

スリランカ民主社会主義共和国
道路開発庁

スリランカ国
新ケラニ橋周辺交通改善
事業準備調査

準備調査報告書

平成 25 年 12 月
(2013 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
株式会社 片平エンジニアリング・インターナショナル

基盤
CR(10)
13-268

スリランカ民主社会主義共和国
道路開発庁

スリランカ国
新ケラニ橋周辺交通改善
事業準備調査

準備調査報告書

平成 25 年 12 月
(2013 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
株式会社 片平エンジニアリング・インターナショナル

本プロジェクトにおいて以下の外国通貨交換レートを適応した

USD 1.00 = LKR 132.4 = JPY 99.2 (2013年11月)

*LKR: Sri Lankan rupee



主橋梁の側面図



既設橋から見た主橋梁



既設道路から見たアプローチ橋（PC箱桁橋）



既設道路から見たアプローチ橋（鋼箱桁橋）

プロジェクトの概要

1. 国名：スリランカ民主社会主義共和国
2. 調査名：新ケラニ橋周辺交通改善事業準備調査
3. 受入機関：道路港湾省
<p>4. 調査の目的</p> <p>スリランカ国政府から円借款の要請のあった新ケラニ橋周辺交通改善について、当該事業の目的、概要、事業費、実施スケジュール、実施（調達・施工）方法、事業実施体制、運営・維持管理体制、環境社会配慮等、我が国有償資金協力事業として実施するための審査に必要な調査を行うことを目的とする。</p>
<p>5. 調査の内容：</p> <p>〔ステージ1〕 現況の確認及び事業の概略設計 線形および架橋位置の決定 主橋梁形式の決定 アプローチ橋梁形式の決定</p> <p>〔ステージ2〕 予備設計と事業効果の確認 予備設計 積算 プロジェクトの評価</p> <p>〔ステージ3〕 報告書作成 準備調査報告書の作成</p>
<p>6. 結論と提言：</p> <p>(1) 結論</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 本プロジェクトは、技術的および経済的観点からフィージブルであり、環境社会上の問題もない。 ● よって、本プロジェクトの実施は、スリランカ国およびスリランカ国民に、利益をもたらすと言える。 ● プロジェクト道路は、本線およびポートアクセス道路からなり、2つの路線はジャンクションによって接続される。 ● 本線の線形は、オルゴダワッタ交差点北部を起点にし、CKEの終点に接続される。 ● ポートアクセス道路の線形は、ケラニティッサジャンクションを起点にし、既存ポートアクセス道路に接続される。 ● 本プロジェクトにおいては、エクストラドーズ橋、鋼箱桁橋、およびPC箱桁橋の3種類の橋梁が建設される。 <p>(2) 提言</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 現在、コロンボ都市圏マスタープラン（CoMTrans）が実施中であり、2014年4月に終了する予定である。CoMTransでは、コロンボ都市圏において、いくつかのプロジェクトが提案される予定であるため、本プロジェクトの計画は、CoMTransの計画に基づき、必要に応じて、詳細設計で修正される必要がある。 ● 本調査においては、水道、電話、電気等、地下埋設物の調査を、地形測量内で実施し、これら情報に基づき、予備設計を実施した。しかしながら、詳細設計においては、地下埋設物についてさらに詳細な調査を実施し、調査で得られる詳細な情報に基づき、設計を行う必要がある。 ● RDAは、EIAおよびRAPに係る業務をプロジェクト期間を通して実施し、プロジェクトの円滑な運営を図る必要がある。 ● JICAの異議申し立て制度について、効果的な方法を検討し周知すること。 ● 今後実施されるFocus Group Discussionについて、参加者の特性、寄せられた意見の内容等、実施の内容をできるだけ詳細に記録すること。

新ケラニ橋周辺交通改善事業準備調査 準備調査報告書

要 約

1. はじめに

1.1 背景・経緯

スリランカ民主社会主義共和国（以下、「ス」国）では、道路交通が国内物流の 90%以上を占めるなど重要な運輸インフラとなっている。現ラージャパクサ大統領は、国家開発計画「マヒンダ構想」の中で運輸インフラの整備を重要課題とし、道路網の整備をこの中に位置づけている。中でも橋梁については全国の国道上に 4,000 橋以上が架けられており、「ス」国政府は国際機関・援助機関の支援を受けつつ、修繕及び架替えに努めている。

新ケラニ橋は、「ス」国の首都コロンボの北部に位置する橋長 1,160m、車線数 6 車線の橋梁で、コロンボ中心街と第二の都市キャンディーを結ぶ国道 A01 号線上にあり、コロンボ港アクセス道路及びバンダラナイケ国際空港に繋がる国道 A03 号線にも接続し、交通の要衝となっている。現在、ケラニ河には同橋を含めて 3 箇所架橋されているが、近年の交通量の増加に伴い日常的に渋滞が発生し経済活動に多大な影響を及ぼしている。加えて 2013 年にはバンダラナイケ国際空港のアクセス道路が同橋に接続する予定であるため更なる渋滞も予想され、渋滞緩和が急務となっている。

かかる状況の下、「ス」国政府は 2012 年 6 月、同橋の渋滞緩和策として新規橋梁の建設を我が国に要請した。

1.2 調査の目的

「ス」国政府から円借款の要請のあった新ケラニ橋周辺交通改善について、当該事業の目的、概要、事業費、実施スケジュール、実施（調達・施工）方法、事業実施体制、運営・維持管理体制、環境社会配慮等、我が国有償資金協力事業として実施するための審査に必要な調査を行うことを目的とする。

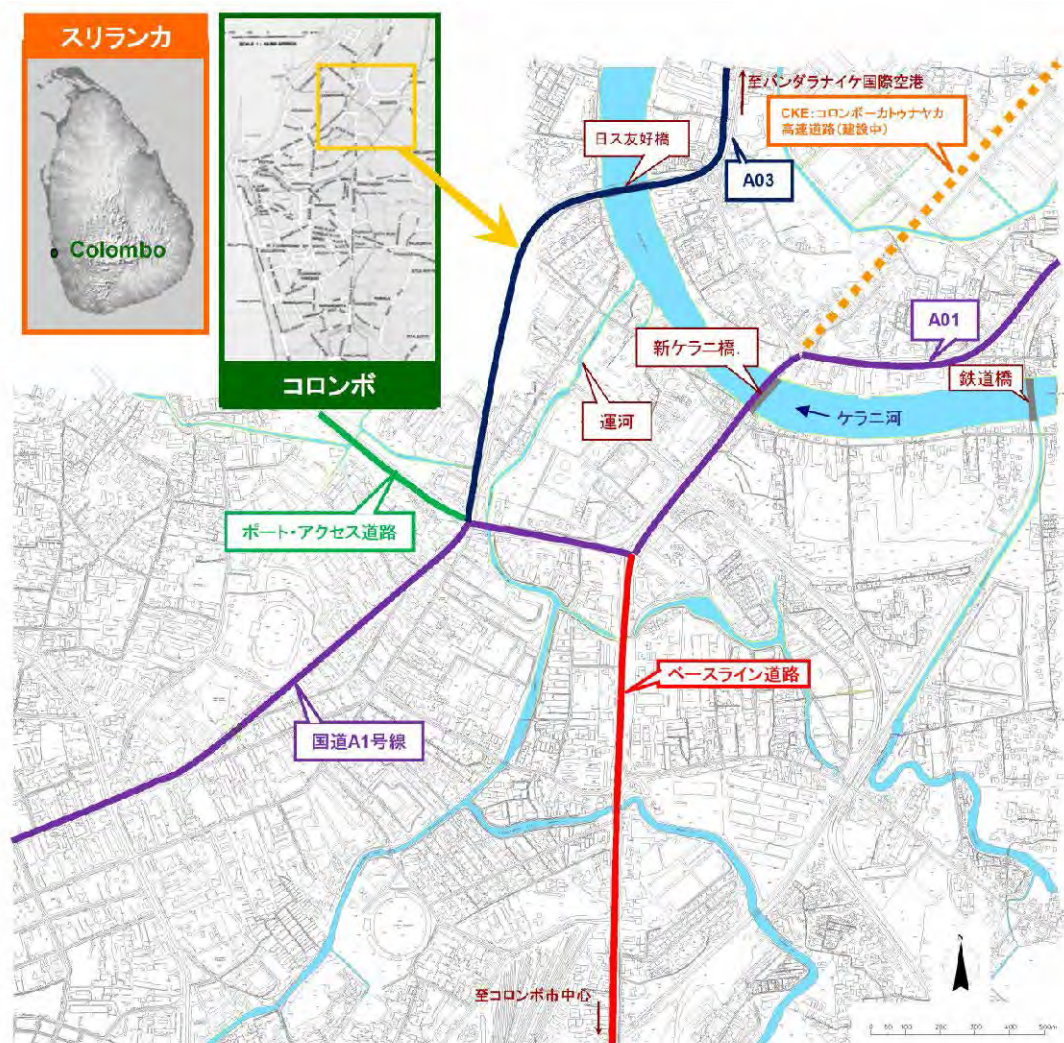
1.3 調査対象地域

調査対象地域位置図を図 S1.3.1 に示す。

調査対象地域は、ケラニ河を挟んで北側地域および南側地域に分けられる。これら 2 つの地域は、新ケラニ橋および新ケラニ橋の下流約 750m に位置する日本スリランカ友好橋によって接続されている。

当該地域には、A01 道路、A03 道路およびベースラン道路の 3 つの幹線道が集中し、よって、現時点においても、多くの交通が集中する混雑の著しい地域となっている。加えて、2013 年中には、コロンボータナヤケ高速道路（CKE）が、新ケラニ橋北側に接続される予定であり、さらなる渋滞の発生が予想されている。

また、当該地域は市街化された地域であり、多くの家屋、商店等が道路沿線に立ち並ぶ。本プロジェクトの実施にあたり、多くの移転が必要となる見込みである。



出典：JICA 調査団

図 S1.3.1 調査対象地域

2. プロジェクトの背景・経緯

2.1 新ケラニ橋に関連する計画及びプログラム

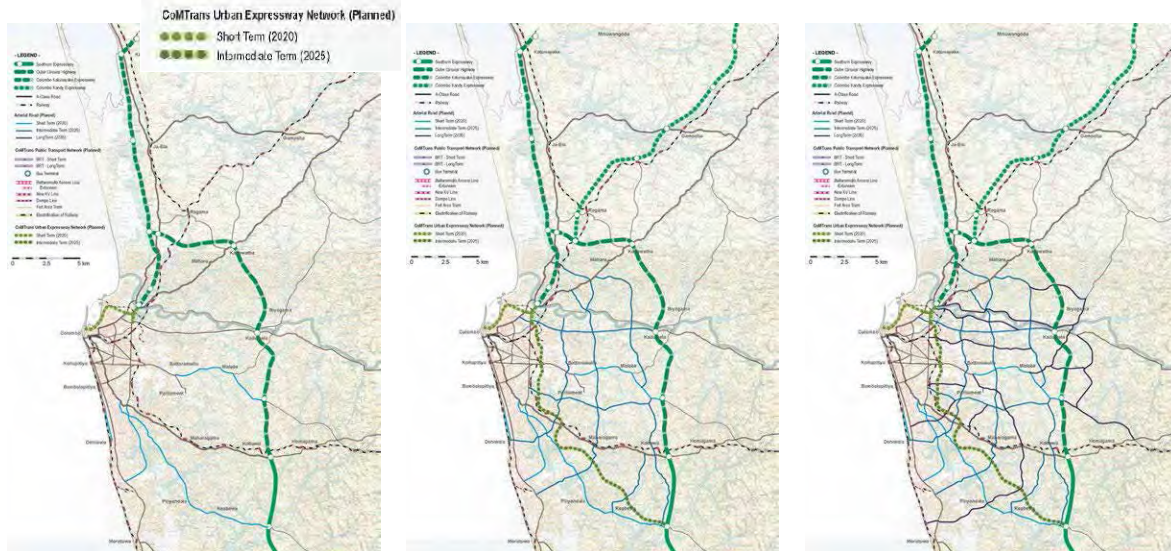
JICA 調査団は、新ケラニ橋に関連する計画およびプログラムである、「マヒンダ・チンタナ」、「コロombo都市交通調査プロジェクト(CoMTrans)」および RDA が策定した「全国道路マスタープラン(NRMP) 2007-2017」についてレビューを実施した。

CoMTrans は、2012 年 8 月末より JICA により開始されたものであり、首都圏における幹線道路ネットワークの整備計画も含む統合的な都市交通マスタープランであることから、新ケラニ橋及びその周辺における道路の役割と機能の観点から、このマスタープランに組み込むことが重要となっている。プロジェクトの目的は、a) 都市圏をカバーする交通調査を実施して得られる、合理的な交通システム整備計画を策定するための信頼性の高い交通のデータベースを整備する、b) コロンボ都市圏の都市交通マスタープランを策定する、および c) 優先プロジェクトの Pre-F/S を実施するであり、その計画対象年次は短期(2020 年)、中期(2025 年)、および長期(2035 年)となっている。

調査団による進捗確認によると、2013 年 7 月現在、将来のゾーン指標をもとにした交通需要予測モデルが、家庭訪問調査やその他の交通調査の結果をもとに構築中であることが分かった。また、都市交通システムの検討対象となるコロombo都市圏を、CMC への通勤交通の範囲などをもとに定義をする予定である。

道路だけでなく公共交通モードも含めた将来の交通ネットワークは、現在の交通状況と将来のコロンボ都市圏の見通しの分析のもとに準備されたものである。これは、都市交通ネットワークとして、道路と公共交通機関の良好な統合のものとして開発されることを目指している。

2013 年 5 月に提出されたプログレスレポート(1)において、CoMTrans 調査団により、道路及び公共交通のネットワークの整備計画(案)が準備された。図 S2.1.1 に、CoMTrans による、短期、中期及び長期における暫定版の CoMTrans 道路ネットワーク整備計画を以下に示す。



短期 (2020 年まで)

中期 (2025 年まで)

長期 (2035 年まで)

出典：JICA 調査団，2013 年 5 月 CoMTrans プロGRESSレポート (1)

図 S2. 1. 1 CoMTrans 道路改善計画(短期、中期および長期)

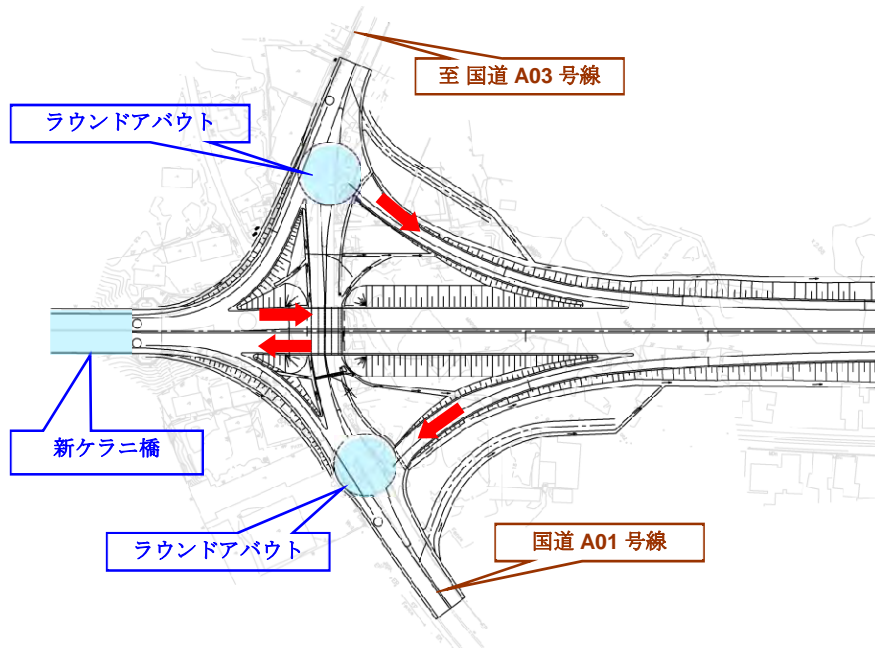
将来の都市交通インフラは、将来の都市交通需要を満たすとともに、交通渋滞を緩和すべく、都市中心部とのスムーズな接続を実現するとともに、各道路の適切な交通容量を確保するような道路ネットワーク整備が求められている。

プロジェクト道路 (Colombo-Katunayake 高速道路 (CKE) の終点と都市中心部を結ぶところに位置し、かつ、将来、深刻な渋滞が危惧される) は、単にその地点での交通混雑の緩和を目的に検討されるものではなく、CoMTrans が提案している都市内の幹線高道路ネットワークへの良好な接続性や拡張性を考慮して検討されるべきである。

2. 2 対象地域における道路の現状の課題

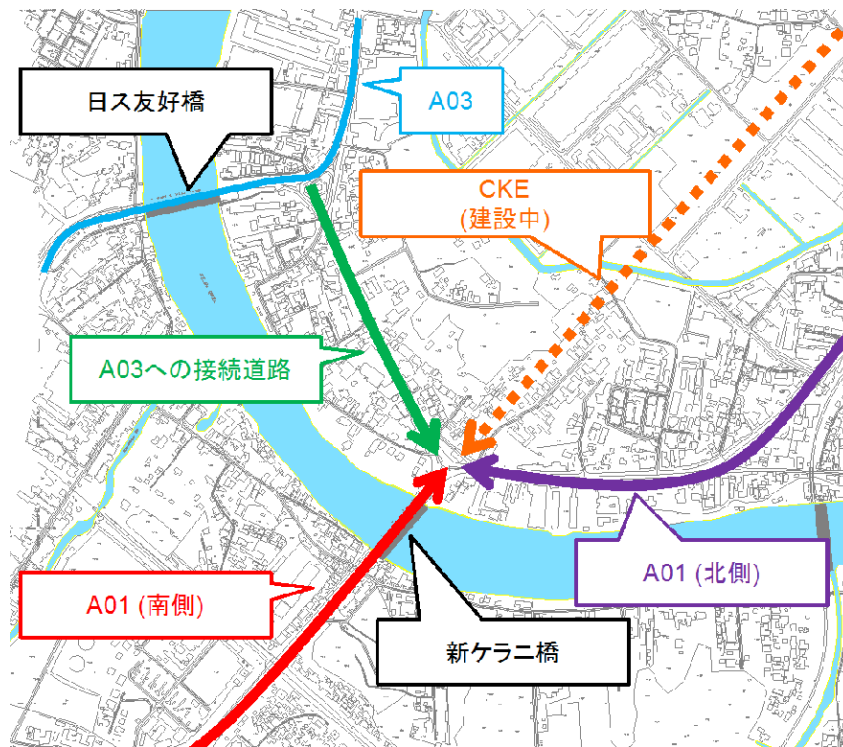
プロジェクト対象地域における主な道路の現在の課題を以下に示す。

- ケラニ河にかかる 3 橋は慢性的な渋滞箇所となっており、特に朝夕のピーク時間帯は交通集中により大渋滞となっている。
- コロンボーカトナヤケ高速道路 (CKE) の開通 (2013 年予定)、大コロンボ圏外環状道路 (OCH) の開通 (2015 年予定)、また既存コロンボ港の拡張計画等により、今後、新ケラニ橋の交通量は益々増大し、近い将来コロンボにおける交通の重大なボトルネックとなることが予想される。
- CKE は新ケラニ橋に接続され、ランプも近接する 2 つのラウンドアバウトに接続される (図 S2. 2. 1 参照)。CKE、国道 A01 号線 (北側)、国道 A03 号線への接続道路、および国道 A01 号線 (南側) が新ケラニ橋周辺に集中することから、当該箇所の更なる交通渋滞が予想される (図 S2. 2. 2 参照)。



出典：CKE 建設プロジェクト

図 S2.2.1 CKE 終点付近

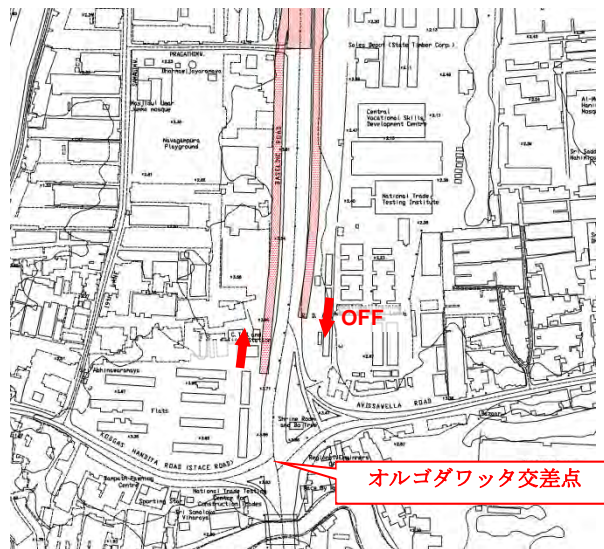


出典：JICA 調査団

図 S2.2.2 新ケラニ橋周辺における交通の集中

- 2012 年に行われた交通量調査 (RDA 実施) によると、ベースライン道路の交通量 (オルゴダワッタ交差点付近) は 95,801 台/日 (89,833 pcu/day) であり、これは現在のベースライン道路 (6 車線) の交通容量を上回る数値となっている。

- プロジェクト道路は図 S2.2.3 に示すようにオルゴダワッタ交差点付近にランプで接続する計画となっている。これにより、現状で交通容量が不足している当該箇所に、多くの交通が集中することになる。



出典：JICA 調査団

図 S2.2.3 ベースライン道路とのランプ接続

2.3 プロジェクトの目的

当該プロジェクトの目的は、現在交通渋滞が著しい新ケラニ橋周辺において、第2新ケラニ橋およびアプローチ道路の建設を行うことにより、当該地域の交通容量を増加させ、渋滞を解消させることである。

他方、現在 JICA の開発調査として「コロombo都市交通調査プロジェクト (CoMTrans)」が運輸省 (Ministry of Transport : MOT) をカウンターパート機関として実施されている。当該プロジェクトでは、コロombo都市圏における、道路、鉄道、公共交通を含む将来交通ネットワーク計画が提案される予定である。さらに、コロombo都市圏における道路ネットワークの一部として都市幹線道路ネットワークが示される予定である。

プロジェクト道路の線形またはインターチェンジ形式選定等は、上記、都市幹線道路への将来の接続を考慮して決定される。

また、本プロジェクトにおいては、プロジェクト道路の建設による、オルゴダワッタ交差点付近の交通渋滞の悪化を避けるために、プロジェクト道路の建設に加えて、オルゴダワッタ交差点の改良も行う。

3. 交通需要予測

JICA 調査団は、旅客および貨物に分けて線形回帰モデルを構築し、2013 年に対象地域で観測した最新の交通量を元に、将来の社会経済フレームを用いて、プロジェクト道路の将来交通需要を予測した。

現在、JICA の支援によりコロンボ都市交通調査プロジェクト (CoMTrans) が進んでおり、西部州全域の家庭訪問調査を実施しパーソントリップをもとにした広域の交通需要予測モデルを構築中である。この調査が完了し、交通モデルが構築された後には、このモデルにより、既存の道路のみならず、公共交通の導入や広域レベルでの道路交通ネットワークの拡充を含む予測が可能となる。

CoMTrans のスケジュールは準備調査のスケジュールとはことなることから、後日、CoMTrans モデルによる交通需要予測の結果を精査することが可能である。なお、2013 年 7 月時点における CoMTrans の進捗をみると、本調査による交通需要予測の結果は、CoMTrans の結果の方向性と概ね一致しており許容な範囲内であることを確認している。

交通需要予測の方法は、以下を採用した。

- JICA 調査団は、過去の交通量を集めるとともに、交通量観測調査を実施した。
- 社会経済フレームを用意した後、交通量を求める単回帰モデルを、社会経済指標から策定した。
- 個々の交差点の方向別交通量をもとに、現在の OD 交通量を推計した。将来の OD 交通量は先の回帰モデルとネットワーク上の仮定をもとに推計した。

将来の交通需要（2035 年）を以下と算定した。また、供用開始年次である 2020 年、2022 年の交通量は 2035 年の予測値をもとに算出した。

表 S3. 1. 1 断面交通量の推計値

単位：台/日(大型車)

Year/project with and without	New Kelani Bridge 【Existing】	New Bridge 【Elevated】	To Port Access		Base Line	
			【Existing】	【Elevated】		
Current condition (2013)	92,700 (17,900)	N/A	27,100 (9,300)	N/A	86,400 (15,300)	
2020 (start of operation)	With	67,000 (12,000)	51,600 (12,100)	34,100 (13,200)	10,200 (5,400)	107,200 (18,400)
	Without	118,600 (24,100)	N/A	44,300 (18,600)	N/A	107,200 (18,400)
2022 (two years after the operation)	With	67,900 (12,000)	58,100 (13,800)	35,800 (14,200)	11,800 (6,300)	113,400 (19,500)
	Without	126,000 (25,900)	N/A	47,600 (20,500)	N/A	113,400 (19,500)
2025	With	71,900 (13,100)	37,900 (16,100)	39,700 (16,200)	14,000 (7,800)	124,900 (21,400)
	Without	140,000 (29,200)	N/A	53,700 (24,000)	N/A	124,900 (21,400)
2030	With	73,500 (13,200)	83,500 (20,000)	43,700 (18,400)	17,600 (10,000)	139,300 (23,900)
	Without	157,000 (33,200)	N/A	61,300 (28,400)	N/A	139,300 (23,900)
2035	With	73,700 (12,900)	100,500 (24,400)	47,300 (20,500)	21,600 (12,300)	153,700 (26,300)
	Without	174,200 (37,300)	N/A	68,900 (32,800)	N/A	153,700 (26,300)

出典：JICA 調査団

プロジェクト道路（新橋・高架部分）がなかった場合は、現在の新ケラニ橋への交通需要（台数ベース）は、2013年と比較して、2020年時点は1.28倍、2035年時点は1.88倍と、負荷が増大する（プロジェクト道路が整備された場合は、それぞれ0.72倍、0.79倍程度に減少する）。

プロジェクト対象区間の必要車線数を検討するために、前述の予測値をもとに、計画年次である2035年のPCU換算値（ピーク時片側）を算出した。

表 S3. 1. 2 2035年におけるピーク時のPCU将来値

PCU 台/日 (大型車)

	新ケラニ橋 【現況橋】	新橋 【高架】	ポートアクセス		ベースライン	
			【現況】	【高架】	On/Off	交差点流入
2035	42,240 [3,800]	54,960 [4,950] 片側3車線 ¹	35,880 [3,230]	16,850 [1,520] 片側2車線 ²	38,410 [3,460] 片側2車線	83,520 [7,520]

出典：JICA 調査団

プロジェクト道路の将来交通需要は、片側で約54,960 PCU/日であり、ピーク率（9%）を乗じると、ピーク時の本線上の交通需要は4,950 PCU/時、ポートアクセス方向の高架部は1,520 PCU/

¹ ピーク率（9%）を乗じると、ピーク時の本線上の交通需要は4,950 PCU/時、ポートアクセス方向の高架部は1,520 PCU/時、ベースラインへのOn/Off区間は3,460 PCU/時となる。

² 多車線道路の車線あたり容量は2,000 PCU/hr./laneであり、片側1車線の対向運用の容量限界値は1,400 PCU/hr./laneである。

時、ベースラインへの On/Off 区間は 3,460 PCU/時となる。多車線道路の車線あたり容量 2,000 PCU/hr./lane と、片側 1 車線の対向運用の容量限界値が 1,400 PCU/hr./lane とすると、本線区間は片側 3 車線、ポートアクセス区間とベースラインへの on/off 区間は、片側 2 車線での運用が必要となる。

4. 概略設計と最適案の選定

4.1 最適路線の選定

マルチクリテリアを用いて、4 つの代替路線案の評価を行った。評価結果を表 S4.1.1 に示す。

評価の結果、以下に示す理由により、“代替路線 B 案”が最適路線として選定された。

- プロジェクト道路は、CKE の終点に直接接続される。
- プロジェクト道路の南側基点は、将来の都市幹線道路への接続が考慮されている。
- 高架構造のポートアクセス道路が、コロンボ都市幹線道路の一部として建設される。
- プロジェクトエリア内道路（A01、A03、ベースライン道路、等）の渋滞緩和が期待できる。
- 環境への影響が、他の代替案と比較して小さい。
- 影響建物数が、代替案中最も少ない。

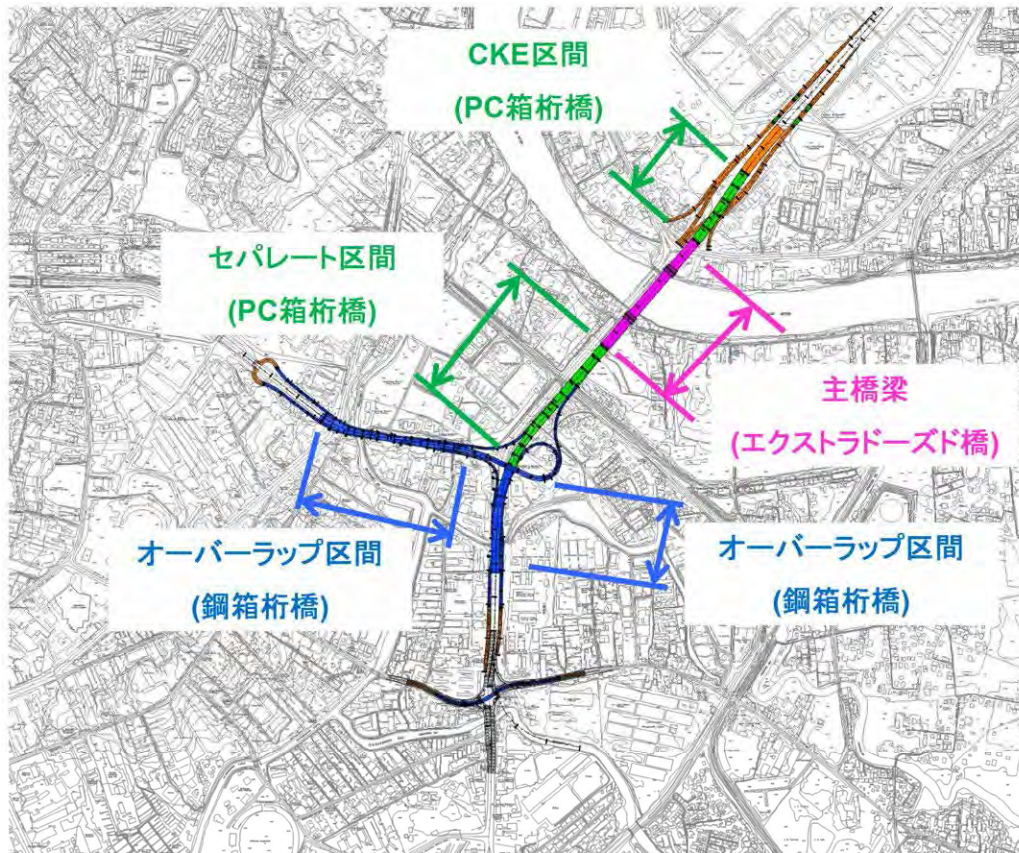
表 S4.1.1 最適路線の選定

	代替路線 A	代替路線 B	代替路線 C	代替路線 D
概要	<ul style="list-style-type: none"> 本線： 既存鉄道沿い ジャンクション： 本線 - OKE オン/オフランプ： ベースライン道路 	<ul style="list-style-type: none"> 本線： 既存運河上空 ジャンクション： 本線 - ポートアクセス オン/オフランプ： ベースライン道路 	<ul style="list-style-type: none"> 本線： 既存運河上空 ジャンクション： 本線 - OKE オン/オフランプ： ベースライン道路 	<ul style="list-style-type: none"> 本線： 既存道路沿いまたは住宅地内 ジャンクション： 本線 - ポートアクセス オン/オフランプ： ベースライン道路
平面図				
延長	<ul style="list-style-type: none"> 本線： 2.2 km ジャンクション： 0.7 km オン/オフランプ： 0.5 km 	<ul style="list-style-type: none"> 本線： 2.3 km ジャンクション： 0.5 km オン/オフランプ： 0.5 km 	<ul style="list-style-type: none"> 本線： 2.0 km ジャンクション： 1.4 km オン/オフランプ： 0.5 km 	<ul style="list-style-type: none"> 本線： 2.0 km ジャンクション： 1.4 km オン/オフランプ： 0.5 km
将来都市幹線道路ネットワーク	<ul style="list-style-type: none"> プロジェクト道路は、新規ジャンクションにより、OKEに接続される。 コロンプ都市幹線道路の一部として、高架構造のポートアクセス道路は、建設される。 将来の南への延伸は可能だが、距離が長い。高コストとなり、また多くの土地取得が必要となる。 	<ul style="list-style-type: none"> プロジェクト道路は、新規ジャンクションにより、OKEに接続される。 コロンプ都市幹線道路の一部として、高架構造のポートアクセス道路は、建設される。 将来の南への延伸は可能だが、距離が長い。高コストとなり、また多くの土地取得が必要となる。 	<ul style="list-style-type: none"> プロジェクト道路は、新規ジャンクションにより、OKEに接続される。 コロンプ都市幹線道路の一部として、高架構造のポートアクセス道路は、建設される。 将来の南への延伸は可能だが、距離が長い。高コストとなり、また多くの土地取得が必要となる。 	<ul style="list-style-type: none"> プロジェクト道路は、OKEの終点に直接接続される。 コロンプ都市幹線道路の一部として、高架構造のポートアクセス道路は、建設される。 将来の南への延伸は可能だが、距離が長い。高コストとなり、また多くの土地取得が必要となる。
現況道路の混雑状況	<ul style="list-style-type: none"> ベースライン道路からプロジェクト道路へのアクセスが良いため、ベースライン道路の混雑緩和が期待できる。 OKE を利用する交通の多くがプロジェクト道路を利用するため、A1 道路（既存新ケラニ橋、OKE 終点部のラウンドアバウト）の混雑緩和が期待できる。 新規道路は A3 道路から離れた位置に建設されるため、A3 道路の混雑緩和は限定的。 	<ul style="list-style-type: none"> ベースライン道路からプロジェクト道路へのアクセスが良いため、ベースライン道路の混雑緩和が期待できる。 OKE を利用する交通の多くがプロジェクト道路を利用するため、A1 道路（既存新ケラニ橋、OKE 終点部のラウンドアバウト）の混雑緩和が期待できる。 	<ul style="list-style-type: none"> ベースライン道路からプロジェクト道路へのアクセスが良いため、ベースライン道路の混雑緩和が期待できる。 OKE を利用する交通の多くがプロジェクト道路を利用するため、A1 道路（既存新ケラニ橋、OKE 終点部のラウンドアバウト）の混雑緩和が期待できる。 	<ul style="list-style-type: none"> OKE から南東方向へ移動する交通がプロジェクト道路を利用するため、ベースライン道路の混雑緩和が期待できる。 OKE から南東方向へ移動する交通がプロジェクト道路を利用するため、A1 道路（既存新ケラニ橋、OKE 終点部のラウンドアバウト）の混雑緩和が期待できる。 Avicavella 道路の混雑が悪化する。
建設費	<ul style="list-style-type: none"> 24,563 百万ルピー (0.89) 	<ul style="list-style-type: none"> 27,433 百万ルピー (1.00) 	<ul style="list-style-type: none"> 30,500 百万ルピー (1.10) 	<ul style="list-style-type: none"> 25,000 百万ルピー (0.91)
建設工期	36 ヶ月	36 ヶ月	36 ヶ月	36 ヶ月
施工性	<ul style="list-style-type: none"> 施工中のベースライン道路の規制を必要としない。 	<ul style="list-style-type: none"> 施工中のベースライン道路の規制を必要とする。 	<ul style="list-style-type: none"> 施工中のベースライン道路の規制を必要とする。 	<ul style="list-style-type: none"> 施工中のベースライン道路の規制を必要としない。
環境配慮	<ul style="list-style-type: none"> プロジェクト道路は新たに住宅地・商業地に建設されるため、現況の騒音、大気質に影響が生じる。 	<ul style="list-style-type: none"> プロジェクト道路は既存道路沿いまたは上空に建設されるため、現況の騒音、大気質に影響が生じる可能性がある。 	<ul style="list-style-type: none"> 建設中、既存運河の水質に影響を与え、運河内に堆積物を建設する必要がある。 建設中、プロジェクト道路は新たに住宅地・商業地に建設されるため、新たな騒音、大気質の影響が生じる。 	<ul style="list-style-type: none"> プロジェクト道路は新たに住宅地・商業地に建設されるため、新たな騒音、大気質の影響が生じる。
社会配慮	<ul style="list-style-type: none"> 355 戸の建物（うち 12 戸の大規模建物）に影響を与える。 Automobile Engineering Training Institute の移転は必要ない。 	<ul style="list-style-type: none"> 326 戸の建物（うち 4 戸の大規模建物）に影響を与える。 Automobile Engineering Training Institute の移転が必要となる。 	<ul style="list-style-type: none"> 404 戸の建物（うち 9 戸の大規模建物）に影響を与える。 Automobile Engineering Training Institute の移転は必要ない。 	<ul style="list-style-type: none"> 394 戸の建物（うち 3 戸の大規模建物）に影響を与える。 Automobile Engineering Training Institute の移転は必要ない。
評価	○	◎	○	○

出典：JICA 調査団

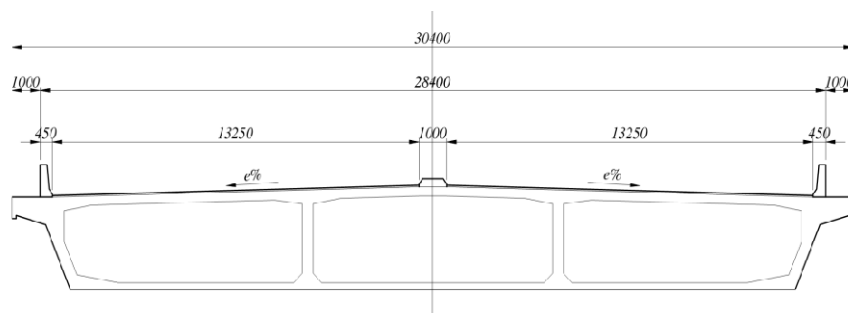
4.2 橋梁形式の選定

それぞれの橋梁形式を図 S4.2.1 に示す。さらに、橋梁の断面図を図 S4.2.2～図 S4.2.4 に示す。



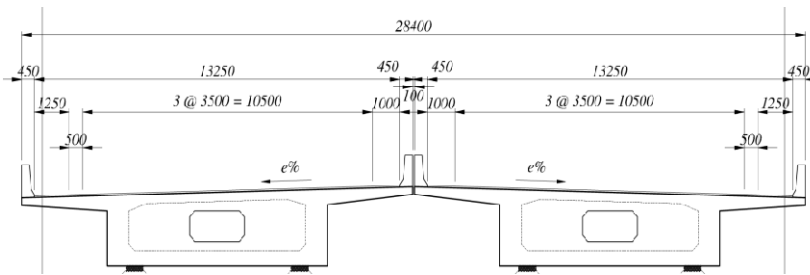
出典：JICA 調査団

図 S4.2.1 区間別の橋梁形式



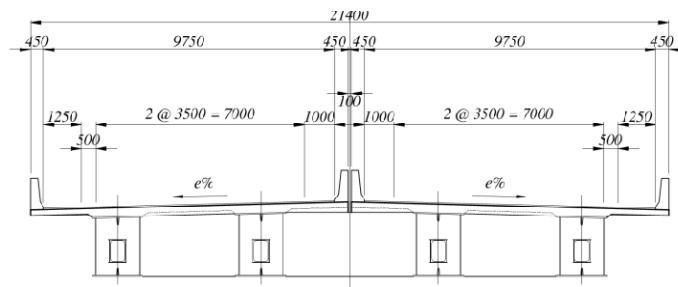
出典：JICA 調査団

図 S4.2.1 主橋梁の断面図 (エクストラードーズド橋、6車線)



出典：JICA 調査団

図 S4. 2. 2 アプローチ橋梁の断面図 (PC 箱桁橋、6 車線)



出典：JICA 調査団

図 S4. 2. 3 アプローチ橋梁の断面図 (鋼箱桁橋、4 車線)

5. 予備設計

5. 1 道路設計

5. 1. 1 幾何構造設計

(1) 平面線形

プロジェクト道路の平面線形は、以下の条件を考慮して決定される。

1) 本線の平面線形

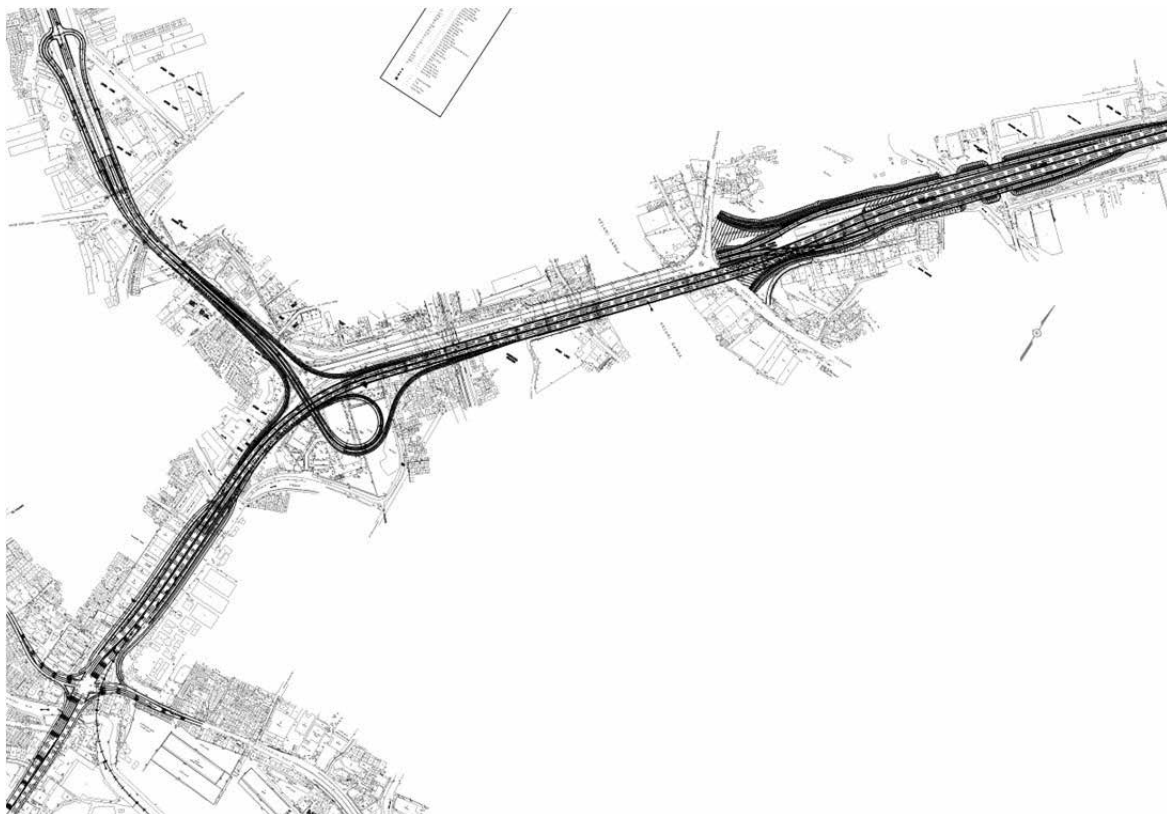
- 始点～ケラニティッサジャンクション区間においては、多数の大型建物が、ベースライン道路沿いに張り付き、移転が困難なため、プロジェクト道路の線形は既存ベースライン道路上空を利用する。
- ケラニティッサジャンクション～ケラニ川区間においては、アプローチ道路が、新ケラニ橋上流側に設置される第 2 新ケラニ橋に接続する必要があるため、プロジェクト道路の線形は既存ベースラインに沿って（ケラニ側上流側）設定する。

- 第2新ケラニ橋（プロジェクト道路の一部）は、既存新ケラニ橋の上流側に設置する。
- プロジェクト道路の終点部は、CKEに接続される。

2) ポートアクセス道路の平面線形

- ポートアクセス道路の線形は、A01道路に張り付く住居、商店、発電所等への影響を極力避けるため、既存A01道路上空を利用する。

プロジェクト道路の平面線形を、図 S5.1.1 に示す。



出典：JICA 調査団

図 S5.1.1 プロジェクト道路の平面線形

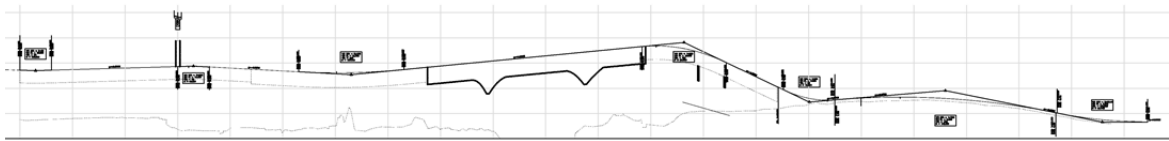
(2) 縦断線形

プロジェクト道路の縦断線形は、以下の条件を考慮して決定される。

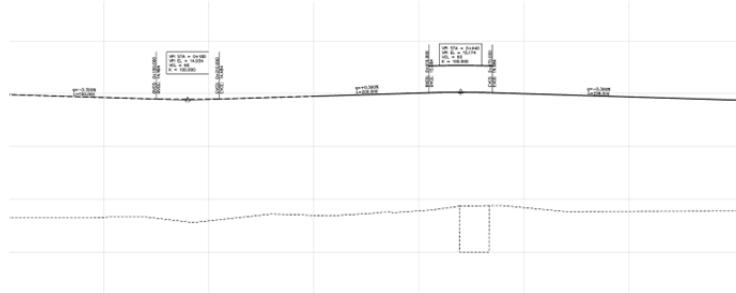
- プロジェクト道路下の建築限界は、5.1mとする。
- 5.1mの建築限界に加え、塗装塗替え等橋梁維持管理を、既存交通へ影響を与えずに実施するためのスペースとして、最低1.0mの余裕を持たせる。

プロジェクト道路の縦断線形を、図 S5.1.2 に示す。

(1) 本線



(2) ポートアクセス道路



出典：JICA 調査団

図 S5.1.2 プロジェクト道路の縦断線形

5.2 Bridge Design

本業務で決定した橋梁形式および延長を次に示す。

- 都市高速道路、メインライン
 - 主橋梁 (L=380 m) : エクストラロード橋
 - アプローチ橋梁 (L=625 m) : PC 箱桁橋
 - アプローチ橋梁 (L=425 m) : 鋼箱桁橋
- 都市高速道路、ポートアクセス道路
 - 鋼箱桁橋 (L=390 m)
- インターチェンジおよびジャンクション
 - 鋼箱桁橋 (L=1,998 m)

主要な橋梁のコンピューターグラフィックスを次に示す。



出典：The Pre-Preliminary Design (2012)

図 S5.2.1 主橋梁の側面図



出典：The Pre-Preliminary Design (2012)

図 S5. 2. 2 既設橋から見た主橋梁



出典：JICA 調査団

図 S5. 2. 3 既設道路から見たアプローチ橋 (PC 箱桁橋)



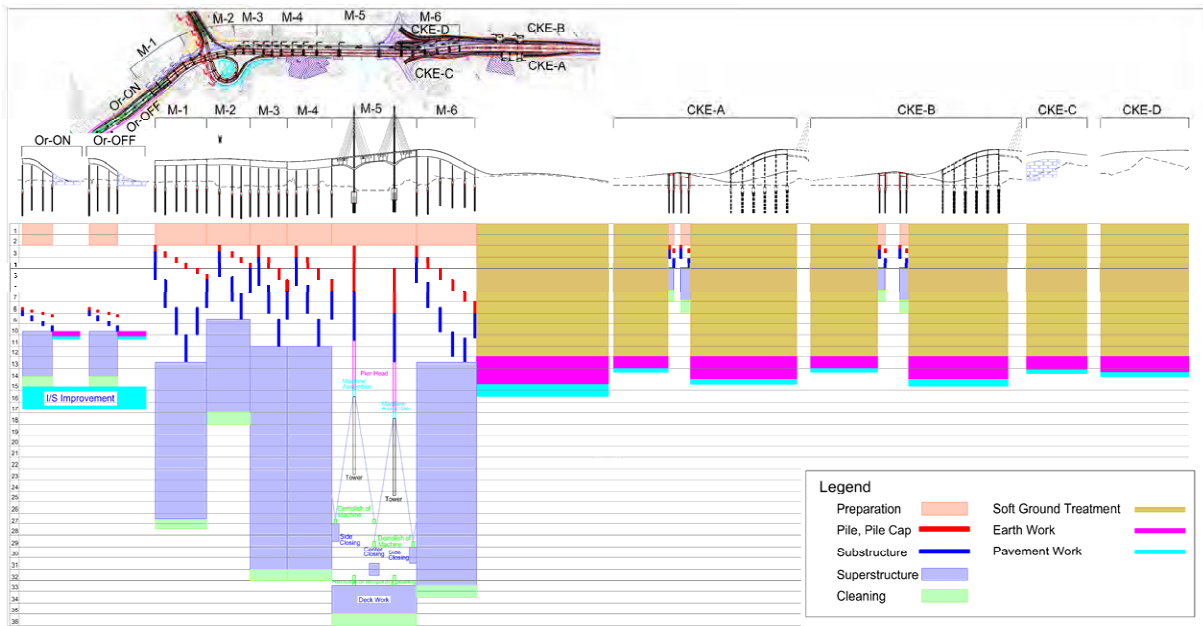
出典：JICA 調査団

図 S5. 2. 4 既設道路から見たアプローチ橋（鋼箱桁橋）

6. 施工計画

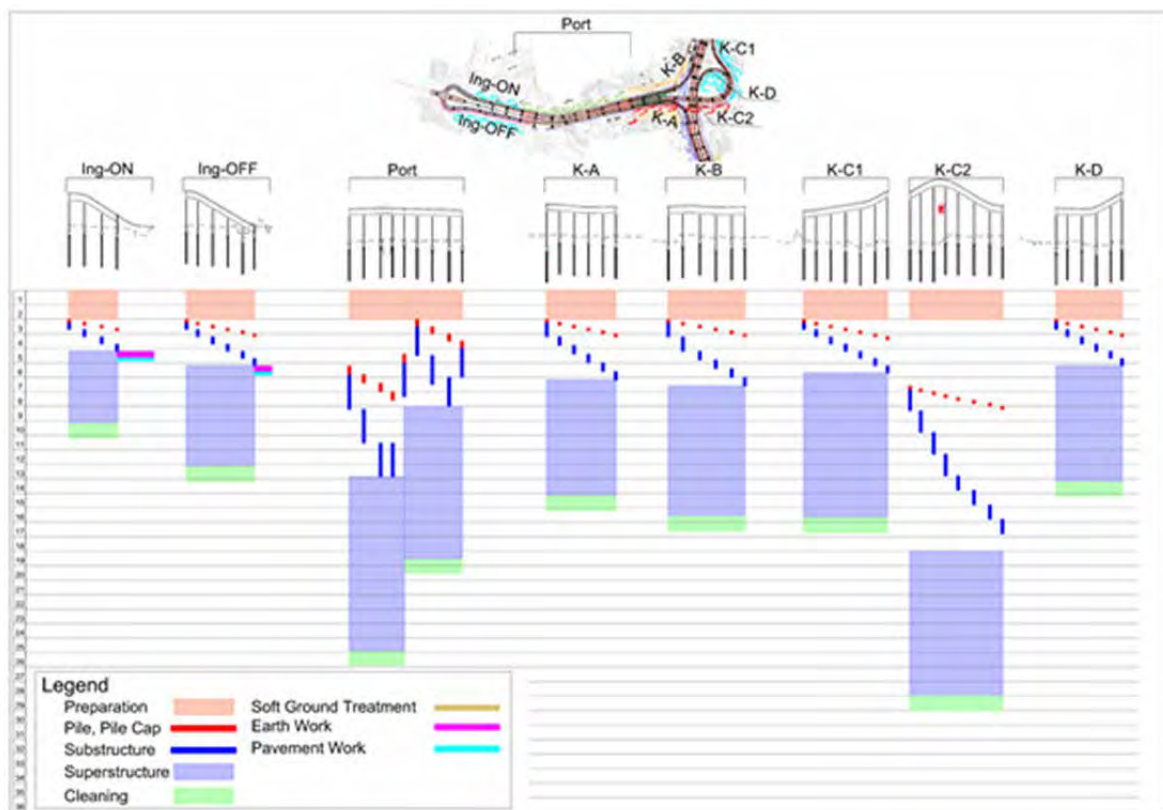
6.1 工事工程

建設期間は、エクストラードード橋の工事工程がクリティカルとなり、36 か月を必要とする。本線、ポートアクセス道路及びインターチェンジ・ジャンクションランプの工事工程を図 S6. 1. 1 と図 S6. 1. 2 に示す。



出典：JICA 調査団

図 S6.1.1 工事工程（本線、オルゴダワッタ I/C、CKE I/C）



出典：JICA 調査団

図 S6.1.2 工事工程（ポートアクセス道路、ケラニティッサ JCT）

7. 維持管理・運営計画

新ケラニ橋開通後、橋梁を良好な状態に保ち安全な交通を確保する為に、下記の点検及びメンテナンスを行うべきである。

◆ 点検

1) 日常点検

走行するのに安全な状態が確保されているか確認するために行う。最外側車線または路肩を走行する車両から目視による点検を行う。

2) 定期点検

日常点検では確認することができない橋梁及び道路の状態を詳細に知るために行う。近距離からの目視による点検、及び器具を用いて行う。さらには事前調査や交通制限や代替交通手段を用意する必要となる現地調査を行うことが求められる

3) 緊急点検

事故や自然災害などによって構造物が深刻なダメージを受けた可能性がある場合、損傷度を特定するために行う。

◆ メンテナンス

1) 日常メンテナンス

ゴミや瓦礫、土や石などの走行に障害を及ぼすものの除去、スロープの草刈り、排水施設の掃除、舗装の損傷個所の補修、路面標示の再塗装、標識やガードレールや道路灯の取り換え等を行う。

2) 定期メンテナンス

損傷を受けた塗装の全面補修及び再舗装、桁の再塗装、ジョイントや支承及びステイケーブルの取り換えを行う

3) 緊急メンテナンス

自然災害や大規模事故によって著しい損傷を受けた場合、損傷個所の補修を行う。

8. 概算事業費

8.1 総事業費

総事業費（建設費、設計監理費、環境モニタリング、住民移転、物理的予備費、物価上昇予備費、VAT等）は、44,465百万円となった。

表 S8.1.1 総事業費

項目	外貨 (百万円)			内貨 (百万ルピー)			合計 (百万円)		
	合計	借款 対象	その他	合計	借款 対象	その他	合計	借款 対象	その他
建設費	8,289	8,289	0	24,119	24,119	0	26,355	26,355	0
物価上昇予備費	413	413	0	1,203	1,203	0	1,314	1,314	0
物理的予備費	870	870	0	2,532	2,532	0	2,767	2,767	0
設計・施工監理費	2,456	2,456	0	2,102	2,102	0	4,031	4,031	0
紛争裁定委員会	12	12	0	0	0	0	12	12	0
土地収用費	0	0	0	3,576	0	3,576	2,678	0	2,678
事業管理費	0	0	0	3,969	0	3,969	2,973	0	2,973
税金	0	0	0	5,522	0	5,522	4,136	0	4,136
建中金利	131	131	0	0	0	0	131	131	0
フロント・エンド・フィー	69	0	69	0	0	0	69	0	69
Total	12,241	12,172	69	43,023	29,957	13,066	44,465	34,610	9,856

出典：JICA 調査団

8.2 本邦調達

本プロジェクトは、円借款・本邦技術活用条件（STEP）の適用が期待される案件である。よって、本邦調達比率の試算を行い、結果を表 S8.2.1 に示す。

表 S8.2.1 本邦調達比率

建設費	26,355 (百万円)	
本邦調達		
PC ケーブル（エクストラドーズド橋斜材）	274	1.04%
鋼桁	6,556	24.88%
鋼製橋脚	1,521	5.77%
合成床板	1,309	4.97%
アンカーボルト	62	0.24%
VMS(可変情報板)	64	0.24%
一般管理費	1,903	7.22%
合計	11,688	44.35%

出典：JICA 調査団

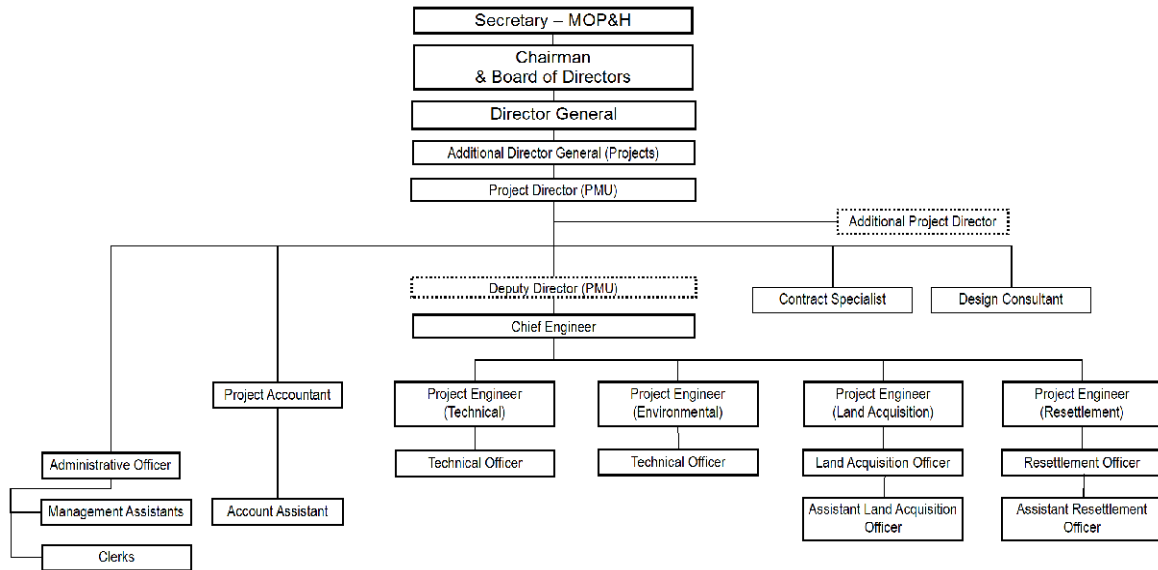
9. 事業実施計画

9.1 事業実施機関

プロジェクトの円滑な実施を実現するために、本プロジェクトにおける事業実施機関を検討する。

本プロジェクトに対する、MOPH 傘下のプロジェクトマネジメントユニット（PMU）の設立を提案する。

PMU の組織図（案）を図 S9.1.1 に示す。



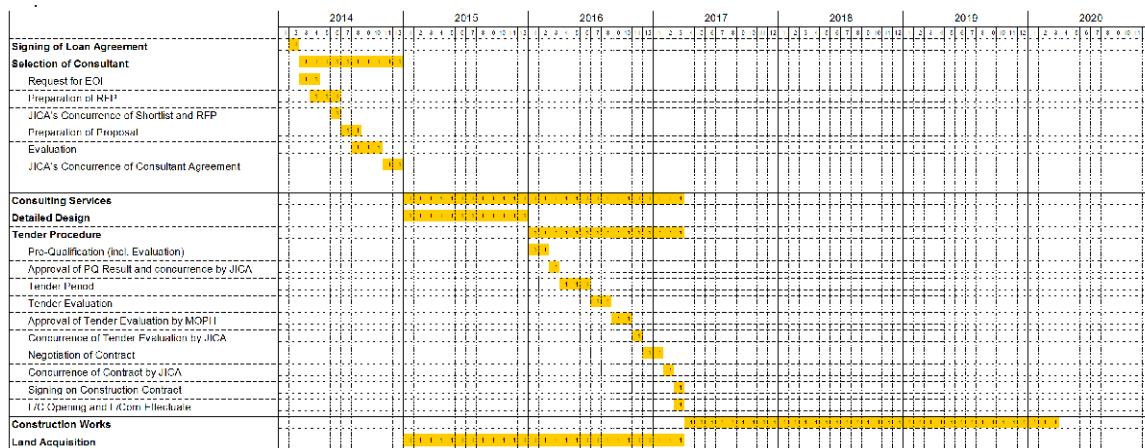
出典：JICA 調査団

図 S9. 1. 1 プロジェクトマネジメントユニット (PMU) 組織図 (案)

9.2 事業実施スケジュール

本プロジェクトにおける建設業者およびコンサルタントは、国際競争入札 (ICB) により選定されることを想定する。それらの選定に要する期間は、円借款事業として事業を実施することを前提に算出される。事業実施スケジュールを設定する上での、主要実施項目を以下に示す。

本プロジェクトにおける事業実施スケジュールを、図 9. 2. 1 に示す。



出典：JICA 調査団

図 S9. 2. 1 事業実施スケジュール

10. プロジェクトの便益

今回のプロジェクトの効果を把握するためには、局所的なまたはいくつかの道路区間における改善効果を定量的に算出する必要があり、これまでの一般的な道路ネットワークを用いた分析とは異なった局所的な自動車交通の改善状況の予測とその効果の計測が可能なマイクロ交通流シミュレーションが適切であると判断した。このマイクロ交通流シミュレーションを用いることで、都市内に接続する高速道路について、接続方法や車線運用によりスムーズな自動車交通流が確保できるかを検証することも可能である。

道路線形や交通・車線運用は、既往の調査結果、設計図面および現場での交通・車線運用の確認結果を基に設定した。各交差点の15分単位の現況交通量もシミュレータに入力した。観測交通量とシミュレーションで予測した交通量を比較による交通モデルの現況再現性の検証の後、4つのケースに対してシミュレーションを実施し、以下の結果を得た。

表 S10. 1. 1 ピーク時（朝 8 時）の都心方向の交通状況のシミュレーション結果

年 プロジェクト有/無	平均速度 (km/時)			A01 線の 4 th mile Post から Orugodawatta 交差点までの旅 行時間(分),(約 2.0 km)
	新ケラニ橋 (現橋)	プロジェクト 区間 (高架)	ベースライ ン道路	
2013 (現在)	18.0	N/A	13.6	7.7
2020	有	45.5	42.4	3.5
	無	9.4	N/A	19.1
2035	有	45.5	16.9	4.1
	無	3.5	N/A	44.6

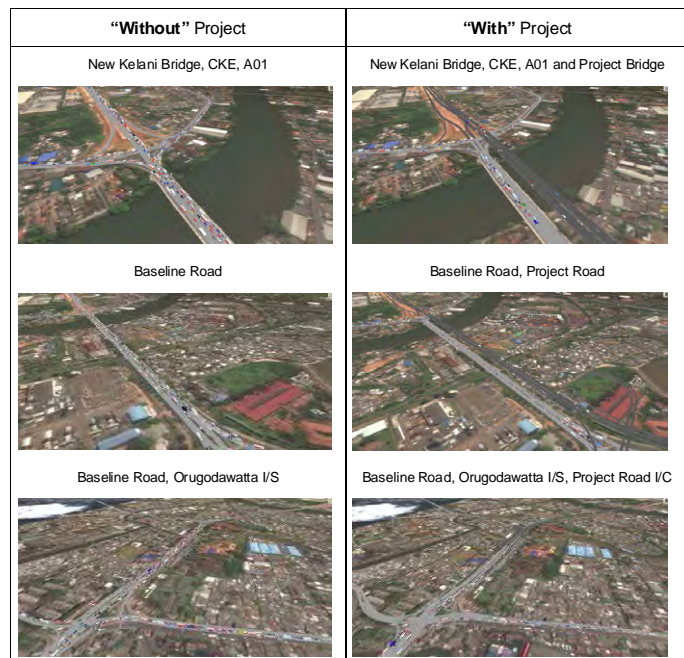
出典: JICA 調査団

2020 年時点のプロジェクトの有り無しケースにおける新ケラニ橋周辺の将来の交通状況をシミュレーションし、平均旅行速度や交通量の数量指標だけでなく、ネットワークの車両流動や交差点の 3D アニメーションを観測した。以下に、このシミュレーションより得られた結果を記す。

- 2020 年時点の無ケースでは、CKE から直進してくる交通と、A01 道路から合流してくる交通量が新ケラニ橋（現橋）の容量を超えており、R-1 での渋滞が発生するとともに、J-1 での交差点が捌き切れない状況が発生する。特に、R-1 付近にある小さなラウンドアバウトにおける将来の交通管理において、交通容量が限界に達することにより北方向の交通渋滞を引き起こす可能性がある。



- 2020 年時点のプロジェクト有のケースでは、プロジェクト道路と現橋（新ケラニ橋）に、交通がスムーズに分散し、同地点での混雑は見られない。右図は、プロジェクト有無のシミュレーションによる交通状況の比較を示している。これらは、ピーク時によるネットワーク全体に対して同じ交通量を入力した際の、両ケースのシミュレーション結果である。



Source: JICA Survey Team

プロジェクトが完了した際の経済便益は、車両走行費用（VOC）と旅行時間費用（TTC）の差によって算出される。年間の総便益は、構築したマイクロ交通流シミュレータによって算出した。

表 S10. 1. 2 プロジェクト便益

単位：LKR 百万/年（2013 年経済価格）

年	便益 旅行時間費用の節約(TTC) (LKR 百万/年)	車両走行費用の節約(VOC) (LKR 百万/年)	総便益(TTC+VOC) (LKR 百万/年)
2020	2,879.20	982.09	3,861.29
2035	12,965.45	723.32	13,688.78

出典：JICA 調査

11. 経済評価

11.1 経済評価の方法と目的

プロジェクトの経済評価は、本プロジェクトの効果を検証し、プロジェクト実施の経済的妥当性を評価することを目的とする。評価指標として、経済的内部収益率（EIRR）、純現在価値（NPV）及び便益・費用比率（BC Ratio）を算定する。経済評価は、標準手法である割引キャッシュフロー法による費用便益分析に従う。

11.2 基本的前提条件

経済評価を実施するに当たり、以下に示す前提条件を設定した。

- プロジェクト期間：建設開始後 21 年（CoMTrans 長期目標年次 2035 年まで）
- 実施スケジュール：建設工事工期 2017 年から 2020 年、2020 年から運営開始
- 残存価値：償却資産のうち、分析最終年（2035 年）において生じる未償却分を負の投資費用として計上
- 資本の機会費用（割引率）：12%
- インフレーション：経済評価では考慮しない
- 為替レート：USD1=LKR99. 2, USD1=LKR132. 4, LKR1 =JPY0. 749

11.3 費用と便益

11.3.1 経済価格

経済評価において、経済価格は財務価格から税金及び補助金部分を控除し非貿易財に対して標準変換係数（SCF）を適用して算出する。国際連合統計部「統計月報オンライン」及びスリランカ経済社会統計 2013 より、SCF の値は、2008 年から 2011 年の平均値 0. 972 と求められ、本プロジェクトでは現地通貨部分に対してこの値を採用した。

11.3.2 経済費用（建設費用、運営維持管理費）

本プロジェクトの建設費用（経済価格）及び運営維持管理費（経済価格）は、以下のとおりである。

表 S11.3.1 建設費用

(2013年経済価格)

費目			財務価格	経済価格
	外貨 JPY	内貨 LKR	総額 LKR	総額 LKR
建設費	8,289	24,119	35,187	34,511
物価上昇予備費	413	1,203	1,754	552
物理的予備費	870	2,532	3,694	0
設計・施工監理費	2,456	2,102	5,381	5,323
紛争裁定委員会	12	0	16	16
土地収用費	0	3,576	3,576	3,476
事業管理費	0	3,969	3,969	3,858
TAX	0	5,522	5,522	0
建中金利	131	0	175	175
フロント・エンド・フィー	69	0	92	92
合計	12,241	43,023	59,366	48,002

出典：JICA 調査団

表 S11.3.2 運営維持管理費

単位：LKR 百万（2013年経済価格）

項目	間隔	財務価格	経済価格
日常点検費	毎日	1.37	1.34
道路			
定期点検	毎年	0.16	0.15
舗装点検	10年に1回	383.39	372.65
鋼箱桁橋			
定期点検	5年に1回	0.16	0.15
再塗装費	20年に1回	43.60	42.38
伸縮装置費	20年に1回	267.86	260.36
PC橋			
定期点検	5年に1回	0.16	0.15
伸縮装置費	20年に1回	236.71	230.09
軸受装置費	40年に1回	380.88	370.22
エクストラードーズ橋			
定期点検	5年に1回	0.16	0.15
伸縮装置費	20年に1回	86.09	83.68
軸受装置費	40年に1回	27.60	26.83
PCケーブル	75年に1回	1,114.88	1,090.89

出典：JICA 調査団

11.3.3 経済便益

プロジェクト便益の算出は、10.3.3節に記述している。

11.4 費用便益分析

経済内部収益率 EIRR は、13.6%であり、資本の機会費用である 12%を超えている。純現在価値 (NPV) も正となり 15 億 973 万 LKR を示しており、プロジェクトの実施が、国民経済的及び地域経済的観点からみて妥当で、有意義であることを示している。

表 S11.4.1 費用便益分析結果

指標	Result
経済内部収益率 (EIRR)	13.6%
便益・費用比率 (割引率 12%)	1.56
純現在価値 NPV (LKR 百万)	15,973

出典：JICA 調査団

表 S11.4.2 費用便益分析のキャッシュフロー

単位: LKR百万 (2013 年経済価格)

年	供用後 運営年	費用			便益			純便益
		建設費	維持管理費	総費用	走行費用	時間費用	総便益	
2013				0			0	0
2014				0			0	0
2015	1	1,534		1,534			0	-1,534
2016	2	1,530		1,530			0	-1,530
2017	3	24,011		24,011			0	-24,011
2018	4	12,913		12,913			0	-12,913
2019	5	5,344		5,344			0	-5,344
2020	6	446	1.5	447	982	3,037	4,019	3,572
2021	7	2,226	1.5	2,227	965	3,847	4,812	2,585
2022	8		1.5	1	947	4,689	5,637	5,635
2023	9		1.5	1	930	5,565	6,495	6,494
2024	10		1.9	2	913	6,476	7,389	7,387
2025	11		1.5	1	896	7,424	8,319	8,318
2026	12		1.5	1	878	8,409	9,287	9,286
2027	13		1.5	1	861	9,433	10,295	10,293
2028	14		1.5	1	844	10,499	11,343	11,342
2029	15		374.6	375	827	11,607	12,434	12,059
2030	16		1.5	1	809	12,760	13,569	13,568
2031	17		1.5	1	792	13,959	14,751	14,749
2032	18		1.5	1	775	15,205	15,980	15,979
2033	19		1.5	1	758	16,502	17,259	17,258
2034	20		1.5	1	740	17,850	18,591	18,589
2035	21	-23,217	1.5	-23,216	723	19,253	19,976	43,191
合計		24,785	397	25,182	13,640	166,517	180,157	154,974
NPV		31,711	189	28,711	8,207	79,993	44,685	15,973
B/C		割引率	12%					1.56
EIRR								13.6%

出典：JICA 調査団

11.5 感度分析

建設コストについて 10%増及び、便益において 10%減というように、条件を変化させて感度分析を行った。便益 10%減のケースは、12%を超える値を示した。

表 S11.5.1 感度分析結果

	ベース	便益 -10%	費用 +10%	便益 -10% & 費用 +10%
EIRR	13.6%	12.5%	11.9%	11.5%

出典：JICA 調査団

11.6 運用効果指標

11.6.1 概説

運用・効果指標は施設の運営状況、事業の機能性、事業後の運営維持管理の効率性を測るために使用される。

11.6.2 運用効果指標

運用効果指標の定義は以下のとおりである。

- 1) 運用指標：事業の運営状況を定量的に測る指標
- 2) 効果指標：事業の効果発現状況を定量的に測る指標

本プロジェクトの成果を定量的に評価するために、入手可能な情報データを基に運用効果指標の基準を設定した。本件に関しては、以下に示す3カ所の主要路線を対象に現在の実績値（ベースライン）を設定した。事業モニタリング・評価は、プロジェクト供用2年後である2022年とする。

- A. 新ケラニ橋 (Kelaniya-Pattiya JCT – Peliyagoda Roundabout)
- B. プロジェクトで建設される区間 (高架)
- C. ベースライン (Kelani Thissa Powerstation – Orugodawatta I/S)

表 S11.6.1 運用効果指標 (提案)

指標		対象区間	現況 (2013)	供用2年後 (2022)
運用	交通量 (台/日)	新ケラニ橋断面 (全体) 2013年:新ケラニ橋のみ 2022年:新ケラニ橋及びプロジェクト道路	92,700	126,000 (67,900+58,100)
		新ケラニ橋断面 (全体) 2013年:新ケラニ橋のみ 2022年:新ケラニ橋及びプロジェクト道路	92,700	126,000 (67,900+58,100)
効果	朝8時のピーク時における旅行時間 (分)	Peliyagoda Roundabout から Orugodawatta I/S (約 1.3 km) *	5.8	2.0
	朝8時のピーク時における平均走行速度 (km/時)	Peliyagoda Roundabout から Orugodawatta I/S (約 1.3 km) **	18.0	新ケラニ橋 4.0 プロジェクト道路 40.0

注：*現況(2013年)は新ケラニ橋とベースラインを走るルートであるが、供用2年後は、CKEに直接連結するルートである。

出典：JICA 調査団

12. 環境影響評価

12.1 概要

本 EIA 報告書は計画されている橋梁・道路デザイン計画を根拠に、現地踏査、関係者との協議、一次及び二次資料の収集、現況環境項目の選定、環境現況調査及びスリランカにおける過去の IEE, EIA 報告書を参照にして準備された。また、この調査は 2013 年 2 月～6 月にかけて行われたものである。

環境影響評価は、自然環境、生物環境及び社会文化的環境を含むプロジェクトエリアの全般的な環境要素をカバーしている。現況の環境測定については水質(表層水及び地下水)、大気質、騒音、振動、動植物の項目を行った。環境影響評価は、潜在的な環境への影響とその評価が含まれ、特定された環境項目について必要な緩和策と環境管理計画が提案される。そして、2 回のステークホルダー協議が EIA の一環として実施された。

本調査は RDA が提出した BIQ を基に CEA がスコーピングを行い、その結果として本事業に義務付けられた TOR に基づき、スリランカ国における事業承認を得るための調査である。

その手順は、NEA に記述されている手順を基礎に、環境法令及び JICA の環境社会配慮ガイドライン(2010 年 4 月)に従っている。

12.2 影響評価

環境への影響は、「現況の環境」が「プロジェクトの実施」のよって変更される状態として定義される。しかしながら、プロジェクト全体領域において既存の CO₂ 排出量を測定することは困難であることから、地球温暖化項目については一般的に「プロジェクト無」と「プロジェクト実施」との影響の差として定義しその差を比較することによって評価されている。

表 S12.2.1 影響評価

項目	評価		評価の理由
	工事前 工事中	供用時	
社会経済環境			
土地取得、住民 移転	A-	D	(工事前、工事中) 提案された ROW とサービス通路内の影響を受ける住宅と中小企業数は 449 であり、取り壊し/再定住は重要な負の影響を引き起こす。 (供用時) 運用中の影響は無い
生活と経済活動	A-	D	(工事前、工事中) 土地取得に伴い人々の生計は影響を受ける。 一部の住民の生計が一時的に失われ、重要な負の影響を引き起こす。 (供用時) 運用中の影響は無い

項目	評価		評価の理由
	工事前 工事中	供用時	
既存インフラ施設(サービス)への影響	A-	D	<p>(工事前、工事中) 既存の高圧線(32KW)、原子力公社、自動車研修所の移転は住民、居住者及び一般ユーザーに不便を引き起こす可能性があり、一時的には負の影響を与える。(詳細は13章2.5に記述) 既存の石油パイプラインは、建設機械等の影響を受けてる可能性がある。また、建設中のプロジェクト範囲内では電力線、通信線、給水ラインの再配置の可能性があり、停電、水不足などの一時的な負の影響を引き起こす可能性がある。 石油パイプラインの近くでの工事においてはオイル漏れが生じる損傷を与えることの無いように、可能な限り、慎重に行う必要がある。</p> <p>(供用時) 運用中の影響は無い</p>
地域への被害、迷惑	C-	D	<p>(工事前、工事中) 工事中に、社会、行政機関などへの日常的なアクセスが無くなることによる地域住民への影響に考慮する必要がある。この影響は一時的である。</p> <p>(供用時) 運用中の影響は無い</p>
子どもの権利	D	D	<p>(工事前、工事中) 児童労働はスリランカ国内法で禁止されているので影響は無い。</p> <p>(供用時) 運用中の影響は無い</p>
HIV/AIDSの拡散	C-	D	<p>(工事前、工事中) プロジェクトエリア外から来る労働者によるいくらかの影響の可能性はある。しかしながら、労働者工事現場に居住するより通勤するので、影響は限定される。工事により影響を受ける人々の間で1件の感染記録があるが、工事の開始前に移動する。</p> <p>(供用時) 運用中の影響は無い</p>
工事その他の廃棄物廃棄による影響	C-	D	<p>(工事前、工事中) 湿地の保持力の喪失、臭気発散、排水路の閉塞、水の停滞などの影響の可能性。</p> <p>(供用時) 本項目への影響は無い</p>
建設資材採取、運搬による影響	C-	D	<p>(工事前、工事中) 粉じん、振動、排水障害、景観への悪影響の可能性</p> <p>(供用時) 本項目への影響は無い</p>
健康と安全	C-	C-	<p>(工事前、工事中) 工事の粉じんによる呼吸器疾患、工事による固形廃棄物、廃水の不適切な処理による伝染病の蔓延。建設工事における事故の可能性</p> <p>(供用時) 高速走行による事故の可能性</p>
文化遺産	D	D	<p>(工事前、工事中) 考古遺産アセスメントに於いて工事範囲及びその周辺に文化遺産の存在に関する報告は無いので影響は無い</p> <p>(供用後) 本項目への影響は無い</p>
既存橋梁への影響	C-	D	<p>(工事前、工事中) 建設機械の稼働やくい打ち工事による振動により、既存橋梁へ影響の可能性</p> <p>(供用後) 本項目への影響は無い</p>

項目	評価		評価の理由
	工事前 工事中	供用時	
自然環境			
既存景観の変化	B-	C+	(工事前、工事中) 建設予定地の既存の景観は、建設工事に伴いかなりの負の影響を受ける (供用時) 提案された象徴的な橋のデザインは将来の景観を向上させる
水文環境			
河川流量、水路流量	C-	D	(工事前、工事中) 工事における防水壁、矢板などの建設により、一時的に負の影響の可能性 (供用時) ケラニ川内に橋脚を建設しないので、負の影響を与えない
地域排水計画の変化	C-	C-	(工事前、工事中) 地域の排水パターンは杭工事材料により一時的に負の影響の可能性。 (供用時) 水路や注入口の閉塞がある可能性があるが、定期的なメンテナンスにより顕著な影響は与えない
洪水防備計画のダメージ	C-	D	(工事前、工事中) 建設機械により洪水堤への影響の可能性 (供用時) 本項目への影響は無い
洪水伝搬阻害	C-	D	(工事前、工事中) 洪水調整池内に計画されている材料備蓄基地や建設ヤードにより洪水伝搬が阻害されるが、影響は一時的である (供用時) 高架構造であるので本項目への影響はない
生理化学(生活)環境			
水質汚濁	B-	D	(工事前、工事中) 工事現場からの土砂流出、廃水、油脂類、ベントナイト又は他の化学物質などが水域に流入したり、地下水質の悪化の恐れがある。しかしながら建設請負業者はこれらの影響を回避するために環境管理計画に示された手順を実行する (供用時) 顕著な影響は与えない
大気質悪化	C-	C-	(工事前、工事中) 工事機械の稼働、交通過密による大気汚染物質の排出は、軽微な負の影響を一時的に与える可能性 (供用時) 交通量の増加による大気質の悪化はありうるが、現状レベルから大きく逸脱しない。
騒音公害	B-	C+	(工事前、工事中) 工事中の建設機械の稼働により工事現場で騒音が発生し、公害の原因となる (供用時) 走行速度の上昇、騒音減衰曲線の延長によりわずかに正の影響の可能性
振動公害(構造物被害)	B-	C-	(工事前、工事中) 工事中の工事機械の稼働により工事現場で騒音が生じ、公害の原因となる。また近傍の構造物に損傷が出る可能性 (供用時) 走行速度の上昇により振動レベルは増加する可能性
地球温暖化	D	C+	(工事前、工事中) 建設機械、車両により温室効果ガスは発生するが、数値的予測結果によれば発生ガス量が比較的低いので深刻な負の影響を与えない (供用時) プロジェクトの完成により、CO2 排出量は地球温暖化問題にいくらかの正の貢献の可能性

項目	評価		評価の理由
	工事前 工事中	供用時	
土壌汚染	C-	D	(工事前、工事中) 工事に伴う油脂類、廃水により土壌汚染の軽微な負の影響の可能性 (供用後) 本項目への影響は無い
地盤沈下	C-	C-	(工事前、工事中) 杭打ち工事を行わないため、地盤沈下の恐れはない。地盤沈下は、川や 運河の堤での可能性 (供用後) 許容限度内で長期にわたる軽微な合意の必要
底質攪乱	D*	D	(工事前、工事中) ケラニ川内に橋脚が建設されないため顕著な影響は無い (供用後) 河床安定後は有意な影響は無い
交通渋滞	C-	A+	(工事前、工事中) 工事に伴う一時的な渋滞の可能性 y (供用後) 新しい橋梁、道路の開通後は交通渋滞は確実に減少する
陸生、水生生態環境			
水生生態環境	D	D	(工事前、工事中) 絶滅種のような特筆すべき植物、動物種は確認されていないので有意の 影響は無い。 (供用後) 本項目への影響はない
陸生生態環境	C-	D	(工事前、工事中) 特筆すべき種は確認されていないが、工事に伴い約260本の樹木が除 去される (供用後) 本項目への影響は無い

評価 A+/-:顕著な正/負の影響 B+/-:中程度の正/負の影響
C+/-:軽微な正/負の影響 D:影響なし

作成：JICA 調査団

12.3 スリランカ国原子力庁 (Atomic Energy Authority : AEA)

本プロジェクトにおいては、スリランカ国原子力庁 (AEA) の移転が必要となる。AEA は原子力の利用促進と国際安全基準に則った規制を実施することを目的としている。

AEA の移転に関する詳細は、“13. 住民移転および用地取得”で示す。

13. 住民移転および用地取得(要約)

13.1 はじめに

「新ケラニ橋周辺交通改善事業」において最適なルートとして選定された案が 300 世帯以上の住民移転が予想されたために本 RAP は策定された。当該 RAP は JICA 支援に基づいて現地再委託によって実施された。

13.2 RAP の概要

(1) プロジェクトの影響

プロジェクトの影響を受ける世帯数は 449（住居地域および所業地域含む）であり、影響住民の数は 1,915 人である。

プロジェクトによって影響を受ける土地の面積は約 620 perch（1 Perch= 25.3 m²）であり、影響を受ける建物（住宅、店舗含む）の面積は約 13,000m² である。これに加えて、樹木や照明塔や看板等が影響を受ける。

(2) 補償方針とカットオフデート

国家住民移転政策（NIRP）と世銀の住民移転ポリシーである OP. 4.12 の比較分析の結果、両者にポリシーレベルでは大きな乖離は見られなかったため、本 RAP は基本的に NIRP に基づいて作成された。

本プロジェクトでは、社会経済調査を開始前の予備協議として 4 月 8 日から 10 日にかけて、関係する 3 つの DS との会議を行った日をカットオフデートとした。

(3) 再取得価格と受給者資格一覧表（Entitlement Matrix）

土地および建物の補償は、再取得価格にもとづいたものとし、現地調査の過程で判明したプロジェクトの影響に従って受給者資格一覧表を作成した。補償に関しては、収入損失やその他手当も LAA2008 年規則に従って一覧表に記載された。

(4) 移転方法

移転が必要な影響住民に関しては、補償金に基づく自主移転と UDA の住宅プロジェクト提供の住宅への移転の 2 つの選択肢が用意された。一方、同じように影響を受ける政府系の大型施設やヒンズー寺院に関しては別途協議され、移転費用が算出された。

(5) 住民参加

ステークホルダーミーティングは、3 度開催され、特定のグループとのフォーカスグループディスカッションも別途開催された。

(6) 苦情処理システムとモニタリング・評価

プロジェクト実施中に予想される苦情に対応するために苦情処理委員会の設立が提案された。提案の内容としては、RDA の過去の道路プロジェクトでの経験に基づいた委員会の機能、メンバーの構成などである。一方、プロジェクト実施に係る内部モニタリングおよび外部の組織による外部モニタリングが提案された。

(7) 実施スケジュールおよび予算

2017年3月までにすべての用地取得および住民移転が完了するようにプロジェクトの実施スケジュールが作成された。用地取得および住民移転に係る予算は、約2,599百万LKRでドル換算では20.5百万ドル(換算レート:LKR 127=1US\$)であった。

14. 結論と提言

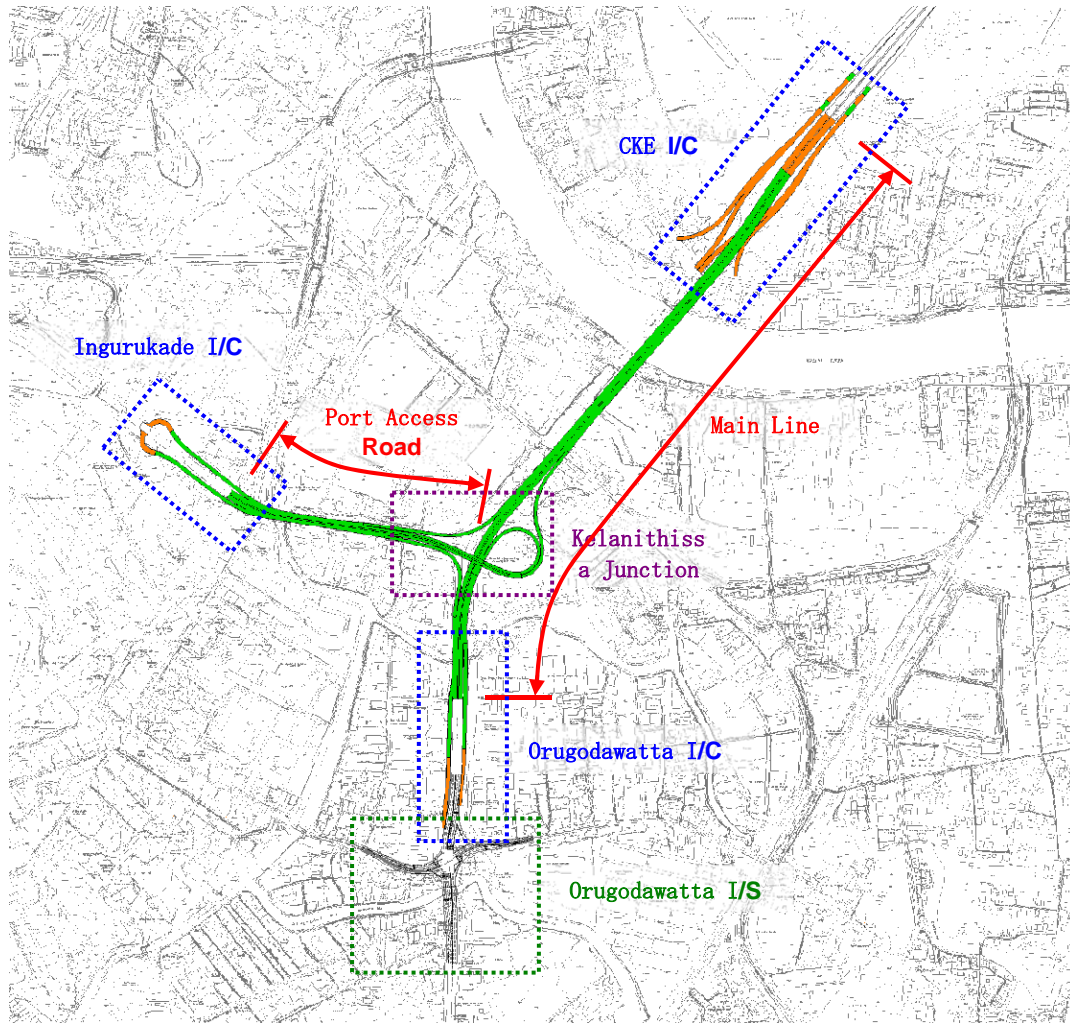
14.1 結論

本プロジェクトの概要を、表14.1.1および図14.1.1に示す。

表 14.1.1 プロジェクト概要

コンポーネント	概要
1. プロジェクト道路（本線）の建設	<ul style="list-style-type: none"> ● 設計速度: 60 km/h ● 道路延長: 1,580 m ● 横断: <ul style="list-style-type: none"> - 主橋梁 (6 車線): 27.5 m - アプローチ橋梁 (6 車線): 27.5 m - アプローチ橋梁(4 車線): 20.5 m - 土工 (6 車線): 30.5 m ● 橋種: <ul style="list-style-type: none"> - 主橋梁(L=380 m): エクストラドーズ橋 - アプローチ橋梁(L=625 m): PC 箱桁橋 - アプローチ橋梁(L=425 m): 鋼箱桁橋 ● その他 <ul style="list-style-type: none"> - 軟弱地盤対策
2. プロジェクト道路（ポートアクセス道路）の建設	<ul style="list-style-type: none"> ● 設計速度: 60 km/h ● 道路延長: 390 m ● 横断: 20.5m (4 車線) ● 橋種: 鋼箱桁橋(L=390 m)
3. インターチェンジおよびジャンクションの建設	<ul style="list-style-type: none"> ● 設計速度: 40 km/h ● ランプ延長: <ul style="list-style-type: none"> - オルゴダワッタ I/C <ul style="list-style-type: none"> > オルゴダワッタ オン: 333 m > オルゴダワッタ オフ: 411 m - CKE I/C <ul style="list-style-type: none"> > CKE A: 820 m > CKE B: 926 m > CKE C: 286 m > CKE D: 345 m - イングルカデ I/C <ul style="list-style-type: none"> > イングルカデ オン: 469 m > イングルカデ オフ: 483 m - ケラニティッサ JCT <ul style="list-style-type: none"> > ケラニティッサ A: 501 m > ケラニティッサ B: 562 m > ケラニティッサ C-1: 423 m > ケラニティッサ C-2: 324 m > ケラニティッサ D: 350 m ● 横断: <ul style="list-style-type: none"> - オルゴダワッタ I/C: 7.0 m (暫定 2 車線) - CKE I/C: 7.0 m (1 車線), 8.5 m (2 車線) - イングルカデ I/C: 7.0 m (暫定 2 車線) - ケラニティッサ JCT: 7.0 m (1 車線) ● 橋種: 鋼箱桁橋 (L=1,998 m)
4. 交差点改良	<ul style="list-style-type: none"> ● オルゴダワッタ 交差点 <ul style="list-style-type: none"> - 道路延長: <ul style="list-style-type: none"> > 北方向: 249 m > 南方向: 113 m > 東方向: 191 m > 西方向: 210 m - Cross Secti オン: <ul style="list-style-type: none"> > 北方向: 8 車線 > 南方向: 7 車線 > 東方向 d: 4 車線 > 西方向: 5 車線 ● ケラニティッサ 交差点 <ul style="list-style-type: none"> - 1.5 m 拡幅 (100 m)

出典：JICA 調査団



出典：JICA 調査団

図 14.1.1 プロジェクト概要

14.2 提言

本調査における提言を以下に示す。

- 現在、コロンボ都市圏マスタープラン（CoMTrans）が実施中であり、2014年4月に終了する予定である。CoMTransでは、コロンボ都市圏において、いくつかのプロジェクトが提案される予定であるため、本プロジェクトの計画は、CoMTransの計画に基づき、必要に応じて、詳細設計で修正される必要がある。
- 本調査においては、水道、電話、電気等、地下埋設物の調査を、地形測量内で実施し、これら情報に基づき、予備設計を実施した。しかしながら、詳細設計においては、地下埋設物についてさらに詳細な調査を実施し、調査で得られる詳細な情報に基づき、設計を行う必要がある。
- RDAは、EIAおよびRAPに係る業務をプロジェクト期間を通して実施し、プロジェクトの円滑な運営を図る必要がある。
- JICAの異議申し立て制度について、効果的な方法を検討し周知すること。

- 今後実施される Focus Group Discussion について、参加者の特性、寄せられた意見の内容等、実施の内容をできるだけ詳細に記録すること。

スリランカ国 新ケラニ橋周辺交通改善事業準備調査

準備調査報告書

目 次

写真

プロジェクトの概要

要約

目次

図リスト

表リスト

略語集

ページ

1. はじめに	1-1
1.1 背景・経緯	1-1
1.2 要請内容	1-1
1.3 調査の目的	1-1
1.4 調査対象地域	1-2
2. プロジェクトの背景・経緯	2-1
2.1 新ケラニ橋に関連する計画及びプログラム	2-1
2.1.1 国家開発計画「マヒンダ構想」	2-1
2.1.2 コロンボ都市交通調査プロジェクト	2-1
2.1.3 全国道路マスタープラン（NRMP）2007-2017	2-4
2.1.4 RDA 道路開発計画	2-5
2.2 社会・経済事情	2-6
2.2.1 人口	2-6
2.2.2 空間分布と成長傾向	2-9
2.2.3 国内総生産	2-12
2.3 国際機関の援助動向	2-13
2.3.1 我が国の主な援助動向	2-13
2.3.2 他ドナー等の援助動向	2-14
2.4 既存道路、橋梁の状況と考察	2-14
2.4.1 調査の目的	2-14
2.4.2 調査項目	2-14
2.4.3 調査結果	2-15
2.4.4 結論と提案	2-33
2.5 プロジェクト周辺地域の状況	2-35
2.5.1 気象状況	2-35
2.5.2 地形および地質	2-35

2.5.3	公共施設	2-36
2.5.4	土地利用状況	2-39
2.6	対象地域における道路の現状の課題	2-41
2.7	プロジェクトの目的	2-43
3.	交通需要予測	3-1
3.1	概要	3-1
3.2	交通需要予測の方法	3-1
3.2.1	予測に用いた観測交通量	3-1
3.2.2	将来フレームの設定	3-3
3.2.3	旅客/貨物の予測モデル	3-3
3.2.4	将来の交通需要（伸び率）	3-3
3.2.5	車種別交通量の算定	3-4
3.2.6	CKE からの交通量の取り扱い	3-4
3.2.7	将来の交通需要	3-5
3.3	プロジェクト道路区間の必要車線数	3-5
4.	概略設計と最適案の選定	4-1
4.1	設計基準	4-1
4.1.1	道路設計基準	4-1
4.1.2	橋梁設計基準	4-7
4.2	最適案の選定方法	4-13
4.3	最適路線の選定	4-14
4.3.1	代替路線案	4-14
4.3.2	代替路線案の概略設計	4-16
4.3.3	最適路線の選定	4-21
4.4	選定路線の最適化	4-23
4.4.1	本線線形	4-23
4.4.2	オルゴダワッタ交差点	4-27
4.4.3	イングルカデインターチェンジ	4-34
4.4.4	ケラニティッサジャンクション	4-36
4.4.5	CKE インターチェンジ	4-39
4.5	橋梁形式の選定	4-41
4.5.1	主橋梁（渡河部）形式の選定	4-41
4.5.2	アプローチ橋梁の形式選定（CKE 区間、セパレート区間）	4-50
4.5.3	アプローチ橋梁の形式選定（オーバーラップ区間）	4-58
4.5.4	ランプ橋梁の形式選定	4-67
5.	プロジェクトの概要	5-1
5.1	道路設計	5-1
5.1.1	幾何構造設計	5-1

5.1.2	交差点設計	5-3
5.1.3	インターチェンジおよびジャンクション設計	5-5
5.1.4	舗装設計	5-12
5.1.5	軟弱地盤対策	5-16
5.2	橋梁設計	5-21
5.2.1	地質状況	5-21
5.2.2	基礎形式の選定	5-26
5.2.3	支間割の整理	5-39
5.2.4	主橋梁設計	5-50
5.2.5	アプローチ橋梁（PC箱桁橋、セパレート区間）の設計	5-57
5.2.6	アプローチ橋梁（鋼箱桁橋、オーバーラップ区間）の設計	5-65
5.2.7	ランプ橋設計	5-73
5.2.8	景観設計	5-84
5.2.9	日本技術の適用	5-87
5.3	用地取得	5-98
6.	施工計画	6-1
6.1	施工方法	6-1
6.1.1	場所打ち杭	6-1
6.1.2	下部工	6-1
6.1.3	上部工－PC箱桁橋（セパレート区間）	6-3
6.1.4	上部工－鋼箱桁橋（オーバーラップ区間）	6-4
6.1.5	上部工－鋼箱桁橋（ランプ）	6-5
6.1.6	上部工－エクストラドーズド橋（主橋梁：第二新ケラニ橋）	6-5
6.1.7	ケラニティッサ交差点上の架設方法	6-8
6.1.8	狭小施工	6-8
6.1.9	建設中の環境への配慮	6-8
6.2	建設中の交通迂回計画	6-9
6.2.1	CKEインターチェンジの交通迂回計画	6-9
6.2.2	ケラニティッサ・ジャンクションの交通迂回計画	6-12
6.2.3	オルゴダワッタ・インターチェンジの交通迂回計画	6-14
6.2.4	工事中の安全対策	6-16
6.3	工事工程	6-17
6.3.1	主橋梁	6-19
6.3.2	アプローチ橋梁（セパレート区間：PC箱桁橋）	6-19
6.3.3	アプローチ橋梁（オーバーラップ区間：鋼箱桁橋）	6-19
6.3.4	ランプ橋梁	6-20
6.4	調達計画	6-20
6.4.1	主要資材の調達計画	6-20
6.4.2	主要機材の調達計画	6-20

7.	維持管理・運営計画	7-1
7.1	序論	7-1
7.2	Ministry ports and Highways	7-1
7.3	Road Development Authority (RDA)	7-2
7.3.1	RDAの組織体制	7-2
7.3.2	財務状況	7-5
7.3.3	現在の維持管理・運営の状況	7-7
7.4	本プロジェクトにおける維持管理・運営計画	7-11
7.4.1	維持管理に関する総論	7-11
7.4.2	点検	7-12
7.4.3	維持管理	7-14
7.4.4	維持管理及び運営費	7-16
8.	概算事業費	8-1
8.1	積算条件	8-1
8.1.1	積算時期	8-1
8.1.2	為替レート	8-1
8.1.3	物価上昇予備費	8-1
8.1.4	物理的予備費	8-1
8.1.5	事業管理費	8-1
8.1.6	税金	8-1
8.1.7	建中金利	8-2
8.1.8	フロント・エンド・フィー	8-2
8.1.9	紛争裁定委員会 (Dispute Board)	8-2
8.2	積算結果	8-2
8.2.1	建設費	8-2
8.2.2	設計・施工監理費	8-3
8.2.3	維持管理費	8-4
8.2.4	土地収用費	8-4
8.2.5	環境マネジメントプラン (EMP) および環境モニタリングプラン (EMoP)	8-6
8.2.6	総事業費	8-6
8.3	本邦調達	8-8
9.	事業実施計画	9-1
9.1	事業実施機関	9-1
9.2	事業実施スケジュール	9-2
9.3	プロジェクトのパッケージ分け	9-2
10.	プロジェクトの便益	10-1
10.1	概要	10-1
10.2	ミクロ交通シミュレーションの実施	10-2

10.2.1	シミュレーション用のデータの準備	10-2
10.2.2	現況の交通状況の再現性の検証	10-7
10.2.3	ミクロ交通流シミュレータによる将来の交通状況の予測結果	10-8
10.2.4	まとめ	10-10
10.3	プロジェクト便益の算出	10-11
10.3.1	便益の算定方法	10-11
10.3.2	プロジェクトによる便益項目	10-11
10.3.3	プロジェクトによる便益の算定	10-12
11.	経済評価	11-1
11.1	経済評価の方法と目的	11-1
11.2	基本的前提条件	11-1
11.3	費用と便益	11-1
11.3.1	経済価格	11-1
11.3.2	経済費用（建設費用、運営維持管理費）	11-2
11.3.3	経済便益	11-3
11.4	費用便益分析	11-3
11.5	感度分析	11-4
11.6	運用効果指標	11-5
11.6.1	概説	11-5
11.6.2	運用効果指標	11-5
12.	環境影響評価	12-1
12.1	概要	12-1
12.2	環境影響評価報告書の要約	12-1
12.2.1	本報告書の概要	12-1
12.2.2	ポリシー、法律と管理フレームワーク	12-2
12.2.3	スリランカの環境関連法令と JICA ガイドラインとの相違点	12-2
12.2.4	環境及び社会の状況	12-4
12.2.5	代替案の比較検討	12-4
12.2.6	スコーピング及び環境社会配慮調査の TOR	12-4
12.2.7	調査方法及び予測方法	12-8
12.2.8	影響評価	12-10
12.2.9	環境緩和計画	12-13
12.2.10	環境管理計画	12-16
12.2.11	住民協議	12-24
12.3	スリランカ国原子力庁（Atomic Energy Authority : AEA）	12-25
12.4	提言	12-25
13.	住民移転および用地取得	13-1
13.1	はじめに	13-1

13.2	RAP 概要	13-1
13.2.1	センサス調査及び社会経済調査	13-1
13.2.2	住民移転・用地取得にかかる法的な枠組み	13-6
13.2.3	組織・体制	13-11
13.2.4	受給資格	13-14
13.2.5	移転方法	13-18
13.2.6	プロジェクトへの住民参加	13-29
13.2.7	プロジェクトに関する苦情処理システム	13-32
13.2.8	実施工程	13-32
13.2.9	用地取得および住民移転に係る予算	13-35
13.2.10	モニタリングおよび評価	13-36
14.	結論と提言	14-1
14.1	結論	14-1
14.2	提言	14-4

付録

付録 1	既設新ケラニ橋図面（橋梁一般図、断面図）
付録 2	シュミットハンマー試験結果
付録 3	交通重要予測データ（参考）
付録 4	地質調査
付録 5	コンサルタント委託条件書（参考）
付録 6	Kovil 議事録（7月19日）
付録 7	Kovil 住職書簡
付録 8	AEA 設備一覧表
付録 9	放射性物質保管庫（AEA）

図リスト

	ページ
図 1.4.1 調査対象地域	1-2
図 2.1.1 CoMTrans 道路改善計画(短期、中期及び長期)	2-4
図 2.1.2 NRMP 道路改善プロジェクト 2007-2017	2-5
図 2.2.1 西部州における県の境界	2-7
図 2.2.2 国勢調査におけるスリランカの人口	2-7
図 2.2.3 国勢調査における西部州の人口	2-8
図 2.2.4 西部州の人口ピラミッド(2001年、2012年)	2-9
図 2.2.5 西部州における人口密度(2001年、2012年)	2-10
図 2.2.6 西部州における 2001年から 2012年の人口変化	2-11
図 2.4.1 橋梁全体写真	2-16
図 2.4.2 橋梁の状況(1/3)	2-17
図 2.4.2 橋梁の状況(2/3)	2-18
図 2.4.2 橋梁の状況(3/3)	2-19
図 2.4.3 シュミットハンマーテスト写真(1/3)	2-21
図 2.4.3 シュミットハンマーテスト写真(2/3)	2-22
図 2.4.3 シュミットハンマーテスト写真(3/3)	2-23
図 2.4.4 打撃テスト	2-24
図 2.4.5 沓の損傷	2-25
図 2.4.6 伸縮継手の損傷(1/3)	2-26
図 2.4.6 伸縮継手の損傷(2/3)	2-27
図 2.4.6 伸縮継手の損傷(3/3)	2-28
図 2.4.7 道路と舗装の損傷(1/2)	2-29
図 2.4.7 道路と舗装の損傷(2/2)	2-30
図 2.4.8 その他橋梁付属物の損傷	2-32
図 2.4.9 その他橋梁の状況	2-33
図 2.4.10 鋼板接着工法の詳細	2-34
図 2.4.11 高さ制限ガードレールの例	2-35
図 2.5.1 雨季における降雨量	2-35
図 2.5.2 地質状況	2-36
図 2.5.3 周辺地域の公共施設	2-37
図 2.5.4 パイプライン詳細図	2-38
図 2.5.5 高圧線、鉄塔断面図	2-38
図 2.5.6 土地利用状況図	2-40
図 2.6.1 ケラニ河に架かる 3 橋	2-41
図 2.6.2 CKE 終点付近	2-42
図 2.6.3 新ケラニ橋周辺における交通の集中	2-42
図 2.6.4 ベースライン道路とのランプ接続	2-43

図 4.1.1	CKE 土工区間 (6 車線) の標準横断	4-5
図 4.1.2	本線橋梁区間 (6 車線) の標準横断	4-5
図 4.1.3	ポートアクセス道路橋梁区間 (4 車線) の標準横断	4-5
図 4.1.4	ランプ (1 車線、土工区間) の標準横断	4-5
図 4.1.5	ランプ (1 車線、橋梁区間) の標準横断	4-6
図 4.1.6	ランプ (2 車線、土工区間) の標準横断	4-6
図 4.1.7	ランプ (2 車線、橋梁区間) の標準横断	4-6
図 4.1.8	ランプ (暫定 2 車線、土工区間) の標準横断	4-6
図 4.1.9	ランプ (暫定 2 車線、橋梁区間) の標準横断	4-7
図 4.1.10	等分布荷重 (UDL)	4-8
図 4.1.11	HB 活荷重	4-8
図 4.1.12	HA 活荷重のみを載荷する場合	4-9
図 4.1.13	HA 活荷重と HB 活荷重の両方を載荷する場合	4-10
図 4.1.14	揚力係数	4-12
図 4.3.1	代替路線案の概略図	4-16
図 4.3.2	代替路線 A 案平面図	4-17
図 4.3.3	代替路線 B 案平面図	4-18
図 4.3.4	代替路線 C 案平面図	4-19
図 4.3.5	代替路線 D 案平面図	4-20
図 4.4.1	ベースライン道路沿い住宅 密集地	4-23
図 4.4.2	代替路線 B-1 案平面図	4-24
図 4.4.3	代替路線 B-2 案平面図	4-25
図 4.4.4	代替路線 B-3 案平面図	4-25
図 4.4.5	オルゴダワッタ交差点における 4 車線フライオーバー	4-28
図 4.4.6	オルゴダワッタ交差点における 2 車線フライオーバー	4-28
図 4.4.7	オルゴダワッタ交差点における交差点改良	4-29
図 4.4.8	イングルカデインターチェンジ	4-34
図 4.4.9	ハーフクローバリーフタイプインターチェンジ	4-35
図 4.4.10	ハーフダイヤモンドタイプインターチェンジ	4-35
図 4.4.11	ジャンクション建設用地として利用可能な政府用地	4-37
図 4.4.12	立体 Y 型ジャンクション	4-37
図 4.4.13	トランペット A 型ジャンクション	4-38
図 4.4.14	トランペット B 型ジャンクション	4-38
図 4.4.15	ケラニティッサジャンクションの交通量	4-39
図 4.4.16	CKE インターチェンジの交通量	4-40
図 4.5.1	主橋梁位置	4-41
図 4.5.2	PC 箱桁橋のコンピューターグラフィック	4-42
図 4.5.3	エクストラドーズド橋のコンピューターグラフィック	4-42
図 4.5.4	斜張橋のコンピューターグラフィック	4-43
図 4.5.5	アプローチ橋梁位置図 (CKE 区間、セパレート区間)	4-51

図 4.5.6	アプローチ橋梁位置（オーバーラップ区間）	4-59
図 4.5.7	オルゴダワッタ交差点	4-66
図 4.5.8	ランプ橋梁位置	4-67
図 5.1.1	プロジェクト道路の平面線形	5-2
図 5.1.2	プロジェクト道路の縦断線形	5-3
図 5.1.3	オルゴダワッタ交差点の車線運用	5-3
図 5.1.4	右折車線長、テーパー長、およびシフト長	5-4
図 5.1.5	ケラニティッサ交差点改良計画	5-5
図 5.1.6	インターチェンジおよびジャンクションの設置位置	5-6
図 5.1.7	CKE インターチェンジ平面図	5-7
図 5.1.8	CKE インターチェンジ標準横断図	5-7
図 5.1.9	オルゴダワッタインターチェンジ平面図	5-8
図 5.1.10	オルゴダワッタインターチェンジオフランプ	5-8
図 5.1.11	オルゴダワッタインターチェンジ標準横断図	5-9
図 5.1.12	イングルカデインターチェンジ平面図	5-10
図 5.1.13	イングルカデインターチェンジ標準横断図	5-10
図 5.1.14	ケラニティッサジャンクション平面図	5-11
図 5.1.15	ケラニティッサジャンクション標準横断図	5-12
図 5.1.16	舗装構成	5-15
図 5.1.17	地質縦断図	5-16
図 5.1.18	CKE プロジェクトにおけるパイル盛土	5-17
図 5.1.19	パイル盛土	5-18
図 5.1.20	グラベルコンパクションパイル	5-20
図 5.1.21	各区間における軟弱地盤対策	5-20
図 5.1.22	軟弱地盤対策標準横断図	5-20
図 5.2.1	ボーリング調査位置	5-22
図 5.2.2	想定地質縦断図	5-24
図 5.2.3	ポートアクセス道路中央分離帯側 RC2-P7、場所打ち杭	5-35
図 5.2.4	ポートアクセス道路中央分離帯側 RC2-P7、回転圧入鋼管杭	5-36
図 5.2.5	ポートアクセス道路歩道側 MB-P1、場所打ち杭	5-37
図 5.2.6	ポートアクセス道路歩道側 MB-P1、回転圧入鋼管杭	5-38
図 5.2.7	ノーズ橋脚位置	5-39
図 5.2.8	アングルクッションドラム	5-40
図 5.2.9	エクストラドーズド橋のコントロールポイント	5-41
図 5.2.10	エクストラドーズド橋 側面図	5-42
図 5.2.11	交差道路への施工	5-43
図 5.2.12	平行する道路への施工	5-44
図 5.2.13	蟹沢大橋橋梁一般図	5-50
図 5.2.14	箱桁形状	5-50
図 5.2.15	橋脚および主塔	5-51

図 5.2.16	門型橋脚	5-51
図 5.2.17	桁高（セパレート区間）	5-57
図 5.2.18	床版支間、主桁形状（セパレート区間）	5-57
図 5.2.19	CKE 区間	5-58
図 5.2.20	橋脚形式の比較	5-59
図 5.2.21	支承を支持する門型橋脚	5-59
図 5.2.22	門型橋脚	5-65
図 5.2.23	桁高（オーバーラップ区間）	5-66
図 5.2.24	床版支間、主桁形状	5-67
図 5.2.25	鋼製柱断面（オーバーラップ区間）	5-68
図 5.2.26	RC 橋脚断面（オーバーラップ区間）	5-68
図 5.2.27	桁高（ランプ橋）	5-73
図 5.2.28	主桁幅、床版支間、主桁形状（ランプ橋）	5-73
図 5.2.29	鋼製柱断面（ランプ橋）	5-74
図 5.2.30	RC 橋脚断面（ランプ橋）	5-74
図 5.2.31	主橋梁の側面	5-85
図 5.2.32	既設橋から見た主橋梁	5-86
図 5.2.33	既存道路から見た PC 箱桁橋	5-86
図 5.2.34	既存道路から見た鋼箱桁橋	5-87
図 5.2.35	主橋梁のイルミネーション	5-87
図 5.2.36	エクストラードード橋の施工事例	5-89
図 5.2.37	ECF ストランドの特長	5-91
図 5.2.38	鋼製橋脚および主桁の施工事例	5-92
図 5.2.39	主桁施工事例	5-93
図 5.2.40	橋梁施工完成後の事例	5-94
図 5.2.41	ループ橋の施工事例	5-95
図 5.2.42	合成床版の施工事例	5-96
図 5.2.43	エポキシ鉄筋の施工事例	5-97
図 5.3.1	用地取得範囲および工事用借地範囲	5-99
図 6.1.1	場所打ち杭の施工方法	6-1
図 6.1.2	基礎工—PC 箱桁橋（セパレート区間）の施工方法	6-2
図 6.1.3	基礎工—鋼箱桁橋（オーバーラップ区間）の施工方法	6-2
図 6.1.4	橋脚の施工方法	6-3
図 6.1.5	PC 箱桁橋の施工方法	6-3
図 6.1.6	鋼箱桁橋の施工方法	6-5
図 6.1.7	主橋梁（エクストラードード橋）の施工方法	6-7
図 6.1.8	ケラニティッサ交差点の架設	6-8
図 6.1.9	狭小施工	6-9
図 6.2.1	CKE インターチェンジの交通迂回計画：フェーズ 1	6-10
図 6.2.2	CKE インターチェンジの交通迂回計画：フェーズ 2	6-10

図 6.2.3	CKE インターチェンジの交通迂回計画：フェーズ 3	6-11
図 6.2.4	CKE インターチェンジ：完成形.....	6-11
図 6.2.5	ケラニティッサ・ジャンクションの交通迂回計画：フェーズ 1.....	6-12
図 6.2.6	ケラニティッサ・ジャンクションの交通迂回計画：フェーズ 2.....	6-13
図 6.2.7	ケラニティッサ・ジャンクションの交通迂回計画：フェーズ 3.....	6-13
図 6.2.8	ケラニティッサ・ジャンクション：完成形	6-14
図 6.2.9	オルゴダワッタ・インターチェンジの交通迂回計画：フェーズ 1.....	6-15
図 6.2.10	オルゴダワッタ・インターチェンジの交通迂回計画：フェーズ 2.....	6-16
図 6.2.11	オルゴダワッタ・インターチェンジ：完成形	6-16
図 6.2.12	中央分離帯側施工時の安全対策	6-17
図 6.2.13	路肩側施工時の安全対策	6-17
図 6.3.1	工事工程（本線、オルゴダワッタ I/C、CKE I/C）	6-18
図 6.3.2	工事工程（ポートアクセス道路、ケラニティッサ JCT）	6-18
図 7.2.1	MOPH の組織図.....	7-2
図 7.3.1	RHD 組織図.....	7-3
図 7.3.2	PMU 組織図.....	7-4
図 7.3.3	過去 10 年の RDA の予算額	7-5
図 7.3.4	2011 年度 RDA の使用目的別予算配分.....	7-7
図 7.3.5	Western 州における PD、CE、EE 事務所の組織体制図.....	7-9
図 7.4.1	維持管理・運営システムの手順	7-12
図 9.1.1	プロジェクトマネジメントユニット（PMU）組織図（案）	9-1
図 9.2.1	事業実施スケジュール	9-2
図 10.1.1	ミクロ交通流シミュレーター（VISSIM）のイメージ	10-1
図 10.2.1	ミクロ交通流シミュレーションのための VISSIM 上の道路ネットワーク	10-2
図 10.2.2	ミクロ交通流シミュレーション用に設定した道路ネットワーク（交通・車線 運用）	10-3
図 10.2.3	各交差点における現況の交通特性（PCU/15 分間、車種別）.....	10-4
図 10.2.4	旅行速度調査の結果（コロombo 中心部に向かう方向：朝 8～9 時）	10-5
図 10.2.5	プロジェクト道路周辺における現在の旅行速度の状況	10-6
図 10.2.6	各交差点におけるピーク時の方向別交通量	10-7
図 10.2.7	交通モデルの検証： 実測値とシミュレーション値の比較（交通量・旅行速 度）	10-8
図 10.2.8	ケラニ橋無しの場合の 2020 年のシミュレーション結果	10-9
図 10.2.9	シミュレーションによる 2020 年の交通状況の比較	10-10
図 10.3.1	プロジェクト便益の算出方法	10-13
図 11.6.1	実測値の対象区間	11-5
図 13.2.1	現地調査風景	13-3
図 13.2.2	PMU の組織体制.....	13-12
図 13.2.3	RAP 実施に関する組織・体制の連関図.....	13-13
図 13.2.4	Kelaniya DS におけるカットオフデートの公示	13-14

図 13.2.5	NAITA の移転地位置図.....	13-21
図 13.2.6	保管庫.....	13-23
図 13.2.7	保管装置.....	13-23
図 13.2.8	保管施設内部.....	13-23
図 13.2.9	AEA 移転地 (Malabe).....	13-24
図 13.2.10	AEA 移転地測量図.....	13-25
図 13.2.11	現地踏査写真 (1).....	13-26
図 13.2.12	現地踏査写真 (2).....	13-26
図 14.1.1	プロジェクト概要.....	14-3

表リスト

	ページ
表 2.1.1	マスタープラン調査で実施している交通調査の進捗状況 2-3
表 2.2.1	国勢調査における人口と年平均成長率 (1953 年-2012 年) 2-6
表 2.2.2	西部州の県別性別及び年齢階級別人口 (2012 年) 2-8
表 2.2.3	西部州の 5 歳階級別人口 (2001 年、2012 年) 2-9
表 2.2.4	スリランカにおける国民総生産 2-12
表 2.2.5	西部州における国内総生産 (名目) 2-13
表 2.3.1	我が国の道路・橋梁セクターへの主な援助動向 2-13
表 2.3.2	他ドナーの道路・橋梁セクターへの主な援助動向 2-14
表 2.4.1	コンクリート打音テスト計測結果 2-20
表 2.5.1	影響を受ける公共施設 2-39
表 3.2.1	交通量 3-2
表 3.2.2	2013 年における OD 表 (日) 3-2
表 3.2.3	人口、GDP 及び将来値 3-3
表 3.2.4	断面交通量の推計値 3-5
表 3.3.1	2035 年におけるピーク時の PCU 将来値 3-6
表 4.1.1	都市高速道路の幾何構造基準 4-2
表 4.1.2	ランプの幾何構造基準 4-3
表 4.1.3	一般平面道路の幾何構造基準 4-4
表 4.1.4	都市高速道路、ポートアクセス道路及びランプの横断構成 4-4
表 4.1.5	水平荷重 4-11
表 4.1.6	係数 K 4-11
表 4.3.1	最適路線の選定 4-22
表 4.4.1	本線線形の最適化 4-26
表 4.4.2	オルゴダワッタ交差点の最適化 4-30
表 4.4.3	オルゴダワッタ交差点、交差点解析 4-31
表 4.4.4	イングルカデインターチェンジの最適化 4-36
表 4.5.1	主橋梁の基礎形式 4-44
表 4.5.2	主橋梁の施工期間 4-45
表 4.5.3	主橋梁選定結果 4-49
表 4.5.4	アプローチ橋梁の基礎形式 (CKE 区間およびセパレート区間) 4-53
表 4.5.5	アプローチ橋梁の基礎形式 (CKE 区間、セパレート区間) 4-54
表 4.5.6	アプローチ橋梁選定結果 (CKE 区間、セパレート区間) 4-57
表 4.5.7	アプローチ橋梁の基礎形式 (オーバーラップ区間) 4-61
表 4.5.8	アプローチ橋梁の施工期間 (オーバーラップ区間) 4-62
表 4.5.9	アプローチ橋梁選定結果 (オーバーラップ区間) 4-64
表 4.5.10	道路高さ 4-66
表 4.5.11	ランプ橋梁の基礎形式 4-68

表 4.5.12	ランプ橋梁の施工期間	4-69
表 4.5.13	ランプ橋梁選定結果	4-71
表 5.1.1	右折車線長、テーパー長、およびシフト長	5-4
表 5.1.2	CKE インターチェンジにおける加速車線長、減速車線長およびテーパー長	5-7
表 5.1.3	オルゴダワッタインターチェンジにおける加速車線長、減速車線長およびテーパー長	5-9
表 5.1.4	イングルカデインターチェンジにおける加速車線長、減速車線長およびテーパー長	5-10
表 5.1.5	イングルカデインターチェンジにおける加速車線長、減速車線長およびテーパー長	5-12
表 5.1.6	CKE プロジェクトにおける舗装構造	5-12
表 5.1.7	等価単軸荷重係数	5-13
表 5.1.8	18kip 等価単軸荷重の予測載荷数 (W18)	5-14
表 5.1.9	標準偏差 (Z_R)	5-14
表 5.1.10	初期設計供用性指 P_0 および設計終局供用性指数 P_t との差 (ΔPSI)	5-14
表 5.1.11	舗装構成	5-15
表 5.1.12	地質概要	5-16
表 5.2.1	ボーリング調査結果概要	5-25
表 5.2.2	地質状況	5-26
表 5.2.3	主橋梁の基礎形式選定	5-27
表 5.2.4	アプローチ橋梁の基礎形式選定	5-27
表 5.2.5	杭径比較表 (エクストラロード橋)	5-29
表 5.2.6	杭径比較表 (PC 箱桁橋) MB-P16	5-30
表 5.2.7	杭種比較表 (鋼箱桁橋) RC2-P6	5-31
表 5.2.8	杭の計算結果 (鋼箱桁橋) RC2-P6	5-32
表 5.2.9	杭径比較表 (鋼箱桁橋) RC2-P6	5-33
表 5.2.10	杭径比較表 (ランプ橋) RD-P4	5-34
表 5.2.11	現地の文化項目	5-85
表 5.3.1	用地取得範囲面積および工事用借地範囲面積	5-98
表 6.3.1	主橋梁 (エクストラロード橋) の工事工程	6-19
表 6.3.2	セパレート区間 (PC 箱桁橋) の工事工程	6-19
表 6.3.3	オーバーラップ区間 (鋼箱桁橋) の工事工程	6-19
表 6.3.4	ランプ橋梁 (鋼箱桁橋) の工事工程	6-20
表 6.4.1	主要資材の調達計画	6-20
表 6.4.2	主要機材の調達計画	6-21
表 7.1.1	「ス」国一般道路の種別	7-1
表 7.3.1	役職別人員数	7-5
表 7.3.2	過去 10 年の RDA の予算額	7-6
表 7.3.3	RDA の財源別予算	7-6
表 7.3.4	2011 年度 RDA の使用目的別予算配分	7-7

表 7.3.5	2011 年度の維持管理費	7-10
表 7.4.1	点検方法の種類	7-13
表 7.4.2	道路維持管理の項目	7-16
表 7.4.3	運営維持管理費	7-16
表 8.1.1	種目別輸入税率	8-2
表 8.2.1	建設費（物価上昇予備費及び物理的予備費を除く）	8-3
表 8.2.2	設計監理費（物価上昇予備費及び物理的予備費を除く）	8-3
表 8.2.3	維持管理費	8-4
表 8.2.4	土地収用費	8-5
表 8.2.5	環境マネジメントプランおよび環境モニタリングプラン費用	8-6
表 8.2.6	総事業費	8-6
表 8.2.7	総事業費（参考）[ケラニティッサ JCT A・D ランプ及び CKE I/C 建設無し]	8-7
表 8.2.8	費用便益分析（参考）[ケラニティッサ JCT A・D ランプ及び CKE I/C 建設無し]	8-7
表 8.2.9	総事業費（参考）[ケラニティッサ JCT A・D ランプ建設無し]	8-7
表 8.2.10	費用便益分析（参考）[ケラニティッサ JCT A・D ランプ建設無し]	8-8
表 8.2.11	総事業費（参考）[CKE I/C 建設無し]	8-8
表 8.2.12	費用便益分析（参考）[CKE I/C 建設無し]	8-8
表 8.3.1	本邦調達比率	8-9
表 9.3.1	パッケージ分けに関する比較検討	9-3
表 10.2.1	検討ケース	10-9
表 10.2.2	ピーク時（朝 8 時）の都心方向の交通状況のシミュレーション結果	10-9
表 10.3.1	車種別車両走行費用 (VOC)	10-11
表 10.3.2	旅行時間費用	10-12
表 10.3.3	貨物の時間費用	10-12
表 10.3.4	プロジェクト便益	10-13
表 11.3.1	標準変換係数の推定	11-2
表 11.3.2	建設費用	11-2
表 11.3.3	運営維持管理費	11-3
表 11.4.1	費用便益分析結果	11-3
表 11.4.2	費用便益分析のキャッシュフロー	11-4
表 11.5.1	感度分析結果	11-4
表 11.6.1	運用効果指標（提案）	11-6
表 12.2.1	スリランカの環境関連法令と JICA ガイドラインとの相違点	12-3
表 12.2.2	JICA ガイドラインに則ったスコーピング結果	12-6
表 12.2.3	調査方法	12-8
表 12.2.4	予測方法	12-9
表 12.2.5	影響評価	12-10
表 12.2.6	環境緩和計画(案) の概要	12-13
表 12.2.7	是正処置の流れ(案)	12-17

表 12.2.8	環境管理計画	12-17
表 12.2.9	環境モニタリング計画(案)	12-21
表 12.2.10	第1回ステークホルダー会議の概要	12-24
表 12.2.11	第2回ステークホルダー会議の概要	12-24
表 13.2.1	影響世帯数	13-4
表 13.2.2	影響住民数の内訳	13-4
表 13.2.3	移転の必要な住民数	13-4
表 13.2.4	GN別の影響を受ける土地面積	13-5
表 13.2.5	GN別の影響を受ける建物面積	13-5
表 13.2.6	影響を受ける公共施設	13-5
表 13.2.7	用地取得の手続き一覧	13-7
表 13.2.8	スリランカの法令と WB.OP.4.12 との比較一覧表	13-10
表 13.2.9	各 DS のカットオフデート	13-14
表 13.2.10	GN別の土地の参考価格	13-15
表 13.2.11	関連 GN での土地参考価格	13-15
表 13.2.12	土地の再取得価格一覧表	13-16
表 13.2.13	建物の再取得価格一覧	13-16
表 13.2.14	損失のタイプと受給者の要約一覧	13-17
表 13.2.15	影響を受ける大規模な政府系施設および宗教施設	13-19
表 13.2.16	NAITA の移転費用	13-20
表 13.2.17	KOVIL の再建費用	13-22
表 13.2.18	組織部署と担当内容	13-22
表 13.2.19	AEA の移転費用	13-28
表 13.2.20	議論の要約	13-29
表 13.2.21	質疑要約	13-30
表 13.2.22	質疑要約	13-31
表 13.2.23	その他の会議の要約	13-32
表 13.2.24	本プロジェクトの実施工程	13-33
表 13.2.25	用地取得および住民移転に係る予算	13-35
表 14.1.1	プロジェクト概要	14-2

略語集

AAGR	年平均増加率
AASHTO	米国全州道路交通運輸行政官協会
AEA	スリランカ国原子力庁
AH	影響家屋
B/C Ratio	便益・費用比率
BS	英国規格
CBR	California Bearing Ratio
CEA	中央環境機構
CEB	Ceylon Electricity Board
CEO	コロンボの第一技術事務所
CIF	運賃保険料込み条件
CKE	コロンボーカトナヤケ高速道路
CoMTrans	コロンボ都市交通調査プロジェクト
CPT	コーン貫入試験
DS	Divisional Secretaries
ECF Strand	Epoxy Coated and Filled Strand Cable
EIA	環境影響評価
EIRR	経済的内部収益率
EMoP	環境モニタリングプラン
EMP	環境マネジメントプラン
ESD	環境社会配慮課
FGD	フォーカスグループディスカッション
FOB	本船甲板渡し条件
GDP	国内総生産
GOSL	スリランカ政府
GRC	苦情処理委員会
IAEA	国際原子力機関
I/C	インターチェンジ
ICB	国際競争入札
ICRP	国際放射線防護委員会
IRP	収入回復プログラム
IMF	国際通貨基金
IOL	影響資産目録調査
JICA	国際協力機構
KEL	線荷重
L/A	借款契約
LAA	用地取得法
LD	土地課

LKR	スリランカルピー
MGIF	Multi-purpose Gamma Irradiation Facility
MLLD	土地開発省
MOT	運輸省
MOPH	港湾高速道路省
NAITA	National Apprentice and Industrial Training Authority
NCNDT	National Center for Non-Destructive Testing
NEA	国家環境法
NIRP	国家住民移転政策
NDT	Non-Destructive Testing
NPV	純現在価値
NRMP	全国道路マスタープラン
NIRP	国家住民移転政策
OCH	大コロンボ圏外郭環状道路
ODA	政府開発援助
PCU	乗用車換算係数
PMU	プロジェクトマネジメントユニット
RAP	住民移転計画
RCS	再取得価格
RDA	道路開発局
ROW	道路用地
R. P	Radiation Protection
RU	住民移転ユニット
SCF	標準変換係数
STDP	南北高速道路プロジェクト
SN	設計用構造指数
ToR	業務指示書
TTC	旅行時間費用
UDA	都市開発局
UDL	等分布荷重
VAT	付加価値税
V/C	交差点飽和度
VOC	車両走行費用
VTA	職業訓練庁

1. はじめに

1.1 背景・経緯

スリランカ民主社会主義共和国（以下、「ス」国）では、道路交通が国内物流の90%以上を占めるなど重要な運輸インフラとなっている。現ラージャパクサ大統領は、国家開発計画「マヒンダ構想」の中で運輸インフラの整備を重要課題とし、道路網の整備をこの中に位置づけている。中でも橋梁については全国の国道上に4,000橋以上が架けられており、「ス」国政府は国際機関・援助機関の支援を受けつつ、修繕及び架替えに努めている。

新ケラニ橋は、「ス」国の首都コロンボの北部に位置する橋長1,160m、車線数6車線の橋梁で、コロンボ中心街と第二の都市キャンディーを結ぶ国道A01号線上にあり、コロンボ港アクセス道路及びバンダラナイケ国際空港に繋がる国道A03号線にも接続し、交通の要衝となっている。現在、ケラニ河には同橋を含めて3箇所に架橋されているが、近年の交通量の増加に伴い日常的に渋滞が発生し経済活動に多大な影響を及ぼしている。加えて2013年にはバンダラナイケ国際空港のアクセス道路が同橋に接続する予定であるため更なる渋滞も予想され、渋滞緩和が急務となっている。

かかる状況の下、「ス」国政府は2012年6月、同橋の渋滞緩和策として新規橋梁の建設を我が国に要請した。

1.2 要請内容

我が国への要請内容は以下の通りである。

第二新ケラニ橋とアプローチ道路の建設

新ケラニ橋とコロンボフォート地区を接続する高架道路の詳細設計

1.3 調査の目的

「ス」国政府から円借款の要請のあった新ケラニ橋周辺交通改善について、当該事業の目的、概要、事業費、実施スケジュール、実施（調達・施工）方法、事業実施体制、運営・維持管理体制、環境社会配慮等、我が国有償資金協力事業として実施するための審査に必要な調査を行うことを目的とする。

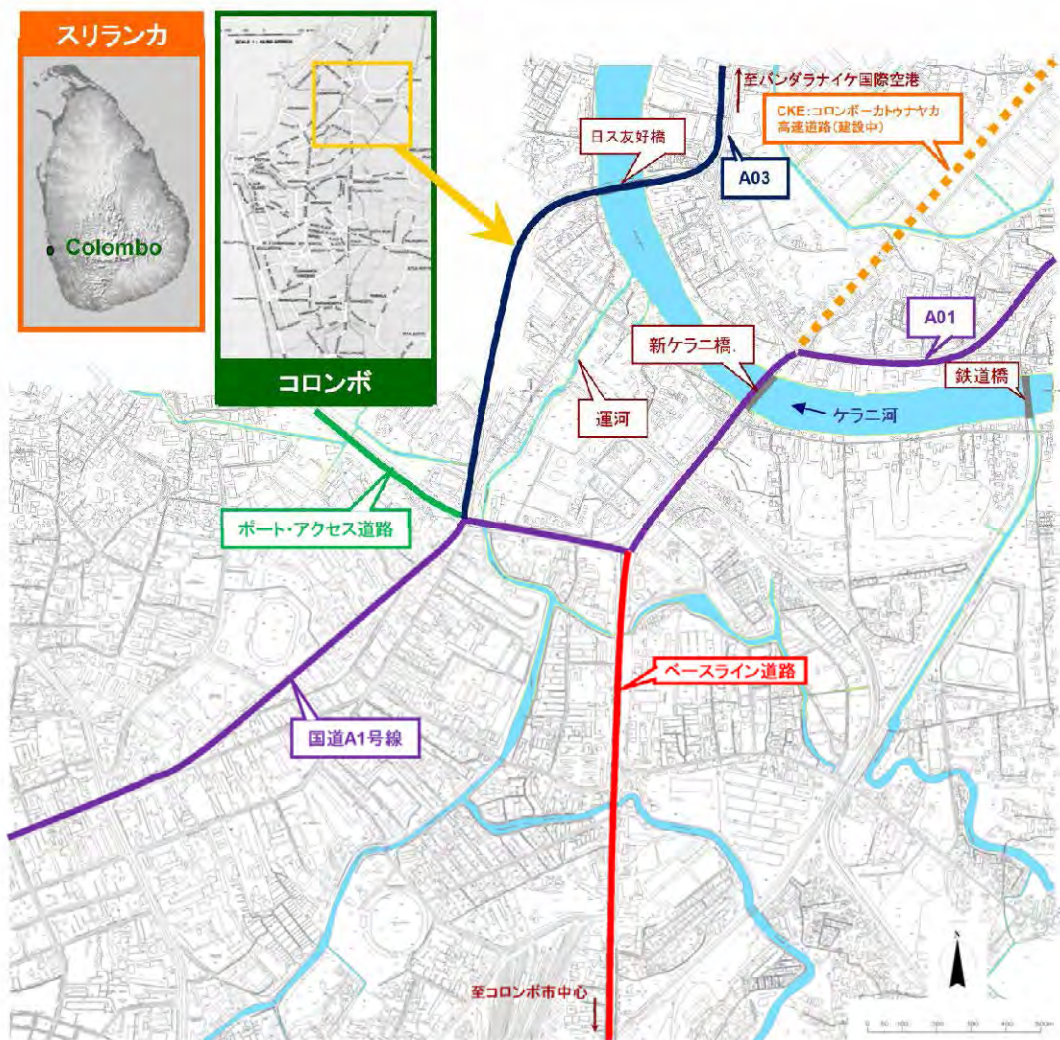
1.4 調査対象地域

調査対象地域位置図を図 1.4.1 に示す。

調査対象地域は、ケラニ河を挟んで北側地域および南側地域に分けられる。これら 2 つの地域は、新ケラニ橋および新ケラニ橋の下流約 750m に位置する日本スリランカ友好橋によって接続されている。

当該地域には、A01 道路、A03 道路およびベースラン道路の 3 つの幹線道が集中し、よって、現時点においても、多くの交通が集中する混雑の著しい地域となっている。加えて、2013 年中には、コロンボーカトナヤケ高速道路（CKE）が、新ケラニ橋北側に接続される予定であり、さらなる渋滞の発生が予想されている。

また、当該地域は市街化された地域であり、多くの家屋、商店等が道路沿線に立ち並ぶ。本プロジェクトの実施にあたり、多くの移転が必要となる見込みである。



出典：JICA 調査団

図 1.4.1 調査対象地域

2. プロジェクトの背景・経緯

2.1 新ケラニ橋に関連する計画及びプログラム

2.1.1 国家開発計画「マヒンダ構想」

「マヒンダ・チンタナ：スリランカの新ビジョン」(Mahinda Chinthana : Vision for a New Sri Lanka)は 2006 年に策定された国家開発 10 か年計画であり、目標年次は 2016 年である。本計画は 8%の国内総生産(Gross Domestic Products, GDP)伸び率を達成するための国家経済政策である。スリランカでは旅客及び貨物交通において道路交通が主要なモードであるため、同 10 か年計画では質の高いモビリティを実現する道路の構築が道路分野での目標の一つに掲げられている。都市交通に関しては、増大する交通需要に対応した容量確保のための主要施策として高速道路やフライオーバーの建設が挙げられている。また、コロンボ都市圏における 16 交差点の立体交差化は道路分野における最重要プロジェクトの一つに位置付けられている。

2010 年に策定された「マヒンダ・チンタナ：未来へのビジョン」(Mahinda Chintana - Vision for the Future)は「マヒンダ・チンタナ：スリランカの新ビジョン」(2006-2016)を基本として継続し、新たなペースで残りの 6 年間で実施すべき政策を位置付けている。知力に基づく強力な中所得国として世界の中でのスリランカを位置づけ、生活水準を向上させることを目指している。この計画によって道路セクターの投資はさらに加速されている。コロンボ都市圏での増大する交通需要に対応するため、バイパス、フライオーバー、アンダーパスの建設が着目されており、道路建設のための資金として日本をはじめとする外国資金の活用が挙げられている。

「新ケラニ橋」及び周辺道路ネットワークの改良はコロンボ都市圏での増大する交通需要に対応し、旅客や貨物のアクセシビリティを向上させるマヒンダ・チンタナの方針に合致するものである。

2.1.2 コロンボ都市交通調査プロジェクト

(1) 調査状況

2012 年 8 月末より、JICA によるコロンボ都市交通調査プロジェクト(以下「CoMTrans」)が実施されている。都市交通マスタープランには、首都圏における幹線道路ネットワークの整備計画も含まれるため、新ケラニ橋及びその周辺における道路の役割と機能の観点から、このマスタープランに組み込むことが重要である。2013 年 7 月の時点では、JICA 調査団は、都市交通の現況及び問題点、また統合的な都市交通マスタープラン (CoMTrans マスタープラン) のコンセプトを

プロGRESSレポート1に取り纏めて提出した。今後、このマスタープランは、交通需要やその他の観点から検討される予定である。

現在、将来のゾーンパラメータを含む将来交通重要予測モデルは、家庭訪問調査とその他の交通調査の結果をもとに構築中である。2013年8月末に提出予定のインテリム・レポートにて協議される予定である。

(2) 調査の目的

プロジェクトの目的は以下の通りである。

- 都市圏をカバーする交通調査を実施して得られる、合理的な交通システム整備計画を策定するための信頼性の高い交通のデータベースを整備する
- コロンボ都市圏の都市交通マスタープランを策定する
- 優先プロジェクトのPre FSを実施する

優先プロジェクトはマストランジットの整備計画を想定している。ここでいうマストランジットにはMRT、LRT、BRTが含まれている。

(3) 都市交通マスタープランの計画対象年次

都市交通マスタープランの計画対象年次は2035年である。マスタープランは短期計画(2020年)、中期計画(2025年)、長期計画(2035年)を含んでいる。

(4) 計画対象地域と調査対象地域

計画対象地域はコロンボ都市圏で調査の中で決定されることになる。計画対象地域は都市交通マスタープランの計画対象地域であり、目標年次である2035年に都市化が想定される地域をカバーしていなければならない。一方で、交通調査の対象地域は西部州全域をカバーしている。

(5) 調査の成果

調査の成果には、以下のものが含まれる。

- コロンボ都市圏の都市交通マスタープラン、その中には道路ネットワーク整備計画と公共交通システム整備計画が含まれる。
- 選択されたマストランジットのPre F/Sの結果と提言

(6) 交通調査

さまざまな種類の交通調査の実施が計画されており、そのうちのいくつかの調査はすでに実施済みである。

表 2.1.1 マスタープラン調査で実施している交通調査の進捗状況

調査の種類	進捗状況
(1) 家庭訪問調査	実査終了間近
(2) コードンライン調査 1) 路側 OD インタビュー調査 2) バス乗客 OD インタビュー調査 3) 鉄道旅客 OD インタビュー調査 4) 空港旅客 OD インタビュー調査	実査終了 実査終了 実査終了 実査終了
(3) スクリーンライン調査	実査終了
(4) 主要交差点における交通量観測調査	旅行速度調査の結果待ち
(5) トラック OD インタビュー調査	実査終了
(6) 土地利用調査	実査終了
(7) トリップ発生原単位調査	実査終了
(8) 旅行速度調査	算出法の作成及び車両トラッキングデータの蓄積中
(9) バス乗客 OD インタビュー調査	Pre-F/S に係るコリドーとモードが確定した後に実施予定
(10) 料金支払い意思額調査	

出典：JICA 調査団

(7) CoMTrans ネットワークのコンセプト（道路及び公共）

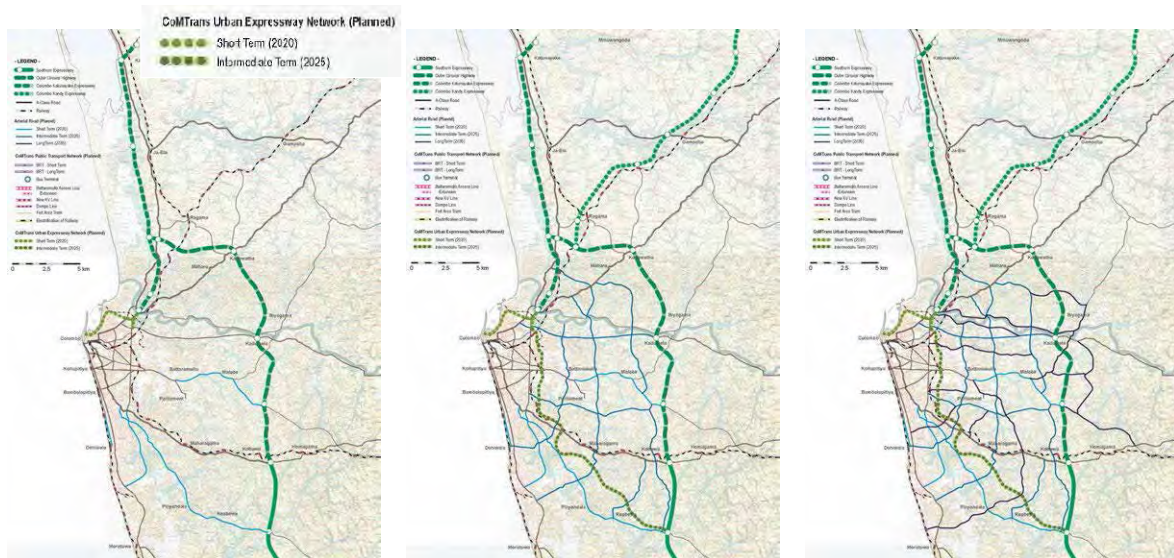
プログレスレポートにおいて、道路及び公共交通のネットワークの整備計画を用意した。コロンボ首都圏における現在の交通状況及び将来の見込みに関する分析結果を基に、道路及び公共交通ネットワークを含む将来の交通ネットワークが作成された。道路及び公共交通ネットワークに関する開発シナリオが、評価のために暫定的に設定された。この開発シナリオには、2020 年の短期開発計画、2025 年の中期計画、2035 年の長期計画が含まれる。

道路及び公共交通ネットワークを作成する上で主に考慮される点として；

- 都市構造との統合
- 異なる交通輸送機関の統合
- 土地収用及び住民移転を最小化することによる事業の早期実施
- 公共交通システムの整備を支援する道路ネットワーク

短期、中期及び長期における暫定版の CoMTrans 道路ネットワーク整備計画を以下に示す。これは、道路だけでなく公共交通モードも含めた統合的な都市交通ネットワークの整備を目的としている。

将来の都市交通インフラは、将来の都市交通需要を満たすとともに、交通渋滞を緩和すべく、都市中心部とのスムーズな接続を実現するとともに、各道路の適切な交通容量を確保するような道路ネットワーク整備が求められている。



短期 (2020 年まで)

中期 (2025 年まで)

長期 (2035 年まで)

出典：JICA 調査団、2013 年 5 月 CoMTrans プロGRESSレポート(1)

図 2.1.1 CoMTrans 道路改善計画(短期、中期及び長期)

プロジェクト道路 (Colombo-Katunayake 高速道路 (CKE) の終点と都市中心部を結ぶところに位置し、かつ、将来、深刻な渋滞が危惧される) は、単にその地点での交通混雑の緩和を目的に検討されるものではなく、CoMTrans が提案している都市内の幹線高道路ネットワークへの良好な接続性や拡張性を考慮して検討されるべきである。

2.1.3 全国道路マスタープラン (NRMP) 2007-2017

「マヒンダ・チンタナ：スリランカの新ビジョン」によると、道路開発局 (以下「RDA」) は 2007 年から 2017 年までのスリランカにおける長期道路開発計画として全国道路マスタープラン (NRMP) を作成している。

NRMP では、福祉の維持と強化、経済成長の促進、貧困の撲滅、及び社会的一体性の強化を目的としている。NRMP の使命は、適切でかつ効果的な全国幹線道路を提供し、国民の社会経済開発における人とモノの流れを環境に優しい方法で、安全でかつ快適に沿うレベルで、流動性と可触性を確保することである。

NRMP では、10 年投資プログラムに以下の 6 つの柱を掲げている。

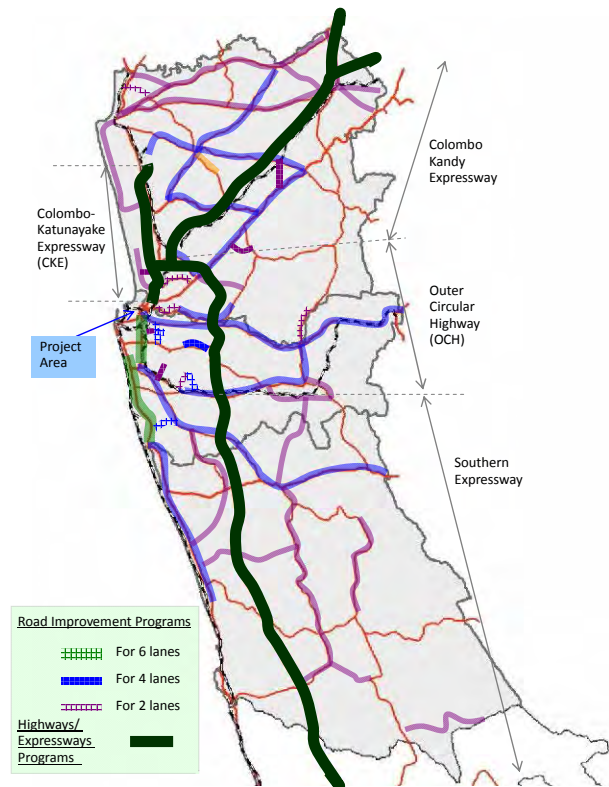
- i) 高速道路及び幹線道路の建設
- ii) 幹線道路の拡張
- iii) フライオーバーによる交通渋滞の緩和及び交差点改良、環状道路及び主要なバイパスの信号及びシステム建設
- iv) 道路の維持及びリハビリ

v) 橋梁のリハビリと再建

vi) 土地収用と住民移転

図 2.1.2 は、主要な幹線道路及び高速道路として、外環道路（OCH）、南部高速道路、コロンボ- Katunayake 高速道路（CKE）及びコロンボキャンディ高速道路を含む NRMP 投資計画で特定された、西部州に関連する道路改善を示している。

NRMP によると、プロジェクト周辺地域にはプログラムの改善は少なく、特に、新ケラニ橋の周辺では、都市内の幹線道路ネットワークとの接続に欠けている。



出典：NRMP 投資計画（2007-2017）を基に調査団が作成。

図 2.1.2 NRMP 道路改善プロジェクト 2007-2017

2.1.4 RDA 道路開発計画

RDA は、移動時間の短縮、利便性及び安全性の向上を図る目的として、道路開発計画を行うことをウェブサイトで公表している。道路開発計画は、主に「現道復旧」と「道路ネットワーク開発」に区分されている。

現道復旧に関しては、短期間で交通量が増加したにも関わらず、少数の国道の復旧が要求されただけである。

また、RDA は交通渋滞の軽減策として、以下を計画している。

- 高規格幹線道路ネットワークの整備
- 主要都市と都心を結ぶ環状道路の整備
- 上記環状道路を補完する現道の改良

当該プロジェクト道路は、都市内幹線道路に接続され、交通渋滞の軽減を図る役割を担う。

2.2 社会・経済事情

2.2.1 人口

(1) スリランカ及び西部州の人口成長

1950年以降、センサス統計局（Department of Census and Statistics）はスリランカにおいて国勢調査を1953年、1963年、1971年、1981年、2001年、2012年に実施した。スリランカ、西部州、コロンボ県、ガンパハ県、カルタラ県の国勢調査における人口を以下の表2.2.1、図2.2.2、2.2.3に示す。

2012年の国勢調査では、スリランカの人口は20,263,723人であり、2001年からの年平均成長率は0.69%であった。これはこれまでの成長率よりも低いものであった。西部州の人口は5,821,710人、年平均成長率は0.72%であった。概して、西部州の人口成長率はスリランカ全体と同程度に推移してきたが、これまでと比べ2001年から2012年までの人口成長率は低くなった。とりわけ、コロンボ県における人口成長率はスリランカ全体と比べると著しく低い。

表 2.2.1 国勢調査における人口と年平均成長率（1953年-2012年）

人口	1953	1963	1971	1981	2001	2012
スリランカ	8,097,800	10,582,100	12,689,897	14,846,750	18,797,257	20,263,723
西部州	2,232,276	2,838,877	3,401,779	3,919,807	5,381,197	5,821,710
コロンボ県	1,708,726	2,207,420	1,498,393	1,699,241	2,251,274	2,309,809
ガンパハ県*			1,173,872	1,390,862	2,063,684	2,294,641
カルタラ県	523,550	631,457	729,514	829,704	1,066,239	1,217,260
年平均成長率		'53-'63	'63-'71	'71-'81	'81-'01	'01-'12
スリランカ		2.71%	2.30%	1.58%	1.19%	0.69%
西部州		2.43%	2.29%	1.43%	1.60%	0.72%
コロンボ県		2.59%	2.42%	1.27%	1.42%	0.23%
ガンパハ県*				1.71%	1.99%	0.97%
カルタラ県		1.89%	1.45%	1.30%	1.26%	1.21%

注：ガンパハ県は1978年にコロンボ県から分離した。

出典：センサス統計局

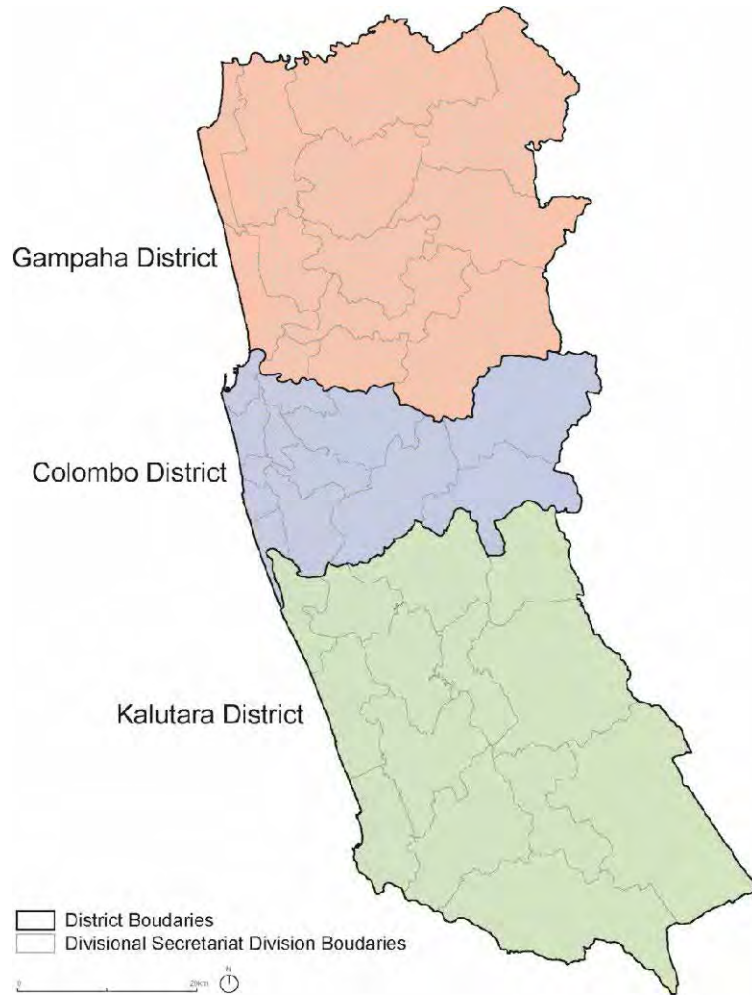
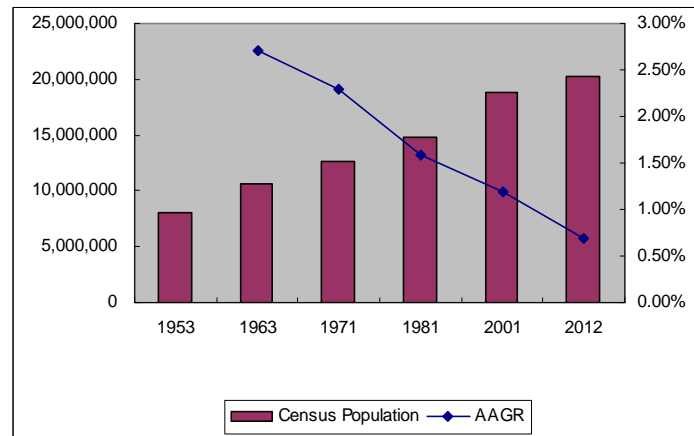
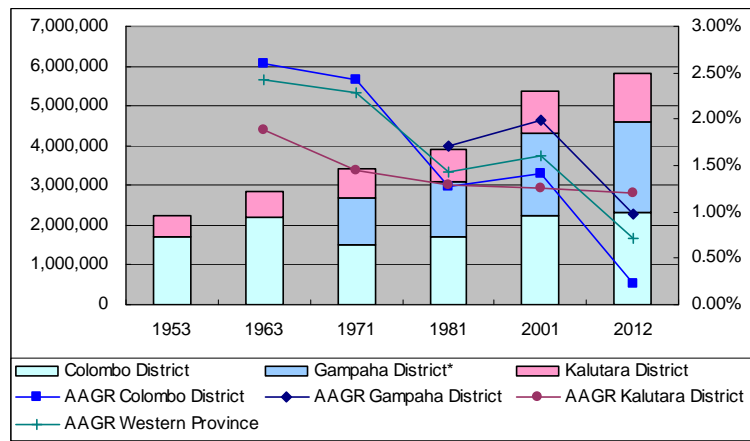


図 2. 2. 1 西部州における県の境界



出典：JICA 調査団

図 2. 2. 2 国勢調査におけるスリランカの人口



出典：JICA 調査団

図 2.2.3 国勢調査における西部州の人口

2012 年の最新の国勢調査の速報値によれば、県別の 3 年齢階級別の人口（14 歳以下、15～59 歳、60 歳以上）と性別人口は表 2.2.2 に示す通りである。

コロombo県とガンパハ県は、約 230 万人と 150 万人が 15～59 歳であり、全体の 64%を占める。この二つの県の合計は、西部州全体の就業可能人口の約 80%となる。

表 2.2.2 西部州の県別性別及び年齢階級別人口（2012 年）

2012	合計人口	性		年齢		
		男	女	14 歳以下	15～59 歳	60 歳以上
スリランカ	20,263,723	9,832,401	10,431,322	5,228,927	12,566,467	2,468,329
西部州	5,821,710	2,843,244	2,978,466	1,356,695	3,696,417	768,598
コロombo県	2,309,809	1,137,114	1,172,695	516,741	1,484,820	308,248
ガンパハ県	2,294,641	1,115,349	1,179,292	536,758	1,467,497	290,386
カルタラ県	1,217,260	590,781	626,479	303,196	744,100	169,964

出典：センサス 2012 速報値、センサス統計局

(2) 年齢階級別人口

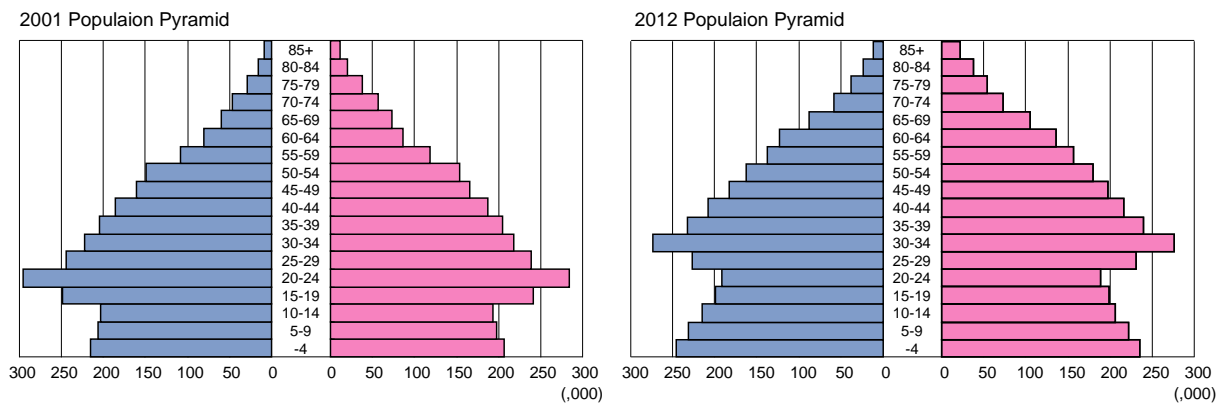
2001 年の国勢調査では、性別及び年齢別人口などの詳細人口が公表されている。一方、2012 年の性別年齢別人口は、詳細までは公表されていないものの、過去の出生率、死亡率から 2012 年の性別 5 歳階級別人口を推計した。

西部州の 2001 年の国勢調査における 5 歳階級別人口と、2012 年の推計 5 歳階級別人口を表 2.2.3 に示す。また、2001 年と 2012 年の人口ピラミッドを図 2.2.4 に示す。

表 2.2.3 西部州の5歳階級別人口(2001年、2012年)

人口 年齢階級	2001年			2012年		
	男	女	計	男	女	計
4歳以下	214,669	205,959	420,628	246,027	235,435	481,462
5-9歳	206,153	197,097	403,250	231,906	223,027	454,933
10-14歳	203,570	192,537	396,107	214,386	205,915	420,301
15-19歳	249,063	240,969	490,032	198,305	198,601	396,906
20-24歳	296,307	284,486	580,793	191,065	189,242	380,307
25-29歳	243,825	238,584	482,409	227,127	231,172	458,299
30-34歳	222,523	218,354	440,877	273,075	277,091	550,166
35-39歳	204,606	205,221	409,827	232,004	240,385	472,389
40-44歳	185,462	187,408	372,870	207,224	216,659	423,883
45-49歳	160,929	164,649	325,578	182,153	197,099	379,252
50-54歳	148,519	152,883	301,402	162,076	180,019	342,095
55-59歳	108,798	117,788	226,586	136,980	156,143	293,123
60-64歳	79,783	86,971	166,754	122,136	136,028	258,164
65-69歳	60,545	72,803	133,348	87,405	104,846	192,251
70-74歳	46,404	57,317	103,721	58,267	73,137	131,404
75-79歳	29,825	38,399	68,224	37,915	54,723	92,638
80-84歳	16,330	21,053	37,383	23,522	37,617	61,139
85歳以上	9,085	12,323	21,408	11,675	21,328	33,003
合計	2,686,396	2,694,801	5,381,197	2,843,248	2,978,467	5,821,715

注：2001年5歳階級別人口はセンサス統計局による
2012年5歳階級別人口は推計値、合計人口はセンサス統計局の速報値
出典：センサス統計局



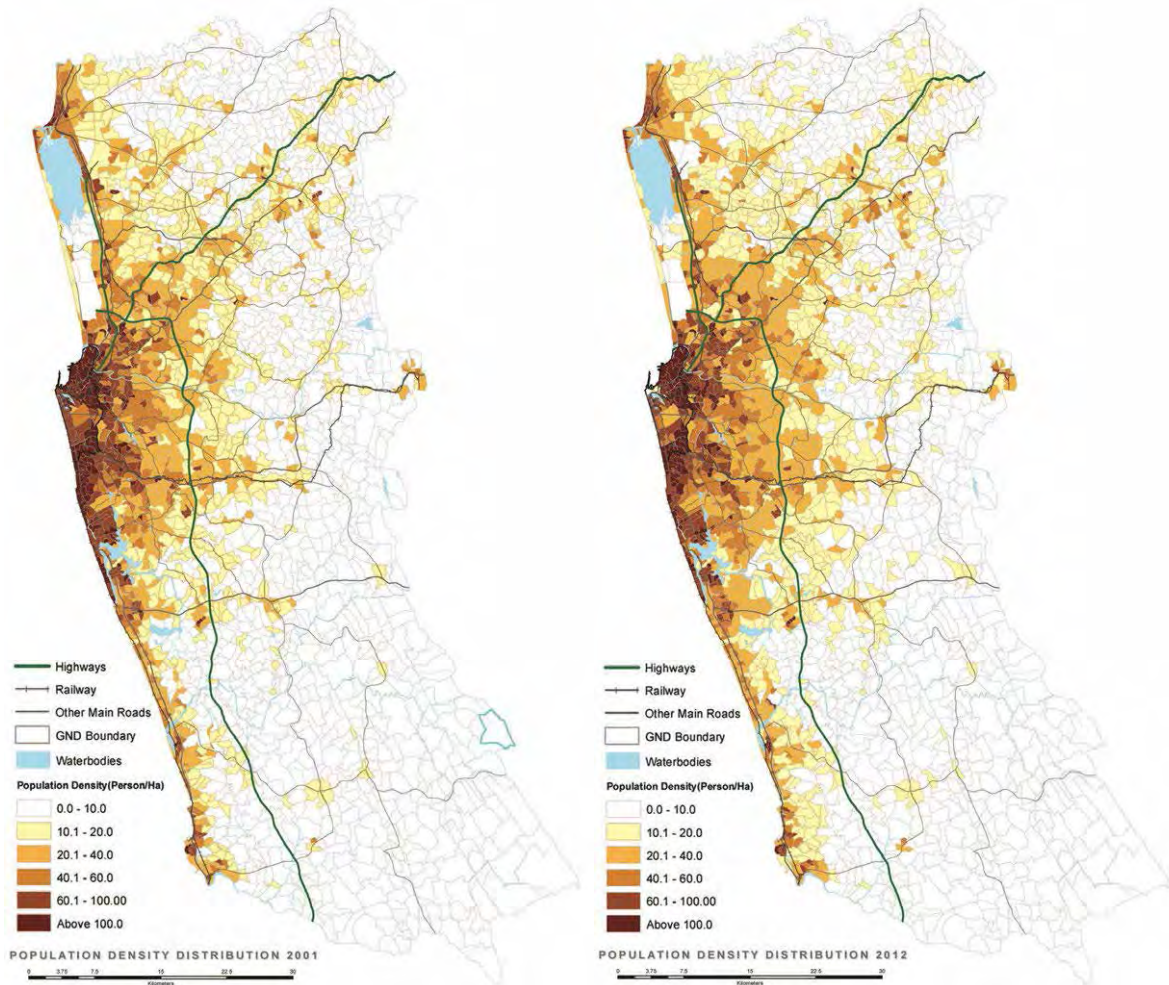
出典：センサス統計局

図 2.2.4 西部州の人口ピラミッド(2001年、2012年)

2.2.2 空間分布と成長傾向

(1) 人口の空間分布

図 2.2.5 に西部州における 2001 年及び 2012 年の GN 地区ごとの人口密度を示す。



出典：センサス統計局

図 2.2.5 西部州における人口密度（2001 年、2012 年）

一般的に、人口はコロombo市周辺の地区（コロombo県のデヒワラ・マウント・ラビニア地区、スリ・ジャヤワルダナプラ地区、コロннаワ地区、ボラレスガムワ地区、カドゥウエラ地区西部域、ハマラガマ地区西部域、ガンパハ県のペリヤゴダ地区、ケラニヤ地区、ワッタラ地区）に集中している。また、海岸沿いにも高い人口集中が見られる。

郊外では、キャンディ・ロード、ハイレベル・ロード、ゴール・ロード、ネゴンボ・ロード、ホラナ・ロードなどの主要幹線道路沿いの人口集中が顕著である。また、バンダラナヤケ国際空港に近いネゴンボ周辺、ミヌワンゴダ周辺においても人口集中が見られる。

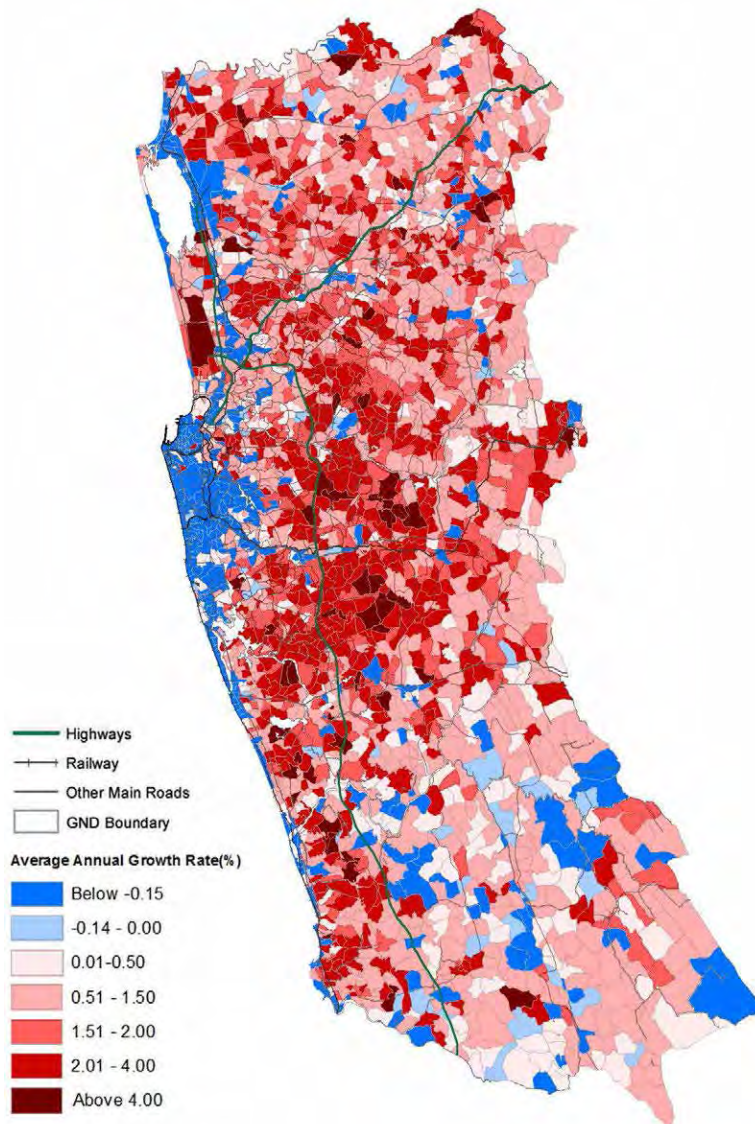
2001 年から 2012 年の間に、人口密度の高いエリアはコロomboから東に向かって緩やかに広がっており、郊外化が進行している。特にコロombo郊外を通る外郭環状道路（Outer Circular Highway）周辺においてその傾向が顕著である。

新ケラニ橋周辺の GN 地区は、コロombo市に近いことから人口密度が比較的高い。2012 年の新ケラニ橋のコロombo側に位置するセダワッタ地区の人口密度は 107 人/ha であり、その周辺の GN 地区の人口密度は、140～180 人/ha である。対岸であるペリヤゴダ・ガンガバダ東地区の人口密度は、34 人/はしかなく、これは、工業や倉庫などの土地利用が中心であることが理由であるが、

周りの GN 地区の人口密度は、およそ 100 人/ha に達している。2001 年との比較では、人口はコロombo側ではおよそ同じであるが、対岸側は微減している。

(2) 人口成長の傾向

2001 年から 2012 年までの人口の変化を図 2.2.6 に示す。この変化は西部州における都市化の状況を示している。コロombo中心部では顕著に人口減少が見られた一方で、人口増加は郊外に集中している。



出典：センサス統計局

図 2.2.6 西部州における 2001 年から 2012 年の人口変化

人口減少がコロombo市及びその周辺で見られた。また、西部州南部の海岸沿い、ネゴンボ中心部でも人口が減少した。カルタラ県の農村部においても人口が減少した GN 地区が散見される。

人口増加はホマガマ地区、マハラガマ地区、カドゥウェラ地区、ビヤガマ地区などのコロombo郊外部でみられたほか、アヴィサベラ周辺、ネゴンボ周辺でも見られた。さらにカルタラ県の海岸からやや内陸に入った地域でも増加傾向が見られた。

全体的にみると、コロombo郊外部の計画中の外郭環状道路周辺地域の人口の伸びが既に見られた。この道路が開通した後は、さらにこの地域への人口集中が加速するものと思われる。

新ケラニ橋のコロombo側の 2001 年から 2012 年まで人口は、ほぼ横ばいで推移しているが、対岸の人口は、年平均 0.8%の割合で減少している。この地域は、高速道路ネットワークの終点であるとともに、コロomboへの入り口にあたることから、これまで以上に商業利用が進むことが想定され、これ以上の住民が増えることはないと思われる。

2.2.3 国内総生産

スリランカ中央銀行「スリランカ経済社会統計 2013」によると、2012 年におけるスリランカの国内総生産は、3,047,277 百万ルピーであった。2009 年の世界金融危機で影響を受けたものの、その後安定した経済成長をみせ、2010 年は 8%、2011 年は 8.2%、2012 年は 6.4%という成長率を達成した。

コロombo都市圏にはスリランカの工業、商業及び行政が集中しているため、2011 年における西部州の国民総生産はスリランカ全体の 44%を占めており、2,905,159 百万ルピーであった。内訳としては、サービス業が 64%を占めており、次に工業が 33%、農業が 3%と続いている。

表 2.2.4 スリランカにおける国民総生産

項目	2008	2009	2010	2011	2012*
国内総生産（実質：2002 年基準） （Rs. 百万）	2,365,501	2,449,214	2,645,542	2,863,854	3,047,277
国内総生産（名目）（Rs. 百万）	4,410,682	4,835,293	5,604,104	6,544,009	7,582,376
実質経済成長率	6.0%	3.5%	8.0%	8.2%	6.4%
一人あたりの国内総生産（名目） （Rs.）	218,167	236,445	271,346	313,576	373,001

注：*暫定

出典：スリランカ中央銀行

表 2.2.5 西部州における国内総生産（名目）

項目	2007	2008	2009	2010	2011*
西部州の国内総生産（Rs. 百万）	1,663,759	2,003,055	2,216,346	2,512,908	2,905,159
スリランカ全体に対して西部州の占める割合	46.5%	45.4%	45.8%	44.8%	44.4%
農業に係る国内総生産（Rs. 百万）	48,595	62,076	60,955	75,942	93,308
工業に係る国内総生産（Rs. 百万）	531,248	634,274	732,406	802,790	948,994
サービスに係る国内総生産（Rs. 百万）	1,083,915	1,306,706	1,422,985	1,634,176	1,862,858
農業の占める割合	2.9%	3.1%	2.8%	3.0%	3.2%
工業の占める割合	31.9%	31.7%	33.0%	31.9%	32.7%
サービスの占める割合	65.1%	65.2%	64.2%	65.0%	64.1%

注：*暫定

出典：スリランカ中央銀行

2.3 国際機関の援助動向

2.3.1 我が国の主な援助動向

「ス」国道路・橋梁セクターに関する我が国による援助動向・関連計画を表 2.3.1 に示す。

表 2.3.1 我が国の道路・橋梁セクターへの主な援助動向

プロジェクト名	スキーム	実施年度	支援額（億円）
コロンボ都市交通調査プロジェクト	開発計画	2012年～2014年	—
マンムナイ橋梁建設計画	無償	2011年～2015年	12.06
東部州五橋架け替え計画	無償	2008年～2013年	12.17
高速道路運営管理プロジェクト	技プロ	2008年～2012年	2.8
大コロンボ圏都市交通整備事業（フェーズ2）	有償	2008年～	57.2（第一期） 316.9（第二期）
東部州経済インフラ復興計画	有償	2006年～2013年	44.6
大コロンボ圏都市交通開発計画調査	開発計画	2006年	—
新マナー橋建設及び連絡道路整備計画	無償	2006年～2010年	18.69
マナンピティヤ新幹線道路橋梁建設計画	無償	2004年～2007年	10.78
スマトラ沖大地震およびインド洋津波被害に対する無償（ノン・プロジェクト無償）	無償	2004年～2006年	80.0
地方道路改善計画	有償	2002年～2007年	58.1
南部ハイウェイ建設計画	有償	2001年～2012年	187.7（第一期） 175.0（第二期）
ガンボラ橋・ムワガマ橋架け替え計画	無償	2000年～2003年	15.38
日ス友好橋拡張事業	有償	1993年～2002年	21.64

出典：JICA 調査団

2.3.2 他ドナー等の援助動向

「ス」国道路・橋梁セクターに関する他ドナーによる援助動向・関連計画を表 2.3.2 に示す。

表 2.3.2 他ドナーの道路・橋梁セクターへの主な援助動向

プロジェクト名	機関名／スキーム	実施年度	支援額 (千 US\$)
タラクダーマンムナイーマパディムンマリ州道改修計画	アジ銀／有償	2010 年～2011 年	2,165
コロンボーカトナヤケ高速道路建設事業	中国政府／有償	2009 年～2013 年	—
シヤンバランドゥワーポットビルーアカライパトゥ道路	EU・アジ銀／無償	2008 年～2010 年	30,472
トリンコマリープルムダイ道路	アジ銀／有償	2008 年～2010 年	11,633
ボガハウエワープルムダイ道路	アジ銀／有償	2008 年～2010 年	4,315
ポットビルーパナマ道路	アジ銀／有償	2008 年～2010 年	6,117
ペレデニヤーバドゥツラーチェンカラディ道路	アジ銀／有償	2008 年～2010 年	3,631
ジャヤナティプラーティリコンディマドゥ道路	世銀／有償	2007 年～2009 年	12,832
シヤンバランドワーアンパラ及びアンパラカラティブ道路	世銀／有償	2006 年～2010 年	131

出典：JICA 調査団

2.4 既存道路、橋梁の状況と考察

2.4.1 調査の目的

新ケラニ橋周辺交通改善事業準備調査の一環として既設の新ケラニ橋及びその舗装状態の健全度を調査し、新橋建設事業において既設橋の早期架け替え等を考慮する必要がないことを確認する。

事前調査において各種の調査、試験、診断を行う。しかしながら調査の結果既存ケラニ橋が健全であることを示した場合でもその調査は詳細を極めたものでないためその健全性を必ずしも保証するものではない。

2.4.2 調査項目

既存の新ケラニ橋は 1993 年に床版のクラック補修を含めた修理が行われている。補修後 20 年経過しているが修理箇所に新たなクラックは所見されない。従って橋の修理は適切に行われ適切な機能を有していると言える。

事前調査においては端的に物理的な損傷を見つけるための外見による調査とコンクリート強度の調査を行う。

調査項目

- (1) 既設橋の図面入手（橋梁の全体像把握のため）
- (2) コンクリート各部損傷、クラック、遊離石灰、鉄筋露出箇所の有無調査
- (3) シュミットハンマーによるコンクリート強度確認、コンクリート打撃テスト

- (4) 橋梁杢の損傷程度
- (5) 伸縮継手の損傷程度
- (6) 道路、アスファルトの損傷程度
- (7) 橋梁附属施設の損傷]
- (8) その他橋梁の健全度（フレンドシップ橋）

2.4.3 調査結果

(1) 既設橋の図面入手

Attachment 1 参照。新ケラニ橋一般図、断面図
相手国実施機関 RDA より受領できたのはこの図面 1 枚のみであった。これによると

橋長 : L=266.5 メートル

幅員 : W=24.4 メートル (車道 18.3m+歩道 3.05x2)

下部工 : 陸上部、コンクリート打ち込み杭、河川部、場所打ち杭

上部工 : 鉄筋コンクリート桁橋、7 主桁 (ゲルバー桁、P2-P3, P4-P5, P7-P8)

スパン数 : 10 スパン

スパン長 : 21.35mx2+23.315mx4+32.635mx4

竣工年 : 1959 年

過去の補修の有無 : アリ, 1993 年, 94 年にかけて大幅な補修が行われた。(床版クラック、桁
コンクリート欠落、横桁クラックなどの補修跡あり)



出典：JICA 調査団

図 2.4.1 橋梁全体写真

(2) コンクリート各部損傷、クラック、遊離石灰、鉄筋露出箇所の有無調査

1) 調査結果

P3-P4 スパン一番外側の桁はトラックの積荷が桁に当たることによって主鉄筋が全て脱落し重篤な状態である。但し構造を照査してみるとこの桁は歩道の荷重を支えるのみで車輛荷重は支えていない。（床版コンクリートはこの桁に載っていない、また横桁も連結されておらず車両荷重の横方向分配もされていないため）

その他の桁、床版、横桁コンクリートは 1993, 94 年に行われた修理のあとは見受けられるが新しくクラックが発生したり、遊離石灰を生じたり鉄筋が露出したりした場所は一切見受けられなかった。

また、修理された箇所に再び同じ問題が発生していないことで前回の修理が完全に機能していることが確認された。

2) コンクリートアルカリ反応について

スリランカの骨材はアルカリ反応を起こす骨材で得ないことは過去のプロジェクト（南北高速道路プロジェクト STDP、OCH プロジェクトなど）で実証済みである。従って今回の調査では考慮していない。実際、アルカリ骨材反応の特徴である亀甲状のひび割れは見つからなかった。

3) 塩害について

新ケラニ橋は海から 4km と比較的海に近くまた満潮時は海水が橋梁位置まで逆流してくる立地にあるので塩害の影響が心配された。しかし、川水は淡水であり、塩害の影響はも見受けられなかった。実際橋脚パイルキャップコンクリート表面は海水の影響で侵食され骨材が露出しているがその範囲はほんの数ミリで鉄筋まで及んでいない。（打撃テストの写真参照下さい）



図 2.4.2 橋梁の状況 (1/3)



図 2.4.2 橋梁の状況 (2/3)



図 2.4.2 橋梁の状況 (3/3)

(3) コンクリート強度確認

1) シュミットハンマーによるコンクリート打撃テスト

既存橋のコンクリート強度を調べることは橋梁コンクリートの経年による劣化を判断する簡単な手法の一つである。

シュミットハンマーでおおよその判断を行いもし結果が思わしくない場合はコアを抜いてさらに調べる必要が生じるがシュミットハンマーの結果が良好であったためコアによる検査は行わないことにした。

検査は現地の Engineering & Laboratory Services (PVT) LTD が実施した。

打撃テストの場所は下記の通り。

アバット (2箇所)、橋脚 (9箇所、内水上部 4箇所)

桁 (陸上部 5箇所水上部 2箇所)

打点はマス目 (50mm×50mm) を 16箇所作りその中から 10箇所を選んで記録した。

建設時の設計強度はいくらであったか確認できていないが現在の設計基準でも橋脚 30N、鉄筋コンクリート桁 35N であるのでこの橋もこの数字を使用して問題ないと考えられる。

表 2.4.1 コンクリート打音テスト計測結果

Place	A1	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	A2	Average (N/mm ²)
Pier Concrete	35	35	44	48	52	37	34	44	35	39	32	36.25
Girder Concrete	37	37	39	33	50	46	-	-	-	-	40	40.29

設計強度（推定）

下部工（橋脚、橋台） 30N/mm² < 36.25N/mm²（120%）

上部工（桁） 35N/mm² < 40.29N/mm²（115%）

従って経年によるコンクリートの劣化（強度低下）は少なく、コンクリートの健全度は高く耐久性も問題ないと言える。

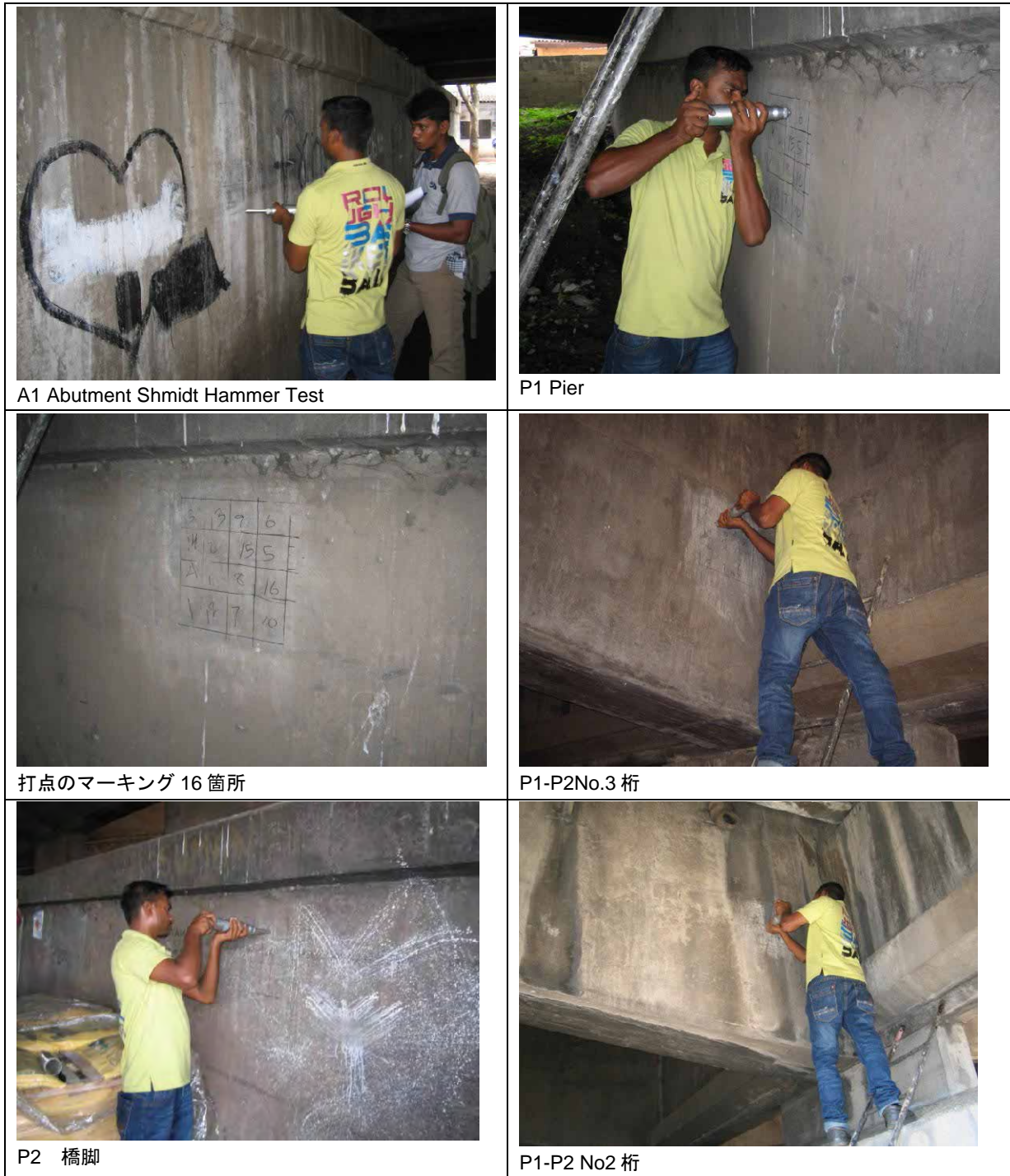


図 2.4.3 シュミットハンマーテスト写真 (1/3)

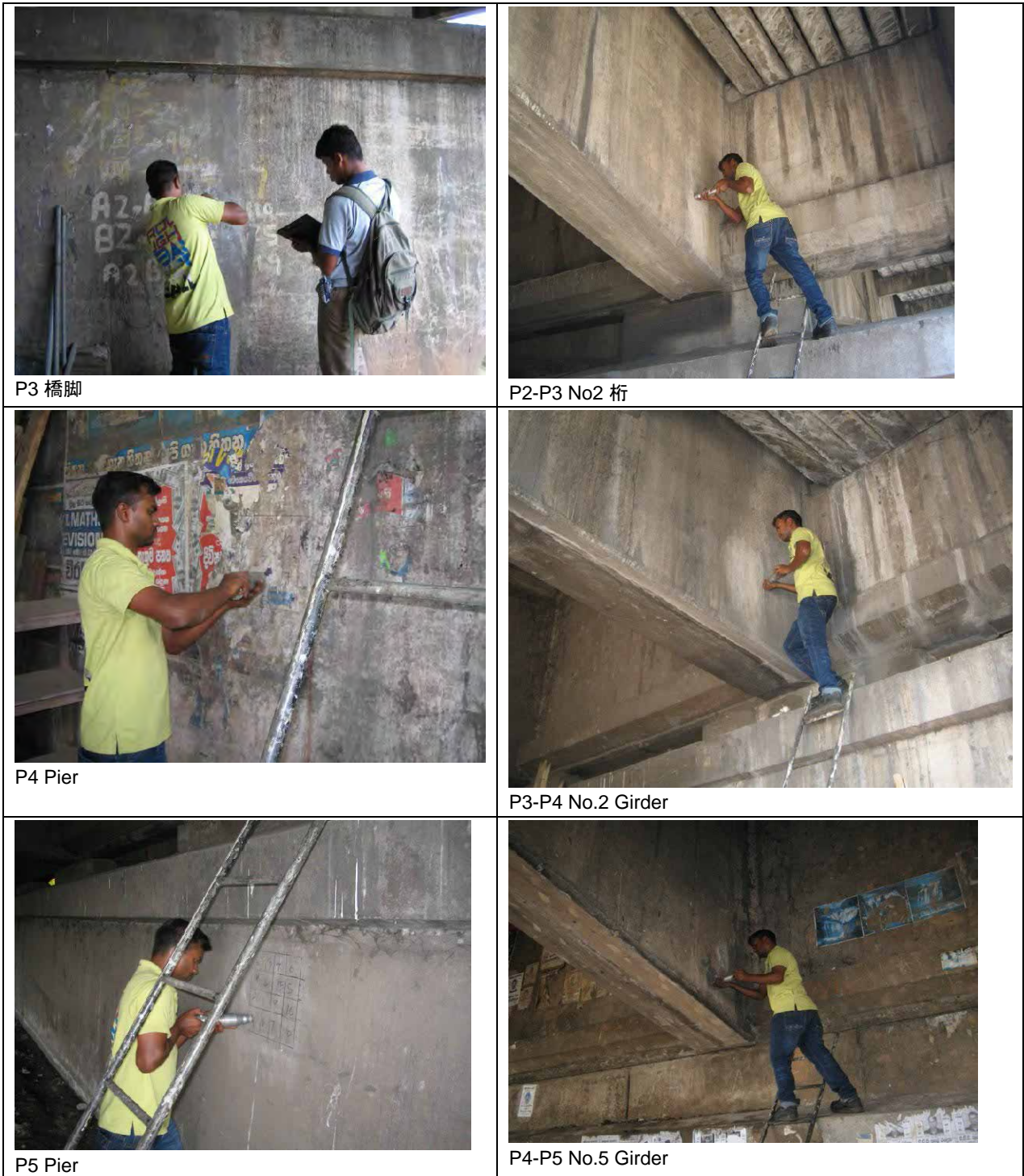


図 2.4.3 シュミットハンマーテスト写真 (2/3)

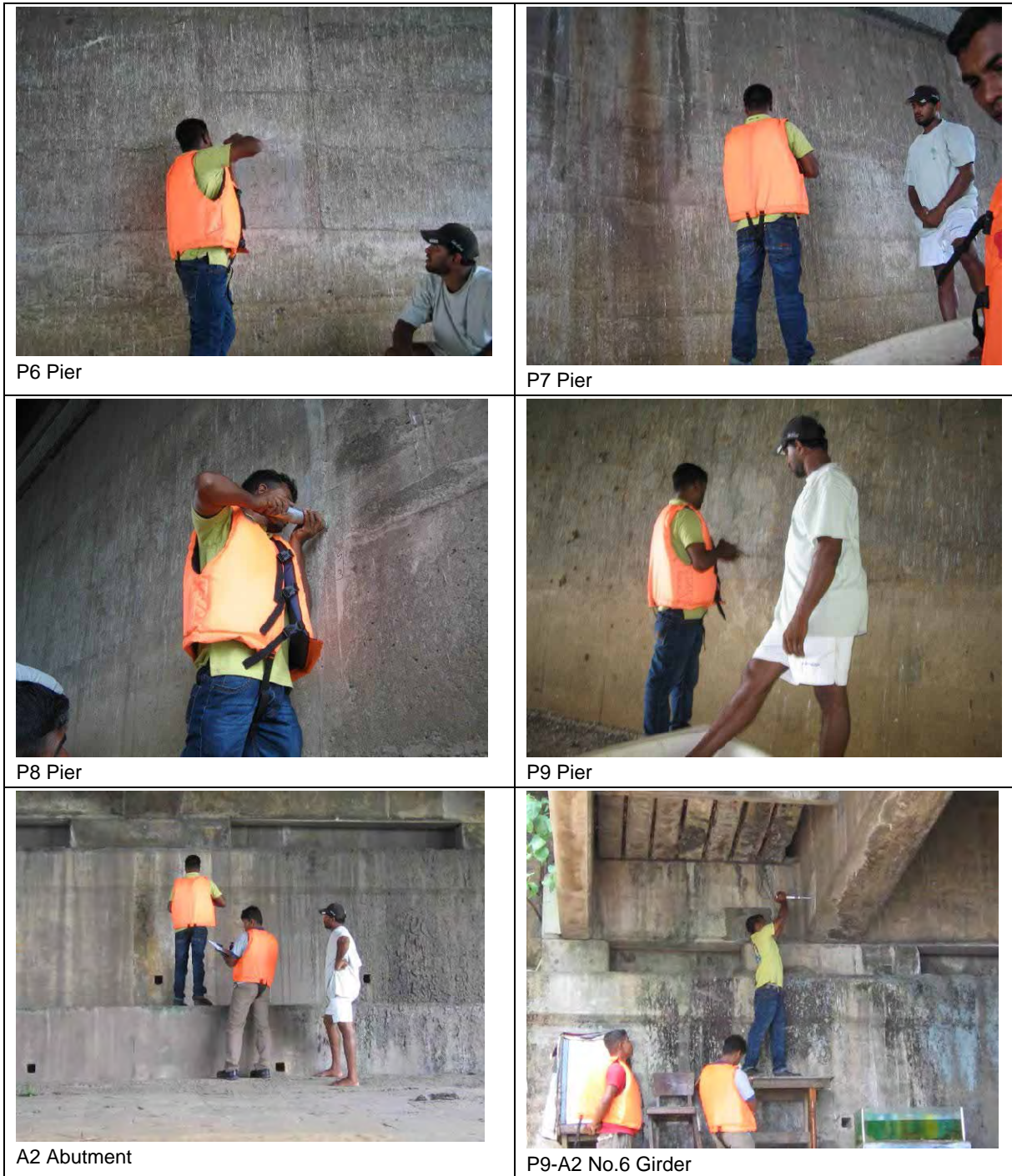


図 2.4.3 シュミットハンマーテスト写真 (3/3)

2) コンクリート打撃テスト

打撃テストはコンクリートの表面が不自然に膨らんでいる場所、さびの発生が見られる場合、遊離石灰による白化している場所、河川内のパイルキャップでコンクリートの表面が侵食され骨材がむき出しになっているところを選んで行った。

特に橋脚下部のいわゆるスプラッシュゾーンに経年による鉄筋のサビがコンクリートを破壊しているところを重点的にさがしたがどこにも見つからなかった。

ハンマーによる打撃のリバウンドはいずれもコンクリートが密であり空洞がないことが示された。特に河川内のパイルキャップコンクリートは外見上かなり傷んでいるように見えるが非常に硬い反応を示しておりその健全性は問題ない。



図 2.4.4 打撃テスト

(4) 沓の損傷

建設時に設置された沓の固定側はロッカーシュー、可動側はローラーシューと想定されるが1993年の大幅な補修時に全ての沓はコンクリートで周りを固められ外見上その形は見る事ができない。

コンクリートで固められた理由は

- 1) コンクリートのクリープ、乾燥収縮による縮みは建設後 35 年経過していることから殆ど完了し今後これらの移動は無いと考えられること。
- 2) スリランカの年間気温の変化は 10℃程度であり、スパン長も 30 メートル程度で気温による移動量は極めて少ない。

以上の理由により沓の取替をするよりコンクリートでサポートしたほうが経済的であると考えられたと思われる。

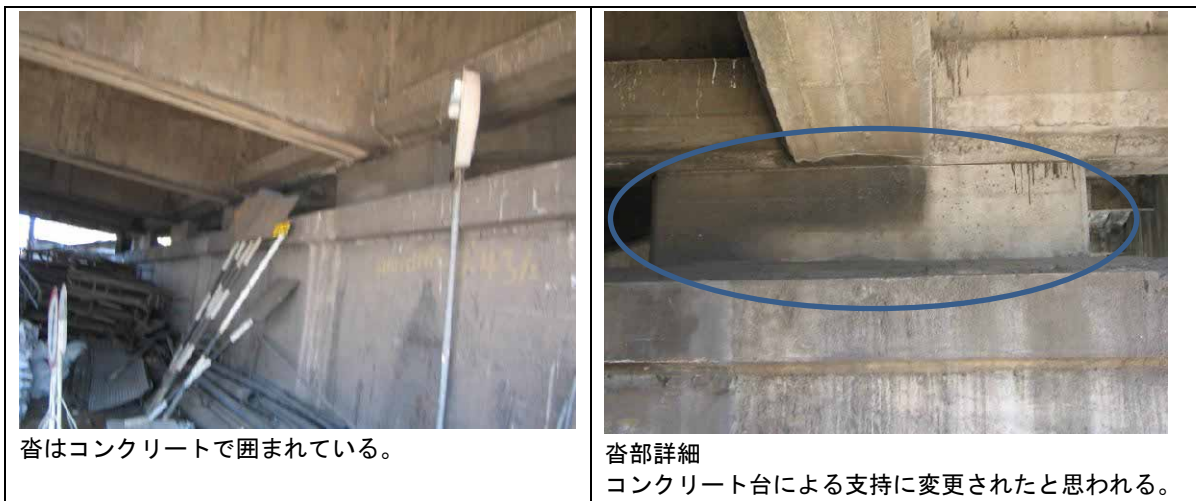


図 2.4.5 沓の損傷

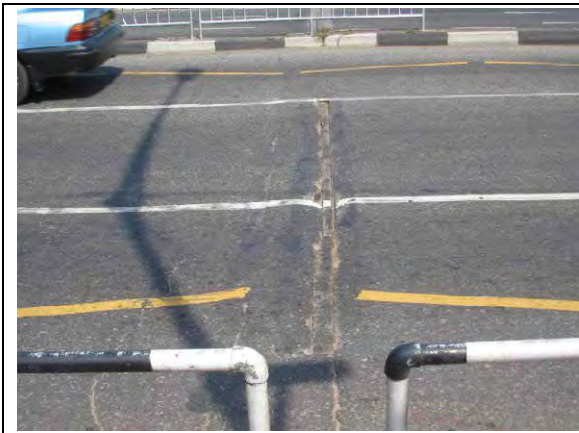
(5) 伸縮継手

新ケラニ橋の伸縮継手は全橋で 8 箇所ある。(A1, A2 橋台各 1 箇所及びゲルバー部 6 箇所)

伸縮継手の構造は非常に単純な構造である。アングル鋼の伸縮部と二つのアングル鋼の下にある防水ゴムの構造である。推定伸縮量は 20mm 程度である。

ほとんどすべての伸縮継手はアスファルト舗装で覆われている。

上記に述べたように移動量が少ないので十分に機能している。しかしながら伸縮継手上的のアスファルトには亀裂が見られる。、防水装置（ゴムシール）はほとんど壊れているので伸縮継手が残っているところではそこから排水が流れだし桁を汚す結果となっている。



A1 上流側伸縮継手
Joint はアスファルトで覆われている。



A1 下流側伸縮継手
かなり原型を保っている。



A1 から 2 番目のジョイント、上流側
ジョイント部上にクラックはあるが正常に機能している。



同、下流側
若干のクラックあるが正常



A1 から 3 番目のジョイント、上流側
クラックはないが表面に不陸あり



同、下流側
伸縮継手は原型を保っている。

図 2.4.6 伸縮継手の損傷 (1/3)



図 2. 4. 6 伸縮継手の損傷 (2/3)

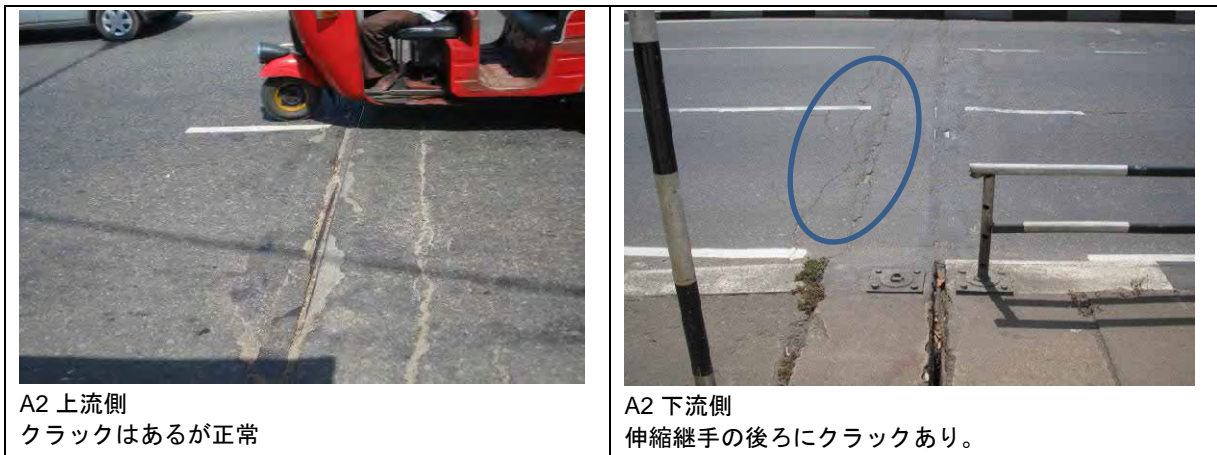


図 2.4.6 伸縮継手の損傷 (3/3)

(6) 道路、舗装の損傷

取り付け道路の盛土部斜面は十分に植栽がされており斜面のエロージョンは見受けられない。また、地盤の圧密沈下も 59 年の経年中に終了しているため舗装面の不陸はほとんどない。

アスファルト舗装表面も概ねスムーズである。大きなポットホールや舗装のクラックもほとんどないが伸縮継手の前後で不陸、クラックが見受けられる。

橋梁付近以外のアプローチ道路に関しては

1) ベースライン道路

重大なクラックやポットホールは見当たらない、またいくつかのクラックは修理済みである。舗装表面はスムーズで状態は良い。

2) Weragoda ラウンダバウトの西側の道路 (New Kelani Bridge road)

伸縮継手の周囲にクラック、舗装表面にポットホールなどの小さな損傷のみである。

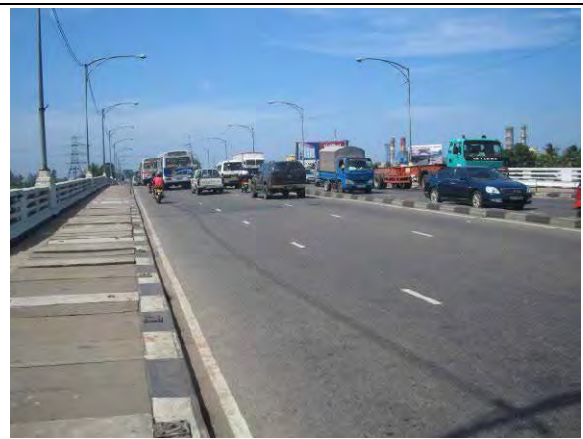
3) Orugodawatta インターチェンジ付近 (Trace road, Avissawella Road)

Stace Road : 重量トラックの通行が多く表面は非常に傷んでおりまた不陸が多い。地下埋設物工事後の舗装状況も悪い。この道路は下層路盤からの補修が必要である。

Avissawella road : 状態は非常に良い。



盛土部斜面
コロンボ、上流側



橋面舗装状態
全般的に良好である。



伸縮継手付近のクラック



P8-P9 スパン下流側
アスファルト厚が少なく床版 コンクリートが露出し
ている。

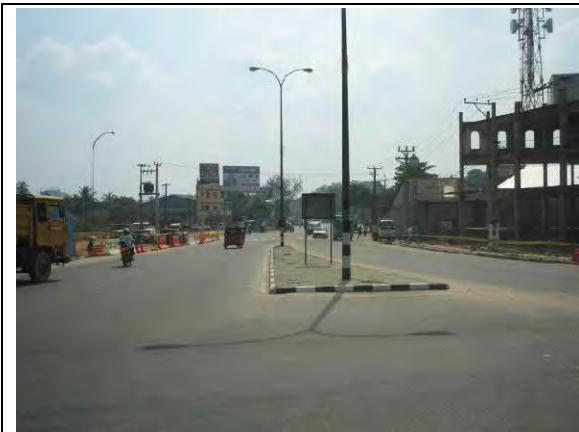


Orugodawatta 近くの Base Line road
アスファルトクラックの修理跡有り



Orugodawatta 交差点付近
舗装状況良好

図 2.4.7 道路と舗装の損傷 (1/2)



A2yori キャンデー道路方面
アスファルト状況良い。



Waragoda 交差点付近
左側レーンは Base Line road クラックなし。



New Kelani Bridge road
ポットホール、クラックはなくスムーズな表面



Stace road, たくさんのクラック不陸がある。修理が必要。



Avisawella road
良好な舗装状態



Avisawella road, フライオーバー終点付近
Good condition

図 2.4.7 道路と舗装の損傷 (2/2)

(7) 橋梁その他付属物

1) 高欄（コンクリート製）

ほぼ完全な形で残っているが A2 上流側近くで車の衝突が原因とみられる損傷がある。

2) 歩道

歩道はコンクリートパネルを並べた形式のものであるが上記高欄破損部分で歩道パネルの表面不揃いが目立つ。

3) 歩車道境界ガードレール

数箇所破損紛失箇所有り

4) 橋面照明

損傷部分は見受けられない。

上記その他付属物の損傷は軽微または修復簡単で交通安全、歩行者保護の観点からも RDA 道路維持部門での早急な補修が望ましい。



図 2.4.8 その他橋梁付属物の損傷

(8) その他橋梁の状態

New Kelani 橋の下流約 1km にフレンドシップ橋がある。この橋はプレストレストコンクリート橋であり、押し出し工法で建設された。完成は 1994 年及び 2000 年である（2 期に分かれて施工された）。建設されてまだ年数が経っていないこともありコンクリートの状態は非常に良好で舗装も損傷はない。



図 2.4.9 その他橋梁の状況

2.4.4 結論と提案

(1) 結論

結論として P3-P4 スパンの修理必要箇所を除き新ケラニ橋の健全度及び耐久性は充分であり新橋建設事業において既設橋の早期架け替えを考慮しなくて良いことを確認できる。

新ケラニ橋の現況調査結論と提案を下記に述べる。

- コンクリート強度は上、下部とも所定以上の強度を有している。経年による強度低下は少ない。
- 塩害、アルカリ骨材反応などの内部からの劣化は生じていない。
- サビによる鉄筋の露出、コンクリートの浮きは無い。
- 車輪荷重、下部工の沈下、乾燥収縮など応力、荷重によるコンクリートのクラックは見当たらない。
- 橋梁沓の損傷は見当たらない。

- 伸縮継手はめくら目地に改造されており機能は損なわれていない。
- アスファルト舗装は部分的にクラック、不陸はあるがマイナーの修理で十分である。
Trace road に関する限り下層路盤からの修理が望まれる。
- 高欄、歩道部プレキャスト版、歩車道境界ガードレールは部分的な修理が必要であるが歩行者の安全上現地実施機関の修理が望ましい。
- P3-P4 スパンの桁の損傷については早急な修理が必要（特に下流）と考察する。
この桁は車輪荷重を支えていないが全ての主鉄筋が脱落している。もし重量車両が再度当たると桁全体が崩壊する危険性が高い。
円借款の範囲に入れるかどうかは両国の協議の結果によるが修理費用は多額でなく、また緊急性の見地から現地実施機関が行う方が得策と考える。

(2) 提案

1) P3-P4 破損部修理方法の提案

JICA 調査チームとして図 2.4.10 に示す鋼板接着工法を提案する。鋼板は型枠の一部として働きました、将来もし万が一トラックが桁に衝突した場合の防護板としても働く。

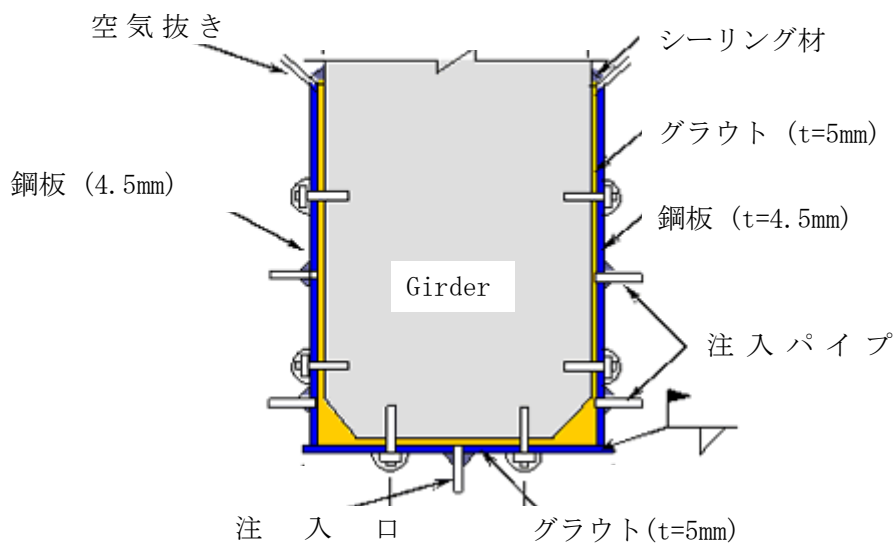


図 2.4.10 鋼板接着工法の詳細

2) 高さ制限ガードレールの設置

上記の修理の他に同様の破壊から桁を守るため橋梁上流、下流側に高さ制限ガードレールを設置する必要がある。



図 2.4.11 高さ制限ガードレールの例

2.5 プロジェクト周辺地域の状況

2.5.1 気象状況

「ス」国は高温多湿な熱帯性気候に属し、雨季と乾季がはっきりと分かれている。特色として、年 2 回、季節風である南西モンスーンと北東モンスーンの影響を受けるため、季節に応じて降雨量が大きく変化する。調査対象地域は、南西モンスーンの影響を受けて 5 月～10 月にかけて雨季となり、特に 5 月～6 月および 10 月に降雨が集中する。また、北東モンスーンの影響を受ける 11 月～3 月では 11 月が雨季並に雨量が多いものの、12 月以降ははっきりと雨量は減少する。また、図 2.5.1 に示すとおり、近年の雨季期間の総雨量に大きな変動はないことが確認された。一方で、気象観測所データから調査対象地域の月別最大風速は年間を通して 10m/s を超える期間が大半であることも確認している。設計・施工・維持管理の各段階において、これらの自然条件を配慮した計画とする必要がある。

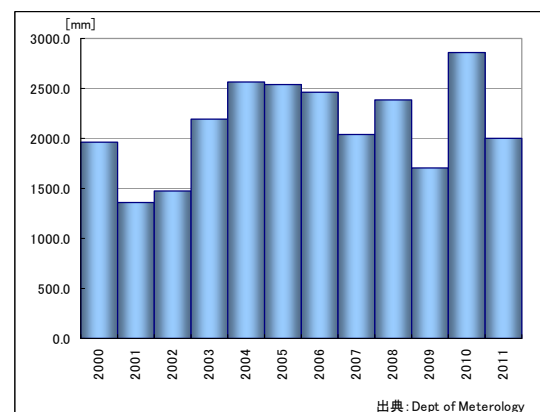
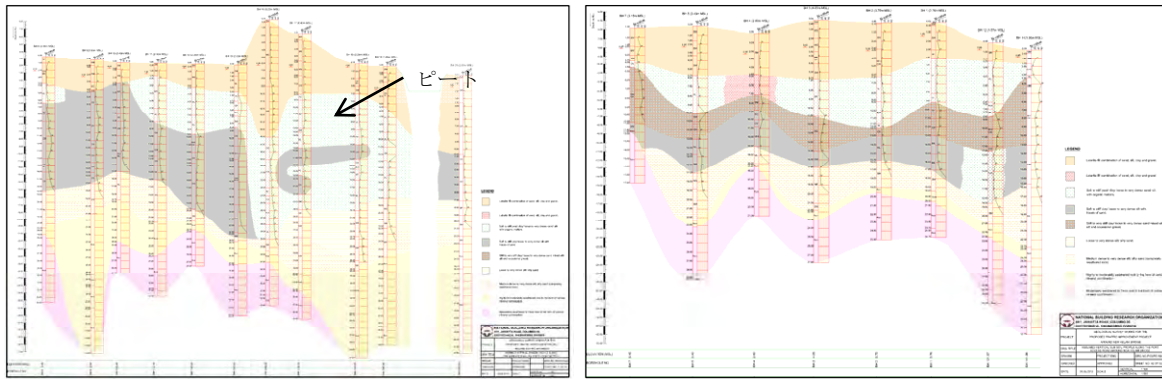


図 2.5.1 雨季における降雨量

2.5.2 地形および地質

対象地域である新ケラニ橋周辺の地形は、標高が低く平坦であるため過去より幾度となく洪水による影響を受けている。また、対象地域付近の地質はケラニ河の堆積物より形成されており、上層はPEAT（泥炭）で覆われている。本調査で実施した地質調査結果（図 2.5.2 参照）によると、上層よりPEAT層が存在し、その下層に沖積粘土層および有機質粘土層が存在している。このため、土工部および橋梁アプローチ部においては軟弱地盤対策を考慮する必要がある。



出典：JICA 調査団

図 2.5.2 地質状況

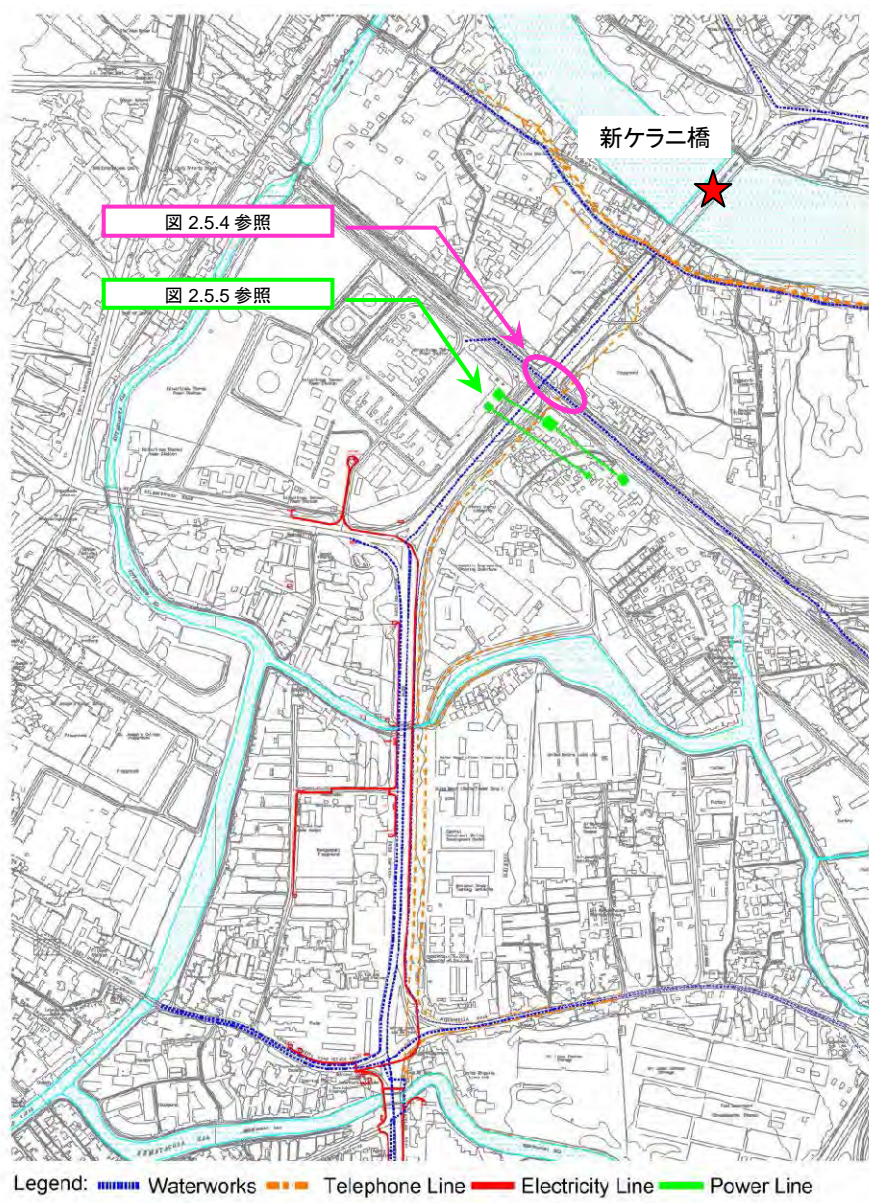
地質状況については、“5.2.1 地質状況”で詳しく述べる。

2.5.3 公共施設

プロジェクト周辺地域の公共施設（電気、水道、ガス等）を図 2.5.3～図 2.5.5 に示す。

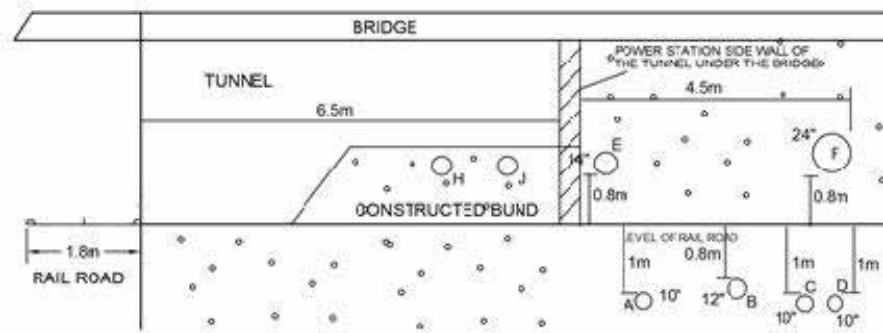
新規橋梁及び道路（以下、プロジェクト道路）は、図 2.5.5 に示す高圧線（132 kV、220 kV）および鉄塔の移設を必要とする。これら高圧線は、発電所に直接接続されており、コロンボ市内に広く電気を供給するためのものである。

これら高圧線および鉄塔の移設については、建設開始前までに完了することが、管轄機関である「Ceylon Electricity Board (CEB)」と合意済みである。



出典：JICA 調査団

図 2.5.3 周辺地域の公共施設



NOTES
THE ABOVE DRAWING IS THE CROSS SECTIONAL VIEW WHEN LOOKING FROM HARBOUR SIDE TOWARDS THE BRIDGE

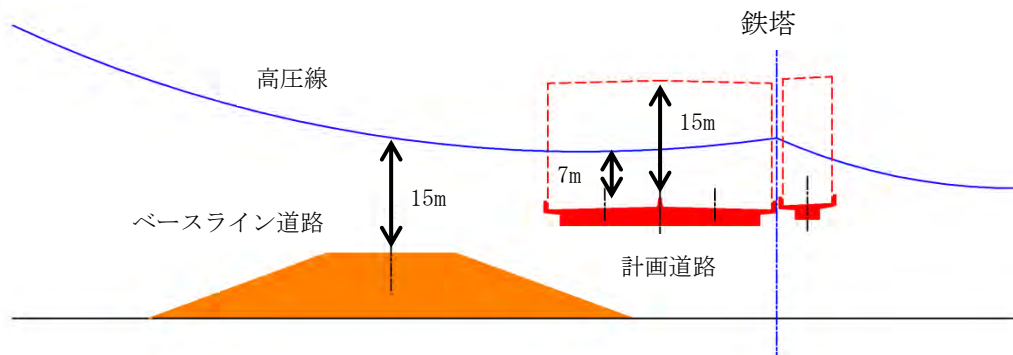
- A: DIESELLINE
- B: WHITE OIL LINE
- C: ABANDONED LINE
- D: ABANDONED LINE
- E: FUEL OIL LINE
- F: CRUDE OIL LINE
- H AND J: PIPELINES LAIED WITHIN THE CONSTRUCTED BUND IN SIDE THE TUNNEL UNDER THE BRIDGE TO BYPASS THE LEAKING PIPELINE SECTIONS

IT ASSUMES THAT ELEVATIONS OF ALL THE PIPELINES AND RAIL ROAD WITHIN THE TUNNEL ARE SAME THE ELEVATION AT OUTSIDE OF THE TUNNEL

☒ EARTH FILLED AREAS

出典：Ceylon Petroleum Storage Terminals Limited

図 2.5.4 パイプライン詳細図



出典：Ceylon Electricity Board (CEB)

図 2.5.5 高圧線、鉄塔断面図

また、RAP 調査により、表 2.5.1 に示す公共施設が、プロジェクトの影響を受けると特定された。

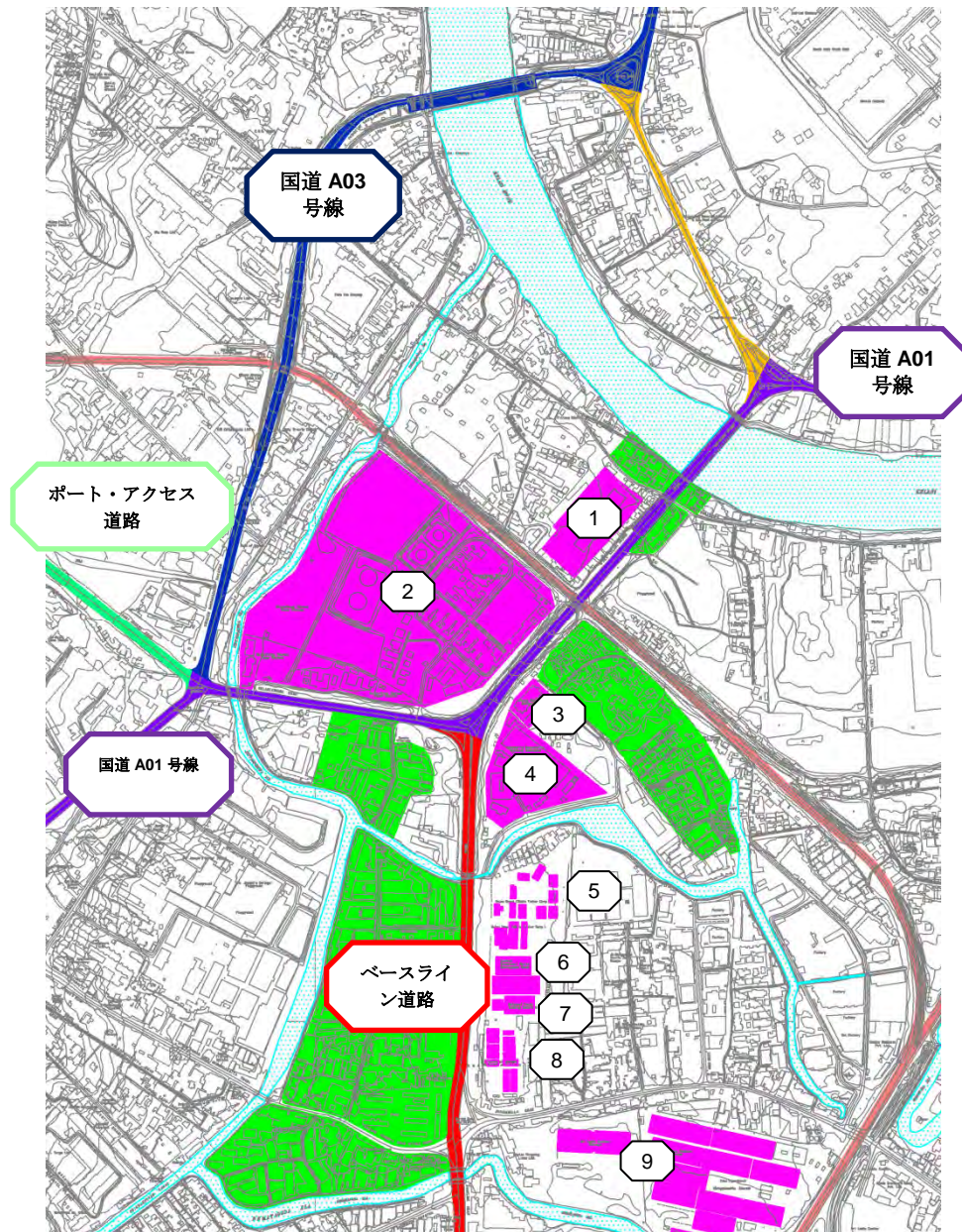
表 2.5.1 影響を受ける公共施設

DS Division	G.N. Division	公共施設								
		電柱	送電	街灯	マンホール (電話)	看板	標識	マンホール (水道)	マンホール	電話ケーブルボックス
Colombo	Bloemendhal	3	0	10	0	2	0	0	3	2
	Nawagampura	11	5	30	13	29	4	7	9	4
	Grandpass	5	0	5	7	2	4	0	10	1
Kolonnawa	Orugodawatta	3	2	1	1	0	0	0	0	0
	Sedawatta	9	7	16	0	0	0	0	0	0
	Wadullawatta	10	22	64	4	13	10	2	4	0
Kelaniya	Peliyagoda Gangabada east	3	4	6	1	2	4	0	0	0
Total		44	40	132	26	48	22	9	26	7

出典：JICA 調査団

2.5.4 土地利用状況

調査対象地域の主要な施設および地域を図 2.5.6 に示す。図中、Kelanitissa Thermal Power Station、Atomic Energy Authority、および Automobile Engineering Training Institute が、プロジェクトの影響を受ける。このうち、Atomic Energy Authority および Automobile Engineering Training Institute については、移転が可能となる見込みだが、Kelanitissa Thermal Power Station については、移転は不可能である。よって、少なくとも、Kelanitissa Thermal Power Station の建物については、線形の調整等を行い、影響を与えないようにする必要がある。



施設名

1	Factory	6	Central Vocational Skills Development Centre
2	Kelanitissa Thermal Power Station	7	National Trade Testing Institute
3	Atomic Energy Authority	8	Vocational Training Authority of Sri Lanka
4	Automobile Engineering Training Institute	9	Sri Lanka Customs Storage
5	Sales Depot (State Timber Corp.)		

居住地域

出典：JICA 調査団

図 2.5.6 土地利用状況図

2.6 対象地域における道路の現状の課題

プロジェクト対象地域における主な道路の現在の課題を以下に示す。

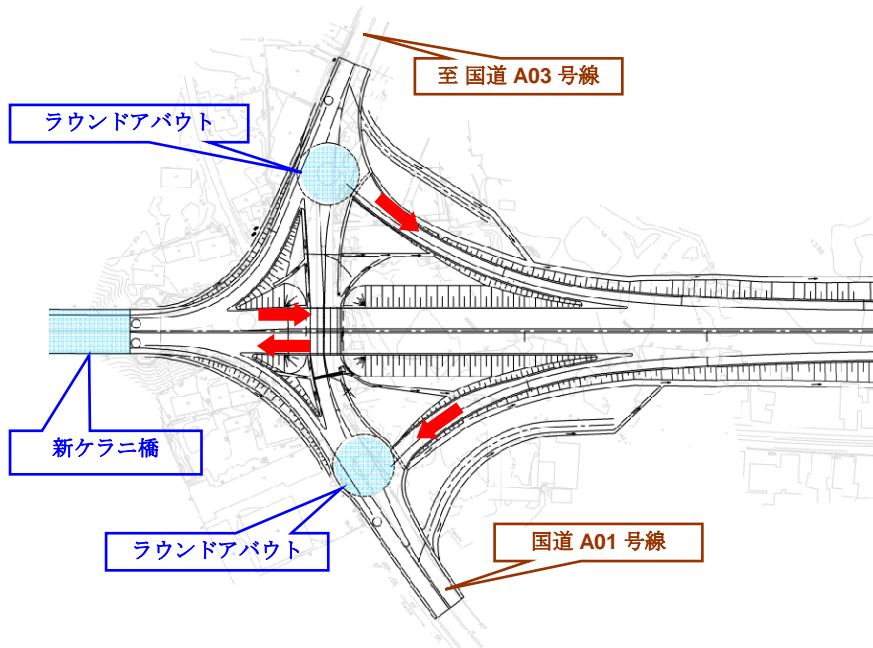
- ケラニ河にかかる 3 橋は慢性的な渋滞箇所となっており、特に朝夕のピーク時間帯は交通集中により大渋滞となっている。（図 2.6.1 参照）



出典：JICA 調査団

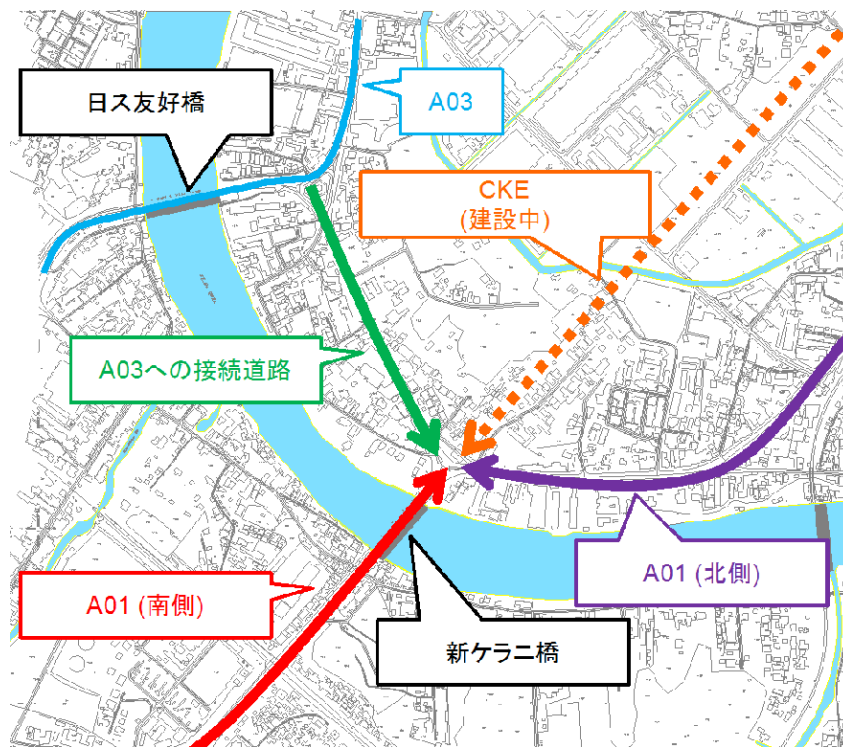
図 2.6.1 ケラニ河に架かる 3 橋

- コロンボーカトナヤケ高速道路（CKE）の開通（2013 年予定）、大コロombo圏外環状道路（OCH）の開通（2015 年予定）、また既存コロombo港の拡張計画等により、今後、新ケラニ橋の交通量は益々増大し、近い将来コロomboにおける交通の重大なボトルネックとなることが予想される。
- CKE は新ケラニ橋に接続され、ランプも近接する 2 つのラウンドアバウトに接続される（図 2.6.2 参照）。CKE、国道 A01 号線（北側）、国道 A03 号線への接続道路、および国道 A01 号線（南側）が新ケラニ橋周辺に集中することから、当該箇所の更なる交通渋滞が予想される（図 2.6.3 参照）。



出典：CKE 建設プロジェクト

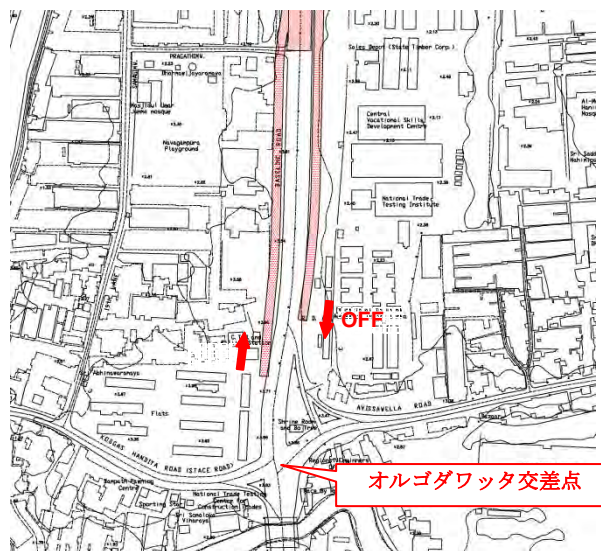
図 2.6.2 CKE 終点付近



出典：JICA 調査団

図 2.6.3 新ケラニ橋周辺における交通の集中

- 2012 年に行われた交通量調査（RDA 実施）によると、ベースライン道路の交通量（オルゴダワッタ交差点付近）は 95,801 台／日（89,833 pcu/day）であり、これは現在のベースライン道路（6 車線）の交通容量を上回る数値となっている。
- プロジェクト道路は図 2.6.4 に示すようにオルゴダワッタ交差点付近にランプで接続する計画となっている。これにより、現状で交通容量が不足している当該箇所に、多くの交通が集中することになる。



出典：JICA 調査団

図 2.6.4 ベースライン道路とのランプ接続

2.7 プロジェクトの目的

当該プロジェクトの目的は、現在交通渋滞が著しい新ケラニ橋周辺において、第 2 新ケラニ橋およびアプローチ道路の建設を行うことにより、当該地域の交通容量を増加させ、渋滞を解消させることである。

他方、現在 JICA の開発調査として「コロombo都市交通調査プロジェクト（CoMTrans）」が運輸省（Ministry of Transport : MOT）をカウンターパート機関として実施されている。当該プロジェクトでは、コロombo都市圏における、道路、鉄道、公共交通を含む将来交通ネットワーク計画が提案される予定である。さらに、コロombo都市圏における道路ネットワークの一部として都市幹線道路ネットワークが示される予定である。

プロジェクト道路の線形またはインターチェンジ形式選定等は、上記、都市幹線道路への将来の接続を考慮して決定される。

また、本プロジェクトにおいては、プロジェクト道路の建設による、オルゴダワッタ交差点付近の交通渋滞の悪化を避けるために、プロジェクト道路の建設に加えて、オルゴダワッタ交差点の改良も行う。

3. 交通需要予測

3.1 概要

本調査では、同地域でこれまでに計測された観測交通量と本調査で 2013 年に実施した最新の観測交通量をもとにして、旅客および貨物に分けて線形回帰モデルを構築し、将来の社会経済フレームを用いてプロジェクト道路の将来交通需要を予測した。

現在、JICA の支援によりコロンボ都市交通調査プロジェクト (CoMTrans) が進んでおり、西部州全域の家庭訪問調査を実施しパーソントリップをもとにした広域の交通需要予測モデルを構築中である。この調査が完了し、交通モデルが構築された後には、このモデルにより、既存の道路のみならず、公共交通の導入や広域レベルでの道路交通ネットワークの拡充を含む予測が可能となる。

CoMTrans のスケジュールは準備調査のスケジュールとはことなることから、後日、CoMTrans モデルによる交通需要予測の結果を精査することが可能である。なお、2013 年 7 月時点における CoMTrans の進捗をみると、本調査による交通需要予測の結果は、CoMTrans の結果の方向性と概ね一致しており許容な範囲内であることを確認している。

3.2 交通需要予測の方法

3.2.1 予測に用いた観測交通量

線形回帰モデルに用いた観測交通量のデータセットは、以下のとおりである。

過去の RDA による断面交通量調査： 2006, 2010, 2012 年

今回の調査： 2013 年

新ケラニ橋と Japan Friendship 橋を横断する地点の車種別の交通量を収集し、予測モデルの対象とした。

予測の対象とする車種は、各時点の交通量調査で実施されている車種構成をもとに、6 車種とした（①バイク、②三輪車、③乗用車類、④バス、⑤貨物類、⑥トレーラ）。

平均乗車人員数は、CoMTrans の観測結果の平均値を用いた。また、PCU 換算係数は、RDA Geo Design Standards (1998)の値を用いた。

表 3.2.1 は、RDA で収集された交通量データ及び 2013 年に JICA 調査団が実施した調査結果を示している。

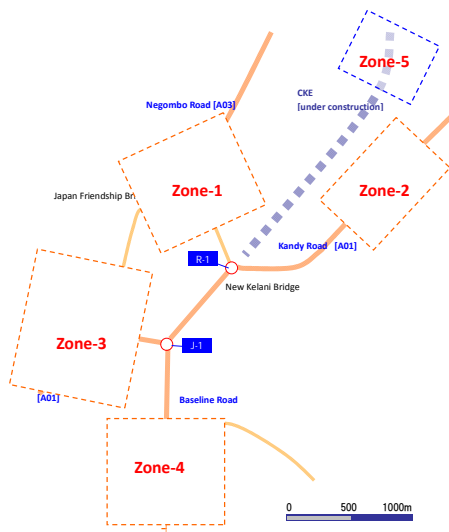
表 3.2.1 交通量

車種	本プロジェクト	MB	Three Wheeler	Car + Van + Pickup	Medium + Large Truck	Container Trailer	Minibus + Large Bus	合計 (台)	合計 (PCU)
	RDA	MCL	TWL	CAR + VAN	LGV+R2+HG	AG3+AG4+AG5+AG6	MBU+LBU		
	2011	バイク	3 輪車	乗用車類	貨物類	トレーラ	バス		
日交通量 (断面交通量)									
新ケラニ橋 A01, Kandy Road	2006	13,753	8,656	36,182	9,270	362	6,179	74,402	77,695
	2010	22,233	17,700	34,104	9,137	1,406	5,905	90,485	90,576
	2012	18,732	17,012	31,270	9,417	1,313	5,983	83,727	85,678
	2013	23,052	18,245	36,608	8,776	1,759	6,307	94,747	95,407
日本友好橋 A03, Negombo Road	2006	6,978	9,198	16,761	6,354	232	2,831	42,354	44,150
	2010	11,030	10,946	15,664	5,579	969	2,869	47,057	48,173
	2012	11,389	15,897	16,090	5,515	1,189	3,052	53,132	53,822
	2013	11,104	12,952	14,978	4,581	1,293	2,925	47,833	48,824
A001, Kelaniya	2004	12,762	8,546	31,380	7,724	494	6,035	66,941	69,964
A003, Peliyagoda	2004	8,100	7,625	23,353	5,318	1,175	2,626	48,197	51,708

注: PCU は係数を適用 (MCL=0.5, TWL=0.8, CAR+VAN=1.0, LGV/R2/HG=1.5/1.7/2.8, AG3-6=4.0, MUB/LBU=1.6/1.8, DA Geo Design Standards (1998), Multi-lane, Flat)

出典: RDA (2006, 2010, 2012), JICA 調査団 (2013)

分析対象ネットワークにおける現況の OD 交通量は、各交差点で 2013 年 3 月と 4 月の間に調査した方向別交通量をもとに、各交差点の分岐率を設定して推計した。表に分析対象ネットワークと車種別 OD 表を示す。



出典: JICA 調査団

表 3.2.2 2013 年における OD 表 (日)

上: 台数
中: 大型車台数 (トラック, バス, トレーラ)
下: PCU

O-D	Zone-1	Zone-2	Zone-3	Zone-4	Total
Zone-1	0	4,544	2,986	15,307	22,837
	(0)	(691)	(1,089)	(2,684)	(4,464)
	0	4,471	4,043	15,397	23,911
Zone-2	6,535	0	5,191	23,416	35,142
	(1,565)	(0)	(2,051)	(3,645)	(7,261)
	7,875	0	6,898	22,757	37,530
Zone-3	2,716	6,692	0	4,765	14,173
	(919)	(1,926)	(0)	(2,280)	(5,125)
	3,508	7,373	0	8,151	19,031
Zone-4	10,691	25,722	4,321	0	40,734
	(2,090)	(3,531)	(988)	(0)	(6,609)
	11,551	24,128	5,118	0	40,796
Total	19,942	36,958	12,948	43,488	112,886
	(4,574)	(6,148)	(4,128)	(8,609)	(23,459)
	22,933	35,972	16,059	46,305	121,269

出典: JICA 調査団

3.2.2 将来フレームの設定

将来の交通量フレームに用いた社会経済指標は、人口はプロジェクト道路に関係する2つの県とし、また、GDPはコロンボ都市圏が国の経済活動の大半を占めていることから、GDPの国の値を代表として用いた。

将来の人口については、CoMTransで検討した将来フレーム値（コーホート分析により推計）を採用した。

GDPの成長率は、2017年まではIMFとスリランカ中央銀行の予測値を参考とし（年平均増加率AAGR=6.5%）、2018年以降は調査団により設定した（2017～2020年はAAGR=5.5%、2020～2035年はAAGR=4.0%）¹。

以下に、参考となる過去の統計データと2035年時のフレーム値を示す。

表 3.2.3 人口、GDP 及び将来値

GDP/人口	単位	2001	2012	2013	2035 将来値
GDP (base year = 2002)	(百万スリランカルピー)	1,743	3,050	3,255	8,854
人口: コロンボ県	(百万)	2.251	2,310	2.326	2.979
人口ガンパハ地区	(百万)	2.064	2.294	2.322	3.178
人口: 西部州	(百万)	5.381	5.822	5.883	7.940

出典: RDA (2006, 2010, 2012), JICA 調査団

3.2.3 旅客/貨物の予測モデル

観測交通量と社会経済指標をもとに、将来の対象地域の旅客交通量と貨物交通量を説明する線型モデルを作成した。

- 旅客モデル: 新ケラニ橋と日本友好橋を渡る総乗客数（バイク、三輪車、乗用車類、バス）を被説明変数とし、県人口（コロンボ及びガンパハ）を説明変数とした回帰モデルを作成した ($Y = 0.154086 \times \text{Person} - 157,171$ ($R^2=0.81$))²。
- 貨物モデル: 新ケラニ橋と日本友好橋を通過する貨物類のPCU台数を被説明変数として、GDPを説明変数とした回帰モデルを作成した ($Y = 5.29 \times \text{GDP} + 18,832$ ($R^2=0.80$))³。

3.2.4 将来の交通需要（伸び率）

3.2.3で記した旅客/貨物モデルを元に、将来の社会経済フレームを適用すると、2035年時点の交通需要（2013年比）は、以下と推定された。

¹ IMFは、World Economic Outlook Databaseにて、年平均増加率を、7.763（2010年）、8.257（2011年）と評価し、約6.50～6.75（2012～2015年）と予測している。一方でスリランカ中央銀行では、年平均増加率を6.5（2012年）、7.50（2013年）、8.0（2014年）および8.3（2015年）としている。したがって、調査団は、この中間値である6.50に近い将来の伸び率とし、最終的に4.0まで下がり経済活動が落ち着くと仮定した。

² 詳細はAnnexに記載

³ 詳細はAnnexに記載

旅客交通（乗客数をベース）：40%増（1.40 倍）

貨物交通（PCU ベース）：85%増（1.85 倍）

旅客交通については、CoMTrans の暫定的な分析の結果では、新ケラニ橋と日本友好橋含む CMC 境界を通過する旅客数の増加は、2035 年時点で 2013 年の約 2 倍になると見込まれている。このうち、鉄道の近代化や新交通システムの導入による転換、また、広域の道路ネットワークの整備により、2035 年までに増加する 100%のうち、約 60%がそれらに分担されると想定した。特に、新交通システムのターミナル駅の整備によるキャンディ道路から都心部への公共交通による移動ルートの確保や、BRT などによる輸送効率の向上も検討しており、これらの需要予測値は概ね妥当であると判断できる。

貨物交通は、スリランカ全土での一人当たりの GDP が約 2.11 倍となる中、約 1.85 倍の貨物交通量が発生すると想定しており、概ね妥当な範囲にあると判断した。

3.2.5 車種別交通量の算定

2035 年における旅客/貨物の交通需要に対して、車種別交通量を以下のように設定した。

- 旅客交通については、乗用車類、バイク、三輪車への各車種への台数を、以下の手順にて実施した。
- 増加分の旅客需要は、自動車とバスで増えとし、バイクと三輪車の台数は現状を維持すると仮定した。貨物交通については、現状と同じ車種構成比率で将来も増加するとした。

3.2.6 CKE からの交通量の取り扱い

CKE の供用後の交通量については、CKE の FS 検討時に 2032 年のピーク時交通量（都市内流入報告：2,556 台/時（うち大型車 593 台/時））が推計されている。交通ネットワークの観点からは、CKE の同区間を走行する交通は、①A01（Kandy Road）からの転換、②A03（Negombo Road）からの転換、および③CKE および Kandy Expressway の整備による開発交通量からなるものと考えられる。本調査では、以下の交通が、前述した将来交通量の A01、A03 を走行する車両から CKE に転換するものと想定し、残り分を CKE の供用による開発交通量と考えた。

- A01 を走行する乗用車類、貨物車両、およびトレーラは、CKE 無料区間とつながっているプロジェクト道路のルートを通るとした。また、キャンディ方向からのバスのうち、約半数のバスがプロジェクト道路を利用するとした（参考として、CoMTrans 調査にて把握したバスのルート別運行本数調査では、A01 と B104 のルートの運行本数比は 7:3 であった）。また、プロジェクト道路における Kelanitissa Interchange (J-1)での分岐率は、同様の運行本数のデータをもとに、ポートアクセス方向に 76%、ベースライン方向に 24%とした。
- A03 を走行する交通のうち、Base Line を南進する交通に関しては、CKE を通るルートへ転換するとした。
- CKE およびプロジェクト道路を通るルートには、バイク、三輪車は通行しないとした。

- 開発交通量分の OD 交通量は、その路線が主な行き先と考えられる A01 道路を発集ゾーンとする OD 分布に従うとした。

3.2.7 将来の交通需要

以上の計算過程を経て、将来の交通需要（2035 年）を以下と算定した。また、供用開始年次である 2020 年、2022 年の交通量は 2035 年の予測値をもとに算出した。

表 3.2.4 断面交通量の推計値

単位：台/日(大型車)

Year/project with and without		New Kelani Bridge 【Existing】	New Bridge 【Elevated】	To Port Access		Base Line
				【Existing】	【Elevated】	
Current condition (2013)		92,700 (17,900)	N/A	27,100 (9,300)	N/A	86,400 (15,300)
2020 (start of operation)	With	67,000 (12,000)	51,600 (12,100)	34,100 (13,200)	10,200 (5,400)	107,200 (18,400)
	Without	118,600 (24,100)	N/A	44,300 (18,600)	N/A	107,200 (18,400)
2022 (two years after the operation)	With	67,900 (12,000)	58,100 (13,800)	35,800 (14,200)	11,800 (6,300)	113,400 (19,500)
	Without	126,000 (25,900)	N/A	47,600 (20,500)	N/A	113,400 (19,500)
2025	With	71,900 (13,100)	37,900 (16,100)	39,700 (16,200)	14,000 (7,800)	124,900 (21,400)
	Without	140,000 (29,200)	N/A	53,700 (24,000)	N/A	124,900 (21,400)
2030	With	73,500 (13,200)	83,500 (20,000)	43,700 (18,400)	17,600 (10,000)	139,300 (23,900)
	Without	157,000 (33,200)	N/A	61,300 (28,400)	N/A	139,300 (23,900)
2035	With	73,700 (12,900)	100,500 (24,400)	47,300 (20,500)	21,600 (12,300)	153,700 (26,300)
	Without	174,200 (37,300)	N/A	68,900 (32,800)	N/A	153,700 (26,300)

出典：JICA 調査団

プロジェクト道路（新橋・高架部分）がなかった場合は、現在の新ケラニ橋への交通需要（台数ベース）は、2013 年と比較して、2020 年時点は 1.28 倍、2035 年時点は 1.88 倍と、負荷が増大する（プロジェクト道路が整備された場合は、それぞれ 0.72 倍、0.79 倍程度に減少する）。

3.3 プロジェクト道路区間の必要車線数

プロジェクト対象区間の必要車線数を検討するために、前述の予測値をもとに、計画年次である 2035 年の PCU 換算値（ピーク時片側）を算出した。

表 3.3.1 2035 年におけるピーク時の PCU 将来値

PCU 台/日 (大型車)

	新ケラニ橋 【現況橋】	新橋 【高架】	ポートアクセス		ベースライン	
			【現況】	【高架】	On/Off	交差点流入
2035	42,240 [3,800]	54,960 [4,950] 片側 3 車線	35,880 [3,230]	16,850 [1,520] 片側 2 車線	38,410 [3,460] 片側 2 車線	83,520 [7,520]

出典: JICA 調査団

プロジェクト道路の将来交通需要は、片側で約 54,960 PCU/日であり、ピーク率 (9%) を乗じると、ピーク時の本線上の交通需要は 4,950 PCU/時、ポートアクセス方向の高架部は 1,520 PCU/時、ベースラインへの On/Off 区間は 3,460 PCU/時となる。多車線道路の車線あたり容量 2,000 PCU/hr./lane と、片側 1 車線の対向運用の容量限界値が 1,400 PCU/hr./lane とすると、本線区間は片側 3 車線、ポートアクセス区間とベースラインへの on/off 区間は、片側 2 車線での運用が必要となる。

4. 概略設計と最適案の選定

4.1 設計基準

4.1.1 道路設計基準

(1) プロジェクト道路（本線およびポートアクセス道路）の幾何構造基準

プロジェクト道路は、将来の都市幹線道路への接続または拡張性を考慮して、設計されるべきである。

都市幹線道路は、都市高速道路として開発される可能性があることから、プロジェクト道路の設計は、都市高速道路設計基準に基づいて行われる。

現在、「ス」国においては都市高速道路の設計基準が存在しないため、日本の首都高速道路基準を用いて設計を行う。

首都高速道路基準に応じて、プロジェクト道路本線の設計速度は 60 km/h とする。都市高速道路の幾何構造基準を表 4.1.1 に示す。

表 4.1.1 都市高速道路の幾何構造基準

項目	基準			採用値	摘要
	望ましい値	基準値	特例値		
設計速度		60 km/h		60 km/h	
最小平面曲線半径 (m)	200	150	120	300	
最小平面曲線長 (m)		700/φ	100	110	
最小緩和曲線長 (m)		50		51	
緩和区間を省略できる 最小平面曲線半径 (m)		1000	600	1500	
型勾配を打ちきる 最小平面曲線半径 (m)		3000		-	$R=V^2/127(l+f)$ $=60^2/127(-0.025$ $+0.035)≈3000$
最大縦断勾配 (%)		4	4-5_500m	5.0_238m	
			5-6_400m		
			6-7_300m		
			7-8_200m		
最小縦断曲線長 (m)		50		60	
最小 K 値 (凸)		20	14	27	
最小 K 値 (凹)		15	10	17	
最大片勾配 (%)		10.0		6.0	RDA との協議によ り、6.0%で打切り
片勾配 (%)		6.0			R=120-410m
		5.0			R=410-530m
		4.0			R=530-710m
		3.0			R=710-1040m
		2.0			R=1040-1330m
片勾配のすりつけ率		1/125		1/126	
視距 (m)		85	75	>85	

出典：首都高速道路基準

(2) ランプの幾何構造基準

プロジェクト道路におけるランプも、本線、ポートアクセス道路同様、日本の首都高速道路基準を用いて設計を行う。

首都高速道路基準に応じて、プロジェクト道路ランプの設計速度は 40 km/h とする。ランプの幾何構造基準を表 4.1.2 に示す。

表 4.1.2 ランプの幾何構造基準

項目	基準			採用値	摘要
	望ましい値	採用値	特例値		
設計速度		40 km/h		40 km/h	
IC 区間 における 本線の幾 何構造	最小平面曲線半径 (m)	550	200	450	
	最大縦断勾配 (%)	25	5	2.1	
	最小 K 値 (凸)	50	25	69	
	最小 K 値 (凹)	30	15	83	
最小平面曲線半径 (m)		50	40	50	
最小緩和曲線パラメータ		40		52	
緩和区間を省略できる 最小平面曲線半径 (m)		500	300	300	
型勾配を打ちきる 最小平面曲線半径 (m)		1300		-	$R=V^2/127(l+f)$ $=40^2/127(-0.025$ $+0.035)\approx 1300$
最大縦断勾配 (%)		7.0	7-8_400m	7.0	
			8-9_300m		
			9-10_200m		
最小縦断曲線長 (m)		35		50	
最小 K 値 (凸)		4.5		8.1	
最小 K 値 (凹)		4.5		8.4	
最大片勾配 (%)		10.0		6.0	RDA との協議によ り、6.0%で打切り
片勾配 (%)		6.0			R=40-180m
		5.0			R=180-230m
		4.0			R=230-320m
		3.0			R=320-460m
		2.0			R=460-600m
片勾配のすりつけ率		1/100		1/100	
視距 (m)		50	40	>50	
加速車線長 (1 車線) (m)		120		120	
加速車線長 (2 車線) (m)		180		180	
減速車線長 (1 車線) (m)		90		90	
減速車線長 (2 車線) (m)		140		140	
テーパー長 (m)		60		60	
流出角		1/15-1/20		1/15	

出典：首都高速道路基準

(3) 一般道路の幾何構造基準

一般道路の一部は、プロジェクト道路の建設にあわせて改修が必要となる。

一般道路は、RDA 道路幾何構造基準を用いて設計を行う。一般道路の幾何構造基準を表 4.1.3 に示す。

表 4.1.3 一般平面道路の幾何構造基準

項目	基準										摘要
	A				B		C	D		E	
道路クラス	R0	R1	R2	R3	R2	R3	R4	R4	R5	R5	
道路タイプ											
設計速度 (km/h)	70	70	70	60	70	60	50	50	40	40	都市部における平地
横断勾配 (%)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	アスファルト舗装
車道幅員 (m)	10.5x2	7.4x2	7.4x2	3.7x2	7.4x2	3.7x2	3.1x2	3.1x2	3.5	3.5	
路肩幅員 (m)	3.0x2	3.0x2	3.0x2	3.0x2	3.0x2	3.0x2	2.4x2	2.4x2	2.4x2	2.4x2	
排水施設幅 (m)	0.9x2	1.5x2	0.9x2	0.9x2	0.9x2	0.9x2	0.9x2	0.9x2	0.9x2	0.9x2	
保護路肩 (m)		1.0x2	0.6x2		0.6x2		1.2x2	1.2x2			
視距 (m)	115	115	115	85	115	85	65	65	45	45	
最大片勾配 (%)	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	平地
最小平面曲線半径 (m)	185	185	185	130	185	130	90	90	55	55	
型勾配を打ちきる最小平面曲線半径 (m)	1105	1105	1105	810	1105	810	565	565	360	360	
最大縦断勾配 (%)	4	4	4	4	5	5	7	9	9	9	平地
最小縦断曲線長 (m)	60	60	60	50	60	50	50	50	40	40	

出典：RDA 道路幾何構造基準

(4) 標準横断

プロジェクト道路における各標準横断図を、表 4.1.4 および図 4.1.1~4.1.9 に示す。

表 4.1.4 都市高速道路、ポートアクセス道路及びランプの横断構成

対象区間	中央帯 右側路肩 (m)	車道 (m)	左側路肩 (m)	合計 (m)	備考
都市高速道路 土工部(6車線)	3.5	3.75 x 3	3.0 x 2	32.0	CKE の幅員に準拠
都市高速道路 橋梁部(6車線)	3.0	3.5 x 3	1.75 x 2	27.5	縮小路肩適用
ポートアクセス道路 橋梁部 (4車線)	3.0	3.5 x 2	1.75 x 2	20.5	縮小路肩適用
ランプ (1車線)	1.0	3.5	2.5 x 2	7.0	
ランプ (2車線)	-	3.5 x 2	0.75 x 2	8.5	縮小路肩適用
ランプ(暫定2車線)	-	3.25 x 2	0.25 x 2	7.0	全幅は1車線ランプと同様 RDA 推奨

出典：JICA 調査団

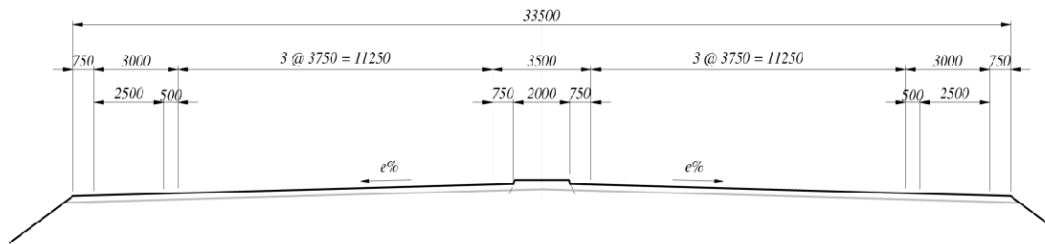


図 4.1.1 CKE 土工区間（6車線）の標準横断

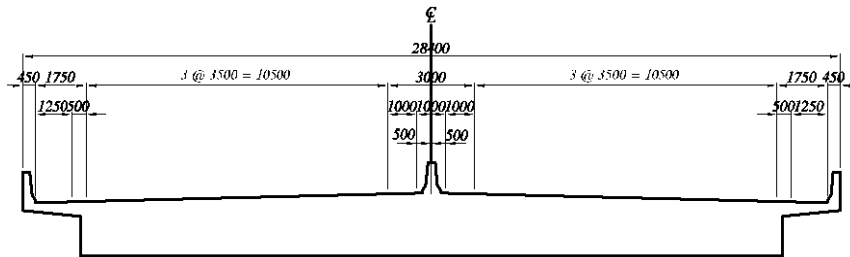


図 4.1.2 本線橋梁区間（6車線）の標準横断

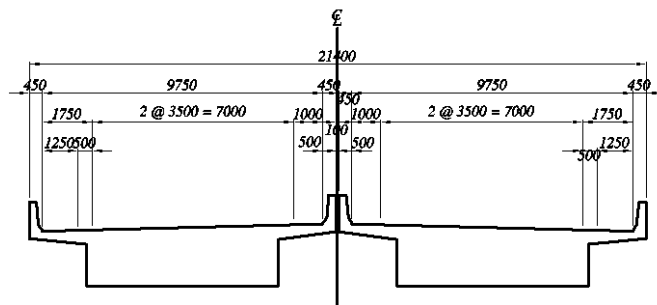


図 4.1.3 ポートアクセス道路橋梁区間（4車線）の標準横断

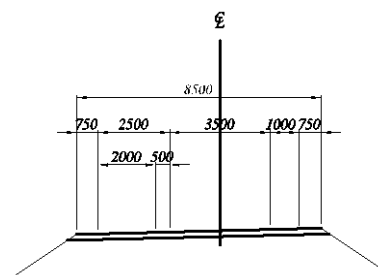


図 4.1.4 ランプ（1車線、土工区間）の標準横断

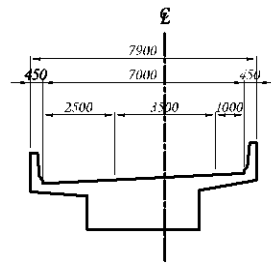


図 4.1.5 ランプ (1 車線、橋梁区間) の標準横断

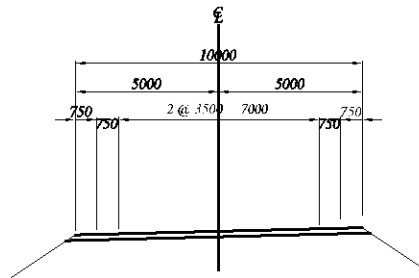


図 4.1.6 ランプ (2 車線、土工区間) の標準横断

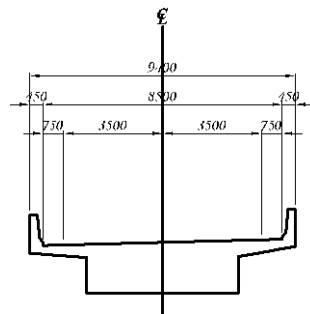


図 4.1.7 ランプ (2 車線、橋梁区間) の標準横断

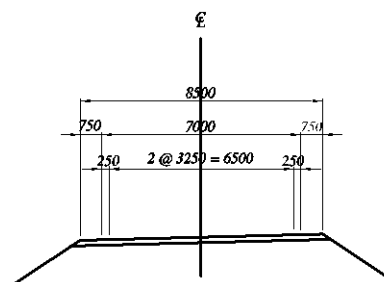


図 4.1.8 ランプ (暫定 2 車線、土工区間) の標準横断

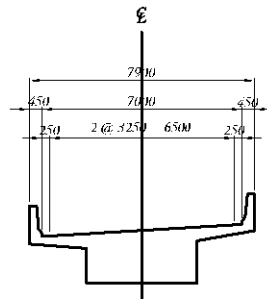


図 4.1.9 ランプ（暫定 2 車線、橋梁区間）の標準横断

4.1.2 橋梁設計基準

適用基準

Geometric Design Standards of Roads (1998)

Bridge Design Manual (1997)

British Standard BS 5400-2 (1978)

Design Standards of Structures (The Outer Circular Highway to the City of Colombo)

設計荷重

橋梁設計に必要な荷重を以下に示す。地震については、Bridge Design Manual (RDA) に従って考慮しないこととする。

死荷重／添架物荷重

土圧

活荷重

その他の活荷重

流水圧

流木などの衝突荷重

風荷重

温度

クリープおよび乾燥収縮

(1) 死荷重／添架物荷重

死荷重／添架物荷重は自重、歩道、防護柵などを含む。最初に想定された死荷重／添架物荷重は施工時に照査を行う必要がある。

(2) 土圧

橋台に作用する土圧は、主働土圧のみを考慮する。土圧係数 K_a は以下の式により算出する。

$$K_a = (1 - \sin \theta) / (1 + \sin \theta) = 0.333$$

ここに、 θ : 土の摩擦角 = 30 度

地表載荷荷重は以下を考慮する。

- HA 活荷重 : 10.0 kN/m²
- HB 活荷重 (30 倍) : 12.5 kN/m²

(3) 活荷重

BS5400-2 を適用する。

すべての橋梁は衝撃を考慮した HA 活荷重を使用して設計を行う。

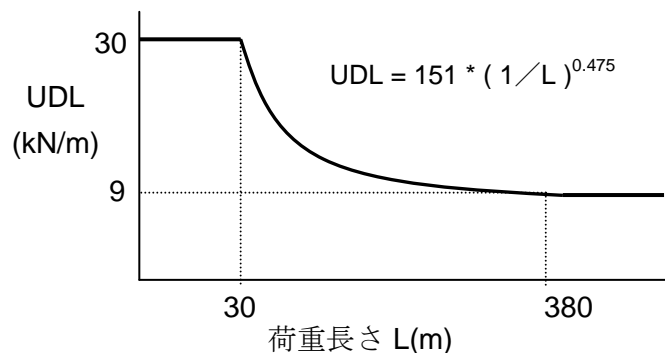
A および B クラスの道路にある橋梁は、HB 活荷重の 30 倍を考慮して設計を行う。HB 活荷重は 2 レーンを跨ぐように載荷し、過積載車両の重量および衝撃を考慮する。

HA 活荷重

等分布荷重 (UDL) (下図参照)

線荷重 (KEL) : 120 kN / レーン

集中荷重 : 100 kN

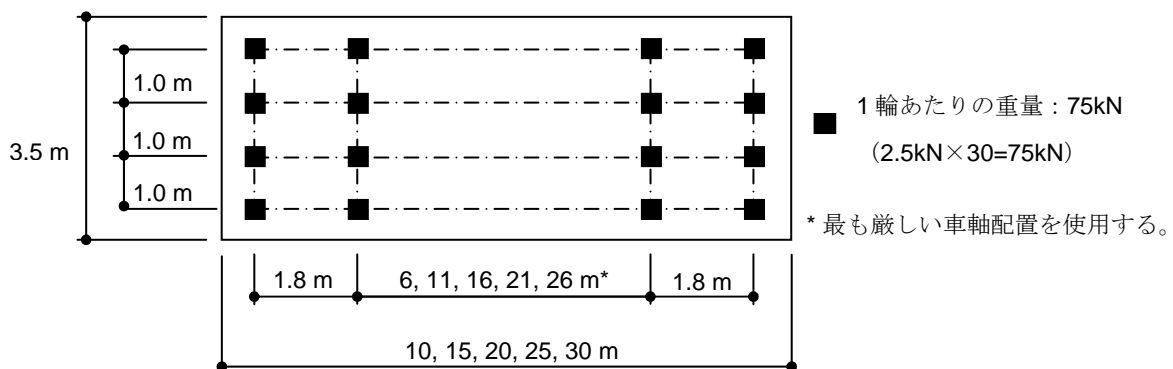


出典 : BS5400-2

図 4.1.10 等分布荷重 (UDL)

HB 活荷重

図 4.1.11 に HB 活荷重の車軸の配置を示す。HB 活荷重の 1 輪あたりの重量は 2.5kN であり、30 倍を考慮した設計を行う。(1 輪 : 2.5kN×30=75kN) このため、車両重量は 1,200kN となる。



出典 : BS5400-2

図 4.1.11 HB 活荷重

車両の長さは 10、15、20、25、30m であり、内側の車軸の間隔は 6、11、16、21、26m である。設計には最も厳しい車軸配置を使用する。

レーン

主要橋梁の車線幅は 13.25m (4 レーン)、9.75m (3 レーン) であり、主要でない橋梁の車線幅は 7m (2 レーン)、6m (2 レーン) を使用する。車線幅の計算を以下に示す。

主要橋梁

$$w = 13.25 \text{ m} / 4 \text{ レーン} = 3.3125 \text{ m}$$

$$w = 9.75 \text{ m} / 3 \text{ レーン} = 3.25 \text{ m}$$

上記以外の橋梁

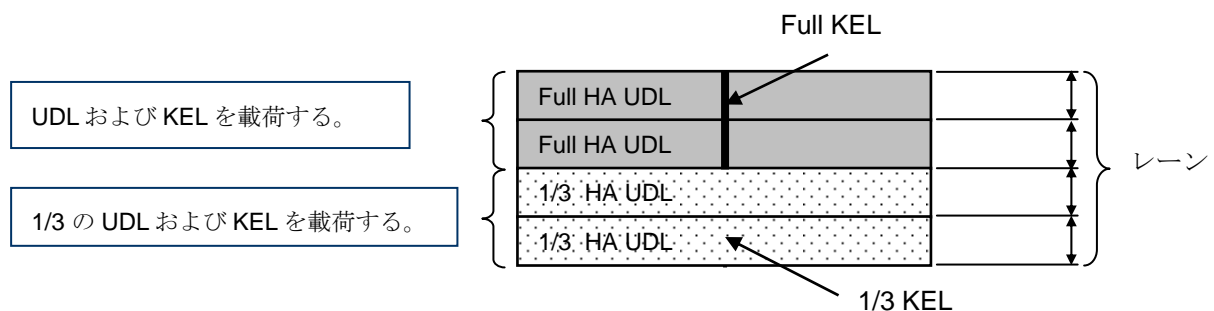
$$w = 7 \text{ m} / 2 \text{ レーン} = 3.5 \text{ m}$$

$$w = 6 \text{ m} / 2 \text{ レーン} = 3 \text{ m}$$

HA および HB 活荷重の適用

HA 活荷重のみを載荷する場合

HA の UDL 活荷重および KEL 活荷重は 2 レーンに載荷し、設計上最も不利になる位置に載荷する。残りのレーンには HA の UDL 活荷重および KEL 活荷重の 1/3 を載荷する。

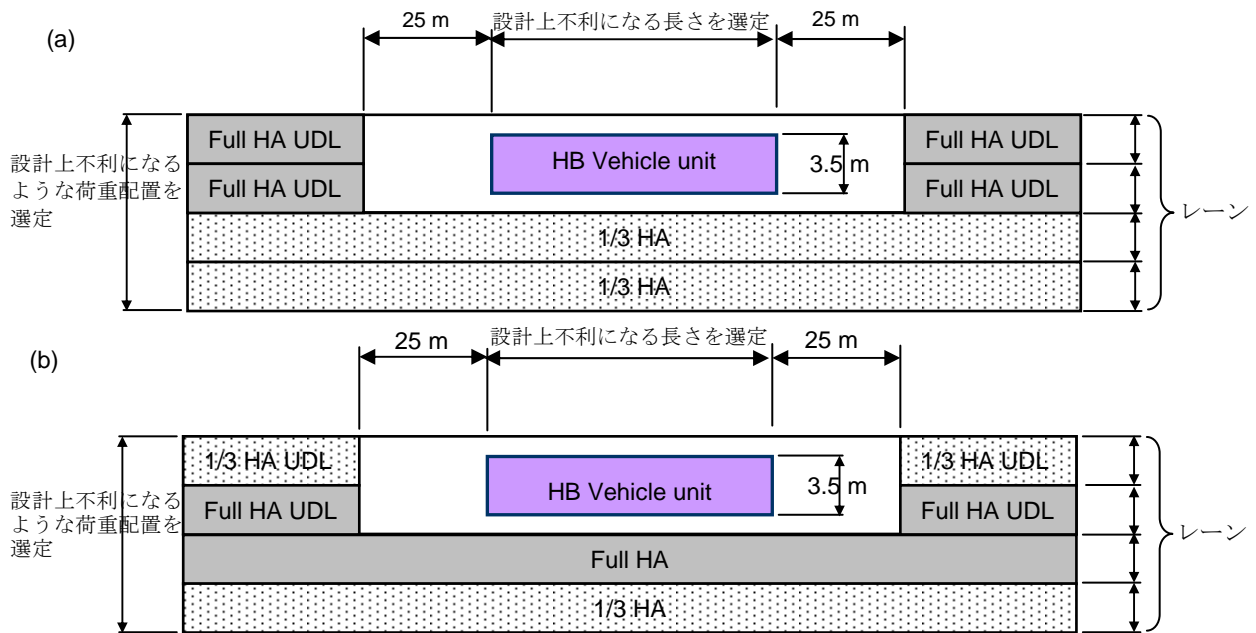


出典 : BS5400-2

図 4.1.12 HA 活荷重のみを載荷する場合

HA 活荷重と HB 活荷重の両方を載荷する場合

HB 活荷重は 2 レーンを跨ぐように載荷し、HA 活荷重は HB 活荷重の前後 25m 離れた位置から載荷する。



出典：BS5400-2

図 4.1.13 HA 活荷重と HB 活荷重の両方を載荷する場合

(4) その他の活荷重

遠心荷重

遠心力 F_c および鉛直荷重 V_c を考慮し、曲線区間に適用する。

$$F_c = 30,000 / (r + 150) \text{ kN}$$

$$V_c = 300 \text{ kN} \quad (\text{車線に 5m の長さで一様に載荷する})$$

ここに、 r ：車線の曲率半径 (m)

制動荷重

制動荷重は摩擦力またはブレーキ力を考慮し、以下の式により算出する。

$$HAP_a = 200 + 8 * L \quad (< 700) \quad \text{kN}$$

$$HBP_b = 25\% \quad (\text{HB 鉛直活荷重 (kN) の 25\%})$$

ここに、 L ：作用長さ (m)

滑走力

HA 活荷重とともに 250kN の水平荷重を載荷する。

衝突荷重

防護柵に作用する荷重：

車両荷重として 4 輪車の 25 倍の HB 活荷重を設計上最も不利になるように載荷する。(2.5 kN × 25 × 4 輪=250kN)

橋脚に作用する荷重：

橋脚に作用する荷重として車両の衝突荷重は下表の値を使用する。

表 4.1.5 水平荷重

	橋軸直角方向	橋軸方向	荷重作用位置
ガードレールを破壊して作用する荷重	150 kN	50 kN	道路面から 0.75m の位置に作用
ガードレールより上に作用する荷重	100 kN	100 kN	道路面から 1m～3m の間で設計上最も不利になる位置に作用

出典：JICA 調査団

(5) 流水圧

水流が橋脚に与える圧力は以下の式により算出する。

$$P = K * W * V^2 / (2g)$$

$$= 52 * K * V^2$$

ここに、 P：流水圧 (kg/m²)
W：水の単位重量 (kg/m³)
V：最大流速 (m/sec)
G：重力加速度 (m/sec²)
K：橋脚形状に応じた係数 (下図参照)

表 4.1.6 係数 K

橋脚形状	K
四角形	1.50
円形または楕円形	0.66
三角形	0.50～0.90
トレスル橋脚	1.25

出典：BS5400-2

(6) 流木等の衝突荷重

流木等の力

破片の長さは 22m または隣接する径間長の合計の半分の長さの短いほうを考慮する。

水の流れによる流木等の衝突は流水圧の式を用い、K=1.0 として算出する。

流木等の衝撃力

流木等の衝突力は以下の式により算出する。

$$P = 0.1 * W * V$$

ここに、 P：衝突力 (kN)
W：流送物の重量 (kN) (20 kN を想定)
V：表面流速 (m/s)

(7) 風荷重

風荷重 P_t は以下の式により算出する。

最大風速は以下の式により算出する。

$$v_c = v * K_1 * S_1 * S_2$$

- ここに、 v : 毎時風速(m/s) (ゾーン 3 = 22.2)
- K_1 : 再現期間に関する風係数 (再現期間 120 年 = 1.00)
- S_1 : 収束係数 (標準 = 1.0)
- S_2 : 突風係数

水平方向風荷重 (橋軸直角方向)

水平方向風荷重 P_t および P_L は以下の式により算出する。

$$P_t \text{ or } P_L = q * A * C_D = 0.613 * v_c^2 * A * C_D$$

- ここに、 v_c : 最大風速 (N/s)
- A : 風を受ける面積 (m^2)
- C_D : 揚力係数 (b/d)

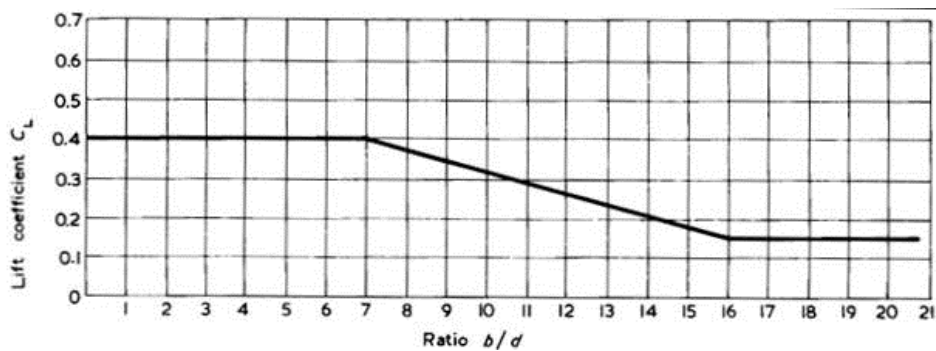
なお、 P_t は橋軸直角方向を表し、 P_L は橋軸方向を表す。

鉛直方向風荷重

上部構造の設計には、上向きまた下向きに作用する鉛直風荷重 P_v (N) を以下の式より算出し考慮しなければならない。

$$P_t \text{ or } P_v = q * A * C_D = 0.613 * v_c^2 * A * C_D$$

- ここに、 v_c : 最大風速 (N/s)
- A : 風を受ける面積 (m^2)
- C_D : 揚力係数 (下図参照)



出典 : BS5400-2

図 4.1.14 揚力係数

荷重組み合わせ

P_t のみ

$P_t + (+/-) P_v$

P_L のみ

$0.5 * P_t + P_L + (+/-) 0.5 * P_v$

(8) 温度

温度変化

最大日陰温度 35(°C)

最小日陰温度 20(°C)

27.5°Cを基準とし(+/-)7.5°Cの温度変化を考慮する。

(9) クリープおよび乾燥収縮

クリープおよび収縮は以下により算出する。

クリープ

コンクリートのクリープひずみ Δ_{cc} は以下の式により算出する。

$$\Delta_{cc} = (f_c / E_{28}) * \phi$$

ここに、 f_c : 持続荷重による応力度

E_{28} : 材令 28 日のコンクリートのヤング係数

ϕ : コンクリートのクリープ係数

乾燥収縮

コンクリートの乾燥収縮係数は 0.0002 とする。

詳細設計時の設計基準

詳細設計時には、最新の「British Standard」を使用して設計を行うこととする。

4.2 最適案の選定方法

最適案の選定は、以下に示すとおり、2段階選定により行う。

(1) 第1次選定

第1次選定では、最適路線および最適架橋位置の選定を行う。各代替路線について、既存 1/2000 地形図及びサテライトマップを用いた概略設計を行い、以下の項目を評価項目としたマルチクライテリアを用いて比較・評価を行う。

- 将来都市幹線道路ネットワークへの接続
- 現況道路の混雑緩和への効果
- 建設費
- 建設工期
- 施工性
- 環境社会配慮

(2) 第2次選定

第2次選定では、第1次選定において選定された最適路線および最適架橋位置について、主橋梁形式（ケラニ河渡河部）、アプローチ橋梁形式、およびランプ橋梁形式の選定を行う。

各代替橋梁形式について概略設計を行い、以下の項目を評価項目としたマルチクライテリアを用いて比較・評価を行う。

- 景観性
- 橋脚位置における洗掘
- 施工性
- 施工期間
- 建設費
- その他

プロジェクト道路の最適案は、上記2段階選定の結果に基づいて決定される。

4.3 最適路線の選定

4.3.1 代替路線案

以下に示す4つの代替路線案について比較検討を行う。代替路線案の概略図を図4.3.1に示す。

(1) 代替路線A案

- プロジェクト道路は、既存鉄道に沿って建設される。
- プロジェクト道路により、ベースライン道路とCKEが接続される。
- プロジェクト道路の南側基点は、将来の都市幹線道路への接続が考慮されている。
- プロジェクト道路は、新規ジャンクションにより、CKEに接続される。
- ケラニ河渡河部における新規橋梁は、既存鉄道橋に沿って建設される。

(2) 代替路線B案

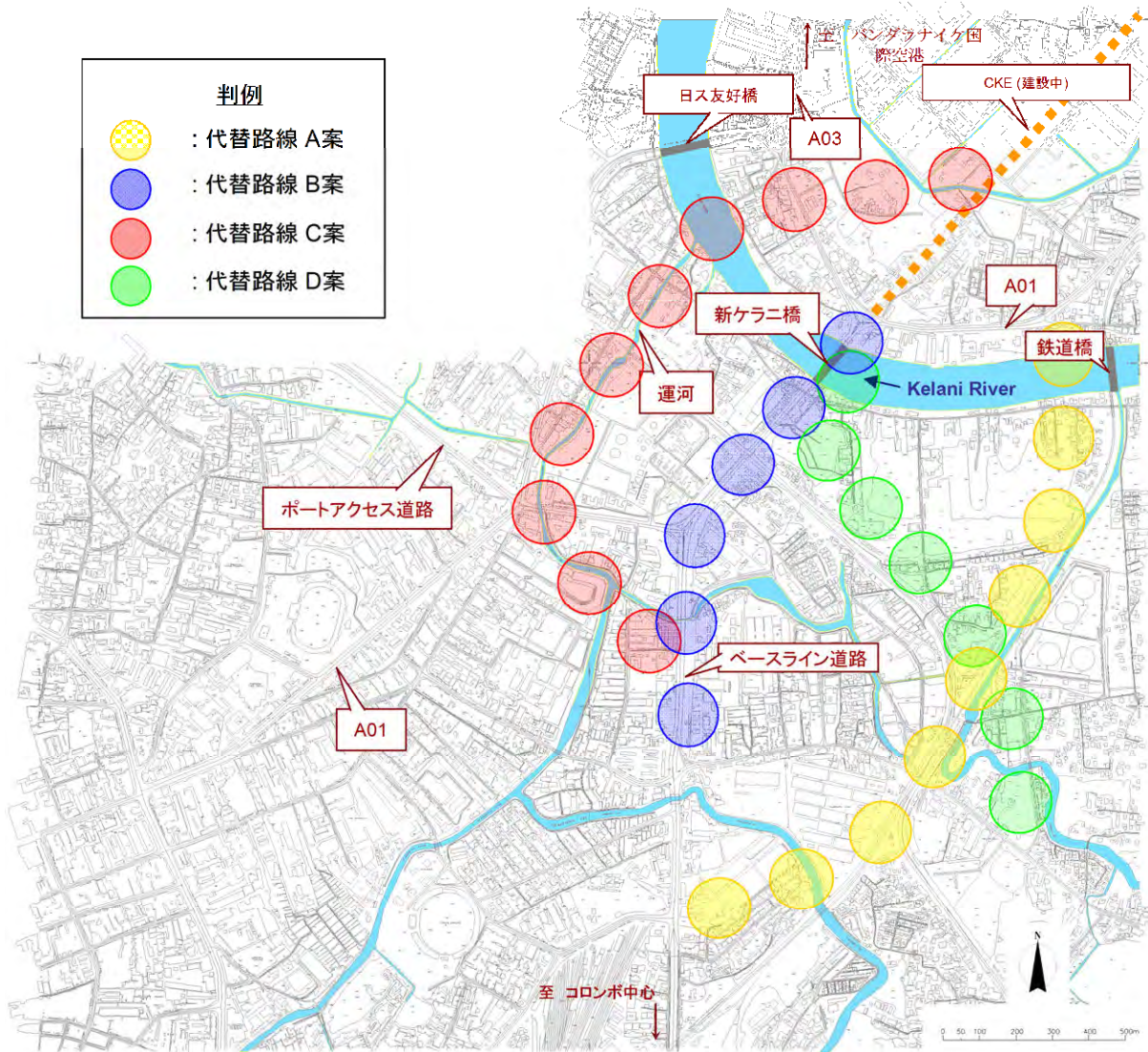
- プロジェクト道路は、ベースライン道路に沿ってまたは上空に建設される。
- プロジェクト道路により、ベースライン道路とCKEが接続される。
- 高架構造のポートアクセス道路が、コロombo都市幹線道路の一部として建設される。
- プロジェクト道路の南側基点は、将来の都市幹線道路への接続が考慮されている。
- プロジェクト道路は、CKEの終点に直接接続される。
- ケラニ河渡河部における新規橋梁は、既存新ケラニ橋に沿って建設される。

(3) 代替路線 C 案

- プロジェクト道路は、既存運河の上空に建設される。
- プロジェクト道路により、ベースライン道路と CKE が接続される。
- 高架構造のポートアクセス道路が、コロンボ都市幹線道路の一部として建設される。
- プロジェクト道路の南側基点は、将来の都市幹線道路への接続が考慮されている。
- プロジェクト道路は、新規ジャンクションにより、CKE に接続される。
- ケラニ河渡河部における新規橋梁は、ロス友好橋の上流側に建設される。

(4) 代替路線 D 案

- 本代替路線案は、RDA により提案されたものである。
- プロジェクト道路は、ベースライン道路に沿ってまたは住宅地内に建設される。
- プロジェクト道路により、Avisawella 道路（ベースライン道路の交差道路）と CKE が接続される。
- 高架構造のポートアクセス道路が、コロンボ都市幹線道路の一部として建設される。
- プロジェクト道路の南側基点は、将来の都市幹線道路への接続が考慮されている。
- プロジェクト道路は、CKE の終点に直接接続される。
- ケラニ河渡河部における新規橋梁は、既存新ケラニ橋に沿って建設される。

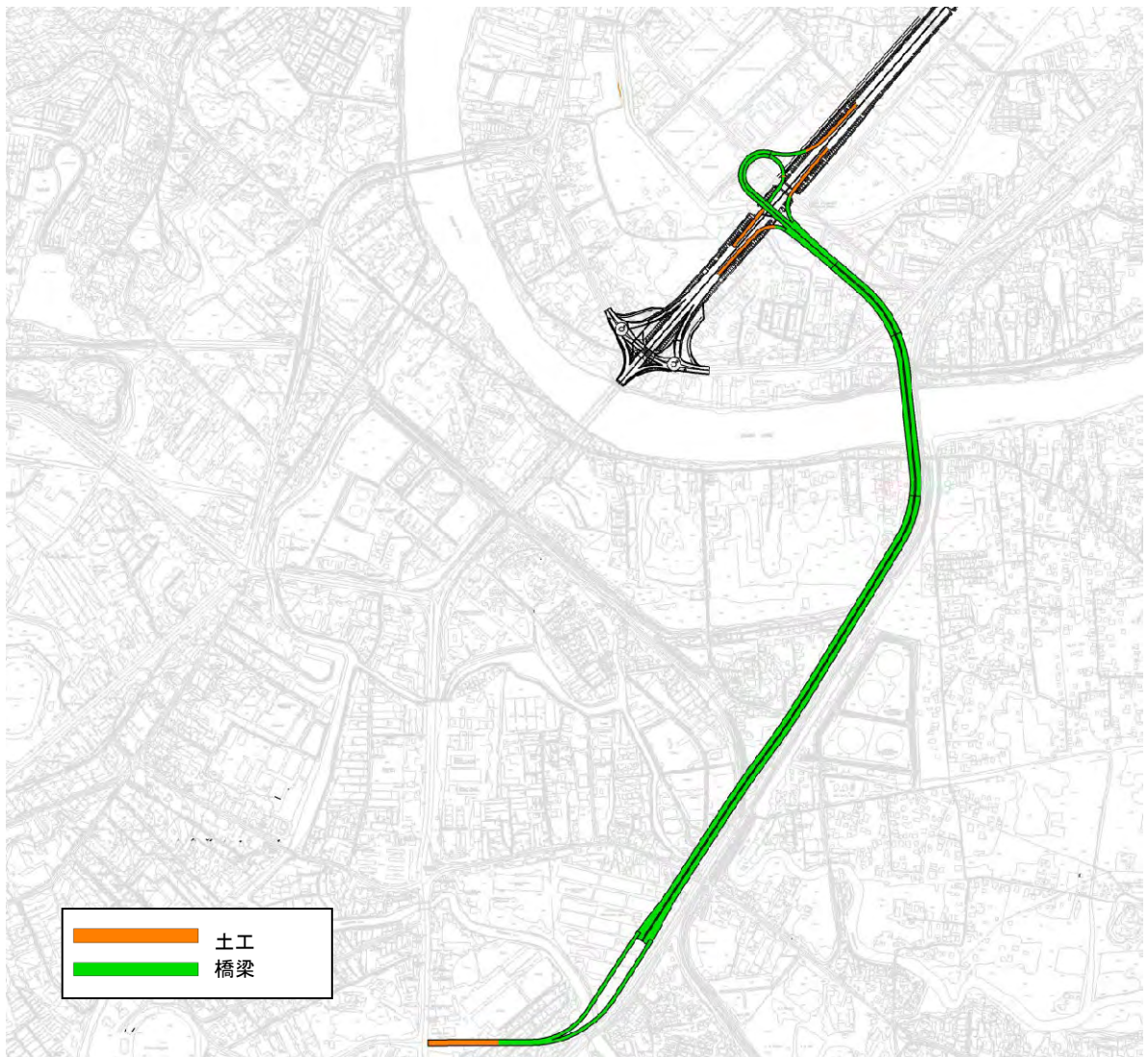


出典：JICA 調査団

図 4.3.1 代替路線案の概略図

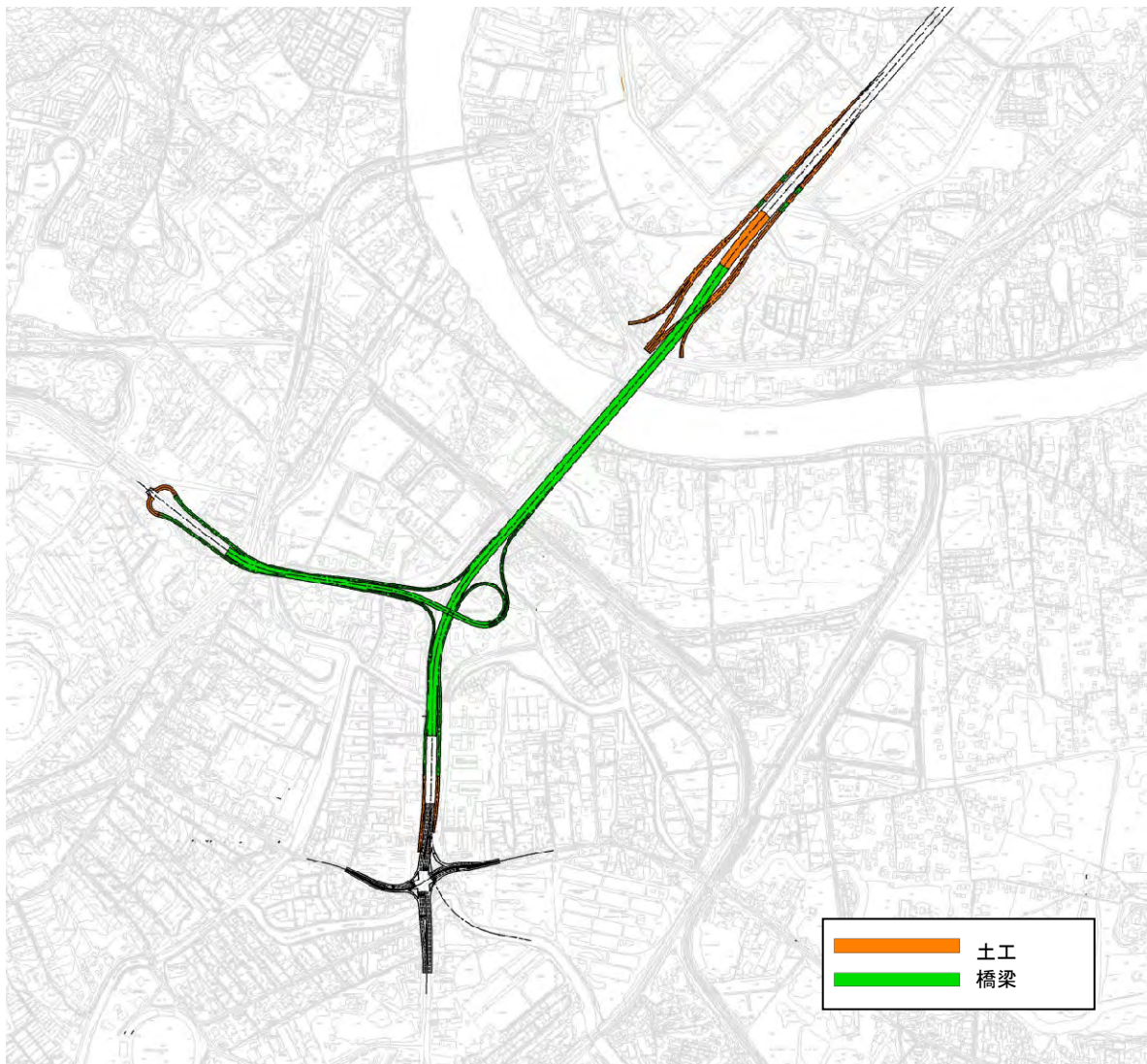
4.3.2 代替路線案の概略設計

各代替路線について、既存 1/2000 地形図及びサテライトマップを用いて概略設計を行った。各代替路線の平面図を図 4.3.2～4.3.5 に示す。



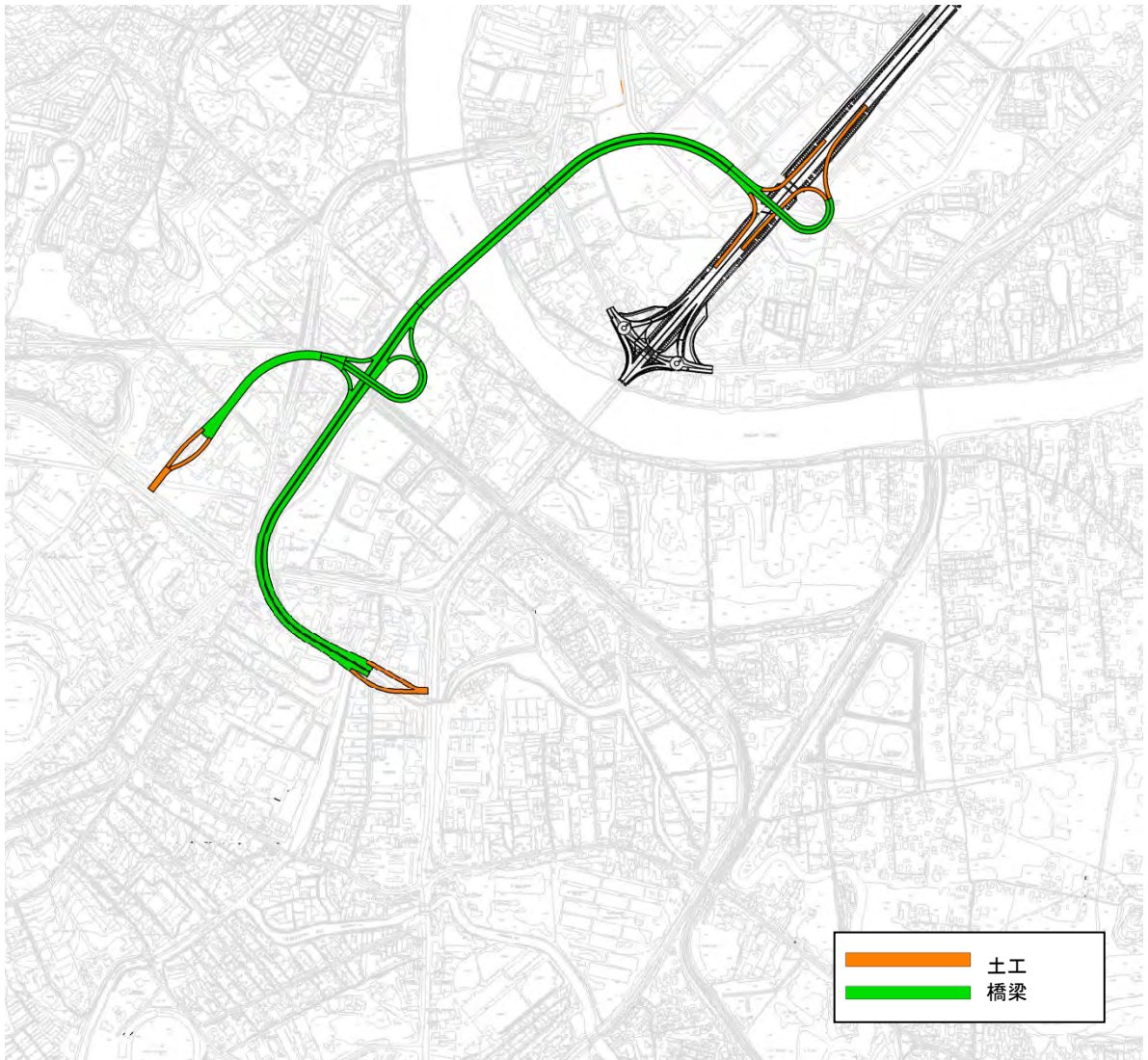
出典：JICA 調査団

図 4.3.2 代替路線 A 案平面図



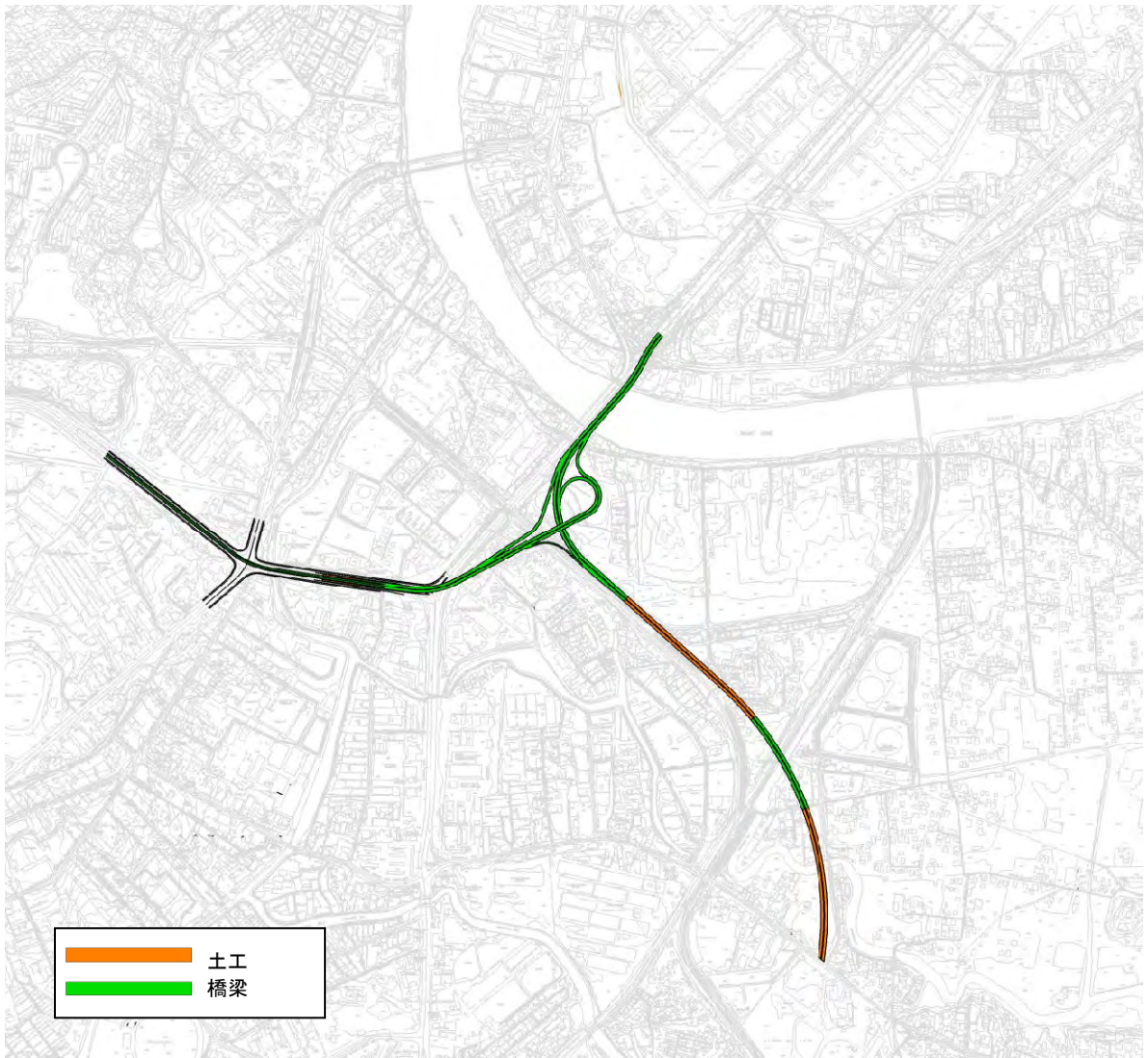
出典：JICA 調査団

図 4.3.3 代替路線 B 案平面図



出典：JICA 調査団

図 4.3.4 代替路線 C 案平面図



出典：JICA 調査団

図 4.3.5 代替路線 D 案平面図

4.3.3 最適路線の選定

マルチクライテリアを用いて、4つの代替路線案の評価を行った。評価結果を表4.3.1に示す。

評価の結果、以下に示す理由により、“代替路線B案”が最適路線として選定された。

- プロジェクト道路は、CKEの終点に直接接続される。
- プロジェクト道路の南側基点は、将来の都市幹線道路への接続が考慮されている。
- 高架構造のポートアクセス道路が、コロンボ都市幹線道路の一部として建設される。
- プロジェクトエリア内道路（A01、A03、ベースライン道路、等）の渋滞緩和が期待できる。
- 環境への影響が、他の代替案と比較して小さい。
- 影響建物数が、代替案中最も少ない。

表 4.3.1 最適路線の選定

	代替路線 A	代替路線 B	代替路線 C	代替路線 D
概要	<ul style="list-style-type: none"> 本線： 既存鉄道沿い ジャンクション： 本線 - OKE オン/オフランプ： ベースライン道路 	<ul style="list-style-type: none"> 本線： 既存道路沿いまたは上空 ジャンクション： 本線 - ポートアクセス オン/オフランプ： ベースライン道路 	<ul style="list-style-type: none"> 本線： 既存運河上空 ジャンクション： 本線 - OKE オン/オフランプ： ベースライン道路 	<ul style="list-style-type: none"> 本線： 既存道路沿いまたは住宅地内 ジャンクション： 本線 - ポートアクセス オン/オフランプ： Avissanella 道路
平面図				
延長	<ul style="list-style-type: none"> 本線： 2.2 km 	<ul style="list-style-type: none"> 本線： 1.6 km 	<ul style="list-style-type: none"> 本線： 2.3 km 	<ul style="list-style-type: none"> 本線： 2.0 km
将来都市幹線道路ネットワーク	<ul style="list-style-type: none"> プロジェクト道路は、新規ジャンクションにより、OKEに接続される。 コロンポ都市幹線道路の一部として、高架構造のポートアクセス道路は、建設されない。 将来の南への延伸は可能だが、距離が長い。高コストとなり、また多くの土地収用が必要となる。 	<ul style="list-style-type: none"> プロジェクト道路は、OKEの終点に直接接続される。 コロンポ都市幹線道路の一部として、高架構造のポートアクセス道路は、建設される。 将来の南への延伸は容易に可能。 	<ul style="list-style-type: none"> プロジェクト道路は、新規ジャンクションにより、OKEに接続される。 コロンポ都市幹線道路の一部として、高架構造のポートアクセス道路は、建設される。 将来の南への延伸は可能だが、距離が長い。高コストとなり、また多くの土地収用が必要となる。 	<ul style="list-style-type: none"> プロジェクト道路は、OKEの終点に直接接続される。 コロンポ都市幹線道路の一部として、高架構造のポートアクセス道路は、建設される。 将来の南への延伸は可能だが、距離が長い。高コストとなり、また多くの土地収用が必要となる。
現況道路の混雑状況	<ul style="list-style-type: none"> ベースライン道路からプロジェクト道路へのアクセスが良いため、ベースライン道路の渋滞緩和が期待できる。 OKE を利用する交通の多くがプロジェクト道路を利用するため、A1 道路（既存新ケラニ橋、OKE 終点部のラウンドアバウト）の渋滞緩和が期待できる。 新規道路は A3 道路から離れた位置に建設されるため、A3 道路の渋滞緩和は限定的。 	<ul style="list-style-type: none"> ベースライン道路からプロジェクト道路へのアクセスが良いため、ベースライン道路の渋滞緩和が期待できる。 OKE を利用する交通の多くがプロジェクト道路を利用するため、A1 道路（既存新ケラニ橋、OKE 終点部のラウンドアバウト）の渋滞緩和が期待できる。 	<ul style="list-style-type: none"> ベースライン道路からプロジェクト道路へのアクセスが良いため、ベースライン道路の渋滞緩和が期待できる。 OKE を利用する交通の多くがプロジェクト道路を利用するため、A1 道路（既存新ケラニ橋、OKE 終点部のラウンドアバウト）の渋滞緩和が期待できる。 	<ul style="list-style-type: none"> OKE から南東方向へ移動する交通がプロジェクト道路を利用するため、ベースライン道路の渋滞緩和が期待できる。 OKE から南東方向へ移動する交通がプロジェクト道路を利用するため、A1 道路（既存新ケラニ橋、OKE 終点部のラウンドアバウト）の渋滞緩和が期待できる。 Avissanella 道路の混雑が悪化する。
建設費	<ul style="list-style-type: none"> 24,583 百万ルピー (0.89) 	<ul style="list-style-type: none"> 27,433 百万ルピー (1.00) 	<ul style="list-style-type: none"> 30,590 百万ルピー (1.10) 	<ul style="list-style-type: none"> 25,009 百万ルピー (0.91)
建設工期	<ul style="list-style-type: none"> 36 ヶ月 	<ul style="list-style-type: none"> 36 ヶ月 	<ul style="list-style-type: none"> 36 ヶ月 	<ul style="list-style-type: none"> 36 ヶ月
施工性	<ul style="list-style-type: none"> 施工中のベースライン道路の規制を必要としない。 	<ul style="list-style-type: none"> 施工中のベースライン道路の規制が必要となる。 	<ul style="list-style-type: none"> 施工中のベースライン道路の規制を必要としない。 	<ul style="list-style-type: none"> 施工中のベースライン道路の規制を必要としない。
環境配慮	<ul style="list-style-type: none"> プロジェクト道路は新たに住宅地・商業地に建設されるため、現況の騒音、大気質の影響が生じる。 	<ul style="list-style-type: none"> プロジェクト道路は既存道路沿いまたは上空に建設されるため、現況の騒音、大気質に変化が生じる可能性がある。 	<ul style="list-style-type: none"> 建設中、既存運河の水質に影響を与える。 プロジェクト道路は新たに住宅地・商業地に建設されるため、新たな騒音、大気質の影響が生じる。 	<ul style="list-style-type: none"> プロジェクト道路は新たに住宅地・商業地に建設されるため、新たな騒音、大気質の影響が生じる。
社会配慮	<ul style="list-style-type: none"> 355 戸の建物（うち 12 戸の大規模建物）が影響を受ける。 Automobile Engineering Training Institute の移転は必要ない。 	<ul style="list-style-type: none"> 325 戸の建物（うち 9 戸の大規模建物）が影響を受ける。 Automobile Engineering Training Institute の移転が必要となる。 	<ul style="list-style-type: none"> 404 戸の建物（うち 9 戸の大規模建物）が影響を受ける。 Automobile Engineering Training Institute の移転は必要ない。 	<ul style="list-style-type: none"> 394 戸の建物（うち 3 戸の大規模建物）が影響を受ける。 Automobile Engineering Training Institute の移転は必要ない。
評価		◎		

出典：JICA 調査団

4.4 選定路線の最適化

“4.3 最適路線の選定”において、代替路線 B 案が最適路線として選定された。しかしながら、プロジェクト道路は、都市部を通過する道路であるため、多くの家屋やその他建物の移転を必要とする。

ここでは、移転家屋数を極力減少させて、プロジェクトの円滑な遂行を実現するため、以下に示す調査を実施する。

- 本線線形の最適化
- オルゴダワッタ交差点計画の最適化
- イングルカデインターチェンジ形式の最適化
- ケラニティッサジャンクションの最適化
- CKE インターチェンジの最適化

4.4.1 本線線形

プロジェクト道路の建設により、特にケラニ河の南側、ベースライン道路沿いにおいて、多くの家屋の移転が必要となる（図 4.4.1 参照）。移転家屋数を極力減少させるための代替案として、以下に示す 3 つの路線案を計画し、比較検討を行った。

(1) 代替路線 B-1 案（オリジナル）

アプローチ道路（高架橋）は、ケラニ河とケラニティッサジャンクション間において、ベースライン道路に沿って建設される（図 4.4.2 参照）。

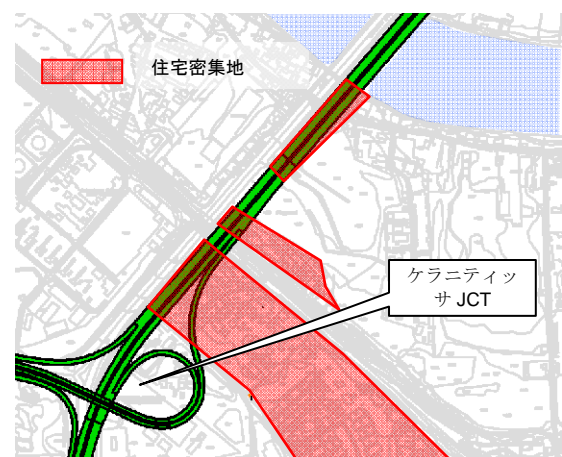
(2) 代替路線 B-2 案

アプローチ道路（高架橋）は、第 2 新ケラニ橋の南端で線形をシフトさせることにより、一部ベースライン道路の上空に建設される（図 4.4.3 参照）。

(3) 代替路線 B-3 案

アプローチ道路（高架橋）は、新ケラニ橋も含めベースライン道路の上空に建設される（図 4.4.4 参照）。

マルチクライテリアを用いて、3 つの代替路線案の評価を行った。評価結果を表 4.4.1 に示す。

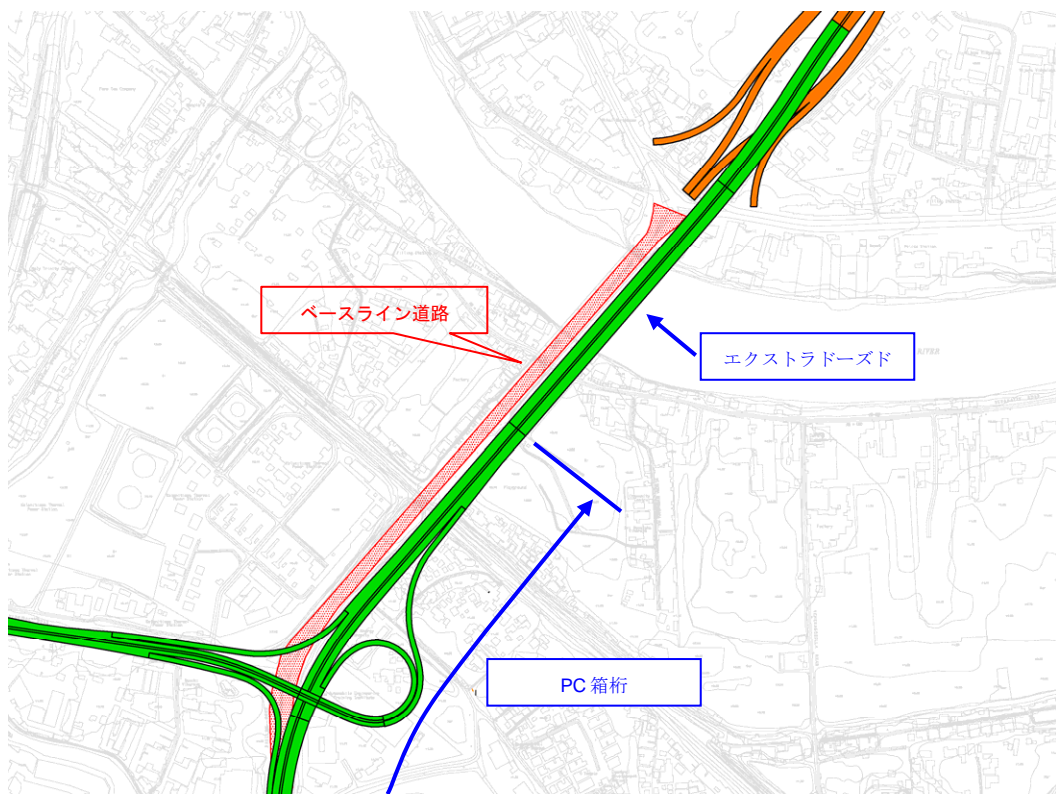


出典：JICA 調査団

図 4.4.1 ベースライン道路沿い住宅密集地

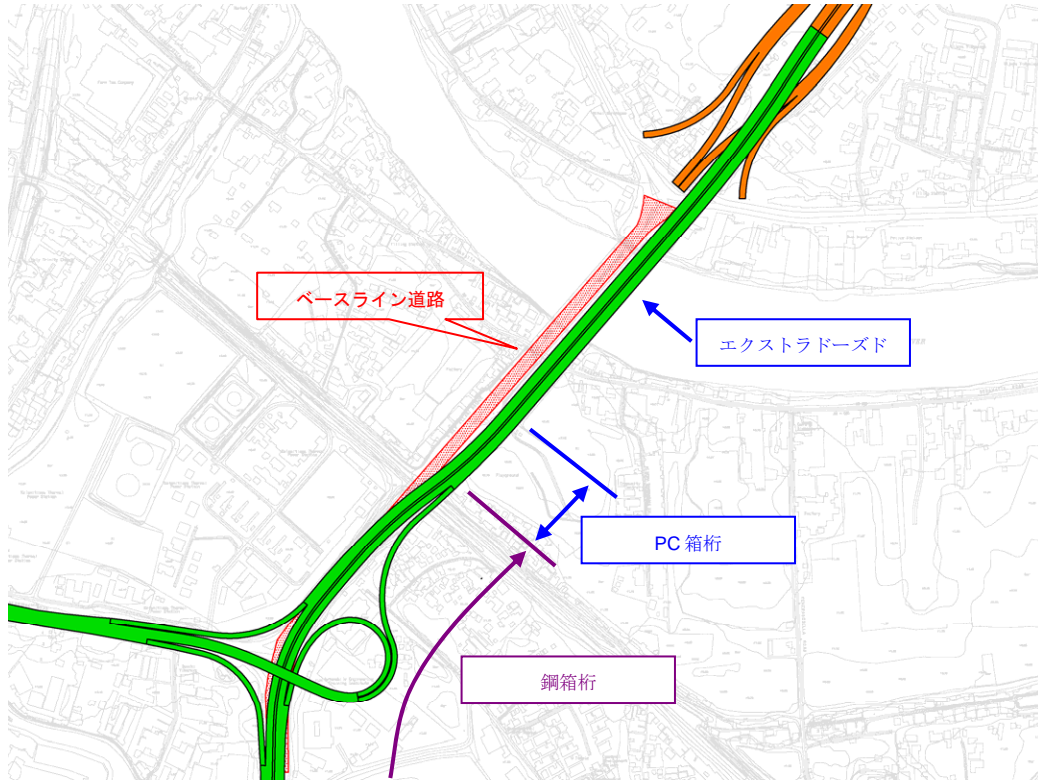
評価の結果、以下に示す理由により、“代替路線 B-1 案（オリジナル）” が最適路線として選定された。

- 建設費が3つの代替路線中、最も安価。
- ベースライン道路において、既存交通を確保しながらの施工を、一部の区間に抑えることができる。
- 移転家屋数が多いが、対象家屋の大部分は不法居住者であり、「ス」国政府によって、新たな住宅が提供される計画である。



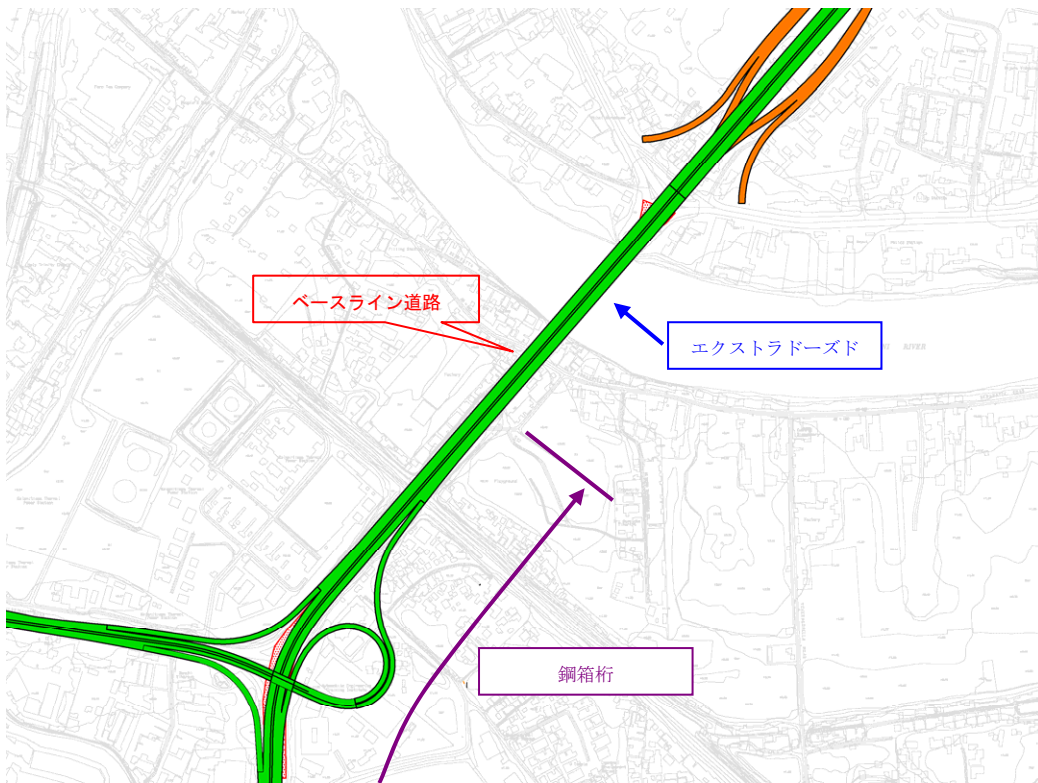
出典：JICA 調査団

図 4.4.2 代替路線 B-1 案平面図



出典：JICA 調査団

図 4.4.3 代替路線 B-2 案平面図



出典：JICA 調査団

図 4.4.4 代替路線 B-3 案平面図

表 4.4.1 本線線形の最適化

	代替路線 B-1 (オリジナル代替路線 B)	代替路線 B-2	代替路線 B-3
概要	<ul style="list-style-type: none"> 第2新ケラニ橋は、既存新ケラニ橋に沿って建設される。 アプローチ道路(高架橋)は、ケラニ河とケラニティツサジャンクション間において、ベースライン道路に沿って建設される。 	<ul style="list-style-type: none"> 第2新ケラニ橋は、既存新ケラニ橋に沿って建設される。 アプローチ道路(高架橋)は、第2新ケラニ橋の南端で線形をソフトさせることにより、ベースライン道路の上空に建設される。 	<ul style="list-style-type: none"> 第2新ケラニ橋は、既存新ケラニ橋の上空に建設される。 アプローチ道路(高架橋)は、ベースライン道路の上空に建設される。
平面図			
建設費	<ul style="list-style-type: none"> 7,304 百万ルピー (1.00) 	<ul style="list-style-type: none"> 9,046 百万ルピー (1.24) 	<ul style="list-style-type: none"> 9,266 百万ルピー (1.27)
安全性	<ul style="list-style-type: none"> CXEの終点付近で、1つのS字カーブが必要となる。 	<ul style="list-style-type: none"> CXEの終点付近およびケラニティツサジャンクション付近で、2つのS字カーブが必要となる。 	<ul style="list-style-type: none"> Sカーブは必要とならない。
建設工期	<ul style="list-style-type: none"> 36ヶ月 	<ul style="list-style-type: none"> 36ヶ月 	<ul style="list-style-type: none"> 36ヶ月
施工性	<ul style="list-style-type: none"> ベースライン道路において、一部区間のみ、既存交通を確保しながらの施工が必要となる。 	<ul style="list-style-type: none"> ベースライン道路において、多くの区間で、既存交通を確保しながらの施工が必要となる。 	<ul style="list-style-type: none"> ベースライン道路において、全区間で、既存交通を確保しながらの施工が必要となる。 既存橋梁上空で、現況交通を確保しながらの新設橋梁の施工が必要となる。
環境社会配慮	<ul style="list-style-type: none"> 569戸の建物が影響を受ける。 	<ul style="list-style-type: none"> 511戸の建物が影響を受ける。 	<ul style="list-style-type: none"> 459戸の建物が影響を受ける。
評価	◎		

出典：JICA 調査団

4.4.2 オルゴダワッタ交差点

“Preliminary Design Study for the 2nd New Kelani Bridge Project, RDA, 2012（以下、Pre-preliminary Design (2012)）”においては、プロジェクト道路の完成後、オルゴダワッタ交差点における渋滞を緩和させることを目的として、4車線フライオーバーの建設が提案された。しかしながら、当該フライオーバーの建設により、多くの建物・家屋の移転が必要となる計画となっている。

よってここでは、移転建物・家屋数を極力減少させるための代替案として、以下に示す3つの交差点改良案を計画し、比較検討を行った。

(1) 代替案1：4車線フライオーバー

4車線フライオーバーを、ベースライン道路の交差道路（Stace Road - Avissawella Road）側に建設する。また、フライオーバーの建設のみで、当該交差点の渋滞は解消されないことから、交差点改良も併せて行う（図4.4.5参照）。

(2) 代替案2：2車線フライオーバー

2車線フライオーバーを、ベースライン道路の交差道路（Stace Road - Avissawella Road）側に建設する。また、フライオーバーの建設のみで、当該交差点の渋滞は解消されないことから、交差点改良も併せて行う（図4.4.6参照）。

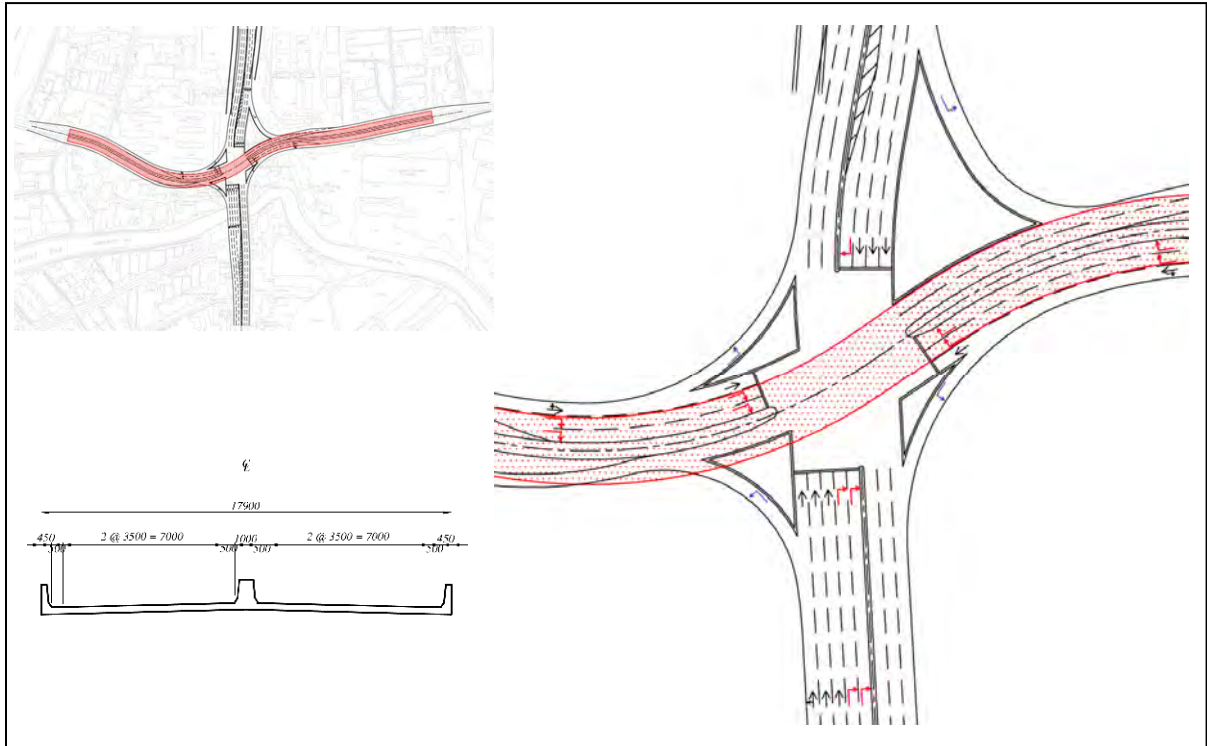
(3) 代替案3：交差点改良

フライオーバーを建設せずに、交差点改良のみを行う（図4.4.7参照）。

マルチクリテリアを用いて、3つの代替交差点改良案の評価を行った。評価結果を表4.4.2に示す。

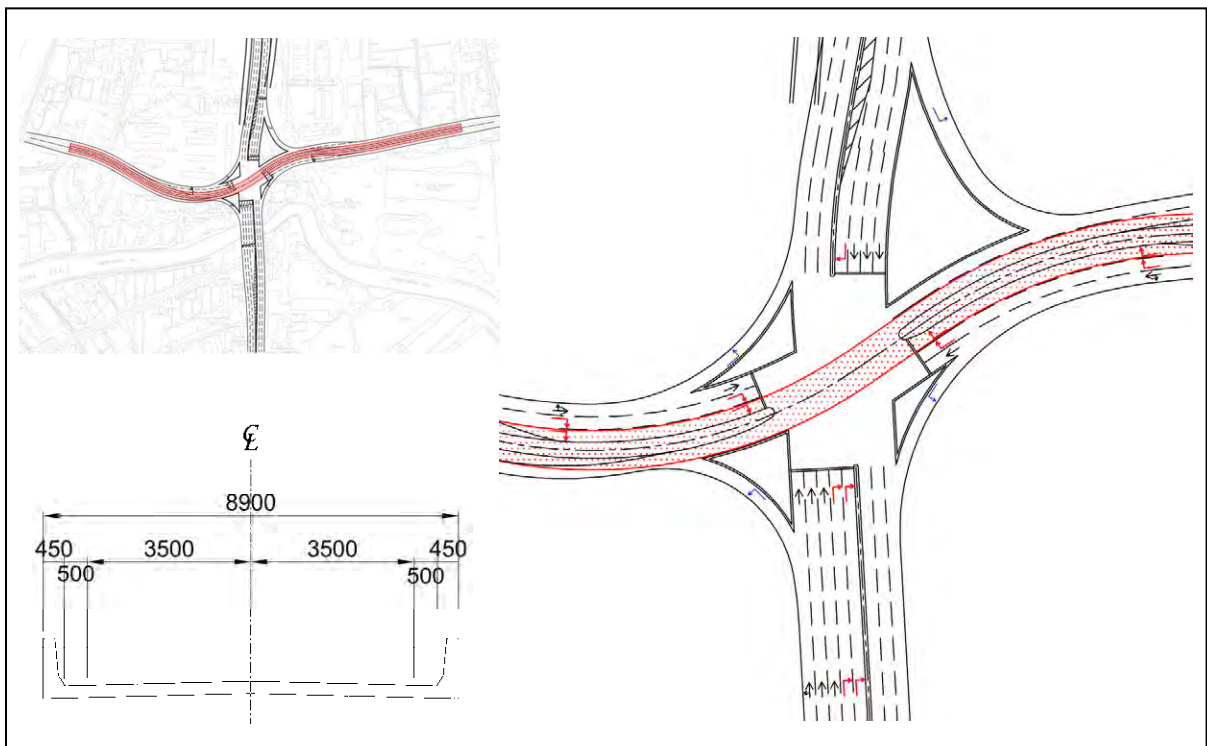
評価の結果、以下に示す理由により、“代替案3：交差点改良”が最適改良案として選定された。

- 建設費が3つの代替改良案中、最も安価。
- 難易度の高い特別な施工を必要としない。
- 移転建物・家屋数が3つの代替改良案中、最も少ない。
- 交差点混雑度は1.0以下にはならないが、現状と比べ改善される。
- 交差点混雑度は、2030～2035年まで、現状より悪化しない。
- フライオーバーを建設した場合でも、2020年における交差点混雑度は1.0以下にならない。



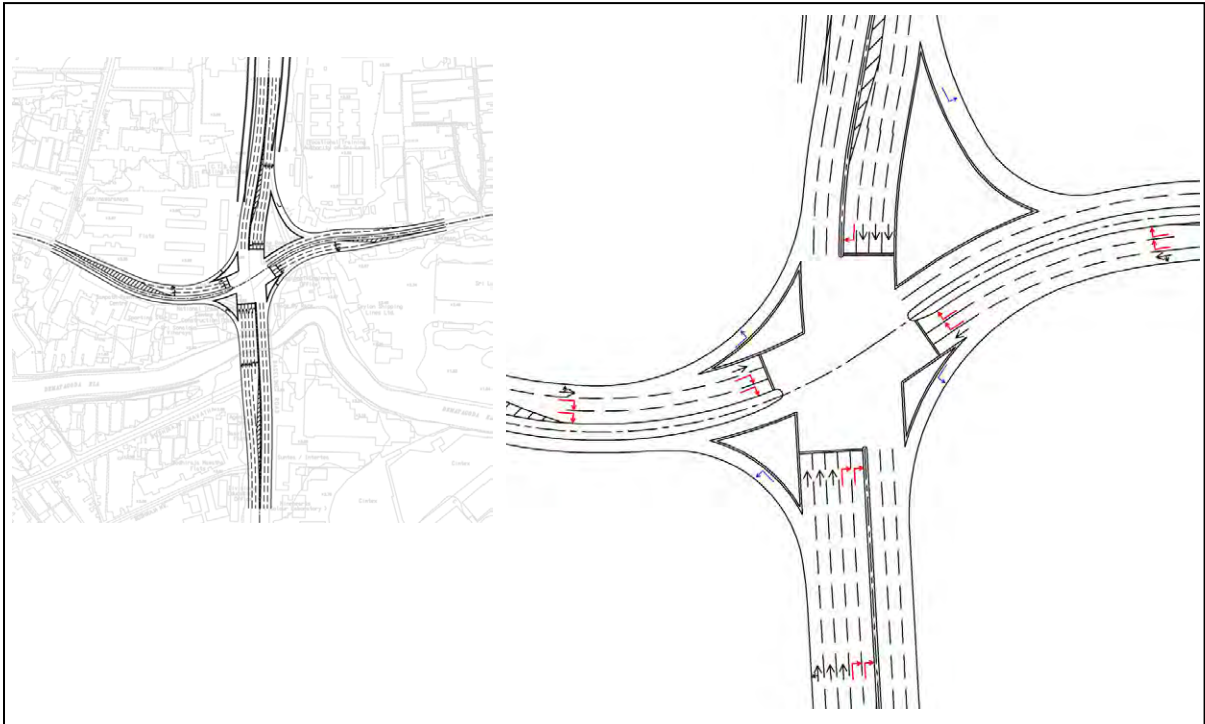
出典：JICA 調査団

図 4.4.5 オルゴダワッタ交差点における 4 車線フライオーバー



出典：JICA 調査団

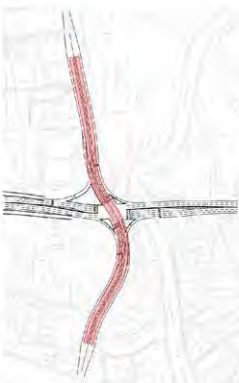


図 4.4.6 オルゴダワッタ交差点における 2 車線フライオーバー



出典：JICA 調査団

図 4.4.7 オルゴダワッタ交差点における交差点改良

表 4.4.2 オルゴダワッタ交差点の最適化

	代替案1 4車線フライオーバー	代替案2 2車線フライオーバー	代替案3 交差点改良
概要	<ul style="list-style-type: none"> 4車線フライオーバーを、ベースライン道路の交差点側に建設。 併せて交差点改良も行う。 	<ul style="list-style-type: none"> 2車線フライオーバーを、ベースライン道路の交差点側に建設。 併せて交差点改良も行う。 	<ul style="list-style-type: none"> フライオーバーを建設せずに、交差点改良のみを行う。
平面図			
交通	<ul style="list-style-type: none"> フライオーバーの容量は十分確保される。 交差点混雑度は、現状と比べ改善される(2020:1.2、現状:2.0)。(*) 	<ul style="list-style-type: none"> フライオーバーの容量は十分確保される。 交差点混雑度は、現状と比べ改善される(2020:1.2、現状:2.0)。(*) 	<ul style="list-style-type: none"> 交差点混雑度は、現状と比べ改善される(2020:1.5、現状:2.0)。(*)
建設費	<ul style="list-style-type: none"> 2,505百万ルピー (1.66) 	<ul style="list-style-type: none"> 1,509百万ルピー (1.00) 	<ul style="list-style-type: none"> 166百万ルピー (0.11)
施工性	<ul style="list-style-type: none"> 既存交通を確保しながらの施工が必要となる。 	<ul style="list-style-type: none"> 既存交通を確保しながらの施工が必要となる。 	<ul style="list-style-type: none"> 土工事のみで、難易度の高い特別な施工を必要としない。
環境社会配慮	<ul style="list-style-type: none"> 124戸の建物が影響を受ける。 	<ul style="list-style-type: none"> 88戸の建物が影響を受ける。 	<ul style="list-style-type: none"> 33戸の建物が影響を受ける。
評価			◎

出典：JICA 調査団

表 4.4.3 オルゴダワッタ交差点、交差点解析

(1) 現状 (2013)

Traffic Volume												
Flow Rate (pcu/h)	North Bound			East Bound			South Bound			West Bound		
	Left Turn	Through	Right Turn	Left Turn	Through	Right Turn	Left Turn	Through	Right Turn	Left Turn	Right Turn	
	193	2,302	415	27	338	210	676	2,585	104	552	486	527
Lane Group	LT+TH RT			LT+TH RT			LT TH RT			LT+TH RT		
Phase Number	1 2			3 4			1/2/3/4			3 4		
Phasing												
Flow Rate in Lane Group (v) (pcu/h)	2,494 415			365 210			676 2,585			1,142 527		

Saturation Flow											
S ₀ : Base Saturation Flow	1,900	1,900		1,900	1,900	1,900	1,900			1,900	1,900
N: Number of Lanes	2	1		1	1	1	3			1	1
f _w : Lane Width Adjustment Factor	1.000	1.000		1.000	1.000	1.000	1.000			1.000	1.000
f _{hv} : Heavy-vehicle Adjustment Factor	1.000	1.000		1.000	1.000	1.000	1.000			1.000	1.000
f _g : Grade Adjustment Factor	1.000	1.000		1.000	1.000	1.000	1.000			1.000	1.000
f _p : Parking Adjustment Factor	1.000	1.000		1.000	1.000	1.000	1.000			1.000	1.000
f _{bb} : Bus Blockage Adjustment Factor	1.000	1.000		1.000	1.000	1.000	1.000			1.000	1.000
f _a : Area Type Adjustment Factor	1.000	1.000		1.000	1.000	1.000	1.000			1.000	1.000
f _{lu} : Lane Utilization Adjustment Factor	0.952	1.000		1.000	1.000	1.000	0.908			1.000	1.000
f _{lt} : Left-turn Adjustment Factor	1.000	0.950		1.000	0.950	1.000	1.000			1.000	0.950
f _{rt} : Right-turn Adjustment Factor	0.988	1.000		0.989	1.000	0.850	1.000			0.920	1.000
f _{lpt} : Left-turn Ped/Bike Adjustment Factor	1.000	1.000		1.000	1.000	1.000	1.000			1.000	1.000
f _{rpt} : Right-turn Ped/Bike Adjustment Factor	1.000	1.000		1.000	1.000	1.000	1.000			1.000	1.000
Adjusted Saturation Flow (pcu/h)	3,576	1,805		1,879	1,805	1,615	5,176			1,748	1,805

Capacity Analysis											
Cycle Length (s)	150	150		150	150	150	150			150	150
Effective Green Time (s)	54	18		49	23	150	54			49	23
Los Time (s)	3			3			3			3	
Green Ratio	0.360	0.120		0.327	0.153	1.000	0.360			0.327	0.153
Lane Group Capacity (c) (pcu/h)	1,287	217		614	277	1,615	1,863			571	277
v/c Ratio for Lane Group	1.938	1.916		0.595	0.760	0.419	1.387			1.999	1.903
Flow Ratio	0.698	0.230		0.194	0.117	0.419	0.499			0.653	0.292
Critical Lane Group/Phase	*	*								*	*
Sum of Critical Flow Ratios	1.9										
v/c Ratio for Intersection	2.0										

出典：JICA 調査団

(2) 4車線および2車線フライオーバー (2020)

Traffic Volume												
Flow Rate (pcu/h)	North Bound			East Bound			South Bound			West Bound		
	Left Turn	Through	Right Turn	Left Turn	Through	Right Turn	Left Turn	Through	Right Turn	Left Turn	Right Turn	
	241	2,869	517	34	63	262	835	3,191	128	688	91	657
Lane Group	LT TH RT			LT TH RT			LT TH RT			LT TH RT		
Phase Number	1/2/3/4 1 2			1/2/3/4 3 4			1/2/3/4 1 2			1/2/3/4 3 4		
Phasing												
Flow Rate in Lane Group (v) (pcu/h)	241 2,869 517			34 63 262			835 3,191 128			688 91 657		

Saturation Flow											
S ₀ : Base Saturation Flow	1,900	1,900	1,900	1,900	1,900	1,900	1,900	1,900	1,900	1,900	1,900
N: Number of Lanes	1	3	2	1	1	2	1	3	1	1	2
f _w : Lane Width Adjustment Factor	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
f _{hv} : Heavy-vehicle Adjustment Factor	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
f _g : Grade Adjustment Factor	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
f _p : Parking Adjustment Factor	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
f _{bb} : Bus Blockage Adjustment Factor	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
f _a : Area Type Adjustment Factor	0.900	0.900	0.900	0.900	0.900	0.900	0.900	0.900	0.900	0.900	0.900
f _{lu} : Lane Utilization Adjustment Factor	1.000	0.908	0.971	1.000	0.971	1.000	0.908	1.000	1.000	1.000	0.971
f _{lt} : Left-turn Adjustment Factor	1.000	1.000	0.950	1.000	1.000	0.950	1.000	1.000	0.950	1.000	0.950
f _{rt} : Right-turn Adjustment Factor	0.850	1.000	1.000	0.850	1.000	1.000	0.850	1.000	1.000	0.850	1.000
f _{lpt} : Left-turn Ped/Bike Adjustment Factor	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
f _{rpt} : Right-turn Ped/Bike Adjustment Factor	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Adjusted Saturation Flow (pcu/h)	1,454	4,658	3,155	1,454	1,710	3,155	1,454	4,658	1,625	1,454	1,710

Capacity Analysis											
Cycle Length (s)	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
Effective Green Time (s)	150	87	22	150	7	28	150	87	22	150	7
Los Time (s)	3			3			3			3	
Green Ratio	1.000	0.580	0.147		0.047	0.187	1.000	0.580	0.147		0.047
Lane Group Capacity (c) (pcu/h)	1,454	2,702	463		80	589	1,454	2,702	238		80
v/c Ratio for Lane Group	0.165	1.062	1.118		0.791	0.445	0.575	1.181	0.538		1.139
Flow Ratio	0.165	0.616	0.164		0.037	0.083	0.575	0.685	0.079		0.053
Critical Lane Group/Phase		*	*					*	*		*
Sum of Critical Flow Ratios	1.1										
v/c Ratio for Intersection	1.2										

出典：JICA 調査団

(3) 交差点改良 (2020)

Traffic Volume												
Flow Rate (pcu/h)	North Bound			East Bound			South Bound			West Bound		
	Left Turn	Through	Right Turn	Left Turn	Through	Right Turn	Left Turn	Through	Right Turn	Left Turn	Through	Right Turn
	241	2,869	517	34	421	262	835	3,191	128	688	606	657
	LT	TH	RT	LT	TH	RT	LT	TH	RT	LT	TH	RT
Lane Group	↙	↑↑↑	↗	→	→	↘	↓	↓↓↓	↙	←	←	↖
Phase Number	1/2/3/4	1	2	1/2/3/4	3	4	1/2/3/4	1	2	1/2/3/4	3	4
Phasing												
Flow Rate in Lane Group (v) (pcu/h)	241	2,869	517	34	421	262	835	3,191	128	688	606	657

Saturation Flow												
S ₀ : Base Saturation Flow	1,900	1,900	1,900	1,900	1,900	1,900	1,900	1,900	1,900	1,900	1,900	1,900
N: Number of Lanes	1	3	2	1	1	2	1	3	1	1	1	2
f _w : Lane Width Adjustment Factor	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
f _{sv} : Heavy-vehicle Adjustment Factor	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
f _g : Grade Adjustment Factor	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
f _p : Parking Adjustment Factor	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
f _{bb} : Bus Blockage Adjustment Factor	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
f _a : Area Type Adjustment Factor	0.900	0.900	0.900	0.900	0.900	0.900	0.900	0.900	0.900	0.900	0.900	0.900
f _{lu} : Lane Utilization Adjustment Factor	1.000	0.908	0.971	1.000	1.000	0.971	1.000	0.908	1.000	1.000	1.000	0.971
f _{lt} : Left-turn Adjustment Factor	1.000	1.000	0.950	1.000	1.000	0.950	1.000	1.000	0.950	1.000	1.000	0.950
f _{rt} : Right-turn Adjustment Factor	0.850	1.000	1.000	0.850	1.000	1.000	0.850	1.000	1.000	0.850	1.000	1.000
f _{lps} : Left-turn Ped/Bike Adjustment Factor	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
f _{rps} : Right-turn Ped/Bike Adjustment Factor	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Adjusted Saturation Flow (pcu/h)	1,454	4,658	3,155	1,454	1,710	3,155	1,454	4,658	1,625	1,454	1,710	3,155

Capacity Analysis												
Cycle Length (s)	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
Effective Green Time (s)	150	69	17	150	37	21	150	69	17	150	37	21
Los Time (s)			3			3			3			3
Green Ratio	1.000	0.460	0.113		0.247	0.140	1.000	0.460	0.113		0.247	0.140
Lane Group Capacity (c) (pcu/h)	1,454	2,143	358		422	442	1,454	2,143	184		422	442
v/c Ratio for Lane Group	0.165	1.339	1.447		0.998	0.594	0.575	1.489	0.696		1.437	1.487
Flow Ratio	0.165	0.616	0.164		0.246	0.083	0.575	0.685	0.079		0.354	0.208
Critical Lane Group/Phase			*					*			*	*
Sum of Critical Flow Ratios	1.4											
v/c Ratio for Intersection	1.5											

出典：JICA 調査団

(4) 交差点改良 (2030)

Traffic Volume												
Flow Rate (pcu/h)	North Bound			East Bound			South Bound			West Bound		
	Left Turn	Through	Right Turn	Left Turn	Through	Right Turn	Left Turn	Through	Right Turn	Left Turn	Through	Right Turn
	309	3,680	664	44	540	336	1,062	4,057	163	882	777	842
	LT	TH	RT	LT	TH	RT	LT	TH	RT	LT	TH	RT
Lane Group	↙	↑↑↑	↗	→	→	↘	↓	↓↓↓	↙	←	←	↖
Phase Number	1/2/3/4	1	2	1/2/3/4	3	4	1/2/3/4	1	2	1/2/3/4	3	4
Phasing												
Flow Rate in Lane Group (v) (pcu/h)	309	3,680	664	44	540	336	1,062	4,057	163	882	777	842

Saturation Flow												
S ₀ : Base Saturation Flow	1,900	1,900	1,900	1,900	1,900	1,900	1,900	1,900	1,900	1,900	1,900	1,900
N: Number of Lanes	1	3	2	1	1	2	1	3	1	1	1	2
f _w : Lane Width Adjustment Factor	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
f _{sv} : Heavy-vehicle Adjustment Factor	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
f _g : Grade Adjustment Factor	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
f _p : Parking Adjustment Factor	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
f _{bb} : Bus Blockage Adjustment Factor	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
f _a : Area Type Adjustment Factor	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
f _{lu} : Lane Utilization Adjustment Factor	1.000	0.908	0.971	1.000	1.000	0.971	1.000	0.908	1.000	1.000	1.000	0.971
f _{lt} : Left-turn Adjustment Factor	1.000	1.000	0.950	1.000	1.000	0.950	1.000	1.000	0.950	1.000	1.000	0.950
f _{rt} : Right-turn Adjustment Factor	0.850	1.000	1.000	0.850	1.000	1.000	0.850	1.000	1.000	0.850	1.000	1.000
f _{lps} : Left-turn Ped/Bike Adjustment Factor	0.900	0.900	0.900	0.900	0.900	0.900	0.900	0.900	0.900	0.900	0.900	0.900
f _{rps} : Right-turn Ped/Bike Adjustment Factor	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Adjusted Saturation Flow (pcu/h)	1,454	4,658	3,155	1,454	1,710	3,155	1,454	4,658	1,625	1,454	1,710	3,155

Capacity Analysis												
Cycle Length (s)	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
Effective Green Time (s)	150	70	17	150	36	21	150	70	17	150	36	21
Los Time (s)			3			3			3			3
Green Ratio	1.000	0.467	0.113		0.240	0.140	1.000	0.467	0.113		0.240	0.140
Lane Group Capacity (c) (pcu/h)	1,454	2,174	358		410	442	1,454	2,174	184		410	442
v/c Ratio for Lane Group	0.212	1.693	1.856		1.315	0.761	0.731	1.867	0.886		1.894	1.907
Flow Ratio	0.212	0.790	0.210		0.316	0.107	0.731	0.871	0.100		0.455	0.267
Critical Lane Group/Phase			*					*			*	*
Sum of Critical Flow Ratios	1.8											
v/c Ratio for Intersection	1.9											

出典：JICA 調査団

(5) 交差点改良 (2035)

Traffic Volume												
Flow Rate (pcu/h)	North Bound			East Bound			South Bound			West Bound		
	Left Turn	Through	Right Turn	Left Turn	Through	Right Turn	Left Turn	Through	Right Turn	Left Turn	Through	Right Turn
	342	4,085	737	49	599	373	1,175	4,491	180	980	863	935
	LT	TH	RT	LT	TH	RT	LT	TH	RT	LT	TH	RT
Lane Group												
Phase Number	1/2/3/4	1	2	1/2/3/4	3	4	1/2/3/4	1	2	1/2/3/4	3	4
Phasing												
Flow Rate in Lane Group (v) (pcu/h)	342	4,085	737	49	599	373	1,175	4,491	180	980	863	935

Saturation Flow												
S ₀ : Base Saturation Flow	1,900	1,900	1,900	1,900	1,900	1,900	1,900	1,900	1,900	1,900	1,900	1,900
N: Number of Lanes	1	3	2	1	1	2	1	3	1	1	1	2
f _w : Lane Width Adjustment Factor	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
f _{HV} : Heavy-vehicle Adjustment Factor	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
f _g : Grade Adjustment Factor	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
f _p : Parking Adjustment Factor	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
f _{BS} : Bus Blockage Adjustment Factor	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
f _a : Area Type Adjustment Factor	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
f _{LU} : Lane Utilization Adjustment Factor	1.000	0.908	0.971	1.000	1.000	0.971	1.000	0.908	1.000	1.000	1.000	0.971
f _{LT} : Left-turn Adjustment Factor	1.000	1.000	0.950	1.000	1.000	0.950	1.000	1.000	0.950	1.000	1.000	0.950
f _{RT} : Right-turn Adjustment Factor	0.850	1.000	1.000	0.850	1.000	1.000	0.850	1.000	1.000	0.850	1.000	1.000
CBD	0.900	0.900	0.900	0.900	0.900	0.900	0.900	0.900	0.900	0.900	0.900	0.900
f _{ped} : Right-turn Ped/Bike Adjustment Factor	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Adjusted Saturation Flow (pcu/h)	1,454	4,658	3,155	1,454	1,710	3,155	1,454	4,658	1,625	1,454	1,710	3,155

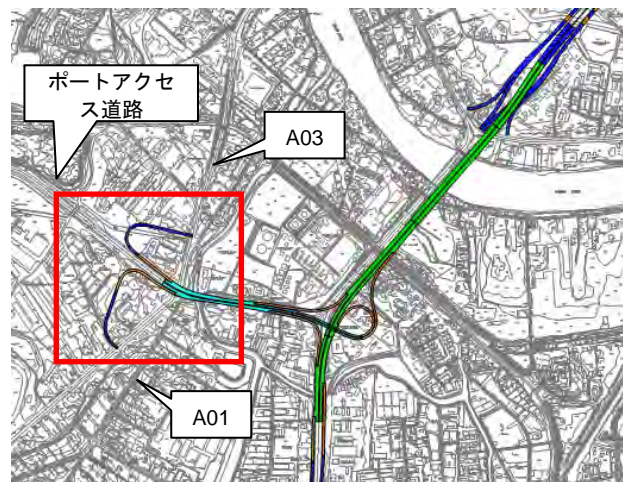
Capacity Analysis												
Cycle Length (s)	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
Effective Green Time (s)	150	70	17	150	36	21	150	70	17	150	36	21
Los Time (s)			3			3			3			3
Green Ratio	1.000	0.467	0.113		0.240	0.140	1.000	0.467	0.113		0.240	0.140
Lane Group Capacity (c) (pcu/h)	1,454	2,174	358		410	442	1,454	2,174	184		410	442
v/c Ratio for Lane Group	0.236	1.879	2.061		1.460	0.845	0.809	2.066	0.980		2.102	2.117
Flow Ratio	0.236	0.877	0.234		0.350	0.118	0.809	0.964	0.111		0.505	0.296
Critical Lane Group/Phase			*					*			*	*
Sum of Critical Flow Ratios	2.0											
v/c Ratio for Intersection	2.1											

出典：JICA 調査団

4.4.3 イングルカデインターチェンジ

“Pre-preliminary Design (2012)”においては、イングルカデインターチェンジの形式として、ハーフクローバーリーフタイプが提案された（図 4.4.8 参照）。しかしながら、当該インターチェンジの建設により、多くの建物・家屋の移転が必要となる計画となっている。

よってここでは、移転建物・家屋数を極力減少させるための代替案として、以下に示す 2 つのインターチェンジ形式案を計画し、比較検討を行った。



出典：JICA 調査団

図 4.4.8 イングルカデインターチェンジ

(1) 代替案 1：ハーフクローバーリーフタイプ（オリジナル）

オン/オフランプが、A03 道路および A01 道路にそれぞれ接続される（図 4.4.9 参照）。

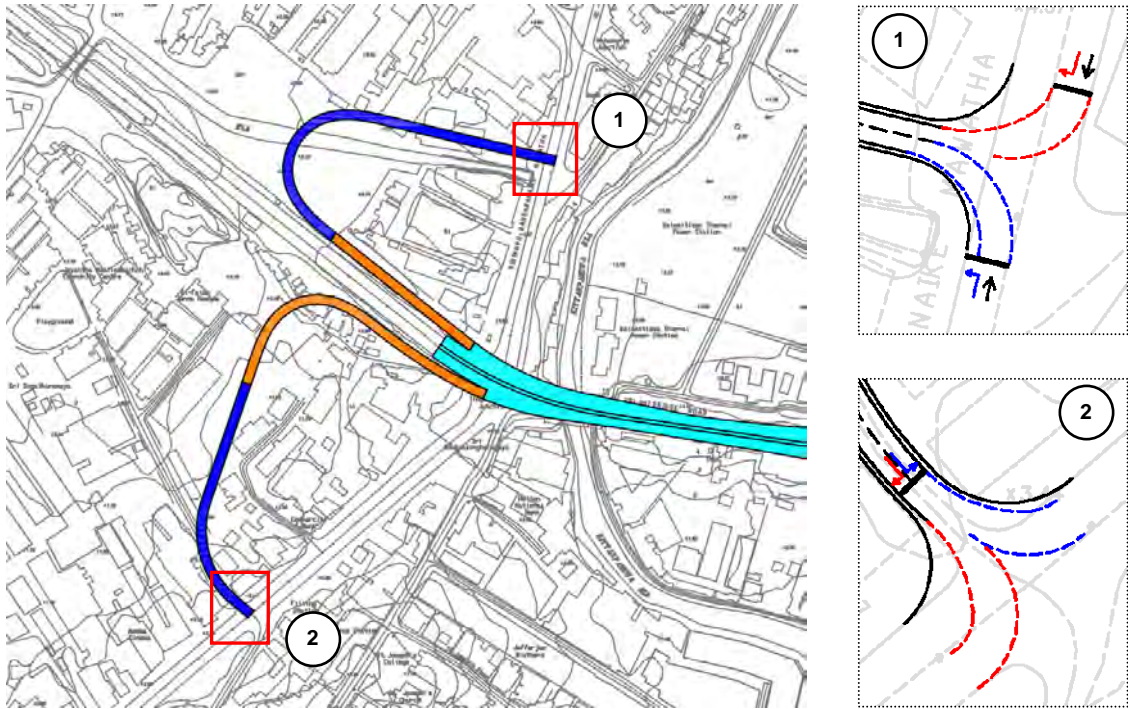
(2) 代替案 2：ハーフダイヤモンドタイプ

オン/オフランプが、現ポートアクセス道路に接続される（図 4.4.10 参照）。

マルチクライテリアを用いて、2 つのインターチェンジ形式案の評価を行った。評価結果を表 4.4.4 に示す。

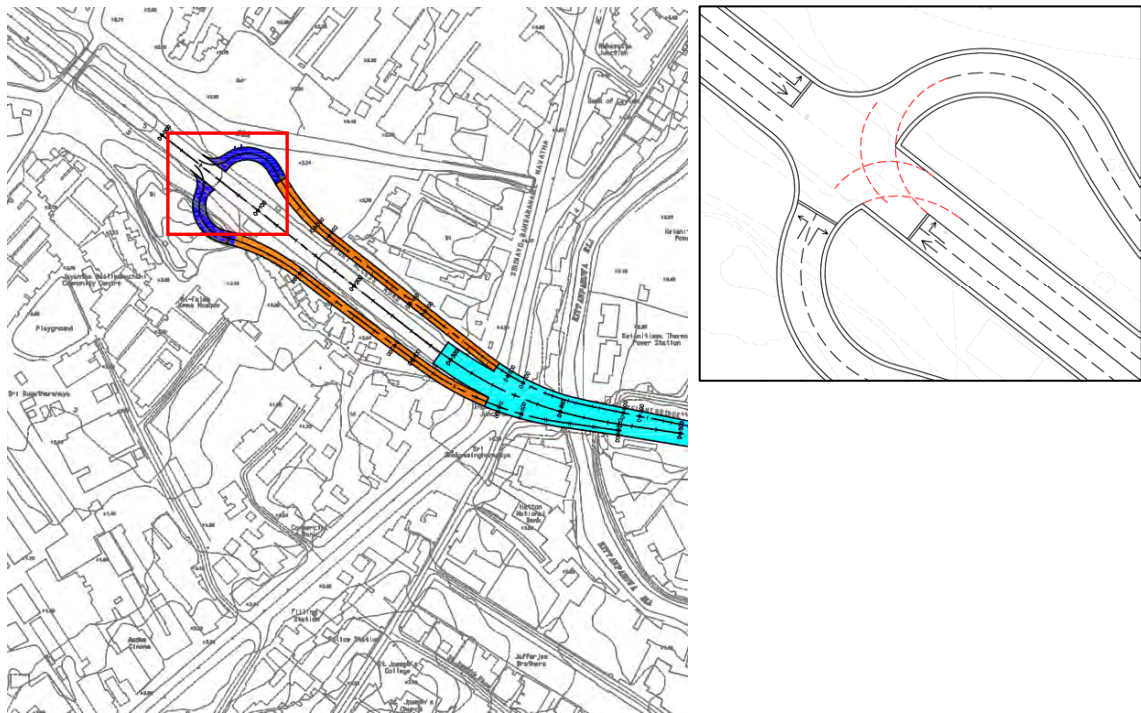
評価の結果、以下に示す理由により、“代替案 2：ハーフダイヤモンドタイプ”が最適形式案として選定された。

- 建設費が他案と比べて安価。
- 移転建物・家屋数が他案と比べて少ない。



出典：JICA 調査団

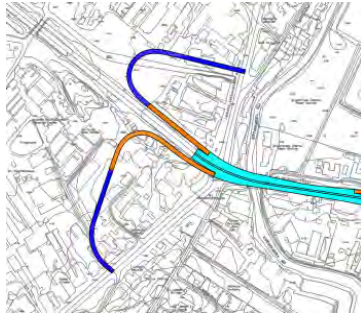
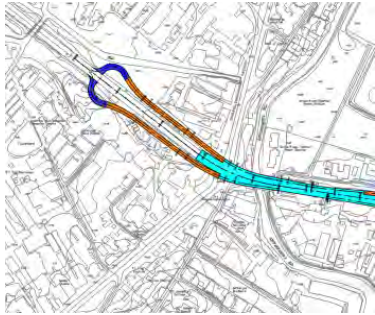
図 4.4.9 ハーフクローバーリーフタイプインターチェンジ



出典：JICA 調査団

図 4.4.10 ハーフダイヤモンドタイプインターチェンジ

表 4.4.4 イングルカデインターチェンジの最適化

	代替案1: ハーフクローバーリーフタイプ (オリジナル)	代替案2: ハーフダイヤモンドタイプ
概要	<ul style="list-style-type: none"> オン/オフランプが、A03 道路および A01 道路にそれぞれ接続される。 ランプの線形は、極力建物を避けよう に設定される。 	<ul style="list-style-type: none"> オン/オフランプが、現ポートアクセス 道路に接続される。 平面交差点が、現ポートアクセス道路 に新設される。
平面図		
交通	<ul style="list-style-type: none"> オン/オフランプは、A01 および A03 道路に直接接続されるため、プロジェクト道路へのアクセスは容易。 	<ul style="list-style-type: none"> プロジェクト道路へアクセスするため、2 つの交差点（現 A01-A03-ポートアクセス交差点、およびポートアクセス上新規交差点）を介す必要がある。
建設費	<ul style="list-style-type: none"> 1,550 百万ルピー (1.46) 	<ul style="list-style-type: none"> 1,059 百万ルピー (1.00)
施工性	<ul style="list-style-type: none"> 難易度の高い特別な施工を必要 としない。 	<ul style="list-style-type: none"> 難易度の高い特別な施工を必要 としない。
環境社会配慮	<ul style="list-style-type: none"> 31 戸の建物が影響を受ける。 	<ul style="list-style-type: none"> 14 戸の建物が影響を受ける。
評価		

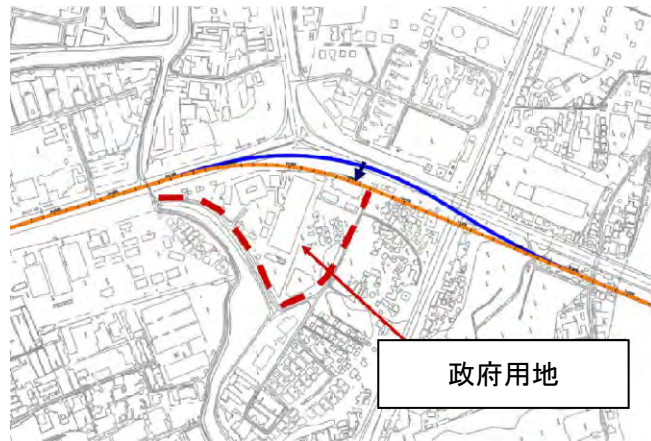
出典：JICA 調査団

4.4.4 ケラニティッサジャンクション

Pre-preliminary Design (2012)において、ケラニティッサジャンクションの形式としては、既存ケラニティッサ交差点付近の用地買収を極力減らすことを考慮して、当初、立体 Y 型形式が提案された（図 4.4.12 参照）。

しかしながら、Pre-preliminary Design (2012)における RDA との協議により、図 4.4.11 に示す政府用地を、ジャンクション建設用地として使用することが決定された。

よって、ジャンクション形式を決定するにあたり、上記の政府用地を最大限利用できる形式として、トランペット A 型（図 4.4.13）およびトランペット B 型（図 4.4.14）の 2 つの形式も併せて検討された。それぞれの形式の概要を以下に示す。

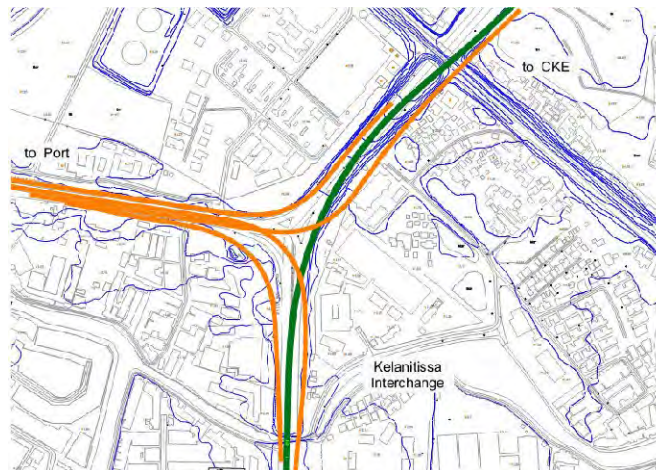


出典：JICA 調査団

図 4.4.11 ジャンクション建設用地として利用可能な政府用地

立体 Y 型

3 案中、最も少ない用地で建設可能であるが、既存道路上で 3 階層の橋梁建設が必要となる。よって、難工事であるとともに建設費も高価。

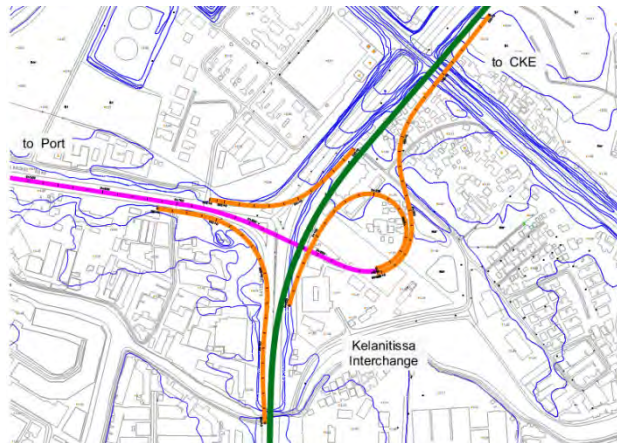


出典：JICA 調査団

図 4.4.12 立体 Y 型ジャンクション

トランペット A 型

政府用地を利用して建設を行うもので、2 階層の橋梁建設が必要となる。一般的に、立体 Y 型よりも広い建設用地が必要となる。

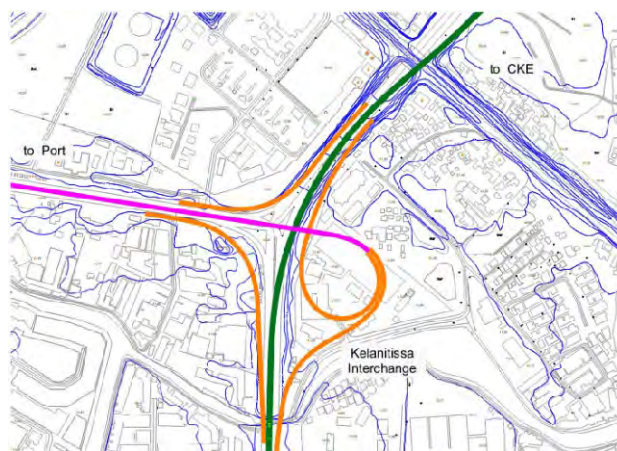


出典：JICA 調査団

図 4.4.13 トランペット A 型ジャンクション

トランペット B 型

トランペット A 型と類似したジャンクション形式であり、ループランプの利用位置が異なる。A 型は本線への入流にループランプを利用するに対し、B 型では本線からの流出にループランプを利用する。B 型は A 型と比べ、本線への流入ランプのノーズがよりオルゴダワッタ交差点方向に設置されることになり、上記ノーズとオルゴダワッタインターチェンジオフランプのノーズとの必要ノーズ間距離を確保することが難しくなる。



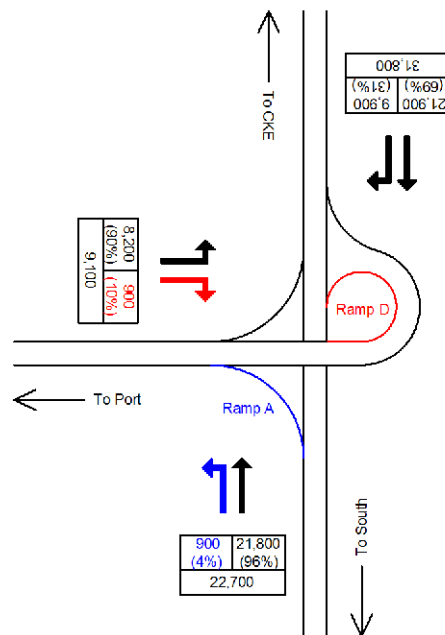
出典：JICA 調査団

図 4.4.14 トランペット B 型ジャンクション

検討の結果、ケラニティッサジャンクションの型式としては、政府用地が利用可能で、必要なノーズ間距離の確保ができるトランペット A 型を採用する。

上記、ジャンクション形式の検討に加え、ここでは、ケラニティッサジャンクションにおける各ランプの必要性についての検討を行う。ランプ A およびランプ D については、図 4.4.15 に示す通り、他のランプと比較して交通量が少ないため（ランプ A：900 pcu/day、ランプ D：900 pcu/day）、ランプ建設の必要性は低いといえる。

しかしながら、全ての方向へのサービスを提供するという観点から、ランプ A およびランプ D を含む全てのランプの建設を、本プロジェクトの範囲に含めることとする。



出典：JICA 調査団

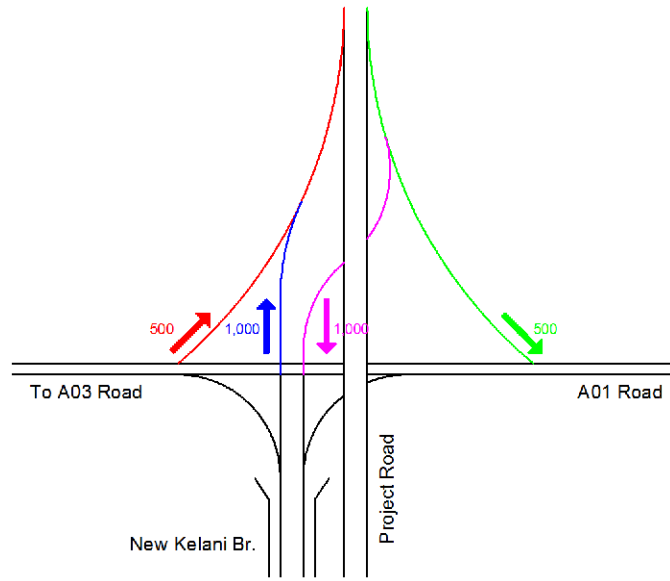
図 4.4.15 ケラニティッサジャンクションの交通量

4.4.5 CKE インターチェンジ

CKE インターチェンジは、当初 CKE プロジェクト内で建設されるが、本プロジェクトにおける CKE 区間の線形変更に応じて、取り壊し、再建設が必要となる。

CKE インターチェンジは、インターチェンジ周辺からの流入交通、または周辺への流出交通のみが利用するため、図 4.4.16 に示す通り、その交通量は、他のインターチェンジと比較して、500～1,000 pcu/day と少ない。よって CKE インターチェンジの再建設による事業効果は小さいといえる。

しかしながら、現状のサービスを維持するという観点から、CKE インターチェンジの再建設を、本プロジェクトの範囲に含めることとする。



出典：JICA 調査団

図 4.4.16 CKE インターチェンジの交通量

4.5 橋梁形式の選定

4.5.1 主橋梁（渡河部）形式の選定

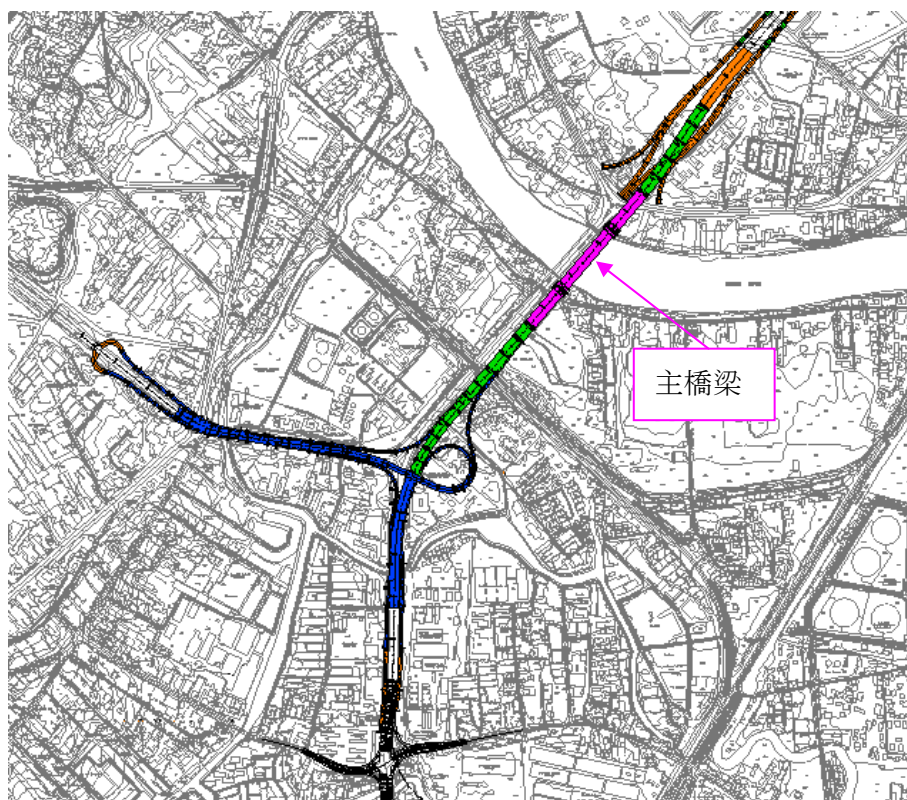
(1) 主橋梁概要

第二新ケラニ橋は既設橋の上流側に建設する計画とした。本橋の橋脚は洪水への配慮ならびに河川交通への影響を考慮し、既設橋の橋脚に合わせた位置で計画する必要がある。既設橋の河川内の最大スパンは32.6mであり、35m以上のスパンが適用できる橋種を選定した。

既設橋はRC構造であり、RC構造のライフスパンは他の構造と比較して短いため、RC構造の採用は望ましくない。

鋼橋についてはコンクリート橋より高価であるため、比較対象から除外した。

施工について、固定支保工の施工は河川の埋め立てが必要となり、乾季のみの施工に限定され、施工工期の長期化を招くこととなる。また、河川交通にも影響を与える。このため、片持ち架設および押し出し架設が可能な橋種を選定した。



出典：JICA 調査団

図 4.5.1 主橋梁位置

1) オプション1：PC箱桁橋

PC箱桁橋はとても一般的な橋梁であり、片持ち架設が可能な橋種の中では安価な橋梁である。しかし、適用支間は50mから150mであり、川幅より狭く河川内に橋脚を立てる必要がある。本橋の橋脚位置を既設橋の橋脚位置と合わせると、本橋は3径間となり中央スパンは90mとなる。



出典：The Pre-Preliminary Design (2012)

図 4.5.2 PC箱桁橋のコンピューターグラフィック

2) オプション2：エクストラードーズド橋

エクストラードーズド橋は片持ち架設により施工が可能な橋種であり、支間長はPC箱桁橋より長くケラニ川の中に橋脚を立てる必要がない。PC箱桁橋より建設費は高くなるが、川の中に橋脚を立てる必要がないことから、河床洗掘や河川環境へ与える影響を考慮する必要は無い橋梁形式である。適用可能スパンは120mから200mであり、周辺状況を考慮して中央スパンは185mとなる。主塔があることから景観的にも優れている。



出典：The Pre-Preliminary Design (2012)

図 4.5.3 エクストラードーズド橋のコンピューターグラフィック

3) オプション3：斜張橋

斜張橋はエクストラードーズド橋と同じくケラニ川の中に橋脚を立てる必要がなく、片持ち架設工法での施工が可能である。エクストラードーズド橋同様、川の中に橋脚を立てる必要がないことから、河床洗掘や河川環境へ与える影響を考慮する必要は無い橋梁形式である。適用可能スパンは150mから300mであり、ここでは170mおよび140mとした。本橋もエクストラードーズド橋同様、主塔があることから景観的にも優れている。



出典：The Pre-Preliminary Design (2012)

図 4.5.4 斜張橋のコンピューターグラフィック

(2) 主橋梁の概略設計

1) 主橋梁の設計

上部工

上部工の断面を決定するための大きな要因は車両荷重である。橋梁の設計基準はいくつかあるが、車両荷重に関しては設計基準により大きな差異は無いことから上部工断面は過去の実績より決定することが可能である。

下部工

下部工の断面を決定するための最も大きな要因は車両荷重・上部工の重量・地震力である。RDAの基準によると地震力を考慮した設計する必要はないと規定されている。

基礎工

基礎工の断面を決定するための大きな要因は、車両荷重・自重（上部工・下部工）・地盤の状態である。地盤は地域によって違うため、過去の実績より決定することは望ましくないと考えられる。そのため、基礎工について計算を行い、杭径および杭本数の算定を行った。PC 箱桁橋は河川内に橋脚を設置するため、洗掘対策が必要となる。橋脚位置は既設橋の橋脚位置に合わせることから、既設橋の洗掘対策も必要となる。そのため、PC 箱桁橋の基礎は洗掘に強い鋼管井筒基礎を採用した。そのほかの橋梁（エクストラードード橋および斜張橋）は安価な場所打ち杭基礎を採用した。

2) 主橋梁の施工期間

各オプションの施工期間を表 4.5.2 に示す。

表 4.5.1 主橋梁の基礎形式

橋梁形式	オプション1 PC箱桁橋	オプション2 エクストラード・ゾド橋	オプション3 斜張橋
側面図			
断面図			
基礎平面図			
	新橋:36本 既設橋:78本		
杭種	鋼管井筒基礎	場所打ち杭基礎	場所打ち杭基礎
杭本数	36	24	36
杭径	1.0	2.5	2.5
杭長	40	30	30
1本あたりの許容支持力	2932	12623	12623
活荷重	6,500	10,900	16,800
上部工重量	70,400	135,800	265,100
下部工重量	20,200	144,100	157,900
合計重量	97,100	290,800	439,800

出典：JICA 調査団

(3) 主橋梁の選定

1) 評価項目

景観性

主橋梁のある路線は国際空港とコロomboの中心部を結び、主橋梁は新ケラニ橋のインターチェンジの後のケラニ川を渡る箇所に位置し、新しいランドマークとなる。「ス」国に入った観光客が最初に目にする主要な建築物の一つであり、「ス」国の成長の発展を象徴となることから、橋梁の景観に焦点を当て、評価を行う。

環境性

環境には、自然環境に及ぼす影響（ケラニ川）と住環境に及ぼす影響の2種類がある。

本橋は河川を跨ぐように建設され、ケラニ川への影響が予想される。河川内に橋脚を建設することにより、河川の流れが乱れ、洪水の発生頻度が高まり、河床洗掘が進行する可能性がある。また、施工時において、河川内にコンクリート中のアルカリ成分が流出することにより水質汚染なども発生する可能性がある。このため、自然環境については河川内の橋脚数により評価を行う。

本橋はコロombo側の住宅密集地を通過するため、本橋を建設することによる民家への影響を考慮する。本橋は交通量が多い地域であり、本橋が開通することによりさらに交通量の増加が予想される。交通量の増加により、振動および騒音が問題となる。提案した3橋梁は全てコンクリート橋であり振動は最小限に抑えられるため、評価項目から除外した。しかし、騒音問題については橋梁に使用されている伸縮装置が問題となることがあるが、伸縮装置は橋梁と橋梁を繋ぐ役割を果たしており、本橋にも伸縮装置を使用する必要がある。このため、騒音問題については、伸縮装置数により評価を行う。

構造的性

構造的性には施工実績に基づいた信頼性と耐久性の2種類がある。

信頼性は、施工実績に基づいて評価する。過去に施工された橋種（施工実績）の数が多ほど構造の信頼性が高いと考えられる。しかし、施工実績が多い橋梁においても一般的に使用されている支間長より長い支間長を使用する場合は信頼性に欠けることとなる。このため、信頼性は支間長も考慮した施工実績の多少により評価を行う。

耐久性は、橋梁の寿命を表し耐久性が高いほど長期間の供用が可能となる。橋梁は床版・主桁・橋脚・杭から成り立っており、床版は主桁・橋脚・杭とは違い車両荷重を直接受けることによる疲労耐久性が問題となることが多い。RC床版は疲労耐久性に弱く、PC床版や合成床版と比べて寿命が短く、一般的にRC床版の寿命は50年、PC床版および合成床版の寿命は100年と考えられている。このため、床版の耐久性に焦点を当て、評価を行う。

施工性

施工性には施工箇所の周辺状況による施工難易度と橋梁自体の施工難易度の2種類がある。

施工箇所の周辺状況による施工難易度は、河川内での作業を考慮する。河川内で橋脚や基礎を施工する場合、船や栈橋を使用する必要がある。さらに、パイルキャップの施工は、仮締め切りを使用し乾燥させた状態で施工を行う必要がある。ゆえに、河川内の施工は陸上部での施工と比べてはるかに難易度が高くなる。このため、施工箇所の周辺状況による施工難易度は河川内の橋脚数により評価を行う。

橋梁自体の施工難易度は、安全性の高い橋梁建設を行う上で重要な指標である。施工難易度が高くなればなるほど、高い施工精度が要求される。施工難易度は架設工法や橋梁の種類により変わり、最も簡単な架設工法は固定支保工架設である。難易度の高い架設工法に片持ち架設などが挙げられる。また、エクストラードボード橋や斜張橋は、片持ち架設に加えケーブルの施工もあることからさらに難易度が高くなる。このため、架設工法により評価を行う。

メンテナンス

橋梁のメンテナンスには、再塗装と部品の取替えの2種類がある。

再塗装は、橋梁の寿命を延ばすために必要である。再塗装をしない場合、塗装が劣化した箇所から鋼材が腐食し、橋梁の補修などの大規模な修繕が必要となる。塗装の寿命は20年から30年程度であるため再塗装が必要となる。再塗装を行うためには費用がかかるため、再塗装が不要な構造を選定することが望ましい。このため、再塗装の有無について評価を行う。

部品の取替えについては、橋梁を安全に使用するために必要である。取替えが必要な部品は伸縮装置・支承である。伸縮装置は橋面上にあるため、取替えは簡単に行うことができるが、支承は上部工と下部工の間にあり、取替えを行うためには上部工のジャッキアップが必要となり、難易度は高くなる。このため、支承数について評価を行う。

施工期間

CKEは2013年の終わりに開通予定であり、開通後はさらに交通渋滞が悪化すると想定される。本橋についても建設期間の短い橋梁形式を選定することで、施工期間を短くしCKE開通後の交通渋滞を一刻も早く解消させることが不可欠である。施工期間の短縮は交通渋滞を解消させる上で重要な指標である。

建設費

建設費は基礎・橋台・橋脚・上部工を含み、表4.5.3に示す。

メンテナンス費（参考）

メンテナンス費は橋梁の供用期間を100年として算出した。メンテナンスの項目と頻度を下記に示す。

- 日常点検：100回

- 定期点検：20回
- 再塗装：3回
- 表面塗装（中性化対策）：3回
- 伸縮装置取替え：4回
- 再舗装：9回

日常点検は遠望目視点検を実施する。定期点検は遠望目視ならびに近接目視を実施し、主桁、床版、橋脚を点検する。必要に応じてハンマーを使用した非破壊検査も実施する。

2) 評価結果

主橋梁の橋種選定の評価結果を下表に示す。

表 4.5.3 主橋梁選定結果

橋梁形式		オプション1 PC箱桁橋	オプション2 エクストラードーゾド橋	オプション3 斜張橋
側面図				
景観性	景観	良い	とても良い	とても良い
環境性	洗掘/洪水	2基、洗掘深さ9.3m	0基	0基
	騒音	2ヶ所	2ヶ所	2ヶ所
構造性	施工実績	多い	普通	普通
	耐久性	PC床版	PC床版	PC床版
施工性	河川内施工	2基	0基	0基
	品質確保	普通	難しい	難しい
メンテナンス	再塗装	不要	不要	不要
	部品取替え	2ヶ所	2ヶ所	2ヶ所
施工期間	伸縮装置数	2基	4基	3基
	支承がある橋脚数	40ヶ月	36ヶ月	48ヶ月
コスト	上部工	2,074	3,047	4,317
	下部・基礎工	1,550	1,460	1,094
	アプローチ橋	1,025	0	615
	合計	4,649	4,507	6,026
	比率	(1.03)	(1.00)	(1.34)
評価	メンテナンス費(参考)(百万Rs)	234	203	238
	ライフサイクルコスト(参考)(百万Rs)	4,883	4,710	6,264
	比率	(1.04)	(1.00)	(1.33)
		採用		

凡例: A とても良い, B 良い, C 悪い

出典: JICA 調査団

オプション1：PC箱桁橋

本形式は非常に一般的な構造で、コロンボの入り口のシンボルとなるような印象を与えることはできない。

さらに、河川内に2基の橋脚を建設する必要があり、洗掘対策が必要となり、河川環境への影響も懸念される。また、河川内での建設は難しく労働者の安全面も他の形式と比べて劣る。

上記の理由により、オプション1は他の2案より利点が少ない。

オプション2：エクストラードード橋、オプション3：斜張橋

どちらの形式も景観的に優れており、コロンボのランドマークとなることが可能である。橋脚は河川の土手に建設されるため、河床洗掘や河川環境への影響も最小限に抑えられる。

エクストラードード橋は斜張橋に比べて建設費が安価であり、施工期間も短い。

以上より、オプション2のエクストラードード橋を選定した。

次に理由を示す。

コロンボの玄関にふさわしい新しいシンボルおよびランドマークとして優れた景観性

河川内に橋脚が無いため、環境への影響が小さい

施工期間が最も短い

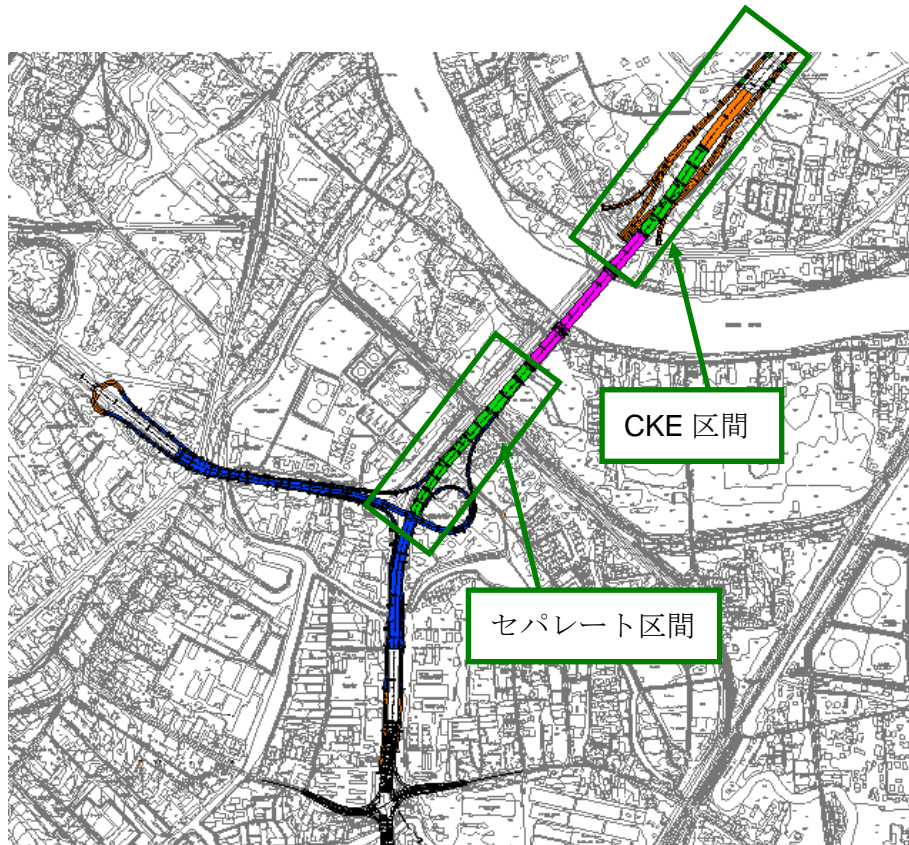
建設費が最も安い

4.5.2 アプローチ橋梁の形式選定（CKE 区間、セパレート区間）

(1) アプローチ橋梁の形式選定（CKE 区間、セパレート区間）の概要

CKE 区間は CKE と主橋梁を繋ぐアプローチ道路、CKE と一般道を繋ぐランプ道路より構成されている。アプローチ道路は 250m あり、ランプ道路を跨いでいる。アプローチ橋の両脇にあるランプ道路は CKE と接続する前に側道ならびに小規模な河川を跨いでいる。橋長は 25m である。（側道と河川の幅は約 15m である。）

セパレート区間は主橋梁とアプローチ橋梁（オーバーラップ区間）の間に位置している。橋長は 415m あり、ベースライン道路に沿った位置に建設される。交差物件は小規模な道路である。CKE 区間と同じ橋梁形式を選定した。



出典：JICA 調査団

図 4.5.5 アプローチ橋梁位置図（CKE 区間、セパレート区間）

1) オプション 1：PCI 桁橋

PCI 桁橋はとても一般的で、他の橋梁形式と比較して非常に安価である。施工ヤードで主桁を製作し、クレーンにより架設を行う。適用支間は 25m から 45m であり、本橋は 40m として計画を行う。

2) オプション 2：PC 箱桁橋

PC 箱桁橋は PCI 桁橋と同様とても一般的であるが、適用支間は PCI 桁橋よりも長い。本形式は固定支保工を使用して架設を行うため、連続化させることが可能である。PCI 桁橋より適用支間は長く 30m から 110m となり、本橋は 50m として計画を行う。

3) オプション 3：鋼 I 桁橋

鋼 I 桁橋はとても一般的な構造である。上部工は工場で組み立て、建設地に輸送することが可能である。このため、現場作業が少なく施工工期の短縮が期待でき、施工精度も向上する。さらに、上部工重量を軽量化することにより、基礎の規模の縮小が可能となる。鋼 I 桁橋の適用支間は 30m から 60m であり、本橋は 40m として計画を行う。

4) オプション4：鋼箱桁橋

鋼箱桁橋は鋼 I 桁橋と同様とても一般的である。鋼 I 桁橋より適用支間長は長く 40m から 80m となり、本橋は 50m として計画を行う。

(2) アプローチ橋梁の概略設計（CKE 区間、セパレート区間）

1) アプローチ橋梁設計（CKE 区間、セパレート区間）

基本的には、主橋梁と同様であるが本区間は陸上部であるため鋼管井筒基礎を使用しない計画とした。

2) アプローチ橋梁の施工期間（CKE 区間、セパレート区間）

各オプションの施工期間を表 4.5.5 に示す。

表 4.5.4 アプローチ橋梁の基礎形式 (CKE 区間およびセパレート区間)

橋梁形式	オプション1 PCI桁橋	オプション2 PC箱桁橋	オプション3 鋼I桁橋	オプション4 鋼箱桁橋
断面図				
基礎平面図				
杭種	場所打ち杭基礎			
杭本数	10	12	8	8
杭径	1.5	1.5	1.5	1.5
杭長	30	30	30	30
1本あたりの許容支持力	4261	4261	4261	4261
活荷重	20,500	26,600	14,300	18,800
上部工重量	4,900	5,600	4,900	5,600
下部工重量	13,300	12,900	8,900	9,100
合計重量	38,700	45,100	28,100	33,500

出典：JICA 調査団

(3) アプローチ橋梁選定（CKE 区間、セパレート区間）

1) 評価項目

景観性

本橋はベースライン道路に沿った位置に建設され、本橋周辺には民家があることから、本橋は人目につきやすい位置に建設される。このため、橋梁の景観はとても重要となる。オプション 1 から 4 について橋梁上からの見え方はどれも変わらないが、橋梁下からの見え方は明らかに違う。I 桁の本数はオプション 1 が 5 本、オプション 3 が 4 本となり、煩雑な印象を受ける。オプション 2 およびオプション 4 について箱桁の本数は 2 本であり、すっきりした印象を受ける。

環境性

本橋の建設は環境に与える影響が大きい。特に地盤の状況に関して、橋脚の建設は地盤の安定、土砂などの建設廃棄物、水質汚染なども発生する可能性がある。

主橋梁同様、本橋周辺の住民は、本橋開通後の振動および騒音が問題と感じる。騒音問題については、伸縮装置数により評価を行う。

構造的性

主橋梁と同様である。

施工性

本橋は、CKE のランプ上に建設されることから、既存交通への影響が懸念される。CKE からランプを通り既設道路に向かう交通は CKE 区間の建設のために一時通行止めをする可能性がある。また、セパレート区間はベースラインに沿った位置に計画されており、ベースラインは毎日多くの車両が使用する。施工スペースをなるべく小さくし、既設の交通への影響を最小限にすることが望ましい。

橋梁自体の施工難易度の評価は、主橋梁と同様である。

メンテナンス

主橋梁と同様である。

施工期間

この区間は既存道路に沿って建設され、施工期間中の既設道路への影響ならびに交通への影響を最小化させる必要がある。施工期間はオーバーラップ区間ほど重要ではないが、主橋梁の施工期間より長くなることは、避ける必要がある。

建設費

建設費は表 4.5.6 に示す。

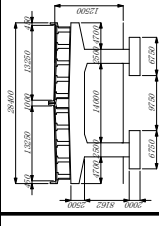
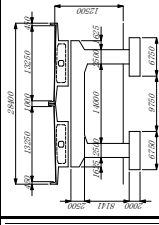
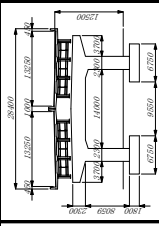
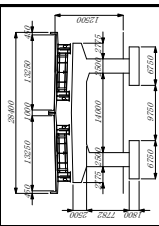
メンテナンス費（参考）

主橋梁を参照。

2) 評価結果

橋種選定の評価結果を下表に示す。

表 4.5.6 アプローチ橋梁選定結果 (CKE 区間、セパレート区間)

橋梁形式		オプション1 PCI桁橋	オプション2 PC箱桁橋	オプション3 鋼桁橋	オプション4 鋼箱桁橋
断面図					
橋梁諸元	径間長	40m	50m	40m	50m
	有効幅員	13.25m, 2レーン	13.25m, 2レーン	13.25m, 2レーン	13.25m, 2レーン
景観性	景観	C	とても良い	A	とても良い
環境性	自然環境	7基	6基	A	6基
	振動	振動しにくい	A	A	C
構造性	騒音	2ヶ所	A	A	A
	施工実績	多い	A	A	A
施工性	耐久性	PC床版	A	A	C
	既設橋への影響	大きい	B	A	A
メンテナンス	品質確保	普通	A	A	A
	再塗装	不要	A	A	C
施工期間	部品取替え	2ヶ所	A	A	A
	支承がある橋脚数	7基	B	A	B
コスト	上部工	40ヶ月	C	A	B
	下部・基礎工	90,884	169,519	207,959	298,037
	合計	104,637	112,565	78,583	79,816
	R\$/m2(橋面積あたり)	195,521	282,084	286,542	377,853
評価	比率	(1.00)	A	B	C
	メンテナンス費(参考)(千Rs)	23,800	25,700	46,500	38,600
	ライフサイクルコスト(参考)(千Rs)	219,321	307,784	333,042	416,453
	比率	207	232	314	314
		(1.00)	(1.12)	(1.52)	(1.52)
		採用			

凡例: A とても良い, B 良い, C 悪い

出典: JICA 調査団

本区間では施工期間の短縮より建設費の削減に重点が置かれるべきであるため、鋼橋（オプション3および4）よりコンクリート橋（オプション1および2）を選定することが望まれる。

オプション1と2の建設費での比較はオプション2のほうが多少高価である。しかし、オプション2の施工期間は主橋梁と同じであり、高速道路開通のボトルネックとならないことや、景観面で優れることなどオプション1より有利な点が多数ある。

以上より、オプション2のPC箱桁橋を採用した。

次に理由を示す。

桁下の景観がI桁橋よりも箱桁橋のほうが優れている。

橋脚本数が少ないため、環境への影響が小さい

鋼橋と違いコンクリート橋は塗装が不要

施工期間が2番目に短いがクリティカルにならない

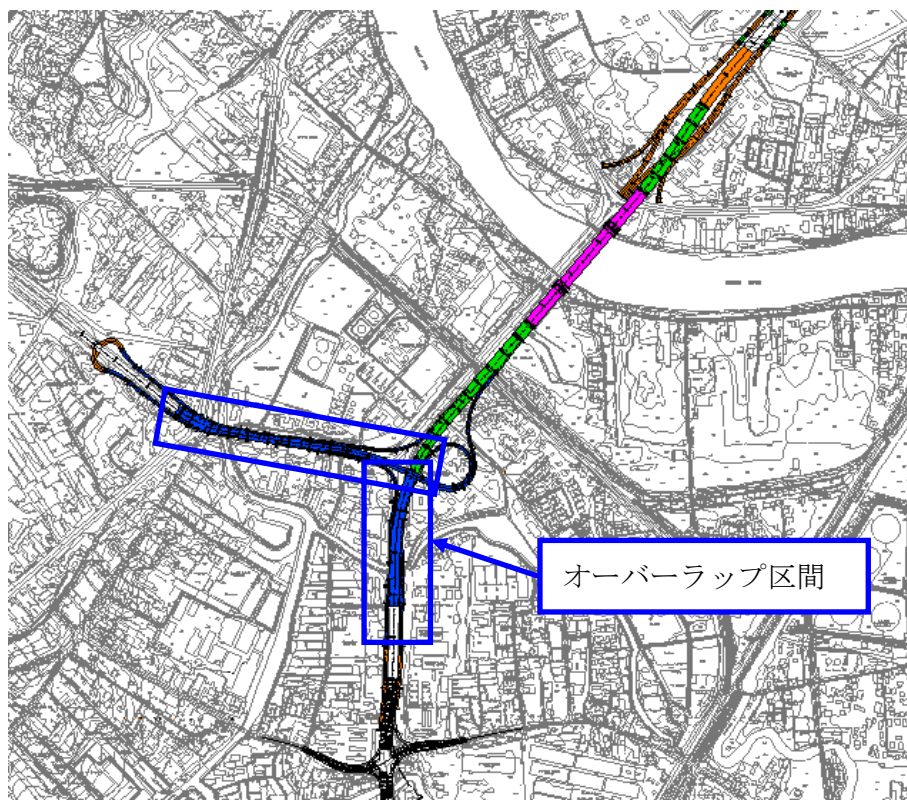
建設費が2番目に安い

4.5.3 アプローチ橋梁の形式選定（オーバーラップ区間）

(1) アプローチ橋梁の形式選定（オーバーラップ区間）の概要

オーバーラップ区間はセパレート区間からコロンボ中心部に向かうベースライン上に計画されている箇所とポートアクセス道路上に計画されている箇所である。これらの区間は現道上に計画されているため、施工は現道の交通を通しながら行う必要があり、安全性に配慮した施工が必要となる。

交差物件はA1道路（道路幅約20m）と小さな河川であり、エクストラード橋や斜張橋などの長大橋は比較対象から除外した。



出典：JICA 調査団

図 4.5.6 アプローチ橋梁位置（オーバーラップ区間）

1) オプション1：PCI 桁橋

CKE 区間およびセパレート区間と同様である。

2) オプション2：PC 箱桁橋

CKE 区間およびセパレート区間と同様である。

3) オプション3：鋼 I 桁橋

CKE 区間およびセパレート区間と同様である。

4) オプション4：鋼箱桁橋

橋梁支間長については CKE 区間と同じとした。

下部工については鋼製柱を採用することで、建設費はコンクリート柱と比較して高くなるが、施工期間の短縮を図ることが可能となる。オーバーラップ区間では既設道路を通過する交通に与える影響を小さくすることが最も重要である。さらに、鋼製柱を採用することにより、上下部工を剛結したラーメン構造の採用も可能となる。

(2) アプローチ橋梁の概略設計（オーバーラップ区間）

1) アプローチ橋梁設計（オーバーラップ区間）

基本的には、主橋梁と同様であるが本区間は陸上部であるため鋼管井筒基礎を使用しない計画とした。

2) アプローチ橋梁の施工期間（オーバーラップ区間）

各オプションの施工期間を表 4.5.8 に示す。

表 4.5.7 アプローチ橋梁の基礎形式 (オーバーラップ区間)

橋梁形式	オプション1 PCI桁橋	オプション2 PC箱桁橋	オプション3 鋼1桁橋	オプション4 鋼箱桁橋
断面図				
基礎平面図				
杭種	場所打ち杭基礎			
杭本数	8	9	6	6
杭径	1.5	1.5	1.5	1.5
杭長	30	30	30	30
1本あたりの許容支持力	4261	4261	4261	4261
活荷重	15,700	19,900	10,600	12,000
上部工重量	4,000	4,600	4,000	4,600
下部工重量	10,700	11,200	7,300	6,700
合計重量	30,400	35,700	21,900	23,300

出典：JICA 調査団

(3) アプローチ橋梁選定（オーバーラップ区間）

1) 評価項目

道路高さ

本橋梁は現道上に位置しており、現道の建築限界を確保した上で、橋梁の高さを設定する必要がある。ポートへ向かうためのアプローチ橋へ繋ぐためのランプ橋が本橋の上を通過するため、本橋が高い位置に建設されればされるほどランプ橋の位置も高くなる。本橋の高さを低くすることが可能であれば、ランプ橋の建設費も抑えることができるため、道路の高さについて評価を行う。

景観性

CKE 区間と同様であるが、本橋は既設道路の真上に位置しているため、既設道路を通過する交通からの景観性を考慮することが重要である。

環境性

他の区間と違い本区間は、既設道路に沿って大きな商業施設が立ち並んでおり、本橋を建設することによる商業施設への影響を考慮する。

構造的性

主橋梁と同様である。

施工性

本橋はベースライン道路およびポートアクセス道路上に建設され、他の区間と比較して施工の難易度が高い。このため、現道交通に与える影響について評価を行う。

メンテナンス

CKE 区間と同様である。

施工期間

既設道路に与える影響を最小限にするために施工期間を短くすることが望ましい。

建設費

建設費は表 4.5.9 に示す。

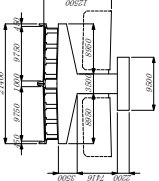
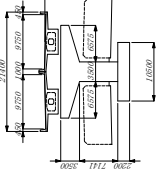
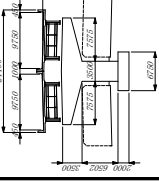
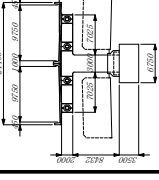
メンテナンス費（参考）

主橋梁を参照。

2) 評価結果

橋種選定の評価結果を下表に示す。

表 4.5.9 アプローチ橋梁選定結果 (オーバークラップ区間)

橋梁形式		オプション1 PCI桁橋	オプション2 PC箱桁橋	オプション3 鋼桁橋	オプション4 鋼箱桁橋
断面図					
橋梁諸元	径間長 有効幅員	40m 9.75m, 2レーン	50m 9.75m, 2レーン	40m 9.75m, 2レーン	50m 9.75m, 2レーン
道路高さ		高い	高い	高い	低い
景観性		悪い	悪い	悪い	とても良い
環境性	橋脚数	29基	29基	29基	25基
	振動	振動しにくい	振動しにくい	振動しやすい	振動しやすい
構造性	騒音	8ヶ所	8ヶ所	8ヶ所	8ヶ所
	施工実績	多い	多い	多い	普通
耐久性	床版耐久性	PCパネル+RC床版	PC床版	合成床版	合成床版
	既設道路への影響	大きい	大きい	大きい	小さい
施工性	品質確保	普通	普通	易しい	易しい
	再塗装	不要	不要	要	要
メンテナンス	伸縮装置数	8ヶ所	8ヶ所	8ヶ所	8ヶ所
	支承がある橋脚数	25基	29基	25基	8基
施工期間		40ヶ月	35ヶ月	33ヶ月	23ヶ月
	上部工	73,373	134,823	161,250	218,345
コスト	下部・基礎工	82,743	89,240	61,659	74,802
	合計	156,116	224,063	222,909	293,147
コスト	Rs/m2 (橋面積あたり)	200	230	286	301
	比率	(1.00)	(1.15)	(1.43)	(1.50)
コスト	メンテナンス費 (参考) (千Rs)	17,900	19,200	27,000	32,600
	ライフサイクルコスト (参考) (千Rs)	174,016	243,263	249,909	325,747
コスト	Rs/m2 (橋面積あたり)	223	250	320	334
	比率	(1.00)	(1.12)	(1.44)	(1.50)
評価					採用

凡例: A とても良い, B 良い, C 悪い

出典: JICA 調査団

オプション 4 は他のオプションと比べて最も高価であるが、施工期間は 1 年以上短いため、既設道路を走行する車両に与える影響を最小限に抑えることが可能となる。道路使用者はなるべく交通渋滞を避けスムーズな移動を好む。既設道路はコロomboの入り口に位置しており、交通渋滞が発生すれば物流に影響が生じ、「ス」国の経済損失にも繋がる。「ス」国の経済損失を最小限に抑えるためにオプション 4 を選定する。

さらに、オプション 4 は道路高さも低くすることが出来ることから、ポートアクセスのランプ橋の建設費の削減にも繋がる。

さらにオプション 4 は図 4.5.7 のとおり、ランプ橋とオルゴダワッタ交差点の距離を 40m 確保できる。しかしながら、オプション 3 は橋脚と主桁が分離構造のため、オプション 4 より路面高を 2m 以上上げなければならず、ランプ橋とオルゴダワッタ交差点の距離を 40m 確保することができない。オプション 3 を選定した場合、道路利用者はランプ橋とオルゴダワッタ交差点の距離が短いためルート選定するにあたり混乱する恐れがある。

以上より、オプション 4 の鋼箱桁橋を選定した。

次に理由を示す。

桁下の景観が I 桁橋よりも箱桁橋のほうが優れている。

橋脚本数が少ないため、環境への影響が小さい

交通渋滞への影響を最小限にすることができ、施工中の安全性も高い

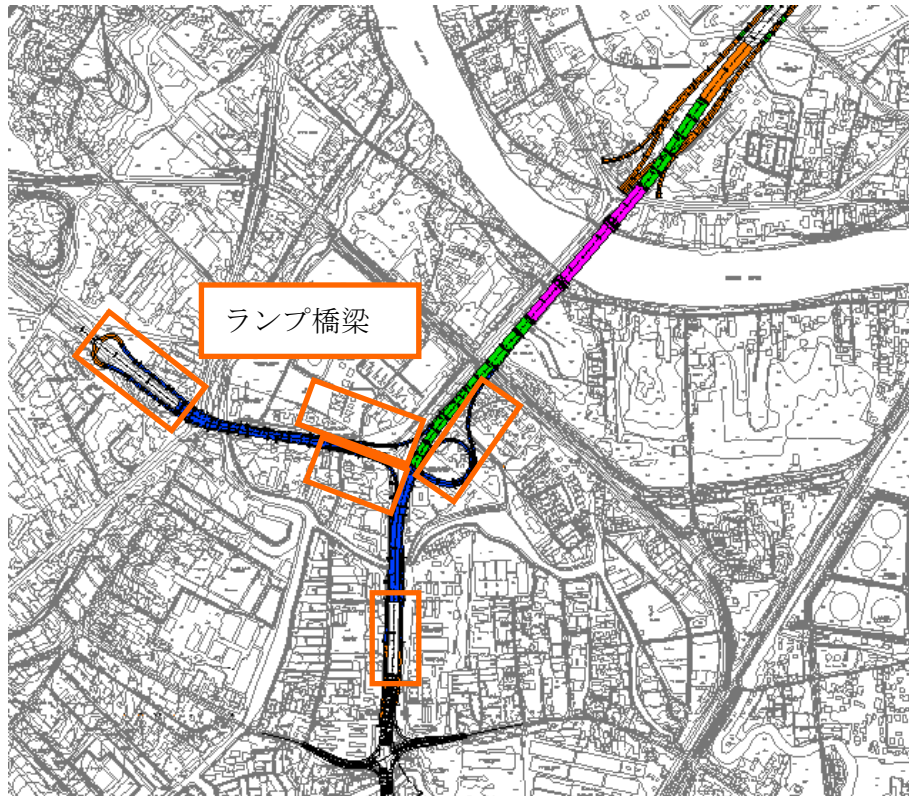
施工期間が最も短い

建設費は最も高いが、施工期間中の交通渋滞による経済損失は最も少ない

4.5.4 ランプ橋梁の形式選定

(1) ランプ橋梁の形式選定の概要

ランプ橋梁は高速道路と一般道路を繋ぐ（メインライン、ポートアクセスラインを含む）さらに、メインラインとポートアクセスラインを繋ぐように計画された。ランプ橋梁は建設時に既設道路を通過する交通に与える影響を最小限に抑えることが重要である。



出典：JICA 調査団

図 4.5.8 ランプ橋梁位置

1) オプション1：PC箱桁橋

CKE 区間およびセパレート区間と同様である。

2) オプション2：鋼箱桁橋

オーバーラップ区間と同様である。

(2) ランプ橋梁の概略設計

1) ランプ橋梁の設計

基本的には、主橋梁と同様であるが本区間は陸上部であるため鋼管井筒基礎を使用しない計画とした。

2) ランプ橋梁の施工期間

各オプションの施工期間を表 4.5.11 に示す。

表 4.5.11 ランプ橋梁の基礎形式

橋梁形式		オプション1 PC箱桁橋	オプション2 鋼箱桁橋
側面図			
基礎平面図			
杭種		場所打ち杭基礎	場所打ち杭基礎
杭本数	本	4	4
杭径	m	1.5	1.2
杭長	m	30	30
1本あたりの許容支持力	kN	4261	3067
活荷重	kN	7,700	5,100
上部工重量	kN	1,700	1,700
下部工重量	kN	5,400	2,300
合計重量	kN	14,800	9,100

出典：JICA 調査団

表 4.5.12 ランプ橋梁の施工期間

月	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36																														
	準備工																														
オプション1: PC箱桁橋																															
準備工																															
工場制作																															
Orugodawatta	杭	3.6ヶ月 (0.6ヶ月/橋脚)																													
ONランプ (3橋脚、3径間)	橋脚	6.6ヶ月 (1.1ヶ月/橋脚)																													
OFFランプ (3橋脚、3径間)	主桁	6.0ヶ月 (1.0ヶ月/径間)																													
	床版																														
	橋面工	2.0ヶ月																													
Ingurukada	杭	4.8ヶ月 (0.6ヶ月/橋脚)																													
ONランプ (5橋脚、5径間)	橋脚	8.8ヶ月 (1.1ヶ月/橋脚)																													
OFFランプ (3橋脚、3径間)	主桁	8.0ヶ月 (1.0ヶ月/径間)																													
	床版																														
	橋面工	2.0ヶ月																													
Kenamutsa	杭	13.8ヶ月 (0.6ヶ月/橋脚)																													
Aランプ (4橋脚、5径間)	橋脚	25.3ヶ月 (1.1ヶ月/橋脚)																													
Bランプ (4橋脚、5径間)	主桁	27.0ヶ月 (1.0ヶ月/径間)																													
C-1ランプ (5橋脚、6径間)	床版																														
C-2ランプ (7橋脚、7径間)	橋面工	3.0ヶ月																													
オプション2: 鋼箱桁橋																															
準備工																															
工場制作																															
Orugodawatta	杭	3.6ヶ月 (0.6ヶ月/橋脚)																													
ONランプ (3橋脚、3径間)	橋脚	3.0ヶ月 (0.5ヶ月/橋脚)																													
OFFランプ (3橋脚、3径間)	主桁	1.8ヶ月 (0.3ヶ月/径間)																													
	床版	1.8ヶ月 (0.3ヶ月/径間)																													
	橋面工	2.0ヶ月																													
Ingurukada	杭	4.8ヶ月 (0.6ヶ月/橋脚)																													
ONランプ (5橋脚、5径間)	橋脚	4.0ヶ月 (0.5ヶ月/橋脚)																													
OFFランプ (3橋脚、3径間)	主桁	2.4ヶ月 (0.3ヶ月/径間)																													
	床版	2.4ヶ月 (0.3ヶ月/径間)																													
	橋面工	2.0ヶ月																													
Kenamutsa	杭	13.8ヶ月 (0.6ヶ月/橋脚)																													
Aランプ (4橋脚、5径間)	橋脚	11.5ヶ月 (0.5ヶ月/橋脚)																													
Bランプ (4橋脚、5径間)	主桁	8.1ヶ月 (0.3ヶ月/径間)																													
C-1ランプ (5橋脚、6径間)	床版	8.1ヶ月 (0.3ヶ月/径間)																													
C-2ランプ (7橋脚、7径間)	橋面工	3.0ヶ月																													

出典：JICA 調査団

(3) ランプ橋梁選定

1) 評価項目

景観性

本橋は人目につきやすい位置に建設され、橋梁の景観はとても重要となる。

環境性

主橋梁と同様である。

構造的性

主橋梁と同様である。

施工性

ランプ橋の施工は既設道路の交通に影響を及ぼす。特にオルゴダワッタ交差点付近は施工性を良くし、施工期間を短くする必要がある。

メンテナンス

主橋梁と同様である。

施工期間

ランプ橋の施工は本プロジェクトの終わりのほうに施工されるため、ランプ橋の施工が本プロジェクトの施工期間を左右する。このため、施工期間を短くすることが重要である。

建設費

建設費は表 4.5.13 に示す。

メンテナンス費 (参照)

主橋梁参照。

2) 評価結果

橋種選定の評価結果を下表に示す。

表 4.5.13 ランプ橋梁選定結果

橋梁形式		オプション1 PC箱桁橋	オプション2 鋼箱桁橋				
断面図							
橋梁諸元	径間長	50m	50m				
	有効幅員	6.0m	6.0m				
景観性	景観	とても良い	A	とても良い	A		
環境性	自然環境	橋脚数	49基	A	49基	A	
	振動		振動しにくい	A	振動しやすい	C	
構造的	騒音	伸縮装置数	19ヶ所	A	19ヶ所	A	
	施工実績		多い	A	普通	B	
施工性	耐久性	床版耐久性	PC床版	A	合成床版	A	
	既設道路への影響		大きい	C	小さい	A	
メンテナンス	品質確保	施工の難易度	普通	B	易しい	A	
	再塗装		不要	A	要	C	
コスト	部品取替え	伸縮装置数	19ヶ所	A	19ヶ所	A	
		支承がある橋脚数	49基	C	19基	A	
施工期間		36ヶ月	C	22ヶ月	A		
コスト	建設費 (千Rs)	上部工	48,788	A	75,668	B	
		下部・基礎工	43,447		30,660		
		合計	92,235		106,328		
		Rs/m2 (橋面積あたり)	307		354		
	比率	(1.00)	(1.15)				
	メンテナンス費(参考) (千Rs)	合計	9,000		15,800		
		ライフサイクルコスト(参考) (千Rs)	合計		101,235		122,128
		Rs/m2 (橋面積あたり)	337		407		
比率		(1.00)	(1.21)				
評価				採用			

凡例: A とても良い, B 良い, C 悪い

出典: JICA 調査団

オプション 2 の鋼箱桁橋の施工期間は 22 ヶ月であり、オプション 1 の PC 箱桁橋（施工期間 36 ヶ月）より施工期間が短く、既設道路の交通に与える影響も少ない。

以上より、オプション 2 の鋼箱桁橋を採用する。

次に理由を示す。

交通渋滞の影響を最小限とすることができ、安全な施工が可能。

施工性が良く施工期間が最も短い

建設費は最も高いが、施工期間中の交通渋滞による経済損失は最も少ない

5. プロジェクトの概要

5.1 道路設計

5.1.1 幾何構造設計

(1) 平面線形

プロジェクト道路の平面線形は、以下の条件を考慮して決定される。

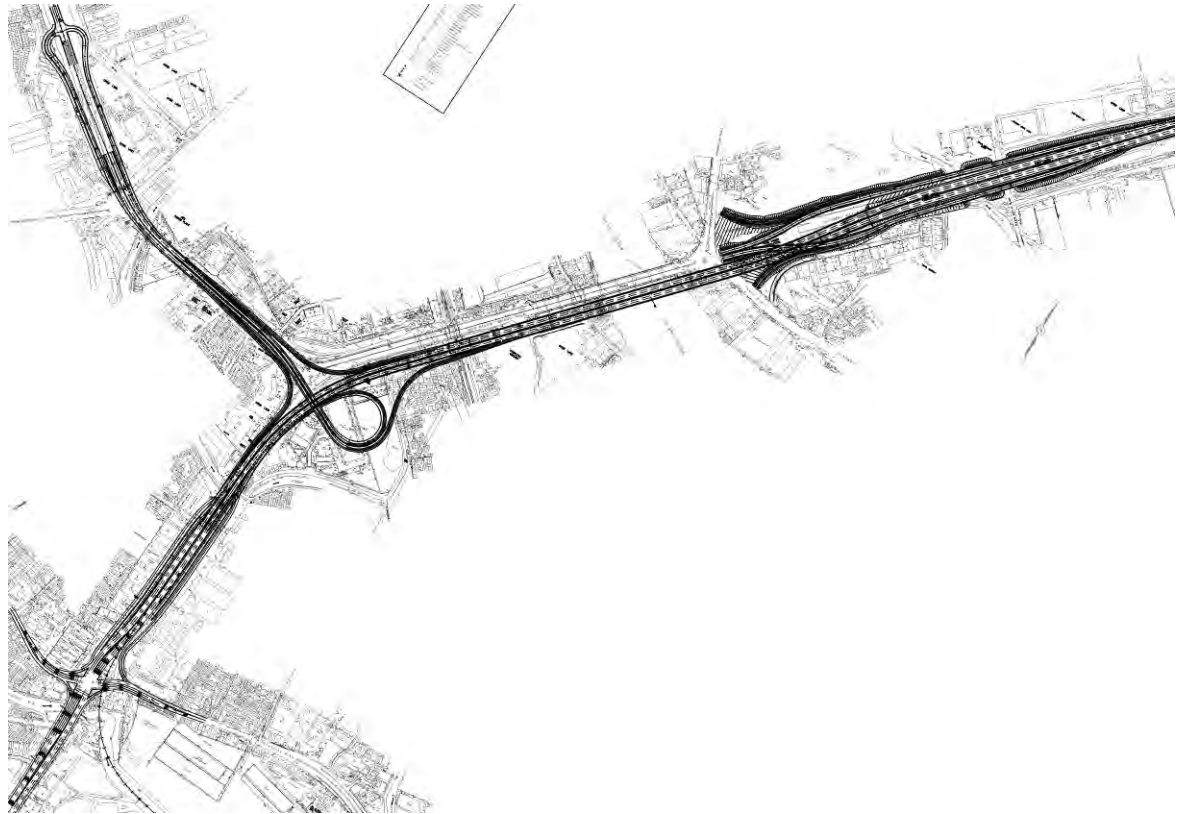
1) 本線の平面線形

- 始点～ケラニティッサジャンクション間においては、多数の大型建物が、ベースライン道路沿いに張り付き、移転が困難なため、プロジェクト道路の線形は既存ベースライン道路上空を利用する。
- ケラニティッサジャンクション～ケラニ川間においては、アプローチ道路が、新ケラニ橋上流側に設置される第2新ケラニ橋に接続する必要があるため、プロジェクト道路の線形は既存ベースラインに沿って（ケラニ側上流側）設定する。
- 第2新ケラニ橋（プロジェクト道路の一部）は、既存新ケラニ橋の上流側に設置する。
- プロジェクト道路の終点部は、CKEに接続される。

2) ポートアクセス道路の平面線形

- ポートアクセス道路の線形は、A01道路に張り付く住居、商店、発電所等への影響を極力避けるため、既存A01道路上空を利用する。

プロジェクト道路の平面線形を、図 5.1.1 に示す。



出典：JICA 調査団

図 5.1.1 プロジェクト道路の平面線形

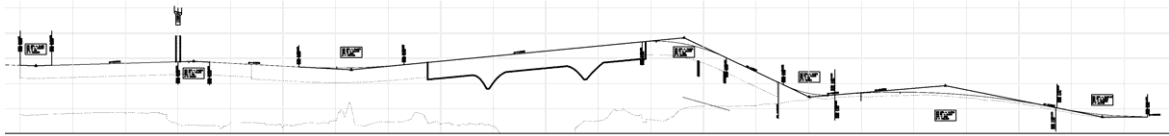
(2) 縦断線形

プロジェクト道路の縦断線形は、以下の条件を考慮して決定される。

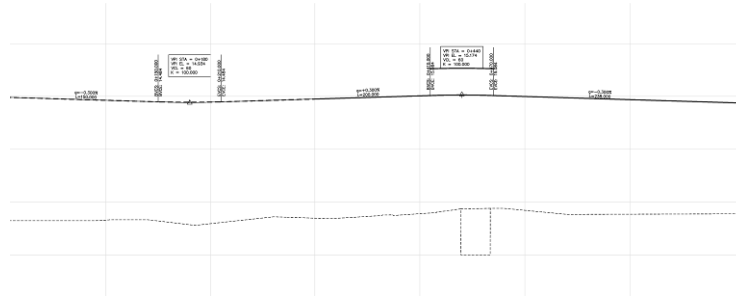
- プロジェクト道路下の建築限界は、5.1mとする。
- 5.1m の建築限界に加え、塗装塗替え等橋梁維持管理を、既存交通へ影響を与えずに実施するためのスペースとして、最低 1.0m の余裕を持たせる。

プロジェクト道路の縦断線形を、図 5.1.2 に示す。

(1) 本線



(2) ポートアクセス道路



出典：JICA 調査団

図 5.1.2 プロジェクト道路の縦断線形

5.1.2 交差点設計

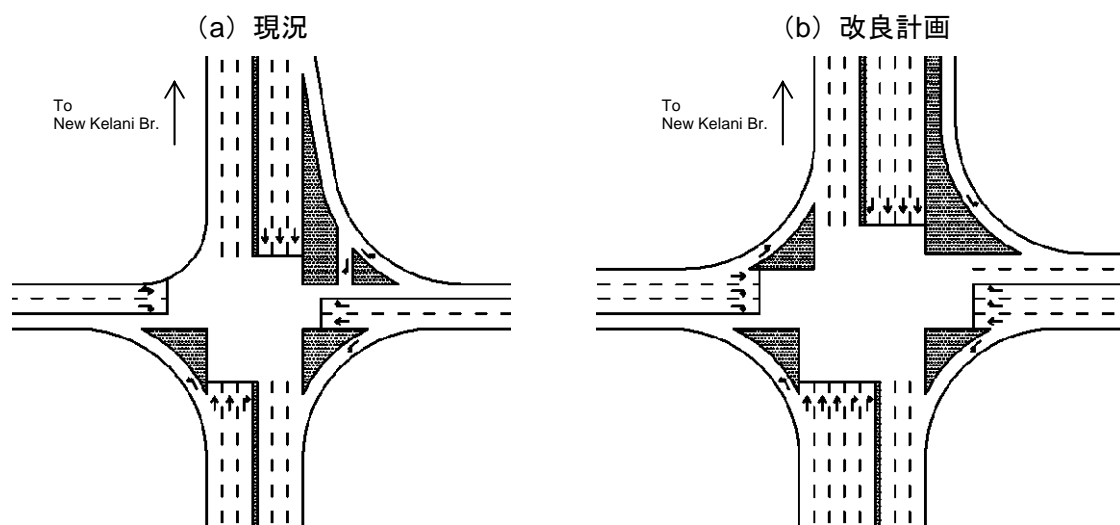
(1) オルゴダワッタ交差点

1) はじめに

都市高速道路の建設に加え、本プロジェクトにおいては、高速道路の建設による交通量の増加に対応するため、オルゴダワッタ交差点の改良を行う。

2) 車線運用

オルゴダワッタ交差点における各流入の車線数は、交差点解析により決定した（表 4.4.3 参照）。オルゴダワッタ交差点の車線運用を図 5.1.3 に示す。



出典：JICA 調査団

図 5.1.3 オルゴダワッタ交差点の車線運用

3) 右折車線

オルゴダワッタ交差点においては、全ての流入に右折車線を設ける。右折車線長、テーパー長、シフト長は、以下の計算式により決定する。

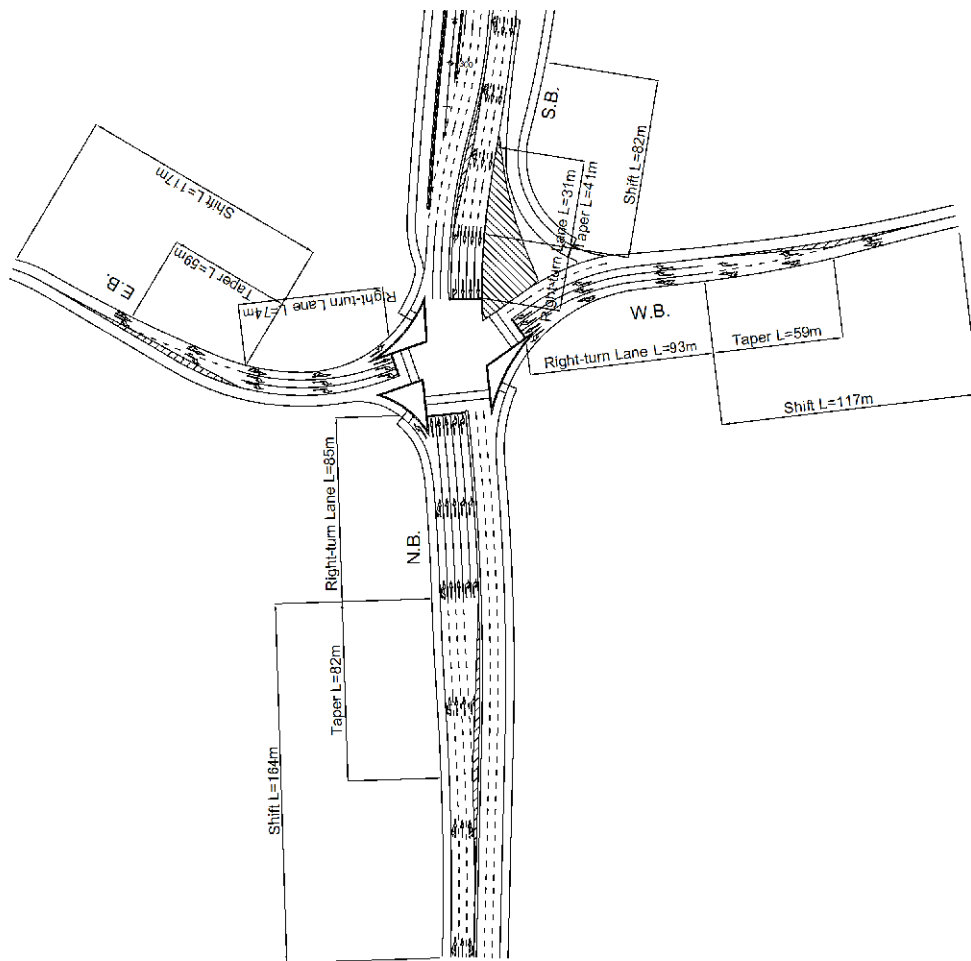
- 右折車線帳： $1.5 \times (\text{交通量}) \times (\text{サイクルタイム}/3,600) \times (\text{車長})$
- テーパー長： $(\text{設計速度}) \times (\text{シフト幅}) / 6$
- シフト長： $(\text{設計速度}) \times (\text{シフト幅}) / 3$

各流入における、右折車線長、テーパー長、シフト長を、表 5.1.1 および図 5.1.4 に示す。

表 5.1.1 右折車線長、テーパー長、およびシフト長

流入	右折車線帳	テーパー長	シフト長
北向き	85m	82m	164m
南向き	31m	41m	82m
東向き	74m	59m	117m
西向き	93m	59m	117m

出典：JICA 調査団



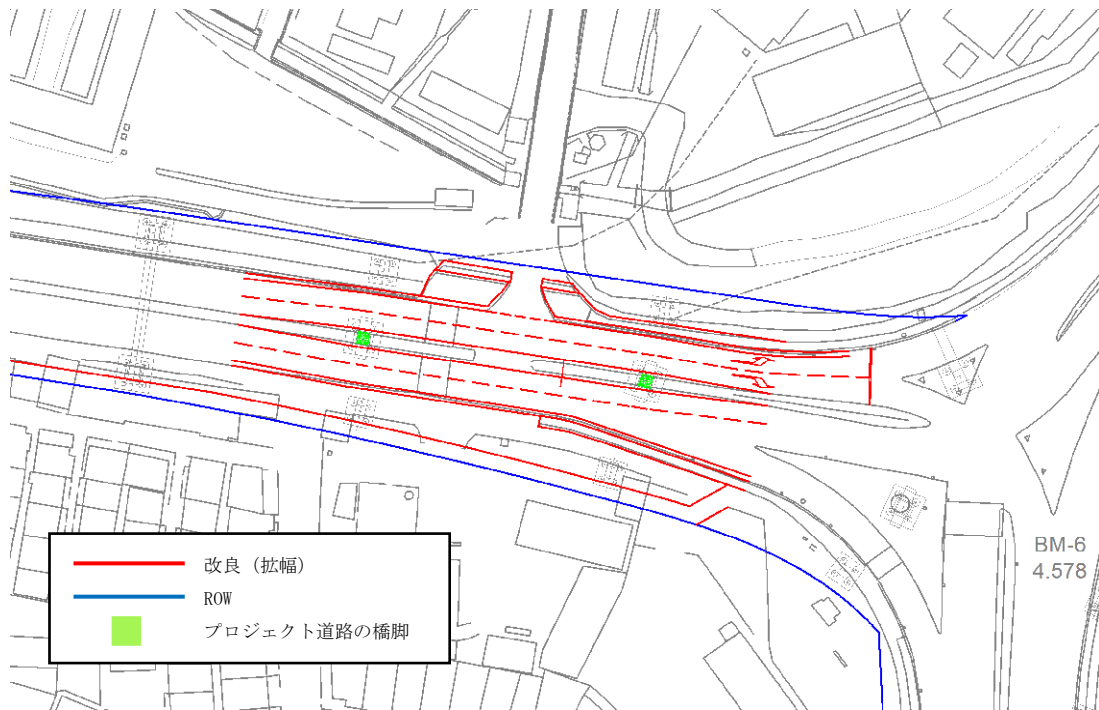
出典：JICA 調査団

図 5.1.4 右折車線長、テーパー長、およびシフト長

(2) ケラニティッサ交差点

ケラニティッサ交差点においては、プロジェクト道路の2つの橋脚が、既存道路の中央分離帯に設置される。これら橋脚を設置するため、既存道路の中央分離帯が、約100m区間に渡り、2.0mから3.5mに拡幅される。

ケラニティッサ交差点改良計画を図5.1.5に示す。既存道路は、両方向において各0.75mずつ拡幅される。



出典：JICA 調査団

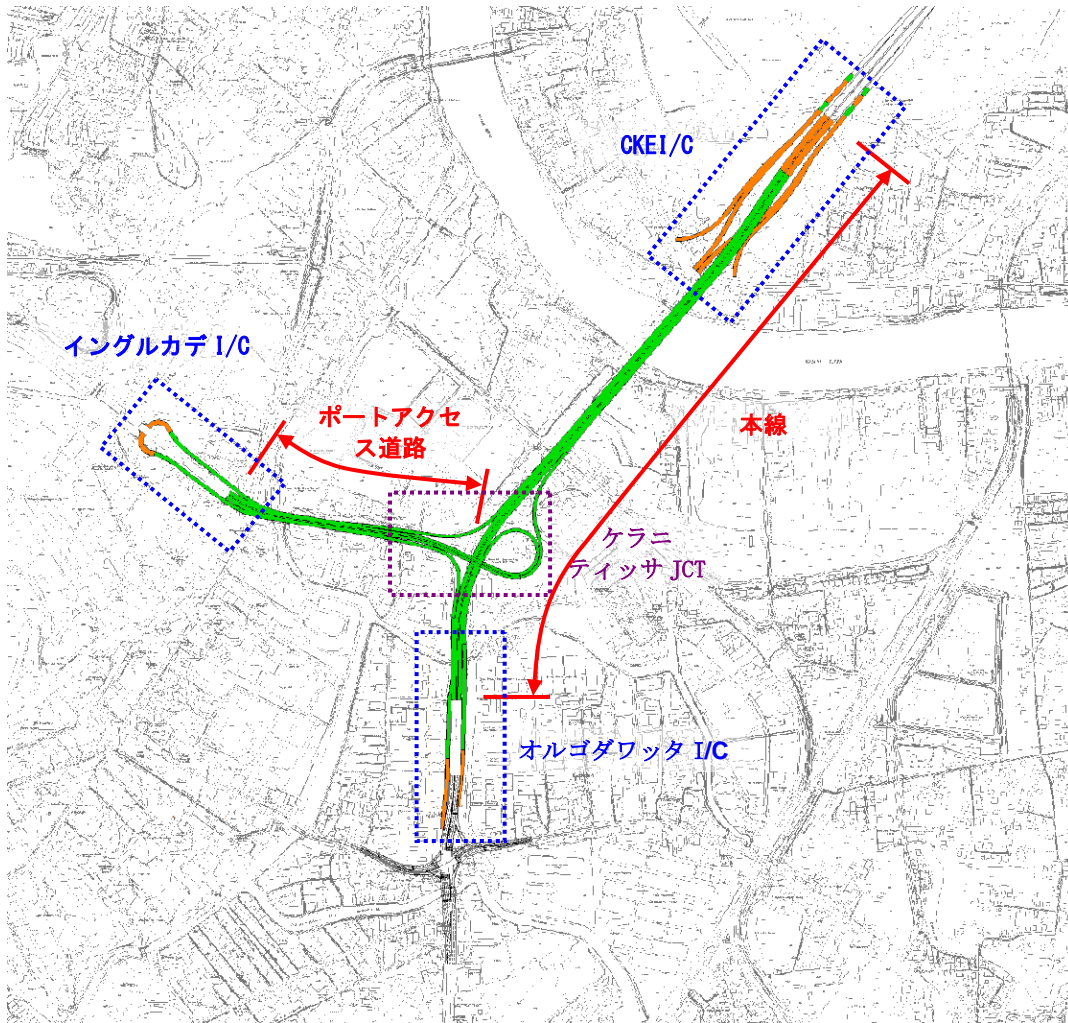
図 5.1.5 ケラニティッサ交差点改良計画

5.1.3 インターチェンジおよびジャンクション設計

(1) はじめに

本プロジェクトにおいては、以下に示す3つのインターチェンジおよび1つのジャンクションが建設される。インターチェンジおよびジャンクションの設置位置を図5.1.6に示す。

- CKE インターチェンジ (オン/オフランプ)
- オルゴダワッタインターチェンジ (オン/オフランプ)
- イングルカデインターチェンジ (オン/オフランプ)
- ケラニティッサジャンクション (本線およびポートアクセス間)



出典：JICA 調査団

図 5.1.6 インターチェンジおよびジャンクションの設置位置

(2) CKE インターチェンジ

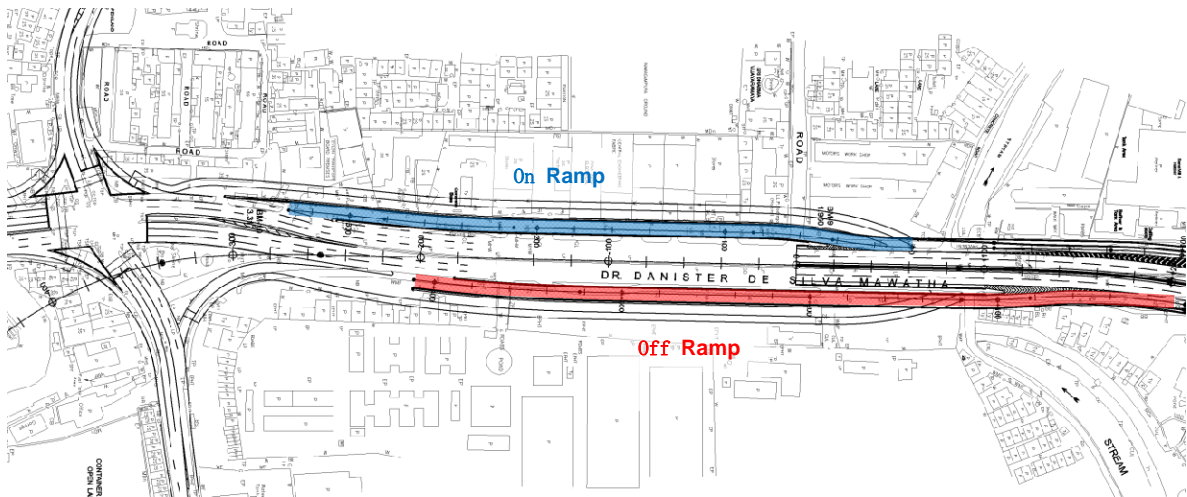
CKE インターチェンジは、以下に示す 4 つのランプからなる。CKE インターチェンジの平面図を図 5.1.7 に示す。

- ランプ A：新ケラニ橋に接続するオフランプ
- ランプ B：新ケラニ橋に接続するオンランプ
- ランプ C：A01 道路上のラウンドアバウトに接続するオフランプ
- ランプ D：A01 道路上のラウンドアバウトに接続するオンランプ

(3) オルゴダワッタインターチェンジ

オルゴダワッタインターチェンジは、以下に示す 2 つのランプからなる。オルゴダワッタインターチェンジの平面図を図 5.1.9 に示す。

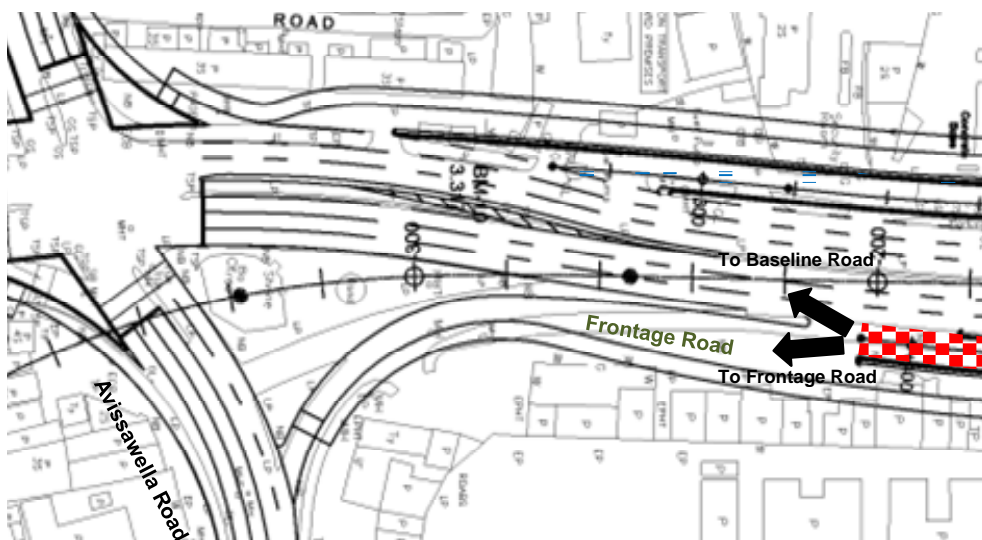
- オンランプ：ベースライン道路に接続するオフランプ
- オフランプ：ベースライン道路および側道に接続するオフランプ



出典：JICA 調査団

図 5.1.9 オルゴダワッタインターチェンジ平面図

図 5.1.10 に示すとおり、オフランプから Avissawella 道路に向かう交通は、側道を利用することになる。

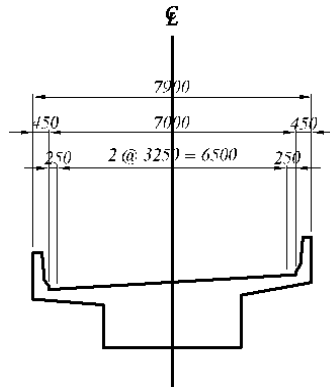


出典：JICA 調査団

図 5.1.10 オルゴダワッタインターチェンジオフランプ

各ランプの標準横断図を、図 5.1.11 に示す。

(a) オン/オフランプ (暫定 2 車線)



出典：JICA 調査団

図 5.1.11 オルゴダワッタインターチェンジ標準横断図

加速車線長、減速車線長、およびテーパ長を表 5.1.3 に示す。

表 5.1.3 オルゴダワッタインターチェンジにおける加速車線長、減速車線長およびテーパ長

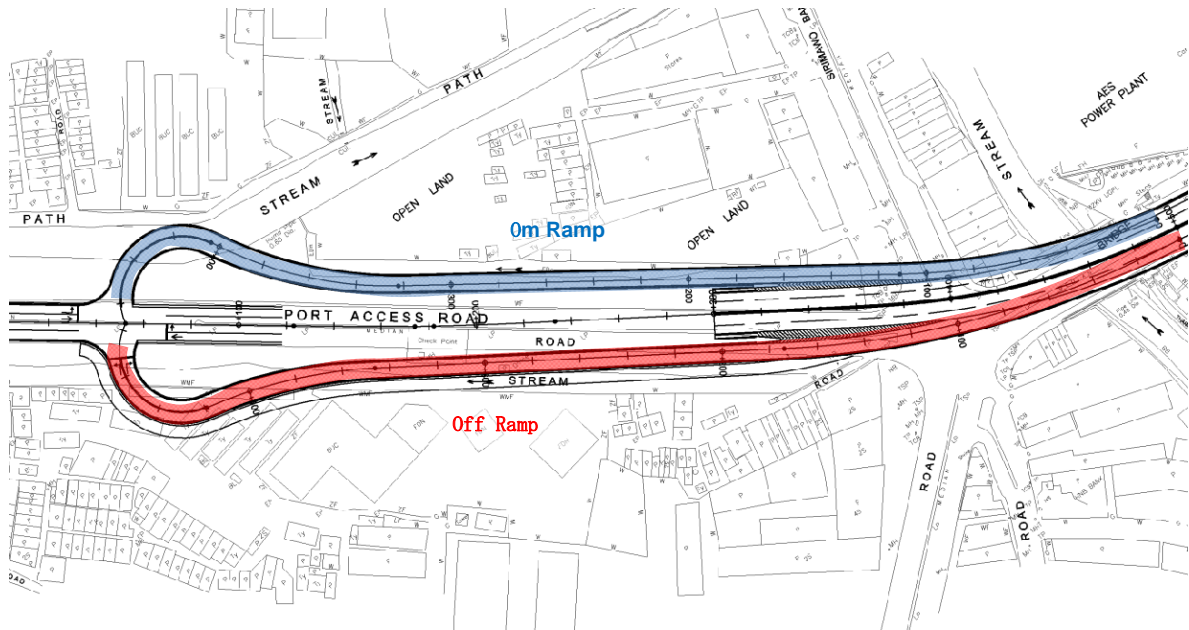
項目	値	摘要
設計速度	60 km/h	
縦断勾配	0.3 %	縦断勾配による補正を必要としない。
加速車線長	120 m	
加速車線におけるテーパ長	-	付加車線に接続されるため、テーパは必要ない。
減速車線長	90 m	
流出角	-	付加車線に接続されるため、テーパは必要ない。

出典：首都高速道路基準

(4) イングルカデインターチェンジ

イングルカデインターチェンジは、以下に示す 2 つのランプからなる。イングルカデインターチェンジの平面図を図 5.1.12 に示す。

- オンランプ：既存ポートアクセス道路に接続するオンランプ
- オフランプ：既存ポートアクセス道路に接続するオフランプ

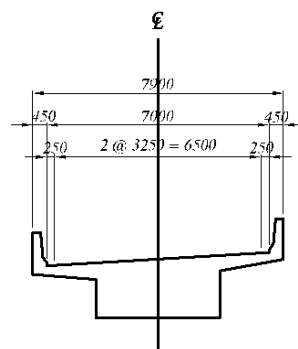


出典：JICA 調査団

図 5.1.12 イングルカデインターチェンジ平面図

各ランプの標準横断図を、図 5.1.13 に示す。

(a) オン/オフランプ（暫定 2 車線）



出典：JICA 調査団

図 5.1.13 イングルカデインターチェンジ標準横断図

加速車線長、減速車線長、およびテーパー長を表 5.1.4 に示す。

表 5.1.4 イングルカデインターチェンジにおける加速車線長、減速車線長およびテーパー長

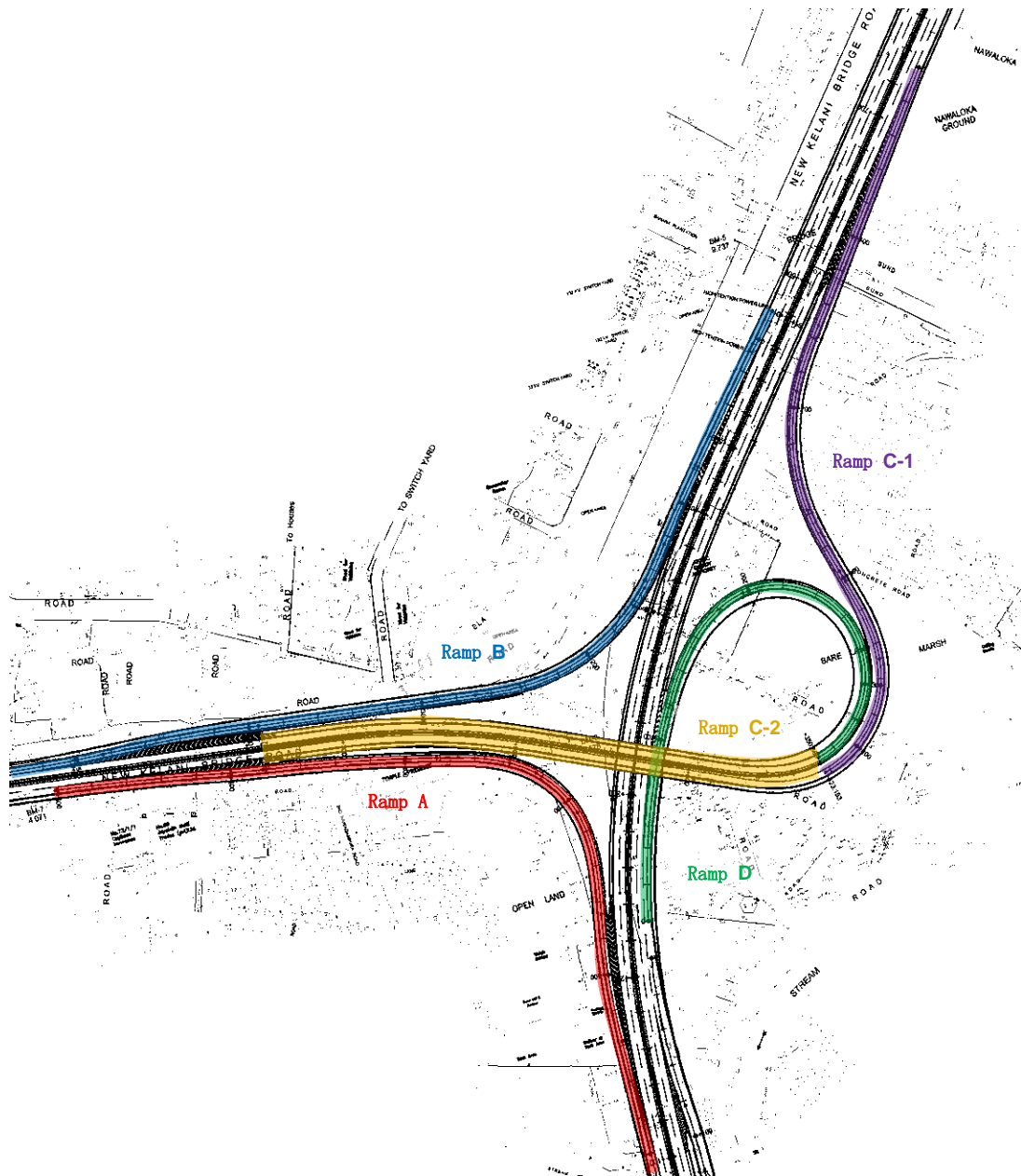
項目	値	摘要
設計速度	60 km/h	
縦断勾配	0.3 %	縦断勾配による補正を必要としない。
加速車線長	120 m	
加速車線におけるテーパー長	60 m	
減速車線長	90 m	
流出角	1/15 - 1/20	

出典：首都高速道路基準

(5) ケラニティッサジャンクション

ケラニティッサジャンクションは、以下に示す5つのランプからなる。ケラニティッサジャンクションの平面図を図5.1.14に示す。

- ランプA：本線（南）からポートアクセス道路に接続するランプ
- ランプB：ポートアクセス道路から本線（北）に接続するランプ
- ランプC-1：本線（北）からポートアクセス道路に接続するランプ
- ランプD：ポートアクセス道路から本線（南）に接続するランプ
- ランプC-2：ランプC-1/ランプDとポートアクセス道路を接続するランプ

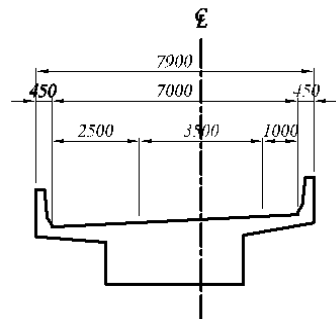


出典：JICA 調査団

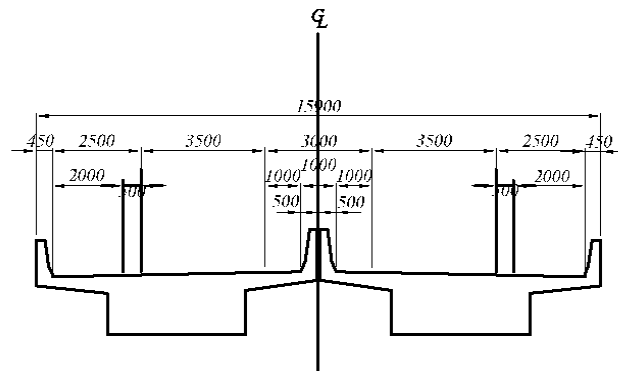
図 5.1.14 ケラニティッサジャンクション平面図

各ランプの標準横断図を、図 5.1.15 に示す。

(a) ランプ A、B、C-1、D (1車線)



(b) ランプ C-2 (1車線×2)



出典：JICA 調査団

図 5.1.15 ケラニティッサジャンクション標準横断図

加速車線長、減速車線長、およびテーパー長を表 5.1.5 に示す。

表 5.1.5 イングルカデインターチェンジにおける加速車線長、減速車線長およびテーパー長

項目	値	摘要
設計速度	60 km/h	
縦断勾配	0.4 - 0.6 %	縦断勾配による補正を必要としない。
加速車線長	120 m	
加速車線におけるテーパー長	60 m	
減速車線長	90 m	
流出角	1/15 - 1/20	

出典：首都高速道路基準

5.1.4 舗装設計

(1) はじめに

本プロジェクトにおける土工区間は、CKE の土工区間に隣接する。よって、本プロジェクトにおける舗装構造は、CKE プロジェクトの舗装構造と同一とする。CKE プロジェクトにおける舗装構造を表 5.1.6 に示す。

表 5.1.6 CKE プロジェクトにおける舗装構造

層	材料	層厚
表層	アスファルト混合物	40 mm
基層	アスファルト混合物	60 mm
基層	アスファルト混合物	80 mm
上層路盤	瀝青安定処理	320 mm
下層路盤	粒状路盤	200 mm

出典：CKE プロジェクト

上記舗装構造は、AASHTO 舗装設計基準 (AASHTO Guide for Design of Pavement Structures) に基づいて照査を行う。

AASHTO 舗装設計基準では、舗装構造に対する設計用構造指数 (SN) を決めた後、その設計 SN に対応する耐荷能力を有するような舗装各層の厚さを求める。

設計用構造指数 (SN) は、以下の式により求められる。

$$\log_{10}(W18) = Z_R \times S_0 + 9.36 \times \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \times \log_{10}(M_R) - 8.07$$

ここで、

W18: 18kip 等価単軸荷重の予測載荷数

Z_R : 標準偏差

S_0 : 設計交通量予測および設計終局供用性指数における交通量予測の際の全標準誤差

ΔPSI : 初期設計供用指数 P_o および設計終局供用性指数 P_t との差

M_R : レジリエント係数 (psi)

SN: 設計用構造指数

(2) 設計条件

1) 18kip 等価単軸荷重の予測載荷数 (W18)

18kip 等価単軸荷重の予測載荷数 (W18) は、2022 年～2031 年の 10 年間を設計期間とした交通量に基づき算出される。

本プロジェクトにおける等価単軸荷重係数を表 5.1.7 に示す。

表 5.1.7 等価単軸荷重係数

車両タイプ	総重量 (ton)	軸-1			軸-2			軸-3			等価単軸荷重 係数						
		タイプ	重量 (ton)	重量 (kips)	一軸あたりの等 価単軸荷重係数	タイプ	重量 (ton)	重量 (kips)	一軸あたりの等 価単軸荷重係数	タイプ		重量 (ton)	重量 (kips)	一軸あたりの等 価単軸荷重係数			
乗用車	2.0	Sin	1.0	2.2	0.0004	Sin	1.0	2.2	0.0004							0.0008	
トラック	9.5	Sin	1.9	4.2	0.0028	Sin	7.6	16.8	0.7738								0.7766
トレーラー	45.0	Sin	5.6	12.3	0.2147	Tan	19.7	43.4	2.8530	Tan	19.7	43.4	2.8530				5.9207
バス	10.0	Sin	5.0	11.0	0.1385	Sin	5.0	11.0	0.1385								0.2770

出典：JICA 調査団

本プロジェクトにおける 18kip 等価単軸荷重の予測載荷数 (W18) を表 5.1.8 に示す。

表 5.1.8 18kip 等価単軸荷重の予測載荷数 (W18)

車両タイプ	設計交通量 (2022-2031)	ESAL 係数	設計 ESAL	18kipの等価 単軸荷重の予 測載荷数 (W18)
Passenger Car	201,875,885	0.0008	161,501	56,525
Truck	42,632,000	0.7766	33,108,011	11,587,804
Trailer	5,337,002	5.9207	31,598,788	11,059,576
Bus	15,745,819	0.2770	4,361,592	1,526,557
Total				24,230,462

出典：JICA 調査団

2) 標準偏差 (Z_R)

本プロジェクトにおける標準偏差 (Z_R) を表 5.1.9 に示す。

表 5.1.9 標準偏差 (Z_R)

信頼性, R (%)	90
標準偏差, Z_R	-1.282

出典：AASHTO 舗装設計基準

3) 設計交通量予測および設計終局供用性指数における交通量予測の際の全標準偏差 (S_0)

アスファルト舗装における設計交通量予測および設計終局供用性指数における交通量予測の際の全標準偏差 (S_0) は 0.45 とする。

4) 初期設計供用性指 P_0 および設計終局供用性指数 P_t との差 (ΔPSI)

本プロジェクトにおける 4) 初期設計供用性指 P_0 および設計終局供用性指数 P_t との差 (ΔPSI) を表 5.1.10 に示す。

表 5.1.10 初期設計供用性指 P_0 および設計終局供用性指数 P_t との差 (ΔPSI)

P_0	4.2
P_t	2.5
ΔPSI	1.7

出典：AASHTO 舗装設計基準

5) レジリエント係数 (psi) (MR)

レジリエント係数 (psi) (MR) は、以下の式により求められる。ここで、本プロジェクトにおける路床土の CBR 値は 6 とする。

$$\begin{aligned} \text{レジリエント係数 (psi) (MR)} &= 1500 \times \text{CBR} \\ &= 1500 \times 6 = 9000 \end{aligned}$$

6) 設計用構造指数 (SN)

本プロジェクトにおける設計用構造指数 (SN) は、上記の計算式および設計条件に基づき、5.3 と算出された。

(3) 舗装構成

舗装構成は、以下の式により求められる。

$$SN = a_1D_1+a_2D_2m_2+a_3D_3m_3$$

ここで、

a_1, a_2, a_3 : 表層、路盤、下層路盤各層を代表する層係数

D_1, D_2, D_3 : 表層、路盤、下層路盤各層の実際の厚さ (in)

m_2, m_3 : 路盤、下層路盤各層の排水係数

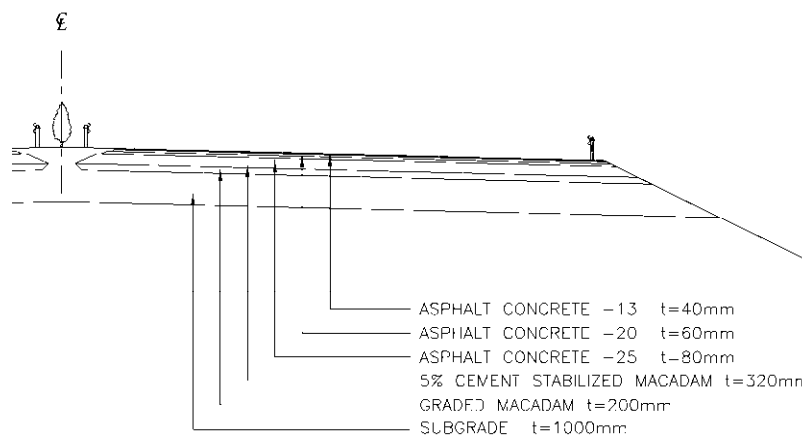
本プロジェクトにおける舗装構成を表 5.1.11 および図 5.1.16 に示す。本舗装構成は、CKE プロジェクトにおける舗装構成と同様である。

表 5.1.11 舗装構成

層	材料	a	m	D		SN
				cm	inch	
表層	アスファルト混合物	0.42		4	1.575	5.6
基層	アスファルト混合物	0.42		6	2.362	
基層	アスファルト混合物	0.42		8	3.150	
上層路盤	瀝青安定処理	0.14	1.00	32	12.598	
下層路盤	粒状路盤	0.11	0.95	20	7.874	

> 5.3
OK

出典：JICA 調査団



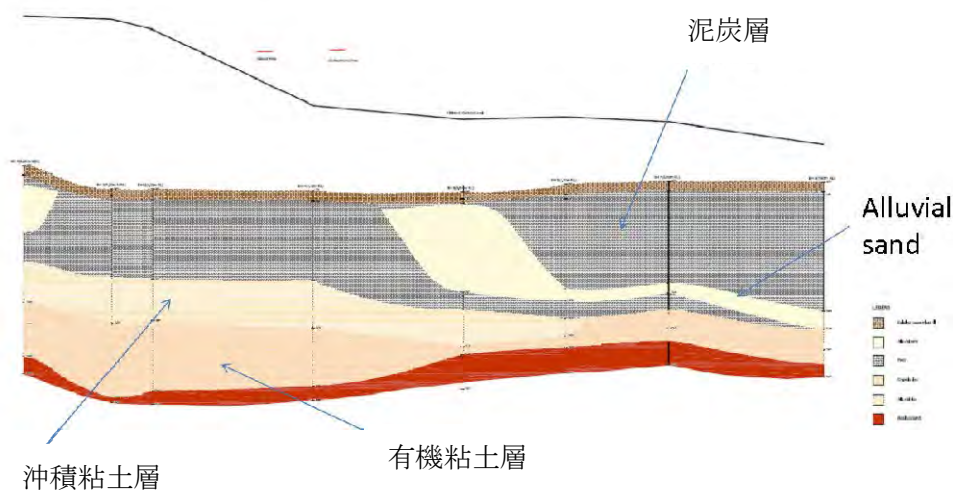
出典：JICA 調査団

図 5.1.16 舗装構成

5.1.5 軟弱地盤対策

(1) はじめに

プロジェクト道路の盛土区間およびランプの現道取付部は、軟弱地盤上に建設される。CKE プロジェクトにおいて実施されたボーリング調査およびコーン貫入試験（CPT）結果によると、7.7～13m の泥炭層が、沖積粘土層および有機粘土層の上部に横たわる（図 5.1.17、表 5.1.12 参照）。泥炭層は、CPT プローブに対して若干の抵抗が見られたが、軟弱な層である。一方、有機粘土層では、軟弱から強固まで、平面的な位置または深さに応じて、様々な特徴が見られた。これらの地層は圧縮性が高いため、長期間にわたり地盤沈下を引き起こすリスクがある。よって、このリスクを減少させるため、軟弱地盤対策が必要となる。さらに、盛土の建設においては、崩壊等のリスクがあることから、十分に考慮した計画および設計が必要となる。



出典：CKE プロジェクト

図 5.1.17 地質縦断面図

表 5.1.12 地質概要

層	層厚 (m)	最大深さ (m)
泥炭層	7.7～13.0	14.3
沖積粘土層	0.0～4.0	15.0
有機粘土層	2.0～8.0	21.1
砂層	0.5～2.7 以上	21.0 以上

出典：CKE プロジェクト

(2) CKE プロジェクトにおける軟弱地盤対策

CKE プロジェクトにおける軟弱地盤対策は以下のとおりである。

1) サンドコンパクションパイル+1mのサーチャージ

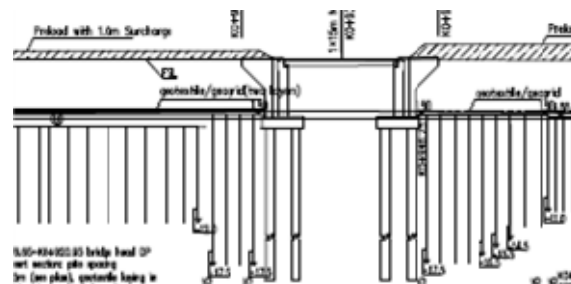
本対策は、CKE プロジェクトにおいて採用されている主要な工法であり、直径 0.5m のサンドコンパクションパイルが、1.5m 間隔で設置される。CKE プロジェクトの設計図によると、パイルは泥炭層の底部まで建設される。ただし、実際の深さは建設時に確認されることとされている。

また、パイルが有機粘土層の上部までしか建設されない場合は、圧密による地盤沈下の可能性は否定できないとしている。

CKE プロジェクトにおけるモニタリング結果によると、6.5m の盛土高に対する一次圧密沈下量は4mであり、一次圧密沈下量の90%に達するまでに要す時間は、1.5年以上である。

2) パイル盛土

パイル盛土は、橋梁アプローチ部に採用される（図 5.1.18 参照）。基本的に、パイル盛土は橋台から 30m の区間に採用される。これにより、橋梁区間と盛土区間の間で、段階的な沈下量に抑えることが可能となる。



出典：CKE プロジェクト

図 5.1.18 CKE プロジェクトにおけるパイル盛土

(3) 本プロジェクトにおける軟弱地盤対策

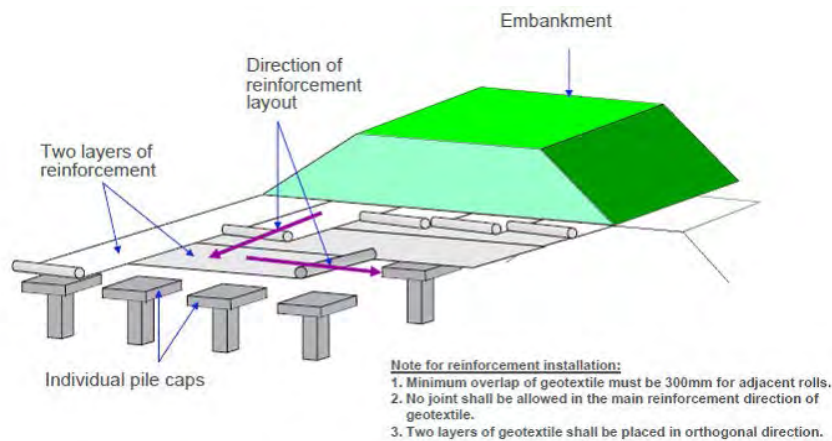
1) はじめに

軟弱地盤対策を検討するにあたり、プロジェクト道路を以下のとおり区間分けする。

- 橋台部
- 既存 CKE 盛土範囲内
- 既存 CKE 盛土範囲外

2) 橋台部

橋梁背面においては、地盤沈下による橋台の側方移動のリスクを減少させるため、可能な限り沈下を抑える必要がある。また、橋梁部と盛土部の沈下量の差を段階的に変異させることが重要となる。沈下量の差が急激に大きくなると、走行安全上も大きな問題となる。よって、CKE プロジェクトと同様、本プロジェクトにおいても、橋台部においては、パイル盛土を採用する（図 5.1.19 採用）。パイル盛土は、硬い地層まで到達する打ち込み杭、プレキャストパイルキャップ、およびジオテキスタイルからなる。



出典：JICA 調査団

図 5.1.19 パイル盛土

3) 既存 CKE 盛土範囲内

既存 CKE 盛土範囲内において、軟弱地盤対策が必要となるのは約 100m の区間に限られる。本プロジェクトによる、盛土高の増加は、当該区間の地盤に対して、新たな荷重を加えることになる。よって、荷重の増加による地盤への影響を軽減させるための軟弱地盤対策が必要となる。

既存 CKE で採用されている軟弱地盤対策は、1.5m 間隔のサンドコンパクションパイル+1m のサーチャージである。CKE プロジェクトにおけるモニタリング結果によると、90%の一次圧密度に達するまで、約 1.5 年を要する。

以上を考慮して、本プロジェクトにおいては、以下のオプションを検討する。

- オプション 1： サーチャージの追加
- オプション 2： サンドコンパクションパイルの追加
- オプション 3： ジオフォーム（軽量盛土工法）

オプション 1： サーチャージの追加

追加のサーチャージを実施することにより、サーチャージ期間は短縮する。追加のサーチャージを 90%ではなく 75%とした場合、サーチャージ期間は 1 年以下に抑えることができる。しかしながら、サーチャージ高さは、90%圧密度の場合の比較し、高くなる。

オプション 2： サンドコンパクションパイルの追加

既存の盛土を取り除くことが可能であれば、既存のサンドコンパクションパイルの間に、追加のサンドコンパクションパイルを設置する。サンドコンパクションパイルの追加により、地盤の剛性を高めることが可能となるが、一方、サンドコンパクションパイルを設置する際、地盤を乱すことになり、結果的に地盤全体の強度が低下する可能性もある。サンドコンパクションパイルの追加による作用は、試験盛土でのみ確認することが可能であるが、プロジェクトのスケジュールを考慮すると、試験盛土による確認は困難である。

オプション 3： ジオフォーム（軽量盛土工法）

ジオフォームブロックは、 1kN/m^3 と極めて軽量の盛土材料である。ジオフォームを用いて、追加の盛土をにより実施した場合、追加の荷重はほぼ無視できる。よって、新たな沈下は発生しないと云える。ジオフォームを用いた盛土の手順は以下のとおりである。

- 既存 CKE の舗装の撤去
- ジオフォームの設置
- ジオフォーム上部の施工によるジオフォームのの損傷を防ぐため、ジオテキスタイルの敷設
- セメント安定処理路盤の設置
- 指定の計画高まで、路体、舗装の構築

オプション 3 は、プロジェクトスケジュールに対して、最もリスクの少ない工法だと言える。しかしながら、その工事費は、他の 2 案と比較して著しく大きい。よって、この工法は採用しないこととする。

オプション 2 は、高い地質学的リスクを有し、工事費はオプション 3 に次いで大きい。リスクの要因は、既存のサンドコンパクションパイルの間に、追加のサンドコンパクションパイルを設置することによる作用の予測が困難なところにある。よって、この工法も採用しないこととする。

オプション 1 は、既存サンドコンパクションパイルの評価が、モニタリング結果から可能なことから、最もリスクの小さい工法だと言える。

地質学的なリスク及び工事費用の観点から、本プロジェクトにおいては、オプション 1 を採用することとする。

4) 既存 CKE 盛土範囲外

既存 CKE に隣接して実施される軟弱地盤対策は、以下の理由により、CEK で適用されているものと同様の対策（サンドコンパクションパイル）を選択することが望ましい。

- 隣接する区間で、異なった軟弱地盤対策を実施することにより、既存 CKE 区間に予期せぬ沈下を発生させる恐れがあるため
- 置換工法を採用した場合、地盤の掘削により現地盤を乱し、負の影響が生じる恐れがあるため
- サンドコンパクションパイルの設置により、せん断強度を増加させることが可能なため
- 比較的容易に施工が可能なため

CKE で適用されているサンドコンパクションパイル工法の類似工法として、本プロジェクトにおいては、グラベルコンパクションパイル工法の採用も検討する。

CKE プロジェクトにおけるモニタリング結果によると、サンドコンパクションパイルを適用した場合、一次圧密沈下量の 90%に達するまでには 1.5 年以上を要する。一方、グラベルコンパクションパイルの適用により、泥炭層または有機粘土層においては、より短期間で圧密を達成することが可能となる。

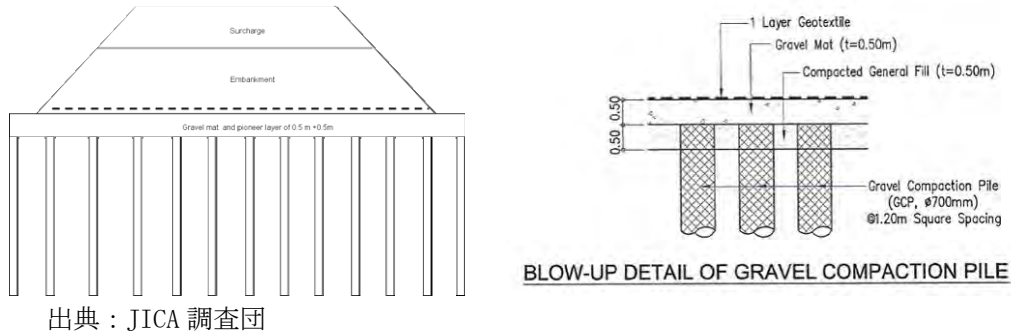


図 5.1.20 グラベルコンパクションパイル

5) 結論

橋台部においてはパイル盛土、既存 CKE 盛土範囲内においては追加のサーチャージを採用する。また、本プロジェクトのスケジュールを考慮すると、既存 CKE 盛土範囲外における軟弱地盤対策としては、サンドコンパクションパイルではなく、より短期間で施工が可能となるグラベルコンパクションパイルを採用する。

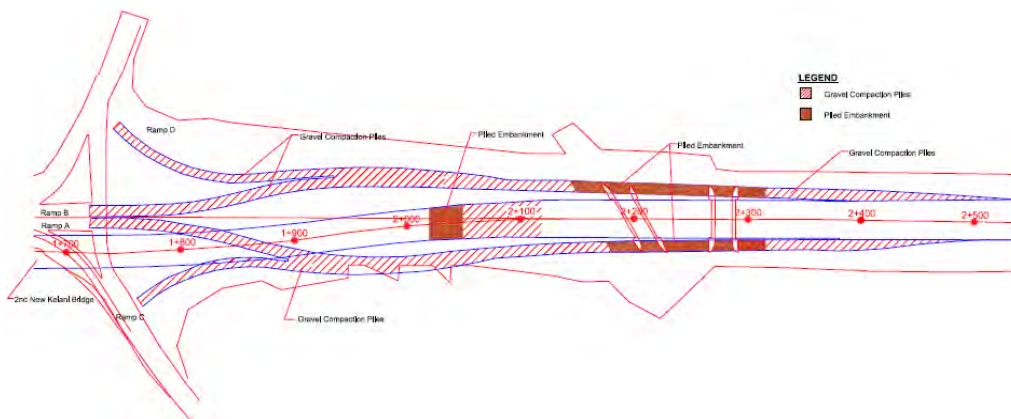


図 5.1.21 各区間における軟弱地盤対策

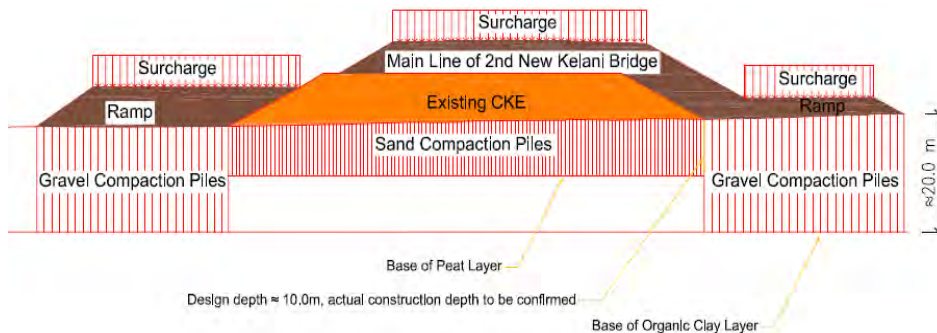


図 5.1.22 軟弱地盤対策標準横断図

5.2 橋梁設計

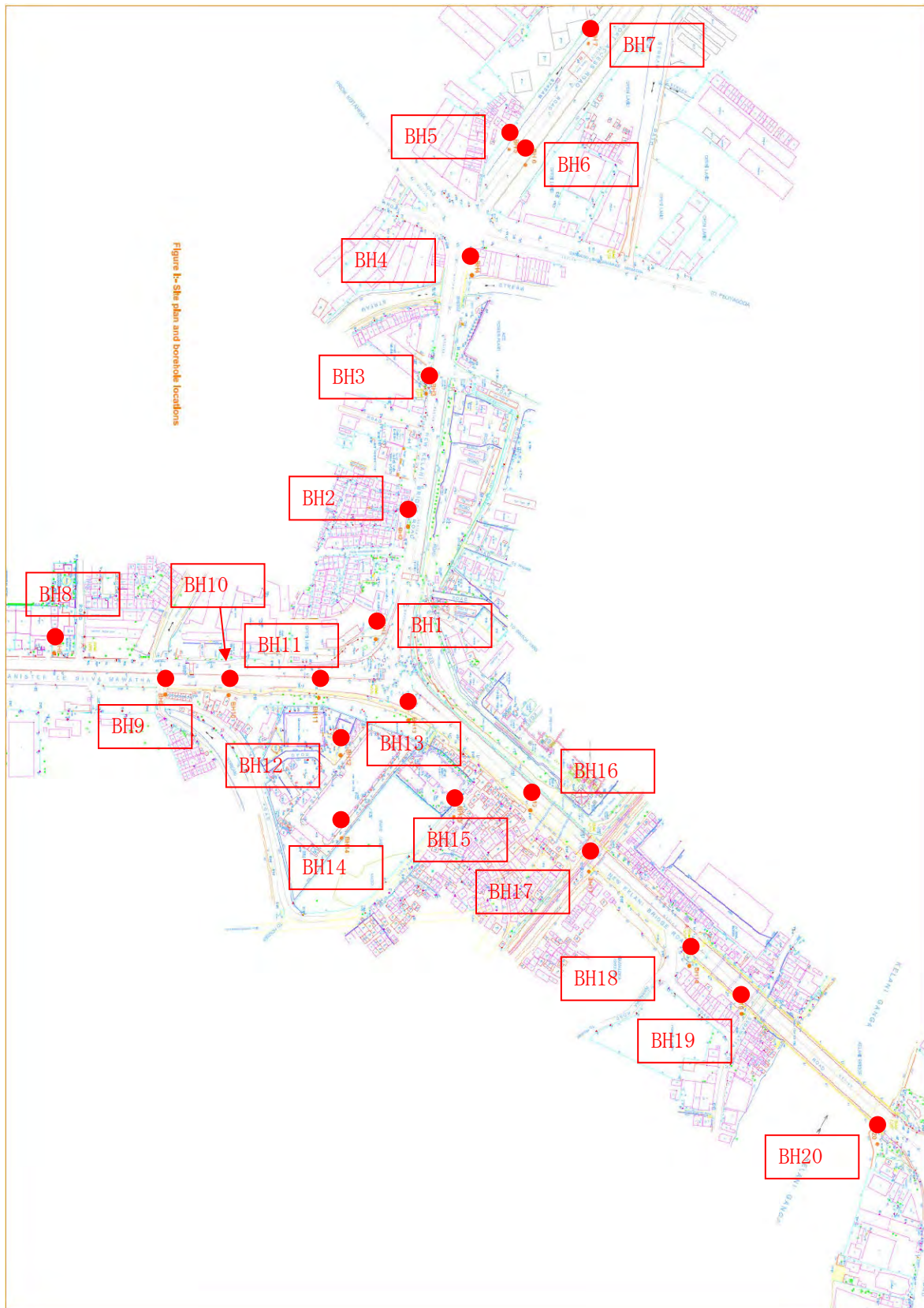
5.2.1 地質状況

(1) 地質調査位置

地質調査は橋梁計画に沿った位置で20ヶ所実施した。

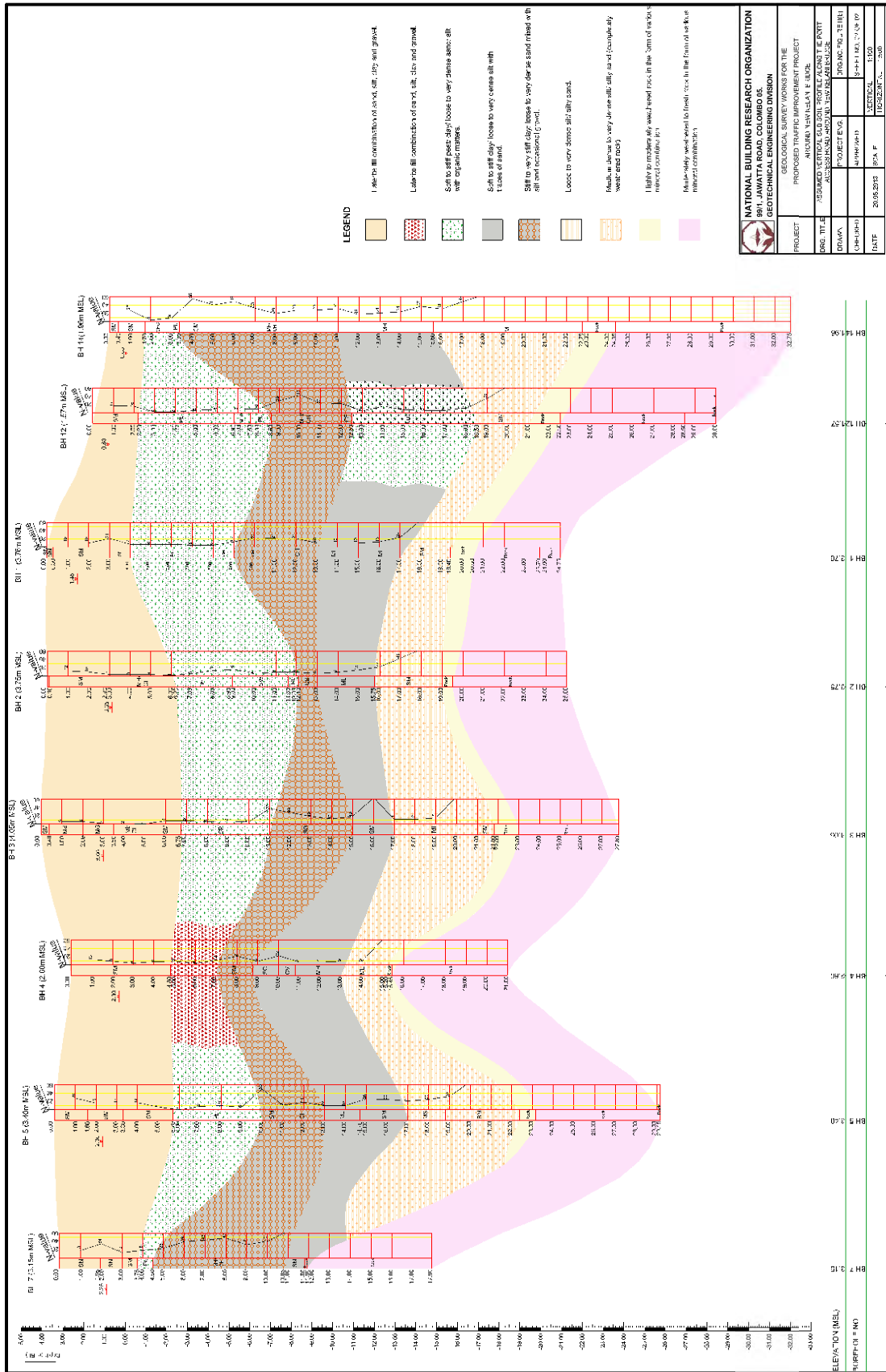
(2) 地質縦断

ボーリング調査の結果より想定した地質縦断図を図5.2.2に示す。



出典：JICA 調査団

図 5.2.1 ボーリング調査位置



出典：JICA 調査団

図 5.2.2 想定地質縦断面図

(3) 対象地域の地質概要

対象地域の地質概要を以下に示す。

- 対象地域は大規模せん断ならびに 2 つの正断層帯地域である。そのため、岩盤のさまざまなひび割れ（大小含めて）は低い RQD（岩石品質指定）値を含めて地下深部の岩盤に広がっている。
- 岩盤の破砕面のほとんどは、非常に急な傾斜角となっており、多くの地域の地下水位は高い。風化した岩盤は岩盤のひび割れに沿って移動する地下水によって引き起こされたものである。地中深くにある岩盤の風化状況は、岩盤の FI（破砕指針）に依存する（岩盤の破砕指針が増加すれば、岩盤の風化が増加する）。
- RQD 値の良い岩のほとんどは、引き締まったひび割れがある。そのため、RQD 値の良いいくつかは、ボーリング深さによって違うが低い一軸圧縮強度値を示している。

(4) ボーリング調査結果

ボーリング調査結果を以下に示す。

表 5.2.1 ボーリング調査結果概要

ボーリング名	地表面からの地下水 深さ (m)	地表面からの表土の 深さ (m)	岩盤の厚さ (m)	地表面から調査終了 深さ (m)
BH-1	1.45	19.40	5.35	24.75
BH-2	3.35	19.00	6.00	25.00
BH-3	3.00	21.80	6.00	27.80
BH-4	2.30	15.20	5.80	21.00
BH-5	2.30	22.40	6.75	29.15
BH-6	2.20	22.10	6.00	28.10
BH-7	2.25	11.80	6.10	17.90
BH-8	2.10	23.65	9.95	33.60
BH-9	2.30	21.00	19.00	40.00
BH-10	0.80	18.70	10.00	28.70
BH-11	1.40	21.75	10.00	31.75
BH-12	0.80	21.00	9.00	30.00
BH-13	0.60	21.50	6.00	27.50
BH-14	0.85	22.75	10.00	32.75
BH-15	0.60	24.10	10.00	34.10
BH-16	6.20	31.50	7.40	38.90
BH-17	4.60	32.85	6.05	38.90
BH-18	0.50	28.20	11.80	40.00
BH-19	0.50	26.00	12.00	38.00
BH-20	1.45	23.00	14.80	37.80

出典：JICA 調査団

5.2.2 基礎形式の選定

(1) 基礎形式の比較

1) 土質定数の設定

地質調査報告書より設計に用いる土質定数を設定した。

表 5.2.2 地質状況

対象地層	平均N値	単位体積重量 γ_t (kN/m ³)	粘着力 C (kN/m ²)	内部摩擦角 ϕ (°)	変形係数 αE_o		
					E_o (kN/m ²)	※2	常時 ($\alpha=4$)
シルト質砂	9	17	0	30	6,300	※2	25200
泥炭/粘土	8	14	10	0	5,600	※2	22400
粘土 1	16	18	50	0	11,200	※2	44800
粘土 2	28	18	50	0	19,600	※2	78400
砂 1	14	17	0	25	9,800	※2	39200
砂 2	43	19	0	30	30,100	※2	120400
岩 1	50	26	14105	21	39,240	※2	156960
岩 2	50	26	17918	21	39,240	※2	156960

※ 変形係数の地盤反力係数の推定に用いる係数 α は常時4、地震時8とする。

※1：孔内水平載荷試験

※2：N値より相関 ($E=700N$)

出典：JICA 調査団

2) 基礎形式の選定

(a) 主橋梁

基礎形式選定表（次表）より場所打ち杭を選定した。

表 5.2.3 主橋梁の基礎形式選定

基礎形式 選定条件		直接基礎	打込み杭基礎		中掘り杭基礎				鋼管ソイルセメント杭基礎	プレボーリング杭基礎	場所打ち杭基礎				ケーソン基礎		鋼管矢板基礎	地中連続壁基礎				
			RC杭	PHC杭・SC杭	杭管鋼		最終打撃方式	噴出攪拌方式			コンクリート打設方式	最終打撃方式	噴出攪拌方式	コンクリート打設方式	オールケーシング	リバース			アースドリル	深礎	ニューマチック	オープン
					打撃工法	パイプロハンマ工法																
地盤条件	支持層までの状態	中間層に極軟弱層がある	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
		中間層に極硬い層がある	○	×	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△		
		中間層にれきがある	○	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△		
		れき径 50mm以下	○	×	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△		
		れき径 50~100mm	○	×	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△		
		れき径 100~500mm	○	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×		
	支持層の状態	液状化する地盤がある	△	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
		5m未満	○	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×			
		5~15m	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
		15~25m	×	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
		25~40m	×	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
		40~60m	×	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
地下水	60m以上	×	×	×	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△				
	支持層の土質	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○				
	粘性土 (20≤N)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○				
	砂・砂れき (30≤N)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○				
	傾斜が大きい(30度程度以上)	○	×	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△				
	支持層面の凹凸が激しい	○	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△				
構造物の特性	地下水位が地表に近い	△	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○				
	湧水量が極めて多い	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○				
	地表より2m以上の被圧地下水	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○				
	地下水流速 3m/min 以上	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○				
	直荷重が小さい(支間20m以下)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○				
	直荷重が普通(支間20m~50m)	○	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△				
施工条件	直荷重が大きい(支間50m以上)	○	×	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△				
	斜荷重に比べ水平荷重が小さい	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○				
	斜荷重に比べ水平荷重が大きい	○	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○				
	支持形式	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○				
	水上施工	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○				
	水深5m未満	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○				
周辺環境	水深5m以上	×	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△				
	作業空間が狭い	○	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△				
	斜杭の施工	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△				
	有害ガスの影響	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○				
	振動騒音対策	○	×	×	×	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△				
	隣接構造物に対する影響	○	×	×	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△				

出典：道路橋示方書（日本）

(b) アプローチ橋梁

表 5.2.4 アプローチ橋梁の基礎形式選定

基礎形式 選定条件		直接基礎	打込み杭基礎		中掘り杭基礎				鋼管ソイルセメント杭基礎	プレボーリング杭基礎	場所打ち杭基礎				ケーソン基礎		鋼管矢板基礎	地中連続壁基礎				
			RC杭	PHC杭・SC杭	杭管鋼		最終打撃方式	噴出攪拌方式			コンクリート打設方式	最終打撃方式	噴出攪拌方式	コンクリート打設方式	オールケーシング	リバース			アースドリル	深礎	ニューマチック	オープン
					打撃工法	パイプロハンマ工法																
地盤条件	支持層までの状態	中間層に極軟弱層がある	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
		中間層に極硬い層がある	○	×	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△			
		中間層にれきがある	○	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△			
		れき径 50mm以下	○	×	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△			
		れき径 50~100mm	○	×	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△			
		れき径 100~500mm	○	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×			
	支持層の状態	液状化する地盤がある	△	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
		5m未満	○	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×			
		5~15m	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
		15~25m	×	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
		25~40m	×	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
		40~60m	×	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
地下水	60m以上	×	×	×	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△				
	支持層の土質	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○				
	粘性土 (20≤N)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○				
	砂・砂れき (30≤N)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○				
	傾斜が大きい(30度程度以上)	○	×	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△				
	支持層面の凹凸が激しい	○	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△				
構造物の特性	地下水位が地表に近い	△	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○				
	湧水量が極めて多い	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○				
	地表より2m以上の被圧地下水	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○				
	地下水流速 3m/min 以上	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○				
	直荷重が小さい(支間20m以下)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○				
	直荷重が普通(支間20m~50m)	○	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△				
施工条件	直荷重が大きい(支間50m以上)	○	×	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△				
	斜荷重に比べ水平荷重が小さい	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○				
	斜荷重に比べ水平荷重が大きい	○	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○				
	支持形式	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○				
	水上施工	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○				
	水深5m未満	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○				
周辺環境	水深5m以上	×	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△				
	作業空間が狭い	○	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△				
	斜杭の施工	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△				
	有害ガスの影響	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○				
	振動騒音対策	○	×	×	×	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△				
	隣接構造物に対する影響	○	×	×	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△				

出典：道路橋示方書（日本）

以上より、以下の杭種を選定した。

鋼橋：場所打ち杭、回転杭（鋼管杭）

PC 橋：場所打ち杭

3) 杭種杭径比較

(a) 主橋梁 (エクストラードーズド橋)

エクストラードーズド橋では大口径の場所打ち杭を基本として、杭径を比較し経済性で優れるφ2.5m×15本を採用した。

表 5.2.5 エクストラードーズド橋 杭径比較表 (エクストラードーズド橋)

杭種・杭径	第1案 場所打ち杭 φ2000 (全周回転掘削機によるオールケーシング工法)		第2案 場所打ち杭 φ2500 (全周回転掘削機によるオールケーシング工法)		第3案 場所打ち杭 φ3000 (全周回転掘削機によるオールケーシング工法)	
	平面図	平面図	平面図	平面図	平面図	平面図
杭種元	φ2000 L=21.0m 24本 主鉄筋 1段目: 44本-D19	φ2500 L=21.5m 15本 主鉄筋 1段目: 56本-D22	φ3000 L=22.0m 12本 主鉄筋 1段目: 68本-D25	単位 mm	単位 mm	単位 mm
フーチングサイズ	19,000m × 29,000m × 3,000m	17,500m × 30,000m × 3,000m	21,000m × 30,000m × 3,000m	橋軸方向	橋軸方向	橋軸方向
浮力の有無	浮力無し	浮力無し	浮力無し	浮力無し	浮力無し	浮力無し
フーチング下面中心での作用力	V 288100.0 H 0.0 M 0.0	V 297200.0 H 0.0 M 0.0	V 17200.0 H 0.0 M 0.0	数量	数量	数量
杭頭露出	0.0	0.0	0.0	工率	工率	工率
軸方向荷込み力	12004.0	19080.0	24500.0	0%	0%	0%
軸方向引き力	12004.0	19080.0	24500.0	90%	97%	91%
圧縮応力度	3.6	3.7	3.2	-34%	-39%	-38%
引張応力度	-54.1	-54.7	-48.5	45%	46%	40%
せん断応力度	0.000	0.000	0.000	27%	27%	24%
フーチングコンクリート工	1,653.0 m ³ 3,592.0 m ² 3,592.0 m ³ 504.0 m	24,500 千円 0,410 千円 0,700 千円 134,300 千円	40,499 千円 1,473 千円 2,514 千円 67,687 千円	工率	工率	工率
土工 (掘削)	511 m ² 24.19	12,366 千円 49,816 千円	12,210 千円 46,747 千円	工率	工率	工率
土工 (埋め戻し)	504.0 m	174,354 千円	163,616 千円	工率	工率	工率
場所打ち杭	112,173 千円	104,659 千円	123,258 千円	工率	工率	工率
直接工事費	511 m ² 24.19	12,366 千円 49,816 千円	12,210 千円 46,747 千円	工率	工率	工率
仮設切工	511 m ² 24.19	12,366 千円 49,816 千円	12,210 千円 46,747 千円	工率	工率	工率
総経費 (40%)	174,354 千円	163,616 千円	191,059 千円	工率	工率	工率
合計	174,354 千円	163,616 千円	191,059 千円	工率	工率	工率
判定	・経済性は3案中2位である。(比率 : 1.066)	・経済性は3案中1位である。(比率 : 1.000)	・経済性は3案中3位である。(比率 : 1.168)	○		

出典: JICA 調査団

(b) アプローチ橋梁 (PC 箱桁橋、セパレート区間)

PC 橋では場所打ち杭を基本として、杭径を比較し経済性で優れるφ1.5m×6本を採用した。

表 5.2.6 杭径比較表 (PC 箱桁橋) MB-P16

PC橋 杭種検討比較表	第1案 場所打ち杭 φ1500 (全周回転掘削機によるオールケーシング工法)		第2案 場所打ち杭 φ1200 (全周回転掘削機によるオールケーシング工法)		第3案 場所打ち杭 φ1000 (全周回転掘削機によるオールケーシング工法)	
	杭種・杭径	平面図	杭種・杭径	平面図	杭種・杭径	平面図
杭諸元	φ1500 L=25.5m 6本	φ1200 L=25.5m 8本	φ1000 L=25.0m 10本			
主鉄筋 1段目: 32本-D19	主鉄筋 1段目: 32本-D19	主鉄筋 1段目: 24本-D16	主鉄筋 1段目: 16本-D16			
フーチングサイズ	6.750m × 10.500m × 1.900m	5.400m × 11.400m × 1.900m	4.500m × 12.000m × 1.900m			
浮力の有無	浮力無し	浮力無し	浮力無し			
フーチング下面中心での作用力	V 29700.0 H 0.0 M 0.0	V 29300.0 H 0.0 M 0.0	V 29000.0 H 0.0 M 0.0			
常時	杭頭変位 δx 4950.0	杭頭変位 δx 3662.5	杭頭変位 δx 2900.0			
	軸方向押込み力 Pmax 4950.0	軸方向押込み力 Pmax 3662.5	軸方向押込み力 Pmax 2900.0			
	軸方向引抜き力 Pmin 2.6	軸方向引抜き力 Pmin 3.1	軸方向引抜き力 Pmin 3.5			
	圧縮応力度 σc -39.0	圧縮応力度 σc -45.7	圧縮応力度 σc -52.2			
	引張応力度 σs,σt 0.000	引張応力度 σs,σt 0.000	引張応力度 σs,σt 0.000			
	せん断応力度 τ 17.247	せん断応力度 τ 17.247	せん断応力度 τ 17.247			
基礎	数量 134.7 m ³	数量 117.0 m ³	数量 102.6 m ³	単価 24,500 千円	単価 24,500 千円	単価 24,500 千円
土工 (掘削)	572.8 m ²	546.9 m ²	528.1 m ²	235 千円	224 千円	217 千円
土工 (埋め戻し)	572.8 m ³	546.9 m ³	528.1 m ³	401 千円	383 千円	370 千円
場所打ち杭	153.0 m	204.0 m	250.0 m	87,000 千円	72,000 千円	64,000 千円
直接工事費	17,247 千円	18,162 千円	19,100 千円			
諸経費 (40%)	6,899 千円	7,265 千円	7,640 千円			
合計	24,146 千円	25,426 千円	26,740 千円			
判定	・経済性は3案中1位である。 (比率 : 1.000)	・経済性は3案中2位である。 (比率 : 1.063)	・経済性は3案中3位である。 (比率 : 1.107)			
出典: JICA 調査団	○					

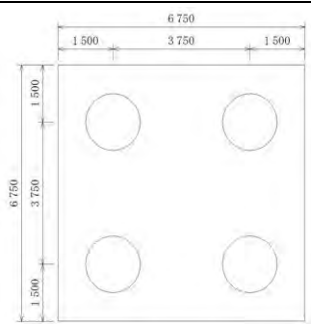
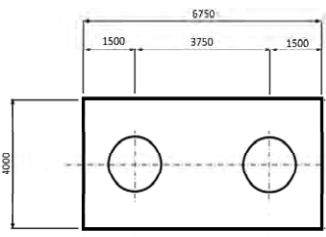
(c) アプローチ橋梁（鋼箱桁橋、オーバーラップ区間）

a) 杭種比較

経済性で優れ施工帯 8.0m の中で施工可能な場所打ち杭を選定する。T 型橋脚と門型橋脚はほぼ同じ上部工重量を支持するため、比較表は T 型橋脚・門型橋脚の両方を示している。

表 5.2.7 杭種比較表（鋼箱桁橋）RC2-P6

鋼橋 杭種検討比較表

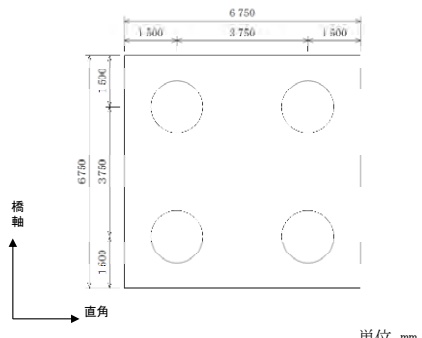
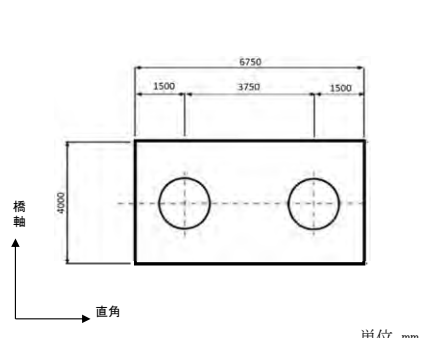
杭種		第1案 場所打ち杭 (全周回転掘削機によるオールケーシング工法)	第2案 回転圧入鋼管杭 (回転杭工法)			
項目						
概要	平面図					
	杭諸元	Φ1500、4本、L=16.5m	Φ1500、2本、L=18.5m			
	上部工形式	鋼橋 箱桁				
	施工状況	交通量の多い既設道路上で交通規制しながら工事を行うため、小さい施工スペースかつ短い工期が望ましい。				
評価項目	経済性(千円)	フーチング	86.6 x 24.5 = 2,121.7	フーチング	51.3 x 24.5 = 1,256.9	
		掘削	422.7 x 0.4 = 173.3	掘削	322.7 x 0.4 = 132.3	
		埋戻し	422.7 x 0.7 = 295.9	埋戻し	322.7 x 0.7 = 225.9	
		杭	66.0 x 87.0 = 5,742.0	杭	37.0 x 274.0 = 10,138.0	
		工事費	8,332.9	工事費	11,753.0	
		諸経費(40%)	3,333.2	諸経費(40%)	4,701.2	
		合計	11,666 (比率 : 1.00) ○	合計	16,454 (比率 : 1.41) △	
	施工性	スペース	施工帯幅8mが必要となり、現況交通への影響が大きい。	△	施工帯幅は4mと小さいため、現況交通への影響を抑えることができる。	○
		工程	現場うちであるため、第2案より長い	△	既成杭であるため、第1案と比較し短い	○
	環境	騒音	低騒音、低振動である。	○	低騒音、低振動である。	○
建設廃棄物		掘削土砂、泥水処理が必要である。	△	排土なし。	○	
現地での適用性	実績	実績が多く、作業員は施工手順等を十分に把握している。	○	実績がない。	△	
	流通性	スリランカ国内の資料で施工可能。	○	スリランカ国内で製造されていないため、海外から輸入する必要がある。	△	
判定		○				

出典：JICA 調査団

※施工帯での施工検討は(2)基礎形式の選定で示す。

表 5.2.8 杭の計算結果（鋼箱桁橋）RC2-P6

鋼橋 杭種検討比較表

杭種・杭径	第1案 場所打ち杭 (全周回転掘削機によるオールケーシング工法)	第2案 回転圧入鋼管杭 (回転杭工法)					
平面図							
杭諸元	φ1500 L=16.5m 4本 主鉄筋 1段目: 32本-D19	φ1500 L=18.5m 2本 主鉄筋 1段目: 32本-D19					
フーチングサイズ	6.750m × 6.750m × 1.900m	4.000m × 6.750m × 1.900m					
方向	橋軸方向	橋軸方向					
浮力の有無	浮力無し	浮力無し					
常時 フーチング下面 中心での作用力	V kN	18400.0	17200.0				
	H kN	0.0	0.0				
	M kN・m	0.0	0.0				
	δx mm	0.0 < 15.0	0.0 < 15.0				
軸方向押込み力	Pnmax kN	4600.0 < 4872.0	8600.0 < 8770.0				
	Pnmin kN	4600.0 > -1771.0	- < -				
軸方向引抜き力	σc N/mm ²	2.4 < 8.0	-92.5 > -140.0				
	σs, σt N/mm ²	-36.2 > 2-00.0	-92.5 < 140.0				
せん断応力度	τ N/mm ²	0.000 < 1.700	0.000 < 1.700				
基礎 工事費	数量	単価	工事費	数量	単価	工事費	
	フーチングコンクリート工	86.6 m ³	24,500 千円	2,122 千円	51.3 m ³	24,500 千円	1,257 千円
	土工（掘削）	422.7 m ²	0.410 千円	173 千円	322.7 m ²	0.410 千円	132 千円
	土工（埋め戻し）	422.7 m ³	0.700 千円	296 千円	322.7 m ³	0.700 千円	226 千円
	鋼管杭			千円	37.0 m	274,000 千円	10,138 千円
	場所打ち杭	66.0 m	87,000 千円	5,742 千円			
	直接工事費			8,333 千円			11,753 千円
	諸経費（40%）			3,333 千円			4,701 千円
合計			11,666 千円			16,454 千円	
判定	・経済性は2案中1位である。（比率：1.000）		・経済性は2案中2位である。（比率：1.410）				
	○						

出典：JICA 調査団

b) 杭径比較

アプローチ橋梁

経済性で優れる場所打ち杭 φ1.5m×4本を選定した。

表 5.2.9 杭径比較表 (鋼箱桁橋) RC2-P6

鋼橋 杭種検討比較表	杭種・杭径		
	第1案 場所打ち杭 φ1500 (全周回転剛性によるオールケーシング工法)	第2案 場所打ち杭 φ1200 (全周回転剛性によるオールケーシング工法)	第3案 場所打ち杭 φ1000 (全周回転剛性によるオールケーシング工法)
平面図			
杭諸元	φ1500 L=16.5m 4本	φ1200 L=16.5m 6本	φ1000 L=16.5m 8本
アプローチサイズ	主鉄筋 1段目: 32本-D19	主鉄筋 1段目: 24本-D16	主鉄筋 1段目: 16本-D16
方向	6.750m × 1.900m	5.400m × 1.900m	4.500m × 1.900m
浮力の有無	橋軸方向 浮力無し	橋軸方向 浮力無し	橋軸方向 浮力無し
常時	V 18400.0	V 18400.0	V 18200.0
センターでの作用力	H 0.0	H 0.0	H 0.0
杭頭変位	M 0.0	M 0.0	M 0.0
軸方向伸びみち	δx 4600.0	δx 3066.7	δx 2275.0
軸方向引抜き力	Pmax 4600.0	Pmax 3066.7	Pmax 2275.0
圧縮応力度	σc 2.4	σc 2.6	σc 2.7
引張応力度	σs, σt -36.2	σs, σt -38.3	σs, σt -41.0
せん断応力度	τ 0.000	τ 0.000	τ 0.000
基礎	数量 86.6 m3	数量 86.2 m3	数量 81.2 m3
土工(掘削)	工事費 2,122 千円	工事費 2,112 千円	工事費 2,500 千円
土工(埋め戻し)	数量 422.7 m2	数量 431.6 m2	数量 434.8 m2
鋼管杭	工事費 422.7 千円	工事費 431.6 千円	工事費 434.8 千円
場所打ち杭	数量 66.0 m	数量 99.0 m	数量 132.0 m
直接工事費	工事費 8,333 千円	工事費 9,719 千円	工事費 10,920 千円
諸経費(40%)	3,333 千円	3,888 千円	4,368 千円
合計	11,666 千円	13,607 千円	15,288 千円
判定	・経済性は3案中1位である。(比率 : 1.000)	・経済性は3案中2位である。(比率 : 1.166)	・経済性は3案中3位である。(比率 : 1.310)

出典: JICA 調査団

ランプ橋梁

経済性に優れる場所打ち杭φ1.2m×4本を選定した。

表 5.2.10 杭径比較表 (ランプ橋) RD-P4

杭種・杭径	第1案 場所打ち杭 φ1500 (全周回転掘削機によるオールケーシング工法)		第2案 場所打ち杭 φ1200 (全周回転掘削機によるオールケーシング工法)		第3案 場所打ち杭 φ1000 (全周回転掘削機によるオールケーシング工法)	
	平面図	平面図	平面図	平面図	平面図	平面図
杭諸元	φ1500 L=17.0m 4本 主鉄筋 1段目: 32本-D19	φ1200 L=16.5m 4本 主鉄筋 1段目: 24本-D16	φ1200 L=16.5m 4本 主鉄筋 1段目: 24本-D16	φ1000 L=16.5m 6本 主鉄筋 1段目: 16本-D16	φ1000 L=16.5m 6本 主鉄筋 1段目: 16本-D16	φ1000 L=16.5m 6本 主鉄筋 1段目: 16本-D16
フーチングサイズ	6.750m × 6.750m × 1.900m	5.400m × 5.400m × 1.900m	5.400m × 5.400m × 1.900m	4.500m × 4.500m × 1.900m	4.500m × 4.500m × 1.900m	4.500m × 4.500m × 1.900m
浮力の有無	浮力無し	浮力無し	浮力無し	浮力無し	浮力無し	浮力無し
フーチング下面中心での作用力	V: 13300.0 kN H: 0.0 kN M: 0.0 kN-m	V: 12500.0 kN H: 0.0 kN M: 0.0 kN-m	V: 12500.0 kN H: 0.0 kN M: 0.0 kN-m	V: 12700.0 kN H: 0.0 kN M: 0.0 kN-m	V: 12700.0 kN H: 0.0 kN M: 0.0 kN-m	V: 12700.0 kN H: 0.0 kN M: 0.0 kN-m
常時	杭頭変位 δx: 0.0 mm 軸方向挿込み力 Pmax: 3325.0 kN 軸方向引抜き力 Pmin: 3325.0 kN 圧縮応力度 σc: 1.8 N/mm ² 引張応力度 σs: -26.2 N/mm ² せん断応力度 τ: 0.000 N/mm ²	杭頭変位 δx: 0.0 mm 軸方向挿込み力 Pmax: 3125.0 kN 軸方向引抜き力 Pmin: 3125.0 kN 圧縮応力度 σc: 2.6 N/mm ² 引張応力度 σs: -39.0 N/mm ² せん断応力度 τ: 0.000 N/mm ²	杭頭変位 δx: 0.0 mm 軸方向挿込み力 Pmax: 3125.0 kN 軸方向引抜き力 Pmin: 3125.0 kN 圧縮応力度 σc: 2.6 N/mm ² 引張応力度 σs: -39.0 N/mm ² せん断応力度 τ: 0.000 N/mm ²	杭頭変位 δx: 0.0 mm 軸方向挿込み力 Pmax: 2116.7 kN 軸方向引抜き力 Pmin: 2116.7 kN 圧縮応力度 σc: 2.5 N/mm ² 引張応力度 σs: -38.1 N/mm ² せん断応力度 τ: 0.000 N/mm ²	杭頭変位 δx: 0.0 mm 軸方向挿込み力 Pmax: 2116.7 kN 軸方向引抜き力 Pmin: 2116.7 kN 圧縮応力度 σc: 2.5 N/mm ² 引張応力度 σs: -38.1 N/mm ² せん断応力度 τ: 0.000 N/mm ²	杭頭変位 δx: 0.0 mm 軸方向挿込み力 Pmax: 2763.0 kN 軸方向引抜き力 Pmin: 2763.0 kN 圧縮応力度 σc: 8.0 N/mm ² 引張応力度 σs: -200.0 N/mm ² せん断応力度 τ: 1.700 N/mm ²
基礎工事費	数量: 86.6 m ³ 単価: 24,500 千円 工事費: 2,122 千円	数量: 55.4 m ³ 単価: 24,500 千円 工事費: 1,357 千円	数量: 55.4 m ³ 単価: 24,500 千円 工事費: 1,357 千円	数量: 59.9 m ³ 単価: 24,500 千円 工事費: 1,468 千円	数量: 59.9 m ³ 単価: 24,500 千円 工事費: 1,468 千円	数量: 59.9 m ³ 単価: 24,500 千円 工事費: 1,468 千円
土工(掘削)	数量: 422.7 m ² 単価: 0.410 千円 工事費: 173 千円	数量: 326.5 m ² 単価: 0.410 千円 工事費: 134 千円	数量: 326.5 m ² 単価: 0.410 千円 工事費: 134 千円	数量: 348.5 m ² 単価: 0.410 千円 工事費: 143 千円	数量: 348.5 m ² 単価: 0.410 千円 工事費: 143 千円	数量: 348.5 m ² 単価: 0.410 千円 工事費: 143 千円
土工(埋め戻し)	数量: 422.7 m ³ 単価: 0.700 千円 工事費: 296 千円	数量: 326.5 m ³ 単価: 0.700 千円 工事費: 229 千円	数量: 326.5 m ³ 単価: 0.700 千円 工事費: 229 千円	数量: 348.5 m ³ 単価: 0.700 千円 工事費: 244 千円	数量: 348.5 m ³ 単価: 0.700 千円 工事費: 244 千円	数量: 348.5 m ³ 単価: 0.700 千円 工事費: 244 千円
場所打ち杭	数量: 68.0 m 単価: 87,000 千円 工事費: 5,916 千円	数量: 66.0 m 単価: 72,000 千円 工事費: 4,752 千円	数量: 66.0 m 単価: 72,000 千円 工事費: 4,752 千円	数量: 99.0 m 単価: 64,000 千円 工事費: 6,336 千円	数量: 99.0 m 単価: 64,000 千円 工事費: 6,336 千円	数量: 99.0 m 単価: 64,000 千円 工事費: 6,336 千円
直接工事費	数量: 8,507 千円 単価: 3,403 千円 工事費: 2,589 千円	数量: 11,910 千円 単価: 9,060 千円 工事費: 9,060 千円	数量: 11,910 千円 単価: 9,060 千円 工事費: 9,060 千円	数量: 11,467 千円 単価: 8,190 千円 工事費: 8,190 千円	数量: 11,467 千円 単価: 8,190 千円 工事費: 8,190 千円	数量: 11,467 千円 単価: 8,190 千円 工事費: 8,190 千円
諸経費 (40%)	数量: 3,403 千円 単価: 3,403 千円 工事費: 3,403 千円	数量: 3,403 千円 単価: 3,403 千円 工事費: 3,403 千円	数量: 3,403 千円 単価: 3,403 千円 工事費: 3,403 千円	数量: 3,403 千円 単価: 3,403 千円 工事費: 3,403 千円	数量: 3,403 千円 単価: 3,403 千円 工事費: 3,403 千円	数量: 3,403 千円 単価: 3,403 千円 工事費: 3,403 千円
合計	数量: 11,910 千円 単価: 11,910 千円 工事費: 11,910 千円	数量: 9,060 千円 単価: 9,060 千円 工事費: 9,060 千円	数量: 9,060 千円 単価: 9,060 千円 工事費: 9,060 千円	数量: 11,467 千円 単価: 11,467 千円 工事費: 11,467 千円	数量: 11,467 千円 単価: 11,467 千円 工事費: 11,467 千円	数量: 11,467 千円 単価: 11,467 千円 工事費: 11,467 千円
判定	・経済性は3案中3位である。(比率 : 1.314)	・経済性は3案中1位である。(比率 : 1.000)	・経済性は3案中1位である。(比率 : 1.000)	・経済性は3案中2位である。(比率 : 1.266)	・経済性は3案中2位である。(比率 : 1.266)	・経済性は3案中2位である。(比率 : 1.266)

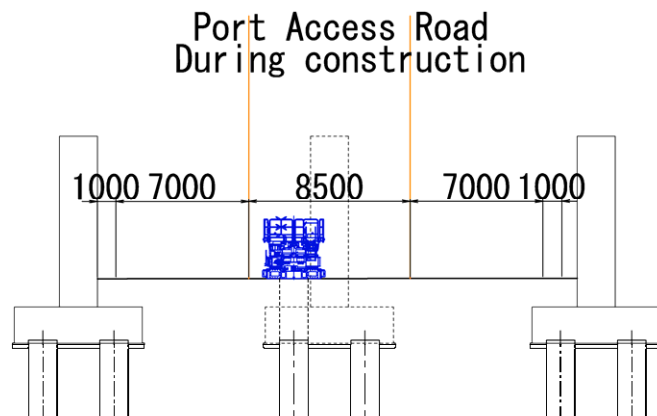
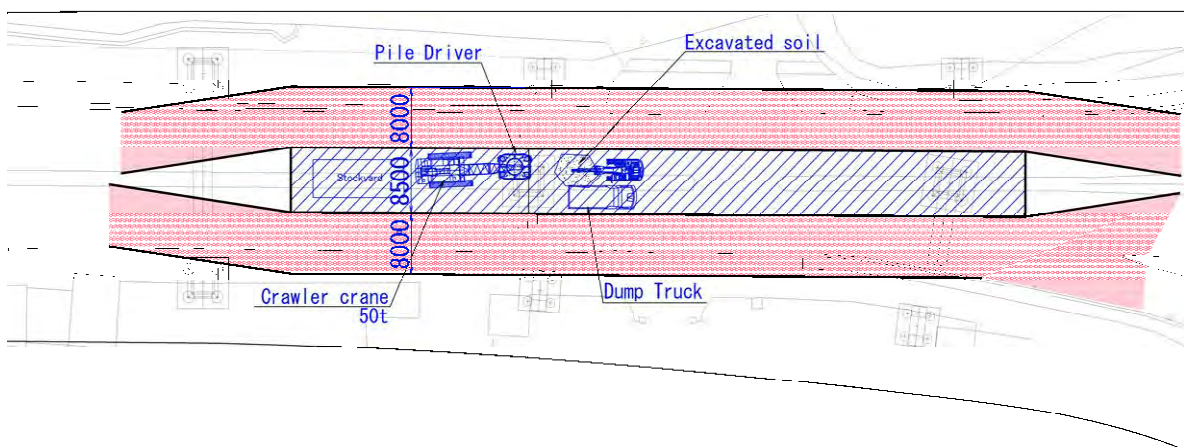
出典: JICA 調査団

(2) 基礎形式の選定

次に鋼橋の場所打ち杭と回転杭の施工状況を示す。以下の理由により場所打ち杭でも施工が可能であるため、鋼橋の杭種は場所打ち杭とする。

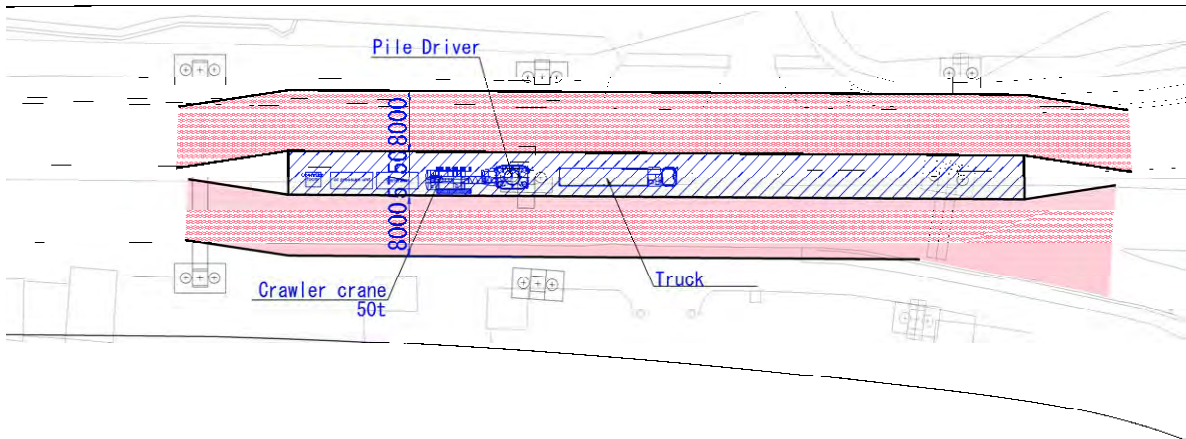
場所打ち杭は施工帯 8.5m で施工可能・中央分離帯部分は借地帯を利用し現道を切り回すことで施工可能である。

ポートアクセス道路の橋脚は歩道に設置され、施工スペースは狭い箇所であり、下図は RC2-P7 橋脚の施工例を表している。

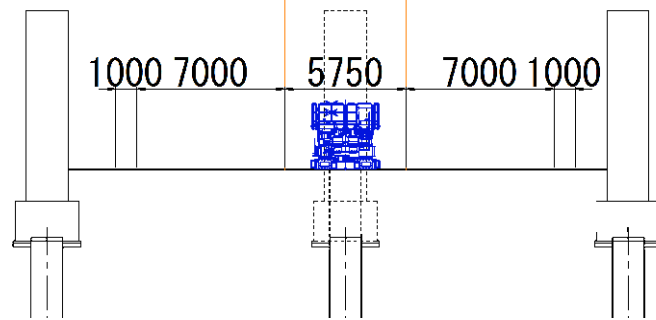


出典：JICA 調査団

図 5.2.3 ポートアクセス道路中央分離帯側 RC2-P7、場所打ち杭



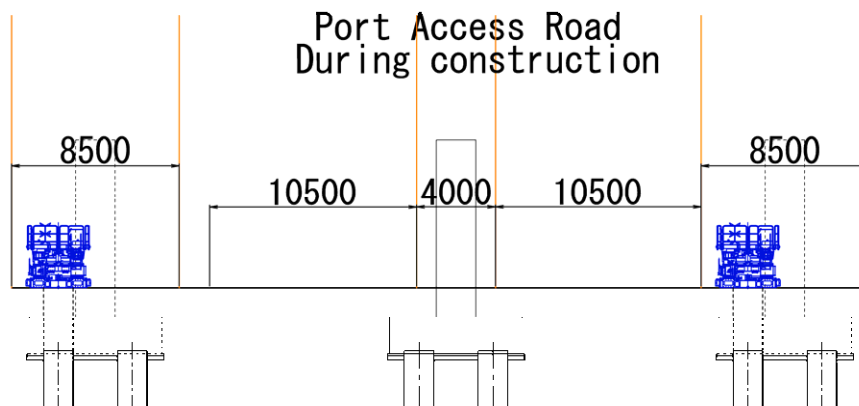
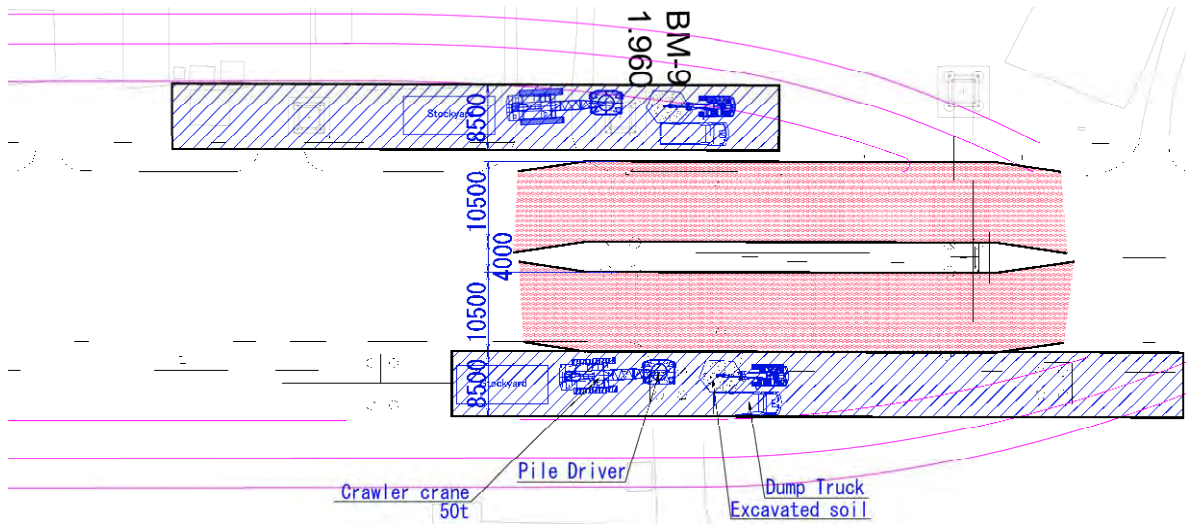
Port Access Road
During construction



出典：JICA 調査団

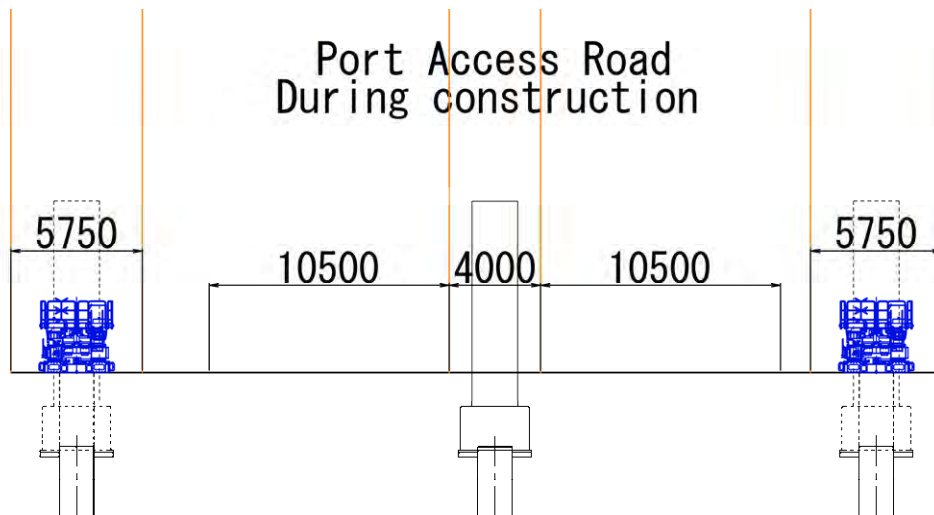
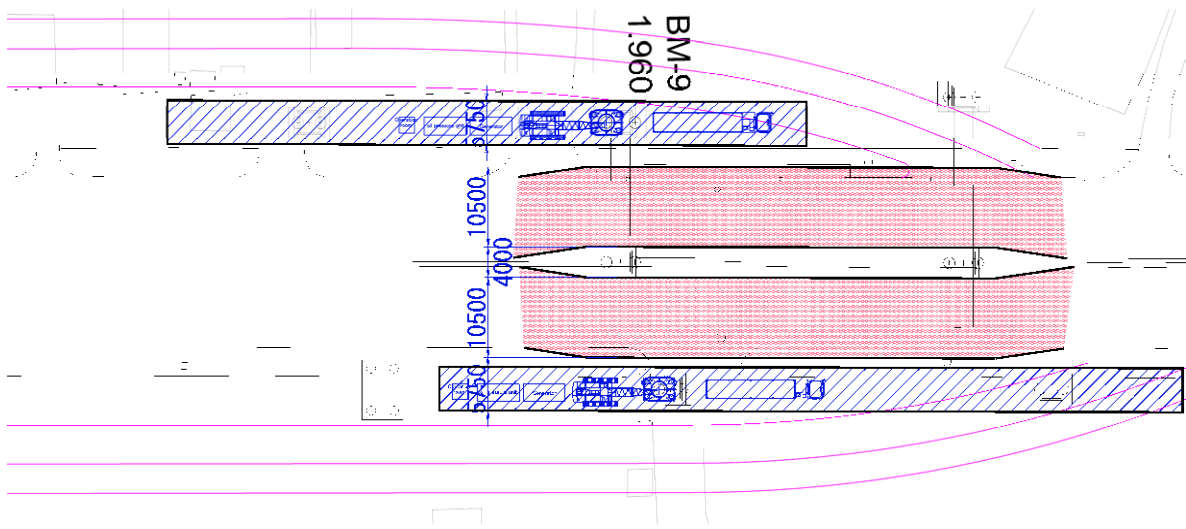
図 5.2.4 ポートアクセス道路中央分離帯側 RC2-P7、回転圧入鋼管杭

下図はポートアクセス道路に設置される MB-P1 橋脚の施工例を示している。



出典：JICA 調査団

図 5.2.5 ポートアクセス道路歩道側 MB-P1、場所打ち杭



出典：JICA 調査団

図 5.2.6 ポートアクセス道路歩道側 MB-P1、回転圧入鋼管杭