.5	70%			
			<93> 維持管理責任者の技術レベル	2	40%			
			<94> 維持管理作業機械（橋梁）の稼働					
			(31) 清掃（排水施設、他）	4.0	80%			
			<95> 清掃範囲	5	100%			
<96> 清掃の実施頻度	3	60%						
(32) 応急措置	2.8	72%						
<97> 変状・損傷対応の管理	3	60%						
<98> 変状の小補修（仮補修）	2	67%						
<99> 障害等の応急復旧	3	100%						
<100> 応急措置記録の保存・共有	3	60%						
(11) 補修	3.0	70%	(33) 補修の体制	3.0	60%			
			<101> 体制	3.0	60%			
			<102> 補修の技術レベル	3	60%			
			<103> 資機材調達	3	60%			
			(34) 品質基準	2.7	67%			
			<104> 品質基準の整備	3	60%			
<105> 品質基準の適用	3	100%						
<106> 品質監理	2	40%						
(35) 補修（設計）マニュアル	3.1	76%						
<107> 補修（設計）マニュアル整備	3	60%						
<108> 補修（設計）マニュアル運用	3	100%						
<109> マニュアルの技術レベル	3.3	68%						
(36) 補修の実施	3.3	75%						
<110> 施工計画・工程管理	3	60%						
<111> 補修（本補修）	3	100%						
<112> 変更の管理	2	40%						
<113> 補修記録の保存・共有	5	100%						
(12) 改築・更新	3.0	66%	(37) 改築・更新の体制	3.0	60%			
			<114> 体制	4.0	80%			
			<115> 改築・更新の技術レベル	3	60%			
			<116> 資機材調達	2	40%			
			(38) 改築・更新の実施	3.0	70%			
			<117> 実施計画	3	60%			
<118> 改築・更新	3	100%						
<119> 変更の管理	2	40%						
<120> 改築・更新記録の保存・共有	4	80%						

図 4.49 ブータンの道路 AM 評価結果一覧【橋梁】

第4章 ブータンの道路AM実態調査

土工（斜面）	2.9	64.7%	(13) 点検	3.1	73%	(39) 点検体制	2.3	47%	<121> 体制	3.0	60%			
									<122> 点検員の技術レベル	2	40%			
									<123> 点検機器の稼働	2	40%			
									(40) 点検マニュアル	2.4	64%	<124> 日常点検マニュアル整備	2	40%
												<125> 日常点検マニュアル運用	3	100%
												<126> 定期点検マニュアル整備	2	40%
			(41) 日常点検の実施	4.0	89%	<127> 定期点検マニュアル運用	3	100%						
						<128> マニュアルの技術レベル	2.0	40%						
						<129> 点検範囲	5	100%						
						<130> 点検の実施頻度	2	67%						
						<131> 点検記録の保存・共有	5	100%						
						(42) 定期点検の実施	4.3	100%	<132> 点検範囲	5	100%			
			<133> 点検の実施頻度	3	100%									
			(14) 診断	2.6	55%	(43) 診断の体制	2.5	50%	<134> 点検記録の保存・共有	5	100%			
									<135> 体制	3.0	60%			
									<136> 診断の技術レベル	2	40%			
									(44) 診断マニュアル	2.2	53%	<137> 診断マニュアル整備	2	40%
												<138> 診断マニュアル運用	2	67%
<139> マニュアルの技術レベル	2.7	53%												
(45) 健全度の診断	3.0	60%				<140> 損傷原因の究明	3	60%						
						<141> 損傷度のランク分け	3	60%						
						<142> 診断記録の保存・共有	3	60%						
						(15) 補修・改築計画	2.9	57%	(46) 土工資産台帳・DB	4.0	80%	<143> 整備	3	60%
												<144> 運用	5	100%
												(47) 計画の策定	2.4	48%
<146> 計画の範囲	2	40%												
<147> 健全度の予測	2	40%												
<148> 補修・改築にかかる費用の把握	4	80%												
<149> 予防保全	2	40%												
(16) 日常維持管理	3.5	78%	(48) 日常維持管理の体制	2.8	55%				<150> 体制	3.5	70%			
									<151> 維持管理責任者の技術レベル	2	40%			
									<152> 維持管理作業機械（土工）の稼働					
									<153> 維持管理作業機械（付属物）の稼働					
									(49) 草刈り	4.0	80%	<154> 草刈り範囲	5	100%
						<155> 草刈りの実施頻度	3	60%						
			(50) 清掃（水路）	4.0	80%	<156> 清掃範囲	5	100%						
						<157> 清掃の実施頻度	3	60%						
						(51) 清掃（標識）	4.0	80%	<158> 清掃範囲	5	100%			
			<159> 清掃の実施頻度	3	60%									
			(52) 応急措置	3.3	85%				<160> 変状・損傷対応の管理	2	40%			
						<161> 変状の小補修（仮補修）	3	100%						
						<162> 障害等の応急復旧	3	100%						
						<163> 応急措置記録の保存・共有	5	100%						
						(17) 補修	2.5	59%	(53) 補修の体制	2.7	53%	<164> 体制	3.0	60%
												<165> 補修の技術レベル	3	60%
			<166> 資機材調達	2	40%									
			(54) 品質基準	3.0	73%							<167> 品質基準の整備	3	60%
<168> 品質基準の適用	3	100%												
<169> 品質監理	3	60%												
(55) 補修（設計）マニュアル	2.2	54%	<170> 補修（設計）マニュアル整備	2	40%									
			<171> 補修（設計）マニュアル運用	2	67%									
			<172> マニュアルの技術レベル	2.6	54%									
(56) 補修の実施	2.3	55%	<173> 施工計画・工程管理	2	40%									
			<174> 補修（本補修）	3	100%									
			<175> 変更の管理	2	40%									
			<176> 補修記録の保存・共有	2	40%									
			(18) 改築・更新	2.6	55%	(57) 改築・更新の体制	2.7	53%	<177> 体制	3.0	60%			
									<178> 改築・更新の技術レベル	3	60%			
<179> 資機材調達	2	40%												
(58) 改築・更新の実施	2.5	57%							<180> 実施計画	2	40%			
									<181> 改築・更新	2	67%			
									<182> 変更の管理	2	40%			
<183> 改築・更新記録の保存・共有	4	80%												

図 4.50 ブータンの道路 AM 評価結果一覧【土工（斜面）】

4 監視 (モニタリング)	3.1 67.5%	(19) 交通状況	3.8 85%	((59) 交通量)	3.8 85%	<184> モニタリング範囲	4	80%
						<185> モニタリング頻度	3	100%
						<186> モニタリング地点	3	60%
						<187> モニタリング結果の情報共有・活用	5	100%
						<188> モニタリング範囲	2	40%
		(20) 気象・防災	2.5 50%	((60) 降水・気温・風)	2.5 50%	<189> モニタリング頻度	3	60%
						<190> モニタリング地点	2	40%
						<191> モニタリング結果の情報共有	3	60%
						<192> マネジメント目標の設定	5	100%
						<193> 内部監査の実施	2	40%
5 組織運営	2.8 60.2%	(21) 組織体制	3.0 63%	((61) アセットマネジメントサイクル)	4.0 80%	<194> マネジメントレビューの実施	5	100%
						<195> 役割分担	4	80%
						<196> 人員配置	2	40%
						<197> トップのコミットメント	3	100%
						<198> 当該組織の影響力	4	80%
						<199> CPの意欲と能力	3	60%
						<200> 事故による変更管理	2	40%
						<201> 降雨による変更管理	2	40%
						<202> 地震による変更管理	2	40%
						<203> 研修施設	2	40%
(22) 予算・資金調達	2.3 52%	((62) 組織)	3.0 60%	((63) 統制)	3.3 80%	<204> 通信施設	3	60%
						<205> 予算計画	3	60%
						<206> 予算配分	2	40%
						<207> 短期的資金調達	2	67%
						<208> 長期的資金調達	2	40%
(23) 入札・契約制度	3.4 68%	((64) 事業継続)	2.0 40%	((65) 運営補助施設)	2.5 50%	<209> 積算基準	2	40%
						<210> 談合防止	5	100%
						<211> 契約方式	4	80%
						<212> 調達プロセス	3	60%
						<213> 契約変更	3	60%
(24) 技術研修	2.0 53%	((66) 予算)	2.5 50%	((67) 資金調達)	2.0 53%	<214> 研修計画	2	67%
						<215> 研修内容	2	40%
						<216> 研修計画	1	33%
						<217> 研修内容	1	20%
						<218> 研修計画	3	100%
<219> 研修内容	3	60%						
(24) 技術研修	2.0 53%	((68) 入札・契約制度)	3.4 68%	((69) 舗装研修)	2.0 53%	<219> 研修内容	3	60%
						<220> 談合防止	5	100%
						<221> 契約方式	4	80%
						<222> 調達プロセス	3	60%
						<223> 契約変更	3	60%
(24) 技術研修	2.0 53%	((70) 橋梁研修)	1.0 27%	((71) 土工研修)	3.0 80%	<224> 研修計画	2	67%
						<225> 研修内容	2	40%
						<226> 研修計画	1	33%
						<227> 研修内容	1	20%
						<228> 研修計画	3	100%
<229> 研修内容	3	60%						

図 4.51 ブータンの道路 AM 評価結果一覧【監視 (モニタリング)、組織運営】

第5章 タイの道路 AM 実態調査

5.1 検討内容

2020年度業務におけるオンライン調査を参考に、現地調査により実態を確認・把握し、道路アセットマネジメントの成熟度を評価する。成熟度の評価は、2020年度業務報告書の方法に基づき、現地調査を踏まえるものとし、これまでの調査対象国間でレベルをキャリブレーション・調整する。

また、次の案件形成の基礎資料とするために、上記の現地調査や2020年度業務で明らかになったアセットマネジメント定着に向けた課題および支援計画を整理・更新し、改善策、提言とする。提言は、現地条件を加味したうえで優先順位をつける。

上記検討の基礎資料として、タイにおける道路維持管理の概要、技術協力・支援、道路AMに必要な施工・維持管理能力・技術水準について、調査・整理する。

5.2 結果概要

JICAは、道路局（Department of Highways : DOH）におけるトンネル事業に係る組織の設立、案件監理に対する組織能力及び調査設計能力の向上を支援することにより、タイにおける山岳トンネル建設事業の案件監理のための基盤構築を図り、ひいてはDOHによる山岳道路トンネル建設事業の形成・監理を通じ、タイ国内の国道整備の推進に寄与することを目的として、2020年12月から2024年11月までの工期で、タイ国トンネル建設・案件監理にかかる能力向上プロジェクトに着手したところである。

本調査では、2020年度にDOHに対するオンライン・ヒアリングを通じて、DOHの施工・維持管理能力・技術水準の概況を把握し、本業務で構築した道路AMの評価基準に基づき、DOHによる道路AMの成熟度を評価した。その結果を参考に2022年11月～12月に現地調査を実施、現地道路の実態を把握するとともに、DOH本部と地域事務所等への現地ヒアリングを実施した。その結果により、タイにおける舗装、橋梁、土工（斜面）に関するアセットマネジメントの現況と課題を抽出・整理し、道路AM定着に向けた改善策および提言を示した。その概要は、以下の通りである。

舗装に関しては、DOHは十分な技術力があり対応できている。現場レベルでさらに活用しやすい点検・診断・補修マニュアル類の改定については、ワークショップを活用するなどして自国で対応可能である。

橋梁に関しては、DOHは技術力があり対応できている。但し、複雑な構造物については、外部委託にて実施することとしているが、予算確保の制約などにより計画通りの委託ができておらず、構造物の劣化への対応の遅れにつながるものが危惧されることから、予算に応じた優先順位を見極めたうえでの定期点検・診断計画の立案と実施することが必要である。

土工に関しては、DOHも土工が弱点と認識しており、人材育成やマニュアルの整備などによる技術力の底上げが必要である。今後、JICA技術協力プロジェクトを投入することにより技術力の向上が図られるものと考えられる。

監視・モニタリングに関しては、気象、防災のモニタリングを交通規制に活用するために、必要な機器の設置を進めていく必要がある。また、地滑りの監視システムについては、現在進行中のJICAトンネル技術協力プロジェクトに取り込み技術移転していくことも一案である。

5.3 タイにおける道路維持管理

5.3.1 道路維持管理をを取り巻く背景

タイにおける道路整備は多くが運輸省（Ministry of Transport : 以下、MOT）内の道路局（Department of Highways : 以下、DOH）及び地方道路局（Department of Rural Road : 以下、DRR）が

担っており、1級～3級国道が総延長 51,850km 整備されており、我が国の一般国道の総延長とほぼ同じである。主要都市間を結ぶ 1級国道は一般に方向別に分離した片側三車線以上の高規格道路として整備されており、維持管理の水準も先進国と比べて遜色のない水準であるといえる。一方、山岳地帯においては 1級国道であっても急カーブの連続する片側一車線の方向別未分離の区間が多く、物流コスト増と事故の多発を招いている。

タイ政府は経済社会開発に関する政策として、第12次国家経済社会開発計画（2017～2021年）を策定しており、地方／都市部／経済特区の開発を政策の一つとして掲げている。タイの貨物輸送に占めるトラック輸送の割合は 87.5%とされ、道路インフラはタイ国内で最も重要なインフラの一つとされている。そのため、渋滞を回避できる円滑な物流と、頻発する交通事故を抑制するため、2014年7月に策定された第7次道路整備7か年計画（2014～2022年）には高速道路建設計画が盛り込まれた。同計画に基づき、2015年に「今後20年間で約2兆パーツ（約6.5兆円）を投資して全国6,400kmのアクセスコントロールされた高速道路網整備を進める」とする、都市間高速道路（モーターウェイ）整備に係る20年計画が策定された。同計画には山岳地方の諸都市を結ぶ路線も含まれており、良好な縦横断線形を確保するために、東西経済回廊上のターク～メーソート間を始めとする複数の山岳道路トンネル整備が想定され、その中には延長10kmを超える長大トンネル整備も含まれている。

5.3.2 維持管理の対象となる道路

5.3.2.1 道路の種類・管理・延長

2006年道路法（Highway Act）は道路種別を5種類に分類しており、完全アクセスコントロールする特別な国道 Motorways、国道（National Highways）、路線を地域に限定した地域道路（Rural Roads）、地方政府が整備を担当する自治体道路（Local Roads）、及びコンセッション道路である。こうした道路分類に対して、実際に道路整備を担当する道路管理者は多く存在しており、特にバンコク首都圏では道路管理者が複雑に入り込んでいる。

タイ全国の道路総延長は2020年時点で約70万kmである。主に道路管理者に着目した内訳を示すと、DOHが管理する国道（約5万km）、都市間高速道路（約290km）DRRが管理する地域道路（約5万km）、地方自治体が管理する自治体道路（約60万km）、タイ高速道路公社（Expressway Authority of Thailand：以下、EXAT）が管理する高速道路（約225km）など、主に表5.1に示す6種類で構成されている。

DOHの管理する道路の舗装種別の推移を表5.2に示す。各年ともアスファルト舗装が95%を占め、コンクリート舗装の延長が2016年を境に微増している。バンコク周辺の幹線道路の舗装はコンクリート舗装が多い。

表 5.1 道路管理者と区分²⁹⁰

道路種別	管理者	延長 (km)
国道 (National Highways)	DOH	51,850
都市間高速道路 (Motorways)	DOH	331

²⁹⁰ タイ国経済概要（2018/2019）OTP Report Transport Infrastructure 2018, Transport Statistics, MOT (<http://www.motoc.mot.go.th/stat/roadinfra.php>)

首都圏高速道路 (Expressways)	EXAT	225
地域道路 (Rural Roads)	DRR	48,031
自治体道路 (Local Roads)	Bangkok Metropolitan Administration (BMA)	4,074
	Department of Local Administration (DLA)	597,667
コンセッション道路 (Concession Roads)	DOH	21
合計		702,199

現在のタイ国の道路整備計画は、2018年から2037年を計画期間とする20か年交通システム開発計画に基づいて実施されている。

表 5.2 DOH の管理延長と舗装種別の推移²⁹¹

Types of pavements for which the Department of Highways (DOH) is responsible

fiscal year	Maintenance Roads (km.)			road meter (km.)	construction work (km.)	total (km.)
	concrete	asphalt	gravel			
2000	2,347.695	46,817.590	844.334	50,009.619	2,236.361	52,245.980
2001	2,520.397	47,758.469	713.163	50,992.029	1,890.722	52,882.751
2002	2,561.081	48,626.835	482.621	51,670.537	1,499.695	53,170.232
2003	2,534.084	48,471.702	354.638	51,360.424	1,238.416	52,598.840
2004	2,344.388	47,628.906	347.810	50,321.104	983.552	51,304.656
2005	2,213.361	47,658.206	279.194	50,150.761	949.051	51,099.812
2006	2,227.128	47,581.972	225.275	50,034.375	1,111.312	51,145.687
2007	2,202.918	47,877.388	217.790	50,298.096	961.157	51,259.253
2008	2,184.892	48,337.244	231.150	50,753.286	569.373	51,322.659
2009	2,072.603	48,569.330	264.133	50,906.066	510.139	51,416.205
2010	2,110.149	48,704.721	267.851	51,082.721	618.436	51,701.157
2011	2,116.172	48,360.174	236.680	50,713.026	787.076	51,500.102
2012	2,090.013	48,506.841	239.984	50,836.838	639.400	51,476.238
2013	1,993.745	48,246.379	280.035	50,520.159	526.511	51,046.670
2014	1,952.865	48,458.010	260.102	50,670.977	612.726	51,283.703
2015	1,954.424	48,425.173	212.115	50,591.712	839.598	51,431.310
2016	1,892.543	48,271.319	172.476	50,336.338	1,146.545	51,482.883
2017	1,941.888	48,496.395	71.521	50,509.804	1,041.855	51,551.659
2018	2,126.616	48,222.679	43.395	50,392.690	1,013.787	51,406.477
2019	2,229.839	48,444.539	49.445	50,723.823	978.020	51,701.843
2020	2,256.365	48,407.618	47.073	50,711.056	1,113.476	51,824.532
2021	2,471.118	47,751.186	63.720	50,286.024	1,968.565	52,254.589

5.3.2.2 国道 (National Highways)

主に全国の地方間、都市間を結ぶ最重要の幹線道路であり、DOH が建設、管理、管轄している。国道舗装率は100%であり、構造規格は表 5.3 のとおりである。2017年時点での延長は約 51,850km であり、日本の一般国道と概ね同等の延長である。主要国道は片側 3 車線以上で整備されている。現在 DOH が取り組んでいる道路整備の課題は、交通量の増加に対応するために既存幹線道路網の 4 車線化が挙げられている。

なお、バンコク首都圏でチャオプラヤ川を渡る国道はない。

²⁹¹ DOH 公表 Web ページにより調査団作成

表 5.3 国道（National Highway）の構造規格

構造規格	概要	路線番号
1級国道	地域間を結ぶ幹線道路	1桁または2桁
2級国道	各地域内の幹線道路	3桁
3級国道	各県庁及び都庁、あるいは都庁相互間を結ぶ道路	4桁

5.3.2.3 都市間高速道路（Motorway）

DOH が建設、管理及び管轄する高規格道路であり、アクセスコントロールがなされている有料道路である。2017年から2036年までを計画期間とする都市間高速道路開発マスタープランによると、全国に21路線、総延長6,612kmを整備する計画があるが、全時点では7号線（バンコク～チョンブリ間）149km及び9号線（バンコク第2外郭環状道路）180kmなど、計331kmが供用済みである。

現在、7号線のラヨン方面への延伸、バンコクから北東部へ延びる6号線（バンパイン～ナコーンラチャン間）、バンコクから西部へ延びる81号線（バンヤイ～カンチャナブリ間）が建設中である。加えて、バンコクから南部へ延びる82号線（バンクンティアン～パクトー間）及び84号線（ハチャイ～マレーシア国境）が2023～2024年の開業を目指して検討が進められている。

これらの都市間高速道路のほとんどは運営管理または建設及び運営管理を官民連携方式（Public Private Partnership：以下、PPP）として実施されている。

5.3.2.4 都市内高速道路（Expressways）

EXAT が管轄するバンコク首都圏を中心とした有料高速道路で、一部区間を除き基本的に高架構造の高規格道路である。2019年時点で供用区間は224.6kmあり、1日平均約180万台の利用がある。バンコク首都圏の高速道路は1972年に当時内務省傘下として設立されたタイ高速道路交通公社（Expressway and Rapid Transit Authority of Thailand：以下、ETA）が主体となり、飽和状態にあった市内の道路状態を緩和する目的で整備運営されてきた。1981年の区間開通以降、都市内の渋滞緩和に一定の改善効果が確認されている。バンコク首都圏でチャオプラヤ川を渡る2本の斜張橋（ラマ9世橋及びKanjanapisek橋）は、EXATの都市高速道路の一部である。

EXATが管轄するバンコク首都高速道路の一部は、民間会社であるBEM（Bangkok Expressway and Metro）がBTO（Build-Transfer-Operate）形式のコンセッションアとして運営している。

5.3.2.5 地域道路（Rural Road）

DRRによって建設、管理及び管轄する地域限定の路線で総延長は全国に約48,000kmである。2022年のDRR現地調査によると、舗装率は約90%とのことである。

5.3.2.6 自治体道路（Local Roads）

バンコク首都圏庁（Bangkok Metropolitan Administration：以下、BMA）をはじめとする自治体が建設及び管理し、知事が管轄する。BMA等では自らが建設及び管理を行うが、主要都市以外の自治体の道路ではDRRが建設を行い、管理のみ自治体に移管されることもある。

5.3.2.7 コンセッション道路 (Concession Road)

DOH が管轄するものの、民間セクターが DOH との契約 (BTO 方式) により建設し、道路利用者から料金を徴収して建設資金を回収する公共道路である。

5.3.3 道路管理者(DOH, DRR, EXAT)の組織体制

5.3.3.1 DOH の組織体制

DOH は MOT の中心的な道路行政機関であり、全国の幹線道路網を構成する国道 (National Highway) 及び都市間高速道路 (Motorway) の建設及び管理を担当している。

組織構造は主に本局 (Headquarters)、地方局 (Regional Office of Highways : 18 カ所)、道路建設トレーニングセンター (Road Construction Training Centers : 5 カ所) 及び橋梁建設トレーニングセンター (Bridge Construction Training Centers : 4 カ所) から構成され、地方局の下部組織である地域現場事務所 (Highway District Office) は全国の幹線道路網をカバーするように 104 カ所が配置されている。DOH の組織体制を図 5.1 に示す。

職員数は Official が 7,014 名、Permanent Employee が 3,784 名、Government Employee が 6,974 名在籍している。

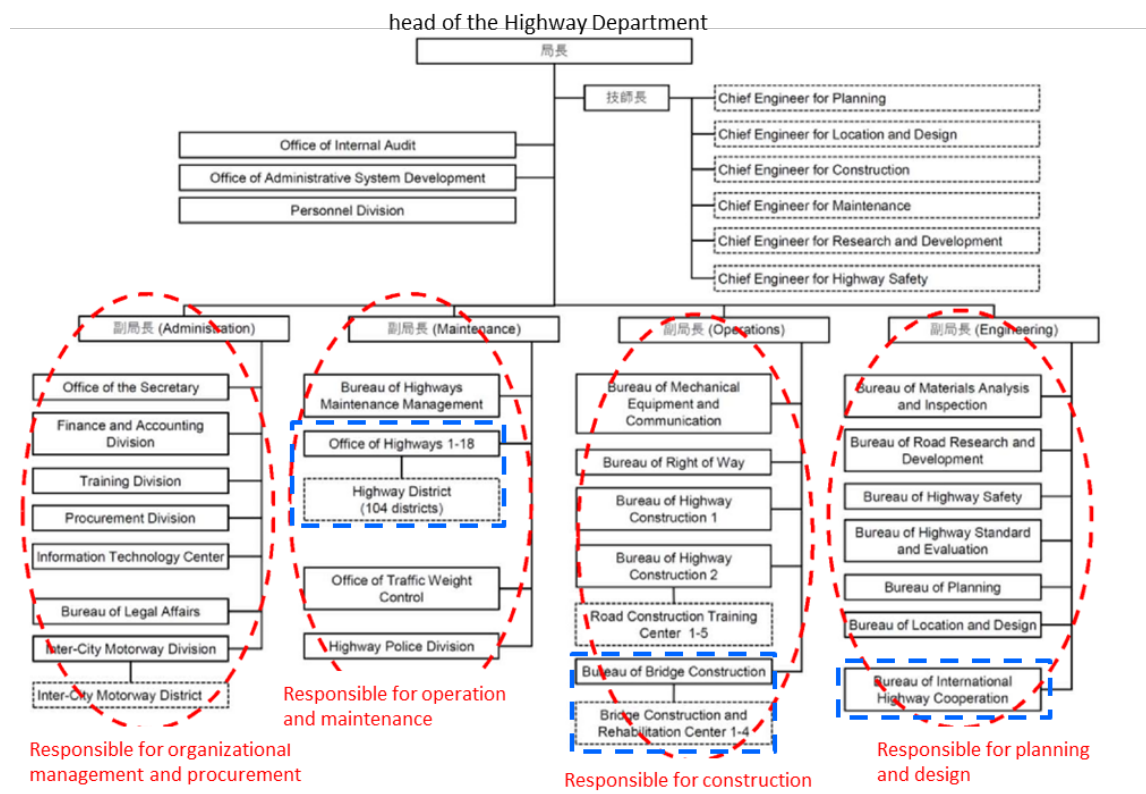


図 5.1 DOH の組織体制 (本局及び地域事務所の関係) ²⁹²

²⁹² JICA 専門家遠藤蔵人氏「タイ王国の道路概要」(2022.6)より引用加筆,点線青枠は2022現地視察・調査対象とした組織

地域現場事務所にはテクニシャン2名のほか、14名程度の作業員と簡易な舗装機械が配置されており、日常的に小規模な舗装補修工事を直営方式で実施している。バンコク近郊の地域事務所の担当路線を図5.2に示す。

また、バンコク郊外の橋梁建設リハビリテーション・トレーニングセンター(BCRC)では支間長20mまでのPC桁を製作しており、橋長120mまでの橋梁工事は自前で実施している。緊急時に使用する仮橋部材、建設機械、作業員を抱えてDOHの道路管理を支えており、特別に大規模なプロジェクト以外は直営で対応している。2022に調査訪問した施設及び工場の全景は図5.3の通りであり、担当地域と組織体制は図5.4、図5.5の通りである。施設内の状況写真を図5.6、図5.7に示す。

本調査でラオス国の特殊橋梁調査の対象である第2タイ・ラオス友好橋は、両国国境を跨いでおり、タイ側区間の管理はDOHが担当している。現地の組織体制(ムクダハン地域事務所)を図5.8に示す。事務所62名中、DOH職員は4名(うち1名は嘱託)で、エンジニアは第一事業部長の1名のみである。その他の55名のスタッフは委託である。ムクダハン地域事務所では保有する資機材(車両)は、クレーン車1台、ごみ収集車1台、散水車1台、貨物車1台、乗用車1台、ダブルピックアップ車1台、点検車1台、清掃車1台であり、したがって、バンコク近郊の地域事務所のように舗装補修を直営で実施できる体制は保有していない。



図5.2 地域事務所の担当路線例 (Bangkok Highway District) ²⁹³

²⁹³ 2022/11/30 DOH : Bangkok Highway District Office 提供



図 5.3 Bridge Construction and Rehabilitation Center3 (BCRC3) の全景²⁹⁴

²⁹⁴ 2022/12/1 DOH BCRC3 提供

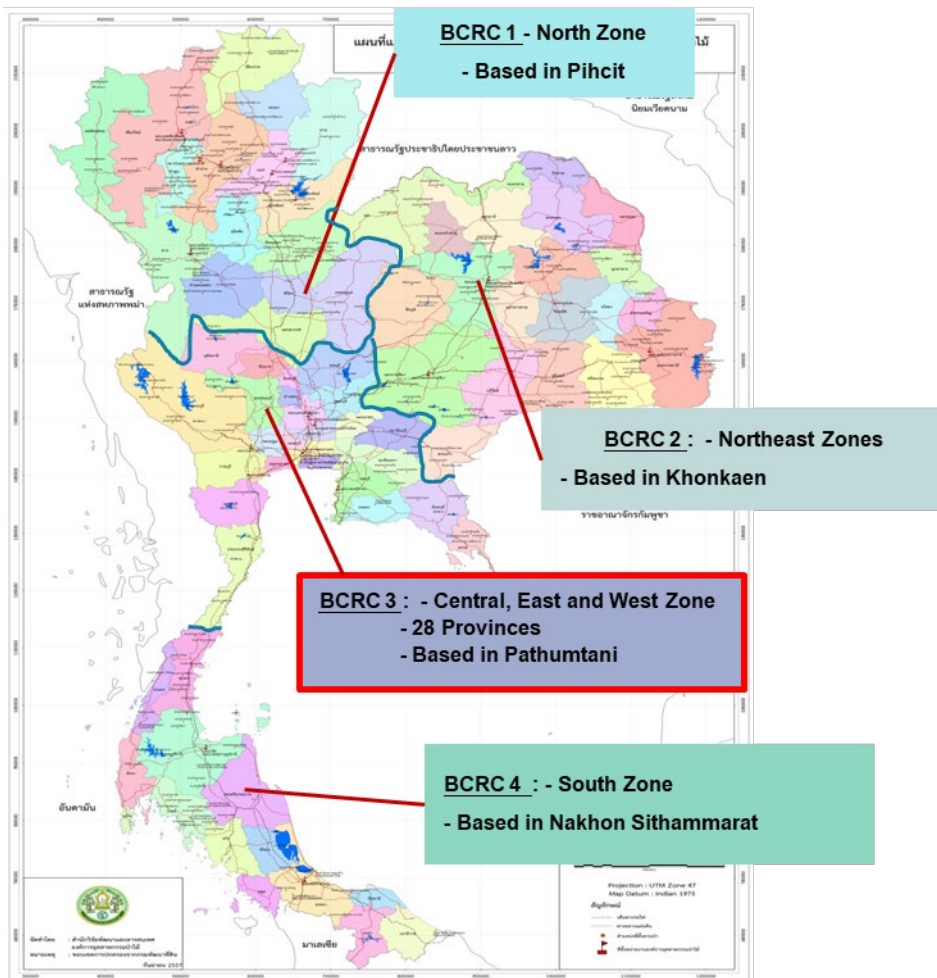


図 5.4 Bridge Construction and Rehabilitation Center3 (BCRC3) の担当地域²⁹⁵

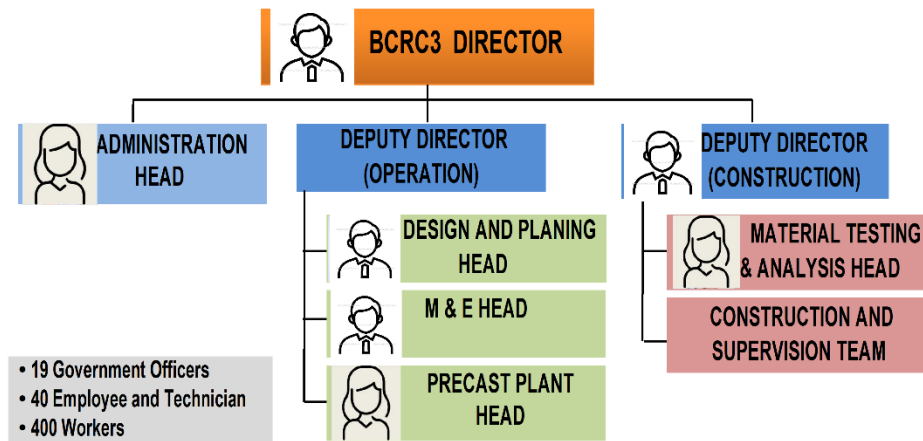


図 5.5 Bridge Construction and Rehabilitation Center の組織体制²⁹⁶

²⁹⁵ 2022年12月1日 DOH BCRC3 提供

²⁹⁶ 2022年12月1日 DOH BCRC3 提供



図 5.6 ベイリー橋の組立状況 (BCRC3 内)



図 5.7 プレテンション桁の制作ヤード (BCRC3 敷地内)

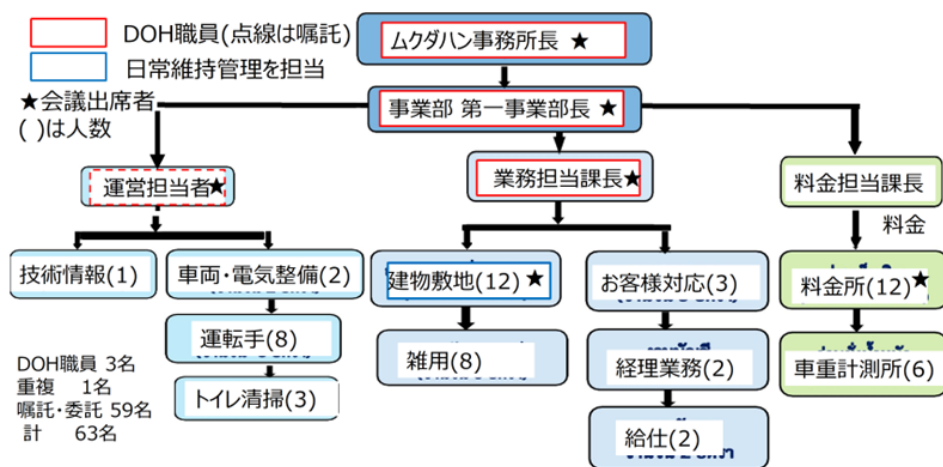


図 5.8 地域事務所の組織体制 (Mukdahan Regional Office) ²⁹⁷

5.3.3.2 DRR の組織体制

DRR は DOH と同様に MOT の管轄下にある行政機関であり、タイの地域道路 (Rural Road) の建設及び管理を担当している。ただし、DRR の役割は地域道路の整備にとどまらず、地方自治体への技術支援、地方道路マスタープランの形成、地域道路及び地方道路の技術基準の整備を含んでいる。

DRR は第二次世界大戦後の地方開発を急ぐためタイ政府が内務省に設立した特別組織 the Office of Accelerated Rural Development の道路部門が組織改編によって MOT に移管された歴史的経緯がある。このため、MOT のなかで現在でも比較的独立色が強いとされている。こうした事情から DRR の路線はいずれも地域限定で、バンコクもこうした一つの地域とみなされている。実際にバンコク首都圏でチャオプラヤ川を渡るほとんどの橋梁 (13 橋) は DRR が管理する地域道路である。

組織構造は DOH と近似しており、本局 (Headquarters)、地方道路部 (Bureau of Rural Roads : 18 カ所) 及び地方道路室 (Office Rural Roads : 76 カ所) により構成される。本局は局長 (Director General) の下に副局長 (Deputy Director General : 3 名) と技師長 (Chief Engineer : 3 名) が配置され、12 の部署 (Bureau)、1つのセンター及び3つの室 (Office) が設置されている。バンコク首都圏の道路及び

²⁹⁷ 2022年11月16日 DOH Mukdahan Regional Office 提供 (タイ語を翻訳は調査団)

橋梁の建設・維持管理は本局で運営されており、バンコク都を除く地方（76 県）の建設・維持管理は地方道路部及び地方道路室が担当している。DRR の組織体制を図 5.9 に示す。

職員数は Official が 1,806 名、Permanent Employee が 739 名、Government Employee が 2,224 名在籍している。DRR が管理している道路延長は DOH のそれに匹敵するとはいえ、2013 年の DRR の予算は 14,000 百万バーツであり、DOH と比較すると DRR の職員数と予算は DOH の約 1/4 の規模といえる。

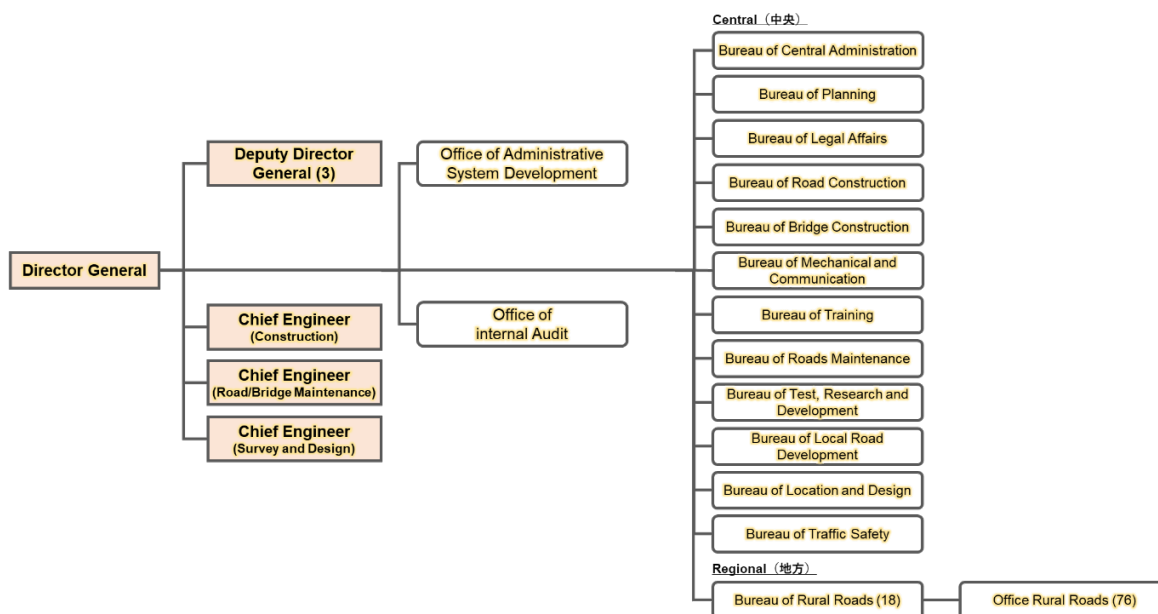


図 5.9 DRR の全体組織構図 ²⁹⁸

5.3.3.3 EXAT の組織体制

タイ高速道路公社（EXAT）は、バンコク首都圏の交通渋滞解消を目的に整備する有料高速道路の建設、運営、管理を担当する MOT 傘下の国営会社（State Enterprise）である。バンコク首都圏高速道路は 9 路線で構成されているが、供用路線のうち 2 路線は Built-Transfer-Operate 契約によって 2 社のコンセッションエアが運営にあっている。

EXAT の組織を図 5.10 に示す。

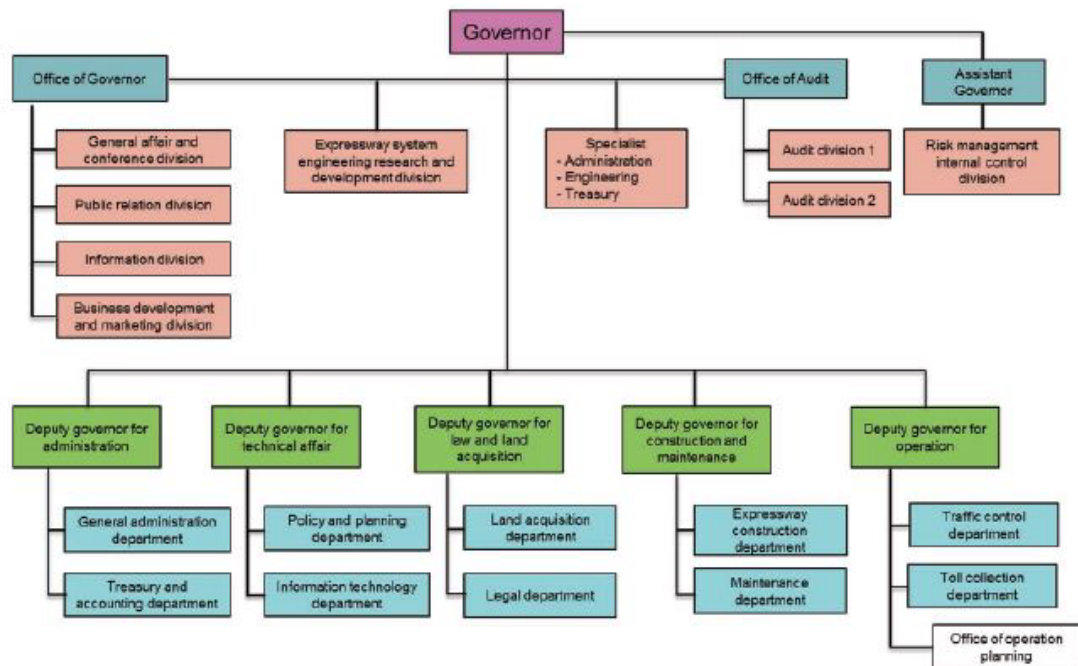


Figure 65 EXAT Organization Chart (Source: EXAT Annual Report 2013)

図 5.10 EXAT の全体組織構成

5.3.4 道路維持管理関係の予算

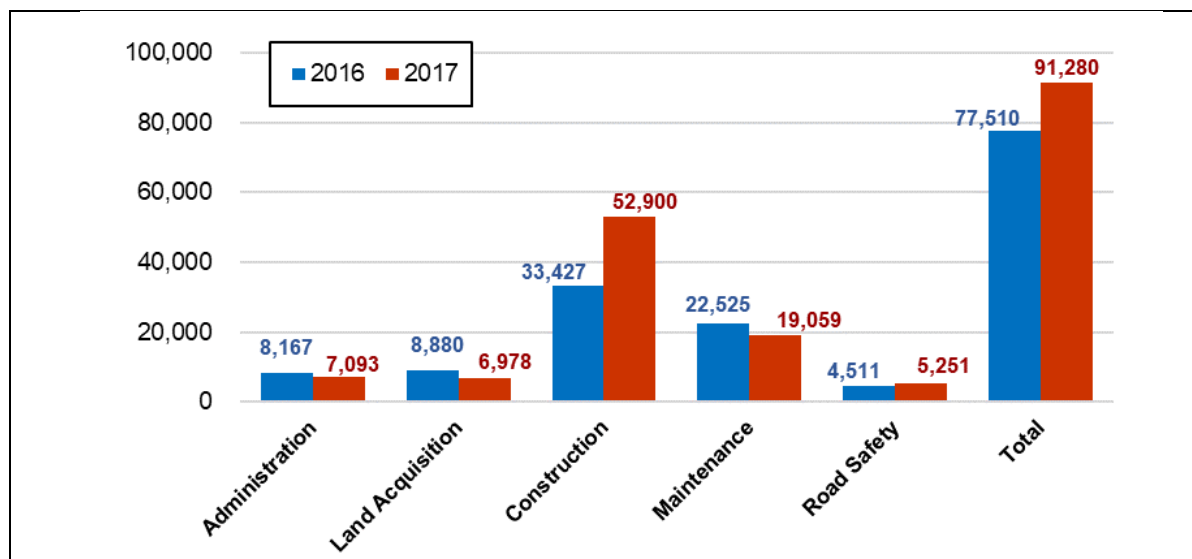
DOHの年度予算を表5.4に示す。2019年度の予算額は1,171億3,900万バーツであり、国家予算比率は約3.9%である。DOHの2018年度予算額は2013年度に比べ約2倍の金額となっている。また、国家予算額に占めるDOH予算額の比率も年々上昇傾向にある。

2017年度及び2018年度のDOH予算内訳を図5.11に示す。総予算額のうち、建設予算が最も高い割合を占め、次いで維持管理予算が高い。

表 5.4 DOH の年間予算²⁹⁹

年度	予算 (単位: 百万バーツ)		比率 (b/a)
	国家予算 (a)	DOH 予算 (b)	
2019	3,000,000	117,139	3.9%
2018	2,900,000	105,747	3.6%
2017	2,733,000	91,280	3.3%
2016	2,720,000	77,510	2.8%
2015	2,575,000	60,334	2.3%
2014	2,525,000	52,759	2.1%
2013	2,400,000	52,966	2.2%

²⁹⁹ DOH Annual Report 2019

図 5.11 DOH 予算の内訳 (2016/2017) ³⁰⁰

5.3.5 舗装のアセットマネジメント概説

舗装部門において DOH は十分な技術力を有しており、舗装部門の道路 AM に対応できている。一方で、技術者の診断技術のレベルについては、DOH 内に専門知識を持ったエンジニアはいるものの、シニア世代と若手世代の間に大きなギャップがあり技術力の差が生じている。これについては、熟練技術者から若い技術者へと知識を伝承していく必要があるとの課題を認識している。今後タイ国内で対応可能な課題であると考えられる。

地方の事務所が日常維持管理に必要な十分な機器を保有していないことや機器が故障しているため稼働できないなどの課題が見られた。事象発生時に道路通行車両への被害を防止するためにも、緊急時の速やかな対応が可能となるよう体制の構築と応急復旧資材を常備しておくとともに、緊急時や災害発生時の迅速な復旧方法の導入を図ることが必要である。このことは、タイ国内で対応可能な課題であると考えられる。

また、点検、診断、補修に関するマニュアル類について、定期的な改定がなされていないとの課題が見られた。さらなる円滑な業務遂行に向けて継続的に現場レベルで活用しやすい内容に改定していくことが必要である。これについては、ワークショップを活用するなどによりタイ国内で対応しなければならない課題である。なお、ワークショップによる実効性の高いマニュアルの作成について、技術支援を行うことも一案である。

5.3.6 橋梁のアセットマネジメント概説

橋梁部門において DOH は技術力を有しており、橋梁部門の道路 AM に対応できている。但し、複雑な構造や長支間の橋梁については、技術的に直営での実施が困難なため外部委託にて実施することとしているが、予算確保の制約などにより計画通りの委託ができていないことがある。日々進展する構造物の劣化に適時・適切に対応していくことが必要であるが、対応が遅れてしまうと第三

³⁰⁰ DOH Annual Report 2017 を参考に調査団作成

者へ被害を与えてしまうといった不測の事態につながるものが危惧される。このことから予算に応じて優先順位を見極めた上で、効果的な定期点検や診断計画を立案し、計画に基づき点検、診断、補修、改築・更新を遂行していくことが必要となる。これらの対策は、タイ国内で対応可能と考えられるが、場合によって、JICA 技術協力プロジェクトを活用していくことにより、維持管理能力の向上を図ることも考えられる。

改築・更新事業について、新技術・新工法を取り入れることにより全体事業の効率的な遂行と事業費の削減につながっていく。このことについては、タイ国内で対応可能であると考えられるが、JICA 技術協力プロジェクトを活用し、日本の高速道路で現在進められているリニューアルプロジェクトにおけるノウハウを技術移転していくことも一案である。

また、橋梁の劣化に関する専門的知識を有する専門家が不足している課題に対しては、本邦大学や研究機関と連携することにより、橋梁劣化メカニズムや対応方法に関する技術力の習得と専門家の育成につなげていくことが期待できる。

なお、2022年の現地調査によるとバンコク周辺を管轄する橋梁建設・保守センターでは、人材育成機能（訓練センター）があり、DOH 職員のほか周辺国（ラオスなど）への協力も実施している。当該分野に関しては、被支援国ではなく周辺国への支援を行う今後の取組への協力も考えられる。また、SATREPS³⁰¹における「タイ国におけるレジリエンス強化のための道路と橋梁のライフタイムマネジメント技術の開発」（研究代表者：早稲田大学佐藤靖彦教授、2020年度採択、対象国・タイ王国）の取り組みは、チュラロンコン大学の一部に支援拠点を有している。コロナ拡大期間中に活動が制限されていたものの、今後本格的な進捗が見込まれれば、これらの動きとの連携を検討していくことも一案である。

5.3.7 土工(斜面)のアセットマネジメント概説

今回の調査で、土工（斜面）部門が最も評価が低かった。これについて、DOH も土工（斜面）部門が弱点であると自ら認識しており、人材育成やマニュアルの整備などによる技術力の底上げが必要である。また、DOH は、維持管理及び設計分野において日本の大学と共同で研究を進めたいとの意向がある。

今後、タイの実情に即した現場の技術者が使いやすく実効性の高い点検および診断に関するマニュアルを作成し、維持管理能力の向上を図っていくことが効果的であると考えられる。また、のり面の設計・施工マニュアルが整備されていないこともあり、現地の技術者が緊急事象発生時を含めてのり面対策を適時に選定できていない。

そのため、マニュアルを整備することにより、現地事務所に配置されている DOH の技術者を含む設計・施工にかかわる技術者の技術力の向上と、効率的なプロジェクトの推進につながれるものとする。これらについては、JICA 技術協力プロジェクトを投入することにより実現できると考えられる。また、ワークショップを活用して実用的なマニュアル作成に繋げていく方法も一案である。

のり面のデータベースが構築されていないため、適切な補修・改築計画の立案につながらない。そのため、データベースを構築し、中央、地方事務所でデータを共有できるシステムを開発し運用

³⁰¹ 国際科学技術共同研究推進事業 地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム (SATREPS)
<https://www.jst.go.jp/global/>

していくことが必要である。そのためには、JICA 技術協力プロジェクトを投入することも一案である。

斜面の安定解析と適切な対策立案ができる斜面防災に関する専門家が不足している課題に対しては、DOH 職員を研修員として本邦大学や研究機関等へ受け入れを行うことにより、斜面防災の技術者の育成と維持管理能力の向上につなげていくことが期待できる。

《監視（モニタリング）について》

地滑りの監視システムについて、DOH は、タイ北部地域のプロジェクトにおいて斜面の動きを監視するためのセンサーを設置するなど斜面のモニタリングを始めたところである。DOH は、今後斜面のモニタリングについては実施していく必要があるという認識を持っているが、設備や機器を所有していないためほとんどの場合コンサルタントやコントラクターの協力を得なければならないため、そのことが課題であると考えている。また、DOH は各事象に対して、どのようなシステムやどのような機器が最適なのか等について知識と経験を有していない。

DOH は、緊急事態や災害時に対応するために、監視車両にカメラを付ける取り組みを始めている。また、ドローンを購入し、地滑りや橋の崩壊、休日の交通状況などを監視するために使用しているが、効果的で適切な活用方法についての技術移転を希望している。

これらについて、現在進行中の JICA トンネル技術協力プロジェクトに取り込み技術移転していくことも一案である。

5.4 タイへの技術協力・支援

5.4.1 JICA 技術協力プロジェクト

5.4.1.1 背景と経過

タイが抱える課題は「産業競争力の強化」「高齢化対策」「環境・気候変動対策」、「周辺国との連携強化」であり、我が国の同国への協力重点分野は、「継続的な経済の発展と成熟する社会への対応」「ASEAN 域内共通課題への対応」「ASEAN 域外諸国への第三国支援」である。

本プロジェクトは DOH における山岳道路トンネルの能力開発を支援することで、タイ国内の将来的な高速道路ネットワークを拡大し、タイ及び ASEAN の経済発展に不可欠な産業の基幹となる道路交通機能の確保及び強化を実現することを目的としているおり、我が国の援助方針とも合致する。

タイ政府における本格的な道路整備計画は、第 1 次国家社会開発計画（1962 年～1966 年）を受けて作成された道路整備 7 か年計画（1965 年～1971 年）から開始された。これに対し、日本国政府からの政府開発援助（Official Development Assistance：以下、ODA）は 1954 年の技術協力に始まり、1968 年に有償資金協力事業（円借款事業）、1970 年には無償資金協力事業が開始された。以後、円借款プロジェクトとして整備された道路は、バンコク首都圏の首都高速道路やチャオプラヤ川橋梁建設事業、主要幹線道路整備など多数あり、現在も都市の骨格となる重要なインフラ整備として機能している。タイにとって我が国は投資額及び援助額ともに非常に大きく、我が国にとっても同国は多くの日系企業が進出するなど重要な経済活動のパートナーとなった。タイに対する我が国の援助実績（運輸・交通セクター）を表 5.5 に示す。

表 5.5 タイに対する我が国の援助実績（運輸・交通セクター）³⁰²

事業形態	期間/締結年月	プロジェクト名
技協	2020年12月28日から2024年12月13日	トンネルプロジェクト監理能力向上プロジェクト
技協	2019年4月～2020年3月	モデル地域交通管制システムの構築を通じたバンコク都渋滞改善プロジェクト
技協	2011年10月～2013年7月	地方における橋梁基本計画作成・橋梁維持管理能力プロジェクト
技協	2001年4月～2003年3月	鉄道研修センター
有償	借款契約（L/A）調印：2016年9月	バンコク大量輸送網整備事業（レッドライン）（3）
有償	借款契約（L/A）調印：2015年6月	バンコク大量輸送網整備事業（レッドライン）（2）
有償	借款契約（L/A）調印：2010年9月	ノンタブリ1道路チャオプラヤ川橋梁建設事業
有償	借款契約（L/A）調印：2010年9月	バンコク大量輸送網整備事業（パープルライン）（2）
有償	借款契約（L/A）調印：2005年5月	第2バンコク国際空港建設事業（7）
有償	借款契約（L/A）調印：2004年4月	第2バンコク国際空港建設事業（6）
有償	借款契約（L/A）調印：2002年9月	第2バンコク国際空港建設事業（5）
有償	借款契約（L/A）調印：2001年12月	第2メコン国際橋架橋事業（タイ）
有償	借款契約（L/A）調印：2000年9月	バンコク地下鉄建設事業（5）
有償	借款契約（L/A）調印：2000年9月	地方幹線道路網改良事業（3）
有償	借款契約（L/A）調印：2000年9月	第2バンコク国際空港建設事業（4）
有償	借款契約（L/A）調印：1999年9月	バンコク地下鉄建設事業（4）
有償	借款契約（L/A）調印：1999年9月	第2バンコク国際空港建設事業（3）
有償	借款契約（L/A）調印：1998年9月	バンコク地下鉄建設事業（3）
有償	借款契約（L/A）調印：1998年9月	交通計画管理セクターローン
有償	借款契約（L/A）調印：1997年9月	バンコク地下鉄建設事業（2）
有償	借款契約（L/A）調印：1997年9月	パックレット橋及び付帯道路建設事業
有償	借款契約（L/A）調印：1997年9月	産業環状道路建設事業
有償	借款契約（L/A）調印：1997年9月	第2バンコク国際空港建設事業（2）
有償	借款契約（L/A）調印：1996年9月	バンコク地下鉄建設事業
有償	借款契約（L/A）調印：1996年9月	ワットナコンイン橋及び付帯道路建設事業（2）

³⁰² ODA 見える化サイト (<https://www.jica.go.jp/oda/index.html>)

事業形態	期間/締結年月	プロジェクト名
有償	借入契約 (L/A) 調印：1996年9月	国鉄軌道改良事業 (3)
有償	借入契約 (L/A) 調印：1996年9月	第2バンコク国際空港建設事業 (1)
有償	借入契約 (L/A) 調印：1995年9月	ワットナコンイン橋及び付帯道路建設事業
有償	借入契約 (L/A) 調印：1995年9月	地方幹線道路網改良事業 (2)
有償	借入契約 (L/A) 調印：1994年9月	国鉄軌道改良事業 (2)
有償	借入契約 (L/A) 調印：1994年9月	地方幹線道路網改良事業
有償	借入契約 (L/A) 調印：1993年9月	バンコク～チョンブリー道路建設事業 (2)
有償	借入契約 (L/A) 調印：1993年1月	国鉄軌道改良事業
無償	贈与契約 (G/A)：2012年8月	東部外環状道路 (国道九号線) 改修計画

タイにおける山岳トンネルは、鉄道トンネルや水路トンネルの経験はあるものの、大断面と各種設備が必要とされる道路トンネルの経験はなく、今後の山岳道路トンネルの整備に向けて、その調査・計画・設計、施工・プロジェクト監理及び維持管理等の能力向上が必要となっている。

DOH ではかかる状況を鑑み、JICA に対し山岳道路トンネル整備にあたっての調査・計画・設計、施工・プロジェクト監理及び維持管理等にかかる能力開発に係る技術協力プロジェクト「トンネルプロジェクト監理能力向上プロジェクト」の実施について要請した。

5.4.1.2 トンネルプロジェクト監理能力向上プロジェクト

(1) 基本方針

本プロジェクトは、山岳道路トンネルに係る調査、計画・設計、施工、供用、維持管理という整備事業のプロセスのうち、調査及び計画・設計までを対象とし、これらに係る発注者としての DOH の監理能力を開発することを目的とする。

DOH へのインタビューによれば、技術協力の対象は山岳道路トンネルのみであり、都市部における開削工法やシールド工法による道路トンネルは対象としないと考えていること、また、道路事業の大半を外部委託しており、直営事業は少ないことがわかった。

また、タイ国内の複数の民間地質調査会社、建設コンサルタント、コントラクターへのインタビューによれば、各社とも DOH から道路事業に係る調査、設計、施工の各業務を受注した経験があり、これまでに委託料未払い等の契約上のトラブルが生じたことはない。このため、仮に DOH が技術協力プロジェクトにおいて山岳道路トンネル整備事業に係る業務をこれら民間企業に委託するとしても、プロジェクトの進捗が滞る懸念はないといえる。

これらのインタビュー結果を踏まえて DOH と協議を重ねた結果、山岳道路トンネルに係る調査、計画・設計の監理に係る能力を DOH が習得することを本プロジェクトの目的とすることが妥当であるとの結論に至った。

(2) プロジェクトの対象地域

本プロジェクトはDOHが管理する国道すべてに関わることから、プロジェクトの対象地域はタイ全土とした。

(3) 技術協力プロジェクトの目標と成果

10) 上位目標

上位目標は、「国道及び高速道路の整備に係る国家政策の一環として、山岳道路トンネル建設事業がDOHによって形成され、監理される。」であり、上位目標達成度を評価するための指標として下記の項目が設定されている。

- 1) 山岳道路トンネル事業計画リストが更新され、リストに掲載されたトンネル事業が継続的に推進される。
- 2) 山岳道路トンネル事業がXX件以上、調査、設計及び／または施工の段階に到達する。

プロジェクト目標を案件監理に係る基盤の構築としたことから、上位目標は、その基盤が機能することによる、山岳道路トンネル建設事業の形成及び監理とした。指標として、山岳道路トンネル建設事業の推進を示す、事業計画リストにある事業の継続的推進、事業の特定段階到達の2点を掲げた。

11) プロジェクト目標

プロジェクト目標は、「山岳道路トンネル事業の案件監理に係る基盤がDOHに構築される。」であり、プロジェクト目標達成度を評価するため指標として下記の項目が設定されている。

- 1) DOHが、トンネル建設を担当する職員をXX名以上指名する。
- 2) 本プロジェクトによって作成された基準及びガイドラインに基づいて、山岳トンネル案件（調査及び設計）がXX件以上計画される。

プロジェクト目標の案件監理に係る基盤が構築されたか否かは、担当者として指名される職員の数及び調査及び設計の計画案件数をもって判断することとし、それを指標2個によって表現した。

なお、プロジェクト開始後半年以内を目途としてベースライン調査を実施することとする。過去のJICA技術協力プロジェクトで実施機関の能力強化・向上を目的とするものは、ベースライン調査においてプロジェクト開始時点における実施機関の現有の能力を評価することが通常であった。しかるに本プロジェクトでは、タイにとって未体験である山岳道路トンネルに係る能力が強化の対象とされており、事実上ゼロベースからの開始となる。そこでベースライン調査においては、プロジェクトに投入されるタイ側の人材、組織、資金が量的・質的にどのようなものであり、そのような現有資源の下でプロジェクトの活動を効果的なものとするための配置を提言することが、重要課題の一つとなる。そして、ベースライン調査の結果に応じて、指標にあるXXに具体的な数値を設定し、JCCにおいて承認を得ることとする（上位目標や成果（アウトプット）についても同様とする）。

12) プロジェクトの成果（アウトプット）

プロジェクトの成果（アウトプット）は、プロジェクト目標を達成するために、プロジェクトの活動によって達成される中間的目標で、プロジェクトがどのようにプロジェクト目標を達成しようとしているかを示す。表5.6にプロジェクトの成果を示す。

表 5.6 プロジェクトの成果（アウトプット）

<p>成果 1： DOH のトンネル事業に係る人員、組織及び所掌業務が確立される。</p> <p>指標 1-1： DOH にトンネル事業を担当する部署が設立される。</p> <p>指標 1-2： 指標 1-1 に示された部署に十分な人員が配属される。</p> <p>指標 1-3： 指標 1-1 に示された部署の責務が明確化される。</p> <p>成果 2： 山岳道路トンネル事業の監理サイクルに対する DOH の理解が深まる。</p> <p>指標 2-1： DOH において、山岳道路トンネル事業の監理サイクルが明確化される。</p> <p>指標 2-2： DOH により、山岳道路トンネル事業のプログラムが作成される。</p> <p>指標 2-3： 事業監理サイクルを考慮して、山岳道路トンネルの建設及び維持管理に係る監督検査要領（案）が作成される。</p> <p>成果 3： 山岳道路トンネルに係る DOH の調査能力が向上する。</p> <p>指標 3-1： DOH により、山岳道路トンネルの調査マニュアル（案）が作成される。</p> <p>指標 3-2： DOH により、山岳道路トンネルの調査業務に係る共通仕様書（案）が作成される。</p> <p>指標 3-3： DOH により、山岳道路トンネルの調査業務に係る積算マニュアル（案）が作成される。</p> <p>指標 3-4： 本プロジェクトで作成されたマニュアル（案）類及びパイロットスタディのための業務指示書を参照して、調査段階の山岳道路トンネル事業が監理される。</p> <p>成果 4： 山岳道路トンネルに係る DOH の設計能力が向上する。</p> <p>指標 4-1： DOH により、山岳道路トンネルの設計マニュアル（案）が作成される。</p> <p>指標 4-2： DOH により、山岳道路トンネルの設計業務に係る共通仕様書（案）が作成される。</p> <p>指標 4-3： DOH により、山岳道路トンネルの設計業務に係る積算マニュアル（案）が作成される。</p> <p>指標 4-4： 本プロジェクトで作成されたマニュアル（案）類及びパイロットスタディのための業務指示書を参照して、設計段階の山岳道路トンネル事業が監理される。</p>

本プロジェクトの目的を、山岳道路トンネルに係る調査及び計画・設計の監理能力の開発としたことから、それを達成するための中間的目標として、トンネル事業に係る人員、組織及び所掌業務の確立（成果 1）、山岳道路トンネル事業の監理サイクルに対する理解（成果 2）、調査能力の向上（成果 3）、設計能力の向上（成果 4）を設定した。そして、各成果に直接関係する複数の指標を設定した。なお、DOH 内に課（Bureau）のレベルの部署を新設することは相応の手続きが要求されるのに対して、その下のレベルであるユニット（Unit）やセクション（Section）の新設であれば比較的柔軟に対応できるとの発言が DOH 側からあったため、成果 1 にいう組織及び指標 1-1 にある部署はユニットやセクションのレベルを指すものとした。

13) プロジェクトの活動

プロジェクトの活動は、各成果にそれぞれ複数の活動が設定される。表 5.7 にプロジェクトの活動を示す。

表 5.7 プロジェクトの活動

<p>活動 1-1： DOH の現在の組織構造及び所掌業務をレビューする。</p> <p>活動 1-2： 山岳トンネル事業の監理を担当するのに最も適した DOH の部署及び必要な人材を特定する。</p> <p>活動 1-3： 道路トンネル事業の監理を担当する部署の所掌業務及び責任を特定する。</p> <p>活動 2-1： 山岳道路トンネルの監理サイクルを特定する。</p> <p>活動 2-2： 山岳道路トンネル整備のプログラムを監理サイクルとして作成する。</p> <p>活動 2-3： 案件監理サイクルを考慮して、山岳道路トンネルの建設及び維持管理に係る監督検査要領（案）を作成する。</p> <p>活動 3-1： 山岳道路トンネルの調査マニュアル（案）を作成する。</p> <p>活動 3-2： 山岳道路トンネルの調査業務に係る共通仕様書（案）を作成する。</p>
--

活動 3-3：山岳道路トンネルの調査業務に係る積算マニュアル（案）を作成する。
 活動 3-4：山岳道路トンネルの調査のためのパイロットスタディサイトを選定する。
 活動 3-5：山岳道路トンネルの調査のためのパイロットスタディを実施する。

活動 4-1：山岳道路トンネルの設計マニュアル（案）を作成する。
 活動 4-2：山岳道路トンネルの設計業務に係る共通仕様書（案）を作成する。
 活動 4-3：山岳道路トンネルの設計業務に係る積算マニュアル（案）を作成する。
 活動 4-4：山岳道路トンネルの設計のためのパイロットスタディサイトを選定する。
 活動 4-5：山岳道路トンネルの設計のためのパイロットスタディを実施する。

成果 1 のための活動は、組織づくりとして現状のレビュー、最適な現存部署・人材の特定、新設部署の所掌業務及び責任の特定とした。成果 2 のための活動は、山岳道路トンネル事業の監理サイクルの特定、作成及びそれを考慮した建設及び維持管理に係る監督検査要領（案）の作成とした。成果 3 及び成果 4 のための活動は、それぞれ山岳道路トンネルの調査、設計のためのマニュアル類の作成及びパイロットスタディの実施とした。

5.4.2 WB 及び ADB

WB は直近 10 年間、タイ政府に対する借款を行っていない。10 年以上前に実施された DOH 管轄の道路の拡幅事業が、タイにおける最後の借款案件である。借款以外では、性能規定契約（Performance-Based Contract：PBC）方式の導入や道路データベースの構築等を支援してきており、現在も MOT 等のタイ国省庁と情報交換する場を継続して設けている。ADB は、タイを含む複数の東南アジア諸国を対象として「大メコン圏高速道路拡張計画」（Greater Mekong Subregion Highway Expansion Project, フェーズ 1：2017 年 1 月終了、フェーズ 2：2018 年 8 月から実施中、2022 年 9 月終了予定）を実施している。両行とも、タイを中高所得国として格付けしており、市場金利を上回る借款金利を設定していることから、今後両行による大規模な借款案件は考えにくい。

また、WB 及び ADB 以外に DOH に対する道路インフラ整備支援を行っているドナーは、現在のところ存在しない。

5.5 ヒアリングおよび現地調査の経過

タイの道路アセットマネジメントの実態調査は、2020 年度業務と 2022 年度業務で実施している。2020 年度は、コロナ禍の影響で渡航が制限されたため、オンライン・ヒアリングのみ実施し、2022 年度は、2020 年度の調査を踏まえて、現地調査と現地でのヒアリングを実施している。

5.5.1 および 5.5.2 に、その経過を示す。

5.5.1 2020 年度の道路アセットマネジメント成熟度評価

2020 年度は、表 5.8 に示す参加者、日程でオンライン・ヒアリングにより実施し、事前に評価表を配布し、評定の仕方をキックオフミーティング時に説明した。ヒアリングでは、相手が評定した点の低い項目と高い項目を中心に、その理由と背景を説明してもらった。また、ヒアリングの中で相手が評定点の修正を申し出た場合は、その場で修正した。

表 5.8 成熟度評価ヒアリングの実施内容（2020 年度）

項目	日時	出席者	内容
JICA キックオフ	2021/6/8	JICA 本部、JICA タイ事務所	趣旨説明
DOH キックオフ	2021/6/29	橋梁建設部、維持管理部	趣旨説明、ヒアリング日時設定

項目	日時	出席者	内容
		Mr.Pornchai Silarom(Acting Civil Engineer, Expert Level)、 Ms.Pattharin Sarutipand(Civil Engineer, Senior Professional Level)、 Mr.Wiboon Srikhom(Civil Engineer, Senior Professional Level)、 Ms.Ruttanawadee Phukham(Civil Engineer, Senior Professional Level)、 Mr.Wisit Rangsisuriyachai(Civil Engineer, Professional Level)、 Mr.Naris Graisor(Civil Engineer, Practitioner Level)	
橋梁、モニタリング/ 組織	2021/7/8	橋梁建設部 Mr.Pornchai Silarom(Acting Civil Engineer, Expert Level)、 Mr.Wiboon Srikhom(Civil Engineer, Senior Professional Level)、 Mr.Naris Graisor(Civil Engineer, Practitioner Level)	評価シート採点
橋梁、モニタリング/ 組織	2021/7/13	橋梁建設部 Mr.Pornchai Silarom(Acting Civil Engineer, Expert Level)、 Mr.Wiboon Srikhom(Civil Engineer, Senior Professional Level)、 Mr.Naris Graisor(Civil Engineer, Practitioner Level)	評価シート採点
舗装、土工 (評価シート確認)	2021/7/13	維持管理部 Ms.Pattharin Sarutipand(Civil Engineer, Senior Professional Level)、 Ms.Ruttanawadee Phukham(Civil Engineer, Senior Professional Level)、 Mr.Wisit Rangsisuriyachai(Civil Engineer, Professional Level)	評価シート採点
評価素案、支援計画案 (意見交換)	2021/7/29	橋梁建設部、維持管理部 Mr.Pornchai Silarom(Acting Civil Engineer, Expert Level)、 Ms.Pattharin Sarutipand(Civil Engineer, Senior Professional Level)、 Mr.Wiboon Srikhom(Civil Engineer, Senior Professional Level)、 Ms.Ruttanawadee Phukham(Civil Engineer, Senior Professional Level)、 Mr.Wisit Rangsisuriyachai、 Mr.Naris Graisor(Civil Engineer, Professional Level)	支援計画案提示
JICA 報告	2021/8/19	JICA タイ事務所	調査結果報告
	2021/8/24	JICA 本部	

5.5.2 2022年度の道路アセットマネジメント成熟度評価

2022年度は、現地渡航のうえ表 5.9 に示す日程、参加者、内容で調査を実施した。DOH の地域組織の体制と運用を確認するとともに、橋梁に関する専門組織等を視察し意見交換を行った。図 5.12 に現地調査の位置図を示す。また、2022年度はタイ主要大学を直接訪問して RAMP 取組に資する意見交換を行った（表 5.10）。

表 5.9 成熟度評価に関する現地調査の実施内容（2022年度）

項目	日時	出席者	内容
JICA	2022/11/28	JICA タイ事務所	調査計画説明
DOH 本部	2022/11/29	Dr Bhanitiz Aursudkij (Bureau of International Highways Cooperation), Mr Chairat Supachawarote (Bureau of Materials Analysis and Inspection), Ms Ruttanawadee Phukhan (Bureau of Highway Maintenance)	AM 評価結果に関する意見交換

項目	日時	出席者	内容
		Management), Ms Manlika Nuankerd (Bureau of International Highways Cooperation), Mr. Wason Truksachamchon (Bureau of Materials Analysis and Inspection), Mr Pakasit Hongthong (Bureau of Materials Analysis and Inspection), Mr Sinlawat Ponlasit (Bureau of Highway Safety), Mr Nattawut Eakkitti (Bureau of Bridge Construction), Mr Siripong Yenjal (Office of Traffic Weight Control), Mr Suppakorn Suttipan (Bureau of Highway Maintenance Management), Mr Korawat Tanong (Bureau of International Highways Cooperation)	
DOH : Bangkok Highway District Office	2022/11/30	Mr Mongkhon Nuankiang (Manager of Bangkok Highways District), Mr Narongsak Youngsamuth (Head of Don Muang Highway Office), Ms Suvina Perbankhem (Head of Romklao Highway Office)	地方組織の体制 舗装補修作業の現場 視察
DOH : Bridge Construction and Rehabilitation Center 3	2022/12/1	Mr Poinchoi Silaiom (Director of Bridge Construction & Maintenance Center No.3), Mr Chiraphon Joohong (Deputy Director), Ms Wichuda Chansama Nuamai (Chief of Production of Prestressed Concrete Structures), Mr Jakkapol Bantoum (Senior Civil Technician, Survey and Design)	橋梁専門組織の機能 と体制の確認、直営 工場の運営状況
DOH 本部 フォローアップ ミーティング	2023/2/10	Mr. Bhanitiz Aursudkij (Civil Engineer, Senior Professional Level), Ms. Rattanawadee Phukham (Civil Engineer, Senior Professional Level), Ms. Yanika Laikitpanit (Foreign Relations Officer, Professional Level), Mr. Suppakorn Suttipan (Civil Engineer, Practitioner Level), Ms. Plengpin Chivakiat (Civil Engineer, Practitioner Level), Mr. Waritz Rattanasiriphan (Civil Engineer, Practitioner Level)	現地調査を踏まえた AM評価更新の確認 と意見交換
JICA 本部報告会	2023/2/14	JICA 本部、JICA タイ事務所	2022 タイ調査結果と AM評価、現状と課 題・改善策の報告

表 5.10 主要大学との意見交換(2022)

項目	日時	出席者	内容
チュラロンコン大学	2022/12/2	Prof. Suched Likitlersuang Assoc. Prof. Tirawat Boonyatee Tidarut Wisuthseriwong Varrit Anansuksawat	意見交換 大学と DOH・DRR 等との関係、技術基 準、道路 AM の課題 など
タマサート大学	2022/12/2	Prof. Virote Boonyapinyo Assoc. Prof. Sayan Sirimontree Assist. Prof. Kridayuth Chompooming Ajarn Tustha Sriwaliai	意見交換 大学と DOH・DRR 等との関係、技術基 準、道路 AM の課題 など

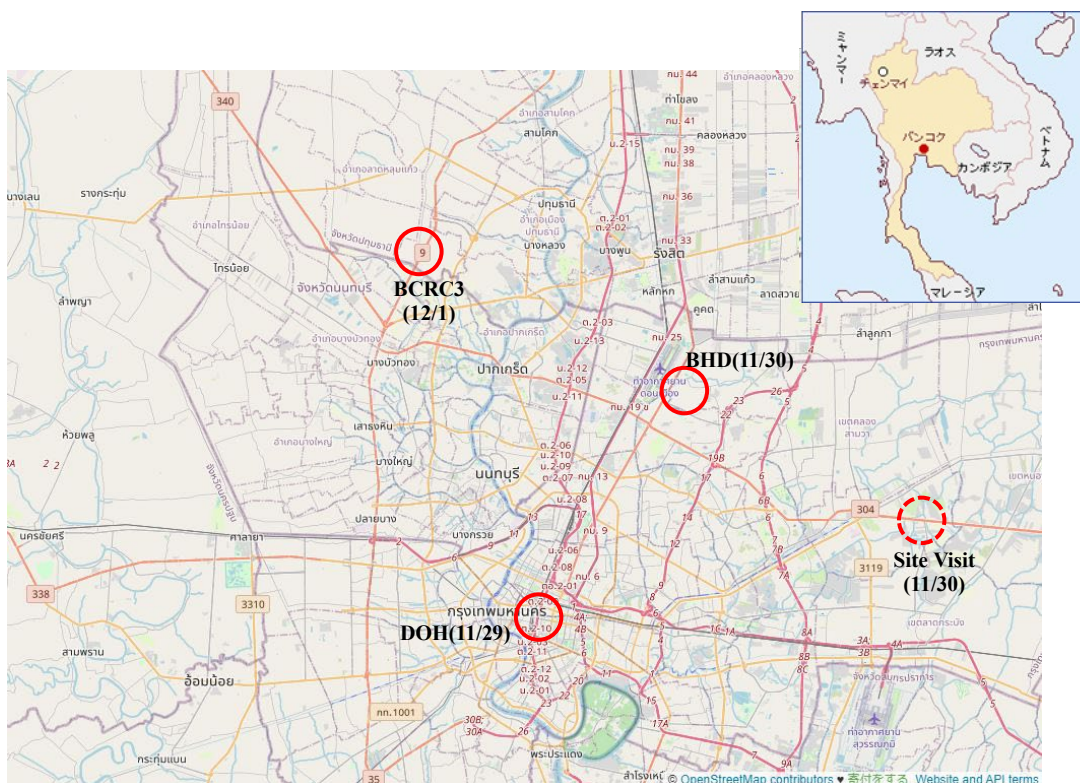


図 5.12 タイにおける道路 AM 実態調査、現地調査位置図

5.6 施工・維持管理能力・技術水準

タイの道路管理者の代表として、MOT の道路行政の中心組織であり最大の組織と技術力を有する DOH を選定する。

5.6.1 DOH の概況

DOH はタイ国内の国道及び都市間高速道路など、約 52,000km に上る主要幹線道路を管轄しており、新規の建設も担っている。また、バンコクの本部のもと、18 の地方事務所とその下に 104 の道路事務所からなる体制が構築されており、十分な執行能力があることがうかがえる。

DOH からのヒアリングの結果、舗装、橋梁においては、施工・維持管理能力・技術水準が高いことが確認された。また、各種基準類やマニュアル類についても整備されており、事業を遂行するにあたっての大きな課題はないことを確認した。一方、土工（斜面）については、本部には地質専門家等は配置されてはいるものの、現地事務所には専門の技術力を有する技術者が配置されておらず、点検・診断を行う十分な能力が不足し、災害や特別な事象が発生した際に、のり面対策を立案する等における技術力についても不十分な状況であることが確認された。

5.6.2 技術力・人材育成等

DOH はタイ国内の国道及び都市間高速道路など、国内の主要幹線道路網の建設、管理、管轄しており、管理道路の総延長は日本と同等となる約 52,000km である。管理道路の中には片側 3 車線以上の道路も多く、舗装状態も良好な状態を維持しており、道路・橋梁における維持管理能力は高いこ

とがうかがえる。一方、道路トンネルの建設実績はこれまでに2件のみであり、道路トンネルの建設、案件監理にかかる能力は不十分な状況にある。一方、DOHは省内で博士号取得を支援するプログラムがあり、アメリカ、ヨーロッパ、日本などで博士号を取得している職員が多く在籍しており、職員個人の能力は高いと推察される。

5.6.3 技術基準及びマニュアルの整備状況

タイの道路セクター（道路・橋梁等）に関する設計、建設、施工、維持管理の基準及びマニュアルを表5.11、表5.12に示す。DOHが適用している基準等は主に米国全州道路交通運輸行政官協会（American Association of State Highway and Transportation Officials：以下、AASHTO）基準及び米国コンクリート工学協会（American Concrete Institute：ACI）のBuilding Code等の米国基準に基づいて作成されたものである。一方で、DOH以外の各管理組織が独自の基準及びマニュアルを所有または適用している場合があり、異なる組織間での共有や統一はなされていない。

特に、MOT傘下にあるDOHとDRRはお互いの歴史の違いから独自の技術基準を採用してきた事情があり、特殊橋梁の維持管理を複雑にしている要因の一つになっていると考えられる。

表5.11からも分かるようにタイの道路管理者（DOH等）は道路及び橋梁に関する基準・マニュアル類を整備しているものの、道路トンネルに関する基準・マニュアル類が整備されていない状況である。DOH省内の部署（Bureau of Road Research and Development）には山岳トンネルの建設概論が整理されたReport No. RD242（Basic Engineering Principles of Mountain Tunnel Construction）が作成されているが、本資料はDOH職員のDr.Attasit（Basic Engineering Principles of Mountain Tunnel Construction）が米国留学時の経験及び知識によって独自に作成した報告書であり、実際のトンネル業務にも適用されていないのが現状である。

表 5.11 道路・橋梁等に関する基準及びマニュアル

No.	基準・マニュアル名称	発行日	管理者
1	Specifications for Highway Construction	2003	DOH
2	Bridge Strengthening Manual	2006.5	DOH
3	Bridge Inspection, Analysis and Evaluation Manual	2006.5	DOH
4	Bridge Repair and Maintenance Manual	2006.5	DOH
5	Work Instruction for Bridge and Box Culvert Construction	2006	DOH
6	Inspection Manual for Expressways	1990.3	EXAT
7	Manual for Inspection of the Rama IX Bridge	1990.3	EXAT
8	Procedure for Construction Management of RC Bridges and Condition Evaluation including Maintenance Method	2000.8	DRR
9	Manual for Construction and Maintenance of Road	2003	DRR
10	Project for Development of Management System for DRR's Road Network (Phase 1)-Manual for Bridge Inspection and Evaluation-	2007.2	DRR
11	Bridge Inspection and Improvement Manual	2007.9	DRR
12	The Industrial Ring Road Project - Inspection and Maintenance Manual -	2008.1	DRR
13	Study Project for Repair Method for Damages due to Material Deterioration and Service Life of Bridges in DRR's Road Network (Phase 2) - Final Report -	2009.9	DRR
14	Project for Maintenance and Management System Development for DRR's Bridges- Manual for repair of RC bridge components due to deterioration of bridge structures and components	2009.12	DRR
15	Inspection and evaluation manual	2011.3	DRR
16	Formulation manual for long term maintenance plan for bridges	2011.3	DRR
17	Routine Maintenance Manual	2011.6	DRR

18	Inspection and evaluation manual	2013.7	DRR
19	Formulation manual for long term maintenance plan for bridges	2013.7	DRR
20	Manual for flooding and restoration	2013.7	DRR

表 5.12 DOH の道路・橋梁等に関する基準及びマニュアル (2022 追加調査) ³⁰³

DOH Manuals for Road Management and Maintenance / Computerize Management System

Name of Manual	Remark
(Pavement)	
Pavement Management System (PMS)	
Database	Type of pavement, Length, etc.
Inspection Manual for Regular Inspection	Daily or weekly by DOH staff
Inspection Manual for Periodic Inspection	Yearly of 5-year by consultant
Manual for Evaluation (Rating) of Pavement Defects	(Confirmed by Civil Engineer of
Manual for Repair/ Rehabilitation of Pavement	Bureau of Highways Maintenance)
Design Manual for Pavement Repair/Rehabilitation	
(Bridge)	
Bridge Management System (BMS)	Bridge Maintenance and Management System (BMMS)
Database	
Inspection Manual for Regular Inspection	Bridge Inspection and Evaluation Manual
Inspection Manual for Periodic Inspection	
Manual for Evaluation (Rating) of Defects	
Manual for Repair/Rehabilitation of Bridge	Bridge Strengthening Manual
Design Manual for Bridge Repair/ Rehabilitation	
Earthwork/ Slopes, Embankment/ Cuts, etc.	
Database of Earthwork	
Inspection Manual for Regular Inspection	Frequency, Report Form, Inspectors, Types of Defects, etc.
Inspection Manual for Periodic Inspection	
Manual for Evaluation (Rating) of Defects	
Manual for Repair/ Rehabilitation of Earthwork	Repair methods
Design Manual for Earthwork Repair/ Rehabilitation	
Specifications of Repair/ Rehabilitation of Earthwork	Quality control
Manual of Cost Estimation	
Pavement rehabilitation	Manual by Ministry of Finance
Bridge rehabilitation	Manual by Ministry of Finance
Earthwork rehabilitation	Manual by Ministry of Finance

5.7 道路 AM の成熟度

5.7.1 成熟度評価の実施方法

2020年度の調査結果を踏まえ、2022年度の現地調査およびヒアリングで得られた情報に基づき、他国案件とのキャリブレーションを行い、評価した。評価は、2020年度の調査結果を部分的に修正および追加している。

5.7.2 成熟度評価結果

中項目レーダーチャート（評価点数）を図 5.13 に示す。図中の5年後とは、現在実施中の JICA 技術協力プロジェクトが終了した場合の想定である。

³⁰³ DOH 本部ヒアリングにより調査団作成

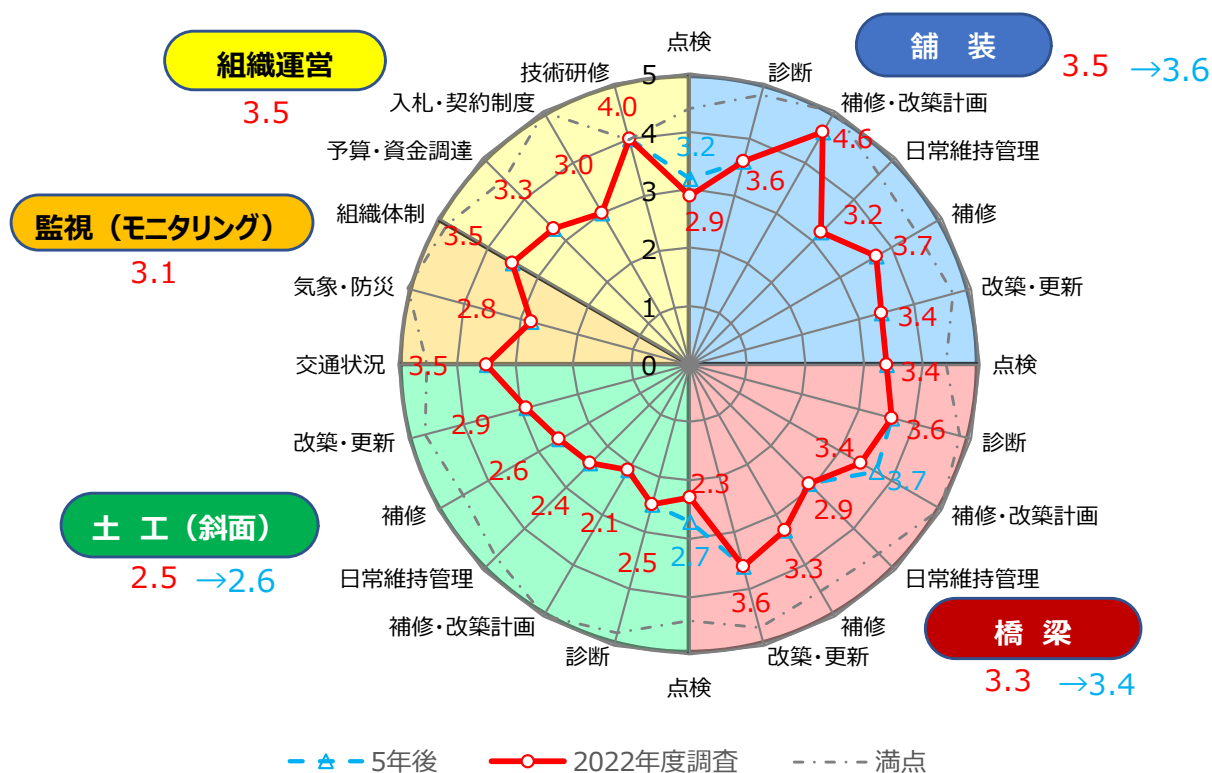


図 5.13 大項目レーダーチャート (評価点数)

(1) 全体的な評価

- 「土工」を除き、JICA 技術協力プロジェクトが目標とするレベル 3 を超えており、全体的に評価は高い。
- 「舗装」のレベルは 3.5 と高い評価である。その細目は、ほとんどが 3 以上である。
- 「橋梁」のレベルは 3.3 と高い評価である。その細目は、ほとんどで 3 以上である。
- 「土工 (斜面)」のレベルは 2.5 と評価され、その細目は、全体的に低い。
- 「組織運営」のレベルは 3.5 と高い評価である。その細目は、すべてがレベル 3 以上である。

(2) 舗装 (評価レベル 3.5)

- 「点検」のレベルは 2.9 であり、レベル 3 を下回る。これは、点検マニュアルの内容 (プロセス) が不十分、技術者の技術レベルに差があり点検・診断の精度に課題があることなどが要因である。
- 「日常維持管理」のレベルは 3.2 である。レベル 3 を超えているが、作業に必要な機材が不足している課題がある。
- 「診断」のレベルは 3.6、「補修・改築計画」のレベルは 4.6、「補修」のレベルは 3.7、「改築・更新」のレベルは 3.4 であり、高く評価される。これは、点検、診断の実施において現場レベルで対応が難しい課題に対しては、上層機関が支援するシステムが構築されており組織全体で解決する体制が整っていることや、工事の実施において DOH は直営で行う体制を構築しており、外注で実施する場合を含めて十分な対応能力を有していることなどが要因である。

(3) 橋梁 (評価レベル 3.3)

- 1) 「日常維持管理」のレベルは2.9で低い。これは、専門技術者がいない、清掃範囲が部分的であるなどが要因である。
- 2) 「診断」のレベルは3.6、「補修・改築計画」のレベルは3.4、「補修」のレベルは3.3、「改築・更新」のレベルは3.6で高い。これは、日常点検と定期点検はマニュアルが整備されており、複雑な橋梁は外注にて実施するが標準的な橋梁についてはDOHが直営で実施する能力を保有していることや、補修、改築更新とも、DOHは橋梁建設・保守センターに補修機械や人員を擁しており直営での実施能力を有していることが要因である。

(4) 土工(斜面) (評価レベル 2.5)

- 1) 「点検」のレベルは2.3で低い。これはDOHの技術者の技術レベルが低く、点検や診断ができない、点検マニュアルの記述が不十分(プロセスの記述)であることが要因である。
- 2) 「診断」のレベルは2.5で低い。これは、マニュアルの記述が不十分(プロセスの記述)であることが要因である。
- 3) 「補修・改築計画」のレベルは2.1で低い、これは、記録保存するDBがないことが要因である。
- 4) 「日常維持管理」のレベルは2.4で低い。これは、草刈り、水路清掃が、一部のみ実施されていることが要因である。
- 5) 「補修」のレベルは2.6で低い。これは、品質基準が不十分であることが要因である。
- 6) 「改築・更新」のレベルは2.9で低い。これは、改築・更新計画が科学的に行われていないことが要因である。

(5) 監視(モニタリング) (評価レベル 3.1)

- 1) 「交通状況」のレベルは3.5で高い。これは、交通量の観測頻度が、主要道路では電子機器により、24時間実施していることなどが要因である。

(6) 組織運営 (評価レベル 3.5)

- 1) 「組織体制」のレベルは3.5で高い。これは、役割分担が明確であり責任ある部門に人員配置が確保されているなどが要因である。
- 2) 「予算・資金調達」のレベルは3.3で高い。これは、5年間の予算が立案されており、道路に必要な予算の配分はバランスしているなどが要因である。
- 3) 「技術研修」のレベルは4.0であり、特に高い。これは、国内に5か所の道路建設トレーニングセンターが整備されており、研修に活用されていることが要因である。

5.7.3 2020年度評価からの変更の所見

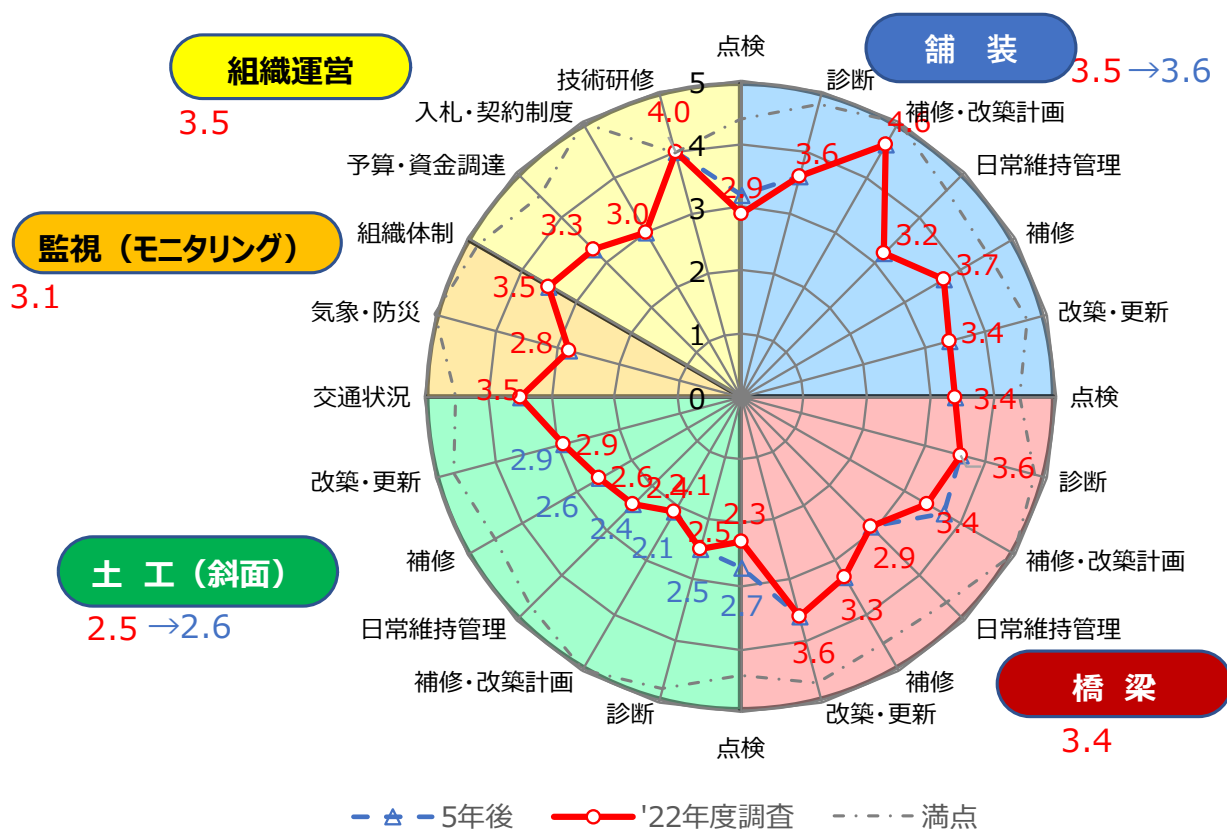


図 5.14 中項目レーダーチャート (評価点数)

- 14) 舗装、橋梁、モニタリング、組織運営の項目は、前回調査結果と同様に、全体として高い評価であることを確認した。
- 15) 組織に優秀な人材が多いほか、全国の国道を維持管理している 104 か所の Highway District 事務所とその傘下のサブ事務所が軽微な道路維持管理と補修工事を直営方式で日常的に実施している。
- 16) 全国に 4 か所の Bridge Construction & Rehabilitation Center があり、所内でプレテンション PC 桁を製作して橋長 120m までの橋梁を直営方式で建設している。コンクリート舗装を施工しているなど、高い技術力を有している。
- 17) 非常時に備えて大量のベイリー橋部材を保管している。
- 18) こうした実働組織を有しているため、大規模な工事以外は直営で対応できており、自然災害等の事態に直ちに直る能力がある。
- 19) 前回調査で土工 (斜面) の項目が低い評価となっている理由は、斜面崩壊しやすい地質の地域があること、北部国境地帯など少数民族保護区での用地取得が困難で急斜面を採用せざるを得ない事情があること、そうした地域では事前の地質調査が満足に実施できない事情がある、との意見を聞いている。
- 20) 山地を除けば、土工 (斜面) の評価は前回調査よりも高いと思われる。

5.8 道路AMの現況と課題

5.8.1 舗装AMの現況と課題

(1) 点検、診断

- 1) 定期点検ではコンサルタントに外注して、路面計測車を使ったIRI、轍、ひび割れ、滑り抵抗を計測している。
- 2) 日常点検では、DOHが目視点検にて実施している。
- 3) 道路利用者が舗装の損傷個所をDOHに通報する制度があり、損傷個所の早期発見に役立っている。
- 4) DOHの技術者に技術レベルの大きな差があるため、日常点検の精度に差が生じている。
- 5) 日常点検、定期点検マニュアルは、プロセスがわかるものになっておらず実用に向けた内容が不足している。
- 6) マスタープランに基づいて定期点検を実施し、PMSのデータを更新している。
- 7) DOHの技術者の診断技術力には世代間で大きな差がある。世代間の技術伝承が課題である。
- 8) 技術的組織階層が構築されている（現場レベルで対応不可能な課題は、上層機関が支援するシステム）。技術者の技術レベルに多様性があり、世代間の技術伝承に課題がある。
- 9) 重大な損傷やクリティカルな損傷については、調査・解析局が出向き、重錘落下式たわみ測定装置（FWD）などを活用して詳細調査を実施する。財政不足からコンサルタントに外注していない。
- 10) 調査・解析局は、限られた人材と機器しか保有していないので、全ての診断はできない。
- 11) 診断マニュアルがある。DOH技術者は、診断マニュアルを使用し、損傷原因の究明は、クリティカルな箇所のみ実施している。
- 12) 診断結果はデータベースで更新。PMSとリンクしていない。

(2) 日常維持管理

- 1) 地方事務所は、小規模な補修工事に対応できる機器を保有しているが、大規模な補修工事を実施する作業員と機器はない。
- 2) 緊急の損傷が発生した場合には、地方事務所から報告があり、評価基準に従い評価し、必要に応じ予算が配賦される。
- 3) 緊急事象の情報は、データベースシステムに記録・保存され共有されている。PMSとは異なり、緊急事象マネジメントシステムを運用している。

(3) 補修

- 1) 補修マニュアルはあるが、長期間更新していない。
- 2) 小規模な補修は直営工事部隊が実施し、大規模なケースは基本的に外注している。
- 3) DOHは直営工事部隊は日常的に補修工事を実施しており、技術レベルが高く、補修やアクセスが困難な場所の工事を実施する場合もある。
- 4) 資機材の調達マーケット的には可能であるが、公共調達の手続きによるため時間がかかる。海外から輸入が必要なものもある。

(4) 改築・更新

- 1) 基本的に外注している。
- 2) DOHは直営工事部隊を保有しており、技術レベルが高い補修やアクセスが困難な場所の工事をDOHで実施する場合もある。
- 3) 大規模な工事は、財務省が定めた方法で公共調達される（2～3年前に導入）。
- 4) 工法変更は、土木技術に精通した者で構成されたDOHの委員会にて決定される。

5.8.2 橋梁 AM の現況と課題

(1) 点検、診断

- 1) 日常点検と定期点検は、DOHが実施している。マニュアルに規定されている。
- 2) 長大橋や、構造が複雑な橋梁は、定期点検および診断をコンサルタントに外注している。
- 3) 定期点検は予算と人材の制約により50%程度の実施にとどまる。
- 4) 定期点検の記録はBMMSに入力しているが、日常点検は紙ベースにて記録している。

(2) 補修・改築計画

- 1) 資産台帳には、非常に古い橋梁は記載されていない。
- 2) 健全度予測は、BMMSのデータに基づき実施されている。
- 3) 補修・改築の費用の把握は50%にとどまる。

(3) 日常維持管理、補修、改築・更新

- 1) 日常維持管理はDOHが実施している。
- 2) 補修、改築更新とも、DOHが橋梁建設・保守センターに補修機械や人員を抱えており直営での実施能力がある。
- 3) 特別な内容について外部委託にて実施している。
- 4) 品質基準は、米国コンクリート協会（ACI）の基準を準拠している。
- 5) 補修マニュアルは、整備されているが、継続的に改定されていない。

(4) 研修、研究

- 1) 橋梁の専門家が不足している。

5.8.3 土工(斜面)AMの現況と課題

(1) 点検、診断

- 1) 現地事務所のDOH技術者は、点検や診断ができない。役割は、災害発生時の事象を報告すること。地方の道路の点検は実施されていない。
- 2) 点検および診断は、DOHの調査解析局の斜面安定に詳しい地質専門家が実施し、技術レベルは高い。
- 3) デザインビルドのコントラクターが、地質専門家をコンサルタントとして雇用して、調査、設計をひとつのパッケージとして実施する場合もある。
- 4) 点検と診断に関するマニュアルは、プロセスがわかるものになっておらず実用に向けた内容が不足している。
- 5) 調査・解析局は、診断結果を記録・保存をしているが共有がなされていない。

(2) 補修・改築計画

- 1) データベースがない。
- 2) 総合改築計画を昨年立ち上げた。根拠は、地方事務所からのヒアリングによるもので、科学的ではない。予防保全は、まだ時間がかかる。
- 3) 予算の要求時に事業計画を立案するが、予算に合わせて対策工のスコープを変更し、予算要求時と現地状況が異なれば事業計画も見直す。

(3) 日常維持管理、補修、改築・更新

- 1) 設計・施工の標準が整備されていない。
- 2) DOHの地方事務所が、斜面崩壊などの初動対応に当り交通確保する。手に負えない場合は、コントラクターの手助けを受ける。
- 3) 雨季に入ると水路を清掃する。ただし、道路の優先順位による。

(4) 研修、研究

- 1) 斜面防災に関する専門家が不足している。

5.8.4 監視(モニタリング)、組織運営 AMの現況と課題**(1) 監視 (モニタリング)**

- 1) 主要幹線道路の交通量は、電子機器により、24時間観測されている。それ以外の道路は、手動により年に2～3回程度観測されている。
- 2) 気象・防災のモニタリングは、常時実施されていない。モニタリングが必要な構造の橋梁においては、モニタリングを実施している。
- 3) モニタリングの結果は、通行止めなどの交通規制のために活用されていない。
- 4) DOH路線の性格からアクセスコントロールが不可能で、過積載車両の完全な取り締まりは非常に困難である。

(2) 組織運営

- 1) 5か年計画で予算が立案されている。
- 2) 道路に必要な予算の配分はバランスしている。

5.8.5 研究・開発が必要な課題

道路 AM 評価を通じて抽出された課題のうち、補修技術・長寿命化技術・点検技術の研究・開発が必要な課題は、表 5.13 に示すとおりである。

表 5.13 研究・開発が必要な課題 (タイ)

	対象となる課題	備考
舗装	個別のテーマは特にない	
橋梁	個別のテーマは特にない	橋梁の劣化メカニズムや対応方法に関する専門知識を備えた技術者が不足している。
土工	個別のテーマは特にない	斜面防災に関する専門家が不足しており、技術力の底上げが必要とであると DOH は認識している。

表 5.14 抽出された課題の研究計画の素案および大学の候補案（橋梁）

課題	橋梁の劣化メカニズムや対応方法に関する研究	
背景・必要性	橋梁の劣化に対するメカニズムや対応方法に関する専門知識を備えた技術者が不足している。	
研究計画	劣化した橋梁を対象に、車両の通行に伴うたわみや部材のひずみをモニタリングし、得られたデータから構造体の健全性や劣化メカニズムを検証する。弱点が確認できれば対策検討を行う。 劣化のメカニズムは、鋼橋、コンクリート橋、特殊橋梁などに分類して解析し、それぞれの特性に合わせた対策検討を行う。 研究は、モニタリングに必要な資機材や処理方法は本邦より技術供与し、現地における点検、測定や分析・評価は本邦大学と現地の大学・研究機関と協働で進める。	
大学の候補タイ	■Chulalongkorn University 1917年にタイで最初の高等教育を受けられる学校として発足し、首都バンコクにある。健康科学、建築、芸術、現代芸術、歯科、商取引と会計、経済、教育、エンジニアリング、法律、医学、看護、医薬品科学、政治、心理学、農業資源、獣医などがある。	
大学の候補 日本	東京大学	■長井 宏平 准教授 カンボジアより JICA 留学生（修士課程）を受け入れている（橋梁損傷データの活用・分析）。 成熟社会インフラ学を専門分野とし、鉄筋コンクリートやインフラ維持管理に関して研究している。
	金沢工業大学	■宮里 心一 教授 パキスタン、ミャンマー、キルギスより JICA 留学生（博士および修士課程）を受け入れている。 鉄筋コンクリートの長寿命化および資源循環型環境材料の開発等に関して研究している。
	東北大学	■久田 真 教授、皆川 浩 准教授 「東北インフラマネジメントプラットフォーム」で東北6県の産学官が情報基盤の整備や社会実装で連携している。コンクリート・材料工学を基礎に、インフラの維持管理、施工、建設マネジメントについて研究している。
	長岡技術科学大学	■宮下 剛 准教授 「新潟市橋梁アセットマネジメント検討委員会」の委員。振動などの計測・データ解析、計測・制御プログラム開発、モニタリング機器開発、橋梁等の骨組構造・薄肉構造の構造解析、構造実験等を通じて、構造ヘルスマニタリングを活用した橋梁の維持管理や FRP を用いた鋼橋の補修・補強等の研究を進める。

表 5.15 抽出された課題の研究計画の素案および大学の候補案（土工）

課題	タイの地質における斜面の安定化対策	
背景・必要性	のり面のデータベースが構築されておらず斜面安定解析と適切な対策立案ができる斜面防災に詳しい専門家が不足している。また、DOHは、斜面部門が弱点であると自ら意識しており、人材育成やマニュアルの整備など技術力の底上げが必要としている。維持管理分野と設計分野で日本の大学と共同で研究を進めたいとの意向がある。	
研究計画	斜面安定解析に必要な地質調査、設計手法の研究を行う。調査に必要な資機材や処理方法は必要に応じて本邦より技術供与し、現地調査、試験や分析・評価は本邦大学と現地の大学・短期大学と協働で進める。	
大学の候補タイ	■chulalongkorn University 1917年にタイで最初の高等教育を受けられる学校として発足し、首都バンコクにある。健康科学、建築、芸術、現代芸術、歯科、商取引と会計、経済、教育、エンジニアリング、法律、医学、看護、医薬品科学、政治、心理学、農業資源、獣医などがある	
大学の候補日本	防災を基軸にした斜面安定について多くの大学で研究されており、土質試験を前提にした安定解析を研究できる大学で留学生を受け入れられるならば対応可能と考えられる。なお、標準勾配等の基準は、国土交通省（土木研究所）や高速道路会社（NEXCO総研）が主導して策定された経緯があり、このような研究機関との連携も考えられる。	
	京都大学	■Pipatpongsa, Thirapong （ピパットポンサーティラポン）准教授 タイ国・チュラロンコン大学 工学部 土木工学科卒。 数値地盤力学・粒状体モデルによる斜面安定解析の研究より、地盤や土構造物の挙動予測への精度向上および効率化を目的とした材料特性実験を始め、物理模型実験、地盤構成則、数値計算手法および現場適用に関する研究課題に取り組んでいる。同時に、国際共同研究を通じて、現地問題解決に向けた適応可能な技術を開発し、地下エネルギー資源開発、地域地盤環境、自然災害予測への研究成果の活用を図っている。
	筑波大学	■松島 亘志 教授 地盤や各種粒状材料の変形・破壊、或いは流動現象を粒子レベルの力学から予測することを目指して、基礎理論の構築、様々な実験・解析手法の開発と、その応用研究を行っている。

5.9 道路AM 定着に向けた改善策・提言

道路AMの成熟度向上に向けて抽出された、課題、改善策、提言を整理する。提言に関し、カッコ[]は、優先順位を表し、AからCの順で高いものとする。

5.9.1 舗装AMの改善策・提言

5.9.1.1 点検、診断、日常維持管理、補修

舗装AMに関して抽出された課題、改善策、提言を表5.16に示す。

表 5.16 舗装AMに関する改善策と提言

	課題項目	改善策	提言
1	DOHの技術者の技術レベル差を解消し適切な点検・診断	熟練した技術者から若い技術者に、技術的な知識を移転していくことに積極的に取り組む。	DOHにて対応[C] マニュアルの改定作業はワークショップを活

	課題項目	改善策	提言
2	点検・診断手順を確立した日常/定期点検マニュアルを活用	点検診断マニュアルを実用的なものに見直しを行う。	用して対応（JICA支援）
3	診断を外部委託する予算を確保	予算に応じた優先的な定期点検・診断計画を立案する。	
4	日常維持管理に必要な機器を準備	緊急時の速やかな対応が可能となるよう体制の構築と応急復旧資材を常備する。	
5	緊急のポットホールなどへの対応が速やかに図られ道路通行車両への損傷を防止	緊急時や災害発生時の迅速な復旧方法の導入を図る。	
6	補修マニュアルが適切に運用できるように必要に応じて定期的に改定	補修マニュアルを実用的なものに見直し、改定作業をルーチン化する。	

5.9.2 橋梁 AM の改善策・提言

橋梁 AM に関して抽出された課題、改善策、提言を表 5.17 に示す。

表 5.17 橋梁 AM に関する改善策と提言

	課題項目	改善策	提言
1	適切な点検と診断を実施するために、橋梁数に見合った人員を確保	事業量に見合った DOH の人材を確保、研修等により技術力を習得する。	DOH にて対応[C] マニュアルの改定作業はワークショップを活用して対応（JICA 支援）
2	点検・診断の外注の予算を適切に確保	予算に応じた優先順位を見極めたうえで定期点検・診断計画を立案し、計画に基づき点検・診断を遂行する。	
3	古い橋梁の記録を資産台帳へ登録	古い橋梁を資産台帳に登録する計画を策定し実行に移す。また、そのための体制を確立する。	
4	全ての橋梁の補修・改築費用を把握	補修・改築費用を把握し、中期的な工事計画を策定し予算を確保する。	
5	資材や機器の確保に十分な資金が用意され、損傷箇所を適宜適切に補修	改築・更新事業について、新技術・新工法を取り入れ、全体事業の効率的な遂行と事業費の削減につなげる。	
6	補修マニュアルの定期的な改定を実施	補修マニュアルを改定する。	
7	橋梁の専門家を必要人数充足	橋梁劣化メカニズムや対応方法に関する技術力を有する専門家を育成する。 本邦大学や研究機関と連携する。	JICA 研修、招聘[B] 日本の大学への留学生受入

5.9.3 土工(斜面)AMの改善策・提言

土工（斜面）AM に関して抽出された課題、改善策、提言を表 5.18 に示す。

表 5.18 土工（斜面）AMに関する改善策と提言

	課題項目	改善策	提言
1	現地事務所で、斜面の点検、診断を実施	斜面防災のメカニズムや対応方法に関する技術力を有する専門家を育成する。	JICA 技術協力プロジェクト[A]
2	点検手順を確立した日常/定期点検マニュアルを活用	現地事務所の点検員にとって実用的なマニュアルを整備する。	
3	適時に技術力の高いコンサルタントを活用	外注を含め定期点検体制を確立する。	
4	診断結果を共有	診断結果を共有する DB を構築する。	
5	補修・改築履歴を共有	補修・診断履歴を共有する DB を構築する。	
6	補修・改築に必要な予算を配分	科学的根拠に基づく総合改築計画を立案する。	
7	斜面の設計、施工の標準を整備	斜面の設計、施工マニュアルを整備する。	
8	斜面防災の専門家を必要人数充足	斜面防災のメカニズムや対応方法に関する技術力を有する専門家を育成する。 本邦大学や研究機関と連携する。	JICA 研修、招聘[B] 日本の大学への留学生受入

5.9.4 監視(モニタリング)、組織運営 AM の改善策・提言

監視（モニタリング）、組織運営 AM に関して抽出された課題、改善策、提言を表 5.19 に示す。

表 5.19 監視（モニタリング）、組織運営 AM に関する改善策と提言

	課題項目	改善策	提言
1	必要な道路において、交通状況や交通量のモニタリングを実施	CCTV やトラフィックカウンターなどの機器の設置を行うとともに、一元的なモニタリングと情報共有が実施できる仕組みの拡充を図る。	自国で対応可能[C] (場合によっては JICA 技術協力プロジェクトを活用)
2	気象・防災のモニタリング、通行止めや交通規制の判断が遅滞なく適切に実施	必要な個所に気温計、路面温度計、風速計などのデータ取得のための機器を設置し通行止めや交通規制を適切に実施する。	

5.10 タイの道路AM評価結果一覧

大項目			中項目			小項目			細目		
	Lv	Achv		Lv	Achv		Lv	Achv		Lv	Achv
舗装	3.5	77.1%	(1) 点検	2.9	67%	(1) 点検体制	3.0	60%	<1> 体制	4.0	80%
									<2> 点検員の技術レベル	3	60%
									<3> 点検機器の稼働	2	40%
						(2) 点検マニュアル	2.0	51%	<4> 日常点検マニュアル整備	2	40%
									<5> 日常点検マニュアル運用	2	67%
									<6> 定期点検マニュアル整備	2	40%
									<7> 定期点検マニュアル運用	2	67%
						(3) 日常点検の実施	3.0	69%	<8> マニュアルの技術レベル	2.0	40%
									<9> 点検範囲	2	40%
									<10> 点検の実施頻度	2	67%
						(4) 定期点検の実施	4.3	100%	<11> 点検記録の保存・共有	5	100%
									<12> 点検範囲	5	100%
									<13> 点検の実施頻度	3	100%
									<14> 点検記録の保存・共有	5	100%
			(2) 診断	3.6	77%	(5) 診断体制	3.0	60%	<15> 体制	2.0	40%
									<16> 診断の技術レベル	4	80%
						(6) 診断マニュアル	3.2	78%	<17> 診断マニュアル整備	3	60%
									<18> 診断マニュアル運用	3	100%
						(7) 健全度の診断	4.3	87%	<19> マニュアルの技術レベル	3.7	73%
									<20> 損傷原因の究明	3	60%
									<21> 損傷度のランク分け	5	100%
									<22> 診断記録の保存・共有	5	100%
			(3) 補修・改築計画	4.6	91%	(8) 舗装資産台帳・DB	5.0	100%	<23> 整備	5	100%
									<24> 運用	5	100%
						(9) 舗装マネジメントシステム	5.0	100%	<25> 整備	5	100%
									<26> 運用	5	100%
						(10) 計画の策定	4.2	84%	<27> 計画の立案	3	60%
									<28> 計画の範囲	5	100%
									<29> 健全度の予測	5	100%
									<30> 補修・改築にかかる費用の把握	5	100%
									<31> 予防保全	3	60%
			(4) 日常維持管理	3.2	72%	(11) 日常維持管理の体制	3.5	70%	<32> 体制	3.5	70%
									<33> 維持管理責任者の技術レベル	3	60%
						(12) 清掃(路面)	2.0	40%	<34> 維持管理作業機械(舗装)の稼働	4	80%
									<35> 清掃範囲	2	40%
						(13) 応急措置	3.5	90%	<36> 清掃の実施頻度	2	40%
									<37> 変状・損傷対応の管理	3	60%
									<38> 変状の小補修(仮補修)	3	100%
									<39> 障害等の応急復旧	3	100%
									<40> 応急措置記録の保存・共有	5	100%
			(5) 補修	3.7	83%	(14) 補修の体制	3.7	73%	<41> 体制	4.0	80%
									<42> 補修の技術レベル	3	60%
						(15) 品質基準	3.0	73%	<43> 資機材調達	4	80%
									<44> 品質基準の整備	3	60%
									<45> 品質基準の適用	3	100%
						(16) 補修(設計)マニュアル	3.4	81%	<46> 品質監理	3	60%
									<47> 補修(設計)マニュアル整備	3	60%
									<48> 補修(設計)マニュアル運用	3	100%
						(17) 補修の実施	4.5	100%	<49> マニュアルの技術レベル	4.1	83%
									<50> 施工計画・工程管理	5	100%
									<51> 補修(本補修)	3	100%
									<52> 変更の管理	5	100%
									<53> 補修記録の保存・共有	5	100%
			(6) 改築・更新	3.4	74%	(18) 改築・更新の体制	3.3	70%	<54> 体制	4.0	80%
									<55> 改築・更新の技術レベル	3	60%
									<56> 資機材調達	3	60%
						(19) 改築・更新の実施	3.5	80%	<57> 実施計画	5	100%
									<58> 改築・更新	3	100%
									<59> 変更の管理	3	60%
									<60> 改築・更新記録の保存・共有	3	60%

図 5.15 タイの道路AM評価結果一覧【舗装】

大項目			中項目			小項目			細目		
	Lv	Achv		Lv	Achv		Lv	Achv		Lv	Achv
橋梁	3.4	74.1%	(7) 点検	3.4	79%	(20) 点検体制	4.3	87%	<61> 体制	3.0	60%
						(21) 点検マニュアル	3.1	79%	<62> 点検員の技術レベル	5	100%
						(22) 日常点検の実施	2.3	56%	<63> 点検機器の稼働	5	100%
									<64> 日常点検マニュアル整備	3	60%
									<65> 日常点検マニュアル運用	3	100%
									<66> 定期点検マニュアル整備	3	60%
									<67> 定期点検マニュアル運用	3	100%
									<68> マニュアルの技術レベル	3.7	73%
						(23) 定期点検の実施	4.0	93%	<69> 点検範囲	3	60%
									<70> 点検の実施頻度	2	67%
									<71> 点検記録の保存・共有	2	40%
									<72> 点検範囲	4	80%
<73> 点検の実施頻度	3	100%									
<74> 点検記録の保存・共有	5	100%									
(8) 診断	3.6	77%	(24) 診断の体制	3.0	60%	<75> 体制	3.0	60%			
			(25) 診断マニュアル	3.2	78%	<76> 診断の技術レベル	3	60%			
			(26) 健全度の診断	4.3	87%	<77> 診断マニュアル整備	3	60%			
						<78> 診断マニュアル運用	3	100%			
						<79> マニュアルの技術レベル	3.7	73%			
						<80> 損傷原因の究明	4	80%			
(9) 補修・改築計画	3.4	69%	(27) 橋梁資産台帳・DB	3.0	60%	<81> 損傷度のランク分け	4	80%			
			(28) 橋梁マネジメントシステム	4.5	90%	<82> 診断記録の保存・共有	5	100%			
						<83> 整備	2	40%			
			(29) 計画の策定	3.2	64%	<84> 運用	4	80%			
						<85> 整備	5	100%			
						<86> 運用	4	80%			
<87> 計画の立案	4	80%									
(10) 日常維持管理	2.9	66%	(30) 日常維持管理の体制	3.0	60%	<88> 計画の範囲	2	40%			
			(31) 清掃（排水施設、他）	2.0	40%	<89> 健全度の予測	4	80%			
						<90> 補修・改築にかかる費用の把握	3	60%			
			(32) 応急措置	3.3	82%	<91> 予防保全	3	60%			
						<92> 体制	3.0	60%			
						<93> 維持管理責任者の技術レベル	3	60%			
<94> 維持管理作業機械（橋梁）の稼働											
(11) 補修	3.3	75%	(33) 補修の体制	3.0	60%	<95> 清掃範囲	2	40%			
						<96> 清掃の実施頻度	2	40%			
						<97> 変状・損傷対応の管理	3	60%			
						<98> 変状の小補修（仮補修）	2	67%			
						<99> 障害等の応急復旧	3	100%			
						<100> 応急措置記録の保存・共有	5	100%			
						<101> 体制	3.0	60%			
						<102> 補修の技術レベル	3	60%			
						<103> 資機材調達	3	60%			
						(34) 品質基準	3.7	87%	<104> 品質基準の整備	5	100%
						(35) 補修（設計）マニュアル	3.2	78%	<105> 品質基準の適用	3	100%
									<106> 品質監理	3	60%
(36) 補修の実施	3.3	75%	<107> 補修（設計）マニュアル整備	3	60%						
			<108> 補修（設計）マニュアル運用	3	100%						
			<109> マニュアルの技術レベル	3.6	74%						
			<110> 施工計画・工程管理	3	60%						
			<111> 補修（本補修）	3	100%						
			<112> 変更の管理	3	60%						
(12) 改築・更新	3.6	77%	(37) 改築・更新の体制	3.3	67%	<113> 補修記録の保存・共有	4	80%			
						<114> 体制	4.0	80%			
						<115> 改築・更新の技術レベル	3	60%			
						<116> 資機材調達	3	60%			
						<117> 実施計画	5	100%			
						<118> 改築・更新	3	100%			
(38) 改築・更新の実施	3.8	85%	<119> 変更の管理	3	60%						
			<120> 改築・更新記録の保存・共有	4	80%						

図 5.16 タイの道路 AM 評価結果一覧【橋梁】

第5章 タイの道路AM実態調査

大項目	中項目		小項目		細目						
	Lv	Achv	Lv	Achv	Lv	Achv					
土工（斜面）	2.5	55.4%	(13) 点検	2.3	54%	(39) 点検体制	3.2	63%	<121> 体制	2.5	50%
						(40) 点検マニュアル	2.0	51%	<122> 点検員の技術レベル	5	100%
									<123> 点検機器の稼働	2	40%
									<124> 日常点検マニュアル整備	2	40%
						(41) 日常点検の実施	2.0	49%	<125> 日常点検マニュアル運用	2	67%
									<126> 定期点検マニュアル整備	2	40%
			<127> 定期点検マニュアル運用	2	67%						
			(14) 診断	2.5	53%	(43) 診断の体制	2.5	50%	<128> マニュアルの技術レベル	2.0	40%
									<129> 点検範囲	2	40%
									<130> 点検の実施頻度	2	67%
						(44) 診断マニュアル	2.2	53%	<131> 点検記録の保存・共有	2	40%
									<132> 点検範囲	2	40%
									<133> 点検の実施頻度	2	67%
			(15) 補修・改築計画	2.1	43%	(45) 健全度の診断	2.7	53%	<134> 点検記録の保存・共有	3	60%
									<135> 体制	2.0	40%
									<136> 診断の技術レベル	3	60%
						(46) 土工資産台帳・DB	2.5	50%	<137> 診断マニュアル整備	2	40%
									<138> 診断マニュアル運用	2	67%
<139> マニュアルの技術レベル	2.7	53%									
(16) 日常維持管理	2.4	55%	(47) 計画の策定	2.0	40%	<140> 損傷原因の究明	3	60%			
						<141> 損傷度のランク分け	3	60%			
						<142> 診断記録の保存・共有	2	40%			
			(48) 日常維持管理の体制	2.5	50%	<143> 整備	3	60%			
						<144> 運用	2	40%			
						<145> 計画の立案	2	40%			
(17) 補修	2.6	61%	(49) 草刈り	2.0	40%	<146> 計画の範囲	1	20%			
						<147> 健全度の予測	2	40%			
						<148> 補修・改築にかかる費用の把握	2	40%			
			(50) 清掃（水路）	2.0	40%	<149> 予防保全	3	60%			
						<150> 体制	2.0	40%			
						<151> 維持管理責任者の技術レベル	3	60%			
(18) 改築・更新	2.9	64%	(51) 清掃（標識）	2.0	40%	<152> 維持管理作業機械（土工）の稼働					
						<153> 維持管理作業機械（付属物）の稼働					
						<154> 草刈り範囲	2	40%			
			(52) 応急措置	3.0	80%	<155> 草刈りの実施頻度	2	40%			
						<156> 清掃範囲	2	40%			
						<157> 清掃の実施頻度	2	40%			
(53) 補修の体制	2.8	57%	<158> 清掃範囲	2	40%						
			<159> 清掃の実施頻度	2	40%						
			<160> 変状・損傷対応の管理	3	60%						
			<161> 変状の小補修（仮補修）	3	100%						
			<162> 障害等の応急復旧	3	100%						
			<163> 応急措置記録の保存・共有	3	60%						
(54) 品質基準	2.7	67%	<164> 体制	2.5	50%						
			<165> 補修の技術レベル	3	60%						
			<166> 資機材調達	3	60%						
			<167> 品質基準の整備	2	40%						
			<168> 品質基準の適用	3	100%						
			<169> 品質監理	3	60%						
(55) 補修（設計）マニュアル	2.5	61%	<170> 補修（設計）マニュアル整備	3	60%						
			<171> 補修（設計）マニュアル運用	2	67%						
			<172> マニュアルの技術レベル	2.6	55%						
			<173> 施工計画・工程管理	3	60%						
			<174> 補修（本補修）	3	100%						
			<175> 変更の管理	2	40%						
(56) 補修の実施	2.5	60%	<176> 補修記録の保存・共有	2	40%						
			<177> 体制	2.5	50%						
			<178> 改築・更新の技術レベル	3	60%						
			<179> 資機材調達	3	60%						
			<180> 実施計画	3	60%						
			<181> 改築・更新	3	100%						
(57) 改築・更新の体制	2.8	57%	<182> 変更の管理	3	60%						
			<183> 改築・更新記録の保存・共有	3	60%						
			<184> 改築・更新の実施	3.0	70%						
			<185> 改築・更新の技術レベル	3	60%						
			<186> 資機材調達	3	60%						
			<187> 実施計画	3	60%						

図 5.17 タイの道路 AM 評価結果一覧【土工（斜面）】

大項目			中項目			小項目			細目		
	Lv	Achv		Lv	Achv		Lv	Achv		Lv	Achv
4 監視 (モニタリング)	3.1	67.5%	(19) 交通状況	3.5	80%	((59) 交通量	3.5	80%	<184> モニタリング範囲	4	80%
									<185> モニタリング頻度	3	100%
									<186> モニタリング地点	3	60%
									<187> モニタリング結果の情報共有・活用	4	80%
									<188> モニタリング範囲	3	60%
			(20) 気象・防災	2.8	55%	((60) 降水・気温・風	2.8	55%	<189> モニタリング頻度	2	40%
									<190> モニタリング地点	2	40%
									<191> モニタリング結果の情報共有	4	80%
									<192> マネジメント目標の設定	4	80%
									<193> 内部監査の実施	4	80%
5 組織運営	3.5	76.4%	(21) 組織体制	3.5	72%	((61) アセットマネジメントサイクル	4.0	80%	<194> マネジメントレビューの実施	4	80%
									<195> 役割分担	3	60%
									<196> 人員配置	3	60%
									<197> トップのコミットメント	3	100%
									<198> 当該組織の影響力	3	60%
									<199> CPの意欲と能力	5	100%
						((62) 組織	3.0	60%	<200> 事故による変更管理	3	60%
									<201> 降雨による変更管理	3	60%
									<202> 地震による変更管理	3	60%
									<203> 研修施設	4	80%
									<204> 通信施設	3	60%
									<205> 予算計画	4	80%
			(22) 予算・資金調達	3.3	75%	((66) 予算	3.5	70%	<206> 予算配分	3	60%
									<207> 短期的資金調達	3	100%
									<208> 長期的資金調達	3	60%
						((67) 資金調達	3.0	80%	<209> 積算基準	3	60%
									<210> 談合防止	3	60%
									<211> 契約方式	3	60%
			(23) 入札・契約制度	3.0	60%	((68) 入札・契約制度	3.0	60%	<212> 調達プロセス	3	60%
									<213> 契約変更	3	60%
									<214> 研修計画	3	100%
									<215> 研修内容	5	100%
									<216> 研修計画	3	100%
									<217> 研修内容	5	100%
(24) 技術研修	4.0	100%	((69) 舗装研修	4.0	100%	<218> 研修計画	3	100%			
						<219> 研修内容	5	100%			
						<219> 研修内容	5	100%			
			((70) 橋梁研修	4.0	100%	<219> 研修内容	5	100%			
						<219> 研修内容	5	100%			
						<219> 研修内容	5	100%			
((71) 土工研修	4.0	100%	<219> 研修内容	5	100%						
			<219> 研修内容	5	100%						
			<219> 研修内容	5	100%						

図 5.18 タイの道路 AM 評価結果一覧【監視 (モニタリング)、組織運営】

第6章 ザンビアの道路AM実態調査

6.1 検討内容

2020年度業務におけるオンライン調査を参考に、現地調査により実態を確認・把握し、道路アセットマネジメントの成熟度を評価する。成熟度の評価は、2020年度業務報告書の方法に基づき、現地調査を踏まえるものとし、これまでの調査対象国間でレベルをキャリブレーション・調整する。

また、次の案件形成の基礎資料とするために、上記の現地調査や2020年度業務で明らかになったアセットマネジメント定着に向けた課題および支援計画を整理・更新し、改善策、提言とする。提言は、現地条件を加味したうえで優先順位をつける。

上記検討の基礎資料として、ザンビアにおける道路維持管理の概要、技術協力・支援、道路AMに必要な施工・維持管理能力・技術水準について、調査・整理する。

6.2 結果概要

JICAは、2015年2月から2017年8月までの工期で、橋梁維持管理能力向上プロジェクト（フェーズI）を実施し、ザンビア道路開発庁（Road Development Agency：RDA）の橋梁維持管理の初期段階として、日常維持管理ガイドライン、橋梁点検ガイドライン及び補修ガイドブックの整備等を実施し、関連する基本的な知識及び技術の習得を図った。その後、フェーズIの成果を活用し、パイロット・プロジェクト等を通じて、橋梁維持管理に係る日常業務・点検・補修技術の強化・普及により橋梁維持管理業務の改善を図ることを目的として、2019年2月から2024年3月までの工期で、橋梁維持管理能力向上プロジェクト（フェーズII）を実施している。

本調査では、2020年度に、RDAに対して8回、ザンビアの技術協力プロジェクトに携わる本邦企業に対して3回にわたるオンラインのヒアリングを実施した。これにより、RDAの施工・維持管理能力・技術水準の概況を把握し、RDAによる自己評価をベースに、道路AMの成熟度を評価した。その結果を参考に、2023年11月～12月にかけて現地調査を実施、現地道路の実態を視察するとともに、RDA、地域事務所、現地企業、学識経験者にヒアリングを実施し、実態を把握した。その前後には、ザンビアの技術協力プロジェクトに携わる本邦企業や学識経験者にも、2回ヒアリングを実施している。それらの結果により、施工・維持管理能力・技術水準を整理するとともに、ザンビアにおける舗装、橋梁、土工（斜面）に関するアセットマネジメントの現況と課題を抽出・整理し、道路AM定着に向けた改善策および提言を示した。その概要は、以下の通りである。

舗装に関しては、RDAが2020年に路面性状測定車を調達し、7年ぶりに定期点検を再開し、今後、補修・改築計画を策定する。このとき、管理基準値は、従来のIRI指標のみから、クラックなど舗装構造を保全する指標を採り入れ、必要な応急措置や予防保全を速やかに実施することが望ましい。また、舗装の種類別で統計をとり、舗装の種類・構造の変更を含め、道路の立地や利用状況に応じ、耐久性があつてライフ・サイクルコストの安価な舗装の選択・施工を進め、適切な補修・改築計画を策定する必要がある。

橋梁に関しては、JICA技術協力プロジェクトにより、点検・診断、日常維持管理の定着と、補修工事の普及・展開が進められている。なかでも、岐阜大学がザンビア大学に設置・運営を支援する橋梁維持管理トレーニングセンターは、エンジニアだけでなく、国家建設評議会(NCC: National Council of Construction)と連携し、コントラクターやテクニシャンが技術を習得できる場としての活用が期待される。また、RDAの保有する橋梁マネジメントシステム(BMS)は、JICA技術協力プロジェクトで整備するBMIS (Bridge Management Information

System)と連携できるようにすることが望まれる。全橋梁で定期点検を実施し、橋梁の状態を把握し、BMSやBMISを活用して、補修・改築計画を策定することが必要である。

土工に関しては、可能であれば、既存のHMS(Highway Management System)を活用し、道路AMの体制を構築し、土工の資産台帳・DBを確保し、点検を踏まえた中長期の補修計画を策定することが必要である。災害後の対策工は、部分的に実施されるが、のり面防護工やのり肩排水工など、予防的な対策工は実施されていないため、予防的なのり面災害対策工の補修(設計)マニュアルを策定し、必要に応じて、応急復旧マニュアルを策定し、中長期の補修計画に基づき、対策が実施されることが必要である。

監視(モニタリング)に関しては、全国に展開する料金所や検量施設において、交通量の常時観測機能の設置が推奨される。

組織運営に関して、人員と予算が不足し、点検・診断、日常維持管理、補修の多岐にわたって業務に支障が生じているため、中長期計画を策定し、道路構造物の長寿命化のための構造変更や耐久性の高い材料の導入を図り、補修・改築サイクルを伸ばし、業務バランスを改善させる必要がある。また、WB等と連携しながら、道路基金(NRFA)の機能強化について、検量所と料金所において過料の増額等を含め、推進する必要がある。

6.3 ザンビアにおける道路維持管理

6.3.1 道路維持管理を取り巻く背景

6.3.1.1 経済の状況

ザンビア国政府は道路整備により貧困削減及び経済開発が促進されるとの認識の下、1998年から道路セクター投資計画(Road Sector Investment Plan:ROADSIP)を実施してきており、特に主要幹線道路(Trunk Road)については、整備・維持管理を重点的に進めている。

一方、ザンビアの経済は、1964年10月の独立以来、銅の生産に依存するモノカルチャー経済(銅が輸出額の約6割を占める)である³⁰⁴。銅の国際価格上昇による銅生産増大を背景に、6%前後の経済成長率を維持していたが、2014年秋以降、国際価格下落に伴う鉱業セクターの低迷に始まり、現地通貨安、降雨量不足を背景とした計画停電など、経済は悪化し、2020年11月、ユーロ債の利払いを履行できず、新型コロナウイルスの感染拡大以降、アフリカ初の債務不履行国となった。2016年以降、財政赤字を始めとする諸問題への対応のため、財政基盤の健全化のためのIMF支援を要請し、IMFと協議を行っていたが、2022年8月、同国に対する支援プログラムがIMF理事会において承認された。

ザンビア政府の債務処理については、2021年8月のヒチレマ大統領就任以降、財政再建、投資環境の改善に取り組まれているが、2022年末時点で公的債務、民間債務、国営企業債務を合わせて185億8,000万ドルの債務を抱えていた³⁰⁵。G20が用意した低所得国の債務減免を促す「共通枠組み」の下、2022年8月に中国が主導する債権国グループが債務再編の交渉入りに合意したこと³⁰⁶を受けて、債務再編を進めるための債権者委員会(共同議長:仏・中国)は協議の結果、2023年6月22日に、債権者委員会が再編案の枠組みを提示し、ザンビア政府が合意し、「債権者との包括的な

³⁰⁴ 外務省: ザンビア 経済概況 (<https://www.mofa.go.jp/mofaj/area/zambia/data.html>) 2023年7月取得

³⁰⁵ JETRO: 「ザンビア政府、債務処理に合意、債務持続性の回復へ」, ビジネス短信 2023年7月4日 (<https://www.jetro.go.jp/biznews/2023/07/4101d3c249d78182.html>) 2023年7月取得

³⁰⁶ 日本経済新聞: 「ザンビア債務再編交渉入り、中国が合意 IMF支援に道」, 2022年8月3日 (<https://www.nikkei.com/article/DGXZQOGR02EB00S2A800C2000000/>) 2023年7月取得

債務処理について合意に達した」と発表した。この財務再編は公的債務に加え民間債務にも適用され、民間債務者も同様に68億ドルを処理する予定としている。

このような背景から、ザンビアの幹線道路の整備状況は、設計、建設、維持管理など計画はあっても、資金の制約のため道路予算は乏しく、新規の建設や更新はもとより、損傷しても補修・更新されていない場合が多く、十分な道路維持管理ができない。また、橋梁の多くは1970年代あるいはそれ以前に建設されたものであり、体系だった維持管理業務が遂行されていなかったことから、橋梁構造物の老朽化が進行している。

6.3.1.2 道路長期維持管理戦略

道路行政を担う道路開発庁(RDA)は、Road Maintenance strategy 2015-2024³⁰⁷を2014年に策定し、2015年から10年間の長期維持管理戦略が定められている。以下に、その中の道路AMに関する事項を示す³⁰⁸。

- 1) 日常維持管理(Routine maintenance)は、道路状態を保全するために、評価がGoodあるいはFairの箇所に実施する。基本的には3年間の性能規定契約(Performance Based Contracts)により行う。
- 2) 定期維持管理(Periodic maintenance)は、例えば5年に1回など定期的に実施する。
- 3) 緊急工事(Emergencies works)は、緊急措置が必要な箇所に実施する。例えば、異常降雨による橋梁やカルバートの洗掘などである。
- 4) Primary Feeder Roads は基本的に Output Performance Road Contract(OPRC)により1年間程度の改良工事を実施した後に、5年間程度の性能規定による維持管理を実施する。

6.3.1.3 SATCC

SATCC (Southern Africa Transport and Communications Commission: 南部アフリカ運輸通信委員会)は、1981年7月に、SADC (Southern African Development Community: 南部アフリカ開発共同体)の部門委員会として設立され、運輸・通信・気象に関するSADC議定書に基づき、適切かつ効率的で持続可能な運輸・通信・気象サービスを地域に確立するため、既存の運輸・通信システムの利用と、追加的な地域施設の計画と資金調達を調整することを目的としている³⁰⁹。

SATCCは、橋梁設計基準案等をSADC加盟国に提供しており、SADC加盟国では、SADCの規格案を基に設計基準の改定・制定を進めている。ただし、SADCは、点検に関するマニュアル案を作成・提供してなく、また、地域規格(SATCC)を自国規格として改定・制定した国として、ボツワナがあるが、ザンビアは、自国の状況に応じて、その一部を改定・制定しているにとどまる³¹⁰ (6.6.4 参照)。

6.3.1.4 SADC³¹¹

SADC (Southern African Development Community: 南部アフリカ開発共同体)の前身は、1980年にザンビアのルサカで設立されたSADCC (Southern African Development Coordination Conference: 南部

³⁰⁷ RDA: ROAD MAINTENANCE STRATEGY 2015 -2024, 2014.

³⁰⁸ RDA [2017], Presentation by Senior Manager Road Maintenance

³⁰⁹ UIA(UNION OF INTERNATIONAL ASSOCIATIONS): Southern African Transport and Communications Commission (SATCC) (<https://uia.org/s/or/en/1100061374>) 2023年7月取得

³¹⁰ 2022年11月 Interview to RDA

³¹¹ SADC: WHO WE ARE (<https://www.sadc.int/pages/history-and-treaty>) 2023年7月取得

アフリカ開発調整会議)である。1992年にこの地域の首脳は、SADCCをSADCに改め、経済開発の統合に重点を置くことに合意した。

現在の加盟国は、アンゴラ、ボツワナ、コモロ、コンゴ民主共和国、エスワティニ、レソト、マダガスカル、マラウイ、モーリシャス、モザンビーク、ナミビア、セイシェル、南アフリカ、タンザニア連合共和国、ザンビア、ジンバブエの16カ国・地域で構成される。SADCは、南部アフリカ諸国の人々の貧困削減及び生活向上のため、域内の開発、平和・安全保障、経済成長の達成を目的とし、経済統合・共同市場の創設及び紛争解決・予防等に向けた活動を行っている。インフラ関係では、投資を可能にする環境の促進、地域統合を強化するための能力開発・訓練プログラムの促進等の活動が進められている。



図 6.1 SADC加盟国³¹²

6.3.2 維持管理の対象となる道路

6.3.2.1 道路の種類、管理、延長

ザンビアの主要国道及び10州の位置図を図6.2に示す。また、表6.1にザンビアにおける道路延長を示す。Trunk及びMain道路の舗装率は97%、78%と高いが、延長の多くを占めるDistrict及びPrimary Feeder道路の舗装率は15.4%、0.2%と低くなっている。

RDA (Road Development Agency: 道路開発庁)によると³¹³、RDAは公共道路法(2002年制定)に基づき³¹⁴、国内道路網67,671kmに責任を持つ。そのうち、40,454kmが、改善されれば経済発展に拍車をかけ、貧困削減に貢献する最低限のネットワークである、Core Road Network (CRN)として位置づけられる³¹⁵。RDAが直轄しているのは、26,121kmの幹線道路で、州毎に設置された10カ所のRegional Office(地域事務所)により、維持管理業務が実施されている。また、RDAが直接管理

³¹² SADC: Member States (<https://www.sadc.int/member-states>) 2023年7月取得

³¹³ 2022年11月 Interview to RDA

³¹⁴ 2022年12月12日 書面回答 from RDA

³¹⁵ 2022年12月12日 書面回答 from RDA

している橋梁は、483橋であり、内訳は、コンクリート橋が19%、コンポジット橋が32%、コンクリート中空床版橋が28%、コンクリート箱桁橋3%、トラス橋6%、吊り橋1%、木橋11%となっている³¹⁶。

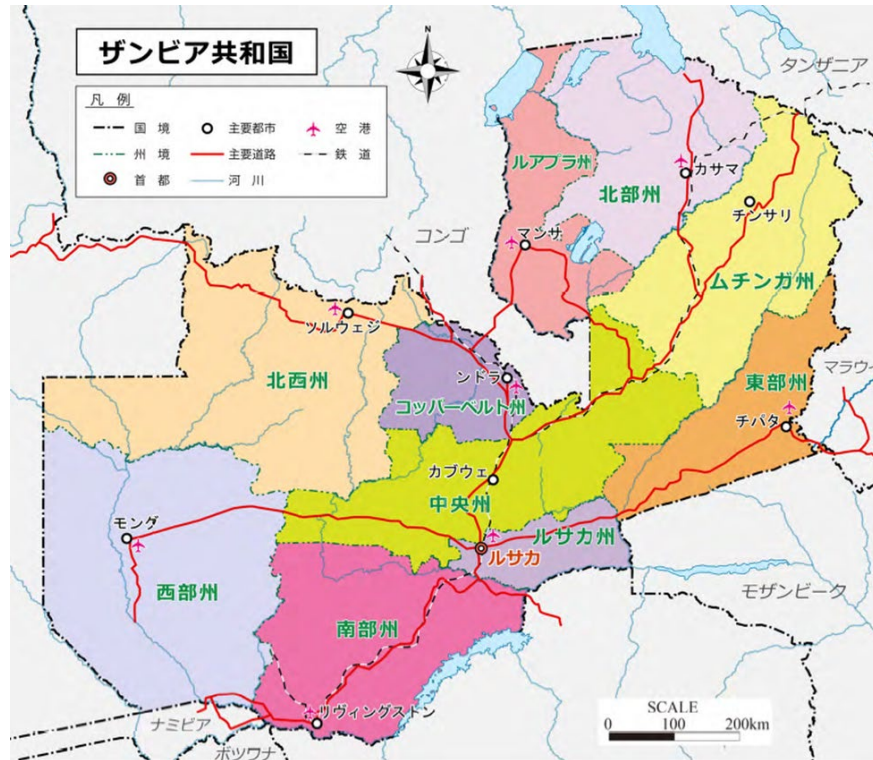


図 6.2 ザンビア主要幹線道路及び10州位置図³¹⁷

表 6.1 道路種別/道路管理者別道路延長 (2021)³¹⁸

	延長 (km)	舗装延長 (km)	舗装率 (%)	道路管理者
Core Road Network				
Trunk (T)	3,116	3,024	97.1%	RDA
Main (M)	3,701	2,885	78.0%	RDA
District (D)	13,707	2,111	15.4%	RDA
Urban	5,597	2,055	36.7%	RDA
Primary Feeder Roads (PFR)	14,333	32	0.2%	RDA/LRAs
小計	40,454	10,107	25.0%	RDA/LRAs
Non-Core Road Network				
Secondary Feeder Roads	10,060			RDA/LRAs
Tertiary Feeder Roads	4,424			RDA/LRAs
Park Roads	6,607			RDA/DNPW
Community Roads	5,000			RDA/LRAs
Other Roads	1,126			RDA/LRAs
小計	27,217			
合計	67,671			

備考：RDA(Road Development Agency), LRAs(Local Road Authorities), DNPW(Department of National Parks and Wildlife)

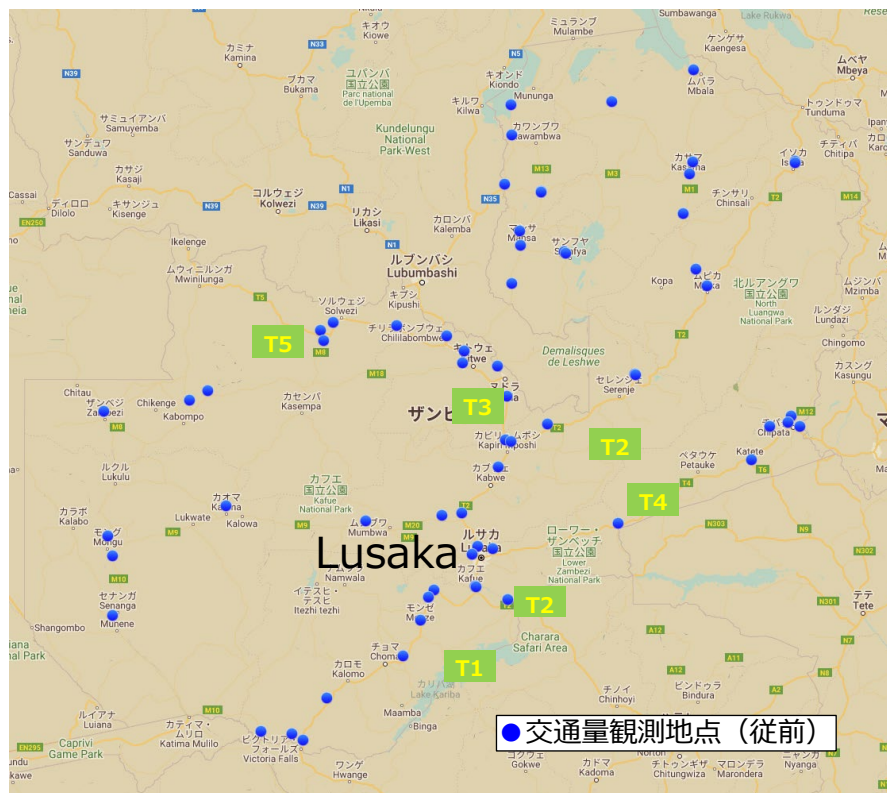
³¹⁶ 2021年6月 Interview to RDA

³¹⁷ ザンビア橋梁維持管理技術協力プロジェクトフェーズII業務計画書 2019.3

³¹⁸ RDA [2022], 2021 Annual Report

6.3.2.2 交通量

ザンビアでは、従前より交通量が観測されており、前回は2015年に65か所の地点で観測された(図6.3)。このときは、小型車、バス、中型トラック、大型トラックの4車種に区分し、24時間連続7日間、8時間ごとの3交代で、夏と冬の年2回、手観測で計測された³¹⁹。観測頻度は、近年は不定期であり、次回の交通量観測は、2023年に、前回の64か所に対して、新たに56か所を追加した120か所で実施が予定されている³²⁰。最近の交通量観測データは、世界銀行が発足させたGlobal Infrastructure Facility (GIF)の支援を受けて、PPP道路モデルに関する検討のために調査された結果が公表されている(表6.2)。

図6.3 交通量観測箇所位置図³²¹表6.2 最近(2021年)の交通量観測結果³²²

No	Road Code	Description	Classification	Length (lan)	ADT
1	T001	Lusaka to Ndola Road	Trunk	321	
2	T002	Chilanga to Chirundu Road	Trunk	136	1,395
3	T003	Ndola to (via Chingola) Kasumbalesa Road	Trunk	156	5,500
4	T004	Kenneth K. Airport to Chongwe to Luangwa Bridge Road	Trunk	57	3,500
5	M020	Mazabuka to Landless Corner Road bypassing Lusaka	Main	118	310
6	Various	Lusaka Ring Road	Various	173	
7	D271	Solwezi to Kipushi Road	District	109	15

³¹⁹ 2022年11月28日 Interview to RDA³²⁰ RDAから書面回答(2022年12月)³²¹ RDAからの書面回答(2022年12月)に基づき、本調査で作成³²² RDA [2022], 2021 Annual Report, p.6

8	M4/M5	Ndola to Mufulira to Mokambo Road	Main	80	1,075
9	D301	Kaoma to Kasempa Road	District	205	67
10	M010	Livingstone to Sesheke Road	Main	180	1,59
11	T001	Kafue Turnpike to Livingstone Road	Trunk	400	2,900
12	T002	Kapiri Mposhi to Nakonde Road	Trunk	800	2,085
Total				2,735	

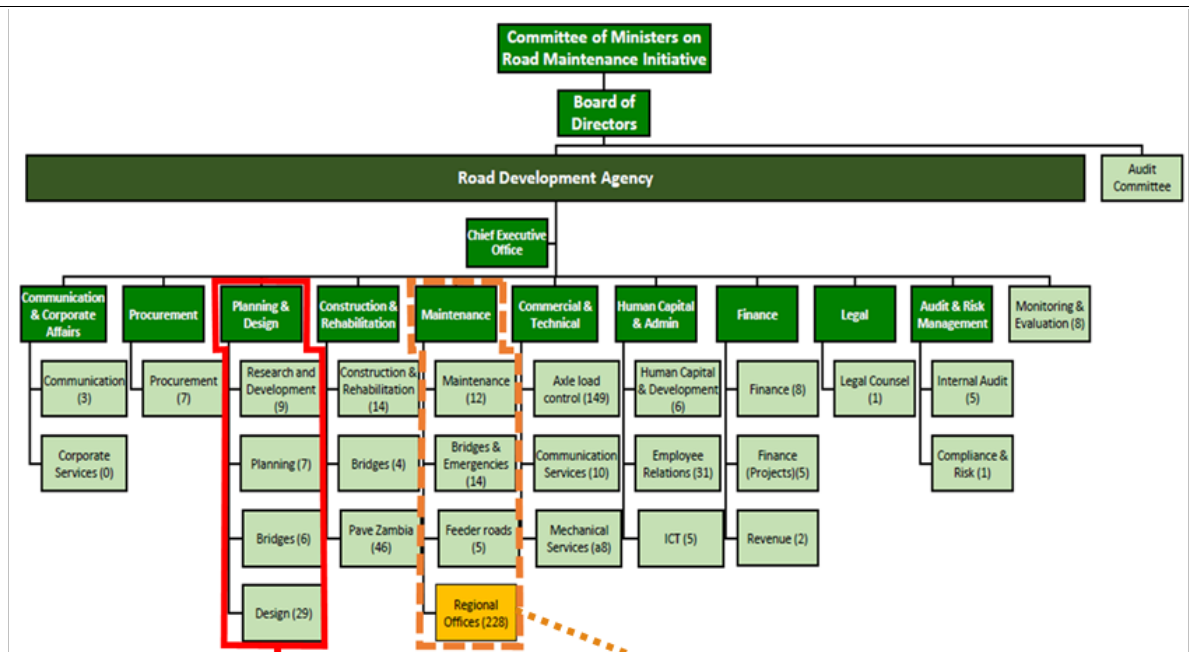
6.3.3 RDAの組織体制

道路行政を管轄している道路開発庁(RDA: Road Development Agency)は、2002年に制定された道路法(Public Roads Act No12.)に基づいて設立され、2006年より運営を開始している。

RDAの本部組織は10部で構成される(図6.4)。道路AMの業務に関して、保全系の工事は、Planning&Design部が調査・設計～工事発注までを担当し、工事の請負人が決まった段階で、工事の実施・監督は、地域事務所を所管するMaintenance部が担当する³²³。建設事業並びに大型改良事業は、Construction & Rehabilitation部の所管ではあるが、発注までは保全部と同様にPlanning & Design部が行う³²⁴。

³²³ 2022年11月 Interview to RDA

³²⁴ 2022年11月 Interview to RDA



Source : FINAL ROAD SECTOR INVESTMENT PLAN (RoadSIP III) Volume 2: Main Report October 2020

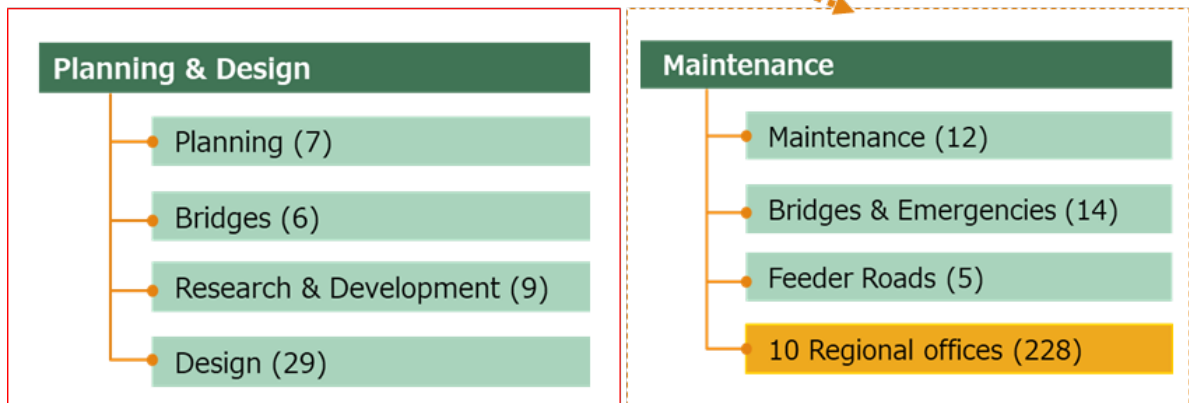


図 6.4 RDA 本部の組織図 ³²⁵

地域事務所は、ザンビア全国の 10 州に配置されている。その典型的な組織事例を図 6.5 に示す。通常、技術系のスタッフは、事務所長を含む 4 人程度の技術者と、3 人程度のテクニシャンがいるのみである。また、RDA の人員が不足しており、担当者が欠員となっている事務所も多い。地域事務所では直営補修班を有している。補修班は舗装に特化した組織ではないが、基本的に外注としている舗装補修が資金難で外注できず、もっぱら直営で舗装補修の作業に従事している (6.6.6 参照)。

³²⁵ JICA: Final Road Sector Investment Plan(RoadSIP III) Volume 2: Main Report, October 2020.

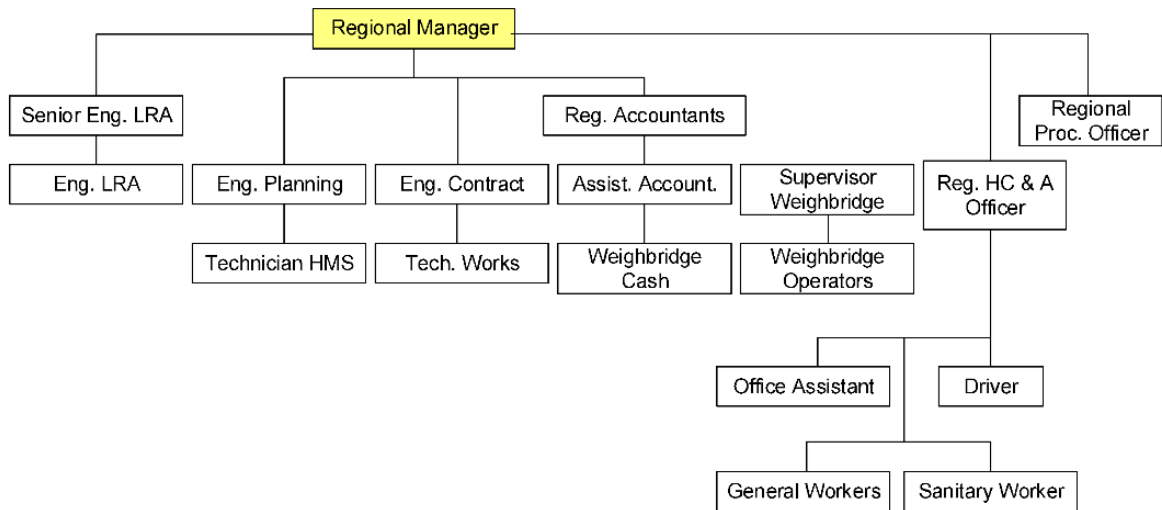


図 6.5 RDA 地域事務所の組織の例 ³²⁶

また、RDA 本部の Planning & Design 部は、Design Unit の傘下に材料試験所(Central Materials Testing Laboratory-)を所掌し、全国各地の工事材料の試験を実施している (6.6.5 参照)。材料試験所は、RDA 本部の敷地に入る空間がないことから、Lusaka 地域事務所 (図 6.6) の敷地内にあり、コンクリート、舗装、土質の3部門からなる。また、RDA 本部の Research & Development 部の資機材も保管している (図 6.7、図 6.8)。



図 6.6 ルサカ(Lusaka)地域事務所



図 6.7 材料試験所(1)

³²⁶ JICA[2019]、橋梁維持管理能力向上プロジェクトフェーズII詳細計画策定調査



図 6.8 材料試験所(2)

RDAの本部の定員は732名だが、実際の職員数は412名で、充足率56.3%である(表6.3)。RDAの職員数は減少傾向であり、慢性的な人員不足の中、業務が進められている。2023年1月現在の職員数(経営層除く)は400名で充足率55%となり(表6.4)、さらに職員不足が進行している。職員の配置は、現場に対する発注工事の監督や業務上の管理・指示機能維持に対する配慮がなされ、組織別には地域事務所が本部に比べて充足率が高く、格付け別にはテクニシャンの不足が目立つが³²⁷、地域事務所では、特にエンジニア・テクニシャンの充足率が高い。

表 6.3 RDAの職員数(2021年12月末現在)³²⁸

	男性	女性	計
経営層	2	1	3
幹部層	83	31	114
一般職員	227	68	225
計	312	100	412

表 6.4 格付け毎・本部/地域組織毎の充足状況(経営層を除く)³²⁹

	定員			実配置			充足率		
	本部	地域事務所	合計	本部	地域事務所	合計	本部	地域事務所	合計
エンジニア	117	40	157	56	31	87	48%	78%	55%
テクニシャン	38	30	68	4	21	25	11%	70%	37%
一般職員	254	253	507	148	140	288	58%	55%	57%
小計	409	323		208	192		51%	59%	
合計	732			400			55%		

6.3.4 道路維持管理関係の予算

(1) 道路基金

国家道路基金庁(NRFA: National Road Fund Agency)は、国家道路基金法(National Road Fund Act)(2002年制定)³³⁰に基づき、ザンビアの道路部門におけるすべての財源を所管し、管理する責任を

³²⁷ 2022年11月 Interview to RDA

³²⁸ RDA [2020], 2019 Annual Report

³²⁹ 2023年1月 RDA より提供

³³⁰ The national road fund act, 2002

負っている³³¹。道路基金は、地方財源と外部財源という2つの主な収入源から構成されている。地方財源は、道路利用者負担金（通行料収入、燃料税、道路税、運転免許証発行手数料、検量施設使用料、罰金）、政府予算配分、地方金融機関から得た地方融資で構成される。外部財源には、財務省が二国間および多国間パートナーと締結した融資および助成金が含まれる。道路建設、道路維持管理、交通安全対策などに使用される。

2021年における道路基金の収入は、予算に対し、実収入額が多く（表6.5）、国内の収入（燃料税及びザンビア共和国政府プロジェクト基金、本線料金所、国境料金所）では、2020年の3,779.72mil K³³²に対し、2021年は5,048.52mil Kと、+34%と大幅に増加している。

表 6.5 2021年における道路基金の収入内訳³³³

項目		2021年収入額		
		予算(K million)	実収入(K million)	予算との差額
国内	燃料税及びザンビア共和国政府プロジェクト基金	2,903.25	5,048.52	2,145.27
	本線料金所での徴収(tolling NRFA)	253.11	253.11	0.00
	国境料金所での徴収(tolling RTSA)	500.00	500.00	-
	計	3,656.36	5,801.63	2,145.27
国外	外部資金調達	3,123.85	1,025.21	(2,098.64)
	官民連携 (Public Private Partnership :PPP)	370.00	-	(370.00)
	Contractor Facilitated Finance	154.60	1,093.92	939.32
	計	3,648.45	2,119.13	(1,529.32)
合計		7,304.81	7,920.73	615.95

1) 道路通行料の徴収

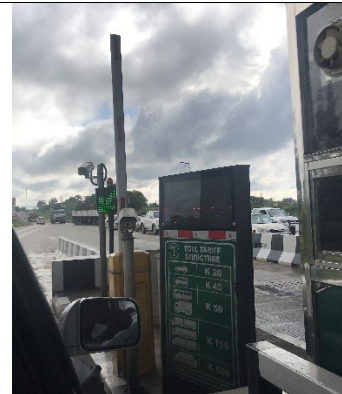
一般道における通行料金徴収は、通行料金法 (Tolls Act) (2011年制定) に基づき National Road Tolling Program (NRTP) が定められ、2016年1月からは、本線料金所が順次設置され、NRFAとRTSA(Road Transport and Safety Agency)が、一般車も含めた全車両で道路通行料を徴収している（図6.9）。道路通行料は一律であり、普通車で K20（112円：1ザンビアクワチャ(K)=5.60円/2021年平均³³⁴）である（図6.10）。

³³¹ Development Bank of Southern Africa: The National Road Fund Agency (NRFA), Zambia (<https://www.dbsa.org/case-studies/national-road-fund-agency-nrfa-zambia>) 2023年8月取得

³³² NRFA: ANNUAL REPORT 2020, 2021年発行

³³³ NRFA: ANNUAL REPORT 2021, 2022年発行

³³⁴ Kawasa365.jp: ザンビアクワチャと日本円の2021年のレート(<https://www.kawase365.jp/ザンビア-クワチャ/2021>) 2023年8月取得

図 6.9 T4: Lusaka-Rufunsa:Chongwe Toll Plaza³³⁵

TOLL TARIFF STRUCTURE	
	K 20
	K 40
	K 50
	K 150
	K 500
	K 500
National Road Fund Agency (NRFA)	

図 6.10 料金表³³⁶

料金所は、2021年は新規で1か所が増設され、運用中が37か所あり、その内訳は、本線料金所が27か所、国境料金所が10か所である。さらに計画されている料金所が23か所あり、将来は本線料金所を39か所に、国境料金所を21か所にまで増やす予定とされている³³⁷ (図6.11)。料金収入は、一度、政府の道路基金に入り、そこから、道路の改築や維持管理の予算に配分される³³⁸。

料金収入は、料金所の増設に伴う取扱交通量の増加があり、増収傾向である (図6.12)。

³³⁵ 2022年11月29日 調査団撮影

³³⁶ NRFA: Tolling Structure(<https://nrfa.org.zm/tolling-structure/>)2023年8月取得

³³⁷ 2021年7月13日 橋梁維持管理技プロへのヒアリング

³³⁸ 2022年11月30日 Interview to RDA

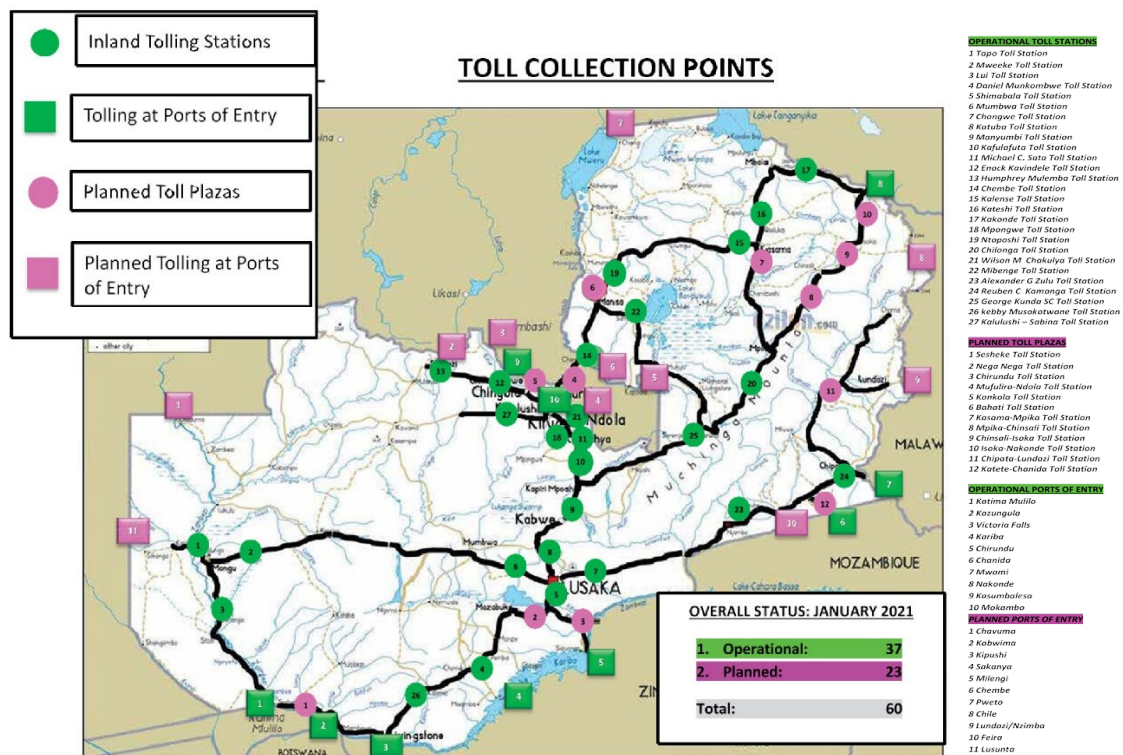


図 6.11 本線料金所と国境料金所の位置図 339

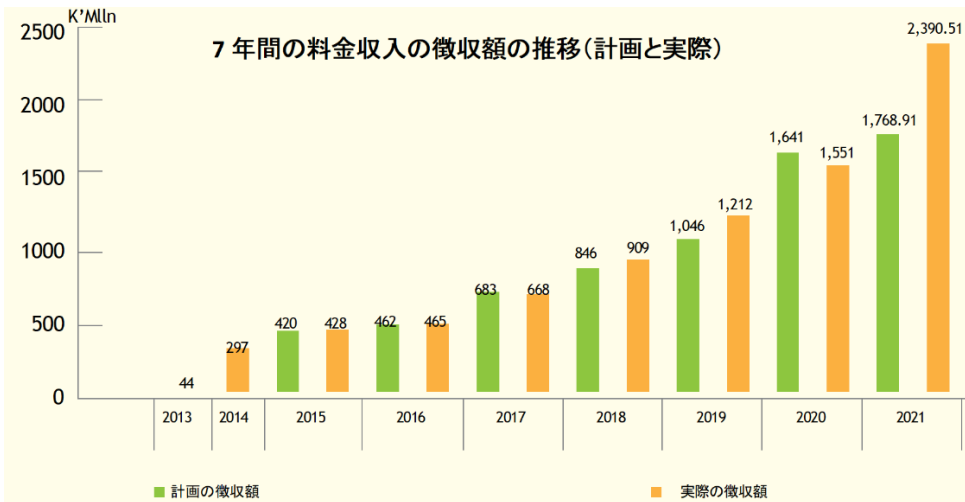


図 6.12 料金収入の徴収額の推移 (計画と実際：2013～2021年) 340

2) 検量施設(Weighbridge)における過料徴収

ザンビアは過積載対策に 1980 年代から取り組んでおり、RDA は日本で言うところ車両制限令の実施の責任を有する。2013 年からは、検量施設において RDA が、過積載重量貨物車から過料を徴収している。ザンビアでは現在、車両積載管理(VLM: Vehicle Load Management)に関する以下の 2 つの規制がある³⁴¹。

³³⁹ NRFA: ANNUAL REPORT 2021, 2022 年発行

³⁴⁰ NRFA: ANNUAL REPORT 2021, 2022 年発行

³⁴¹ 2022 年 12 月 12 日 書面回答 from RDA

i. The Public Road Act No. 12 of 2002

この法律は、ザンビアの道路を走行するために許容される最大重量の規制に関する指針を示すものである。

ii. The Statutory Instrument No. 76 of 2015

この規則には、大臣が署名した詳細な規則が含まれている。本規則は、車両積載量管理に関する法を施行するものである。

これらの規則は、乗用車を含むすべての過積載重量貨物車に対する課金を規定している。課金は、総重量(Gross Vehicle Mass: GVM)または車軸過負荷の両方に関するもので、直線的（変化率が一定）ではなく、指数関数的に変化する。

ザンビア国内には、9か所の Weighbridge（検量施設）があり、内2か所は車重計測機が2基設置されている³⁴²（図6.13）。2022年11月時点で、施設補修の為、3施設が閉鎖中で、稼働中は6か所であった（表6.6）。2つの携帯式の車重計が、LusakaとCopper Beltに各1台あり、NyimbaとKafue Hook Bridgeのステーションで使用されている。これらで徴収された過料による収入は、料金収入と同じく、ひとたび道路基金に歳入され、道路整備に充てられる。現在、ザンビアの積載遵守

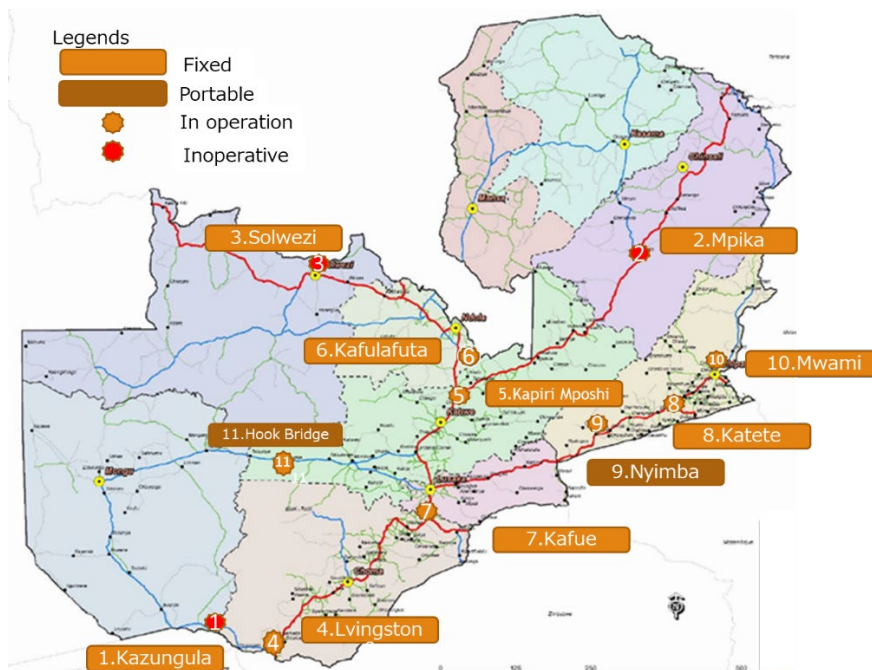


図 6.13 検量施設の位置図³⁴³

率は約97%で、過積載と判定されたのは3%程度となっている。

検量施設から生じる課題には、検量施設のインフラが不十分であること、独特の構成と寸法を持つ最新の製造車両に関連する舗装設計の研究が不足していること、舗装設計に関する車両荷重管理

³⁴² RDA: Annual Report 2021, 2022年発行.

³⁴³ RDA[2022]: Annual Report 2021

のカリキュラムが不足していること、検量施設のマンパワーが不十分であること、検量施設職員の間で汚職が蔓延していることなどがある³⁴⁴。

表 6.6 検量施設の統計 (2021年11月)³⁴⁵

Weighbridge statistics for the month of November, 2021									
W/Bs.	Weighed vehicles	Overload Vehicles	Overload Violation type				Abnormal loads Number	Compliance %	Fixed or Portable
			Axles	%	GVM	%			
①Kazungula	Weighbridge is still closed for rehabilitation								Fixed
②Mpika	Weighbridge was closed for rehabilitation								Fixed
③Solwezi	Weighbridge was closed for rehabilitation								Fixed
④Living stone	6,855	Fixed	27	0.394	8	0.117	18	99.47	Fixed
⑤Kapiri Mposhi	15,980	Fixed	287	1.796	58	0.363	135	97.84	Fixed
⑥Kafulafuta	14,351	Fixed	179	1.247	23	0.16	193	98.59	Fixed
⑦Kafue	11,026	Fixed	162	1.469	91	0.83	286	97.71	Fixed
⑧Katete	4,393	Fixed	64	1.457	5	0.114	17	98.43	Fixed
⑨Nyimba	497	Fixed	39	7.847	17	3.421	14	88.73	Portable
⑩Mwami	489	Fixed	4	0.818	0	0.00	0	99.18	Fixed
⑪Hook Bridge	3,252	Fixed	378	11.624	20	0.615	0	87.76	Portable
Total	56,843	1,363	1,140	2.006	222	0.391	663	97.60	

《Kafue 検量施設》

- ・ Kafue 橋から約 1km 北に設置されている。
- ・ 現在の施設は、旧施設から 500m ほど南に、2016 年に英国より寄贈された。
- ・ 南アフリカ、ジンバブエ方面の 6.1t 超の全車両が計測対象とされており、実際に計測される。
- ・ 最大総重量は 50t で設定されている。
- ・ 年平均一日あたり約 500 台が計測され、約 3% が違反車両として過料が徴収されている。過料は道路基金に歳入される。

図 6.14 Kafue 検量施設³⁴⁶表 6.7 2021 年と 2020 年に徴収された過料³⁴⁷

項目	2020 K	2021 K
固定式検量施設	20,218,634.53	20,166,475.36

³⁴⁴ 2022 年 12 月 12 日 書面回答 from RDA

³⁴⁵ 2022 年 12 月 12 日 書面回答 from RDA

³⁴⁶ 2022 年 12 月 1 日 調査団撮影

³⁴⁷ RDA[2022]: Annual Report 2021

携帯型検量施設	5,021,380.87	4,220,852.55
異常荷重補償	13,270,269.20	12,292,343.90
異常荷重検査料金	759,720.00	1,717,626.00
異常荷重処理料金	5,721,802.50	6,663,370.20
RTSA*車両認証	17,180.00	18,240.00
計	45,008,987.10	45,078,908.01

*RTSA: Road Transport and Safety Agency

(2) 道路関係予算

ザンビアにおける2021年の道路関係予算額を表6.8に示す。表6.8における「国内」は、表6.5における「燃料税及びザンビア共和国政府プロジェクト基金」の予算に該当し、「国外」は、表6.5における「外部資金調達」の予算に該当する。

2021年の道路関係予算は、「国内資金」と「国外資金」の（PPP等を除く）合計の内、「負債返済」が1,021mil Kと予算額の16%を占めており、2020年で762mil K³⁴⁸、2019年で481mil K³⁴⁹であったように、年々増加している。その他で多い順に、割り当ては、40%が改築（主に舗装オーバーレイ）に、16%が更新（主に舗装砂利道→舗装道）となっているが、維持管理には、わずか7%（約24.8億円）である。

RDAへの配賦割合は、2015年に88%を占めていたところ（図6.15）、2021年には19%まで低下し（図6.16）、その他の外部機関やPPP事業者が56%を占める状況となっている。前年度のコントラクターへの未払い金も、当年度の予算から支出することとなっているうえ、「改築」や「更新」は、国外資金（外国ドナー）が大きな割合を占めていることから、今後もRDAへの配賦は厳しい状況が続くと予想される。なお、RDAによると³⁵⁰、維持管理の予算の、本来必要とする額に対する実際の配分の差（ギャップ）は把握されている。

表6.8 道路関係予算額内訳（2021年）³⁵¹

項目	国内資金 (Million K)	国外資金 (Million K)	PPP等 (Million K)	合計 (Million K)
橋梁（新設）	133	150		283
資本金	320			320
負債返済	1,021			1,021
維持管理	416	27		443
工事監督	150			150
改築（主に舗装オーバーレイ）	281	2,320		2,601
調査・設計	55	71		126
料金所	241			241
更新（主に舗装砂利道→舗装道）	61	435	525	1,021
その他	225	121		346
合計	2,903	3,124		6,552

備考：「橋梁」は新設費のみ含まれており、橋梁維持管理費は「維持管理」に含まれる、「資本金」はRDA等の建物・機械・土地取得費等、「料金所」は新設費と運営費が含まれている。

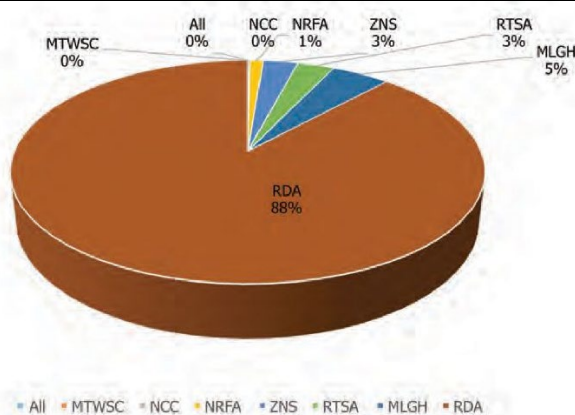
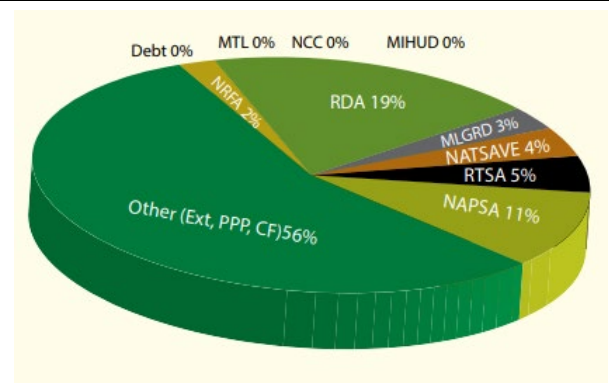
国外資金は外国ドナーによる支援。負債返済は市中銀行からの借入金の返済。

³⁴⁸ RDA[2021]: Annual Report 2020

³⁴⁹ RDA[2020]: Annual Report 2019

³⁵⁰ 2022年11月30日 Interview to RDA

³⁵¹ 2021年RDAより入手

図 6.15 道路関係予算の配賦機関 (2015年)³⁵²図 6.16 道路関係予算の配賦機関 (2021年)³⁵³

6.3.5 舗装のアセットマネジメント概説

ザンビアの舗装は、8割方が DBST で、アスファルト・コンクリート舗装と区別した統計はない³⁵⁴。したがって、舗装の耐久年数や舗装構造に基づく補修・更新の計画策定は困難である。むしろ、DBST の補修、オーバーレイをどれだけ実施するかに依存する。しかし、損傷箇所が多く、また予算の制約から、対応が追い付かず、直営主体で実施されている (6.6.6 参照)。

舗装マネジメントシステム(PMS)は、1997年に RDA により開発され、それ以降に何回かアップグレードされている。IRI 測定値は、かつて手動で PMS システムに入力されていたが、現在はデータベースとリンクしており、データを転送するだけでよくなっている。

2007年には、幹線道路管理システム(HMS: Highway Management System)が導入され、道路状況や交通量調査に基づいて維持管理プログラムを計画するために使用されている³⁵⁵。2008/2009年に、HMS アセットマネジメントシステムのプラットフォーム上に HMS を導入し、メイン HMS システムには、TMD (Trunk, Main, District)道路を内包する HDM4 解析エンジンを使用し、PFR (Primary Feeder Road)と市街地道路については多基準解析を使用した個別のサブシステムが実装された³⁵⁶。測定結果は HMS に入力され、補修実施の判断に使用されるとともに、インベントリー情報として保存されている³⁵⁷。

舗装状況は、2006～2015年にかけてほぼ毎年調査され、2013～2015年は Messes HIMS 社 (ニュージーランド) と SATRA Infrastructure Management Services 社 (インド) の JV により測定されている。舗装状態は、平坦性指標 (IRI) によって評価されており、Road SHIP II において設定された評価基準に基づいている。2015年に、WB の支援により、管轄路線全体の舗装台帳をデータベースで整備している。2015年に10か年の長期計画が策定されている。

³⁵² RDA [2016], 2015 Annual Report

³⁵³ RDA [2022], 2021 Annual Report

³⁵⁴ 2022年11月28日 Interview to RDA

³⁵⁵ 2022年12月12日 書面回答 from RDA

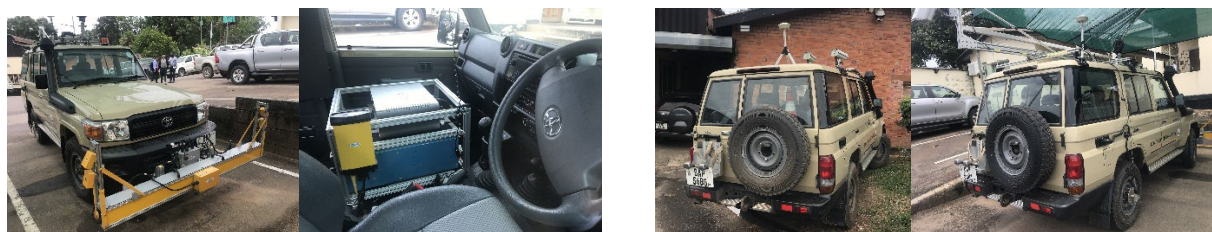
³⁵⁶ 2022年12月12日 書面回答 from RDA

³⁵⁷ JICA: 「2020年度 道路アセットマネジメントプラットフォーム技術支援に関する情報収集・確認調査」, 2022年3月.

2016年以降の舗装状況は、予算制約から全国的に調査されておらず、部分的にプロジェクトベースで調査されていた³⁵⁸。2020年12月に、世界銀行の支援により、ニュージーランドのROMDAS社のシステムを積み、IRI、ひび割れ、わだち、ポットホール等を計測できる、路面性状測定車（図6.17）が2台購入された。これにより、2016年以降実施されていなかった定期点検は、2022年10月から直営で実施されるようになったが、2022年11月の視察時で、人員不足のため専従員は無く、約半月の稼働という状態である³⁵⁹。また、IRI以外に得られるわだち掘れ等の指標を、評価基準に組み込む検討が必要となっている。現地視察時に確認した路面性状測定車の走行距離は、うち1台が25,185km（2022年11月末現在）で、もう1台（走行距離：約4万km）とは、概ね舗装・未舗装の路面調査で使い分けられている³⁶⁰。以前のサービスによって収集されたインベントリーと状態データのほとんどは、HMSの開発と実施に使用されており、RDAはHMSを最新の状態データで更新されている³⁶¹（表6.9）。

表 6.9 ROMDAS（2020年導入）による路面状況調査状況³⁶²

Type of Road	Length(km)	Paved(km)	Unpaved(km)	Dual (Paved)(km)
Core Road Network				
Trunk (T)	3,116.00	3,024.00	92.00	153.8
Main (M)	3,701.00	2,885.00	816.00	9.8
District (D)	13,707.00	2,111.00	11,596.00	
Urban	5,597.00	2,055.00	3,542.00	
Primary Feeder Roads (PFR)	14,333.00	32	14,301.00	
Total	40,454.00	10,107.00	30,347.00	

図 6.17 路面性状測定車³⁶³

道路状態の推移について、舗装されたTMD (Trunk, Main, District)道路を図6.18に、未舗装のTMD (Trunk, Main, District)道路を図6.19に、Primary Feeder Roadsを図6.20に示す。

国際ラフネス指数(IRI)の分類基準は、HDM-4舗装管理システム³⁶⁴では表6.10が標準とされるが、RDAでは、2007年までGood、Fair、Poorのしきい値を $IRI < 3$ 、 $3 < IRI < 6$ 、 $IRI > 6$ とし、2008年

³⁵⁸ JICA: 「2020年度 道路アセットマネジメントプラットフォーム技術支援に関する情報収集・確認調査」, 2022年3月.

³⁵⁹ 2022年11月28日 Interview to RDA

³⁶⁰ 2022年11月28日 Interview to RDA

³⁶¹ 2022年12月12日 書面回答 from RDA

³⁶² 2022年12月12日 書面回答 from RDA

³⁶³ 2021年11月28日 調査団撮影

³⁶⁴ Bennett, CR and Paterson, William D O.: HDM-4 Pavement Management System, 世界銀行, 2000

から IRI<4.5、4.5<IRI<8、IRI>9 に変更している³⁶⁵。そのため、2011年以降は Fair と Good の比率が高くなっている。

未舗装の TMD (Trunk, Main, District)道路では、Poor の状態は、2013～2015年にかけて増加している。2015年は、Poor の状態が8割の道路に及んでおり、Good の状態の道路は、5%以下と、少なくなっている。RDA のアニュアルレポートでは、道路状況が悪化した理由として、交通量の増加、異常降雨、定期的な維持管理の不足を理由として挙げている³⁶⁶。

Primary Feeder Roads では、2011年から2015年にかけて、Poor の状態が77%→82%に、Good の状態が9%→3%と悪化していることがわかる。

表 6.10 HDM-4 に基づく IRI で区分される舗装の状態

IRI (m/km)	物理的状況
IRI < 3	良(Well)
3 ≤ IRI ≤ 5	可(Acceptable)
IRI > 5	不足(Deficient)

Paved TMDs - 2006-2015

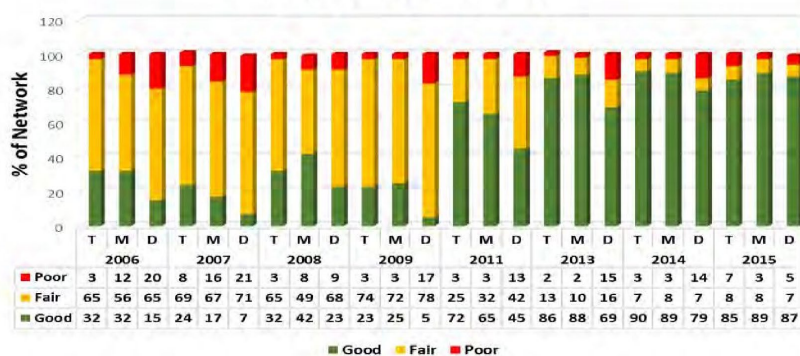


図 6.18 舗装された Trunk、Main、District 道路の状態³⁶⁷

³⁶⁵ WB [2012], The crisis in the Zambian Road Sector

³⁶⁶ JICA: 「2020年度 道路アセットマネジメントプラットフォーム技術支援に関する情報収集・確認調査」, 2022年3月.

³⁶⁷ RDA : Annual Report 2017, 2018年発行

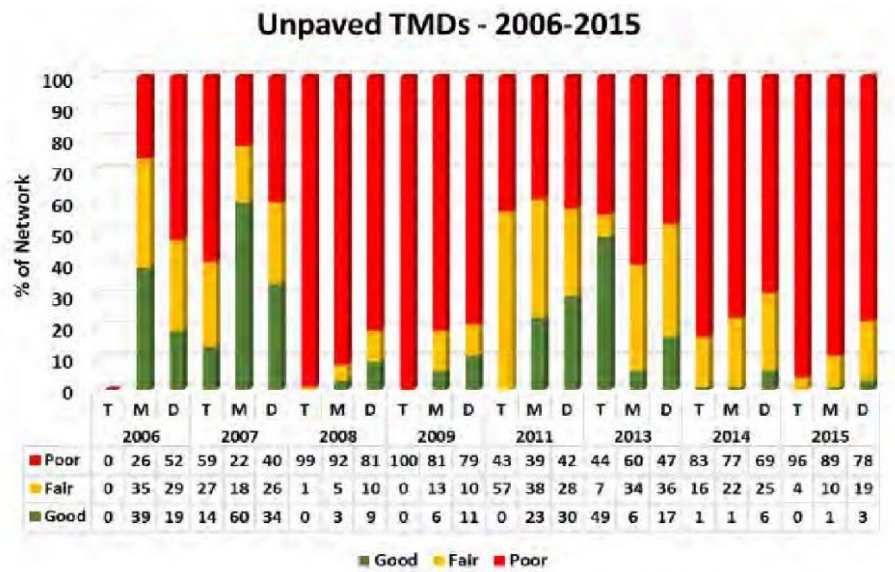


図 6.19 未舗装の Trunk、Main、District 道路の状態³⁶⁸

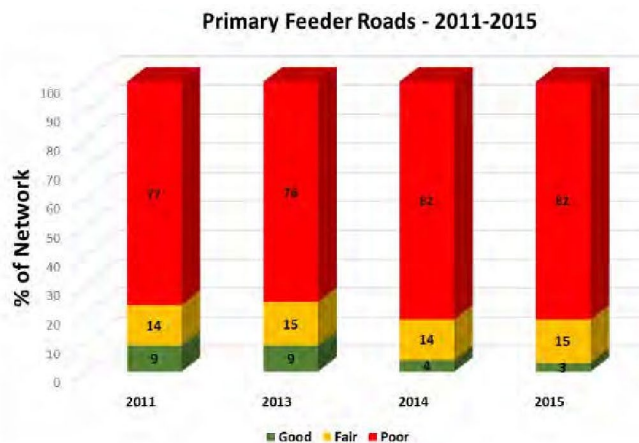


図 6.20 Primary Feeder Roads の道路状態³⁶⁹

6.3.6 橋梁のアセットマネジメント概説

一般橋梁の点検マニュアル、維持管理マニュアル、補修マニュアルは、JICA 技術協力プロジェクト（フェーズ 1、2019 年）で策定されている。フェーズ 2 では、それに加えて、ザンビア国内に存在する 5 つのタイプの特殊橋梁（吊り橋、PC 箱桁橋、斜張橋、エクストラードロード橋、アーチトラス橋）の点検マニュアルと維持管理マニュアルが策定されている。フェーズ 2 では、フェーズ 1 で作成された補修マニュアルが改善され、アップデートされている。

³⁶⁸ RDA : Annual Report 2017, 2018 年発行

³⁶⁹ RDA: Annual Report 2017, 2018 年発行

JICA 技術協力プロジェクトのフェーズ I で策定された点検・診断・補修マニュアルは、Design & Planning 部で所管され、既に地域事務所に配布されているが、地域事務所は Maintenance 部の所管であり、地域事務所での使用は RDA 本部では監督・指導されておらず³⁷⁰、実際のところ使われていなかった³⁷¹。

橋梁の点検機械や点検器具は、橋梁点検車をはじめ、基本的に揃っている。

橋梁マネジメントシステム(BMS: Bridge Management System)は、2011年に、ザンビアと南アフリカのコンサルタントのJVによって、BMIという米国のBMSがオーダーメイドで導入されたが、それはクラウド・システムであり、維持費を支払えないRDAは、契約期限後は使えなかった³⁷²。2017年に再度、RDAは、ザンビアと南アフリカのコンサルタントのJV(Kiran & Musonda Associates and JG Afrika)と、橋梁および関連構造物のインベントリを検証し、その状態を点検および評価する業務を契約し³⁷³、南アフリカ側がBMS、ザンビア側が点検を担当している³⁷⁴。そのシステムは、南アフリカで開発された汎用のBMS(STRUMAN Bridge Management System)を用い、Design & Planning 部の Bridges Unit が管理している³⁷⁵ (エラー! 参照元が見つかりません。)。橋梁の諸元データは入力済だが、入力された橋梁データは、2011年までに登録されたデータであり、それ以降に建設された橋は登録されていない³⁷⁶。また、点検とそのデータ入力は、2州分までとなっており³⁷⁷、予算不足のため、外注していた定期点検業務は中止となった³⁷⁸。ネットワーク化が計画されているが、現在はスタンドアロンで運用されており、地域事務所からは閲覧も入力もできないが³⁷⁹、JICA 技術協力プロジェクトのフェーズ II では、このシステムのデータを用いて作業している。なお、2023~2024年で定期点検業務を外注する予定であり、これに合わせてBMSのデータ登録・更新も予定されている³⁸⁰。

一方、そのBMSは、点検結果の評価基準・方法がJICA技術協力プロジェクトのフェーズ I で策定された点検・診断マニュアルのものと異なること、南アフリカは鋼橋がほとんどないためコンクリート橋のみに適用できるシステムであることから³⁸¹、JICA技術協力プロジェクトのフェーズ II では、別途、日常点検、維持管理、補修工事の履歴を記録するライブラリ的な、BMIS (Bridge

³⁷⁰ 2022年11月28日 Interview to RDA

³⁷¹ 2022年11月9日 橋梁維持管理技プロへのヒアリング

³⁷² 2022年11月9日 橋梁維持管理技プロへのヒアリング

³⁷³ African Journal: Zambian bridge analysis, 1 Feb 2018 (<https://hdl.handle.net/10520/EJC-c950b12d0>) 2023年8月取得

³⁷⁴ 2021年5月7日 橋梁維持管理技プロへのヒアリング

³⁷⁵ 2022年11月28日 Interview to RDA

³⁷⁶ 2022年11月30日 Interview to RDA、橋梁維持管理技プロ

³⁷⁷ 2021年5月7日 橋梁維持管理技プロへのヒアリング

³⁷⁸ 2022年11月30日 Interview to RDA、橋梁維持管理技プロ

³⁷⁹ 2021年5月7日 橋梁維持管理技プロへのヒアリング

³⁸⁰ 2022年11月30日 Interview to RDA、橋梁維持管理技プロ

³⁸¹ 2022年11月30日 Interview to RDA、橋梁維持管理技プロ

Management Information System)を整備する³⁸²。BMS制作の南アフリカの会社からは、BMSを改築してほしいと要請があったが、JICAはフェーズ1の2019年の時点で南アフリカの会社と契約するとは聞いておらず、JICAからの資金で南アフリカのシステム改築はしないこととなり、結局、RDAが自己資金でシステムを改造し、マニュアルはJICAが実施する方針とすることとなった³⁸³。したがって、RDAでは、BMSとBMISが共存する形になり、BMSはPlanning & Design部が所管し、BMISはMaintenance部が所管することとなっており³⁸⁴、また、BMSはBMISとはリンクしていないため、BMISに記録・保存される補修状況の反映に課題が残る³⁸⁵。なお、BMISは図面も取り込むものとしているが、中国が整備した橋梁などは図面がない³⁸⁶。

6.3.7 土工(斜面)のアセットマネジメント概説

土工については、点検は日常点検レベルの点検が月一回実施されるだけである。また基本的な定期点検マニュアルやデータベース台帳が整備されておらず、点検結果も紙ベースで記録されており、災害等の緊急対応が主体となっている。日常、並びに災害時の補修作業マニュアルは存在するが、緊急時の初期対応マニュアルは存在しない。また、中長期的な補修計画も策定されていない。まずは日常的な点検データの収集、診断の実施を行うべく、職員の能力向上が求められる。

6.4 ザンビアへの技術協力・支援

6.4.1 JICA技術協力プロジェクト

6.4.1.1 背景と経過

JICAが実施済及び実施中のプロジェクトを、表6.11に示す。2011年にRDAが、点検並びに損傷度調査を外部委託により実施したところ、約15%の橋梁について、緊急補修工事が必要と判断された。この結果を受けて、2013年にRDAは、組織的な橋梁維持管理分野の強化を促進することを目的として、維持管理局に橋梁・緊急復旧課を設置し、橋梁の点検及び改修に着手することとした。組織の設立後間もないため、橋梁技術者も少なく、計画策定から業務管理までの業務に関するノウハウがないことから、RDA職員の橋梁維持管理能力の向上が課題となっている。そのため、道路AM分野では橋梁に関する支援が中心となっている。

表 6.11 JICA が実施済及び実施中の道路 AM 関連の調査及び技術協力プロジェクト

件名	完了時期	受注者名	業務内容
橋梁維持管理能力向上プロジェクト詳細計画策定調査	2015～ 2017	大日本コンサルタント	プロジェクト実施にあたっての基礎情報の収集及びプロジェクト協力内容の検討
橋梁維持管理能力向上プロジェクト	2015～ 2017	大日本コンサルタント、西日本高速道路(株)	橋梁日常維持管理ガイドブックの策定、橋梁日常維持管理のパイロットプロジェクトの実施、橋梁補修ガイドブックの策定

³⁸² 2021年5月7日 橋梁維持管理技プロへのヒアリング

³⁸³ 2022年11月9日 橋梁維持管理技プロへのヒアリング

³⁸⁴ 2022年11月28日 Interview to RDA

³⁸⁵ 2022年11月30日 Interview to RDA、橋梁維持管理技プロ

³⁸⁶ 2021年5月7日 橋梁維持管理技プロへのヒアリング

件名	完了時期	受注者名	業務内容
橋梁維持管理能力向上プロジェクトフェーズII	2019/3～ 2024/3	大日本コンサルタント、日本海外コンサルタント、中日本高速道路、パシフィックコンサルタント	地方部での橋梁日常維持管理の展開、補修工事のパイロットプロジェクトの実施
エポキシ樹脂を活用した橋梁補修に関する基礎調査	2020	アルファ工業	ザンビア国におけるコンクリート補修技術の展開可能性調査

このような状況下で実施された「橋梁維持管理能力向上プロジェクト（以下、フェーズIと記述）」（2015年2月～2017年8月）の後継案件として、橋梁維持管理能力向上プロジェクトフェーズIIは、同政府から我が国に要請された。

フェーズIでは、橋梁維持管理の初期段階として、「日常維持管理ガイドライン」、「橋梁点検ガイドライン」及び「補修ガイドブック」の整備、OJT等を通じた維持管理サイクルのプロセスに関する基本的な知識及び技術の習得、日常維持管理パイロット工事を通じた契約監理の習得について概ねの達成目標を充たすことはできたものの、点検から補修までの一連の流れを包括的に理解し、事業運営を継続していくための知識・技術について、今後も強化していく必要がある。

橋梁の維持管理体制を整備するためには点検、診断、補修計画、補修といった一連の維持管理サイクルを確立する必要がある。しかしながら、RDAではフェーズIで「補修ガイドブック」を作成したもののRDA職員に実務経験が無く、また、国境を跨ぐ特殊橋梁維持管理が未実施である。

加えて日常維持管理に関して、全国の橋梁維持管理を適正に遂行するためには、地方の技術者の能力向上が不可欠であり、フェーズIで作成したガイドライン、ガイドブック等を活用し着実に普及させていく必要がある。以上の背景から、橋梁維持管理に係る日常業務、点検、補修に関する技術の強化により、橋梁維持管理業務の改善を図ることを目的として、RDAはフェーズIIを日本政府に要請した。

2020年度業務から本業務の期間に実施が重なる技術協力プロジェクトの概要を以下に示す。

6.4.1.2 橋梁維持管理能力向上プロジェクト（フェーズII）

(1) 上位目標及びプロジェクト目標と成果指標

3) 上位目標

上位目標は、「RDA管轄の橋梁の状況が改善する」であり、上位目標の達成度を評価するための指標として下記の項目が設定されている。

- a) 橋梁維持管理業務がRDAの年間活動計画に明示される。
- b) 各リージョンで橋梁の定期点検が行われる。

4) プロジェクト目標

プロジェクト目標は、「RDA本部とリージョン事務所で、橋梁の維持管理業務が改善する」であり、プロジェクト目標の達成度を評価するための指標として下記の項目が設定されている。

- a) 各リージョンにおいてプロジェクトが作成したガイドラインやガイドブック等に基づいて日常維持管理された橋梁数（xx以上）
- b) 各リージョンにおいて橋梁の維持管理サイクルが確立される。
- c) 各リージョンにおいてプロジェクトが作成した技術仕様書などが外部委託に使用される。

表 6.12 プロジェクトの成果目標及び成果指標

成果目標	成果指標
成果1 RDA 本部とリージョン事務所において橋梁日常維持管理に係る技術者の能力が向上する。	1. 橋梁日常維持管理のガイドラインのレビューのためにワーキンググループが二回以上招集され、必要に応じて改定を行う。 2. 橋梁日常維持管理セミナー/OJT 参加者の理解度（参加者の xx%以上が理解度テストで一定の水準に到達） 3. 定められた技術仕様に基づき、橋梁日常維持管理が計画された日程で実施される。
成果2 RDA 本部とリージョン事務所において、橋梁補修に係る技術者の能力が向上する。	1. 橋梁補修のガイドブックのレビューのためにワーキンググループが二回以上招集され、必要に応じて改定を行う。 2. 橋梁補修セミナー/OJT 参加者の理解度（参加者の xx%以上が理解度テストで一定の水準に到達） 3. 定められた技術仕様に基づき、橋梁補修計画された日程で実施される。
成果3 RDA 本部とリージョン事務所において、橋梁点検に係る技術者の能力が向上する。	1. 橋梁点検のガイドブックのレビューのためにワーキンググループが二回以上招集され、必要に応じて改定を行う。 2. 橋梁点検セミナー/OJT 参加者の理解度（参加者の xx%以上が理解度テストで一定の水準を満たす）

(2) プロジェクトで導入する予定のマニュアル類

プロジェクトでは、表 6.13 のマニュアルが作成されることとされている。

表 6.13 導入する予定のマニュアル類

マニュアル名	概要
特殊橋梁点検ガイドブック	吊り橋、斜張橋、PC 箱桁橋等の特殊な橋梁の点検手法をとりまとめ、点検ガイドブックに追加する。
特殊橋梁の日常維持管理手法	特殊橋梁のための日常維持管理手法を橋梁日常維持管理ガイドラインに追加する。
橋梁点検ガイドブックのレビュー	フェーズ I で整備した「橋梁点検ガイドブック」をレビューし、必要に応じて改定する。
橋梁日常維持管理ガイドラインのレビュー	フェーズ I で整備した「橋梁日常維持管理ガイドライン」をレビューし、必要に応じて改定をする。
橋梁補修ガイドブックのレビュー	フェーズ I で整備した「橋梁補修ガイドブック」を、パイロットプロジェクトを通じてレビューし、必要に応じて改定する。

なお、技術協力プロジェクトフェーズ I で作成済のマニュアルは表 6.14 のとおりである。

表 6.14 橋梁技術協力プロジェクトフェーズ I で作成されたマニュアル類

マニュアル名	概要
橋梁日常維持管理ガイドライン	橋梁の日常点検、清掃、植栽、小補修などの作業内容、作業頻度、作業範囲を取りまとめたものである。
橋梁補修ガイドライン	損傷に応じた補修工法を取りまとめたもので、各補修工法に適用される材料等についても取りまとめている。
橋梁点検ガイドブック	橋梁定期点検の実施方法、実施頻度、実施範囲、記録方法、損傷度の判定方法を取りまとめたものである。

(3) プロジェクトの進捗状況

プロジェクトは 2019 年初めに開始されたが、COVID-19 の影響で一時的に中断したため、工期は 2024 年 3 月までに延長された。

6.4.1.3 橋梁維持管理トレーニングセンター開設・運営支援

JICA 技術協力プロジェクトの一環として、岐阜大学がザンビア大学に対し、橋梁の維持管理に関するトレーニングセンターの開設と研修プログラムの運営を目指して、技術支援している。

(1) 岐阜大学へのヒアリング³⁸⁷

岐阜大学のインフラミュージアムのようなものを設立する目的で、岐阜大学のメンテナンスエキスパート(ME)養成講座の内、橋梁技術者向けの講座を2023年度の開始を目指し、それに向けて施設の機材の供与に関連する調整してきたところ。RDA、国家建設評議会(National Council of Construction: NCC)、ザンビア大学、JICA エキスパート、JICA 事務所も含め5者でカリキュラム作成プラットフォーム形成し議論している。

ザンビア大学と岐阜大学のMOUが取り交わされており、また、RDAとザンビア大学間にMOUが取り交わされ、人材育成、技術的な相談、支援などがすでに行われる体制にある。RDAのMOUは、5年更新となっているとのこと。

岐阜大学・木下准教授は、今までの技術プロジェクトで提供したものをベースに持続的な技術者育成の形を作りたく、JICA 技術協力プロジェクトで作成の日常点検、定期点検のマニュアル、特殊橋梁点検のマニュアルなどを踏まえ、これらの日常的な点検ができる技術者の育成、法定点検そして診断ができるができる技術者の育成、そしてこれらをマネジメントで包括できる技術者が育成できる仕組みを検討している。

具体的には、簡単な日常点検を実施する初級技術者育成を担当しているNCC向けに、点検及び診断のカリキュラムを作成している。また、更なる上級者向けにザンビア大学からでは、同大学が持つショートコースを活用した“ブリッジメンテナンスエキスパートプログラム”の希望があり、岐阜大学では、点検・診断のマネジメントを前提としたカリキュラムを編成してショートコースとして用意する方向で検討している。さらに、ザンビア大学では、“ブリッジメンテナンスエキスパートプログラム”受講者に対し資格証明証の発行を検討している。ザンビア大学を中心に関係機関で議論されているが、それぞれの機関の思惑があり、どの機関が主体的に訓練を行い、資格証明証を発行するかを議論している。

同国には、仕組みがないことから岐阜大学の仕組みを事例として説明する予定がある。

ザンビア大学からは、同大学が持つショートコースを活用し、“ブリッジメンテナンスエキスパートプログラム”の希望があり、岐阜大学では、点検・診断のマネジメントを前提としたカリキュラムを編成してショートコース向けに用意する方向で検討している。

(2) ザンビア大学へのヒアリング・視察³⁸⁸

2022年12月現在では、機材を準備し、橋の点検やメンテナンスのための短期講習を行い、技術者の育成と知識の習得を図ろうとしている(エラー! 参照元が見つかりません。)。その後の戦略は、NCCと連携し、いくつかの長期的なプログラムを開始することで、橋梁保全の能力を強化することである。受講期間や金額について、RDA、NCC、業界と合意すればよい。

トレーニングの対象は、技術者向けの短期コースもあるが、学位プログラムを開発するのであれば、より高い資格を持つ人を検討する必要がある。NCCがコースを作る場合、コースを作るにはプ

³⁸⁷ 2022年10月14日 Interview to 岐阜大学

³⁸⁸ 2022年12月2日 Interview to ザンビア大学

プラットフォームがなく、需要ベースである。NCCがコースを作ると決めたら、UNZAにアプローチすることになる。

資格証明証の発行について、ザンビアの建設業者を能力向上させる責任を負っているNCCが、UNZA（ザンビア大学）に依頼した場合、UNZAの教授が教えるが、コースはNCCが提供し、NCCが証明書を発行する。資格の認定は、ザンビア国内認証のみとなるが、将来的には、RDAやSADCに働きかけ、全地域の認定となると良い。なお、SADCには登録機関がないので、共通の技術者資格機関がないが、ザンビア技術協会(The Engineering Institute of Zambia: EIZ)で登録すると、他国の技術者機関への登録が容易になる。

6.4.2 WBによる支援状況

WBが支援した道路AMに関連するプロジェクトを、表6.15に示す。かつては幹線道路への支援が中心であったが、近年はフィーダー道路等の地方道路への支援に重点が移っている。

表 6.15 WB が実施した道路 AM に関連する支援³⁸⁹

件名	プロジェクト コスト	完了時期	業務内容
Road SIP I	500USD	1997-2002	道路ネットワークが Poor な状態の比率を徐々に低減するため、3,500 km の道路の Upgrading、Rehabilitation、Periodic、Routine maintenance を実施したもの。
Road SIP II	1,624USD	2004-2013	コアネットワークを重点に Good、Fair な道路の Periodic & Routine Maintenance を実施し Poor な状態の道路の修繕を行った。また、Road SIP I で修繕を実施した道路の Maintenance を行った。
Road Network Improvement Project	200USD	2018-2022	Road SIPI、II でカバーできなかった Feeder 道路の補修・維持管理を Output Performance Road Contract(OPRC)を用いて実施。併せて、政府機関のキャパシティビルディングも行う。

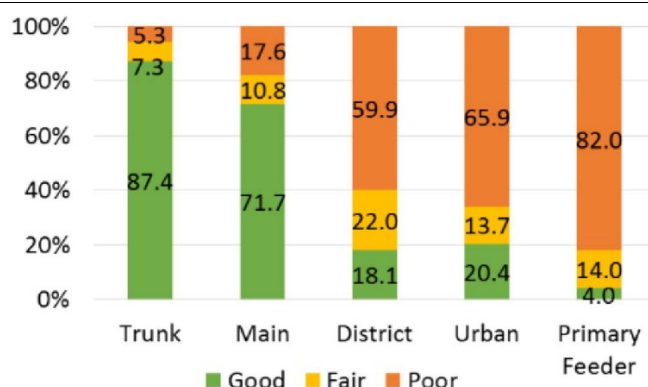
(1) 最近のプロジェクト

[Rural Network Improvement Project]

- 1) 実施期間（事業費） 2018年1月～2022年12月（US\$200million）
- 2) ドナー WB 他
- 3) 実施目的・経緯

ザンビアの道路状況（2014年データ）を、図6.21に示す。ザンビアの Trunk や Main 等の幹線道路の状態は比較的良くなってきているが、Primary Feeder 道路は8割以上が「Poor」の状態である。Primary Feeder 道路の状態の悪さが、地方道路のアクセス性の低下に影響を及ぼしている。地方道路のアクセスは現地の農業の発展や地域の貧困に結びついている。アクセスが悪ければ農作物が市場へ出荷されることが少なくなる。地方道路のアクセスと農業の振興及び貧困には、大きな関連性がある。

³⁸⁹ WB [2012], The crisis in the Zambian Road Sector

図 6.21 ザンビアの道路状況（2014年データ）³⁹⁰

(2) 実施計画

[1] Feeder Roads の改良 (US\$180 million)

ザンビアの6州（Central、Eastern、Northern、Luapula、Southern および Muchinga）の4,300 km の Feeder roads を主に土道から砂利道に改良する。契約は Output Performance Road Contract (OPRC) を用いる。OPRC では一般的に5か年程度の工期が設定され、最初の1年は改良工事を実施し、残りの4年間で当該道路を維持管理することとしている³⁹¹。また、10年後の日交通量が50～100台以上の箇所は、低コストのアスファルトシール舗装への改良を行う。なお、今後の調査で検討される気候変動適応策を加えるものとする。

[2] プロジェクト実施のサポート (US\$14.3 million)

OPRC の FS や設計の実施、住民移転支援、工事施工管理など、プロジェクトの実施を支援する。

[3] 道路機関の能力向上支援 (US\$9.0 million)

材料試験所の設置、交通政策に関する技術支援、道路基金の組織力強化、地方道の維持管理戦略策定他を実施する。

6.5 ヒアリングおよび現地調査の経過

ザンビアの道路アセットマネジメントの実態調査は、2020年度業務と2022年度業務で実施している。2020年度は、コロナ禍の影響で渡航が制限されたため、オンライン・ヒアリングのみ実施し、2022年度は、2020年度の調査を踏まえて、現地調査と現地でのヒアリングを実施している。

6.5.1 および6.5.2 に、その経過を示す。

6.5.1 2020年度の道路アセットマネジメント成熟度評価

2020年度業務では成熟度評価は、表6.16に示す参加者、日程でオンライン・ヒアリングにより実施した。事前に評価表を配布し、評価の仕方をキックオフミーティング時に説明した。ヒアリングでは相手が評価した点とその理由を説明してもらい、自己採点結果が低い項目や高い項目を中心にその背景を確認した。ヒアリングの中で、相手が採点の変更を申し出た場合は、その場で修正した。また、資料を入手して確認すべき事項については、ヒアリング後に資料を送付してもらい確認した。

³⁹⁰ WB [2017], Zambia: Improved rural connectivity project appraisal document

³⁹¹ WB [2017], Output and Performance-Based Road Contracts and Agricultural Production Evidence from Zambia

表 6.16 ヒアリングの実施内容

項目	日時	出席者	内容
JICA キックオフ	2021/5/18	JICA 本部、JICA ザンビア事務所	趣旨説明
RDA キックオフ	2021/6/8	維持管理部 Senior manager Eng. Kapinda 計画設計部 Senior manager Eng. Yobe	趣旨説明、ヒアリング日時設定
橋梁、モニタリング/ 組織	2021/6/15	維持管理部 Senior manager Eng. Kapinda	評価シート採点
舗装、土工	2021/6/17	計画設計部 Senior manager Eng. Yobe	評価シート採点
橋梁、モニタリング/ 組織	2021/6/21	維持管理部 Senior manager Eng. Kapinda	追加質問
舗装、土工	2021/6/25	計画設計部 Senior manager Eng. Yobe	評価シート採点
橋梁、モニタリング/ 組織	2021/7/15	維持管理部 Senior manager Eng. Kapinda	支援計画案提示
舗装、土工	2021/7/16	計画設計部 Senior manager Eng. Yobe	追加質問
舗装、土工関連	2021/7/28	計画設計部 Senior manager Eng. Yobe	支援計画案提示
JICA への調査結果報告	2021/8/11	JICA 本部	調査結果報告

また、補足情報を得るため、表 6.17 に示すように、技術協力プロジェクトチームへのオンライン・ヒアリングを実施した。

表 6.17 補足ヒアリングの実施内容

ヒアリング先	日時	出席者	内容
大日本コンサルタント (株)	2021/4/16	ザンビア国橋梁技術協力プロジェクト II プロジェクトマネージャー	橋梁 AM に関するヒアリング
	2021/5/7		
	2021/7/13		

6.5.2 2022年度の道路アセットマネジメント成熟度評価

2022年度の道路アセットマネジメント成熟度評価にあたり、現地調査の事前に情報収集と調整、および事後に事実確認のため、表 6.18 に示す日程、主題、相手方に対し、オンライン・ヒアリングを実施した。また、現地における活動の位置、行程を図 6.22、表 6.19 に示す。

表 6.18 技プロ関係者へのオンライン・ヒアリングの経過

日時	主題	相手方
2022年10月14日 10:00-11:10	ザンビア大学のヒアリングに向けた情報収集	岐阜大学 木下准教授
2022年11月9日 9:10-10:20	橋梁維持管理技プロに関するヒアリング	ザンビア・橋梁維持管理能力向上プロジェクトフェーズII 技プロマネージャー 長尾氏/大日本コンサルタント(株)

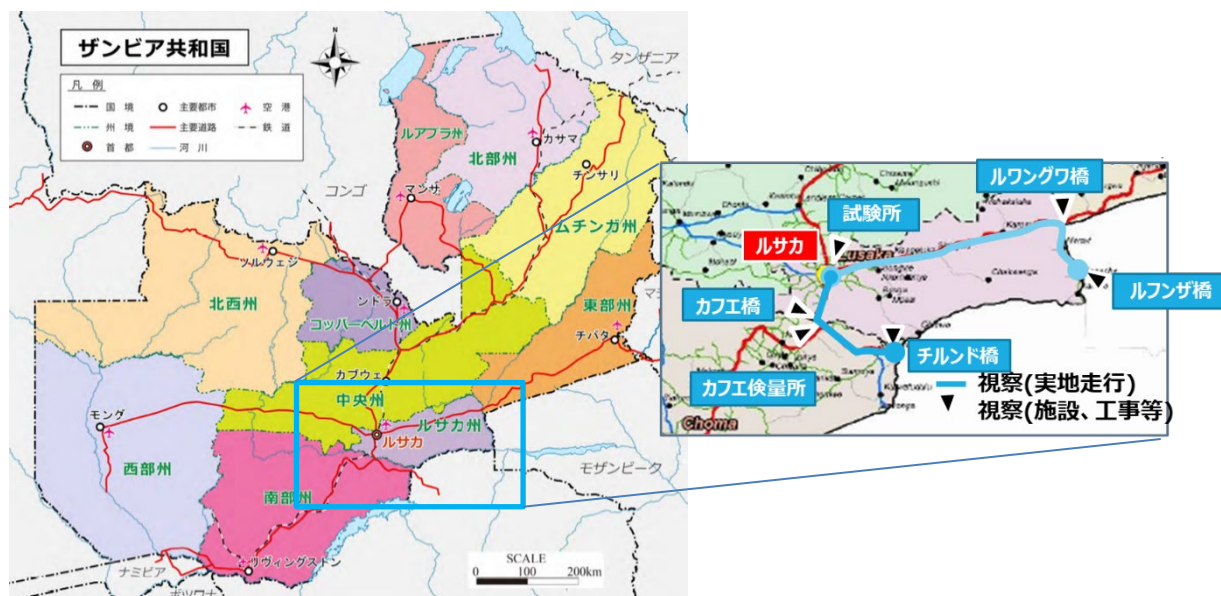


図 6.22 ザンビアにおける道路 AM 実態調査 現地調査の位置図

表 6.19 ザンビアにおける道路 AM 実態調査 現地調査の行程

日程	活動	相手方
2022/11/28 (月)	JICA ザンビア事務所 調査計画打合せ	JICA ザンビア事務所：泉次長、二見氏、ムワベ氏
	道路開発庁(RDA) ヒアリング、システム確認	RDA：カコマ氏、モアレ氏、ビゼンティ氏、ニモン氏、フィディ氏 橋梁維持管理技プロ：チンゲラシ氏
	道路開発庁 中央材料試験センター (在ルサカ地域事務所) 視察	RDA：モアレ氏 (センター長)
2022/11/29 (火)	ルサカ(T4→D145)舗装補修工事、斜面、Rufunsa 橋、Luangwa 橋、その他視察	RDA ルサカ地域事務所：ムバンガ氏 橋梁維持管理技プロ：チンゲラシ氏
2022/11/30 (水)	RDA CEO 表敬訪問	RDA CEO： Eng. ムテンボ氏 (Ms.)
	コントラクター ヒアリング	NCC：2名、コントラクター：9社12名 RDA：カコマ氏
	RDA 橋梁課 ヒアリング	RDA：ボンウエル氏 橋梁維持管理技プロ：チンゲラシ氏
2022/12/1 (木)	ルサカより幹線2号 (T2) Kafue WeighBrige (検量所) Kafue 橋、Chirundu 橋	RDA：カコマ氏、モアレ氏、ボンウエル氏
2022/12/2 (金)	ザンビア大学工学部長 ヒアリング	ムレンガ教授
	JICA ザンビア事務所調査結果報告	JICA ザンビア事務所：泉次長、二見氏

6.6 施工・維持管理能力・技術水準

6.6.1 建設会社を取り巻く状況

(1) 建設会社の登録と規制

ザンビア国内の建設会社は、NCC(National Council of Construction)に登録し、格付けされる。建設会社の格付けは、各社の申告・条件により、NCCが行い、公表されている³⁹²。建設会社は、一般建築・住宅、一般土木工事、一般道路と土工、鉱山サービス、一般電気・電気通信の工種別に分類される(表 6.20)。工種別の区分と格付けランクにより、発注額の範囲を定める規定がある。「プロフェッショナルスタッフ - Reg. Eng. / QS / Arch. (履歴書を添付すること)」、「テクニカルスタッフ-技能者(建設関連資格、技能証明書/技能検定)」、「経理要員」、「英文 IAS 監査済み決算書」、「ZICA 会員が認証した財務諸表」等の数を考慮し、建設業者を1級から6級までの6つのクラスに分け、1級を最も技術的に高度なクラスと格付けしている(表 6.21)。例えば、ランク1の道路で60百万クワチャ(約45億円)以上、ランク4の土木で13~20百万クワチャ(約1億~1億5千万円)などとなる。

表 6.20 建設会社のカテゴリー区分³⁹³

カテゴリー区分	建設内容
B	一般建築・住宅
	住宅、商業ビル、工業用ビル(平屋建ておよび複数階建て)の建設と、それに付随するさまざまな設備や外構工事。
C	一般土木工事
	橋梁およびその他関連付帯工事、プレキャスト・プレストレスコンクリート工事、杭・基礎工事、構造用鋼工事、製作・板金、フェンス、鋼材固定、港湾・港湾建設およびその他関連工事、給水・衛生工事(上下水道インフラを含む)、ダム・土木工事、灌漑システムおよび関連水工事(池、プールを含む)、ボーリング穴掘削およびその他関連工事、鉄道建設およびメンテナンス
R	一般道路と土工 瀝青舗装、排水構造物、車道外での改築と維持管理、車道での改築と維持管理、道路設備、標識・標示、その他関連する付帯工事。
M	特定 鉱業サービス - 鉱業地域内の建設工事
	小区分 下のリストからサブカテゴリーを1つ選び、インクではっきりと丸を付けること:
B	鉱業 - 建築・住宅
C	鉱業 - 土木工事(足場を含む)
R	鉱業 - 道路および土工工事
E	鉱業 - 電気、計装設備、電気通信(CCTV、入退室管理、火災探知システムの設置を含む)
ME	鉱業 - 機械エンジニアリング
M	採鉱 - 採石(掘削、発破、破砕を含む)
E	一般電気・通信 発電、大電流送電・配電線、街灯・エリア照明、ソーラー、風力、その他各種エネルギー設備、ICT・通信インフラ、CCTV、入退室管理、警報・火災検知システムの設置、発電所、変電所、通信システムの土木工事、電気通信ネットワーク設備(鉄塔、光ファイバー敷設など)。
ME	機械エンジニアリング

³⁹² NCC: Registered Contractors, Suppliers, Manufacturers (<http://www.ncc.org.zm/registered-contractors-suppliers-and-manufacturers/>) 2023年8月取得

³⁹³ NCC: 2023 First Registration (For Grade 6 ONLY) (<https://www.ncc.org.zm/registration/>) 2023年8月取得

	配管および関連工事、配管、艀装、空調および機械換気、冷蔵および冷蔵室、ボイラー設置および蒸気分配、セントラルヒーティング、集中給湯、圧縮空気、ガスおよび真空設備、コンベヤーおよびマテリアルハンドリング設備、防酸およびゴムライニングを含む酸性プラントなどの機械工事、リフト・エレベーターの設置、消火設備、サイクロンの設置、機械的性質のその他の設置および保守作業、および化学工場、冶金工場、油井、ガス井、酸工場、冶金機械、設備、装置、および金属、鉱物、岩石、有機物質の選鉱に必要な作業を含む連続プロセス・システムの設置。 石油および有機物質、その他の化学加工基盤施設
--	--

表 6.21 建設会社の格付け³⁹⁴

	CLASSIFICATION GRADE >	1	2	3	4	5	A	B
1	株主の建設関連資格	1 No.	1 No.	1 No.	1 No.	1 No.	1 No.	1 No.
2	プロフェッショナルスタッフ Reg. エンジニア / QS / Arch. (履歴書を添付すること)	4 No.	3 No.	2 No.	-	-	3 No.	-
3	テクニカルスタッフ - 技術者 (建設関連資格、技能検定 / 技能講習)	5 No.	4 No.	3 No.	2 No.	1 No.	4 No.	1 No.
4	会計要員 (上級資格)	1 No.	1 No.	1 No.	-	-	1 No.	-
5	経理担当者 (基礎資格)	-	-	-	1 No.	-	1 No.	1 No.
6	IAS に準拠した英語での監査済み財務諸表	Yes	Yes	Yes	-	-	Yes	-
7	ZICA 会員が認証した財務諸表	-	-	-	Yes	-	-	-
8	入札契約金額の制限 - Category B	>K55m	>K25m- K55m	>K13m- K25m	>K9m- K13m	>K4m- K9m		
9	入札契約金額の制限 - Category C	>K60m	>K30m- K60m	>K20m- K30m	>K13m- K20m	>K4- K13m		
10	入札契約金額の制限 - Category R	>K150m	>K60m- K150m	>K30m- K60m	>K20m- K30m	>K6m- K20m		
11	入札契約金額の制限 - Mining Services	>K150m	>K35m- K150m	>K20m- 35m	>K13m- K20m	>K4m- K13m		
12	入札契約金額の制限 - Category E	>K150m	>K40m- K150m	>K20m- K40m	>K13m- K20m	>K6m- K13m		
13	入札契約金額の制限 - Category ME	>K150m	>K40m- K150m	>K20m- K40m	>K13m- K20m	>K6m- K13m		
14	Limitation on Contract Value to be Tendered - Category S	-	-	-	-	-	>K10. m	>K0.0 m- K10m

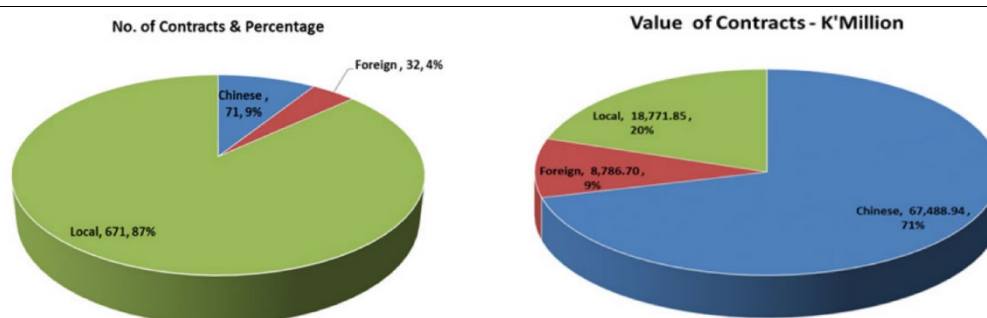
(2) 建設会社の受注状況

7,619 社 (2018 年) である³⁹⁵。契約件数は、87%が地元建設会社であるが、契約金額で見ると地元建設会社は 20%であり、71%を中国企業が占める (図 6.23)。契約金額の大きな改築や改良を中国企業が実施し、地元建設会社が金額規模の小さい維持管理や中国企業の下請工事を受注しているのが実態である。中小の建設会社では、受注する年間プロジェクト数は最大 2 件という³⁹⁶。

³⁹⁴ NCC: 2023 LIST OF CONTRACTORS AS AT 5TH MAY 2023 (<http://www.ncc.org.zm/registered-contractors-suppliers-and-manufacturers/>) 2023 年 8 月取得

³⁹⁵ 国土交通省 : 海外建設・不動産市場データベース : ザンビア 建設業関連データ (https://www.mlit.go.jp/totikensangyo/kokusai/kensetsu_database/zambia/page4.html) 2023 年 7 月取得

³⁹⁶ 2022 年 12 月 12 日 書面回答 from 建設会社

図 6.23 建設会社の契約件数別内訳と契約金額別内訳³⁹⁷**(3) 建設会社へのヒアリング³⁹⁸**

RDA、NCC の同席の下、9 社 12 名が参加したヒアリングの概要を下記に示す。

1) 社員・作業員の能力向上について

- ・社員は基本的に①普通作業員 (General labor)、②職能者 (Artisan)、③職長 (Technician)、④責任者 (Engineer) で構成される。
- ・普通作業員の中から能力のある人間に技能試験を受けさせ、技能資格が取得できれば昇給をさせるなどをするが、常時雇用と言う訳ではないので育成の手間はかけない。③の職長級になると NCC で研修を受けさせることもある。
- ・どうしてもこの業界は受注状況に応じて社員 (作業員) を確保するので雇用者側で人材育成を積極的に行うということはない。

2) 作業資機材の手配

- ・中小の建設会社では、多目的車、小型運搬車、圧縮機などの資機材を所有していることがあるが、その他の資機材は、必要な時に借りてくる³⁹⁹。
- ・資機材について発注者に支援をいつも求めているが、対応されたことはない。

3) 雇用・労働条件

政府が定めた定年は、55 歳である。標準労働時間は月曜から金曜の 08:00~17:00 で、週末は特別な取り決めにより残業扱いとなり、プロジェクトの作業量や環境によっては夜勤もある⁴⁰⁰。典型的な中小建設会社では、常時雇用されている 3 人の技術者がいるが、受注状況に応じて社員 (作業員) を確保することとしており、プロジェクトを受注した場合は、労働者と職人を追加で雇用する⁴⁰¹。

³⁹⁷ National Road Fund Agency [2020], 2019 Annual Report

³⁹⁸ 2022 年 11 月 30 日 建設会社へのヒアリング

³⁹⁹ 2022 年 12 月 12 日 書面回答 from 建設会社

⁴⁰⁰ 2022 年 12 月 12 日 書面回答 from 建設会社

⁴⁰¹ 2022 年 12 月 12 日 書面回答 from 建設会社

(4) 建設会社の状況に関する所見

ザンビア国の経済状況が非常に厳しいためより優先度の高い事業に予算が充てられており、維持管理関係に予算が執行されないことがあらゆる問題の原因になっている⁴⁰²。また、プロジェクトが継続的に受注されるわけではないため、給与を支払うにはコストがかかる⁴⁰³。

建設会社のクラス5～6は、技術者が居なくてもよく、作業員の集まりのようなものである⁴⁰⁴。

中小の建設会社に資金力はなく、建設会社は資機材について発注者に支援をいつも求めているが、対応されたことはない。また、常に受注できるとは限らないので、受注状況に応じて社員（作業員）を確保するので雇用者側で人材育成を積極的に行うということはない。

建設プロジェクトのほとんどの条件は外資系企業を優遇しており、小規模な新興企業は除外されている。中小企業も競争できるレベルまで成長できるよう、一部の契約は中小企業に発注されるべきである⁴⁰⁵。また、中小の建設会社からは、小規模建設会社が知識を得られるよう、これらの建設会社がトレーニングを受けられる支援が望まれている⁴⁰⁶。

6.6.2 技術者(Engineer)と技能者(Technician)

ザンビア技術協会 EIZ(The Engineering Institution of Zambia)は、1955年に設立され、1972年から1992年までに数多くの法改正を受け、現在は、2010年 EIZ 法第17号に基づいて再設立されている、工学専門職の促進と規制を目的とした技術者専門機関である⁴⁰⁷。EIZには、エンジニアリング組織の登録が規定されており、その専門的行為が規制され、全レベルの技術者が、実践的な技術者であるために、登録される必要がある⁴⁰⁸。コンサルタントはここに技術者として登録する必要があるが、学位を保有していないと登録できない⁴⁰⁹。NCCには、建設の技能のコースがあり、技能の訓練を開けることができるが、NCCで訓練を受けただけの技能者(Technician)は、EIZに登録できない。NCCでは現在、技能だけでなく、補修コースを設置し、維持管理の技能者を育てようとしている⁴¹⁰。

6.6.3 日常維持管理の状況

日常維持管理作業 (Routine maintenance) では、政府の雇用確保対策から人力施工が推奨されている。除草機による施工が可能な個所でも人力で鎌により行われ非常に非効率である。雇用促進という名目で機械化による維持管理能力向上が妨げられているのが実態である。道路の日常維持管理は、クラス5,6が割り当てられ、道路の清掃、草刈等を実施している。橋梁の維持管理については、技ブ

⁴⁰² 2021年7月13日 橋梁維持管理技プロへのヒアリング

⁴⁰³ 2022年12月12日 書面回答 from 建設会社

⁴⁰⁴ 2022年11月9日 橋梁維持管理技プロへのヒアリング

⁴⁰⁵ 2022年12月12日 書面回答 from 建設会社

⁴⁰⁶ 2022年12月12日 書面回答 from 建設会社

⁴⁰⁷ EIZ: EIZ ウェブページ(<https://www.eiz.org.zm/>) 2023年8月取得

⁴⁰⁸ 2022年12月2日 Zambia 大学へのヒアリング

⁴⁰⁹ 2021年11月28日 Interview to RDA

⁴¹⁰ 2021年11月28日 Interview to RDA

ロがRDAと掛け合い、技術者1名以上いるクラス3,4が割り当てられている⁴¹¹。舗装の補修では、DBSTが大半を占める状況であり、オーバーレイによる施工が主体となっている。

橋梁の日常維持管理について、政府の予算で、3つの州で、清掃、橋梁洗浄、小補修等を実施するパイロット業務（工事）が発注され、JICA技術協力プロジェクトが技術指導している⁴¹²。日常維持管理のマニュアルは、フェーズ1で作られているが、RDAは一切維持管理をしてなく、フェーズ2で初めて維持管理が始まった。その日常維持管理のマニュアルは、フェーズ2のパイロット工事を通して、更新されている。ただし、3地域で契約した日常維持管理業務は前払い金一部未支給のため一時中止となっている。日常維持管理業務の直営と外部委託の振り分けについては、点検・清掃・ガードレール交換などを直営とし、小補修工事を伴うものを外部委託とする案が、JICA技術協力プロジェクトからRDAに提案されている⁴¹³。

6.6.4 技術基準の状況⁴¹⁴

RDAでは、SATCC規格案（道路橋梁工事標準仕様書案：Draft Standard Specifications for Road and Bridge Works.）（1998年9月初版、2001年7月再版）をベースにしたザンビアの規格を使用することとされているが、道路の設計、建設、改築、維持管理には、英国規格(British standards)が、基本的に使用される。鋼やコンクリートの構造物には、AASHTOとそれ関連してASTMも、よく使用される⁴¹⁵。

道路部門で使用されている主な規格は、ザンビアのSATCC規格/RDAである。2019年には、「交通量の少ない道路の舗装設計マニュアル」(The Pavement Design Manual for Low Volume Roads applies to District and Tertiary Roads)がインフラ・住宅省(Ministry of Infrastructure and Housing)によって承認された。その他に、「交通量の少ない道路の幾何学的設計と交通安全マニュアル」(Geometric Design and Road Safety Manual for Low Volume Roads applies to District and Tertiary Roads)が農村部の地区道路と三級道路、都市環境の低次道路と道路網に適用された。

RDAの今後の意向は、ボツワナのように地域規格(SATCC)を自国規格に改定した国々と同様、SATCC規格をザンビアの規格に改定し、適切であれば既存のザンビアの規格と組み合わせることである。

《ザンビアにおける道路規格の改定手続きについて》

ザンビアの規格は、コンサルタント・サービスを通じて開発され、運輸省(Ministry of Transport)によって承認され、ザンビア強制規格庁(ZCSA: Zambia Compulsory Standards Agency)とザンビア基準局(Zambia Bureau of Standards)によって認証される。作成者から、道路部門組織、プロジェクト管理チーム、査読チーム、大臣による承認、委員会の承認までの過程を経る。

《SATCC規格について》

⁴¹¹ 2022年11月9日 橋梁維持管理技プロへのヒアリング

⁴¹² 2022年11月9日 橋梁維持管理技プロへのヒアリング

⁴¹³ 2021年5月7日 橋梁維持管理技プロへのヒアリング

⁴¹⁴ 2021年12月12日 RDAより書面回答

⁴¹⁵ 2021年11月28日 Interview to RDA

南部アフリカのいくつかの国が道路の規格として採用した SATCC 規格は、科学技術研究評議会 (Council for Scientific and Industrial Research: CSIR)の道路交通技術部門(Division of Roads and Transport Technology)によって作成され、それらは、交通の専門家と技術者からなる委員会によって承認されたものである。

SATCC 標準仕様書と道路・橋梁設計ガイドの開発 - 南部アフリカ開発共同体(SADC)地域交通システムの開発と利用を調整する南部アフリカ交通通信委員会(SATCC: Southern Africa Transport and Communications Commission)の継続的な役割の一環として、CSIR の道路・交通技術部門(Division of Roads and Transport Technology)(Transportek)は、道路・橋梁設計基準と仕様書、舗装修復ガイドラインの見直しと開発を担当した。この調査は 1997 年に開始された。

地域の道路と橋の規格と仕様の標準化の目的は以下の通りである：

- ・最適なコストで均一な道路網を提供することにより、SADC 域内の道路輸送の経済的・技術的効率を達成する。
- ・地域全体で同じ質のサービスを提供する。
- ・交通事故を最小限に抑えることで、道路交通システムの効率を向上させる。
- ・エネルギー消費を削減することにより、道路輸送システムの効率を向上させる。

SATCC の文書や国別の文書に関して、多くの国々と初期協議を行った結果、以下が判明した：

- ・オリジナルの SATCC の仕様は、この地域に適していないと考えられていたため、広く使われていなかった。
- ・具体的な批判は、幾何学的設計と舗装設計ガイドラインの両方について、過度に保守的で地域の条件に適していないとして向けられた。
- ・既存の SATCC の仕様とガイドラインは、現地の状況に対応するために、大規模かつ大幅な改訂が必要であると認識されていた。
- ・(SATCC ではない) 国内の仕様書やガイドラインのほとんどは、主に南アフリカの慣行に基づいているが、イギリスやアメリカの慣行も踏襲されている。
- ・プロジェクト開始当時、加盟国で入手可能な文書の質と包括性はまちまちだった。

書類作成のために採用された手続きは、SATCC-TU と選ばれた SADC 諸国の代表で構成される運営委員会によって総括され、以下の段階を経た：

- 1) 各国代表との協議および既存文書のレビュー
- 2) インセプション・レポートの作成
- 3) 文書改訂案の作成
- 4) 加盟国による審査
- 5) 変更点を話し合うワークショップ
- 6) 最終ドラフト文書の作成
- 7) 実施

6.6.5 材料試験所

RDA 本部の傘下であり、Lusaka 地域事務所の敷地内にある材料試験所 (6.3.3 参照) では、全国プロジェクトからコンクリート供試体や土砂サンプルが届けられ、コンクリート強度試験や土質試験が行われている。材料試験所が保有する試験機材は、コンクリートのミキサー、供試体型枠、スランプコーン、水中養生プール、圧縮強度試験機、CBR 試験機、ふるい、乾燥炉等がある。

全国10県に試験室を設置する構想があるが、予算の不足により実現していない。土の締固め試験に、米国製のRI試験器が用いられている。Humboldt社製とTroloxler社製を合わせて、約10器ある(図6.24)。このような試験機材等の調達は、主に建設プロジェクト毎に使用した試験機材を発注者に物納する規定を設けることで得ている⁴¹⁶。

また、Lusaka地域事務所には、RDA本部に置けない車両や機材が置いてある。その主なものは、橋梁点検車、高所作業車、FWD測定機などである(図6.25、図6.26、図6.27)。



図 6.24 RI 試験器 (材料試験所にて)⁴¹⁷



図 6.25 橋梁点検車⁴¹⁸



図 6.26 高所作業車⁴¹⁹



図 6.27 FWD 測定機⁴²⁰

6.6.6 舗装

舗装は、ルサカ等の都市内の幹線道路などではアスファルト・コンクリート舗装が見られるが、ザンビアの舗装の約8割がDBSTであり、舗装種類で分類した統計はない⁴²¹。

図6.28は、Trunk Road 4号線のLusaka近郊で、Chongwe料金所の近くの道路状況だが、状態は良く、制限速度となる100km/hで走行しても大丈夫である。しかし、そこから数キロ走行すると、損傷した舗装が頻発し、舗装が補修されるような状況となる。

⁴¹⁶ 2022年11月28日 Interview to RDA

⁴¹⁷ 2022年11月28日 調査団撮影

⁴¹⁸ 2022年11月28日 調査団撮影

⁴¹⁹ 2022年11月28日 調査団撮影

⁴²⁰ 2022年11月28日 調査団撮影

⁴²¹ 2022年11月28日 Interview to RDA



図 6.28 Lusaka 近郊の幹線道路状況 (T4:Lusaka-Rufunsa:Chongwe Toll Plaza 付近) ⁴²²

新設アスファルト舗装（密粒系）オーバーレイ等の舗装補修を実施するまでの年数は、最短5年から最長16年で、平均して約9.6年⁴²³とされるが、DBSTの耐用年数は3～5年とされており、供用期間中も頻繁に補修を行う必要がある⁴²⁴。

RDAでは、ポットホール等の舗装の損傷の応急措置や補修は、外注を基本とし、直営または外部委託とも、初期対応も含め作業手順や編成などマニュアル化が図られ定型化しており⁴²⁵、確実な作業が実施されている。殆どの舗装がDBSTであるうえ、舗装の補修方法は、舗装プラントがあまりないことから補修に常温合材を用いており、舗装を改修してから2年前後でポットホール等の損傷が現れ、新規の補修と再補修が繰り返され、予算の制約から、対応が追い付かず、舗装の補修は直営主体で実施されている⁴²⁶。各地域事務所は、舗装補修用の小型の転圧機並びに舗装切削機等の機材を保有しており、地域事務所に近い舗装の補修では、もっぱら地域事務所に配属される直営の補修作業班が従事する（図6.29）。直営の補修作業班の使命は舗装の応急措置に限られていないが、頻発する舗装の損傷のため、小補修に留まらず、本補修に相当する工事が実施されている⁴²⁷。そのため、必要な点検等の業務に割り当てる人員の不足は、深刻な状況である。



図 6.29 地域事務所の直営による小補修の実施状況 (T4:Lusaka-Rufunsa: Rufunsa Fisheries 付近) ⁴²⁸

⁴²² 2022年11月29日 調査団撮影

⁴²³ 松田和香：「なぜ、今、新しい契約方式か？～道路構造物等の品質確保に向けた取り組み～」，アスファルト No.228, 2012.12, pp40-44.

⁴²⁴ JICA: Basic design study on the project for rehabilitation of trunk road in the Republic of Ghana, 2002.12.

⁴²⁵ 2022年11月 Interview to RDA

⁴²⁶ 2022年11月 Interview to RDA

⁴²⁷ 2022年11月 Interview to RDA

⁴²⁸ 2022年11月29日 調査団撮影

直営の補修作業班の編成は、役割分担が明確で、**technician**が現場責任者、熟練工(**artisan**)が作業主務を務め、作業員(**general worker**)が作業主体となる。安全の確保に最低限必要な措置は行われており、作業区間の数百 m 手前から予告看板を設置し、交通規制の端では誘導員が配置され、作業区間にはコーンが設置される (図 6.30)。応急措置、小補修を使い分けているというが、損傷が進行し、路面が陥没してから応急措置の場合がある。陥没した舗装の応急措置は、膿んだ路床をセメント混合改良土で充てん・転圧する (図 6.31)。そのような箇所では、数日後に、アスファルト合材を用いた小補修が行われる (図 6.32)。小補修で使用されるアスファルト合材は、常温合材のため、補修後も再補修が絶えない。加熱アスファルトは、アスファルトプラントが少なく、あっても運搬距離が長くなるため、幹線道路の地方部では使用されない⁴²⁹。小補修の現場では、現地の住民が作業員として雇用され、日本製の機材が使われている (図 6.33)。

骨材は、仕切りのない平地に露天置きされており、枯葉、木片、土砂やダスト、異種の骨材が混じる状態となっており、設計された配合より品質の低下は避けられない状態となっている (図 6.34)。一方、RDA によると⁴³⁰、品質管理については南アフリカ等の各基準間に矛盾等の問題はなく、ザンビアの技術基準はアメリカの ASTM や British Standard と同様に、工程から管理しており、何も問題がないという。例えば、舗装品質基準では、現場での「温度管理」、「締め固め回数」、「締め固め速度」(ローラーを使用する場合)に関する規定が、SATCC 基準、道路橋工事標準仕様書 (案) 1998 年 9 月 (2001 年 7 月再版) に規定されている⁴³¹。このような背景から、品質管理の不備は、現場従事者のトレーニングの不足による現場管理に問題があると考えられる。



図 6.30 舗装補修時の交通規制の端に配置される誘導員 (T4:Lusaka-Rufunsa: Rufunsa 付近)⁴³²

⁴²⁹ 2022 年 11 月 Interview to RDA

⁴³⁰ 2022 年 11 月 Interview to RDA

⁴³¹ SATCC: SATCC standards, the Draft Standard Specifications for Road and Bridge Works September 1998 (Reprinted July 2001), Series 7000.

⁴³² 2022 年 11 月 29 日 調査団撮影



図 6.31 応急措置が施された舗装の状況 (T4:Lusaka-Rufunsa: Rufunsa Fisheries 付近) ⁴³³



図 6.32 地域事務所の直営による小補修の実施状況 (T4:Lusaka-Rufunsa: Rufunsa 付近) ⁴³⁴



図 6.33 小補修で使用される日本製の機材 (T4:Lusaka-Rufunsa: Rufunsa 付近) ⁴³⁵

⁴³³ 2022年11月29日 調査団撮影

⁴³⁴ 2022年11月29日 調査団撮影

⁴³⁵ 2022年11月29日 調査団撮影



図 6.34 地域事務所の直営による小補修の実施状況 (T4:Lusaka-Rufunsa: Rufunsa 付近) ⁴³⁶

6.6.7 橋梁

(1) ヒアリングによる情報

RDA では、Design & Planning 部から地域事務所へ、JICA 技術協力プロジェクトが作成した“BRIDGE ROUTINE MAINTENANCE GUIDELINES” (2017年版) 等のマニュアルが配布されている。一方、地域事務所を所管する Maintenance 部が、維持管理作業から補修作業まで手順等を定める“ZAMBIA ROAD MAINTENANCE MANUALS_VOLUME 3 - MAINTENANCE PROCEDURES FOR ROADS AND BRIDGES”の制定手続き中 (2022年12月時点) である。

橋梁の新設はほぼ中国の支援であり、図面等が提供されないため SATCC の基準を満たしているかどうか不明である ⁴³⁷。

RDA が実施したことがある補修は、中国の業者に委託した橋梁下部工の取替のみである ⁴³⁸。JICA 技プロのフェーズ1では、補修マニュアルが作られたが、実際の補修は実施されてなく、フェーズ2で初めて補修が実施されている。フェーズ2では、一般の RC 橋、鋼橋、PC 橋の補修のパイロット工事の技術指導が実施され、パイロット工事で使用される補修マニュアルは、フェーズ1で作成されたものである ⁴³⁹。実質的にザンビアでは補修工事の経験がある建設会社がないため、現地の建設会社のレベルは著しく低い ⁴⁴⁰。ポリマーセメントやエポキシ樹脂などの補修材料は、南アフリカや日本から輸入により入手できる ⁴⁴¹。

ザンビア政府は、橋梁の維持管理を実施したことがないので、すべて JICA 技術協力プロジェクトが指導している。10リージョンのうち、3つのリージョンでパイロット工事を実施しているところである ⁴⁴² (2022年12月時点)。残る7つのリージョンは、2022年にパイロット工事を実施する予定だったが、RDA から最高機関の Board にプロジェクトに関与する維持管理業務及び補修パイ

⁴³⁶ 2022年11月29日 調査団撮影

⁴³⁷ 2021年5月7日 橋梁維持管理技プロへのヒアリング

⁴³⁸ 2021年5月7日 橋梁維持管理技プロへのヒアリング

⁴³⁹ 2022年11月9日 橋梁維持管理技プロへのヒアリング

⁴⁴⁰ 2022年11月9日 橋梁維持管理技プロへのヒアリング

⁴⁴¹ 2022年11月29日 橋梁維持管理技プロへのヒアリング

⁴⁴² 2022年11月9日 橋梁維持管理技プロへのヒアリング

ロットプロジェクト予算確保について要望したが否決されている⁴⁴³。予算がないため、RDAはパイロット工事を発注できなかった、残る7つのリージョンへは、パイロット工事を実施する3つのリージョンのカウンターパートが指導することとなっている⁴⁴⁴。

JICA技術協力プロジェクトでの補修の実施に当たり、補修工事の予算はザンビア政府が負担し、材料は日本から支給することとしている⁴⁴⁵。しかし、工事の実施過程で、JICA技術協力プロジェクトの中では、施工業者が日本の素材を注文できる仕組みを整備したが、RDAからの前払い金が不足したため、実施されない状況に陥った⁴⁴⁶。そのため、業務着手後に、日常点検業務や一部小補修は実施されたが、請負者の資金不足のため、業務が中断している⁴⁴⁷。このように、政府の資金難により支払いが滞ると、工事の資材供給だけでなく、労働力の確保も不安定となり、連続的な施工が求められるコンクリート補修など、品質管理にも影響を及ぼす懸念がある。

(2) 現地調査

1) Rufunsa (ルフンサ) 橋

- ・ 技プロのパイロット・プロジェクトの1つでD145号線のルーファンザ川に架橋（トラス橋）
- ・ 推定1960年頃建設（築約60年）、設計資料不明
 - ⇒ 同橋は補修技術のOJT対象として作業中
 - ⇒ 鋼材の再塗装は終了し、床版補強（SFR）+舗装を残す状態
 - ⇒ 鋼材はBritish Steel製。鋼材上に同名が浮き彫りされているが、凹凸はしっかり残っている
 - ⇒ 鋼材の欠損は見当たらない
 - ⇒ 床版、支承、ジョイントは、橋齢の割に健全
 - ⇒⇒ 日本で言うところの健全度Ⅱ（予防保全の有効な状態）に近いと思慮



⁴⁴³ 2021年5月7日 橋梁維持管理技プロへのヒアリング

⁴⁴⁴ 2022年11月9日 橋梁維持管理技プロへのヒアリング

⁴⁴⁵ 2022年11月9日 橋梁維持管理技プロへのヒアリング

⁴⁴⁶ 2021年7月13日 橋梁維持管理技プロへのヒアリング

⁴⁴⁷ 2022年11月 Interview to RDA



図 6.35 Rufunsa 橋⁴⁴⁸



図 6.36 【参考】補修前の Rufunsa 橋⁴⁴⁹

2) Rufunsa 橋近くの橋梁（橋名不明）

- ・ D145 号線、技プロパイロット・プロジェクト近くの鋼桁橋。
- ・ 推定 1960 年代に建設（築約 60 年）、設計資料不明
 - ⇒ ルフンザ橋と近い年代に建設されたと推定されているが、同じ道路上にあるにも関わらずルフンザ橋より幅員は狭い
 - ⇒ 錆は鋼桁の随所に浮いているが、鋼材が侵食されている気配は見られない。これで再塗替していなければ、塗装の劣化進行は極めて遅いといえる
 - ⇒ 床版も下面にクラックもなく、表面に多少の汚れは見られるが橋齢のわりに健全な状態
 - ⇒ 下部工も出水期の跡は見られるが摩耗や亀裂は見られない
 - ⇒ 路面はさすがに損耗の跡が見られるが、ポットホール痕もなく、急速な悪化の予兆は見られなかった
 - ⇒ 高欄に欠損があるが、床版、支承、ジョイントは、橋齢の割に健全
 - ⇒⇒ 交通量も少なく、気候の好条件があり、コンクリートや鋼材の劣化が遅いと推察される

⁴⁴⁸ 2022 年 11 月 29 日 調査団撮影

⁴⁴⁹ 2022 年 12 月 JICA 橋梁技プロ提供



図 6.37 Rufunsa 橋近くの橋梁（橋名不明）(1/2)⁴⁵⁰



図 6.38 Rufunsa 橋近くの橋梁（橋名不明）(2/2)⁴⁵¹

3) Kafue（カフエ）橋

- ・ ジンバブウェと南アフリカからの交通の要衝の橋で、1993年開通。
- ・ 対候性鋼板を使用した鈹桁橋で、塗装はない。
- ・ 路肩は土砂が堆積しており、排水施設は、完全に詰まっている。
- ・ 鋼鈹や床版の状態は比較的良好。近くに検量所があり、過積載車両の通行が抑えられ、内陸で気候が良いため、対候性鋼材の安定錆の状況も良いためと考えられる。



⁴⁵⁰ 2022年11月29日 調査団撮影

⁴⁵¹ 2022年11月29日 調査団撮影

図 6.39 Kafue 橋⁴⁵²

4) Chirundu (チルンドゥ) 橋

- ・ジンバブエとザンビアの国境橋で、2002年開通。維持管理費は両国で折半、維持管理区分は橋の中間とされるも、それを定める文書はない。
- ・BMSには登録されていない。
- ・排水施設は、完全に詰まっているものが多数。機能しているものもある。こまめに清掃されている様子は感じられない。
- ・舗装は、供用後一度も補修していない。ところどころに傷みがある。

図 6.40 Chirundu 橋⁴⁵³

6.6.8 土工(斜面)

- ・視察の範囲では堆積岩を主に構成されている
- ・風化の見られるところも多く、肌落ちした風化物が路肩排水の傍まで迫っている箇所も少なくみられる
- ・大規模な切土はなく、基本的に小段もなく、のり肩排水もない
- ・盛土・切土とも、基本的に路肩排水があり、崩落斜面を除き、概ね流路が確保されている
- ・崩落した斜面の規模により、本復旧に至っていない箇所が見られる→対策工は分かっているが予算不足により対応できていない
- ・切土のり面の人工的な保護はみかけなかった

⁴⁵² 2022年12月1日 調査団撮影⁴⁵³ 2022年12月1日 調査団撮影

- ・ 大小の崩落個所の法尻の抑えに土留パネルやふとんかごが稀に用いられている
- ・ 点検は路面に合わせて月1回程度行われている

図 6.41 D145 災害跡⁴⁵⁴図 6.42 T2 災害跡⁴⁵⁵

6.7 道路AMの成熟度

6.7.1 成熟度評価の実施方法

2020年度の調査結果を踏まえ、2022年度の現地調査およびヒアリングで得られた情報に基づき、他国案件とのキャリブレーションを行い、評価した。評価は、2020年度の調査結果を部分的に修正および追加している。

6.7.2 成熟度評価結果

中項目レーダーチャート（評価点数）を図 6.43 に示す。図中の5年後とは、現在実施中のJICA技術協力プロジェクトが終了した場合の想定である。

⁴⁵⁴ 2022年11月29日 調査団撮影

⁴⁵⁵ 2022年12月1日 調査団撮影

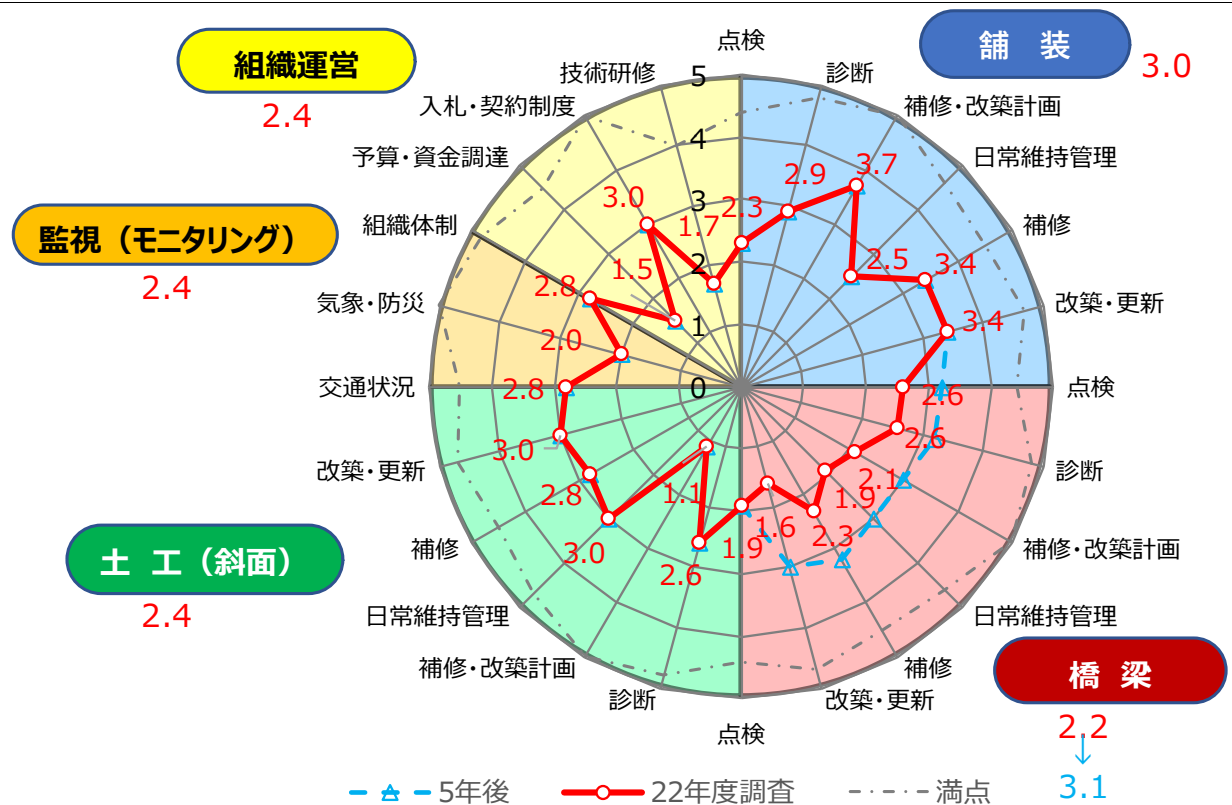


図 6.43 中項目レーダーチャート (評価点数)

(1) 全体的な評価

- 「舗装」のレベルは3.0で、JICA 技術協力プロジェクトの目標と同等である。2020年に購入された ROMDAS が活用され、幹線道路マネジメントシステム(HMS)が運用され、「補修・改築計画」のレベルは3.7で高いが、舗装の種類別の集計は、大半を占める DBST とアスファルト・コンクリートで分別されていない。また、体制や基準は整っている面があるが、人員および予算の制約から、日常維持管理、補修および改築・更新は、部分的な実施に留まる。
- 「橋梁」のレベルは2.2で低い。日常維持管理、補修、改築・更新の体制が整っていないが、今後の JICA 技術協力プロジェクトの進行により、その向上が期待される。
- 「土工」のレベルは2.4で低い。応急措置は最低限で実施され、体制は整っている面があるが、人員および予算の制約から、補修および改築・更新は、部分的な実施に留まる。
- 「監視 (モニタリング)」のレベルは2.4で低い。「交通状況」は、やや偏ったモニタリング地点の見直しが進められているが、「気象・防災」に関する基本的なデータは、必要に応じて、部分的に得るに留まる。
- 「組織運営」のレベルは2.4で低い。長期的資金調達のギャップは把握されているが、ザンビア政府は2020年11月に債務不履行となり、資金調達が困難で、契約済工事への支払いも遅れている。組織の体制は構造化され、入札・契約制度は整えられているが、人員が不足し、運用されていない制度もある。まずは資金と人員の確保が必要であり、OJT に依存している職員のスキル・能力向上は、計画的な研修を実施し、全体的な技術レベルの向上が必要である。

(2) 舗装 (評価レベル 3.0)

- 「点検」のレベルは2.3で低い。これは、地域事務所の体制が弱いと、日常点検の実施が困難なこと、定期点検が不定期に実施されることが要因である。

-
- 2) 「診断」のレベルは2.9である。2020年に購入されたROMDASが活用されている。
 - 3) 「補修・改築計画」のレベルは3.7で高い。これは、2015年にWBの支援で舗装台帳DBが全線で整備されている。PMSも1997年に開発され以降数回にわたってアップグレードされていることが要因である。ただし、舗装の種類別の集計は、大半を占めるDBSTとアスファルト・コンクリートで分別されていない。また、2015年に舗装の10か年長期計画が策定されているが、資金難に陥ってからは、「補修」や「改築・更新」は部分的な実施に留まる。
 - 4) 「日常維持管理」のレベルは2.5で低い。これは、人員および予算の制約から、清掃や、ポットホール等の応急措置が不十分なことが要因である。
 - 5) 「補修」および「改築・更新」のレベルは3.4で高い。人員および予算の制約から補修および改築・更新は部分的な実施に留まるものの、コントラクター作成の施工計画書をベースに、RDAが全体プロセスをチェックしモニタリングしていること、そして、補修マニュアルが策定され、品質管理が全プロセスにわたって行われている。また、舗装補修は直営作業班による実施が確認され、外部委託に関しては受注結果が評価されている
- (3) 橋梁 (評価レベル2.2)
- 1) 「点検」と「診断」のレベルは、いずれも2.6で低い。これは、点検・診断マニュアルはJICA技術協力プロジェクトで策定されているが、運用は部分的なものにとどまり、また、体制が確立していないことが要因である。
 - 2) 「補修・改築計画」のレベルは2.1で、かなり低い。これは、BMSが運用されているが、格納されるデータが限定的であること、補修の経験がほぼ無く、補修・改築の計画を策定するために、まだ多くの段階を踏む必要があるためである。
 - 3) 「日常維持管理」のレベルは1.9で、かなり低い。これは、これまで日常維持管理を実施した経験がなく、今後、それを着実・適切に遂行する体制も整っていないことが要因である。
 - 4) 「補修」と「改築・更新」のレベルは、それぞれ2.3と1.6で、かなり低い。補修（設計）マニュアルは、JICA技術協力プロジェクト（フェーズ1）で策定されたものがあり、さらに、パイロット・プロジェクトで運用されて得られた知見を踏まえ更新されている。しかし、これまで補修の経験がほぼ無く、コントラクターも含め、技術レベルは低い。「改築・更新」について、改築や更新が必要な橋梁はあるが、まだ手を付けられていない。
- (4) 土工（斜面） (評価レベル2.4)
- 1) 「点検」のレベルは1.9であり、著しく低い。これは、地域事務所の体制がぜい弱で、日常点検の実施が困難なこと、定期点検は路線が限定的で紙ベースでの記録であり、情報が共有されていないことなどが要因である。
 - 2) 「診断」のレベルは2.6である。基本的な診断はできるが、診断に必要な専門教育、診断マニュアルの運用、損傷原因の究明は部分的である。
 - 3) 「補修・改築計画」のレベルは1.1であり、著しく低い。予防保全の必要性は認識されているが、補修は対症的であり、健全度は予測されず、補修・改築計画が策定されていないためである。
 - 4) 「日常維持管理」のレベルは3.0である。草刈りや水路の清掃は概ね実施され、応急措置は記録・保存されている。
-

-
- 5) 「補修」と「改築・更新」のレベルは、それぞれ 2.8、3.0 である。人員および予算の制約から補修および改築・更新は部分的な実施に留まるものの、施工計画書をベースに全体プロセスはチェックされ、必要な資機材は入手可能で、工事の仕様や性能は満足している。
- (5) 監視（モニタリング）（評価レベル 2.4）
- 1) 「交通状況」のレベルは 2.8 である。従前の交通モニタリングは、範囲がやや偏っており、不定期に実施されているが、観測地点を評価・見直しを行い、次の観測を実施しようとしている。
 - 2) 「気象・防災」のレベルは 2.0 で低い。基本的なデータは、必要に応じて、道路以外の部署・組織から得られるが、部分的である。
- (6) 組織運営（評価レベル 2.4）
- 1) 「組織体制」のレベルは 2.8 である。道路 AM を担当する部署の人員配置は、不足している。事故による変更管理は、ザンビア道路交通安全局（RTSA）が担当している。地震による変更管理は、評価の対象外とした。
 - 2) 「予算・資金調達」のレベルは 1.5 で低い。これは、ザンビア政府が 2020 年 11 月に債務不履行となり、資金調達が困難で、契約済工事への支払いも遅れていることなどが要因である。
 - 3) 「入札・契約制度」のレベルは 3.0 である。契約制度は、確立されているが、その中には運用されていないものがある。
 - 4) 「技術研修」のレベルは 1.7 で低い。RDA は具体的な研修計画をもっていないが、これは計画を作っても予算不足で認められないことによる。舗装については、OJT で直営の小補修の実施など、研修に相当する技術伝承を実施しているといえる。橋梁については、JICA 技術協力プロジェクトにより、点検・診断や補修の一部の研修が実施される。
-

6.7.3 2020年度評価からの変更の所見

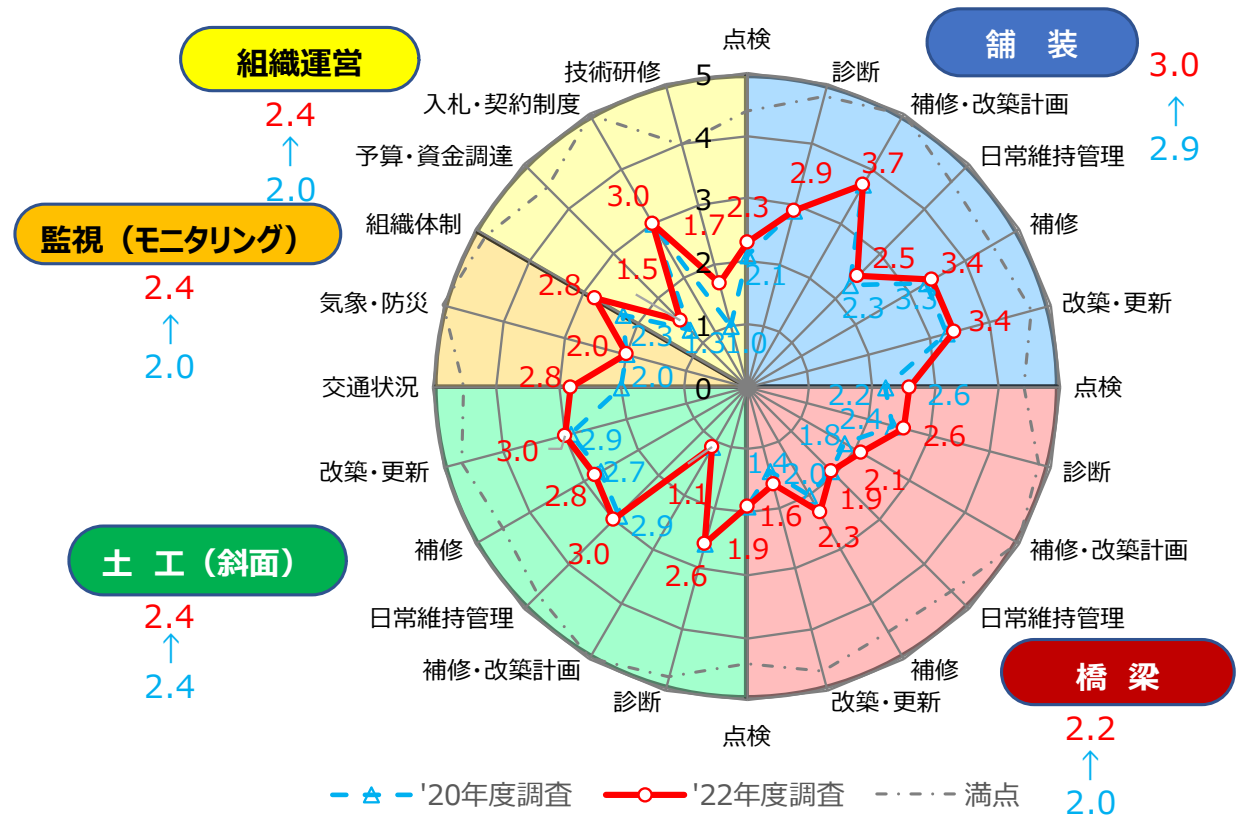


図 6.44 中項目レーダーチャート (評価点数)

- 舗装の定期点検記録は保存、更新されている(Lv1→5)。
- 日常維持管理は、舗装、土工で外部委託者は、評価されている(Lv3→4)。
舗装は直営の体制が組まれている(Lv2→3)。
路面は定期的でないが、清掃されている(Lv1→2)。
ポットホールは補修されているが、最低限である(Lv3→2)。
- 舗装の補修は、外部委託者は評価され(Lv3→4)、直営は体制が組まれている(Lv1→3)。
- 舗装、橋梁の改築・更新で、直営はない(Lv1→blank)。
- 橋梁の点検・診断マニュアルは、技術協力プロジェクト(フェーズ1)で策定されている。さらに、特殊橋梁について策定されている(Lv3→4)。
- 50%未満の道路延長で橋梁マネジメントシステムが運用され、健全度が予測され、費用が把握されている(それぞれLv1→2)。
- 橋梁の補修(設計)マニュアルは、技術協力プロジェクト(フェーズ1)で策定されている。さらに、フェーズ2のパイロット・プロジェクトで得られた知見を踏まえ、更新されている(Lv3→4)。
- 橋梁の補修は、部分的に実施される(Lv1→2)。変更の管理は、補修と改築・更新で、一部定められる(Lv1→2)。
- 橋梁の補修および改築・更新は、評価された外部委託者が選定される(Lv2→3)。
- 土工の補修は、外部委託者は評価される(Lv3→4)。

- 11) 交通量の監視（モニタリング）は、著しく偏っていた代表点が見直され(Lv2→4)、また、記録はある(Lv2→3)。
- 12) 組織運営で、道路AM部署は他部署に対して影響力がある(Lv2→3)。
- 13) 事故に対する体制はある(Lv1→3)。
- 14) 長期的資金調達は、ギャップを把握している(Lv1→2)。
- 15) 舗装の研修は、計画はないが、OJTで実施される(Lv1→2)。
- 16) 橋梁の研修は、自主的な計画で実行できないが、技術協力プロジェクトの支援で部分的に実施される(Lv1→2)。

6.8 道路AMの現況と課題

6.8.1 舗装AMの現況と課題

(1) 点検、診断

- 1) 定期点検は外注予算を確保できず、2016年以降実施していない。2020年にWBの支援で調達した路面性状測定車により、2022年より点検を再開したが、人員不足で10営業日程度の稼働に留まる。
- 2) 日常点検は、月1回程度、地域事務所が直営で巡回し、目視で実施している。その間に生じる舗装の損傷等の変状は、住民から通報される場合もある。
- 3) 点検員・診断者が不足している。

(2) 補修・改築計画

- 1) 舗装の種類（DBST、アスファルト・コンクリート、コンクリート等）で区別した統計がない。したがって、補修・改築・更新にかかる費用や、健全度の推定ができないため、補修・改築計画の策定が困難となっている。
- 2) 2015年に舗装の10か年長期計画が策定されているが、資金難に陥ってからは、「補修」や「改築・更新」は部分的な実施に留まり、計画は不履行状態となっている。舗装の損傷が頻発し、応急措置や補修が過多となっている。
- 3) 舗装の管理基準はIRIのみであり、クラックやポットホール等の損傷・変状が含まれておらず、舗装の損傷状況や寿命に応じた補修・改築計画の策定が困難である。

(3) 日常維持管理、補修、改築・更新

- 1) 予算制約によりコントラクターへの支払いが遅延している。
- 2) 小さなポットホールやクラックは補修していない間に合っていない。
- 3) 舗装補修は数が多く、直営作業での対応が主となっている。
- 4) DBSTが主であり、補修しても2年程度しか持たないため追いつかない。

(4) 研修、研究

- 1) 定期点検は過去外注していたため舗装点検・診断ができる技術者が少ない。

6.8.2 橋梁AMの現況と課題

(1) 点検、診断

- 1) JICA技術協力プロジェクトのフェーズIで策定された点検・診断マニュアルは、地域事務所に配布されたが、使われていなかった。JICA技術協力プロジェクトのフェーズIIで、本部の指導が入り、適用が始まっている。

- 2) 定期点検は、2017年に外注されたが予算不足により中止となっており、2011年に2地域で実施された状態のままであった。次回の定期点検は、2023～2024年に予定されている。

(2) 補修・改築計画

- 1) RDAは、2017年に南アフリカより汎用のBMSシステムを導入したが、技プロで導入の診断マニュアルと評価方法が異なる。
- 2) BMSはPlanning & Design部が所管し、点検データが記録・保存される。技プロ導入のBMISは、Maintenance部が所管し、補修・修繕が記録される。BMSとBMISでデータは共有できないシステムとなっている。
- 3) 定期点検のデータが未取得でBMSが稼働できていないため、補修計画は、担当エンジニアにより、手作業で検討・立案されている。BMS上でデータの記録は“更新”では無く“差し替え”の扱いとなる。
- 4) 次回の定期点検（2023年-2024年予定）に合わせて、BMSのデータは更新が予定されている。

(3) 日常維持管理、補修、改築・更新

- 1) 日常維持管理は、実施されていなかったため、すべてJICA技術協力プロジェクトが指導しているところであり、作業内容により、直営と外注の仕分けが、JICA技術協力プロジェクトより提案されている。ただし、人員不足により、直営によるその実施は厳しい状況である。
- 2) 補修のパイロットプロジェクトは、予算不足により10地域で実施できず、3地域での実施となったが、前払い金の不足のため、一時中止となった。
- 3) 補修マニュアルは、JICA技術協力プロジェクトのフェーズIで策定済みであり、さらにJICA技術協力プロジェクトのフェーズIIのパイロット・プロジェクトを通じて得られた知見を踏まえ、更新されている。
- 4) 多くの補修材料は、南アフリカ等から輸入して入手できる。
- 5) 政府の資金難により支払いが滞ると、工事の資材供給だけでなく、労働力の確保も不安定となり、連続的な施工が求められるコンクリート補修など、品質管理にも影響を及ぼす懸念がある。

(4) 研修、研究

- 1) 橋梁点検・診断の知識が豊富な技術者が少ない。
- 2) JICA技術協力プロジェクトの一環として、岐阜大学がザンビア大学に対し、橋梁の維持管理に関するトレーニングセンターの開設と研修プログラムの運営を目指して、技術支援している。

6.8.3 土工(斜面)AMの現況と課題

(1) 点検、診断

- 1) のり面を点検・診断できる職員が不足し、点検の実施が困難となっている。
- 2) 定期点検は、路線が限定的で、点検結果は紙ベースの記録となっている。

(2) 補修・改築計画

- 1) 土工の資産台帳・DBが整備されていない。
- 2) 中長期の補修計画が策定されていない。

(3) 日常維持管理、補修、改築・更新

- 1) 斜面の崩落では、応急措置が実施されているが、その規模により、本復旧に至っていない箇所がある。補修マニュアル作成され、対策工として大小の崩落箇所ののり尻の抑えに土留パネルやふとんかごが稀に用いられているが、災害時の初動・応急復旧に関する規定は見られない。
- 2) 盛土・切土とも、基本的に路肩排水があり、崩落斜面を除き、概ね流路が確保されているが、風化の見られるところも多く、肌落ちした風化物が路肩排水の傍まで迫っている箇所も少なからずみられる。大規模な切土はないが、切土には基本的に小段やのり肩排水がなく、また、切土のり面に人工的な保護工はないため、斜面の安定工の導入を検討する必要がある。
- 3) 補修や改築工事は外注により実施されているが、予算制約により、コントラクターへの支払いが遅延している。

(4) 研修、研究

- 1) のり面点検・診断の知識が豊富な技術者が少ない。

6.8.4 監視(モニタリング)の現況と課題

- 1) 交通量は、2015年に64か所で観測されて以降、プロジェクトベースで単発的に観測されたが、定期的に観測されていなかった(6.3.2.2参照)。次回の交通量観測は、2023年度に、56か所の観測地点を追加して偏りを是正し、120か所で実施が予定されている。交通量の観測は、人手観測により、小型車、バス、中型トラック、大型トラックの4車種に区分し、24時間連続7日間、8時間ごとの3交代で、夏と冬の年2回実施される。
- 2) 全国に運用中の料金所が37か所(本線料金所が27か所、国境料金所が10か所)あり、今後24か所の増設が計画されているが、交通量は把握・公表されていない。
- 3) 全国に9か所の検量施設があり、過積載重量貨物車から過料が徴収されるが、検量の対象以外の車両数(交通量)は把握・公表されていない。検量所によっては、機材が不足し、交通量の多い箇所では、長い待ち行列が発生する。検量所から生じる課題としては、機材の不足、新しいタイプの車両に対する舗装・橋梁の設計基準の検討と教育、検量所職員の不足、汚職の横行が挙げられている。

6.8.5 組織運営AMの現況と課題

- 1) 道路AMを担当する部署の人員配置が不足している。
- 2) ザンビア政府は2010年11月に債務不履行となり、資金調達が困難で、契約済工事への支払いが遅れている。
- 3) 契約制度は、確立されているが、その中には運用されていないものがある。
- 4) 予算不足で研修計画が認められず、OJTや他国支援以外は、研修が実施されていない。

6.8.6 研究・開発が必要な課題

道路AM評価を通じて抽出された課題のうち、補修技術・長寿命化技術・点検技術の研究・開発が必要な課題は、表6.22に示すとおりである。

表 6.22 研究・開発が必要な課題（ザンビア）

	対象となる課題	備考
舗装	個別のテーマは特にない。	
橋梁	橋梁維持管理に関する厳しい予算制約	予算が非常に限られた中で橋梁維持管理の対策を進める必要がある。
土工	斜面の安定化対策	斜面や地質調査のデータベースがなく、斜面対策の専門家もいない。

表 6.23 抽出された課題の研究計画の素案および大学の候補案（橋梁）

課題	既設橋梁の対策優先順位決定手法に関する研究	
背景・必要性	JICA 技術協力プロジェクトにより橋梁維持管理や補修に関するマニュアル類は整備されつつあるものの、財政的理由により対策が実施できる橋梁が非常に限られるのが実態である。そのため、同様な損傷状況の橋梁に対し、補修の優先順位をどのように設定するかが課題となっている。	
研究計画	新たな優先順位決定手法の主たる判定要素としては「健全性」を主軸として考え、地域に密着した橋梁の立地条件や環境条件などを加味した各橋梁が保有している「重要度」についても評価軸として設定する。健全性に関しては橋梁全体の健全性診断結果及び部材ごとの損傷度の重み付けを行うことにより評価する。また、重要度に関しては、立地条件、地域性を鑑みて、例えば①路線の重要度、②橋梁の利用状況、③ライフラインの添架の有無、④橋梁の路下条件、⑤通学路の指定、⑥う回路の有無、⑦孤立集落の可能性、などザンビアの地域特性を考慮して設定する。最終的には「健全性に関する評価」と「重要度に関する評価」それぞれの配点を加算した「健全性と重要度を総合的に判断した評価」を用いた手法を構築する。本手法によって財政的制約を強く受けるザンビアにおいて、最も対策が必要とされる橋梁を合理的に選定することができるようになる。	
大学の候補 ザンビア	<p>■University of Zambia 1966年に設立された総合大学でルサカ市に位置している。ザンビアでは最も古く、最も規模の大きい大学である。学生数は約3万人。工学部は1969年に設立され土木工学科、電気/電子工学科、機械工学科、農業工学科がある。</p> <p>■Copperbelt University 1987年に設立された総合大学でコッパーベルト州に位置している。学生数は約1.1万人。工学部には土木工学科、建設マネジメント学科、電気工学科、機械工学科、メカトロニクス工学科、航空工学科、及び通信工学科がありエンジニアリング部門ではザンビアで最も規模が大きい。</p>	
大学の候補 日本	岐阜大学	<p>■木下 幸治 准教授、六郷 恵哲 名誉教授 岐阜大学は、ザンビア大学工学研究科と平成31年1月に学部間協定を締結し、また、既存のインフラ施設に対して適切な診断と処置を行うことができる技術者であるメンテナンスエキスパートを育成する制度を構築している。研究は、鋼構造物の疲労、非破壊検査、並びに橋梁構造物の耐震等に関して幅広く実施している。</p>
	長崎大学	<p>■中村 聖三 教授 ラオスより JICA 留学生（修士課程）を受け入れている（アセットマネジメントのための橋梁点検評価手法）。</p> <p>■西川 貴文 准教授 ラオスより JICA 留学生（修士課程）を受け入れている（鋼橋の長寿命化に資する維持管理モデルの研究）。 構造物劣化の予測法、腐食環境と腐食状況の相関、各種防食法の耐久性評価など、構造物の適切な維持管理に資する研究を行っている。</p>
	新潟大学	<p>■佐伯 竜彦 教授 「インフラ再生技術者育成新潟地域協議会」の事務局を担当し、インフラメンテナンス講習会の講義・実習を実施するとともに、「ME 新潟」認定試験を行っている。コンクリートを各種水和物の集合体として捉え、個々の水和物の性質からコンクリートの各種性能を評価する一連の手法の構築について研究している。</p>

表 6.24 抽出された課題の研究計画の素案および大学の候補案（土工）

課題	道路のり面安定対策必要箇所抽出に係る研究	
背景・必要性	ザンビアにはのり面や地質状況の DB がなく、定期的な点検も行われておらず災害が発生するたびに復旧するという事後対応を繰り返している。災害発生時には幹線道路が寸断され生活物資の輸送が困難になる事態が発生しており、いかに災害を未然に防止するかが課題となっている。	
研究計画	異常降雨による斜面災害に関して降雨パターン、地質、道路状況（舗装/未舗装、道路排水施設等）と災害発生との関連性を分析することにより、どのようなケースで災害が発生する確率が高くなるかを分析する。災害発生確率と合わせて、災害が地域に与える影響度を設定することにより、災害による地域影響確率を算出し、ザンビア全土のうち優先的に対策を行うべき重点箇所選定ロジックを構築する。本研究を行うことにより、道路のり面のデータベース構築や定期点検をザンビア全土で展開することを待たずに、緊急的に対策を実施する箇所を特定することができ、災害の未然防止につながる。	
大学の候補 ザンビア	<p>■University of Zambia 1966年に設立された総合大学でルサカ市に位置している。ザンビアでは最も古く、最も規模の大きい大学である。学生数は約3万人。工学部は1969年に設立され土木工学科、電気/電子工学科、機械工学科、農業工学科がある。</p> <p>■Copperbelt University 1987年に設立された総合大学でコッパーベルト州に位置している。学生数は約1.1万人。工学部には土木工学科、建設マネジメント学科、電気工学科、機械工学科、メカトロニクス工学科、航空工学科、及び通信工学科がありエンジニアリング部門ではザンビアで最も規模が大きい。</p>	
大学の候補 日本	岐阜大学	<p>■八嶋 厚 教授、木下 幸治 准教授 岐阜大学は、ザンビア大学工学研究科と平成31年1月に学部間協定を締結し、また、社会基盤工学科に防災コースを設け、様々な災害の発生メカニズムの解明や被害を軽減するための方法論の検討、地域住民が連携して災害に備えるためのしくみづくりなど、ハード・ソフトの両面から安全・安心な社会の形成をめざした研究を進めている。八嶋教授は、地盤工学、地震工学、地盤防災工学等について研究している。</p>
	東北大学	<p>■久田 真 教授、皆川 浩 准教授 「東北インフラマネジメントプラットフォーム」で東北6県の産学官が情報基盤の整備や社会実装で連携している。コンクリート・材料工学を基礎に、インフラの維持管理、施工、建設マネジメントについて研究している。</p>
	京都大学	<p>■渦岡 良介 教授（防災研究所） 防災工学上の課題に対して脆弱性診断技術と危険度評価技術の高度化、GISや都市情報データベースによる広域地盤モデルの構築、地盤災害の再現模型実験などあらゆる角度から取り組んでいる。</p> <p>■木村 亮 教授（地盤力学分野） 様々な構造物に対して、地盤と構造物間の複雑な相互作用を解明し、地盤と構造物の相互作用について実験と数値解析を用いて研究している。</p>

6.9 道路AM定着に向けた改善策・提言

道路AMの成熟度向上に向けて抽出された、課題、改善策、提言を整理する。提言に関し、カッコ[]は、優先順位を表し、AからCの順で高いものとする。

6.9.1 舗装AMの改善策・提言

舗装AMに関して抽出された課題、改善策、提言を表6.25に示す。

表 6.25 ザンビアの舗装 AM に関する改善策と提言

	抽出された課題	改善策	提言
1	・ 定期点検は 2016 年以降実施されてなく、不定期の実施となっている	・ WB の支援で 2020 年に調達した路面性状測定車により、定期点検を実施	・ WB による支援（実施中） [-]
2	・ 点検員・診断者の不足	・ 予算、人員の確保	・ 自国で対応[A]
3	・ 舗装の種類で区別した統計がないため、舗装の種類別で補修・改築・更新にかかる費用を把握できない。	・ 舗装の種類別で統計をとる。 ・ 舗装の種類、構造を変更する場合の、舗装の標準設計を検討する。 ・ 新たに計測可能となったクラック等の路面性状を管理基準値に含める。	・ 長期専門家の派遣[C]
	・ 必要な応急措置や予防保全が速やかに実施されていない。	・ 路面性状等の舗装の状態に基づき、損傷の補修の優先順位を付け、速やかに対応する。	
4	・ 補修、改築・更新は、適切な補修計画に基づいていない。	・ 耐久性があってライフサイクル・コストの安価な舗装の選択・施工を進め、適切な補修計画を策定し、未舗装道路の舗装化を進める。	・ 長期専門家の派遣[C]
5	・ 舗装の耐久性が低い。	・ 舗装の補修に耐久性の高い合材を使用する。 ・ 舗装の種類・構造の変更を含め、5 年以上の道路の舗装化計画に基づき、補修計画を策定する。	・ JICA 研修員受入（長期・短期） [A] ・ ワークショップ/セミナーによる技術導入に関する啓発[B]
6	維持修繕費の不足（予算の制約）による補修・改築の未実施	・ 道路の立地や利用状況に応じた舗装の種類や構成の適切な選択	・ 長期専門家の派遣[C]
7	予算の確保	・ 客観データにより定量的に、維持管理や補修・改築の必要性を把握し、財務当局に説明する。	・ 自国で対応[A]

6.9.2 橋梁 AM の改善策・提言

橋梁 AM に関して抽出された課題、改善策、提言を表 6.26 に示す。

表 6.26 ザンビアの橋梁 AM に関する今後の改善策と提言

	抽出された課題	改善策	提言
1	・ 橋梁の点検機械や点検器具は、橋梁点検車をはじめ、基本的に揃っているが、点検・診断が実施されていない。 ・ 点検員・診断者の不足	（JICA 技術協力プロジェクトを実施中） ・ テクニシャンやコントラクター向けの研修課程の構築	・ JICA 技プロ（実施中） [-] ・ NCC と連携し、UNZA の橋梁維持管理トレーニングセンターを活用する[A]
2	・ 点検・診断・補修マニュアルは策定され、各地域事務所に配布されているが、活用されていない。	・ 適切な点検・診断ができる技術職を各地域事務所に配置する。	・ 自国で対応[A]

	抽出された課題	改善策	提言
3	<ul style="list-style-type: none"> • BMSはあるが、2011年時点のデータのままであり、その後建設された橋梁のデータはない。また、BMSに格納されている定期点検のデータは、2地域までである。 • BMSは、コンクリート橋を対象としており、鋼橋は対象外となっている。 • BMSは、JICA技術協力プロジェクトで策定された点検・診断マニュアルの評価基準・方法が異なる。 • BMSは、JICA技術協力プロジェクトとは別に調達されたものであり、その改修にJICAは協力できない。 	<ul style="list-style-type: none"> • マニュアルに定められた間隔で定期点検を実施する。 • 未入力 of 橋梁データや、補修・改築計画の策定に不足する定期点検のデータをBMSに入力する。 • BMSの評価基準・方法を、JICA技術協力プロジェクトで策定された点検・診断マニュアルによるものと適合させる。 	<ul style="list-style-type: none"> • 自国で対応[A]
4	<ul style="list-style-type: none"> • JICA技術協力プロジェクトのフェーズIIで整備するBMIS (Bridge Management Information System)は、日常点検、維持管理、補修工事の履歴を記録するライブラリ的なものだが、BMSでは補修工事の履歴を記録する機能がない。 • BMSはPlanning & Design部に所管され、BMISはMaintenance部に所管されており、また、BMSはBMISとリンクしていないため、BMISに記録・保存されるデータをBMSで活用できない。 	<ul style="list-style-type: none"> • BMISと適合するように、BMSを改修し、補修・改築計画の策定に必要なデータを入力する。 • Planning & Design部とMaintenance部の情報共有と協働を進める。 	<ul style="list-style-type: none"> • 自国で対応[A]
5	<ul style="list-style-type: none"> • 中・長期的な補修・改築計画が策定されていない。 • 維持修繕費の不足（予算の制約）により、日常維持管理や補修・改築が実施されていない。 	<ul style="list-style-type: none"> • 全橋梁で定期点検を実施し、橋梁の状態を把握し、BMSやBMISを活用して、補修・改築計画を策定する。 • JICA技術協力プロジェクトのパイロット・プロジェクトを踏まえ、全地域で日常維持管理および補修・改築を実施する。 	<ul style="list-style-type: none"> • 自国で対応[A]
6	<ul style="list-style-type: none"> • 予算の確保 	<ul style="list-style-type: none"> • 客観データにより定量的に、維持管理や補修・改築の必要性を把握し、財務当局に説明する。 	<ul style="list-style-type: none"> • 自国で対応[A]

6.9.3 土工(斜面)AMの改善策・提言

土工(斜面)AMに関して抽出された課題、改善策、提言を表6.27に示す。

表 6.27 ザンビアの土工 AM に関する今後の改善策と提言

	抽出された課題	改善策	提言
1	<ul style="list-style-type: none"> のり面を点検・診断できる職員が不足し、点検の実施が困難となっている。 定期点検は、路線が限定的で、点検結果は紙ベースの記録となっている。 土工の資産台帳・DBが整備されていない。 中長期の補修計画が策定されていない。 	<ul style="list-style-type: none"> 予算、人員の確保 舗装 AM と合わせ、WB 支援の HMS(Highway Management System) を活用し、道路 AM の体制を構築する。 HMS の機能をレビューし、活用できる機能を活用する。必要に応じて、機能を拡充し、土工の資産台帳・DB を確保し、点検を踏まえた中長期の補修計画を策定する。 	<ul style="list-style-type: none"> 自国で対応
2	<ul style="list-style-type: none"> 災害後の対策工は、部分的に実施されるが、のり面防護工やのり肩排水工など、予防的な対策工は実施されていない。 	<ul style="list-style-type: none"> 予防的なり面災害対策工の補修（設計）マニュアルを策定し、必要に応じて、応急復旧マニュアルを策定する。 中長期の補修計画に基づき、対策が実施される。 	<ul style="list-style-type: none"> JICA 研修員受入（長期・短期）[B] ワークショップ/セミナーによる技術導入に関する啓発[B]
3	<ul style="list-style-type: none"> 補修や改築工事は外注により実施されているが、予算制約により、コントラクターへの支払いが遅延している。 予算の確保 	<ul style="list-style-type: none"> 客観データにより定量的に、補修・改築工事や対策工の必要性を財務当局に説明する。 	<ul style="list-style-type: none"> 自国で対応[A]

6.9.4 監視(モニタリング)、組織運営 AM の改善策・提言

監視（モニタリング）、組織運営 AM に関して抽出された課題、改善策、提言を表 6.28 に示す。

表 6.28 監視（モニタリング）、組織運営 AM に関する今後の改善策と提言

	抽出された課題	改善策	提言
1	<ul style="list-style-type: none"> 交通量が定期的に観測されていない。 交通量の観測地点が少なく偏っている。 	<ul style="list-style-type: none"> 2023 年度に観測地点を増やし、定期観測の再開予定。 観測地点は、前回（2015 年）の 64 か所から、56 か所増設し、120 か所の予定。 	<ul style="list-style-type: none"> 自国で対応[A]
2	<ul style="list-style-type: none"> 交通量の常時観測地点がなく、箇所別・時間帯別の交通量や走行速度、それらの年間を通じた季節変動が把握されていない。 全国に 37 か所の料金所があるが、その地点の通過交通量（全車）が把握・公表されていない。 全国に 9 か所の検量施設があるが、その地点の通過交通量（全車）が把握・公表されていない。検量所によっては、機材が不足し、交通量の多い箇所では、長い待ち行列が発生する。 	<ul style="list-style-type: none"> 計画や設計に必要な交通量の常時観測データを取得する。 料金所や検量所では、観測機器を設置するなどして、交通量を常時観測し、時間帯別の交通量データを取得する。 検量施設の機器を増設する。 	<ul style="list-style-type: none"> 自国で対応[C]
3	<ul style="list-style-type: none"> 道路 AM を担当する部署の人員配置が不足している。 	<ul style="list-style-type: none"> 技術者の能力を向上させ、職業定着率を向上させる。 	<ul style="list-style-type: none"> JICA 技術協力プロジェクトで橋梁維持管理トレーニングセンターの設置、運営支援等[実施中]
		<ul style="list-style-type: none"> 人員を確保する。 	<ul style="list-style-type: none"> 自国で対応[A]
4	<ul style="list-style-type: none"> 資金調達が困難で、契約済工事への支払いが遅れている。 	<ul style="list-style-type: none"> 検量所と料金所において、過料を増額する。 中長期計画を策定し、道路構造物の長寿命化のための構造変更や耐久性の高い材料の導入を図り、補修・改築サイク 	

	抽出された課題	改善策	提言
		ルを伸ばし、業務バランスを改善させる。	

6.10 ザンビアの道路AM評価結果一覧

大項目		中項目		小項目		細目		
	Lv	Achv		Lv	Achv		Lv	Achv
舗装	3.0	64.3%	(1) 点検	2.3	51%	(11) 点検体制	2.5	50%
						(12) 点検マニュアル	1.6	40%
						(13) 日常点検の実施	2.3	51%
						(14) 定期点検の実施	3.0	69%
			(2) 診断	2.9	61%	(5) 診断体制	2.5	50%
						(6) 診断マニュアル	2.7	62%
						(7) 健全度の診断	3.3	67%
			(3) 舗装・改築計画	3.7	73%	(8) 舗装資産台帳・DB	4.0	80%
						(9) 舗装マネジメントシステム	3.0	60%
						(10) 計画の策定	3.8	76%
			(4) 日常維持管理	2.5	56%	(11) 日常維持管理の体制	2.8	57%
						(12) 清掃(路面)	2.0	40%
						(13) 応急措置	2.5	63%
			(5) 補修	3.4	76%	(14) 補修の体制	3.5	70%
						(15) 品質基準	2.7	67%
						(16) 補修(設計)マニュアル	3.2	79%
						(17) 補修の実施	4.0	87%
			(6) 改築・更新	3.4	72%	(18) 改築・更新の体制	3.0	60%
						(19) 改築・更新の実施	3.8	82%
						<1> 体制	2.5	50%
						<2> 点検員の技術レベル	2	40%
						<3> 点検機器の稼働	3	60%
						<4> 日常点検マニュアル整備	1	20%
						<5> 日常点検マニュアル運用	1	33%
						<6> 定期点検マニュアル整備	2	40%
						<7> 定期点検マニュアル運用	2	67%
						<8> マニュアルの技術レベル	2.0	40%
						<9> 点検範囲	1	20%
						<10> 点検の実施頻度	1	33%
						<11> 点検記録の保存・共有	5	100%
						<12> 点検範囲	2	40%
						<13> 点検の実施頻度	2	67%
						<14> 点検記録の保存・共有	5	100%
						<15> 体制	3.0	60%
						<16> 診断の技術レベル	2	40%
						<17> 診断マニュアル整備	3	60%
						<18> 診断マニュアル運用	2	67%
						<19> マニュアルの技術レベル	3.0	60%
						<20> 損傷原因の究明	3	60%
						<21> 損傷度のランク分け	3	60%
						<22> 診断記録の保存・共有	4	80%
						<23> 整備	3	60%
						<24> 運用	5	100%
						<25> 整備	5	100%
						<26> 運用	1	20%
						<27> 計画の立案	5	100%
						<28> 計画の範囲	5	100%
						<29> 健全度の予測	2	40%
						<30> 補修・改築にかかる費用の把握	5	100%
						<31> 予防保全	2	40%
						<32> 体制	3.5	70%
						<33> 維持管理責任者の技術レベル	3	60%
						<34> 維持管理作業機械(舗装)の稼働	2	40%
						<35> 清掃範囲	2	40%
						<36> 清掃の実施頻度	2	40%
						<37> 変状・損傷対応の管理	3	60%
						<38> 変状の小補修(仮補修)	2	67%
						<39> 障害等の応急復旧	2	67%
						<40> 応急措置記録の保存・共有	3	60%
						<41> 体制	3.5	70%
						<42> 補修の技術レベル	4	80%
						<43> 資機材調達	3	60%
						<44> 品質基準の整備	3	60%
						<45> 品質基準の適用	3	100%
						<46> 品質監理	2	40%
						<47> 補修(設計)マニュアル整備	3	60%
						<48> 補修(設計)マニュアル運用	3	100%
						<49> マニュアルの技術レベル	3.7	76%
						<50> 施工計画・工程管理	5	100%
						<51> 補修(本補修)	2	67%
						<52> 変更の管理	5	100%
						<53> 補修記録の保存・共有	4	80%
						<54> 体制	3.0	60%
						<55> 改築・更新の技術レベル	3	60%
						<56> 資機材調達	3	60%
						<57> 実施計画	4	80%
						<58> 改築・更新	2	67%
						<59> 変更の管理	5	100%
						<60> 改築・更新記録の保存・共有	4	80%

図 6.45 ザンビアの道路AM評価結果一覧【舗装】

第6章 ザンビアの道路AM実態調査

大項目	Lv		Achv	中項目	Lv		Achv	小項目	Lv		Achv	細目	Lv		Achv				
橋梁	2.2	49.6%		(7) 点検	2.6	59%		(20) 点検体制	2.2	43%	<61> 体制	1.5	30%	<62> 点検員の技術レベル	2	40%			
								(21) 点検マニュアル	3.1	73%	<63> 点検機器の稼働	3	60%	<64> 日常点検マニュアル整備	4	80%			
								(22) 日常点検の実施	2.3	56%	<65> 日常点検マニュアル運用	2	67%	<66> 定期点検マニュアル整備	4	80%			
				(8) 診断	2.6	55%		(23) 定期点検の実施	2.3	56%	<67> 定期点検マニュアル運用	2	67%	<68> マニュアルの技術レベル	3.7	73%	<69> 点検範囲	2	40%
								(24) 診断の体制	1.8	35%	<70> 点検の実施頻度	2	67%	<71> 点検記録の保存・共有	3	60%	<72> 点検範囲	2	40%
								(25) 診断マニュアル	3.1	71%	<73> 点検の実施頻度	2	67%	<74> 点検記録の保存・共有	3	60%	<75> 体制	1.5	30%
				(9) 補修・改築計画	2.1	42%		(26) 健全度の診断	2.7	53%	<76> 診断の技術レベル	2	40%	<77> 診断マニュアル整備	4	80%	<78> 診断マニュアル運用	2	67%
								(27) 橋梁資産台帳・DB	1.5	30%	<79> マニュアルの技術レベル	3.3	67%	<80> 損傷原因の究明	3	60%	<81> 損傷度のランク分け	3	60%
								(28) 橋梁マネジメントシステム	2.5	50%	<82> 診断記録の保存・共有	2	40%	<83> 整備	2	40%	<84> 運用	1	20%
				(10) 日常維持管理	1.9	45%		(29) 計画の策定	2.2	44%	<85> 整備	3	60%	<86> 運用	2	40%	<87> 計画の立案	2	40%
								(30) 日常維持管理の体制	1.8	37%	<88> 計画の範囲	2	40%	<89> 健全度の予測	2	40%	<90> 補修・改築にかかる費用の把握	2	40%
								(31) 清掃（排水施設、他）	2.0	40%	<91> 予防保全	3	60%	<92> 体制	1.5	30%	<93> 維持管理責任者の技術レベル	2	40%
(11) 補修	2.3	53%		(32) 応急措置	2.0	53%	<94> 維持管理作業機械（橋梁）の稼働	2	40%	<95> 清掃範囲	2	40%	<96> 清掃の実施頻度	2	40%				
				(33) 補修の体制	2.0	40%	<97> 変状・損傷対応の管理	2	40%	<98> 変状の小補修（板補修）	1	33%	<99> 障害等の応急復旧	3	100%				
				(34) 品質基準	2.3	56%	<100> 応急措置記録の保存・共有	2	40%	<101> 体制	2.0	40%	<102> 補修の技術レベル	2	40%				
(12) 改築・更新	1.6	33%		(35) 補修（設計）マニュアル	3.1	72%	<103> 資機材調達	2	40%	<104> 品質基準の整備	3	60%	<105> 品質基準の適用	2	67%				
				(36) 補修の実施	2.0	47%	<106> 品質監理	2	40%	<107> 補修（設計）マニュアル整備	5	100%	<108> 補修（設計）マニュアル運用	2	67%				
				(37) 改築・更新の体制	1.7	33%	<109> マニュアルの技術レベル	2.3	48%	<110> 施工計画・工程管理	2	40%	<111> 補修（本補修）	2	67%				
				(38) 改築・更新の実施	1.5	33%	<112> 変更の管理	2	40%	<113> 補修記録の保存・共有	2	40%	<114> 体制	2.0	40%				
												<115> 改築・更新の技術レベル	1	20%	<116> 資機材調達	2	40%		
												<117> 実施計画	1	20%	<118> 改築・更新	1	33%		
												<119> 変更の管理	2	40%	<120> 改築・更新記録の保存・共有	2	40%		

図 6.46 ザンビアの道路 AM 評価結果一覧【橋梁】

第6章 ザンビアの道路AM実態調査

大項目	中項目		小項目		細目						
	Lv	Achv	Lv	Achv	Lv	Achv					
土工（斜面）	2.4	53.4%	(13) 点検	1.9	44%	(39) 点検体制	2.7	53%	<121> 体制	3.0	60%
			<122> 点検員の技術レベル	3	60%						
			<123> 点検機器の稼働	2	40%						
			(40) 点検マニュアル	1.8	44%	<124> 日常点検マニュアル整備	1	20%			
			<125> 日常点検マニュアル運用	1	33%						
			<126> 定期点検マニュアル整備	3	60%						
			<127> 定期点検マニュアル運用	2	67%						
			<128> マニュアルの技術レベル	2.0	40%						
			(41) 日常点検の実施	1.0	24%	<129> 点検範囲	1	20%			
			<130> 点検の実施頻度	1	33%						
			<131> 点検記録の保存・共有	1	20%						
			<132> 点検範囲	2	40%						
			<133> 点検の実施頻度	2	67%						
			<134> 点検記録の保存・共有	3	60%						
			<135> 体制	3.0	60%						
			(14) 診断	2.6	55%	(43) 診断の体制	2.5	50%	<136> 診断の技術レベル	2	40%
			<137> 診断マニュアル整備	3	60%						
			(44) 診断マニュアル	2.6	60%	<138> 診断マニュアル運用	2	67%			
<139> マニュアルの技術レベル	2.7	53%									
(45) 健全度の診断	2.7	53%	<140> 損傷原因の究明	2	40%						
<141> 損傷度のランク分け	3	60%									
<142> 診断記録の保存・共有	3	60%									
(15) 補修・改築計画	1.1	23%	(46) 土工資産台帳・DB	1.0	20%	<143> 整備	1	20%			
<144> 運用	1	20%									
(47) 計画の策定	1.2	24%	<145> 計画の立案	1	20%						
<146> 計画の範囲	1	20%									
<147> 健全度の予測	1	20%									
<148> 補修・改築にかかる費用の把握	1	20%									
<149> 予防保全	2	40%									
(16) 日常維持管理	3.0	63%	(48) 日常維持管理の体制	2.6	53%	<150> 体制	3.5	70%			
<151> 維持管理責任者の技術レベル	3	60%									
<152> 維持管理作業機械（土工）の稼働	2	40%									
<153> 維持管理作業機械（付属物）の稼働	2	40%									
(49) 草刈り	3.5	70%	<154> 草刈り範囲	3	60%						
<155> 草刈りの実施頻度	4	80%									
(50) 清掃（水路）	3.5	70%	<156> 清掃範囲	3	60%						
<157> 清掃の実施頻度	4	80%									
(51) 清掃（標識）	3.5	70%	<158> 清掃範囲	3	60%						
<159> 清掃の実施頻度	4	80%									
(52) 応急措置	2.5	63%	<160> 変状・損傷対応の管理	3	60%						
<161> 変状の小補修（仮補修）	2	67%									
<162> 障害等の応急復旧	2	67%									
<163> 応急措置記録の保存・共有	3	60%									
(17) 補修	2.8	63%	(53) 補修の体制	2.8	57%	<164> 体制	3.5	70%			
<165> 補修の技術レベル	3	60%									
(54) 品質基準	2.7	62%	<166> 資機材調達	2	40%						
<167> 品質基準の整備	3	60%									
<168> 品質基準の適用	2	67%									
<169> 品質監理	3	60%									
(55) 補修（設計）マニュアル	2.8	70%	<170> 補修（設計）マニュアル整備	3	60%						
<171> 補修（設計）マニュアル運用	3	100%									
<172> マニュアルの技術レベル	2.4	49%									
(56) 補修の実施	2.8	62%	<173> 施工計画・工程管理	4	80%						
<174> 補修（本補修）	2	67%									
<175> 変更の管理	2	40%									
<176> 補修記録の保存・共有	3	60%									
(18) 改築・更新	3.0	64%	(57) 改築・更新の体制	3.3	67%	<177> 体制	4.0	80%			
<178> 改築・更新の技術レベル	3	60%									
<179> 資機材調達	3	60%									
(58) 改築・更新の実施	2.8	62%	<180> 実施計画	4	80%						
<181> 改築・更新	2	67%									
<182> 変更の管理	2	40%									
<183> 改築・更新記録の保存・共有	3	60%									

図 6.47 ザンビアの道路AM評価結果一覧【土工（斜面）】

大項目			中項目			小項目			細目											
Lv	Achv		Lv	Achv		Lv	Achv		Lv	Achv										
4	監視 (モニタリング)	2.4	50.8%	(19)	交通状況	2.8	62%	((59))	交通量	2.8	62%	<184>	モニタリング範囲	2	40%					
												<185>	モニタリング頻度	2	67%					
												<186>	モニタリング地点	4	80%					
												<187>	モニタリング結果の情報共有・活用	3	60%					
				(20)	気象・防災	2.0	40%	((60))	降水・気温・風	2.0	40%		<188>	モニタリング範囲	2	40%				
													<189>	モニタリング頻度	2	40%				
													<190>	モニタリング地点	2	40%				
													<191>	モニタリング結果の情報共有	2	40%				
				5	組織運営	2.4	51.4%	(21)	組織体制	2.8	57%	((61))	アセットマネジメントサイクル	2.3	47%	<192>	マネジメント目標の設定	3	60%	
																<193>	内部監査の実施	2	40%	
																<194>	マネジメントレビューの実施	2	40%	
																<195>	役割分担	3	60%	
								(22)	予算・資金調達	1.5	33%	((66))	予算	1.5	30%		<196>	人員配置	2	40%
																	<197>	トップのコミットメント	2	67%
																	<198>	当該組織の影響力	3	60%
																	<199>	CPの意欲と能力	5	100%
								(23)	入札・契約制度	3.0	60%	((64))	事業継続	3.0	60%		<200>	事故による変更管理	3	60%
																	<201>	降雨による変更管理	3	60%
																	<202>	地震による変更管理		
																	<203>	研修施設	3	60%
(24)	技術研修	1.7	44%					((65))	運営補助施設	2.5	50%		<204>	通信施設	2	40%				
													<205>	予算計画	2	40%				
													<206>	予算配分	1	20%				
													<207>	短期的資金調達	1	33%				
(67)	資金調達	1.5	37%						<208>	長期的資金調達	2	40%								
									<209>	積算基準	4	80%								
									<210>	談合防止	2	40%								
									<211>	契約方式	3	60%								
(68)	入札・契約制度	3.0	60%						<212>	調達プロセス	3	60%								
									<213>	契約変更	3	60%								
									<214>	研修計画	2	67%								
									<215>	研修内容	2	40%								
(70)	橋梁研修	2.0	53%						<216>	研修計画	2	67%								
									<217>	研修内容	2	40%								
									<218>	研修計画	1	33%								
									<219>	研修内容	1	20%								
(71)	土工研修	1.0	27%						<219>	研修内容	1	20%								

図 6.48 ザンビアの道路AM評価結果一覧【監視 (モニタリング)、組織運営】

第7章 国内での道路AMの取り組み状況

7.1 調査内容

国内の地方自治体は、予算不足・技術不足・人材不足に直面しており、その中で様々なことを工夫してアセットマネジメントの定着に向けた取り組みが行われている。これらの課題は開発途上国と共通しており、地方自治体の取り組みは開発途上国への支援においても参考となると考えられる。

上記の状況を踏まえ、地方自治体および大学等研究機関が取り組んでいる道路AMの定着に向けた取り組み状況や導入技術等について、文献の整理分析や関係者との意見交換を実施した。

意見交換においては、橋梁・舗装の1巡目点検結果から得られた課題、2巡目点検の実施に向けた取り組みの方向性についてヒアリングを行った。点検要領の改訂等の状況に注目した。BIM/CIMに関する文献調査においては、計画・調査・設計段階から3次元モデルを導入する取り組みであるBIM/CIMモデルの活用に焦点を当て、開発途上国でも参考となり得る内容をとりまとめた。

また、国内動向調査を通じて収集した各取り組みや技術について、道路AM実態調査や特殊橋梁の維持管理調査における開発途上国の課題を解決しうるものを抽出し対象国・導入方法を示した。

7.2 結果概要

アセットマネジメントの定着に向けた取り組みの調査対象として下表の3自治体へのヒアリング、2自治体、2大学への文献調査を実施した。また、加えてBIM/CIMに関する高速道路会社（中日本高速道路(株)）および国土技術政策総合研究所の取り組みをとりまとめた。

いずれの自治体も2巡目点検が始まった段階であり、管理延長と予算に応じた点検のサービスレベルの設定、学識者との連携等によって維持管理サイクルの改善を図っている。

表 7.1 国内動向調査一覧表

番号	調査対象	着目点		調査方法	概要
1	山形県	道路点検サイクルにおける維持管理の取り組み	橋梁	文献調査＋ヒアリング	▶ 橋梁維持管理データベース（DBMY）の実装運用状況を現地確認、およびヒアリング
2	静岡県		舗装	〃	▶ 社会資本長寿命化計画舗装ガイドライン（改定版）に関する取り組み状況の文献調査、ヒアリング。
3	浜松市		舗装	〃	▶ 浜松市舗装維持管理ガイドラインに関する取り組み状況の文献調査、ヒアリング。
4	長野県		舗装	文献調査＋調査票	▶ 橋梁及び舗装の長寿命化（修繕）計画、及びそのマネジメントシステムについて文献調査、調査票への回答。
5	石川県		橋梁	文献調査	▶ 北陸 SIP チームと連携した橋梁維持管理計画実装の取り組みについて文献調査。
6	東京農業大学		舗装	〃	▶ 舗装点検要領に基づく舗装マネジメント指針WGの取り組みについて文献調査
7	琉球大学		橋梁	〃	▶ 鋼構造防食マニュアルや地元企業との提携スキームについて文献調査。
8	国総研	BIM/CIMの代表的な取り組み	CIM	〃	▶ BIM/CIMの活用につながる技術開発の状況について文献調査
9	NEXCO(株)		〃	〃	▶ BIM/CIMの現場工事への導入状況を文献調査

7.3 地方自治体における道路AMの定着に向けた取り組み

7.3.1 とりまとめの構成

調査項目は、1つの調査対象機関につき、①基本情報の調査、②道路AMの取組み内容の調査の2項目とした。下記に調査の構成を示す。

表 7.2 地方自治体を対象とした国内動向調査の構成

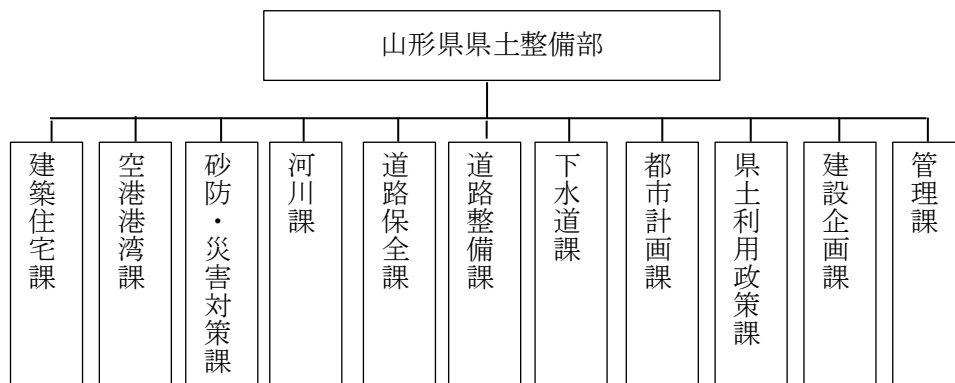
大項目	小項目	内容
①基本情報の調査	①-1. 組織構成	・地方自治体の組織図、道路維持管理に携わる人数
	①-2. 道路管理状況	・道路管理延長、橋梁管理数
	①-3. 予算内訳	・令和5年度の道路維持管理に関する予算の内訳
	①-4. 長寿命化計画の体系と計画	・地方自治体における公共施設長寿命化計画の体系と橋梁・舗装長寿命化計画の位置づけ ・橋梁・舗装長寿命化計画の要約
②道路AMの取組み内容 ※文献調査で概要を整理し、ヒアリングで具体的な内容を確認	②-1. 1 巡目点検結果	・1巡目点検の結果統計と、結果を踏まえた反省点や改善点
	②-2. 2 巡目点検の取組み	・2巡目点検に向けた1巡目点検終了時点の取組み方針や、実際に行っている取組みの工夫
	②-3. その他の取組み	・上記に該当しない独自の道路AMの取組み内容

7.3.2 山形県

7.3.2.1 基本情報

(1) 山形県県土整備部の組織

山形県県土整備部の組織は下記の通り。

図 7.1 山形県県土整備部組織⁴⁵⁶

山形県では道路整備課・道路保全課が共同で道路の維持管理にあたっており、令和5年1月時点で、道路整備課のうち3人、道路保全課のうち8人が維持管理業務に従事している。

また、道路のパトロールなど直接的な維持管理業務は出先事務所（総合支庁）が実施しており、各総合支庁に平均8人の職員が維持管理業務に従事している。

□総合支庁では、橋梁点検の実施、日常の道路点検、災害時の点検を実施している。日常点検は2～3日に1回実施しており、すべて直営（現業職員）で実施している。⁴⁵⁷

(2) 管理施設データ

山形県が管理する道路施設は下記の通り。

表 7.3 山形県における道路施設の管理状況⁴⁵⁸

道路延長（うち舗装済み延長）	橋梁	トンネル
4,032km（3,406km）	2,775橋	98箇所

※国県道上のみ（市町村道除く）

⁴⁵⁶ 山形県の組織 <https://www.pref.yamagata.jp/documents/948/r5-sosikizu-hontyo.pdf>

⁴⁵⁷ ヒアリング（2023年5月16日）結果より

⁴⁵⁸ 山形県 県土整備部道路保全課, "山形県の県土整備 令和5年度 第10章 道路" (<https://www.pref.yamagata.jp/documents/27849/r4-10syoun.pdf>), より作成

(3) 予算内訳

山形県県土整備部の令和5年度予算を、道路維持管理に係る項目に着目して整理した。

表 7.4 山形県県土整備部の令和5年度当初予算内訳⁴⁵⁹

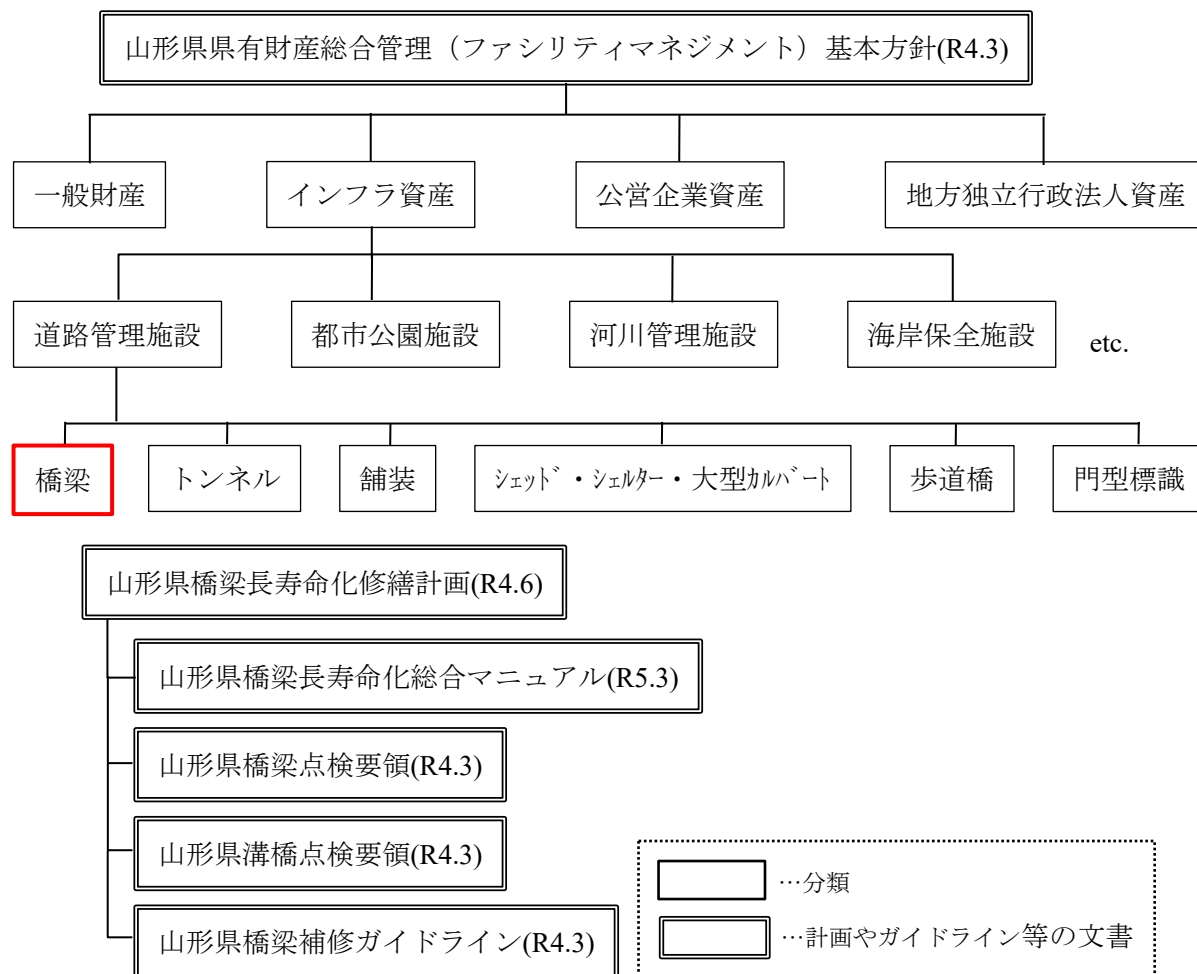
項目		予算額 (単位：千円)	県土整備部予算 に対する割合
山形県		684,804,204	-
県土整備部		65,432,247	100%
道路整備課	道路施設長寿命化対策事業費（橋梁）	5,255,361	8.0%
	その他（内訳省略）	14,914,308	22.8%
道路保全課	道路管理費	511,281	7.0%
	道路施設管理事業費	42,279	
	道路維持修繕費	697,405	
	道路保全事業費	2,855,157	
	道路施設長寿命化対策事業費（橋梁以外の構造物）	469,422	0.7%
その他（内訳省略）		7,436,662	11.4%

山形県県土整備部の予算は650億円程度で、うち約16%が道路施設の維持管理・長寿命化対策に割り当てられている。

⁴⁵⁹ 山形県県土整備部, "山形県の県土整備 令和5年度 第2章 県土整備部の予算等", <https://www.pref.yamagata.jp/documents/34250/r5-2shou.pdf>, より作成

(4) 山形県橋梁長寿命化修繕計画

山形県が定める公共施設等総合管理計画や個別施設計画等の、施設の長寿命化に係る計画の体系を下記に整理した。尚、ここでは橋梁に係る計画に着目し、それ以外の施設についての計画は省略する形でまとめている。

図 7.2 各種計画の体系（山形県）⁴⁶⁰⁴⁶¹

⁴⁶⁰ 山形県, ”山形県県有財産総合管理（ファシリティマネジメント）基本方針”
 〈<https://www.pref.yamagata.jp/documents/1166/r3fmkaitei-honbun.pdf>〉

⁴⁶¹ 山形県県土整備部, ”山形県の橋梁長寿命化対策について”,
 〈<https://www.pref.yamagata.jp/180035/kurashi/kendo/douro/maintenance/bridge.html>〉

山形県橋梁長寿命化修繕計画⁴⁶²のアウトラインを下記に整理した。

令和4年度版 山形県橋梁長寿命化修繕計画(R4.6更新)の概要
<p>1. 現状と課題</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ 高度経済成長期に集中的に建設された橋梁の老朽化 <p>2. 基本的な方針</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ 目標：①安心・安全の確保②長期的なコスト縮減③予算の平準化 ➤ 目標を達成するために長期的な視点から複数の管理方法を仮定し、将来かかる費用のシミュレーションを実施 ⇒最適な管理方法として「対症療法型管理方法と予防保全型管理方法を使い分けたメリハリのある維持管理の実施」を選定 <p>3. 具体的な取り組み方針</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ 早期かつ的確な状態の把握 ➤ 日常的な維持管理の徹底 ➤ 市町村との連携 ➤ 緊急時の対応 ➤ 気象条件に対する劣化対策の推進 ➤ 水/塩/風・寒さ ➤ 維持管理費用の縮減 ➤ 手間のかからない橋への架け替え・集約化・撤去 ➤ 新技術活用の推進 <p>4. 長寿命化修繕計画の効果</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ 安全・安心の確保 ➤ 長期的なコスト縮減効果 ➤ 予算平準化の効果 <p>5. 令和4年度版の計画反映</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ 計画概要：定期点検の継続実施と判定区分の変更

⁴⁶² 山形県県土整備部道路整備課, “令和4年度版 山形県橋梁長寿命化修繕計画(R4.6更新)”, https://www.pref.yamagata.jp/documents/4064/01_r4kyouryouchoujumyokashuuzenkeikaku.pdf, (参照日 2023/1/18)

診断結果の判定区分			定義	
H26 ～ H30	R1 ～ R3	R4～		
I a	I a	I	健全	構造物の機能に支障が生じておらず、措置の必要がない状態。
I b	I b			構造物の機能に支障が生じておらず、当面措置の必要はないが、予防保全の観点から状況に応じて措置を講ずる場合もありうる状態(R3年度まで)。
II	II	II	予防保全段階	構造物の機能に支障が生じていないが、予防保全の観点から措置を講ずることが望ましい状態。
III	III a	III a	早期措置段階	道路橋としての構造安全性への影響はないが、主要部材の損傷を助長する可能性、又は次回点検までに道路管理瑕疵が問われる可能性があり、早期に措置を講ずべき状態。
	III b	III b		構造物の機能(主として道路橋としての構造安全性)に支障が生じる可能性があり、早期に措置を講ずべき状態。
IV	IV	IV	緊急措置段階	構造物の機能に支障が生じている、又は生じる可能性が著しく高く、緊急に措置を講ずべき状態。

図 7.3 判定区分と定義

▶ 橋梁点検・診断結果 (1巡目および2巡目終了時点のもの)

7.3.2.2 道路AMの取り組み内容

(1) 1巡目点検結果

令和元年10月山形県道路メンテナンス年報⁴⁶³より、山形県が管理する道路施設の1巡目点検の結果は下記の通りである。

表 7.5 1巡目点検の結果

施設	点検実施数	判定区分 I	判定区分 II	判定区分 III	判定区分 IV
橋梁	2379	1544	655	179	1
トンネル	55	4	30	21	0
道路附属物等	124	13	89	22	0

※判定区分は前ページの判定区分一覧表に準じる。

点検結果の傾向として、特に建設後30年以上経過した橋梁の劣化が著しいことが報告されており、経年劣化の影響が大きいことが分かった。

また、山形県は全国有数の豪雪地域であるため、全域にわたって凍結防止剤が散布されており、散布に伴う漏水や遊離石灰等の事例が報告された。

また、日本海側地域は季節風や地吹雪による塩害の影響が報告された。

⁴⁶³ 山形県道路メンテナンス会議, "山形の道路メンテナンス概要 令和元年10月",
http://www.thr.mlit.go.jp/road/panel/panel_web3/maintenance01/yamagata/R1/191031_gaiyou.pdf, (参照日 2023/1/13)

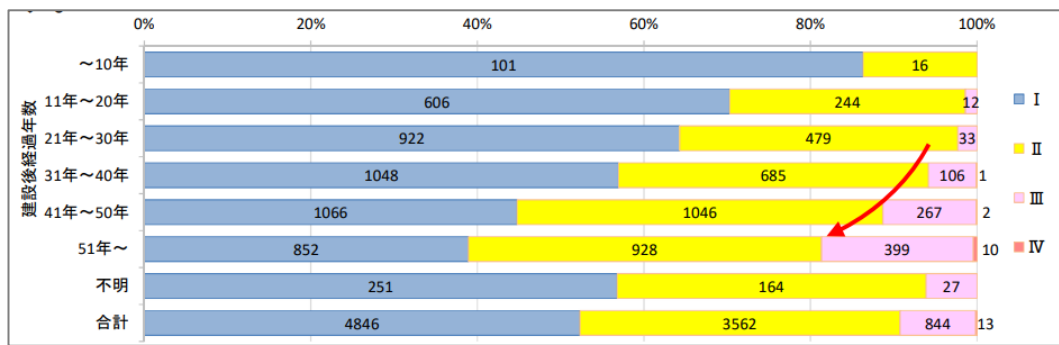


図 7.4 H26~H30 の判定区分と建設後経過年数

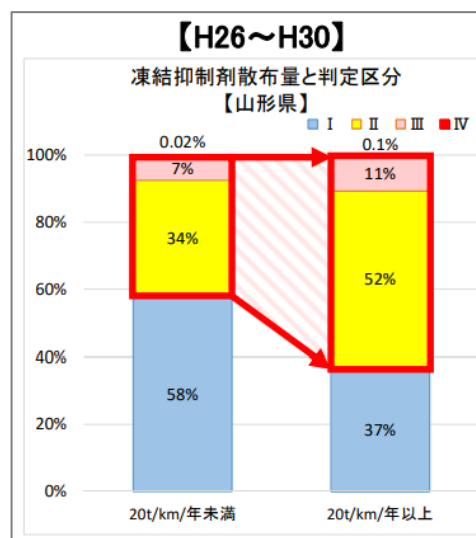


図 7.5 凍結防止剤散布量別の橋梁判定区分

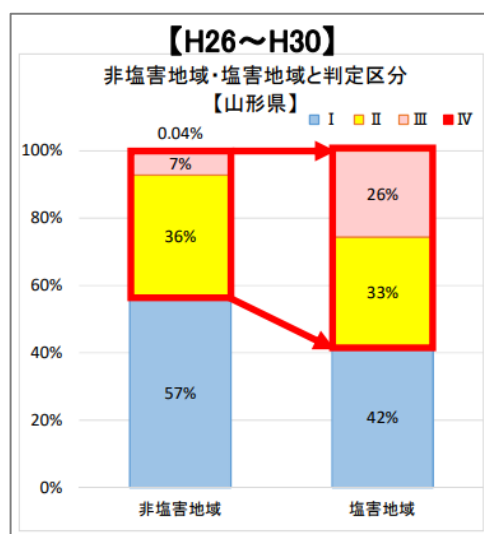


図 7.6 非塩害地域・塩害地域別の橋梁判定区分

(2) 2 巡目点検における取り組み

2 巡目点検においては、予防保全を進める上で橋梁の診断精度向上のため、東北大学（久田教授）から意見をもらっている。その協力体制は平成19年の橋梁長寿命化計画策定時に学識経験者への意見照会が必要であったことから始まっている。

1 巡目点検結果で報告された凍結防止剤への対策や塩害への対策は未実施の状況である。

(3) DBMYの運用状況

「2020年度道路アセットマネジメントプラットフォーム技術支援に関する情報収集・確認調査」では、山形県道路橋梁メンテナンス統合データベースシステム（DBMY）の概要、およびその導入経緯が整理されたが、具体的なインターフェースや運用方法については未調査の状況であった。本業務では、これらについて改めてヒアリングによって情報収集を行い、とりまとめた。

1) DBMYの基本機能

DBMYは諸元、点検、診断結果、補修、写真等を保管するものである。一方で、点検結果を踏まえて診断を行ったり、劣化予測をしたりする機能はない。また、ドローンデータ、センサーデータとはリンクしていない。

DBMYでは地図上に管理橋梁がプロットされており、情報を確認したい橋梁を選択することで、その橋梁に関する台帳データ・点検データ・補修データ等が時系列で表示される。なお、DBMYには現在市町村の管理橋梁約5,700橋、県管理橋梁約2,400橋が登録されており、これは管理橋梁のほぼ全数である。

点検データは、フォーマットやファイル名が決まっており、点検業務受注者はそのフォーマットを崩さないように入力する必要がある。データの更新は点検結果・補修結果等を追加していく形でなされる。



図 7.7 DBMY における地図検索画面 ⁴⁶⁴

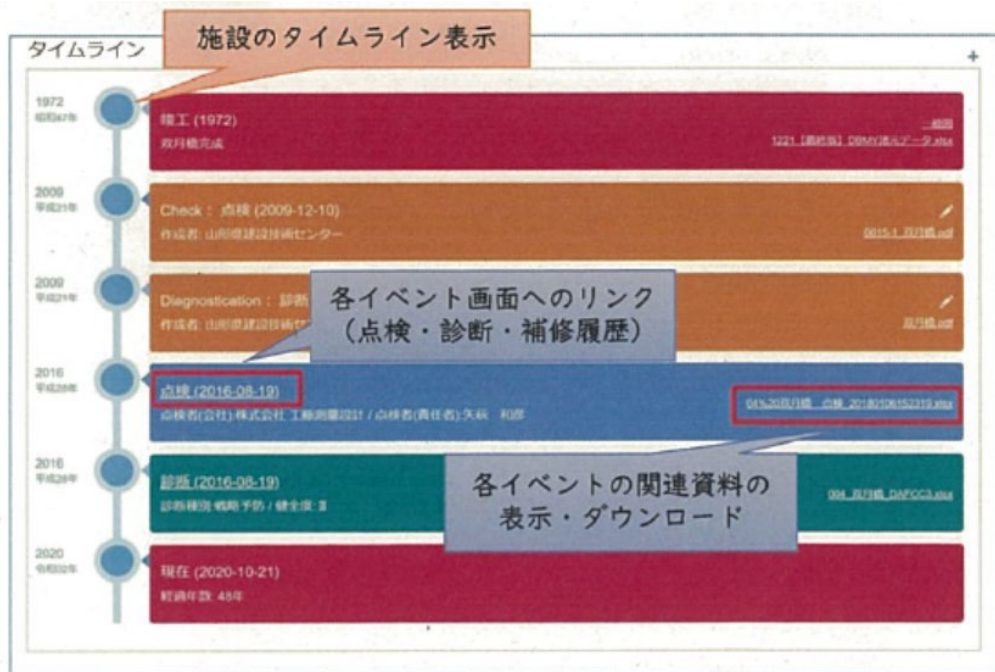


図 7.8 DBMY における橋梁点検・診断・補修履歴のタイムライン表示画面



図 7.9 DBMY におけるフォトアルバム画面

2) DBMY の管理方法

データベースへのアクセス権は道路保全課および道路整備課の職員に対して付与されており、点検業務受注者に対してはその都度権限が与えられる。

DBMY のサーバ管理、および保守点検は地元の（公財）山形県建設技術センターに委託しており、その委託費用は、5年間のサーバの保守管理費用を基に算定したており、市町村と県からのデータ登録料として徴収している。データ登録料は市町村の財政的負担等を考慮し、市町村の場合 3,000 円/(橋・5年)、県の場合 6,000 円/(橋・5年)として料金設定を行っている。

3) DBMY のメリット

DBMY 導入の利点は、点検業務受注者が過去データを参照する必要が生じた際、発注者からの情報提供等のやり取りの手間が省略できる点などが挙げられる。山形県の場合、過去に橋梁台帳を電子データ化していたため、データベース運用開始がスムーズであった。

4) その他

- ・過去に DBMY を宮城県や仙台市に導入し、宮城県では独自の改良がなされている。DBMY 以外にも、独自のデータベースを構築している自治体はある。
- ・国土交通省は既に全国道路施設点検データベースを運用しており、それを地方自治体に展開したいと考えているが、独自データベースを持っている自治体における連携の動きは鈍い。

(4) 点検講習会の取り組み

地域の点検業者を育成するための取り組みとして毎年点検講習会を開催している。講習会の受講者には修了証を与え、県が発注する点検業務の入札における橋梁点検員等の必要要件としている。講師は県の職員が行っている。

かつては、点検は地元測量業者、診断は大手コンサルタントのJV形式で行っていたが、現在は主に地元業者が診断業務も含めて実施している。現在の講習会は山形市内でのみ行っており、Webを併用しつつ県内の業者が受講できる環境を整えている。

7.3.2.3 山形県から得られる知見

本調査の結果得られた知見を下記に示す。

- ・1 巡目点検における課題として、凍結防止剤や塩害の影響を挙げている。
- ・2 巡目点検においても学識経験者からのアドバイスを受け、継続的に改善している。
- ・橋梁台帳データを電子化し、データベースに活用している。
- ・県内から広く受講できる環境を整備し、点検講習会による地元業者の育成を行っている。

7.3.3 静岡県

7.3.3.1 基本情報

(1) 静岡県交通基盤部の組織

静岡県交通基盤部の組織は下記の通り。

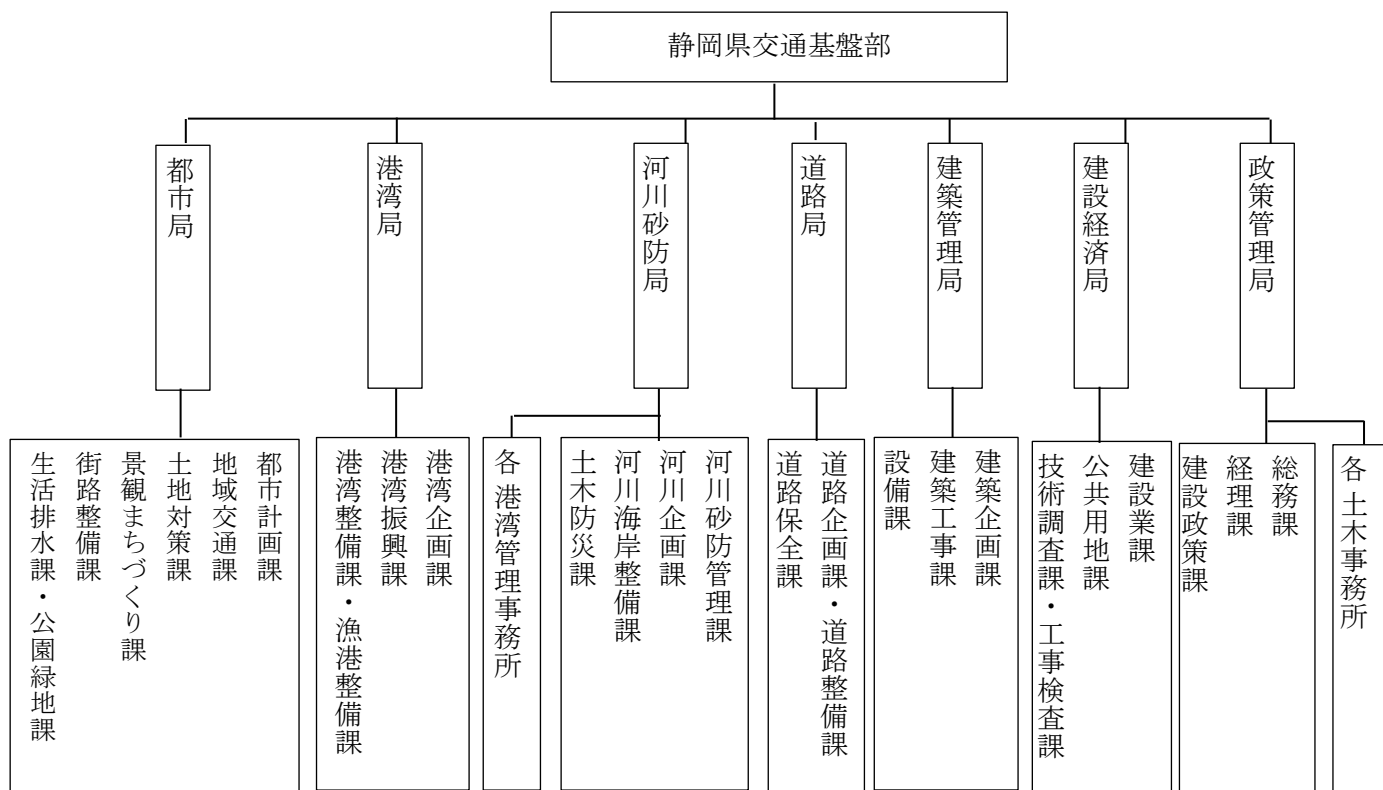


図 7.10 静岡県交通基盤部組織⁴⁶⁵

道路の維持管理は主に道路保全課、および各土木事務所が担当している。道路の維持管理に専従する職員数は、道路整備課：16名、道路保全課：14名（技術9名・事務5名）、出先事務所628名となっている。出先事務所では職員全員がパトロールを行っているため、実質的に維持管理に関わっている人数が多い。

日中のパトロールは直営で行い、月あたり3巡実施している。一方緊急時のパトロールは委託で対応している。

委託業務は一般競争入札で発注しており、随意契約ではない。パトロールに伴う資機材は委託業者が準備することとなっている。維持補修作業を一括で委託しておらず、除草・補修等各種作業種別毎に委託している。

⁴⁶⁵ 静岡県行政組織図（令和5年4月1日）

(https://www.pref.shizuoka.jp/_res/projects/default_project/_page_/001/011/693/gyouseisoshikizu.pdf)

□ 小規模な路面の変状への対応や枝払い等を直営で実施する場合もある。比較的変状の規模が大きい場合は補修作業委託業者に引き継ぐものとしている。

(2) 管理施設データ

静岡県のインフラ資産のうち、道路施設の一部について下記に整理した。

表 7.6 静岡県のインフラ資産（道路施設）⁴⁶⁶

管理延長 (H26.4.1時点)	舗装延長 (H26.4.1時点)	橋梁 (H26.4.1時点)	トンネル (H26.4.1時点)
2,741km	2,685km	3,179 橋	145 箇所

(3) 予算内訳

静岡県における令和5年度当初予算案のうち、道路維持管理に係る項目に着目し下記に整理した。

表 7.7 静岡県の R5 年度当初予算案の内訳^{467,468}

項目				予算額 (単位：千円)	交通基盤費 予算に対する 割合
静岡県				1,364,365,526	-
交通基盤費				119,141,149	100%
道路費	道路橋りょう維持管理費			7,126,818	6.0%
	道路橋りょう新設改良費			34,108,600	28.6%
	(一部内訳)	道路関係国庫補助事業費	うち長寿命化対策	8,314,960	7.0%
		社会資本整備総合交付金事業費（道路）	うち長寿命化対策	1,897,480	1.6%
	その他			5,863,000	4.9%

上表より、静岡県における交通基盤費は 1,191 億円程である。うち約 6%が道路橋りょう維持管理費に割り当てられている。

⁴⁶⁶ 静岡県, “ふじのくに” 公共資産最適管理基本方針（令和5年3月改訂）,

〈https://www.pref.shizuoka.jp/_res/projects/default_project/_page_/001/011/977/shizuokakenkoukyoushisetutouseugoukanrikeikaku_r5nen3gatukaitei.pdf〉, (参照日 2023/3/31)

⁴⁶⁷ 静岡県, “令和5年度当初予算議案説明書”,

〈https://www.pref.shizuoka.jp/_res/projects/default_project/_page_/001/011/569/r5tousyogisetsu.pdf〉

⁴⁶⁸ 静岡県, “令和5年度当初予算議案書（予算）”,

〈https://www.pref.shizuoka.jp/_res/projects/default_project/_page_/001/011/569/r5tousyogian.pdf〉

(4) 静岡県社会資本長寿命化舗装ガイドライン・舗装中長期管理計画

静岡県が定める公共施設等総合管理計画や個別施設計画等の、施設の長寿命化に係る計画の体系を下記に整理した。尚、ここでは舗装に着目しており、それ以外の施設についての計画は省略した。

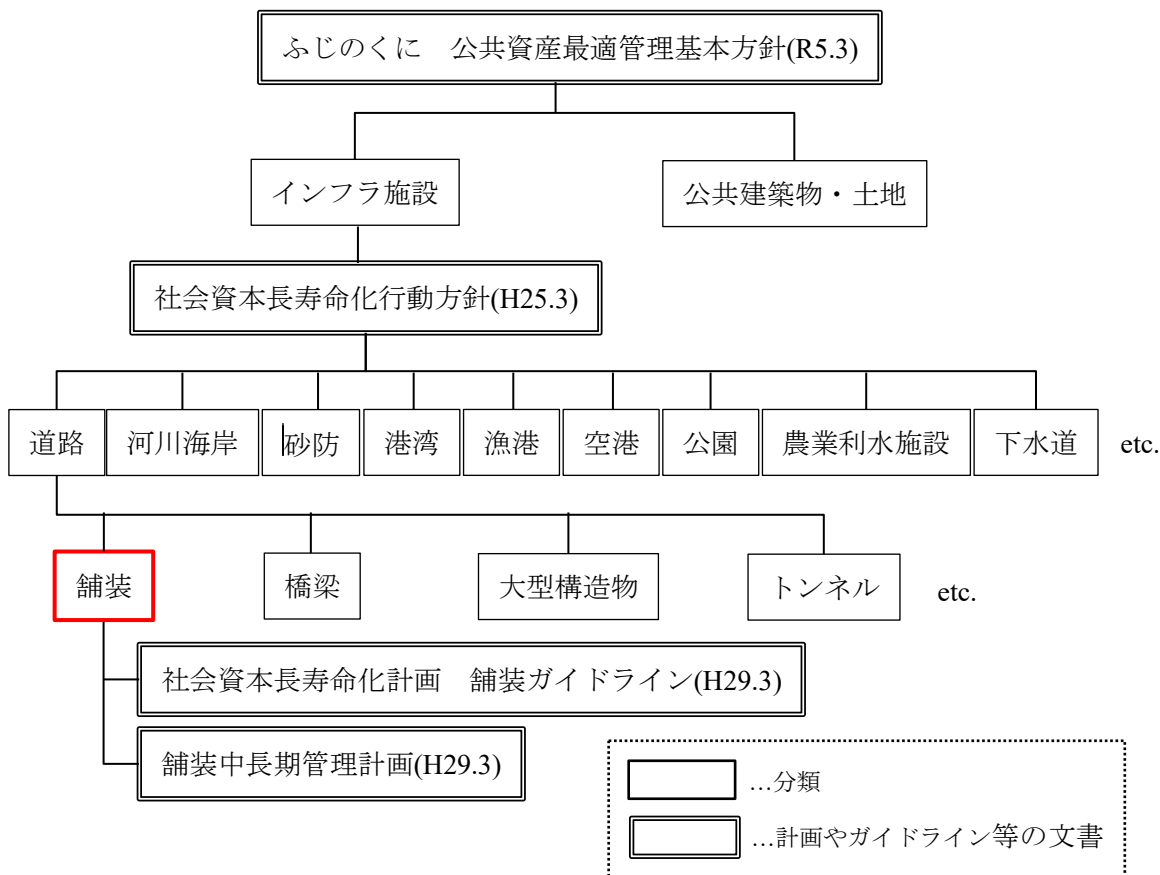
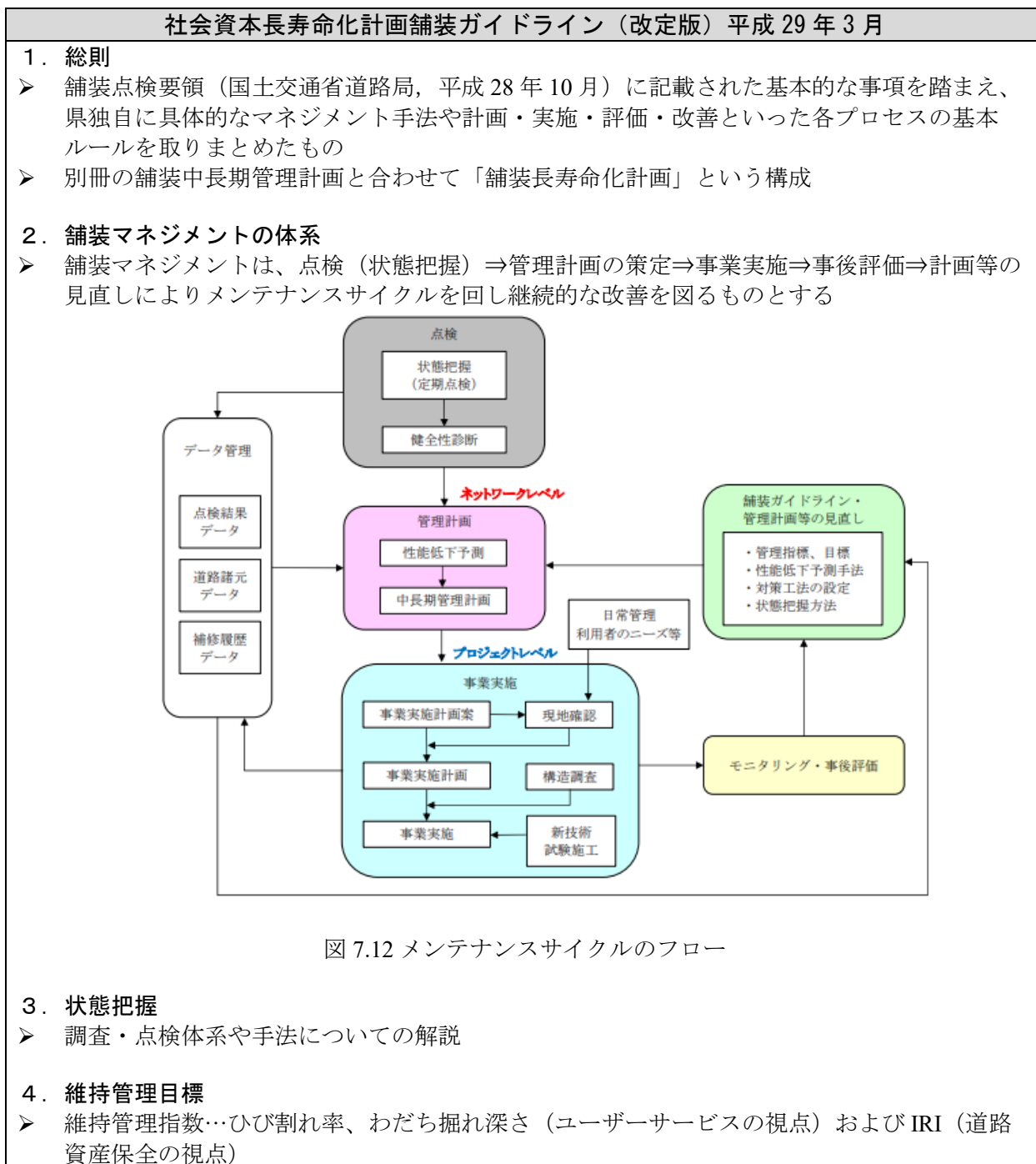


図 7.11 各種計画の体系（静岡県）^{469,470}

⁴⁶⁹ 静岡県交通基盤部, ”社会資本長寿命化行動方針”,
 〈http://www.pref.shizuoka.jp/_res/projects/default_project/_page_/001/028/665/koudouhousin.pdf〉, (参照日 2023/3/24)

⁴⁷⁰ 静岡県, ”「舗装長寿命化計画」関係資料”,
 〈<https://www.pref.shizuoka.jp/machizukuri/doro/1049304/1042524.html>〉, (参照日 2023/3/24)

静岡県の舗装長寿命化計画は、社会資本長寿命化計画舗装ガイドライン⁴⁷¹および舗装中長期管理計画⁴⁷²から構成される。下記にそれぞれの概要を整理した。



⁴⁷¹ 静岡県交通基盤部 道路局 道路保全課, ”社会資本長寿命化計画 舗装ガイドライン（改定版）”,
 〈https://www.pref.shizuoka.jp/_res/projects/default_project/_page_/001/042/524/hoso_guideline.pdf〉, (参照日 2023/03/23)

⁴⁷² 静岡県交通基盤部 道路局 道路保全課, 舗装中長期管理計画 平成 29 年 3 月,
 〈https://www.pref.shizuoka.jp/_res/projects/default_project/_page_/001/042/524/hoso_plan.pdf〉, (参照日 2023/3/23)

- 路線の重要度に応じた管理目標グループの設定方法…
県で管理する損傷の進行が速いため、全て分類B（点検要領の「A～D」として取り扱ううちのBに該当するもの）
- グループごとの管理目標値および健全性診断水準の解説
- 5. 性能低下予測と評価**
 - 維持管理指標ごとの性能低下予測式により将来状態を評価する
 - 性能低下予測式の解説
 - 点検データはデータベースで管理し長期的に保存
- 6. 中長期管理計画の立案**
 - 補修工法の選定方法（補修工法マトリックスの解説）
 - 補修優先度の解説
 - 中長期管理計画は性能低下予測、補修工法、補修工法パターンに基づき作成した40年間の維持管理に関する投資計画とする
- 7. 事業実施計画の立案**
 - 事業実施計画は、中長期管理計画を基に、日常管理や利用者のニーズ等を加味し、10年間に補修を行う候補区間や補修工法、補修年度を定める
- 8. モニタリング・事後評価**
 - 点検結果データや補修履歴データから管理道路の舗装の状態を把握する
- 9. 長寿命化への取組**
 - 路面性状調査等の点検結果から、指標値の推移や管理目標以下の割合を算出し、事業実施効果の検証を行う
- 10. 付録**

舗装中長期管理計画 平成29年3月

1. 舗装の現状と課題

1. 1 管理道路の延長
管理延長および舗装延長、平均交通量の解説
1. 2 補修予算の現状
舗装延長と舗装補修予算の推移

2. 中長期管理計画の策定

2. 1 計画期間
40年間の予算を算出
2. 2 管理目標および補修工法
地域区分および交通量から道路を4グループに分類し、グループごとの管理目標および損傷度に応じた補修工法を設定
2. 3 点検手法・点検頻度
点検頻度は交通量に応じて5年に1回または2回に設定
2. 4 性能低下の予測
過去の路面性状調査データから算出した性能低下予測式を使用
2. 5 補修工法の選定
設定した補修工法パターンにより、予防保全管理を行う
2. 6 予算の平準化
維持修繕にかかる年度ごとの補修予算のばらつきを小さくするため、補修時期を調整し、予算計画の平準化を図る
2. 7 維持修繕の優先度の設定
維持修繕の優先度は、管理目標グループごとに維持管理指標であるひび割れ率、わだち掘れ深さ、IRIが、複数の指標で性能低下し、総合的に損傷が進行している箇所を最優先とする。

3. 予算シミュレーション

3. 1 効果
事後保全管理（従前）と予防保全管理（平準化後）を比較するとLCCは約15%のコスト縮減となる。
3. 2 予算シミュレーション
予算を40億円/年とした場合、路面性状を良好な状態で維持することが難しいため、2043年以降に予算を増額。

4. 課題と今後の取組

- 課題：グループB₄の路面性状の低下
取組：性能低下予測式の検証および計画の見直し 等

7.3.3.2 道路AMの取組み

(1) 1 巡目点検結果・静岡県道路メンテナンス会議概要

舗装の維持管理サイクルは橋梁・トンネルとは異なり、法定点検ではないために、実施が義務付けられていないが、長野県では健全な舗装の維持のために長寿命化修繕計画を策定している。

静岡県道路メンテナンス会議資料⁴⁷³より、静岡県が管理する施設の1巡目点検の結果を下記に整理した。

表 7.8 1 巡目点検の結果（静岡県）

施設	管理施設数	点検対象施設数	判定区分 I	判定区分 II	判定区分 III	判定区分 IV	点検対象施設数に対する点検割合
橋梁	3617	3614	645	2546	423	0	100.0%
トンネル	148	145	1	88	56	0	100.0%
道路付属施設等	223	223	25	163	35	0	100.0%

静岡県では、国よりの舗装点検要領が定められて以降のH29年度～R3年度を舗装点検サイクルの1巡目と位置づけている。そのため、R5年度は2巡目点検の初期段階に該当する。

点検サイクルは、交通量の多い（N5～N7）路線では2回/5年、交通量の少ない（N1～N4）路線では1回/5年と定めている。

1巡目点検は、H29年3月に策定した中長期管理計画のもと実施してきた。その蓄積データを元に性能低下予測式を検証した結果、現行ガイドラインに記載の予測式では補修の効果が考慮されず、劣化速度が実態より早いと推定されるため、式の見直しが検討されている。見直し結果については2巡目の点検・診断に反映される予定である。

(2) 2巡目点検における取組み

上述した1巡目点検における課題を踏まえ、令和5年度に性能低下予測式を見直し、中長期管理計画を改定予定である。点検手法の根本的な見直しは考えていない。

一方、日常点検については令和3年度より法政大学・民間企業とともに舗装の状態をスマートフォンにより取得する手法を産官学連携により開発中である。静岡県は、研究のフィールドとして管理路線を提供し、定期点検のアウトプットと比較し使用に耐えうるか検証している。当該手法は、スマートフォンが記録する3軸加速度より路面状態を定量化し、路面性状を推定するためのものである。

開発中の手法の課題は、路面性状測定車による測定結果との相関性の検証、路面性状を評価するための閾値の設定、重要路線とその他の路線における使い分けおよびリアルタイムで路面性状をモニタリングできるシステム構築である。

⁴⁷³ 中部地方整備局 静岡国道事務所, 【資料2】 静岡県における道路構造物等の健全度について”, (<https://www.cbr.mlit.go.jp/shizukoku/maintenance/data/r0102-shiryoku2.pdf>), (参照日 2023/1/14)

図 7.13 法政大学との共同研究の概要⁴⁷⁴

7.3.3.3 静岡県から得られる知見

本調査の結果得られた知見を下記に示す。

- ・静岡県では路線の交通量に応じて点検頻度を設定している。
- ・1巡目点検における蓄積データを元に県ガイドラインに記載の性能低下予測式を検証した結果、式における劣化速度が実態より早いと推定されるため、見直しが検討されている。見直し結果については2巡目の点検・診断に反映される予定である
- ・大学と連携し、スマートフォンによる簡易点検手法を研究開発中である。なお、データの蓄積や点検効率化への効果については検証が必要な段階である。

⁴⁷⁴ ヒアリング（2023年5月11日）時受領資料

7.3.4 浜松市

7.3.4.1 基本情報

(1) 浜松市土木部の組織

浜松市土木部の組織は下記の通り。

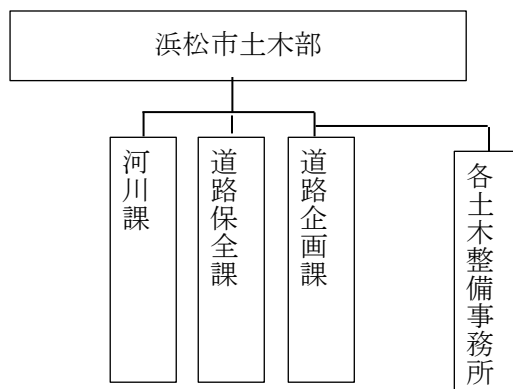


図 7.14 浜松市土木部組織⁴⁷⁵

道路の維持管理は主に道路保全課、および土木整備事務所が担当している。道路の維持管理に専従する職員数は、道路保全課の15名である。出先機関である土木整備事務所で維持管理に専従する職員数は総勢114名である。

日常の道路巡回において、パトロール車の運転は委託、同乗しての日常点検は直営で月3巡程度実施している。

一方、緊急時には運転や小規模な補修も含めて直営で実施している。

道路保全活動の委託は土木整備事務所が行っており、除草・ポットホール補修・路面清掃等作業分野毎に発注しており、受注者はJVになることもある。入札は毎年行っており、委託区間の分割規模は各出先機関に一任している状況である。また、作業・規制の資機材や規制実施は受注者対応となっている。

(2) 道路および道路構造物管理状況

浜松市が管理する道路および道路構造物について下記に整理した。

⁴⁷⁵ 浜松市行政組織（令和5年4月現在）

(<https://www.city.hamamatsu.shizuoka.jp/documents/9285/20230401hamamatsushi-soshikizu.pdf>)

表 7.9 浜松市における道路施設の管理状況 ⁴⁷⁶477⁴⁷⁸

管理延長 ⁴⁷⁹ (H29.4月時点)	舗装延長 ⁴⁷⁹ (H29.4月時点)	道路橋 (橋長2m以上) (H31.3時点)	トンネル (R2.2時点)
8,413km	7,259km	5,786 橋	46 箇所

(3) 予算内訳

浜松市における令和5年度当初予算案のうち、道路維持管理に係る項目に着目し、下記に整理した。

表 7.10 浜松市の道路施設に係る令和5年度当初予算案の内訳 ⁴⁸⁰

項目	予算額 (単位：千円)	道路・街路・河川事業の 予算に対する割合(%)
市	708,691,814	-
道路・街路・河川事業	21,723,410	100%
維持修繕事業費	15,591,971	71.8%
橋りょう長寿命化事業	1,823,000	8.4%
舗装長寿命化事業	1,340,100	6.2%
その他	12,428,871	57.2%

上表より、浜松市における道路・街路・河川事業の予算は217億円程で、うち約8%が橋りょう耐震化事業に、約6%が舗装長寿命化事業に割り振られている。

舗装補修等の事業費は維持修繕事業費に含まれ、その予算は年間約20億円となっている。

⁴⁷⁶ 浜松市土木部, "浜松市舗装維持管理ガイドライン 平成30年9月",

〈<https://www.city.hamamatsu.shizuoka.jp/documents/57281/guideline-hosou-30.pdf>〉

⁴⁷⁷ 浜松市土木部, "浜松市道路橋長寿命化計画 (改定版) 平成31年3月",

〈<https://www.city.hamamatsu.shizuoka.jp/documents/57281/dourokyoutyouzyumyokakeikaku.pdf>〉

⁴⁷⁸ 浜松市土木部, "浜松市道路トンネル維持管理ガイドライン【本土工編】(改訂版) 令和2年2月",

〈<https://www.city.hamamatsu.shizuoka.jp/documents/57281/guideline-tonnneru-r1.pdf>〉

⁴⁷⁹ 歩行者専用道路、自転車専用道路、自転車歩行者専用道路を除く

⁴⁸⁰ 浜松市, "令和5年度 当初予算案の概要", 令和5年2月

〈https://www.city.hamamatsu.shizuoka.jp/documents/148959/syuyoujigyoku4_1.pdf〉

(4) 浜松市舗装維持管理ガイドライン

浜松市が定める公共施設等総合管理計画や個別施設計画等の、施設の長寿命化に係る計画の体系を下記に整理した。尚、ここでは舗装に着目しており、それ以外の施設についての計画は省略する形でまとめている。

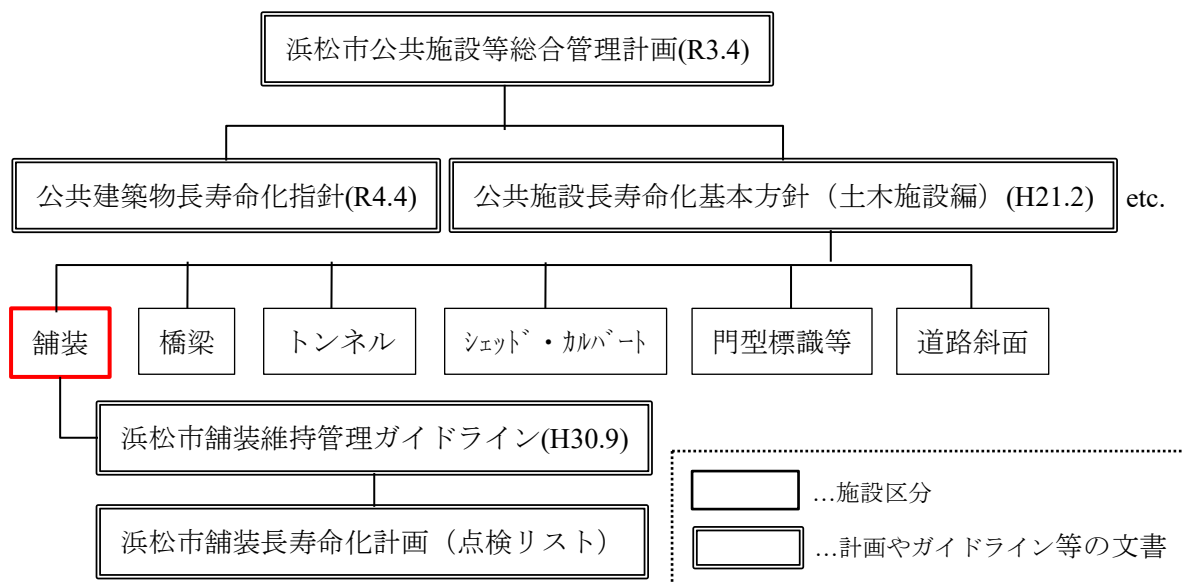


図 7.15 各種計画の体系（浜松市） 481482483

⁴⁸¹ 浜松市, ”浜松市公共施設等総合管理計画（令和3年4月改訂）”,
 〈<https://www.city.hamamatsu.shizuoka.jp/documents/52559/sougoukanrikeikaku.pdf>〉, (参照日 2023/3/24) より作成

⁴⁸² 浜松市, ”浜松市公共建築物長寿命化指針”,
 〈<https://www.city.hamamatsu.shizuoka.jp/documents/14983/shishin2022.pdf>〉, (参照日 2023/3/31)

⁴⁸³ 浜松市, ”公共施設長寿命化基本方針（土木施設編）”,
 〈https://www.city.hamamatsu.shizuoka.jp/documents/9351/h21_kihonhoushin.pdf〉, (参照日 2023/3/31)

浜松市舗装維持管理ガイドライン⁴⁷⁶の概要を下記に整理した。

浜松市舗装維持管理ガイドライン 平成30年9月
<p>はじめに</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ 国土交通省により策定された「舗装点検要領（平成28年10月）」の基本的な事項を踏まえるとともにこれまでの維持管理方法を見直し、「メンテナンスサイクルの確立」及び「予防保全型維持管理の導入」に向けた本市独自の舗装維持管理に係る具体的な手法を取りまとめた ➤ 改定にあたり「静岡県道路舗装協会」に意見聴取するとともに、「浜松市公共土木施設マネジメント検討委員会」にて内容を審議した ➤ 主な改定点は以下の通り <ol style="list-style-type: none"> ① 路線の重要度（レベルA、B、C）を廃止し、大型車交通量区分及び道路種別に応じた「道路の分類」（分類B、C、D）を新たに設定し、分類に応じた具体的な維持管理手法や点検・診断方法を設定 →分類B：547.2km、分類C：1880.6km、分類D：データなし⁴⁸⁴ ② 分類B及び分類Cの定期点検では、点検結果と現場実感の乖離の低減や、必要最小限の補修・修繕範囲の設定による費用の縮減を目的として、全車線の点検を規定 ③ 分類Bでは、表層を使い続ける目標期間として、「使用目標年数」を新たに設定 ④ 長寿命化計画の策定・更新や中長期的なコストの見通しにあたり、検討すべき事項や実施方法を新たに記載 <p>1. 総則</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ 適用範囲の説明 ➤ ガイドラインが浜松市の舗装点検要領を兼ねていることを明記 <p>2. 維持管理の手法</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ 維持管理手法の方針としてリスクベースメンテナンスの考え方を採用し、優先順位を明確にした維持管理を行う ➤ 道路の分類方法※改定部分…大型車交通区分と道路種別により分類B～Dにグルーピング ➤ 舗装マネジメントの体系の解説

⁴⁸⁴ 浜松市舗装維持管理ガイドライン 別冊

<https://www.city.hamamatsu.shizuoka.jp/documents/57281/guideline-hosou-bessatsu-30.pdf>

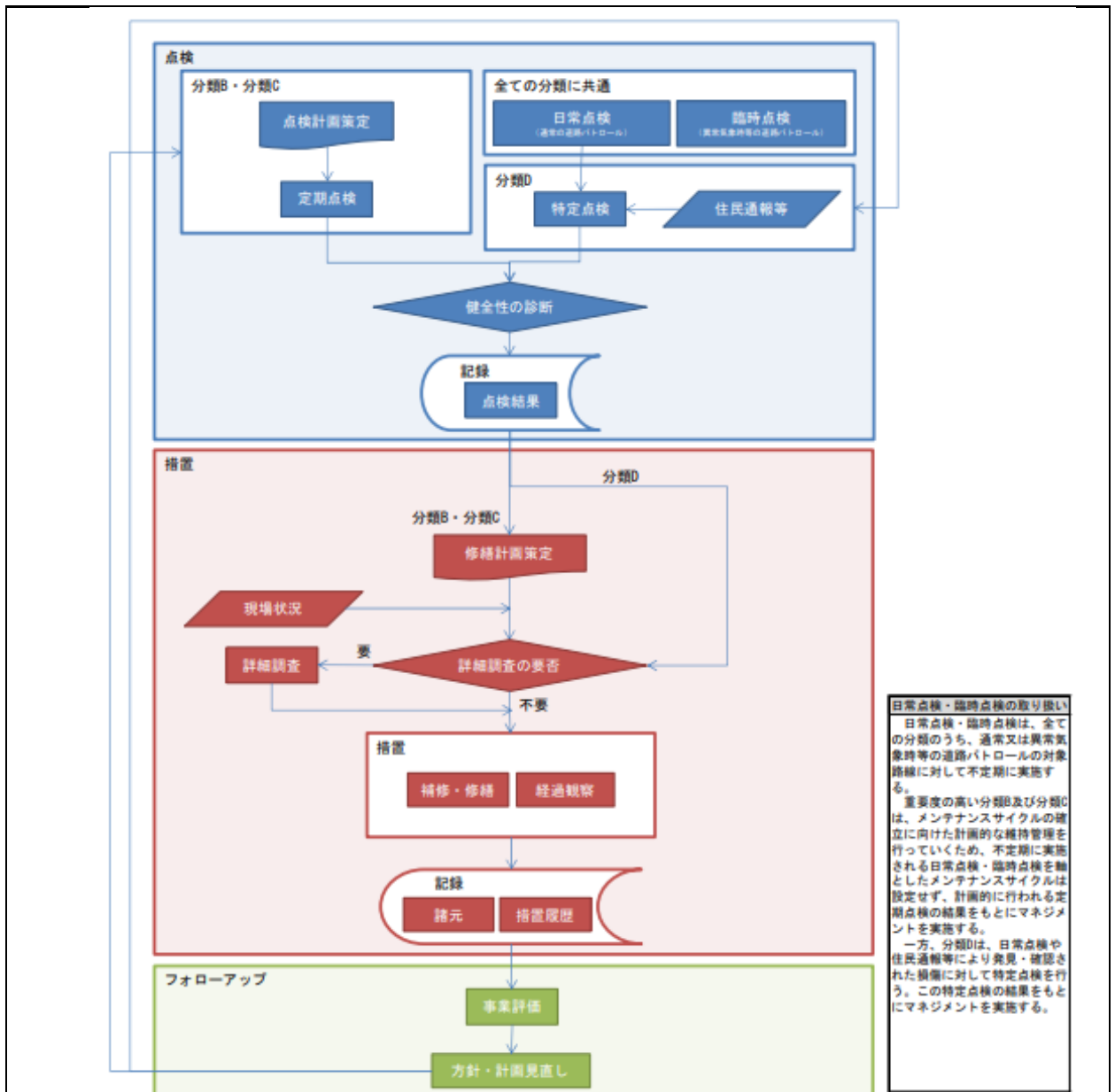


図 7.16 メンテナンスサイクルのフロー

- 維持管理指標の設定
 - 管理目標、シナリオの設定…重要度の高い分類Bのみ予防保全型、分類C,Dは事後保全型
3. 点検・診断
- 点検の体系についての説明
 - 診断区分の位置づけ…分類C,Dは健全性区分に加え現場状況を考慮し、健全性の区分に現場状況を加味して判断（健全性区分Ⅲの区間が多数確認される場合があり、次回点検までに解消することが困難であることが予想されるため）
 - 分類ごとの点検方法および診断方法の説明
4. 詳細調査
- 定期点検又は特定点検の結果、路盤以下の層の損傷が疑われる場合は詳細調査を実施

- 詳細調査の体系および種類、選定方法等の解説
- 5. 措置
 - 措置の体系、種類の解説
- 6. 長寿命化計画
 - 計画的な維持管理および予算の平準化が目的
 - 点検計画、修繕計画から構成
 - 点検計画および修繕計画策定における留意事項等の説明
- 7. 記録
 - 点検、診断、措置の記録についての説明
- 8. フォローアップ
 - 維持管理ガイドラインおよび長寿命化計画見直しの頻度・視点について説明
- 9. 更なる業務効率化への取り組み
 - 住民協働型の舗装の状態把握…スマホ通報システム「いっちゃお！」の活用
 - 新技術の導入
 - データベースの開発

7.3.4.2 道路AMの取組み

(1) 1巡目点検結果・静岡県道路メンテナンス会議概要

静岡県道路メンテナンス会議資料⁴⁷³より、浜松市が管理する道路施設の1巡目点検の結果を下記に整理した。

表 7.11 1巡目点検の結果（浜松市）

施設	管理施設数	点検対象施設数	判定区分 I	判定区分 II	判定区分 III	判定区分 IV	点検対象施設数に対する点検割合
橋梁	5773	5745	2633	2635	456	7	99.8%
トンネル	46	46	0	26	18	0	95.7%
道路付属施設等	95	94	10	50	34	0	100.0%

□ 浜松市では、H28年に国により舗装の点検要領が定められ、同要領に基づきH30年9月に舗装維持管理ガイドラインを策定し、それに従ったR1年度～R3年度の点検活動を1巡目点検と位置付けている。ただし、管理延長が膨大であるため道路分類がB・Cの路線に絞って点検を行った。

1巡目点検における点検方針・手法について課題・問題点は特にないと回答を得ている。

(2) 2巡目点検における取組み

浜松市では、H29年の国交省の舗装点検要領策定後、同要領に基づいた市の舗装維持管理ガイドラインを策定（H30.9）され、それに従ったR1年度～R3年度の点検活動を1巡目点検とした。2巡目はR5年度から開始している。R4年度は1巡目点検の結果より要対応箇所が多く、整理に時間を要したことで点検を実施せず、2巡目の開始時期がR5年度となった。そのため、令和5年5月時点で2巡目点検結果の蓄積はない。

また、1巡目点検結果をもとにした舗装補修作業も途中段階であり、LCC縮減が達成されつつあるか否かは検証段階にはないとの回答を得ている。

7.3.4.3 浜松市から得られる知見

本調査の結果得られた知見を下記に示す。

- ・浜松市では市独自の舗装維持管理ガイドラインを策定し、それに基づく舗装維持管理を実施している。
- ・路線ごとに交通量に応じたサービスレベルを設定している。
- ・規格の小さい（C, D）道路は事後保全対応としている。

7.3.5 長野県

7.3.5.1 基本情報

(1) 長野県建設部の組織

長野県建設部の組織は下記の通り。

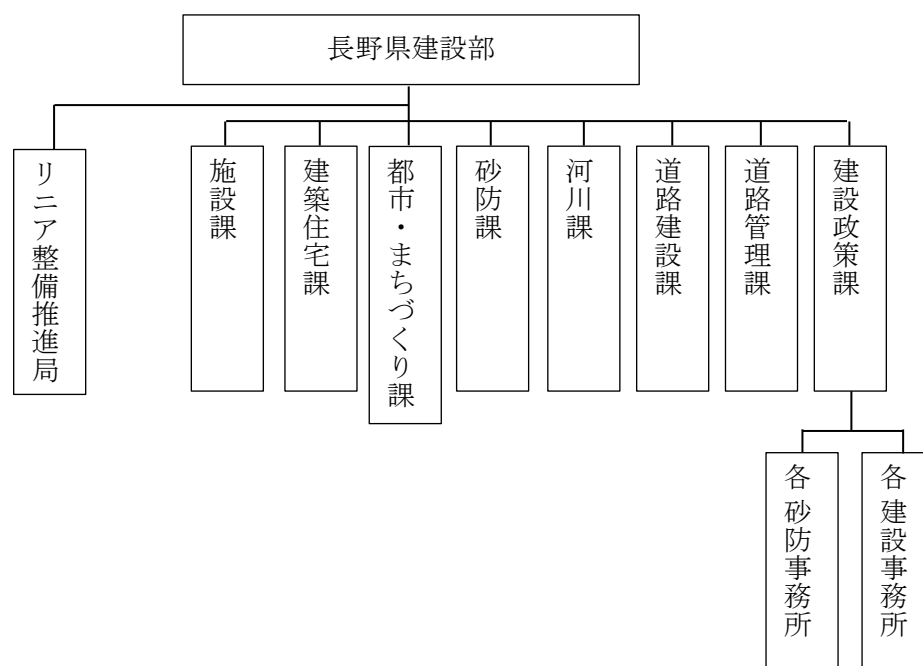


図 7.17 長野県建設部組織⁴⁸⁵

道路の維持管理は主に道路管理課、および建設事務所の維持管理課が担当している。道路維持管理に専従する職員数は、道路管理課では24名、出先機関に合計207名である。⁴⁸⁶

直營業務で道路パトロールを行い、穴埋め、枝払い、側溝詰まりの除去等を行っている。その他通報があった際に人力で現地対応できる作業を直営で行っている。一方、日常のパトロールでは対応できない作業は小規模補修工事として作業を委託しており、災害時の緊急対応についても、作業を委託している。

⁴⁸⁵ 長野県機構図,

<https://www.pref.nagano.lg.jp/koho/kensei/soshiki/soshiki/kencho/documents/soshikizur50401.pdf>

⁴⁸⁶ 長野県建設部道路管理課による調査票回答

(2) 管理施設データ

長野県が保有又は管理する道路施設の一部について下記に整理した。

表 7.12 長野県における道路施設の管理状況⁴⁸⁷

道路延長（うち舗装済み延長）	橋梁	トンネル
5,642km（3,325km）	4,430 橋	379 箇所

※国県道上のみ（市町村道除く）

(3) 予算内訳

長野県建設部における令和5年度予算案について、道路維持管理に係る項目に着目し下記に整理した。

表 7.13 長野県建設部の R5 年度予算案の内訳⁴⁸⁸⁴⁸⁹

項目	予算額（単位：千円）	建設部予算に対する割合
長野県	1,045,605,346	-
建設部	114,684,026	100%
道路管理課	25,142,683	22%
道路建設課	26,807,602	23%

※長野県では、長寿命化計画等に基づくインフラの適正管理事業費は河川課・砂防課等を含む形で予算化されている。道路管理課の中の維持管理費の内訳は不明である。

上表より、長野県建設部の予算は1,147億円程度。この予算の中には長寿命化計画に基づいたインフラの適正管理事業費119億円が計上されており、これは建設部の全体の予算のうち約10%にあたる。尚、この事業内容には道路施設以外の河川施設、砂防施設、公園施設、公園施設、県営住宅の修繕や更新等も含まれている。⁴⁸⁸

⁴⁸⁷長野県の道路 2022

〈https://www.pref.nagano.lg.jp/michiken/infra/doro/joho/shokai/documents/naganokennodouro_oll.pdf〉, (参照日 2023/1/12)

⁴⁸⁸長野県, "令和5年度当初予算案の概要",

〈https://www.pref.nagano.lg.jp/zaisei/kensei/soshiki/yosan/r04/documents/r4_1-3.pdf〉,

⁴⁸⁹長野県建設部, "令和5年度当初予算案の概要",

〈https://www.pref.nagano.lg.jp/kensetsu/kensei/soshiki/yosan/r04/r04yosanan_gaiyou.html〉

(4) 長野県舗装長寿命化修繕計画

長野県が定める公共施設等総合管理計画や個別施設計画等の、施設の長寿命化に係る計画の体系を下記に整理した。尚、ここでは舗装に着目しており、それ以外の施設についての計画は省略する形でまとめている。

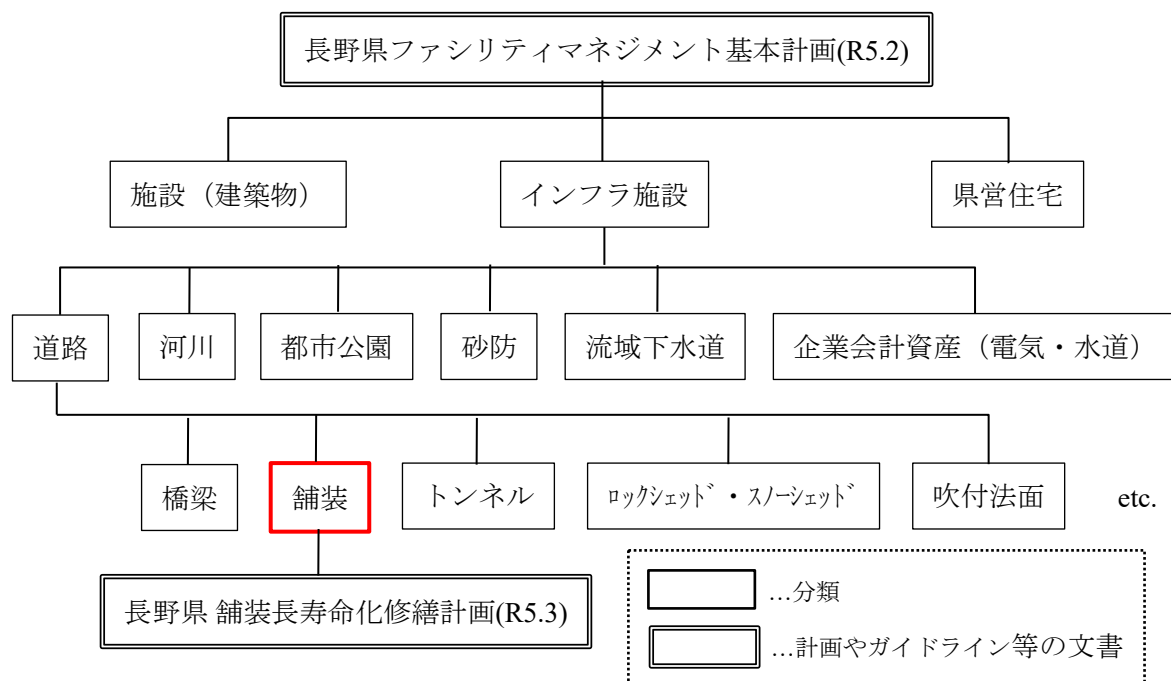


図 7.18 各種計画の体系（長野県）

長野県舗装長寿命化修繕計画⁴⁹⁰の概要を下記に整理した。

長野県 舗装長寿命化修繕計画(平成 25 年 6 月)	
1.	目的 目標管理水準及び予算計画、予算要望、ライフサイクルコスト計算について定め、修繕の平準化及び円滑な運用により、 利用者へ快適な走行性を提供していくこと
2.	管理水準および予算計画
(1)	アウトカム指標（目標管理水準）の設定： 「路面補修を確実にを行い、道路利用者が快適に感じる舗装の状態が保持されている道路延長の増加を目指す。」 ➤ 上記の指標達成のための具体的な数値を設定
(2)	舗装区間のグルーピング化

⁴⁹⁰ 長野県建設部道路管理課,「長野県 舗装長寿命化修繕計画」(平成 25 年 6 月),
〈<https://www.pref.nagano.lg.jp/michikanri/kensei/soshiki/soshiki/kencho/dorokanri/documents/hoso.pdf>〉,
(参照日 2023/3/23)

<ul style="list-style-type: none"> ▶ 交通量区分、総交通量、沿道環境から5グループの区分けを定義 (上記の各グループ路線延長比率に基づきのグループ別の予算配分が概ね決定) <p>(3) 全体の予算計画</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ 県全体の予算計画の策定 <p>(4) 予算計画及び予算配分</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ 各事務所の予算要望書を基に予算配分 <p>3. ライフサイクルコストの算定</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ 経済性評価についての考え方： 「舗装の経済性は、道路管理者費用のほか、道路利用者費用を加味した上でライフサイクルコストを分析し、評価する。」 ▶ 道路管理者費用および道路利用者費用、補修必要年次のLCCの算出手順について記載 (具体的な方法は p.5～参照)
--

7.3.5.2 道路AMの取組み

(1) 1 巡目点検結果・長野県道路メンテナンス会議

舗装の維持管理サイクルは橋梁・トンネルとは異なり、法定点検ではないために、実施が義務付けられていないが、長野県では健全な舗装の維持のために長寿命化修繕計画を策定している。

令和元年度第1回長野県道路メンテナンス会議資料⁴⁹¹より、長野県が管理する施設の1巡目点検の結果を下記に整理した。

長野県では、舗装点検の1巡目点検結果(判定区分別の点検延長)は公開されていないため、法定点検の対象施設をとりまとめた。

表 7.14 1 巡目点検の結果 (長野県)

施設	管理施設数	点検実績数	管理施設数に対する点検割合	備考
橋梁	3859	3859	100.0%	公社含む
トンネル	205	205	100.0%	公社含む
道路付属物等	307	307	100.0%	公社含む

(2) 2 巡目点検における取組み⁴⁹²

長野県では、MCI (Maintenance Control Index : 舗装維持管理指数) の低下への対策として、診断区分により切削オーバーレイ工等の補修を行い、劣化速度を抑制することが望ましいと考えられている。一方で、予算措置が少なく限られた予算の中で事業執行を図るため、損傷進行

⁴⁹¹ 長野県道路メンテナンス会議事務局, "令和元年度 第1回 長野県道路メンテナンス会議", https://www.ktr.mlit.go.jp/ktr_content/content/000751695.pdf, (参照日 2023/1/13)

⁴⁹² 長野県建設部道路管理課による調査票回答

が早い道路を交付金と県単独費用で修繕している。また、観光地や市街地等の道路を優先してメリハリのある事業執行ができるよう予算要望を行っている。

さらに、老朽化の進行、限られた補修費、少子高齢化による担い手不足などに対応するため、新技術・新工法の積極的導入を検討している。具体的には、スマートフォンを利用した舗装点検を令和4年度に試行したところである。当該技術の効果や課題は今後の検討事項である。

7.3.6 石川県

7.3.6.1 基本情報

(1) 石川県土木部の組織

石川県土木部の組織は下記の通り。

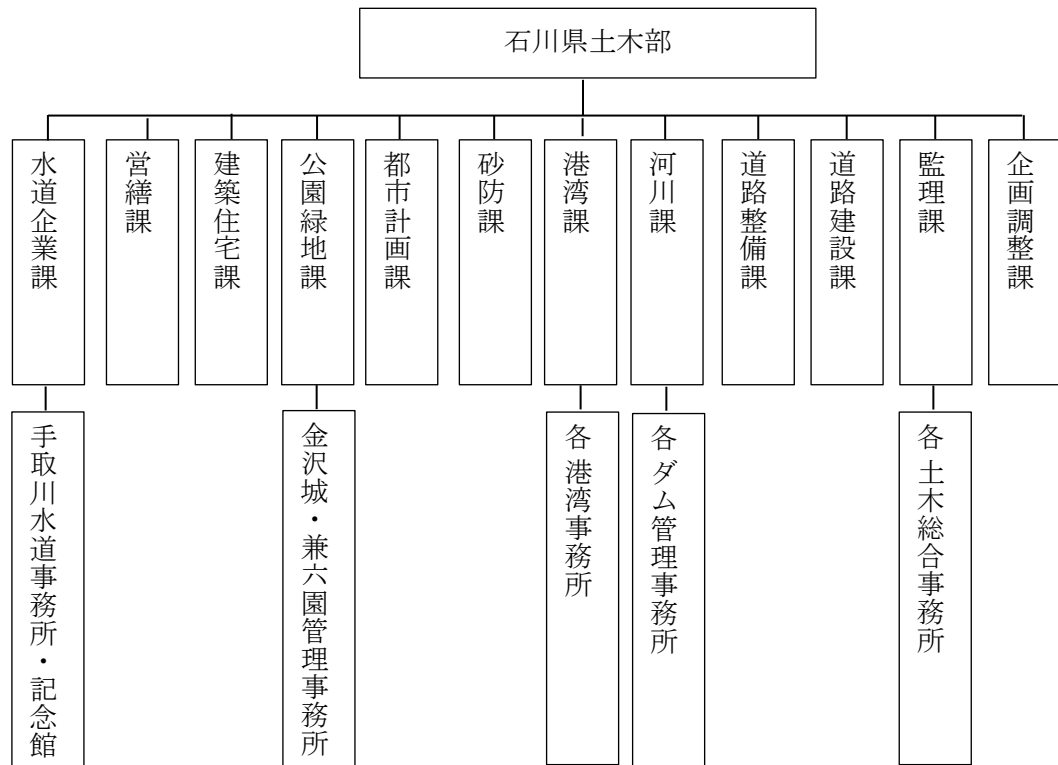


図 7.19 石川県土木部組織⁴⁹³

道路の維持管理は主に道路整備課、および土木総合事務所の維持管理課が担当している。

⁴⁹³ 石川県ホームページ (<https://www.pref.ishikawa.lg.jp/ishikawaciv/sosiki.html>)

(2) 管理施設データ

石川県が管理する道路施設を下記に整理した。

表 7.15 石川県における道路施設の管理状況⁴⁹⁴

道路延長（うち舗装済み延長）	橋梁	トンネル
2,517km（2,491km）	2,312 橋	89 箇所

（市町村道除く）

石川県の管理橋梁 2,312 橋のうち、建設後 50 年を経過した橋梁は同時点で約 32%（738 橋）を占め、10 年後には約 58%（1,351 橋）、20 年後には約 73%（1,692 橋）に達する見込みである。

(3) 予算内訳

石川県土木部における令和 5 年度予算案について、道路維持管理に係る項目に着目し下記に整理した。

表 7.16 石川県土木部の令和 5 年度予算案の内訳⁴⁹⁵

項目		予算額 (単位： 千円)	土木部予算 に対する 割合(%)	
石川県		617,094,000	-	
土木部		63,487,126	100%	
道路整備課	道路総務費	道路整備職員費	124,624	0.2%
		管理費	46,668	0.1%
	土木施設維持修繕費		2,275,201	3.6%
	道路建設費	橋りょう補修費	411,918	0.6%
		舗装補修費	288,252	0.5%
		道路施設長寿命化対策事業費	2,592,499	4.1%
		その他（内訳省略）	2,718,594	4.3%
	道路整備費	道路調査費	19,500	0.03%

上表より、石川県土木部の予算は 635 億円程。うち約 4%が土木施設維持修繕費に、約 4%が道路施設長寿命化対策事業費に充てられている。

⁴⁹⁴道路延長：いしかわの道 2023, <https://www.pref.ishikawa.lg.jp/douken/documents/ishikawanomichi2023.pdf>

橋梁数・トンネル数：石川県公共施設等総合管理計画, 令和 5 年 3 月

<https://www.pref.ishikawa.lg.jp/kanzai/documents/sougoukanrikeikaku.pdf>

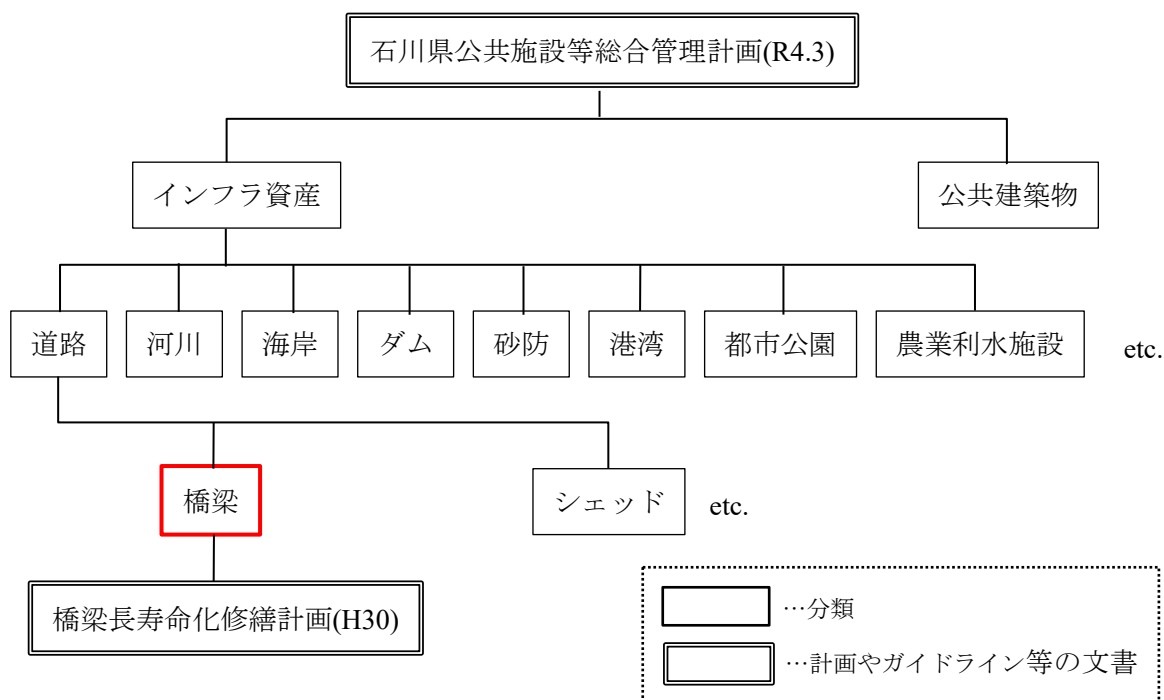
トンネル数：石川県ホームページ, <https://www.pref.ishikawa.lg.jp/ishikawaciv/douroiji.html>

⁴⁹⁵ 石川県, “令和 5 年度予算説明資料 令和 5 年 2 月”,

https://www.pref.ishikawa.lg.jp/zaisei/yosan/r5/documents/r5tousho_setsumeishiryu.pdf ,

(4) 石川県橋梁長寿命化修繕計画

石川県が定める公共施設等総合管理計画や個別施設計画等の、施設の長寿命化に係る計画の体系を下記に整理した。ここでは橋梁に係る計画に着目し、その他の施設についての計画は省略した。

図 7.20 各種計画の体系（石川県）⁴⁹⁶

⁴⁹⁶ 石川県, "道路施設（橋梁・シェッド）の長寿命化修繕計画について", 2019/3/29, <<https://www.pref.ishikawa.lg.jp/michi/choujyumyouka.html>>, (参照日 2023/3/24)

石川県橋梁長寿命化修繕計画⁴⁹⁷のアウトラインを下記に記す。

橋梁長寿命化修繕計画 (H21 策定 H30 最新改定)	
1. 長寿命化修繕計画の背景と目的	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 背景：平成31年3月時点で建設後50年を経過する高齢化橋は約3割、20年後には約7割に到達 ➤ 目的：橋梁長寿命化によるライフサイクルコストの縮減及び維持・更新費の平準化を図り道路交通網の安全・安心を確保
2. 長寿命化修繕計画の対象橋梁	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 対象橋梁は橋長を問わない全ての橋梁（平成21年に策定した計画では対象橋梁は橋長15m以上としていた）
3. 健全性の把握及び日常的な維持管理に関する基本的な方針	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 定期点検の結果から海に囲まれた石川県特有の劣化（塩害・ASR劣化）などを含め個々の橋梁の損傷状況を把握 ⇒健全性を4段階、補修の必要性を5段階で評価する ➤ 日常的な道路パトロールや桁洗浄、清掃等の実施
4. 対象橋梁の長寿命化及び修繕架替え費用の縮減に関する基本的な方針	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 事後保全型から予防保全型の維持管理への転換による費用低減 ⇒ライフサイクルコストの縮減と維持・更新費の平準化を図る ➤ ①緊急輸送道路、②跨道橋、跨線橋、③道路種別、④橋長、⑤塩害やASR等の影響から橋をグルーピングし、各々の管理指標を定める ⇒計画的な修繕の実施に取り組む ➤ 平成31年度から5年間で経年劣化が進行した369橋の必要な補修、道路改築や河川改修と併せた架替を実施
5. 長寿命化修繕計画による効果	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 長寿命化修繕計画に基づき計画的な維持管理を行うことで、今後100年間で、約5,320億円から約3,880億円へ、約1,440億円に相当するライフサイクルコスト縮減の効果が見込まれる

7.3.6.2 道路AMの取組み内容

(1) 1 巡目点検結果・道路メンテナンス年報北陸版

令和元年2月の道路メンテナンス年報北陸版（新潟県・富山県・石川県）⁴⁹⁸より、石川県が管理する道路施設の1巡目点検の結果は下記の通りである。

⁴⁹⁷ 石川県, ”橋梁長寿命化修繕計画 (H30)” 2019/3/29,
<https://www.pref.ishikawa.lg.jp/michi/documents/hasisyuusei.pdf>

⁴⁹⁸ 石川県道路メンテナンス会議資料, 令和元年7月”,
https://www.hrr.mlit.go.jp/kanazawa/douro/roukyuukataisaku/menntekaigi_ishikawa_siryou17.files/03_shiryou03.pdf, (参照日 2023/1/13)

表 7.17 1 巡目点検の結果（石川県）

施設	管理施設数	点検対象施設数	判定区分Ⅰ	判定区分Ⅱ	判定区分Ⅲ	判定区分Ⅳ	点検対象施設数に対する点検割合
橋梁	2,322	2,317	822	1,237	258	0	100.0%
トンネル	88	87	1	57	29	0	100.0%
道路附属物等	332	285	31	159	95	0	100.0%

表 7.18 判定区分

区分	状態
Ⅰ 健全	構造物の機能に支障が生じていない状態
Ⅱ 予防保全段階	構造物の機能に支障が生じていないが、予防保全の観点から措置を講ずることが望ましい状態
Ⅲ 早期措置段階	構造物の機能に支障が生じる可能性があり、早期に措置を講ずべき状態
Ⅳ 緊急措置段階	構造物の機能に支障が生じている、又は生じる可能性が著しく高く、緊急に措置を講ずべき状態

橋梁点検結果の判定区分ごとの割合は、区分Ⅰ：約35%、区分Ⅱ：約53%、区分Ⅲ：約12%、区分Ⅳ：0%である。

(2) 2 巡目点検における取組み

文献調査では、2 巡目点検における取組みについての記載は見られなかった。

7.3.7 調査票

地方自治体に対する調査においては、以下に示す調査票を用いて事前に質問事項を調査先に通知した。

<p style="text-align: center;">2022年度 道路アセットマネジメントプラットフォーム技術支援 に関する情報収集・確認調査 国内動向調査用ヒアリングシート</p> <p style="text-align: center;">2023年XX月XX日 独立行政法人 国際協力機構 (JICA) (一般社団法人 国際建設技術協会 (IDI))</p>	<p>目次</p> <p>内容</p> <p>1 調査業務概要 3</p> <p>2 RAMPの目的 3</p> <p>3 業務目的 3</p> <p>4 ヒアリング目的 3</p> <p>5 個別質問票 4</p>
<p>1 調査業務概要</p> <ul style="list-style-type: none"> ・業務名：2022年度 道路アセットマネジメントプラットフォーム技術支援に関する情報収集・確認調査 ・発注者：国際協力機構 (JICA) ・受注者：大日本コンサルタント(株) (DE)、日本高速道路インターナショナル(株) (JEXXAV)、(一社) 国際建設技術協会 (IDI)・・・本件調査担当 ・工期：2022年9月から2023年9月まで ・主な業務内容：開発途上国の維持管理の達成度確認 国内外のインフラ維持管理最新動向調査 <p>2 RAMPの目的</p> <p>道路アセットマネジメントプラットフォーム (RAMP) は、開発途上国における道路インフラ維持管理の課題解決に向け、<u>国内外の知見を集約し</u>、維持管理技術の技術協力プロジェクトや長期留学生の受け入れ等の取組みを通じて、開発途上国での道路アセットマネジメントの定着に向けた道路行政人材の育成を目指すものです。</p> <p>3 業務目的</p> <p>本業務は、道路インフラの維持管理能力強化に資する技術協力プロジェクトを実施中、若しくは実施済の国において、対象国の維持管理能力を確認し、道路アセットマネジメント定着に向けた課題を整理するとともに、技術協力プロジェクト終了後の道路アセットマネジメント定着に向けた支援計画案を検討します。また、国内外の情報収集や道路AMに関する特殊橋梁に関する調査などの実案と共に JICA 内部に設置されている RAMP の知見を蓄積して JICA の道路 AM 活動に反映させるための支援業務を行うものです。</p> <p>4 ヒアリング目的</p> <p>点検1巡目の結果を受けて、地方自治体が抱える課題を整理分析し、開発途上国への適用可能性を考慮して、定期点検2巡目に向けた地方インフラのメンテナンス活動に着目します。</p> <p>現在、日本国内では、点検作業の効率化・省力化、新技術の導入に係るガイドラインや電子カタログ、DXの導入、診断の効率化、安定化に向けた指針など技術・人材の課題の克服に向けた取り組みがなされています。</p> <p>それらを調査するとともに、過去のプロジェクトの知見も精査し、簡易点検方式、補修優先度の判定方式、点検及び補修技術など開発途上国の予算・技術・人材レベルに応じた実装可能な技術を抽出して整理し、対象地域・国そして導入方法を提示します。</p>	

図 7.21 調査票 (自治体共通部分)

5 個別質問票

A. 体制等

質問	回答
1. 道路の維持管理に専従する職員数を教えてください。	<ul style="list-style-type: none"> ・道路整備課 ・道路保全課
2. 委託を行っている場合、直営分と委託分の業務分担について教えてください。	<ul style="list-style-type: none"> ・出先機関 (平均人数) ・直営業務 ・委託業務
3. 道路維持管理業務の財源別金額を教えてください。	<ul style="list-style-type: none"> ・補助 ・県単独
4. 右記の区分ごとの管理・出勤体制はどのようになっていますか。	<ul style="list-style-type: none"> ・通常時 (日常点検) ・非常時 (地費時等)
5. 過年度調査で、DMBYの職員向け研修等が行われていると伺いました。実際に使用された資料や映像を提供していただくことは可能でしょうか。	

B. 2巡目点検について

質問	回答
1. 山形県メンテナンス会議資料より、1巡目点検の課題として、経年劣化の影響が大きいこと、凍結抑制剤の散布による橋梁健全度への影響等が指摘されておりました。この課題を踏まえ2巡目点検ではどのような取り組みを行っていますか。	
2. 最新の山形県橋梁長寿命化修繕計画では、2巡目点検の基本方針は①安心・安全の確保、②長期的なコスト削減、③予算の平準化 となっています。上記方針を達成するために、採用した技術やDMBYへのプログラム反映などはございますでしょうか。	
3. 具体的な取り組み方針の1つに、「山形の気象条件に対する劣化対策」があります。特に気温低下に対し、どのような対策を講じていますか。	
4. 過年度のヒアリングで、橋梁点検要領の策定について「国交省のマニュアルをベースとして費用を抑えられるように簡素化したものを作成した」と伺いました。どの部分を簡素化されたのでしょうか。	
5. 地域の点検業者を育成するためにしている取組みはありますか。	

C. DMBYの運用について

質問	回答
1. 現在の運用状況を教えてください。(登録データ数、分析への活用状況)	
2. DMBYのデータ入力はどのように行っていますか。点検業者が点検作業と同時に行うものでしょうか。	
3. システムのインベントリ (データの構成) はどのようになっていますか。	

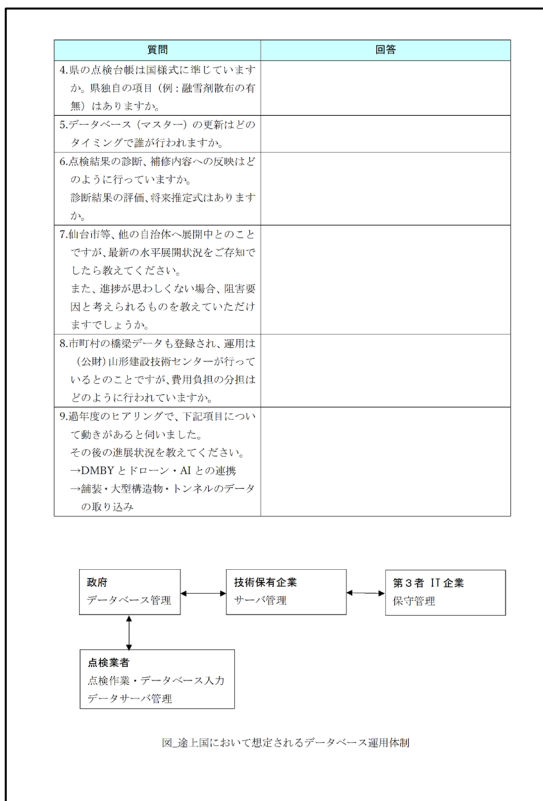


図 7.22 調査票 (山形県向け)

6 個別質問票

A. 体制等

質問	回答
1. 道路の維持管理に専任する職員数を教えてください。(技術・管理の合計)	<ul style="list-style-type: none"> ・道路整備課 ・道路保全課 ・出先機関(合計人数) ・出先機関数
2. 委託を行っている場合、直営分と委託分の業務分担について教えてください。また、地震等の緊急時の対応についても、直営分・委託分を教えてください。	<ul style="list-style-type: none"> ・直営業務 ・委託業務
3. 道路維持管理業務の財源別金額を教えてください。特別な財源があれば、その内容を教えてください。	<ul style="list-style-type: none"> ・補助 ・県単費 ・特別財源

B. 2 選目点検について

質問	回答
1. 1 選目の舗装点検結果を受け、どのような課題がみられましたか。	
2. 1 選目の課題を踏まえ、2 選目点検ではどのような取り組みを行っていますか。	
3. 2 選目点検の実施状況について、点検結果を受けた問題点、課題を教えてください。 例) 想定より劣化が進んでいた、新技術活用により点検が円滑に進むようになった、修繕予算が想定を超える可能性がある等	
4. 下記ガイドラインにおいても新技術の積極的な導入が求められておりますが、2 選目点検において、新たに導入された新技術がありましたら、その技術を選定した理由やコスト、効果・課題等について教えてください。	
5. 市町村や地域の点検業者の支援のための取り組みはありますか。(例: メンテナンスエキスパート制度 等)	

C. 社会資本長寿命化計画舗装ガイドライン策定における官学連携について

質問	回答
1. ガイドライン策定にあたり、大学(東京農業大学・中央大学)が果たした役割や、連携の仕方を教えてください。	
2. 改訂にあたり、留意した点を教えてください。	
3. 大学との連携で難しかった点、得られた成果を教えてください。	
4. 本計画の運用後、コスト削減は実現できましたか。	

D. その他

質問	回答
1. 簡易舗装道の補修はどのように行っていますか。	
2. 道路の簡易な補修において、使用している材料は常温合材、加熱合材のどちらでしょうか。	

4

図 7.23 調査票 (静岡県向け)

6 個別質問票

A. 体制等

質問	回答
1. 道路の維持管理に専任する職員数を教えてください。(技術・管理の合計)	<ul style="list-style-type: none"> ・道路企画課 ・道路保全課 ・出先機関(合計人数) ・出先機関数
2. 委託を行っている場合、直営分と委託分の業務分担について教えてください。また、地震等の緊急時の対応についても、直営分・委託分を教えてください。	<ul style="list-style-type: none"> ・直営業務 ・委託業務
3. 道路維持管理業務の財源別金額を教えてください。特別な財源があれば、その内容を教えてください。	<ul style="list-style-type: none"> ・補助 ・県単費 ・特別財源

B. 2 選目点検について

質問	回答
1. 1 選目の舗装点検結果を受け、どのような課題がみられましたか。	
2. 1 選目の課題を踏まえ、2 選目点検ではどのような取り組みを行っていますか。	
3. 2 選目点検の実施状況について、点検結果を受けた問題点、課題を教えてください。 例) 想定より劣化が進んでいた、新技術活用により点検が円滑に進むようになった、修繕予算が想定を超える可能性がある等	
4. 2 選目定期点検において、新たに導入された新技術がありましたら、その技術を選定した理由やコスト、効果・課題等について教えてください。	

3

質問	回答
5. 市町村や地域の点検業者の支援のための取り組みはありますか。(例: メンテナンスエキスパート制度 等)	

C. 浜松市舗装維持管理ガイドラインについて

質問	回答
1. 浜松市では、上位計画として「公共施設等総合管理計画」があり、施設管理計画においてアセットマネジメントの考え方が徹底されています。この方針となった経緯を教えてください。	
2. 舗装維持管理における PDCA サイクルの実施はどのような体制で行われていますか。	
3. 本ガイドラインにおける舗装維持管理の方針として、「リスクベースメンテナンス」があります。これの採用経緯と利点を教えてください。	
4. 本計画の運用後、コスト削減は実現できましたか。	

D. その他

質問	回答
1. 簡易舗装道の補修はどのように行っていますか。	
2. 道路の簡易な補修において、使用している材料は常温合材、加熱合材のどちらでしょうか。	

4

図 7.24 調査票 (浜松市向け)

A. 体制等	
質問	回答
1. 道路の維持管理に専従する職員数を教えてください。(技術・管理の合計)	・道路建設課
	・道路管理課
	・出先機関 (合計人数)
	・出先機関数
2. 委託を行っている場合、直営分と委託分の業務分担について教えてください。また、地震等の緊急時の対応についても、直営分・委託分を教えてください。	・直営業務
	・委託業務
3. 道路維持管理業務の財源別金額を教えてください。特別な財源があれば、その内容を教えてください。	・補助
	・県車費
	・特別財源

B. 2 巡回点検について	
質問	回答
1. 1 巡回の橋梁定期点検結果における課題は、①地方負担分の予算確保、②跨道橋跨線橋の点検・補修、③新技術の普及とコスト削減と認識しています。	
2. 2 巡回点検における舗装維持管理面の課題としては、①MCIの低下に対する対策、②予算の確保・拡大、③舗装の新技術導入と認識しています。これらの課題に対する具体的な方針を教えてください。	
3. 新技術導入を検討している場合、具体的にどのようなものがありますか。	
4. 2 巡回定期点検において、新たに導入された新技術がありましたら、その技術を選定した理由やコスト、効果・課題等について教えてください。	
5. 単として、市町村や地域の点検業者の支援のための取組みはありますか。(例：メンタナンスエキスパート制度 等)	
C. 舗装長寿命化修繕計画について	
質問	回答
1. 計画策定にあたり、調整に労力を要した点を教えてください。	
2. 本計画において、ライフサイクルコストの算定を計画に盛り込んだ経緯を教えてください。	
3. 本計画の運用後、LCCの削減は実現できましたか。	
4. 現在、昨今の維持管理実態を踏まえ、計画の見直しを行っていますか。行っている場合、どのような内容ですか。	
D. その他	
質問	回答
1. 橋梁舗装道の補修はどのように行っていますか。	
2. 道路の簡易な補修において、使用している材料は常温合材、加熱合材のどちらでしょうか。	

図 7.25 調査票 (長野県向け)

7.4 大学・研究機関における道路AMの定着に向けた取り組み

7.4.1 東京農業大学

7.4.1.1 調査概要

東京農業大学の竹内康教授は、(公社)日本道路協会の調査委員会の1つである舗装委員会平成30年9月に刊行された「舗装点検要領に基づく舗装マネジメント指針」の編纂に携わっている。そのため、同教授に対して同指針の策定経緯や官学連携の実態についてヒアリング予定であったが、ヒアリングを実施しないこととしたことから、「舗装点検要領に基づく舗装マネジメント指針」の概要をとりまとめた。

7.4.1.2 舗装点検要領に基づく舗装マネジメント指針

「舗装点検要領に基づく舗装マネジメント指針」は、平成28年10月に制定された「舗装点検要領」において規定されている道路舗装のメンテナンスサイクルをマネジメントの視点にたって解説し、道路の分類・点検計画の立案等の方法、個々の現場での点検、診断、措置及び記録の方法などについて実務の方針となるようにとりまとめたものである。

舗装点検要領に基づく舗装マネジメント指針 平成30年9月
<p>1. 総説</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ 道路法および道路法施行令と舗装点検要領 ➤ 点検要領の策定経緯 ➤ 本書の位置づけと構成 ➤ 適用上の留意点 <p>2. 点検要領に基づくメンテナンスサイクルと舗装マネジメント</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ 点検要領の主なポイント ➤ 点検要領に基づくメンテナンスサイクルの構築 ➤ 舗装マネジメントとしての取組 <p>3. 管理計画</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ 道路の分類 ➤ 管理基準の設定 ➤ 使用目標年数の設定 ➤ 点検手法の設定 ➤ ネットワークレベルの点検計画の立案 ➤ 点検結果等の活用 <p>4. 分類Bのアスファルト舗装のメンテナンスサイクル</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ 点検の方法 ➤ 健全性の診断 ➤ 措置 ➤ 記録の方法 ➤ メンテナンスサイクルフロー <p>5. 分類C, Dのアスファルト舗装のメンテナンスサイクル</p>

- 点検の方法
- 健全性の診断
- 措置
- 記録の方法

6. コンクリート舗装のメンテナンスサイクル

- 点検の方法
- 健全性の診断
- 措置
- 記録の方法
- メンテナンスサイクルフロー

7.4.1.3 舗装点検要領に基づく舗装マネジメント指針の要点

本指針は、舗装点検要領（国土交通省道路局）に基づきメンテナンスサイクルを適切に構築・運用するため、舗装の維持管理に携わる関係者の理解と判断を支援する実務的なガイドラインであり、道路管理者の独自の取組みが舗装点検要領の趣旨に沿った取組みかどうかを判断するための図書である。

また、本指針の主要な内容は、各道路管理者が管内の道路網をどのように効率的に管理していくかどう舗装マネジメントの考え方の説明、および舗装メンテナンスサイクルの構築・運用の考え方について示すものである。

下記において、本指針第2章・第3章に示された内容を引用し、舗装マネジメントの考え方、および舗装メンテナンスサイクルの構築・運用方法について概要を述べる。

(1) 舗装メンテナンスサイクルの構築・運用方法

各道路管理者は、管内の道路を分類し、アスファルト舗装においては管理基準・使用目標年数を設定し、点検・診断・措置・記録からなるメンテナンスサイクルの構築に取り組むこととなる。

舗装点検要領に基づくメンテナンスサイクル構築のフローを下図に示す。

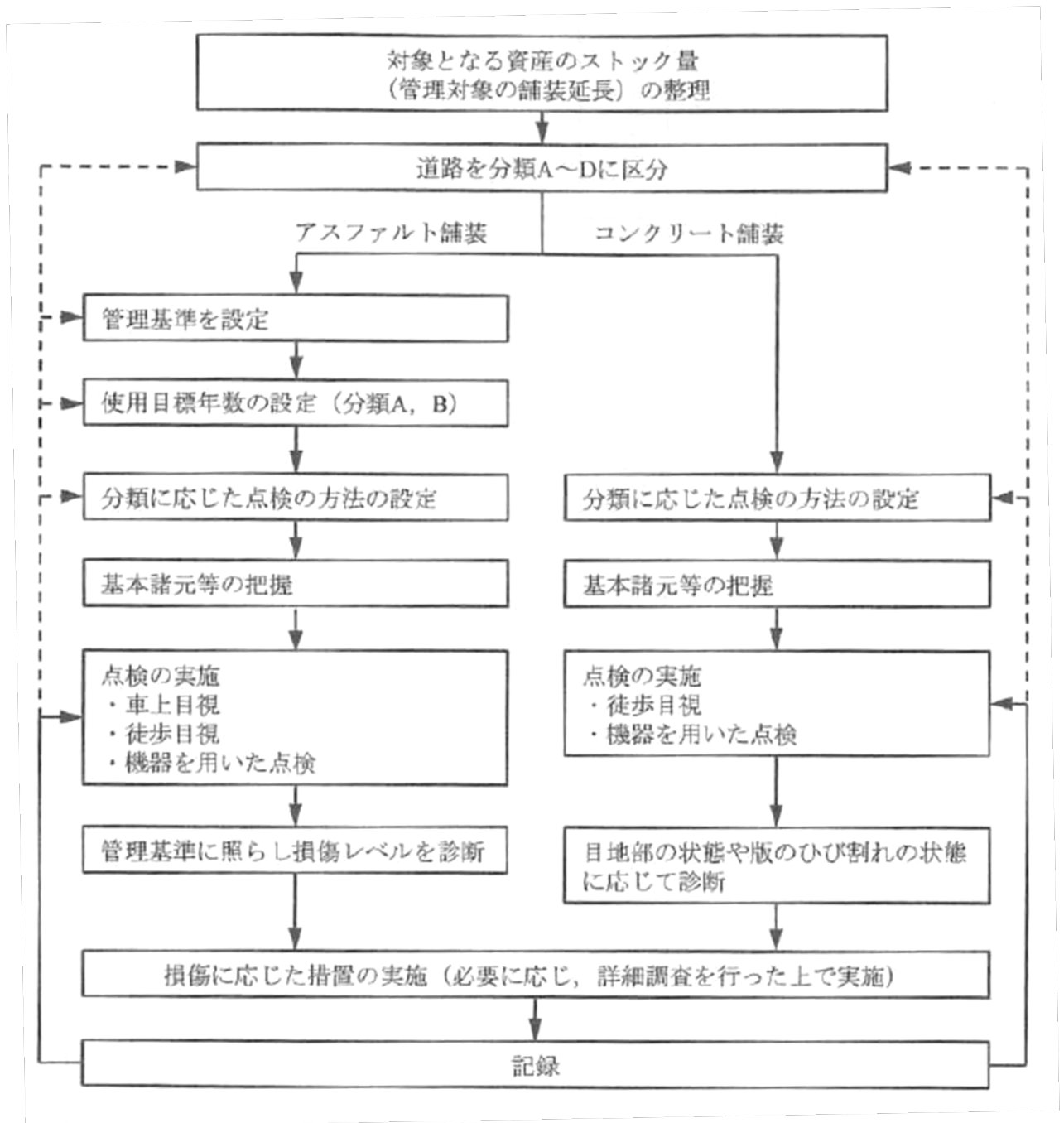


図 7.26 点検要領に基づくメンテナンスサイクル構築のフロー⁴⁹⁹

(2) 舗装マネジメントの考え方

舗装マネジメントは、ISO55000に示されるアセットマネジメントにおいて、対象資産を舗装としたものである。舗装マネジメントの目標は、平成13年6月29日付け国交省通達に基づき、「環境へ

⁴⁹⁹ 舗装点検要領に基づく舗装マネジメント指針(平成30年9月) P14

の負荷の軽減を考慮に入れつつ安全かつ円滑な交通を確保すること」としている。また、舗装マネジメントを支える仕組みが舗装マネジメントシステムとなる。

舗装マネジメントシステムにはネットワークレベルとプロジェクトレベルの2つが存在する。ネットワークレベルにおける舗装マネジメントシステムは管理基準の設定や使用目標年数の設定が該当し、プロジェクトレベルにおける舗装マネジメントシステムは点検・診断・措置・記録から成るサイクルが該当する。道路管理者は、ネットワークレベルの補修・修繕の必要性の判断と、プロジェクトレベルにおけるメンテナンスサイクルを互いに関連させながら、よりよいサイクル構築に向けて最適化を図っていくことが求められている。

7.4.2 琉球大学

7.4.2.1 調査概要

琉球大学においては、UAV技術とひび割れ画像診断技術を組み合わせた維持管理手法の地域実装の取り組みや、鋼構造の防食のためのボルト部への対策など、沖縄独自の気候条件を活かした独自の取り組みを行っている。本調査では、これらの取り組みについて公開資料をもとに概要を整理した。

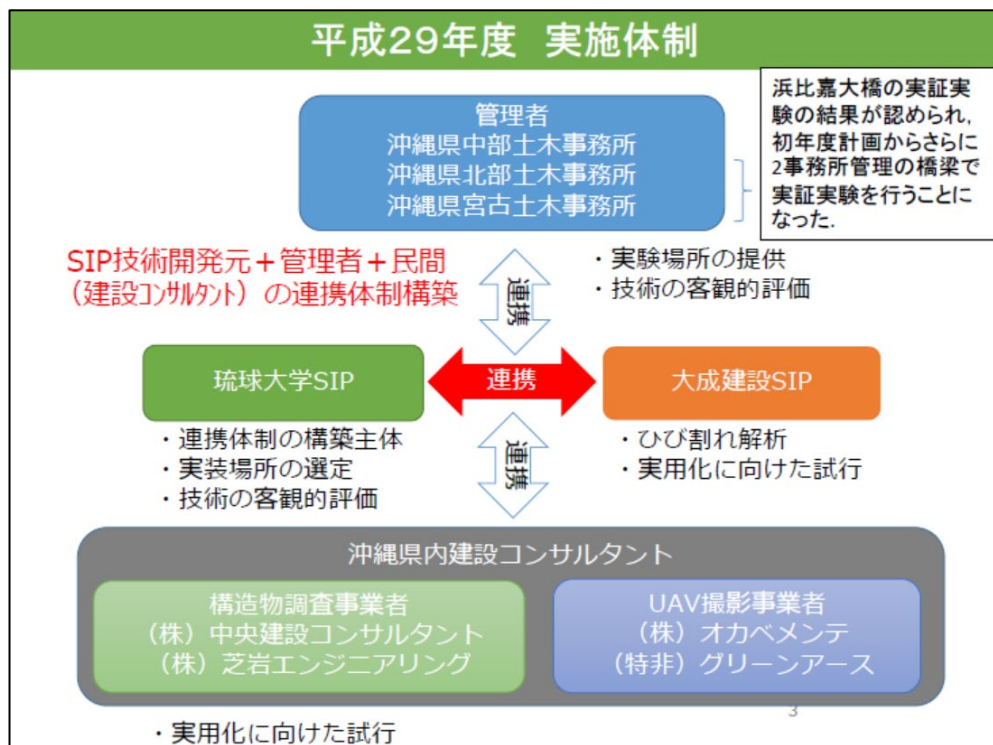
7.4.2.2 UAV撮影画像の解析技術を活用した離島架橋のひび割れ点検

(1) 取り組み概要

SIPの研究開発の中で、大成建設によって「画像解析技術を用いた遠方からの床版ひび割れ定量評価システム」が開発された。これは、デジタルカメラ等で撮影したコンクリート表面よりひび割れを抽出し、ひび割れ幅毎の長さ分布を得るシステムである。

これを用い、琉球大学は大成建設と連携し、沖縄県土木事務所の管理路線上の橋梁において、ひび割れ解析の実用化に向け、当該システムを試行した。実施者は沖縄県内の建設コンサルタントが務めた。

ひび割れ解析は浜比嘉大橋・古宇利大橋・伊良部大橋の3橋で行われた。ひび割れの撮影はUAVを併用して行い、UAV撮影は地元業者が担った。

図 7.27 ひび割れ点検の実施体制⁵⁰⁰

(2) 取組みの結果

本取組みは沖縄県の橋梁に対する新技術の地域実装の取組みとしてはスムーズに実施された成功事例と言える。これは、沖縄県の離島架橋において近接目視点検に代替する点検手法が求められているニーズと、大成建設の所有する解析技術のシーズがマッチングした結果と考えられる。

また、本取組み後、UAV撮影業者は3次元モデル上にひび割れデータをマッピングする3次元可視化技術を独自に開発した。

7.4.2.3 鋼橋ボルト継手部の腐食防食技術の国際展開

(1) 取組み概要

土木学会インフラマネジメント新技術適用推進委員会・国際展開小委員会では、日本で開発された優れた技術が海外展開される機会を創出するとともに、日本の研究者が海外で実践的な研究活動を経験することを支援している。

琉球大学では、激しい腐食損傷が生じやすい高力ボルト継手部を対象に、過酷な塩害環境の沖縄で開発された腐食防食技術（沖縄地区鋼橋防食マニュアル）の国際展開を図った。具体的には、対象国をフィリピンとし、橋梁メーカー等から助言を受けられる体制を構築した上で、海外展開を実施した。

⁵⁰⁰ (株) オカベメンテ公表資料, <https://okabe-m.jp/wp-content/uploads/2019/01/8d421f0e901e13ba1397db1d825fa713.pdf>

フィリピンは、高温多湿・島嶼環境である点で沖縄県と共通しており、防食技術の適用性が高いと判断された。

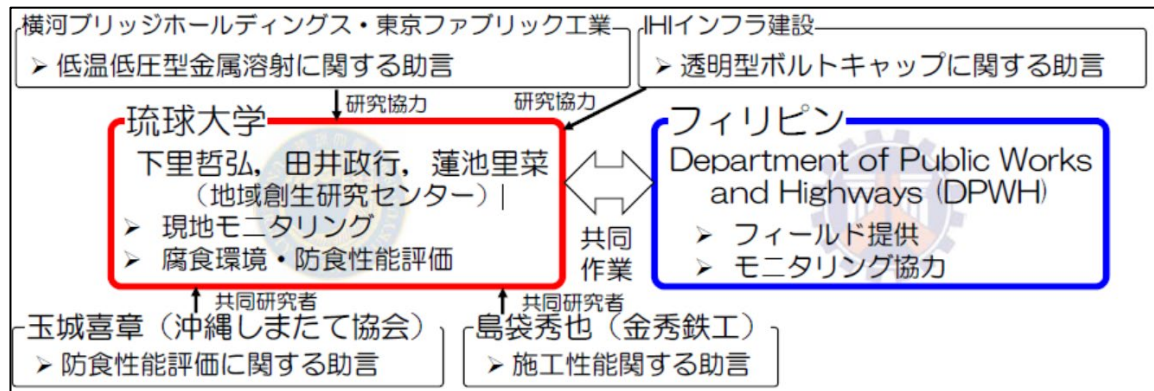


図 7.28 実証実験の実施体制⁵⁰¹

(2) 技術概要

適用したのは、「沖縄地区鋼橋量防食マニュアル」に示された防食技術であり、「低温低圧型金属溶射」「透明ボルトキャップつばのみ充填」がある。

前者は金属粉末を融点より低圧(1MPa)低温(200°C程度)かつ超音速で衝突させ、圧着による皮膜層を生成する技術である。後者は、内部のボルトを可視化し、取り外しが容易で高い防食性能を発揮するキャップのような皮膜を形成する充填方法である。

(3) 実施状況

2020年2月現在、フィリピンのマニラ近郊の4橋にセンサーと試験片を設置し、曝露試験を行っている。1年後に回収され、評価が行われる予定である。

今後は曝露試験後に腐食環境の評価を行うと共に、評価対象地域を拡大してマニラ以外の地域でも試験を実施し、フィリピン版の腐食マップを作成予定である。

7.4.2.4 琉球大学から得られる知見

本調査の結果得られた知見を下記に示す。

- ・琉球大学では地元の建設コンサルタントとの連携だけでなく、フィリピンの高温多湿のフィールドを活かした実証実験、およびJICA長期留学生の受け入れなど、国内外の技術者育成に力を入れている。

⁵⁰¹ 琉球大学研究発表資料 https://sm1039.skr.u-ryukyu.ac.jp/center2020/wp-content/uploads/2020/07/土木学会インフラマネジメント技術国際展開研究助成_rev.pdf

7.5 道路分野における BIM/CIM 導入の取り組み

日本国内では、インフラの設計・施工の効率化・高度化を進めるための取り組みとして、国土交通省により BIM/CIM の導入・推進が行われている。一方、開発途上国でも BIM/CIM 導入の基盤となる 3次元測量の試行や、電子基準点の設置が進められており、BIM/CIM 技術を技術協力の場面に活用する機運が高まりつつある。

本項目では、日本国内における BIM/CIM の研究開発および活用状況を調査し、開発途上国への適用にあたっての参考資料としてとりまとめた。

7.5.1 国土技術総合政策研究所

7.5.1.1 調査概要

国土技術総合政策研究所（以下、国総研）では、民間企業の BIM/CIM に関する技術開発の基盤となるような、包括的な技術開発や基準等の整備に取り組んでいる。その取り組み内容を下記に整理する。

7.5.1.2 国総研の令和4年度の取り組み内容

国土交通省では、データとデジタル技術を活用して、国民のニーズを基に社会資本や公共サービスを変革するとともに業務そのものや組織・プロセス・建設業や国土交通省の文化風土や働き方を変革し、インフラへの国民理解を促進するとともに安全・安心で豊かな生活を実現する「インフラ分野の DX」を推進している。

その中で、国総研は土木研究所・建築研究所といった研究機関との連携を行うとともに、「DX データセンター」や「建設 DX 実験フィールド」を構築することにより BIM/CIM データの一元管理・分析や 3次元データや 5G 等を活用した新技術の開発を行っている。

7.5.1.3 社会資本マネジメント研究センターの運営方針

国総研では、「社会資本マネジメント研究センター」が実質的に BIM/CIM に関する研究活動を行っている。

社会資本マネジメント研究センターでは、BIM/CIM モデルに関する基準類の整備を引き続き進めるとともに、3次元モデリングの効率化、データ交換の仕様の研究を進めることとしている。また、不確定要素が多い工事の契約方法として、技術提案交渉方式の活用が進んでいる中で、BIM/CIM モデルを活用し、より効果的・効率的に技術対話が可能となるよう研究を進めることとしている。

7.5.1.4 DXデータセンター

国総研は、BIM/CIM等の3次元データを一元的に保管し、受発注者が測量・調査・設計・施工・維持管理の事業プロセスや災害対応等で円滑に共有するためのシステムとして「DXデータセンター」を構築中である。

上記の背景として、BIM/CIM等の3次元データはサイズが大きく情報共有が困難であり、高機能な端末機器や高価なソフトウェアは小規模な施工業者にとって活用が困難である点がある。このような状況に対応するため、DXデータセンターは、受発注者がBIM/CIM等の3次元データの閲覧、編集等を遠隔で行うことを可能とする。

7.5.1.5 建設DX実験フィールド

建設DX実験フィールドは、インフラDXの推進に向け、遠隔操作対応建設機械やローカル5G等、様々な新技術の検証のために整備された研究施設で、現場の制約に縛られず技術検証が可能とするものである。



図 7.29 建設DX実験フィールド⁵⁰²

下記に、建設DX実験フィールドの内容を記す。

◆土工フィールド

土工フィールド全体でローカル5G通信が可能。i-Construction普及の要となる最新の計測機器の実証・検証試験、建設機械の遠隔操縦用映像伝送試験、自動・自律施工の開発のための実証試験など、土工等に係る各種の実験、検証に利用することが可能。

⁵⁰² 令和4年度国総研パンフレット, <https://www.nilim.go.jp/lab/bcg/kisya/journal/kisya20220524.pdf>

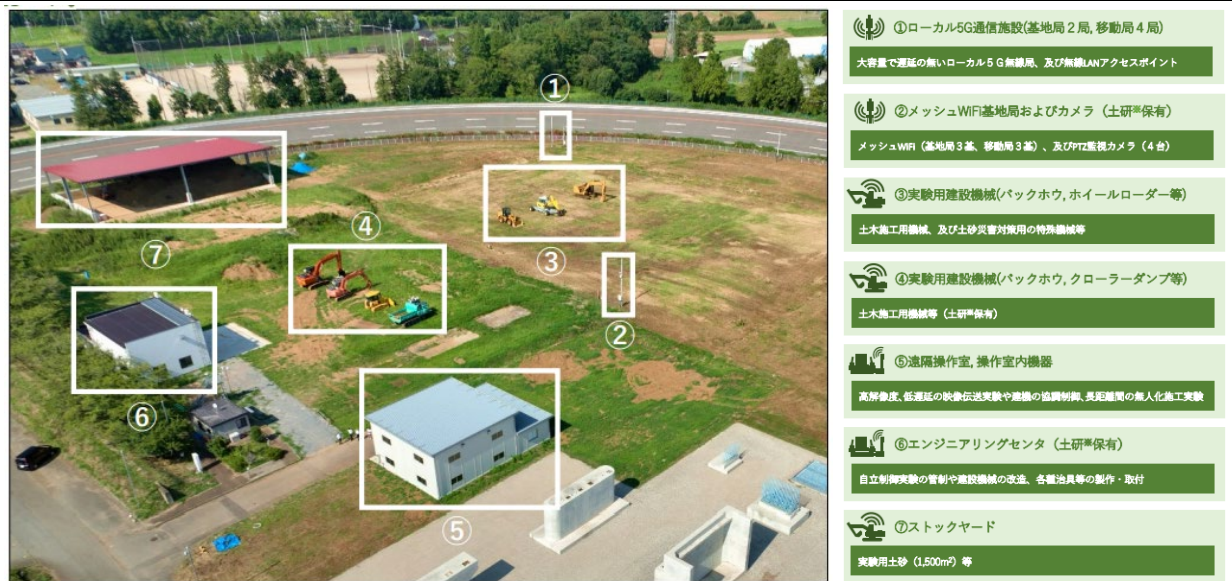


図 7.30 土工フィールド俯瞰図

◆ 出来形計測模型

実物大の模型を使用し、3次元計測技術の精度検証等を行う。

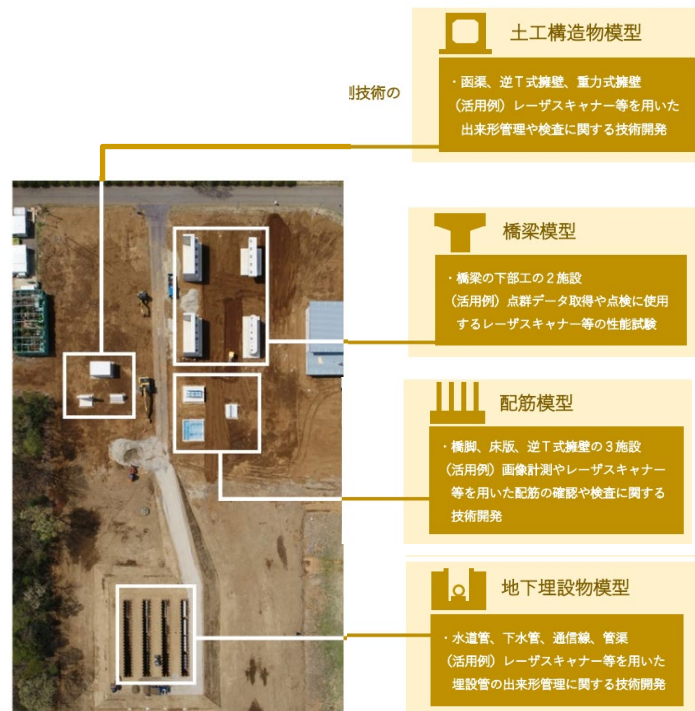


図 7.31 出来形模型配置

7.5.2 中日本高速道路株式会社

7.5.2.1 調査概要

中日本高速道路株式会社では、施工業務において CIM を用いて工事管理の効率化・高度化を目指す取り組みを行っている。

7.5.2.2 基本情報

中日本高速道路株式会社の組織において、保全企画本部・環境・技術企画部が BIM/CIM の推進・開発を担当している。

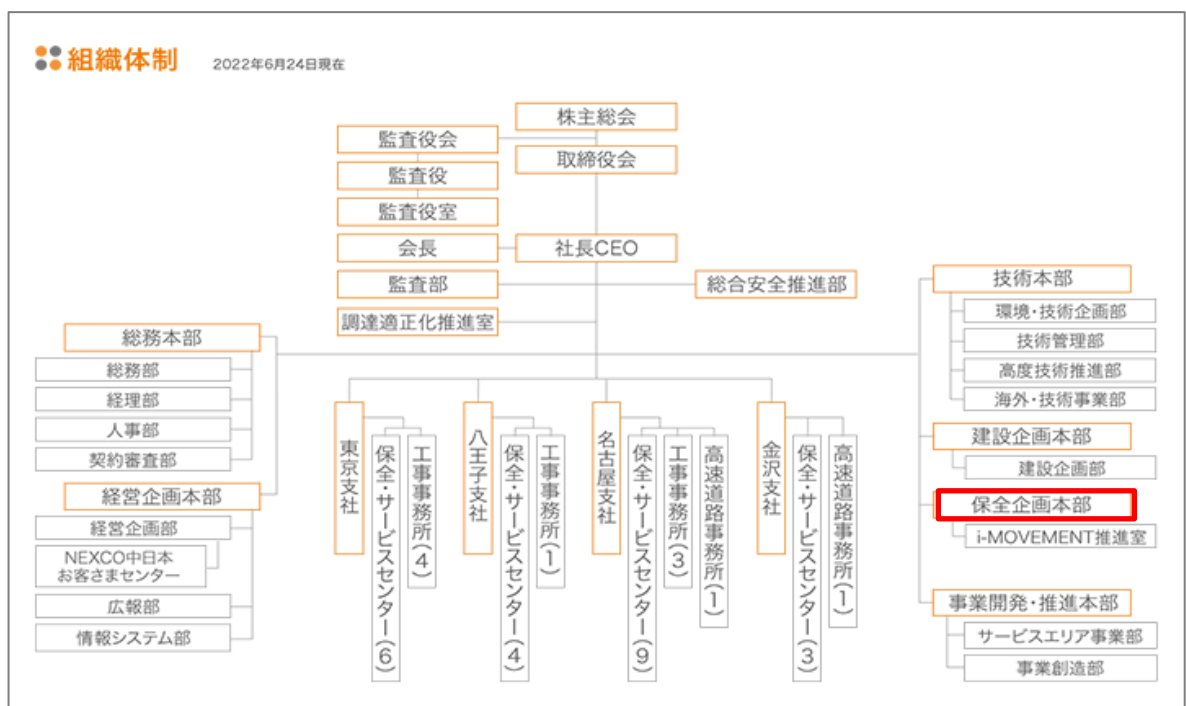


図 7.32 中日本高速道路(株) 組織体制図⁵⁰³

7.5.2.3 中日本高速道路株式会社の BIM/CIM 推進状況

中日本高速道路株式会社では、新東名高速道路を施工中である。その工事業務の一部において、CIM の導入により ICT をフル活用して工事管理の効率化・高度化を目指す「6つのチャレンジ」に取り組んでいる。⁵⁰⁴

① ICT フル活用のための実施体制

⁵⁰³ 中日本高速道路株式会社企業情報サイト <https://www.c-nexco.co.jp/corporate/company/chart/>

⁵⁰⁴ 土木学会建設用ロボット委員会 オンラインセミナー資料

<https://committees.jsce.or.jp/robot/system/files/> 【資料】②デジタルライゼーション (NEXCO な簡易本中村様).pdf

- ② 3次元データによる現場の可視化
- ③ 現場管理の効率化・高度化
- ④ コミュニケーションツールとしての活用
- ⑤ 受発注者間の情報共有と実施環境の構築
- ⑥ 建設から保全へ～維持管理における活用

これらの6つのチャレンジの具体内容を下記に示す。

(1) ICTフル活用のための実施体制

発注者であるNEXCOと工事受注者との間で下記体制を構築。

1) NEXCO

事務所、支社及び本社の技術基準、技術管理、情報システム部署と協同し、ICT活用を計画実施、評価する体制を構築。

2) 受注者

現場事務所にICT専門職員を配置し、全体統括を担当。

⇒ 現場側の要対応事項に即応

⇒ 受注者のBIM/CIM専門部署が3次元データの構築や、CIM活用法の提案・具体化

⇒ ICTシステムのベンダーも含めたチーム構築

(2) 3次元データによる現場の可視化

土工出来形のヒートマップ調書、2次元図面からの3次元設計データ作成、VRによる施工検討等により、関係者間でのイメージ共有を促進している。

1) 土工出来形のヒートマップ調書

法面等の出来形はUAV等の測量による点群データより出来形調書を作成して確認。



図 7.33 出来形調書出力イメージ

2) 2次元図面からの3次元データ作成

契約図書は2次元であり、これを3次元化することにより事前の設計照査や検討を実施。

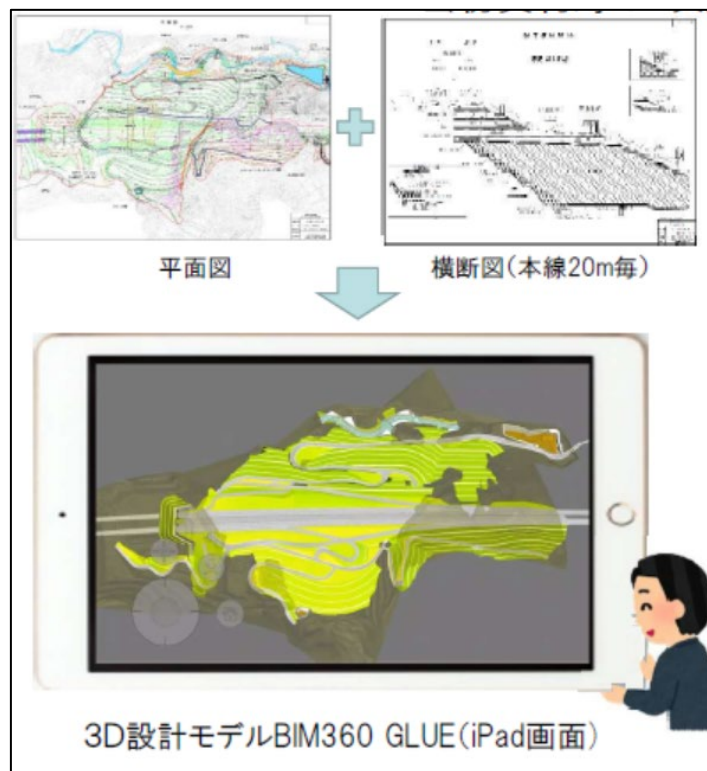


図 7.34 2次元図面からの3次元設計データ作成イメージ

3) VR 施工検討

3次元施工シミュレーションにVRネットワークシステムを組み合わせることで、関係者全員が施工イメージを共有するとともに、事前に詳細なリスク洗い出しが可能。また、遠隔地からの関係者が検討会に参加可能。



図 7.35 VR 施工検討の実例

(3) 現場管理の効率化・高度化

1) GNSS 搭載 ICT 建機

GNSS を搭載した建設機械の導入により、現場事務所の PC から重機にデータを転送し、土工作業を実施。丁張工が不要となり、測量作業員も不要となるため省人化・安全化が実現。



図 7.36 GNSS 搭載 ICT 建機の一例

2) ドローンによる工事状況の WEB 共有

定期的に取り得られるドローン測量データをクラウド上にリアルタイムでアップロードされ、確認できる。点群データを WEB 上で共有し、土量計算や計測を実施。



図 7.37 ドローンによる工事状況の WEB 共有状況

(4) コミュニケーションツールとしての活用

1) 協議に3次元データ・動画を活用

供用後の対象構造物のイメージを共有し、構造決定における協議を円滑化。

2) 事務所安全協議会

ICTを活用することによる安全性向上の取り組みについて、事務所安全協議会の場を通じ、工事関係者に対して説明。

(5) 受発注者間の情報共有と実施環境の構築

1) 「BIM360docs」により受発注者間でデータ共有

受発注者間のデータ共有ツールとして、「BIM360docs」を導入。工事予定や契約書類、3次元データ・工事管理資料を共有。

(6) 建設から保全へ～維持管理における活用

1) 3次元設計図書

構造物ごとに詳細度を設定。3次元設計図書が契約図書となるため、工事を実施する上で必要な仕様が明確化。

2) 3次元による数量算出

数量算出のモデル化の範囲は、費用対効果や積算区分など考慮して決定。

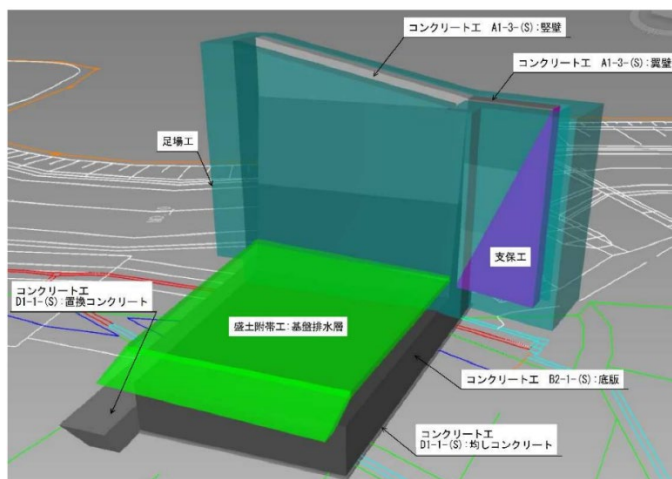


図 7.38 積算区分に応じた数量算出用モデル化範囲の設定

3) BIM/CIM の維持管理への活用と詳細度

維持管理の対象となる構造物を選定し、維持管理上求められる対象構造物の詳細度を設定してモデル化。属性情報の内容や付与方法、納品モデルの仕様などを設定した上で納品。



図 7.39 構造物ごとのモデル詳細度の設定状況の一例

7.5.3 途上国への適用可能性について

上記で紹介した国土技術総合政策研究所の取組みは、容量の大きい3次元データの取り扱いを可能とするための高機能な端末機器やソフトウェアを資金や人材に乏しい施工業者に代わって国が提供するものであり、途上国における BIM/CIM の普及を実現する上で参考となる取組みである。

中日本高速道路株式会社の取組みは、部分的でなく道路建設工事の全体および維持管理段階に CIM を最大限活用するものであり、途上国に対して CIM の活用メリットを包括的に説明することのできるモデルケースである。

一方、BIM/CIM を途上国の道路維持管理の中で使っていくためには、相手国においてその前提となる ICT インフラ（PC・サーバー・保存媒体等）の普及、BIM/CIM に関するデータ共有ルール、データ作成ルールといった制度の制定、システムトラブル時の対応体制の構築など、超えるべき

ハードルが多く存在する。仮に導入が実現し、相手国の管理する道路構造物の3次元データが整備されれば、精度が高い維持管理を効率的に実現でき、3次元データを介したより分かりやすい維持管理上の情報伝達も可能となり、技術支援の効率も大きく向上すると考えられる。

しかしながら、途上国において上述の前提条件が達成されるまでの障壁は高く、近い将来に達成される見込みは小さい。

一方、日本国内では令和5年度からの原則適用により、中小企業を含めて裾野を拡大しようとしている。また、令和6年度からは、より高度なデータ活用に向けた検討を今後実施し、建設生産・管理システムの効率化を図り、紙を前提とする制度からデジタル技術を前提とする効率的な制度への変革を目指している⁵⁰⁵。そこで、これまでに整備されてきた国内のBIM/CIM運用に関連するガイドライン・マニュアル類を各国のBIM/CIM導入に向けての知見として活用することが考えられる。

日本国内で整備されたガイドライン・マニュアルを下記に示す。

表 7.19 主要な BIM/CIM に関するガイドライン・マニュアル⁵⁰⁶

名称	概要	作成年
発注者における BIM/CIM 実施要領 (案)	BIM/CIM を活用する際に発注者が確認・実施すべき必要な事項を示すことにより、行政事務の円滑かつ効率的な実施を図り、もって公共工事等の品質を確保するとともに効率化を実現	令和4年3月
BIM/CIM 活用ガイドライン (案)	これまでの BIM/CIM 活用業務及び活用工事で得られた知見やソフトウェアの機能水準等を踏まえ、BIM/CIM の活用目的、適用範囲、BIM/CIM モデルの考え方、BIM/CIM 活用の流れ、各段階における活用等について記載	〃
事業監理のための統合モデル活用ガイドライン (素案)	統合モデル (各業務及び工事で作成した複数の BIM/CIM モデル等を重ね合わせたもの) を活用し、事業全体の監理、複数業務・工事の個別の監理を行う場合の運用方法の指針を示したもの	〃
設計－施工間の情報連携を目的とした4次元モデル活用の手引き (案)	設計で想定した施工手順や考慮すべき留意点について、4次元モデルを用いて設計－施工間での情報連携を図るため、4次元モデルの利用方法やモデル作成の考え方を示したもの	〃
3次元モデル成果物作成要領 (案)	工事における契約図書を従来どおり2次元図面とすることを前提として、詳細設計における3次元モデル成果物の作成方法及び要件を示したもの	〃
土木工事数量算出要領 (案) に対応する BIM/CIM モデル作成の手引き (案)	「土木工事数量算出要領 (案)」に基づき BIM/CIM を活用して数量算出を行う場合における、BIM/CIM モデルの作成方法や数量算出の手順等を解説したもの	〃
i-Construction 推進のための3次元数値地形図データ作成マニュアル	測量段階で作成する3次元数値地形図データを設計段階以降で利活用可能とすることを目的としたマニュアル	令和4年4月

⁵⁰⁵ 国土交通省 BIM/CIM 原則適用に係る参考資料 <https://www.mlit.go.jp/tec/content/001590426.pdf>

⁵⁰⁶ 国土交通省 BIM/CIM ポータルサイト https://www.nilim.go.jp/lab/qbg/bimcim/spec_cons_new_r4.html

7.6 適用技術の提案

7.6.1 検討内容

ここまでの整理において、開発途上国においても参考となる可能性がある国内の技術や道路AMの取組みを整理した。これは2018年度「道路アセットマネジメント人材育成計画に関する基礎情報収集・確認調査」に始まり、継続的に国内の情報収集を行ってきたものであり、収集整理した技術・取組みが多く蓄積されている。

本章では、まずこれらの技術・取組みを分類・整理する。その上で、本業務で行った道路AMの達成度確認、および特殊橋梁の維持管理調査結果をもとに、開発途上国の抱える道路AMの課題を整理し、対象国・対象地域（橋梁）・適用方法を提案する。

7.6.2 取組み・技術の整理

2018年度「道路アセットマネジメント人材育成計画に関する基礎情報収集・確認調査」から始まり、本業務に至るまでに収集した本邦で開発・考案された取組み・技術を分類・整理し、一覧表にとりまとめた。

取組み・技術はメンテナンスサイクルの各段階に応じて下図の通り分類した。

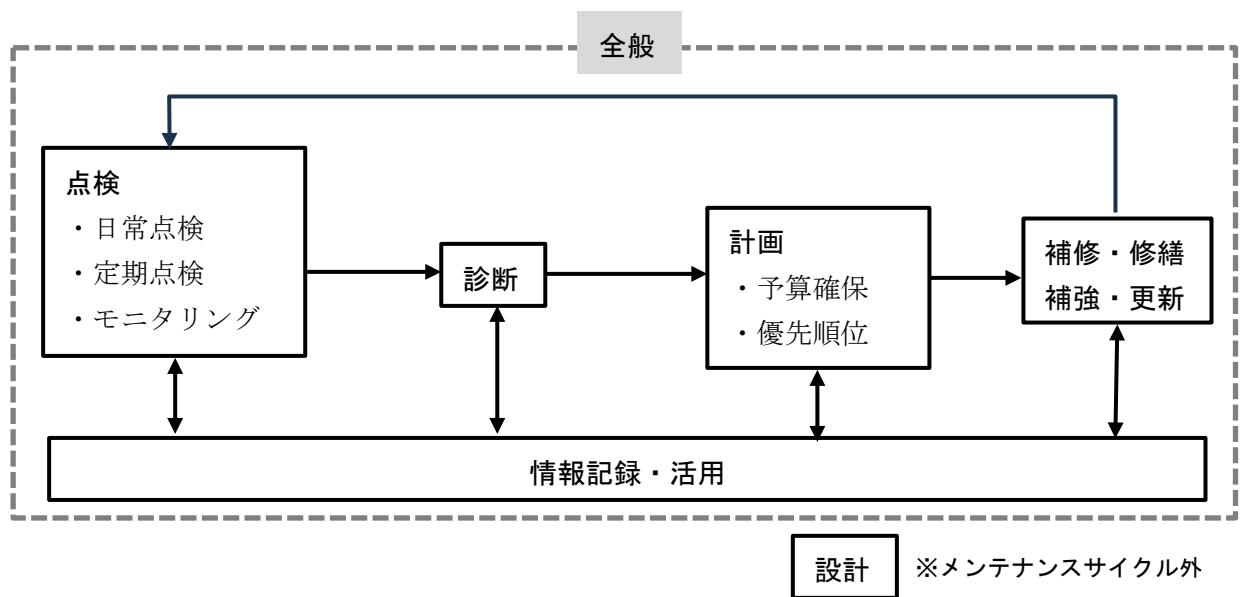


図 7.40 取組み・技術の分類概要

表 7.20 道路 AM 取組み・技術一覧 (1/5)

番号	名称	メンテナンスサイクル における位置づけ	詳細	機関名・企業名	技プロにおける 試行実績	参照先 ページ
【A】 全般に対する技術・取組み						
A-1	次世代RIMS (Road Information Management System)	全般	インフラデータの可視化によって業務プロセスを変革するため、対象構造物の維持管理に関する場所・時間・損傷程度等の情報を分かりやすく可視化するツールを創出。	東日本高速道路㈱		2019年度 P15-4
A-2	インフラメンテナンス国民会議	全般	インフラメンテナンスを効率的、効果的に行う体制を確保するために、インフラメンテナンスの課題解決や理念の普及、イノベーションの推進を図る会議。	国土交通省		2020年度 P18-5
A-3	道路空間データの整備・活用	全般	3次元点群データを元に、「道路空間データ」を作成するための手法確立。また、道路空間データの活用方法の提案。	国土交通省 国土技術政策総合研究所		2019年度 P15-16
A-4	国土基盤地図情報を活用した道路管理支援システムの高機能化	全般	道路基盤地図情報を利用して道路管理に必要な情報（附属物の諸元・巡回結果、メンテナンス履歴等）を一元管理するために必要な技術開発や基準類の整備。	国土交通省 国土技術政策総合研究所		2019年度 P15-17
A-5	インフラドクター	全般	GISをベースとした、首都高速が管理するインフラのデジタルデータ管理システム。データ管理効率化の他、構造物の変状把握、路面性状把握、運転シミュレーション等様々な機能を持つ。	首都高速道路㈱		2019年度 P15-6
A-7	道路メンテナンス会議ほかの取組み	情報記録・活用	関東地整・高速道路会社・神奈川県・県内市町村によって、道路維持管理のための導入技術や市町村支援の取組等を情報共有。	関東地方整備局 横浜国道事務所		2019年度 P15-15
A-8	人材育成の取組等	全般	熟練技術者による、技術伝承・人材育成を目的と下定期勉強会。維持管理技術の他、技術者の心得や契約制度、新技術の使い方を指導。	富山市		2019年度 P15-49
A-9	地方インフラを対象としたメンテナンス講座	全般	財政力や技術力が十分でない小規模の自治体を対象に、道路メンテナンスに関するオンライン講座を実施。	土木学会		2020年度 P18-7
A-10	道路舗装会社による有料道路の維持管理運営およびISO55001の取得	日常点検	土木経験者ではない日常点検職員のため、分かりやすいマニュアルを整備して人材育成。点検記録はスマホアプリやiPadを活用。	白糸ハイランドウェイ/ガイアート		2019年度 P15-37
A-11	メンテナンスエキスパート制度	全般	短期（4週間）の集中講座により、高度専門技術者（ME）認定。認定者は岐阜県発注の工事で加算対象となる。また、ME認定者の知識・人的ネットワークである「MEの会」が設立されている。	岐阜大学		2019年度 P15-39
A-12	道守制度	全般	長崎県内の自治体職員・民間企業・NPO・それらのOB・地域住民を対象とし、インフラ施設の知識・技術の習得を行う。さらに、産官学連携による自立的な道路維持管理を目指す。	長崎大学		2019年度 P15-40
A-13	財務省職員の研修参加	予算確保	道路維持管理の予算確保のため、研修やミーティングに財務省職員が参加し、道路維持管理の重要性を認知してもらう。	(株)建設技研インターナショナル	カンボジア技プロ	2020年度 P18-27
A-14	高速道路関連会社による有料道路の維持管理運営	予算確保	大型車が少ない路線の管理。イベントにおける貸し切りや命名権を利用して予算確保。	箱根ターンパイク/NEXCO 中日本インベストメント		2019年度 P15-38
A-15	緊急時維持管理の外部委託	日常点検	地震等の緊急時は、日常の維持管理と切り分けて外部委託による点検を実施。	静岡県 交通基盤部 道路保全課		2022年度 P7-23

表 7.21 道路 AM 取組み・技術一覧 (2/5)

番号	名称	メンテナンスサイクル における位置づけ	詳細	機関名・企業名	技プロにおける 試行実績	参照先 ページ
【B】 舗装に対する技術・取組み						
B-1	Business Intelligence を活用した業務プロセスの変革	計画	点検データベースを可視化し、保全計画会議等の社内の打合せ等に活用。補修計画の適切な立案と実行管理を実施。	東日本高速道路(株)新潟支社		2020年度 P18-3
B-2	モバイルPCによる携帯用移動端末	定期点検	点検現場でノートPCのインターフェースに目視点検結果を入力することで、点検記録の効率化を図る。	東日本高速道路(株)		2019年度 P15-4
B-3	スマートフォンを用いた舗装点検 (VISS (舗装点検支援システム))	定期点検	舗装点検における目視点検・補修履歴を効率的に記録するシステム。記録後、地理情報をもとにデータベースに登録する機能を実装した。	(株)片平エンジニアリング・インターナショナル	アディスアバ技プロ	2022年度 P8-38
B-4	道路舗装ひび割れ解析サービス	定期点検	アスファルト舗装のひび割れ率を市販ビデオカメラの映像解析から算出するシステム。自治体実績あり。	東芝インフラシステムズ(株)		2019年度 P15-18
B-5	スマートフォンを活用した路面調査システム (DRIMS)	定期点検	スマートフォン内蔵のセンサー (加速度・GPS等) を活用してIRI推定を行う。高いIRI推定精度を実現でき、国内500自治体以上の実績あり。	JIPテクノサイエンス(株)	ケニア技プロ	2019年度 P15-34
B-6	簡易システムを採用した小型車両による路面調査 (スマートイーグル)	定期点検	3次元形状計測システムを搭載した車両により路面の表面正常を計測し、ひび割れ・わだち掘れ・IRIを解析。	西日本高速道路エンジニアリング四国(株)		2019年度 P15-11
B-7	路面検査コンパクトユニット PG-4	定期点検	高性能な画像処理技術により、ひび割れ・わだち掘れ等の路面健全度を効率的に評価する技術。100km/hの高速走行の中で高精度の撮影が可能	倉敷紡績(株)		2019年度 P15-29
B-8	ロメンキャッチャーVPW	定期点検	鉛直方向加速度、路面画像、横断形状を同時に取得できる路面性状調査車。IRI・わだち掘れ・ひび割れ率を評価し、パッチング数をカウント。また、調査結果から路面性状一覧表を作成。	ニチレキ(株)		2019年度 P15-30
B-9	路面プロファイル計測システム (Road Profiling System)	定期点検	一般車両に搭載可能な路面性状評価システム。小型車両によるひび割れ・わだち掘れ・IRI・平坦性の計測が可能。	アジア航測(株)		2019年度 P15-32
B-10	常温合材の製造と日常道路維持管理事業に係る普及・実証	日常点検	手軽な施工、雨季でも施工可能、現地製造も容易な常温合材をカンボジアに提供。製品名称：エクセル	株愛亀		2019年度 P15-36
B-11	劣化予測診断付きPMS	全般	技プロを通じ、路面性状データを政府機関のWeb上で分析するシステムを整備。予算シミュレーションや舗装補修計画の作成が可能。	サオマイ・ソフトウェア	ベトナム技プロ	2022年度 P8-41
B-12	性能規定型道路維持管理 (PBC) 契約の導入	全般	技プロを通じ、性能規定型道路維持管理契約を公共事業受発注者に対して導入。道路維持管理業務における品質確保が目的。	(株)建設技研インターナショナル	ケニア技プロ	2022年度 P8-33

表 7.22 道路 AM 取組み・技術一覧 (3/5)

番号	名称	メンテナンスサイクル における位置づけ	詳細	機関名・企業名	技プロにおける 試行実績	参照先 ページ
【C】 橋梁等に対する技術・取組み						
C-1	埼玉県道路メンテナンス会議	情報記録・活用	維持管理に積極的な県内自治体から構成されるWGを通じ、技術情報や研修情報の共有を行う。また、埼玉大学の橋梁メンテナンス研究会に依頼し、講義を行っている。	関東地方整備局 大宮国道事務所		2019年度 P15-48
C-2	埼玉橋梁メンテナンス研究会 橋梁メンテナンス技術者育成	全般	橋梁の一般知識やPC橋・鋼橋に関する維持保守に関する研修を3回シリーズで年1回実施。技術力の向上を目指す。	埼玉大学		2020年度 P18-38
C-3	埼玉橋梁メンテナンス研究会 補修と更新の着眼点リスト	更新	橋梁を更新（架替え）する際の着眼点をリスト化。市町村等の専門性の低い職員でもわかりやすく整理。	埼玉大学		2020年度 P18-38
C-4	地方自治体の技術支援、点検の 技術研修	診断	直轄国道の点検における橋梁等の健全性診断を実施。その他、地方自治体の相談窓口や、研修・講習会の実施。	関東メンテナンスセン ター		2019年度 P15-47
C-5	橋梁ワーキング（職場研修会）	全般	区・土木事務所の橋梁担当者を対象とした人材育成研修。目的は、①橋梁の維持管理に関する基礎知識の習得、②点検方法や効果的な補修方法についての理解促進、③職員の技術力向上	新潟市		2020年度 P18-9
C-6	健全度審査会議	診断	橋梁点検の発注者・受注者が診断根拠のプレゼンを行い、それに対し審査員（学識等の第三者）が妥当性を判定。診断基準の目線合わせが目的。	新潟市		2020年度 P18-9
C-7	技術教育者としてのインフラ ミュージアム	-	大学構内に土工・鋼橋・コンクリート構造物の実寸モデルを設置。大学の教育カリキュラムと連動。	岐阜大学/国枝教授ほか		2019年度 P15-21
C-8	インフラ再生技術者育成新潟地 域協議会	維持管理全般	社会基盤施設の点検等を実施できる、メンテナンスエキスパート育成のための講座を主催。座学と現場実習を1か月にわたって実施。	新潟大学・長岡高等工業 専門学校		2020年度 P18-37
C-9	点検講習会と入札要件の連携	定期点検	毎年、山形市内で点検講習会を開催。講師派遣職員が行い、受講者には終了証を与えて県の点検業務の入札要件とする。	山形県		2020年度 P18-31
C-10	管理区分に応じた優先順位設定	優先順位	管理区分に応じて市直営・出先機関で分業するとともに、優先順位を決定。緊急輸送道路計画上の位置づけや交通量で決定。	新潟市		2020年度 P18-9
C-11	ロボット技術による橋梁定期点 検の効率化・高度化と交通規制 の大幅短縮	定期点検	橋梁点検におけるロボット技術活用の方向性を示す取組み、橋梁点検指針の策定やロボット技術への要求性能の提示等を実施。	岐阜大学/六郷教授ほか		2019年度 P15-22
C-12	北陸版のマニュアルやガイドラ インの作成	全般	北陸版のマニュアル・ガイドラインの作成他、市町村向けの維持管理の手引きを作成。	北陸SIPチーム 金沢大学、金沢工業大 学、福井大学		2019年度 P15-63
C-13	橋梁点検の効率化	定期点検	国土交通省との連携のもと、高所懸垂式・ドローン型点検機器の活用を検討。	埼玉大学		2020年度 P18-38
C-14	産学官連携による橋梁メンテ ナンス統合データベースシステム の構築と自治体への導入支援	定期点検	NEXCO東日本が開発したデータベースシステムを、東北大学がカスタマイズし、山形県の橋梁維持管理現場に実装。	東北大学/久田教授		2019年度 P15-23
C-15	ドローンを活用した橋梁点検の 実証実験	定期点検	市内の約20橋梁を対象に、ドローンによる点検のデモンストレーションを実施。官民連携による橋梁点検へのドローン本格運用を目指す。	君津市		2019年度 P15-50
C-16	SIP地域実装	補修	沖縄県と共同で策定した鋼構造防食マニュアルに示された補修工法（ボルトキャップ等）をフィリピンに実装。	琉球大学		2019年度 P15-64
C-17	タブレットによる点検効率化	定期点検	音声入力アシストつき点検結果入力アプリを開発。点検結果の音声入力が可能。	首都高速道路㈱		2019年度 P15-6
C-18	山形県橋梁維持管理システム (DBMY) 等の取り組み	定期点検	台帳、点検調査、補修修繕調査を位置情報とともに格納し、時系列順に表示できるシステム。県建設センターが運営。	山形県		2022年度 P7-9
C-19	新潟市橋梁データベースシス テム	定期点検	橋梁台帳、補修履歴、点検調査等の維持管理情報を蓄積に、一元管理できるシステムを運用。さらに、点検業者による点検結果の入力を支援する「橋梁現場点検システム」と連携。	新潟市		2020年度 P18-9
C-20	タブレット端末による小規模橋 梁点検	定期点検	点検費用の増大や点検技術者の不足により、橋長の短い橋梁に対して点検の簡素化を図るタブレット点検を導入。	新潟市		2020年度 P18-9
C-21	タブレットを用いた橋梁点検	定期点検	技プロを通じ、目視点検結果をタブレットの入力インターフェースに入力することにより、対象国における多数の橋梁に対し、点検効率化・自動診断を実現。	阪神高速道路(株)、長岡 高等専門学校	カンボジア技 プロ	2022年度 P8-36

表 7.23 道路 AM 取組み・技術一覧 (4/5)

番号	名称	メンテナンスサイクル における位置づけ	詳細	機関名・企業名	技プロにおける 試行実績	参照先 ページ
C-22	デジタル画像を用いたひび割れ モニタリング技術	定期点検	機械学習によりコンクリートのひび割れ画像を検出し、ひび割れを自動検出する技術。	首都高速道路㈱		2019年度 P15-6
C-23	AI/Deep Learningによるひび割れ 検出エンジン	定期点検	コンクリート構造物等の撮影画像よりひび割れ検出を行う。深層学習により、少量の学習データから精度の良い解析が可能。	㈱システム計画研究所 /ISP		2019年度 P15-26
C-24	社会インフラ画像診断サービス (ひびみつけ)	定期点検	撮影画像を自動合成し、チョークやひびを自動検出、長さや幅を自動積算し、CADデータに出力する技術。	富士フィルム㈱		2019年度 P15-33
C-25	可視画像を用いたAIによるひび 割れ自動検出技術	定期点検	点検画像を入力とし、画像上のひび割れ領域をピクセル単位で検出。ひび割れ領域を色付けた画像ファイルを出力。	㈱WorldLink & Company 国立大学法人金沢大学		2020年度 P18-21
C-26	高所・狭隘部における構造物点 検機器 (簡易型高所点検用軽量ボール カメラ)	定期点検	近接点検システム。手振れ補正機能つき。操作・記録・確認をタブレット1台に集約。高さ8mまで点検可能。	首都高技術㈱		2019年度 P15-12
C-27	橋梁下面の近接目視支援用簡易 装置「診れるんです」	定期点検	近接点検システム。橋梁両端高欄部で棒部材に取り付けた最大6台のカメラを吊り下げ、橋軸方向に動かしながら床版下面・桁等を撮影する。	東北工業大学 O・T・テクノロジーサチ㈱		2019年度 P15-58
C-28	超望遠レンズによる構想構造物 の外部検査技術	定期点検	望遠レンズにより、足場不要で外観検査が可能。撮影した画像をPCモニターで拡大表示し、細部を見ることで塗装剥離や腐食、欠損を画像確認する。	㈱アルファ・プロダクト ㈱長大		2020年度 P18-15
C-29	長大橋の維持管理技術(点検作 業効率化)	定期点検	【作業車】吊橋の補剛桁の点検のため、橋軸方向に移動可能な点検補修作業車を使用。 【主塔点検ロボット】高所につき点検が困難である主塔に対し、遠隔操作可能なカメラ付き点検ロボットを使用。	本州四国連絡高速道路㈱		2019年度 P15-45
C-30	橋梁点検ロボットカメラ	定期点検	ロボットによる近接点検システム。橋上・地上より点検可能。必要最低限の通行規制で点検実施可能。	三井住友建設㈱ ㈱日立産業制御ソリューションズ	バングラデシュ 技プロ	2019年度 P15-35
C-31	橋梁点検支援ロボット	定期点検	ロボットによる近接点検システム。橋面上のベースマシーン(幅1m程度)から桁下にアームを挿入し、遠隔操作により点検実施。	ジビル調査設計㈱ 有限会社インテス 福井大学		2019年度 P15-60
C-32	主桁フランジ把持式点検装置 (Turrets タレット)	定期点検	ロボットによる近接点検システム。橋軸方向は下フランジを利用して移動、橋軸直角方向は予め設置したカーボンレールで移動し、点検箇所まで近接して撮影を行う。	㈱イクシス		2020年度 P18-19
C-33	コロコロチェッカー	定期点検	斜張橋の斜材保護管表面全面をカメラで撮影するワイヤレス自走式ロボット。画像解析によって変状を自動抽出。	西松建設㈱ 佐賀大学理工学部理工学科		2020年度 P18-13
C-34	高所・狭隘部における構造物点 検機器 (簡易型高所点検用打音検査シ ステム)	定期点検	本体内蔵のマイクによって高さ8mまでの高所の打撃音を聞くことが可能。	首都高技術㈱		2019年度 P15-12
C-35	打音検査システムT.T.Car	定期点検	ハンマーヘッド式の回転式打音検査装置を舗装上に走行させ、床版内部の変状箇所を把握。検査可能深度15cm。	蔦井㈱		2019年度 P15-25
C-36	ボール打検機	定期点検	打音検査補助システム。桁下から伸ばしたボールで高所の打音検査を実施。	日本電気㈱ (一財)首都高速道路技 術センター		2019年度 P15-57
C-37	デジタル打音検査とデジタル目 視点検の統合システム	定期点検	デジタル化された振動情報から、コンクリートのうき・剥離・内部欠陥・ボルトゆるみを把握。	原子燃料工業㈱		2020年度 P18-26
C-38	構造物点検ロボットシステム 「SPIDER」	定期点検	UAVIによる近接点検システム。画像処理によってオルソ画像・3D画像を作成し、損傷を抽出する。	ルーチェサーチ㈱ ㈱建設技術研究所		2019年度 P15-52
C-39	非GPS環境対応型ドローンを用 いた近接目視点検支援技術	定期点検	UAVIによる近接点検システム。GPS衛星に頼らない自己位置推定機能と衝突回避機能を備え、完全自動飛行可能。撮影画像はCAD図面と合成し、解析ソフトウェアを用いることで損傷把握する。	三信建材工業㈱ ㈱自律制御システム研究 所		2019年度 P15-53
C-40	マルチ・コプタによる近接点検 と異状箇所の2次元計測	定期点検	UAVIによる近接点検システム。3Dモデルとオルソ画像を高密度で構築することで点検対象全体を記録を行う。	夢想科学㈱		2019年度 P15-54
C-41	マルチ・コプタを利用した橋梁 点検システム(マルコム)	定期点検	UAVIによる近接点検システム。機体と点検部材との距離を自律飛行で一定に保ち、スタビライザにより空中の姿勢制御を自動で行う。	川田テクノロジーズ㈱ 大日本コンサルタンツ㈱		2019年度 P15-27 2019年度 P15-55
C-42	構造物点検調査ヘリシステム (SCIMUS:スキームス)	定期点検	UAVIによる近接点検システム。UAV本体に対し、撮影対象に応じて撮影用カメラの取付位置が複数選択できる。	中日本ハイウェイ・エン 지니어リング東京㈱		2020年度 P18-17

表 7.24 道路 AM 取組み・技術一覧 (5/5)

番号	名称	メンテナンスサイクル における位置づけ	詳細	機関名・企業名	技プロにおける 試行実績	参照先 ページ
C-43	全磁束法によるケーブル非破壊検査	定期点検	ケーブル内に流れる磁束の量がケーブルの断面積に比例する原理を利用し、健全部・非健全部の断面積を比較することでケーブル断面の変化状況を定量的に把握。	東京製綱㈱		2020年度 P18-22
C-44	鋼材表面探傷システム	定期点検	鋼部材の渦電流の乱れ状況を観測することで、鋼部材表面の傷を検出する。塗膜割れ部に対して適用することで塗膜下の傷の有無も判定できる。	㈱IHI ㈱IHI検査計測		2020年度 P18-24
C-45	赤外線調査トータルサポートシステム Jシステム	定期点検	赤外線を利用し、離れたところから面的にコンクリート内部のうきを検出する。車線規制等の必要なしに、従来の打音検査と遜色ない検出精度を実現	西日本高速道路エンジニアリング四国㈱		2019年度 P15-46
C-46	コンクリート構造物変形部検知システム「BLUE DOCTOR」	定期点検	弾性はを検出するセンサーにより、コンクリート構造物のうき・剥離の有無と深さをリアルタイム測定してLEDで表示。センサーの接着固定が必要なく、検査速度が速い。	㈱オングエンジニアリング		2019年度 P15-62
C-47	FBG光ファイバーひずみセンサーを用いた橋梁モニタリングシステム（支承部の機能障害、ほか）	モニタリング	光ファイバーひずみセンサーシステムにより、車両通行時における動ひずみを計測することで、支承の回転機能障害の可能性、断面剛性変化の可能性、活荷重による応答ひずみの実態を検知。	三井住友建設㈱		2020年度 P18-27
C-48	サンプリングモアレカメラ	モニタリング	橋梁の対象部位の撮影により、桁のたわみ量・橋脚の変位量等を定期的に測定し、それらの変化を測定。変位データはリアルタイム波形確認可能であり、CSVファイルで記録される。	㈱共和電業		2020年度 P18-29
C-49	光学振動解析技術【動画像による支承の変位量・回転量の計測技術】	モニタリング	動画像を用いた遠隔・非接触の計測により、車両通過時や温度変化に起因して発生する、支承近傍の部位の移動量・回転量を計測する。	㈱川金コアテック 日本電気㈱		2020年度 P18-31
C-50	非接触変位計測システム MeasureLABO 支承ドクター	モニタリング	近接が難しい高所の支承に対し、望遠レンズにより動画像撮影し、動画像解析ソフトによって鉛直・水平変位を算出。それにより動的挙動パターンを計測・解析。	㈱ズームスケープ		2020年度 P18-33
C-51	FBG方式光ファイバーセンサー	モニタリング	光ファイバー変位センサーと計測器を用いて支承部の変位量を計測し、走行車両の影響を調査。	㈱共和電業		2020年度 P18-35
C-52	エポキシ材料による補修	補修	コンクリート床版の防水層、水面下の下部工補修にエポキシ樹脂系の補修材料を適用。	大日本コンサルタント㈱	フィリピン技プロ	2022年度 P8-26
C-53	多言語対応BMS	全般	技プロのBMS実装において、使用者の使用言語に応じてインターフェースのレイアウトを切り替えられるシステムを構築。	大日本コンサルタント㈱	エジプト技プロ	2022年度 P8-43
C-54	受注先コンサルタントを交えた技術移転	定期点検	政府の技術者不足を補うため、技プロを通じ、民間コンサルタントに対して、橋梁管理に係る契約を締結し、技術移転を実施（点検・評価・優先順位）	JICAエチオピア事務所	エチオピア技プロ	2022年度 P8-51
C-55	「橋のセルフメンテナンスふくしまモデル」の構築と実践	日常点検	一般市民でも日常点検や緊急時の通報ができるツールとして「簡易橋梁点検チェックシート」を制作。	日本大学		2019年度 P15-42
【D】 その他（道路附属物・法面）に対する技術・取組み						
D-1	全周囲道路映像CV-RAVI	日常点検	全天球カメラによって撮影した全周囲映像により、3次元座標付き360度全周囲道路映像作成。映像上に構造物等の地物属性や事故発生個所の情報を記録保存し、維持管理業務を効率化。	㈱トリオン		2019年度 P15-24
D-2	高性能ドライブレコーダーを活用した巡回点検システム（インフラパトロール）	日常点検	点検車に高画質録画システムを搭載。撮影物の基本諸元や位置情報を自動的に記録可能。また、60km/hで走行可能。	首都高速道路㈱		2019年度 P15-10
D-3	ドローンによる斜面点検・地形測量	定期点検	技プロを通じ、ドローンを斜面点検・地形測量に利用し、作業効率化・安全化を実現。	SPDP Consulting Inc.	フィリピン技プロ	2022年度 P8-23
D-4	斜面防災対策工	設計	技プロを通じ、切土補強工、斜面安定工法、法面保護工法、落石防護柵工の本邦技術を適用。	旭化成アドバンス(株)、日鐵住金建材(株)、多機能フィルター(株)、東京製綱(株)	フィリピン技プロ	2022年度 P8-28

7.6.3 各国の課題について

本業務における道路AMの達成度評価や特殊橋梁の維持管理調査を通し、各国の抱える課題は成熟度の差異こそあれ似通ったものであり、特定の国における固有の課題は限定的であるとの見解を得ている。

そのため、以下においては道路AM実態調査および特殊橋梁の維持管理調査で得られた複数の国に共通する具体的な課題を抽出するとともに、その解決策となりうる技術、および技術適用の際の留意点を示す。

各国の課題と、解決策となりうる技術等の組み合わせは下表に示す通りである。以降において各内容について詳述する。なお、解決策となりうる技術等を開発・提供している企業等が複数存在する場合は、それらのうち代表的なものを取り上げた。

表 7.25 各国の課題と解決策一覧

代表的な対象国	抽出した課題	解決策
カンボジア、ラオス、ザンビア	舗装分野における点検・記録の効率化（舗装分野）	スマートフォンを用いた路面性状測定
ラオス、ザンビア	土工分野における点検・記録の効率化	ドローンを用いた測量
タイ、ブータン	法面对策についてのマニュアル作成や技術力向上	大学等に 日本国内の法面对策工導入
ラオス、ザンビア	舗装（DBST）の劣化速度が速い	高耐久型常温合材
全ての開発途上国	効率的な現場写真の記録	電子黒板ソフトの導入
全ての開発途上国	アスファルト施工の適正化	非接触型温度計
カンボジア・ベトナム （特殊橋梁）	ケーブルの健全性確認手法が無い	ケーブル張力測定技術
カンボジア・ウガンダ・パラオ （特殊橋梁）	点検箇所にアクセスできない	ドローン（主塔）・ロボット（桁下）・コロコロチェッカー（ケーブル）
カンボジア・ウガンダ （特殊橋梁）	伸縮装置の健全性確認および交換計画の立案が出来ない	小型路面切削機、高耐久な伸縮装置
ウガンダ（特殊橋梁）	床版・舗装の劣化が顕著	高耐久防水層、砕石マスチック舗装
ベトナム（特殊橋梁）	ケーブルや気象観測、通行車両監視等のモニタリングができていない	Weigh-in-motion CCTVトラフィックカウンター

7.6.4 各国の課題に対する解決策の提案

■課題：舗装分野における点検・記録の効率化

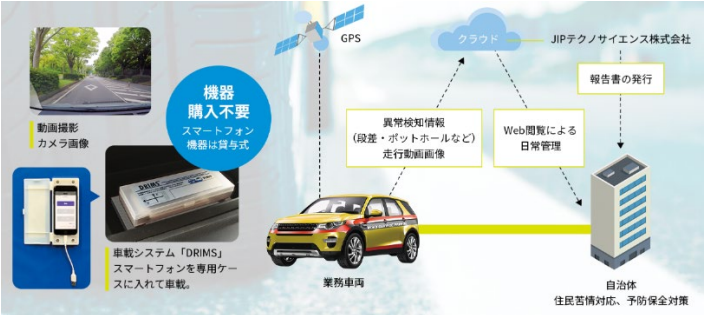
代表的な対象国	カンボジア、ラオス、ザンビア
取組み・技術の提案	<p>■推奨技術</p> <p>舗装管理情報のデータベース化を促進するために、積極的な舗装点検効率化の技術導入を図ることが考えられる。IRI等の舗装性能指標を効率的に入手可能であり、比較的安価であるDRIMSを推奨。</p> <p>■技術概要</p> <p>同技術は、スマートフォンに内蔵されているセンサー（加速度・各速度・GPS）を活用して精度の高い路面調査（IRIを推定）を低コストで実現するもの。スマートフォンを一般車両に搭載するだけで自動的に路面性状を把握できる。</p> <p>■実績</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ケニア国 道路維持管理業務の外部委託化に関する監理能力強化プロジェクトフェーズ3 ・カンボジア国 道路・橋梁の維持管理能力強化プロジェクト <p>■費用</p> <p>スマートフォンアプリ：0円 データ収集・解析料：約5,000円/km・車線</p> 
導入効果・メリット	<ul style="list-style-type: none"> ・コストの安さ（専用車両による調査の約20分の1の費用で調査実施可能 ・即時導入可能（スマートフォンアプリをインストールし、車両に取り付けるのみ）

図 7.41 DRIMS 概要図 507

507 JIP テクノサイエンス株式会社ホームページ (<https://www.jip-ts.co.jp/drims/>)

■課題：土工分野における点検・記録の効率化

代表的な対象地域	ラオス、ザンビア
取組み・技術の提案	<p>■推奨技術 斜面形状、変位状況のデータベース化促進のために、ドローンの導入により3次元測量を効率的に実施することが考えられる。これにはフィリピン国 道路・橋梁の建設・維持管理に係る品質管理向上プロジェクトフェーズ3における取組が参考になると考えられる。</p> <p>■技術概要 同技プロでは、測量作業を効率的に実施するために、風などの天候に大きく左右されない性能を持つドローンを地形測量作業に使用。ドローンの提供元企業は現地企業のSRDP Consulting INC.。</p> <p>■実績 フィリピン国 道路・橋梁の建設・維持管理に係る品質管理向上プロジェクトフェーズ3</p> <p>■コスト 非公開</p> <div data-bbox="660 960 1259 1359" data-label="Image"> </div>
導入効果・メリット	<ul style="list-style-type: none"> ・効率性（狭い測量範囲では人力・航空機等他の手法よりも効率的に作業可能） ・安全性の高さ（人の立ち入りが困難な急斜面等においても測量作業可能） ・迅速性（災害時等に迅速に状況確認、二次災害防止が可能）

図 7.42 測量用ドローンの一例⁵⁰⁸⁵⁰⁸ 本報告書 8.6.2.2

■課題：法面对策についてのマニュアル作成・技術力向上が必要



代表的な対象地域	タイ、ブータン
取組み・技術の提案	<p>■推奨技術</p> <p>日本国内で使用されている法面崩壊・落石の対策工の事例を試験的に導入を図ることが考えられる。当該技術群は、フィリピン国 道路・橋梁の建設・維持管理に係る品質管理向上プロジェクトフェーズ3においてフィリピン国に紹介され、同国マニュアルにも反映されている。</p> <p>■技術概要</p> <p>(1) カーテンネット・マイティーネット（落石防止工）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ワイヤロープと金網で構成されたネットで落石エネルギーを吸収する機構 ・500kJまでの落石エネルギーを吸収可能 ・沢状地形や凹凸の多い自然斜面でも施工可能  <p>図 7.43 カーテンネット施工例⁵⁰⁹</p> <p>(2) 多機能フィルター（緑化型法面浸食防止工）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・強い雨による法面や土壌の浸食を防ぐ ・放射冷却作用による夜露をマット内に取り込み、土壌を乾燥から保護する ・被覆効果で飛砂を防止

⁵⁰⁹ 本報告書 8.6.2.4

	 <p style="text-align: center;">図 7.44 多機能フィルター適用現場の一例⁵¹⁰</p> <p>■実績 フィリピン国 道路・橋梁の建設・維持管理に係る品質管理向上プロジェクトフェーズ3</p> <p>■費用 カーテンネット：「積算資料（一般財団法人 経済調査会 発行）」落石防止網の項目参照 多機能フィルター：記載なし</p>
<p>導入効果 ・メリット</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・適用性の高さ：様々な工法、製品より現場条件や予算面等より現地にあった選択が可能。 ・その他：開発途上国に希薄な予防的な災害対策の概念の普及を通じた、安全意識の向上が併せて求められる。

⁵¹⁰ 多機能フィルター(株), パンフレット (https://takino.co.jp/_src/28005/01_養生マットパンフ32p.pdf?v=1680445315736)

■課題：舗装の劣化速度が早く、補修作業が追いつかない。

代表的な対象地域	ラオス、ザンビア
取組み・技術の提案	<p>■推奨技術</p> <p>当該国における既存品に代わる高性能な補修材料として、国内で標準的に使用されている高耐久型常温合材を提案。</p> <p>■技術概要</p> <p>国内で用いられている主な高耐久型常温合材は、下記の特徴を持つ⁵¹¹</p> <ol style="list-style-type: none"> ①水分と反応する添加剤の含有により、加熱合材並みの強度を持つ ②雨天時、水たまり箇所でも施工可能 ③従来の常温合材よりも強度発現が早く、早期交通開放が可能 ④使用時に油膜が発生せず、油分の周囲への流出がない <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>図 7.45 高耐久常温合材の例（マイルドパッチ）⁵¹²</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>図 7.46 高耐久常温合材の例（ハイウェイパッチ）⁵¹³</p> </div> </div> <p>■実績</p> <ul style="list-style-type: none"> ・マイルドパッチ：非公開 ・ハイウェイパッチ：NEXCO 西日本の管轄路線全般 <p>■費用</p> <ul style="list-style-type: none"> ・マイルドパッチ：約 4,890 円～/20kg（販売価格）⁵¹⁴ ・ハイウェイパッチ：約 4,000 円/20kg⁵¹⁵ <p>※20kg パックは、1 平方メートルの範囲を 1cm の厚さで施工する分量に相当</p>
導入効果・メリット	<ul style="list-style-type: none"> ・補修頻度の減少（開発途上国における従来の材料より耐久性が高く応急補修の頻度が減り、LCC が低く抑えられる） ・施工の容易性（施工にあたり特殊な技能・機材が不要。簡易な交通規制により施工が可能。雨天時の施工も可能） ・迅速性（補修材を常備することで、速やかな補修が可能。施工後速やかに交通解放が可能）

⁵¹¹ 中日本ハイウェイ・メンテナンス名古屋株式会社パンフレット（<https://products.c-nexco-hmn.jp/wp-content/uploads/2023/06/product18.pdf>）


⁵¹² 前田道路(株)「マイルドパッチ」パンフレット

⁵¹³ 中日本ハイウェイ・メンテナンス名古屋株式会社「ハイウェイパッチ」ホームページ <https://products.c-nexco-hmn.jp/products/product18/>

⁵¹⁴ モノタロウ <https://www.monotaro.com/p/2898/1348/>

⁵¹⁵ 積算資料（一般財団法人経済調査会）

■課題：効率的な現場写真の記録がなされていない。

代表的な対象地域	すべての国
取組み・技術の提案	<p>■推奨技術</p> <ul style="list-style-type: none"> ・現場写真の記録は途上国においても黒板等を用いて行われることが多い。そこで、記録用黒板の代替機能を持つソフト（電子黒板ソフト）の導入による記録作業の効率化を図る。 <p>■技術概要</p> <p>電子黒板ソフトの導入により、下記のメリットが見込まれる。</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 写真データの自動フォルダ振り分けによる写真の整理時間の大幅短縮 ② 高所・狭小箇所における安全な現場写真の撮影 ③ 黒板様式の複数登録とその使い分けによる省人化・省力化 ④ 工事写真改竄チェック機能による真正性の確認  <p>図 7.47 電子黒板アプリの一例⁵¹⁶</p> <p>■実績 非公開</p> <p>■費用 1,050円～2,500円／ユーザー・月（アップロードするデータ容量による）</p>
導入効果・メリット	<ul style="list-style-type: none"> ・コストの安さ（ソフトウェアの利用費が低く抑えられている） ・省力化（作業効率の改善を通じた行政コストの削減） ・品質向上（写真管理が一般化することで、品質管理が適切に実施される）

⁵¹⁶ リコー Drive 電子黒板アプリ紹介ページ

(<https://www.ricoh.co.jp/service/ricoh-drive/solution/blackboard>)

■課題：アスファルトの施工を適切に実施するための計測機器が無い

代表的な対象地域	すべての国
取組み・技術の提案	<p>■推奨技術</p> <ul style="list-style-type: none"> ・アスファルト舗装の早期変状がみられる原因としては、施工時の温度管理の不良による部分も大きいと考えられる。そのため、国内の舗装工事でも用いられる非接触型温度計の導入により、対象国における施工精度の向上を目指す。 <p>■技術概要</p> <ul style="list-style-type: none"> ・舗装工事において、施工開始の適温（110℃～140℃）表示が可能。 ・施工中においても、転圧温度を連続的に表示 ・適温外の場合、ランプによる通知 ・測定温度範囲：0～300℃ <div data-bbox="746 801 1155 1106" style="text-align: center;"> </div> <p>図 7.48 非接触式温度計の一例⁵¹⁷</p> <p>■実績 非公開</p> <p>■費用 非公開</p>
導入効果 ・メリット	<ul style="list-style-type: none"> ・導入の容易性（簡易な機器を設置することで、測定が可能。温度管理に関する技術移転を併用することが効果的） ・品質向上（適切な温度管理により、品質が安定）

⁵¹⁷ 酒井重工業ホームページリコー Drive 電子黒板アプリ紹介ページ
<https://www.sakainet.co.jp/products/related/srt-300.html>

■課題：ケーブルの健全性確認が出来ない。

<p>代表的な対象地域</p>	<p>カンボジア（つばさ橋） ベトナム（バイチャイ橋、ビン橋、カントー橋）</p>
<p>取組み・技術の提案</p>	<p>■推奨技術</p> <ul style="list-style-type: none"> 固有振動数を利用したケーブル張力測定・モニタリング技術を提案。 <p>■技術概要</p> <ul style="list-style-type: none"> 斜張橋やエクストラドーズド橋のケーブル材における任意箇所に加速度計を取付け、ケーブルに振動を加える。振動の状況を観測し、固有振動数を推定することによって張力を測定。 温度等の環境条件の違いによる誤差が小さく、±5%の高精度で張力が測定可能 複雑な支点条件下でも張力が測定可能 1か所あたりの計測時間は10分程度 <div data-bbox="502 801 1428 1429" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center;">測定対象</p> <p style="text-align: center;">【プレストレストコンクリート橋の外ケーブル】 ●:測定箇所</p> <p style="text-align: center;">【エクストラドーズド橋の斜材】</p> <p style="text-align: right;">①加速度計の取付け、ケーブル加振</p> <p style="text-align: center;">②振動計測、周波数分析（高次の固有振動数の抽出）</p> <p style="text-align: center;">③パソコンによる張力算定</p> </div>
<p>導入効果 ・メリット</p>	<ul style="list-style-type: none"> 高い測定精度（測定条件の違いによる誤差が小さい） 適用性の高さ（複雑なものを含め様々な支点条件下で測定が可能） 迅速性（従来手法（振動法）に必要な事前実験が不要。簡単に測定可能）

図 7.49 外ケーブルの張力測定技術（神鋼鋼線工業）⁵¹⁸

■実績

実証実験成果：中部横断自動車道 興津川橋（PCケーブルに対して）⁵¹⁹

■費用：非公開

⁵¹⁸ 神鋼鋼線工業 HP <https://www.shinko-wire.co.jp/products/vibration.html>

⁵¹⁹ プレストレストコンクリート工学会論文集 (<https://www.jpcci.or.jp/jpcci-sympo2015-cd/pdf/12-3.pdf>)

■課題：アクセス手段がなく、主塔外面と桁下、ケーブルの近接目視点検が出来ない

代表的な対象地域	カンボジア（つばさ橋）、ウガンダ（ジンジャ橋）、パラオ（日本パラオ友好橋）
取組み・技術の提案	<p>■推奨技術</p> <p>課題となっている点検箇所に対し、それぞれ下記の技術を推奨する。</p> <p>(1) 主塔外面：ドローン（姿勢制御・耐風性能に優れた機体）</p> <p>(2) 桁下：点検用ロボットカメラ</p> <p>(3) ケーブル：コロコロチェッカー</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>図 7.50 姿勢制御型ドローンの一例⁵²⁰</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>図 7.51 点検ロボットカメラの一例⁵²¹</p> </div> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">  <p>図 7.52 コロコロチェッカー試行例⁵²²</p> </div> <p>■技術概要</p> <p>(1) 姿勢制御型ドローン</p> <ul style="list-style-type: none"> ・複雑な風の変化に強い回転翼機構を装備 ・現場での取り回しがしやすい小型の機体（90cm 四方） ・機体が被写体に近づくと自動的に接近、間隔を一定に保つ自動制御機能や、機体の上昇・下降速度を一定に保つ機能、カメラを被写体に対して正対させる機能を実装 <p>(2) 点検用ロボットカメラ</p> <ul style="list-style-type: none"> ・近接目視が困難な箇所に対して、ポールユニットを用いて視準可能な高さに専用カメラを据付け、点検、測定、映像記録採取を行うもの。 ・ポールユニットは懸垂型と高所型の2種類

⁵²⁰ SYSTEM5

https://www.system5.jp/products/n_1176873?variant=42564781113505¤cy=JPY&utm_medium=product_sync&utm_source=google&utm_content=sag_organic&utm_campaign=sag_organic&gclid=CjwKCAiA0sYqBhBxEiwAeNx9N9ef9kZ29RmW17CDMwqzd-sWhJzv1PSgb5maePWz3YxqU76erbruPRoCgAoQAvD_BwE

⁵²¹ 三井住友建設 HP <https://www.smcon.co.jp/service/robot-camera/>

⁵²² 西松建設 パンフレット <https://www.nishimatsu.co.jp/solution/assets/pdf/00073.pdf>

	<p>→懸垂型は高欄に架台基部を設置して下方（最大 6.0m）、高所型は地上に設置して上方（最大 10.5m）伸ばすことが可能</p> <ul style="list-style-type: none"> ・水平方向 360°、鉛直方向 180°の首振りを遠隔操作で行える ・測定距離 5m からは 0.05mm、20m からは 0.2mm、30m からは 0.3mm のひび割れ幅が確認可能 <p>(3) コロコロチェッカー</p> <ul style="list-style-type: none"> ・斜張橋の斜材保護管表面全周をカメラで撮影するワイヤレス自走式ロボット。斜材を抱き込む形で装着し、斜材を駆動車輪と従動車輪とで挟み込み、電動モーターにより斜材上を昇降することができる。 ・撮影画像を用いて斜材表面の全周の損傷等の形状・寸法・位置を、近接目視と同様に確認し、記録を保存 ・損傷検出ソフトによる画像解析によって変状を自動で抽出し、損傷の位置・形状等を展開図などの帳票として出力保存。 ・通常、交通規制や高所作業を必要としない。 <p>■実績</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ドローン：非公開 ・点検用ロボットカメラ：非公開 ・コロコロチェッカー：東名高速道路 足柄橋 <p>■費用</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ドローン：779,900 円等（DJI Mavic 3 Thermal）⁵²³ ・点検用ロボットカメラ：2,500,000 円⁵²⁴ ・コロコロチェッカー：1,000,000 円（現地撮影費）、2,000,000 円（解析費）、ソフト価格：2,000,000 円/3 ライセンス、レンタル価格：300,000 円/月⁵²⁵
<p>導入効果 ・メリット</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・安全性（足場設置や高所作業が不要で、転落などの事故リスクが軽減） ・交通規制が不要（計測機器が小型で、通常交通規制が不要） *ドローン以外 ・操作が簡単（操作端末はタブレットPCで簡単に操作可能） *点検用ロボットカメラ

⁵²³ 点検・調査用ドローン <https://sekido-rc.com/?mode=grp&gid=2850992>

⁵²⁴ 日経クロステック <https://xtech.nikkei.com/dm/atcl/event/15/111000016/111800008/>

⁵²⁵ 点検支援技術性能カタログ（画像計測技術）P63 https://www.mlit.go.jp/road/sisaku/inspection-support/pdf/11_1.pdf

■課題：適切な伸縮装置の健全性確認および交換計画の立案が出来ない。

代表的な対象地域	ウガンダ（ジンジャ橋）
取組み・技術の提案	<p>■推奨技術</p> <p>路面切削機の導入により、橋面上の舗装切削時に床版に悪影響を及ぼさない手法を実現する。</p> <p>また、高耐久な伸縮装置の導入により、使用期間そのものを伸ばすことで合理的な維持管理を実現する。</p> <p>■技術概要</p> <p>(1) 路面切削機</p> <ul style="list-style-type: none"> 橋面上では、舗装切削時に一般的な切削機械（バックホーブレーカー等）を使用した場合、床版の健全性に影響を及ぼす可能性があり、推奨されない。一方、日本国内では舗装を部分的に削り取る作業に適した路面切削機が普及しており、これを適用することで海外においても床版の健全性を保ったまま橋面の補修・更新作業が可能になると考えられる。 <div data-bbox="715 958 1230 1317" style="text-align: center;"> </div> <p>図 7.53 路面切削機の一例 ⁵²⁶</p> <p>(2) 鋼製ジョイント</p> <ul style="list-style-type: none"> 橋梁建設段階で耐久力の高い鋼製ジョイントを採用することで、交換のサイクルを縮減。

⁵²⁶ Machineryline <https://machineryline.jp/-/asphalt-milling-machines/Wirtgen/W35--c128tm2825m16018>

	 <p style="text-align: center;">図 7.54 鋼製ジョイントの一例⁵²⁷</p> <p>■実績 路面切削機： 国内保有企業・・・ミツワ建設工業（株）、（株）カイザー、（株）トータルエンジニアリング、（株）グンマカッター等 鋼製ジョイント：実績多数</p> <p>■費用 路面切削機：非公開 鋼製ジョイント：非公開</p>
<p>導入効果 ・メリット</p>	<p><路面切削機></p> <ul style="list-style-type: none"> ・施工に伴う損傷の回避（専用機材の為、床版への影響が最小限に抑えられる。） <p><鋼製ジョイント></p> <ul style="list-style-type: none"> ・LCC削減（ゴム製ジョイントと比べ、耐久性が高い材料・部材の使用により、交換サイクルが長くなることでLCCを低減） ・低公害（製品自体の高い耐久性や本体交換可能という特長は、廃棄物の削減や工事の低騒音化など、環境保全の面に貢献） ・適用性の高さ（中小橋梁から長大橋まで様々な現場条件に対応する、多様な製品タイプが設定され、条件に応じ施工性の高い製品の選定が可能）

⁵²⁷ NITTA(株)HP https://www.nitta.co.jp/product/architecture/expansion_apparatus/fingerflex/

■課題：過積載車両等により床版・舗装の劣化が顕著である。

<p>代表的な対象地域</p>	<p>ウガンダ（ジンジャ橋）</p>
<p>取組み・技術の提案</p>	<p>■推奨技術</p> <p>橋梁の変状の原因が床版の劣化による場合は、①高耐久防水工により床版の使用期間を伸ばすことを推奨。また、変状の原因が舗装の劣化による場合は、②橋面において耐久性能が強い舗装材料を採用することを推奨する（碎石マスチック舗装）。</p> <div data-bbox="686 560 1212 862" style="text-align: center;"> </div> <p style="text-align: center;">図 7.55 高耐久防水層の積層構造</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div data-bbox="494 963 933 1265" style="text-align: center;"> </div> <div data-bbox="965 963 1420 1265"> </div> </div> <p style="text-align: center;">図 7.56 碎石マスチック舗装の構造⁵²⁸</p> <p>■技術概要</p> <p>(1) 高耐久防水層</p> <ul style="list-style-type: none"> ・耐用年数 30 年を想定した高速道路会社規格を満足 ・床版から地覆立ち上げ部までシームレスに施工可能 ・舗装との接着性に優れる <p>(2) 碎石マスチックアスファルト</p> <ul style="list-style-type: none"> ・粗骨材の配合比率が高いため粗骨材同士が噛み合い、その間隙をアスファルトモルタルが充填した構造 ・アスファルト量が多く、水密性、耐ひびわれ性、耐摩耗性に優れる ・粗骨材量とアスファルトモルタルの量が多く耐摩耗性に優れる

⁵²⁸ 東亜道路工業(株) <https://www.toadoro.co.jp/business/product/103/>

	<ul style="list-style-type: none"> ・粗骨材の噛み合わせにより交通荷重を分散するため耐流動性に優れる ・耐ひび割れ、防水性が特に要求される橋面舗装への適用性が高い。 <p>■実績</p> <p>高耐久防水層：NEXCO所管の高速道路を中心に57件76,594m²の実績⁵²⁹</p> <p>砕石マスチックアスファルト：北海道開発局、および北陸地方整備局の設計要領に記載されており、舗装設計における一般的な選択肢となっている。⁵³⁰</p> <p>■費用</p> <ul style="list-style-type: none"> ・高耐久防水工：9,100円/m²⁵³¹ ・砕石マスチックアスファルト：19,000～25,000円/t⁵³²
<p>導入効果</p> <p>・メリット</p>	<p><高耐久防水層></p> <ul style="list-style-type: none"> ・耐久性の高さ（従来工法と比較して耐久性が高い） ・低公害（製品自体の高い耐久性により、廃棄物の削減や工事の低騒音化など、環境保全の面に貢献） ・施工の容易さ（従来型のアスファルト防水に準じ、容易に施工が可能） <p><砕石マスチックアスファルト></p> <ul style="list-style-type: none"> ・耐久性の高さ（水密性、耐ひびわれ性および耐摩耗性に優れる） <p>*導入対象国での資材調達の可否を調査し、導入可能性を検討する必要がある。</p>

⁵²⁹ 道路構造物ジャーナル NET <https://www.kozobutsu-hozen-journal.net/libraries/12664/>


⁵³⁰ 北海道開発局 HP https://www.hkd.mlit.go.jp/ky/kn/dou_ken/ud49g7000000ctdd.html#s0

北陸地方整備局設計要領 https://www.hrr.mlit.go.jp/gijyutu/kaitei/sekkei_r/03Batch/ikkatu.pdf

⁵³¹ 公表価格.com ニチレキ株式会社 <http://kohyo.kensetsu-plaza.com/search/price/C0460900/>

⁵³² 釧路開発建設部資料 <https://www.hkd.mlit.go.jp/ks/gijyutu/qgmend00000026yw-att/c86hsb0000005dm1.pdf>

■課題：予算不足等からケーブルや気象観測、通行車両監視等のモニタリングが出来ていない。

代表的な対象地域	ベトナム（バイチャイ橋、ビン橋、カントー橋）
取組み・技術の提案	<p>■推奨技術</p> <p>Weigh-In-Motionの導入により、走行車線毎の車軸数・車両重量を測定。 また、通行車両を画像観測する必要がある場合は、トラフィックカウンターの導入による車種ごとの交通量測定を推奨する。</p> <p>■技術概要</p> <p>(1) Weigh-in-motion</p> <p>Weigh-In-Motionは、橋梁部材にひずみ計測器を取り付け、車両が橋梁上を通過した時に生じる橋梁部材の応答から、逆解析によって車両重量を算出するものである。既存の軸重計と異なり、車両が走行している状態でその重量を測定することができるため、交通流を乱すことがない。 当該技術は、鋼橋・PC橋の両方に対して適用可能である。</p> <div data-bbox="459 927 1437 1171" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>W.I.M.とは</p> <p>🚛 W.I.M.(Weigh-In-Motion)は動いているクルマの重さを量る技術です。</p> <ul style="list-style-type: none"> 👉 疲労問題では、交通量と車両重量が重要 👉 橋梁の動的ひずみからリアルタイムで車両情報を算出 👉 通過車両台数、重量、車軸数、走行速度を算出  </div> <p>図.7.57 Weigh-in-motionの紹介 ((株)TTES) ⁵³³</p> <p>(2) CCTVカメラとトラフィックカウンターの併用による交通量計測</p> <ul style="list-style-type: none"> ・CCTVを用いて、交通流の常時観測が可能。 ・AIにより、小型車・大型車・二輪車を区別した集計が可能。⁵³⁴ ・歩行者、自転車等への拡張は、令和4年11月時点で検討中の段階。

⁵³³ (株)TTES パンフレット <https://ttes.co.jp/wproot/wp-content/uploads/2015/01/WIM.pdf>

⁵³⁴ 国土交通省道路局資料 <https://www.mlit.go.jp/road//ir/ir-council/ict/pdf06/02.pdf>

	 <p>図 7.58 交通量調査用 CCTV カメラ (株)サーベイリサーチセンター) ⁵³⁵</p> <p>■実績</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ Weigh-In-Motion : 国総研によって複数の橋梁実態調査に使用実績あり。 ⁵³⁶ ・ CCTV トラフィックカウンター : 直轄国道の 20%強をカバーする範囲で導入済み ⁵³⁷ <p>■費用</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ Weigh-In-Motion : 36,000 ドル～46,000 ドル/レーン (米国・2021 年) ⁵³⁸ ・ CCTV、トラフィックカウンター (交通量測定) : 非公表
<p>導入効果 ・ メリット</p>	<p>< Weigh-In-Motion ></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 交通流の維持 (車両が走行している状態での計測が可能) ・ 導入コストが安い (システムの構築が非常に簡易で且つ、従来型の軸重計と比べて安価 ⁵³⁹) <p>< CCTV トラフィックカウンター ></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 常時観測が可能 (常時観測による迅速な交通量データの集約が可能) <p>*取得データの分析方法と分析結果を通行規制等の施策に反映する考え方を技術移転するとともに、モニタリング設備の保守管理体制を検討する必要がある</p>

7.6.5 提案技術の適用方法

上述した技術を対象国に導入するにあたっての留意点を示す。

- ・ 現地におけるデモンストレーションを通じ、対象国の関係者に技術の有用性を理解いただくことが望ましい。

⁵³⁵ (株)サーベイリサーチセンターHP https://www.surece.co.jp/wp_surece/wp-content/uploads/2017/08/file20191016.pdf

⁵³⁶ 国土技術政策総合研究所 研究資料 <https://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryounn/tnn0620pdf/ks062007.pdf>

⁵³⁷ 国土交通省道路局資料 <https://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-council/ict/pdf06/02.pdf>

⁵³⁸ 米国連邦運輸省 <https://www.itskrs.its.dot.gov/node/209808>

⁵³⁹ 制御理論を用いた Weigh-In-Motion に関する基礎的検討 https://www.jstage.jst.go.jp/article/jscejam/72/2/72_I_45/pdf

- ・提案技術の導入を承認するための事実上の決定権を持つ、財務関係を統括する省庁等を巻き込んで導入推進を行うことが望ましい。
- ・開発者、販売者と必要に応じて連携し、技術提案の妥当性や説得力を高めることが望ましい。