

ミャンマー連邦共和国  
建設省公共事業局

ミャンマー国  
新タケタ橋建設計画

準備調査報告書

平成 26 年 11 月  
(2014 年)

独立行政法人  
国際協力機構 (JICA)

株式会社アルメック V P I  
株式会社オリエンタルコンサルタンツ  
日本工営株式会社  
共同企業体

基盤
CR(1)
14-216

ミャンマー連邦共和国  
建設省公共事業局

ミャンマー国  
新タケタ橋建設計画

準備調査報告書

平成 26 年 11 月  
(2014 年)

独立行政法人  
国際協力機構 (JICA)

株式会社アルメック V P I  
株式会社オリエンタルコンサルタンツ  
日本工営株式会社  
共同企業体

## 序 文

独立行政法人国際協力機構は、ミャンマー国のヤンゴン都市圏開発プログラム形成準備調査(都市交通)において新タケタ橋建設計画にかかる協力準備調査を実施することを決定し、同調査を株式会社アルメック VPI、株式会社オリエンタルコンサルタンツ並びに日本工営株式会社に委託しました。

調査団は、平成 25 年 2 月から平成 26 年 4 月までミャンマーの政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地踏査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終わりに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成 26 年 11 月

独立行政法人国際協力機構  
社会基盤・平和構築部  
部 長 中 村 明

## 要 約

### 1. 国の概要

ミャンマー国（以下、「ミ」国）は、人口 6,367 万人（2012 年 IMF 推定値）、インドシナ半島の北西部に位置し、南北に約 2,100km、東西に約 900km と南北に長い国土が特徴である。国土面積は約 68 万 km<sup>2</sup> と東南アジアの大陸では最も大きく、日本の約 1.8 倍に当たる。バングラデシュ、インド、中国、ラオス、タイの 5 カ国と国境を接している。現在、2,500 万ヘクタールの森林と 33 の自然保護区域があり、世界的な環境遺産を持つ国となることを目指している。中央ベルト地帯は長い歴史の間に碎屑物が堆積し、農業に適した肥沃な土地を産み出している。

全国的な民主化デモを鎮圧した国軍が 1988 年に政権を掌握し、社会主義政策から経済開放政策に転じたものの、民主化運動の弾圧などに対して国際社会から大きな非難を浴びることになった。米国や EU は経済制裁措置等を実施し、「ミ」国内産業の発展に大きなダメージとなった。その後、2010 年に新憲法に基づく総選挙が実施され、2011 年に民政移管を果たし、軍事政権を担っていた国家平和開発評議会が解散、新政府主導による民主化、国民和解等の前向きな取組が実施されている。

「ミ」国の経済状況は、GDP 成長率が 5.0%、名目 GDP が 540 億 USD、一人当たり名目 GDP が 834USD（すべて 2012 年 IMF 推定値）である。2006 年から 2010 年にかけて農業（第一次産業）部門が占めるシェアは 45.3%から 37.8%へ減少した一方で、工業（第二次産業）部門のシェアは 18.6%から 24.3%に増加した。同期間におけるサービス（第三次産業）部門のシェアは大きな変化が見られない。輸出額は 99.48 億 USD で、天然ガスが一番多く、ほぼ全量がタイへ輸出されている。次いで豆類、チーク材・堅材といった木材で、共にインド向けが多くシェアを占める。縫製品以外は全て一次産品が輸出品目の上位を占めている。輸入額は 65.03 億 USD で、主にディーゼル油と一般機械・輸送機械である。輸出入国については「ミ」国の貿易はアセアン諸国、東アジア、南アジアなど近隣諸国を中心に行われており、近隣諸国への依存度が高まっている。

### 2. プロジェクトの背景、経緯及び概要

「ミ」国では民主化および外国資本参入開放後に経済が急速に活性化し、輸入される新型車の優遇税制などに伴って自動車輸入台数が大幅に増加した。特にヤンゴン市では、2011-2012 年度に登録されている車両台数約 27 万台が、翌年度は約 37 万台まで大幅に増加している。その結果、既存道路の渋滞が激しくなり、朝夕の時間や降雨時などヤンゴン市内では交通麻痺が常態化している。ヤンゴン市は、多くの河川によって道路網が分断されるという都市交通上の特徴を持ち、市内中央部と周辺地域との移動は、河川に架かる 15 の橋梁によって担われている。15 橋梁のうち、利便性の高い橋の一つが、パズンダウン川を渡ってヤンゴン市中心部とタケタ地区以東を結ぶルート上に位置するタケタ橋（橋長 284m、幅員 8.5m（2 車線））である。ヤンゴン市の物流・生産拠点として開発が進められているティラワ工業団地やティラワ港等と市中心部を結ぶ路線上に位置し、ベッドタウンである南ダゴン地区、タケタ地区、タンリン地区から都心部へのリンクとしても重要な橋になっている。

タケタ橋の 2013 年の交通量は約 29,000 台/日であり、一般的な 2 車線道路の交通容量を超過している。供用開始後 47 年が経過し、老朽化が進んでおり、特に橋梁中央径間部はバス等の大型車両の通行に伴う大きな上下振動が生じ、10 トンの重量制限が設けられている。また、度々の修復のために通行

止めとせざるを得ない状況にあり、既設橋の架け替えによるヤンゴン市交通網のボトルネックの改善が緊急の課題である。

「ミ」国建設省公共事業局（Public Works (PW), Ministry of Construction）による「ミャンマーインフラ開発」（Infrastructure Development in Myanmar、2012年2月）では、全国および主要都市・交通要所における道路ネットワークの強化と拡張を主要な課題としており、「ミ」国政府はタケタ橋の架け替え事業を国家重要事業と位置付けている。また、都市交通マスタープランの策定を支援している「ヤンゴン都市圏開発プログラム形成準備調査（都市交通）」では、交通渋滞の慢性化による経済損失や市民生活への障害を防ぐため、①短期的には既存道路の改修、老朽化した橋梁の架け替えや円形交差点の改修、信号システムの改善による道路容量の拡張等が提言され、②中長期的には環状道路の整備等による道路網の増強や公共交通機関の整備等の必要性が提案されている。タケタ橋の架け替えは、同マスタープランにおいて短期的優先事業の一つとして提言されている。

このため、「ミ」国は2013年10月に我が国へ「新タケタ橋建設計画」の無償資金協力要請を行った。その要請内容は、既設タケタ橋の現況交通量の増大や老朽化に伴う耐荷力不足を勘案し、既設橋近傍に新タケタ橋を建設するものである。

### 3. 調査結果の概要とプロジェクトの内容

本準備調査は要請内容に基づき、ヤンゴン市内に位置する既設タケタ橋を架け替えることにより、タケタ橋における交通容量の増加及び混雑の改善を図り、もって東部・南東部を結ぶ幹線道路ネットワークにおける物流と旅客輸送の効率化に寄与することを目的とする。また、無償資金協力の援助骨子を考慮して要求事項を最低限満たす計画内容とするため、橋梁区間から既存道路への接続点間の距離は極力短縮して事業規模を抑えた計画を作成する。

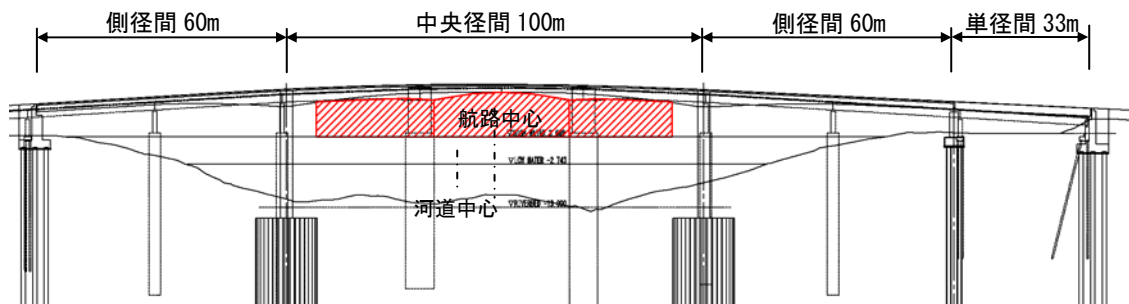
- 老朽化したタケタ橋の架け替えによりボトルネックを解消するため、新橋建設及び道路拡幅等の方策によって、これを実施する。
- ヤモナール道路にて4車線が確保されていない調査対象区間（約1,409m）の4車線化計画を検討した上で、我が国の無償資金協力として適切な対象範囲を設定する。
- 新タケタ橋の橋梁計画を検討した上で、我が国の無償資金協力として適切な構造形式を選定し、概略設計を実施する。

「ミ」国では土木設計に係る技術基準が整備されていないため、我が国の道路構造令を参考の上で、現況、地形、交通状況等を考慮する。車線、路肩および歩道幅員等の主要項目については現況相当を基本とし、歩行者通行が多いため歩道は両側に設置する。

新橋の架橋位置は、現況の土地利用状況に対する影響が比較的少ない既設橋に隣接する上流側とするのが適切と判断する。また、新橋からヤモナール道路へのすり付け区間延長を短縮するため、新橋は既設橋に極力近接させることが必要である。なお、移転住民は200人以下と見込まれ環境カテゴリはBに該当し、事業範囲は概ね公共用地に留まるため周辺用地への著しい影響は生じない。

A1 橋台は施工時の床堀掘削範囲が高水位時の河川の影響を受けない範囲、A2 橋台は既設橋並びに新橋の橋台前面を横断している既存生活道路に影響を及ぼさない範囲で、共にできる限り河川側に寄せた位置として測点 STA.0+485.00 並びに STA.0+738.00 に配置し、橋長は 253.00m とする。

現地調査並びに衛星写真では、バゴー川合流点からナガモイエイク橋までの水域を航行・停泊する300隻以上の多数の船舶が確認された。同水域は海象条件が良く比較的静穏で、十分な面積と水深が確保されていると考えられ、パズンダウン川全域が船舶の航行・停泊地として機能している状況である。また、既設橋の橋脚基部に設けられた木製防舷材が、船舶の衝突によって一部脱落している。したがって、新橋では航路幅員に加えて、船舶の安全な航行のための操船上の側方余裕並びに橋脚占有幅を考慮して中央径間長100mとし、航路高は現状で大きな支障が生じていないため現況同等とする。下図に示すとおり、現在船舶が航路として利用している既設橋の中央3径間分の開口部(網掛部)は、新橋の支間割計画に基づく桁下空間に収まる計画となる。



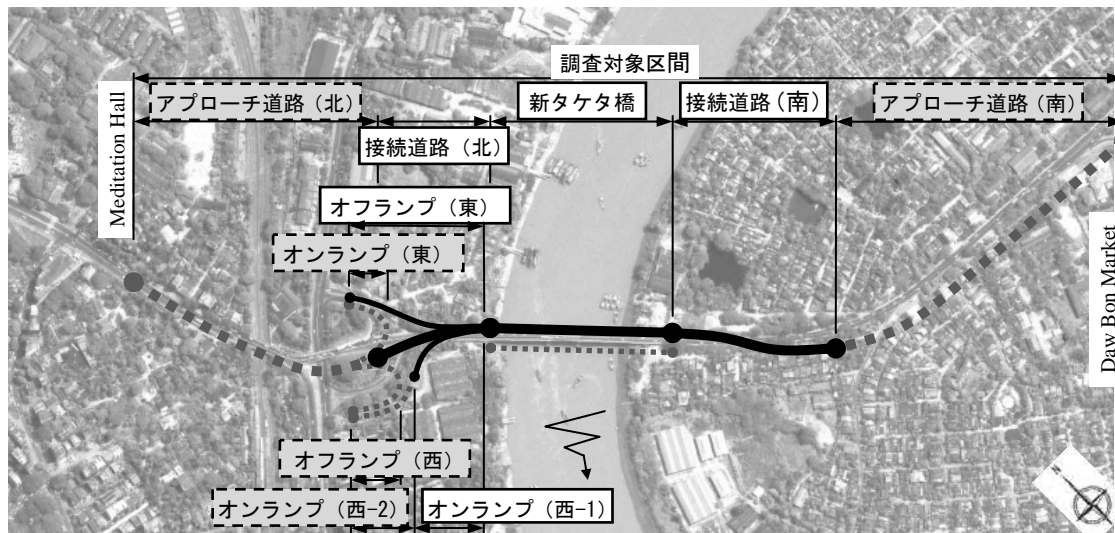
出典：調査団

#### 支間割計画と現況航路限界の関係

新橋中央径間はパズンダウン川の最深河床部にあたり、船舶航行も頻繁な状況である。当該位置の基礎工は、水深（最大16m）、干満差、潮流並びに頻繁に航行する船舶の安全を確保すること等を考慮して鋼管矢板井筒基礎を採用する。同基礎は、鋼管矢板を井筒状につないで閉合した基礎であり、鋼管矢板が基礎杭と仮締切り用壁体を兼ねるため、合理的な設計・施工が可能となる。なお、陸上の両橋台並びに水深が比較的浅いP3橋脚については、「ミ」国で一般的に採用されている場所打ち杭を選定する。

中央径間長100mの本橋に適用できる橋梁形式として、構造的、施工性、維持管理、景観並びに経済性について比較検討した結果、桁高制限に支障なく、経済性や維持管理に優れるPCエクストラードロード橋を最適橋梁形式として採用する。特に施工性については、架設期間が長くなるものの、縦断勾配の影響を受けることなく張出し工法で架設可能な形式である。また、PCエクストラードロード橋の主塔は周辺環境のランドマークとして期待できる。

我が国の無償資金協力事業による施工範囲を下図及び下表に示す。本線測点 No.0+320.0～No.0+940.0（延長 620.0m）にあたる新タケタ橋、接続道路（北）並びに接続道路（南）である。また、接続道路（北）から分岐するオフランプ（東）とオンランプ（西-1）を含むものとする。



出典：調査団

協力対象範囲

施設概要

種別	項目	内容・規模
橋梁建設	橋長	253m
	道路幅員	20.5m(2m+0.5m+2*3.5m+1.5m+2*3.5m+0.5m+2m)
	橋梁形式	PC3 径間連続エクストラドーズド橋 220m PC 単純箱桁橋 33m
	基礎形式	河川内：鋼管矢板井筒工法（鋼管 φ1000） 陸上部：場所打ち杭（φ1000）
道路建設	延長	接続道路（北） 165m
		オフランプ（東） 104m
		オンランプ（西-1） 88m
		接続道路（南） 202m

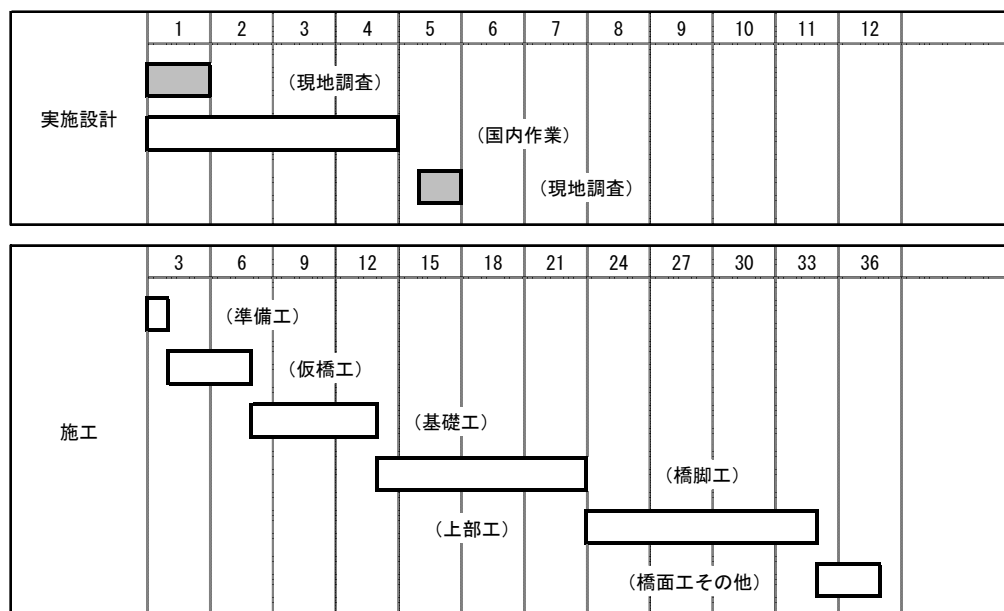
出典：調査団

また、道路平面図、道路縦断図、道路横断図、橋梁一般図、主要構造図等は本文に示すとおりである。

4. プロジェクトの工期及び概略事業費

現時点の実施スケジュールは、本協力対象事業を我が国の無償資金協力の枠組みで実施する事を想定する。E/N 並びに G/A 締結後、コンサルタントは直ちに「ミ」国の MOC との間でコンサルタント業務に係わる契約を締結し、実施設計業務を開始する。コンサルタントは先ず詳細設計のための現地調査を2週間程度実施し、その後国内で詳細設計、入札書類の作成を実施する。詳細設計は現地調査を含めて4ヶ月、入札図書の内容説明と確認に2ヶ月を要する。実施設計業務の完了を受けて、建設業者

の資格審査、入札、業者選定、工事契約等の入札に係わる一連の入札業務を3ヶ月で実施する。入札を経て工事請負業者は「ミ」国のMOCと工事契約をとり交わし、その後工事請負業者はコンサルタントより発給される工事の着工命令書を受け工事着手が可能となる。工事着手から完成までの工事工期は35ヶ月を見込む。実施工程は下図に示すとおりである。



出典:調査団

### 実施工程

本事業を我が国の無償資金協力により実施する場合に必要な概略事業費は、総額約41.95億円(日本側41.75億円、「ミ」国側負担0.2億円)となる。ただし、この額は交換公文上の供与限度額を示すものではない。

## 5. プロジェクトの評価

### (1) 妥当性

PWによる「ミャンマーインフラ開発」において、交通要所における道路ネットワークの強化と拡張が主要な課題であり、「ミ」国政府はタケタ橋の架け替え事業を国家重要事業と位置付けている。また、新タケタ橋はヤンゴン市中心部とティラワ地区を結ぶ幹線道路ネットワーク上に位置しているため、将来において市中心部と同地区の接続路線としても効果を発揮する。また、「ミ」国政府は既に本事業に係る架橋位置の用地取得を一部進めており、本事業に伴う負担事項の実施を約束している。今後、E/N及びG/A締結、詳細設計を踏まえて新タケタ橋建設に係わる入札手続きが必要になるが、本調査によって協力対象事業の概略設計、見積り調査で得られた調達事情、最新建設単価並びに施工計画を含む事業実施工程に基づく事業費積算が明らかになったと判断できる。したがって、我が国と「ミ」国の友好促進・強化のためにも、無償資金協力による本事業の推進は極めて妥当である。

### (2) 有効性

期待される定量的効果として、「YUTRA」による需要予測モデルに基づいて、①交通量推計値、②4車線整備区間を通過する車両の平均走行速度、③新橋区間における混雑度、並びに④重量制限について、2013年の基準値に対して2021年(事業完成3年後)の目標値を設定する。



### 期待される定量的効果

指標名	基準値 (2013 年)	目標値 (2021 年)
①交通量	1,000	1,597
	28,635 台/日	45,723 台/日
②平均走行速度	21.7km/h	27.2km/h
③混雑度	1.04	0.76
④重量制限	10t	制限なし (25t)

出典: 調査団

定性的には以下に示す効果が期待される。

#### ① 物流の効率化と地域住民の生活改善

既存タケタ橋が位置するヤモナル道路は、ヤンゴン市中心部とタケタ地区や工業団地開発が予定されるティラワ地区を結ぶ幹線道路であるが、既存橋を含む2車線区間において慢性的な渋滞が生じている。同区間を4車線化することにより、交通容量の増加・通行速度の向上に伴って物流・旅客輸送の時間短縮が図られ、輸送コスト削減のみならず、地域住民の生活改善が期待できる。

#### ② 安全・安心な道路整備の実現

既存道路は幅員が狭く曲線半径の小さい区間が一部にあり、適切な設計基準に基づいていない。本事業によって日本の道路構造令に基づく幾何構造・幅員構成を有する道路として整備されることにより、安全性が確保され、利用者が安心して利用できる。

#### ③ エクストラードーズド橋及び鋼管矢板井筒工法の技術導入

本事業において、適用支間100m級のエクストラードーズド橋や大水深でも採用可能な鋼管矢板井筒工法が導入されるため、設計・施工に係る技術移転が進み、実施機関や業者の技術力向上が期待され、橋梁形式や基礎形式検討において選択の幅が広がる。今後、これらの技術を適用した事業実績の豊富な本邦企業の参入機会の増加が期待できる。

#### ④ 橋梁維持管理の技術導入

現在は道路及び橋梁の維持管理への関心が高いとはいえないが、橋梁維持管理セミナー等を通じて「ミ」国の技術力向上が期待される。適切な橋梁維持管理を行うことによってライフサイクルコストの抑制につながる事が理解され、ひいては本事業成果の長寿命化が期待できる。

# 準備調査報告書

## 目次

序文	
要約	
目次	
図表リスト	
位置図	
完成予想図	
写真	
略語集	
第1章 プロジェクトの背景・経緯	1
1.1 当該セクターの現状と課題	1
1.1.1 現状と課題	1
1.1.2 開発計画	1
1.1.3 社会経済状況	2
1.2 無償資金協力の背景・経緯及び概要	3
1.3 我が国の援助動向	3
1.4 他ドナーの援助動向	3
第2章 プロジェクトを取り巻く状況	4
2.1 プロジェクトの実施体制	4
2.1.1 組織・人員	4
2.1.2 財政・予算	5
2.1.3 技術水準	5
2.1.4 既存施設	6
2.2 プロジェクトサイト及び周辺の状況	6
2.2.1 関連インフラの整備状況	6
2.2.2 自然条件	7
2.2.3 環境社会配慮	30
2.2.3.1 環境影響評価	30
2.2.3.2 用地取得、住民移転	44
2.2.3.3 その他	51
第3章 プロジェクトの内容	52
3.1 プロジェクトの概要	52
3.2 協力対象事業の概略設計	54

3.2.1	設計方針	54
3.2.2	計画策定の手順	54
3.3	基本計画（施設計画）	55
3.3.1	設計条件	55
3.3.2	架橋位置	56
3.3.3	道路計画	58
3.3.4	橋梁計画	63
3.3.5	基礎形式の選定	70
3.3.6	橋梁形式の選定	71
3.4	概略設計図	72
3.5	施工計画	80
3.5.1	施工方針	80
3.5.2	施工上の留意事項	80
3.5.3	施工区分	81
3.5.4	施工監理計画	82
3.5.5	品質管理計画	82
3.5.6	資機材等調達計画	83
3.5.7	ソフトコンポーネント計画	84
3.5.8	実施工程	84
3.6	相手国側分担事業の概要	85
3.6.1	我が国無償資金協力事業における一般的事項	85
3.6.2	本計画固有の事項	86
3.6.3	参考図	87
3.7	プロジェクトの運営・維持管理計画	87
3.8	プロジェクトの概略事業費	96
3.8.1	協力対象事業の概略事業費	96
3.8.2	運営・維持管理費	97
第4章	プロジェクトの評価	98
4.1	事業実施のための前提条件	98
4.2	プロジェクト全体計画達成のための必要な相手国投入事項	98
4.3	外部条件	99
4.4	プロジェクトの評価	99
4.4.1	妥当性	99
4.4.2	有効性	99

## 図リスト

図 2.1.1	MOC 並びに PW の組織図 .....	4
図 2.2.1	ヤンゴン市地形図 .....	8
図 2.2.2	地層図 .....	9
図 2.2.3	地質調査位置 .....	10
図 2.2.4	調査実施箇所及び想定地層図 .....	11
図 2.2.5	気象観測所と水文観測所の位置図 .....	15
図 2.2.6	Kaba-aye での月間平均の最大および最低温度 (1991-2008) .....	15
図 2.2.7	Kaba-aye での月間平均および最低相対湿度 (1991-2008) .....	16
図 2.2.8	Kaba-aye での最大および月間平均風速 (1999-2008) .....	16
図 2.2.9	Kaba-aye での月間平均蒸発散量 (1981-2000) .....	16
図 2.2.10	Kaba-aye での月間平均日照時間 (1977-2000) .....	17
図 2.2.11	ヤンゴン都市圏とその周辺での月間平均降雨量 .....	17
図 2.2.12	Kaba-aye での年間降雨量と5年間の移動平均降雨量 (1968-2008) .....	18
図 2.2.13	Kaba-aye 観測所での降雨強度曲線 .....	20
図 2.2.14	バゴー観測所での降雨強度曲線 .....	20
図 2.2.15	Tharrawady 観測所での降雨強度曲線 .....	20
図 2.2.16	エーヤワディー(イラワジ)デルタとヤンゴン川 .....	22
図 2.2.17	ヤンゴン港の潮位 .....	24
図 2.2.17	エレファントポイントとヤンゴン港での天文潮 (2005) .....	24
図 2.2.19	水理計算によるヤンゴン港での天文潮と計算潮の同期 (粗度係数のケース:0.015、ケース 1) .....	29
図 2.2.20	新タケタ橋での潮汐の影響による水位と流出量変動 .....	30
図 2.2.21	プロジェクト認可のプロセスにおける環境認可の手続きの現状 .....	36
図 2.2.22	用地取得法(1894)による用地取得のフロー .....	45
図 3.1.1	パズンダラ川に架かる橋梁位置図 .....	52
図 3.1.2	既設タケタ橋側面図(赤着色:鋼桁) .....	53
図 3.1.3	既設タケタ橋の現況写真 .....	53
図 3.2.1	調査対象区間 .....	55
図 3.3.1	既設橋右岸側の土地利用状況 .....	57
図 3.3.2	既設橋左岸側の土地利用状況 .....	57
図 3.3.3	盛土法面の影響範囲 .....	60
図 3.3.4	推定地質縦断図 .....	61
図 3.3.5	A1 橋台位置 .....	63
図 3.3.6	A2 橋台位置 .....	64
図 3.3.7	既設橋架橋位置とMPA 管轄区域 .....	65
図 3.3.8	パズンダン川に架かる既設橋 .....	66
図 3.3.9	パズンダン川下流域を航行・停泊する船舶(2012年3月25日撮影) .....	67
図 3.3.10	既設タケタ橋に設けられた防舷材の脱落 .....	67

図 3.3.11	支間割計画と桁下高～現況航路限界(赤着色部)の関係.....	68
図 3.3.12	接続道路と既存道路のすり付け位置と既存ランプ .....	69
図 3.3.13	道路縦断計画と桁高制限値 .....	70
図 3.4.1	道路平面図 .....	74
図 3.4.2	道路縦断図 .....	75
図 3.4.3	道路横断図(接続道路北側) .....	76
図 3.4.4	道路横断図(接続道路南側) .....	77
図 3.4.5	橋梁一般図 .....	78
図 3.4.6	橋梁主要構造図 .....	79
図 3.5.1	タケタ橋の工事の流れ.....	80
図 3.5.2	施工区分 .....	81
図 3.5.3	実施工程 .....	85
図 3.6.1	アプローチ道路整備の実施手順(参考) .....	86
図 3.7.1	参考図(1/8):アプローチ道路(北側)平面図.....	88
図 3.7.2	参考図(2/8):アプローチ道路(北側)横断図(1/2) .....	89
図 3.7.3	参考図(3/8):アプローチ道路(北側)横断図(2/2) .....	90
図 3.7.4	参考図(4/8):アプローチ道路(南側)平面図.....	91
図 3.7.5	参考図(5/8):アプローチ道路(南側)横断図(1/3) .....	92
図 3.7.6	参考図(6/8):アプローチ道路(南側)横断図(2/3) .....	93
図 3.7.7	参考図(7/8):アプローチ道路(南側)横断図(3/3) .....	94
図 3.7.8	参考図(8/8):跨線橋・跨道橋一般図 .....	95

## 表リスト

表 1.3.1	我が国による交通セクターの案件概要.....	3
表 1.4.1	他ドナー国・機関による交通セクターの案件概要.....	3
表 2.1.1	PW の交通セクターに係る予算 .....	5
表 2.1.2	YCDC の予算 .....	5
表 2.2.1	測量調査項目 .....	8
表 2.2.2	地質調査項目 .....	10
表 2.2.3	ヤンゴン周辺の観測所(気象・水文) .....	15
表 2.2.4	Kaba-aye 観測所での短時間降雨時間と 24 時間雨量の強度の相関 (物部式, 1968-2012).....	18
表 2.2.5	バゴー観測所での短時間降雨時間と 24 時間雨量の強度の相関 (物部式, 1965-2012) .	19
表 2.2.6	Tharrawady 観測所での短時間降雨時間と 24 時間雨量の強度の相関 (物部式, 1965-2012).....	19
表 2.2.7	河川/ 潮汐水位観測所の一覧 .....	21
表 2.2.8	エレファントポイントでの高潮の振幅(潮位偏差)と確率確率 .....	24
表 2.2.9	エレファントポイントで 1978 から 79 年に実際に観測した主要分潮の振幅 (過去の調和分解の演算結果).....	25
表 2.2.10	年間最大流出量の収集データリスト.....	25
表 2.2.11	Zaungtu、バゴーおよび Khamonseik 観測所での確率洪水計算 .....	26
表 2.2.12	設計に用いる河川流から算出した確率洪水流量.....	27
表 2.2.13	水理解析のケース .....	29
表 2.2.14	事業コンポーネントと想定される環境社会影響 .....	31
表 2.2.15	「ミ」国の環境関連の法令 .....	34
表 2.2.16	環境影響の予測・評価 .....	38
表 2.2.17	環境管理計画.....	43
表 2.2.18	ステークホルダー協議の参加者 .....	43
表 2.2.19	JICA ガイドラインと「ミ」国法制度との比較、差異とその解消方法.....	46
表 2.2.20	構造物移転・住民移転の規模・範囲 .....	49
表 3.3.1	現況緒元.....	55
表 3.3.2	設計条件.....	56
表 3.3.3	平面線形計画上のコントロールポイント.....	58
表 3.3.4	平面線形要素.....	58
表 3.3.5	縦断線形計画上のコントロールポイント.....	59
表 3.3.6	縦断線形要素.....	59
表 3.3.7	土留工法の比較一覧表 .....	60
表 3.3.8	軟弱地盤対策工法の比較一覧表 .....	62
表 3.3.9	用地影響範囲(想定) .....	63
表 3.3.10	基礎形式の比較一覧表 .....	71
表 3.4.1	施設概要.....	72

表 3.4.2	最適橋梁形式の比較一覧表 .....	73
表 3.5.1	品質管理項目一覧表(案) .....	82
表 3.5.2	主要工事用資材調達区分 .....	83
表 3.5.3	主要工事用機械調達区分 .....	84
表 3.6.1	土木案件における主要な相手国負担事項 .....	85
表 3.8.1	概略事業費※ .....	96
表 3.8.2	「ミ」国側負担経費.....	96
表 3.8.3	「ミ」国側負担経費(参考値) .....	96
表 3.8.4	主要な維持管理に要する費用*1 .....	97
表 4.4.1	期待される定量的効果 .....	100





新夕ケタ橋建設計画 準備調査  
位置図





新タケタ橋 (PC エクストラロード橋)

完成予想図

写真集(1/2)



既設タケタ橋全景（左岸上流側より）



既設タケタ橋（船上下流側より）



揺れ・振動が問題となっている開跳橋部。車道部は溝形鋼を床材として使用している。



コントロールタワーに設置された橋銘版（左がミャンマー国章、右がカナダ国章）



既設タケタ橋アプローチ部の下面。PC 桁は伸縮装置・支承を除き健全



既設タケタ橋の渋滞状況（午前 10 時頃）



写真集(2/2)



左岸側（ダウボン・タウンシップ）の渋滞状況。午前中及び降雨時は慢性的な渋滞が発生している。



右岸側（ミンガラー・タウン・ニユン・タウンシップ）の橋詰インターチェンジ付近。市内へ向かう方向が渋滞している。



新タケタ橋右岸側架橋予定地点（既設タケタ橋橋上より）



新タケタ橋左岸側架橋地点（既設タケタ橋橋上より）



既設タケタ橋道岸側接続道路、インターチェンジ



既設タケタ橋左岸側接続道路

略語表

ADB	Asia Development Bank	アジア開発銀行
AH	Asian Highways	アジアハイウェイ
EIA	Environmental impact assessment	環境影響評価
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
IMF	International Monetary Fund	国際通貨基金
IWT	Inland Water Transport	内陸水運公社（ミャンマー国）
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構（日本国）
MOC	Ministry of Construction	建設省（ミャンマー国）
MORT	Ministry of Rail Transportation	鉄道運輸省（ミャンマー国）
MOT	Ministry of Transport	運輸省（ミャンマー国）
MP	Master Plan	マスタープラン
MPA	Myanmar Port Authority	港湾公社（ミャンマー国）
MR	Myanma Railways	ミャンマー国鉄
PCU	Passenger Car Unit	乗用車換算台数
SEZ	Special Economic Zone	経済特区
SUDP	Project for Strategic Urban Development Plan of the Greater Yangon, JICA (2013) ヤンゴン都市圏開発プログラム形成準備調査、JICA（2013）	
UG	Union Government	ミャンマー国政府
YCDC	Yangon City Development Committee	ヤンゴン市開発委員会
YRG	Yangon Region Government	ヤンゴン地域政府

## 第1章 プロジェクトの背景・経緯

### 1.1 当該セクターの現状と課題

#### 1.1.1 現状と課題

ミャンマー連邦共和国（以下、「ミ」国）では民主化および外国資本参入開放後に経済が急速に活性化し、また輸入される新型車の優遇税制などに伴って自動車輸入台数が大幅に増加した。特にヤンゴン市では、2011-2012年度に登録されている車両台数約27万台が、翌2012-13年度は約37万台まで大幅に増加している。その結果、既存道路の渋滞が激しくなり、朝夕の時間や降雨時などヤンゴン市内では交通麻痺が常態化している。ヤンゴン市は、多くの河川によって道路網が分断されるという都市交通上の特徴を持ち、市内中央部と周辺地域との移動は、河川に架かる15の橋梁によって担われている。15橋梁のうち、利便性の高い橋の一つが、パズンダウン川を渡ってヤンゴン市中心部とタケタ地区以東を結ぶルート上に位置するタケタ橋（橋長284m、幅員8.5m（2車線））である。ヤンゴン市の物流・生産拠点として開発が進められているティラワ工業団地やティラワ港等と市中心部を結ぶ路線上に位置し、ベッドタウンである南ダゴン地区、タケタ地区、タンリン地区から都心部へのリンクとしても重要な橋になっている。

既設タケタ橋（以下、「既設橋」）の2013年の交通量は約29,000台/日であり、一般的な2車線道路の交通容量を超過している。供用開始後47年が経過し、老朽化が進んでおり、特に橋梁中央径間部はバス等の大型車両の通行に伴う大きな上下振動が生じ、10トンの重量制限が設けられている。また、度々の修復のために通行止めとせざるを得ない状況にあり、既設橋の架け替えによるヤンゴン市交通網のボトルネックの改善が緊急の課題である。

#### 1.1.2 開発計画

「ミ」国政府は、①農業を基盤とした工業化、②公平・均等な成長、③統計の改善、④成長エンジンとしての貿易・投資の促進、を主要政策として掲げており、本事業は都市の基幹インフラを改善するものであり、上記政策のうちの④成長エンジンとしての貿易・投資促進に該当する。

「ミ」国建設省公共事業局（Public Works (PW), Ministry of Construction）による「ミャンマーインフラ開発」（Infrastructure Development in Myanmar, 2012年2月）では、全国および主要都市・交通要所における道路ネットワークの強化と拡張を主要な課題としており、「ミ」国政府はタケタ橋の架け替え事業を国家重要事業と位置付けている。

また、都市交通マスタープランの策定を支援している「ヤンゴン都市圏開発プログラム形成準備調査（都市交通）」（以下、「YUTRA」）では、交通渋滞の慢性化による経済損失や市民生活への障害を防ぐため、①短期的には既存道路の改修、老朽化した橋梁の架け替えや円形交差点の改修、信号システムの改善による道路容量の拡張等が提言され、②中長期的には環状道路の整備等による道路網の増強や公共交通機関の整備等の必要性が提案されている。既設橋の架け替えは、同マスタープランにおいて短期的優先事業の一つとして提言されている。

さらに、大規模な工業団地開発が予定されているティラワ地区は、ヤンゴン市中心から南東約 23km に計画されており、新タケタ橋は市中心と同地区を結ぶ幹線道路ネットワーク上に位置しているため、将来において市中心とティラワ地区の接続路線としても効果を発揮する。

### 1.1.3 社会経済状況

#### (1) 国土

「ミ」国はインドシナ半島の北西部に位置し、南北に約 2,100km、東西に約 900km と南北に長い国土が特徴である。国土面積は約 68 万 km<sup>2</sup> と東南アジアの大陸では最も大きく、日本の約 1.8 倍に当たる。バングラデシュ、インド、中国、ラオス、タイの 5 カ国と国境を接している。人口は 6,367 万人（2012 年 IMF 推定値）である。

気候は南西モンスーンと北東モンスーンの影響を受け、6 月～10 月にかけて雨期、北東モンスーンにより 11 月～3 月にかけて冬、4 月～5 月にかけて夏となる。

「ミ」国には現在、2,500 万ヘクタールの森林と 33 の自然保護区域があり、世界的な環境遺産を持つ国となることを目指している。中央ベルト地帯は長い歴史の間に碎屑物が堆積し、農業に適した肥沃な土地を産み出している。

#### (2) 社会

全国的な民主化デモを鎮圧した国軍が 1988 年に政権を掌握し、社会主義政策から経済開放政策に転じたものの、民主化運動の弾圧などに対して国際社会から大きな非難を浴びることになった。米国や EU は「ミ」国に対して経済制裁措置等を実施し、「ミ」国内産業の発展に大きなダメージとなった。

その後、2010 年に新憲法に基づく総選挙が実施され、2011 年に民政移管を果たし、軍事政権を担っていた国家平和開発評議会が解散、新政府主導による民主化、国民和解等の前向きな取組が実施されている。また、2012 年 4 月の議会補欠選挙では、アウン・サン・スー・チー氏が率いる国民民主連盟が躍進し、スー・チー氏自身も国会議員として活躍している。

#### (3) 経済

「ミ」国の経済状況は、GDP 成長率が 5.0%、名目 GDP が 540 億 USD、一人当たり名目 GDP が 834USD（すべて 2012 年 IMF 推定値）である。

2006 年から 2010 年にかけて農業（第一次産業）部門が占めるシェアは 45.3%から 37.8%へ減少した一方で、工業（第二次産業）部門のシェアは 18.6%から 24.3%に増加した。同期間におけるサービス（第三次産業）部門のシェアは 36.1%から 37.9%で大きな変化は見られない。輸出額は 99.48 億 USD で、天然ガスが一番多く（構成比 28.4%、2010 年度）、ほぼ全量がタイへ輸出されている。次いで豆類が 9.1%、チーク材・堅材といって木材が 7.0%で、共にインド向けが多くシェアを占める。縫製品（4.3%）以外は全て一次産品が輸出品目の上位を占めている。輸入額は 65.03 億 USD で、精油（主にディーゼル油）が 21.7%、一般機械・輸送機械が 18.8%であった。輸出入国については「ミ」国の貿易はアセアン諸国、東アジア、南アジアなど近隣諸国を中心に行われており、近隣諸国への依存度が高まっている。

また、「ミ」国は仏教遺跡や手付かずの自然などの豊かな観光資源に恵まれており、観光業は大きく発展する可能性が高く、「ミ」国観光省によると 2011 年の外国人観光客数（商用客を含む）は約 82 万人であり、2012 年には 100 万人を超えると予測されている。

## 1.2 無償資金協力の背景・経緯及び概要

「YUTRA」では、交通渋滞の慢性化による経済損失や市民生活への障害を防ぐため、既存道路の改修、老朽化した橋梁の架け替えや円形交差点の改修、信号システムの改善による道路容量の拡張等を提言している。ヤンゴン市内のパズンダウン川に架かるタケタ橋の架け替え計画は、同マスタープランにおいて短期的優先事業の一つとして提言された。

上記調査を受けて「ミ」国は 2013 年 10 月に我が国へ「新タケタ橋建設計画」の無償資金協力要請を行った。その要請内容は、既設橋の現況交通量の増大や老朽化に伴う耐荷力不足を勘案し、既設橋近傍に新タケタ橋を建設するものであった。

## 1.3 我が国の援助動向

我が国から「ミ」国において実施された交通セクターの案件概要を表 1.3.1 に示す。

表 1.3.1 我が国による交通セクターの案件概要

協力内容	実施年度	案件名／その他	概要
技術協力プロジェクト	1979 年～ 1985 年	ビルマ橋梁技術訓練センター (BETC) プロジェクト	橋梁技術者の養成・技術レベル向上を目指した実地訓練
	2012 年～ 2015 年	災害多発地域における道路技術改善プロジェクト	エーヤーワディ・デルタ地域の道路整備能力強化支援
開発計画調査型 技術協力プロジェクト	2012 年 08 月～ 2013 年 12 月	ヤンゴン都市圏開発プログラム形成準備調査	ヤンゴン市圏の都市開発マスタープラン調査
	2012 年 12 月～ 2014 年 11 月	ヤンゴン都市圏開発プログラム形成準備調査（都市交通）	ヤンゴン市圏の都市交通マスタープラン調査

出典：調査団

## 1.4 他ドナーの援助動向

タケタ橋近傍において他ドナー国・機関により実施された交通セクターの援助プロジェクトを表 1.3.2 に示す。

表 1.4.1 他ドナー国・機関による交通セクターの案件概要

実施年度	機関名	案件名	金額	援助形態	概要
1966 年	カナダ	タケタ橋建設計画	不明	無償	既設タケタ橋の建設
1977 年	UNDP	道路セクター改良プロジェクト	不明	無償	全国道路整備に係わる M/P
1987 年～ 1993 年	中国	ヤンゴンータンリン橋建設計画	不明	無償	バゴー川に架かるタンリン橋の建設
2013 年～	韓国	韓国ーミャンマー友好橋建設計画準備調査	不明	未定	ヤンゴン川に架かるダラ橋の F/S 調査

出典：調査団

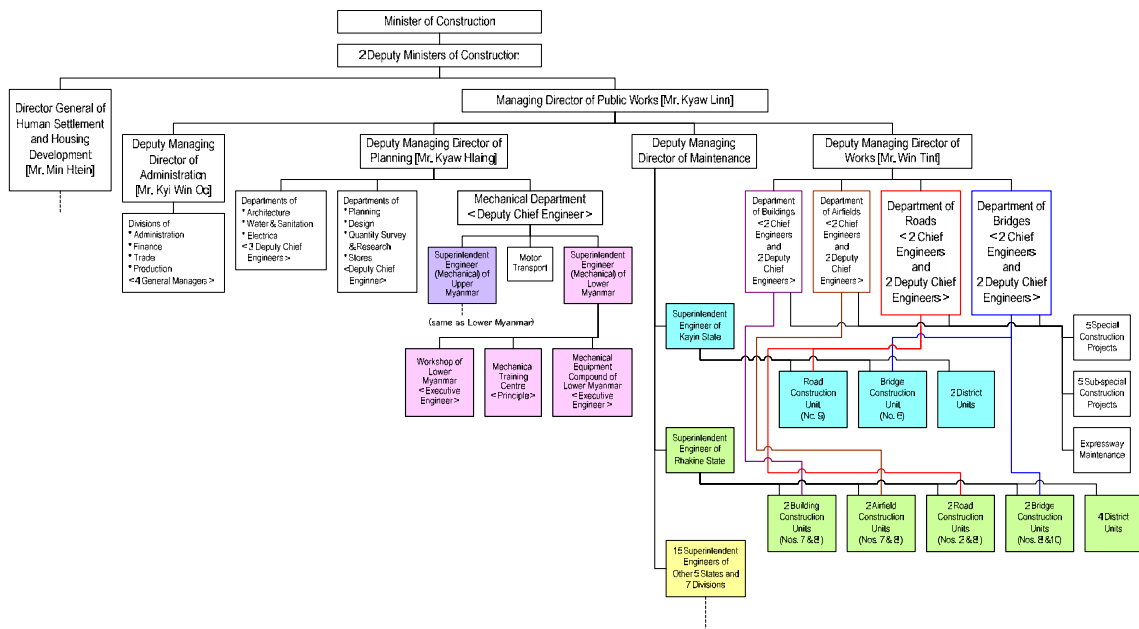
## 第2章 プロジェクトを取り巻く状況

### 2.1 プロジェクトの実施体制

#### 2.1.1 組織・人員

本プロジェクトの主管官庁は建設省（MOC）、実施機関は公共事業局（PW）である。

PW は「ミ」国内の道路、橋梁、空港、河川等に係わる計画・建設・維持管理を管轄しており、本プロジェクトの担当部署は道路部並びに橋梁部である。道路部に所属する総職員数は1,638人、橋梁部は960人である。



出典：PW

図 2.1.1 MOC 並びに PW の組織図

また、プロジェクト完了後の維持管理は、ヤンゴン市開発委員会（YCDC）が主体として実施することになる。YCDC は 33 のタウンシップを統括する開発委員会であり、新規事業や開発計画の立案にはほとんど携わっておらず、主に公的な既存施設の維持・管理・運営（道路の維持管理等）、管理行政並びに公共サービスの提供を行っている。



## 2.1.2 財政・予算

過去9年間におけるPWの交通セクターに係る予算を表2.1.1に示す。

表 2.1.1 PWの交通セクターに係る予算

(百万チャット)

	2005 - 2006	2006 - 2007	2007 - 2008	2008 - 2009	2009 - 2010	2010 - 2011	2011 - 2012	2012 - 2013	2013 - 2014
道路開発	35,164	48,430	47,030	51,546	101,615	173,872	179,175	303,907	238,701
橋梁開発	52,300	33,297	33,780	27,549	53,703	113,188	107,802	205,110	168,077
維持管理	14,787	23,984	15,712	27,597	26,597	42,296	27,740	87,154	103,292
合計	102,252	105,712	96,521	106,692	181,915	329,355	314,717	596,171	510,070

出典:PW

「ミ」国の経済状況は、GDP成長率は5.0%、名目GDPが540億USD、一人当たり名目GDPが834USD（すべて2012年IMF推定値）である。テイン・セイン大統領の改革の下、「ミ」国の政府歳入は年々増加しており、前政権の最後の一年における歳入1.22兆チャット（2010-2011年度）に対して、2011-2012年度には1.53兆チャット、2012-2013年度には2.71兆チャット、2013-2014年度においては3.42兆チャットに達している。

また、表2.1.2に維持管理を担うYCDCの年度別予算を示す。なお、駐車場料金、水道事業料金等のYCDCの収入は中央政府に一旦納められ、実行予算として再配分されている。

表 2.1.2 YCDCの予算

(百万チャット)

	2007-2008	2008-2009	2009-2010	2010-2011	2011-2012
一般支出	20,586	26,451	27,048	49,534	37,225
投資的支出	13,440	24,120	21,895	37,382	16,740
合計	34,026	50,570	48,943	86,915	53,965

出典:YCDC

## 2.1.3 技術水準

「ミ」国内において、支間長25～30m程度のPC桁による上部工並びに場所打ち杭を地上から突出させて梁に結合したパイルベント形式の下部工・基礎工については、PWの直営による設計施工が可能である。また、本部の技術系職員は外国留学経験を有する高学歴技術者を揃えている。

しかしながら、支間長30mを超える橋梁は限定的（ツワナ橋：100m、ナウワン橋：110m）であり、支間長120m程度になると鋼トラス桁部材を海外（中国・イタリア）から調達して架設している。また、既設橋の撤去、既設構造物との近接施工、あるいは現道の切回し等の技術的に難易度の高い工事の施工実績はなく、実務経験が不足していると見受けられる。

## 2.1.4 既存施設

既設橋は、ヤモナール道路がパズンダウン川と交差する地点に架かる橋長 284m の渡河橋である。1966 年にコロンボ計画の一環として、カナダの資金協力で建設された同橋は、全 9 径間のうち中央径間が船舶航路を確保するための開跳部（支間長 39.258m）であり、その両側が鋼鈹桁、さらにその左右の各 3 径間が PC 単純桁である。既設橋は供用開始からすでに 47 年が経過しているため、老朽化によるたわみや振動が生じており、現在は 10 トンの重量制限が設けられている。

## 2.2 プロジェクトサイト及び周辺状況

### 2.2.1 関連インフラの整備状況

プロジェクトサイトであるタケタ橋近傍の主要な既存インフラおよびその概要は以下のとおりである。

#### (1) プロジェクトサイトの周辺環境（ライフライン・既設交通/橋梁等）

建設場所は、市街地にあり、電気・上水道の施設はあるが、ヤンゴン市全体で供給量が不足しており、建設中は、本プロジェクト向けの調達が必要になる。

建設後の維持管理に必要な道路照明に関しては、既設道路照明の電気系統を利用することが可能である。

下水建設中に排出される下水・汚水は基準値にしたがって適切に処理し、河川に放出することが可能である。

廃棄物処理場に関しては、YCDC に依頼し有料で搬出・処理場までの輸送が可能である。なお、施工中に発生する泥土・排土に関しては、適切な土捨場が近傍に存在しないことから、固化材を使用し、埋め戻し・盛土本体に転用する計画である。

河川上の通行船舶が存在することから、栈橋設置・撤去の水上工事期間中は通常の安全対策の救命艇に加え、警戒船の配置が必要となり、さらに工事期間中は、工事用灯浮標・工事用標識灯の水上・仮橋への設置が通常の安全管理に追加して必要である。また、潮汐の影響を大きく受け、流速も最大 2-3m/s となることから、海峡での工事と同じ施工条件となり、台船流出の際には、台船上の設備（クレーン等）の既設橋上部工や通行船舶への衝突が懸念されるため、栈橋上からの陸上施工を想定する。

工事用道路に関しては、架橋地点は、既設橋建設以前は、干潟のような軟弱層の自然河岸であり、既設橋建設時に洪水により浸水しない高さまで細砂で嵩上げされているが、仮設中の建設機械の移動・駐車により乱される・沈下等の可能性があるため、適切な工事用道路の設置が必要である。

建設予定地およびヤードは、全て官地である。工事の支障となる樹木・既設の架空電線・水道管等は、先方負担により、年内に撤去・移設の予定である。なお、既設橋の撤去は、先方負担事項であり、新橋完成後に行われる予定である。建設ヤードに、従業員・作業員の宿舍施設等を設置する場合は実施機関との協議が必要となる。

## (2) 資機材搬入路（道路・港湾）

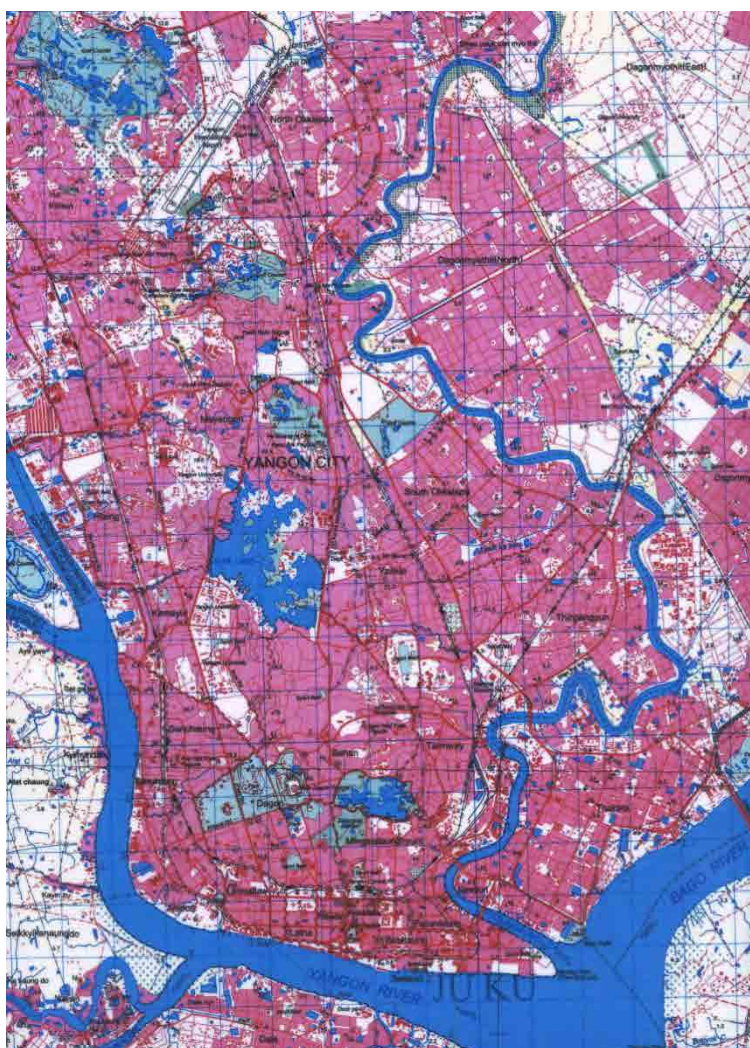
架橋地点は、ミャンマー港湾公社（MPA）の管轄区域（Port Limit）内に存在する。

右岸側・左岸側ともに、舗装された幹線道路と接続しており、ミャンマー国内および港湾を経由して輸入された資機材の搬入は、容易である。内国輸送および輸出入に使用される近傍の港湾は、ヤンゴン港および既設ティラワ港である。なお、主にヤンゴン港では、コンテナが、ティラワ港ではバルク貨物が荷揚げされている。ただし、国内輸送費用は、水運に比較して高額となるため、国内調達資材および輸入資機材は、陸揚げせずに、バージ等に積み替え、架橋地点に直接搬入することが経済的と考えられる。なお、設置される栈橋等施設の設置・使用中・撤去に関して、現時点で浸食・洗掘等が認められない既設の自然河岸を損傷させない工事・配慮が必要である。

### 2.2.2 自然条件

#### (1) 地形

ヤンゴン都市圏はヤンゴン河沿いの北緯 17° 06' から北緯 16° 35'、東経 95° 58' から東経 96° 24' の範囲にあり、Ayeyarwaddy 河の三角州下部の東側に位置する。この三角州の中央付近には、Bago Yoma と呼ばれる標高 25～30m 程度の丘陵が北から南へと分布している。低地部分の標高は数 m 程度と低いため、雨期には部分的に冠水がしばしば確認されている。



出典:ヤンゴン管区地形図

図 2.2.1 ヤンゴン市地形図

再委託調査により、以下の項目および数量の測量を行った。

表 2.2.1 測量調査項目

項目	単位	数量
ベンチマーク設置	基	3
コントロールポイント設置	基	12
平板測量	M2	306,000
中心線 (陸上)	M	2,370
横断 (陸上)	M	10,800
中心線 (河川)	M	3,000
横断 (河川)	M	750

出典:調査団

## (2) 地質

### A) 地質概要

ヤンゴン付近の地表面地質は、大きく以下の3つに分類される。一般的にヤンゴン地区の地表面の多くは、沖積世の堆積土砂（沖積土）で覆われている。Bago Yoma に沿って基盤岩が

認められ、Shwedagon Pagoda 付近より北側では Arzarnigone Sandstone が分布し、その東側には Danyingone Clay が分布している。これらは共に Irrawaddy 層に属している。ヤンゴン地区の北側には、Pegu 層群に属する Besapet Alternation、Thadugan Sandstone や Hlawga shale が分布している。

➤ 沖積層

沖積層上部の新沖積層は、表層に分布する最も新しい地層で、主に軟弱な粘性土や緩い砂質土が認められる。これらは、海性粘土や河川堆積物から構成されており、黄褐色系～灰色系のものが主となっている。粘性土は腐食した木や植物などの有機物がしばしば認められ、砂質土は粒径が非常に均質な細砂が主体となっている。この層は軟弱であるため、圧密沈下や液状化などの問題が発生する可能性が高い層である。

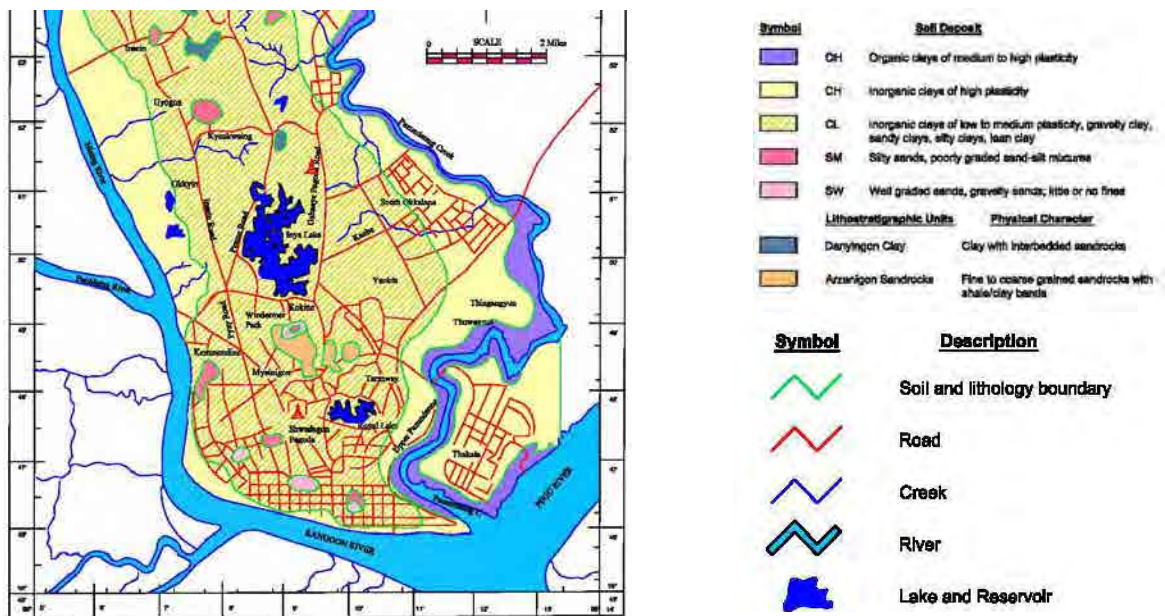
沖積層下部の古沖積層は、新沖積土と同様に主に粘性土や砂質土から構成しているが、新沖積土と比較して古い時代に堆積したものであるため、比較的硬いあるいは密な状態である。部分的には礫質土も確認されている。比較的軽い構造物の場合には、この層を支持層として適用されることが多い。

➤ Irrawaddy 層

Irrawaddian 層群の一つであり、黄色系の細砂である。この層は、Danyin Gone、Arzarni Gone、Twin Te の南側、そしてヤンゴン中央の丘陵部である Bago Yoma で露頭が確認される。この地層は古い時代のものであるため、締まった状態の箇所が多い。

➤ Pegu 層群

主に砂岩と頁岩の互層で構成されている。この地層の露頭は、Danyin Gone 地区と Than Hlyn 地区の尾根部の傾斜に沿って確認される。それら地区のほとんどは、赤褐色の酸化したラテライトとして確認される。



出典：Derived from Bender, 1983

図 2.2.2 地層図



B) 調査概要

本調査を実施するために必要な基礎データとして、対象箇所において地質調査を実施した。本調査により実施した調査位置及び調査項目は以下に示すとおりである。



出典: 調査団

図 2.2.3 地質調査位置

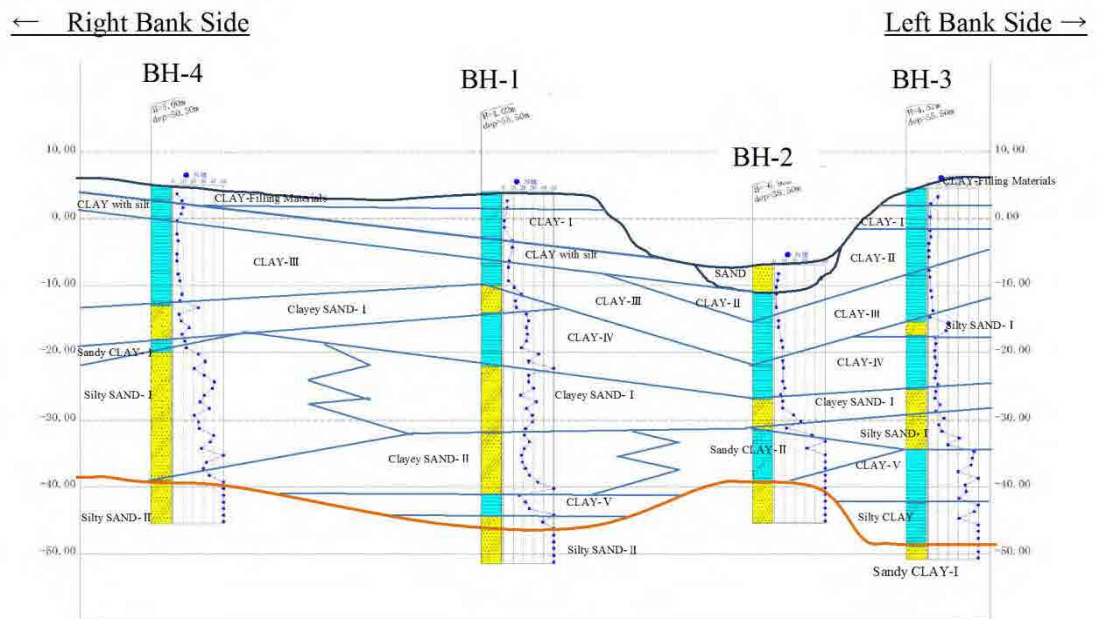
表 2.2.2 地質調査項目

	ボーリング調査 (m)	自然含水量調査 (箇所)	比重試験 (箇所)	粒度分布 (箇所)	アッカーベルグ限界 (箇所)	単位重量 (箇所)	一軸圧縮試験 (箇所)
BH-1	55	12	12	12	10	4	4
BH-2	38	9	9	9	6	5	5
BH-3	55	13	13	13	10	5	5
BH-4	50	13	13	13	8	4	4
合計	180	47	47	47	34	18	18

出典: 調査団

C) 橋梁架橋地点の地質状況

調査対象地域の地質縦断図を図 2.2.4 に示す。



出典:調査団

図 2.2.4 調査実施箇所及び想定地層図

4箇所におけるボーリング調査によって、合計15の地層が確認された。また、BH-3とBH-4の距離は0.45kmである。この地域の地層は、河川の堆積物が堆積している地域であり、地層は物理的性質、相対密度および濃度により区分される。また、河川の堆積物は進行中である。15の地層は以下のように分類した。

- 盛土（粘土）層 (CLAY-Filling Materials)  
 本層はBH-01、BH-03、BH-04で確認され、層厚は2.0～2.6mである。本層は、黒および茶色、湿っている。また、塑性率は中～高程度であり、含水率は低い。N値は3～10と幅広く、この理由はコンクリート片や細かい砂利を含んでいるためである。相対密度は低い箇所と高い箇所が確認された。
- 砂層 (SAND)  
 本層は河川内のみで (BH-02) で確認され、層厚は約4.0mである。本層は、灰色、水分の含有量は高いためにとても緩い。また、細かい砂や中程度の砂が見受けられ、塑性率は低い。N値は2～4程度であり、相対密度は非常に低い。



➤ 粘土層-I (CLAY-I)

本層は河川敷 (BH-01、BH-03) で確認され、層厚は約 3.0m であり、上層の盛土 (粘土) 層の影響を受け層厚が変化している。本層は、灰色、水分の含有量は高い。また塑性率は高く、有機物が確認された。N 値は 1~2 程度であり、相対密度は非常に低い。



➤ シルト混じり粘土層 (CLAY with silt)

本層は Pazun Taung Creek の右側 (BH-01、BH-04) で確認され、層厚は 3.0~3.5m である。本層は、まだらな灰色および赤味がかかった茶色、水分の含有量は低い。また、塑性率は中~高く、ラテライトが確認された。N 値は 6~10 程度であり、相対密度は高い。



➤ 粘土層-II (CLAY-II)

本層は BH-02 および BH-03 で確認され、層厚は 4.5~7.0m である。本層は、灰色、水分の含有量は高い。また、塑性率は中程度であり、有機物が確認された。N 値は 1~4 であり、相対密度は非常に低い。



➤ 粘土層-III (CLAY-III)

本層はすべてのボーリング試験で確認され、層厚は 3.0~13.0 である。本層は、灰色、水分の含有量は低く、塑性率は低~高である。むらの少ない層であり、有機物が BH-03 および BH-04 で確認された。N 値は 2~9 であり、相対密度は低い箇所と高い箇所が確認された。



➤ シルト質砂層-I (Silty SAND-I)

本層は BH-03 および BH-04 で確認され、層厚は 2.0~19.0m である。本層は、水分の含有量が低~高であり、主な色は黄色がかかった茶色である。砂の粒径は細かく、丸みがかかった細砂や角ばった細砂が確認された。N 値は 11~50 以上であり、相対密度は非常に高い。





➤ 粘土質砂層-I (Clayey SAND-I)

本層はすべてのボーリング試験で確認され、層厚は 4.0～10.0m である。本層は、主に明るい灰色、水分の含有量は低く、塑性率は中程度である。砂の粒径は細かく、まれに雲母鉱物が確認された。N 値は 6～33 であり、相対密度は低い。



➤ 砂質粘土層-I (Sandy CLAY-I)

本層は BH-04 で確認され、層厚は 2.0m 程度である。本層は、明るい灰色、水分の含有量は低～高である。また、塑性率は中程度であり、粒径は細かい。N 値は 12 程度であり、相対密度は高い。



➤ 粘土層-IV (CLAY-IV)

本層は BH-01、BH-02、BH-03 で確認され、層厚は 5.0m～8.0m である。本層は、主に灰色、水分の含有量は低い。また、塑性率は低～中であり、シルトが含まれている。N 値は 6～35 であり、相対密度は非常に高い。



➤ 粘土質砂層-II (Clayey SAND-II)

本層は BH-01 で確認され、層厚は約 9.0m である。本層は、黄色がかかった茶色、水分の含有量は低～高く、塑性率は低い。砂の粒径は細～中程度であり、深度が深くなれば粒径が大きくなる傾向にあり、積層粘土層が確認された。N 値は 18～34 であり、相対密度は中程度である。



➤ 粘土層-V (CLAY-V)

本層は BH-01 および BH-03 で確認され、層厚は 3.0～8.0m である。本層は、灰色、水分の含有量は低～高である。塑性率は低～中程度であり、細かい砂が確認された。N 値は 16～50 程度であり、相対密度は非常に高い。



➤ シルト質粘土層 (Silty CLAY)

本層は BH-03 で確認され、層厚は約 6.5m である。本層は、灰色、水分の含有量は低い。また、塑性率は低く、細かい砂も確認された。N 値は 31～50 以上であり、相対密度は非常に高い。



➤ 砂質粘土層-II (Sandy CLAY-II)

本層は BH-02 および BH-03 で確認され、本層は途中で終端しているため層厚を推定することは不可能であるが、2.0m 以上存在することは確認されている。本層は、緑がかった灰色および赤味がかった茶色、水分の含有量は少なく、塑性率は低～中程度である。さらに、砂利は、丸みがかった形状や角ばった形状が確認された。N 値は 32～50 以上であり、相対密度は高い。



➤ シルト質砂層-II (Silty SAND-II)

本層はこの地域で確認され、本層でボーリングを終えているため、層厚を推定することは不可能であるが、7.0m 以上存在することは確認されている。本層は、黄色がかった茶色および赤味がかった茶色、水分の含有量は低～高であり、砂の粒径は細かい。さらに、細かい砂礫層や薄い積層粘土層も確認されている。N 値は 39～50 以上であり、相対密度は非常に高い。



### (3) 気象及び河川・水文

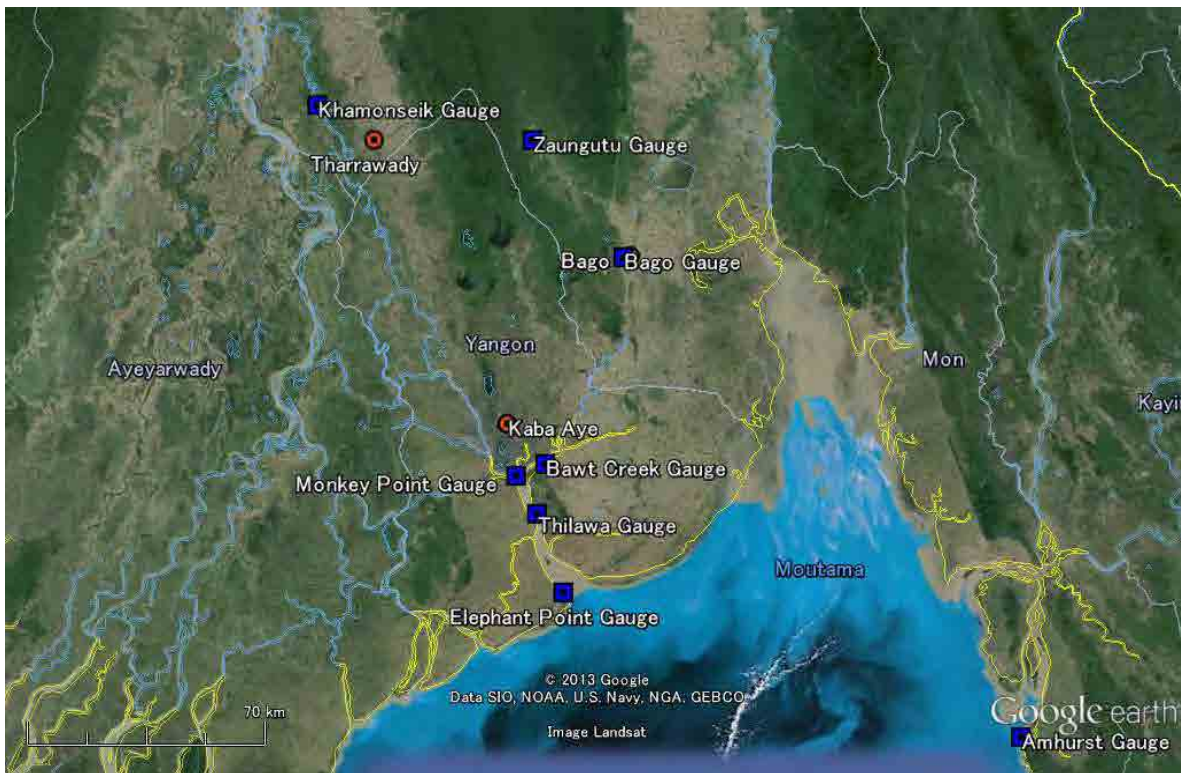
ヤンゴン市は、熱帯モンスーン気候に属している。南西モンスーンが吹く 5 月から 10 月は高温多湿であり、降雨が集中している。逆に北西モンスーンが吹く 12 月から 3 月は比較的涼しく、乾燥している。サイクロンは 4 月から 5 月にミャンマー沿岸を通過し、時折 2008 年 5 月のナルギスのように上陸して被害を及ぼす。

運輸省 (MOT) 管轄下には気象水文局 (DMH) が設置されており、ヤンゴン周辺には表 2.2.3 に示す観測所が設置されている。気象観測所と水文観測所の位置を図 2.2.5 に示す。

表 2.2.3 ヤンゴン周辺の観測所(気象・水文)

Meteorological Station	Code (WMO)	Coordinates		Height (m)	Period of Records						Remarks
		Latitude	Longitude		Temperature	Relative Humidity	Rainfall	Sunshine	Evaporation	Wind	
1. Kaba Aye (Yangon)	48097	16-54	96-10	20	1968-	1968-	1968-	1977-	1975-	1968-	
2. Bago	48093	17-20	96-30	9	1965-	1965-	1965-	-	-	1965-	
3. Tharrawady	48088	17-38	95-48	15	1965-	1965-	1965-	-	-	1965-	

出典: DMH

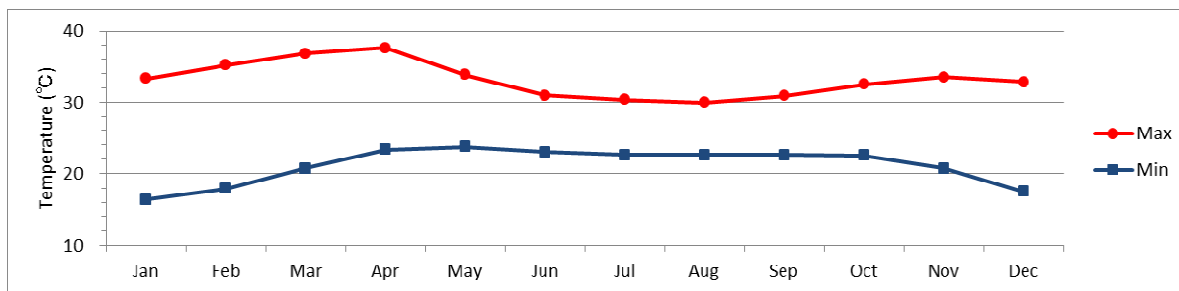


出典: DMH, MPA, ID (Google Earth Map)

図 2.2.5 気象観測所と水文観測所の位置図

1) 気温

月平均気温は、ヤンゴン市とその周辺で 24.8℃から 30.3℃までの幅がある。観測データによれば、ヤンゴン地区での過去 18 年の間に記録された月間平均最大気温は 37.6℃ (4 月)、平均最低気温は 16.4℃ (1 月)である。



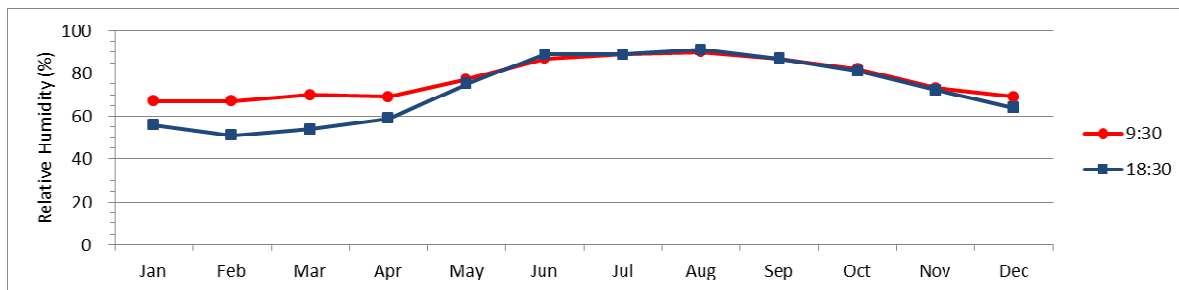
出典: DMH のデータを基に調査団

図 2.2.6 Kaba-aye での月間平均の最大および最低温度 (1991-2008)



## 2) 湿度

相対湿度は1日に2回（9:30 と 18:30）観測されている。図 2.2.7 に示されるように、朝と夕方  
の湿度差は非常に小さい。ヤンゴン市の月平均相対湿度は 51% と 91% の間にある。

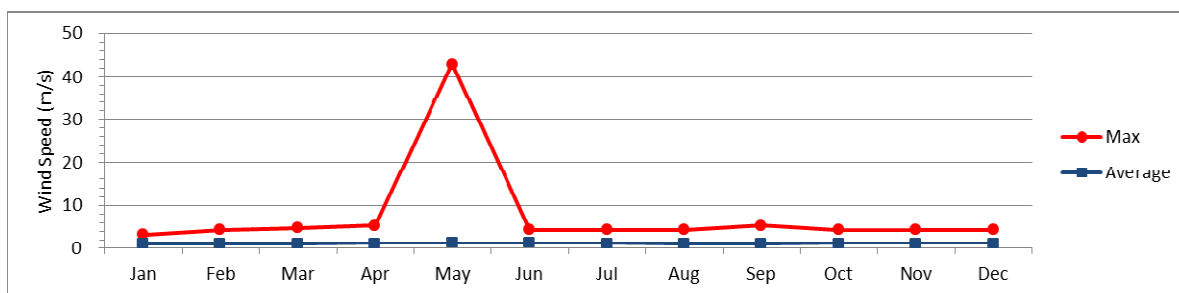


出典: JICA 図書館 (The Study on Improvement of Water Supply System in Yangon City in the Union of Myanmar, 2002), DMH

図 2.2.7 Kaba-aye での月間平均および最低相対湿度 (1991-2008)

## 3) 風速及び風向

月間平均風速は年間を通じて 1.0m/s から 1.2 m/s の範囲で安定している。ヤンゴン地区の風況は雨季の南西モンスーンの影響を受ける。また最大風速は 2008 年のサイクロン・ナルギス襲来時に 42.9 m/s を記録した。

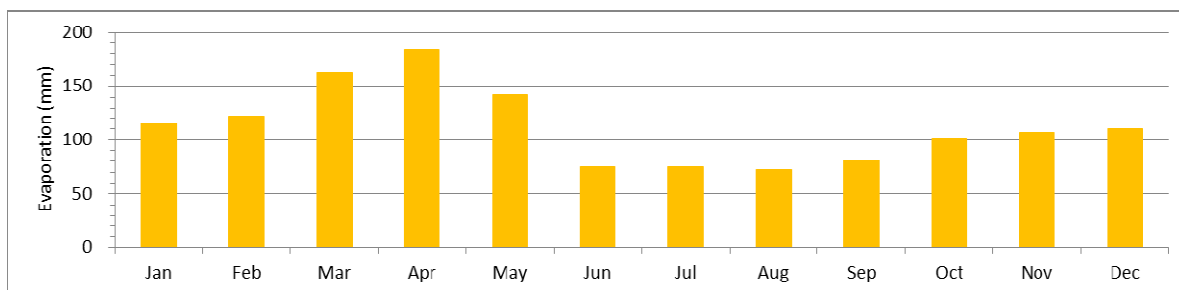


出典: DMH のデータを基に JICA 調査団

図 2.2.8 Kaba-aye での最大および月間平均風速 (1999-2008)

## 4) 蒸発散量

ヤンゴン地区の年間平均蒸発散量は 1349mm で、年間降雨量の 50% である。

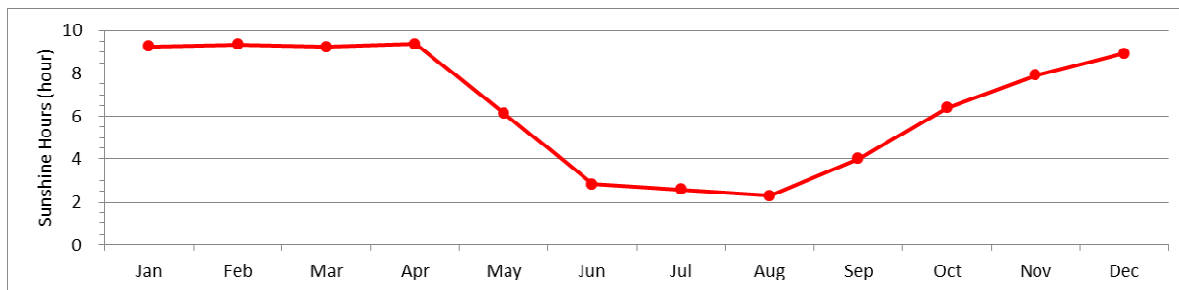


出典: DMH のデータを基に JICA 調査団

図 2.2.9 Kaba-aye での月間平均蒸発散量 (1981-2000)

### 5) 日照時間

ヤンゴン地区の年間平均日照時間は1日当り約 6.5 時間ある。雨季の日照時間は他の時期よりより短く、異なる変動パターンを示す。



出典：DMH のデータを基に JICA 調査団

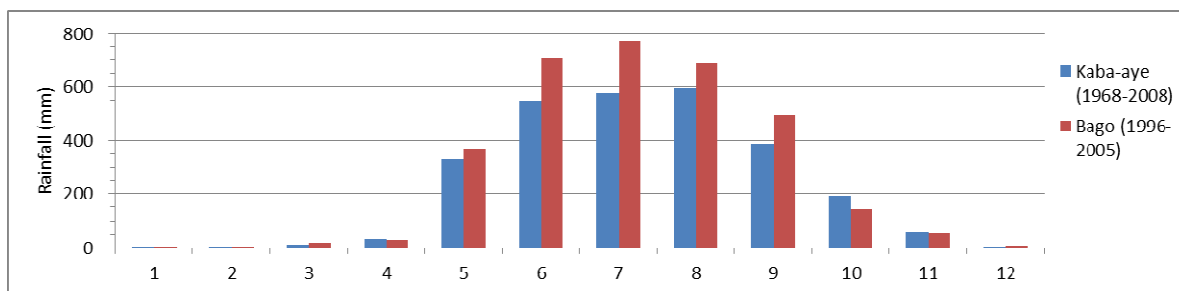
図 2.2.10 Kaba-aye での月間平均日照時間 (1977-2000)

### 6) 降雨量

#### A) 年間降雨量と季節的な変動

ヤンゴン市(Kaba-aye)とバゴ市での月間合計(降雨量)の季節的な変動は類似している。降雨量の季節的な変動については、年間降水量の約 96% のほとんどの雨量は 5 月から 10 月までの雨季によってもたらされ、7 月から 8 月に最も高い値を示す。年間平均降雨量はヤンゴン市で 2,745mm、バゴ市で 3,288mm であり、ヤンゴン市では年間降雨量は 3,592mm から 2,127mm の間を変動している。観測データから、ヤンゴン地区では以下の特徴がうかがわれる。

- ✓ ヤンゴン地区の東側のバゴで最も高い年間降雨量をもたらす。
- ✓ ヤンゴン地区の北西側の Tharrawady で最も低い年間降雨量をもたらす。年間降雨量は Hlaing 川の北(上流)側に向かって徐々に小さくなる。

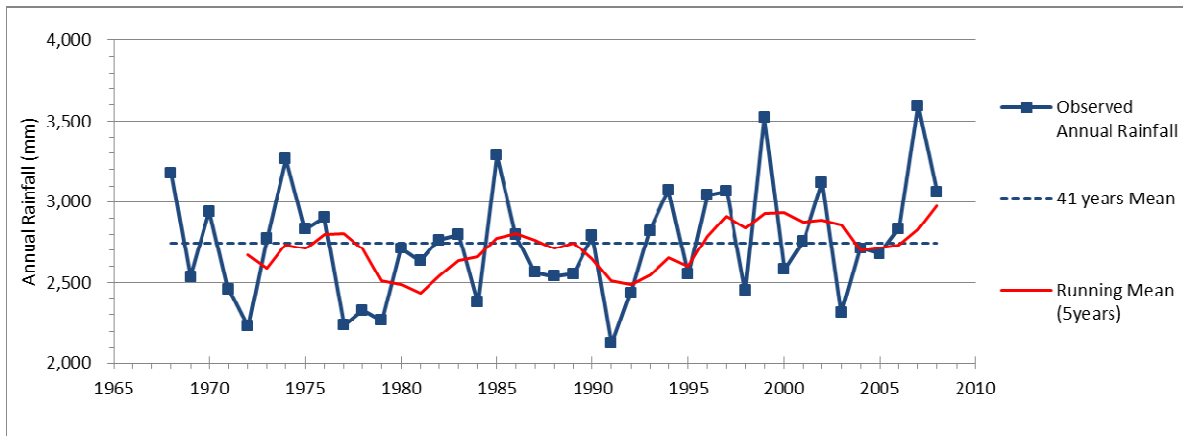


出典：DMH のデータを基に JICA 調査団

図 2.2.11 ヤンゴン都市圏とその周辺での月間平均降雨量

#### B) 年間降雨量の長期変動

図 2.2.12 は、Kaba-aye 観測所での 5 年間の移動平均を用いた、年間降雨量の長期変動を示す。多雨と少雨の周期は明確ではないが、明確に多雨・少雨の期間がある。また近年、年間降雨量のわずかな上昇傾向が起きていることが認められる。



出典：DMH のデータを基に JICA 調査団

図 2.2.12 Kaba-aye での年間降雨量と 5 年間の移動平均降雨量 (1968-2008)

C) 降雨の超過確率と強度曲線

Kaba-aye、バゴーおよび Tharrawady 観測所では、年間最大日雨量データ(極値)が 40 年以上にわたって観測されている。これらの 3 つの観測所での極値を用いて、2 年から 500 年確率までの 24 時間降雨量を算出した。なお短時間降雨強度と 24 時間降雨量との相関は物部式を用いた。

表 2.2.4 から表 2.2.6 および図 2.2.13 から図 2.2.15 に、確率降雨量と降雨強度曲線を示す。

表 2.2.4 Kaba-aye 観測所での短時間降雨時間と 24 時間雨量の強度の相関 (物部式, 1968-2012)

Return Period (Probability) (Year, %)	Dairy Rainfall: R <sub>24</sub> (mm/day)	Rainfall intensity each rainfall duration (mm/hr): $I_t = R_{24}/24*(24/t)^m, m=2/3$												Remarks	
		24 hour	24	12	8	6	3	2	1.5	1	0.75	0.5	0.333		0.167
		1,440 min.	1,440	720	480	360	180	120	90	60	45	30	20		10
2 50.0%	115.5	4.8	7.6	10.0	12.1	19.3	25.2	30.6	40.0	48.5	63.6	83.3	132.2		
3 33.3%	134.2	5.6	8.9	11.6	14.1	22.4	29.3	35.5	46.5	56.4	73.9	96.8	153.6		
5 20.0%	156.0	6.5	10.3	13.5	16.4	26.0	34.1	41.3	54.1	65.5	85.9	112.5	178.6		
10 10.0%	184.6	7.7	12.2	16.0	19.4	30.8	40.3	48.8	64.0	77.5	101.6	133.1	211.3		
20 5.0%	213.2	8.9	14.1	18.5	22.4	35.5	46.6	56.4	73.9	89.5	117.3	153.7	244.1		
25 4.0%	222.5	9.3	14.7	19.3	23.4	37.1	48.6	58.9	77.1	93.4	122.4	160.5	254.7		
30 3.33%	230.2	9.6	15.2	20.0	24.2	38.4	50.3	60.9	79.8	96.7	126.7	166.0	263.5		
50 2.0%	252.0	10.5	16.7	21.8	26.5	42.0	55.0	66.7	87.4	105.8	138.7	181.7	288.5		
80 1.25%	272.5	11.4	18.0	23.6	28.6	45.4	59.5	72.1	94.5	114.4	150.0	196.5	311.9		
100 1.0%	282.3	11.8	18.7	24.5	29.6	47.1	61.7	74.7	97.9	118.6	155.4	203.6	323.2		
150 0.667%	300.6	12.5	19.9	26.1	31.6	50.1	65.6	79.5	104.2	126.2	165.4	216.8	344.1		
200 0.5%	313.8	13.1	20.8	27.2	32.9	52.3	68.5	83.0	108.8	131.8	172.7	226.3	359.2		
300 0.33%	332.8	13.9	22.0	28.8	34.9	55.5	72.7	88.0	115.4	139.8	183.1	240.0	381.0		
400 0.25%	346.6	14.4	22.9	30.0	36.4	57.8	75.7	91.7	120.2	145.6	190.7	249.9	396.8		
500 0.2%	357.4	14.9	23.6	31.0	37.5	59.6	78.1	94.6	123.9	150.1	196.7	257.7	409.1		
Calculation formula of Probable rainfall = Iwai's quantile method															

出典：調査団

表 2.2.5 バゴー観測所での短時間降雨時間と 24 時間雨量の強度の相関 (物部式, 1965-2012)

Return Period (Probability) (Year, %)	Dairy Rainfall: R <sub>24</sub> (mm/day)	Rainfall intensity each rainfall duration (mm/hr): $I_t = R_{24}/24*(24/t)^m, m=2/3$												Remarks	
		24 hour	24	12	8	6	3	2	1.5	1	0.75	0.5	0.333		0.167
		1,440 min.	1,440	720	480	360	180	120	90	60	45	30	20		10
2	50.0%	129.7	5.4	8.6	11.2	13.6	21.6	28.3	34.3	45.0	54.5	71.4	93.5	148.5	
3	33.3%	146.8	6.1	9.7	12.7	15.4	24.5	32.1	38.8	50.9	61.7	80.8	105.9	168.0	
5	20.0%	166.5	6.9	11.0	14.4	17.5	27.8	36.4	44.1	57.7	69.9	91.6	120.1	190.6	
10	10.0%	192.1	8.0	12.7	16.6	20.2	32.0	42.0	50.8	66.6	80.7	105.7	138.5	219.9	
20	5.0%	217.4	9.1	14.4	18.8	22.8	36.2	47.5	57.5	75.4	91.3	119.6	156.8	248.9	
25	4.0%	225.6	9.4	14.9	19.6	23.7	37.6	49.3	59.7	78.2	94.7	124.2	162.7	258.2	
30	3.33%	232.3	9.7	15.4	20.1	24.4	38.7	50.7	61.5	80.5	97.6	127.8	167.5	265.9	
50	2.0%	251.4	10.5	16.6	21.8	26.4	41.9	54.9	66.5	87.2	105.6	138.4	181.3	287.8	
80	1.25%	269.2	11.2	17.8	23.3	28.3	44.9	58.8	71.2	93.3	113.1	148.1	194.1	308.2	
100	1.0%	277.8	11.6	18.4	24.1	29.2	46.3	60.7	73.5	96.3	116.7	152.9	200.3	318.0	
150	0.667%	293.7	12.2	19.4	25.5	30.8	49.0	64.1	77.7	101.8	123.3	161.6	211.8	336.2	
200	0.5%	305.1	12.7	20.2	26.4	32.0	50.9	66.6	80.7	105.8	128.1	167.9	220.0	349.3	
300	0.33%	321.4	13.4	21.3	27.9	33.7	53.6	70.2	85.0	111.4	135.0	176.9	231.8	367.9	
400	0.25%	333.2	13.9	22.0	28.9	35.0	55.5	72.8	88.2	115.5	139.9	183.4	240.3	381.4	
500	0.2%	342.5	14.3	22.7	29.7	36.0	57.1	74.8	90.6	118.7	143.8	188.5	247.0	392.1	
		Calculation formula of Probable rainfall = Iwa's quantile method													

出典: 調査団

表 2.2.6 Tharrawaddy 観測所での短時間降雨時間と 24 時間雨量の強度の相関 (物部式, 1965-2012)

Return Period (Probability) (Year, %)	Dairy Rainfall: R <sub>24</sub> (mm/day)	Rainfall intensity each rainfall duration (mm/hr): $I_t = R_{24}/24*(24/t)^m, m=2/3$												Remarks	
		24 hour	24	12	8	6	3	2	1.5	1	0.75	0.5	0.333		0.167
		1,440 min.	1,440	720	480	360	180	120	90	60	45	30	20		10
2	50.0%	105.6	4.4	7.0	9.2	11.1	17.6	23.1	27.9	36.6	44.3	58.1	76.2	120.9	
3	33.3%	121.5	5.1	8.0	10.5	12.8	20.3	26.5	32.1	42.1	51.0	66.9	87.6	139.1	
5	20.0%	140.3	5.8	9.3	12.2	14.7	23.4	30.6	37.1	48.6	58.9	77.2	101.2	160.6	
10	10.0%	165.4	6.9	10.9	14.3	17.4	27.6	36.1	43.8	57.3	69.5	91.0	119.3	189.3	
20	5.0%	190.8	8.0	12.6	16.5	20.0	31.8	41.7	50.5	66.1	80.1	105.0	137.6	218.4	
25	4.0%	199.2	8.3	13.2	17.3	20.9	33.2	43.5	52.7	69.1	83.7	109.6	143.6	228.0	
30	3.33%	206.1	8.6	13.6	17.9	21.6	34.4	45.0	54.5	71.5	86.6	113.4	148.6	235.9	
50	2.0%	225.7	9.4	14.9	19.6	23.7	37.6	49.3	59.7	78.2	94.8	124.2	162.8	258.4	
80	1.25%	244.4	10.2	16.2	21.2	25.7	40.7	53.4	64.7	84.7	102.6	134.5	176.2	279.8	
100	1.0%	253.4	10.6	16.8	22.0	26.6	42.2	55.3	67.0	87.8	106.4	139.5	182.7	290.1	
150	0.667%	270.2	11.3	17.9	23.4	28.4	45.0	59.0	71.5	93.7	113.5	148.7	194.8	309.3	
200	0.5%	282.4	11.8	18.7	24.5	29.7	47.1	61.7	74.7	97.9	118.6	155.4	203.6	323.3	
300	0.33%	300.0	12.5	19.8	26.0	31.5	50.0	65.5	79.4	104.0	126.0	165.1	216.3	343.4	
400	0.25%	312.8	13.0	20.7	27.1	32.8	52.1	68.3	82.8	108.4	131.4	172.1	225.6	358.1	
500	0.2%	322.9	13.5	21.4	28.0	33.9	53.8	70.5	85.4	111.9	135.6	177.7	232.9	369.6	
		Calculation formula of Probable rainfall = Iwa's quantile method													

出典: DMH のデータを基に JICA 調査団

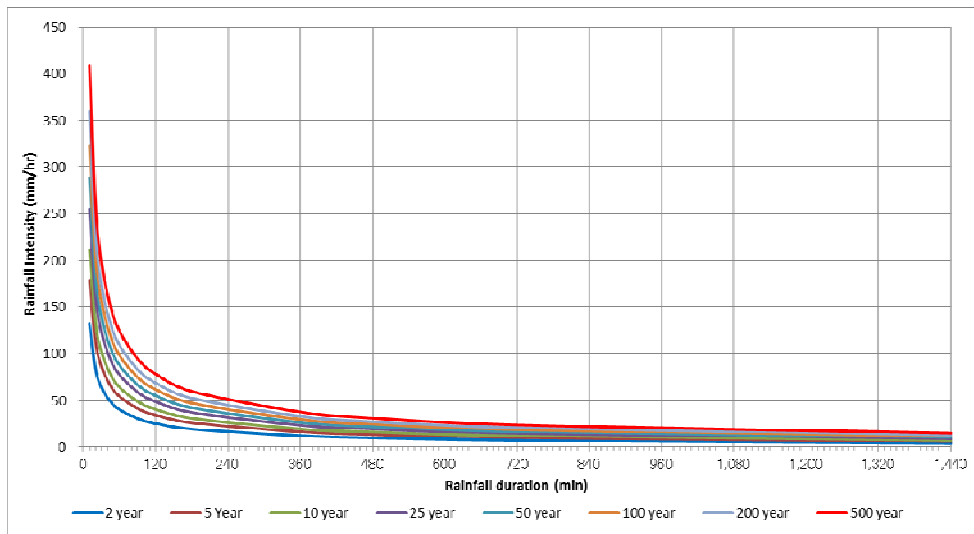


図 2.2.13 Kaba-aye 観測所での降雨強度曲線

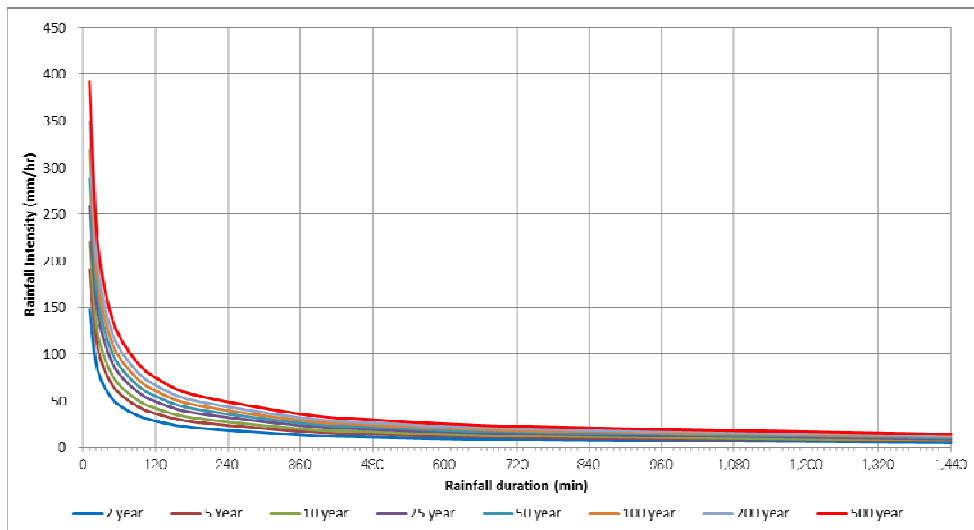
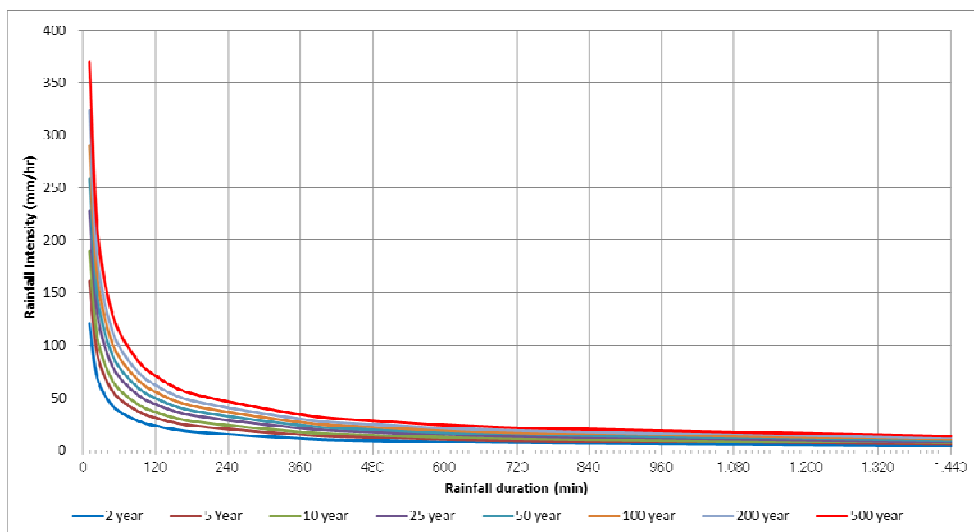


図 2.2.14 バゴー観測所での降雨強度曲線



出典: DMH のデータを基に JICA 調査団

図 2.2.15 Tharrawady 観測所での降雨強度曲線



## 7) 水文・水理状況

洪水期間の流量・水位を精度よく予測するためには、ヤンゴン市周辺のヤンゴン川（ライン川）、バゴー川、パズンダン川の水文水理状況を収集して相互に関連付けることが必要となる。本検討では、ミャンマーの関係機関への情報収集と過去の報告書（JICA 報告書など）を参考に検討した。

6つの既存の水位観測所（水位/流出量）が、ライン川、バゴー川とヤンゴン川流域において、気象水文局(DMH) とミャンマー港湾局（MPA）によって管理されている。但しこれらの観測局のうち、MPA の3局は、流出量記録は観測していない。また、DMH のバゴー観測所は5月から10月（乾季）の間、潮汐の影響を受ける、よって、この期間中での流出量の記録は使用できない。（但し、雨季のバゴー観測所での流出量の記録は洪水確率計算のために利用可能である。）

DMH が所有する流出量曲線表は、流動条件を考慮した上で、流出量の測定記録を用いて数回変更されている。河川／潮汐水位観測所の一覧を表 2.2.7 に示す。

表 2.2.7 河川／潮汐水位観測所の一覧

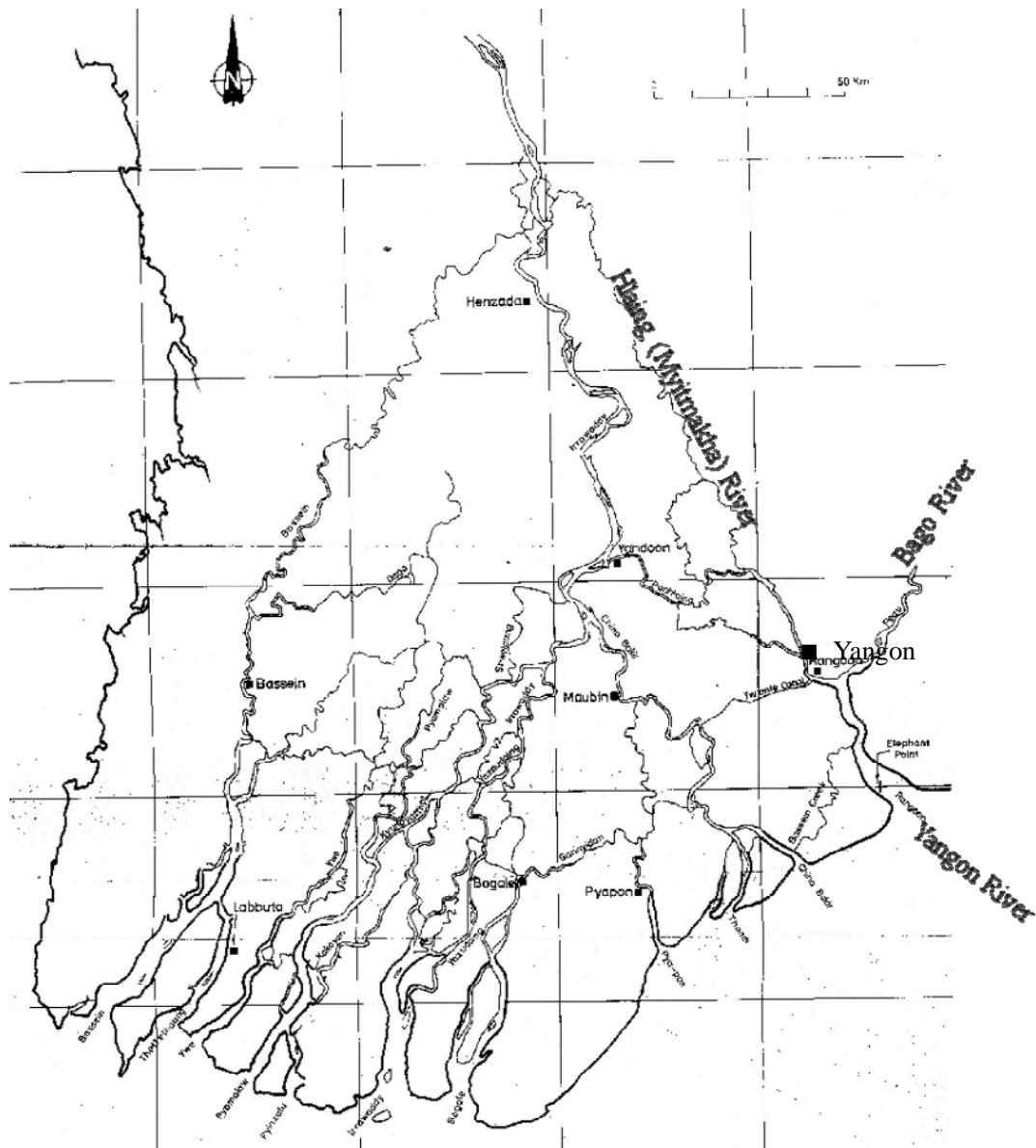
River / Gauging Station	Code	Coordinates		Catchment Area (km <sup>2</sup> )	Height (m)	Type of Gauge	Period of Record	Water (Tide) level	Discharge	Observed by	Remarks
		Latitude	Longitude								
1. Hlaing River / Khamonseik	6020	16-35	95-30	5,840	14.465	Pile Gauge	1987-	○	○	DMH	
2. Bago River / Zaungutu	6220	17-38	96-14	1,927	9.8	Pile Gauge	1987-	○	○	DMH	
3. Bago River / Bago (Pegu)	48093	17-20	96-30	2,580	9	Pile Gauge	1970-	○	○	DMH	
4. Hlaing River / Yangon Port	210	16-46	96-11	-	-	Steel Plate (Automatic)	-	○	-	MPA	other 2 stations at Yangon port
5. Yangon River / Thilawa Point	-	16-40	96-15	-	-	Steel Plate (Automatic)	-	○	-	MPA	
6. Yangon River / Elephant Point	-	16-28	96-19	-	-	Steel Plate (Manual)	-	○	-	MPA	

出典: DMH, MPA

### 7-1) 河川と河川特性

図 2.2.16 に示すように、ヤンゴン水系はエーヤワディー（イラワジ）デルタの東端に位置している。

ヤンゴン市では、ヤンゴン川は、モンキーポイントの上流約 13km（8 マイル）の位置でパンライン川とライン川の合流によって形成される。ライン川は Bago Yomas を源流とする約 12,950km<sup>2</sup>（5000 平方マイル）の流域面積を持つ通常河川である一方で、パンライン川はエーヤワディー川の分流である。市の北部でナガモイエイク川と称するパズンダン川は、ヤンゴン市の南東端のモンキーポイントでバゴー川に合流する。パズンダン川は約 1,487km<sup>2</sup>（574 平方マイル）の流域面積を有する。約 5,180km<sup>2</sup>（2000 平方マイル）の流域面積をもつバゴー川も、ヤンゴン川の河口から上流約 45km（28 マイル）地点でヤンゴン川に合流する。ヤンゴン川河口での流域面積は 25,640km<sup>2</sup>（9900 平方マイル）である。



出典: A one dimensional analysis of the tidal hydraulics of deltas (Nicholas Odd, Report OD 44, July 1982, Hydraulics Research Station, UK), MoAI 図書館より

図 2.2.16 エーヤワディー(イラワジ)デルタとヤンゴン川

### 感潮河川の特徴 (混合潮の感潮域)

ヤンゴン水系の下流域は、河口から 100km 以上にわたって潮汐変動による影響を受ける感潮河川である。

ヤンゴン港周辺の干満差は、それぞれ大潮で約 5.1m、小潮で 2.5m である。河口からヤンゴン港までの大潮は、3.0m/s までの流れを伴っている。海面上のヤンゴン港周辺の流速は 1.6m/s から 1.8 m/s である。

感潮河川では、“流域から生じるアップランド流れ（河川固有流）”と“潮汐運動に基づく潮汐流”に加えて、河川感潮区間においては、“海水と河川水の塩分差に起因する河口密度流”、“懸濁物質濃度差による密度流”、“熱対流”や“吹送流”などがある。これらの流れの規模は、時

間的にまた空間的に大きく変化して、複雑な現象を示すので、それらの予測は困難である。しかしながら、これらの流れは大きな潮汐変動のために強混合潮として仮定されるので、実際の流れの中の成層流や密度流の効果は入退潮の時にはより小さくなると考えられる。よって、今回の検討では、河川流(アップランド流れ)と潮汐流のみをシミュレートすることで水理解析を行う。

また、潮汐は天体運動に基づいており多くの周期成分の和で表されている。また感潮河川の潮汐流(上げ潮、下げ潮)もまた周期変動を示している。さらに、感潮区域のある地点での一つの周期の平均流速はゼロにならない。このような潮汐振動の動きに関連付けられている平均流れは、潮の運動の非対称性に起因する潮汐残留流として定義されている。

一方、ヤンゴン水系の広大な流域から大量の土砂が流出している。それはヤンゴン港から河口域の上に堆積される。よって、ヤンゴン川の感潮域の河道や河床は少しずつ変動している。ミャンマー河川リファレンス(1996, MoT の DWIR)によれば、年間土砂流送量では流域の大きさと特性に基づき、ヤンゴン川へ3700万トンと推定されている。ヤンゴン港の周辺では、MPAは航路を確保するため土砂を浚渫している。但し、こうした河道や河床の変化を予測することは困難であるため、本解析では現況河道が変化しないものとしてモデル化した。

## 7-2) ヤンゴン地区周辺の潮位

ヤンゴン川の河口から上流 36 キロに位置するヤンゴン港及びエレファントポイントで天文潮位が観測されている。2005年3月の両方の観測所の天文潮位を図 8.2.7 に、ヤンゴン港の潮位図を図 8.2.6 に示す。潮位図から、大潮、平均および小潮の変動は、5.13 m、4.00m および 2.84m と観察される。そして、MPA、ヤンゴン港における最大高潮(すなわち、潮位偏差または天文潮と観測潮の差)はヒアリングによれば 2.13m と報告されている(サイクロン・ナルギス、2008年5月3日、MPAは嵐の後の洪水痕跡から 2.13メートルを測定した)。比較のために、灌漑局の水文部による計算結果として、エレファントポイントでの高潮の振幅(潮位偏差)の確率を表 2.2.7 に示す。それは、ヤンゴン港でのサイクロン・ナルギスの高潮が非常に大きいことを理解することができる。また、エレファントポイントでの主要 4(8)分潮の計算を既存の検討より表 2.2.8 に示す。

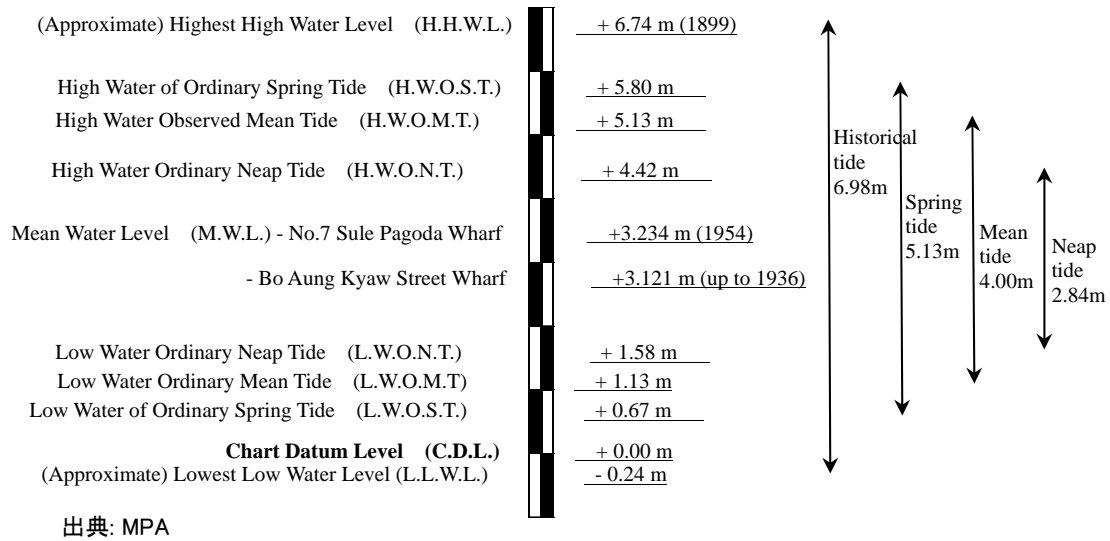
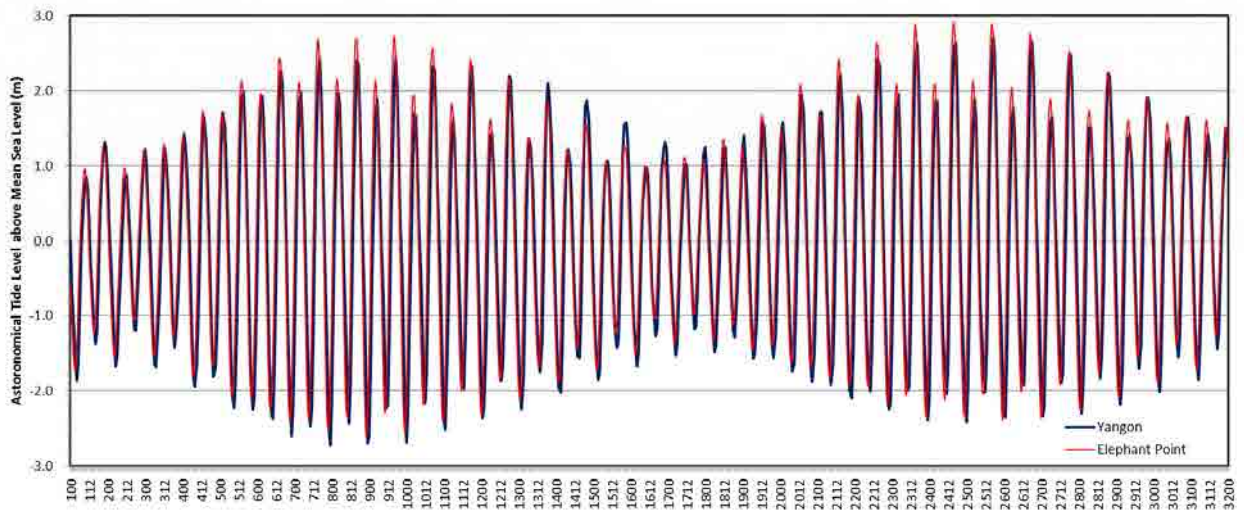


図 2.2.17 ヤンゴン港の潮位



出典: 地震研究所, 東京大学

図 2.2.18 エレファントポイントとヤンゴン港での天文潮 (2005)

表 2.2.8 エレファントポイントでの高潮の振幅(潮位偏差)と確率確率

Return Period (year)	5	10	20	25	50	100	200
Surge (m)	0.889	1.046	1.196	1.244	1.391	1.537	1.682

出典: JICA 図書館 (The Project for preservation of farming area for urgent rehabilitation of agricultural production and rural life in areas affected by Cyclone Nargis, 2011), MoAI,

表 2.2.9 エレファントポイントで 1978 から 79 年に実際に観測した主要分潮の振幅  
(過去の調和分解の演算結果)

Latitude		16 30'			
Longitude		96 18'			
		Amplitude H		Phase G	
		ft	m	degree	
Major 8 Con- stituents	Major 4 Con- stituents	M2	5.743	1.750	99.18
		K1	0.673	0.205	20.53
		S2	2.299	0.701	141.96
		O1	0.305	0.093	40.86
		N2	1.097	0.334	90.91
		K2	0.625	0.191	141.96
		P1	0.223	0.068	20.53
		Q1	0.049	0.015	307.42
Sum of Major 4 Constituents			2.749		

出典: Irrawaddy Delta Hydrological Investigations and Delta Survey, Volume 3 - Analysis, Sir William Halcrow & Partners, January 1982, MoAI,

注: 上記文書では、調和解析で主要 32 分潮が計算されている。

### 7-3) 確率洪水及び高水位の設定

#### (1) 水位観測所での確率洪水量

設計流量算出のため、表 2.2.10 に示された 3 つの観測所 (Zaungtu、バゴ、Khamonseik) で得られた過去年間最大流量 (極値) のデータを用いた。

表 2.2.10 年間最大流出量の収集データリスト

Station Name	River Name	Catchment Area (km <sup>2</sup> )	Period of Record	Collected Data No.	Remarks
Zaungtu	Bago	1,927	1987-	25 (1987-2011)	
Bago	Bago	2,580	1970-	43 (1970-2012)	
Khamonseik	Hlaing	5,840	1987-	22 (1987-2011)	3year - missing observation

出典: DMH

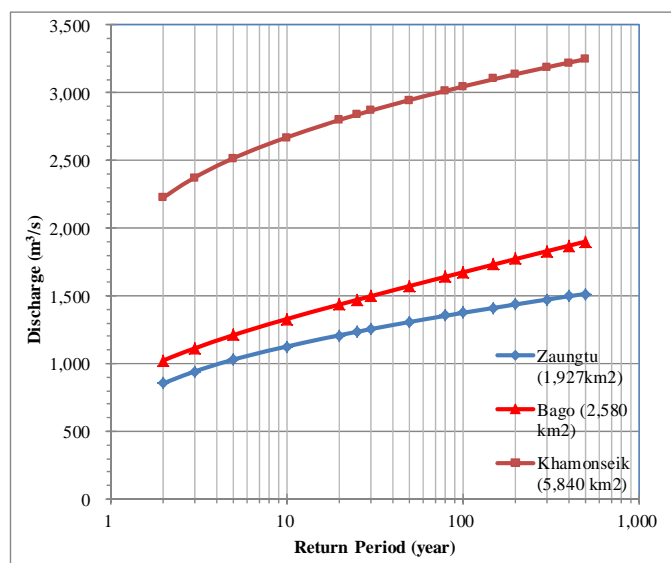
確率流量は下記の手法で算出した。

- ✓ ガンベル分布、岩井分布および対数正規分布の 3 手法の中から、最も一般的な手法である岩井法を採用した。
- ✓ 計算確率年は 2、3、5、10、20、25、30、50、80、100、150、200、300、400 および 500 年とした。

3 箇所の水位観測所 (Zaungtu、バゴ、Khamonseik) における確率流量を表 2.2.11 に示す。

表 2.2.11 Zaungtu、バゴーおよび Khamonseik 観測所での確率洪水計算

Return Period (Probability) (Year, %)		Probable Discharge: Qmax (m <sup>3</sup> /s)		
		Bago	Zaungtu	Khamonseik
		2580 km <sup>2</sup>	1927 km <sup>2</sup>	5840 km <sup>2</sup>
2	50.0%	1,024	855	2,227
3	33.3%	1,114	942	2,374
5	20.0%	1,211	1,030	2,517
10	10.0%	1,329	1,127	2,671
20	5.0%	1,437	1,210	2,800
25	4.0%	1,471	1,235	2,838
30	3.33%	1,498	1,255	2,868
50	2.0%	1,574	1,308	2,947
80	1.25%	1,642	1,354	3,015
100	1.0%	1,674	1,375	3,046
150	0.667%	1,732	1,412	3,101
200	0.5%	1,773	1,438	3,138
300	0.33%	1,830	1,473	3,188
400	0.25%	1,871	1,498	3,223
500	0.2%	1,902	1,516	3,249



出典: DMH のデータを基に JICA 調査団

(2) 設計用の河川流からの確率洪水量

橋梁架橋地点での計画洪水流量は、上流の各水位観測所での確率流量に対して、各流域面積の流域の割合を乗ずることで計算する ("比流量"による手法)。

水理計算に用いられる確率洪水流量を表 2.2.12 に示す。なお、これらの流出量は河川自体からの流出量であり、下げ潮の影響による追加の流量は、これらの流量には含まれない。



表 2.2.12 設計に用いる河川流から算出した確率洪水流量

Riverine System Name	Yangon river					Remarks
River Name	Bago river		Hlaing river		Pazundaung Creek	
Gauge Station Name	Bago		Khamonseik		(Bago)	
Catchment Area at Station (km <sup>2</sup> )	2,580	-	5,840	-	-	
Catchment Area at Construction Site (km <sup>2</sup> )	-	5,180	-	12,950	1,490	
Return period	Probability value	Discharge	Probability value	Discharge	Discharge	
1/2	1,024	2,056	2,227	4,938	591	
1/3	1,114	2,237	2,374	5,264	643	
1/5	1,211	2,431	2,517	5,581	699	
1/10	1,329	2,668	2,671	5,923	768	
1/20	1,437	2,885	2,800	6,209	830	
1/25	1,471	2,953	2,838	6,293	850	
1/30	1,498	3,008	2,868	6,360	865	
1/50	1,574	3,160	2,947	6,535	909	
1/80	1,642	3,297	3,015	6,686	948	
1/100	1,674	3,361	3,046	6,754	967	
1/150	1,732	3,477	3,101	6,876	1,000	
1/200	1,773	3,560	3,138	6,958	1,024	
1/300	1,830	3,674	3,188	7,069	1,057	
1/400	1,871	3,757	3,223	7,147	1,081	
1/500	1,902	3,819	3,249	7,205	1,098	
		Q1		Q3	Q2	
100 year discharge per unit drainage area (m <sup>3</sup> /sec/km <sup>2</sup> )	0.64884		0.52158		=specific discharge	

	Bago River Q1	Pazundaung Creek Q2	Hlaing River Q3	Yangon River (Monkey P.) Q4	Yangon River-mouth Q5	Remarks
Catchment Area (km <sup>2</sup> )	5,180	1,490	12,950	19,620	(25,640)	
10 year flood (m <sup>3</sup> /s)	2,668	768	5,923	9,359	(12,112)	
30 year flood (m <sup>3</sup> /s)	3,008	865	6,360	10,232	(13,189)	
50 year flood (m <sup>3</sup> /s)	3,160	909	6,535	10,604	(13,642)	
100 year flood (m <sup>3</sup> /s)	3,361	967	6,754	11,082	(14,222)	Design Discharge
500 year flood (m <sup>3</sup> /s)	3,819	1,098	7,205	12,122	(15,471)	

出典: DMH のデータを基に JICA 調査団

### (3) 水理計算

#### 1) 解析ソフトウェア

水理解析は、米国の米国陸軍工兵隊によって開発された HEC-RAS（水文エンジニアリングセンター – 河川解析システム）を使用して、ヤンゴン川での潮汐と洪水現象を再現した。

HEC-RAS は、定常流および非定常流の両方に対して一次元水面形状を算出する機能を有しており、常流、射流および混合流の流況のプロファイルを算出することが可能である。

水面形状は、エネルギー方程式を解くことによって一つの断面から次ステップへと計算される。エネルギー損失は摩擦（マニング式）と収縮/膨張係数によって評価される。HEC-RAS は上流の流出量の境界条件と下流の水位または既知のエネルギー勾配のどちらかの入力を必要とする。

また、潮汐波は非常に動的である。このソフトウェアのユーザー技術資料集によると、正確に潮汐の波動をモデル化するため、シータの潜在的重み係数を 0.6 に近づけるように解析を行った。

#### 2) 水理解析および前提条件

水理解析は以下の手順で実施した。

- ✓ 乾季の 2 つの場所での既往天文潮位を用いることにより、河川の粗度係数を推定した。すなわち、下流のエレファントポイントの天文潮から計算される上流のヤンゴン港の水位を、感潮域の粗度係数を変えることによりヤンゴン港の天文潮の波形に近似させた。エレファントポイントとヤンゴン港の 2005 年の潮位表は、既知の水位データとして与えた。
- ✓ 実際の潮位から計算された、上記の粗度係数を用いて洪水時（雨季）の解析を行った。また、計算ケースの前提条件は以下のとおりである。
- ✓ 水理計算のための河川横断は、上記の水理モデルを参照し、深淺測量結果、海図などを用いて与えた。
- ✓ 乾季の水理計算の下流境界は、時間毎に変化するエレファントポイントでの潮位（2005 年 2 月 4 日から 24 日、小潮 – 大潮 – 小潮）を与えた。（したがって、流れは定常流となる。）乾季の上流境界は定常の低水流量（275 日流量）を与えた。
- ✓ 雨季の水理計算の下流境界は、エレファントポイントでの潮位（2005 年 10 月 17 日から 10 月 21 日、大潮）を与える。雨季の上流境界は各河川へ定常流として 100 年洪水量を与えた。
- ✓ 上流端の流量は上流端の流域と全流域の比例配分として与えられ、残りの流域の流量は流路長に対して"均一の横流入量"として与えた。

#### 3) 水理解析とその結果

以下の 2 つのケースの水理解析を行った。

表 2.2.13 水理解析のケース

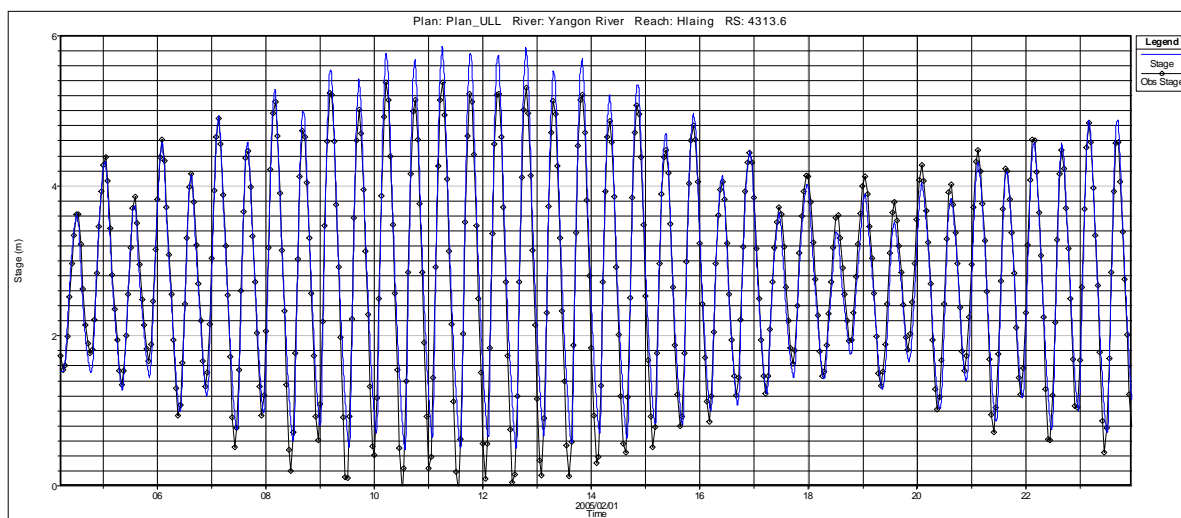
Case No.	Boundary Condition of Upstream (m <sup>3</sup> /s)				Boundary Condition of Downstream (Elephant Point)	Remarks (Objectives)
	Discharge	Hlaing	Bago	Pazun-daung	Period of Tidal Waveform	
1	Low-water runoff	44	8	5	4 Feb – 24 Feb 2005 (Annual minimum tide, Neap - Spring – Neap tide)	(for calibration of roughness coefficient)
2	100 year flood	6,754	3,361	967	17 Oct to 21 Oct 2005 (Annual Maximum Tide, Spring tide)	(for calculation of HWL)

注: 流出量は、ライン川及びバゴー川とパズンダン川の合流点での値を示す。

出典: 調査団

河床材料が非常に小さく、河床勾配がデルタ地帯のように非常に緩やかな場合、河道の粗度係数は一般に非常に小さく、その係数は、過去の文献<sup>1</sup>によれば、おおよそ 0.015 と推定される。(本検討の地質調査の結果から、Thaketa / バゴー橋地点の河床材料の平均粒径は非常に小さく 0.015-0.15 mm を計測した。)

ケース 1 のための粗度係数は、0.010、0.015、0.020 および 0.025 として設定した。水理計算結果から、程よく天文潮に同期したサージ振幅の計算ケースは、図 8.3.3 に示すように最大限で約 40cm の誤差はあるものの、粗度係数として 0.015 のケースである。



出典: 調査団

図 2.2.19 水理計算によるヤンゴン港での天文潮と計算潮の同期(粗度係数のケース:0.015、ケース 1)

乾季の間の低水量の結果から、高水位の水理計算は粗度係数 0.015 を用いることにより計算する。ケース 2 の水理計算結果を、表 2.1.14 および図 2.2.20 に示す。

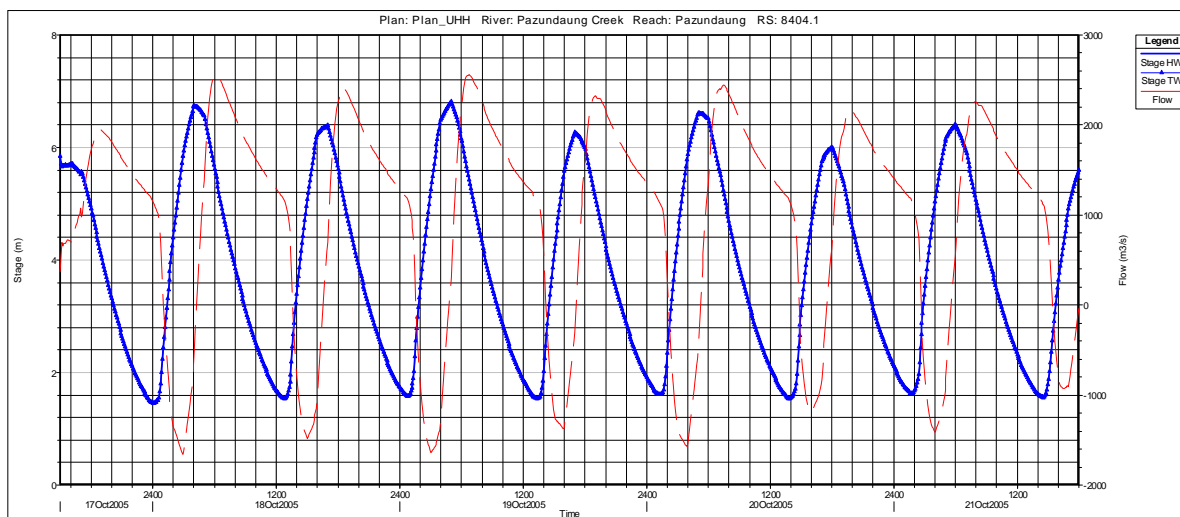
<sup>1</sup> 利根川河口部の河床形状と洪水時の河床変動、水工学論文集、第 54 巻(2010)、日本

表 2.2.1 水理解析結果

項目	単位	新タケタ橋架橋地点 (+8404.1) における数値	摘要
計画高水位 (HWL)	m	6.81	
100 年確率最大流出量	m <sup>3</sup> /s	966.77	
最大潮流流量	m <sup>3</sup> /s	1589.60	

出典: 調査団

上記の水理解析から、新タケタ橋における計画高水位は  $6.81 - 3.121 = 3.689\text{m}$  とする。



出典: 調査団

図 2.2.20 新タケタ橋での潮汐の影響による水位と流出量変動

## 2.2.3 環境社会配慮

### 2.2.3.1 環境影響評価

#### (1) 環境社会影響を与える事業コンポーネントの概要

本プロジェクトの事業コンポーネントと想定される環境社会影響を表 2.2.14 に示す。

表 2.2.14 事業コンポーネントと想定される環境社会影響

事業コンポーネント			想定される影響	
種別	項目	内容・規模	環境	社会
橋梁建設	橋長	253m	工事段階： ・輸送用船舶による大気汚染、騒音 ・橋脚・橋台建設時の騒音 ・橋脚・橋台の設置による流況の変化、河床・河岸の変化。	工事段階： ・輸送用船舶による事故
	道路幅員	20.5m		
	橋梁形式	PC3 径間連続エクストラドーズド橋 220m PC 単純箱桁橋 33m		
	基礎形式	河川内：鋼管矢板井筒工法（鋼管φ1000） 陸上部：場所打ち杭（φ1000）		
接続道路建設	延長	接続道路（北） 165m	計画段階： ・樹木の伐採・移植 工事段階： ・輸送用車両・船舶・重機による大気汚染、騒音・振動 ・濁水等による河川水質汚濁 ・油分等による水質汚濁、土壌汚染 ・浚渫残土、建設残土、廃棄材、生活廃棄物の発生 ・外部から流入する作業員による HIV/AIDS 等の感染症発生	計画段階： ・接続道路（北）影響域の自動車修理工場の移転とそれに伴う住民移転 ・接続道路（南）影響域の露店、店舗等の移転とそれに伴う一部住民移転 工事段階： ・作業員の安全・健康が損なわれる可能性 ・輸送用車両・船舶、重機による事故
		オフランプ（東） 104m		
		オンランプ（西-1） 88m		
		接続道路（南） 202m		

出典：調査団

(2) ベースとなる環境社会の状況

A) 自然環境

(a) プロジェクトサイトの地勢

ヤンゴン市中心部はヤンゴン川（Yangon River）の河口から約 34km 上流に位置し、小高い丘陵地がヤンゴン市中心部の中央を南北に走っている。その丘陵部中央の標高は約 30m で東西の低地へなだらかに下っている。

(b) ヤンゴン市の水系

ヤンゴン市は、南、南西、南東をそれぞれヤンゴン川、パンライン川（Pan Hlaing River）、バゴ川（Bago river）に囲まれている。パンライン川は下流でヤンゴン川と名前を変える。ナガモイエイク川（Nga Moe Yeik Creek）は北からヤンゴン市に流入した後、名前をパズンダン川（Pazundaung Creek）と変える。

本プロジェクトで新橋梁が架かるパズンダン川は、ヤンゴン市中心部のやや東側を北から南に流れ、ヤンゴン市の南部にてバゴ川に合流する。バゴ川はさらに南に流下してヤンゴン川に合流する。

(c) 気候・気象

・気候

ヤンゴン市は、熱帯モンスーン気候帯に属し、その気候はおおよそ、乾期：2月中旬～5月中旬、雨期：5月下旬～10月中旬、乾期（冬期）：10月下旬～2月中旬に分かれる。

- ・ 気温

ヤンゴン都市圏における気象観測所のうち、Kaba-aye 観測所がプロジェクト対象地域に最も近い。Kaba-aye 観測所では、運輸省の気象・水文部 (Department of Meteorology and Hydrology) の管理下で、1968 年から気象観測を行っている。

一般に 4 月の気温が高く、最高月平均気温は 2001 年 4 月の 39.1℃、最低月平均気温は 2004 年 12 月の 13.8℃である。月最高気温と月最低気温の差については、12 月から 2 月にかけては 20℃以上あり、雨期のピーク時期となる 6 月から 8 月にかけての差は 10℃程度である。

- ・ 降雨

ヤンゴン都市圏周辺の降雨量は東側ほど多い傾向にある。

Kaba-aye 観測所における 1991-2008 年の観測によれば、平均年降雨量は 2,747 mm、平均月降雨量の最大は 8 月の 596 mm、最小は 2 月の 3mm である。また、1990 年以降も含む過去最大の年降雨量は 2007 年の 3,592mm、最大月降雨量は 1968 年 8 月の 868mm である。最小月降雨量はゼロで、過去数回記録されている。

ヤンゴン都市圏の降雨は短時間に高強度であるのが特徴である。特に 50 年確率 60 分間降雨強度は 100mm/hour を超えており、このような高強度の降雨もヤンゴン市旧市街の浸水被害主要因の一つである。

(d) 生物・生態系

本プロジェクトにおいて、プロジェクトサイトにおける生物・生態系の現況を把握すること、環境影響評価におけるベースラインとなるデータを得ることを目的として生物・生態系の現地調査を行った。

調査の範囲、日時、調査結果等の詳細は付属資料 2.1に示す。

## B) 環境汚染

(a) 大気質、騒音、河川水質・底質、流量の実測調査

本プロジェクトにおいて、プロジェクトサイトにおける現況を把握し、環境影響評価におけるベースラインとなるデータを得ることを目的として、大気質、騒音、河川水質、河川底質、河川流量の調査を行った。

調査の詳細は、付属資料 2.2に示す。調査結果の要点は以下である。

(i) 大気質

測定地点はプロジェクトサイト周辺の 5 地点で、測定年月日は 2013 年 11 月 15～29 日である。各地点、24 時間 2 回測定した。

二酸化いおう、一酸化炭素、二酸化窒素、浮遊粒子状物質、微小粒子状物質 (PM2.5) の測定結果 (1 日平均値) はすべて日本の環境基準、WHO のガイドラインの基準内であった。

(ii) 騒音

測定地点は、大気質調査と同じ 5 地点で、測定年月日は、2013 年 11 月 14～27 日である。各地点、24 時間 2 回測定した。



騒音の測定結果は、すべての測定地点で、日本の環境基準、WHO のガイドラインの値の基準内であった。

#### (iii) 河川水質

測定地点は、既存橋の上流、下流各 2 か所、調査位置は表層、底層である。測定、サンプリングは、2013 年 11 月 7 日に行った。

pH、溶存酸素、生物化学的酸素要求量 (BOD<sub>5</sub>) のすべての測定結果が、日本の河川水質環境基準の D 類型の基準内であった。

なお、プロジェクトサイト周辺では商業漁業は行われていないため、水質のモニタリングにおいては、日本の D 類型相当の水利用状況として水質基準を適用するのが妥当と考えられる。

#### (iv) 河川底質

測定地点、測定・サンプリング月日は、河川水質と同じである。測定結果によれば、特に問題となる底質項目は認められなかった。

#### (v) 河川流量

既存タケタ橋から直ぐ上流及び約 200m 下流で、河川横断方向 3 地点、深度 3 か所の流速を測定した。測定月日は河川水質、河川底質と同じである。

河川の断面積と流速測定結果から流量を以下のように算出した。

- ・ 橋梁の直上流の流量 = 249 m<sup>3</sup>/sec
- ・ 橋梁の 200m 下流の流量 = 202 m<sup>3</sup>/sec

#### (b) 廃棄物

ヤンゴン市の廃棄物管理は、ヤンゴン市汚染管理・清掃規則 (Pollution Control and Cleansing Rules: 2001) の下に行われている。監督部署はヤンゴン市汚染管理・清掃局 (Pollution Control and Cleansing Department, PCCD) で、規則に基づき廃棄物の収集・運搬、処理/処分、料金体系、罰則規定等の具体的な活動内容が定められている。

ヤンゴン市内には最終処分場が 2 つ、一時的に使用している処分場が 5 つある。Htein Bin と Htawe Chaung は 24 時間廃棄物を受け入れており、YCDC の PCCD によって運営されている。一時的な処分場についても PCCD が監督している。これら処分場は全て開放埋立方式である。

### C) 社会環境

プロジェクトサイトの行政区分上の位置は、橋の北側はミンガラー・タウン・ニュント (Mingalar Taung Nyunt) ・タウンシップの、南側はドーボン (Dawbon) ・タウンシップの区域の一部である。

ミンガラー・タウン・ニュント・タウンシップは都市構造がヤンゴン市中心部と連続しており、パズンダン川で寸断されたドーボン・タウンシップよりも都市化が進んでいる。ヤンゴン市の行政の中心機関は、ヤンゴン市開発委員会 (Yangon City Development Committee: YCDC) である。

人口・世帯、民族・宗教、産業・労働人口、貧困層、土地利用、インフラ及び社会サービス（電気、上下水道、医療・保険・衛生、教育）、歴史的建築物、交通事故についての調査結果は付属資料 2.3 に示す。

### (3) 相手国の環境社会配慮制度・組織

#### A) 環境社会配慮関連法制度

「ミ」国の環境社会配慮関連の主な法令を表 2.2.15 に示す。

表 2.2.15 「ミ」国の環境関連の法令

法律、ルール等の名前	制定年
<b>1. 制度と政策</b>	
「ミ」国憲法	2008
国家環境政策	1994
国家持続的発展戦略	2009
<b>2. 環境保全</b>	
環境保全法	2012
環境影響評価ルール（ドラフト）	2013
文化遺産地域の保護・保全法	1998
<b>3. 生物多様性と自然保護</b>	
野生生物保護法	1936
海洋漁業法	1990
淡水域漁業法	1991
森林法	1992
動物の健康及び成育法	1993
野生動植物保護及び自然区保護法	1994
水資源・河川保全法	2006
「ミ」国生物多様性戦略行動計画	2012
<b>4. 都市開発・都市管理</b>	
ラングーン市政法	1922
ヤンゴン市開発法・改正法	1996
ヤンゴン市開発法	1990
ヤンゴン市政改正法	1961
<b>5. 文化遺産保護・保全</b>	
文化遺産地域保護・保全法	1998
<b>6. 用地取得・住民移転</b>	
上部ビルマ地域の土地と歳入に関する規制	1889
用地取得法	1894
不動産の移動制限法	1947
土地国有化法	1953
土地借用処理法	1963
不動産の移動制限法	1987
農地法	2012
農地ルール	2012
空地、休閒地、未開墾地の管理法	2012
空地、休閒地、未開墾地の管理ルール	2012
<b>7. 汚染管理及び労働衛生</b>	
工場法	1951
労働安全・健康法（ドラフト）	2012
科学技術開発法	1994
鉱業法	1994

出典：調査団

2011年9月に環境保全林業省（Ministry of Environment Conservation and Forestry, MOECAF）が新設され、2012年4月1日に環境保守法（Environmental Conservation Law）が公布された。同法は、いわゆる環境基本法の位置づけであり、基本的枠組みを構成したものである。環境影響評価実施における詳細な手続きについては定めていない。今後同法に基づいた環境保全ルール（Environmental Conservation Rules : ECR）によって環境影響評価、環境基準、排出基準に関する法令、ルール、ガイドライン等が順次整備・制度化される予定である。「環境影響評価ルール（Environmental Impact Assessment Rules）のうち、「環境影響評価手続き：Environmental Impact Assessment Procedures（以下「EIA 手続き」）のドラフトは2013年1月に作成されたものの、2014年1月現在制定待ちの状態である。

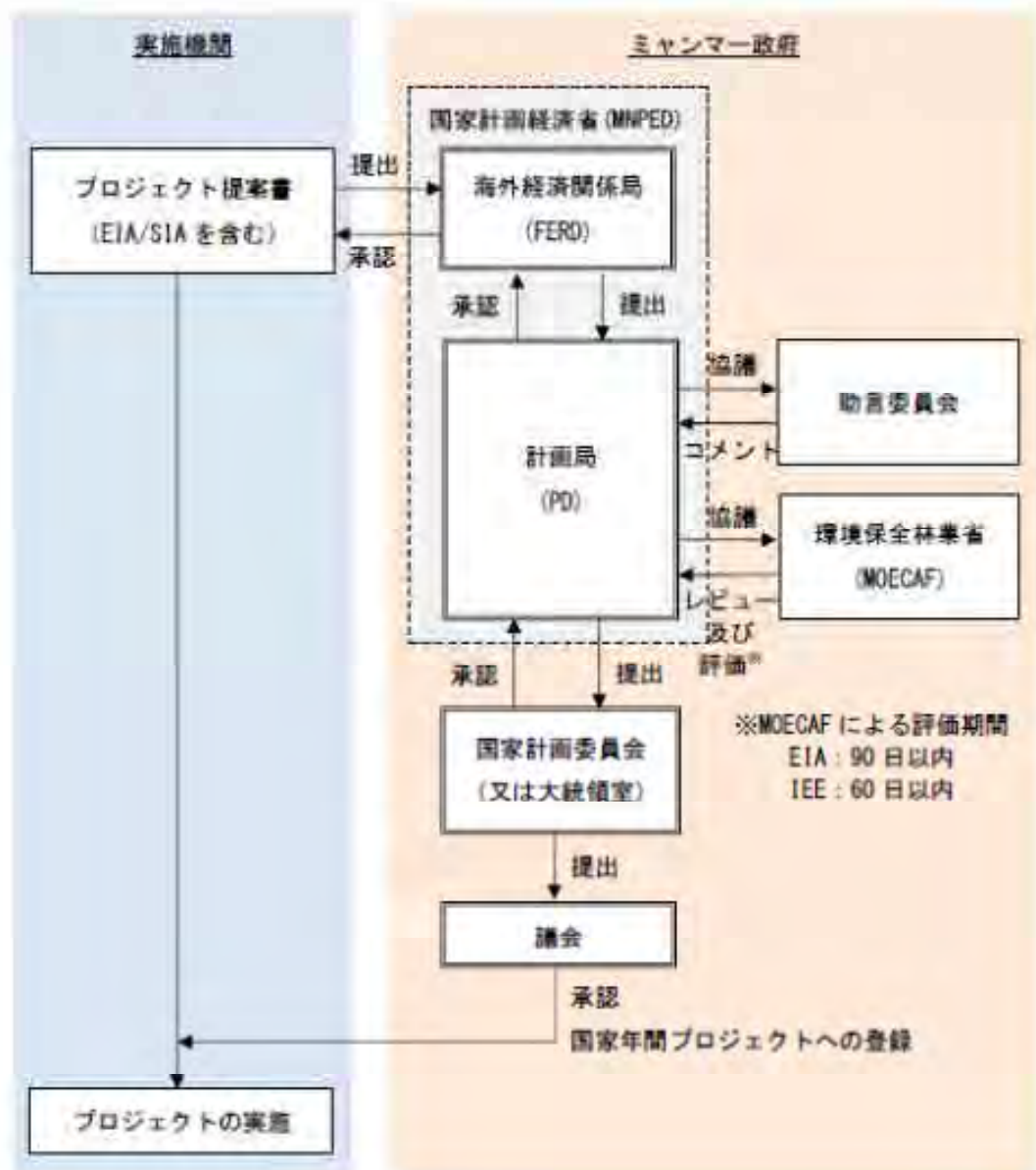
「EIA 手続き（ドラフト）」の概要を付属資料 2.4 に示す。

## B) プロジェクト認可・環境認可

プロジェクト認可及び環境の認可の流れを以下に示す。

- (i) 実施機関は、環境影響評価（EIA）／社会影響評価（SIA）を含む FS 調査と共にプロジェクト提案書を国家計画経済省（Ministry of National Planning and Economic Development : MNPED）の海外経済関係局（Foreign Economic Relations Department : FERD）に提出する。
- (ii) FERD によってすべての必要な書類が検査された後、書類は MNPED に送られる。
- (iii) 計画局は社会的助言評議会及び関連機関、そして MOECAF と協議し文書の詳細内容を審査する。このプロセスにおいて、MOECAF は環境社会配慮の観点から EIA/SIA をレビューし評価する。
- (iv) 以上の組織による提出書類の承認の後、計画局は上記の審査と評価の結果と共に書類を計画委員会あるいは大統領オフィスに送る。
- (v) 計画委員会は文書を承認した後、国会に推薦する。
- (vi) 国会においてプロジェクトが承認されると、プロジェクトは国家年間プロジェクトとして登録される。この登録がないとプロジェクトは目標の年に実施できない。

海外ドナーを含む公共セクターによる通常の開発の場合の、プロジェクト認可のプロセスにおける環境認可の手続きの現状を図 2.2.21 に示す。本プロジェクトは、建設省（Ministry of Construction : MOC）が実施機関としてこのプロセスに従ってプロジェクトと環境の許認可を行う。



出典: 調査団

図 2.2.21 プロジェクト認可のプロセスにおける環境認可の手続きの現状

C) 「ミ」国の環境社会配慮に関する法制度と JICA ガイドラインとの対応

既存の「ミ」国の環境社会配慮に関する法制度は、特に環境影響評価関連で JICA ガイドラインや世界銀行セーフガード・ポリシーより不十分な点が多かった。現在ドラフト段階の EIA 手続きによってそのギャップはおおむね解消されると考える。

但し「ミ」国の規定は曖昧な点が見られる。例えば、JICA ガイドライン及び世銀セーフガード・ポリシーでは、環境影響評価において直接的な影響のほか、派生的、二次的及び累積的な影響も評価するべきとしているが、「ミ」国の法令・ガイドラインにはこのようなポリシーを記載していない。また、モニタリング計画の作成と実施における実施機関の努力、モニタ

リング結果をステークホルダーに知らせる実施機関の努力についても明確に定められていない。

こうした状況から、本プロジェクトでは JICA ガイドラインでカテゴリーB プロジェクトについて定められたプロセスと内容の両方に沿って環境社会配慮調査を行い、IEE を作成する。そして、JICA ガイドラインと矛盾しない範囲で「ミ」国の法令・EIA 手続き（ドラフト）に沿った対応を行うこととした。

#### D) 「ミ」国の環境保全関連の組織

「ミ」国の環境保全関連の組織の概要を付属資料 2.5に示す。

##### (4) 代替案の比較検討

本プロジェクトにおける 4 つの代替案について検討した。

経済、技術、環境社会配慮の面から代替案を比較して総合的な評価により現在計画案を事業対象として選定した。

代替案比較検討の内容は付属資料 2.6に示す。

##### (5) スコーピング

現地調査の前の段階で予想される影響の程度を評価し、スコーピングとしてまとめた。スコーピング表には影響程度についての評価理由を記載した。

スコーピングの結果は付属資料 2.7に示す。

##### (6) 環境社会配慮調査の TOR

スコーピングで絞り込んだ影響項目について、調査内容及び方法を環境社会配慮調査の TOR としてまとめた。

環境社会配慮調査の TOR は付属資料 2.8に示す。

##### (7) 環境社会配慮調査結果

環境社会配慮調査の結果から、主要な影響の事項を要約した。内容を付属資料 2.9に示す。

##### (8) 影響評価

環境社会配慮調査の結果とスコーピングを基に、工事前／工事中あるいは供用時の評価が B-、C-、C であった項目についてプロジェクトの環境影響の予測・評価を行った。

表 2.2.16 に環境影響の予測・評価の結果を示す。予測・評価表には評価の根拠、理由を示す。

表 2.2.16 環境影響の予測・評価

分類		影響項目	スコーピング時の影響評価		調査結果に基づく影響評価		評価理由
			工事前 工事中	供用時	工事前 工事中	供用時	
社会 環境	1	用地取得、住民 移転	B-	D	B-	D	計画段階： (1)以下の構造物移転、住民移転が発生する。 (橋梁北側のインターチェンジ周辺) ・3件の自動車修理工場の移転 ・2修理工場の従業員3人の非自発的住民移転 (橋梁南側の公園周辺) ・24時間スナック店の移転とその従業員1人の住民移転 ・茶店、理髪店、ゲーム店/携帯電話カード店の移転、それらの入居ビルの移転 ・ゲーム店では3人（オーナーとその家族）の非自発的住民移転が発生する。 (2)取得する必要がある用地はすべて公共機関（PW、YCDC）が所有権あるいは使用権を持つ土地であり、私有地の取得は不要である。
	2	貧困層	C	B+	D	B+	計画段階： プロジェクトサイトに貧困層住民は居住していない。 供用時： 橋梁新設により、貧困層にとっても社会サービスや市場へのアクセスが容易になる等、正の影響が見込まれる。
	3	土地利用や地 域資源利用	C	D	D	D	工事中： ・地域資源利用への影響はない。 ・建設資材（石、礫、土砂等）は工事域周辺から採取せず遠方から調達し、水は一般供給水道水と持ち込みの水（飲料用等）を使う。 ・プロジェクト計画地域では農業、林業、漁業は行われておらず土地利用への影響は想定されない。
	4	既存の社会イン フラや社会 サービス	B-	B+	B-	B+	工事中： ・新橋梁建設工事中は現橋が使われるので、工事中の橋梁、道路の常時閉鎖はない。しかし、建設資機材の搬入や建設廃棄物の搬出により、一時的な閉鎖や速度制限があり得る。それによって、交通混雑、教育施設、医療・保険施設等公共施設へのアクセス等に不便が生じる恐れがある。 ・橋梁・接続道路の計画域内に電柱が26本（電灯用の小電柱等を含む）あり、移設が必要である。 ・輸送用船舶、工事のための重機船により河川を航行する船舶に影響を及ぼす恐れがある。しかし新橋梁の橋脚・橋台の建設場所は、現在の航路を変更する必要のないように設計されている。 供用時： ・新橋梁建設で交通インフラが改善され、



分類	影響項目	スコーピング時の影響評価		調査結果に基づく影響評価		評価理由
		工事前 工事中	供用 時	工事前 工事中	供用時	
						地域の社会サービス施設へのアクセスが改善される。
5	被害と便益の偏在	C-	C-	B-	B-	<p>工事中： 事業自体は周辺地域に不公平な被害と便益をもたらすことはないと考えられる。 しかし、工事段階での輸送用車両・建設重機機の稼働、廃棄物の発生等につき、住民や地域関係機関等に対する説明が不十分な場合には、被害と便益の偏在が生じる可能性がある。</p> <p>供用時： 通過車両の増加による大気汚染、騒音・振動の増加の等の負の影響の可能性と交通インフラの改善等の正の影響の両面につき、住民や地域関係機関等に対して、適切な説明を行わなかった場合には、被害と便益の偏在が生じる可能性がある。</p>
6	水利権、漁業権、入会権	C	C	B-	D	<p>計画段階/工事中：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>プロジェクトサイト周辺の河川には水利権、漁業権は設定されていない。プロジェクトサイト周辺の樹林地に入会権は設定されていない。</li> <li>プロジェクトサイト周辺の河川・河岸はMPAの所有・管理区域であり、プロジェクトによる占有・利用についてはMPAに申請して許可を得ることが必要である。</li> </ul>
7	景観	D	C-	D	D	<p>工事中： プロジェクトサイト周辺に考慮が必要な重要な景観要素はない。</p> <p>供用時： 新橋梁と既存の橋梁が一定期間並立するが、景観的には調和できる。</p>
8	子どもの権利	B-	B-	B-	B-	<p>計画段階/工事中/供用時： 接続道路計画地に、ドーボントアウンシップにある公園の一部が入る。この公園では、子どもがスポーツや遊具で遊んでおり、影響が生じる。</p>
9	健康・公衆衛生	B-	C-	B-	B-	<p>工事中： 工事中の輸送用車両、重機から排出されるSPM, NOx, SOx等の大気汚染物により、一時的ではあるが周辺住民に呼吸器系疾患等の発症の懸念がある。</p> <p>供用時： 通過車両数の増加に伴う大気汚染物発生量増大で、呼吸器系疾患等発症の懸念があるが、影響の程度は大きくないと想定される。</p>
10	HIV/AIDS等の感染症	B-	D	B-	D	<p>工事中： 流入する工事作業員や車両運転手の女性との接触でHIV/AIDS等の感染症発生の可能性が考えられる。</p>
11	労働環境(労働安全を含む)	C-	D	B-	D	<p>工事中： 工事内容や作業環境によっては、工事作業員の健康、安全が損なわれる可能性がある。</p>

分類		影響項目	スコーピング時の影響評価		調査結果に基づく影響評価		評価理由
			工事前 工事中	供用 時	工事前 工事中	供用時	
	12	事故	B-	C-	B-	B-	工事中： 輸送用車両・船舶による事故、建設重機による事故の発生が想定される。 供用時： 橋梁建設で交通渋滞が解消するが、一方交通量が増え、かつ車両走行速度が増加するので交通事故発生の可能性はある。
自然環境	13	動植物、生態系 (陸域)	B-	D	B-	D	計画段階/工事中 ・本プロジェクトにおける生物・生態系調査によれば、調査地域（プロジェクトサイトとその周辺）で IUCN のレッドリストに登録の危急種（Vulnerable species）が2種、 （ <i>Delonix regia</i> ：ホウオウボク）と、 （ <i>Swietenia macrophylla</i> King：マホガニー）が存在することが確認された。但し両種ともにヤンゴン地域では公園等の緑地にはよく見られる種である。 ・しかし、接続道路の計画域決定後の調査によれば、両種ともに道路計画域内には存在しないことが確認された。 ・貴重な植物種ではないが、計画地内には多くの樹木が存在する。MOECAF の林業局の指示によれば、樹木の除去・移植・代替植樹に当たっては、種名、存在位置、本数等のデータを含む申請書を林業局に提出して許可を得る必要がある。 ・実際の除去・移植・代替植樹の作業は YCDC-PPGD に依頼し所定の費用を支払う。
	14	動植物、生態系 (水域)	C	D	D	D	計画段階/工事中 ・プロジェクトサイトの水域にレッドリスト登録の種等貴重な水生生物・底生生物は存在せず、生態学的にセンシティブな場所もない。 ・パズンダン川は感潮河川であり、兩岸のマングローブが生育する。しかし、橋梁近くに生育が弱まったものがわずかにするのみである。 ・再度の調査によれば計画域内にはマングローブは生育しないことが確認された。
	15	水象	B-	C-	B-	D	工事中： 橋脚・橋台建設のための掘削、浚渫等により水象が変化する可能性がある。 供用時： 橋台・橋脚の設置状況によっては、水象変化の可能性はあるが、その可能性は小さいと想定される。
	16	土壌侵食	C-	D	D	D	工事中： 切土工事の規模は小さく、土壌侵食・不安定化の発生可能性はほとんどない。
	17	地下水の状況	C-	D	D	D	工事中： 工事用水用に地下水の利用は想定されていない。

分類		影響項目	スコーピング時の影響評価		調査結果に基づく影響評価		評価理由
			工事前 工事中	供用時	工事前 工事中	供用時	
環境 汚染	18	大気汚染	B-	C	B-	B-	「ミ」国では大気質の環境基準は設定されていない。 工事中： ・輸送用車両・船舶、重機の稼働に伴い、稼働ピークや低速通行時等一時的ではあるが、大気質の悪化が想定される。 ・動力電源は主に常時供給される一般電力であるが、ポンプやブロー用にはディーゼル発電機が使用されるため、それによる大気汚染物質（粒子状物質やNOx）などの発生が想定される。 供用時： ・橋梁新設により、道路の流れがより円滑となり、渋滞時のアイドリング等によるNOxなど大気汚染物の排出が減少することが想定される。 ・他方、通過交通量の増加（2013年：29万台/日、2021年時点：46万台/日）により、排ガスによる大気汚染物の排出量が増加する可能性がある。
	19	水質汚濁	B-	B-	B-	D	「ミ」国では河川の水質環境基準は設定されていない。 工事中： ・工事現場、輸送用車両・船舶、建設重機、工事宿舎からの水質汚濁物質の排出による水質汚濁が想定される。 ・地盤工事場所からの土壌流出による汚濁増加はほとんど生じないと想定される。
	20	土壌汚染	B-	D	B-	D	工事中： 工事現場、建設重機、工事宿舎からの排出物、オイル等による土壌汚染の可能性はある。
	21	底質	B-	D	B-	D	工事中： 河川の浚渫・掘削工事で発生する土砂類、水質汚濁物質の沈降・堆積及び汚染された底泥の舞い上がり等により、底質汚染が生じる可能性がある。
	22	廃棄物	B-	D	B-	D	工事中： 工事現場から浚渫汚泥、建設廃機材、建設残土等が発生する。また作業員宿舎等から生活廃棄物が発生する。
	23	騒音・振動	B-	B-	B-	B-	「ミ」国では騒音・振動の環境基準は設定されていない。 工事中： ・輸送用車両・船舶、油圧ハンマー等建設重機による騒音・振動が発生する。 ・油圧ハンマーによる杭打ちの作業場所では騒音は日本の作業騒音基準（85dB）を超えるが、河岸から離れた位置にある家屋付近所では減衰して基準を満たすと想定される。 供用時： 交通量の増加により、車両から発生する騒

分類	影響項目	スコーピング時の影響評価		調査結果に基づく影響評価		評価理由
		工事前 工事中	供用 時	工事前 工事中	供用時	
						音・振動が増加する恐れがある。ただし、病院、学校、寺院等の特に静穏な環境が必要な施設は架橋地点から離れているので環境影響は小さい。
	24 悪臭	C-	C-	D	D	工事中； ・排ガス整備不良の車両・重機・船舶がある場合、その運転条件が悪いと、悪臭発生の可能性がある。また、掘削・浚渫工事で舞い上がった泥土による悪臭発生の可能性がある。 ・しかし河川上の風による拡散効果があり、悪臭発生源から人家は離れているので影響は軽微である。 供用時； 通過車両数増加により、排ガス起源の悪臭の発生増加が想定される。しかし河川上の風による拡散効果があり、また悪臭発生源から人家は離れているので、影響は軽微である。

<影響評価の評定>

A+/-: 多大な正の効果/重要な負の影響が予想される。

B+/-: ある程度の正/負の影響が予想される。

C+/-: 正/負の影響の程度は不明である(さらに調査が必要である、影響の程度を明らかにする)。

D: 影響は想定されない。

出典: 調査団

(9) 緩和策および緩和策実施のための費用

環境影響評価で B-とされた項目に対する緩和策と緩和策実施のための費用を付属資料 2.10に示す。

(10) 環境管理計画・モニタリング計画

本プロジェクトはその範囲と規模から、全体としては重大な負の環境社会影響はないが、項目によってはある程度の負の影響が生じる。このような環境社会影響の評価を踏まえて、環境管理計画としては、表 2.2.4 に示すように、(1)モニタリング、(2)緩和策の 2 つの柱で構成するものとする。その他の環境管理計画の課題は特に含まない。

表 2.2.17 環境管理計画

計画事項	環境管理計画における重要事項
モニタリング計画の遂行	<ul style="list-style-type: none"> <li>計画どおりにモニタリングを実施する。</li> <li>地方政府、住民からのコメント、指示への対応/行動は計画どおり行う。</li> <li>モニタリングの結果は、モニタリングフォームに従って報告を作成し、所定の頻度で報告する。</li> </ul>
緩和策の実施	<ul style="list-style-type: none"> <li>PW、請負業者はそれぞれの責務の緩和策を確実に実施する。</li> <li>緩和策実施後なお環境社会上の問題が生じる場合は、PWの責任において、より効果が高く実行可能な緩和策を検討・適用し、影響緩和を図る。</li> </ul>

出典:調査団

モニタリング計画は付属資料 2.11に示す。

### (11) ステークホルダー協議

ステークホルダー協議は、2014年3月22日(10:30~12:30)にヤンゴンで開催した。

会場：ミンガラータウンニュート・タウンシップ、タケタ橋際のMOC・PWの事務所の集会所

参加者：73名(表 2.2.18)

表 2.2.18 ステークホルダー協議の参加者

(1) 政府・行政機関			
公共事業局(PW)(建設省)	12人	水資源・河川系開発局(Department of Water Resources and Improvement of River System)(運輸省)	1人
ヤンゴン市開発委員会(YCDC)	3	環境保全林業省(MOECAF)	1
住居管理・住宅開発局(Department of Human Settlement and Housing Development)(建設省)	2	河川開発局(River Development Department)(運輸省)	1
ミャンマー電力公社(Myanmar Electronic Power Enterprise)(電力省)	2	ミャンマー港湾公社(MPA)(運輸省)	1
総務局(GAD)(内務省)	4	ミャンマー鉄道公社(Myanmar Railway)(鉄道運輸省)	1
水産局(Fishery Department)(畜産・水産省)	1	内陸水運公社(Inland Water Transport)(運輸省)	1
合計			30人
(4) 住民、民間機関			
レストランオーナー	2人	商業	2人
商店オーナー	10	政策団体	2
自動車修理工場	9	地域NGO	4
住民及び住民代表	11	REM(ローカルコンサルタント会社)	3
合計			43人

出典:調査団

ステークホルダー協議の議事録の要約は付属資料 2.12に示す。

### 2.2.3.2 用地取得、住民移転

#### (1) 構造物移転・住民移転の必要性

##### A) 構造物移転・住民移転の必要性

本プロジェクトでは影響域はすべて公有地であり、私有地の用地取得は生じない。しかし、4件7人の非自発的住民移転、7件の店舗等の移転が必要である。接続道路の計画域のうち、既存の橋梁の北側の3件の自動車修理工場、南側の公園の周りに存在する4件の店舗が影響対象となる。

##### B) 代替案の比較検討

本事業の全体計画が決まった段階で、さらに環境社会影響を最小化するように道路計画の代替案の比較検討を行った。検討の対象としたのは、土留工の計画であり、

第1案：土羽法面工、第2案：コンクリート擁壁工、第3案：補強土壁工を比較検討した。比較検討概要及び結果については付属資料 2.13に示す。

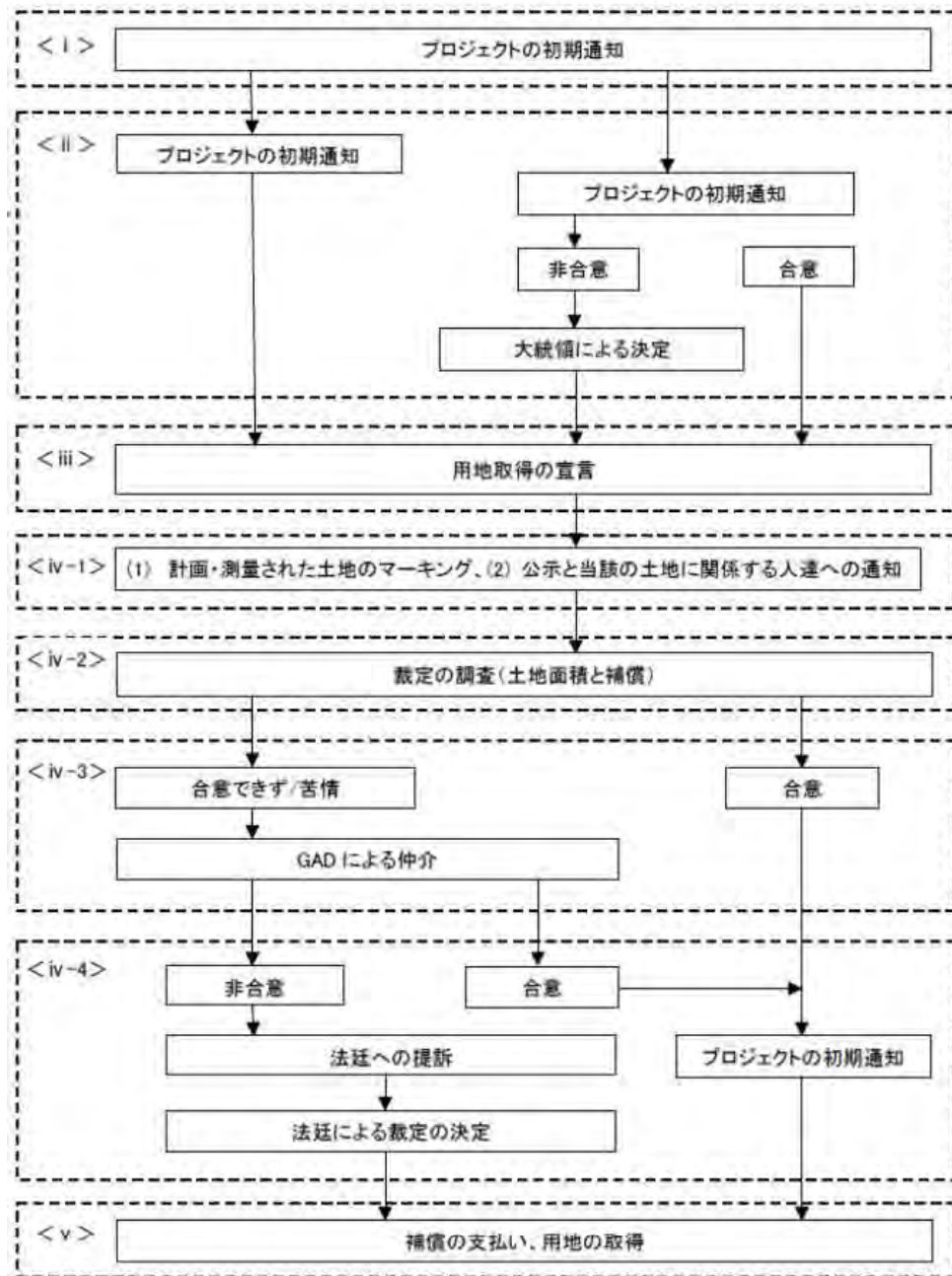
#### (2) 用地取得に係る法的枠組み

##### A) 「ミ」国の法的枠組み

「ミ」国の土地問題、土地管理、土地所有権に関しては、土地国有化法（1953）、借地権処理法（1963）、用地取得法（1894）、森林法（1992）、農地法（2012）等多くの重要な法律がある。それらの中で、英国統治時代に制定された用地取得法（Land Acquisition Act,1894）は、「ミ」国の用地取得と住民移転に関して現在でも中核的な法律である。

用地取得法（1894）による用地取得のフローを図 2.2.22 に示す。





出典: 用地取得法(1894) 調査団による和訳

図 2.2.22 用地取得法(1894)による用地取得のフロー

B) JICA のポリシー

JICA のポリシーを 付属資料 2.14 に示す。

C) JICA ガイドラインと「ミ」国の法制度との比較

「ミ」国の法制度と JICA ガイドラインとの比較を表 2.2.19 に示す。

表 2.2.19 JICA ガイドラインと「ミ」国の法制度との比較

No.	JICA ガイドライン/ 世界銀行セーフガード・ポリシー	「ミ」国の法制度	
		法律名	規定内容
1	非自発的住民移転及び生計手段の喪失（本プロジェクトでは資産の喪失・移転）は、代替案の検討により可能な限り回避に努めねばならない。	なし	相当する規定を含む「ミ」国の法令はない。
2	移転回避が可能でない場合には、影響を最小化し、損失を補償するために、対象者との合意の上で実効性ある対策が講じられなければならない。（JICA ガイドライン）	用地取得法 (1894) (条項 3)	用地取得法の条項 3 は、土地の権利を有する者は、この法の下で用地取得がされる場合、補償に関して不満を申し立てる資格を有すると規定している。しかし、これは影響を最小化する効果的な方法を述べたものではない。
		農地ルール (2012) (条項 26)	農地ルールの条項 26 は、国と公共の利益のための農地取得においては、適切な補償・賠償がなされると規定している。
		農地ルール (2012) (条項 64)	農地ルールの条項 26 は、農地取得の補償は国と公共の利益のためになされると規定している。
3	非自発的住民移転及び生計手段の喪失（本プロジェクトでは資産の喪失・移転）の被影響者に対しては、以前の生活水準や収入機会、生産水準において改善又は少なくとも回復できるように、十分な補償及び支援が与えられなければならない。（JICA ガイドライン）	用地取得法 (1894) (条項 23)	用地取得法の条項 23 は、用地取得により受ける、作物、樹木、土地資産等の損壊、住居や事業の移転、利益の損失等を補償することを規定している。しかし、PAPs が生活水準・収入機会を改善あるいは少なくとも回復できるように支援すると明確に定めていない。
4	補償は、可能な限り完全な再取得価格に基づかなければならない。（JICA ガイドライン）	用地取得法 (1894) (条項 23)	用地取得法の条項 23 は、「用地取得通 (Notification)」の公示時点での土地の市場価格を考慮すると規定している。しかし、「完全な再取得価格」とは定めていない。
5	補償及びその他の支援は、移転の前に行われなければならない。	用地取得法 (1894) (条項 34)	用地取得法に、補償とその他の支援は物移転の前に提供するとの規定はない。しかし、同法の条項 34 は、用地取得の前に補償が支払われない場合は、金利を上乗せした補償が支払われると定めている。
6	大規模な非自発的住民移転が生じるプロジェクトでは住民移転計画が作成され、住民の用に供されなければならない。	なし	大規模な非自発的住民移転が生じるプロジェクトでは住民移転計画作成が必要と規定した法律はない。
7	住民移転計画の作成に当たっては、事前に十分な情報が提供された上で、これに基づいた PAPs と彼らのコミュニティとの協議が行われなければならない（JICA ガイドライン）	なし	住民移転の計画と活動プロセスにおいて住民及び彼らのコミュニティとの協議が行われなければならないと規定した法律はない。
8	住民協議を行う場合、説明は PAPs	なし	住民協議が必要と規定した法律はない。

No.	JICA ガイドライン/ 世界銀行セーフガード・ポリシー	「ミ」国の法制度	
		法律名	規定内容
	が理解できる形式、態度、言語で行われなければならない。		
9	非自発的住民移転及び生計手段の喪失に係る対策の立案、実施、モニタリングには、PAPsと彼らのコミュニティの適切な参加が促進されなければならない。 (JICA ガイドライン)	なし	住民移転計画の計画、実施のプロセスにおいて被影響者の適切な参加を促進することを規定した法律はない。
10	PAPs と彼らのコミュニティが受け入れやすい適切な苦情処理メカニズムが構築されなければならない。	用地取得法 (1894) (条項 5A, 18)	用地取得法の条項 5A は、所有の土地が取得されるか影響を受けるすべての人は、用地取得通知の公示後 30 日以内に異議を申し立てることができる」と規定している。 一方同法 Article 18 は、裁定を受け入れないすべての PAPs は法廷での決定のために提訴することができる」と規定している。 JICA ガイドラインと「ミ」国の用地取得法との間に明白な差異はないようである。 本プロジェクトでは、JICA ガイドラインと「ミ」国の用地取得法をベースとして、アクセスしやすく、公正で透明性のある苦情処理システムを構築する。
11	便益を得ようとする者の流入を防ぐため、初期ベースライン調査（適格性カットオフデートに資する人口センサス、財産目録、社会経済調査を含む）を通して、被影響者は可能な限り早期に特定されなければならない (世界銀行 OP4.12 第 6 条)	用地取得法 (1894) (条項 4)	用地取得法の条項 4 は、調査と土地のマーキングを開始するための、公共目的での用地取得の要求の公示について規定している。 しかし、初期ベースライン調査（人口センサスを含む）による補償資格を確定するための詳細調査については記載していない。
12	便益を受ける資格を有する被影響住民は、正式かつ法的な地権（法律によって認められる習慣上、伝統上の土地への権利を含む）を持つ者、占拠地にかかる法的権利が認められない者を含む。 (世界銀行 OP4.12 第 15 条)	用地取得法 (1894) (条項 9)	用地取得法の条項 9 は、土地の占有者、土地の所有権があると知られているかあるいは信じられているすべての人間は、用地取得の通知を受けるかあるいは説明会に招かれる」と規定している。 しかし、同法には補償資格について明確に規定されていない。
13	生活が土地をベースにしている PAPs に対しては、土地ベースの住民移転方策を優先する。	なし	生活が土地をベースにしている PAPs に対しては、土地ベースの住民移転方策を優先するという規定のある法律はない。
14	被影響者に対し、移行期（移転から生計回復が図られる期間）に支援を与える。 (世界銀行 OP4.12 第 6 条)	なし	移行期における支援を定めた法令はない。

No.	JICA ガイドライン/ 世界銀行セーフガード・ポリシー	「ミ」国の法制度	
		法律名	規定内容
15	移転住民の中でも社会的弱者、特に 貧困ラインより下にある人々や土地 を持たない住民、高齢者、女性や子 ども、少数民族等のニーズに特に注 意を払う。 (世界銀行 OP4.12 第 8 条)	なし	社会的弱者に特に配慮することを定めた 法令はない。
16	200 人以下の用地取得あるいは 200 人以下の非自発的住民移転が生じ るプロジェクトは簡易住民移転計 画書 (abbreviated resettlement plan :ARP) を作成しなければならない。 (世界銀行 OP 4.12 第 25 条)	なし	ARP の作成基準を規定した法令はない。

出典:調査団

#### D) 本プロジェクトにおける構造物移転・住民移転用地のポリシー

PW による本プロジェクトにおける構造物移転・住民移転のポリシー（以下、プロジェクトポリシーと記す）は、JICA ガイドラインと「ミ」国の用地取得・住民移転関連の法制度に準拠する。

しかし、それらの間に差異がある事項については、ポリシーは JICA ガイドラインに従う。

以下に本プロジェクトポリシーを示す。

- 1) 代替案の検討を行い、構造物移転・住民移転を可能な限り回避又は最小化する。
- 2) 移転が避けられない場合は、PAPs の生計が改善または少なくとも回復できるように、十分な補償や支援を行う。
- 3) 補償や支援は、以下のような影響を受ける全ての人に提供される。
  - ・ 生活水準低下の影響
  - ・ 建物の権利、土地利用の権利、商業地・テナント、その他の不動産等への永久的及び一時的権利への負の影響
  - ・ 所得創出機会に係わる、一時的または永久的な負の影響
- 4) 直近のセンサス及び資産調査の時に影響地域において居住、労働、営業していることが確認された者は、その損失資産の全てが補償や支援の対象となる。補償は可能な限り再取価格に基づかなければならない。PAPs には、移転前の生活水準や収入機会、生産水準において改善又は少なくとも回復できるような補償・支援を提供する。
- 5) 資産の一部を失う場合、残りの資産がその後の生計を維持していくのに不十分でないようにする。その方法は、補償の手続きの過程で決定される。
- 6) PW は簡易住民移転計画 (ARP : Abbreviated Resettlement Plan)を作成する。

- 7) ARP は、PAPs 及び他の関心のあるグループに参考のために公開される。
- 8) 資産移転の補償は再取得価格の原則に基づいて行う。
- 9) PAPs への支援は、直接の損失に対してのみでなく、PAPs の生活水準回復のための移行期間に対しても行う。
- 10) ARP は、移転の負の影響に対して最も脆弱な人々のニーズに配慮して作成されなければならない。また、彼らの社会経済状況を改善するための支援が提供されなければならない。脆弱な人々には、貧困層、土地の所有権を持たない人々、先住民族、少数民族、女性、子ども、老人、障害者等が含まれる。
- 11) 事業や彼らの権利、検討されている負の影響への緩和策等について、PAPs 及び彼らのコミュニティの意見を聞き、彼らの損失に関する意思決定に参加できるように考慮する。
- 12) 補償や所得回復対策等を含む必要な費用は全て、予定した実施期間内に用意できる状態とする。移転活動に必要な費用は全て、PW が負担する。
- 13) 補償費の支払いは、裁判所により補償が決定される場合を除き、全て工事前に完了する。
- 14) PW は実効的な ARP の策定・実施のための組織・管理体制を構造物移転・住民移転のプロセス開始前に構築する。この体制には、住民協議、用地取得・生活レベル維持支援に係るモニタリング等について管理するために必要な人的資源が含まれる。
- 15) ARP システムの一部として、適切なモニタリング、評価・報告のメカニズムを構築する。

(3) 用地取得の規模・範囲

本プロジェクトによる構造物移転・住民移転の規模・範囲を表 2.2.20 に示す。

表 2.2.20 構造物移転・住民移転の規模・範囲

場所		被影響構造物	構造物移転と住民移転の類別	数	被影響者の情報	備考
橋梁北側 インターチェンジ周辺	1	自動車修理工場 鉄製ローラーシャッター・ドア	構造物移転	1 構造物	1 工場オーナー 6 従業員	
	2	自動車修理工場 塗装	構造物移転	1 構造物	1 工場オーナー 9 従業員	
			住民移転	2 人	2 従業員	工場に居住 / 泊
3	自動車修理工場 車体修理	構造物移転	1 構造物	1 工場オーナー 4 従業員		

場所		被影響構造物	構造物移転と住民移転の類別	数	被影響者の情報	備考
			住民移転	1人	1 従業員	工場に居住 / 泊
橋梁南側 公園周辺	4	24時間スナック店	構造物移転	1 構造物	1 店舗オーナー 0 従業員	
			住民移転	1人	1 従業員	店舗に居住 / 泊
	5	1) 茶店	構造物移転	1 構造物	1 店舗オーナー 2 従業員	1)、2)、3)は同一ビルに存在。ビルオーナーは茶店のオーナー
					1 店舗オーナー 1 従業員	理髪店オーナーは茶店オーナーの娘 ゲーム店/携帯電話カード店のオーナーは茶店オーナーの甥
6	2) 理髪店 (美容室)			1 店舗オーナー 7 従業員		
7	3) ゲーム店/携帯電話カード店	住民移転	3人	1 ゲーム店/携帯電話カード店オーナー オーナーの妻と子供	店舗に居住 / 泊	

出典: 調査団

#### (4) 補償・支援の具体策

本プロジェクトでは用地取得法に基づき、以下の手順で構造物移転・住民移転と補償を行う。

- 1) PW 内に ARP 実行チームを設置。
- 2) PAPs の最終的な同定。
- 3) カットオフデートの設定
- 4) PW による ARP の完成と JICA への提出

補償委員会の設立

- 委員会メンバー： PW、ヤンゴン地域政府、YCDC、内務省総務局（GAD：General Administration Department）のオフィサー
- 補償額の算定と提示額の決定

- 6) PAPs との交渉、補償合意の確保、支払手続きの手配

ARP（簡易住民移転計画）に係る以下の6項目については付属資料に示す。



- (5) エンタイトルマトリクス

付属資料 2.15

- (6) 苦情処理メカニズム

付属資料 2.16

- (7) 実施体制

付属資料 2.17

- (8) 実施スケジュール

付属資料 2.18

- (9) 費用と財源

付属資料 2.19

- (10) モニタリング（構造物移転、住民移転）

付属資料 2.20

#### **2.2.3.3. その他**

- (1) モニタリングフォーム案

- (2) 環境チェックリスト

- (3) ミャンマー側事業（ミャンマーポーシオン）に対するスコーピングと環境社会調査 TOR

以上は付属資料 2.21～付属資料 2.23 に示す。

## 第3章 プロジェクトの内容

### 3.1 プロジェクトの概要

#### (1) 現状と課題

「ミ」国では、これまで諸外国からの自動車輸入を規制してきたため、車両保有率は 25 台 /1,000 人とかなり低い状況にあった。また、ミャンマー旧首都のヤンゴン市では市内へのバイク乗り入れ規制を実施していたため、都心部の渋滞は従来顕著ではなかった。しかし、近年の経済発展や自動車輸入規制の緩和等によって、車両台数の急激な増加が発生し、人や物の流通を支える交通網の不足が顕在化している。さらに、ヤンゴン都市圏はパズンダウン川やヤンゴン川等によって地域が分断されているため、これらを結ぶための道路網の整備も重要となってきた。また、「ヤンゴン都市圏都市開発セクター情報収集・確認調査」(2012 年)では、タンリン地区など、ヤンゴン市郊外へ市街地が拡大し新たにヤンゴン都市圏を形成しつつあることが確認されている。さらに、タンリン地区南部のティラワ地区では、我が国の資金で工業団地 (SEZ) が開発されており、河川で寸断されたヤンゴン市との連携が重要となっている。

ヤンゴン市内南部においてパズンダウン川に架かる橋は、下流側から 6 車線のマハバンドウーラ橋 (中国援助による斜張橋)、2 車線の既設タケタ橋 (鋼・PC 桁橋)、歩道橋として供用されているナガモイエイク橋 (老朽化が激しい狭幅員のトラス橋、開跳機能喪失)、最上流にある 2 車線のツワナ橋 (国際協力機構によるビルマ橋梁技術訓練センタープロジェクトで建設した PC 箱桁橋) の 4 橋がある。市内交通網の一部にしては架橋間隔が大きいいため、歩道橋のナガモイエイク橋を除く 3 つの橋梁がすべて交通の要所となっている。

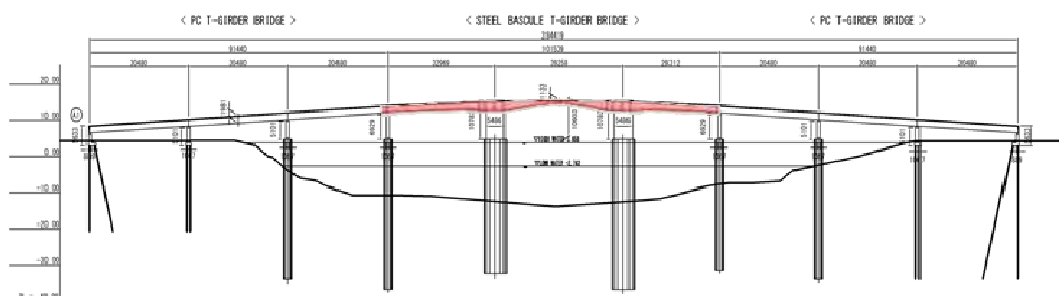


出典: 調査団

図 3.1.1 パズンダウン川に架かる橋梁位置図

既設橋は、ヤンゴン市中心部とタケタ・タウンシップなどの東部や南東部を結ぶ幹線のヤモナール道路が、パズンダン川と交差する地点に架かる橋長 284m の渡河橋である。1966年にコロボ計画の一環として、カナダの資金協力で建設された同橋は、全 9 径間のうち中央径間が船舶航路を確保するための開跳部（支間長 39.258m）であり、その両側が鋼鈹桁、さらにその左右外側の各 3 径間が PC 単純桁である。

既設橋は供用開始からすでに 47 年が経過しているため、老朽化によるたわみや振動が生じており、現在は 10 トンの重量制限が設けられている。特に、開跳部（開跳機能は喪失）の振動が激しく、バス等の大型車両の通行によって支間中央のヒンジ部で 10cm 程度の上下動が感じられる。揺れは金属疲労の原因となり、いずれ部材の破断や落橋につながる恐れがある。また、「YUTRA」による交通量に関わる現況調査によれば、既設橋の断面交通量は約 28,635 台であり、現時点において一般的な 2 車線道路の交通容量を超過しており、既設橋がヤンゴン市内道路ネットワークのボトルネックになっていると言える。



出典：調査団

図 3.1.2 既設タケタ橋側面図(赤着色：鋼桁)



タケタ橋全景

振動が生じる開跳部

渋滞状況

出典：調査団

図 3.1.3 既設タケタ橋の現況写真

## (2) プロジェクトの目的

本プロジェクトの現状と課題を以下のとおり整理する。

- 竣工後 47 年が経過して老朽化が著しい既設橋は、10 トンの重量制限が設けられており、度々の補修が実施されている。
- 既設橋の日当たりの断面交通量はほぼ 29,000 台に及ぶ交通の要所であり、架け替えによるボトルネックの改善が緊急の課題である。

本プロジェクトは、ヤンゴン市内に位置する既設タケタ橋を架け替えることにより、タケタ橋における交通容量の増加及び混雑の改善を図り、もって東部・南東部を結ぶ幹線道路ネットワークにおける物流と旅客輸送の効率化に寄与することを目的とする。

### (3) 対象地域

本プロジェクトの対象地域は、ヤンゴン市南部に位置する既存ヤモナル道路が、パズンダン川と交差する既設タケタ橋近傍である（巻頭位置図参照）。

## 3.2 協力対象事業の概略設計

### 3.2.1 設計方針

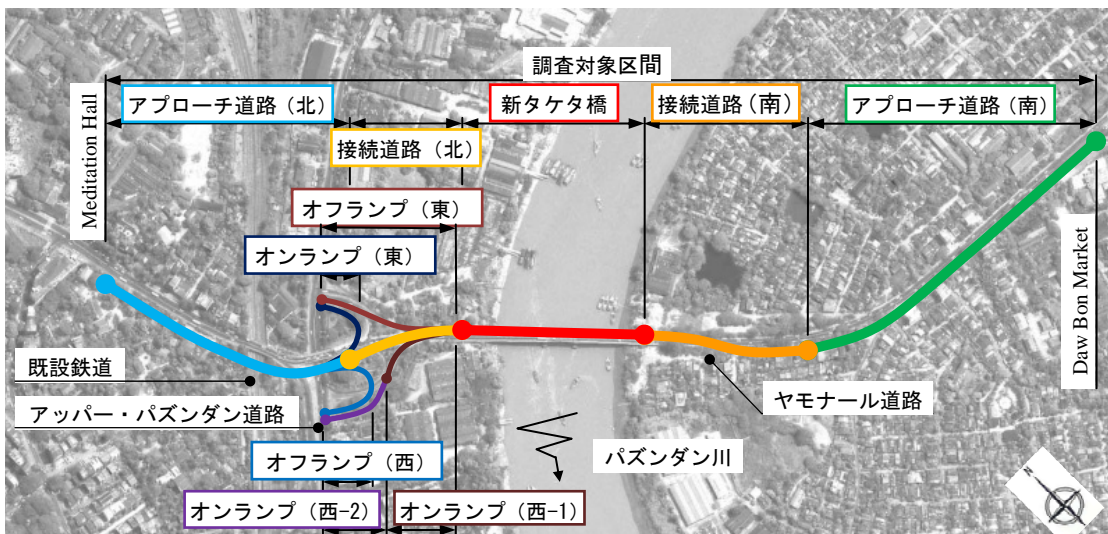
本準備調査では、現地調査に基づき、その要請内容を吟味し、無償資金協力の援助骨子を考慮して要求事項を最低限満たす計画内容とすることを基本方針とする。要請内容ではタケタ橋及びその関連道路部分を4車線化する事によって現在の交通混雑を解消する事が挙げられている。現在の交通需要においてすでに4車線化の必要性は認められており、タケタ橋の架け替えにあたっては4車線橋梁として計画する。また橋梁区間から既存道路への接続点間の距離は極力短縮して事業規模を抑えた計画を作成する。

- 本プロジェクトの目的は老朽化したタケタ橋の架け替えによりボトルネックを解消することであり、新橋建設及び道路拡幅等の方策によって、これを実施する。
- ヤモナル道路にて4車線確保されていない調査対象区間（約1,409m）の4車線化計画を検討した上で、我が国の無償資金協力として適切な範囲を設定する。
- 2車線の既設橋に代わり、4車線の橋梁計画を検討した上で、我が国の無償資金協力として適切な構造形式を選定し、概略設計を実施する。

### 3.2.2 計画策定の手順

調査対象区間は図3.2.1に示すとおりである。以下の手順によって事業計画を策定する。

- 現況2車線の調査対象区間約1.4kmを対象として全線4車線化を計画する。
- 平面及び縦断計画上、新橋からヤモナル道路にすり付く区間を計画する。これを接続道路と定義する。
- 接続道路は、コスト縮減を目的として区間延長を必要最小限とする。
- 接続道路とヤモナル道路のすり付け地点より外側をアプローチ道路と定義する。
- 全線4車線化計画に対応して、アッパー・パズンダン道路と接続するICランプの付け替えを計画する。



出典：調査団

図 3.2.1 調査対象区間

### 3.3 基本計画（施設計画）

#### 3.3.1 設計条件

##### (1) 現況諸元

調査対象区間におけるヤモナール道路、既設橋およびパズンダン川の現況緒は表 3.3.1 に示すとおりである。

表 3.3.1 現況緒元

項目	諸元	備考
▶ ヤモナール道路		
幅員	車道(路肩含み):4.720m×2 車線、歩道:1.990m(両側)	測量図(平均値)
平面線形	最小曲線半径:R=50m 程度	測量図
縦断線形	最急縦断勾配:i=6.0%	既設タケタ橋資料
▶ 既設タケタ橋		
管轄機関	建設省公共事業局(MOC Public Works, PW)	
橋梁形式	3 径間鋼鉄桁橋(中央径間:開跳橋)+左右 3 径間 PC 桁橋	既設タケタ橋資料
橋長	L=284.382m(933ft)	
幅員	有効幅員:12.192m(40ft) 車道:4.267m (14ft)×2 車線、歩道:1.829m(6ft、両側)	
計画高	FH=15.394m(50.505ft、支間中央部)	
平面線形	R=∞(直線)	
縦断線形	i=6.0%	
▶ パズンダン川		
管轄機関	ヤンゴン港湾公社(Myanmar Port Authority, MPA)	
設計高水位・流量	HWL=3.689m・流量 967m <sup>3</sup> /s	自然条件調査
航路限界	規定等の設定なし(「3.3.4 (2)項 中央径間長の設定」参照)	ヒアリング

出典：調査団



(2) 設計条件

「ミ」国では土木設計に係る技術基準が整備されていない。そのため、我が国の道路構造令を参考の上で、現況、地形、交通状況等を考慮して表 3.3.2 に示す設計条件を適用する。車線、路肩および歩道幅員等の主要項目については現況相当を基本とし、歩行者通行が多いため歩道は両側に設置する。平面曲線の拡幅は用地上の制約が大きいため考慮しない。

また、YUTRA によるヤモナール道路とアップパー・パズンダン道路の交差点での現況交通量調査によると、既設橋の断面交通量は、市中心部へ向かう北向きが約 16,000 台（16 時間）、南向きが約 13,000 台（16 時間）を示しており、合わせて約 29,000 台の車両が利用している。これは、一般的な 2 車線道路の最大許容交通量 12,000 台（日）を大きく上回っている状況にあり、対象区間の 4 車線化は喫緊の課題と言える。

橋梁 4 車線化を実施する場合、新橋架け替えには、4 車線橋梁を一括架設する方法と 2 車線橋梁を段階施工で 4 車線化する方法が考えられるが、後者の方法では 4 車線化実現までの総事業費が嵩み、効果発現までに多くの時間を費やすこととなる。したがって、新橋整備は 4 車線を一括架設することが望ましい。

表 3.3.2 設計条件

設計項目	採用値	備考	
道路規格	4 種 1 級相当	道路構造令参考	
設計速度 (km/h)	50		
横断構成		現況相当	
	横断勾配 (%)	2.0	
平面線形	最小曲線半径 (m)	100	道路構造令参考
	最大片勾配 (R=100m) (%)	5.0	
	最小緩和曲線長 (m)	40	
縦断線形	最大縦断勾配 (%)	6.0	道路構造令参考
	最小縦断曲線長 (m)	40	
	最小縦断曲線半径(凸型/凹型)	1200/1000	
建築限界 (m)	5.200	「ミ」国政府協議	

出典：調査団

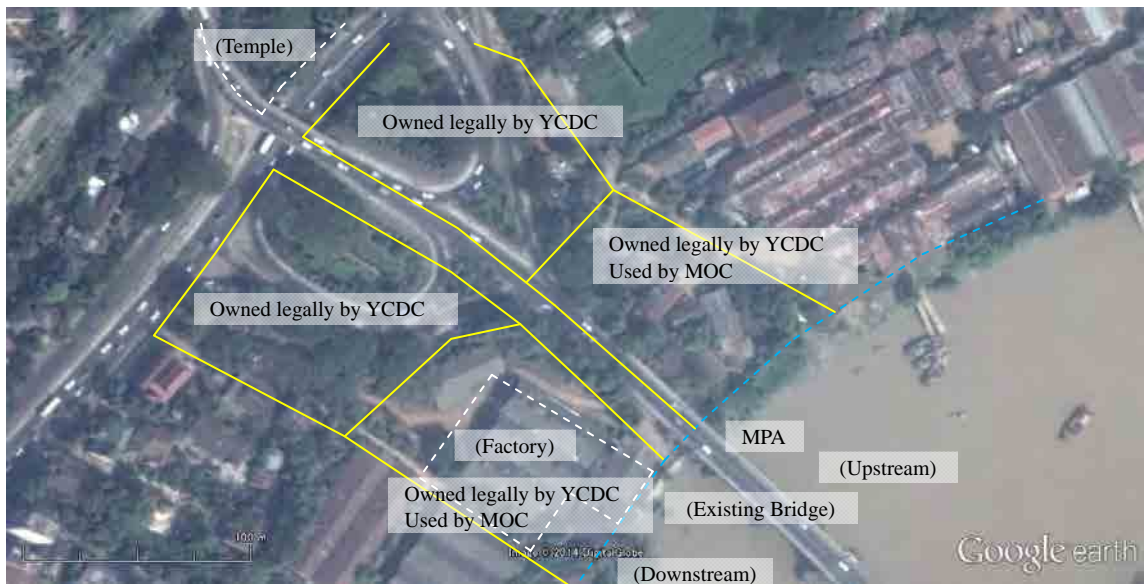
3.3.2 架橋位置

新橋の架橋位置は、既存道路の有効活用、用地取得面積の最小化の観点から、既設橋に近接して架橋することで検討する。想定される新橋架橋位置から既存道路への接続部における現況の土地利用状況は以下に示すとおりである。

(1) 右岸側（北側）

YCDC 用地が広く確保されており、上流側は MOC 職員の宿舎等が点在している。下流側には MOC (PW) が所有する工場（発電設備等製作工場）が稼働している。





出典：調査団

図 3.3.1 既設橋右岸側の土地利用状況

(2) 左岸側（南側）

上流側は YCDC 用地において公園が整備されており、接続道路の敷地面積は十分に確保できる。ただし、公園の上流側には一般住宅の密集地区が存在する。さらに、下流側は住民が利用する生活道路並びに一般住宅の密集地区が既設橋に近接している状況にある。



出典：調査団

図 3.3.2 既設橋左岸側の土地利用状況

新橋の架橋位置は、現況の土地利用状況に対する影響が比較的少ない既設橋に隣接する上流側とするのが適切と判断する。また、新橋からヤモナル道路へのすり付け区間（接続道路）延長を短縮するため、新橋は既設橋に極力近接させることが必要である。

### 3.3.3 道路計画

#### (1) 道路平面線形

平面線形の策定に際しては全線 4 車線化を目的として、新橋からヤモナール道路へ接続する接続道路並びに接続道路から右岸側のアップパー・パズンダン道路あるいは既存ランプへ接続するランプを整備する必要がある。

平面線形において考慮したコントロールポイントおよび対応方針を表 3.3.3 に示す。

表 3.3.3 平面線形計画上のコントロールポイント

No.	コントロールポイント	対応方針
1	ヤモナール道路の道路敷地	既存道路中心から両側に 50ft(約 15m)が道路敷地である。新橋は道路敷地の外側に計画されるが、接続道路においてできる限り速やかに復帰して、新規用地取得を最小化する。
2	インターチェンジ	計画道路中心はできる限り速やかに既存道路中心にすり付けて、区間延長を最小化する。
3	既設生活道路	A2 橋台を取り巻くように配置された生活道路の閉塞は、住民生活に与える影響が大きいいため、これを回避する。
4	宗教施設	A1 橋台側、アップパー・パズンダン道路と既設鉄道の間ヒンズー教寺院が立地する。アプローチ道路は、当該施設用地への侵入を最小限で計画する。

出典：調査団

幾何構造並びにコントロールポイントを考慮した平面計画の線形要素を表 3.3.4 に示す。

表 3.3.4 平面線形要素

No.	要素	パラメーター	要素長 (m)
1	接線	R=∞	51.521
2	単円	R=700.000	96.172
3	接線	R=∞	23.041
4	緩和曲線	A=80.000	53.333
5	単円	R=120.000	58.453
6	緩和曲線	A80.000	53.333
7	接線	R=∞	14.374
8	緩和曲線	A=85.000	62.301
9	緩和曲線	A=85.000	62.301
10	接線	R=∞	251.321
11	緩和曲線	A=125.000	52.651
12	緩和曲線	A=125.000	52.651
13	接線	R=∞	6.503
14	緩和曲線	A=100.000	50.000
15	単円	R=200.000	126.026
16	緩和曲線	A=100.000	50.000
17	接線	R=∞	96.008
18	単円	R=4000	179.667
19	接線	R=∞	69.056

出典：調査団

#### (2) 道路縦断線形

既設橋は縦断勾配が 6.0%であり、トラックやバスが低速で登坂する状況が確認されている。現地で利用されている車両の整備状態を勘案すれば、新橋の最急勾配は 6.0%以下に設定することが望ましいが、新橋中央部の主桁下端でパズンダン川の航路高を上回る計画高が必要な

ため、最急勾配を低下させてしまうと既存道路を嵩上げすることになり、接続道路の事業規模が増大する。よって、最急縦断勾配は現況同等の6.0%と設定した。

縦断線形において考慮したコントロールポイントおよび対応方針を表3.3.5に示す。

表 3.3.5 縦断線形計画上のコントロールポイント

No.	コントロールポイント	対応方針
1	交差鉄道	建築限界 5.900m（電化想定）を確保する。
2	交差道路（アッパー・パズンダン道路）	建築限界 5.200m を確保する。
3	インターチェンジ	道路計画高はできる限り速やかに既存道路の路面高にすり付けて、区間延長を最小化する。
4	新タケタ橋	新タケタ橋中央部桁下において、航路高標高 14.261m を確保する。

出典：調査団

幾何構造並びにコントロールポイントを考慮した縦断計画の線形要素を表2.2.6に示す。

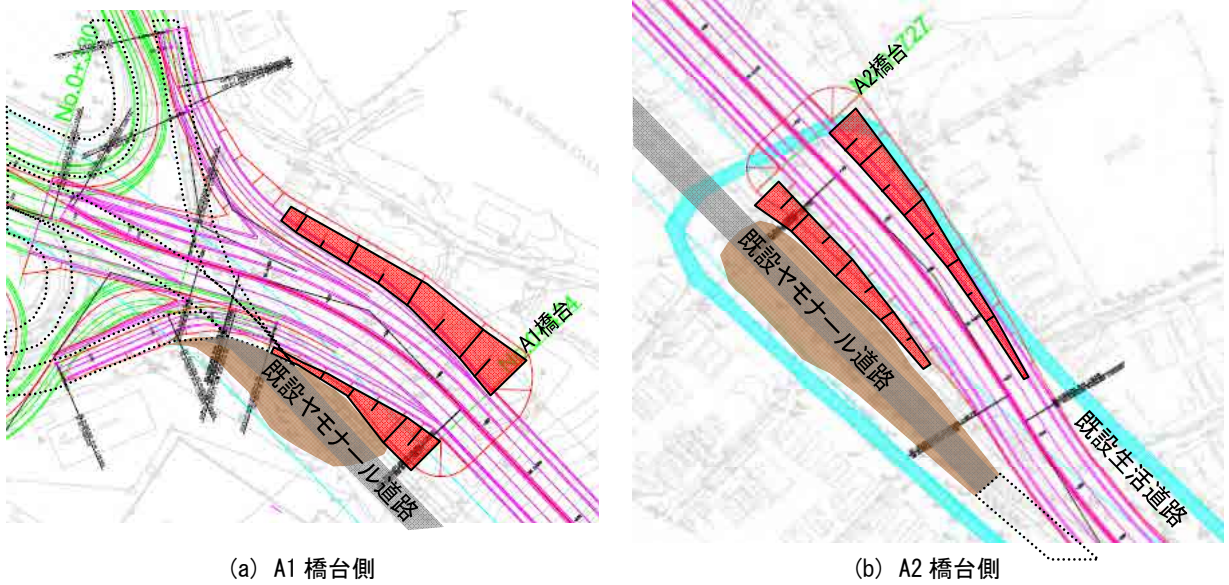
表 3.3.6 縦断線形要素

No.	PVI 標高 (m)	縦断曲線		縦断勾配 (%)	要素長 (m)
		VCL (m)	VCR (m)		
1	7.500	-	-		
2				2.500	215.000
3	12.875	150	2310		
4				-4.000	170.000
5	6.075	100	1000		
6				6.000	210.000
7	18.675	150	1250		
8				-6.000	232.000
9	4.755	100	1590		
10				0.300	293.000
11	5.634	150	25000		
12				-0.300	288.700
13	4.768	-	-		

出典：調査団

### (3) 土留工の計画

橋台付近において、土留工を設けない場合の盛土法面が現況に影響を与える範囲を図3.3.3に示す。この場合、両橋台付近で盛土がヤモナル道路の路体に被さるため、既存の道路盛土に変状が生じる可能性がある。また、A2橋台側では法面によって生活道路が閉塞される。



出典:調査団

図 3.3.3 盛土法面の影響範囲

このため、盛土法面がヤモナル道路や生活道路に掛かる範囲および道路法面高が現地盤から 3m 以上となる区間には土留工を設ける計画とする。土留工法を選定するため、一般的な土羽法面工、コンクリート擁壁工並びに補強土壁工の比較一覧表を表 3.3.7 に示す。

表 3.3.7 土留工法の比較一覧表

案 No.	第 1 案	第 2 案	第 3 案
工種	土羽法面工	コンクリート擁壁工 (逆 T 型擁壁)	補強土壁工
断面図			
平面図			
上段 : A1 側			
下段 : A2 側			



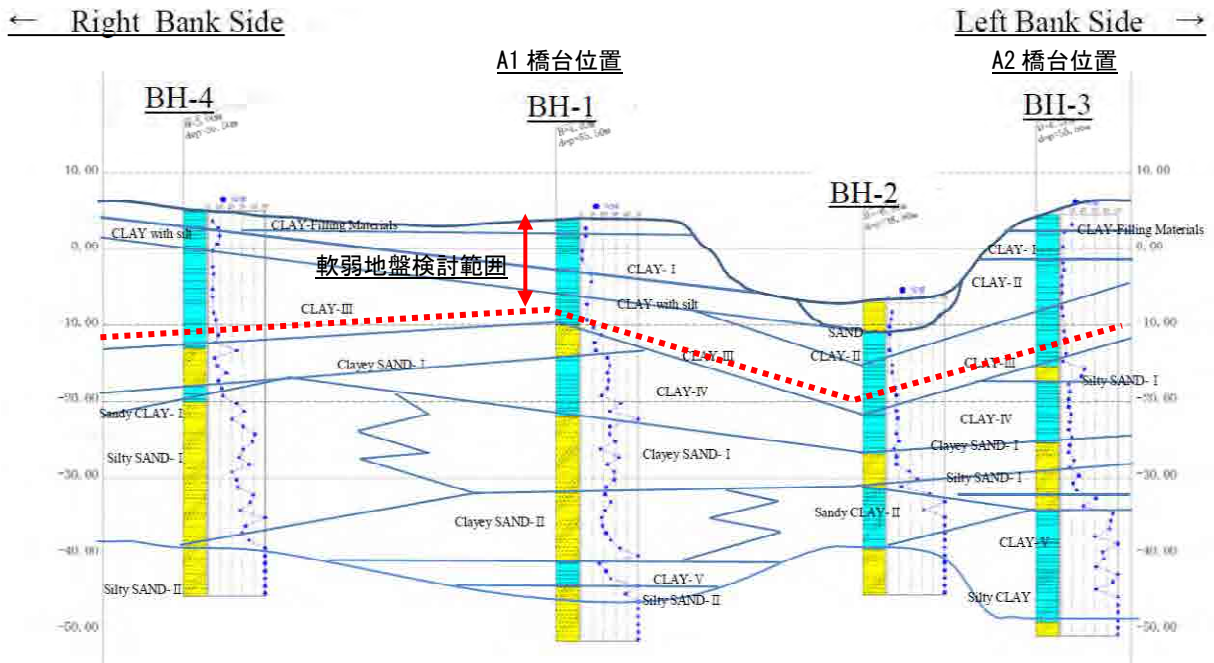
案 No.	第1案	第2案	第3案
工種	土羽法面工	コンクリート擁壁工 (逆T型擁壁)	補強土壁工
近隣物件への影響	A1 橋台側、A2 橋台側でヤナモール道路の路体に影響を与える。 A2 橋台側で生活道路を閉塞する。	ヤナモール道路に与える影響は小さい。 生活道路の閉塞を回避することができる。	ヤナモール道路に与える影響は小さい。 生活道路の閉塞を回避することができる。
軟弱地盤対策	軟弱地盤対策工の施工範囲が大きい。	軟弱地盤対策工の施工範囲が小さい。	軟弱地盤対策工の施工範囲が小さい。
施工性	問題なく施工可能である。 施工期間中の交通規制範囲が大きい。	問題なく施工可能である。 施工中の規制範囲が小さい。	問題なく施工可能である。 施工中の規制範囲が小さい。
経済性	比較3案中、経済性に最も劣る。 建設費(比率)：1.36	第3案に比べて劣る。 建設費(比率)：1.04	比較案中、最も優れる。 建設費(比率)：1.00
評価	×	△	○

出典：調査団

比較検討に基づき、経済性に最も優れる第3案（補強土壁工）を、新橋整備に伴う接続道路並びにアプローチ道路の土留工として採用する。

#### (4) 軟弱地盤対策工の計画

架橋位置近傍の土質調査結果から、A1 橋台側は N 値 1～9（平均 N 値 5）の粘性土が現地盤以深に 14m 程度、A2 橋台側は N 値 1～10（平均 N 値 3）の粘性土が 20m 程度堆積している状況であることが分かる。また、良好な支持層は A1 橋台側で GL-45m 以深、A2 橋台側で GL-39m 以深である。



出典：調査団

図 3.3.4 推定地質縦断面図

日本の「道路土工・軟弱地盤対策工指針」（日本道路協会）によると、N 値が 4～6 以下の粘性土・有機質土は軟弱地盤とみなされる。軟弱地盤上に盛土構造物（A1 側 7m、A2 側 5m）を築造した場合、圧密沈下とそれに伴う段差の発生、盛土施工時のすべり破壊、近接構造物

への影響並びに新設橋台の側方流動が懸念されるため、新橋から既存道路への接続道路の盛土工を対象として、最大盛土高が想定される橋台背面部における軟弱地盤対策工を検討し、表 3.3.8 に示すとおり比較検討によって最適な対策工法を選定する。

比較検討結果、軟弱地盤対策として深層混合処理工法を選定する。対策工は橋台背面部において、盛土高さが 3m 以上となる範囲に実施する。

表 3.3.8 軟弱地盤対策工法の比較一覧表

	深層混合処理工法	くい・スラブ工法	PVD (バーチカルドレーン)
参考図	<p>平面図</p>	<p>平面図</p>	<p>平面図</p>
	<p>横断面</p>	<p>横断面</p>	<p>横断面</p>
長所	効果の確実性が高い。 設計法が確立している。	効果の確実性が高い。 盛土の施工を含め工期短縮が可能	経済性に優れる。 設計法が確立している。
短所	PVD 工法と比較して工事費が高い	工事費が高い 杭打設時に既設構造物・近接家屋への影響が懸念される。	施工時に慎重な技術的判断が必要。 待機期間を含め、施工工期が長い。
工期	①セメントコラム打設：2カ月 ②待機期間：1カ月 ③盛土工：1カ月 合計：4カ月	①杭打設：1カ月 ②スラブ打設：1カ月 ③盛土工：1カ月 合計：3カ月	①PVD打設：2カ月 ②待機期間：1カ月 ③盛土工：2カ月 ④待機期間：5カ月 ⑤掘削・再盛土：1カ月 合計：11ヶ月
経済性	PVD 案に比べ劣る 建設費 (比率) : 1.00	比較案中最も劣る 建設費 (比率) : 1.15	比較案中最も優れる 建設費 (比率) : 0.95
適用性	改良強度の発現で、現地の土に適した改良材、配合率を設定する必要があるが、基本的に適用可能である。	住宅地の近接施工箇所において、施工中の騒音・振動の影響が大きいため適用性にやや問題がある。	載荷期間中に大きな沈下が想定されるため、補強土壁工との併用において適用性に問題がある。
評価	○	△	×

出典: 調査団

(5) 用地影響範囲

平面計画に基づく協力対象事業並びに道路拡幅事業による周辺用地への影響は表 3.3.9 に示すとおりである。



表 3.3.9 用地影響範囲(想定)

			協力対象事業		道路拡幅事業	
			面積 (m <sup>2</sup> )	家屋	面積 (m <sup>2</sup> )	家屋
右岸側	民有地	ヒンズー寺院	0	---	30	特になし
	公共地	建設省、 YCDC 用地	470	6 軒 (職員宿舎等) 2 軒 (修理工場)	3,420	3 軒 (修理工場)
左岸側	公共地	建設省、 YCDC 用地	4,630	1 軒 (建設資材販売会社) 2 軒 (食堂等)	120	特になし

出典:調査団

移転住民は 200 人以下と見込まれ環境カテゴリは B に該当するものの、事業範囲は概ね公共用地に留まるため周辺用地への著しい影響は生じない。また、公共用地を借地して自動車修理工場や店舗などとして利用している箇所が数軒あるが、土地所有者である建設省やヤンゴン市 (YCDC) との関係は良好で、代替地を用意すれば移転には前向きであり、事業のための障壁とはならないことを確認している。ただし、影響範囲については環境社会配慮調査による確認が必要である。

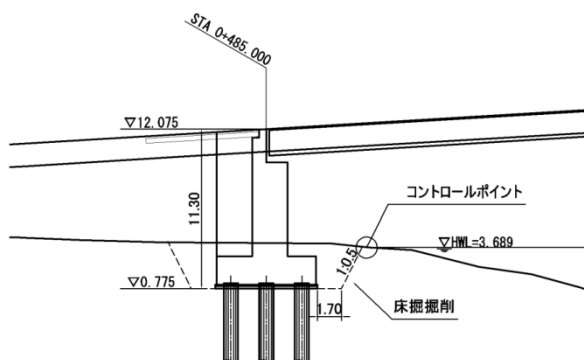
### 3.3.4 橋梁計画

#### (1) 橋長計画

縦断計画に基づき、本橋の河岸部における道路計画高と現地盤高の比高差は、右岸側で約 7m、左岸側で約 5m に留まるため、底版の根入れを含めた橋台の構造高は 10m 程度が見込まれ、逆 T 式橋台が採用できる。橋台位置は極力河川側に近づけて橋長を短縮し、要請事項を最低限満たす計画となるよう橋長を選定する。

#### A1 橋台位置 (右岸側)

A1 橋台は図 3.3.5 に示すとおり、施工時の床掘削範囲が高水位時の河川の影響を受けない範囲で、できる限り河川側に寄せた位置として測点 STA.0+485.00 に配置する。

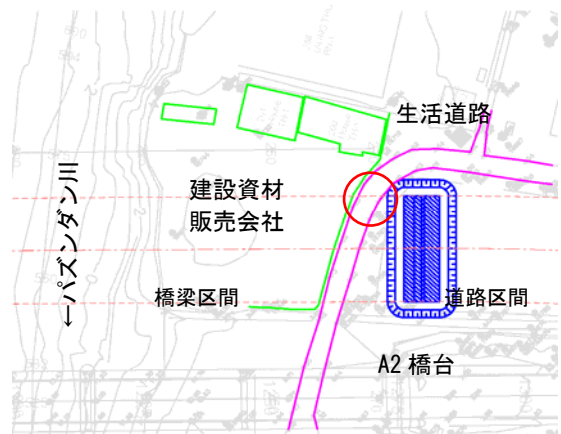
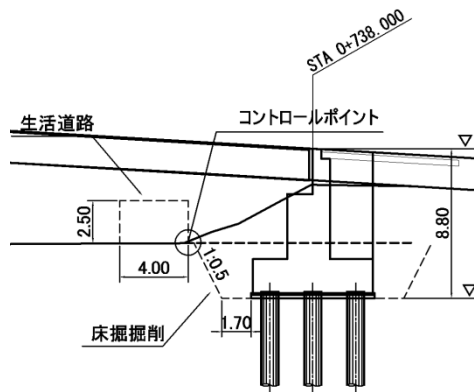


出典:調査団

図 3.3.5 A1 橋台位置

A2 橋台位置 (左岸側)

A2 橋台は図 3.3.6 に示すとおり、既設橋並びに新橋の橋台前面を横断している既存生活道路に影響を及ぼさない範囲で、できる限り河川側に寄せた位置として測点 STA.0+738.00 に配置する。



出典: 調査団

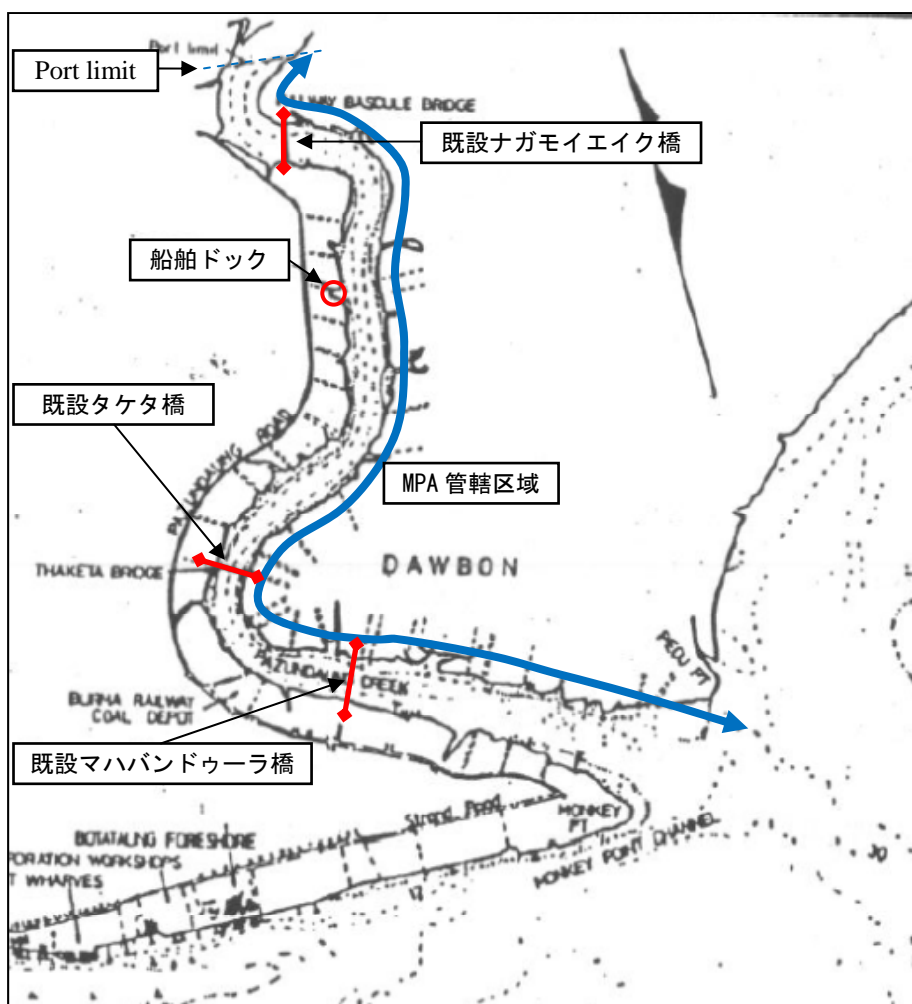
図 3.3.6 A2 橋台位置

したがって、橋長は A1 橋台から A2 橋台の長さとして 253.00m とする。

(2) 中央径間長の設定

ミャンマー港湾公社の要請

中央径間長はパズンダン川を航行する船舶の航路限界に基づいて計画する。新橋の架橋位置はミャンマー港湾公社 (Myanmar Port Authority, MPA) の管轄区域であり (図 3.3.7)、MPA は、MPA 浚渫船並びに民間船舶用の唯一の船舶ドックを既設橋上流域に保有している。浚渫船の大きさは、全長約 227 フィート (84.4m)、船幅約 46 フィート (14.0m)、喫水からの高さ約 45 フィート (13.7m)、深さ約 13 フィート (4.0m) である。



出典: General information ports and shipping in Myanmar

図 3.3.7 既設橋架橋位置と MPA 管轄区域

MPA による新橋の航路限界に係る要請は以下のとおりである。

- 新タケタ橋の中央径間長は安全な航路確保のため 100m を要請する
- 現状、既設橋中央径間の航路幅員 35m では船舶航行が困難である
- 現状で多数の船舶が船舶長さに比べて狭い既設橋の中央径間を航行している
- 河川流向と新橋中心線は 85～97 度の斜角を有する
- 新タケタ橋の船舶航路高さは、既設橋同等以上とすること

現在、MPA においては航路限界に係る基準を整備しておらず、管轄区域内の工作物等設置に伴う確認事項には、実態に即して対応している状況である。したがって、MPA 要請の船舶航路限界については、本調査による現状の確認に基づき、その妥当性を検証する必要がある。

#### 航行船舶の現状

パズンダン川には図 3.3.8 に示すとおり既設橋が架橋されている。ただし、バゴー川合流点から 7.5km 上流に位置するツワナ橋は MPA の管轄区域外に位置している。



(マハバンドウーラ橋)



(タケタ橋)



(ナガモイエイク橋)

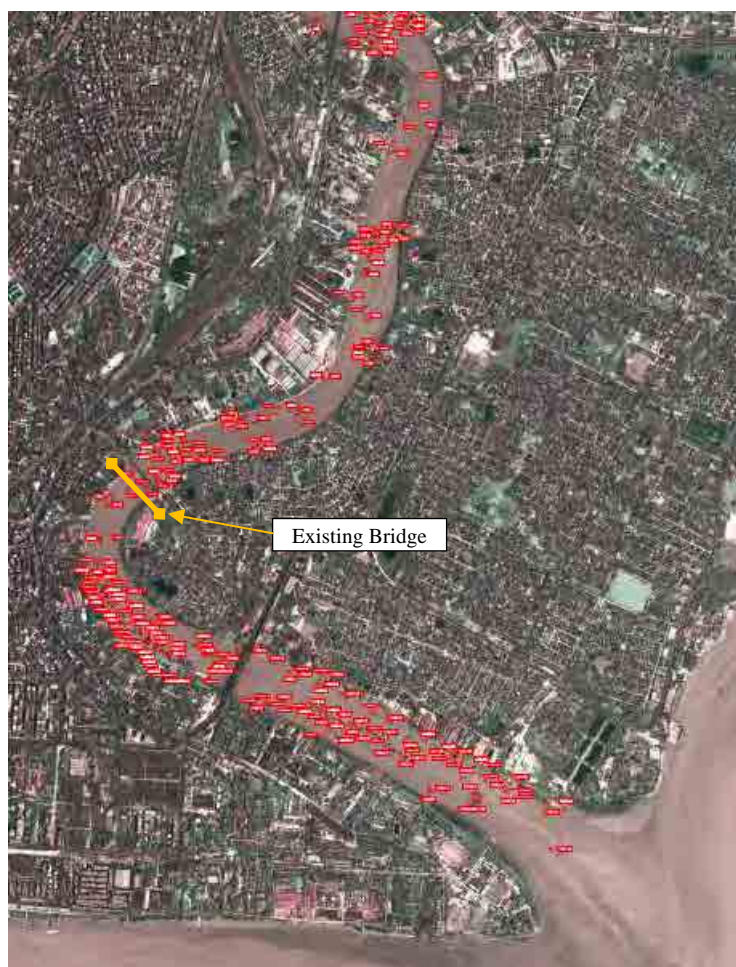


(ツワナ橋)

出典:調査団

図 3.3.8 パズンダン川に架かる既設橋

現地調査では、バゴー川合流点からナガモイエイク橋までの水域を航行・停泊する多数の船舶が確認された。同水域は海象条件が良く比較的静穏で、十分な面積と水深が確保されていると考えられる。また、本調査で入手した衛星写真によって、図 3.3.9 に示すとおりパズンダン川全域が船舶の航行・停泊地として機能している状況であることが判明した。



出典:調査団

図 3.3.9 パズンダウン川下流域を航行・停泊する船舶(2012年3月25日撮影)

パズンダウン川には現状で 300 隻以上の多数の船舶が航行・停泊しており、既設橋上流域においても全長 60m 級、船幅 15m 級船舶の存在が確認された。また、既設橋の橋脚基部には、船舶の衝突から橋脚の損傷を防ぐ木製の緩衝材（防舷材）が設けられているが、図 3.3.10 に示すとおり上下流部の防舷材が一部脱落しており、船舶の衝突が原因と見受けられる。



出典:調査団

図 3.3.10 既設タケタ橋に設けられた防舷材の脱落



したがって、新橋の航路限界は以下に示す船舶が安全に通過できる大きさを計画する。

- 浚渫船（MPA 所有） : 全長 84.4m、船幅 14.0m、喫水からの高さ 13.7m
- 通常船舶 : 最大全長 62m 程度、最大船幅 11m 程度
- バージ船 : 最大全長 64m 程度、最大船幅 15m 程度

#### 航路幅員並びに航路高さの妥当性検証

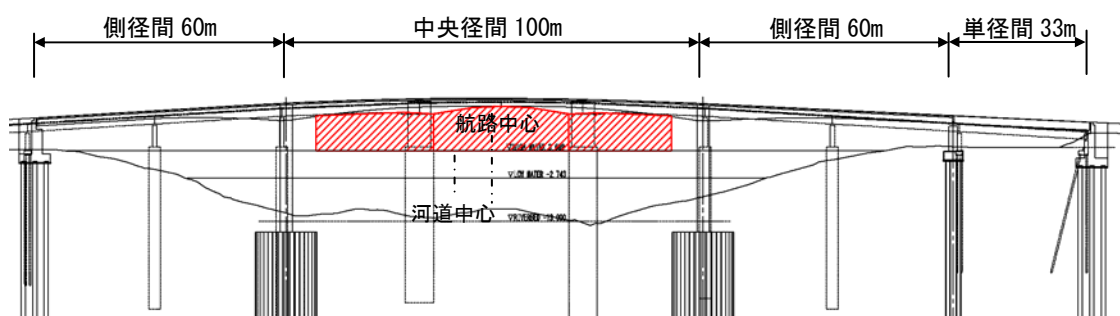
一般に航路幅員は、対象船舶の全長を  $L$  として、船舶の行き会う可能性のある航路では、 $1L$  以上の適切な幅とする。このため、パズンダン川では図 2.2.9 に示すとおり多数の船舶が航行しているため、船舶が行き会う可能性を考慮して、航路幅員は浚渫船全長の  $1L$  以上に相当する 85m 以上を確保する必要がある。また、既設橋の航路高 10.6m（満潮時）は、高さ 13.7m の浚渫船がドックへ進入ができず航路高さも不十分と考えられる。

したがって、新橋では航路幅員 85m に加えて、船舶の安全な航行のための操船上の側方余裕並びに橋脚占有幅を考慮して、中央径間長 100m とするのが適切である。また、航路高は現状で大きな支障が生じていないと考えられるため現況同等とするべきであり、航路限界に係る MPA からの要請は妥当な内容と判断する。

### (3) 支間割計画

現在、船舶が利用している航路中心は既設橋の中央にあたり、河道中心もほぼ同様に位置しているため、新橋の中央径間は現況航路に一致させて計画する。橋長計画に基づき A1 橋台側の側径間は 60m になるため、左右バランスを考慮して P3 橋脚側も同様に側径間を 60m で計画する。また、P3 橋脚から A2 橋台までの残る 33m は単径間構造とする。

図 3.3.11 に示すとおり、現在船舶が航路として利用している既設橋の中央 3 径間分の開口部（赤着色部）は、新橋の支間割計画に基づく桁下空間にほぼ収まる計画となる。



出典：調査団

図 3.3.11 支間割計画と桁下高～現況航路限界（赤着色部）の関係

### (4) 縦断計画に伴う桁高制限

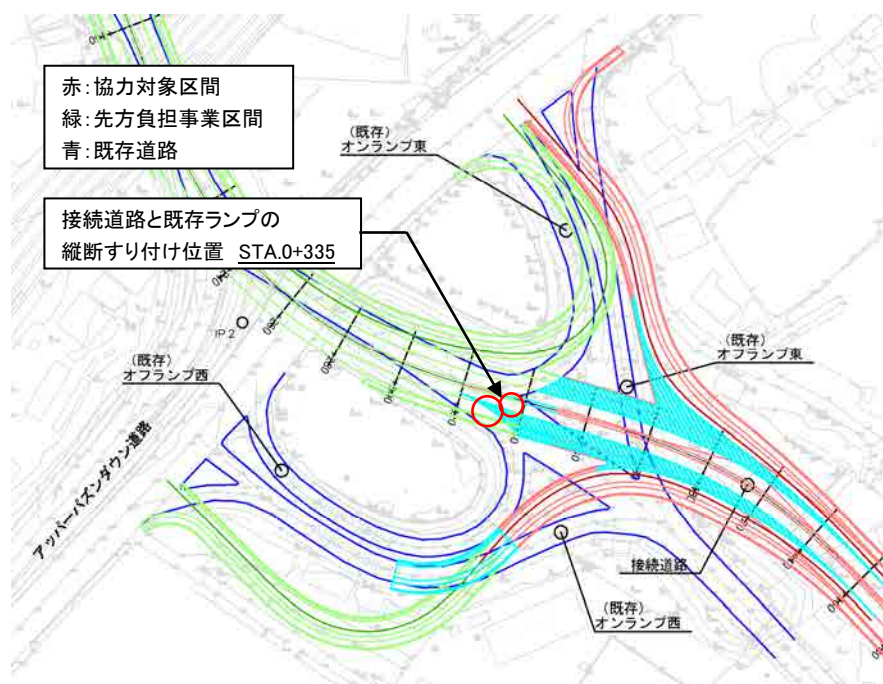
新橋架設における接続道路は、新橋からできる限り速やかに既存道路へ平面的にすり付ける計画としている。ここで、A1 橋台側は既存アップパー・パズンダン道路とのインターチェンジが形成されており、オン・オフランプが取り付けられている（図 3.3.12 参照）。このランプの内、

既存オフランプ（東）と既存オンランプ（西）は、接続道路が既存道路へすり付く前に既存道路から分岐しているため、新橋事業において新たに整備する必要がある。

しかしながら、既存オンランプ（東）と既存オフランプ（西）はすり付け点に近い位置に分岐ノーズが配置されているため、接続道路の計画高を既存ランプの路面高と一致させることで、既存道路への影響範囲を抑えることができる。したがって、接続道路は、両ランプのノーズ付近で既存道路の路面高と一致させ、新橋に向けて上り勾配を設定し、新橋中央部の主桁下端でパズンダン川の航路高を確保する縦断計画としている。このため、新橋の主桁構造高さに一定の制限が設けられる。

- 既設橋に隣接する新橋から緩和曲線で平面的に既存道路へすり付け
- すり付け位置近傍の既存ランプノーズ位置は測点 0+335.00、路面高は標高 8.075m、縦断勾配は終点側に下り 4.00%
- 測点 0+335.00 から縦断曲線を配置し、新橋に向けて上り 6.0%の縦断勾配を設定
- 新橋の支間中央部における道路計画高は標高 16.425m、他方、航路高は標高 14.261m
- 比高差 2.164m が新橋で確保できる主桁構造高さ

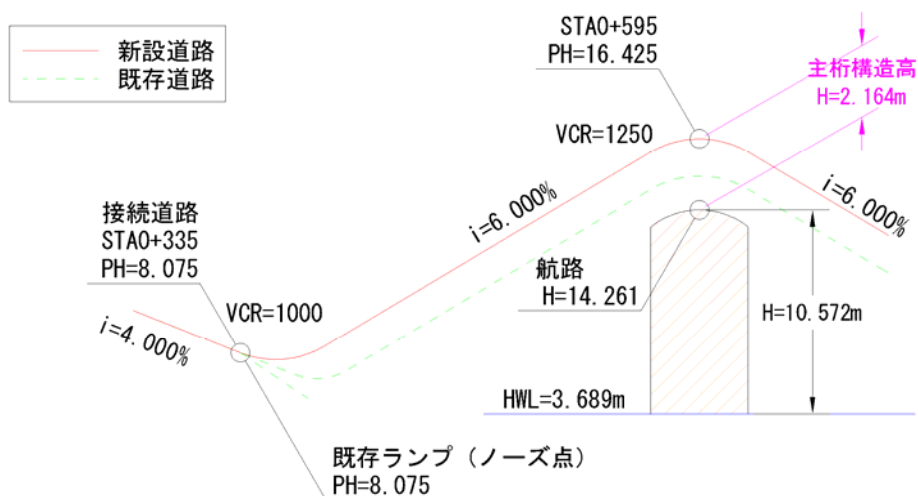
したがって、新橋の支間中央部における道路計画高から桁下高までの主桁構造高さを 2.1m 以下に抑える必要がある。



出典：調査団

図 3.3.12 接続道路と既存道路のすり付け位置と既存ランプ





出典：調査団

図 3.3.13 道路縦断計画と桁高制限値

### 3.3.5 基礎形式の選定

#### (1) 河川条件

新橋中央径間はパズンダン川の最深河床部にあたり、船舶航行も頻繁な状況である。当該位置に基礎工を計画する場合、a) 水深が最大 16m と深いこと、b) 干満差が 6m あること、c) 潮流が最大 3m/s あること並びに、d) 頻繁に航行する船舶の安全を確保すること等を考慮して、その形式を選定する。

基礎形式を選定する上で最も支配的となるのは水深である。一般的に水深が深く、補助工法を用いず水上施工とする場合には製品杭（鋼管杭等）、ケーソン基礎および鋼管矢板基礎しか適用できない。一方、締切工などの補助工法を用いて陸上施工として行う場合は、「ミ」国で実績が多い場所打ち杭が採用できる。

#### 比較選定

比較検討に基づき、本橋中央径間に位置する橋脚の基礎形式には、経済性に最も優れる第 3 案（鋼管矢板基礎）を採用する。鋼管矢板基礎は、鋼管矢板を井筒状につないで閉合した基礎であり、鋼管矢板が基礎杭と仮締切用の壁体を兼ねるため、合理的な設計・施工が可能となる。基礎形式の比較一覧表は表 3.3.10 に示すとおりである。

なお、陸上の両橋台並びに水深が比較的浅い P3 橋脚については、「ミ」国で一般的に採用されている場所打ち杭を選定する。

表 3.3.10 基礎形式の比較一覧表

比較案	第1案 場所打ち杭基礎	第2案 ケーソン基礎	第3案 鋼管矢板基礎																		
概略図	<p>場所打ち杭φ1500、24本</p>	<p>ニューマチックケーソン 16.0m x 6.5m</p>	<p>鋼管φ1000、56本(外周38本、隔壁18本)</p>																		
仮設工	鋼管矢板による締切工	吊降ろし方式による水上施工(吊架台)	特になし(仮栈橋からの施工)																		
構造的性	鉛直荷重が大きく、杭の支持力で決定する。杭本数が多く底版規模が大きくなる。	底面全体で支持する。基礎の大きさはコンパクトにできる。	鋼管の先端支持力・周面摩擦力で支持する。規模はやや大きくなる。																		
施工性	大規模な締切工が必要となる。切梁・腹起し等が多くなり、施工性は低下する。また仮栈橋が必要となる。	仮栈橋のほか吊架台が必要となる。仮設備が多岐にわたり、すべて日本から調達(リース、輸送)する必要がある。	基礎外周を囲む仮栈橋が必要となる。																		
経済性 (工事費、百万円)	<table border="1"> <tr><td>本体工</td><td>97</td></tr> <tr><td>仮設工</td><td>542</td></tr> <tr><td>合計</td><td>639 (1.28)</td></tr> </table>	本体工	97	仮設工	542	合計	639 (1.28)	<table border="1"> <tr><td>本体工</td><td>563</td></tr> <tr><td>仮設工</td><td>220</td></tr> <tr><td>合計</td><td>784 (1.56)</td></tr> </table>	本体工	563	仮設工	220	合計	784 (1.56)	<table border="1"> <tr><td>本体工</td><td>444</td></tr> <tr><td>仮設工</td><td>57</td></tr> <tr><td>合計</td><td>501 (1.00)</td></tr> </table>	本体工	444	仮設工	57	合計	501 (1.00)
本体工	97																				
仮設工	542																				
合計	639 (1.28)																				
本体工	563																				
仮設工	220																				
合計	784 (1.56)																				
本体工	444																				
仮設工	57																				
合計	501 (1.00)																				
評価			○																		

出典: 調査団

### 3.3.6 橋梁形式の選定

中央径間長 100m の本橋に適用できる橋梁形式として、a) 鋼床版箱桁橋、b) 鋼トラス橋並びに、c) PC エキストラドーズド橋について、構造的、施工性、維持管理、景観並びに経済性を検討し、最適橋梁形式を選定する。最適橋梁形式の比較一覧表 2.2.11 に示す。

比較検討の結果、経済性は第 3 案（PC エキストラドーズド橋）が最も優れる。構造的については、いずれの橋梁形式も実績が豊富であり大きな評価差が生じていない。施工性については、第 1 案（鋼床版箱桁橋）、第 2 案（鋼トラス橋）ともに、製作精度や現場架設期間の観点で優れるものの、大きな縦断勾配（6.0%）に応じて慎重な架設計画が必要である。一方、第 3 案は架設期間が長くなるものの、縦断勾配の影響を受けることなく張出し工法で架設可能である。維持管理は、鋼橋が塗装の塗り替えを必要とし、特に第 2 案は点検対象の部材数が多いため労力と時間がかかる。他方、第 3 案は、橋体がコンクリートのため維持管理に要する手間が比較的にかからない形式である。景観については、第 3 案の主塔が周辺環境のランドマークとして期待できる。

結果として、桁高制限に支障なく、経済性や維持管理に最も優れる PC エキストラドーズド橋を、本橋の最適橋梁形式として採用する。

## 3.4 概略設計図

協力対象事業の施設概要は表 3.4.1 に、道路平面図、道路縦断図、道路横断図、橋梁一般図（PC エキストラドーズド橋）、橋梁主要構造図は図 3.4.1～3.4.6 に示すとおりである。

表 3.4.1 施設概要

種別	項目	内容・規模
橋梁建設	橋長	253m
	道路幅員	20.5m(2m+0.5m+2*3.5m+1.5m+2*3.5m+0.5m+2m)
	橋梁形式	PC3 径間連続エキストラドーズド橋 220m PC 単純箱桁橋 33m
	基礎形式	河川内：鋼管矢板井筒工法（鋼管 φ1000） 陸上部：場所打ち杭（φ1000）
道路建設	延長	接続道路（北） 165m
		オフランプ（東） 104m
		オンランプ（西-1） 88m
		接続道路（南） 202m

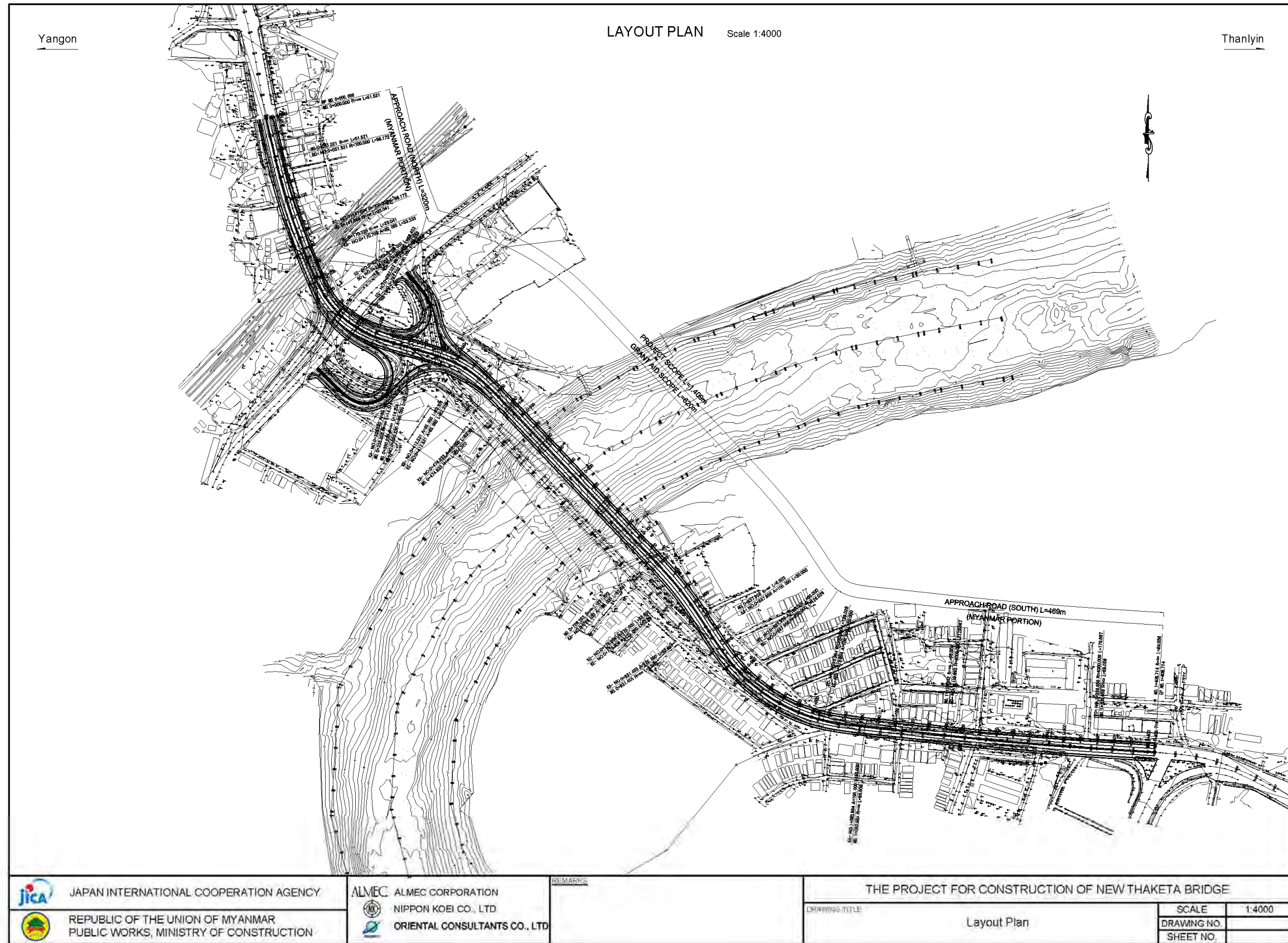
出典：調査団

表 3.4.2 最適橋梁形式の比較一覧表

概略図		構造諸元		比較・寸評		評価																					
第1案：鋼床版箱桁橋		上部工 (m)		構造性 ・桁高2.0mはスパン比で1/50であるが、鋼材を増加させることによって特に問題はない。	10	△																					
		種別	鋼床版箱桁					施工性 ・側径間は地上で地組みして送出し架設を行う。中央径間は台船運搬した部材を吊り上げて架設する。 ・縦断勾配対応や現場溶接を要す。 ・架設前の主桁製作を要するが、架設期間は約3.0ヶ月程度である。全体工事期間は29ヶ月である。 ・鋼製部材のため、定期的な塗装の塗り替えが必要のため、維持管理に劣る。																			
		橋長	220.00			維持管理 橋台の種類 逆T式橋脚 橋脚の種類 壁式橋脚 基礎工 P1、P2 鋼管矢板 A1、P3、A2 場所打ち杭 接続道路 (m) 北側 165.00 南側 202.00			7	10	3																
		第1支間長	60.00									景観性 ・シンプルな構造であり、景観上のアクセントはない。 ・鋼床版は走行時に騒音が生じる。	5	総合評価													
		第2支間長	100.00												経済性 (比率) 1.070	56	88										
		第3支間長	60.00															60	100								
		単純径間長	33.00																	下部工 橋台の種類 逆T式橋脚 橋脚の種類 壁式橋脚 基礎工 P1、P2 鋼管矢板 A1、P3、A2 場所打ち杭 接続道路 (m) 北側 165.00 南側 202.00							
		第2案：鋼トラス橋																			上部工 (m)		構造性 ・車両偏載による二次応力がガセットプレートに影響する。	10	△		
																					種別	鋼トラス桁					施工性 ・中間橋脚上から鋼材を張出して、トラベラクレーンによるバラシング・カンチレバー工法を行う。 ・縦断勾配への対応が必要である。 ・架設前に主鋼製作を要するが、架設期間は約3.0ヶ月程度である。全体工事期間は31ヶ月である。 ・鋼製部材のため、定期的な塗装の塗り替えが必要であり、塗装用の足場工が大規模となり、塗装面積も大きく維持管理に劣る。 ・維持管理を要する部材数が多く、労力と時間を要する。
																					橋長	220.00			維持管理 橋台の種類 逆T式橋脚 橋脚の種類 壁式橋脚 基礎工 P1、P2 鋼管矢板 A1、P3、A2 場所打ち杭 接続道路 (m) 北側 165.00 南側 202.00		
第1支間長	60.00			景観性 ・ミャンマー国では一般的なトラス形式である。	5		総合評価																				
第2支間長	100.00							経済性 (比率) 1.066													56	88					
第3支間長	60.00					60			100																		
単純径間長	33.00									下部工 橋台の種類 逆T式橋脚 橋脚の種類 壁式橋脚 基礎工 P1、P2 鋼管矢板 A1、P3、A2 場所打ち杭 接続道路 (m) 北側 165.00 南側 202.00																	
第3案：PCエクストラードズド橋											上部工 (m)		構造性 ・橋脚と剛結されたラーメン構造であるため耐震性に優れる。 ・桁高1.8mはスパン比で1/55であるが特に問題ない。	10	○												
											種別	PC箱桁					施工性 ・主桁架設は一般的な片持ち張出架設工法を適用し、中間橋脚上からワーゲン施工を行う。 ・架設着手は早い、現場架設期間は約9.5ヶ月を見込む。全体工事期間は35ヶ月である。										
											橋長	220.00			維持管理 橋台の種類 逆T式橋脚 橋脚の種類 壁式橋脚 基礎工 P1、P2 鋼管矢板 A1、P3、A2 場所打ち杭 接続道路 (m) 北側 165.00 南側 202.00			7	10	3							
		第1支間長	60.00								景観性 ・スレンダーな主桁とケーブルがアクセントとなり、架橋位置周辺のランドマークになる。	5											総合評価				
		第2支間長	100.00																					経済性 (比率) 1.000		60	92
		第3支間長	60.00																						60		
		単純径間長	33.00	下部工 橋台の種類 逆T式橋脚 橋脚の種類 壁式橋脚 基礎工 P1、P2 鋼管矢板 A1、P3、A2 場所打ち杭 接続道路 (m) 北側 165.00 南側 202.00																							
		<p><b>最適橋梁形式の選定</b></p> <p>3案比較検討の結果、経済性は第3案（PCエクストラードズド橋）が最も優れる。構造性については、いずれの橋梁形式も実績が豊富であり大きな評価差が生じていない。施工性については、第1案（鋼床版箱桁橋）、第2案（鋼トラス橋）ともに、製作精度や現場架設期間の観点で優れるものの、それぞれ縦断勾配に応じた送り出し架設およびトラベラクレーン架設のため、大きな勾配を考慮して慎重な施工計画が必要になる。一方、第3案では現場架設期間は長くなるものの、縦断勾配の影響を受けることなく張出し工法で架設可能である。維持管理においては、鋼橋は塗装の塗り替えが必要であり、特に第2案は点検対象の部材数が多いため労力と時間がかかる。他方、第3案は、橋体がコンクリートのため維持管理は比較的容易な形式である。景観については、第3案の主塔が周辺環境のランドマークとして期待できる。</p> <p>従って、本調査における比較検討に基づき桁高制限に支障なく、経済性や維持管理に最も優れる第3案のPCエクストラードズド橋を最適橋梁形式として提案する。</p>			<p><b>評価の配点</b></p> <p>経済性 : 60                  構造性 : 10                  施工性 : 15                  維持管理 : 10                  景観 : 5</p>																						

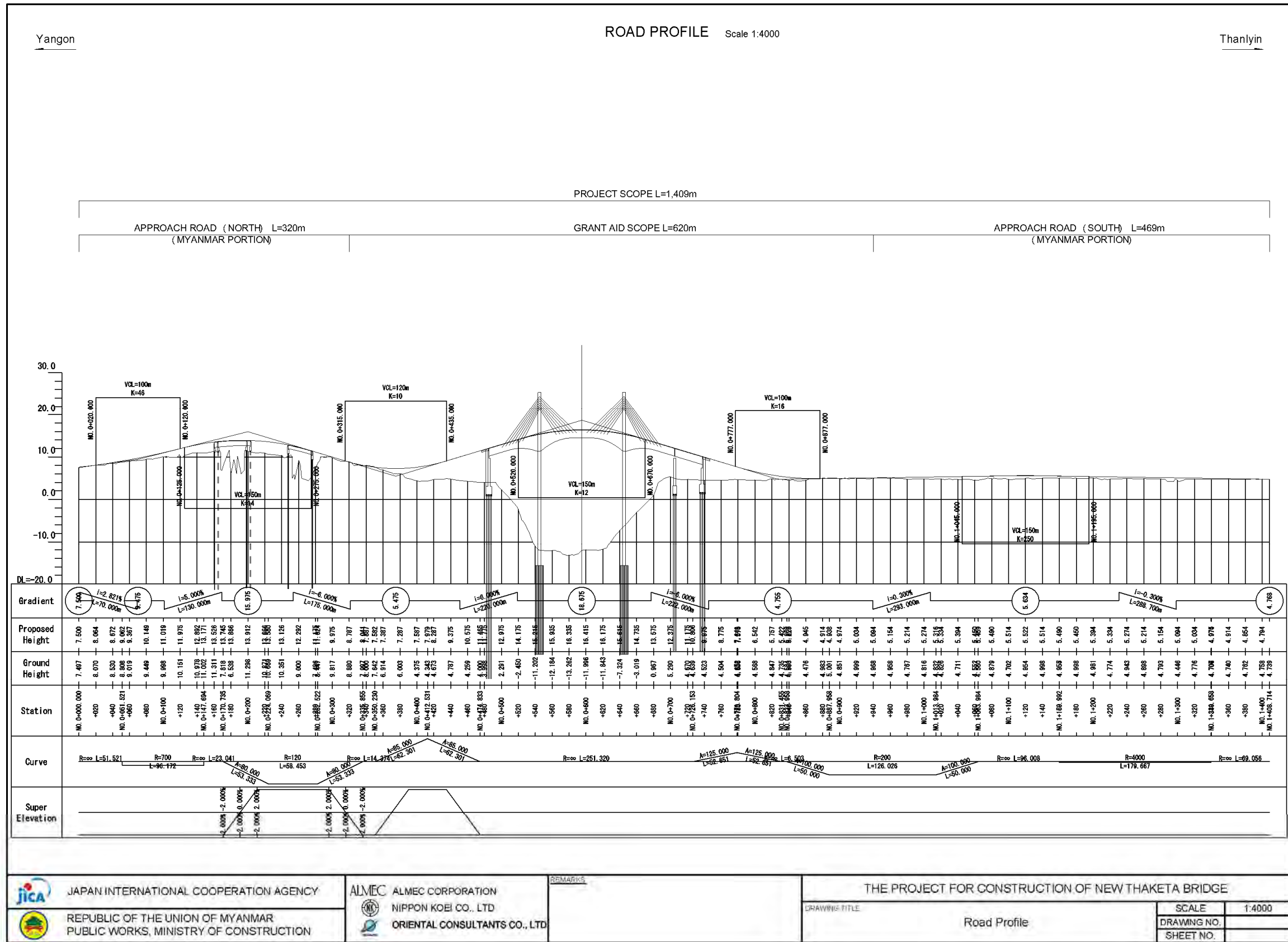
出典：調査団





出典：調査団

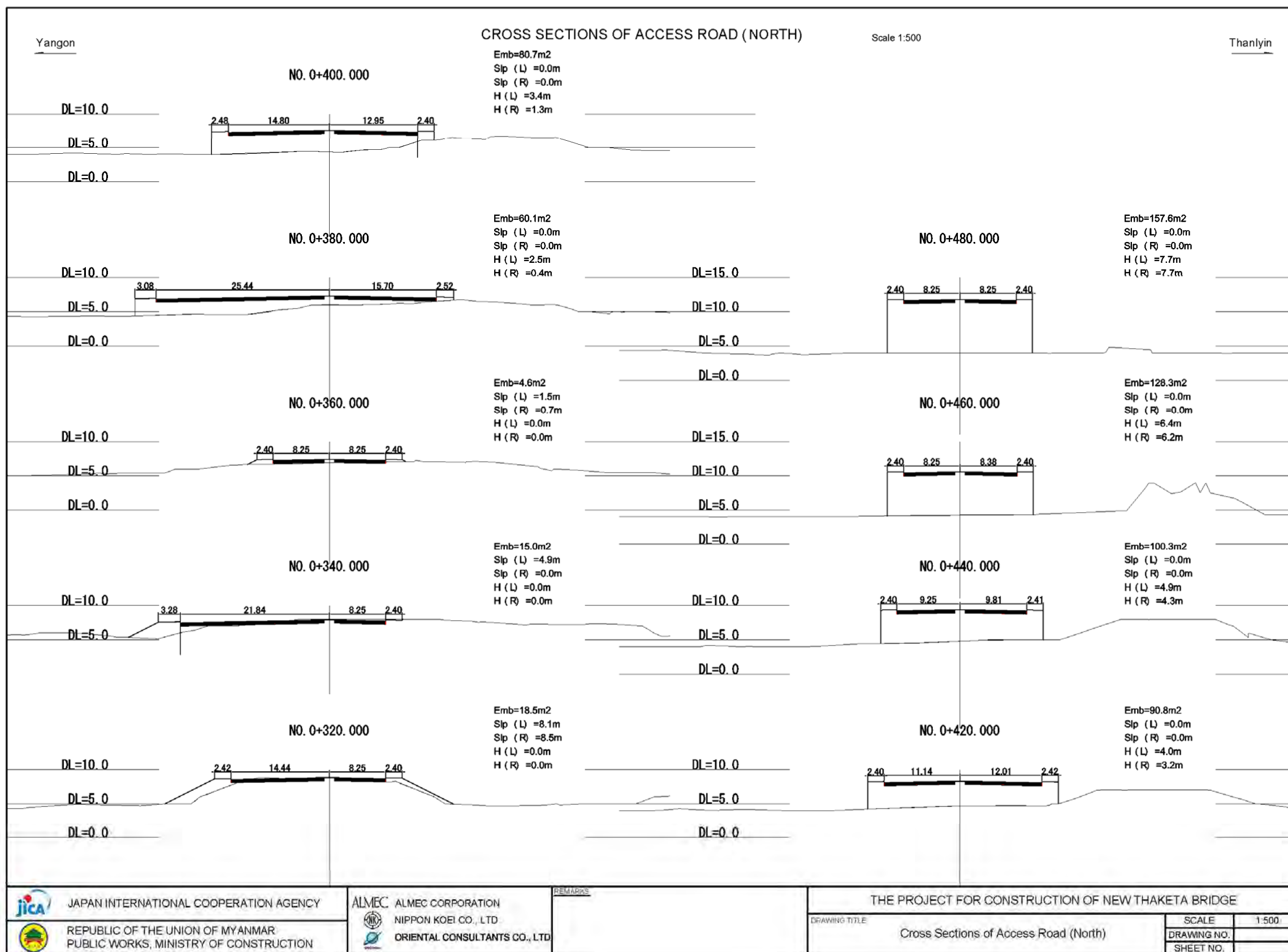
図 3.4.1 道路平面図



出典:調査団

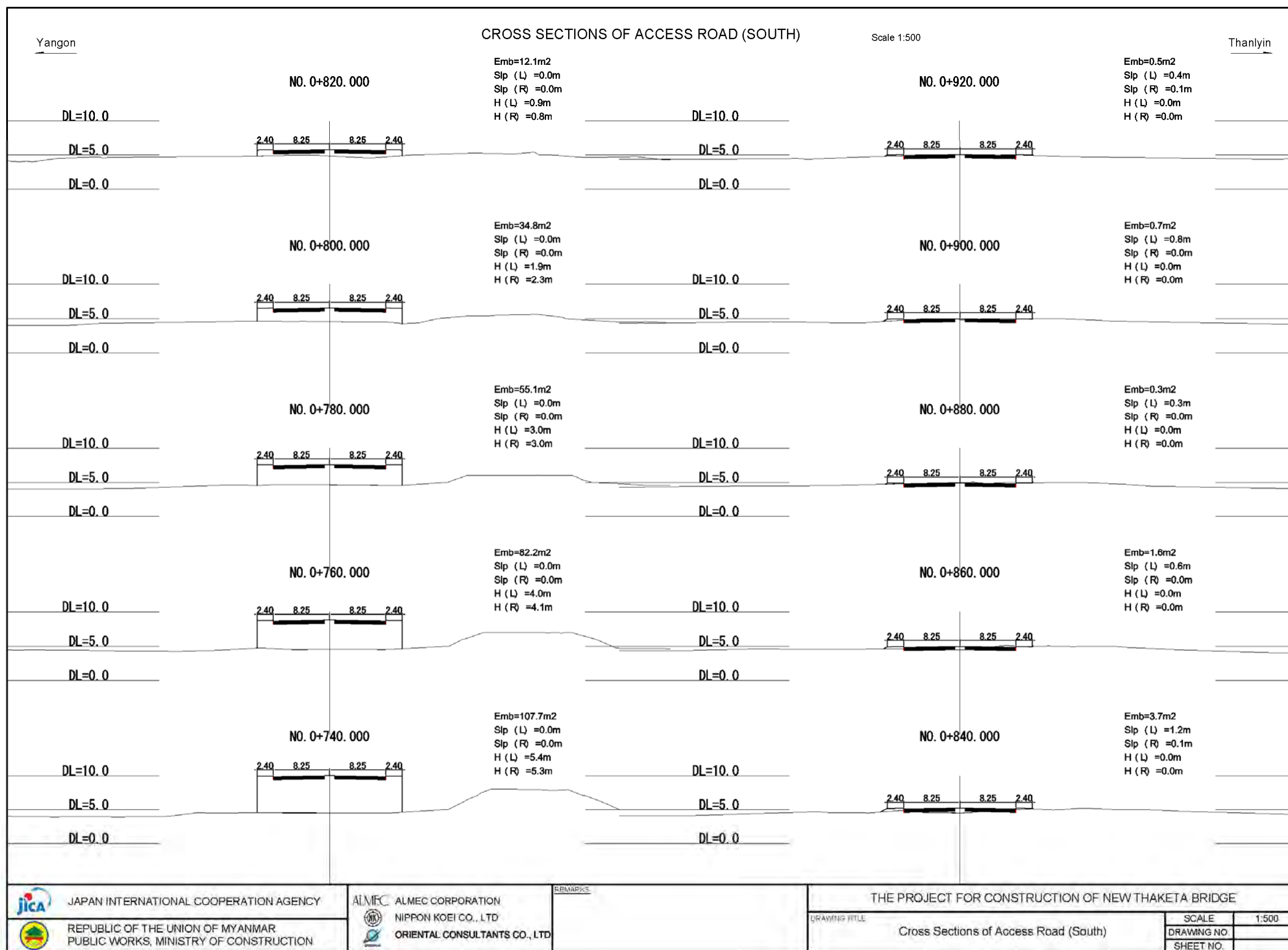
図 3.4.2 道路縦断面図





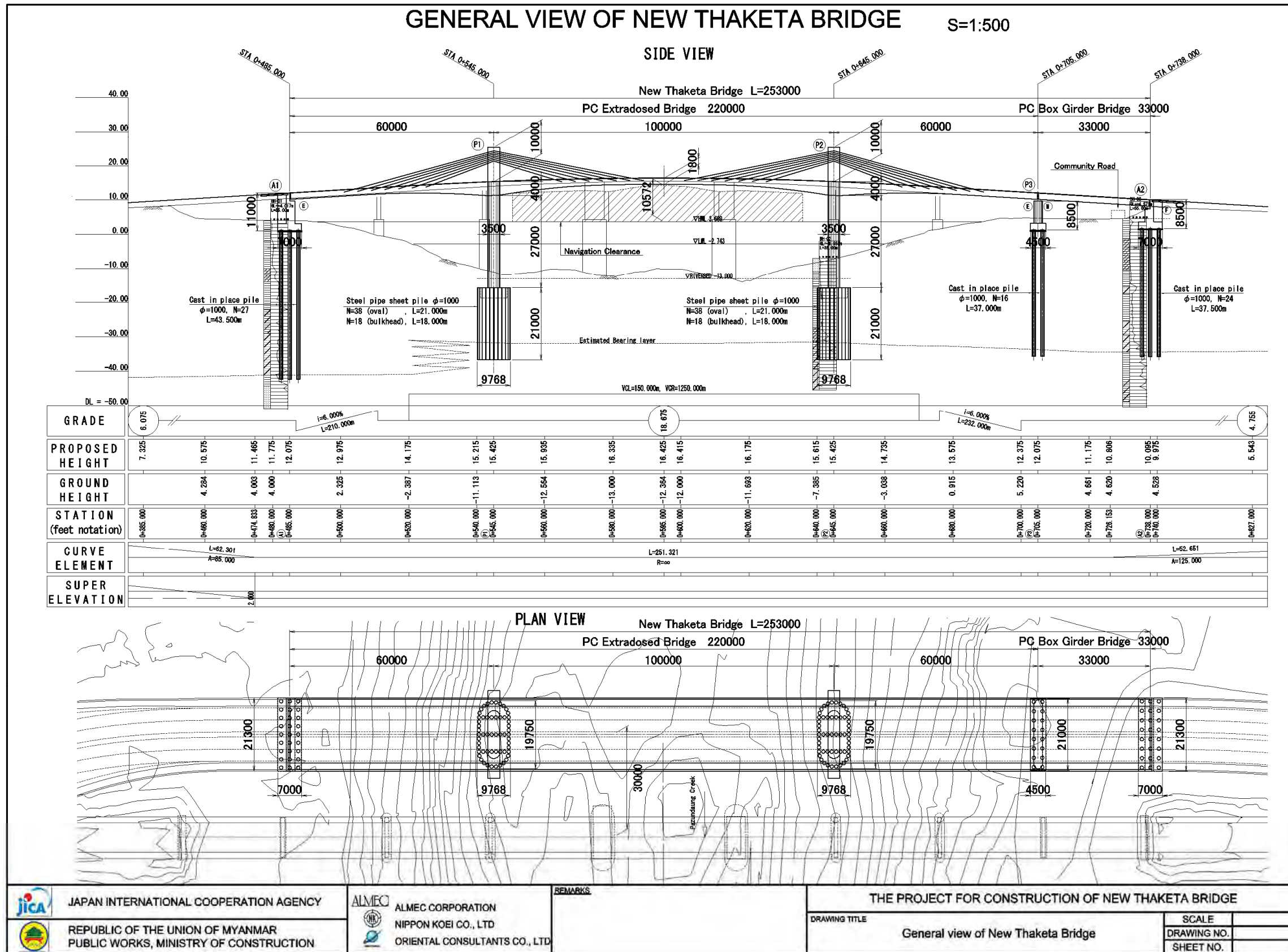
出典: 調査団

図 3.4.3 道路横断面図(接続道路北側)



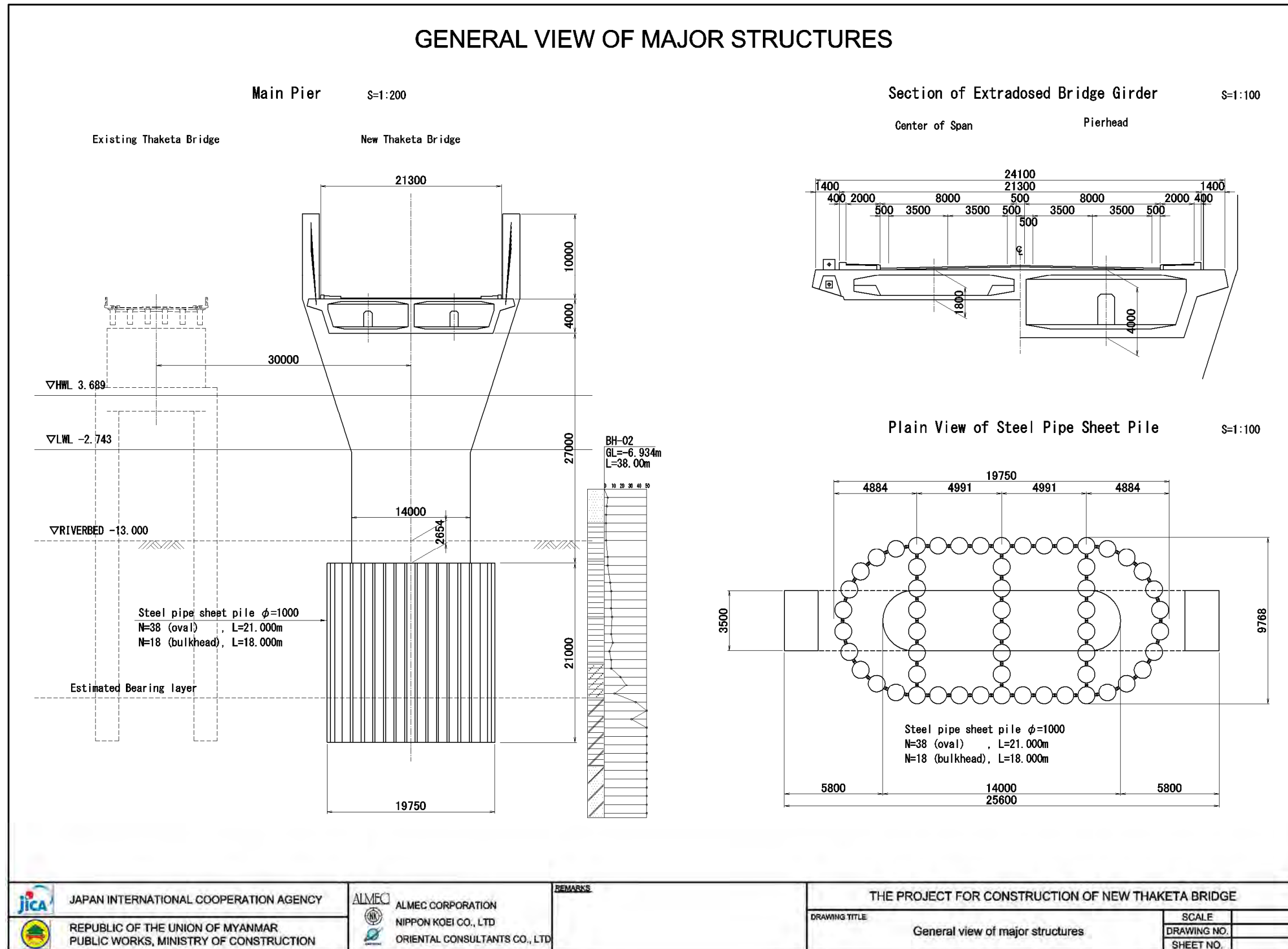
出典：調査団

図 3.4.4 道路横断面図(接続道路南側)



出典：調査団

図 3.4.5 橋梁一般図



出典:調査団

図 3.4.6 橋梁主要構造図

### 3.5 施工計画

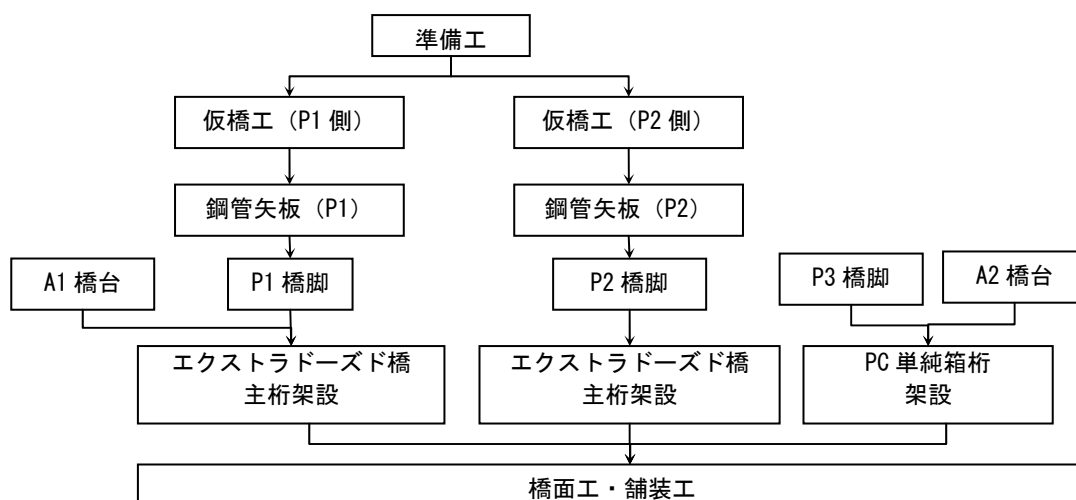
#### 3.5.1 施工方針

本計画の工事の流れを以下に示す。

工事では、河川内において鋼管矢板基礎及び橋脚工、片持ち架設による PC 橋上部工施工を行う。「ミ」国においては 6 月～10 月が雨期、11 月から 5 月が乾期と区分されている。新タケタ橋架橋地点における水位は、降雨による水位変動より潮位による水位変動が卓越していることから、潮位による水位変動を想定した仮橋工を構築し、雨期中も上下部工の施工を行う計画とする。

上部工ブロックはすべてのスパンで 11 ブロックとし、これを 7 本の外ケーブルと内ケーブルで吊りながら施工を行う。支間中央および側径間の閉合部分は吊支保工による施工となる。

A1 橋台、P3 橋脚および A2 橋台は陸上部に位置し、水位の影響を受けないため、オープン掘削により杭基礎・底版を構築する。P3 橋脚から A2 橋台の単純区間は PC 箱桁とし、全支保工架設により施工を行う。



出典:調査団

図 3.5.1 タケタ橋の工事の流れ

#### 3.5.2 施工上の留意事項

##### (1) 労働基準の尊重

雇用者は、労働者の雇用に際し「ミ」国の労働法を遵守すると同時に、雇用に伴う適切な労働条件や習慣を尊重し、労働者との紛争を防止すると共に、労働災害に関わる安全を確保するものとする。

##### (2) 工事中の安全対策

本工事は、パズンダウン川に架橋が計画されており、既設の水上交通に対して安全を確保する必要があるため、仮橋設置・撤去期間中の作業時間には、警戒船を上流側および下流側に

配置する計画とする。また、工事用浮標灯を航路に、工事用標灯台を仮橋に設置し、既設の水上交通に対して安全を確保する計画とする。

(3) 交通切り回し安全対策

アクセス道路、ランプ道路工事の際には、安全対策のために、交通規制計画が施工業者から提出され、コンサルタントは、施主である PW および道路管理主体である YCDC とともにその計画を精査する。この安全対策を含む交通規制の規制前の市民へのマスメディアを通じた周知は、「ミ」国側の負担事項である。

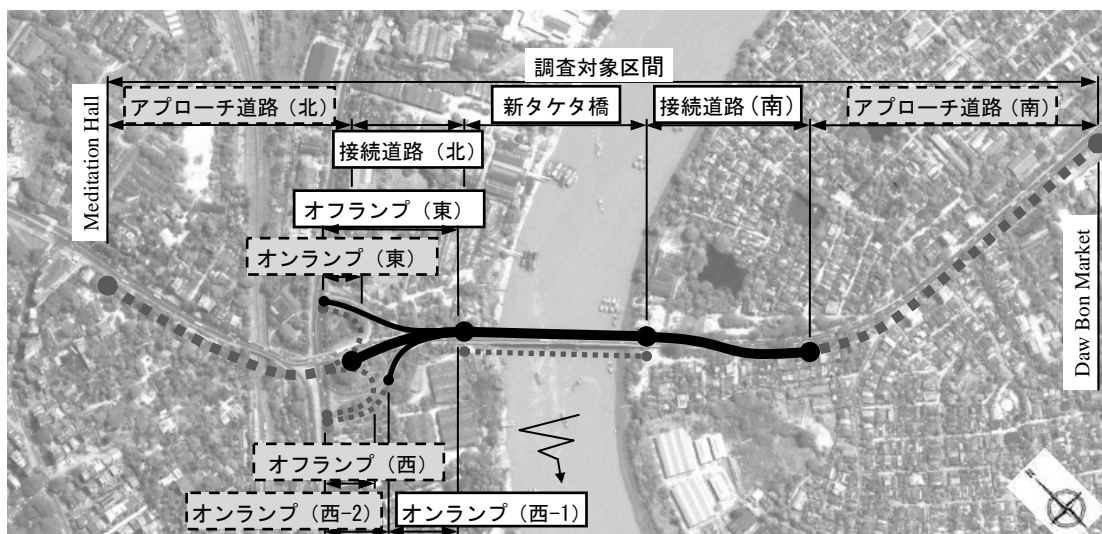
(4) コンクリートの品質管理の重視

本事業で計画されているコンクリート構造物は、コンクリートの品質が構造物の寿命に大きく影響する。施工時では、ひび割れの少ない、高品質のコンクリートを施工するために、骨材、砂、水、セメント等の材料管理、コンクリートプラントの仕様規定、コンクリートの運搬規定、コンクリートの打設・養生管理等コンクリートの品質管理を重点項目として管理する。特に、年平均気温が 25℃を超えると想定される乾期には、暑中コンクリートとして打設する必要がある。

3.5.3 施工区分

我が国の無償資金協力事業による施工範囲は、図 3.4.1～3.4.2 の道路平面図並びに道路縦断面図に示すとおり本線測点 No.0+320.0～No.0+940.0 (延長 620.0m) にあたる新タケタ橋、接続道路 (北) 並びに接続道路 (南) である。また、接続道路 (北) から分岐するオフランプ (東) とオンランプ (西-1) を含むものとする。

また、「ミ」国側負担によって 4 車線道路が整備される範囲は、アプローチ道路 (北)、アプローチ道路 (南)、オンランプ (東)、オンランプ (西-2) およびオフランプ (西) である。また、新橋完成後の既設橋撤去が含まれる。



出典：調査団

図 3.5.2 施工区分



### 3.5.4 施工監理計画

#### (1) コンサルタントの施工監理/調達管理方針

日本国政府による工事契約の認証を受け、コンサルタントは工事業者に対し工事着工命令を発行し、施工監理業務に着手する。施工監理業務では工事進捗状況を「ミ」国の PW、現地 JICA 事務所等に直接報告すると共に施工業者には作業進捗、品質、安全、支払いに関わる事務行為及び技術的に工事に関する改善策、提案等の業務を行う。また必要に応じ在ミャンマー日本国大使館に対し報告・調整・協議を行なう。施工監理の完了から 1 年後、完成検査を行う。これをもってコンサルタントサービスを完了する。

#### (2) コンサルタントの施工監理実施体制

常駐施工監理技術者は現地駐在を基本として、施工監理とともに業務調整作業等を行う。各工事段階で必要と考えられる技術者の役割を以下に示す。

- 施工監理技術者 : 入札関連業務および施工開始時および完工時の常駐施工監理技術者の支援
- 常駐施工管理技術者 : 業務が円滑に遂行されるための調整業務、技術的問題の総括
- 軟弱地盤対策技術者 : 軟弱地盤対策工の技術的及び品質管理業務
- 基礎工技術者 : 橋梁基礎工の技術的及び品質管理業務
- 上部工技術者 : 橋梁上部工の技術的及び品質管理業務

#### (3) 施工監理における実施機関の役割

実施機関は、本工事が契約書で規定される仕様書や図面等に基づき、所定の品質を確保しながら正しく施工されることを監理するコンサルタントに協力するため、実施機関の費用にて、コンサルタントとの連絡・調整職員を用意し、コンサルタントから提出された書類等に対して、実施機関として速やかに検査・意思決定する役割を担う。

### 3.5.5 品質管理計画

「ミ」国には道路及び橋梁（PC 箱桁）の品質管理についての基準は整備されていないため、日本の管理基準、試験方法に準拠して実施する。品質管理項目、試験方法及び頻度は表 3.5.1 に示す。

表 3.5.1 品質管理項目一覧表(案)

項目		試験方法	試験頻度	
コンクリート	材料	セメント	品質証明書、化学・物理試験結果	
		水	成分試験結果	
		混和剤	品質証明書、成分分析表	
	細骨材	絶乾比重		材料毎
		粒度分布、粗粒率		
		粘土塊と軟質微片率		
	粗骨材	絶乾比重		材料毎
		薄片含有率		
		粒度分布（混合）		
硫化ナトリウム診断(損失質量)				

項目		試験方法	試験頻度
	配合試験時	圧縮強度試験（供試体：立方体 15cm）	配合毎
	打設時	スランプ	1 回/日
		温度	1 回/日
	強度	圧縮強度試験（7 日、28 日）	1 回/日 or 50m <sup>3</sup> 以上
鉄筋/PC 鋼材	材料	品質証明書、引張試験結果	ロット単位
P C 鋼材	緊張装置	ジャッキ、ポンプのキャリブレーション	ジャッキ使用前
	緊張管理	緊張管理図による、ケーブル 1 本及びグルーク管理	各ケーブル緊張時
PC グラウト	配合設計	ミキサーのキャリブレーション	ミキサー使用前
	注入時	コンシステンシー、温度	5 バッチ毎
	強度	7 日、28 日強度試験	5 バッチ毎

出典：調査団

### 3.5.6 資機材等調達計画

PC 箱桁橋梁の施工実績は、PW によるツワナおよびナウワン橋以外になく、実施能力のある技能工は、ミャンマーでは調達が困難である。このため、安全性および品質を考慮した結果、日本人技能工（橋梁世話役・橋梁特殊工：および特殊運転手の派遣を計画した。

「ミ」国内においては、橋梁工事にかかわる資材は調達できない。鉄筋、PC 鋼材、定着装置（緊張機器を含む）、伸縮装置及び支承は、品質の安定している日本から調達する。さらに場所打ち杭掘削機械、PC 箱桁張り出し機材も日本から調達する。生コンクリートおよびアスファルトプラントはヤンゴンにあり調達可能。骨材、石材および盛土は現地で購入する計画にする。表 3.5.2 及び表 3.5.3 に主要建設資機材/建設機械の調達可能先を示す。

表 3.5.2 主要工事用資材調達区分

項目	調達先			日本調達理由
	「ミ」国	日本	第 3 国	
PC 鋼材		○		「ミ」国及び周辺国では調達が困難であり、品質の安定性及び施工性を考慮したため。
鋼製高欄		○		「ミ」国及び周辺国では調達が困難であり、品質の安定性及び施工性を考慮したため。
仮設・架設用鋼材		○		「ミ」国及び周辺国では調達が困難であり、品質の安定性及び施工性を考慮したため。
仮設資材 H 形鋼支保工			○	シンガポールよりリース調達が安価。
ゴム支承		○		「ミ」国及び周辺国では調達が困難であり、品質の安定性及び施工性を考慮したため。
鋼管		○		「ミ」国及び周辺国では調達が困難であり、品質の安定性及び施工性を考慮したため。
骨材	○			
アスファルト混合物	○			
セメント			○	品質面からタイ国産
生コンクリート	○			
伸縮装置		○		「ミ」国及び周辺国では調達が困難であり、品質の安定性及び施工性を考慮したため。
地盤改良固化材		○		「ミ」国及び周辺国では調達が困難であり、品質の安定性及び施工性を考慮したため。
鉄筋		○		「ミ」国及び周辺国では調達が困難であり、品質の安定性及び施工性を考慮したため。

項目	調達先			日本調達理由
	「ミ」国	日本	第3国	
路面標示用塗料		○		「ミ」国及び周辺国では調達が困難であり、品質の安定性及び施工性を考慮したため。
軽油	○			
ガソリン	○			
橋面防水材		○		「ミ」国及び周辺国では調達が困難であり、品質の安定性及び施工性を考慮したため。

出典：調査団

表 3.5.3 主要工事用機械調達区分

機種	調達先			日本調達理由
	「ミ」国	日本	第3国	
バックホウ		○		現地業者からの調達が高額であるため。
クローラクレーン		○		現地業者からの調達が高額であるため。
ラフテレーンクレーン		○		現地業者からの調達が高額であるため。
場所打ち杭施工機		○		現地調達が困難であるため。
鋼管矢板基礎用器械		○		現地調達が困難であるため。
ラインマーカ		○		現地調達が困難であるため。
PC用資機材		○		現地調達が困難であるため。
片持架設用移動作業車		○		現地調達が困難であるため。

出典：調査団

### 3.5.7 ソフトコンポーネント計画

本橋竣工後の維持管理は、ヤンゴン市（YCDC）担当部署が実施することになるが、PC箱桁の維持管理の経験がなく、維持管理能力の向上が求められている。

このため、維持管理担当者並びに責任者が、日常点検・定期点検の重要性を認識し、点検における着目点や具体的な方法を理解し、橋梁の健全度評価ができるようになることを成果と設定して、橋梁専門家によるセミナーの開催をソフトコンポーネントで実施する。

さらに、適用支間毎の橋梁形式や地盤特性に応じた基礎形式の選定等の橋梁計画概要並びに我が国で採用されている新しい架橋技術等の橋梁建設事情についての紹介を含むセミナーとする。

- 橋梁専門家（0.5ヶ月）：橋梁の日常点検・定期点検に関する指導
- 橋梁専門家（0.5ヶ月）：劣化要因、非破壊検査、ケーブル点検要領に関する指導

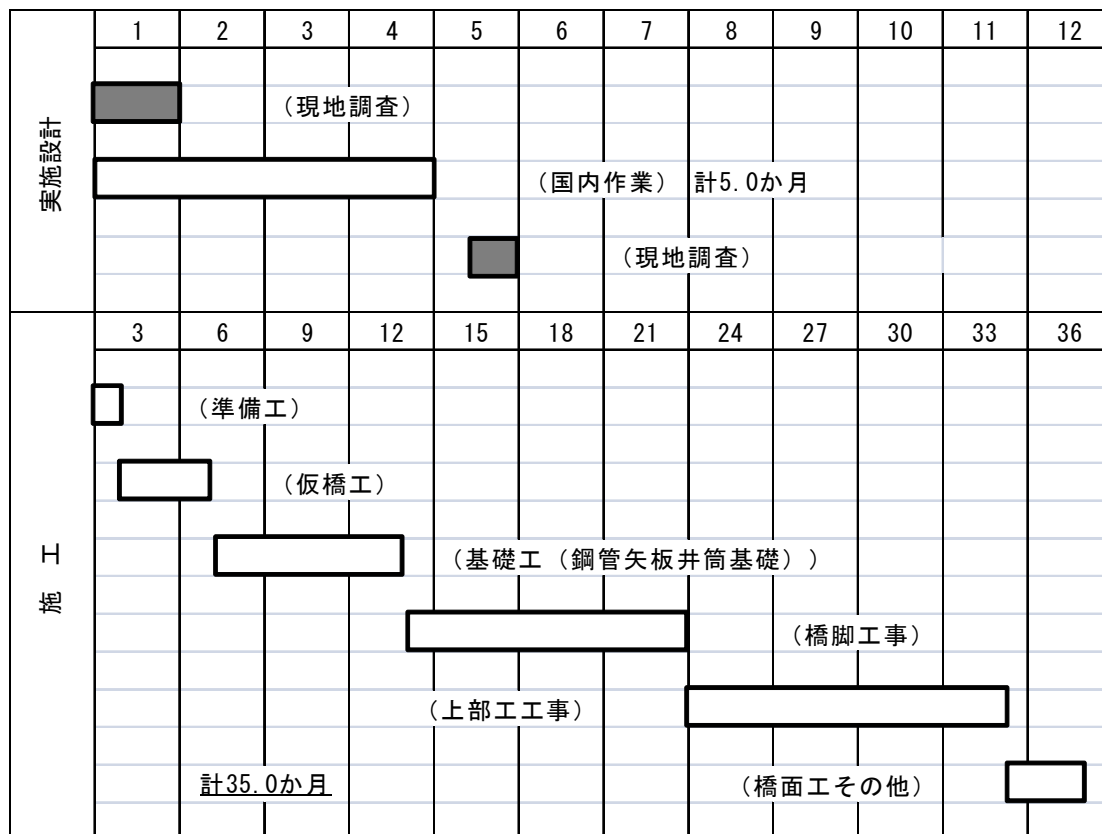
### 3.5.8 実施工程

現時点の実施スケジュールでは、本協力対象事業を我が国の無償資金協力の枠組みで実施する事を想定する。

E/N並びにG/A締結後、コンサルタントは直ちに「ミ」国のMOCとコンサルタント業務に係わる契約を締結し、実施設計業務を開始する。コンサルタントは先ず詳細設計のための現地調査を2週間程度実施し、その後国内で詳細設計、入札書類の作成を実施する。詳細設計は現地調査を含めて4ヶ月、入札図書の内容説明と確認に2ヶ月を要する。実施設計業務の完了を受けて、建設業者の資格審査、入札、業者選定、工事契約等の入札に係わる一連の入札

業務を3ヶ月で実施する。入札を経て工事請負業者は「ミ」国のMOCと工事契約をとり交わし、その後工事請負業者はコンサルタントより発給される工事の着工命令書を受け工事着手が可能となる。工事着手から完成までの工事工期は35ヶ月を見込む。

実施工程は、図3.5.3に示すとおりである。



出典: 調査団

図 3.5.3 実施工程

### 3.6 相手国側分担事業の概要

#### 3.6.1 我が国無償資金協力事業における一般的事項

我が国の無償資金協力事業として実施する場合の、「ミ」国が負担するべき一般的な事項を表3.6.1に示す。

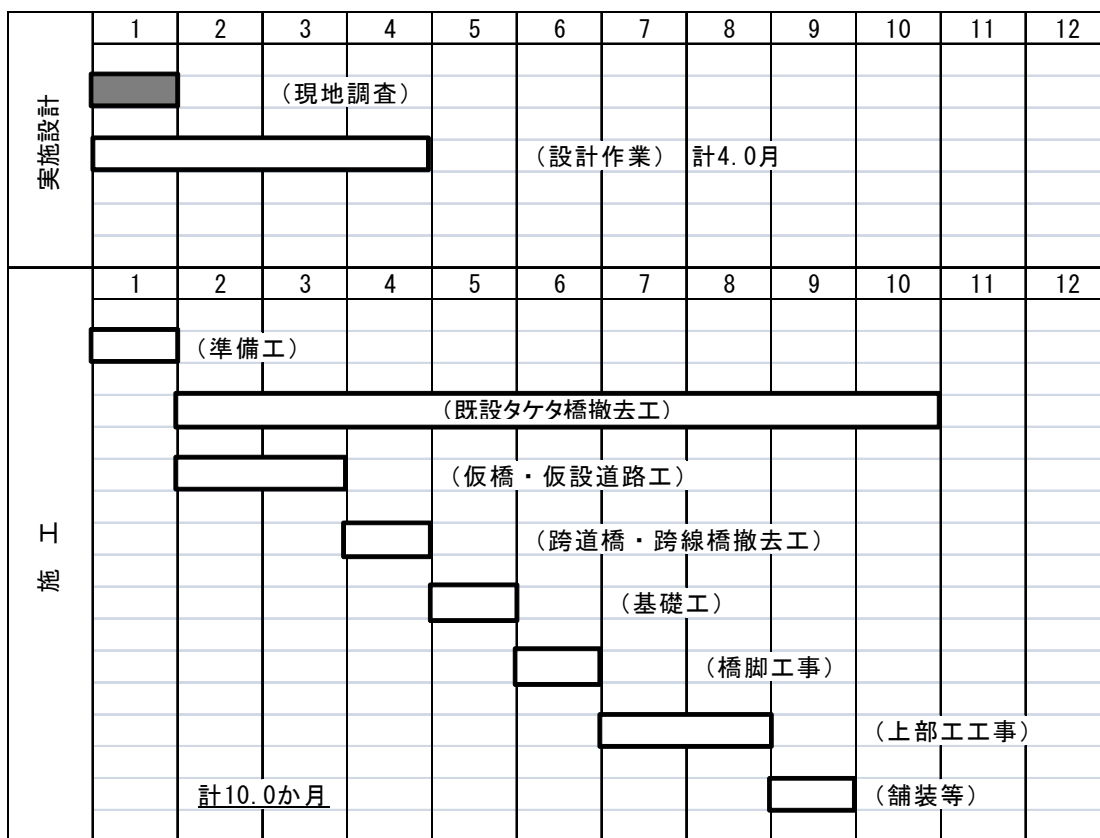
表 3.6.1 土木案件における主要な相手国負担事項

(1) 事業実施のために必要な土地の供与、障害物件の撤去
(2) 事業実施のための電力、給排水施設の提供
(3) 港湾において、事業実施に必要な資機材の輸入に際して荷揚げ及び通関、国内移動に際しての便宜
(4) 製品やサービスの購入に伴う「ミ」国で定められた関税や内国税、その他税金の免税あるいは還付
(5) 事業実施に関わる日本人及び第三人の就労許可
(6) 本事業で建設したタケタ橋のメンテナンスを行い、適切に効果的に使用することの確約
(7) 本事業による無償資金協力によりカバーできない支出に関する予算の確保
(8) B/Aに基づく本邦銀行への手数料支払い (A/P 通知手数料、支払手数料)
(9) 事業実施に伴う社会環境配慮

### 3.6.2 本計画固有の事項

#### (1) アプローチ道路の整備

本事業はヤンゴン市内とタケタ地区を結ぶ幹線道路の4車線化であり、新タケタ橋の建設と、既存道路へすり付く接続道路の整備を我が国の無償資金協力事業の協力範囲とした。タケタ橋の4車線化のみでも事業効果が発現することは確認しているが、事業効果を最大にするためには、「ミ」国負担によるアプローチ道路の4車線化を完了し、調査対象区間の全線を4車線道路に整備する必要がある。本調査によりアプローチ道路の線形および跨線橋・跨道橋の参考図を作成したが、引き続きPWにより詳細設計並びに施工が行われる必要がある。なお、本整備に係る実施手順（参考）を図3.6.1に示す。



出典：調査団

図 3.6.1 アプローチ道路整備の実施手順(参考)

#### (2) 既設橋撤去

新タケタ橋の中央径間長は、航路幅員を確保する目的に沿って100m支間を計画しているため、現在約100mを3径間としている既設タケタ橋は新橋の供用開始後速やかに撤去することが望ましい。しかしながら、「ミ」国では既存構造物の撤去した実績がなく、その実施には技術的な困難が予想される。したがって、我が国における橋梁撤去に関する資料を別添（資料6）として提出するとともに、必要に応じて技術指導等を行う。

### (3) 本邦企業による輸出入の許可

「ミ」国は国内法により、輸出入を行うためには商業省に輸出入業者登録を行った建設業者に限られている。このため無償資金協力事業として本邦企業が工事を受注した場合、資機材の輸出入手続きが行えない恐れがある。このため、本事業に限って、本邦業者が輸出入を行えるよう特別な許可が得られ、工事が遅延なく行えるよう要請する。

#### 3.6.3 参考図

相手国側負担事業に関わる参考図（概略設計図）は図 3.7.1～3.7.8 に示すとおりである。

### 3.7 プロジェクトの運営・維持管理計画

本橋竣工後の維持管理作業は、毎年定期的に行うものと数年単位で行うものに大別される。本事業では以下に示す作業が必要となる。

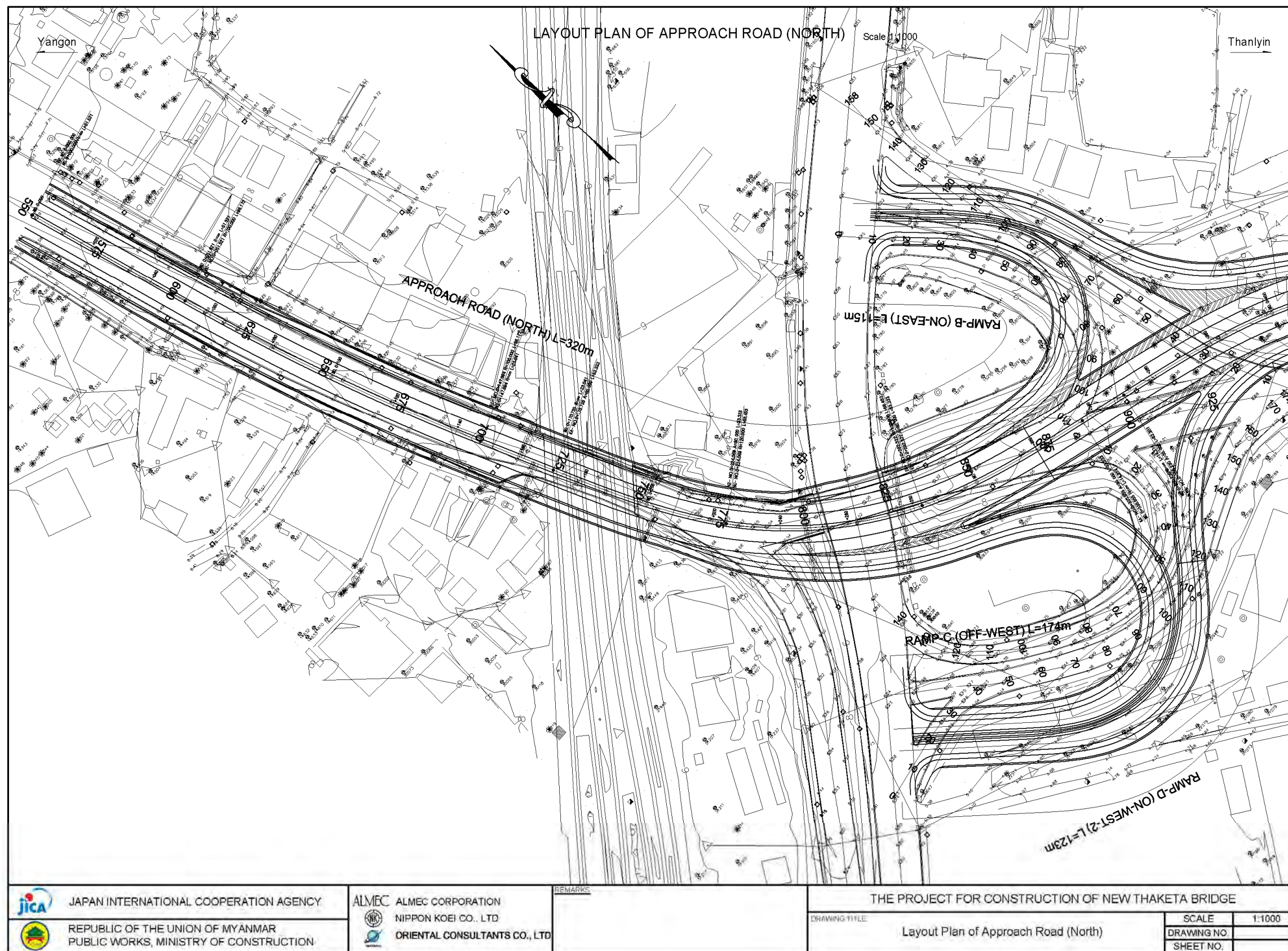
#### 毎年必要な点検・維持管理

- 橋面排水管、支承周辺、道路側溝等の排水工の砂やゴミ等の除去清掃
- レーンマーク再塗布、ガードレール補修、照明ランプ交換等の交通安全工
- 路肩・法面工の除草

#### 数年毎必要な点検・維持管理

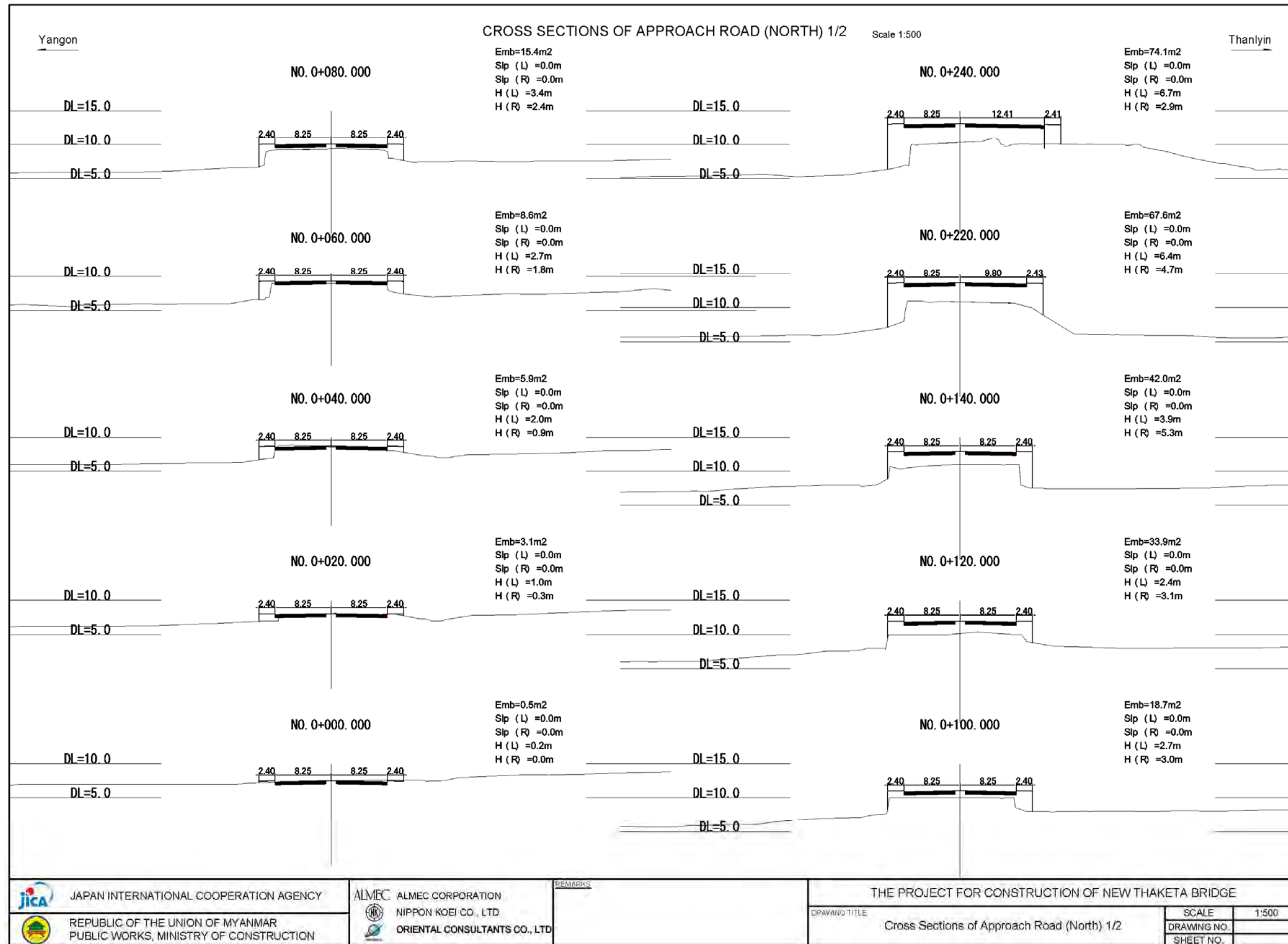
- 概ね 5 年毎の頻度で実施する橋面や取付道路面の舗装工（パッチング、オーバーレイ）
- 概ね 10 年毎の頻度で実施する高欄の再塗装と伸縮装置の交換





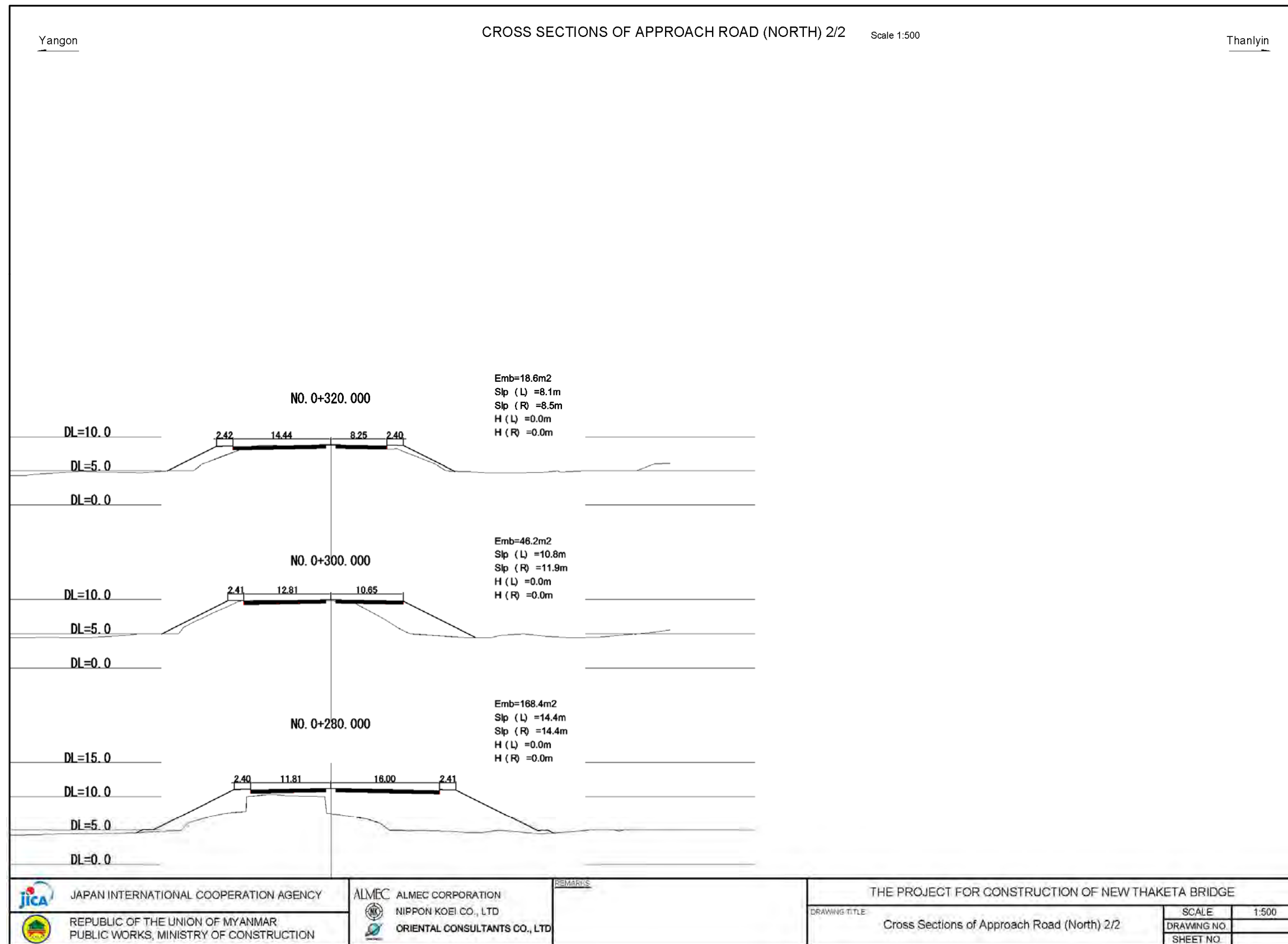
出典:調査団

図 3.7.1 参考図(1/8):アプローチ道路(北側)平面図



出典:調査団

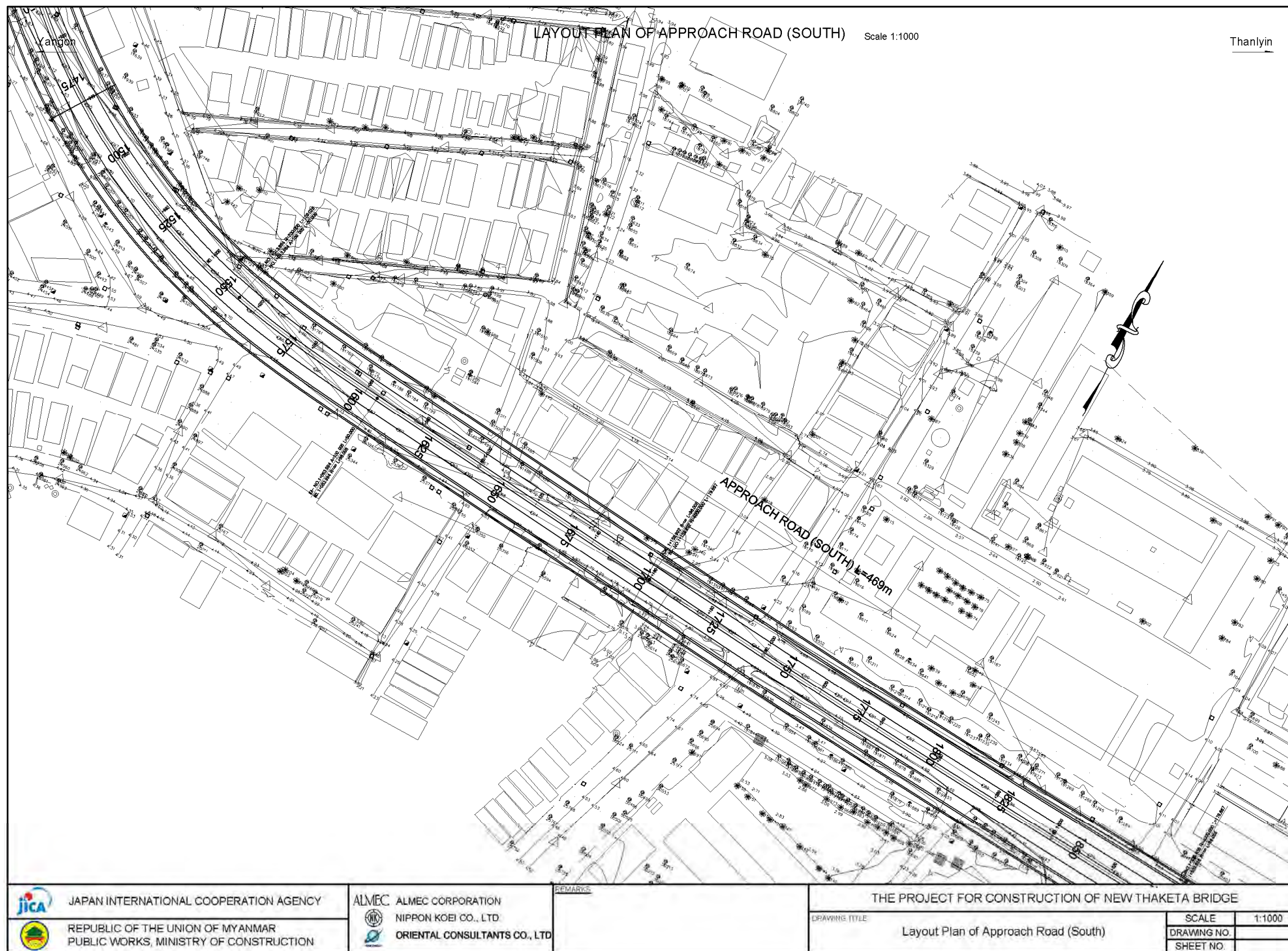
図 3.7.2 参考図(2/8):アプローチ道路(北側)横断面図(1/2)



出典：調査団

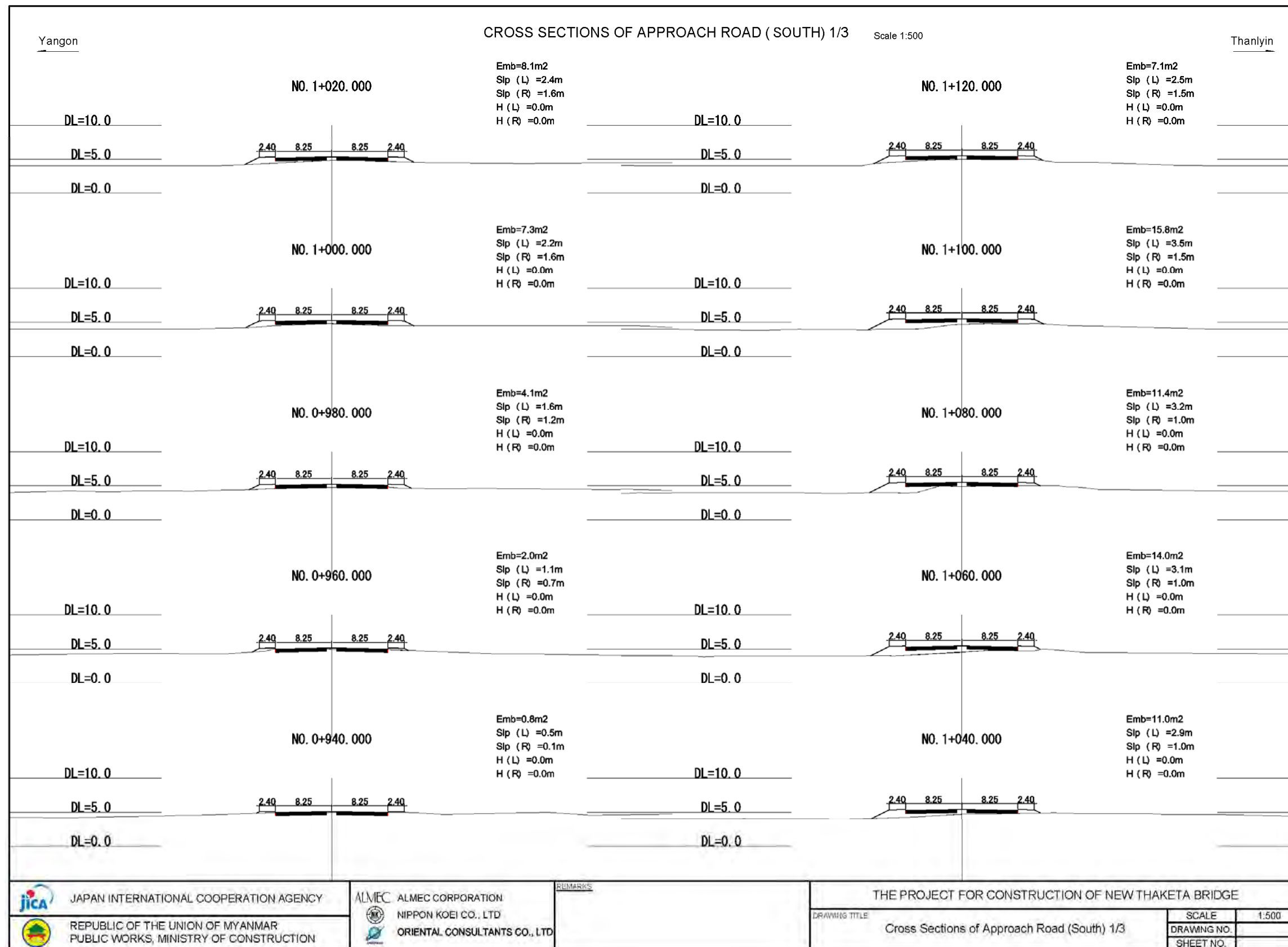
図 3.7.3 参考図(3/8):アプローチ道路(北側)横断面図(2/2)





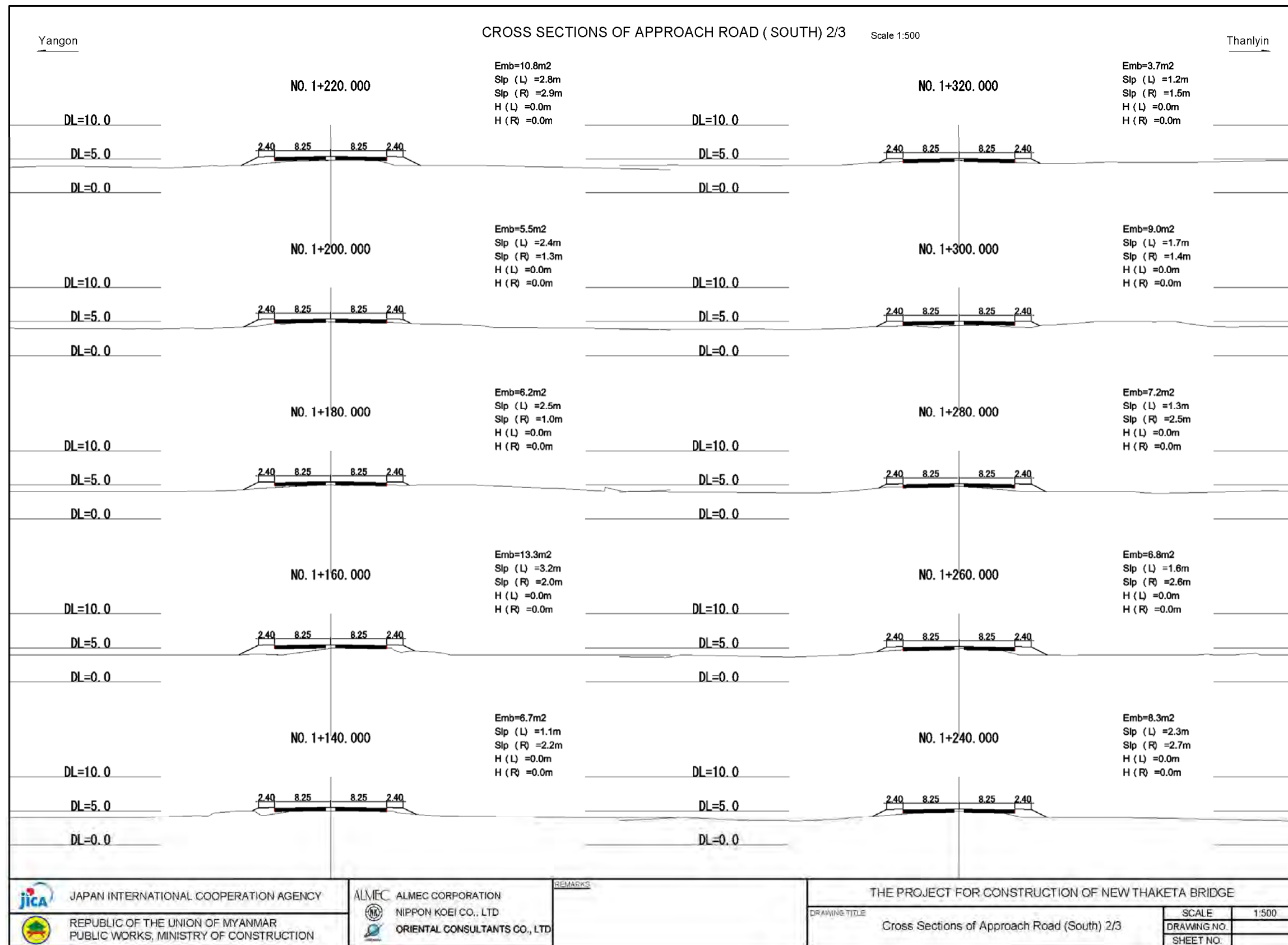
出典：調査団

図 3.7.4 参考図(4/8):アプローチ道路(南側)平面図



出典:調査団

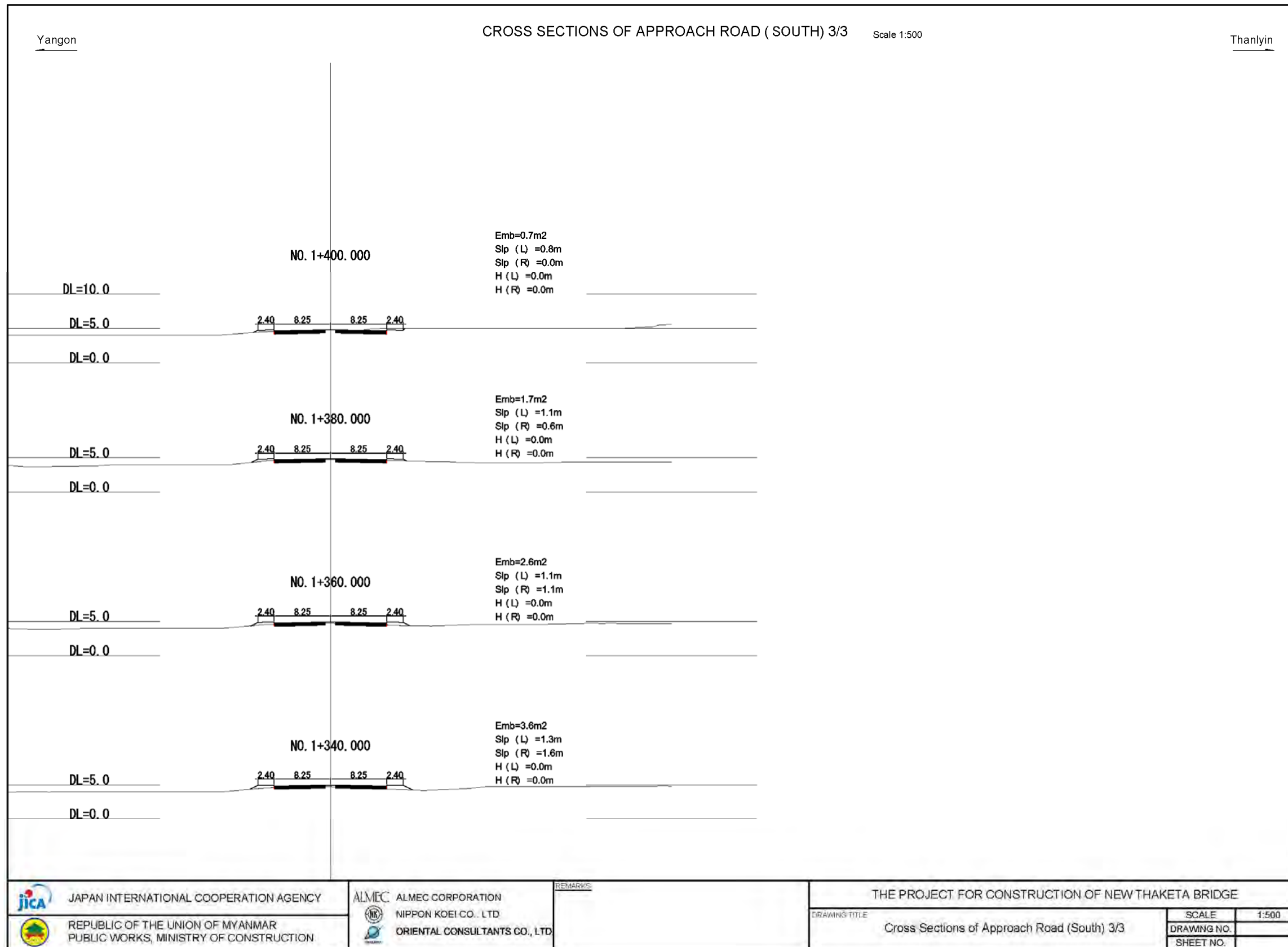
図 3.7.5 参考図(5/8):アプローチ道路(南側)横断面図(1/3)



出典：調査団

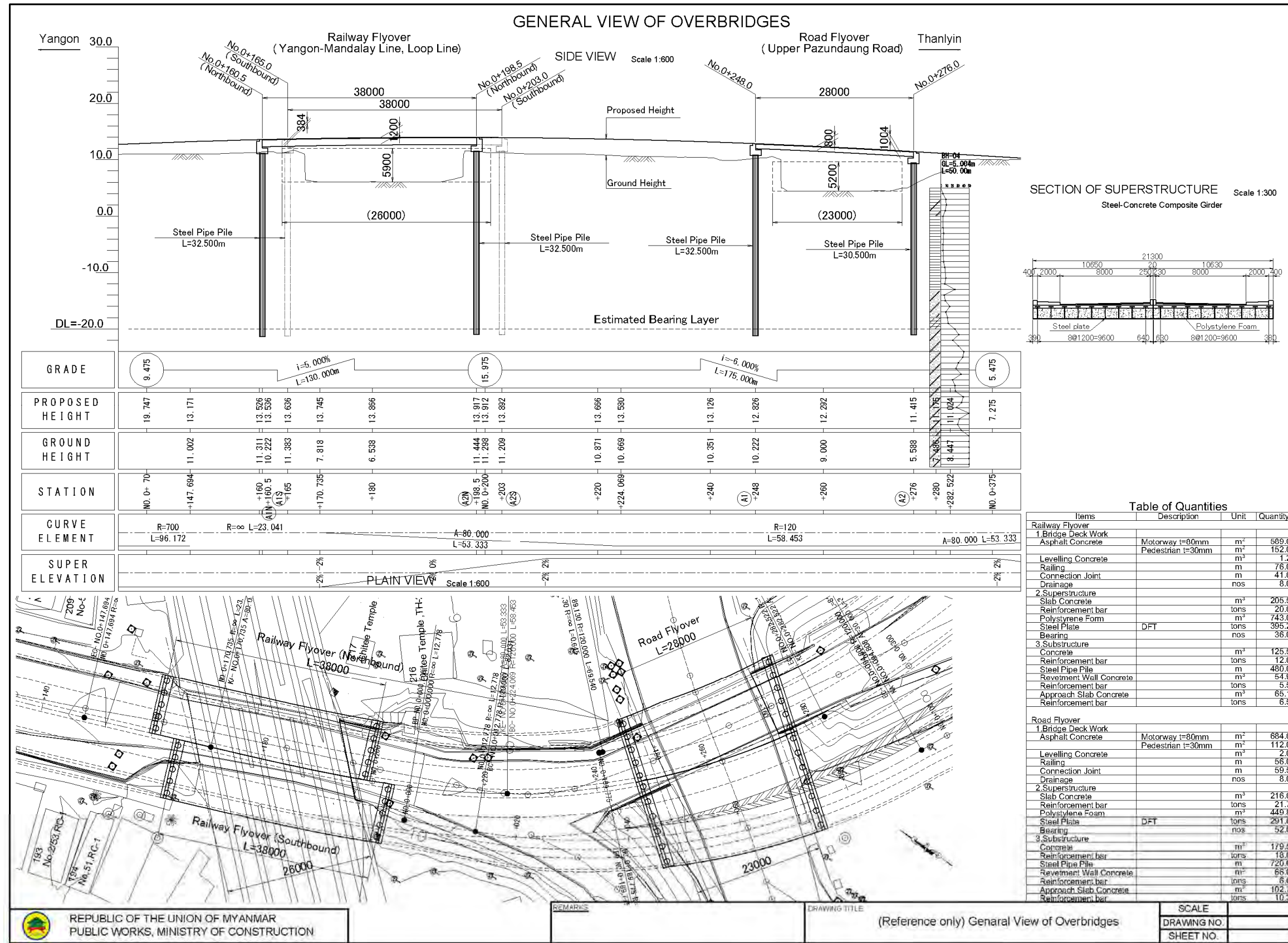
図 3.7.6 参考図(6/8):アプローチ道路(南側)横断面図(2/3)





出典:調査団

図 3.7.7 参考図(7/8):アプローチ道路(南側)横断面図(3/3)



出典: 調査団

図 3.7.8 参考図(8/8): 跨線橋・跨道橋一般図

### 3.8 プロジェクトの概略事業費

#### 3.8.1 協力対象事業の概略事業費

本事業を我が国の無償資金協力により実施する場合に必要な概略事業費は、総額約 41.95 億円（日本側 41.75 億円、「ミ」国側負担 0.2 億円）となる。事業費内訳及び我が国と「ミ」国との負担区分に基づく双方の経費内訳は表 3.8.1～3.8.2 に示すとおりである。なお、本事業は我が国の無償資金協力ガイドラインに従い実施される。ただし、この額は交換公文上の供与限度額を示すものではない。

#### A) 日本側負担経費

新タケタ橋（PC エクストラードロード橋）建設計画 概略事業費：約 41.75 億円

表 3.8.1 概略事業費※

項目			概略事業費（百万円）	
施設	橋梁工	上部工	1,533	3,943
		下部工・基礎工	1,680	
	道路工	接続道路	730	
実施設計・施工監理			232	

出典：調査団

※概略事業費は E/N 締結前に日本政府によって見直される

#### B) 「ミ」国側負担経費

表 3.8.2 「ミ」国側負担経費

経費区分	「ミ」国負担 (USD)	円換算 (千円)
(1) 住民対策	1,000	100
(2) 環境対策・補償	41,000	4,097
(3) 環境モニタリング	75,000	7,495
(4) 公共施設等移設	30,000	2,998
(5) 銀行手数料	40,000	3,997
(6) 通関手数料	8,000	799
(7) 電気代	7,000	700
(8) 航路灯・標識	10,000	999
合計	212,000	21,185

出典：調査団

#### C) 「ミ」国側負担経費（参考値）

本計画固有の事項として、アプローチ道路整備並びに既設橋撤去にかかる概略事業費を、参考として表 3.8.3 に示す。

表 3.8.3 「ミ」国側負担経費(参考値)

経費区分	「ミ」国負担 (USD)	円換算 (千円)
道路整備（アプローチ道路の 4 車線化、跨線橋・跨道橋）	5,020,000	501,648
既設橋撤去（鋼桁解体、鉄筋コンクリートの取り壊し）	982,000	98,131
合計	6,002,000	599,779

出典：調査団

## D) 積算条件

- 積算時点 : 平成 25 年 10 月
- 米ドル為替交換レート : 1.00 米ドル=99.93 円 (2013 年 7 月 1 日～2013 年 9 月 30 日)
- 工事施工期間 : 35 ヶ月

## 3.8.2 運営・維持管理費

毎年必要な維持管理費用は約 250 千円である。また、5 年毎に行う舗装工の補修費は約 650 千円、10 年毎に行う高欄の再塗装及び伸縮装置の交換は約 5,100 千円と見積もる。すべての維持管理にかかる費用を年平均に換算すると毎年約 890 千円となる。主要な維持管理に要する費用を表 3.8.4 にまとめる。

表 3.8.4 主要な維持管理に要する費用\*1

分類	頻度	点検部位	作業内容	維持管理費	円換算	備考
				USD	千円	
路面排水	年 2 回	橋面・支承	除去・清掃	500	50	
		道路側溝	除去・清掃	1,000	100	
交通安全工	年 1 回		補修・交換	500	50	
路肩・法面工	年 2 回		除草	500	50	
毎年必要な維持管理費用				2,500	250	
舗装工	5 年に 1 回		補修	6,500	650	設計数量の 10%
高欄	10 年に 1 回		再塗装	1,000	100	
伸縮装置	10 年に 1 回		交換	50,000	5,000	
年平均換算費用				8,900	890	

出典: 調査団

交換レート 1.0 ドル=100 円、直接工事費のみ計上

## 第4章 プロジェクトの評価

### 4.1 事業実施のための前提条件

本事業は2014年7月開始が予定されており、コンサルタントによる詳細設計、入札業務を踏まえて、2015年4月の工事着手が見込まれている。各業務段階の開始までに、相手国側の負担事項が滞りなく円滑に進むよう、事前準備を完了させることが事業実施のための前提条件である。

#### A) 設計業務開始（2014年7月）

- 製品やサービスの購入に伴う「ミ」国で定められた関税や内国税、その他税金の免税あるいは還付
- 事業実施に関わる日本人及び第三人の就労許可
- 本事業による無償資金協力によりカバーできない支出に関する予算の確保
- B/Aに基づく本邦銀行への手数料支払い（A/P通知手数料、支払手数料）

#### B) 入札業務開始（2014年11月）

- 事業実施のために必要な土地の供与、障害物件の撤去

#### C) 工事業務開始（2015年4月）

- 事業実施のための電力、給排水施設の提供
- 港湾において、事業実施に必要な資機材の輸入に際して荷揚げ及び通関、国内移動に際しての便宜
- 事業実施に伴う社会環境配慮

#### D) 工事竣工（2018年2月）

- 本事業で建設したタケタ橋のメンテナンスを行い、適切に効果的に使用すること

### 4.2 プロジェクト全体計画達成のための必要な相手国投入事項

本プロジェクトの効果を発現、持続するために「ミ」国側が取り組むべき事項は以下のとおりである。

#### (1) アプローチ道路の整備

本プロジェクトの効果を最大にするためには、「ミ」国負担によるアプローチ道路の4車線化を完了し、調査対象区間の全線を4車線道路に整備する必要がある。このため、跨線橋・跨道橋を含むアプローチ道路の詳細設計並びに工事施工がPWによって行われる必要がある。

#### (2) 既設橋撤去

新タケタ橋の中央径間長は、適正な航路幅員を確保する目的に沿って100mを計画している。しかしながら、既設タケタ橋の中央径間部は、2つの橋脚を配置する3径間構造（約33m+39m+29m）となっており、適正な航路幅員が確保されていないと言える。このため、本事業による新橋の供用開始後、既設橋は速やかに撤去することが望ましい。

### 4.3 外部条件

#### (1) 持続可能な都市交通の実現

ヤンゴン都市圏における都市交通状況は、まだ他の東南アジア諸都市が苦しんでいるレベルにまで悪化していない。しかしながら、YUTRA 報告書によれば、現在の傾向が続くならば、交通問題が制御不能なまでに深刻化する時期が遠からずやってくると示唆されている。したがって、本プロジェクトのみならず、YUTRA で提案されたプロジェクトの実施によって、持続可能な都市交通が実現する。とりわけ重要なのは、駐車場開発と駐車規制、BRT 整備、ミャンマー国鉄既存線改良、UMRT 整備、内環状道路開発（ヤンゴン首都高）である。

#### (2) YCDC による橋梁維持管理

本事業完了後の維持管理は、実施機関の PW ではなく、YCDC が主体として実施することになる。しかし、橋梁本体の維持管理には、専門技術の知識と経験が不可欠であり、本事業では主に PW 職員を対象としてソフトコンポーネントによる技術指導をする。「ミ」国側がこの成果を今後の維持管理に効果的に生かすためには、ソフトコンポーネントのセミナーに参加した職員が、実務を通じて効果的な維持管理要領を水平展開することが望まれる。また、PW は新橋の定期的な巡回、モニタリング、異常時の迅速なフォローアップなどを通じて、YCDC 職員との意思疎通を図り、連携して対応することが求められる。

### 4.4 プロジェクトの評価

#### 4.4.1 妥当性

PW による「ミャンマーインフラ開発」においては、交通要所における道路ネットワークの強化と拡張が主要な課題である。「ミ」国政府はタケタ橋の架け替え事業を国家重要事業としており、JICA による「ヤンゴン都市圏開発プログラム形成準備調査（都市交通）」においても、新タケタ橋は都市交通事業の中で優先度の高い事業の一つと位置付けられている。

また、新タケタ橋はヤンゴン市中心部と大規模な工業団地開発が予定されているティラワ地区を結ぶ幹線道路ネットワーク上に位置しているため、将来において市中心部とティラワ地区の接続路線としても効果を発揮する。また、「ミ」国政府は既に本事業に係る架橋位置の用地取得を一部進めており、本事業に伴う負担事項の実施を約束している。

今後、E/N 及び G/A 締結、詳細設計を踏まえて新タケタ橋建設に係わる入札手続きが必要になるが、本調査によって協力対象事業の概略設計、見積り調査で得られた調達事情、最新建設単価並びに施工計画を含む事業実施工程に基づく事業費積算が明らかになったと判断できる。したがって、我が国と「ミ」国の友好促進・強化のためにも、無償資金協力による本事業の推進は極めて妥当である。

#### 4.4.2 有効性

##### (1) 定量的効果

期待される定量的効果として、「ヤンゴン都市圏開発プログラム形成準備調査（都市交通）」による需要予測モデルに基づいて、①交通量推計値、②4 車線整備区間を通過する車両の平



均走行速度、③新橋区間における混雑度、並びに④重量制限について、2013年の基準値に対して2021年（事業完成3年後）の目標値を設定する。

表 4.4.1 期待される定量的効果

指標名	基準値（2013年）	目標値（2021年） 【事業完成3年後】
交通量	1,000	1,597
	28,635 台/日	45,723 台/日
平均走行速度	21.7km/h	27.2km/h
混雑度	1.04	0.76
重量制限	10t	制限なし（25t）

出典：調査団

## (2) 定性的効果

### ① 物流の効率化と地域住民の生活改善

既設タケタ橋が位置するヤモナール道路は、ヤンゴン市中心部とタケタ地区や工業団地開発が予定されるティラワ地区を結ぶ幹線道路であるが、既存橋を含む2車線区間において慢性的な渋滞が生じている。同区間を4車線化することにより、交通容量の増加・通行速度の向上に伴って物流・旅客輸送の時間短縮が図られ、輸送コスト削減のみならず、地域住民の生活改善が期待できる。

### ② 安全・安心な道路整備の実現

既存道路は幅員が狭く曲線半径の小さい区間が一部にあり、適切な設計基準に基づいていない。本事業によって日本の道路構造令に基づく幾何構造・幅員構成を有する道路として整備されることにより、安全性が確保され、利用者が安心して利用できる。

### ③ エクストラードロード橋及び鋼管矢板井筒工法の技術導入

本事業において、適用支間100m級のエクストラードロード橋や大水深でも採用可能な鋼管矢板井筒工法が導入されるため、設計・施工に係る技術移転が進み、実施機関や業者の技術力向上が期待され、橋梁形式や基礎形式検討において選択の幅が広がる。今後、これらの技術を適用した事業の実績が豊富な本邦企業の参入機会の増加が期待できる。

### ④ 橋梁維持管理の技術導入

現在は道路及び橋梁の維持管理への関心が高いとは言い難いが、橋梁維持管理セミナー等を通じて「ミ」国の橋梁維持管理に関する技術力向上が期待される。適切な橋梁維持管理を行うことによってライフサイクルコストの抑制につながる事が理解され、ひいては本事業成果の長寿命化が期待できる。