

インド共和国
ムンバイ都市圏開発局

インド国 ムンバイ湾横断道路建設事業準備調査

ファイナルレポート 第一分冊：本編

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
東日本高速道路株式会社
日本工営株式会社
大日本コンサルタント株式会社

南ア
JR
17-003

インド共和国
ムンバイ都市圏開発局

インド国
ムンバイ湾横断道路建設事業準備調査
ファイナルレポート
第一分冊：本編

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
東日本高速道路株式会社
日本工営株式会社
大日本コンサルタント株式会社





完成予想図：鋼床版箱桁橋区間



完成予想図：PC 箱桁橋区間



完成予想図：ムンバイ側の鳥瞰図



完成予想図：ナビムンバイ側の鳥瞰図

インド国 ムンバイ湾横断道路建設事業準備調査

ファイナルレポート

要 約

1. 調査の背景および目的

1.1 調査の背景

インド国（以下「イ」国）においては、近年急速な都市化の進展が見られる一方で、交通インフラの整備が都市化の進展に追いついていない状況が続いており、特に、都市圏における道路網の未整備による慢性化した交通渋滞は、都市圏における経済発展を阻害している状況にある。このような状況の下、「イ」国の国家開発計画では、包括的なインフラ整備の必要性が持続的な経済成長のために重要であるとの認識が示されている。

対象事業（ムンバイ湾横断道路建設事業（以下、MTHL とする。））が位置する拡大ムンバイ圏とナビ・ムンバイ地域を含むムンバイ都市圏は、2011年現在、約 2,280 万人の人口を抱え、人口密度は 20,694 人/km²に達しており、世界でもトップクラスの人口過密都市である。

ムンバイ都市圏を内包するマハラシュトラ州政府は、拡大ムンバイ圏の対岸に位置するナビ・ムンバイ地域に広大な土地を有し、新空港、経済特区、ジャワハラル・ネル港の拡張やムンバイープリ高速道路整備等の多様な開発計画を推進しており、ムンバイ都市圏の持続的な経済発展を目指している。従って、MTHL は、拡大ムンバイ圏とナビ・ムンバイ地域を連結し、持続的な経済成長に寄与する重要なインフラとして位置づけられている。

本事業を実現するために、ムンバイ都市圏開発庁（以下、MMRDA とする。）は 2013 年に官民パートナーシップ（以下、PPP とする。）スキームによる入札を実施したが、不調に終わっている。この結果を踏まえ、MMRDA は方針を転換し、「イ」国政府を通じて日本政府に対して有償資金協力の適用を要請したものである。

1.2 プロジェクトの概要

本事業は、ムンバイのセウリからムンバイ湾を横断し、ナビ・ムンバイのチルレを結ぶ延長約 22km の道路建設である。本道路は、フルアクセスコントロールで計画されており、4つのインターチェンジを含んでいる（位置図参照）。

2. 開発計画に基づく事業の妥当性

2.1 対象地域の社会・経済状況

ムンバイ都市圏は「イ」国マハラシュトラ州の西部に位置し、面積は 4,355km² を有し、2011 年時点の人口は 2,280 万人で、世界でも有数の人口を抱える都市である。ムンバイ都市圏は 8 つの市行政公社と 9 市役所により管轄される行政区とタネ及びライガード郡に存在する 1,000 以上の村落から構成されている。

ムンバイ都市圏はマハラシュトラ州の州都であるが、「イ」国の金融・商業の中心地として発展してきた歴史もあり、多くの金融関連会社の本社が拠点を構えている。更に、ムンバイ湾は天然の良港に恵まれ、ムンバイ港、ナビ・ムンバイ側のジャワハラル・ネル港を有し、両港の貿易量は、「イ」国の海運による貿易量の約 70% を占めるほどである。

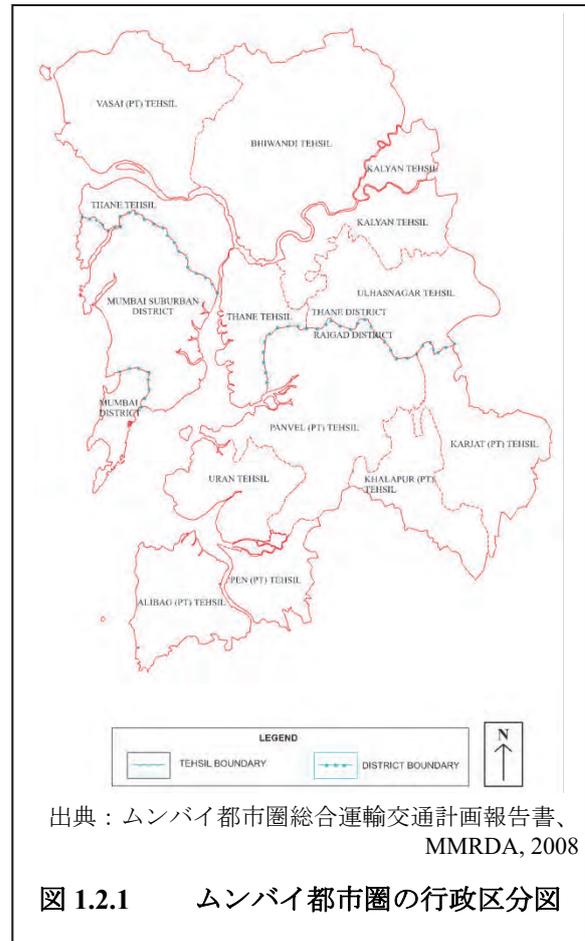


図 1.2.1 ムンバイ都市圏の行政区分図

2.2 各種開発計画

「イ」国ならびにムンバイ都市圏における開発計画を表 2.2.1 に示す。

表 2.2.1 ムンバイ都市圏における開発計画

国家開発計画および運輸セクター開発計画	ムンバイ都市圏における開発計画
<ul style="list-style-type: none"> 国家運輸計画 	<ul style="list-style-type: none"> ムンバイ都市圏の地域開発マスタープラン ムンバイ都市圏総合運輸交通計画 新ナビ・ムンバイ国際空港 経済特区開発 ジャワハラル・ネル港(JNP)拡張

出典：JICA 調査団

表 2.2.1 に示したようにムンバイ側ならびにナビ・ムンバイ側ともに更なる開発計画が示されており、ムンバイ都市圏の発展には、拡大ムンバイ圏とナビ・ムンバイ地域との連結を強化する必要があり、MTHL はその一端を担うものとして期待されている。

3. 既存調査のレビュー

本プロジェクトは、主に ARUP、CES、KPMG の3社が 2012 年に実施した「Final Feasibility Study Report : Detailed Feasibility Study and Bid Process Management for Selection of Developer for MTHL : Sewri to Nhava in MMR, Maharashtra State, India 2012」（以下、Final Feasibility Study Report, 2012 とする。）を基に計画しており、本章のレビューにおいても Final Feasibility Study Report, 2012 をレビューするものとした。

3.1 交通需要予測

交通需要予測においては、以下の調査レポートのレビューを実施した。

- Techno-Economic Feasibility Study for Mumbai Trans Harbour 調査、Consulting Engineering Services (CES)、2004
- ムンバイ都市圏総合交通調査 (CTS)、Lea International、2008
- Final Feasibility Study Report, 2012
- インド・ムンバイ湾横断道路計画調査報告書、経産省、2011年

MTHL の既往の予測交通量の結果は、表 3.1.1 に示すとおりである。既往レポートでは、タイムリーに MTHL の建設が進むことをベースとしている。

既往レポートのレビューに基づいた MTHL の予測交通量は、将来ネットワーク、料金体系、開発計画の仮定が異なっていることが判明した。急速に経済が成長したことから、いくつかの条件は大きく異なっている状況である。したがって、予測交通量を算定するための条件は、関係機関との議論の上で決定する必要がある。

表 3.1.1 MTHL の既往の予測交通量

プロジェクト名	実施年時	料金(INR)	2022年の予測交通量 (pcu/日)
Techno-Economic Feasibility Study, 2004	2004	100	93,200
CTS, 2008	2008	100	73,200
Final Feasibility Study Report, 2012	2012	150	94,000
Study on MTHL, 経産省 2011	2011	150	48,000

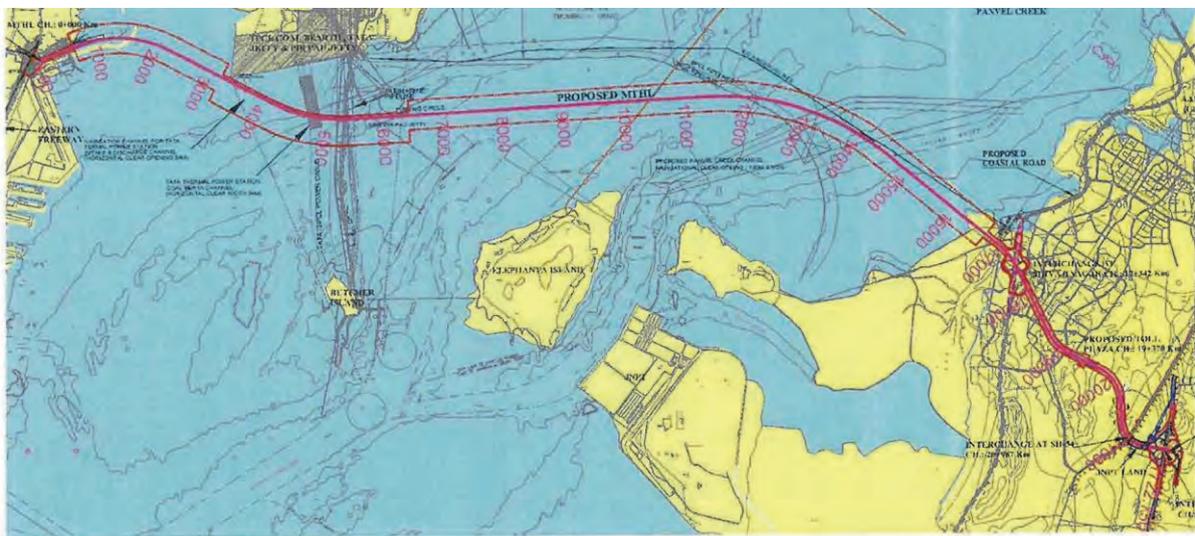
出典：JICA 調査団

3.2 道路計画

(1) 道路線形

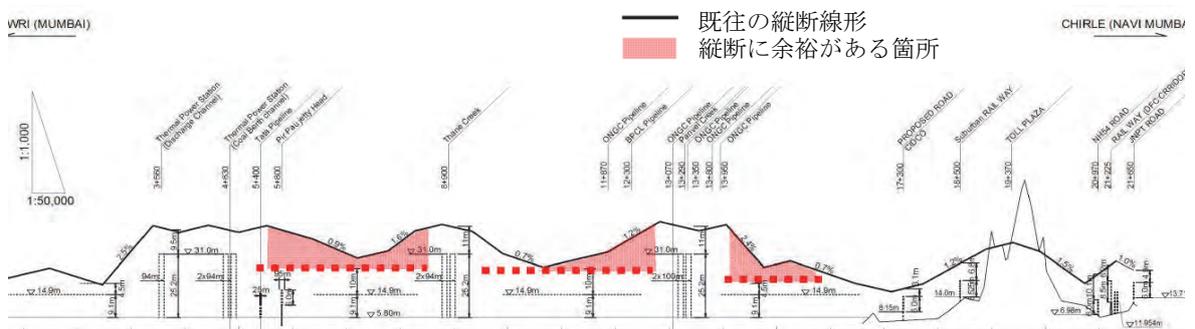
Final Feasibility Study Report, 2012 に示されている平面線形および縦断線形を図 3.2.1 および図 3.2.2 に示した。平面線形は、関係機関より提示された条件を満たしていたが、フラミンゴの餌場や干潟等の環境への影響が考慮されていない状況であったため、本調査では、環境への影響を最小限に抑えるルートも検討に加えた。しかしながら、環境への影響を最小限に抑えるルートは、住民移転数が増加することや橋梁延長が長くなることによる建設費の増加等の影響があり、総合的に判断した結果、元のルートが優れていると判断された。

本線に適用されているすべての幾何構造規格は設計速度 100 km/h の IRC 基準を満足しているものの、縦断線形に関しては、設計速度 100km/h で IRC 基準を満たしている構造であるが、縦断線形においていくつかの箇所縦断線形を下げられる可能性がある事が分かった。



出典：Final Feasibility Study Report, 2012

図 3.2.1 道路平面線形



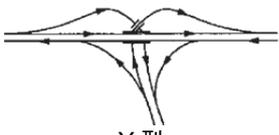
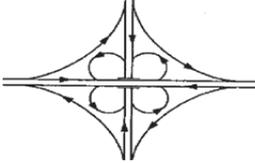
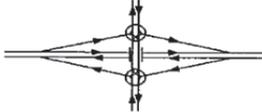
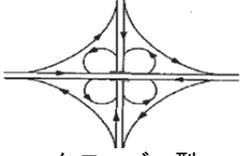
出典：Final Feasibility Study Report, 2012 を基に JICA 調査団作成

図 3.2.2 道路縦断線形

(2) インターチェンジ計画

MTHL 本線には 4 個所の IC があり、それぞれの平面形状を表 3.2.1 に示した。レビューを実施した結果、表 3.2.1 のインターチェンジ形状が適当であると判断された。

表 3.2.1 インターチェンジの平面形状

セウリ IC	シバジ・ナガール IC	SH54IC	チルレ IC
 Y 型	 クローバー型	 ダイヤモンド型 (ハーフ)	 クローバー型

出典：JICA 調査団

3.3 橋梁計画

(1) 橋梁計画のためのコントロールポイント

橋梁計画で考慮すべき海底埋設物を含めた海上部の支障物件を表 3.3.1 に整理した。さらに橋梁の支間割を計画し、その結果を表 3.3.1 に示した。

表 3.3.1 海上支障物件部の橋梁支間割

支障物件	水平方向 クリアランス	鉛直方向クリアランス (CD 基準面上)	支間割
(一般部)	50m	14.72m	50m
タタ火力発電所 (排水路)	1 x 94m	31.00m	85m+150m+85m
タタ火力発電所 (石炭搬入路)	2 x 94m	31.00m	80m+2@150m+85m
タタ電力ケーブル	-	-	90m+3@150m+85m
ピアパウ埠頭	-	+6m (埠頭表面より)	
ターネ航路	2 x 94m	31.22m	100m+2@180m+100m
ONGC パイプライン	-	-	100m+180m+110m
BPCL パイプライン	-	-	110m+180m+100m
パンベル航路	2 x 100m	31.22m	100m+2@180m+95m

出典：Final Feasibility Study Report, 2012 を基に JICA 調査団作成

(2) 橋梁計画

Final Feasibility Study Report, 2012 で計画されている橋梁計画を表 3.3.2 から表 3.3.4 に示した。主に、一般部 (海上、陸上)、海上特殊部、マングローブ林部、鉄道交差部、道路交差部に大別される。

表 3.3.2 本線の上部工および下部基礎形式-1

	測点		橋梁形式/架設工法	支間割	橋脚番号	下部基礎形式
	起点	終点				
一般部(海上)	0+495	1+045	PC箱桁橋 (スパンバイスパン工法)	2@50m=100m	MP1 (0+495)	橋脚:φ2.5m - 2本 杭:φ1.5m - 8本
				3@50m=150m	MP3 (0+595)	
				2@50m=100m	MP6 (0+745)	
				2@50m=100m	MP8 (0+845)	
				2@50m=100m	MP10 (0+945)	
	1+045	2+795		5@50m=250m	MP12 (1+045)	パイルヘント橋脚: φ2.4m - 2本
				6@50m=300m	MP13 (1+095)	
				6@50m=300m	MP17 (1+295)	
				6@50m=300m	MP23 (1+595)	
				6@50m=300m	MP29 (1+895)	
	2+795	3+395		6@50m=300m	MP35 (2+195)	橋脚:φ2.5m - 2本 杭:φ1.5m - 8本
				6@50m=300m	MP41 (2+495)	
海上特殊部 (タタ火力発電所)	3+395	3+715	PC箱桁橋 (キャンチレバー工法)	85m+150m+85m =320m	MP46 (2+745)	橋脚:φ2.5m - 2本 杭:φ1.5m - 8本
				6@50m=300m	MP47 (2+795)	
一般部(海上)	3+715	4+595	PC箱桁橋 (スパンバイスパン工法)	6@50m=300m	MP53 (3+095)	橋脚:φ2.5m - 2本 杭:φ1.5m - 8本
				6@50m=300m	MP59 (3+395)	
				40m+4@50m+40m =280m	MP60 (3+480)	
海上特殊部 (タタ火力発電所)	4+595	5+060	PC箱桁橋 (キャンチレバー工法)	80m+2@150m+85m =465m	MP61 (3+630)	橋脚:6mx3m - 4本 杭:φ2.4m - 8本
					MP62 (3+715)	
一般部(海上)	5+060	5+310	PC箱桁橋 (スパンバイスパン工法)	5@50m=250m	MP68 (4+015)	橋脚:φ2.5m - 2本 杭:φ1.5m - 8本
					MP74 (4+315)	
海上特殊部 (ピアパウ埠頭)	5+310	5+935	PC箱桁橋 (キャンチレバー工法)	90m+3@150m+85m =625m	MP80 (4+595)	橋脚:6mx3m - 4本 杭:φ2.4m - 8本
					MP81 (4+675)	
					MP82 (4+825)	
一般部(海上)	5+935	8+635	PC箱桁橋 (スパンバイスパン工法)	6@50m=300m	MP83 (4+975)	橋脚:φ2.5m - 2本 杭:φ1.5m - 8本
					MP84 (5+060)	
					MP89 (5+310)	
					MP90 (5+400)	
					MP91 (5+550)	
					MP92 (5+700)	
					MP93 (5+850)	
					MP94 (5+935)	
海上特殊部 (ターネ航路)	8+635	9+195	PC箱桁橋 (キャンチレバー工法)	100m+2@180m+100m =560m	MP99 (5+850)	橋脚:6mx3m - 4本 杭:φ2.4m - 8本
					MP100 (6+235)	
					MP106 (6+535)	
一般部(海上)	9+195	10+395	PC箱桁橋 (スパンバイスパン工法)	6@50m=300m	MP112 (6+835)	橋脚:φ2.5m - 2本 杭:φ1.5m - 8本
				6@50m=300m	MP118 (7+135)	
				6@50m=300m	MP124 (7+435)	
				6@50m=300m	MP130 (7+735)	
				6@50m=300m	MP136 (8+035)	
	10+395	11+295		6@50m=300m	MP142 (8+335)	パイルヘント橋脚: φ2.4m - 2本
				6@50m=300m	MP148 (8+635)	
				6@50m=300m	MP149 (8+735)	
	11+295	11+635		6@50m+40m=340m	MP150 (8+915)	橋脚:φ2.5m - 2本 杭:φ1.5m - 8本
				6@50m=300m	MP151 (9+095)	
				6@50m=300m	MP152 (9+195)	
一般部(海上)	9+195	10+395	PC箱桁橋 (スパンバイスパン工法)	6@50m=300m	MP158 (9+495)	橋脚:φ2.5m - 2本 杭:φ1.5m - 8本
				6@50m=300m	MP164 (9+795)	
				6@50m=300m	MP170 (10+095)	
				6@50m=300m	MP176 (10+395)	
	10+395	11+295		6@50m=300m	MP177 (10+435)	パイルヘント橋脚: φ2.4m - 2本
				6@50m=300m	MP182 (10+695)	
				6@50m=300m	MP188 (10+995)	
11+295	11+635	6@50m=300m	MP193 (11+245)	橋脚:φ2.5m - 2本 杭:φ1.5m - 8本		
		6@50m+40m=340m	MP194 (11+295)			
					MP201 (11+635)	

出典: Final Feasibility Study Report, 2012 を基に JICA 調査団作成

表 3.3.3 本線の上部工および下部基礎形式-2

	測点		橋梁形式/架設工法	支間割	橋脚番号	下部基礎形式
	起点	終点				
海上特殊部 (バイブライン)	11+635 (L)	12+075 (L)	PC箱桁橋 (キャンチレバー工法)	50m+100m+180m+110m =440m	MP201(L) (11+635)	橋脚:φ2.5m - 1本
					MP202(L) (11+685)	杭:φ1.5m - 4本
					MP203(L) (11+785)	橋脚:6mx3m - 2本
					MP204(L) (11+965)	杭:φ2.4m - 4本
	12+075 (L)	12+515 (L)		110m+180m+100m+50m =440m	MP205(L) (12+075)	橋脚:φ2.5m - 1本
					MP206(L) (12+185)	杭:φ1.5m - 4本
					MP207(L) (12+365)	橋脚:6mx3m - 2本
					MP208(L) (12+465)	杭:φ2.4m - 4本
			MP209(L) (12+515)	橋脚:φ2.5m - 1本		
				杭:φ1.5m - 4本		
海上特殊部 (バイブライン)	11+635 (R)	12+115 (R)	PC箱桁橋 (キャンチレバー工法)	40m+40m+100m+180m+ 120m=480m	MP201(R) (11+635)	橋脚:φ2.5m - 1本
					MP202(R) (11+675)	杭:φ1.5m - 4本
					MP203(R) (11+715)	橋脚:φ2.5m - 1本
					MP204(R) (11+815)	杭:φ1.5m - 4本
	12+115 (R)	12+515 (R)		120m+180m+100m=400 m	MP205(R) (11+995)	橋脚:6mx3m - 2本
					MP206(R) (12+115)	杭:φ2.4m - 4本
					MP207(R) (12+235)	橋脚:φ2.5m - 1本
					MP208(R) (12+415)	杭:φ1.5m - 4本
			MP209(R) (12+515)	橋脚:φ2.5m - 1本		
				杭:φ1.5m - 4本		
一般部(海上)	12+515	12+715	PC箱桁橋 (スパンバイスパン工法)	4@50m=200m	MP209 (12+515)	橋脚:φ2.5m - 2本
	12+715	12+955		4@50m+40m=240m	MP213 (12+715)	杭:φ1.5m - 8本
					MP218 (12+955)	橋脚:φ2.5m - 1本
海上特殊部 (バンベル航路)	12+955 (L)	13+600 (L)	PC箱桁橋 (キャンチレバー工法)	50m+100m+2@180m+95 m+40m=645m	MP219(L) (13+005)	杭:φ1.5m - 4本
					MP220(L) (13+105)	橋脚:φ2.5m - 1本
					MP221(L) (13+285)	橋脚:6mx3m - 2本
					MP222(L) (13+465)	杭:φ2.4m - 4本
	12+955 (R)	13+600 (R)		40m+100m+2@180m+95 m+50m=645m	MP223(L) (13+560)	橋脚:φ2.5m - 1本
					MP224(L) (13+600)	杭:φ1.5m - 4本
					MP218(R) (12+955)	橋脚:φ2.5m - 1本
					MP219(R) (12+995)	杭:φ1.5m - 4本
			MP220(R) (13+095)	橋脚:φ2.5m - 1本		
			MP221(R) (13+275)	橋脚:6mx3m - 2本		
			MP222(R) (13+455)	杭:φ2.4m - 4本		
			MP223(R) (13+550)	橋脚:φ2.5m - 1本		
			MP224(R) (13+600)	杭:φ1.5m - 4本		
一般部(海上)	13+600	14+500	PC箱桁橋 (スパンバイスパン工法)	6@50m=300m	MP224 (13+600)	橋脚:φ2.5m - 2本
				6@50m=300m	MP230 (13+900)	
				6@50m=300m	MP236 (14+200)	
				6@50m=300m	MP242 (14+500)	
	14+500	16+000		6@50m=300m	MP243 (14+550)	ハイルヘント橋脚: φ2.4m - 2本
				6@50m=300m	MP248 (14+800)	
				6@50m=300m	MP254 (15+100)	
				6@50m=300m	MP260 (15+400)	
			6@50m=300m	MP266 (15+700)		
			6@50m=300m	MP271 (15+950)		
マングローブ林部	16+000	17+257		6@50m=300m	MP272 (16+000)	橋脚:φ2.5m - 2本
				6@50m=300m	MP278 (16+300)	
				3@53.333m=160m 47m	MP284 (16+600)	
				3@50m=150m	MP287 (16+760)	
				3@50m=150m	MP288 (16+807)	
				3@50m=150m	MP291 (16+957)	
				3@50m=150m	MP294 (17+107)	
				3@50m=150m	MP297 (17+257)	
				杭:φ1.5m - 8本		

出典: Final Feasibility Study Report, 2012 を基に JICA 調査団作成

表 3.3.4 本線の上部工および下部基礎形式-3

	測点		橋梁形式/架設工法	支間割	橋脚番号	下部基礎形式
	起点	終点				
道路交差部	17+257 (L)	17+452 (L)	PC箱桁橋 (スパンバイスパン工法)	35m+45m+40m+40m +35m=195m	MP297 (17+257 (L)) MP302 (17+452 (L))	橋脚:φ2.5m - 1本 杭:φ1.5m - 4本
道路交差部	17+257 (R)	17+452 (R)	PC箱桁橋 (スパンバイスパン工法)	45m+45m+40m+40m +25m=195m	MP297 (17+257 (R)) MP302 (17+452 (R))	橋脚:φ2.5m - 1本 杭:φ1.5m - 4本
マングローブ林部	17+452	18+022	PC箱桁橋 (一括架設工法)	4@30m=120m	MP302 (17+452) MP303 (17+482)	橋脚:φ2.5m - 2本 杭:φ1.2m - 12本
				5@30m=150m	MP306 (17+572) MP311 (17+722)	
				5@30m=150m	MP316 (17+872) MP321 (18+022)	
道路交差部	18+022	18+082		20m+40m=60m	MP323 (18+082) MP328 (18+232)	
マングローブ林部	18+082	18+232		5@30m=150m	MP331 (18+352)	
道路交差部	18+232	18+352		3@40m=120m	MP332 (18+388)	
一般部(陸上)	18+352	18+388		36m	MP333 (18+458)	
鉄道交差部	18+388	18+458	鋼トラス橋	70m	MP334 (18+502) MP339 (18+652) MP344 (18+802) MA2 (18+922)	橋脚:φ3.25m - 3本 杭:φ1.5m - 12本
一般部(陸上)	18+458	18+922	PC箱桁橋 (一括架設工法)	44m 5@30m=150m 5@30m=150m 3@40m=120m	MP334 (18+502) MP339 (18+652) MP344 (18+802) MA2 (18+922)	橋脚:φ2.5m - 2本 杭:φ1.2m - 12本
土工部	18+922	20+092				
一般部(陸上)	20+092	21+172	PC箱桁橋 (一括架設工法)	5@30m=150m	LA1 (20+092) LP5 (20+242)	橋脚:φ2.5m - 2本 杭:φ1.2m - 12本
				5@30m=150m	LP10 (20+392) LP15 (20+542)	
				5@30m=150m	LP20 (20+692) LP25 (20+842)	
				5@30m=150m	LP28 (20+932)	
				3@30m=90m	LP29 (20+950) LP30 (20+985)	
道路交差部				18m	LP31 (21+020)	
				35m	LP32 (21+052)	
一般部(陸上)				35m	LP36 (21+172)	
				32m+4@30m=152m	LP37 (21+184.533) LP40 (21+379.533)	
鉄道交差部				21+172	21+184.533	
	21+184.533	21+379.533	鋼トラス橋	3@65m=195m		
	21+379.533	21+412	PC-I桁橋	32.467m		
一般部(陸上)	21+412	21+715.78	PC箱桁橋 (一括架設工法)	3@30m=90m	LP41 (21+412) LP44 (21+502)	橋脚:φ2.5m - 2本 杭:φ1.2m - 12本
				3@30m=90m	LP47 (21+592) LP48 (21+615.78)	
道路交差部				23.78m	LP49 (21+650.78)	
				35m	LP50 (21+685.78)	
一般部(陸上)				35m	LA2 (21+715.78)	
				30m		

出典：Final Feasibility Study Report, 2012 を基に JICA 調査団作成

(3) 橋梁構造の概要

一般部の上部工構造は、連続形式の PC 箱桁橋であり、スパンバイスパン工法により建設され、標準支間長は 50m である。橋脚高さが 20m 未満の場合は、環境への影響も考慮してパイルベント構造が採用されている。橋脚高さが 20m 以上の場合は、パイルキャップ構造が採用されており、基礎形式は直径 1.5m の場所打ち杭が採用されている。一方、交差物件の存在する箇所は、最大支間長 180m であり、PC ラーメン箱桁橋が採用され、張り出し架設工法により施工される。

陸上部一般部の上部工構造は、標準支間長 30m の単純 PC 箱桁橋であり、基礎形式は、場所打ち杭である。

3.4 概算工事費および工事工程

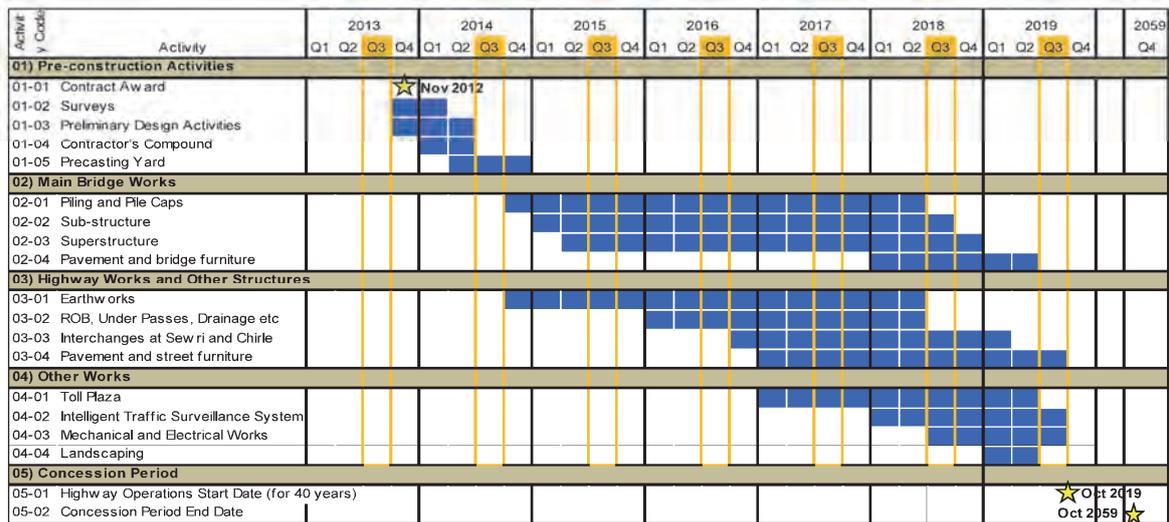
(1) 概算工事費

Final Feasibility Study Report, 2012 では、概算工事費として INR 76,969 百万が示されているが、物価上昇を一律 5%としており、国際通貨基金が出している物価上昇率とかなりの誤差が生じている。物価上昇を補正した場合、2012 年時点の概算工事費は、95,788 百万となる。

(2) 工事工程

Final Feasibility Study Report, 2012 で算定された工程表を表 3.4.1 に示す。本件は、BOT スキームで実施される予定であったことから、測量・調査・設計・施工事務所・ヤード建設等の準備期間も含み、全体で 6 年の工程であった。

表 3.4.1 提案された事業工程表



1) Actual phasing of works will vary depending on contractors own construction plan.
2) Orange highlight indicates monsoon period.

出典：Final Feasibility Study Report, 2012

3.5 経済・財務分析

(1) 財務分析

Final Feasibility Study Report, 2012 においては、財務的内部収益率（以下、Project IRR 及び Equity IRR とする。）は表 3.5.1 に示す通りであった。Viability Gap Fund（以下、VGF とする。）を適用しない限り、財務的に実現可能ではないことが読み取れる。

表 3.5.1 財務的内部収益率

	Without VGF and additional revenue	With 40% VGF (without additional revenue)	With 40% VGF and additional revenue
Project IRR	12.90%	15.60%	15.90%
Equity IRR	12.90%	16.80%	17.20%

(2) 経済分析

Final Feasibility Study Report, 2012 の経済的内部収益率（以下、Economic IRR とする。）は、14%となっている。これは、インドにおけるインフラストラクチャー・プロジェクトの評価基準とされる 12%を超えており、本事業は、国民経済的観点から見て、充分妥当性があるものと評価される値である。

4. 交通需要予測

4.1 交通量調査

MTHL 周辺に関連する現在の交通状況を把握するために、交通量観測調査（以下、CVCS とする。）、鉄道の旅客数観測調査（以下、RPCS とする。）、平均乗車人員調査を実施した。実施した 18 の調査地点を表 4.1.1 に示す。

表 4.1.1 調査地点リスト

地点 No	調査タイプ	調査地点名	調査期間
1	CVCS および 平均乗車人員調査	NH-3 on Thane Creek	24 Hours
2		Kalwa Bridge	
3		Mulund-Airoli Bridge	
4		Vashi Bridge (on Thane Creek)	
5		NH-4 near Taloja	
6		Sion-Panvel Highway (Taloja Creek Bridge)	
7		Amra Marg near Kille (On Panvel Creek)	
8		BPT Road on Eastern Freeway near Sewri Rly Stn	
9		Rafi Ahmed Kidwai Marg	
10		G D Ambekar Marg near Parel Village	
11		Dr Ambedkar Road near Parel	
12		N.M. Joshi Marg	
13		Senapati Bapat Marg	
14		Dr Annie Besant Road	
15		Khan Abdul Gaffar Khan Road	
16		NH-4B JNPT Road, Near Wawal Bus Stn	
17	RPCS	Thane Creek Railway Bridge	24 Hours
18		Vashi-Mankhurd Rail Sea Link	

出典：JICA 調査団

4.2 MTHL の将来交通需要

交通量調査の結果、最新の将来交通網および開発計画に基づき、将来交通需要予測は、現地のコンサルタントが保有しているネットワークデータを使用して、四段階推定法により実施した。車種別による MTHL の将来交通需要予測を表 4.2.1 に示した。将来交通需要予測の条件は、2022 年に MTHL が開通し、セウリ IC～シバジ・ナガール IC 間の通行料金は INR130、シバジ・ナガール IC～チルレ IC 間の通行料金は INR40 である。

表 4.2.1 MTHL の車種別の将来交通需要

(単位 : pcu/日)

車種区分	セウリ IC ~ シバジ・ナガール IC			シバジ・ナガール IC ~ チルレ IC		
	2022	2032	2042	2022	2032	2042
自家用車	24,100	66,400	94,100	4,900	21,300	43,300
タクシー	2,700	14,100	20,200	100	400	2,300
バス	2,700	3,700	3,700	2,700	3,700	3,700
小型貨物車	2,200	4,100	5,600	700	1,300	1,800
大型貨物車	3,000	6,500	8,100	1,000	2,000	2,200
多軸貨物車	4,600	9,100	13,800	400	900	1,700
合計	39,300	103,900	145,500	9,800	29,600	55,000

出典 : JICA 調査団

5. 自然条件調査

5.1 地形測量

概略設計の基本図面の作成ならびに潮位・波浪解析の基本データを得ることを目的として、測量調査を実施した。測量調査の項目ならびに数量を表 5.1.1 に示す。

表 5.1.1 調査項目ならびに数量

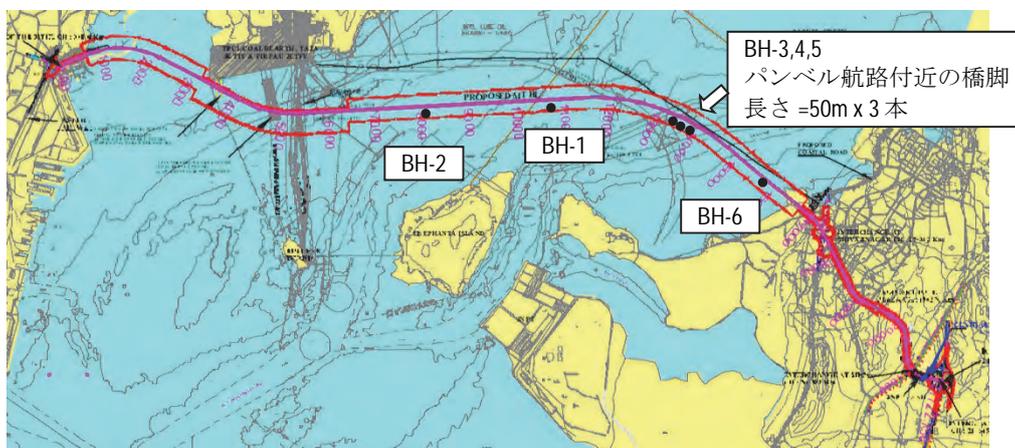
項目	単位	数量	備考
平面測量（陸上部）	m ²	3,190,000	<ul style="list-style-type: none"> セウリ IC : 450,000m² ナビ・ムンバイ側 : 1,100,000m² (5,500m x 200m) シバジ・ナガール IC : 600,000m² チルレ IC : 1,040,000m²
深淺測量	m ²	825,000	<ul style="list-style-type: none"> 16,500m x 50m
縦断測量（陸上部）	m	6,500	<ul style="list-style-type: none"> ムンバイ側 : 1,000m ナビ・ムンバイ側 : 5,500m
横断測量（陸上部）	m	17,500	<ul style="list-style-type: none"> 本線部 : 17,500m (350 line x 50m)
縦断測量（陸上部・交差道路）	m	3,400	<ul style="list-style-type: none"> イースタン・フリーウェイ : 1,500m シバジ・ナガール IC : 600m チルレ IC : 1,300m
横断測量（陸上部・交差道路）	m	8,500	<ul style="list-style-type: none"> イースタン・フリーウェイ : 3,750m (75 line x 50m) シバジ・ナガール IC : 1,500m (30 line x 50m) チルレ IC : 3,250m (65 line x 50m)
縦断測量（陸上部）	m	1,200	<ul style="list-style-type: none"> 800m + 400m (2 line)、水理解析用
縦断測量（海上部）	m	16,540	<ul style="list-style-type: none"> 8,380m + 8160m (2 line)、水理解析用

出典：JICA 調査団

5.2 地質調査

(1) 地質調査位置

ボーリング調査は既往調査結果の確認ならびに主要橋梁基礎の地質条件の確認を目的として調査位置を設定した。調査位置を図 5.2.1 に示す。

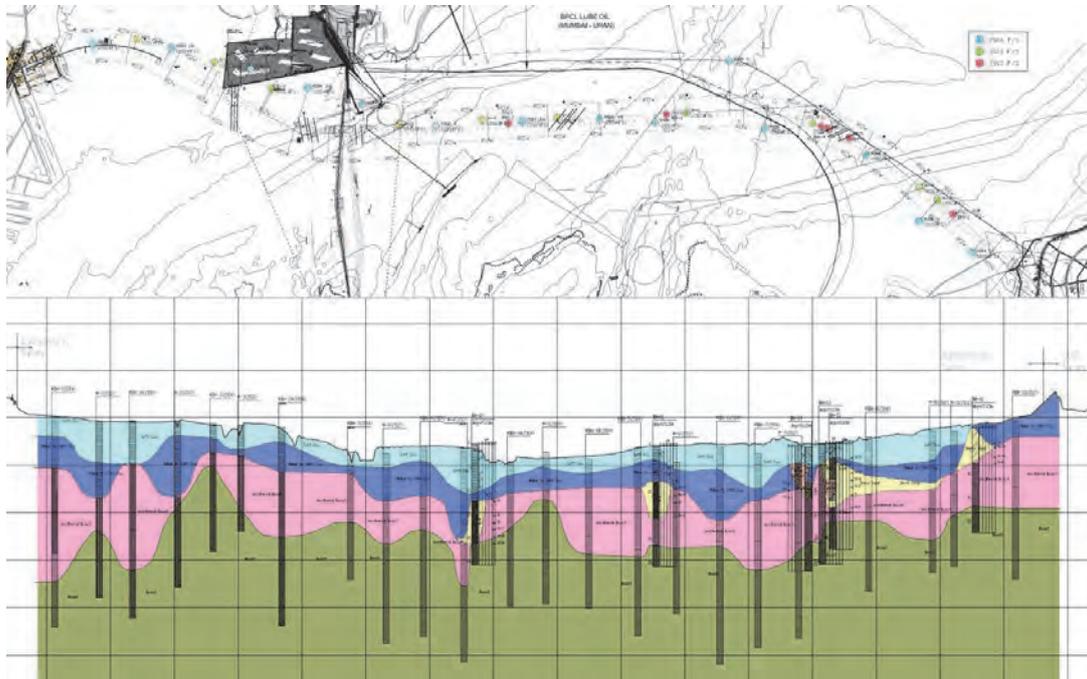


出典：JICA 調査団

図 5.2.1 地質調査位置

(2) 推定地質断面図

MTHL 上の推定地質断面図を既往調査結果ならびに本調査結果を参考として作成した。その地質縦断面図を図 5.2.2 に示す。



出典：JICA 調査団

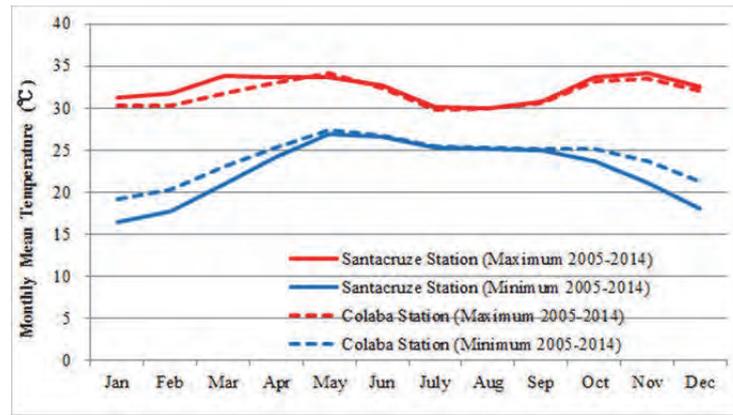
図 5.2.2 推定地質断面図

風化した玄武岩の岩層は、すべてのボーリングにより確認され、層の深さは、海底から 10m～35m である。玄武岩の圧縮強度は、5.5～112MPa、平均値は 49MPa である。この結果より、玄武岩は橋梁の支持層として十分な強度を有している。

5.3 気象、水文調査

(1) 気温

冬季に最低気温が 17℃に落ちる場合があるが、冬季を除き、平均日最高気温は 30-34℃の範囲にあり、図 5.3.1 に示すように、気温の高い月は 3 月から 6 月および 10 月から 11 月である。



出典：IMD を基に JICA 調査団作成

図 5.3.1 平均月間最高および最低気温

(2) 風速

2005 年から 2014 年までの毎月の最大風速を表 5.3.1 に示した。過去の最大風速は、2014 年にサンタクルズ観測所で 48.5 m/s、2014 年のコラバでは 54.0 m/s が記録されている。一方、橋梁の上部工設計に用いられる設計風速は、IS-875 (インド規格) より、ムンバイ地域 (ゾーン 5) では 44 m/s と規定されている。

表 5.3.1 月間最大風速 (2005-2014)

Monthly Maximum Wind Speed (m/s) at Santacruz Station												
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
2005	2.6	1.3	1.1	1.3	1.1	2.6	2.0	2.4	1.8	1.1	1.1	0.8
2006	1.0	1.0	1.3	1.6	1.2	1.3	1.9	1.3	1.3	1.0	0.8	0.8
2007	1.0	48.5	1.4	1.4	1.4	1.8	18.1	18.1	36.1	12.0	0.8	0.8
2008	36.1	2.0	4.9	42.1	42.0	2.0	1.6	1.8	42.1	1.0	3.5	0.7
2009	1.0	1.1	1.3	1.3	1.1	2.0	1.8	1.4	1.0	0.8	1.1	0.8
2010	1.3	1.6	1.3	1.1	1.8	18.0	1.6	18.2	1.3	2.4	1.4	1.1
2011	1.0	1.6	1.0	1.1	1.3	1.4	1.1	16.0	2.0	1.3	1.1	1.1
2012	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.7	1.4	1.4	1.8	1.1	0.8	1.0
2013	1.1	1.6	1.6	1.3	1.3	18.1	1.6	1.6	1.6	1.3	0.0	0.7
2014	1.1	1.1	1.1	1.1	1.3	6.2						
Monthly Maximum Wind Speed (m/s) at Colaba Station												
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
2005	0.8	1.0	0.8	0.8	0.7	1.1	2.0	1.4	1.6	0.7	0.8	0.7
2006	1.1	0.7	1.1	1.7	0.8	1.8	2.8	2.2	1.1	0.7	0.7	0.5
2007	0.7	0.6	1.7	0.8	0.7	2.4	1.1	1.8	1.7	0.6	0.5	0.6
2008	0.6	0.7	0.7	0.7	30.0	1.3	1.0	13.7	0.8	0.5	0.5	0.5
2009	0.7	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	7.3	4.9	2.4	1.0	1.0	2.4
2010	0.8	1.8	0.8	1.4	2.4	1.0	1.8	2.6	0.7	0.8	0.8	3.6
2011	1.2	0.8	2.6	6.4	0.7	0.8	5.0	1.1	2.4	1.1	0.6	0.6
2012	1.3	1.2	1.8	0.8	0.8	1.1	1.1	24.0	14.3	0.7	0.6	0.6
2013	0.6	0.6	1.2	0.8	0.7	0.0	1.1	1.3	42.0	0.7	0.7	0.7
2014	0.7	0.7	0.7	54.0	0.8	30.1	8.5	30.1	3.6	12.0	0.5	36.0

出典：IMD を基に JICA 調査団作成

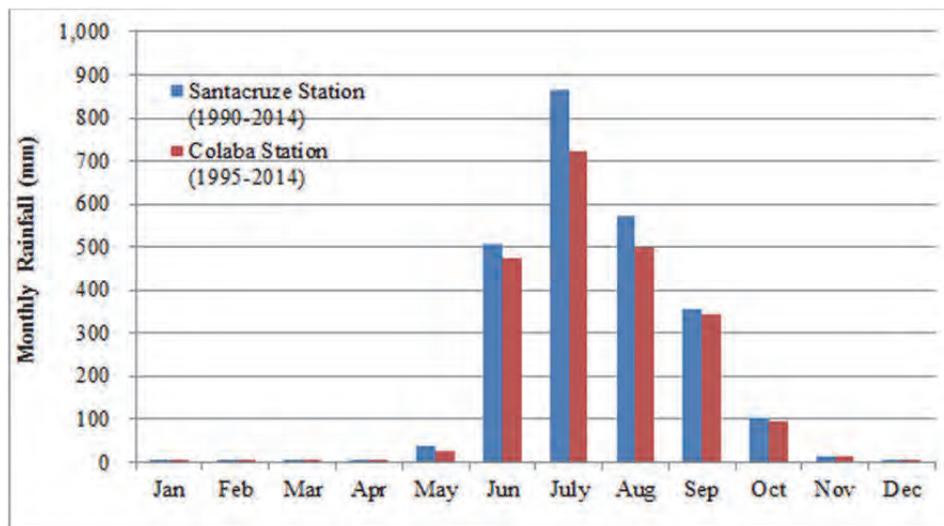


出典：Google Earth

図 5.3.2 サンタクルズおよびコラバの位置図

(3) 降水量

年間降水量の殆どは、6月から9月の南西モンスーンの間が発生する。ムンバイのコラバとサンタクルズ観測所で1990(1995)から2014年に計測された月間平均降水量を図5.3.3に示した。



出典：IMDを基にJICA調査団作成

図 5.3.3 平均月間降水量

(4) 潮位

ムンバイ港の支配的な潮位は、12 時間 40 分の周期をもつ半日潮である。ムンバイ港の潮汐チャートを表 5.3.2 に示した。設計最高高潮位は、CWPRS の助言より Chart Datum (CD)上 5.60 m とした。

表 5.3.2 ムンバイ港の各統計潮位

潮位	海図基準面からの高さ (+) (-)	インド測量基準面の平均海面からの高さ (+) (-)
設計最高高潮位 (HHTL)	+ 5.60 m	+ 3.09 m
既往最高高潮位	+ 5.39 m	+ 2.88 m
大潮平均高潮位 (MHWS)	+ 4.42 m	+ 1.91 m
小潮平均高潮位 (MHWN)	+ 3.30 m	+ 0.79 m
最高低潮位	+ 2.74 m	+ 0.23 m
平均海面 (MSL)	+ 2.51 m	+ 0.00 m
最低高潮位	+ 2.48 m	- 0.03 m
小潮平均低潮位 (MLWN)	+ 1.86 m	- 0.65 m
大潮平均低潮位 (MLWS)	+ 0.76 m	- 1.75 m
海図基準面 (CDL)	+ 0.00 m	- 2.51 m
既往最低低潮位	- 0.46 m	- 2.97 m

出典：MbPT を基に JICA 調査団作成

5.4 MTHL に関連する支障物件の概要

(1) 一般的な海上高架橋区間のクリアランス

海上部の高架橋一般部では、水平方向クリアランスが最小 50 m、鉛直方向クリアランスが HHTL 上 9.1 m(CD+5.60m)を確保した。

(2) 海上部での交差ユーティリティ

海上部の支障物件について、その種類および必要な水平・鉛直方向クリアランスを表 5.4.1 に示した。

表 5.4.1 海洋部の交差支障物件とクリアランス

支障物件	測点	水平方向クリアランス	鉛直方向クリアランス
々々火力発電所 (船舶進入路)	3+560	1x94m	31.00m (CD 上)
々々火力発電所 (石炭搬入路)	4+830	2x94m	31.00m (CD 上)
々々電カケーブル (1ケーブル)	4+960	パイプライン端部から構造物端部の離隔を 25m 以上確保する。	-
ONGC パイプライン (2パイプライン)	5+270		
々々/MbPT パイプライン (13パイプライン)	5+400~5+575		
ヒアパウ埠頭	5+800	-	埠頭上面から 6.0m
ターネ航路	8+900	2x94m	31.00m (CD 上)
ONGC パイプライン	12+200, 12+300	パイプライン端部から構造物端部の離隔を 25m 以上確保する。	-
BPCL パイプライン	12+300		
パンプル航路	13+290	2x100m	31.00m (CD 上)

出典：JICA 調査団

(3) 陸上部の交差ユーティリティ

MTHL の陸上部には交差道路や鉄道が存在する。交差道路の鉛直方向クリアランスを表 5.4.2 に示し、交差鉄道のクリアランスを表 5.4.3 に示した。

表 5.4.2 交差道路のクリアランス

交差道路	測点	鉛直方向クリアランス
イースタン・フリーウェイおよび B ランプ	0+000	道路表面から 5.5m
埠頭道路	0+480	
Nhava 道路	16+820	
CIDCO 海岸道路 (計画)	17+300	
CIDCO 道路 (計画)	18+050	
学校までの Gavhan 道路	18+170	
CIDCO 道路 (計画)	18+300	
CIDCO 道路 (計画)	18+540	
CIDCO 道路 (計画)	18+880	
既設道路	20+170	
NH 54 道路	20+970	
JNPT 道路 (NH4B)	21+650	

出典：JICA 調査団

表 5.4.3 交差鉄道のクリアランス

交差鉄道	測点	水平方向 クリアランス	鉛直方向 クリアランス
鉄道 (セウリ駅 - コットングリーン駅)	0+000	概略設計図面参照	軌道面から 8.500m
スブラン鉄道	18+500		軌道面から 6.525m
鉄道 (DFCC コリドール、パンベルカン、JNPT 鉄道)	21+200 から 21+350		軌道面から 8.500m

出典：JICA 調査団

6. 概略設計

6.1 道路概略設計

(1) 幾何構造基準

MTHL は基本的には、平地および丘陵地区を通過するため設計速度は、100km/h（IRC: SP:87-2013）である。ただし、シバジ・ナガール IC を過ぎてからは山岳地を通過するため、設計速度は低減され 60km/h（IRC: SP:87-2013）である。

本線およびインターチェンジ線形の幾何構造基準値を表 6.1.1 および表 6.1.2 に示した。（IRC: 73-1980, SP: 87-2013 および日本基準を比較して採用値を決定。）

表 6.1.1 本線線形幾何構造基準値

項目	単位	採用値	
車道幅員	m	3.50	
路肩幅員	左側路肩	m	2.50
	右側路肩	m	0.75
中央分離帯幅	土工部	m	3.0-5.0
	高架部	m	1.50
車線数増減時の擦り付け率	rate	1:15-1:20	
横断勾配	%	2.5	
設計速度	Kph		
最小平面曲線半径（推奨値）	m	400	
最小曲線長	m	170	
最小平面曲線半径（推奨値）横断勾配未考慮	m	2600	
最大横断勾配	%	5%	
緩和区間長	R=400m	m	115
	R=600m	m	80
	R=1000m	m	50
	R=1,800m	m	30
	R=2,500m	m	-
R=4,200m	m	-	
最小緩和区間省略曲線半径	m	2,000	
片勾配すり付け率		1/150	
制動停止視距	m	180	
追越視距	m	640	
最小縦断勾配	%	0.5	
最大縦断勾配	%	2.5	
最小縦断曲線長	m	60m	
最小縦断曲線半径	凸	m	6,500
	凹	m	3,000
合成勾配	%	10.0	

出典：JICA 調査団

表 6.1.2 インターチェンジの幾何構造基準

項目	単位	採用値	
車道幅員	m	3.5	
路肩幅員*	両側 (セリ IC)	m	0.25
	両側 (セリ IC 以外)	m	0.50
設計速度	Kph		
最小平面曲線半径	m	60	
最小曲線長	m	-	
片勾配打ち切り半径	m	420	
標準横断勾配	%	2.5	
最大横断勾配	%	7.0	
緩和区間長 R=45		m	45
	60		60
	90		90
	100		100
	150		150
	170		170
200		200	
240		240	
300		300	
緩和区間省略半径	m	500	
片勾配すり付け率		1/100	
車線増減すり付け率			
制動停止視距	m	45	
追越視距	m	90	
最大縦断勾配	%	3.3 特例値 6.7	
最小縦断勾配	%	0.5	
最小縦断曲線長	m	30	
最小縦断曲線半径	凸	m	450
	凹	m	450
合成勾配	%	11.5	

* 路肩幅員は以下に分類される。

- ・セリ IC は橋梁区間、用地制約区間として 0.25m とした。
- ・他の IC は用地制約のない区間として 0.50m とした。

出典：JICA 調査団

(2) 車線数

本線の車線数は 6 車線であり、これはマハラシュトラ州の上位計画より決定されているものである。本検討においては、Manual of Specifications and Standards for Expressways (IRC:SP-99-2013) を用い、将来需要予測交通量からその妥当性を検証した。その結果、開通して 10 年後の 2032 年には 6 車線が必要となった。なお、20 年後の 2042 年には 8 車線必要となるが、その時期においては同路線と平行に計画されているメトロが建設され道路ネットワークは予定通り拡張されていると推測されるため、本線の車線数は 6 車線とした。

また、ランプの車線数を表 6.1.3 に示した。ランプの最低車線数は 2 車線とした。

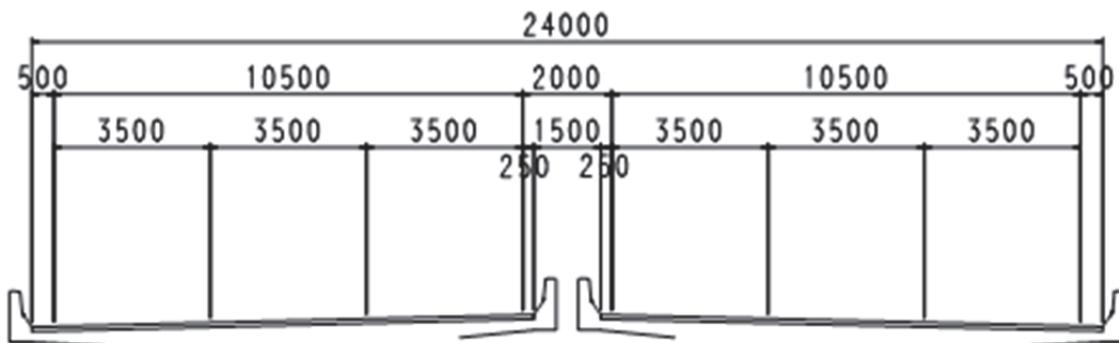
表 6.1.3 ランプ車線数

ランプ名	Final Feasibility Study Report, 2012 検討時の車線数	2042 年予測交通量からの車線数	採用車線数
セウリ IC の全ランプ	2 車線	1 車線 C2 のみ 2 車線	2 車線
シバジ・ナガール IC	2 車線	1 車線	2 車線
本線とナビ・ムンバイ空港を 連結するオン、オフランプ	2 車線	2 車線	2 車線
その他のランプ		1 車線	
SH54IC の全ランプ	2 車線	2 車線	2 車線
チルレ IC の全ランプ	3 車線	1 車線	2 車線

出典：JICA 調査団

(3) 標準横断図

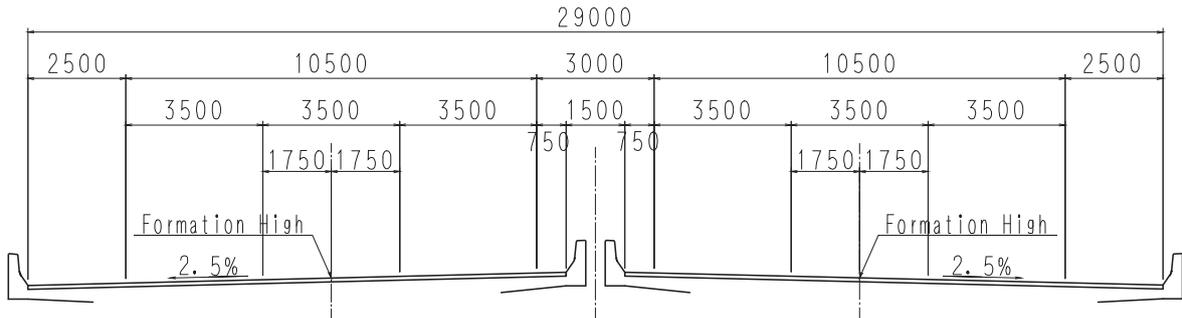
Final Feasibility Study, 2012 で採用された MTHL 本線の標準横断図は、図 6.1.1 に示す（左側路肩 0.5m、右側路肩 0.25m）とおりであったが、本線設計速度 100km/h に対して狭い路肩であるため、走行時の安全性や非常時の駐車帯確保に課題があるため、他の国際標準仕様を参考に複数案提示し、MMRDA と協議した結果、図 6.1.2 に示す様な標準横断図を採用することになった。



出典：Final Feasibility Study Report, 2012 より JICA 調査団作成

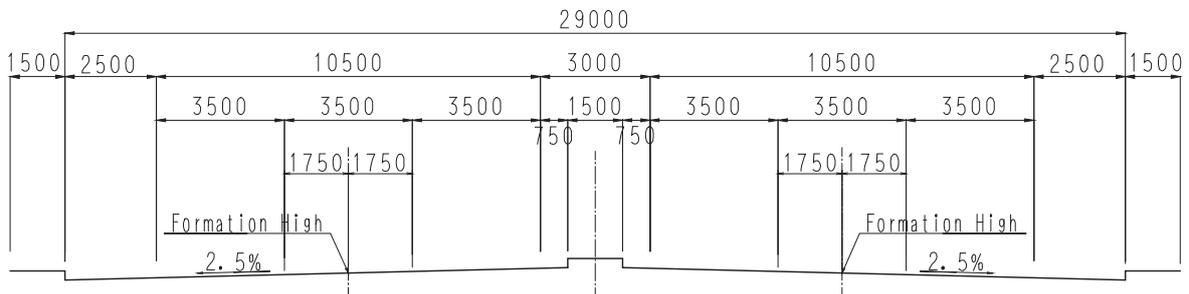
図 6.1.1 標準幅員 (Final Feasibility Study Report, 2012)

見直し後の標準横断図を図 6.1.2 から図 6.1.5 に示した。



出典：JICA 調査団

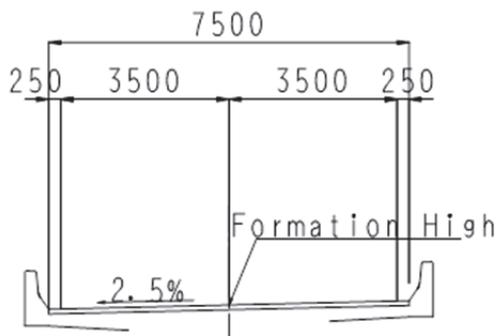
図 6.1.2 本線橋梁区間



出典：JICA 調査団

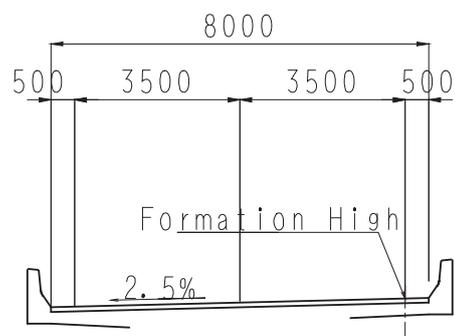
図 6.1.3 本線土工区間 (18+950 - 19+950)

IC 部の標準幅員は、表 6.1.2 に示すように路肩幅を両側 0.5m とするが、セウリ IC のみ用地上の制約より 0.25m とする。



出典：JICA 調査団

図 6.1.4 セウリ IC

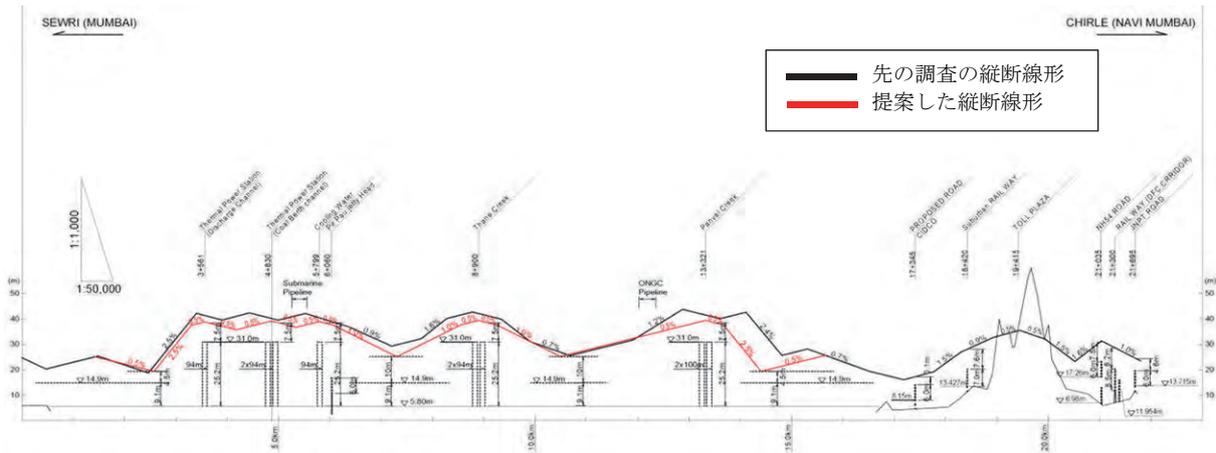


出典：JICA 調査団

図 6.1.5 シバジ・ナガール IC、SH54、チル IC

(4) 本線縦断の改良

Final Feasibility Study Report, 2012 における海上部の縦断線形は、桁下高さに余裕のある箇所が数か所あるため、本線縦断改良案を検討した。縦断線形と改良案の縦断図を図 6.1.6 に示した。



出典：JICA 調査団

図 6.1.6 縦断線形の改良案

(5) 料金所ブース数の検討

本線料金所ブースはシバジ・ナガール IC と SH54IC の間の土工部に位置する。ブース数の検討の結果、2042 年において Electronic Toll Collection System（以下、ETC とする。）の普及率が 30-40%と推測し、本線料金所ブース数は 8 ブースが必要となる結果となった。

表 6.1.4 本線料金所ブース数の検討結果

方 向	2042 年 交通量 (台/日)	2042 年 ピーク時 交通量 (台/時)	ETC レーンの 通過交通量 (台/時) (全体の約 30- 40%と仮定)	手動レーンの 通過交通量 (台/時) (全体の 60- 70%と仮定)	必要 ETC ブース数	必要手動 ブース数	合計ブース数
チルレ	25,000	1,800	630	1,170	1	3	4
セウリ	23,000	1,550	540	1,010	1	3	4

出典：JH 基準を基に JICA 調査団作成

インターチェンジにおいて料金所が設置されるのはシバジ・ナガール IC のみである。開通 20 年後の 2042 年の予測交通量に基づき必要料金ブース数の検討を行い、その結果を表 6.1.5 に示した。

表 6.1.5 シバジ・ナガール IC ランプ料金所必要ブース数 (2042 年)

ランプ (方向)	必要料金ブース
ナビ・ムンバイ空港⇒セウリ	6
JNPT 港⇒セウリ	3
セウリ⇒ナビ・ムンバイ空港	6
セウリ⇒JNPT 港	3
ナビ・ムンバイ空港⇒チルレ	3
チルレ⇒ナビ・ムンバイ空港	3

出典：JICA 調査団

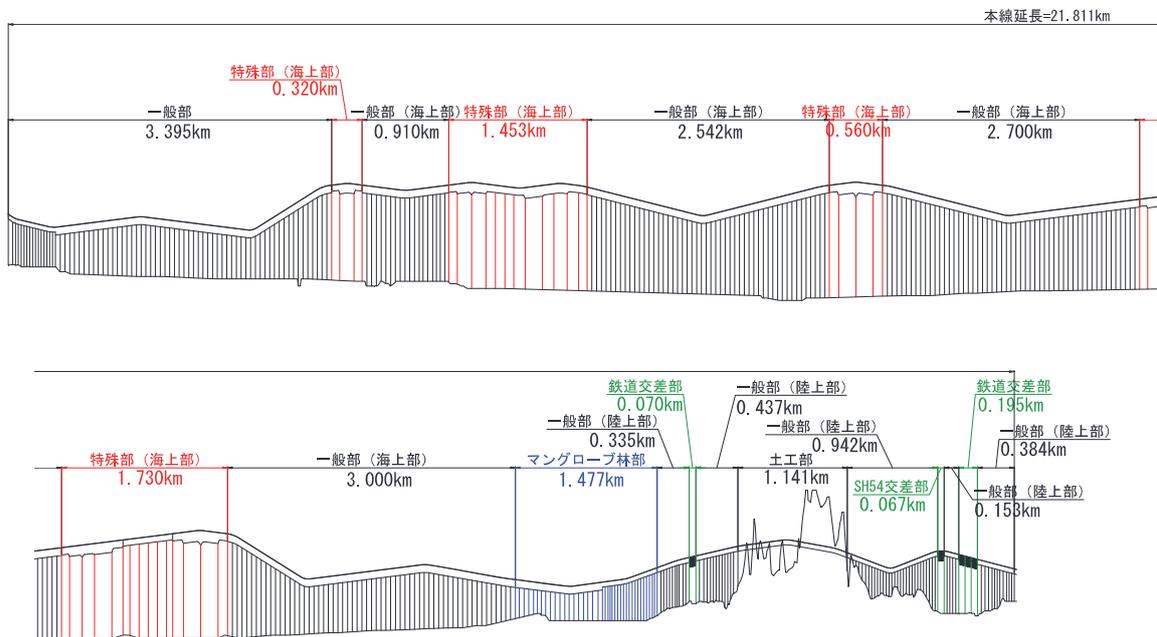
(6) 橋梁上のアスファルト舗装

コンクリート床版上のアスファルト舗装は、「砕石マスチックアスファルト II 型 (40mm) + 密粒度アスファルト (40mm)」を採用した。また、鋼床版上のアスファルト舗装は、鋼床版の車両荷重に対する変形への追従性に配慮して、「砕石マスチックアスファルト (40mm) + 砕石マスチックアスファルト (40mm)」を採用した。

6.2 橋梁概略設計

(1) 支間割の検討

支障物件 (パイプライン、航路、交差鉄道、交差道路等) を考慮し、橋梁の支間割を決定した。その結果を図 6.2.1 および表 6.2.1～表 6.2.2 に示した。



出典：JICA 調査団

図 6.2.1 本線の橋梁計画

表 6.2.1 本線の橋梁計画-1

測点	区分	支間割
No. 0+495～No. 3+395	一般部（海上部）	2,900m (2@50m, 3@50m, 3x2@50m, 5@50m, 7x6@50m)
No. 3+395～No. 3+715	支障物件部	320m (85m+150m+85m)
No. 3+715～No. 4+625	一般部（海上部）	910m (2x6@50m, 40m+2@50m+40m, 40m+50m+40m)
No. 4+625～No. 6+078	支障物件部	1,453m (90m+2@150m+2@100m+93m, 120m+180m+120m+140m+120m+90m)
No. 6+078～No. 8+620	一般部（海上部）	2,542m (6x6@50m, 2x5@50m, 46m+3@50m+46m)
No. 8+620～No. 9+180	支障物件部	560m (100m+2@180m+100m)
No. 9+180～No. 11+880	一般部（海上部）	2,700m (9x6@50m)
No. 11+880～No. 13+610	支障物件部	1,730m (ムンバイ→ナビ・ムンバイ) (84m+2@130m+180m+115m, 74m+4@95m+65m, 112m+2@180m+100m) (ナビ・ムンバイ→ムンバイ) (98m+140m+150m+180m+90m, 55m+4@95m+65m, 100m+2@180m+112m)
No. 13+610～No. 16+610	一般部（海上部）	3,000m (10x6@50m)
No. 16+610～No. 16+840	マングローブ林部	230m (40m+3@50m+40m)
No. 16+840～No. 16+880	道路交差部	40m

出典：JICA 調査団

表 6.2.2 本線の橋梁計画-2

測点	区分	支間割
(ムンバイ→ナビ・ムンバイ) No. 16+880~No. 17+320 (ナビ・ムンバイ→ムンバイ) No. 16+880~No. 17+341	マングローブ林部	(ムンバイ→ナビ・ムンバイ) 440m (45m+4@50m, 45m+3@50m) (ナビ・ムンバイ→ムンバイ) 461m (45m+3@50m+30m+20m, 45m+3@50m, 21m)
(ムンバイ→ナビ・ムンバイ) No. 17+320~No. 17+471 (ナビ・ムンバイ→ムンバイ) No. 17+341~No. 17+482	道路交差部	(ムンバイ→ナビ・ムンバイ) 151m (45m+49m+57m) (ナビ・ムンバイ→ムンバイ) 141m (57m+34m+50m)
(ムンバイ→ナビ・ムンバイ) No. 17+471~No. 18+087 (ナビ・ムンバイ→ムンバイ) No. 17+482~No. 18+087	マングローブ林部	(ムンバイ→ナビ・ムンバイ) 616m (46m, 2x30m, 2x20m, 14x30m, 2x25m) (ナビ・ムンバイ→ムンバイ) 605m (35m, 2x30m, 2x20m, 14x30m, 2x25m)
No. 18+087~No. 18+127	道路交差部	40m
No. 18+127~No. 18+187	一般部 (陸上部)	60m (2@30m)
No. 18+187~No. 18+217	道路交差部	30m
No. 18+217~No. 18+317	一般部 (陸上部)	100m (2x30m+2x20m)
No. 18+317~No. 18+357	道路交差部	40m
No. 18+357~No. 18+421.5	一般部 (陸上部)	64.5m (30m+34.5m)
No. 18+421.5~No. 18+491.5	鉄道交差部	70m
(ムンバイ→ナビ・ムンバイ) No. 18+491.5~No. 18+574 (ナビ・ムンバイ→ムンバイ) No. 18+491.5~No. 18+554	一般部 (陸上部)	(ムンバイ→ナビ・ムンバイ) 82.5m (37.5m+45m) (ナビ・ムンバイ→ムンバイ) 62.5m (37.5m+25m)
(ムンバイ→ナビ・ムンバイ) No. 18+574~No. 18+644 (ナビ・ムンバイ→ムンバイ) No. 18+554~No. 18+644	道路交差部	(ムンバイ→ナビ・ムンバイ) 70m (2@35m) (ナビ・ムンバイ→ムンバイ) 90m (40m+50m)
No. 18+644~No. 18+884	一般部 (陸上部)	240m (8@30m)
No. 18+884~No. 18+929	道路交差部	45m
No. 18+929~No. 20+070	土工部	
No. 20+070~No. 20+225	一般部 (陸上部)	155m (4x30m+35m)
No. 20+225~No. 20+260	道路交差部	35m
No. 20+260~No. 21+012	一般部 (陸上部)	752m (35m+23x30m+27m)
No. 21+012~No. 21+079	道路交差部	67m
No. 21+079~No. 21+232	一般部 (陸上部)	153m (4x30m+33m)
No. 21+232~No. 21+427	鉄道交差部	3@65=195m
No. 21+427~No. 21+467	道路交差部	40m
No. 21+467~No. 21+660	一般部 (陸上部)	193m (38m+2x37m+3x27m)
No. 21+660~No. 21+730	道路交差部	70m (2x35m)
No. 21+730~No. 21+811	一般部 (陸上部)	81m (3x27m)

出典：JICA 調査団

(2) 橋梁形式の検討

1) 上部工形式

海上特殊部について、橋梁形式の比較検討を行い、鋼床版箱桁橋を採用した。橋梁選定比較表を表 6.2.3 に示した。

表 6.2.3 海上特殊部橋梁選定比較表

橋梁形式 ターネ航路(100+180+180+100)		第1案 4径間連続PC箱桁橋 (既存レポート)	第2案 4径間連続鋼床版箱桁橋	第3案 4径間連続エクストラード橋	
橋梁イメージ					
構造性	信頼性	施工実績 標準適用支間長	多い 50m~140m	多い 60m~200m	標準 100m~200m
	耐久性		高い	高い	高い
	地震抵抗性	上部工重量	標準(上部工重量は重い)	有利(上部工重量は軽い)	標準(上部工重量は重い)
施工性	施工工法	施工難易度	標準 (キャンチレバー工法)	標準 (大ブロック架設)	高い (ケーブルを用いたキャンチレバー工法)
	品質管理	現場製作or工場製作	現場製作	工場製作	現場製作(難易度高い)
施工全体工期		6年(既存レポート)	約4.5年*	約6年	
維持管理の容易性	維持管理期間	再塗装 伸縮装置 支承	不要 取り換え20年/回 取り換え40年/回	再塗装35年/回 取り換え20年/回 取り換え40年/回	不要 取り換え20年/回 取り換え40年/回
	その他				Necessary of high maintenance technology
	景観性	景観性	前後の橋梁とマッチしている	前後の橋梁とマッチしている	モニュメントとなる
環境性	海洋環境保護	基礎サイズ 橋脚サイズ	標準 標準	小さい 薄い	大きい 厚い
	施工時の環境影響	標準	小さい (施工工期が短いため)	小さい (施工工期が長いため)	大きい (施工工期が長いため)
	新技術(技術移転)	なし	新橋梁形式 大ブロック架設 重防食塗装	なし	
評価		2	1	3	
施工費(率)	ターネ航路のみ	1.00	1.29	1.37	
	プロジェクト全体	1.00	1.07	1.13	
経済便益 (経済的內部収益率)		約14%	約14%	約13%	

凡例:◎良い、○標準、△悪い
*)：ムンバイ側に約5kmの仮橋施工に最低でも2.5年必要である。そのため、3年ですべてを施工するのは不可能である。

出典：JICA 調査団

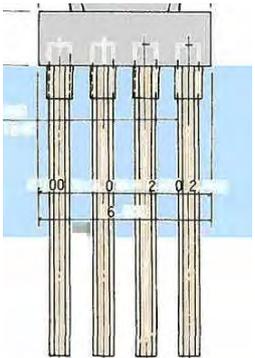
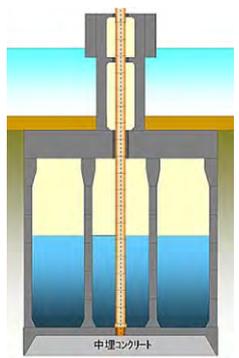
その他の箇所については、比較検討および MMRDA との協議により、下記の橋梁形式を採用した。

- 一般部：PC 箱桁橋（支間長 50m）
- 海上マングローブ林部：PC 箱桁橋（支間長 50m）
- 鉄道交差部および SH54 交差部：鋼トラス橋
- 道路交差部：PC 箱桁橋（支間長 30m）

2) 下部工・基礎工形式

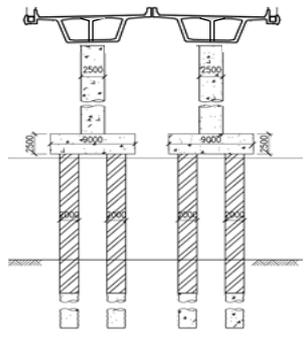
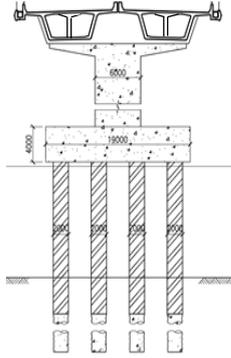
海上特殊部の基礎形式について比較検討を行い、その結果を表 6.2.4 に示した。下部工形式については、上下線分離型と上下線一体型の比較検討を行い、その結果を表 6.2.5 に示した。

表 6.2.4 海上特殊部基礎工比較表

	多柱式基礎（杭基礎）	ケーソン基礎	鋼管矢板井筒基礎
概略図			
特性	<ul style="list-style-type: none"> ・「イ」国内での実績のある工法である。杭基礎の実績は多数。 ・この荷重規模の橋梁には優位性がある。 ・施工上の問題はない。 	<ul style="list-style-type: none"> ・「イ」国内での実績のある工法である。 ・荷重規模はケーソン基礎が必要なほど大きくはない。 ・水深10m下の施工では設備が大規模になり、杭基礎型式に比べ優位性がない。 	<ul style="list-style-type: none"> ・「イ」国内では実績のない工法である。 ・荷重規模もケーソン基礎が必要なほど大きくはない。 ・「イ」国で実績がないため、施工精度、工期等に問題が生じる可能性あり
	総合評価	○	△

出典：JICA 調査団

表 6.2.5 橋脚形式比較表

	上下線分離型	上下線一体型
概略図		
構造的性	上部工架設時の架設ガーダーと桁自重を桁直下の柱で支えており安定性が高い構造である。	上部工架設ガーダーと桁自重の偏載荷のため柱頭部に回転モーメントが発生するため梁剛性を確保する必要がある。
施工性	柱頭部ブロックをプレキャスト化することが可能など梁部分施工性は良い。	柱、ピアキャップ施工は上下線分離型よりも良いが梁部分の施工はより注意を要する。
経済性	○	○
総合評価	上部架設時の構造的性と景観性に優れるために採用する。 ◎ (採用)	上部架設時の構造的性に不安がある。

出典：JICA 調査団

その他の箇所については、下記の橋梁形式を採用した。

- 一般部：（基礎工）場所打ち杭、（下部工）上下線分離型 RC 橋脚）
- マングローブ林部：（基礎工）場所打ち杭、（下部工）上下線分離型 RC 橋脚）
- 鉄道交差部および SH54 交差部：（基礎工）場所打ち杭、（下部工）上下線分離型 RC 橋脚）
- 道路交差部：（基礎工）場所打ち杭、（下部工）上下線分離型 RC 橋脚）

(3) インターチェンジの橋梁計画

インターチェンジに採用した橋梁構造を下記に示した。

- セウリ IC：（上部工）PC 箱桁橋、（下部・基礎工）RC 橋脚、場所打ち杭
- シバジ・ナガール IC：（上部工）RC 中空床板橋、（下部・基礎工）RC 橋脚、場所打ち杭
- SH54 IC：（上部工）PC 箱桁橋、（下部・基礎工）RC 橋脚、場所打ち杭
- チルレ IC：（上部工）鋼トラス橋、PC 箱桁橋、RC 中空床板橋、（下部・基礎工）RC 橋脚、場所打ち杭

(4) 鋼床版箱桁橋への塩害対策

塩害対策としては、一般塗装、重防食塗装、耐候性鋼材等様々な対策方法が存在するが、多くの海上橋梁で採用されており、長寿命で信頼性が高く、維持管理も容易である「重防食塗装」を採用した。

(5) 高度道路交通システム（ITS）

1) 道路交通管制システム

MTHL の交通管制システムは、MTHL の交通を安全かつ効率的に通行させるための支援システムである。システム概念図を図 6.2.2 に示した。システムは、情報収集系設備（CCTV、ECB、ATCC、気象観測装置（以下、MET とする。））と情報提供系設備（VMS）で構成されている。

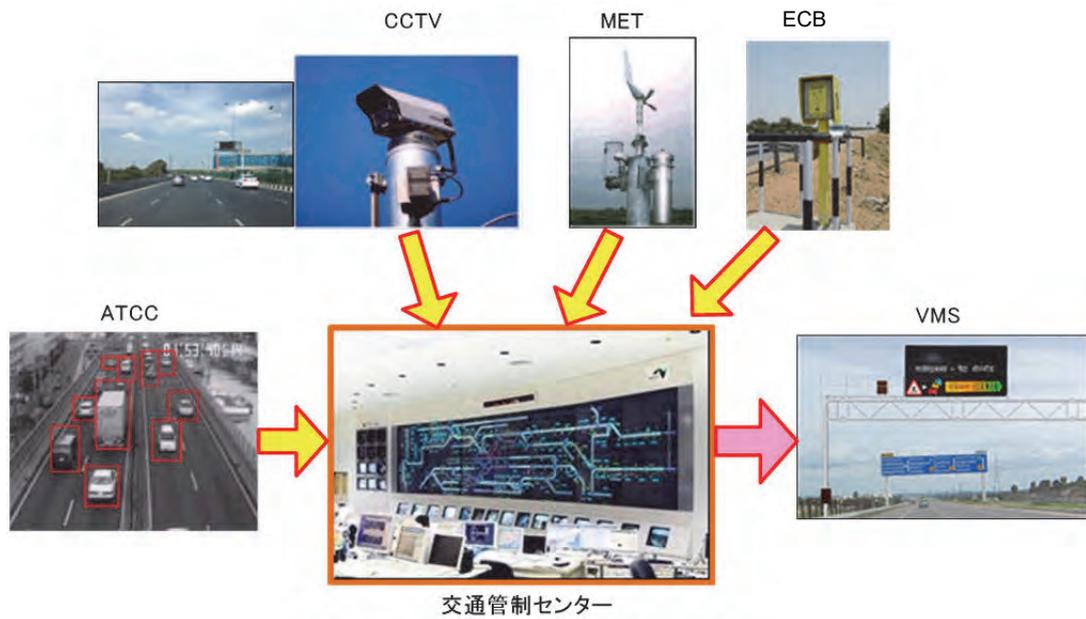


図 6.2.2 システム構成概念図

道路交通管制システムの種類およびそれらの目的／機能を表 6.2.6 に示した。

表 6.2.6 情報収集系システム及び情報提供系システム

装置名	目的／機能
CCTV : on-road (Closed Circuit Television)	<ul style="list-style-type: none"> 本線の交通流監視、渋滞・事故等の監視 交通管制センター側からの遠隔制御機能によるズーム・旋回等の操作が可能
CCTV : under-girder (Closed Circuit Television)	<ul style="list-style-type: none"> 橋梁下部においてテロ等の監視
MET (Meteorological Observation System)	<ul style="list-style-type: none"> ムンバイ湾気象状況の監視 雨量、霧、風向風速等
ECB (Emergency Call Box)	<ul style="list-style-type: none"> 災害、故障、事故等における救急時、交通管制センターへの通報支援システム
ATCC (Automatic Traffic Counter-cum-Classifier)	<ul style="list-style-type: none"> 本線交通量の計測 車種分類
VMS (Variable Message Sign)	<ul style="list-style-type: none"> 道路利用者に対する道路状況・天候等の情報提供

出典：JICA 調査団

また、これらの配置計画について、表 6.2.7 および図 6.2.3 に示した。

表 6.2.7 路上設備配置計画

種類	設置数量	設置間隔	設置箇所
CCTV (路上)	132	約 333m	路側支柱
CCTV (桁下)	22	約 1km	中央分離帯の下部
非常電話 (ECB)	44	約 1km	路側
可変式情報板 (VMS)	4	流入前 1.5km 流入後 Shivaji Nagar IC 手前	Chirle→Mumbai 流入側：料金所手前 Sewri→NaviMumbai 両方向の流入後 Shivaji Nagar IC 手前 (一般道)
気象観測装置 (MET)	3	約 7km	路側
交通量計測装置 (ATCC)	4		Shivaji Nagar IC の前後 (本線)

出典：JICA 調査団



出典：JICA 調査団

図 6.2.3 VMS の配置案

7. 施工計画

7.1 工事概要

本プロジェクトの施工工法を表 7.1.1 および表 7.1.2 以下に示した。

表 7.1.1 工事概要-1：本線

工事範囲	内容				
	測 点		上部工形式、架設工法	橋脚番号	下部工形式、基礎工形式
	始点	終点			
一般部（海上）	0+495	1+045	PC 箱桁橋 スパンバイスパン工法	MP1 (0+495) MP12 (1+045)	円柱式橋脚 φ2,500 場所打ち杭 φ2,000
	1+045	3+395		MP13 (1+095) MP58 (3+345)	
支障物件部	3+395	3+715	鋼床版箱桁 大ブロック架設工法	MP59 (3+395) MP62 (3+715)	張出式矩形中空橋脚 場所打ち杭 φ2,400
一般部（海上）	3+715	4+625	PC 箱桁橋 スパンバイスパン工法	MP63 (3+765) MP80 (4+585)	円柱式橋脚 φ2,500 場所打ち杭 φ2,000
支障物件部	4+625	6+078	鋼床版箱桁 大ブロック架設工法	MP81 (4+625) MP93 (6+078)	張出式矩形中空橋脚 場所打ち杭 φ2,400
一般部（海上）	6+078	8+620	PC 箱桁橋 スパンバイスパン工法	MP94 (6+128) MP143 (8+574)	円柱式橋脚 φ2,500 場所打ち杭 φ2,000
支障物件部	8+620	9+180	鋼床版箱桁 大ブロック架設工法	MP144 (8+620) MP148 (9+180)	張出式矩形中空橋脚 場所打ち杭 φ2,400
一般部（海上）	9+180	11+880	PC 箱桁橋 スパンバイスパン工法	MP149 (9+230) MP201 (11+830)	円柱式橋脚 φ2,500 場所打ち杭 φ2,000
支障物件部	11+880L	13+610L	鋼床版箱桁 大ブロック架設工法	MP202 (11+880)L MP217 (13+610)L	張出式矩形中空橋脚 場所打ち杭 φ2,400
	11+880R	13+610R		MP202 (11+880)R MP217 (13+610)R	
一般部（海上）	13+610	16+610	PC 箱桁橋 スパンバイスパン工法	MP218 (13+660) MP276 (16+560)	円柱式橋脚 φ2,500 場所打ち杭 φ2,000
マングローブ部	16+610	16+840	PC 箱桁橋 スパンバイスパン工法	MP277 (16+610) MP281 (16+800)	円柱式橋脚 φ2,500 場所打ち杭 φ2,000
道路交差部	16+840	16+880	PC 箱桁橋 スパンバイスパン工法	MP282 (16+840) MP283 (16+880)	円柱式橋脚 φ2,500 場所打ち杭 φ2,000
マングローブ部	16+880L	17+320L	PC 箱桁橋 スパンバイスパン工法	MP284 (16+925)L MP292 (17+270)L	円柱式橋脚 φ2,500 場所打ち杭 φ2,000
	16+880R	17+341R		MP284 (16+925)R MP293 (17+320)R	
道路交差部	17+320L	17+471L	PC 箱桁橋 スパンバイスパン工法	MP293 (17+320)L MP296 (17+471)L	円柱式橋脚 φ2,500 場所打ち杭 φ2,000
	17+341R	17+482R		MP294 (17+341)R MP297 (17+482)R	
マングローブ部	17+471L	18+087L	PC 箱桁橋 クレーン一括架設工法	MP298(17+517)L MP317(18+062)L	円柱式橋脚 φ2,500 場所打ち杭 φ2,000
	17+482R	18+087R		MP298(17+517)R MP317(18+062)R	

出典：JICA 調査団

表 7.1.2 工事概要-2：本線

事範囲	内容				
	測点		上部工形式 架設工法	橋脚番号	下部工形式 基礎工形式
	始点	終点			
道路交差部	18+087	18+127	PC 箱桁橋 支保工架設	MP318 (18+087) MP319 (18+127)	円柱式橋脚φ2,500 場所打ち杭φ1,200
一般部 (陸上)	18+127	18+187	PC 箱桁橋 クレーン一括架設工法	MP320 (18+157)	円柱式橋脚φ2,500 場所打ち杭φ1,200
道路交差部	18+187	18+217	PC 箱桁橋 クレーン一括架設工法	MP321 (18+187) MP322 (18+217)	円柱式橋脚φ2,500 場所打ち杭φ1,200
一般部 (陸上)	18+217	18+317	PC 箱桁橋 クレーン一括架設工法	MP323 (18+247) MP325 (18+297)	円柱式橋脚φ2,500 場所打ち杭φ1,200
道路交差部	18+317	18+357	PC 箱桁橋 支保工架設	MP326 (18+317) MP327 (18+357)	円柱式橋脚φ2,500 場所打ち杭φ1,200
一般部 (陸上)	18+357	18+421.5	PC 箱桁橋 支保工架設	MP328 (18+387)	円柱式橋脚φ2,500 場所打ち杭φ1,200
鉄道交差部	18+421.5	18+491.5	鋼トラス橋 クレーン一括架設工法	MP329 (18+421.5) MP330 (18+491.5)	円柱式橋脚φ2,500 場所打ち杭φ1,200
一般部 (陸上)	18+491.5L	18+574L	PC 箱桁橋 支保工架設	MP331 (18+529.5)L	円柱式橋脚φ2,500 場所打ち杭φ1,200
	18+491.5R	18+554R		MP331 (18+529.5)R	
道路交差部	18+574L	18+644L	PC 箱桁橋 支保工架設	MP332 (18+574)L MP334 (18+644)L	円柱式橋脚φ2,500 場所打ち杭φ1,200
	18+554R	18+644R		MP332 (18+554)R MP334 (18+644)R	
一般部 (陸上)	18+644	18+884	PC 箱桁橋 クレーン一括架設工法	MP335 (18+675) MP341 (18+854)	円柱式橋脚φ2,500 場所打ち杭φ1,200
道路交差部	18+884	18+929	PC 箱桁橋 支保工架設	MP342 (18+884) MA2(18+929)	逆T式橋台 場所打ち杭φ1,000
土工部	18+929	20+070	橋梁無し	---	---
一般部 (陸上)	20+070	20+225	PC 箱桁橋 クレーン一括架設工法	LA1 (20+070) LP4(20+190)	円柱式橋脚φ2,500 場所打ち杭φ1,200
道路交差部	20+225	20+260	PC 箱桁橋 クレーン一括架設工法	LP5(20+225) LP6(20+260)	円柱式橋脚φ2,500 場所打ち杭φ1,200
一般部 (陸上)	20+260	21+012	PC 箱桁橋 クレーン一括架設工法	LP7(20+295) LP30(20+985)	円柱式橋脚φ2,500 場所打ち杭φ1,200
道路交差部	21+012	21+079	PC 箱桁橋 クレーン一括架設工法	LP31(21+012) LP32(21+079)	円柱式橋脚φ2,500 場所打ち杭φ1,200
一般部 (陸上)	21+079	21+232	PC 箱桁橋 クレーン一括架設工法	LP33(21+109) LP36(21+199)	円柱式橋脚φ2,500 場所打ち杭φ1,200
鉄道交差部	21+232	21+427	鋼トラス橋 クレーン一括架設工法	LP38(21+232) LP40(21+427)	円柱式橋脚φ3,250 場所打ち杭φ1,500
道路交差部	21+427	21+467	PC 箱桁橋 クレーン一括架設工法	LP41(21+467)	円柱式橋脚φ3,250 場所打ち杭φ1,500
一般部 (陸上)	21+467	21+660	PC 箱桁橋 クレーン一括架設工法	LP42(21+505) LP46(21+633)	円柱式橋脚φ2,500 場所打ち杭φ1,200
道路交差部	21+660	21+730	PC 箱桁橋 クレーン一括架設工法	LP47(21+660) LP49(21+730)	円柱式橋脚φ2,500 場所打ち杭φ1,200
一般部 (陸上)	21+730	21+811	PC 箱桁橋 クレーン一括架設工法	LP50(21+757) LP54(21+811)	円柱式橋脚φ2,500 場所打ち杭φ1,200

出典：JICA 調査団

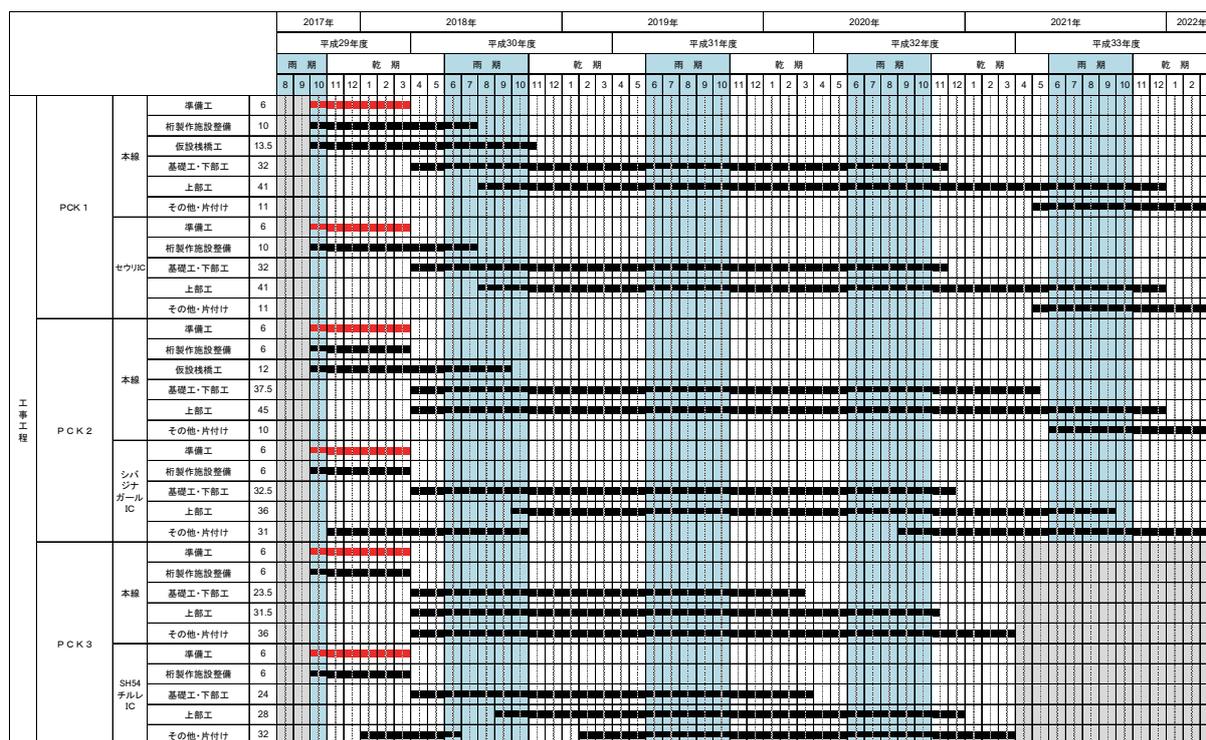
7.2 パッケージ分け（土木コンポーネント）

施工ヤードの確保、海上橋梁部へのアクセス等を考慮して、パッケージ分けを検討した結果、土木コンポーネントを海上部 2 パッケージとナビ・ムンバイ側陸上部 1 パッケージの合計 3 パッケージとし、全工区の整合性を図る必要性から ITS および O&M を別パッケージとした。

- パッケージ 1：10.4km (CH. 0+000 to CH. 10+380)
- パッケージ 2：7.8km (CH. 10+380 to CH. 18+187)
- パッケージ 3：3.6km (CH. 18+187 to CH. 21+834)
- パッケージ 4：ITS および O&M

7.3 建設工程計画

「イ」国には明確な雨季（6月から10月）と乾季（11月から翌年5月）が存在する。雨季は短時間に多量の降水量があり、終日降り続けることは少ないため、丸一日工事が出来ないという日は少ない。ただし、モンスーンにより波が高くなり船による運搬等が困難な日がある。これらを考慮して作業休止係数は年間を通して 1.35（稼働率：74%）に設定し、工程計画を作成した。主な施工手順と工程を図 7.3.1 に示した。この検討により、建設期間は 4.5 年と設定した。



出典：JICA 調査団

図 7.3.1 工事工程

8. 概算事業費

概算事業費を表 8.1.1 に示した。なお、パッケージ 5 は、MMRDA 側で入札までに実施される追加地質調査である。

表 8.1.1 概算事業費

項目	外貨分 (百万円)			内貨分 (百万インドルピー)			合計 (百万円)		
	合計	円借款 対象	その他	合計	円借款 対象	その他	合計	円借款 対象	その他
パッケージ 1 (ムンバイ湾西側)	1,685	1,685	0	65,116	65,116	0	120,772	120,772	0
パッケージ 2 (ムンバイ湾東側)	923	923	0	48,556	48,556	0	89,723	89,723	0
パッケージ 3 (ナビ・ムンバイ)	127	127	0	13,005	13,005	0	23,911	23,911	0
パッケージ 4 (ITS)	0	0	0	1,444	1,444	0	2,640	2,640	0
パッケージ 5 (地質調査)	0	0	0	196	0	196	359	0	359
紛争処理委員会(パッケージ 1~4)	337	337	0	0	0	0	337	337	0
物価上昇予備費	138	138	0	4,051	4,051	0	7,546	7,546	0
物理的予備費	321	321	0	13,237	13,217	20	24,529	24,493	36
コンサルタントサービス	3,609	3,609	0	1,805	1,805	0	6,911	6,911	0
土地収用・補償費	0	0	0	9,969	0	9,969	18,231	0	18,231
事業管理費	0	0	0	4,838	0	4,838	8,849	0	8,849
商業税	0	0	0	9,079	0	9,079	16,604	0	16,604
輸入税	0	0	0	579	0	579	1,059	0	1,059
建中金利	4,507	0	4,507	0	0	0	4,507	0	4,507
期初費用	553	0	553	0	0	0	553	0	553
総事業費	12,201	7,140	5,060	171,875	147,194	24,681	326,531	276,333	50,198

出典：JICA 調査団

9. 運営維持管理

9.1 運営・維持管理の全体計画

一般的に MTHL のような高速走行が可能な有料道路の運営・維持管理は大きく①点検業務、②維持管理業務、③交通管理業務、④料金收受業務の4業務に大別される。

(1) 点検作業計画

ムンバイ西岸に位置する海上橋であるシーリンク道路の維持管理マニュアル及び日本の高速道路で行われている点検要領を参考に MTHL の点検の種類及び頻度を計画する。

(2) 維持管理作業計画

維持管理業務では、通常の維持管理作業として、清掃作業、植栽作業、軽微な舗装補修作業等を行う。「イ」国におけるコンセッション方式では、国道の維持管理における要求性能が定められており、MTHL においても、同等の維持管理水準が求められる。

(3) 料金收受業務計画

MTHL の料金所は、ナビ・ムンバイ側にシバジ・ナガール IC 料金所 (CH:17+342)、シバジ・ナガール IC~SH54 IC 間に本線料金所 (CH:19+370) を設置する計画である。

料金所には不正通行や料金収受員の不正を防止するために、各レーン毎に CCTV カメラを設置し、料金事務所からモニタリングを行うとともに、車種は収受員及び料金所に備えられた車種判別機により判別され、照合する計画とした。

(4) 交通管理業務計画

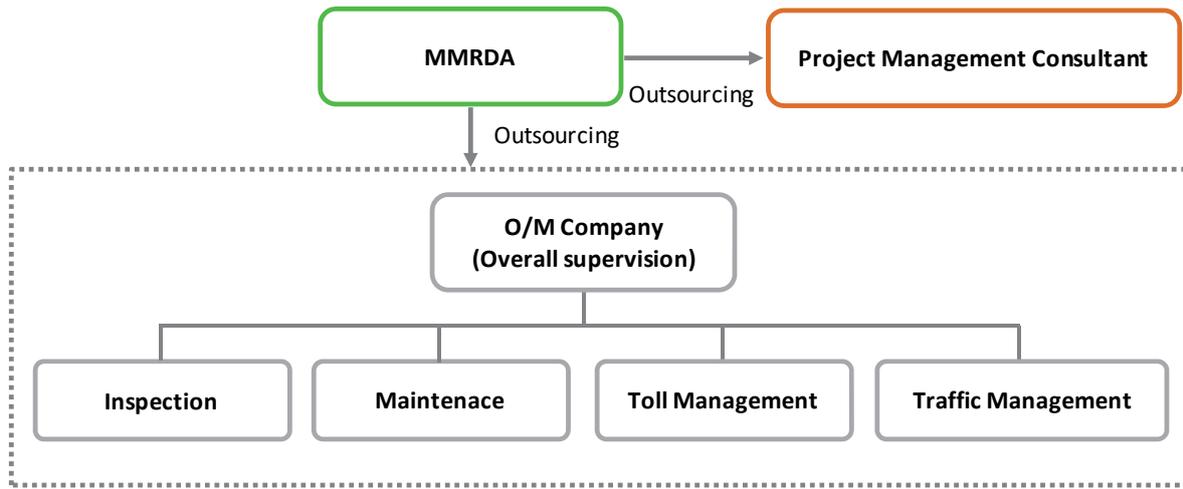
交通管理業務に求められる主な業務は下記のとおりである。

- 道路パトロール及び路側設備 (CCTV カメラ、ECB 等) から、①交通渋滞等の交通情報、②故障車・落下物等の道路情報、③気象情報の収集とそれぞれの事象に応じた適切な対応
- 交通警察と協力した違反車両 (速度違反、重量制限違反等) に対する警告または取締り
- 道路パトロール及び路側設備より収集される交通情報、道路情報、気象情報の集積、分析
- 道路交通情報等の VMS、インターネット等を通じた道路利用者等への情報提供

9.2 運営・維持管理体制

(1) 全体の組織体制

MMRDA は MTHL 建設後の運営・維持管理を外部委託する意向である。外部委託する運営・維持管理業務の実施に際しては、MMRDA は道路の運営経験がないため、業務の監督を直接行うことが難しいため、Project Management Consultant (以下、PMC とする。) に監督業務を委託する計画とした。MTHL の運営・維持管理の全体組織体制を図 9.2.1 に提案した。

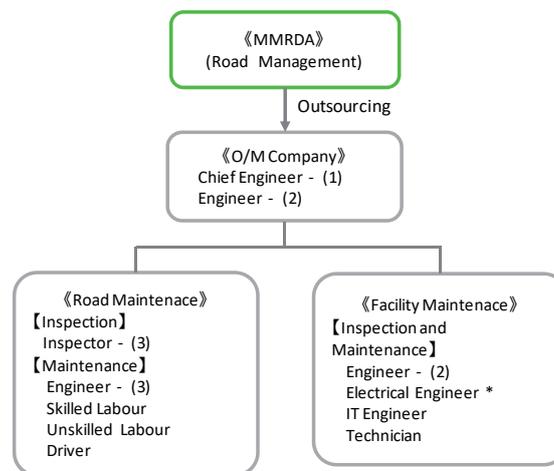


出典：JICA 調査団

図 9.2.1 運営・維持管理全体の実施体制

(2) 点検業務及び維持管理作業の体制

MTHL の点検業務及び維持管理作業のための組織体制を図 9.2.2 に提案した。図 9.2.2 に示す通り、点検業務や維持管理作業を計画、監理する技術者を配置するとともに、道路保全チームと施設保全チームによる現地作業を行う体制とした。



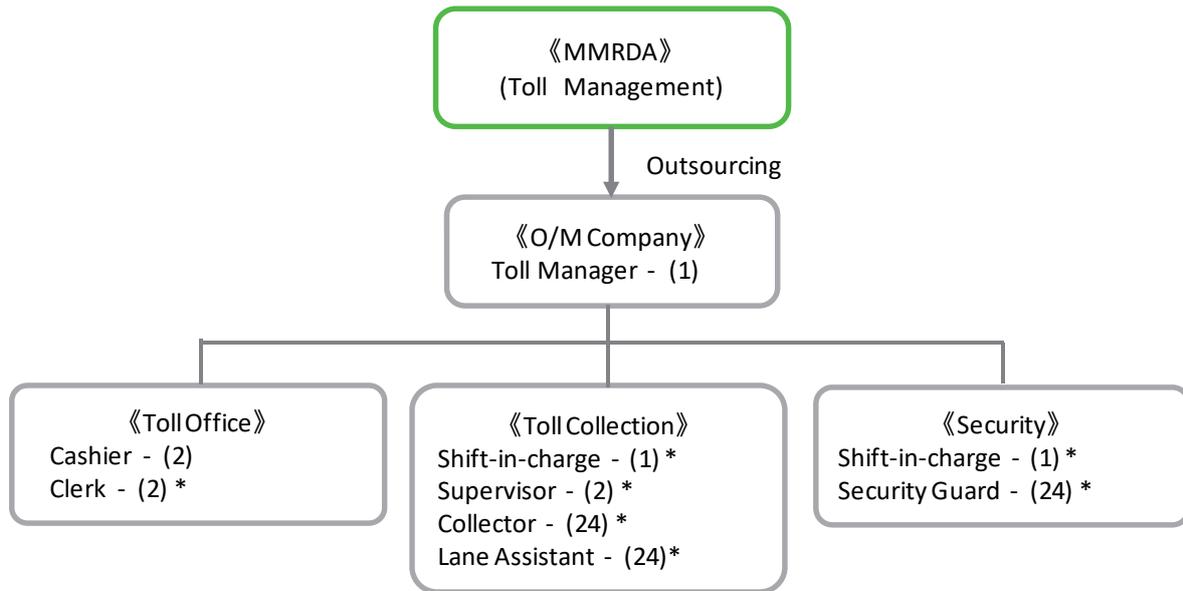
* 8時間/シフト×3シフト

出典：JICA 調査団

図 9.2.2 点検作業及び維持管理作業の組織体制（案）

(3) 料金收受業務の体制

「イ」国における他の有料道路の料金收受体制等を参考に、MTHL の料金收受業務の組織体制を図 9.2.3 に提案した。なお、料金收受業務は 24 時間 365 日の実施が必要であるため、1 シフト当たり 8 時間勤務で 3 シフトの 4 チームを標準的な編成として計画した。



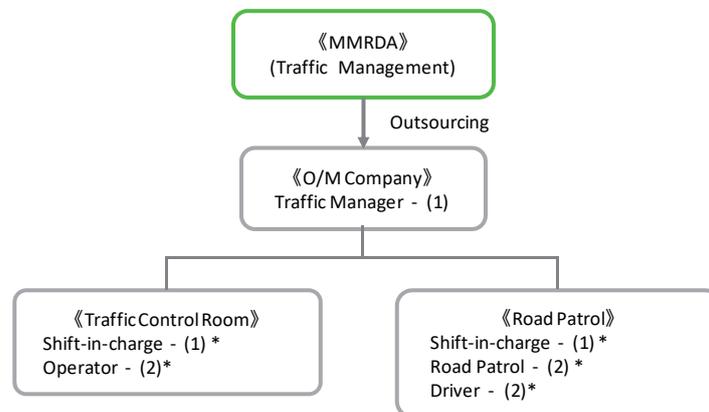
* 8時間/シフト×3シフト

出典：JICA 調査団

図 9.2.3 料金收受業務の組織体制（案）

(4) 交通管理業務の体制

交通管理業務の実施のための組織体制を図 9.2.4 に提案した。図 9.2.4 に示す通り、交通管理業務は図 9.2.4 の体制で実施する計画とした。なお、交通管理業務は 24 時間 365 日の実施が必要のため、1シフトあたり 8時間勤務で 3シフトの 4チームを標準的な編成として計画した。



* 8時間/シフト×3シフト

出典：JICA 調査団

図 9.2.4 交通管理業務の組織体制（案）

9.3 運営・維持管理費用

運営・維持管理計画及び運営・維持管理体制を基に、MTHL の運営・維持管理業務に要する概略費用を試算した。また、定期修繕工事に要する概略費用についても試算した。

(1) 日常運営・維持管理費用

日常的な運営・維持管理業務に要する概略費用を表 9.3.1 に示した。

表 9.3.1 運営・維持管理業務の概算費用

	項目	概算金額 (百万 INR)	支出年度
1	Project Management Consultant	16	各年
2	Inspection & Maintenance	95	各年
3	Toll Management	101	各年
4	Traffic Management	40	各年
5	Maintenance Office	10	各年
6	Others (Electricity)	10	各年

出典：JICA 調査団

(2) 定期修繕費用

定期修繕工事に要する概略費用を表 9.3.2 に示した。

表 9.3.2 定期修繕工事の概算費用

	項目	概算金額 (百万 INR)	支出年度
1	Pavement	427	15 年毎 (5 年間)
2	Road marking	42	5 年毎 (2 年間)
3	Touch-up painting	121	15 年毎 (10 年間)
4	Repainting	455	30 年毎 (15 年間)
5	Expansion device	163	20 年毎 (5 年間)
6	Bridge inspection passage	119	20 年毎 (5 年間)
7	Noise barrier	128	20 年毎 (2 年間)
8	Traffic Management system	448	10 年毎
9	Toll Management system	200	10 年毎

() : 施工期間 (参考)

出典：JICA 調査団

11. 経済財務分析

経済財務分析に使用する MTHL の通行料金ケースは、以下の 3 ケースとした。

- Case 1 : Case 2 を 50%減額した金額
- Case 2 : 2011 年に実施された Willingness to Pay 調査をベースとし、物価上昇を加味した上で、開業時である 2022 年の料金
- Case 3 : Case 2 を 50%増額した金額

11.1 財務分析

Case 1 から Case 3 における財務分析の結果を表 11.1.1 に示した。

Case 1 については、内部収益率はマイナス 1.13%と低い数値を示しており、事業期間のうち約 23 年間は料金収入からは円借款を返済することが出来ないキャッシュフローとなっている。

Case 2 については、内部収益率は 1.77%と低い数値を示しており、事業期間のうち約 10 年間は料金収入からは円借款を返済することが出来ないキャッシュフローとなっている。

Case 3 については、内部収益率は 3.36%と低い数値を示しており、事業期間のうち約 6 年間は料金収入からは円借款を返済することが出来ないキャッシュフローとなっている。

表 11.1.1 財務分析の結果

Case 1		Case 2		Case 3	
	Amount (million INR)		Amount (million INR)		Amount (million INR)
Total Revenue	165,219	Total Revenue	279,211	Total Revenue	375,202
Total CAPEX	180,707	Total CAPEX	180,707	Total CAPEX	180,707
Total OPEX	21,801	Total OPEX	21,801	Total OPEX	21,801
Total Project Cost	202,508	Total Project Cost	202,508	Total Project Cost	202,508
Balance	-37,289	Balance	76,702	Balance	172,694
Project IRR	-1.13%	Project IRR	1.77%	Project IRR	3.36%
FIRR on MMRDA	N/A	FIRR on MMRDA	2.41%	FIRR on MMRDA	6.29%
DSCR		DSCR		DSCR	
Max DSCR	2.83	Max DSCR	5.56	Max DSCR	8.18
Average DSCR	0.96	Average DSCR	1.73	Average DSCR	2.39
Min DSCR	0.34	Min DSCR	0.51	Min DSCR	0.58

出典：JICA 調査団

11.2 経済分析

Case 1、Case 2、Case 3 ともに費用便益分析の結果、EIRR は、「イ」国におけるインフラプロジェクトに関する評価基準とされる水準 12%を超えており、本事業は、国民経済的観点からみて、十分経済的妥当性があるものと評価される。

さらに、社会経済状況の変動による将来の不確実性の及ぼす影響について把握するために、感度分析を実施した。基本となる Case 2 を対象とし、費用便益分析結果に大きな影響を及ぼす要因である初期投資費用（建設費）の総額 161,743 百万 INR の±10%、また、便益（交通量）に関しても同様に±10%の増減が発生した場合の感度分析を行ったが、いずれの結果も 12%を超える結果となった。

表 11.2.1 感度分析の結果 (EIRR)

		Benefit		
		-10%	Base case	+10%
Cost	-10%	13.7%	14.4%	15.1%
	Base case	13.0%	13.7%	14.3%
	+10%	12.3%	13.0%	13.7%

出典：JICA 調査団

12. 環境影響評価

12.1 環境社会配慮の必要性

本事業は「イ」国の環境影響評価通達（2006、2009、2012）によれば、環境クリアランス(EC : Environmental Clearance)の取得は不要な事業となっている。しかしながら、本事業は海岸規制区域（CRZ）を通過する道路法線を有しており、CRZ 内での事業実施の許認可を得るため、Rapid EIA（1季のみの調査）2012年に作成し、MOEFより2013年7月に5年間の有効期間としてCRZの環境許可証が発行された。

本調査では、このような過去の状況を鑑み、JICA 環境社会配慮ガイドラインに基づき、Rapid EIA 2012をベースとしつつ、自然環境専門家の助言を取り込むなど現時点で実施可能な分析を行い、自然及び社会に対する影響を最大限緩和するための方策の検討を行い、補足 EIA 報告書の作成を行った。

12.2 本調査における環境社会配慮に関する活動と結果

(1) JICA 環境社会配慮ガイドラインとの乖離と追加的分析等

JICA ガイドラインと既存 Rapid EIA の乖離分析が行われ、主に以下の追加的な分析等が実施された。

- 社会環境影響調査の実施（センサス、社会経済調査、損失目録調査等）
- パブリックコンサルテーションの実施（スコーピング時、ドラフト EIA 作成時）
- 公害項目の定量的分析の実施（予測交通量変更に伴う大気、騒音、振動、CO2 発生量等の予測）
- 自然環境緩和策の再検討（類似事例や専門家ヒアリングを参考とした有効な緩和策の導入）

(2) 分析結果

予測結果の概要は下記の通りである。

表 12.2.1 予測結果の概要

項目	結果概要
1. 公害項目 (大気、騒音、振動、水質、土壌汚染・底質等)	定量予測の結果は、基準値未満または過去の類似調査結果から著しい影響は与えないものと予測される。
2. 自然環境項目 (保護区域・生態系、潮流)	橋梁建設の工事活動がマングローブの一部や生物相へ影響を与えるものと予測される。特に渡り鳥等は一時的に逃避するものの、その多くは緩和策の実施により徐々に再来するものと考えられる。供用時は、日本の干潟保全事例や専門家の聞き取り調査を経て遮音壁や高欄設置型照明等の設置導入を緩和策として行うことにより影響は緩和され、生物相全体には著しい影響は与えないものと想定される。また、MTHLの橋脚の建設は潮流への影響はほとんどないものと分析されている。
3. 社会環境項目 (用地取得、移転等)	ナビ・ムンバイ側は概ね用地取得が終了している。ムンバイ側のセウリ地区は政府用地であるが居住住民があることから、別途 SIA が実施され、「イ」国及び JICA 環境社会配慮ガイドラインに基づく移転・補償方針や生計回復支援プログラムが検討され、PAPs との基本的な合意を得ている。

出典：JICA 調査団

(3) 緩和策及びモニタリング

分析結果に基づき 50 以上の環境緩和策及び工事中と供用時のモニタリング計画が立案された。これらの緩和策とモニタリング実施にあたっては、事業者である MMRDA、工事中の事業全体を監理する GC (General Consultant) 並びに環境行政機関であるマハラシュトラ州環境局、中央政府環境森林省との連携の下で協働して進められる枠組みとなっている。

12.3 パブリックコンサルテーションの実施と情報公開

本調査において作成される補足 EIA の作成課程において、スコーピング段階 (2015 年 7 月 29 日) とドラフト EIA 報告書段階 (2015 年 9 月 15 日) の 2 回のパブリックコンサルテーションが開催され、事業の概要、想定される影響と分析結果、今後のスケジュールについて MMRDA 側より説明が行われ意見の交換がなされた。これらの意見を踏まえて作成された補足 EIA は MMRDA の承認を得た後、市民への公開が行われた。



図 12.3.1 パブリックコンサルテーション実施状況 (左：スコーピング時、右ドラフト EIA 時)

12.4 環境配慮面からの提言

今後の自然環境及び社会配慮の側面から、以下の提言を行う。本事業の事業者である MMRDA は今後、関係機関と連携して、協議を行い適切な対応を図ることが望ましい。

(1) ベースライン調査の実施

補足 EIA で検討した緩和策をより効果的に実施するために、工事開始前段階において、本プロジェクト地域における総合的な生態系調査（ベースライン調査）を行うことが望ましい。

主な関係組織：MMRDA、GC、JICA

(2) 工事請負業者の責務

MMRDA は以下の環境に関する条件を工事請負業者入札図書に記載することが望ましい。

- 工事請負業者は、補足 EIA に示された緩和策・モニタリング及び CRZ 許可証発行条件を遵守しなければならない。
- 工事請負業者が自らの責任で必要に応じて設置する工事ヤードやベースキャンプは、「イ」国関係法令及び JICA 環境社会配慮ガイドライン（2010）に基づき、適切な許認可の取得と環境社会配慮を行わなければならない。

(3) マングローブ林代償植栽

MOEF が CRZ 環境許可書の条件で定めたマングローブ代償植栽（Nhava）の実施にあたっては、その場所の選定、実施手法等は、MOEF の指導の下で周辺植生等も考慮し行うことが望ましい。また、代償植栽計画については、GC 及び工事請負業者が MMRDA、州政府、中央政府と協議の下で詳細設計中に策定する。

主な関係組織：MMRDA、GC、工事請負業者、マハラシュトラ州森林局、MOEF

13. 用地取得・住民移転

13.1 用地取得・住民移転にかかる法的枠組み

本事業は、MMRDA が実施機関ではあるものの、ムンバイ側（セウリ区間）、海上橋区間、ナビ・ムンバイ側で適用する用地取得・住民移転にかかる法的枠組みが異なる。セウリ区間の住民移転に対しては、マハラシュトラ州政府及び MMRDA が決定したムンバイ都市交通計画事業補償方針（R&R/MUTP）が適用される。海上橋区間周辺では漁業が行われているが、それに対応する法的な枠組みが無いため、MMRDA は 2015 年 12 月に新たに漁業補償方針を策定し適用を決めた。ナビ・ムンバイ側では、同地区の開発公社（CIDCO）が同地区全体の開発のために用地取得をこれまで進めてきており、その際には同国の土地法を基に追加的な補償条件を加えた CIDCO 独自の補償方針が適用されている。

表 13.1.1 用地取得・住民移転・生計回復に関わる主要法令

<p>新土地法（LARR2013: RIGHT TO FAIR COMPENSATION AND TRANSPARENCY IN LAND ACQUISITION, REHABILITATION AND RESETTLEMENT ACT OF MAHARASHTRA） および同州法（LARR_MH2014） <セウリ区間、現在取得中のナビムンバイ区間のみ適用></p>	<ul style="list-style-type: none"> • 全ての公的事業、民間事業（COMPANIES ACT 2013 で規定される比較的大手民間事業者に限る）に適用される • LA1894 の基本要件に加え同法の不備が指摘されてきた点の改訂や、NRRP2007（以下）等の生計回復保証の義務化 • 社会影響評価（SIA）および社会管理計画（SMP）策定の義務化（案）とそれを策定出来る専門家の規定（案） • 監督機関による SIA コンサルタントの指名（案） <p>LARR_MH2014: RIGHT TO FAIR COMPENSATION AND TRANSPARENCY IN LAND ACQUISITION, REHABILITATION AND RESETTLEMENT (MAHARASHTRA) RULES 2014</p>
<p>ムンバイ都市交通プロジェクト補償方針 1997 年（2000 年改訂）（R&R/MUTP）</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 1995 年に世界銀行が実施したムンバイ都市交通プロジェクトに適用されたもので、1997 年にマハラシュトラ州政府が議会で承認し、2000 年に改定。 • 当時のインド国内法と世界銀行の非自発的住民移転に係わるガイドライン OP 4.12 に則す • JICA ムンバイメトロ III 円借款事業に適用されている
<p>CIDCO 補償制度（12.5%スキーム）** <ナビ・ムンバイ適用></p>	<ul style="list-style-type: none"> • 1990 年代から導入されている。用地取得に関わる土地の交換制度で金銭補償を伴う場合もある • 取得用地面積 100%（農地等の住宅地としては未整備の状態を想定）に対し、12.5%相当の住宅・商業整備地区（内 3.75%はコミュニティ-共有地と社会インフラ施設として控除されるため、ネットでは 8.75%の占有地が与えられる） • 許可される建坪率・占有積率（FSI）***：1.5 全体面積の 15%まで商業利用が可能
<p>CIDCO REHABILITATION SCHEME（22.5% SCHEME） <ナビ・ムンバイの限定事業***のみ適用></p>	<ul style="list-style-type: none"> • 2015 年初頭にナビムンバイ空港（NMIA）および MTHL の用地取得のため特別に制定された土地の交換制度で、金銭補償は一切無い • 取得用地面積 100%（農地等の住宅地としては未整備の状態を想定）に対し、22.5%相当の住宅・商業整備地区への交換
<p>MTHL 漁業補償方針（2015）</p>	<ul style="list-style-type: none"> • JICA 環境ガイドラインに従い策定された、MTHL で影響を受ける漁業者の補償方針 • 事業影響、補償対象要件、漁業補償がそれぞれ明記される • セウリ区間/ナビ・ムンバイ区間とは異なった紛争解決制度の導入

** CIDCO により 12.5%土地交換に加え金銭補償が既取得地（69HA：70%）に行われた。現在最終交渉中の（27HA:30%）においても、土地所有者が望めば適用可。

*** MTHL へ適用される 22.5% スキームは、現在用地取得中の（27HA：30%）の所有者が望んだ場合のみ FSI: 占有面積/土地面積

13.2 用地取得・住民移転の規模・範囲

被影響者の人数と状況を把握するため、セウリ区間では MMRDA 所定のセンサス・社会調査 (BSES) を実施した。海上橋・区間は調査方法を含め MMRDA に漁業補償方針策定委員会が作られ、専門家や漁業者との協議の結果、漁業詳細調査が実施された。ナビ・ムンバイ側は現地踏査により非正規住民や農耕等の利用が確認されなかったため、住民移転を伴わない用地取得のみである。事業全体の用地取得、社会経済的影響の概要は以下の通りである。

表 13.2.1 事業全体の社会影響の概要

	IMPACT	セウリ	海上橋	ナビ・ムンバイ	合計
1	用地取得/水域 (HA)	8.6	810	96.0	914.6
1.1	民間保有地/保有水域 (HA)	0	0	85.0	85.0
1.2	政府保有地/保有水域 (HA)	8.6	810	11.0	829.6
2	用地リース (HA)	13.8	810	19.0	842.8
2.1	民間保有地/保有水域 (HA)	0	0	0	0
2.2	政府保有地/保有水域 (HA)	13.8	810	19.0	842.8
3	移転対象家屋数 (数)	317	非対象	非対象**	317
3.1	住宅地 (数)	229			229
3.2	商業施設 (数)	53			53
3.3	コミュニティ・共有施設 (数)	10			10
3.4	政府保有施設 (数)	25		1	26
4	被影響世帯 / 被影響者 (数)	1,554	7,545	非対象**	9,099
4.1	被影響世帯数/商業施設数 (数)	282	0		282
4.2	被影響住民および被影響労働者	1,272	7,545		8,817
5	正規住民 / 正規リース契約者 (数)	0	非対象		0
6	非正規住民 (数)	282			282
7	脆弱な被影響者 (数)	58	95		58

* 漁業者漁獲確認調査が 2016 年 10 月に終了し、被影響漁業者の確認が行われた。

** ナビムンバイ区間では、農地や住宅地の用地取得は無く、政府保有の学校の敷地を一部取得の可能性有り。

13.3 補償・支援の具体策

セウリ区間においては、R&R/MUTP、海上橋区間は MMRDA の漁業補償検討委員会が承認した MTHL 漁業補償基本方針、ナビ・ムンバイ区間は新土地法マハラシュトラ州法 (LARR_MH2014) に準じた CIDCO 12.5%または 22.5%スキームを基に、補償・支援の具体策が実施される。

セウリ地区では、移転対象者は全て非正規住民である事が確認されており、MMRDA が各種公共事業の移転対象者向けに整備された Bhakti Park 団地の共同住宅家屋 (20.9m²) が譲渡され、移転支援、公共交通利用権等、移転後の生計回復支援も行われる。職業訓練等は特に行われませんが、移転地で新しい職業へ変更する支援が必要であれば、書面での要請を通じて MMRDA による支援が行われる。それら支援は主に金銭的なものではなく、マハラシュトラ州やその他公共機関が実施する社会開発、人材開発支援事業の斡旋が主に行われる。

海上橋・区間では、MMRDA の漁業補償基本方針 (2015) に基づき、補償資格のある漁民はその影響カテゴリーに応じて、段階的な事前補償が行われる (表 13.3.2 海上区間・補償概要表参照)。

プロジェクト活動による事故や予期しない影響の損害賠償は GRC によって評価され、MMRDA によって補償される。

ナビ・ムンバイは用地取得のみ行われるため、地権者に対し金銭補償と高付加価値の住宅・商業用地を含む CIDCO12.5%スキームで補償、または高付加価値の開発用地のみの補償を行う CIDCO22.5%スキームで用地取得が行われる。

13.4 苦情処理メカニズム

セウリ区間、ナビ・ムンバイ区間に関しては、MMRDA の過去の経験から、短期間に適切な判断を下すため、苦情処理は複数の紛争調停委員会形式ではなく、経験豊かな MMRDA の担当者 1 人によって、第一段階はフィールドレベルの Field Level Grievance Redress Committee (FLGRC)、第 2 段階は上位レベルの Senior Level Grievance Redress Committee (SLGRC) で判断が行われる。

海上橋・区間は海上橋・区間に関しては専門性が問われることから以下の苦情処理委員会を組成し苦情処理が行われる。

委員長	CHIEF SOCIAL DEVELOPMENT CELL, MMRDA
委員	ASSISTANT COMMISSIONER, FISHERIES (MARINE) MUMBAI SUBURB
委員	ASSISTANT COMMISSIONER, FISHERIES (MARINE) THANE AND RAIGAD DISTRICT
委員	DEPUTY COLLECTOR, MUMBAI DISTRICT
委員	DEPUTY COLLECTOR, RAIGAD DISTRICT
事務局長	SUPERINTENDING ENGINEER, MMRDA

出典：MMRDA 漁業補償計画（2016）

13.5 住民移転・生活再建支援実施体制

住民移転および生活再建支援の実施は、様々な専門組織が事業の各実施段階で必要となる。そのため、プロジェクト責任者（プロジェクト管理ユニット）を筆頭に、MMRDA 社会開発課（SDC）、MMRDA 広報課（PR UNIT）MMRDA、紛争調停メカニズム、独立評価コンサルタントが中心になって、適切な管理の下用地取得、住民移転、生計回復支援が行われる。

13.6 費用と財源

R&R 活動に関わる費用概算を以下に示す。

表 13.6.1 住民移転・生活再建支援費用概算

	計上項目	数量	単位	単価 (INR)	費用	
					(INR)	(INR/年)*
1	用地取得費用 (計)				5,392,200,000	1
1	セウリ		SQM		3,595,900,000	
	解体 / 整地費用				1,500,000	
2	海上橋		SQM		1,688,400,000	
3	ナビ・ムンバイ	43,786.57	SQM	2,430	106,400,000	1
2	移転家屋・建物補償 (計)				273,464,363	
1.1	セウリ・住宅	NA**	SQM		0	
1.2	セウリ・商業	NA**	SQM		0	
1.3	セウリ・MbPT 施設				192,249,137	
2	海上橋	0	SQM	0	0	
3	ナビ・ムンバイ (学校移転)		一式		45,215,226	
3	用地リース代				1,800,043,497	
1	セウリ				1,800,043,497	332,336,835
2	海上橋		NA ***			
3	ナビ・ムンバイ		NA ****			
4	移転・生計回復補償 (計)				2,234,739,200	
1	セウリ					
	生計回復支援費用 (必要に応じて)				TBD	
	移転支援 (実費精算か MMRDA アレンジが選べる)				TBD	
	交通費補償 *****	335		11520	3,859,200	
2.1	海上橋(漁場補償 C1)	95	世帯	584,000	55,480,000	
2.2	海上橋(漁場補償 C2)	2,485	世帯	292,000	725,650,000	
2.3	海上橋(漁場補償 C3)	4,965	世帯	292,000	1,449,780,000	
3	ナビ・ムンバイ	0			0	
5	移転地・維持管理財源費用***** (計)				282,000	
1	セウリ	282		1000	282,000	
6	工事期間モニタリング費用 (計)				8,200,000	
1	NGO 費用		一式		2,500,000	
2.1	モニタリング費用一式		一式		700,000	セウリ・NM
2.2	モニタリング費用一式		一式		3,500,000	海上橋
3	住民連携コンサルタント		一式		500,000	
7	供与後修繕積立原資	282		20,000	5,640,000	
小計 (1 - 7)					9,678,750,473	
諸費用 (小計の 10%)					967,875,047	
総計 (3 桁で四捨五入)					10,646,626,000	
<p>* 年率 2% または 4% で上昇が見込まれる。 ** R&R/MUTP のエンタイトルマトリックス #4 の非正規住民の集合住宅 (PH/DH/SRD 20.91m²) では、既存家屋の補償は無し *** 適用外: 海上部の占有権は用地取得費用として計上されているため。 **** 適用外: MMRDA と CIDCO 契約に基づき、用地取得費用に計上される。 ***** R&R/MUTP に従い、通勤・通学に伴う追加的費用を補填するため。 ***** R&R/MUTP の規定 TBD: 今後策定または随時</p>						

出典: JICA 調査団

13.7 モニタリング体制、モニタリングフォーム

実施機関の補償方針（R&R/MUTP）は、世界銀行が実施した事業に伴い策定されたもので、住民移転に関わるモニタリングについても詳細の規定がある。MUTPの実施機関でもあったMMRDAでは長らくMUTPを運用してきており、以下の2種類のモニタリングを行っている。本業務でもセウリ地区、ナビ・ムンバイ区間においては、同様にモニタリングが行われる予定である。

- 内部モニタリング：主に用地取得・住民移転状況の経過をモニタリング
- 独立評価：移転対象者の生計回復状況を評価（移転直後、中間、終了時）

海上橋区間に関しては、関係機関からなる漁業補償委員会（FCC）が、毎月・4半期毎にモニタリングを実施する予定である（MMRDA漁業補償計画書）。

13.8 住民協議

セウリ区間：適切な情報公開と計画への住民参加を促すため、計三回にわたる住民説明会を行い、MMRDA、JICA調査団、被影響者、住民代表者と意見交換を行った。住民協議会を通じて、被影響者の概ねの合意が確認され、早期着工と早期の移転を望む声が多く聞かれた。

海上橋区間：海上での漁業実態調査や漁業課担当官との協議を通じて、ほぼ全ての海上橋・区間で活発な漁業活動が行われていることが確認された。そのため、MMRDAは関係機関および漁業課を通して9箇所の漁協代表者による協議を通してMTHL漁業補償方針を策定した。漁業補償方針策定中は2回漁業代表者との協議が行われ、その後詳細漁業調査実施前に調査説明と漁業補償方針の説明、および詳細漁業調査実施後に調査結果と意見交換を目的とした協議が重ねられた。それら協議を通し、漁業方針に対する概ねの理解が確認された一方で、影響の程度に因らず均等補償を求める声など、異なった意見も確認された。

ナビ・ムンバイ区間：MMRDAによりCIDCOによって用地取得のみが行われるため、地権者とCIDCOは取得交渉を適宜行われている。そのため、今後も地権者を集めた住民協議を行う予定は無い。

14. 気候変動への対応

14.1 気候変動に対する MTHL の脆弱性

気候変動に関する脆弱性は以下の2つの観点が挙げられる。

- 高架橋構造自体の脆弱性
- 自然環境の変化に対する高架橋の脆弱性

MTHL は設計条件として構造物の耐用年数（100 年）が規定されており、これを満たす構造物の建設により高架橋構造自体の脆弱性は基本的に無いと考えられる。

一方、自然環境の変化に対する MTHL への影響は以下の要因が挙げられる。

- 気温の上昇
- 海面水位上昇
- 降雨、暴風雨の増加
- 風速の増加
- 高潮、津波

14.2 気候変動に対する MTHL の緩和策

(1) 気温の上昇による MTHL への影響と緩和策

気温の上昇については、設計耐用年数期間において気温上昇の最大は 10℃未満であると想定されている。MTHL の高架橋はほとんどがコンクリート橋であり、コンクリートは温度変化に鈍いことより影響は無い。また、一部鋼橋の区間については、ジョイント部の桁の伸縮長の変化が若干大きくなるものの、ジョイントの交換で十分に対応可能である。

(2) 海面水位の上昇による MTHL への影響と緩和策

海面水位の上昇は高架橋下の船舶の航行に影響する可能性がある。ムンバイの海面は約 60cm 上昇すると想定されているが、その程度の海面上昇であれば、通過船舶のクリアランスを十分確保できるため、海面水位上昇に対する特別な緩和策・対応策は必要ない。

(3) 降雨、暴風雨の増加による MTHL への影響と緩和策

降雨に関して、ムンバイ周辺の降水量は減少すると予測されている為、緩和策の必要はない。

MTHL はアクセスコントロールされた高規格の高速道路であり、道路上に CCTV や気象観測装置が配置される。一時的な豪雨や暴風が激しい時には、CCTV や気象観測装置からの情報が交通管理センターに伝わり、道路情報版（VMS）を通して速度制限や場合によっては通行止め等の案内が道路ユーザーに伝えられる。このため、暴風雨の場合でも十分な対策がとられる。

(4) 風速の増加による MTHL への影響と緩和策

ムンバイ地域は降雨量の増加が無くモンスーンが発達しにくい状況であるため、風速が増加する可能性は極めて低い。インド西部は稀にサイクロンに見舞われるが、上記暴風時と同様の対策が道路ユーザーに対しては取られている。

高架橋本体については、鋼橋が強風の影響を受け振動する可能性があるが、桁端部へのフェアリング設置や桁内部に制振装置を設置することで強風対策が可能である。

15. 結論

本調査の結論は以下のとおりである。

- 本プロジェクトは、技術的及び経済・財務的観点からフィージブルであり、環境及び社会環境への影響については、緩和策を講じることにより許容される範囲である。
- 本プロジェクトのルートは、ムンバイ側のイースタン・フリーウェイとナビ・ムンバイ側のムンバイ JPN 道路を結ぶ路線であり、各種障害物（航路、パイプライン、埠頭等）や環境（フラミンゴ等の希少動物、世界遺産）や住民移転への影響を最小限にするよう配慮して設定されており、始点（セウリ IC）と終点（チルレ IC）を含め4つの IC（シバルナガール IC と SH54 IC）を含む。本線線形は、設計速度 100km/h（一部 60km/h）で走行が可能である。
- 本プロジェクトの本線車線数は、将来交通需要予測結果より、上下 6 車線道路を初期の時点から供用することが妥当である。
- 本プロジェクトは海上部と陸上部とに分かれ、海上一般部には PC 箱桁形式（支間長 50m）を海上特殊部（航路等）には鋼床版箱桁形式（最大支間長 180m）を、陸上部の一般部には PC 箱桁形式を陸上鉄道交差部には鋼橋を採用することが妥当である。
- 本プロジェクトは、完成後フルコントロールアクセスの有料道路としての機能を持つため、道路の運営・維持に必要な ITS 施設も併せて建設されることが妥当である。
- 本プロジェクトは、類似高架橋プロジェクトの事業管理経験を持ち、本件の FS 調査の実施監督も行った MMRDA が事業実施機関となることが妥当である。

インド国 ムンバイ湾横断道路建設事業準備調査

ファイナルレポート

目 次

位置図

コンピューターグラフィックス

鳥瞰図

要約

目次

図リスト

表リスト

略語リスト

ページ

1. 調査の背景および目的	
1.1 調査の背景	1-1
1.2 プロジェクトの概要	1-1
1.3 調査の概要	1-1
1.4 調査の内容	1-2
1.5 調査の成果品と実施スケジュール	1-2
2. 開発計画に基づく事業の妥当性	
2.1 対象地域の社会・経済状況	2-1
2.1.1 はじめに	2-1
2.1.2 ムンバイ都市圏	2-1
2.1.3 拡大ムンバイ圏	2-2
2.1.4 ナビ・ムンバイ	2-4
2.2 国家開発計画と運輸セクター開発計画の概要	2-6
2.2.1 国家運輸計画	2-6
2.2.2 「イ」国道路網の現状	2-6
2.3 ムンバイ都市圏のマスタープランと運輸システム	2-8
2.3.1 ムンバイ都市圏の地域開発マスタープラン	2-8
2.3.2 ムンバイ都市圏総合運輸交通計画	2-10
2.3.3 ムンバイ都市圏の道路網の現状	2-10
2.3.4 ムンバイ都市圏の他交通モード	2-12
2.4 ナビ・ムンバイ地域の主要な開発計画	2-14
2.4.1 はじめに	2-14
2.4.2 新ナビ・ムンバイ国際空港	2-14
2.4.3 経済特区開発	2-14

2.4.4	ジャワハラル・ネル港(JNP)拡張.....	2-15
2.5	「イ」国における日系企業の活動.....	2-15
2.5.1	はじめに.....	2-15
2.5.2	ムンバイ都市圏におけるマハラシュトラ州における日系建設企業の活動.....	2-16
2.6	「イ」国の建設産業.....	2-16
2.6.1	はじめに.....	2-16
2.6.2	「イ」国の建設会社、登録と入札制度.....	2-17
3.	既存調査のレビュー	
3.1	はじめに.....	3-1
3.2	交通需要予測.....	3-3
3.2.1	はじめに.....	3-3
3.2.2	Techno-Economic Feasibility Study, 2004.....	3-3
3.2.3	ムンバイ都市圏総合交通調査（CTS, 2008）調査.....	3-4
3.2.4	Final Feasibility Study Report, 2012.....	3-4
3.2.5	インド・ムンバイ湾横断道路計画調査報告書.....	3-6
3.2.6	既往調査のまとめ.....	3-8
3.2.7	本交通需要予測実施における留意点.....	3-8
3.3	道路計画.....	3-8
3.3.1	道路平面線形.....	3-8
3.3.2	コントロールポイント.....	3-14
3.3.3	平面線形ルートまとめ.....	3-16
3.3.4	インターチェンジの計画.....	3-20
3.3.5	その他照査項目.....	3-22
3.4	橋梁計画.....	3-25
3.4.1	コントロールポイント.....	3-25
3.4.2	橋梁設計基準.....	3-26
3.4.3	橋梁計画概要.....	3-30
3.4.4	橋梁計画のレビューと改善案.....	3-34
3.5	概算施工費および事業スケジュール.....	3-41
3.5.1	概算施工費.....	3-41
3.5.2	工事工程.....	3-46
3.6	経済・財務分析.....	3-48
3.6.1	財務分析.....	3-49
3.6.2	経済分析.....	3-51
4.	交通需要予測	
4.1	はじめに.....	4-1
4.2	ムンバイ都市圏総合交通調査（CTS）の活用.....	4-2
4.2.1	ムンバイ都市圏総合交通調査（CTS）.....	4-2

4.2.2	ゾーンシステム	4-2
4.3	交通モデルの概要	4-5
4.3.1	配分条件の設定	4-5
4.3.2	交通モデルの構造	4-10
4.4	2015年の交通モデルの検証	4-15
4.4.1	交通量の検証地点	4-15
4.4.2	検証方法	4-16
4.4.3	検証結果	4-16
4.5	将来の前提条件	4-17
4.5.1	将来の社会経済予測	4-17
4.5.2	ナビ・ムンバイの主な開発計画	4-19
4.5.3	将来の交通インフラ	4-20
4.5.4	MTHLの料金設定	4-22
4.6	MTHLの将来交通需要	4-22
5.	自然条件調査	
5.1	地形測量	5-1
5.1.1	測量調査概要	5-1
5.1.2	調査結果	5-3
5.2	地質調査	5-5
5.2.1	地質調査概要	5-5
5.2.2	地質調査結果	5-7
5.2.3	推定地質断面図	5-9
5.2.4	評価	5-11
5.2.5	地震環境	5-11
5.3	気象、水文調査	5-12
5.3.1	概要	5-12
5.3.2	気象と水文に関するデータ収集項目	5-14
5.3.3	ムンバイ近郊の気象の概況	5-15
5.3.4	ムンバイ近郊の水文の概況	5-21
5.3.5	MTHLの建設による水理的影響	5-26
5.4	MTHLに関連する支障物件の概要	5-26
5.4.1	支障物件調査	5-26
5.4.2	ユーティリティ、施設および港湾（航路）の調査項目	5-26
5.4.3	ユーティリティ、施設および港湾(航路)	5-27
5.4.4	支障物とクリアランス	5-28
5.4.5	MTHLプロジェクトに関連する他の情報	5-31
6.	概略設計	
6.1	はじめに	6-1

6.2	道路概略設計条件	6-1
6.2.1	設計基準	6-1
6.2.2	標準幅員	6-2
6.2.3	道路規格と設計速度	6-6
6.2.4	幾何構造基準	6-6
6.2.5	標準横断図	6-14
6.3	橋梁設計条件	6-16
6.3.1	設計基準	6-16
6.3.2	設計コンセプト	6-17
6.3.3	設計荷重	6-17
6.3.4	使用材料	6-26
6.3.5	環境クライテリア	6-27
6.4	道路概略設計	6-27
6.4.1	はじめに	6-27
6.4.2	本線縦断の改良	6-27
6.4.3	本線車線数の照査	6-29
6.4.4	本線料金所ブース数の検討	6-29
6.4.5	インターチェンジ線形の改良提案	6-30
6.4.6	IC 車線数の検討	6-33
6.4.7	IC 料金所ブース数の検討	6-34
6.4.8	切土部設計	6-35
6.4.9	変電設備設置のためのデッキおよびレスキューステーション	6-36
6.4.10	舗装設計	6-37
6.4.11	排水計画	6-42
6.4.12	緊急避難用の中央分離帯開口部	6-43
6.4.13	遮音壁	6-43
6.4.14	目隠し板	6-43
6.4.15	安全フェンス	6-44
6.5	橋梁概略設計	6-45
6.5.1	はじめに	6-45
6.5.2	本線の橋梁計画	6-45
6.5.3	インターチェンジの橋梁計画	6-60
6.5.4	塩害対策	6-64
6.5.5	下部工および基礎概略設計	6-71
6.5.6	上部工概略設計	6-80
6.6	高度道路交通システム (ITS)	6-88
6.6.1	はじめに	6-88
6.6.2	周辺の有料道路等における ITS 導入状況	6-88
6.6.3	料金收受システム	6-96
6.6.4	道路交通管制システム	6-103

6.7	安全に対する配慮.....	6-107
6.7.1	はじめに.....	6-107
6.7.2	脅威の評価.....	6-108
6.7.3	脅威への対策.....	6-108
6.7.4	安全およびセキュリティー対策施設の設置.....	6-109
7.	施工計画	
7.1	はじめに.....	7-1
7.2	施工計画.....	7-2
7.2.1	工事概要.....	7-2
7.2.2	施工方法.....	7-5
7.2.3	栈橋計画.....	7-9
7.2.4	上部工.....	7-13
7.3	調達計画.....	7-16
7.3.1	主要資材の調達計画.....	7-16
7.3.2	主要機材の調達計画.....	7-18
7.3.3	砕石/骨材の調達.....	7-18
7.3.4	請負者施工ヤード及びキャンプ設置計画.....	7-19
7.4	パッケージ分け（土木コンポーネント）.....	7-20
7.4.1	土木工事コンポーネント.....	7-20
7.4.2	ITS コンポーネント.....	7-23
7.5	建設工程計画.....	7-23
7.5.1	建設工程.....	7-23
8.	概算事業費	
8.1	積算方法.....	8-1
8.2	積算条件.....	8-1
8.3	積算結果.....	8-1
8.3.1	建設ベースコスト.....	8-1
8.3.2	総事業費.....	8-2
8.3.3	プロジェクトコスト内訳.....	8-2
8.4	MoUD と MoRTH との協議で提出した積算結果.....	8-8
9.	運営維持管理	
9.1	概要.....	9-1
9.2	道路・橋梁の維持管理・実施機関の体制及び実施能力.....	9-1
9.2.1	MMRDA の組織及び所管.....	9-1
9.2.2	MMRDA の道路関連予算及び支出.....	9-3
9.2.3	MMRDA の事業実施能力.....	9-3
9.2.4	マハラシュトラ州道路開発公社（MSRDC）の概要.....	9-5
9.3	運営・維持管理計画.....	9-6

9.3.1	運営・維持管理の概況	9-6
9.3.2	運営・維持管理の全体計画	9-8
9.4	運営・維持管理体制	9-17
9.4.1	運営・維持管理組織	9-17
9.4.2	運営・維持管理コスト	9-26
9.5	運営・維持管理技術・組織に係る支援の提案	9-28
9.5.1	MTHL 運営・維持管理業務マニュアル作成支援	9-28
9.5.2	本邦／第三国技術研修（運営・維持管理）	9-28
10.	事業実施計画	
10.1	事業実施機関	10-1
10.2	事業実施方法	10-1
10.3	事業実施スケジュール	10-2
11.	経済財務分析	
11.1	財務分析	11-1
11.1.1	財務分析の目的および方法	11-1
11.1.2	財務分析条件	11-1
11.1.3	財務分析結果	11-4
11.2	経済分析	11-9
11.2.1	経済分析の目的および方法論	11-9
11.2.2	プロジェクト費用	11-9
11.2.3	便益計算	11-10
11.2.4	費用便益分析	11-11
11.2.5	感度分析	11-15
11.2.6	定性評価	11-15
11.2.7	運用効果指標	11-16
12.	環境影響評価	
12.1	概要	12-1
12.2	自然環境	12-3
12.2.1	地形・地質	12-3
12.2.2	現在および将来の土地利用分布	12-4
12.2.3	気象	12-8
12.2.4	自然保護エリア	12-8
12.2.5	動物系・生態系	12-13
12.2.6	文化財	12-14
12.2.7	社会経済に関する基本情報	12-15
12.3	「イ」国における環境社会配慮に関する法令	12-19
12.3.1	環境影響評価（EIA Notification 2006）	12-19
12.3.2	沿岸規制区域（CRZ Notification 2011）	12-22

12.3.3	その他関連環境法令	12-23
12.3.4	JICA 環境社会配慮ガイドラインとの乖離分析	12-24
12.4	環境影響評価	12-26
12.4.1	代替案分析	12-26
12.4.2	スクリーニング	12-28
12.4.3	影響項目（スコーピング案）	12-28
12.4.4	調査項目及び調査方法（TOR）	12-33
12.4.5	現況調査及び予測結果	12-36
12.4.6	環境管理計画	12-57
12.4.7	環境モニタリング計画	12-63
12.4.8	モニタリング機関	12-68
12.5	現地ステークホルダー協議	12-70
12.5.1	協議の目的	12-70
12.5.2	協議の開催通知及び使用言語	12-70
12.5.3	協議スケジュール	12-71
12.5.4	協議の目的	12-72
12.6	プロジェクト実施スケジュール	12-79
12.7	その他の必要な許認可	12-79
12.7.1	その他の環境許認可	12-79
12.7.2	その他の必要な開発計画	12-81
12.8	環境配慮面からの提言	12-85
13.	用地取得・住民移転	
13.1	用地取得・住民移転にかかる法的枠組み	13-1
13.1.1	用地取得・住民移転にかかる相手国法制度の概要	13-1
13.1.2	住民移転にかかる JICA の方針（JICA 環境ガイドライン本文 II,2,2）	13-4
13.1.3	JICA ガイドラインと相手国法制度との比較	13-5
13.1.4	本事業における用地取得・住民移転方針	13-6
13.2	用地取得・住民移転の規模・範囲	13-8
13.2.1	用地取得の必要性と非自発的住民移転の必要性	13-8
13.2.2	人口センサス	13-13
13.2.3	経済社会状況・生計手段	13-14
13.2.4	社会的弱者	13-17
13.3	補償・支援の具体策	13-18
13.3.1	土地・家屋補償	13-18
13.3.2	生計回復支援	13-19
13.3.3	セウリ・区間の非正規住民に供与される住宅概要	13-20
13.3.4	エンタイトルメント・マトリックス	13-21
13.4	苦情処理メカニズム	13-22
13.5	実施体制	13-23

13.6	実施スケジュール	13-25
13.7	用地取得ならびに住民移転に係る費用および財源	13-26
13.7.1	用地取得代	13-26
13.7.2	住民移転および資産補償	13-27
13.7.3	建設期間中の用地リース代	13-27
13.7.4	生計回復支援	13-28
13.7.5	モニタリング／評価・移転後支援費用	13-29
13.7.6	用地取得・移転費用概要	13-29
13.8	実施機関によるモニタリング体制、モニタリングフォーム	13-30
13.8.1	内部モニタリング	13-30
13.8.2	独立評価（外部評価）	13-32
13.9	住民協議	13-32
13.9.1	セウリ区間	13-32
13.9.2	海上橋区間	13-36
13.9.3	ナビ・ムンバイ側	13-40
14.	気候変動への対応	
14.1	気候変動による脆弱性	14-1
14.1.1	国連気候変動に関する政府間パネル	14-1
14.1.2	インドの気候変動に関する国家行動計画（NAPCC）	14-1
14.1.3	気候変動のシナリオ	14-2
14.2	基本概念	14-3
14.2.1	はじめに	14-3
14.2.2	気候変動が与える影響	14-4
14.2.3	気候変動の目標年次	14-4
14.3	本プロジェクトの気候変動データ	14-4
14.3.1	気温	14-5
14.3.2	海面水位上昇	14-8
14.3.3	降雨	14-9
14.3.4	風速	14-13
14.3.5	気候変動に関する緩和策の検討	14-13
15.	結論と提言	
15.1	結論	15-1
15.2	提言	15-1

付録

付録-1	Japanese Business Establishments in India
付録-2	Topographic Survey Report
付録-3	Geological Survey Report

- 付録-4 Utility Survey Report
- 付録-5 Letter of Shipping Channels
- 付録-6 MTHL Drawings over Railways
- 付録-7 Gap Analysis Between Applicable Land Acts with CIDCO Schemes and JICA Environmental Social Guidelines 2010
- 付録-8 Fishing Survey Track and Photos
- 付録-9 Navi Mumbai Land Use Survey Track and Photos
- 付録-10 Sample Grievance Registration Form
- 付録-11 Monthly Progress Report of R&R Implementation
- 付録-12 Terms of Reference for Qualitative Independent Evaluation Specialist/ Agency
- 付録-13 Minutes of Meeting – SIA 2nd Stakeholder Consultation for Sewri Section
- 付録-14 専門家ヒアリング結果 2015 年
- 付録-15 MTHL Drawings over SH54
- 付録-16 O/M コストブレイクダウン
- 付録-17 ベースライン調査（鳥類生息実態・生息環境）
- 付録-18 鳥類長期モニタリング計画書（案）
- 付録-19 漁業補償計画（案）に関する第二回ステークホルダー会議
- 付録-20 MoUD と MoRTH との協議で提出した積算結果

図リスト

	ページ
図 2.1.1	ムンバイ都市圏の行政区分図 2-1
図 2.1.2	拡大ムンバイ圏の将来土地利用計画図 (2014-2034) 2-3
図 2.1.3	ナビ・ムンバイ開発計画 2-5
図 2.3.1	ムンバイ都市圏の地域マスタープラン (1996-2011) 2-9
図 2.3.2	ムンバイ都市圏の 2016 年次道路網計画 2-11
図 2.3.3	2016 年次鉄道・地下鉄網整備計画 2-13
図 3.2.1	計画の全体プロセス 3-5
図 3.2.2	交通モデルの構造 3-6
図 3.2.3	料金が交通量に与える影響 3-7
図 3.2.4	料金が収益に与える影響 3-7
図 3.3.1	PFP 社による推奨道路線形 (1982 年) 3-9
図 3.3.2	ナーバ側における道路代替案 (1996 年) 3-10
図 3.3.3	MTHL 道路線形、2012 年 3-13
図 3.3.4	ムンバイ側平面線形コントロールポイント 3-14
図 3.3.5	ナビ・ムンバイ側平面線形コントロールポイント 3-14
図 3.3.6	海上部コントロールポイント 3-15
図 3.3.7	縦断線形のコントロールポイント 3-16
図 3.3.8	将来道路ネットワーク 3-17
図 3.3.9	線形北側の土地利用図 3-18
図 3.3.10	ナーバ側 (ナビ・ムンバイ側) の線形コントロールポイント 3-19
図 3.3.11	IC の緩和曲線 (例: セウリ IC、B ランプ) 3-22
図 3.3.12	加減速車線長のケース (例: シバジ・ナガール IC) 3-23
図 3.3.13	車線シフトのケース (例: セウリ IC) 3-23
図 3.3.14	鉛直クリアランス確認箇所 (B ランプと東西回廊の交差部) 3-24
図 3.3.15	B ランプと東西回廊の鉛直離隔 3-24
図 3.4.1	一般部の下部工形式 3-34
図 3.4.2	海上特殊部の下部工形式 3-37
図 4.1.1	MTHL 位置図 4-1
図 4.2.1	CTS, 2008 のゾーンシステムと 11 の中ゾーン設定 4-3
図 4.2.2	本交通モデルのゾーンシステム 4-4
図 4.3.1	交通モデル分析の構造 4-5
図 4.3.2	旅行速度の低減曲線 4-7
図 4.3.3	現況ネットワーク 4-8
図 4.3.4	公共交通料金のシステム 4-10
図 4.3.5	道路配分の流れ 4-14
図 4.4.1	調査地点図 4-16
図 4.5.1	MTHL の検討に用いた主要なネットワーク条件 4-21

図 5.1.1	平面測量 (IC 部) 位置	5-2
図 5.1.2	深浅測量調査位置	5-3
図 5.1.3	調査状況写真	5-3
図 5.1.4	平面測量結果 (終点部付近、ナビ・ムンバイ側)	5-4
図 5.1.5	MTHL 現況縦断図	5-4
図 5.2.1	推定地質図	5-6
図 5.2.2	ボーリング調査位置	5-7
図 5.2.3	玄武岩・コア状況	5-8
図 5.2.4	推定地質断面図	5-10
図 5.2.5	インド西岸部・ムンバイ近郊の断層図	5-11
図 5.2.6	ムンバイ地区の歴史的地震	5-12
図 5.3.1	ムンバイ湾に流入する河川	5-13
図 5.3.2	データ収集の観測所の位置図	5-15
図 5.3.3	平均月間最高および最低気温	5-15
図 5.3.4	8:30 と 17:30 の平均月間相対湿度	5-16
図 5.3.5	風配図 (風向別の累積風速)、2005-2014	5-17
図 5.3.6	平均月間降水量	5-18
図 5.3.7	年間降水量の変動	5-18
図 5.3.8	確率時間雨量	5-20
図 5.3.9	水位観測所での月間平均流出量	5-21
図 5.3.10	調和定数および 2017-2021 年の天文潮	5-25
図 5.4.1	海底パイプラインとケーブル位置図	5-27
図 5.4.2	鉄道の鉛直方向クリアランス	5-31
図 5.4.3	MTHL アライメント周辺の航路	5-31
図 6.2.1	標準幅員 (Final Feasibility Study Report, 2012)	6-3
図 6.2.2	標準幅員の比較	6-5
図 6.2.3	採用した標準横断図 (100km/h)	6-6
図 6.2.4	平行式および直接式	6-11
図 6.2.5	2 車線分合流	6-12
図 6.2.6	ノーズオフセット	6-13
図 6.2.7	集散路	6-13
図 6.2.8	復帰車線	6-14
図 6.2.9	本線橋梁区間	6-14
図 6.2.10	本線土工区間 (18+950 - 19+950)	6-15
図 6.2.11	セウリ IC	6-15
図 6.2.12	シバジ・ナガール IC、SH54、チルレ IC	6-15
図 6.3.1	クラス 70R 荷重	6-18
図 6.3.2	クラス A 荷重	6-19
図 6.3.3	活荷重組み合わせ	6-19
図 6.3.4	応答スペクトル	6-21

図 6.3.5	橋脚の形状.....	6-23
図 6.3.6	コンクリート床版の温度差.....	6-23
図 6.3.7	鋼橋、鋼・コンクリート複合橋の温度差.....	6-24
図 6.4.1	縦断線形の改良案.....	6-28
図 6.4.2	セウリ IC.....	6-30
図 6.4.3	シバジ・ナガール IC.....	6-31
図 6.4.4	シバジ・ナガール IC 計画図.....	6-31
図 6.4.5	チルレ IC.....	6-32
図 6.4.6	2車線ランプの分合流形式.....	6-32
図 6.4.7	SH54IC のセミトレーラ走行軌跡.....	6-33
図 6.4.8	切土部標準横断図.....	6-35
図 6.4.9	料金所と切土区間.....	6-36
図 6.4.10	変電設備設置のためのデッキイメージ図.....	6-36
図 6.4.11	干潟部の排水イメージ図.....	6-43
図 6.4.12	緊急避難用の中央分離帯開口部.....	6-43
図 6.5.1	マングローブ林エリア (ナビ・ムンバイ側)	6-46
図 6.5.2	鉄道交差部.....	6-47
図 6.5.3	道路交差部.....	6-48
図 6.5.4	本線の橋梁計画.....	6-49
図 6.5.5	セウリ IC の支間割.....	6-60
図 6.5.6	シバジ・ナガール IC の支間割.....	6-62
図 6.5.7	SH54 IC の支間割.....	6-63
図 6.5.8	チルレ IC の支間割.....	6-64
図 6.5.9	海上鋼橋梁の事例.....	6-65
図 6.5.10	日本の海上鋼橋梁例 1 (東京湾アクアライン)	6-66
図 6.5.11	日本の海上鋼橋梁例 2 (本州四国連絡橋)	6-66
図 6.5.12	日本の海上鋼橋梁例 3 (伊王島橋)	6-67
図 6.5.13	日本の海上鋼橋梁例 4 (東京ゲートブリッジ)	6-67
図 6.5.14	日本の海上鋼橋梁例 5 (伊良部大橋)	6-68
図 6.5.15	海上一般部 (マングローブ林部含む) の下部工概略図.....	6-72
図 6.5.16	陸上一般部 (マングローブ林部含む) 下部工概略図.....	6-74
図 6.5.17	海上特殊部橋脚概略図.....	6-76
図 6.5.18	門型ラーメン橋脚 (ランプ A) 概略図.....	6-78
図 6.5.19	張出式橋脚 (ランプ A) 概略図.....	6-79
図 6.5.20	シバジ・ナガール IC 橋脚概略図.....	6-79
図 6.5.21	SH54 IC 橋脚概略図.....	6-80
図 6.5.22	海上一般部の上部工側面図および断面図 (PC 箱桁橋)	6-81
図 6.5.23	陸上一般部の上部工側面図および断面図 (PC 箱桁橋)	6-81
図 6.5.24	海上特殊部の上部工側面図および断面図 (支間長 150m) (鋼床版箱桁橋)	6-82
図 6.5.25	海上特殊部の上部工側面図および断面図 (支間長 180m) (鋼床版箱桁橋)	6-82

図 6.5.26	鉄道交差部の上部工側面図および断面図（鋼トラス橋）	6-83
図 6.5.27	セウリ IC（C2 ランプ）の上部工側面図および断面図（PC 箱桁橋）	6-84
図 6.5.28	シバジ・ナガール IC（MA ランプ）の上部工側面図および断面図（RC 中空床版橋）	6-85
図 6.5.29	SH54 IC（MP ランプ）の上部工側面図および断面図（PC 箱桁橋）	6-86
図 6.5.30	チルレ IC（MP ランプ）の上部工側面図および断面図（RC 中空床版橋）	6-87
図 6.6.1	周辺道路位置図	6-88
図 6.6.2	シーリンク	6-89
図 6.6.3	料金所（シーリンク）	6-90
図 6.6.4	路側装置（シーリンク）	6-91
図 6.6.5	交通管制室（シーリンク）	6-91
図 6.6.6	Mumbai Pune Expressway 路線図	6-92
図 6.6.7	Mumbai Pune Expressway	6-92
図 6.6.8	料金所（ムンバイープネ・エクスプレスウェイ）	6-93
図 6.6.9	コントロールルーム（ムンバイープネ・エクスプレスウェイ）	6-93
図 6.6.10	コールセンター（ムンバイープネ・エクスプレスウェイ）	6-94
図 6.6.11	交通コントロールセンター（ムンバイ交通警察）	6-95
図 6.6.12	VMS システム（ムンバイ）	6-95
図 6.6.13	ムンバイ都市圏 ITS イメージ	6-96
図 6.6.14	マニュアル方式のシステム構成	6-97
図 6.6.15	ETC 方式のシステム構成	6-97
図 6.6.16	ETC レーン	6-97
図 6.6.17	シバジ・ナガール IC 配置計画（案）	6-102
図 6.6.18	概念的システム構成	6-103
図 6.6.19	VMS の配置案	6-105
図 6.6.20	VMS の設置方法（案）	6-105
図 6.6.21	CCTV、ECB、MET の設置方法（案）	6-106
図 6.6.22	ケーブル敷設（案）	6-106
図 6.6.23	道路交通管制システム構成	6-107
図 7.2.1	場所打ち杭の施工ステップ（陸上部）	7-5
図 7.2.2	栈橋部場所打ち杭の施工例	7-6
図 7.2.3	海上部場所打ち杭の施工例	7-7
図 7.2.4	陸上部下部工の施工ステップ	7-8
図 7.2.5	栈橋部下部工の施工ステップ（パイルキャップタイプ）	7-8
図 7.2.6	海上部下部工の施工ステップ（パイルキャップタイプ）	7-9
図 7.2.7	仮栈橋全体計画平面図	7-10
図 7.2.8	ムンバイ側仮栈橋平面図	7-10
図 7.2.9	ナビ・ムンバイ側仮栈橋平面図	7-11
図 7.2.10	仮栈橋断面図	7-11
図 7.2.11	小型船舶通行部栈橋断面（ムンバイ側）	7-12

図 7.2.12	小型船舶通行部棧橋断面（ナビ・ムンバイ側）	7-12
図 7.2.13	斜ベントを利用したジャッキアップによる一括架設概要図	7-13
図 7.2.14	中央径間の門型クレーンによる一括架設概要図	7-14
図 7.2.15	フローティングクレーンによる一括架設	7-14
図 7.2.16	スパンバイスパン工法	7-15
図 7.2.17	門型クレーンによる一括架設工法（陸上部）	7-15
図 7.3.1	採石場位置	7-19
図 7.3.2	請負者のキャンプ予定地	7-20
図 7.4.1	パッケージ分け	7-21
図 7.4.2	管轄領域区分	7-22
図 7.5.1	全体工程	7-24
図 7.5.2	工事工程・セウリ IC	7-24
図 7.5.3	工事工程・本線（0+450～3+345）	7-25
図 7.5.4	工事工程・本線（3+345～8+474）	7-26
図 7.5.5	工事工程・本線（8+474～10+380）	7-27
図 7.5.6	工事工程・本線（10+380～14+810）	7-28
図 7.5.7	工事工程・本線（14+810～17+482）	7-29
図 7.5.8	工事工程・本線（17+482～18+187）	7-30
図 7.5.9	工事工程・シバジ・ナガール IC	7-30
図 7.5.10	工事工程・本線（18+187～21+199）	7-31
図 7.5.11	工事工程・本線（21+199～21+834）	7-32
図 7.5.12	工事工程・SH54・チルレ IC	7-32
図 9.2.1	MMRDA の組織図	9-2
図 9.2.2	Mumbai Urban Infrastructure Project (MUIP)	9-4
図 9.2.3	Mumbai Urban Tranceport Project (MUTP)	9-4
図 9.2.4	イースタン・フリーウェイ	9-5
図 9.3.1	交通管理用車両（ムンバイープネ・エクスプレスウェイ）	9-8
図 9.3.2	IC 及び料金所の位置図	9-13
図 9.3.3	本線料金事務所（管理事務所内）の配置図（案）	9-14
図 9.3.4	シバジ・ナガール IC 料金所の配置図（案）	9-14
図 9.3.5	シバジ・ナガール IC 料金事務所のレイアウト（案）	9-15
図 9.3.6	交通管理業務の流れ（参考）	9-16
図 9.3.7	交通管制室レイアウト（案）	9-17
図 9.4.1	運営・維持管理の全体業務体制	9-18
図 9.4.2	管理事務所のレイアウト（案）	9-19
図 9.4.3	補助事務所のレイアウト（案）	9-20
図 9.4.4	点検作業及び維持管理作業の組織体制（案）	9-21
図 9.4.5	料金収受業務の組織体制（案）	9-22
図 9.4.6	交通管理業務の組織体制（案）	9-24
図 9.4.7	橋梁点検車	9-26

図 10.3.1	事業実施スケジュール	10-3
図 12.1.1	対象プロジェクト位置図	12-1
図 12.1.2	道路標準構造（橋梁及び高架道路）	12-2
図 12.2.1	地形状況区分図	12-3
図 12.2.2	対象路線周辺の地質	12-4
図 12.2.3	現在の土地利用状況	12-5
図 12.2.4	将来の土地利用計画（ムンバイ側：暫定提案版 2014－2034）	12-6
図 12.2.5	将来の土地利用計画（ナビ・ムンバイ側：2008 年）	12-7
図 12.2.6	ムンバイ市における月別平均気温と平均降水量（2008-2012）	12-8
図 12.2.7	サンジャイ・ガンジー国立公園及びカルナーラ鳥類保護区の位置	12-10
図 12.2.8	対象路線周辺の重要野鳥生息地（IBA）	12-11
図 12.2.9	対象路線上の CRZ	12-12
図 12.2.10	架橋位置の状況 1（2015 年 5 月：左 ムンバイ側、右 ナビ・ムンバイ側）	12-13
図 12.2.11	架橋位置の状況 2（2015 年 5 月：ムンバイ側セウリ地区の船修理場近くで採餌 するコフラミンゴ）	12-13
図 12.2.12	対象路線周辺地域の文献におけるフラミンゴ確認地域（2008 年）	12-14
図 12.2.13	対象路線周辺地域の文化財	12-14
図 12.2.14	対象路線が通過する郡及び県	12-15
図 12.2.15	マハラシュトラ州の各産業セクターの総生産	12-18
図 12.4.1	大気・騒音・振動のモニタリング及び予測地点	12-43
図 12.4.2	周辺の大気モニタリング地点（州及び中央公害管理局データ）	12-45
図 12.4.3	大気予測地点	12-45
図 12.4.4	水質・底質調査地域図（Rapid EIA 2012 調査地点）	12-46
図 12.4.5	環境騒音測定位置（文献調査結果：補足 EIA2015）	12-50
図 12.4.6	橋脚掘削地点の濁水対策（Bored Pilling Method）	12-55
図 12.4.7	仮設栈橋による工事の実施	12-55
図 12.4.8	遮音壁付き高欄 LED ライト	12-56
図 12.4.9	採用された箱桁構造橋梁（セウリからの景観）	12-57
図 12.4.10	環境管理及びモニタリング実施機関（案）	12-70
図 12.5.1	EIA の初回協議の様子	12-74
図 12.5.2	EIA の第 2 回協議の様子	12-78
図 12.7.1	計画されている採石場及び土取り場	12-83
図 12.7.2	MTHL のキャンプヤード（案）	12-84
図 13.2.1	関係機関から影響の可能性を示唆された漁村	13-11
図 13.2.2	漁村の経済社会状況・生計状況	13-17
図 13.3.1	非正規住民へ供与予定の集合住宅概要表（Bhakti Park Clooney）	13-20
図 13.5.1	環境管理および用地取得・住民移転・漁業補償管理全体概念	13-24
図 13.5.2	用地取得・住民移転・漁業補償管理実施体制	13-24
図 14.2.1	気候変動が MTHL にもたらす影響	14-4

図 14.3.1	1951 年からから 2010 年までの州レベルの気温傾向分析に用いられた 282 か所の地表観測点.....	14-6
図 14.3.2	州レベルの年平均気温傾向.....	14-7
図 14.3.3	2050 年代の季節ごとの気温予測.....	14-8
図 14.3.4	1m の海面水位上昇に対する脆弱性.....	14-9
図 14.3.5	1951 年から 2010 年までの州レベル降雨傾向分析に用いられた 1,451 観測所の分布.....	14-10
図 14.3.6	州レベルの年間傾向.....	14-11
図 14.3.7	2050 年代の季節ごとの降水量予測.....	14-12
図 14.3.8	インドのおもな河川流域における 2050 年代の河川流出予測.....	14-13

表リスト

	ページ
表 2.2.1 「イ」国独立後の道路網整備の進展	2-6
表 2.2.2 道路網整備にかかる将来投資計画	2-7
表 2.2.3 道路網整備の将来投資計画	2-7
表 2.3.1 CTS, 2008 で実施された行政区別道路延長	2-12
表 2.4.1 新ナビ・ムンバイ国際空港の段階別旅客取扱い能力	2-14
表 2.5.1 「イ」国進出日系建設企業	2-16
表 2.6.1 「イ」国建設産業の成長推移	2-17
表 2.6.2 土木／道路工事会社入札登録要求事項	2-18
表 3.1.1 近年の MTHL 調査資料	3-2
表 3.2.1 MTHL の既往の予測交通量	3-8
表 3.3.1 ナーバ側における道路代替案比較（1996年）	3-11
表 3.3.2 北ルート比較表	3-20
表 3.3.3 IC の形式一覧	3-21
表 3.4.1 海底埋設物および断層の情報	3-25
表 3.4.2 海上支障物件部の橋梁支間割	3-26
表 3.4.3 橋梁設計における主な基準	3-27
表 3.4.4 設計寿命	3-28
表 3.4.5 設計荷重	3-28
表 3.4.6 鉄筋コンクリートの諸元	3-29
表 3.4.7 プレストレスコンクリートの諸元	3-29
表 3.4.8 本線の上部工および下部基礎形式-1	3-30
表 3.4.9 本線の上部工および下部基礎形式-2	3-31
表 3.4.10 本線の上部工および下部基礎形式-3	3-32
表 3.4.11 セウリ IC の上部工および下部基礎形式	3-32
表 3.4.12 シバジ・ナガール IC 上部工および下部基礎形式	3-33
表 3.4.13 SH54IC の上部工および下部基礎形式	3-33
表 3.4.14 チルレ IC 上部工および下部基礎形式	3-33
表 3.4.15 海上一般部の下部構造	3-35
表 3.4.16 海上特殊部の支障物件位置での支間割	3-36
表 3.4.17 海上特殊部の下部構造	3-37
表 3.4.18 マングローブ林部の下部構造	3-38
表 3.4.19 道路交差部の下部構造	3-39
表 3.4.20 セウリ IC	3-39
表 3.5.1 Final Feasibility Study Report, 2012 参考単価	3-42
表 3.5.2 Final Feasibility Study Report, 2012 における工事費とそのレビュー結果-1	3-43
表 3.5.3 Final Feasibility Study Report, 2012 における工事費とそのレビュー結果-2	3-44
表 3.5.4 インフレ率（IMF）	3-45

表 3.5.5	見直し単価 (2012年)	3-46
表 3.5.6	提案された事業工程表	3-47
表 3.6.1	Final Feasibility Study Report, 2012 における工事費とレビュー結果	3-49
表 3.6.2	交通量 (Final Feasibility Study Report, 2012) (台/日)	3-49
表 3.6.3	交通量 (本調査、Case 2) (台/日)	3-50
表 3.6.4	料金設定 (Final Feasibility Study Report, 2012)	3-50
表 3.6.5	料金設定 (本調査、Case 2)	3-50
表 3.6.6	財務的内部収益率 (Final Feasibility Study Report, 2012)	3-51
表 4.3.1	道路クラスの定義	4-6
表 4.3.2	既存の有料道路の車種別料金 (INR)	4-9
表 4.3.3	発生トリップの算定係数	4-11
表 4.3.4	集中トリップの算定係数	4-12
表 4.3.5	時間価値 (INR/時間)	4-13
表 4.4.1	調査地点リスト	4-15
表 4.4.2	車種別の乗用車換算係数	4-16
表 4.4.3	スクリーンライン上のピーク時間交通量の比較	4-17
表 4.5.1	年次別の人口分布 (百万人)	4-18
表 4.5.2	年次別の世帯数分布 (百万世帯)	4-18
表 4.5.3	年次別の従業員人口分布 (百万人)	4-19
表 4.5.4	特別開発地域の主要な整備計画	4-19
表 4.5.5	プロジェクトリストと完成年次	4-20
表 4.5.6	区間別・車種別の基本料金 (INR) (2015年価格)	4-22
表 4.6.1	MTHL の車種別の将来交通需要	4-23
表 5.1.1	既往調査結果	5-1
表 5.1.2	測量調査基本情報	5-1
表 5.1.3	調査項目ならびに数量	5-2
表 5.2.1	既往地質調査結果	5-5
表 5.2.2	ボーリング調査位置	5-6
表 5.2.3	室内土質試験	5-7
表 5.2.4	地層状況	5-8
表 5.2.5	室内土質試験結果	5-9
表 5.2.6	ムンバイ地区の歴史的地震	5-12
表 5.3.1	ムンバイ湾に流入する河川	5-13
表 5.3.2	データ収集項目	5-14
表 5.3.3	年間最大風速 (2005-2014)	5-16
表 5.3.4	年間最大風速記録を用いたグンベル分布での設計風速の予測	5-17
表 5.3.5	サンタクルズとコラバ観測所での年間降水量	5-19
表 5.3.6	各確率年の降雨量	5-20
表 5.3.7	水位観測所での年間平均流出量	5-21
表 5.3.8	水位観測所での確率年別最大流出量	5-22

表 5.3.9	ムンバイ港の各統計潮位	5-23
表 5.4.1	ユーティリティ、施設および港湾（航路）の調査項目	5-26
表 5.4.2	海洋部のユーティリティー一覧	5-28
表 5.4.3	海洋部の交差支障物件とクリアランス	5-29
表 5.4.4	交差道路のクリアランス	5-30
表 5.4.5	交差鉄道のクリアランス	5-30
表 6.2.1	「イ」国の幾何構造基準	6-2
表 6.2.2	MTHLにおける予測大型車混入率	6-2
表 6.2.3	路肩の機能	6-3
表 6.2.4	各国の標準幅員	6-4
表 6.2.5	設計速度	6-6
表 6.2.6	本線線形幾何構造基準値	6-7
表 6.2.7	インターチェンジランプの幾何構造基準	6-8
表 6.2.8	ランプターミナル付近の幾何条件（本線）	6-8
表 6.2.9	ランプターミナル付近の幾何条件（ランプ）	6-9
表 6.2.10	緩和区間長（設計速度 40km/h）	6-9
表 6.2.11	曲線部の車線拡幅	6-10
表 6.2.12	加減速車線のタイプ分類	6-10
表 6.2.13	テーパー形式と平行式	6-10
表 6.2.14	加減速車線長	6-14
表 6.3.1	橋梁設計における主な基準	6-16
表 6.3.2	死荷重単位重量	6-17
表 6.3.3	橋軸方向低減係数	6-20
表 6.3.4	自動車衝突荷重	6-24
表 6.3.5	船舶衝突荷重	6-25
表 6.3.6	コンクリート強度	6-26
表 6.3.7	鉄筋種別および降伏強度	6-26
表 6.3.8	PC 鋼材種別および降伏強度	6-26
表 6.4.1	本線車線数の検証結果	6-29
表 6.4.2	本線料金所ブース数の検討結果	6-29
表 6.4.3	ランプ車線数	6-34
表 6.4.4	シバジ・ナガール IC ランプ料金所必要ブース数（2042 年）	6-34
表 6.4.5	コンクリート床板上のアスファルト構成比較	6-41
表 6.4.6	鋼床版上のアスファルト構成比較	6-42
表 6.4.7	遮音壁	6-43
表 6.4.8	目隠し板	6-44
表 6.4.9	安全フェンス	6-44
表 6.5.1	海上部における支障物件および支間割	6-46
表 6.5.2	交差鉄道および支間割	6-47
表 6.5.3	交差道路および支間割	6-48

表 6.5.4	本線の橋梁計画-1.....	6-50
表 6.5.5	本線の橋梁計画-2.....	6-51
表 6.5.6	橋脚形式比較表（上下線分離型と上下線一体型橋脚）	6-52
表 6.5.7	一次橋種選定.....	6-53
表 6.5.8	海上特殊部橋梁 2次選定比較表-1.....	6-54
表 6.5.9	海上特殊部橋梁 2次選定比較表-2.....	6-55
表 6.5.10	海上特殊部基礎工比較表.....	6-58
表 6.5.11	セウリ IC の支間割.....	6-61
表 6.5.12	シバジ・ナガール IC の支間割.....	6-62
表 6.5.13	SH54 IC の支間割.....	6-63
表 6.5.14	チルレ IC の支間割.....	6-64
表 6.5.15	鋼桁の防食法比較.....	6-69
表 6.5.16	金属溶射および重防食塗装の比較.....	6-69
表 6.5.17	重防食塗装の仕様.....	6-71
表 6.5.18	海上一般部（マングローブ林部含む）における場所打ち杭杭径比較表.....	6-73
表 6.5.19	陸上一般部（マングローブ林部含む）における場所打ち杭の杭径比較表.....	6-75
表 6.5.20	一般部（陸上および海上）およびマングローブ林部の下部基礎工結果.....	6-75
表 6.5.21	海上特殊部における場所打ち杭の杭径比較表.....	6-77
表 6.6.1	料金表（シーリンク）.....	6-89
表 6.6.2	路上設備（シーリンク）.....	6-90
表 6.6.3	料金表（ムンバイープネ・エクスプレスウェイ、Khalapur）.....	6-93
表 6.6.4	道路設備（ムンバイープネ・エクスプレスウェイ）.....	6-94
表 6.6.5	マニュアルレーン設備.....	6-98
表 6.6.6	ETC レーン設備.....	6-98
表 6.6.7	料金所コンピューターシステム.....	6-98
表 6.6.8	時間当たりの処理可能台数.....	6-99
表 6.6.9	各料金所の料金徴収方式別車線数.....	6-100
表 6.6.10	料金收受システムの概算費用.....	6-103
表 6.6.11	情報収集系システム及び情報提供系システム.....	6-104
表 6.6.12	路上設備配置計画.....	6-104
表 6.6.13	交通管理システムの概算費用.....	6-107
表 6.7.1	MTHL への主要な犯罪.....	6-108
表 7.2.1	工事概要-1：本線.....	7-2
表 7.2.2	工事概要-2：本線.....	7-3
表 7.2.3	工事概要-3：セウリ IC.....	7-4
表 7.2.4	工事概要-4：シバジ・ナガール IC.....	7-4
表 7.2.5	工事概要-5：SH54 IC.....	7-4
表 7.2.6	工事概要-6：チルレ IC.....	7-5
表 7.3.1	主要資材の調達計画.....	7-17
表 7.3.2	主要機材の調達計画.....	7-18

表 7.4.1	MTHL の地形区分.....	7-20
表 7.4.2	パッケージ分けに関する比較検討.....	7-23
表 8.2.1	積算条件 (案)	8-1
表 8.3.1	建設費.....	8-2
表 8.3.2	総事業費.....	8-2
表 8.3.3	プロジェクトコストの内訳 (パッケージ 1)	8-3
表 8.3.4	プロジェクトコストの内訳 (パッケージ 2)	8-3
表 8.3.5	プロジェクトコストの内訳 (パッケージ 3)	8-4
表 8.3.6	プロジェクトコストの内訳 (パッケージ 4)	8-4
表 8.3.7	プロジェクトコストの内訳 (パッケージ 5)	8-4
表 8.3.8	数量の内訳 (パッケージ 1)	8-5
表 8.3.9	数量の内訳 (パッケージ 2)	8-6
表 8.3.10	数量の内訳 (パッケージ 3)	8-7
表 9.2.1	MMRDA 技術系職員数.....	9-2
表 9.2.2	MTHL 事業実施段階における体制 (MMRDA 提案)	9-3
表 9.2.3	Engineer Division 技術系職員の内訳 (MMRDA 提案)	9-3
表 9.2.4	MMRDA 道路予算及び支出状況.....	9-3
表 9.3.1	道路運営・維持管理業務の概要.....	9-9
表 9.3.2	MTHL の点検の種類 (案)	9-10
表 9.3.3	道路維持管理の要求性能 (参考)	9-11
表 9.3.4	橋梁維持管理の要求性能 (参考)	9-12
表 9.4.1	点検作業及び維持管理作業の各役職の主な業務内容 (案)	9-21
表 9.4.2	料金収受業務の各職種の主な業務内容 (案)	9-23
表 9.4.3	交通管理業務の各職種の主な業務内容 (案)	9-25
表 9.4.4	管理用車両 (案)	9-26
表 9.4.5	日常運営・維持管理業務の概算費用.....	9-27
表 9.4.6	定期修繕工事の概算費用.....	9-27
表 11.1.1	ケース別料金設定.....	11-2
表 11.1.2	初期投資額.....	11-3
表 11.1.3	工事費の出来高割振り.....	11-3
表 11.1.4	O&M 費及び大規模改修費.....	11-4
表 11.1.5	財務分析の結果 (Case 1)	11-5
表 11.1.6	財務分析の結果 (Case 2)	11-5
表 11.1.7	財務分析の結果 (Case 3)	11-6
表 11.1.8	キャッシュフロー (Case 2)	11-7
表 11.1.9	年度別の通行料金、交通量 (日当たり)、収入 (日当たり)	11-8
表 11.2.1	投資費用 (財務価格及び経済価格)	11-10
表 11.2.2	マハラシュトラ州の GSDP 推定値.....	11-11
表 11.2.3	マハラシュトラ州の人口増加率推定値.....	11-11
表 11.2.4	費用便益分析結果 (Case1)	11-12

表 11.2.5	費用便益分析結果 (Case2)	11-13
表 11.2.6	費用便益分析結果 (Case3)	11-14
表 11.2.7	感度分析の結果 (EIRR)	11-15
表 11.2.8	感度分析の結果 (NPV)	11-15
表 11.2.9	感度分析の結果 (B/C ratio)	11-15
表 11.2.10	運用効果指標	11-16
表 12.1.1	案件概要 (2016年2月時点)	12-1
表 12.2.1	地形概要	12-3
表 12.2.2	プロジェクト地域周辺の IBA	12-9
表 12.2.3	IBA のクライテリア	12-9
表 12.2.4	対象路線が通過する都市の人口	12-15
表 12.2.5	FY2013-2014 の上位 5 州・下位 5 州のインド州内総生産	12-16
表 12.2.6	FY2013-2014 の上位 10 州・下位 3 州の 1 人当たり州内総生産	12-17
表 12.2.7	プロジェクトの対象地区 (ムンバイ市・ライガッド県/タネ県) の総生産と 1 人当たり総生産	12-17
表 12.2.8	マハラシュトラ州の主要産業セクターおよび各セクター上位 3 産業の総生産	12-18
表 12.2.9	マハラシュトラ州の貧困ライン・貧困層比率・貧困層数	12-19
表 12.3.1	高速道路建設に関する EIA	12-20
表 12.3.2	Rapid EIA の内容	12-21
表 12.3.3	本事業に関する CRZ 規則の記述	12-22
表 12.3.4	MTHL 本事業実施に関する CRZ 許認可の特別条件	12-23
表 12.3.5	「イ」国における環境関連法律	12-23
表 12.3.6	JICA ガイドラインと「イ」国側作成 EIA との乖離分析	12-25
表 12.4.1	代替案分析の要素	12-26
表 12.4.2	代替案分析結果 (スパン長の変更)	12-27
表 12.4.3	スコーピング・マトリクス (案)	12-29
表 12.4.4	スコーピング (評価理由)	12-31
表 12.4.5	調査及び影響評価方法 (案)	12-34
表 12.4.6	調査及び予測結果の概要	12-37
表 12.4.7	大気質モニタリング結果 (Rapid EIA 2012 結果)	12-43
表 12.4.8	インド国大気質基準値	12-44
表 12.4.9	大気質文献調査結果 (州及び中央公害管理局データ)	12-44
表 12.4.10	大気予測結果 (基準バックグラウンド含む) : 全地点基準値以下	12-45
表 12.4.11	水質調査結果 (Rapid EIA 2012)	12-46
表 12.4.12	底質調査結果 (Rapid EIA 2012)	12-47
表 12.4.13	環境騒音調査結果 (Rapid EIA 2012 : 測定 2011 年)	12-48
表 12.4.14	環境騒音調査結果 (補足 EIA 2015 : 文献調査結果)	12-49
表 12.4.15	環境振動調査結果 (補足 EIA 2015 : 測定 2015 年) : セウリ地区 (No1)	12-50
表 12.4.16	環境振動調査結果 (補足 EIA 2015 : 測定 2015 年) : シバジ・ナガール地区 (No2)	12-51

表 12.4.17	環境騒音予測結果（バックグラウンドレベル含む）：全基準値を満足	12-51
表 12.4.18	環境振動予測結果：全基準値を満足	12-52
表 12.4.19	MTHL の環境管理計画（案）	12-58
表 12.4.20	MTHL の CRZ 許認可における緩和策	12-62
表 12.4.21	工事前及び工事中の環境モニタリング計画	12-63
表 12.4.22	供用後の環境モニタリング計画	12-66
表 12.4.23	環境管理及びモニタリング機関	12-69
表 12.5.1	EIA 及び SIA 段階でのステークホルダー協議スケジュール	12-71
表 12.5.2	スコーピング段階における協議の主な参加者	12-72
表 12.5.3	ステークホルダー協議における主な意見及び議論	12-73
表 12.5.4	EIA（案）段階における協議の主な参加者	12-75
表 12.5.5	ステークホルダー協議における主な意見及び議論	12-76
表 12.6.1	プロジェクト実施スケジュール（2016年2月現在）	12-79
表 12.7.1	取得すべき環境許認可	12-80
表 12.7.2	樹木伐採許可の過程	12-81
表 12.7.3	ベースキャンプ・工事ヤードの概要（案）	12-82
表 13.1.1	用地取得・住民移転・生計回復に関わる主要法令	13-3
表 13.1.2	区間毎に適用される主要法規一覧	13-4
表 13.1.3	本事業における用地取得・住民移転方針	13-6
表 13.2.1	MTHL 各区間の特徴	13-8
表 13.2.2	MTHL 各区間の事業コンポーネント	13-8
表 13.2.3	事業全体の社会影響の概要	13-9
表 13.2.4	用地取得に伴い撤去される構造物一覧	13-9
表 13.2.5	移転対象構造物の影響の程度	13-10
表 13.2.6	関係機関に推奨された漁業詳細調査対象候補 16 漁村の概要	13-10
表 13.2.7	影響の可能性のある漁村のグループ分け	13-12
表 13.2.8	海上橋区間の被影響漁業者人数	13-12
表 13.2.9	ナビ・ムンバイのアライメントの当初の土地所有者概要	13-12
表 13.2.10	CIDCO の用地取得状況	13-13
表 13.2.11	セウリ区間移転対象者の構成概要	13-13
表 13.2.12	就労状況	13-14
表 13.2.13	商業・自営業概要	13-15
表 13.2.14	年間収入状況	13-15
表 13.2.15	年間支出状況	13-15
表 13.2.16	社会的弱者の構成概要	13-18
表 13.3.1	セウリ区間・エンタイトルメント・マトリックス（R&R/MUTP）	13-21
表 13.3.2	海上橋区間・エンタイトルメント・マトリックス	13-22
表 13.3.3	ナビ・ムンバイ区間・エンタイトルメント・マトリックス	13-22
表 13.5.1	生活再建支援実施のための住民の役割	13-24
表 13.6.1	住民移転・生計回復支援活動（案）	13-25

表 13.7.1	住民移転・生活再建支援費用概算	13-29
表 13.8.1	内部モニタリングの評価項目概要（セウリ・区間）	13-31
表 13.8.2	内部モニタリングの評価項目概要（海上橋・区間）	13-31
表 13.9.1	第1回説明会配付資料概要	13-32
表 13.9.2	社会影響調査・事前説明会（第1回協議）参加者コメント	13-33
表 13.9.3	社会影響調査結果・住民移転計画説明会（第2回協議）参加者コメント	13-34
表 13.9.4	漁村・漁業代表者説明会	13-36
表 13.9.5	漁業補償方針策定委員会第3回協議概要	13-37
表 13.9.6	各漁村での第2回ステークホルダ協議概要	13-39
表 14.1.1	IPCCが想定する地球温暖化のシナリオ	14-2
表 14.3.1	IPCCによる21世紀末の世界平均地上気温の昇温予測	14-5
表 14.3.2	21世紀末における世界平均海面水位上昇予測	14-8

略語リスト

APMC	農産物市場
ATC	Area Traffic Control
ATCC	交通量計測装置
BARC	バーバ原子力研究所
B/C ratio	費用便益比
BEST 社	The Bombay Electric Supply & Transport 社
BMC	Brihanmumbai Municipal Corporation
BNHS	ボンベイ自然歴史協会
BOT	建設・運営・譲渡方式
CCTV	Closed Circuit Television
CD	海図基準面
CIDCO	マハラシュトラ産業開発公社
CPWD	中央公共事業局
CRZ	海岸規制区域
CTS, 2008	ムンバイ都市圏総合運輸交通計画
CVCS	交通量観測調査
CWC	Central Water Commission
CWPRS	中央水利電力研究所
CZMA	沿岸区域管理局
DB	デザイン・ビルド
DFCC	Dedicated Freight Corridor Corporation
DoF	マハラシュトラ州漁業課
EAC	環境審査会
EC	環境クリアランス
ECB	非常電話
ECo	環境コンサルタント
Economic IRR	経済的内部収益率
ECR	環境コンプライアンス報告書
EIA	環境影響評価
EIRR	経済内部収益率
EOJ	「イ」国日本大使館
EMP	環境管理計画
ETC	Electronic Toll Collection System
ETMS	EFKON Toll Management System
Final Feasibility Study Report, 2012	Final Feasibility Study Report : Detailed Feasibility Study and Bid Process Management for Selection of Developer for MTHL : Sewri to Nhava in MMR, Maharashtra State, India 2012

FS	フイージビリティ・スタディー
GDP	国内総生産
GK 橋	Ghatkopar-Koparkhairane Bridge
GC	General Consultant
GT	交通手段別の一般化時間
HBE	Home Based Education
HBWF	Home Based Work Office
HBWI	Home Based Work Industry
HBO	Home Based Other
HBWO	Home Based Work Other
HCV	大型貨物車
HHTL	既往高水位
HTMS	Highway Traffic Monitoring System
IBA	重要野鳥生息地
IC	インターチェンジ
ICB	国際競争入札
IFC	International Finance Corporation under World Bank Group
IMD	India Meteorological Department
IMF	国際通貨基金
India-WRIS	Water Resources Information System of India
IPT	中距離公共交通
ITS	高度道路交通システム
JETRO	日本貿易振興機構
JNP	ジャワハラル・ネル港
JNPT	JNP トラスト社
L/A	借款契約
LC	IUCN レッドリストの軽度懸念種
LCV	小型貨物車
LLWL	既往低水位
MAD	平均絶対偏差
MAV	多軸貨物車
MbPT	ムンバイポートトラスト社
MCGM	ムンバイ地方公社
MCNM	ナビ・ムンバイ地方公社
MCZMA	マハラシュトラ沿岸管理局
MEP	MEP Infrastructure Developers Ltd.
MET	気象観測装置
MIDC	マハラシュトラ州産業振興公社
MMB	マハラシュトラマリタイムボード
MMRDA	ムンバイ都市圏開発庁

MOEF	森林環境省
MORTH	道路省
MP	ムンバイ都市圏の地域マスタープラン
MPC	都市圏開発委員会
MPCB	Maharashtra Pollution Control Board (マハラシュトラ汚染管理委員会)
MSRDC	マハラシュトラ州道路開発公社
MTHL	ムンバイ湾横断道路建設事業
MTHL 技術支援委員会	Technical Advisory Committee
MUIP	Mumbai Urban Infrastructure Project
MUTP	Mumbai Urban Transport Project
NHAI	National Highways Authority of India
NHB	Non Home Based
NMMC	Navi Mumbai Municipal Corporation
NPV	純現在価値
NT	IUCN レッドリストの準絶滅危惧種
NTDPC	高級レベル国家運輸開発製作委員会
O&M	運営&維持管理
ODA	政府開発援助
PCo	Project Contractor
PIA	プロジェクト実施機関
PMC	プロジェクトマネジメントコンサルタント
PMGSY	Pradhan Mantri Gram Sadak Yojana Scheme
PMO	プロジェクトマネジメントオフィス
PMU	事業管理ユニット
PPP	官民パートナーシップ
PQ	事前資格審査
Project IRR 及び Equity IRR	財務的内部収益率
PWD	公共事業局
ROW	Right of Way
RPCS	乗客数観測調査
SARDP-NE	Special Accelerated Road Development Program in North East under Ministry of Development of North Eastern Region
SEZ	ナビ・ムンバイ経済特区
SIA	住民移転影響
SOI	Survey of India
SPC	特別目的会社
Study on MTHL, 2011	インド・ムンバイ湾横断道路計画調査報告書、経産省ファンド、2011年

Supplementary Geotechnical Investigations, 2013 Supplementary Geotechnical Investigations for the
proposed Mumbai Trans Harbour Link (Sewri to
Nhava), Feb, 2013

Techno-Economic Feasibility Study, 2004 Techno-Economic Feasibility Study for Mumbai Trans
Harbour 調査

TTC	Travel Time Cost
VGf	Viability Gap Fund
VMS	可変式情報板
VOC	自動車運行費用
WG	ワーキンググループ

「イ」国
交通モデル
道路交通情報等

インド国
交通需要予測モデル
交通情報、道路情報、気象情報

1. 調査の背景および目的

1.1 調査の背景

インド国（以下「イ」国）においては、近年急速な都市化の進展が見られる一方で、交通インフラの整備が都市化の進展に追いついていない状況が続いており、特に、都市圏における道路網の未整備による慢性化した交通渋滞は、都市圏における経済発展を阻害している状況にある。このような状況の下、「イ」国の国家開発計画では、包括的なインフラ整備の必要性が持続的な経済成長のために重要であるとの認識が示されている。

対象事業（ムンバイ湾横断道路建設事業（以下、MTHL とする。））が位置する拡大ムンバイ圏とナビ・ムンバイ地域を含むムンバイ都市圏は、2011 年現在、約 2,280 万人の人口を抱え、人口密度は 20,694 人/km²に達しており、世界でもトップクラスの人口過密都市である。

ムンバイ都市圏を内包するマハラシュトラ州政府は、拡大ムンバイ圏の対岸に位置するナビ・ムンバイ地域に広大な土地を有し、新空港、経済特区、ジャワハラル・ネル港の拡張やムンバイープリ高速道路整備等の多様な開発計画を推進しており、ムンバイ都市圏の持続的な経済発展を目指している。従って、MTHL は、拡大ムンバイ圏とナビ・ムンバイ地域を連結し、持続的な経済成長に寄与する重要なインフラとして位置づけられている。

本事業を実現するために、ムンバイ都市圏開発庁（以下、MMRDA とする。）は 2013 年に官民パートナーシップ（以下、PPP とする。）スキームによる入札を実施したが、不調に終わっている。この結果を踏まえ、MMRDA は方針を転換し、「イ」国政府を通じて日本政府に対して有償資金協力の適用を要請したものである。

1.2 プロジェクトの概要

本事業は、ムンバイ湾を横断してムンバイのセウリとナビ・ムンバイのチルレを結ぶ延長約 22km の道路建設である。本道路は、フルアクセスコントロールされており、インターチェンジを含んでいる（位置図参照）。

1.3 調査の概要

本調査の目的は、我が国の有償資金協力学スキーム適用を念頭に、JICA が実施する本事業への支援アプローチを検討するとともに、円借款事業として実施するための審査に必要な調査（社会環

境配慮、運営・維持管理体制等を含む) を円借款の審査スケジュールに対応して実施することである。

1.4 調査の内容

本調査の主な内容は下記のとおりである。

(1) プロジェクトの必要性と妥当性の確認

- 既往調査のレビュー
- 追加自然条件調査の実施：地形測量、土質測量、交通調査、環境及び社会配慮調査
- プロジェクト概要の作成：主要施設およびコンポーネント等

(2) プロジェクトの詳細検討

- 道路及び橋梁の概略設計
- 施工計画・積算及び事業実施計画の策定
- 完成後の運営・維持管理体制の提案
- 環境影響評価（以下、EIA とする。）と住民移転影響（以下、SIA とする。）報告書の作成
- 経済・財務分析の実施
- プロジェクト実施に係る提言の作成

1.5 調査の成果品と実施スケジュール

本調査の成果品と提出時期は下記のとおりである。

- 2015年4月中旬：インセプションレポート提出
- 2015年8月中旬：インテリムレポート提出
- 2016年2月下旬：ドラフトファイナルレポート提出
- 2016年11月下旬：ファイナルレポート提出

2. 開発計画に基づく事業の妥当性

2.1 対象地域の社会・経済状況

2.1.1 はじめに

「イ」国は、南アジアに位置し、世界で2番目に人口（12.1 億人；2011）が多く、7番目に広い国土面積（328 万 km²）を抱える国である。「イ」国は 29 州と 7 統合地域で構成されている。

「イ」国の経済は、世界で7番目の規模であり 2015 年の国際通貨基金（以下、IMF とする。）統計によると 2308 億ドルである。市場経済移行への改革の実施により、「イ国」は、世界で急成長を遂げている国のひとつとして認知され、過去 20 年における平均経済成長率は、5.8%に達し、FY2010-2011 期間の成長率は 6.1%である。また、「イ」国は豊かな天然資源をもつ複雑な多民族国家として特徴づけられている。

ムンバイ市は「イ」国最大の都市であり、マハラシュトラ州の州都でもあるとともに、インド海外貿易の玄関口として、あるいは金融および商業の中心都市として繁栄してきた。また、ムンバイ市は、大規模のスラムの存在と地方からの移住者による高い人口密度を持つ都市としての側面も持つ。以下に、ムンバイ圏に関連する行政区の概要を説明する。

2.1.2 ムンバイ都市圏

ムンバイ都市圏は「イ」国マハラシュトラ州の西部に位置し、面積は 4,355km² を有し、2011 年時点の人口は 2,280 万人で、世界でも有数の人口を抱える都市である。ムンバイ都市圏は 8 つの市行政公社（拡大ムンバイ圏、タネ、カルヤンドムビヴェリ、ナビ・ムンバイ、ウルハスナガール、ビワンディーナザムプール、ヴィサイーヴィラー

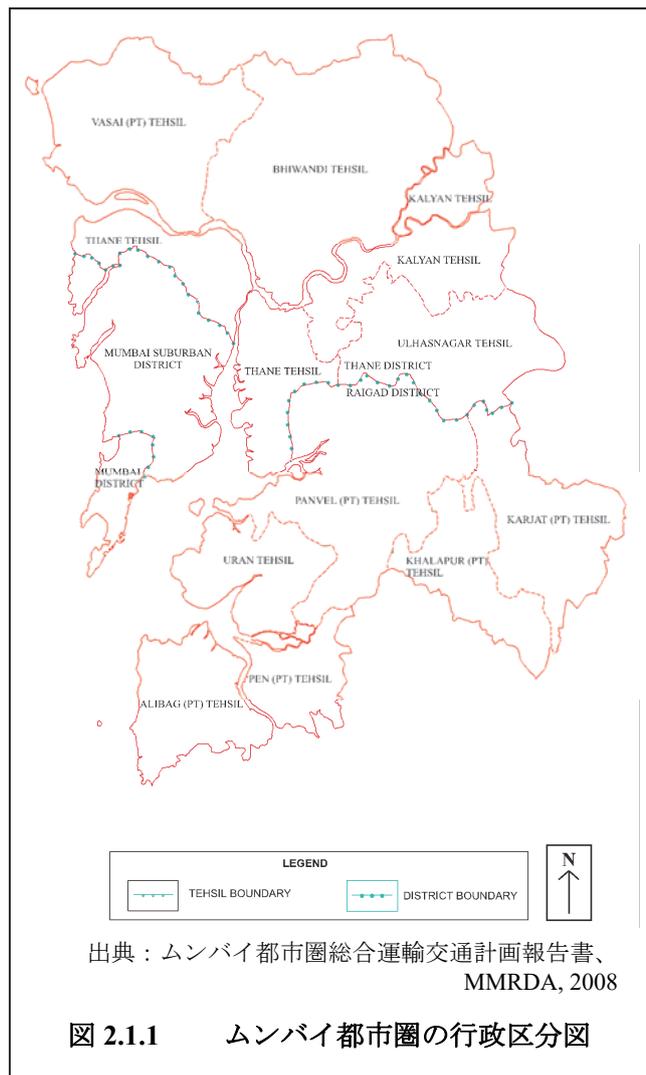


図 2.1.1 ムンバイ都市圏の行政区分図

ル、ミラーバヤンダール) と 9 市役所 (アンバーナス、クルガオンーバダラプール、マテラン、カルジャット、パンヴェル、コポリ、ペン、ウラン及びアリバウグ) により管轄される行政区とタネ及びライガード郡に存在する 1,000 以上の村落から構成されている。

ムンバイ都市圏はマハラシュトラ州の州都であるが、「イ」国の金融・商業の中心地として発展してきた歴史もあり、多くの金融関連会社の本社が拡大ムンバイ圏に拠点を構えている。更に、ムンバイ湾は天然の良港に恵まれ、拡大ムンバイ圏のムンバイ港、ナビ・ムンバイ側のジャワハラル・ネル港 (以下、JNP とする。) を有し、両港の貿易量は、「イ」国の海運による貿易量の約 70% を占めるほどである。

MMRDA は、ムンバイ都市圏の長期将来計画の立案のみならず、実際の戦略的インフラ事業の実施をも管轄している地方政府機関である。

2.1.3 拡大ムンバイ圏

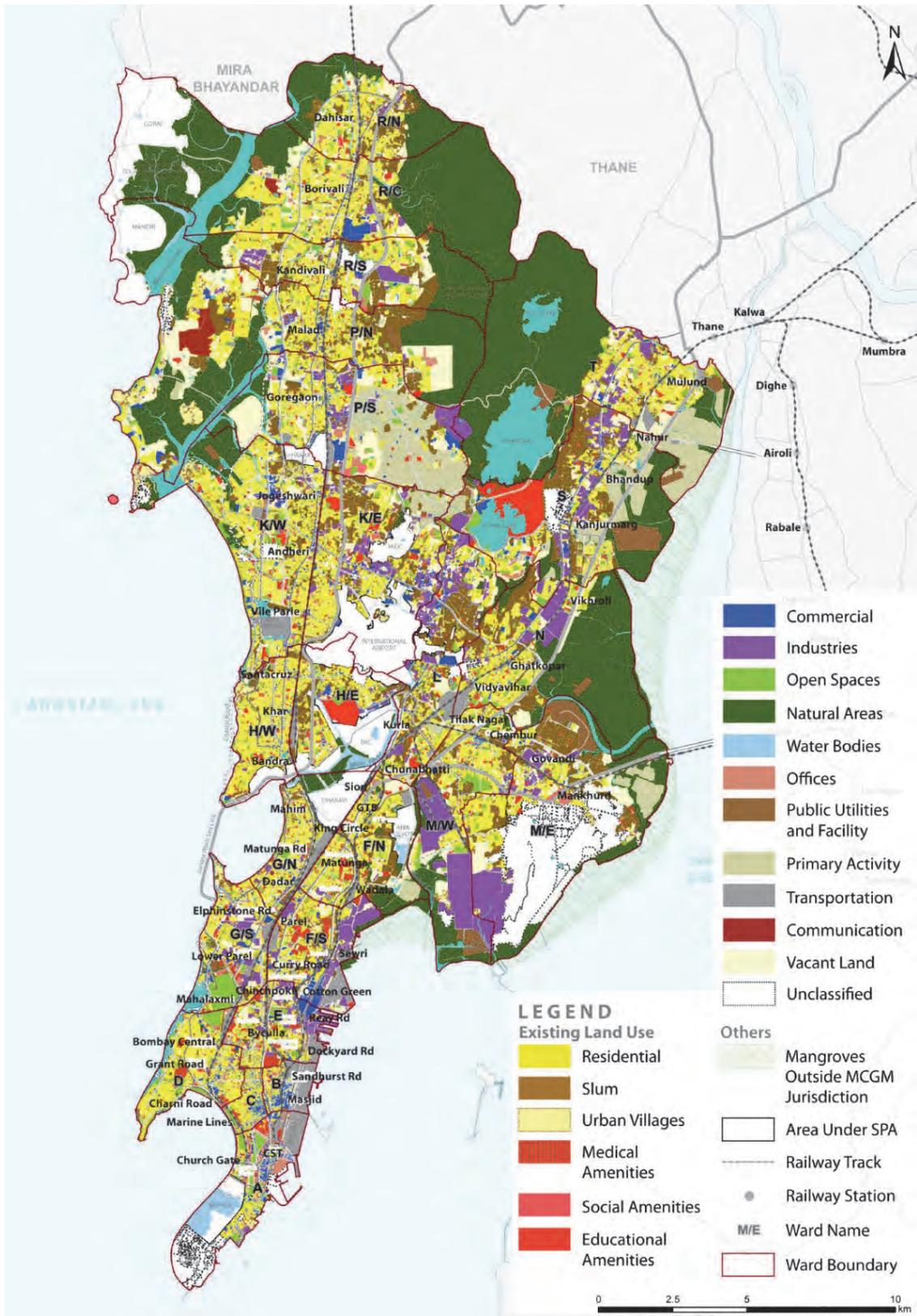
拡大ムンバイ圏は、長い間ボンベイとして親しまれてきた地域であり、幅約 12km、長さ約 40km の南北に長い半島に位置し 3 方を海 (アラビア湾、ムンバイ湾、タネ浦) に囲まれている。拡大ムンバイ圏は面積が 437km² あり、人口は 2011 年現在 1248 万人を有し、ムンバイ駅、行政庁舎等多くの歴史的建造物が存在するとともに、金融の中心地として繁栄している。

ムンバイの発展は 16 世紀にポルトガルがムンバイ付近の諸島を占有した後に始まり、17 世紀に英国がポルトガルから占有地を譲り受けた後に「イ」国における海外からの玄関口となった。1970 年代までムンバイは繊維工業と港湾運営で発展してきた。その後、ムンバイ経済は徐々に多様化し、金融、宝飾、皮革、IT 及び娯楽関連産業が盛んとなり、今日では拡大ムンバイ圏は「イ」国におけるビジネスと金融の中心地となるまでに成長した。現在は、この拡大ムンバイ圏にインド国家銀行、インド生命保険社、インド証券会社やタタグループ等、全ての銀行、金融、証券等の本社が設置されている。

一方、拡大ムンバイ圏は他の急成長している発展途上国の都市と同様に都市化の問題に直面しており、貧困と失業が拡大している状況にある。また、ムンバイにはダラヴィと呼ばれる世界でも 2 番目に大きなスラムが形成されており、わずか 2.39km² の土地に約 100 万人の住民が居住しており、その人口密度は少なくとも 33.5 万人/km² と世界で最も過密した地域であると言われている。更に、拡大ムンバイ圏には、利用できる土地が希少なため、住宅や事務所価格が高騰しているとともに、郊外からの長時間通勤、過密状態のバスや列車での通勤等の多くの問題を抱えている。

拡大ムンバイ圏は、「イ」国への貿易の玄関口である国際港を抱え、主に一般貨物を扱ってきた。近年は、石油製品、化学製品、自動車専用船による自動車の扱いを増加させている。ムンバイ港を運営しているムンバイ港トラスト社の 2013-14 年次報告書によると、ムンバイ港は 59.18MT の貨物を扱っており、これは、インドの主要港湾が扱う貨物量の 10.65% にあたる。

1865 年以降、拡大ムンバイ圏は拡大ムンバイ圏市公社により管轄され、インフラや公共施設の建設及び維持管理も行っており、2011 年の年間予算は、204.173 百万インドルピー (44.46 億米ドル) である。図 2.1.2 は、拡大ムンバイ圏の 2014-2034 年の開発計画を示す。



出典：拡大ムンバイ圏土地利用計画図 2014-2034

図 2.1.2 拡大ムンバイ圏の将来土地利用計画図 (2014-2034)

2.1.4 ナビ・ムンバイ

ナビ・ムンバイ地域は、拡大ムンバイ圏からムンバイ湾を隔てた対岸側に位置しており、世界で最も大規模なニュータウン開発のひとつとして有名な地域である。その開発はマハラシュトラ州政府下のムンバイ都市圏計画委員会の提言に基づき、拡大ムンバイ圏への人口・施設等の集中を避けるために1972年にニュータウン開発が開始された。

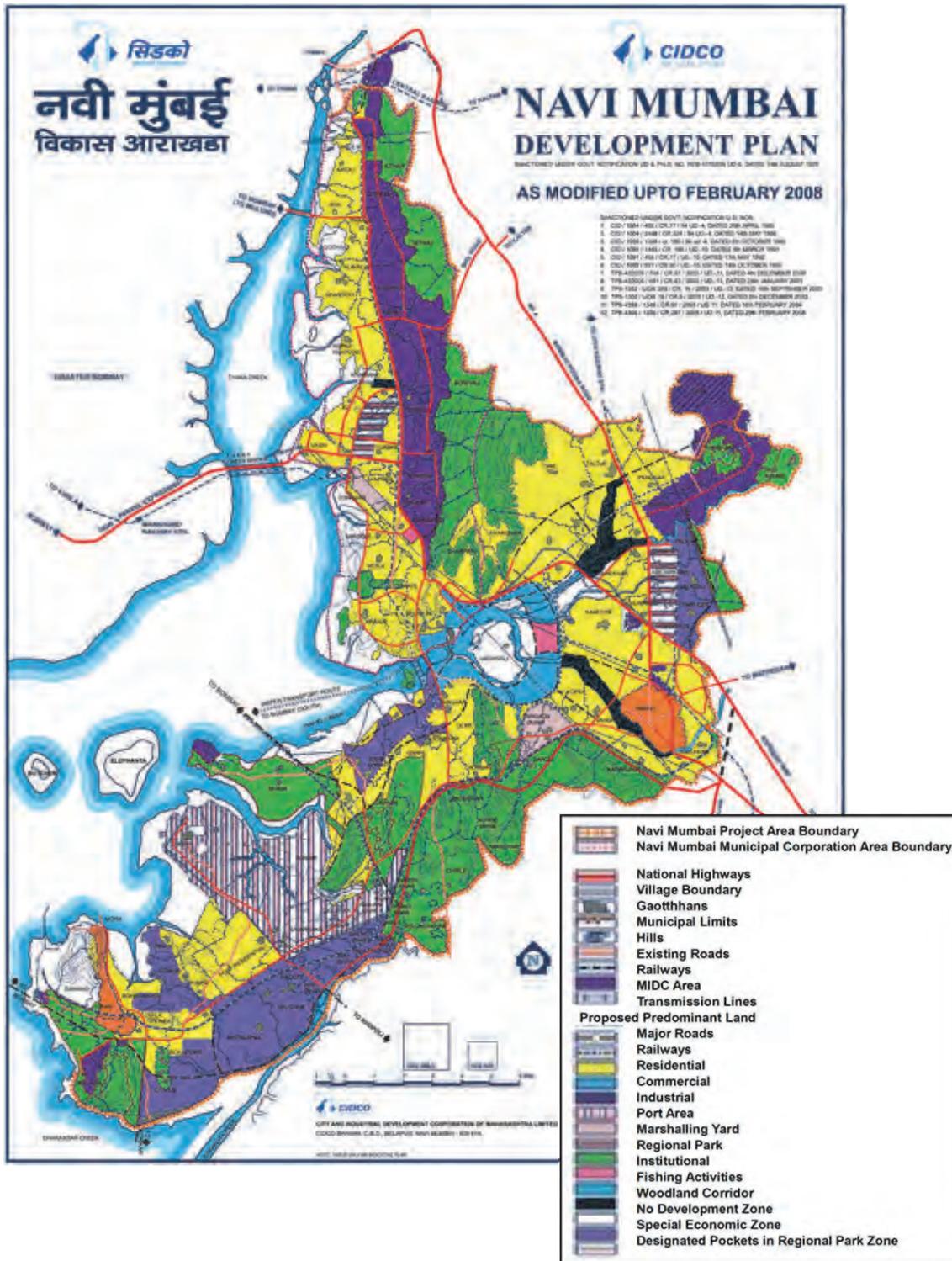
ナビ・ムンバイの開発地域面積は150kmの海岸線を含む344km²におよび、公共交通回廊に沿った14の開発拠点を含んでおり、開発面積の45%は緑地として計画されている。最新の統計(2011年)によると、ナビ・ムンバイの人口は約112万人に達し、その35%は拡大ムンバイ圏より転入してきた人口である。

ムンバイ市及びマハラシュトラ産業開発公社(以下、CIDCOとする。)は、1970年に「イ」国会社法(1956年施行)に基づき設立され、ナビ・ムンバイ地域の新しい開発公社として指定されニュータウンの計画・開発を行っているが、その費用は土地や開発された不動産を販売することにより賄われている。

CIDCOはナビ・ムンバイ地域の開発を促進するため、これまで拡大ムンバイ圏に立地していた様々な産業を誘致することに多くの努力を払ってきた。まず、初期の段階で石油化学製品の生産工場がナビ・ムンバイ側に誘致された。現在は、277の工場がタロジャ工業地域にある一方、タネ・ベラプール工業地域には約391の工場が稼働しており、化学、製紙、プラスチック等全ての種類の加工工場が進出してきている。製鉄の卸売商もナビ・ムンバイのカラモボリに転入してきている。更に、農業加工製品市場にあった野菜や果物等の主要な卸売商もナビ・ムンバイの「農産物市場(以下、APMCとする。)」に拡大ムンバイ圏から1996年までに転入し、ナビ・ムンバイ側の雇用促進に大きく貢献している。近年、CIDCOは労働集約型産業よりもムンバイに拠点をもつITやIT関連産業の誘致に力を入れている。

また、ナビ・ムンバイには、「イ」国最大のコンテナ港で1989年に国際貿易港として認定されたJNPがあり、「イ」国のコンテナ貨物の約60%を取り扱っている。

図2.1.3はナビ・ムンバイの開発計画を示す。



出典：CIDCO ホームページ

図 2.1.3 ナビ・ムンバイ開発計画

2.2 国家開発計画と運輸セクター開発計画の概要

2.2.1 国家運輸計画

「インド運輸報告書：2032年を目指して」は、中央政府により設置された高級レベル国家運輸開発政策委員会（以下、NTDPCとする。）が4年間をかけ21回にも及ぶ公式協議を経て2014年に編集・発行されたもので、今後20年間の長期国家運輸政策を包括的にまとめている。この報告書は、運輸セクターの技術的課題や政策を取扱うばかりでなく、関連機関や人的資源開発、資金調達及び、インフラ整備事業への民間セクター参加の重要性等を取扱い、道路セクターばかりでなく、他の重要な交通モードである鉄道、港湾、都市鉄道や航空も併せて取り扱っている。

本報告書は、今後20年間における道路セクターの計画や整備については、以下の点を提言している。

- 道路モードは統合された運輸マルチモーダルシステムの一部と見做され、主要道路網は、鉄道網計画や港湾、経済特区及び貨物集積拠点との接続性を考慮しての整備。
- 地方部における道路網拡張の継続は、Pradhan Mantri Gram Sadak Yojana Scheme（以下、PMGSYとする。）を通して実施。
- 国道及び州道網の更なる拡大は、経済成長や他の開発プロジェクト及びアジアハイウェイへの接続性を踏まえて実施。
- 道路事業への民間セクター参画のための法律の枠組み改訂の必要性。
- 国道における有料化方針のレビューの必要性
- 国道・州道整備関連機関の能力向上の必要性
- 交通安全対策に取り組むために、交通安全及び交通マネジメント委員会設立の必要性

2.2.2 「イ」国道路網の現状

「「イ」国運輸報告書：2032年を目指して」は、「イ」国道路網の現状についてその概要を取りまとめている。表2.2.1は、「イ」国が独立してからの道路網拡大の進捗を表している。「イ」国の道路網は、他発展途上国と比較すると比較的整備されており、人口及び国土面積あたりの道路密度の指標を用いると、前者は336km/100,000人、後者は1,382km/1,000km²であり、中国の288km/100,000人及び403km/1,000km²、パキスタン国の149km/100,000人及び335km/1,000km²と比較しても道路整備が進展していることが解る。

表 2.2.1 「イ」国独立後の道路網整備の進展

道路ネットワーク	単位（千 km）						
	1951	1961	1971	1981	1991	2001	2011
(i) 総延長	400	524	915	1,485	2,327	3,374	4,690
(ii) 国道	22	24	24	32	34	58	71
(iii) 州道	-	-	57	94	127	132	164
舗装された道路	157	263	398	684	1,113	1,602	2,502

出典：「イ」国運輸報告書：2032年を目指して、NTDPC

表 2.2.1 から、「イ」国政府は過去 30 年間に於いて道路網整備、特に農村への接続道路網の整備に注力してきたことが分かる。

表 2.2.2 は、今後 20 年間の道路網整備への投資計画を示す。この将来投資計画においては、12,500km の高速道路網と 180,000km の国道網整備を公共及び民間投資の両方で実施する計画である。州道については、州道の国道への昇格等を計画しており、定量的な目標は報告書の中では示されていない。

表 2.2.2 道路網整備にかかる将来投資計画

(km)

	期間				合計
	2012-17	2017-22	2022-27	2027-32	2012-32
高速道路網	500	2,000	4,000	6,000	12,500
国道道路網	-	80,000	-	100,000	180,000
州道道路網	-	-	-	-	-

出典：「イ」国運輸報告書：2032 を目指して、NTDPC

表 2.2.3 は道路クラス別、実施目標年度別の道路網整備に関する将来投資計画を示している。表 2.2.3 によると、「イ」国政府は膨大な額の投資（約 360 百万ドル/年）を民間からの投資も促しつつ、今後 20 年間に道路網整備に向けた計画である。これらの整備投資計画から、「イ」国政府は今後も社会・経済発展のために、道路網拡大に注視していることが分かる。

表 2.2.3 道路網整備の将来投資計画

(百万インドルピー)

	2012-2017		2017-22		2022-27		2027-32		2012-32	
	合計	民間セクター	合計	民間セクター	合計	民間セクター	合計	民間セクター	合計	民間セクター
高速道路網	200	-	600	100	1,200	300	1,800	1,000	3,800	1,400
国道道路網	2,150	600	3,150	800	4,200	1,150	5,700	1,450	15,200	4,000
特別道路計画網： SARDP-NE+ Arunachai package (中央セクター)	250	-	400	-	500	50	600	50	1,750	100
その他の特別道路 計画網： (中央セクター)	100	-	150	-	200	-	200	-	650	-
州道道路網	2,100	150	2,700	250	3,200	350	3,600	400	11,600	1,150
主要地区道路網	1,000	-	1,300	-	1,600	-	2,100	-	5,700	-
中小道路網	1,450	-	1,850	-	1,300	-	1,100	-	5,700	-
合計	7,250	750	10,150	1,150	12,200	1,850	15,100	2,900	44,700	6,650

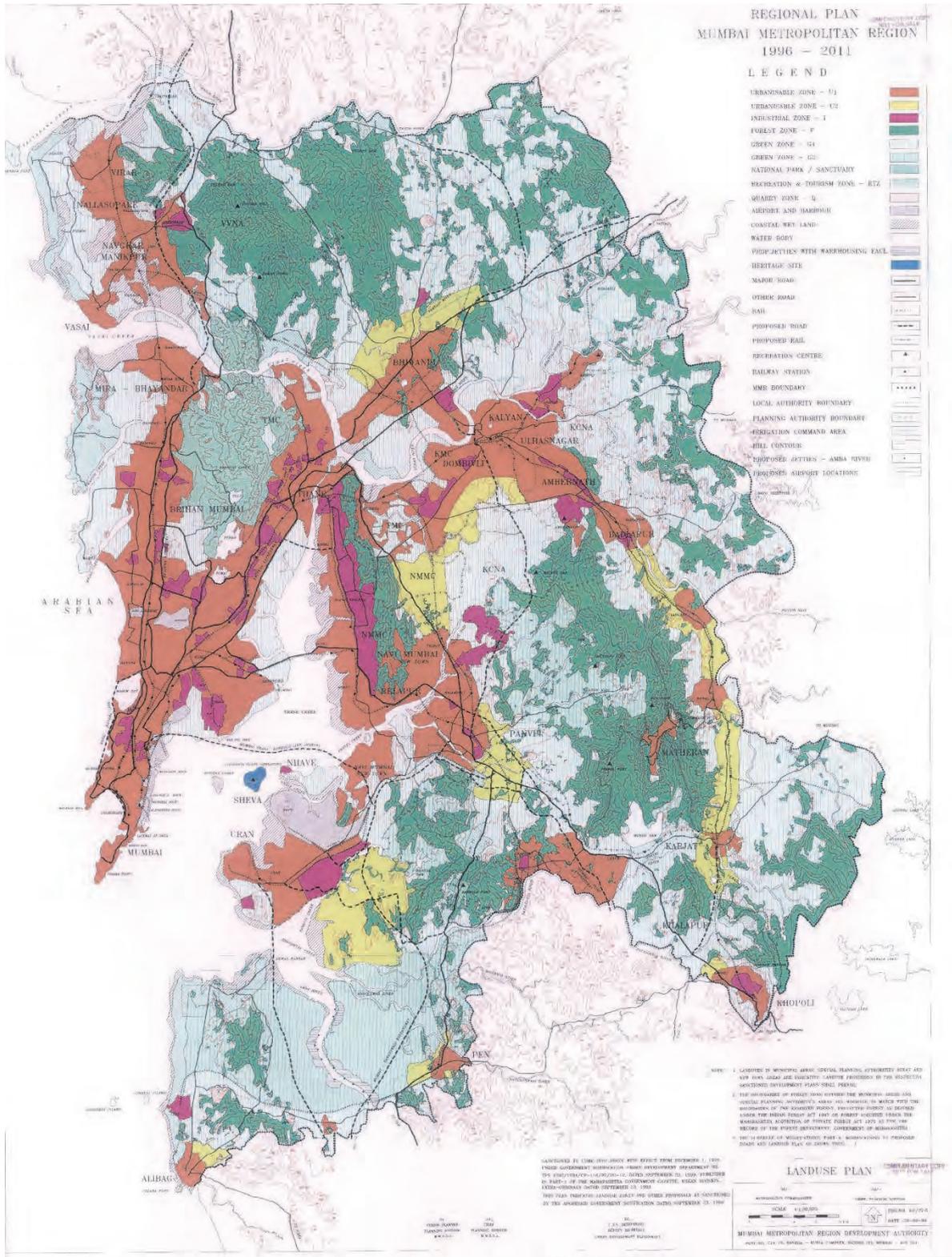
注：Special Accelerated Road Development Program in North East under Ministry of Development of North Eastern Region (以下、SARDP-NE とする。)

出典：「イ」国運輸報告書：2032 を目指して、NTDPC

2.3 ムンバイ都市圏のマスタープランと運輸システム

2.3.1 ムンバイ都市圏の地域開発マスタープラン

MMRDA はムンバイ都市圏の地域マスタープラン（以下、MP とする。）を作成する主管官庁であり、最初の MP を 1973 年に策定し、多様なセクターの観点を検討しつつ、改訂版である 1996-2011 年版 MP を作成し、1999 年の 9 月 23 日に州政府の承認を得た後、1999 年 12 月 1 日に公布されている。現在、第 2 版 2011-2031 年 MP 改訂作業が進展中である。しかし、1999 年の都市圏計画員会法に基づき、MP の改訂作業は、MMRDA の支援を受けながら、都市圏開発委員会（以下、MPC とする。）が主管することになった。新しい MP を準備するにあたり、MPC は 5 つのワーキンググループ（以下、WG とする。）、（1）土地利用、（2）産業及び投資、（3）環境、（4）運輸、（5）住宅、を立ち上げ、検討するとともに、ムンバイ都市圏総合運輸計画の結果、ムンバイ都市圏のビジネスプラン、チタレ委員会報告書及び、ムンバイ都市圏のコンセプトプラン等を取り込む予定である。図 2.3.1 に、改訂版地域 MP（1999-2011）を示す。



出典：MMRDA

図 2.3.1 ムンバイ都市圏の地域マスタープラン（1996-2011）

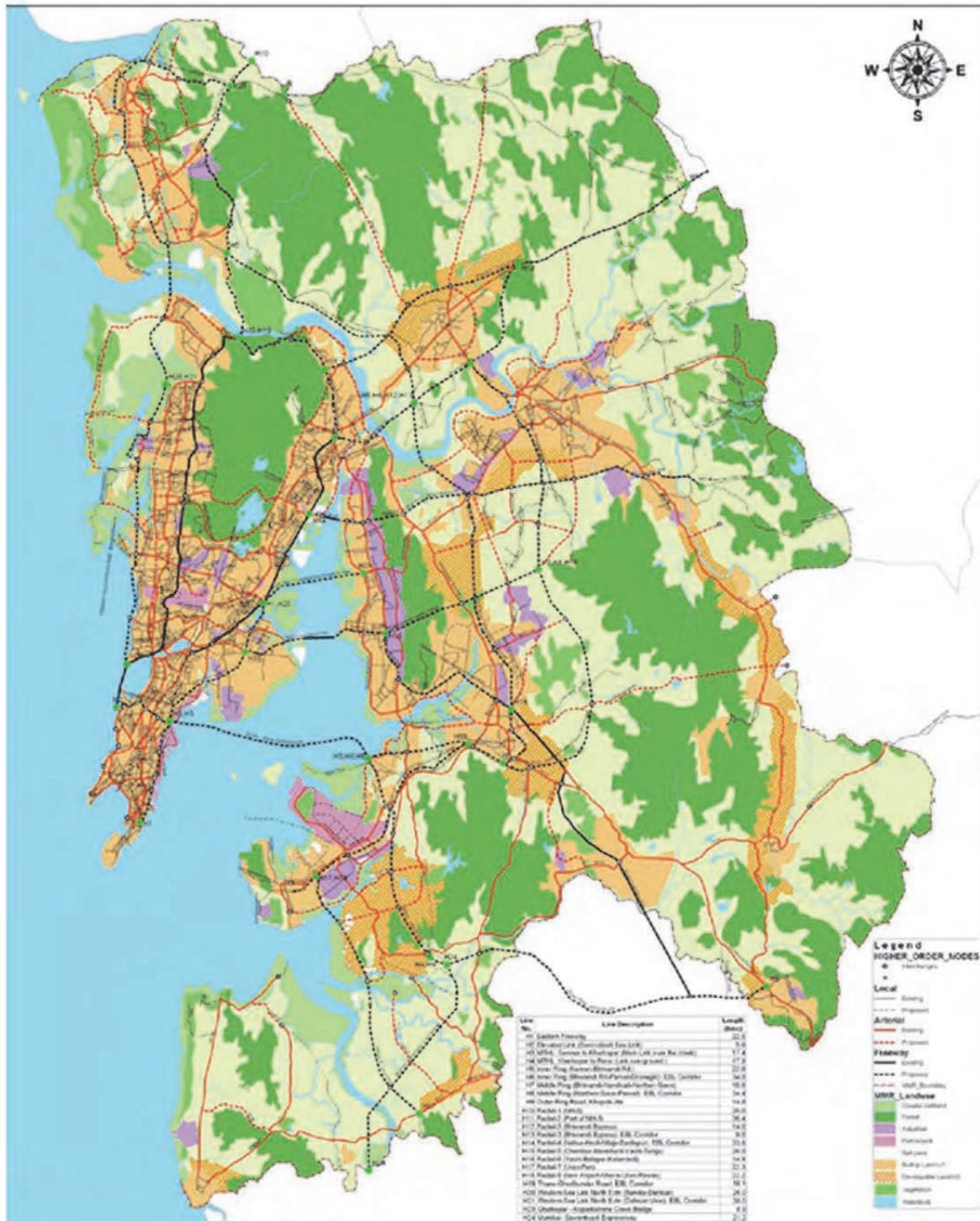
2.3.2 ムンバイ都市圏総合運輸交通計画

ムンバイ都市圏総合運輸交通計画（以下、CTS, 2008 とする。）は、MMRDA が監修し世銀の支援を受けて、過去の同様な運輸交通計画策定後 25 年振りの 2008 年 7 月に策定された。この CTS, 2008 においては、短期計画（2016 年目標年次）、中期計画（2021 年目標年次）、長期計画（2031 年目標年次）に対応したムンバイ都市圏における運輸交通政策とガイドラインが取りまとめられ、特定の公共交通や道路整備プロジェクトが推奨されている。この報告書は、ムンバイ都市圏の切れ目のない、かつ統合されたシステムとしての運輸交通計画将来像を提示している。この将来像は、通勤者が安全かつ便利に多様な交通モード、特に公共交通を利用できることを目指しており、多様なトリップ需要を満足させるため、2031 年までにマルチモーダル回廊の整備を提言している。

従って、CTS, 2008 はムンバイ都市圏の都市内及び近郊の鉄道網拡張を推奨するとともに、道路網拡張としては、2016 年までに 982km、2021 年までに 1,229km、2031 年までに 1,739km を整備することを提案している。本報告書において、MTHL は拡大ムンバイ圏とナビ・ムンバイ接続の重要性を鑑み、2016 年までに整備されるべき優先道路として指定されている。

2.3.3 ムンバイ都市圏の道路網の現状

ムンバイ都市圏内の道路網は、高速道路、国道、州道、主要郡道及び村道から構成されている。近年のムンバイ都市圏の道路網の統計は公式な詳細データがないが、CTS, 2008 報告書においては、1998 年の MMRDA 推定として、道路総延長を 7,003.5km としており、その内、国道、州道及び主要郡道の総延長は、942.87km であるとされている。拡大ムンバイ圏においては、都市内主要幹線として、ウェスタン・フリーウェイやイースタン・フリーウェイ及びシオンーパンベル道路が半島の南北幹線として機能しているが、東西方向の整備が遅れている。図 2.3.2 は、ムンバイ都市圏の 2016 年次の道路網計画を示す。



出典：ムンバイ都市圏総合運輸交通計画報告書、MMRDA, 2008

図 2.3.2 ムンバイ都市圏の 2016 年次道路網計画

ムンバイ都市圏道路網の現状については、CTS, 2008 で実施した調査結果から部分的には伺える。調査においては、ムンバイ都市圏内の 2,321km について、道路延長、車線数、道路用地幅及び路面状況を踏査している。表 2.3.1 に調査結果を示す。

表 2.3.1 CTS, 2008 で実施された行政区別道路延長

地区名称	道路延長 (km)	割合 (%)
Greater Mumbai	787	33.9
Navi Mumbai	130	5.6
Panvel	38	1.6
Region East of Panvel	32	1.4
Khalamboli – Kharghar - Taloje	95	4.1
Uran	104	4.5
Pen Alibag	191	8.2
Vasai- Viral	113	4.9
Mira-Bhayandar	65	2.8
Thane	96	4.1
Kalyan Dombivli U/A	150	6.5
Bhiwandi - Nizampur	93	4.0
Region North of Bhiwandi (rural)	149	6.4
Ambemath – Badlaapur-Ulhasenagar	138	5.9
Karjat-Khopoli-Matheran	138	5.9
合計	2,321	100

出典：CTS, 2008、MMRDA

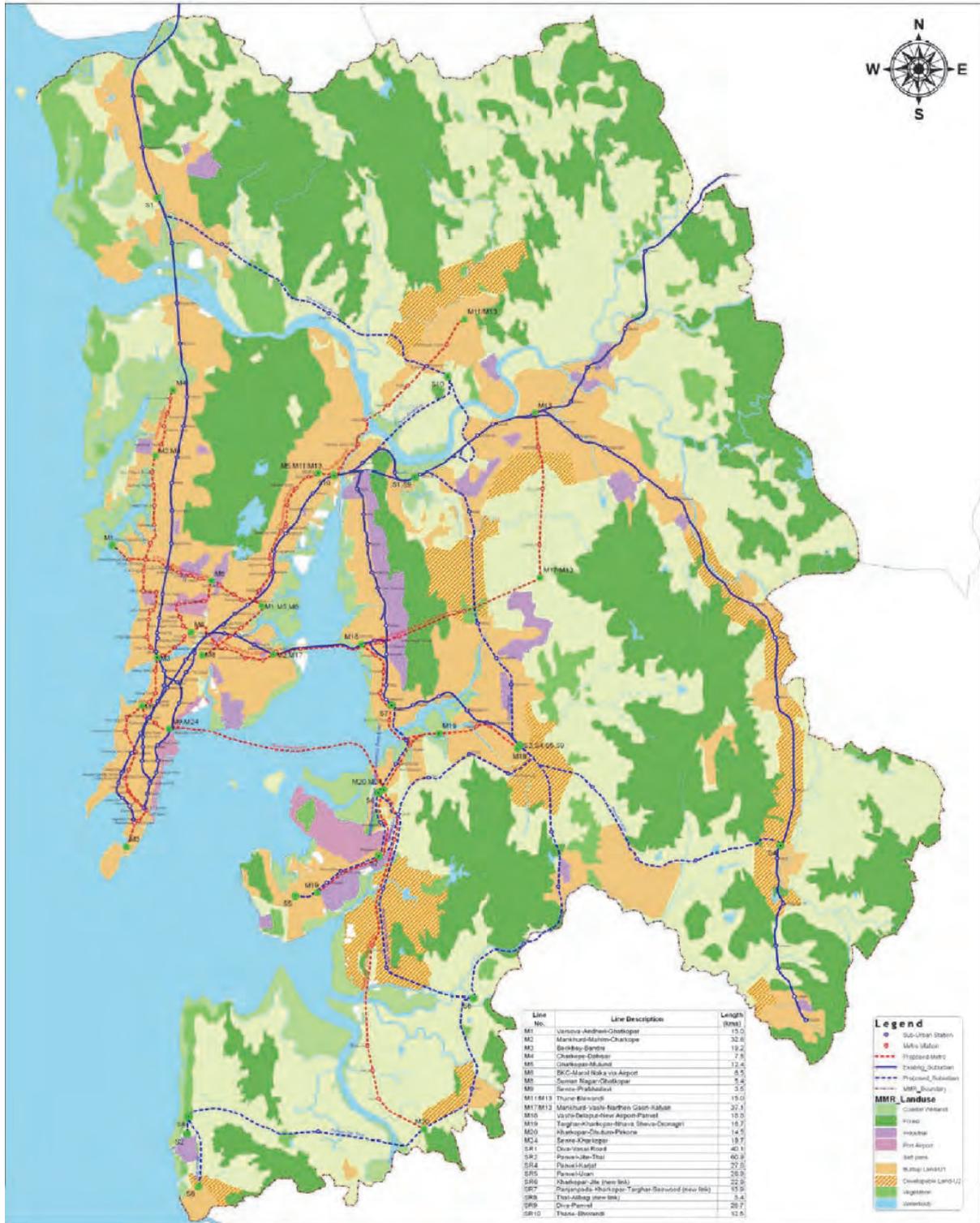
車線数については、調査した道路網全体の 52.5%が 2 車線道路であり、31%が 4 車線以上の道路であることが分かる。

道路路面状況については、調査対象道路全長の 39%が良好な状況であり、38%が問題のない状況、23%の道路の路面状況が悪いと診断されている。

2.3.4 ムンバイ都市圏の他交通モード

鉄道やバス等から構成される公共交通は、CTS, 2008 調査結果によるとムンバイ都市圏においては、自家用車使用と比較しても、大多数の住民に利用されている。特に、旅客鉄道は、比較的長距離の移動において利用されており、全体トリップの 52%を占めている。これは、鉄道の歴史が長く運営が安定していること、効率的な鉄道網が整備されていること及び、低料金によるものと考えられる。平日の平均近郊鉄道利用需要は、2005 年時点で 15 百万人/km で平均旅行距離は 26km である。一方、バスもよく利用されている交通モードのひとつであり、2005 年には 3.55 百万人/日で利用され、これはムンバイ都市圏内の全旅行需要の 26.3%を占める。近郊鉄道網の更なる改良や拡張は、世銀支援のムンバイ交通プロジェクトフェーズ II において実施されている。

上述した近郊鉄道およびバスシステムに加えて、ムンバイ都市圏内における都市内大量輸送システムも 2003 年に策定されたムンバイメトロ整備 MP に基づき PPP スキームにより整備が開始されている。MP では、9 路線、全長 146.5km のメトロ整備を提言しており、その内 32.5km は地下構造、残り区間は高架構造で整備される予定である。2015 年現在、全長 11.5km の Line-1 (バルソヴァーアンデリーガットコパール間) は既に完成しており、全長 32km の Line-2 (チョルコップーバンドラーマンクールド) は建設中である。図 2.3.3 は、ムンバイ都市圏の 2016 年次鉄道網整備計画を示す。



出典：CTS, 2008、MMRDA

図 2.3.3 2016 年次鉄道・地下鉄網整備計画

2.4 ナビ・ムンバイ地域の主要な開発計画

2.4.1 はじめに

本項では、拡大ムンバイ圏とナビ・ムンバイ側を MTHL で連結することの重要性を明らかにするために、ナビ・ムンバイ側の様々な開発計画について概要を示す。なお、ここで記載する開発計画の位置は、巻頭の位置図に示されている。

2.4.2 新ナビ・ムンバイ国際空港

現ムンバイ空港は拡大ムンバイ圏に位置し、2011-12年において29百万人の旅客数を数え、急速な勢いで飽和に向かっている。現状から更なる旅客及び貨物取扱能力の増強を目指して、新ナビ・ムンバイ国際空港は計画された。CIDCO が管轄している新ナビ・ムンバイ空港の計画によると、新空港は1,160haの用地の中に同時供用が可能な2本の滑走路と各滑走路への分離された誘導路を含み、新しい大型航空機(4-F Code)の発着が可能で、最終段階では最大乗客取扱い人数60百万人/年の能力を持つ空港となる計画である。この新空港は、「緑の国際空港」のコンセプトで計画されており、245haのマングローブ林を新空港の隣接地であるワギバリ島に、370haのマングローブ林の再生をカモスとモハ入江で行う計画としている。新空港の建設はPPPスキームにより4段階で実施・拡張されることになっており、各段階の旅客取扱い能力は、表2.4.1に示すとおりである。

表 2.4.1 新ナビ・ムンバイ国際空港の段階別旅客取扱い能力

フェーズ	事業年	交通 (MPPA)	事業費 (Million INR)
1	2019	10	621.5
2	2022	25	369.9
3	2027	45	316.2
4	2031	60	149.8
合計			1,457.4

出典：Navi Mumbai New Airport Brochure, CIDCO, Feb.2014 and modified the operation year based on the interview to CIDICO by JICA 調査団

新空港計画は、新空港への道路および鉄道によるアクセス整備についても提案している。道路による接続については、MTHL とヴィサイーアリバウグの複合交通モード回廊の整備を提案している。

CIDCO との面談時の情報によると、事業実施の投資者は、2019年の目標開通年次を踏まえ現時点ですでに選定されており、建設工事は2016年11月現在開始されている。

2.4.3 経済特区開発

免税特権が与えられているナビ・ムンバイ経済特区(以下、SEZとする。)は、3つの地区で計画されており全体で2,140haが開発される計画である。その内訳は、ドロナギリ特区が1,390ha、ウルエ特区が400ha、カラムボリ特区が350haであり、工業、貿易、ITサービス及び金融サービ

ス等の様々な経済活動を計画し、外国資本からの投資も可能となっている。この経済特区事業は、政府による輸出・輸入政策の改訂に従い 2000 年に導入されたもので、2002 年に正式に認可されている。本事業は PPP スキームで実施されており、戦略的投資者が国際入札を通して CIDCO により選定された。CIDCO はこれらの戦略的投資者と共同で特別目的会社（以下、SPC とする。）を設立し、事業進捗を加速させている。2014 年現在、1,842ha の土地が投資者へ委譲されている。

しかしながら、経済特区事業の進捗は思わしくなく、これは主にマハラシュトラ州経済特区法の未施行、世界的な経済停滞及び MTHL や新空港開発の遅れから、投資者に魅力ある事業として映っていないことによる。現時点では、3 特区の投資者は、用地内の用地境界壁の設置や給水施設の整備、道路及び排水施設の整備は完了させているものの、建物の建設は進行中の状況にある。

2.4.4 ジャワハラル・ネル港(JNP)拡張

JNP は、「イ」国で最大のコンテナ貨物取扱港であり、2,581 ha の用地の中に 3 つの専用埠頭を有し、JNP トラスト社（以下、JNPT とする。）により運営されている。JNP は、その他一般貨物の取り扱いやセメント専用船着岸も可能である。JNP は、1989 年に運営が開始され、2014-15 年には、63.8 百万トンの貨物を取り扱い、その中には 4.476 百万 TEU のコンテナ貨物が含まれている。これは、「イ」国の主要港で取り扱われる総コンテナ取扱い量の約 56%に相当する。JNP の接岸可能な水深は、接岸船舶により 6m~14.5m が確保されている。JNP は、世界の 31 コンテナ貨物港及びインド国内の 34 内陸カーゴ集積場と連結している。

JNPT は、より水深のある航路を浚渫して確保するために、現在 60 百万インドルピーの投資計画を立案中である。この投資計画によると、アプローチ航路は、水深 13.5m まで浚渫され、3,000TEU 以下のコンテナ船しか接岸できない現状から、3,000TEU 以上を運搬可能な第 4 世代及び 6,000TEU 以上を運搬可能な第 5 世代のコンテナ船の入港を可能とする水深をもつ航路となる計画である。更に、インド鉄道と連結する引き込み線軌道の追加や国道及びナビ・ムンバイ地区へ接続する道路幅員の拡幅改良も投資計画に含まれている。

2.5 「イ」国における日系企業の活動

2.5.1 はじめに

在「イ」国日本大使館及び日本貿易振興機構（以下、JETRO とする。）が 2013 年 10 月に編集した「イ」国内で活動する日系企業リストによると、1,072 社の日系企業（現地法人含む）が「イ」国に進出してきている。この日系企業リストを付録 1 に示す。「イ」国で活動する日系企業の数は、急速に増加しており 2012 年比で 16%増加している。

日系企業は、マハラシュトラ州には 397 の拠点（支店、駐在員事務所、販売店含む）を有しており、その内 248 社はムンバイに拠点を持っている。ムンバイは「イ」国における金融、海外貿易の中心地であり、日系企業の大多数は、金融、保険、貿易及び物流関係である。一方、プネとその周辺地域には 105 のビジネス拠点がある。プネ周辺は、教育水準の高い人材の確保が容易なことやインドの国内市場への流通が容易なこと等により、多数の外国自動車関連企業が生産拠点を置いているため、日系の自動車関連を含む製造業も進出してきている。JETRO ムンバイ事務所は、

2013年にマハラシュトラ州産業振興公社（以下、MIDCとする。）と協定書を締結し、MIDCが開発する日系企業専用の新しい工業団地に日系企業誘致を促進することで合意した。このような状況を考慮すると、将来的にはより多数の日系企業がプネ周辺に生産拠点を築くことが期待されている。

ムンバイに拠点を持つ日系物流企業への面談によると、プネ周辺の日系製造業は生産のための材料の輸入等でムンバイ港を頻繁に利用していることである。従って、これらの日系企業はMTHL開通により、これまでいくつかの都市で重量貨物車の通行時間帯制限があり定時性に問題があったムンバイ港とプネ間の貨物輸送において、その定時性が確保されかつ短縮されることに期待を寄せている。

2.5.2 ムンバイ都市圏におけるマハラシュトラ州における日系建設企業の活動

前述した日系企業リストによると、表 2.5.1 に示す様な複数の日系建設会社がインド市場で活動している。1社を除き、すべての進出企業が「イ」国に現地法人を設立してビジネスを展開している。

表 2.5.1 「イ」国進出日系建設企業

企業名	活動場所
Kajima India PVT	Ahmedabad, New Delhi, Gurgaon, Alwar
Maeda Corporation India PVT	New Delhi, Chennai, Pune, Bangalore
Shimizu Corporation India	Chennai, Mumbai, Bangalore
SMCC Construction India	Chennai, Pune, Vadodara, Bangalore, New Delhi
Penta-Ocean Construction India PVT	Gurgaon
Taisei Corporation	Gurgaon (liaison office), Kolkata
Takenaka India PVT	Ahmedabad, Bangalore, Alwar, Chennai
L&T Chiyoda	Vadodara
JFE Engineering India	Mumbai

出典：日本企業進出リスト、EOJおよびJETRO、2014

しかしながら、これらの企業の活動は「イ」国に進出している日系企業の工場・建物建設等、建築工事に限定されており、道路、橋梁等の土木工事の「イ」国内での経験はわずかである。例えば、清水建設は、デリーメトロ建設事業フェーズ1で土木工事の経験がある一方、JFE エンジニアリングが Delhi Freight Corridor Project に参画しているのみで、これらは全て我が国の政府開発援助（以下、ODAとする。）による事業である。

2.6 「イ」国の建設産業

2.6.1 はじめに

「イ」国の建設産業は国家経済の発展に貢献し続けてきた。2006-07～2010-11 間の5年間の平均では、全体の国内総生産（以下、GDPとする）の約8%を占めており、金額ベースでは38,500億ルピーに達している。2005-06年以降5%～10%の範囲で成長を続けてきている。

2011 年の推計によると「イ」国には、約 31,000 社の建設会社が存在し、建設産業が雇用している労働者数は約 41 百万人である。これは農業部門に続き 2 番目に国内雇用に大きく貢献している。

現状の建設産業関連の投資を金額別で見ると、インフラ整備に 49%、不動産・住宅事業に 42%、工業関連事業に 5%が投資されている状況である。このように、建設産業は、多額のインフラ整備、不動産・住宅等への投資に支えられて、継続的な発展を期待されているセクターである。表 2.6.1 に、建設産業の成長過程を示す。

表 2.6.1 「イ」国建設産業の成長推移

年	2006-07	2007-08	2008-09	2009-10	2010-11
建設産業 GDP (百万インドルピー)	2,850	3,150	3,330	3,560	3,850
全体 GDP に占める割合 (%)	8.0	8.1	8.0	7.9	7.9
建設産業の成長率 (%)	10.3	10.7	5.4	7.0	8.1

出典：Handbook of Statistics RBI 2011

2.6.2 「イ」国の建設会社、登録と入札制度

2011 年の推定によると、「イ」国には約 31,000 社の建設関連会社が存在していると言われている。しかしながら、大多数の会社は 200 名以下の労働者を抱える小規模な会社であり、500 名以上の雇用者を抱える大規模な会社は 350 社のみである。

中央および地方政府は、公共事業入札へ参加意欲を示す建設会社のために登録制度を用意している。「イ」国中央公共事業局が制定した「入札資格規則 2005」によると、土木工事は 5 分類されており、各クラスとも登録に必要な基準は、(i) 過去 5 年間の完成業務実績、(ii) 財務諸表の健全性、(iii) 技術力：必要な学歴・経歴をもつ技術者数、(iv) 建設機械・機材の保有数である。登録クラスによって、入札可能予定額が異なる。例えば、土木工事における最も高い「クラス 1」の会社は、2 億ルピーを上限とする公共事業の入札に参加可能である。表 2.6.2 は土木／道路工事会社の登録に必要な要求事項である。

表 2.6.2 土木/道路工事会社入札登録要求事項

クラス	入札予定額の条件 (百万インドルピー)	過去 5 年間の実績 (百万インドルピー)	財務健全性 (百万インドルピー)	技術力	機材保有
I	200	契約額 INR 20 百万以上の 3 プロジェクト経験内 2 件は 道路、残り 1 件は土木工事 または、 契約額 INR 40 百万以上の 2 プロジェクト経験内 2 件は 道路工事、残り 1 件は土木 工事 または、 契約額 INR 107 百万以上 の 1 件のプロジェクト経験	額面 INR 130 百 万の銀行保証	a) 1 名の大卒技術 者で 5 年以上の 実務経験 b) 1 名の大卒技術 者で 2 年以上の 実務経験 c) 1 名の短大卒技 術者で 5 年以上 の実務経験 d) 2 名の短大卒技 術者で 2 年以上 の実務経験	i) 1-アカダム舗 装混合プラント ii) 2-舗装フィニ シャー iii) 5- 道路ロー ラー iv) 5-トラック v) 2- 振 動 ロー ラー
II	50	契約額 INR 8 百万以上の 3 プロジェクト経験内 2 件は 道路、残り 1 件は土木工事 または、 契約額 INR 12.5 百万以上 の 2 プロジェクト経験 または、 契約額 INR 25 百万以上の 1 プロジェクト経験	額 面 INR 33.5 百万の銀行保証	a) 1 名の大卒技術 者で 5 年以上の 実務経験 b) 2 名の短大卒技 術者で 5 年以上 の実務経験	i) 1-アカダム舗 装混合プラント ii) 1-舗装フィニ シャー iii) 3- 道路ロー ラー iv) 3-トラック v) 1- 振 動 ロー ラー
III	12	契約額 INR 2 百万以上の 3 プロジェクト経験内 2 件は 建物、残り 1 件は土木工事 または、 契約額 INR 3 百万以上の 2 プロジェクト経験内 1 建物 工事で残り 1 つが土木工事 または、 契約額 INR 6 百万以上の 1 建物プロジェクト経験	額面 INR 8 百万 の銀行保証	a) 1 名の大卒技術 者で 3 年以上の 実務経験	i) 1-コンクリート ミキサー ii) 1-モルタルミ キサー iii) 2-棒状バイブ レーター iv) 1-梁用バイブ レーター vi) 4-床用バイブ レーター
IV	5	契約額 INR 75 万以上の 3 プロジェクト経験(建物また は土木工事) または、 契約額 INR 1.25 百万以上 の 2 プロジェクト経験(建物 または土木工事) または、 契約額 INR 25 百万以上の 1 プロジェクト経験(建物ま たは土木工事)	額面 INR 3.1 百 万の銀行保証	b) 1 名の短大卒技 術者で 3 年以上 の実務経験	i) 1-コンクリート ミキサー ii) 1-モルタルミ キサー iii) 2-棒状バイブ レーター iv) 1-梁用バイブ レーター vi) 1-床用バイブ レーター

注：クラス 3、4 の道路工事に関し要求事項はない。

出典：Enlistment Rules 2005, Central Public Works Department

契約予定額が 2 億ルピー以上のプロジェクトの場合は、発注者は入札資格者を選定するためにプロジェクトの特徴に応じた事前資格審査（以下、PQ とする。）要求事項を設定することができ、上述した登録システムは採用されない。

中央公共事業局（以下、CPWD とする。）が発行した「CPWD 工事マニュアル 2014」は、公共事業の入札手順を簡潔に説明している。例えば、契約予定額が 2 億ルピー以下のプロジェクトにおいては、登録システムに登録している建設会社は発注者がクラス別に指定している入札上限額の範囲までの入札に参加することが可能であり、入札時には価格札のみが提出される。

契約予定額が 2 億ルピー以上のプロジェクトにおいては、2 または 3 封筒システムが採用される。2 封筒システムは、(i) 入札資格要求事項に関する証拠書類、(ii) 価格札が別々の封筒で提出されるが、3 封筒システムでは、(i) 入札資格要求事項に関する証拠書類、(ii) 技術提案書類、(iii) 価格札が別々の封筒で提出される。2 封筒システムでは、入札資格要求事項に関する証拠書類がまず開封され、発注者または他委託先機関によって評価される。入札資格を満足した入札者の価格札のみが、その後指定された日時、場所で行入札参加者の前で開封される。一方、3 封筒システムでは、入札資格要求事項に関する証拠書類がまず開封される。その後、入札資格を満足した入札者の技術提案が、指定された日時、場所で行入札者の面前で開封され、技術提案が評価終了後、価格札が開封される。入札図書の有効期限は、技術提案開封日から 90 日を限度に設定されるのが国家機関が実施する公共工事では通常である。

通常の入札手順は下記のとおりである。

- 入札公示と入札図書の配布：予定価格が 2 億ルピー以上のプロジェクトでは、14 日間
入札期間：入札期間は、プロジェクトの複雑さ、契約の種類（デザイン・ビルド方式（以下、DB とする。）等）により決定される。入札期間には、現場説明会が開催され入札予定者は指定された期日まで入札図書に関する質問をすることが可能である。
- 入札評価
- 契約交渉：技術提案と価格札の総合評価で 1 位となった入札者と契約交渉を行う。
- 契約締結：契約条件と契約価格に関し両者が合意すれば契約締結が行われる。

3. 既存調査のレビュー

3.1 はじめに

ムンバイ側とナビ・ムンバイ（ウラン）側を結ぶ連絡橋構想は Wilbur Smith & Associates 社によって検討がなされ、その報告書は 1963 年 12 月に「イ」国運輸省に提出された。その報告書において、さまざまな検討がなされており、ウラン橋という呼称でムンバイ湾を横断する海上橋が提案されている。また報告書においてはナビ・ムンバイ（ウランおよびナーバ）側の開発と公共交通網が十分に整備される時期までは連絡橋の建設は時期尚早であると記載されている。

その後、上位計画においては、1973 年には地域計画、1983 年には The Comprehensive Road Transport Plan、1984 年には Bombay Urban Transport Project、そして 1994 年には Comprehensive Transport Plan において MTHL の必要性が記載されている。

以上、MTHL に関しては 1960 年代より様々な動きが確認されている。なお、近年（過去 10 年の間）に実施された調査を表 3.1.1 に示す。

なお、3.2 以降のレビューについては、ARUP、CES、KPMG 社が 2012 年に実施した「Final Feasibility Study Report : Detailed Feasibility Study and Bid Process Management for Selection of Developer for MTHL : Sewri to Nhava in MMR, Maharashtra State, India 2012」（以下、Final Feasibility Study Report, 2012 とする。）のレビュー結果を記載している。

表 3.1.1 近年の MTHL 調査資料

番号	タイトル	報告書 発行年	発行者	備考
フィージビリティ・スタディー（以下、FS とする。）				
1	Techno-Economic Feasibility Study for Mumbai Trans Harbour Link	2004 年 8 月	CES	FS
建設・運営・譲渡方式（以下、BOT とする。）による入札図書作成				
2	BOT Tender Documents (Vol.1,2 & 3)	2006 年 7 月	STUP & JMI etc.	BOT スキーム
3	BOT Financial Proposal	2007 年 12 月	Reliance Energy & Hyundai	
4	BOT Financial Proposal (Vo. 1 & 2)	2007 年 2 月	IL & FS. SKIL, Laing O'Rourke	
DB 入札図書作成				
5	Tender Document for Design & Build MTHL, Vol 1-6	2008 年 10 月	MSRDC / STUP	DB スキーム
都市鉄道調査				
6	Detailed Project report for Mumbai Trans Harbour Metro Rail Link	2010 年 4 月	RITES	鉄道橋 FS
プレ FS				
7	Study on Mumbai Trans Harbour Link in the Republic of India	2011 年 3 月	経済産業省、日本	プレ FS
FS と BOT による入札図書作成				
8	Final Feasibility Study Report, 2012 (Vo. 1 & 2)	2012 年 12 月	ARUP, CES and KPMG	FS と BOT による入札図書作成

出典：JICA 調査団

2012 年に MMRDA によって実施された BOT スキームによる入札の際、MMRDA は事業実施に関心を示した 6 共同企業体から 5 企業体をショートリストしたものの、最終的にはどの共同企業体も入札不参加という結果であった。この様に、BOT スキームによる入札不成立がたび重なったため MMRDA は 2013 年 8 月に BOT スキームによる事業実施を断念した。

なお、Final Feasibility Study Report, 2012 では、過去の経緯及び調査結果、さらには様々な最新情報が反映されている。このため、本章（既存調査のレビュー）においては、Final Feasibility Study Report, 2012 を対象にレビューを実施した。

また、地質調査は 2004 年と 2012 年の調査時に概ね実施されている。しかしながら、不足箇所の補足と既存地質調査結果の妥当性確認の為、本調査で海上部において 6 本の地質調査を追加で実施した。海上の深淺測量については過去の調査では実施されて無いため、本調査において全線と通して実施した。

3.2 交通需要予測

ムンバイと本土を結ぶ連絡橋の構想は 1963 年に初めて「イ」国 Ministry of Road Transport & Highways（以下、MORTH とする。）の委託で調査をおこなった Wilbur Smiths & Associates によって提案された。次いで、Trans-Thana 地域の開発にともないウラン地域の公共サービスの需要発生後を想定して、ムンバイとナビ・ムンバイを結ぶ海上連絡橋（ウラン橋）建設が提案された。

以降、1973 年の地域計画、1983 年の The Comprehensive Road Transport Plan、1984 年の Bombay Urban Transport Project、1994 年 Comprehensive Transport Plan の中においても、ムンバイとナビ・ムンバイを結ぶ海上連絡橋（MTHL）が提案され続けている。

3.2.1 はじめに

MTHL の具体的な提案は、Infrastructure Leasing & Financial Services 社とマハラシュトラ州道路開発公社（以下、MSRDC とする。）によって 2004 年に初めて提出されたが、政府によって棄却されているが詳細な理由は公開されていない。

他、過去 12 年で公開されている MTHL に関連する主な調査¹を以下に示す。各調査の概要は次節以降で整理した。

- Techno-Economic Feasibility Study for Mumbai Trans Harbour 調査、Consulting Engineering Services (CES)、2004（以下、Techno-Economic Feasibility Study, 2004 とする。）
- ムンバイ都市圏総合交通調査、Lea International、2008（CTS, 2008）
- Final Feasibility Study Report, 2012
- インド・ムンバイ湾横断道路計画調査報告書、経産省ファンド、2011 年（以下、Study on MTHL, 2011）

3.2.2 Techno-Economic Feasibility Study, 2004

2003 年に実施された本調査では、MTHL の開通を 2011 年、乗用車の通行料²を INR 100 として、以下に示すの 3 つの整備シナリオの検討を実施した。

- シナリオ 1 ～ ナビ・ムンバイ空港の整備無し+SEZ の整備無し
- シナリオ 2 ～ ナビ・ムンバイ空港の整備無し+SEZ の整備有り
- シナリオ 3 ～ ナビ・ムンバイ空港の整備有り+SEZ の整備有り

その結果、MTHL の日交通量は、2011 年のシナリオ 1 で約 46,000 pcu、その後、約 4.3%の年平均成長率で増加し、2022 年には 73,000 pcu まで増加すると予測した。また、ナビ・ムンバイ空港

¹ 近年、政府から民間セクターに本プロジェクトの整備に関する幾つかの要請があったが、それらのレポートは入手することが出来なかったため、除外している。

² 料金は車種別に様々な金額が適用されるため、比較を容易にするため乗用車の料金を参照している。

と SEZ の整備が MTHL の交通量に与える影響が大きく、SEZ 整備で約 15%、空港整備で更に約 12%交通量が増え、シナリオ 3 の 2022 年時点の交通量は 93,200 pcu と予測している。

3.2.3 ムンバイ都市圏総合交通調査 (CTS, 2008) 調査³

CTS, 2008 調査で作成された交通モデルは、本調査以降の MTHL 検討のベースとなっている。本交通モデルでは、発生・集中モデル、分布モデル、機関分担モデル、配分モデルによる基本的な 4 段階推計法が適用されており、2005 年にムンバイ都市圏で実施された約 6 万世帯の家庭訪問調査の結果をもとで作成されている。本調査全体の計画プロセスは図 3.2.1 に示すとおりである。

ムンバイ都市圏の人口を 2005 年の 2,000 万人から 2031 年には 3,400 万人⁴ (年平均成長率は約 2%) になると推計しており、人口の増加に伴い、自家用車保有も約 4.5 倍 (年平均成長率約 6%) 増加すると推計している。

また、同調査では、2031 年までに広範な交通インフラ (道路ネットワーク等) の整備が進むことを前提に、通行料が INR 150 時の MTHL の日交通量を 2022 年に約 73,200 pcu、2031 年に約 110,000 pcu⁵と予測している。

3.2.4 Final Feasibility Study Report, 2012

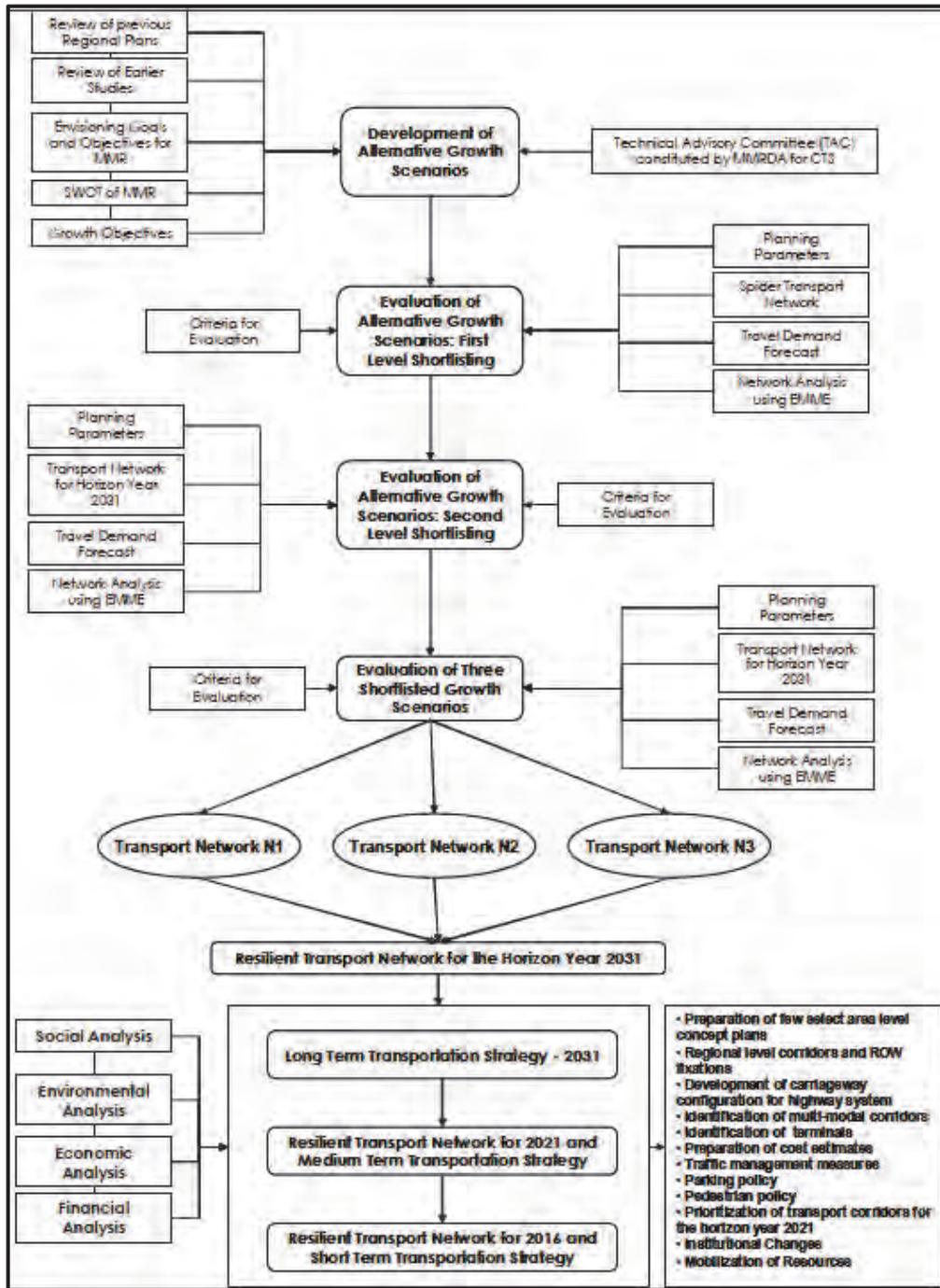
同調査は、BOT スキームで MTHL 事業を実施することを前提に、MMRDA が FS 及び入札図書 (案) の作成を行った調査であり、交通需要予測も含まれている。具体的には、CTS, 2008 で推定されたトリップパターン等をもとに、それ以降の社会経済状況等の変化を更新して推計を実施している。本交通モデルは、図 3.2.1 に示す需要と供給の関係にもとづいて交通需要が決定される仕組みで、CTS, 2008 に準じたモデル構造である。また、2017 年にナビ・ムンバイ空港が開港し、2018 年には 1,000 万人/年の旅客需要に達すると想定している。

MTHL の 1 日あたりの交通需要は、通行料が INR 150 のケースで、2017 年 (MTHL 開業時) に 68,000 pcu、2021 年に 89,000 pcu、2031 年に 140,600 pcu と推計している。また、同調査では、並行する鉄道が建設されると MTHL の交通量が約 7%減少すると推計している。

³ 2011 年の MTHL の交通需要は 46,000PCU/日。

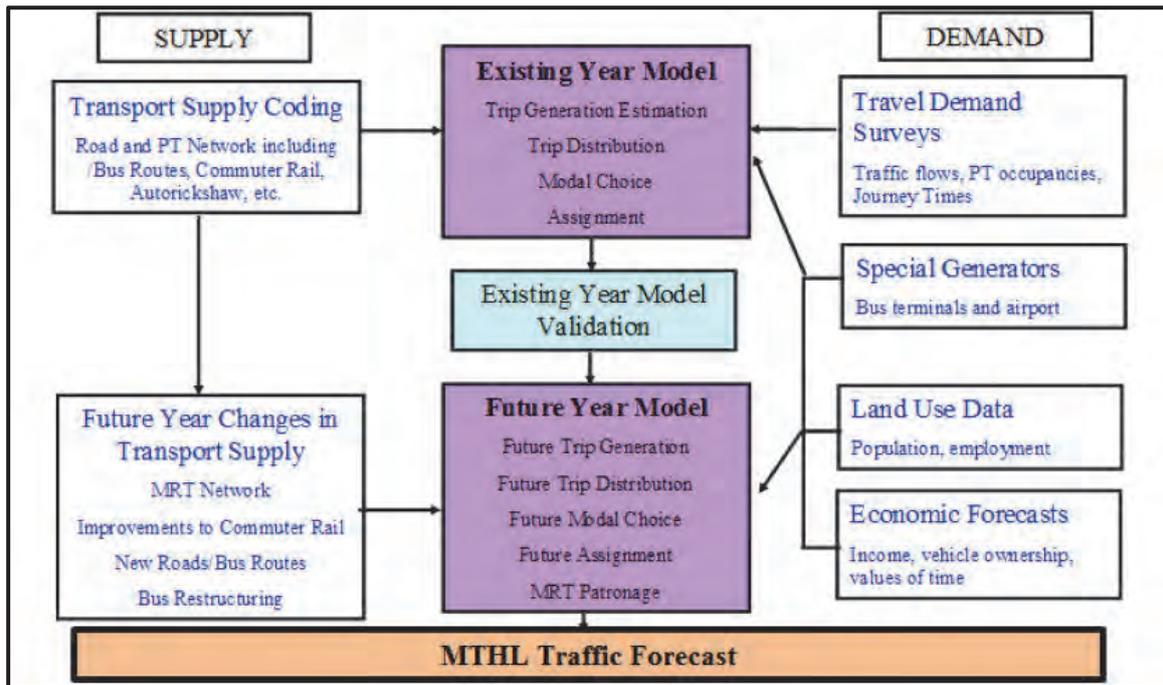
⁴ 最新の MMRDA の人口予測では 2031 年の MMR の人口を約 3,400 万人と予測。

⁵ 乗用車のピーク率は 7%、料金は INR 100 を仮定。



出典：CTS, 2008

図 3.2.1 計画の全体プロセス



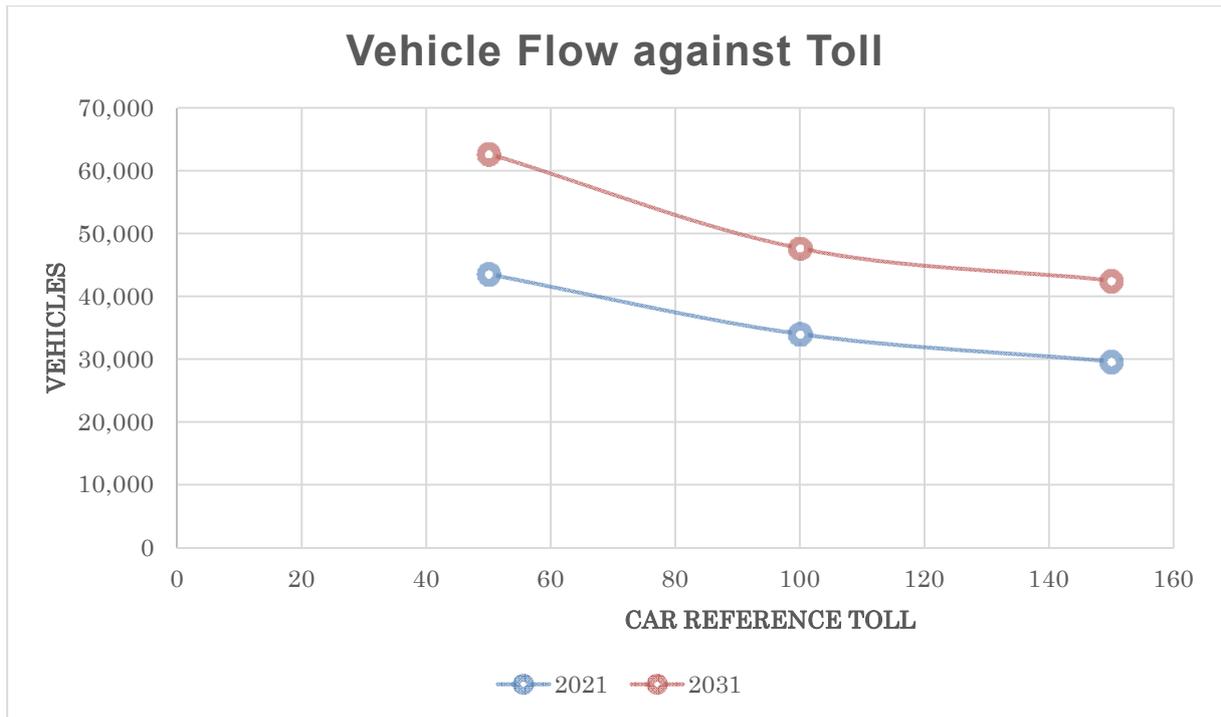
出典：Final Feasibility Study Report, 2012

図 3.2.2 交通モデルの構造

3.2.5 インド・ムンバイ湾横断道路計画調査報告書

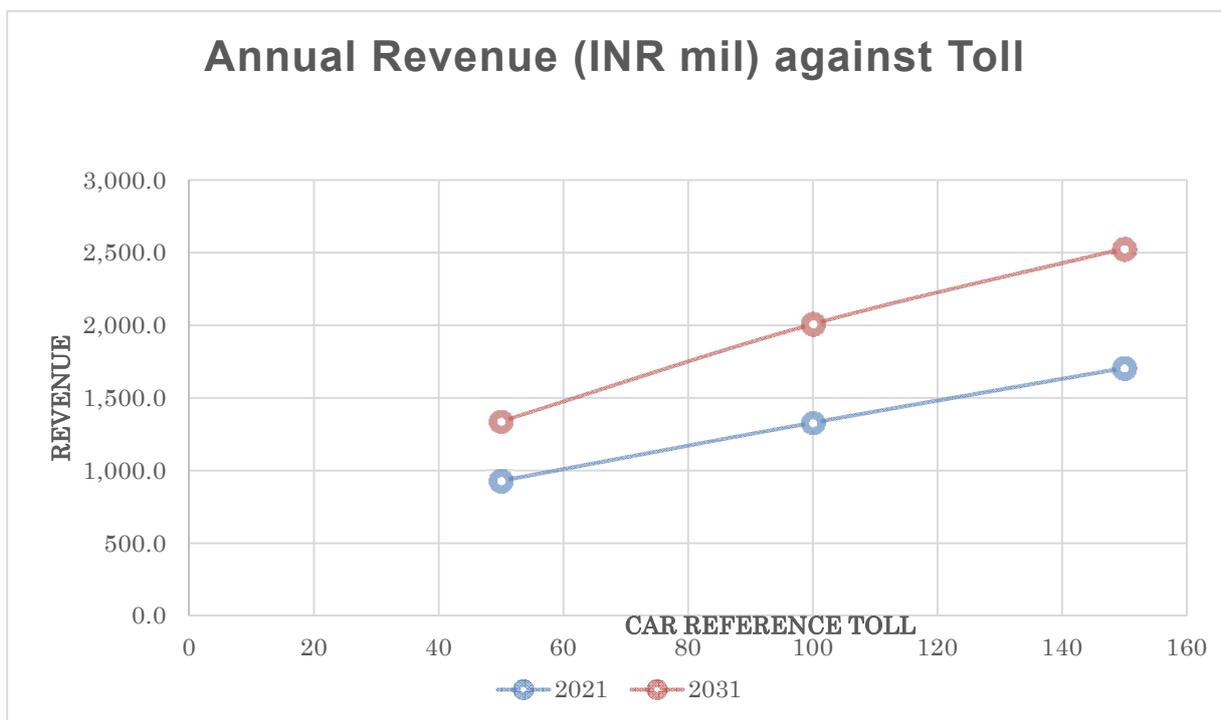
日本の経済産業省の委託で、PPPスキームの活用を前提とし、MTHLの実現可能性を検討することを目的に実施された調査である。しかしながら、現況および将来 OD 表を含む CTS, 2008 で作成された一連の交通データを入手することができなかったため、エントロピー最大化手法を用いて OD 表を作成するなど、CTS, 2008 とは異なる簡易な交通需要予測のアプローチが適用されている。

また、同調査では図 3.2.3、図 3.2.4 で示す、3 つの料金体系のもとで財務的な実行可能性の検討を行い、料金を INR 150 から INR 50 に値下げすると、INR 150 の時と比べて交通量が約 50% 増加するが、収益は約 50% 減少すると予測している。



出典：Study on MTHL, 2011

図 3.2.3 料金が交通量に与える影響



出典：Study on MTHL, 2011

図 3.2.4 料金が収益に与える影響

3.2.6 既往調査のまとめ

MTHL の既往の予測交通量の比較結果は表 3.2.1 に示すとおりである。それぞれの調査で異なる前提条件を設定しているため、各プロジェクトの予測交通量を単純に比較することは出来ないが、どの既往調査においても早期の MTHL の整備が推奨されている。

表 3.2.1 MTHL の既往の予測交通量

プロジェクト名	実施年時	料金(INR)	2022 年の予測交通量 (pcu/日)
Techno-Economic Feasibility Study, 2004	2004	100	93,200
CTS, 2008	2008	100	73,200
Final Feasibility Study Report, 2012	2012	150	94,000
Study on MTHL, 2011 ⁶	2011	150	48,000

出典：JICA 調査団

3.2.7 本交通需要予測実施における留意点

本節で整理した MTHL の既往調査をふまえると、将来ネットワーク、ナビ・ムンバイ空港や SEZ などの開発計画、料金設定などの各種前提条件によって、MTHL の予測交通量が大きく変化するといえる。特に、経済発展が著しい本調査地域では、様々な社会・経済状況が変化し続けているため、各関係機関と密な協議を行い、現実的で適切な交通需要予測の前提条件の設定に留意する必要がある。

3.3 道路計画

3.3.1 道路平面線形

当初の MTHL の平面線形計画は 1970 年まで遡る。その後、1972 年と 1978 年に委員会が設立され、ムンバイ湾を横断する道路建設に関する代替ルートが議論された。その委員会においては、ムンバイ側のセウリとナビ・ムンバイ側のナーバを接続する北ルートと、ムンバイ側南端のコラバとナビ・ムンバイのウランを接続する南ルートの 2 ルートが候補としてあげられ、両ルートにおける技術的検討の必要性が提言された。

その後、1981 年にステアリング・グループにより検討と過去の調査レビューが実施され、北ルートが推奨されている。

(1) Peter Frankael and Partners (PFP) 社による推奨道路線形 (1982 年)

ムンバイ側のセウリとナビ・ムンバイ側のナーバを接続する 5 つの線形が検討された。(図 3.3.1 参照)。なお、どの線形もムンバイ側の始点はセウリとされている。

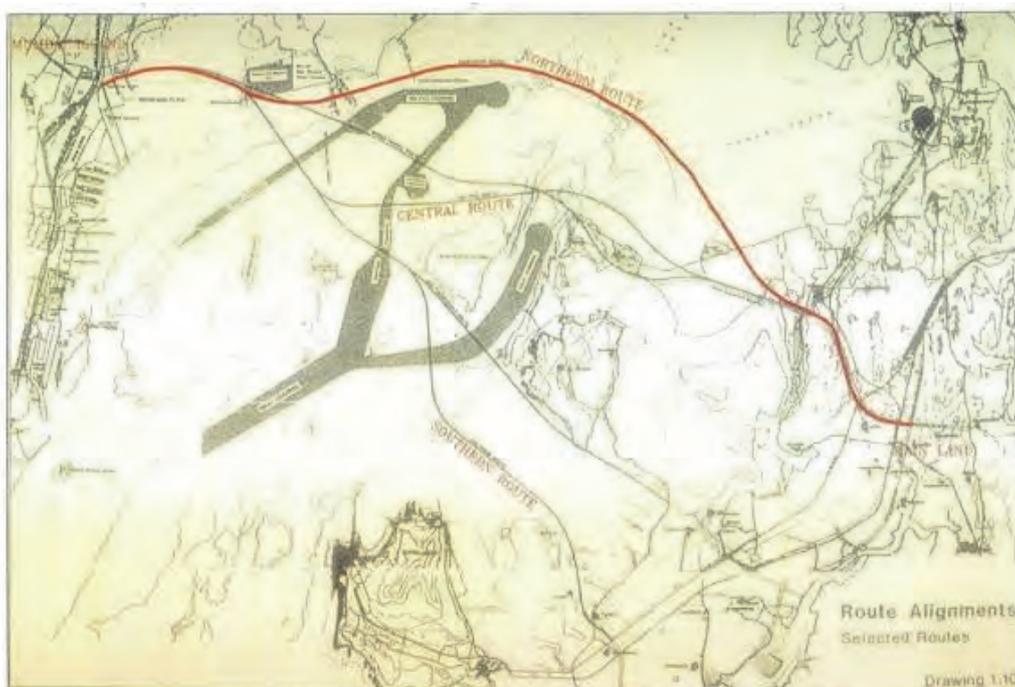
検討の結果、最も北側の線形が推奨され、全延長は 22.61km で以下の 5 つの区間から構成されている。

⁶ 台数ベースの需要予測を行い、その後、pcu に換算している。

- セクション1：セウリ側アプローチ部 0.7 km
- セクション2：セウリ側干潟部盛土 2.32 km
- セクション3：海上高架部 13.19 km
- セクション4：ナーバ側干潟部盛土 2.20 km
- セクション5：ナーバ側陸上アプローチ部 4.20 km

セクション2と4の盛土区間の路面高さは、既往高潮位（以下、HHTLとする。）5.38mに約1.0mの波高を考慮し、海図基準面（以下、CDとする。）+7.0mとされた。また、政府機関である中央水利電力研究所（以下、CWPRSとする。）は、干潟への影響を考慮し、この盛土区間に開口部を設けることを推奨したため、盛土区間はグリーン島の西側約350mの位置までの延長2.32kmとされた。

その後、1984年にバーバ原子力研究所（以下、BARCとする。）により道路線形を研究所埠頭南側にシフトするよう要望があったため、専門家グループにより海上部の線形が南側にシフトされ、首相府によってその線形が承認された。



出典：Peter Frankael and Partners (PFP), 1982

図 3.3.1 PFP 社による推奨道路線形（1982年）

(2) Consulting Engineering Services (CES) 社による推奨道路線形（1996年）

本検討において、上述した既存調査のレビューと更新そして推奨された北側の線形に対する FS 調査が実施された。

調査期間中、CES 社は関係諸機関との協議を経て、細部に亘る様々な変更を提案した。中でも大きな変更事項は干潟区間とマングローブ林区間の構造である。

干潟区間とマングローブ区間の構造

線形はセウリ側とナーバ側の干潟区間を通過する。このため、干潟区間への影響（浸食）を最小限とするため盛土構造から高架構造への変更が提案された。

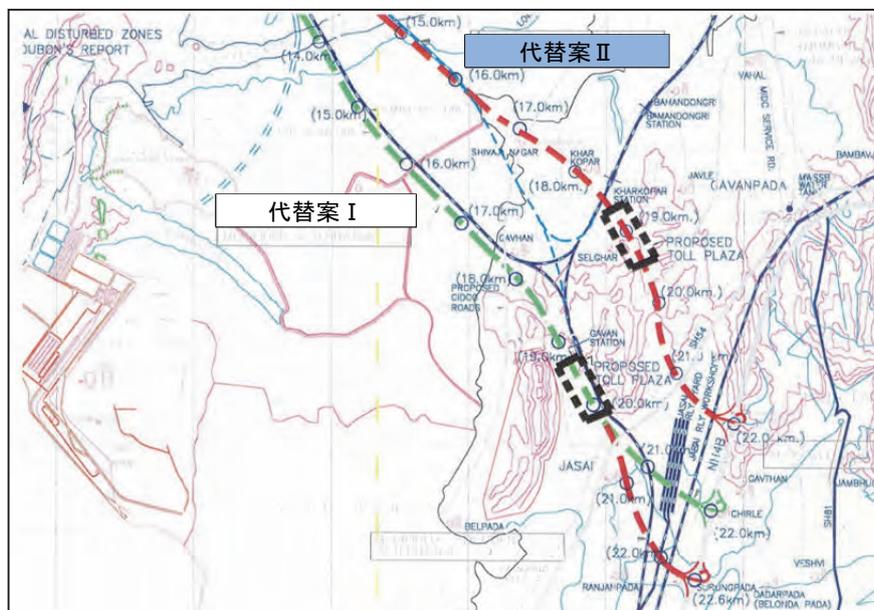
また、道路線形に関しては以下の提案がなされた。

セウリ・インターチェンジ（以下、ICとする。）のアンダーパス化

- ① 複雑な多層 IC を避ける、② 現状道路に接続させない、③ かつ用地取得が困難等、3 つの理由により、アンダーパス構造が提案された。

ナーバ側線形の変更

図 3.3.2 および表 3.3.1 に示されたように、2 つの線形が比較され、延長が短かつ経済的で CIDCO が推奨する代替案 II が提案された。



出典：Consulting Engineering Services (CES), 1996

図 3.3.2 ナーバ側における道路代替案（1996年）

表 3.3.1 ナーバ側における道路代替案比較 (1996 年)

Location	Route Terminating in Navi Mumbai at	
	Length in km Surungpada (Alt-I)	Length in km North of Chirle (Alt-II)
Sewri Interchange	0.850	0.850
• Embankment on Sewri mudflats with Eastern Freeway Interchange Ch. 0.600 km to Ch. 1.580 km	0.980 *	0.980 *
• Viaduct with transitions (ramp portion) Ch. 0.600 km to Ch. 18.42 km Ch. 0.600 km to Ch. 17.58 km	17.82 -	- 16.98
• Embankment at Nhava Ch.18.42 km to Ch.18.76 km Ch.17.58 km to Ch.17.92 km	0.34 -	0.34 -
• Road in Grade leading to toll plaza up to termination point Ch. 18.76 km to 22.60 km Ch. 17.92 km to 22.00 km	3.84 -	- 4.08
• Rail link termination at Panvel- Uran link Ch. 18.76 km to 19.00 Ch. Ch. 17.92 km to 19.00 ch.	0.24 -	- 1.08
Total Length of Alignment		
• For Road Link	22.85 km	22.25 km
• For Rail Link	20.40	20.40

* Not considered in calculating total length of MTHL

出典 : Consulting Engineering Services (CES), 1996

(3) Consulting Engineering Services (CES) 社による推奨道路線形 (2004 年)

上述した検討で決定された代替案 II が承認され、建設に向けて準備が開始される運びとなった。これまでの検討を経て決定された線形は、過去の検討時に直面した様々な問題を克服したものであり、その線形の概要について以下に記す。

セウリ IC とイースタン・フリーウェイとの接続

MTHL はセウリ IC を始点とし、将来のイースタン・フリーウェイおよび既存道路網と接続される。同時に (この 2004 年当時)、イースタン・フリーウェイとウエスタン・フリーウェイへ接続する東西回廊が MMRDA によって検討中であった。そのため、MTHL のアプローチ・ランプのみが建設対象として提案された。

セウリ側干潟上の高架橋

干潟環境への影響を考慮し、1996 年時と同様に高架構造 (支間長 50m) への変更が提案された。

海上部の高架橋

約 9.6km の海上部高架橋は支間長 50m の一般部と長支間が要求される箇所 (埠頭を超える箇所、中央航路とパンベル航路、海底パイプライン敷設箇所) から構成された。

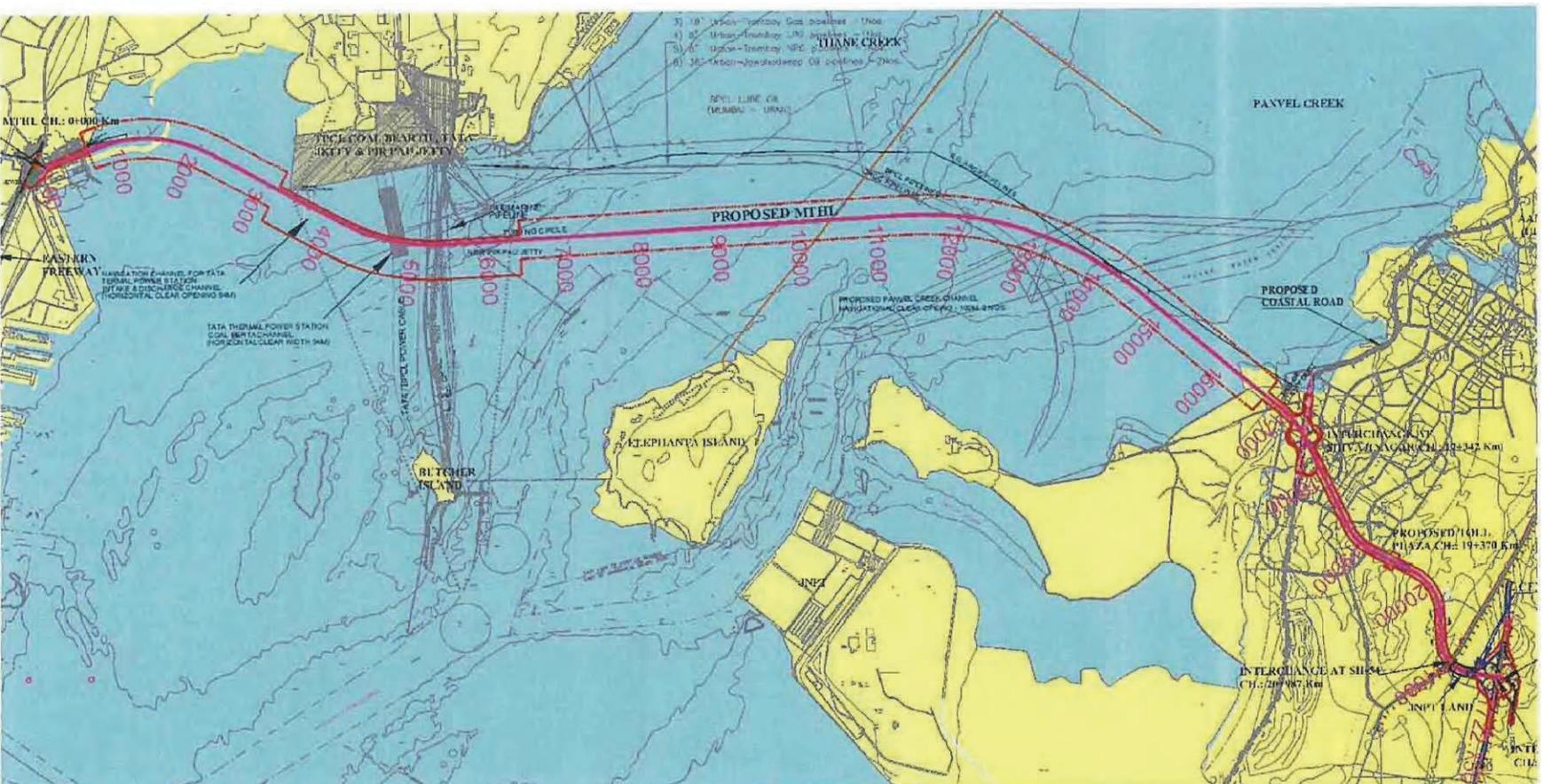
ナーバ側アプローチ部とチルレ終点部

先の検討において代替案 II は、代替案 I と比較して跨道部/跨線部が少なく、延長も短くかつマングローブ林の通過延長も短い理由より推奨された。

(4) Final Feasibility Study Report, 2012 による線形

ムンバイ側始点部はイースタン・フリーウェイと接続するセウリ IC で、3 層の高架構造として
いる。また、終点部ナビ・ムンバイ側（チルレ北側）、ナーバ側の線形は先の検討と同一である。
唯一、海上部の線形において、タタ火力発電所の要求により（用地に干渉しないように）
南側に線形がシフトされた。図 3.3.3 に最終の道路平面線形を示す。

先に述べたように、道路平面線形は長期間に渡り多数の調査および検討を経て決定されている。



出典：Final Feasibility Study Report, 2012

図 3.3.3 MTHL 道路線形、2012 年

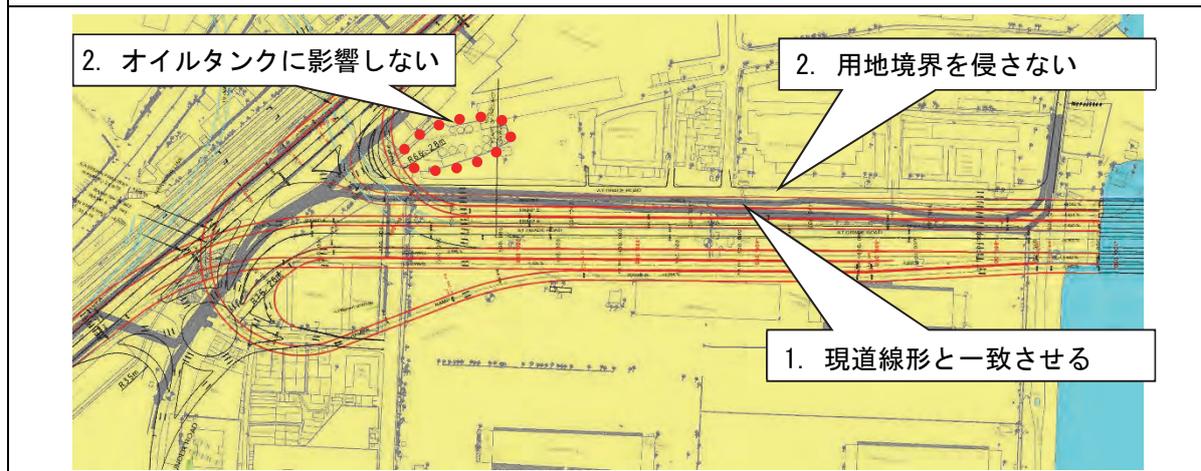
3.3.2 コントロールポイント

(1) 平面線形のコントロールポイント

3.3.1 に述べたように、これまでの調査結果を整理すると、平面線形の詳細は、下記のコントロールポイントを満足することで決定されている。

ムンバイ（セウリ）側

1. 道路線形は現道法線と一致させる。
2. 既存の石油会社、オイルタンクには影響を与えない。
3. イースタン・フリーウェイ（高架橋）と接続させる。



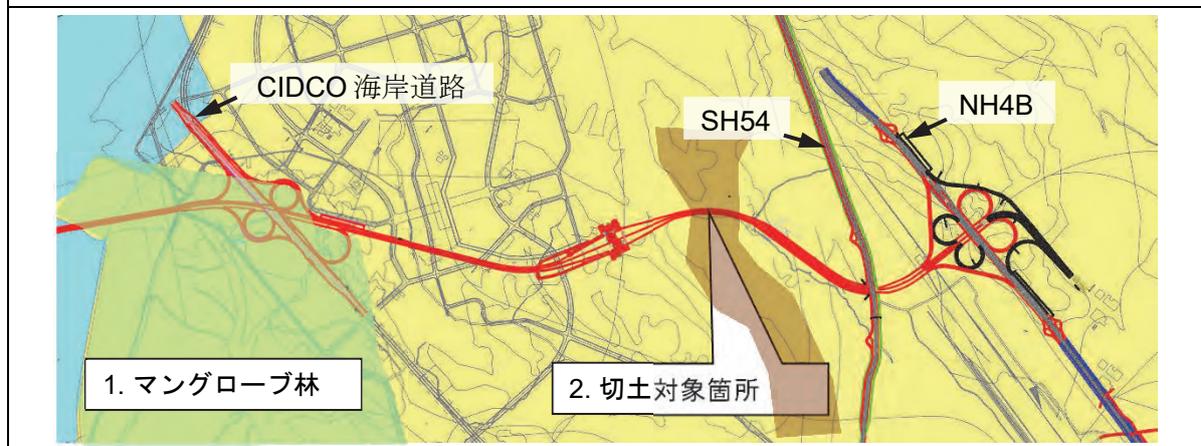
出典：JICA 調査団

図 3.3.4 ムンバイ側平面線形コントロールポイント

Final Feasibility Study Report, 2012 で提案されているムンバイ側始点部の道路線形はこれらのコントロールポイントを順守している。

ナビ・ムンバイ（ナーバ）側

1. 道路線形はマングローブ林地区の縁端を通過させる。
2. 道路線形は切土量を少なくできる箇所を通過させる。
3. CIDCO 海岸道路、SH54、NH4B と接続させる。

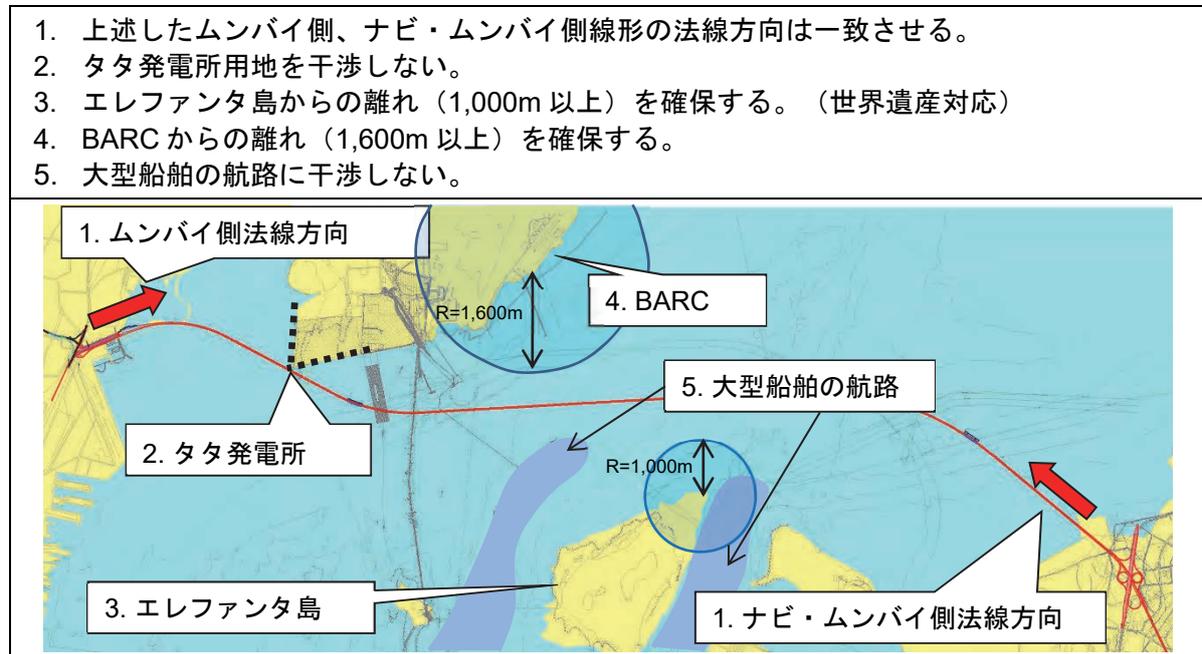


出典：JICA 調査団

図 3.3.5 ナビ・ムンバイ側平面線形コントロールポイント

Final Feasibility Study Report, 2012 で提案されているナビ・ムンバイ側の道路線形はこれらのコントロールポイントを順守している。また、平面曲線半径は「イ」国基準値以上を満足している。

海上部



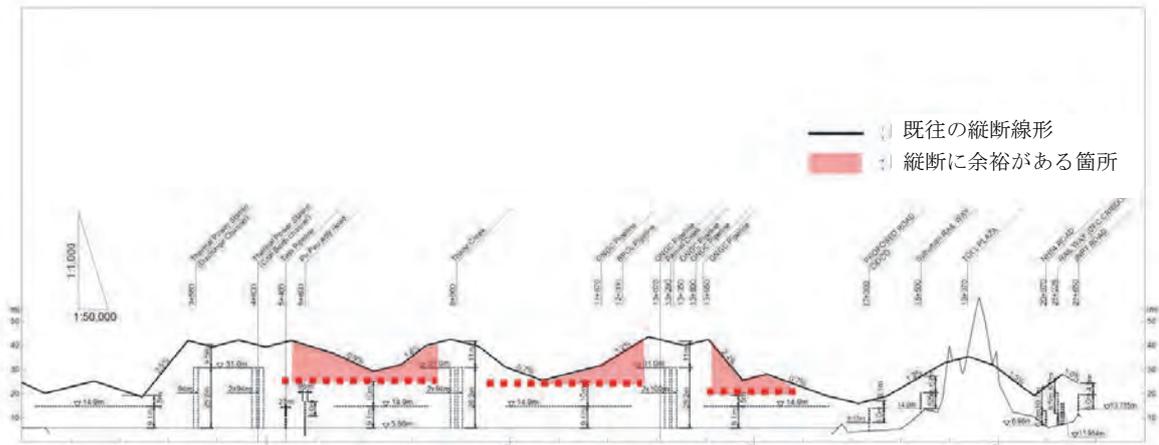
出典：JICA 調査団

図 3.3.6 海上部コントロールポイント

起点側及び終点側の道路法線方向を考慮し、タタ発電所用地を避けるような線形を設定するには、全体道路平面線形は3つの曲線を用いて設定する必要がある。Final Feasibility Study Report, 2012 ではそれが実現されている。これらをまとめると、Final Feasibility Study Report, 2012 で採用されている平面線形はこれまで要求されたコントロールポイントを満足する形で設定されている。

(2) 縦断線形のコントロールポイント

縦断線形のコントロールポイントを図 3.3.7 に示す。縦断線形が、航路等交差条件の必要離隔高さを最低限確保することを基本とすれば、Final Feasibility Study Report, 2012 で採用されている縦断線形には、いくつかの箇所において縦断線形を下げられる余地がある事が分かった。



出典：JICA 調査団

図 3.3.7 縦断線形のコントロールポイント

3.3.3 平面線形ルートのおまとめ

3.3.1 及び 3.3.2 を整理すると、MTHL の平面線形は以下の要因より決定されている。

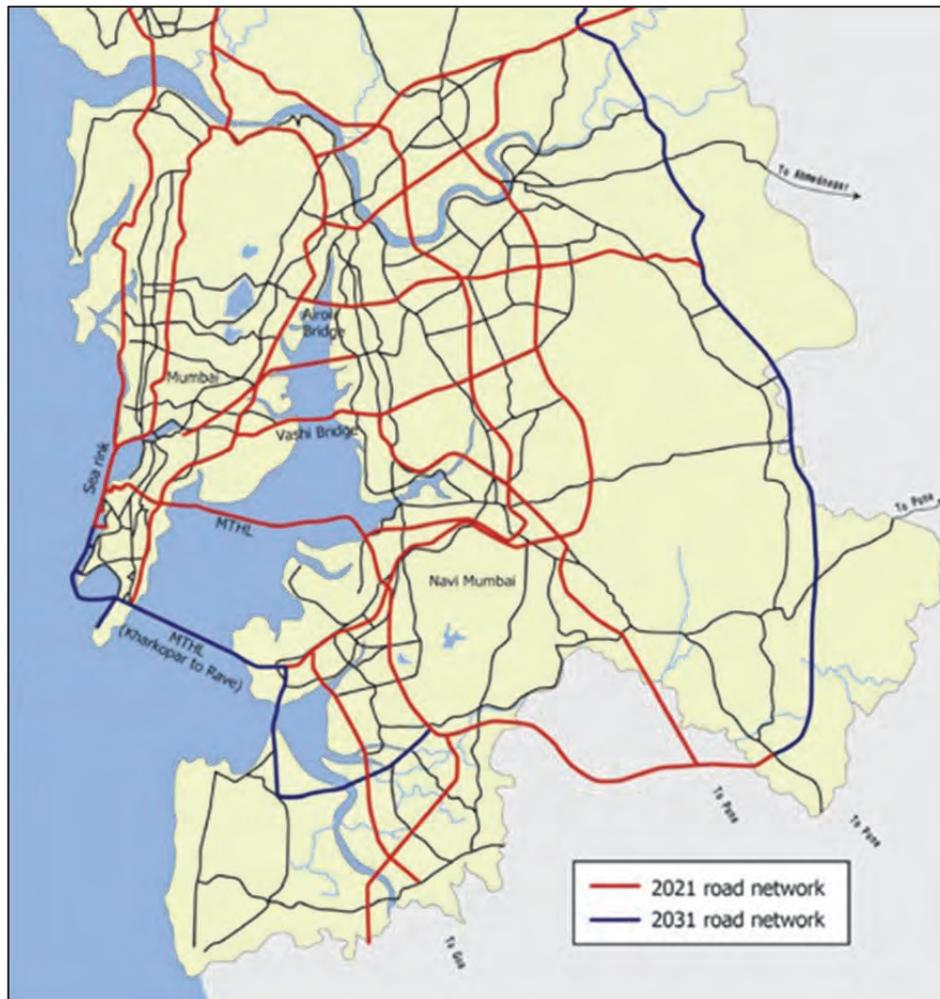
(1) 横断ルート

ムンバイ側の接続

1981 年にステアリング・グループにより北ルート（セウリ接続）が推奨されているものの、当時の検討資料には詳細までは記載されていない。このため、現在の視点でレビューを行った。

上位計画であるムンバイ都市圏の MP によると、将来道路ネットワークにおいて MTHL のムンバイ側はセウリを起点としている。これは以下の様に道路ネットワーク上の理由からである。

- 別途ムンバイ半島南端のコラバと対岸のウランを接続する南ルートの計画がある。
- MTHL より東西回廊（計画）を経て既に開通しているシーリンクに接続する計画がある。
- MTHL より北側は既に既存橋（バシ橋）が存在し、その拡幅計画がある。



出典：CTS, 2008

図 3.3.8 将来道路ネットワーク

なお、セウリよりも北側からの接続に関しては、以下を満足する線形はスペースが無く不可能となる。

- タタ発電所の用地を干渉しない。
- BARC からの離れ 1,600m を確保する。
- 標高 150-200m の山の切土を極力避ける。



出典：JICA 調査団

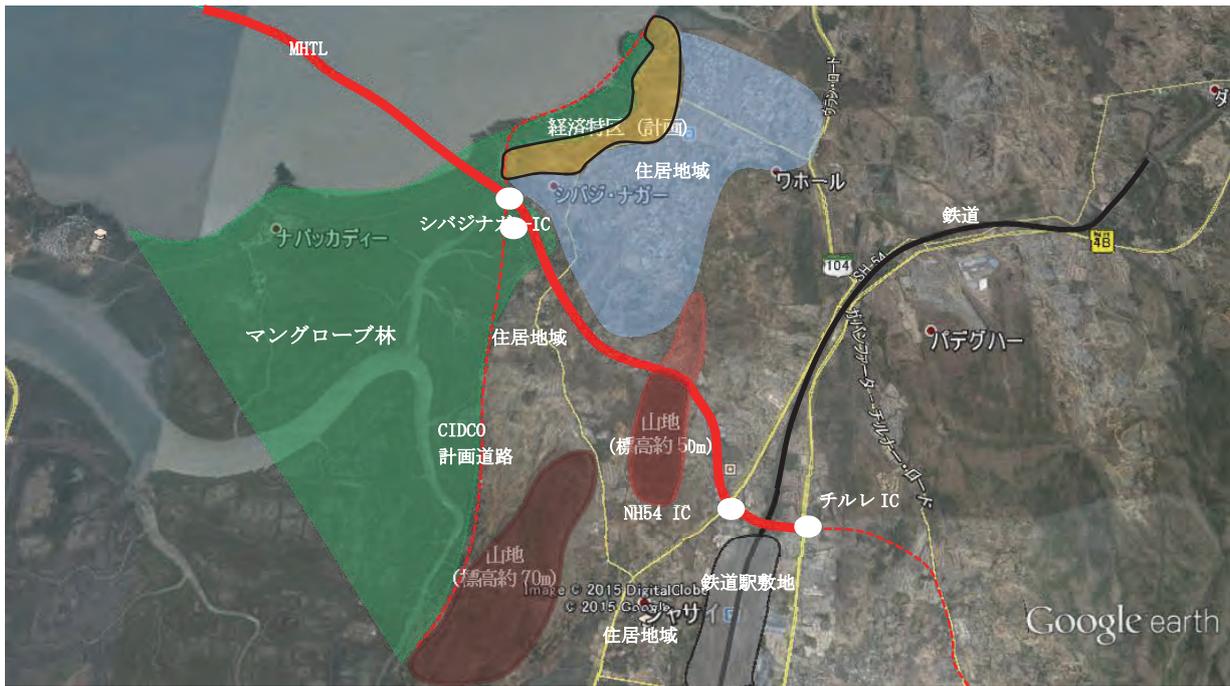
図 3.3.9 線形北側の土地利用図

ナーバ側（ナビ・ムンバイ側）の接続

先に述べたように 1996 年にルート比較されている。

選定されているルートは以下を考慮していることが分かる。

- ナビ・ムンバイ新空港とつながる CIDCO 海岸道路（計画）、SH54 及び JNP 港へ連結する NH4B と接続する。
- 上位計画により終点チルレからの延伸道路がムンバイープネ高速道路に接続される計画がある。
- 計画中の SEZ 脇を通過する。
- 住居地域の脇を通過する。すなわち住民移転が最小となるように配慮されている。
- 切土量が少なくなる（高い山を避ける位置になる）ように配慮されている。
- マングローブ林への影響が最小となるように配慮されている。



出典：JICA 調査団

図 3.3.10 ナーバ側（ナビ・ムンバイ側）の線形コントロールポイント

海上部の線形

海上部の線形コントロールは図 3.3.6 に示した通り、以下のコントロール・ポイントを考慮して決定されている。

- タタ発電所用地を干渉しない。
- エレファンタ島からの離れ（900m 以上）を確保する。
- BARC からの離れ（1,600m 以上）を確保する。
- JNP の大型船舶の航路に干渉しない。

(2) 追加平面線形の検討

上述の横断ルートは 1995 年以降に飛来したと言われているフラミンゴの餌場になっている干潟への影響を配慮していない。このため、北ルートを基本に干潟への影響に着目し代替案の比較（表 3.3.2）を行った。

比較案としては以下の 2 案を抽出した。

- オプション 1：これまでの検討において決定された平面線形（Final Feasibility Study Report, 2012 を基本とした案）
- オプション 2：干潟通過距離を最小とした案

表 3.3.2 北ルート比較表

		オプション1		オプション2	
コンセプト		Feasibility Study Report, 2012を基本とした案(MbPT用地を避けた案)		渡り島の餌場となる干潟通過距離を最小とした案	
ルート線形					
海洋環境への影響	干潟への影響	5.6 km (ムンバイ側: 4.0 km, ナビ・ムンバイ側: 1.6 km)	△	3.1 km (ムンバイ側: 1.5 km, ナビ・ムンバイ側: 1.6 km)	◎
	CRZへの影響	2.25 km (ムンバイ側: 1.65 km, ナビ・ムンバイ側: 0.6 km)	◎	2.25 km (ムンバイ側: 1.65 km, ナビ・ムンバイ側: 0.6 km)	◎
	マングローブへの影響	同じ	△	同じ	◎
	渡り島への影響	5.6kmの範囲(干潟通過距離)	△	3.1kmの範囲(干潟通過距離)	◎
	潮流への影響	同じ	◎	同じ	◎
住民への影響	漁師への影響	同じ	◎	同じ	◎
	移転家数	約280軒	◎	約350軒	△
道路線形	道路延長	21.8 km	◎	22.3 km	◎
	平面線形	曲線数は最小限であり、事故が起こりにくい線形	◎	曲線数は最小限であり、事故が起こりにくい線形	◎
技術面	施工工期	ほぼ同じ	◎	ほぼ同じ	◎
概算工事費			◎	オプション1より約2,750百万インドルピー安い	△
評価		◎			

出典：JICA 調査団

なお、オプション 2 の線形は、2015 年に地元 NGO がフラミンゴと干潟に影響があるとして異議申し立てを行った際に代替案として提示された線形と概ね同じである。その線形に対し MMRDA はムンバイポートトラスト（以下、MbPT とする。）と公式に協議を実施した結果、現在使用中の MBPT 用地（貯木地）が分断されること、さらには荷揚げ埠頭の運営と MBPT 用地の将来計画に大きく影響を与えることより受け入れることはできないと回答している。そのため、オプション 2 のルートは採用不可能である。

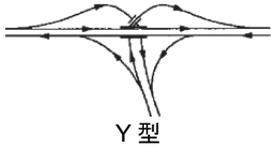
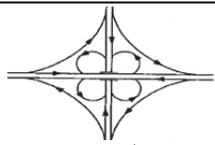
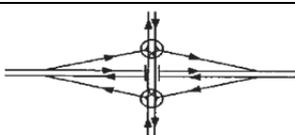
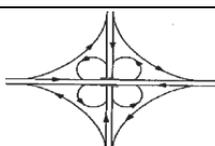
(3) 結論

上記検討の結果、オプション 2 は干潟区間通過距離が最小となるものの、セウリ IC における移転家屋が増加し路線延長もやや長くなり工事費も嵩むこと、さらには上述した MMRDA の NGO への回答を踏まえ、オプション 1（これまでの検討において決定された平面線形）を推奨する。

3.3.4 インターチェンジの計画

MTHL 本線には 4 個所の IC があり、それぞれ形状に特徴がある。表 3.3.3 に各 IC タイプが持つ一般的な特徴と今回その形式が選定されている理由を示す。選定された形式は適切であると判断される。

表 3.3.3 IC の形式一覧

形式	一般的な特徴	選定された理由
セウリ IC (イースタン・フリーウェイ (高架橋))		
 Y 型	<ul style="list-style-type: none"> ● 3層以上の構造となる。 ● 橋梁構造が増える。 ● 広い用地を必要としない。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 接続道路が高架橋である。 ● 現況用地に制限がある。 ● シーリンクへの接続 (東西回廊) 計画がある。
シバジ・ナガール IC (CIDCO 海岸道路 (計画))		
 クローバー型	<ul style="list-style-type: none"> ● 橋梁による交差は一か所のみ。 ● 広い用地を必要とする。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 用地制約が少ない。 ● シンプルな形式、構造が好ましい。 ● 経済性に優れる。
SH54IC (SH54)		
 ダイヤモンド型 (ハーフ)	<ul style="list-style-type: none"> ● 経済的な形式。 ● 大規模な形式では使われない。 	<ul style="list-style-type: none"> ● ハーフ IC に適する形式の採用が好ましい。
チルレ IC (NH4B)		
 クローバー型	<ul style="list-style-type: none"> ● 橋梁による交差は一か所のみ。 ● 広い用地を必要とする。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 用地制約が少ない。 ● シンプルな形式、構造が好ましい。 ● 経済性に優れる。

出典：JICA 調査団

IC 形式選定において、高速道路同士の接続は Y 型、クローバー型が主に適用され、一般道との接続でトランペット型、ダイヤモンド型の採用が比較的多い。しかしながら今回の場合、シバジ・ナガール IC およびチルレ IC はトランペット型が採用されていない。これは以下の理由によると思われる。

- 接続道路の規格が高い (新空港及びナビ・ムンバイ市街地等に接続) ため、交通需要に配慮したクローバー型を採用
- 現地で適応例の多いクローバー型 (基本形) を採用し、運転者に配慮

また既に決定されている上記形状において用地買収が既に進んでおり、現時点での計画の見直しは困難であるため既往計画を踏襲することが望ましい。

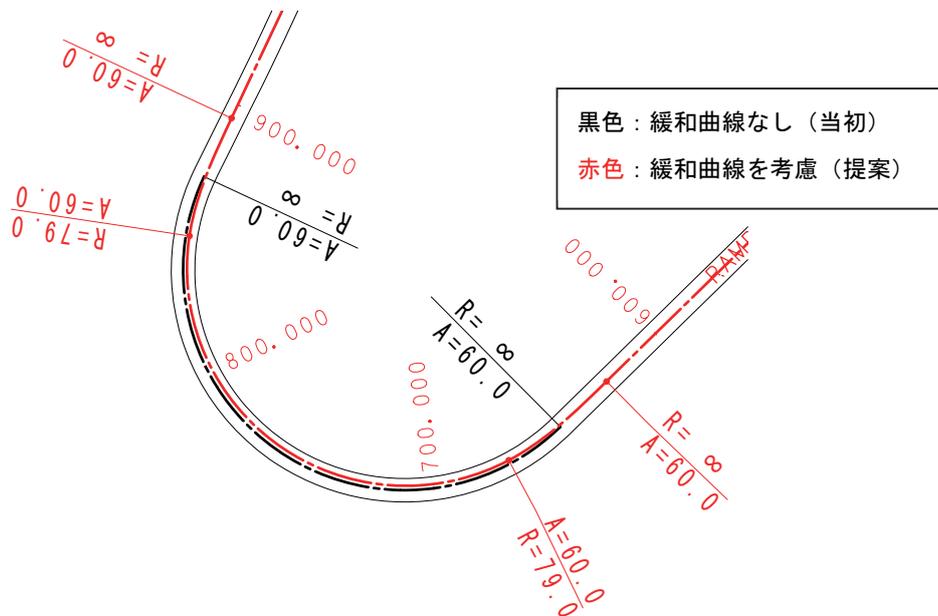
なお、オンランプ、オフランプのノーズ間で発生する織り込み長は、国際基準値 (日本の標準値) を確保されていることを確認した。

本線車線数、ランプ車線数、料金所ブース数は、Final Feasibility Study Report, 2012 で検討された交通量によって決定されている。チルレ IC は 3 車線、シバジ・ナガール IC は 2 車線である。

3.3.5 その他照査項目

(1) ICの緩和曲線

既往成果の道路線形では、本線に緩和曲線が考慮されているが、ランプ線形には緩和曲線が考慮されていない。このため、緩和曲線を考慮した場合のランプの線形計画を示す。これによって当初線形が大きく変わることはない。



出典：JICA 調査団

図 3.3.11 ICの緩和曲線 (例：セウリ IC、B ランプ)

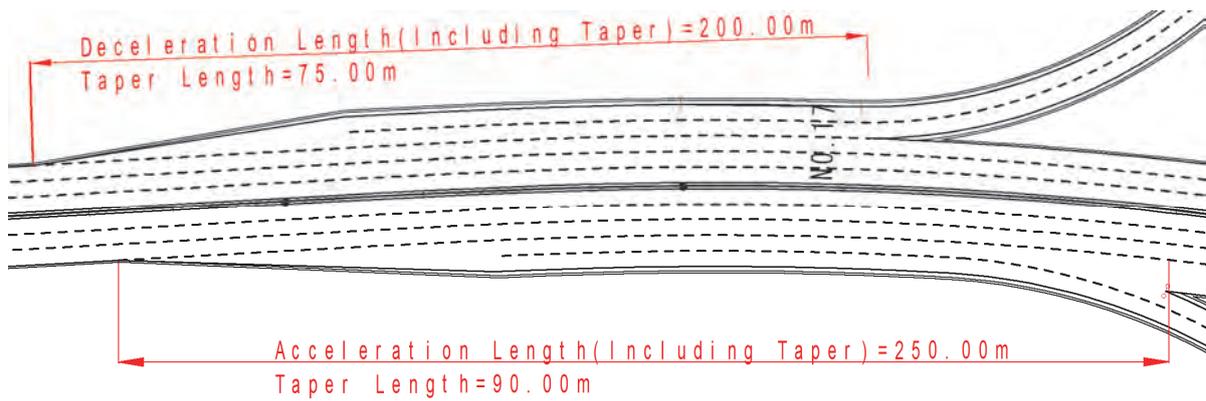
(2) 加減速車線と車線シフト

シバジ・ナガール IC は加減速車線で計画されているが、セウリ IC は車線シフトが適用されている。

これは以下の理由によると推測される。

- ランプが本線から加減速する (分合流する) 場合、本線、ランプの規格が異なるため加速車線、減速車線が適用されている。
- ランプ同士の分合流の場合、それぞれの道路の規格が等しいため車線シフトが適用される。

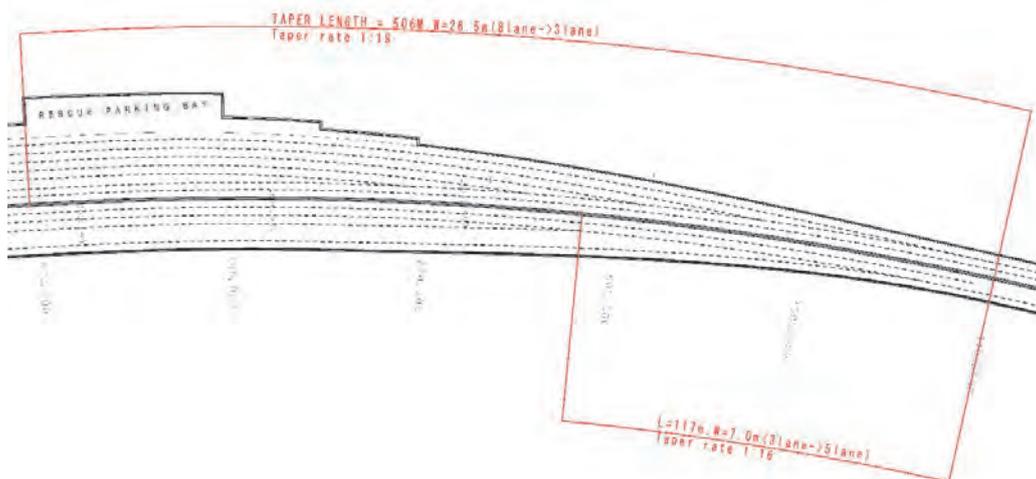
シバジ・ナガール IC (加減速車線)



出典：JICA 調査団

図 3.3.12 加減速車線長のケース (例：シバジ・ナガール IC)

セウリ IC (加減速車線)



出典：JICA 調査団

図 3.3.13 車線シフトのケース (例：セウリ IC)

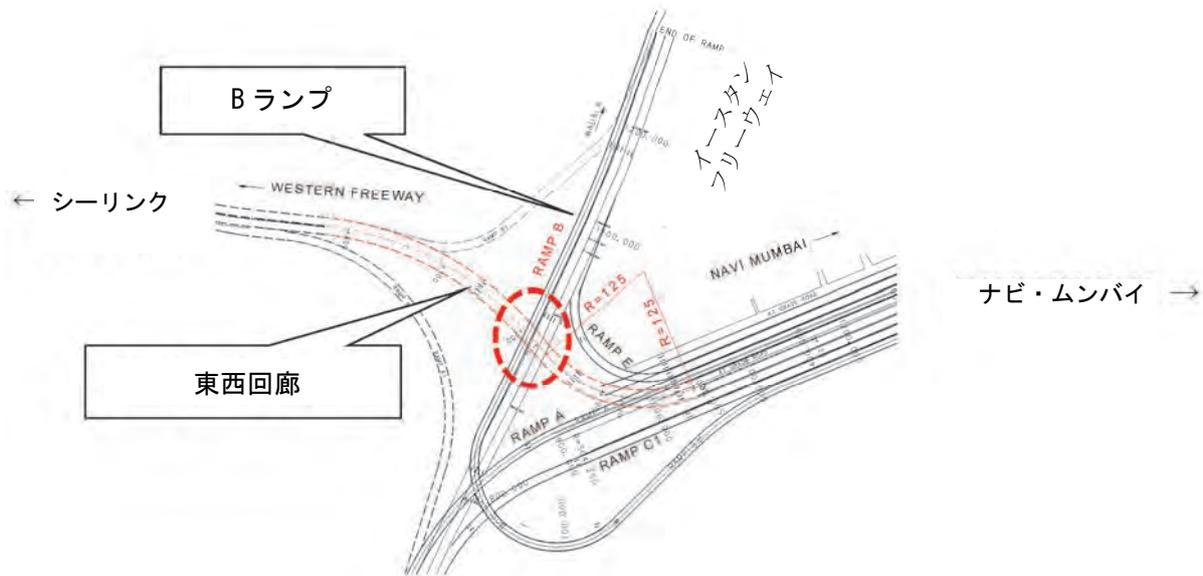
加減速車線は 2 車線ランプによる分合流のため、より安全性が求められる。このため、本レビューを受け、概略設計において日本基準も参考にし計画の見直しを提案する（「6.4 章 道路概略設計」を参照）。

見直しの箇所は以下の通りである。

- チルレ IC：2 車線ランプによる分合流
- セウリ IC：多車線の分合流を段階的に実施

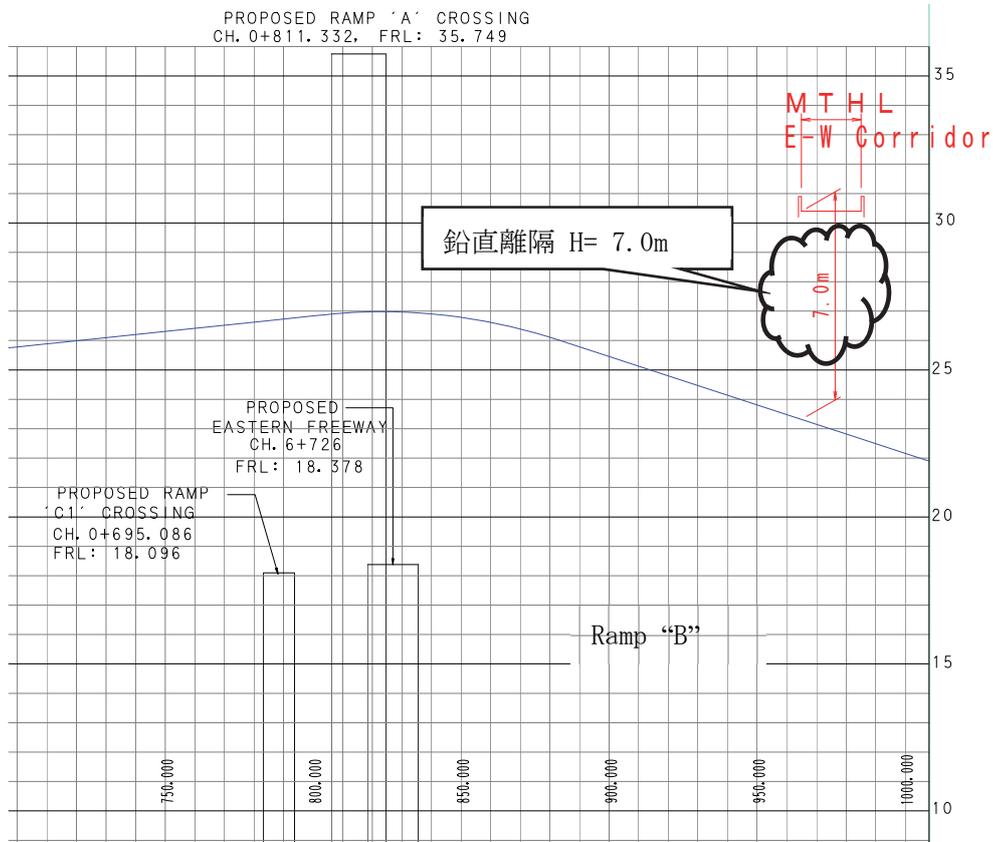
(3) セウリ IC の B ランプにおける建築限界

B ランプと計画されている東西回廊接続部における建築限界（鉛直クリアランス）の確認を行った。



出典：JICA 調査団

図 3.3.14 鉛直クリアランス確認箇所（B ランプと東西回廊の交差点部）



出典：JICA 調査団

図 3.3.15 B ランプと東西回廊の鉛直離隔

図 3.3.15 に示したようにセウリ IC の B ランプと東西回廊の鉛直クリアランスは 7m 確保されている。

当該箇所においては、東西回廊は鉄道の跨線橋となるため鋼トラス桁で既に計画されている。このため 7m のクリアランスは、B ランプの建築限界（6m）と下路トラス橋の桁高（1m）を合わせたものであることが確認された。

3.4 橋梁計画

3.4.1 コントロールポイント

Final Feasibility Study Report, 2012 では、表 3.4.1 に示した海底埋設物および断層の情報が記されており、橋梁計画に考慮する必要がある。

表 3.4.1 海底埋設物および断層の情報

海底埋設物および断層の情報	橋梁計画時確認内容
<ul style="list-style-type: none"> • ブッチャー島のオイルターミナルからピアパウ埠頭の西側に存在する既存のオイル／ケーブル／水のパイプライン、電気／電話のパイプライン。 • パンベル航路内に存在する既存 ONGC／GAIL のオイル／ガスパイプライン、IPCL／NOCIL の化学製品パイプライン等。 	<ul style="list-style-type: none"> • 左記に示したパイプライン位置は、既存資料からの引用であるため、正確な位置は調査で確認することが必要である。 • 水平方向の最小離隔は、パイルキャップ端部から既存の ONGC パイプラインの位置まで 15m である。橋脚の位置については MbPT および ONGC の承認を得ることが必要である。
<p>橋脚計画は、ターネ航路付近から MTHL に沿って存在する断層を考慮する必要がある。（断層は、ターネ航路中心より 300m 南西の位置からアライメントの南東側に伸びている）2012 年の調査では、MTHL の CH13+000 付近に存在する断層は、風化している可能性がある。</p>	<p>橋脚を断層の影響のある位置に設置する場合は、詳細な調査をすることが必要である。（更なる文献調査の結果、左記の位置には断層がないことが確認された（5.2.5 節参照）。</p>

出典：Final Feasibility Study Report, 2012 を基に JICA 調査団作成

表 3.4.1 に示した海底埋設物を含めた海上部の支障物件を表 3.4.2 に整理し、さらに橋梁の支間割を計画した。その結果を表 3.4.2 に示す。

表 3.4.2 海上支障物件部の橋梁支間割

支障物件	水平方向 クリアランス	鉛直方向クリアランス (CD 基準面上)	支間割	備考
(一般部)	50m	14.72m	50m	マハラシュトラマ リタイムボード (以下、MMB と 合意済み)
タタ火力発電所 (排水路)	1 x 94m	31.00m	85m+150m+85m	タタ火力発電所と 合意済み
タタ火力発電所 (石炭搬入路)	2 x 94m	31.00m	80m+2@150m+85m	タタ火力発電所と 合意済み
タタ電カケーブル	-	-	90m+3@150m+85m	-
ピアパウ埠頭	-	+6m (埠頭表面より)		MMB と合意済み
ターネ航路	2 x 94m	31.00m	100m+2@180m+100m	MMB と合意済み
ONGC パイプライン	-	-	100m+180m+110m	-
BPCL パイプライン	-	-	110m+180m+100m	-
パンベル航路	2 x 100m	31.00m	100m+2@180m+95m	MMB と合意済み

出典：Final Feasibility Study Report, 2012 を基に JICA 調査団作成

陸上部については、鉄道交差部および道路交差部が存在する。鉄道交差部のクリアランスは、「イ」国鉄道公社との協議により決定しており、道路交差部のクリアランスは、MbPT、JNPT、CIDCO、National Highways Authority of India（以下、NHAI とする。）、Public Works Department（以下、PWD とする。）、Dedicated Freight Corridor Corporation（以下、DFCC とする。）との協議により決定している。

3.4.2 橋梁設計基準

Final Feasibility Study Report, 2012 で適用された橋梁の設計基準を本節で示す。

(1) 設計基準

構造物の設計基準を表 3.4.3 に示す。

表 3.4.3 橋梁設計における主な基準

基準番号	基準名
IRC: 5-1998	道路橋の設計基準 セクション I—外観基準
IRC: 6-2010	道路橋の設計基準 セクション II—荷重及び応力
IRC: 7-1971	橋梁及びカルバートの番号付けの推奨要領
IRC: 18-2000	PC 道路橋（ポストテンション方式）の設計基準
IRC: 21-2000	道路橋の設計基準 セクション III—セメントコンクリート（無筋コンクリートと鉄筋コンクリート）
IRC: 22-2008	道路橋の設計基準 セクション VI—合成構造
IRC: 24-2010	道路橋の設計基準 セクション V—鋼道路橋（限界状態法）
IRC: 45-1972	橋梁の井筒基礎において最大洗掘面以深における土の耐力算出
IRC:46-1972	路側の広告に関する方針
IRC: 54-1974	地下道路の建築限界
IRC: 78-2000	道路橋の設計基準 セクション VII—基礎及び下部工
IRC: 83-1999 Part I	道路橋の設計基準 セクション IX—支承 パート I：鋼製支承
IRC: 83-1987 Part II	道路橋の設計基準 セクション IX—支承 パート II：ゴム支承
IRC:83-2002 Part III	道路橋の設計基準 セクション IX—支承 パート III：ハイブリッド支承及びせん断型ピン支承
IRC: 89-1997	道路橋のため河川工事の設計ガイドライン
IRC: 112-2011	コンクリート道路橋の設計要領
IRC:SP-13-2004	小規模橋梁及びカルバートの設計ガイドライン
IRC:SP-18-1978	道路橋の維持管理調査のマニュアル
IRC:SP-33-1989	重要橋梁の設計・構造細目・耐久性の対策ガイドライン
IRC:SP-35-1990	橋梁の調査及び維持管理ガイドライン
IRC:SP-37-2010	橋梁の耐荷力ガイドライン
IRC:SP-40-1993	橋梁の補修技術ガイドライン
IRC:SP-47-1998	道路橋の品質管理ガイドライン（無筋コンクリート・鉄筋コンクリート・プレストレストコンクリート・合成コンクリート）
IRC:SP-54-2000	橋梁プロジェクト準備マニュアル
IRC:SP-56-2011	鋼歩道橋ガイドライン
IRC:SP-65-2005	セグメント橋の設計及び施工ガイドライン
IRC:SP-66-2005	連続橋の設計ガイドライン
IRC:SP-67-2005	橋梁における PC 外ケーブル及びアンボンド PC ケーブルの使用ガイドライン
IRC:SP-69-2005	伸縮装置の技術基準に関するガイドライン
IRC:SP-70-2005	橋梁における高強度コンクリートガイドライン
IRC:SP-71-2006	橋梁のプレテン桁の設計及び施工ガイドライン
IRC:SP-80-2008	コンクリート橋梁の防食・モニタリング・補修ガイドライン

出典：Final Feasibility Study Report, 2012 を基に JICA 調査団作成

(2) 設計寿命

本橋梁は、設計寿命を 100 年間とする。橋梁を構成する部材の寿命について、表 3.4.4 に示す。

表 3.4.4 設計寿命

構造部品	設計寿命
基礎、橋台・橋脚、床板	100 年
支承、伸縮装置	40 年（小部材 20 年）
高欄	50 年（鋼製）、100 年（コンクリート）
排水	20 年

出典：Final Feasibility Study Report, 2012 を基に JICA 調査団作成

(3) 設計荷重

設計荷重、関連基準および技術基準を表 3.4.5 に示す。

表 3.4.5 設計荷重

種類	基準	備考
1. 死荷重	IRC: 6-2010	高強度鉄筋コンクリート：2.6ton/m ³ 高欄荷重：5kN/m
2. 環境荷重		
風荷重	IRC: 6-2010	ムンバイの基本風速に基づく
温度荷重	IRC: 6-2010	ムンバイの最高・最低温度に基づく
水圧	IRC: 6-2010	管理者より受領。 ただし、最低流速は 3 m/s 以上。
波圧	IS:4651-Part-III-1997、「護岸計画・設計」第 4 アメリカ海岸研究センター	波圧データは、CWPRS 技術報告書 No. 3955 より引用。
地震の影響	IRC, IS:1893-1984, Section 6、IS:1893-2001	地震ゾーン III となり、Z 係数が最大地震時 0.16、通常地震時 0.08。重要度指数は 1.5。
3. 活荷重		
車両荷重	IRC:6-2010	70R 荷重および A 荷重
疲労荷重	BS:5400	-
群集荷重	-	歩道橋は設置しない。ただし、維持管理用通路を設置しており、分布荷重として 2kN/m ² 、集中荷重として 200mm x 200mm 範囲に 3kN を載荷。
4. 衝突荷重		
下部工または高欄における衝突荷重	IRC:6-2010	-
下部工における船舶衝突荷重	AASHTO-LFRD 橋梁設計	4000 トンの船舶が 10 ノットの速度で衝突すると想定。
5. 施工荷重	-	架設工法毎に設定。

出典：Final Feasibility Study Report, 2012 を基に JICA 調査団作成

(4) 材料

1) 鉄筋コンクリート

鉄筋コンクリートは、設計基準強度 45MPa 以上のものを使用する。各部材の設計基準強度および材料基準は表 3.4.6 に示す。

表 3.4.6 鉄筋コンクリートの諸元

部材	材料基準
1. 立体供試体設計基準強度	
場所打ち杭、ケーソン	45 MPa
パイルキャップ	45 MPa
パイルキャップカバー	55 MPa
壁、橋台	45 MPa
橋脚	55 MPa
床板	55 MPa
壁高欄	45 MPa
2. コンクリート配合	
セメント	最小は 400kg/m ³ (PFA 及びシリカフュームを含む)
水セメント比	設計基準強度が [§] 55-60MPa の場合 : 最大は 0.35 設計基準強度が [§] 40-50MPa の場合 : 最大は 0.40
3. 鉄筋	
鉄筋	通常の鉄筋は、インド基準および IRC: 21-2000 亜鉛メッキ鉄筋は、IS:12584-1988
コンクリートかぶり	IRC: 112-2011 項目 15 CH. 0+495 から CH. 18+087 は「極限条件」とし、その他は「厳しい条件」とする。
4. 鉄筋カップラー	IRC: 21-2000

出典 : Final Feasibility Study Report, 2012 を基に JICA 調査団作成

2) プレストレスコンクリート

プレストレスコンクリートの技術基準については表 3.4.7 に示す。

表 3.4.7 プレストレスコンクリートの諸元

部材	材料基準
セグメントコンクリート施工	IRC: SP 65
外ケーブルによるプレストレス	IRC: SP:67-2005
プレストレスケーブル	IRC:18-2000
プレストレスシース及びアンカーヘッド	シース及びケーブルは交換が可能なようにする。 シース材料は高密度ポリエチレンやポリプロピレンのような非鋼製タイプを使用。
ケーブルグラウチング	IRC:18-2000 付録 5

出典 : Final Feasibility Study Report, 2012 を基に JICA 調査団作成

3) 構造用鋼材

構造用鋼材は IRC:24-2010 及び IS:8000 を準拠する。また、鋼材の塗装仕様については、他国の基準を参照する。

3.4.3 橋梁計画概要

Final Feasibility Study Report, 2012 の橋梁計画概要を表 3.4.8 から表 3.4.14 に示す。MTHL は、一般部（海上、陸上）、海上特殊部、マングローブ林部、鉄道交差部、道路交差部に大別される。

表 3.4.8 本線の上部工および下部基礎形式-1

	測点		橋梁形式/架設工法	支間割	橋脚番号	下部基礎形式	
	起点	終点					
一般部(海上)	0+495	1+045	PC箱桁橋 (スパンバイスパン工法)	2@50m=100m	MP1 (0+495)	橋脚:φ2.5m - 2本 杭:φ1.5m - 8本	
				3@50m=150m	MP3 (0+595)		
				2@50m=100m	MP6 (0+745)		
				2@50m=100m	MP8 (0+845)		
				2@50m=100m	MP10 (0+945)		
	1+045	2+795		5@50m=250m	MP12 (1+045)	パイルヘント橋脚: φ2.4m - 2本	
				6@50m=300m	MP13 (1+095)		
				6@50m=300m	MP17 (1+295)		
				6@50m=300m	MP23 (1+595)		
				6@50m=300m	MP29 (1+895)		
	2+795	3+395		6@50m=300m	MP35 (2+195)	橋脚:φ2.5m - 2本 杭:φ1.5m - 8本	
				6@50m=300m	MP41 (2+495)		
海上特殊部 (タタ火力発電所)	3+395	3+715	PC箱桁橋 (キャンチレバー工法)	85m+150m+85m =320m	MP46 (2+745)	橋脚:φ2.5m - 2本 杭:φ1.5m - 8本	
				6@50m=300m	MP47 (2+795)		
一般部(海上)	3+715	4+595	PC箱桁橋 (スパンバイスパン工法)	6@50m=300m	MP53 (3+095)	橋脚:φ2.5m - 2本 杭:φ1.5m - 8本	
				6@50m=300m	MP59 (3+395)		
				40m+4@50m+40m =280m	MP60 (3+480)		
海上特殊部 (タタ火力発電所)	4+595	5+060	PC箱桁橋 (キャンチレバー工法)	80m+2@150m+85m =465m	MP61 (3+630)	橋脚:6mx3m - 4本 杭:φ2.4m - 8本	
					MP62 (3+715)		
一般部(海上)	5+060	5+310	PC箱桁橋 (スパンバイスパン工法)	5@50m=250m	MP68 (4+015)	橋脚:φ2.5m - 2本 杭:φ1.5m - 8本	
					MP74 (4+315)		
海上特殊部 (ピアパウ埠頭)	5+310	5+935	PC箱桁橋 (キャンチレバー工法)	90m+3@150m+85m =625m	MP80 (4+595)	橋脚:6mx3m - 4本 杭:φ2.4m - 8本	
					MP81 (4+675)		
					MP82 (4+825)		
一般部(海上)	5+060	5+310	PC箱桁橋 (スパンバイスパン工法)	5@50m=250m	MP83 (4+975)	橋脚:φ2.5m - 2本 杭:φ1.5m - 8本	
					MP84 (5+060)		
一般部(海上)	5+935	8+635	PC箱桁橋 (スパンバイスパン工法)	6@50m=300m	MP89 (5+310)	橋脚:φ2.5m - 2本 杭:φ1.5m - 8本	
					6@50m=300m		MP90 (5+400)
					6@50m=300m		MP91 (5+550)
					6@50m=300m		MP92 (5+700)
					6@50m=300m		MP93 (5+850)
					6@50m=300m		MP94 (5+935)
					6@50m=300m		MP100 (6+235)
					6@50m=300m		MP106 (6+535)
海上特殊部 (ターネ航路)	8+635	9+195	PC箱桁橋 (キャンチレバー工法)	100m+2@180m+100m =560m	MP112 (6+835)	橋脚:6mx3m - 4本 杭:φ2.4m - 8本	
					MP118 (7+135)		
					MP124 (7+435)		
一般部(海上)	9+195	10+395	PC箱桁橋 (スパンバイスパン工法)	6@50m=300m	MP130 (7+735)	橋脚:φ2.5m - 2本 杭:φ1.5m - 8本	
					MP136 (8+035)		
					MP142 (8+335)		
					MP148 (8+635)		
	10+395	11+295		6@50m=300m	MP149 (8+735)	パイルヘント橋脚: φ2.4m - 2本	
				6@50m=300m	MP150 (8+915)		
				6@50m=300m	MP151 (9+095)		
	11+295	11+635		6@50m+40m=340m	MP152 (9+195)	橋脚:φ2.5m - 2本 杭:φ1.5m - 8本	
				6@50m=300m	MP158 (9+495)		
				6@50m=300m	MP164 (9+795)		
					MP170 (10+095)	橋脚:φ2.5m - 2本 杭:φ1.5m - 8本	
					MP176 (10+395)		
					MP177 (10+435)	パイルヘント橋脚: φ2.4m - 2本	
					MP182 (10+695)		
					MP188 (10+995)	橋脚:φ2.5m - 2本 杭:φ1.5m - 8本	
					MP193 (11+245)		
					MP194 (11+295)	橋脚:φ2.5m - 2本 杭:φ1.5m - 8本	
					MP201 (11+635)		

出典：Final Feasibility Study Report, 2012 を基に JICA 調査団作成

表 3.4.9 本線の上部工および下部基礎形式-2

	測点		橋梁形式/架設工法	支間割	橋脚番号	下部基礎形式
	起点	終点				
海上特殊部 (バイブライン)	11+635 (L)	12+075 (L)	PC箱桁橋 (キャンチレバー工法)	50m+100m+180m+110m =440m	MP201(L) (11+635)	橋脚:φ2.5m - 1本
					MP202(L) (11+685)	杭:φ1.5m - 4本
					MP203(L) (11+785)	橋脚:6mx3m - 2本
					MP204(L) (11+965)	杭:φ2.4m - 4本
	12+075 (L)	12+515 (L)		110m+180m+100m+50m =440m	MP205(L) (12+075)	橋脚:φ2.5m - 1本
					MP206(L) (12+185)	杭:φ1.5m - 4本
					MP207(L) (12+365)	橋脚:6mx3m - 2本
					MP208(L) (12+465)	杭:φ2.4m - 4本
				MP209(L) (12+515)	橋脚:φ2.5m - 1本	
					杭:φ1.5m - 4本	
海上特殊部 (バイブライン)	11+635 (R)	12+115 (R)	PC箱桁橋 (キャンチレバー工法)	40m+40m+100m+180m+ 120m=480m	MP201(R) (11+635)	橋脚:φ2.5m - 1本
					MP202(R) (11+675)	杭:φ1.5m - 4本
					MP203(R) (11+715)	橋脚:φ2.5m - 1本
					MP204(R) (11+815)	杭:φ1.5m - 4本
	12+115 (R)	12+515 (R)		120m+180m+100m=400 m	MP205(R) (11+995)	橋脚:6mx3m - 2本
					MP206(R) (12+115)	杭:φ2.4m - 4本
					MP207(R) (12+235)	橋脚:φ2.5m - 1本
					MP208(R) (12+415)	杭:φ1.5m - 4本
				MP209(R) (12+515)	橋脚:φ2.5m - 1本	
					杭:φ1.5m - 4本	
一般部(海上)	12+515	12+715	PC箱桁橋 (スパンバイスパン工法)	4@50m=200m	MP209 (12+515)	橋脚:φ2.5m - 2本
	12+715	12+955		4@50m+40m=240m	MP213 (12+715)	杭:φ1.5m - 8本
					MP218 (12+955)	橋脚:φ2.5m - 1本
海上特殊部 (バンベル航路)	12+955 (L)	13+600 (L)	PC箱桁橋 (キャンチレバー工法)	50m+100m+2@180m+95 m+40m=645m	MP219(L) (13+005)	杭:φ1.5m - 4本
					MP220(L) (13+105)	橋脚:φ2.5m - 1本
					MP221(L) (13+285)	杭:φ1.5m - 4本
					MP222(L) (13+465)	橋脚:6mx3m - 2本
	12+955 (R)	13+600 (R)		40m+100m+2@180m+95 m+50m=645m	MP223(L) (13+560)	杭:φ2.4m - 4本
					MP224(L) (13+600)	橋脚:φ2.5m - 1本
					MP218(R) (12+955)	杭:φ1.5m - 4本
					MP219(R) (12+995)	橋脚:φ2.5m - 1本
				MP220(R) (13+095)	杭:φ1.5m - 4本	
				MP221(R) (13+275)	橋脚:6mx3m - 2本	
				MP222(R) (13+455)	杭:φ2.4m - 4本	
				MP223(R) (13+550)	橋脚:φ2.5m - 1本	
				MP224(R) (13+600)	杭:φ1.5m - 4本	
一般部(海上)	13+600	14+500	PC箱桁橋 (スパンバイスパン工法)	6@50m=300m	MP224 (13+600)	橋脚:φ2.5m - 2本
				6@50m=300m	MP230 (13+900)	
				6@50m=300m	MP236 (14+200)	
				6@50m=300m	MP242 (14+500)	
	14+500	16+000		6@50m=300m	MP243 (14+550)	ハイルヘント橋脚: φ2.4m - 2本
					MP248 (14+800)	
					MP254 (15+100)	
					MP260 (15+400)	
				MP266 (15+700)		
				MP271 (15+950)		
マングローブ林部	16+000	17+257	PC箱桁橋 (スパンバイスパン工法)	6@50m=300m	MP272 (16+000)	橋脚:φ2.5m - 2本
				6@50m=300m	MP278 (16+300)	
				3@53.333m=160m 47m	MP284 (16+600)	
				3@50m=150m	MP287 (16+760)	
				3@50m=150m	MP288 (16+807)	
				3@50m=150m	MP291 (16+957)	
				3@50m=150m	MP294 (17+107)	
				3@50m=150m	MP297 (17+257)	

出典 : Final Feasibility Study Report, 2012 を基に JICA 調査団作成

表 3.4.10 本線の上部工および下部基礎形式-3

	測点		橋梁形式/架設工法	支間割	橋脚番号	下部基礎形式			
	起点	終点							
道路交差部	17+257 (L)	17+452 (L)	PC箱桁橋 (スパンバイスパン工法)	35m+45m+40m+40m +35m=195m	MP297 (17+257 (L)) MP302 (17+452 (L))	橋脚:φ2.5m - 1本 杭:φ1.5m - 4本			
道路交差部	17+257 (R)	17+452 (R)	PC箱桁橋 (スパンバイスパン工法)	45m+45m+40m+40m +25m=195m	MP297 (17+257 (R)) MP302 (17+452 (R))	橋脚:φ2.5m - 1本 杭:φ1.5m - 4本			
マングローブ林部	17+452	18+022	PC箱桁橋 (一括架設工法)	4@30m=120m	MP302 (17+452) MP303 (17+482) MP306 (17+572) MP311 (17+722) MP316 (17+872) MP321 (18+022) MP323 (18+082) MP328 (18+232) MP331 (18+352)	橋脚:φ2.5m - 2本 杭:φ1.2m - 12本			
道路交差部	18+022	18+082		5@30m=150m					
マングローブ林部	18+082	18+232		5@30m=150m					
道路交差部	18+232	18+352		5@30m=150m					
一般部(陸上)	18+352	18+388		20m+40m=60m					
鉄道交差部	18+388	18+458		5@30m=150m					
				3@40m=120m					
				36m					
			鋼トラス橋	70m	MP332 (18+388) MP333 (18+458)	橋脚:φ3.25m - 3本 杭:φ1.5m - 12本			
一般部(陸上)	18+458	18+922	PC箱桁橋 (一括架設工法)	44m 5@30m=150m 5@30m=150m 3@40m=120m	MP334 (18+502) MP339 (18+652) MP344 (18+802) MA2 (18+922)	橋脚:φ2.5m - 2本 杭:φ1.2m - 12本			
土工部	18+922	20+092							
一般部(陸上)	20+092	21+172	PC箱桁橋 (一括架設工法)	5@30m=150m	LA1 (20+092) LP5 (20+242) LP10 (20+392) LP15 (20+542) LP20 (20+692) LP25 (20+842) LP28 (20+932)	橋脚:φ2.5m - 2本 杭:φ1.2m - 12本			
道路交差部				35m	LP29 (20+950)				
一般部(陸上)				35m	LP30 (20+985) LP31 (21+020)				
				32m+4@30m=152m	LP32 (21+052) LP36 (21+172)				
				21+172	21+184.533		PC-I桁橋	12.533m	LP37 (21+184.533)
鉄道交差部				21+184.533	21+379.533		鋼トラス橋	3@65m=195m	LP40 (21+379.533)
				21+379.533	21+412		PC-I桁橋	32.467m	LP41 (21+412) LP44 (21+502) LP47 (21+592) LP48 (21+615.78) LP49 (21+650.78) LP50 (21+685.78) LA2 (21+715.78)
一般部(陸上)				21+412	21+715.78		PC箱桁橋 (一括架設工法)	3@30m=90m	橋脚:φ2.5m - 2本 杭:φ1.2m - 12本
道路交差部								23.78m	
								35m	
一般部(陸上)	30m								

出典：Final Feasibility Study Report, 2012 を基に JICA 調査団作成

表 3.4.11 セウリ IC の上部工および下部基礎形式

ランプ番号	測点		橋梁形式	高さ レベル	最大 高さ	支間割	下部基礎形式
	始点	終点					
ランプ A	セウリ	0+495	PC箱桁橋	4F	37.00 m	不明	橋脚：RC橋脚 杭：場所打ち杭
ランプ B				3F	27.00 m	不明	
ランプ C1				2F		不明	
ランプ E				2F		不明	
ランプ C2				1F		不明	
ランプ F				1F		不明	

出典：Final Feasibility Study Report, 2012 を基に JICA 調査団作成

表 3.4.12 シバジ・ナガール IC 上部工および下部基礎形式

ランプ番号	測点		橋梁形式	支間割	下部基礎形式
	始点	終点			
ランプ JM	16+907	CIDCO	PC箱桁橋	3@50m+13@20m=410m	橋脚:RC橋脚 杭:場所打ち杭
ランプ MA	16+857	計画道路	+PC中空床版橋	3@50m+8@20m=310m	
ランプ CA	17+297	CIDCO	PC中空床版橋	11@20m=220m	
ランプ MJ	17+422	計画道路		13@20m=260m	
ランプ AM	17+722	CIDCO	PC箱桁橋	30m+12@20m=270m	
ランプ AC	17+632	計画道路	+PC中空床版橋	30m+16@20m=350m	

出典：Final Feasibility Study Report, 2012 を基に JICA 調査団作成

表 3.4.13 SH54IC の上部工および下部基礎形式

ランプ番号	測点		橋梁形式	支間割	下部基礎形式
	始点	終点			
ランプ MP	20+212	SH54	PC箱桁橋	12@30m=360m	橋脚：RC橋脚
ランプ JM	20+242	SH54		10@30m=300m	杭：場所打ち杭

出典：Final Feasibility Study Report, 2012 を基に JICA 調査団作成

表 3.4.14 チルレ IC 上部工および下部基礎形式

ランプ番号	測点		橋梁形式	支間割	下部基礎形式
	始点	終点			
ランプ MP	21+082	NH4B	PC箱桁橋	3@30m=90m	橋脚:RC橋脚 杭:場所打ち杭
			PC-I桁橋	12.533m	
			鋼トラス橋	3@65m=195m	
			PC中空床版橋	23.222+5@20m=123.222m	
ランプ JM	21+052	NH4B	PC箱桁橋	4@30m=120m	
			PC-I桁橋	12.533m	
			鋼トラス橋	3@65m=195m	
			PC中空床版橋	25.062+12@20m=265.062m	
ランプ MJ	21+560	NH4B	PC箱桁橋	30m	
				24m	
				35m	
				35m	
				30m	
				30m	
ランプ PM	21+560	NH4B	PC箱桁橋	30m	
				24m	
				35m	
				35m	
				30m	
				30m	
				30m	
			PC中空床版橋	14@20m=280m	

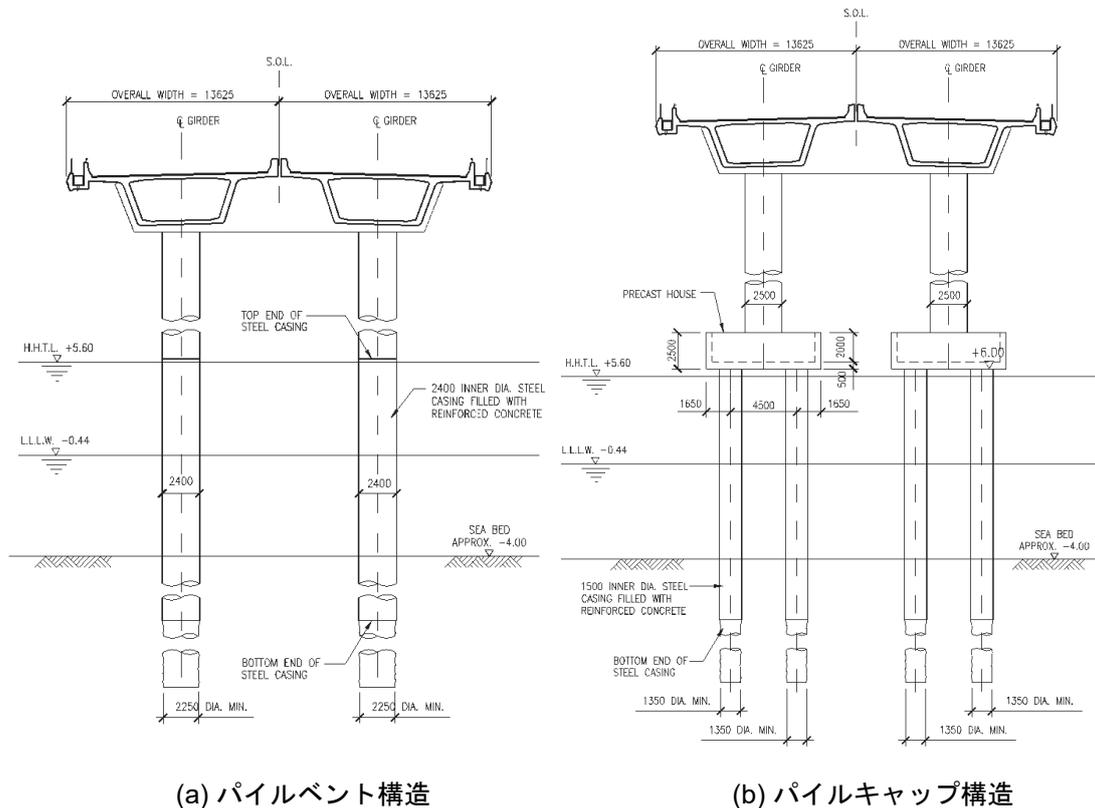
出典：Final Feasibility Study Report, 2012 を基に JICA 調査団作成

3.4.4 橋梁計画のレビューと改善案

(1) 一般部（海上、陸上）

1) 概要

海上一般部の上部工形式は、支間長 50m を基本とした PC 連続ラーメン箱桁橋であり、架設工法は、プレキャストセグメント・スパンバイスパン工法である。また、下部工形式は、環境保全およびコスト削減の観点から、パイルキャップを排除したパイルベント構造を柱高さで地表面より約 20m 以下（橋面高さで約+30m 以下）の橋脚に採用している。パイルベントの構造は、厚さ 8mm の仮設鋼管を外側に配置し、直径 2,400mm の RC ラーメン構造である（図 3.4.1 参照）。一方、20m 以上（橋面高さで約+30m 以上）の橋脚高を有する区間は、一般的に使用されているパイルキャップ構造を採用し、パイルキャップ底面は、+6.00m（CD 基準）に設置しており、パイルキャップ全体が海面より突出するように計画されている。基礎構造は、場所打ち杭φ1,500mm が採用されており、パイルベント構造と同様に厚さ 8mm の鋼管を場所打ち杭の外側に配置している（図 3.4.1 参照）。



出典：Final Feasibility Study Report, 2012 を基に JICA 調査団作成

図 3.4.1 一般部の下部工形式

表 3.4.15 海上一般部の下部構造

形式	詳細
パイルベント橋脚	橋脚柱高さ：20m 以下 橋脚および杭直径：φ2,400mm（外側に厚さ 8mm の鋼管を使用）
パイルキャップ橋脚	橋脚柱高さ：20m 以上 橋脚直径：φ2,500mm パイルキャップ：プレキャスト埋設型枠 パイルキャップ底面高さ、+6.00m（CD 基準） 杭：場所打ち杭、φ1,500mm - 4 本（外側に厚さ 8mm の鋼管を使用）

出典：Final Feasibility Study Report, 2012 を基に JICA 調査団作成

陸上一般部の上部工形式は、支間長 30m を基本とした PC 連続ラーメン箱桁橋である。地表面より 15m のクリアランスを確保している。

2) 課題

- 海上部に採用されている支間長 50m の PC 箱桁橋の採用根拠が不明である。
- 連続径間長の根拠が不明である。
- パイルベント橋脚とパイルキャップ橋脚の適用境界が明確ではない。
- パイルキャップ底面高さ+6.00m（CD 基準）の根拠を確認する必要がある。
- 陸上一般部に採用されている支間長 30m の PC 箱桁の採用根拠が不明である。

3) 追加検討結果と代替案提案

海上一般部

支間長 50m は、漁船の通行および海底浚渫作業を考慮して決定されている。また、支間長 50m 程度の橋梁は、PC 箱桁橋が採用されるケースが多く、他の橋梁形式と比較して経済面において優れている。また、連続径間長においては、概略計算を実施し確認を行う。

パイルキャップ設置高さは、環境上の理由（ピアによる潮流の阻害の影響を防ぐ）により、パイルキャップ底面高さを HHTL より 40cm 上としている。これらは、MMRDA への聞き取りにて確認した。

陸上一般部

支間長 30m 程度の上部工架設は、施工ヤードで製作したプレキャスト PC 桁を大型クレーンにより一括架設を行う。この工法は、ムンバイ周辺のプロジェクで経済性および施工性の面で採用されている工法である。

PC 箱桁は、経済性および工期短縮を考慮して単純構造を採用している。

海上一般部および陸上一般部

6 径間連続ラーメン橋で橋脚高さを変えたケーススタディを実施し、パイルベント橋脚の適用範囲を明確にする必要がある。

(2) 海上特殊部

1) 概要

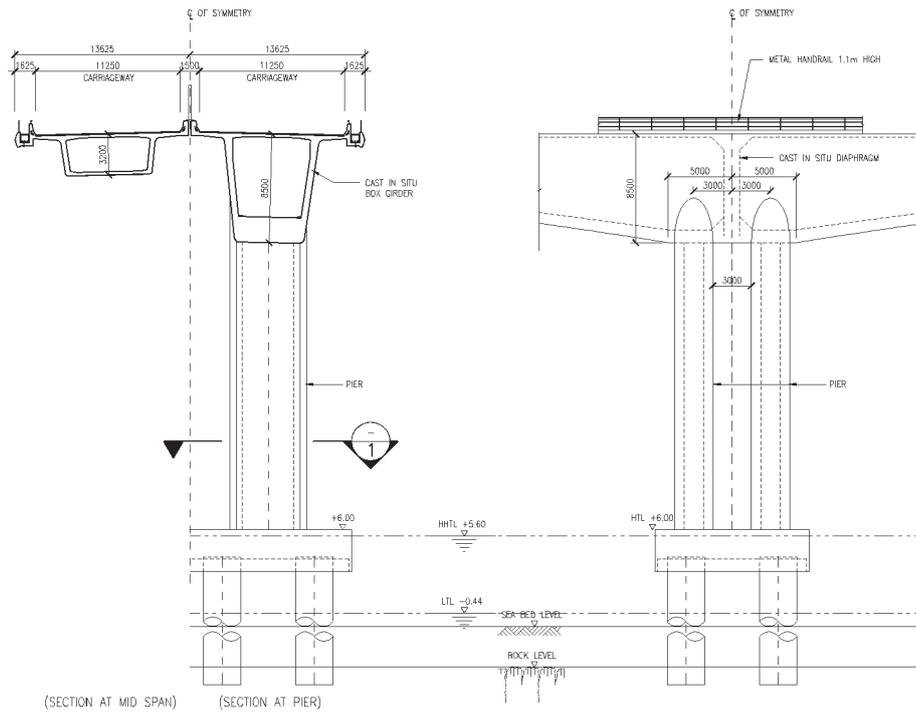
海上部は、1箇所の排水路、3箇所の航路および3箇所のパイプラインが MTHL と交差している。排水路部および航路部のクリアランスは、幅 94m、高さ 31m (CD 基準) を確保する必要があり、最大支間長 150m および 180m のキャンチレバー架設による PC ラーメン箱桁橋が計画されている。排水路部、航路部およびパイプライン位置での橋梁の支間割を表 3.4.16 に示す。

表 3.4.16 海上特殊部の支障物件位置での支間割

測点		支障物件	支間割
起点	終点		
3+395	3+715	タタ火力発電所 (排水路)	85m+150m+85m=320m
4+595	5+060	タタ火力発電所 (石炭搬入路)	80m+2@150m+85m=465m
5+310	5+935	タタパイプライン ピアパウ埠頭	90m+3@150m+85m=625m
8+635	9+195	ターネ航路	100m+2@180m+100m=560m
11+635 (L)	12+515 (L)	ONGCパイプライン BPCLパイプライン	50m+100m+180m+110m=440m
11+635 (R)	12+515 (R)		110m+180m+100m+50m=440m
			2@40m+100m+180m+120m=480m
			120m+180m+100m=400m
12+955 (L)	13+600 (L)	パンベル航路	50m+100m+2@180m+95m+40m=645m
12+955 (R)	13+600 (R)		40m+100m+2@180m+95m+50m=645m

出典：Final Feasibility Study Report, 2012 を基に JICA 調査団作成

主径間部の下部構造は、上部工と剛結させた 2 枚壁式橋脚である。基礎工は場所打ち杭φ 2,400mm、標準部同様に 8mm の鋼管を杭外側に配置している (図 3.4.2 参照)。また、航路部には、船舶衝突緩衝工を設置している。パイルキャップは、上面位置を+6.00m (CD 基準) としている。



出典：Final Feasibility Study Report, 2012 を基に JICA 調査団作成

図 3.4.2 海上特殊部の下部工形式

表 3.4.17 海上特殊部の下部構造

形式	詳細
掛違い橋脚	橋脚：パイルキャップ橋脚 パイルキャップ：プレキャスト埋設型枠 パイルキャップ底面高さ、+6.00m (CD 基準) 杭：場所打ち杭、 ϕ 1,500mm - 4 本 (外側に厚さ 8mm の鋼管を使用)
中間橋脚	橋脚：2 枚壁式橋脚、3.00m \times 6.00m - 2 本 パイルキャップ：プレキャスト埋設型枠 パイルキャップ上面高さ、+6.00m (CD 基準) 杭：場所打ち杭、 ϕ 2,400mm - 4 本 (外側に厚さ 8mm の鋼管を使用)

出典：Final Feasibility Study Report, 2012 を基に JICA 調査団作成

2) 課題

- 施工工程のクリティカルとなる区間である。
- パイプラインの正確な位置の調査が必要である。
- 船舶衝突に関して、緩衝工を設置するか、パイルキャップで抵抗させるかの設計コンセプトが明確ではない。
- パイルキャップ上面高さ+6.0m (CD 基準) の根拠を明確にする必要がある。

3) 追加検討結果と代案提案

本事業の早期開通を目指して、施工工期短縮が可能な橋梁形式の提案を行う。

MMRDA との面談によると、航路部においては、航路限界を確保するために、道路縦断面が上がり、橋脚高が高くなるため、基礎工が負担する重量は一般部と比べて増加する。よって、パイルキャップ底面を一般部同様に+6.00m (CD 基準) とすると杭本数が増加し、経済性が悪くなるため、パイルキャップ上面を+6.00m (CD 基準) に計画されている。この設置方針は工費削減のため踏襲する。

基礎工形式に関して、インド国内業者にヒアリングを行ったうえで、基礎形式について比較検討を実施する。

パイプラインの位置に関して本調査で確認した結果を踏まえ、適切な橋梁支間割計画を行う。

船舶の衝突について、Final Feasibility Study Report, 2012 では、「独立した緩衝工を設置」もしくは「パイルキャップと杭に衝突耐力を持たせる」のいずれの方法も選択可能としている。本調査では、独立した緩衝工を設置する方針として検討を行う。

(3) マングローブ林部

1) 概要

マングローブ林が植生する区間において、上部工形式はマングローブ林伐採への影響を最小限にするために、支間長 50m の PC ラーメン箱桁橋をスパンバイスパン工法で架設する計画である。また、シバジ・ナガール IC 地点以降の陸上部は、支間長 30m の PC 箱桁で計画されている。また、下部工は、パイルベント橋脚およびパイルキャップ橋脚にて計画されている。

表 3.4.18 マングローブ林部の下部構造

形式	詳細
パイルベント橋脚	橋脚柱高さ：20m 以下 橋脚および杭直径：φ2,400mm (外側に厚さ 8mm の鋼管を使用)
パイルキャップ橋脚	橋脚柱高さ：20m 以上 橋脚直径：φ2,500mm パイルキャップ：プレキャスト埋設型枠 パイルキャップ底面高さ、+6.00m (CD 基準) 杭：場所打ち杭、φ1,500mm - 4 本 (外側に厚さ 8mm の鋼管を使用)

出典：Final Feasibility Study Report, 2012 を基に JICA 調査団作成

2) 課題

パイルベント橋脚とパイルキャップ橋脚の適用境界が明確ではない。

3) 追加検討結果と代案提案

パイルベント橋脚の適用範囲を明確にする必要がある。

(4) 鉄道交差部

1) 概要

ナビ・ムンバイ側の Nerul-Uran 鉄道および Jasai Yard Rob 跨線橋は、トラス橋として計画されている。この区間の建築限界と橋梁形式については、「イ」国鉄道公社と協議済みである。

(5) 道路交差部

1) 概要

上部工形式は、PC 箱桁形式で計画されており、下部工形式は、パイルキャップ橋脚で計画されている。交差道路との鉛直方向クリアランスは、6.0m を確保しており、橋脚柱の高さは 20m 以下である。

表 3.4.19 道路交差部の下部構造

形式	詳細
パイルキャップ橋脚	橋脚柱高さ：20m 以下 パイルキャップ：土被り、最小 0.50m を確保 杭：場所打ち杭、φ1,200mm

出典：Final Feasibility Study Report, 2012 を基に JICA 調査団作成

(6) セウリ IC

1) 概要

セウリ IC は、イースタン・フリーウェイ（高架）、東西回廊（計画高架）および既存道路（地上）と MTHL 本線（高架）を結んでいる。そのため、セウリ IC は、4 層構造となっている。上部工形式は PC 連続箱桁橋、下部工形式は張出式橋脚とラーメン式橋脚および基礎工形式は、場所打ち杭 φ1,200 と φ1,500 で計画されている。表 3.4.20 に各ランプの高さを示す。

表 3.4.20 セウリ IC

ランプ名	階層	高さ	最大高さ	起点高さ	橋梁形式
		Sta, 0+452			
ランプA	4階	20.0m	37m	18 m	PC箱桁橋
ランプB	3階	22.0m	27m	22 m	
ランプC1	2階	20.0m		18 m	
ランプE	2階	20.0m		18 m	
ランプC2	地上	20.0m		6.5m	
ランプF	地上	20.0m		6.5m	

出典：Final Feasibility Study Report, 2012 を基に JICA 調査団作成

2) 課題

- 東西回廊（計画高架）と本線（高架）を結ぶランプは、縦断計画が示されていない。また、本ランプは、鉄道を跨ぐため支間長が長くなる恐れがあり、他のランプの縦断計画に影響を及ぼす可能性がある。
- 本ランプはすべて PC 箱桁で計画されているが、架設方法等の詳細が不明であり、施工方法の検討が必要である。

- 本ランプの橋脚配置が確認できないため、上部工支間長および橋脚形状等の確認が困難である。また、線形が複雑であり、ランプ架設時のイースタン・フリーウェイへの影響が懸念される。

3) 追加検討結果と代替案提案

B ランプの建築限界を確保できない可能性があるため MMRDA と協議を行った結果、①東西回廊（計画高架）と本線を結ぶランプの構造形式は、下路トラス橋を想定していること（建築限界は問題なし）、②ランプの線形および形式は、既に MTHL 技術委員会の承認を受けており、現計画の線形の変更は難しいとの回答を得た。以上より、ランプ部の縦断計画は原案を変更しないものとした。

「イ」国鉄道公社所有の軌道に隣接している部分の基礎配置および形状についても既に当該公社より了承が得られていることが確認された。

「イ」国内建設会社への施工実績等の聞き取りの結果、ランプに計画されている曲線 PC 箱桁は、プレキャストセグメント工法を採用することで施工が可能であるということが確認された。

(7) シバジ・ナガール IC、SH54 IC、チルレ IC

1) 概要

シバジ・ナガール IC

上部工形式は、支間長 50m の PC 箱桁橋および支間長 30m の橋梁（橋梁形式は不明）で計画されており、下部工形式は、パイルキャップ橋脚で計画されている。

SH54 IC

上部工形式は、本線同様に支間長 30m の PC 箱桁橋で計画されており、下部工形式は、パイルキャップ橋脚で計画されている。

チルレ IC

Jasai Yard Rob 跨線橋部は、鋼トラス桁橋で計画されており、その他の部分は、支間長 20m の橋梁（橋梁形式は不明）で計画されている。また、下部工形式は、パイルキャップ橋脚で計画されている。

2) 課題

支間長 20m の橋梁計画が妥当であるか検討する必要がある。

3) 追加検討結果と代案提案

上記で示された上部工計画および下部工計画が妥当なものであるかの検討を行う必要がある。

(8) その他

1) 仮栈橋

Final Feasibility Study Report, 2012 には海上干潟部の工事用仮栈橋の計画が含まれていないため、仮栈橋の追加検討が必要となる。

3.5 概算施工費および事業スケジュール

3.5.1 概算施工費

Final Feasibility Study Report, 2012 では、以下の建設工事に関わる費用が算出されている。本項ではこれらの工事費算出に使われている数量や単価等をレビューした。

- IC 部
- 海上部高架橋
- 陸上部高架橋
- 料金所、管理棟、救助センター
- 環境影響緩和対策
- E&M サービス（電気、機械システム）

MTHL のような長大高架橋の工事費算出では、規模の観点から、一般的な実績データを使用できる範囲は制限されるとして、上述した Final Feasibility Study Report, 2012 における採用単価は、ウェスタン・フリーウェイおよびシーリンク等の実績値を参考に算定されている。ただし、シーリンクは外洋に面した橋梁であるのに対して MTHL は内湾に設置される橋であるため、採用された単価はその分低減されており、2007 年の MTHL 積算額にエスカレーションを考慮した額が採用されている。また、基本となる単価は 50m スパンの海上 PC 橋梁としており、他スパンの橋梁はこれに係数を掛けて算出している。スパン 120m を超える橋梁の割り増し係数は香港での実績単価を参考にしており、25～30%の割増しとしている。表 3.5.1 に Final Feasibility Study Report, 2012 調査時において適用された単価を示す。

表 3.5.1 Final Feasibility Study Report, 2012 参考単価

Western Freeway Sea Link (Phase IIA)	Consultant's estimated rate (does not include IDC)	90,000 INR/m ² (2008 price)
	Tender A rate (does not include IDC but includes risks)	128,600 INR/m ² (2008 price)
	Tender B rate (includes IDC + Risks)	132,560 INR/m ² (2008 price)
MTHL Returned Tenders	Tender A rate (includes IDC + Risks)	101,540 INR/m ² (2007 price)
	Tender B rate (includes IDC + Risks)	84,230 INR/m ² (2007 price)
Bandra Worli Sea Link Returned Tenders		91,000 INR/m ² (1999 price) (average rate including standard viaducts and cable stay bridges)

(注) IDC : Interest During Construction (建中金利)

出典 : Final Feasibility Study Report, 2012

表 3.5.2 は Final Feasibility Study Report, 2012 における設計数量と採用単価、及び工事費を左欄に示し、右欄は Final Feasibility Study Report, 2012 で引用されている数量及び工事単価が同報告書で説明している方針に基づいて算定されているかどうかを照査した結果である。

表 3.5.2 Final Feasibility Study Report, 2012 における工事費とそのレビュー結果-1

範 囲			既設計			レビュー		
No		橋 種	範囲 (m ²)	単価 (Rs/m ²)	工事費 (INR・Mil)	範囲 (m ²)	単価 (Rs/m ²)	工事費 (INR・Mil)
セウリインターチェンジ ~0+495								
ランプ A	0+00	PC 箱桁橋	53015	52,000	2,757	50516	65,000	3,284
ランプ B		PC 箱桁橋						
ランプ C1		PC 箱桁橋						
ランプ E		PC 箱桁橋						
ランプ C2		PC 箱桁橋						
ランプ F	0+495	PC 箱桁橋						
アプローチ			6565	9,500	623	6565	11,900	78
ジャンクション			31520	5,000	158	32156	6,300	203
					3,537	3,564		
海上高架橋 0+495~16+000(16+600)								
0+495	3+095	PC 箱桁橋	88215	125,600	11,080	87475	157,100	13,742
3+095	3+395	PC 箱桁橋	7860	132,000	1,038	7860	165,100	1,298
3+395	3+715	PC 箱桁橋	8385	165,000	1,384	8385	206,400	1,731
3+715	4+595	PC 箱桁橋	28792	132,000	3,801	26704	165,100	4,409
4+595	5+060	PC 箱桁橋	12183	165,000	2,010	12183	206,400	2,515
5+060	5+310	PC 箱桁橋	6550	132,000	865	6550	165,100	1,081
5+310	5+935	PC 箱桁橋	16375	165,000	2,702	16375	206,400	3,380
5+935	8+635	PC 箱桁橋	70540	132,000	9,311	70740	165,100	11,679
8+635	9+195	PC 箱桁橋	14672	171,600	2,518	14672	214,600	3,149
9+195	11+635	PC 箱桁橋	63928	132,000	8,438	63928	165,100	10,555
11+635	12+515	PC 箱桁橋	23056	168,150	3,877	23056	210,300	4,849
12+515	12+955	PC 箱桁橋	11528	132,000	1,522	11528	165,100	1,903
12+955	13+600	PC 箱桁橋	16899	171,600	2,900	16899	214,600	3,627
13+600	14+500	PC 箱桁橋	29555	132,000	3,901	27030	165,100	4,463
14+500	16+000	PC 箱桁橋	39300	125,600	4,936	39300	157,100	6,174
					60,281	74,553		
陸上橋 16+000~18+170(16+600~18+170)								
16+000	16+600	PC 箱桁橋	20960	87,900	1,842	15720	157,100	2,470
16+600	16+800	PC 箱桁橋				5555	109,900	610
16+800	18+170	PC 箱桁橋				34130	109,900	3,751
					4,829	6,831		
陸上橋 18+170~18+922								
18+170	18+404	PC 箱桁橋	18650	49,500	923	5800	61,900	359
18+404	18+444	鋼桁橋				1000	195,000	195
18+444	18+922	PC 箱桁橋				11950	61,900	740
道路 18+922~20+092								
18+922	20+092	料金所	58400	5,000	292	59566	6,300	375
陸上橋 20+092~21+715.78								
20+092	21+202	PC 箱桁橋	40325	49,500	1,996	27750	61,900	1,718
21+202	21+242	鋼桁橋				1000	195,000	195
21+242	21+313.15	PC 箱桁橋				1779	61,900	110
21+313.15	21+353.15	鋼桁橋				1000	195,000	195
21+353.15	21+715.78	PC 箱桁橋				9071	61,900	561
			610149	3,211		4,448		

出典：Final Feasibility Study Report, 2012 および JICA 調査団

表 3.5.3 Final Feasibility Study Report, 2012 における工事費とそのレビュー結果-2

範 囲	既設計			レビュー		
	範囲 (m ²)	単価 (Rs/m ²)	工事費 (INR・Mil)	範囲 (m ²)	単価 (Rs/m ²)	工事費 (INR・Mil)
シバジナガールインターチェンジ+海岸道路						
橋梁	26668	49,500	1,320	26668	61,900	1,651
地盤改良とアプローチ	10525	11,500	121	10525	14,400	152
ジャンクション	27075	5,000	135	27075	6,300	171
小 計			1,576			1,973
SH54インターチェンジ						
橋梁	7091	49,500	351	7091	61,900	439
地盤改良とアプローチ	7943	9,500	75	7943	11,900	95
小 計			426			533
NH4Bインターチェンジ						
橋梁	22719	49,500	1,125	22719	61,900	1,406
地盤改良とアプローチ	9377	9,500	89	9377	11,900	112
ジャンクション	10527	5,000	53	10527	6,300	66
小 計			1,266			1,584
その他						
造園		Sum	65		Sum	81
現場整備		Sum	80		Sum	100
排水施設		Sum	10		Sum	13
料金所-建築物		Sum	145		Sum	181
料金所-設備		Sum	197		Sum	246
跨線橋付属物とその他構造物		Sum	20		Sum	25
管理棟		Sum	45		Sum	56
MMRDAとIE事務所		Sum	21		Sum	26
救急センター		Sum	20		Sum	25
環境管理計画、防災計画 高度道路交通システム		Sum	790		Sum	988
交通安全施設		Sum	110		Sum	138
電気工事、設備		Sum	305		Sum	381
車両		Sum	33		Sum	41
小 計			1,841			2,301
合 計	823174		76,969	818168		95,788

出典：Final Feasibility Study Report, 2012 および JICA 調査団

上述した方針に沿ってレビューした結果は下記のとおりである。

- 数量に関する一部逸算（赤字提示箇所 623→62）。
- 鋼桁橋への PC 橋単価の採用
- 2007 年から 2012 年の物価上昇（エスカレーション）を考慮する際に毎年の変動を考慮せず、一律 5%の採用。

これらのレビュー結果を踏まえ、エスカレーションの検討においては IMF が発表している毎年の値を採用し、鋼跨線橋の単価については JICA 調査団が独自に推定した。

両者の結果を比較すると既存報告書では INR 76,969 百万であったものが、見直した結果は INR 95,788 百万となった。

以上より、Final Feasibility Study Report, 2012 の調査では物価の上昇を正確に反映させていなかったこともあり、概算工事費が安価であった可能性がある。また、工事費の内訳として環境緩和対策が挙げられているが具体的にはその金額が見当たらなかった。

しかしながら、建設単価が物価上昇率を正確に反映しない可能性もあるので、本件調査においては、「イ」国建設会社等にヒアリングを行い、単価設定を行うものとする。

なお、引用したインフレ率と見直した 2012 年時点の単価を以下に示す。

IMF 発表のインフレ率では、2008 年から 2012 年まで毎年 10 パーセント近い上昇率となっており、5 年間でおよそ 1.6 倍上がっている。

表 3.5.4 インフレ率 (IMF)

西暦	インド国のインフレ率 (%)			
	先の調査 (2012年)		先の調査のレビュー結果 (2012年)	
2007年	-		-	
2008年	5.000	1.05	9.193	1.09193
2009年	5.000	1.05	10.604	1.10604
2010年	5.000	1.05	9.534	1.09534
2011年	5.000	1.05	9.443	1.09443
2012年	5.000	1.05	10.249	1.10249
合計		1.276		1.596

出典：JICA 調査団

表 3.5.5 見直し単価 (2012年)

項 目	既設計 2012年単価	既設計 インフレ率	2007年単価	実質 インフレ率	見直し 2012年単価
@50m海上橋梁+パイルキャップ	132,000	1.276	103,448	1.596	165,100
@50m海上橋梁+パイルベント	125,600	1.276	98,433	1.596	157,100
@3x150mパイプライン交差橋梁	165,000	1.276	129,310	1.596	206,400
@2x180mターネ航路交差橋梁	171,600	1.276	134,483	1.596	214,600
@180m ONGC & BPCL パイプライン	168,150	1.276	131,779	1.596	210,300
@50mマングローブ地帯 (ユティリティトラフを除く)	87,900	1.276	68,887	1.596	109,900
セウリ側ランプ陸上橋梁	52,000	1.276	40,752	1.596	65,000
本線陸上橋梁	49,500	1.276	38,793	1.596	61,900
地盤改良とアプローチ	11,500	1.276	9,013	1.596	14,400
アプローチ	9,500	1.276	7,445	1.596	11,900
ジャンクション	5,000	1.276	3,918	1.596	6,300
造園	65	1.276	51	1.596	81
現場整備	80	1.276	63	1.596	100
排水施設	10	1.276	8	1.596	13
料金所-建築物	145	1.276	114	1.596	181
料金所-設備	197	1.276	154	1.596	246
跨線橋付属物とその他構造物	20	1.276	16	1.596	25
管理棟	45	1.276	35	1.596	56
MMRDAとIE事務所	21	1.276	16	1.596	26
救急センター	20	1.276	16	1.596	25
環境管理計画、防災計画 高度道路交通システム	790	1.276	619	1.596	988
交通安全施設	110	1.276	86	1.596	138
電気工事、設備	305	1.276	239	1.596	381
車両	33	1.276	26	1.596	41

出典：JICA 調査団

3.5.2 工事工程

Final Feasibility Study Report, 2012 で算定された工程表を表 3.5.6 に示す。本件は、BOT スキームで実施される予定であったことから、測量・調査・設計・施工事務所・ヤード建設等の準備期間も含み、全体で 6 年の工程となっているが、本章ではこの施工工程を実現するために必要な稼働グループ数を算定し、その妥当性を検証した。

仮栈橋について 1 日 2 交代制として算定した結果、栈橋両端から通路部、下部工脇と順次進めていけば、下部工等の後続工事も含めて十分必要工期内に納まる。

(2) 基礎工

場所打ち杭には 3 種類の径があるが、 $\phi 1,200$ と $\phi 1,500$ がその大半を占める。長さはおよそ 25m であり、1 日あたり 0.6 本の施工速度となる。この条件で 2,980 本を施工する場合、4 (3.7) グループが必要となる。

(3) 下部工

海上部の下部工形式はパイルベント方式とパイルキャップ方式の 2 種類がある。どちらも突出のある場所打ち杭となっており、海底から海面までは鋼管を型枠として使用している。陸上部は一般的な底版のある橋脚である。本線部の基数は 403 基あり、1 下部工につき 60 日要するとして、18 グループ必要となる。単純計算すると 1 グループ当たり橋梁延長 1.2km 区間程度の担当となる。

(4) 上部工

スパンバイスパン方式の架設方法で上下線分離、総幅員 26.2m の場合、1 日当たり 1.5m 程度の施工が可能である。延長 21.7km、施工日数 1,369 日 (3 年 9 ヶ月) とすると 11 グループ必要となり、単純計算すると 1 グループ当たり 2km 程度の延長となる。ただし、航路やパイプライン等の大スパン部は実際にはカンチレバーでの施工となるため、およそ 3 倍の時間を要し、1 日で 0.5m 程度の進捗となる。

(5) 結論

以上、総合的に見ると海上の長大スパン部とセウリ側の栈橋区間が工期的にはクリティカルパスになる可能性が高いが、適切にグループ数を配置すれば全体で **6 年での施工は可能**であると想定される。

3.6 経済・財務分析

本項において経済・財務分析の既存調査のレビューを行うが、これまでと同様に Final Feasibility Study Report, 2012 をレビューの対象とし、以下に財務分析と経済分析に分け記述を行う。

経済・財務分析の結果は、当然のことであるが所与の前提条件により大きく異なるため、本項においては、どのような主要前提条件が設定されているかを中心にレビューを行う。また、その結果どのような評価がなされているのかを記述していく。

3.6.1 財務分析

(1) 前提条件

1) 初期投資費

Final Feasibility Study Report, 2012 における初期投資費用は INR 77,040 百万をベースとした金額設定がなされている。3.5.1 でのレビューのとおり、Final Feasibility Study Report, 2012 での積算では数量等は概ね妥当とは考えられるものの物価上昇率が低く設定されているため、低い値の初期投資費が前提条件として設定されている。

表 3.6.1 Final Feasibility Study Report, 2012 における工事費とレビュー結果

(単位：百万インドルピー)

Final Feasibility Study Report, 2012	本調査
77,040	152,045

2) 運営維持管理費

Final Feasibility Study Report, 2012 における運営維持管理費は、総事業費の 1% を年額の費用とし、事業開始年の総額を INR 1,010 百万と設定している。事業年毎のオペレーション&メンテナンス費（以下、O&M 費とする。）は 5% の物価上昇を加味している。ベースとなる初期投資費用が低く設定されていることや、総事業費の 1% とする設定については、明確な妥当性の判断は難しい。

3) 交通量

Final Feasibility Study Report, 2012 における交通量は、以下表のとおりとなっている。事業開始年である 2017 年の一日当たり交通量は、約 45,000 台となっている。

表 3.6.2 交通量 (Final Feasibility Study Report, 2012) (台/日)

	Car/Taxi	LCV	Bus	HCV	MAV	Total
2017	29,725	6,325	2,325	5,225	1,375	44,975
2021	36,250	9,050	2,700	7,550	1,975	57,525
2031	53,550	15,300	3,575	12,800	3,325	88,550

本調査においては、料金体系を 3 つのケースに分け交通量を予測しているが、以下は Final Feasibility Study Report, 2012 と近似の料金設定を基にに予測を行った交通量 (Case 2) である。交通量予測はインターチェンジを境に 2 区間に分けて行っている。

表 3.6.3 交通量（本調査、Case 2）（台／日）

Year	セウリIC - シバ・ジバガーIC						
	Car	Taxi	LCV	Bus	HCV	MAV	Total
2022	24,129	2,643	1,460	881	1,016	1,026	31,155
2032	66,371	14,057	2,746	1,248	2,175	2,016	88,612
2042	94,143	20,171	3,714	1,248	2,690	3,069	125,035

Year	シバ・ジナバーIC - チルレIC						
	Car	Taxi	LCV	Bus	HCV	MAV	Total
2022	4,886	114	460	881	349	90	6,780
2032	21,271	429	857	1,248	651	206	24,662
2042	43,286	2,286	1,191	1,248	746	376	49,132

Final Feasibility Study Report, 2012 の交通量は、本調査に比較した場合、2022 年の時点では先般調査の方が本調査より交通量は多いが、2032 年以降においては本調査の交通量の方が多くなっている。

4) 料金設定

Final Feasibility Study Report, 2012 における料金は、2011 年に実施された Willingness to Pay 調査をベースとし、物価上昇を加味した上で、開業時（2016 - 2017）の料金設定を行っている。事業年毎の料金改定については、NHAI の公式を用いて算出を行っている。

表 3.6.4 料金設定（Final Feasibility Study Report, 2012）

	2017
Car/Taxi	175
LCV	265
Bus	525
HCV	525
MAV	790

本調査においても、基本的にベースケース（Case 2）においては、Willingness to Pay 調査をベースに設定を行い、事業年毎の料金改定についても NHAI の公式を用いる。従って、本調査の料金は Final Feasibility Study Report, 2012 より若干高めに設定しているものの、大きな差異はない。

表 3.6.5 料金設定（本調査、Case 2）

Mode	Sew ri IC - Shivaji Nagar IC	Shivaji Nagar IC - Chirle IC
	km	km
	16.5	5
Car	180.00	55
Bus	420.00	130
LCV	240.00	70
HCV	420.00	130
MAV	600.00	180

(2) 財務分析の結果

Final Feasibility Study Report, 2012 においては、上記の前提条件をベースに算出した場合の財務的内部収益率（以下、Project IRR 及び Equity IRR とする。）は以下となっている。Viability Gap Fund（以下、VGF とする。）を適用しない限り、財務的に実現可能ではないとしている。

表 3.6.6 財務的内部収益率（Final Feasibility Study Report, 2012）

	Without VGF and additional revenue	With 40% VGF (without additional revenue)	With 40% VGF and additional revenue
Project IRR	12.90%	15.60%	15.90%
Equity IRR	12.90%	16.80%	17.20%

本事業は、一般的に投資回収の難しい大規模な有料道路（高架橋）プロジェクトであるものの、Final Feasibility Study Report, 2012 において比較的高い Project IRR を示している。その理由は、初期投資額が低めに設定されていることに起因していると想定される。

3.6.2 経済分析

(1) 前提条件

1) 経済価格

Final Feasibility Study Report, 2012 においては、上述の財務分析の前提条件に用いられた初期投資費及び運営維持管理費をベースとし、変換係数 0.90 を乗じ経済価格を算出している。ベースとなる初期投資費及び運営維持管理費にかかる妥当性の評価は前述の 3.6.1, 1)及び 2)のとおりである。

2) 経済便益の項目

経済便益を算出するに際し、以下の項目を設定している。a)、b)及び c)については、道路事業における便益の標準的なものであり、本調査においても a)及び b)を用いる。c)～f)についても便益と見做すことについて問題はないと考えられるが、便益計算の内訳が記述されておらず妥当性の確認はできない。

- a) 走行経費減少便益（走行距離短縮及び混雑解消による）
- b) 走行時間短縮便益（走行距離短縮及び混雑解消による）
- c) 交通事故減少便益
- d) 代替道路にかかる初期投資費及び運営維持管理費の削減
- e) 大気汚染の減少
- f) 輸入燃料消費量の減少に伴う外貨の保留

(2) 経済分析の結果

Final Feasibility Study Report, 2012 においては、上記の前提条件をベースに算出した場合の経済的
内部収益率（以下、Economic IRR とする。）は、14%となっている。これは、インドにおけるイ
ンフラ整備事業の評価基準とされる 12%を超えている。従って、本事業は、国民経済的観点か
ら見て、充分妥当性があるものと評価されてよい。

4. 交通需要予測

4.1 はじめに

広範かつ複雑なムンバイ都市圏の交通需要予測モデルを限られた本調査の調査実施期間に新たに開発することは困難であったため、ムンバイ都市圏の既存の交通需要予測モデル⁷（以下、交通モデルとする。）を有する現地コンサルタントとの協働のもと、既存の交通モデルの更新をおこない、本調査の需要予測を行うこととした。近年、ムンバイ都市圏で実施されている交通需要予測の多くは、CTS、2008において構築されたCTSモデルが起源になっており、本調査でもCTSモデルをベースにした既存の需要予測モデルを用いている。図4.1.1に、MTHLと本需要予測に関連する主な路線を示す。

本章は全6節（以降5節）で構成されている。まず、4.2で本調査の交通モデルとCTSモデルとの関連性を述べる。続いて、4.3は交通モデルの概要、4.4は現況交通モデル（2015年）の検証について述べる。なお、2015年の現況再現性の確認に用いた交通量観測結果についても本項でまとめている。4.5では、交通インフラや社会経済指標の予測など本需要予測の鍵となる前提条件を整理し、4.6において開通年次（2022年）、中間年次（2032年）、2042年の交通需要をまとめている。



出典：JICA 調査団

図 4.1.1 MTHL 位置図

⁷ MMRDA からの推奨を受けて本交通モデルを適用している。

4.2 ムンバイ都市圏総合交通調査（CTS）の活用

複数年かけて実施された大規模な調査（ムンバイ都市圏総合調査、CTS）の中で、ムンバイ都市圏の精緻な交通モデルが開発された。加えて、CTS の交通モデル開発後に、ムンバイメトロ Line 2 やムンバイの主要な有料道路の実現可能性の検討を目的として、交通モデルの各種データが継続的に更新されている。そこで、本調査では、CTS の報告書やワーキングペーパーを参照しながら、本調査の交通モデルとして更新して活用することとした。

なお、現地のコンサルタントへの委託により、本交通モデルを使用しており、需要予測のソフトウェアは Cube Voyager⁸ と呼ばれる世界中で幅広く適用されているソフトウェアを用いている。

4.2.1 ムンバイ都市圏総合交通調査（CTS）

CTS の交通モデルは、域外交通と貨物車のモデルを別々に考慮した基本的な 4 段階推定法のモデルであり、以下の 6 種類のパーソントリップの目的を考慮している。

- Home Based Work Office（以下、HBWF とする。）
- Home Based Work Industry（以下、HBWI とする。）
- Home Based Work Other（以下、HBWO とする。）
- Home Based Education（以下、HBE とする。）
- Home Based Other（以下、HBO とする。）
- Non Home Based（以下、NHB とする。）

CTS の交通モデルでは、以下の車種区分を適用している。

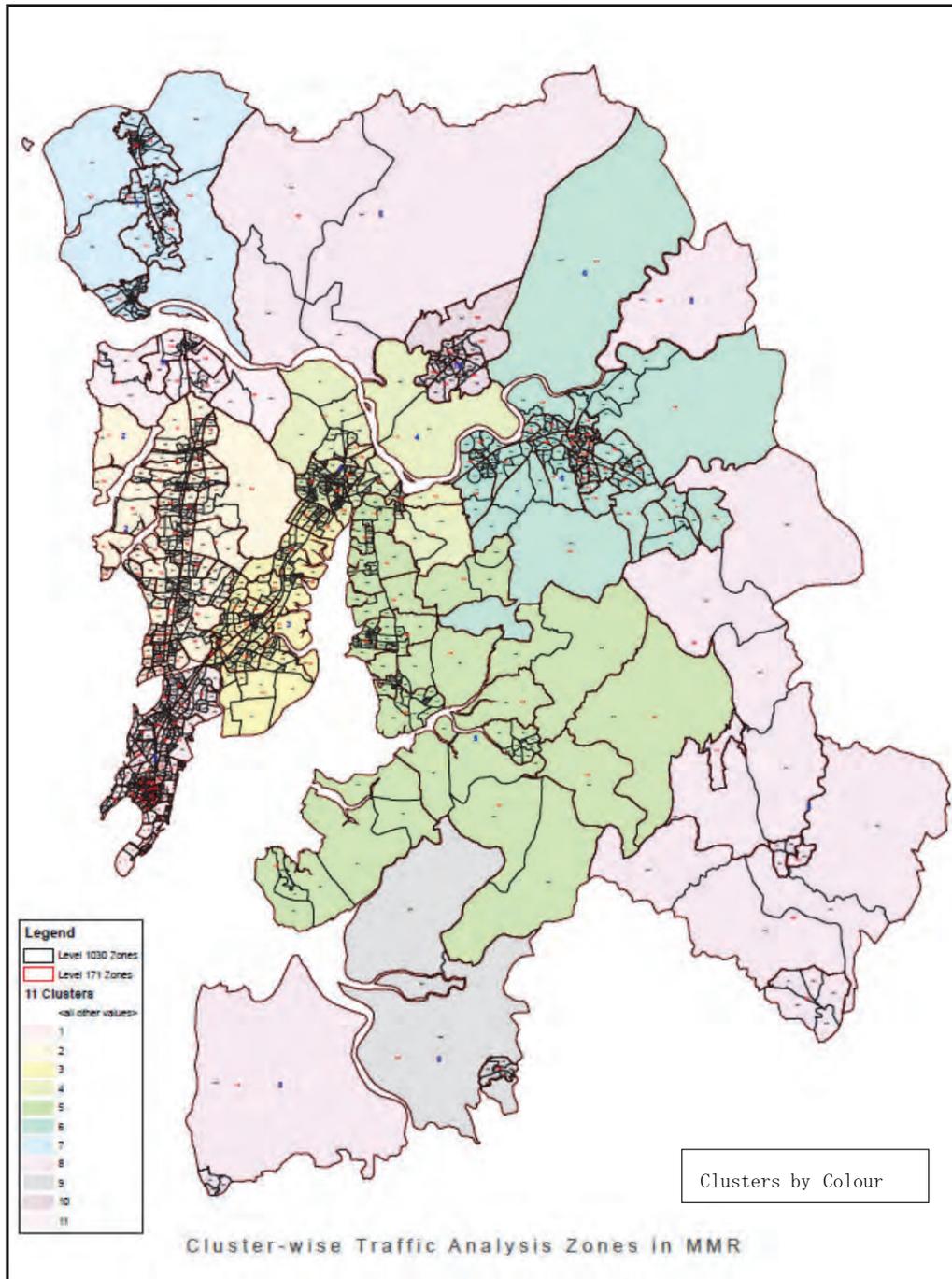
- パーソントリップの私的な交通手段：自家用車、モーターバイク、中距離公共交通⁹（タクシーと自動 3 輪車）
- 公共交通を利用したパーソントリップの交通手段：バスと鉄道
- 貨物車：小型貨物車（以下、LCV とする。）、大型貨物車（以下、HCV とする。）、多軸貨物車（以下、MAV とする。）

4.2.2 ゾーンシステム

これまでの MTHL の需要予測は、CTS の交通モデルを更新して実施されてきており、そのゾーンシステムはムンバイ都市圏を 11 の中ゾーンに区分し、さらに 1,030 の交通解析ゾーン（内ゾーン）に細分化している（図 4.2.1 参照）。本調査では、CTS の 11 の中ゾーンを維持したまま、1,030 の交通解析ゾーンを 188 の交通解析ゾーンとして統合し、新たに 9 つの域外ゾーンを追加した、計 197 の交通解析ゾーンを設定している。本調査で設定したゾーンシステムを図 4.2.2 に示す。

⁸ 本ソフトウェアの詳細は次の URL を参照 (<http://www.citilabs.com>.)

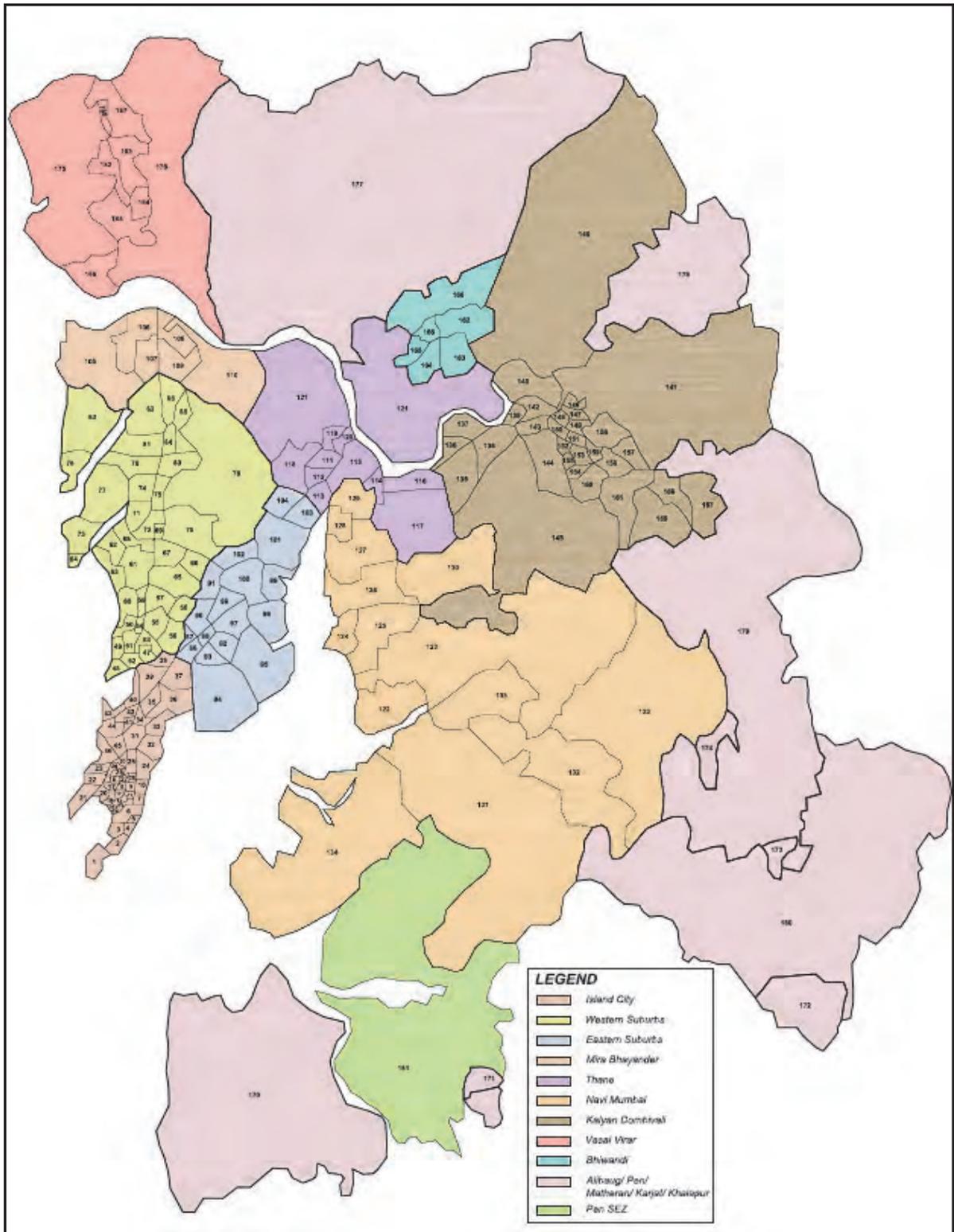
⁹ 本調査の経済財務分析では中距離公共交通をタクシーと自動 3 輪車に分割している。



出典：CTS, 2008

図 4.2.1 CTS, 2008 のゾーンシステムと 11 の中ゾーン設定¹⁰

¹⁰ 各中ゾーンの名称は将来の前提条件の節で整理している。



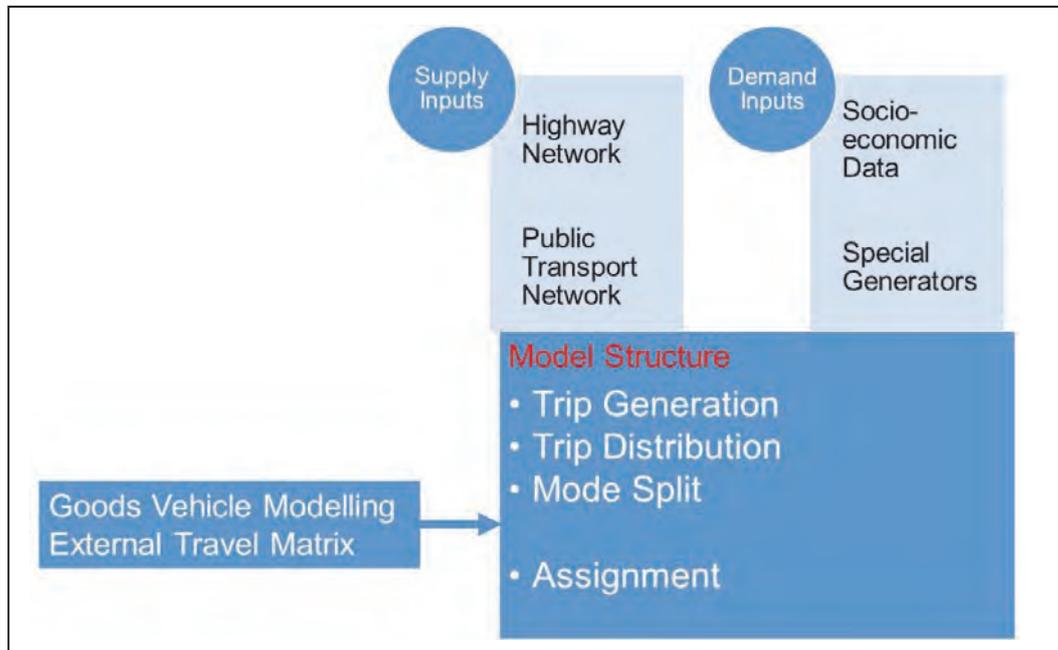
出典：JICA 調査団

図 4.2.2 本交通モデルのゾーンシステム

4.3 交通モデルの概要

4.3.1 配分条件の設定

交通モデルは、交通インフラ（供給側）と社会経済指標（需要側）を適切に設定することが重要である（図 4.3.1）。本節では、公共交通の料金設定¹¹を含むネットワーク構造等の交通インフラの設定を整理し、将来の社会経済指標（需要側）の設定を次節で整理する。



出典：JICA 調査団

図 4.3.1 交通モデル分析の構造

本調査では、以下の属性を道路ネットワークに付加している。

- 距離
- 道路クラス
- 制限速度
- 交通容量

本調査では、CTS で区分された 16 の道路クラス（表 4.3.1 参照）を本交通モデルにも適用することとした。しかしながら、CTS, 2008 の道路容量は、既存の道路の運用状況が適切に反映されておらず、沿線状況（歩行者や行商人の影響）の影響や道路の劣化した路面状況の影響が十分に考慮されていない。そのため、近年のムンバイ地域で実施された交通流と走行速度の関係の調査結果を用いて、これらの交通容量や車両の走行速度に与える影響を考慮し、CTS, 2008 で設定された交通容量が実際の状況に近い値となるように調整を行っている。

ここで、図 4.3.2 に道路クラス別の旅行速度の低減曲線、図 4.3.3 に本モデルの現況ネットワークを示し、赤色の路線は道路規格の高い主要な道路を示す。旅行速度や旅行距離は、後述する一般

¹¹ 本章では特段の記載がない限りすべての価格は 2015 年価格（ルピー）で整理している。

化費用として考慮することとし、表 4.3.2 に示す既存の有料道路の料金も本交通モデルの中で考慮している。

本調査の公共交通ネットワークは、以下の 5 つの路線で構成される。

- 都市間鉄道
- エアコンなしのバス
- エアコン付きのバス
- メトロ（都市鉄道）
- モノレール

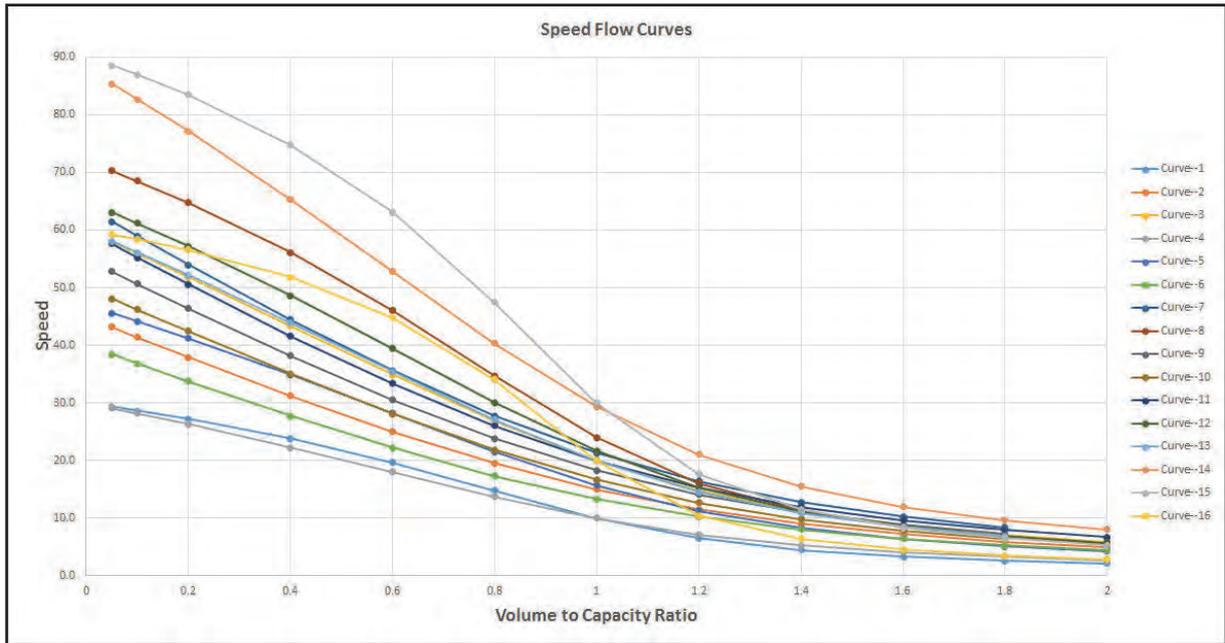
公共交通の料金システムを図 4.3.4 に示す。エアコン付きバスの料金はエアコンなしのバスの料金に比べて高く設定されているが、The Bombay Electric Supply & Transport 社（以下、BEST 社とする。）が現在運営している約 4,700 台のバス車両のうち、エアコン付きのバスは約 6%、運行されている路線も約 365 のバス路線のうち 20 路線ほどのため、エアコン付きバスの運行は非常に限られている状況である。また、現在エアコン付きバスが運行している 20 のバス路線についても、将来どのようになるかは不明である。

表 4.3.1 道路クラスの定義

No	レーン構成	分離/非分離	運用	交通容量(1)
1	2/3 Lane	Undivided	One Way	1,050
2	2/3 Lane	Undivided	Two Way	875
3	2 Lane	Undivided	One Way	1,400
4	4 Lane (effective 2 lane)	Divided	Two Way	665
5	4 Lane	Undivided	One Way	805
6	4 Lane	Divided	Two Way	1,050
7	6 Lane	Divided	Two Way	1,050
8	6 Lane (Flyover)	Divided	Two Way	1,600
9	8 Lane	Divided	Two Way	1,400
10	10 Lane	Divided	Two Way	1,600
11	10 Lane (Service Road)	Divided	Two Way	1,600
12	2/3 Lane (regional)	Undivided	Two Way	770
13	4 Lane NH (regional)	Divided	Two Way	1,120
14	4/6 Lane (Bypass-Regional)	Divided	Two Way	1,280
15	Expressway (regional)	Divided	Two Way	1,280
16	Long Bridge (regional)	Divided	Two Way	2,000

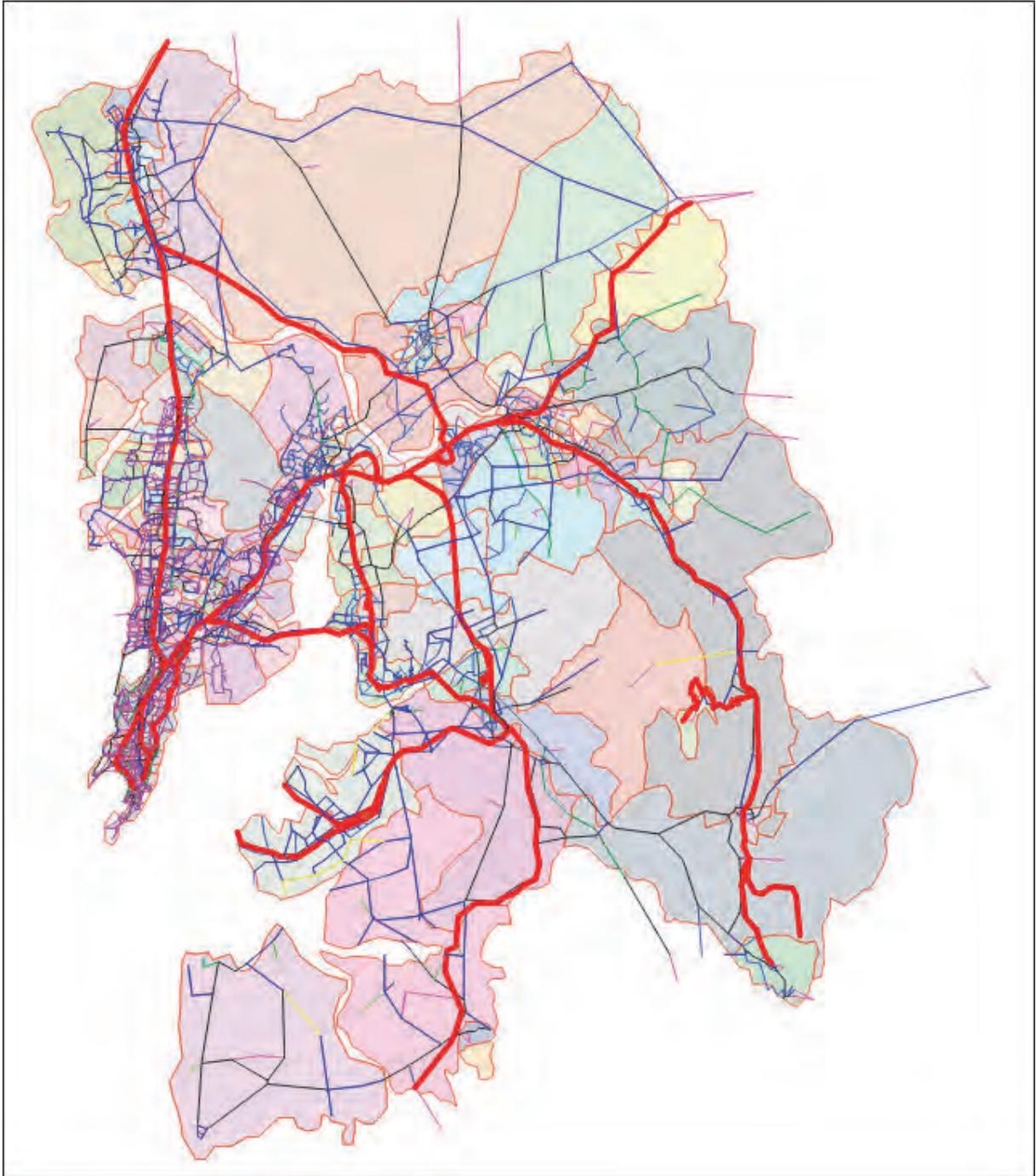
注 (1) : PCU ベースの 1 車線あたりの交通容量

出典 : JICA 調査団



出典：JICA 調査団

図 4.3.2 旅行速度の低減曲線



出典：JICA 調査団

図 4.3.3 現況ネットワーク

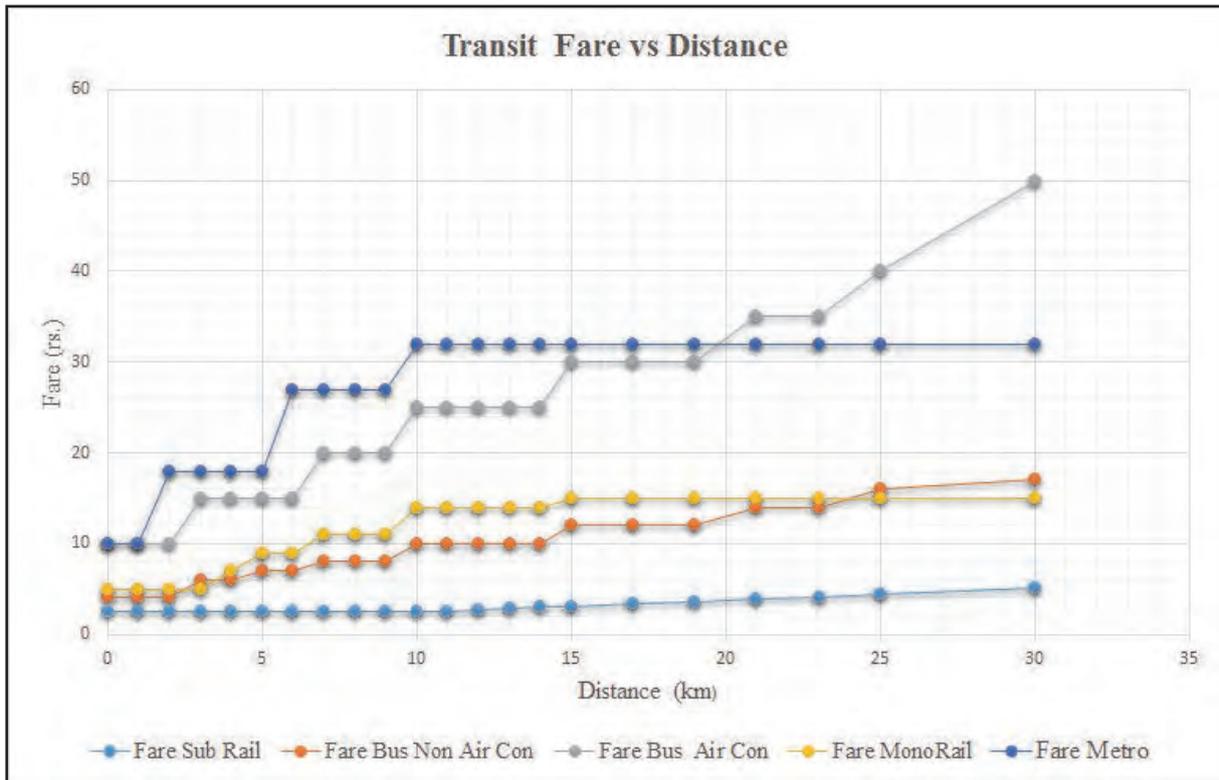
表 4.3.2 既存の有料道路の車種別料金 (INR) ¹²

名称	乗用車	小型貨物	大型貨物	多軸貨物
BWSL	41	60	82	9999
Vashi (Thane Creek Bridge)	30	40	75	95
Airoli	30	40	75	95
Dahisar	30	40	75	95
Eastern Expressway (Mulund)	30	40	75	95
LBS Road (Mulund Check Naka)	30	40	75	95
NH 3 near Mumbai Entry	30	40	75	95
Kasheli Toll (Old Agra Road)	25	40	75	95
NH 4 (Shil Phata)	26	35	65	85
NH 4 (Lonavala)	15	20	30	45
Mumbai Pune Expressway (Khopoli)	165	255	354	1116
NH 17 (Kharpada)	10	30	30	50
Mumbai Port Trust Road	30	9999	9999	9999
SH 54 Jasai	25	45	85	165
NH 4B Chirle	25	45	85	165
NH 4B Karanjada	25	45	85	165
Rasayani- Kon Toll	13	20	30	45
Arjunali Toll Plaza, Padgha (NH-3)	80	105	200	255
Mumbra Bypass Toll	25	40	75	130
Anjur-Chinchoti Phata Road	25	40	75	130
Kalyan-Shil Phata Road	25	40	75	130
Alibaug Toll	10	30	50	50
Aarey Colony Road	15	20	9999	9999

注(1) : 表中の“9999”は当該車両が当該道路を通行できないため料金が存在しないことを示す。

出典 : JICA 調査団

¹² 州政府より、小型車両の Thane Creek Bridge の通行料金を無償化する方針が掲げられている。そのため、本調査の交通需要予測では州政府の方針を反映している。



出典：JICA 調査団

図 4.3.4 公共交通料金のシステム

4.3.2 交通モデルの構造

本交通モデルの構造¹³は以下に示す基本的な 4 段階推計モデルである。

- 発生集中モデル
- 分布モデル
- 機関分担モデル
- 配分モデル¹⁴

生成交通¹⁵は以下の 2 段階で算定を行っている。

- CTS, 2008 の算定式と土地利用のデータをもとに生成交通を推定する。本段階では車の利用可能性や所得を考慮せずに簡易な方法で推定する。
- 次いで、各世帯をゾーンの平均世帯所得をもとに低・中・高の三つの世帯所得のグループに分類する。各世帯所得のグループの定義¹⁶は、CTS, 2008 の中で定期的に発行され不動産所得の情報を提供している Accommodation Times のデータをもとに定義している。

¹³ 本モデルの数式の詳細は、CTS, 2008 の報告書で述べられている。

¹⁴ 特別な生成交通量と貨物車、域外交通を考慮してから交通量配分を行っている。

¹⁵ CTS によると、ムンバイのトリップレートは 1.65 トリップ/日であり、その約 60% のトリップは徒歩である。

¹⁶ 2012 年の各所得グループ (2012 年価格) は、1 か月の平均世帯所得が、中所得グループは INR 9,400 ~ 37,000 (平均 INR 22,000)、低所得グループは INR 9,400 未満 (平均 INR 7,000)、高所得グループは INR 37,000 以上 (平均 INR 64,000) である。また、平均値は算術平均である。

MMR の中でも、地域ごとに生成交通率が異なっているため、区分した三つの世帯所得のグループ（低・中・高のグループ）を地域ごとにあてはめて生成交通率を推定している。具体的には、まず世帯所得のグループを設定し、地域（交通解析ゾーン）ごとに各世帯所得グループを車両保有に関する 3 つの世帯グループ（車両保無、モーターバイク所有、乗用車を所有）として当てはめ、発生集中トリップの算定式に基づいて算定する。なお、トリップ目的別の 6 種類の発生トリップは、居住人口、従業人口、当該ゾーンに居住している従業員数および生徒数や所得などのゾーン指標で定式化されており、集中トリップは居住人口と従業人口で定式化されている。目的別の発生トリップの算定式およびその算定係数を表 4.3.3 に示す。

- $HBWF = RWF_HBWF \times \text{resident workers}$
- $HBWI = RW_HBWI \times \text{resident workers}$
- $HBWO = RW_HBWO \times \text{resident workers}$
- $HBE = RS_HBE \times \text{resident students} + RS_HHI \times \text{Average zonal income}$
- $HBO = POP_HBI \times \text{Population}$
- $NHB = NHB_EBZ \times \text{Total employment}$

表 4.3.3 発生トリップの算定係数

地域	RWF_HBWF	RW_HBWI	RW_HBWO	RS_HBE	RS_HHI	POP_HBI	NHB_EBZ
BCM	0.794	0.106	0.163	0.144	0.14	0.014	0.002
Thane	0.510	0.080	0.100	0.106	0.186	0.015	0.002
Navi Mumbai	0.827	0.083	0.159	0.890	0.423	0.014	0.001
Kalyan, Bhivandi	0.554	0.078	0.080	0.114	0.204	0.011	0.001
Mira Bhayander, Vasai-Virar	0.579	0.073	0.107	0.134	0.031	0.009	0.001
Rest of MMR	0.186	0.032	0.037	0.053	0.024	0.016	0.004

出典：JICA 調査団

目的別の集中トリップの算定式を以下に示し、算定係数は表 4.3.4 に示す。

- $HBWF = HBWF_OJ \times \text{Employment office}$
- $HBWI = HBWI_IJ \times \text{Employment industrial}$
- $HBWO = HBWO_OTJ \times \text{Employment other}$
- $HBE = HBE_OTJ \times \text{Employment other}$
- $HBO = HBO_POP \times \text{population} + HBO_TJ \times \text{employment total}$
- $NHB = NHB_TJ \times \text{employment total}$

地域別の社会経済指標の設定は本章の後半に示す。

表 4.3.4 集中トリップの算定係数

地域	HBWF_OJ	HBWI_IJ	HBWO_OTJ	HBE_OTJ	HBO_POP	HBO_TJ	NHB_TJ
BCM	0.747	0.516	0.302	0.207	0.005	0.019	0.002
Thane	0.798	0.501	0.252	0.276	-0.0003	0.058	0.005
Navi Mumbai	0.621	0.556	0.272	0.204	0.007	0.012	0.001
Kalyan, Bhivandi	0.76	0.183	0.182	0.318	0.006	0.023	0.001
Mira Bhayander, Vasai-Virar	0.725	0.504	0.236	0.193	0.001	0.046	0.001
Rest of MMR	0.582	0.096	0.154	0.19	0.003	0.07	0.005

出典：JICA 調査団

分布モデルおよび機関分担モデルでは、交通手段別・所得階層別（低、中、高）の一般化費用を用いる。所得階層別の一般化費用は、所得階層別の時間価値を用いて貨幣価値に換算している。交通手段別の一般化費用は、起点から終点までの旅行時間と費用を重みづけして集約することで一般化費用として定式化することが多いが、CTS, 2008 の分布モデルでは旅行時間のみを一般化費用として計上している。

本 MTHL の交通モデルでは、CTS, 2008 の中で算定されたトリップ目的別の 6 つの F 値を参照している。また、F 値は、ガンマ分布に従うものとして、T を時間、 α を 0.001 として定式化している。

- $FFHWF = \exp(-1/HWF \times T) \times T^{(-1/HWF)}$ where $HWF = 34.9$;
- $FFHWI = \exp(-1/HWI \times T) \times T^{(-1/HWI)}$ where $HWI = 28.3$;
- $FFHWO = \exp(-1/HWO \times T) \times T^{(-1/HWO)}$ where $HWO = 26.8$;
- $FFHBE = \exp(-1/HBE \times T) \times T^{\text{ALPHA}}$ where $HBE = 20.48$;
- $FFHBO = \exp((-1/HBO) \times \ln(T)^2) \times T^{\text{ALPHA}}$ where $HBO = 3.42$; and
- $FFNHB = \exp((-1/NHB) \times \ln(T)^2) \times T^{\text{ALPHA}}$ where $NHB = 2.9$;

CTS, 2008 の報告書では機関分担モデルの詳細な内容が記載されており、ムンバイ都市圏全体の公共交通と私的交通それぞれの分担率と平均トリップ長も掲載されている。その結果によると、公共交通の分担率は 74%、公共交通のみの平均トリップ長は 14.4 km、私的交通も含めると 15.7 km であった。

また、本交通モデルでは、乗用車、モーターバイク、タクシーと自動 3 輪車で構成される中距離公共交通（以下、IPT とする。）の 3 種類を私的交通として考慮しているが、CTS, 2008 の中で所得と自家用車の利用可否によってトリップ率が異なることが分かっている。そのため、単純に私的交通と公共交通に区分するだけではなく、世帯の自家用車保有状況が私的交通の利用可否に影響を考慮できるモデルを構築とした。

本調査では、私的交通の費用を私的交通の種類、所得階層・交通手段別の時間価値によって定義し、利用者の割合ではキャプティブ特性も考慮している。キャプティブ特性とは、車やバイク等の私的交通の利用者は、そもそも公共交通の利用を交通手段選択の際に考慮しない（特定の交通

手段に固執する) 特性である。現況 (2015 年) における乗用車の利用者、非利用者それぞれの時間価値は表 4.3.5 に示す。

表 4.3.5 時間価値¹⁷ (INR/時間)

区分	所得グループ	価値
Non Car User	Low	13.5
Non Car User	Medium	42
Non Car User	High	123
Car User	Low	94
Car User	Medium	133
Car User	High	168
Taxi User	Not Applicable	50

出典：CTS, 2008 およびローカルコンサルタント

交通配分を実施する前に、貨物車、域外交通、特別な生成交通の 3 種類の交通を別途考慮している。まず、貨物車の交通流は MTHL の交通量および MTHL の収益に大きな影響を与えることが想定される。しかしながら、貨物車の大部分は域外交通と特別な生成交通が占めているため、本交通モデルの基本的な 4 段階推定法では貨物車を明示的に考慮することが難しい。そのため、本調査の貨物車 OD 表は、CTS, 2008 の貨物車両の OD 表¹⁸と、域外交通と特別な生成交通から作成した OD 表を組み合わせることで貨物車 OD 表を作成することとした。なお、特別な生成交通は、新空港や SEZ から発生する交通を意味し、以降の節でとりまとめている。

以上の前提条件をもとに、本調査の公共交通配分と道路配分を実施している。ただし、MTHL の需要予測に先立ち、作成した交通モデルの妥当性の検証を実施した。具体的には、公共交通配分は、本需要予測が MTHL に特化した検討であること、検証に必要な十分なデータが入手できなかったことから、Thane Creek 橋と Airoli 橋の 2 か所を横断する乗客数が本交通モデルの結果と一致すれば本交通モデルは必要な精度を有していると判断することとした。道路配分は、Thane Creek スクリーンラインと Island City に仮想したスクリーンライン以外に十分な統計的データが利用可能でなかったため、それらの 2 か所で本交通モデルが必要な精度を有しているかの検討も行った。

また、MTHL に設定する料金の影響をより正確に考慮するために、乗用車 OD を 3 つの所得階層のグループに区分する方法と 2 段階で道路配分を行う方法を適用している。2 段階の道路配分とは、まず、基本的な 4 段階推定法による反復計算を実施して 2 段階目の道路配分の初期条件を算定し、その後、前述の初期条件をもとに再度配分を行う方法である。本方法を用いることで計算不可の軽減も可能である。乗用車、貨物車、タクシーを含む有料道路利用者の MTHL の選択行動をより正確に考慮するために、転換率配分手法をもちいて MTHL を含む経路と MTHL を含まない経路の条件で車種別に起終点間の最短経路およびその費用を算定する。次いで、一般的なロジットモデルによって車種別に MTHL への転換率を算定し、MTHL を利用する OD と利用しな

¹⁷ これらの時間価値はローカルコンサルタントが既往調査で MTHL モデルのキャリブレーションを行った際の価格であり、2012 年価格である。

¹⁸ 貨物車両の影響が大きい 2 つの中ゾーンは、CTS 貨物車両 OD 表の 27% を占める Island City 中ゾーンと 14% を有するナビ・ムンバイ中ゾーンである。

い OD に分割する。そして、各 OD 表を各経路に配分している。具体的な道路配分の流れは図 4.3.5 に示すとおりである。

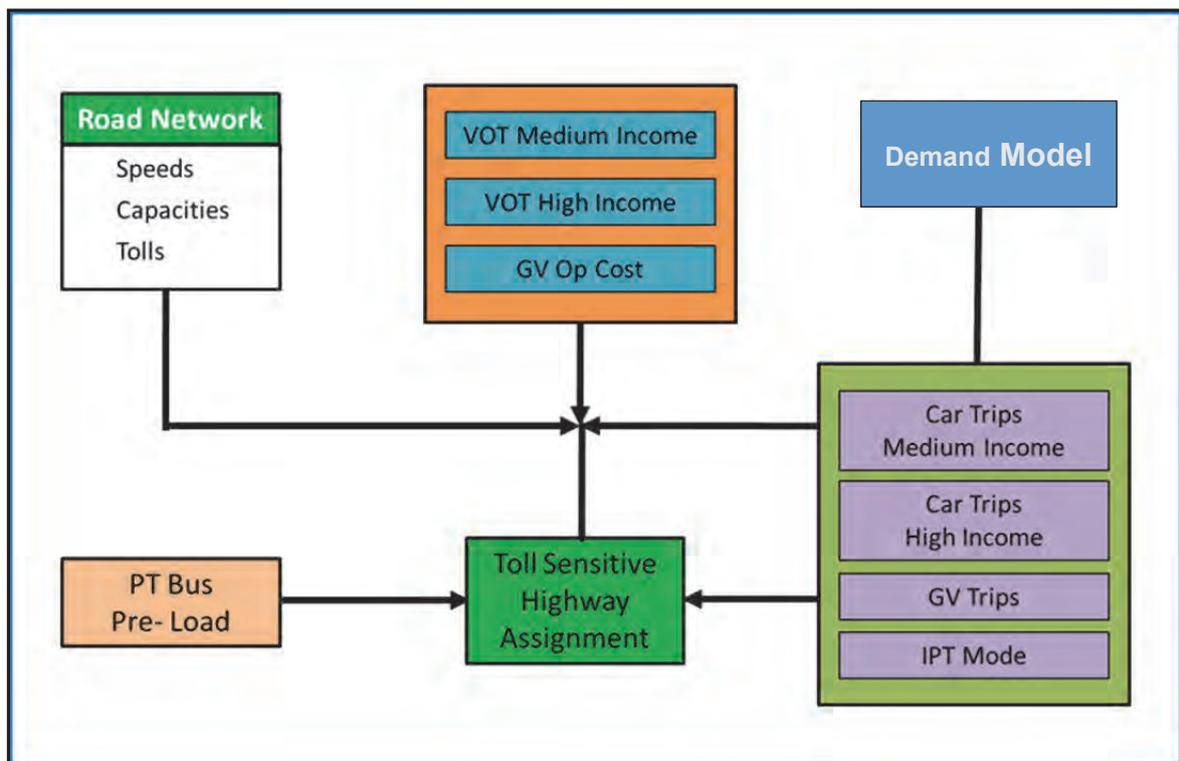
公共交通トリップ（バス、都市間鉄道、中距離公共交通）は、交通手段別の一般化時間（以下、GT とする。）による確率的な利用者均衡配分アルゴリズムを用いて、公共交通ネットワークで配分を実施した。公共交通手段ごとの移動時の非快適性（混雑）は交通手段別の混雑曲線で考慮している。また、路線ごとに異なる料金体系と待ち時間を適用している。

なお、前述の節でも述べたように、道路配分では一般化費用をもとにした容量制約およびリンク別の料金を考慮している（現況の道路配分の流れは図 4.3.5 参照）。一般化費用に含まれる車両走行費用や他のパラメーターは CTS および JICA 調査団と現地のコンサルタントによって実施された近年の調査結果にもとづいている。本配分で適用した一般化費用の算定式を以下に示す。

$$GC = VOT \times TT + VOC \times \text{Distance} + \text{Toll}$$

ここに、

- GC： 一般化費用（INR）
- VOT： 時間価値（INR/min）
- VOC： 車両走行費用（INR/km）
- TT： 旅行時間（min）



出典：JICA 調査団

図 4.3.5 道路配分の流れ

本交通モデルの妥当性の検証は、交通量配分の実施後に MTHL 路線の配分結果と観測交通量との比較によって確認を行った。

4.4 2015年の交通モデルの検証

配分ネットワークおよび社会経済指標を含む交通モデルを2015年時点に更新し、配分結果と交通量観測結果の比較による現況再現性を確認した。また、モデルの現況再現性を向上させるために交通モデルの調整を実施した。

4.4.1 交通量の検証地点

MTHL 周辺に関連する現在の交通状況を把握するために、交通量観測調査（以下、CVCS とする。）、鉄道の旅客数観測調査（以下、RPCS とする。）、平均乗車人員調査を実施した。実施した18の調査地点は表4.4.1と図4.4.1に示す。

表 4.4.1 調査地点リスト

地点 No	調査タイプ	調査地点名	調査期間
1	CVCS および 平均乗車人員調査	NH-3 on Thane Creek	24 Hours
2		Kalwa Bridge	
3		Mulund-Airoli Bridge ¹⁹	
4		Vashi Bridge (on Thane Creek)	
5		NH-4 near Taloja	
6		Sion-Panvel Highway (Taloja Creek Bridge)	
7		Amra Marg near Kille (On Panvel Creek)	
8		BPT Road on Eastern Freeway near Sewri Rly Stn	
9		Rafi Ahmed Kidwai Marg	
10		G D Ambekar Marg near Parel Village	
11		Dr Ambedkar Road near Parel	
12		N.M. Joshi Marg	
13		Senapati Bapat Marg	
14		Dr Annie Besant Road	
15		Khan Abdul Gaffar Khan Road	
16		NH-4B JNPT Road, Near Wawal Bus Stn	
17	RPCS	Thane Creek Railway Bridge	24 Hours
18		Vashi-Mankhurd Rail Sea Link	

出典：JICA 調査団

¹⁹ 本地点の交通量観測結果は過去の複数年の調査結果と大きく傾向が異なっていたため、本調査では過去の調査結果を用いることとした。



出典：JICA 調査団

図 4.4.1 調査地点図

4.4.2 検証方法

本調査では、交通モデルの精度を検証するために交通量観測調査結果と鉄道の旅客数観測調査を実施し、配分交通量との比較をすることで交通モデルの検証・調整を行った。また、PCU への換算は、MMRDA と協議のうえ、表 4.4.2 に示す乗用車換算係数 (pcu) を用いた。

表 4.4.2 車種別の乗用車換算係数

車種区分	PCU	車種区分	PCU
Two Wheeler	0.5	LCV (Light Commercial Vehicle)	1.5
Auto Rickshaw	0.75	2/3 Axle Truck	3.0
Car/Jeep/Taxi	1.0	MAV (Multi Axle Vehicle)	4.5
Mini Bus	1.5	Agricultural Tractor	1.5
Standard Bus	3.0	Animal Drawn Vehicle	6.0

注：その他の車種の乗用車換算係数は 4.5 とした。

出典：Mumbai Trans Harbour Link prepared by Arup et al, 2012 and Indian Roads Congress Code IRC-106-1990 “Guidelines for Capacity of Urban Roads”.

4.4.3 検証結果

各スクリーンラインにおける観測交通量との比較結果を表 4.4.3 に示す。スクリーンラインは、Island City と Thane Creek の 2 か所の車両のスクリーンラインと Thane Creek を通過する公共交通の乗客数のスクリーンラインの計 3 か所を設定した。各スクリーンラインの比較結果をみると、どのスクリーンラインにおいても最終的に 12% 以内の誤差に収束したため、本モデルの現況再現精度は許容可能な範囲と判断した。また、一般に、0.25 以内に収まれば許容可能な範囲といわれる平均絶対偏差 (以下、MAD とする。) を地点別に比較しても、各地点の結果が 0.14 以内に

収束した。なお、MAD は交通量観測結果と配分結果の適合度を図るための単純な統計的指標であり、以下の数式で示される。

$$\text{MAD Ratio} = \sum \left| \frac{\text{Count} - \text{Estimate}}{\text{Count}} \right| \times \frac{1}{n}$$

ここに、

- MAD ratio : Mean absolute difference ratio;
- Count : Traffic Count;
- Estimate : Estimate from Validation procedure; and
- n : Number of observations.

表 4.4.3 スクリーンライン上のピーク時間交通量の比較^{20,21}

NO	名称	方向	観測交通量	推計交通量	差分 (%)
1	Island City Vehicular (pcu)	Both	25,972	27,251	4.9%
2	Thane Creek Vehicular (pcu)	Both	30,574	26,974	-11.8%
3	Thane Creek Transit (persons)	Both	170,000	167,110	1.7%

出典：JICA 調査団

4.5 将来の前提条件

MTHL 通過交通量への影響が大きい将来の前提条件に、社会経済指標、Island City とナビ・ムンバイの特別開発地域、MTHL を含む将来の交通インフラ整備が挙げられる。

4.5.1 将来の社会経済予測

本調査では、CTS の社会経済指標のレビュー、MMRDA、Brihanmumbai Municipal Corporation (以下、BMC とする。)、CIDCO、Navi Mumbai Municipal Corporation (以下、NMMC とする。)等の各機関との協議を経て、2015 年、2022 年、2032 年、2042 年^{22,23}の 11 の中ゾーン別の将来の居住人口、世帯数、従業員数を設定した(表 4.5.1、表 4.5.2、表 4.5.3 参照)。その後、各中ゾーンの予測値²⁴を 188 の小ゾーンに反映している。参考値として 2011 年のセンサスのデータを表 4.5.1、表 4.5.3 に示す。

まず、MMR の居住人口は、上記機関によって 2015 年の 2,390 万人から 2042 年には 3,694 万人に増加し、年平均成長率は、居住人口が 1.6%、世帯数は居住人口より多い 2.1%、世帯規模は 4.4 人から 3.9 人になると予測されている。従業員人口は 1,048 万人から 1,820 万人に増加し、労働参加

²⁰ 本交通調査結果は季節変動の調整係数の反映後である。

²¹ ピーク時間は朝 8:30～朝 9:30 とした。

²² 将来の社会経済予測は、様々な機関から入手することが出来たデータをもとに、2021 年と 2031 年の数値を外挿法によって作成した。また、2042 年の値も各種データから外挿法で推定しているが、成長率は年率で 2.5% に低減するとした。

²³ 例えば、現在開発中や土地区画整理を行っている SEZ 等の地域の居住人口と従業員人口は、本交通モデルの中では特別な生成交通として見込んでいる。またこれらの生成交通は 2042 年に最大と仮定している。

²⁴ 需要予測の重要な要素である居住人口と従業員人口の予測値は、社会経済モデルの入力値として設定している。

率も 0.44 から 0.49 までわずかに増加するものの、従業員全体では世帯数の増加率と同じ年平均成長率が 2.1%ほどにとどまると予測されている。

また、ムンバイ（Island City、Eastern Suburbs、Western Suburbs）の居住人口は、2015 年から 2042 年にかけて 1,273 万人から 1,457 万人に増加し、ナビ・ムンバイ地域の成長率は最も高くなると予測されている。また、これらの成長を支えるために、ムンバイとナビ・ムンバイ間の交通インフラの整備が進むことが期待されている。

表 4.5.1 年次別の人口分布（百万人）

No	中ゾーン名称	2011	2015	2022	2032	2042
1	Island City	3.15	3.07	2.94	2.80	2.80
2	Western Suburbs	5.60	5.76	6.04	6.50	6.95
3	Eastern Suburbs	3.73	3.90	4.19	4.51	4.82
4	Thane	1.92	2.04	2.28	2.91	3.62
5	Navi Mumbai	1.92	2.19	2.79	4.47	5.58
6	Kalyan Dombivali	2.38	2.85	3.84	4.84	5.97
7	Vasai- Virar	1.22	1.47	1.97	2.23	2.48
8	Rural Alibaug-Karjat-Khopoli	0.52	0.53	0.55	0.56	0.59
9	Pen SEZ	0.16	0.26	0.57	0.78	0.94
10	Bhiwandi	0.80	0.92	1.17	1.33	1.49
11	Mira Bhayander	0.81	0.91	1.11	1.39	1.71
Total		22.21	23.90	27.45	32.32	36.94

出典：MMRDA, BMC, CIDCO, NMMC および JICA 調査団

表 4.5.2 年次別の世帯数分布（百万世帯）

No	中ゾーン名称	2015	2022	2032	2042
1	Island City	0.70	0.69	0.68	0.71
2	Western Suburbs	1.31	1.42	1.59	1.77
3	Eastern Suburbs	0.89	0.98	1.10	1.23
4	Thane	0.46	0.54	0.71	0.92
5	Navi Mumbai	0.50	0.65	1.09	1.42
6	Kalyan Dombivali	0.65	0.90	1.18	1.52
7	Vasai- Virar	0.33	0.46	0.54	0.63
8	Rural Alibaug-Karjat-Khopoli	0.12	0.13	0.14	0.15
9	Pen SEZ	0.06	0.13	0.19	0.24
10	Bhiwandi	0.21	0.27	0.32	0.38
11	Mira Bhayander	0.21	0.26	0.34	0.44
Total		5.44	6.43	7.88	9.41

出典：MMRDA, BMC, CIDCO, CTS, NMMC および JICA 調査団

表 4.5.3 年次別の従業員人口分布（百万人）

No	中ゾーン名称	2011	2015	2022	2032	2042
1	Island City	2.35	2.44	2.60	2.86	3.13
2	Western Suburbs	2.44	2.55	2.77	3.11	3.40
3	Eastern Suburbs	1.19	1.23	1.32	1.45	1.59
4	Thane	0.61	0.75	1.06	1.49	1.86
5	Navi Mumbai	0.99	1.21	1.70	2.40	3.00
6	Kalyan Dombivali	0.74	0.87	1.15	1.60	1.92
7	Vasai- Virar	0.36	0.45	0.65	0.96	1.19
8	Rural Alibaug-Karjat-Khopoli	0.11	0.12	0.14	0.16	0.18
9	Pen SEZ	0.14	0.20	0.35	0.54	0.68
10	Bhiwandi	0.32	0.36	0.44	0.56	0.64
11	Mira Bhayander	0.25	0.29	0.38	0.50	0.60
Total		9.50	10.48	12.56	15.65	18.20

出典：MMRDA, BMC, CIDCO, NMMC および JICA 調査団

4.5.2 ナビ・ムンバイの主な開発計画

各中ゾーンの居住人口や従業員人口の伸びに加えて、SEZ 等の特別開発地域の影響も交通モデルの生成交通を推定する際に考慮しており、本調査で考慮している各特別開発地域、その交通解析ゾーン、各年次の開発レベルを表 4.5.4 に示す。具体的には、MTHL が開通する 2022 年では、ナビ・ムンバイのプロジェクトの完成度は約 20%、その後 2042 年にかけて約 90%まで整備が進み、Mumbai Port Trust 地域は、2042 年までに約 50%程度の再開発が進むことを想定している。

さらに、ナビ・ムンバイには新空港（ナビ・ムンバイ空港）の整備も計画されている。この新空港は 2019 年の開港を予定しており、年間の乗客数は 1,000 万人/年を見込んでいる。その後、2022 年に 1,580 万人、2032 年に 3,470 万人、2042 年には 5,310 万人の乗客数²⁵に達する見込みである。本交通モデルのフレームワーク中では、新空港の開発フェーズに合わせて考慮している。

表 4.5.4 特別開発地域の主要な整備計画

名称	交通解析ゾーン	最終的な開発規模（人）	開発の進捗レベル（%）			
			2015	2022	2032	2042
Navi Mumbai SEZ Employment	202 to 207	281,000	0	20	50	90
Navi Mumbai SEZ Population	202 to 207	790,000	0	20	50	90
Mumbai Port Trust Area Development-Population	201	125,000	0	5	15	50
Mumbai Port Trust Area Development-Employment	201	50,000	0	5	15	50
Navi Mumbai Airport (MAP)	208 & 209	60,000,000	0	26	58	89

出典：MMRDA, BMC, CIDCO and NMMC

²⁵ 本予測は 2025 年、2035 年、2045 年の年間予想利用者数である 2,500 万人、4,500 万人、6,000 万人の乗客数の内挿法によって作成している。

4.5.3 将来の交通インフラ

2042年までの間にムンバイ都市圏には多くの交通インフラ整備が計画されている²⁶。それらの交通インフラのうち、いくつかの交通インフラ²⁷はMTHLの利便性を向上させ、利用者数に影響を与えることが想定される。主要なプロジェクトの完成時期²⁸を表4.5.5、主要なネットワークの条件を示す位置図を図4.5.1示す。

一方で、Thane Creekに架橋されるGhatkopar - Koparkhairane橋（以下、GK橋とする。）とThane Creek橋の拡幅プロジェクトはMTHLの利用者数を減少させる可能性のあるプロジェクトである。本調査では、GK橋は早期（2022年）の開通を想定し、Thane Creek橋の拡幅プロジェクトは長期（2042年）での整備完了を見込んでいる。

前述の表に含まれていないMTHLへ影響を与えるプロジェクトとしては、デリー・ムンバイ間産業大動脈構想が挙げられる。本影響は、同プロジェクトの実施にともない、ナビ・ムンバイを通過して港に向かうトラックの減少が想定されるため、貨物OD表の作成時に考慮している²⁹。

表 4.5.5 プロジェクトリストと完成年次

プロジェクト名称	2022	2032	2042
Ghatkopar - Koparkhairane Bridge (GK Bridge)	X	X	X
Coastal Road from JNPT to Navi Mumbai Airport	X	X	X
Sewri to Worli Elevated Link (2+2 Lanes)	X	X	X
Elevated road between BKC and Eastern Express Highway near Sion	X	X	X
Monorail from Jacob Circle to Chembur	X	X	X
Navi Mumbai Metro – Belapur-Kharghar – Taloja	X	X	X
Rewas Karanja Bridge (RK Bridge)		X	X
MTHL extension to Mumbai Pune Expressway		X	X
Navi Mumbai Coastal Road from Vashi to Thane		X	X
Multimodal Corridor from Virar to Alibaug		X	X
Line 2 Metro and Line 3 Metro		X	X
Navi Mumbai Metro - Taloja -Kalamboli- Khandeshwar - New Airport (2021)		X	X
Coastal Road from Navi Mumbai Airport to Thane along Palm Beach Marg and Creek			X
Widening of Thane Creek Bridge			X

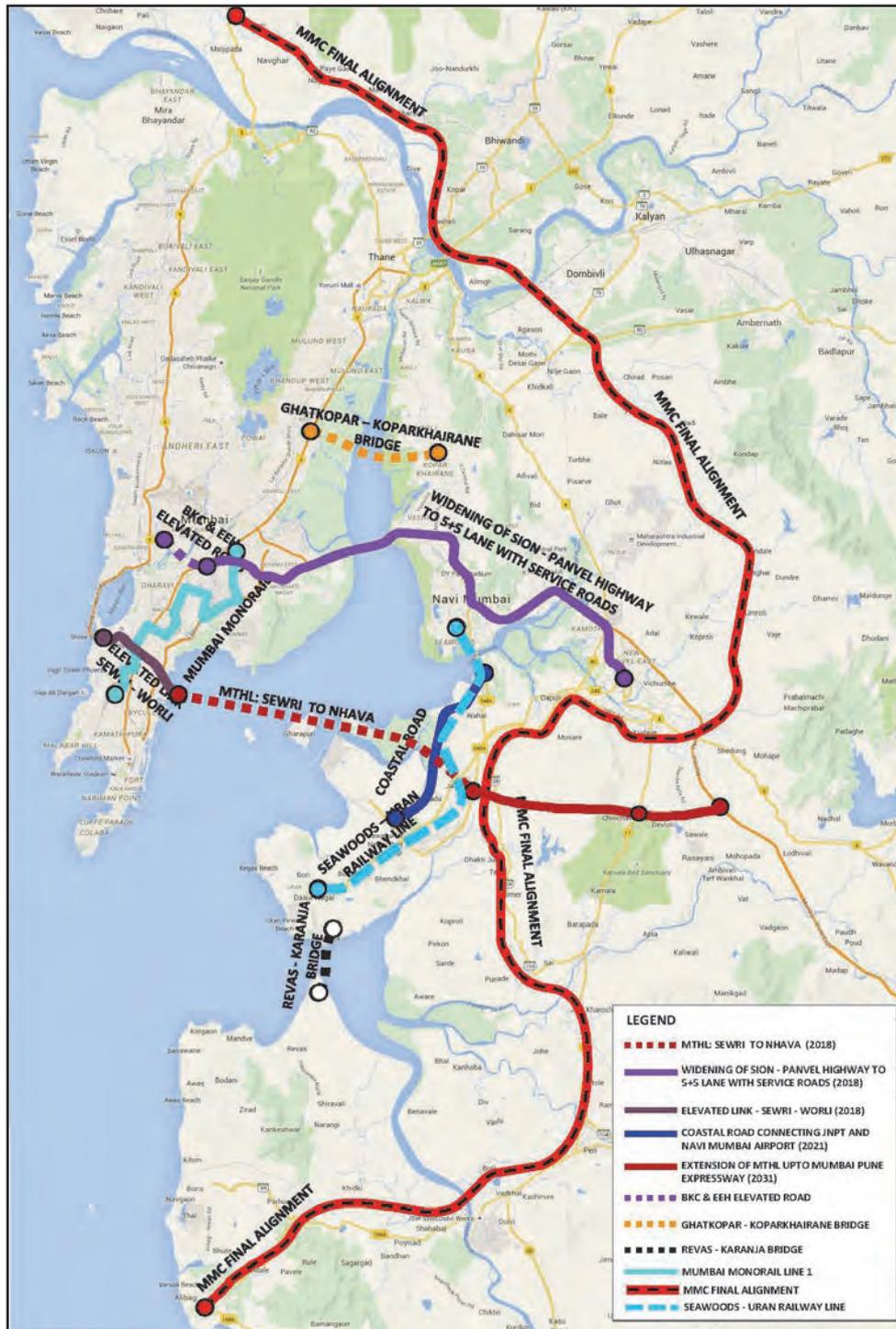
出典：JICA 調査団

²⁶ Thane Creek 橋を通行する私的交通の通行料金を無償化する方針を州政府が打ち出しているため、MTHL の開通時には Thane Creek 橋の通行料は無償としている。

²⁷ ムンバイでは約 146 kmのメトロの建設が 2022 年までに完成する予定である。そのすべてのメトロは本分析には含まれていないが、現地のコンサルタントと JICA 調査団の協議の結果、MTHL に影響があると思われる区間についてモデルの中で考慮している。

²⁸ 交通インフラの完成年次は、Final Feasibility Study Report, 2012 のレビューおよび各関係機関との協議をもとに設定している。

²⁹ 本影響は NH8 と JNPT に向かう NH3（デリーからの主要な国道）の貨物車両の約 5%程度にしか影響を与えない想定している。



出典：JICA 調査団

図 4.5.1 MTHL の検討に用いた主要なネットワーク条件

4.5.4 MTHL の料金設定

MTHL の車線数は片側 3 車線として計画されており、料金は表 4.5.6 に示すとおりである（2015 年価格）。本料金は 2022 年価格に換算すると、セウリ IC～シバジ・ナガール IC 間で INR 180³⁰、チルレ IC～シバジ・ナガール IC 間はセウリ IC～シバジ・ナガール IC 間の距離あたりの料金をもとに設定している。また、路線バスは BEST 社が MTHL 上にも運行させると仮定している。

表 4.5.6 区間別・車種別の基本料金（INR）（2015 年価格）

車種区分	チルレ IC ~ シバジ・ナガール IC	シバジ・ナガール IC ~ セウリ IC	コメント
自家用車	40	130	This is also referred to as the small vehicle reference toll.
タクシー	40	130	
バス	90	300	
小型貨物車	50	170	
大型貨物車	90	300	
多軸貨物車	130	430	

出典：MMRDA および JICA 調査団

4.6 MTHL の将来交通需要

開通年次（2022 年）の MTHL（セウリ IC～シバジ・ナガール IC 間）の将来交通需要は、表 4.5.6 に示す基本料金のもとで 39,300 (pcu/日)となった。その後、2032 年には 103,900 (pcu/日)、2042 年には 145,500 (pcu/日)に増加する。車種別の内訳は表 4.6.1 に示すとおりである。

Final Feasibility Study Report, 2012 と比べると、州政府の方針を反映して MTHL に並行する Vashi 橋や Airoli 橋の自家用車やバスの通行料を無償化していることや、新空港の開港予定年次が遅れたこと等が影響して、MTHL の各年次の交通量は少なくなっている。また、シバジ・ナガール IC に接続する無料の CIDCO 海岸道路が整備されるため、シバジ・ナガール IC で降りて CIDCO 海岸道路を利用する交通が多く、シバジ・ナガール IC～チルレ IC 間の交通量は減少する結果となった。

MTHL の将来交通需要は、Mulund-Airoli 橋、GK 橋、Thane Creek 橋などを通行してムンバイ都市圏の南北を移動するトリップうち、開通年次（2022 年）の約 10%、2032 年の 16%となる。MTHL を通行する全てのトリップが Thane Creek 橋から転換していると仮定すれば、MTHL への転換量は、Thane Creek 橋を通行するトリップのうち、2022 年で 21%、2032 年で 35%である。

³⁰ 物価上昇は年率で 5%を見込んでいる。

表 4.6.1 MTHL の車種別の将来交通需要³¹

(単位：pcu/日)

車種区分	セウリ IC ～ シバジ・ナガール IC			シバジ・ナガール IC ～ チルレ IC		
	2022	2032	2042	2022	2032	2042
自家用車	24,100	66,400	94,100	4,900	21,300	43,300
タクシー	2,700	14,100	20,200	100	400	2,300
バス	2,700	3,700	3,700	2,700	3,700	3,700
小型貨物車	2,200	4,100	5,600	700	1,300	1,800
大型貨物車	3,000	6,500	8,100	1,000	2,000	2,200
多軸貨物車	4,600	9,100	13,800	400	900	1,700
合計	39,300	103,900	145,500	9,800	29,600	55,000

出典：JICA 調査団

³¹ 各 IC のランプ交通量は本章では整理をおこなっていないが、本プロジェクトの設計で用いられている。