

インド国

道路交通省、鉄道省、都市開発省、  
州政府（デリー準州、カルナタカ州、タミルナド州、  
マハラシュトラ州、グジャラート州）

## インド国

# 橋梁・高架橋に係る情報収集・確認調査

## 最終報告書

平成 29 年 1 月  
(2017 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グローバル

インド事
JR
17-002

インド国

道路交通省、鉄道省、都市開発省、  
州政府（デリー準州、カルナタカ州、タミルナド州、  
マハラシュトラ州、グジャラート州）

インド国

橋梁・高架橋に係る情報収集・確認調査

最終報告書

平成 29 年 1 月  
(2017 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グローバル

## 目 次

目 次  
図一覧  
表一覧  
略語集

ページ

<b>1. 業務の概要</b> .....	<b>1-1</b>
1.1 調査の背景.....	1-1
1.2 調査の目的.....	1-2
1.3 調査のスケジュール.....	1-3
1.3.1 調査実施フローチャート.....	1-3
1.3.2 全体スケジュール.....	1-5
1.3.3 第一次現地調査.....	1-6
1.3.4 第二次現地調査.....	1-6
1.3.5 第三次現地調査.....	1-8
1.3.6 第四次現地調査.....	1-9
<b>2. 関係機関との協議およびヒアリング</b> .....	<b>2-1</b>
2.1 関係機関との協議およびヒアリング.....	2-1
2.1.1 道路交通省（MORTH）.....	2-3
2.1.2 鉄道省（MOR）.....	2-6
2.1.3 都市開発省（MOUD）.....	2-11
2.1.4 各州政府.....	2-13
2.2 橋梁・高架橋セクターにおける他ドナーの動向.....	2-19
2.2.1 世界銀行.....	2-19
2.2.2 アジア開発銀行.....	2-20
2.3 在印本邦企業へのヒアリング.....	2-21
2.3.1 インドにおける本邦企業へのヒアリング.....	2-21
2.3.2 インド進出日系企業における裨益効果地域／路線.....	2-22
2.3.3 適用可能な本邦橋梁建設技術および補修技術.....	2-22
2.3.4 本邦橋梁補修技術と本邦建設技術のインド導入における課題.....	2-22
2.3.5 橋梁セクターにおけるインド市場参入への関心.....	2-24
2.4 現地企業の橋梁補修技術及び急速施工に関する技術.....	2-25
2.4.1 現地建設会社へのヒアリング.....	2-25
2.4.2 現地企業保有の橋梁補修技術及び急速施工に関する技術水準.....	2-25
<b>3. 対象橋梁・高架橋の選定調査</b> .....	<b>3-1</b>
3.1 はじめに.....	3-1

3.2	デリー市高架橋建設プロジェクト	3-2
3.2.1	はじめに	3-2
3.2.2	調査対象	3-3
3.2.3	概略検討実施の是非について	3-6
3.3	バンガロール市高架橋建設プロジェクト	3-7
3.3.1	はじめに	3-7
3.3.2	調査対象	3-8
3.3.3	概略検討実施の是非について	3-11
3.4	チェンナイ市高架橋建設プロジェクト	3-12
3.4.1	はじめに	3-12
3.4.2	IT 回廊高架橋建設プロジェクト	3-12
3.4.3	国道 45 号線沿い高架橋建設プロジェクト及び東海岸通り沿い高架橋建設プロジェクト	3-14
3.4.4	チェンナイ市踏切改良プロジェクト	3-14
3.5	コルカタ市橋梁補修及び交差点改良プロジェクト	3-17
3.5.1	はじめに	3-17
3.5.2	現地状況調査	3-17
3.5.3	概略検討実施の是非について	3-21
3.6	パトナ市新マハトマガンジー橋建設プロジェクト	3-22
3.6.1	はじめに	3-22
3.6.2	新マハトマガンジー橋建設の必要性	3-22
3.6.3	現地調査	3-26
3.6.4	概略検討実施の是非について	3-28
3.7	インド 国鉄西部鉄道における損傷橋梁	3-29
3.7.1	はじめに	3-29
3.7.2	ムンバイ市の損傷跨線橋	3-31
3.7.3	バドダーラ市の損傷跨線橋	3-43
3.7.4	ムンバイ市の損傷鉄道橋	3-47
3.7.5	ラトラム市の損傷鉄道橋	3-52
3.8	現地調査を経て検討対象として最終選定された案件	3-61
<b>4.</b>	<b>環境社会配慮</b>	<b>4-1</b>
4.1	はじめに	4-1
4.2	環境社会配慮関連法令	4-2
4.2.1	環境法（環境影響評価通達（2006、2009 及び 2012））	4-2
4.2.2	沿岸規制区域（沿岸規制区域通達（2011））	4-4
4.2.3	新土地収用法（2013）	4-4
4.2.4	地方政府による樹木伐採許可	4-4
4.2.5	その他環境社会配慮関連法規・体制の概要	4-5
4.3	主要な評価対象項目	4-6

4.4	JICA 環境社会配慮ガイドライン上のスクリーニング基準.....	4-7
<b>5.</b>	<b>損傷橋梁調査.....</b>	<b>5-1</b>
5.1	はじめに.....	5-1
5.2	非破壊検査について.....	5-2
5.2.1	検査項目.....	5-2
5.2.2	検査概要.....	5-2
5.2.3	「イ」国における非破壊検査実施の現状.....	5-3
5.3	非破壊検査の実施.....	5-4
5.4	バドダーラ跨線橋補修プロジェクトに対する今後の対応.....	5-5
<b>6.</b>	<b>適用可能な本邦最新技術.....</b>	<b>6-1</b>
6.1	はじめに.....	6-1
6.2	プロジェクトへの適用可能な最新技術.....	6-2
6.2.1	本邦最新技術抽出の方針について.....	6-2
6.2.2	プロジェクトの特色.....	6-2
6.2.3	プロジェクトに適用可能な最新技術一覧.....	6-2
<b>7.</b>	<b>交通需要予測と経済分析.....</b>	<b>7-1</b>
7.1	はじめに.....	7-1
7.2	交通量調査.....	7-2
7.2.1	はじめに.....	7-2
7.2.2	車両クラス.....	7-2
7.3	交通需要予測.....	7-3
7.3.1	はじめに.....	7-3
7.3.2	将来交通量の伸び率の推計.....	7-3
7.4	経済分析.....	7-8
7.4.1	はじめに.....	7-8
7.4.2	前提条件.....	7-8
7.4.3	事業便益算定.....	7-8
<b>8.</b>	<b>デリー市高架橋建設プロジェクトに関する検討.....</b>	<b>8-1</b>
8.1	はじめに.....	8-1
8.2	社会及び自然的特性.....	8-2
8.2.1	社会の状況.....	8-2
8.2.2	自然の状況.....	8-2
8.3	構造形式提案.....	8-3
8.3.1	はじめに.....	8-3
8.3.2	単路部（オーバーラップ区間）の検討.....	8-3
8.3.3	ジャンクション部の検討.....	8-5
8.3.4	適用可能な高架橋の新技术.....	8-12

8.3.5	全体工程計画.....	8-12
8.3.6	概算事業費の算出.....	8-14
8.4	交通量需要予測.....	8-15
8.4.1	交通量調査.....	8-15
8.4.2	調査対象区間の現状交通量.....	8-15
8.4.3	将来交通量.....	8-15
8.5	経済分析.....	8-17
8.5.1	はじめに.....	8-17
8.5.2	比較対象ケース.....	8-17
8.5.3	経済分析用プロジェクト実施スケジュール.....	8-17
8.5.4	事業コスト.....	8-18
8.5.5	費用便益分析.....	8-18
8.6	環境社会配慮.....	8-19
8.6.1	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.....	8-19
8.6.2	主な環境緩和の方策.....	8-21
<b>9.</b>	<b>バンガロール市高架橋建設プロジェクトに関する検討.....</b>	<b>9-1</b>
9.1	はじめに.....	9-1
9.2	社会及び自然的特性.....	9-2
9.2.1	社会の状況.....	9-2
9.2.2	自然の状況.....	9-2
9.3	構造形式提案.....	9-3
9.3.1	はじめに.....	9-3
9.3.2	単路部（東西回廊と南北回廊がオーバーラップする区間）の検討.....	9-3
9.3.3	ジャンクション部の検討.....	9-3
9.3.4	適用可能な高架橋の新技術.....	9-12
9.3.5	全体工程計画.....	9-13
9.3.6	概算事業費の算出.....	9-15
9.4	交通量需要予測.....	9-16
9.4.1	交通量調査.....	9-16
9.4.2	交通特性.....	9-16
9.4.3	調査対象区間の現状交通量.....	9-23
9.4.4	将来交通量.....	9-23
9.5	経済分析.....	9-25
9.5.1	はじめに.....	9-25
9.5.2	比較対象ケース.....	9-25
9.5.3	経済分析用プロジェクト実施スケジュール.....	9-25
9.5.4	事業コスト.....	9-26
9.5.5	費用便益分析.....	9-26
9.6	環境社会配慮.....	9-27

9.6.1	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.....	9-27
9.6.2	主な環境緩和の方策.....	9-29
<b>10.</b>	<b>チェンナイ市東海岸通り沿い高架橋建設プロジェクトに関する検討結果 .....</b>	<b>10-1</b>
10.1	はじめに.....	10-1
10.2	社会及び自然的特性.....	10-2
10.2.1	社会の状況.....	10-2
10.2.2	自然の状況.....	10-2
10.3	構造形式提案.....	10-3
10.3.1	はじめに.....	10-3
10.3.2	上部工形式.....	10-3
10.3.3	基礎工形式の検討.....	10-4
10.3.4	適用可能な高架橋の新技术.....	10-5
10.3.5	全体工程計画.....	10-5
10.3.6	概算事業費の算出.....	10-7
10.4	交通量需要予測.....	10-8
10.4.1	交通量調査.....	10-8
10.4.2	交通特性.....	10-8
10.4.3	調査対象区間の現状交通量.....	10-10
10.4.4	将来交通量.....	10-10
10.5	経済分析.....	10-12
10.5.1	はじめに.....	10-12
10.5.2	比較対象ケース.....	10-12
10.5.3	経済分析用プロジェクト実施スケジュール.....	10-12
10.5.4	事業コスト.....	10-13
10.5.5	費用便益分析.....	10-13
10.6	環境社会配慮.....	10-14
10.6.1	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....	10-14
10.6.2	主な環境緩和の方策.....	10-16
<b>11.</b>	<b>ムンバイ市跨線橋架替えプロジェクトに関する検討 .....</b>	<b>11-1</b>
11.1	はじめに.....	11-1
11.2	社会及び自然的特性.....	11-2
11.2.1	社会の状況.....	11-2
11.2.2	自然の状況.....	11-2
11.3	構造形式提案.....	11-4
11.3.1	はじめに.....	11-4
11.3.2	架替工事手法と手順の検討.....	11-5
11.3.3	適用可能な高架橋の新技术.....	11-12
11.3.4	全体工程計画.....	11-13

11.3.5	概算事業費の算出.....	11-14
11.4	交通量需要予測.....	11-15
11.4.1	交通量調査.....	11-15
11.4.2	交通特性.....	11-15
11.4.3	調査対象区間の現状交通量.....	11-19
11.4.4	将来交通量.....	11-20
11.5	経済分析.....	11-23
11.5.1	はじめに.....	11-23
11.5.2	比較対象ケース.....	11-23
11.5.3	経済分析用プロジェクト実施スケジュール.....	11-23
11.5.4	事業コスト.....	11-24
11.5.5	費用便益分析.....	11-24
11.6	環境社会配慮.....	11-25
11.6.1	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.....	11-25
11.6.2	主な環境緩和の方策.....	11-28
<b>12.</b>	<b>日本支援アプローチの提案.....</b>	<b>12-1</b>
12.1	提案構造物の推奨.....	12-1
12.1.1	提案構造物及び提案の妥当性.....	12-1
12.1.2	鋼構造に関する特記事項.....	12-2
12.2	資金スキームの概要.....	12-3
12.2.1	はじめに.....	12-3
12.2.2	日本の援助スキームの概要.....	12-3
12.2.3	民間資金等の活用.....	12-3
12.2.4	官民連携型（PPP）.....	12-4
12.3	日本支援の手法.....	12-7
12.3.1	資金スキームの提案.....	12-7
12.3.2	円借款取得の手順について.....	12-7
12.3.3	その他支援の提案.....	12-9
添付 1	デリー市高架橋建設プロジェクト説明資料	
添付 2	バンガロール市高架橋建設プロジェクト説明資料	
添付 3	チェンナイ市高架橋建設プロジェクト説明資料	
添付 4	パトナ市新マハトマガンジー橋建設プロジェクト説明資料	
添付 5	ムンバイ市跨線橋架替えプロジェクト説明資料	
添付 6	西部鉄道における損傷橋梁調査シート	
添付 7	デリー市高架橋建設プロジェクト関連受領資料	
添付 8	バンガロール市高架橋建設プロジェクト関連受領資料	



## 図一覧

	ページ
図 1.2.1 調査対象地域位置図 .....	1-2
図 1.3.1 調査実施フローチャート .....	1-4
図 2.1.1 組織図（道路交通省） .....	2-4
図 2.1.2 組織図（鉄道省） .....	2-7
図 2.1.3 組織図（都市開発省） .....	2-12
図 2.3.1 「イ」国における本邦企業所有拠点（州ごと） .....	2-21
図 2.3.2 「イ」国における本邦企業の裨益効果地域 .....	2-22
図 2.3.3 BIS 認証取得プロセス .....	2-23
図 3.2.1 デリー高架橋等建設プロジェクトの全体平面図 .....	3-2
図 3.2.2 南北回廊と東西回廊路線図 .....	3-3
図 3.2.3 2層構造 .....	3-4
図 3.2.4 6車線高架橋標準断面図 .....	3-4
図 3.2.5 ジャンクション A 予定地周辺の土地利用状況図 .....	3-5
図 3.3.1 バンガロール高架橋全体平面図 .....	3-7
図 3.3.2 調査対象区間位置図 .....	3-9
図 3.3.3 ジャンクション A 周辺の現状土地利用図 .....	3-10
図 3.3.4 ジャンクション B 周辺の現状土地利用図 .....	3-11
図 3.4.1 IT 回廊位置図 .....	3-13
図 3.4.2 踏切改良事業位置図 .....	3-16
図 3.5.1 対象橋梁位置図 .....	3-17
図 3.5.2 国道 34 号線交差点改良位置図 .....	3-19
図 3.5.3 国道 34 号線と 35 号線交差点改良位置図 .....	3-20
図 3.6.1 マハトマガンジー橋近傍の橋梁 .....	3-24
図 3.6.2 マハトマガンジー橋及び新規 4 橋梁位置図 .....	3-25
図 3.6.3 新マハトマガンジー橋位置図 .....	3-27
図 3.6.4 パトナ市側土地利用状況 .....	3-27
図 3.6.5 ハジプール側土地利用状況 .....	3-28
図 3.7.1 損傷橋梁位置図（ムンバイ） .....	3-30
図 3.7.2 損傷橋梁位置図（バドダーラ及びラトラム） .....	3-31
図 4.2.1 EIA 手続きフロー図 .....	4-3
図 5.2.1 非破壊検査 .....	5-2
図 6.2.1 最新技術抽出フロー .....	6-2
図 6.2.2 低空頭場所打ち杭工法適用概念図 .....	6-3
図 6.2.3 掘削機械概要 .....	6-3
図 6.2.4 回転鋼管杭打設概念図 .....	6-4
図 6.2.5 回転鋼管杭の写真（左：打設機械、右：回転鋼管杭の杭先） .....	6-4

図 6.2.6	PC ウェル基礎の概念図及び現場写真 .....	6-5
図 6.2.7	鋼管ソケット接合の概念図及び現場写真 .....	6-6
図 6.2.8	バイプレストレッシング工法概念図 .....	6-7
図 6.2.9	プレビーム桁製作順序図 .....	6-8
図 6.2.10	合成床版橋概念図 .....	6-9
図 6.2.11	合成床版概念図 .....	6-10
図 7.3.1	名目州別域内総生産（GSDP）年伸び率（基準年 2005 年） .....	7-4
図 7.3.2	実質州別域内総生産（GSDP）年伸び率（基準年 2005 年） .....	7-5
図 7.3.3	都市別自動車登録台数年伸び率 .....	7-6
図 7.3.4	国道延長年伸び率 .....	7-7
図 8.1.1	調査対象区間（二層構造区間およびジャンクション A） .....	8-1
図 8.2.1	プロジェクト対象と土地利用図（デリー市高架橋建設プロジェクト） .....	8-2
図 8.3.1	案 1 平面図 .....	8-6
図 8.3.2	案 1 の線形図 .....	8-7
図 8.3.3	案 1 の模型写真 .....	8-7
図 8.3.4	ジャンクション断面（断面①） .....	8-8
図 8.3.5	ジャンクション断面図（断面②） .....	8-8
図 8.3.6	案 2 平面図 .....	8-9
図 8.3.7	案 2 の線形図 .....	8-9
図 8.3.8	3 断面図 .....	8-10
図 8.3.9	4 断面図 .....	8-11
図 9.1.1	調査対象区間位置図 .....	9-1
図 9.2.1	プロジェクト対象位置と土地利用図（バンガロール市高架橋建設プロジェクト） .....	9-2
図 9.3.1	案 1 平面図 .....	9-4
図 9.3.2	北港ジャンクション写真（参考） .....	9-4
図 9.3.3	案 1 の線形図 .....	9-5
図 9.3.4	a 断面図 .....	9-6
図 9.3.5	b 断面図 .....	9-6
図 9.3.6	案 2 平面図 .....	9-7
図 9.3.7	案 2 の線形図 .....	9-8
図 9.3.8	c 断面図 .....	9-8
図 9.3.9	d 断面図 .....	9-9
図 9.3.10	ジャンクション B 平面図 .....	9-10
図 9.3.11	ジャンクション B 線形図 .....	9-11
図 9.3.12	e 断面図 .....	9-11
図 9.3.13	f 断面図 .....	9-12
図 9.4.1	交通量調査位置図（バンガロール市高架橋建設プロジェクト） .....	9-16
図 9.4.2	バンガロールにおける時間当たり交通量の推移 .....	9-20
図 9.4.3	バンガロールにおける車両構成 .....	9-22
図 10.1.1	東大通り位置図 .....	10-1

図 10.2.1	プロジェクト対象位置と土地利用図（チェンナイ市東海岸通り沿い高架橋建設プロジェクト） .....	10-2
図 10.3.1	現道平面図及び幅員 .....	10-3
図 10.3.2	車道配置図 .....	10-3
図 10.4.1	交通量調査位置図（チェンナイ市東海岸通り沿い高架橋建設プロジェクト） .....	10-8
図 10.4.2	チェンナイにおける時間当たり交通量の推移 .....	10-9
図 10.4.3	チェンナイにおける車両構成 .....	10-10
図 11.1.1	ムンバイ市における架替えを必要とする跨線橋 .....	11-1
図 11.2.1	プロジェクト対象位置と土地利用図（ムンバイ市跨線橋架替えプロジェクト） .....	11-3
図 11.3.1	2 主桁形式断面図 .....	11-4
図 11.3.2	一般的な I 桁/T 桁形式断面図 .....	11-4
図 11.3.3	タイプ 1 橋梁ステップ 1 概念図 .....	11-5
図 11.3.4	タイプ 1 橋梁ステップ 2 概念図 .....	11-6
図 11.3.5	タイプ 1 橋梁ステップ 3 概念図 .....	11-6
図 11.3.6	タイプ 1 橋梁ステップ 4 概念図 .....	11-7
図 11.3.7	タイプ 2 橋梁ステップ 1 概念図 .....	11-7
図 11.3.8	タイプ 2 橋梁ステップ 2 概念図 .....	11-8
図 11.3.9	タイプ 2 橋梁ステップ 3 概念図 .....	11-8
図 11.3.10	タイプ 2 橋梁ステップ 4 概念図 .....	11-9
図 11.3.11	タイプ 2 橋梁ステップ 5 概念図 .....	11-9
図 11.3.12	タイプ 2 橋梁ステップ 6 概念図 .....	11-10
図 11.3.13	桁高と支間長の相関図 .....	11-11
図 11.4.1	ムンバイにおける時間当たり交通量の推移 .....	11-18
図 11.4.2	ムンバイにおける車両構成 .....	11-19
図 12.2.1	公設型上下分離方式 .....	12-4
図 12.2.2	償還型上下分離方式 .....	12-4
図 12.2.3	PFI 方式（サービス購入型）による整備 .....	12-5
図 12.2.4	PFI 方式（独立採算型）による整備 .....	12-5
図 12.2.5	PFI 方式（混合型）による整備 .....	12-6
図 12.3.1	円借款供与に関する手順 .....	12-8

## 表一覧

	ページ
表 1.2.1 調査の目的 .....	1-2
表 1.3.1 調査全体スケジュール .....	1-5
表 1.3.2 第一次現地調査スケジュール .....	1-6
表 1.3.3 第二次現地調査スケジュール .....	1-7
表 1.3.4 第三次現地調査スケジュール .....	1-8
表 1.3.5 第四次現地調査スケジュール .....	1-9
表 2.1.1 関係機関協議一覧表（第一次現地調査） .....	2-1
表 2.1.2 関係機関協議一覧表（第二次現地調査） .....	2-2
表 2.1.3 関係機関協議一覧表（第三次現地調査） .....	2-3
表 2.1.4 関係機関協議一覧表（第四次現地調査） .....	2-3
表 2.1.5 鉄道省における管轄区分 .....	2-8
表 2.2.1 主要プロジェクト一覧表（世界銀行） .....	2-19
表 2.2.2 主要プロジェクト一覧表（アジア開発銀行） .....	2-20
表 2.3.1 ヒアリング実施企業 .....	2-21
表 3.2.1 デリー高架橋等建設プロジェクト提案路線リスト .....	3-3
表 3.3.1 バンガロール高架橋計画路線詳細 .....	3-8
表 3.4.1 将来交通需要予測結果（ピーク時間） .....	3-13
表 3.6.1 マハトマガンジー橋及び4新橋梁の竣工予定年度と交通量配分 .....	3-25
表 3.6.2 交通需要予測によるマハトマガンジー橋利用交通量 .....	3-26
表 3.7.1 損傷橋梁数及び架橋位置 .....	3-29
表 3.7.2 ムンバイ市において補修・補強が必要とされる跨線橋目視調査結果一覧 .....	3-32
表 3.7.3 跨線橋現地調査結果一覧 .....	3-43
表 3.7.4 鉄道橋現地調査結果一覧表 .....	3-48
表 3.7.5 鉄道橋現地調査結果一覧表 .....	3-52
表 3.8.1 情報収集結果 .....	3-61
表 4.2.1 環境影響評価カテゴリー区分（道路事業） .....	4-2
表 4.2.2 樹木伐採許可申請の手順 .....	4-5
表 4.2.3 環境関連法規一覧 .....	4-5
表 4.3.1 環境評価における主要項目及び選定理由 .....	4-6
表 4.4.1 JICA 環境社会配慮ガイドラインにおける環境カテゴリーの定義 .....	4-7
表 5.1.1 西部鉄道における非破壊検査対象橋梁 .....	5-1
表 6.1.1 概略検討実施するプロジェクト概要一覧 .....	6-1
表 6.2.1 最新技術一覧 .....	6-3
表 7.2.1 車両クラス分け .....	7-2
表 7.4.1 経済分析前提条件 .....	7-8
表 7.4.2 車両走行コスト（2014年次価格） .....	7-8

表 7.4.3	CPI (卸売価格指数) .....	7-9
表 7.4.4	車種別単位車両走行コスト (2016 年次価格) .....	7-9
表 7.4.5	単位車種別旅行時間コスト (2014 年次価格) .....	7-9
表 7.4.6	単位車種別旅行時間コスト (2016 年次価格) .....	7-10
表 7.4.7	車種別地域別旅行時間コスト (2016 年次価格) .....	7-10
表 8.2.1	デリー首都圏の人口 .....	8-2
表 8.3.1	橋脚構造比較表 .....	8-4
表 8.3.2	基礎形式比較表 .....	8-5
表 8.3.3	ジャンクション構造比較表 .....	8-11
表 8.3.4	適用可能な新技術 .....	8-12
表 8.3.5	デリー市高架橋建設事業全体工程表 .....	8-13
表 8.3.6	概算事業費 .....	8-14
表 8.4.1	現況交通量 (日交通量) (2016 年、デリー市高架橋建設プロジェクト) .....	8-15
表 8.4.2	交通需要予測 (2017~、デリー市高架橋建設プロジェクト) .....	8-16
表 8.5.1	比較対象ケース (デリー市高架橋建設プロジェクト) .....	8-17
表 8.5.2	プロジェクト実施スケジュール (デリー市高架橋建設プロジェクト) .....	8-17
表 8.5.3	事業コスト .....	8-18
表 8.5.4	費用便益分析結果 .....	8-18
表 8.6.1	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 (デリー市高架橋建設プロジェクト) (2016 年 10 月 5 日時点) .....	8-20
表 8.6.2	環境管理計画 (想定される緩和策) .....	8-21
表 9.2.1	カルナタカ州及びバンガロールの人口 .....	9-2
表 9.3.1	ジャンクション構造比較表 .....	9-9
表 9.3.2	適用可能な新技術 .....	9-12
表 9.3.3	バンガロール市高架橋建設事業全体工程表 .....	9-14
表 9.3.4	概算事業費 .....	9-15
表 9.4.1	交通量集計結果 .....	9-17
表 9.4.2	ピーク時交通量 .....	9-17
表 9.4.3	現況交通量 (日交通量) (2016 年、バンガロール市高架橋建設プロジェクト) .....	9-23
表 9.4.4	交通需要予測 (2017~、バンガロール市高架橋建設プロジェクト) .....	9-24
表 9.5.1	比較対象ケース (バンガロール市高架橋建設プロジェクト) .....	9-25
表 9.5.2	プロジェクト実施スケジュール (バンガロール市高架橋建設プロジェクト) .....	9-25
表 9.5.3	事業コスト .....	9-26
表 9.5.4	費用便益分析結果 .....	9-26
表 9.6.1	バンガロール市高架橋建設プロジェクト調査対象地 .....	9-27
表 9.6.2	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 (バンガロール市高架橋建設プロジェクト) (2016 年 10 月 5 日時点) .....	9-28
表 9.6.3	環境管理計画 (想定される緩和策) .....	9-29
表 10.2.1	タミルナド州及びチェンナイの人口 .....	10-2

表 10.3.1	基礎形式比較表 .....	10-4
表 10.3.2	適用可能な新技術 .....	10-5
表 10.3.3	チェンナイ市東海岸通り高架橋建設プロジェクト全体工程表.....	10-6
表 10.3.4	概算事業費 .....	10-7
表 10.4.1	交通量集計結果 .....	10-8
表 10.4.2	ピーク時交通量 .....	10-9
表 10.4.3	現況交通量（日交通量）（2016年、チェンナイ市東海岸通り沿い高架橋建設プロジェクト） .....	10-10
表 10.4.4	交通需要予測（2017～、チェンナイ市東海岸通り沿い高架橋建設プロジェクト） ..	10-11
表 10.5.1	比較対象ケース（チェンナイ市東海岸通り沿い高架橋建設プロジェクト） .....	10-12
表 10.5.2	プロジェクト実施スケジュール（With ケース）（チェンナイ市高架橋建設プロジェクト） .....	10-12
表 10.5.3	事業コスト .....	10-13
表 10.5.4	費用便益分析結果.....	10-13
表 10.6.1	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 （チェンナイ市東海岸通り沿い高架橋建設プロジェクト） （2016年10月5日時点） .....	10-15
表 10.6.2	環境管理計画（想定される緩和策） .....	10-16
表 11.2.1	マハラシュトラ州及ムンバイの人口 .....	11-2
表 11.3.1	ムンバイ市における架替えを必要とする跨線橋 .....	11-4
表 11.3.2	上部工形式比較表（1/2） .....	11-11
表 11.3.3	上部工形式比較表（2/2） .....	11-12
表 11.3.4	適用可能な新技術 .....	11-12
表 11.3.5	タイプ1 橋梁の全体工程計画 .....	11-13
表 11.3.6	タイプ2 橋梁の全体工程計画 .....	11-13
表 11.3.7	概算事業費 .....	11-14
表 11.4.1	交通量集計結果 .....	11-15
表 11.4.2	ピーク時交通量 .....	11-15
表 11.4.3	現況交通量（日交通量）（2016年、ムンバイ市跨線橋架替えプロジェクト） .....	11-19
表 11.4.4	交通需要予測（2017～、ムンバイ市跨線橋架替えプロジェクト 1/4） .....	11-20
表 11.4.5	交通需要予測（2017～、ムンバイ市跨線橋架替えプロジェクト 2/4） .....	11-21
表 11.4.6	交通需要予測（2017～、ムンバイ市跨線橋架替えプロジェクト 3/4） .....	11-21
表 11.4.7	交通需要予測（2017～、ムンバイ市跨線橋架替えプロジェクト 4/4） .....	11-22
表 11.5.1	比較対象ケース（ムンバイ市跨線橋架替えプロジェクト） .....	11-23
表 11.5.2	プロジェクト実施スケジュール（ムンバイ市跨線橋架替えプロジェクト） .....	11-23
表 11.5.3	事業コスト .....	11-24
表 11.5.4	費用便益分析結果 .....	11-24
表 11.6.1	ムンバイ市跨線橋架替えプロジェクトにおけるスクリーニング対象橋梁.....	11-25
表 11.6.2	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 （ムンバイ市跨線橋架替えプロジェクト）（2016年10月5日時点） .....	11-26

表 11.6.3	環境管理計画（想定されうる緩和策） .....	11-28
表 12.1.1	各プロジェクトにおける提案構造形式 .....	12-1
表 12.3.1	適用しえる資金スキーム一覧 .....	12-7
表 12.3.2	円借款取得スケジュール .....	12-7

## 略語集

略語	正式名称	日本語訳
AADT	Annual Average Daily Traffic volume	年平均日交通量
AH	Asian Highway	アジアハイウェイ
AUDA	Ahmedabad Urban Development Authority	アーメアバード都市開発機構
B/C	Benefit/Cost	社会費用便益比
BIS	Bureau of Indian Standard	インド標準化局
BOT	Built-Operate-Transfer	建設－運営－移転
BRT	Bus Rapid Transit	バス大量輸送システム
BTO	Built-Transfer-Operate	建設－移転－運営
CBIC	Chennai-Bengaluru Industrial Corridor	南部インド産業経済回廊
CFRP	Carbon Fiber Reinforce Plate	炭素繊維強化プラスチック
CPS	Country Partnership Strategy	カントリーパートナーシップ戦略
CPI	Consumer Price Index	卸売物価指数
CR	Central Railway	中部鉄道
CRRRI	Central Road Research Institute	道路中央研究所
CRZ	Coastal Regulation Zone	沿岸規制区域
DFR	Draft Final Report	最終報告書案
DMIC	Deli-Mumbai Industrial Corridor	デリー・ムンバイ産業大動脈
DPR	Detailed Project Report	詳細設計計画書
EAC	Environmental Appraisal Committee	環境審査会
EC	Environment Clearance	環境クリアランス
EIA	Environmental Impact Assessment	環境影響評価
EIRR	Economic Internal Rate of Return	経済的内部収益率
ENPV	Economic Net Present Value	経済的純現在価値
EPC	Engineering, Procurement and Construction	設計施工
ETC	Electronic Toll Collection	電子料金収受
FR	Final Report	最終報告書
GCC	Greater Chennai Corporation	大チェンナイ圏公社
GSDP	Gross State Domestic Product	域内総生産
IAHE	Indian Academy of Highway Engineers	道路技術者養成所
ICR	Inception Report	業務計画書
INR	Indian Rupee	インドルピー（通貨）
ITR	Interim Report	中間報告書



略語	正式名称	日本語訳
IRC	Indian Road Congress	インド道路委員会
JETRO	Japan External Trade Organization	日本貿易振興機構
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
JIS	Japanese Industrial Standards	日本工業規格
KRDC	Karnataka Road Development Corporation	カルナタカ道路開発公社
LC	Local Consultant	現地コンサルタント
MOR	Ministry of Railway	鉄道省
MORTH	Ministry of Road Transport and Highways	道路交通省
MOUD	Ministry of Urban Development	都市開発省
NH	National Highway	国道
NHAI	National Highways Authority of India	国道局
NWR	North Western Railway	北西部鉄道
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
O/M	Operation / Management	運営・維持管理
PC	Prestressed Concrete	プレストレスト・コンクリート
PCU	Passenger Car Unit	乗用車換算台数
PFI	Private Finance Initiative	民間資金活用方式
PHF	Peak Hour Factor	ピーク時間係数
PPP	Public Private Partnership	官民連携手法
PRIDeC	Peninsular Region Industrial Development Corridor	(南部) 半島地域産業開発回廊
PWD	Public Works Development	公共事業局
QBS	Quality Based Selection	技術評価方式
QCBS	Quality and Cost Based Selection	技術・価格評価方式
RC	Reinforced Concrete	鉄筋コンクリート
ROB	Road Over Bridge	跨線橋
SEAC	South East Asia Command	環境権者
SPC	Specific Purpose Company	特別目的会社
STEP	Special Terms for Economic Partnership	本邦技術活用条件
THM	Tamil Nadu State Highways & Minor Ports Department	タミルナド州 道路及び小規模湾岸局
TNRDC	Tamil Nadu Road Development Company	タミルナド開発公社
TTC	Travel Time Cost	旅行時間コスト
VOC	Vehicle Operation Cost	車両走行コスト
WR	Western Railway	西部鉄道

## 1. 業務の概要

### 1.1 調査の背景

インド国（以下「イ」国）の道路および鉄道は、国内物流の大部分を支える重要な輸送手段である。

道路交通量は 1950 年以降、年率 9.1% のペースで増加しており、「イ」国は、現在、大規模な国道開発計画を策定し、国道の改良、高速道路網の構築などを進めているが、道路整備が道路交通量の増加に追いついていない状況である。デリーやムンバイ等の大都市では、慢性的に交通渋滞が発生しており、フライオーバー等の整備が必要であるが、長期間の通行制限を伴う高架橋建設は難しい状況である。また、既存橋梁については、多数の重大損傷が見つかり、老朽化した橋梁の点検および補修・補強が深刻な課題である。しかしながら、橋梁の補修・補強は高度な技術力と豊富な経験が必要なこともあり、計画策定と実施が進んでいない。

他方、鉄道については、現時点の営業キロは約 64,000 キロに達しており、さらに延伸や複線化等の工事が進められている状況である。しかし、既存鉄道橋についても、道路橋と同様の課題が見受けられており、車両の速度制限をしながら使用している橋梁が存在する。

「イ」国側からは日本の優れた技術力と豊富な経験を活かし、損傷橋梁の補修・補強支援を実施してほしいという強い要望が寄せられている。加えて、これまで「イ」国ではほとんど施工実績のない交通渋滞の激しい大都市内での工事期間中の通行制限を最小限に抑えられる急速施工による高架橋建設についても、強い要望が寄せられている。

以上の背景から、橋梁については隣接地への新規架橋を含めた対応策、特に、大都市内の渋滞の激しい箇所の高架橋は、急速施工を用いた対応策を整理・確認することで、円借款を念頭に技術協力・無償資金協力も考慮しつつ、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

本調査の目的について、以下の表 1.2.1 に示す。また、調査対象地域の位置図について、図 1.2.1 に示す。

表 1.2.1 調査の目的

案件名	インド国橋梁・高架橋に係る情報収集・確認調査
調査目的	「イ」国における道路橋、鉄道橋及び道路・鉄道併用橋の実態を把握すると同時に、大都市内での急速施工による高架橋建設の可能性を調査することで、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・高架橋の選定を含めて貴機構の支援アプローチおよびその組み合わせを検討する。
調査対象地域	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 橋梁補修に関しては、デリー・ムンバイ産業大動脈および南部インド産業経済回廊に属する州（ウッタルプラデシュ州、ハリヤナ州、ラジャスタン州、グジャラート州、マディヤプラデシュ州、マハラシュトラ州、タミルナド州、カルナタカ州、アンドラプラデシュ州）を対象とする。</li> <li>➢ 高架橋に関しては、デリー、ムンバイ、バンガロール、アーメダバード、コルカタ、チェンナイ等の大都市を対象とする。</li> </ul>
相手国実施機関	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 道路交通省（Ministry of Road Transport and Highways : MORTH）</li> <li>➢ 鉄道省（Ministry of Railway : MOR）</li> <li>➢ 都市開発省（Ministry of Urban Development : MOUD）</li> <li>➢ 州政府（State Government）</li> </ul>



出典：JICA 調査団

図 1.2.1 調査対象地域位置図

## 1.3 調査のスケジュール

### 1.3.1 調査実施フローチャート

本調査の実施フローチャートを以下の図 1.3.1 に示す。

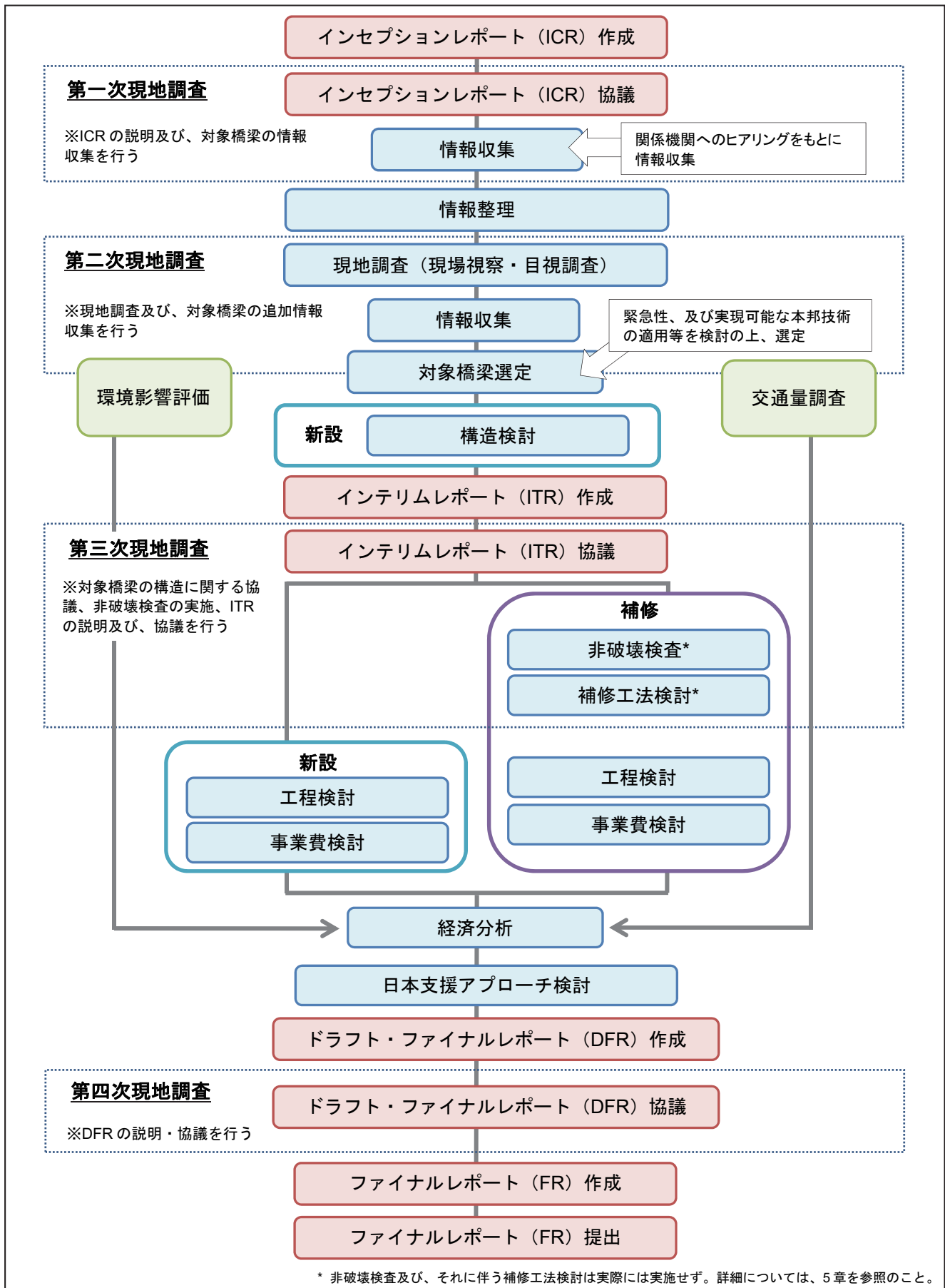


図 1.3.1 調査実施フローチャート

### 1.3.2 全体スケジュール

本調査業務の全体スケジュールを以下の表 1.3.1 に示す。調査期間は 2016 年 3 月～2017 年 1 月である。

表 1.3.1 調査全体スケジュール

調査業務内容	2016											2017
	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	
インセプションレポートの作成	■											
<u>第一次現地調査</u> インセプションレポートの説明、及び対象橋梁に関する情報収集		■										
収集情報の整理		■	■									
<u>第二次現地調査</u> 対象橋梁の現地調査、追加情報収集				■	■							
対象橋梁（新設・補修）の選定					■							
交通量調査					■	■						
環境影響評価				■	■	■						
対象橋梁（新設）の構造検討					■	■						
インテリムレポートの作成					■	■						
<u>第三次現地調査</u> 対象橋梁の構造に関する協議、非破壊検査の実施、インテリムレポートの説明及び、協議							■					
対象橋梁（新設・補修）の工程検討・事業費検討								■				
対象橋梁の経済分析の実施								■	■			
日本支援アプローチの検討								■	■			
ドラフト・ファイナルレポートの作成								■	■			
<u>第四次現地調査</u> ドラフト・ファイナルレポートの説明・協議										■		
ファイナルレポートの作成・提出										■	■	

### 1.3.3 第一次現地調査

インセプションレポートの説明及び対象橋梁の情報収集のため、第一次現地調査（2016年3月30日～4月15日）を実施した。第1次現地調査のスケジュールを表1.3.2に示す。

表 1.3.2 第一次現地調査スケジュール

日付		スケジュール
3月30日	水	到着
3月31日	木	JICAとの打合せ
4月1日	金	道路交通省、鉄道省との打合せ
4月2日	土	データ整理
4月3日	日	データ整理
4月4日	月	道路交通省との打合せ
4月5日	火	道路交通省、都市開発省との打合せ
4月6日	水	北西部鉄道との打合せ
4月7日	木	ムンバイへ移動 マハラシュトラ州 公共事業局との打合せ 西部鉄道、中部鉄道との打合せ
4月8日	金	データ整理
4月9日	土	デリーへ移動
4月10日	日	データ整理
4月11日	月	データ収集
4月12日	火	アーメダバードへ移動 グジャラート州 公共事業局との打合せ アーメダバード都市開発公社との打合せ バンガロールへ移動
4月13日	水	カルナタカ道路開発公社との打合せ デリーへ移動
4月14日	木	デリー市公共事業局との打合せ JICAとの打合せ
4月15日	金	帰国

### 1.3.4 第二次現地調査

第一次現地調査の結果、抽出された橋梁の現地調査（現場視察、及び目視調査）及び追加情報収集のため、第二次現地調査（2016年5月22日～6月24日）を実施した。第二次現地調査のスケジュールを表1.3.3に示す。

表 1.3.3 第二次現地調査スケジュール

日付		スケジュール	
		チーム 1	チーム 2
5月22日	日	到着	
5月23日	月	JICA との打合せ	
5月24日	火	鉄道省との打合せ	
5月25日	水	チェンナイへ移動	
5月26日	木	タミルナド道路開発公社との打合せ	
5月27日	金	チェンナイ現地調査	
5月28日	土	デリーへ移動	
5月29日	日	データ整理	
5月30日	月	バンガロールへ移動 バンガロール現地調査	
5月31日	火	現地コンサルタントとの打合せ バンガロール現地調査	
6月1日	水	デリーへ移動	
6月2日	木	デリー市公共事業局との打合せ デリー現地調査	
6月3日	金	デリー現地調査	
6月4日	土	データ整理	
6月5日	日	ムンバイへ移動	
6月6日	月	西部鉄道との打合せ	
6月7日	火	ムンバイ現地調査	
6月8日	水	ムンバイ現地調査	
6月9日	木	ムンバイ現地調査	
6月10日	金	デリーへ移動	ムンバイ現地調査
6月11日	土	データ整理	データ整理
6月12日	日	データ整理	バドダーラへ移動
6月13日	月	データ整理	バドダーラ現地調査
6月14日	火	データ整理	バドダーラ現地調査
6月15日	水	コルカタへ移動	バドダーラ現地調査
6月16日	木	道路交通省 との打合せ	デリーへ移動
6月17日	金	コルカタ現地調査	データ整理
6月18日	土	チェンナイへの移動	データ整理
6月19日	日	データ整理	データ整理
6月20日	月	大チェンナイ圏公社 との打合せ	データ整理
6月21日	火	タミルナド州 道路及び小規模湾岸局課 との打合せ	データ整理
6月22日	水	チェンナイ現地調査 デリーへ移動	データ整理
6月23日	木	データ整理	
6月24日	金	JICA との打合せ	
6月25日	土	帰国	



### 1.3.5 第三次現地調査

第二次調査を経て、選定された橋梁に対する橋梁構造検討結果の提案・協議及び橋梁損傷調査（非破壊検査）の実施のため、第三次現地調査（2016年8月8日～8月27日）を実施した。第三次現地調査のスケジュールを以下の表 1.3.4 に示す。

表 1.3.4 第三次現地調査スケジュール

日付		スケジュール
8月15日	月	到着
8月16日	火	JICA との打合せ デリー市公共事業局との打合せ
8月17日	水	鉄道省との打合せ
8月18日	木	データ整理
8月19日	金	道路交通省、鉄道省との打合せ
8月20日	土	データ整理
8月21日	日	データ整理
8月22日	月	JICA との打合せ
8月23日	火	データ整理
8月24日	水	バンガロールへ移動 現地コンサルタントとの打合せ
8月25日	木	デリーへ移動
8月26日	金	データ整理
8月27日	土	パトナへ移動 マハトマガンジー橋調査 デリーへ移動
8月28日	日	データ整理
8月29日	月	データ整理
8月30日	火	道路交通省（道路技術者養成所）との打合せ
8月31日	水	データ整理
9月1日	木	データ整理
9月2日	金	JICA との打合せ
9月3日	土	帰国

### 1.3.6 第四次現地調査

ドラフト・ファイナルレポートの説明・協議のため、第四次現地調査（2016年10月12日～10月21日）を実施した。第四次現地調査スケジュールを以下の表 1.3.5 に示す。

表 1.3.5 第四次現地調査スケジュール

日付		スケジュール
10月12日	水	到着
10月13日	木	JICAとの打合せ
10月14日	金	デリー市公共事業局との打合せ
10月15日	土	データ整理
10月16日	日	チェンナイへ移動
10月17日	月	タミルナド州 道路及び小規模湾岸局との打ち合わせ
10月18日	火	バンガロールへ移動
10月19日	水	現地コンサルタントとの打ち合わせ デリーへ移動
10月20日	木	JICAとの打ち合わせ
10月21日	金	帰国

## 2. 関係機関との協議およびヒアリング

### 2.1 関係機関との協議およびヒアリング

「イ」国における橋梁・高架橋の建設及び維持管理を実施する組織において、本調査の対象となる機関は以下である。各機関の管轄する道路橋及び鉄道橋の補修・補強、及び高架橋の新規建設における本邦技術適用の可能性を探り、対象橋梁抽出を目的として、各機関へのヒアリングを実施した。

- 道路交通省（Ministry of Road Transport and Highways : MORTH）
- 鉄道省（Ministry of Railway : MOR）
- 都市開発省（Ministry of Urban Development : MOUD）
- 州政府（State Government）

各関係機関との協議一覧について、第一次現地調査時の協議は表 2.1.1、第二次現地調査時の協議は表 2.1.2、第三次現地調査時の協議は表 2.1.3、第四次現地調査時の協議は表 2.1.4 にそれぞれ示す。

また、それぞれの協議内容については後述する。

表 2.1.1 関係機関協議一覧表（第一次現地調査）

日付	協議先	都市	名前（役職）	協議概要
4月1日	鉄道省	デリー	Mr. M. K. Srivastava (Executive Director) Mr. S. K. Srivastva (Director Civil Engineer)	- プロジェクト概要の説明 - 候補鉄道橋の情報収集
4月1日	道路交通省	デリー	Mr. B. K. Shinha (Chief Engineer)	- プロジェクト概要の説明 - 候補橋梁、及び高架橋計画の情報収集
4月4日	道路交通省	デリー	Mr. V. Kaul (Chief Engineer of Bridge)	- プロジェクト概要の説明 - 候補橋梁、及び高架橋計画の情報収集
4月5日	都市開発省	デリー	Mr. M. K. Sinha (Executive Director Civil Engineer) Mr. R. K. Singh (Director)	- プロジェクト概要の説明 - 調査対象州及び調査対象都市の候補高架橋の情報収集
4月5日	道路交通省	ノイダ	Mr. S. K. Nirmal (Chief Engineer)	- プロジェクト概要の説明 - 候補橋梁、及び高架橋計画の情報収集
4月6日	北西部鉄道	ジャイプール	Mr. Kalra (Chief Engineer)	- プロジェクト概要の説明 - 管轄区域内における候補鉄道橋の情報収集
4月7日	マハラシュトラ州公共事業局	ムンバイ	Mr. S. B. Tamsekar (Secretary)	- プロジェクト概要の説明 - ムンバイにおける候補橋梁の情報収集
4月7日	中部鉄道	ムンバイ	Mr. R. C. Thakur (Chief Bridge Engineer)	- プロジェクト概要の説明 - 管轄区域内における候補鉄道橋の情報収集

日付	協議先	都市	名前（役職）	協議概要
4月7日	西部鉄道	ムンバイ	Mr. J. P. Verma (Chief Bridge Engineer) Mr. A. K. Dy (Deputy Bridge Engineer)	- プロジェクト概要の説明 - 管轄区域内における候補鉄道橋の情報収集
4月12日	グジャラート州公共事業局	アーメダバード	Mr. S. B. Vasana (Chief Engineer)	- プロジェクト概要の説明 - アーメダバードにおける候補橋梁の情報収集
4月12日	アーメダバード都市開発公社	アーメダバード	Mr. S. K. Patel (Superintending Engineer)	- プロジェクト概要の説明 - アーメダバード中心市街地における候補橋梁の情報収集
4月13日	カルナタカ道路開発公社	バンガロール	K. S. Krishna Reddy (Managing Director)	- プロジェクト概要の説明 - バンガロールにおける候補橋梁の情報収集
4月14日	デリー市公共事業局	デリー	Mr. S. K. Srivastava (Engineer-in-Chief) Mr. M. Amitabh (Chief Project Manager)	- プロジェクト概要の説明 - デリーにおける候補橋梁、及び高架橋計画の情報収集

表 2.1.2 関係機関協議一覧表（第二次現地調査）

日付	協議先	都市	名前（役職）	協議概要
5月24日	鉄道省	デリー	Mr. S. C. Jain (Executive Director / Chief Engineer)	- 西部鉄道により管理されている橋梁に対する調査作業の確認
5月26日	タミルナド道路開発公社	チェンナイ	Mr. Y. R. Balaji (Chief General Manager)	- プロジェクト概要の説明 - チェンナイにおける高架橋跨道橋の建設計画の情報収集
5月31日	現地コンサルタント	バンガロール	Mr. Rathnakara Reddy (Managing Director)	- 現地コンサルタントによって提案された高架路線プロジェクトの概要説明 - 適用可能な本邦技術に関する意見交換
6月2日	デリー市公共事業局	デリー	Mr. Deepak Gupta (Chief Engineer)	- 提案されたデリー高架橋プロジェクトの概要説明
6月3日				- プロジェクト詳細の情報収集 - デリーにおける現況調査エリアの提案 - 現地踏査
6月6日	西部鉄道	ムンバイ	Mr. K. C. Swami (Chief Bridge Engineer) Mr. Meena (Divisional Engineer)	- 損傷橋梁の情報収集 - 損傷橋梁への現況目視調査実施の確認
6月16日	道路交通省	コルカタ	Mr. Vivek Jaiswal (Superintending Engineer)	- コルカタにおいて実施されているフライオーバー計画の損傷橋梁と交差点計画の情報収集
6月20日	大チェンナイ圏公社	チェンナイ	Mr. Cnandramohan (Commissioner) Mr. K. S. Kandasamy (Dupty Commissioner)	- プロジェクト概要の説明 - チェンナイにおける高架橋プロジェクト計画の情報収集
6月21日	タミルナド州（道路及び小規模湾岸局）	チェンナイ	Dr. Rajeev Ranjan (Additional Chief Secretary)	- プロジェクト概要の説明 - チェンナイにおける高架橋プロジェクト計画の情報収集

表 2.1.3 関係機関協議一覧表（第三次現地調査）

日付	協議先	都市	名前（役職）	協議概要
8月16日	デリー市 公共事業局	デリー	Mr. Sarvagya Srivastava (Engineer- in-chief / Principal Secretary) Mr. P. K. Parmar (Chief Engineer)	- 東西路線・南北路線における本邦技術を使用した構造の概略説明
8月17日	鉄道省	デリー	Mr. A. K. Singhal, (Executive Director (B&S))	- 第二次現地調査によって抽出された対象橋梁に対する非破壊検査実施許可の要請
8月19日	道路交通省	デリー	Mr. A. D. James (Deputy Secretary) Mr. B. K. Sinha, (Chief Engineer)	- ビハール州コシ河橋及び新マハトマガンジー橋に関する協議
8月24日	現地 コンサルタント	バンガロール	Mr. Rajasekhara Reddy L. P. (Associate Director)	- バンガロール高架橋路線に対する構造提案の説明
8月26日	鉄道省	デリー	Mr. A. K. Singhal (Executive Director)	- 非破壊検査に伴う承諾書・許可書の交付依頼・協議
8月30日	道路交通省 (道路技術者 養成所)	ノイダ	Mr. V. L. Patankar (Director) Mr. S. K. Nirmal (Chief Engineer)	- 新マハトマガンジー橋に関する情報収集及び適用可能な本邦技術に関する意見交換

表 2.1.4 関係機関協議一覧表（第四次現地調査）

日付	協議先	都市	名前（役職）	協議概要
10月14日	デリー市公共事業局	デリー	Mr. Sarvagya Kr. Srivastava (Engineer-in-Chief/ Principal Secretary) Mr. P. K. Parmar (Chief Project Manager)	- デリーにおける高架橋の構造形式の提案・説明 - 今後の日本支援の方向性についての協議
10月17日	タミルナド州 (道路及び小規模湾岸局)	チェンナイ	Mr. R. Baskaran (Chief Engineer Metro, Highway Department) Mr. A. Premnaty (Superintendent Engineer)	- チェンナイにおける高架橋の構造形式の提案を説明。 - 今後の日本支援の方向性についての協議
10月19日	現地コンサルタント	バンガロール	Mr. B.G.P. Reddy (Associate Director)	- バンガロールにおける高架橋の構造形式の提案を説明。 - 今後の日本支援の方向性についての協議

下記に各機関の概要およびヒアリング結果の詳細を示す。

### 2.1.1 道路交通省（MORTH）

#### (1) 組織概要

道路交通省は、「イ」国における国道の開発、維持管理を目的に主に以下の役割を担っている。

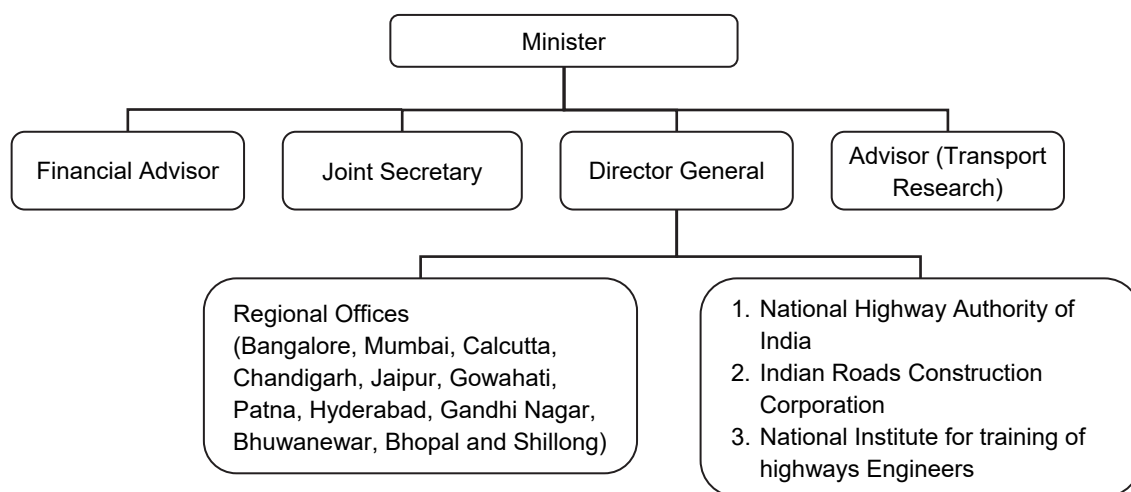
- 国道に関する計画、建設、及び維持管理

- 各州政府に対して、州道路の建設、維持管理に対する技術的、経済的支援
- 道路、及び橋梁の標準、基準の普及
- 道路、及び橋梁に関する技術知識の普及

実際の国道の建設、維持管理の業務に関しては、1988年にインド国道法（National Highways Authority of India Act）に基づき設置された国道局（National Highways Authority of India：NHAI）が、同省から委託される形で行っている。

また、同省は高速道路技術者の養成のための道路技術者養成所（Indian Academy of Highway Engineers：IAHE）の運営も担っている。

以下の図 2.1.1 に道路交通省の組織図を示す。



出典：道路交通省

図 2.1.1 組織図（道路交通省）

## (2) 道路交通省との協議

道路交通省との協議概要を以下に示す。同省との協議は、橋梁の新設、及び補修・補強における本邦技術を紹介し、その技術を適用し得る対象橋梁の抽出を目的として、本調査期間中、計 5 回実施された。

### 【第一次現地調査時】

#### 1) 道路交通省との協議：2016年4月1日

日付	2016年4月1日
場所	道路交通省（MORTH）、デリー
出席者	Mr. B. K. Shinha (Chief Engineer) 篠崎敏明氏、Mr. Anurag Sinha (JICA インド事務所) 小西知行、向山辰夫、大春宏一郎、北原慶子、Gopal Das Garg (JICA 調査団)
協議内容	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 本案件の説明。(JICA)</li> <li>- 本案件のコンポーネントについての説明。(JICA 調査団)</li> <li>- マハラシュトラ州、グジャラート州を対象地として希望する。詳細は橋梁チーフエンジニアに確認されたい。(MORTH)</li> <li>- 最新の損傷橋梁リストについても橋梁チーフエンジニアに確認されたい。(MORTH)</li> </ul>

2) 道路交通省との協議：2016年4月4日

日付	2016年4月4日
場所	道路交通省（MORTH）、デリー
出席者	Mr. Verinder Kaul (Chief Engineer of Bridge (Goa, Maharashtra, Gujarat, Karnataka)) 篠崎敏明氏、Mr. Anurag Sinha（JICA インド事務所） 小西知行、向山辰夫、大春宏一郎、北原慶子、Gopal Das Garg（JICA 調査団）
協議内容	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 本案件の説明。（JICA）</li> <li>- 本案件のコンポーネントについての説明（JICA 調査団）</li> <li>- 前回の調査（橋梁セクターに係る情報収集・確認調査、2014年4月）で抽出された対象橋梁は、規模が小さく円借款の適用が難しかった。（MORTH）</li> <li>- カルナタカ州の17号線橋梁は現在、コンセッション契約が成立した。（MORTH）</li> <li>- ゴア州のポリム橋は対象橋梁として可能性があるが、現在、補修工事を実施中である。（MORTH）</li> </ul>

3) 道路交通省との協議：2016年4月5日

日付	2016年4月5日
場所	道路交通省（MORTH）、ノイダ
出席者	Mr. Sanjay K. Nirmal (Chief Engineer) 篠崎敏明氏（JICA インド事務所） 小西知行、向山辰夫、大春宏一郎、北原慶子、Gopal Das Garg（JICA 調査団）
協議内容	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 本案件の説明。（JICA）</li> <li>- 本案件のコンポーネントについての説明（JICA 調査団）</li> <li>- 全国の橋梁調査を現地コンサルタントへ委託しており、6月に開始予定である。一次データの収集、優先補修対象リスト作成に3~4ヶ月程かかる見込みである。最終的にすべてのデータが完成するまでには3年程かかる予定である。このため、この調査結果を待たずして損傷橋梁リストを提供することはできない。（MORTH）</li> <li>- 優先補修対象リストを完成時点で共有して頂きたい。（JICA 調査団）</li> </ul>

【第二次現地調査時】

1) 道路交通省との協議：2016年6月16日

日付	2016年6月16日
場所	道路交通省（MORTH）コルカタ事務所、コルカタ
出席者	Mr. Vivek Jaiswal (Superintending Engineer) 小西知行、大春宏一郎、Gopal Das Garg（JICA 調査団）
協議内容	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 本案件のコンポーネントについての説明。（JICA 調査団）</li> <li>- 国道34号線沿いの損傷橋梁について、調査を依頼したい。（MORTH）</li> <li>- 渋滞解消を目的に国道34号線沿いにフライオーバーを新規で建設する計画があり、ローカルコンサルタントがフィージビリティスタディを実施中である。</li> <li>- また、上記の計画に追加して、国道34号線と35号線の交差点において、フライオーバーを建設する計画がある。これらについて、調査を依頼したい。（MORTH）</li> <li>- 目視調査を実施した上で、本件の対象とする場合は、改めて協力を依頼する。（JICA 調査団）</li> </ul>

【第三次現地調査時】

1) 道路交通省との協議：2016年8月19日

日付	2016年8月19日
場所	道路交通省（MORTH）、デリー
出席者	Mr. B. K. Shinha (Chief Engineer) 篠崎敏明氏、Mr. Anurag Sinha（JICA インド事務所） 小西知行、Punit Lal Mahto（JICA 調査団）
協議内容	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ビハール州コシ橋の調査要請が MORTH より日本側に挙げられてきた背景を受け、コシ橋における橋梁計画についての協議を行った。（JICA 調査団）</li> <li>- コシ橋の計画位置は現在ミッシングリンクであり緊急性が高い。このため、既に「イ」国側で本橋梁のドラフト・ファイナルレポート作成を現地コンサルタントにより開始した。（MORTH）</li> <li>- 新マハトマガンジー橋の建設を検討しており、調査の実施を依頼したい。（MORTH）</li> <li>- 新マハトマガンジー橋の調査の実施について合意した。（JICA 調査団）</li> </ul>

2) 道路交通省との協議：2016年8月30日

日付	2016年8月30日
場所	道路交通省 (MORTH)、ノイダ
出席者	Mr. V. L. Patankar (Director) Mr. Sanjay K. Nirmal (Chief Engineer) Mr. Anurag Shinha (JICA インド事務所) 小西知行、大春宏一郎、Punit Lal Mahto (JICA 調査団)
協議内容	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 新マハトマガンジー橋の準備調査は道路交通省の予算下ですでに開始しており、民間コンサルタント会社がドラフト・ファイナルレポートの作成を進めている。現在の進捗については、以下の通りである。(MORTH) <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 新しい線形は、現在のマハトマガンジー橋から上流へ 35m の位置になることが決定している。地形調査の結果を踏まえて、多少の変更が見込まれる。</li> <li>・ 地質調査も既に開始されている。</li> <li>・ 橋梁の形式は現在検討中である。規模については、4車線、全長 240m を予定している。</li> </ul> </li> <li>- 新マハトマガンジー橋に対する橋梁形式案を提案し、合わせて今後の本邦援助の可能性について協議を行った。（JICA 調査団）</li> </ul>

2.1.2 鉄道省 (MOR)

(1) 組織概要

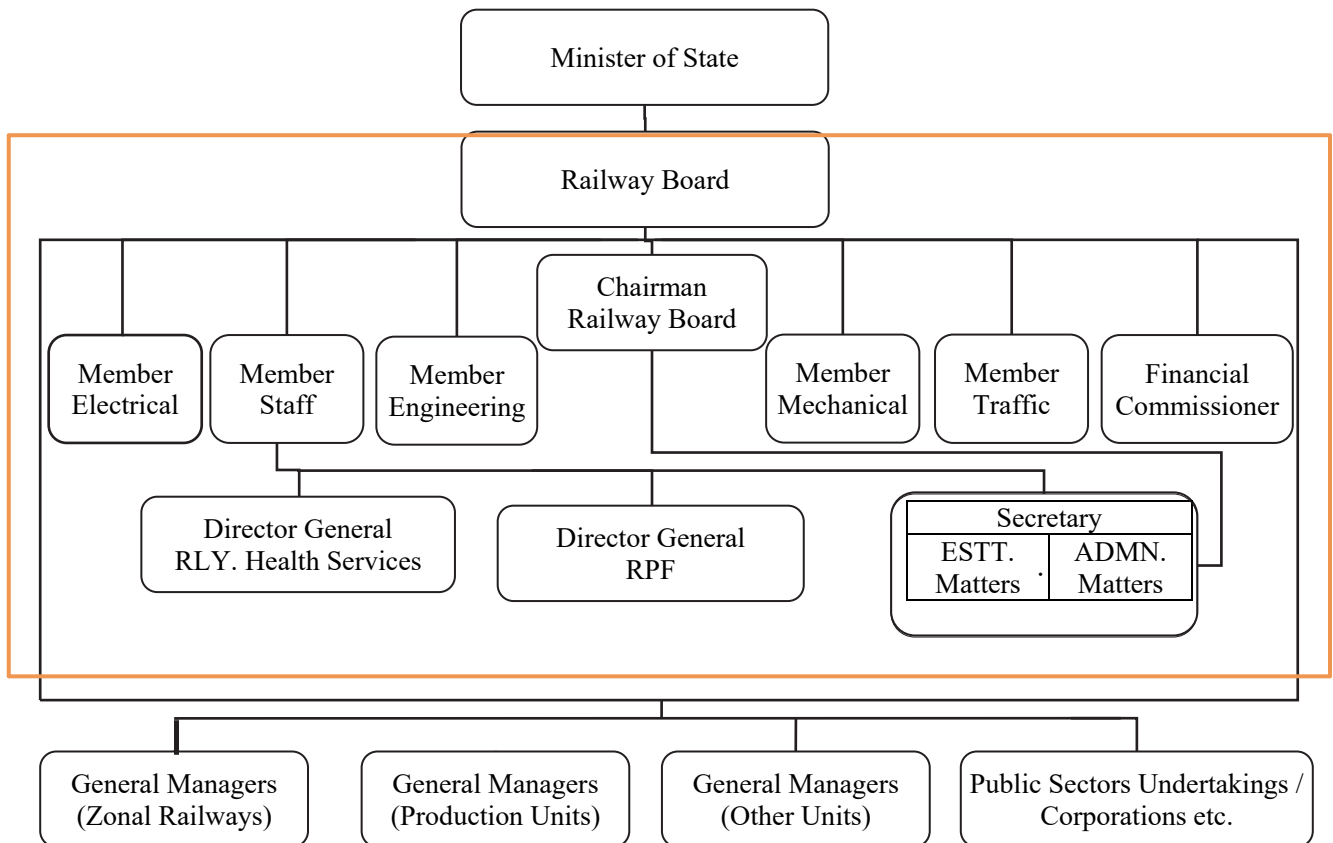
鉄道省は「イ」国の鉄道輸送に関する責務を担っている。同省が管轄するインド国鉄の鉄道網は総延長約 60,000km キロに及び、約 12,000 台の旅客列車と約 7,000 台の貨物列車を有し、毎日約 19,000 台の列車を運行している。

また、鉄道省は以下の 6 つの事業体を有している。

- ① Rail India Technical & Economic Services Limited (RITES)
- ② Indian Railway Construction International Limited (IRCON)
- ③ Indian Railway Finance Corporation Limited (IRFC)



- ④ Container Corporation of India Limited (CONCOR)
- ⑤ Konkan Railway Corporation Limited (KRCL)
- ⑥ Indian Railway Catering & Tourism Corporation Ltd (IRCTC)
- ⑦ Railtel Corporation of India Ltd. (Rail Tel)
- ⑧ Mumbai Rail Vikas Nigam Ltd. (MRVNL)
- ⑨ Rail Vikas Nigam Ltd. (RVNL)



出典：鉄道省

図 2.1.2 組織図（鉄道省）

また、インド国鉄は全国を以下の 16 の地区（Zone Railway）に分割して管理している。

表 2.1.5 鉄道省における管轄区分

No.	鉄道組織	本部拠点	区分（都市名）
1	北部鉄道	デリー	デリー、アンバラ、フィールズプル、ラクナウ NR、ムラーダバード
2	北東部鉄道	ゴーラクプル	イザットナガー、ラクナウ NER、パラナシ
3	北東地方部鉄道	グワーハーティ	アリパーダー、カティハル、ランギヤ、ルムディン グ、ティンスキア
4	東部鉄道	コルカタ	ハウラー、シールダ、アサンソル、マルダ
5	南東部鉄道	コルカタ	アードラ、チャクラダープー、カラグプル、ランチー
6	南中部鉄道	シカンダラバード	シカンダラバード、ハイデラバード、ヴィジャヤワー ダ、グンタカル、グントゥール、ナンデード
7	南部鉄道	チェンナイ	チェンナイ、ティルチラーパッリ、マドゥライ、パル ガート、セイラム、ティルヴァナンタプラム
8	中部鉄道	ムンバイ	ムンバイ WR、プサワル、プネ、ソーラープル、ナー グプル
9	西部鉄道	ムンバイ	ムンバイ、ラトラム、アーメダバード、ラージコー ト、バーヴナガル、バドダーラ
10	南西部鉄道	フブリ	フブリ、バンガロール、マイソール
11	北西部鉄道	ジャイプール	ジャイプール、アジュメール、ビーカーネル、ジョード プル
12	西中部鉄道	ジャバルプル	ジャバルプル、ボーパール、コタ
13	北中部鉄道	アラハバード	アラハバード、アーグラ、ジャンシー
14	南東中部鉄道	ビラースプル	ビラースプル、ライプル、ナーグプル SEC
15	東岸部鉄道	プバネーシュワル	カータ・ロード、サンバルプル、ワルタール
16	東中部鉄道	ハジプール	ダナプル、ダンバード、ムガルサライ、サマスティブ ル、ソンプル
17	コンカン鉄道	CBD ペラプール ナビムンバイ	カルワル、ラトナギリ

出典：鉄道省

## (2) 鉄道省との協議

鉄道省との協議概要を以下に示す。同省との協議は、本線橋及び跨線橋の補修・補強における本邦技術を紹介し、その技術を適用し得る対象橋梁の抽出を目的として、計6回実施された。

【第一次現地調査時】

1) 鉄道省との協議：2016年4月1日

日付	2016年4月1日
場所	鉄道省（MOR）、デリー
出席者	Mr. Manoj Kumar Srivastava (Executive Director Perspective Planning) Mr. Sanjay Kumar Srivastava (Executive Director Civil Engineering) Mr. S. C. Jain (Executive Director) 篠崎敏明氏、Mr. Sanjeev Meholkar（JICA インド事務所） 小西知行、向山辰夫、大春宏一郎、北原慶子、Gopal Das Garg（JICA 調査団）
協議内容	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 本案件の説明。（JICA）</li> <li>- 本案件のコンポーネントについての説明。（JICA 調査団）</li> <li>- 鉄道省における橋梁管理は、本線橋部門と跨線橋部門の 2 つの部門に分かれている。（MOR）</li> <li>- デリー-コルカタ間路線の橋梁の老朽化と損傷が見られるため、補修が必要とされる橋梁が存在する。（MOR）</li> <li>- 列車の軸過重の制限を 25t に上げることが決定したため、現在、各担当者が橋梁の調査を進めており、約一ヶ月後に状況をまとめたリストが完成する予定である。（MOR）</li> <li>- 既存の鉄道橋もしくは跨線橋の架け替えが必要と判断された場合、輸送鉄道への影響を最小限に抑えて、鉄道橋の架け替えを行いたい。（MOR）</li> <li>- カシミールゲートでは、基礎が露出している橋がある。（MOR）</li> <li>- デリー-ムンバイ間路線（1400km）の橋梁は現在、北部鉄道、西部鉄道、北西部鉄道の 3 つの組織の下で管理・運営されている。（MOR）</li> <li>- カシミールの橋梁、デリー-ムンバイ間路線については以下の担当にヒアリングされたい。（MOR） <ul style="list-style-type: none"> <li>・ カシミール担当：Mr. M.K. Gupta</li> <li>・ デリー-ムンバイ担当：Mr. Kalra（西部鉄道）、Mr. Swamy（北西部鉄道）</li> </ul> </li> <li>- 跨線橋とアンダーパスにおいて、価格を抑え、工事中の周辺への影響の少ない工法があれば積極的に採用したい。（MOR）</li> </ul>

2) 鉄道省 北西鉄道との協議：2016年4月6日

日付	2016年4月6日
場所	北西部鉄道（NWR）、ジャイプール
出席者	Mr. Kalra (Chief Engineer) 小西知行、向山辰夫、大春宏一郎（JICA 調査団）
協議内容	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 本案件のコンポーネントについての説明。（JICA 調査団）</li> <li>- 北西鉄道が管轄するデリー-ムンバイ間路線は、下記のセクションに分かれている。（NWR） <ul style="list-style-type: none"> <li>・ レーワリー-ジャイプール（およそ 200km）</li> <li>・ ジャイプール-アジュメール</li> <li>・ アジュメール-マールワール JV-パランプル JP（およそ 350km）</li> </ul> </li> <li>- 上記区間の主要橋梁は、この 20 年間で修理、復旧を終えている。補修の際は、上部工を架け替え、下部工の補強工事を実施した。（NWR）</li> <li>- アジュメール-パランプル JP 区間には、建設から 100 年近く経つ石積みによるアーチ橋が多数存在している。こちらについては、健全性の評価手法が不明のため、修復作業は行っていない。（NWR）</li> <li>- 鉄道省からの通達で軸過重の制限を 25t へ上げることが要求されているが、現在、軸過重 23t の列車を走らせており、何ら不具合は観察されていない。そのため、軸過重 25t への変更についても、問題ないと認識している。（NWR）</li> <li>- 跨線橋については、ジョードブルに、施工不良により問題が発生している橋梁が 1 橋確認されている。しかし、その他の跨線橋に対しての損傷については、今のところ、確認されていない。（NWR）</li> </ul>

3) 鉄道省 中部鉄道との協議：2016年4月7日

日付	2016年4月7日
場所	中部鉄道（CR）、ムンバイ
出席者	Mr. Ramesh C. Thakur (Chief Bridge Engineer) 小西知行、北原慶子、Gopal Das Garg（JICA 調査団）
協議内容	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 本案件のコンポーネントについての説明。（JICA 調査団）</li> <li>- 中部鉄道はマハラシュトラ州のほぼすべての領域を管轄としている。（CR）</li> <li>- 本省からの正式な依頼がなければ情報提供を行うのは難しい。（CR）</li> <li>- 損傷箇所はすぐに補修を行うため、補修が必要な橋梁は、存在しない。（CR）</li> </ul>

4) 鉄道省 西部鉄道との協議：2016年4月7日

日付	2016年4月7日
場所	西部鉄道（WR）、ムンバイ
出席者	Mr. J. P. Verma (Chief Bridge Engineer) Mr. A. K. Dy (Deputy Bridge Engineer) 向山辰夫、大春宏一郎（JICA 調査団）
協議内容	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 本案件のコンポーネントについての説明。（JICA 調査団）</li> <li>- 鉄道本線橋で、コンクリート桁側面にひび割れが発生している橋梁があり、補修を予定している。また、ラトラム区間において、既修復の橋梁が2橋あるが、再度クラックが発生しており、補修後の耐久性に関する査定を実施して欲しい。（WR）</li> <li>- ムンバイ区間とバドダーラ区間において修復が必要である。特に、ムンバイ区間の6橋梁は施工後100年経過している鋼橋であるため調査をお願いしたい。（WR）</li> <li>- 架け替え、補修もしくは調査を必要とする橋梁のリストを受領する。（JICA 調査団）</li> <li>- 対象橋梁リストに基づき、現地調査を実施することを合意した。（JICA 調査団）</li> </ul>

【第二次現地調査時】

1) 鉄道省との協議：2016年5月24日

日付	2016年5月24日
場所	鉄道省（MOR）、デリー
出席者	Mr. S. C. Jain (Executive Director / Chief Engineer) 小西知行、大春宏一郎、Gopal Das Garg（JICA 調査団）
協議内容	<ul style="list-style-type: none"> <li>- WRからの情報提供についての報告。（JICA 調査団）</li> <li>- 現地調査（目視調査）実施に関する承諾の依頼。（JICA 調査団）</li> <li>- 現地調査（目視調査）実施の許可取得。（JICA 調査団）</li> </ul>

2) 鉄道省 西部鉄道との許可取得：2016年6月6日

日付	2016年6月6日
場所	西部鉄道（WR）、ムンバイ
出席者	Mr. K. C. Swami (Chief Bridge Engineer) Mr. Meena (Divisional Engineer) 小西知行、大春宏一郎、川俣孝治、山口利尚、野口英司、北原慶子、Gopal Das Garg、Punit Lal Mahto、Rishi Pal Nathi（JICA 調査団）
協議内容	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 損傷橋梁の情報収集。（JICA 調査団）</li> <li>- 損傷橋梁のリスト確認と現地調査（目視調査）の実施の許可取得。（JICA 調査団）</li> </ul>

## 【第三次現地調査時】

### 1) 鉄道省との協議：2016年8月17日

日付	2016年8月17日
場所	鉄道省（MOR）、デリー
同席者	Mr. A K Singhal（Executive Director (B&S)） 小西知行、大春宏一郎、北原慶子、Gopal Das Garg、Punit Lal Mahto、Rishi Pal Nathi（JICA 調査団）
協議内容	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 西部鉄道により提供された損傷橋梁のリストに基づいた目視検査を5月に実施し、今回の調査において予定通り2橋における非破壊検査を実施する旨、説明を行った。（JICA 調査団）</li> <li>- 本調査において必要な日本からの機材調達及び、非破壊検査実施に実施の了解を得るためには、承諾書・許可書が必要である。（MOR）</li> <li>- 承諾書・許可書の発行に伴い、JICA からの公式依頼レターを準備する事を調査団に依頼された。（MOR）</li> <li>- 選出された橋梁への非破壊検査に対する鉄道省からの承諾書・許可証の交付を依頼する公式依頼レターを準備することを調査団は承諾した。（JICA 調査団）</li> </ul>

### 2) 鉄道省との協議：2016年8月26日

日付	2016年8月26日
場所	鉄道省（MOR）、デリー
同席者	Mr. A K Singhal（Executive Director (B&S)） 小西知行、大春宏一郎、北原慶子、Gopal Das Garg、Punit Lal Mahto（JICA 調査団）
協議内容	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 上記8月17日の協議後、JICA からの公式依頼レターを発出し、MOR へ承諾書・許可書の交付を求めてきたが、未了であったため、再度、書類の交付を求めた。（JICA 調査団）</li> <li>- 承諾書・許可書の交付を行うためには、国際約束等が必要である。（MOR）</li> </ul>

※非破壊検査に伴う承諾書・許可書の交付に関する詳細は、第5章に記載する。

## 2.1.3 都市開発省（MOUD）

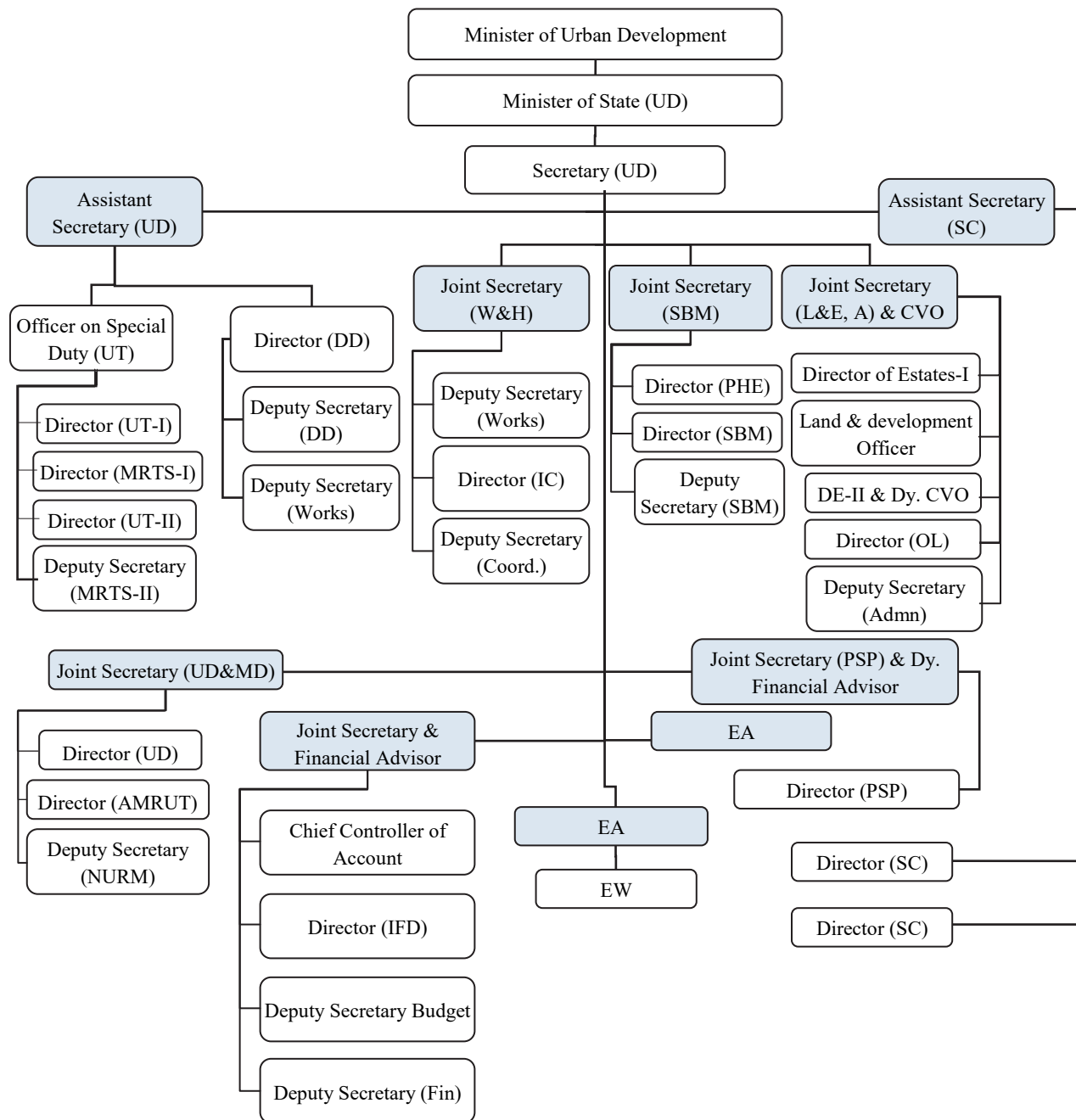
### (1) 組織概要

都市開発省は、国の都市開発に関する事柄について、国家レベルの政策、資金調達先や支援プログラムの策定、さまざまな中央省庁・州政府や他の地方局などの活動を調整し、都市部のすべての問題に関するプログラムを監視するための機関である。

都市開発省により担われている主な事業を以下に示す。

- 全ての州政府による都市部の道路、鉄道、郵政、通信、原子力エネルギーおよび宇宙科学などに関する土木工事及び建築工事の実施、及び調整
- 都市部交通システムの計画と調整について、鉄道計画の技術的事柄について、鉄道省、及び鉄道委員会との調整
- 給水・下水・排水及び衛生についての計画及び調整、また水資源開発の国際協力及び技術支援における調整

以下の図 2.1.3 に都市開発省の組織図を示す。



出典：都市開発省

図 2.1.3 組織図（都市開発省）

## (2) 都市開発省との協議

都市開発省との協議の概要を以下に示す。同省との協議は、調査対象地域の各州政府に対してスムーズに調査が実施できるように協力を求めることを目的として、計1回実施された。

## 【第一次現地調査時】

### 1) 都市開発省との協議：2016年4月5日

日付	2016年4月5日
場所	都市開発省 (MOUD)
出席者	Mr. Mukund Kumar Sinha (Executive Director Civil Engineering (B&S)) Mr. RK Singh (Director) 篠崎敏明氏 (JICA インド事務所) 小西知行、向山辰夫、大春宏一郎、北原慶子、Gopal Das Garg (JICA 調査団)
協議内容	- 本案件の説明。(JICA) - 本案件のコンポーネントについての説明。(JICA 調査団) - 都市内高架橋のリストおよび、各州政府の担当者 の連絡先について、追ってメールで情報提供をする。(MOUD)

## 2.1.4 各州政府

### (1) 州政府の責任と役割

州政府は、教育、農業、公衆衛生、インフラの開発等の多部門を管轄し、主に以下に示すような役割を担う。

- 教育：公共教育システムの提供、学校・大学の建物の維持、教員の雇用
- 農業：農民へのサポート、農耕技術への出資、洪水や干ばつなどの災害時における援助
- 財政：州政府における支出、税徴収および借入などの管理
- 運輸交通：都市部や町における鉄道、路面電車、バス、フェリーサービスや他の公共交通機関の運営
- 給水：都市部への飲料水の給水、農地における灌漑設備への給水

### (2) 国営・公営、及び半官半民の企業

「イ」国においては、公共政策を実現するための手法として国営・公営、及び半官半民の企業が設立されているケースが多い。これらの企業は州政府等の監督のもと、具体的な事業実施や計画策定に携わっている。また、国営・公営、及び半官半民企業は、インフラ事業の計画、設計、建設、維持管理を担う重要な役割を果たしている。また、州政府の技術顧問としての役割を果たす企業も存在する。

### (3) 各州政府との協議

本調査の対象となる都市はデリー、ムンバイ（マハラシュトラ州）、バンガロール（カルナタカ州）、アーメダバード（グジャラート州）、コルカタ（西ベンガル州）、チェンナイ（タミルナド州）である。都市内での高架橋において、適用可能な本邦技術を念頭に置き、各都市（州）における開発計画および交通計画の情報を収集し、本邦技術適用の可能性を判断することを目的に協議を実施した。

【第一次現地調査時】

マハラシュトラ州

1) マハラシュトラ州公共事業局との協議：2016年4月7日

日付	2016年4月7日
場所	マハラシュトラ州公共事業局（PWD）、ムンバイ
出席者	Mr. S. B. Tamsekar (Secretary) 向山辰夫、大春宏一郎（JICA 調査団）
協議内容	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 本案件のコンポーネントについての説明。（JICA 調査団）</li> <li>- ムンバイ市内では、高架道路や高架橋の建設が 1990 年から開始され、既に現在、55 か所で建設されている。しかし、市内の土地収用の困難さより、現在は、新しい高架道路、高架橋建設の予定はない。（PWD）</li> <li>- 現状の市内混雑の解消については、地下鉄（メトロ）やモノレールの整備により対応する予定である。（PWD）</li> <li>- 新規の道路建設としては、沿岸道路の計画が初期段階である。また、環境の困難さが想定されており、現実的には整備が困難であると考えている。（PWD）</li> <li>- 市内から郊外に向かう道路としては、アーメダバードへつながる「Western Express Highway」とデリーへつながる「Eastern Express Highway」の2路線がある。（PWD）</li> </ul>

グジャラート州

1) アーメダバード都市開発機構との協議：2016年4月12日

日付	2016年4月12日
場所	アーメダバード都市開発機構（AUDA）、アーメダバード
出席者	Mr. S. B. Tamsekar (Secretary) 小西知行、向山辰夫、大春宏一郎、北原慶子、Gopal Das Garg（JICA 調査団）
協議内容	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 本案件のコンポーネントについての説明。（JICA 調査団）</li> <li>- アーメダバード市内において、混雑している 19 か所の交差点に対して、交差点改良を実施する計画があり、まずは、優先度の高い 2~3 か所の交差点に対して改良事業を実施する予定である。（AUDA）</li> <li>- 現在、優先順位づけ、及び改良方法の検討を実施するための FS 業務を実施しており、対象交差点位置等の情報については、現在、実施中のフィージビリティスタディが完了するまで、情報開示できない。（AUDA）</li> <li>- 日本技術の適用により、安価に工事実施ができる場合は、今後検討の余地はあるが現時点でそのような考えは持っていない。（AUDA）</li> </ul>

2) グジャラート州公共事業局との協議：2016年4月12日

日付	2016年4月12日
場所	グジャラート州公共事業局（PWD）、アーメダバード
出席者	Mr. S. B. Vasana (Chief Engineer (R&B) / Additional Secretary) Mr. S. K. Patel (Superintending Engineer) 小西知行、向山辰夫、大春宏一郎、北原慶子、Gopal Das Garg（JICA 調査団）
協議内容	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 本案件のコンポーネントについての説明。（JICA 調査団）</li> <li>- アーメダバード市近郊では、補修や新設を実施する主要橋梁計画はない。（PWD）</li> <li>- グジャラート州内においては、海上の小島を結ぶ海上橋梁であるドゥワルカ橋（延長 2km）と東部のナルワダ河橋（延長 1.2km）の 2 橋梁の新設計画がある。しかし、いずれも現段階では、プレ・フィージビリティスタディを実施中である。（PWD）</li> <li>- 西部鉄道が管轄している路線上、90 か所に踏切による平面交差から、跨線橋整備による立体交差に変更する計画がある。（PWD）</li> </ul>



## カルナタカ州

### 1) カルナタカ道路開発公社との協議：2016年4月13日

日付	2016年4月13日
場所	カルナタカ道路開発公社（KRDC）、バンガロール
出席者	Mr. K. S. Krishna Reddy (Managing Director) 小西知行、向山辰夫、大春宏一郎、北原慶子、Gopal Das Garg（JICA 調査団）
協議内容	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 本案件のコンポーネントについての説明。（JICA 調査団）</li> <li>- 現在、バンガロール市外環道路から放射状に9本の道路が郊外に向け、整備されている。うち、NH7、AH45、AH47は、現在、高架橋で整備されている。これらの道路を外環内部で、それぞれ接続する計6本の道路を高架橋で整備する予定である。（KRDC）</li> <li>- 優先順位の決定や構造形式、概算工事費の算出を実施するFS業務を発注しており、現在、基礎情報収集作業を実施している。（KRDC）</li> <li>- これらの計画の一部について、調査団がフィージビリティスタディ業務を実施しているコンサルタントと打合せを実施し、日本の技術を生かした案を提案することを合意する。（KRDC）</li> </ul>

## デリー市

### 1) デリー市公共事業局との協議：2016年4月14日

日付	2016年4月14日
場所	デリー市公共事業局（PWD）、デリー
出席者	Mr. S. K. Srivastava (Engineer-in-Chief, Principal Secretary) Mr. M. Amitabh (Chief Project Manager (Housing)) 小西知行、向山辰夫、大春宏一郎、北原慶子、Gopal Das Garg（JICA 調査団）
協議内容	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 本案件のコンポーネントについての説明。（JICA 調査団）</li> <li>- デリー中心部を東西に通過する東西路線と南北に通過し空港へ接続する南北路線の2路線を優先的に高架橋で整備する方針である。（PWD）</li> <li>- これらの計画の一部について、本邦技術を適用することに合意する。またさらなる検討を依頼する。（PWD）</li> </ul>

## 【第二次現地調査時】

## カルナタカ州

### 1) 現地コンサルタントとの協議：2016年5月31日

日付	2016年5月31日
場所	現地コンサルタント会社オフィス（LC）、バンガロール
出席者	Mr. Rathnakara Reddy (Managing Director) Mr. Shihesh Restagi (Team Leader) Mr. Sanjay Singy (Senior Structure Engineer) 小西知行、大春宏一郎、野口英司、北原慶子、Gopal Das Garg、Punit Lal Mahto（JICA 調査団）
協議内容	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 実施している高架路線プロジェクトの概要の説明。（LC）</li> <li>- 今月に実施される交通量調査についての説明。（LC）</li> <li>- バンガロールにおける現地調査範囲と本邦技術導入の提案。（JICA 調査団）</li> </ul>

## デリー市

### 1) デリー市公共事業局との協議：2016年6月2日、3日

日付	2016年6月2日、3日
場所	デリー市公共事業局（PWD）、デリー
出席者	Mr. Deepak Gupta (Chief Engineer) 小西知行、大春宏一郎、野口英司、北原慶子、Gopal Das Garg、Punit Lal Mahto（JICA 調査団）
協議内容	<ul style="list-style-type: none"> <li>- デリー市内にて提案される高架橋建設計画の概要の説明。（PWD）</li> <li>- デリー市内の高架橋に関するプロジェクト計画詳細の情報収集とデリーにおける現地調査範囲の提案を行い合意した。さらには適用可能な本邦技術の説明を行った。（JICA 調査団）</li> <li>- 計画される高架橋路線の現地踏査を実施。（JICA 調査団）</li> </ul>

## タミルナド州

### 1) タミルナド開発公社との協議：2016年5月26日

日付	2016年5月26日
場所	タミルナド開発公社（TNRDC）、チェンナイ
出席者	Mr. Y. R. Balaji (Chief General Manager) 小西知行、大春宏一郎、北原慶子、Gopal Das Garg（JICA 調査団）
協議内容	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 本案件のコンポーネントについての説明（JICA 調査団）</li> <li>- チェンナイ市南部から海岸沿いを南北に走る IT 回廊に新たに 4 車線の高架橋を建設する計画があり、現在、詳細プロジェクト計画書を作成中である。今後、州政府へ提出し、承認が得られれば、設計、工事の発注を実施する予定である。基本方針として、州政府の予算をしようして建設を実施する予定である。（TNRDC）</li> <li>- 本計画について、本邦技術を適用する提案は理解するものの、すでに詳細プロジェクト計画書を作成済みであり、時間的な制約上、既計画で州政府へ提出することとなる。（TNRDC）</li> </ul>

### 2) 大チェンナイ圏公社との協議：2016年6月20日

日付	2016年6月20日
場所	大チェンナイ圏公社（GCC）、チェンナイ
出席者	Mr. Cnandramohan (Commissioner) Mr. K. S. Kandasamy (Dupty Commissioner) 小西知行、大春宏一郎、北原慶子、Gopal Das Garg（JICA 調査団）
協議内容	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 本案件のコンポーネントについての説明（JICA 調査団）</li> <li>- 進行中のプロジェクトに対して、本邦技術のメリットが確認できれば検討の余地はある。しかし、具体的に検討対象となる案件が見当たらない中で、その有効性は不明確である。このため、GCC 管轄内において検討の必要性は低い。（GCC）</li> </ul>

3) タミルナド州 道路及び小規模湾岸局：2016年6月20日

日付	2016年6月20日
場所	タミルナド州 道路及び小規模湾岸局（THM）、チェンナイ
出席者	Dr. Rajeev Ranjan (Additional Chief Secretary) 小西知行、大春宏一郎、北原慶子、Gopal Das Garg (JICA 調査団)
協議内容	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 本案件の説明。（JICA 調査団）</li> <li>- 南部の国道で渋滞が発生しているエリアについて、高架橋の建設を検討している。中でも東海岸道路と国道 45 号線におけるチェンナイ近郊を高架橋とする計画があるため、最適な形式・工法の検討の提案を要望する。（THM）</li> </ul>

【第三次現地調査時】

カルナタカ州

1) 現地コンサルタントとの協議：2016年8月24日

日付	2016年8月24日
場所	現地コンサルタント会社オフィス（LC）、バンガロール
出席者	Mr. Rajasekhara Reddy L. P (Associate Director (Transportation)) 小西知行、大春宏一郎、北原慶子、Gopal Das Garg (JICA 調査団)
協議内容	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 路線に対するフィージビリティスタディの進捗が説明され、詳細について JICA 調査団と議論された。（JICA 調査団・LC） <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 路線の線形は概ね確定された。</li> <li>・ オン・オフランプの位置が確定された。</li> <li>・ 地形測量はこの週（8月27日）の終わりまでに開始される。この結果に基づき道路構造の詳細は調整される。</li> <li>・ 交通需要予測は確定されていない。</li> <li>・ 9月までに実施予定であったが、現在11月に延期された。（再び延期される可能性あり）</li> <li>・ 路線建設はBOT方式の採用により計画されている。</li> <li>・ 料金徴収はETCシステムを導入する。</li> <li>・ バンガロールにて路線を使用する車両はETC機器を導入する必要がある。</li> <li>・ ETC機器の導入に際しての政府からの財政支援はない。</li> <li>・ 3.5年の期間は、ETCシステムなしでの路線利用に対する罰則に猶予を与える。</li> </ul> </li> <li>- 次の第四次現地調査（10月）に本邦技術を用いた検討結果を持参する。（JICA 調査団）</li> </ul>

【第四次現地調査時】

デリー市

1) デリー市公共事業局との協議：2016年10月14日

日付	2016年10月14日
場所	デリー市公共事業局（PWD）、デリー
出席者	Mr. Sarvagya Kr. Srivastava (Engineer-in-Chief / Principal Secretary) Mr. P. K. Parmar (Chief Project Manager) 小西知行、大春宏一郎 Gopal Das Garg (JICA 調査団)
協議内容	<ul style="list-style-type: none"> <li>- デリーにおける高架橋の構造形式の提案を説明。（JICA 調査団）</li> <li>- 線形の決定後、詳細プロジェクト計画書が作成される予定である。（PWD）</li> <li>- 日本の円借款のスキームを適用したい。詳細プロジェクト計画書に向けた準備と、円借款スキームに利用に向けた準備を同時進行で進めたい。（PWD）</li> </ul>

## タミルナド州

### 1) タミルナド州 道路及び小規模湾岸局との協議：2016年10月17日

日付	2016年10月17日
場所	タミルナド州 道路及び小規模湾岸局（THM）、チェンナイ
出席者	Mr. R. Baskaran (Chief Engineer Metro, Highway & Minor Port Department) Mr. A. Premnaty (Superintendent Engineer) 小西知行、大春宏一郎 Gopal Das Garg (JICA 調査団)
協議内容	<ul style="list-style-type: none"> <li>- チェンナイ市東海岸面沿いにおける高架橋の構造形式の提案を説明。（JICA 調査団）</li> <li>- 現在、高架橋の車線数は未定であり、基礎工へ PC ウェルの導入を検討するが、2車線となる場合、PC/RC 構造の導入も検討している。（THM）</li> <li>- 提示した概算事業費は、既存技術（PC/RC）による構造に比べて高価になっている。しかしながら、当概算額は最高値を示しており、現場の状況によって既存技術と新技術を組み合わせた構造を取り入れることによって、費用を抑えることが可能である。（JICA 調査団）</li> <li>- 今後、車線数の決定が最優先であり、今後、高架橋の構造形式の選定において、今般、紹介した新技術の適用を考慮されたい。（JICA 調査団）</li> </ul>

## カルナタカ州

### 1) 現地コンサルタントとの協議：2016年10月19日

日付	2016年10月19日
場所	現地コンサルタント会社オフィス（LC）、バンガロール
出席者	Mr. B.G.P. Reddy (Associate Director) 小西知行、大春宏一郎 Gopal Das Garg (JICA 調査団)
協議内容	<ul style="list-style-type: none"> <li>- バンガロールにおける高架橋の構造形式の提案を説明。（JICA 調査団）</li> <li>- PC ウェルや回転抗管杭等の基礎工への新技術へ関心があり、本調査にスタディにおける新技術の適用については今後、慎重に検討したい。（LC）</li> <li>- フィージビリティスタディは今年中に完成する予定である。（LC）</li> </ul>

## 2.2 橋梁・高架橋セクターにおける他ドナーの動向

### 2.2.1 世界銀行

#### (1) インドにおける援助方針

世界銀行によるインドへの支援プログラムは 1948 年に開始された。世界銀行の援助プログラムは、世界銀行グループとインド政府との成長パートナーシップを構築することを提案し、カントリーパートナーシップ戦略（CPS）へと導いている。2013 年から 2017 年の CPS の重要な特徴は、アルナーチャル・プラデシュ州、ヒマーチャルプラデシュ州、マニプール州、メガラヤ州、ミゾラム州、シッキム州、トリプラ州、ウッタラーカンド州、などの低所得地域の貧困層への向上支援へと大幅にシフトすることである。この提案は、2013 年から 2017 年の期間に渡り、政府予算の 60%に当たる 30 億ドルから 50 億ドルの援助が毎年行われた。当該予算の 30%から半分は、低所得層や特殊カテゴリー層に対し実施されている。

運輸部門における世界銀行の支援は鉄道、高速道路や農村道路、インターモーダル輸送、内陸水路の改革と発展に注力し、道路の安全性を向上させることにある。世界銀行のプロジェクトは東回廊路線 7,000km の高速道路に対する道路改良により、大幅な輸送能力の増加と接続性を向上させることを目指している。

#### (2) インドにおけるプロジェクト概要

世界銀行による近年における主な交通運輸部門のプロジェクトを以下の表 2.2.1 に示す。

表 2.2.1 主要プロジェクト一覧表（世界銀行）

No.	プロジェクト名	プロジェクト予算
1	Eastern Dedicated Freight Corridor II (Kanpur – Mughal Sarai section)	16.5 億 US ドル
2	Eastern Dedicated Freight Corridor III (Ludhiana – Khurja section )	11.07 億 US ドル
3	Efficient & Sustainable City Bus Services	1.13 億 US ドル
4	India Second Kerala State Transport Project	4.45 億 US ドル
5	Mizoram State Roads II Regional Transport Connectivity Project	1.07 億 US ドル
6	National Highways Interconnectivity Improvement Project	11.46 億 US ドル
7	Second Gujarat State Highway Project (GSHP II)	3.23 億 US ドル
8	Second Tamil Nadu Road Sector Project	7.78 億 US ドル
9	Bihar Rural Roads Project	3.35 億 US ドル
10	Assam Inland Water Transport Project	1.5 億 US ドル
11	Madhya Pradesh Rural Connectivity project	5 億 US ドル

出典：世界銀行の情報をもとに JICA 調査団作成

## 2.2.2 アジア開発銀行

### (1) インドにおける援助方針

アジア開発銀行は 1986 年に「イ」国で事業を開始し、単独の有償融資や協調融資を含む技術支援を含めた合計で 37.3 億ドルを実施している。アジア開発銀行は安全で環境に優しい輸送プログラムを推進しており、特に、ビハール州、マディヤプラデシュ州、ラジャスタン州、ウッタルプラデシュ州などの地方部周辺における地域接続性を向上させる目的で、すでに「イ」国の運輸部門に対して、累積 120 億ドルの開発援助を行っている。

2013 年から 2017 年の国別パートナーシップ戦略の下におけるアジア開発銀行の運輸部門へのサポート目標は、より効率的で安全かつ実現可能な方法による物流交通の増加とされている。アジア開発銀行による目標達成の為の具体的施策を以下に示す。

- 地方地域への接続を目的とした歩行者レーンを含む 150km の道路整備および交差点やその他の交通安全対策を含む 14,700km の道路整備
- 歩行者レーンを含む農村部の道路整備 12,300km 及び交差点への安全対策
- 840km の鉄道の複線化、640km の鉄道の電化
- 4.3km の地下鉄の整備

### (2) インドにおけるプロジェクト概要

アジア開発銀行による近年における主な交通輸送部門のプロジェクトを以下の表 2.2.2 に示す。

表 2.2.2 主要プロジェクト一覧表（アジア開発銀行）

No.	プロジェクト名	プロジェクト予算
1	Second Jharkhand State Road Project	2 億 US ドル
2	Accelerating Infrastructure Investment Facility in India - Tranche 2	3 億 US ドル
3	Uttar Pradesh Major District Roads Improvement Project	3 億 US ドル
4	Bihar New Ganga Bridge Project	5 億 US ドル
5	Karnataka State Highways Improvement III Project	3.5 億 US ドル
6	Madhya Pradesh District Roads II Sector Project	3.5 億 US ドル
7	Railway Sector Investment Program - Tranche 3	1.5 億 US ドル
8	Rajasthan State Highway Investment Program	5 億 US ドル
9	Rajasthan State Highway Investment Program - Tranche 1	2.2 億 US ドル
10	Second Rural Connectivity Investment Program	5 億 US ドル

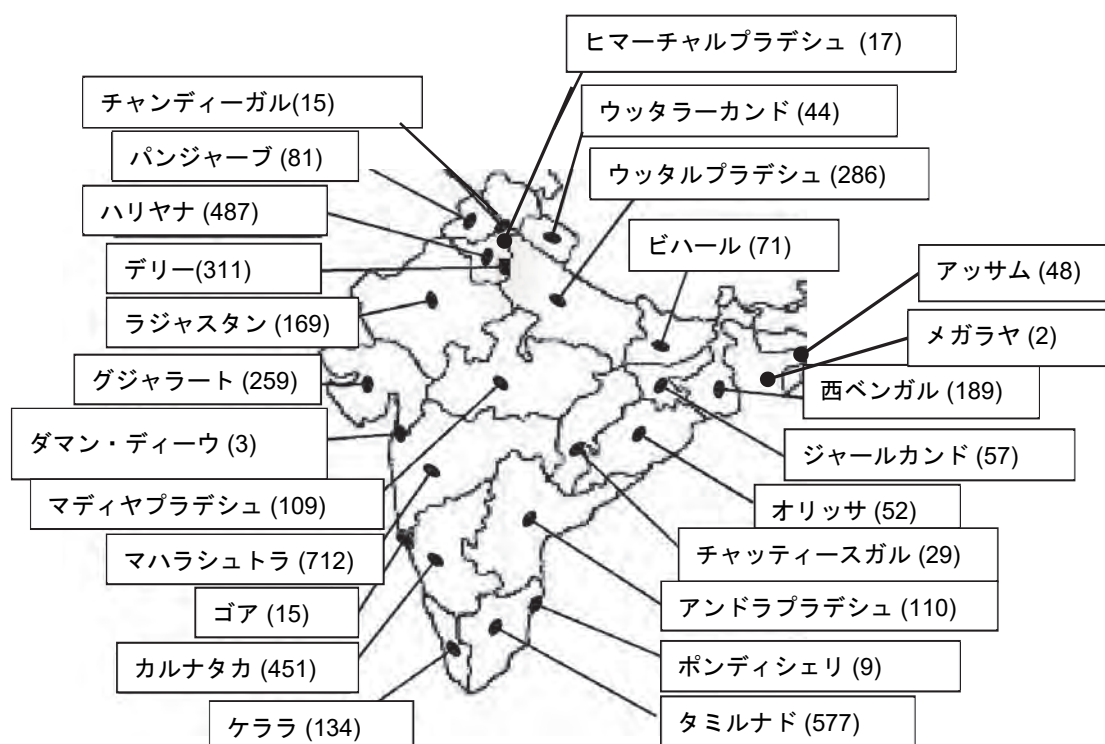
出典：アジア開発銀行の情報をもとに JICA 調査団作成

## 2.3 在印本邦企業へのヒアリング

### 2.3.1 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の現状

「イ」国には全 1,299 社の本邦企業が進出している。これらの企業は、海外事務所、海外子会社、工場から構成される 4,417 箇所の拠点を持している。「イ」国における本邦企業の中でも、建設関連や商業関連で、主要な企業を以下の図 2.3.1 に示す。



出典：インド国における日本企業一覧表（JETRO [2016]）

図 2.3.1 「イ」国における本邦企業所有拠点（州ごと）

#### (2) 「イ」国及び本邦での本邦企業へのヒアリング

「イ」国において活動している以下の主な建設関連企業に対して以下に示す項目についてヒアリングを実施した。

表 2.3.1 ヒアリング実施企業

No.	主要業態	企業数
1	建設	5社
2	製造	1社
3	重工業	2社
4	鉄鋼	2社
5	商社	2社

出典：JICA 調査団

## ヒアリング項目

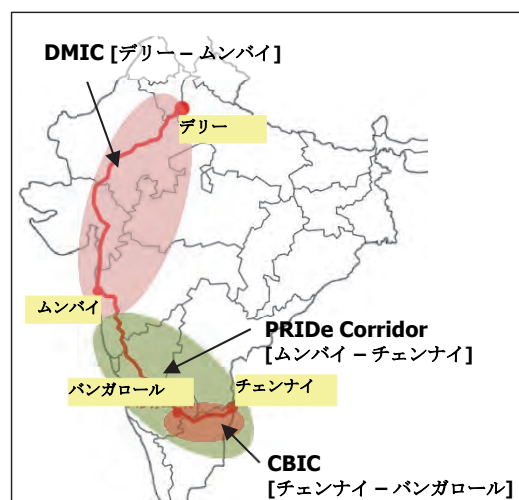
1. 裨益効果が見られるであろう地域／路線
2. 適用可能と思われる本邦橋梁建設技術および補修技術
3. 本邦橋梁建設技術および補修技術のインド導入における課題
4. 橋梁セクター（高架橋、鉄道橋等）におけるインド市場参入への関心

### 2.3.2 インド進出日系企業における裨益効果地域／路線

表 2.3.1 に示す本邦企業へのヒアリング結果より、「イ」国における本邦企業が高い裨益効果を得ることができる地域として、主要な 2 本の工業地帯が挙げられた。すなわち、「デリー - ムンバイ工業地帯 (DMIC)」と「半島地域工業地帯 (PRIDe)」である。PRIDe の一部である、チェンナイ - バンガロール工業地帯は、特に工業及び商業の発展を期待されている。

なお、図 2.3.2 に示すように、全体の 83%にあたる 2,111 箇所の拠点が、上述の 2 本の工業地帯に位置している。

回廊	州名	主要都市名	日本企業の拠点数
デリー・ムンバイ産業大動脈 (DMIC)	デリー	デリー	175
	ハリヤナ	グルガオン	325
	ラジャスタン	ジャイプール	79
	グジャラート	バドダーラ、ダネジ	84
(南部) 半島地域産業開発回廊 (PRIDeC)	マハラシュトラ	ムンバイ、プネ	397
	カルナタカ	バンガロール	299
	タミルナド	チェンナイ	523
	アンドラプラデシュ	ハイデラバード	229
合計			2,111



出典：JICA 調査団

図 2.3.2 「イ」国における本邦企業の裨益効果地域

### 2.3.3 適用可能な本邦橋梁建設技術および補修技術

ヒアリングの結果、「イ」国で新規高橋梁・高架橋に適用可能な本邦技術としては回転抗管杭や PC ウェル等、都市部など狭いところでの施工可能な工法が挙げられる。

### 2.3.4 本邦橋梁補修技術と本邦建設技術のインド導入における課題

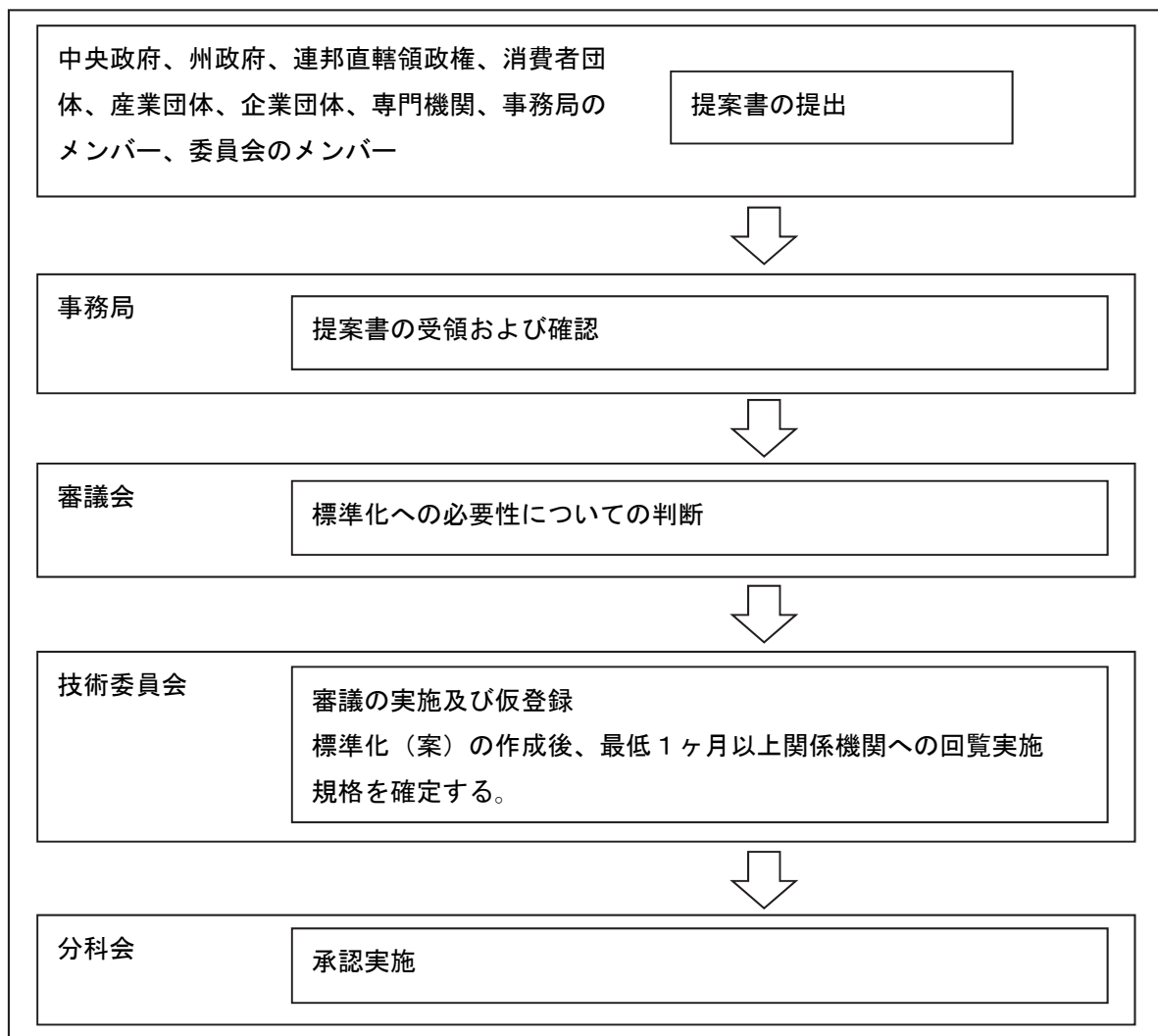
本邦企業へのヒアリングの結果、新設橋梁及び既設橋梁の補修・補強における本邦技術を適用するにあたっての問題点を以下に示す。



### (1) 適用技術の標準化認証

「イ」国において、新しい材料による本邦橋梁補修技術（例えば、高強度・高弾性の炭素繊維補強材料を使った技術）を導入するにあたっては、「イ」国における日本の JIS（日本工業規格）と同様に、国家標準化組織であるインド標準化局（BIS）によるインド規格への標準化認証が要求される。

通常、BIS による認証を得るには、6～10 年を必要とすると言われている。特別に本邦新補修技術が特別認定の対象として合意・承認されれば、標準化認証を受けるまでの期間を短縮することも可能である。通常の BIS による承認手続きは以下の図 2.3.3 の通りである。



出典：JICA 調査団

図 2.3.3 BIS 認証取得プロセス

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。道路交通省の認可を受ける場合は、道路中央研究所（CRRI）

もしくは、インド道路委員会（IRC）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) 設計施工方式による設計責任

「イ」国においては、設計施工方式（EPC 方式）による建設事業の推進が一般的である。本邦においても、近年、設計施工による整備が一部で見られるものの、馴染みがあるものではない。「イ」国で実施されているプロジェクトには、大規模なものも多く、また例えば、現場に入ってから地盤条件の違い等による設計変更のリスクも高い。そのため、請負業者へのリスクを出来る限り回避できるような契約条件の規定を行っていくことが、本邦建設関連企業のインド進出の一助となると考える。

### 2.3.5 橋梁セクターにおけるインド市場参入への関心

「イ」国橋梁市場への参入については、いくつかの建設業者が関心を有しているものの、「イ」国現地建設会社との価格競争や「イ」国で一般的である設計施工方式からくる業者責任の大きさとリスクにより参入を果たせていないのが現状である。参入するためには、STEP や二国間タイドといった、日本企業にとって不利にならないスキームによる案件の形成も必要であると考えられる。

また、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も考慮すべき事案である。

日本の製鉄会社や鋼橋の製作会社も同様に、「イ」国市場参入への関心を有している。しかし、参入を果たすためには、共同企業体を結成する優良な現地企業との協働が必要である。

## 2.4 現地企業の橋梁補修技術及び急速施工に関する技術

### 2.4.1 現地建設会社へのヒアリング

「イ」国の主要な建設会社数社に対して以下の内容についてヒアリングを実施した。その内容について以下に示す。

1. 橋梁補修に関する一般的工法
2. フライオーバーや高架橋建設に関する一般的工法
3. フライオーバーや高架橋を急速施工する際の一般的工法

現地建設会社からのヒアリング結果によると、補修に関する基本技術は、IRC SP40-1993 で規定されている「橋梁補修、補強技術に関するガイドライン」に準拠している。特に、鋼橋に関しては、IRC SP74-2007 で規定されている「鋼橋補修、復旧技術に関するガイドライン」に準拠している。これらのガイドラインは、橋梁の損傷評価に対する一般的な手法、工法や材料の選定手法、適切な補修計画の策定等も含まれている。

「イ」国では、フライオーバー上部工の一般的な形式として、現場打ち PC 箱桁や PC I 桁、また鋼部材とコンクリート部材の複合構造が適用されている。架設方法としては、プレキャスト部材においては、架設桁を使用したプレキャストマッチセグメント方式や、交通量が少ない区間においては、クレーン 2 台を使用した合吊り工法が使用されている。下部工においては、場所打ち杭、RC 構造の橋脚、及び橋台が使用されている。

急速な施工が要求される箇所については、プレキャストセグメントを使用した PC 箱桁、ポストテンション I 桁、鋼部材とコンクリート部材の合成構造が使用されている。中でも、プレキャストセグメント桁は、キャストイングヤードにて製作され、トレーラーにより架設地点へ輸送され、クレーンや架設桁等により架設される。特に河川橋の場合、方持架設工法を使用したプレキャストセグメントの吊上げ、U 型桁のクレーンによる架設が適用される。下部工については、杭、フーチング、橋脚への、プレキャスト製の部材が適用される。

### 2.4.2 現地企業保有の橋梁補修技術及び急速施工に関する技術水準

#### (1) 橋梁補修技術

IRC SP40-1993 においては、コンクリート表面に発生したひび割れや材料分離（ジャンカ）といった施工不良に起因する補修の方法が記載されている。また、強度増進の技術として、既存のコンクリート橋に対する鋼材の貼付けや PC 鋼材による外ケーブルによる追加プレストレスト力の導入について、規定がされている。

これらの技術は、日本でも一般的に導入されている手法であり、これらの技術を使用して橋梁補修されている事例は多々確認されている。

加えて、近年は、炭素繊維強化プラスチック（CFRP）を使用した橋梁補修も実施されている。本技術については、本邦においても、近年よく用いられている技術であり、「イ」国の技術水準は、

本邦とほぼ同様の水準を有しているが、日本で多く用いられている高弾性、高強度の CFRP の適用は行われていない。

## (2) 急速施工に関する技術

プレキャストコンクリートを使用した橋梁の施工は、世界中で最も一般的に使用されている技術であり、コンクリート橋梁に関する技術水準は十分である。しかし、現場工期を大幅に短縮することができる鋼上部工や鋼製橋脚は一部地域を除き、都市内においては、ほとんど適用されておらず、鋼製部材を使用した橋梁の急速施工に関する技術は発展途上にあると考えられる。

### 3. 対象橋梁・高架橋の選定調査

#### 3.1 はじめに

第一次現地調査時に受領した資料に基づき、第二次現地調査を実施した。

第二次現地調査は主に、新規高架橋の建設予定地点の現状確認、及び目視による既存橋梁の損傷具合の把握を行った。その後、日本においてどのような本邦技術が適用可能であるかを検討した上、新規建設及び、架け替え、補修・補強が必要となる橋梁・高架橋の選定を行う。なお、補修・補強が必要であると判断された橋梁については、第三次調査においてその橋梁の健全性を詳細に把握すべく非破壊検査を実施し、適切な補修・補強方法の提案を行う。

以下に、第二次現地調査の結果を示す。

一連の現地調査の結果、最終的に本邦技術の適用の優位性が発揮できると判断された橋梁・及び高架橋については「3.8 現地調査より最終選定された案件」を参照されたい。

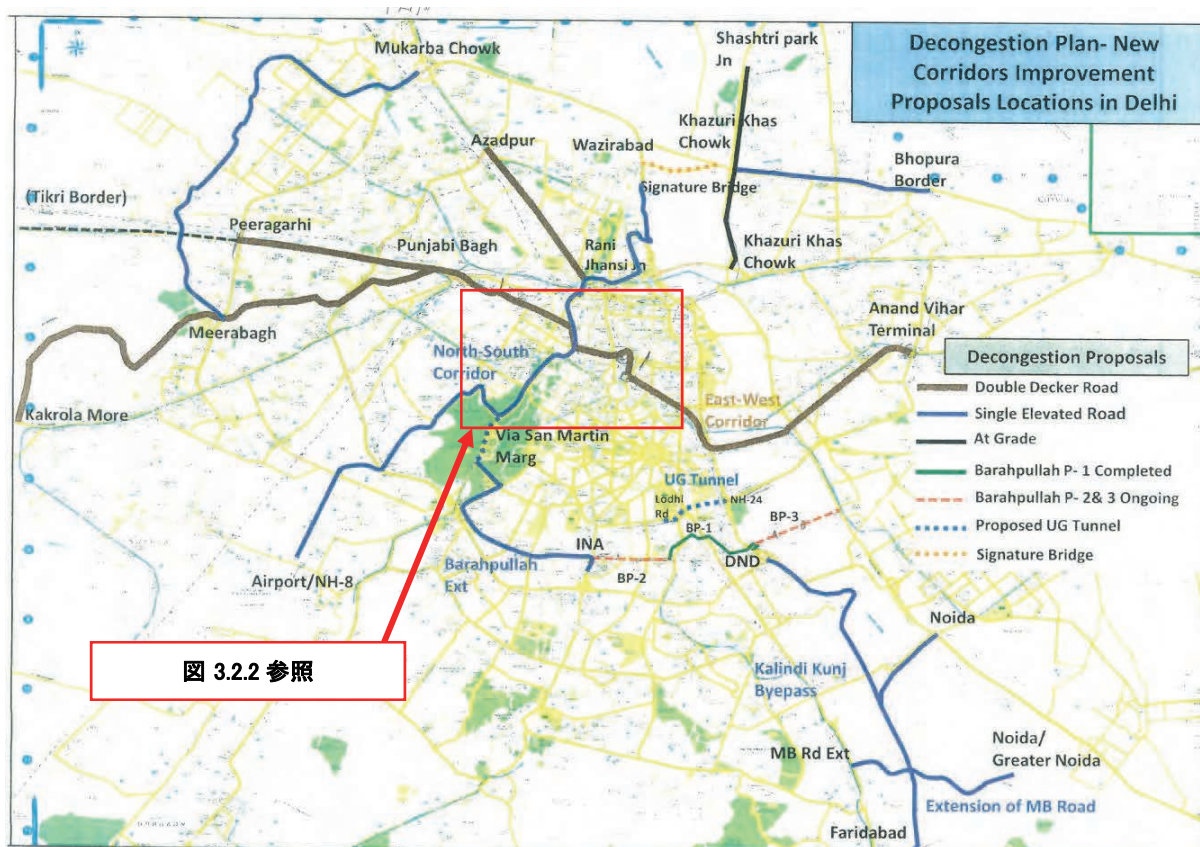
また、最終選定された案件に対する橋梁構造形式の提案とその概算事業費については第8 - 11章を参照されたい。

## 3.2 デリー市高架橋建設プロジェクト

### 3.2.1 はじめに

デリー市内の慢性的な渋滞対策として、高架橋建設による渋滞解消案が検討されている。デリー市が発注し、11路線でプレ・フィージビリティスタディ実施中のプロジェクトの総延長は、およそ150kmとなる。大部分の路線は、4～6車線を有する高架橋である。デリー市高架橋等建設プロジェクトの全体平面図を図3.2.1に示す。また、デリー市高架橋等建設プロジェクト提案路線リストを表3.2.1に示す。

現地コンサルタントにより実施されているプレ・フィージビリティスタディにおいて、全11路線の高架橋計画の中で最もプライオリティが高い位置づけられている東西回廊と南北回廊について線形検討が実施されている。デリー市公共事業局によると2016年中に線形検討を完了し、その後詳細プロジェクト計画書を作成する予定である。



出典：デリー市公共事業局のプレゼンテーション資料

図 3.2.1 デリー高架橋等建設プロジェクトの全体平面図

表 3.2.1 デリー高架橋等建設プロジェクト提案路線リスト

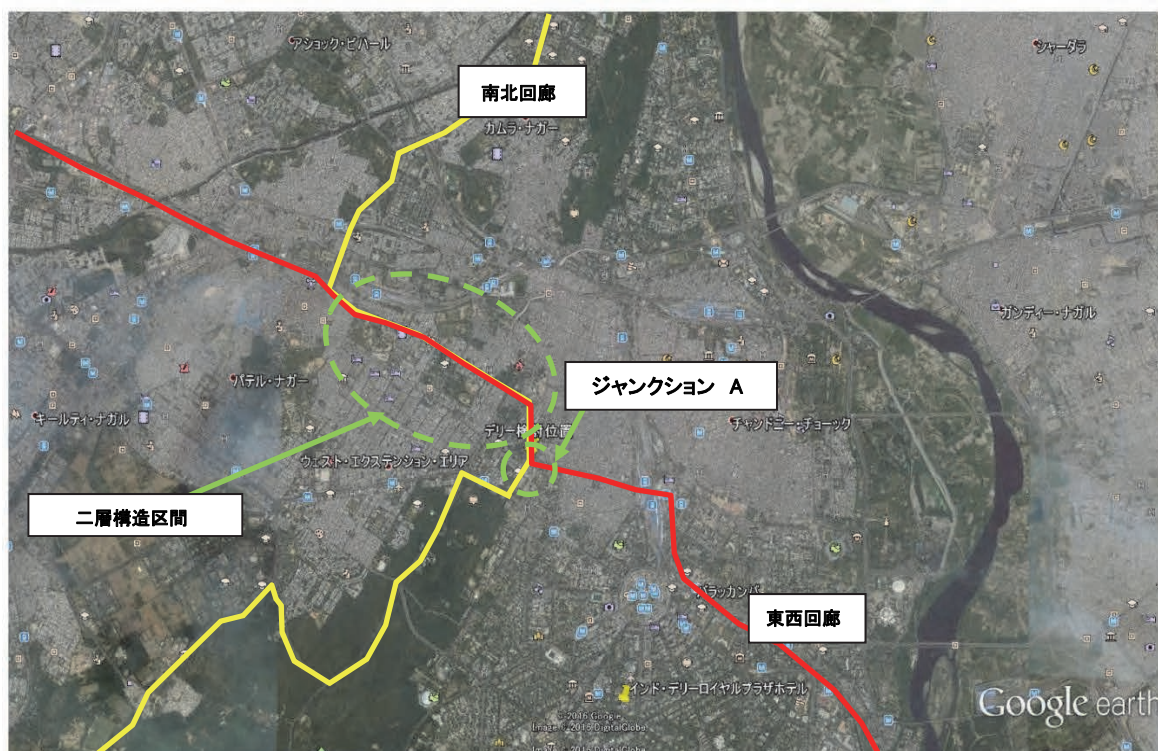
番号	路線名	延長	車線数	タイプ
1	ナジャフガル・ナラ通り沿い高架橋	16.4km	-	高架橋
2	追加排水路（ナングロイ排水路）沿い高架橋	16.0km	-	高架橋
3	東西回廊	29.0km	6	高架橋
	東西回廊延長部分	13.0km	6	高架橋
4	南北回廊	24.0km	6	高架橋
5	パラプラア延長区間	10.0km	-	高架橋
6	U-G トンネル	3.0km	-	トンネル
7	メウラリ ブダプール延長区間	7.0km	-	高架橋
8	カズーリ カスからポプーラ区界道路	3.2km	-	高架橋
9	カリンディ クンジ バイパス	13.2km	-	高架橋
10	アザドプールからラニ ジャンシ道路	6.0km	-	高架橋
11	マージナル ブンディ道路	7.5km	-	平面道路

出典：デリー市公共事業局のプレゼンテーション資料

### 3.2.2 調査対象

#### (1) 調査対象区間

第一次現地調査時のデリー市公共事業局との議論の結果、表 3.2.1 の「3.東西回廊」及び「4.南北回廊」が、デリー市高架橋等建設プロジェクトの中で、優先度が高い事が確認された。このため本調査においては、この 2 路線（南北回廊と東西回廊）を対象とする。両回廊の路線図を、図 3.2.2 に示す。

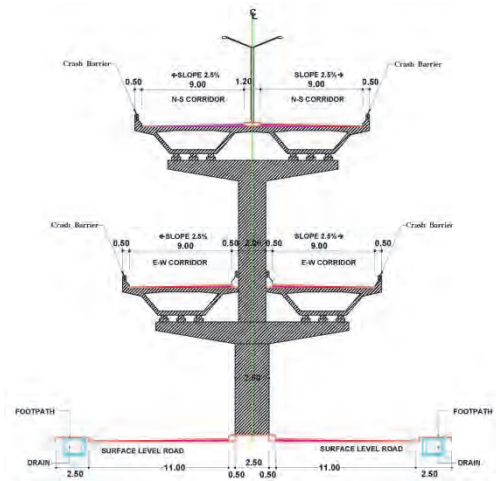


出典：JICA 調査団/Google

図 3.2.2 南北回廊と東西回廊路線図

図 3.2.2 に示すように、南北回廊と東西回廊は、ジャンクション A の北側において、同じ路線を通る。そのため、デリー市公共事業局は、図 3.2.3 に示すような 2 層構造橋梁の建設を想定している。このような構造は、日本の首都高速道路でも良くみられる。本構造の適用には、日本の首都高速道路での経験が参考となることより、2 層構造区間を本調査での対象とする。

また、ジャンクションの線形についても用地上の制約が多い中で建設されている日本の首都高速道路の経験が非常に参考となる。そのため、ジャンクション線形の検討も実施した。



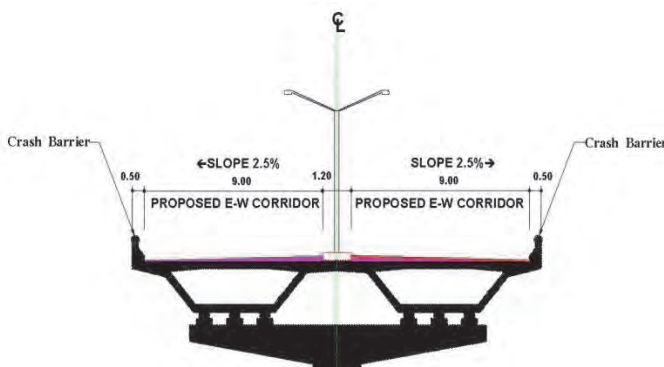
出典：デリー市公共事業局のプレゼンテーション資料

図 3.2.3 2 層構造

## (2) 現地調査結果

2016年6月3日、及び4日に現場調査を実施した。南北回廊及び東西回廊は、人口過密地域を通り、またその大部分の区間は交通量の多い現道沿いに位置していることが確認された。加えて、現在、南北回廊と東西回廊の車線数は、6車線で計画されており、いくつかの区間において、図 3.2.4 に示す計画幅員よりも現道の幅員の方が狭いことが確認された。そのため、現在の計画のもとで高架橋を建設するためには、追加の土地収用の必要があると考える。なお、ジャンクション予定地周辺の土地利用状況については図 3.2.5 を参照されたい。

ジャンクションは、D. B.グプタ道路とラニ・ジャンシ道路との交差点での建設が予定されている。しかし、既存の道路用地は、十分な広さが無く、また周辺用地は、いくつものビルが建設されている。



出典：デリー市公共事業局のプレゼンテーション資料

図 3.2.4 6 車線高架橋標準断面図



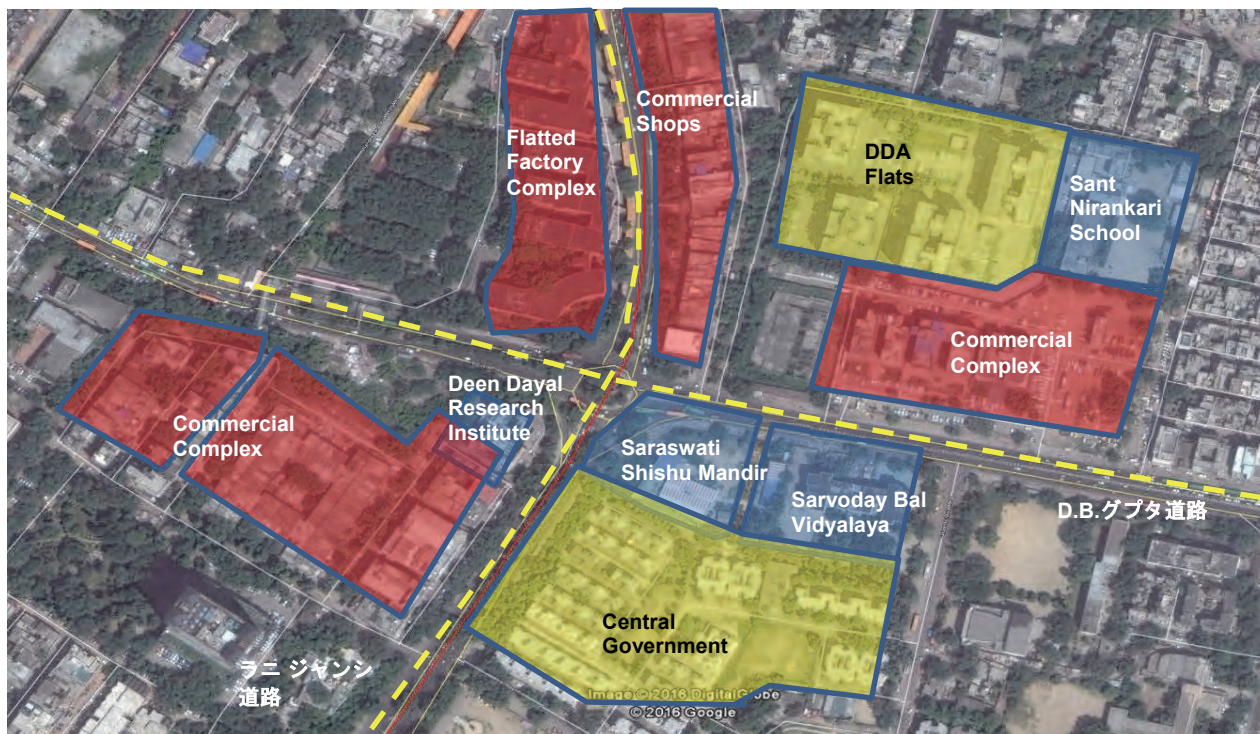
写真 3.2.1 ラニジャンシ通り現況





写真 3.2.2 D. B.グプタ道路とラニ ジャンシ道路との既存交差点

インドでは 2013 年に新しい土地収用法が発布され、土地収用は、非常に困難な状況である。このため、本プロジェクトを円滑に実施するため、ジャンクション構造は、できる限り民地を侵さず、周辺にいくつかある政府所有地及び既存道路用地内に建設されるのが好ましい。



記：赤色：私有地（土地収用困難）  
 青色：学校用地（土地収用は可能であるが、手続きに長い時間を要する）  
 黄色：政府用地（土地収用可能）

出典：JICA 調査団/Google

図 3.2.5 ジャンクション A 予定地周辺の土地利用状況図

### 3.2.3 概略検討実施の是非について

調査対象路線（南北回廊と東西回廊が併走する区間）は、デリー市中心部における人口過密地域を通過する路線であることが確認された。加えて、東西回廊と南北回廊が同一路線を通過するため、複雑な 2 層構造とする必要がある。こういった 2 層構造は、写真 3.2.3 に示すように、特に日本の都市内高速道路で多く適用されており、狭い道路用地上に追加買収する用地を最小となるような形で高架橋が建設されている。



出典：(株)大林組ホームページ

写真 3.2.3 都市内高速道路 2 層構造の例

また、こういった場所における現況道路の交通量が多いことから、これらの現況交通への影響を最小限とする（早期建設が可能となる）鋼構造による施工が一般的である。

近年では、都市内の混雑した地域での施工において、急速施工・狭小施工を可能とし、社会的損失を最小限とする工法が、本邦において多く開発されている（詳細は、6 章を参照）。本プロジェクトにおいても、都市内の人口過密地域での施工が必要とされるため、急速施工・狭小施工が可能となる本邦技術を適用することで大きな効果が得られると考える。

また、都市内の用地制限がある状況での東西回廊と南北回廊のジャンクション構造は、写真 3.2.4 に示すような複雑な構造となる。このような複雑なジャンクション構造は、現況交通への影響を最小限とする鋼構造の適用が一般的である。

「イ」国においては、跨線橋や鉄道の河川橋などで、鋼構造の適用は多いが、都市内フライオーバーや連続高架橋においては一部の地域（コルカタ市内の連続高架橋は日本の援助により建設されており鋼構造が適用されている）を除き、ほとんど鋼構造の適用が見られない。一方、日本において大都市での高速



写真 3.2.4 首都高速西新宿ジャンクション

道路建設において、このような複雑なジャンクションを、現況交通への影響を最小限にしながら、建設してきた多くの実績を有している。そのため、このような複雑なジャンクションの設計及び施工に関して、本邦最新技術や長年のノウハウを活用できると考える。

以上より、本プロジェクトについては、概略検討を実施し、本邦技術を使用した構造物の提案を実施する。

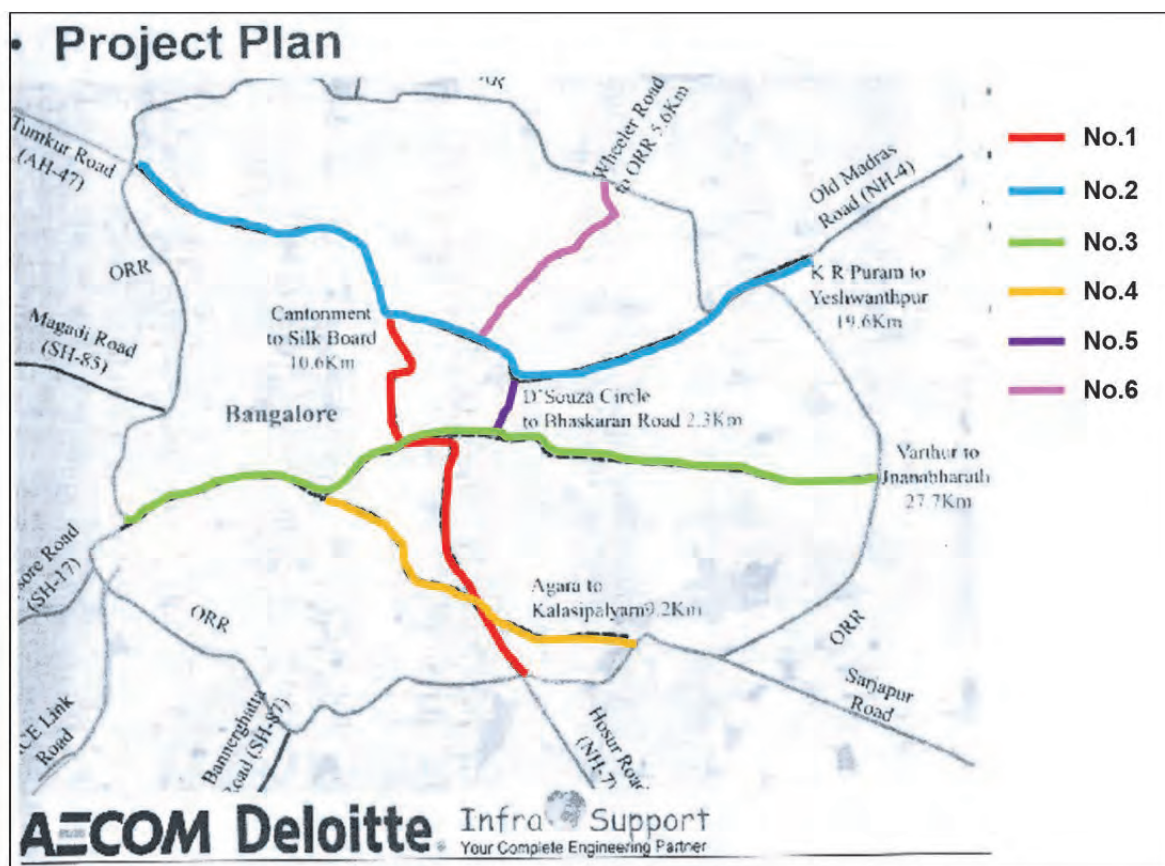
### 3.3 バンガロール市高架橋建設プロジェクト

#### 3.3.1 はじめに

バンガロール市の高架橋は同市の慢性的な渋滞解消、及び提案路線沿いに円滑な交通を確保することを目的として計画されている。

現在、同高架橋において、フィージビリティスタディと基本設計業務がカルナタカ道路開発公社から現地コンサルタントへ発注されており、2016年11月にフィージビリティスタディ業務が完了する予定である。その後、各セクションに分かれて、詳細検討業務が発注される予定である。

本プロジェクトの全体路線図及び計画路線一覧表を以下に示す。



出典：現地コンサルタントのプレゼンテーション資料 (JICA 調査団修正)

図 3.3.1 バンガロール高架橋全体平面図

表 3.3.1 バンガロール高架橋計画路線詳細

番号	提案路線名	延長	レーン数	タイプ
1	セントラル・シルク・ボード及びカントンメントを接続する南北回廊（国道7号線-ホスアー-ベラリー）	10.60km	6	高架橋
2	K. R. プラム及びゴーガンテポルヤを接続する東西回廊（国道4号線-旧マドラス道路-国道4号線バンガロール-プネ道路）	19.70km	6	高架橋
3	東西回廊2（州道17号線-州道35号線、州道17号線-ジャナナガラティ-州道35号線-バーテウー コディ）	27.70km	6	高架橋
4	接続回廊1（南北回廊アグラ-東西回廊2カラシパルヤ）	9.20km	4	高架橋
5	接続回廊2（東西回廊1リッチモンド道路-東西回廊2ウルソール）	2.30km	4	高架橋
6	接続回廊3（外環道路カルヤン・ナガールジャンクション-セント ジョン教会道路とホイール道路ジャンクション）	5.70km	4	高架橋

出典：現地コンサルタントのプレゼンテーション資料

### 3.3.2 調査対象

#### (1) 調査対象区間

バンガロール高架橋計画において核となる南北回廊と東西回廊は優先順位が高く、人口過密地区を通過することより、急速施工・狭小施工などの本邦技術の優位性が発揮しやすいと考える。また、デリー高架橋の対象区間同様に南北回廊と東西回廊が併走する区間を調査対象とした。また、検討が十分になされていないジャンクション構造についても検討を行う。

なお、第一次現地調査時において、カルナタカ道路開発公社からは、都市内における急速施工・狭小施工などの社会的なメリットが見込める構造・施工方法の導入に興味があり、現在フィージビリティスタディを実施している現地コンサルタントと協議した上で、その現地コンサルタントを通じて提案されたいとの要望を受けた。

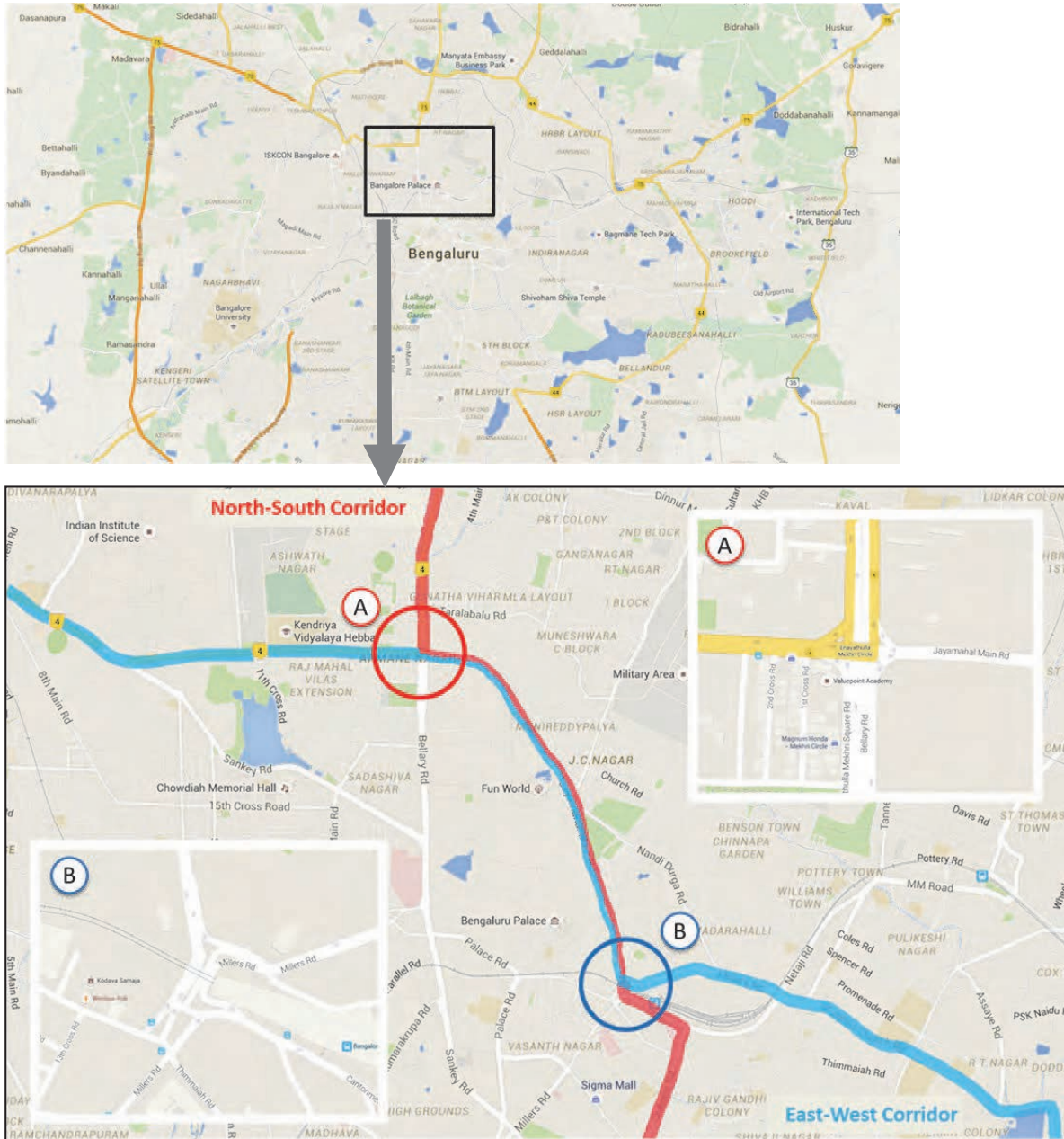


図 3.3.2 調査対象区間位置図

出典：JICA 調査団/Google



写真 3.3.1 ジャンクション予定地（左：ジャンクション A、右：ジャンクション B）

(2) 現地調査結果

1) 南北回廊と東西回廊の併走区間

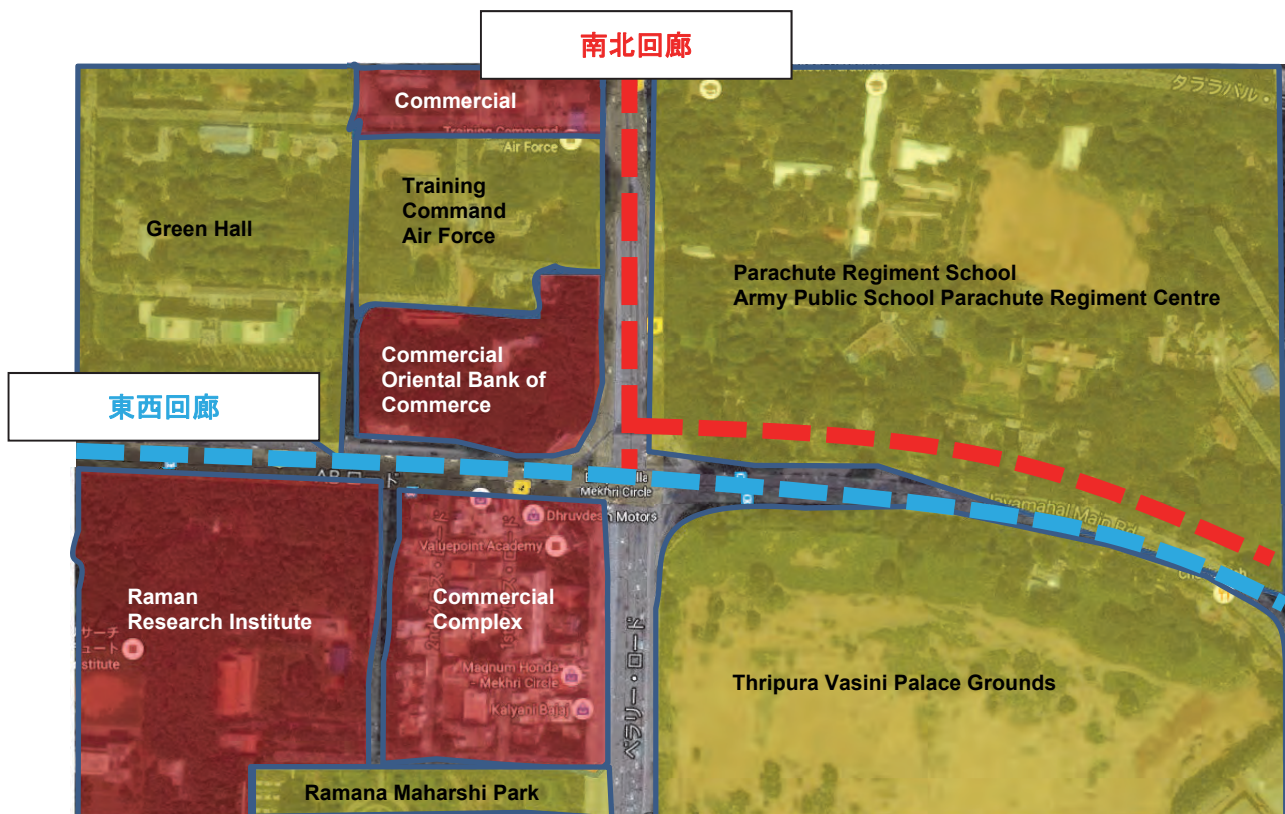
2016年5月31日、及び6月1日に現場調査を実施した。南北回廊及び東西回廊は、人口過密地域を通り、またその大部分の区間は交通量の多い現道沿いに位置していることが確認された。加えて、現地コンサルタントによると、南北回廊と東西回廊の車線数は、6車線で計画されており、いくつかの区間において、計画幅員よりも現道の幅員の方が狭いことが確認された。そのため、現在の計画のもとで高架橋を建設するためには、追加の用地収用が必要となると考える。



写真 3.3.2 市内混雑状況

2) ジャンクション A

ジャンクション A 予定地付近の現状における土地利用について、図 3.3.3 に示す。私有地と政府用地が混在しており、非常に狭い地域にジャンクションを建設する必要がある。



記： 赤色：私有地（土地収用困難）  
 青色：学校用地（土地収用は可能であるが、手続きに長い時間を要する）  
 黄色：政府用地（土地収用可能）

出典：JICA 調査団/Google

図 3.3.3 ジャンクション A 周辺の現状土地利用図

### 3) ジャンクション B

ジャンクション B 予定地付近の現状における土地利用について、図 3.3.4 に示す。ジャンクション A と同様に私有地と政府用地が混在しており、非常に狭い地域にジャンクションを建設する必要がある。また、鉄道も近接しており、非常に複雑な構造のジャンクション形状が求められる。



記： 赤色：私有地（土地収用困難）  
青色：学校用地（土地収用は可能であるが、手続きに長い時間を要する）  
黄色：政府用地（土地収用可能）

出典：JICA 調査団/Google

図 3.3.4 ジャンクション B 周辺の現状土地利用図

#### 3.3.3 概略検討実施の是非について

現地調査の結果、調査対象路線（南北回廊と東西回廊が併走する区間）は、バンガロール市中心部における人口過密地域を通過する路線であることが確認された。加えて、東西回廊と南北回廊が同一路線上を通過するため、複雑な 2 層構造となることが想定される。また、用地制限より、東西回廊と南北回廊のジャンクション構造は複雑な構造となることが想定される。

3.2.3 項に述べたとおり、都市内の人口過密地域での施工であるため、急速施工・狭小施工を念頭においた上、本邦技術を用い、社会的損失を最小限とする工法を適用することが望ましい。そのため、「イ」国で実績の少ない鋼上部工、及び鋼製橋脚の適用が不可欠と考える。

そのため、本プロジェクトについて、概略検討を実施し、本邦技術を使用した構造物の提案を実施する。



### 3.4 チェンナイ市高架橋建設プロジェクト

#### 3.4.1 はじめに

チェンナイ市においては、タミルナド州政府、タミルナド開発公社及び大チェンナイ圏公社が、それぞれ市内の交通改良事業に携わっている。そのため、第二次現地調査において、その3機関からヒアリングを実施し、チェンナイ市における道路開発事業についての情報収集を実施した結果、以下の4案件が抽出された。

- IT回廊高架橋建設プロジェクト
- 国道45号線沿い高架橋建設プロジェクト
- 東海岸通り沿い高架橋建設プロジェクト
- チェンナイ市踏切改良プロジェクト

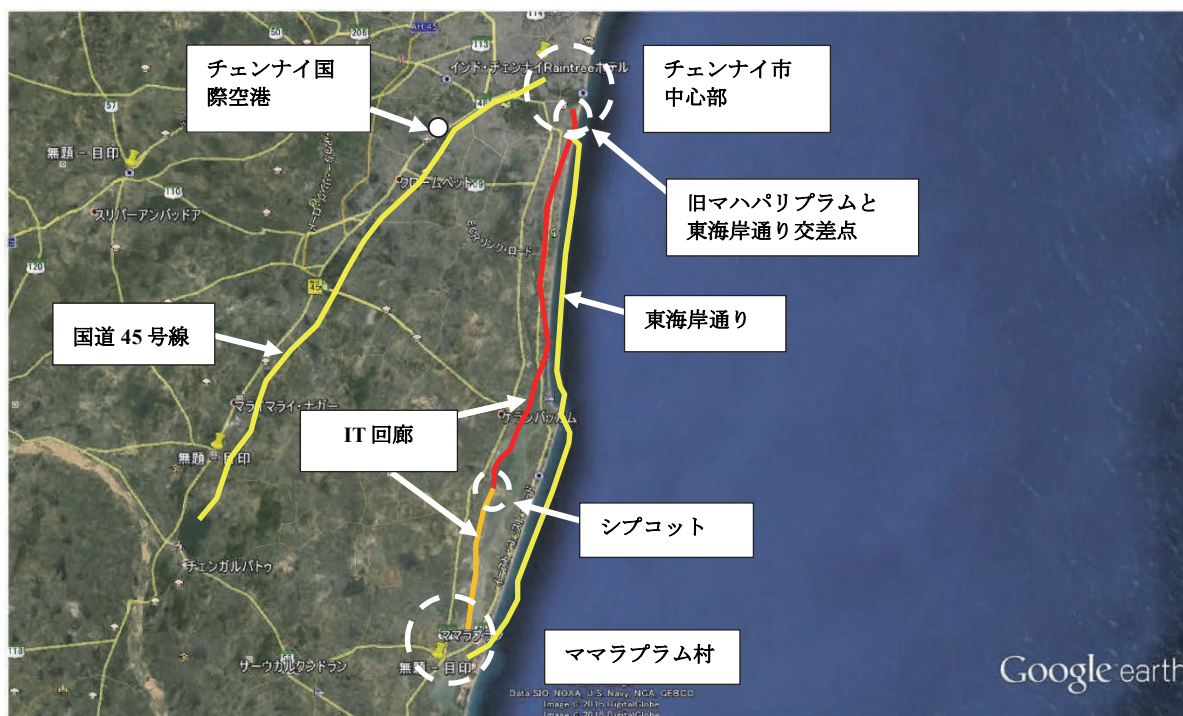
それぞれの概要と本調査での検討実施の是非について以下に記述する。

#### 3.4.2 IT回廊高架橋建設プロジェクト

##### (1) 計画概要について

2016年5月26日に実施したタミルナド開発公社（TNRDC）との会議の場でIT回廊の高架橋の建設計画が紹介された。この高架橋は、図3.4.1に示すように旧マハバリプラム通りと東海岸通りとの交差点を起点としママラプラム村を終点とする「IT回廊」に沿って建設される予定となっている。現在、本路線は、東海岸通りの交差点からシプコットのバス停の間を6車線の自動車道と4車線の側道で整備されている。TNRDCによると、高架橋は、東海岸通りの交差点からシプコットのバスステーションの区間のみに整備される予定である。

将来交通需要について、TNRDCは検討を終えており、その結果を表3.4.1に示す。



出典：JICA 調査団/Google

図 3.4.1 IT 回廊位置図

表 3.4.1 将来交通需要予測結果（ピーク時間）

（単位：PCU/時）

	シーバン料金所	エガトン料金所
現在	10,132	4,676
2025	20,884	9,300
2035	42,126	18,224

出典：TNRDC よりの聞き取り結果

TNRDC によると、既に詳細プロジェクト計画書が、現地コンサルタントにより、2016 年 8 月に、州政府へ提出された。



写真 3.4.1 IT 回廊の現状

## (2) 概略検討実施の是非について

前述のように IT 回廊高架橋建設プロジェクトは、TNRDC によって詳細プロジェクト計画書が提出されており、すでに計画の概要が定まっている。また、高架橋建設路線は比較的用地が確保されており、「イ」国で一般的に適用されている PC 箱桁橋の施工工法での施工が容易である。このような背景より、適用しうる本邦技術の提案が難しいため本調査対における概略検討実施対象として選定しない。

### 3.4.3 国道 45 号線沿い高架橋建設プロジェクト及び東海岸通り沿い高架橋建設プロジェクト

#### (1) 計画概要について

2016 年 6 月 21 日に実施したタミルナド州道路及び小規模港湾局との会議において 2 路線の高架橋建設計画が紹介された。図 3.4.1 に示されている国道 45 号線及び東海岸通り沿いに高架橋建設が計画されているが、しかし、現時点で、両路線ともに高架橋建設に関する検討は実施されていない。

#### (2) 概略検討実施の是非について

現地調査の結果、国道 45 号線は、高架橋建設に必要な用地が比較的、用地が確保されており、「イ」国で一般的に適用されている PC 箱桁橋の施工工法にての施工が容易であり、基礎の形式とその施工についても従来の形式及び従来工法で十分可能であると判断できる。このため本邦技術の適用が難しいことより、本調査において次の検討対象とはしない。

一方、東海岸通りは、一部既存道路幅員が狭い（約 15m）地点があるため、「イ」国で一般的に使用される基礎形式（場所打ち杭）では基礎形状が大きくなり施工時に現況交通を止めざるを得ない。さらには 4 車線の高架橋を約 15m の幅員の道路上に建設するには道路両脇の用地買収が必要となる等、社会的に負の影響が大きい。そのため、狭隘な場所での建設を可能とする本邦技術を適用することにより既存道路幅員内での高架橋建設が可能となると考える。よって、本調査において概略検討の実施対象とした。



写真 3.4.2 東海岸通り現況

### 3.4.4 チェンナイ市踏切改良プロジェクト

#### (1) 計画概要について

2016 年 6 月 20 日に実施された大チェンナイ圏公社（GCC）との会議において、1 件の踏切改良プロジェクトが紹介された。図 3.4.2 に示すように、本プロジェクトにおいて、エノール ハイ道路沿いの踏切 LC 2A とマナリ道路沿いの踏切 LC 2B を T 形のフライオーバーを建設することにより解消することが目的である。踏切の現状を写真 3.4.3 に示す。

しかし、詳細プロジェクト計画書が既に GCC により作成されており、業者入札もすぐに開始される予定である。



写真 3.4.3 踏切の現状 (左 : LC 2A、右 : LC 2B)

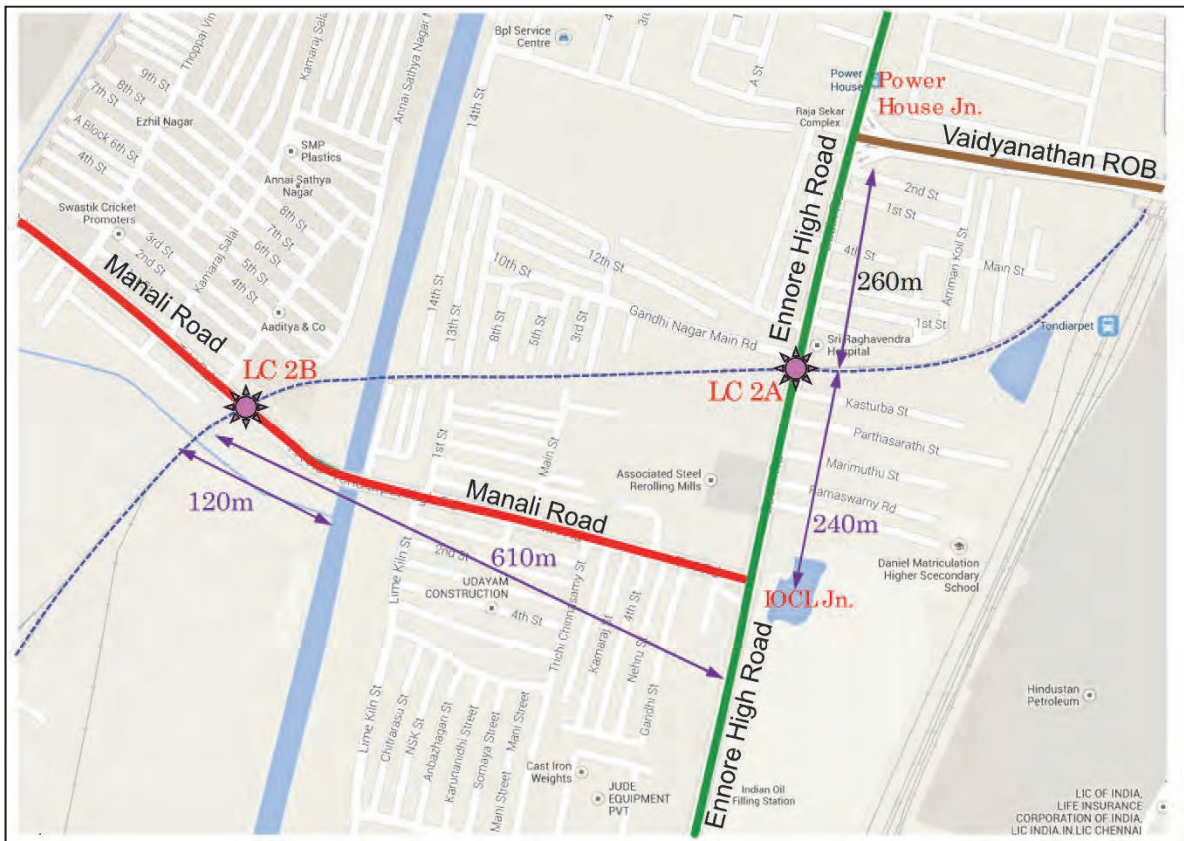
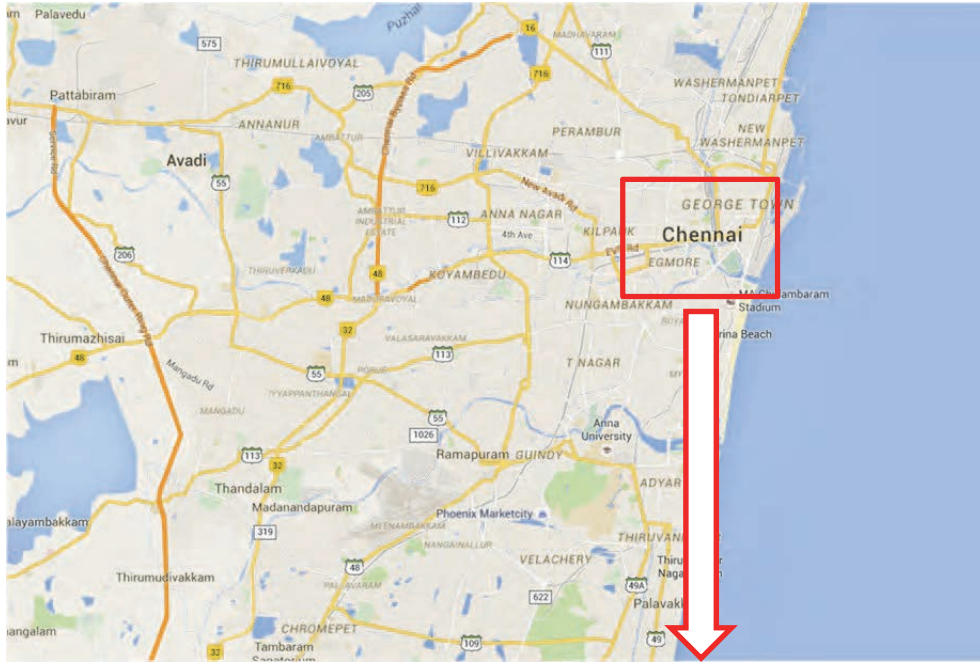


図 3.4.2 踏切改良事業位置図

出典：GCC

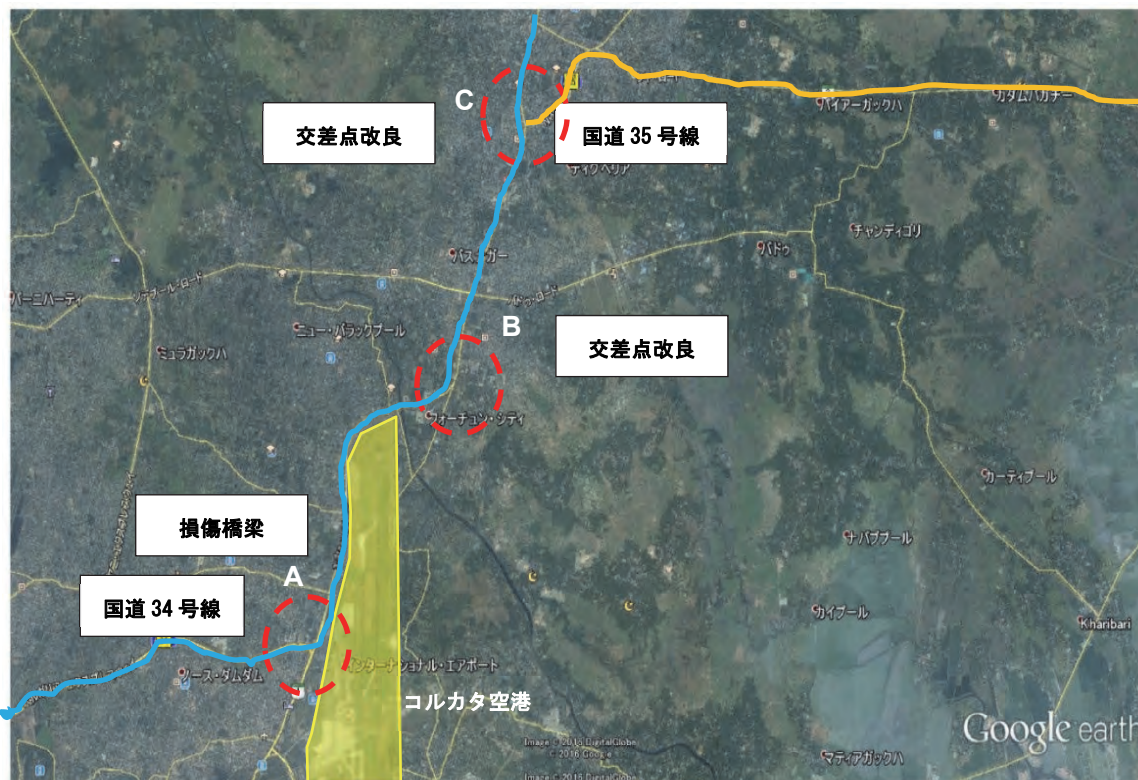
## (2) 概略検討実施の是非について

前述の通り、本プロジェクトにおいては、詳細プロジェクト計画書の作成が完了し、業者入札もすぐに実施されることより本調査において概略検討の対象として選定しない。

### 3.5 コルカタ市橋梁補修及び交差点改良プロジェクト

#### 3.5.1 はじめに

第二次現地調査時（2016年6月16日）に実施した道路交通省コルカタ事務所の監督官との会議の結果、1か所の損傷橋梁と2か所の交差点改良事業について紹介された。図3.5.1に示すように、対象橋梁及び交差点は、国道34号線上に位置している。



出典：JICA 調査団/Google

図 3.5.1 対象橋梁位置図

#### 3.5.2 現地状況調査

##### (1) 橋梁補修プロジェクト（図3.5.1のA）

国道34号線は、コルカタ市中心部から国際空港へ向け整備されている。その後、空港前において交差点を形成している。交通渋滞解消のため、フライオーバーが2橋梁、当該交差点位置にて建設されている。写真3.5.1に示すように、これらフライオーバーの車線数は4車線で、上部工形式は、PC箱桁である。



写真 3.5.1 損傷橋梁全体図

現地での目視調査結果によると、コンクリートの品質及び施工状況は、良い状況あるとは言い難い。写真 3.5.2 に示すように、型枠間の隙間は、良好に施工されていない。これらの隙間は、モルタルで覆われており、豆板が発生していたのではないかと推測する。しかし、これらの損傷は、コンクリート片の落下につながるような大きなものではないと考える。

また、写真 3.5.3 に示すような多数の鉛直及び斜めひび割れが桁側面に確認された。これらのひび割れは重大な懸念事項であると考え。一般的に、このようなひび割れは、PC 箱桁の曲げモーメント及びせん断力に対する耐力不足が主因となって発生すると考えられる。

現在、これらフライオーバーは、管轄機関（NHAI）により、通行制限がなされている。

上述の現象を考慮すると、補修工事、もしくは架替え工事の実施が必要と考える。

しかし、これらフライオーバーの利用交通量は少なく、また管轄機関によりすでに通行制限がなされている。大きな社会的な負の影響を与えていないことを考えると、緊急性及び架け替えまたは補修・補強の必要性は高くないと考える。

## (2) 国道 34 号線交差点改良プロジェクト（図 3.5.1 の B）

道路交通省コルカタ事務所によると、図 3.5.2 に示す交差点において、渋滞解消のため、国道 34 号線沿いにフライオーバーを建設する計画がある。



写真 3.5.2 モルタル充填状況



写真 3.5.3 ウェブにおける水平及び斜め方向ひび割れ



出典：JICA 調査団/Google

図 3.5.2 国道 34 号線交差点改良位置図

現地調査の結果によると、国道 34 号線沿いには、多数の大型車両の通行が確認された。しかし、接続されている地方道の規模は小さい。そのため、本交差点においては、フライオーバー建設ではなく、適切な信号制御をする事が好ましいと考える。



写真 3.5.4 国道 34 号線及び地方道の現状



### (3) 国道 34 号線と 35 号線交差点改良プロジェクト（図 3.5.1 の C）

国道 34 号線と 35 号線の交差点において、フライオーバーを建設する計画がある。道路交通省コルカタ事務所によると、国道 34 号線沿いにフライオーバーを建設する計画について、フィージビリティスタディを実施中であり、詳細プロジェクト計画書について、すぐに最終化する予定である。しかし、本交差点における交通容量を増加させるため、国道 34 号線と国道 35 号線を結ぶフライオーバーを追加する要望があるとの事であった。



出典：JICA 調査団/Google

図 3.5.3 国道 34 号線と 35 号線交差点改良位置図

現地調査結果によると国道 34 号線沿いの新規フライオーバー建設に関する必要性は確認されたものの、当該交差点における交通管理、及び周辺用地の土地収用に對する観点より、国道 34 号線と国道 35 号線を接続する追加のフライオーバー建設に関する必要性は確認出来なかった。



写真 3.5.5 国道 34 号線及び 35 号線交差点の現状

### 3.5.3 概略検討実施の是非について

現地調査の結果、コルカタ市における 3 プロジェクトに関する概略検討実施については、以下とする。

- 橋梁補修プロジェクト (A)

対象橋梁については、交通量も少なく、既に大型車両使用の制限が行われており、緊急性・必要性低いことが確認された。そのため、本プロジェクトについては、概略検討の実施を行わない。

- 国道 34 号線交差点改良プロジェクト (B)

プロジェクト実施の必要性が低いため、概略検討の実施を行わない。

- 国道 34 号線と 35 号線交差点改良プロジェクト (C)

プロジェクト実施の必要性が低いため、概略検討の実施を行わない。

### 3.6 パटना市新マハトマガンジー橋建設プロジェクト

#### 3.6.1 はじめに

第三次現地調査時にビハール州コシ橋の調査要請を貴機構経由で受領した。そのコシ橋について道路交通省と協議を持ったものの、コシ橋はミッシングリンクに位置し高い緊急性があったため既に現地コンサルタントによって詳細プロジェクト計画書の作成が進められており、本邦 ODA の実施スケジュールとタイムスパンが合わない旨、道路交通省より説明を受けた。

その際、道路交通省からは新マハトマガンジー橋の検討を実施して欲しい旨要請を受けた。このため、JICA 調査団は現地調査を実施し事前検討を行った後、本橋の管轄である IAHE と協議を持った。しかし、IAHE からは既に本橋はコンサルタントにより検討が始められている旨、説明がなされた。

以下に JICA 調査団が実施した検討を記載する。また、JICA 調査団が提案した本邦技術を用いた橋梁形式を含む資料については、「添付 5 パटना市新マハトマガンジー橋建設プロジェクト説明資料」を参照されたい。

#### 3.6.2 新マハトマガンジー橋建設の必要性

マハトマガンジー橋が位置するビハール州は「イ」国で最貧州の一つだが、近年の経済成長は著しいものがある。この地域経済活動の活発化に伴い、遅れていた州内の幹線道路整備も進んでいる。同時に、自動車登録台数はこの 5 年間で 3 倍となっている。加えて、ビハール州はネパール及びブータンから「イ」国への交易ルート上にあり、活発化すると予想される域内貿易に対応する為の南北間の道路整備も進められている。この中で、マハトマガンジー橋が架かるパटना市は、ビハール州の州都であり、同州の経済活動の中心であると共に、南北交通の重要結節点でもある。



写真 3.6.1 既存マハトマガンジー橋の渋滞状況

##### (1) マハトマガンジー橋の現状

マハトマガンジー橋は、パटना市の東方に位置しており、ガンジス河を交差し、ガンジス河の北岸及び南岸を接続するものである。片側 2 車線を有しているが、交通量が大きいため、写真 3.6.1 に示すように、交通渋滞が慢性的に発生している。

加えて、マハトマガンジー橋の中央ヒンジ地点における損傷により、上部工を撤去し、新上部工を建設する工事が進んでいる。現状では、写真 3.6.2 に示すように上流側の 1 支間の上部工が「イ」国政府により、撤去されている。



写真 3.6.2 マハトマガンジー橋上部工一部撤去状況

## (2) マハトマガンジー橋近傍の橋梁建設状況

### 1) 既存橋梁

現在、ガンジス川渡河橋梁はマハトマガンジー橋以外にラジェンドラ橋及びビクラムシラ橋の 2 橋が有る。

### 2) 建設中及び計画中の橋梁

図 3.6.2 の示すように、現在、2015 年～2017 年で完工の予定で以下の 4 か所の橋梁が建設中である。

- ムンゲールガンジス橋
- デグハ鉄道・道路橋
- コイルワ - アラ - チャンパラ橋
- ベイクティーヤープール - カルジャン橋

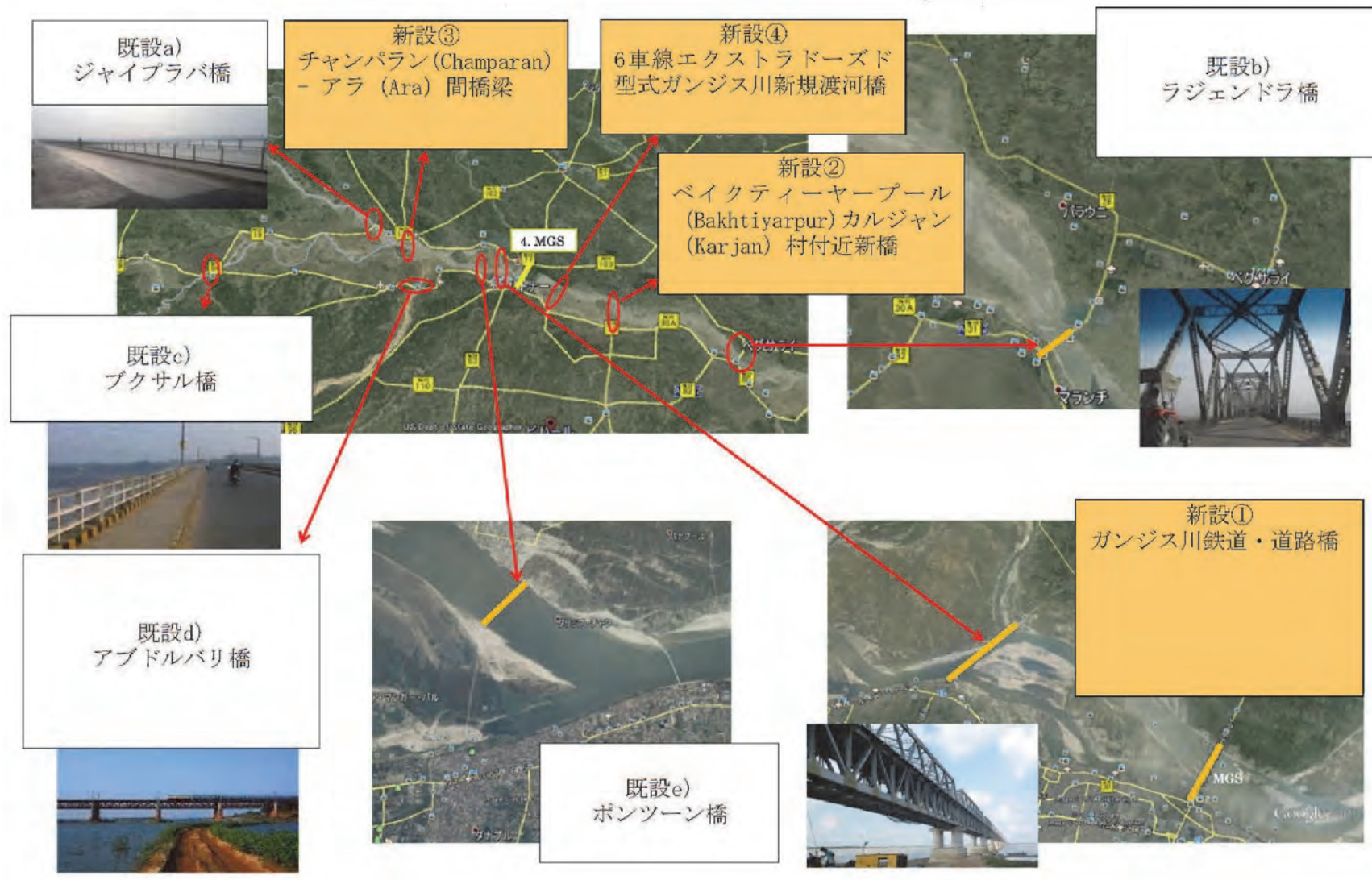


図 3.6.1 マハトマガンジー橋近傍の橋梁

(3) 交通需要予測

1) 交通需要予測実施の前提条件

2015年に実施された経済産業省の「インド：ビハール州マハトマガンジー橋再生計画調査報告書」においてガンジス河沿いの4箇所の新橋建設を考慮した交通需要予測が実施されている。予定建設年度と4橋梁それぞれへの交通量配分の比率について、表3.6.1に示す。また、4橋梁の位置図について、図3.6.2に示す。

表 3.6.1 マハトマガンジー橋及び4新橋梁の竣工予定年度と交通量配分

	竣工予定年度	交通量配分		
		2016	2017	2018
マハトマガンジー橋	-	50.8%	35.5%	28.7%
コイルワ-アラ-チャンパラ橋	2016		17.1%	14.4%
デグハ鉄道・道路橋	2015	49.2%	33.6%	27.3%
6車線エクストラロード形式ガンジス川新規渡河橋 (カッチ-ダルガー ビドゥプール橋)	2017			18.6%
バイクティーヤープール-カルジャン橋	2016		13.8%	11.0%

出典：経産省「インド：ビハール州マハトマガンジー橋再生計画調査報告書」



出典：経産省「インド：ビハール州マハトマガンジー橋再生計画調査報告書」

図 3.6.2 マハトマガンジー橋及び新規4橋梁位置図

## 2) 交通需要予測検討結果

前述の前提条件を考慮したマハトマガンジー橋の交通量需要予測結果は以下である。

表 3.6.2 交通需要予測によるマハトマガンジー橋利用交通量

	乗用車・タクシー等	バス	LCV	トラック	左記計	2輪	3輪	トラクター	その他	計 (台/日)	計 (PCU/日)
2013年	11,890	2,161	3,268	11,982	29,301	11,576	6,306	850	508	48,541	80,107
2014年	13,079	2,377	3,627	13,300	32,383	12,734	6,937	850	508	53,412	88,177
2015年	14,387	2,615	4,026	14,763	35,791	14,007	7,631	850	508	58,787	97,104
2016年	8,090	1,472	2,260	8,287	20,109	15,408	8,394	850	508	45,269	64,167
2017年	6,233	1,224	1,726	6,327	15,510	16,949	9,233	850	508	43,050	55,702
2018年	5,499	1,106	1,557	5,707	13,869	18,644	10,156	850	508	44,027	54,022
2022年	7,905	1,589	2,321	8,508	20,323	26,800	14,599	850	508	63,080	77,072
2027年	11,615	2,335	3,572	13,091	30,613	39,379	21,450	850	508	92,800	113,627
2032年	15,544	3,125	5,010	18,363	42,042	52,699	28,705	850	508	124,804	153,937
2037年	20,803	4,183	7,028	25,757	57,771	70,524	38,413	850	508	168,066	209,176
2042年	27,839	5,597	9,857	36,126	79,419	94,376	51,406	850	508	226,559	284,906
2047年	37,255	7,490	13,824	50,669	109,238	126,296	68,793	850	508	305,685	388,799
2052年	49,855	10,023	19,388	71,066	150,332	169,012	92,061	850	508	412,763	531,402

出典：経産省「インド：ビハール州マハトマガンジー橋再生計画調査報告書（2015）」

### (4) 新マハトマガンジー橋建設の必要性について

表 3.6.2 に示す通り、マハトマガンジー橋を使用する交通量は、2022 年に、77,072 [PCU/日]、2027 年には、113,627 [PCU/日]となる。

Highway Capacity Manual (AASHTO) によると、交通量と必要車線数の関係は以下に示す通りとなる。

2 車線 < 20,000  
 20,000 < 4 車線 < 80,000  
 80,000 < 6 車線            単位 [PCU/日]

以上より、マハトマガンジー橋における必要車線数は、以下になると算出される。そのため、新マハトマガンジー橋の建設は必要であると考えられる。

2022 年 ⇒ 4 車線必要 ⇒ 現況車線数値  
 2027 年 ⇒ 8 車線必要 ⇒ 2022 年及び 2027 年の交通量予測結果によると、2023 年には、マハトマガンジー橋の交通が飽和することが予測される。そのため、マハトマガンジー橋上の円滑な交通確保のためには、2022 年以降、なるべく早い段階で、新マハトマガンジー橋を完成させ、一般交通への開放が必要とされる。

## 3.6.3 現地調査

### (1) 新マハトマガンジー橋の架橋位置

現地調査の結果、マハトマガンジー橋の下流側には多数の住宅が存在しているため、新マハトマガンジー橋は、マハトマガンジー橋の上流側に建設するべきである。

マハトマガンジー橋の基礎への洗掘による影響を考慮すると、図 3.6.3 に示すように、新マハトマガンジー橋は、50～100m 程度、マハトマガンジー橋上流に建設するのが望ましい。



出典：JICA 調査団/Google

図 3.6.3 新マハトマガンジー橋位置図

## (2) パトナ市側土地利用状況

現場調査結果によると、図 3.6.4 に示すように、マハトマガンジー橋脇には既存道路が存在し、ある程度の用地が確保されていることが確認された。



出典：JICA 調査団/Google

図 3.6.4 パトナ市側土地利用状況



### (3) ハジプール側土地利用状況

現地調査の結果、大部分の用地が農業用地として使用されていることが確認された。しかし、図 3.6.5 に示すように、既存道路沿いに数件の家屋が存在していることが確認された。



出典：JICA 調査団/Google

図 3.6.5 ハジプール側土地利用状況

### 3.6.4 概略検討実施の是非について

前述の通り、道路交通省の要請により現地調査を実施し、必要性・緊急性、適用可能な本邦技術とその優位性を提案したが、2016年8月30日に実施された道路交通省の別部署との協議により、新マハトマガンジー橋については、詳細プロジェクト計画書の作成作業が進められている事が確認された。また、現段階において本邦技術の提案を取り入れることは難しいと判明したため、概略検討の実施を行わない。

### 3.7 インド国鉄西部鉄道における損傷橋梁

#### 3.7.1 はじめに

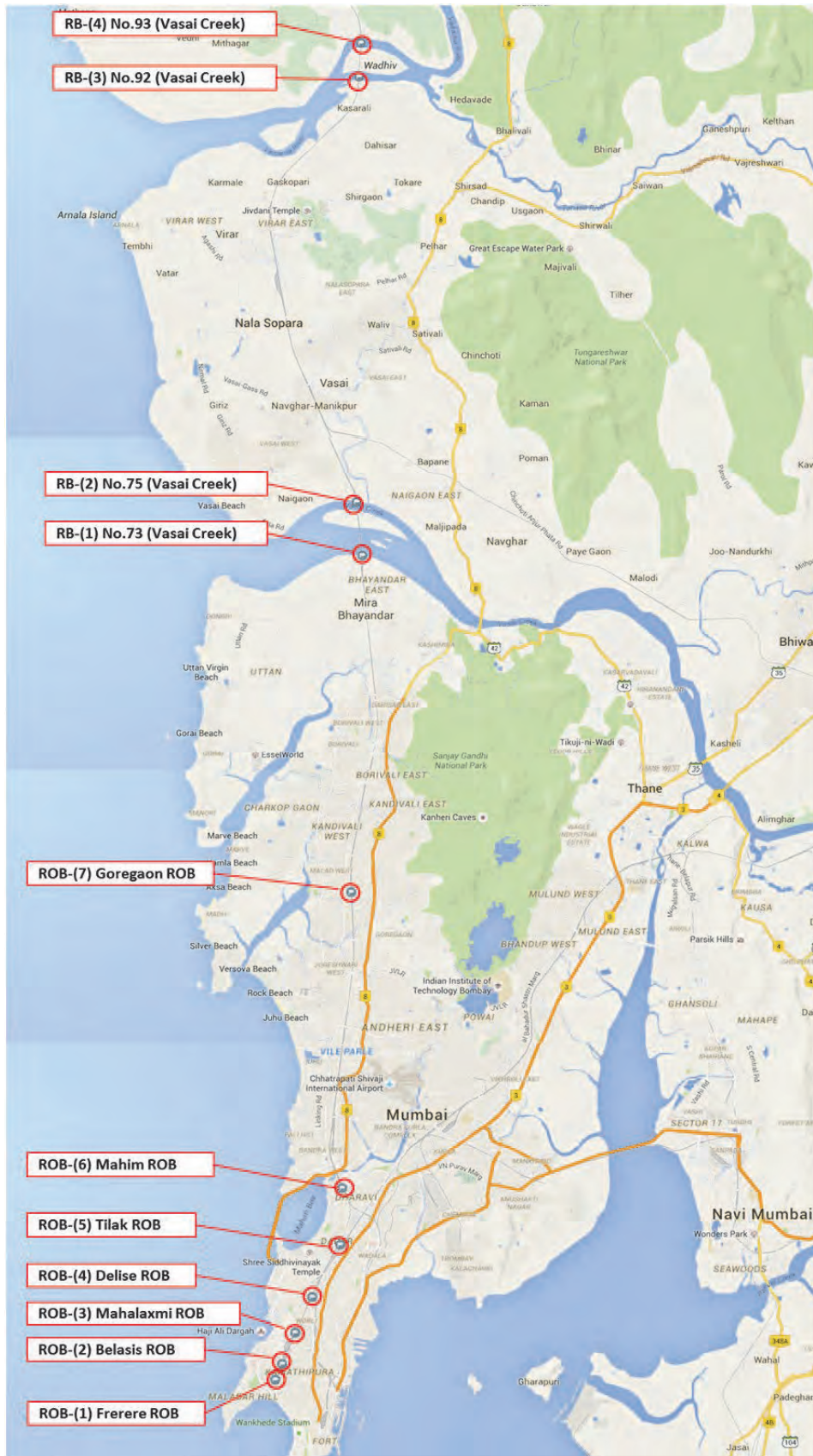
2016年6月6日の第二次現地調査における西部鉄道との会議において、補修が必要と考えられる跨線橋及び鉄道橋のリストが示された。

リスト内の橋梁数とその位置については、表 3.7.1、図 3.7.1、及び図 3.7.2 に示す。

表 3.7.1 損傷橋梁数及び架橋位置

橋梁種別	位置	橋梁数（総数 18 橋）	橋梁名
跨線橋 (ROB)	ムンバイ	7	(1) フェレーレ跨線橋 (No. 1) (2) バラシス跨線橋 (No. 2) (3) マハラクスミ跨線橋 (No. 3) (4) デリセ跨線橋 (No. 4) (5) ティラク跨線橋 (No. 5) (6) マヒム跨線橋 (No. 6) (7) ゴレガオン跨線橋 (No. 7)
	バドダーラ	2	(8) LC No. 5/A (No. 8) (9) LC No. 2/X (No. 9)
鉄道橋 (RB)	ムンバイ	4	(1) No.73 (Vasai Creek) (2) No.75(Vasai Creek) (3) No.92 (Vasai Creek) (4) No.93 (Vasai Creek)
	ラトラム	5	(5) No. 114 (6) No. 129 (7) No. 132 (8) No. R5 (9) No. R8

出典：西部鉄道から受領の損傷橋梁リスト



出典：JICA 調査団

図 3.7.1 損傷橋梁位置図 (ムンバイ)



図 3.7.2 損傷橋梁位置図（バドダーラ及びラトラム）

### 3.7.2 ムンバイ市の損傷跨線橋

#### (1) 第二次現地調査（目視調査）結果一覧

第二次現地調査において実施したムンバイ市内の跨線橋に関する目視調査の結果について、表 3.7.2 にまとめる。

表 3.7.2 ムンバイ市において補修・補強が必要とされる跨線橋目視調査結果一覧

番号	橋梁名	橋長 [m]	建設年	上部工形式	現地調査結果
1	フェレーレ跨線橋	25.36	1921	鋼 2 主桁	再塗装等実施され、良好な維持管理をされている。
2	バラシス跨線橋	31.50	1893	鋼 1 桁	再塗装等実施され、良好な維持管理をされている。しかし、フランジにおいて腐食と思われる切欠きが確認される。
3	マハラクスミ跨線橋	77.00	1920	鋼 1 桁	再塗装作業中である。錆の発生状況は、あまり深刻でない。
4	デリセ跨線橋	63.20	1921	鋼 2 主桁	錆の発生状況が深刻である。
5	ティラク跨線橋	226.20	1925	鋼 2 主桁	再塗装等実施され、良好な維持管理をされている。
6	マヒム跨線橋	80.00	1993	ポステン 1 桁	PC の外ケーブルが破断している。上部工のコンクリート状況は良好であるが、下部工のコンクリート状況は良好ではない。
7	ゴレガオン跨線橋	79.00	1993	ポステン 1 桁	PC の外ケーブルが破断している。しかし、コンクリート状況は、良好である。

出典：JICA 調査団

## (2) 第二次現地調査（目視調査）結果詳細

ムンバイ市に位置する 7 橋の目視調査結果詳細を以下に示す。

### 1) フェレーレ跨線橋 (No.1)

#### (a) 一般情報

フェレーレ跨線橋に関する一般情報を以下に示す。

- 架橋位置：グランドロード駅そば
- 橋長：25.36m
- 幅員：19.50m
- 支間数：単径間
- 上部工形式：鋼 2 主桁
- 下部工形式：石積み式橋台
- 建設年次：西暦 1921 年



写真 3.7.1 フェレーレ跨線橋（左：全体図、右：主桁及び横桁状況）

## (b) 現地調査結果

### a) 構造概要

建設後 95 年が経過しているが、本橋梁は良好な状況で維持管理がなされている。

西部鉄道によると、亜鉛ペンキを使用して 4～5 か月前に再塗装作業を実施しており、それにより、鋼部材表面は、良好な状況に維持されている。しかしながら、2011 年における鉄道省からの指示によると、鉄道車両への電気供給システムを直流から交流に変更するため、跨線橋下の建築限界を、現状の 5.0m から 6.25m に増加させる必要がある。そのため本橋梁の架替えを希望している。



写真 3.7.2 主桁及び横桁状況

### b) 周辺環境に対する考察

#### i) 大気汚染及び騒音

近隣に住居地域が確認され、工事中及び完了後に騒音や大気汚染の影響を受ける可能性がある。

#### ii) 社会環境

住居及び商業地域が、近隣に確認されており、架替工事による影響を受ける可能性がある。

ただし、宗教施設は、近隣に確認されていない。

#### iii) 自然環境

跨線橋近傍において、環境保護地域は存在していない。



写真 3.7.3 フェレーレ跨線橋からの状況（左：南西方面、右：北西方面）

## 2) バラシス跨線橋 (No.2)

### (a) 一般情報

バラシス跨線橋に関する一般情報を以下に示す。

- 架橋位置：ムンバイ セントラル駅そば
- 橋長：31.50m
- 幅員：19.50m
- 支間数：5 径間
- 上部工形式：鋼 I 桁(15 主桁)
- 下部工形式：石積み橋台及び鋼製橋脚
- 建設年次：西暦 1893 年



写真 3.7.4 バラシス跨線橋全体図



写真 3.7.5 主桁及び橋脚の状況

### (b) 現地調査結果

#### a) 構造概要

本橋梁は、西部鉄道により管理されている橋梁の中で、最も古い橋梁の一つである。再塗装作業は実施されているが、錆の発生により損傷を受けている箇所が散見されており、特に写真 3.7.6 に示すように桁下面(フランジ)断面の一部が欠損している。



写真 3.7.6 下フランジ断面の欠損状況



写真 3.7.7 跨線橋から北西方面状況

主桁の横にユーティリティ管が添架されていることが確認された。また、歩道にも、鋼管の水道管が桁に添架されている。フェレーレ跨線橋と同様に、本橋においても桁下の建築限界を 5.0m から 6.25m に増やすように要請されており、西部鉄道は、本橋梁の架替えを希望している。

#### b) 周辺環境に対する考察

##### i) 大気汚染及び騒音

近隣に住居地域が確認され、工事中及び完了後に騒音や大気汚染の影響を受ける可能性がある。

##### ii) 社会環境

住居及び商業地域が、近隣に確認されており、架替工事による影響を受ける可能性がある。ただし、宗教施設は、近隣に確認されていない。

##### iii) 自然環境

跨線橋近傍において、環境保護地域は存在していない。



写真 3.7.8 跨線橋から南西方面状況

### 3) マハラクスミ跨線橋 (No.3)

#### (a) 一般情報

マハラクスミ跨線橋に関する一般情報を以下に示す。

- 架橋位置：マハラクスミ駅そば
- 橋長：77.00m
- 幅員：25.00m
- 支間数：5 径間
- 上部工形式：鋼 I 桁（15 主桁）
- 下部工形式：石積み橋台及び鋼製橋脚



- 建設年次：西暦 1920 年



写真 3.7.9 マハラクスミ跨線橋現状  
(左側：全体図、右側：再塗装状況)

## (b) 現地調査結果

### a) 構造概要

本橋梁が建設されて 95 年が経過しているが、比較的良好的な状況に維持管理されている。

写真 3.7.9 に示すように、再塗装作業が西部鉄道により実施されている。再塗装作業が終了していない部材への目視結果によると、多少、錆が発生していることが確認されたものの、これらの錆の発生状況は、重大な問題を引き起こすものではない。

前述の橋梁と同様に、桁下の建築限界を 5.0m から 6.25m に増加させる必要があり、西部鉄道は、架替えを希望している。



写真 3.7.10 跨線橋から南東方面状況

### b) 周辺環境に対する考察

#### i) 大気汚染及び騒音

近隣に住居地域が確認され、工事中及び完了後に騒音や大気汚染の影響を受ける可能性がある。

#### ii) 社会環境

住居及び商業地域が、近隣に確認されており、架替工事による影響を受ける可能性がある。ただし、宗教施設は、近隣に確認されていない。

#### iii) 自然環境

跨線橋近傍において、環境保護地域は存在していない。



写真 3.7.11 跨線橋から北東方面状況

#### 4) デリセ跨線橋 (No.4)

##### (a) 一般情報

デリセ跨線橋に関する一般情報を以下に示す。

- 架橋位置：ロウアー パレル駅そば
- 橋長：63.20m
- 幅員：24.80m
- 支間数：3 径間
- 上部工形式：鋼 2 主桁（斜角：26.50 度）
- 下部工形式：石積み橋台及び鋼製橋脚
- 建設年度：西暦 1971 年



写真 3.7.12 デリセ跨線橋全体図

##### (b) 現地調査結果

###### a) 構造概要

本橋梁は損傷橋梁リスト内の橋梁で最も大きな損傷を受けている。写真 3.7.13 に示すように深刻な錆の発生が多くの部材に確認されている。また、桁下面（フランジ）の断面欠損も同様に確認された。加えて、床版下面コンクリートの剥落や遊離石灰の発生が確認されている。

前述の橋梁と同様に、桁下の建築限界を 5.0m から 6.25m に増加させる必要があり、西部鉄道は、架替えを希望している。また、軌道間の距離が狭く、軌道間に橋脚を設置する十分なスペースがないため、単径間橋梁としての架替えが希望されている。



写真 3.7.13 錆及び下フランジの断面欠損



写真 3.7.14 床版下面コンクリートの剥落  
及び遊離石灰の発生

#### b) 周辺環境に対する考察

##### i) 大気汚染及び騒音

近隣に住居地域が確認され、工事中及び完了後に騒音や大気汚染の影響を受ける可能性がある。

##### ii) 社会環境

住居及び商業地域が、近隣に確認されており、架替工事による影響を受ける可能性がある。寺院が、南東側に建立されている。

##### iii) 自然環境

跨線橋近傍において、環境保護地域は存在していない。



写真 3.7.15 跨線橋から南東方面状況

#### 5) ティラク跨線橋 (No.5)

##### (a) 一般情報

ティラク跨線橋に関する一般情報を以下に示す。

- 架橋位置：ダダール駅そば
- 橋長：226.20 m (西部鉄道の管理が、55m 区間であり、残りは中部鉄道が管理している。)
- 幅員：20.00m
- 支間数：3 径間 (西部鉄道管理区間のみ)
- 上部工形式：鋼 2 主桁
- 下部工形式：石積み橋台及び鋼製橋脚
- 建設年度：西暦 1925 年



写真 3.7.16 跨線橋から南東にある寺院



写真 3.7.17 ティラク跨線橋全体図

## (b) 現地調査結果

### a) 構造概要

本橋梁が建設されて 90 年が経過しているが、比較的良好的な状況に維持管理されている。

ダダール駅では、西部鉄道と中部鉄道双方の電車が使用している。ティラク跨線橋下を西部鉄道と中部鉄道の双方の電車が通過するため、ティラク跨線橋の一部区間を西部鉄道が管理し、残りの区間を中部鉄道が管理している。

現地での目視による調査結果によると、本橋梁は、西部鉄道により再塗装等が適切に実施され、良好な状況で維持管理されている事が確認された。



写真 3.7.18 主桁及び横桁

前述の橋梁と同様に、桁下の建築限界を 5.0m から 6.25m に増加させる必要があり、西部鉄道は、架替えを希望している。

### b) 周辺環境に対する考察

#### i) 大気汚染及び騒音

近隣に住居地域が確認され、工事中及び完了後に騒音や大気汚染の影響を受ける可能性がある。

#### ii) 社会環境

住居及び商業地域が、近隣に確認されており、架替工事による影響を受ける可能性がある。ただし、宗教施設は、近隣に確認されていない。

#### iii) 自然環境

跨線橋近傍において、環境保護地域は存在していない。



写真 3.7.19 跨線橋から南西方面状況



写真 3.7.20 跨線橋から北西方面状況

## 6) マヒム跨線橋 (No.6)

### (a) 一般情報

マヒム跨線橋に関する一般情報を以下に示す。

- 架橋位置：マヒム ジャンクション 駅そば
- 橋長：80.00m
- 幅員：28.30m
- 支間数：3 径間
- 上部工形式：ポストテンション I 桁
- 下部工形式：RC 橋台及び RC 橋脚
- 建設年度：西暦 1993 年



写真 3.7.21 マヒム跨線橋全体図



写真 3.7.22 主桁及び橋台

(b) 現地調査結果

a) 構造概要

施工時における緊張力導入の失敗により、写真 3.7.23 に示すように何本かの桁に外ケーブルにより追加プレストレス力を導入し、補強している。しかし、シースに生じた損傷により、PC ケーブルが露出されている。現場調査の結果、その他の損傷は確認されていない。



写真 3.7.23 外ケーブル設置状況

前述の橋梁と同様に、桁下の建築限界を 5.0m から 6.25m に増加させる必要があり、西部鉄道は、架替えを希望している。



写真 3.7.24 外ケーブル設置状況



写真 3.7.25 RC 橋脚

b) 周辺環境に対する考察

i) 大気汚染及び騒音

近隣に住居地域が確認され、工事中及び完了後に騒音や大気汚染の影響を受ける可能性がある。

ii) 社会環境

住居及び商業地域が、近隣に確認されており、架替工事による影響を受ける可能性がある。ただし、宗教施設は近隣に確認されていない。

iii) 自然環境

北東部にあるマングローブ伐採が生じる可能性がある。



写真 3.7.26 跨線橋から南東方面状況

7) ゴレガオン跨線橋 (No.7)

(a) 一般情報

ゴレガオン跨線橋に関する一般情報を以下に示す。

- 架橋位置：ゴレガオン駅とマラッド駅間
- 橋長：79.00m
- 幅員：27.50m
- 支間数：2 径間
- 上部工形式：ポストテンション I 桁
- 下部工形式：RC 橋台及び RC 橋脚
- 建設年度：西暦 1993 年



写真 3.7.27 北東部に確認されたマングローブ



写真 3.7.28 ゴレガオン跨線橋全体図



写真 3.7.29 主桁及び橋台

## (b) 現地調査結果

### a) 構造概要

マヒム跨線橋と同様、建設時のプレストレス導入失敗のため、全 12 桁のうち 2 本の桁に外ケーブルによる追加プレストレス力を導入し、補強している。しかし、シースへの損傷のため、1999 年及び 2012 年に、写真 3.7.30 に示すように PC ケーブルが切断された。現場における目視調査により、外ケーブルの問題を除き、その他の損傷については確認できなかった。

前述の橋梁と同様に、桁下の建築限界を 5.0m から 6.25m に増加させる必要があり、西部鉄道は、架替えを希望している。

### b) 周辺環境に対する考察

#### i) 大気汚染及び騒音

近隣に住居地域が確認され、工事中及び完了後に騒音や大気汚染の影響を受ける可能性がある。

#### ii) 社会環境

住居及び商業地域が、近隣に確認されており、架替工事による影響を受ける可能



写真 3.7.30 切断された外ケーブル

性がある。また、鉄道敷地内に不法占拠している住居が確認された。ただし、宗教施設は近隣に確認されていない。

iii) 自然環境

跨線橋近傍において、環境保護地域は存在していない。



写真 3.7.31 跨線橋から南東方面状況



写真 3.7.32 鉄道敷地内の不法占拠者住居

(3) ムンバイ市の跨線橋に対する概略検討実施の是非について

現地調査の結果により、大半の橋梁が供用後 100 年を経過しており、いくつかの橋梁については、深刻な損傷を受けている事が確認された。また、鉄道の必要建築限界の変更に伴い、遅かれ速かれ同一鉄道線路上にかかる跨線橋は架け替えが実施される。さらにはその架け替えに伴う道路縦断の変更により周辺土地利用への悪影響を避けるため、新しい跨線橋は桁高の低い構造を適用し、建築限界を確保する必要性があることも確認できた。

ムンバイ市内の非常に混雑した地域での橋梁施工、そしてまた桁高を低くした構造の適用の必要性により、本邦技術（6 章参照）を適用することで優位性が十分発揮できると考える。そのため、概略検討の実施を行う。

3.7.3 バドダーラ市の損傷跨線橋

(1) 第二次現地調査（目視調査）結果一覧

西部鉄道より調査依頼を受けたバドダーラ市内の跨線橋に関する現地調査結果について、表 3.7.3 にまとめる。

表 3.7.3 跨線橋現地調査結果一覧

番号	橋梁名	橋長 [m]	建設年	上部工形式	現地調査結果
1	LC No. 5/A	85.00	2012	PC 箱桁	床版下面に多数のクラックが確認される。
2	LC No. 2/A	35.08	2008	PC 箱桁	床版下面に多数のクラックが確認される。

出典：JICA 調査団



## (2) 第二次現地調査（目視調査）結果詳細

バドダーラ市に位置する2橋の跨線橋の目視調査の結果詳細を以下に示す。

### 1) LC No.5/A 跨線橋 (No.8)

#### (a) 一般情報

LC No.5/A 跨線橋に関する一般情報を以下に示す。

- 架橋位置：バルーチ駅とサムニ駅間
- 橋長：45.00+40.00=85.00m
- 幅員：27.50m
- 支間数：2径間
- 上部工形式：PC 箱桁
- 下部工形式：RC 橋台及び RC 橋脚
- 建設年度：西暦 2011-2012 年



写真 3.7.33 LC No.5/A 跨線橋全体図

#### (b) 現地調査結果

##### a) 構造概要

西部鉄道によると、PC 箱桁の床版下面に橋軸方向のひび割れが発生しているとの事であった。しかし、現地調査の結果、桁のウェブやダイヤフラムにおいて、橋軸直角方向のひび割れの発生も確認された。また、支間中央部の床版下面においても多数のひび割れが確認された。初期に発生したひび割れは、桁内の鉄筋の腐食を促進させ、その結果、これらひび割れによって橋梁の耐用年数が短くなってしまふ恐れがある。



写真 3.7.34 床版に発生したひび割れ

b) 周辺環境に対する考察

i) 大気汚染及び騒音

近隣に住居地域が確認され、工事中及び完了後に騒音や大気汚染の影響を受ける可能性がある。

ii) 社会環境

住居及び商業地域が、近隣に確認されており、架替工事による影響を受ける可能性がある。ただし、宗教施設は近隣に確認されていない。

iii) 自然環境

跨線橋近傍において、環境保護地域は存在していない。



写真 3.7.35 跨線橋から北東方面状況



写真 3.7.36 跨線橋から南東方面状況

2) LC No.2/X 南跨線橋 (No.9) 及び LC No.2/X 北跨線橋

(a) 一般情報

LC No.2/X 南跨線橋、及び LC No.2/X 北跨線橋に関する一般情報を以下に示す。

- 架橋位置：ミヤガオン駅及びカルジャン駅間
- 橋長：35.08m
- 幅員：6.35m
- 支間数：単径間
- 上部工形式：PC 箱桁
- 下部工形式：RC 橋台及び RC 橋脚
- 建設年度：西暦 2008 年



写真 3.7.37 LC No.2/A 南跨線橋全体図

(b) 現地調査結果

a) 構造概要

西部鉄道によると床版に発生しているひび割れの数が増加している。PC 箱桁の支間中央部の床版下面において、橋軸方向のひび割れが発生しており、桁のウェブ及びダイヤフラムにも橋軸直角方向のひび割れが確認された。これらのひび割れは、建設後早期に発生しており、それぞれのひび割れの間隔は、180 mm～250 mmである。これらのひび割れにより、鉄筋の腐食が進み、その結果、橋梁の耐用年数が短くなることが考えられる。



写真 3.7.38 LC No.2/A 北跨線橋全体図

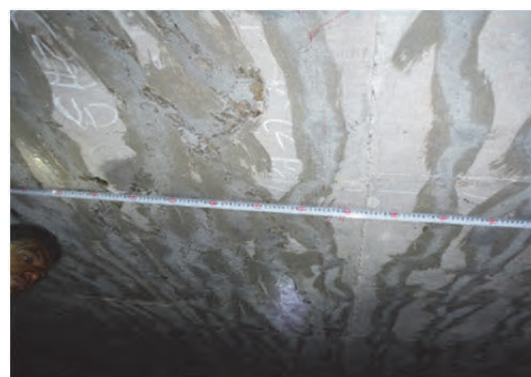
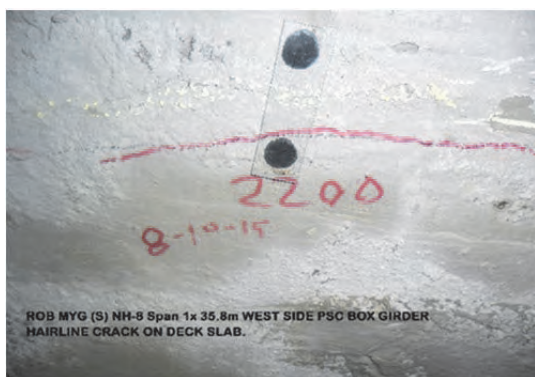


写真 3.7.39 床版下面に発生したひび割れ (左側：南側跨線橋、右側：北側跨線橋)

## b) 周辺環境に対する考察

### i) 大気汚染及び騒音

近隣に住居地域が確認され、工事中及び完了後に騒音や大気汚染の影響を受ける可能性がある。

### ii) 社会環境

住居及び商業地域が、近隣に確認されており、架替工事による影響を受ける可能性がある。ただし、宗教施設は近隣に確認されていない。

### iii) 自然環境

跨線橋近傍において、環境保護地域は存在していない。



写真 3.7.40 北側跨線橋から南西方面状況



写真 3.7.41 北側跨線橋から南西方面状況



写真 3.7.42 南側跨線橋から東方面状況

## (3) バドダーラ市の跨線橋に対する概略検討実施の是非について

現地調査の結果、2 橋とも床版下面において多数のひび割れが確認された。いずれも供用後間もない段階でひび割れが発生しており、損傷要因の特定のため、第三次現地調査において非破壊検査の実施を提案した。

非破壊検査の結果に基づき、高強度・高弾性炭素繊維強化プラスチック（CFRP）用いた補修・補強の本邦技術適用の検討と提案が可能となる。

### 3.7.4 ムンバイ市の損傷鉄道橋

#### (1) 第二次現地調査（目視調査）結果一覧

西部鉄道より調査依頼を受けたムンバイ市内の鉄道橋（4 橋）に関する現地調査結果について、下表にまとめる。

表 3.7.4 鉄道橋現地調査結果一覧表

番号	橋梁名	橋長 (m)	建設年	上部工形式	現地調査結果
1	No. 73	1,450	1993	PC 箱桁	桁側面に多数のひび割れが発生しているが、ひび割れ幅が細く進行していないため、補修等の必要はないと考える。
2	No. 75	550	1993	PC 箱桁	桁側面に多数のひび割れが発生しているが、ひび割れ幅が細く進行していないため、補修等の必要はないと考える。
3	No. 92	380	1963	鋼 I 桁	いくつかの杭基礎箇所において洗掘が発生し基礎が露出し、杭体に損傷が生じた。しかし、補修作業はすでに完了している。
4	No. 93	410	1963	鋼 I 桁	いくつかの杭基礎箇所において洗掘が発生し基礎が露出し、杭体に損傷が生じた。しかし、補修作業はすでに完了している。

(2) 第二次現地調査（目視調査）結果詳細

ムンバイ市に位置する 4 橋の鉄道橋の目視調査の結果詳細を以下に示す。

1) No. 73 及び 75 鉄道橋（バサイ入り江）

(a) 一般情報

No. 73 及び No. 75 鉄道橋に関する一般情報を以下に示す。

- 架橋位置：バンダール駅及びナイガオン駅間
- 橋長：1,450 m (No. 73) 及び 550m (No. 75)
- 支間数：29 径間 (No. 73) 及び 11 径間 (No. 75)
- 上部工形式：PC 箱桁
- 下部工形式：RC 橋台及び RC 橋脚
- 建設年度：西暦 1993 年



写真 3.7.43 No. 73 鉄道橋全体図

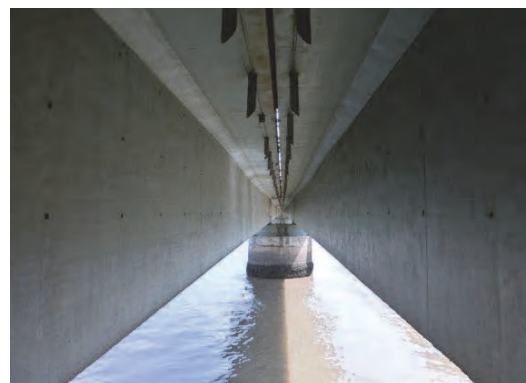


写真 3.7.44 上下線桁間状況

(b) 現地調査結果

a) 構造概要

建設終了後に、多数の微細なひび割れが発生している。これらのひび割れは、写真 3.2.45 に示すように、主に水平方向に発生しているが、いくつか斜め方向にも発生している。

西部鉄道によると、橋梁施工後に橋梁調査を実施したものの、その時には、橋梁表面にひび割れの発生は確認できなかった。その後、西部鉄道が 2003 年に実施した毎年の調査作業において、いくつかのひび割れの発生が確認された。ひび割れ発生確認後、特に 4 か所の桁において、3 か月に一度のひび割れ調査作業を実施しており、これらのひび割れは西部鉄道において、写真 3.7.46 に示すように進行状況がモニターされている。ひび割れのモニター結果によると、これらのひび割れの長さは、増加している。現在、これらのひび割れには、サンドブラストを適用後、エポキシ樹脂を用いて補修されている。加えて、2006 年より、電車の運行速度を 100km/h から 80km/h に制限している。しかし、ひび割れ延長と数が、その後、増加しなかったため、2015 年より、電車の運行速度を 100km/h に戻している。これらのひび割れは、2009 年にイギリスの調査団、また 2012 年に日本の経済産業省の調査団により、調査をされている。しかし、調査中において、これらの調査結果については、開示されていない。

通常、PC 桁に発生するひび割れは、曲げモーメントやせん断力に対する耐力不足により、鉛直方向、もしくは斜め方向に発生する。また、仮にコンクリートがアルカリ骨材反応等により強度低下した場合、PC ケーブルが挿入されているシース沿いに水平方向のひび割れが発生するが多い。しかし、実際には、水平方向ひび割れが、PC ケーブルが設置されていない桁側面のほぼ全面に発生している。そのため、これらのひび割れの発生は構造的な問題により生じたものでないと考えられる。加えて、ひび割れの

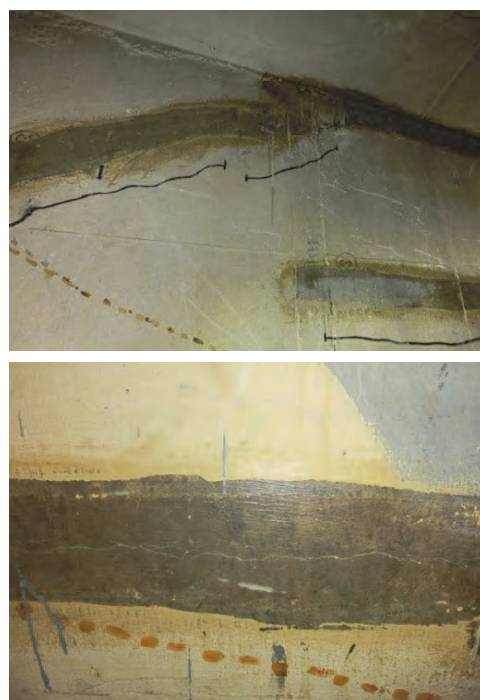


写真 3.7.45 桁内に発生したひび割れ

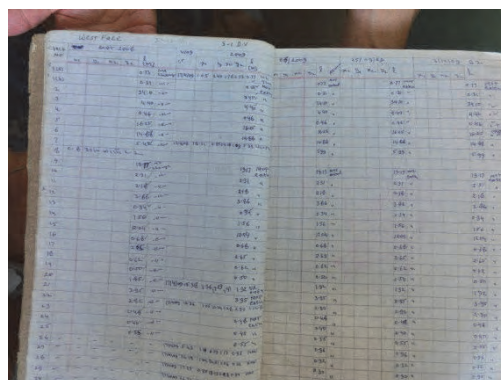


写真 3.7.46 ひび割れ調査シート



写真 3.7.47 鉄道橋から南東方面状況

幅も広くない。従って、通常の方法によりひび割れを補修し、モニターを継続することを推奨する。

#### b) 周辺環境に対する考察

##### i) 大気汚染及び騒音

近隣に住居地域が確認され、工事中及び完了後に騒音や大気汚染の影響を受ける可能性がある。河川上での建設作業により、河川の水質に影響を及ぼす可能性がある。

##### ii) 社会環境

住居地域が確認されているが、影響は限定的である。宗教施設は、周辺に確認されていない。

##### iii) 自然環境

両岸において、マングローブ林の伐採の可能性がある。



写真 3.7.48 鉄道橋から南西方面状況



写真 3.7.49 鉄道橋から東方面状況

## 2) No. 92 及び 93 鉄道橋（バイタルマ河）

### (a) 一般情報

No. 92 及び No. 93 鉄道橋に関する一般情報を以下に示す。

- 架橋位置：バイタルマ駅及びサファーレ駅間
- 橋長：380m (No. 92) 及び 410m (No. 93)
- 支間数：20 径間 (No.92) 及び 22 径間 (No. 93)
- 上部工形式：鋼 I 桁
- 下部工形式：RC 橋台及び RC 橋台及び橋脚
- 建設年度：西暦 1963 年



写真 3.7.50 No. 92 鉄道橋全体図



写真 3.7.51 鋼桁及び橋脚

## (b) 現地調査結果

### a) 構造概要

2012 年に実施した西部鉄道による調査の結果によると、いくつかの杭基礎が損傷をしており、ライナープレート及び主筋が露出し、洗掘も発生している。杭基礎に関しては、2015 年に写真 3.7.52 に示すように補修作業が西部鉄道により実施されている。

上部工に関して、1998 年に西部鉄道により、すべての鋼桁の架替え作業が実施されている。2016 年には、A2 橋台で発生した傾斜とひび割れにより、A2 橋台の再施工が実施され、対象の上部工の架替えも実施された。

### b) 周辺環境に対する考察

#### i) 水質汚染

近隣に住居地域は確認されなかった。河川上での建設作業により、河川の水質に影響を及ぼす可能性がある。

#### ii) 社会環境

住居地域、及び宗教施設は、周辺に確認されていない。

#### iii) 自然環境

両岸において、マングローブ林の伐採の可能性はある。



写真 3.7.52 損傷杭基礎の修復





写真 3.7.53 鉄道橋から西方面状況



写真 3.7.54 鉄道橋から東方面状況

### (3) ムンバイ市の鉄道橋に対する概略検討実施の是非について

現地調査の結果、対象となる4橋梁に関する概略検討実施については、以下とする。

- No. 73 及び 75  
桁側面に多数のひび割れが確認されているが、ひび割れ幅が狭いことと、進行していないため、深刻な状況ではない。そのため、本橋梁については、概略検討の実施を行わない。
- No.92 及び 93  
何箇所かの杭基礎が洗掘により露出されている。また、コンクリート杭が損傷を受けている。しかし、補修作業が実施済みであり、本橋梁については、概略検討の実施を行わない。

### 3.7.5 ラトラム市の損傷鉄道橋

#### (1) 第二次現地調査（目視調査）結果一覧

西部鉄道より調査依頼を受けたラトラム市内の鉄道橋（5 橋）に関する現地調査結果について、下表にまとめる。

表 3.7.5 鉄道橋現地調査結果一覧表

番号	橋梁名	橋長 [m]	建設年	上部工形式	現地調査結果
1	No. 114	80	1960	ポステンI桁	桁側面に斜めひび割れが発生している。しかし、エポキシ樹脂及びCFRPにより補修されている。
2	No. 129	60	1960	ポステンI桁	ひび割れの発生が確認されたため、CFRPによる補修作業が進行中である。
3	No. 132	20	1960	ポステンI桁	ウェブに斜めひび割れが発生している。しかし、エポキシ樹脂及びCFRPにより補修されている。
4	No. R5	20	1960	ポステンI桁	ウェブに斜めひび割れが発生している。しかし、エポキシ樹脂及びCFRPにより補修されている。
5	No. R8	20	1960	ポステンI桁	ウェブに斜めひび割れが発生している。しかし、エポキシ樹脂及びCFRPにより補修されている。

## (2) 第二次現地調査（目視調査）結果詳細

ラトラム市に位置する 5 橋の鉄道橋の目視調査の結果詳細を以下に示す。

### 1) No.114 鉄道橋

#### (a) 一般情報

No. 114 鉄道橋に関する一般情報を以下に示す。

- 架橋位置：ダホッド駅及びダマールダ駅間
- 橋長：80m
- 幅員：4.30m
- 支間数：4 径間
- 上部工形式：ポストテンション I 桁
- 下部工形式：石積み橋台及び橋脚
- 建設年度：西暦 1958-60 年



写真 3.7.55 No. 114 鉄道橋全体図



写真 3.7.56 ポストテンション I 桁

#### (b) 現地調査結果

##### a) 構造概要

上部工形式は、RC 床版を有する 2 主桁のポストテンション桁である。桁側面及び下面において、多数のひび割れが確認されており、これらは桁下から発生している構造ひび割れである。上部工耐力及び構造の耐用年数を増加させるため、CFRP 及びエポキシ樹脂による補修が適用されている。CFRP は、桁下面及び側面に 3 層構造で設置されている。

##### b) 周辺環境に対する考察

###### i) 水質汚染

近隣に住居地域は確認されなかった。河川上



写真 3.7.57 CFRP 及びエポキシ樹脂による補修

での建設作業により、河川の水質に影響を及ぼす可能性がある。

ii) 社会環境

住居地域、及び宗教施設は、周辺に確認されていない。

iii) 自然環境

本鉄道橋周辺に環境保全地域は存在していない。しかし、鳥類が利用する水辺環境への影響を確認する必要がある。



写真 3.7.58 鉄道橋から南方面状況



写真 3.7.59 鉄道橋から北方面状況

2) No.132 鉄道橋

(a) 一般情報

No. 132 鉄道橋に関する一般情報を以下に示す。

- 架橋位置：ボルディ駅及びアナス駅間
- 橋長：20m
- 幅員：4.30m
- 支間数：単径間
- 上部工形式：ポストテンションI桁
- 下部工形式：石積み橋台
- 建設年度：西暦 1958-60年



写真 3.7.60 No. 132 鉄道橋全体図



写真 3.7.61 ポストテンションI桁

## (b) 現地調査結果

### a) 構造概要

上部工形式は、RC床版を有する2主桁のポストテンション桁であり、主桁にはCFRPにて補強がなされている。CFRPは、桁下面及び側面に貼付けされており、発生してしまっているひび割れ進捗の抑制を図っている。



写真 3.7.62 CFRP 及びエポキシ樹脂による補修

### b) 周辺環境に対する考察

#### i) 水質汚染

近隣に住居地域は確認されなかった。乾期においては河川の流が少ないが、雨期においては、河川上での建設作業により、河川の水質に影響を及ぼす可能性がある。

#### ii) 社会環境

住居地域、及び宗教施設は、周辺に確認されていない。

#### iii) 自然環境

本鉄道橋周辺に環境保全地域は存在していない。



写真 3.7.63 鉄道橋から南方面状況



写真 3.7.64 鉄道橋から北方面状況

## 3) No.129 鉄道橋

### (a) 一般情報

No. 129 鉄道橋に関する一般情報を以下に示す。

- 架橋位置：ボルディ駅及びアナス駅間
- 橋長：60.00m
- 幅員：4.30m
- 支間数：3 径間

- 上部工形式：ポストテンションI桁
- 下部工形式：石積み橋台
- 建設年度：西暦 1958-60年



写真 3.7.65 No. 129 鉄道橋全体図



写真 3.7.66 ポストテンションI桁

## (b) 現地調査結果

### a) 構造概要

上部工形式は、RC 床版を有するポストテンション桁である。西部鉄道によると、2014 年にポストテンション I 桁にひび割れが発見された後、CFRP による桁下面、及び側面への貼付けによる補修作業が進行中である。構造物の耐力及び耐用年数の増加、及び既存ひび割れの進行を防ぐ目的でエポキシ樹脂も塗布されている。しかし、床版は損傷を受けており、露出した鉄筋の補修は、なされていない。

### b) 周辺環境に対する考察

#### i) 水質汚染

近隣に住居地域は確認されなかった。乾期においては河川の流れが少ないが、雨期においては、河川上での建設作業により、河川の水質に影響を及ぼす可能性がある。

#### ii) 社会環境

住居地域、及び宗教施設は、周辺に確認されていない。

#### iii) 自然環境

本鉄道橋周辺に環境保全地域は存在していない。



写真 3.7.67 補修作業状況



写真 3.7.68 鉄道橋から南方面状況



写真 3.7.69 鉄道橋から北方面状況

#### 4) No. R5 鉄道橋

##### (a) 一般情報

No. R5 鉄道橋に関する一般情報を以下に示す。

- 架橋位置：リンキューダ駅及びマンガル マフディ 駅間
- 橋長：20m
- 幅員：4.30m
- 支間数：単径間
- 上部工形式：ポストテンション I 桁
- 下部工形式：石積み橋台
- 建設年度：西暦 1958-60 年



写真 3.7.70 No. R5 鉄道橋全体図



写真 3.7.71 ポストテンション I 桁

##### (b) 現地調査結果

###### a) 構造概要

上部工形式は、RC 床版を有する 2 主桁のポストテンション桁である。桁側面と下面にひび割れが発生している。これらのひび割れは、桁下面から発生しており、構造ひび割れと考えられる。構造物の耐力と耐用年数を増加させるため、エポキシ樹脂を使用した補修が実施されているが、床版の損傷及び床版下面の鉄筋は露出したままである。



写真 3.7.72 鉄筋露出状況

b) 周辺環境に対する考察

i) 水質汚染

近隣に住居地域は確認されなかった。乾期においては河川の流れが少ないが、雨期においては、河川上での建設作業により、河川の水質に影響を及ぼす可能性がある。

ii) 社会環境

住居地域は周辺に確認されていない。寺院が、南西部に存在するが、直接の影響はないと考えられる。

iii) 自然環境

本鉄道橋周辺に環境保全地域は存在していない。



写真 3.7.73 鉄道橋から南方面状況

5) No. R8 鉄道橋

(a) 一般情報

No. R8 鉄道橋に関する一般情報を以下に示す。

- 架橋位置：リンケェーダ駅及びマンガル マフディ 駅間
- 橋長：20m
- 幅員：4.30m
- 支間数：単径間
- 上部工形式：ポストテンション I 桁
- 下部工形式：石積み橋台
- 建設年度：西暦 1958-60 年



写真 3.7.74 No. R8 鉄道橋全体図



写真 3.7.75 ポストテンション I 桁

(b) 現地調査結果

a) 構造概要

R5 鉄道橋と同様に、上部工形式は、RC 床版を有する 2 主桁のポストテンション桁である。桁側面と下面にひび割れが発生している。これらのひび割れは、桁下面から発生しており、構造ひび割れと考えられる。構造物の耐力と耐用年数を増加させるため、エポキシ樹脂を使用した補修が実施されているが、床版の損傷及び床版下面の鉄筋は露出したままである。



写真 3.7.76 露出鉄筋



写真 3.7.77 補修ひび割れ跡

b) 周辺環境に対する考察

i) 水質汚染

近隣に住居地域は確認されなかった。乾期においては河川の流れが少ないが、雨期においては、河川上での建設作業により、河川の水質に影響を及ぼす可能性がある。

ii) 社会環境

住居地域、及び宗教施設は、周辺に確認されていない。

iii) 自然環境

本鉄道橋周辺に環境保全地域は存在していない。





写真 3.7.78 鉄道橋から東方面状況



写真 3.7.79 鉄道橋から西方面状況

### (3) ラトラム市の鉄道橋に対する概略検討実施の是非について

いずれの橋梁においても桁側面沿いに斜めひび割れの発生が確認されているが、既に大部分においてエポキシ樹脂及び CFRP にての補修が完了していること、さらには既存補修技術により十分補修可能であるため、概略検討の実施を行わない。

### 3.8 現地調査を経て検討対象として最終選定された案件

前述した第二次現地調査の結果、選定された検討対象橋梁を表 3.8.1 に示す。

表 3.8.1 情報収集結果

番号	プロジェクト名	相手政府	内容	選定された橋梁
1	デリー市高架橋建設プロジェクト	デリー公共事業局	都市内渋滞多発地域において、新規高架橋路線をいくつか建設する計画である。市中心部での工事となり、社会的損失を最小とするため、本邦技術の提案が必要となる。また、ジャンクション部には、鋼構造の適用が不可欠である。ジャンクション及びそのジャンクションに接続する高架橋構造について、概略検討の実施を行う。	○
2	バンガロール市高架橋建設プロジェクト	カルナタカ道路開発公社	都市内渋滞多発地域において、新規高架橋路線をいくつか建設する計画である。市中心部での工事となり、社会的損失を最小とするため、本邦技術の提案が必要となる。また、ジャンクション部には、鋼構造の適用が不可欠である。ジャンクション及びジャンクション間の高架橋構造について、概略検討の実施を行う。	○
3	チェンナイ市 IT 回廊高架橋建設プロジェクト	タミルナド開発公社	タミルナド開発公社により詳細プロジェクト計画書が準備済である。また、現地調査の結果、日本の新技術の適用が難しい。	
4	チェンナイ市国道 45 号線沿い高架橋建設プロジェクト	タミルナド州道路小規模港湾局	既存道路が十分な幅員を有しており、既存技術により高架橋工事が容易に実施可能であるため、日本の新技術の適用が難しい。	
5	チェンナイ市東海岸通り沿い高架橋建設プロジェクト	タミルナド州道路小規模港湾局	一般的な工法で高架橋を建設するには既存道路の幅員が狭く、狭隘な場所での建設手法といった日本の新技術が適用できる可能性があるため概略検討の実施を行う。	○
6	チェンナイ市交差点改良プロジェクト	大チェンナイ圏会社	詳細プロジェクト計画書の作成が完了し、業者入札も早期の実施を予定している。	
7	コルカタ市橋梁補修プロジェクト	道路交通省コルカタ事務所	交通量も少なく、また大型車両の使用制限を実施しており、緊急性の確認ができない。	
8	コルカタ市国道 34 号線交差点改良プロジェクト	道路交通省コルカタ事務所	現地調査の結果、プロジェクト実施の必要性が確認できない。	
9	コルカタ市国道 34 号線と 35 号線交差点改良プロジェクト	道路交通省コルカタ事務所	現地調査の結果、プロジェクト実施の必要性が確認できない。	
10	パトナ市新マハトマガンジー橋建設プロジェクト	道路交通省	道路交通省にて、詳細プロジェクト計画書が準備中であり、本邦技術の適用が難しい。	
11	ムンバイ市跨線橋架替プロジェクト - フェレル跨線橋 - パラシス跨線橋 - マハラクスミ跨線橋 - デリセ跨線橋 - ティラク跨線橋 - マヒム跨線橋 - ゴレガオン跨線橋	西部鉄道	大半の橋梁が供用後、100 年を経過しており、いくつかの構造は深刻な損傷を受けている。同一鉄道路線上の跨線橋であり、稼働中の鉄道上での跨線橋架替事業のため、日本の新技術が適用できる可能性があり、概略検討の実施を行う。	○

番号	プロジェクト名	相手政府	内容	選定された橋梁
12	バドダーラ市跨線橋補修プロジェクト - LC No. 5/A 跨線橋 - LC No. 2/X 跨線橋	西部鉄道	床版下面において、多数のひび割れが確認されている。非破壊検査を実施することにより、橋梁健全度の調査を行う。その結果、日本の補修・補強の新技术が適用できる可能性がある。	○
13	ムンバイ市鉄道橋補修プロジェクト - No. 73 及び 75 - No. 92 及び 93	西部鉄道	桁側面に多数のひび割れが確認されたが、ひび割れ幅が狭いため、深刻な状況ではないと考えられる。何箇所かの杭基礎が、洗掘により露出されている。また、杭コンクリートが損傷を受けている。しかし、補修作業がすでに実施済みである。	
14	ラトラム市鉄道橋補修プロジェクト - No. 114、No. 129、No. 132、No. R5 及び No. R8	西部鉄道	桁側面に沿って斜めひび割れの発生が確認されている。しかし、エポキシ樹脂及び CFRP を使用して補修作業が実施されている。	

## 4. 環境社会配慮

### 4.1 はじめに

本項においては、「イ」国における環境社会配慮に関連する法令及び環境影響評価の指標について述べる。

なお、検討対象として選定された各プロジェクトにおける社会・自然特性、環境社会配慮関連法、環境評価概要、及び環境緩和策等の具体内容については、第8 - 11章を参照されたい。

## 4.2 環境社会配慮関連法令

### 4.2.1 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（EIA）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）によるとカテゴリー上の基準に該当する事業は事前に環境クリアランス（EC）の取得が必要とされる。

カテゴリー区分については、中央政府の森林環境省の発行する通知書により定められている。事業内容ごとに大きく 8 種類に区分されている。道路に関するカテゴリー A と B の区分内容について下記の表 4.2.1 に示す。なお、森林環境省の発行する通知書では鉄道事業に関する取り決めはなされておらず、道路事業など他の関連区分を参考に検討する。

表 4.2.1 環境影響評価カテゴリー区分（道路事業）

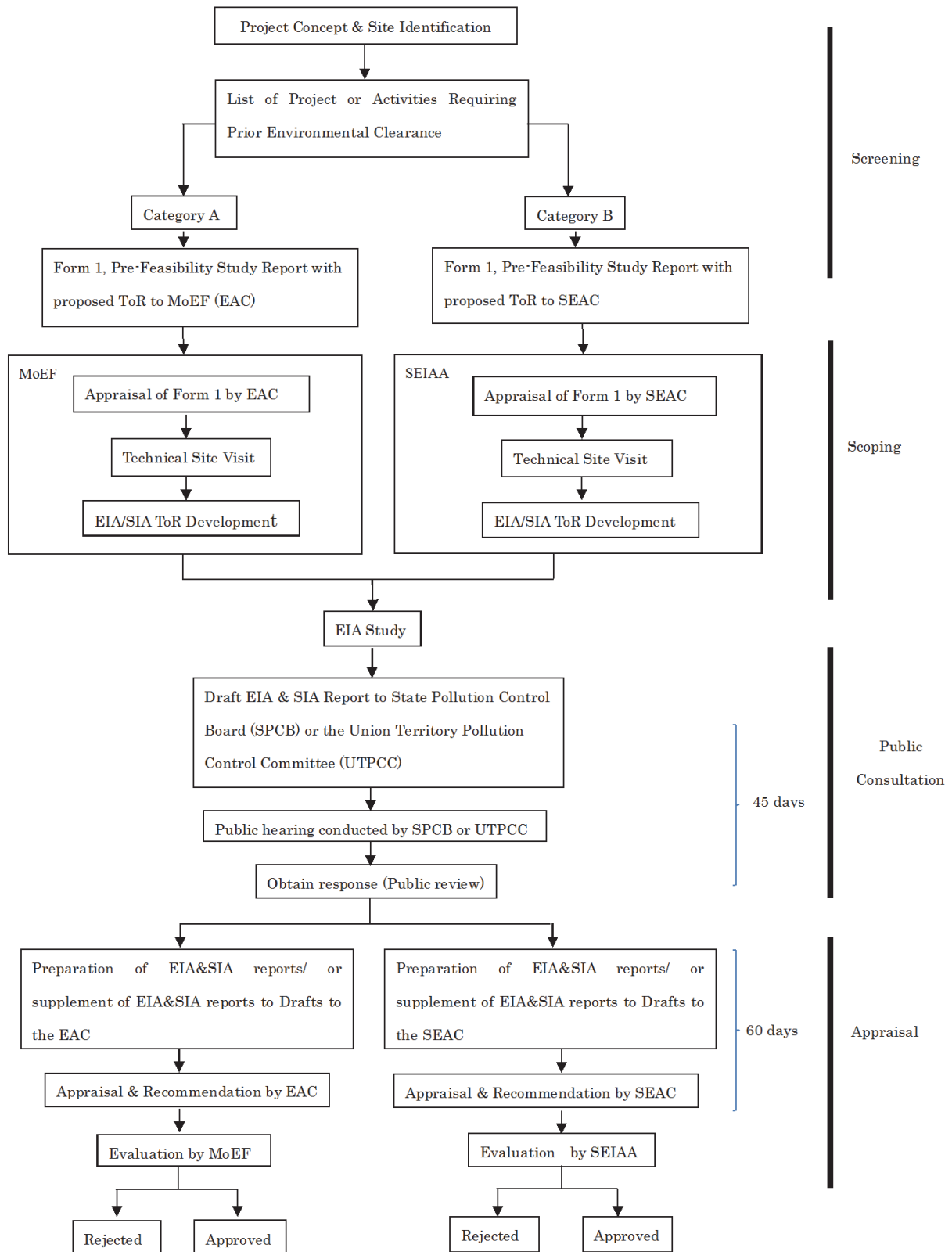
プロジェクト活動		カテゴリー分類		その他条件
		カテゴリーA（中央政府管轄）	カテゴリーB（州政府管轄）	
7f	幹線道路	i) 新設幹線道路 ii) 既存幹線道路において 30km 以上の延伸かつ追加道路幅員 20m 以上の用地取得が発生し、かつ 2 つ以上の州を通過する場合	i) 新設州幹線道路 ii) 既存国道・州幹線道路において 30km 以上の延伸かつ追加道路幅員 20m 以上の用地取得が発生する場合	一般条件のみ

出典：森林環境省「通知書」

カテゴリー A に該当する案件は環境審査会（EAC）の審査のもと、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。カテゴリー 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。

新規高架橋を建設する場においては、環境評価カテゴリー区分 A・B 共に該当せず、環境クリアランスの取得は必要ないと考えられる。なお、上部工等の修復のみの事業については、環境クリアランス等の許可を取得する必要は想定されないが、沿岸規制区域内（CRZ）における新しい線形での橋梁架け替えについては、森林環境省からクリアランスを取得する必要がある。

環境クリアランスの通常の取得プロセスを図 4.2.1 に示す。



出典：JICA 調査団 ( Environmental Impact Assessment Notification (2006, 2009 and 2012)に基づく)

図 4.2.1 EIA 手続きフロー図

#### 4.2.2 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（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。本調査対象プロジェクトとの関連では、ムンバイ市跨線橋架替プロジェクト（マハラシュトラ州）の沿岸部や河口部では、マングローブ林や湿地帯が確認された。プロジェクトの実施位置と活動内容によって、州政府が CRZ の許認可取得の必要性を判断する。

#### 4.2.3 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を受ける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付け
- 用地取得後における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実施のモニタリング）

本調査対象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。

#### 4.2.4 地方政府による樹木伐採許可

地方政府による樹木伐採許可は、最終的な対象地と伐採対象樹木数が決定した後に降りる。法的な概要は以下の表 4.2.2 に示す。

表 4.2.2 樹木伐採許可申請の手順

州政府		デリー首都圏	カルナタカ州	タミルナド州	マハラシュトラ州
1	許可名	事業道路沿道の樹木を伐採する許可	事業道路沿道の樹木を伐採する許可	被影響地域の樹木を伐採する許可	被影響樹木を伐採し、搬出する許可
2	適応法令	デリー樹木条例、1964年	カルナタカ樹木保護条例、1976年 カルナタカ樹木保護規定、1977年	タミルナド私有森林保護条例、1949年	マハラシュトラ樹木伐採条例（2006年改正）（規制法 1964年）
3	承認機関	デリー森林管理委員	森林副管理委員 バンガロール都市開発課	タミルナド区森林事務所	ムンバイ地方公社
4	承認予定日	樹木伐採の60日前	樹木伐採の30日前	樹木伐採の60日前	樹木伐採の67日前
5	許可取得方法	(1) 改変する森林地の同定 (2) 影響を受ける種、場所及び個体数の確認調査 (3) 申込書の提出 (4) 合同検査 (5) 樹木伐採許可	申請書一式 以下の内容を添付する。 ・土地利用計画 ・用地を明示した調査箇所図 ・伐採が想定される樹木の数、種類、樹径及び伐採理由	(1) 改変する森林地の同定 (2) 影響を受ける種、場所及び個体数の確認調査 (3) 申込書の提出 (4) 合同検査 (5) 樹木伐採許可	(1) 詳細設計後、被影響地域のマーキング (2) 詳細設計に基づき、被影響地域を確定 (3) 影響を受ける種、場所及び個体数の確認調査 (4) 申請用紙及び調査結果の提出 (5) 申請書類の確認及び審査 (6) 許可の発行
6	取得に必要な期間	3～6ヶ月	3～6ヶ月	3～6ヶ月	(4)～(6)：3～6ヶ月 (場合による)

出典:JICA 調査団

#### 4.2.5 その他環境社会配慮関連法規・体制の概要

「イ」国における環境に関連する主な制度・規則は、表 4.2.3 の通りである

表 4.2.3 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



### 4.3 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、対象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。

選択された主要項目とその理由、評価基準を表 4.3.1 に示す。

表 4.3.1 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・振動と大気汚染（粉塵）	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	最寄り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

#### 4.4 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、全てのプロジェクトでの移転者数は 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、カテゴリーB、またはカテゴリーCに分類されると想定される。

なお、JICA ガイドラインのスクリーニング基準（環境カテゴリー分類）を表 4.4.1 に示す。

表 4.4.1 JICA 環境社会配慮ガイドラインにおける環境カテゴリーの定義

カテゴリー	定義
カテゴリー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ー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ー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。カテゴリー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。
カテゴリーB	環境や社会への望ましくない影響が、カテゴリーA に比して小さいと考えられる協力事業はカテゴリー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。
カテゴリー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)

各プロジェクトに対する 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については、8 章以降に示す各プロジェクト検討概要に示す。

## 5. 損傷橋梁調査

### 5.1 はじめに

第3章に記載した対象橋梁・高架橋の選定調査（第2次現地調査における目視調査）の結果、更なる損傷程度を把握する必要がある橋梁は以下のいずれも西部鉄道の管轄する跨線橋2橋である。

表 5.1.1 西部鉄道における非破壊検査対象橋梁

橋梁種別	位置	橋梁名
跨線橋	バドダーラ	LC No. 5/A
		LC No. 2/X

出典：JICA 調査団

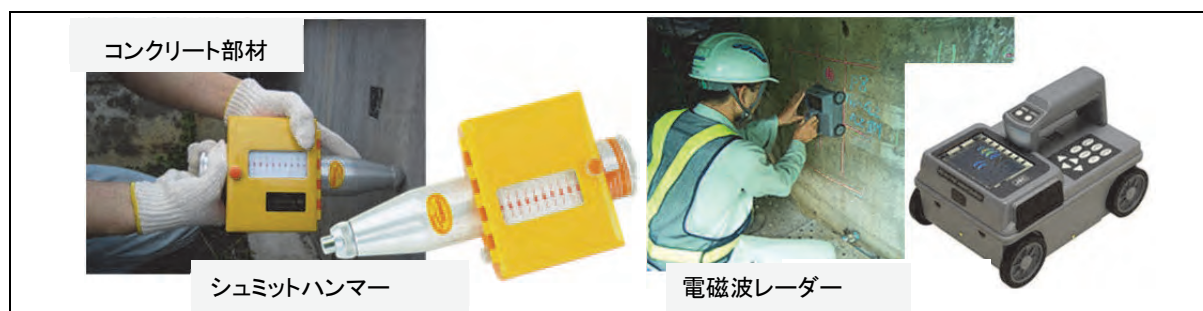
これらの橋梁はどちらも PC 箱桁橋であり、上床版下面に多数のひび割れが発生している。このような損傷が発生している要因としては、コンクリート強度の不足、もしくは鉄筋の不適切な配置が考えられる。そのため、詳細調査を実施し、橋梁の健全性を適切に把握したうえで、必要な補修・補強を実施する必要がある。なお、本調査において対象としている橋梁は、全て供用中の橋梁である。そのため、調査期間中において橋梁上の交通を遮断することはできない。そのため、損傷橋梁の調査にあたり、非破壊検査を実施することとした。

## 5.2 非破壊検査について

### 5.2.1 検査項目

本調査においては、対象橋梁のコンクリート強度（圧縮強度）を測定するため、「シュミットハンマー試験」、コンクリート内に設置されている鉄筋の位置と径を測定するため、「電磁波レーダー試験」を実施する。

これら調査の結果、対象部材の強度及び耐久性の確保について、検討が可能となり、補修・補強の必要性、及び補修・補強方法に関する概略設計の実施が可能となる。



出典：JICA 調査団

図 5.2.1 非破壊検査

### 5.2.2 検査概要

本調査で実施予定であった「シュミットハンマー試験」及び「電磁波レーダー試験」について、試験概要について、以下に詳述する。

#### (1) シュミットハンマー試験

コンクリート強度を把握するには、コアを採取し圧縮試験を実施する方法もあるが、シュミットハンマー試験は既存構造物を傷めず最も簡易的に測定できることより広く使用されている。シュミットハンマー試験はスイスにおいて 1948 年に開発されたもので、日本においても、1958 年に日本材料試験協会において、使用マニュアルが策定されるなど、古い歴史を有し、かつ世界的によく知られている試験法である。

本試験法は、コンクリート表層部の強度推定に使用され、テストハンマーにより一定のエネルギーでコンクリート表面を打撃した際のハンマーの跳ね返り高さ（反発度）とコンクリート強度に相関があることから強度推定に用いられるようになった。測定レンジは、10～70 [N/mm<sup>2</sup>]であり、誤差は±15%程度である。

1 か所の測定は、互いに 25～90 mmの間隔をもった 9 点について反発度を測定し、その平均値を採用する。その後、計測された反発度を使用し、以下に示す式を使用し、コンクリート強度の推定を行う。

$$F [\text{N/mm}^2] = (-18.0 + 1.27 \times R_0) \times \alpha$$

ここで、 F： コンクリート強度

R<sub>0</sub>： 反発度

α： 材齢係数

## (2) 電磁波レーダー試験

電磁波レーダー試験は、その技術自体は 1939 年ころから存在する。しかし、本技術のコンクリート構造物への適用は、1988 年、本邦企業による電磁波レーダー機が開発されるまで適用されなかった。その後、アメリカやスイスの企業によっても、電磁波レーダー機が開発されており、先進諸国においては、よく知られる試験法となっている。

本試験法は、コンクリート構造物内の鉄筋、空洞やジャンカ、ひび割れを検知できると共に、かぶり厚を推定できるとされているが、主には鉄筋位置及びかぶり厚の探査に使用されている。測定対象は、D10~D51 の鉄筋であり、誤差は±10 mmである。

1 か所あたりの測定範囲は、60 cm x 60 cm以上とし、部材ごとに、健全部と損傷部、それぞれ 2~3 か所を測定する。

### 5.2.3 「イ」国における非破壊検査実施の現状

2章でも述べたように、「イ」国においては、補修に関する基本技術は、IRC SP40-1993に規定されている。本規定の中には、非破壊技術として、「シュミットハンマー試験」や「電磁波レーダー試験」についても記載があり、これらの技術は、「イ」国においても良く知られる技術となっている。ただし、「シュミットハンマー試験」は、実際によく使用されているが、「電磁波レーダー試験」については、実際の適用例は確認できなかった。

### 5.3 非破壊検査の実施

第二次現地調査の結果、詳細調査が必要であると判定された 2 橋に対して、第三次現地調査開始時に、非破壊検査を実施するにあたり、対象橋梁を管理する西部鉄道より、鉄道省からの指示／許可書の取り付けを要請された。

このため、JICA 調査団及び JICA インド事務所は鉄道省と度重なる協議を持ち、指示／許可書の発出を要請した。

しかしながら、鉄道省は非破壊検査の内容及び調査目的等は理解しているものの、第三次現地調査期間中に西部鉄道への非破壊検査実施の指示／許可書を発出するに至らず、JICA 調査団は非破壊検査の実施準備をしていたが、調査工程上非破壊検査の実施を断念せざるを得なくなった。

なお、非破壊検査の実施により、実際の構造物の強度が推定される。その結果に基づき、補修・補強の必要性及び規模（例えば、高強度・高弾性の CFRP の貼付け枚数と範囲）を定める事が可能となる。しかし、非破壊検査が実施できないため、補修・補強の概略検討を実施することが不可能となることより、貴機構との協議の結果、「バドダーラ跨線橋補修プロジェクト」に関しては、本調査における概略検討の項目から除外することとなった。

#### 5.4 バドダーラ跨線橋補修プロジェクトに対する今後の対応

前項に記載の通り、本調査において、非破壊検査が実施できなかったため、「バドダーラ跨線橋補修プロジェクト」に関して、補修・補強の必要性や規模の検討が出来なかった。しかし、第3章にも記載したように、対象橋梁の状況は深刻であり、今後、以下に示す対応をすることが好ましい。

- 非破壊検査もしくはコア採取による、対象橋梁の実コンクリート強度の測定
- 実コンクリート強度に基づく、せん断耐力及び曲げ耐力の照査
- クラックの幅、長さに対するモニタリングの実施
- 通行車両の重量制限

実コンクリート強度測定を測定し、耐力が不足しているようであれば、CFRP等を用いた補強または橋梁架替えの検討を実施する必要がある。また、耐力が十分であると判明した場合は、クラックの補修を実施し、モニタリングを行うのが望ましい。

## 6. 適用可能な本邦最新技術

### 6.1 はじめに

第3章の対象橋梁・高架橋の選定調査の結果、選定された4件のプロジェクトについて、第8章以降に概略検討を実施する。本項においては、これらプロジェクトに適用可能な本邦最新技術について、論述する。なお、各プロジェクトの概要について、表6.1.1に示す。

表 6.1.1 概略検討実施するプロジェクト概要一覧

番号	プロジェクト名称	担当機関	概要
1	デリー市高架橋建設プロジェクト（南北、東西回廊併走区間）	デリー市公共事業局	デリー市内の11路線の連続高架橋を建設する計画のうち、本調査においてはジャンクションを含めた南北、東西回廊の併走区間約1.55kmの構造検討を実施する。
2	バンガロール市高架橋建設プロジェクト（南北、東西回廊併走区間）	カルナタカ道路開発公社	バンガロール市内の6路線の連続高架橋を建設する計画のうち、ジャンクションを含めた南北、東西回廊の併走区間約2.75kmの構造検討を実施する。
3	チェンナイ市東海岸通り高架橋建設プロジェクト	タミルナド州道路及び小規模港湾局	チェンナイ東海岸通りに高架橋を建設し交通容量を増加させ渋滞解消を実施する計画である。既存道路の幅員が狭く、一般的な手法による建設が困難となる約7.55kmの構造検討を実施する。そのため、特に狭隘地域での施工に関する本邦技術の適用を検討する。
4	ムンバイ市跨線橋架替プロジェクト 1. フェレーレ跨線橋 2. パラシス跨線橋 3. マハラクスミ跨線橋 4. デリセ跨線橋 5. ティラク跨線橋 6. マヒム跨線橋 7. ゴレガオン跨線橋	西部鉄道	7箇所の対象跨線橋の大半が、建設後100年経過しており、いくつかの橋梁では、深刻な損傷が確認されている。既存鉄道上の橋梁架け替え事業であり、日本の最新技術の適用が必要と考えられる。



## 6.2 プロジェクトへの適用可能な最新技術

### 6.2.1 本邦最新技術抽出の方針について

表 6.1.1 に示した 4 件のプロジェクトへ適用可能な本邦技術の選定にあたっては、図 6.2.1 に示すフローに基づき実施する。

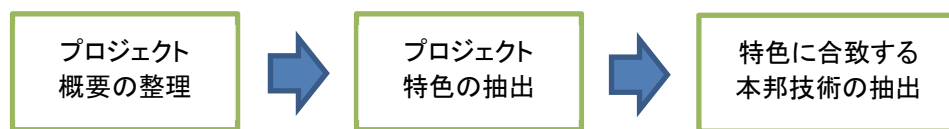


図 6.2.1 最新技術抽出フロー

### 6.2.2 プロジェクトの特色

3 章にて実施したプロジェクト概要の整理結果より、下記に示す特色が挙げられる。

#### ① 都市内混雑地域における橋梁や高架橋の建設

建設中の社会的影響を最小限とするため、建設工期を最短化し、工事用地の最小化が可能で、周辺環境への影響（騒音、大気汚染、振動、掘削による汚泥発生）を最小限とした工法を適用することが必要とされる。

#### ② 桁高を抑えた新しい上部工形式の建設

西部鉄道にて管理している跨線橋について、桁下空間を鉄道車両への電気供給システムの変更により現在の 5.5m から 6.0m に増加させる必要がある。そのため、架替後の新設上部工は、取付道路への影響を最小限に抑える必要があることから、出来るかぎり桁高を抑制する橋種を適用することが好ましい。

### 6.2.3 プロジェクトに適用可能な最新技術一覧

上記プロジェクトの特色を考慮し、適用しうる本邦技術を表 6.2.1 に示す。またこれら技術の詳細を後述する。

表 6.2.1 最新技術一覧

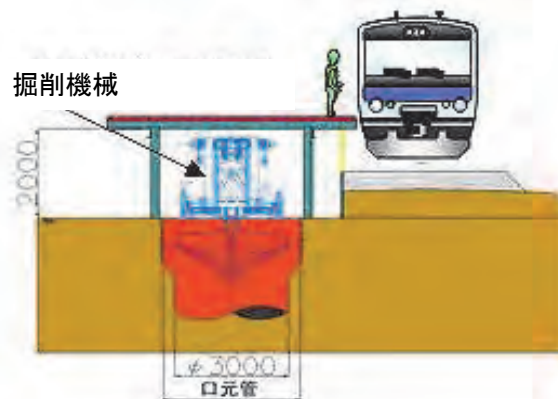
対応する特色	技術名称	特色
①	低空頭場所打ち杭工法	低空頭下、また狭隘な場所での場所打ち杭施工について特殊機械を用いて施工する工法。
①	回転鋼管杭	狭隘地域で施工を可能とする鋼管杭の新技术であり、従来基礎形式（場所打ち杭基礎）と比較し、より大きな支持力を発現するためフーチング形状を小さくすることができる。また、掘削土の発生が生じず、低振動、低騒音が実現でき周辺環境に優しい工法。
①	PC ウェル基礎	狭隘地域で施工を可能とする新しい大口径の基礎形式であり、フーチングを必要としない構造のため、基礎形状をコンパクトにすることが可能。
①	鋼管ソケット接合	従来のアンカーフレーム構造を介さず、鋼橋脚と杭やフーチングを接合することを可能とする新しい工法であり、従来工法に比べ、より短い工事期間での施工が可能。PC ウェル基礎と併用して使用可能。
②	パイプレッシングPC 桁	桁高を抑えることができる新しい上部工形式。
②	プレブーム桁	桁高を抑えることができる新しい上部工形式。
②	合成床版橋	桁高を抑えることができる新しい上部工形式。
①	合成床版	従来の RC 床板と比較し、より高い耐久性を有する新しい床版形式。また、床版工事を短縮化し、鋼板を床版下面に使用するため工事中の安全確保が容易。

(1) 低空頭場所打ち杭工法

1) 工法概要

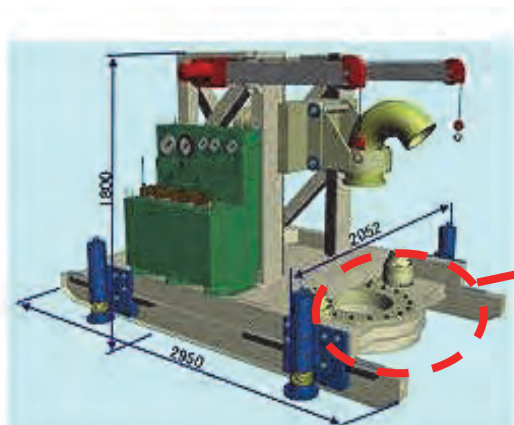
本工法においては、掘削ロッドの駆動方式にターンテーブル形式を採用している。また、特殊ケリーロッドの使用により 2m の空頭があれば掘削作業が可能となる。

本工法を使用することにより、既存橋梁下などの低空頭空間においても、場所打ち杭の施工を可能となる。

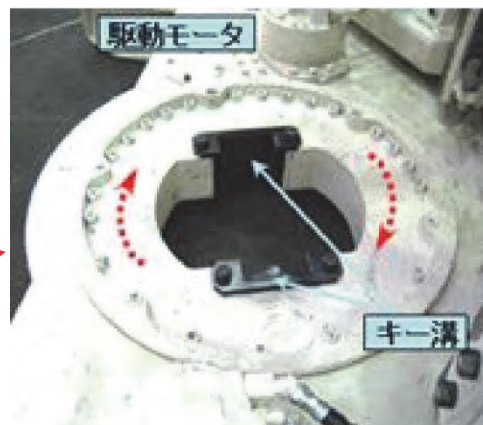


出典：JR 東日本ホームページ

図 6.2.2 低空頭場所打ち杭工法適用概念図



出典：JR 東日本ホームページ



出典：鉄建建設株式会社ホームページ

図 6.2.3 掘削機械概要

## 2) 「イ」国における適用の可否

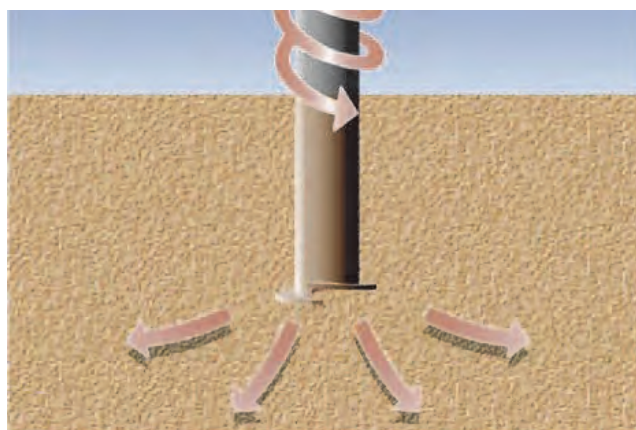
本工法は、これまで日本においては、主に供用中の駅における拡幅や跨線橋建設において適用されている。こういった工事は日本のみならず、その他の多くの国でも生じ得るため、本工法の国際的競争力は高いと考える。また、本工法は特殊機械を用いて施工をするものであり、「イ」国においても本施工機械を導入し、開発会社からの指導を仰ぐことで容易に導入が可能となる。

### (2) 回転鋼管杭

#### 1) 工法概要

本基礎形式は、鋼管杭の杭先にらせん形の鉄板（羽）を溶接したものであり、対象地盤に回転し挿入し、打設を行う。

羽により杭先の支圧面積が増加し、従来の鋼管杭に比較し、より大きな支持力が発現される。また、回転挿入する工法であるため、掘削土が排出されない。そのため、排出土もなく、低振動な、周辺環境に対する影響が少ない工法である。また、大きな支持力が確保されることより、杭本数を低減（基礎形状のコンパクト化）が可能となる。



出典：NS エコパイルパンフレット

図 6.2.4 回転鋼管杭打設概念図



出典：NS エコパイルパンフレット

図 6.2.5 回転鋼管杭の写真（左：打設機械、右：回転鋼管杭の杭先）

## 2) 「イ」国における適用の可否

本工法は、排土が生じず、低振動・低騒音の施工が可能であるため周辺環境に対する影響が少ない工法である。また、狭隘部での施工が可能であり、特に都市部において、その有効性を大いに発揮できる。本工法は日本のみならず、その他の国（ベトナム、ウガンダ等）においても本邦 ODA による都市内フライオーバー事業で採用され始めており、本工法の国際的競争力は高いと考える。

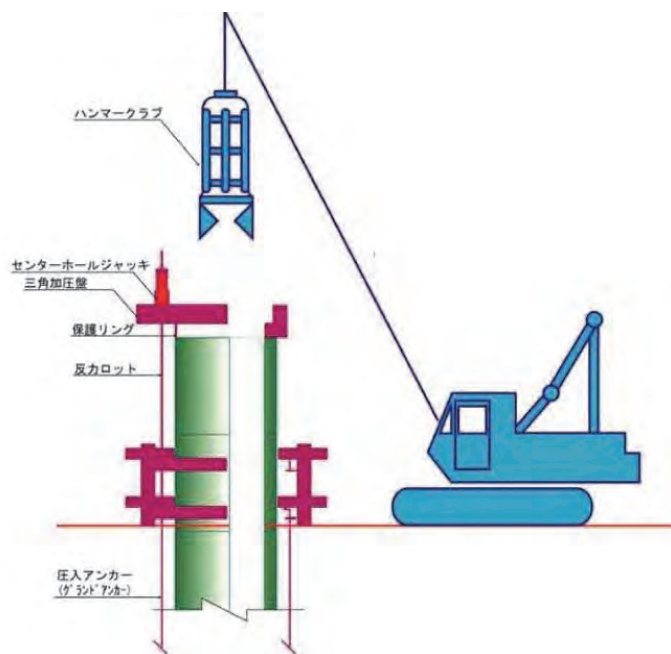
本工法に使用する杭は、杭先に羽と呼ばれる高張力鋼材で製作された部材が取り付けられている。羽部分の製作は開発業者のノウハウが含まれており、他国や他業者により容易に生産するのは難しい。しかし、杭部分及び羽部材の取付けは特別難しい技術ではなく、「イ」国においては通常の鋼管杭の製作・施工は可能であるため、開発会社からの指導を仰ぐことで、「イ」国においても導入が可能である。

### (3) PC ウェル基礎

#### 1) 工法概要

PC ウェル基礎は、プレキャストコンクリート部材（円形や楕円形）で構成されている。各プレキャストコンクリート部材は、各設置位置に設置後、ポストテンション工法により接合される。ポストテンション工法により接合された後、杭体内の掘削作業を行い、対象地盤への埋設圧入を行う。

大口径の杭（ $\phi 8\text{m}$ 程度まで）が可能となり、後述する鋼管ソケット結合と併用することで非常にコンパクトな基礎が実現でき、都市内工事において非常に有効な工法である。



出典：国土交通省関東地方整備局ホームページ



出典：日本ヒューム株式会社ホームページ

図 6.2.6 PC ウェル基礎の概念図及び現場写真

## 2) 「イ」国における適用の可否

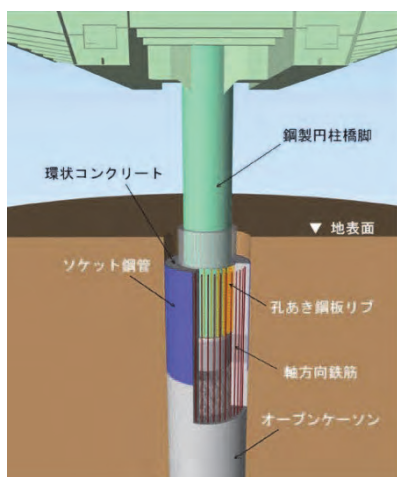
本工法は狭隘部での施工が可能であり、都市部において、その有効性を発揮できる。こういった工事は、日本のみならず、その他の多くの国でも生じ得る工事のため、本工法の国際的競争力は高いと考える。

本工法は、プレキャストコンクリートによる杭体部分とそれを接続する PC 構造に分かれており、いずれの構造も単体では、特別な構造ではない。そのため、施工方法や製作方法などのノウハウについて開発会社から指導を仰ぐことで、「イ」国においても導入が可能である。

### (4) 鋼管ソケット接合

#### 1) 工法概要

鋼管ソケット接合工法とは、基礎頂部に設置された鋼管ソケットに鋼橋脚部材を挿入し、隙間をコンクリートで充填することにより、橋脚と基礎を結合する新技術である。フーチングやアンカーフレームの設置を無くすことにより、従来工法に比較し、工期短縮を可能とする事が出来る。



出典：国土交通省報文「小坂交差点の急速施工法による立体化工事について」

図 6.2.7 鋼管ソケット接合の概念図及び現場写真

## 2) 「イ」国における適用の可否

従来工法であるアンカーフレームを利用した鋼製橋脚とコンクリート基礎の接合は煩雑な工事であり、現場での作業時間を多く使用する。本工法はその時間を大きく削減することが可能であり、都市内の交差点改良事業や高架橋建設事業で、非常に有効な工法である。このため日本のみならず、その他の多くの国でも生じ得る工事のため、本工法の国際的競争力は高いと考える。

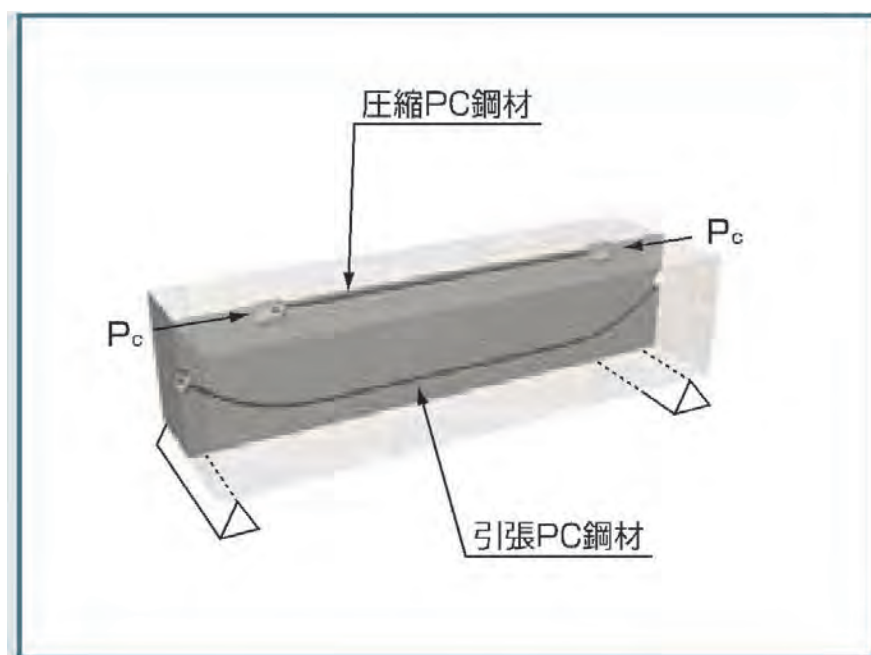
本工法では鋼製橋脚とソケット内の充填コンクリートの定着部において、開発会社のノウハウがあるものの、技術的には、「イ」国業者でも製作・施工が可能である。そのため、開発会社からの指導を仰ぐ事で「イ」国においても導入が可能である。

## (5) バイプレストレスング PC 桁

### 1) 工法概要

本工法は、従来の引張 PC 鋼材（PC 鋼材に引張力を与えることにより、コンクリートに圧縮力を加える）と圧縮 PC 鋼材（PC 鋼材に圧縮力を与えることにより、コンクリートに引張力を加える）を合成した工法である。本工法の適用により桁高を抑制し、また適用支間長を伸ばす事が可能となる。

本上部工形式での桁高スパン比は、従来の PC 桁橋において 1/18 程度にあるのに比べて、およそ 1/32 となり、低桁高が実現できる。



出典：バイプレストレスング協会パンフレット

図 6.2.8 バイプレストレスング工法概念図

### 2) 「イ」国における適用の可否

本工法は、主に都市内の住宅密集地等にて、周辺環境への影響を排除する（アプローチ道路の延長を抑えて現況交差点に擦り付ける）ために、桁高を薄く抑える必要がある箇所に適用が可能となる。特に今回の西部鉄道における跨線橋の架け替えのように、橋梁前後に交差点が迫っており路面高さを抑える必要がある事象は多く実在すると考える。このため本工法の国際的競争力は高いと考える。

本工法は、特殊な材料を用いていないため、「イ」国業者によっても十分に製作・架設が可能な形式である。しかし、圧縮 PC 鋼材の取扱いは一般的に経験がないため、「イ」国業者が製作するためには開発会社からの技術指導が必要となる。

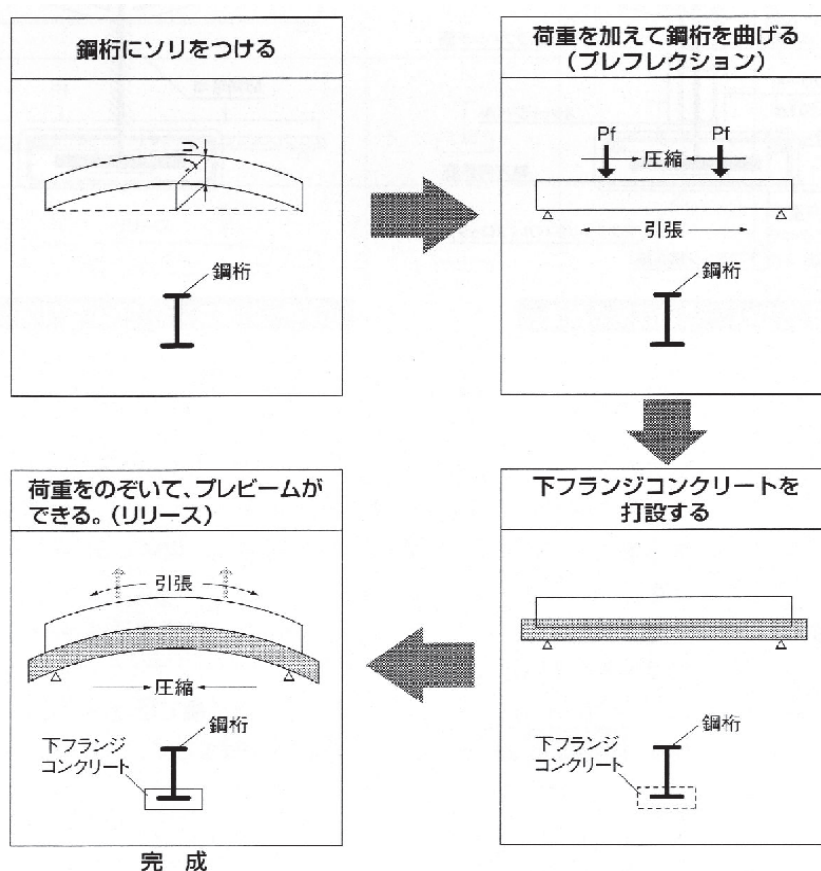
## (6) プレビーム桁

### 1) 工法概要

本工法は、鋼とコンクリートの合成構造を有した桁である。

鋼桁へ鉛直力を与えることにより初期たわみをもたせる。その後、下フランジにコンクリートを打設し、初期たわみを解放することにより、コンクリート部分にプレストレス力が導入される。それにより、その他一般的な桁形式に比べ、より桁高を抑えた桁の実現が可能となる。

本上部工形式での桁高スパン比は従来の PC 桁橋において 1/18 程度にあるのに比べて、およそ 1/35 となり、低い桁高構造が実現できる。



出典：プレビーム振興会パンフレット

図 6.2.9 プレビーム桁製作順序図

### 2) 「イ」国における適用の可否

本工法の特徴は前出のバイプレストレスリング PC 桁と同様であり、国際的競争力についても同様と考える。

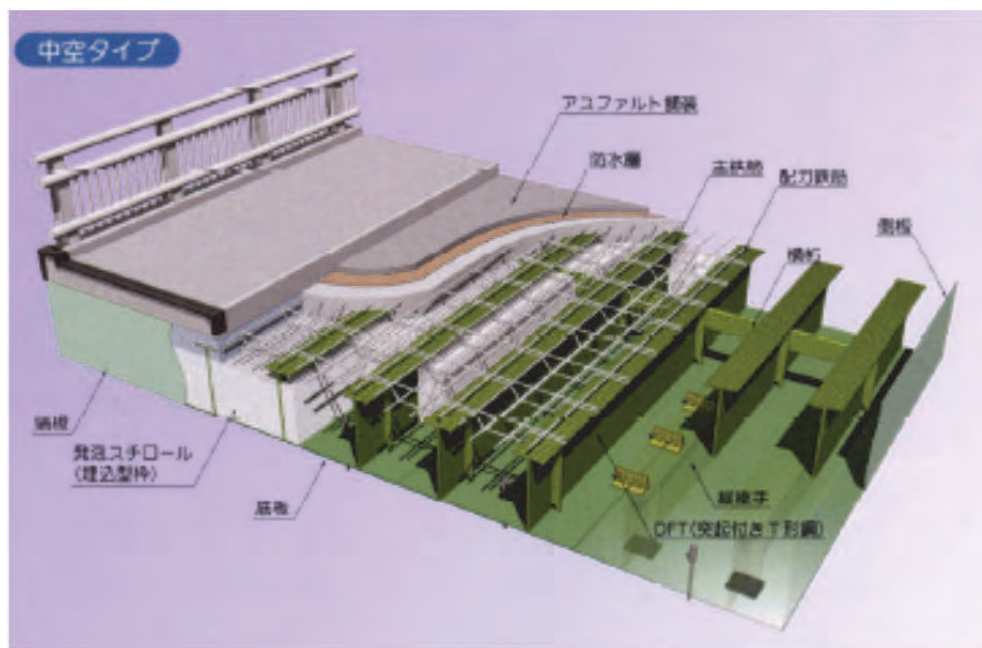
本工法は特殊な材料を用いていないため、「イ」国業者によっても十分に製作・架設が可能な形式である。しかし、下フランジ部分におけるコンクリートと鋼部材の定着に関してのノウハウ等について、開発会社からの技術指導が必要となる。

## (7) 合成床版橋

### 1) 工法概要

主桁はT型鋼と底鋼版、及びコンクリート充填をした単純な合成構造である。桁高増加を抑制するため、T型鋼をせん断キーとして適用している。

本上部工形式での桁高スパン比は従来の PC 桁橋において 1/18 程度にあるのに比べて、およそ 1/30～1/42 と極端に低い桁高となる。



出典：合成床版協会パンフレット

図 6.2.10 合成床版橋概念図

### 2) 「イ」国における適用の可否

本工法の特徴は前出のバイプレストレスリング PC 桁と同様であり、国際的競争力を十分有すると考える。

本工法は特殊な材料を用いてないため、「イ」国業者によっても十分に製作・架設が可能な形式である。しかし、充填コンクリートと鋼部材のずれ止めに関するノウハウ等について、開発会社からの技術指導が必要となる。

## (8) 合成床版

### 1) 工法概要

本工法は、鋼とコンクリートの合成構造を適用した新しい床版構造である。合成床版下面は T 型鋼や I 型鋼で補強された鋼板で構成されており、底鋼板を現場に架設した後、コンクリートを打設して施工される。

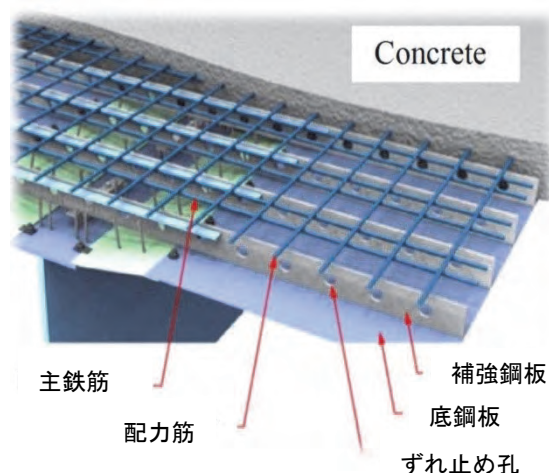


本床版は、一般的な RC 床版に比べ、高い耐久性を有しており、また急速施工も可能としている。底鋼板を先行して施工することにより、コンクリート打設中に生コンクリートの漏出といった危険性はないため、施工中の床版下の既存交通を制限する必要が生じない。合成床版構造の概念図を図 6.2.11 に示す。

## 2) 「イ」国における適用の可否

本工法の適用により、床版施工時において床版下の既存交通への制限が生じない。そのため、都市部において、その有効性を発揮できる。加えて、一般的な RC 床版に比べ、高い耐力を有しており、過積載が一般的に問題となっている発展途上国における適用が有効であり、本工法の国際的競争力は高いと考える。

本工法は、特殊な材料を用いていないため、「イ」国業者によっても十分に製作・架設が可能な形式である。しかし、充填コンクリートと鋼部材のずれ止めに関するノウハウ等について、開発会社からの技術指導が必要となる。



出典：新技術情報提供システムホームページ

図 6.2.11 合成床版概念図

## 7. 交通需要予測と経済分析

### 7.1 はじめに

第3章において選定されたプロジェクトの内、橋梁管理者から許可を得られず非破壊検査が実施できずにプロジェクト計画を策定できなかったバドダーラ市跨線橋補修プロジェクトを除く、4プロジェクト（デリー市高架橋建設プロジェクト、バンガロール市高架橋建設プロジェクト、チェンナイ市東海岸通り沿い高架橋建設プロジェクト、ムンバイ市跨線橋架替えプロジェクト）について、経済分析を実施した。

本章においては、各プロジェクトに対し経済分析を実施するための、基礎データの整理を行う。各プロジェクトにおける将来交通需要予測および経済分析の結果については第8-11章を参照されたい。

## 7.2 交通量調査

### 7.2.1 はじめに

将来交通需要予測や橋梁建設により得られる利益の推定に使用するため、交通量調査を実施し、現況交通量を測定する。交通量調査の結果は、8章以降に示す各プロジェクトの検討概要に記述

するが、本項においては、交通量調査の調査内容について示す。

### 7.2.2 車両クラス

交通量調査は、車両タイプによりクラス分けし、集計される。また、各調査地点において、交通量調査は、24時間連続で実施される。車両ごとにクラス分けは、表 7.2.1 に基づき実施される。

表 7.2.1 車両クラス分け

エンジン付き車両		エンジンなし車両
モーターバイク（2輪）、オートリキシャ（3輪）、乗用車、ジープ、タクシー、バン		自転車、3輪車、馬車・人力車
バス	ミニバス、バス	
トラック	小型商用車、トラック、トレーラー	
その他	トラクター	

交通量調査実施の際、各測定日において、2シフトで調査を実施し、各シフトにおいて異なる管理者及び調査員により調査実施された。調査データは、車両クラス毎、進行方向毎に、15分間隔で記録された。各時の集計は、各シフトでの作業終了後に実施された。

## 7.3 交通需要予測

### 7.3.1 はじめに

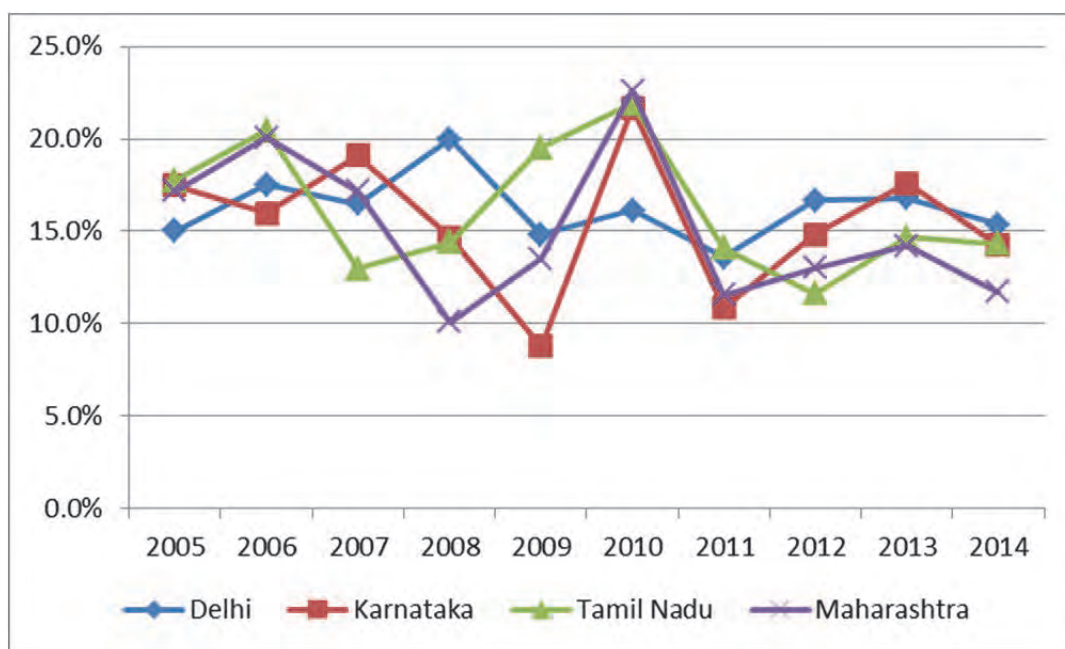
交通量調査結果から将来交通需要予測を求めるに当たり、統計データを活用した。具体的には、インド全国の GDP、調査対象地域の州別 GSDP、調査対象地域の自動車登録台数、国道延長年伸び率である。

- 統計資料
  - All India Report of 6th Economic Census (Ministry of Statistics & Programme Implementation, (2016年3月))
  - 調査対象地域の州別 GRDP (Ministry of Statistics & Programme Implementation, 2016年3月)
  - Statistical Year Book, India 2016 (Ministry of Statistics & Programme Implementation, 2015年12月)
  - 人口分布予測 (National Commission on Population, 2006年5月)

### 7.3.2 将来交通量の伸び率の推計

将来交通量の伸び率を設定するために、交通量の増加に影響を与える以下の4つの統計データ（名目州別域内総生産（GSDP）年伸び率、実質州別域内総生産（GSDP）年伸び率、都市別自動車登録台数年伸び率、国道延長年伸び率）を整理した。

(1) 名目州別域内総生産（GSDP）年伸び率



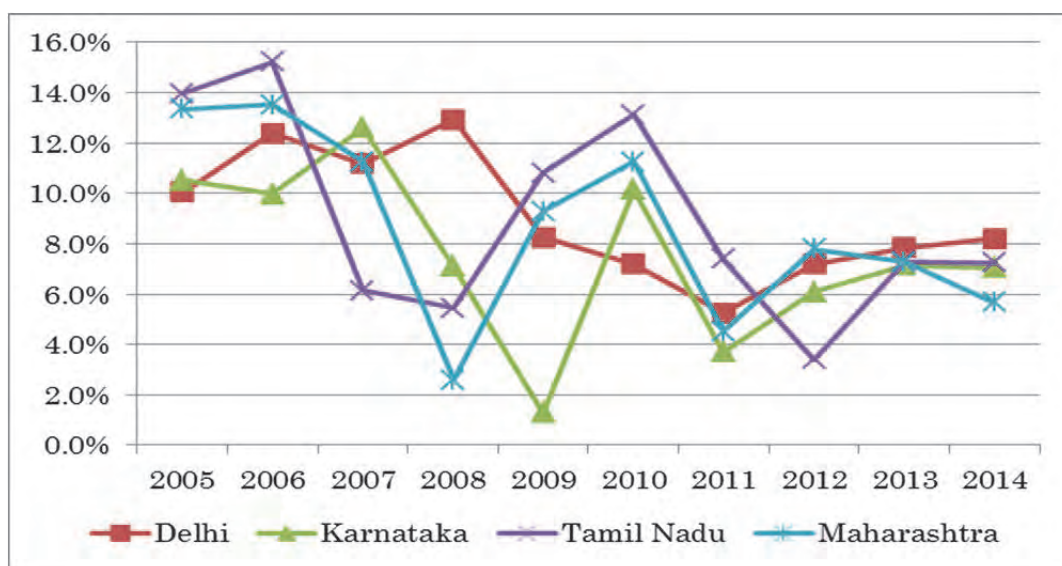
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Average
デリー市	15.0%	17.5%	16.5%	20.0%	14.8%	16.1%	13.6%	16.7%	16.8%	15.3%	16.2%
カルナタカ州 (バンガロール)	17.5%	16.0%	19.1%	14.7%	8.8%	21.7%	10.8%	14.8%	17.6%	14.2%	15.5%
タミルナド州 (チェンナイ)	17.7%	20.4%	13.0%	14.4%	19.5%	21.9%	14.1%	11.6%	14.7%	14.3%	16.2%
マハラシュトラ州 (ムンバイ)	17.2%	20.1%	17.2%	10.1%	13.5%	22.6%	11.5%	13.0%	14.2%	11.7%	15.1%

出典：統計計画省ホームページ

図 7.3.1 名目州別域内総生産（GSDP）年伸び率（基準年 2005 年）

ここでは、対象 4 都市が属する州の名目域内総生産の年伸び率の推移を求めた。過去 10 年間（2005～2014 年）の平均伸び率は 15% を超え、非常に高率になっている。

(2) 実質州別域内総生産（GSDP）年伸び率



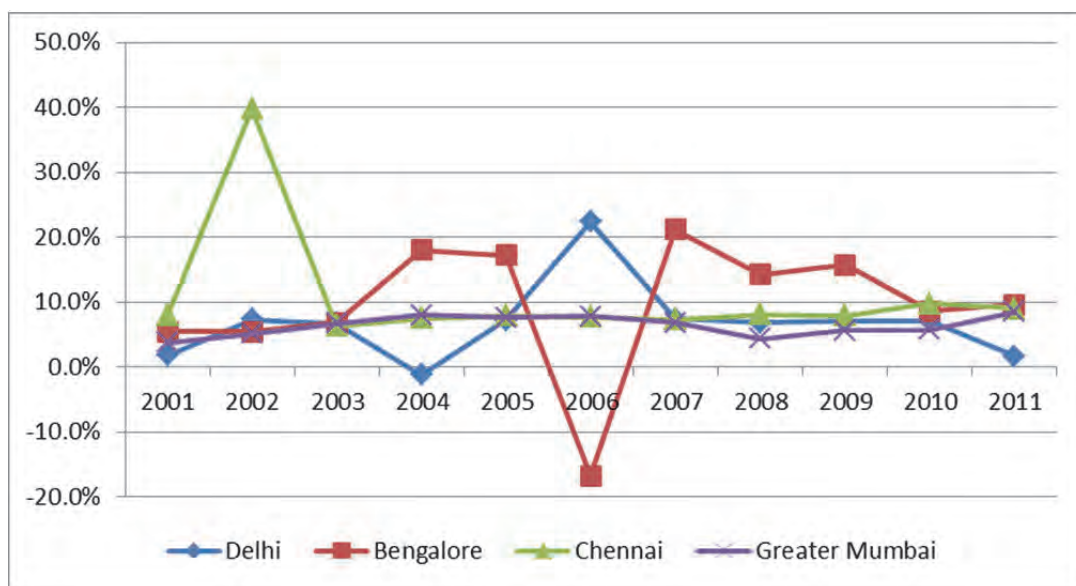
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Average
デリー市	10.0%	12.4%	11.2%	12.9%	8.2%	7.2%	5.3%	7.2%	7.8%	8.2%	9.0%
カルナタカ州 (バンガロール)	10.5%	10.0%	12.6%	7.1%	1.3%	10.2%	3.7%	6.1%	7.2%	7.0%	7.6%
タミルナド州 (チェンナイ)	14.0%	15.2%	6.1%	5.5%	10.8%	13.1%	7.4%	3.4%	7.3%	7.2%	9.0%
マハラシュトラ州 (ムンバイ)	13.3%	13.5%	11.3%	2.6%	9.3%	11.3%	4.5%	7.8%	7.3%	5.7%	8.7%

出典：統計計画省ホームページ

図 7.3.2 実質州別域内総生産（GSDP）年伸び率（基準年 2005 年）

ここでは、対象 4 都市が属する州の実質域内総生産の年伸び率の推移を求めた。過去 10 年間（2005～2014 年）の平均伸び率は 7.6～9.0%と非常に高率になっている。

(3) 都市別自動車登録台数年伸び率



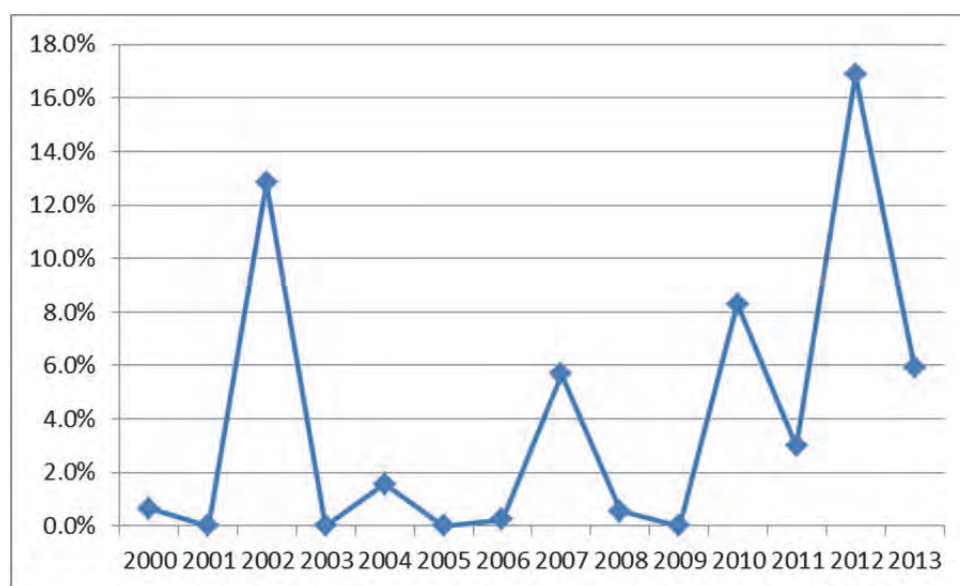
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Average
デリー市	1.8%	7.4%	6.7%	-1.2%	7.2%	22.4%	7.4%	6.8%	7.1%	7.1%	1.7%	6.8%
バンガロール市	5.5%	5.4%	6.8%	18.0%	17.2%	-16.7%	21.2%	14.2%	15.7%	8.6%	9.6%	9.6%
チェンナイ市	7.9%	39.7%	6.3%	7.5%	7.9%	7.7%	7.3%	8.1%	7.9%	9.7%	9.0%	10.8%
ムンバイ市	3.8%	5.1%	6.7%	8.0%	7.6%	7.8%	6.8%	4.3%	5.6%	5.8%	8.5%	6.4%

出典：2016 年度統計年鑑

図 7.3.3 都市別自動車登録台数年伸び率

ここでは、対象 4 都市の自動車登録台数の年伸び率の推移を求めた。過去 11 年間（2001～2011 年）の平均伸び率は 6.8～10.8%と非常に高率になっている。

(4) 国道延長年伸び率



2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
0.6%	0.0%	12.8%	0.0%	1.6%	0.0%	0.2%	5.7%	0.5%	0.0%	8.3%	3.0%	16.9%	5.9%

出典：2016年度統計年鑑

図 7.3.4 国道延長年伸び率

ここでは、全国の国道延長の年伸び率の推移を求めた。過去 14 年間（2000～2013 年）の平均伸び率は 4.0%と高率になっている。

(5) 高架橋及び橋梁整備区間の交通量の伸び率

以上より、4 つの指標を比較検討し、中庸な結果をもたらし、調査対象地域の交通事情を反映しているとみなせる実質州別域内総生産年伸び率と都市別自動車登録台数年伸び率の全平均値 8.5%を調査対象地域の高架橋及び橋梁整備区間の交通量年伸び率として、将来の交通需要を予測する。



## 7.4 経済分析

### 7.4.1 はじめに

社会的便益は、対象プロジェクトで整備する高架橋・橋梁を通過する車両の走行コスト（車両走行コスト：VOC）と、プロジェクトで整備する高架橋・橋梁を利用者が通過する際の時間価値（旅行時間コスト：TTC）との節約できたコストの合計とした。

経済分析に指標として、ODA 事業の経済分析に通常採用されている経済的内部収益率（EIRR）、経済的純現在価値（ENPV）、社会費用便益比（B/C）を用いた。

### 7.4.2 前提条件

経済分析に用いる前提条件を以下の表にまとめた。

表 7.4.1 経済分析前提条件

項目	条件
①分析期間	30 年間（2019～2048 年）
②交通需要予測	本調査結果による。（8 - 11 章参照）
③評価指標	EIRR（内部収益率）、ENPV（純現在価値）、B/C（費用便益比）
④社会的割引率	12%（「イ」国 ODA インフラ整備事業に係る経済分析での多数の前例により）
⑤費用計算	本調査結果による。（8 - 11 章参照）
⑥年間維持管理費	施工費の 0.5%
⑦大規模修繕費	施工費の 4.0%/10 年
⑧為替レート	1 米ドル（USD）= 66.97 インドルピー（VND） 1 米ドル（USD）= 101.80 円（JPY） 1 インドルピー（INR）= 1.52 円（JPY）
⑨価格基準年	2016 年
⑩便益計算	交通需要予測より、Without プロジェクトのケースから、With プロジェクトのケースに移行した場合の VOC（車両走行コスト）と TTC（旅行時間コスト）の削減額を算出する。

出典：JICA 調査団作成

### 7.4.3 事業便益算定

#### (1) 車両走行コスト（VOC）

車両走行コストは、「イ」国で実施された「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 2014」の値を使用して、以下の様に算定した。新車および部品の販売価格は、給与水準に比べて地方別で大きな差がないことから、経済分析対象の 4 プロジェクトすべてに、表 7.4.4 の値を採用する。

表 7.4.2 車両走行コスト（2014 年次価格）

（単位：インドルピー/車両台・km）

時点	乗用車	バス	トラック
2014	3.52	9.49	439.40

出典：”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 2014”

この値を、「イ」国政府が発表するCPI（卸売物価指数）を用いて、価格基準年の2016年の値に補正した。

表 7.4.3 CPI（卸売価格指数）

Year	2012	2013	2014	2015	2016*
2012=100	100.0	110.0	117.4	123.1	127.4
2014=100	—	—	100.0	104.9	108.5

出典：Open Government Data (OGD) Platform India

表 7.4.4 車種別単位車両走行コスト（2016年次価格）

（単位：インドルピー/車両台・km）

時点	乗用車	バス	トラック
2016	3.82	10.30	476.75

出典：JICA 調査団作成

車両走行コストの削減による社会的便益の算出式は、国土交通省の発行する「費用便益分析マニュアル（平成20年11月）」の「走行経費減少便益」の算出式を基に以下の式を用いた。

旅行時間コスト削減による社会的便益： $BR = BR_o - BR_w$   
 総旅行時間コスト： $BR_i = \sum \sum (Q_{ij} \times L_{ij1} \times \beta_j) \times 365$   
 ここで、  
 BR： 旅行時間コスト削減による社会的便益  
 BR<sub>i</sub>： 比較対象ケース i の総旅行時間コスト  
 Q<sub>ij</sub>： 比較対象ケース i の場合の区間 l における車種 j の交通量（台/日）  
 L<sub>l</sub>： 区間 l の延長（1,000km）  
 β<sub>j</sub>： 車種 j の走行経費原単位（車種別単位車両走行コスト）（TL/台/1000km）  
 i： 比較対象ケース、w/o プロジェクトの場合 O、w プロジェクトの場合 W  
 j： 車種  
 l： 区間

## (2) 旅行時間コスト

旅行時間コストは、「イ」国で実施された「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 2014」の値を使用して、以下の様に算定した。プロジェクトで整備する高架橋・橋梁の利用者の給与水準は、地方により差が大きいため、4つのプロジェクトそれぞれの単価を設定する。採用した単位旅行時間コストを表 7.4.7 に示した。

表 7.4.5 単位車種別旅行時間コスト（2014年次価格）

（単位：インドルピー/乗客・時間）

時点	乗用車	バス	トラック
2014	75.00	47.40	52.14

出典：”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 2014”

2014年時点の旅行時間コストに、「イ」国政府が発表するCPI（卸売物価指数）（表7.4.3参照）を用いて、価格基準年の2016年の値に補正した。

表 7.4.6 単位車種別旅行時間コスト（2016年次価格）

（単位：インドルピー／乗客・時間）

時点	乗用車	バス	トラック
2016	81.38	51.43	56.57

出典：JICA 調査団作成

ここで、対象地域別の地域特性を反映するため、2015年の「イ」国全土及び州別国民一人あたりの国民総所得を用いて補正係数を導いた。その補正係数を乗じて、各調査対象地域の車種別旅行時間コストを求めた。

表 7.4.7 車種別地域別旅行時間コスト（2016年次価格）

（単位：インドルピー／乗客・時間）

場所	総所得／人	補正係数	乗用車	バス	トラック
「イ」国全土	86,879	1.00	81.38	51.43	56.57
デリー市	252,011	2.90	236.05	149.18	164.10
カルナタカ州 (バンガロール)	130,897	1.51	122.60	77.49	85.23
タミルナド州 (チェンナイ)	135,806	1.56	127.20	80.39	88.43
マハラシュトラ州 (ムンバイ)	134,081	1.54	125.59	79.37	87.31

出典：統計計画省ホームページを基に JICA 調査団作成

旅行時間コストの削減による社会的便益の算出式は、国土交通省の発行する「費用便益分析マニュアル（平成20年11月）」の「走行時間短縮便益」の算出式を基に以下の式を用いた。

<p>旅行時間コスト削減による社会的便益：<math>BT = BT_0 - BT_w</math>                  総旅行時間コスト：<math>BT_i = \sum (Q_{ij} \times T_{ijl} \times \alpha_j) \times 365</math>                  ここで、                  BT： 旅行時間コスト削減による社会的便益  <math>BT_i</math>： 比較対象ケース i の総旅行時間短縮コスト  <math>Q_{ij}</math>： 比較対象ケース i の場合の区間 l における車種 j の交通量（台/日）  <math>T_{ijl}</math>： 比較対象ケース i の場合の区間 l における車種 j の走行時間（時間）  <math>\alpha_j</math>： 車種 j の時間価値原単位（車種別単位旅行時間コスト）（TL/時間/台）                  ×車種 j の平均乗車人数                  i： 比較対象ケース、w/o プロジェクトの場合 O、w プロジェクトの場合 W                  j： 車種                  l： 区間</p>
--