

インド国  
道路交通省

インド国  
橋梁セクターに係る情報収集・確認調査  
最終報告書

平成 26 年 4 月  
(2014 年)

独立行政法人  
国際協力機構 (JICA)

株式会社 オリエンタルコンサルタンツ  
東日本高速道路株式会社

南ア
JR
14-032

インド国  
道路交通省

インド国  
橋梁セクターに係る情報収集・確認調査  
最終報告書

平成 26 年 4 月  
(2014 年)

独立行政法人  
国際協力機構 (JICA)

株式会社 オリエンタルコンサルタンツ  
東日本高速道路株式会社

インド国 橋梁セクターに係る情報収集・確認調査

最終報告書

目 次

	ページ
1. 業務の概要	1-1
1.1 調査の背景	1-1
1.2 調査の目的	1-2
2. 第一次橋梁選定	2-1
2.1 第一次橋梁選定	2-1
3. 第一次現地調査	3-1
3.1 第一次現地調査結果	3-1
3.1.1 第一次現地調査スケジュール	3-1
3.1.2 第一次現地調査結果	3-1
3.2 本邦技術導入に伴う課題整理および橋梁補修・補強における本邦技術の紹介	3-8
3.2.1 インドにおける本邦企業へのヒアリング	3-8
3.2.2 インドにおいて適用可能な本邦橋梁補修技術	3-11
3.2.3 本邦橋梁補修技術のインド導入における課題	3-15
3.2.4 本邦企業の橋梁セクターにおけるインド市場参入への関心	3-16
3.3 環境社会配慮	3-17
3.3.1 自然及び社会的特性	3-17
3.3.2 環境社会配慮関連法令	3-19
3.3.3 主要な評価対象項目	3-22
3.3.4 環境評価概要	3-22
3.3.5 JICA 環境社会配慮ガイドライン上のスクリーニング基準	3-23
3.3.6 主な環境緩和の方策	3-26
3.4 第二次橋梁選定	3-27
3.4.1 第二次橋梁選定評価基準	3-27
3.4.2 第二次橋梁選定結果	3-29
4. 第二次現地調査	4-1
4.1 第二次現地調査結果	4-1
4.1.1 第二次現地調査スケジュール	4-1
4.1.2 第二次現地調査概要	4-1
4.1.3 第二次現地調査結果	4-6
4.2 交通量調査	4-10

4.2.1	調査概要	4-10
4.2.2	調査実施方法	4-10
4.2.3	調査結果	4-10
4.3	事業計画概要の提案	4-17
4.3.1	橋梁補修方法の提案	4-17
4.3.2	新橋橋梁形式の検討	4-21
4.3.3	概算事業費	4-22
4.3.4	施工期間	4-24
4.4	経済分析	4-33
4.4.1	交通需要予測	4-33
4.4.2	経済分析	4-36
4.5	Dhuburi-Phulbari 橋調査結果	4-46
5.	国道上の橋梁の維持管理の現状	5-1
5.1	組織	5-1
5.1.1	関連組織	5-1
5.1.2	国道上の橋梁の維持管理の関係組織の詳細	5-6
5.2	予算と支出	5-15
5.2.1	国道の年間予算	5-15
5.3	維持管理技術	5-18
5.3.1	橋梁維持管理に関する基準・マニュアル	5-18
5.3.2	橋梁維持管理用の機材、機器の保有状況	5-19
5.3.3	橋梁維持管理の研修及びトレーニングの状況	5-23
5.3.4	ドナー支援による橋梁維持管理関係の技術協力プロジェクト	5-24
5.4	国道上の橋梁の維持管理の現状	5-25
5.4.1	国道の道路及び橋梁の延長	5-25
5.4.2	橋梁点検、日常維持管理及び大規模補修の流れ	5-33
5.4.3	橋梁点検	5-34
5.4.4	その他	5-39
5.5	国道上の橋梁の維持管理に関する提案	5-40
5.5.1	国道上の橋梁の維持管理の現況	5-40
5.5.2	効率的な橋梁の維持管理に向けた提案	5-41
5.5.3	JICAにより実施されている技術協力の現状	5-42
5.5.4	提案内容の優先順位	5-43
5.5.5	提案された解決策の推進	5-44
5.5.6	他国で行われている橋梁維持管理技術協力プロジェクトの紹介	5-46
6.	日本支援アプローチの提案	6-1
6.1	第二次現地調査対象橋梁の事業実施計画	6-1
6.1.1	道路橋梁補修	6-1

6.1.2	橋梁運営維持管理 .....	6-5
6.2	提言 .....	6-7
付録 1	橋梁の目視点検結果	
付録 2	橋梁の非破壊試験結果	
付録 3	環境社会配慮結果	
付録 4	交通量調査結果	
付録 5	交通需要予測	
付録 6	橋梁状況調査のための入札書類	
付録 7	橋梁点検フォーム	
付録 8	<b>EIRR</b> 計算書	
付録 9	ムンバイトランスハーバーリンク	

図リスト

	ページ
図 2.1.1 第一次橋梁選定手順 .....	2-1
図 2.1.2 JICA 調査団選定手順 .....	2-3
図 2.1.3 アッサム州の橋梁位置 .....	2-8
図 2.1.4 ゴア州の橋梁位置 .....	2-8
図 2.1.5 ケーララ州の橋梁位置 .....	2-9
図 2.1.6 グジャラート州の橋梁位置 .....	2-9
図 2.1.7 デリー近郊の橋梁位置 .....	2-10
図 2.1.8 ウッタラプラデーシュ州の橋梁位置 .....	2-10
図 2.1.9 ヒマチャールプラデーシュ州の橋梁位置 .....	2-11
図 3.2.1 インド各州における日系企業拠点数 .....	3-8
図 3.2.2 インド進出本邦企業における裨益効果地域／路線 .....	3-11
図 3.2.3 適用可能な橋梁補修・補強の本邦技術 .....	3-14
図 3.2.4 BIS 承認手続き .....	3-15
図 3.3.1 プロジェクト対象位置と土地利用及び CRZ 区域図（ゴア州） .....	3-18
図 3.3.2 プロジェクト対象位置と土地利用及び CRZ 区域図（ケーララ州） .....	3-18
図 3.3.3 プロジェクト対象位置と土地利用及び CRZ 区域図（グジャラート州） .....	3-19
図 3.3.4 EIA 手続きフロー図 .....	3-20
図 4.1.1 テストハンマーおよび打音検査状況 .....	4-2
図 4.1.2 リバウンドハンマーおよびシュミットハンマー試験 .....	4-2
図 4.1.3 反発度と圧縮強度関係の一例 .....	4-3
図 4.1.4 電磁誘導試験装置および電磁誘導法の測定状況 .....	4-3
図 4.1.5 電磁誘導法測定結果の一例 .....	4-4
図 4.1.6 電磁誘導法の測定原理 .....	4-4
図 4.1.7 電磁波レーダーおよび電磁波法の測定状況 .....	4-5
図 4.1.8 電磁波法測定結果の一例 .....	4-5
図 4.1.9 電磁波法の測定原理 .....	4-6
図 4.2.1 時間交通量の変化（1/2） .....	4-12
図 4.2.2 時間交通量の変化（2/2） .....	4-13
図 4.2.3 車種構成（1/2） .....	4-15
図 4.2.4 車種構成（2/2） .....	4-16
図 4.3.1 Kaliabhomora 橋施工手順 .....	4-20
図 4.5.1 Dhuburi-Phulbari 橋位置図 .....	4-46
図 4.5.2 Dhuburi-Phulbari 間フェリーでの移動状況 .....	4-47
図 4.5.3 Dhuburi-Phulbari 橋計画路線表 .....	4-48
図 4.5.4 Dhuburi-Phulbari 橋計画資料（1/4） .....	4-49
図 4.5.5 Dhuburi-Phulbari 橋計画資料（2/4） .....	4-49
図 4.5.6 Dhuburi-Phulbari 橋計画資料（3/4） .....	4-49

図 4.5.7	Dhuburi-Phulbari 橋計画資料 (4/4) .....	4-50
図 4.5.8	Dhuburi-Phulbari 橋計画図.....	4-50
図 4.5.9	Dhuburi-Phulbari 橋状況写真.....	4-52
図 5.1.1	国道整備計画 (NHDP) の路線図 .....	5-4
図 5.1.2	MORTH の組織図.....	5-7
図 5.1.3	RO 及び ELO の管轄地域.....	5-11
図 5.1.4	グワハティ RO の組織図 .....	5-12
図 5.1.5	アッサム PWD の組織図 .....	5-14
図 5.2.1	MORTH の国道に対する年間予算及び支出の推移 (2008 年度～2012 年 度) .....	5-16
図 5.2.2	NHDP を除く国道上の全工事の予算と支出の推移 (2008～2012 年度) .....	5-17
図 5.2.3	NHDP を除く国道上の全工事の支出と維持管理工事の支出の推移 (2008 ～2012 年度) .....	5-18
図 5.3.1	アッサム PWD が保有する橋梁点検車 .....	5-20
図 5.3.2	点検車両の活用方法 .....	5-20
図 5.3.3	アッサム PWD が保有する橋梁点検機材 .....	5-22
図 5.4.1	経過年数別橋梁数 .....	5-29
図 5.4.2	NEXCO 東日本が管理する高速道路橋の経過年数の推移 (2011 年) .....	5-30
図 5.4.3	日本全国の高速道路橋の経過年数別損傷状況 (2011 年) .....	5-31
図 5.4.4	橋梁の床版を例とした変状グレードの各段階の状況 .....	5-32
図 5.4.5	Zuari 橋の補修状況.....	5-37
図 5.5.1	概略の維持管理費用 (様々な仮定に基づく試算値) の比較 .....	5-45
図 5.5.2	キルギス共和国で行われている技術協力プロジェクトの状況 .....	5-47
図 6.1.1	上部工の取り換え .....	6-4
図 6.1.2	センターヒンジ連結 .....	6-4
図 6.1.3	下部工の炭素繊維補強 .....	6-4

表リスト

	ページ
表 2.1.1 道路交通省が依頼した橋梁調査リスト .....	2-2
表 2.1.2 道路交通省の依頼により選定した橋梁予備選定 (20 橋) .....	2-2
表 2.1.3 JICA 調査団が選定した橋梁予備選定リスト .....	2-4
表 2.1.4 橋梁予備選定結果 .....	2-5
表 2.1.5 道路交通省との協議結果 .....	2-6
表 2.1.6 橋梁一次選定結果 .....	2-7
表 3.1.1 第一次現地調査スケジュール .....	3-1
表 3.1.2 第一次現地調査結果概要 (1/6) .....	3-2
表 3.1.3 第一次現地調査結果概要 (2/6) .....	3-3
表 3.1.4 第一次現地調査結果概要 (3/6) .....	3-4
表 3.1.5 第一次現地調査結果概要 (4/6) .....	3-5
表 3.1.6 第一次現地調査結果概要 (5/6) .....	3-6
表 3.1.7 第一次現地調査結果概要 (6/6) .....	3-7
表 3.2.1 インド進出主要日系企業リスト (建設業および商社系) .....	3-9
表 3.2.2 ヒアリング企業一覧 .....	3-10
表 3.2.3 インドにおいて適応可能な本邦技術 .....	3-12
表 3.3.1 対象橋梁が位置する各州の州都及び人口 .....	3-17
表 3.3.2 環境関連法規一覧 .....	3-22
表 3.3.3 環境評価における主要項目及び選定理由 .....	3-22
表 3.3.4 JICA 環境社会配慮ガイドラインにおける環境カテゴリの定義 .....	3-23
表 3.3.5 JICA 環境社会配慮ガイドラインに基づく環境予備調査とスクリーニン グ結果 (2013 年 12 月 3 日時点の情報に基づく) .....	3-24
表 3.3.6 環境管理計画 (想定されうる緩和策) .....	3-26
表 3.4.1 第二次橋梁選定評価基準 .....	3-27
表 3.4.2 本邦技術 .....	3-28
表 3.4.3 第二次橋梁選定結果 .....	3-29
表 4.1.1 第二次現地調査スケジュール .....	4-1
表 4.1.2 第二次現地調査結果 (1/3) .....	4-7
表 4.1.3 第二次現地調査結果 (2/3) .....	4-8
表 4.1.4 第二次現地調査結果 (3/3) .....	4-9
表 4.2.1 IRC-64 による PCU 換算率 .....	4-10
表 4.2.2 採用 PCU 換算率 .....	4-11
表 4.2.3 交通量調査結果概要 .....	4-11
表 4.3.1 橋梁補修方法の提案 (1/2) .....	4-18
表 4.3.2 橋梁補修方法の提案 (2/2) .....	4-19
表 4.3.3 橋梁形式比較表 (Badarpurghat 新橋) .....	4-21
表 4.3.4 橋梁形式比較表 (Zuari 新橋) .....	4-21



表 4.3.5	橋梁形式比較表 (Borim 新橋) .....	4-22
表 4.3.6	概算事業費【新橋建設】 .....	4-23
表 4.3.7	概算事業費【既設橋補強】 .....	4-24
表 4.3.8	概略施工期間 (Badarpurghat 新橋) .....	4-25
表 4.3.9	概略施工期間 (Zuari 新橋) .....	4-25
表 4.3.10	概略施工期間 (Borim 新橋) .....	4-26
表 4.3.11	概略施工期間 (Kaliabhomora 既設橋) .....	4-28
表 4.3.12	概略施工期間 (Zuari 既設橋) .....	4-29
表 4.3.13	概略施工期間 (Borim 既設橋) .....	4-29
表 4.3.14	概略施工期間 (Mahe 既設橋) .....	4-29
表 4.3.15	概略施工期間 (Valapattanam 既設橋) .....	4-30
表 4.3.16	概略施工期間 (Perumba 既設橋) .....	4-31
表 4.3.17	概略施工期間 (Shetrunji 既設橋) .....	4-32
表 4.4.1	対象橋梁周辺における交通センサス .....	4-33
表 4.4.2	交通需要予測概要 (With ケース) .....	4-34
表 4.4.3	車種別交通需要予測 (With ケース) .....	4-35
表 4.4.4	車種別交通需要予測 (Without ケース) .....	4-36
表 4.4.5	各対象橋梁の“With Project” および“Without Project” の前提条件設定 .....	4-38
表 4.4.6	プロジェクト費用 (財務価格ベース) .....	4-40
表 4.4.7	プロジェクト費用 (経済価格ベース) .....	4-40
表 4.4.8	インドにおける卸売物価指数 .....	4-42
表 4.4.9	推定単位車両走行費用 .....	4-42
表 4.4.10	インドにおける 1 人あたり国民所得 (2004-05 年価格、インドルピー) .....	4-43
表 4.4.11	インド全国ベースにおける単位乗客時間価値 .....	4-44
表 4.4.12	1 人あたり州生産額 (趨勢価格ベース) .....	4-44
表 4.4.13	2014 年価格州別単位乗客時間価値 .....	4-44
表 4.4.14	推定単位車両時間価値 .....	4-44
表 4.4.15	推定経済的内部収益率 (EIRR) .....	4-45
表 4.5.1	本邦技術 .....	4-53
表 5.1.1	国道整備計画 (NHDP) のフェーズ毎の概要 .....	5-3
表 5.1.2	MORTH の各部署の役割 .....	5-8
表 5.1.3	SR&T (B) 課の主な役割 .....	5-10
表 5.1.4	RO 及び ELO の名称及び管轄地域 .....	5-10
表 5.1.5	RO と ELO の主な役割 .....	5-12
表 5.1.6	RO と ELO の主な役割と責任範囲 .....	5-15
表 5.2.1	MORTH の国道に対する年間予算及び支出の推移 (2008 年度～2012 年度) .....	5-15
表 5.2.2	NHDP を除く国道に対する予算と支出の推移 (2008 年度～2012 年度) .....	5-16

表 5.2.3	NHDP を除く国道上の全工事の支出と維持管理費の推移（2008～2012 年度）	5-17
表 5.3.1	橋梁の設計、建設、維持管理及び点検に関する IRC の概要	5-19
表 5.3.2	アッサム PWD が保有する橋梁点検機材一覧	5-21
表 5.3.3	橋梁維持管理に関する研修、トレーニングの現状	5-24
表 5.3.4	過去 5 年間の橋梁維持管理に関連したドナー支援プロジェクト	5-24
表 5.4.1	州別の国道延長（2012 年 3 月時点）	5-25
表 5.4.2	4PWDs が管理する国道の延長	5-26
表 5.4.3	橋梁の状態把握調査の概要	5-27
表 5.4.4	4PWDs が管理する国道上の橋梁延長	5-27
表 5.4.5	延長別橋梁数	5-28
表 5.4.6	橋梁種別別橋梁数	5-28
表 5.4.7	経過年数別橋梁数	5-29
表 5.4.8	NEXCO 東日本が管理する高速道路橋の経過年数別橋梁延長	5-30
表 5.4.9	国道上の橋梁の各段階の維持管理作業の流れ	5-33
表 5.4.10	定期点検の現状	5-34
表 5.4.11	日常維持管理作業の実施状況	5-35
表 5.4.12	最近または実施中の大規模補修工事の状況	5-38
表 5.5.1	橋梁点検の現状	5-40
表 5.5.2	橋梁維持管理の現状	5-41
表 5.5.3	効率的な橋梁の維持管理に向けた提案（橋梁点検）	5-42
表 5.5.4	効率的な橋梁の維持管理に向けた提案（橋梁維持管理）	5-42
表 5.5.5	知識、技術（スキル）の現状と実施中の技術協力プロジェクトで期待される成果	5-43
表 5.5.6	国道上の橋梁の維持管理に関する提案内容の優先順位	5-44
表 6.1.1	事業概要の提案	6-3

# 1. 業務の概要

## 1.1 調査の背景

インド国（以下「イ」国）においては、道路は鉄道と並び国内物流の大部分を支える重要な輸送手段であり、85%の旅客輸送、63%の貨物輸送を担っている。また、人口増加・経済成長に伴い、道路交通量は1950年以降、年率9.1%のペースで増加しているが、道路整備が追い付いていない。このような状況において「イ」国は現在、大規模な国道開発計画（National Highway Development Plan）を策定・実施しており、「主要ビジネス拠点を結ぶ道路網（デリー～ムンバイ～チェンナイ～カルカッタ）」、「南北軸と東西軸の道路網」、「港湾へのアクセス道路」、「BOT方式による4車線道路」による約18,000kmの高速道路網を構築する構想を打ち出している。「イ」国の道路網は、都市化と自動車の大衆化の急進展により、総距離が40年間で8倍の約424万kmと世界第2位の道路延長となったものの、舗装率は約50%（世界銀行2008年）の210万kmにとどまっており、効率的な物流システムを構築するために、さらなる舗装等の整備が求められている。また、過積載車両や交通量の増加に対する対策がとられていないため、舗装の損傷が進行しており、「物流の効率化」へのボトルネックとなっている。

第12次5か年計画（2012年4月～2017年3月）において、道路整備事業への投資計画額は前計画比の2.1倍（9.7兆ルピー）であり、さらに「鉄道、港湾および通信等」も2倍以上の投資額となっており、大規模なインフラ整備が計画されている。同計画のデータによれば、道路交通省（Ministry of Road Transport and Highway、以下「MORTH」）が管轄する主要橋梁は1,290橋あり、そのうち169橋が1947～1969年、302橋が1969～1990年に建設され、老朽化が大きな問題となっている。一方、州管轄の橋梁の実態は現時点では体系的に把握されておらず、老朽化が進み補修が必要な橋梁数は、「イ」国全体で相当数に上ると予想される。さらに、MORTHでは、橋梁補修を推進しているものの、新設に比べて補修は「高度な技術」と「豊富な経験」を要することから、技術者の育成・確保が困難な状況であり、計画策定と実施が進んでいない状況である。

このような状況のなか、MORTHおよび国道庁（National Highway Authority of India、以下「NHAI」）に派遣中の貴機構長期専門家がMORTHの依頼により行った橋梁視察結果において、多数の重大損傷が発見され、橋梁点検と補修の在り方が問題と判断された。さらに、2013年3月には橋梁修復に係る短期専門家が派遣され、損傷橋梁の現場視察を行い、維持補修に向けた点検、診断のポイントや日本の事例等がMORTH職員に紹介され、「イ」国側より本邦の優れた技術力と豊富な経験を活かし、実際の損傷橋梁を対象に維持補修支援を実施してほしいという強い要望が寄せられた。以上の背景から、重要橋梁の現状を把握し、対応策を整理・確認するとともに、主

に円借款を念頭に、今後の本邦支援の在り方について検討する必要があることから本調査が実施される運びとなった。

## 1.2 調査の目的

案件名 : インド国橋梁セクターに係る情報収集・確認調査

調査目的 : 「イ」国における橋梁分野の実態を把握した上で、主に円借款を念頭に、本邦技術の適用を鑑みつつ、支援対象となり得る橋梁の選定を含めて貴機構の支援アプローチを検討する。

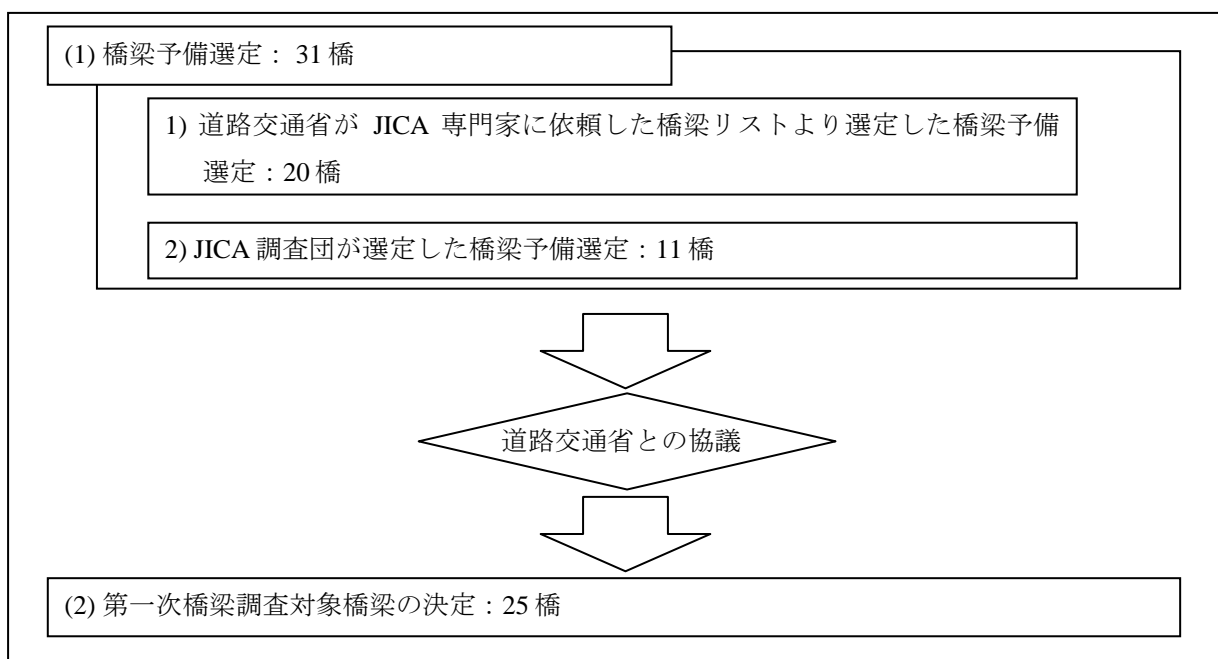
調査対象地域 : 調査対象地域

相手国実施機関 : 道路交通省 (Ministry of Road Transport and Highways : MORTH)

## 2. 第一次橋梁選定

### 2.1 第一次橋梁選定

第一次橋梁選定は下記の手順により実施される。



出典：JICA 調査団

図 2.1.1 第一次橋梁選定手順

#### (1) 第一次橋梁選定（案）

##### 1) 道路交通省が JICA 専門家に依頼した橋梁リストより選定した橋梁予備選定

道路交通省が JICA 専門家に調査を依頼した橋梁を表 2.1.1 に示す。

表 2.1.1 道路交通省が依頼した橋梁調査リスト

LIST OF BRIDGES REQUIRING REHABILITATION							
Sl. No	State	NH No.	Location and Year of Construction	Name of River	Span Arrangement (m)	Type of Superstructure	Damage Observed
1	BIHAR	19	Mahatma Gandhi Setu (1st 2 lane 1972-1892 Addl two lane 1982-1987)	Ganga	44x121.06+2x(60+57)+2x7.1	Single cell Box Girder	Loss of Pre-stress, Damage of central Hinge bearing, damage of wearing coat and expansion joint
2	GOA	17B	Ponda side KM 9/00 to KM 9/411 (1986)	Zuari	Ponda side 69.8+121 balanced cantilever+69.8 Margao side +4x37.5 viaduct spans	PSC Box Girder - Main span balanced cantilever with ecentral hinge	Crack in superstructure, excessive deflection and loss of prestress
3	Kerala	17	Poduponnani (1986)	Kanhiramuck river	2x16.4+7x24.40	RCC	Damage to piles, pier caps, deck slabs, wearing coat and expansion joints
4		17	Kottapuram (1982 to 1986)	Periyar	9x30.25+11x30.75	Pre-stressed girder with RCC	Wearing coat damaged. Near to costal area , salinity attacks damaged exposed surfaces
5	ODISHA	200	401/210 (1964)	Brahmani River	1x20.50+27x44.25+1x32.50		Distressed . Parapet and Footpath slab damaged
6	MEGHALAYA	44	173/000	Baleswar	Total Length = 160 m		
7	ASSAM	52	166/000	Jaibharali	15x 41.60		
8	MIZORAM	54	506/720	R.Chhimituipu i	68+128+70+19		
9	JHARKHAND	75	174/194	Amanat	Total Length = 291.80m		

出典：道路交通省

ゴア州、ケーララ州、アッサム州の橋梁については、現地より追加調査ならびに調査橋梁の変更がなされた。その結果、道路交通省の依頼により選定した橋梁予備選定は表 2.1.2 のとおりである。

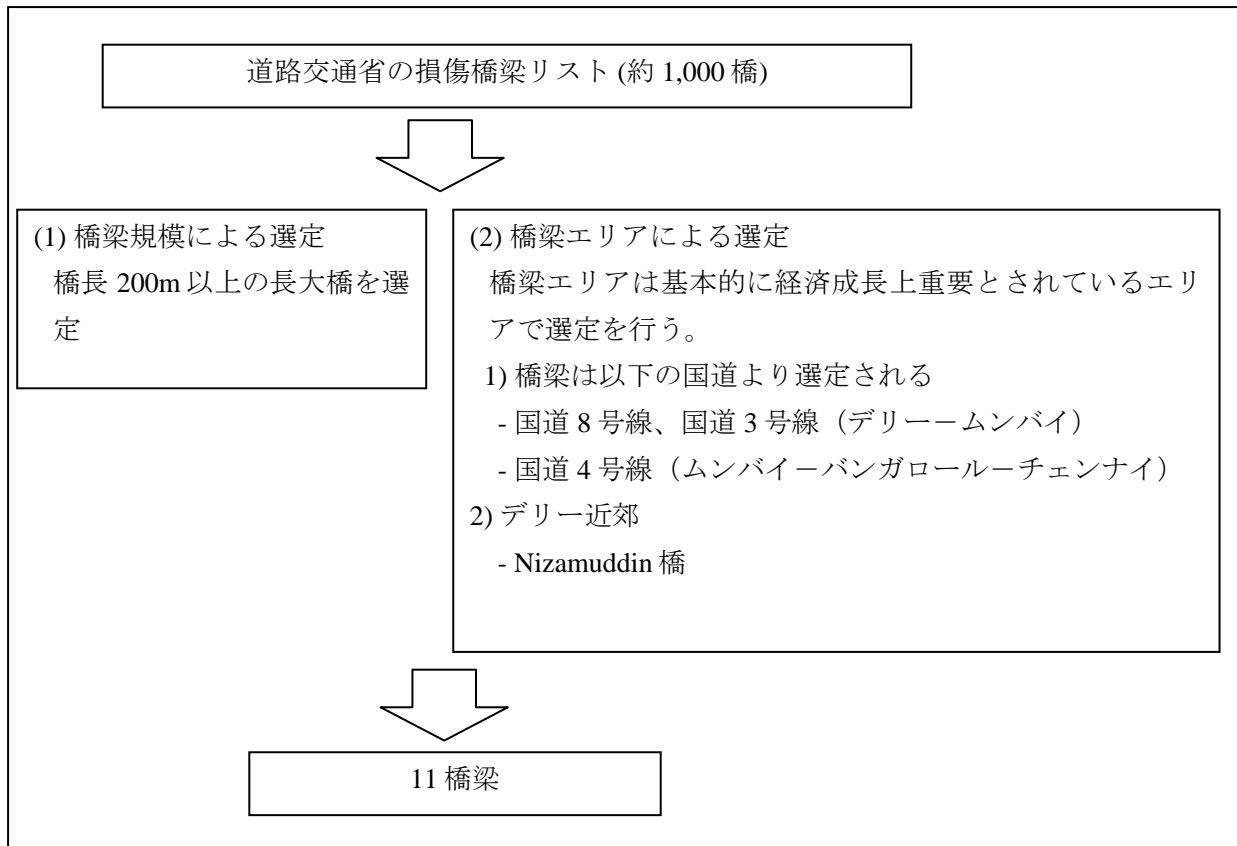
表 2.1.2 道路交通省の依頼により選定した橋梁予備選定 (20 橋)

州	国道 No.	橋梁名	州	国道 No.	橋梁名
ビハール州	-	4 橋	オリッサ州	-	4 橋
ゴア州	NH17	Zuari 橋	アッサム州	NH52	Jia-Bharali 橋
		Borim 橋		NH37A	Kaliabhomora 橋
		Mandvi 橋 (旧、新)		NH53	Sadarghat 橋
		Khandepar 橋		NH44	Badarpurghat 橋
ケーララ州	NH17	Mahe 橋			
		Valapattanam 橋			
		Perumba 橋			
		Kariyangodu 橋			

出典：JICA 調査団

## 2) JICA 調査団が選定した橋梁予備選定

道路交通省から与えられた約 1,000 橋の損傷橋梁リストより、図 2.1.2 の手順に従って橋梁選定を行った。



出典：JICA 調査団

図 2.1.2 JICA 調査団選定手順

JICA 調査団が選定した橋梁予備選定リストを表 2.1.3 に示す。

表 2.1.3 JICA 調査団が選定した橋梁予備選定リスト

番号	橋梁名	橋梁基礎データ
1	Purna Major 橋 (グジャラート州、NH-8)	橋梁形式：PC-I 桁橋 施工年：1959 年 支間割：2×34.79m+2×35.3m+2×35.375m+2×35.4m 橋長：281.71m
2	Par River 橋 (グジャラート州、NH-8)	橋梁形式：CRM アーチ橋 施工年：1953 年 支間割：2×25.76m+3×27.13m+4×27.74m 橋長：243.87m
3	橋梁名不明 (グジャラート州、NH-8E, Dhatarwadi 川)	橋梁形式：不明 施工年：不明 支間割：10×19.8m+4×13.4m 橋長：254m
4	橋梁名不明 (グジャラート州、NH-8E, Shetrunji 川)	橋梁形式：不明 施工年：不明 支間割：10×24m 橋長：242m
5	橋梁名不明 (グジャラート州、NH-8E, Medhacreek 川)	橋梁形式：不明 施工年：不明 支間割：21×39.62m 橋長：832.02m
6	橋梁名不明 (ラジャスタン州、NH-8, Khari 川)	橋梁形式：不明 施工年：不明 支間割：18×12m 橋長：223m
7	橋梁名不明 (ラジャスタン州、NH-8, Banas 川)	橋梁形式：不明 施工年：不明 支間割：12×18m 橋長：270m
8	Vaitama 橋 (マハラシュトラ州、NH-8)	橋梁形式：RC 箱桁橋 (センターヒンジ) 施工年：1966 年 支間割：2×12.2m+6×22.86m+3×27.43m 橋長：243.85m
9	橋梁名不明 (マハラシュトラ州、NH-3, Tapi 川)	橋梁形式：PC 橋 施工年：1995 年 支間割：13×46m 橋長：598m
10	橋梁名不明 (マハラシュトラ州、NH-3, Girna 川)	橋梁形式：RC-T 桁橋 施工年：2007 年 支間割：17×26.75m 橋長：454.75m
11	Nizamuddin 橋 (デリー近郊)	橋梁形式：PC-I 桁橋 施工年：不明 支間割：不明 橋長：不明

出典：JICA 調査団



### 3) 橋梁予備選定結果

橋梁予備選定の結果を表 2.1.4 に示す。

表 2.1.4 橋梁予備選定結果

橋梁 No.	州	国道 No.	橋梁名
1 - 4	ビハール州	-	4 橋
5	ゴア州	NH17	Zuari 橋
6			Mandvi 橋 (旧、新)
7		NH17B	Borim 橋
8		NH4A	Khanderpar 橋
9	ケーララ州	NH17	Mahe 橋
10			Valapattanam 橋
11			Perumba 橋
12			Kariyangodu 橋
13 to 16	オリッサ州	-	4 橋
17	アッサム州	NH52	Jia-Bharali 橋
18		NH37A	Kaliabhomora 橋
19		NH53	Sadarghat 橋
20		NH44	Badarpughat 橋
21	グジャラート州	NH8	Purna Major 橋
22			Par River 橋
23		NH8E	Dhatarwadi River 橋
24			Shetrunji 橋
25			Medhacreek 橋
26	ラジャスタン州	NH8	Khari River 橋
27			Banas River 橋
28	マハラシュトラ州	NH8	Vaitama 橋
29		NH3	Tapi River 橋
30			Girna River 橋
31	デリー近郊	NH24	Nizamuddin 橋

出典：JICA 調査団

#### (2) 第一次橋梁選定

##### 1) 道路交通省との協議

橋梁予備選定結果について道路交通省と協議を行った結果、NHDP(National Highway Development Program)に含まれている橋梁を含め、いくつかの橋梁については道路交通省より不要と判断された。また、道路交通省よりウッタラプラデーシュ州、ヒマチャールプラデーシュ州の9橋が追加された。

表 2.1.5 道路交通省との協議結果

橋梁 No.	州	国道 No.	橋梁名	選定またはキャンセル
1 - 4	ビハール州	-	4 橋	道路交通省よりキャンセル
5	ゴア州	NH17	Zuari 橋	
6			Mandvi 橋 (旧、新)	
7		NH17B	Borim 橋	
8		NH4A	Khanderpar 橋	
9	ケーララ州	NH17	Mahe 橋	
10			Valapattanam 橋	
11			Perumba 橋	
12			Kariyangodu 橋	
13 - 16	オリッサ州	-	4 橋	道路交通省よりキャンセル
17	アッサム州	NH52	Jia-Bharali 橋	
18		NH37A	Kaliabhomora 橋	
19		NH53	Sadarghat 橋	
20		NH44	Badarpughat 橋	
21	グジャラート州	NH8	Purna Major 橋	NHDP のためにキャンセル
22			Par River 橋	
23		NH8E	Dhatarwadi River 橋	道路交通省よりキャンセル
24			Shetrunji 橋	
25			Medhacreek 橋	
26	ラジャスタン州	NH8	Khari River 橋	NHDP のためにキャンセル
27			Banas River 橋	
28	マハラシュトラ州	NH8	Vaitama 橋	NHDP のためにキャンセル
29		NH3	Tapi River 橋	道路交通省よりキャンセル
30			Girna River 橋	
31	デリー近郊	NH24	Nizamuddin 橋	
追加の 9 橋				
1	ウッタラプラデーシュ州	NH730	Sharada 橋	道路交通省より追加
2			Ghaghra 橋	
3	NH20A	Dehra 橋		
4		NH88	Kandrour 橋	
5	Nadaun 橋			
6	NH70	Man Khad 橋		
7		Kheran Khad 橋		
8		Swan River 橋		
9		Shivbari Khad No.II 橋		

出典：JICA 調査団

2) 橋梁一次選定結果

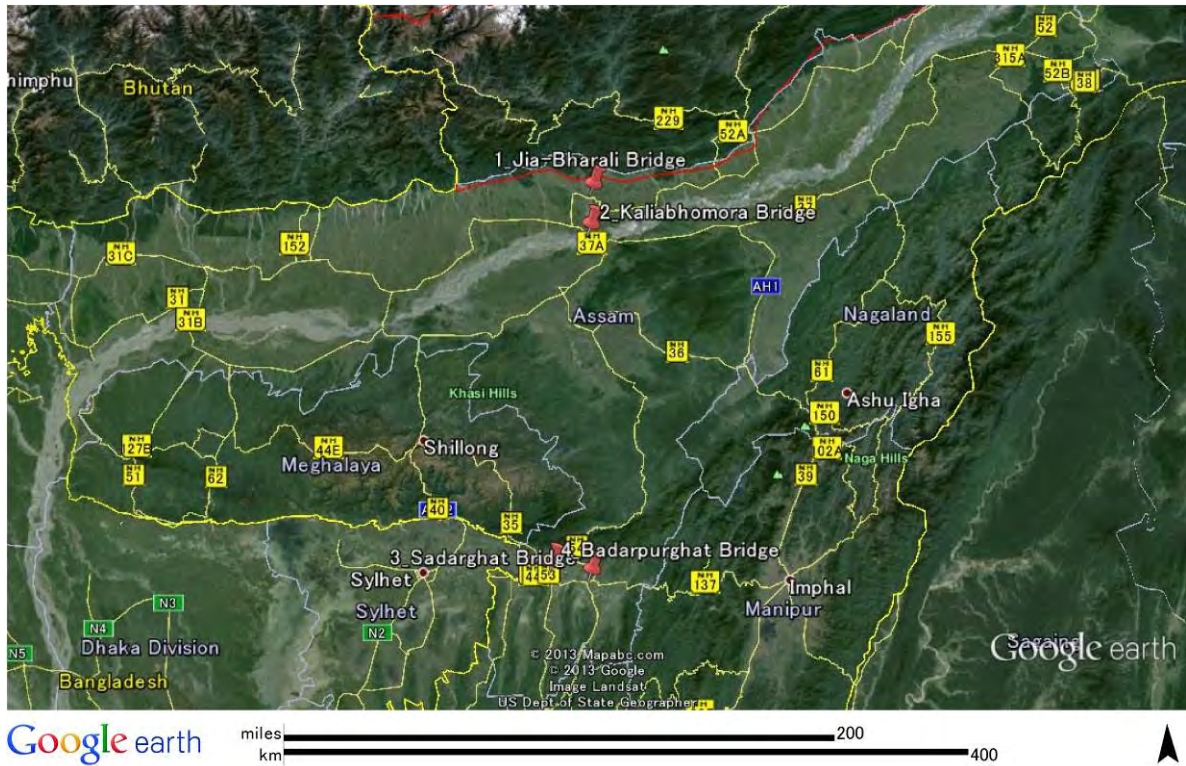
橋梁一次選定結果を表 2.1.6 に示す。

表 2.1.6 橋梁一次選定結果

橋梁 No.	州	国道 No.	橋梁名
1	アッサム州	NH52	Jia-Bharali 橋
2		NH37A	Kaliabhomora 橋
3		NH53	Sadarghat 橋
4		NH44	Badarpurghat 橋
5	ゴア州	NH17	Zuari 橋
6			Mandvi 橋 (旧)
7			Mandvi 橋 (新)
8		NH17B	Borim 橋
9		NH4A	Khanderpar 橋
10	ケーララ州	NH17	Mahe 橋
11			Valapattanam 橋
12			Perumba 橋
13			Kariyangodu 橋
14	グジャラート州	NH8E	Shetrunji 橋
15			Medhacreek 橋
16	デリー近郊	NH24	Nizamuddin 橋
17	ウッタラプラデーシュ州	NH730	Sharada 橋
18			Ghaghra 橋
19	ヒマチャールプラデーシュ州	NH20A	Dehra 橋
20		NH88	Kandrour 橋
21			Nadaun 橋
22		NH70	Man Khad 橋
23			Kheran Khad 橋
24			Swan River 橋
25			Shivbari Khad No.II 橋

出典：JICA 調査団

各橋梁の位置図を図 2.1.3 から図 2.1.9 に示す。



出典：JICA 調査団／Google earth

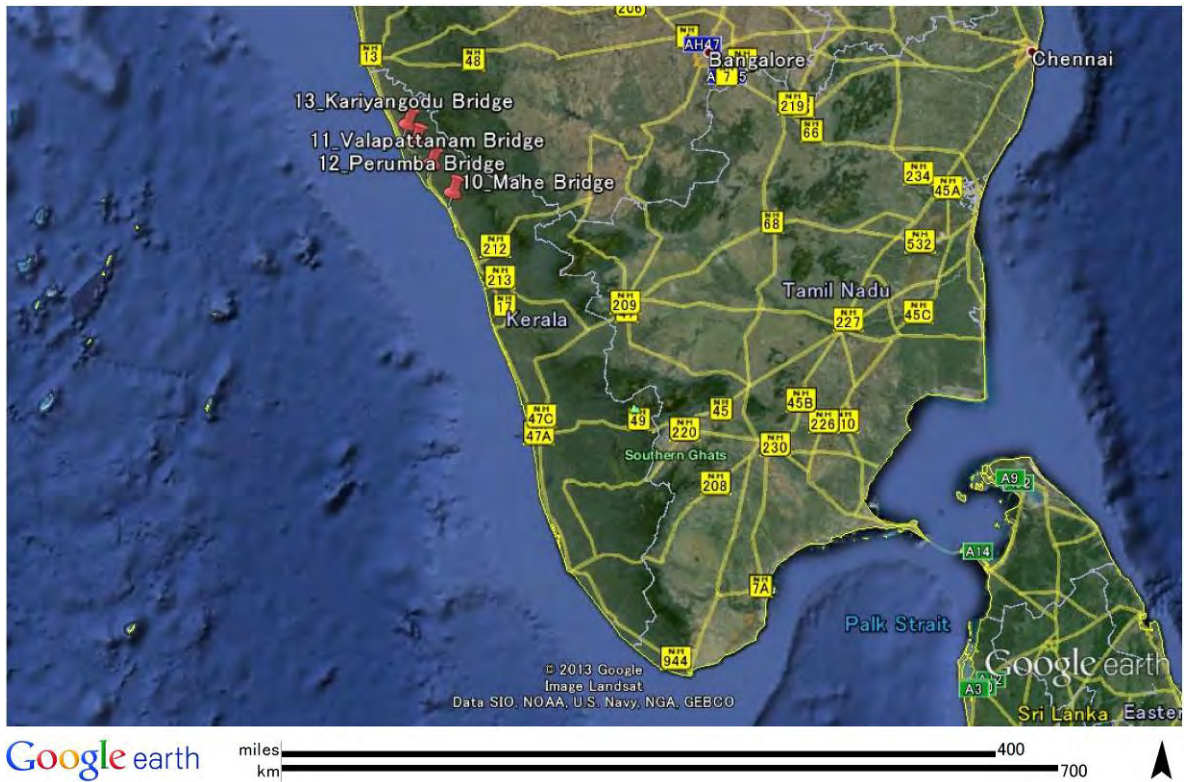
図 2.1.3 アッサム州の橋梁位置



出典：JICA 調査団／Google earth

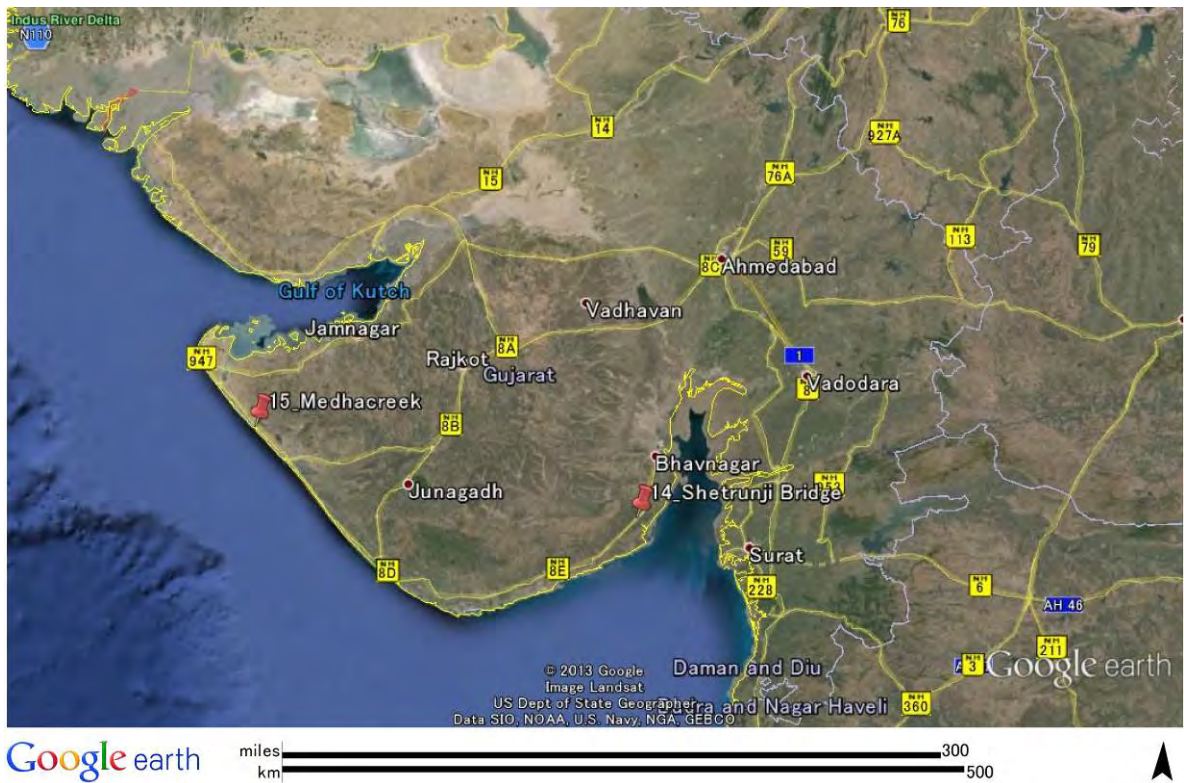
図 2.1.4 ゴア州の橋梁位置





出典：JICA 調査団／Google earth

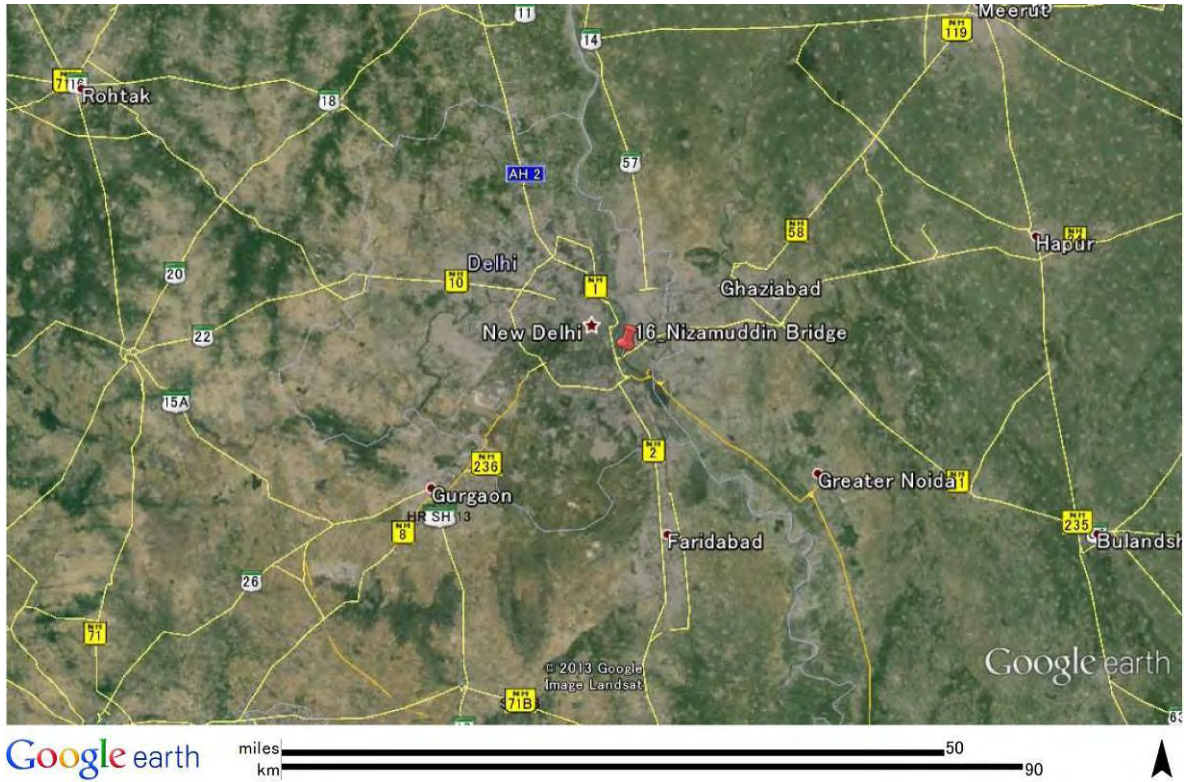
図 2.1.5 ケーララ州の橋梁位置



出典：JICA 調査団／Google earth

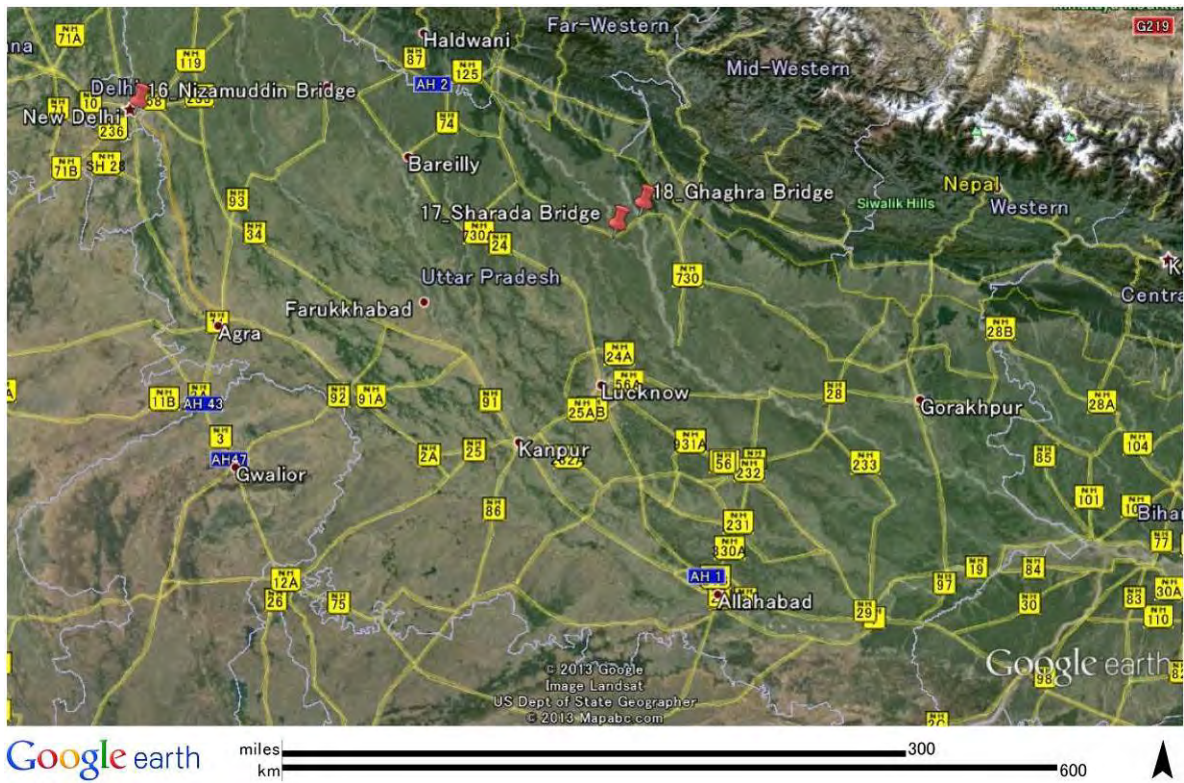
図 2.1.6 グジャラート州の橋梁位置





出典：JICA 調査団／Google earth

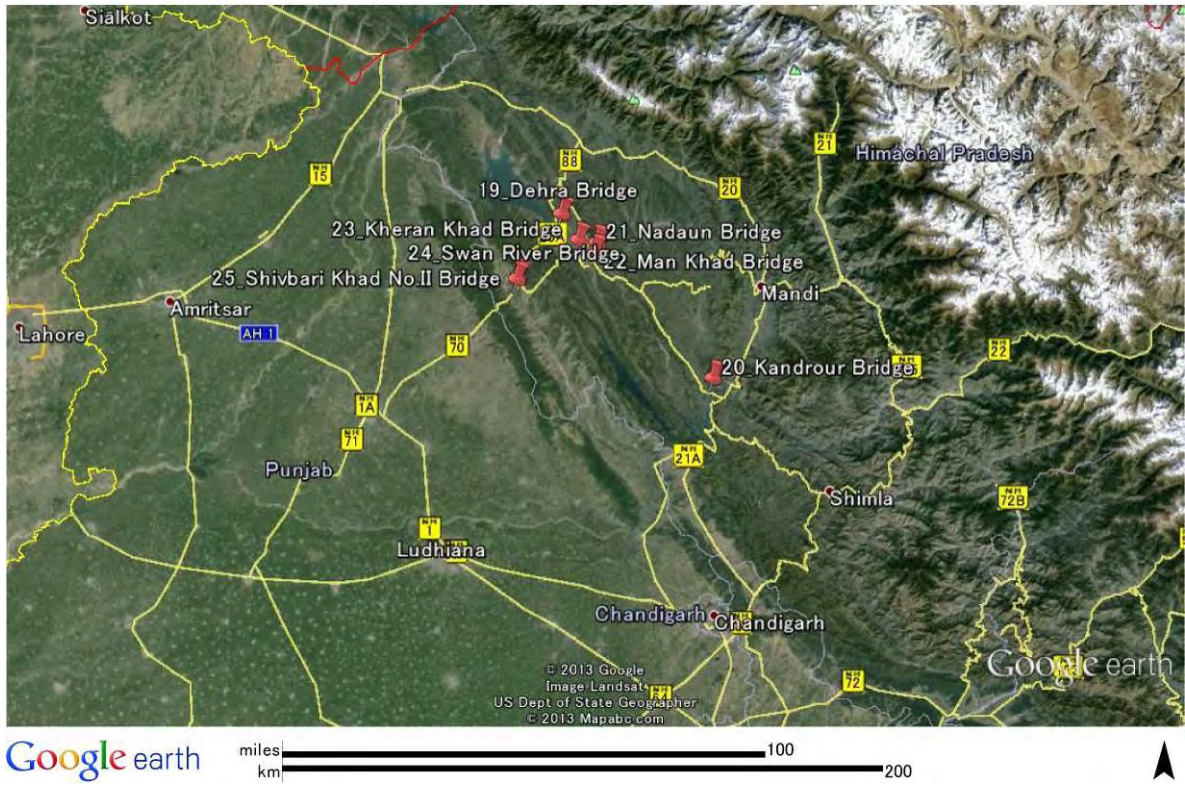
図 2.1.7 デリー近郊の橋梁位置



出典：JICA 調査団／Google earth

図 2.1.8 ウッタラプラデーシュ州の橋梁位置





出典：JICA 調査団／Google earth

図 2.1.9 ヒマチャールプラデーシュ州の橋梁位置

### 3. 第一次現地調査

#### 3.1 第一次現地調査結果

##### 3.1.1 第一次現地調査スケジュール

第一次現地調査は2013年11月15日から2013年11月30日の間に行われた。

表 3.1.1 第一次現地調査スケジュール

日付	チーム1	チーム2
15日(金)	デリー近郊 - Nizamuddin 橋	
16日(土)	現地調査準備	
17日(日)	グジャラート州 - Shetrunji 橋 - Medhacreek 橋	ケーララ州 - Mahe 橋 - Valapattanam 橋 - Perumba 橋 - Kariyangodu 橋
18日(月)		
19日(火)		
20日(水)		
21日(木)	ゴア州へ移動	
22日(金)	ゴア州 - Khanderpar 橋 - Borim 橋 - Zuari 橋	ウッタラプラデーシュ州 - Sharada 橋 - Ghaghra 橋
23日(土)	- Mandvi 橋 (旧) - Mandvi 橋 (新)	
24日(日)		
25日(月)	データ整理	データ整理
26日(火)		
27日(水)	ヒマチャルプラデーシュ - Kandroun 橋 - Nadaun 橋	アッサム州 - Jia-Bharali 橋 - Kaliabhomora 橋 - Sadarghat 橋 - Badarpurghat 橋
28日(木)	- Man Khad 橋 - Kheran Khad 橋 - Dehra 橋	
29日(金)	- Swan River 橋 - Shivbari Khad No.II 橋	
30日(土)	データ整理	デリーへ移動



出典：JICA 調査団

##### 3.1.2 第一次現地調査結果

現地調査結果の概要を表 3.1.2 から表 3.1.7 に示す。




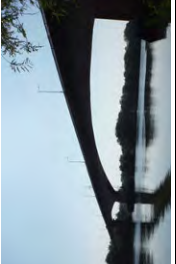



表 3.1.2 第一次現地調査結果概要 (1/6)

州	橋梁 No.	国道 No.	橋梁名および写真	橋梁基礎データ	目視点検による主な損傷	備考
アッサム 州	1	NH52	Jia-Bharali 橋 	1. 上部工：RC-T 桁橋（ゲルバー） 2. 下部工：鉄筋コンクリート橋脚 3. 橋長：625.4m 4. 支間長：16.6～49.0m 5. 幅員：7.8m (2車線) 6. 建設完成年：1962年	- ウェルキヤップにひび割れ	- 迂回路が無い - 周辺の経済活動において、本橋の重要度は高い
	2	NH37A	Kaliabhomora 橋 	1. 上部工：PC 箱桁橋（ゲルバー） + RCT 桁橋 2. 下部工：鉄筋コンクリート橋脚 3. 橋長：3,105m 4. 支間長：67.5～120.0m 5. 幅員：10.5m (2車線) 6. 建設完成年：1987年	- いくつかのスペンでゲルバー上に段差が発生	- 緊急の補修が必要 - 迂回路が無い - 周辺の経済活動において、本橋の重要度は高い
	3	NH53	Sadarghat 橋 	1. 上部工：PC 箱桁橋（センターヒンジ） 2. 下部工：鉄筋コンクリート橋脚 3. 橋長：472m 4. 支間長：15.86～121.0m 5. 幅員：8.75m (2車線) 6. 建設完成年：1967年	- 主桁の端部が損傷している。 - 異常な振動が発生しており、また、センターヒンジ上に木橋が設置されている。	- 緊急の補修が必要 - 迂回路が無い - 周辺の経済活動において、本橋の重要度は高い。PWD が新橋の計画を立てている。
	4	NH44	Badarpurghat 橋 	1. 上部工：PC 箱桁橋（センターヒンジ） 2. 下部工：鉄筋コンクリート橋脚 3. 橋長：359.44m 4. 支間長：30.04～108.50m 5. 幅員：10.5m (2車線) 6. 建設完成年：1972年	- 主桁の端部が損傷している。 - 異常な振動が発生しており、また、センターヒンジ上に鋼橋が設置されている。	- 緊急の補修が必要 - 迂回路が無い - 周辺の経済活動において、本橋の重要度は高い

出典：JICA 調査団

表 3.1.3 第一次現地調査結果概要 (2/6)

州	橋梁 No.	国道 No.	橋梁名および写真	橋梁基礎データ	目視点検による主な損傷	備考
ゴア州	5	NH17	Zuari 橋 	1. 上部工：PC 箱桁橋 (センターヒンジ) 2. 下部工：鉄筋コンクリート橋脚 3. 橋長：809m 4. 支間長：36-121m 5. 幅員：7.5m (2車線) 6. 建設完成年：1982年	- 伸縮装置の腐食 - 主桁の鉄筋が露出 - 伸縮装置の損傷	- センターヒンジの補修が必要 - 迂回路が無い - 周辺の経済活動において、本橋の重要度は高い
	6	NH17	Mandvi 橋 (旧) 	1. 上部工：PC 箱桁橋 2. 下部工：鉄筋コンクリート橋脚 3. 橋長：741m 4. 支間長：40m 5. 幅員：7.5m (2車線) 6. 建設完成年：1993年	- 主な損傷はなし	- 周辺の経済活動において、本橋の重要度は高い
	7	NH17	Mandvi 橋 (新) 	1. 上部工：PC 箱桁橋 2. 下部工：鉄筋コンクリート橋脚 3. 橋長：891m 4. 支間長：40m 5. 幅員：7.5m (2車線) 6. 建設完成年：1997年	- 主な損傷はなし	- 周辺の経済活動において、本橋の重要度は高い
	8	NH17B	Borim 橋 	1. 上部工：PC 箱桁橋 (センターヒンジ) 2. 下部工：鉄筋コンクリート橋脚 3. 橋長：411 m 4. 支間長：20-122m 5. 幅員：7.5m (2車線) 6. 建設完成年：1983年	- センターヒンジ上で段差が発生 - 伸縮装置の腐食	- センターヒンジの補修が必要 - 迂回路が無い - 周辺の経済活動において、本橋の重要度は高い
	9	NH4A	Khanderpar 橋 	1. 上部工：RCT 桁橋 2. 下部工：鉄筋コンクリート橋脚 3. 橋長：110m 4. 支間長：12m 5. 幅員：5.45m (2車線) 6. 建設完成年：1961年	- 主桁下面およびコンクリート舗装にひび割れ	- 既存橋の隣に4車線の新橋がPWDによって計画されている






出典：JICA 調査団

表 3.1.4 第一次現地調査結果概要 (3/6)

州	橋梁 No.	国道 No.	橋梁名および写真	橋梁基礎データ	目視点検による主な損傷	備考
ケララ州	10	NH17	Mahe 橋 	1. 上部工：RC T桁橋 2. 下部工：石積み橋脚 3. 橋長：117m 4. 支間長：23.4m 5. 幅員：8.50m(2車線) 6. 建設完成年：1930年(1972年)	- 主桁下面、ウエブ、床版下面にひび割れ - 支承の損傷 - 緑石の高さ不足	- 緊急の補修が必要 - 1km 上流側に 4 車線の橋梁を NHDP により計画している。本橋は Mahe タウンと Pudukcherry の間に位置し、経済活動上、本橋の重要度は非常に高い
	11	NH17	Valapattanam 橋 	1. 上部工：RC 箱桁橋 2. 下部工：鉄筋コンクリート橋脚 3. 橋長：420.77m 4. 支間長：8.3～31.09m 5. 幅員：10.2m(2車線) 6. 建設完成年：1980年	- 床版下面に蜂の巣状のひび割れ - 橋脚表面にひび割れとコンクリートの剥離	- 橋脚の緊急補修が必要 - 周辺の経済活動において、本橋の重要度は高い
	12	NH17	Perumba 橋 	1. 上部工：RC T桁橋 2. 下部工：石積み橋脚 3. 橋長：146.8m 4. 支間長：8～23.1m 5. 幅員：6.7 m(2車線) 6. 建設完成年：1952年	- ウェブにひび割れと遊離石灰 - P6の沓座に空隙が確認された - 伸縮装置はアスファルトで覆われ機能していない。さらにひび割れが発生	- 周辺の経済活動において、本橋の重要度は高い - 1km 上流側に 4 車線の橋梁を NHDP により計画している。また、本橋は上部工の緊急補修が必要
	13	NH17	Kariyangodu 橋 	1. 上部工：RC T桁橋 2. 下部工：鉄筋コンクリート橋脚 3. 橋長：186.75m 4. 支間長：12.45m 5. 幅員：6.7m(2車線) 6. 建設完成年：1963年	- 主桁下面にひび割れ - 沓座にひび割れや、剥離が見られ機能していない	- 60m 上流側に 4 車線の橋梁を NHDP により計画している。

出典：JICA 調査団

表 3.1.5 第一次現地調査結果概要 (4/6)

州	橋梁 No.	国道 No.	橋梁名および写真	橋梁基礎データ	目視点検による主な損傷	備考
グジャ ラート州	14	NH8E	Shetrunji 橋 	1. 上部工：RC T桁橋 2. 下部工：鉄筋コンクリート橋脚 3. 橋長：240m 4. 支間長：10m 5. 幅員：7.5m (2車線) 6. 建設完成年：1985年	- 主桁および A1 橋台の翼壁からの コンクリート剥離	- 緊急の補修が必要 - 周辺の経済活動において、本橋の 重要度は高い
	15	NH8E	Medhacreek 橋 	1. 上部工：RC 箱桁橋 2. 下部工：鉄筋コンクリート橋脚 3. 橋長：831m 4. 支間長：39m 5. 幅員：8.0m (2車線) 6. 建設完成年：1978年	- 主桁コンクリートの剥離	- 400m 上流側に 4 車線の橋梁を計画 している - 本橋は歩行者のみの使用 - 現在本橋の補修を実施中
デリー近 郊	16	NH24	Nizamuddin 橋 	1. 上部工：PCT 桁橋 2. 下部工：鉄筋コンクリート橋脚 3. 橋長：520m 4. 支間長：40m 5. 幅員：19.0m (4車線) 6. 建設完成年：1982年	- 外ケーブルの一部が破断および緩 んでいる (P1-P2, P2-P3). - P2 および P3 のコンクリートが剥落 - 伸縮装置に段差が発生 - 舗装の剥離	- 従来 of 補修方法による外ケーブル の修復
ウッタラ プラデー シュ州	17	NH730	Sharada 橋 	1. 上部工：RC T桁橋 2. 下部工：鉄筋コンクリート橋脚 3. 橋長：581m 4. 支間長：52~53m 5. 幅員：7.5m (2車線) 6. 建設完成年：1967年	- 主桁のウェブにひび割れ - コンクリート舗装にひび割れ - 伸縮装置のほとんどが破壊され、 段差が発生 - 歩道の床版が約 1.5m×1.5m に渡っ て破壊	- 迂回路が無い - 主桁のひび割れは 1981 年に補修さ れた - 緊急の補修が必要
	18	NH730	Chaghra 橋 	1. 上部工：RC T桁橋 2. 下部工：鉄筋コンクリート橋脚 3. 橋長：837m 4. 支間長：51.82~52.46m 5. 幅員：7.5m (2車線) 6. 建設完成年：1968年	- 主桁のウェブにひび割れ - コンクリート舗装にひび割れ - 伸縮装置のほとんどが破壊され、 段差が発生	- 迂回路が無い - 主桁のひび割れは 1986 年に補修さ れた - 緊急の補修が必要

出典：JICA 調査団

表 3.1.6 第一次現地調査結果概要 (5/6)


州	橋梁 No.	国道 No.	橋梁名および写真	橋梁基礎データ	目視点検による主な損傷	備考
ヒマ チャール プラデー シユ州	19	NH20A	Dehra 橋 	1. 上部工：RCT 桁橋、箱桁橋 2. 下部工：鉄筋コンクリート橋脚 3. 橋長：357m 4. 支間長：35m 5. 幅員：7.5m (2車線) 6. 建設完成年：1962年	- P2 橋脚にひび割れと漏水 - コンクリート舗装にひび割れ	- 補修が必要
	20	NH88	Kandrour 橋 	1. 上部工：PCT 桁橋 2. 下部工：鉄筋コンクリート橋脚 3. 橋長：280m 4. 支間長：45m 5. 幅員：11.7m (2車線) 6. 建設完成年：1962年	- 小さなひび割れが主桁ウェブに発生	- 補修が必要 - PWD によれば、頻繁に死亡事故が発生。 - 交通安全対策が必要
	21	NH88	Nadaun 橋 	1. 上部工：PCT 桁橋 2. 下部工：鉄筋コンクリート橋脚 3. 橋長：324m 4. 支間長：45m 5. 幅員：7.5m (2車線) 6. 建設完成年：1974年	- 主桁に峰の果状のひび割れ、遊離石灰、異常な振動が発生 - P6 の伸縮装置で段差が発生	- 補修が必要 - 迂回路が無い
	22	NH70	Man Khad 橋 	1. 上部工：RCT 桁橋 2. 下部工：石積み橋脚 3. 橋長：181m 4. 支間長：22m 5. 幅員：4.25m (2車線) 6. 建設完成年：1968年	- 主桁に多くの鉄筋露出が見られる	- 迂回路はない。しかし、上流側に2車線の新橋を計画している。
	出典：JICA 調査団					

表 3.1.7 第一次現地調査結果概要 (6/6)

州	橋梁 No.	国道 No.	橋梁名および写真	橋梁基礎データ	目視点検による主な損傷	備考
ヒマ チャール プラデー シユ州	23	NH70	Kheran Khad 橋 	1. 上部工：RC T桁橋 2. 下部工：鉄筋コンクリート橋脚 3. 橋長：53m 4. 支間長：13m 5. 幅員：4.25m (2車線) 6. 建設完成年：1975年	- 主桁の鉄筋露出 - すべての伸縮装置は舗装に覆われ機能していない	- 補修が必要
	24	NH70	Swan River 橋 	1. 上部工：RC T桁橋 2. 下部工：石積み橋脚 3. 橋長：175m 4. 支間長：13m 5. 幅員：7.0m (2車線) 6. 建設完成年：1968年	- 主桁の鉄筋露出 - P2 橋脚が洗掘されている	- 補修が必要
	25	NH70	Shivburi Khad No. II 橋 	1. 上部工：RC T桁橋 2. 下部工：石積み橋脚 3. 橋長：41m 4. 支間長：13m 5. 幅員：7.0m (2車線) 6. 建設完成年：1968年	- いくつかの橋脚が洗掘されている	- 補修が必要

出典：JICA 調査団

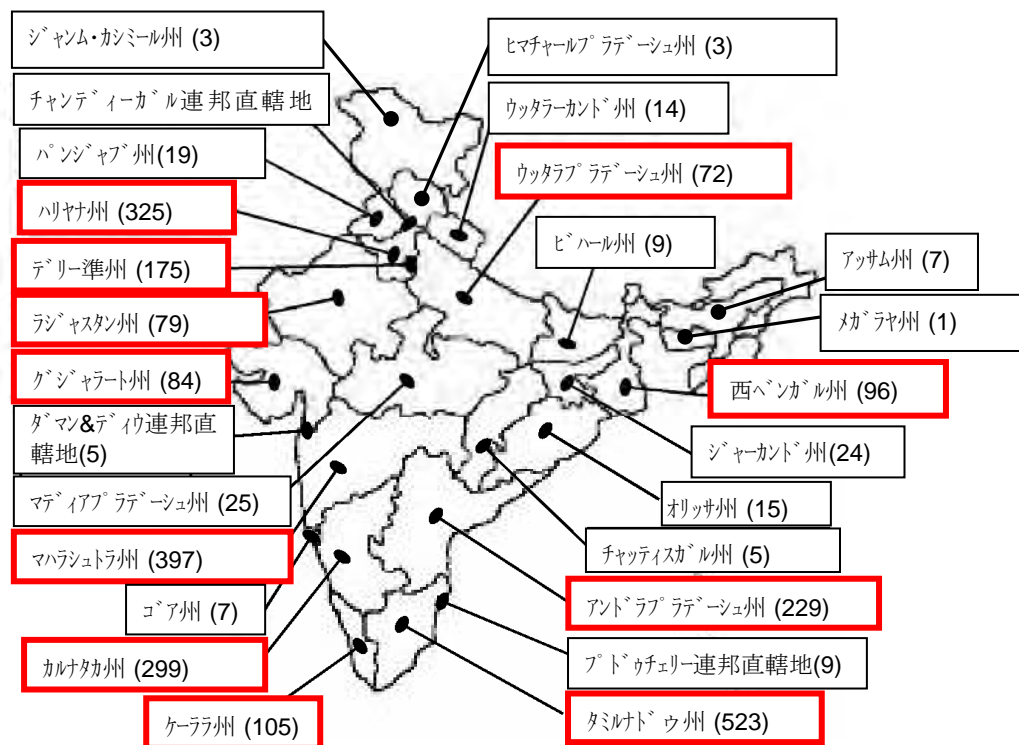


### 3.2 本邦技術導入に伴う課題整理および橋梁補修・補強における本邦技術の紹介

#### 3.2.1 インドにおける本邦企業へのヒアリング

##### (1) 本邦企業のインドへの進出

日本貿易振興機構の資料によると、2013年10月現在において、1,072社の日系企業がインドに進出している。また、本邦企業の駐在員事務所、支店、現地法人化された日系企業（100%子会社および合弁企業の本社、生産工場、支店等を含む）および日本人がインドで興した企業から成る日系企業拠点数は、2,542箇所にも及ぶ。各州における日系企業拠点数を図3.2.1に示す。



出典：インド進出日系企業リスト[ジェトロ：2014年1月]

図 3.2.1 インド各州における日系企業拠点数

インド進出日系企業のうち、建設業および商社に関連する主要企業およびその進出拠点を表3.2.1に示す。

表 3.2.1 インド進出主要日系企業リスト（建設業および商社系）

主要業態	企業名	インドにおける本邦企業の拠点（州名 [都市名]）										
		デリー準州 [デリー]	ハリヤナ州 [グルガオン]	グジャラト州 [アーモダハド, ウァドダ]	マハラシュトラ州 [ムンバイ, フネ]	コアラ [コア]	カルナーカ州 [バンガロール]	ケーララ州 [コチ]	タミルナドゥ州 [チェンナイ]	アンドラプラデーシュ州 [ハイデラバード]	ジャールखंड州 [シャムシュアル]	西ベンガル州 [コルカタ]
建設	鹿島建設(株)	X	X	X								
	大成建設(株)		X									X
	清水建設(株)	X			X		X		X			
	三井住友建設(株)	X		X	X		X		X			
	前田建設工業(株)	X							X			
	五洋建設(株)		X									
	西松建設(株)								X			
エンジニアリング	JFE エンジニアリング(株)				X							
鉄鋼	JFE スチール(株)		X		X							
	新日鐵住金(株)	X								X	X	
重工業	日立造船(株)		X	X	X				X			
	(株)IHI	X						X				
商社	丸紅(株)	X			X	X			X			X
	三井物産(株)	X			X				X			X
	三菱商事(株)	X			X		X		X			X
	住友商事(株)	X			X				X			
	双日(株)	X	X		X				X			X

出典：インド進出日系企業リスト[ジェトロ：2014年1月]

## (2) インド進出本邦企業および建設業へのヒアリング

インド進出本邦企業のうち、建設業および商社に関連する主要企業数社に対し、下記項目のヒアリングを実施した。

- (i) インド進出日系企業における裨益効果地域／路線
- (ii) インドにおいて適用可能な本邦橋梁補修技術
- (iii) 本邦橋梁補修技術のインド導入における課題
- (iv) 橋梁セクターにおけるインド市場参入への関心

また、追加として、本邦建設企業数社に対し、上記項目 (iv) のヒアリングを実施した。表 3.2.2 にヒアリング企業一覧を示す。



表 3.2.2 ヒアリング企業一覧

No.	主要業態	企業名	ヒアリング場所	備考
A1	建設	清水建設(株)	インド	
A2		(株)大林組	インド	インドに企業登録のみ
A3		鹿島建設(株)	インド	
A4		三井住友建設(株)	インド	
A5		五洋建設(株)	インド	
A6		前田建設工業(株)	日本	
A7		(株)フジタ	日本	
A8		西松建設(株)	日本	
A9		(株)銭高組	日本	インドに拠点なし
A10		(株)安藤ハザマ	日本	インドに拠点なし
A11		大日本土木(株)	日本	インドに拠点なし
A12		大豊建設(株)	日本	インドに拠点なし
B1	エンジニアリング	JFE エンジニアリング(株)	インド	
B2		(株)IHI インフラシステム	日本	インドに拠点なし
C1	鉄鋼	JFE スチール(株)	日本	
C2		新日鐵住金(株)	日本	
D1	重工業	(株)IHI	インド	
E1	商社	住友商事(株)	インド	
F1	公的機関	日本貿易振興機構 (JETRO)	インド	

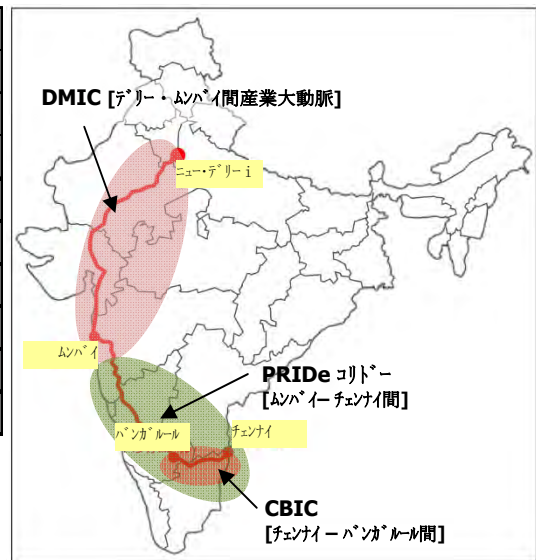
出典：JICA 調査団

### (3) インド進出本邦企業における裨益効果地域／路線

ヒアリング結果を踏まえると、インド進出本邦企業における裨益効果路線は2経済回廊に集約される。具体的には、(i) デリー・ムンバイ間産業大動脈 (DMIC) および (ii) PRIDe コリドーである。特に、PRIDe コリドーのうち、バンガルール・チェンナイ間産業コリドーは、2013年11月12日にニュー・デリーにおいて、タミル・ナド投資促進プログラムに対し、最大130億円貸与する円借款契約にJICAがインド政府と署名したことから、投資やビジネスの促進が期待されている。

図3.2.2に示す通り、2経済回廊地域は、8つの州に跨り、これら8州に進出している日系拠点数は、2,111拠点にも及ぶ。この拠点数は、インド進出本邦拠点数の83%にも達する。この8州に、50拠点以上を有する3州（ケーララ州、西ベンガル州およびウッタラプラデーシュ州）を加えた11州の拠点数は、2,384拠点となり、インド進出拠点数を94%に及ぶ。

経済回廊	州名	主要都市名	日系企業拠点数
DMIC	デリー準州	デリー	175
	ハリヤナ州	グルガオン	325
	ラジャスタン州	ジャイプール	79
	ウッタルプラデシュ州	アーメダハバード, ウァドダラ	84
	マハラシュトラ州	ムンバイ, プネ	397
PRIDe	カルナータカ州	バンガロール	299
	タミル・ナンド州	チェンナイ	523
	アンドラ・プラデシュ州	ハイデラバード	229
合計			2,111



出典：JICA 調査団

図 3.2.2 インド進出本邦企業における裨益効果地域／路線

### 3.2.2 インドにおいて適用可能な本邦橋梁補修技術

本邦企業へヒアリングした結果を踏まえ、インドにおいて適用可能な本邦橋梁補修技術は、部分的な置換や追加補強を含め、表 3.2.3 に示す通り、8 工種が挙げられる。また、これら工種に関するより詳細な説明を図 3.2.3 に示す。

表 3.2.3 インドにおいて適応可能な本邦技術

本邦技術名称	技術の特性および有効性	主な適用箇所
センターヒンジ連結工法	センターヒンジを有している橋梁に対して有効な補強工法である。	コンクリート箱桁橋梁のうち、センターヒンジ部分
高弾性炭素繊維補強	塩害および過積載車両の通行により損傷している橋梁に対して有効な補強工法である。また、重量の増加がないため、下部工へ与える影響を最小限にすることが可能である。	海岸の近く、もしくは、地震多発地域に位置しているコンクリート橋梁の床版、桁および橋脚
アウトプレート工法	過積載車両の通行によって上部工に損傷が生じている橋梁に対して有効な補強工法である。CFRP プレートを使用。	過積載車両が通過する幹線道路に位置しているコンクリート橋梁の桁
エポキシ鉄筋	塩害によりコンクリートにひび割れや剥離が生じている橋梁に対して、鉄筋の取り換えを行う際に有効な工法である。	海岸の近くに位置しており、鉄筋が腐食しているコンクリート橋梁の床版、桁および橋脚
ECF スtrand (内部充てん型エポキシ樹脂被覆 PC 鋼より線)	塩害により上部工が損傷している橋梁に対して、外ケーブル補強に有効な工法である。	海岸の近くに位置しており、外ケーブルによるプレストレス補強を要するコンクリート橋梁の桁
プラズマアーク溶射を用いた支承	プラズマアーク溶射は耐久性に優れており、支承の取り換えを行う場合に有効である。	海岸の近くに位置し、損傷している支承
橋梁基礎補強対策 (鋼管矢板工法/増杭工法)	洗掘を受けた橋梁の基礎の補強を行うにあたり有効な工法である。	洗掘を受けている、もしくは、地震に対する耐荷が不足している橋梁基礎
耐候性鋼材	軽量かつ維持管理が容易なため、既存コンクリート上部工の置換に有効な工法である。ただし、沿岸地域では適用できない。	海岸付近を除くコンクリート上部工

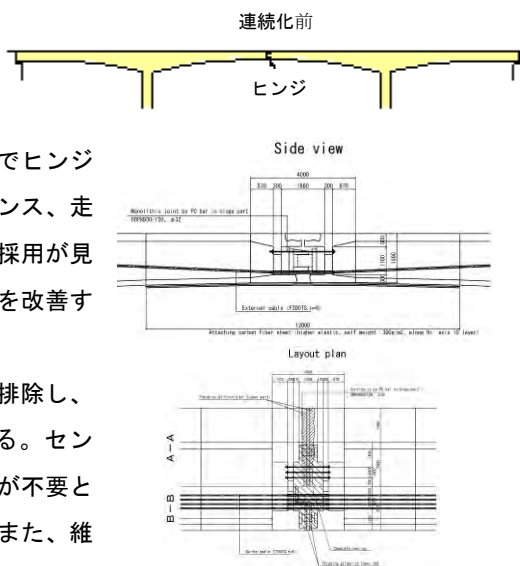
出典：JICA 調査団

### センターヒンジ連結工法

PC有ヒンジラーメン橋は構造設計における解析レベルの容易さから、1960年から80年代にかけて多く建設された。しかし、有ヒンジ部が持つ特有の構造形式から、近年多くの橋梁でヒンジ沓の経年的な摩耗、橋体の垂れ下がりが生じており、メンテナンス、走行性への問題がクローズアップされている。このため、近年は採用が見送られ、その補修方法として走行性・耐荷力・耐久性・耐震性を改善するセンターヒンジ連結工法が多く用いられている。

センターヒンジ連結工法は、右図のようにセンターヒンジを排除し、コンクリートとPC鋼材を使用して橋梁を連続化する工法である。センターヒンジを排除することにより、センターヒンジの維持管理が不要となるため、高度な維持管理技術や交通規制などが不要となる。また、維持管理費用の縮減が可能となる。

しかし、長大橋はすべてを連続化させることは本邦技術を使用しても構造的に難しい場合がある。その場合は、寿命が長く、伸縮範囲も広いマウラージョイントを採用する。



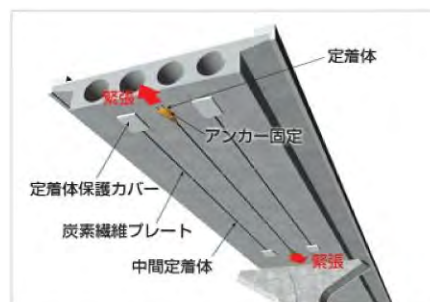
### 高弾性炭素繊維補強

塩害（塩分がコンクリート中の鉄筋を腐食・膨張させ、コンクリートにひび割れや剥離などが生じる現象）が発生している橋梁について、高強度の炭素繊維を用いることで補強が可能となる。特に、塩害が生じている橋梁に対して有効である。また、本工法は国土交通省の新技术情報提供システム（QS-990014-V）にも登録されている。



### アウトプレート工法

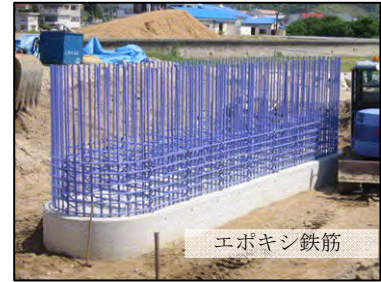
本工法は、CFRP（炭素繊維強化樹脂）プレートを緊張して、既設コンクリートにプレストレスを導入し、補強する工法である。プレストレスを導入することが可能なため、大きな補強効果を得ることが可能となる。本工法は、自動車荷重に対して上部工補強が必要な橋梁に対して有効である。また、本工法は国土交通省の新技术情報提供システム（HR-030015-A）にも登録されている。



出典：アウトプレート工法研究会

### エポキシ鉄筋

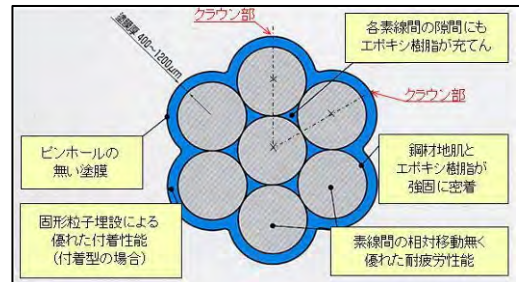
本鉄筋は、鉄筋をエポキシ樹脂でコーティングされた鉄筋である。防食性が非常に高いため、塩害を受けて腐食した鉄筋の取り換えが発生した場合に採用されることが多い。また、本工法は国土交通省の新技術情報提供システム（KK-070023-V）にも登録されている。



エポキシ鉄筋

### ECFストランド（内部充てん型エポキシ樹脂被覆PC鋼より線）

ECFストランドはエポキシ樹脂により塗装され、エポキシ材でストランド間の隙間を満たされたPCストランドケーブルである。本ストランドもエポキシ鉄筋同様防食性が非常に高く海岸エリアの塩害対策として用いられる。ECFストランドは、塩害を受けて腐食したPC鋼材の補強対策として採用する。また、本工法は国土交通省の新技術情報提供システム（TH-120019-A）にも登録されている。



### 橋梁基礎補強対策

鋼管矢板基礎は、洗掘を受けた橋梁の洗掘対策や耐震補強対策としての需要が高い。右は既存橋梁の橋脚を鋼管矢板基礎で補強を行っている写真である。また、既存橋脚の補強対策として増し杭が実施されることもある。増し杭は主に陸上部で実施されている。

基礎の補強が必要と判断される場合、河川部は鋼管矢板基礎補強、陸上部は増し杭補強の採用が一般的となる。



### プラズマアーク溶射を用いた支承

支承の取り換えが発生した場合に、耐久性に優れるゴム支承を採用し、ゴムを支える金属部分には、非常に防食性に優れるプラズマアーク溶射（アルミニウム(95%)、マグネシウム(5%)）を用いた支承の採用を検討する。

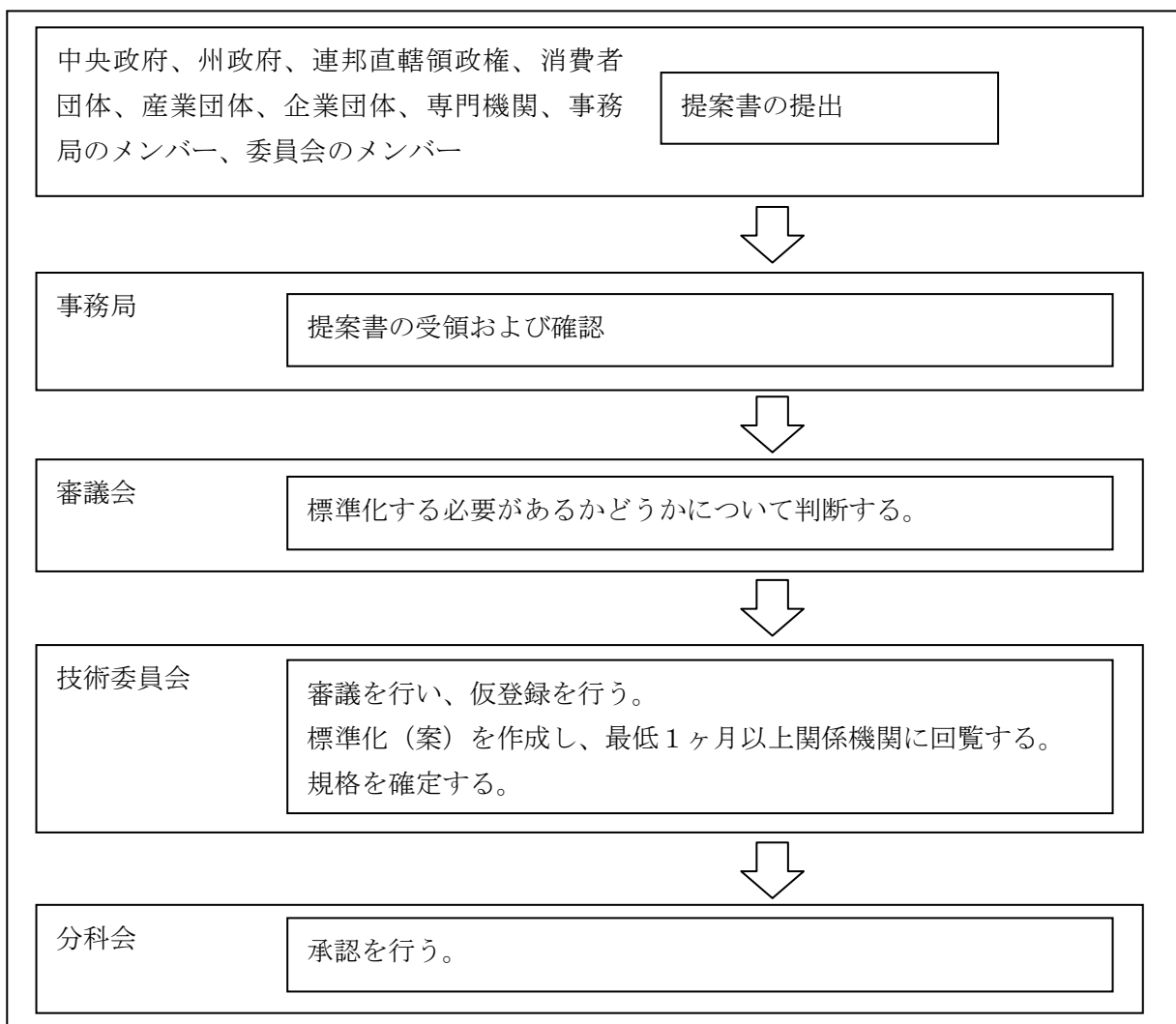
図 3.2.3 適用可能な橋梁補修・補強の本邦技術

### 3.2.3 本邦橋梁補修技術のインド導入における課題

ヒアリング結果、本邦橋梁補修技術のインド導入において、下記課題が抽出された。

#### (1) インド基準

インドにおいて、本邦橋梁補修技術をインドに導入するにあたっては、インドにおける日本の JIS（日本工業標準調査会）と同様の国家標準化組織である BIS（インド標準化局 [BIS]）によるインド基準への標準化認証が要求される。しかしながら、本邦の新技术は、インド基準への標準化認証がなされていない。通常、BIS による認証を得るには、6～10 年を必要とするものの、本邦新技术が、特別認定の対象として承認されれば、標準化認証を受けるまでの期間を2～3年に短縮することが可能である。通常の BIS による承認手続きは図 3.2.4 の通りである。



出典：BIS ([http://www.bis.org.in/sf/pros\\_setting\\_std.asp](http://www.bis.org.in/sf/pros_setting_std.asp))

図 3.2.4 BIS 承認手続き

一般に、技術委員会において、審議開始されるまでに時間を要するものの、各省庁からの要請等により合意がなされれば、同プロセスが短縮するようである。

なお、インド基準への標準化認証を得ずに、円借款事業に本邦技術を適用するには、案件所轄官庁の認証を得れば、適用可能である。MORTH の認可を受ける場合は、CRRRI（道路中央研究所）もしくは、IRC（インド道路委員会）において、BIS と同様の手続きを経れば、数年で取得可能である。

## (2) 設計および施工瑕疵

第一次および第二次現地調査を通して、第一次および第二次選定された橋梁の多くは、建設後、40～50 年が経過しているため、詳細設計図面および竣工図面を入手することは困難であった。したがって、橋梁補修のための設計は、多くの仮定条件または損傷度合いを考慮した経験的手法に基づいて実施せざるを得ない。また、施工業者は、施工開始前に実施する事前確認点検後、設計や施工方法の変更を提案する可能性がある。仮に、補修工事が完了した後、何かしらの不具合もしくは期待された効果が得られない状況が生じた場合、設計および施工瑕疵を問われる可能性がある。よって、施工実施前までに、それら瑕疵について、責任範囲を明確にする必要がある。

### 3.2.4 本邦企業の橋梁セクターにおけるインド市場参入への関心

インド進出本邦建設業者の多くは、インド進出本邦製造業の工場等の建設受注を目的にしており、国内から派遣されている社員／従業員は、建築分野が主体となっており、土木分野は少ない。

本邦建設会社の橋梁セクターにおけるインド市場参入への関心度は決して高いものではない。

他方、本邦エンジニアリング/鉄鋼メーカーにおいては、橋梁セクターにおけるインド市場への参入に関心を示す会社も見受けられたが、JV を構成する建設会社を模索する必要がある。

### 3.3 環境社会配慮

第一次現地調査に基づいた初期環境調査結果の概要を以下に示す。

#### 3.3.1 自然及び社会的特性

既存情報及び初期環境調査等に基づき、プロジェクト地域周辺の環境及び社会状況について以下に示す。

##### (1) 社会の状況

プロジェクト対象各州の人口を表 3.3.1 に示す。

表 3.3.1 対象橋梁が位置する各州の州都及び人口

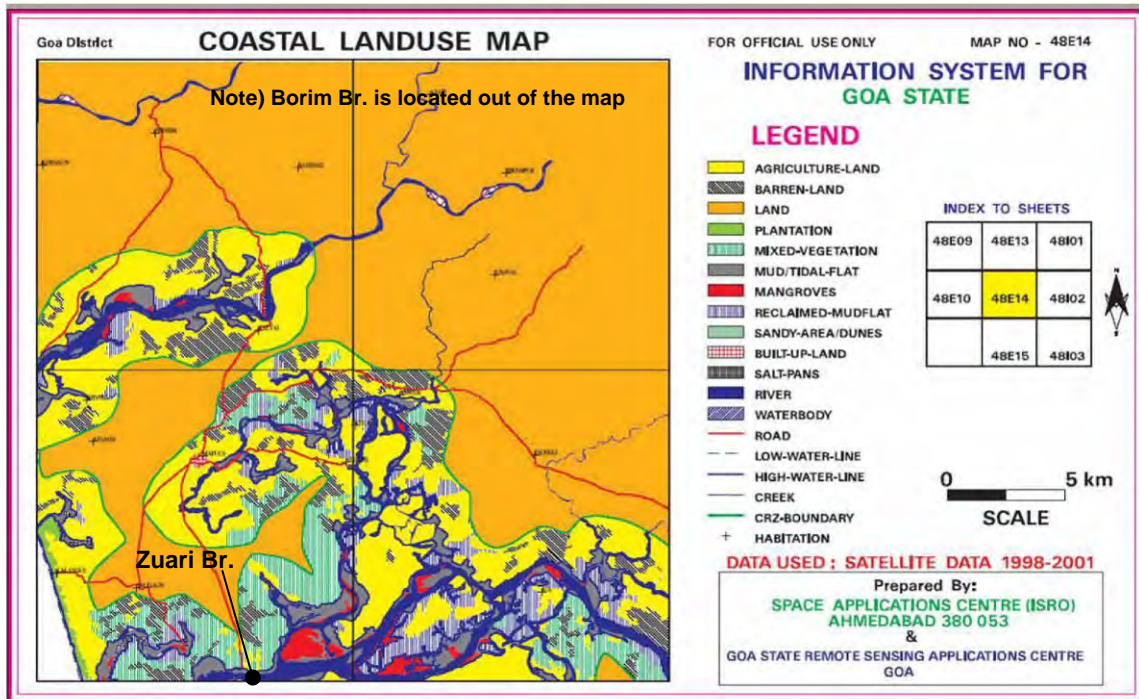
対象橋梁位置 (州)	州都	人口 (2011)
アッサム	ディスプール	31,205,576
ゴア	パナジ	1,458,545
ケーララ	ティルヴァナンタプラム	33,406,061
グジャラート	ガンディーナガル	60,439,692
マハラシュトラ	ムンバイ	112,374,333

出典: 2011 Census Data, Government of India, Ministry of Home Affairs

##### (2) 自然の状況

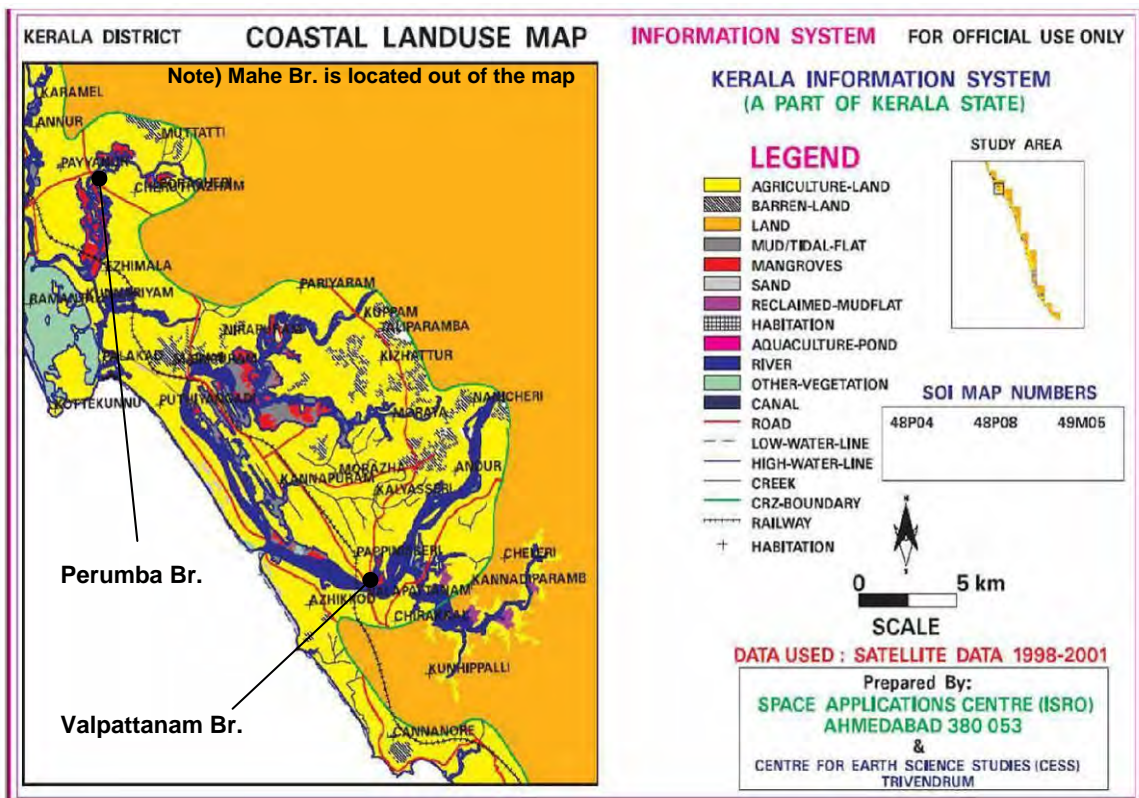
アッサムを除くすべての対象橋梁は沿岸区域に位置する。このため、対象橋梁は沿岸規制区域（以下 CRZ と称す）に位置し、マングローブ林や湿地帯が確認された。プロジェクト対象地域の土地利用図、CRZ 区域を次に示す。





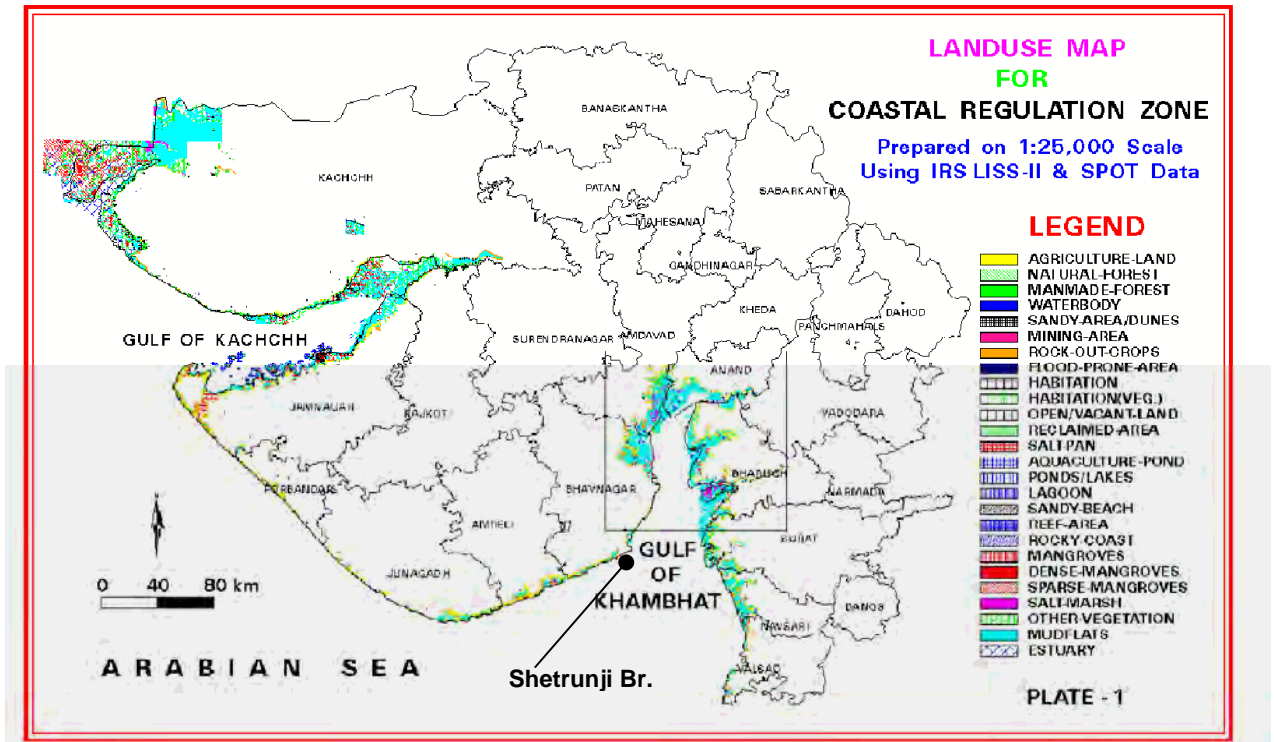
出典: Coastal Zones of India Published by Space Applications Centre

図 3.3.1 プロジェクト対象位置と土地利用及びCRZ 区域図 (ゴア州)



出典: Coastal Zones of India Published by Space Applications Centre

図 3.3.2 プロジェクト対象位置と土地利用及びCRZ 区域図 (ケーララ州)



出典: Coastal Zones of India Published by Space Applications Centre

図 3.3.3 プロジェクト対象位置と土地利用及びCRZ 区域図 (グジャラート州)

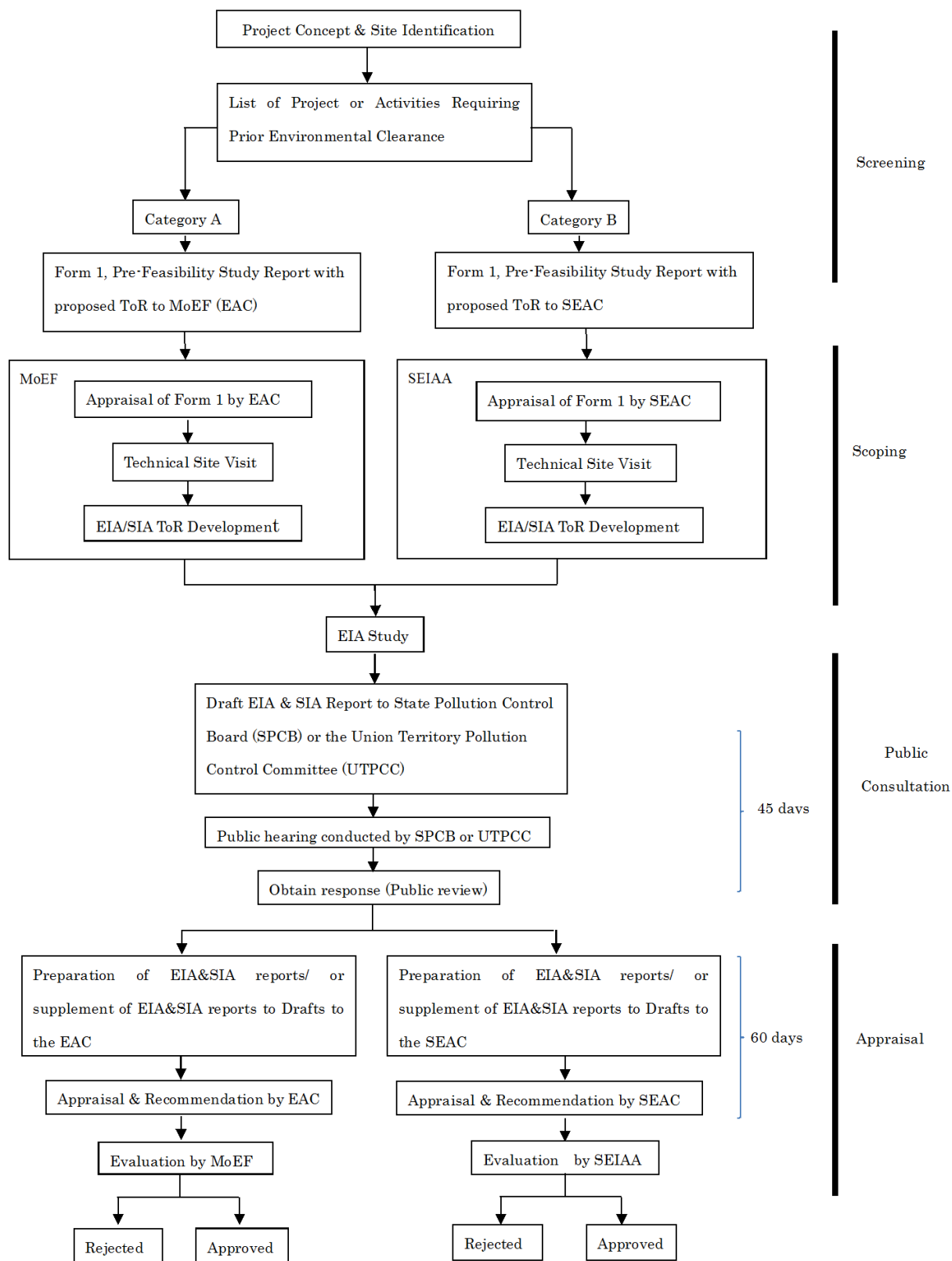
### 3.3.2 環境社会配慮関連法令

#### (1) 環境法 (環境影響評価通達 2006, 2009 及び 2012)

インドでは環境影響評価の必要性は環境保護法 (1986) に規定されており、関連手続きは環境影響評価通達 (2006、2009、2012) に明記されている。環境影響評価通達 (2006) によるとカテゴリ上の基準に該当する事業は事前に環境クリアランスの取得が必要とされる。

カテゴリ-A に該当する案件は環境審査会 (EAC) の審査のもと、中央政府の森林環境省から環境クリアランスを取得しなければならない。カテゴリ-B に該当する案件は州政府の環境権者 (SEAC) の審査のもと、州政府環境影響評価委員会から環境クリアランスを取得することが必要である。

環境クリアランス (EC) の通常の取得プロセスを図 3.3.4 に示す。



出典： Environmental Impact Assessment Notification (2006, 2009 and 2012)を基に作成

図 3.3.4 EIA 手続きフロー図

橋梁案件は環境影響評価及び環境クリアランスが必要な案件一覧には記載されていない。しかし、各州の環境担当課への聞き取り調査結果によると、実際のスクリーニングは森林環境省 (MoEF)

により実施される。通常は上部工の架け替え等の改修作業のレベルでは環境クリアランスは必要とされない事業としてみなされるが、現橋に隣接して建設する場合には用地取得も伴い、通常新橋と見なされ環境クリアランスの取得が必要となる。

## (2) 沿岸規制区域 (沿岸規制区域通達 (2011))

沿岸規制区域通達 (2011) は沿岸規制区域内 (以下 CRZ) における産業の設立や拡大等を沿岸地域における生物やコミュニティの生活保障や沿岸の環境保護を目的として規制している。CRZ における活動については許可されるものと禁止されるものに分かれており、禁止されているものについては、事前の許認可の取得が必要であり、取得の手順は沿岸規制区域通達に記載されている。プロジェクトとの関連では、グジャラート、ゴア、ケーララ等の州の海岸区域が CRZ 対象地域となっており、本調査対象橋梁すべてその区域に含まれると想定される。プロジェクトの実施位置と活動内容の詳細によって、州政府が CRZ の許認可取得の必要性を判断する。

## (3) 新土地収用法 (2013)

本法律は 2013 年 9 月に大統領の承認を受け、2014 年 1 月 1 日から施行された。

新法においては、旧法における上記の問題点を踏まえた上で、土地所有者及びその土地に生活の基盤を有する者 (以下、「土地所有者等」という) の権利保護のための様々な規定が設けられた。それらの規定により、収用地の土地所有者等に対して十分な手続保障及び金銭的補償を与えられている。新法の主な特徴は以下のとおりである。

- ・ 収用要件の明確化
- ・ 補償内容の拡充 (公平な評価額算定法、土地所有者及び影響土地に生活基盤を有する者への補償等)
- ・ 社会的影響評価実施の義務づけ
- ・ 用地取得後の目的外の土地利用の防止
- ・ 監視制度 (州政府及び中央政府による用地取得計画実施のモニタリング)

プロジェクトについては、アプローチ道路 (取り付け道路) を含む新橋の建設で土地収用が必要、また住民移転が発生する際、本法律に基づく社会影響調査及び移転計画の策定が必要となる。

## (4) その他環境社会配慮関連法規・体制の概要

インド国における環境に関連する主な制度・規則は、表 3.3.2 の通りである。

表 3.3.2 環境関連法規一覧

No.	名称	発行年
1	環境保護法	1986
2	環境影響評価通達	2006, 2009, 2012
3	森林保全法	1927, 1980
4	国家森林政策	1952, 1988
5	沿岸規制区域通達	2011
6	野生生物保護法	1972
7	用地取得法	1894, 1989
8	新用地取得法	2013
9	大気汚染の防止及び管理法	1981
10	有害廃棄物の管理と取り扱いにかかる規則	1989, 2003
11	都市廃棄物の管理と取り扱いにかかる規則	2000
12	騒音公害の規制と管理にかかる規則	2000
13	水質の公害の防止と管理にかかる法	1974

出典：JICA 調査団

### 3.3.3 主要な評価対象項目

初期環境調査に基づき、橋梁位置の自然及び社会環境特性から、最終 8 橋梁の評価指標として、いくつかの主要項目を選択した。大部分の対象橋梁は住宅地外に位置しているが、少数の住居や商業店舗が取付道路の付近に分布している。自然環境については、ゴア、ケーララ、グジャラート州において川沿いに保全対象となっているマングローブ群落が見られた。

選択された主要項目とその理由、評価基準を以下に示す。

表 3.3.3 環境評価における主要項目及び選定理由

分類	主要項目	選定理由	具体的項目	評価基準		
				A	B	C
I 汚染対策	1. 騒音と大気汚染	新設取付道路を伴う新規橋梁の建設が住宅地に影響を与える可能性があるため	最寄の住宅地からの距離	$D \leq 50m$	$50 < D < 100m$	$100m \leq D$
	2. 水質汚濁	水中の基礎改修工事が濁水を発生させる可能性があるため	改修が必要な基礎数	改修される基礎数 3以上	改修される基礎数 1~2	改修される基礎数 0
II 社会環境	1. 非自発的住民移転	建設活動が住居や宗教施設等の神聖な場所に影響を与える可能性がある。また、新規線形での橋梁建設が住民移転、土地収用をもたらす可能性がある。	影響を受ける住居数	$50 \leq \text{No.}$	$10 < \text{No.} < 50$	$\text{No.} \leq 10$
	2. 文化（神聖な場所）		影響を受ける宗教施設の数	1以上 (移動不可な施設)	1以上 (移動可)	0
III 自然環境	1. 生物相	マングローブ群落が建設場や新橋の建設によって伐採される可能性がある。	マングローブ林の影響範囲	$10,000m^2 \leq A$	$100 < A < 10,000m^2$	$A \leq 100m^2$

出典：JICA 調査団

### 3.3.4 環境評価概要

4.2 章の通り、3 橋梁については新設の取付道路と新橋の建設、5 橋梁については修復が提案されている。各州の環境課への聞き取りによると、上部工等の修復のみの事業については CRZ や

EC 等の許可を取得する必要は想定されないが、CRZ における新規アライメントの橋梁架け替えについては、森林環境省（MOEF）からクリアランスを取得する必要があるとのことである。対象候補橋梁の環境評価結果の概要は以下に示す。

なお、個別橋梁のスクリーニング、スコーピングマトリックスは付属資料（Appendix）に示した。

### 3.3.5 JICA 環境社会配慮ガイドライン上のスクリーニング基準

取付道路を伴う新橋の建設は土地収用、住民移転が必要となる可能性がある。しかし、移転者数は 200 人以下になると想定されることから、JICA 環境社会配慮ガイドライン(2010)ではそれぞれ、新橋建設はカテゴリ B、橋梁の修復はカテゴリ C に分類される。

なお、JICA ガイドラインのスクリーニング基準（環境カテゴリ分類）以下の表に示す。

表 3.3.4 JICA 環境社会配慮ガイドラインにおける環境カテゴリの定義

カテゴリ	定義
カテゴリ A	環境や社会への重大で望ましくない影響のある可能性を持つようなプロジェクトはカテゴリ A に分類される。また、影響が複雑であったり、先例がなく影響の予測が困難であるような場合、影響範囲が大きかったり影響が不可逆である場合もカテゴリ A に分類される。影響は、物理的工事が行われるサイトや施設の領域を超えた範囲に及びうる。カテゴリ A には、原則として、影響を及ぼしやすいセクターのプロジェクト、影響を及ぼしやすい特性を持つプロジェクト及び影響を受けやすい地域あるいはその近傍に立地するプロジェクトが含まれる。
カテゴリ B	環境や社会への望ましくない影響が、カテゴリ A に比して小さいと考えられる協力事業はカテゴリ B に分類される。一般的に、影響はサイトそのものにしか及ばず、不可逆的影響は少なく、通常の方策で対応できると考えられる。
カテゴリ C	環境や社会への望ましくない影響が最小限かあるいはほとんどないと考えられる協力事業。

出典：国際協力機構環境社会配慮ガイドライン（2010）





橋梁位置 (州)	橋梁番号	影響項目		汚染対策		社会環境		自然環境		JICA カテゴリ JICA 環境社会配 慮ガイドライン (2010)に基づいた スクリーニング結 果	想定される 取得が必要 なクリアラン ス*1	
		橋梁名称	プロジェクト 活動	騒音と大気汚染 工事中及び工事後	水質 (水質汚濁) 工事中	非自発的住民移転	文化 (神聖な場所や 施設)	マングローブ林	EC		CRZ	
グジャ ラート	8	Shetrunji	桁に変更 (仮橋の建設)	影響の程度 が確認され、 影響は限定的 である。	影響の程度 が予測され る。(仮橋建 設)	影響の程度 が認められ ない。	影響の程度 が想定され ない。	影響の程度 が予測され る	影響の程度 が予測され る	転数は少な いが、土地 収用が必要 である。	✓	✓
			上部工を鋼製 桁に変更 (仮橋の建設)	迂回路の建設 が必要である が、住宅地は 近隣に見られ ない。	水中での活 動は想定さ れない。	迂回路のた めの、一時的 な空き地が 必要となる ことが想定 される。	迂回路のた めの、一時的 な空き地が 必要となる ことが想定 される。	乾季 (3月-7 月) に水がな いため、マン グローブは確 認されない。	影響はほと んどない が、コミュニ ティ寺院 に関して、 地元関係者 と協議の必 要がある。	C	C	C

各項目の影響評価: (A): 重大な負の影響が予想される (B): ある程度の負の影響が予想される (C): 影響は想定されない (D): 影響の程度は明らかでない (次段階の調査が必要。調  
査の過程で影響の程度が明らかになる)  
スクリーニングの定義: (A) 重大な負の影響のあるプロジェクト (B) ある程度の負の影響があるが重大ではないプロジェクト (C) ほとんど影響は想定されないプロジェクト (参照表 3.5.3 JICA ガイ  
ドライン・カテゴリ分類表)

EC: 環境クリアランス CRZ: 沿岸規制区域のクリアランス

\*1: 2013年12月4日時点の聞き取り調査に基づく

出典: JICA 調査団



### 3.3.6 主な環境緩和の方策

提案される主な環境緩和の方策は以下の通りである。

表 3.3.6 環境管理計画（想定されうる緩和策）

分類	№	影響項目 JICAガイドライン	提案される緩和策	
			工事前、工事中	供与時
汚染対策	1	大気汚染	-粉じん 住宅地付近では散水等を行う。	-
	2	水質汚濁	-濁水 基礎改修工事中は濁水を最小化するため、シートパイル法を適用する。	-
	3	廃棄物	- 建設廃棄物（コンクリート塊） コンクリート塊などの建設廃棄物は指定された場所に適切に廃棄する。	-
	4	土壌汚染	-	-
	5	騒音・振動	-住居区域付近の建設騒音 遮音壁の設置や低騒音型建設機械の採用 夜間工事の制限や、工事スケジュールの住民への周知を行う。	-
	6	底質	-	-
自然環境	9	保護区	内で取付道路を含む新規橋梁建設がある場合、CRZ 許認可を環境許可機関（森林環境省）から取得する。	-
	11	水象	水象に影響を与えない十分な河川容量を確保する設計の実施	-
	12	地形、地質	-	-
社会環境	13	住民移転	JICA環境社会配慮ガイドラインに基づいた適切な補償の実施	-
	14	貧困層		-
	15	少数民族・先住民		-
	16	雇用や生計手段等の地域経済		-
	17	土地利用や地域資源利用		-
	18	水利用	井戸の水量が減少する等の影響がある場合、水を確保する代替施設を設置する（給水や水道の接続）	-
	19	既存の社会インフラや社会サービス	JICA環境社会配慮ガイドラインに基づいた適切な補償の実施	-
	22	地域内の利害対立	地元住民を工事労働者として採用を優先する	-
23	文化遺産	プロジェクトが地域における寺院、神聖な場所、碑等に影響を与える場合、適切な協議を行い合意を形成を行う	-	
27	HIV/AIDS 等の感染症	HIV/AIDS等の感染症への感染を予防するため、労働者に対する注意喚起、啓発を促進する	-	
その他	29	事故	-制限区域とするため、工事現場の入り口にゲートを設置する -建設機械が稼働する入口や交差点には交通整理員を配置する -子供など地元の人が建設現場に入らないように周囲にフェンスを設置する -建設現場での工事機械等の走行速度を制限する -労働者への安全管理研修の実施 -工事監理者による安全管理パトロールの実施 -毎月の安全会議の実施	歩道のない橋梁における安全管理の実施
	30	越境の影響、及び気候変動	-	-

(-):負の影響が想定されないため緩和策は必要ない。

出典：JICA 調査団

### 3.4 第二次橋梁選定

#### 3.4.1 第二次橋梁選定評価基準

第二次橋梁選定では、第一次橋梁選定で選定された 25 橋より 5 から 10 橋が選定される。第二次橋梁選定の評価基準は表 3.4.1 に示される。第二次橋梁選定は以下の基準より総合的に評価する。

表 3.4.1 第二次橋梁選定評価基準

No	指標	内容
1	交通需要	最新の交通量 - 非常に多い、- 多い、- 普通
2	迂回路の距離	インタビューや衛星写真に基づいた迂回距離
3	本邦・現地企業の事業効果想定	本邦現地企業の州ごとの数 - 非常に多い (100 以上)、- 多い (50 以上)、- 普通 (5 以上)、- 少ない (5 未満)
4	橋梁の損傷状況	第一次現地調査による橋梁損傷レベル (第一次現地調査シート参照)
5	本邦橋梁補修・補強技術適用の確認	本邦技術適用は表 3.4.2 に従い検証される。
6	他ドナーや「イ」国による事業との重複の有無	MORTH および主要ドナーへのヒアリングにより、他ドナーや「イ」国実施事業との重複が無いように確認を行う。
7	対象橋梁が周辺の地域社会・経済に与える影響度	経済活動 (農業、工業、製造、観光、ビジネス等) や公共施設 (学校、病院など) に関する橋梁の重要性の確認
8	対象橋梁の環境影響度	橋梁が位置する地点の自然度 (土地利用や保護区の有無)、用地取得の容易性、人口集中度等から環境影響度を評価する。 (環境調査シート参照)

出典：JICA 調査団

表 3.4.2 本邦技術

本邦技術名称	適用性	対象橋梁
センターヒンジ連結工法	センターヒンジを有している橋梁に対して有効な補強工法である。	アッサム州、ゴア州にあるセンターヒンジが損傷している PC 箱桁橋
高弾性炭素繊維補強	塩害および過積載車両の通行により損傷している橋梁に対して有効な補強工法である。また、重量の増加がないため、下部工へ与える影響を最小限にすることが可能である。	上部工への適用は活荷重に対して有効に補強され、下部工への適用は地震に対して有効に補強される。 本工法は海岸エリアにあるグジャラート州、ゴア州、ケーララ州に適用される。
アウトプレート工法	過積載車両の通行によって上部工に損傷が生じている橋梁に対して有効な補強工法である。	上部工への適用は活荷重に対して有効に補強される。
エポキシ鉄筋	塩害によりコンクリートにひび割れや剥離が生じている橋梁に対して、鉄筋取り換えを行う際に有効な工法である。	本工法は海岸エリアにあるグジャラート州、ゴア州、ケーララ州に適用される。
ECF ストランド (内部充てん型エポキシ樹脂被覆 PC 鋼より線)	塩害により上部工が損傷している橋梁に対して、外ケーブル補強に有効な工法である。	本工法は海岸エリアにあるグジャラート州、ゴア州、ケーララ州に適用される。
橋梁基礎補強対策	洗掘および地震を受ける橋梁の基礎の補強に有効な工法である。	基礎は河床洗掘に対して補強される。
プラズマアーク溶射を用いた支承	プラズマアーク溶射は耐久性に優れており、支承の取り換えに有効な工法である。	支承が損傷した橋梁
鋼桁橋	本工法は重大な損傷を受けた PC 桁および RC 桁の取り換えに有効な工法である。鋼桁は上部工の重量を減少させ、施工工期も短縮が可能である。耐候性鋼材は海岸エリアを除く地域に適用され、維持管理費は最小限に抑えられる。	上部工の重大な損傷

出典：JICA 調査団

### 3.4.2 第二次橋梁選定結果

表 3.4.3 に第二次橋梁選定結果を示す。8 橋が第二次現地調査の対象となる。

表 3.4.3 第二次橋梁選定結果

州	橋梁 No.	国道No.	橋梁名	建設年	交通量	迂回路の距離	本邦企業への事業効果	橋梁損傷レベル	本邦技術の適用	他ドナーの事業の確認	地域社会・経済に関する重要度	環境影響	評価
					1	2	3	4	5	6	7	8	
アッサム	1	NH52	Ja-Bharali橋	1962	中程度	423 km	低い	小規模な損傷	ローカル技術	無	高い	-	
	2	NH37A	Kaliabhomora橋	1987	中程度	327 km	低い	ガルーバ橋の改修	ガルーバ橋を鋼桁に架け替え	無	非常に高い	小さい	ガルーバ橋の取り換えを行う
	3	NH53	Sadarghat橋	1967	非常に多い	67 km	低い	センターセージに非常に重大な損傷	センターセージの連結	既設橋の間に2車線の新橋をPWDが計画	非常に高い	中程度	
	4	NH44	Badarpurhat橋	1972	多い	64 km	低い	センターセージに非常に重大な損傷	センターセージの連結	無 (補修のため2650万ルピーを見積っているが、計画はまだない)	非常に高い	小さい	センターセージの連結を行う
ゴア	5		Zuari橋	1982	非常に多い	54 km	中程度	センターセージの補修が必要	センターセージの連結	無	非常に高い	小さい	センターセージの連結を行う
	6	NH17	MandM橋(旧)	1993	非常に多い	63 km	中程度	非常に小規模な損傷	ローカル技術	無	非常に高い	-	
	7		MandM橋(新)	1997	非常に多い	63 km	中程度	非常に小規模な損傷	ローカル技術	無	非常に高い	-	
	8	NH17B	Borim橋	1983	多い	48 km	中程度	センターセージの補修が必要	センターセージの連結	無	非常に高い	小さい	センターセージの連結を行う
	9	NH4A	Khandepar橋	1961	中程度	28 km	中程度	小規模な損傷	ローカル技術	40m上流側に4車線の新橋をPWDが計画	中程度	-	
ケララ	10		Mahe橋	1930	非常に多い	16 km	高い	上部工の補修が必要	上部工を鋼桁へ架け替え	NHDPとして1km上流側に4車線の橋梁を計画	非常に高い	中程度	上部工の取り換えを行う
	11	NH17	Valappattanam橋	1980	多い	26 km	高い	いくつかの部材の補修が必要	橋脚および下床版を炭素繊維で補強	NHDPとして既設橋の間に2車線の橋梁を計画	高い	小さい	下部工の炭素繊維補強を行う
	12		Parumba橋	1952	多い	23 km	高い	上部工の補修が必要	上部工を鋼桁へ架け替え	NHDPとして1km上流側に4車線の橋梁を計画	高い	中程度	上部工の取り換えを行う
	13		Kariyangodu橋	1963	多い	27 km	高い	いくつかの部材の補修が必要	ローカル技術	NHDPとして60m橋梁側に4車線の橋梁を計画	中程度	-	
グジャラート	14		Shetrunji橋	1985	多い	7 km	高い	上部工に非常に重大な損傷	上部工を鋼桁へ架け替え	無	高い	小さい	上部工の取り換えを行う
	15	NH8E	Medhacreek橋	1978	多い	184 km	高い	上部工に非常に重大な損傷	上部工を鋼桁へ架け替え	400m上流側に4車線の橋梁を計画 現在は歩道橋として使用	非常に高い	-	
デリー	16	-	Nizamuddin橋	1982	非常に多い	11 km	非常に高い	いくつかの部材の補修が必要	ローカル技術	無	非常に高い	-	
ウッタラプラデシュ	17		Sharada橋	1967	中程度	156 km	低い	いくつかの部材の補修が必要	主桁端部を炭素繊維で補強	無	中程度	-	
	18	NH730	Ghaghra橋	1968	中程度	171 km	低い	いくつかの部材の補修が必要	主桁端部および橋脚を炭素繊維で補強	無	中程度	-	
ヒマチャール ラジャスタン	19	NH20A	Dehra橋	1962	中程度	90 km	低い	小規模な損傷	ローカル技術	無	中程度	-	
	20		Kandour橋	1962	中程度	200 km	低い	小規模な損傷	ローカル技術	無	中程度	-	
	21	NH88	Nadsun橋	1974	中程度	90 km	低い	小規模な損傷	ローカル技術	無	中程度	-	
	22		Man Khad橋	1968	中程度	150 km	低い	上部工の補修が必要	上部工を炭素繊維で補強	既設橋の上流側に2車線の橋梁を計画	中程度	-	
	23		Kheran Khad橋	1975	中程度	150 km	低い	小規模な損傷	ローカル技術	無	中程度	-	
	24	NH70	Swan River橋	1968	中程度	100 km	低い	小規模な損傷	ローカル技術	無	中程度	-	
	25		Shivbari Khad No. II橋	1968	中程度	100 km	低い	小規模な損傷	ローカル技術	無	中程度	-	

出典：JICA 調査団

## 4. 第二次現地調査

### 4.1 第二次現地調査結果

#### 4.1.1 第二次現地調査スケジュール

第二次現地調査は、1月12日（日）から1月28日（火）まで実施した。

表 4.1.1 第二次現地調査スケジュール

日付	調査橋梁
12日（日）	グジャラート州 - Shetrunji 橋
13日（月）	
14日（火）	ゴア州 - Zuari 橋 - Borim 橋
15日（水）	
16日（木）	ケーララ州 - Perumba 橋 - Mahe 橋 - Valapattanam 橋
17日（金）	
18日（土）	
19日（日）	ムンバイ - Trans Harbour Link
20日（月）	
21日（火）	データ整理
22日（水）	アッサム州 - Kaliabhomora 橋 - Dhuburi-Phurbari 橋 - Badarpughat 橋
23日（木）	
24日（金）	
25日（土）	
26日（日）	
27日（月）	
28日（火）	

出典：JICA 調査団

#### 4.1.2 第二次現地調査概要

第二次現地調査では、第一次現地調査により選定された8橋について橋梁の補修・補強方法を検討するために実施した。なお、第二次現地調査の調査内容を下記に示す。

## (1) 打音検査

コンクリート表層部の剥離（剥離）を打音法により点検調査した。

打音法とは、コンクリート構造物の表面をテストハンマーで叩き、打撃音の違いを人の耳で聞き分けることによって浮き部の位置や大きさを測定する試験方法である。簡易な方法であるため、構造物表層部の劣化調査として一般的に用いられる手法であり、広範囲なコンクリート表層部の健全度を迅速に測定することができる。



出典：JICA 調査団

図 4.1.1 テストハンマーおよび打音検査状況

<測定原理> コンクリート表層部の使用材料や配合などの条件が同じであれば、構造物を打撃したとき、同様な弾性波および打撃音が発生する。一方、表層部に空洞や剥離が存在する場合は、弾性波の伝播がこれら欠陥によって妨げられるため、異なる打撃音が発生する。この打撃音の違いにより、コンクリート表層品質（剥離や空洞）の診断を行う。

## (2) シュミットハンマー試験

コンクリートの圧縮強度をシュミットハンマー試験により推定した。

シュミットハンマー試験とは、試験機内部のハンマーとばねから発生する衝撃エネルギーを利用して、コンクリート表面を打撃したときの反発エネルギーを「反発度」という指標で捉え、反発度と圧縮強度の関係式からコンクリートの圧縮強度を推定する方法である。反発度法あるいはリバウンドハンマー法ともいう。



出典：JICA 調査団

図 4.1.2 リバウンドハンマーおよびシュミットハンマー試験

<測定原理> 装置を対象コンクリートに押し付けることにより内蔵されたハンマーが押し上げられる。その後、ハンマーが所定の高さに達するとストッパーが外れ、バネの力によりブラジャーと呼ばれる鋼棒の後端を一定の力で打撃する。このときのハンマーの跳ね返り高さが反発度として記録される。この反発度とコンクリートの圧縮強度の関係は高い相関があり、反発度から圧縮強度を求める推定式が各種提案されている。本調査では、日本材料学会式を用いた。

$$F_c = -18.0 + 1.27R \quad \text{ここで、} F_c : \text{圧縮強度} \quad R : \text{反発度}$$

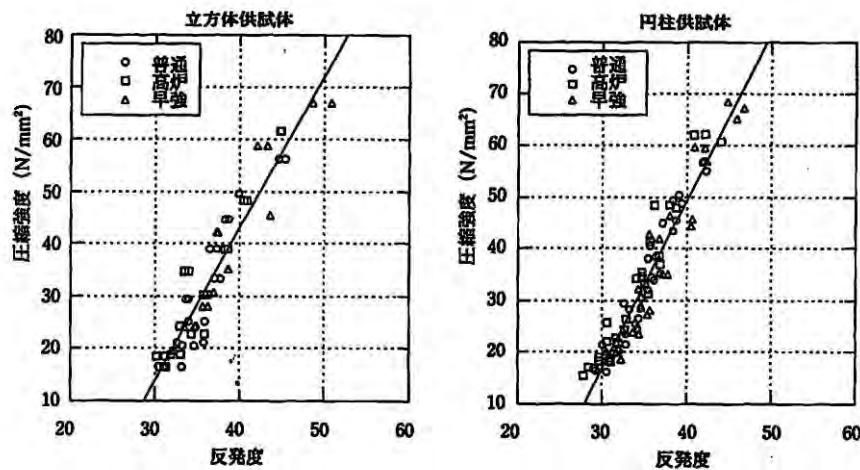


図 4.1.3 反発度と圧縮強度関係の一例

### (3) 鉄筋探査

#### 1) 電磁誘導法

鉄筋の位置およびかぶり、直径を電磁誘導法により探査した。

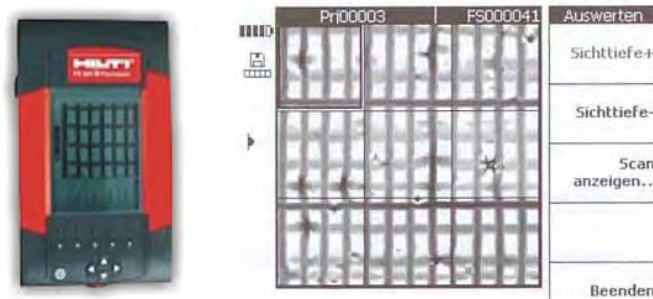
電磁誘導法とは、電磁誘導現象を利用してコンクリート中の鉄筋に関する位置や深さ、鉄筋径など平面的な情報を得る探査法である。



出典：JICA 調査団

図 4.1.4 電磁誘導試験装置および電磁誘導法の測定状況





出典：JICA 調査団

図 4.1.5 電磁誘導法測定結果の一例

<測定原理> プローブ内に配置された励磁コイルに 1～数十キロヘルツの交流電流を流し、1 次磁場を発生させる。この電磁場内に鉄筋（磁性体）がある場合、鉄筋表面に渦電流が流れることにより 2 次磁場が発生し、磁場が変化する。この磁場の変化は、鉄筋（磁性体）とプローブ（励磁コイル）との距離や磁性体の大きさに左右される。この磁場の変化をプローブ内の検知コイルで測定することにより、鉄筋の位置や深さ、鉄筋径などの検出を行う。

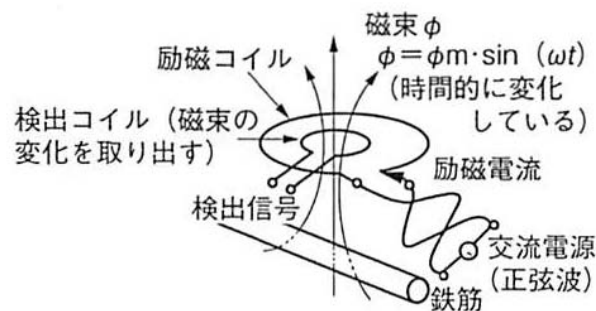


図 4.1.6 電磁誘導法の測定原理

電磁誘導法は、かぶり厚が比較的小さい場合、電磁波法（レーダー法）に比べて、高い精度で鉄筋位置およびかぶり厚を測定できる。しかし、励磁コイルが発生させる磁場は距離減衰が大きいので、かぶり厚の増加とともに信号は急速に減衰し、測定精度が低下する。適用可能なかぶり厚さは最大 150mm 程度とされているが、精度確保の観点から実用上 100mm 程度である。本調査では、これら留意点を考慮して、鉄筋探査は電磁誘導法と電磁波法（レーダー法）を併用することとした。

## 2) 電磁波法（レーダー法）

電磁波法（レーダー法）は、航空用、船舶用、気象用など、様々な分野で利用されているレーダーによる探査法をコンクリート内部の探査に応用した非破壊試験方法である。電磁波法では、コンクリート中の鉄筋の位置やかぶり厚さ、内部空隙や異物の有無とその位置、コンクリート背面の空洞などに関する情報を得ることができる。電磁波法では、送信装置（送信器、送信アンテナ）と受信装置（受信アンテナ、受信器）が組み込まれた測定器を用いて、コンクリート構造物



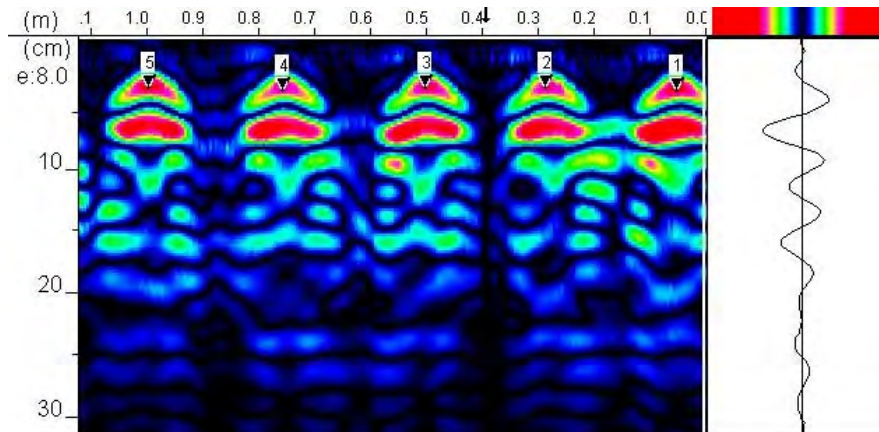
表面を手で走査する。コンクリート用測定器は、コンクリート中を伝播する際の減衰を考慮して、200MHz～2GHz 程度の電磁波レーダーを使用した。



出典：JICA 調査団

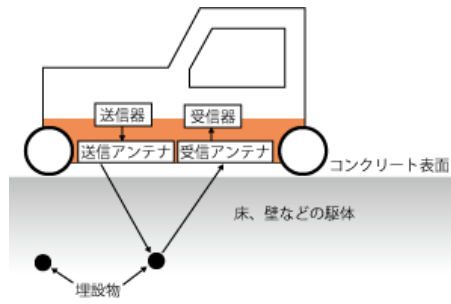
図 4.1.7 電磁波レーダーおよび電磁波法の測定状況

<測定原理> 電磁波は媒体が気体や非導電性の液体や個体の場合、媒体を透過し、媒体に固有の速度で直進する。この過程で別の物体（被測定物）に到達すると、その電気的性質（比誘電率など）に応じて反射あるいは透過する。被測定物の比誘電率が無限大の金属の場合、電磁波は金属を透過せず、金属表面ですべて反射する。逆に比誘電率が小さい場合（コンクリートで 4～20）は、そのほとんどが透過する。電磁波法では、この反射波の到達時間や位相、強度から、鉄筋などの位置やかぶり厚さ、内部空隙や異物の有無や位置などを探査する。



出典：JICA 調査団

図 4.1.8 電磁波法測定結果の一例




出典：JICA 調査団

図 4.1.9 電磁波法の測定原理

#### 4.1.3 第二次現地調査結果

第二次現地調査の結果を表 4.1.2 から表 4.1.4 に示す。

表 4.1.2 第二次現地調査結果 (1/3)

州	橋梁 No.	国道 No.	橋梁名および写真	橋梁基礎データ	調査結果
アッサム州	1	NH37A	Kaliabhomora 橋 	1. 上部工：PC 箱桁橋 (ゲルバー形式) + RCT 桁橋 2. 下部工：鉄筋コンクリート橋脚 3. 橋長：3,105m 4. 支間長：67.5～120.0m 5. 幅員：10.5m (2車線) 6. 建設完成年：1987年	シュミットハンマー試験の結果、主桁・橋脚コンクリートともに十分な強度を有していることが確認された。 鉄筋探査の結果、適切な径の鉄筋が適切な間隔で配置されていることが確認された。 <b>目視点検の結果、支間中央部に設置されている 24ヶ所のゲルバー桁のうち、8ヶ所について段差が発生していることが確認された。</b>
	2	NH44	Badarpurghat 橋 	1. 上部工：PC 箱桁橋 (センターヒンジ) 2. 下部工：鉄筋コンクリート橋脚 3. 橋長：359.44m 4. 支間長：30.04～108.50m 5. 幅員：10.5m (2車線) 6. 建設完成年：1972年	シュミットハンマー試験の結果、主桁・橋脚コンクリートともに十分な強度を有していることが確認された。 鉄筋探査の結果、適切な径の鉄筋が適切な間隔で配置されていることが確認された。 <b>目視点検の結果、ギャップスラブ上で段差が発生していることが確認された。</b> 資料収集の結果、2002年から2003年にかけて橋梁補強 (外ケーブル補強・ひび割れ補修・ギャップスラブの取り換え) の実施が確認された。また、 <b>P1 橋脚が 21.9cm、P2 橋脚が 11.9cm、P3 橋脚が 9.8cm 沈下していることが確認された。</b>
ゴア州	3	NH17	Zuari 橋 	1. 上部工：PC 箱桁橋 (センターヒンジ) 2. 下部工：鉄筋コンクリート橋脚 3. 橋長：809m 4. 支間長：36-121m 5. 幅員：7.5m (2車線) 6. 建設完成年：1982年	シュミットハンマー試験の結果、主桁・橋脚コンクリートともに十分な強度を有していることが確認された。 鉄筋探査の結果、適切な径の鉄筋が適切な間隔で配置されていることが確認された。 <b>目視点検の結果、センターヒンジ上に 1.5cm 程度の段差が発生していることが確認された。</b> 資料収集の結果、1996年から1998年にかけて外ケーブル補強の実施が確認された。
	4	NH17B	Borim Bridge 	1. 上部工：PC 箱桁橋 (センターヒンジ) 2. 下部工：鉄筋コンクリート橋脚 3. 橋長：411 m 4. 支間長：20-122m 5. 幅員：7.5m (2 lane) 6. 建設完成年：1983年	シュミットハンマー試験の結果、主桁・橋脚コンクリートともに十分な強度を有していることが確認された。 鉄筋探査の結果、適切な径の鉄筋が適切な間隔で配置されていることが確認された。 <b>目視点検の結果、センターヒンジ上 1.5cm 程度の段差が発生していることが確認された。</b>


出典：JICA 調査団

表 4.1.3 第二次現地調査結果 (2/3)

州	橋梁 No.	国道 No.	橋梁名および写真	橋梁基礎データ	調査結果
ケララ州	5	NH17	Mahe 橋 	1. 上部工：RC T桁橋 2. 下部工：石積み橋脚 3. 橋長：117m 4. 支間長：23.4m 5. 幅員：8.50m (2車線) 6. 建設完成年：1930年 (1972年)	主桁はコンクリート吹き付け補強が実施されており、橋脚は石積みであるため、シュミットハンマー試験および鉄筋探査試験の実施は不可能であった。 <b>目視点検の結果、主桁や床版についてひび割れが確認され、支承の損傷も確認された。</b> 打音検査の結果、橋脚について空隙は確認されなかった。
	6	NH17	Valapattanam 橋 	1. 上部工：RC 箱桁橋 2. 下部工：鉄筋コンクリート橋脚 3. 橋長：420.77m 4. 支間長：8.3～31.09m 5. 幅員：10.2m (2 lane) 6. 建設完成年：1980年	シュミットハンマー試験の結果、主桁・橋脚コンクリートともに適切な強度を有していることが確認された。 鉄筋探査の結果、適切な径の鉄筋が適切な間隔で配置されていることが確認された。 <b>目視点検の結果、ほとんどの支間において桁端部の大規模なコンクリート剥離、鉄筋露出、鉄筋の腐食が確認された。P4 橋脚から P13 橋脚間の上部工の桁端部に大規模な剥離が確認された。また、P4 橋脚、P5 橋脚については大規模なひび割れが確認された。</b>
	7	NH17	Perumba 橋 	1. 上部工：RC T桁橋 2. 下部工：石積み橋脚 3. 橋長：146.8m 4. 支間長：8～23.1m 5. 幅員：6.7 m (2 lane) 6. 建設完成年：1952年	主桁はコンクリート吹き付け補強が実施されており、橋脚は石積みであるため、シュミットハンマー試験および鉄筋探査試験の実施は不可能であった。 <b>目視点検の結果、主桁および床版についてひび割れや遊離石灰が確認された。また、沓座に空隙が確認された。</b> 橋脚については打音検査のみを実施し、空隙は発見されなかった。

出典：JICA 調査団

表 4.1.4 第二次現地調査結果 (3/3)

州	橋梁 No.	国道 No.	橋梁名および写真	橋梁基礎データ	調査結果
グジャ ラート州	8	NH8E	Shetrunji 橋 	<ol style="list-style-type: none"> <li>上部工：RC T桁橋</li> <li>下部工：鉄筋コンクリート橋脚</li> <li>橋長：240m</li> <li>支間長：10m</li> <li>幅員：7.5m (2車線)</li> <li>建設完成年：1985年</li> </ol>	<p>主桁はコンクリート吹き付け補強が実施されているため、シュミットハンマー試験および鉄筋探査試験の実施は不可能であったため、橋脚のみ実施した。</p> <p>シュミットハンマー試験の結果、橋脚コンクリートは十分な強度を有していることが確認された。</p> <p>鉄筋探査の結果、適切な径の鉄筋が適切な間隔で配置されていることが確認された。</p> <p>打音検査の結果、橋脚について空隙は確認されなかった。</p> <p>上部工は3径間目が2009年に過積載車両の通行が原因で落橋したため、現在コンクリートの吹き付け補強が実施されているが、品質の悪いコンクリートが使用されており、補強されているとは言い難い。</p>

出典：JICA 調査団

## 4.2 交通量調査

### 4.2.1 調査概要

二次選定された8橋梁は、既存交通量データがないため、本調査業務の一部として、同橋梁に対し、交通量調査を再委託方式にて実施することとし、2014年2月11日から2月19日の間に、現地にて実測を行った。本交通量調査の目的は、得られたデータから需要予測を行い、提案する橋梁改修事業に対する経済評価を実施することに資するものである。

### 4.2.2 調査実施方法

交通量調査は、選定された各橋梁地点において、以下の方法により実施された。

- 調査期間：平日1日（24時間：午前6:00から翌朝午前6:00まで）
- 調査方法：対象橋梁上において、方向別車種別に車両台数を15分毎に算出する。
- 車種区分：下記11車種区分とした。

タイプ番号	分類	タイプ番号	分類
タイプ1	オートバイ	タイプ7	大型トラック(三軸以上)
タイプ2	三輪車	タイプ8	コンテナ・トレーラー
タイプ3	乗用車, ジープ	タイプ9	ミニバス(29座席以下)
タイプ4	乗用者用バン	タイプ10	バス
タイプ5	ピックアップ(シングル/ダブルキャブ)	タイプ11	その他( )
タイプ6	中型トラック(二軸)		

出典：JICA 調査団

### 4.2.3 調査結果

#### (1) PCU 換算率

PCU換算率は、IRC-106（インド道路学会コード）およびIRC-64において、推奨されており、表4.2.1にIRC-64の値を示す。これに基づいて、本調査において適用されたPCU換算率を表4.2.2に示す。

表 4.2.1 IRC-64 による PCU 換算率

車種区分	PCU 換算率	車種区分	PCU 換算率
二輪車	0.5	二軸トラック	3.0
三輪車/オートリキシャ	0.75	三軸トラック	3.0
乗用車/ジープ/バン	1.0	多軸トラック	4.5
ミニバス	1.5	その他( )	8.0
バス	3.0		

出典：Guidelines for Capacity of Roads in Rural Areas (IRC-64:1990)

表 4.2.2 採用 PCU 換算率

車種区分	PCU 換算率	車種区分	PCU 換算率
オートバイ	0.5	大型トラック (三軸以上)	4.5
三輪車	0.75	コンテナ・トレーラー	4.5
乗用車, ジープ	1.0	ミニバス (29 座席以下)	1.5
乗用者用バン	1.0	バス	3.0
ピックアップ (シングル/ダブルキャブ)	1.0	その他 ( )	8.0
中型トラック (二軸)	3.0		

出典: JICA 調査団

(2) 断面交通量

各調査地点における車種別断面交通量を表 4.2.3 に示す。

表 4.2.3 交通量調査結果概要

No.	橋梁名	車種区分 交通量	車種区分											合計
			オートバイ	三輪車	乗用車, ジープ	乗用者用 バン	ピックアップ (シングル/ ダブルキャブ)	中型トラック (2軸)	大型トラック (3軸以上)	コンテナ・ トレーラー	ミニバス (29座席 以下)	バス	その他	
1	Kaliabhomora	断面交通量 (台/日)	710	227	2,036	440	524	817	850	131	349	372	120	6,576
		断面交通量 (PCU/日)	355	170	2,036	440	524	2,451	3,825	590	524	1,116	960	12,990
2	Badarpughat	断面交通量 (台/日)	1,196	1,904	1,198	1,233	74	2,383	1,389	11	107	240	69	9,804
		断面交通量 (PCU/日)	598	1,428	1,198	1,233	74	7,149	6,251	50	161	720	552	19,413
3	Zuari	断面交通量 (台/日)	13,131	168	13,927	170	4	2,111	-	-	404	1,374	9	31,298
		断面交通量 (PCU/日)	6,566	126	13,927	170	4	6,333	-	-	606	4,122	72	31,926
4	Borim	断面交通量 (台/日)	8,388	200	7,155	524	210	4,220	683	399	695	198	22	22,694
		断面交通量 (PCU/日)	4,194	150	7,155	524	210	12,660	3,074	1,796	1,043	594	176	31,575
5	Mahe	断面交通量 (台/日)	6,861	4,131	6,362	180	587	1,449	531	903	271	1,059	54	22,388
		断面交通量 (PCU/日)	3,431	3,098	6,362	180	587	4,347	2,390	4,064	407	3,177	432	28,473
6	Valapatnam	断面交通量 (台/日)	11,142	5,565	9,848	1,507	1,931	1,651	834	516	1,829	2,099	7	36,929
		断面交通量 (PCU/日)	5,571	4,174	9,848	1,507	1,931	4,953	3,753	2,322	2,744	6,297	56	43,155
7	Perumba	断面交通量 (台/日)	9,245	4,415	6,460	288	1,120	2,119	597	293	66	1,269	-	25,872
		断面交通量 (PCU/日)	4,623	3,311	6,460	288	1,120	6,357	2,687	1,319	99	3,807	-	30,070
8	Shetrunji	断面交通量 (台/日)	6,531	1,207	1,876	794	-	364	1,404	135	130	360	169	12,970
		断面交通量 (PCU/日)	3,266	905	1,876	794	-	1,092	6,318	608	195	1,080	1,352	17,485

出典: JICA 調査団

交通量調査結果の詳細は、附属資料に添付。

(3) 時間交通量

各調査地点における時間交通量の変化を図 4.2.1 および図 4.2.2 に示す。PCU 換算値において、ピーク率は、4.41 %から 12.35 %となっている。

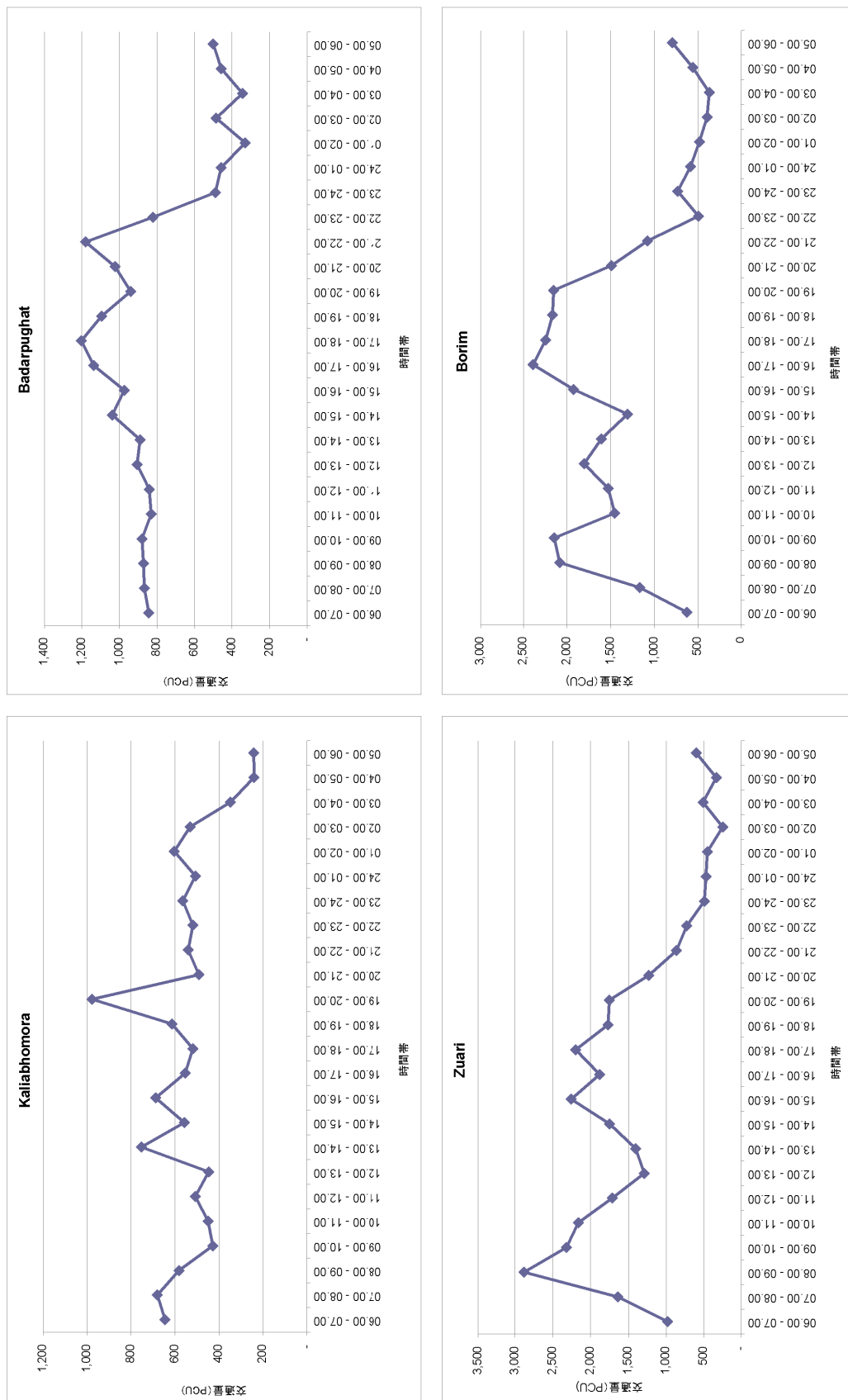


図 4.2.1 時間交通量の変化 (1/2)

出典：JICA 調査団



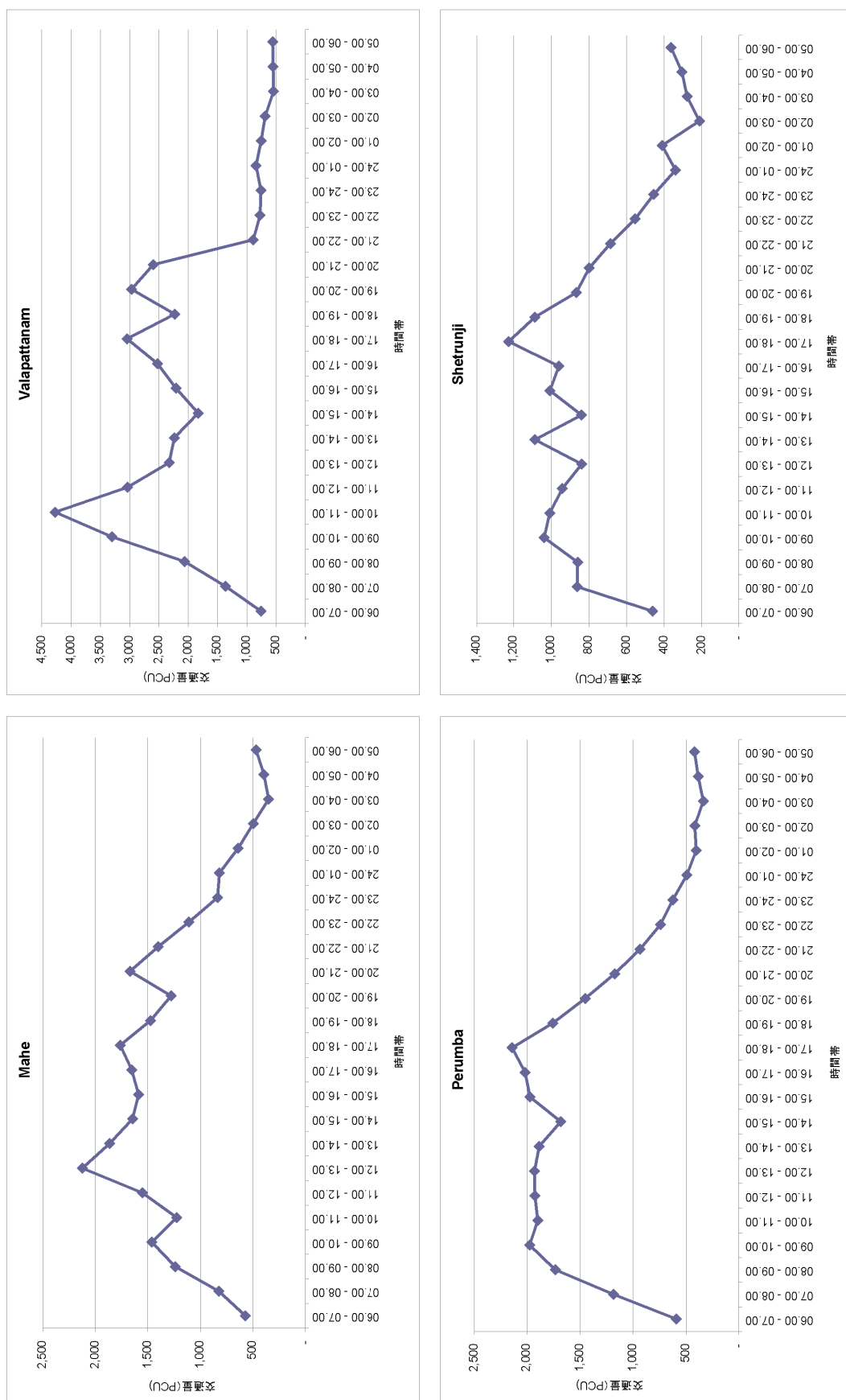
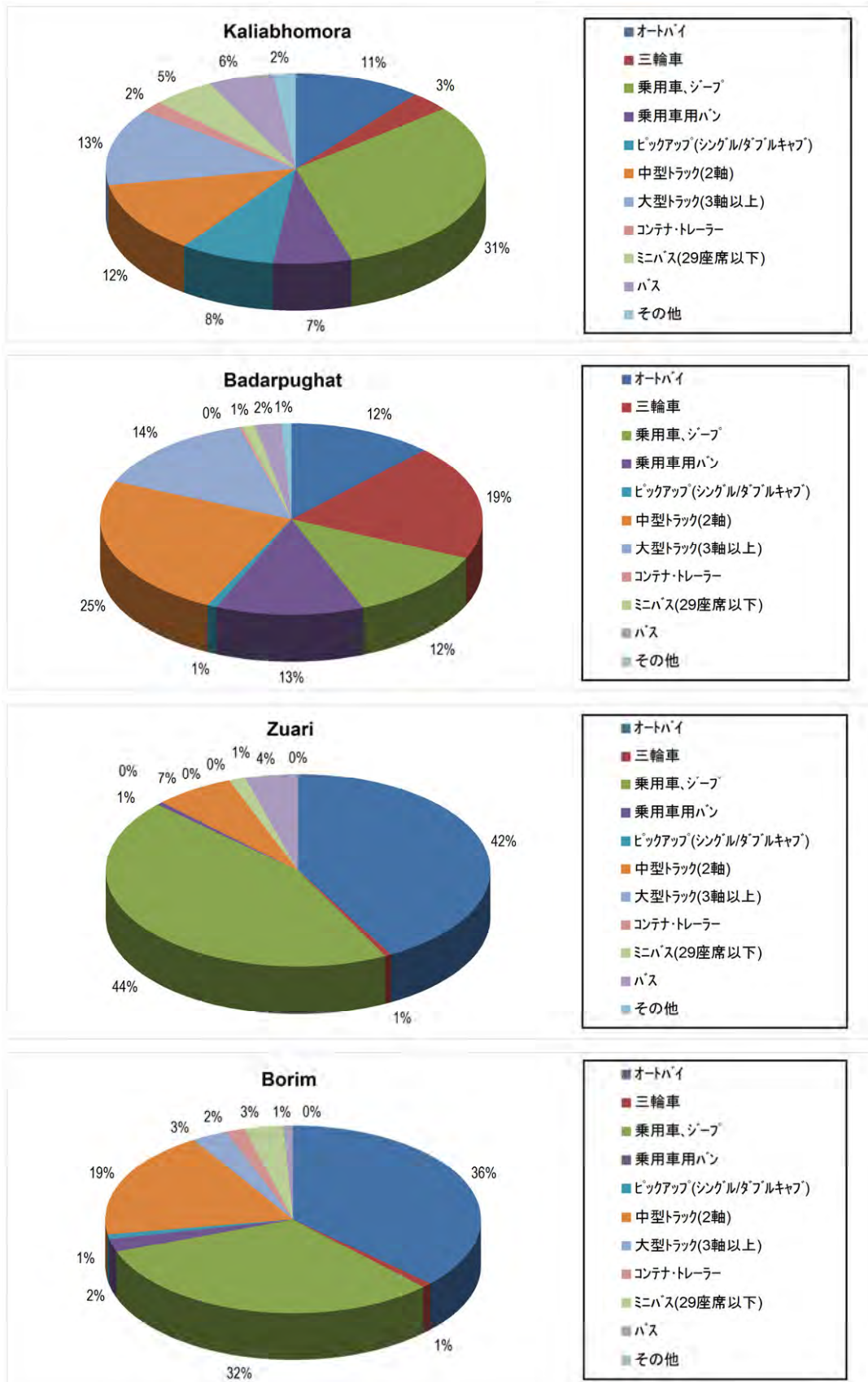


図 4.2.2 時間交通量の変化 (2/2)

出典：JICA 調査団

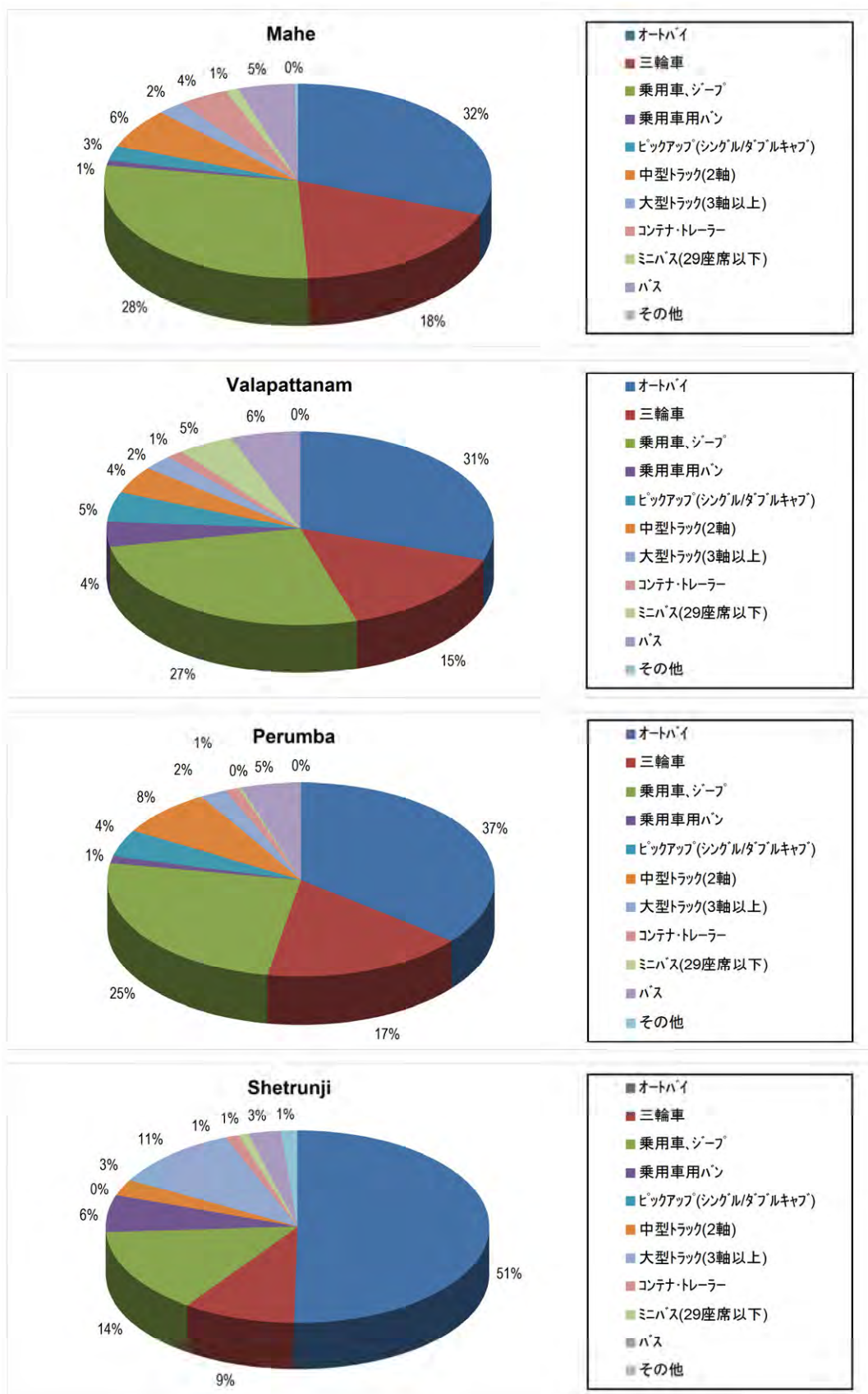
#### (4) 車種構成

各調査地点における車種構成を図 4.2.3 および図 4.2.4 に示す。アッサム州の 2 橋梁を除いた 6 橋梁において、PCU 換算値でオートバイが占有率第 1 位であり、31 %から 51 %を占めている。アッサム州の 2 橋梁では、11 %から 12 %の占有率となっている。



出典：JICA 調査団

図 4.2.3 車種構成 (1/2)



出典：JICA 調査団

図 4.2.4 車種構成 (2/2)

#### 4.3 事業計画概要の提案

##### 4.3.1 橋梁補修方法の提案

第二次現地調査結果を踏まえそれぞれの橋梁について補修方法の提案を行った。補修方法の提案を表 4.3.1 および表 4.3.2 に示す。

表 4.3.1 橋梁補修方法の提案 (1/2)

州	橋梁 No.	国道 No.	橋梁名	橋梁損傷原因および補修方針	補修工法の提案	備考
アッサム州	1	NH37A	Kaliabhomora 橋	張出桁がたわむことにより、ゲルバー桁に段差が生じている。このため、ゲルバー桁を鋼桁に取り換えることで、上部工重量を軽減させ、張出桁のたわみを軽減させることが可能となる。 また、海岸から離れた地域のためメンテナンスフリーを考慮して耐候性鋼材を使用する。 施工手順は図 4.3.1 参照	ゲルバー桁を鋼桁(耐候性鋼材)に取り換え	新橋は BOT で建設する予定である。
	2	NH44	Badarpurghat 橋	下部工の沈下の影響により上部工に段差が生じている。また、上部工は損傷が激しく、補強を行うことは不可能である。	新橋の建設	
ゴア州	3	NH17	Zuari 橋	本橋は 2003 年に上部工補強を実施済みであるが、通行車両の荷重制限を実施している。また、現在はセンターヒンジ上で一部段差が確認されており、将来において段差が大きくなる可能性が高い。 現在、PWD が新橋を計画しているため、新橋建設後に既設橋の補強を実施する必要がある。	新橋の建設 センターヒンジの連続化	
	4	NH17B	Borim 橋	Zuari 橋を通行できない大型車両が本橋を使用しているため、センターヒンジが損傷しており、一部段差が生じている。また、大型車両が通行するため振動が激しく、将来において段差が大きくなる可能性が高い。 現在、PWD が新橋を計画しているため、新橋建設後に既設橋の補強を実施する必要がある。	新橋の建設 センターヒンジの連続化	

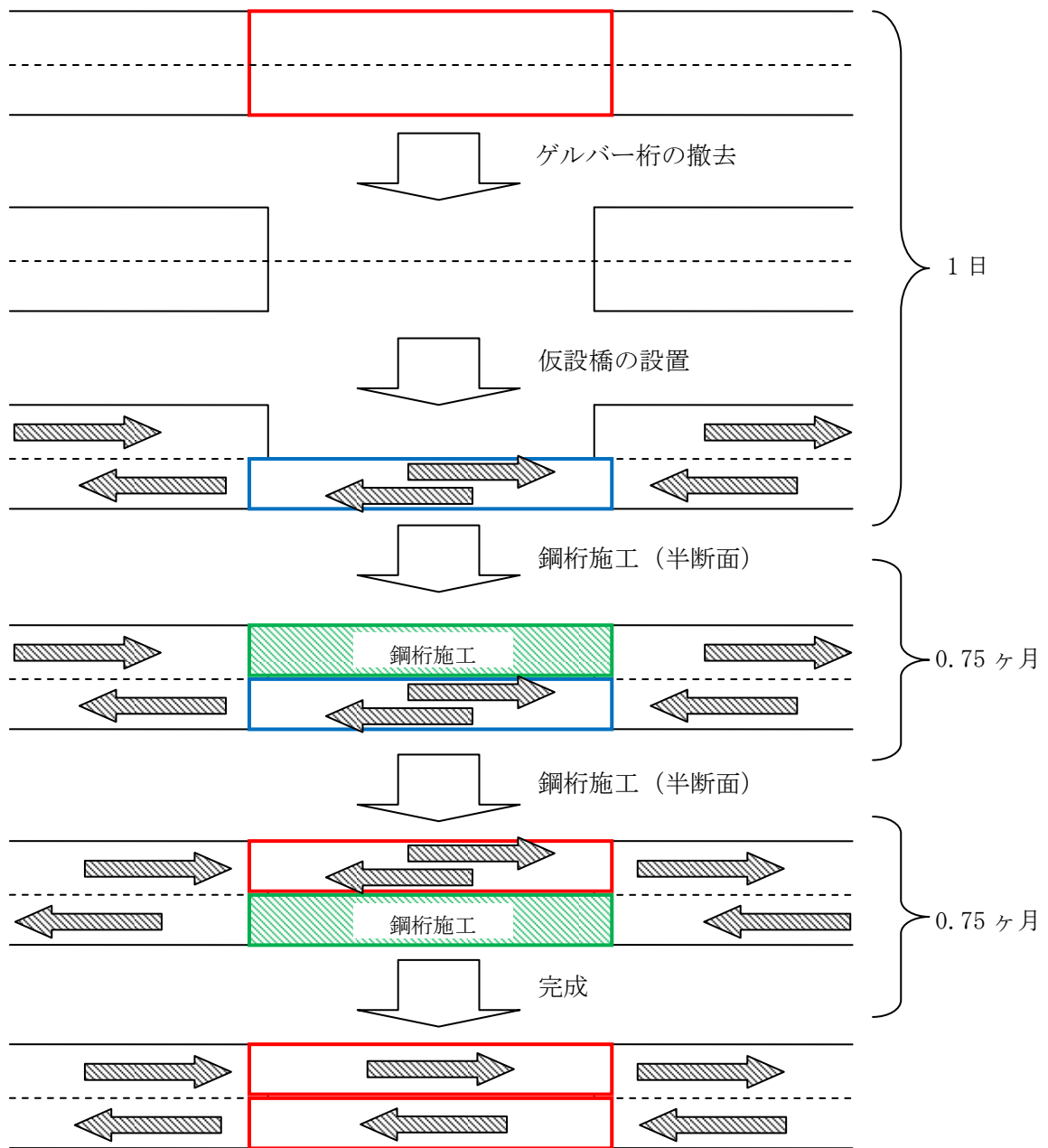
出典：JICA 調査団

表 4.3.2 橋梁補修方法の提案 (2/2)

州	橋梁 No.	国道 No.	橋梁名	橋梁損傷原因および補修方針	補修工法の提案	備考
ケーララ州	5		Mahe 橋	下部工建設後 80 年が経過しているが、検査の結果、健全であると判断された。上部工はひび割れや剥離等が生じており損傷が激しく、補修を行うことは困難である。上部工を既存のコンクリート桁から鋼桁に取り換えることで、現在の下部工をそのまま使用することが可能となる。	上部工を鋼桁に取り換え	
				橋脚に大規模なひび割れや剥離等が生じている。橋脚に炭素繊維補強を施すことで、河積阻害率確保および基礎への負担を軽減することが可能である。上部工はひび割れや剥離等が生じており損傷が激しく、補修を行うことが困難である。	上部工を鋼桁に取り換え 下部工は炭素繊維で補強	
	6	NH17	Valapattanam 橋	上部工を既存のコンクリート桁から鋼桁に取り換えることで下部工への影響を最小限に抑えることが可能となる。	上部工を鋼桁に取り換え	
グジャラート州	7		Perumba 橋	下部工は検査の結果、健全であると判断された。しかし、上部工の損傷は激しく、補修を行うことは困難である。上部工を既存のコンクリート桁から鋼桁に取り換えることで下部工への影響を最小限に抑えることが可能となる。	上部工を鋼桁に取り換え	
	8	NH8E	Shetrunji 橋	下部工は検査の結果、健全であると判断された。しかし、上部工の損傷は激しく、補修を行うことは困難である。上部工を既存のコンクリート桁から鋼桁に取り換えることで下部工への影響を最小限に抑えることが可能となる。	上部工を鋼桁に取り換え	

出典：JICA 調査団





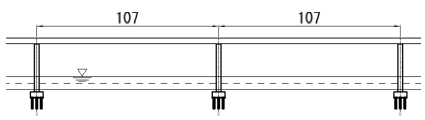
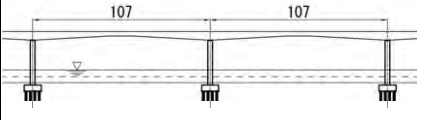
出典：JICA 調査団

図 4.3.1 Kaliabhomora 橋施工手順

### 4.3.2 新橋橋梁形式の検討

Badarpurghat 橋、Zuari 橋および Borim 橋について新橋が必要と判断されたことから、新橋の橋梁形式の検討を行った。橋梁形式の比較表を表 4.3.3 から表 4.3.5 に示す。

表 4.3.3 橋梁形式比較表 (Badarpurghat 新橋)

橋梁形式		オプション1 鋼床版箱桁橋	オプション2 PC箱桁橋	
側面図				
橋梁諸元	橋長	360m		
	最大支間長	107m		
	幅員	10m(2レーン)		
景観性	良い	A	良い	A
自然環境への影響	上部工が軽く、基礎のコンパクト化が可能のため、自然環境への影響は最小限に抑えられる	A	上部工重量が重く、基礎のコンパクト化が不可能なため、自然環境への影響は大きい。	C
施工実績の多少	多い	A	多い	A
施工の難易度	張出架設工法により架設	B	張出架設工法により架設	B
施工期間	24ヶ月	A	32ヶ月	C
概算工事費(百万円)	1,995 (1.11)	B	1,794 (1.00)	A
評価	採用 (施工工期の8ヶ月短縮が可能のため)			

凡例: A とても良い, B 良い, C 悪い

出典: JICA 調査団

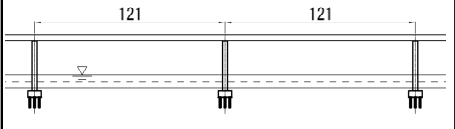
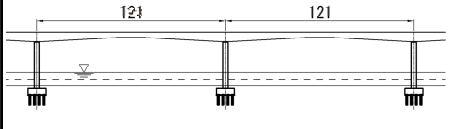
表 4.3.4 橋梁形式比較表 (Zuari 新橋)

橋梁形式		オプション1 鋼床版箱桁橋	オプション2 PC箱桁橋	
側面図				
橋梁諸元	橋長	809m		
	最大支間長	126m		
	幅員	10.5m(2レーン)		
景観性	良い	A	良い	A
自然環境への影響	上部工が軽く、基礎のコンパクト化が可能のため、自然環境への影響は最小限に抑えられる	A	上部工重量が重く、基礎のコンパクト化が不可能なため、自然環境への影響は大きい。	C
施工実績の多少	多い	A	多い	A
施工の難易度	張出架設工法により架設	B	張出架設工法により架設	B
施工期間	29ヶ月	A	37ヶ月	C
概算工事費(百万円)	4,253 (1.11)	B	3,823 (1.00)	A
評価	採用 (施工工期の8ヶ月短縮が可能のため)			

凡例: A とても良い, B 良い, C 悪い

出典: JICA 調査団

表 4.3.5 橋梁形式比較表 (Borim 新橋)

橋梁形式		オプション1 鋼床版箱桁橋		オプション2 PC箱桁橋	
側面図					
橋梁諸元	橋長	411m			
	最大支間長	212m			
	幅員	10.5m(2レーン)			
景観性	良い	A	良い	A	
自然環境への影響	上部工が軽く、基礎のコンパクト化が可能なため、自然環境への影響は最小限に抑えられる	A	上部工重量が重く、基礎のコンパクト化が不可能なため、自然環境への影響は大きい。	C	
施工実績の多少	多い	A	多い	A	
施工の難易度	張出架設工法により架設	B	張出架設工法により架設	B	
施工期間	22ヶ月	A	29ヶ月	C	
概算工事費(百万円)	2,205 (1.11)	B	1,982 (1.00)	A	
評価	採用 (施工工期の7ヶ月短縮が可能なため)				

凡例: A とても良い, B 良い, C 悪い

出典: JICA 調査団

### 4.3.3 概算事業費

#### (1) 為替レート

概算事業費を算出するための為替レートは 2014 年 2 月時点のものを使用し、以下のとおりである。

- 1 米ドル=102.08 円
- 1 インドルピー=1.65 円

#### (2) 概算事業費

日本支援アプローチにおいて実施した場合の概算事業費について記載する。建設費、設計費、施工監理費を含めた概算事業費は約 142 億円となる。

新橋建設

建設費、設計費、施工監理費を含めた概算事業費は約 96 億円となる。

表 4.3.6 概算事業費【新橋建設】

		合計(千)		
		円	ドル	ルピー
建設費	新 Badarpurghat 橋	1,995,000	19,543	1,209,000
	新 Zuari 橋	4,252,500	41,659	2,577,000
	新 Borim 橋	2,205,000	21,601	1,336,000
	<b>小計</b>	<b>8,452,500</b>	<b>82,803</b>	<b>5,122,000</b>
設計費	新 Badarpurghat 橋	78,000	762	47,000
	新 Zuari 橋	166,000	1,625	101,000
	新 Borim 橋	86,000	842	52,000
	<b>小計</b>	<b>330,000</b>	<b>3,229</b>	<b>200,000</b>
施工監理費	新 Badarpurghat 橋	182,000	1,778	110,000
	新 Zuari 橋	387,000	3,791	235,000
	新 Borim 橋	201,000	1,966	122,000
	<b>小計</b>	<b>770,000</b>	<b>7,535</b>	<b>467,000</b>
<b>合計</b>		<b>9,552,500</b>	<b>93,567</b>	<b>5,789,000</b>

出典：JICA 調査団

## 既設橋補強

建設費、設計費、施工監理費を含めた概算事業費は約 46 億円となる。

表 4.3.7 概算事業費【既設橋補強】

		合計(千)		
		円	ドル	ルピー
建設費	Kaliabhomora 橋	510,000	4,996	309,000
	Zuari 橋	280,000	2,743	170,000
	Borim 橋	70,000	686	42,000
	Mahe 橋	427,400	4,188	258,000
	Valapattanam 橋	1,532,400	15,013	928,000
	Perumba 橋	517,400	5,069	313,000
	Shetrunji 橋	755,400	7,401	458,000
	<b>小計</b>	<b>4,092,600</b>	<b>40,096</b>	<b>2,478,000</b>
設計費	Kaliabhomora 橋	20,000	195	12,000
	Zuari 橋	11,000	107	7,000
	Borim 橋	3,000	27	2,000
	Mahe 橋	17,000	163	10,000
	Valapattanam 橋	60,000	586	36,000
	Perumba 橋	20,000	198	12,000
	Shetrunji 橋	29,000	289	18,000
	<b>小計</b>	<b>160,000</b>	<b>1,565</b>	<b>97,000</b>
施工監理費	Kaliabhomora 橋	46,000	455	28,000
	Zuari 橋	25,000	250	15,000
	Borim 橋	6,000	62	4,000
	Mahe 橋	39,000	381	23,000
	Valapattanam 橋	139,000	1,366	84,000
	Perumba 橋	47,000	461	28,000
	Shetrunji 橋	69,000	673	42,000
	<b>小計</b>	<b>371,000</b>	<b>3,648</b>	<b>224,000</b>
<b>合計</b>		<b>4,623,600</b>	<b>45,309</b>	<b>2,799,000</b>

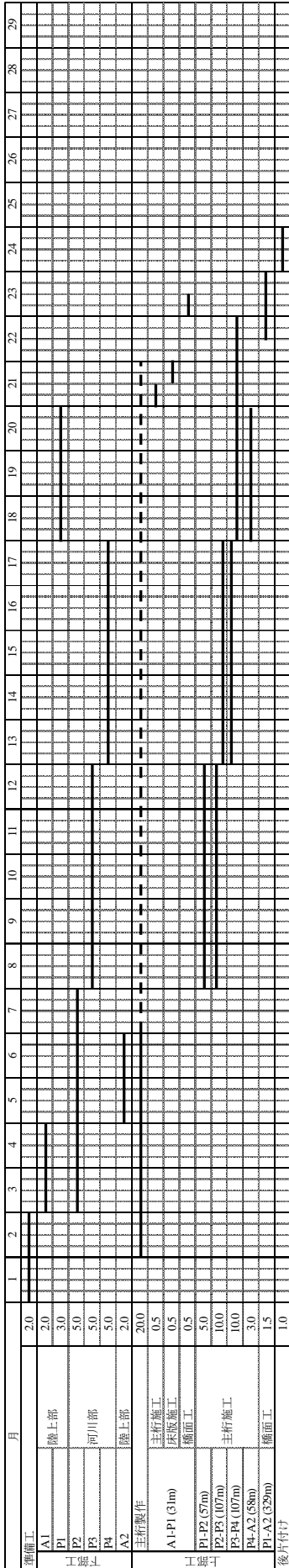
出典：JICA 調査団

## 4.3.4 施工期間

### (1) 新橋

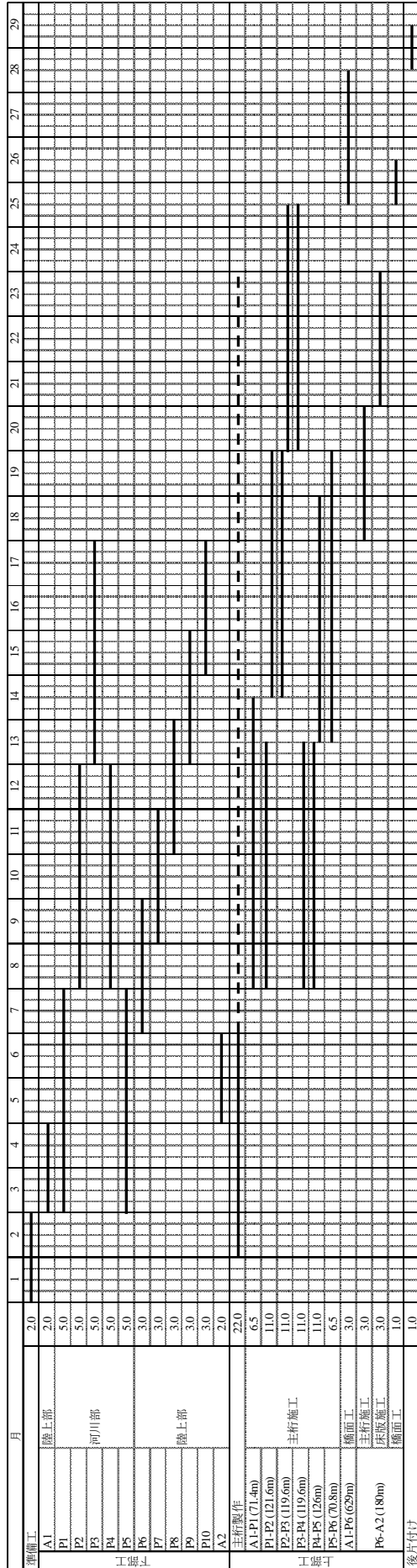
新橋の概略施工期間を表 4.3.8 から表 4.3.10 に示す。

表 4.3.8 概略施工期間 (Badarpurghat 新橋)



出典：JICA 調査団

表 4.3.9 概略施工期間 (Zuari 新橋)



出典：JICA 調査団

表 4.3.10 概略施工期間 (Borim 新橋)

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
準備工																													
A1																													
P1																													
P2																													
P3																													
P4																													
P5																													
P6																													
A2																													
主桁製作																													
A1-P1 (69.8m)																													
P1-P2 (121m)																													
P2-P3 (69.8m)																													
A1-P3 (260.6m)																													
橋面工																													
主桁施工																													
床版施工																													
P8-A2 (149.6m)																													
橋面工																													
後片付																													

出典：JICA 調査団



(2) 既設橋

既設橋の概略施工期間を表 4.3.11 から表 4.3.17 に示す。

表 4.3.11 概略施工期間 (Kaliabhomora 既設橋)

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
準備工	2.0																								
主桁製作	8.0																								
P1-P2	既存主桁撤去	0.01																							
	仮設橋設置	0.25																							
P2-P3	主桁施工	1.0																							
	床版工・橋面工	0.01																							
P3-P4	既存主桁撤去	0.25																							
	床版工・橋面工	1.0																							
P4-P5	既存主桁撤去	0.01																							
	仮設橋設置	0.25																							
P5-P6	主桁施工	1.0																							
	床版工・橋面工	0.01																							
P6-P7	既存主桁撤去	0.25																							
	仮設橋設置	1.0																							
P7-P8	主桁施工	0.01																							
	床版工・橋面工	0.25																							
P24-P25	既存主桁撤去	1.0																							
	仮設橋設置	0.25																							
後片付	1.0																								

出典：JICA 調査団

表 4.3.12 概略施工期間 (Zuari 既設橋)

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
準備工																									
P1-P2																									
P2-P3																									
P3-P4																									
P4-P5																									
橋面工																									
後片付け																									

出典：JICA 調査団

表 4.3.13 概略施工期間 (Borim 既設橋)

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
準備工																									
センターヒンジ連結																									
橋面工																									
後片付け																									

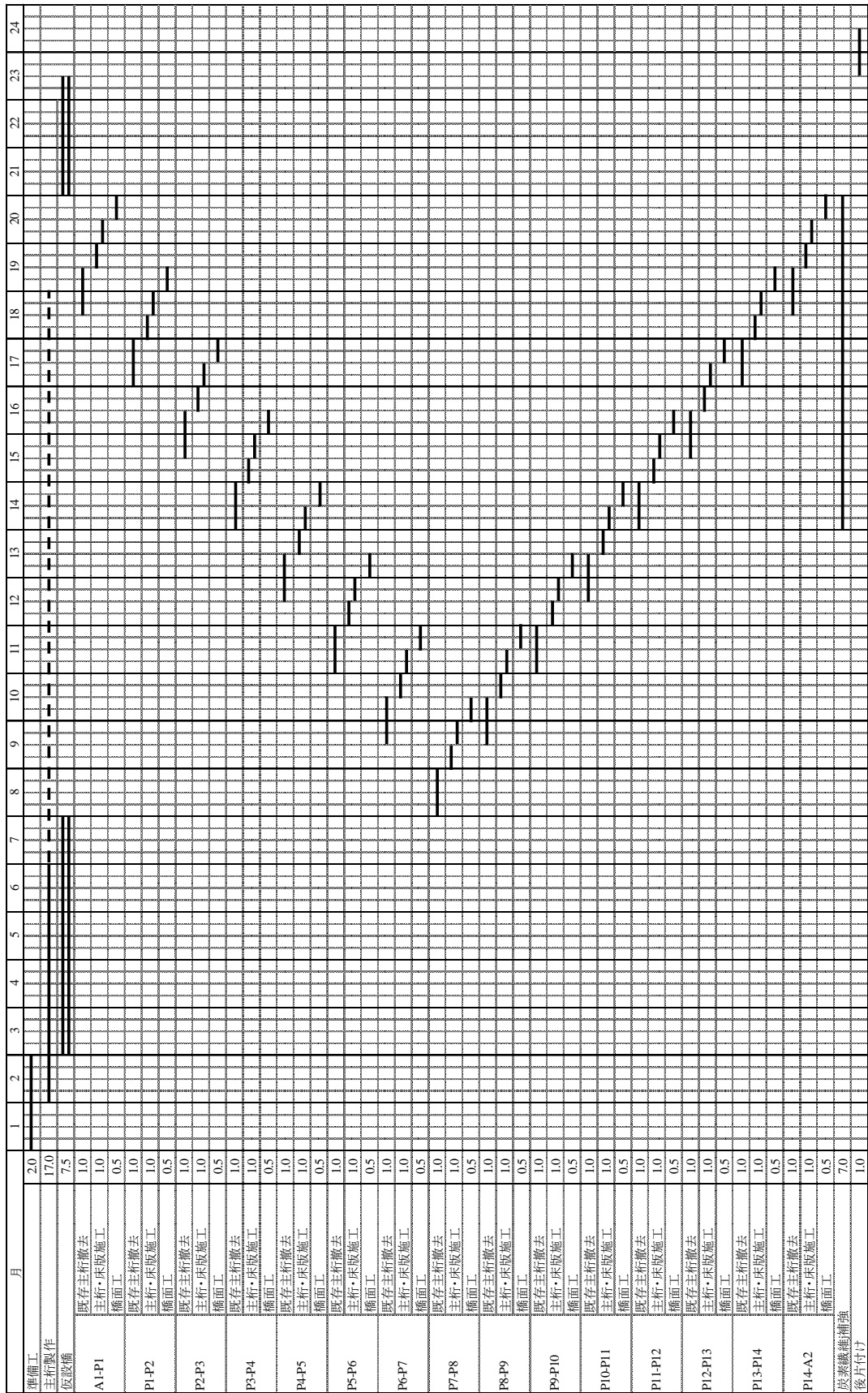
出典：JICA 調査団

表 4.3.14 概略施工期間 (Mahe 既設橋)

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
準備工																									
主桁製作 仮設橋																									
A1-P1																									
P1-P2																									
P2-P3																									
P3-P4																									
P4-A2																									
後片付け																									

出典：JICA 調査団

表 4.3.15 概略施工期間 (Valapattanam 既設橋)



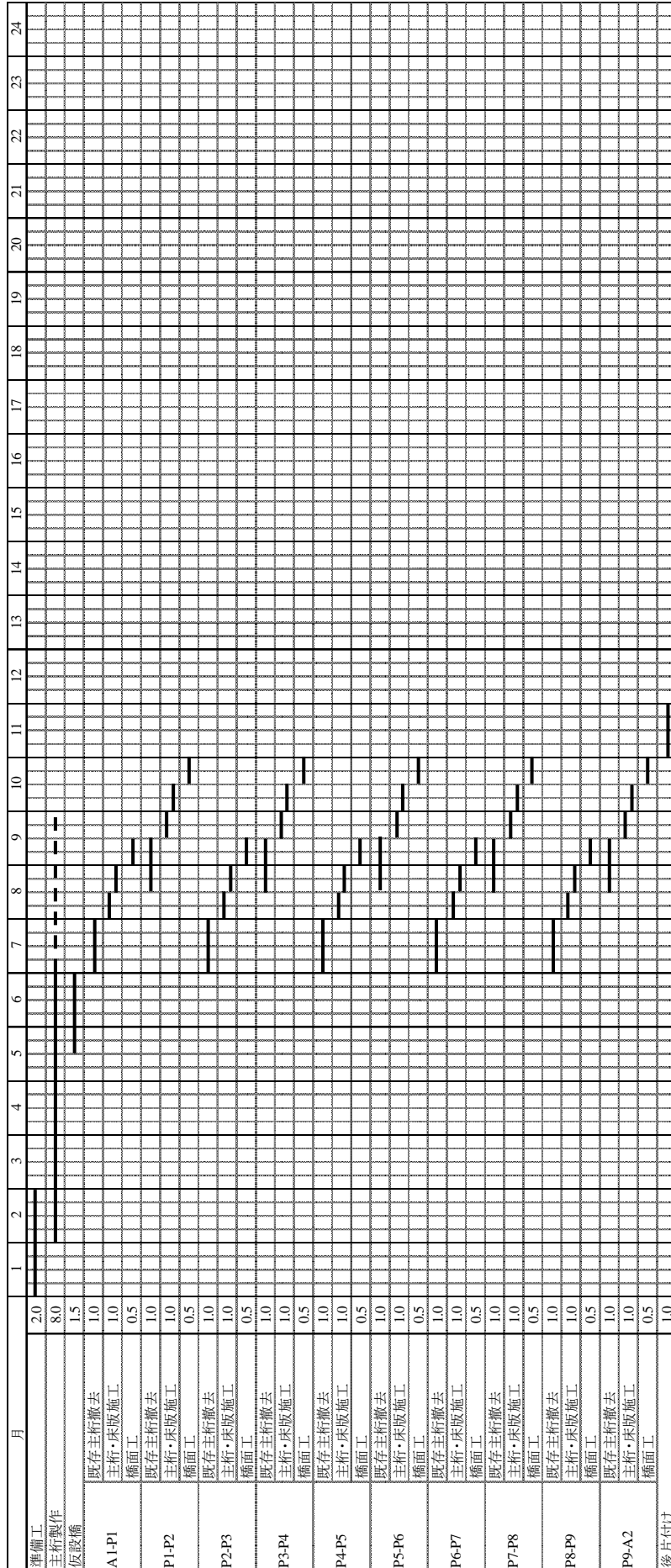
出典：JICA 調査団

表 4.3.16 概略施工期間 (Perumba 既設橋)

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
準備工	2.0																							
主桁製作	10.0																							
仮設橋	5.0																							
A1-P1	1.0																							
既存主桁撤去	1.0																							
主桁・床版施工	1.0																							
橋面工	0.5																							
P1-P2	1.0																							
既存主桁撤去	1.0																							
主桁・床版施工	1.0																							
橋面工	0.5																							
P2-P3	1.0																							
既存主桁撤去	1.0																							
主桁・床版施工	1.0																							
橋面工	0.5																							
P3-P4	1.0																							
既存主桁撤去	1.0																							
主桁・床版施工	1.0																							
橋面工	0.5																							
P4-P5	1.0																							
既存主桁撤去	1.0																							
主桁・床版施工	1.0																							
橋面工	0.5																							
P5-P6	1.0																							
既存主桁撤去	1.0																							
主桁・床版施工	1.0																							
橋面工	0.5																							
P6-A2	1.0																							
既存主桁撤去	1.0																							
主桁・床版施工	1.0																							
橋面工	0.5																							
後片付付	1.0																							

出典：JICA 調査団

表 4.3.17 概略施工期間 (Shetrunji 既設橋)



出典：JICA 調査団

## 4.4 経済分析

### 4.4.1 交通需要予測

交通量調査結果を踏まえ、本事業の経済評価に資する交通需要予測を行った。将来交通需要を予測するに先立ち、人口、GDP/GSDP、一人当たり所得、自動車登録台数、トンキロ、人キロ等の指標について、下記資料の検討を行った。（附属資料参照）

- 統計資料
  - 経済調査 2012-13; インド政府; 2013年
  - グジャラート州社会経済レビュー 2012-13; グジャラート州政府; 2013年2月
  - ゴア州経済調査2012-13; ゴア州政府; 2013年
  - 経済レビュー 2013; ケーララ州計画部局; 2014年
  - アッサム州経済調査, 2012-13; アッサム州政府; 2014年
  - 道路交通年鑑 (2011-12); 交通調査部局, MORTH, 2013年
  - 実行可能性調査 最終報告書, 本編, 第1分冊; ムンバイ都市地域開発局; 2012年12月
- 予測資料
  - インド将来人口; インド人口財団; 2007年8月
  - 第12次五ヵ年計画 (2012-2017) 第2分冊; インド政府計画委員会; 2013年
  - 2060年への概況; OECD; 2012年11月
  - 全世界経済予測; 世界銀行; 2014年1月

また、MORTH ウェブサイトより入手された対象橋梁付近における過去の交通量データを表 4.4.1 に示す。しかしながら、本データのいくつかは、対象橋梁からかなり離れていたり、精度が低かったりするため、使用にあたっては、精査が必要である。

表 4.4.1 対象橋梁周辺における交通センサス

No.	州名	調査期間	国道名	測点	近郊都市名	乗用車	軽商業車	トラック	重車両 (三軸以上)	バス	オートバイ	自転車	荷馬車等	農業用 トラクター	その他	合計 (台/日)	合計 (PCU/日)		
1	アッサム	Kaliabhomora	NH37A	-	-														
				2004年1月-6月	NH37	183	Sonapur	2,239	0	1,780	0	1,120	1,026	1,548	188	0	0	7,901	12,978
				2005年1月-6月	NH37	183	Sonapur	2,462	0	1,723	0	1,298	1,128	3,246	206	0	0	10,063	14,536
				2006年1月-6月	NH37	183	Sonapur	2,949	941	1,337	568	1,237	1,825	2,343	0	4	2	11,206	16,745
2	アッサム	Badarpurghat	NH44	201															
				2004年7月-12月	NH53	16	Silchar	1,244	1,002	1,230	7	946	500	449	0	4	0	5,382	10,007
3	ゴア	Zuari	NH17	14,800															
				2004年1月-6月	NH17A	6	Panaji	5,268	0	1,212	0	715	5,214	130	0	0	0	12,539	13,721
4	ゴア	Borim	NH17B	900															
				2006年1月-6月	NH17B	5	Ponda	4,237	883	2,145	559	844	4,282	21	0	3	0	12,974	19,200
5	ケーララ	Mahe	NH17	184600															
				2006年1月-6月	NH17	187	Mahe	4,973	1,300	1,073	240	1,414	2,445	117	0	8	0	11,570	16,757
6	ケーララ	Valapattanam	NH17	147250															
				2006年1月-6月	NH17	155	Kannur	9,886	2,113	1,601	610	3,300	6,583	222	0	6	1	24,322	33,923
7	ケーララ	Perumba	NH17	115400															
				2006年1月-6月	NH17	120	Payyanur	3,968	1,303	1,076	223	1,252	2,517	151	0	7	2	10,499	15,271
8	タミルナドゥ	Shetrunji	NH8E	100															
				2006年1月-6月	NH8E	980	Bhavnaga	3,878	1,101	1,157	1,215	658	4,360	213	2	194	4	12,782	19,064



出典：道路交通省

上記の収集された資料を解析・検討した結果を踏まえ、2020年および2030年の目標年次における“With ケース”の交通需要予測結果を表4.4.2および表4.4.3に示す。また、Zuari橋は、現在、大型貨物車の交通が規制されているものの、“With ケース”では、2020年に新橋が開通し、大型貨物車がBorim橋およびその他橋梁から転換することを考慮している。よって、Zuari橋およびBorim橋については、新橋ができない“Without ケース”を設定し、その交通需要予測結果を表4.4.4に示す。

表 4.4.2 交通需要予測概要 (With ケース)

S.No	目標年	州名	アッサム		ゴア		ケーララ			グジャラート
		橋梁名	Kaliabhomora	Badarpughat	Zuari	Borim	Mahe	Valapattnam	Perumba	Shetrunji
0	2014年2月	断面交通量 (台/日)	6,576	9,804	31,298	22,694	22,388	36,929	25,872	12,970
		断面交通量 (PCU/日)	12,990	19,413	31,926	31,575	28,473	43,155	30,070	17,485
1	2020年	断面交通量 (台/日)	9,727	14,417	50,776	30,373	32,360	55,440	41,002	21,652
		断面交通量 (PCU/日)	19,990	29,916	58,841	40,688	42,596	66,445	49,249	30,824
2	2030年	断面交通量 (台/日)	14,645	21,500	80,979	43,065	47,253	84,113	66,055	36,650
		断面交通量 (PCU/日)	31,358	46,664	96,917	59,677	64,571	103,756	82,134	55,408

出典：JICA 調査団

表 4.4.3 車種別交通需要予測 (With ケース)

S.No	目標年	州名	アッサム									
		橋梁名	Kaliabhomora					Badarpughat				
		車種区分 交通量	乗用車	トラック	バス	オートバイ	合計	乗用車	トラック	バス	オートバイ	合計
0	2014年2月	断面交通量 (台/日)	2,703	2,442	721	710	6,576	4,335	3,926	347	1,196	9,804
		断面交通量 (PCU/日)	2,646	8,350	1,640	355	12,990	3,859	14,075	881	598	19,413
1	2020年	断面交通量 (台/日)	3,778	3,949	1,008	992	9,727	5,997	6,285	480	1,655	14,417
		断面交通量 (PCU/日)	3,699	13,504	2,292	496	19,990	5,339	22,532	1,218	828	29,916
2	2030年	断面交通量 (台/日)	5,330	6,494	1,422	1,399	14,645	8,378	10,139	671	2,312	21,500
		断面交通量 (PCU/日)	5,218	22,206	3,234	700	31,358	7,458	36,348	1,703	1,156	46,664
S.No	目標年	州名	ゴア									
		橋梁名	Zuari					Borim				
		車種区分 交通量	乗用車	トラック	バス	オートバイ	合計	乗用車	トラック	バス	オートバイ	合計
0	2014年2月	断面交通量 (台/日)	14,265	2,124	1,778	13,131	31,298	7,879	5,534	893	8,388	22,694
		断面交通量 (PCU/日)	14,223	6,409	4,728	6,566	31,926	7,829	17,915	1,637	4,194	31,575
1	2020年	断面交通量 (台/日)	22,041	5,700	2,747	20,288	50,776	10,851	6,739	1,230	11,553	30,373
		断面交通量 (PCU/日)	21,976	19,416	7,305	10,144	58,841	10,782	21,874	2,255	5,777	40,688
2	2030年	断面交通量 (台/日)	34,558	10,305	4,307	31,809	80,979	15,013	10,366	1,702	15,984	43,065
		断面交通量 (PCU/日)	34,456	35,102	11,454	15,905	96,917	14,918	33,647	3,120	7,992	59,677
S.No	目標年	州名	ケーララ									
		橋梁名	Mahe					Valapattnam				
		車種区分 交通量	乗用車	トラック	バス	オートバイ	合計	乗用車	トラック	バス	オートバイ	合計
0	2014年2月	断面交通量 (台/日)	10,673	3,524	1,330	6,861	22,388	16,920	4,939	3,928	11,142	36,929
		断面交通量 (PCU/日)	9,640	11,819	3,584	3,431	28,473	15,529	13,015	9,041	5,571	43,155
1	2020年	断面交通量 (台/日)	15,097	5,677	1,881	9,705	32,360	24,883	8,394	5,777	16,386	55,440
		断面交通量 (PCU/日)	13,636	19,039	5,069	4,853	42,596	22,837	22,119	13,296	8,193	66,445
2	2030年	断面交通量 (台/日)	21,502	9,248	2,680	13,823	47,253	36,832	14,474	8,552	24,255	84,113
		断面交通量 (PCU/日)	19,422	31,017	7,221	6,912	64,571	33,804	38,142	19,683	12,128	103,756
S.No	目標年	州名	ケーララ					ゲジャラート				
		橋梁名	Perumba					Shetrunji				
		車種区分 交通量	乗用車	トラック	バス	オートバイ	合計	乗用車	トラック	バス	オートバイ	合計
0	2014年2月	断面交通量 (台/日)	11,163	4,129	1,335	9,245	25,872	3,877	2,072	490	6,531	12,970
		断面交通量 (PCU/日)	10,059	11,482	3,906	4,623	30,070	3,575	9,370	1,275	3,266	17,485
1	2020年	断面交通量 (台/日)	17,266	7,371	2,065	14,300	41,002	6,318	3,892	799	10,643	21,652
		断面交通量 (PCU/日)	15,559	20,499	6,042	7,150	49,249	5,826	17,598	2,079	5,322	30,824
2	2030年	断面交通量 (台/日)	27,071	13,325	3,238	22,421	66,055	10,390	7,444	1,314	17,502	36,650
		断面交通量 (PCU/日)	24,394	37,055	9,474	11,211	82,134	9,581	33,657	3,419	8,751	55,408

出典：JICA 調査団

表 4.4.4 車種別交通需要予測 (Without ケース)

S.No	目標年	州名	ゴア									
		橋梁名	Zuari					Borim				
		車種区分	乗用車	トラック	バス	オートバイ	合計	乗用車	トラック	バス	オートバイ	合計
交通量												
0	2014年2月	断面交通量 (台/日)	14,265	2,124	1,778	13,131	31,298	7,879	5,534	893	8,388	22,694
		断面交通量 (PCU/日)	14,223	6,409	4,728	6,566	31,926	7,829	17,915	1,637	4,194	31,575
1	2020年	断面交通量 (台/日)	22,041	3,787	2,747	20,288	48,863	10,851	8,399	1,230	11,553	32,033
		断面交通量 (PCU/日)	21,976	11,427	7,305	10,144	50,852	10,782	27,189	2,255	5,777	46,002
2	2030年	断面交通量 (台/日)	34,558	6,847	4,307	31,809	77,521	15,013	12,919	1,702	15,984	45,618
		断面交通量 (PCU/日)	34,456	20,660	11,454	15,905	82,475	14,918	41,821	3,120	7,992	67,851

出典：JICA 調査団

#### 4.4.2 経済分析

##### (1) 概説

###### 1) 概説

経済分析の目的は、選定された8道路橋梁に関する橋梁補強計画の実施効果を国民経済的観点から示すものである。経済分析のために、経済的内部収益率 (economic internal rate of return: EIRR) を算出する。経済分析は、割引キャッシュフローを用いた費用便益分析に拠る。費用便益分析は、経済便益と費用との比較によって実施される。

###### 2) 基本前提

下記の基本前提を設定した：

###### (a) 費用便益分析

費用便益分析は、増分費用と増分便益との比較において実施される。増分とは、“With Project” (橋梁補強が実施される) と “Without Project” との差分である。

“Without Project” の場合においては、近い将来において、落橋あるいは車両通行不可の状態が予期される。そのような場合、結果的に対応策として、新橋建設を含む橋梁補強工事が実施される。落橋あるいは車両通行不可の状態後から工事実施の期間においては、迂回路が車両通行を確保するため利用される。

###### (b) 各対象橋梁の“With Project” および“Without Project” の前提条件

各対象橋梁の “With Project” および “Without Project” の前提条件は、後述する。

(c) 計算期間

本経済分析においては、計算期間は、下記の条件を考慮して2014年から2030年と設定した：

- “With Project” の場合および “Without Project” の場合における、新橋建設を含む橋梁補強工事の実施工期
- 便益発生 of 年次的時期

(d) 経済分析の対象

本調査においては、新橋建設を含む橋梁補強工事の実施方法（資金調達、工事費用、および実施工期）に関しては、別の節において記述するように下記の2つが設定される：

- 借款による実施：  
新橋建設および橋梁補強工事は、すべて借款によって実施される
- 借款および無償による実施：  
新橋建設は借款によって、橋梁補強工事は無償によって実施される

本経済分析においては、すべて借款による実施の場合における工事費用および実施工期を対象とする。

(2) 各対象橋梁の “With Project” および “Without Project” の前提条件

各対象橋梁の “With Project” および “Without Project” の前提条件設定は、表 4.4.5 に示す。

表 4.4.5 各対象橋梁の“With Project” および“Without Project” の前提条件設定

橋梁	前提条件
(1) Kaliabhomora (橋長 : 3.1 km)	(With Project) 2018年: 橋梁補強工事 2019年: 補強後橋梁の供用開始
	(Without Project) 2024年: ゲルバーの位置での段差のため車両通行不可 (2024年以前において車両走行速度低減) 2024年: 橋梁補強工事 2025年: 補強後橋梁の供用開始 (車両通行不可状態後補強工事期間中(2024年)は、迂回路(距離: 327 km) 利用設定)
(2) Badarpurghat (橋長 : 0.4 km)	(With Project) 2018年: 新橋建設(—2019年) 2020年: 新橋の供用開始
	(Without Project) 2024年: 落橋の可能性 (2024年以前において車両走行速度低減) 2024年: 詳細設計 2025年: 新橋建設(—2026年) 2027年: 新橋の供用開始 (落橋後新橋建設期間中(2024年—2026年)は、迂回路(距離: 64 km) 利用設定)
(3) Zuari (橋長 : 0.8 km)	(With Project) 2018年: 新橋建設(—2019年) 2020年: 新橋の供用開始 2020年: 現橋梁補強工事 2021年: 補強後橋梁の供用開始 (現在、重量トラックに対して通行規制。新橋の供用開始後は規制解除)
	(Without Project) 2024年: ゲルバーの位置での段差のため車両通行不可 2024年: 橋梁補強工事 2025年: 補強後橋梁の供用開始 (補強後橋梁の供用開始後は、重量トラックに対する通行規制は解除) (車両通行不可状態後補強工事期間中(2024年)は、迂回路(距離: 54 km) 利用設定)
(4) Borim (橋長 : 0.4 km)	(With Project) 2018年: 新橋建設(—2019年) 2020年: 新橋の供用開始 2020年: 現橋梁補強工事 2020年: 補強後橋梁の供用開始
	(Without Project) 2024年: ゲルバーの位置での段差のため車両通行不可 2024年: 橋梁補強工事 2025年: 補強後橋梁の供用開始 (車両通行不可状態後補強工事期間中(2024年)は、迂回路(距離: 48 km) 利用設定)
(5) Mahe (橋長 : 0.2 km)	(With Project) 2018年: 現橋梁補強工事 2019年: 補強後橋梁の供用開始
	(Without Project) 2024年: 落橋の可能性 (2024年以前において車両走行速度低減) 2024年: 詳細設計 2025年: 橋梁補強工事 2026年: 補強後橋梁の供用開始 (落橋後補強工事期間中(2024年—2025年)は、迂回路(距離: 16 km) 利

	用設定)
(6) Valapattanam (橋長 : 0.5 km)	(With Project) 2018年：現橋梁補強工事（—2019年） 2020年：補強後橋梁の供用開始
	(Without Project) 2024年：落橋の可能性 （2024年以前において車両走行速度低減） 2024年：詳細設計 2025年：現橋梁補強工事（—2026年） 2027年：補強後橋梁の供用開始 （落橋後補強工事期間中（2024年—2026年）は、迂回路（距離：26 km）利用設定）
(7) Perumba (橋長 : 0.2 km)	(With Project) 2018年：現橋梁補強工事 2019年：補強後橋梁の供用開始
	(Without Project) 2024年：落橋の可能性 （2024年以前において車両走行速度低減） 2024年：詳細設計 2025年：現橋梁補強工事 2026年：補強後橋梁の供用開始 （落橋後補強工事期間中（2024年—2025年）は、迂回路（距離：23 km）利用設定）
(8) Shetrunji (橋長 : 0.3 km)	(With Project) 2019年：現橋梁補強工事 2020年：補強後橋梁の供用開始
	(Without Project) 2024年：落橋の可能性 （2024年以前において車両走行速度低減） 2024年：詳細設計 2025年：現橋梁補強工事 2026年：補強後橋梁の供用開始 （落橋後補強工事期間中（2024年—2025年）は、迂回路（距離：7 km）利用設定）

出典：調査団設定

注記：橋長：端数処理した数値

### (3) プロジェクト費用

財務価格ベースでのプロジェクト費用は表 4.4.6 に示す。変換係数 0.9（インドにおけるインフラストラクチャー・プロジェクト調査レポートを参照して設定）を用い、経済価格ベースに変換した。（表 4.4.7）

表 4.4.6 プロジェクト費用（財務価格ベース）

（百万インドルピー）

Bridge	With Project							
	新橋建設				補強工事			
	詳細設計	建設	施工管理	(合計)	詳細設計	建設	施工管理	(合計)
(1)Kaliabhomora				0.0	12.0	309.0	28.0	349.0
(2) Badarpurghat	47.0	1,209.0	110.0	1,366.0				0.0
(3) Zuari	101.0	2,577.0	235.0	2,913.0	7.0	170.0	15.0	192.0
(4) Borim	52.0	1,336.0	122.0	1,510.0	2.0	42.0	4.0	48.0
(5) Mahe					10.0	258.0	23.0	291.0
(6) Valapattanam				0.0	36.0	928.0	84.0	1,048.0
(7) Perumba				0.0	12.0	313.0	28.0	353.0
(8) Shetrunji				0.0	18.0	458.0	42.0	518.0

Bridge	Without Project			
	詳細設計	建設	施工管理	(合計)
	(1)Kaliabhomora	12.0	309.0	28.0
(2) Badarpurghat	47.0	1,209.0	110.0	1,366.0
(3) Zuari	7.0	170.0	15.0	192.0
(4) Borim	2.0	42.0	4.0	48.0
(5) Mahe	10.0	258.0	23.0	291.0
(6) Valapattanam	36.0	928.0	84.0	1,048.0
(7) Perumba	12.0	313.0	28.0	353.0
(8) Shetrunji	18.0	458.0	42.0	518.0

出典：調査団推定

表 4.4.7 プロジェクト費用（経済価格ベース）

（百万インドルピー）

Bridge	With Project							
	新橋建設				補強工事			
	詳細設計	建設	施工管理	(合計)	詳細設計	建設	施工管理	(合計)
(1)Kaliabhomora					10.8	278.1	25.2	314.1
(2) Badarpurghat	42.3	1,088.1	99.0	1,229.4	0.0	0.0	0.0	0.0
(3) Zuari	90.9	2,319.3	211.5	2,621.7	6.3	153.0	13.5	172.8
(4) Borim	46.8	1,202.4	109.8	1,359.0	1.8	37.8	3.6	43.2
(5) Mahe					9.0	232.2	20.7	261.9
(6) Valapattanam					32.4	835.2	75.6	943.2
(7) Perumba					10.8	281.7	25.2	317.7
(8) Shetrunji					16.2	412.2	37.8	466.2

Bridge	Without Project			
	詳細設計	建設	施工管理	(合計)
	(1)Kaliabhomora	10.8	278.1	25.2
(2) Badarpurghat	42.3	1,088.1	99.0	1,229.4
(3) Zuari	6.3	153.0	13.5	172.8
(4) Borim	1.8	37.8	3.6	43.2
(5) Mahe	9.0	232.2	20.7	261.9
(6) Valapattanam	9.0	232.2	20.7	261.9
(7) Perumba	10.8	281.7	25.2	317.7
(8) Shetrunji	16.2	412.2	37.8	466.2

出典：調査団推定



#### (4) 経済便益

##### 1) 便益推定

本経済分析においては、下記の便益を推定した：

- 車両走行費用節減便益
- 車両時間費用節減便益

##### (a) 車両走行費用節減便益

車両走行費用は、単位車両走行費用と車両走行台・キロとの乗算で求められる。

車両台・キロは、車両台数と走行距離との乗算で求められる。

落橋あるいは車両通行不可状態後における橋梁補強工事期間においては、迂回路の距離が“Without Project”の場合に対して適用される。

これらの計算は、車種別になされる。“Without Project”の場合と“With Project”の場合とにおける車両走行費用の差分が車両走行費用節減便益として推定される。

車種別の単位車両走行費用に関しては、次節にて記述する。

##### (b) 車両時間費用節減便益

車両時間費用節減便益は、“With Project”の場合と“Without Project”の場合とにおける車両時間費用の差分として求められる。車両時間費用は、単位車両時間価値と車両走行台・時間との乗算で求められる。車両走行台・時間は、車両走行台・キロを車両走行速度で除算して求められる。

車種別の単位車両時間価値は、次節にて記述する。

##### 2) 単位車両走行費用および単位車両時間価値

本経済分析において、単位車両走行費用および単位車両時間価値は、インド道路会議が発行する“Manual on Economic Evaluation of Highway Projects in India (Second Revision), Indian Road Congress, 2009”に依拠し、推定した。これは、2009年時点でのインド全国レベルにおける情報を示している。

##### (a) 単位車両走行費用

2009年時点での単位車両走行費用（乗用車、モーターサイクル、バス、およびトラック）は、インドの卸売物価指数の近年の趨勢に基づき、設定した変化率 1.3 を適用して 2014 価格ベースに調整した。

2009年-10年から2011年-12年の卸売物価指数は表4.4.8に示す。2009-10年から2011-12年に至る変化率は、19.4%と推定された。2011-12年から2012-13年への変化率、および2012-13年から2013-14年への変化率は、各々5%および5%と設定した。この設定にあたっては、インドの商業・産業省の情報（会計年度ベースでの卸売物価インフレ率見込：2012年-2013年は4.84%および2013年-2014年は5.35%）を参照した。

結果、2009-10年から2013-14年に至る変化率は、31.6%、（概略30%）と設定した。

推定単位車両走行費用は、表4.4.9に示す。

表 4.4.8 インドにおける卸売物価指数

年	卸売物価指数	変化率
2004-05	100.00	
2005-06	104.5	4.5%
2006-07	111.4	6.6%
2007-08	116.6	4.7%
2008-09	126.0	8.1%
2009-10	130.8	3.8%
2010-11	143.3	9.6%
2011-12	156.1	8.9%
2009-10年から2011-12年に至る推定変化率		19.4%
2011-12年から2012-13年に至る設定変化率		5.0%
2012-13年から2013-14年に至る設定変化率		5.0%
2009-10年から2013-14年に至る設定変化率		31.6%

出典：India Economic Survey 2012-13 およびインド商業・産業省の情報,に基づき調査団推定

表 4.4.9 推定単位車両走行費用

（インドルピー/車両台・キロ）

	乗用車	モーターサイクル	バス	トラック
2009年単位車両走行費用	2.71	1.09	7.30	9.84
設定変化率 (= 1.3)				
推定2014年単位車両走行費用	3.52	1.42	9.49	12.75

出典：Manual on Economic Evaluation of Highway Projects in India (Second Revision), Indian Road Congress, 2009 に基づき調査団推定

注記：単位車両走行費用の設定にあたっては、対象橋梁周辺の道路状況を考慮して（roughness:条件を4000、およびRF（rise and fall）条件を10.と設定）

(b) 単位時間価値

乗客の単位時間価値は、1人あたり所得を反映していると考えられる。従って、2009時点での単位時間価値は、2014価格レベルに調整した。インドにおける近年の1人あたり国民所得の趨勢に基づき、変化率を1.2と設定した。

2009-10年から2011-12年に至る1人あたり国民所得は、表4.4.10に示す。(推定年平均変化率は5.9%)。2009-10年から2011-12年に至る変化率は、12.2%と推定された。上記の数値を参考にして、2011-12年から2012-13年に至る変化率、および2012-13年から2013-14年に至る変化率は、各々5.0%および5.0%と設定した。結果として、2009-10年から2013-14年に至る変化率は、23.7%(概略20%)と設定した。推定結果は、表4.4.11に示す。

原データの単位時間価値は、インド全国ベースのものであるが、本調査の対象地域は、アッサム、グジャラート、ゴア、およびケーララの各州である。乗客の単位時間価値は、対象地域における1人あたり所得の水準に影響されると考えられる。従い、調査対象地域の1人あたり所得の水準の差異を考慮して、調整ファクターを検証した。

ゴア州の隣接州としてのマハラシトラおよびカルナタカの各州も含む上記の各州の近年における1人あたり所得を、表4.4.12に示す。

グジャラートおよびケーララの各州のインド全国に対する比率は、1.4の水準を示すのに対して、ゴア州の比率は約3.0を示す。他方、ゴア州の隣接州としてのマハラシトラおよびカルナタカの各州の比率は、各々1.6および1.1の水準である。

マハラシトラおよびカルナタカの各州関連の車両交通を考慮すると、ゴア州の調整ファクターは再考すべきと思われる。ゴア州の変化率は、グジャラートおよびケーララの各州と同等の水準と設定した。結果として、アッサム州の調整ファクターは0.6と設定し、グジャラート、ゴア、およびケーララの各州は1.4と設定した。

2014年価格における各州別の乗客の単位時間価値は、表4.4.13に示す。

車両あたりの平均乗車人員を設定して、車両あたりの単位時間価値を推定した(表4.4.14)。

表 4.4.10 インドにおける1人あたり国民所得 (2004-05年価格、インドルピー)

年次	1人あたり国民所得	変化率
2008-2009	31,754	
2009-2010	33,901	6.8%
2010-2011	36,342	7.2%
2011-2012	38,037	4.7%
2009-10年から2011-12年に至る年平均変化率		5.9%
2009-10年から2011-12年に至る変化率		12.2%
2011-12年から2012-13年に至る設定変化率		5.0%
2012-13年から2013-14年に至る設定変化率		5.0%
2009-10年から2013-14年に至る設定変化率		23.7%

出典：India Economic Survey 2012-13に基づき調査団推定

表 4.4.11 インド全国ベースにおける単位乗客時間価値

(インドルピー/乗客・時間)

	乗用車	モーターサイクル	バス
2009年単位時間価値	62.5	32.0	39.5
設定変化率 (= 1.2)			
設定 2014年単位時間価値	75.0	38.4	47.4

出典：Manual on Economic Evaluation of Highway Projects in India (Second Revision), Indian Road Congress, 2009 に基づき調査団推定

表 4.4.12 1人あたり州生産額 (趨勢価格ベース)

(インドルピー)

州	1人あたり州生産額 (趨勢価格ベース)			インド全国に対する比率 (変化率)		
	2009-10	2010-11	2011-12	2009-10	2010-11	2011-12
アッサム	27,464	30,569	33,633	0.60	0.57	0.55
グジャラート	63,549	75,115	89,668	1.38	1.41	1.48
ゴア	149,164	159,244	190,652	3.23	2.99	3.15
ケーララ	60,264	71,434	83,725	1.31	1.34	1.38
インド全国	46,117	53,331	60,603	1.00	1.00	1.00
マハラシトラ	71,300	87,686	101,314	1.55	1.64	1.67
カルナタカ	51,386	59,975	68,374	1.11	1.12	1.13

出典：India Economic Survey 2012-13 および Gujarat Socio-Economic Review 2012-13 (2011-12年のデータ) に基づき調査団推定

表 4.4.13 2014年価格州別単位乗客時間価値

(インドルピー/乗客・時間)

車種	インド全国	アッサム州	グジャラート、ゴア、およびケーララ州
(調整ファクター)	1.0	0.6	1.4
乗用車	75.0	45.0	105.0
モーターサイクル	38.4	23.0	53.8
バス	47.4	28.4	66.4

出典：Manual on Economic Evaluation of Highway Projects in India (Second Revision), Indian Road Congress, 2009 に基づき調査団推定

表 4.4.14 推定単位車両時間価値

(インドルピー/車両・時間)

	単位乗客時間価値 (インドルピー/時間)	設定平均乗車人員	単位乗客時間価値 (インドルピー/時間)
アッサム州			
乗用車	45.0	3.0	135.0
モーターサイクル	23.0	1.5	34.5
バス	28.4	30.0	852.0
グジャラート、ゴア、および ケーララ州			
乗用車	105.0	3.0	315.0
モーターサイクル	53.8	1.5	80.7
バス	66.4	30.0	1,992.0

出典：JICA 調査団推定

(5) 推定経済的内部収益率 (EIRR)

プロジェクト費用 (“With Project” および “Without Project”) および経済便益に基づき、費用便益分析を実施した。各橋梁の経済的内部収益率 (EIRR) の計算結果は、表 4.4.15 に示す。

経済的内部収益率 (EIRR) の計算表は、Appendix Table に示す。

**表 4.4.15 推定経済的内部収益率 (EIRR)**

Bridge	EIRR (%)
(1) Kaliabhomora	49.1%
(2) Badarpurghat	39.0%
(3) Zuari	38.1%
(4) Borim	31.3%
(5) Mahe	31.6%
(6) Valapattanam	45.1%
(7) Perumba	38.7%
(8) Shetrunji	21.7%

出典：JICA 調査団推定

#### 4.5 Dhuburi-Phulbari 橋調査結果

Dhuburi-Phulbari 橋について、資料収集を行った。

##### (1) Dhuburi-Phulbari 橋概要

Dhuburi-Phulbari 橋は、アッサム州の NH31C からメガラヤ州の Nongston まで計画されている 434km（アッサム州：74km、メガラヤ州：360km）の道路の一部である。Dhuburi-Phulbari 橋はアッサム州に位置しており、Bramhaputra 川を渡河し、Dhuburi と Phulbari を結ぶ橋梁であり、橋長は約 15km である。Dhuburi-Phulbari 橋の位置を図 4.5.1 に示す。



出典：Google earth/ JICA 調査団

図 4.5.1 Dhuburi-Phulbari 橋位置図

## (2) Dhuburi-Phulbari 橋計画

現在メガラヤ州の人々はフェリーボートを使用してアッサム州への移動を行っている。Dhuburi-Phulbari 間のフェリーでの移動の状況を図 4.5.2 に示す。



図 4.5.2 Dhuburi-Phulbari 間フェリーでの移動状況

2012 年 4 月にフェリーボートの転覆事故が発生し、多くの人々がなくなっている。また、車両は約 70km 上流側にある Naranarayan 橋を通行している。図 4.5.3 から図 4.5.7 にアッサム州の PWD より受領した Dhuburi-Phulbari 橋の計画資料を示し、図 4.5.8 に Dhuburi-Phulbari 橋の計画をまとめた計画図を示す。



TABLE  
Description of National Highways \*

Serial No.	New National Highway No.	Description of National Highways *
(1)	(2)	(3)
45A	315A	The highway starting from Tinsukia on N.H-15 connecting Naharkatia in the State of Assam connecting Hukanjuri, terminating at Khonsa on N.H-215 in the state of Arunachal Pradesh.
87A	127B	The highway starting from Srimrampur on N.H-27, Dhuburi in the state of Assam connecting Phulbari, Tura, Rongram, Ronjeng and terminating at Nongston on N.H-106 in the state of Meghalaya.
114B	333	The highway starting from Bariyarpur on NH-33 connecting Kharagpur, Laxmipur, Jamui, Chakai in the state of Bihar and terminating at Devgarh in the state of Jharkhand.
91A	527C	The highway starting from Majhauri on NH-27 connecting Katra, Jajuar, Pupri and terminating at Charout on NH-227 in the state of Bihar.
88A	327 Extension	The highway starting from Galgalia on N.H-327 (West Bengal /Bihar) connecting Thakurganj, Bahadurganj, Araria, Raniganj, Bhargama, Tribeniganj, Pipra, Supaul and terminating at ( Bariyahi Bazar) Bangaon on NH-231 in the state of Bihar.
105A	131A	The highway starting from Katihar on NH-31 and terminating at Purnea on NH-27 in the state of Bihar.
142A	343	The highway starting from Ambikapur on N.H-43 connecting Semarsot, Ramanujganj in the state of Chhattisgarh and terminating at Garhwa on NH-39 in the state of Jharkhand.

出典：PWD in Assam

図 4.5.3 Dhuburi-Phulbari 橋計画路線表

STATEMENT SHOWING THE INVENTORY OF THE EXISTING ROAD/ROUTES FALLING ON THE ALIGNMENT OF NH-127B

ANNEXURE-I

Dhubri - phulbari for.

Sl No	Name of road	Category of road	Length in Km.	Carriage way in M.	Formation width	Crust composition	ROW (M)	CD Work			Bridges	Remarks
								HPC	Slab Culvert	SPT		
1) Goshagaon-Tamahat Road.												
A) Under Kokrajhar Road Division.												
a)	Srirampur-Hatidhura Road.	MDR	0.00 to 10.50 =10.50km	3.75	7.5	GSB=150mm WBM=150mm PC&SC=20mm	20.00	Single 1000mm dia(NP-3) =6 Nos. Double 1000mm dia(NP-3) =3 Nos.	3 Nos		RCC	Goshagaon-Tamahat Road, L=18.10km, renamed as Srirampur-Hatidhura Road. RCC Box cell Br.No.7/3
B) Under Dhubri Road Division.												
a)	Srirampur-Hatidhura Road.	MDR	10.50 to 13.50 =3.00km	3.75	7.5	GSB=150mm WBM=150mm PC&SC=20mm						
b)	Tamahat-Hatidhura Road.	MDR	0.00 to 2.50 =2.50km	3.75	7.5	GSB=150mm WBM=150mm PC&SC=20mm	20.00	Single 1000mm dia(NP-3) =1 No.	1 No			

Srirampur から Tamahat までの 16km は主要地区道を改修して使用する。

出典：PWD in Assam

図 4.5.4 Dhubri-Phulbari 橋計画資料 (1/4)

Sl No	Name of road	Category of road	Length in Km.	Carriage way in M.	Formation width	Crust composition	ROW (M)	CD Work			Bridges	Remarks
								HPC	Slab Culvert	SPT		
2) Dhubri-Kachugaon Road												
A)	Under Dhubri Rural Road Division	SH	0.00 to 24.00km =24.00km	3.75	7.5	GSB=150mm WBM=150mm PC&SC=20mm						RCC Br.No.10/1 RCC Br.No.17/1 span=2x12.00m(pile foundation) Carriageway=7.50m
3) Dhubri-Kacherihat-Balajan Road												

Tamahat から国道 NH31 までの 24km は州道を改修して使用する。

出典：PWD in Assam

図 4.5.5 Dhubri-Phulbari 橋計画資料 (2/4)

4) Under Abhayapuri Constn.Division.												
a)	NH-31 (New NH-17)	NH	848.850 to 849.550=0.70km	7.00	12.00	GSB=150mm WBM=200mm BM=50mm SC&BC=20mm						国道 NH31 を 0.7km 使用する
5) New Road & Bridge.												

出典：PWD in Assam

図 4.5.6 Dhubri-Phulbari 橋計画資料 (3/4)

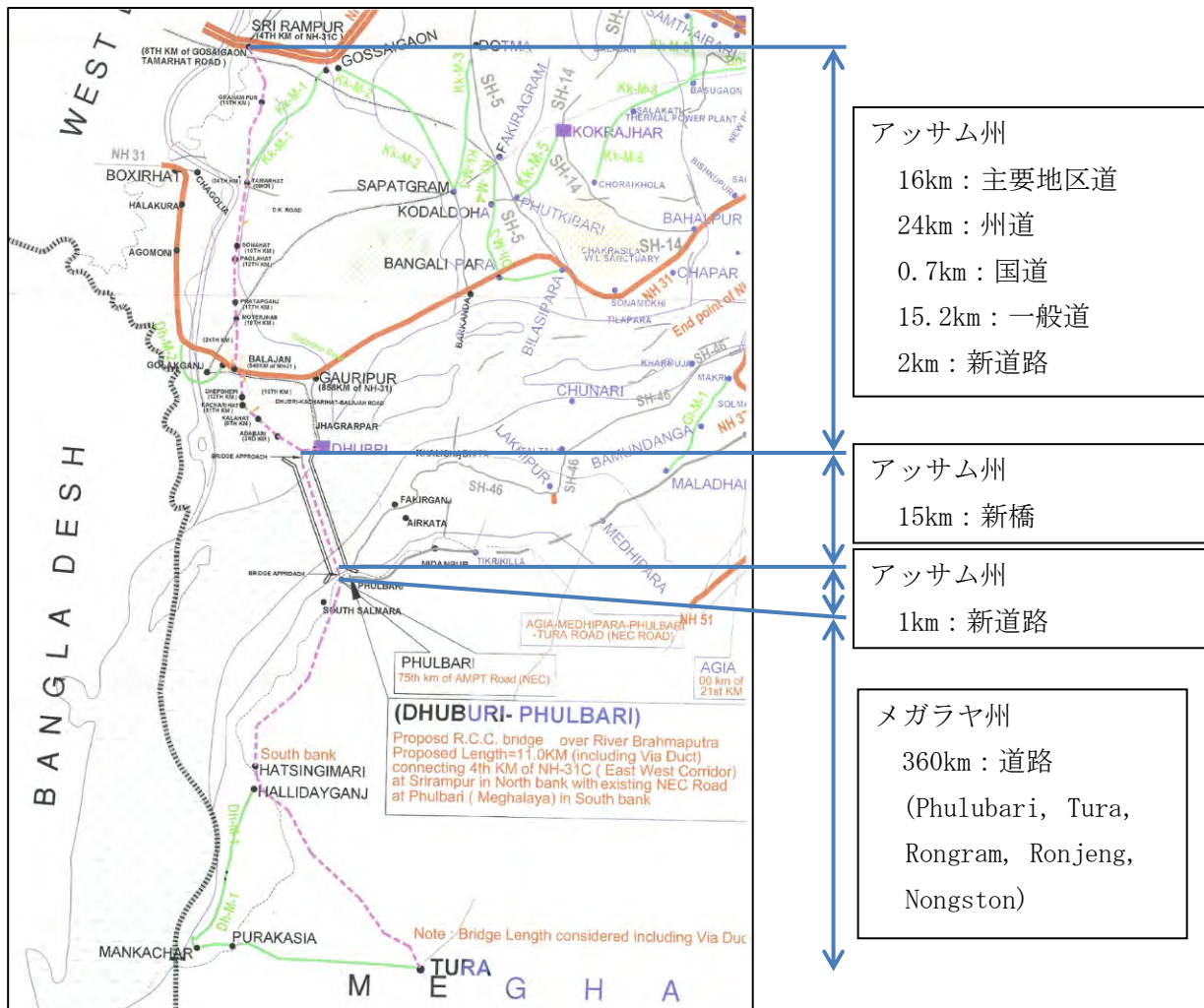


Division											
a)	Balajan-Dhepdhepi Road	ODR	0.00 to 5.50 km=5.50km	3.75	7.50	GSB=100mm WBM=150mm PC&SC=20mm	10-φ	Single 900mm dia (NP-2)=1 No. & 1000mm dia (NP-3)=1No	5Nos	Br.No.3/1=13m	Br.No.5/1,L=40m single span, well foundation.
b)	Dhubri-Binnachar Road	ODR	1.00 to 10.70km=9.70km	3.75	7.50	GSB=115mm WBM=140mm PC&SC=20mm	11-φ	Single 900mm dia (NP-2)=4 Nos. ii) 1000mm dia(NP-3)=5Nos. iii) Double 1000mm dia NP-3=1No	9/2=24.50 m 10/1=30.00 m	RCC	Bridge No.5/1 overall length=86.00m, span=40m well foundation precast girder carriageway width=7.50m

国道 NH31 から Dhuburi までの 24km は一般道を改修して使用する。

出典：PWD in Assam

図 4.5.7 Dhuburi-Phulbari 橋計画資料 (4/4)



出典：PWD in Assam/ JICA 調査団

図 4.5.8 Dhuburi-Phulbari 橋計画図

本計画道路はすべて2車線であり、国道として2012年2月に認知されている。

また、2013年5月には、Dhuburi-Phulbari 橋についての概算工事費が提出され、170億インドルピーとなっている。その後、MORTHが検討を行っている。

新橋架橋位置については詳細な検討は実施されていない。また、アッサム州側の道路について、NH31C から55.9km（16km：主要地区道、24km：州道、0.7km：国道、15.2km：一般道）までは既に線形計画がなされ用地買収費の算定作業を開始しているため、将来的に道路線形を変更することは難しいと判断される。しかしながら、橋梁取り付け区間約2kmは線形計画がなされておらず、架橋位置を柔軟に検討できるよう配慮がなされている状態である。

Dhuburi-Phulbari 橋の状況写真を図4.5.9に示す。



Tamahat から国道 NH31 までの州道



NH31



NH31 から Dhuburi までの一般道



Dhuburi-Phulbari 橋予定地から 2km 離れた  
位置の新道路計画地



Dhuburi-Phulbari 橋架橋候補地付近 (アッサム側)  
出典：JICA 調査団



Brmhaputra 川

図 4.5.9 Dhuburi-Phulbari 橋状況写真

(3) Dhuburi-Phulbari 橋に適用が想定される本邦技術

Dhuburi-Phulbari 橋において適用が可能と考えられる本邦技術を表 4.5.1 に示す。

表 4.5.1 本邦技術

本邦技術名称	適用性
鋼管井筒矢板基礎	洗掘および地震を受ける橋梁の基礎の適用に有効な工法である。
鋼桁橋（耐候性鋼材）	本工法は、PC 橋より施工工期の短縮が可能な工法であり、早期供用を目指す橋梁の適用に有効な工法である。 PC 橋と比べて上部工重量が軽いため、橋脚や基礎の縮小が可能となる。さらに、耐候性鋼材を使用することにより、維持管理費を最小限に抑えることができる。

出典：JICA 調査団

## 5. 国道上の橋梁の維持管理の現状

---

本調査では、調査の対象である国道の維持管理の現状を確認するため、下記組織からの情報収集を行った。

- MORTH 内の技術基準・研究（橋梁）課（Standard Research and Technology (Bridges) Section、以下「SR&T(B)課」という）
- 対象 4 都市（グワハティ、ガンディナガール、ティルバナナタプラム、ムンバイ）にある道路交通省（Ministry of Road Transport and Highways、以下「MORTH」という）の地方事務所（Regional Office、以下「RO」という。また、本調査の対象州を管轄する 4 地方事務所のことを総称して「4ROs」という）。
- 対象 4 州（アッサム州、ゴア州、グジャラート州、ケーララ州）の州政府公共事業局（Public Works Department、以下「PWD」という。また、本調査の対象州を管轄する 4 公共事業局を総称して「4PWDs」という）。

### 5.1 組織

#### 5.1.1 関連組織

イ国における国道の橋梁維持管理に関連する関連組織は下記の通りである。

- 道路交通省（MORTH）
- 国道庁（National Highways Authority of India、（以下「NHAI」という））
- 州政府公共事業局（PWD）
- 国境道路機構（Border Roads Organization、以下「BRO」という）

下記に各組織の概要を示す。

## (1) 道路交通省 (MORTH)

### 1) 組織概要

MORTHは2009年に旧道路運輸省 (Ministry of Shipping, Road Transport and Highways) が2つに分割されたことにより設立された省庁で、国道の建設及び維持管理、「自動車法 (Motor Vehicles Act, 1988)」や「中央自動車規則 (Central Motor Vehicle Rules, 1989)」の管理、道路交通、環境問題、自動車の諸基準、有料国道の料金水準等の広範囲な政策立案を含む道路交通と国道の全般を所管しているほか、隣国との道路交通のための道路網整備も進めている。

また、MORTHは中央政府のもと、他の中央省庁やその部局、州政府、国境管理組織、その他関係組織や個人及び道路交通警察等と協働して、国内の道路交通システムの効率性、機動性を向上するための、道路交通、国道、交通研究等に関する政策立案やそれらの管理を行っている。

## (2) 国道庁 (NHAI)

### 1) 組織概要

NHAIはMORTHの監督のもと、「国道庁法 (the National Highways Authority of India Act, 1988)」に基づき、中央政府より委託され国道の建設、管理を行う組織として1995年2月に設立された。現在は、NHAIは国道整備計画 (National Highway Development Project、以下「NHDP」という) を主管し、主に建設、運営、移管 (Build, Operate and Transfer、以下「BOT」という) 方式で道路事業者が行う国道ネットワーク整備の管理を行っている。これに伴い、NHAIはMORTHや州政府と連携し、各事業のフイージビリティ調査 (feasibility study) などの事前調査を行うほか、NHDPに関する全てのコンサルタントや施工業者の選定、調達もNHAIにより行われている。

### 2) 国道整備計画 (NHDP) の概要

NHDPはイ国最大の国道整備事業であり、7つのフェーズに分かれている。NHDPの概要と路線図を表5.1.1及び図5.1.1に示す。

イ国の国道総延長は、2012年12月現在で79,116 kmに達している。高速道路や国道は、イ国の道路総延長の約1.7%に過ぎないが、道路交通の約40%が高速道路及び国道を利用している。車両台数も過去5年間 (2008年～2012年) では年平均10.16%の割合で増加しており、旅客や貨物自動車の急激な増加に伴う道路網の整備がイ国では急務となっている。そこでイ国政府は国道の改良と整備を行う国道整備計画 (NHDP) を策定し、1998年10月より実施している。

BOT方式で整備されるNHDPは、イ国の4つの主要都市 (デリー、ムンバイ、コルカタ及びチェンナイ) を結ぶ黄金の四角形 (Golden Quadrilateral、以下「GQ」という)、北部のスリナガルと南部のカニャクマリを結ぶ南北回廊及び東部のシルチャーと西部のポルバンダルを結ぶ東西回廊 (North South-East West (NS-EW) Corridors、以下「NE-EW回廊」という) 並びにその他経済活動に重要な道路を含んでいる。

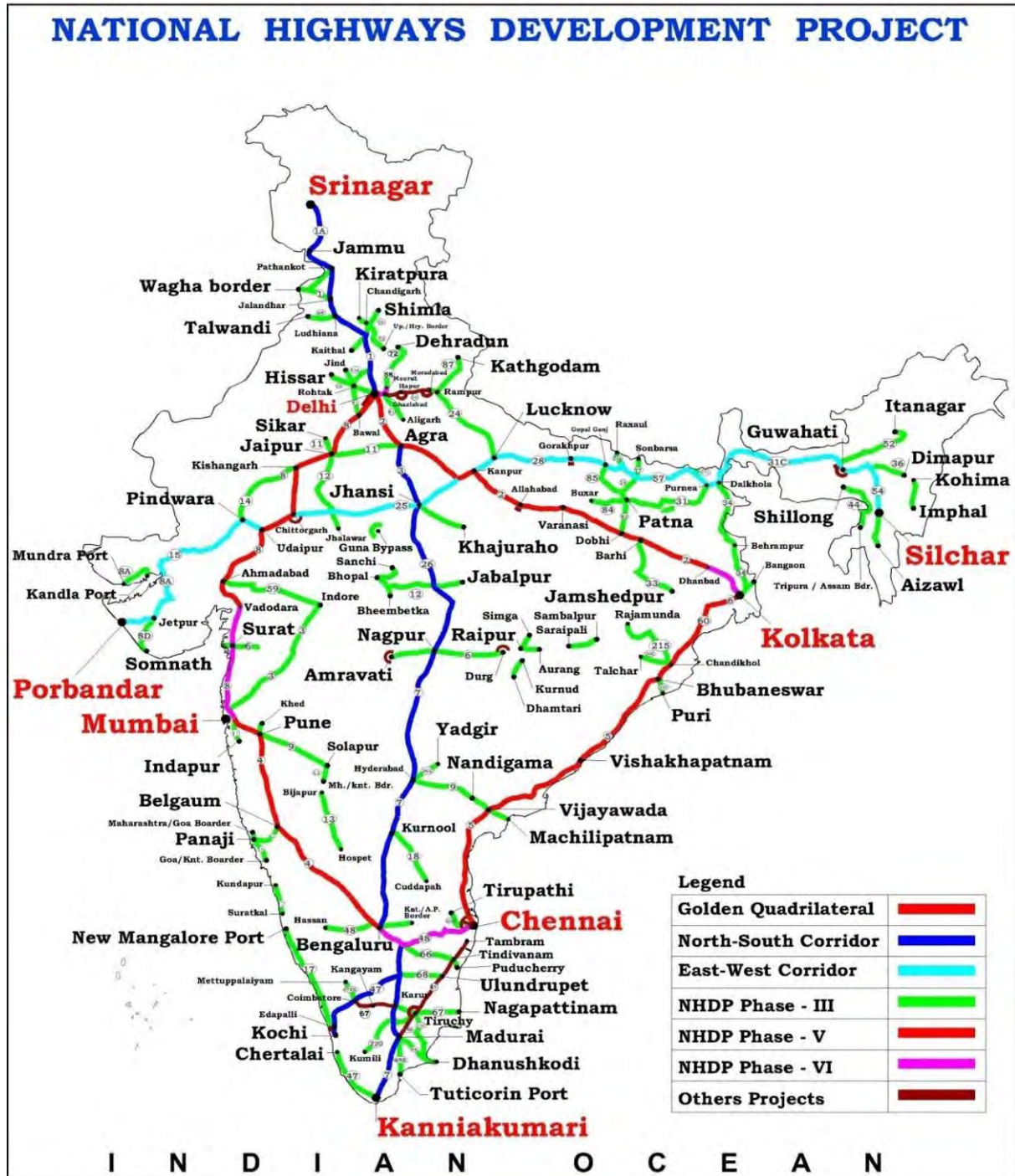


表 5.1.1 国道整備計画 (NHDP) のフェーズ毎の概要

(2013年10月31日時点)

フェーズ	総延長 (km)
フェーズⅠ GQ、NS-EW 回廊、港湾接続道路、他	7,522
フェーズⅡ 4/6 車線化、NS-EW 回廊、他	6,647
フェーズⅢ 改築、4/6 車線化	12,109
フェーズⅣ 2 車線化 (路肩舗装)	20,000
フェーズⅤ GQ や重交通回廊の 6 車線化	6,500
フェーズⅥ 高速道路	1,000
フェーズⅦ 環状道路、バイパス、フライオーバーなど	700
計	54,478

出典：国道庁ホームページ (<http://www.nhai.org/WHATITIS.asp>)



出典：MORTH ホームページ ([http://www.nhai.org/nhdpmain\\_english.htm](http://www.nhai.org/nhdpmain_english.htm))

図 5.1.1 国道整備計画 (NHDP) の路線図

### (3) 州政府公共事業局 (PWD)

#### 1) 組織概要

各州政府下に設置されている PWD は、州政府の主要機関であり、MORTH より国道の整備、維持管理、州政府より州道、主要地方道、政府保有の建物の建設、維持管理を委託されている。また、PWD は全ての開発行為について州政府の技術アドバイザーとしての役割も担っている。

例として、アッサム州の PWD の概要を示す。アッサム州の PWD は 1880 年に設立され、国道、州道、主要地方道、地方道、都市内道路、政府保有の建物の建設及び維持管理を行っている。アッサム州の PWD は大きく道路部門 (Wing) と建築部門 (Wing) に分かれており、道路部門は道路の、建築部門は建物の建設及び維持管理をそれぞれ担当している。また、道路部門はさらに 13 の課 (Section) に分かれており、その一つの国道課 (National Highways Section、以下「NH 課」という) が本調査の対象橋梁を含む国道の建設及び維持管理を担当している。

### (4) 国境道路機構 (BRO)

#### 1) 組織概要

BRO は 1960 年にイ国の初代首相により防衛省からの要請のもと、国境地域の早急な道路の建設及び維持管理ために設立された組織であり、国境地域の軍用道路 (General Staff roads、以下「GS road」という)、国道、州道等の建設及び維持管理を行っている。これらの道路の建設及び維持管理に必要な予算は、MORTH を通じて国境道路整備委員会 (Border Roads Development Board、以下「BRDB」という) より配賦されている。

#### 2) 国境道路整備委員会 (BRDB)

BRDB は、北部及び北東部の国境地域の不十分な道路網が、その地域の防衛、経済発展を深刻に妨げていることから、道路交通の発展を調整する組織として 1960 年に設立された。BRDB は、委員長 (Chairman) のもとで政府の一部署として財務的及びその他の権限を有しているほか、全ての事項は BRDB 事務局の許認可が必要である。

### (5) MORTH, NHAI, PWD 及び BRO の役割分担

MORTH は第一に国道の建設、維持管理の全責任を有し、また全ての国道が MORTH に帰属している。また、全ての国道の建設・維持管理作業は、NHAI、BRO または PWD により実施されている。

NHAI、BRO 及び PWD の役割分担は下記の通りである。

- NHDP に基づき BOT 方式で道路事業者による建設、維持管理される国道の監理は「NHAI」が実施。
- 国境地域の国道の建設、維持管理作業は、BRDB の調整の下「BRO」が実施。
- それ以外の国道の建設、維持管理は「PWD」が実施。

## 5.1.2 国道上の橋梁の維持管理の関係組織の詳細

### (1) MORTH

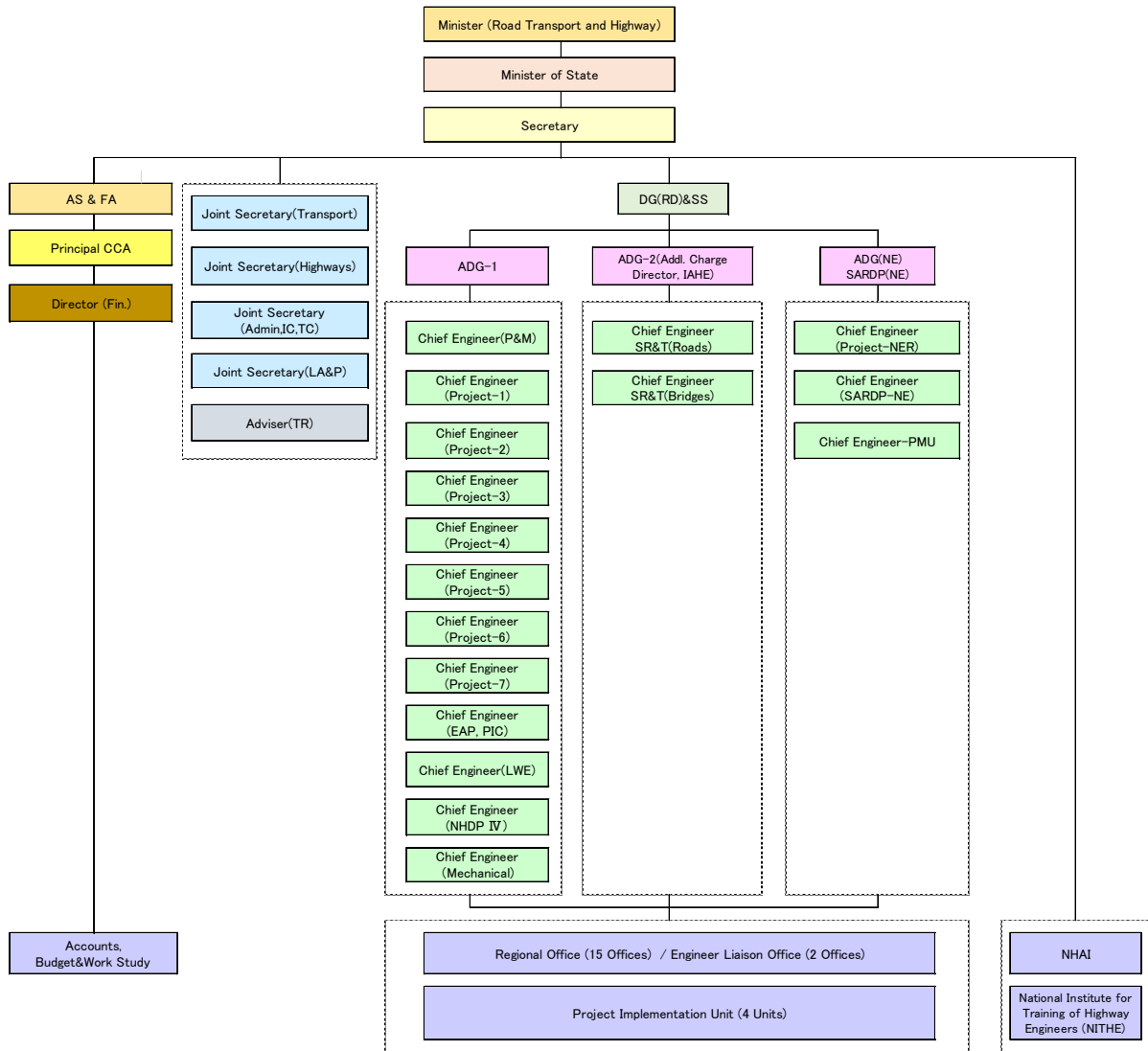
#### 1) MORTH

MORTH の組織図を図 5.1.2 に示す。MORTH は道路交通大臣 (Minister of Road Transport and Highways) を筆頭に、2 名の閣外大臣 (Minister of State)、事務次官 (Secretary) 及びその他の上級技術者である長官 (道路開発) (Director General (Roads Development) & Special Secretary、以下「DG(RD)&SS」という)、4 名の次官補 (Joint Secretary、以下「JS」という)、アドバイザーが道路交通大臣を補佐している。また、事務次官を補佐する次官補兼財務アドバイザー (Additional Secretary & Financial Adviser、以下「AS&FA」という) が財務上の事項に関する全ての政策や提案の制定や手続きを行っている。

事務次官のもと、MORTH は主要 5 部門 (運輸 (Transport)、国道 (Highways)、有料道路料金及び調整 (Toll & Coordination)、用地取得 (Land Acquisition)、道路 (Roads)) 及び 5 つの支援部門 (管理 (Administration)、国際協力 (International Cooperation)、議会 (Parliament)、財務 (Finance)、交通研究 (Transport Research)) に分かれている。主要 4 部門 (運輸、国道、有料道路料金及び調整、用地取得) と 3 つの支援部門 (管理、国際協力、議会) は JS が、財務部門は AS&FA が、道路部門は DG(RD)&SS が組織の長となっている。各部門の役割を表 5.1.2 及び表 5.1.3 に要約する。

道路部門を除く 9 部門 (運輸、国道、有料道路料金及び調整、用地取得、管理、国際協力、議会、財務及び交通研究) は「部 (Division)」に分かれており、各部はさらに「課 (Section)」に分かれている。

道路部門は、7 つの「事業ゾーン (project Zone)」、4 つの「特別ゾーン (special Zone)」及び 5 つの「課 (Section)」にわかれている。事業ゾーンはそれぞれの管轄地域別に国道の建設、維持管理を担当し (Project-1 から Project-7)、特別ゾーンは「北東優先道路開発計画 (Special Accelerated Road Development Programme in North East Region、以下「SARDP-NE」という)、外部支援事業 (Externally Aided Projects)、左翼過激主義の影響地域 (Left Wing Extremism affected Areas) 及び NHDP フェーズ IV (NHDP Phase IV)」を担当している。各ゾーン及び課は、技師長 (Chief Engineer、以下「CE」という) が組織の長である。



出典：Annual Report 2012-13 (MORTH、2013年)

図 5.1.2 MORTH の組織図

表 5.1.2 MORTH の各部署の役割

部門	部	課/ゾーン	役割
運輸部門 (Transport)	自動車法立法部 (Mortor Vehicle Legislation)	自動車法立法課 (Mortor Vehicle Legislation Section)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ Mortor Vehicle Act 1988の修正・明確化</li> <li>・ スマートカードや運転免許証の発行等</li> </ul>
	交通安全部 (Road Safety)	交通安全課 (Road Safety Section)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 国道巡回計画や国道の事故減少計画の制定・修正</li> <li>・ 交通安全に関する情報提供等</li> </ul>
	運輸部 (Transport)	運輸課 (Transport Section)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 部門内の作業調整</li> <li>・ 部門内の予算計画・年次計画・5ヶ年計画、州交通局への研修計画の作成</li> </ul>
国道部門 (Highways)	国道・P&P部 (Highways & P&P)	国道・P&P課 (Highways & P&P Section)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ NHAIが実施するプロジェクト案の承認手続き</li> <li>・ NHAIが実施するNHDPプロジェクトの審査、モニタリング</li> </ul>
	PPP部 (PPP)	PPP課 (PPP Section)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ PPP承認委員会等へのNHAIの提案手続き</li> <li>・ NHDPに基づくプロジェクトの承認・実施等</li> </ul>
	IT部 (IT)	IT課 (IT Section)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ IT関連の運営、維持管理</li> </ul>
管理部門 (Administration)	制定部 (Establishment)	E I 課、E I (B) 課、E II 課、 E II (B) 課、 Special Reservation 課	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 任用、人事異動、給与、年金、研修等体系の制定</li> </ul>
	一般管理部 (General Administration)	総務課、福利厚生課、図書 館課、CR課、Cash課、RTI 課、O&M課 (General, Welfare, Library, CR, Cash, RTI, O&M Section)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 請求書(サービス料金、電話料金、新聞購読料等)の支払等の庶務業務の処理</li> <li>・ 様々な福利厚生の体系化</li> <li>・ 図書館の管理運営</li> </ul>
	保安部 (Vigilance)	保安課 (Vigilance Section)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ MORTHへの苦情の受付・調査</li> <li>・ MORTH職員の警備及びその他関連事項</li> </ul>
国際協力部門 (International Cooperation)	国際協力部 (International Cooperation)	国際協力課 (International Cooperation Section)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 各国との二国間協力、MoUの提案及び提供に関する検討、世界銀行やアジア開発銀行等の国際機関に関する事項</li> </ul>
有料道路料金及び 調整部門 (Toll&Coordination)	有料道路料金部 (Toll)	有料道路料金課 (Toll Section)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 国道等有料道路の政策・規則・通知等の策定・修正</li> <li>・ ETCシステムの導入</li> </ul>
	調整部 (Coordination)	調整課 (Coordination Section)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 内閣会議、内閣委員会の関連事項、</li> <li>・ MORTH内の重点開発の月報作成</li> <li>・ アニュアルレポートの作成等</li> </ul>
	監査部 (Audit Paras)	監査課 (Audit Paras Section)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 会計検査、報告、監査案、PAC監査、COPU関連事項の監視、追跡調査</li> </ul>
用地取得部門 (Land Acquisition)	用地取得部 (Land Acquisition)	用地取得課 (Land Acquisition Section)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 用地取得、環境許認可、国道規則等に関する事項</li> </ul>
議会部門 (Parliament)	議会部 (Parliament)	議会課 (Parliament Section)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 議会質問及び緊急質問一覧の受領、担当部署への配布</li> <li>・ 上記の回答準備</li> </ul>
財務部門 (Finance)	予算部 (Budget)	予算課 (Budget Section)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ MORTH及び海運省 (Ministry of the Shipping) の予算関連</li> <li>・ 上記2省の各部署からの予算案・修正予算案の収集・検討等</li> </ul>
	財務部 (Finance)	財務課 (Finance Section)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 各部の財務権限を超える財務関連事項</li> <li>・ 国道等の道路・橋梁に関連する予算案・修正予算案の承認・承認された計画への資金配賦</li> </ul>

部門	部	課/ゾーン	役割
道路部門 (Roads)		Project-1 ゾーン (Project-1 Zone)	・ チャンディール州、ハリヤナ州、ヒマチャールブラ デーシュ州、ジャンム・カシ米尔における国道の 建設・維持管理の監理
		Project-2 ゾーン (Project-2 Zone)	・ デリー、ウッタラプラデーシュ州における国道の 建設・維持管理の監理
		Project-3 ゾーン (Project-3 Zone)	・ アンダマン・ニコバル諸島、ビハール州、 ジャーカンド州、西ベンガル州における国道の建設・ 維持管理の監理
		Project-4 ゾーン (Project-4 Zone)	・ ダマン・ディウ、グジャラート州、ラジャスタン州に おける国道の建設・維持管理の監理
		Project-5 ゾーン (Project-5 Zone)	・ チャッティスガル州、マディヤプラデーシュ州、 オリッサ州における国道の建設・維持管理の 監理
		Project-6 ゾーン (Project-6 Zone)	・ ゴア州、カルナタカ州、マハラシュトラ州における 国道の建設・維持管理の監理
		Project-7 ゾーン (Project-7 Zone)	・ アンドラプラディッシュ州、ケーララ州、 ラクシャディーブ諸島、プドゥチェリー、 タミルナドゥ州における国道の建設・維持管理の 監理
		SARDP-NEゾーン (Project (NER) Zone)	・ 北東優先道路開発計画 (SARDP-NE) を含む北東8州の 国道の建設・維持管理の監理
		外部支援事業ゾーン (Externally Aided Project Zone)	・ 外国支援による道路開発事業の監理
		左翼過激主義の影響地域 ゾーン (Left Wing Affected Areas Zone)	・ 左翼過激主義の影響を受ける地域の道路開発 の監理
		NHDPフェーズIVゾーン (NHDP PhaseIV Zone)	・ NHDPフェーズIVに基づく国道の建設・維持管理の 監理
		計画・監理課 (Planning&Monitoring Section)	・ 予算配賦を含む計画業務 (5ヶ年計画、年次計画、 長期計画) ・ 道路開発全般の政策策定
		技術基準・研究 (道路) 課 (SR/T (Roads) Section)	・ 仕様書の改訂・マニュアル策定等業務 ・ 道路インフラ関連の省庁や機関への助言
技術基準・研究 (橋梁) 課 (SR/T (Bridges) Section)	・ 橋梁関連の基準策定及び研究 ・ 州政府公共事業局 (PWDs) の橋梁・跨道橋等関連計画の 検討		
機械課 (Mechanical Section)	・ 道路セクターにおける新技術導入に向けた全体政策・ 短期・長期戦略計画の立案・策定 ・ PWDsに提供した新技術導入機器の活用状況・性能の確認		
工務会計課 (Works&Accounts Section)	・ 国道の建設・維持管理・補修に関する予算の確保・配賦		
交通研究部門 (Transport Research)	交通研究部 (Transport Research)	交通研究課 (Transport Research Section)	・ MORTH・海運省 (Ministry of the Shipping) の2省に おける道路・水道に関する統計の収集・整理・公表

出典：Induction material (MORTH、2013年3月) (<http://morth.nic.in/showfile.asp?lid=995>)

## 2) MORTHにおける橋梁維持管理に関する関係部署及び事務所

### (a) 関係部署

技術基準・研究 (橋梁) 課 (SR&T (B) 課) が国道の長大橋 (橋長 60m 以上の橋梁をいう) の維持管理を担当している。また、国道の中小橋 (橋長 60m 以下の橋梁をいう) は道路部門の事業ゾーン (Project-1 からプロジェクト-7) 及び特別ゾーンのうちの SARDP-NE ゾーンにより、建設、維持管理を担当している。

SR&T (B) 課の役割と責任範囲を表 5.1.3 に示す。SR&T (B) 課では、長大橋の維持管理に関して ROs 及び技術者連絡事務所 (Enginner Liaison Office、(以下「ELO」という) より報告される点検結果や補修対策の検討及び予算配賦、維持管理作業の承認を行っている。



表 5.1.3 SR&T(B)課の主な役割

部署	主な役割
技術基準・研究（橋梁）課 Standard Research & Technology (Bridges) (SR&T(B) Section)	<ul style="list-style-type: none"> <li>橋梁に係る技術基準策定</li> <li>IRCや仕様書に係る業務</li> <li>橋梁に係る研究業務</li> <li>支承・伸縮装置のメーカー・コンサルタントの認定</li> <li>PWDから提案される橋梁・跨道橋・アンダーパスの建設、維持補修計画の審査</li> <li>情報公開、議会質問の対応</li> <li>特殊車両・特大、重量車両の通行認可</li> </ul>

出典：Induction material (MORTH、2013年3月) (<http://morth.nic.in/showfile.asp?lid=995>)

(b) 地方事務所と技術者連絡事務所

MORTHは、各地方に Superintending Engineer (以下「SE」という)が長の15地方事務所 (RO) 及び Executive Engineer (以下「EE」という) が長の2技術者連絡事務所 (ELO) がある。RO 及び ELO の名称、管轄地域を表 5.1.4 及び図 5.1.3 に示す。

また、RO と ELO の主な役割を表 5.1.5 に示す。RO と ELO は、事務所の規模や代表者の役職が異なるものの業務上は同じ役割である。

例として、アッサム州のグワハティ RO の組織図を図 5.1.4 に示す。グワハティ RO は SE が代表者で、2名の EE が SE を補佐している。また、イ国の北東8州で PWD が実施する国道の建設、維持管理の監督、監視及び調整等が主な業務である。

表 5.1.4 RO 及び ELO の名称及び管轄地域

No.	RO/ELO名	管轄(州名)
地方事務所 (RO)		
R1	バンガロール	カルナタカ
R2	ボホーバル	マディヤプラデーシュ、チャットティスガル
R3	ブハネーシュワル	オリッサ
R4	チャンディーガル	ハリヤナ、ヒマチャールプラデーシュ、ジャンム・カシミール、パンジャブ、チャンディーガル
R5	チェンナイ	タミルナドゥ、プドゥチェリー
R6	ガンディナガル	グジャラート、ダマン・ディウ
R7	グワハティ	アッサム、メガラヤ、ナガランド、ミゾーラム、マニプール、シッキム、トリプラ、アルナチャールプラデーシュ
R8	ハイデラバード	アンドラプラデーシュ
R9	ジャイプール	ラジャスタン
R10	コルカタ	西ベンガル
R11	ラックノウ	ウッタラプラデーシュ
R12	ムンバイ	マハラシュトラ、ゴア
R13	パトナ	ビハール
R14	ランチ	ジャーカンド
R15	ティルヴァナンタプラム	ケーララ
技術者連絡事務所 (ELO)		
E1	デラドゥン	ウッタラーカンド
E2	ライプール	チャットティスガル

出典：MORTH





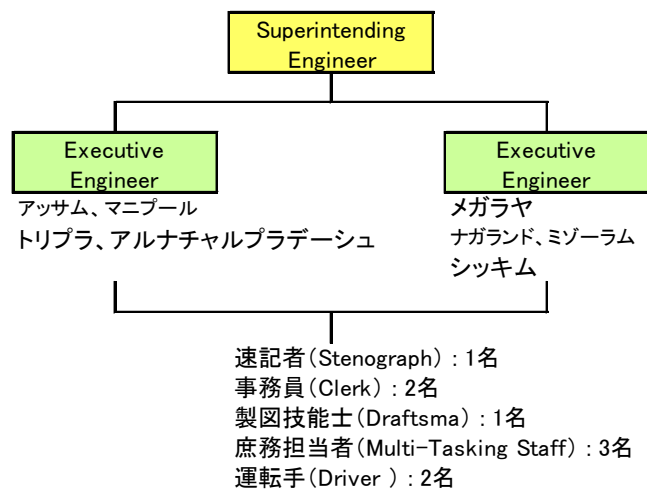
出典：MORTH からの資料に基づき JICA 調査団が作成

図 5.1.3 R0 及び ELO の管轄地域

表 5.1.5 RO と ELO の主な役割

部署	主な役割
地方事務所 (RO) / 技術者連絡事務所 (ELO)	RO及びELOはPWDとの密な連絡調整の下、以下の役割及び責任がある。 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 年間計画の策定、詳細点検、補修工事及び建設工事への技術的な助言</li> <li>・ 国道に関する全作業のモニタリング</li> <li>・ 工事の入札手続きや契約会社の決定を含む国道の全作業の定期的な検査・監視</li> <li>・ 品質管理・事業の進捗工程の監視</li> <li>・ 洪水による損傷状況の評価及び対策工の提案</li> <li>・ 関連データや記録表の整理保存状況、定期的な交通量調査の実施状況の確認</li> <li>・ 議会、諮問委員会、訴訟案件、PAC事項、会計検査に関わる答弁への迅速な情報提供</li> <li>・ 工事の支払を行う出納官 (DDO) としての業務</li> <li>・ 各PWDsより提出された全作業完了の確認</li> <li>・ 中央道路基金の援助事業に対する検査</li> <li>・ MORTHの指示による入札前事前審査のモニタリング</li> <li>・ MORTHの指針による工事の予備的経費に対する承認</li> </ul>

出典:Manual of Regional Offices Civil (MORTH、2005年)  
 (<http://morth.nic.in/showfile.asp?lid=399>)



出典: JICA 調査団

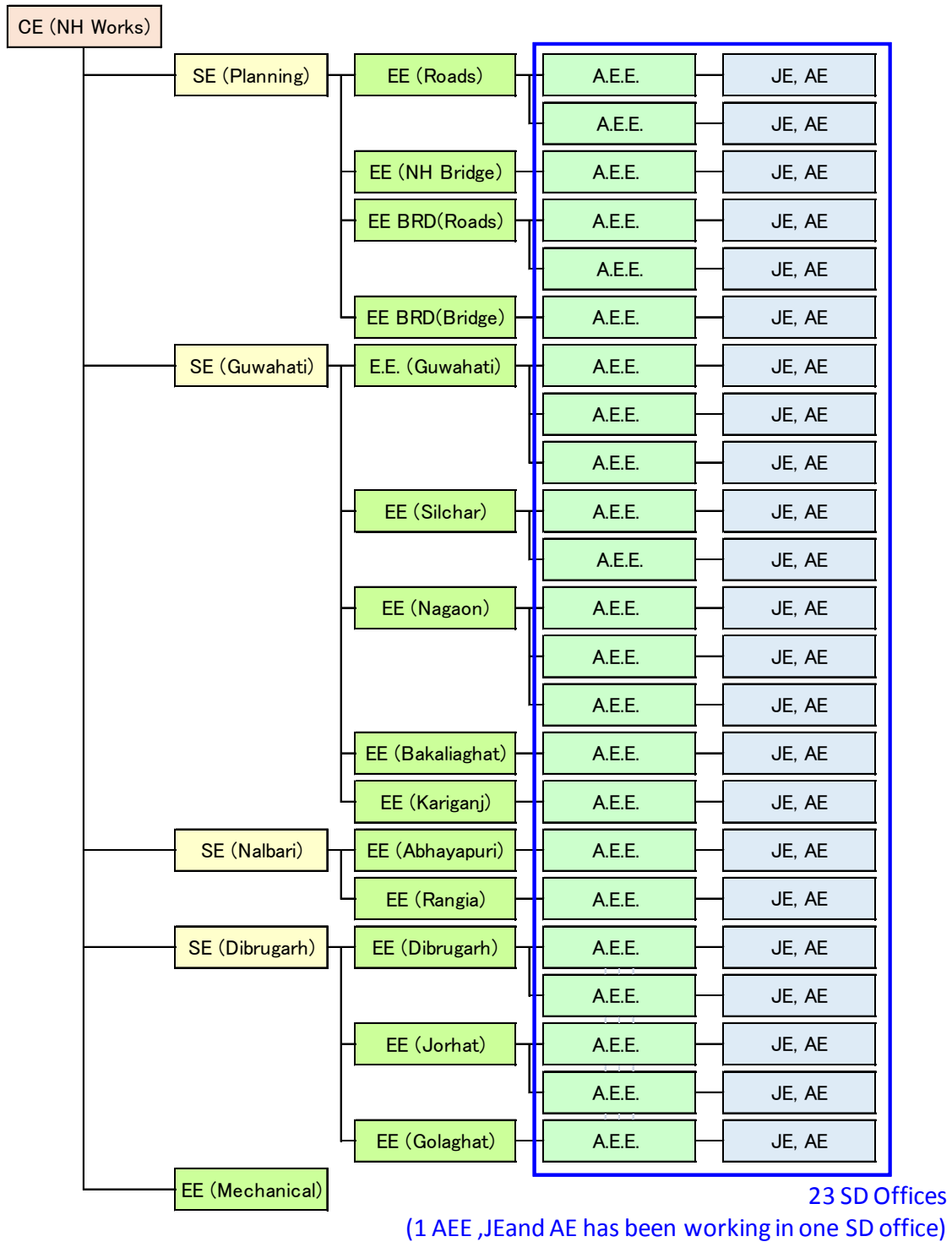
図 5.1.4 グワハティ RO の組織図

## (2) PWD

各州の国道の建設、維持管理はPWDのNH課が行っている。例としてアッサムPWDのNH課の組織図を図 5.1.5 に、役割と責任範囲を表 5.1.6 に示す。

アッサムPWDでは、NH課はChief Engineer（以下、「CE」という）のもと、4名のSEと1名のEEがCEを補佐している。SEのうち1名は計画担当、残りの3名は州内を3地域（グワハティ、ナルバリ、ディブルガル）に分けたそれぞれの国道の建設、維持管理の監督及びモニタリングを担当している。また、1名のEEは橋梁点検車、シュミットハンマーや鉄筋探査機などの橋梁点検機材の管理、操作・運用マニュアルの作成等を行っている。

各SEの下には2～5名のEEが配置されており、各EEの下に1名～3名のAssistant Executive Engineer（以下「AEE」という）が配置されている。さらに、AEEの下に技術者（Junior EngineerとAssistant Engineer）が配置されており、1名のAEEと技術者が管轄する国道に隣接したSub Division事務所（以下、「SD事務所」）で橋梁を含む国道の建設、維持管理作業の監督及びモニタリングを行っている（アッサムPWDは合計23のSD事務所を有している）。



Abbreviation

- |                                    |                              |
|------------------------------------|------------------------------|
| AE : Assistant Engineer            | EE : Executive Engineer      |
| AEE : Assistant Executive Engineer | JE : Junior Engineer         |
| CE : Chief Engineer                | SE : Superintending Engineer |

出典: JICA 調査団

図 5.1.5 アッサム PWD の組織図

表 5.1.6 RO と ELO の主な役割と責任範囲

組織名	主な役割と責任範囲
アッサム PWD NH課	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 国道の建設プロジェクト及び大規模補修工事プロジェクトの実施</li> <li>・ 国道の道路・橋梁に対する日常点検の実施</li> <li>・ 国道の道路・橋梁に対する日常維持管理作業の実施</li> <li>・ 日常点検結果の取りまとめ、損傷評価及びMORTHへの報告</li> <li>・ 国道の建設・維持管理プロジェクト計画書（DPR）（事業計画、コスト積算含む）の作成及びMORTHへの提出</li> <li>・ 詳細点検、補修工事及び建設工事のための入札手続き</li> </ul>

出典: JICA 調査団

## 5.2 予算と支出

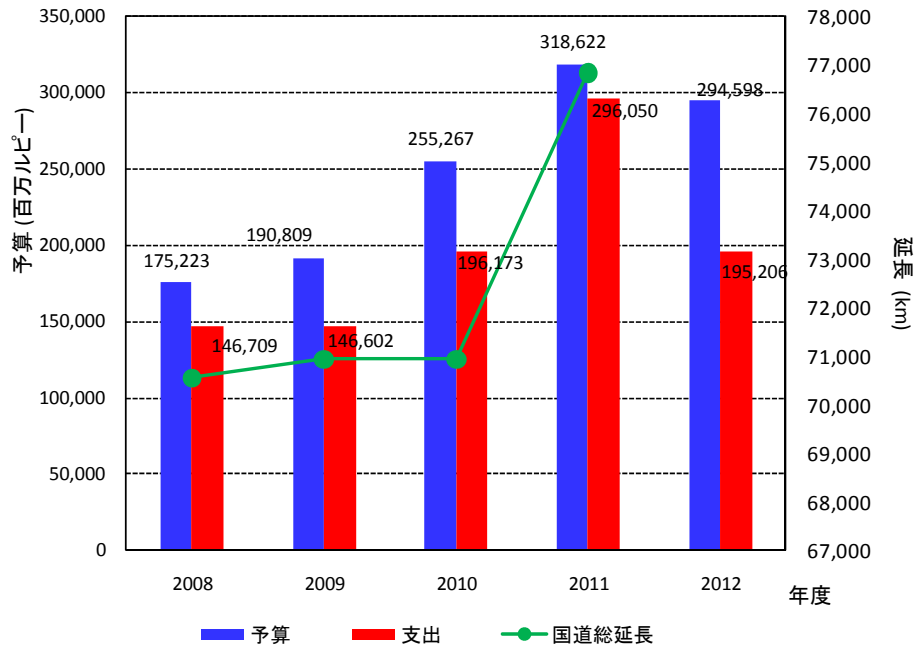
### 5.2.1 国道の年間予算

2008～2012 年度の MORTH の国道に対する年間の予算、支出及び国道の総延長を表 5.2.1、図 5.2.1 に示す。2011 年度と比較して 2012 年度は若干減少しているものの、国道の年間の予算及び支出は国道の延長の増加に伴い増加傾向にあることがわかる。

表 5.2.1 MORTH の国道に対する年間予算及び支出の推移(2008 年度～2012 年度)

項目	年度				
	2008	2009	2010	2011	2012
国道総延長 (km)	70,548	70,934	70,934	76,818	----
国道の全工事に関する予算 (百万ルピー)	175,223	190,809	255,267	318,622	294,598
国道上の全工事の支出 (百万ルピー)	146,709	146,602	196,173	296,050	195,206
予算に対する支出の割合 (%)	83.7%	76.8%	76.9%	92.9%	66.3%

出典: MORTH



出典：MORTH

図 5.2.1 MORTH の国道に対する年間予算及び支出の推移 (2008 年度～2012 年度)

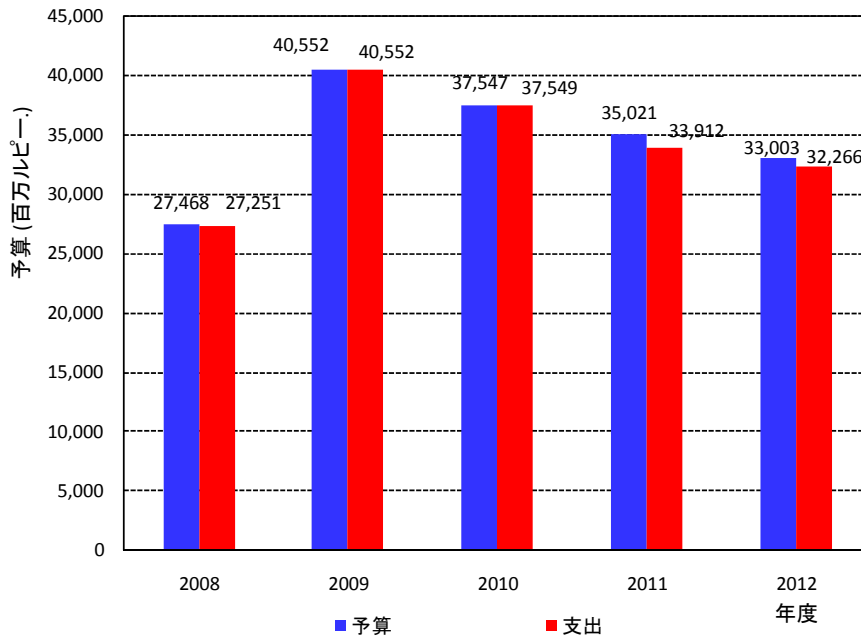
表 5.2.1 及び図 5.2.1 のうち、NHDP で整備、維持管理されている国道に対する予算及び支出を除いた場合の 2008～2012 年度の年間の予算及び支出を表 5.2.2 及び図 5.2.2 に示す。

NHDP 以外の国道に対して使用される予算は 2007 年をピークに年々減少していることがわかる。

表 5.2.2 NHDP を除く国道に対する予算と支出の推移 (2008 年度～2012 年度)

項目	年度				
	2008	2009	2010	2011	2012
NHDPを除く国道上の全工事の予算 (百万円)	27,468	40,552	37,547	35,021	33,003
NHDPを除く国道上の全工事の支出 (百万円)	27,251	40,552	37,549	33,912	32,266
予算に対する支出の割合 (%)	99.2%	100.0%	100.0%	96.8%	97.8%

出典：MORTH



出典:MORTH

図 5.2.2 NHDP を除く国道上の全工事の予算と支出の推移 (2008～2012 年度)

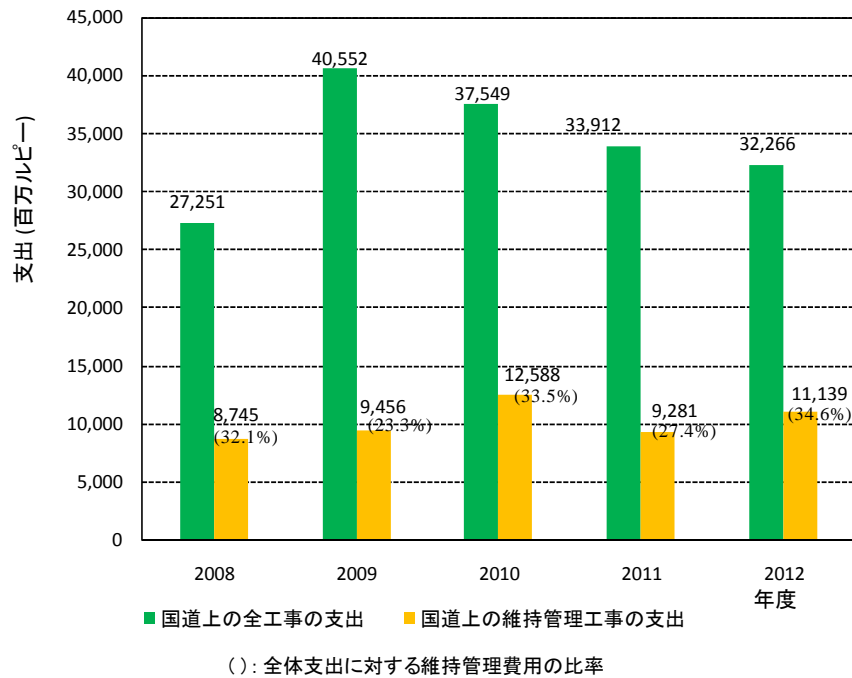
また、2008～2012 年度における NHDP で建設、維持管理されている国道を除いた年間の全体及び維持管理費の支出を表 5.2.3 及び図 5.2.3 に示す。

NHDP を除く国道上の全工事に対する支出は年々減少傾向にあり、このうち維持管理費用は全体の支出に対して 24%～35%程度を占める。

表 5.2.3 NHDP を除く国道上の全工事の支出と維持管理費の推移 (2008～2012 年度)

項目	年度				
	2008	2009	2010	2011	2012
NHDPを除く国道上の全工事の支出 (百万円)	27,251	40,552	37,549	33,912	32,266
NHDPを除く国道上の維持管理工事の支出 (百万円)	8,745	9,456	12,588	9,281	11,169
全体支出に対する維持管理費用の比率 (%)	32.1%	23.3%	33.5%	27.4%	34.6%

出典:MORTH



出典:MORTH

図 5.2.3 NHDP を除く国道上の全工事の支出と維持管理工事の支出の推移 (2008～2012 年度)

## 5.3 維持管理技術

### 5.3.1 橋梁維持管理に関する基準・マニュアル

イ国の橋梁の設計、建設、維持管理及び点検に関する基準及びマニュアルは、Indian Road Congress (以下「IRC」という) にまとめられており、それぞれの基準、マニュアルの概要を表 5.3.1 に示す。



表 5.3.1 橋梁の設計、建設、維持管理及び点検に関する IRC の概要

IRC の名称	出版年	内容
Manual for Highway Bridge Maintenance Inspection (IRC SP18-1996)	1996	<ul style="list-style-type: none"> <li>・橋梁の点検の実施マニュアル</li> <li>・初期点検の実施方法と報告書の作成方法</li> <li>・点検の頻度、方法及び点検報告書の作成方法</li> </ul>
Guidelines for Inspection and Maintenance of Bridges (IRC SP35-1990)	1990	<ul style="list-style-type: none"> <li>・点検、維持管理の計画及び作業に関する参考資料</li> </ul>
Specifications for Road and Bridge Works 2013 (Fifth Revision)	2013	<ul style="list-style-type: none"> <li>・建設会社や担当技術者により実施される道路及び橋梁工事に関する標準仕様書</li> </ul>
Standard Specifications and Code of Practice for Road Bridges Section I (General Features of Design) (IRC 5-1998)	1998	<ul style="list-style-type: none"> <li>・道路橋の設計のための標準仕様書・基準</li> <li>・橋梁設計の共通事項（クリアランス、通行幅、勾配等）の規定</li> </ul>
Standard Specifications and Code of Practice for Road Bridges Section II (Loads and Stresses) (IRC 6-2000)	2000	<ul style="list-style-type: none"> <li>・道路橋の設計のための標準仕様書・基準</li> <li>・道路橋の設計計算、構造計算で考慮すべき荷重、外力、応力の規定</li> <li>・荷重や外力の組合せ、許容応力及び構造計算方法の規定</li> </ul>
Design Criteria for Prestressed Concrete Road Bridges (Post-Tensioned Concrete) (IRC 18-2000)	2000	<ul style="list-style-type: none"> <li>・道路橋のうち PC 橋の設計基準（ポストテンション方式に限る）</li> <li>・PC 橋（ポストテンション方式）の構造設計、構造計算方法の規定</li> </ul>
Standard Specifications and Code of Practice for Road Bridges Section III (Cement Concrete (Plain and Reinforced)) (IRC 21-2000)	2003	<ul style="list-style-type: none"> <li>・道路橋のうち無筋、RC 構造物の標準仕様書・基準</li> <li>・無筋及び RC 構造物を道路橋に適用する場合の構造設計、構造計算方法の規定</li> </ul>
Standard Specifications and Code of Practice for Road Bridges Section (IRC 78-2000)	2000	<ul style="list-style-type: none"> <li>・道路橋の下部工及び基礎工の設計のための標準仕様書・基準</li> <li>・橋梁の下部工及び基礎工の構造設計及び構造計算方法の規定</li> </ul>
Guidelines for The Design of Small Bridges and Culverts (IRC SP13-1998)	1998	<ul style="list-style-type: none"> <li>・カルバート及び小規模橋梁の設計ガイドライン</li> <li>・カルバート及び小規模橋梁を設計する際の留意点の規定、構造設計及び構造計算方法の規定</li> </ul>

出典: JICA 調査団

### 5.3.2 橋梁維持管理用の機材、機器の保有状況

#### (1) 橋梁点検車

アッサム州では、2006 年に MORTH が橋梁点検車を 1 台購入し、現在では PWD が保有、使用している。この車両の写真を図 5.3.1 に示す。アッサム PWD が保有する橋梁点検車は、積載量 600kg

でドイツ製である。輸入の際に、車両の一部が破損したためドイツ人技師により補修が行われた。その後の車両の定期的な維持管理は、機械担当の EE 事務所で行っており、使用の際は、車両を使用する土木担当の EE 事務所へ貸し出されている。

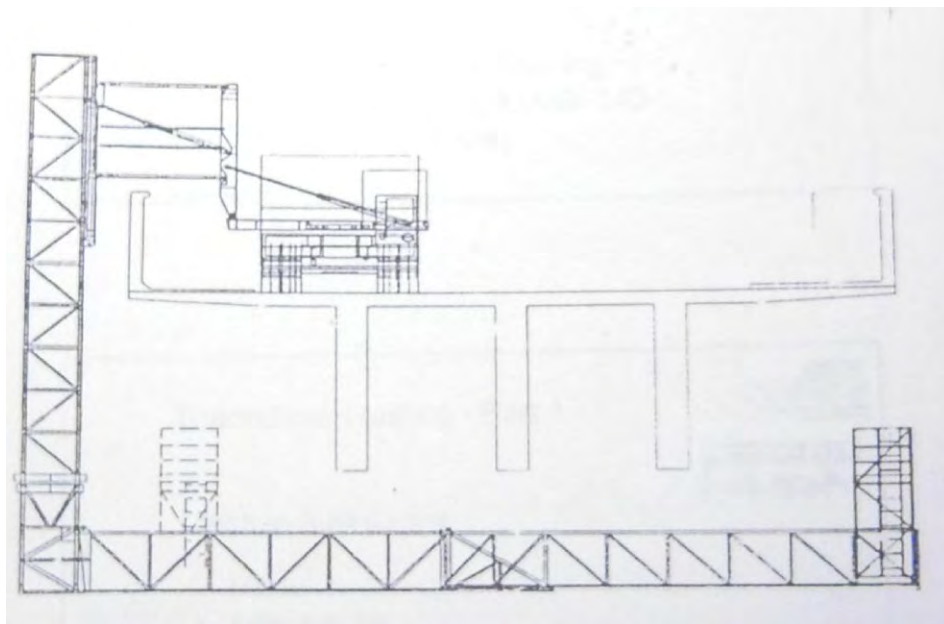


出典: JICA 調査団

図 5.3.1 アッサム PWD が保有する橋梁点検車

この橋梁点検車は、図 5.3.2 に示す使用方法が可能であり、現在アッサム州内の一部の橋梁（2012～2013 年度の実績で約 15 橋程度）の定期点検の際に利用されている。アッサム州外への貸出しは行われていない。

4PWDs のうち点検車両を保有していたのは、アッサム PWD のみであるが、MORTH へのヒアリングの限りでは、マハラシュトラやタミルナドゥ等の一部の PWD でも橋梁点検車を保有している。ケーララ PWD では、橋梁点検のためタミルナドゥ PWD から橋梁点検車を借りる場合もあるとのことであった。



出典: JICA 調査団

図 5.3.2 点検車両の活用方法

(2) 橋梁点検機器

アッサム PWD では表 5.3.2 及び図 5.3.3 に示す橋梁点検用の非破壊検査機材等を保有している。これらの機材は、橋梁などの構造物の初期点検や緊急点検に使用している。

また、アッサム PWD ではこれらの機材の効率的な運用のため、機器の活用に関する運用マニュアルの作成を行っているとのことであった。

今回対象の 4PWDs では、アッサム PWD のみがこれらの非破壊検査機器等を保有しており、その他の PWDs は橋梁点検用の機器は保有していない。

表 5.3.2 アッサム PWD が保有する橋梁点検機材一覧

機器名	購入年月	数量	使用目的
シュミットハンマー (Rebound Hammer)	2010年4月	1* <sup>1</sup>	・コンクリートの圧縮強度の推定
鉄筋探査機 (Rebar Locator)	2010年4月	1* <sup>1</sup>	・鉄筋位置及び鉄筋径の推定 ・かぶりコンクリートの厚さの測定
超音波式コンクリート品質試験機 (Ultrasonic Pulse Velocity Meter)	2010年4月	1	・コンクリートの均質性、ひび割れ、空隙、その他欠陥の推定
杭の健全性試験機 (Pile Integrity Tester)	2011年1月	1	・完成後の橋梁のコンクリート杭の健全性、杭長の推定
鉄筋腐食検査機 (Cover Meter with Half-Cell Potentiometer)	2010年4月	1	・コンクリート構造物内の鉄筋の腐食深さの計測
透過性試験機 (Permeability Tester)	2010年4月	1	・ひび割れのないコンクリート表層の透水性及び吸水性の測定

\*<sup>1</sup>：「Rebound Hammer」と「Rebar Locator」は2013年度内に追加で1台購入予定である。

出典：JICA 調査団





シュミットハンマー (Rebound Hammer)



鉄筋探査機 (Rebar Locator)



超音波式コンクリート品質試験機  
(Ultrasonic Pulse Velocity Meter)



杭の健全性試験機  
(Pile Integrity Tester)



鉄筋腐食検査機  
(Cover Meter with Half-Cell Potentiometer)  
出典：JICA 調査団



透過性試験機  
(Permeability Tester)

図 5.3.3 アッサム PWD が保有する橋梁点検機材

### (3) 維持管理作業車両、機材

4ROs 及び 4PWDs は、路面清掃車やダンプトラック等の橋梁維持管理用の車両や機材は保有していない。PWD の SD 事務所では、路面の清掃等の簡単な作業は行っているものの、車両や機材を使用した維持管理作業は必要に応じて外注で実施している。

#### 5.3.3 橋梁維持管理の研修及びトレーニングの状況

MORTH や PWDs では、橋梁維持管理の能力向上（スキルアップ）に向けた研修やトレーニングを行っている。表 5.3.3 に 4PWDs が行っている橋梁の維持管理の研修の状況を示す。

本調査の対象州のうちアッサム PWD、ケーララ PWD では、事務所の技術者のトレーニングのため、Indian Academy of Highway Engineers（以下、「IAHE」という）が提供する研修プログラムを活用している。

IAHE は、MORTH が管理、監督する機関で、中央政府と各州政府が道路技術者の育成を図るための研修を行うことを目的として協同で設立された機関である。2013 年度には全 28 コース、72 回の研修が実施または予定されており、例として道路、橋梁の維持管理に関しては下記の研修が行われている。

- アスファルト舗装、コンクリート舗装の設計、施工、維持管理及び評価
- 道路セクターにおける HDM4 を活用した資産管理、舗装の予防保全の概念
- 高速道路の計画、設計、施工、運営
- 国道／道路の維持管理マネジメントシステム
- 橋梁、高架構造物、アンダーパス、トンネルの設計、施工の最新技術
- 橋梁点検、補修及び維持管理マネジメントシステム
- 舗装の点検、補修、維持管理
- 道路橋梁の施工監理と品質管理

表 5.3.3 橋梁維持管理に関する研修、トレーニングの現状

PWD 名	研修内容
アッサム	<ul style="list-style-type: none"> <li>・技術者の研修は IAHE を活用している。</li> <li>・舗装、橋梁、地質等の技術者、交通・運輸計画に関する研修は Central Road Research Institute でも行っている。</li> </ul>
ゴア	<ul style="list-style-type: none"> <li>・行っていない。</li> </ul>
グジャラート	<ul style="list-style-type: none"> <li>・地質調査、道路・建物技術全般、最新土木技術に関する研修を Staff Training College で行っている。</li> </ul>
ケーララ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・技術者の研修は IAHE を活用している。</li> </ul>

出典：JICA 調査団

#### 5.3.4 ドナー支援による橋梁維持管理関係の技術協力プロジェクト

ドナーの支援で MORTH に対して行われた橋梁維持管理に関する技術協力プロジェクトを表 5.3.4 に示す。過去 5 年間では、橋梁に限定した協力ではないものの関連する技術協力として、JICA が現在している「高速道路運営維持管理の組織能力向上プロジェクト」が挙げられる。

表 5.3.4 過去 5 年間の橋梁維持管理に関連したドナー支援プロジェクト

プロジェクト名	ドナー	期間	概要
高速道路運営維持管理の組織能力向上プロジェクト	JICA	2012 年 1 月 ～ 2015 年 1 月 (3 年間)	<p>「国道及び高速道路の運営管理において、MORTH 及び NHAI が民間事業者を評価する能力が構築される」ことを目的とした技術協力で、下記の成果が期待されている。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・組織体制を含む実績評価マニュアル及び評価基準が、MORTH 及び NHAI により承認、発行される。</li> <li>・国道及び高速道路の運営管理に係る優良事例集の出版。</li> <li>・運営維持管理ガイドラインの出版。</li> </ul>

出典：JICA 調査団

## 5.4 国道上の橋梁の維持管理の現状

### 5.4.1 国道の道路及び橋梁の延長

#### (1) 道路延長

2012年3月時点で、イ国では総延長76,818kmの国道が供用されている。州別の国道の延長を表5.4.1に、4PWDsが管理する国道の延長を表5.4.2に示す。

表 5.4.1 州別の国道延長 (2012年3月時点)

州名	国道番号	総延長(km)
1 アンドラプラデーシュ	4, 5, 7, 9, 16, 18, 18A, 43, 63, 202, 205, 214, 214A, 219, 221, 222, 234	4,537
2 アルナチャルプラデーシュ	52, 52A & 153, 229, 52B Ext., 37 Ext. & 315A	2,027
3 アッサム	31, 31B, 31C, 36, 37, 37A, 38, 39, 44, 51, 52, 52A, 52B, 53, 54, 61, 62, 151, 152, 153, 154, 127B & 315A	2,940
4 ビハール	2, 2C, 19, 28, 28A, 28B, 30, 30A, 31, 57, 57A, 77, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 98, 99, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 110, 131A, 327Ext., 333, 527C	4,106
5 チャンディーガル	21	24
6 チャットティスガル	6, 12A, 16, 43, 78, 200, 202, 216, 217, 111, 221 & 343	2,289
7 デリー	1, 2, 8, 10, 24 & 236	80
8 ゴア	4A, 17, 17A & 17B	269
9 グジャラート	NE-I, 6, 8, 8A, 8B, 8C, 8D, 8E, 14, 15, 59, 113, 228, 76A, 360, 947 & 953	4,032
10 ハリヤナ	1, 2, 8, 10, 21A, 22, 64, 65, 71, 71A, 72, 73, 73A, 71B, NE-II, 236 & 709 Ext.	1,633
11 ヒマチャールプラデーシュ	1A, 20, 20A, 21, 21A, 22, 70, 72, 72B, 88, 73A & 305	1,506
12 ジャンム・カシミール	1A, 1B, 1C & 1D	1,245
13 ジャーカンド	2, 6, 23, 31, 32, 33, 75, 78, 80, 98, 99, 100, 114A, 333 & 343	2,170
14 カルナタカ	4, 4A, 7, 9, 13, 17, 48, 63, 67, 206, 207, 209, 212, 218 & 234	4,396
15 ケーララ	17, 47, 47A, 47C, 49, 208, 212, 213, & 220	1,457
16 マディヤプラデーシュ	3, 7, 12, 12A, 25, 26, 26A, 27, 59, 59A, 69, 75, 76, 78, 86, 92, 26B, 69A, 927A	5,064
17 マハラシュトラ	3, 4, 4B, 4C, 6, 7, 8, 9, 13, 16, 17, 50, 69, 204, 211, 222, 26B, 360	4,257
18 マニプール	39, 53, 150, 155, 102A, 102B & 137	1,317
19 メガラヤ	40, 44, 51, 62 & 127B	1,171
20 ミゾーラム	44A, 54, 54A, 54B, 150, 154 & 502A	1,027
21 ナガランド	36, 39, 61, 150 & 155	494
22 オリッサ	5, 5A, 6, 23, 42, 43, 60, 75, 200, 201, 203, 203A, 215, 217 & 224	3,704
23 プドゥッチェリー	45A & 66	53
24 パンジャブ	1, 1A, 10, 15, 20, 21, 22, 64, 70, 71, 72 & 95	1,557
25 ラジャスタン	3, 8, 11, 11A, 11B, 11C, 12, 14, 15, 65, 71B, 76, 79, 79A, 89, 90, 113, 112, 114, 116, 76B, 65A, 76A, 116A, 158, 162 Ext., 709Ext. & 927A	7,130
26 シッキム	31A, 310	149
27 タミルナドゥ	4, 5, 7, 7A, 45, 45A, 45B, 45C, 46, 47, 47B, 49, 66, 67, 68, 205, 207, 208, 209, 210, 219, 220, 226, 226E, 227, 230, 234 & 532	4,943
28 トリプラ	44 & 44A	400
29 ウತ್ತラーカンド	58, 72, 72A, 72B, 73, 74, 87, 94, 108, 109, 123, 119, 121, & 125	2,042
30 ウತ್ತラプラデーシュ	2, 2A, 3, 7, 11, 12A, 19, 24, 24A, 24B, 25, 25A, 26, 27, 28, 28B, 28C, 29, 56, 56A, 56B, 58, 72A, 73, 74, 75, 76, 86, 87, 91, 91A, 92, 93, 96, 97, 119, 231, 232, 232A, 233, 235, NE-II, 3A, 330A, 730, 730A, 931 & 931A	7,818
31 西ベンガル	2, 2B, 6, 31, 31A, 31C, 31D, 32, 34, 35, 41, 55, 60, 60A, 80, 81, 117, 114A & 116B	2,681
32 アンダマン・ニコバル	223	300
合計		76,818

出典：Annual Report 2012-13 (MORTH, 2013年)

表 5.4.2 4PWDs が管理する国道の延長

州名	国道番号	PWDが管理する 国道延長 (km)	州名	国道番号	PWDが管理する 国道延長 (km)
ゴア	4A	63.60	ケーララ	PWDが把握していない	
	17	147.80	アッサム	31	146.00
	17A	16.00		31B	19.66
	17B	12.20		36	123.83
	合計	239.60		37	585.63
グジャラート	8A	191.74		37A	23.10
	8A (Extn.)	171.00		38	56.00
	8C	44.42		39	106.78
	8E	260.10		44	110.77
	8E (Extn.)	208.70		51	22.00
	15	129.40		52	345.00
	56	402.00		52A	9.23
	58	152.00		52B	96.57
	113	39.00		53	73.55
	228	386.00		54	33.88
	848	67.60	61	17.51	
	合計	2,051.96	62	8.60	
			151	14.00	
		152	38.00		
		153	23.70		
		154	89.00		
		合計	1,942.81		

注：表 5.4.2 は PWD が管理する国道延長であり、NHDP で道路事業者が管理している国道の延長等を含まない。

出典：JICA 調査団

## (2) 橋梁延長

橋梁の統計データや点検結果が定期的かつ適切に PWD や RO から報告されておらず、橋梁の計画、建設、維持管理を担当する SR&T(B) 課への情報収集を行ったが、国道上の正確な橋梁の延長及び数は SR&T(B) 課でも把握していなかった。このため、SR&T(B) 課では国道上の全橋梁の状態を把握し、橋梁調書を作成するため、5 年間の定期的な現況調査を行う予定である。情報収集を行った 2013 年 12 月時点で、当該調査のコンサルタントの調達手続きが行われていた。

当該調査の概要を表 5.4.3 に、入札書類を別添 6 に示す。



表 5.4.3 橋梁の状態把握調査の概要

項目	内容
プロジェクト名	橋梁の基礎情報及び状態の情報収集及び分析 (Collection and analysis of bridge condition and bridge inventory data)
プロジェクト期間	5年間
対象橋梁	NHAI が管理する国道を除く全橋梁 (長大橋、中小橋)
プロジェクトの目的	橋梁の状態の現況調査 橋梁基礎情報 (インベントリー) の情報収集
調査の頻度	年2回 (雨季 (モンスーン) の前後)
備考	橋梁点検車及び点検用の機材を使用した点検を行う

出典：Collection and analysis of bridge condition and bridge inventory data の入札書類 (MORTH、2013年)

(3) 4PWDs が管理する国道上の橋梁の延長

表 5.4.4 に 4PWDs が管理する国道上の橋梁の延長を示す。

表 5.4.4 4PWDs が管理する国道上の橋梁延長

州名	国道番号	PWDの管理する国道上の橋梁延長 (km)	州名	国道番号	PWDの管理する国道上の橋梁延長 (km)
ゴア	4A	3.67	ケーララ アッサム	PWDが把握していない	
	17				
	17A				
	17B				
グジャラート	8A	165.00		31	23.67
	8A (Extn.)			31B	
	8C			36	
	8E			37	
	8E (Extn.)			37A	
	15			38	
	56			39	
	58			44	
	113			51	
	228			52	
848	52A				
	52B				
	53				
	54				
	61				
	62				
	151				
	152				
	153				
	154				

出典：JICA 調査団

(4) 4PWDs が管理する橋梁数 (延長別)

4PWDs が管理する国道上の延長別の橋梁数を表 5.4.5 に示す。延長 100m を超える橋梁は、ゴア州に 7 橋 (州の全橋梁の 11.7%)、グジャラート州に 24 橋 (同 15.9%) 存在する。

表 5.4.5 延長別橋梁数

橋梁延長 (m)	4PWDsが管理する橋梁数*							
	アッサム		ゴア		グジャラート		ケーララ	
	橋梁数	比率 (%)	橋梁数	比率 (%)	橋梁数	比率 (%)	橋梁数	比率 (%)
L < 30	PWDが把握していない		51**	85.0%	58	38.4%	PWDが把握していない	
30 ≤ L ≤ 50					33	21.9%		
50 < L ≤ 100					36	23.8%		
100 < L ≤ 200					13	8.6%		
200 < L					11	7.3%		
合計			60	100.0%	151	100.0%		

\* 集計データの不備により表5.4.6と表5.4.7と比較して合計橋梁数が異なっている。

\*\* ゴアPWDの管理する50m未満の橋梁数は小規模橋梁の合計数である。

出典：JICA 調査団

(5) 4PWDs が管理する橋梁数（橋梁種別別）

4PWDs が管理する国道上の延長別の橋梁数を表 5.4.6 に示す。4PWDs が管理する橋梁の多くは鉄筋コンクリート構造（RC 構造）である。

表 5.4.6 橋梁種別別橋梁数

橋梁種別	4PWDsが管理する橋梁数*							
	アッサム		ゴア		グジャラート		ケーララ	
	橋梁数	比率 (%)	橋梁数	比率 (%)	橋梁数	比率 (%)	橋梁数	比率 (%)
鉄筋コンクリート橋 (RC)	PWDが把握していない		2	22.2%	151	83.4%	PWDが把握していない	
プレストレストコンクリート橋 (PC)			7	77.8%	5	2.8%		
鋼橋 (鈑桁 / 箱桁)			0	0.0%	0	0.0%		
その他			0	0.0%	25	13.8%		
合計			9	100.0%	181	100.0%		

\* 集計データの不備により表5.4.5・表5.4.7と比較して合計橋梁数が異なっている。

出典：JICA 調査団

(6) 4PWDs が管理する橋梁数（経過年数別）

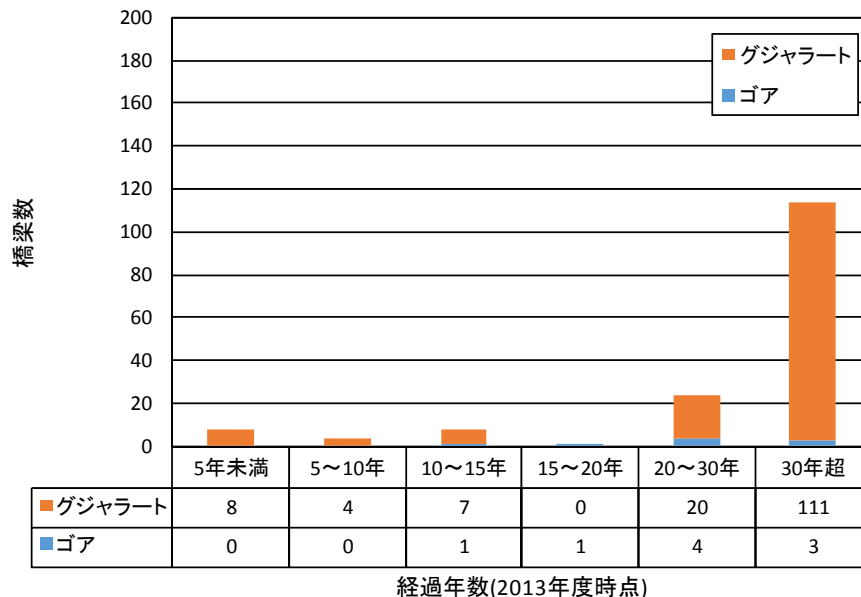
4PWDs が管理する国道上の延長別の橋梁数を表 5.4.7 及び図 5.4.1 に示す。4PWDs が管理する橋梁の 30%以上は建設後 30 年を経過している。

表 5.4.7 経過年数別橋梁数

経過年数 (2013年度時点)	4PWDsが管理する橋梁数*							
	アッサム		ゴア		グジャラート		ケーララ	
	橋梁数	比率 (%)	橋梁数	比率 (%)	橋梁数	比率 (%)	橋梁数	比率 (%)
5年未満	PWDが把握していない		0	0.0%	8	5.3%	PWDが把握していない	
5～10年			0	0.0%	4	2.7%		
10～15年			1	11.1%	7	4.7%		
15～20年			1	11.1%	0	0.0%		
20～30年			4	44.5%	20	13.3%		
30年超			3	33.3%	111	74.0%		
合計			9	100.0%	150	100.0%		

\* 集計データの不備により表5.4.5・表5.4.6と比較して合計橋梁数が異なっている。

出典：JICA 調査団



出典：JICA 調査団

図 5.4.1 経過年数別橋梁数

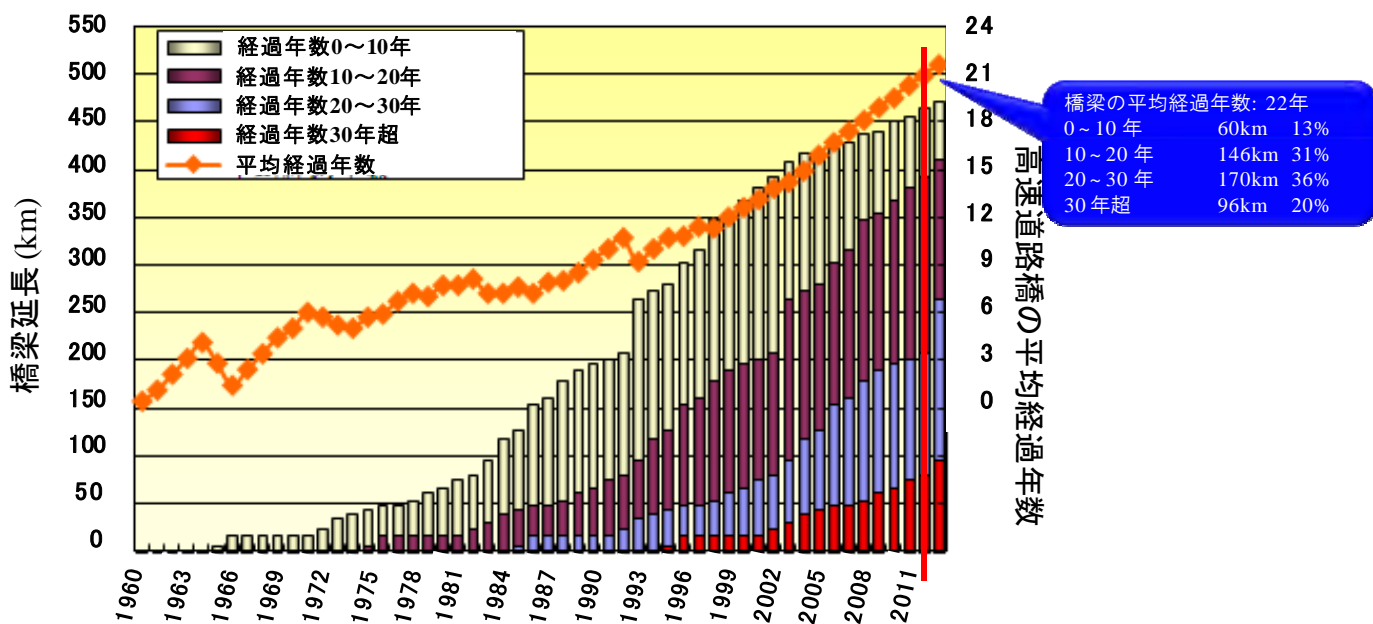
(7) 日本の事例（日本の高速道路の橋梁との状況との比較）

東日本高速道路株式会社（以下、「NEXCO 東日本」という）が管理する北海道から関東地方までの高速道路上の橋梁の状況を表 5.4.8 に示す。日本の最初の高速道路の開通は1963年で、約50年が経過している。2013年3月現在で、NEXCO 東日本は約472kmの橋梁を含む約3,677kmの高速道路を管理、運営している。この中で約96kmの橋梁（全橋梁延長の約20%）は建設後30年以上を経過している。NEXCO 東日本が管理する橋梁の経過年数の推移を図 5.4.2 に示す。

表 5.4.8 NEXCO 東日本が管理する高速道路橋の経過年数別橋梁延長

経過年数 (2011 年時点)	橋梁延長の計 (km)	比率 (%)
0～10 年	60	12.7
10～20 年	146	30.9
20～30 年	170	36.0
30 年以上	96	20.3
計	472	100.0

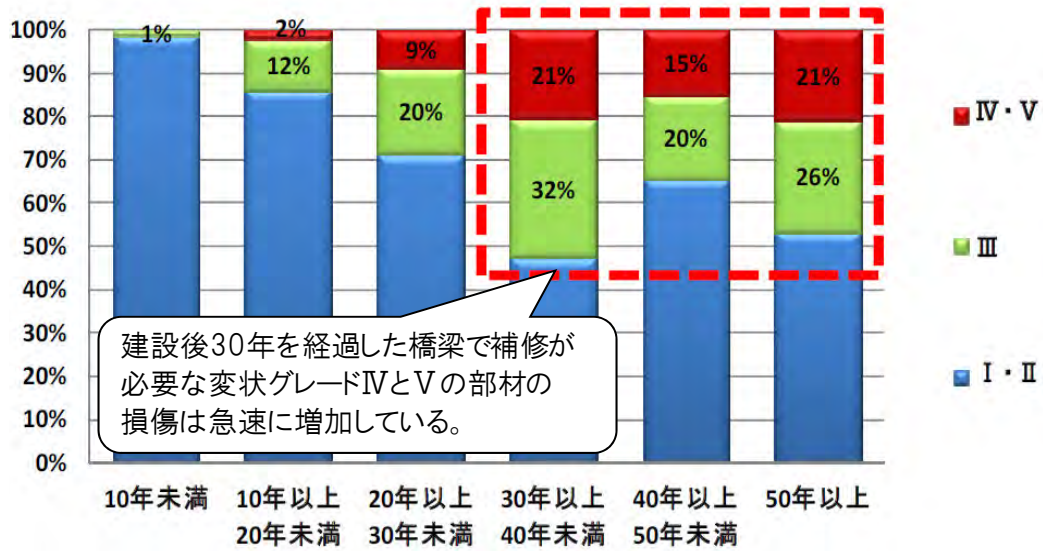
出典：JICA 調査団



出典：JICA 調査団


図 5.4.2 NEXCO 東日本が管理する高速道路橋の経過年数の推移 (2011 年)

ここで、日本の高速道路橋の経過年数別の損傷状況を図 5.4.3 に示す。図 5.4.3 は NEXCO 東日本、中日本、西日本が管理する橋梁の損傷状況の合計値であるが、建設後 30 年を経過した橋梁で、補修が必要な変状グレード IV 及び V の部材の損傷が急激に増加することがわかる。橋梁の床版を例として、各変状グレードの損傷状況をまとめたものを図 5.4.4 に示す。



出典：NEXCO 東日本ホームページ (<http://www.e-nexco.co.jp/pressroom/committee/>)

図 5.4.3 日本全国の高速道路橋の経過年数別損傷状況 (2011年)

グレード	参考写真	変形・変状	構造物の性能
I		損傷無	問題なし
II		軽微なクラック (1方向)	耐荷力、走行性が減少していない
III		クラック (2方向)	耐荷力、走行性の低下に注意が必要
IV		クラック+遊離石灰 (2方向)	耐荷力、走行性が徐々に減少
V		亀甲状クラック+ 遊離石灰	耐荷力、走行性に深刻な問題有

出典：JICA 調査団

図 5.4.4 橋梁の床版を例とした変状グレードの各段階の状況

4PWDs が管理する国道の橋梁の約 54%が建設後 30 年を経過していることが表 5.4.8 より明らかとなっており、日本の高速道路の経験から、極めて単純な比較ではあるが、イ国でも橋梁の状態が同様であることは十分に予想される。橋梁の損傷状況を早期に把握するためにも、損傷の対策の第一歩として詳細点検を含む橋梁の状態調査の早期の実施が望まれる。

#### 5.4.2 橋梁点検、日常維持管理及び大規模補修の流れ

イ国の国道上の橋梁の維持管理作業は、全体を大きく4つに分類することが出来る。下記に示す各段階での橋梁維持管理の流れを表5.4.9に示す。

- 橋梁点検
- 日常維持管理
- 大規模補修（計画）
- 大規模補修（作業）

表 5.4.9 国道上の橋梁の各段階の維持管理作業の流れ

段階	作業内容	担当組織
点検	定期点検の実施	SD 事務所
	点検結果の整理	SD 事務所
	点検結果の評価	SD 事務所→EE→SE→CE
	点検結果の報告	SD 事務所→EE→SE→CE→RO→MORTH
	報告内容の抜き取り調査と損傷度の評価の確認	RO
	損傷した橋梁の詳細点検の提案	RO→MORTH
	点検結果の承認（詳細点検の指示）	MORTH
日常維持管理	日常維持管理作業の実施	SD 事務所
大規模補修（計画）	コンサルタント選定の入札書類作成	EE
	コンサルタントの選定	CE→SE→EE
	詳細点検の実施	コンサルタント、SD 事務所
	詳細事業計画書（Detailed Project Report、以下「DPR」という）の作成	コンサルタント、SD 事務所
	DPR の報告	SD 事務所→EE→SE→CE→RO→MORTH
	DPR の承認	MORTH
大規模補修（作業）	補修事業の予算の配賦	MORTH
	入札書類の作成と施工会社の調達の実施	EE
	施工会社の選定	CE →SE →EE
	補修工事の実施	施工会社、SD 事務所
	施工会社への代金の支払い	RO→Contractor

出典：JICA 調査団



### 5.4.3 橋梁点検

#### (1) 定期点検

##### 1) 定期点検の実施

表 5.4.10 に 4PWDs が行っている橋梁の定期点検の状況を示す。基本的に定期点検は雨季（モンスーン）の前後に年 2 回行われている。定期点検は SD 事務所の技術者が遠方目視により行っており、近接目視点検や点検ハンマーやクラックゲージ等を使用する詳細な点検は行われていない。

また、橋梁の遠方目視点検は、道路の点検の一部として行われており、基本的には橋梁の近傍からの点検であるが、必要に応じて梯子やボートなどを使用する場合もある。

ゴア PWD では、管理する Zuari 橋、Borim 橋（どちらも有ヒンジラーメン橋）の中央ヒンジ部の変位（重量車両を通過させたときのたわみ）の計測を年 2 回定期的に行っている。特に、Zuari 橋は中央ヒンジの変位と振動が過去にも観測されており、1998 年に 1 径間、2003 年に残りの全径間の補修を行った経緯がある。

表 5.4.10 定期点検の現状

PWD 名	点検頻度	点検方法	直営または外注
アッサム	2 回／年	遠方目視点検	直営
ゴア	1 回／月	遠方目視点検	直営
	2 回／年	たわみの測定*1	
グジャラート	2 回／年	遠方目視点検	直営
ケーララ	2 回／年	遠方目視点検	直営

\*1：Zuari 橋と Borim 橋

出典：JICA 調査団

##### 2) 点検結果の整理

点検の結果は、別添 7 に示す様式で整理される。

##### 3) 点検結果の分析と報告

橋梁部材の損傷度は、最初に SD 事務所の技術者が、損傷の状態により「major」、「minor」、「fair」、「good」に分類する。

その後、点検結果は PWD の EE、SE、CE 及び MORTH の RO を通じて、年 2 回 MORTH へ報告される。なお、報告は別添 7 に示す様式により紙面で行われる。

#### 4) 報告内容の抜き取り調査と損傷度の評価の確認

調査結果の報告内容とそれに含まれる損傷度の評価内容を確認するため、対象橋梁の抜き取り確認が PWD の EE、SE、CE 及び R0 等の技術者により行われる。

#### 5) 損傷した橋梁の詳細点検の実施に向けた報告

最終的に、補修が必要と判断された場合には、PWD より R0 を通じて橋梁の損傷状態と補修の必要性が MORTH に報告される。

#### 6) 点検結果の承認と詳細点検実施の指示

点検結果は、長大橋であれば MORTH の SR&T(B) 課に報告され、審議された後 SR&T(B) 課の CE により、詳細点検等の対策の実施が指示される。

詳細点検を行うコンサルタントは、MORTH の承認、指示後に選定手続きが開始される。

#### 7) 詳細点検

近接目視点検、必要に応じて点検ハンマー、クラックゲージ等を使用した詳細点検は、選定されたコンサルタントにより実施される（定期的には実施されていない）。

### (2) 日常維持管理

#### 1) 日常維持管理作業の実施

表 5.4.11 に 4PWDs が行っている日常維持管理作業の実施状況を示す。

排水管や伸縮装置の清掃、路面の清掃等の簡単な日常作業は、SD 事務所が直営で行う。それ以外の小規模な補修（損傷した橋梁付属物の取替え、舗装の打ち換え等）は、必要に応じて外注され建設会社が行う。

表 5.4.11 日常維持管理作業の実施状況

PWD 名	作業頻度	作業内容	直営または外注
アッサム	年 1 回	排水管や伸縮装置の清掃、路面清掃等	直営
ゴア	週 1 回		直営
グジャラート	月 1 回		直営
ケーララ	年 1 回		直営

出典：JICA 調査団

### (3) 大規模補修（計画）

#### 1) 入札関係書類の作成と調達手続きの実施

費用の積算や仕様を含む詳細点検を実施するコンサルタントを調達するための入札関係書類の作成、入札の実施はPWDのEEが行う。

#### 2) コンサルタントの選定

コンサルタントの選定は、応札者の技術・価格面の提案内容を審議し、EE、SEを通じてCEが行う。

#### 3) 詳細点検の実施

選定されたコンサルタントにより、近接目視点検、必要に応じ橋梁点検車、点検ハンマー等の機材を活用した詳細点検が、SD事務所の監督の下、行われる。

#### 4) 詳細事業計画書（DPR）の作成

詳細点検の結果や、結果に基づく補修対策工法、コスト積算等を含む事業計画は、詳細事業計画書（DPR）にまとめられる。

#### 5) DPRの報告

DPRは、PWDのEE、SE、CE及びMORTHのROを通じてMORTHへ報告される。

#### 6) 補修工事の承認

DPRは、長大橋であればMORTHのSR&T(B)課へ報告され、内容を審議したのち、必要に応じて損傷橋梁の補修工事の実施が承認される。

### (4) 大規模補修（作業）

#### 1) 補修工事に必要な予算の配賦

DPRに基づき、大規模補修に必要な予算がMORTHにより配賦される。

#### 2) 入札関係書類の作成と調達手続きの実施

施工会社を調達するための入札関係書類の作成、入札の実施はPWDのEEが行う。

#### 3) 施工会社の選定

施工会社は、応札者の技術・価格面の提案内容を審議し、EE、SEを通じてCEが選定する。

#### 4) 大規模補修工事の実施

選定された施工会社業者により、コンサルタントと SD 事務所の監督のもと、必要な補修工事が実施される。

#### 5) 施工会社への費用の支払い

工事の完了確認ののち、施工会社への費用の支払いは MORTH の RO が行う。

#### 6) 大規模補修工事、実施中の補修工事事業

現在 4PWDs により実施中、または最近行われた主な補修工事の概要を表 5.4.12 に示す。

ゴア PWD では、Zuari 橋の中央ヒンジの変位を補修し振動を抑制するため、Central Road Research Institute (CRRI)により詳細点検が行われ、1998 年及び 2003 年には Freyssinet Prestressed Concrete Co. (FPCC)により外ケーブルによる補修が実施された。しかし、2006 年には導入した外ケーブルの緊張力の低下が確認されたことから、再補修（緊張力の再導入）がゴア PWD より MORTH に提案されている。承認までの間定期的な中央ヒンジの変位の計測が行われている（表 5.4.10 参照）。Zuari 橋の補修工事の状況を図 5.4.5 に示す。



出典：JICA 調査団

図 5.4.5 Zuari 橋の補修状況

表 5.4.12 最近または実施中の大規模補修工事の状況

州名	橋梁名	事業費 (百万ルピー)	事業期間	財源	受注者	摘要
アッサム	Sadarghat Bridge (NH.53)	17.330	2012年 (完了)	MORTH	Freyssinet Prestressed Concrete Co. Ptv.Ltd.,Mumbai	・伸縮装置と支承の取替 ・橋長: 472.0m
ゴア	Zuari Brdige (NH.17)	10.800	1998年 (完了)	MORTH	Freyssinet Prestressed Concrete Co. Ptv.Ltd.,Mumbai	・外ケーブル方式による既設橋の 1径間に対する変位補修・ 振動抑制 ・橋長: 809.0m
		69.500	2003年 (完了)	MORTH	Freyssinet Prestressed Concrete Co. Ptv.Ltd.,Mumbai	・外ケーブル方式による既設橋の 残径間に対する変位補修・ 振動抑制 ・橋長: 809.0m
	Borim Bridge (NH.17B)	100.000	2014年3月～ 2015年8月	MORTH	Freyssinet Prestressed Concrete Co. Ptv.Ltd.,Mumbai	・外ケーブル方式による既設橋の 主径間に対する変位補修・ 振動抑制 ・支承の取替 ・高欄の補修 ・舗装補修 ・橋長: 410.6m
グジャラート	Medha Creek (NH.8E)	112.529	2012年6月～ 2014年3月	グジャラート州	Rebuild Struct Associate, Mumbai	・上部工の補修・補強 ・上部工コンクリートの塗装 ・橋長: 831.0m
	Rupen CD No.166/1 Datardi CD No.114/1 Shetrunji CD No.50/2 (NH.8E)	17.924	2013年2月～ 2014年2月	グジャラート州	Swastik Builders, Upleta	・上・下部工、基礎等の補修 ・橋長: 408.0m (合計)
	Titodi Bridge  (NH.113 Dohad- Jhalod-Banswada)	31.826	11ヶ月	MORTH	Royal Infra Engineering Ptv.Ltd. , Surat	・既設橋の架替え ・橋長: 不明
	Suki Bridge  (NH.113 Dohad- Jhalod-Banswada)	36.639	11ヶ月	MORTH	Royal Infra Engineering Ptv.Ltd. , Surat	・既設橋の架替え ・橋長: 不明
	Kottappuram Bridge (NH.17)	23.800	2012年2月～ 2013年7月	MORTH	Cherian Varkey Construction Co. Pvt.Ltd.	・舗装補修 ・伸縮装置取替等 ・橋長: 不明
Chettuva Bridge (NH.17)	30.900	2013年3月～ 2013年7月	MORTH	Padmaja Specialities	・床版、桁、下部工のコンクリート 表面補修 ・橋長: 不明	
Puduponnani Bridge (NH.17)	23.900	2013年4月～ 2014年1月	MORTH	Padmaja Specialities	・床版、桁、下部工のコンクリート 表面補修 ・橋長: 不明	

出典：JICA 調査団

#### 5.4.4 その他

##### (1) 性能規定型契約

橋梁の維持管理は PWD により行われており、深刻な損傷が生じた場合の橋梁の点検、補修工事は個別の橋梁ごとに、個別に補修対策が検討されている状況であり、性能規定型の橋梁維持管理は行われていない。

##### (2) 橋梁のアセットマネジメント

MORTH 及び PWD にアセットマネジメントの概念は導入されておらず、予防保全は行われていない（簡易な清掃作業、または深刻な損傷が生じた橋梁の補修対策のみ）。また、MORTH 及び PWD ともに、中長期的な維持管理計画も立案されていない。

##### (3) 橋梁データベース、橋梁マネジメントシステム

(2)同様、橋梁データベース、橋梁マネジメントシステムは導入されていない。

橋梁の諸元、過去の点検データや補修履歴は蓄積、EE、SE 及び CE 並びに MORTH へのシステムを介した共有等を行われておらず、主に紙面で SD 事務所に保管されている。

## 5.5 国道上の橋梁の維持管理に関する提案

### 5.5.1 国道上の橋梁の維持管理の現況

国道上の橋梁の橋梁の維持管理の各段階における現況を表 5.5.1 及び表 5.5.2 にまとめる。

表 5.5.1 橋梁点検の現状

段階	項目	現状
橋梁点検	定期点検	<ul style="list-style-type: none"> <li>・国道上の橋梁及び構造物は、SD 事務所の土木技術者によって年二回の定期点検が行われている。</li> <li>・定期点検は、遠方目視点検が行われている。</li> <li>・床版下面や河川上など、点検することが困難な場所（アクセスが困難な場所）の点検は行われていない。</li> <li>・十分な資質を持った技術者による定期点検は、「国道橋梁維持点検マニュアル」で求められるが現状は行われていない。</li> </ul>
	詳細点検	<ul style="list-style-type: none"> <li>・定期点検により深刻な損傷が発見された場合は、詳細点検、近接目視点検が行われるが、定期的には行われていない。</li> <li>・MORTH や PWD は、詳細点検に必要な橋梁点検車、点検ハンマー、非破壊試験機器などの機材や道具は保有していない。</li> <li>・いくつかの州の PWD は橋梁点検車及び非破壊試験機器を保有しているものの、これらを使用した定期的な詳細点検は行われていない（適切に運用されていない）。</li> </ul>
	損傷度の評価	<ul style="list-style-type: none"> <li>・点検結果に基づく橋梁の損傷度は、第一義的には SD 事務所の技術者により評価されている。</li> <li>・橋梁の損傷を評価する明確な評価マニュアルはない。つまり損傷度は、評価者により主観的に評価されている。</li> </ul>
	調査結果のまとめ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・点検結果は、SD 事務所により別添 7 に示す様式にてまとめられる。</li> <li>・点検結果は、PWD の EE、SE、CE 及び MORTH の RO を通じて、MORTH へ報告される。</li> <li>・全ての点検データが MORTH へ報告されていないため、SR&amp;T(B) 課は全ての橋梁の現況を把握できていない。</li> <li>・過去の点検データがまとめられておらず、SD 事務所のみが把握している。</li> </ul>

出典：JICA 調査団



表 5.5.2 橋梁維持管理の現状

段階	項目	現状
橋梁維持管理	維持管理作業	<ul style="list-style-type: none"> <li>・橋梁の排水管や伸縮装置の清掃などの単純な日常維持管理は行われているものの、橋梁の補修等はほとんど行われていない。</li> <li>・予算の制約や補修作業を始めるまでの手続きの多さから、深刻な損傷が発見されたとしても、すぐに橋梁の補修作業が行われるわけではない。</li> <li>・深刻な損傷が発見された段階では、既に橋梁の性能は要求性能よりも低下している懸念があり、その結果上部工の架替えや橋梁の再建設などの大規模補修が必要となる可能性がある。</li> <li>・構造物の長寿命化や、安全で安心な国道を確保するためには、損傷を早期に発見し、補修することが重要である。</li> </ul>
	予算の配賦と中長期橋梁維持管理計画	<ul style="list-style-type: none"> <li>・橋梁に特化した年間の維持管理予算は無く、毎年配賦されている道路及び橋梁の維持管理予算の多くは、日常維持管理に使用されている。</li> <li>・橋梁の大規模補修に必要な予算は、深刻な損傷が発見された場合のみ MORTH から配賦される。</li> <li>・MORTH 及び各州の PWD どちらも中長期橋梁維持管理計画を策定していない。</li> <li>・効率的、効果的及び計画的な維持管理のためには中長期的な維持管理計画を策定することが必要となる。</li> </ul>
	橋梁維持管理に対する意識	<ul style="list-style-type: none"> <li>・MORTH 職員は、橋梁の損傷を早期に補修する意識が低い。</li> <li>・資産は全て MORTH に帰属しているにもかかわらず、MORTH 職員は NHDP で整備された区間の道路や橋梁の状態を把握していない。</li> </ul>
	知見や経験の蓄積	<ul style="list-style-type: none"> <li>・現場レベルには橋梁の維持管理を専門に行う技術者はいない。</li> <li>・橋梁維持管理に関する技術や経験が蓄積されておらず、それらをまとめた事例集等も存在しない。</li> <li>・補修された橋梁のモニタリングや評価は行われていない。そのため、補修の記録や結果が適切な形で蓄積されていない。</li> </ul>
	橋梁設計要領の改訂	<ul style="list-style-type: none"> <li>・今回の調査の限りでは、橋梁検査路を備えた橋梁はなかった。</li> <li>・効率的な維持管理のためには、建設段階で維持管理を考慮した設計基準が必要となる。</li> <li>・橋梁の維持管理を考慮した、定期的な橋梁設計要領の改訂が重要である。</li> </ul>

出典：JICA 調査団

### 5.5.2 効率的な橋梁の維持管理に向けた提案

表 5.5.1 及び表 5.5.2 にまとめた国道上の橋梁の維持管理の現況に対して、より効率的、効果的な維持管理に向けた提案を表 5.5.3 及び表 5.5.4 に示す。

表 5.5.3 効率的な橋梁の維持管理に向けた提案（橋梁点検）

段階	項目	提案内容
橋梁点検	定期点検	<ul style="list-style-type: none"> <li>橋梁点検マニュアル及び付随する技術基準の策定または改訂。</li> <li>橋梁点検車や点検用機材などの調達。</li> <li>非破壊試験の適用等、より効率的な維持管理手法の確立</li> </ul>
	詳細点検	
	損傷度の評価	<ul style="list-style-type: none"> <li>損傷評価マニュアル及び付随する技術基準の策定</li> </ul>
	点検結果のまとめ	<ul style="list-style-type: none"> <li>橋梁調書（データベース）、橋梁マネジメントシステムの開発及び運用マニュアルの策定</li> <li>総合的な道路・橋梁マネジメントシステムの開発</li> </ul>

出典：JICA 調査団

表 5.5.4 効率的な橋梁の維持管理に向けた提案（橋梁維持管理）

段階	項目	提案
橋梁維持管理	維持管理作業	<ul style="list-style-type: none"> <li>橋梁維持管理マニュアル及び付随する技術基準の策定。</li> <li>補修後の橋梁のモニタリングや評価に関するガイドラインの策定</li> </ul>
	予算の配賦と中長期橋梁維持管理計画	<ul style="list-style-type: none"> <li>橋梁マネジメントサイクル（PDCA サイクル）の普及</li> <li>橋梁調書（データベース）、橋梁マネジメントシステムの開発及び運用マニュアルの策定</li> <li>点検結果、損傷度の評価及び将来の健全度の予測に基づく中長期橋梁維持管理計画の策定</li> </ul>
	橋梁維持管理に対する意識	<ul style="list-style-type: none"> <li>橋梁維持管理に対する重要性の認識</li> <li>BOT で道路事業者により運営されている国道に適したマネジメントシステムの開発</li> </ul>
	知見や経験の蓄積	<ul style="list-style-type: none"> <li>橋梁マネジメントサイクル（PDCA サイクル）の普及</li> <li>橋梁マネジメントシステムの開発</li> <li>橋梁維持管理、補修・補強事例集の作成</li> </ul>
	橋梁設計要領の改訂	<ul style="list-style-type: none"> <li>橋梁設計要領の改訂</li> </ul>

出典：JICA 調査団

### 5.5.3 JICA により実施されている技術協力の現状

現在、MORTH と NHAI は JICA の技術協力により「高速道路運営維持管理の組織能力向上プロジェクト」を実施しており、日本人専門家が MORTH 及び NHAI に派遣されている。この技術協力プロジェクトを通じて、点検や損傷の評価に関する知識や技術（スキル）が向上することが期待されている。

表 5.5.5 に、国道上の橋梁維持管理の知識や技術（スキル）に関して、①現在イ国で実施されているもの、②現在実施中の JICA 技術協力プロジェクトを通じて向上することが期待されているものをまとめる。

表 5.5.5 知識、技術（スキル）の現状と実施中の技術協力プロジェクトで期待される成果

項目	内容
イ国の橋梁維持管理の現状	<ul style="list-style-type: none"> <li>・定期的な遠方目視点検</li> <li>・全橋を対象とした状態調査（契約手続き中）</li> <li>・深刻な損傷が発見された橋梁の詳細点検</li> <li>・深刻な損傷の対策、補修</li> </ul>
実施中の技術協力プロジェクトで期待される成果	<ul style="list-style-type: none"> <li>・MORTH 及び NHAI の組織体制を含む実績評価マニュアル及び評価基準の策定、活用</li> <li>・国道及び高速道路の運営管理に係る優良事例集の策定、活用</li> <li>・運営維持管理ガイドラインの策定、活用</li> </ul> <p>また、維持管理費用縮減に向けた予防保全の導入の準備として、</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・損傷の早期把握に向けた損傷前の点検スキームの導入</li> <li>・損傷度の分析、判断（いつ、どこの、どのような補修を行う必要があるか？）</li> </ul>

出典：JICA 調査団

#### 5.5.4 提案内容の優先順位

表 5.5.1 及び表 5.5.2 で抽出された現状、表 5.5.3 及び表 5.5.4 に示す効率的な維持管理に向けた提案について、表 5.5.5 の内容を踏まえ提案内容の優先順位付けを行った。結果を表 5.5.6 に示す。全ての提案内容の優先順位が高いものの、特に効率的、効果的な維持管理作業の実施のためには安定した予算の確保が必要と考えられる。加えて、BOT で道路事業者により運営されている国道については、橋梁の状態、維持管理の状況を定期的にモニタリングし、評価・分析を行うことが重要である。

上記より、本調査では「中長期維持管理計画の策定」及び「道路事業者により運営されている国道に適した橋梁のマネジメントシステムの開発」を最優先の解決策として提案する。

表 5.5.6 国道上の橋梁の維持管理に関する提案内容の優先順位

段階	項目	解決策（提案内容）	優先順位
橋梁点検	定期点検 詳細点検	橋梁点検マニュアル及び技術基準	高
		橋梁点検車、点検機材	高/中
		より効率的な点検手法（非破壊試験等）	低
	損傷度の評価	損傷評価マニュアル及び技術基準	中
	点検結果のまとめ	橋梁調書（データベース）、橋梁マネジメントシステム及び運用マニュアル	高
総合的な道路・橋梁マネジメントシステム		低	
橋梁維持管理	維持管理作業	橋梁維持管理マニュアル（補修後の橋梁のモニタリングや評価に関するガイドラインを含む）及び技術基準	中
	予算の配賦と中長期維持管理計画	橋梁マネジメントサイクル（PDCA サイクル）	高
		橋梁調書（データベース）、橋梁マネジメントシステムの開発及び運用マニュアル	高
		中長期橋梁維持管理計画	高
	橋梁維持管理に対する意識	橋梁維持管理に対する重要性の認識	高
		BOT で道路事業者により運営される国道のマネジメントシステム	高
	知見や経験の蓄積	橋梁マネジメントサイクル（PDCA サイクル）	高
		橋梁マネジメントシステム	高
橋梁維持管理、補修・補強事例集		中	
橋梁設計要領の改訂	橋梁設計要領の改訂	中	

出典：JICA 調査団

### 5.5.5 提案された解決策の推進

提案された解決策（①橋梁維持管理計画の策定、②道路事業者が運営する国道のマネジメント）を行うことにより、適切に橋梁を維持管理、モニタリングできるとともに、下記に示す3つの便益を得ることが出来ることが期待される。

#### (1) 橋梁の長寿命化及び安全性・信頼性の向上

橋梁に限らず道路構造物は、提案された中長期維持管理計画に基づき、適切な時期、場所及び手法で維持管理を行うこと、また NHDP に代表される維持管理を外部に委託している場合はその状況を適切に管理し、指導を行うことで、上部工の架替えや橋梁の再建設などの大規模な補修を行うことなく、橋梁の長寿命化を図ることができる。

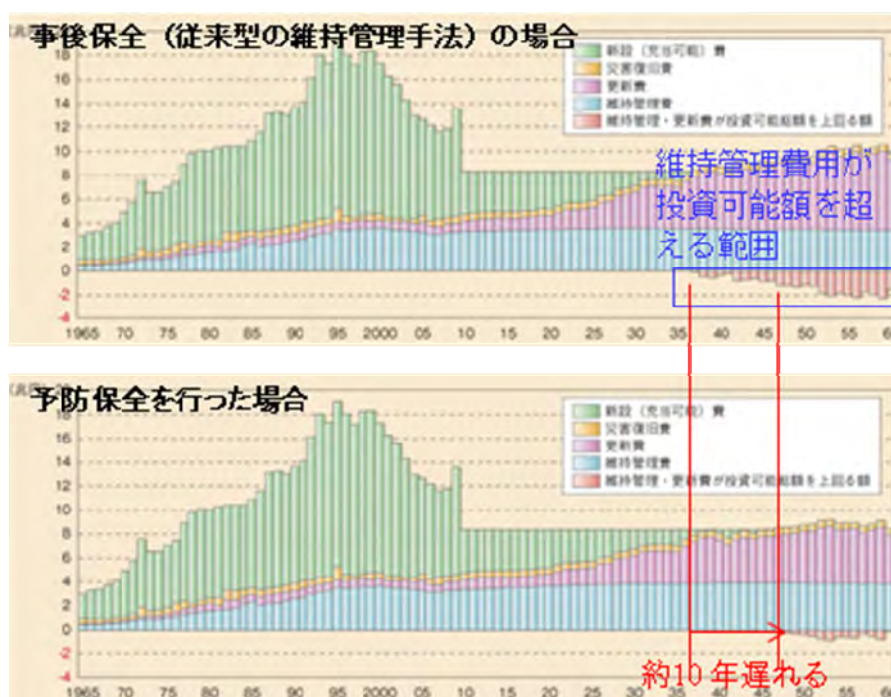
加えて、①橋梁の性能が要求性能以下になること、②イ国で一般的に行われる損傷した橋梁を通過する車両の荷重制限、速度制限及び車両通行止めを回避することが出来る。つまり言い換えれば、より安全、安心、快適な道路を維持することが可能となる。

## (2) 橋梁の維持管理予算の最小化と平均化

橋梁の再建設や上部工の架替えなどの大規模な補修は、莫大な金額が必要となる。大規模な補修を回避するためには、適切で定期的な橋梁の点検を行い損傷や劣化を可能な限り早期に発見し、損傷が進行する前に補修することが求められる。

図 5.5.1 に、「従来行われてきた事後保全（補修が必要な損傷が発見された後補修を行う維持管理手法）」と「予防保全（橋梁維持管理計画に基づき適切な時期、場所及び方法で維持管理を行う維持管理手法）」の維持管理費用の概算費用の比較を示す。

これらは、国土交通省が 2010 年に行った様々な仮定に基づく概略の試算であるが、20 年後には道路を含む社会資本の維持管理費用が可能な投資額を上回ることが予想されている。しかしながら、「従来の維持管理（事後保全）」から「予防保全」に転換することで、この期間を 10 年程度遅らせるとともに、今後 50 年間で投資可能額を上回る維持管理費用の総額を 5 分の 1 に減らすことができると試算されている。



出典：平成 21 年度国土交通白書（国土交通省、2010 年）

図 5.5.1 概略の維持管理費用（様々な仮定に基づく試算値）の比較

また、現在イ国では第 12 次 5 年計画に基づき急速に道路網の拡大や道路の改良がおこなわれている。これらの道路上の橋梁は同じ時期に施工されているため、同じ時期に損傷、劣化が現れる可能性が高い。つまり、今から 30 年～40 年後に維持管理費用が急増する可能性がある。

加えて、落橋した橋梁の再建設や、上部工の架替えなどの緊急的な大規模補修を行うためには莫大な予算が必要となる。社会資本の老朽化や損傷に伴い、これらの事故が発生した場合は維持管理予算の管理が困難となる。

一方で、定期的な点検、モニタリングを行い、維持管理計画に基づく計画的な維持管理作業を行うことで、年間の橋梁の維持管理費用の管理が容易となるとともに、平準化を図ることが可能となる。

### (3) アカウンタビリティ（説明責任）の向上

橋梁維持管理計画は、論理的かつ合理的な将来の健全度予測に基づき策定されるため、アカウンタビリティ（説明責任）、つまり補修の必要性の説明を果たす手段となり得る。

## 5.5.6 他国で行われている橋梁維持管理技術協力プロジェクトの紹介

現在、多くの国で効率的かつ計画的な橋梁の維持管理に関する意識が高まっており、特に中長期維持管理計画策定に関する能力向上プロジェクトが JICA の技術協力を通じて行われている。本節では、他国で JICA が行っている橋梁維持管理能力向上に関する技術協力を紹介する。

### (1) 橋梁維持管理能力向上プロジェクト（モンゴル、2013 年～2015 年）

#### 1) プロジェクトの背景

道路交通省（Ministry of Roads and Transport、以下「MRT」という）は、モンゴル国の 375 橋の橋梁を含む 11,136 km の道路を、ウランバートル市（Ulaanbaatar city、以下「UBC」という）は同市内の 67 橋、460km の道路を運営、維持管理している。これらの橋梁の多くは 1960 年代に建設されたものが多く、現在は顕著な老朽化、劣化に直面している。

しかしながら、小規模な補修や緊急的な補修は行われているものの、予算の制約や技術者の能力不足から、適切な維持管理は行われていない。加えて、橋梁維持管理の体制は確立されておらず、適切な橋梁マネジメントシステムも導入されていない。

#### 2) プロジェクトの目的

MRT と UBC の橋梁維持管理に関する能力が向上する。

#### 3) プロジェクトの成果

- 橋梁維持管理サイクル（PDCA サイクル）の概念が広く理解され、橋梁の点検、損傷の評価、補修の優先順位付け及び対策工法の選定に関するガイドラインやマニュアルが整備される。
- 橋梁の情報を記録するためのデータベース（全国版、ウランバートル市版）が整備される。
- 橋梁の運営維持管理に関する国の政策が立案される。
- 橋梁及び構造物の維持管理に関する MRT 及び UBC の職員がトレーニングされるとともに、これらの職員によりモンゴル側でトレーニングが行われる。



## (2) 橋梁、トンネル維持管理能力向上プロジェクト（キルギス共和国、2013年～2015年）

### 1) プロジェクトの背景

道路交通省（Ministry of Transport and Communications、以下「MOTC」という）は、1,729 橋の橋梁及び 5 つのトンネルを含む合計 18,803km の道路の運営、維持管理を行っている。道路ネットワークの多くはソビエト連邦時代に建設されたが、独立後は、適切な道路維持管理が行われていない。1991 年の独立後多くのロシア人技術者がキルギス共和国を離れ、道路ネットワークを維持管理するための十分な予算が道路セクターに配賦されなかったことが原因の一つに挙げられる。

低い道路維持管理予算により年間約 200km の道路舗装が失われるとともに、悪化する道路状態により近隣諸国との円滑な貨物輸送や取引が妨げられている。加えて、橋梁及びトンネルの維持管理は適切な計画が無い状態で行われており、定期的な点検に基づく日常の維持管理も行われていない。

### 2) プロジェクトの目的

MOTC の橋梁及びトンネルの定期的な点検結果に基づく、維持管理費用の算出能力が向上する。

### 3) プロジェクトの成果

MOTC 及び関係機関の役割分担、橋梁及びトンネルの維持管理に必要な職員、体制が明確になる。

- 維持管理計画の策定に向けた、橋梁及びトンネルの情報を記録するためのデータベースが整備される。
- 橋梁及びトンネルの日常維持管理、点検及び損傷度の評価に対する能力が向上する。
- MOTC 本省及び関係機関の橋梁及びトンネルの維持管理計画の策定を行うための能力が向上する。

図 5.5.2 にキルギス共和国で行われている技術協力プロジェクトの写真を示す。



出典：JICA ホームページ (<http://www.jica.go.jp/oda/project/1200296/field.html>)

図 5.5.2 キルギス共和国で行われている技術協力プロジェクトの状況



## 6. 日本支援アプローチの提案

---

### 6.1 第二次現地調査対象橋梁の事業実施計画

本調査を通じて得られたインドの道路橋梁補修分野が抱える課題を踏まえ、今後の協力可能性は、以下の2つが挙げられる。

- 道路橋梁補修
- 橋梁運営維持管理

#### 6.1.1 道路橋梁補修

インドにおける道路橋梁の主要課題を以下に挙げる。

- インドにおいては、建設後、30～40年経過した道路橋梁が、数多く存在し、その多くは、十分な維持管理業務がなされておらず、危険な状況に曝されている。
- また、橋梁台帳や竣工図等が整備されておらず、全橋梁数や補修が必要とされる橋梁数が正確に把握されていない。
- インドにおいては、今まで建設が主流であったため、橋梁補修に関する知識が少なく、技術も確立していない。

また、ING-IABSE において実施したプレゼンテーションにおいて、橋梁補修技術に対する質問が集中し、インドにおける橋梁補修技術に対する需要の多さが伺われた。特に、中央ヒンジの連結に対しては、ビハール州のマハトマガンジー橋が深刻な状況であると同時に、同形式の橋梁を数多く抱えるインドにとって、中央ヒンジ連結技術の技術移転および普及が喫緊の課題と言える。

これらのことから、本調査において第二次現地調査に選定された橋梁に対し、補修工事の実施を提案する。

#### (1) 道路橋梁補修事業の概要

新橋建設ならびに既設橋補強に関する概要を表 6.1.1 に示す。また、新橋建設ならびに既設橋補強の内容は以下のとおりである。

- 新橋建設： 3 橋  
(Badarpurghat 橋、Zuari 橋、Borim 橋)
  - 上部工の架け替え： 5 橋  
(Kaliabhomora 橋、Mahe 橋、Valapattanam 橋、Perumba 橋、Shetrunji 橋)
-

- センターヒンジの連結（PC 箱桁橋）： 2 橋  
（Zuari 橋、Borim 橋）
- 炭素繊維補強： 1 橋  
（Valapattanam 橋）

既設橋補強に必要な概算事業費は、約 46 億円（約 28 億ルピー）である。上部工取り換えの場合、鋼桁を採用することで、施工期間を短縮することが可能となる。また、耐候性鋼材を使用することにより維持管理費を最小限に抑えることが可能となる。センターヒンジ連結補強実施期間中の数か月間は通行止めを行う必要があるが、ゴア州の 2 橋ともに交通量が多く通行止めを行うことは不可能と判断される。このため、新橋建設後、既設橋のセンターヒンジ連結補強を行う計画とした。また、Badarpurghat 橋は橋脚自身が沈下しており、補強することは困難なため、新橋を建設する計画とした。新橋建設に必要な概算事業費は、約 96 億円（58 億ルピー）である。センターヒンジの連結や耐候性鋼材を使用した上部工の架け替えについては本邦技術である。

表 6.1.1 事業概要の提案

州	国道No.	橋梁名	橋梁基礎情報	調査結果	補修工法の提案	概算事業費		
						(千円)	(千ルピー)	
アッサム州	NH37A	Kaliabhomora 橋	橋種：PC箱桁橋（ゲルバー形式）+RC-T桁橋 橋長：3,105m 支間長：67.5～120.0m 幅員：7.5m（2車線）	支間中央部に設置されている24ヶ所のゲルバー桁のうち、8ヶ所について段差が発生していることが確認された。	ゲルバー桁を鋼桁（耐震性鋼材）取り換え	既設橋	JPY 576,000	INR 349,000
	NH17	Zuari 橋	橋種：PC箱桁橋（センターヒンジ） 橋長：809m 支間長：36.0～121.0m 幅員：7.5m（2車線）	センターヒンジ上に1.5cm程度の段差が確認された。	新橋建設後、センターヒンジの連続化	新橋	JPY 4,805,500	INR 2,913,000
ケララ州	Mahe 橋	橋種：RC T桁橋 橋長：117m 支間長：23.4m 幅員：6.7m（2車線）	主桁や床版についてひび割れが確認され、支承の損傷も確認された	上部工を鋼桁に取り換え	既設橋	JPY 483,400	INR 291,000	
								Valapattanam 橋
	Perumba 橋	橋種：RC T桁橋 橋長：146.8m 支間長：8.0～23.1m 幅員：6.7m（2車線）	主桁および床版についてひび割れや遊離石灰が確認された。	上部工を鋼桁に取り換え	既設橋	JPY 584,400	INR 353,000	
								NH8E
合計					JPY 14,176,100	INR 8,588,000		

出典：JICA 調査団

既設橋補強のイメージを図 6.1.1 から図 6.1.3 に示す。

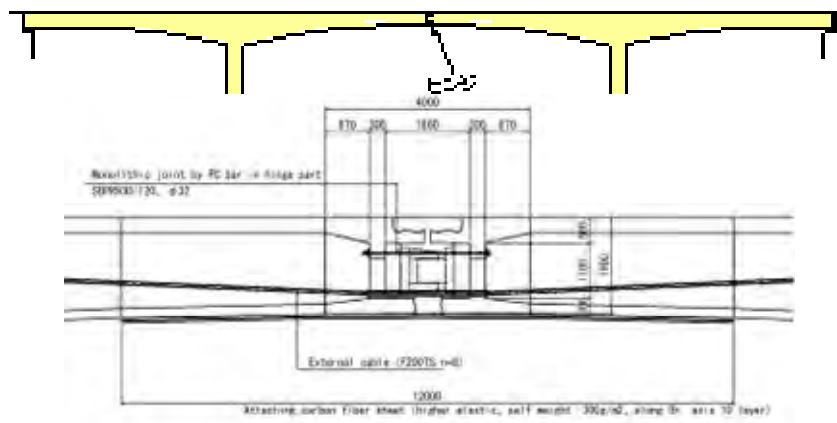


既設 RC 主桁 (Shetrunji 橋)

新鋼桁

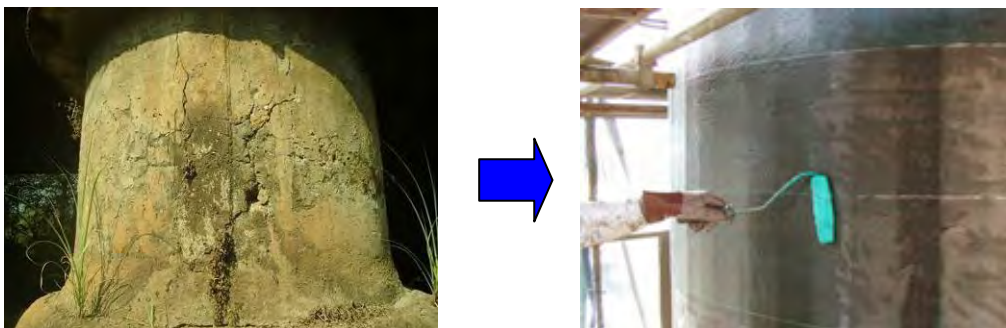
出典：JICA 調査団

図 6.1.1 上部工の取り換え



出典：JICA 調査団

図 6.1.2 センターヒンジ連結



出典：JICA 調査団

図 6.1.3 下部工の炭素繊維補強

## 6.1.2 橋梁運営維持管理

本調査の中で現況の橋梁の維持管理体制や技術を調査した結果、現況の橋梁維持管理について下記の改善点が挙げられる。効率的な橋梁維持管理計画の策定・実施は、各国で高い関心が示されており、5.5.6 に示すようにモンゴルやキルギス等の各国でも JICA の技術協力を通じて能力向上が図られている。

今後、インドにおいても橋梁の効率的・効果的な維持管理をめざし、下記の観点での技術や能力の向上が望まれ、これらに関連した技術協力プロジェクトの実施を提案する。

### (1) 橋梁点検の効率化・制度化

現在は、基本的に年2回の定期点検が行われているが、床版下面などの容易に点検することができない場所の点検は行われておらず、近接目視点検や非破壊検査機器を使用した詳細点検も定期的には行われていない（橋梁に深刻な損傷が現れた後のみ行われている）。

また、橋梁の損傷や健全度の評価は点検者によって主観的に決められており、統一的な評価基準はない。加えて、点検結果の取りまとめや MORTH への報告は報告書（紙媒体）で行われており、ヒアリングの限りでは、すべての点検結果が MORTH へは報告されていないとのことであった。

効率的な維持管理のためには、橋梁の状況や損傷の進行を定期的に確認する必要があり、定期的な橋梁詳細点検の実施、統一的な評価基準のマニュアルやガイドラインの整備・運用、および BMS 等を活用した効率的な点検結果の報告・共有手法の確立が必要である。

### (2) 対処療法的な事後保全型の維持管理から予防保全型への転換

現在、インドで行われている事後保全型（いわゆる深刻な損傷が現れたのちに維持管理を行う手法）では、一般的に下記の問題点が指摘されている。

- 補修工事が大規模となり、膨大な維持管理費用が必要となる。
- 補修工事までの間、道路利用者は通行止め、荷重制限、速度制限などの不利益を被る。
- 橋梁に深刻な損傷が現れた後では、橋梁の性能はすでに低下しており、橋梁の安全性、信頼性が確保されていない。

このため、定期的な橋梁の状況の確認（詳細点検）、損傷や健全度の評価、将来の健全度の予測等に基づき、「橋梁の中長期的維持修繕計画」を策定するとともに、それら立案された計画に基づき、損傷が深刻になる前に予防保全的に効率的・計画的な補修工事が実施されることが必要となる。

また、「橋梁の中長期的維持管理修繕計画」策定のためには、膨大な量のデータの取り扱いや作業が必要となるため、BMS 等の構築が必要となる。

加えて、日本の高速道路の橋梁は、「高速道路資産の長期保全及び更新のあり方に関する技術検討委員会 提言（2014年1月）」により、「橋梁は部分的な補修により、健全度を回復させる

ことを繰り返してきたが、厳しい使用環境により、部材によっては性能が建設時点まで回復しないことや、劣化速度が速くなる事例が顕在化してきている」ことが指摘されている。

これらの観点から、インドでの橋梁の損傷原因を適切に把握するとともに、予防保全的・計画的な大規模更新や大規模補修の計画の立案及び実施が望まれる。

### (3) コンセッショネアにより維持管理されている国道の適切なモニタリングや評価制度の構築

現在、コンセッショネアが運営・維持管理している国道の維持管理は、コンセッショネアに任されており、MORTH や NHAI がその状況を把握していない。

日本の高速道路の経験から、橋梁の損傷は徐々に進行し供用後30年を経過したくらいから顕在化することが明らかとなっている。これは、コンセッショネア期間や MORTH に資産が移管されたのちには損傷が問題になることはないが、その後に深刻な損傷が現れてくることを暗示している。

単純に日本の経験を当てはめることはできないが、橋梁の損傷が長期間かけて進行することはインドでも同様であり、この状況を回避するため、コンセッショネアが運営・維持管理する橋梁の適切なモニタリング手法や、維持管理の状況によりコンセッショネアを評価する等の制度の構築が求められる。

## 6.2 提言

インドにおいて、本邦企業が参入可能な新規案件を形成するにあたり、下記のとおり提言する。

### (1) STEP の適用

インドの大手建設業者の橋梁建設技術は、一定のレベルにあり、QCBS は勿論のこと、QBS による競争においても、本邦企業の参入は、明らかに不利である。よって、二国間タイドによる案件形成により、本邦企業に限定することが最も望ましい。

### (2) 本邦技術仕様の適用

二国間タイドが困難な場合においては、本邦企業のみが保有している技術仕様を入札条件に盛り込むことにより、実質的に本邦企業しか参入できない状況を生み出すことが好ましい。ただし、インド基準の認可を受けていない技術については、円借款において、適用許可が得られない可能性があるものの、第3章に記載している通り、事業を所管している MORTH の承認を得られれば、適用可能であることから、事前に MORTH へのアプローチが必要となる。

### (3) パイロットプロジェクトの形成

インドにおいては、EPC および DB（デザイン・ビルト）が一般的であり、様々な建設許認可を円滑に取得するためには、現地建設業者との共同企業体の組成もしくはアソシエーションの締結は不可欠となっている。また、一事業あたりの規模は、国内に比べ大きいことから、問題が発生した場合の損害も大きくなることが想定される。このように、本邦企業が参入するには、リスクが高く、いつまでもインド案件実施にかかるノウハウが蓄積されず、引いては、インド案件への参入ができないという悪循環にあると言える。この参入機会の阻害要因を取り除くには、適正規模のパイロットプロジェクトによって、参入の垣根を低くし、案件実施のノウハウを蓄積させる必要がある。また、この際、本邦技術の試験的導入を行うことは、本邦企業の案件参加意思を高めると同時に、実際に MORTH の承認のノウハウを得ることができ、引いては、インド基準の認可を早める可能性もある。