

第5章 建設計画

5.1 建設計画の検討概要

5.1.1 技術検討の経緯

(1) 「べ」国 F/S

2012年1月にハロンーハイフォン道路(全長25km)を対象としてF/Sが実施された。技術検討箇所は、表5.1のとおり、第6章から第11章が該当し、バックダン橋は渡河部において支間長220mのPCカンチレバー橋として計画されていた。

2012年10月にバックダン橋整備区間5kmを対象として先のF/Sが修正された。第9章の基本計画のレビューにおいて、橋梁の設計条件が整理され、PCカンチレバー橋から鋼斜張橋への変更など、バックダン橋工区5kmの計画変更が概説されている。このF/S検討における変更、見直し点は次のとおりである。

- バックダン橋の渡河部をPCカンチレバー橋から鋼斜張橋に変更。
- アプローチ部の橋梁形式をスーパーTからスーパーTと鋼I桁に変更。
- ハノイーハイフォン高速道路を跨ぐ区間をフライオーバーからアンダーパスに変更。
- アンダーパスに伴い全体的な縦断線形を変更（路面計画高を低く設定）。

表 5.1 検討内容整理

	「べ」国 F/S (2012年1月)	「べ」国 F/S (2012年10月)
調査対象	ハロンーハイフォン道路	バックダン橋
技術検討箇所の報告書構成	第6章 自然条件 第7章 建設材料調達 第8章 道路種別・規格と主な技術基準 第9章 道路の検討（ルート検討） 第10章 ICと道路設計 第11章 トンネル、橋梁設計	第6章 自然条件 第7章 建設材料調達 第8章 道路種別・規格と主な技術基準 第9章 基本計画のレビュー 第10章 施工法
主な内容	バックダン橋はPC橋として計画	バックダン橋のメイン橋を鋼斜張橋、アプローチ橋の一部を鋼I桁橋に変更

出典：JICA 調査団

(2) METI F/S

2013年3月には、「べ」国 F/S を踏まえ、METI F/S が実施された。METI F/S での施設概略設計に関する内容は、「プロジェクトの内容及び技術的側面の検討」としてまとめられた。

METI F/S では、「べ」国 F/S のレビューが実施され、レビューで得られた設計の変更点について整理されている。METI F/S における設計に関連した主要事項は表 5.2 のとおりである。

表 5.2 METI F/S における設計関連事項

上位計画との整合性	ハロンーハイフォン道路は、上位計画との整合性があり、上位計画の修正を伴うことなく実行可能で、「べ」国の社会・経済効果並びに上位計画の実施に貢献できると判断された。
橋梁群におけるバックダン橋の位置づけ	ハロンーハイフォン道路には、9つの橋梁（うち延長1km超の橋梁が3橋）が「べ」国国内からの調達を前提にPC橋で計画され、バックダン橋は最大の橋梁（延長約4.2km）として計画された。
計画ルート	ルート案は、現計画ルート案に決定され、ハノイーハイフォン高速道路との平面接続は、比較検討の結果、図5-1のように決定された。
道路の仕様	道路種別は Highway、グレード A、設計速度 100km/h、4車線を基本とし、2030年を

	目処に6車線化する計画。
地質調査	地質調査は18箇所で行われた（本プロジェクトの区間約5kmでは3箇所）。
制約条件	バックダン川の航路限界は20,000DWTの航行船舶寸法から、高さ48.4m（航路水位：+1.66m（20年確率））×幅180mを2箇所確保する。 バックダン橋架橋位置から南西約5kmに位置するカットビ空港（ハイフォン市）からの離発着便に伴う上空制限は、プロジェクト対象区域で基準水面（標高0m）より95m上空とする。
その他	ダンニャマック地区の土地開発計画は考慮されていない。

出典：JICA 調査団



出典：METI F/S

図 5.1 ハノイ-ハイフォン高速道路との平面接続

以上の状況を踏まえて、本計画であるバックダン橋については、METI F/Sにおいて下記のとおり計画された。検討対象の施設概要を表 5.3 に示す。

表 5.3 施設概要一覧表

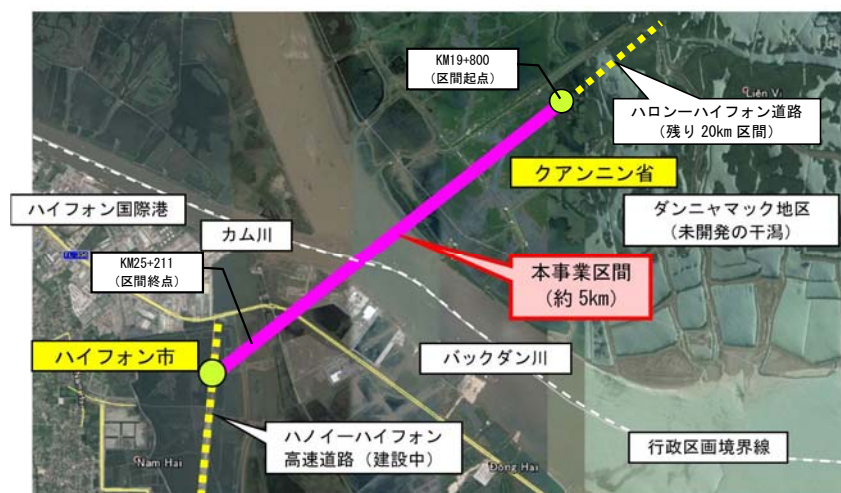
項目	内訳	
プロジェクト区間	<ul style="list-style-type: none"> ・ハロン-ハイフォン道路のハイフォン側約5km ・起点：KM19+800 ・終点：KM25+211 ・但し、運営業務範囲はハロン-ハイフォン道路全体約25kmを想定 	
道路規格等	<ul style="list-style-type: none"> ・道路規格：自動車専用道路、グレードII ・車線数：2025年まで4車線、2030年を目処に6車線 ・設計速度：100km/h（6車線化後は80km/h） 	
ハイフォン側 IC （ハノイ-ハイフォン高速道路との接続部）	<ul style="list-style-type: none"> ・RCBOXカルバート：L=140m ・U型擁壁：L=115m+125m=240m ・L型擁壁：L=80m+60m=140m ・ON、OFFランプ：4本 	
バックダン橋	メイン橋	<ul style="list-style-type: none"> ・橋梁形式：4径間連続斜張橋 ・支間割：100m+250m+250m+100m ・全幅員：B=25m ・主塔形式：コンクリート製H型主塔（コンクリート強度=50MpA） ・主塔高：93.5m ・斜材配置：2面吊り、ファン形式 ・主桁：鋼合成2主I桁 ・桁高：2.5m ・床版：RC床版（コンクリート強度=35MpA、床版厚：25cm） ・主塔基礎：場所打ち杭（コンクリート強度=35MpA、杭径=2.5m）
	アプローチ橋	<ul style="list-style-type: none"> ・橋梁形式：鋼連続合成2主I桁橋、スーパーT桁橋 ・支間割：12x40m+6x60+6x60=1,200m（ハロン側）

項目	内訳
	<ul style="list-style-type: none"> ・ 9x40m + 6x60 + 7x60 = 1,140m (ハイフォン側) ・ 全幅員：上り線：12.25m、下り線：12.25m ・ 主 桁：鋼合成2主1桁 ・ 桁 高：2.9m ・ 床 版：RC床版 (コンクリート強度=35MpA、床版厚：25cm) ・ 橋脚形式：RC ラーメン橋脚 (コンクリート強度=35MpA) ・ 橋 台：RC構造 (コンクリート強度=30MpA) ・ 基礎構造：場所打ち杭 (コンクリート強度=35Mpa、杭径=1.5m)
ハロン側 IC 及びアプローチ道路 (ダンニャマック地区)	<ul style="list-style-type: none"> ・ KM21+731～KM19+800 ・ 料金所 (8 ゲート) 付近は滞留長を考慮して拡幅
その他	<ul style="list-style-type: none"> ・ 料金所、運営事務所、記念館

出典：METI F/S

5.1.2 本調査での検討方針

前述の表 5.3 で示した本事業の主要な施設諸元については、「ベ」国 F/S を以って事業承認手続きが進められていることを鑑みると、道路規格、橋梁形式等の重要な事項の大幅変更は相応の理由がない限り望ましくない。そのため、施設の概略設計・積算については、「ベ」国 F/S 及び METI F/S における各種技術検討結果及び積算結果をレビューするとともに、課題の抽出、追加・最適化検討等を行い、技術的な妥当性を検証するとともに検討精度の向上を図ることとする。詳細位置図、対象施設概要図を図 5.2、図 5.3 に示す。



出典：JICA 調査団

図 5.2 詳細位置図

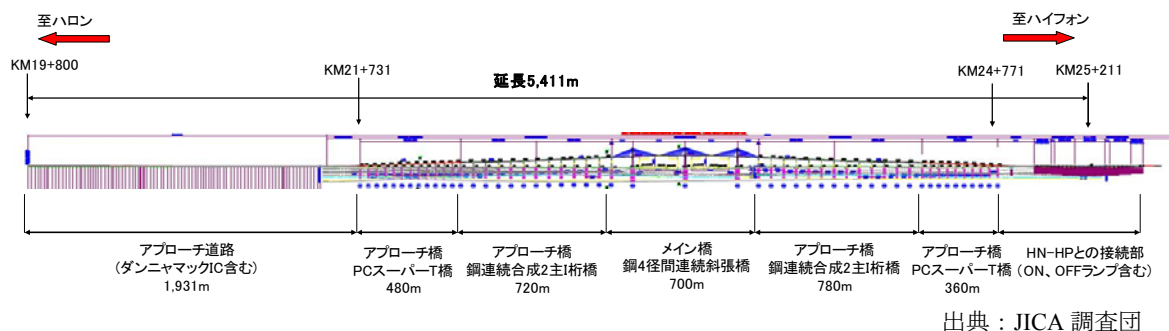


図 5.3 対象施設概要図

これまでの検討経緯を踏まえ、以下に本調査での検討方針を示す。

検討方針-1：基本条件の確認・整理

既存設計を活用しつつ、関係機関との協議等を通じて、道路計画、橋梁計画、施工計画・積算、運営・維持管理計画のための基本条件(適用基準、法令・政令、自然条件、道路条件等)を確認・整理する。特に、既存設計において提案レベルに留まっている条件(バックダン川の航路位置、工事用地、関税等の資機材の購入・輸送に伴う費用、IC及び料金所計画等)は、その内容を本調査の中で関係機関に再提案し、合意を書面で取り付けることで検討・設計の手戻りを防止する。

本レポートでは、関係機関との協議等を通じて、道路計画、橋梁計画、施工計画・積算、運営・維持管理計画のための基本条件及び既存設計において提案レベルに留まっている条件を確認した結果を整理している。

検討方針-2：道路計画

既存設計における道路計画は、計画ルート、道路規格、幾何構造が設定されているものの、道路構造物の設計、軟弱地盤対策工の検討、IC前後の変速車線の設定等がなされておらず、道路線形の主要点における平面・縦断座標と縦横断図、標識・照明等の付属施設等は概略図作成や提案レベルに留まっている。

したがって、既存設計のレビューを行った上で、これらを包括的に検討する。特に縦断線形については、METIF/Sにおいて、「ベ」国F/Sにおける縦断計画を変更提案しているため、道路線形の主要点における道路縦横断図を作成し、取得予定地・対象施設と支障・交差物件との位置関係を明らかにするとともに、適切なクリアランスの確保や接続する道路の影響等を反映させる。

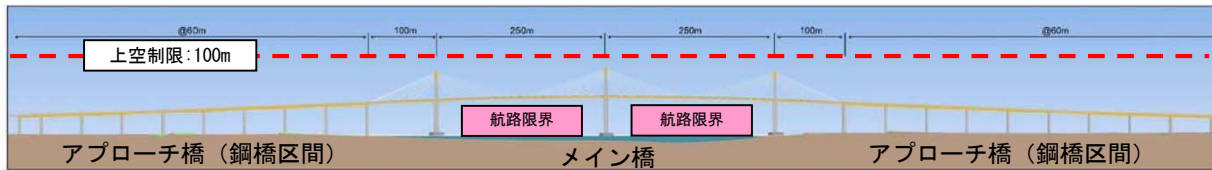
また、当該事業区間と接続するハノイ-ハイフォン高速道路並びにハロン-ハイフォン道路の残り20km区間との区分け、将来交通量の増加に応じた拡幅の時期と方法を明確にするため、関係機関(MOT、クアンニン省、ハイフォン市等)及び隣接事業主体(VIDIFI等)との協議を実施する。

本レポートでは、関係機関との協議等を通じて、道路計画、橋梁計画、施工計画・積算、運営・維持管理計画のための基本条件及び既存設計において提案レベルに留まっている条件を確認した結果を整理している。

検討方針-3：橋梁計画

橋梁計画の対象は、図 5.4 に示す。バックダン川を渡河する「メイン橋(鋼4径間連続斜張橋)」とそれに接続する「アプローチ橋(鋼連続合成2主桁橋+PCスーパーT桁橋)」で構成され、「メイン橋」周辺の制約条件として、航行船舶により決定される2つの航路限界

(幅 180m、高さ 48.4m)と架橋地点から南西に約 5km 離れたカットビ空港の離発着便に係わる上空制限(国家水位から上方 100m)がある。



出典：JICA 調査団

図 5.4 メイン橋周辺の制約条件

橋梁計画における下部工、上部工の検討は、施工計画・積算及び運営・維持管理計画と検討内容が密接に関係するため、常に情報共有を行う等、連携して取り組むこととする。下部工については、既存設計において、代表的な下部工の概略設計の実施と概略図の作成に留まっているため、本調査の中で各下部工位置での支持層深度や仮締切りの有無を明らかにする。特に、メイン橋の下部工は船舶が航行する河川内での施工になることを踏まえ、鋼管矢板基礎(SPSP)の適用も検討しつつ、経済性、安全性を確保する最適化検討を実施する。上部工については、鋼・コンクリートの合成構造であること、上空制限に伴いメイン橋の主塔高が大きく制約を受けていること等を踏まえた構造的な検討により、現計画の適用性、妥当性を検証する。

本レポートでは、下部工については各下部工位置での支持層深度や仮締切りの検討、船舶が航行する河川内での施工になることを踏まえた検討を行い、経済性、安全性を確保する最適化検討を実施した。一方、鋼管矢板基礎(SPSP)の適用については「ベ」国での施工実績の詳細について調査途中であるため、次の検討課題とした。上部工については、鋼・コンクリートの合成構造、メイン橋主塔高の制約を踏まえた構造的な検討を行った。

検討方針-4：施工計画・積算

施工計画は架設地点の条件等から経済性、工期が最適となるよう策定する。検討した工法に対し、施工可能時期(雨季/乾季、河川水位、台風等)、夜間工事の可否や安全対策、周辺施設、地形条件、現道状況等から製作・資材ヤード、工事進入路(仮設道路)、土捨て場等の検討も実施する。鋼管矢板基礎(SPSP)を使用した方法も検討し、本邦技術の優位性を検証する。

施工計画の現実性を検証するために、現地での労務状況(技術者・技能者の「ベ」国内外での調達状況、労働関連の法規、労務単価等)、資材調達状況(材料の供給状況、価格、輸入先、輸送方法及び費用)、機材調達状況(陸上及び海上建設機材の「ベ」国内での調達可否、単価、「ベ」国国外からの調達の可否、輸送費、保険等)、各種保険等を調査する。第三国からの調達品については輸送経路と各種手続きを整理し実現可能な計画を立案する。

上記検討及び道路・橋梁計画において算出された数量をもとに概算の建設費及び事業費を算出する。

本レポートでは、施工計画は架設地点の条件等から経済性、工期が最適となるよう検討を行ったが、夜間工事の可否、安全対策、土捨て場の調査・検討については、調査途中であるため、次の検討課題としている。建設費及び事業費は、本レポートにおける道路計画、橋梁計画、施工計画の内容から算出した数量を用いて概算として積算している。

5.2 現地調査概要

5.2.1 調査結果

(1) 技術上の懸案事項

1) ハイフォンの都市計画による橋梁設計への影響

ハイフォン市側について、「ベ」国 F/S では示されていない都市計画(図 5.5)の存在が判明し、「ベ」国 F/S における橋脚位置が本都市計画上の道路と干渉することが判明した。



出典：「Decision 1448/QĐ-TTg」と「Decision 113/QĐ-UBND dated 01/14/2013」

図 5.5 ハイフォン市の都市計画

2) ダンニャマック側での道路(盛土構造)による影響

ハロン側の架橋位置周辺ではエビ養殖場として利用されている。養殖には沿岸から水を取り入れるなどの利用を行っており、道路構造を盛土構造とすると水の利用や養殖に携わる人々の移動に影響を及ぼす可能性があることが考えられる。

3) 橋梁基礎形式の検討の必要性

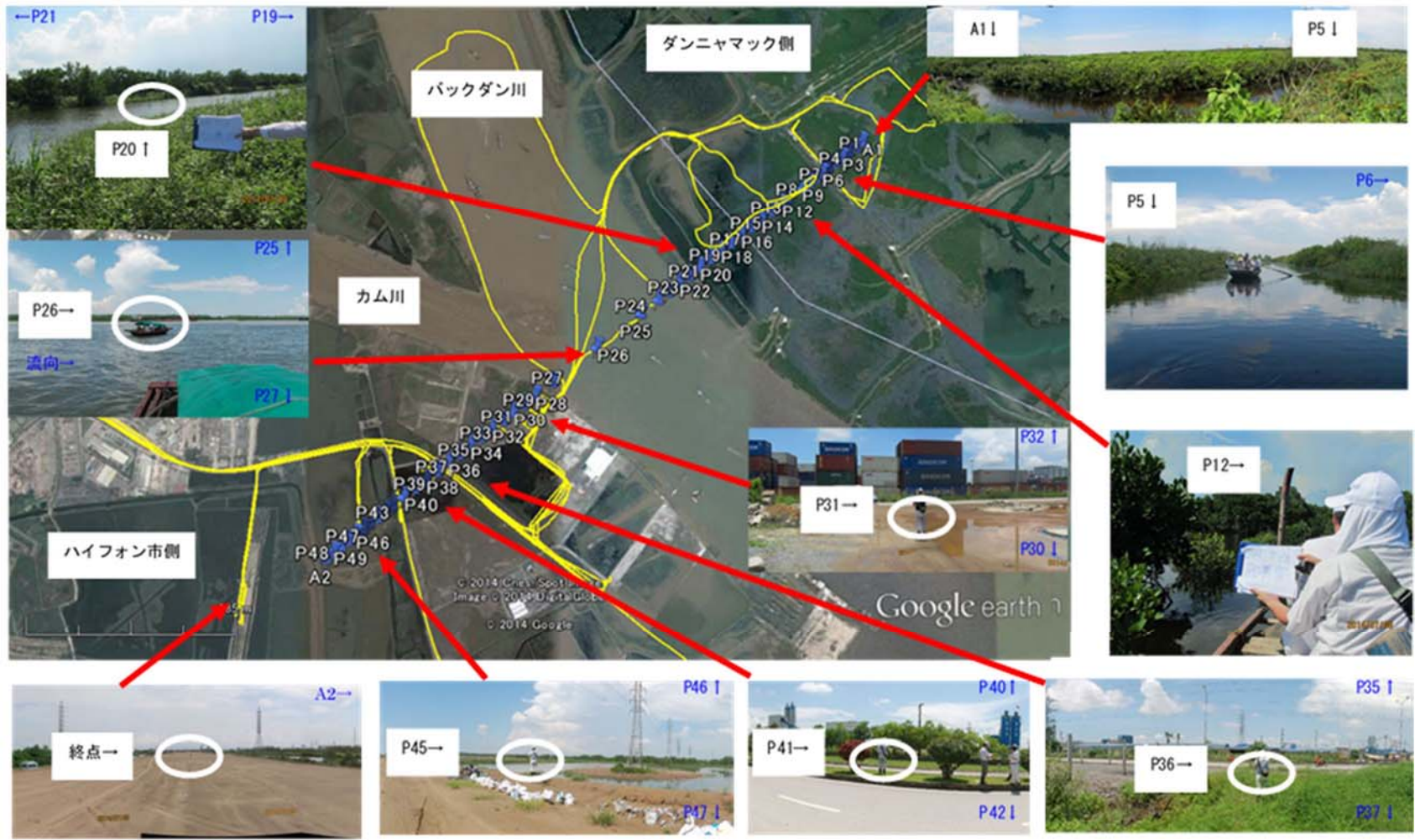
「ベ」国 F/S ではメイン橋の基礎形式は場所打ち杭を採用している。これに対して、同規模の橋梁の基礎形式については、本邦技術である鋼管矢板基礎の実績が「ベ」国橋梁ではあることが分かった。鋼管矢板基礎を採用する利点としては以下が挙げられる。

- 大径鋼管を使用することで大きな断面性能が得られ、自立式の壁として使用することで、水深が深い場所での施工に優位になる。
- 曲げ剛性が強いいため大きな横荷重に耐えることができる。
- 支持層まで打設することで鉛直方向の大きな荷重を支えることが可能である。
- 高張力鋼や耐海水鋼の鋼管矢板の使用により、抵抗性・耐久性の高い構造物になる。

「ベ」国 F/S で示されている「場所打ち杭」と「ベ」国で実績のある「鋼管矢板基礎」について比較検討を行う必要がある。

5.2.2 サイト調査結果

サイト調査の状況を図 5.6 に整理した。



出典：JICA 調査団

図 5.6 各下部工位置確認状況

5.3 設計レビュー

「べ」国 F/S 及び METI F/S で実施された設計検討についてレビューした。レビュー結果を検討方針に照らし、最適化検討を行い、本調査での概略設計、施工計画などに反映する。

5.3.1 既存設計の概要

(1) ハロン側道路区間

検討対象施設の起点は KM19+800 であり、ダンニヤマック地区内に位置する。起点付近には IC があり、ダンニヤマック地区への出入口となる。この IC から終点側へ 500m 程度進んだ位置に料金所が設置され、料金所から終点側へ 750m 程度進んだ KM21+731.65 までは盛土構造による道路が構築される。本設計においてはダンニヤマック地区内の開発が明確でなく、IC へのアクセスが明確な状況でないことから、IC のランプ構造は設計の対象に含まれていない。

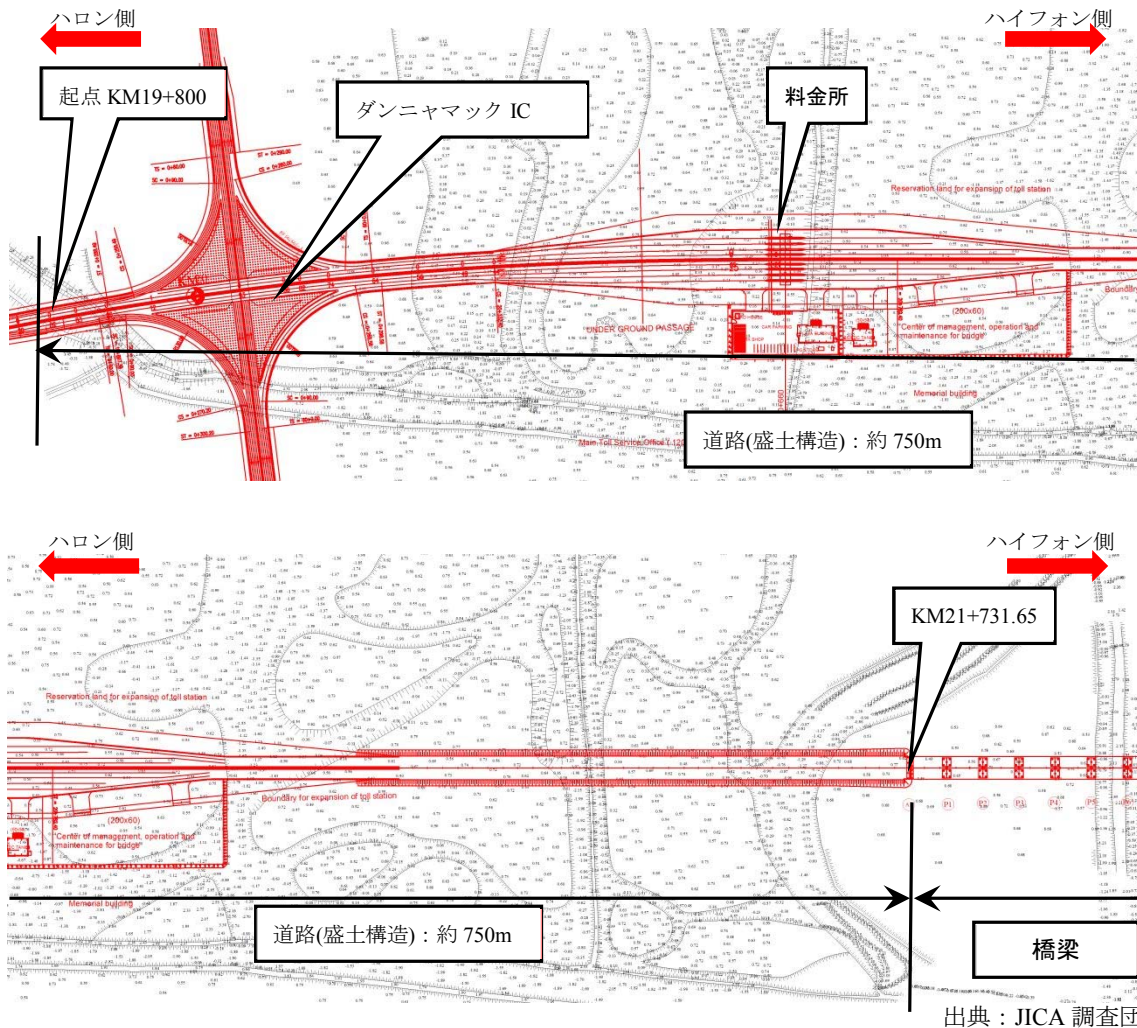
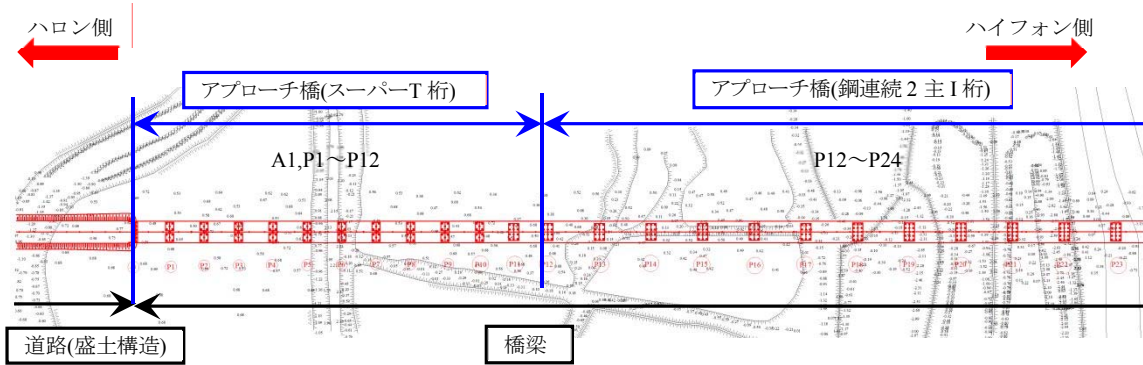


図 5.7 全体概要図(ハロン側施設)

(2) ハロン側アプローチ橋及びメイン橋区間

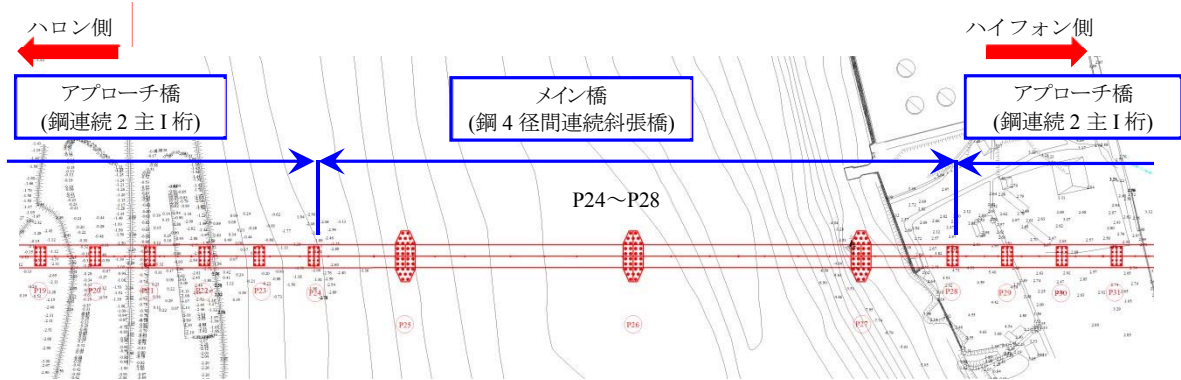
KM21+731.65 から橋梁区間が始まり、バックダン川を渡河して、ハイフォン市側の KM24+771.65 までとなっている。

橋梁区間は、アプローチ橋梁部とバックダン川を渡河するメイン橋梁部に区分され、アプローチ橋梁部の橋梁形式は、「ベ」国で実績の多い「スーパーT 桁橋 (PC 橋)」と「鋼連続合 成 2 主 I 桁橋」で構成される。メイン橋梁部の橋梁形式は「鋼 4 径間連続斜張橋」である。



出典：JICA 調査団

図 5.8 全体概要図(ハロン側 アプローチ橋)



出典：JICA 調査団

図 5.9 全体概要図 (バックダン川 メイン橋)

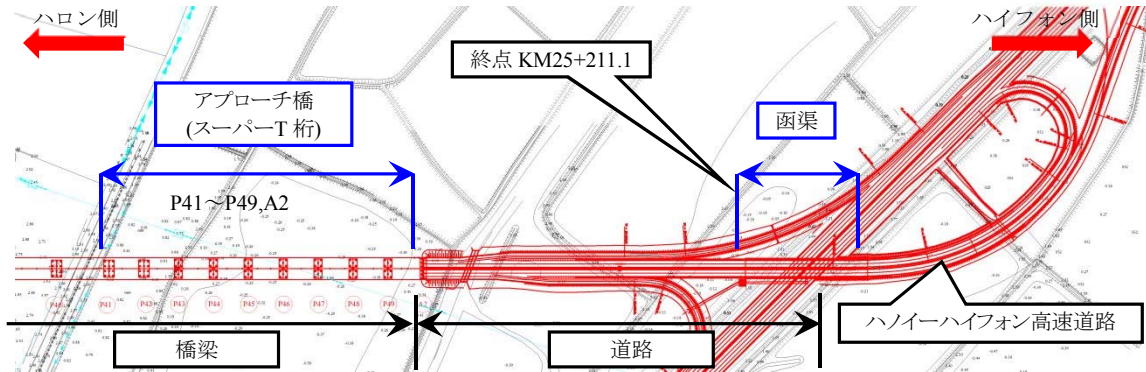


出典：JICA 調査団

図 5.10 全体概要図 (ハイフォン側 アプローチ橋)

(3) ハイフォン側アプローチ橋及び道路区間

ハイフォン市側の KM24+771.65 からは、盛土による道路と函渠構造物によりハノイーハイフォン高速道路下を進み、てハノイーハイフォン高速道路に接続する。終点はハノイーハイフォン高速道路との接続点である KM25+211.10 である。



出典：JICA 調査団

図 5.11 全体概要図(ハイフォン側施設)

5.3.2 「ベ」国 F/S・概略設計レビュー

(1) 既往 F/S からの着目点

「ベ」国 F/S 及び METI F/S での検討内容から、最適化検討での着目点を以下のとおり整理した。

- バックダン橋上部構造の型式変更に関する技術的な検討
- 道路構造に関して平面線形、縦断線形に関する技術的な検討
- 軟弱地盤対策工に関する具体的な技術検討
- 実現性のある施工計画の検討
- 「ベ」国 F/S を基にした構造物、仮設道路等の数量の精査と上部構造の架設方法に則した事業費の精査

(2) 現地調査からの着目点

前述している現地調査より最適化検討での着目点を以下のとおり整理した。

- ハイフォン市の都市計画による橋梁設計への影響
- ハロン側での道路(盛土構造)による影響
- 橋梁基礎形式の検討の必要性

5.3.3 レビュー結果の概要

「ベ」国 F/S 及び METI F/S について設計レビューを行い、最適化検討での検討項目の抽出を行った。表 5.4 に検討項目と概要を整理する。

表 5.4 設計レビュー結果の概要(最適化検討の項目)

No.	項目	「ベ」国 F/S での状況や課題	最適化検討の方針
1	上部構造の妥当性検証	「ベ」国 F/S で計画された PC カンチレバー橋で設計を行った場合、2つの航路限界と航路の位置を確保するという条件を満たすための設計検討が必要である。また、METI F/S では PC カンチレバー橋から鋼斜張橋への構造の変更を行っているが、鋼斜張橋での設計の場合、上空制限が設計の課題として検討が必要となる。	設計上の検討として、航路限界と上空制限に対する対処方針から鋼斜張橋とする妥当性を示す。
2	道路の平面線形・縦断線形検討	ハロン側のメイン橋へのアプローチ道路部の縦断勾配は 0%勾配 (Level) が採用されている。日本基準では、路面排水に留意し、縦断勾配の最小値を 0.3%として計画を行うこととなっており設計上の差異が生じている。	路面排水に留意して、縦断線形の見直し案の提案を行う。
3	軟弱地盤検討	道路部の軟弱地盤対策について一般的な仕様が示されているのみで具体的な対策案が示されていない。	計画の道路計画に対する概略設計を行い、具体的な対策案を設定し、工費算定の基礎資料を作成する。また、「ベ」国 F/S の軟弱地盤対策工である下記対策案について、妥当性を確認する。 ①バーチカルドレーン工法 ・サンドドレーン ・PVD ②振動締め固め工法 ・サンドコンパクション工法
4	ハロン側の函渠計画検討	「ベ」国 F/S 等では特に検討は行われていない。現地調査よりエビの養殖場に利用されているため盛土道路により地域分断される可能性がある。	エビの養殖場に位置する盛土道路について、道路下に箱渠計画を行い、横断できる通路を確保する検討を行う。
5	ハイフォン側の都市計画及び市道拡幅計画に伴う橋梁計画検討	ハイフォン側について、「ベ」国 F/S 時には考慮されなかった都市計画及び市道の拡幅計画があることが判明した。現在、一部の工事が始まっており、本調査ではその情報収集を実施した。レビューの結果、現計画の橋脚位置では道路と干渉する結果となった。	「ベ」国 F/S の橋脚位置を固定し、道路の部分改良で干渉を回避する計画提案を行う。
6	メイン橋基礎形式検討	「ベ」国 F/S ではメイン橋の基礎形式は場所打ち杭を採用している。これに対して、同規模の橋梁の基礎形式については、本邦技術である鋼管矢板基礎の実績が「ベ」国橋梁ではあることが分かった。	「場所打ち杭」と「鋼管矢板基礎」の比較検討を行い、優位な場合は変更提案を行う。
7	施工計画検討	「ベ」国 F/S では、下記の施工計画図が作成されている。 ・ 工事用道路の平面図 ・ オープン掘削によるアプローチ橋脚の施工概要図 ・ 矢板土留を用いたアプローチ橋脚の施工概要図 ・ 構台とタワークレーンを用いたメイン橋脚の施工概要図 ・ クレーン架設によるアプローチ橋	本レビューでは、下記の点に留意し実現性のある施工計画の立案を行う。 ・ 工事用道路の規模、範囲、付加する仮橋の有無 ・ 架設クレーンの妥当性 ・ メイン橋の橋脚施工、架設方法 また、この結果は概算工事費に反映させる。

No.	項目	「ベ」国 F/S での状況や課題	最適化検討の方針
		の架設図 ・ LD を用いたメイン橋の架設図	
8	事業費の精査	METI F/S においては、建設費は、 $5,213 \times 10^9 \text{ VND}$ (20,051 百万円) と積算した。また、建設費に用地費、プロジェクト管理費、コンサルフィー、予備費等を加えて事業費を積算した結果、エスカレーションを含まない事業費は $6,640.7 \times 10^9 \text{ VND}$ (約 255 億円)、エスカレーションを含む事業費は $7,999.3 \times 10^9 \text{ VND}$ (約 308 億円) となった。	構造物、仮設道路等の数量の精査と、上部構造の架設方法に則した架設費を算出し、事業費の精査を実施する。構造物の数量は、道路縦断高、支持層位置、底版の施工基面等より構造寸法を明確にし、それを用いて精査する。仮設道路は、使用する重機を明確にし、作業ヤードに則した計画とそれに応じた数量算定を行う。架設方法についても、「ベ」国の実績を踏まえ、実現性の高い計画の立案とそれに則した架設費算定を行う。

出典：JICA 調査団

5.3.4 検討方針と設計レビューとの関連性

本調査での検討方針と前述にて整理された設計レビュー結果の概要(最適化検討の項目)との関連性について表 5.5 のとおり整理を行った。

表 5.5 検討方針と設計レビュー(最適化検討)との関連性

検討方針		最適化検討項目	本調査での検討箇所
検討方針-1	基本条件の確認・整理	該当無し	「建設計画を行うにあたっての条件整理」にて記載
検討方針-2	道路計画	道路の平面線形・縦断線形検討	「道路設計/平面線形・縦断線形検討」にて記載
		軟弱地盤検討	「道路設計/軟弱地盤検討」にて記載
		ハロン側の函渠計画検討	「道路設計/函渠計画設計」にて記載
検討方針-3	橋梁計画	上部構造の妥当性検証	「橋梁設計/メイン橋・上部構造」にて記載
		ハイフォン側の都市計画及び市道拡幅計画に伴う橋梁計画検討	「橋梁設計/ハイフォン側の都市計画及び市道拡幅計画に伴う橋梁計画検討」にて記載
		メイン橋基礎形式検討	「橋梁設計/メイン橋・下部構造」にて記載
検討方針-4	施工計画・積算	施工計画検討	「施工計画」にて記載
		事業費の精査	「工事費・事業費の積算」にて記載

出典：JICA 調査団

5.4 建設計画を行うにあたっての条件整理

5.4.1 設計基準

設計基準類については「ベ」国 F/S や METI F/S で用いている設計基準を本調査で再整理した。以下に本調査で用いている基準書と幾何構造基準を示す。なお、これら基準で不足する内容は日本基準を適応することとした。

なお、本調査段階において「ベ」国基準が不明であり、日本基準を適用した場合に大きな変更を伴う技術検討項目については、「ベ」国で事業承認手続きに用いられている「ベ」国 F/S の使用値を採用した。このような技術検討項目については、詳細設計において「ベ」国関係機関と技術的根拠の確認を行った上で設計の欠陥がないよう対応する必要がある。

(1) 設計基準書

本調査においては表 5.6 の設計基準書を適用した。

表 5.6 設計基準書

区分	No	適用基準書	CODE
橋梁設計	1	Specification for Bridge Design (2007) - Design live load: HL - 93, pedestrian loads: 0,3 MPa ; - Design frequency P= 1%.	22 TCN 272-05
	2	Loads and Actions - Design Code (2nd Ed.)	TCVN 2737:1995
	3	Guidance for determination of dynamic component of the wind loads under TCVN 2737:1995	TCXD 229:1999
	4	Impacts by shrinkage and creeping	CEB-FIP 1990
	5	Seismic design	TCVN 9386:2012
	6	Technical standard on prestressed concrete anchors T13, T15 & D13, D15	22TCN 267-2000
	7	Hot reinforced concrete	TCVN 1651-08
	8	Prestressed cable for concrete	ASTM A416M
	9	Technical standard on structural steel	ASTM A36-00A
	10	Technical standard on welded and casted steel tube	ASTM A53-990
	11	Technical standard on reinforced rubber bearing	22 TCN 217-94
	12	Technical standard on Pot bearing	ASTM D5212-03
	13	Technical standard of expansion joint	AASHTO M297-96
	14		AASHTO M183-96
	15	Prestressed concrete product – Requirements of technical and acceptance	TCVN 9114:2012
	16	Reinforced concrete structure– Design standard	TCVN 5574:2012
	17	Concrete and reinforced concrete structures – Requirement[sic] of protection from corrosion in marine environment	TCVN 9346:2012
	18	Reinforced concrete - Determining corrosion activity of reinforcing steel - Potential method	TCVN 9348:2012
	19	Process on designing temporary structure for bridge construction	22TCN 200-89
	20	Technical classification of domestic waterway	TCVN 5664-2009
	21	National technical regulation on Vietnam Inland Navigation Aids	QCVN 73:2011/BGTVT
	22	Amending and supplementing rules on signaling of domestic waterway in Vietnam	11/17-01-2005/QĐ-BGTVT
道路設計	23	Freeway / Expressway – Specification for Design	TCVN 5729-1997
	24	Expressway – Specifications for design	TCVN 5729-2012
	25	Highway – Specifications for Design (3rd Ed.)	TCVN 4054-2005
	26	Urban way – Design requirements	TCXDVN 104-2007
	27	Rural road – Design standard	22TCN 210-92
	28	Rigid pavement - Design requirements	22TCN 223-95
	29	Design standard for flexible pavement	22TCN 211-2006
	30	Process on embankment investigation embankment construction	22TCN 262-2000
	31	Process on designing, handling soft soil by vertical artificial drain in embankment construction	22TCN 244-98
	32	Consolidating soft soil – Cement soil pillar method	TCVN 943:2012
	33	National technical norm on signaling road	QCVN 41:2012/BGTVT
	34	Direction signs on highway	22TCN 331-05
	35	Fluorescent reflector screen in signaling road	TCVN 7887-2008
	36	Calculation on characteristics of flood flow	22TCN 220-95
	37	Standard on drainage	TCXD 51-84
	38	Design drainage network outside works	TCVN 7957-2008
	39	Reinforced concrete box culvert	TCVN 9116:2012
	40	Reinforced concrete drain	TCVN 9113:2012
	41	Standard on lightning works	TCXDVN 259-2001

出典：JICA 調査団

(2) 幾何構造基準

幾何構造基準としては表 5.7 に示す基準と適用した。

表 5.7 幾何構造基準

設計要素		タイプ/基準		出典	
		2025 年まで	2030 年以降		
道路種別		グレード A(自動車専用道路)		1734/QD-TT g of December 2008	
道路規格		レベル II		TCVN 4054-2005	
設計速度	本線部	100km		TCVN 4054-2005	
	橋梁部	100km	80km		
	IC 部	60km			
横断面構成 (本線部)	車線数	4 車線	6 車線	TCVN 4054-2005	
	本線部・横断面合計		25.50m	33.00m	TCVN 5729-1997
	中央分離帯幅		1.5m	1.5m	TCVN 5729-1997
	路肩幅		2×0.75m	2×0.75m	TCVN 5729-1997
	車線幅		2×2×3.75m	2×3×3.75m	TCVN 5729-1997
	緊急車線幅		2×3.00m	2×3.00m	TCVN 5729-1997
	植樹帯幅		2×0.75m	2×0.75m	TCVN 5729-1997
	橋梁部・横断面合計		25.00m	25.00m	METI F/S
	横断面勾配	車道	2.0%		TCVN 5729-1997
		路肩	4.0%		TCVN 5729-1997
保護路肩		6.0%		TCVN 5729-1997	
法面勾配(盛土部)		1:1.5	1:2.0	METI F/S	
平面線形 (本線部)	最小曲線半径 (100km/h)	通常値	700m	TCVN 5729-1997	
		特例値	400m	TCVN 5729-1997	
	片勾配(最大片勾配)		7%	TCVN 5729-1997	
	最小緩和曲線長 (100km/h)	望ましい値	210m	TCVN 5729-1997	
		規定値	150m	TCVN 5729-1997	
縦断線形 (本線部)	最大縦断勾配(100km/h)		5.0%	TCVN 5729-1997	
	最大縦断勾配 (下り勾配・100km/h)		5.5%	TCVN 5729-1997	
	縦断勾配・制限長 (100km/h)	4%の場合	800m	TCVN 5729-1997	
		5%の場合	600m	TCVN 5729-1997	
	縦断曲線 (100km/h)	凸型	規定値	10000m	TCVN 5729-1997
			特例値	6000m	TCVN 5729-1997
		凹型	規定値	5000m	TCVN 5729-1997
特例値			3000m	TCVN 5729-1997	
縦断曲線長		85m	TCVN 5729-1997		
横断面構成 (IC 部)	1 方向 1 車線 タイプ	横断面合計		8.50m	道路構造令(日本)
		路肩幅	3.50m = 1.00m + 2.50m		道路構造令(日本)
		車線幅	3.50m		道路構造令(日本)
		植樹帯幅	1.50m = 0.75m×2		道路構造令(日本)
	1 方向 2 車線 タイプ	横断面合計		12.00m	道路構造令(日本)
		路肩幅	2.0m = 1.0m×2		道路構造令(日本)
		車線幅	8.50m = 4.25m×2		道路構造令(日本)
		植樹帯幅	1.5m = 0.75m×2		道路構造令(日本)

出典：JICA 調査団

5.4.2 自然条件

(1) 地形測量

「ベ」国における地形測量の技術基準を表 5.8 に示す。

表 5.8 地形測量の技術基準

No.	適用技術基準の番号	適用技術基準の概要	発行年次
1	TCXDVN 364-2006	地形測量における GPS(全地球測位網測量)	2006 年
2	96 TCN 43-90	地形測量の要領	1990 年
3	22TCN 263-2000	自動車道の調査	2000 年
4	22TCN 262-2000	軟弱地盤地域における自動車道の調査	2000 年
5	83/2000/QD-TTg	「ベ」国の座標系 (VN2000)	2000 年

出典：JICA 調査団

1) 「ベ」国 F/S

「ベ」国 F/S では、ハロンーハイフォン道路の全体 25Km (始点 KM0+000、終点 KM25+211) を対象に、路線測量が実施された。路線測量の項目は中心線測量・縦断測量・横断測量である。各種路線測量の調査条件を表 5.9 に示す。

表 5.9 ハロンーハイフォン道路の路線測量条件

項目	条件
縮尺	1/5000
測量の範囲	路線方向：始終点+50m 横断方向：センターライン+50m
中心線測量	1/5000
縦断測量	平均 50m 間隔
横断測量	平均 50m 間隔

出典：JICA 調査団

ハロンーハイフォン道路は、国道 18 号及びハノイーハイフォン高速道路と接続するため、これらの接続箇所周辺を対象に表 5.10 の条件で地形測量が実施された。

表 5.10 国道 18 号、ハロンーハイフォン道路接続点周辺の地形測量の条件

項目	条件
縮尺	1/2000
平面図測量の範囲	路線方向：IC 範囲+50m 横断方向：センターライン+500m
縦断測量 (ランプ)	1/200。平均 20m 間隔
横断測量 (ランプ)	1/200。平均 20m 間隔。センターライン+30/50m

出典：JICA 調査団

2) METI F/S

METI F/S ではバックダン橋の構造形式・縦断線形などの変更をおこなうため、バックダン橋及びアプローチ道路のみを対象に表 5.11 に示した仕様で地形測量が実施された。また、調査結果により存在が確認できた干渉施設を表 5.12 に示す。

表 5.11 地形測量の条件

項目	条件
縮尺	1/2000
平面図測量の範囲	路線方向：橋台+100m 横断方向：センターライン+500m（上下流の両方）
縦断測量	標高：1/200。平均 20m 間隔

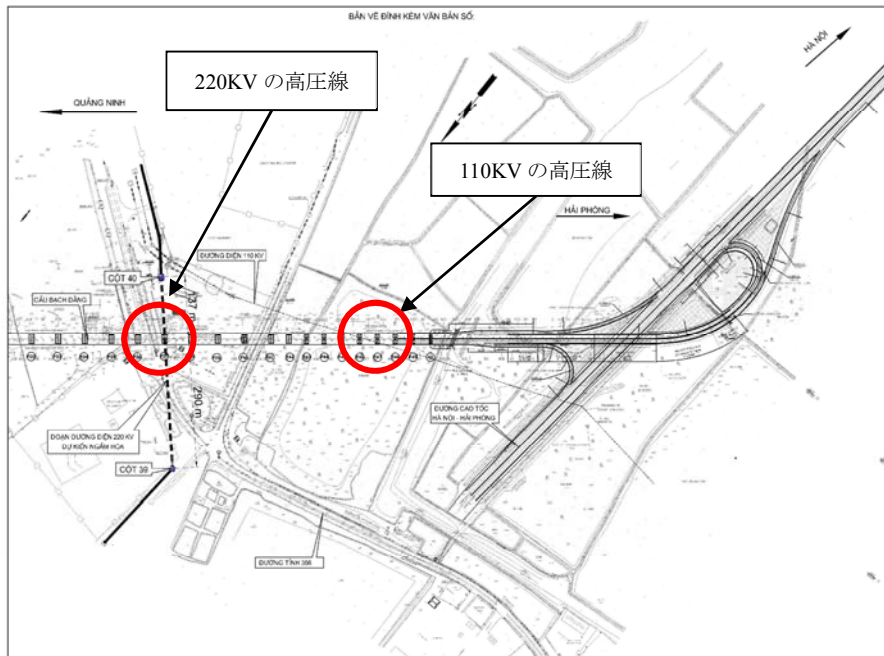
出典：JICA 調査団

表 5.12 本事業と干渉する施設

No	障害物	干渉位置	障害物の所管機関	対策
1	220 KV 電線 (The transmission line from Hai Phong thermo power plant to Dinh Vu)	Km24+174	National Power Transmission Corporation	地下移設
2	110 KV 電線 (The transmission line from Dinh Vu transformer)	Km24+620	Hai Phong Power Company	電柱の位置・高さの調整*)

*調査団が電気専門コンサルと共同して対策案を検討したうえで、それを所管機関に提案

出典：JICA 調査団



出典：JICA 調査団

図 5.12 本事業の干渉する施設

(2) 水理・水門調査

ハロン側（クアンエン町ダンニャマック地区）の湿地帯にはアプローチ道路が建設される。アプローチ道路設計のための設計高水位は、「ベ」国基準の高速道路設計基準（TCVN 5729-1997）及び自動車道設計基準（TCVN_4054-2005）に準拠し、洪水発生確率 1%の水位を適用した。設計高水位を算出するために、「ベ」国 F/S では過去に最大 3 回の洪水時の水位（1990 年、2005 年、2008 年）の調査を実施している。これらの洪水時の最大水位及び設計高水位を表 5.13 にまとめる。なお、設計高水位には、洪水発生確率 1%の水位のほかに気候変動による水位上昇と波高の上昇も考慮される。

表 5.13 本事業のアプローチ道路部分における設計高水位

距離	過去最大洪水時の水位			設計高水位 (m)	備考
	1990 年	2005 年	2008 年		
Km18+820	1.86	2.08	1.95	2.84	ダンニャマック地区
Km20+700	1.78	2.03	1.92	2.76	
Km22+000	1.86	2.47	2.08	3.11	

出典：JICA 調査団

バックダン橋の航路限界は、発注者であるクアンニン省、船舶航行の専門機関及び「ベ」国 F/S 実施コンサルタントである TEDI の間で協議・合意された。航路限界高さの算出する際には、バックダン川の洪水発生確率が 5%時の水位が用いられた。航路限界の算出は、「ベ」国の内陸航路の規定（TCVN 5664-2009）に準拠している。

バックダン川における洪水発生確率 5%時の水位：H5%=1.66m
 バックダン橋の設計に用いられた洪水発生確率 1%時の水位：H1%=3.23m

「ベ」国 F/S では、メイン橋道路中央線から上下流に 150mの範囲を対象に任意の 2 地点について 20m 間隔で河川調査が実施された。これらの 2 地点での調査結果から設計流量 Q は 8563 (m³/s)と算定された。また、上記の 2 地点の河川幅の平均を架橋位置の河川幅とした場合、架橋位置での河川幅が約 776m と計算された。

(3) 地質調査

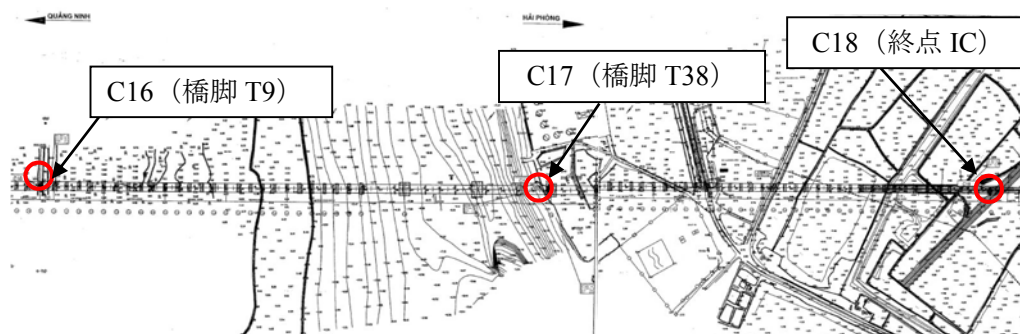
「ベ」国における地質調査に適用される技術基準を表 5.14 に示す。

表 5.14 地質調査に関する技術基準

No.	適用技術基準の番号	適用技術基準の概要	発行年次
1	22TCN 259-2000	地質調査	2000 年
2	22TCN 263-2000	自動車道の調査	2000 年
3	22TCN 262-2000	軟弱地盤地域における自動車道の調査	2000 年
4	TCXDVN 226-1999	現地試験・SPT の実施要領	1999 年
5	TCVN 2683-91	コア採取	1991 年
6	TCVN 4195-1995 ~ 4202-1995	各種の室内試験の実施要領	1995 年

出典：JICA 調査団

22TCN 263-2000 では、F/S 段階で実施すべき地質調査箇所は、架橋位置で 3 箇所以上とされているため、「ベ」国 F/S ではバックダン橋及びアプローチ道路を対象に合計 3 箇所（C16, C17, C18）で地質調査が実施された。地質調査の調査位置及び詳細を図 5.13、表 5.15、表 5.16 に示す。



出典：JICA 調査団

図 5.13 地質調査位置図

表 5.15 「ベ」国 F/S で実施されたバックダン橋の地質調査地点

ボーリング 孔	位置	座標		標高 (m)	備考
		X (m)	Y (m)		
C16	Km21+956.44	2307261.720	398363.648	2.12	ハロン側アプローチ橋部
C17	Km23+611.45	2306214.522	397081.868	2.16	ハイフォン側アプローチ橋部
C18	Km25+183.00	2305232.621	395854.820	0.22	ハイフォン側 IC 部

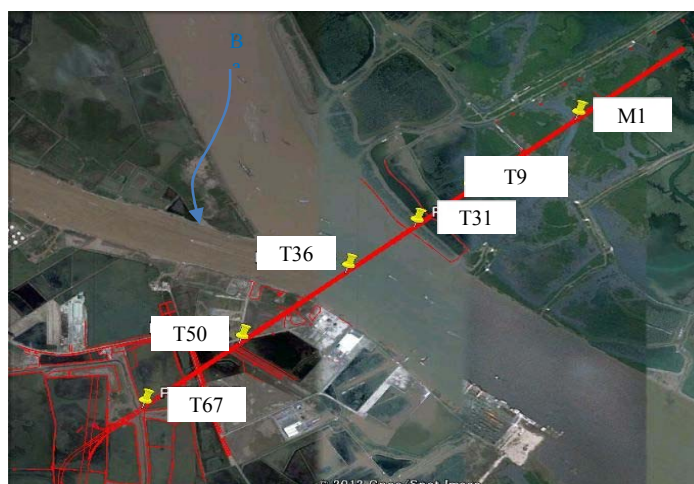
出典：JICA 調査団

表 5.16 「ベ」国 F/S で実施されたバックダン橋の地質調査の詳細

ボーリング 孔	深度 (m)	地盤材料の分類		室内試験			SPT	備考
		I-III	IV-VI	UD	D	R		
C16	45.50	39.80	5.70	15	3	3	18	陸内
C17	51.00	40.80	10.20	20	0	4	20	陸内
C18	56.70	43.50	13.20	17	3	4	20	陸内
	153.20	124.10	29.10	52	6	13	58	-

出典：JICA 調査団

上記の「ベ」国 F/S に加えて、METI F/S では「ベ」国 F/S における地質調査結果の検証も含め、図 5.14、表 5.17 に示す 6 箇所での地質調査が追加で実施された。



出典：JICA 調査団

図 5.14 METI F/S で実施された地質調査位置

表 5.17 METI F/S で実施された地質調査地点

No.	ボーリング		座標 (m)		標高 (m)	備考
	孔	位置	X	Y		
1	M1	Km21+589.58	2307490.180	398650.460	+0.130	ハロン側アプローチ橋部
2	T9	Km21+972.22	2307258.210	398364.140	+2.810	ハロン側アプローチ橋部
3	T31	Km22+824.35	2306712.910	397691.070	-1.600	ハロン側アプローチ橋部
4	T36	Km23+298.28	2306414.580	397322.840	-9.530	メイン橋部、河川内
5	T50	Km24+123.90	2305895.220	396681.010	+2.100	ハイフォン側アプローチ橋部
6	T67	Km24+807.71	2305464.370	396150.010	+0.920	ハイフォン側盛土部

出典：JICA 調査団

表 5.18 METI F/S で実施されたバックダン橋の地質調査の詳細

No.	ボーリング孔	深度 (m)	室内試験				SPT (個)	孔内地下水観測機器	備考
			UD	D	岩盤	水			
1	M1	71.0	10	9	40	-	19	-	38.2m：土砂 32.8m：岩盤
2	T9	60.0	13	7	27	2	20	1	40.8m：土砂 19.2m：岩盤
3	T31	69.4	16	2	62	-	18	-	37.3m：土砂 32.1m：岩盤
4	T36	56.0	10	3	76	-	13	-	26.6m：土砂 29.4m：岩盤
5	T50	60.21	14	3	45	2	17	1	35.4m：土砂 24.81m：岩盤
6	T67	55.0	17	-	12	-	17	-	35.5m：土砂 19.5m：岩盤
合計		371.61	80	24	262	4	104	2	

出典：JICA 調査団

想定された支持層を図 5.16 の地質縦断図に示す。また、支持層が出現した各ボーリング個所の結果については表 5.19 に示す。

「べ」国 F/S 及び METI F/S の地質調査結果から支持層は次のように想定されている。支持層は泥岩で、河川内のボーリング個所では、深度 26.6m から出現した。同ボーリング個所では、深度 26.6m～34.6m までは風化が顕著に進んでいる。深度 34.6m 以深は RQD が 80% 程度で打ち止め深度 56.0m まで維持している。層 9c はコアを用いた一軸圧縮試験による強度が 244.00kg/cm² と確認されている。これらの調査結果から、層 9c は良好な岩盤層であり支持層として設定できる。

表 5.19 各ボーリング箇所における支持層 (9c 層)

ボーリング孔	支持層深度(m)	支持層厚 (m)
M1	-64.870	6.00
T9	-46.590	10.60
T31	-66.00	5.0
T36	-45.330	20.2
C17	-43.84	5.0
C18	-53.48	3.0

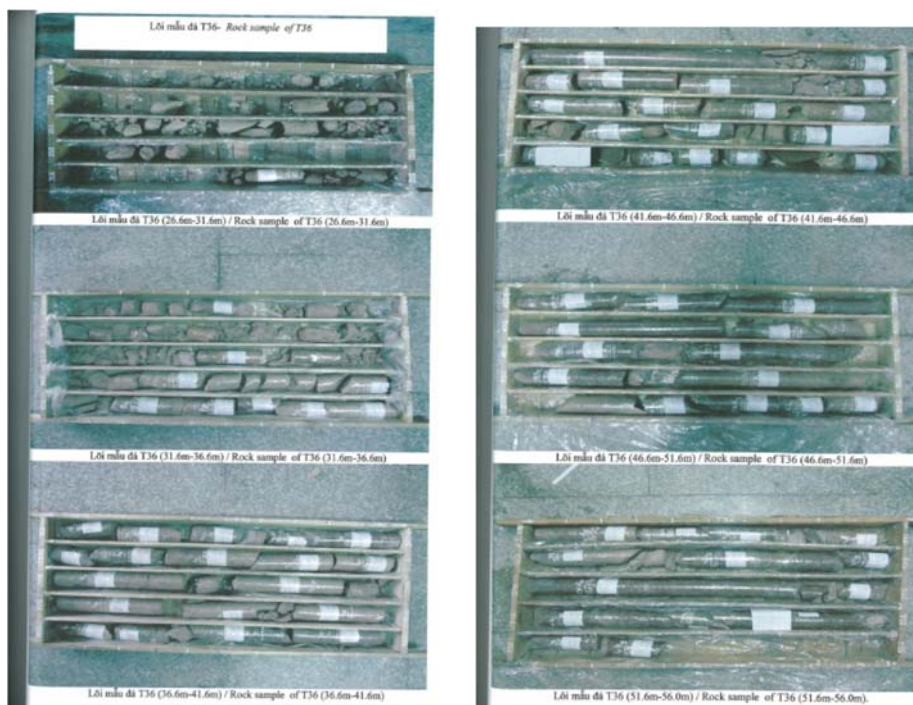
出典：JICA 調査団

表 5.20 バックダン橋における支持層の物理・力学試験の結果

項目	数値
密度, g/cm ³	2.44
比重, g/cm ³	2.76
空隙率, %	0.13
気孔率, %	11.77
飽和吸収率, %	1.11
乾燥, (kG/cm ²)	299.9
湿潤, (kG/cm ²)	207.6
軟化係数	0.66

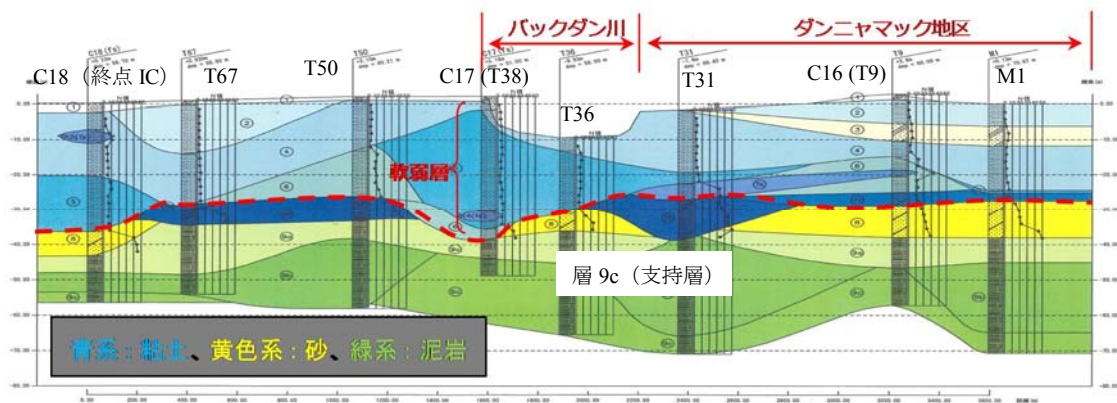
出典：JICA 調査団

代表として、C36 で採取されたコアの写真を図 5.15 に示す。



出典：JICA 調査団

図 5.15 C36 で採取されたコア



出典：JICA 調査団

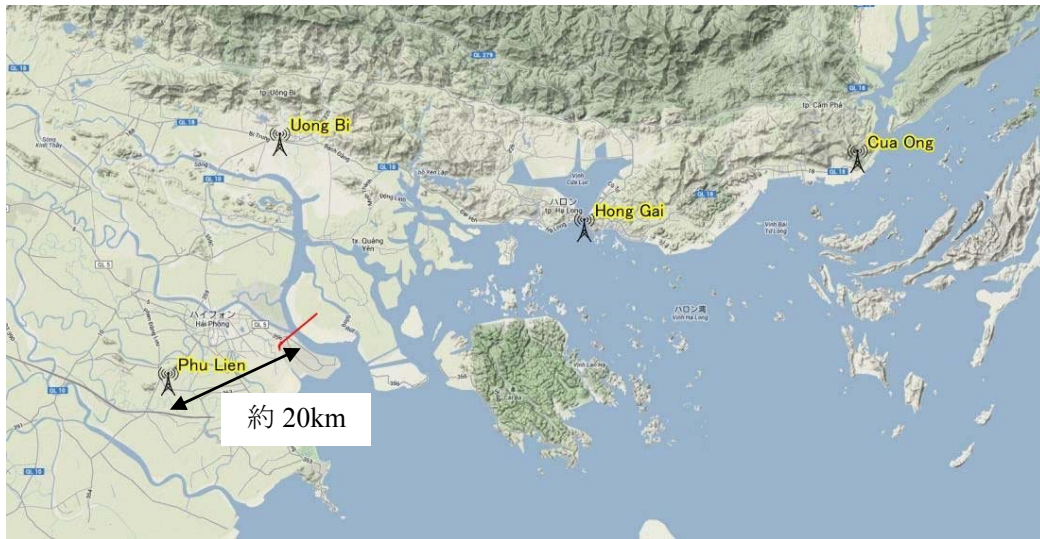
図 5.16 地層縦断面図（「ベ」国 F/S FS 及び METI FS の統括）

詳細設計段階で実施すべきボーリングは、22TCN 263-2000 では、軟弱地盤における盛土道路では 50～100m 毎に 1 箇所、橋梁では 1 橋脚につき 1 箇所を実施する必要があるとされている。現況としては、上述のとおり、当該事業地において合計 9 本のボーリングが実施済みであるが、いずれも各橋脚位置で実施されたものではなく、ハロン側盛土部分ではボーリングが未実施である。したがって、詳細設計段階では確定した橋脚位置（計 49 橋脚並びに 2 橋台）及び盛土区間（約 2,400m）におけるボーリングを改めて実施する必要がある、その数量は 75～99 箇所になることが予想される。

(4) 風調査

バックダン橋は、「ベ」国北部の南端に位置し、バックダン川河口付近を跨ぐ橋梁で、架橋位置には、毎年 5 月から 9 月にかけて台風が上陸する。クアンニン省とハイフォン市は年間の平均風速が 2～5m/s 程度とされているが、台風上陸時の最大風速は 40m/s に達したと「ベ」国 F/S では記述されている。

バックダン橋は中央支間が 250m である鋼斜張橋のため詳細設計の段階では耐風安定性等、風に対する詳細な検討を実施する必要がある。本調査では、架橋位置近傍の気象観測所（ハイフォン市）から過去 20 年間（1994 年～2013 年）の風速データを入手した。気象観測所と架橋位置との関係を図 5.17 に示す。



出典：JICA 調査団

図 5.17 フーリエン気象観測所と架橋位置の関係

また、フーリエン（Phu Lien）気象観測所における風の観測条件を表 5.21 にまとめる。

表 5.21 フーリエン気象観測所における風の観測条件

項目	値/日時	備考
経度	106° 38'	架橋位置から約 20 km離れた地点に、南西方向にある。
緯度	20° 48'	
観測所の標高	112.409m	
観測器の高さ	12.0m	
観測開始日時	1957年1月8日から	

出典：JICA 調査団

フーリエン気象観測所では、3分間平均の値を風速として観測している。風速が 25m/s 以上の観測データを表 5.22 にまとめる。

表 5.22 フーリエン気象観測所で観測された風速 25m/s 以上のデータ

No.	観測日時	風速 (m/s)	向き	備考
1	29/8/1994	28	W	
2	4/8/1995	25	NW	
3	24/7/1996	38	SSE	
4	23/8/1996	35	ESE	
5	23/8/1997	33	NW	
6	10/9/1998	30	N	
7	9/5/2001	28	WSW	
8	31/7/2005	28	ESE	過去に最大 3 回の洪水時の水位

出典：JICA 調査団

5.4.3 設計条件

「べ」国 F/S のレビューとともに、設計条件の整理を実施した。

(1) 道路条件の整理

1) 道路種別

ハロンハイフォン道路の道路種別は、「べ」国首相決定 Decision 1734/QD-TTg, December 2008 における道路区分に従い、グレード A の自動車専用道路として計画されている。

2) 道路規格

ハロンハイフォン道路の道路規格を表 5.23 に示す。2012 年 5 月 12 日付クアンニン省交通運輸局発行文書 1782/TTr-SGTVT によれば、ハロンハイフォン道路の道路規格は、2025 年までは TCVN4054-2005 で規定されるカテゴリー II（4 車線）、2030 年以降はその時点の交通量状況に基づいてアップグレード（6 車線）することが計画されている。

表 5.23 道路規格

		2025 年まで	2030 年以降
道路計画		カテゴリー II	
車線数		4 車線	6 車線
設計速度	本線	100km/h	
	橋梁	100km/h	80km/h
	IC 部	60km/h	

出典：1782/TTr-SGTVT

3) 幅員構成

計画上の幅員構成を表 5.24 に示す。2025 年から 2030 年にかけての車線数変更に伴い、土工区間では上下線に 1 車線が追加され、結果として総幅員が 25.5m から 33.0m へと拡張される。橋梁区間では、当初総幅員を 25.0m から 27.0m に拡張する際に、床版の両側を両側に 1.0m 伸ばして、総幅員を 27.0m とする計画であったが、通行制限が必要となり、渋滞の原因になると予測されるため、総幅員を変えずレーンマークによって幅員を調整することとした。橋梁区間の幅員構成については、図 5.18 に示す。

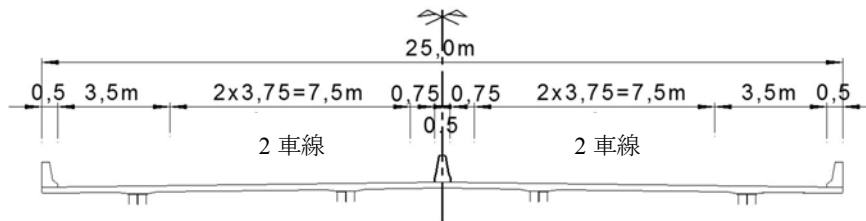
表 5.24 道路幅員構成

		2025 年まで	2030 年以降
土工区間	中央分離帯	1.5m	1.5m
	側帯幅	2×0.75m	2×0.75m
	車線幅	2×2×3.75m	2×3×3.75m
	緊急車線幅	2×3.00m	2×3.00m
	路肩幅	2×0.75m	2×0.75m
	合計	25.50m	33.00m
橋梁区間	中央分離帯	1.5m	1.5m
	側帯幅	2×0.75m	2×0.50m
	車線幅	2×2×3.75m	2×2×3.75m
	緊急車線幅	2×3.00m	2×3.75m
	路肩幅	2×0.50m	2×1.00m
	合計	25.00m	27.00m

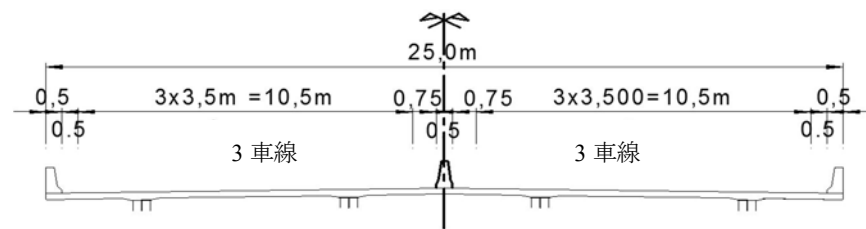
出典：JICA 調査団

橋梁区間は、当初総幅員を 25.0m から 27.0m に拡幅する際に、床版の両側を両側に 1.0m 伸ばして、総幅員を 27.0m とする計画であったが、土工区間同様通行制限が必要となり、渋滞の原因になると予測されるため、総幅員を変えずレーンマークによって幅員を調整するという対応をとることとした。橋梁区間の幅員構成を、図 5.18 に示す。

【4 車線時】 2025 年まで：総幅員 W=25.0m



【6 車線時】 2030 年以降：総幅員 W=25.0m



出典：JICA 調査団

図 5.18 橋梁部幅員構成

4) 横断勾配

横断勾配は、雨水等の適切な排水を勘案し、道路部 2%、路肩部 4%、保護路肩部 6%となる。

5) 道路線形

縦断勾配は、本調査で対象区間の道路平面線形（座標、線形構成）を数値化したものを、表 5.25、平面図を図 5.19 に示す。なお、道路縦断高基準位置（FH）は、道路中心より左右に 0.75m の位置である。

表 5.25 主要点座標(平面)

バックダン橋	北緯(°)	東経(°)	備考
起点	2308943.424	400210.734	KP19.4473
IP_1	2308418.018	399795.668	R=4000 C1=450m(A=1341.641)
終点	2305208.621	395834.330	
ダンニヤマック IC			
起点	2308228.147	400089.926	-
終点	2308746.640	399553.681	-
中央橋脚中心(P26)			
起点	2306444.821	397316.009	-
終点	2306401.620	397351.010	-

KP (Km)	北緯(°)	東経(°)	備考
19.447300	2308943.424	400210.734	BP
19.447309	2308943.417	400210.729	KA1(C1tan)
19.800000	2308669.216	399988.936	Project start point
19.897309	2308595.650	399925.245	KE1(C1circle)
20.047093	2308485.407	399823.858	Dan Nha Mac IC – Intersection
20.332392	2308286.264	399619.645	KE2(C1circle)
20.782392	2307996.522	399275.418	KA2(C1tan)
23.281649	2306423.224	397335.507	Central Pier(Highest Point)
25.211102	2305208.621	395834.330	EP

出典：JICA 調査団

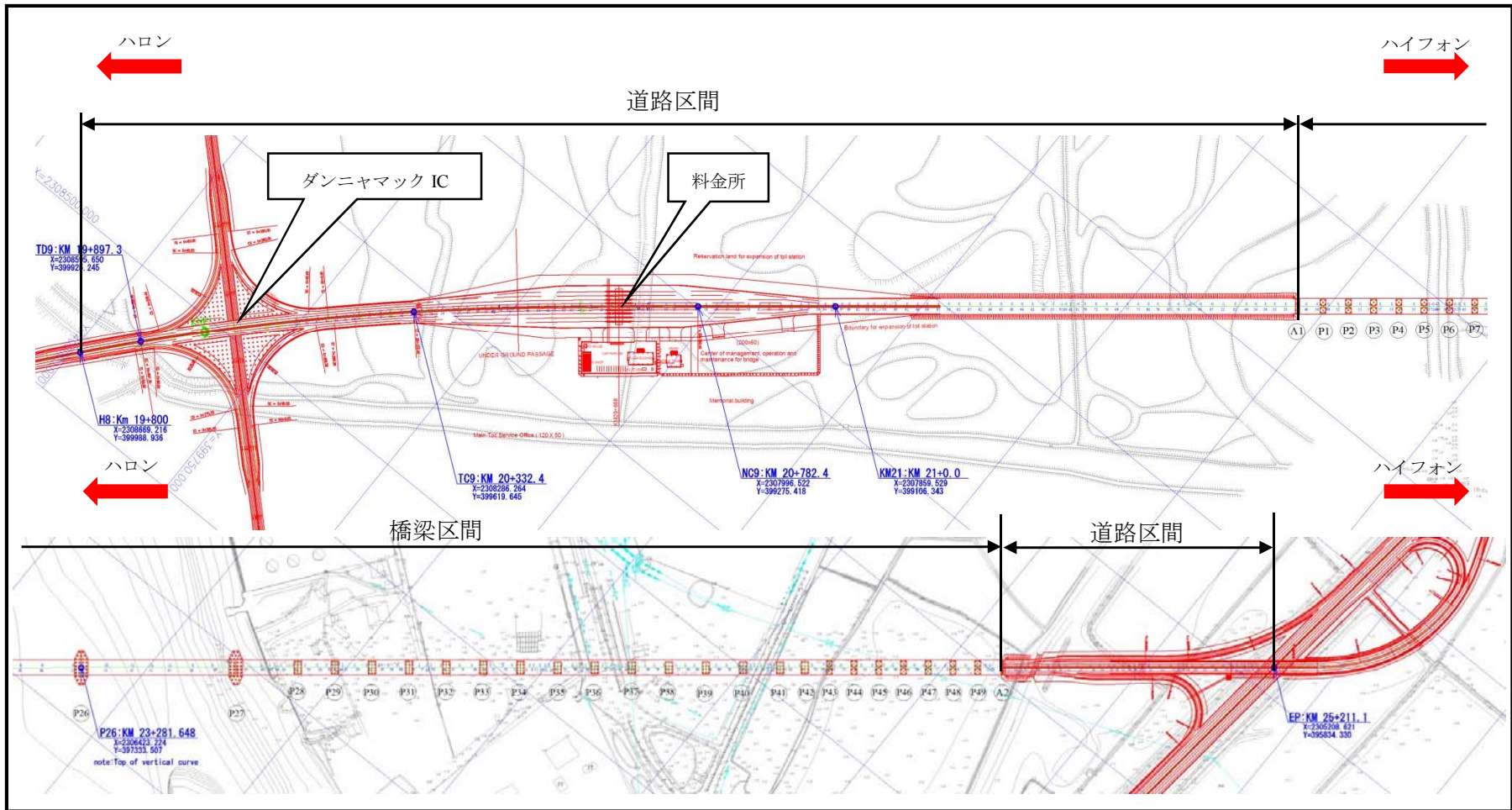
縦断線形は、「ベ」国 F/S にて日本規準の提案をした対象区間の道路縦断線形構成を表 5.26、縦断図を図 5.20 に示す。

表 5.26 主要点座標(縦断)

Profile IP data

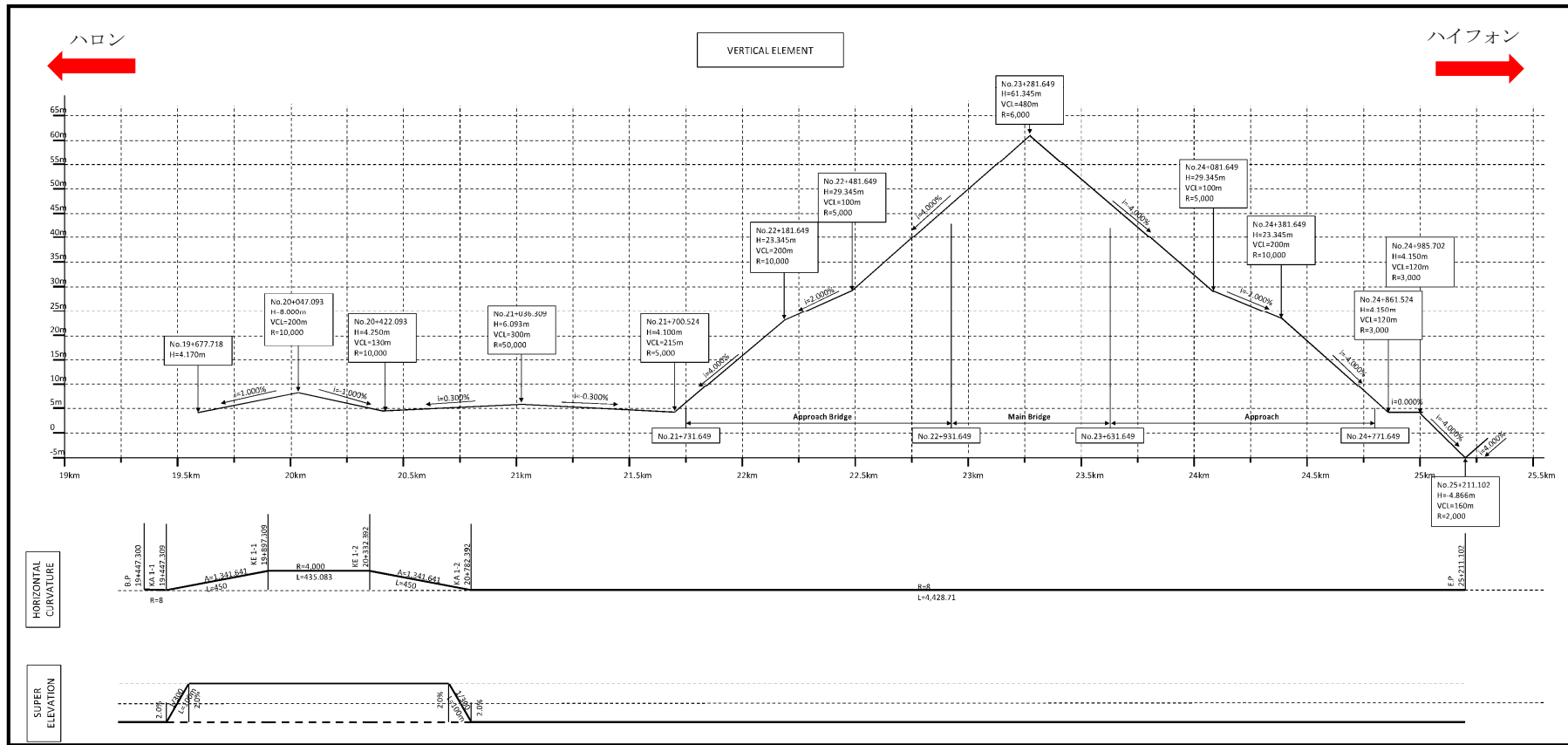
KP(Km)	IP 高度(m)	半径(m)	勾配	備考
19.664093	4.170	-5000	1.0%	-
20.047093	8.000	10000	-1.0%	ダンニヤマック IC
20.422093	4.250	-10000	0.3%	-
21.036309	6.093	50000	-0.3%	-
21.700524	4.100	-5000	4.0%	-
22.181649	23.345	10000	2.0%	-
22.481649	29.345	-5000	4.0%	-
23.281649	61.345	6000	-4.0%	中央主塔(P26)
24.081649	29.345	-5000	-2.0%	-
24.381649	23.345	10000	-4.0%	-
24.861524	4.150	-3000	0.0%	-
24.985702	4.150	3000	-4.0%	-
25.211102	-4.866	-2000	-	終点 (ハノイハイフォン IC)

出典：JICA 調査団



出典：JICA 調査団

図 5.19 平面線形図



出典：JICA 調査団

図 5.20 縦断線形図

(2) 河川条件の整理

1) 水位

水位・流量観測所の観測データの統計解析結果を表 5.27 に示す。

表 5.27 観測データの東経解析結果

No.	項目	確率年数	単位	調査結果	備考:「べ」国 F/S
1	計画高水位	100	m	3.36	3.23
2	計画流量	100	m ³ /s	8900	8653
3	航路水位	20	M	1.75	1.66
4	国家水位	—	M	-1.9	—
5	最深河床高	—	M	-11.26	—
6	河川幅 (バックダン川架設位置)	—	M	760	—

出典：JICA 調査団

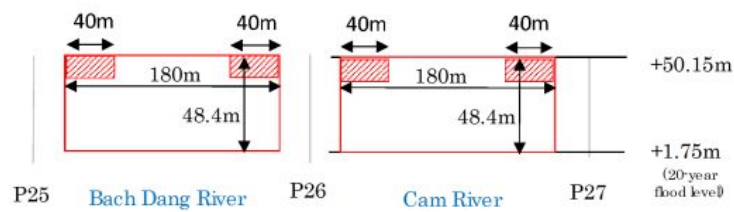
計画高水位と航路水位の算出方法を下記に示す。

計画高水位 = 2.65m + 1.42m = 3.36m ※統計解析より 100 年確率：2.65m、波高：1.42m (±0.71m)

航路水位 = 1.55m + 20cm = 1.75m ※統計解析より 20 年確率：1.55m、温暖化考慮：+20cm

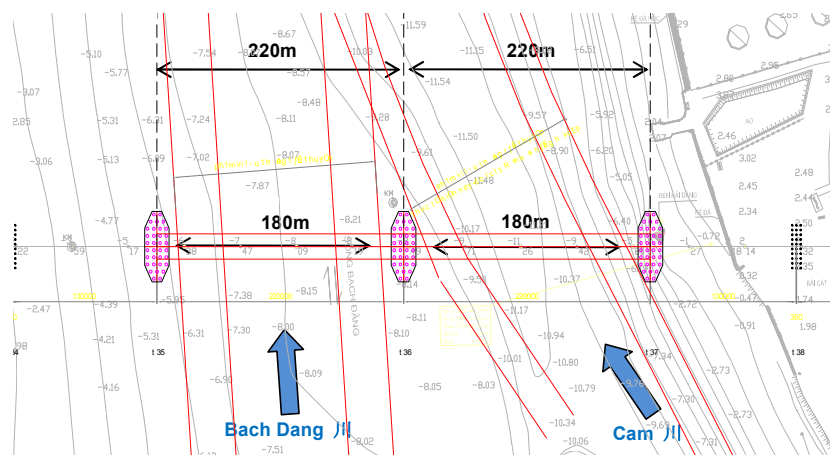
2) 航路限界

航路は、「べ」国 F/S 中で座標を記した図 5.21 及び図 5.22 が作成されており、航路限界は当局と合意されているが、施工時に一時的な航路限界の緩和が必要な場合、投資家（コントラクター）は当局に対する申請と許可を得る必要がある。



出典：JICA 調査団

図 5.21 航路限界側面図



出典：METI F/S

図 5.22 航路限界平面図

(3) 地盤条件の整理

バックダン橋対象エリアで、合計 8 本のボーリングの結果がある（ボーリング名：M1,T9,T31,T36,C17,T50,T67,C18）。土質は 9 層に分かれている。その概要を以下にまとめる。

【1層】砂質粘土、地盤抵抗力が弱く、変形性が高い地盤

【2層】粘性土、N 値が 0～2 程度で、地盤抵抗力が弱く、変形性が高い地盤

【3層】粘土質砂、N 値は 2～5 程度の地盤抵抗性の弱い地盤

【4層】粘土、N 値は 1～6 程度の地盤抵抗力の弱く、変形性が高い地盤

【5層】粘土、N 値は 4～10 程度の地盤抵抗力の弱く、変形性が高い地盤

【6層】粘土、N 値は 8～24 程度の地盤抵抗力の弱く、変形性が高い地盤

【7a層】砂混じり粘土、N 値は 5～13 程度の地盤抵抗力の弱く、変形性が高い地盤

【7b層】砂質粘土、N 値は 16～53 程度であり、ある程度地盤抵抗性はある。

【8層】礫混じり砂、N 値は 13～45 程度であり、ある程度地盤抵抗性がある。

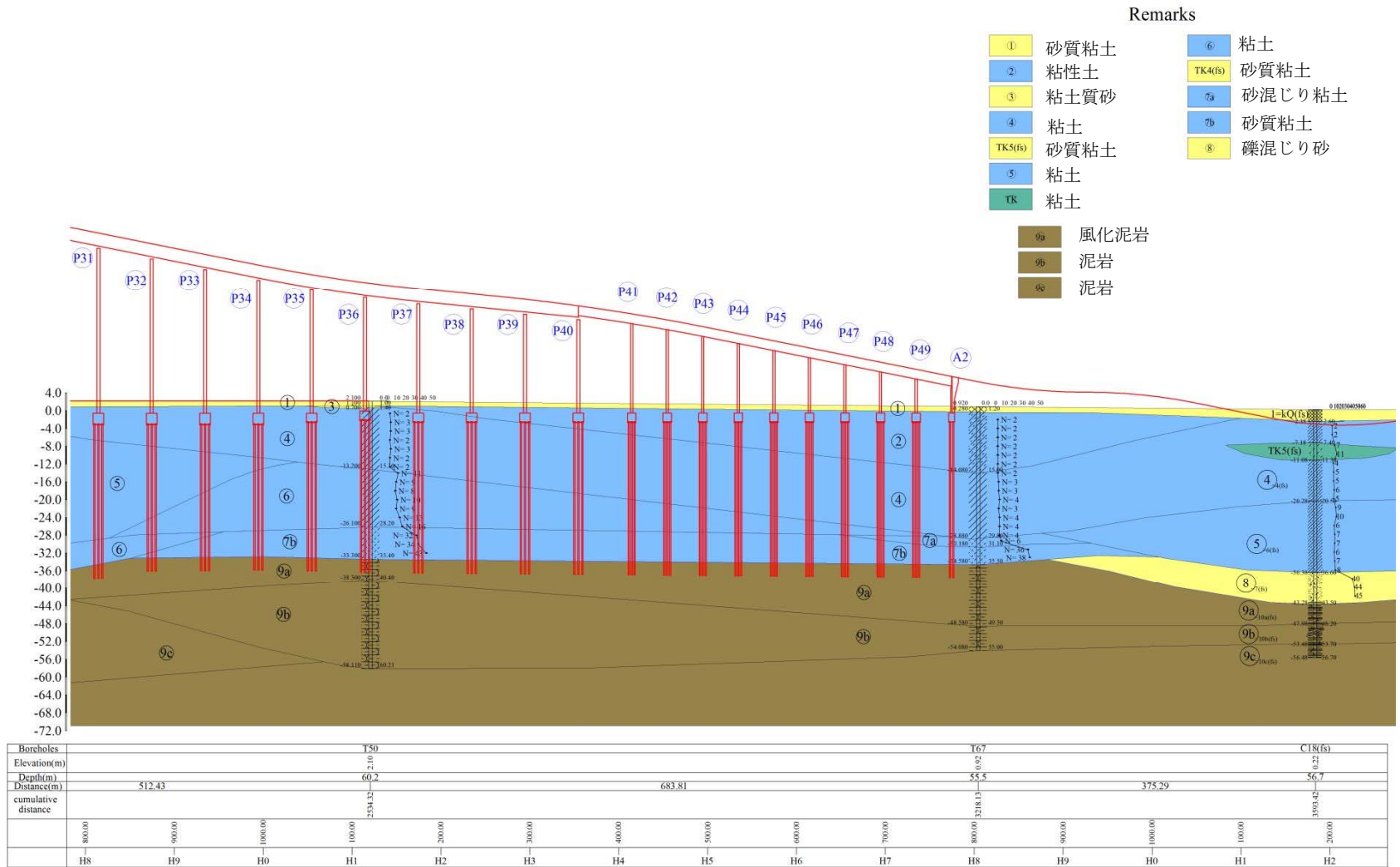
【9a層】風化泥岩、高い支持力を有するが RQD は 50%以下である。

【9b層】泥岩、高い支持力を有するが RQD は 50%以上を有する支持力であり支持層として十分である。（支持層）

【9c層】泥岩、高い支持力を有するが RQD は 50%以上を有する支持力であり支持層として十分である。（支持層）

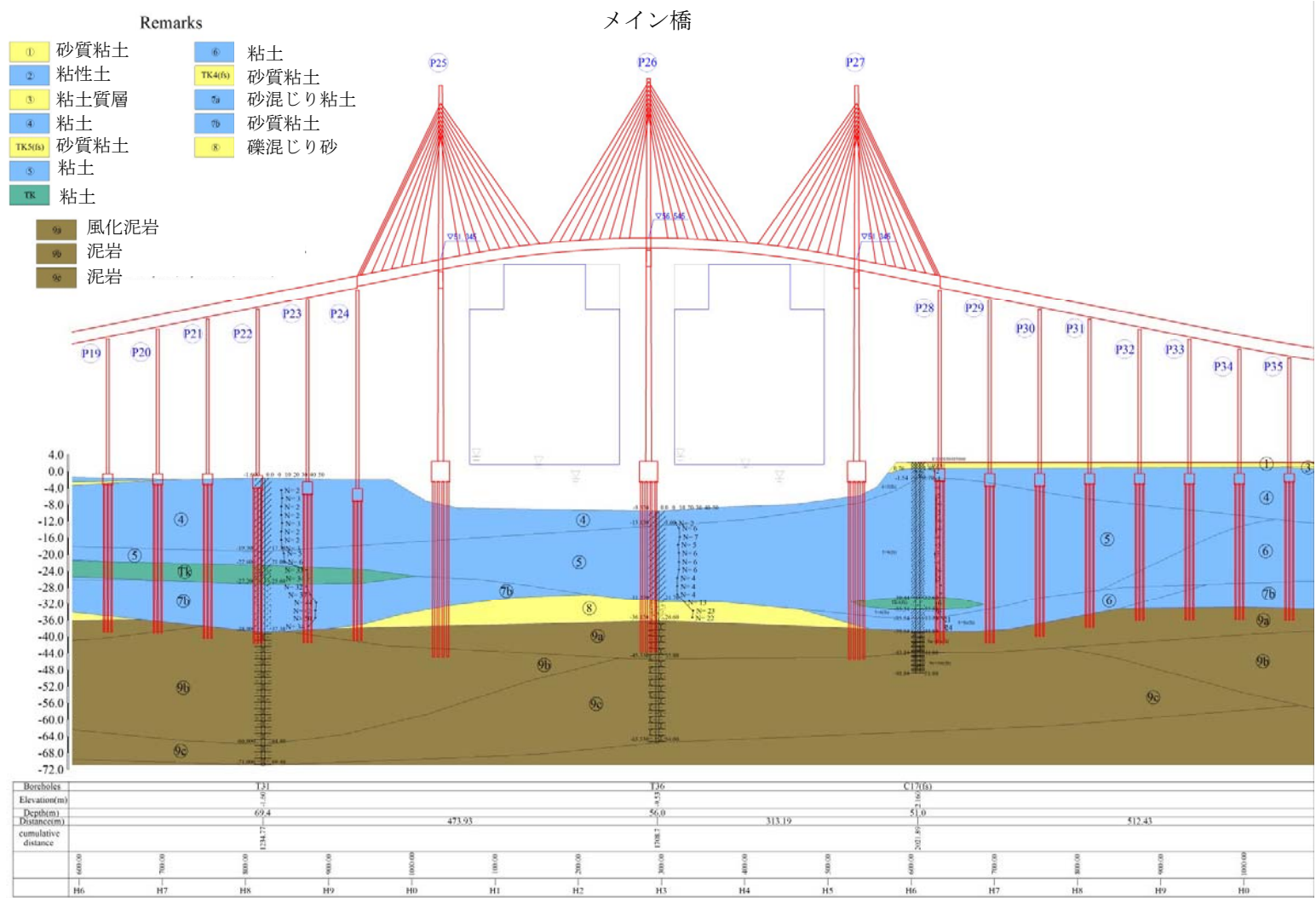
地層縦断図に関しては、図 5.23～図 5.25 に示す。

ハイフォン側



出典：JICA 調査団

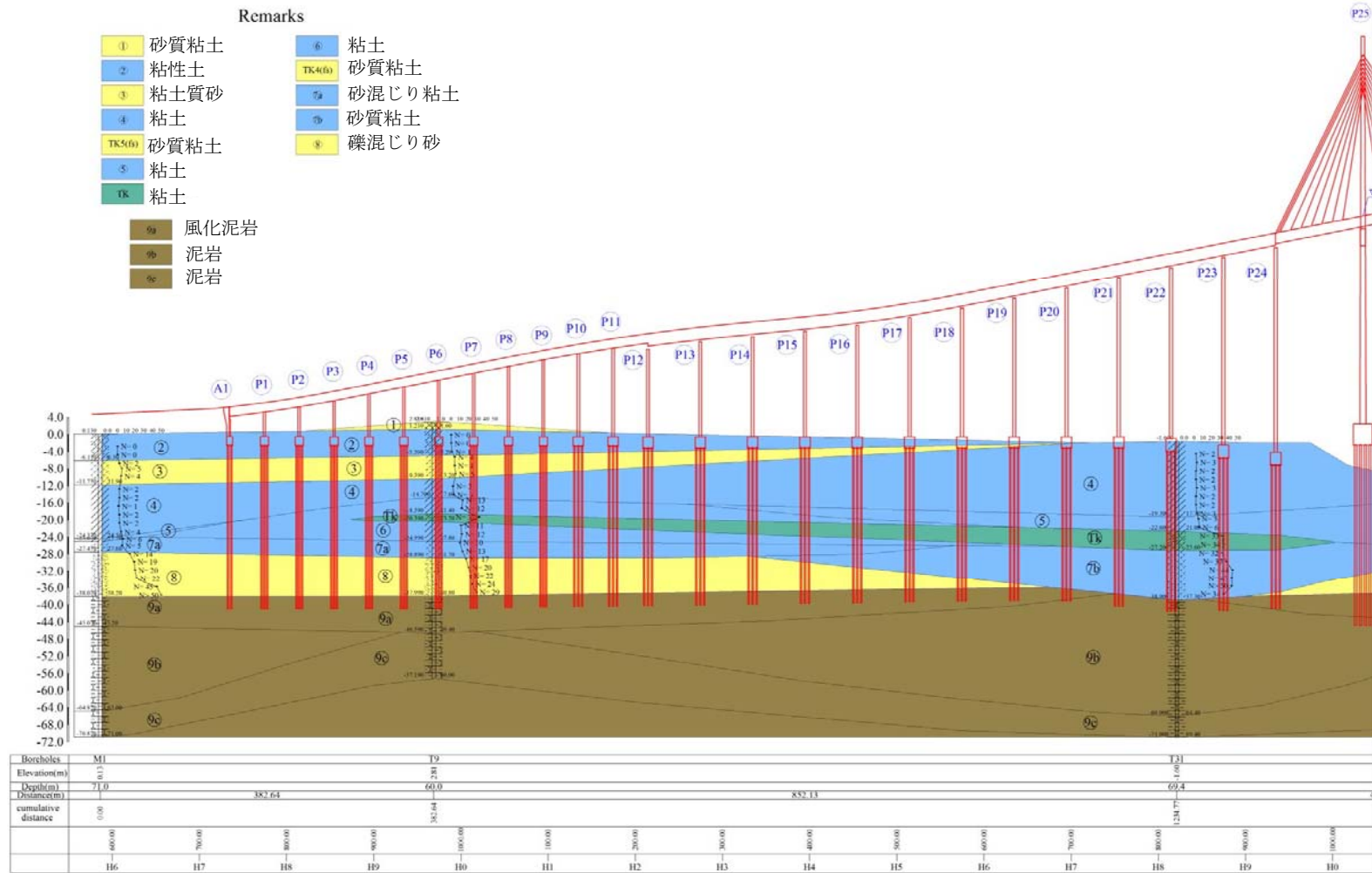
図 5.23 地層縦断図（ハイフォン側）



出典：JICA 調査団

図 5.24 地層縦断面図（メイン橋側）

ハロン側



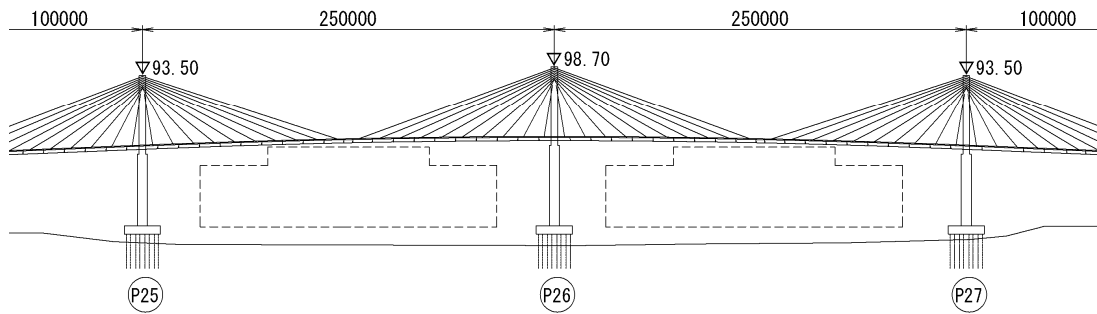
出典：JICA 調査団

図 5.25 地層縦断図（ハロン側）

(4) 制約条件の整理

1) 上空制限

「べ」国 F/S 及び 2012 年 10 月 15 日付国防省(MOD)発行文書 311/CTC-PQC によれば、主塔天端の制限高さは両サイド主塔 P25、P27 で 95m 以下、中央主塔 P26 で 100m 以下となる。過去、上空制限については 95m とするとの見解もあったが、最終的には主塔高を上記のとおり制限することで取り決めがなされている。この上空制限と比較すると、図 5.26 に示すとおり、メイン橋の主塔高さはこの上空制限を満たしている。なお、MOT 等と合意されている上空制限に主塔施工用の設備なども含まれているため、上空制限を超える場合は、施工開始前に当局と再合意する必要がある。

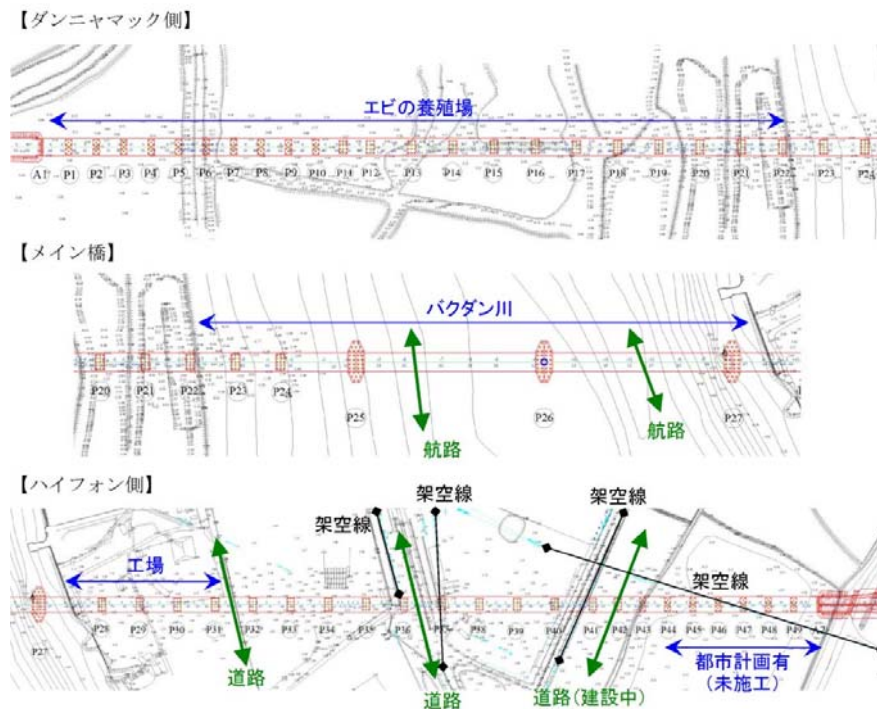


出典：JICA 調査団

図 5.26 上空制限

2) 支障物件

支障物件を図 5.27 に示す。



出典：JICA 調査団

図 5.27 支障物件図

(5) 荷重条件の整理

1) 活荷重

ASSHTO(米国全州道路交通運輸行政官協会)より荷重種別は、HL93 となる。

2) 死荷重

設計に用いる単位体積重量を表 5.28 に示す。

表 5.28 各材料の単位体積重量

材料	単位体積質量(kg/m ³)	
アルミニウム	2800	
アスファルト舗装	2250	
コンクリート	低密度	1775
	低密度砂	1925
	普通	2400
鋼	7850	
水	真水	1000
	海水	1025

出典：「べ」国基準 22 TCN-272-05 より JICA 調査団が整理

5.5 道路設計

5.5.1 設計方針

「べ」国 F/S における道路計画は、計画ルート、道路規格、幾何構造が設定されているものの、道路構造物の設計、軟弱地盤対策工の検討、IC 前後の変速車線の設定等がなされておらず、道路線形の主要点における平面・縦断座標と縦横断図、標識・照明等の付属施設等は概略図作成や提案レベルに留まっている。

したがって、道路設計では、設計レビュー結果及び検討方針-2 に従い、下記の項目について検討及び設計を行うこととした。

- 平面線形・縦断線形検討
- 軟弱地盤検討
- 土工設計(盛土道路)
- 排水設計
- 函渠計画設計
- 舗装設計
- 交通安全施設
- 照明施設

5.5.2 平面線形・縦断線形・横断面構成の検討

検討方針で示したとおり、施設の構造諸元については「ベ」国 F/S にて「ベ」国政府が事業承認の手続きが進めており、相応の理由がない限り、大幅な変更は望ましくない。よって、平面線形、縦断線形、横断面構成は、「ベ」国 F/S における設計の考え方を整理した上で検討を行う。

検討に際しては「ベ」国 F/S の図面や報告書で明記されている使用値を採用しているが、一部、使用値が明記されていない数値については図面から計測することで使用値を抽出した。また、基準類については「ベ」国基準での検討を基本とするが、一部、検討項目によっては明記されていない項目もあったため、日本基準(道路構造令、NEXCO 設計要領)を採用することとした。表 5.29 に主要な線形要素を比較検討した結果を示す。

表 5.29 主要線形要素の比較

調査項目	本線設計速度 100km/h					ICJ 設計速度 60km/h							
	F/Sでの使用値	※1ベトナム道路基準	道路構造令	自動車専用道路(旧道路公団)	判定	本設計での採用値	F/Sでの使用値	※1ベトナム道路基準	道路構造令	自動車専用道路(旧道路公団)	判定	本設計での採用値	
縦断勾配	最小値	0%	不明	※2 0.3~0.5%	※2 0.3~0.5%	日本基準を採択	0.3%	0%	不明	※2 0.3~0.5%	※2 0.3~0.5%	日本基準を採択	0.3%
	最大値	4%	不明	3%	3%	OK	4%	4%	不明	5%	※3 5% (7%)	OK	4%
縦断勾配(4%)の制限長	799.55m	800m	700m	1,500m	OK	800.00m	-	-	-	-	-	-	-
縦断曲線長	120m	85m	85m	85m	OK	120m	120m	50	50 m	70 m 65 m(ノーズ付)	日本基準を採択	65 m	
縦断曲線	凸型	6,000	※3 10,000 (6,000)	6,500	※3 10,000 (6,500)	OK	6,000	3,000	不明	1,400	※3 2,000 (1,400)	OK	3,000
	凹型	3,000	※3 5,000 (3,000)	3,000	※3 4,500 (3,000)	OK	3,000	2,000	不明	1,000	※3 1,500 (1,000)	OK	2,000
最小曲線半径	4,000	※3 700 (400)	460	700	OK	4,000	51.6	不明	140 m	150 m	日本基準を適用できないため F/Sの使用値を採択	51.6	
最小曲線長	435.1m	不明	170m	170	OK	435.1m	102.738	不明	100m	※4計算式による	OK	102.738	
緩和区間長	450m	不明	85m	85m	OK	450m	35.0	不明	50m	※4 A=70m	OK	35.0	
横断勾配	2%	不明	1.5%以上2%以下	2%	OK	2%	2%	不明	1.5%以上2%以下	2%	OK	2%	
片勾配すり付け	-	不明	1/175	1/175	ベトナム制不明のため日本基準を採択	1/175	-	-	-	-	-	-	
排水の為に必要な最小片勾配すり付け率	1/300	不明	1/285~350	1/250	OK	1/300	-	-	-	-	-	-	

※1 ベトナム道路基準 TCVN 5729 : 1997、FS報告書より

※2 排水のために必要な縦断勾配の最小値

※3 上段:標準値、(下段):最小値又は特別な場合

※4

$$R = \frac{V^2}{127(i + e)} \quad (式7-1)$$

V: 走行速度(km/h)
i: 片勾配値
e: 横すべり摩擦係数(許容横方向加速度)
R: 曲線半径

※5 最小パラメータ

出典: JICA 調査団

なお、ハロン側のメイン橋へのアプローチ道路部の縦断勾配については、路面排水に留意して縦断線形の見直し案の提案を行うこととする。

(1) 平面線形

1) 本設計で用いた採用基準

A) 曲線半径と曲線長

「ベ」国国道路基準 TCVN5729-1997 に準拠した規定値(100km/h)と採用値を表 5.30 に示す。

表 5.30 最小曲線半径

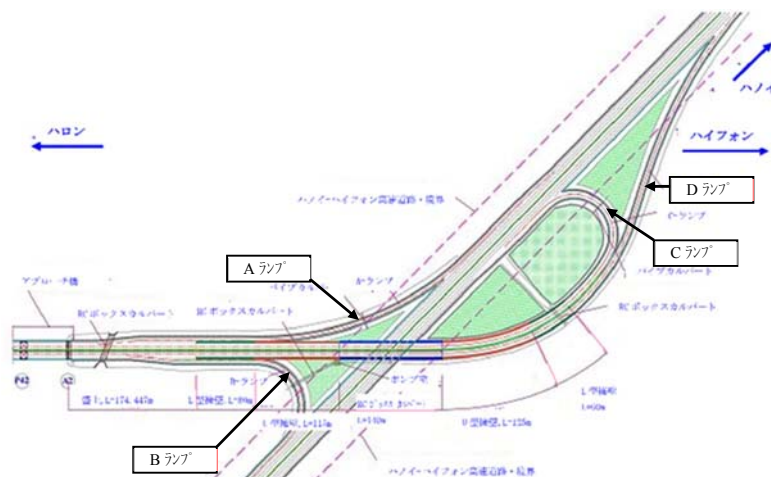
項目	単位	規定値	「ベ」国 F/S での使用値(最小)
最少曲線半径(通常値) Rmingh	m	700	4000
最少曲線半径(特例値) Rmintt	m	400	

出典: 「ベ」国道路基準 TCVN5729-1997

IC部の最小曲線半径、最少曲線長については、「ベ」国F/Sでの数値を図面上から確認したところ、最小曲線半径は51.6m、最小曲線長は102.738mであることが分かった。これら数値の適用の妥当性については、「ベ」国基準が明示されていないため、日本基準を適用することが考えられるが、日本基準を用いるとF/Sの結果を大きく変更することとなり、新たな用地取得などが生じる可能性がある。本調査では、「ベ」国F/Sを尊重し、最小曲線半径は51.6m、最小曲線長は102.738mを用いることとしているが、詳細設計時には「ベ」国側と基準の有無を含めIC部の形状を再確認する必要がある。

B) 曲線部の拡幅

曲線部の拡幅量については、本設計では図5.28、表5.31に示すハイフォン側ICのランプ部での適用となる。これらランプのうち急カーブとなるBランプ、Cランプについて曲線部の拡幅を適用する。各ランプの拡幅量を表5.31に示す。なお、適用する基準は日本基準(NEXCO 設計要領第四集)を参考とした。



出典：JICA 調査団

図 5.28 ランプ位置 (ハイフォン側 IC)

表 5.31 ランプでの拡幅量

ランプ名	拡幅量(m)
B ランプ	0.25
C ランプ	0.50

出典：NEXCO 設計要領第四集

C) 緩和区間

緩和区間に関連する基準について「ベ」国での基準が不明であるため日本基準(道路構造令)を参考とした。

表 5.32 緩和区間の長さ

箇所	規定値(日本基準)	「ベ」国F/Sでの使用値	
		アンダーパス部	
本線部(設計速度 100km/h)	85m	450m	
IC部(設計速度 60km/h)	50m	アンダーパス部	110m
		A ランプ	65m
		B ランプ	35m
		C ランプ	35m
		D ランプ	130m

出典：道路構造令

IC部の緩和区間の長さについては、「ベ」国F/Sでの数値を図面上から確認したところBランプ及びCランプが35mで規定値よりも小さいことが分かった。これら数値の適用の妥当性については、「ベ」国基準が明示されていないため、日本基準を適用することが考えられるが、日本基準を用いるとF/Sの結果を変更することとなる。本調査では、「ベ」国F/Sを尊重し、緩和区間の長さとして35mを用いることとしているが、詳細設計時には「ベ」国側と基準の有無を含めIC部の形状を再確認する必要がある。

D) 片勾配

片勾配については、曲線部がある区間はハイフォン側ICのランプ部となるため、各ランプでの片勾配の検討を行うこととする。片勾配については「ベ」国側での基準が不明なため、表 5.33 に示す日本基準(道路構造令)を参考にすることとした。

表 5.33 曲線半径と片勾配の値(IC部 設計速度 60km/h)

曲線半径 (m)	800	560	420	330	270	230	190	150	120
	以上	以上	以上	以上	以上	以上	以上	以上	以上
	2000 未満	800 未満	560 未満	420 未満	330 未満	270 未満	230 未満	190 未満	150 未満
片勾配(%)	2	3	4	5	6	7	8	9	10

出典：道路構造令より抜粋

また、「ベ」国F/Sにおいても片勾配についての数値が明記されていないことから、各ランプの曲線半径を抽出し、日本基準から片勾配を表 5.34 の通り設定することとした。

表 5.34 各ランプの曲線半径と採用する片勾配

箇所	各ランプの曲線半径(m)	採用する片勾配(%)
アンダーパス部	250	7.0
Aランプ	390	5.0
Bランプ	68.6	10.0
Cランプ	51.6	10.0
Dランプ	550	4.0

出典：JICA調査団

E) 片勾配すりつけ

片勾配すりつけについては、本線部とIC部で確認を行った。なお、片勾配すりつけについては「ベ」国側での基準が不明なため、日本基準(道路構造令)を参考にすることとした。まず、本線部の片勾配すりつけについては日本基準によると設計速度 100km/h に対しては1/175(m/m)以下とすることとなっている。「ベ」国F/Sより、本線部分で片勾配すりつけ区間と片勾配すりつけの数値は表 5.35 のとおりであり、日本基準に照らし合わせると 1/175 以下であることから、設計上は妥当であると判断した。

表 5.35 片勾配すり付け区間と数値(本線部)

区間	片勾配すり付け
KM19+447.309~KM19+547.309	1/300
KM20+682.392~KM20+782.392	1/300

出典：JICA 調査団

また、IC 部の片勾配すり付けについては日本基準によると設計速度 60km/h に対しては 1/125(m/m)以下とすることとなっている。「ベ」国 F/S より、本線部分で片勾配すり付け区間と片勾配すり付けの数値は表 5.36 のとおりであり、日本基準に照らし合わせると C ランプ以外は 1/125 以下であることから、設計上は妥当であると判断した。C ランプについては、日本基準を適用することが考えられるが、日本基準を用いると F/S の結果を変更することとなる。本調査では、「ベ」国 F/S を尊重し、片勾配すり付けとして 1/90 を用いることとしているが、詳細設計時には「ベ」国側と基準の有無を含め IC 部の形状を再確認する必要がある。

表 5.36 片勾配すり付け区間と数値(IC 部)

区間	片勾配すり付け
アンダーパス部	1/195
A ランプ部	1/280
B ランプ部	1/125
C ランプ部	1/90
D ランプ部	1/185

出典：JICA 調査団

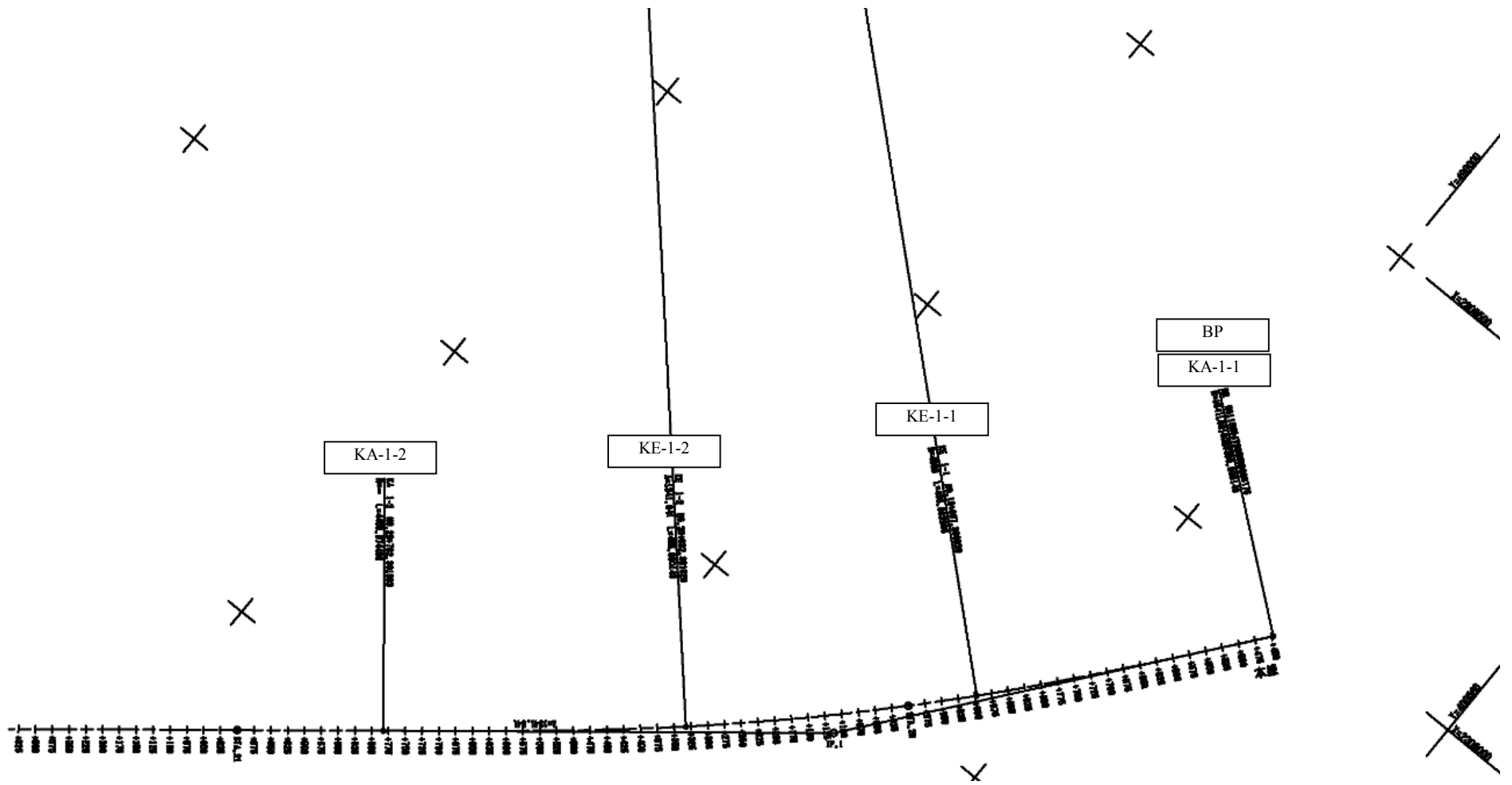
(2) 平面線形の要素の整理

「ベ」国 F/S を基に上記の検証を行った結果として、主要な平面線形要素を表 5.36 のとおり整理した。

表 5.37 主要点の座標及び平面要素

主要点	測点	X座標	Y座標	要素	距離
本線					
BP	19+448.300000	2308943.424000	400210.734000		
KA 1-1	19+447.308776	2308943.417113	400210.728586	R = ∞	0.008776
KE 1-1	19+897.308920	2308595.649500	399925.244988	A = 1341.641000	450.000143
KE 1-2	20+332.391963	2308286.264323	399619.644950	R = 4000.000000	435.082900
KA 1-2	20+782.391963	2307996.521628	399275.417767	A = 1341.641000	450.000143
KA 2-1	25+241.466397	2305189.506521	395810.737262	R = ∞	4459.074435
KE 2-1	25+351.466397	2305114.349108	395730.740999	A = 165.831239	109.999999
EP	25+529.480169	2304948.585414	395676.937556	R = 250.000000	178.013773
主要点					
Aランプ					
	0+000.000000	2304897.619195	395813.086275		
	0+096.210275	2304992.850756	395826.774473	R = ∞	96.210275
	0+110.202817	2305006.737057	395828.487894	R = 350.000000	13.992542
	0+111.922118	2305008.447284	395828.664292	R = ∞	1.719301
	0+176.922117	2305072.874227	395837.123709	A = 159.216833	65.000000
	0+416.390843	2305280.514137	395948.710983	R = 390.000000	239.468725
	0+486.390842	2305326.170202	396001.739436	165.227116	70.000000
	0+548.671709	2305365.376395	396050.131385	R = ∞	62.280867
	0+586.163890	2305389.339545	396078.964663	R = 1500.000000	37.492181
	0+660.704754	2305437.696322	396135.691752	R = ∞	74.540864
	0+698.196949	2305461.659480	396164.525041	R = 150.000000	37.492195
	0+728.349874	2305480.640934	396187.953726	R = ∞	30.152925
Bランプ					
	0+000.000000	2305503.205675	396186.615694		
	0+166.266259	2305403.787057	396053.347516	R = ∞	166.266259
	0+180.258793	2305395.198314	396042.302226	R = 350.000000	13.992534
	0+263.828163	2305342.590877	395977.369207	R = ∞	83.569370
	0+298.828162	2305323.448962	395948.233730	A = 45.249309	34.999999
	0+401.566023	2305366.323584	395869.062883	R = 58.500000	102.737861
	0+436.566022	2305401.184406	395869.172349	A = 45.249309	34.999999
	0+578.757605	2305542.625621	395883.761007	R = ∞	142.191583
Cランプ					
	0+000.000000	2305102.321217	395812.334453		
	0+146.250259	2304957.558711	395791.526878	R = ∞	146.250259
	0+160.242786	2304943.672425	395789.813458	R = 350.000000	13.992527
	0+160.242863	2304943.672349	395789.813450	R = ∞	0.000077
	0+195.242863	2304909.658002	395782.359961	A = 42.497059	35.000000
	0+314.361568	2304912.053139	395688.014766	R = 51.600000	119.118705
	0+349.361571	2304946.401871	395682.296807	A = 42.497060	35.000002
	0+525.883450	2305110.963216	395734.756458	R = 244.750000	176.521879
Dランプ					
	0+000.000000	2304948.364062	395671.692794		
	0+082.569110	2304867.857866	395688.341113	R = 255.250000	82.569110
	0+092.396173	2304858.680499	395691.854959	R = ∞	9.827063
	0+222.396173	2304735.615289	395733.496090	A = 267.394839	130.000000
	0+350.039402	2304609.356907	395750.187933	R = 550.000000	127.643229
	0+480.039402	2304479.698528	395741.957831	A = 267.394839	130.000000
	0+480.039423	2304479.698549	395741.957834	R = ∞	-0.000021
	0+488.787612	2304470.986215	395741.169122	R = 350.000000	8.748189
	0+730.090763	2304230.412694	395722.418354	R = ∞	241.303150

出典：JICA 調査団



出典：JICA 調査団

図 5.29 道路線形図(ハロン側)

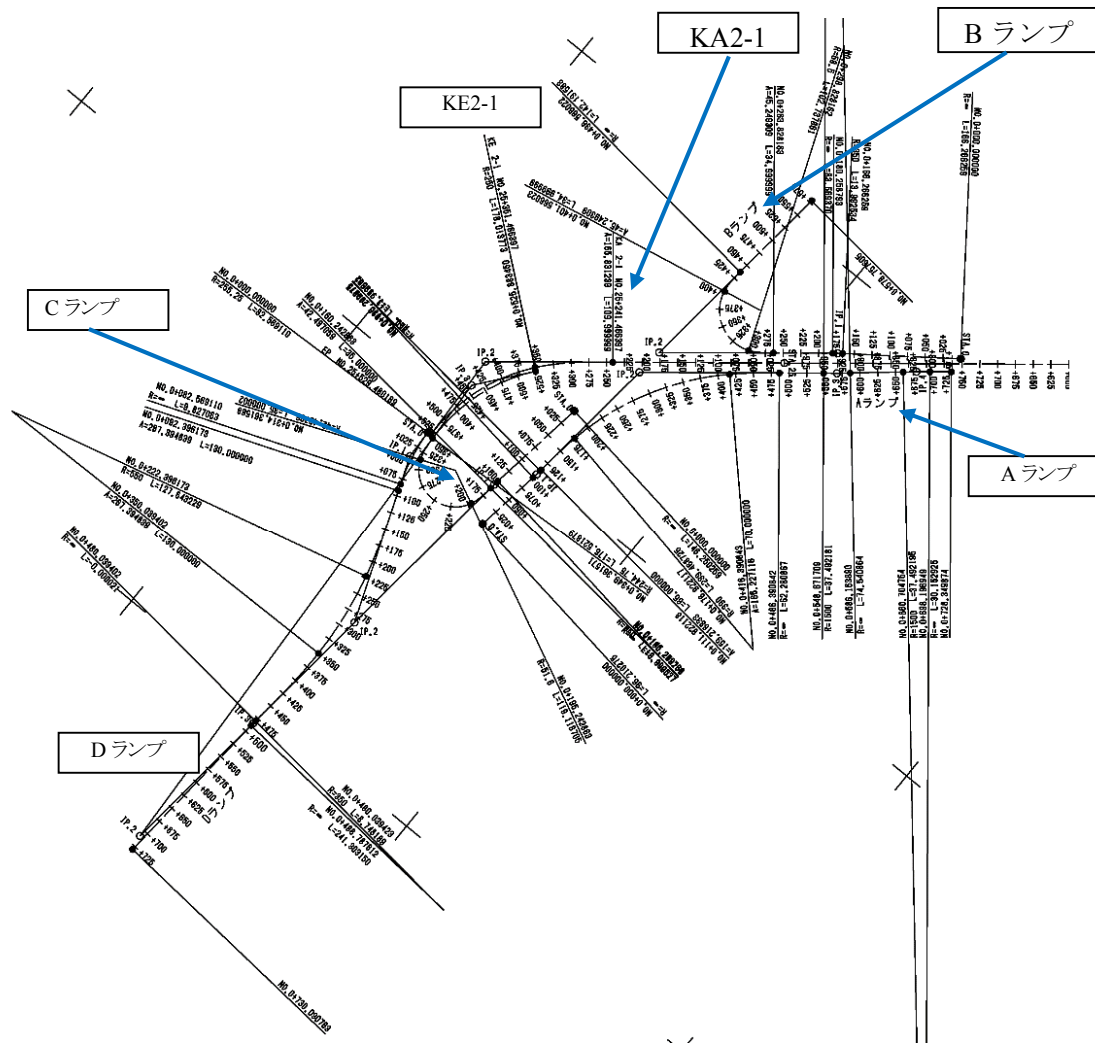


図 5.30 道路線形図(ハイフォン側)

出典：JICA 調査団

(3) 縦断線形

1) 本設計で用いた採用基準

A) 縦断勾配と制限長

「ベ」国道路基準(TCVN5729-1997)では、設計速度毎に縦断勾配の制限長が設定され、設計速度 100 km/h の道路において、道路縦断勾配が 3%を超えるとその制限長は表 5.38 のように規定されている。

「ベ」国 F/S では、「ベ」国基準に基づき最大縦断勾配は 4%、縦断勾配の長さは制限長の 800m で計画されている。「ベ」国基準では、最大縦断勾配は 5%、その制限長は 600m までが許されているが、道路縦断勾配は行政機関との協議で決定されることとなっている。

本調査においても車両通行の円滑化の観点から、道路縦断勾配は、「ベ」国 F/S と同様に最大縦断勾配を 4%とし、「ベ」国基準での制限長 800m を妥当と判断した。

表 5.38 縦断勾配と制限長

縦断勾配	制限長(100km/h) (「ベ」国基準 TCVN5729-1997)	日本基準(道路構造令) での制限長
3%	1000m	—
4%	800m	700m
5%	600m	500m

出典：「ベ」国基準 TCVN5729-1997 及び道路構造令

B) 縦断曲線

「ベ」国道路基準(TCVN5729-1997)では、本線部の縦断曲線について設計速度毎に数値が表 5.39 のように規定されている。設計速度 100 km/h の道路においては表 5.39 の赤枠が適用される基準値となる。

表 5.39 縦断曲線と縦断曲線長

設計速度(km/h)		120	100	80	60	40	30	20
縦断曲線(凸型) (m)	特例値(最小)	11000	6000	4000	2500	700	400	200
	規定値(最小)	17000	10000	5000	4000	1000	600	200
縦断曲線(凹型) (m)	特例値(最小)	4000	3000	2000	1000	450	250	100
	規定値(最小)	6000	5000	3000	1500	700	400	200
縦断曲線長(m)		100	85	70	50	35	25	20

出典：「ベ」国基準 TCVN5729-1997

「ベ」国 F/S より、本線部の縦断曲線と縦断曲線長の最小値については表 5.40 のとおりとなる。

表 5.40 縦断曲線と縦断曲線長(本線部)

項目	使用値(最小値)
縦断曲線(凸型)	6000m
縦断曲線(凹型)	3000m
縦断曲線長	120m

出典：JICA 調査団

なお、IC 部については、「ベ」国 F/S からの縦断曲線と縦断曲線長の最小値については表 5.41 のとおりとなる。

表 5.41 縦断曲線と縦断曲線長(IC 部)

項 目	使用値(最小値)				
	アンダーパス部	A ランプ	B ランプ	C ランプ	D ランプ
縦断曲線(凸型)	2100	—	—	—	—
縦断曲線(凹型)	2000	6680	4700	4490	1200
縦断曲線長	90	65	65	65	65

出典：JICA 調査団

「ベ」国道路基準(TCVN5729-1997)では IC 部の縦断曲線の規定は記載されていない。IC 部の設計速度は 60km/h であり、本線部の基準に照らし合わせれば妥当であるが、IC 部の規定が「ベ」国側にあるかが不明であるため、詳細設計時には「ベ」側と基準の有無を含め再確認する必要がある。

C) 縦断勾配

「ベ」国道路基準(TCVN5729-1997)では、本線部の縦断勾配について数値が表 5.42 のように規定されている。

表 5.42 縦断勾配(本線部)

項 目	規定値
最大縦断勾配	5.0%
最大縦断勾配(下り勾配)	5.5%

出典：「ベ」国基準 TCVN5729-1997

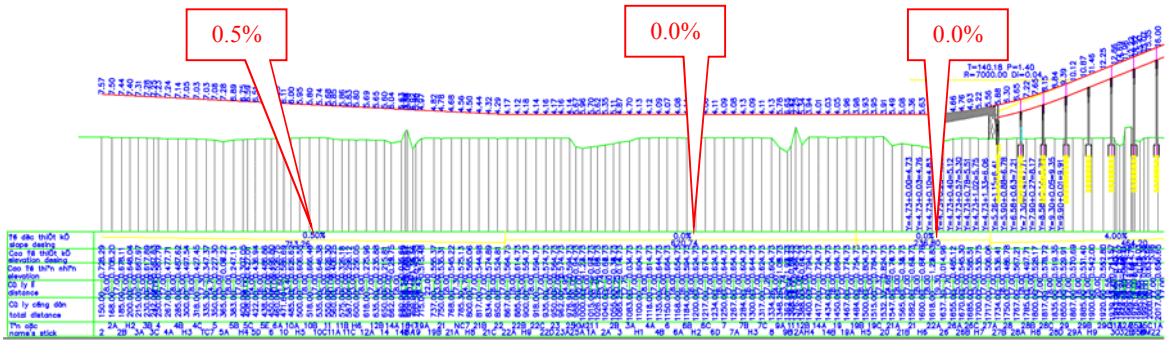
「ベ」国 F/S より、本線部の縦断勾配の値については表 5.43 のとおりであり、「ベ」国基準内であることが確認された。

表 5.43 縦断勾配(本線部)

項 目	規定値
最大縦断勾配	4.0%
最大縦断勾配(下り勾配)	4.0%

出典：JICA 調査団

ここで、「ベ」国 F/S の設計においてハロン側のメイン橋へのアプローチ道路部の縦断勾配は 0%勾配(Level)が採用されていることが分かっており、「ベ」国基準では縦断勾配の最小値に関して不明であった。



出典：JICA 調査団

図 5.31 「ベ」国 F/S での縦断勾配(ハロン側アプローチ道路部)

一方、日本基準(道路構造令)では、縦断勾配の最小値として下記の記述がある。

「道路構造令」における「縦断勾配(縦断勾配の最小値)」に関する記述
 縦断勾配の値は小さいほうが望ましいが、平坦区間を長区間にわたって設置するのは問題がある。横断勾配を付して路面排水を処理するよう考えてあるが、降雨強度、縦断勾配の値、縁石の有無、排水設備の規模等により路面排水が十分に行われなかったりすることがある。このために、縦断方向にも路面排水のために、ごく小さな値の縦断勾配を付しておくのが望ましい。
 この値としては、0.3~0.5%程度あれば十分である。

以上から、路面排水に留意し、縦断勾配の最小値を 0.3~0.5%として計画を行うこととなっており「ベ」国 F/S と設計上の差異が生じている状況であった。

本調査では、路面排水に留意することを考慮し、日本基準で言われている最低値 0.3%を採用することとし、「ベ」国 F/S を見直すこととした。

次に IC 部の縦断勾配については、「ベ」国 F/S から表 5.44 のとおりとなる。

表 5.44 縦断勾配(IC 部)

項目	使用値				
	アンダーパス部	A ランプ	B ランプ	C ランプ	D ランプ
最大縦断勾配	4.000%	0.929%	0.732%	1.028%	0.278%
最大縦断勾配 (下り勾配)	4.000%	0.650%	0.650%	0.419%	0.300%

出典：JICA 調査団

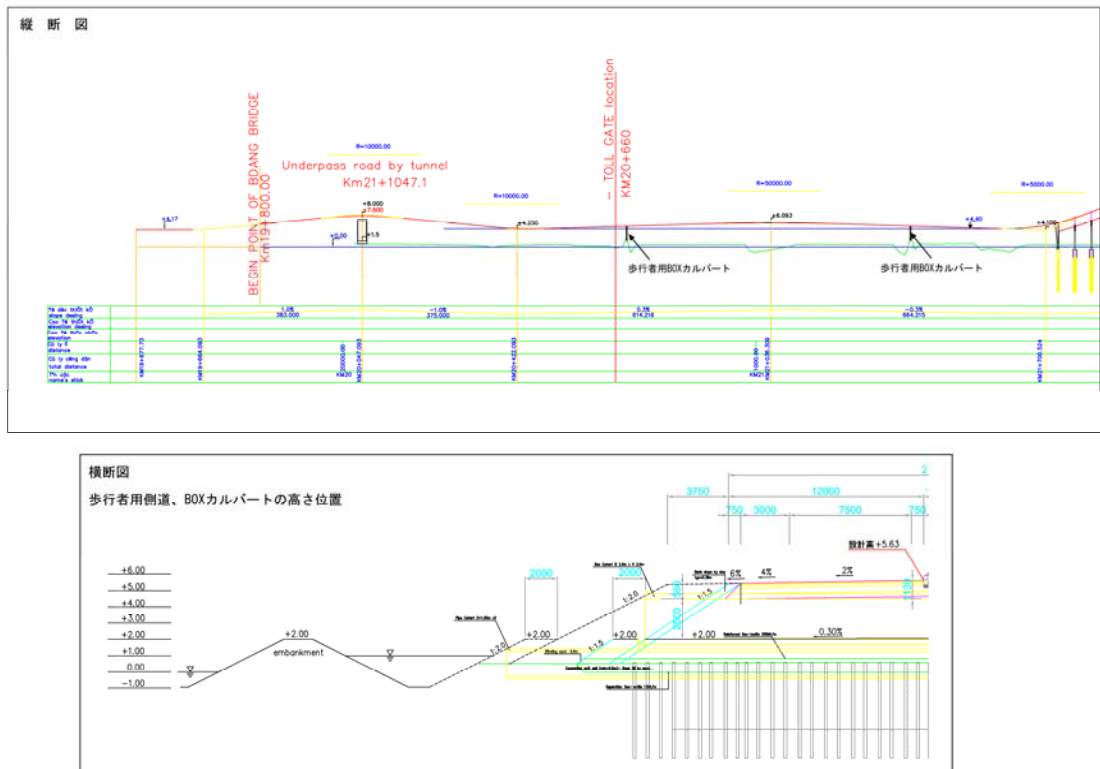
「ベ」国道路基準(TCVN5729-1997)では IC 部の縦断勾配の規定は記載されていない。IC 部について本線部の基準に照らし合わせれば妥当であるが、IC 部の規定が「ベ」国側にあるかが不明であるため、詳細設計時には「ベ」国側と基準の有無を含め再確認する必要がある。

D) 路面の計画高

前述のとおり、ハロン側の縦断勾配を「ベ」国 F/S の 0%(Level)から 0.3%に変更するに際して、計画高水位(+3.36m)時に道路面が水没しないよう配慮することが重要である。そこで道路面を+4.40m 以上の高さとなるよう道路縦断を決定することとした。

また、KM19+800(起点)~KM21+370 区間ではエビ養殖が行われているため、本線道路脇に歩行者用の側道、道路下に歩行者用ボックスカルバート(2.0m×2.0m)及び水管(φ1500×2)を設置することとしている。これら、歩行者用側道・ボックスカルバートの高さ位置は周辺の

堤防高(歩行者が通路としている)の+2.0m程度を基準として設定することとした。



出典：JICA 調査団

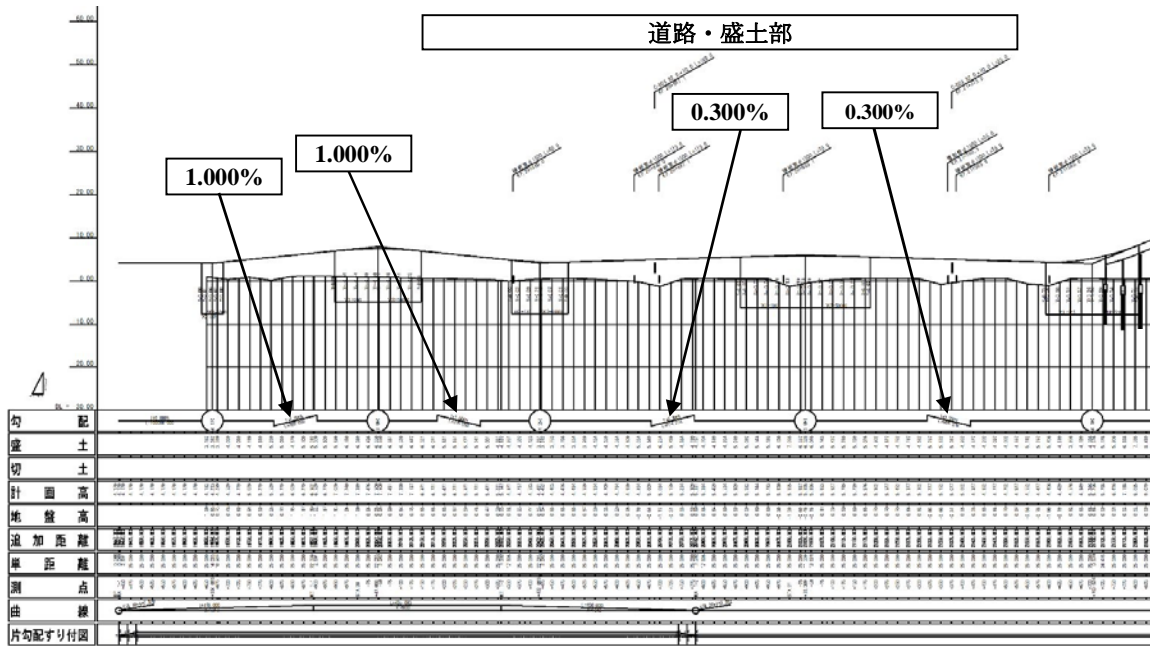
図 5.32 ハロン側メイン橋アプローチ道路部における縦断勾配と横断面

2) 縦断線形の要素の整理

「べ」国 F/S を基に上記の検証を行った結果として、縦断図を下記のとおり整理した。

A) ハロン側

縦断図は図 5.33 に示すとおりである。

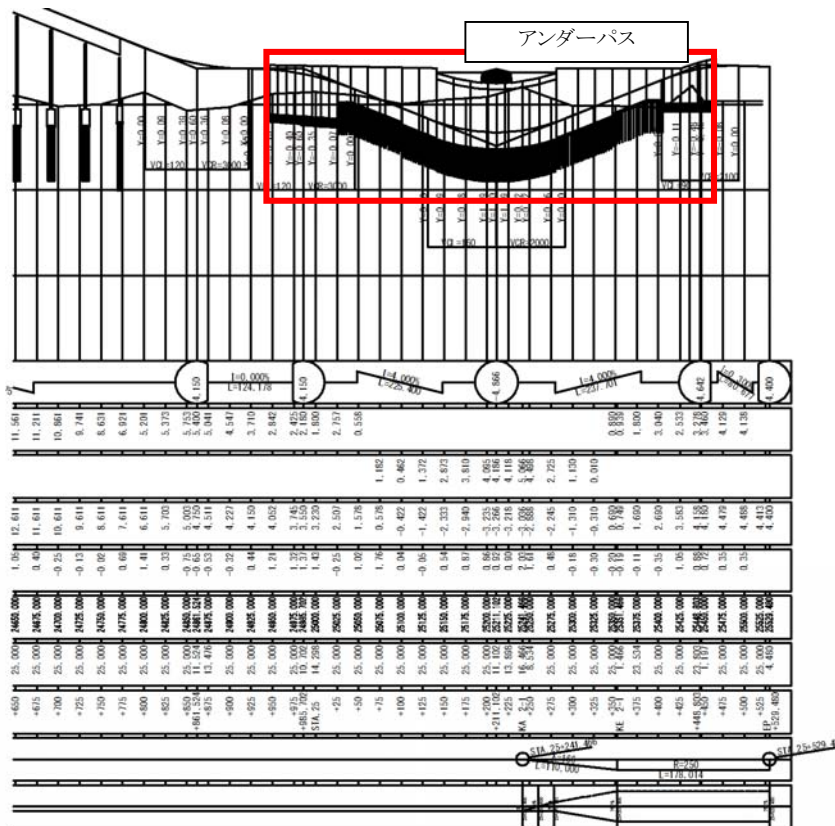


出典：JICA 調査団

図 5.33 道路縦断図(ハロン側)

B) ハイフォン側

縦断図は図 5.34 に示すとおりである。アンダーパス区間は後述することとする。



出典：JICA 調査団

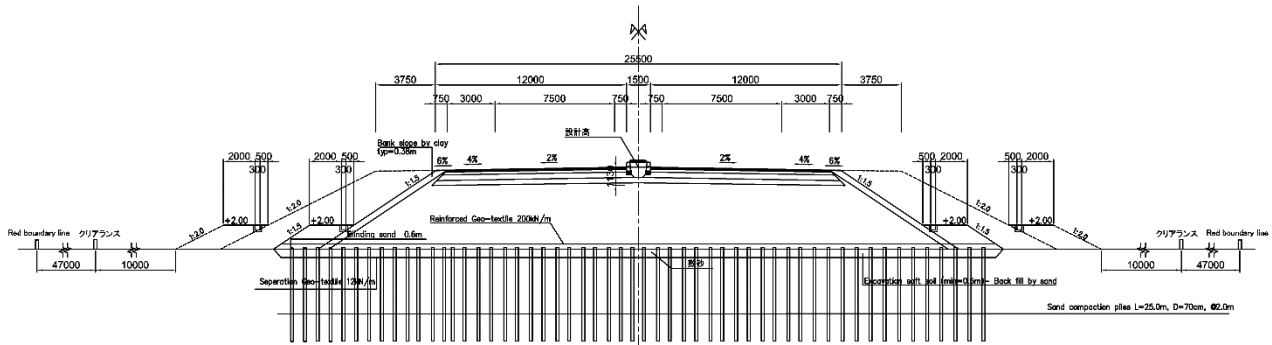
図 5.34 道路縦断図(ハイフォン側)

(4) 横断面構成

1) 標準横断構成

A) 道路部

道路部について、「ベ」国 F/S ではクアンニン省の交通ネットワーク計画を踏まえた 2030 年までの交通量予測に基づいて、必要な車線数の検討が行われている。その結果、2025 年までは 4 車線、2030 年以降は 6 車線とする計画が、クアンニン省により承認されている。追加車線の建設については、4 車線分の建設後の交通量状況次第で決定される。



出典：JICA 調査団

図 5.35 標準横断構成(道路部・4 車線/6 車線時)

2025 年から 2030 年にかけての車線数変更に伴い、車道 3.75m が上下線に追加され、結果として、総幅員が土工区間で 25.5m から 33.0m へと拡幅される計画である。計画されている土工区間の道路幅員を表 5.45 に示す。

表 5.45 道路部・横断構成

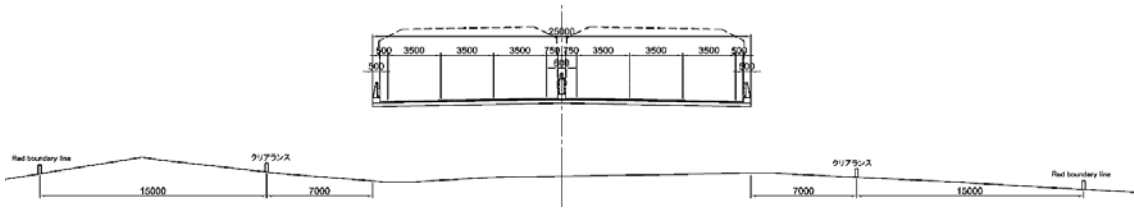
	2025 年まで	2030 年以降
中央分離帯幅	1.5 m	1.5 m
路肩幅	2 × 0.75 m	2 × 0.75 m
車線幅	2 × 2 × 3.75 m	2 × 3 × 3.75 m
緊急車線幅	2 × 3.00 m	2 × 3.00 m
植樹帯幅	2 × 0.75 m	2 × 0.75 m
合計	25.50 m	33.00 m

出典：JICA 調査団

なお、横断勾配については後述する路面排水から車道 2.0%、路肩 4.0%、保護路肩 6.0%とした。横断勾配と路面排水の関係については路面排水工で記載することとする。

B) 橋梁部

橋梁部の横断構成については、「ベ」国 F/S において道路部が 2025 年から 2030 年にかけての車線数変更が行われる計画となっており、道路区間では車道 3.75m が上下線に 1 車線ずつ追加されこととなっている。これに対して橋梁区間では 3 車線は確保しつつも、総幅員は変えず、レーンマークによって対応するものとした。6 車線時の標準横断構成を図 5.36 に示す。



出典：JICA 調査団

図 5.36 標準横断構成(橋梁部・6車線時)

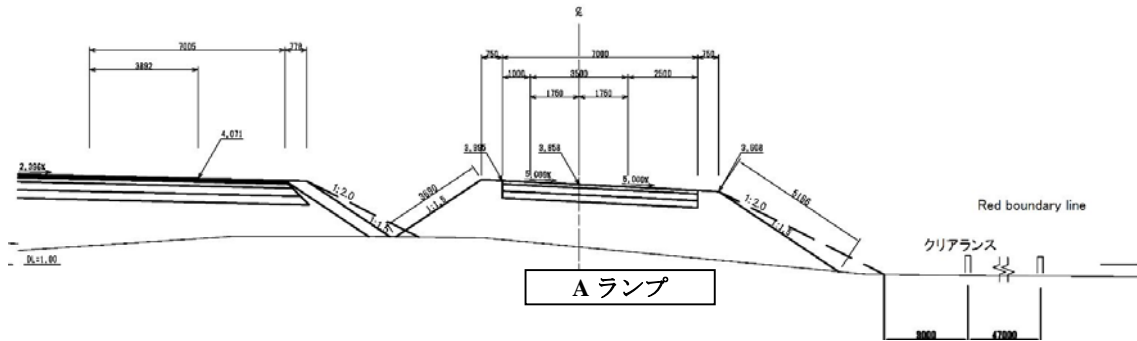
C) IC部(ハイフォン側)

IC部(ハイフォン側)の横断構成については、「ベ」国 F/S において構造が示されており、本調査にて確認を行った。その結果、「ベ」国 F/S 時に計画されたランプ部横断面は、路肩幅が不十分と思われるため、日本基準(道路構造令)に従い幅員を設定することとした、表 5.46 に、各ランプ部の幅員構成を示す。

表 5.46 IC部(ハイフォン側ランプ部)・横断構成

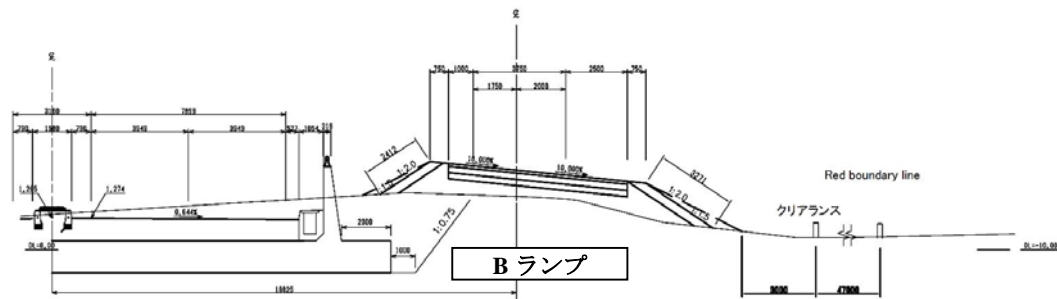
	A ランプ/B ランプ	C ランプ	D ランプ
車線構成	1 方向 1 車線	1 方向 2 車線	1 方向 2 車線
路肩幅	3.50 m = 1.00 m + 2.50 m	2.00 m = 1.00 m × 2	2.00 m = 1.00 m × 2
車線幅	3.50 m	8.50 m = 4.25 m × 2	7.00 m = 3.75 m × 2
植樹帯幅	1.50 m = 0.75 m × 2	1.50 m = 0.75 m × 2	1.50 m = 0.75 m × 2
合計	8.50 m	12.00 m	11.00 m

出典：JICA 調査団



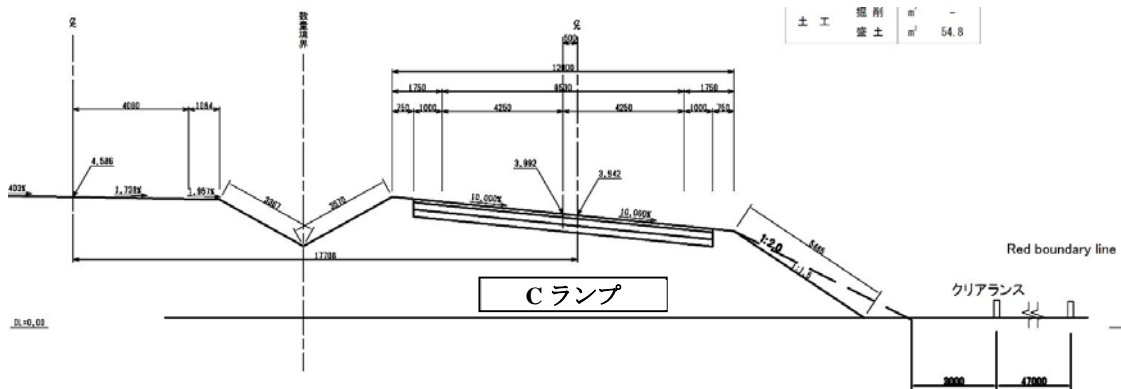
出典：JICA 調査団

図 5.37 代表横断構成(IC部・Aランプ)



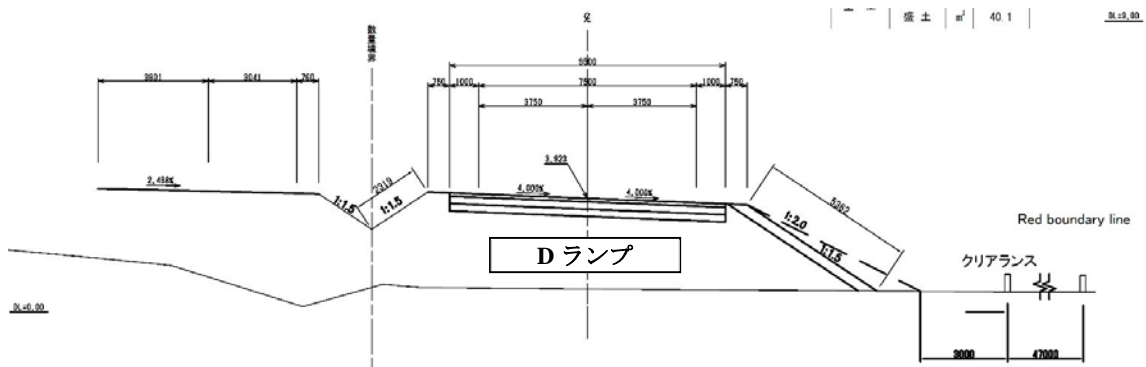
出典：JICA 調査団

図 5.38 代表横断構成(IC部・Bランプ)



出典：JICA 調査団

図 5.39 代表横断構成(IC部・Cランプ)



出典：JICA 調査団

図 5.40 代表横断構成(IC部・Dランプ)

2) のり面勾配

のり面勾配については「ベ」国 F/S では表 5.47 のとおりとなっている。

表 5.47 のり面勾配

	のり面勾配
4車線(2025年まで)	1:1.5
6車線(2030年以降)	1:2.0

出典：JICA 調査団

「ベ」国基準ではのり面勾配に関しては不明であった。そこで日本基準(道路土工 のり面工・斜面安定工指針、社団法人日本道路協会)から判断を行うこととした。日本基準ではのり面勾配について下記のように記載されている。

「のり面工・斜面安定工指針」における「盛土のり面の標準断面(のり面勾配の標準)」に関する記述一般に低い盛土ではのり面勾配は 1:1.5 で良好に施工すれば、特に土質に問題のあるのり面以外は大きな崩壊を起こすことはまずないと考えてよい。しかし、1:1.5 ではのり面の締固めが不十分となりやすく、それが原因となって表面付近のはだ落ちや浸食が起こる危険性を持っている。そのため標準のり面勾配では機械転圧が可能のように 1:1.8 を必要に応じて適用できるように定めている。

表 5.48 日本基準における盛土材料及び盛土高に対する標準のり面勾配

盛土材料	盛土高(m)	勾 配	適 用
粒度の良い砂(S)、礫及び細粒分混じり礫(G)	5m 以下	1:1.5~1:1.8	基礎地盤の支持力が十分にあり、浸水の影響のない盛土に適用する。 ()の統一分類は代表的なものを参考に示す。 標準のり面勾配の範囲外の場合は安定計算を行う。
	5~15m	1:1.8~1:2.0	
粒度の悪い砂(SG)	10m 以下	1:1.8~1:2.0	
岩塊(ずりを含む)	10m 以下	1:1.5~1:1.8	
	10~20m	1:1.8~1:2.0	
砂質土(SF)、硬い粘質土、硬い粘土(洪積層の硬い粘質土、粘土関東ロームなど)	5m 以下	1:1.5~1:1.8	
	5~10m	1:1.8~1:2.0	
火山灰質粘性土(V)	5m 以下	1:1.8~1:2.0	

注)盛土高は、のり肩とりのり尻の高低差をいう。

出典：道路土工 法面工・斜面安定工指針

日本基準に照らし合わせると、「べ」国 F/S でのり面勾配では 1:1.5 の勾配では施工上の危険性が若干あるとの指摘があるものの、基本的には適用が可能であることが分かったため、本調査では、承認を得られている「べ」国 F/S のり面勾配を採用することとした。ただし、日本基準での指摘のように浸食が起こる危険性や、将来、4 車線から 6 車線に移行する際にのり面勾配を 1:1.5 から 1:2.0 に変えることとなるが、当初から 6 車線の用地を確保して 1:2.0 に施工する方法も可能性として考えられるなどから、のり面勾配として 1:2.0 のみを採用することも考えられる。

これらについては、詳細設計時に「べ」国側と基準の有無を含め再確認する必要がある。また、対象区間の地質が想定より軟弱な場合は、詳細設計において対策工(抑え盛土・地盤改良等)を併用し、安定計算を実施した上で法面勾配を見直す検討が必要である。

3) のり面保護工

のり面保護工については、「べ」国 F/S にて言及されていなかったため、日本基準(道路土工 のり面工・斜面安定工指針)を参考とした。本調査区間での盛土道路のり面は安定勾配で施工することが前提となっているため、浸食や表層崩壊の防止を主目的として植生工を選定した。

5.5.3 アンダーパス構造(ハイフォン側 IC)

ハイフォン側 IC 部については、ハノイ-ハイフォン高速道路と交差することとなる。この交差形状については、「ベ」国 F/S では高架橋による立体交差が計画されていたが、METI F/S にて表 5.49 の観点からアンダーパス構造による立体交差に変更された。

表 5.49 IC 部の高架橋案とアンダーパス案との比較

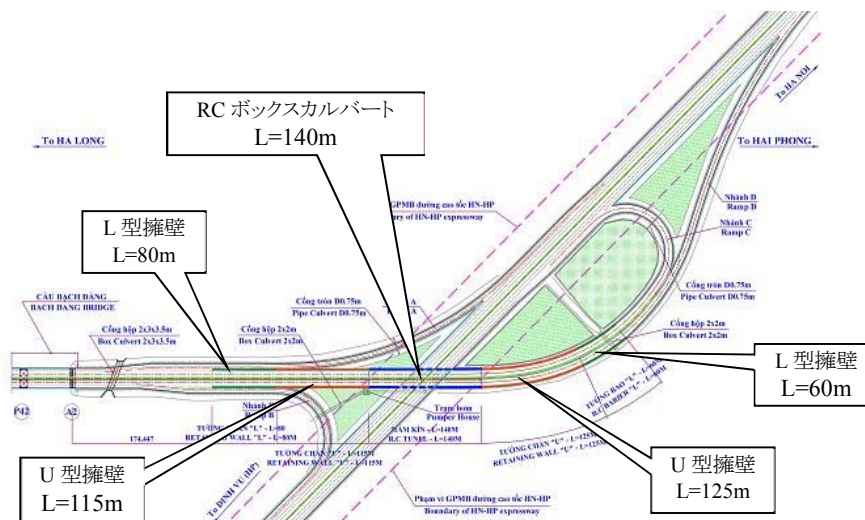
比較項目	高架橋案（「ベ」国 F/S)	アンダーパス案
走行性	最大縦断勾配が 4% となり、本線へ乗入れする運転者からの視認性が悪くなる	盛土部の縦断が低いいため、本線へ乗入れする運転者からの視界が良好となる
周辺景観との調和	建物の景観への妨害となる	地下構造物とすることにより、この地域の景観に及ぼす影響がなくなる
施工方法	複雑な構造の曲線橋となり、大がかりな支保工施工となる	単純な構造であり、ボックスカルバートと同様に、通常技術による施工となる
施工期間	PC 橋は複雑な構造で、施工数量も多く、長期の施工期間となる	単純な構造で、施工数量が少なく、施工期間の低減が可能となる
運営コスト	アンダーパス案よりも少ない	排水施設の設置と更新で運営コストがやや高くなる（全体に占める割合は小）
建設コスト	アンダーパス案よりも高い	約 478×10 ⁹ VND

出典：METI F/S

本調査では、METI F/S の結果を踏まえてアンダーパス構造を用いることとし、アンダーパス構造の整理を以下のとおり行った。

(1) 平面・縦断計画

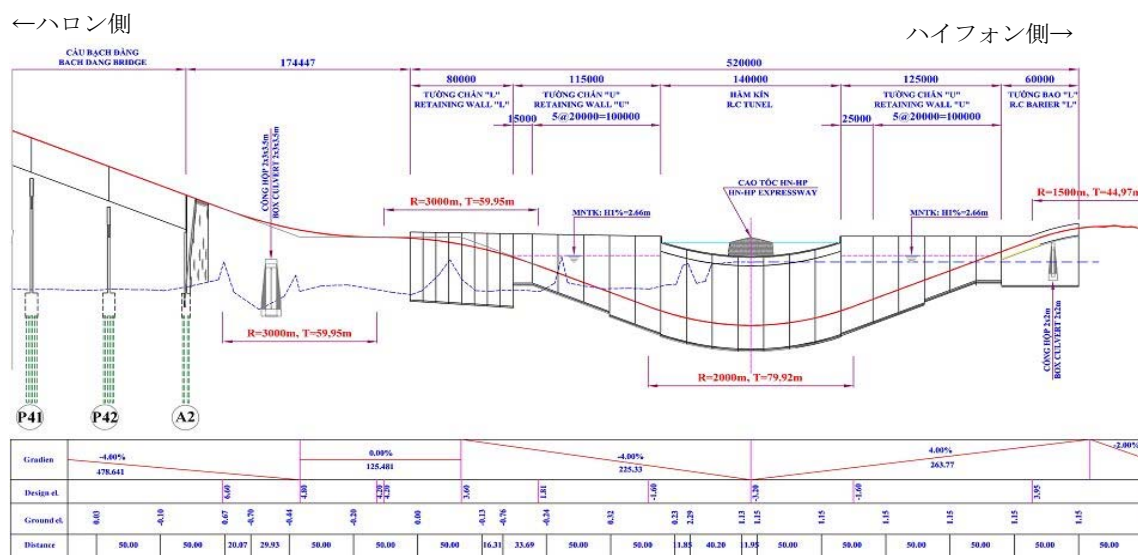
アンダーパス構造はハイフォン側 IC 部に位置している。ハイフォン側 IC は、その形式は「ベ」国 F/S ではトランペット形式を採用しており、本調査でもトランペット形式を用い、基本的な線形要素は「ベ」国 F/S から変更していない。平面・縦断に関する線形については前述どおりであるので、ここでは特にアンダーパス構造に関連する事項を整理することとする。



出典：JICA 調査団

図 5.41 アンダーパス構造の位置

縦断曲線半径は、橋梁の終点からトンネルまでの間でR=3,000mの凹形、トンネル内では曲線半径はR=2,000mの凹形とし、縦断勾配は4%とした。アンダーパス構造の縦断図を図5.42に示す。



出典：JICA 調査団

図 5.42 アンダーパス構造の縦断図

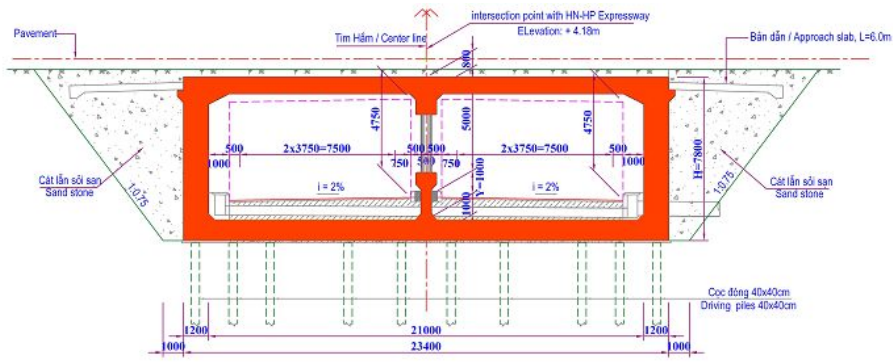
(2) アンダーパス構造

図 5.42 で図示したように、アンダーパス構造は全長 520m あり、その構造は表 5.50 に示すように 3 タイプに分割できる。立体交差部は延長 140m の RC ボックスカルバートを採用し、コンクリート部材にひびわれ時の防水対策として、コンクリート表面に防水層を施し、各セグメントの継目部に防水シートを貼り付けた構造としている。RC ボックスカルバートの起終点側はそれぞれ擁壁高さが 2.73m から 6.86m まで変化する延長 115m、延長 125m の U 型擁壁とした。擁壁高さが低い区間は L 型擁壁を採用し、起点側で延長 80m、終点側で延長 60m となっている。各構造の断面図を図 5.43、図 5.44、図 5.45 に示す。

表 5.50 アンダーパス構造タイプ

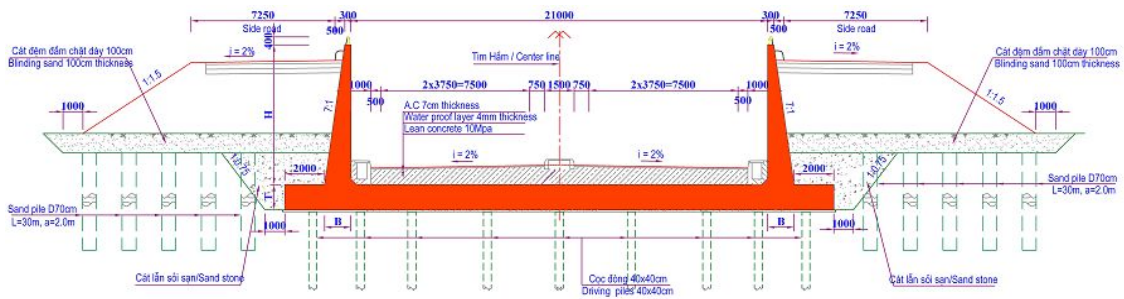
構造	RC ボックスカルバート	U 型擁壁	L 型擁壁
設置位置	ハノイ-ハイフォン高速道路と立体交差	RC ボックスカルバートに隣接して設置	U 型擁壁に隣接し、盛土上に設置
横断面	21m(内空断面)×7m(全高)	擁壁高：H=2.73m~6.86m	擁壁高：H=1.26m~2.97m
総延長	L=140m	L=115m+125m=240m	L=80m+60m=140m
基礎構造	RC 杭(40cm×40cm)、L=35m	RC 杭(40cm×40cm)、L=35m	サンドコンパクションパイル(D=0.7m)にて地盤改良

出典：JICA 調査団



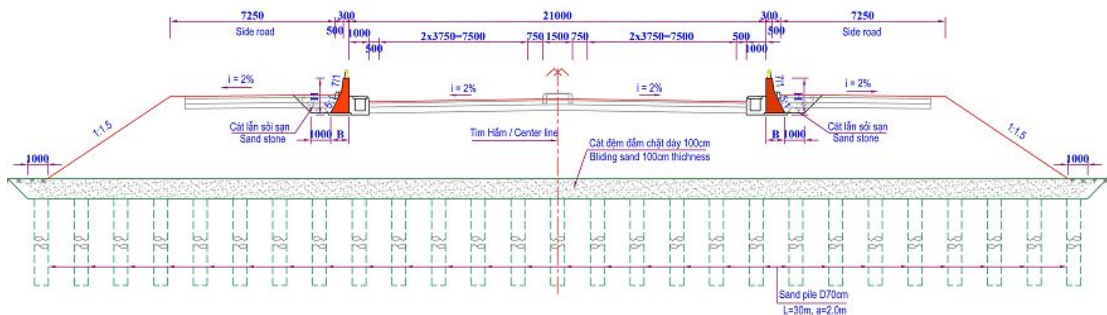
出典：JICA 調査団

図 5.43 RC ボックスカルバート



出典：JICA 調査団

図 5.44 U 型擁壁

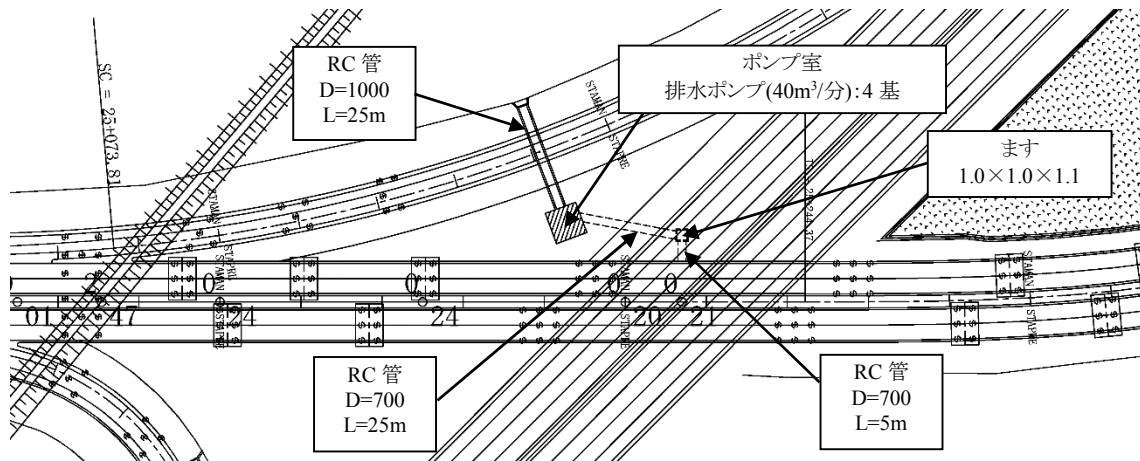


出典：JICA 調査団

図 5.45 L 型擁壁

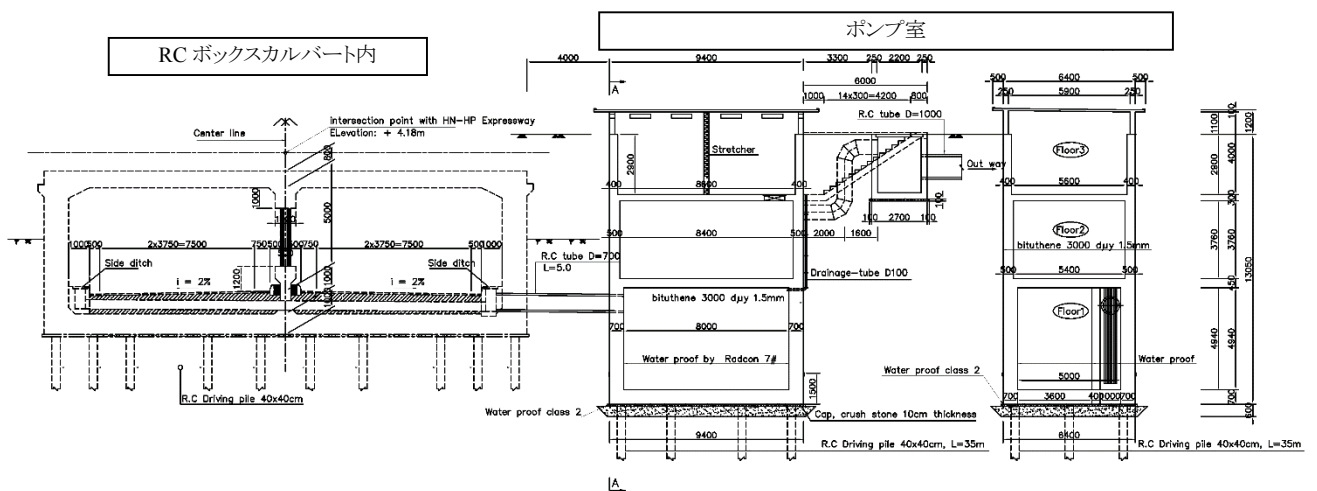
(3) 排水対策

アンダーパスは水が流入しないよう、擁壁天端高を 100 年確率の高水位 3.26m を考慮して標高+4.5m とし、アプローチ高架橋とアンダーパス間の道路高さも 4.2m 以上とした。また、路面上から RC ボックスカルバート内への橋面排水の流入を極力防ぐために、RC ボックスカルバートの端部(入口付近)に道路面を横断する排水路を設ける構造とした。さらに RC ボックスカルバート内の流入水は、RC ボックスカルバートに隣接して設けた排水ポンプ室で集水し、4 基の排水ポンプ(40m³/分)により自動排水する構造とした。



出典：JICA 調査団

図 5.46 排水関連施設の位置



出典：JICA 調査団

図 5.47 排水関連施設

排水ポンプが機能しなくなると災害時においてトンネル内が滞水し、滞水内に車両が入って重大な事故が生じる可能性がある。そのため、詳細設計では排水ポンプのメンテナンス等の維持管理や運用、体制について検討する必要がある。

5.5.4 軟弱地盤検討

「べ」国 F/S の全体対象区間は、クアンニン省クアンエン町とハイアン区ハイフォン市とを結ぶ延長 25.211 km である。本 F/S の道路区間の対象延長距離は、始点側は 1.56km(Km20+150 ~ Km21+717)、終点側は 0.44km(Km24+775.6 ~ Km25+214) の総延長 2.00km である。

対象地域は、マングローブ湿原による自然生成低平地が形成されている。対象付近の地質は、表層から GL-38m 程度まで軟弱な粘性土が厚く堆積している。終点側は軟弱な粘性土と砂質の互層を形成し、表層から GL-30m 程度は軟弱層である。対象区間のように沈下対象層が厚い軟弱地盤上での盛土構造物を建設する場合には、一般的に沈下やすべり破壊の発生が懸念される。

「ベ」国 F/S では、沈下、及びすべり破壊の対応策として全線において軟弱地盤対策工は計画されている。

本節では、「ベ」国 F/S の軟弱地盤対策工についてレビューした結果を示す。

(1) 「ベ」国 F/S の軟弱地盤対策工の概要

1) 設計基準

「ベ」国 F/S 報告書に記載されている設計条件は、「ベ」国基準 22TCN262-2000 と TCVN5729-1997 であるが、現地調査時のヒアリングにおいて、表 5.51 の設計基準に準拠し設計されていることを確認した。

表 5.51 設計条件

基準 No.	規準名
22TCN262-2000	Standard Investigation and Design of Embankment on Soft Ground
TCVN5729-1997	Expressway-Requirement for Design
22TCN211:06	Specification for Flexible Pavement Structure Design

出典：JICA 調査団

2) 設計条件

「ベ」国 F/S 報告書に示されている設計条件を表 5.52 に示す。

表 5.52 設計基準

区分		条件
沈下	許容残留沈下量	Sr≤30 cm 盛土区間 Sr≤20 cm 排水構造物区間 Sr≤10 cm 橋梁との接続
	圧密度	U≥90%
	その他	年あたりの残留沈下速度≤2cm/year
安定	安全率	施工中 Fs≥1.20
		施工後 Fs≥1.40
	安定解析	盛土荷重、舗装荷重、余盛荷重、交通荷重 (1.49t/m ²)

出典：JICA 調査団

3) 軟弱地盤対策工

「ベ」国 F/S で対策案として提案されている一覧を表 5.53 に示す。

提案されている工法(サンドマットも含まれる)は、「ベ」国では一般的な工法であり、本案件の隣接区間のハノイーハイフォン高速道路においても実施されている十分実績のある工法である。本調査の対象区間では、軟弱地盤対象層が厚く堆積しているためサンドドレーン工法を適用している。

表 5.53 「べ」国 F/S による軟弱地盤対策工

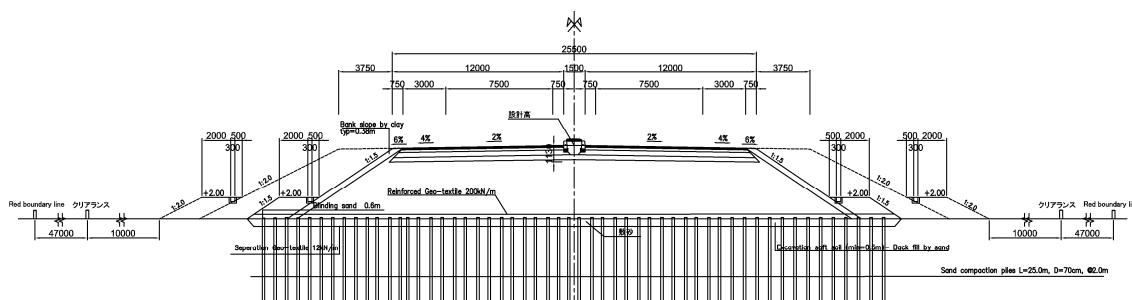
名称	置換工法	バーチカルドレーン工法	
		PVD*1	サンドドレーン
概要	表層の軟弱層を掘削、除去し、良質な地盤材料で置換える工法。	工場製作されたプラスチックを材料とするドレーン材を地中に一定間隔で打設し、粘性土の排水を促進し、圧密沈下を向上させる工法。	透水性の高い砂を専用の機械で軟弱地盤層に一定間隔で打設し、粘性土の排水を促進し、圧密沈下を向上させる工法。
内容	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 盛土高 3.5m 以下の場合、最大置換厚は 3.5m 適用。 ➢ 軟弱層厚 5.0m 以下、或は盛土高 4.0m 以上、かつ軟弱層厚 10m 以下の場合、部分的に置換工法で対応。 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 盛土高 6.0m 以下の場合、軟弱層厚 10m 以下の場合に適用。 ➢ 打設間隔：1.7m ➢ 深度：軟弱層厚端部まで。 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 盛土高 6.0m 以上の場合、軟弱層厚 6～30m の場合に適用。 ➢ 打設間隔：2.0m ➢ 深度：軟弱層厚端部、最大深度 30m。 ➢ 盛土施工速度：5～10 cm /日
対象区間	本 FS 対象区間以外で採用	本 FS 対象区間以外で採用	採用

*1：PVD=Prefabricated Vertical Drain

出典：JICA 調査団

4) 対策工図

本調査対象区間における対策工を図 5.48 に示す。



出典：JICA 調査団

図 5.48 標準横断面図

(2) 既存軟弱地盤対策工のレビュー

「べ」国 F/S 報告書には、軟弱地盤対策工の種類と数量は示されているが、沈下及び安定解析した結果が示されていないため、「べ」国 F/S で実施されたボーリング調査と室内試験の結果を参考とし、始点と終点側の道路区間の代表断面において沈下と安定解析を実施した。

その結果、サンドドレーン対策工は、本調査対象区間内で設計条件を満たすことを確認した。

設計条件のうち、許容残留沈下量は 3 タイプあるが、安全側を考慮して一番厳しい条件である 10 cm 以下とした。また、盛土施工速度は 5 cm/日とした。

1) 土質条件

始点と終点側の各代表断面の土質条件を表 5.54 に示す。

表 5.54 始点と終点側の代表土質定数

	層	土質	自然含水比 (%)	単位体積重量 (kN/m ³)	液性限界 (%)	塑性指数	粘着力 (kN/m ²)	内部摩擦角 (Degree)
始点側	1	粘性土	49.5	17.2	52.3	24.5	8.30	5.81
	2	粘土質砂	30.3	18.4	39.5	19.1	12.6	9.20
	3	粘性土	39.8	17.9	51.3	23.7	13.2	8.53
	4	礫質砂	23.1	18.2	32.7	15.2	12.7	16.65
終点側	1	粘性土	50.8	17.1	53.8	25.5	10.0	6.33
	2	粘性土	39.9	17.5	48.9	18.1	11.6	8.20
	3	粘土質砂	28.9	18.9	38.5	17.9	11.6	14.2

出典：JICA 調査団

2) 圧密沈下・安定解析結果

対策工における圧密沈下、安定解析結果を表 5.55 に示す。

表 5.55 圧密沈下及び安定解析結果(サンドドレーン工法)

	計画盛土高 (m)	軟弱地盤層厚 (m)	最終沈下量 (m)	残留沈下 10 cm に要する日数	安定解析安全率
始点側	5.0	27.6	1.03	211	1.59
	8.0		1.36	257	1.44
終点側	5.0	35.5	2.34	373	1.71
	8.0		2.98	342	1.44

出典：JICA 調査団

(3) 軟弱地盤対策工に関する課題

「べ」国 F/S では、主要な軟弱地盤対策工として 3 工法のうち、本調査対象区間は、サンドドレーン工法を適用している。圧密沈下及び安定検討の結果、圧密沈下の促進による強度増加が期待できるため、サンドドレーン工法の適用は問題ないと言える。しかしながら、サンドドレーン工法や PVD の適用について、盛土高や軟弱地盤層厚の選定基準については十分な根拠がないため、対策工の比較選定方針は不十分であると判断される。

従って、PVD 工法や隣接する工区等で採用されている実績のある工法も視野に入れて検討することが望まれる。

(4) 改善対策案

「べ」国 F/S において、軟弱地盤対策工の効果、経済性を考慮した最適な工法が選定しているとはいいがたいため、本節では表 5.56 に示す対策案の特徴を踏まえて、圧密沈下解析ならびに安定検討を実施し、「べ」国 F/S で計画されているサンドドレーン工法が適用されている区間について、PVD 工法、サンドコンパクション工法が適用できるか再検討を実施した。

表 5.56 対策工比較表

名称	パーチカルドレーン工法		振動締め固め工法
	PVD	サンドドレーン	サンドコンパクション工法
概要図	工場製作されたプラスチックを材料とするドレーン材を地中に一定間隔で打設し、粘性土の排水を促進し、圧密沈下を向上させる工法。	透水性の高い砂を専用の機械で軟弱地盤層に一定間隔で打設し、粘性土の排水を促進し、圧密沈下を向上させる工法。	振動により締め固めた砂杭を軟弱地盤中に打設する工法。締め固め効果と排水機能を有し、粘性土地盤においては、支持力増加、圧密沈下促進、圧密沈下量低減させる。
メリット	ドレーン材は工場製品のため、品質は一定である。施工速度はサンドドレーンよりも早い。	「ベ」国 FS のドレーン径では、圧密促進効果は PVD より大きい。	粘性土に砂杭を打設することで、地盤のせん断強度は増加する。
デメリット	打設後のケーシング引き上げ時に、PVD が共上がりする場合がある。「ベ」国では施工深度は浅く用いられている。施工機種によっては 40m 程度まで可能である。	透水性の良い砂質土がプロジェクトサイト近郊にないため、遠方からの運搬になり、コスト増になる。	他の工法と比べて、施工費は高いと考えられる。
圧密沈下収束時間	○	○	◎

出典：JICA 調査団

1) 検討条件

土質地盤条件は、上述している条件に準じて設定した。

また、PVD 工法及びサンドコンパクション工法の検討にあたり、PVD 工法は「ベ」国 F/S の打設間隔とし、サンドコンパクション工法は現地ヒアリングによって得ている隣接工区の打設間隔 1.5m を適用した。

放置期間を含む施工期間は、最大 470 日(1.35 年)と設定した。

2) 検討結果

検討結果を下記のとおりである。

- 検討の結果、表 5.57 に示すように、PVD 工法とサンドコンパクション工法は、「ベ」国 F/S でサンドドレーン工法を適用している区間においても、期間内の施工が可能であり、適用可能であると判断される。
- 施工にあたり、安定的な盛土とするためには、設計条件にあるように施工速度 5 cm /日に準じた緩速盛土とし、段階盛土を行ないながら軟弱地盤層の強度増加を伴いつつ構築する必要がある。
- また、計画では将来の 6 車線を見据えた標準横断のため、6 車線拡幅部分においても対策工を実施する必要がある。
- 本結果に基づく対策工の数量計算、積算を実施したところ、サンドドレーン工法を適用した場合と比較して、PVD 工法はコスト縮減できることが判明している。
- また、サンドコンパクション工法は砂杭のせん断抵抗効果が期待できるため、橋台背面部に適用とすることを推奨する。

- PVD 工法については、「べ」国 F/S では深度 10m までとしているが、施工機種によっては更なる深度まで適用できるため、次のステップでは詳細な地盤調査と検討を要する。

表 5.57 比較検討結果

	計画盛土高 (m)	軟弱地盤層厚 (m)	サンドレーン工法		PVD 工法		サンドコンパクション工法	
			打設間隔 (m)	残留沈下 10 cm に要する日数	打設間隔 (m)	残留沈下 10 cm に要する日数	打設間隔 (m)	残留沈下 10 cm に要する日数
始点側	5.0	27.6	2.0	211	1.2	211	1.5	119
	8.0			257		306		176
終点側	5.0	35.5	2.0	373	1.2	390	1.5	158
	8.0			342		469		229
適否			適用可能		適用可能		適用可能	
推奨適用条件			一般盛土部		一般盛土部		橋台背面	

出典：JICA 調査団

3) その他推奨事項

今後の調査で検討すべき推奨事項、並びに施工時の対応を以下に記す。

A) 詳細な地盤調査

盛土区間におけるボーリング調査及び土質試験の数は特に少ないため、「べ」国 F/S データを補完するための調査が必要である。特に必要な調査を以下に示す。

- ・ ボーリング調査、及びボーリング孔を利用した標準貫入試験
- ・ 粘性土層毎の不攪乱試料による圧密試験、三軸圧縮試験(または直接せん断試験)
- ・ 自然含水比、液塑性試験、湿潤密度試験、粒度分布、沈降分析、土粒子比重

B) 施工中の動態観測

施工中においては、軟弱地盤層の圧密沈下収束を確認しつつ、盛土のすべり破壊を防ぐために、動態観測を行う。動態観測項目は以下に示す。

【一般盛土部】

- ・ 地表面及び各軟弱層の沈下測定：1 箇所につき 3 測点
- ・ 側方変位：盛土両側に変位杭設置

【橋梁橋台】

- ・ 地中傾斜計：橋台部前面に 2 箇所程度

C) その他

その他として詳細設計において以下の検討についても考慮する。

- ・ 施工前に試験盛土を行って確認する。
- ・ ボックスカルバートなどの設置ではプレロードが効果的な場合があるので検討を行う。

5.5.5 排水設計

「べ」国 F/S では排水設計について明確ではなかったため、本調査では改めて排水設計を行うこととした。

排水設計での検討事項としては、降雨強度の計算、流出量の計算、盛土区間及び橋梁区間の路肩排水、縦断側溝の検討とする。詳細な計算については添付資料に記載することとし、ここでは流出量とこれにともなう各区間の排水、縦断側溝の検討結果を示すこととする。

以下に検討結果を示す。

(1) 流出量の計算

本線路面の流出量は計算の結果、表 5.58 のとおりとなった。

表 5.58 本線路面の流出量

流域の位置、測点							流出量	摘要		
C1	20	+	47.09	～	20	+	422.09	L	0.08	
C2	20	+	47.09	～	20	+	422.09	L	0.03	
C3	20	+	422.09	～	20	+	745.30	L	0.09	
C4	20	+	422.09	～	20	+	745.30	L	0.09	
C5	20	+	745.30	～	20	+	785.30	L	0.01	
C6	20	+	785.30	～	21	+	36.31	L	0.07	
C7	20	+	47.09	～	20	+	422.09	R	0.10	
C8	20	+	422.09	～	20	+	745.30	R	0.09	
C9	20	+	745.30	～	21	+	36.31	R	0.08	
C10	21	+	36.31	～	21	+	734.55	L	0.19	
C11	21	+	36.31	～	21	+	734.55	R	0.19	
C12	21	+	734.55	～	22	+	185.49	L	0.13	アプローチ橋
C13	22	+	185.49	～	22	+	485.49	L	0.09	アプローチ橋
C14	22	+	485.49	～	22	+	814.55	L	0.09	アプローチ橋
C15	22	+	814.55	～	23	+	285.04	L	0.14	メイン橋
C16	21	+	734.55	～	22	+	185.49	R	0.13	アプローチ橋
C17	22	+	185.49	～	22	+	485.49	R	0.09	アプローチ橋
C18	22	+	485.49	～	22	+	814.55	R	0.09	アプローチ橋
C19	22	+	814.55	～	23	+	285.04	R	0.14	メイン橋
C20	23	+	285.04	～	23	+	754.55	L	0.13	メイン橋
C21	23	+	754.55	～	24	+	84.87	L	0.09	アプローチ橋
C22	24	+	84.87	～	24	+	384.73	L	0.09	アプローチ橋
C23	24	+	384.73	～	24	+	774.55	L	0.11	アプローチ橋
C24	23	+	285.04	～	23	+	754.55	R	0.13	メイン橋
C25	23	+	754.55	～	24	+	84.87	R	0.09	アプローチ橋
C26	24	+	84.87	～	24	+	384.73	R	0.09	アプローチ橋
C27	24	+	384.73	～	24	+	774.55	R	0.11	アプローチ橋

出典：JICA 調査団

(2) 盛土区間及び橋梁区間の路肩排水

各区間のたて溝の設置間隔について検討を行った結果、表 5.59 のとおりとなった。なお、盛土区間でのたて溝の最大設置間隔は日本基準(NEXCO 設計要領 第一集 排水編)より 200m とした。

表 5.59 たて溝の設置間隔

区 間	道路縦断勾配 (%)	許容通水量 (m ³ /sec)	たて溝の設置間隔(m)	
			計算値	採用間隔
盛土区間	1.000	0.166	603.636	200
	0.300	0.091	330.909	200
中央分離帯側路肩の開口部 (No.20+100~No.20+746)	1.000	0.002	7.438	7
	0.300	0.001	3.967	4
メイン橋・アプローチ橋の排水ますの設置間隔	2.000	0.0008	2.785	3
	4.000	0.0012	4.178	4

出典：JICA 調査団

(3) 縦断排水路の検討

ハロン側の路面排水は路面排水について、道路周辺がエビ養殖場のため隣接地へ排水できないことを考慮して縦断排水路の検討を行う。しかしながら、ダンニヤマック周辺の開発計画が確定していないことから、流末位置が確定していない状況である。本調査では、側道に側溝(0.3×0.3)を設置したが、流末計画によっては側溝形状を変更する可能性がある。側溝の大きさにより側道幅が変わることにより、用地幅に影響を及ぼす可能性があるため、用地幅を確定するためにもダンニヤマック開発とともに流末計画を検討する必要がある。

本調査では縦断排水については表 5.60 に示す位置で流出量と通水量の確認を行った。確認の結果、本設計で用いる排水管(0.30×0.30)で問題はないことが分かった。

表 5.60 縦断排水路の通水量確認

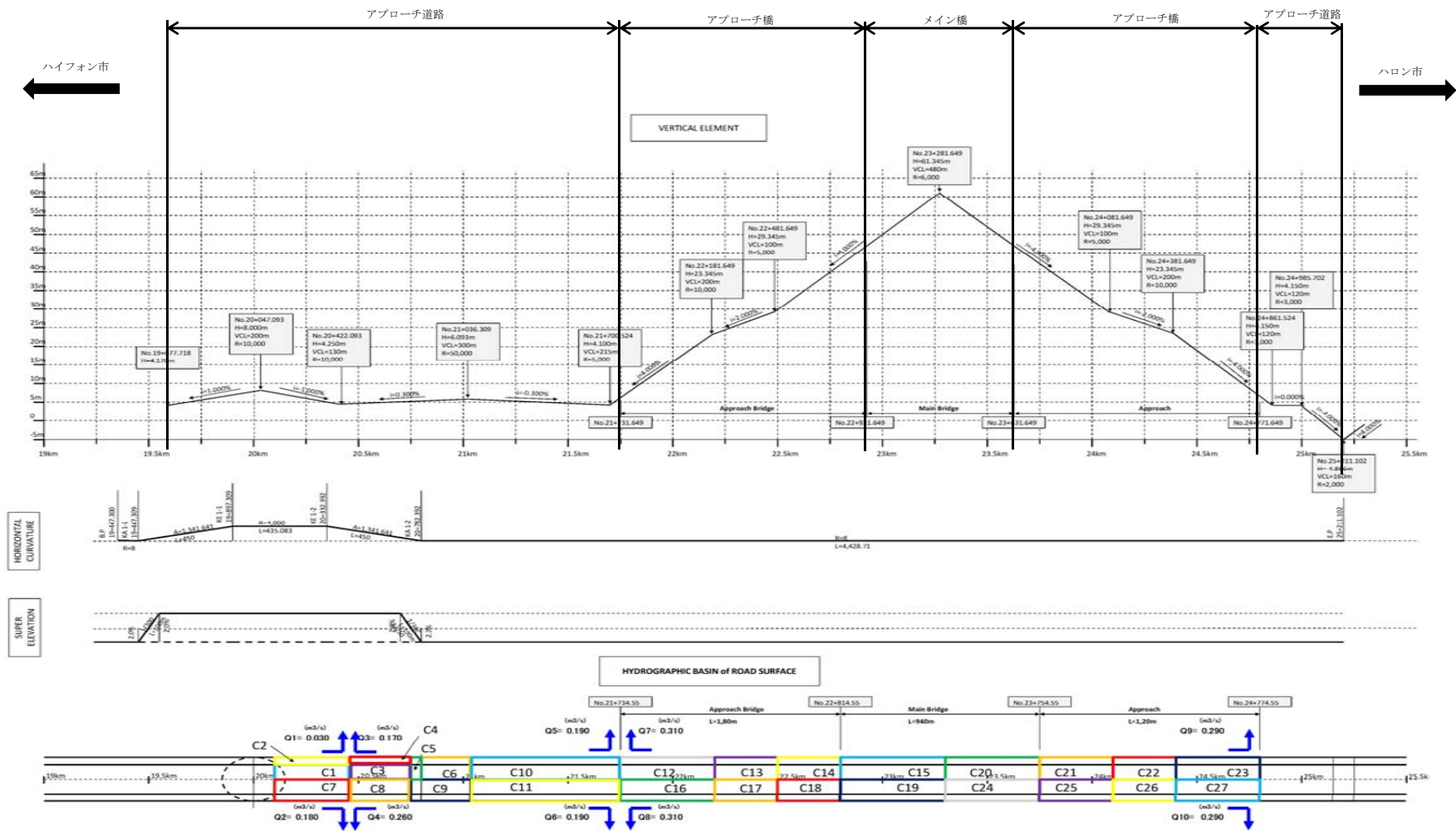
照査位置	排水管勾配	流出量 (m ³ /sec)		許容通水量 (m ³ /sec)	排水管の径 (m)	判定
		流域	流出量			
Q1, No.20+422.093	0.300	C2	0.03	0.07	0.30*0.30	OK
Q2, No.20+422.093	2.200	C1, C7	0.18	0.18	0.30*0.30	OK
Q3, No.20+422.093	2.000	C4~6	0.17	0.17	0.30*0.30	OK
Q4, No.20+422.093	5.000	C3, C8, C9	0.26	0.27	0.30*0.30	OK
Q5, No.21+734.550	0.300	C10	0.19	0.26	0.30*0.30	OK
Q6, No.21+734.550	0.300	C11	0.19	0.26	0.30*0.30	OK

出典：JICA 調査団

前述のとおり流末位置が確定していない状況であることから、詳細設計においては、最終流末（河川）への流下や場合によっては、調整池・油水分離ますの提案の必要性について検討する必要がある。

(4) 道路縦断・横断勾配と路面排水

これまでの縦横断勾配と路面排水の関係を図 5.49 に示す。



出典：JICA 調査団

図 5.49 道路縦断・横断勾配と路面排水

(5) 函渠設計

函渠の設計については、函渠を設置する地区によってその主目的が異なる。各地区の設置目的を整理すると表 5.61 のとおりである。

表 5.61 函渠の設置目的

地区名		設置目的
起点側	ダンニヤマック地区 道路土工部	エビ養殖場の通水 エビ養殖場で働く人のための本線道路横断用通路
終点側	ハイフォン地区 道路土工部	既存の運河の通水
	ハイフォン地区 IC	IC 内凹部

出典：JICA 調査団

以下の各地区の具体的な設置場所を示す。

1) 起点側・ダンニヤマック地区・道路土工部

前述のとおり、当該地区の設置目的は通水及び人の横断用通路である。そこで、通水用の函渠としては横断管(D1500×2)を設置することとした。設置位置については、現地調査や測量結果で判明している既存の用水路、水路に沿うように設置する。

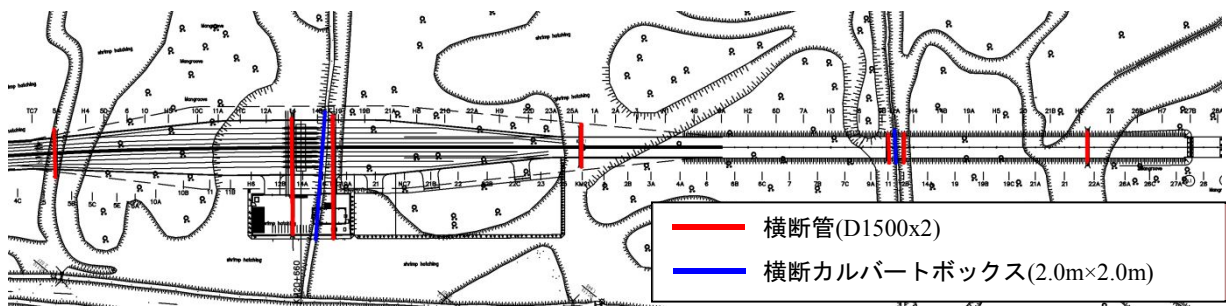
また、横断用通路としては人が1人通行できる大きさの横断C-BOX(カルバートボックス、2.0m×2.0m)を設置することとした。設置位置については、通水路同様に、現地調査や測量結果で判明している既存の小道や畦道に沿うように設置する。

表 5.62 函渠の設置位置(起点側・ダンニヤマック地区・道路土工部)

位置	構造物	形状	備考
起点側 ダンニヤマック地区 道路土工部	KM20+360	横断管	エビ養殖場の通水のため
	KM20+650	横断管	
	KM20+650	横断 C-BOX	エビ養殖場歩行者の本線道路横断のため
	KM20+700	横断管	エビ養殖場の通水のため
	KM20+980	横断管	
	KM21+360	横断管	
	KM21+370	横断 C-BOX	エビ養殖場歩行者の本線道路横断のため
	KM21+380	横断管	エビ養殖場の通水のため
KM21+610	横断管		

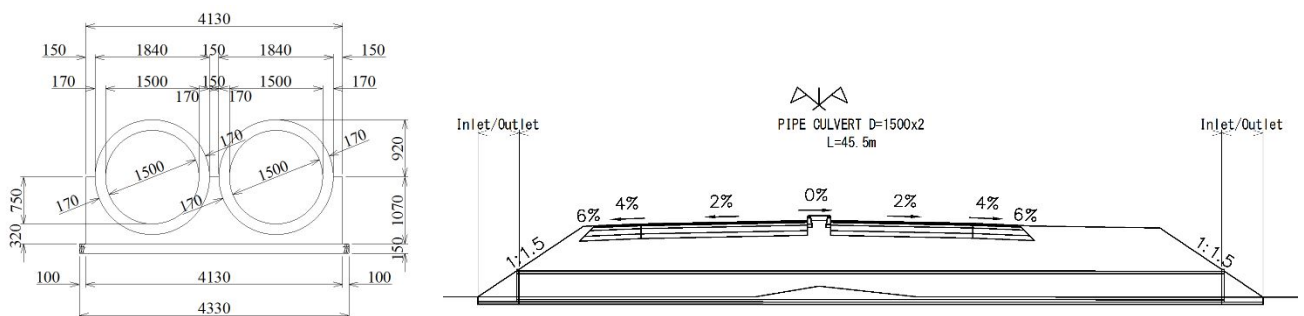
出典：JICA 調査団

洪水災害時に増水した水が本線盛土で堰き止められる可能性がある。そのため、詳細設計においては、洪水流下の観点でカルバートの大きさや必要数など、横断管の設置に関する詳細な検討を行う必要がある。また、ボックスカルバートを設置する場合はPC杭などを採用することが考えられるが、カルバートはこの杭のため沈下抑制される一方、本線盛土は供用後も緩やかに沈下続ける可能性がある。ここで本線盛土は供用後も緩やかに沈下続ける可能性が有り、将来的にはカルバート付近で沈下量の差異により路面段差が生じる可能性がある。このような事態が生じないための対策(軽量盛土、プレロード等)の必要性を検討する。



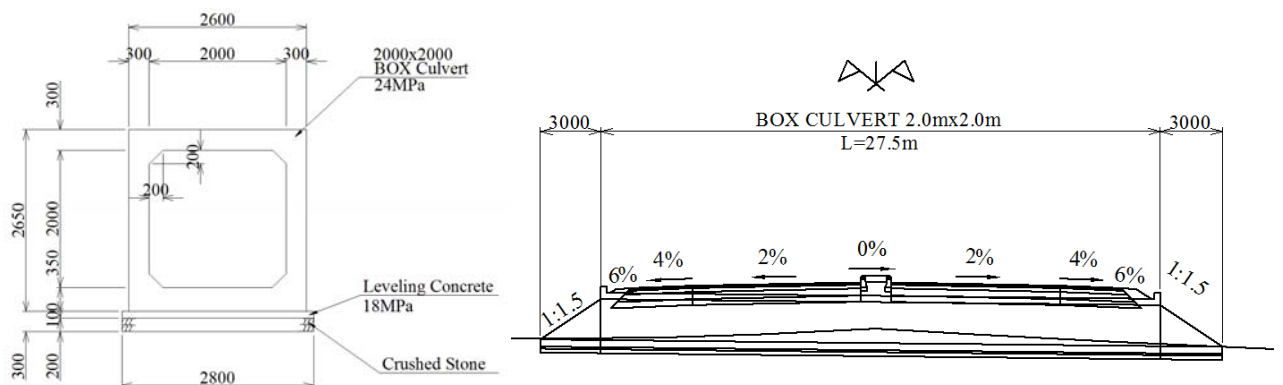
出典：JICA 調査団

図 5.50 函渠の設置位置(起点側・ダンニヤマック地区・道路土工部)



出典：JICA 調査団

図 5.51 横断管(D1500×2)の設置例



出典：JICA 調査団

図 5.52 横断カルバートボックス(2.0m×2.0m)の設置例

2) 終点側・ハイフォン地区・道路土工部

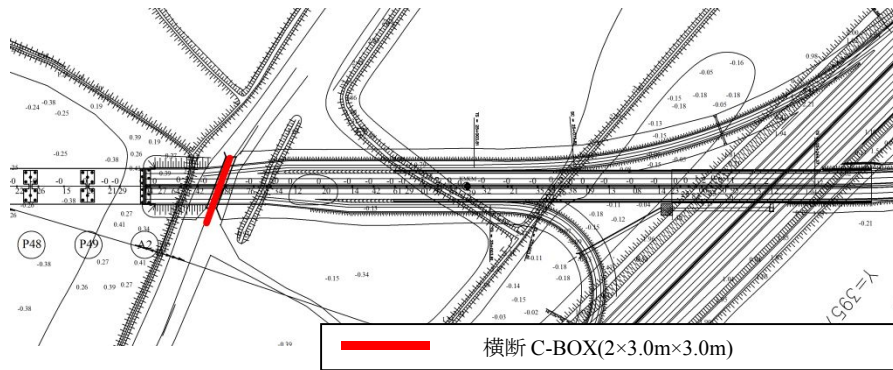
前述のとおり、当該地区の設置目的は運河の通水である。そこで、運河としての通水であるため函渠としては前述の横断管(D1500×2)よりも大型の横断 C-BOX(2×3.0m×3.0m)を設置することとした。設置位置については、現地調査や測量結果で判明している既存の運河、水路に沿うように設置する。

前述にあるように、詳細設計においては、洪水流下の観点でカルバート等横断管の設置を検討する必要がある。また、ボックスカルバートを設置する場合は、将来的にカルバート付近で沈下量の差異により路面段差が生じないための対策(軽量盛土、プレロード等)の必要性を検討する。

表 5.63 函渠の設置位置(終点側・ハイフォン地区・道路土工部)

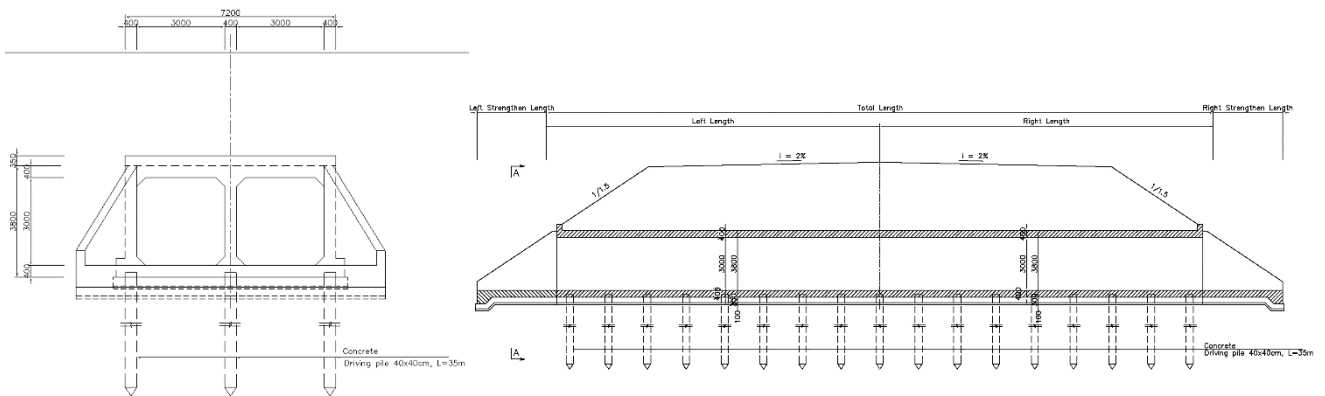
位置	構造物	形状	備考
終点側 ハイフォン地区 道路土工部	KM24+824 横断 C-BOX	2×3.0×3.0	運河として使用

出典：JICA 調査団



出典：JICA 調査団

図 5.53 函渠の設置位置(終点側・ハイフォン地区・道路土工部)



出典：JICA 調査団

図 5.54 横断カルバートボックス(2×3.0m×3.0m)の設置例

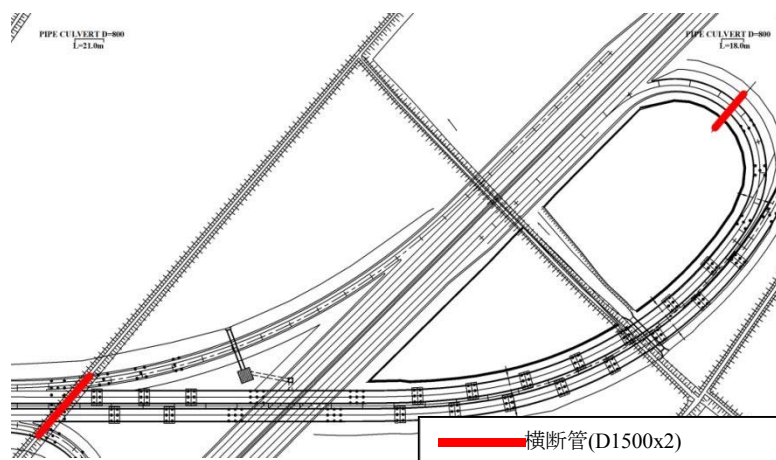
3) 終点側・ハイフォン地区・IC

前述のとおり、当該地区の設置目的は排水である。そこで、通水用の函渠としては横断管 (D800) を設置することとした。

表 5.64 函渠の設置位置(終点側・ハイフォン地区・IC)

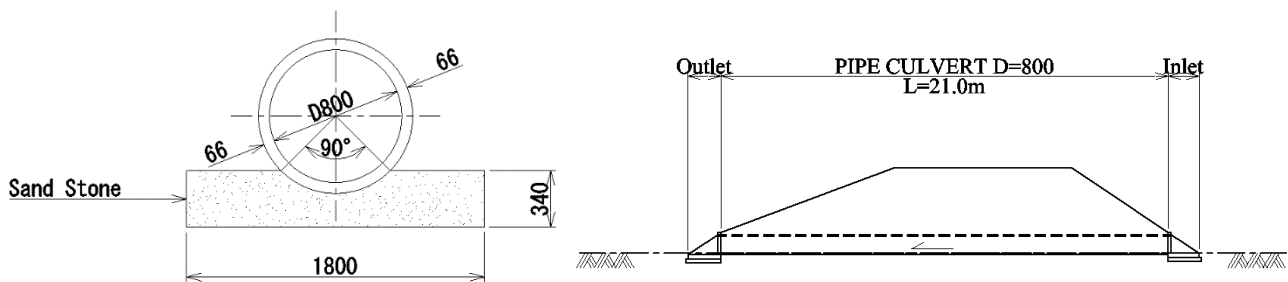
位置		構造物	形状	備考
終点側 ハイフォン地区 IC	Bランプ	横断管	D800	IC 内凹部からの排水のため
	Cランプ	横断管	D800	

出典：JICA 調査団



出典：JICA 調査団

図 5.55 函渠の設置位置(終点側・ハイフォン地区・IC)



出典：JICA 調査団

図 5.56 横断管(D800×2)の設置例

5.5.6 舗装設計

「ベ」国の舗装設計で用いる基準を確認すると、道路の規格や設計速度によって舗装分類や舗装構成が定められている。加えて、舗装設計で留意すべき交通状況については、「ベ」国 F/S 時の交通状況から大きく増加するような傾向にないため、「ベ」国 F/S の舗装設計の内容を本調査でも踏襲することとした。

以下に「ベ」国 F/S での舗装設計と舗装設計に用いた「ベ」国基準を示す。

(1) アスファルト舗装

METIF/S によると、道路規格グレードⅡ(「ベ」国基準 TCVN 4054-2005)においては、塑性変形抵抗係数(yc)について、 $yc \geq 160\text{Mpa}$ 以上が要求されている。

また、設計速度が、「ベ」国基準である「22TCN 211-93」によると、本線部 100km/h、IC 部 60km/h であることから、舗装については A1 規格での設計が必要となる。

表 5.65 に、「ベ」国基準で示されている A1 規格の内容を示す。

表 5.65 舗装分類

舗装規格	材料構成	性能期間	メンテナンス期間	適用
A1	セメントコンクリート舗装 または Fine アスファルト舗装	20	8	カテゴリ-60 から 120 の 高速道路(expressway) 都市幹線道路または工業 地帯の道路
A2	Cold AC による表面処理 粒度調整した砕石 砕石と舗装による表面処理 セメントまたは石灰安定処理 された粗骨材や石による表面 処理	8-12 8-10 8-10	5 5 3-5	クラス 40・60・80 ($V=40-80\text{km/h}$) 市町村を含めた全ての都 市道路
B1	細粒度砕石を使用した骨材ま たは混合材を用いた保護層	5	2-3	クラス 20 ($V=20\text{km/h}$)
B2	未舗装、現地材料を舗装材料 として使用する場合がある (例：スラグ)	5	0.5-1.0	村道

出典：22TCN 211-93

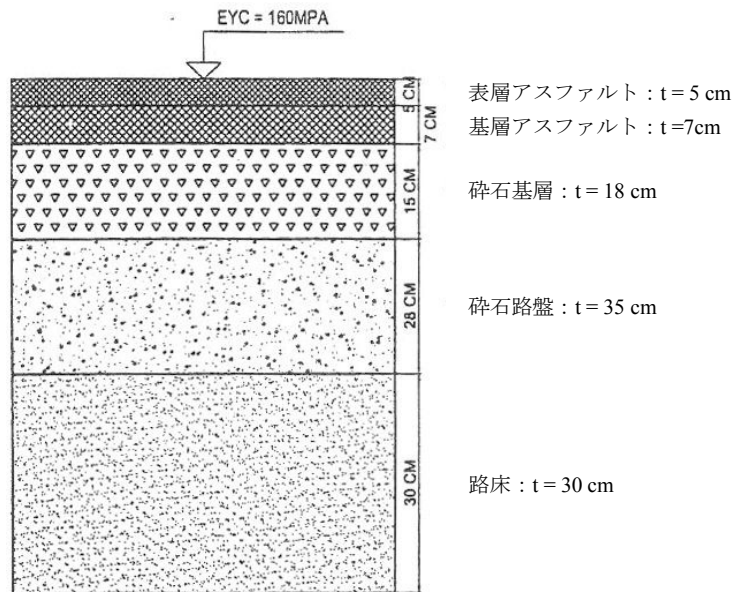
A1 規格に関する舗装構成は、「ベ」国基準にて表 5.66 のとおりとされている。

表 5.66 A1 規格の舗装構成

層名	構成内容
表層	D1 表層=Fine AC/Mid. AC (D1 = 4-5cm)
	D2 基層=Medium/Course AC (D2 = 5-7cm)
上層路盤	D3 粗骨材 I、瀝青または黒砕石が全体の 6-8%混入したセメントで処理された粗骨材 I (現場またはプラントで砕石と瀝青を混合する)、最小厚さ D3 = 8cm
下層路盤	D4 粗骨材 II、天然砂利または細骨材(セメントまたは砂)、石灰を算定によって定められた厚さまたは最小 D4 = 10cm
路床	50cm 必要とされる密度 $K_{yc} \geq 98\%$ with $V_{tk} \geq 40\text{ km/h}$ $K_{yc} \geq 95\%$ with $V_{tk} < 40\text{ km/h}$

出典：22TCN 211-93

以上の状況から、「ベ」国 F/S で示されている舗装構成は図 5.57 のとおりであり、本調査でも「ベ」国 F/S の舗装構成を用いることとする



出典：「ベ」国 F/S

図 5.57 「ベ」国 F/S での舗装構成

(2) コンクリート舗装

本設計では、本線部に料金所を有している。料金所ゲート付近は停車等が生じるため日本では一般にコンクリート舗装としているが、「ベ」国では特に基準は設けられていない。本調査では、停車等の影響に配慮するため、料金所ゲート付近の舗装はコンクリート舗装とすることとした。コンクリート舗装の範囲は日本基準(NEXCO 設計要領)を参考に料金所ゲートの前後 50m(計 100m)とする。

なお、コンクリート舗装に関しては、「ベ」国に基準が設けられており、アスファルト舗装同様、「22TCN 211-93」に記載があり、Expressway、Rural and Urban Highway においてはどれも表 5.67 の舗装構成とするとされている。

以下に、「ベ」国基準におけるコンクリート舗装の構成を示す。

表 5.67 コンクリート舗装における舗装構成

層名		構成内容
表層	D1	CC スラブ(クラス CC300、350 または 400) スラブの最小厚さ D1 = 18 cm 高速道路(highways) そして D2 = 24 cm 離着陸場
上層路盤	D2	粗骨材 I、砂利またはセメントコンクリートが全体の 6-8%混入したセメントで処理された粗骨材 I、最小厚さ D2 = 12cm
路盤	D3	セメント処理された細骨材または砂、または天然砂利
路床	50cm	必要とされる密度 $K_{yc} \geq 98\%$ (プロクターテスト)

出典：22TCN 211-93

5.5.7 交通安全施設

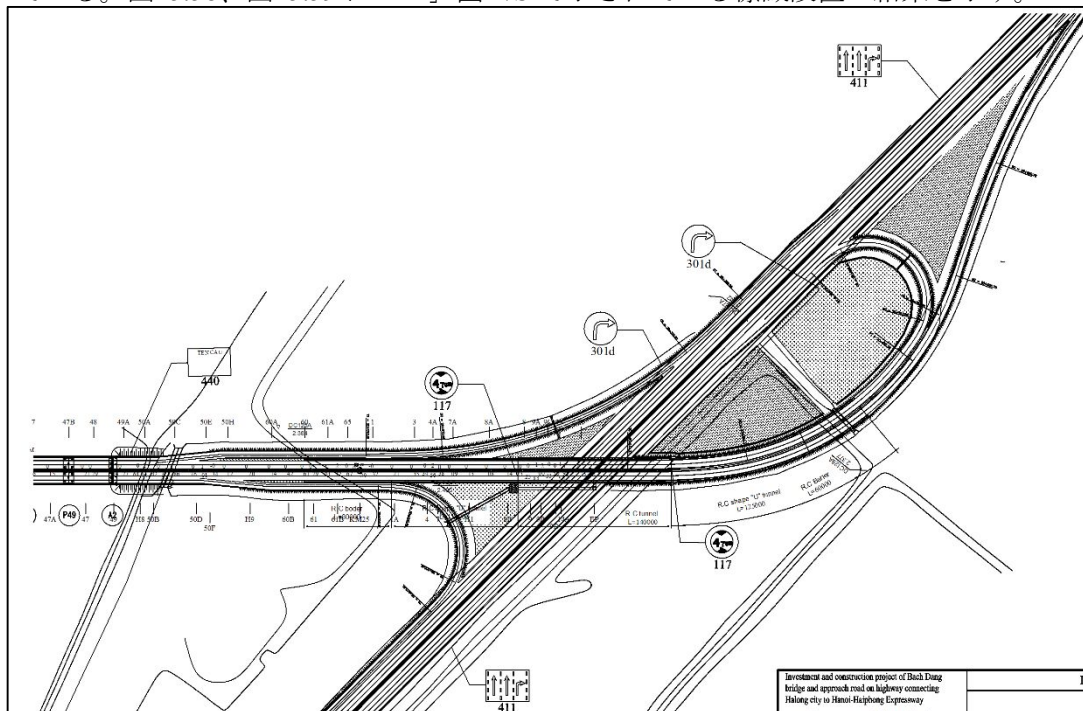
交通安全施設として、本調査では基本的な施設である標識、防護柵(ガードレール)、立ち入り防護柵について検討を行った。以下に各施設の検討結果を示す。

なお、これら施設は 20km 区間との規制や設置目的、施設の整合性や連続性等に配慮する必要があるため、詳細設計時には 20km 区間との調整を図る必要がある。

(1) 標識

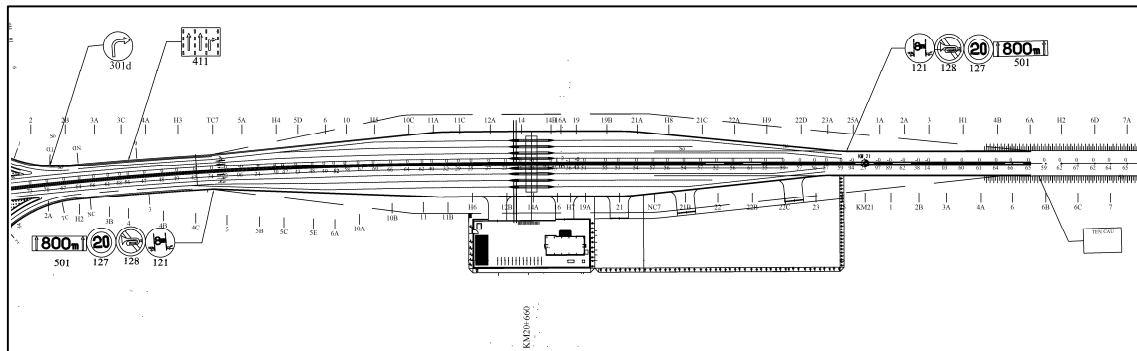
標識については「ベ」国の道路交通法規にも関わるため基本的には「ベ」国の基準や設計検討を踏襲することとした。

標識に関しては「ベ」国 F/S で検討が行われており、ここで示されているバックダン橋区間での標識設置検討は、合流部や交通規制が生じるハイフォン側 IC 及び料金所周辺で行われている。図 5.58、図 5.59 に「ベ」国 F/S で示されている標識設置の結果を示す。



出典：「ベ」国 F/S

図 5.58 標識設置位置(ハイフォン側)



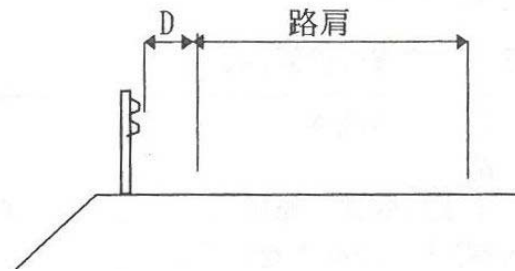
出典：「ベ」国 F/S

図 5.59 標識設置位置(料金所)

(2) 防護柵(ガードレール)

防護柵については、本調査において「ベ」国での設置基準が明確にならなかった。そこで、本調査では日本基準(NEXCO 設計要領、交通安全施設編、防護柵設置要領)を用いることとした。

道路から車両の逸脱が無いよう、路肩には防護柵としてガードレールを設置するものとした。日本基準では、土工部の防護柵設備は右図のように路肩端部から $D(=250\text{mm})$ 以上離して設置するものとする。



出典：NEXCO 設計要領

図 5.60 ガードレール設置イメージ

(3) 立ち入り防止柵

立ち入り防護柵については、防護柵(ガードレール)同様に、本調査において「ベ」国での設置基準が明確にならなかった。そこで、本調査では日本基準(NEXCO 設計要領、交通安全施設編、立ち入り防止柵設置要領)を用いることとした。

立ち入り防止柵の設置は、当該道路に関係者以外の物、動物等が立ち入ることを防止し、交通の安全を確保すること及び道路敷地等が不法に占拠されることを未然に防止されるために設置する。

その設置箇所については図 5.61 に示すように、道路区域にあつては道路区域の境界線上に、残地等にあつては用地境界線上に設置する。

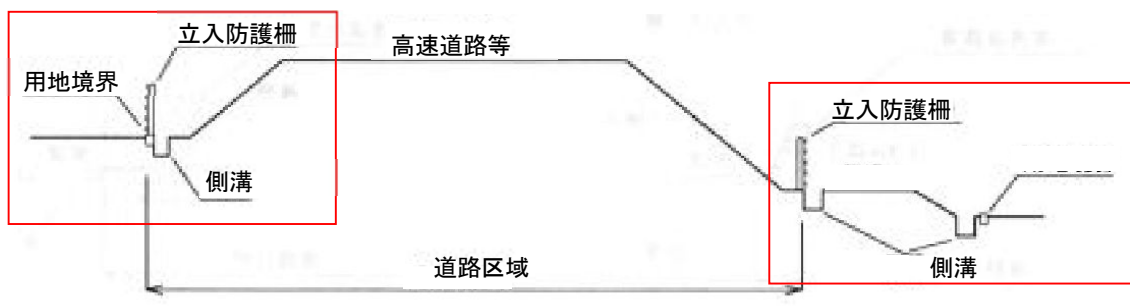


図 5.61 立ち入り防止柵設置イメージ

5.5.8 照明施設

照明施設については、本調査において「ベ」国での設置基準が明確にならなかった。そこで、本調査では日本基準(「道路照明施設設置基準・同解説」、社団法人 日本道路協会、平成 19 年 10 月)を用いることとした。

道路照明の目的は、夜間、道路利用者が安全、快適に通行できる様に、道路状況・交通状況・障害物の識別などの良好な視覚情報を確保することである。この目的のために以下の 4 つの条件を満たす必要があるとされている。

表 5.68 道路照明に関する設置指標

設置目的の条件	指 標		指標の内容
①路面輝度が十分である	平均路面輝度 (運転者の視点から見た路面の平均輝度で、路面が乾燥している状態を対象とする)		道路分類及び外部条件に応じて、の上段の値を標準とする。ただし、高速自動車国道等のうち、高速自動車国道以外の自動車専用道路にあつては、状況に応じて表 5.69 の下段の値をとることができる。また、一般国道等で、中央帯に対向車前照灯を遮光するための設備がある場合には、表 5.69 の下段の値をとることができる。なお、特に重要な道路、またはその他特別の状況にある道路においては、表 5.69 の値にかかわらず、平均路面輝度を 2cd/m ² まで増大することができる。
②輝度均斉度が適切である	輝度均斉度 (輝度分布の均一の程度をいう。)	総合均斉度 (路面上の対象物の見え方を左右する)	0.4 以上を原則とする。
		車線軸均斉度 (前方路面の明暗による不快の程度を左右する)	表 5.70 の値を必要に応じて設計対象とする。 (推奨値)
③誘導性を有する	誘導性		適切な誘導性が得られるよう、灯具の高さ、配列、間隔等を決定する。(表 5.71 を参照)
④グレア制限が考慮されている (グレア：見え方の低下や不快感や疲労を生ずる原因となるまぶしさをいう)	相対閾値増加 (視野内に高輝度の光源が存在することによって、対象物の見え方が低下させるようなグレアを定量的に評価するための指標をいう)		障害物の視認性は、視機能低下グレアとも関係があり、相対閾値増加によって表される。なお、道路照明における相対閾値増加は表 5.70 の値を原則とする。

出典：道路照明施設設置基準

表 5.69 平均路面輝度

(単位：cd/m²)

外部条件 道路分類		外部条件 A	外部条件 B	外部条件 C
高速自動車国道等		1.0	1.0	0.7
		—	0.7	0.5
一般国道等	主要幹線道路	1.0	0.7	0.5
		0.7	0.5	—
	幹線・補助幹線道路	0.7	0.5	0.5
		0.5	—	—

注)外部条件とは下記のとおり

外部条件 A：道路交通に影響を及ぼす光が連続的にある道路沿道の状態をいう。

外部条件 B：道路交通に影響を及ぼす光が断続的にある道路沿道の状態をいう。

外部条件 C：道路交通に影響を及ぼす光がほとんどない道路沿道の状態をいう。

出典：道路照明施設設置基準

表 5.70 車線軸均斉度と相対閾値増加

道路分類	車線軸均斉度	相対閾値増加
高速自動車国道等	0.7 以上	10%以下
一般国道等	主要幹線道路	15%以下
	幹線・補助幹線道路	

出典：道路照明施設設置基準

表 5.71 誘導性に関わる灯具の配置

灯具の配置	検討内容
灯具の取付高さ・取付間隔・オーバーハング・傾斜角度	道路照明の満たすべき条件である平均路面輝度、輝度均斉度、視機能低下グレア、及び誘導性の規定を満たし、保守の難易、経済性なども考慮して最適なものを選択する。なお、取り付け高さ現在、8m、10m、12m の3種類が標準となっている。
灯具の配列	<p>灯具の配列は下図以外にも幾つかのものが考えられるが、何れもこの3種類の組合せであり、広い中央帯で往復分離されている道路はそれぞれの車道を独立した道路として考えればよく、中央帯に2灯式のポールを設置するいわゆる中央配列は片側配列2組と考える。千鳥配列の車線軸均斉度は他の2種類の配列より劣り、運転者からみて路面上の道路軸方向の輝度分布が不均一になりやすい傾向がある。曲線半径 1000m 以下の曲線部においては、曲線の外縁に片側配列することが望まれます。</p> <p style="text-align: right;">S:灯具の間隔(m)</p> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 20px;"> <p>(a) 片側配列</p> <p>(b) 千鳥配列</p> <p>(c) 向き合わせ配列</p> </div> </div>

出典：岩崎電気株式会社 HP 等から JICA 調査団まとめ

本線の照明設備は連続照明となるため、連続照明での設計条件を整理することとなる。対象区間は日本基準で言うところの高速道路の規格を有した道路で有り、また、路線沿線には港湾や町などが点在するため、道路交通に影響を及ぼす光が断続的にある道路沿道の状態であると想定した。よって、平均路面輝度(表 5.5.3.8-2)は 1.0cd/m²(高速自動車国道等/外部条件 B)とした。

この平均路面輝度(1.0cd/m²)の場合、表 5.72 より、本調査対象区間の照明の設計条件はタイプ e となる。

表 5.72 設計条件タイプ(連続照明)

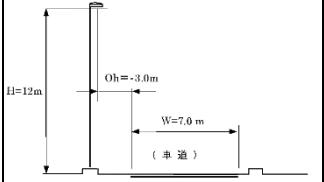
道路分類		国が管理する一般国道				国が管理する高速自動車国道
		2車線道路		3車線道路		2車線道路
歩道		有	無	有	無	無
設計条件	平均路面輝度 1.0cd/m ²	a	b	c	d	e
	平均路面輝度 0.7cd/m ²	f	g	h	i	j
	平均路面輝度 0.5cd/m ²	k	l	-	-	-

出典：「LED 道路・トンネル照明導入ガイドライン(案)」国土交通省より抜粋

タイプ e の設計条件内容は表 5.73 に示すとおりである。

これより、本調査区間の照明設備については、12m の高さの灯具を片側に 42m 間隔で配列することとなる。

表 5.73 タイプ(連続照明)別の設計条件内容

タイプ	設計条件の内容	道路断面とポール位置
e	平均路面輝度 1.0cd/m ² (片側 2 車線道路、高速自動車国道) ・総合均斉度：0.4 以上(視点位置走行車線) ・車線軸均斉度：0.7 以上(各車線) ・相対閾値増加：10%以下 ・車道幅員=7.0m ・灯具高さ=12m、オーバーハング=-3.0m(右図参照) ・保守率=0.7 ・片側配列、灯具間隔 42m	

出典：「LED 道路・トンネル照明導入ガイドライン(案)」国土交通省より抜粋

5.5.9 料金所・管理棟施設

本調査での料金所・管理棟施設等、運営・維持管理に関する検討は第 6 章に記載する。

5.5.10 変速車線長

ICにおける本線とランプとの接続部においては変速車線を設けることとなっている。「ベ」国基準には明確になっていないため日本基準(NEXCO 設計要領 第四集 幾何構造編 IC 幾何構造設計要領)を用いて確認した。

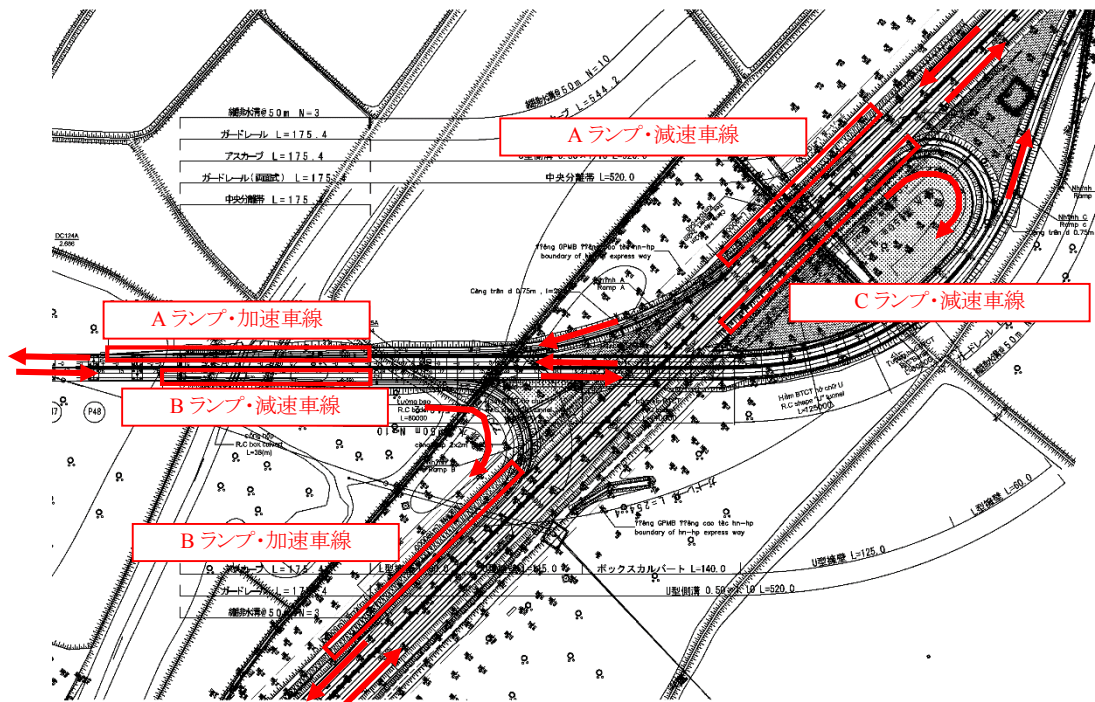
日本基準によると変速車線規定長及びテーパー長は本線の設計速度に応じて表 5.74 に示す値以上とし、直接式とした時の流出入角についても表 5.74 に示す値を標準とするとされている。本路線は本線の設計速度が 100km/h であることから、表 5.74 の赤枠内の値以上が適用される延長である。

表 5.74 変速車線長・流出入角

本線設計速度(km/h)		120	100	80	60	50	40
テーパー部を除く 減速車線規定長(m)	1 車線	100	90	80	70	50	30
	2 車線	150	130	110	90	—	—
テーパー部を除く 加速車線規定長(m)	1 車線	200	180	160	120	90	50
	2 車線	300	260	220	160	—	—
テーパー長(m)	1 車線	70	60	50	45	40	40
流出角	1 車線	1/25		1/20	1/15		
	2 車線	1/25		1/20	1/15		
流入角	1 車線	1/40		1/30	1/20		
	2 車線	1/40		1/30	1/20		

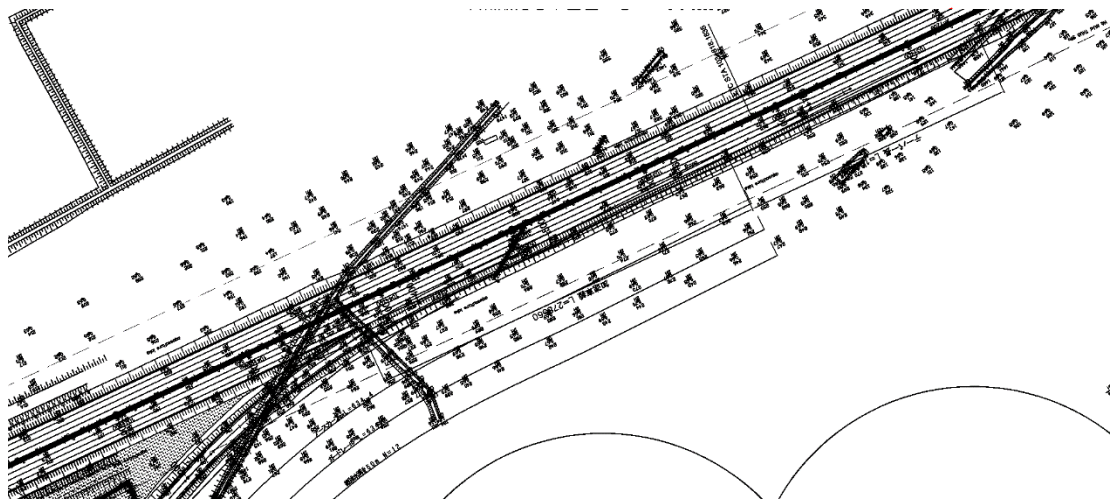
出典：NEXCO 設計要領 第四集 幾何構造編 IC 幾何構造設計要領

本調査で確認を行った結果、「ベ」国 F/S においても加減速車線、テーパー長の設定が行われていたものの、一部、日本基準よりも延長が短い区間があった。そこで、日本基準よりも短い区間は日本基準を用いて変更を加え、日本基準を超える場合は「ベ」国 F/S の数値を用いることとした。に検討結果を図 5.62、図 5.63、表 5.74 に示す。



出典：JICA 調査団

図 5.62 変速車線長・テーパー長設置箇所(ハイフォン側 IC)-1



出典：JICA 調査団

図 5.63 変速車線長・テーパー長設置箇所(ハイフォン側 IC)-2

表 5.75 採用した変速車線長・テーパー長

箇所名		車線	変速車線長	テーパー長
A ランプ	減速車線	1 方向 1 車線	90.000m	107.030m
	加速車線		180.000m	60.000m
B ランプ	減速車線		90.010m	100.070m
	加速車線		180.000m	60.000m
C ランプ	減速車線	1 方向 2 車線	140.090m	106.320m
D ランプ	加速車線		278.560m	190.460m

出典：JICA 調査団

5.6 橋梁設計

5.6.1 橋梁設計における設計検討の項目

橋梁設計についても道路設計同様に、設計レビュー結果及び検討方針-3 に従い、下記の項目について設計検討を行うこととした。なお、現地調査にて判明したハイフォン市側の都市計画との整合については橋梁への影響が大きいと判断して、橋梁設計で検討を行うこととした。

- ハイフォン側の都市計画及び都市計画に伴う橋梁計画
- メイン橋・上部構造(上部構造の最適化提案)
- メイン橋・下部構造
- アプローチ橋・上部構造：鋼橋及びスーパーT桁橋
- アプローチ橋・下部構造

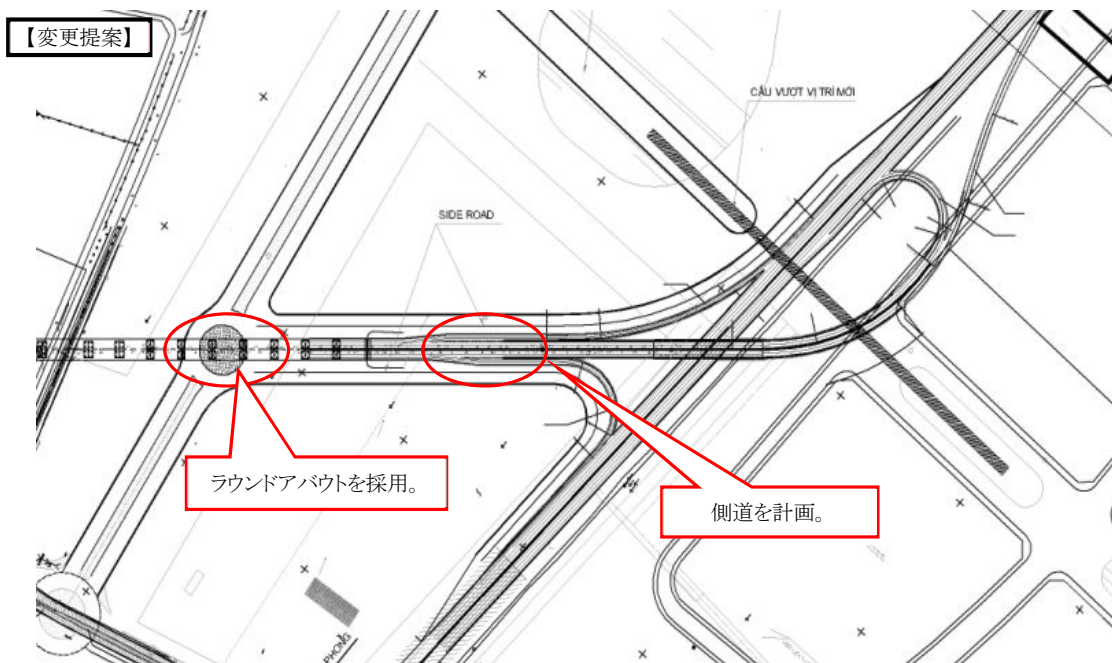
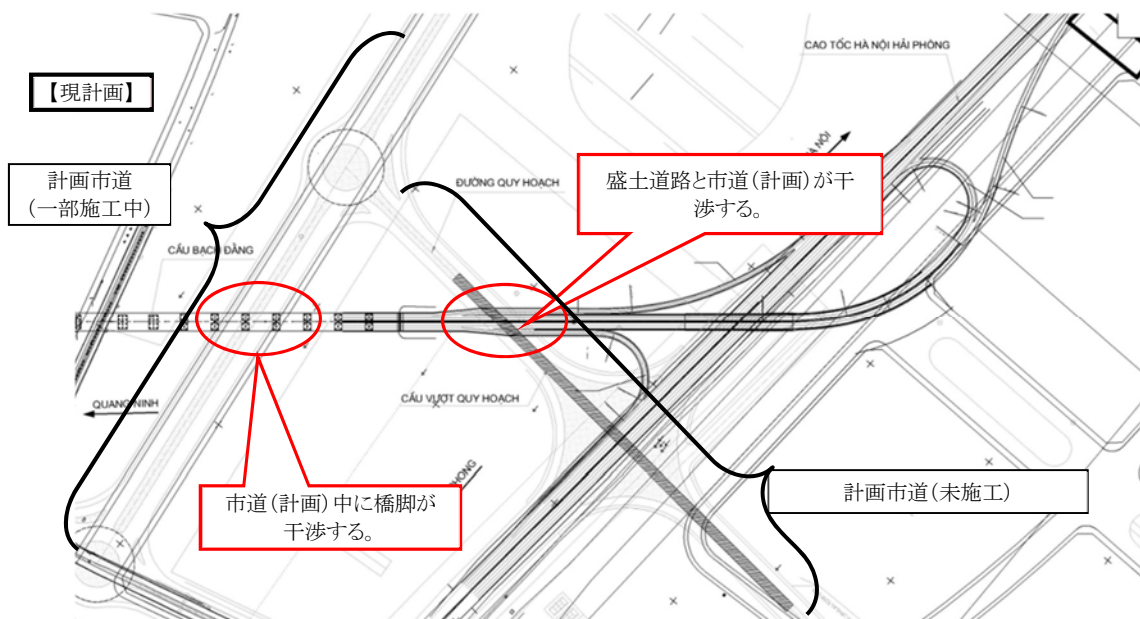
5.6.2 ハイフォン市側の土地開発計画

「ベ」国 F/S によると、ハイフォン市側 IC 付近は湿地が広がり、接続するハノイーハイフォン高速道路以外の道路は無いとの想定であった。

本調査では、現地踏査により建設中の新設道路を確認するとともに、ハイフォン市側 IC 付近に都市計画があることを確認した。確認後、都市計画図を入手し、本対象施設との干渉の有無について照査する中で、ハイフォン市における本事業とハノイーハイフォン高速道路との接続点近傍に土地開発の計画が存在することが判明した。

そこで、同土地開発計画と本事業の橋梁計画を照らし合わせたところ、本対象施設のうち、3 基の橋脚と同土地開発計画内の開発用地及び盛土道路部が干渉することが判明した。本調査において、上記の干渉部分について、図 5.64 に示すラウンドアバウトの採用と新たな側同計画の見直しにより現在の橋梁計画を変更しない旨をクアンニン省に提案したところ、クアンニン省がハイフォン市と同計画の調整を行うこととなった。

本調査期間中にクアンニン省とハイフォン市間での調整結果を把握することはできなかったが、調整結果によっては、今後、橋梁計画の見直しが発生する可能性があることに留意する必要がある。



出典：入手資料を一部加工（上図）、JICA 調査団（下図）

図 5.64 ハイフォン側の都市計画と検討対象施設

5.6.3 メイン橋・上部構造

メイン橋の上部構造については、上部構造として鋼斜張橋に対する妥当性の検証を行うとともに、鋼斜張橋での設計上、施工上の課題を整理し、その課題解消のための検討を行うこととした。

(1) 上部構造の妥当性検証

メイン橋については、「べ」国 F/S では PC 桁橋(PC カンチレバー橋)で計画されていた。当初の計画どおり PC 桁橋で設計を行った場合、2つの航路限界(幅 180m、高さ 48.4m)と航路の位置を確保するという条件を満たすために桁高が高くなることとなる。桁高が高くなることによって路面高が高くなり、この結果、アプローチ橋が長くなることとなり、施工上、経済的でない。また、桁数も多くなり航路限界に対する課題に対して根本的な解決を図ることは難しい状況である。

これに対して、METI F/S において桁高の低い鋼斜張橋案が検討されている。鋼斜張橋は PC 桁橋に比べ桁高 4m 程度低くなるのが METI F/S にて示されている。この検討結果から得られる PC 桁橋と鋼斜張橋との大きな違いは、PC 桁橋の場合、アプローチ橋を含む全橋長が 4,201m であるに対して、鋼斜張橋の全橋長は 3,054m となり、鋼斜張橋を採用すると約 1,150m 短くなることが示されている。メイン橋部のみに着目すると、PC 桁橋に比べ斜張橋は建設費が高くなるが、全橋長が大幅に短くなることによるコスト削減の方が大きいとされている。

以上よりメイン橋の上部構造については、設計上及びコスト削減の観点からも鋼斜張橋を採用することは妥当であると判断した。

ただし、鋼斜張橋とした場合でも、航路に対する課題以外に主塔が高くなることから上空制限の課題など新たな課題が生じてくる。これら課題に対する対処と設計の方針については以下に検討することとする。

(2) 鋼斜張橋とした場合の課題

鋼斜張橋の場合、塔高に対する制限として架橋地点から南西に約 5km 離れたカットビ空港の離発着便に係わる上空制限(国家水位から上方 100m)と塔高に関する制約(両サイド主塔 P25、P27 で 95m 以下、中央主塔 P26 で 100m 以下)が条件として加えられることとなった。この制約条件のうち構造上、施工中の高さ制限としては塔頂高さ 100m 以下に基づいて検討を行う。



出典：JICA 調査団

図 5.65 メイン橋周辺の制約条件

また、現地調査の結果、河川内の航行船舶の通行量が多いことに加え、大型船舶の航行が確認されたため、施工計画上の課題として下記を考慮する必要性が生じた。

- 台船等の係留による航路の規制を極力少なくする

- 長期設置される仮設備を航路内に設けない

これら課題に対する検討を行うことで鋼斜張橋の妥当性を具体的に示すこととする。

(3) 課題に対する対処検討

前述までで示されている課題は、塔高制限と航路使用の制限に対する課題である。以下にそれぞれの対応を示す。

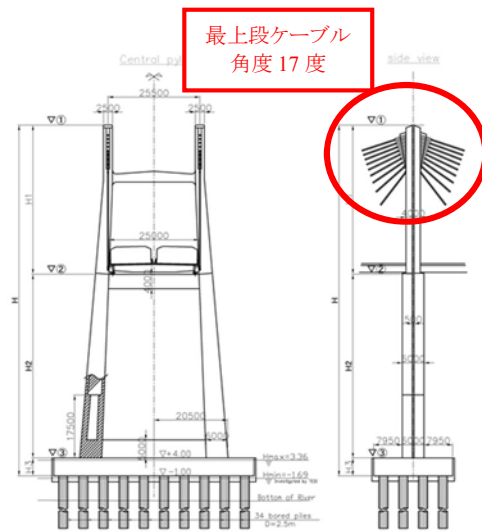
1) 塔高制限に対する検討

カットビ空港の離発着に伴う上空制限により塔高 100m 以下とする必要があることが現地調査でのクアンニン省との協議、質問票での回答から明らかになっている。斜張橋の塔高とは、[航路高+縦断+桁高+支間長/2×tan(最上段ケーブル角度)+最上段ケーブルより上の塔長さ]、である。

この時、塔高を制限である 100m、航路高についても制限である 48m、桁高 3m、支間長 250m、縦断を 2%、最上段ケーブルより上の塔長さ 3m とした場合、最上段ケーブルの角度は 17 度前後となる。

このケーブル角度はケーブル張力に影響する。一般的な斜張橋ケーブル角度 (20 度) に対し、今回のケーブル角度は 17 度であり、一般のケーブル角度と張力で比較すると、 $\sin(20^\circ)/\sin(17^\circ) = 1.17$ となり、17 度の方が 17% 大きくなることが分かる。これは設計及び施工可能な範囲内の数値であり、全体コストに対する影響も大きくないと判断した。

よって、塔高制限に対し斜張橋形式は妥当なものと判断される。

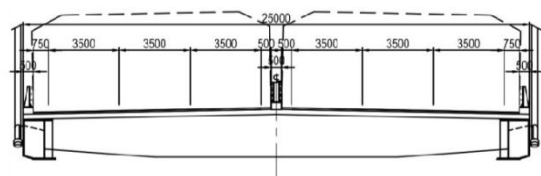


出典：JICA 調査団

図 5.66 最上段ケーブルの角度

2) 航路の使用条件に対する妥当性

鋼斜張橋では桁の架設において航路上空への張り出し架設を行うのが一般的である。斜張橋形式であれば、桁部材(鋼桁及びプレキャスト床板)を塔位置から取り込み、桁先端に移送後架設する方式を選択することで、航路内を極力使用せず、また、航路内の架設構造物も極力設置しないことが可能となる。桁形式は極力シンプルな形式となるよう、2主桁+プレキャスト床板が適当である。



出典：JICA 調査団

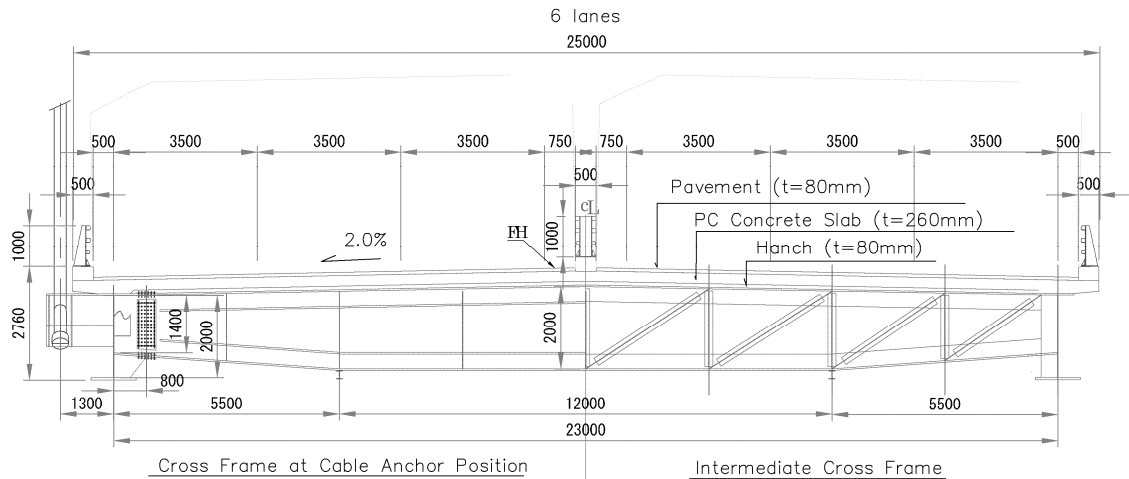
図 5.67 2主桁+プレキャスト床板

(4) 鋼斜張橋の設計検討

前述の課題以外にも鋼斜張橋として以下の設計項目について確認を行う。

1) 主桁配置・断面形状

2 主桁の斜張橋の場合はケーブルからの張力を桁にスムーズに伝達する必要がある。そのため、桁配置はケーブル間隔とケーブル定着構造から決定される。また、幅員構成を効率的にするためには極力ケーブルを外側に配置する方がよい。本橋においては 6 車線の幅員を構成できるケーブル間隔としたうえで、ケーブル定着構造を配置した桁配置としている。桁断面はシンプルな I 桁としている。フランジ幅は通常ウェブ高の 1/3 を超えないものとして設計する。図 5.68 に主桁配置及び断面形状を示す。



出典：JICA 調査団

図 5.68 主桁配置・断面形状

2) 横桁間隔・断面形状

主桁間隔が広いことから、床板の主鉄筋方向は橋軸方向となる。そのため、床板間隔が横桁にて決まることになる。通常 2.5~4.0m ピッチとする。

横桁断面も主桁断面と同様シンプルな I 桁とするのが合理的である。主桁間隔が広いと横桁の剛度を確保する必要がある。桁高等を最適にして設計する。

3) 斜材配置(許容応力度の考え方)

斜材は分担する荷重の大きさ、斜材の角度等により配置を決定する。通常は 10~15m ピッチとする。本橋においても同様のピッチとしている。

4) 床版

前述のとおり、橋軸方向を主方向とする RC 床版とする。施工性や経済性の観点から、ベトナムでの長大橋における鋼床版の施工実績が少なく、日本からの調達となり、コスト増となる可能性が高いため、現地で対応可能な RC 床版とすることとした。上フランジのスタッドにて桁との合成構造とし、後死荷重・活荷重に対し抵抗する。床板支間等から床板厚は 260~340mm 程度となる。

5) 支承条件

A) 端支点

桁端は鉛直及び橋軸直角方向の水平反力を支持する。鉛直反力はケーブル張力によりほ

ばキャンセルされるため、一般的には反力の小さく、かつ移動量を確保できる支承とする。負反力は別途構造により対処する方が経済的となるのが一般的であり、今回もそれに倣う。

水平支承は水平方向のストッパ、支承等の構造が考えられる。今回は端横桁の構造が複雑とならない水平支承を設置することとする。

B) 中間支点(主塔部支点)

主塔部では橋軸直角方向の水平変位を支持する構造が必要となる。主塔側面に水平方向の支承を設置するか、水平材上に支承を設置する。

C) 橋軸方向の移動量

地震等による橋軸方向の移動の拘束は全体解析により決定する。塔部もしくは端部に弾性的に拘束する構造を設ける。

6) 伸縮装置

端部に伸縮装置を設ける。移動量は解析から得るものとするが、温度、地震による変形に追従できる構造とする。フィンガータイプを想定する。

7) 防錆

架設地点が河口に近いことと、将来の塗り替え間隔を極力伸ばすために防錆性能の高い塗装系を用いることとする。具体的には「鋼道路橋塗装・防食便覧」(平成17年12月)に記載されているC-5塗装系(一般外面、フッ素系塗装)、D-5塗装系(内面、変性エポキシ樹脂系)を考える。なお、河口に近く風の強い地域であることから飛来塩分量が多いと考えられるため耐候性鋼材の使用は困難である。

5.6.4 メイン橋・下部構造

(1) 支持層の選定

メイン橋区間における下部構造はバックダン川内に設けられている P25、P26、P27 橋脚が対象となる。支持層は、地質調査結果より、上記 3 橋脚ともに地表面から約 40m 以深の泥岩層 9b、9c(RQD=50%以上)を選定した。

(2) 杭の設計

「ベ」国での地耐力評価法 (22-TCN-272-05) によれば、支持層より上層が N 値 0~20 の軟弱層であり、周面摩擦が考慮できないため、杭の設計は支持杭として設計した。杭長は、3 橋脚とも「ベ」基準 (22-TCN-272-05) を満たす根入れ長を確保することで 40m 超となる。

施工方法は、地層構成及び施工深度を考慮して、場所打ち杭 (リバースサーキュレーション工法) を選定した。杭径は、「ベ」国の設計コンサルタントである TEDI にヒアリングを行い、「ベ」国で施工実績を確認した上で直径 2.5m とし、杭配置は「ベ」国基準 (22-TCN-272-05) の最小縁端距離・最小中心間隔を満たす配置とした。

杭本数は、構造物からの反力及び外力に対する所要の支持力及び杭体の耐荷力によって決定され、メイン橋においては船舶がパイルキャップに衝突する荷重組合せにより決定された。

基礎構造は、パイルキャップが水面に配した突出杭として計画されており、杭群周辺の流速増加、渦流による局所的な洗掘が懸念される。しかしながら、「ベ」国の河川特性と湾口部近傍の架橋位置を踏まえた流速との兼ね合いから、洗掘は発生しにくいと考えられるが安全のため、杭周辺にブロック張工を設置する簡易な対策を施すこととした。

なお、鋼管矢板基礎(SPSP)については、「ベ」国においてニヤッタン橋で施工実績があるものの、具体的な技術的仕様、価格等について十分な情報が現時点で得られていない。今後更なる調査を行い、適用可能性を施工性、経済性の面から検討する必要がある。

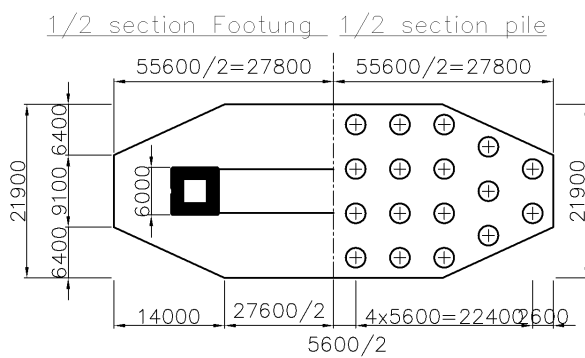
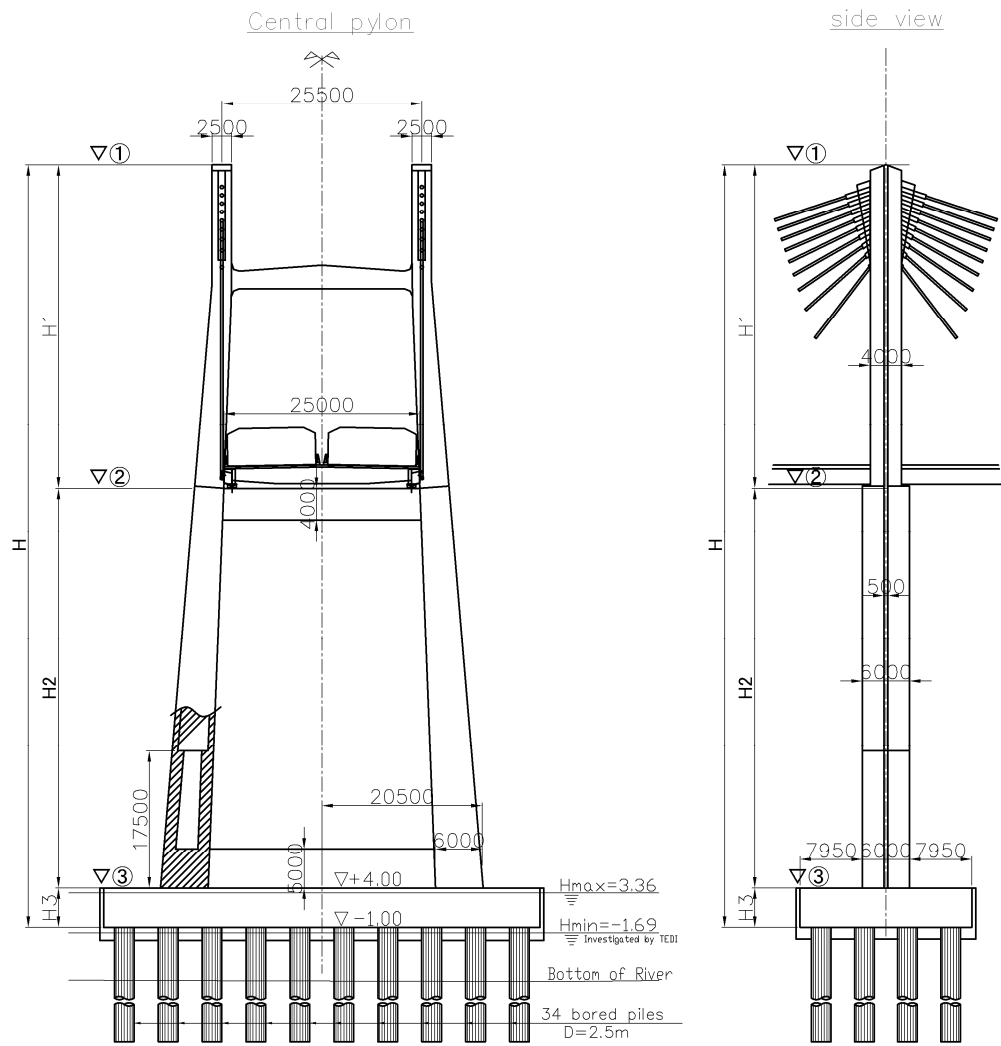
(3) パイルキャップ

パイルキャップは水面に配されるため、平面形状及び設置レベルが重要となる。平面形状は、河川への影響低減とコンクリート量削減を目的に、河川の流心方向に垂直な面を低減した八角形とした。パイルキャップ天端高は、航行船舶の視認性確保の観点から、計画高水位 (100 年確立) より若干高い位置を保つよう設置する計画とした。

(4) 主塔

架橋位置がカットビ空港に係わる高さ制限区域内となり、主塔高さは国家水位から 100m 以下に制限される必要があったため、路面及び主桁の計画プロファイルを考慮して、中央主塔及び両サイド主塔の高さを国家水位からそれぞれ 98.7m、93.5m とした。

主塔断面は、地震荷重によって決定されるため、断面剛度を確保しつつ軽量化を図るべく中空断面とするとともに、主塔構造全体の剛度を高めるため、斜材定着部、主桁直下、主塔橋脚下端の 3 箇所に横梁を設けている。詳細な形状を、図 5.69 に示す。



Pan of Tower -----Main Bridge (m)

項目	メイン橋		
	P25	P26	P27
①主塔天端高さ (国家水位より)	93.500	98.700	93.500
②横張り天端高さ (国家水位より)	48.300	53.500	48.300
③フーチング天端高さ (国家水位より)	4.000	4.000	4.000
H: 全高(H1+H2+H3)	94.500	99.700	94.500
H1: (①-②)	45.200	45.200	45.200
H2: (②-③)	44.300	49.500	44.300
H3: フーチング厚	5.000	5.000	5.000
杭本数 n=	34	34	34
杭長	46.000	46.000	46.000

出典： JICA 調査団

図 5.69 メイン橋下部構造

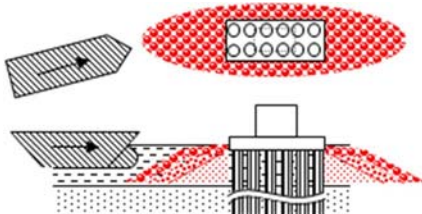

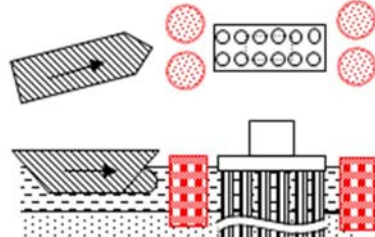

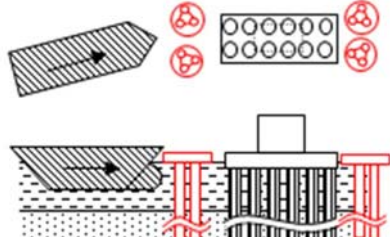

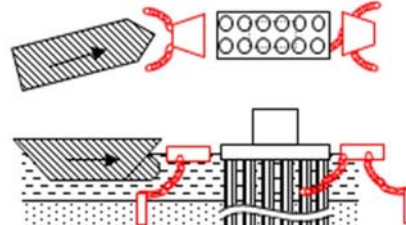

(5) 緩衝工

架橋位置は、近傍に「ベ」国最大の国際港湾であるハイフォン港が存在し、大型船舶が頻繁に航行する地点にあるため、船舶がメイン橋（パイルキャップ）に衝突することによる橋梁本体並びに船舶の被害を軽減することを目的に、緩衝工を設置することが望ましい。

メイン橋の基礎構造は、設計上、船舶がパイルキャップに衝突する荷重組合せにより主要素が決定されていることから、船舶がパイルキャップに直接衝突すれば、大規模な補修工事が必要なる場合、一時的な船舶航行への影響のみならず BOT 事業への影響（通行止めによる収入減リスク等）が危惧される。

このような観点から、緩衝工をパイルキャップ周辺に設置することとし、具体的な設置実例を調査した結果を表 5.76 に示す。

表 5.76 緩衝工の実例

形式	概念図	事例
築堤方式		 Arthur Ravenel Jr. bridge(USA)
矢板式		 Incheon bridge(South Korea)
杭式		 Rosario Victoria bridge(Argentina)
浮体式		 Zarate B.L Bridge(Argentina)

出典：JICA 調査団

本調査では、180m の航路幅を橋脚間に確保しなければならず、緩衝工の設置スペースを

十分に確保できないため、杭式を採用することとした。緩衝工の配置図及び構造を図 5.70 に示す。なお、船舶の衝突荷重を橋梁本体に伝えないというコンセプトで、緩衝工をより強固な構造とすることも考えられるが、より詳細な検討を要するため、ここで設置する緩衝工はあくまで安全対策という意味合いの構造としている。

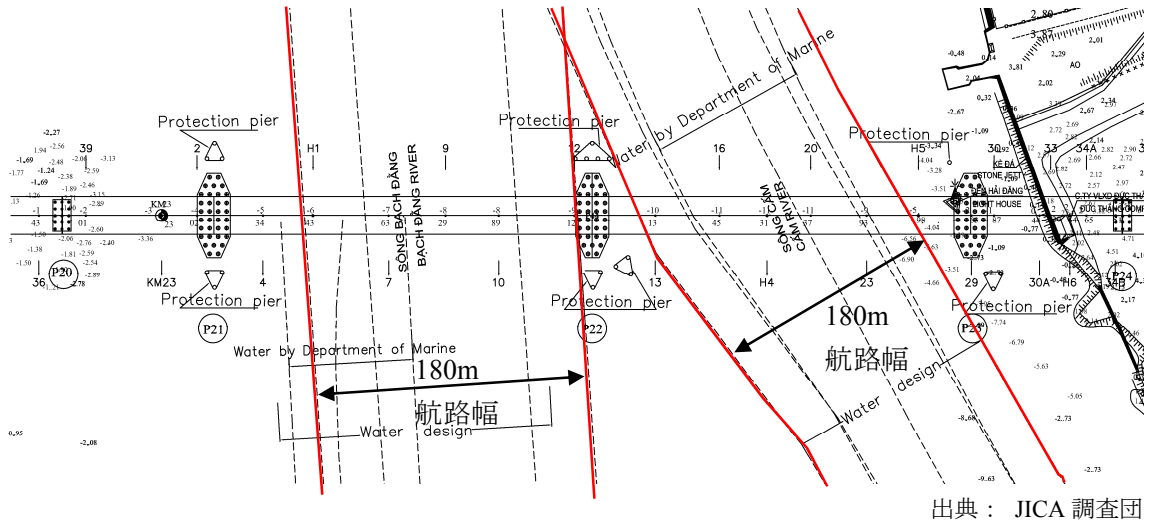


図 5.70 緩衝工配置図

5.6.5 アプローチ橋・上部構造

(1) スーパー T 桁部

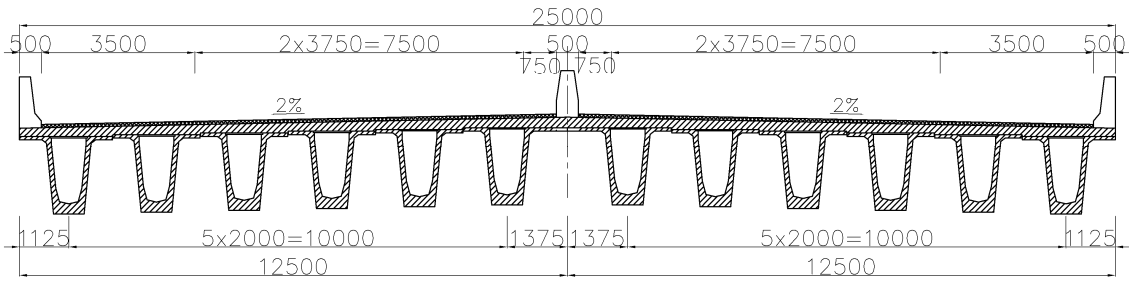
ハロン側の A1 橋台～P12 橋脚、ハイフォン側の P40 橋脚～A2 橋台を構成するスーパー T 桁橋は、「ベ」国で多く採用されている橋梁形式である。コスト面では鋼橋に比べて安価となる一方、軟弱地盤上の橋梁という観点から、コンクリート橋は上部工重量が鋼橋に比べて大きくなる点が不利となるため橋脚高が比較的低い区間に限定して採用した。

桁長は、「ベ」国での適用支間長を踏まえて 38.3m と設定した。主桁本数は全幅 25.0m と関係から、1 径間当り 12 本構成するとともに、横断勾配 (2% 押み勾配) に対応できる桁配置とした。床版は場所打ちの RC 構造で、主桁ウェブ間に設置した埋設型枠と主桁上床版が下型枠を兼ねている。桁端部は切り欠きを設け、主桁を凸形の橋脚梁部に設置することで、梁部を目立たせない計画とした。

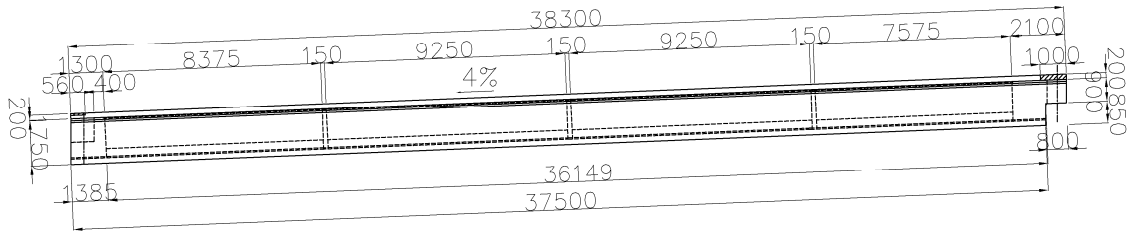
主桁の断面形状は U 字型で形成され、下床版に配置した PC 鋼材にプレテンション方式で緊張力を与え、プレストレスを導入する。また、下床版を厚くすることにより所要の曲げ抵抗力を確保している。

現場に構築した製作ヤードで桁製作を行い、2 基のクローラークレーンで合吊り架設する。

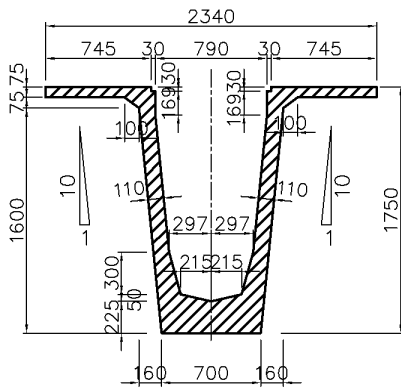
【上部構造断面図】



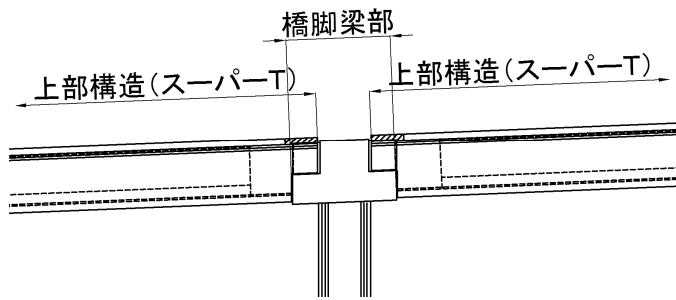
【上部構造側面図】



【主桁断面図】



【桁端部の切り欠き】



出典：「べ」国 F/S 資料

図 5.71 アプローチ橋上部構造 (スーパー T 桁)

(2) 鋼連続 2 主 I 桁部

スーパーT 桁橋以外のアプローチ橋は鋼連続 2 主 I 桁橋となる。

1) 課題

アプローチ橋鋼桁部においては、ハイフォン市の都市計画、現地調査による既設道路の車両通行の状況から P36～P37 及び P40～P41 において既設道路を跨ぐ構造とする必要があることが確認された。支間長に対する確認及び既設道路供用下での施工について可能である形式が求められる。



出典：JICA 調査団

図 5.72 アプローチ橋と交差する道路の状況

その他に施工上の制約として、ハロン側は施工のための取り付け道路、資機材を取り込む栈橋設備などが必要であること、P29～P31 は航路外ではあるが河川内施工となる可能性が高いことがあげられる。

2) 課題に対する対処検討

前述までで示されている課題について、以下に対応を検討した結果を示す。

A) 支間長と形式について

ハイフォン側跨道部の必要支間長から考えて、支間長は 60m とする。この計画によれば道路幅は総幅で 40m 程度であり、現在の 60m 支間長の少数主桁形式にて対応可能である。日本基準(日本橋梁建設協会「新しい鋼橋の誕生Ⅱ」等)において少数主桁形式の経済的な支間長は 60m 前後であり経済的にも問題はないといわれているところから、支間長 60m とすることについては妥当であると判断した。また、経済性から考え、鋼-コンクリート合成連続 I 桁とした。

B) 主桁本数と主桁間隔について

主桁本数については、片側車線の幅員が 12m 程度であり、最大床板支間を適用し 2 主桁とした。また、主桁間隔については、片側総幅員が 12.5m となることから、床板支間は張り出し部：中央部（主桁間）：張り出し部、つまり、0.2：0.6：0.2 または 0.25：0.5：0.25 程度となる。この比率から中間部は 7m となる。

C) 支間数

鋼桁部の支間数はダニヤマック側を 12、ハイフォン側を 13 とした。縦断勾配が 3%程度あることから固定点が必要となるため、すべてを連続化することは不経済になる。よって、6 径間程度を連続する構造とした。

D) 床版

活荷重合成桁とした。現地架設重量を大きくしないよう幅方向に分割することから PC 床板ではなく、RC 床板とする。

E) 架設への適用性

既設道路部の交通規制を極力なくすためには、架設機材等は道路外に据えることが望ましい。道路中央の分離帯内にベントを設置するものとし、工事時間を短くするために 2 ブロックを地組した状態で道路外に据えたクレーンで架設することを想定すると 650t クレーンの規模で対応が可能であることから、本形式にて対処が可能である。

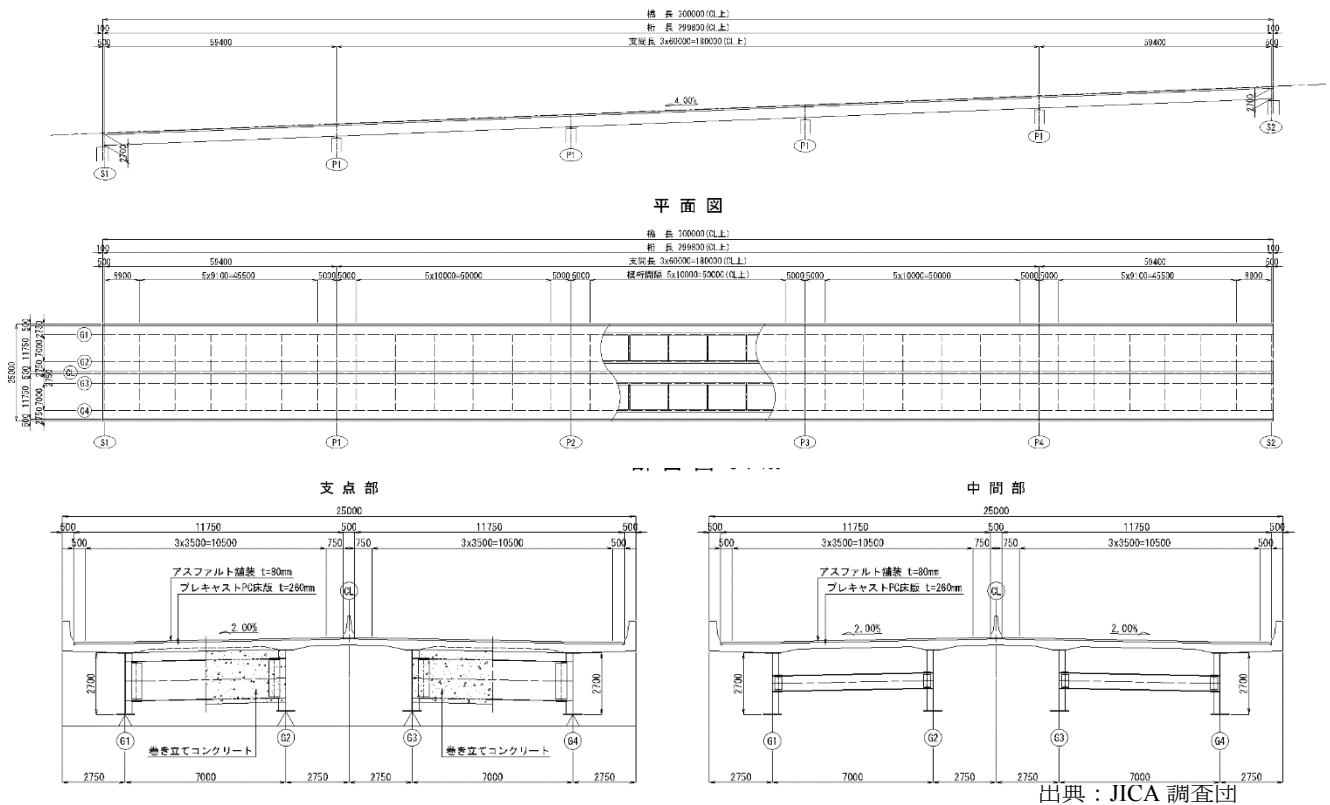


図 5.73 鋼連続 2 主 I 桁橋・一般図

3) その他の設計検討項目

前述の課題以外にも鋼連続 2 主 I 桁橋として以下の設計項目について確認を行う。

A) 横桁形状

少数主桁の場合、横桁は H または I の形鋼もしくはそれに準じた断面の部材を製作する。直角方向の分配は床板と分担するため最低限の断面を桁中段付近に設置することで検討

する。

横桁間隔は経済性、過去の最適化検討から 10m ピッチ程度とする。

B) 支承

縦断勾配が比較的厳しいことから、勾配の低い側を固定とし、その他を可動とする。経済性から POT 型の支承を採用する。

C) 伸縮装置

アプローチ橋間の伸縮装置は温度、地震力等による移動に追従できるものを選定する。ゴムもしくはフィンガータイプを想定する。

D) 防錆

架設地点が河口に近いことと、将来の塗り替え間隔を極力伸ばすために防錆性能の高い塗装系を用いることとする。具体的には「鋼道路橋塗装・防食便覧」(平成 17 年 12 月)に記載されている C-5 塗装系(一般外面、フッ素系塗装)、D-5 塗装系(内面、変性エポキシ樹脂系)を考える。なお、河口に近く風の強い地域であることから飛来塩分量が多いと考えられるため耐候性鋼材の使用は困難である。

4) 詳細設計における検討項目

詳細設計においては下記の項目について検討が必要となると考えられる。

A) 斜張橋側径間の連続化

前節で示したとおり、斜張橋側径間端部をアプローチ桁と連続化し、負反力対策を容易にする方法を検討する。ただし、アプローチを連続化する箇所において主桁間隔が変わること、アプローチ桁の内/外側で桁に導入される曲げ等が大きく異なることなどの検討が必要となると考えられる。

B) 支間数

基本的に主橋斜張橋を中心とし、ハロン側/ハイフォン側で対称な構造とするのが適切と考える。ただし、当初計画では桁高 25m 程度以上を鋼桁とするとともにハイフォン側の道路部を跨ぐ箇所は鋼桁としたことから、ハロン側 12 径間、ハイフォン側 13 径間となっている。ハロン側を 13 径間とすることで経済性が優位になるかを検討する。

5.6.6 アプローチ橋・下部構造

(1) スーパーT桁部

1) アプローチ橋・下部工

ハロン側の P12 橋脚～P24 橋脚、ハイフォン側の P28 橋脚～41 橋脚は、橋脚高が 20m 以上の高橋脚区間になるため、上部工の軽量化が下部工規模の縮小、ひいては工費削減に寄与することが期待できる。そこで、本区間の上部工には鋼連続 2 主 I 桁橋を採用することとしている。

他方、ハロン側の A1 橋台～P12 橋脚、ハイフォン側の P40 橋脚～A2 橋台は、地質構成は上記鋼連続 2 主 I 桁橋区間と酷似しているが、同区間は橋脚高が 20m 以下で、上部工重要が下部構造に与える影響は小さいと判断し、本区間の上部工には「ベ」国で多く採用されているスーパーT桁橋を採用している。

2) 支持層の選定

メイン橋と同様に、地質調査結果より、ハロン側の A1 橋台～P24 橋脚の支持層は、地表面から約 38m 以深の泥岩層 9b,9c (RQD=50%以上)、ハイフォン側の P28 橋脚～A2 橋台の支持層は、地表面から約 36m 以深の泥岩層 9b,9c (RQD=50%以上) と選定した。

3) 杭の設計

「ベ」国での地耐力評価法 (22-TCN-272-05) によれば、支持層より上層が N 値 0～20 の軟弱層であり、周面摩擦が考慮できないため、杭の設計は支持杭として設計した。杭長は、各橋脚において、「ベ」国基準 (22-TCN-272-05) を満たす根入れ長を確保することで 38m～43m となる。

施工方法は、地層構成及び施工深度を考慮して、場所打ち杭 (リバーササーキュレーション工法) を選定した。杭径は、「ベ」国において一般的な直径 1.5m とし、杭配置は「ベ」国基準 (22-TCN-272-05) の最小縁端距離・最小中心間隔を満たす配置とした。

杭本数は、構造物からの反力及び外力に対する所要の支持力及び杭体の耐荷力によって決定され、アプローチ橋区間においては地震発生時の荷重組合せにより決定された。

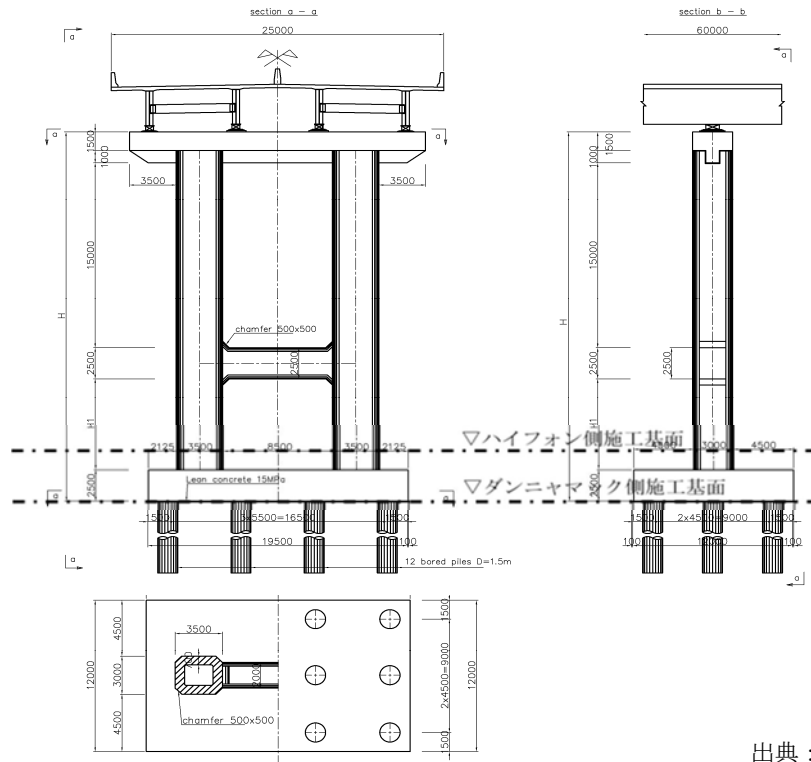
4) フーチング

ハロン側とハイフォン側では現地盤高とフーチングの位置関係 (施工基面) が異なる。ハイフォン側については、地下水位の状況に応じて、現地盤面を開削あるいは矢板締切を用い掘削してフーチングを構築する。一方、ハロン側は現地盤面をフーチング基面とすることで、現地盤の掘削作業の手間を省いている。これは、現在、架橋位置であるダンニヤマック地区の大部分が水位の高い湿地帯であると同時に、将来は土地開発が計画されていることから、盛土造成が予想され、フーチングは盛土造成とセットで構築することが合理的な計画であると判断したためである。

5) 橋脚

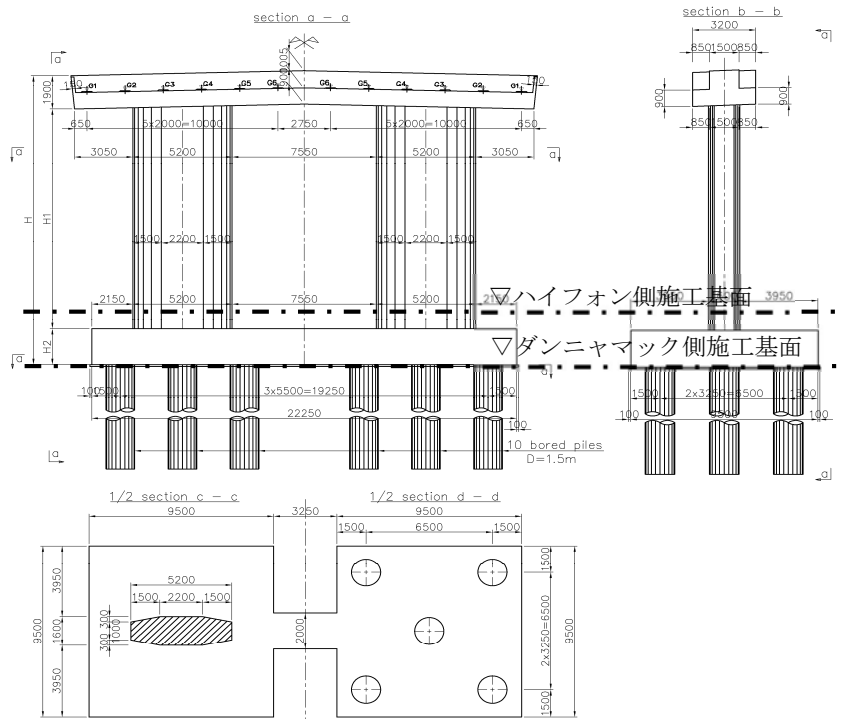
橋脚形状は、地震に対する耐力向上、施工性、景観性を考慮して、2 本の柱を頂部の横梁と剛結する門型ラーメン構造を基本とした。鋼連続 2 主 I 桁橋を採用する高橋脚区間は、地震による水平荷重に抵抗するため、柱間に横梁を設ける構造とし、スーパーT桁橋を採用す

る区間には横梁を設けないこととした。



出典：JICA 調査団

図 5.74 鋼連続 2 主 I 桁橋区間における下部構造

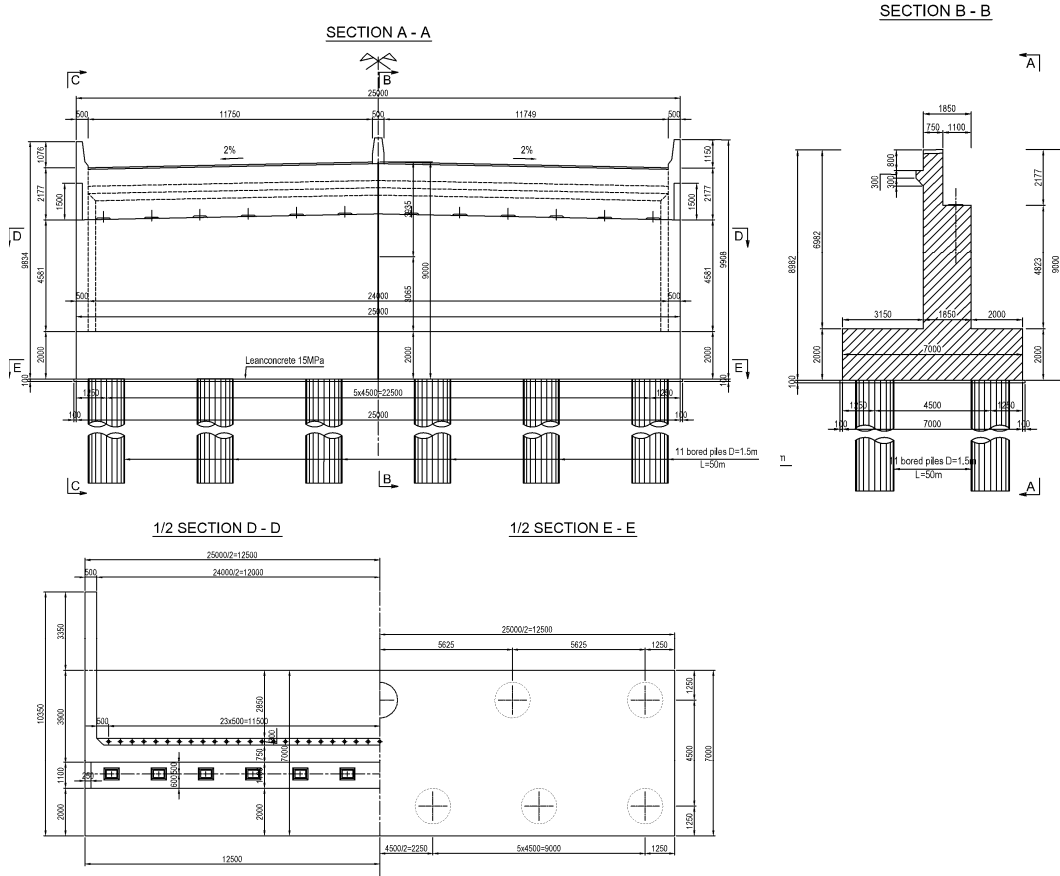


出典：JICA 調査団

図 5.75 スーパーT 桁橋区間における下部構造

6) 橋台

橋台形式は、最も経済的な逆 T 字式橋台とした。橋台位置については、橋台近傍にコントロールポイントとなる交差道路等の障害物件が存在しないため、背面の盛土、軟弱地盤対策工並びに橋台を含む盛土区間延長と橋梁区間延長の工費関係から総合的に経済的となる位置を設定した。



出典：JICA 調査団

図 5.76 橋台構造図

5.7 施工計画

5.7.1 計画方針

施工計画は前述の検討方針-4 に基づき、架設地点の条件等から経済性、工期が最適となるよう策定する。検討した工法に対し、まず、工事全体の工程を把握するため、施工可能時期(雨季/乾季、河川水位、台風等)、夜間工事の可否などについて検討を行う。なお、全体工事における安全対策についても想定される対策案を取りまとめる。

また、周辺施設、地形条件、現道状況等から製作・資材ヤード、工事進入路(仮設道路)、土捨て場等の検討も実施する。橋梁の施工計画については、メイン橋、アプローチ橋それぞれの施工計画を検討し、特にメイン橋の下部構造においては鋼管矢板基礎(SPSP)を使用した方法にも配慮し本邦技術の優位性を検証する。道路の施工計画については特に軟弱地盤に関連する施工計画について配慮することとする。

以上から、施工計画については、下記の項目について検討を行うこととした。

- 工事工程表
- 仮設道路計画
- 橋梁施工計画(メイン橋)
- 橋梁施工計画(アプローチ橋)
- 道路施工計画

5.7.2 工事工程表

道路、橋梁設計を踏まえ、全体工程の検討を行った。工事工程表を表 5.77 に示す。

工程の設定にあたっては、以下のような要素が影響することが予想される。

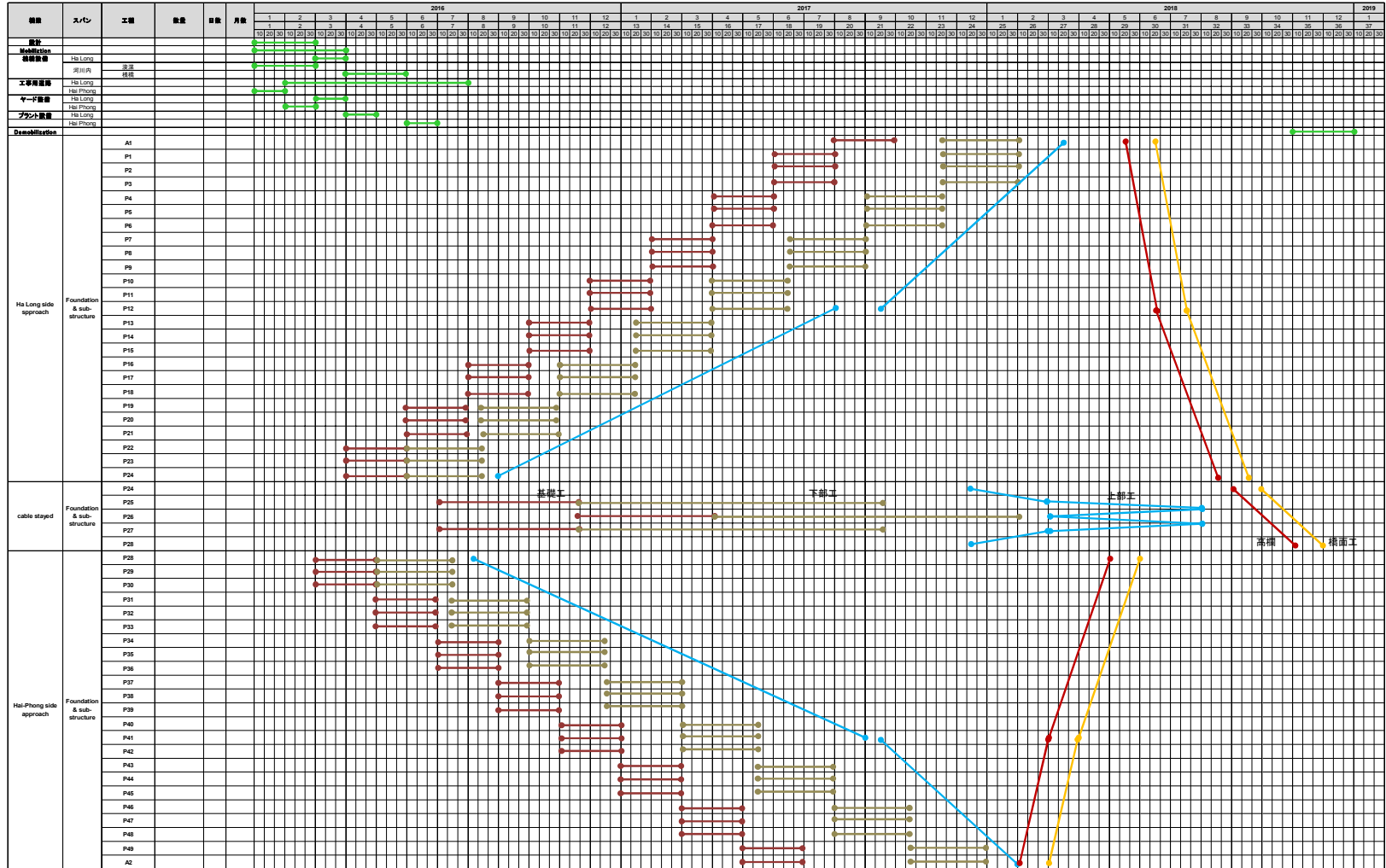
- 稼働率(雨季、乾季)
- 「ベ」国固有のカレンダー(旧正月など)
- 昼、夜の稼働の制約
- その他(資機材の入手までのリードタイムなど)

これらの要素の影響については、先行している工事での実績を参考とすることとし、ニヤッタン橋建設工事の担当者に施工状況を踏まえこれら要素の影響についてヒアリングを行った。その結果、「ベ」国での雨季の状況(河川への影響など)や旧正月などの固有の行事による労務環境の違い、商習慣や税務上などによる資機材入手の手続きに違いがあるなど、「ベ」国固有の配慮は必要なものの、これらの指摘事項は海外での土木施工プロジェクトでは通常、配慮すべき事項であり、大きな影響がないことを確認した。また、安全対策の一環として、下記の事項の配慮を行うとともに、協議や対策実施等に必要な期間を確保することにも配慮することとする。

- 上空及び河川規制に関する事前協議
- 河川内の警戒船配置
- 交通規制の事前周知
- 夜間規制等の安全対策
- 労働安全衛生管理(労務環境の整備)
- 暑気・乾季における労務管理対策

なお、個々要素については実施段階で詳細を検討し、工事工程に反映するものとする。

表 5.77 工事工程表



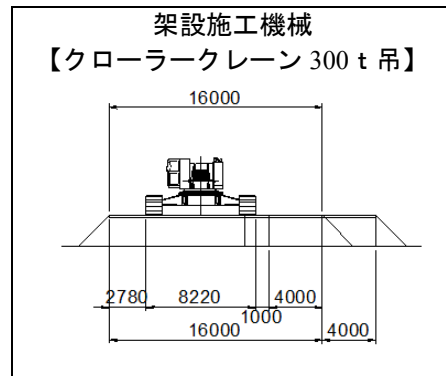
出典： JICA 調査団

5.7.3 仮設道路計画

仮設道路計画として、仮設道路と盛土の構築方法を検討した。

(1) 幅員構成

ハロン側鋼桁架設においては300 t吊クローラークレーンを使用する。トレーラーの通行を確保できることを考慮し、工事用道路幅員は16.0mとする。



出典：JICA 調査団

図 5.77 工事用ヤード幅員(上部工架設用クレーン)と仮設(工事用)道路幅員

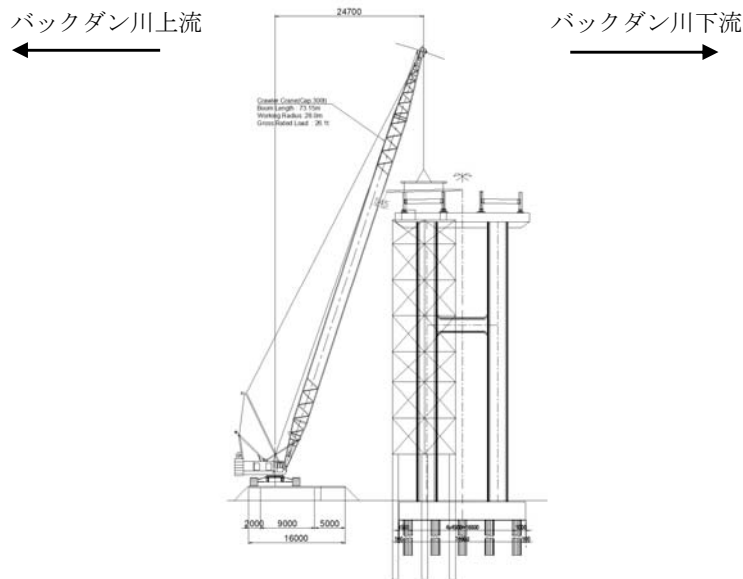
(2) 仮設道路・盛土計画

1) ハロン側

A) 一般部

仮設道路上で架設に使用する最大サイズの重機が300t吊クローラークレーンであることから仮設道路及び盛土形状が決定される。

道路は下流側のみとし、施工はすべて上流側から行う。

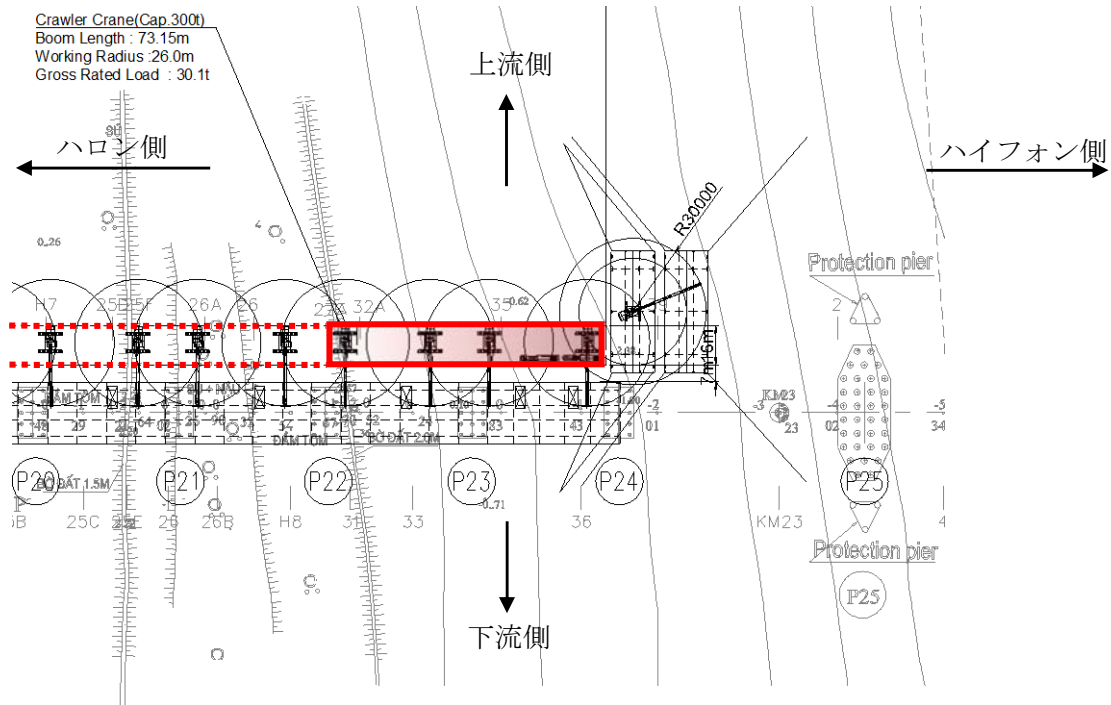


出典：JICA 調査団

図 5.78 仮設道路及び盛土形状(ハロン側・一般部)

B) 河川内

河川内のアプローチ橋部施工のために盛土による河川内仮設道路を設ける。道路の幅はダンニャマック地区内の道路と同じとする。



出典：JICA 調査団

図 5.79 仮設道路(ハロン側・河川内)

2) ハイフォン側

ハイフォン側の施工現場は、「工場及び施設内」と「湿地帯内」の2つに分類できる。以下にそれぞれの留意点をあげる。

- ・工場及び施設内：工事用道路を構築し、進入ルートを確認する。
- ・湿地帯内：ハロン側の計画を基本とする。但し、河沿いではないため、HWLに留意する必要はなく、仮設道路が接続する既往の道路高に留意して設定する。

5.7.4 橋梁施工計画(メイン橋)

(1) 上部構造架設計画

1) 施工条件

上部構造架設における制約条件を以下と設定した。

- 航路を侵害する河川内への台船等の係留は行わない。
(部材搬入等のための塔基部ジャケットへの台船係留は航路侵害しないようにする。)
- 架設期間中は上空使用申請し、制限の適用を緩和する。
(タワークレーンの設置期間)

なお、現時点では塔近辺の水深についての詳細なデータは未入手であるが、基礎及び塔の施工において資機材を搬入し作業する必要があることから浚渫により台船の進入が可能な状態にすることとする。

2) 架設要領

図 5.80 に示すように、桁は張り出し架設にて計画する。

張り出し架設工法は桁下空間を阻害しないことから斜張橋の架設としては一般的な工法の一つであり、河川の利用に制限のある本橋において最も適した架設工法である。

本計画は以下のとおりである。

- 主塔の架設に利用したクレーンを流用し、主塔部に斜ベントを設置する。
- その後塔近傍の桁をタワークレーンにて架設する。
- 桁上にクローラークレーン（吊能力 150 t 程度）を搭載する。

以降、以下のサイクル工程で桁を張り出し架設する。

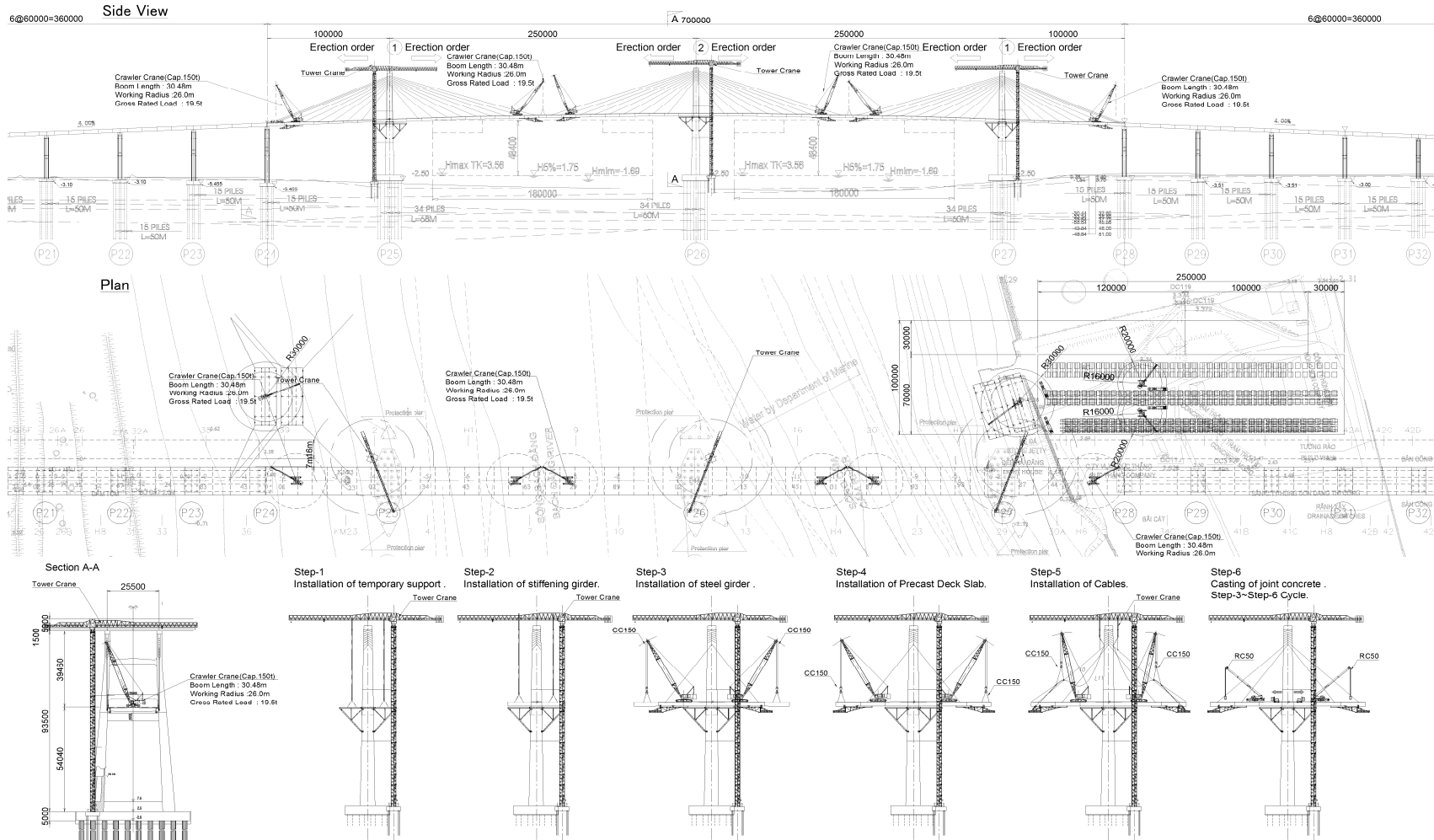
1st STEP：桁部材の取り込み、搬送、架設（部材は塔近辺から取り込み、架設地点まで搬送した後架設する。）

2nd STEP：プレキャスト床板の取り込み（塔部）、搬送、設置

3rd STEP：ケーブルの架設、張力、キャンバー調整

4th STEP：床板間詰コンクリートの打設

図 5.80 に示すように、以上のステップを繰り返し、最後に中央部の閉合ブロックを架設、プレキャスト床板設置、コンクリート打設し閉合を完了する。



出典：JICA 調査団

図 5.80 メイン橋・架設要領図(1)

3) 仮置きヤード

図 5.81 に示すように、製作済みの桁部材、プレキャスト床板は仮置きヤードに設置しておく。ヤードは台船による移送を行えるよう、河川に面したハイフォン側の土地を想定する。製作工場ーヤード間の部材輸送は陸上輸送を想定する。

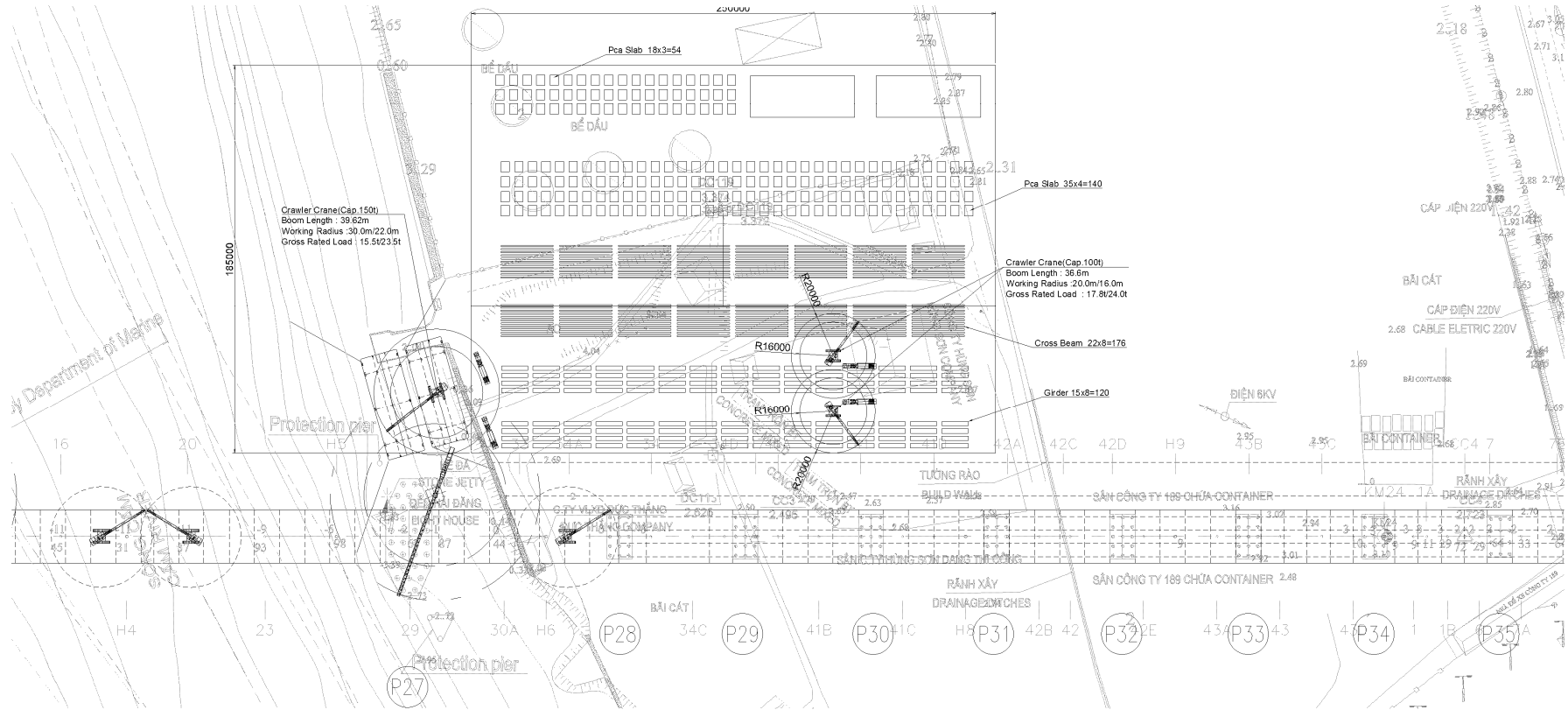
桁の架設は実質 4 か月程度で完了することから、桁部材、プレキャスト床板は桁架設開始時にはほぼ全量製作した状態と想定し、ヤード面積などを想定する。

仮置きヤードの地耐力は大きくないものと想定し、桁については縦置きで 1 段、プレキャスト床板についても平置きで 2 段重ねまでとする。

ヤード内の横持ちにはクローラークレーン(100t)の使用を想定する。また、台船への積み込みには岸壁部に設置した 150t クレーンを使用するものとした。

ハロン側
←

ハイフォン側
→



出典：JICA 調査団

図 5.81 メイン橋仮置きヤード

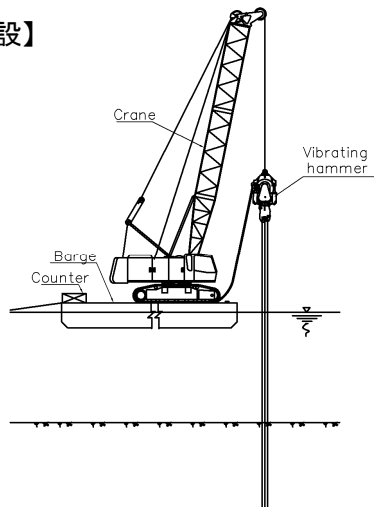
(2) 下部構造架設計画

メイン橋の下部構造は、P25、P26、P27 が対象であり、全て河川内に構築する。施工手順を大きく区分すると、「(1)台船による締切り工の構築→(2)杭打設→(3)底版の構築→(4)主塔の構築」となる。以下にその手順図を示す。なお、施工制約条件である航路条件と上空制限については、詳細設計と並行して詳細施工計画を行い各関係機関との調整が必要になる。

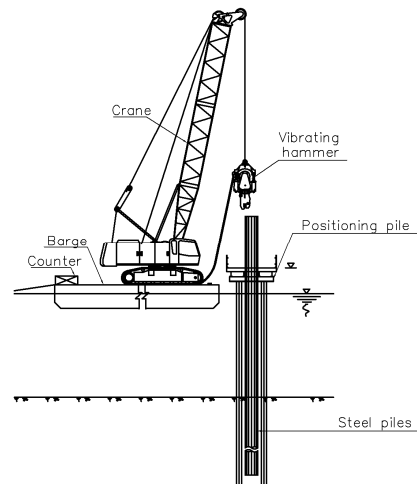
1) 台船による締切り工の構築

台船上にクレーンを載せ、所定の位置まで移動する。小口径の鋼管杭を打設する。本杭の用途は、本設の締切りで用いる鋼管矢板の打設位置を導くためのものである。導杭と鋼管矢板の打設を繰り返し、小判形状の締切りを構築する。

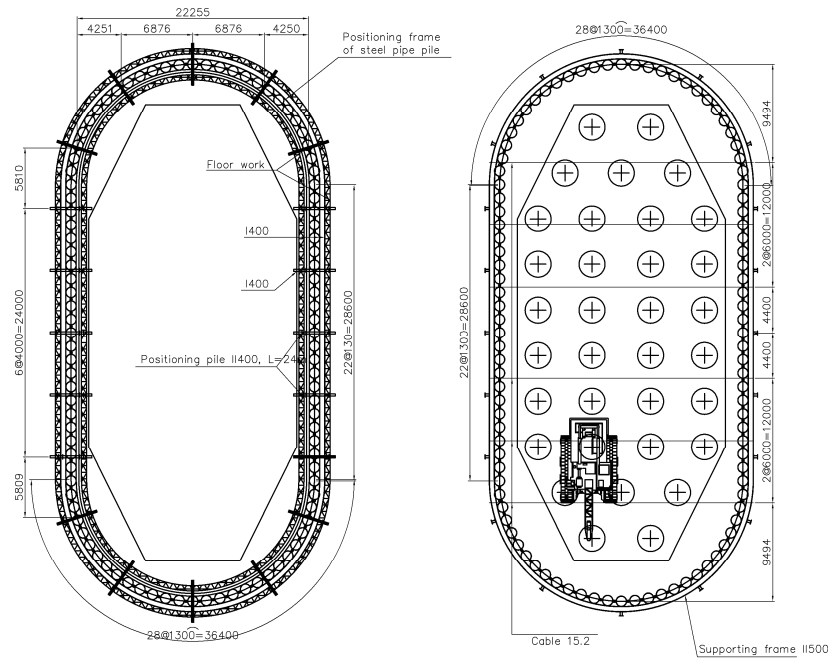
【導杭打設】



【鋼管矢板打設】



【締切り工平面形状】



出典：JICA 調査団

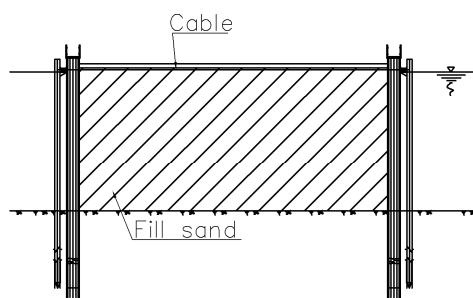
図 5.82 メイン橋下部構造施工計画(締切り工の構築)

2) 杭打設

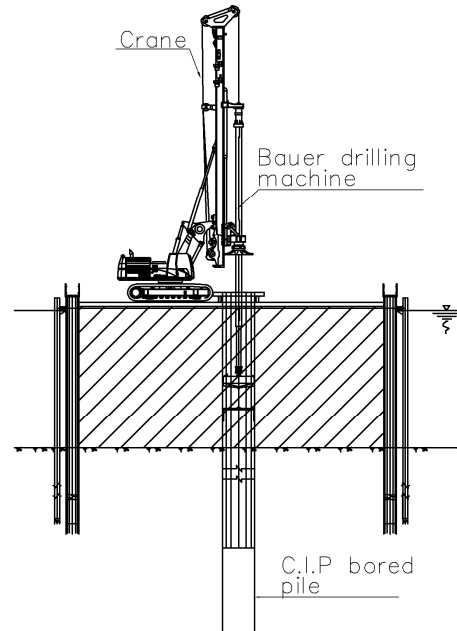
鋼管矢板の杭頭をタイロッド（PC ケーブル）で固定し、砂置換を行う。砂置換後、そこを施工基面とし、場所打ち杭を打設する。杭打設後は、置換した砂を除去する。

【杭打設機の施工基面構築】

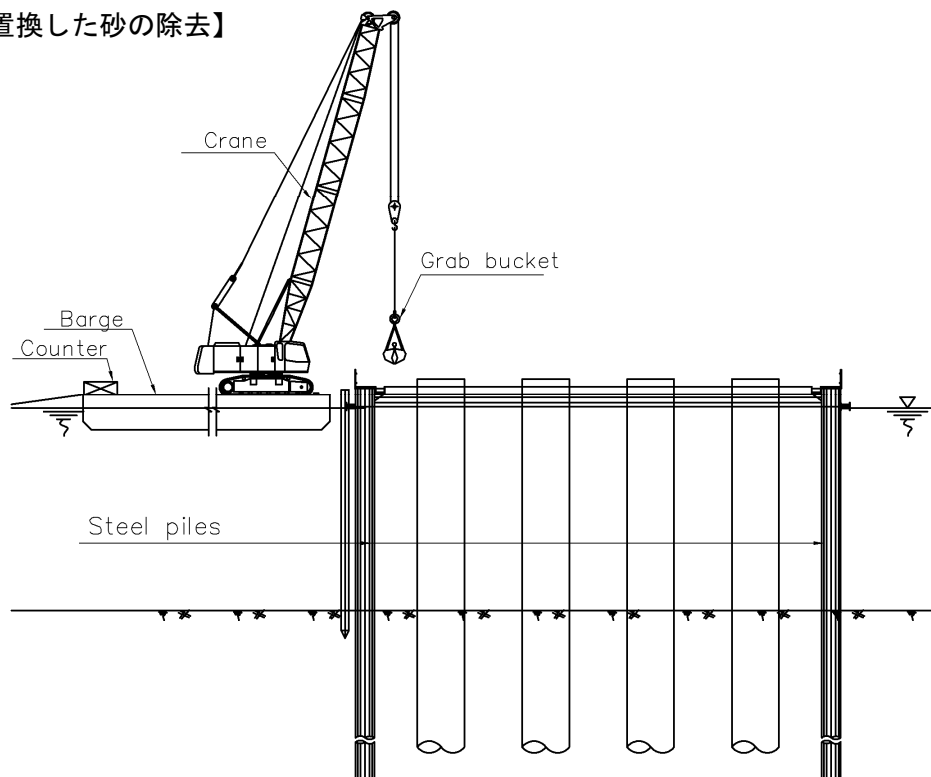
- ・ 杭頭をタイロッド（PC ケーブル）で固定
- ・ 締切り内を砂置換



【場所打ち杭の打設】



【置換した砂の除去】

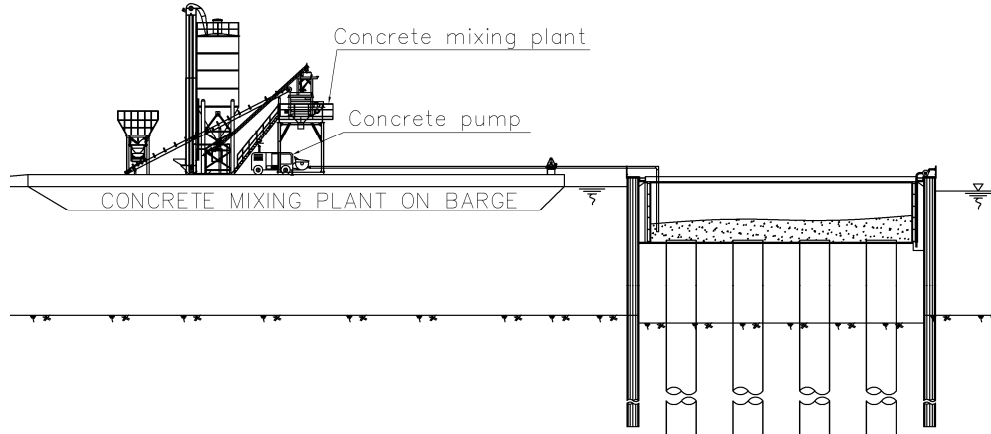


出典：JICA 調査団

図 5.83 メイン橋・下部構造施工計画(杭打設)

3) 底版の構築

杭頭に埋設型枠（プレキャスト部材）を設置し、台船上に設置したコンクリートプラントを使用して底版の構築を行う。底版構築後は、鋼管矢板を除去する。

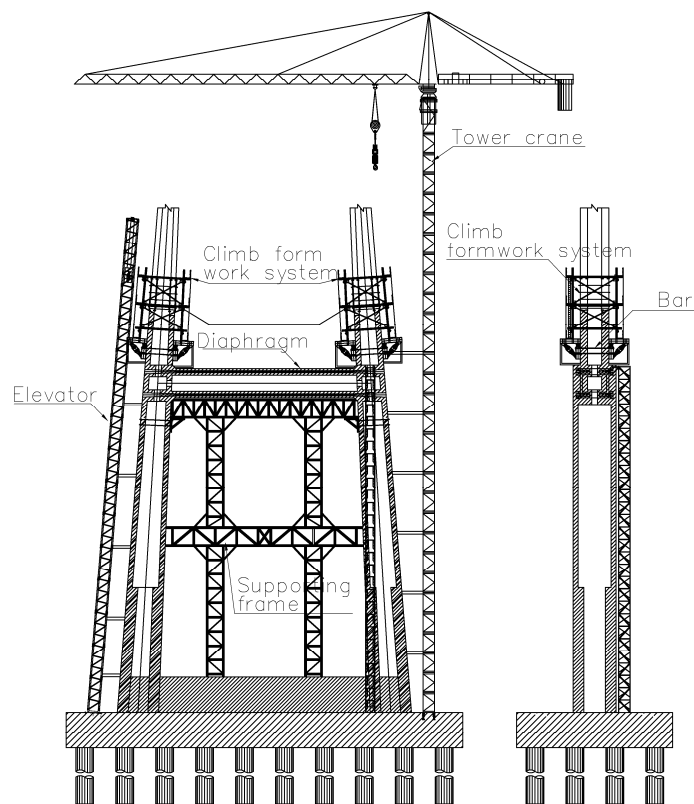


出典：JICA 調査団

図 5.84 メイン橋・下部構造施工計画(底版の構築)

4) 主塔の構築

底版部にタワークレーンを構築し、支保工と足場工の設置と並行して主塔の構築を行う。



出典：JICA 調査団

図 5.85 メイン橋・下部構造施工計画(主塔の構築)

5.7.5 橋梁施工計画(アプローチ橋)

(1) 上部構造架設計画

1) 鋼桁

A) 施工条件

鋼桁の架設における制約条件としては、河川内(P21-P22-P23 区間)の架設において、航路内台船等長期係留は避けることが考えられる。その他は特に制約条件はないものとして計画する。

B) 鋼桁部の架設

a) 一般部

図 5.86、図 5.87、図 5.88 に示すように鋼桁部の架設は、2 ブロックごとに地組立てを行い、クレーン・ベント工法にて架設する。

工専用道路は下流側のみに計画しており、クレーンの設置位置が限定されることから、上流側の桁を架設し横引きし、その後下流側桁を架設する計画とした。施工のサイクルをまとめると以下のサイクルとなる。

1st STEP : ベント設置(ベント基礎含む)

2nd STEP : 上流側主桁を 2 ブロックずつ地組、架設、横桁架設(桁の地組は仮設道路の一部を利用して行う。)

3rd STEP : 架設した上流側桁を上流側に横引き

4th STEP : 下流側主桁を 2 ブロックずつ地組、架設、横桁架設

5th STEP : 下流側プレキャスト RC 床板架設、間詰コンクリート打設

6th STEP : 下流側プレキャスト床板上にクレーン移動、上流側プレキャスト床板架設、間詰コンクリート打設

ハロン側



ハイフォン側

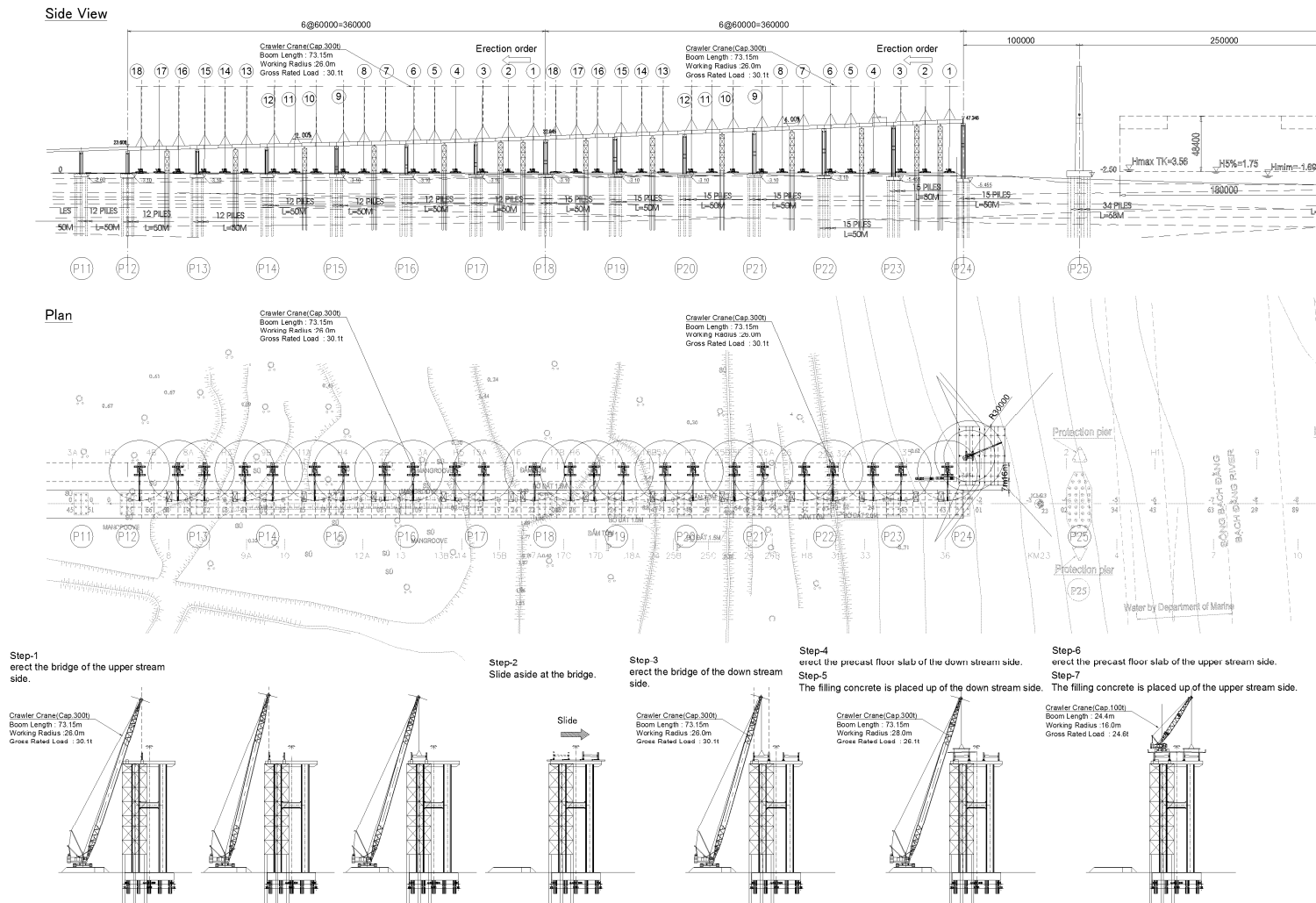
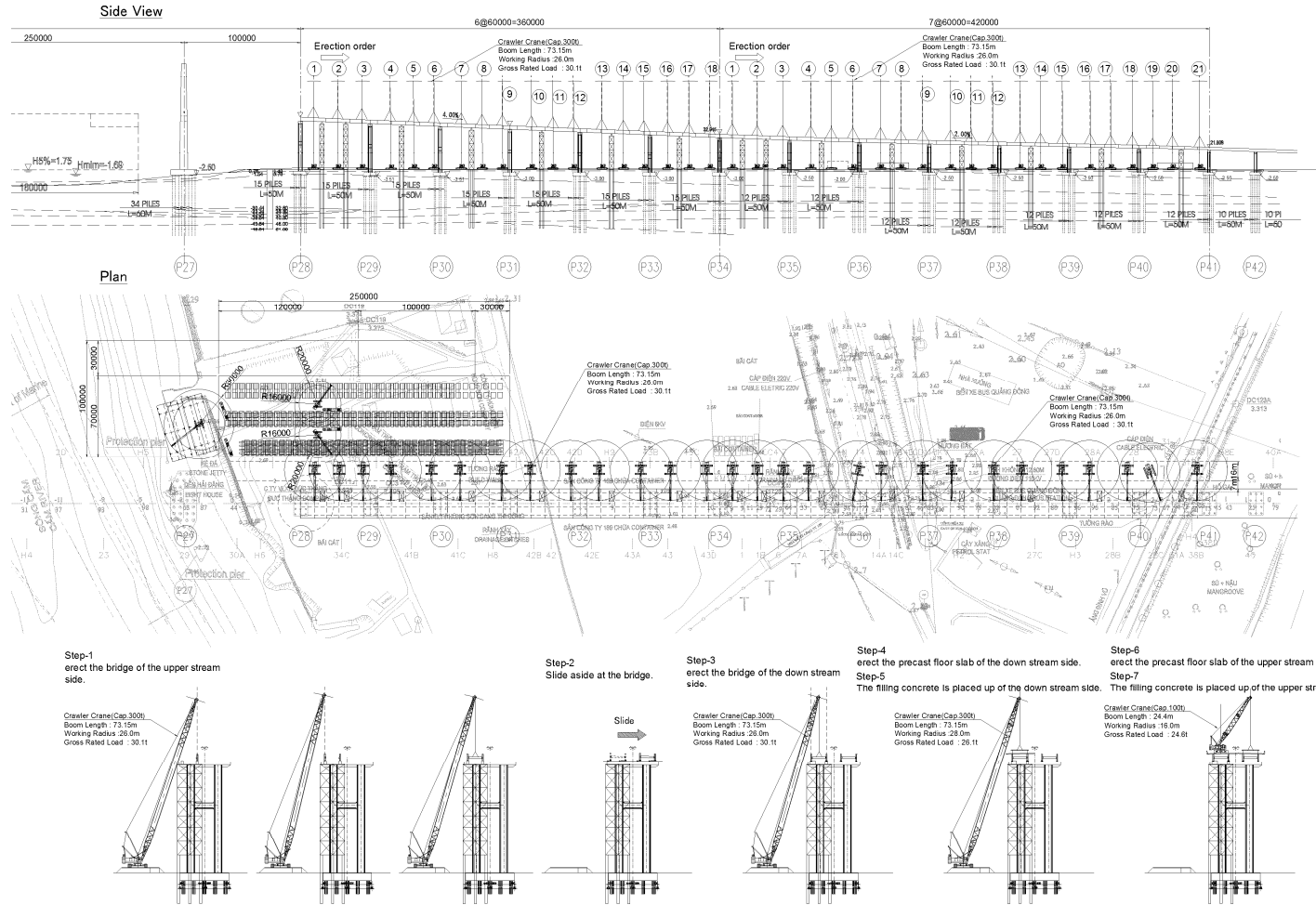


図 5.86 アプローチ橋(鋼桁)・架設要領図(1)

出典：JICA 調査団

ハロン側
←

ハイフォン側
→

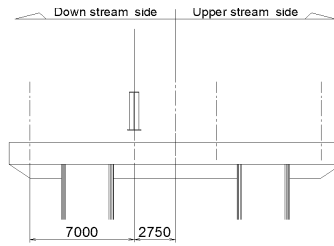


出典：JICA 調査団

図 5.87 アプローチ橋(鋼桁)・架設要領図(2)

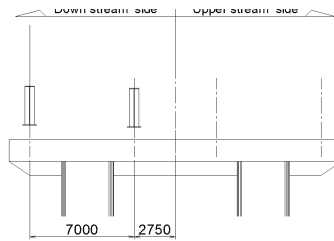
Step-1-1

上流奥側主桁架設



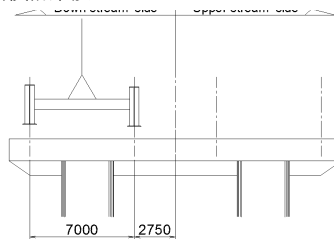
Step-1-2

上流手前側主桁架設



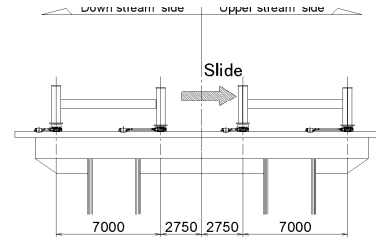
Step-1-3

上流側横桁架設



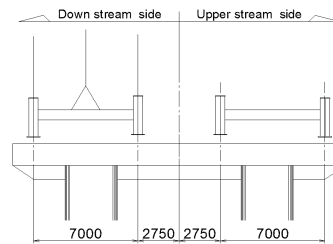
Step-2

上流側ヘスライドジャッキで移動



Step-2

下流側アプローチ橋架設

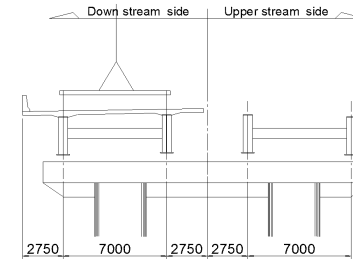


Step-4

下流側のプレキャスト床版敷設

Step-5

下流側間詰めコンクリート打設

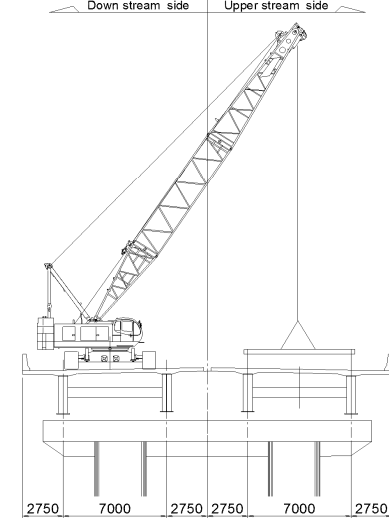


Step-6

上流側のプレキャスト床版敷設

Step-7

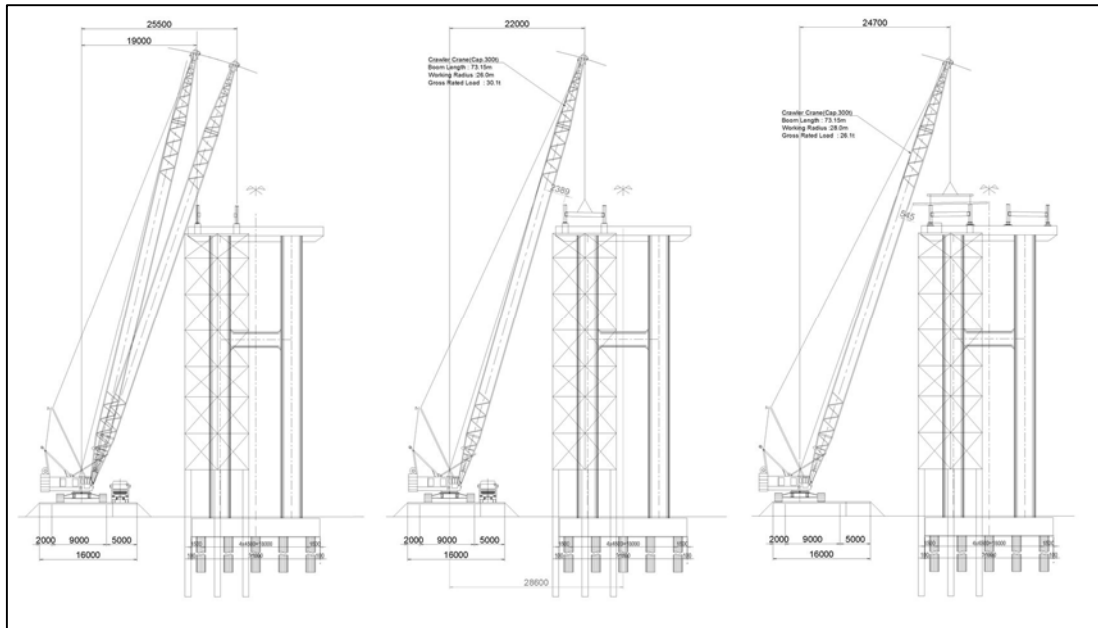
上流側間詰めコンクリート打設



出典： JICA 調査団

図 5.88 アプローチ橋(鋼桁)・架設要領図(3)

なお、図 5.89 に示すように、各施工は 300t クローラクレーンにて行うことが可能である。



出典：JICA 調査団

図 5.89 アプローチ橋(鋼桁)・クローラクレーンによる施工

b) 道路部

道路部（P35-P36-P37）も同様に中央分離帯と中央上下各 1 車線程度を規制しベントを設置するクレーンベント工法とする。夜間等に上下線のうち片側を全面通行規制して桁架設する計画としている。片側全面通行規制をすることでクレーンが比較的自由に動けることから横引きは行わず、桁を正規位置に架設する。規制は上り線 1 日、下り線 1 日の計 2 日とする。

その後、床板の架設は一部規制または一時的な全面規制をした状態で架設する。

交通規制が伴うため実施工においては安全に留意する。また、上空占有物等(架線等)についても十分に調査した上で施工する。

c) 河川内

仮設道路を延長し、河川内航路外までとする。この仮設道路を利用して一般部と同じように架設を行う。よって河川内航路の占有等の問題は生じない。

河川内でのベント基礎及びベント設置が必要となるが、すべての施工は仮設道路上の機材を用いて行えるため、大きな問題はないと判断した。

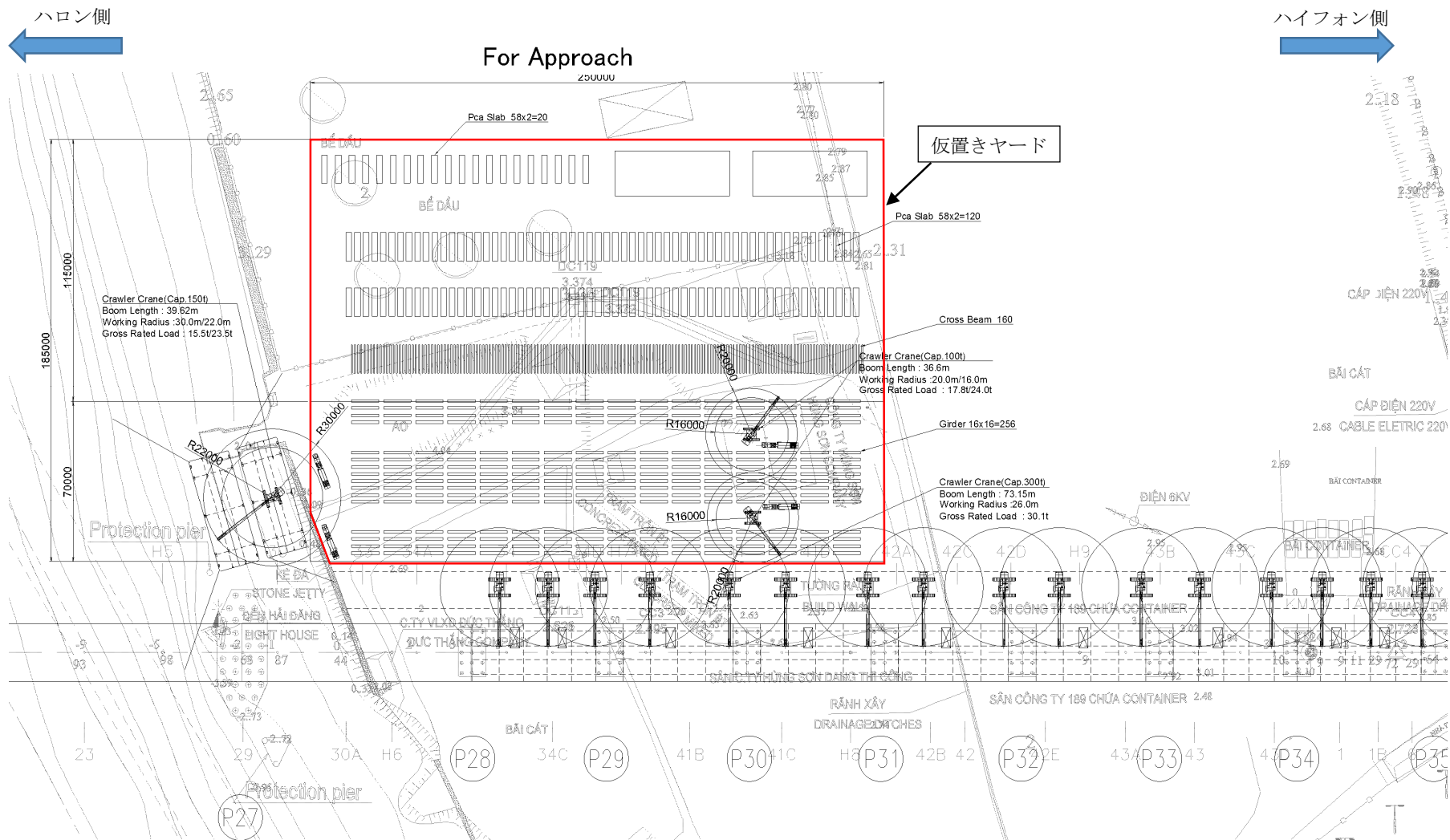
C) 仮置きヤード

メイン橋同様、製作した主桁及びプレキャスト床板を仮置きするヤードが必要となる。仮置き数は全体工程に対する調整が必要であるが、ここでは架設開始時に全量を仮置きする条件で考える。

仮置き部材は主桁及び横桁の製作部材を陸上輸送、またプレキャスト床板は近隣にて製

作するものとした。

ヤードはメイン橋と兼用するものとし、先にアプローチ橋で利用するものとする。現在の全体工程の計画ではアプローチ橋の架設が進行した状態でメイン橋の部材を搬入すればよく、アプローチ橋にてヤード広さ寸法が決まる。



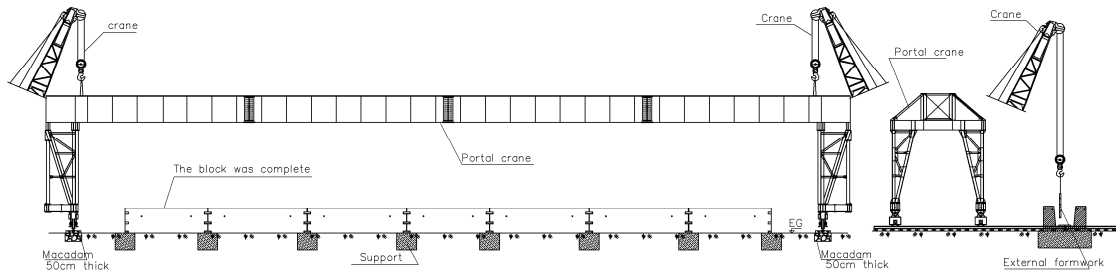
出典：JICA 調査団

図 5.90 仮置きヤード

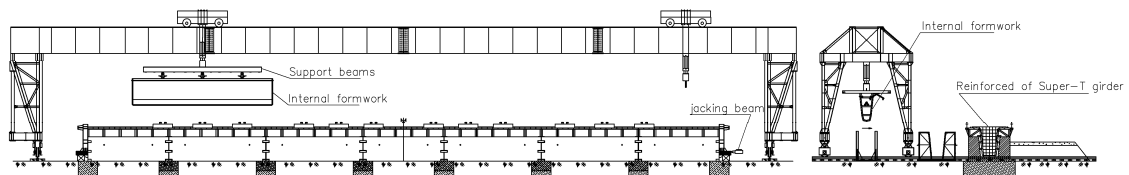
2) スーパーT桁

現場にスーパーT桁の製作ヤードを構築する。製作ヤードには、門型クレーンを設置し、型枠等の資材運搬を行う。桁の製作後、トレーラに桁を載せて所定の位置まで運搬し、2基のクローラークレーンにより、合吊り架設を行う。

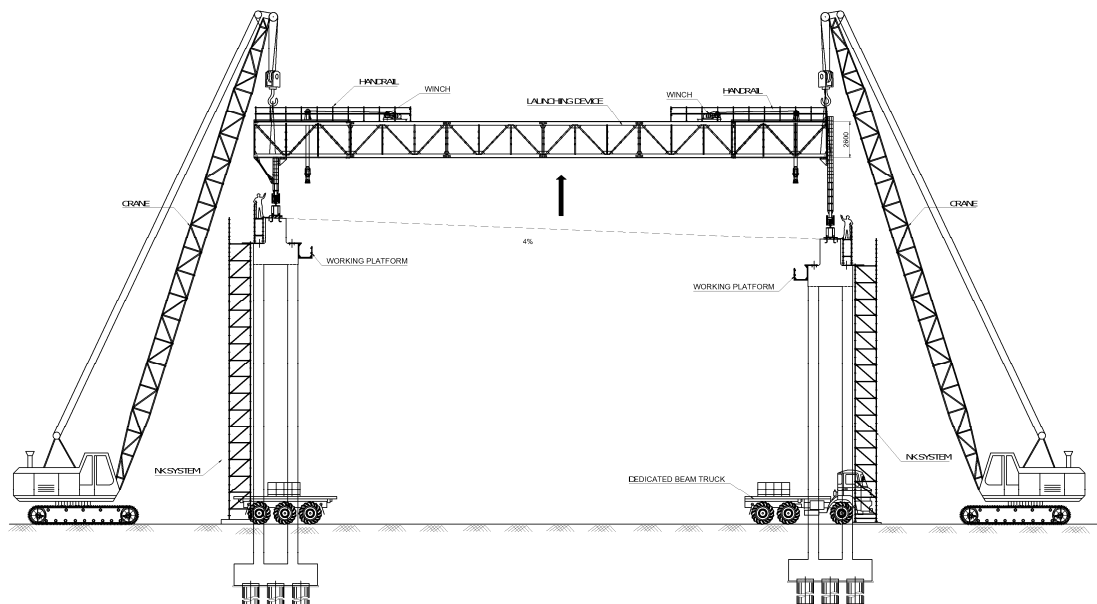
【製作ヤードの準備：門型クレーンの構築】



【桁の製作：門型クレーンを使用して桁をPC製作する】



【桁の架設：2基のクローラークレーンにより、合吊り架設を行う】



出典：JICA 調査団

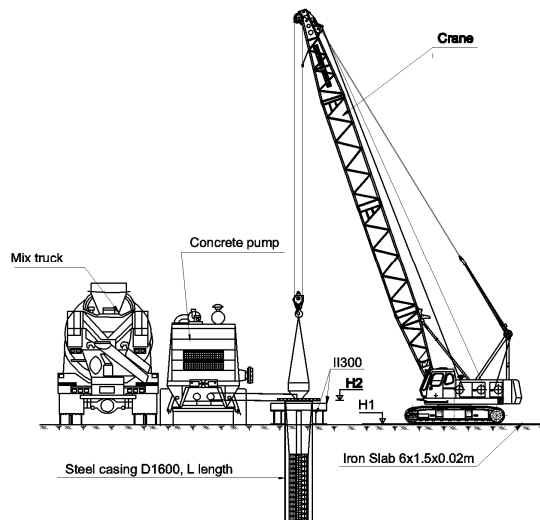
図 5.91 アプローチ橋上部構造架設(スーパーT桁)

(2) 下部構造架設計画

アプローチ橋の下部構造は、全て同じ手順で施工を行う。施工手順を大きく区分すると、「(1)杭打設→(2)締切り工の構築→(3)底版の構築→(4)柱・梁の構築」となる。以下にその手順図を示す。なお、締切り工の構築については湿地帯が多いハロン側での施工を主とし、ハイフォン側については開削工とした。

1) 杭打設

場所打ち杭を打設する。なお、ハロン側は、下部構造位置上面に仮設道路と同程度の高さの盛土を行い、そこを施工基面として施工を行う。ハイフォン側の施工基面は、原則、現地盤であるが、一部の湿地帯についてはハロン側と同様の盛土が必要になる可能性がある。

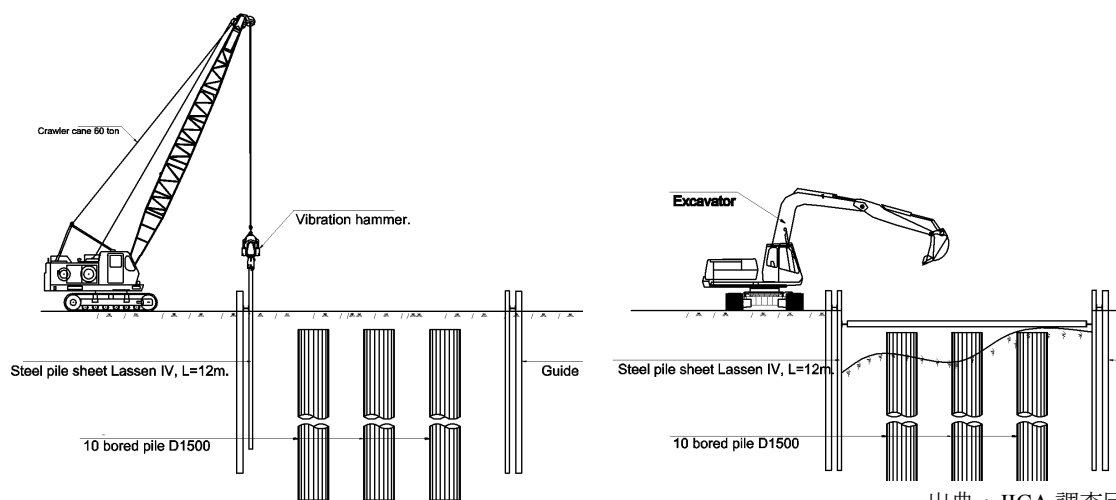


出典：JICA 調査団

図 5.92 アプローチ橋・下部構造施工計画(杭打設)

2) 締切り工の構築

位置を確定するための小口径の鋼管杭(導杭)を打設し、並行して締切り用の鋼矢板の打設を行う。打設後は、切梁を設置し、締切り内の床掘りを行う。

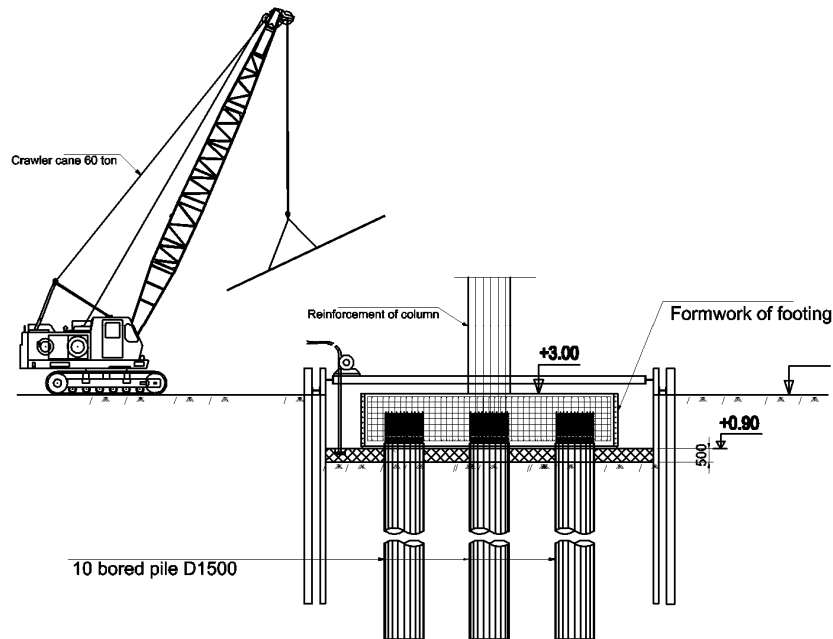


出典：JICA 調査団

図 5.93 アプローチ橋・下部構造施工計画(締切り工の構築)

3) 底版の構築

締切り内の床掘り後、底版を構築する。底版構築後は、鋼矢板等の締切り工を撤去する。

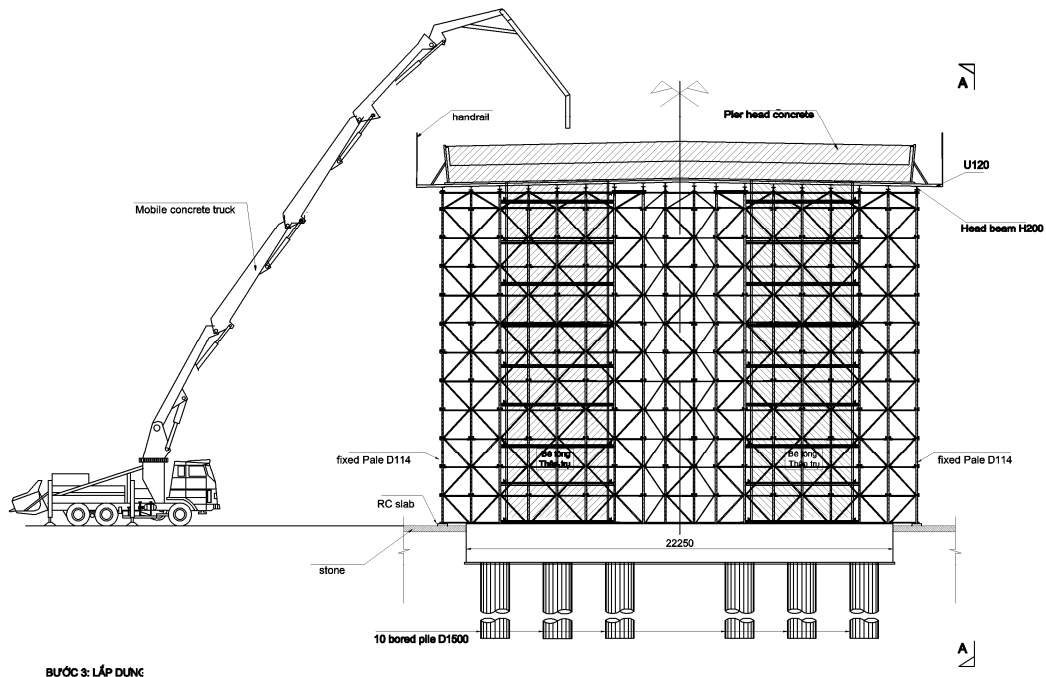


出典：JICA 調査団

図 5.94 アプローチ橋・下部構造施工計画(底版の構築)

4) 柱・梁の構築

足場工、支保工を併用し、柱と梁の構築を行う。



出典：JICA 調査団

図 5.95 アプローチ橋・下部構造施工計画(柱・梁の構築)

5.8 施工数量

本事業の施工数量（概算）を表 5.78 に示す。

表 5.78 施工数量

項目		仕様	単位	数量	備考		
道路	掘削		m ³	80,704			
	盛土		m ³	521,076			
	地盤改良		m ³	311,567	サンドドレーン工法		
	舗装（アスファルト）		m ²	110,868			
	コンクリート	C30,C25	m ³	17,443	本線カルバート、U型擁壁、L型擁壁、横断カルバート		
鉄筋		SD390	ton	2,160			
橋梁	上部工	コンクリート	C50,C35,C25	m ³	32,823	メイン橋、アプローチ鋼橋、アプローチコンクリート橋	
		鉄筋	SD390	ton	5,447	メイン橋、アプローチ鋼橋、アプローチコンクリート橋	
		鋼材	SM490YB SM570	ton	12,533	アプローチ鋼橋	
		塗装面積		m ²	26,769	アプローチ鋼橋	
		PC 鋼材		ton	292	アプローチコンクリート橋	
		斜材		ton	585	メイン橋	
	下部工	支承		基	712	メイン橋、アプローチ鋼橋、アプローチコンクリート橋	
		コンクリート	C50,C35	m ³	78,443	メイン橋、アプローチ鋼橋、アプローチコンクリート橋	
			鉄筋	SD390	ton	35,415	メイン橋、アプローチ鋼橋、アプローチコンクリート橋
			場所打ち杭		m	35,536	メイン橋、アプローチ鋼橋、アプローチコンクリート橋
			掘削		m ³	43,998	メイン橋、アプローチ鋼橋、アプローチコンクリート橋
			鋼矢板締切		m ³	8,160	アプローチ鋼橋、アプローチコンクリート橋
	埋戻し		m ³	28,533	メイン橋、アプローチ鋼橋、アプローチコンクリート橋		
	橋面	舗装		m ²	83,648.0	メイン橋、アプローチ鋼橋、アプローチコンクリート橋	
		伸縮装置		m	320.0	メイン橋、アプローチ鋼橋、アプローチコンクリート橋	
		排水枡		箇所	614.0	メイン橋、アプローチ鋼橋、アプローチコンクリート橋	
		防護柵		m	10,760	メイン橋、アプローチ鋼橋、アプローチコンクリート橋	
		防水工		m ²	70,780	メイン橋、アプローチ鋼橋、アプローチコンクリート橋	
	その他	料金所		箇所	1		
		管理棟・記念館		箇所	1		
電気設備		基	230	片側 47m 間隔に配置			
施工中の防護、主塔の防護		式	1				

出典：JICA 調査団

5.9 調達計画

バックダン橋近郊では、鋼斜張橋の施工実績があり、本プロジェクトで使用する資機材については、所定の品質を確保しつつ、経済的に有利と判断されるため、「ベ」国内からの調達が可能である。ただし、施工に必要な特殊重機類、橋梁用鋼板、斜材ケーブル、大型の支承・伸縮装置、塗装材料等は、「ベ」国内調達が困難であるため、日本からの調達を前提とする。

鋼桁の製作や架設等は基本的に「ベ」国人技術者を活用することを前提とする。これは、鋼斜張橋の施工実績や技能研修も行われていることから、「ベ」国人技術者が十分な技能を有していると判断したためである。

表 5.79 主要資材の調達

資 材 名	調 達 先			備 考
	「ベ」国	日本国	その他近隣国	
盛土材	○			
アスファルト	○			
路盤材	○			
砕石	○			
セメント	○			
細骨材	○			
砂	○			
粗骨材	○			
砕石	○			
鉄筋	○			
橋梁用鋼板		○		製作は「ベ」国
斜材ケーブル		○		
支承	○			
伸縮装置	○			
塗装材料		○		
型枠用合板	○			
支保工材	○			
足場材	○			
燃料	○			

出典：JICA 調査団

5.10 概算建設費及び事業費の積算

5.10.1 METI F/S における建設費及び事業費

2012年2月に完了したMETI F/Sにおける本事業の建設費及び事業費は、METI F/S実施当時の円対ドンの為替レートを1円=260VNDと設定され、表5.80のとおりそれぞれ5,213.3Bil.VND(約200億円)、7999.3Bil.VND(約308億円、エスカレーション含む)と積算されていた。

表 5.80 METI F/S における建設費及び事業費とその内訳

	項目	金額 (10億VND)	備考
1	バックダン橋	4,681.4	ハノイ-ハイフォン高速道路IC、照明設備等含む
2	船舶の衝突対策	170.8	防弦材、施工時警戒船
3	ダンニャマックIC、アプローチ道路	328.0	
4	料金所	22.0	
5	記念館	11.0	
6	建設費合計	5,213.3	
7	用地費	77.0	既存F/Sと同値
8	プロジェクト管理費	26.8	建設費の0.5149%
9	コンサルフィー	521.3	建設費の10.0%
10	その他	198.5	建設費の3.8075%
11	予備費	603.7	項目6~10合計の10.0%
12	エスカレーション	1,358.6	項目6~10に対して、対象期間:3年、CPI上昇率=7%と想定
13	事業費 (エスカレーション含まず)	6,640.7	
14	事業費 (エスカレーション含む)	7,999.3	

出典：METI F/S 報告書

5.10.2 積算条件

(1) 積算時点

積算時点は2014年8月とする。

(2) 通貨と交換レート

積算に用いる通貨交換レートは、2014年8月の平均レートより以下のとおり設定した。

1 USD = 20,000 VND (2014年8月の平均レート：20,980VND/USD⁴⁰)

1 JPY = 200 VND (2014年8月の平均レート：204VND/JPY⁴¹)

⁴⁰ 出典：OANDA

⁴¹ 出典：OANDA

(3) 準拠基準

「ベ」国基準である Circular 04/2010/TT-BXD に準拠し、積み上げ方式とすることを基本とした。但し、メイン橋並びにアプローチ橋の鋼連続 2 主 I 桁橋は、PC 橋が多く採用されている「ベ」国では特殊であり、積算基準が存在しないため、日本基準または「ベ」国での施工実績などから検討した数値を用いることとした。

■ 「ベ」国基準

- ・ Circular 04/2010/TT-BXD : Cost Estimation Standard
- ・ Decree 83/2009/ND-CP : Management of Construction investment project
- ・ Decision 957/QD-BXD : Cost of project management and consultant in construction investment project

■ 日本基準

- ・ 国土交通省土木工事積算基準 平成 26 年度版 「財団法人 建設物価調査会」
- ・ 橋梁架設工事の積算 平成 26 年版 「社団法人 日本建設機械化協会」
- ・ 建設機械等損料算定表 平成 26 年度版 「社団法人 日本建設機械化協会」

なお、「ベ」国基準 Circular 04/2010/TT-BXD には工種毎に歩掛が存在するが、直接工事費を算出するのではなく、工種毎に間接費が加えられる点は日本基準と異なる。

(4) 採用単価

工事材料、工事機材及び労務単価については、METI F/S で使用されていた 2011 年時点での単価に、物価変動係数を乗じることで本調査における積算時点（2014 年 8 月）の単価とした。

5.11 概算建設費及び事業費

概算での建設費及び事業費を以下の方法により積算した。なお、建設費の率分により算定した箇所については、今後、具体的に積算する等の対応が必要となる。

(1) 建設費

施工数量に採用単価を乗じて算出した。

(2) 用地取得費

本事業における住民移転を含む用地取得は、クアンニン省が費用負担及び実施を担うとされており、クアンニン省 DOT の同人民委員会への報告文書（2013 年 8 月 8 日付 4339/SGTVT-KHTC）によると、その費用は 181Bil.VND と見積られている。

本調査においてはクアンニン省が見積った 181Bil.VND を用地取得費として概算事業費を算定するが、今後 JICA 環境社会配慮ガイドラインと照らした精査が必要である。

(3) プロジェクト管理費

プロジェクト管理費には、F/S 実施費用、コントラクター選定費用、着工式費用等が含まれ、Decision 957/QD-BXD より建設費の 0.527%とした。

(4) コンサルタントフィー

コンサルタントフィーは、詳細設計費用、施工監理費用等が含まれ、Decision 957/QD-BXD に基づくと、建設費の 1.473%と設定されるが、本事業を本邦企業が主体的に実施する場合、コスト増加が想定されるため、本調査では建設費の 5%と設定した。

(5) その他費用

その他費用は、Circular 04/2010/TT-BXD では、不発弾処理、工事保険、工事に伴う輸送費、安全管理、承認・許可手続き、会計監査等の費用とされている。本調査では、METI F/S 時の率分を参照しつつ、「ベ」国で実施された橋梁案件実績による下記保険料比率を加味して、4%と設定した。

- ・ 工事保険：建設費の 0.5%
- ・ 輸送保険：日本調達費の 0.4%
- ・ その他保険（滞在保険、渡航保険等）：建設費の 0.5%

(6) プロジェクト会社設立費用

本事業を実行するプロジェクト会社を設立するための費用を表 5.81 に示すとおり算出した。なお、事務所賃貸、人件費等、本費用が対象とする期間は設立から建設完了までとした。

表 5.81 プロジェクト会社設立費用

	項目	費用	
		VND	日本円換算 JPY
1.	各種契約（BOT・事業関連契約等）への弁護士費用	46,080,000,000	230,400,000
2.	事業計画・金融機関交渉等ファイナンシャル・アドバイザー	15,400,000,000	77,000,000
3.	事務所賃貸等	6,880,000,000	34,400,000
4.	人件費	40,076,000,000	200,380,000
5.	会社登記・設立費用	200,000,000	1,000,000
6.	事業関連調査費用	6,000,000,000	30,000,000
7.	広告宣伝他開業準備費用	10,000,000,000	50,000,000
8.	その他経費	6,231,800,000	31,159,000
	合計	130,867,800,000	654,339,000

出典：JICA 調査団

(7) 予備費

予備費は、METI F/S 同様、建設費、用地取得費、プロジェクト管理費、コンサルタントフィー、その他費用の 10%と設定した。

(8) 概算建設費及び事業費

前述の方法により積算した概算での建設費及び事業費を表 5.82 に示す。

表 5.82 本事業の建設費及び事業費

工種	調達通貨区分		合計		備考	
	「ベ」国内調達 (Mil. VND)	日本調達 (千円)	VNDへの 通貨換算 (Mil. VND)	JPYへの 通貨換算 (千円)		
共有部	272,442		272,442	1,362,000		
A						
A1	事務所	105,572	0	105,572	528,000	
A2	仮設ヤード、工事用道路等	139,027	0	139,027	695,000	
A3	工事設備等	27,843	0	27,843	139,000	
道路	874,533		874,533	4,372,000		
B						
B1	土工	346,833	0	346,833	1,734,000	
B2	カルバート(本線部)	177,284	0	177,284	886,000	
B3	U型擁壁	169,518	0	169,518	848,000	
B4	L型擁壁	19,182	0	19,182	96,000	
B5	カルバート(ダンニヤマック側)	9,224	0	9,224	46,000	
B6	ON,OFFランプ	152,492	0	152,492	762,000	
橋梁	2,611,072	5,747,000	3,760,472	18,802,000		
C						
C1	メイン橋 上部工 (主塔を含む)	450,423	3,074,000	1,065,223	5,326,000	
C2	メイン橋 下部工	577,678	159,000	609,478	3,047,000	
C3	アプローチ橋(鋼橋) 上部工	341,445	2,358,000	813,045	4,065,000	
C4	アプローチ橋(鋼橋) 下部工	676,235	51,000	686,435	3,432,000	
C5	アプローチ橋(コンクリート橋) 上部工	218,389	84,000	235,189	1,176,000	
C6	アプローチ橋(コンクリート橋) 下部工	346,902	21,000	351,102	1,756,000	
D						
その他	306,432		306,432	1,532,000		
D1	運営・維持管理イニシャルコスト	105,000	0	105,000	525,000	
D2	照明及び電気設備工	20,818	0	20,818	104,000	
D3	施工中の防護、主塔の防護	180,614	0	180,614	903,000	
E	建設費 (=A+B+C+D) (課税前)	4,064,479	5,747,000	5,213,879	26,068,000	
F	VAT 10%			521,388	2,606,800	
G	建設費 (=E+F)			5,735,267	28,674,800	
H	用地費	181,000		181,000	905,000	クアンニン省算出値
I	プロジェクト管理費			30,225	151,116	建設費の0.527% No. 957/QD-BXDより
J	コンサルタントフィー			286,763	1,433,740	建設費の5%
K	その他費用			229,411	1,146,992	建設費の4%
L	プロジェクト会社設立費用			130,868	654,000	建設終了までの運営費含む
M	予備費			659,353	3,296,565	(G+H+I+J+K+L)の10%
N	エスカレーション					資金投入計画による
計				7,252,887	36,262,213	エスカレーションを除く実質値

出典：JICA 調査団