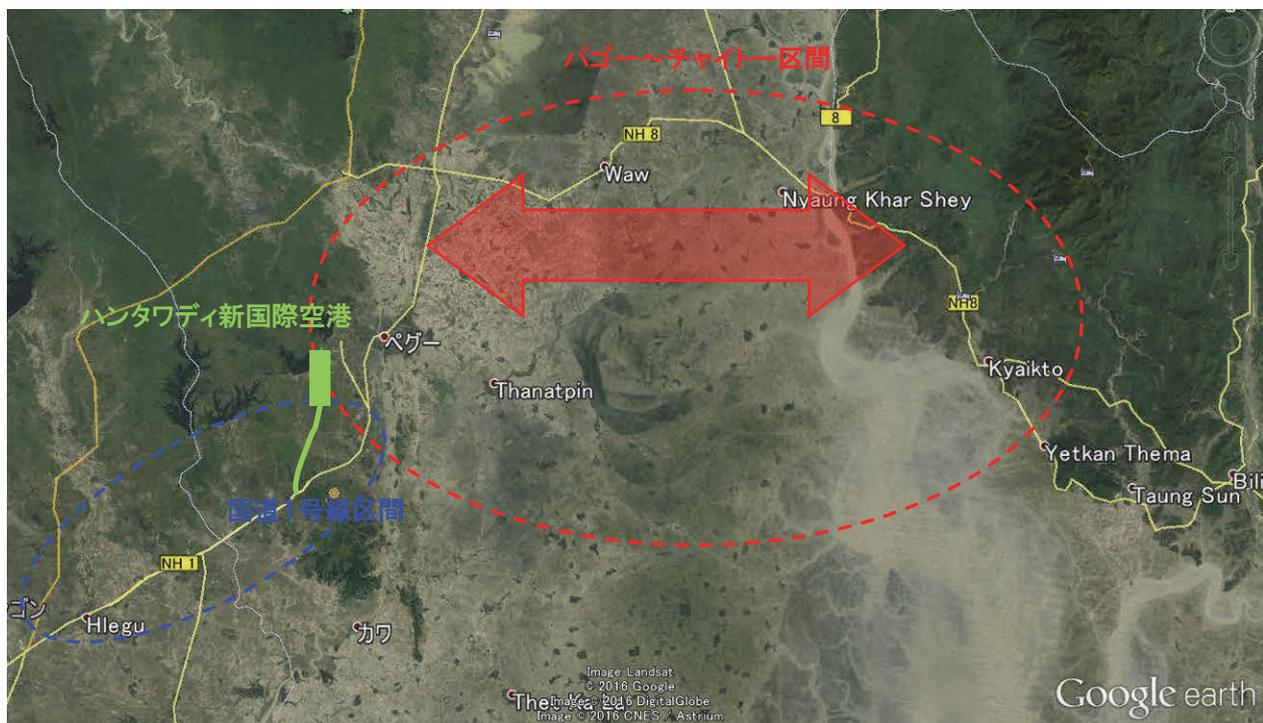


第5章 道路計画

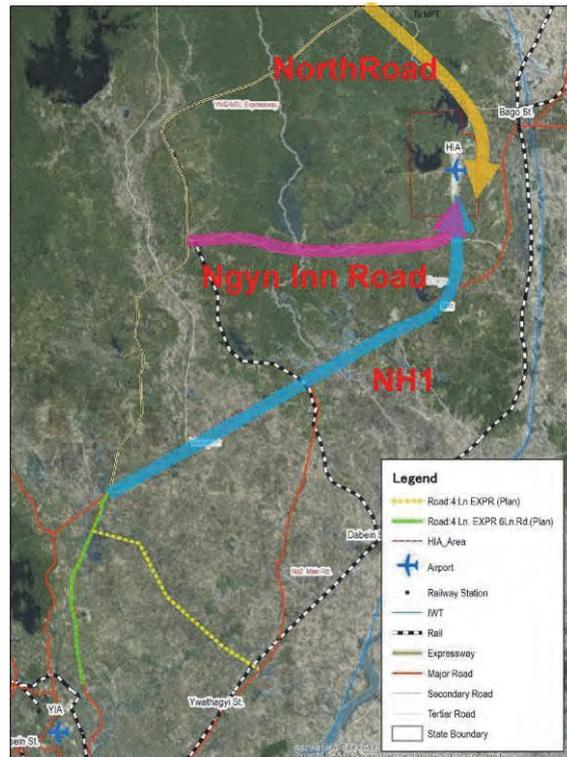
5.1 道路計画の概要

本章では、バゴー～チャイトー区間と国道1号線の2区間について道路計画を行う(図 5.1.1 参照)。バゴー～チャイトー区間では、現在2車線(一部4車線)の国道8号線が整備されている。この区間はヤンゴン向きの東西回廊の一部として交通を担うことになり、将来的には道路容量は飽和し、特に都市部・集落部では渋滞が激しくなり、旅行速度の低下が懸念される。この問題を解決するために、バゴー～チャイトー間を短距離で接続する道路整備が必要となると考えられる。一方、国道1号線区間では、国道1号線のネピドー～ヤンゴンを結ぶ交通と東西経済回廊ヤンゴン向きの交通が流入することから、将来的に道路容量が不足することが懸念される。また、国道1号線は、計画されているハンタワディ新国際空港へのアクセス道路の1つであることから、これらを考慮した計画を実施することとする。



出典：Google Earth を基に JICA 調査団作成

図 5.1.1 道路計画の概要



出典：ミャンマー連邦共和国ハンタワディ新国際空港開発運営事業準備調査報告書

図 5.1.2 ハンタワディ新国際空港アクセス高速道路

5.2 設計基準

5.2.1 設計基準書

基本的にミ国道路設計基準（2015年）を適用する。道路区分は「主要幹線道路」、地形は「平地」を適用する。

5.2.2 幾何構造設計基準

参考とした基準及び適用基準値は以下の通りとする。

表 5.2.1 設計幾何構造基準

	アジア highway 基準 (ASIAN HIGHWAY CLASSIFICATION AND DESIGN STANDARDS)	アセアン highway 基準 (ASEAN HIGHWAY STANDARDS)	ミ国基準	採用設計値 (バゴーチャイトー間新規道路)
道路分類	クラス II (2 車線)	クラス II (2 車線)	主要幹線道路	主要幹線道路
地形分類	平地	平地	平地	平地
設計速度 (km/h)	80	80-100	80-100	80
幅員 (m)	道路用地	40	40-60 (地方部)	45.75
	車線	3.5	3.5	3.5
	路肩	2.5	2.5	2.5 (保護路肩 0.5m を含む) 0.5 (歩道があり)
	中央分離帯			3.0
土工のり面勾配	—	—	盛土: 1:1.5 - 1:1.8 切土: 1:0.5-1:1.2	盛土: 1:2 切土 1:1.5
舗装の種類	アスファルト	アスファルト	アスファルト/ セメント	アスファルト
最小平面曲線半径 (m)	210	200	210 - 360	210
最小曲線長 (m)	70	—	90-110	90
最大縦断勾配 (%)	4	6	4	4
建築限界: 高さ方向 (m)	4.5	4.5	4.5	4.5

	ミ国基準	ミ国基準	採用設計値 国道1号線 (中央レーン)	採用設計値 国道1号線 (側道)	
道路分類	高速道路	幹線道路	高速道路	幹線道路	
地形分類	都市部	都市部	都市部	都市部	
設計速度 (km/h)	100	70	80**	70	
幅員 (m)	道路用地	122	45.75	IOC	
	車線	3.5	3.25	3.5	
	路肩	2.0 (構造物部では 1m まで縮小可)	2.0 (構造物部では 0.5m まで縮小可)	1.25*	2.0
	中央分離帯	3.0	0.5 (中央帯舗装部)	1.6* (中央帯施設部 0.6 側帯部 0.5)	0.5 (側帯部)
舗装の種類	アスファルト	アスファルト	アスファルト	アスファルト	
最小平面曲線半径 (m)	440	255	210**	255	
最小曲線長 (m)	110	80	90**	80	
最大縦断勾配 (%)	3.0	6.0	4.0**	6.0	
建築限界: 高さ方向 (m)	5.0	4.5	5.0	5.0	

* 国道1号線については、影響範囲の縮小、構造物の経済性を考慮し、路肩縮小を行う。

** 国道1号線は、設計速度 100km/h の高速道路の適用が望ましいが、現国道1号線の幾何構造を踏襲するために、設計速度を落とした 80km/h を適用する。

出典: Prepared by JICA Survey Team based on Asian Highway Classification and Design Standards, ASEAN Highway Standards and Road Design Criteria in Myanmar 2015

5.3 道路横断計画

5.3.1 必要車線数

(1) バゴーチャイトー間新規道路

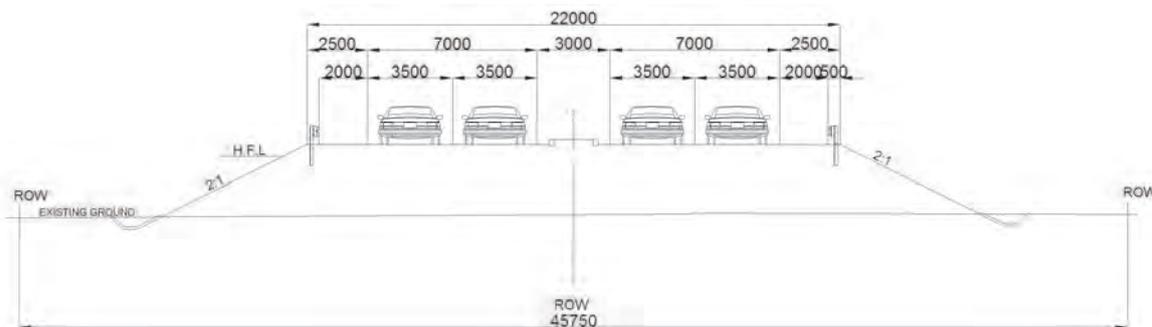
交通需要予測の結果によると、パヤジ～チャイトーの断面の需要は約 80,000PCU/日 (2035年) であることから、両側 6 車線の車線数が必要となる。そのうち 2 車線を既存国道 8 号線で分担し、残りの 4 車線を新規に整備するバゴー～チャイトー間道路で分担する計画とする。

(2) 国道 1 号線

交通需要予測の結果によると、2035 年で約 150,000PCU/日もの交通量となり、両側 10 車線の車線数が必要となる。一方、ミ国建設省は現ヤンゴン～マンダレー高速道路の 8 車線化は計画しているものの、重車両の通行可否に関する方針は明確にされていない。そのため、本調査における交通需要予測では、重交通の現高速道路への転換は考慮していない。上記の条件のもと、すべての需要を考慮した車線数である 10 車線を整備することは周辺環境への影響も多大なることから、現実的な車線計画として、バゴー～チャイトー道路からの長距離交通分を 4 車線、短距離交通分を既存 4 車線とし、合計 8 車線の計画とする。

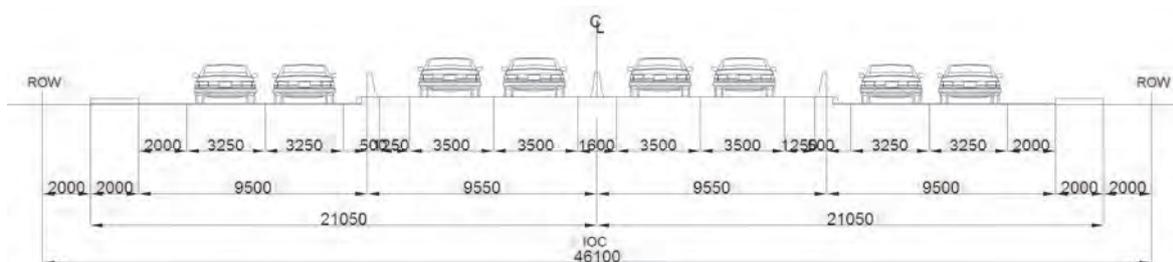
5.3.2 標準横断構成

前項にて設定した必要車線数を基に横断構成を計画した。図 5.3.1～図 5.3.3 に各区間における標準横断構成を示す。バゴー～チャイトー道路の田園地帯は、洪水地域である。雨期における車両走行を可能とするため、道路計画高は舗装構造に影響しないよう H.F.L よりも高い位置とする。H.W.L は 4 章で推計した洪水位を参照した。高架・橋梁区間は建設費用を最小化するために日本での考え方を適用し路肩を縮小する (図 5.3.3)。



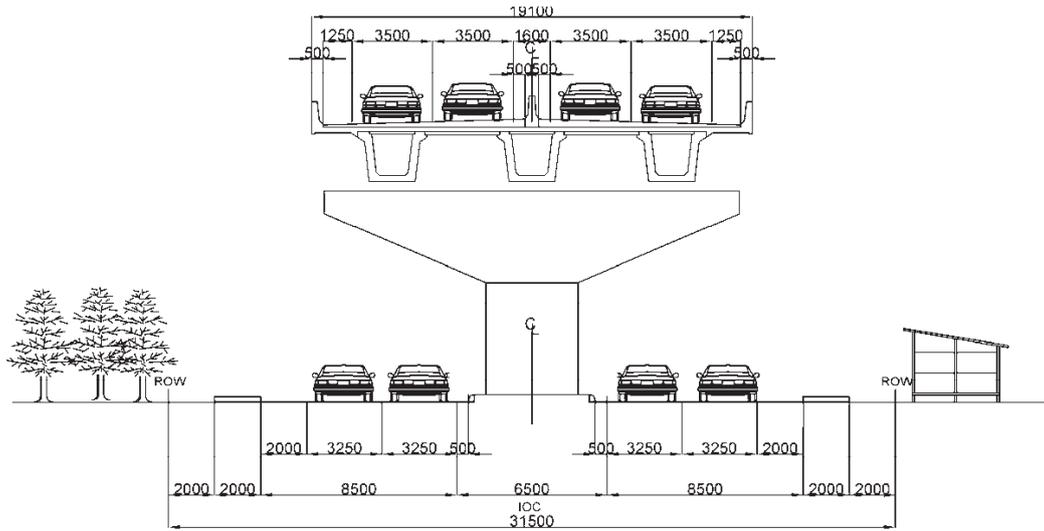
出典：JICA 調査団

図 5.3.1 バゴー～チャイトー道路標準横断図



出典：JICA 調査団

図 5.3.2 国道 1 号線改良標準横断図 (土工部)



出典：JICA 調査団

図 5.3.3 国道 1 号線改良標準横断面図 (高架部)

5.4 線形検討

5.4.1 線形方針

(1) バゴー～チャイトー道路

バゴー～チャイトー道路の基本方針を以下に示す。

- バゴー南側を起点とし、チャイトー西側の終点に可能な限り最短距離で接続する
- シッタン川における最適な架橋位置を計画する¹
- 村・集落部等のコントロールポイントを考慮した計画とする



出典：JICA 調査団

図 5.4.1 提案する道路線形とコントロールポイント

¹ 最適架橋位置の検討結果は 6.2 に示す

(2) 国道1号線改良

国道1号線改良の線形は既存の30mの道路用地(ROW)を踏襲したルートとする。しかしながら、一部幾何構造を満足しない箇所があることから、部分的に線形を改良する(図5.4.3参照)。国道1号線沿いには商店・家屋が都市部等に張り付いていることから、道路整備による影響を軽減するために都市部については高架構造を採用する。また、国道1号線上には既存ボックスカルバートや橋梁が配置されており、道路拡幅にはこれらの構造物の拡幅や架替が必要となる。後続する調査においては、高架区間は既存構造物との取り合いを考慮した最適な橋脚配置計画が必要となる。



出典：JICA 調査団

図 5.4.2 現況 ROW



出典：JICA 調査団

図 5.4.3 線形改良区間



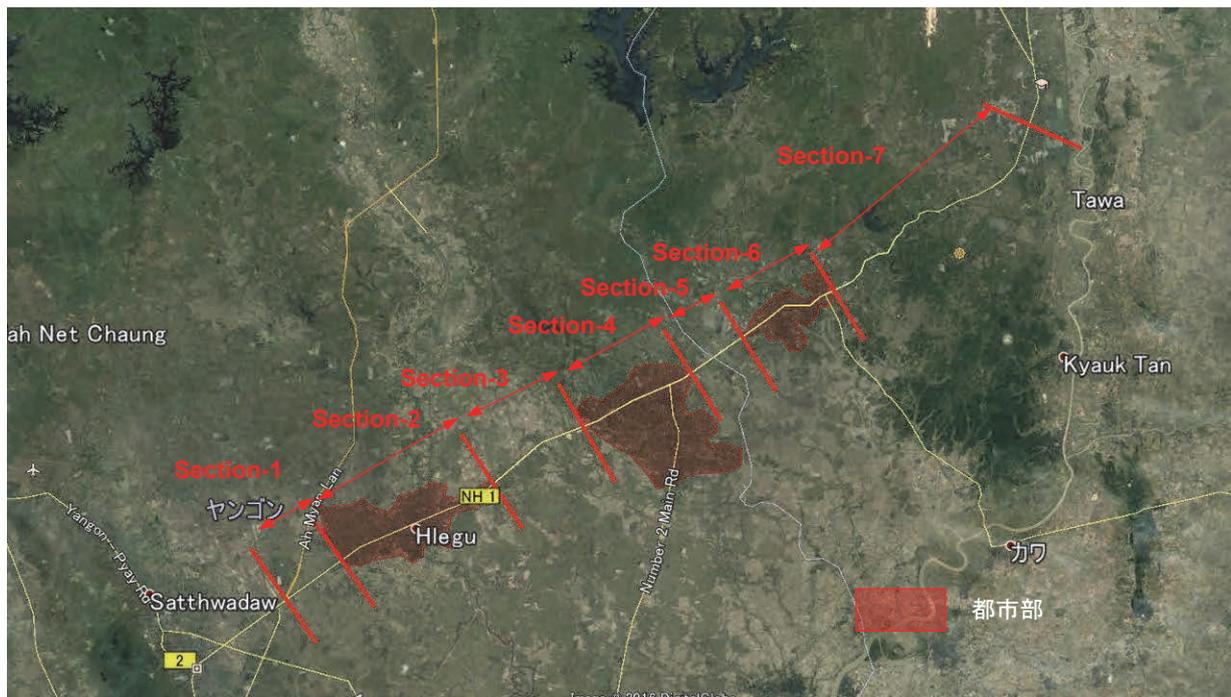
出典：JICA 調査団

図 5.4.4 国道1号線沿いの商店



出典：JICA 調査団

図 5.4.5 国道1号線沿いの家屋



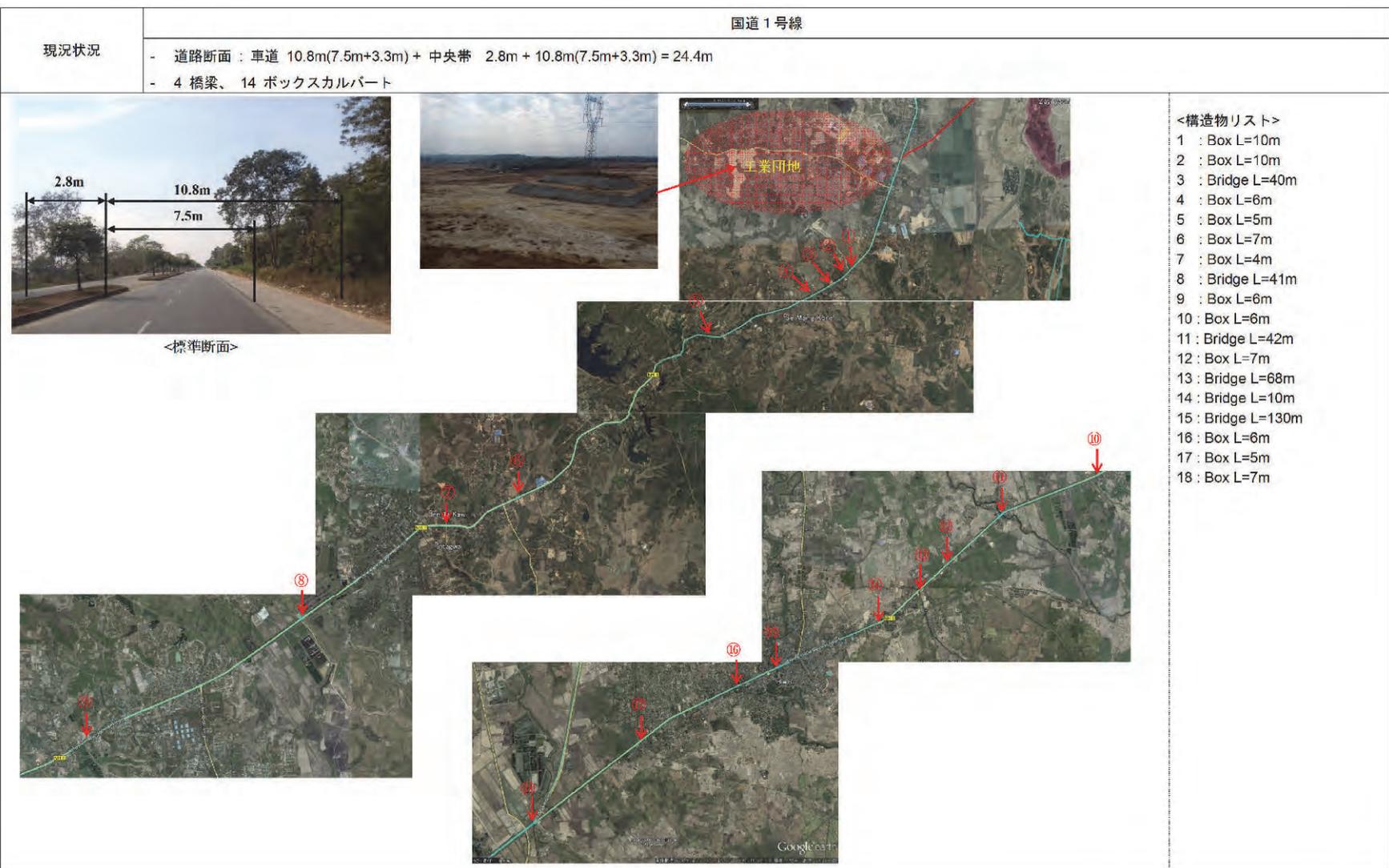
出典：JICA 調査団

図 5.4.6 国道1号線の区間分け

表 5.4.1 各区間の適用断面

区間	横断タイプ	距離
Section-1	土工構造	0+000 – 2+700(2.7km)
Section-2	高架構造	2+700 – 10+000(7.3km)
Section-3	土工構造	10+000 – 14+800(4.8km)
Section-4	高架構造	14+800 – 19+900(5.1km)
Section-5	土工構造	19+900 – 22+700(2.8km)
Section-6	高架構造	22+700 – 26+900(4.2km)
Section-7	土工構造	26+900 – 39+600(12.7km)

出典：JICA 調査団



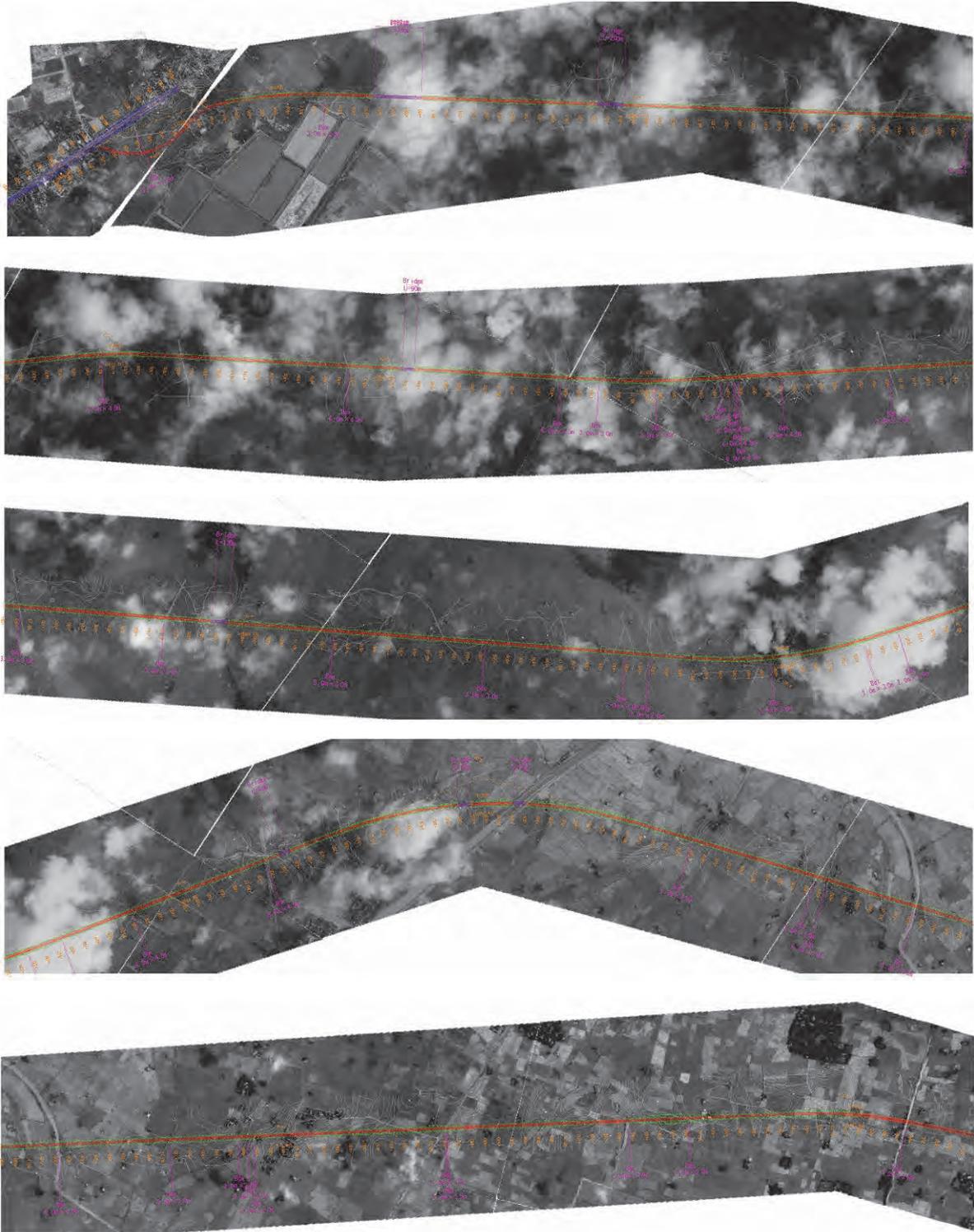
出典：JICA 調査団

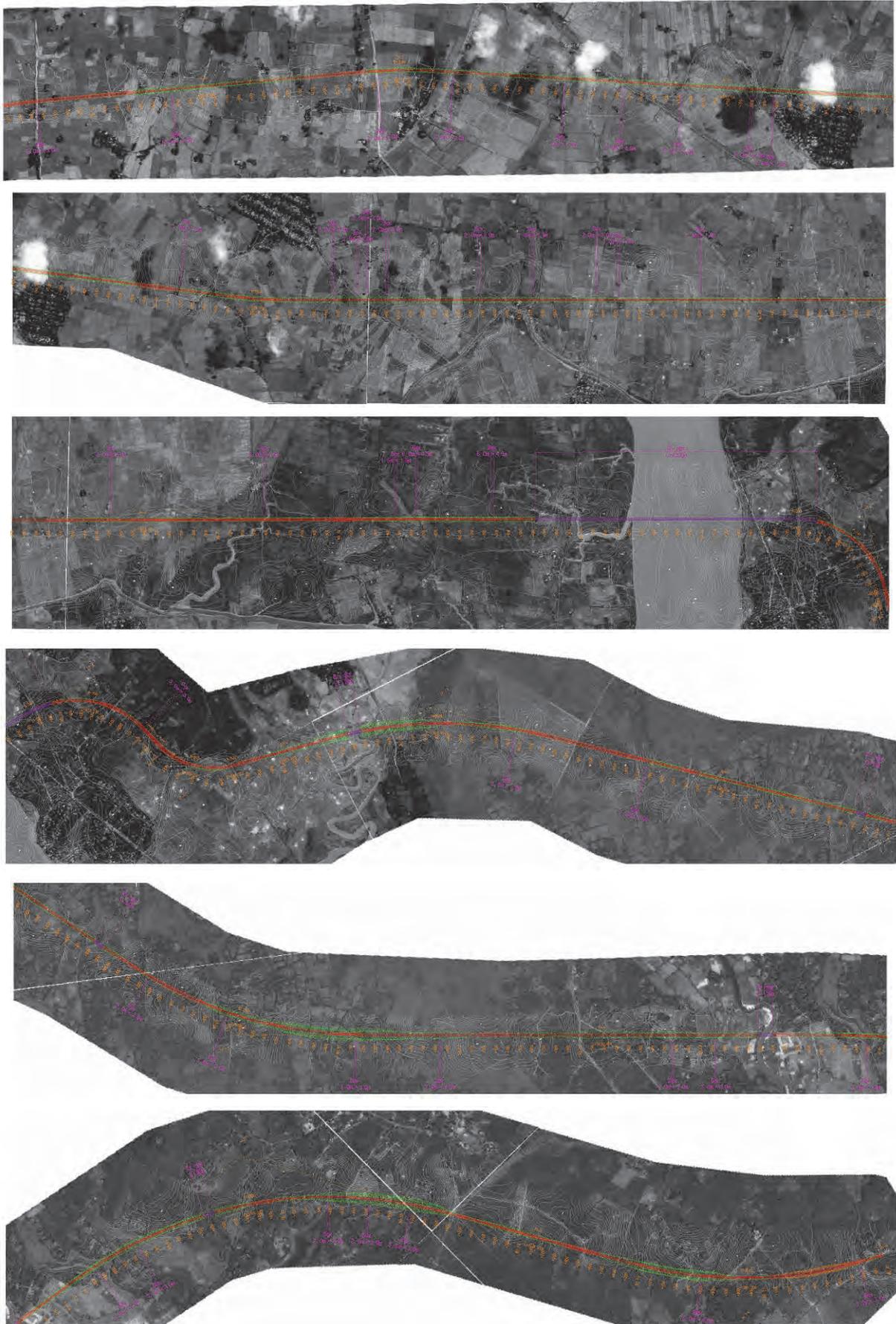
図 5.4.7 既存構造物位置図

5.4.2 道路線形

(1) バゴ-チャイトー道路

提案するバゴ-チャイトー道路の線形を図 5.4.8 に示す。



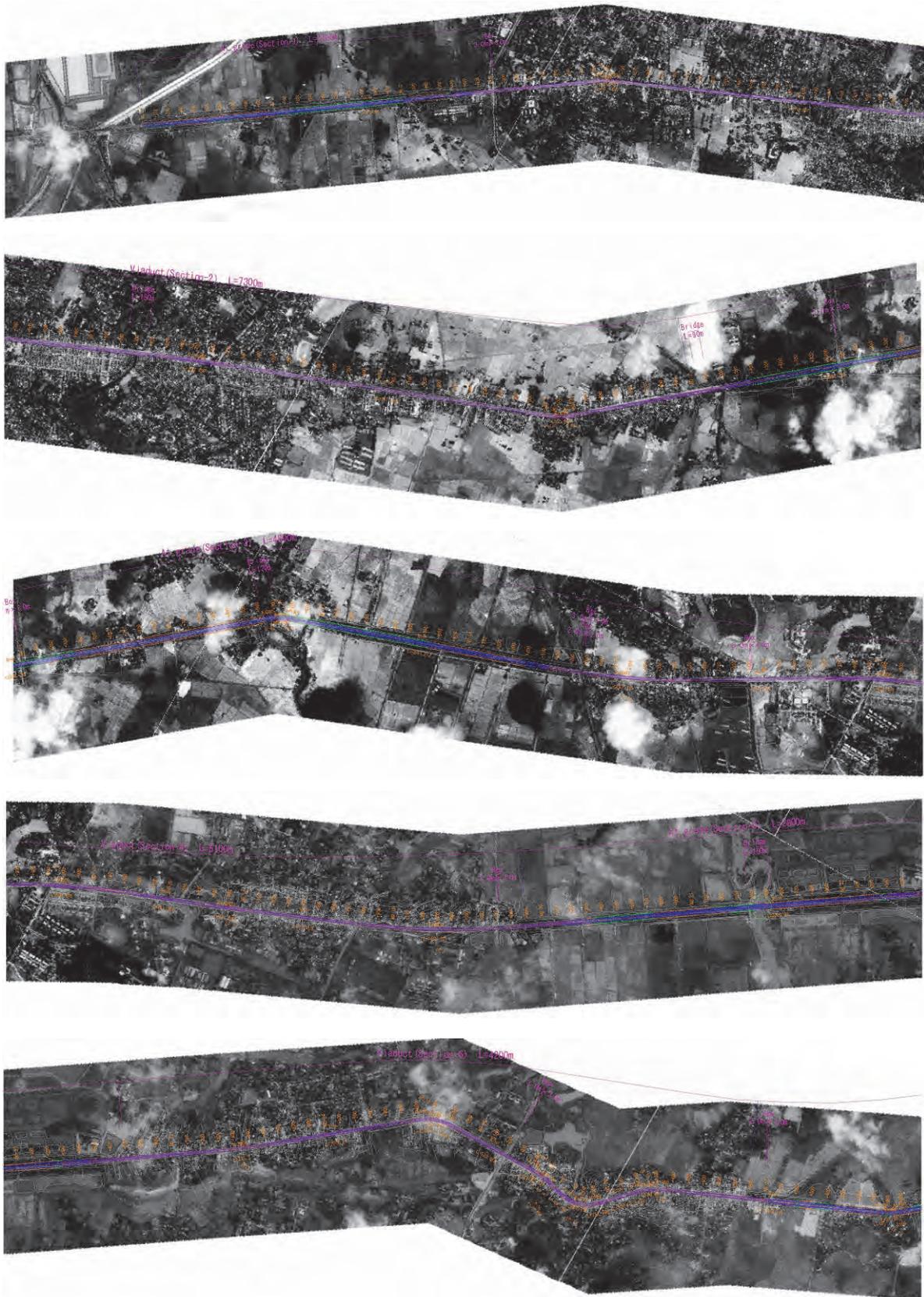


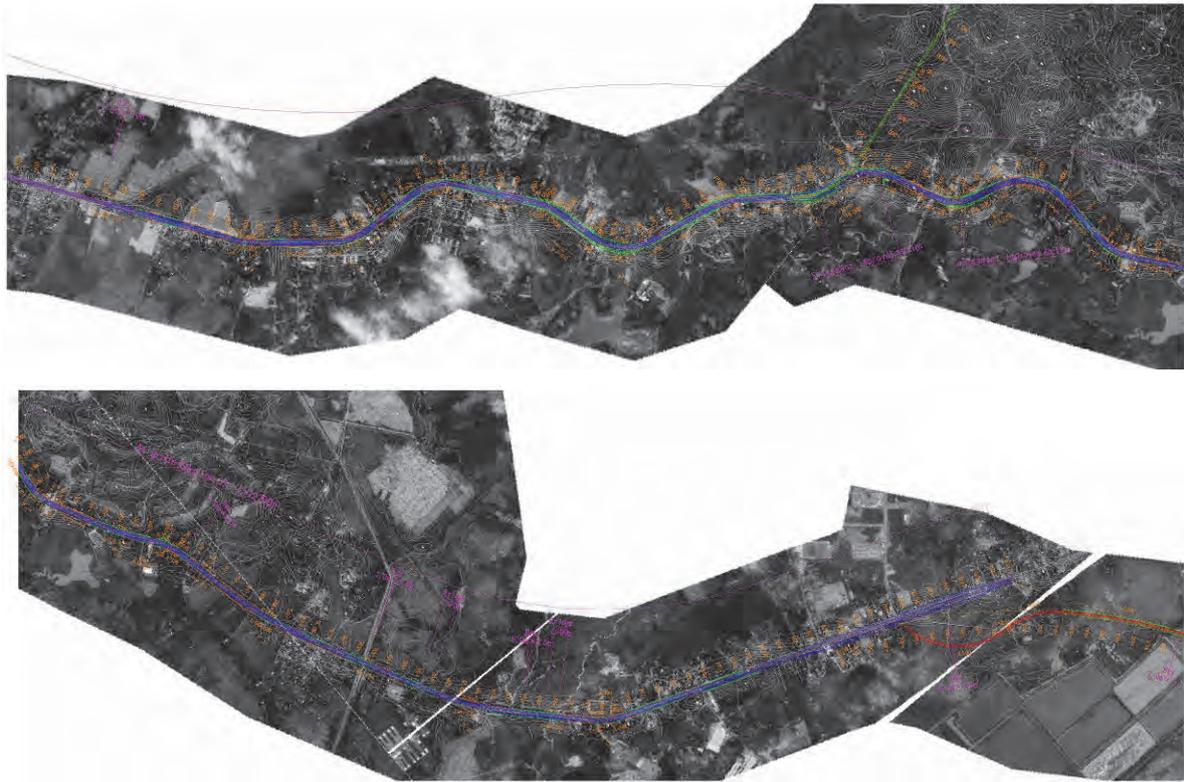
出典：JICA 調査団

図 5.4.8 提案するバゴー～チャイトー道路の線形

(2) 国道1号線改良

提案する国道1号線改良の道路線形を図 5.4.9 に示す。





出典：JICA 調査団

図 5.4.9 提案する国道 1 号線の道線線形



出典：JICA 調査団

図 5.4.10 提案するハンタワディ新国際空港アクセス高速道路の道線線形

第6章 橋梁計画

6.1 提案する設計条件

6.1.1 設計基準

構造物（橋梁）設計は死荷重と活荷重の基準を除き日本の道路橋示方書（2002 年）に準拠し、設計震度、温度条件、風荷重等についてはサイト近傍で得られる数値を適用する。活荷重には米国 ASSHTO 設計基準を適用することを提案する。提案する主な設計基準と条件を表 6.1.1 に示す。

表 6.1.1 提案する主な設計基準と条件

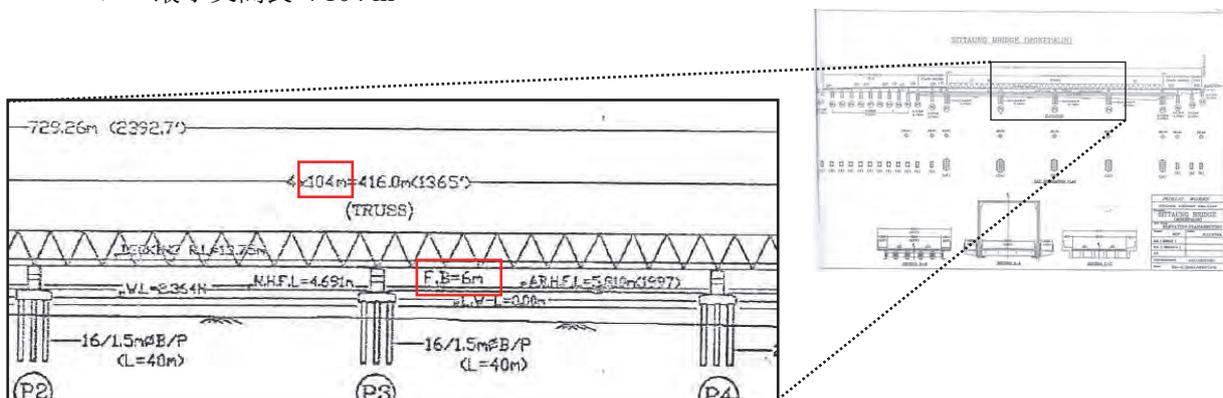
項目	適用値	適用基準・条件
耐用年数	100 年	道路橋示方書準拠
活荷重	HS20-44	AASHTO
荷重組合せ	-	道路橋示方書準拠
風荷重	既往資料解析による	ミャンマー
温度変化	既往資料解析による	ミャンマー
設計水平震度	既往資料解析による	ミャンマー

出典：JICA 調査団

新シッタン橋架橋位置における水面からの桁下余裕（フリーボード）と最小支間長

新シッタン橋架橋位置における桁下余裕と河川部の最小支間長は、上流側に約 7km 離れた位置にある既存シッタン橋の条件から設定する。

- 桁下余裕高：H.W.L から 6 m
- 最小支間長：104 m



出典：建設省

図 6.1.1 既存シッタン橋における桁下余裕高と支間長

6.2 新シッタン橋の架橋位置検討

4章で述べたようにシッタン川は潮津波の影響を受けるため、架橋位置の選定は工事中及び供用中における潮津波による直接的な影響や河岸浸食の影響を軽減するため重要となる。本節では、新シッタン橋架橋位置の検討結果を概説する。

6.2.1 架橋位置の選定

架橋候補地点を図 6.2.1 に示す。第3案は、3案中最も橋長が長くなるが道路延長としては最短となる。一方、第2案及び第1案は第3案に対して道路延長は長くなるが、橋長は最短となる案である。

3案比較した結果、以下に示す理由から新シッタン橋の架橋位置として第1案を推奨する。比較表を表 6.2.1 に示す。

- 将来予測される河岸浸食に対して対策工の費用が最も低く、経済的である
- 図 4.3.22 に示す過去の河岸浸食の履歴を考慮すると、最も河岸浸食に対してリスクが小さい



出典：Google Earth を基に調査団作成

図 6.2.1 架橋候補地点（新シッタン橋）

表 6.2.1 新シタン橋架橋位置の比較表

比較案	第1案	第2案	第3案
概念図			
環境社会への影響	<ul style="list-style-type: none"> - 小規模の住民移転が予測される - 主に耕作地への影響が予測される（ゴムの木等） 	<ul style="list-style-type: none"> - 小規模の住民移転が予測される - 主に耕作地への影響が予測される（ゴムの木等） 	<ul style="list-style-type: none"> - 小規模の住民移転が予測される - 主に耕作地への影響が予測される（ゴムの木等）
経済性	<ul style="list-style-type: none"> - 最も経済性である - 建設費：310億円（1.00） 	<ul style="list-style-type: none"> - 経済性で中位である - 建設費：318億円（1.03） 	<ul style="list-style-type: none"> - 橋長、河岸対策工延長が長く、経済性で他案に劣る - 建設費：371億円（1.22）
施工性	<ul style="list-style-type: none"> - 最も建設工期が短い 	<ul style="list-style-type: none"> - 第3案よりも建設工期は短い 	<ul style="list-style-type: none"> - 最も施工工期が長い
河岸浸食に対する脆弱性	<ul style="list-style-type: none"> - 最も河岸浸食に対する危険性が少ない 	<ul style="list-style-type: none"> - 河岸浸食が毎年進行しており、大規模の河岸浸食対策工が必要となるが、第3案よりは縮小される 	<ul style="list-style-type: none"> - 河岸浸食が毎年進行しており、大規模の河岸浸食対策工が必要となる
評価	推奨する	推奨しない	推奨しない

*道路と橋梁延長は、検討時点のものである

6.3 橋梁形式検討

6.3.1 序論

本節にて、各代表区間の橋梁形式検討結果を概説する。橋梁形式検討においては、各現場条件に即した橋梁形式を抽出し、構造的特性、施工性、維持管理性、景観性、経済性等を考慮した比較検討または調査団のこれまでの経験から最適橋梁形式を提案した。代表的な区間で実施した橋梁形式比較検討において考慮した評価基準を表 6.3.1 に示す。

表 6.3.1 橋梁形式選定における評価基準

評価基準		考慮すべき事項
a	構造安定性	- 100 年耐用の永久構造物かどうか - 耐震性・走行性に優れているか
b	施工性	- 施工工期 - 架設の容易性 - 基礎及び下部工工事の容易性
c	建設費	- 建設費 - 維持管理費
d	維持管理費	- メンテナンスフリーのコンクリート (PC) 桁か、メンテナンスを要する鋼製桁か - 点検維持管理の容易性
e	環境にやさしいか	- 影響家屋が少ないか - 施工時の河川及び周辺への環境影響が少ないか
f	景観性	- 地域発展のシンボル、地域のランドマークとなるか
g	技術移転 (新技術)	- 技術移転可能な新技術か、従来工法か

出典：JICA 調査団

6.3.2 バゴー～チャイトー間新規道路

(1) 新シッタン橋：主橋梁部

最小支間長及び桁下余裕高を考慮し、以下に示す 5 案を比較案として抽出した。比較検討の結果、景観性と経済性に優れ、ミ国に対する技術移転及び本邦技術を活用できる可能性のある第 2 案を橋梁形式として推奨する。比較表を表 6.3.2 から表 6.3.4 に示す。

- 第 1 案：PC 箱桁橋
- 第 2 案：鋼・コンクリート複合桁橋
- 第 3 案：PC エクストラドーズド橋
- 第 4 案：鋼トラス橋
- 第 5 案：鋼アーチ橋

(2) 新シッタン橋：アプローチ部

主橋梁部との景観的な連続性及び一般的な経済性を考慮し、アプローチ部の橋梁形式は PC 箱桁橋を提案する。なお、本調査にて詳細な橋梁形式選定は実施していないため、後続する調査にて詳細な検討を行う必要がある。

(3) 他の橋梁

既存道路、河川、水路との交差部において必要な他の橋梁については、シッタン川のように特別に考慮すべき制約条件はないため、30m から 50m の標準支間長を想定して計画している。各支間長に対して一般的に経済性に優れる形式を橋梁形式として推奨する。

- PC-I 桁橋：30m
- 鋼桁橋：40m – 50m

表 6.3.2 新シッタソ橋における橋梁形式比較（その1）

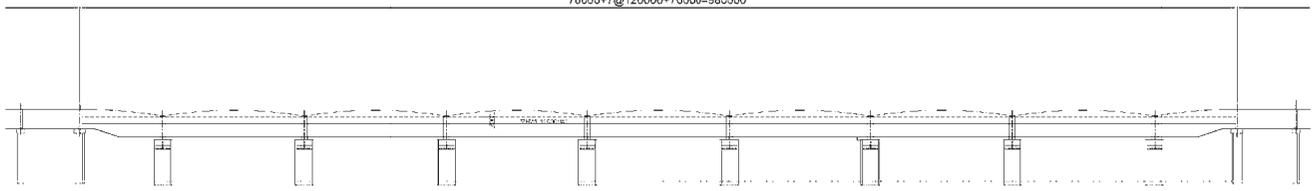
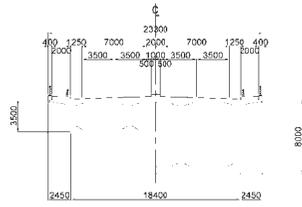
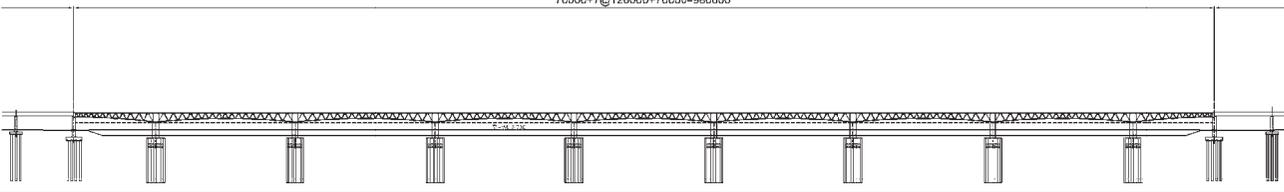
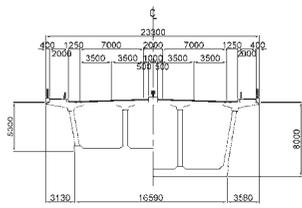
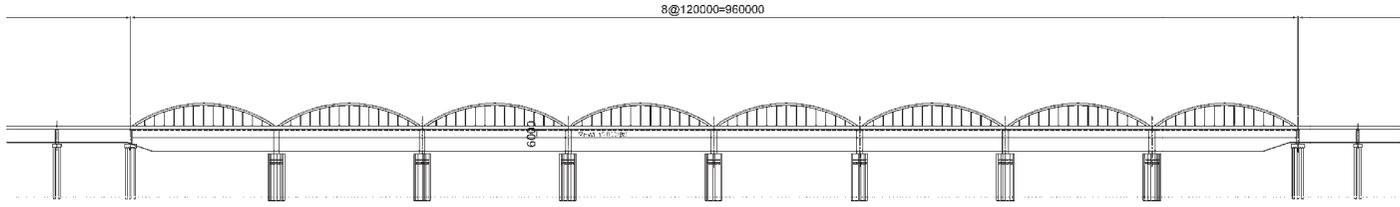
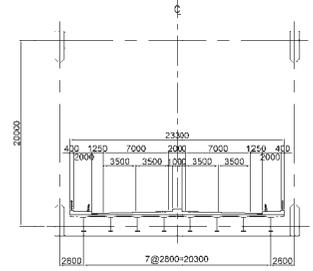
側面図		断面図
第1案：9径間連続PC箱桁 L=980m (70m + 7x120m +70m) 		
評価項目	評価およびコメント	
構造的性	PC床版であるため耐久性がある。連続桁とすることで耐震性が高くなり、走行性も向上する。	A
施工性	張り出し架設は河川内橋梁の建設に有利である。工期は約65か月。	B
経済性	初期コスト $\mu = 1.04$ / LCC(100年) $\mu = 1.00$	A
維持管理性	ジョイント、支承の定期的な交換が必要となるが、コンクリート橋であるためそれ以外はほぼメンテナンスフリーとなる。	A
環境性	影響家屋は発生しない。河川内に橋脚を設置する必要があるため、工事中の河川環境への配慮が必要となる。	B
景観性	変断面の桁橋であるが、他案より地域発展のシンボル、地域のランドマーク性に劣る。	C
技術移転（本邦技術活用）の可能性	鋼管矢板井筒基礎はミ國で実績が殆どなく技術移転が図れるとともに本邦技術の活用が期待される。また連続PC箱桁はミ國で実績はあるものの最近では建設されていない。	B
評価	第2推奨案（経済性で最も優れるが、景観性に乏しく、新技術移転の可能性もあまり大きくない）	
第2案：9径間連続鋼・コンクリート複合桁橋 L=980m (70m + 7x120m +70m) 		
評価項目	評価およびコメント	
構造的性	PC床版であるため耐久性がある。連続桁とすることで耐震性が高くなり、走行性も向上する。また、PC箱桁に対し上部工重量が軽量（20%程度）となるため下部工・基礎形状も縮小化が図れる。	A
施工性	張り出し架設は河川内橋梁の建設に有利である。工期は約65か月。	B
経済性	初期コスト $\mu = 1.03$ / LCC(100年) $\mu = 1.17$ (PC箱桁に比べ、波型鋼板または鋼トラス材の維持管理が必要となる)	B
維持管理性	コンクリート橋であるため基本的にはメンテナンスフリーだが、鋼ウェブ材の再塗装、ジョイント、支承の定期的な交換が必要となる。当地において耐候性鋼板の適用性がある場合は、鋼ウェブのメンテナンスはほぼメンテナンスフリーとなる。	B+
環境性	影響家屋は発生しない。河川内に橋脚を設置する必要があるため、工事中の河川環境への配慮が必要となる。	B
景観性	変断面の桁橋であり、鋼ウェブ材とすることで、シンボリックな桁橋となる。	A
技術移転（本邦技術活用）の可能性	鋼管矢板井筒基礎はミ國で実績が殆どなく、また鋼・コンクリート複合桁は新技術であるため技術移転が図れる。鋼管矢板井筒基礎、鋼・コンクリート複合桁橋は本邦での施工実績が多く、本邦企業の参画が期待される。	A
評価	第1推奨案（経済性では第2位であるが、鋼・コンクリート合成桁はミ國にとって新技術であり技術移転が大いに図れる）	

表 6.3.3 新シッター橋における橋梁形式比較（その2）

制面図		断面図
第3案: 8径間連続PCエクストラード橋 L=1080m (90m+6x150m+90m) 90000+6@150000+90000=1080000		
評価項目	評価およびコメント	
構造性	PC床版であるため耐久性が高い。連続桁のため耐震性・走行性が高い。	A
施工性	張り出し架設工法は河川内橋梁の建設に有利である。工期は約75か月。	C
経済性	初期コスト $\mu = 1.50$ / LCC(100年) $\mu = 1.45$	C
維持管理性	ジョイント、支承の定期的な交換が必要となる。また外ケーブルの点検・維持管理に高度な技術を要するがPC橋であるため基本的にはメンテナンスフリーである。	B
環境性	影響家屋は発生しない。河川内に橋脚を設置する必要があるため、工事中の河川環境への配慮が必要となる。	B
景観性	桁高が変化し景観性に富む。タワーは地域発展のシンボル、地域のランドマークになる。	A
技術移転（本邦技術活用）の可能性	エクストラード橋、鋼管矢板井筒基礎はミ国で実績は殆ど少なく、技術移転が図れる（ただし、新技術は含まれない）。鋼管矢板井筒基礎、エクストラード橋は本邦での施工実績が多く、本邦企業の参画が期待される。	B+
評価	推奨しない（最も景観性に優れる案であるが、経済性で第1案、第2案に大きく劣る）	
第4案: 8径間連続連続鋼トラス橋 L = 960m (8x120m) 8@120000=960000		
評価項目	評価およびコメント	
構造性	ミ国で数多くの事例があり、構造安定性として問題ない。上部工が軽量となる分、耐震性で有利となる。	A
施工性	上流の既設シッター橋も同一の形式であり、ミ国内の長大橋には多く採用されている。工期は約57か月。	A
経済性	初期コスト $\mu = 1.00$ / LCC(100年) $\mu = 1.42$ （鋼橋のため塗装塗り替え等の維持管理費がPC橋に比べ高くなる）	C
維持管理性	鋼製であるため定期的な塗装の塗り替え、ジョイント、支承の交換が必要である。重防食塗装または耐候性鋼板の適用により部材の耐久性は向上できるが、PC橋には劣る。	C
環境性	影響家屋は発生しない。河川内に橋脚を設置する必要があるため、工事中の河川環境への配慮が必要となる。	B
景観性	トラス構造が地域のランドマークになる。	A
技術移転（本邦技術活用）の可能性	鋼管矢板井筒基礎はミ国で実績は殆ど少なく、技術移転が図れるが、上部工はミ国で多くの実績がある一般的な形式である。	C
評価	推奨しない（景観性に優れる案であるが、経済性、維持管理性でPC橋に比べ大きく劣る）	

表 6.3.4 新シタタン橋における橋梁形式比較 (その3)

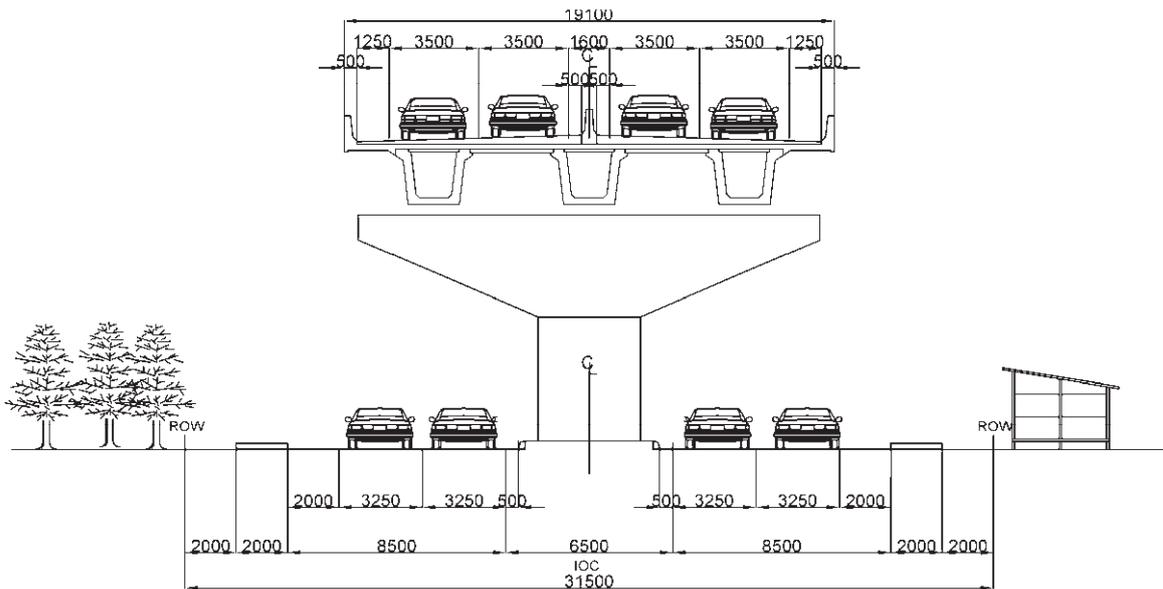
側面図		断面図
第5案: 8 径間連続鋼アーチ橋 L = 960m (8x120m) 		
評価項目	評価およびコメント	
構造性	ミ国で数多くの事例があり、構造安定性として問題ない。上部工が軽量となる分、耐震性で有利となる。	A
施工性	ミ国内の長大橋には多く採用されている。工期は約 57 か月。	A
経済性	初期コスト $\mu = 1.07$ / LCC(100年) $\mu = 1.52$ (鋼橋のため塗装塗り替え等の維持管理費が PC 橋に比べ高くなる)	C
維持管理性	鋼製であるため定期的な塗装の塗り替え、ジョイント、支承の交換必要である。重防食塗装または耐候性鋼板の適用により部材の耐久性は向上できるが、PC 橋には劣る。	C
環境性	影響家屋は発生しない。河川内に橋脚を設置する必要があるため、工事中の河川環境への配慮が必要となる。	B
景観性	アーチ構造が地域のランドマークになる。	A
技術移転（本邦技術活用）の可能性	鋼管矢板井筒基礎はミ国で実績は殆ど少なく、技術移転が図れるが、上部工はミ国で多くの実績がある一般的な形式である。	C
評価	推奨しない（景観性に優れる案であるが、経済性、維持管理性で PC 橋に比べ大きく劣る）	

出典：JICA 調査団

6.3.3 国道1号線改良

図 6.3.1 に示すように都市部については道路拡幅のための用地が限られているため、高架化による道路改良を計画している。そのため、工事期間中に必要な施工スペースを確保しながら既存車線の切回しが必要となり、周辺環境への影響が懸念される。したがって、橋梁形式の選定においては下記の点について特に留意した。

- 可能な限り現道切回しのための用地を確保すること
- 工事の高度な機械化、プレキャスト桁の採用等による工事期間の短縮
- 工事期間中の既存交通への影響の軽減化
- 経済性及び技術的に妥当であること



出典：JICA 調査団

図 6.3.1 標準横断面図 (高架部)

(1) 高架橋 (標準部)

高架区間標準部の橋梁形式として下記に示す 3 案を抽出した。本事業では橋梁建設延長が長い場合、特に PC 橋案については通常の場合より品質確保が容易で短期間に多くの桁製作が可能なプレキャスト桁を比較案に抽出した。

- 第 1 案：PC-U 桁橋 40m (適用支間長：40～60m)
- 第 2 案：鋼鈹桁橋 50m (適用支間長：30～60m)
- 第 3 案：鋼箱桁橋 70m (適用支間長：40m～)

比較検討の結果、経済性に優れ、ミャンマーにとって新技術の採用が可能な第 1 案：PC-U 桁橋を高架区間標準部の橋梁形式として提案する。比較表を表 6.3.5 に示す。

表 6.3.5 橋梁形式検討 (国道1号線改良事業 高架区間標準部)

項目	第1案 PC-U桁橋	第2案 鋼桁橋	第3案 鋼箱桁橋
断面図			
支間長	@40m	@50m	@60m
構造的特性	現場でプレキャストセグメントを連結し、架設する。RC床板の下にPC版を使用するため型枠作業が省略できる	比較案の中で比較的長い支間長に適用可能である。	比較案の中で比較的長い支間長に適用可能である。
架設方法	リフティング工法	トラッククレーンベント工法	トラッククレーンベント工法
施工工期	プレキャスト桁、PC版の採用により架設工期の短縮が可能である。桁製作を含めて桁架設は約1か月/支間である (1.15)	比較案中最も架設工期短縮が可能である。桁製作を含めて桁架設は1か月未満/支間であるが他案と大きな差はない (1.00)	架設工期の短縮が可能な案である。桁製作を含めて桁架設は約1か月/支間である (1.18)
工事時の周辺環境への影響	- 夜間架設が必要となる - 桁架設中は通行止めが必要である	- 夜間架設が必要となる - 桁架設中は通行止めが必要である	- 夜間架設が必要となる - 桁架設中は通行止めが必要である
経済性 (比率/km)	- 1.20 (初期建設コスト) ++1.00 (LCC)	+1.00 (初期建設コスト) - 1.23 (LCC)	-1.17 (初期建設コスト) -1.44 (LCC)
維持管理性	+ 20~30年の周期で伸縮装置と支査の交換が必要となるが、基本的にはメンテナンスフリーである	- 伸縮装置と支査交換に加え、20~30年の周期で桁の再塗装が必要となる	- 伸縮装置と支査交換に加え、20~30年の周期で桁の再塗装が必要となる
景観性	+ 鋼桁橋に比べ桁の数が少ないため、重量感は軽減される。また、U桁表面のコンクリートの滑らかな質感は鋼橋に比べ側景観を美しく見せることができる	- 桁の数が多いため、比較案中最も重量感がある	+ 箱断面であるため鋼桁に比べ景観は優れる。変断面とすることで景観の向上が図れる。
技術移転 (本邦技術の活用)	+ ミャンマーにとって新技術である。 - 本邦技術ではない	- ミャンマーでは一般的な形式である - 本邦技術ではない	- ミャンマーで一般的な形式ではないが、施工実績があるため新技術ではない。 - 本邦技術ではない
評価	推奨する	推奨しない	推奨しない

出典：JICA 調査団

(2) 高架橋 (特殊部)

交差点や河川交差部等の特殊部において、必要となる支間長は60mから80mである。この支間長に適する橋梁形式としては鋼箱桁橋とPC箱桁橋が考えられる。交差点での架設を考慮した場合、既存交通や周辺住民への影響を軽減するため、架設期間を最短とすることが望ましく、一夜間架設が可能な鋼箱桁橋を本区間の橋梁形式として提案する。

6.4 下部工・基礎形式の検討

下部工・基礎形式の検討において一般的に留意すべき点を以下に示す。

下部工形式

- 経済性
- 施工の容易さ
- 工事期間中の周辺環境への影響
- 河積阻害の軽減
- 支持荷重
- 桁下条件

基礎形式

- 水深
- 洗掘の可能性
- 支持荷重
- 支持層深度と地盤特性

6.4.1 バゴー～チャイト間新規道路

(1) 新シッタン橋主橋梁部における下部工・基礎形式

下部工形式

河積阻害が最も小さい壁式橋脚とする。

基礎形式

新シッタン橋主橋梁部は、支間長が長いため（120m）支持する死荷重が大きい。また、河川流や潮津波による将来の河床洗掘を考慮しなければならない。これらを踏まえると、「場所打ち杭」、「鋼管杭」、「鋼管井筒矢板基礎」、「ケーソン基礎」が適用可能な基礎形式として抽出される。鋼管杭と鋼管矢板井筒基礎を比較した場合、鋼管杭施工には仮締切りが必要となるため、鋼管矢板井筒基礎の方が経済的に有利となる。したがって、当該地の基礎形式の検討対象は場所打ち杭、鋼管矢板井筒基礎およびケーソンの3種に絞られる。

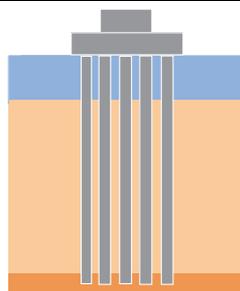
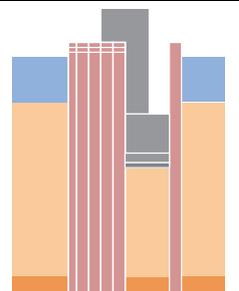
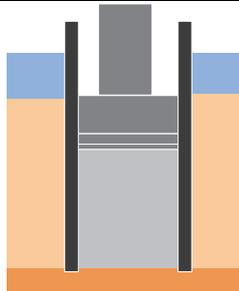
表 6.4.2 に示すように上記3案を比較した結果、経済性や洗掘に対して強く、本邦技術活用の可能性のある「鋼管矢板井筒基礎」が新シッタン橋主橋梁部の基礎形式として推奨される。

表 6.4.1 新シッタン橋主橋梁部の基礎形式比較案の抽出

適用条件		基礎形式	コンクリート場所打ち杭	PHC杭 / SC杭	鋼管杭	地中連続壁基礎	鋼管矢板井筒基礎	ケーソン
			△	○	○	×	○	△
施工条件	水上施工（仮締切）	水深 < 5 m	△	○	○	×	○	△
		水深 > 5 m	△	△	○	×	○	△
	環境面	振動・騒音	○	×	×	○	△	○
		隣接する構造物に対する影響	○	×	△	○	△	△
	鉛直荷重（上部工反力）	普通	○	○	○	○	○	○
大		○	×	○	○	○	○	
地盤条件	支持層の深度	5 m 未満	△	×	×	×	×	×
		5 ~ 15 m	○	○	○	△	△	○
		15 ~ 25 m	○	○	○	○	○	○
		25 ~ 40 m	○	○	○	○	○	○
		40 ~ 60 m	○	△	○	○	○	○
		60 m 以上	△	×	△	△	△	△
	N 値	粘性土 (20 = < N)	○	○	○	○	○	○
		砂質土/礫 (30 = < N)	○	○	○	○	○	○

出典：JICA 調査団

表 6.4.2 新シッタン橋主橋梁部の基礎形式比較案の抽出

基礎形式	コンクリート場所打ち杭	鋼管矢板井筒基礎	ケーソン基礎
			
水上での作業性	△ - 別途、仮締め切りが必要 - ケーシング・パイプが必要 - 載荷試験が必要	◎ - 仮締切を別途に必要としない - 載荷試験を必要としない	○ - 仮締切が別途必要としない - 載荷試験を必要としない
工期	△ - 多数の杭の打設に時間がかかる	◎ - 鋼管建込み後、速やかにかつ安全に建設を継続できる	○ - ケーソン掘削に時間が掛かる
船舶の衝突荷重に対して	× 弱い	◎ 強い	◎ 強い
洗掘に対して	× 弱い	◎ 強い	◎ 強い
工事の安全性（仮締切工）	○ 仮締切が必要となる（二重締切）	◎ 仮締切は必要なし	◎ 仮締切は必要なし
建設費（比率）	最も劣る（1.19）	最も優れる（1.00）	中位（1.15）
技術移転（本邦技術の活用）	新技術ではないので技術移転不可	新技術であり技術移転可能 本邦技術の活用である	新技術ではないので技術移転不可
評価	推奨しない	推奨する	推奨しない

出典：JICA 調査団

(2) 他の区間における下部工・基礎形式

下部工形式

一般的に経済的で最も施工実績の多い梁式橋脚及び逆 T 橋台を推奨する。

基礎形式

陸上部の基礎形式としてミャンマーで最も一般的な場所打ち杭を推奨する。

6.4.2 国道 1 号線改良

下部工・基礎形式の検討は下記に示す点に留意し、標準部と特殊部それぞれに対して実施した。

- シンプルな現道切回しステップ (1~2 回の切回し)
- 既存交通への影響の軽減
- 周辺住民の利便性の確保
- 追加用地買収の最小化

(1) 標準部

下部工形式

下記理由から梁式橋脚及び逆 T 橋台を推奨する。

- 切回しステップが 2 段階でシンプルである
- 道路幅が最小となり住民移転が軽減できる
- 仮囲いの範囲がシンプルで既存交通に対する影響が少ない

基礎形式

都市部における厳しい制約条件下での基礎施工が必要なため、環境にやさしく、安全で施工期間が短い基礎形式が望ましい。一般的に橋梁建設において最大の施工ヤードが必要になるのは基礎施工時である。当該地の支持層深度は地表から約 40m 深い位置にあり、これらの条件下で適用可能な基礎形式を表 6.4.3 に示す。

表 6.4.3 各基礎形式における適用可能な基礎長

	適用可能な基礎長 (m)					
	10	20	30	40	50	60
直接	■					
RC 杭	■					
PC 杭		■	■	■		
鋼管杭		■	■	■	■	
場所打ち杭		■	■	■	■	
深礎杭	■	■	■			
オープンケーソン	■	■	■	■		
ニューマチックケーソン	■	■	■	■		

出典：JICA 調査団

上表によると、種々の基礎形式が比較案として抽出されるが次に示す基礎形式は適用性の低いものとして比較から除外する。

➤ ケーソン基礎

ケーソン構造は大規模橋梁でよく採用される基礎形式で当該区間に適用した場合、建設費が割高となりまた工期も長くなる。

➤ PC 杭と鋼管杭

一般的に PC 杭と鋼管杭の支持力は他の基礎形式に対して小さく、当事業のように 1 本の杭に対して大きな支持力が必要となる構造には不向きである。しかし、近年日本で「回転杭」工法という鋼管杭の新たな形式が開発されている。この工法は鋼管杭の先端に羽のような部材を付けることで先端支持力の大幅なアップを図るものである。さらに、基本的に無排土で原地盤を乱しにくい工法であるため周辺摩擦力の増加も期待できる。したがって、基礎形式比較にはこの「回転杭」を加えるものとする。

「場所打ち杭」と「回転杭」の 2 案を比較した結果、下記理由より「回転杭」を当該区間の基礎形式として推奨する。比較表を表 6.4.4 に示す。

- 杭打設の工期が短縮可能である (1 日/本)
- 低騒音・低振動である
- 基本的に無排土であるためエコフレンドリーである
- ミャンマーにとって新技術であり、また本邦技術の活用が期待される

表 6.4.4 標準部の基礎形式比較検討 (国道 1 号線改良事業)

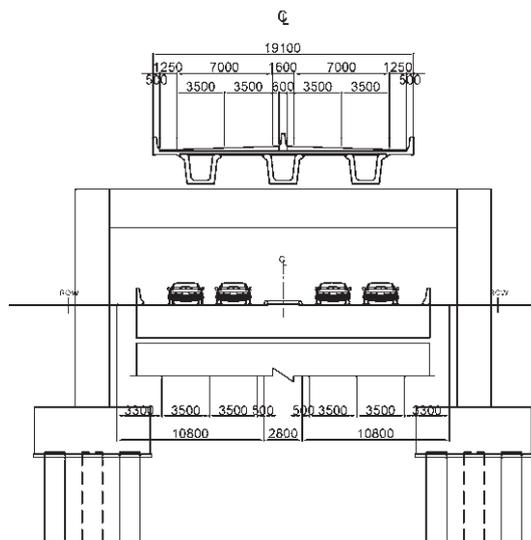
項目	第 1 案：回転杭 (鋼管杭)	第 2 案：場所打ち杭
概要図		
基礎形状	D=1200mm, N=8	D=1500mm, N=6
フーチング形状	8.4m x 8.4m	7.5m x 10.5m
構造的性	<ul style="list-style-type: none"> - 最大施工実績は 60m 程度である - 全周回転機により回転鋼管杭を回転させ原地盤に貫入させる工法である - 支持力は先端羽の先端支持力と杭周辺摩擦力により計算される 	<ul style="list-style-type: none"> - アースドリル工法が典型的な工法である - 用地の制約が無ければ最も一般的な基礎形式である - 支持力は杭先端の支持力と杭周辺摩擦力により計算される
施工性	<ul style="list-style-type: none"> + 杭打設：1 日/本 + 必要な施工ヤードが若干少ない 	<ul style="list-style-type: none"> - 杭打設：2 日/本 - より広い施工ヤードが必要
工事期間中の周辺環境への影響	<ul style="list-style-type: none"> + 工事騒音・振動が軽減される + 基本的に無排土工法であるため、工事期間中のサイトの美観向上に寄与することが出来る 	<ul style="list-style-type: none"> - 掘削と杭打設における騒音と振動が懸念される - 施工ヤード外にベントナイトが出ないよう別途排水設備が必要となる - 工事騒音・振動が周辺に飛散しないよう排土とトラックの洗浄に防護シートが必要
建設費 (比率)	1.16	1.00
技術移転 (本邦技術の活用)	<ul style="list-style-type: none"> + 新技術であり技術移転が期待できる。 + 本邦技術の活用が期待できる 	<ul style="list-style-type: none"> - 最も一般的な工法であり、新技術でない
評価	推奨する	推奨しない

出典：JICA 調査団

(2) 特殊部

下部工形式

特殊部においても基本的には標準部と同様に梁式橋脚及び逆 T 橋台を推奨する。しかし、
図 6.4.1 に示すように既存橋梁を上越しする場合等は門型鋼製橋脚を適用する。



出典：JICA 調査団

図 6.4.1 特殊部における門型鋼製橋脚

基礎形式

標準部と同様に限られた施工ヤードでの基礎施工が必要なため、「回転杭」を基礎形式として推奨する。

第7章 概略施工計画

7.1 はじめに

本節では、各プロジェクト道路の基本施工計画と実施スケジュールを提案する。本検討では、以下のサブプロジェクトに区分するものとする。

サブプロジェクト1： バゴー～チャイトー間新規道路建設事業

サブプロジェクト2： 国道1号線改良事業 (ハンタワディ新国際空港アクセス道路を含む)

7.2 概略施工計画

7.2.1 工区分けの考え方

各サブプロジェクトにおける工事内容、プロジェクト規模を勘案し下表のような工区分けを前提とする。各工区は、延長 20km 程度とし、責任所在を明確にするため距離割りを基本とする。また、新シッタン橋は橋梁形式に新技術を提案しており、コントラクターに求められる経験・規模が他の区間と異なるため、別途工区を設けた。

表 7.2.1 提案する工区分け

プロジェクト	工区	工事内容	施工延長
サブプロジェクト1 バゴー～チャイトー 新規道路建設	第 1-1	AC 舗装道路建設工事 (4 車線)	21.2km (土工部)
	第 1-2	AC 舗装道路建設工事 (4 車線)	24.3km (土工部)
	第 1-3	新シッタン橋建設工事	7.0km (橋梁部：約 2.5km、道路部：4.5km)
	第 1-4	AC 舗装道路建設工事 (4 車線)	26.6km (土工部)
サブプロジェクト2 国道1号線改良	第 2-1	NH1 改良工事 (8 車線)	14.4km (土工部：6.4km、高架部 8km)
	第 2-2	NH1 改良工事 (8 車線)	12.8km (土工部：2km、高架部：10.8km)
	第 2-3	NH1 改良工事 (8 車線)	11.8km (土工部)
		ハンタワディ新国際空港アクセス道路建設工事 (4 車線)	8.0km (土工部)

出典：JICA 調査団



出典：Google Earth を基に調査団作成

図 7.2.1 提案する工区分け (サブプロジェクト 1)



出典：Google Earth を基に調査団作成

図 7.2.2 提案する工区分け (サブプロジェクト 2)

7.2.2 施工における基本方針

各サブプロジェクトの施工基本方針は以下の通りとする。

(1) サブプロジェクト 1：バゴー～チャイトー間新規道路建設

本道路は新規道路建設であるため、国道 1 号線のように施工における制約条件は少ない。しかし、以下に留意する必要がある。

進入路の確保

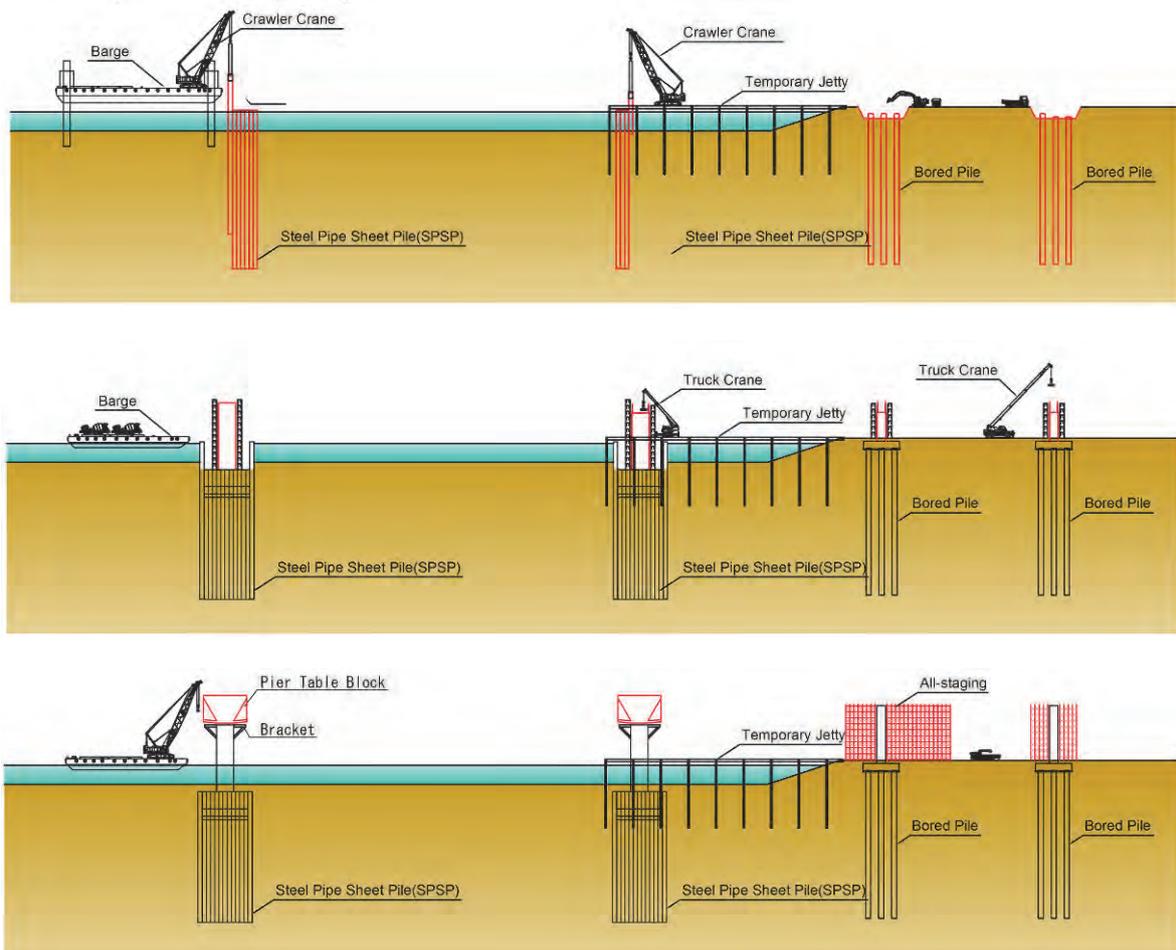
工事に必要な資機材を搬入するため工事用道路の整備が必要となる。既存国道に加え、図 7.2.1 に示すように既存道路（主に生活道路）を改良し、4 本の工事用道路を整備する計画とする。これらの道路は現状地域住民の生活道路として使用されているため、住民の生活に極力影響がないよう別途対策をとることが望ましい。

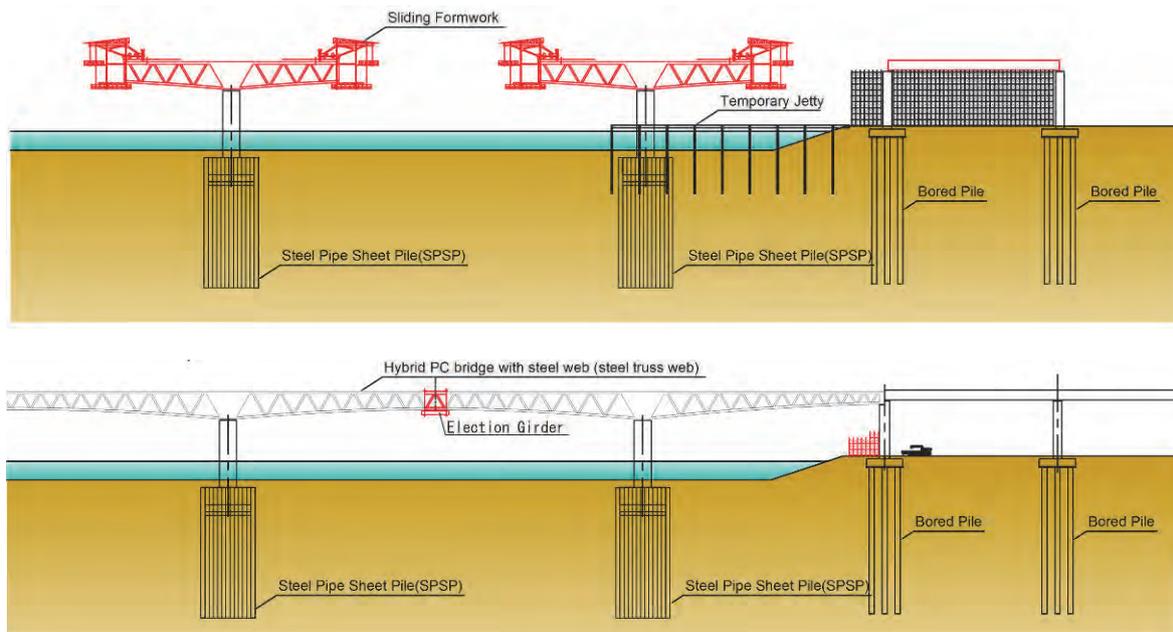
新シタン橋工事

新シタン橋の架橋位置は、河口に近く、工事において干満や月 2 回発生する潮津波の影響を考慮しなければならない。特に河川内工事となる鋼管矢板井筒基礎は、その影響を大きく受けるものと想定される。工事は乾期を基本とし、潮津波の影響が大きい河川中央付近は昇降可能な台船クレーンによる杭打ち、河岸付近は構台上からの杭打ちを計画する。

上部工は移動式支保工による片持ち張出し架設を基本とし、資機材の搬入は台船クレーンもしくは橋面から行う。

新シタン橋工事の施工ステップを図 7.2.3 に示す。





出典：JICA 調査団

図 7.2.3 新シタン橋における基本施工ステップ

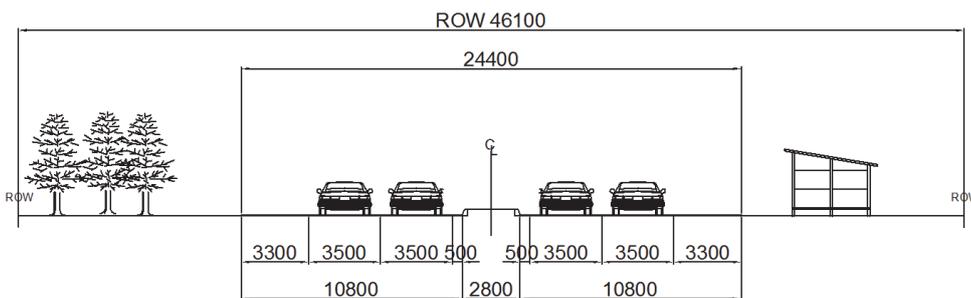
(2) サブプロジェクト 2：国道 1 号線改良

土工部、高架部の基本的な施工ステップの考え方を以下に示す。国道 1 号線の改良工事は、現道を切回しながらの段階施工が必要となる。

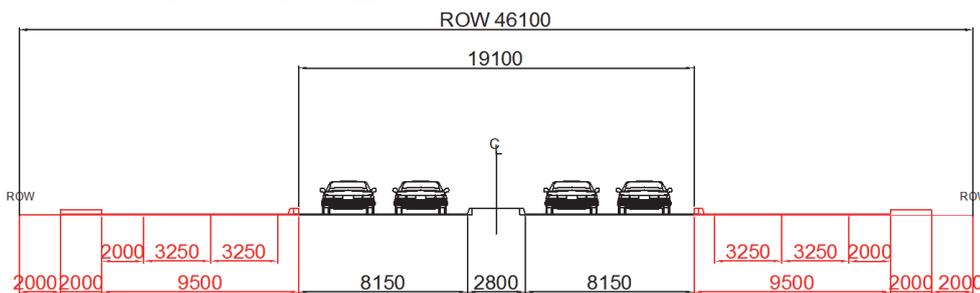
1) 施工ステップ（土工部）

土工部は周辺に制約条件が少ないことから比較的工事は容易であり、下図のとおり 1 回の現道切回しで工事が可能である。

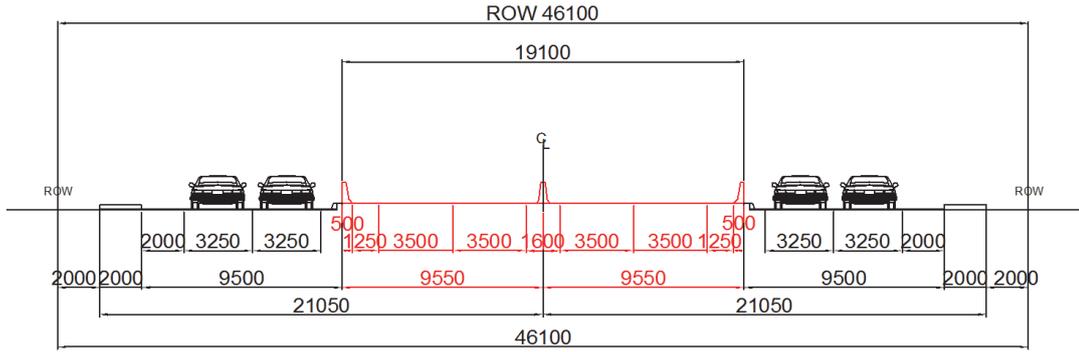
ステップ 0：現況



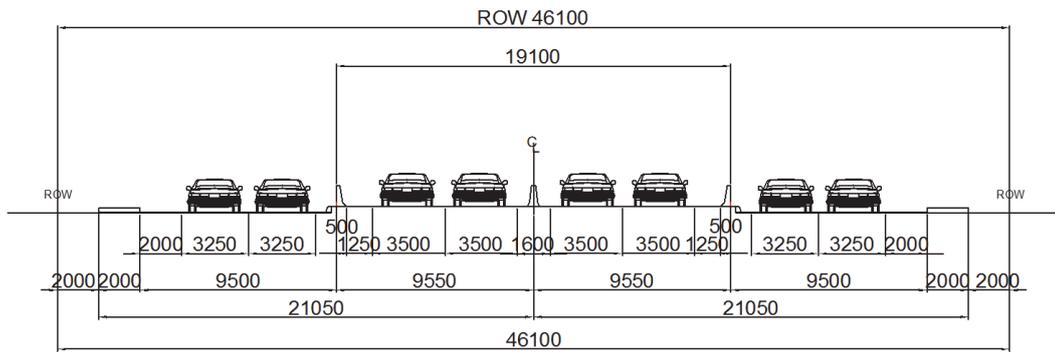
ステップ 1：側道（一般道）の整備



ステップ 2 : 高速道路部分の整備



ステップ 3 : 完成



出典 : JICA 調査団

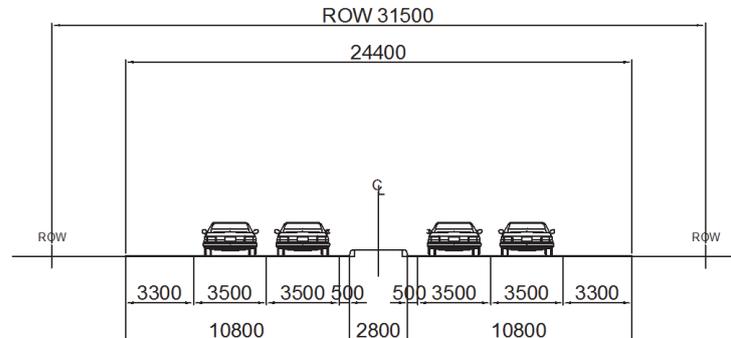
図 7.2.4 国道 1 号線改良における基本施工ステップ (土工部)

2) 施工ステップ (高架部)

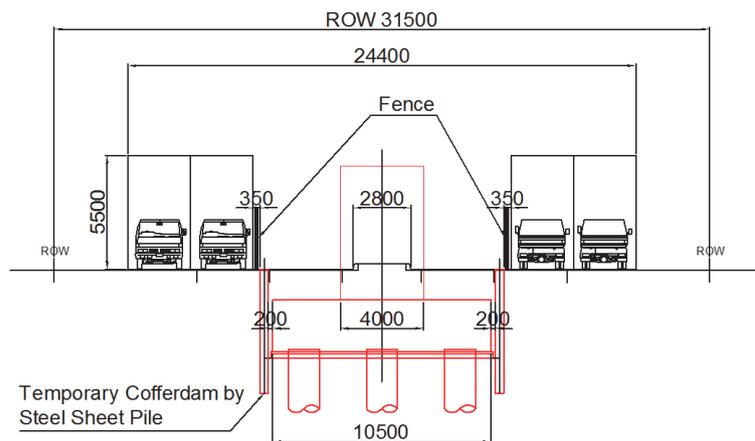
工事期間中の現道切回し

現行国道 1 号線は 4~6 車線で運用されており、交通渋滞やサービスレベルの著しい低下を避けるため、工事期間中は現道交通の切回しが必要となる。工事期間中は片側 2 車線、合計 4 車線を確保するものとする。各施工ステップの内、基礎施工時が最も広い施工ヤードを必要し、切回し幅はこのステップを基本として計画した。切回し幅を最小とするため、鋼矢板による締切りを想定した場合は、横断方向の施工幅として約 11m が必要となる (図 7.2.5)。

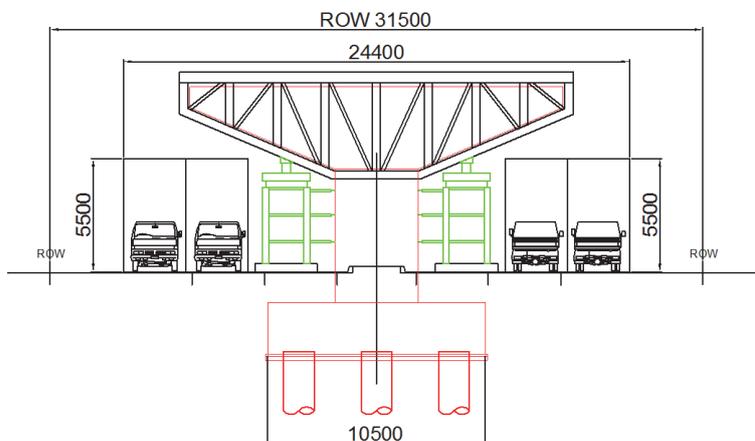
ステップ 0 : 現況



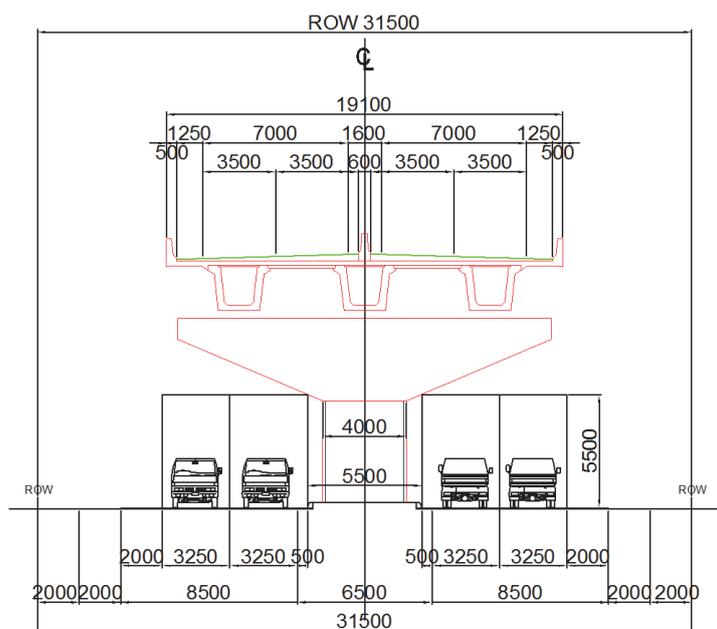
ステップ 1：側道（一般道）の切回しと基礎工施工



ステップ 2：下部工構築（高速部分）



ステップ 3：上部工架設

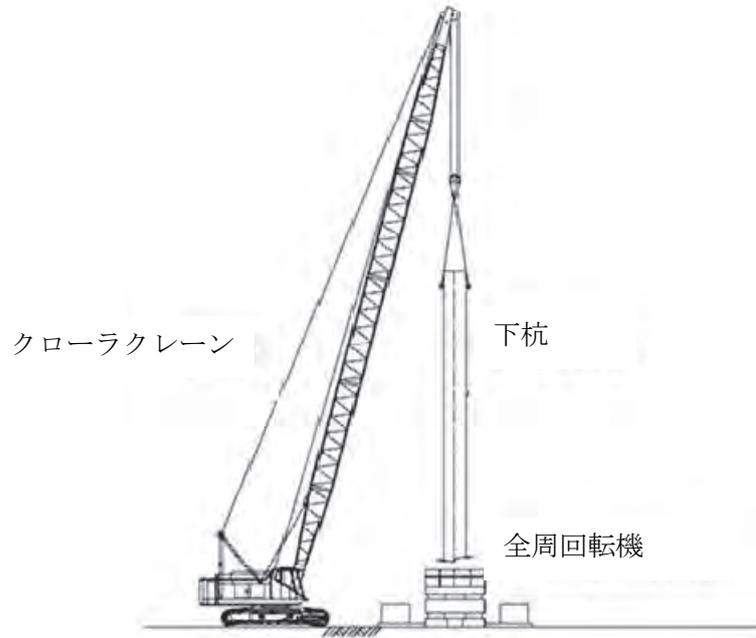


出典：JICA 調査団

図 7.2.5 国道 1 号線改良における基本施工ステップ（高架部）

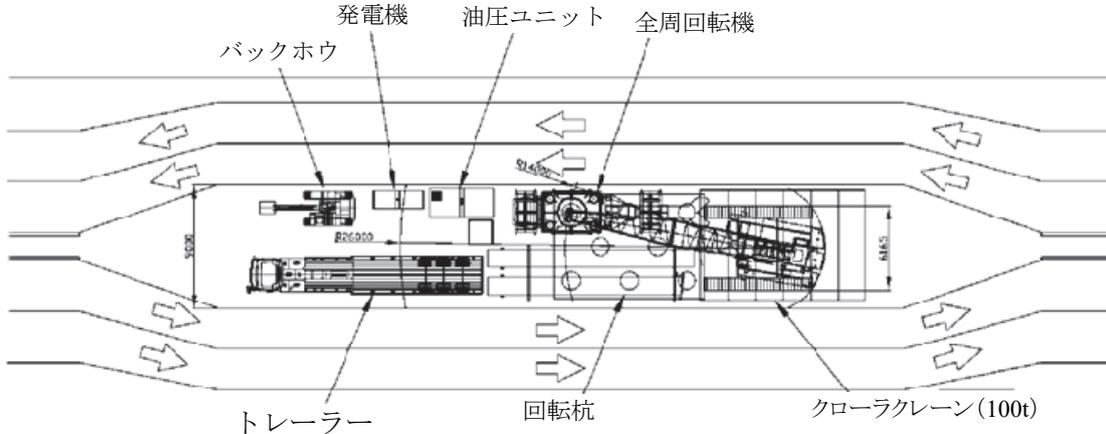
回転杭の施工

基礎形式として提案している回転杭は、整地後、全周回転機を設置し下杭の打設を始める。下杭と上杭は現場溶接にて連続化する。回転杭打設における概念図を図 7.2.6 に、資機材配置例を図 7.2.7 に示す。



出典：JICA 調査団

図 7.2.6 回転杭打設の概念図

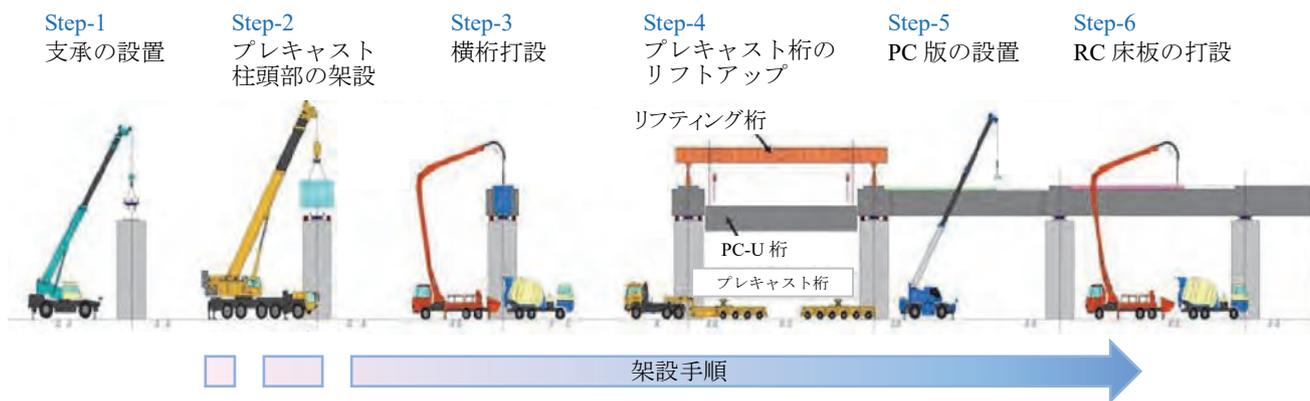


出典：JICA 調査団

図 7.2.7 回転杭打設時の資機材配置例

上部工：PC-U 桁橋（標準部）

下部工施工中に工場やサイト周辺のヤードで製作されたプレキャストセグメントをトレーラーにより現場に運搬する。可能な限り現道交通への影響を避けるため、夜間に通行規制を行い、上部工を架設する。PC-U 桁橋の架設ステップ概念図を図 7.2.8 に示す。



出典：プレストレスト・コンクリート建設業協会

図 7.2.8 PC-U 桁橋の架設ステップ概念図

上部工：鋼箱桁橋（特殊部）

鋼箱桁の主桁はブロックに分割されて現場に搬入されるため、架設現場付近で地組を行う。既存交通への影響を軽減するため、交差点における主桁の架設は夜間の通行規制を行い、多軸台車による一括架設または送出し工法による架設が望ましい。



出典：日本車輛製造（株）HP（左）、社）日本橋梁建設協会（右）

図 7.2.9 送出し工法（左）及び多軸台車（右）による架設の事例

7.3 実施スケジュール

実施スケジュールの想定において考慮した前提条件を以下に示す。

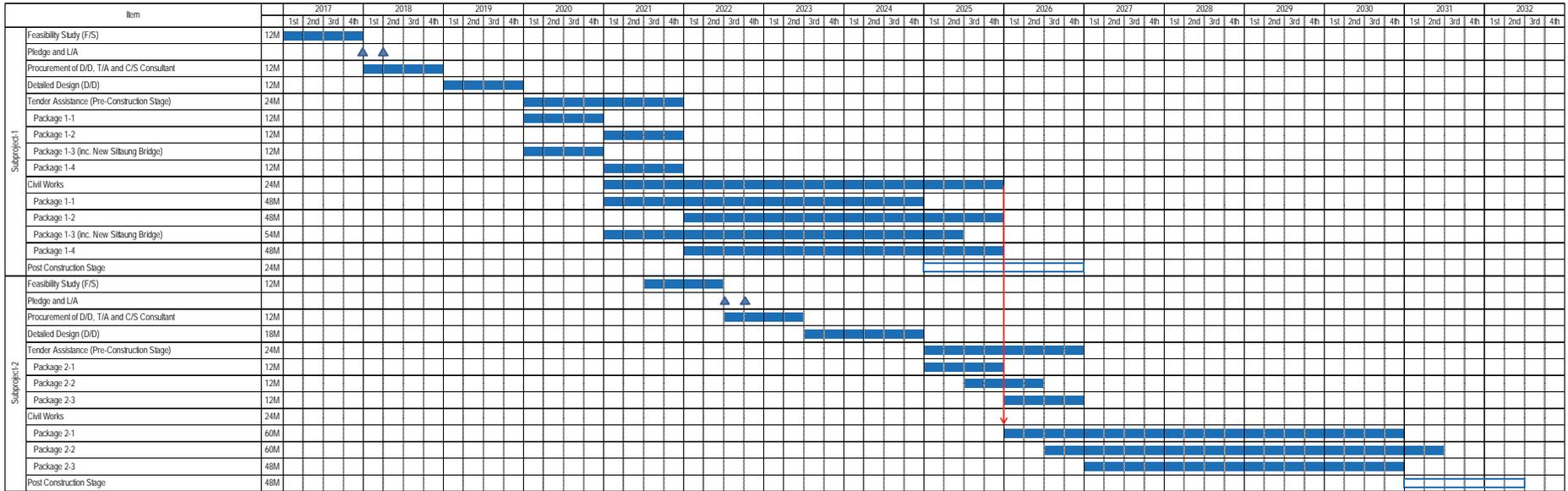
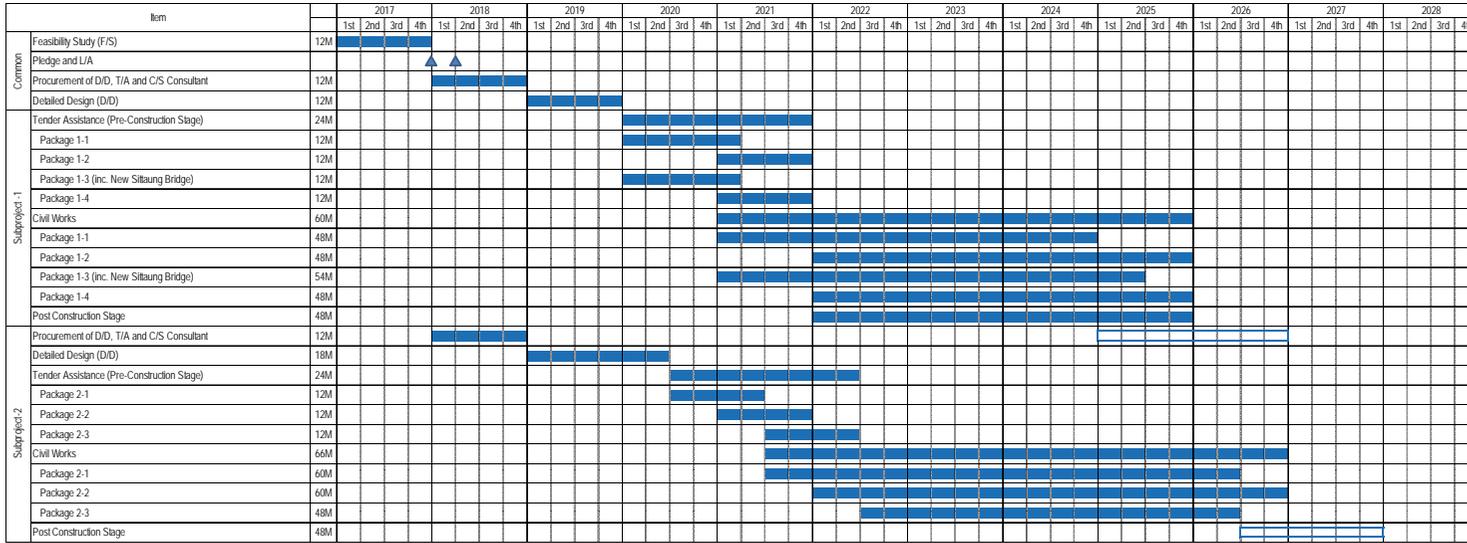
- 円借款により事業が実施される
- 準備調査が 2017 年から開始される
- L/A が 2018 年に調印される
- 詳細設計以降のコンサルタント調達はプレッジ後から開始される

また、実施スケジュールは以下の 2 ケースに対して想定した。実施スケジュールを図 7.3.1 に示す。

ケース 1 : 2 つのサブプロジェクトを同時に実施する

ケース 2 : サブプロジェクト 1 完成後にサブプロジェクト 2 の施工を開始する²⁰

²⁰ ケース 1 のように、仮に 2 つのサブプロジェクトの工事を同時に開始した場合、資機材の輸送、工事用の車両が錯綜し、例えば交通事故の増加、深刻な渋滞の発生等工事中の周辺環境への影響が懸念される。そのため、この影響を軽減するため、ケース 2 では段階施工を想定している。混雑度 (交通量/交通容量) を比較すると (表 2.3.1 と表 2.3.2)、サブプロジェクト 2 (NH1 改良) の区間は将来交通量が現道交通容量を超えるまでの時間的余裕がサブプロジェクト 1 (バゴー～チャイトー新規道路) の区間に対してあるため、サブプロジェクト 1 の先行着手を想定している。



出典：JICA 調査団

図 7.3.1 想定実施スケジュール (上：ケース1、下：ケース2)

第8章 概算事業費積算

8.1 基本条件

本調査時点で事業のファイナンススキームは未定であるため、積算における前提条件を以下のように想定した。

- 積算時期：2016年7月
- 交換レート：1米ドル = 109.2円, 1189.0ミャンマーチャット (MMK)
- 物価上昇予備費：考慮なし
- コンサルタントフィー：建設コストに対し8%
- 物理的予備費：コンサルタントフィーと建設費の合計額に対し5%
- 事業管理費：コンサルタントフィーと建設費の合計額に対し5%

8.2 積算結果

8.2.1 建設費

各サブプロジェクトの建設費を表 8.2.1 と表 8.2.2 にそれぞれ示す。

表 8.2.1 概算建設費 (バゴー～チャイトー間新規道路建設事業)

単位: 百万円

費目	パッケージ1-1 (L=21.2km)	パッケージ1-2 (L=22.4km)	パッケージ1-3 (L=8.8km)	パッケージ1-4 (L=19.6km)	合計 (L=72km)
道路工事	7,009	6,795	2,881	5,575	22,260
橋梁工事	8,206	1,595	137	2,462	12,401
新シタタン橋	0	0	19,734	0	19,734
合計	15,215	8,390	22,753	8,037	54,394

出典：JICA 調査団

表 8.2.2 概算建設費 (国道1号線改良事業)

単位: 百万円

費目	パッケージ2-1 (L=14.4km)	パッケージ2-2 (L=12.8km)	パッケージ2-3 (L=19.8km)	合計 (L=47km)
道路工事	5,154	3,883	8,935	17,972
橋梁工事	41,531	46,988	5,186	93,706
合計	46,685	50,871	14,121	111,678

出典：JICA 調査団

8.2.2 概算事業費

概算事業費を表 8.2.3 に示す。

表 8.2.3 概算事業費

単位: 百万円

費目	サブプロジェクト1	サブプロジェクト2	合計	備考
建設費	54,394	111,678	166,072	
コンサルタントフィー	4,352	8,934	13,286	建設費の8%
物理的予備費	2,937	6,031	8,968	コンサルフィーと建設費の合計に対し5%
事業管理費	2,937	6,031	8,968	コンサルフィーと建設費の合計に対し5%
用地取得・補償費	4,079	4,830	8,909	
合計	68,699	137,504	206,203	

注) 用地取得・補償費の内訳は10章の表 10.3.2 に示す

出典: JICA 調査団

第9章 経済分析と評価

9.1 はじめに

9.1.1 経済分析の前提条件

本章では、国民経済的視点からバイパス道路及び橋梁整備の効果の評価、検証するために経済分析を実施する。評価指標としては、経済内部収益率（Economic Internal Rate of Return、以下 EIRR という）と費用・便益比率（Cost-benefit Ratio、B/C）を用いることとし、プロジェクトの毎年の便益及び費用のキャッシュ・フローから DCF 法を用いて EIRR を算出する。

本章では、以下のサブ・プロジェクトからなるプロジェクトの経済分析を行う。

- サブ・プロジェクト1：新バゴーチャイトー道路建設事業
- サブ・プロジェクト2：国道1号線改良事業

本事業における経済分析の前提条件は、表 9.1.1 に示すとおりである。経済分析で採用する価格は、財務価格から税金などの移転項目を控除した経済価格を使用する。

表 9.1.1 経済分析における前提条件

項目	条件	備考
プロジェクトライフ	全面供用開始後 20 年 2026 年–2045 年：サブ・プロジェクト1 2027 年–2046 年：サブ・プロジェクト2	プロジェクト（設計）開始：2018 年 供用開始：2026 年（サブ・プロジェクト1）、 2027 年（サブ・プロジェクト2）
為替レート	1US ドル=109.2 円 1US ドル=1030.9 チャット	「貧困削減のための地域開発プロジェクト フェーズ II 準備調査」の最終報告書に従う
社会的割引率	12%	TA-8330 MYA: GMS East–West Economic Corridor Eindu to Kawkarek Road Improvement に従う
経済価格	財務価格から税、物価上昇、予備費を控除	

出典：JICA 調査団

9.1.2 車両走行費用 (VOC)

本事業の実施による経済便益は、車両走行費用 (VOC) の節約効果、ならびに移動時間の節約効果とする。経済便益はサブ・プロジェクト 1 では 2026 年から 2045 年まで、サブ・プロジェクト 2 では 2027 年から 2046 年まで計上を続けることとする。

VOC には、車輛の購入・維持費、燃料代、保険料などが含まれる。

この分析では、2010 年にタイで実施された「Feasibility Study of Economics, Engineering, and Environmental Impacts of the Four-Lane Highway Widening Project (Phase II), Route No. 12, Section Lom Sak – Consan Intersection」において活用された VOC を利用した。この数値は「ミャンマー国全国運輸交通プログラム形成準備調査」のプレ・フィージビリティ調査でも活用したものである。VOC の数値は 2010 年当時の通貨価値であるため、タイのインフレ率を用いて 2016 年の値に補正し、日本円に変換した。車種ごとの VOC は表 9.1.2 に示すとおりで、本章の経済分析では「平坦な路線」の时速 30 キロの値を用いた。

表 9.1.2 車種ごとの VOC

(単位：円/km²)

路線の状況	速度 (km/時)	乗用車	バス	2 軸トラック 小	2 軸トラック 大	3 軸、4 軸 トラック	トレーラー
平坦な路線	10	45.9	166.5	53.2	97.7	157.8	179.3
	20	28.3	96.8	29.6	56.6	95.8	113.4
	30	22.7	74.1	22.0	43.6	75.8	92.5
	40	20.1	63.5	18.5	37.6	66.9	83.4
	50	18.7	57.6	16.5	34.4	62.4	78.8
	60	17.9	54.3	15.3	32.9	60.5	77.1
起伏のある 路線	10	46.2	174.9	53.5	99.2	161.9	188.1
	20	28.5	106.7	29.9	59.0	100.3	128.4
	30	22.9	84.4	22.4	46.2	82.0	109.3
	40	20.3	73.7	18.7	40.1	73.5	100.8
	50	18.9	67.5	16.7	36.5	68.6	95.7
	60	18.1	62.4	15.5	34.5	66.0	89.9
山岳路線	10	46.8	194.0	54.4	105.8	175.0	225.7
	20	29.2	126.3	31.5	66.1	119.0	167.1
	30	23.7	104.6	24.1	53.4	100.9	149.0
	40	21.1	89.9	20.5	47.5	92.7	129.8
	50	19.6	84.6	18.3	43.9	87.5	126.6
	60	18.8	81.9	17.0	40.7	81.4	125.9

出典：「Feasibility Study of Economics, Engineering, and Environmental Impacts of the Four-Lane Highway Widening Project (Phase II), Route No. 12, Section Lom Sak – Consan Intersection」を JICA 調査団が 2016 年の価格となるよう調整。

(1) 移動時間の節約効果

移動時間の短縮も主要な経済便益である。移動時間の短縮が経済便益になるという考え方は、それが労働時間の機会費用であると見做すところから来ている。もし、移動時間が短縮され、それが労働に使われるのであれば、ミャンマー国内においてさらに GDP が増す要因になるという考えである。

ミャンマーの人々の平均的な単位あたり労働収入（1 時間あたり労働収入）は一人あたり GDP から計算することができる。IMF の「World Economic Outlook Database April 2016」によると、2016 年のミャンマーの一人あたり GDP は 1,416 ドルと推計されている。これを 1 時間あたりの収入に変換して日本円で表記すると 21.5 円となる。

ミャンマーの経済発展に伴って 1 時間あたりの所得は次第に増加していくことを考慮し、調査団は IMF の「2015 Article IV Consultation Staff Report」による GDP 成長予測及び国連経済社会局の「World Population Prospects」による人口増加予測から表 9.1.3 に示す一人あたり GDP の増加及び 1 時間あたり所得の増加を想定した。また、車種別の 1 台あたりの乗車人員については、表 9.1.4 のように設定した。

この 1 時間あたりの所得の推計方法は「ミャンマー国全国運輸交通プログラム形成準備調査」のプレ・フィージビリティ調査の最終報告書、及び本調査のフェーズ 1 調査に用いたものと同じである。

表 9.1.3 1 時間あたり所得の変化

	2016-20	2021-25	2026-30	2031-35	2036-40	2041-45
一人あたり GDP 成長率 (年率)	7.33%	6.22%	6.15%	6.27%	5.39%	5.29%
1 時間あたり所得 (日本円)	21.5 (2016)	30.4 (2021)	40.8 (2026)	55.0 (2031)	74.6 (2036)	95.1 (2041)

出典：JICA 調査団

表 9.1.4 車種別の 1 台あたりの乗車人員

車種	乗用車	2軸トラック 小	2軸トラック 大	3軸トラック	4軸以上	トレーラー	バス
乗車人員	3.1	1.5	1.8	2.0	2.0	2.5	33.6

注：運転手及び補助員を含む。

出典：JICA 調査団

9.2 サブ・プロジェクト1の経済分析

9.2.1 経済便益

表 9.2.1 と表 9.2.2 は、2025 年と 2035 年の 1 日あたりの車種ごとの交通量（総走行台キロ及び総走行台時）の変化である。2025 年、2035 年ともにプロジェクトを実施したケース（with-project）とプロジェクトを実施しなかったケース（without-project）の両方の交通量を記載している。2025 年と 2035 年の間の数字は補間法を用いて推計することとし、2036 年以降の数字は、2025 年から 2035 年の間の年平均成長率が継続するものとして推計する。

表 9.2.1 1日あたりの車種ごとの交通量の変化（総走行台キロ）

車種		乗用車	バス	2軸 トラック小	2軸 トラック大	3軸 トラック	4軸以上	トレーラー	合計
2025	Without project	21,214,493	8,631,713	1,554,265	4,125,707	3,631,991	15,925,003	10,191,000	65,274,172
	With project	21,029,936	8,628,569	1,546,381	4,105,152	3,629,805	15,964,892	10,225,533	65,130,268
2035	Without project	72,132,297	23,975,204	4,791,654	12,941,314	11,205,625	49,418,486	31,680,226	206,144,806
	With project	70,895,663	23,648,204	4,737,270	12,780,168	11,154,198	49,361,088	31,649,515	204,226,106

出典：JICA 調査団

表 9.2.2 1日あたりの車種ごとの交通量の変化（総走行台時）

車種		乗用車	バス	2軸 トラック小	2軸 トラック大	3軸 トラック	4軸以上	トレーラー	合計
2025	Without project	1,140,803	432,509	101,630	269,875	240,281	1,067,712	683,814	3,936,624
	With project	1,101,837	419,165	98,535	261,164	234,642	1,049,680	673,115	3,838,138
2035	Without project	6,744,288	2,193,761	582,025	1,537,201	1,381,085	6,277,895	4,024,798	22,741,053
	With project	6,379,541	2,096,158	565,705	1,495,575	1,358,691	6,207,954	3,982,344	22,085,968

出典：JICA 調査団

2026 年（バゴーチャイトー間道路の供用開始）から 2045 年（供用開始から 20 年後）までの with-project、without-project それぞれの総走行台キロと総走行台時を計算した後に、with-project と without-project の差分を計算する。車両走行費用の 1 日あたりの削減額は with-project と without-project の差分に VOC の値（表 9.1.2、「平坦な路線」の時速 30 キロ）を掛け合わせると算出できる。また、移動時間の節約額は with-project と without-project の差分に 1 時間あたりの労働収入（表 9.1.3）を掛け合わせると算出できる。1 年のうちの稼働日を 300 日として、1 日あたりの車両走行費用の削減額と 1 日あたりの移動時間の節約額をそれぞれ年間あたりの車両走行費用の削減額および移動時間の節約額を算出する。表 9.2.3 は 2026 年から 2045 年までのプロジェクトの経済便益である。

表 9.2.3 プロジェクトの経済便益

(位：100 万円)

年	車両走行費用の削減額	移動時間の節約額	経済便益の合計
2026	8,501	518	9,019
2027	11,064	1,372	12,437
2028	14,380	2,419	16,799
2029	18,663	3,693	22,356
2030	24,191	5,233	29,425
2031	31,320	7,084	38,404
2032	40,555	9,298	49,853
2033	52,459	11,935	64,395
2034	67,793	15,064	82,857
2035	87,529	18,766	106,295
2036	112,916	23,130	136,047
2037	143,716	28,264	171,980
2038	182,781	34,288	217,069
2039	232,299	41,342	273,641
2040	295,037	49,584	344,621
2041	374,481	59,200	433,680
2042	475,757	70,398	546,155
2043	604,080	83,419	687,499
2044	766,602	98,541	865,143
2045	972,352	116,077	1,088,429

出典：JICA 調査団

9.2.2 経済費用

(1) 整備費用

整備費用は建設費用、コンサルティング・サービス、土地収用および管理費用からなっている。この経済分析では第 8 章で推計された費用を用いることとするが、経済分析では税金、物価上昇、予備費などを控除した経済費用を用いる。

表 9.2.4 は経済価格で表したプロジェクトの整備費用である。経済価格のプロジェクト費用は 658 億円で、うち 83%は建設費用である。

表 9.2.4 プロジェクトの整備費用（経済価格）

(位：100 万円)

年	建設費用	コンサルティング・サービス	土地収用	管理費用	合計
2018	0	0	1,428	0	1,428
2019	0	870	1,224	44	2,138
2020	0	435	1,224	22	1,681
2021	10,879	653	204	577	12,312
2022	16,318	653	0	849	17,820
2023	10,879	653	0	577	12,108
2024	10,879	653	0	577	12,108
2025	5,439	435	0	294	6,168
Total	54,394	4,352	4,079	2,937	65,763

出典：JICA 調査団

(2) 維持管理費用

維持管理はレギュラー・メンテナンスと定期メンテナンスからなっており、レギュラー・メンテナンスは毎年、定期メンテナンスは10年に1度行う。調査団は、レギュラー・メンテナンスは建設費用の2%、定期メンテナンスは建設費用の10%がそれぞれ必要になると推計した。表 9.2.5 は 2026 年から 2045 年までの毎年の維持管理費用である。

表 9.2.5 プロジェクトの維持管理費用

(位：100 万円)

年	維持管理費用	建設費用に占める割合
2026	1,088	2%
2027	1,088	2%
2028	1,088	2%
2029	1,088	2%
2030	1,088	2%
2031	1,088	2%
2032	1,088	2%
2033	1,088	2%
2034	1,088	2%
2035	6,527	12%
2036	1,088	2%
2037	1,088	2%
2038	1,088	2%
2039	1,088	2%
2040	1,088	2%
2041	1,088	2%
2042	1,088	2%
2043	1,088	2%
2044	1,088	2%
2045	6,527	12%

出典：JICA 調査団

9.2.3 プロジェクトの経済評価

(1) EIRR と費用・便益比率の算出

表 9.2.6 はプロジェクトの毎年のキャッシュ・フローである。第 5 列は経済便益から整備費用及び維持管理費用を控除したネット・キャッシュ・フローである。2018 年から 2045 年までのネット・キャッシュ・フローから計算される経済的内部収益率 (EIRR) は 29.8%となる。EIRR の値は途上国で社会的割引率のベンチマークとして使われることの多い 12%を超えており、サブ・プロジェクト 1 はミャンマーの国家経済にとって実行する意味のある事業である。

表 9.2.6 の第 6 列は割引率 12%のもとで 2016 年を 1.00 とした場合のウエイトで、その値は 2018 年の 0.80 から 2045 年の 0.04 へと徐々に減少していく。第 7 列と第 8 列はそのウエイトと経済費用（整備費用と維持管理費用の合計）、経済便益を掛け合わせて算出した割引経済費用、割引経済便益である。費用便益比率 (B/C) は割引経済便益の合計 (323,782) を割引経済費用の合計 (39,099) で割ることによって算出され、その値は 8.97 である。

表 9.2.6 プロジェクトのキャッシュ・フロー

(位：100万円)

年	整備費用	維持管理費用	経済便益	ネット・キャッシュ・フロー	割引率12%の ウエイト (2014=1.00)	割引経済 費用	割引経済 便益
2018	1,428			-1,428	0.80	1,138	
2019	2,138			-2,138	0.71	1,522	
2020	1,681			-1,681	0.64	1,068	
2021	12,312			-12,312	0.57	6,986	
2022	17,820			-17,820	0.51	9,028	
2023	12,108			-12,108	0.45	5,477	
2024	12,108			-12,108	0.40	4,890	
2025	6,168			-6,168	0.36	2,224	
2026		1,088	9,019	7,931	0.32	350	2,904
2027		1,088	12,437	11,349	0.29	313	3,575
2028		1,088	16,799	15,711	0.26	279	4,312
2029		1,088	22,356	21,268	0.23	249	5,123
2030		1,088	29,425	28,337	0.20	223	6,021
2031		1,088	38,404	37,317	0.18	199	7,016
2032		1,088	49,853	48,765	0.16	177	8,132
2033		1,088	64,395	63,307	0.15	158	9,379
2034		1,088	82,857	81,769	0.13	141	10,775
2035		6,527	106,295	99,767	0.12	758	12,342
2036		1,088	136,047	134,959	0.10	113	14,104
2037		1,088	171,980	170,892	0.09	101	15,918
2038		1,088	217,069	215,981	0.08	90	17,939
2039		1,088	273,641	272,553	0.07	80	20,191
2040		1,088	344,621	343,533	0.07	72	22,704
2041		1,088	433,680	432,593	0.06	64	25,511
2042		1,088	546,155	545,067	0.05	57	28,684
2043		1,088	687,499	686,411	0.05	51	32,239
2044		1,088	865,143	864,055	0.04	46	36,223
2045		6,527	1,088,429	1,081,901	0.04	244	40,689
			EIRR	29.8%		36,099	323,782
						B/C	8.97

出典：JICA 調査団

(2) 感度分析

表 9.2.7 は感度分析の結果である。整備費用の 20%の上昇は 1.7%、経済便益の 20%の減少は 2.1%、それぞれ EIRR を下げる効果を持つが、EIRR は 12%以上の水準を維持しており、サブ・プロジェクト 1 はミャンマーの国家経済にとって実行する意味のある事業である状態を維持している。一方、維持管理費用の 20%の上昇は、EIRR にはほとんど影響を与えない。

表 9.2.7 感度分析の結果

(位：パーセント)

ケース	EIRR
ベースケース	29.8
整備費用の 20%の上昇	28.1
維持管理費用の 20%の上昇	29.8
経済便益の 20%の減少	27.7

出典：JICA 調査団

9.3 サブ・プロジェクト 2 の経済分析

9.3.1 経済便益

表 9.3.1 と表 9.3.2 は 2025 年と 2035 年の 1 日あたりの車種ごとの交通量 (台キロ及び台時) の変化である。2025 年、2035 年ともにプロジェクトを実施したケース (with-project) とプロジェクトを実施しなかったケース (without-project) の両方の交通量を記載している。2025 年と 2035 年の間の数字は補間法を用いて推計することとし、2036 年以降の数字は、2025 年から 2035 年の間の年平均成長率が継続するものとして推計する。

表 9.3.1 1 日あたりの車種ごとの交通量の変化 (台キロ)

車種		乗用車	バス	2軸 トラック小	2軸 トラック大	3軸 トラック	4軸以上	トレーラー	合計
2025	Without project	21,093,150	8,607,925	1,541,204	4,093,836	3,621,154	15,937,875	10,209,944	65,105,088
	With project	21,029,936	8,628,569	1,546,381	4,105,152	3,629,805	15,964,892	10,225,533	65,130,268
2035	Without project	72,297,901	24,054,410	4,737,382	12,778,090	11,048,551	48,590,805	31,146,568	204,653,707
	With project	70,895,663	23,648,204	4,737,270	12,780,168	11,154,198	49,361,088	31,649,515	204,226,106

出典：JICA 調査団

表 9.3.2 1 日あたりの車種ごとの交通量の変化 (台時)

車種		乗用車	バス	2軸 トラック小	2軸 トラック大	3軸 トラック	4軸以上	トレーラー	合計
2025	Without project	1,152,862	438,560	100,158	265,421	238,164	1,064,894	683,096	3,943,155
	With project	1,101,837	419,165	98,535	261,164	234,642	1,049,680	673,115	3,838,138
2035	Without project	6,816,904	2,222,651	577,742	1,525,936	1,379,268	6,278,717	4,023,239	22,824,457
	With project	6,379,541	2,096,158	565,705	1,495,575	1,358,691	6,207,954	3,982,344	22,085,968

出典：JICA 調査団

2027 年 (国道 1 号線ヤンゴンーバゴー間改良の供用開始) から 2046 年 (供用開始から 20 年後) までの with-project、without-project それぞれの台キロと台時を計算した後に、with-project と without-project の差分を計算する。車両走行費用の 1 日あたりの削減額は with-project と without-project の差分に VOC の値 (表 9.1.2、「平坦な路線」の時速 30 キロ) を掛け合わせると算出できる。また、移動時間の節約額は with-project と without-project の差分に 1 時間あたりの労働収入 (表 9.1.3) を掛け合わせると算出できる。1 年のうちの稼働日を 300 日として、1 日あたりの車両走行費用の削減額と 1 日あたりの移動時間の節約額をそれぞれ年間あたりの車両走行費用の削減額および移動時間の節約額を算出する。表 9.3.3 は 2026 年から 2045 年までのプロジェクトの経済便益である。

表 9.3.3 プロジェクトの経済便益

(位：100 万円)

年	車両走行費用の削減額	移動時間の節約額	経済便益の合計
2027	14,882	-2,401	12,481
2028	19,147	-3,141	16,007
2029	24,618	-4,025	20,592
2030	31,630	-5,079	26,551
2031	40,614	-6,328	34,285
2032	52,182	-7,806	44,376
2033	67,007	-9,548	57,459
2034	85,998	-11,597	74,402
2035	110,316	-14,000	96,316
2036	141,441	-16,812	124,629
2037	178,979	-20,096	158,883
2038	226,380	-23,925	202,455
2039	286,215	-28,380	257,834
2040	361,720	-33,556	328,164
2041	456,970	-39,560	417,410
2042	577,970	-46,514	531,456
2043	730,755	-54,558	676,197
2044	923,620	-63,851	859,770
2045	1,167,016	-74,573	1,092,443
2046	1,474,101	-86,931	1,387,170

出典：JICA 調査団

9.3.2 経済費用

(1) 整備費用

整備費用は建設費用、コンサルティング・サービス、土地収用および管理費用からなっている。この経済分析では第 8 章で推計された費用を用いることとするが、経済分析では税金、物価上昇、予備費などを控除した経済費用を用いることとする。

表 9.3.4 は経済価格で表したプロジェクトの整備費用である。経済価格のプロジェクト費用は 1,315 億円で、うち 85%は建設費用である。

表 9.3.4 プロジェクトの整備費用

(位：100 万円)

年	建設費用	コンサルティング・サービス	土地収用	管理費用	合計
2018	0	0	1,449	0	1,449
2019	0	1,787	1,449	89	3,325
2020	0	893	1,449	45	2,387
2021	5,584	1,340	483	346	7,753
2022	27,919	1,340	0	1,463	30,722
2023	22,336	1,340	0	1,184	24,859
2024	22,336	893	0	1,161	24,390
2025	22,336	893	0	1,161	24,390
2026	11,168	447	0	581	12,195
Total	111,678	8,934	4,830	6,031	131,472

出典：JICA 調査団

(2) 維持管理費用

維持管理は通常のメンテナンスとレギュラー・メンテナンスからなっており、レギュラー・メンテナンスは毎年、定期メンテナンスは10年に1度行う。調査団は、レギュラー・メンテナンスは建設費用の2%、定期メンテナンスは建設費用の10%がそれぞれ必要になると推計した。表 9.3.5 は 2027 年から 2046 年までの毎年の維持管理費用である。

表 9.3.5 プロジェクトの維持管理費用

(位：100 万円)

年	維持管理費用	建設費用に占める割合
2027	2,234	2%
2028	2,234	2%
2029	2,234	2%
2030	2,234	2%
2031	2,234	2%
2032	2,234	2%
2033	2,234	2%
2034	2,234	2%
2035	2,234	2%
2036	13,401	12%
2037	2,234	2%
2038	2,234	2%
2039	2,234	2%
2040	2,234	2%
2041	2,234	2%
2042	2,234	2%
2043	2,234	2%
2044	2,234	2%
2045	2,234	2%
2046	13,401	12%

出典：JICA 調査団

9.3.3 プロジェクトの経済評価

(1) EIRR と費用・便益比率の算出

表 9.3.6 はプロジェクトの毎年のキャッシュ・フローである。第 5 列は経済便益から整備費用及び維持管理費用を控除したネット・キャッシュ・フローである。2018 年から 2046 年までのネット・キャッシュ・フローから計算される経済的内部収益率 (EIRR) は 24.2%となる。EIRR の値は途上国で社会的割引率のベンチマークとして使われることの多い 12%を超えており、サブ・プロジェクト 2 はミャンマーの国家経済にとって実行する意味のある事業である。

表 9.3.6 の第 6 列は割引率 12%のもとで 2016 年を 1.00 とした場合のウエイトで、その値は 2018 年の 0.80 から 2046 年の 0.03 へと徐々に減少していく。第 7 列と第 8 列はそのウエイトと経済費用（整備費用と維持管理費用の合計）、経済便益を掛け合わせて算出した割引経済費用、割引経済便益である。費用便益比率 (B/C) は割引経済便益の合計 (352,893) を割引経済費用の合計 (65,723) で割ることによって算出され、その値は 5.37 である。

表 9.3.6 プロジェクトのキャッシュ・フロー

(位：100万円)

年	整備費用	維持管理費用	経済便益	ネット・キャッシュ・フロー	割引率12%の ウェイト (2014=1.00)	割引経済 費用	割引経済 便益
2018	1,449			-1,449	0.80	1,155	
2019	3,325			-3,325	0.71	2,367	
2020	2,387			-2,387	0.64	1,517	
2021	7,753			-7,753	0.57	4,399	
2022	30,722			-30,722	0.51	15,565	
2023	24,859			-24,859	0.45	11,245	
2024	24,390			-24,390	0.40	9,851	
2025	24,390			-24,390	0.36	8,795	
2026	12,195			-12,195	0.32	3,927	
2027		2,234	12,481	10,248	0.29	642	3,588
2028		2,234	16,007	13,773	0.26	573	4,108
2029		2,234	20,592	18,359	0.23	512	4,719
2030		2,234	26,551	24,317	0.20	457	5,433
2031		2,234	34,285	32,052	0.18	408	6,264
2032		2,234	44,376	42,142	0.16	364	7,239
2033		2,234	57,459	55,225	0.15	325	8,369
2034		2,234	74,402	72,168	0.13	290	9,675
2035		2,234	96,316	94,083	0.12	259	11,183
2036		13,401	124,629	111,228	0.10	1,389	12,920
2037		2,234	158,883	156,649	0.09	207	14,706
2038		2,234	202,455	200,221	0.08	185	16,731
2039		2,234	257,834	255,601	0.07	165	19,025
2040		2,234	328,164	325,930	0.07	147	21,620
2041		2,234	417,410	415,176	0.06	131	24,553
2042		2,234	531,456	529,222	0.05	117	27,912
2043		2,234	676,197	673,963	0.05	105	31,709
2044		2,234	859,770	857,536	0.04	94	35,998
2045		2,234	1,092,443	1,090,209	0.04	83	40,839
		13,401	1,387,170	1,373,769	0.03	447	46,301
			EIRR	24.2%		65,723	352,893
						B/C	5.37

出典：JICA 調査団

(2) 感度分析

表 9.3.7 は感度分析の結果である。整備費用の 20%の上昇は 1.5%、経済便益の 20%の減少は 2.0%、それぞれ EIRR を下げる効果を持つが、EIRR は 12%以上の水準を維持しており、サブ・プロジェクト 2 はミャンマーの国家経済にとって実行する意味のある事業である状態を維持している。一方、維持管理費用の 20%の上昇は、EIRR にはほとんど影響を与えない。

表 9.3.7 感度分析の結果

(単位：パーセント)

ケース	EIRR
ベースケース	24.2
整備費用の 20%の上昇	22.7
維持管理費用の 20%の上昇	24.1
経済便益の 20%の減少	22.2

出典：JICA 調査団

9.4 運用効果指標

ミャンマー国及び他国の機構の道路・橋梁改良プロジェクトに倣って、本プロジェクトの交通量、走行時間を運用・効果指標に採用する。

- 運用指標：年平均日交通量 (pcu/日)
- 効果指標：平均走行時間 (時間)、平均走行スピード (km/h)、交通量・交通容量比 (V/C)

各指標の2014年現在の値および2027年と2035年を目標値とする。下表に運用・効果・モニタリング指標を整理する。

表 9.4.1 サブ・プロジェクト1の運用・効果指標

年	2014		2027		2035		
	なし	なし	あり		なし	あり	
プロジェクトの有無	なし	なし	なし	あり	なし	あり	あり
ルート (既存道/バイパス)	既存道	既存道	既存道	バイパス	既存道	既存道	バイパス
年平均交通量 (PCU/day) *1	5,600	30,700*2	11,500	29,300	78,700*2	27,000	63,500
平均走行時間 (時間)	2.0	4.5	2.7 (-1.8)	1.1 (-3.4)	8.2*3	4.0 (-4.2)	1.6 (-6.6)
平均走行スピード (km/h)	52.4	23.6	39.5	63.5	12.9	26.0	44.3
交通量・交通容量比 (V/C) *4	0.28	1.54	0.58	0.46	3.93	1.35	0.99

注記：*1 各セクションの加重平均値である (バゴ-パヤジ：29.6km、パヤジ-チャイトー：75.4km、バイパス：71.1km)。

*2 渋滞を避ける車両が他のルートに迂回するので、プロジェクトなしの交通量はプロジェクトありの交通量よりも小さくなる。

*3 2035年には最大で走行時間は17.5時間となる。

*4 V/Cは交通量 (C) を交通容量 (C) で割ることを意味する。

出典：JICA 調査団

表 9.4.2 サブ・プロジェクト2の運用・効果指標

年	2014		2027		2035		
	なし	なし	あり		なし	あり	
プロジェクトの有無	なし	なし	なし	あり	なし	あり	あり
道路の状態 (準幹線 道路/自動車専用道)	準幹線 道路	準幹線 道路	準幹線 道路	自動車 専用道	準幹線 道路	準幹線 道路	自動車 専用道
年平均交通量 (PCU/day) *1	7,900	54,200*2	15,900	43,400	124,300*2	45,600	91,300
平均走行時間 (時間)	0.6	1.0	0.7 (-0.3)	0.6 (-0.4)	1.8	0.9 (-0.9)	0.9 (-0.9)
平均走行スピード (km/h)	56.6	37.0	53.3	60.4	19.9	40.7	39.5
交通量・交通容量比 (V/C) *3	0.12	0.94	0.28	0.60	1.94	0.71	1.14

注記：*1 セクションの加重平均値である (Bago から Y-M 高速道路入口までの既存の1号線：36.6km、1号線改良：35.5km)。

*2 渋滞を避ける車両が他のルートに迂回するので、プロジェクトなしの交通量はプロジェクトありの交通量よりも小さくなる。

*3 V/Cは交通量 (C) を交通容量 (C) で割ることを意味する。

出典：JICA 調査団

第10章 環境社会配慮

10.1 本調査の位置づけ

本節では、フェーズ2 対象プロジェクトについて「ミ」国及び JICA 環境社会配慮ガイドラインに基づき、必要な環境社会配慮手続き・活動と影響の程度についての概要を示した。本調査は、初期的な事業概要調査段階（プレFS 段階）であるため、環境社会配慮分野においては現地踏査、ヒアリング、文献調査をベースに次期調査に必要な事項について整理を行った。

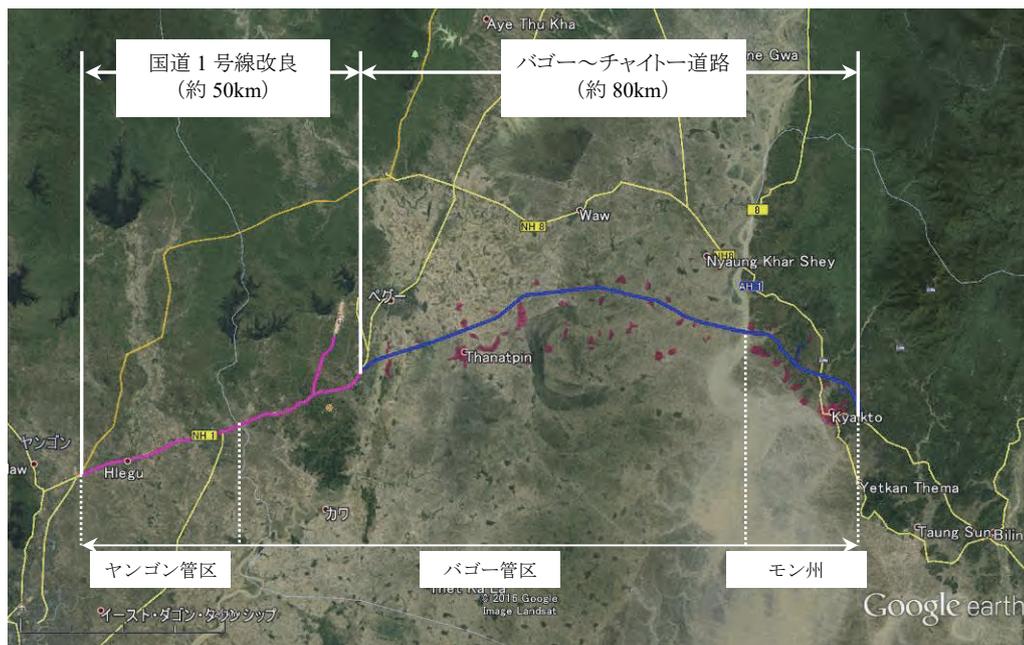
10.2 対象プロジェクトの概要

本調査の対象事業は下記の通りである。

表 10.2.1 対象プロジェクトの概要

調査対象地域	サブプロジェクト名	主な活動
I. 東西回廊	1. 新規バゴーチャイトー道路建設事業	事業：新設道路（4車線）約 80km の建設 位置：主にモン州バゴー地域～チャイトー地域
	2. 国道 1 号線（NH1）改良事業	事業：NH1 の道路拡幅及び高架道路建設（約 40km） *ハンタワディ新国際空港アクセス道路含む 位置：主にモン州バゴー地域～ヤンゴン地域

出典：JICA 調査団



出典: JICA 調査団

図 10.2.1 事業実施区域

10.3 初期的環境影響

10.3.1 スクリーニングに基づく環境カテゴリ分類

環境アセスメントの必要性については、2016年 EIA 手順書（ミャンマー）に掲載されている。これによれば、バイパスの建設については、50km 以上が EIA 実施の必要性がある。（表 10.3.1 参照）

一方、JICA 環境社会配慮ガイドラインに基づけば、本事業では、200 人以上の住民移転が発生することが想定されるため、著しい影響を及ぼす環境カテゴリ A の事業に分類される。これらのカテゴリ分類に基づいた詳細な調査及び EIA・RAP の実施は、次段階の FS 調査内で行われる。

表 10.3.1 EIA 対象プロジェクト

Project Type	Criteria		Adaptation		
	IEE	EIA	Sub-Pro1+2	Sub-Pro1	Sub-Pro2
127. Bridges, River Bridges and Viaducts (new construction)	Length \geq 0.2km but <50km	Length \geq 2km			Adapted EIA is required
128. Bridges, River Bridges and Viaducts (upgrading)	Length \geq 300m	All activities where the Ministry requires that the project shall undergo EIA			
130. Expressways and Highways (ASEAN Highway Standard; new construction or widening with one lane or more)	Length \geq 2km but <50km	Length \geq 50km	Adapted EIA is required	Adapted EIA is required	
131. Other Roads (state, region, urban; new construction or widening \geq one lane)	L<50km	All projects proposed for EIA by IEE			
132. Road Improvement (upgrading from seasonal to all weather surface, widening of shoulders)	Length \geq 50km but <100km	Length \geq 100km			

出典：EIA Procedure Law 2016 (ANNEX 1/Categorization of Economic Activities for Assessment Purposes)

10.3.2 環境スコーピングにより想定される望ましくない影響の程度

環境スコーピングは、2016年3月に現地踏査、文献調査、現地関連機関ヒアリングにより実施した。各分野の概要は下記の通りである。

(1) 自然環境分野

計画路線はチャイトー地域のゴム林、シッタン川沿いの水田地帯、NH-1 沿道の商業地域を通過する。これらの事業実施区域には、保護すべき生物及び文化的な区域は存在しない。

これらの地域は基本的に既に開発された地域であることから、自然環境への著しい影響は想定されない。ただし、シッタン川に建設される橋梁が魚類等の水生生物への影響については次段階で詳細調査を行う必要がある。



出典：Natural Protected Map (Land Records 1944/Forest Department)を基に調査団作成、Google Earth

図 10.3.1 事業実施区域周辺の保護区域

(2) 公害項目

現地踏査によれば、商業地域を除けば事業実施区域における環境騒音や振動は基準値を満足しているものと考えられる。ただし、河川等については現状において茶褐色を呈しており、SS（浮遊物質量）濃度は高いことがうかがわれる。

工事中は、道路及び橋梁建設により一時的に工事関連機械等の稼働により粉じん、濁水、工事騒音・振動が工事区域周辺の住居へ影響を与えると思われる。

供用時は、新たに道路が建設されるバゴーチャイトー間では、道路交通騒音が増加し、影響をあたえる可能性があり、住居周辺では走行速度管理等の緩和策を実施する必要がある。

(3) 社会環境

影響家屋及び用地取得面積は、事業全体で 670 構造物、3,350 移転者、約 335ha と推定される。特に NH-1 沿道は住居及び商業地域となっており、多数の影響構造物が見込まれる。

推定された影響建築物数、移転者数ならびに用地取得面積・費用は下表の通りである。

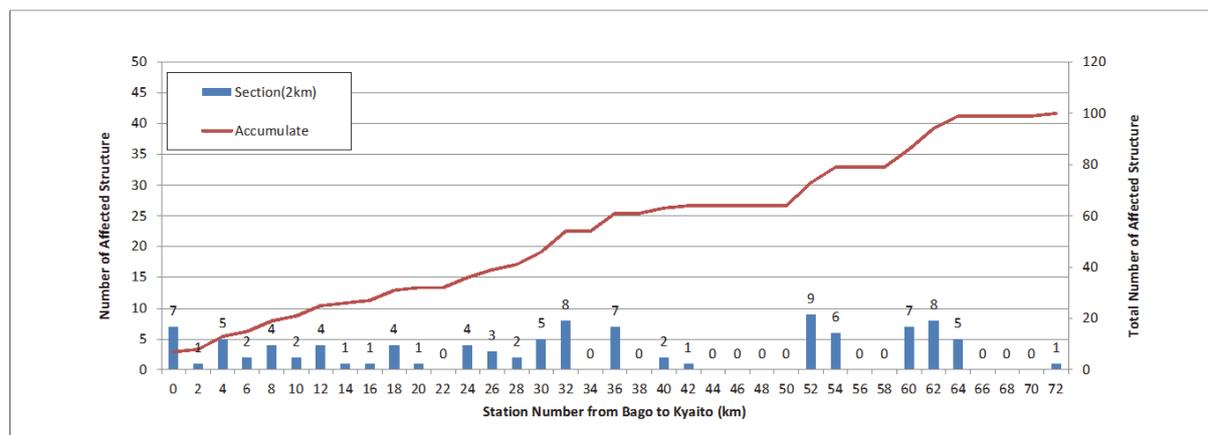
表 10.3.2 推定移転建築物・移転者・用地取得面積・費用

区間名	影響対象		費用		推定移転者数*6 2. x 5 人/建物
	1. 取得面積*1 (m ²)	2. 影響構造物 (衛星写真) (建物数)	3. 用地取得*3*4 (百万チャット)	4. 影響構造物*5 (百万チャット)	
バゴー～チャイトー道路 (a+b)	3,362,625	100	43,789	400	500
a. 新シッタン橋	65,000	0	715	0	0
b. 道路部分	3,297,625	100	43,074	400	500
国道1号線改良 (HIA アクセス 道路含む)	5,74,540	570	50,044	2,280	2,850
小計	3,937,165	670	93,832	2,680	3,350
合計	-	-	-	96,512	-

注) 推定における前提条件

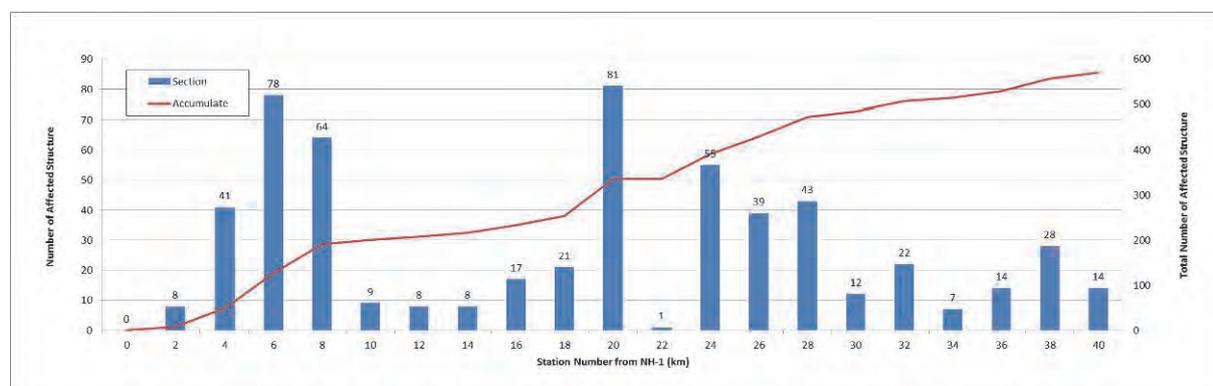
- *1: 取得面積は、道路計画幅 (m) -道路用地 (m) ×道路延長 (m)
- *2: 衛星写真から影響家屋数を推計
- *3: 実勢取引価格 (チャット / m²) ×取得面積 (m²)
- *4: 2016年3月に実施したバゴー管区でのインタビュー調査から設定: 居住区における土地 (バゴー管区) 65,000 チャット/ m²、農地 (バゴー管区) 11,000 チャット/ m²、居住区における土地 (ヤンゴン管区) 161,000 チャット/ m²、農地 (ヤンゴン管区) 32,000 チャット/ m²
- *5: 2014-15年に実施したモン州、カレン州におけるRAP調査の結果から、4百万チャット/建物を適用
- *6: 2014-15年に実施したモン州、カレン州におけるRAP調査の結果から、5名/家屋と想定
- *7: その他費用: 米等の農作物、ゴムの木、農業、日常生活に対する補償 = 6 x (土地代+建物補償費)

出典: JICA 調査団



出典: JICA 調査団

図 10.3.2 バゴーチャイトー間バイパスにおける影響建物数 (衛星写真ベース)



出典: JICA 調査団

図 10.3.3 NH-1 改善事業における影響建物数 (衛星写真ベース)

10.4 環境社会配慮上の提言

次期調査に向けた環境社会配慮面からの提言を以下に示す。

【EIA 関連】

- ✓ 事業者は「ミ」国法令ならびにプロジェクト資金提供機関の環境ガイドラインの要求事項を満たす EIA を作成し、環境承認機関である環境保護森林省より開発行為前までに承認を得なければならない。
- ✓ 事業者は、プロジェクト内容及びスケジュール等について、計画時及び EIA または IEE 作成時に住民会議を開催して公表し、プロジェクト実施に対して基本的な合意を得なければならない。
- ✓ 事業者は、沿道の無秩序な開発が行われないように適切な土地管理を行わなければならない。
- ✓ 工事請負業者は新たに採石場や土取場をもうける場合は、「ミ」国及び資金提供機関の環境関連ガイドラインを満たす、EIA や RAP を作成しなければならない。

【RAP 関連】

- ✓ 事業者は JICA や他国際機関より資金提供を受ける場合は、世界銀行オペレーションポリシー4.12(WB OP4.12)に基づき、カットオフデートを宣言しなければならない。
- ✓ 事業者は、同様に WB OP4.12 に基づく RAP を作成し、地方政府等や関連機関への周知と合意を行い、その補償方針に基づいた実際の補償を行わなければならない。

第11章 結論と提言

11.1 結論

本調査（プレF/S）における結論を以下に示す。

- 南東部からヤンゴン方向の急激な交通量増加に起因する東西回廊（ヤンゴンータトンーミャワディとタトンーダウェイ）の交通容量不足及び交通安全性の低下に対応するため、「バゴー～チャイトー新規道路」及び「国道1号線改良」を提案する。また、これらの事業により東西回廊における代替性の確保が期待される。
- 本調査で実施した交通需要予測結果によると、バゴー～チャイトー道路は4車線、国道1号線の改良は8車線の車線数が必要と考えられる。
- バゴー～チャイトー道路は住民移転数を最小化し、バゴーとチャイトー間を最短で結ぶ線形となるように設定した。
- 新シッタン橋の最適橋梁形式として、鋼・コンクリート複合桁橋を提案する。また、この形式は、ミャンマーにとって新形式であるため技術移転が期待される。
- 国道1号線の改良において、既存道の線形を基本とし道路幾何構造を満足しない箇所については線形を改良した。事業による住民移転を最小化するため、都市部においては高架構造を適用した。
- 国道1号線の高架橋の基本的な形式としてプレキャストPC桁の採用を推奨する。プレキャスト桁は工場や製作ヤードで一連の管理および均一な品質管理の下、製作が可能であり工期の短縮が期待される工法である。
- 国道1号線の高架区間の内、既存構造物、川、交差点等を上越しする必要がある区間については長支間の橋梁が必要になり、これらの区間については鋼箱桁橋で計画した。
- 衛星写真を基に作図した道路図面から影響家屋数、移転住民数を推計した。
- 経済分析の結果によると、提案事業は経済的に実現可能と判断される。

11.2 次期調査に向けた提言

- 国道1号線の改良事業では、ハンタワディ新国際空港の開港による経済的便益を考慮している。そのため、調査範囲を拡大し国家全体の道路ネットワークを加味した上でハンタワディ新国際空港アクセス道路のルートの妥当性を検証する必要がある。
- フェーズ1調査では、全国運輸マスタープラン時に構築した交通需要予測モデルをベースに、南東部地域のみを対象とした交通量調査結果からモデルを更新し交通需要予測を実施した。フェーズ2調査では、フェーズ1調査で使用した需要予測モデルにハンタワディ新国際空港で発生する旅客需要を加味した上で交通需要予測を行っており、情報の更新は限定的である。上記の点を踏まえ、後続する調査では事業の妥当性判断や道路計画を行う上で必要な交通量調査、交通需要予測を実施する事が望ましい。
- 本フェーズ2調査では、衛星写真から作図した地形図（バゴー～チャイトー道路の縮尺は1:5,000、国道1号線改良の縮尺は1:10,000）を基に概略検討を実施している。したがって、次期調査では検討や設計に求められる精度を考慮し、より詳細な地形測量を行う事が望ましい。地質調査についても同様である。
- 詳細設計に必要な洪水位、域内流量、洗掘深さを設定するため、次期調査で得られる詳細地形図、気象データ等により詳細な水理・水文調査を実施することが望ましい。
- 新シタン橋は河口付近に位置するため、ライフサイクルコスト削減策として耐候性鋼板の適用が考えられる。次期調査では、飛来塩分や試験片の暴露試験により当該地での耐候性鋼板の適用性を検証する余地がある。
- 事業実施に向け、次期調査では実施機関によるEIAとRAP作成および環境保全森林省環境保全局等から必要な許認可を取得するための支援を行う必要がある。
- 付属資料-1に示すように、2016年8月10日に実施したドラフト・ファイナルレポート（フェーズ2調査）説明後に、建設省から調査団宛に代替ルートのF/Sの実施を要請された。これに対し調査団は建設省の提案する代替ルートにかかる初期的検討を実施した。付属資料-3に示すように、検討結果は新規バゴー～チャイトー道路（JICAプレF/S道路）の妥当性を改めて強調するものであったが、一方で建設省が提案する代替ルート（既存Thalyin – Thonegwa – Khayan – Kamarsai –Bago道路の改良）は、ティラワSEZを中心とした円滑な物流網において欠かせない道路であることも示唆するものであった。したがって、後続する調査においてはこれまで個別に検討されてきた道路開発計画・周辺計画を包括的に整理し、改めて両道路の整備目的と機能を検証する必要がある。