

ブータン国
公共事業・定住省 道路局

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

独立行政法人
国際協力機構（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

社基
JR
22-086

外貨加算レート(JICA 外貨換算レート)

通貨	レート	備考
ブータン ニュルタム(BTN1 = ¥)	1.520900	2016 年 9 月(プロジェクト開始時)
同上	1.645580	2022 年 6 月(プロジェクト終了時)

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

目 次

プロジェクト位置図

略語集

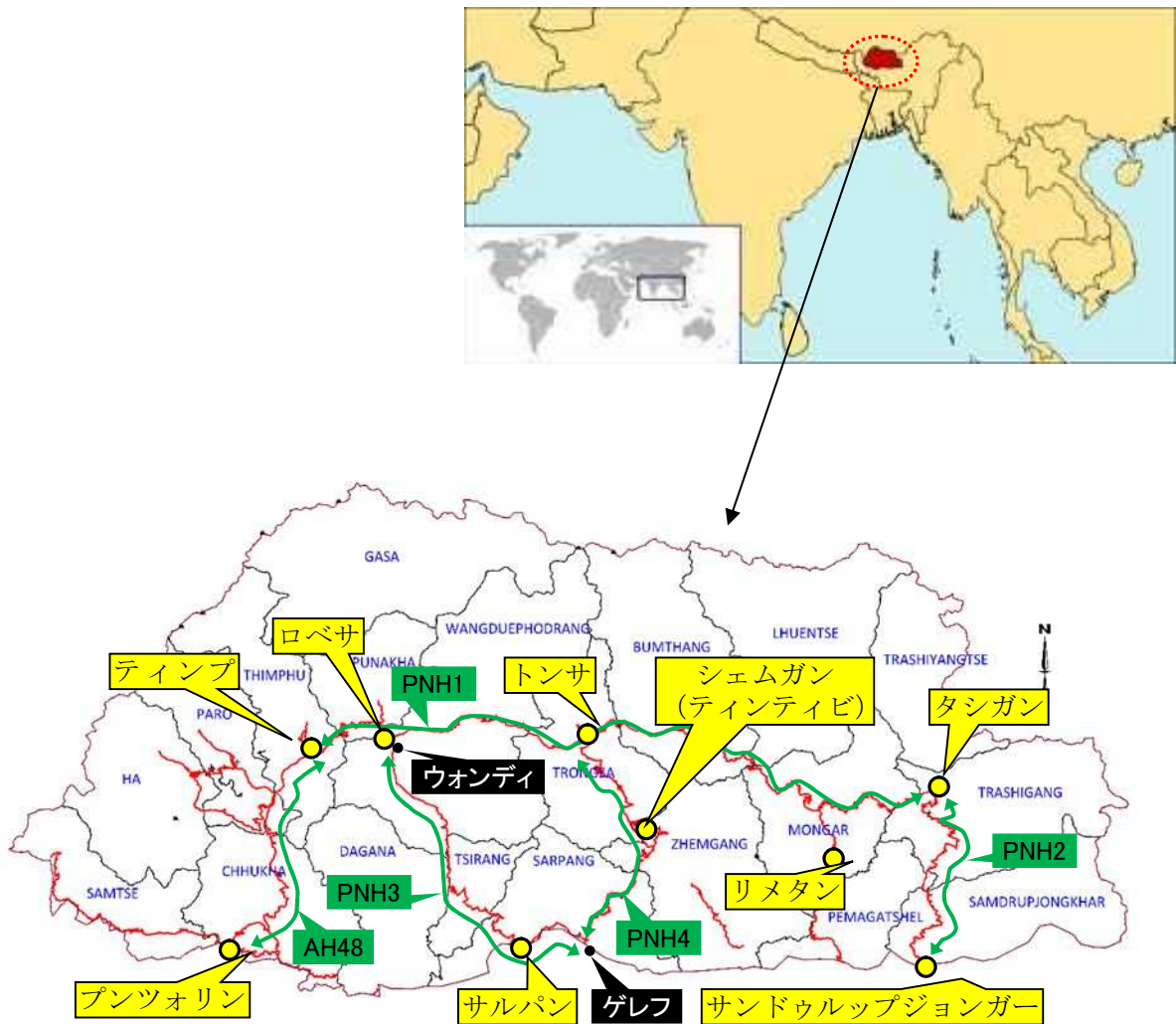
図表目次

頁

1. プロジェクトの基礎情報	1
1.1 対象国.....	1
1.2 プロジェクト名.....	1
1.3 プロジェクト期間.....	1
1.4 プロジェクトの背景（当初 R/D より）	1
1.5 プロジェクトの目的・上位目標及びプロジェクト目標	2
1.6 プロジェクト実施機関及び体制.....	3
1.6.1 プロジェクト実施機関	3
1.6.2 プロジェクト実施体制	3
1.7 プロジェクト対象地域.....	4
2. プロジェクトの活動内容	5
2.1 プロジェクトへの投入.....	5
2.1.1 日本側からの投入（計画及び実績）	5
2.1.2 ブータン側からの投入	6
2.2 活動（計画及び実績）	7
2.2.1 成果 1	7
2.2.2 成果 2	13
2.2.3 成果 3	13
2.2.4 成果 4	14
2.2.5 成果 5	17
2.2.6 本邦研修	28
2.2.7 広報活動	33
2.2.8 キャパシティ・アセスメントに係る調査	35
2.2.9 活動の計画と実績	37
2.3 プロジェクト実施上の課題・工夫・教訓・提言	38
2.3.1 成果 1	38
2.3.2 成果 2	41
2.3.3 成果 3	42
2.3.4 成果 4	43
2.3.5 成果 5	43
3. 内部終了時評価の概要	47
3.1 目的と手法.....	47
3.2 PDM の検証.....	47

4.	プロジェクトの実績	50
4.1	実績の確認.....	50
4.1.1	成果（アウトプット）の達成状況	50
4.1.2	プロジェクト目標の達成状況	51
4.2	PDM の変遷.....	53
4.3	実施プロセスの確認.....	53
4.3.1	プロジェクトのマネジメント体制	53
4.3.2	技術、知見、ノウハウ、経験の共有状況	54
5.	合同レビューの結果	55
5.1	DAC6 項目評価のレビュー	55
5.2	妥当性.....	55
5.3	整合性.....	55
5.4	有効性.....	56
5.5	効率性.....	57
5.6	インパクト.....	57
5.7	持続性.....	58
5.8	プロジェクトの実施とアウトカムに影響を及ぼした要因.....	58
5.9	プロジェクトのリスク管理に関する評価.....	59
5.10	本プロジェクトの教訓.....	59
6.	プロジェクト終了後の上位目標の達成に向けて.....	60
6.1	上位目標の達成見込み.....	60
6.2	上位目標の達成に向けたブータン側の計画と実施体制	60
6.3	ブータン側への提言.....	61
6.4	プロジェクト終了後から事後評価までのモニタリング計画	61

プロジェクト位置図



調査対象地域位置図（ブータン国の国道網図）

略 語 集

略語	英語	日本語（定義）
AH	Asian Highway	アジアハイウェイ
ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
BBS	Bhutan Broadcasting Service	ブータン放送公社
BD	Bridge Division	橋梁部（道路局内部署）
BMS	Bridge Management System	橋梁維持管理システム
C/P	Counterpart	カウンター・パート （技術移転の対象となる相手国行政官や技術者）
CAMBRIDGE	Capacity Development in Construction and Maintenance of Bridges	本プロジェクトの通称
CD	Capacity Development	キャパシティ・ディベロップメント
CE	Chief Engineer	チーフエンジニア（事務所所長）
DAC	Development Assistance Committee	経済協力開発機構（OECD）の内部委員会の一つ
DANTAK	-	インド国防省傘下の国境道路機構の海外プロジェクト
DoR	Department of Roads	道路局（公共事業省・定住省内部署）
Dzongkhag	-	ブータンの行政区分（20 地区、県相当）
EE	Executive Engineer	エグゼクティブ・エンジニア（上級エンジニア）
FP	Focal Person	担当技術者（道路局内の指名による主要担当者）
FYP	Five Year Plan	5 年計画
GC Road	Gewog Connectivity Road	ゲオグ（ブータンの行政区分（市町村相当））で管理する地方道・農道
GNHC	Gross National Happiness Commission	国民総幸福量委員会
GOI	Government of India	インド国政府
HQ	Headquarter	道路局の本部（橋梁部）
IRC	Indian Roads Congress	インド道路会議
JCC	Joint Coordinating Committee	合同調整委員会
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
JTG	Joint Technical Group	合同技術グループ
KPI	Key Performance Indicator	主要実績評価指標 （SKR 等の達成度を評価するための指標）
KUENSEL	-	ブータン新聞会社
MoH	Ministry of Health	保健省

略語	英語	日本語（定義）
MoLHR	Ministry of Labour and Human Resources	労働人材省
MOM	Maintenance Operation Meeting	橋梁維持管理会議
MoWHS	Ministry of Works & Human Settlement	公共事業省・定住省
OG	Overall Goal	上位目標
OJT	On-the-Job-Training	実地訓練
PC	Prestressed Concrete	プレストレスト・コンクリート
PDM	Project Design Matrix	プロジェクト・デザイン・マトリックス
PMU	Project Management Unit	各プロジェクト室（道路局内部署）
PNH	Primary National Highway	国道
PO	Plan of Operation	活動計画表
PP	Project Purpose	プロジェクト目標
R/D	Record of Discussion	政府間技術協力プロジェクト合意文書
RC	Reinforced Concrete	鉄筋コンクリート
RO	Regional Office	道路局の9地方事務所
SDGs	Sustainable Development Goals	持続可能な開発目標
SKRA	Sector Key Result Area	分野別重要目標分野 (FYPにおいて中央省庁が対処すべき課題)
WB	World Bank	世界銀行
WS	Workshop	ワークショップ (専門家が DoR 本部の技術者に直接指導、支援を行う場)

図 表 目 次

図 1.6.1	プロジェクトの実施体制 (JCC 及び JTG)	3
図 1.7.1	国道及び本プロジェクトにおける DoR 地方事務所	4
図 2.2.1	DoR 職員による 3 回のテスト結果	7
図 2.2.2	DoR 職員が感じた橋梁の分野別評価	8
図 2.2.3	BMS のシステム全体構造	14
図 2.2.4	橋梁部本部と地方事務所の連携	15
図 2.2.5	予算年度内の DoR における通常の作業フロー	18
図 2.2.6	予算年度内の DoR における災害発生時の作業フロー	18
図 2.2.7	維持管理サイクル	19
図 2.2.8	点検講習受講証明書	23
図 2.2.9	Flow Chart of Selection for Countermeasures	25
図 2.2.10	研修プログラムの概念図	29
図 2.2.11	プロジェクト活動工程	38
図 4.3.1	プロジェクトのマネジメント体制	53
表 1.5.1	上位目標、プロジェクト目標ならびに各成果・活動	2
表 1.7.1	各国道の特徴	4
表 2.1.1	専門家の投入	5
表 2.1.2	供与機材	6
表 2.1.3	カウンターパートの投入	6
表 2.2.1	対象橋梁	9
表 2.2.2	OJT での指摘事項	9
表 2.2.3	DoR の問題点	10
表 2.2.4	確認事項及び OJT 対応	11
表 2.2.5	対象橋梁の諸元及び OJT 実施状況等	11
表 2.2.6	ユーザーごとのアクセス範囲設定	15
表 2.2.7	DoR エンジニアのアクセス権限	15
表 2.2.8	BMS における変更項目	16
表 2.2.9	各段階における責任者	19
表 2.2.10	新技術の導入-点検方法	20
表 2.2.11	新技術の導入-補修・補強	21
表 2.2.12	新技術の導入-架け替え	22
表 2.2.13	優先順位付けの考え方	26
表 2.2.14	損傷橋梁の評価結果 (2022 年 4 月時点)	26
表 2.2.15	研修対象者と職務内容	28
表 2.2.16	研修日程表	30
表 2.2.17	研修内容 (1/2)	31
表 2.2.18	研修内容 (2/2)	32

表 2.2.19	広報グッズ.....	33
表 2.2.20	新聞・web サイト等による広報.....	34
表 2.2.21	キャパシティ・アセスメントに係る調査の概要.....	35
表 2.2.22	調査項目.....	35
表 2.2.23	調査結果集計.....	36
表 2.2.24	計画活動の変更点(OJT 橋梁).....	38
表 2.3.1	中期・長期維持管理計画の構成.....	44
表 3.2.1	CAMBRIDGE プロジェクトのログフレーム/PDM.....	48
表 4.1.1	アウトプットと達成度.....	50
表 4.1.2	プロジェクト目標と達成度.....	52
表 5.1.1	DAC6 の評価項目.....	55
表 5.5.1	JICA 専門家の投入計画と実際アサイン.....	57
写真 2.2.1	ティンパーでのセミナー及び Wangchhu 橋での OJT 状況.....	10
写真 2.2.2	Andhigangchu Zam.....	26

1. プロジェクトの基礎情報

1. プロジェクトの基礎情報

1.1 対象国

ブータン王国

1.2 プロジェクト名

橋梁施工監理及び維持管理能力向上プロジェクト

1.3 プロジェクト期間

(1) 当初計画(PDM Version 1)

計画 :2016年9月9日～2019年10月31日

(2) 第一回変更(PDM Version 4に反映)

実施 :2016年9月9日～2020年6月30日

(3) 第二回変更(PDM Version 7に反映)

実施 :2016年9月9日～2021年8月31日

(4) 第三回変更(PDM Version 7に反映)

実施 :2016年9月9日～2022年8月31日

1.4 プロジェクトの背景（当初 R/D より）

ブータン王国（以下、「ブ」国）は山岳地帯に属する内陸国であり、道路交通が交通・輸送に果たす役割は非常に大きい。「ブ」国政府は継続的に5カ年計画(FYP)を進めてきており、「第11次五カ年計画(2013年～2018年)」において、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しており、主要国道の拡幅、改修整備を優先的に進めてきた。公共事業・定住省道路局（以下、「DoR」）が維持管理を行っている橋梁272橋の内136橋(50%)が応急的なベイリー橋等であり、元来積載荷重及び幅員に制限があることに加え、1970年代及び1980年代に建設された橋梁のほとんどが耐用年数を超えており、更に耐荷重が低下した危険な状況で使われている。また、ベイリー橋を除くコンクリート系及び鋼製系の恒久橋においても、適切な維持管理及び点検ができていないため、多くの橋が一般的な供用年数を待たずに壊れている。

DoRはIRC(インド道路会議)の仕様に従って活荷重(40-R)及び限られた幅員幅(4.0～4.5m)で道路、橋梁の運用を進めてきた。コンクリート系及び鋼製系の恒久橋の寿命は通常80～100年程度と言われているが、これらの橋のほとんどは現場での適切な点検や維持管理の欠如によって40～50年程度で劣化している状況である。特に交通量と積載荷重の増大が、これら橋梁の寿命を早めており、橋梁の安全性が大きな問題となっている。「ブ」国政府は「第11次五カ年計画」において全国国道網の改善を重点事項として挙げており、その一環として係る状況を改善し橋梁の安全性を確保すべく、我が国に対し「橋梁施工監理及び維持管理能力向上プロジェクト(以下、「本プロジェクト」)の実施を要請した。

独立行政法人国際協力機構(JICA)は2016年1月に詳細計画策定調査を行い、要請内容及び必要性・妥当性を確認すると共に、協力すべき内容を本プロジェクトの枠組みに纏め、2016年5月に先方と合意文書(Record of Discussions:R/D)を締結し、今般実施の運びとなったものである。

1.5 プロジェクトの目的・上位目標及びプロジェクト目標

本プロジェクトに係る活動を実施することにより、期待される成果を発現し、プロジェクト目標を達成する。以下にプロジェクト目標及び R/D に示された上位目標、各活動成果、活動内容を示す。

表 1.5.1 上位目標、プロジェクト目標ならびに各成果・活動

上位目標	DoR 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	
プロジェクト目標	DoR 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	
	成果	活動内容
成果 1	橋梁整備及び維持管理に関わる「ブ」国の技術者たちが、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。	1-1:ブータンのエンジニアの技術レベルを把握したうえで、DoR 職員、(本部、地方事務所)、県技術者等を対象に、橋梁工学の基礎知識に関する講義(ワークショップ)を行う。 1-2:DoR 管轄下の新設橋梁工事現場 1~2 箇所を選定し、DoR 職員(本部、地方事務所)、県技術者等を対象に、工事中の品質管理及び安全管理に関する OJT を実施する。 1-3:DoR 管轄下の 2 橋(国道上の恒久橋及び県道上のベイリー橋)を選定し、DoR 職員(本部、地方事務所)、県技術者等を対象に、点検・診断、補修・補強に関する OJT を実施する。
成果 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。	2 :橋梁維持管理マニュアル(点検・診断及び補修・補強)を DoR 本部技術者と共に整備する。
成果 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。	3 :アウトプット 1 の活動の内容を踏まえ、橋梁新設工事における品質管理及び安全管理に関する現場チェックリストを DoR 本部技術者と共に整備する。
成果 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(BMS)が構築される。	4-1:DoR の既存の橋梁データベースの内容及び課題を把握した上で、DoR 本部技術者と共に、新たな BMS の構築を行う。 4-2:橋梁点検・診断マニュアルに基づき、DoR が管理する全ての既設橋(272 橋)を DoR 職員(本部、地方事務所)、県技術者と共に点検し、橋梁の諸元や損傷状況等 BMS にインプットするデータの収集・整理を行う。
成果 5	上記 1~4 の成果を踏まえ DoR 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。	5-1:国道上の恒久橋及び県道・GC(Gewog(県に相当する行政単位) Connectivity Road)道路・農道上の既存のベイリー橋を対象に、橋梁維持管理計画(中期計画、長期計画)を立案する。 5-2:DoR 地方事務所及び県の人材の有効活用を念頭においた、DoR の橋梁維持管理体制を構築する。 5-3:DoR の橋梁維持管理政策を策定する。

出典:JICA 専門家

1.6 プロジェクト実施機関及び体制

1.6.1 プロジェクト実施機関

(1) 発注機関

独立行政法人国際協力機構 (JICA)

(2) 関係官庁・機関

1) 現地カウンターパート (C/P)

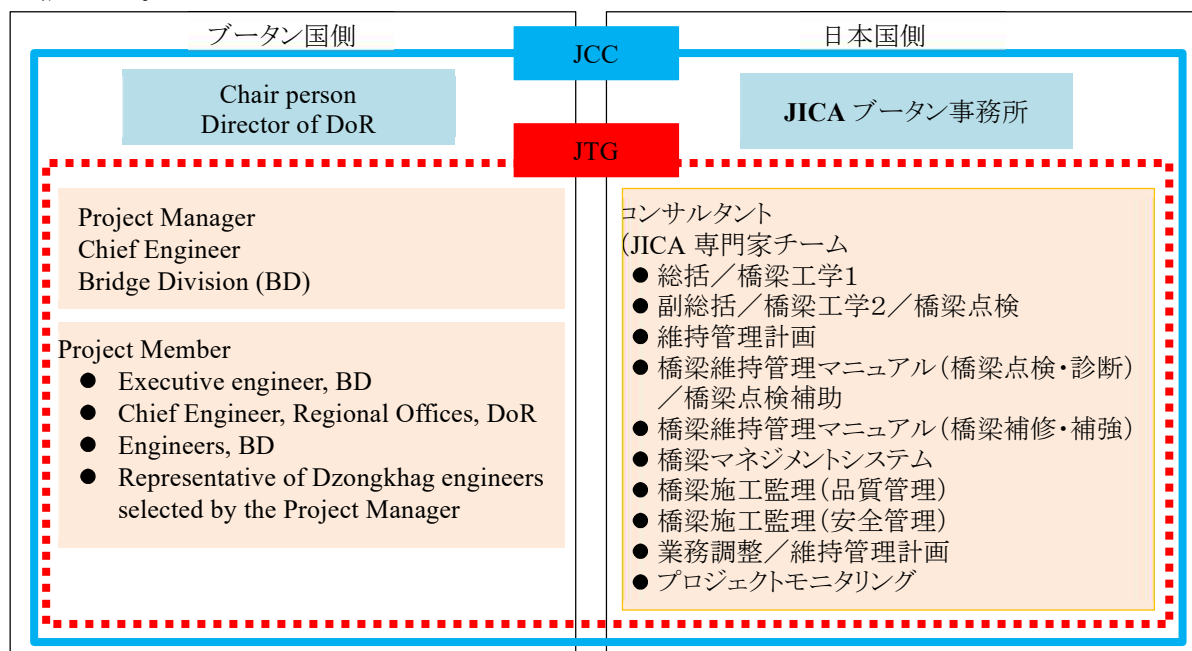
公共事業・定住省道路局 DoR (Ministry of Works & Human Settlement, Department of Roads)

2) 主管窓口

国民総幸福量委員会 GNHC (Gross National Happiness Commission)

1.6.2 プロジェクト実施体制

プロジェクトの意思決定、進捗状況や関係機関との調整等のために実施体制の確立が必要であり、DoR 本部の責任の下、図 1.6.1 に示す合同調整委員会 (Joint Coordinating Committee、以下「JCC」) が設置され、「ブ」国側は DoR 局長 (Director) が Project Director の役割を持ち、その傘下にある合同技術グループ (Joint Technical Group、以下「JTG」) では橋梁部長 (Chief Engineer) が Project Manager としてグループを指揮し、各 9 地方事務所の事務所長 (Chief Engineer 又は Executive Engineer) と窓口となる担当技術者 (Focal Person)、県事務所長 (実際には参加する余裕が無かった) が実施・運営した。地方事務所の担当技術者は事務所長のもと、本部の意向を受けてプロジェクトの調整も行っていった。日本側は JICA ブータン事務所 (所長) とコンサルタントによる JICA 専門家チームから成る組織で構成された。JICA 専門家チームは JTG と密接に連携し、定期的なワークショップ・セミナーや会議を開催しながら進捗項目の協議や確認など合意形成を図り、各々の成果の状況確認や次のステップの方向付けなどの取り決めを行なった。また、JCC は原則、半年に一度開催され、プロジェクトの進捗確認や活動内容、問題点の解決策、変更提案などの協議を行った。本プロジェクト期間中に JCC は 7 回開催された。

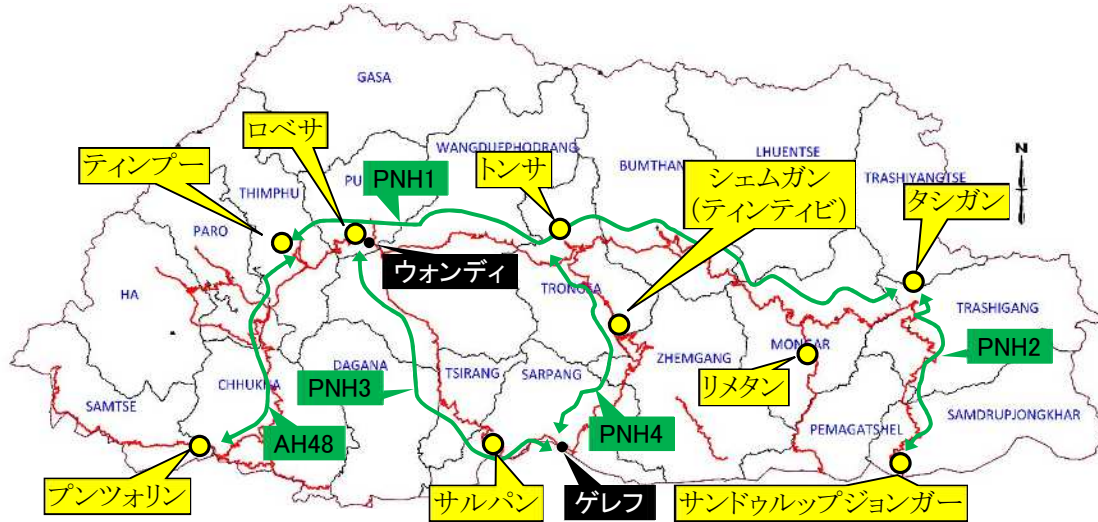


出典: JICA 専門家

図 1.6.1 プロジェクトの実施体制 (JCC 及び JTG)

1.7 プロジェクト対象地域

DoR 本部(所在地:ティンピー)を拠点とし、図 1.7.1 に示す DoR 地方事務所(9 事務所:黄色着色部)が管理する国道(矢視付緑線は主要国道)等の全橋梁(2016 年 10 月活動開始時 272 橋、2022 年 4 月活動終了時 342 橋)を対象とする。表 1.7.1 に各主要国道の特徴を示す。



出典: JICA 専門家

図 1.7.1 国道及び本プロジェクトにおける DoR 地方事務所

表 1.7.1 各国道の特徴

名称	特徴
PNH1 (国道1号) 【DoR管理】	【交通量】「ブ」国の北部を東西に走る国道で、最も交通量が多い。 【状況】南部方面への国道と接続する主要都市(ロベサ、トンサ、タシガン)が国道上にあり、最重要路線として利用されている。幅員は国道ガイドラインに規定されている 7.5m を満たない狭隘な区間が多く、現在、拡幅工事が進められている。拡幅工事は、トンサ近郊で工事を進めているマンデチュ水力発電所に伴う輸送が目的である。落石や斜面崩壊が乾季、雨季を問わず多く発生する。
AH48 【DANTAK管理】	【交通量】「ブ」国の西部を南北に走り、国道1号線に次いで交通量の多い路線である。 【状況】ブンツォリンは、インド国境の経済都市であり、インドからの物流を担う重要路線である。幅員は国道のガイドラインに沿って 2 車線化されている区間が多く、他の国道と比べると道路状況は良い。本線には大規模崩壊地であるジムジャ地滑り地帯があり、DoR によりトンネル化が計画されている。道路セクターマスタープランにおいてダムチューチュカバイパスが計画されている。
PNH2 (国道2号) 【DANTAK管理】	【交通量】国道1号線の東部の終点であるタシガンから、インド国境との町サムドルップジョンガーへ南下する国道であり、交通量は国道1号線の3分の1強である。 【状況】インド・アッサム地方からの物流を担い、DANTAK による拡幅工事が実施されている。
PNH3 (国道3号) 【DoR管理】	【交通量】ゲレフからサルパンを経由してウォンディで国道1号線に接続する路線である。現在の交通量は国道1号線の3分の1以下である。 【状況】本路線沿線でプナチャンチュウ1&2 水力発電所建設が進行中である。主に工事用道路として利用されており、工事用の大型車両も多く、路面は激しく損傷している。本路線上には、我が国の無償資金協力によって建設された橋梁もいくつか存在する。
PNH4 (国道4号) 【DoR管理】	【交通量】トンサからゲレフへ南下する国道であり、交通量は国道の中では最も少ない。ただし、ゲレフとインド・アッサム地域との間の物流輸送が多く、インド側への出入車両は年々増え続けており、経済効果も上がっている。 【状況】本路線は不安定な崩土上により確保された道路であり、拡幅が可能な箇所はごく限られている。また、山側、谷側ともに崩壊箇所が多い。雨季に発生する崩土を谷側に除去し、道路を山側にシフトすることで維持している。

出典: JICA 専門家

2. プロジェクトの活動内容

2. プロジェクトの活動内容

2.1 プロジェクトへの投入

2.1.1 日本側からの投入（計画及び実績）

(1) 専門家

日本側専門家の投入を表 2.1.1 に示す。

表 2.1.1 専門家の投入

担当業務	氏名	計画(M/M)		実績(M/M)	
		現地	国内	現地	国内
総括／橋梁工学 1	今野 啓悟	13.00	0.50	13.80	0.75
副総括／橋梁工学 2／橋梁点検	二井 伸一	7.00	0.00	6.97	0.03
維持管理計画	袴田 文雄	5.00	0.00	3.00	0.00
	鈴木 威	0.00	0.00	2.00	0.00
橋梁維持管理マニュアル(点検・診断)／ 橋梁点検補助	亀田 貴文	7.00	0.00	8.00	0.00
橋梁維持管理マニュアル(補修・補強)	中野 秀俊	2.60	0.00	2.60	0.00
橋梁マネジメントシステム	齋藤 高	9.00	0.00	8.10	0.90
橋梁施工監理(品質管理)	廣瀬 末男	6.00	0.00	6.00	0.00
橋梁施工監理(安全管理)	野田 善久	6.00	0.00	7.03	0.25
業務調整／維持管理計画	金 琳	10.50	0.00	2.00	0.00
	齋藤 春佳	0.00	0.00	6.37	0.93
プロジェクトモニタリング	小林 久子	2.33	0.00	1.97	0.37
研修企画	玉川 大	0.00	0.70	0.00	0.70
計		68.43	1.20	67.84	3.93
		69.63		71.77	

出典：JICA 専門家

(2) 本邦研修

本邦研修は、2019年2月22日(月)～同年3月8日(金)の期間で実施され、参加者は DoR 本部 橋梁部(2名)及び9つの地方事務所(9名)から総勢11名であった。

(3) 供与機材

「ブ」国側からの要請をもとに日本側との協議により、表 2.1.2 に示す機材が供与された。

表 2.1.2 供与機材

No.	機材名	目的	数量	
			計画	実施
1	GPS	橋梁位置の確認	－	10
2	鉄筋探査機	鉄筋位置の確認	1	1
3	コンクリートコア削孔機	中性化確認	1	1
4	ハンマードリル	中性化確認	1	1
5	シュミットハンマー	コンクリート強度	9	9
6	発電機	コンクリートコア、ハンマードリル用	1	1
7	クラックスケール	ひび割れ調査	10	10
8	テストハンマー	コンクリート硬さ調査	10	10
9	プリンター(レーザータイプ)	印刷	1	1
10	プリンター(インクジェットタイプ)	印刷	2	2
11	コンピューター(デスクトップ)	BMS データ整理	1	1
12	UPS	停電用	1	1
13	車両	橋梁調査用	2	2
14	車両用タイヤ	パンク対応	－	8
15	BMS 用サーバー	BMS 仕様	－	1

出典：JICA 専門家

2.1.2 ブータン側の投入

(1) カウンターパート

カウンターパートは所属先や部署の異動が定期的であり、活動期間中においても異動していたことから COVID-19 による活動中断前の 2019 年 10 月時点のものを表 2.1.3 に示す。

表 2.1.3 カウンターパートの投入

	所属先・担当	役職	名前
DoR 橋梁部	Project Director	Director	Mr. Tenzin
	Advisor	Specialist	Mr. M.N. Lamichaney
	Project Manager	Chief Engineer	Mr. Karma Wangdi
	Project Coordinator	Deputy Executive Engineer	Mr. Ngawang Thimley
	Ditto	Deputy Executive Engineer	Mr. Koncho Tempel
	Ditto	Deputy Executive Engineer	Mr. Tashi Puntsho
	Ditto	Engineer	Ms. Sonam Lhamo
	Ditto	Engineer	Mr. Ugyen Phuntsho
	Ditto	Engineer	Mr. Jigme DoRji
	Ditto	Engineer	Mr. Diwash Subba
	Ditto	Engineer	Mr. Ugyen Tenzin
	Ditto	Assistant Engineer	Mr. Chhoki Gyeltshen
地方 事務所	Thimphu Focal engineer	Chief Engineer Executive Engineer	Mr. ChaDoR Gyeltshen Mr. Kinley DoRji
	Punsholing Focal engineer	Chief Engineer Assistant Engineer	Mr. DoRji Wangdi Ms. Tashi Wangmo
	Lobeysa Focal engineer	Chief Engineer Assistant Engineer	Mr. Karma Tenzin Mr. Sanjai Kumar Bomzan
	Trongsa Focal engineer	Chief Engineer Assistant Engineer	Mr. Ugyen DoRji Ms. Yangki
	Thingtibi Focal engineer	Chief Engineer Engineer	Mr. Karma DoRji Mr. Tshewang Rinzin
	Sarpang Focal engineer	Chief Engineer Engineer	Mr. Chet Bdr. Monger Mr. Sonam Jamtsho
	Lingmethng Focal engineer	Chief Engineer Executive Engineer	Mr. Karma Rinzin Mr. Sonam Tenzin
	Trashigang Focal engineer	Chief Engineer Engineer	Mr. Jangbay Wangchuk Ms. Durga Devi Sharma
	Samdrup Jonkha Focal engineer	Chief Engineer Engineer	Mr. Jigme Chidup Ms. Kinley Choden

出典：JICA 専門家

(2) プロジェクト事務所の提供等

プロジェクト事務所及び備品(机、椅子)、インターネット接続配線はプロジェクト全体を通じてDoRから提供された。また、本部や地方事務所で開催したJCCそしてセミナー時の昼食費用もDoR側から提供された。なお、専門家の地方出張に伴うプロジェクトで供与した車両の運転手はDoRから借りることになったため、日当及び宿泊費用は日本側が負担した。

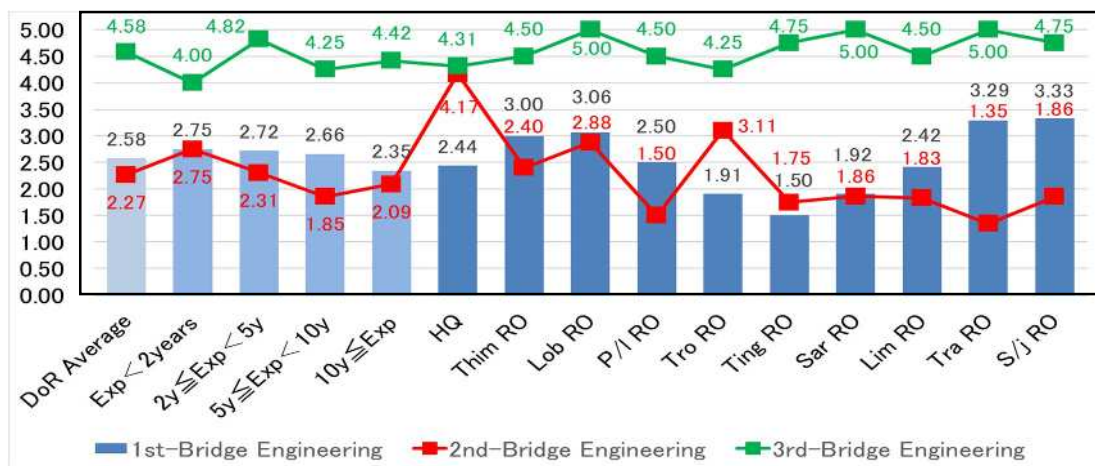
2.2 活動(計画及び実績)

2.2.1 成果1

活動 1-1:ブータンのエンジニアの技術レベルを把握したうえで、DoR 職員(本部、地方事務所)、県技術者等を対象に、橋梁工学の基礎知識に関する講義(ワークショップ)を行う。

橋梁技術者の技術レベルを把握した上で、セミナーやワークショップを開催して橋梁工学の基礎知識に関する講義を繰り返し実施するようにした。また、技術習得度を定量的に把握、評価するために適宜、筆記テストを実施することにした。セミナーとワークショップは合わせて24回開催し、DoR職員は累計で417人の参加者があった。しかし、県技術者の参加は出張予算が無い、とのことで参加は1回、1人だけに限られた。

橋梁技術者へのセミナーそしてワークショップ内容は、橋梁の①基礎知識から②計画、③設計、④施工、⑤維持管理(点検・診断、補修・補強、維持管理)まで広範囲にわたった。これらは現状での橋梁に対する認識や意識の確認と改善、技術移転を主眼に置いた。このため、①から⑤の内容を橋梁技術者自身でセミナー資料の復習や予習も行うよう繰り返し覚えさせるようにして、①から⑤の内容で図2.2.1に示すように3回のテストを実施した。3回目のテストでは目標の4.00を上回る結果となり、各橋梁技術者の橋梁工学に対する基礎知識が明らかに向上したことがうかがえる。



出典: JICA 専門家

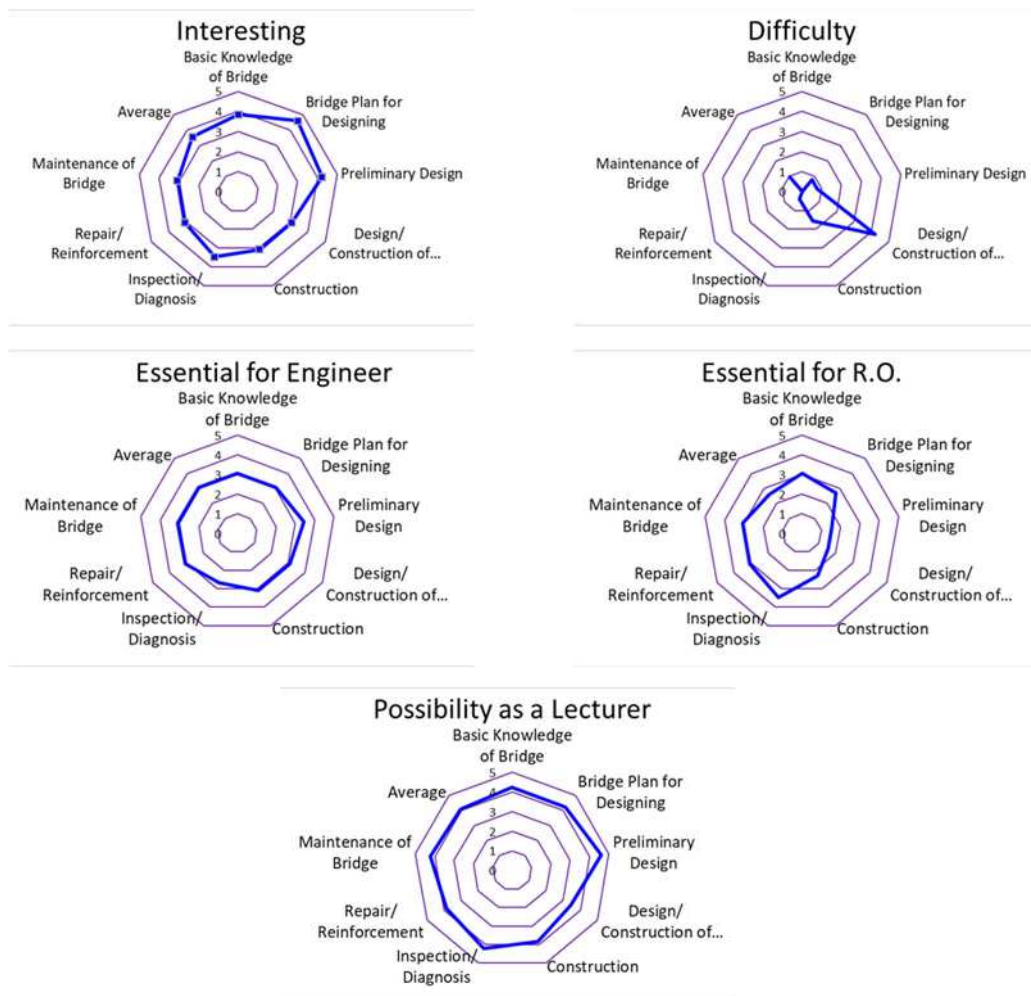
図 2.2.1 DoR 職員による3回のテスト結果

なお、これまで実施してきたセミナー項目を5つの視点(1. 興味があるセミナー、2. 難しいと感じたセミナー、3. エンジニアとして必要なセミナー、4. 地方事務所として必要なセミナー、5. 技術習得の状況から自身で講義を行えると思うセミナー)で捉え、橋梁技術者として必要な「橋梁の基礎知識⇒設計のための橋梁計画⇒橋梁概略設計⇒橋梁基礎の設計・施工⇒施工全般⇒橋梁点検・診断⇒橋梁補修・補強⇒橋梁維持管理」に至るまでの分野別について、各エンジニアが受けた印象について、その結果を図2.2.2に示す。

橋梁工学として橋梁構造の基本となる“上部構造”、“下部構造”、“下部構造の一部に含まれる基礎構造”のなかでも、工事完了後は目に見えなくなる“基礎構造”の計画から設計、施工に至る分野がほぼ分かっていない状況であった。「ブ」国での橋梁基礎構造は、歴史的に見ても、①空石積を壁体としたコンクリート台、②コンクリートを壁体とした直接基礎、程度しか経験がない橋梁技術者にとって、杭基礎、ケーソン基礎、深礎基礎など、教育現場でしか聞いたことや見たことしかないので、セミナーで特徴などを説明しても、すぐには理解しがたいものであったと思料する。このため、セミナー終了後のアンケートで、難しい分野として“基礎構造”を示していたことが印象的であった。さらなる指導や技術移転が必要である。

また、回答結果として、“橋梁の維持管理”分野が各地方事務所に必要なことが分かった。一方で、“建設分野は必要である”、と回答した技術者は少なく、「事務所では建設現場は数多くあり、今さら建設に関する議論はそれほど必要ではない。」と思っている技術者が大半だと思料した。ただ、これは大変な間違いで、施工分野のセミナーを開催しても品質管理面、安全管理面では、ほぼ落第点での対応しかできていない状況であった。このため、各事務所の橋梁技術者でも施工の重要性を十分にわきまえた技術認識やその意識が必要であることを指導、教育していく必要があると感じた。

興味のある分野では、“橋梁の基礎知識”、“設計のための橋梁計画”分野が高い指標となっていることが分かる。



Level of consciousness: 1. Not at all, 2. Slightly, 3. Partly, 4. Mostly, 5. Fully (点数が高いほど各項目が優れている)
出典: JICA 専門家

図 2.2.2 DoR 職員が感じた橋梁の分野別評価

活動 1-2: DoR 管轄下の新設橋梁工事現場 1~2 箇所を選定し、DoR 職員(本部、地方事務所)、県技術者等を対象に、工事中の品質管理及び安全管理に関する OJT を実施する。

DoR から紹介された表 2.2.1 の 2 橋梁(Paxhhu 橋及び Wangchhu 橋)を工事中の品質管理及び安全管理の OJT 対象橋梁とすることにした。OJT を含めた 6 回にわたるセミナーそしてワークショップを開催し、OJT は 7 回行い、累計参加者は 187 人となった。しかし、県技術者は予算が無いとのことで参加が無かった。なお、プロジェクトの期間中、DoR 本部より、OJT 研修の機会を増やす目的で新たに 2 橋梁(Dangdung 橋及び Yourmo 橋)を追加した。

品質管理及び安全管理の現場チェックリストの運用に向けた試行的現場の管理について確認することも目的としていたため、OJT の内容としては、チェックリストを事前に説明した上で、対象現場の品質管理状況、安全管理状況についてチェックリストに従い全員で確認した。また、チェックリストでカバーされているものの、説明が必要な場合は、その都度詳細に改善方法、留意点について説明した。

表 2.2.1 対象橋梁

	Paxhhu 橋 (Paro Province)	Wangchhu 橋 (Thimphu Province)
橋梁位置	パロ空港の北西側先端付近	DoR 本庁舎から約 600m 北側付近
橋梁形式	PC 2 径間連続橋	RC アーチ橋
橋長	57 m	94 m
現場状況		
参加者	DoR Thimphu 事務所+本部: 10 名	DoR 本部: 8 名

出典: JICA 専門家

なお、OJT での指摘事項はまとめると表 2.2.2 の通りである。また、表 2.2.3 に示すように、DoR そのものにも品質管理面及び安全管理面での問題が散見されたため、今後の改善も含めて DoR 職員とセミナー・ワークショップ、そして OJT の際に確認し合った。OJT を実施した各地方事務所における OJT の様子を写真 2.2.1 に示す。

表 2.2.2 OJT での指摘事項

品質管理面	<ul style="list-style-type: none"> ● 橋梁の土台となる橋台の支持力確認が行われていないため、平板載荷試験等の実施を提案 ● 橋台裏込め材料の粒径選定及び敷き均し厚さの目盛りを設けて一定厚さで転圧することを提案 ● 未使用鉄筋の直接地盤上への保管・設置場所について指摘・提案 ● コンクリート表面の仕上がりが良好でないため、型枠目地からのモルタルもれの原因や改善を提案
安全管理面	<ul style="list-style-type: none"> ● アセチレン、酸素の保管方法の改善(立てて設置する、日陰等に設置する) ● 渡り足場への手すり設置指導 ● 労働省 (Ministry of Labour and Human Resources、以下「MoLHS) の安全管理に関する確認を DoR へ要請 ● 河川内における架設計画等の高度な技術的判断が不足しているため改善策について提案 ● 足場などの開口部が適切に養生されていない箇所もあり改善策を提案

出典: JICA 専門家

表 2.2.3 DoR の問題点

品質管理面	● 担当者が全国に散らばっており、本部等へ一堂に会することがほとんどない。
安全管理面	● 地方からの交通事情が悪く、本部への出張には多くの時間がかかる。 ● 慢性的に通常業務に忙しい。 ● 本部と地方の担当者とのコミュニケーションが通信事情などの問題もあり容易に行えない状況もある。

出典：JICA 専門家

これらの諸問題は、セミナー・ワークショップそして OJT などで改めて確認、是正するようになってきた。

品質・安全管理 WS	品質・安全管理 OJT	安全管理 OJT
		
安全管理 OJT	品質管理 OJT	品質管理 OJT
		
支保工の確認	鉄筋検査の説明	掘削面からの排水処理が不適切

出典：JICA 専門家

写真 2.2.1 ティンプーでのセミナー及び Wangchhu 橋での OJT 状況

活動 1-3: DoR 管轄下の 2 橋(国道上の恒久橋及び県道上のベイリー橋)を選定し、DoR 職員(本部、地方事務所)、県技術者等を対象に、点検・診断、補修・補強に関する OJT を実施する。

DoR と JICA 専門家の間で協議が行われた結果、研修としてサイトアクセスが遠すぎるため、当初予定の Diana BSB (Samtshé Province) は Sarpang Province に点在する 2 橋梁 (Katlay III 橋及び Kopche 橋) を点検・診断及び補修・補強の OJT 対象橋梁とすることにした。この間、OJT も含めて 18 回のワークショップ及びセミナーを開催し、DoR 職員の累計参加者は 294 人であった。しかし、県技術者は予算が無いとのことで参加が無かった。

点検・診断及び補修・補強のマニュアルに基づき、点検の方法、診断の考え方、損傷の種類、損傷の程度から補修・補強工法を選定して OJT を実施することをセミナーやワークショップで説明していたが、2 橋梁とも補修・補強の緊急性が高いことが判明し、Sarpang 事務所職員と JICA 専門家が点検・診断を行った結果、2 橋梁とも緊急的な対応を講じる必要があったため限られた適切な補修工法そして補強工法を用いることになった。2 橋梁の確認事項そして OJT での対応について表 2.2.4 に示し、対象橋梁の諸元、OJT 時の参加者、OJT 実施状況や点検シート等を表 2.2.5 に示す。

なお、Kopche 橋の側壁で、プロジェクトで供与した鉄筋探査機を用いてコンクリートのかぶり厚さを確認したり鉄筋の位置を確認したり、さらにそれを基にコンクリートコア削孔機を使ってコア採取するなど、非破壊検査機器の使用方法を OJT にて十分指導し、DoR 職員も操作方法を学んだ。

















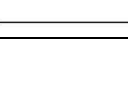
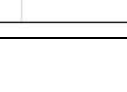














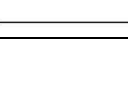
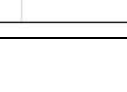














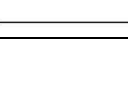
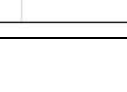
表 2.2.4 確認事項及び OJT 対応

橋梁名	確認事項	OJT 対応
Kopche 橋	<ul style="list-style-type: none"> ➢ サルパン事務所より車の移動で 30 分程度の場所に位置する。 ➢ 舗装ひび割れ(補修有)、床版下の漏水(一部水漏れ)が確認できる。 ➢ 床版コンクリートは骨材化している可能性があり、状態を確認する必要がある。 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 舗装を剥ぎ取り、床版の状態を確認し、床版の状態が悪い場合は、打ち換えと防水層を施工する。 ➢ 予算に限りがあるため、損傷が顕著な範囲のみ施工を行う。 ➢ 工事費は JICA(プロジェクト費)で負担する。(広報活動を兼ねる。) ➢ 施工後のモニタリングと追加工事は「ブ」国側で対応させる。 ➢ 側壁部を供与したコンクリートコア削孔機でコア採取し、中性化を状況を確認する。
Katlay III 橋	<ul style="list-style-type: none"> ➢ サルパン事務所より車の移動で 1.5 時間程度の場所に位置する。 ➢ 上部工に軽微な損傷(構造部材ではない RC に剥落と床板ひび割れ)がある。 ➢ 左岸側橋台は、洗堀により一部が浮いており、護岸の損傷も確認される。 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 橋台、護岸へのコンクリートによる増し厚により、洗堀対策を指導する。 ➢ DoR との交渉の結果、上記工事費は DoR が負担する。

出典：JICA 専門家

表 2.2.5 対象橋梁の諸元及び OJT 実施状況等

	Kopche 橋(Sarpang Province)	Katlay III 橋(Sarpang Province)
橋梁位置	PNH No. 3 上にあり、Gelephu から西へ約 9.5 km	PNH No.4 上にあり、Gelephu から北へ約 20.5 km
橋梁形式	8 連ボックスカルバート	RC 単純 T 板橋
橋長	32 m	24 m
点検・補修箇所	 <p>道路床版の点検補修及び側壁の点検</p>	 <p>橋台基部の洗堀箇所の点検及び補修</p>
OJT 実施状況	 <p>コンクリート削孔機によるコア採取</p>	 <p>洗堀箇所の点検・診断状況</p>

	Kopche 橋(Sarpang Province)	Katlay III 橋(Sarpang Province)																																																																																												
OJT 実施状況	 <p>道路床版損傷部のコンクリート補修</p>	 <p>洗掘箇所のコンクリート根固め補強</p>																																																																																												
点検シート 作成例	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">Damaged Pictures</th> <th colspan="4">Inspection Photographs</th> <th colspan="4">Inspection Photographs</th> </tr> <tr> <th>Inspector</th> <th>Location</th> <th>Damage No.</th> <th>Damage Description</th> <th>Inspector</th> <th>Location</th> <th>Damage No.</th> <th>Damage Description</th> <th>Inspector</th> <th>Location</th> <th>Damage No.</th> <th>Damage Description</th> <th>Inspector</th> <th>Location</th> <th>Damage No.</th> <th>Damage Description</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Damaged Pictures				Inspection Photographs				Inspection Photographs				Inspector	Location	Damage No.	Damage Description	Inspector	Location	Damage No.	Damage Description	Inspector	Location	Damage No.	Damage Description	Inspector	Location	Damage No.	Damage Description																																																																
Damaged Pictures				Inspection Photographs				Inspection Photographs																																																																																						
Inspector	Location	Damage No.	Damage Description	Inspector	Location	Damage No.	Damage Description	Inspector	Location	Damage No.	Damage Description	Inspector	Location	Damage No.	Damage Description																																																																															
																																																																																														
																																																																																														
																																																																																														
																																																																																														

出典：JICA 専門家

また、2 橋梁の異なる損傷に対する点検及び診断結果から DoR 職員へ補修、補強方法を取得させたが、OJT を通じて以下の項目を指摘し、理解をもとめた。

- 場当たりの点検・診断は行わない
- 損傷の種類やその程度がマニュアルと合致しているかを確認する
- モンスーンが毎年来襲し、橋梁構造物へ上流からの転石等で影響を受けていることから、また洗掘を促進させていることから、雨季後の点検を十分に行う
- 適切な補修・補強工法をマニュアルに照らし合わせて採用する

OJT を通じて参加した DoR 職員からの問題点を推挙すると以下のようであり、これらの問題点が解決することにより橋梁の維持管理が今後向上することは明白である。

- 対象橋梁が遠くにあり、サイトアクセスに時間を要する
- 適切に点検・診断、補修・補強を行える技術者がほとんどいない
- 点検・診断後の補修及び補強方法の決定は本部が行っている
- 補修・補強工法に対する適切な材料がなく、外国(近隣ではインドまたはタイ)に頼っている

また、プロジェクト期間中、点検・診断のセミナーそしてワークショップを通して橋梁点検・診断に関する知識を問うテストを実施した。一般概要を問う問題と橋梁の劣化・損傷事象から健全度の評価を問う問題に分けて出題した。結果として前者は8割程度の理解度であったが、後者は4割前後と低い結果となった。このため、実際の橋梁の点検・診断時には点検者によってバラツキが見られる懸念があることから、セミナーやワークショップでの予習、復習を繰り返すよう促した。なお、2022 年 4 月に行われたフォローアップセミナーにおいても同じテスト内容を確認形式で行った結果、一部の職員は忘れていた項目もあったが、概ね正解率も高いように思料した。

2.2.2 成果2

活動2: 橋梁維持管理マニュアル(点検・診断及び補修・補強)を DoR 本部技術者と共に整備する。

本プロジェクト開始時には DoR 本部には橋梁維持管理マニュアル(点検・診断及び補修・補強)は存在していなかった。このため、「ブ」国農業省へ日本の長期専門家が提出していた国交省のマニュアルをベースとして DoR 本部技術者と内容を見直しながら整備してきた。しかし、DoR 本部技術者もその内容を確認するのは初めてであり、また関連知識も低いことから以下の内容を理解させながら習得させた。

- 点検項目、点検部材、点検時の損傷名等の習得・把握が容易ではないこと
- 損傷評価を行う際に客観的な見方ができないこと(経験が少ないため、どうしても主観的にとらえている)
- 補修工法の流れが上手く理解できずに誤った補修の判断をするケースが目立っている
- 間違った補修や補強を行わないためにも、技術者同士でのセミナー資料のレビュー、問題点に対する討議が必要である
- マニュアルを使いこなせる技術者がほとんどいない

上記項目は経験を重ねることによって、マニュアルそのものの改定や新規工法の導入などが可能になることから、DoR 本部技術者へは橋梁サイトでは常に携行するようにプロジェクト期間中促し続けた。なお、点検・診断マニュアルは 2017 年 10 月までに作成され、2019 年 10 月に DoR へ提出し、承認された。また、補修・補強マニュアルは 2019 年 8 月までに作成され、2019 年 10 月に DoR へ提出し、承認された。

2.2.3 成果3

活動3: アウトプット 1 の活動の内容を踏まえ、橋梁新設工事における品質管理及び安全管理に関する現場チェックリストを DoR 本部技術者と共に整備する。

DoR 本部には現場チェックリストなるものが無く、また施工業者も品質管理や安全管理に関するものが無かった。これらを踏まえて DoR 本部技術者だけではなく地方事務所の技術者との意見も取り入れて品質管理、安全管理に関する現場チェックリストを以下の方法で作成した。なお、DoR 本部技術者として地方事務所の技術者と共に整備した現場チェックリストは 2017 年 10 月に草案がまとめられ、2019 年 10 月に DoR へ提出し、承認された。

- 工事現場でのチェック項目が把握できるように技術者とともに「YES」、「NO」の形式で作成した
- 本プロジェクトでは技術移転も含まれることから、作成した内容を一方的に示すのではなく、各チェック項目と内容を各技術者に一字一句読ませて理解を深めさせるようにした。
- 現場での OJT も踏まえたチェックリストの内容をお互いに確認しあった。
- 最終的には DoR 自ら改訂版が作成できるようお互いの理解を深めさせるようにした。
- 橋梁新設工事の品質・安全の向上のためには民間技術者の育成も不可欠であり、今後の育成方針について、優秀な技術者を育てること、「ブ」国の技術者自身が橋梁全体の工事を実施できること、の観点から技術者そのものを育成する主となる技術者への育成をする研修モジュールの策定方法について DoR へ助言した。

2.2.4 成果4

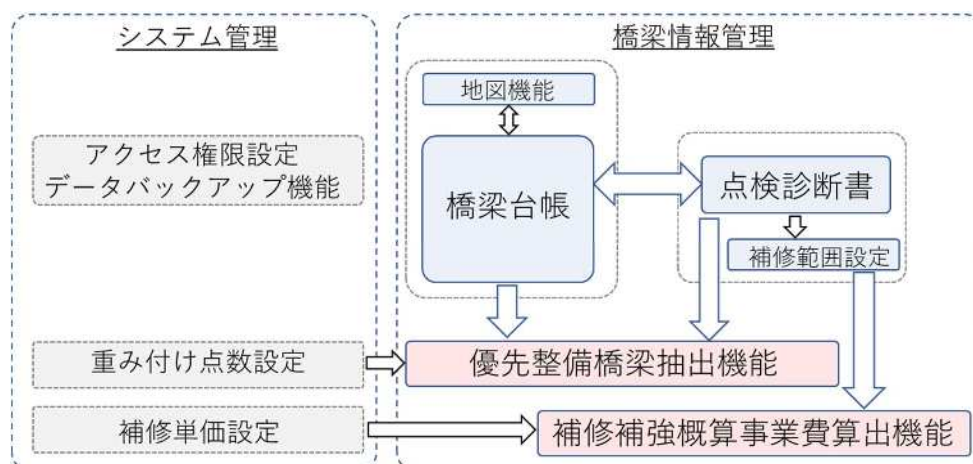
活動 4-1: DoR の既存の橋梁データベースの内容及び課題を把握した上で、DoR 本部技術者と共に、新たな BMS の構築を行う。

DoR 橋梁部では、紙ベースでの橋梁台帳が存在していたが、更新されていない、もしくは電子化による統合的管理をしていない状況であった。このため、セミナー及びワークショップを通してこれから構築していく BMS の概要を説明し、開発方針について DoR 本部技術者と共通認識を図った。なお、DoR が管轄する全国橋梁は、本部の DoR 橋梁部が統括機関となり、9つの地方事務所が各管轄の橋梁を管理する体制になっている。このため、BMS の構築にあたっては、スタンドアローン型(PC 固定ライセンス型)データベースではなく、すべての地方事務所職員が橋梁情報をいつでも入手・共有できる Web アクセスによるシステムを構築することを説明した。これにより維持管理実施部隊である地方事務所職員が主体となってデータを収集し、BMS へ入力及び活用が可能となった。しかし、BMS への橋梁台帳のデータ入力を終えている段階ですべてのデータが消失する事態に見舞われた。その時点では未だバックアップデータのシステムを整えておらず、全情報の 30%しか復元できなかった。このため、データバックアップシステムを早急に確立し、以後の安定的な体制、構築に努めた。

なお、BMS の開発内容は以下の通りであり、継続的に活用していくことで効果的に橋梁維持管理を行うことが可能となった。この間、セミナーとワークショップは DoR 本部そして地方事務所で合わせて 23 回開催され、参加者も累計で 291 人であった。

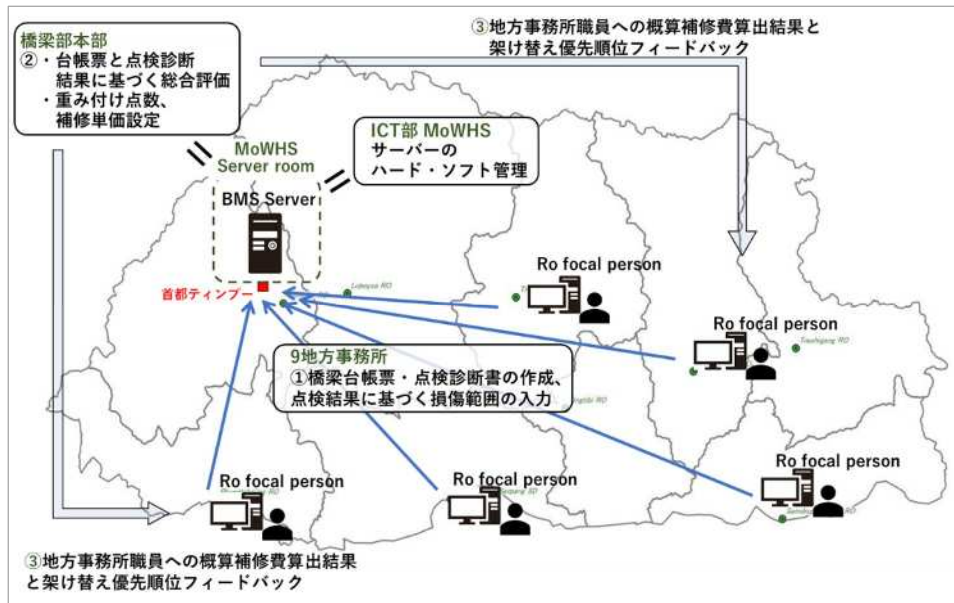
- ①情報を一元的に管理することで、橋梁管理者が橋梁の状況を容易に把握できる。
- ②補修・補強に係る概算予算が算定でき、予算に応じた対策の優先付けが可能となる。
- ③予防保全が可能となり、長期的な維持管理費用の縮小が図れる。
- ④適切な維持管理が可能となり、橋梁の長寿命化が図れる。

上記 4 項目を円滑に運営していくために、DoR 本部技術者とともに BMS 操作マニュアル(一般編、管理者編)の 2 編を作成した。BMS のシステム全体構成は図 2.2.3 に示すとおりであり、これに伴い DoR 本部橋梁部と地方事務所のシステム上の連携は図 2.2.4 に示すようにさらに向上し、また BMS へのアクセス権限を表 2.2.6、表 2.2.7 のように設定することによって、BMS 運営の責任体制がより明確になり DoR の橋梁維持管理が今まで以上に向上することは確かである。



出典: JICA 専門家

図 2.2.3 BMS のシステム全体構造



出典：JICA 専門家

図 2.2.4 橋梁部本部と地方事務所の連携

表 2.2.6 ユーザーごとのアクセス範囲設定

モジュール	アクセス範囲	ユーザー設定		
		Administrator	Manager	Dealing Officer
システム設定 (ユーザー権限設定)	全てのユーザー管理	○		
	個人ユーザー管理	○	○	
BMS	橋梁台帳の管理	閲覧	○	○
		編集	○	○
	橋梁点検結果の管理	閲覧	○	○
		編集	○	○
	橋梁健全度評価の管理	閲覧	○	○
		編集	○	○
補修・補強工法の管理	閲覧	○	○	
	編集	○	○	

出典：JICA 専門家

表 2.2.7 DoR エンジニアのアクセス権限

モジュール	アクセス範囲	アクセス権限		
		Administrator	Manager	Dealing Officer
DoR 橋梁部	Chief Engineer	○		
	Executive Engineer	○		
	Engineer		○	
DoR 地方事務所	Focal Person		○	
	Engineer			○

出典：JICA 専門家

橋梁諸元項目の提案に従い実施していく過程の中で、DoR で定義されている項目や収集可能な情報への変更作業を行った。これは、DoR 橋梁部との十分な協議の上実施され、持続性を担保した上での変更である。表 2.2.8 に変更項目を示す。

表 2.2.8 BMS における変更項目

	変更内容	BMS 内での変更	検討
橋梁台帳	DoR 管理基準に合わせた変更		
	道路名と区間の定式化	「Highway Name/Road Name」「Stretch Name」への変更	DoR 設計部によって整備された全国道路の道路台帳に合わせた変更
	その他情報の定式化	・「Bridge Classification」を Concrete・Steel・Composite・Bailey・Bailey Suspension に分類し定式化 ・その他「Deck Type」「Wearing Course Type」「Railing Type」「Abutment Type」「Pier Type」「Loading Capacity」「Completion Year」を定式化	入力者によって表現が異なるので、統一化を図ることを目的とし変更。プルダウン選択式でデータを入力
	橋梁番号の再設定	DoR 橋梁部が設定した橋梁番号に従い再設定	国道、県道等の始点から順にナンバリング(例:国道 1 号の場合は、PNH-01-001,002...)
	周辺環境条件の追加		
	代替ルート情報の追加	「Alternate route」の追加	同ルートで代替橋梁が確保できるかの判断
降雨条件の追加	「Rainfall」の追加と Heavy・Moderate・Light の定式化選択	洪水被害の可能性を判断するための指標として設定。ただし、上流域降雨条件や流域範囲等を考慮していないので基準が曖昧である。改良の余地を残した指標となっている	
橋梁点検診断書	橋梁点検結果に基づく改良		
	洗堀状況を「Overall Condition」へ移動	「Presence of Damage」内の項目から「Overall Condition」内の項目に変更	JIC 専門家と DoR 橋梁部との協議から、洗堀状況は落橋に直接関係する重要な情報であるため、「Overall Condition」へ格上げした

出典: JICA 専門家

活動 4-2: 橋梁点検・診断マニュアルに基づき、DoR が管理する全ての既設橋(272 橋)を DoR 職員(本部、地方事務所)、県技術者と共に点検し、橋梁の諸元や損傷状況等 BMS にインプットするデータの収集・整理を行う。

DoR が管理するすべての既設橋 272 橋(プロジェクト開始時の 2016 年 10 月)のインベントリーデータの収集は、2018 年 7 月に DoR 職員によって BMS に格納された。また、最初の点検・診断データの収集は、同様に BMS 内に 2019 年 1 月に格納された。現在の BSM へ格納された橋梁数は活動期間中に架け替えや新設等も行われ、前述の当初の 272 橋から 342 橋(2022 年 4 月)に増加したすべてのインベントリーデータ、点検・診断データ入力は完了しているが、BMS への入力までには、① 写真の撮り忘れ、② 撮影方向の間違い、③ 写真添付の間違い、④ 点検データの未入力、⑤ 単位入力ミス、⑥ 位置情報の不備、⑦ 橋梁名称等の基礎的知識の不足等、データを入力するうえで多くの問題があった。しかし、橋梁点検・診断を繰り返すことによって、これらの多くの入力ミスは徐々に改善されてきた。この結果、DoR として橋梁点検・診断マニュアルを基にして BMS へのインプット操作上の問題は現状では特に発生していない。

2.2.5 成果5

活動 5-1: 国道上の恒久橋及び県道・GC(Gewog(県に相当する行政単位) Connectivity Road) 道路・農道上の既存のベイリー橋を対象に、橋梁維持管理計画(中期計画、長期計画)を立案する。

橋梁維持管理を計画していく上で、DoR 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、さらに、これらの維持管理を実行に移行させるためにセミナーそしてワークショップを8回開催した。累計の参加者は84名となった。

橋梁の維持管理をしているのは前述しているように DoR の維持管理部の傘下にある9つの地方事務所である。しかし、DoR 本部と地方事務所の人材登用方法(人事・人材育成)、橋梁を維持管理するための予算等々、様々な管理の違いが露呈していた。このため、その場対応の橋梁維持管理ではなく、計画的に橋梁全体を総合的な観点から活動の中で計画することにしたが、以下のような問題点が目の前にあった。

- 管理体系が異なる組織体制
- 橋梁点検員そのものの人材不足
- 限られた予算措置による早期橋梁寿命

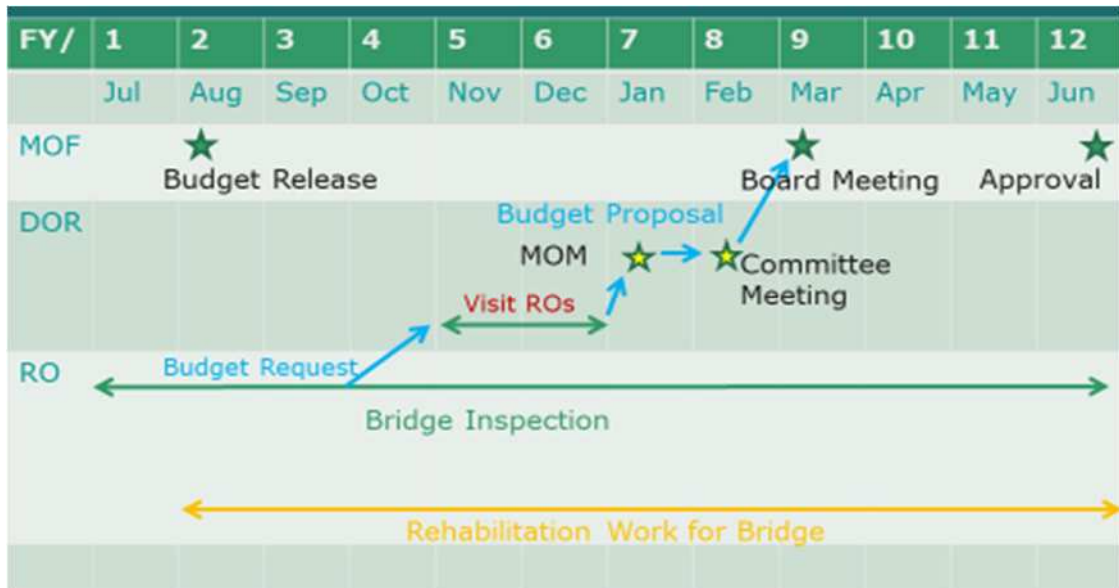
このため、これらの問題解決に向けた橋梁維持管理計画(中期計画、長期計画)は行動計画の一環として2019年10月に策定した。この計画では、「ブ」国の橋梁の中でもっとも被害の多い橋梁基礎の洗堀による橋梁の流出や倒壊を防ぐために、橋梁点検に重きを置いてモンスーンの前後2回(10月及び3月)に分けて全橋梁を必ず点検し、各結果のデータをBMSへ格納させるように働きかけた。点検の手法や点検結果の評価、補修・補強については中期計画、長期計画で若干異なるが、行動計画でこれらを示し理解を得た。

活動 5-2: DoR 地方事務所及び県の人材の有効活用を念頭においた、DoR の橋梁維持管理体制を構築する。

橋梁維持管理に必要な組織体制と人員については2019年10月にAction Plan(行動計画)の一環として構築した。本プロジェクト開始時(2016年10月)には、DoR 地方事務所に橋梁維持管理に関する組織は無く、点検・診断ができる知識、技術を持った人材もいなかった。このため、橋梁維持管理体制を構築する上で重要なカギを握るのはDoRの9つの地方事務所職員や県の職員への下記に示す育成や技術者の適正な配置である。

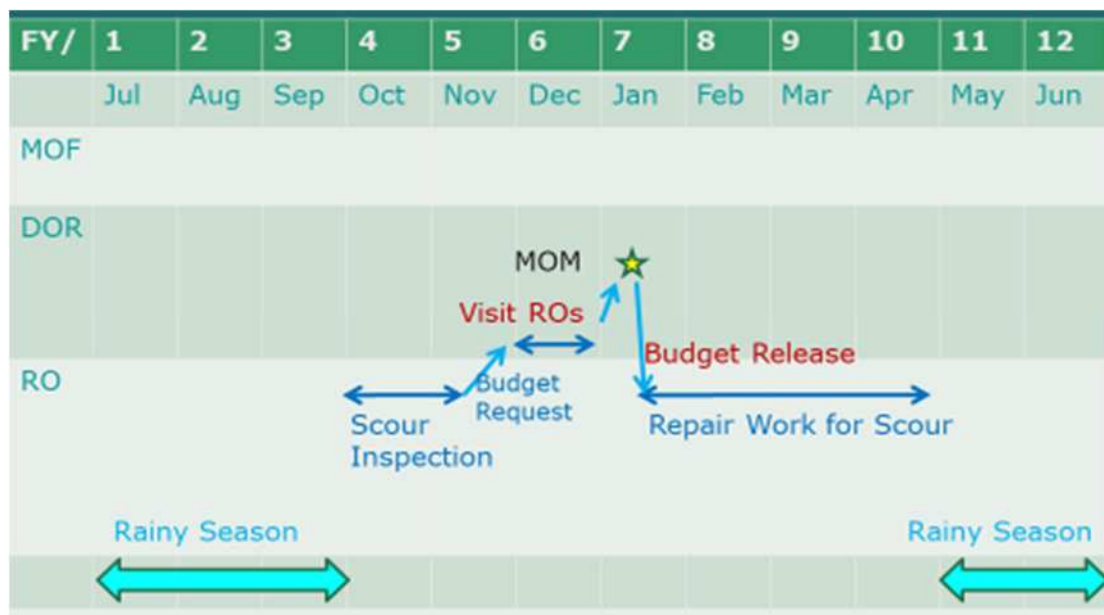
- DoR 本部職員、地方事務所職員を対象とした技術者育成
- DoR 本部に橋梁維持管理データの管理責任者を配置
- 各地方事務所に橋梁維持管理の責任者を配置

なお、「ブ」国内、特に南部地域においては雨季の集中豪雨による橋梁基礎部分の洗堀による構造物への影響が懸念された。このため、一般的な構造物点検から補修補強に至る流れと、雨季が終わってから次の雨季までの洗堀対策の2つの流れを考慮することにした。図 2.2.5 に予算年度内の通常の流れを、図 2.2.6 に災害発生時の流れを示す。



出典:DoR へのヒアリングより JICA 専門家が作成

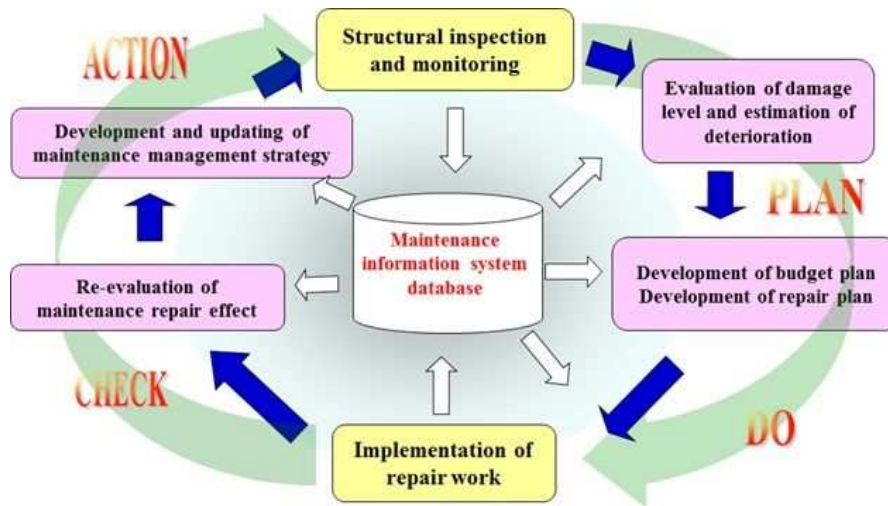
図 2.2.5 予算年度内の DoR における通常の作業フロー



出典:DoR へのヒアリングより JICA 専門家が作成

図 2.2.6 予算年度内の DoR における災害発生時の作業フロー

橋梁構造物を適切に維持管理し、長寿命化を図るには、図 2.2.7 に示す点検、診断、補修、記録・評価の維持管理サイクルを適切に回し、各段階で得られたデータを担当者が BMS にきちんと反映させていくことが何よりも重要であることを指導した。そのためにも、本プロジェクトで構築した BMS を中核に据えた維持管理サイクルを確立させることも意識させた。また、表 2.2.9 に示すように橋梁維持管理サイクルの各段階において点検の実施、点検結果の取りまとめ、補修・補強方法の設定、予算の確保、工事の発注、工事の監督など、責任を明確にすることも構築することにした。



出典: JICA 専門家

図 2.2.7 維持管理サイクル

表 2.2.9 各段階における責任者

各段階	実施	確認及び承認	同報	備考
点検	地方事務所	地方事務所	本部	診断、記録を含む
補修内容・設計	地方事務所	本部	—	簡易な設計は RO で実施
積算(調達)	地方事務所	本部	—	
施工管理	地方事務所	地方事務所	本部	

出典: JICA 専門家

活動 5-3: DoR の橋梁維持管理政策を策定する。

DoR の維持管理政策に関する方針は Action Plan (行動計画) の一環で 2019 年 10 月に策定した。この中で、推奨した基本方針は以下の通りである。

(1) 予算措置

5 年計画の特徴は、多くの部分を GOI、ADB、WB など、複数のドナーの支援を受けていることである。全体計画を明らかにすることで、説明責任を果たすばかりでなく、維持修繕計画を含め全体が効果的に機能するしくみを作る必要がある。

一方、第 11 次 5 年計画(2013-2018 年)では道路・橋梁予算 27,135.463 百万 Nu が計上されている。そのうち、維持管理費用としては 3,168.200 百万 Nu が計画されている。2015-2016 年ではほぼ 1/5 に相当する 578.749Nu が充当されているが、橋梁維持管理には 7.019(1.2%)百万 Nu が配分されているに過ぎない。第 12 次 5 年計画(2019-2023 年)でも道路・橋梁の維持管理費用として 3,000 百万 Nu、橋梁維持管理には 42 百万 Nu(1.4%)が配分されているに過ぎず、不十分な状況と言わざるを得ない。DoR が 2018 年に実施した検討では、ペイリー橋の架け替えに 740 百万 Nu が必要と試算されており、第 12 次 5 年計画では計上すらされていない。このことから、第 13 次 5 年計画以降は実態に即した維持管理計画を策定し、予算確保に向けて政府内の理解を深める必要がある。また、必要に応じてドナー団体への支援の要請も重要であると考えられる。







(2) 新技術の導入

橋梁点検、補修補強、架け替えの各段階において事業を経済的かつ効率的に実施するため、「ブ」国の条件に合致した新技術の導入を推奨する。

1) 点検

点検方法として、次表のものを推奨する。

表 2.2.10 新技術の導入-点検方法



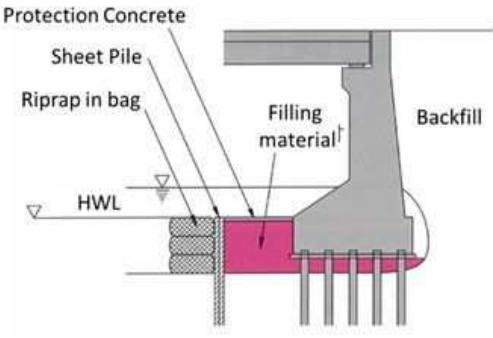
Digital Binocular	Rod Camera	Bridge Inspection Vehicle
		
<p>遠方(主に路下)からの目視点検に活用。【費用:低】</p>	<p>ロッド先端に取り付けたカメラを点検対象箇所へ接近させ、目視点検を実施。【費用:低】</p>	<p>路上から点検対象箇所へ接近し、点検を実施。点検員が直接接近可能(ひび割れ計測、たたき点検等可能)。【費用:高】</p>
Drone	Ninja Tech	Sky Master
		
<p>カメラ付きのドローンで点検対象箇所へ接近し、目視点検を実施。【費用:低～中】</p>	<p>ロープ他特殊機材を用いて点検対象箇所へ接近。橋梁点検車や高所作業車でのアクセスが困難な箇所の近接点検も可。ただし技能習得に長期間を要す。</p>	<p>路下から点検対象箇所へ接近し、点検を実施。点検員が直接接近可能(ひび割れ計測、たたき点検等可能)。【費用:高】</p>

出典: JICA 専門家

2) 補修・補強

補修・補強方法として、次表のものを推奨する。

表 2.2.11 新技術の導入-補修・補強

Water Proof Layer for Concrete Deck	Epoxy Injection
	
<p>コンクリート床版上に防水層を設置し、床版コンクリート内部への水の進入を防止。</p>	<p>コンクリート構造物のひび割れ補修技術。ひび割れ部にエポキシ樹脂を注入し、ひび割れを補修。</p>
Carbon Fibre	S Steel Plate Attachment
	
<p>コンクリート構造物の補強技術。補強対象箇所に炭素繊維シートを貼り付けて一体化させ、強度を上げる。</p>	<p>鋼構造物の補強技術。腐食等により劣化が進展した部分に新たに鋼板を添接し、構造物を補強。</p>
Precast Concrete Protector for Scour	Sheet Pile Protector for Scour
	
<p>河床をプレキャスト製コンクリート防護板で覆うことにより、河床を洗堀から防護。</p>	<p>河川内の橋脚基礎周囲に鋼矢板を打設しその外側を蛇籠で防護することにより橋脚周囲の局所洗堀を防止。</p>




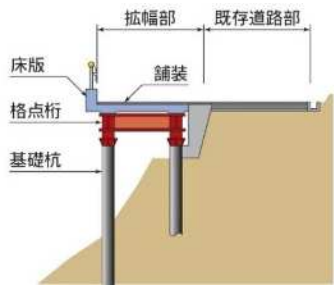
※現場打ちコンクリートによる橋梁下部工の洗堀防止工に関しては表 2.2.5 の事例を参照

出典: JICA 専門家

3) 架け替え

架け替え工法として、次表のものを推奨する。

表 2.2.12 新技術の導入-架け替え

Deep Pile Foundation	Open Cason Foundation
	
<p>複数の杭を支持層まで掘削し、橋梁構造物の荷重を支持。</p>	<p>円筒状等の中空構造物を構造物内側の地盤を掘り進めながら支持層まで掘削し、橋梁構造物の荷重を支持。</p>
Metal Road	
	
<p>メタルロード工法は、狭小な地形や急峻な場所での道路拡幅や、道路新設に最適な工法であり、杭と桁が道路方向及び道路直角方向とも剛結された立体ラーメン構造で、手述べ施工により、既存道路交通を確保したまま施工が可能。</p>	

出典: JICA 専門家

4) その他

「ブ」国内の橋梁架設箇所では桁下高が高く、ビティー足場を組むことが困難な現場が多い。今回のプロジェクトでも上部構造にコンクリートの剥がれや鉄筋露出などの劣化した橋梁が多く確認されているが、このような現場での詳細点検や補修工事においては路面から桁下面への吊り足場を設置する必要がある。現時点で「ブ」国内において桁上から桁下面への足場設置の手法は確立されておらず、今後安全で効率的な吊り足場設置の手法の導入が推奨される。併せて、恒久的な検査路に関して、新設橋は原則設置とし、既設橋はその重要度を勘案したうえで可能な限り設置することが望まれる。

(3) 人材育成

限られた人材を有効に活用するため、DoR 技術者の橋梁維持管理に関する技術レベルを引き上げることが喫緊の課題である。「ブ」国政府内の留学制度や JICA プログラム等を通じて技術レベルを高めることが求められる。

1) 留学

DoR では 2019 年 10 月から日本の大学の橋梁分野の修士コースを修了した技術者が 2 名復帰しており、橋梁の維持管理の面で専門性を高めている。

2021 年 3 月時点では DoR から日本国内の国立大学の工学部土木系修士コースに 5 名のエンジニアが留学してそれぞれの主に橋梁の建設や維持管理に関するテーマについて研究中である。これはこれまでに実施してきた JCC 等での提案の結果でもあり、今後彼らが帰国したのちには DoR における橋梁技術指導者としての活躍が期待される。

2) 橋梁点検員教育訓練制度 (Safety Inspection of In-Service Bridges)

アメリカ連邦道路局 (FHWA) では連邦、州、地方政府のハイウェイ担当機関において、橋梁点検を担当もしくはそれに関与している職員及び同様の職務を行なうコンサルタントを対象とした教育訓練制度を設けている。FHWA-NHI-130101 Introduction to Safety Inspection of In-Service Bridges (ウェブラーニング) を 70 点以上の成績で修了しているか、5 日間の研修コース FHWA-NHI-130054 Engineering Concepts for Bridge Inspectors を修了していることが参加条件であるが、国籍に関係なく参加できる。講義と試験で 8 日間、現場点検実習が 2 日間、合計 10 日間のコースで 2150US\$ の参加費に加え、渡航費及び滞在費が必要となるが、世界標準的な橋梁点検技術を習得するには非常に良い訓練コースであると考えられる



出典: FHWA

図 2.2.8 点検講習受講証明書

3) ドローン操縦研修

国土交通省及び経済産業省は、労働力不足が懸念される中、今後増大するインフラ点検を効果的・効率的に行い、また、人が近づくことが困難な災害現場の調査や応急復旧を迅速かつ的確に実施する実用性の高いロボットの開発・導入を促進する検討を行っている。ドローンでの点検に関してはまだまだ課題はあるものの、近接の難しい橋梁の多い「ブ」国では非常に有効な点検手法と考えられる。日本国内では地方整備局や専門学校等でドローン操縦の研修コースが開催されているが、そのような講習会に参加するか、インドやタイなど近隣諸国で同様の研修コースが開催されるのであれば、そのようなコースに参加して点検技術を習得することを推奨する。

4) 特殊高所技術

近年、日本国内においても近接の困難な橋梁点検において特殊高所技術を用いた点検が多く実施されている。日本から技術者を呼び寄せての点検は非常に費用が掛かってしまうが、「ブ」国内の技術者を日本に派遣して技術を習得させれば今後の「ブ」国内における橋梁点検の有力な手法となりえる。技術者養成には日本での 2 年程度の養成期間及び経費が必要となるが、簡易な補修も可能であり、導入が推奨されるべき技術である。実際、この技術に注目したモロッコ王国国営道路公社が 3 人の技術者を日本に派遣して実習を重ね、実務資格を取得し、2018 年からは独自に橋梁点検を実施している。

(4) 架け替え橋梁のための設計ガイドラインの策定

「ブ」国においては新規に橋梁を建設する場合、インドのデザインコードやドナー国の設計基準によって橋梁計画が検討され、設計がなされることが多い。今後、DoR 独自で設計することも増加すると思われることから、「ブ」国特有の条件を考慮した「架け替え橋梁設計ガイドライン」の策定を推奨する。

(5) 既設橋梁(ベイリー橋含む)の架替え及び補強計画

1) はじめに

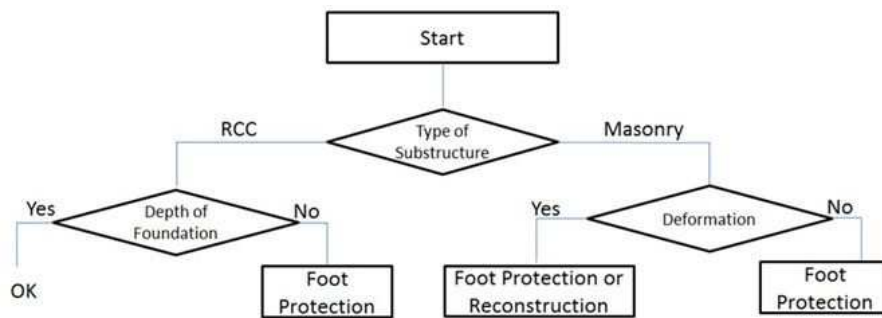
本プロジェクトの重要な柱である橋梁維持管理計画において、構造的に脆弱なメゾンリー基礎の補修・補強・改築並びに道路整備の進捗を図るために導入された仮設橋(ベイリー橋)の改善は、道路機能を健全に保持するという面において非常に重要な項目である。このため、「ブ」国政府が取り組むべき政策の一つとして「既設橋梁の補修補強、架替え計画(案)」として取りまとめるものである。

2) 架け替え及び補修補強の基本方針(補修、補強、架け替え)

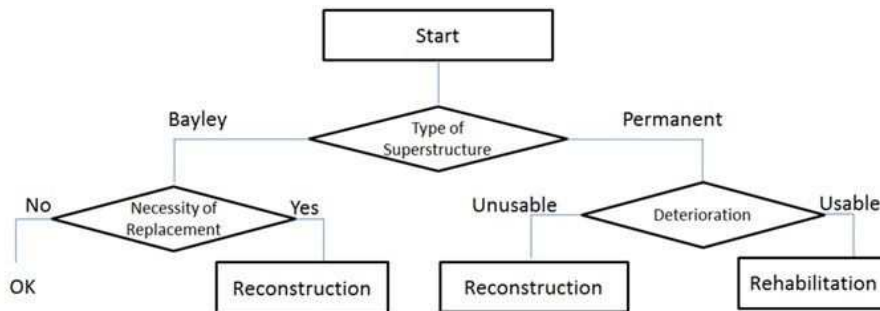
仮設橋として建設されたベイリー橋に関しては基本的に架け替えることとすべきであるが、当面の目標年次(2040 年)や予算的な制約、対象橋梁の下部構造形式、橋梁全体の劣化状況等を勘案して以下の考え方で事業を進めて行くことが望まれる。

- すべての国道のベイリー橋については 20 年以内に架け替えを実施する。
- 県道上、市町村道及び農道上のベイリー橋については補修補強または架け替えの判断をしたうえで 20 年以内に対策を実施する。補修補強または架け替えの判断については下記のフローに従って判定を行う。
- メーソニー基礎は架け替え、または補強を実施する。
- その他の橋梁も含め、毎年の点検結果に基づき、次のフローに従って対策判定を実施する。

コンクリート基礎であっても根入れ深さが十分でない場合には洗掘によって倒壊する可能性があるため、根固め工を実施する。また、対策が必要となった橋梁について根固め工が物理的に不可能な場合には架け替え対象に加えることとする。



Flow Chart for Substructure Rehabilitation



Flow Chart for Superstructure Rehabilitation

出典：橋梁点検・診断マニュアル

図 2.2.9 Flow Chart of Selection for Countermeasures

3) 優先順位の検討

橋梁維持管理に割り当てられる予算が非常に限定的な状況の中、中期橋梁維持管理計画での補修工事、長期維持管理計画での橋梁架け替え工事などで優先順位を検討することは非常に重要である。優先順位付けの設定は DoR 本部橋梁部と十分に議論し最終化した。なお、これらの重み付けは、橋梁状況に合わせて適宜替えることは可能である。それらの考え方の概要を表 2.2.13 に示す。なお、優先順位は各項目に応じて点数を設定し、その合計の大きい橋梁が対策の優先順位が高いものとした。また、各項目で重み付けを行い、最大点で 20、15、10、5 といった調整を行った。このうち、20 点を設定したものは、「仮橋又は永久橋」、「道路規格」、「供用年数」、「橋梁全体の健全度」、「桁の損傷（ひび割れ、漏水、変形）」であり、この考え方については DoR 側と十分な議論を行ったこともあり相違は無かった。なお、これらの重み付けの数値は変更が可能であり、今後の橋梁管理を行う上でも重要である。

表 2.2.13 優先順位付けの考え方

大分類	小分類	対策の優先順位が高い条件
橋梁条件	仮橋又は永久橋	仮橋の場合
	道路規格	国道 (Asian or Primary National Highway) の場合
	下部工形式	じゃかご形式等の脆弱な構造の場合
	活荷重	設計活荷重が小さい場合 (最小 8t)
	交通量	交通量が多い場合
	降雨量	雨が多い場合
	迂回路	迂回路が無い場合
	供用年数	供用年数が長い場合
損傷状況	コンクリート構造物	ひび割れ、鉄金露出、漏水等の損傷が大きい場合
	鋼構造物	さび、ひび割れ、塗装劣化等の損傷が大きい場合
	橋梁全体の健全度	洗堀、変形等により橋梁の安全性が乏しい場合

出典: JICA 専門家

点検結果を加味した補修補強等の優先順位を評価した結果の上位を表 2.2.14 示す。トップにランクインしたブツォリン事務所の Padazekha 橋は1級国道 20、う回路なし 5、降雨量 5、ベイリー橋 10、メイソニー基礎 7、床版のクラック 7、鉄筋露出 10、漏水 15、豆板 5、主桁の腐食 5、塗膜劣化 5、下部工の遊離石灰 10、豆板 5 の合計 119 点となっている。また、第 2 位のティンティビ事務所の Andhigangchu 橋は1級国道 20、降雨量 2、メイソニー基礎 7、設計活荷重 2、橋齢 8、洗堀 20、床版の漏水 7、主桁の遊離石灰 15、下部工のクラック 5、鉄筋露出 10、遊離石灰 7、豆板 5 の合計 108 点となっている。15 位までにランクインした損傷の特徴としては洗堀やはらみだし、変形といった橋梁の崩壊に結び付く不具合が 8 橋で確認されており、その他はコンクリートの主桁や床版に漏水が認められるものが多い。以上のような損傷状況と道路の重要性や橋梁構造物の脆弱性などが加味されて優先順位が示されており、橋梁管理者として参考にするデータとしては有益である。



出典: DoR

写真 2.2.1 Andhigangchu Zam

表 2.2.14 損傷橋梁の評価結果 (2022 年 4 月時点)

Lanking	Office	Bridge Name	Bridge No	Total Point	Superstructure	Abutment	Main Damage
1	Ph	Padazekha Zam	PNH-09-002	119	Bailey	CRM	Free Lime, Corrosion
2	Ti	Andhigangchu Zam	PNH-10-010	108	Concrete	RRM	Scouring, Free lime
3	Tr	Tyelegangchu Zam	PNH-04-001	99	Concrete	RRM	Peeling
4	Tg	Buyaug Zam	PNH-12-005	88	Concrete	RCC	Peeling
4	Ti	Golipong Zam	PNH-04-011	88	Concrete	RRM	Peeling
4	Ti	Chablechu Zam	PNH-04-012	88	Concrete	RRM	Peeling
7	Th	NIE Zam	PNH-06-002	87	Bailey	RCC	Scouring
8	Ph	Kuenphen Zam	SNH-07-005	84	Bailey Suspension	RCC	Deflection
9	Ph	Tashicholing Zam	SNH-07-014	82	Bailey	RRM	Scouring
10	Th	Khasadrapchu Zam	SNH-14-001	80	Bailey	CRM	Scouring
10	Th	Pangrizampa Zam	DZR-1401-001	80	Bailey	RCC	Inclination
12	Ph	Jitti D Zam	SNH-07-013	78	Bailey	RCC	Scouring
13	Sa	Katly- III Zam	PNH-04-015	76	Concrete	CRM	Water leakage
14	Sa	Kami Khola Zam	PNH-05-019	75	Concrete	RRM	Water leakage
15	Ph	Shingkhola Zam	PNH-09-003	73	Bailey	RCC	Deflection
15	Ph	Lengthey Zam	SNH-07-008	73	Bailey	RRM	Painting

出典: BMS より JICA 専門家が作成

(6) パイロットプロジェクトの実施

1) 補修工事プロジェクト

本プロジェクト終盤の議論の中で、「橋桁本体の補修補強をしたいが実際にどうやって実施すればいいのかわからない」と相談された事例があり、補修補強方法は多岐にわたるため、その主なものについて現場で実習させるプロジェクトが必要であると考えられる。また、点検後の診断において、補修と決定された橋梁のうち、コンクリート橋と鋼橋、基礎工（洗堀）の分野からそれぞれから 1 橋を選定し、パイロットプロジェクトとして設定、その際に以下の手順に従い実施することが望ましい。

i) 補修内容の決定、必要に応じた設計

パイロットプロジェクトでの補修工法は、例えばコンクリート構造物の場合、ひび割れ注入工、断面修復工、表面保護工、伸縮装置取替工、部分打替え工、橋面防水工などが想定されるが、候補橋梁の損傷を確認のうえ、適切な補修工法を決定する必要がある。また、別頁で導入が推奨されている新技術等に関しても、積極的に採用することが期待される。

ii) 施工計画立案及び積算

i) で選定した工法に基づき施工計画を立案し、それに基づいて積算を実施する。その際に使用する積算基準は既存のものを使用することが想定されるが、「ブ」国内に存在しない単価、歩掛等については、調査を行うなどして可能な限り取り込むことが望ましい。（将来の外注も視野に入れ競争入札を実施する場合、応札者の技術力や過去の工事实績、従事技術者の資格や経験、入札価格を点数化することにより、業者選定の効率化が図られるものと思料する。）

iii) 施工管理（工程、品質、安全等）

工事着手前に作業員の確保及び資機材の手配を実施するとともに、施工計画を適宜更新する。施工期間中は、監督職員は施工者と密に調整を行い、計画された工程を遵守するように努める。また、品質（資材・出来栄）の確保ならびに現場での安全管理にも配慮することが望まれる。

iv) 検査、評定【外注の場合】

iii) と密接に関係するが、施工期間中及び完了後に監督職員は検査を行うこととする。その際に評定点をつけて施工者の客観的評価を行うことが重要である。さらに、その評定点を以降の調達の際に活用することで、施工者のモチベーションならびに質の向上が期待できる。

2) 過積載車両監視

過積載車両を監視し取締りを行うことは、荷重制限が設けられているベイリー橋のみならず、橋梁構造物の疲労損傷等を防ぐ観点からも非常に重要である。そのため、幹線道路ならびにそれに準ずる道路上にある橋梁付近に軸重を計測することを目的に、以下に示す機器（装置）を導入する。

- 可搬式軸重計（静的計測）
- Weigh-in-Motion（動的計測）

2.2.6 本邦研修

(1) コースの名称

和名:橋梁施工監理及び維持管理研修

洋名: Training on Construction and Maintenance of Bridges in Japan

(2) 研修期間

平成 31 年 2 月 22 日(来日)～同年 3 月 9 日(離日)

(3) 研修員人数

11 名 (下表)

表 2.2.15 研修対象者と職務内容

所属機関	研修員氏名	役職
Department of Roads, Ministry of Works and Human Settlement	Mr. Tshewang Rinzin	Engineer Tingtibi Regional Office
	Mr. Sanjai Kumar Bomzan	Assistant Engineer IV Lobeysa Regional Office
	Mr. Sonam Tenzin	Executive Engineer Lingmithang Regional Office
	Mr. Sonam Jamtsho	Engineer Sarpang Regional Office
	Ms. Yangki	Assistant Engineer II Trongsa Regional Office
	Ms. Durga Devi Sharma	Engineer Trashigang Regional Office
	Ms. Kinley Choden	Engineer Samdrup Jongkhar Regional Office
	Ms. Tashi Wangmo	Assistant Engineer Phuentsholing Regional Office
	Mr. Kinley Dorji	Executive Engineer Thimphu Regional Office
	Mr. Rinchen Khandu	Executive Engineer Bridge Division
	Mr. Jigme Dorji	Engineer Bridge Division

出典: JICA 専門家

(4) 研修の目的

本研修は、日本における橋梁施工監理及び橋梁維持管理の仕組みやその具体的実施方法について学ぶことにより、それらに関する理解の深化がなされ、その結果として、本国での自主的な橋梁維持管理計画の策定や、研修員の現場施工監理能力の向上に資することを目的としている。

(5) 研修の到達目標

本研修プログラムは、橋梁維持管理に係る知識・経験が豊富であるとともに高い施工監理能力を有する日本において、今までの経験に裏打ちされた橋梁維持管理の思想、仕組み並びにその実施手法、現場における施工監理、材料の品質管理のあり方について、直接その目で確かめながら学ぶものとする。研修の到達目標及びプログラムの構成イメージを次図に示す。

到達目標

研修員が自主的に橋梁現場の品質管理・安全管理ができ、橋梁維持管理の方法、運営を計画できる

(研修項目 1) 橋梁維持管理マネジメント概論(点検・診断・補修)

【研修方法】:道路管理者及び関連会社による講義、見学

【研修機関】:阪神高速道路(株)、阪神高速技術(株)

(研修項目 2) 山間部の橋梁視察・維持管理方法

【研修方法】:山間部の道路管理者による講義、見学

【研修機関】:十津川村役場

(研修項目 3) コンクリート構造物の損傷、橋梁点検デモンストレーション、日常維持管理マネジメント

【研修方法】:道路管理者及び関連会社による講義、実習

【研修機関】:阪神高速道路(株)、阪神高速技術(株)

(研修項目 4) 橋梁施工現場視察及びコンクリート品質管理・安全管理

【研修方法】:橋梁施工現場、生コンクリート製造事業所等の見学

【研修機関】:阪神高速道路(株)、(株)関西宇部

(研修項目 5)アクションプラン作成・発表・評価

【研修方法】:道路管理者による実習

【研修機関】:阪神高速道路(株)

成果発表、評価会

出典: JICA 専門家

図 2.2.10 研修プログラムの概念図

(6) 日程表

研修日程は次表に示すとおりである。

表 2.2.16 研修日程表

日付	時刻		研修内容	研修場所	研修項目
2/25(月)	10:00	～ 10:40	ブリーフィング	JICA 関西	—
	10:50	～ 11:40	プログラムオリエンテーション		—
	14:00	～ 16:00	研修プログラムオリエンテーション 阪神高速道路の概要	阪神高速道路(株) 本社	研修項目 1
2/26(火)	10:00	～ 11:45	道路・橋梁維持管理概論	阪神高速道路(株) 本社	研修項目 1
	13:00	～ 16:30	橋梁維持管理マネジメント (点検・診断・補修)		研修項目 1
2/27(水)	8:20	～	移動(JICA 関西→十津川村)	—	—
	13:00	～ 17:30	山間部における道路・橋梁維持管理について	十津川村役場	研修項目 2
2/28(木)	8:30	～ 10:30	山間部の橋梁視察	猿飼橋 他	研修項目 2
	10:30	～ 13:30	移動(十津川村→奈良市)、昼食	—	—
	13:30	～ 15:30	日本文化理解(奈良・東大寺)	—	—
3/1(金)	10:00	～ 11:30	日常維持管理業務マネジメント	阪神高速道路(株) 本社	研修項目 3
	13:00	～ 17:30	橋梁点検デモンストレーション	阪神高速技術(株) 阿倍野事業所	研修項目 3
3/2(土)		～	日本文化理解(京都)	—	—
3/3(日)		～	休日	—	—
3/4(月)	10:00	～ 11:00	過積載車両対策について	阪神高速道路(株) 本社	研修項目 3
	13:00	～ 15:00	コンクリート構造物の損傷について		研修項目 3
	15:00	～ 16:00	研修成果中間とりまとめ		—
3/5(火)	10:00	～ 12:00	震災資料保管庫・道路保全資料保管庫見学	震災資料保管庫	研修項目 1
	14:00	～ 15:00	明石海峡大橋見学	明石海峡大橋	研修項目 4
	15:30	～ 16:30	橋の科学館見学	橋の科学館	研修項目 4
3/6(水)	10:00	～ 12:00	道路維持管理データベースについて	阪神高速道路(株) 本社	研修項目 3
	13:00	～ 15:00	橋梁施工管理現場見学	阪神高速道路 西船場 JCT 改築工事現場	研修項目 4
	15:30	～ 17:00	コンクリート品質管理現場見学	(株)関西宇部 港工場	研修項目 4
3/7(木)	10:00	～ 12:00	アクションプラン作成	阪神高速道路(株) 本社	研修項目 5
	13:00	～ 16:30	アクションプラン作成		研修項目 5
3/8(金)	10:00	～ 12:00	アクションプラン作成	阪神高速道路(株) 本社	研修項目 5
	13:00	～ 15:00	研修成果発表用資料作成		—
	15:00	～ 16:00	研修成果発表会		—
	16:00	～ 17:00	評価会・閉講式		—

出典: JICA 専門家

(7) 研修カリキュラム

研修内容は下表に示すとおりである。

表 2.2.17 研修内容(1/2)

科目種別	講義名	受入先/講師	講義/見学概要
1.橋梁維持管理 マネジメント概 論(点検・診 断・補修)	阪神高速道路の概要	阪神高速道路(株) 玉川 大	<ul style="list-style-type: none"> 日本の道路政策及び道路網発展経緯 都市高速道路の運営管理の実態について
	道路・橋梁維持管理 概論	阪神高速道路(株) 岡本信也	<ul style="list-style-type: none"> 道路構造物の経年劣化並びに予防保全の概念 構造物点検並びに損傷の概要 維持管理サイクル及びデータベース 舗装の維持管理について
	橋梁維持管理マネジ メント(点検・診断・補 修)	阪神高速技術(株) 鍋島 涉 安藤 翠 小林 寛	<ul style="list-style-type: none"> 構造物点検の種類及び頻度について 点検使用機材及び技術について 点検時における現場応急処置 損傷判定基準(損傷度のランク付け) 補修優先度の設定(一次判定、二次判定) 補修設計
	震災資料保管庫・道 路保全資料保管庫見 学	阪神高速道路(株) 玉川 大	<ul style="list-style-type: none"> 阪神・淡路大震災被災構造物の視察 震災からの復旧方法及び震災後の耐震対策の説明 経年劣化構造物の視察 橋梁維持管理に係る新技術の紹介
2.山間部の橋梁 視察・維持管 理方法	山間部における道 路・橋梁維持管理に ついて	十津川村役場 山崎徹久	<ul style="list-style-type: none"> 日常的な道路・橋梁維持管理について 維持管理関連予算の推移 橋梁長寿命化計画 補修対象橋梁の選定方法(優先度の検討方法) 斜面崩壊について 橋梁補修工事現場見学(田良原橋)
	山間部の橋梁視察	十津川村役場 山崎徹久	<ul style="list-style-type: none"> 補修完了橋梁(猿飼橋)における補修内容及び高機能化の説明 修繕代行事業の説明

出典: JICA 専門家

表 2.2.18 研修内容(2/2)

科目種別	講義名	受入先／講師	講義／見学概要
3.コンクリート構造物の損傷、橋梁点検デモンストレーション、日常維持管理業務マネジメント	日常維持管理業務マネジメント	阪神高速道路(株) 川上順子	<ul style="list-style-type: none"> ・日常道路維持管理の実務内容 ・道路法面の維持管理について
	橋梁点検デモンストレーション	阪神高速技術(株) 西尾康政 塚本成昭	<ul style="list-style-type: none"> ・非破壊検査機器を用いた非破壊検査実習 ・高所作業車による構造物点検実習 ・橋梁点検車による構造物点検実習 ・特殊高所技術(Ninja-tech)を用いた点検の視察 ・維持補修用資機材の視察 ・ドローンの視察
	過積載車両対策について	阪神高速道路(株) 遠藤宏美	<ul style="list-style-type: none"> ・過積載車両が構造物へ与える影響 ・特殊車両の通行制限・許可制度 ・過積載車両取締の実施 ・軸重計測装置について
	コンクリート構造物の損傷について	阪神高速道路(株) 岡本信也	<ul style="list-style-type: none"> ・コンクリート桁の損傷の種類と発生メカニズム ・コンクリート床板の損傷 ・コンクリート構造物の補修方法 ・コンクリートの劣化機構(塩害、中性化、ASR)
	道路維持管理データベースについて	阪神高速道路(株) 川上順子	<ul style="list-style-type: none"> ・阪神高速の道路維持管理データベースの説明 ・阪神高速でのデータベースの活用方法 ・損傷度の入力方法に関するケーススタディ
4.橋梁施工現場視察及びコンクリート品質管理・安全管理	橋梁施工管理現場見学	阪神高速道路(株) 辻野博史	<ul style="list-style-type: none"> ・阪神高速道路 西船場 JCT 改築事業の説明 ・阪神高速道路 西船場 JCT 改築工事現場の視察
	コンクリート品質管理現場見学	(株)関西宇部 伊藤 徹 他	<ul style="list-style-type: none"> ・生コンクリート製造工程の説明 ・材料計量管理の説明 ・生コンクリート品質確認試験の説明
	明石海峡大橋、橋の科学館見学	阪神高速道路(株) 玉川 大	<ul style="list-style-type: none"> ・明石海峡大橋の施工記録について ・明石海峡大橋の施工技術について
5.アクションプランの作成・発表・評価	アクションプラン作成	阪神高速道路(株) 玉川 大 他	<ul style="list-style-type: none"> ・補修対象橋梁の優先順位付けにあたっての評価指標の選定 ・各評価指標の重要度の設定 ・検討した指標及び重要度に基づく補修対象橋梁の優先順位付けに関するケーススタディ ・橋梁点検計画(点検対象構造物, 点検種類, 頻度) ・維持管理サイクルに基づく年間スケジュール

出典: JICA 専門家

(8) 研修参加への意欲・受講態度

研修員は各自がそれぞれの担当部署の状況・課題を認識しており、帰国後に活用できる知見を得ようとい欲的に研修に取り組む姿勢が確認できた。講義中は講師に対する活発な質問と併せて、研修員同士での議論も熱心に行われていた。研修期間中の受講態度は常に良く、各種伝達事項もリーダー格の研修員から皆に適切に伝達されており、研修期間を通して非常に規律の取れた受講態度であったと言える。

(9) 研修で得られた成果について

Questionnaire への研修生のコメントより、成果は十分に得られたものと考えられる。今回の研修は、本邦における橋梁維持管理、施工監理の実態(知識・経験・体制・設備)を直接的に理解し、さらに、本邦と自国との環境の違いについても直接的に理解した上で、何をどのように自国に反映させるべきかを検討する有益な機会となった。特に維持管理に関しては、予防保全の思想に基づく点検、診断、補修といった本邦での維持管理の方法論に対する理解深化と、各種点検機材や補修資材及び損傷判定方法等具体的実践手段に関する知識習得の両方がなされたことは研修員にとって良い成果であると言える。

(10) 成果の活用方法について

Questionnaire のコメントを読むと、研修生は、本研修を通して得られた知識や経験の活用方法について、環境の違いや予算制約等から全てがそのまま自国に活用できる訳ではないことを認識しているが、維持管理の重要性やその思想並びに方法論についての理解は充分になされているものと判断されることから、それら思想・方法論を自国の同僚等に共有し、広く普及させていくことができるものと考えられる。本プロジェクトにおける本邦研修は今回の 1 回限りだが、本研修で得た知見が研修員に知識及び意識として定着し、現地の制度改善や能力向上に繋がっていくことが望まれる。

2.2.7 広報活動

(1) 広報グッズによる効果

本プロジェクトのチーム名である「CAMBRIDGE」のロゴを入れたコースター、T シャツ、安全ベスト、ヘルメットを主に C/P へ配布した。T シャツの作成は「ブ」国の人気ブランドであるユニクロに依頼したものであり、C/P の反応は良好であった。現場 OJT 等では作業着のインナーとして使用する者もあり、また、「我々は CAMBRIDGE の一員だ。」という声も聞かれ、「CAMBRIDGE」というチーム名の浸透と共に、共同意識が高まっているものと想像した。安全ベスト、ヘルメットについては、現場 OJT で着用しているものもあり、OJT の期間に通行する一般車両内の人々に「CAMBRIDGE」を示す良いグッズであったと思料する。

表 2.2.19 広報グッズ



出典: JICA 専門家

(2) ブータンでの新聞、Web サイトによる広報効果

これまでの BBS (TV) による放映及び KUENSEL (新聞) の報道により、「CAMBRIDGE」の名前が普及した。BBS では、夕方 8 時のニュース(公用語のゾンカ語)と夕方 9 時のニュース(英語版)が、同日に 2 回放送された。BBS は全国ネットであり、広告効果は高いものと考えられる。さらに、これらの放送内容は翌日の Web サイトにも掲載された。KUENSEL は通常、翌日の第二面あるいは第三面に英語で掲載され、主に首都ティンブーを含む中心都市、地方都市で配布されている。

いずれにしても、「ブ」国内で「CAMBRIDGE」の意味合い(橋梁施工監理及び維持管理能力向上プロジェクト)を知っている人は少ないが、「CAMBRIDGE」名が“橋の仕事している人たち”と認識している人は少なからず見受けられることは確かである。

表 2.2.20 新聞・web サイト等による広報



出典: JICA 専門家

(3) 日本国内での Web サイト等による広報効果

2019年、2020年の2回にわたって土木学会年次講演会の場で、本活動の状況報告を実施した。発表会場には 20~30 名の聴衆者が参加し、発表後の質問時間では、「ブ」国の国民性や橋梁の状況を問う質問等があり、活発な発表会が行えた。また、同発表では、JICA の Web サイトにも記載があることを伝えており、閲覧者は増えていたものと思料する。

2.2.8 キャパシティ・アセスメントに係る調査

(1) 調査の概要

本プロジェクトではプロジェクト開始時に、DoR に対してベースライン調査を行い、橋梁維持管理・施工監理に係る認識状況(キャパシティ)を確認した。さらに、プロジェクトの中間、終了時に同様の調査を行い、DoR のキャパシティの変化(キャパシティ・ディベロップメント:CD)を確認した。調査の内容は、プロジェクトで技術移転を行う項目ごとにテクニカル・キャパシティ(個人や組織に求められる特定の知識)、コア・キャパシティ(意思、姿勢、マネジメント能力)、環境基盤(組織、枠組み等の諸条件)を測るものとした。調査の概要を次表に示す。

表 2.2.21 キャパシティ・アセスメントに係る調査の概要

調査時期	プロジェクト開始時 (2016年10月)	プロジェクト中間時 (2018年11月)	プロジェクト終了時 (2019年11月～12月)
目的	プロジェクト開始時におけるキャパシティを確認する。	プロジェクト中間時におけるCDの発現状況を確認する。	プロジェクト終了時におけるCDの発現状況を確認する。
調査方法	留置調査法 (記名方式)	留置調査法 (記名方式)	留置調査法 (記名方式)
調査対象者 (人数)	DoR エンジニア Dzongkhag エンジニア CDCL エンジニア (合計 51 名)	DoR エンジニア (合計 57 名)	DoR エンジニア (合計 49 名)

出典: JICA 専門家

以下に調査項目を示す。A～F の各専門分野に対し、1)～6)に係る意識を確認する。回答方法は、1～5 の数値を選択するものであり、基本的には「1.全く理解していない」、「2.少しは理解している」、「3.部分的に理解している」、「4.概ね理解している」、「5.十分に理解している」という内容である。

表 2.2.22 調査項目

項目	テクニカル・キャパシティ	コア・キャパシティ	環境基盤		
A. 橋梁計画・設計	1) 業務内容の理解度 2) 業務手順の理解度	3) 問題意識 4) 個人の貢献度意識	5) 組織体制 6) 社会的・組織的認知度		
B. 施工監理(品質・安全)					
C. 橋梁点検・診断					
D. 橋梁補修・補強					
E. 橋梁マネジメントシステム(BMS)					
F. 橋梁維持管理計画					
【回答方式】					
	1	2	3	4	5
	理解が低い 貢献度が低い			理解が高い 貢献度が高い 等	

出典: JICA 専門家

表 2.2.23 調査結果集計

分野 指標	総合評価	A.橋梁計画・設計	B.品質管理と安全管理に留意した施工監理	C.橋梁点検・診断(健全度評価)	D.橋梁の補修・補強計画	E.橋梁マネジメントシステム(BMS)	F.橋梁の維持管理計画
理解度(技術)	Q1)各活動に関する技術を理解していますか?	a-1)新たな橋梁の計画・設計を理解していますか?	b-1)工事における品質管理と安全管理を理解していますか?	c-1)橋梁点検・診断(健全度評価)を理解していますか?	d-1)橋梁の補修・補強計画の技術を有していますか?	e-1)橋梁維持管理に必要なデータを理解していますか?	f-1)中長期の橋梁維持管理計画の内容・立案方法を理解していますか?
	Q2)各分野を実行するための手順・方法を理解していますか?	a-2)新たな橋梁の計画・設計の手順を理解していますか?	b-2)工事における品質管理と安全管理の整理方法を理解していますか?	c-2)橋梁点検・診断(健全度評価)の結果の利用方法を理解していますか?	d-2)橋梁の補修・補強計画の立案方法を理解していますか?	e-2)BMSの構成と使用方法を理解していますか?	f-2)中長期の橋梁維持管理計画は今後重要だと思いますか?
問題意識	Q3)各活動を自力で立案/継続的に実施するためには何が必要だと思いますか?	a-3)新たな橋梁の計画・設計のマニュアルを自力で立案するには何が必要だと思いますか?	b-3)工事における品質管理と安全管理の継続的な実施のために何が必要だと思いますか?	c-3)橋梁点検・診断(健全度評価)の継続的な実施のために何が必要だと思いますか?	d-3)橋梁の補修・補強計画を自力で立案するには何が必要だと思いますか?	e-3)BMSの継続的な運用のために何が必要だと思いますか?	f-3)中長期の橋梁維持管理計画を自力で立案するには何が必要だと思いますか?
	Q4)各活動に対して自身が貢献できると感じますか?	a-4)新たな橋梁の計画・設計のマニュアルの立案・普及のために、自分は貢献できると感じますか?	b-4)工事における品質管理と安全管理のため、今後、自分は貢献できると感じますか?	c-4)効果的な橋梁点検・診断(健全度評価)のため、自分は貢献できると感じますか?	d-4)橋梁の補修・補強計画のため、自分は貢献できると感じますか?	e-4)BMSの運用に、自分は貢献できると感じますか?	f-4)中長期の橋梁維持管理計画の立案のため、自分は貢献できると感じますか?
課意識・貢献度	Q5)各活動を実行するための技術力/予算/人員は十分ですか?	a-5)新たな橋梁の計画・設計のための技術力・人員は十分ですか?	b-5)工事における品質管理と安全管理のための予算・人員は十分ですか?	c-5)橋梁点検・診断(健全度評価)のための予算・人員は十分ですか?	d-5)橋梁の補修・補強計画のための予算・人員は十分ですか?	e-5)BMSの運用のために予算・人員は十分ですか?	f-5)中長期の橋梁維持管理計画のための予算・人員は十分ですか?
	Q6)各活動の必要性が組織内で認知されていますか?	a-6)新たな橋梁の計画・設計のマニュアルの必要性は組織内で認知されていますか?	b-6)工事における品質管理と安全管理の必要性は組織内で認知されていますか?	c-6)橋梁点検・診断(健全度評価)そしてその維持管理マニュアルの必要性は組織内で認知されていますか?	d-6)橋梁の補修・補強計画そしてその維持管理マニュアルの必要性は組織内で認知されていますか?	e-6)BMSそしてその運用マニュアルの必要性は組織内で認知されていますか?	f-6)中長期の橋梁維持管理計画の必要性は組織内で認知されていますか?
維持管理を取り巻く環境							
予算・組織体制							
認知度							

出典: JICA 専門家

(2) まとめ

本調査対象者はほぼ、DoR のエンジニアである。

「理解度(技術):業務内容の理解度」については、「概ね理解している」または「十分に理解している」と回答した割合が最大でも 22%であったが、最終的には「橋梁・設計」を除き、50%程度以上となった。「橋梁・設計」が 50%を超えない理由として、設計は HQ が実施しており、RO のエンジニアには興味が乏しい分野だったことが考えられる。

「理解度(計画・運用):業務手順の理解度」については、「橋梁維持管理計画」を除き、理解していると回答した割合が最大でも 32%であったが、全体的に最終的な大きな向上は無かった。逆に、「橋梁維持管理計画」は、最初は「理解している」の回答が多かったものの、「重要性は理解できるが、必要性を定着させることは難しい」という回答が増える等、指導内容が具体化され、各エンジニアが難しさを感じたものと考えられる。

「問題意識」については、全体的に「更なるトレーニングが必要」または「自らが改良していく」という向上心が意図される回答が 80%以上をしめ、その傾向は最初から最終まで維持されている。

「課題意識・貢献度:個人の貢献度意識」については、最初の調査では「貢献度できる」との回答が 70~80%を占めていたが、最終の調査では 10%程度ずつ減少した。これについても、指導内容が具体化され、その難易度から貢献に係る自信が減ったものと考えられる。

「予算・組織体制」については、最初の調査では「技術力・予算・人材が確保されている」との回答が 30~40%を占めていたが、最終の調査では 40~50%に向上した。実際に、予算・人材については大きな変更はないものの、技術力が向上した自信から向上したものと考えられる。

「認知度:社会的・組織的認知度」については、最初の調査では全体的に「認知されている」との回答が 50%以上を占め、最終の調査では、変化がないまたは微増という結果となった。今後の DoR 側の活動により、さらなる認知度の向上を期待する。

2.2.9 活動の計画と実績

当初計画された活動の主な変更は、①OJT 橋梁の変更、②国会議員の選挙に伴う事業活動の中断と③COVID-19 パンデミックによる事業活動の中断に伴う活動期間の延長であった。

第 1 回 JCC では、成果 1 の活動 1-2(品質・安全管理に係る OJT)、1-3(点検・診断/補修・補強に係る OJT)で 4 つの橋梁が OJT 対象橋梁として選定された。その後、DoR 職員や県の技術者のトレーニングの機会を増やすために、2 つの橋梁が追加された。さらに、当初選定されていた Samtshu 県にある Diana BSB は OJT 対象としてはサイトアクセスに時間がかかり過ぎることから、Sarpang 県に位置する Katlay II に変更した。この橋梁形式は鋼単純 I 桁橋である。表 2.2.24 に変更の経緯を示す。

成果 1 の活動の目標の一つは県の技術者の参加であった。しかし、県の技術者の活動への参加は、研修に要する時間そして移動に伴う出張費の不足により参加が難しい状況であった。

プロジェクト活動工程(計画工程と実績工程)を図 2.2.11 に示すが、プロジェクト期間の延長に加え、前述したが 2018 年第 3 回国会選挙とそれに伴うプロジェクト活動の中断により、補修・補強マニュアルの整備である活動 2 が遅れたが 2019 年 10 月に DoR へ提出し承諾を得た。

表 2.2.24 計画活動の変更点(OJT 橋梁)

活動内容	OJT 対象橋梁		変更	変更理由
	計画	実績		
活動 1-2 品質・安全管理	・Paxhhu 橋 ・Wangchhu 橋	・Paxhhu 橋 ・Wangchhu 橋 ・Dandung 橋 ・Yourmo 橋	・ Dandung 橋を追加 ・ Yourmo 橋を追加	・ 研修機会を増やす
活動 1-3 点検・診断/ 補修・補強	・Diana BSB ・Katley III 橋	・Katley II 橋 ・Katley III 橋 ・Kopche 橋	・ Diana BSB が Katley II 橋に変わった ・ Kopche 橋を追加	・ Diana BSB はサイトアクセスが遠すぎる ・ 研修の機会増やす

出典: JICA 専門家

Activities	Plan	2016				2017				2018				2019				2020				2021				2022		
		Actual	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III			
Output 1																												
Sub Activity 1-1	Plan																											
	Actual																											
Sub Activity 1-2	Plan																											
	Actual																											
Sub Activity 1-3	Plan																											
	Actual																											
Output 2																												
Activity 2	Plan																											
	Actual																											
Output 3																												
Activity 3	Plan																											
	Actual																											
Output 4																												
Sub Activity 4-1	Plan																											
	Actual																											
Sub Activity 4-2	Plan																											
	Actual																											
Output 5																												
Sub Activity 5-1	Plan																											
	Actual																											
Sub Activity 5-2	Plan																											
	Actual																											
Sub Activity 5-3	Plan																											
	Actual																											

出典: JICA 専門家

図 2.2.11 プロジェクト活動工程

2.3 プロジェクト実施上の課題・工夫・教訓・提言

本プロジェクトの活動を通して DoR 職員の技術的な内容の不足を指摘、改善してきたが、根本的な課題も浮き彫りに目立っていた。これらを改善するために DoR 職員と一丸となって工夫してきた内容や提言についても各々の活動の中へ整理した。

2.3.1 成果 1

活動 1-2: DoR 管轄下の新設橋梁工事現場 1~2 箇所を選定し、DoR 職員(本部、地方事務所)、県技術者等を対象に、工事中の品質管理及び安全管理に関する OJT を実施する。

(1) 事業分野の現状と課題

品質管理面	<ul style="list-style-type: none"> ● 直営で施工監理を行っているが、施工業者側、施工監理側共に、品質に係る意識が低い。出来形(出来栄)に対する意識が薄いため、粗悪な型枠の使用、すき間がある型枠の設置など課題が多い。施工側、施工監理側共に、粗悪なコンクリート表面は、モルタル補修で手直しすれば良いと考えている。 ● 施工監理者は、検査基準を明確にし、日本の無償資金協力事業で用いている検査シートに基づいた品質管理検査が実施されていない。
-------	---

	<ul style="list-style-type: none"> ●一部の大手建設会社では、コンクリートの品質管理検査の記録が保管されていた。しかし、中小建設会社の現場では品質管理検査の記録が保管されていない。 ●各地方事務所には施工監理専門者が配置されており、施工監理専門者が現場の施工監理を行っている。各地方事務所の施工監理専門者への施工管理教育が少ないため、本部は引き続き地方事務所への支援が重要である。 ●「ブ」国独自の品質管理基準書が整備されておらず、ドナー毎に品質管理基準値が異なっている。
安全管理面	<ul style="list-style-type: none"> ●直営で施工監理を行っているが、施工業者側、施工監理側共に、安全意識が低い。OJTで危険作業を指摘したところ、業者は「保険に加入しているので事故が発生しても補償することができるので問題ない」との回答であり、その回答に対して OJT に参加した関係者も異論を唱える人はいなかった。ただ、大手建設会社の現場は、ある程度の安全対策が施されており、比較的安全意識の高いことも分かった。 ●「ブ」国における工事安全の基準は、労働省が所有しているが活用されていなかった。またその基準は、イラスト、写真のない文章だけであり、理解しにくい内容であった。 ●法律上、労働省は工事安全に Inspector として関わることとなっているが、実際機能していなかった。建設会社は工事現場を労働省に登録すること、事故が発生した場合は同様に労働省に詳細を報告することが法律で求められているが、労働省の担当者によると、両方共守られていないとのことであった。DoR にヒヤリングしたところ、DoR 自身もそのような労働省への報告の義務があることを理解していなかった。労働省は登録された現場に Inspector を派遣し、安全対策を確認する役割となっているが、現場が登録されていないこと、移動手段がないこと、職員の不足等から現場の視察はほとんど行われていないことも分かった。 ●警察、MoLHR、MOH(病院)との連携が必要である。MoLHR の Inspector は警察と同様の逮捕権を有している。工事現場での事故の原因は、MOLHR の所掌のものと、警察の所掌のものがあり、両面からの捜査が必須である。また、日本では現場の怪我人が病院に運ばれた場合は、病院から MoLHR に自動的に連絡が入り、事故隠しを防ぐ仕組みとなっており、同様の仕組みを「ブ」国でも施すことで、より一層の安全意識が向上すると考えられる。

(2) 工夫を講じた面

品質管理面	<ol style="list-style-type: none"> 1. 効率性／目標達成度(能力向上) <ul style="list-style-type: none"> ●イラスト、写真を含めた安全基準に関する分かりやすいチェックシートを作成した。 ●チェックシートを実際の現場の OJT で使用することで、チェックシートの活用方法を訓練し、工事現場の現状の問題点を一緒に考えた。 ●インスペクションシートによる施工過程の各段階の検査を指導した。 2. インパクト(上位目標:業務改善) <ul style="list-style-type: none"> ●チェックリストを契約書へ含めることで、業務が改善されるよう指導した。 3. 自立発展性 <ul style="list-style-type: none"> ●チェックリストを契約書へ含めることで、自立発展性が確保されるよう指導した。 ●現場の品質に対する自立発展性が向上のために、現場にチェックリストを持参し、チェックリストによる品質管理を指導した。 ●各種検査において契約書の要件を満たさない限り、請負業者は次工程に進むことができないことを指導した。
安全管理面	<ol style="list-style-type: none"> 1. 効率性／目標達成度(能力向上) <ul style="list-style-type: none"> ●イラスト、写真を含めた安全基準に関する分かりやすいチェックシートを作成した。 ●チェックシートを実際の現場の OJT で使用することで、チェックシートの活用方法を訓練し、工事現場の現状の問題点を一緒に考えた。 2. インパクト(上位目標:業務の改善) <ul style="list-style-type: none"> ●チェックリストを契約書へ含めることで、業務が改善されるよう指導した。 3. 自立発展性 <ul style="list-style-type: none"> ●チェックリストを契約書へ含めることで、自立発展性が確保されるよう指導した。 ●MoLHR が安全管理に加わることで、現在ある安全に関する法律が機能し、2つの省庁で管理することで自立発展性が確保されるようにした。また、事故の発生時は、警察へ通報するように指導し、警察の関与も推奨した。

(3) 類似プロジェクト、類似分野への教訓、提言

品質管理面	<ul style="list-style-type: none"> ● 地方の C/P と直接話す機会を作ることが容易ではない。 ● 契約図書に定められた品質を経済的かつ合理的に管理するため、施工過程の各段階において品質管理検査が重要である。 ● C/P は何事にも真摯で、新しいことに真剣に取り組んでくれるので、適切に指導すれば吸収も早く、持続発展性も高いと考える。 ● 「ブ」国においても技術系大学卒の技術者と、それ以外のテクニシャンに分かれており、テクニシャン等に対する施工管理支援及び教育も重要である。 ● C/P が常に、指導したチェックリストやガイドラインの内容について復習意識を持つことにより、定期的に更新することが維持発展性に重要であると考え
安全管理面	<ul style="list-style-type: none"> ● 地方の C/P と直接話す機会を作ることが容易ではない。 ● 必要な法律やガイドラインが他国の援助で整備されている可能性があるため、現状を把握し、現在の法律、ガイドラインを活用することが重要と考える。今回は労働省に、事前に把握していなかった他国の援助で整備された工事現場の安全に関する法律を見つけ、その活用と省庁間の連携を訴えることができた。 ● C/P は何事にも真摯で、新しいことに真剣に取り組んでくれるので、適切に指導すれば吸収も早く、持続発展性も高いと考える。 ● 他人を常に思いやる人間的に尊敬すべき仏教徒であり、常に敬意を払い、礼節を持って接することが重要と考える。 ● C/P が常に、指導したチェックリストやガイドラインの内容について復習意識を持つことにより、定期的に更新することが維持発展性に重要であると考え

活動 1-3: DoR 管轄下の 2 橋(国道上の恒久橋及び県道上のベイリー橋)を選定し、DoR 職員(本部、地方事務所)、県技術者等を対象に、点検・診断、補修・補強に関する OJT を実施する。

(1) 事業分野の現状と課題

「ブ」国の技術者は、維持管理業務に対する知識が乏しく、維持管理業務の一連の流れを習得し、それに伴う実務の経験が必要であった。具体的には、以下の項目となる。

1) 点検・診断

- 劣化・損傷に関する知識習得
- 点検技術の習得
- 点検時に用いる機材(シュミットハンマー、RC レーダ等、コア採取)の取扱い
- 診断書の作成

2) 補修・補強

- 補修工法、手順の基礎(例:前処理の重要性、補修設計の適用基準等)
- 損傷種類・原因別の補修工法の選定
- 損傷に対しての補修範囲の設定
- 補修設計
- 施工方法に対する手順、内容

・「ブ」国では、橋梁の維持管理業務が浸透しておらず、鋼材の再塗装程度が行われている程度であった。

・洗掘対策として「ブ」国で一般的に実施されている工法は「蛇籠工」であったが、「ブ」国では、蛇籠の崩壊が度々報告されている。点検結果から状況を分析し、適切な工法を判断可能な人材の育成が必要であるが、最も安価な「蛇籠工」を選定するにとどまっている。このことから対策工の正しい選定ができていない状況にある。

(2) 工夫を講じた面

- ・橋梁の点検・診断が維持管理の中で最も重要な段階であることから、橋梁サイトでの点検・診断のOJT実施後に座学セミナーを開催して、点検・診断結果の精査を点検者へ行わせた。これにより、点検時の着目点や評価基準が共有され、点検者によるバラツキが緩和された。

(3) 類似プロジェクト、類似分野への教訓、提言

点検・診断後の補修・補強の対策工の実施では人員配置や施工効率面で課題が残ったため、以下の項目を含め、施工技術の向上に努める必要があると感じた。

- 維持管理の一環の中で行われる点検・診断、補修・補強の流れが理解でき、実施できる橋梁技術者の育成とその増員計画及び組織の拡充
- 点検技術者になるための資格制度の確立
- 維持管理に必要な十分な予算確保
- 新技術に適応できる技術者の育成
- 適正でタイムリーな補修・補強材料の調達確保

2.3.2 成果2

活動2: 橋梁維持管理マニュアル(点検・診断及び補修・補強)を DoR 本部技術者と共に整備する。

(1) 事業分野の現状と課題

- ・基礎形式は、ほとんどが根入れが浅い直接基礎である。
- ・既存の図面や計算書等の資料の保管が不十分であり、情報の信頼度が低い。
- ・系統だった補修・補強ができていないため、損傷そのものの補修に留まり、その原因の除去、補修周辺の見直しや再発を防止する対策も取られていない。

(2) 工夫を講じた面

- ・点検・診断マニュアルは、日本仕様の同マニュアルを「ブ」国の現状や環境に合うよう編集・簡素化して作成し、損傷ランクをいわゆる a～e の 5 段階で判定できるようにした。
- ・予防保全の考えが根付いていないため、多くの橋梁では清掃が不十分であり、橋面・排水装置・支承部の土砂やごみが橋梁の劣化を促進していることから、橋梁機能の保全のためにマニュアルで詳細説明を加えた。

(3) 類似プロジェクト、類似分野への教訓、提言

地形的な特徴から雨季の河川増水が顕著であり、洗堀による損傷や流失が深刻であった。また、橋梁の構造として、石積み橋台やベイリー橋を永久構造物として供用している等の特徴があった。

- ・雨季の前後には必ず基礎の洗堀状況を詳細に確認すること。
- ・本プロジェクトで実施した座学とOJTのサイクルをDoR職員同士で着実に実施し、技術レベルと意識の向上研鑽すること。

2.3.3 成果3

活動 3:アウトプット 1 の活動の内容を踏まえ、橋梁新設工事における品質管理及び安全管理に関する現場チェックリストを DoR 本部技術者と共に整備する。

(1) 事業分野の現状と課題

現場チェックリストが完成し、それらを契約書に含めていることから、DoR 現場管理者そして施工業者も必ず順守項目として考慮することになったが、課題として以下の内容が挙げられる。

- ・チェックリスト内の確認事項が的確に「YES」、「NO」で判断できる技術力を有しているか
- ・施工工程毎にチェックリストが施工業者から管理側の DoR へ説明、提出、確認の義務がお互いにされているか
- ・チェックリスト順守違反の施工業者へ罰則義務が課せられているか、今後の是正措置等の改善策が図られているか
- ・罰則内容が DoR 内及び施工業者へ周知徹底が図られているか

(2) 工夫を講じた面

工事現場の状況を踏まえながら DoR 本部技術者そして地方事務所技術者を交えて試行錯誤で作成、整備した。OJT では DoR 職員が主体で行えるよう品質管理時、安全管理時に様々な状況を踏まえた状況を想定させた。

なお、チェックリストを義務化したことを DoR 内部だけではなく、労働省への働きかけ、最終的には工事に係る関係省庁への働きかけが必要である。さらに、徹底した品質管理、安全管理を実施していくためにも前述しているが、違反業者への罰則事項なども整備していく必要がある。今後は定期的に新規入職者へチェックリストに関する研修が必要である。将来的に安全に関しては MoLHR、MOH、警察との連携することが重要である。

また、本プロジェクトでは、橋梁の施工監理・維持管理にかかる DoR の人材を中心に能力向上を図ってきたが、この活動に関連して、「ブ」国橋梁技術者の自立発展性を高める目的もあり、建設事業の現場等を通じて、民間企業も含めた新規入職者および既存の技術者・建設作業員の育成および更なる能力向上を最重要計画の一つとして盛り込む予定であるものの、DoR においてはこれまで民間の人材を直接指導・育成した経験が乏しい。このため、その道路及び道路構造物の建設に係る技術者・技師及び技能工等を養成するための研修カリキュラムの開発・実施等の支援を行うことにより、同国の道路・橋梁等のインフラ建設にかかる人材育成基盤を整備し、「ブ」国の持続的な経済社会発展に寄与することを目的として「建設人材育成システム構築プロジェクト」が予定されている。

(3) 類似プロジェクト、類似分野への教訓、提言

DoR 技術者は橋梁技術について初歩的な方が多かったため、橋梁工学分野から維持管理分野までの一連のセミナーや OJT を行うことによって着実に橋梁技術の習得度がアップしたことは確かである。この状況を踏まえて、改めて類似プロジェクト、類似分野への今後の協力実施にあたっての教訓、提言等を挙げると以下のとおりである。

- 橋梁の基本から技術習得をさせる。
- セミナー資料のレビューを DoR 職員間で何度も繰り返し習得させる。
- DoR 職員自身が講師になって一連の技術習得内容を発表する機会を作る。
- 重要なチェックリストのようなものは DoR 職員内で一字一句読み合わせを行い、品質管理、安全管理の面を強化する。

2.3.4 成果4

活動 4-2: 橋梁点検・診断マニュアルに基づき、DoR が管理する全ての既設橋(272 橋)を DoR 職員(本部、地方事務所)、県技術者と共に点検し、橋梁の諸元や損傷状況等 BMS にインプットするデータの収集・整理を行う。

(1) 事業分野の現状と課題

本プロジェクトでは DoR 職員の他に県技術者も含めて橋梁点検・診断マニュアルの作成を行うことになっていたが、① 県技術者の実質的な人数が少ないこと、② 県技術者の橋梁技術レベルが DoR 技術者に比べてかなり低いこと、③ 本プロジェクトに係る県予算が確保できなかったこと等である。

(2) 工夫を講じた面

プロジェクトそのものの効果や効率性、最終的に自立発展性を高めさせるために下記の①から⑤を DoR 職員一人一人に認識させ、点検・診断の重要性に対する意識の向上と結果が BMS に反映されるモチベーションの向上として挙げられる。

- ① セミナーで同じ内容を繰り返し指導したこと
- ② セミナー内容を一人一人の読み合わせしたこと
- ③ 現地での OJT を基に点検・診断時をマニュアルとの整合性を判断させたこと
- ④ セミナー、現地の OJT を含む活動実績を基にテストを実施したこと
- ⑤ ④ を基に DoR 職員自身の技術レベルを計れたこと

(3) 類似プロジェクト、類似分野への教訓、提言

橋梁点検・診断の重要性は維持管理サイクルの中でも十分な説明をしてきているが、① モンスーン後の橋梁基礎の洗堀状況を特に確認する、② 常日頃のマニュアル内容の確認やセミナー内容の復習をする、③ DoR 職員同士の技術的な交流等を図るなど、のことが橋梁点検・診断技術の継続的な発展につながる。

さらに、第三者が安全に橋梁を利用できるようにするためには、普段からの点検・診断の実施(日常・定期・異常時)、DoR 本部と地方事務所の技術者間によるタイムリーな連絡や協議、そして相談、指導等が必須である。

2.3.5 成果5

活動 5-1: 国道上の恒久橋及び県道・GC(Gewog(県に相当する行政単位) Connectivity Road) 道路・農道上の既存のベイリー橋を対象に、橋梁維持管理計画(中期計画、長期計画)を立案する。

(1) 事業分野の現状と課題

直接的に橋梁や道路の維持管理を実施しているのは出張所(サブディビジョン)であり、係長一人、技師補一人では、従来の維持管理業務に橋梁点検業務が付加されると十分に機能するか否かが懸念され、また、比較的高い技術、経験を有している橋梁技術者が待遇面の良い民間企業へ転職する傾向にあり、技術者同士でも十分な技術継承が行われていないなど、組織的な課題ある。

また、健全な橋梁として維持管理していくための正確な点検、診断をできる技術者はほとんどいないため、人材育成の面でも大きな課題となっている。

橋梁維持管理に関しては絶対的な予算不足により補修補強工事ができず、そのまま放置され、橋梁の劣化の進行を止められない状況となっており、ひいては通行止めや落橋に至るケースも珍しくない。

橋梁一橋当たりの維持管理予算はコロナ感染拡大防止措置のために、国家予算の一部に充当されたことにより、僅か BTN 26,000.00 から BTN14,000.00 にまで削減され、ほとんど維持管理が行えない現状である。

(2) 工夫を講じた面

第 12 期 5 年計画内での橋梁維持管理計画を踏まえ、通行する車両の安全性を確保する維持管理サイクルを軌道に乗せることを目的とした中期橋梁維持管理計画、そして DoR が管理する橋梁のうち損傷の影響を直接受け易いベイリー橋、及びメーンソリー基礎に特化した事業を推進するために長期橋梁維持管理計画の二つの計画を策定した。以下に各計画の構成を示す。

表 2.3.1 中期・長期維持管理計画の構成

構成	中期維持管理計画	長期維持管理計画
点検手法	○	○(手法の検討含む)
点検時期・頻度	○	○
点検実施の優先順位	○	
詳細点検実施の優先順位		○
点検結果の評価		○(評価の妥当性検討)
補修方法の検討及び補修費用の算出	○	
補修補強工事の実施	○	
補修補強方法の検討		○(合理的な方法の検討)
既設橋梁(ベイリー橋含む)の架け替え及び補強計画	○(特にベイリー橋の架け替え)	
既設橋梁(ベイリー橋及びメーンソリー基礎橋梁含む)の架替え計画		○(コンクリート基礎への取り換え、ベイリー橋の架け替え)

出典: JICA 専門家

(3) 類似プロジェクト、類似分野への教訓、提言

1) 中期橋梁維持管理計画

雨季後の下部工近接点検並びに上部工目視点検を全橋毎年実施することにより橋梁の健全性を把握し、必要に応じて詳細点検、補修補強設計、工事を実施していく維持管理サイクルを確立する。

i) 点検

a. 点検手法

- ・近接目視を基本とするが、機器を用いた画像点検や望遠鏡を用いた遠望目視も可能とする。また、可能な限り近接目視点検に近づけるべく、点検機器を用いた合理的な点検手法の導入を図る。
- ・メーンソリー基礎の洗掘及び変形に関しては、雨季の前後 2 回に必ず近接目視を行うこととする。併せて上部工の点検も実施する。その際に倒壊等の危険性があると思われるものは、速やかに写真をシステム登録し、本部の知識を有する技術者にて確認し、判断を仰ぐこととする。

b. 点検時期・頻度

- ・橋梁一般: DoR が管理する全橋梁に対して雨季後の基礎工洗掘点検にあわせて毎年実施し、損傷が認められた場合、補修を行うか経過観察するかを決める。
- ・南部国境付近における土砂の堆積: 毎年雨季終了後に点検する。

c. 点検実施の優先順位

- ・現時点で主要部材に e ランク損傷が確認されている橋梁は速やかに詳細点検を実施する。
- ・詳細点検の優先順位は BMS を活用して重要度の高いものから実施する。

ii) 補修方法の検討及び補修費用の算出

損傷の度合いが橋梁に求められる機能に著しく影響を与えるものについてはその原因を把握し、不具合の発生している部材に対して適切な補修補強方法を選定し、当該橋梁の状況に応じた設計を実施する。また、設計された補修補強方法を検討し、必要な費用を算出する。橋梁維持管理に充当される予算が限られる中、緊急性などその必要性について予算部局とも共有する必要がある。

iii) 補修補強工事の実施

洗堀や構造物の傾斜といった橋梁の崩壊につながる可能性のある変状に対しては細心の注意が必要であり、次の雨季までの早急な対応が求められる。

iv) 既設橋梁(ベイリー橋含む)の架け替え及び補強計画

DoR が架け替えすべきとしている橋梁を中心に架け替え事業を推進する。ただし、本プロジェクトにおける点検結果をもとに BMS を用いてその優先順位を算出し、架け替え対象橋梁と比較することにより事業の妥当性を確認する必要がある。

2) 長期橋梁維持管理計画

維持管理サイクルを回しつつ、構造上安全性に疑問のあるメソソリー基礎や荷重制限のあるベイリー橋を優先順位の高いものから架け替えていく。

i) 点検

a. 点検手法

現時点では遠望目視レベルの点検であるが、電子望遠鏡の採用やドローンなど近接点検に近いレベルを模索する。また、e ランクと判定された部材に関しては原因究明も含め具体的な詳細点検手法を検討する。

b. 点検時期・頻度

近接目視点検が実施できるまでは当面 DoR が管理する全橋梁に対して毎年点検を実施する。

c. 詳細点検実施の優先順位

BMS による重要度の高いものから順に詳細点検を実施する。

d. 点検結果の評価

第 12 期 5 年計画期間内に実施した点検結果に基づき評価方法の妥当性を確認する。

ii) 補修補強方法の検討

第 12 期 5 年計画期間内に実施した詳細点検結果に基づき実施された補修補強工事の経過を観察し、不具合がないか、さらに合理的な補修補強方法がないか検討する。

iii) 既設橋梁(ベイリー橋及びメソソリー基礎橋梁含む)の架け替え計画

ベイリー橋の架け替え事業が積極的に進む中、その他の橋梁の下部工の健全性の確保には十分な対応がなされているとは言い難い状況である。2019 年雨季後の点検結果からも下部工に洗堀や構造物の傾斜など橋梁崩壊につながる変状も多く報告されているため、早急な対応が求められている。コンクリート基礎であっても根入れ深さが十分でない場合には洗堀によって倒壊する可能性が高いため、根固め工を実施する。また、対策が必要となった橋梁について根固め工が物理的に不可能な場合には架け替え対象に加えることとする。2019 年 7 月からの第 12 期 5 年計画期間内に実施した詳細点検結果に基づき BMS を用いて架け替え又は補修補強の必要性、その優先順位を算出し事業計画を策定する。

活動 5-2: DoR 地方事務所及び県の人材の有効活用を念頭においた、DoR の橋梁維持管理体制を構築する。

図 2.2.7 及び表 2.2.9 に記載してあるように、DoR として明確に維持管理サイクルに沿った計画を実施していかなければならない。なお、橋梁点検の外部委託については基本的な考え方を提言するが、DoR 職員の点検・診断に係る技術向上を踏まえながら検討していく必要がある。

(1) 橋梁維持管理会議 (Maintenance Operation Meeting: MOM)

DoR は点検、診断、補修補強設計、データ管理といった橋梁維持管理に関する権限と責任を有している。橋梁維持管理会議は DoR が管轄する橋梁の維持管理事業について管理監督する機能を持つものであり、維持管理方針を決定する。MOM は年度予算要求等のタイミングを考え、1 月をめどに DoR 四半期会議に合わせて実施するのが望ましい。また、必要に応じて随時開催できるものとする。

MOM では橋梁点検結果、詳細点検すべき橋梁の選定、詳細点検結果、次年度補修補強対象橋梁の選定、補修補強方法及び費用等について審議するものとする。MOM は道路局長が招集し、HQ の橋梁課長 (CE)、橋梁維持管理担当課長 (EE)、各維持管理事務所長、各事務所担当課長が参加するものとする。

(2) 橋梁点検業務の外部委託化

橋梁維持管理サイクルを持続的かつ確実に実行していくためには、道路管理者の職員のみで点検・診断を実施していくことは、リソースの観点から限度があると想定されることから、必ずしも最適ではないと思料される。点検業務を外部委託するにあたり、積算や契約手法に関する能力向上も不可欠となる。また、点検及び診断結果の BMS への登録を道路管理者がするのか、民間企業技術者がするのか等、についてもあらかじめ決めておく必要がある。

併せて、民間企業の橋梁技術者のすそ野を広げていくことも必須であることから、点検員育成のためのトレーニング (座学 + 実地) を定期的に行うことが望まれる。そのトレーニングを受講した技術者には CDP 付与を行うとともに、点検業務入札時のインセンティブとすることで、モチベーションアップにつながることを期待される。

3. 内部終了時評価の概要

3. 内部終了時評価の概要

3.1 目的と手法

内部終了時評価は、「技術協力プロジェクトの終了間際に、プロジェクト目標の達成度、事業の効率性、自立発展性の見通し等の視点から評価」し、プロジェクトの自己評価を行いその結果から「協力終了の適否や協力延長などフォローアップの必要性を判断する」ことを目的とする。¹ また、相手国側が事業を継続する場合の留意点や類似プロジェクトへの教訓にも活用される。

JICA 事業評価ハンドブックによると終了時評価では、プロジェクトの直接的な便益であるアウトカムの達成度を、DAC 評価 6 基準(妥当性、整合性、有効性、インパクト、効率性、持続性)のうち、特に“有効性”で評価するとしている。また有効性の評価においては、「期待された事業の効果の、目標年次における目標水準の達成度(施設、機材の活用を含む)」を、「受益者間において達成度や結果に違いがあるか否か」について注意して検証することが求められている。

従って、本プロジェクトにおける終了時評価では、プロジェクト目標「DoR 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。」の達成度について、受益者である DoR の本部や地方事務所のエンジニアの能力向上の達成度や違いに留意しながら主に有効性の評価基準から検討する。またプロジェクトの投入(人的、物的、予算的)が計画通り実施されたか、その結果アウトプット(プロジェクトが生み出す資本財及びサービス)が想定通り生み出されたか、その結果アウトカムであるプロジェクト目標が達成されたかについて、PDM に基づき、実績、実施プロセス、因果関係について検証した。

終了時評価の調査手法としては、PDM の指標の検証方法(means of verification)に示されているように、これまでの報告書、テストの結果や BMS の活用状況を分析するとともに、受益者である DoR のエンジニア及び調査団に対するインタビューやアンケートを実施し、評価を行った。

3.2 PDM の検証

ログフレーム(PDM)と評価については、“JICA 事業評価ハンドブック Ver 2.0”によると、ログフレーム/PDM から評価できる事項と、ログフレーム/PDM から評価できない事項があると記載されている。ログフレーム/PDM に基づいて評価できる事項は、プロジェクトの結果や、計画と実績の比較検討、プロジェクトデザインの適切性があげられ、ログフレーム/PDM に基づいて判断できない事項は、プロジェクトのプロセスや実施体制、上位目標以外のインパクトや持続性があげられている。本節では、ログフレーム/PDM に基づく評価に先立ち、ログフレーム/PDM について検証する。本プロジェクトのログフレーム/PDM を以下の表 3.2.1 に示す。

ログフレーム/PDM の骨子である縦の論理については、プロジェクトの実施中及び終了時においても、アウトプットとして期待された内容とプロジェクト目標、また上位目標へのロジカルな流れの問題はなく、後述される通り、アウトプットの達成はプロジェクト目標の達成に貢献し、プロジェクト目標の達成が今後上位目標の達成につながると予測できる。

¹ JICA 事業評価ハンドブック(Ver.2.0)独立行政法人国際協力機構評価部 2021 年 3 月

表 3.2.1 CAMBRIDGE プロジェクトのログフレーム/PDM

プロジェクトの要約	指標	外部条件
上位目標		
DoR 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	OG1 DoR のすべての新規橋梁建設現場において、プロジェクトが開発したチェックリストに基づいて品質管理及び安全管理が実施される	
	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。	
プロジェクト目標		
DoR 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。	PP1 チェックリストに基づき、実際に品質管理・安全管理を実施している人の数	橋梁整備予算が劇的に減少しない。 道路インフラ整備に関する政策に大きな変更がない。
	PP2 プロジェクトが作成した維持管理計画に基づき、予防保全工事(常設橋、ペイリー橋)が開始される。	
	PP3 DoR が管理する橋梁に対し、プロジェクトで作成された維持管理マニュアルに定められた手順に基づいて点検が行われる。緊急処置が必要な橋梁については、適切なフォローアップが実施される。	
	PP4 DoR エンジニアは、維持管理マニュアル、現場チェックリスト、BMS を修正することができる。	
アウトプット 1		
橋梁整備及び維持管理に関わる「ブ」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。	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。	訓練された人材の退職や移動が少ない
	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。	
	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 名参加する。	
	1-4 ワークショップ、セミナー、OJT の内容は適切であり、DoR 及び Dzongkhag の技術者のニーズに対応している。	
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。.	2-1 橋梁点検・診断マニュアルが 2018 年までに整備される。	
	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。	
	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。	
	2-4 2019 年までに DoR 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。	
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。	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。	
	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。	
	3-3 2019 年までに DoR 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。	
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。	4-1 2019 年までに BMS が開発される。	
	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。	
	4-3 DoR の技術者が毎日問題なく BMS を利用している。.	
アウトプット 5		
上記 1~4 の成果を踏まえ、DoR 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。.	5-1 2019 年までに中期・長期維持管理計画を策定する。	
	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。	
	5-3 2019 年までに橋梁の維持管理に関する DoR の方針が立案される。	

出典: JICA 専門家

指標については、アウトプット 1 の指標は低く設定しすぎたが、他のアウトプットについては、指標について各アウトプットの達成を図る適切な指標が設定されていた。一方で、プロジェクト目標の指標については、若干の問題がある。「PP 4:DoR エンジニアは、維持管理マニュアル、現場チェックリスト、BMS を修正することができる。」について、特にマニュアルなどを改訂するためには、橋梁工学についての深い知識が必要とされるため、現在の DoR のエンジニアの状況から鑑みてプロジェクトでそこまでの能力向上を目指すことは現実的ではなかった。また、問題になることはなかったが、PP3 の“緊急処置が必要な橋梁”や OG3 の“安全な橋梁”についての定義のあいまいさも、議論の中で何度か指摘された。

本プロジェクトでは、外部条件として予算の削減、政策の転換、人材の移動の3つの項目があげられていたが、コロナウイルスのパンデミックにより、予算が大幅に削減されたことの影響が大きかった。本プロジェクトでは、BMS の導入・活用と橋梁維持管理計画の策定により予算の増加までを達成することが期待されていたかもしれないが、予算の制約により予防保全や緊急対策の実施は大きく影響されるため、上位目標やプロジェクト目標の指標に点検や低予算で実施できる予防保全の徹底などの指標を追加するなどの工夫も必要かと思われた。

以上より、本プロジェクトのログフレーム/PDM のフレームワークとしては問題ないが、指標の設定に改善が見込まれる。上位目標の指標の課題については、6.上位目標達成の見込みで詳しく述べる。

4. プロジェクトの実績

4. プロジェクトの実績

4.1 実績の確認

4.1.1 成果（アウトプット）の達成状況

各アウトカムの達成度を以下の表 4.1.1 にまとめる。5 つのアウトプットの指標は 100%の達成度を示しているが、一部のアウトプットは予定よりも若干の遅れがあった。アウトプット 3 の補修・補強マニュアルの策定は、2018 年の第 3 回国會議員選挙により「ブ」国でのプロジェクト活動が 7 カ月間中断されたため、遅延した。アウトプット 4-2 橋梁維持管理予算の策定は、補修範囲設定のためのデータ収集が遅れ、またコロナウイルスのパンデミックが勃発したため、2022 年 2 月まで遅れた。

以上の指標の評価から、5 つのアウトプットの達成度は全て「高い」と評価される。

表 4.1.1 アウトプットと達成度

アウトプット	指標		達成度	補足
	目標値	達成値		
アウトプット 1				
橋梁整備及び維持管理に関わる「ブ」国のエンジニアが、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。	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 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 及び Dzongkhag の技術者のニーズに対応している。	100%	
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。	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 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 に提出され、承認された。	100%	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 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%	
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。	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 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 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 の地方事務所に配布された。	100%	

アウトプット	指標		達成度	補足
	目標値	達成値		
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。	4-1 2019年までにBMSが開発される。	BMSは2019年10月までに開発された。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。	100%	
	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の技術者が毎日問題なくBMSを利用している。	DoRの技術者は毎日問題なくBMSを利用している。	100%	
アウトプット 5				
上記1～4の成果を踏まえ、DoR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。	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の方針が立案される。	DoR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%	

出典：JICA 専門家

4.1.2 プロジェクト目標の達成状況

プロジェクト目標の達成度を、設定された各指標に基づいて評価する。各指標の達成度は以下のとおりである。

(1) PP1:チェックリストに基づき、実際に品質管理・安全管理を実施している人の数

分析の結果、指標 PP1 の達成度は“高い”と評価する。現在進行中の橋梁建設プロジェクトに従事する全ての者(33名)が、チェックリストに基づく品質・安全管理を実施している。品質・安全管理のための現場チェックリストは、橋梁工事の入札資料の一つとして採用され、建設会社が使用している。従って、PP1の達成度は100%と評価する。

(2) PP2:プロジェクトで策定された維持管理計画に基づき、予防保全工事(恒久橋、ベイリー橋)が開始される

再塗装等のある程度の予防保全については、利用可能な予算の範囲で実施されつつある。点検・診断により予防保全の必要性が確認されたが、BMSに基づく予算の提案はまだ実施されておらず、パンデミックにより削減されたため、橋梁管理予算は限られている。本プロジェクトで策定されたBMSと橋梁維持管理計画は2022-2023年度予算から活用される予定である。一方、ベイリー橋の架け替えは急速に進んでおり、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。以上よりPP2の達成度を70%と評価する。

(3) PP3: DoR が管理する橋梁に対し、プロジェクトで策定された維持管理マニュアルに定められた手順に基づいて点検が行われる。緊急処置が必要な橋梁については、適切なフォローアップが実施される

DoR が管理する橋梁の 100% に対し、プロジェクトで策定した維持管理マニュアルに沿った手順で点検が実施された。緊急処置については、コロナウイルスのパンデミックによる封鎖や予算不足のため、緊急対応が必要な橋の全橋ではなく一部の橋で実施されている。PP2 と同様、予算の確保が緊急対策実施の制約となっている。緊急処置として、橋の閉鎖や迂回路の設置など費用対効果の高い措置が採用されている。以上より PP3 の達成度を 70% と評価する。

なお、緊急処置を必要とする橋梁の定義は定められておらず、BMS でも設定されていない。したがって、緊急処置を必要とする橋の選択は主観的な判断が含まれる。

(4) PP 4: DoR エンジニアは、維持管理マニュアル、現場チェックリスト、BMS を修正することができる

DoR のエンジニアは、現場チェックリストは改訂できるが、維持管理マニュアルは改訂できない。維持管理マニュアルは内容が詳細であるため改訂が困難である。また DoR エンジニアは、システムエンジニアの介入が必要なシステムの再構築を除き、自分の業務に関連する BMS の機能に関して修正することができる。以上より PP4 の達成度を 70% とする。

この指標は難易度が高く、アウトプットに直接関係しない可能性がある。プロジェクトの活動は、橋梁維持管理マニュアル、現場チェックリスト、BMS を使用する能力を開発することを目的としている。これらのアウトプットの改訂は次のレベルであり、特に DoR の HQ に求められる能力で追加的なトレーニングが必要である。また、現在改訂は必要とされていない。

表 4.1.2 プロジェクト目標と達成度

プロジェクト目標	指標		達成度
	目標値	達成値	
DoR 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。	PP1: チェックリストに基づき、実際に品質管理・安全管理を実施している人の数	現在進行中の橋梁工事に従事する全ての者(33名)が、チェックリストに基づき品質・安全管理を実施している。	100%
	PP2: プロジェクトで策定された維持管理計画に基づき、予防保全工事(恒久橋、ベイリー橋)が開始される。	財政的な状況に応じて、一部の予防保全工事(恒久橋、ベイリー橋)が開始されている。	70%
	PP 3: DoR が管理する橋梁に対し、プロジェクトで策定された維持管理マニュアルに定められた手順に基づいて点検が行われる。緊急処置が必要な橋梁については、適切なフォローアップが実施される。	プロジェクトで策定されたメンテナンスマニュアルに基づいた手順で 100% の橋梁の点検が実施された。緊急処置は、コロナウイルスのパンデミックによるロックダウンと資金不足のため、緊急対応が必要な橋の全橋ではなく一部の橋で実施されつつある。	70%
	PP 4: DoR エンジニアは、維持管理マニュアル、現場チェックリスト、BMS を修正することができる。	DoR のエンジニアは、現場チェックリストの改訂はできるが、維持管理マニュアルの改訂はできない。 DoR エンジニアは、自分の業務に関連する BMS の改訂をすることができる。(システムエンジニアの介入が必要なシステムの再構築等を除く)	70%

出典: JICA 専門家

4.2 PDM の変遷

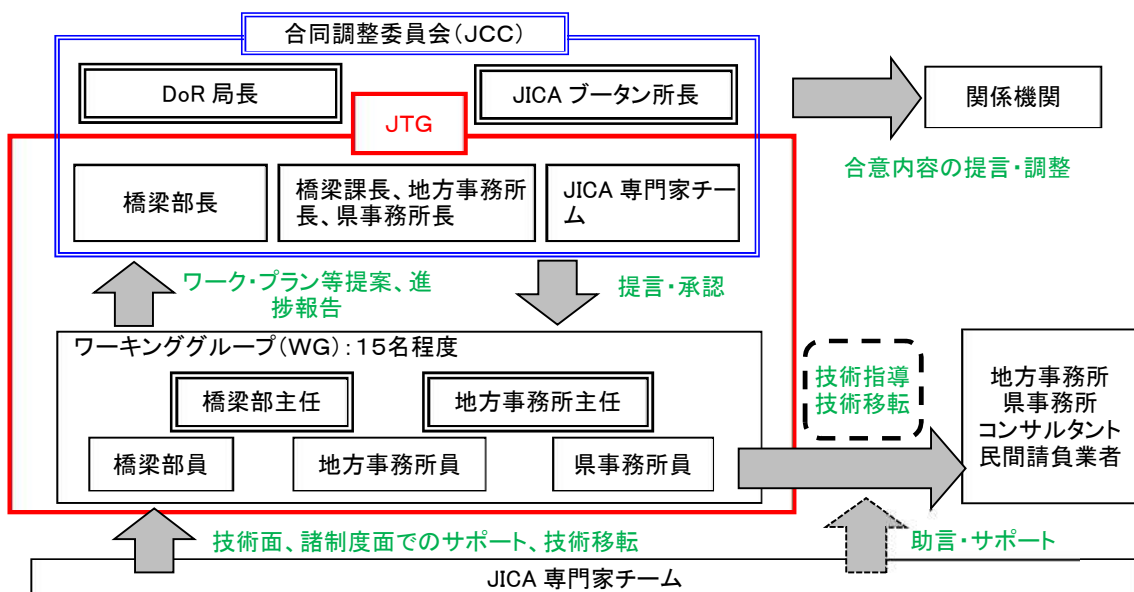
PDM に関する変更は、第 1 回 JCC における指標及び数値目標の設定後は、プロジェクト期間の延長のみが行われた。PDM の変遷の内容を以下に示す。

- ① **モニタリング 1 (2016 年 10 月)**
 - ・ JCC での議論を踏まえ、新たに 8 指標を追加し、数値目標を設定した。
 - ・ DoR の依頼により GPS の提供を追加した。
- ② **モニタリング 4 (2018 年 7 月)**
 - ・ 2018 年の第 3 回国會議員選挙による中断のため、プロジェクト期間の 7 カ月延長が提案され、第 4 回 JCC で受諾された。
- ③ **モニタリング 5 (2019 年 4 月)**
 - ・ モニタリング 4 の際の決定に基づき、プロジェクト期間を 36 カ月間から 43 カ月間に延長した。
- ④ **パンデミックによる事業完了時期の延長 1 (2020 年 4 月)**
 - ・ COVID-19 のパンデミックに伴い、プロジェクト完了日を 2021 年 4 月まで延長し、プロジェクト期間を 55 カ月とした。
- ⑤ **パンデミックによる事業完了時期の延長 2 (2021 年 4 月)**
 - ・ COVID-19 のパンデミックに伴い、プロジェクト完了日を 2022 年 4 月まで延長し、プロジェクト期間を 67 カ月とした。パンデミックによる中断及び延期のため、プロジェクトで積み上げてきたエンジニアの意識変革や知識の向上、モチベーションの状況について確認するため、セミナーを実施した。

4.3 実施プロセスの確認

4.3.1 プロジェクトのマネジメント体制

プロジェクトのマネジメント体制は、DoR 本部の下に合同調整委員会(JCC)が設置され、DoR 局長(Director)が Project Director として議長を務めた。その傘下にある合同技術グループ(JTG)では橋梁部長(Chief Engineer)が Project Manager としてグループを指揮し、各 9 地方事務所の事務所長(Chief Engineer 又は Executive Engineer)と、窓口となる担当技術者(Focal Person)がメンバーとしてプロジェクトを実施し、地方事務所の担当技術者が、本部の意向を受けてプロジェクトのコーディネーションを行った。日本側は JICA ブータン事務所(所長)と JICA 専門家チームから成る組織で構成された。JICA 専門家チームは JTG と密接に連携し、定期的なワークショップ・セミナーや会議を開催しプロジェクトの進捗や成果の確認を行った。以下の図 4.3.1 にプロジェクトのマネジメント体制を示す。



出典: JICA 専門家

図 4.3.1 プロジェクトのマネジメント体制

4.3.2 技術、知見、ノウハウ、経験の共有状況

CAMBRIDGE プロジェクトの活動を通して DoR 本部、DoR 各地方事務所のエンジニアは、橋梁の基礎知識となる橋梁工学、橋梁施工時の品質・安全管理の重要性、橋梁の健全性確認のための橋梁点検・診断／橋梁補修・補強の工法確認、紙ベースからコンピュータシステムへ大きく前進した BMS の開発、そして橋梁寿命の延命化を目的とする維持管理計画に至る幅広い技術、知識、経験を JICA 専門家の指導の下に習得してきた。DoR エンジニアのこれまでに培ってきた技術、知見、ノウハウ、経験の共有状況について以下に整理する。

技術の共有に関して、本部と各事務所の技術力の差は歴然としている。特に、本部のエンジニアは橋梁の①調査実施、②計画実施、③設計実施、④施工監理確認、⑤維持管理確認、まで一連の流れの技術習得ができる機会がある。これに対して各事務所のエンジニアは①、④、⑤の実施が主であり、本来の橋梁計画を伴った設計は皆無であり、さらに本部と各事務所とのこれらの技術共有(交流)の機会も皆無であると言える。また、各事務所間の技術交換や技術交流が無く共有状況が乏しい。このことから、各事務所の技術的なモチベーションや啓蒙を図る上でも本部が中心となって共有意識を持たせる手段を講じる必要がある。

知見の共有に関して、IT 技術が一般的になっている現状を踏まえると、さらなる情報交換が本部そして各事務所間で行う必要がある。例えば、日本の無償資金協力事業において「ブ」国では初めて橋梁基礎の施工で「深礎杭」の工法を適用した。しかし、本部からの現場見学の指示もなければ、管轄地方事務所のエンジニアでさえ見学のチャンスを見逃していることがあった。このように、実際に見て知りえる重要な情報が見過ごされている状況である。

ノウハウそして経験に関しても共有性に乏しいと言わざるを得ない。組織の特性が直接的に表れているのが実態のようである。2018 年 2 月に本部そして各事務所の選ばれた総勢 11 名のエンジニアは貴重な本邦研修を経験している。様々な日本の新しい技術や「ブ」国と類似の地形や DoR と同様の厳しい維持管理予算の中での道路・橋梁整備を行っている地方の役所を訪問し、道路橋梁維等のインフラ整備の在り方を視察して十分に習得してきている。しかし、「ブ」国へ戻り本部や各地方事務所において日本での視察経験や新しい技術情報そしてそのノウハウ等の共有が行われた形跡はわずかであったと推量する。

このように、数あるインフラ施設の中で橋梁と言う狭い分野においても情報共有の頻度が少ない現状を鑑みると、共通情報を発信するための新たな組織を設置することが望まれる。

5. 合同レビューの結果

5. 合同レビューの結果

5.1 DAC6 項目評価のレビュー

プロジェクトの実施結果について、表 5.1.1 に示す DAC の 6 つの評価基準の観点から、レビューする。

表 5.1.1 DAC6 の評価項目

項目	評価の視点
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。
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。
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。
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。
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。
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。

出典：独立行政法人国際協力機構評価部、JICA 事業評価ハンドブック(Ver.2.0)2021 年 3 月

5.2 妥当性

妥当性の評価項目では、プロジェクト目標、計画やアプローチが「ブ」国の開発政策や計画、ターゲットグループである DoR のニーズとの適合性を主に評価する。

CAMBRIDGE プロジェクトは、「ブ」国の開発政策と整合している。第 11 次 5 年計画 2013-2018 では、道路・橋梁セクターの重要課題として、「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」が示されている。また道路網の計画・建設・維持管理能力を向上させるための戦略として、制度・人材開発が提案されている。「アクセス向上のための橋梁の建設と架け替え」は、DoR のセクター重要成果分野 (SKRA) の一つであり、「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る。第 11 次 5 年計画では、道路資産管理プログラムが、工事の品質管理を含む道路や橋梁の維持管理のために提案されている。このプログラムでは、計画期間中にベイリー橋の架け替え数を 160 から 184 に、新橋を 337 から 357 に増加させることを目指していた。

CAMBRIDGE は、DoR 管轄下の橋梁の建設や維持補修に携わる技術者の能力を向上させることにより、橋梁の維持管理の改善のニーズに応えるために計画された。したがって、本プロジェクトは「ブ」国の開発政策、DoR のニーズ、道路橋梁セクターの問題や課題への取り組みという観点から考え、非常に適切であったと言える。

5.3 整合性

整合性の評価項目では、主に日本政府や JICA をはじめ、他の援助国・機関の開発援助方針やプロジェクト、国際的な枠組みとの整合性を審査する。

日本政府の 2015 年 5 月の対「ブ」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て支援するとし、重点分野の一つである持続的経済発展を達成するために、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。2018 年 4 月の JICA の対「ブ」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されている。そのため同計画では、JICA は「ブ」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。第二の優先分野である災害に対する脆弱性の軽減に関しては、雨季の洪水や地滑りに対してインフラに必要な対策の実施を支援することを目的としている。

CAMBRIDGE プロジェクトは、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、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、CAMBRIDGE プロジェクトは、“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。

以上より、CAMBRIDGE プロジェクトは、日本政府や JICA の政策、国際的な枠組みとの整合性が高いといえる。

5.4 有効性

有効性の項目は、プロジェクト実施の結果、プロジェクト目標が達成されたかどうかを評価する。ここでは、CAMBRIDGE プロジェクトにおいて、アウトプット 1~5 を達成した結果、「DoR 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が達成されたかどうかについて、5 つの指標から評価した。

5 つの指標の分析の結果、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。前述のプロジェクトの成果の章にあるとおり、橋梁工学の基礎知識、橋梁維持管理マニュアル、現場チェックリスト、BMS、橋梁維持管理方針に関する 5 つのアウトプットは、多少の問題や完成の遅れがあったものの、ほとんどの指標は 100%の水準で達成された。その結果、DoR の技術者の能力は大幅に強化された。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 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。期待された変化が起こらなかった理由は、少ない予算と、パンデミックの影響によるロックダウンや橋梁維持管理の予算削減といった事項に起因すると思われる。まず橋梁維持管理の予算は、予防的なメンテナンス作業や緊急対策を行うにはもともと十分ではなかった。パンデミック前に BMS の結果や維持管理計画に基づく予算化までが行われていなかったため、プロジェクト期間中に予算が増額されることはなかった。

プロジェクトの実施は、2020 年 3 月に始まった新型コロナウイルスのパンデミックにより影響を受けた。専門家は 2022 年 3 月まで「ブ」国を訪問できなかった。パンデミック中、2021 年に 2 回のオンライン会議が実施されたが、一時的な中断は DoR のエンジニアのトレーニングに影響を及ぼし、ただでさえ限られた予算がさらに削減された。その結果、橋梁のメンテナンスが十分に実施できず、JICA 専門家が DoR エンジニアが行う点検、予防措置、品質・安全管理などの維持管理作業をモニターし、DoR エンジニアに技術的な助言を行うことが困難な状況になった。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、学んだ知識を使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 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 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。

5.5 効率性

日本側の事業費は、GPS、車両用タイヤ、BMS サーバーなどの追加機材費、コロナウイルス対策費などにより、2,992 万円から 3,257 万円に増額した。「ブ」国の選挙によりプロジェクト期間が 36 カ月から 43 カ月に延長され、コロナウイルスのパンデミックにより、さらに合計 67 カ月、2022 年 4 月まで延長された。

専門家の投入は 69.63 人/月から 71.77 人/月と若干増加した。また、表 5.5.1 にあるように何名かの専門家の投入量が変更された。変更理由としては、点検・診断のフォローアップのための団内のアサイン調整や、その他の補足的作業などの必要が生じたことによる。

これらのプロジェクトコスト、インプット、期間に関する変更は、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る。したがって、CAMBRIDGE プロジェクトは効率的に実施されたと言える。

表 5.5.1 JICA 専門家の投入計画と実際アサイン

専門家	人/月		
	計画	実際	差
1. 総括／橋梁工学 1	13.5	14.55	+1.05
4. 橋梁維持管理マニュアル (点検・診断)／橋梁点検補助	7.00	8.00	+1.00
8. 施工監理(安全管理)	6.00	7.28	+1.28
9. 業務調整／維持管理計画	10.50	9.30	-1.20
その他	32.63	32.64	+0.01
合計	69.63	71.77	+2.14

出典：JICA 専門家

5.6 インパクト

これまでの分析から、CAMBRIDGE プロジェクトは、DoR 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。このプロジェクトは、橋梁維持管理に対するエンジニアの意識を大きく変え、DoR、特に本部のエンジニアと RO のフォーカルパーソンの橋梁維持管理能力を向上させた。マニュアル、品質・安全管理の現場チェックリスト、BMS は、橋梁維持管理の技術水準を向上させた。現場チェックリストは、すべての橋梁建設において入札図書の作成と実施に組み込まれ、民間企業でも使用され始めている。DoR は、入札図書に現場チェックリストを追加することを方針として、来年度の 2022-23 年度から本格的に実施するとしている。また BMS によって、DoR はより合理的な予算の策定や、橋梁の統合的な維持管理を行うことができるようになった。また本プロジェクトにおいて、環境、経済、ジェンダーに対する負の影響はない。

プロジェクト終了後、これらのインパクトが適切に維持・強化され、必要な資源と予算が配分される場合は、上位目標である“DoR の管轄下の橋梁の建設と維持管理の強化”が達成できる可能性が高い。最終的に DoR による橋梁の整備の強化が、「ブ」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、寄与することが期待できる。ただし、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。

一方、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。知識の継承の問題について、DoR 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。

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 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。

5.7 持続性

プロジェクトがもたらした効果の持続性について、政策・制度、実施機関の体制、能力、資金面の 4 つの観点から評価した。

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、ゲオグやゾンカク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。

第二に、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 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との異動は、地方事務所の技術能力に悪影響を及ぼす可能性がある。そのため前項で述べたように、DoR 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おり、移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。

第三に、技能・知識・技術の観点からの持続性に関しては、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。

第四の視点として、プロジェクト効果の持続性を考える上で、財政は深刻な問題である。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。財務的な側面は、効果の持続性にとって最も重要である。

4 つの観点からの評価の検討の結果、CAMBRIDGE の効果の持続性は、“良好”と判断される。

5.8 プロジェクトの実施とアウトカムに影響を及ぼした要因

プロジェクト目標及びアウトプット 1 の成果達成のためには、以下の重要な前提条件がある。

- プロジェクト目標⇒
- ・ 橋梁整備予算が劇的に減少しない。
 - ・ 道路インフラ整備に関する政策に大きな変更がない。

- 成果 1⇒
- ・ 訓練された人材の退職や移動が少ない。

上記の 3 つの前提条件のうち、橋梁維持管理予算の減少と訓練された人材の異動が、プロジェクトの実施と成果に影響を与えた。パンデミック以前においても、橋梁のメンテナンスに割り当てられた予算はごくわずかだった。しかも 2020 年 3 月に始まったパンデミックにより橋梁維持管理予算は大幅に減少し、プロジェクト目標の指標の一つである予防保全工事の実施や、BMS のアウトプット 4 に基づくプロジェクト予算編成に影響を与えた。地方事務所の一部のフォーカルパーソンとの異動は、影響はそれほど大きくなかったが、各事務所における情報・知識の伝達と能力開発にマイナスの影響を及ぼした。

5.9 プロジェクトのリスク管理に関する評価

予算の減少とパンデミックという上記の 2 つのリスク要因については、対応策はなかった。パンデミックの発生は予測できないため、パンデミックによる橋梁維持管理予算の削減は不可抗力であり、それを防ぐことはできなかった。そのため、BMS で特定された補修など優先順位の高い橋梁維持管理業務と必要な緊急対策を実施することが提案された。

また、プロジェクト当初より、フォーカルパーソンやエンジニアの退職・異動が重要課題の一つとして想定されていたため、異動時に事務所に残る技術者に異動者の知識や情報を引き継ぐことを要請した。同時に、地方事務所の技術者全体の能力向上と BMS の開発を図り、職員の異動が橋梁維持管理や地方事務所の能力に影響を与えないようにすることを目指した。

5.10 本プロジェクトの教訓

このプロジェクトから得られた重要な教訓は、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、意識を変えることの重要性である。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間で顕著であった。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。

上述したリスク要因である予算、パンデミックの影響は、対応が難しい。予算確保については、橋梁維持管理のニーズを理解してもらうために、BMS に基づきプロジェクト期間内に予算の見積もりと請求が完了することが必要であった。また、プロジェクト期間内に見積もり、請求、交渉、配分までの予算サイクルを一通り実施し、予算内で可能な予防保全や応急対策を行う橋梁の選定など、BMS の優先順位付けにとどまらないさらに踏み込んだ検討について、経験することが重要であったと考えられる。

災害やパンデミックの発生を予測することは非常に困難であるため、コンティンジェンシープランの策定や緊急時に使用できる予算の準備・確保を行うことが望まれる。特に、橋梁などのインフラ整備は、日常のメンテナンスに加え一定期間で大規模な補修・補強が必要であり、多額の資金が必要となる。BMS が提案する予算とは別に、インフラの大規模修繕のための予算も用意する必要がある。予期せぬ大幅な予算削減の際には、そのような資金をメンテナンス業務に充てることができる。

また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 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。

6. プロジェクト終了後の上位目標の達成にむけて

6. プロジェクト終了後の上位目標の達成に向けて

6.1 上位目標の達成見込み

これまでの分析・評価から、CAMBRIDGE プロジェクトの上位目標である「DoR 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。しかし、上位目標の達成を確実にするためには、5.7 持続性や 5.10 教訓などの項で述べた問題やリスクに対処するためのフォローアップが必要である。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。一方で、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。

上位目標の3つの指標のうち、「OG1:DoR のすべての新規橋梁建設現場において、プロジェクトが開発したチェックリストに基づいて品質管理及び安全管理が実施される」については、達成可能と推測される。しかし、残りの2つの指標である「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が明確にする必要がある。

6.2 上位目標の達成に向けたブータン側の計画と実施体制

(1) 新設橋梁現場でのチェックリストの活用

DoR 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むようになった。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。

このように、DoR 本部の橋梁部が両チェックリストを契約書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。

(2) 補修・補強、新設橋梁数

本プロジェクトの開始以降、DoR 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 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。

(3) 危険性の高い橋梁の使用回避

前述(2)のとおり、危険性の高い橋梁は迂回路を設けて適切に道路利用者を安全な施設の利用へと導いている現状では、「ブ」国側の計画そしてそれらを取り巻く実施体制が本プロジェクトの上位目標の達成に向けて僅かずつ動いてきている。

6.3 ブータン側への提言

(1) 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 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

(2) 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

6.4 プロジェクト終了後から事後評価までのモニタリング計画

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を提案する。