

ベトナム社会主義共和国
ホーチミン市都市鉄道管理局

ベトナム国
ホーチミン市都市鉄道建設事業
(ベンタインーミエンタイ間
(3A号線 フェーズ1)) 準備調査

準備調査報告書

平成30年1月
(2018年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

株式会社 オリエンタルコンサルタンツグローバル
東京地下鉄株式会社
株式会社 トーニチコンサルタント
パシフィックコンサルタンツ株式会社
株式会社 アルメック V P I

東大
JR(先)
18-001

ベトナム社会主義共和国
ホーチミン市都市鉄道管理局

ベトナム国
ホーチミン市都市鉄道建設事業
(ベンタインーミエンタイ間
(3A号線 フェーズ1)) 準備調査

準備調査報告書

平成30年1月
(2018年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

株式会社 オリエンタルコンサルタンツグローバル
東京地下鉄株式会社
株式会社 トーニチコンサルタント
パシフィックコンサルタンツ株式会社
株式会社 アルメック V P I

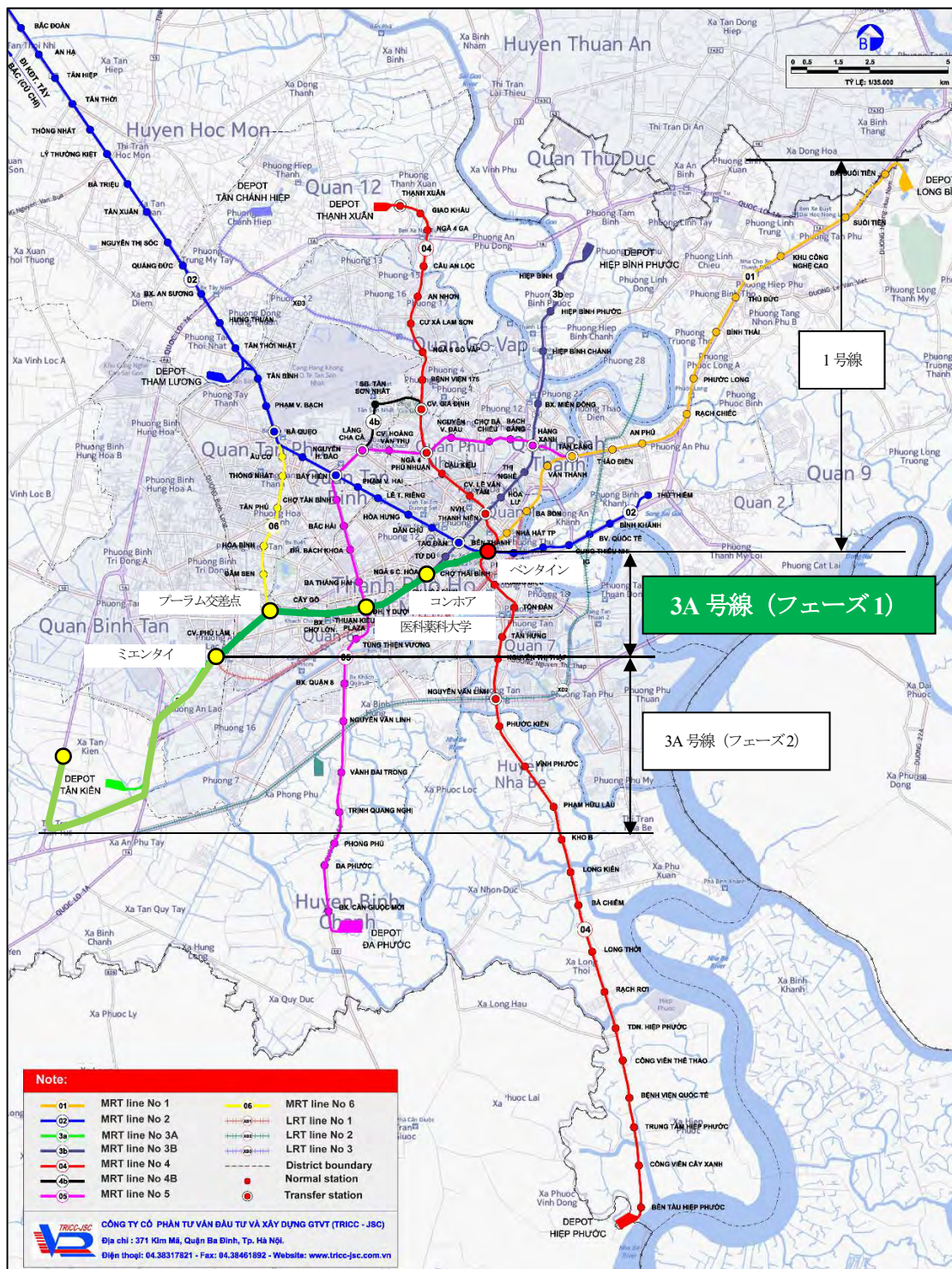
為替交換レート (2016年11月)

1 ベトナムドン(VND) = 0.00461 円

1 米ドル(US\$) = 101.3 円

1 米ドル(US\$) = 21,954VND

調査対象地域 位置図



出典：568/QĐ-TTg (2013 年 8 月 4 日付け首相決定)

(注記) ベンタイン駅は1号線で建設されるため本事業に含まれない。

略 語 集

ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
AFC	Automatic Fare Collection	運賃收受システム
AIDS	Acquired Immuno-Deficiency Syndrome	後天性免疫不全症候群
ATC	Automatic Train Control	自動列車制御装置
ATO	Automatic Train Operation	自動列車運転装置
ATP	Automatic Train Protection	自動列車保安装置
ATS	Automatic Train Stop	自動列車停止装置
BAU	Business As Usual	自然体ケース
BR	Biosphere Reserves	生物圏保存地域
BRT	Bus Rapid Transit	バス高速輸送システム
CAP	Corrective Action Plan	是正措置案
CBD	Central Business District	中心業務地区
CBI	Computer Based Interlocking	電子連動装置
CCB	Climate Change Board	気候変動室
C/P	Counterpart	カウンターパート
CBTC	Communication Based Train Control	無線式列車制御システム
CCTV	Closed-Circuit Television	監視カメラ
CDM	Clean Development Mechanism	クリーン開発メカニズム
CS	Customer Satisfaction	顧客満足度
CSC	Construction Supervision Consultant	施工監理コンサルタント
CSR	Corporate Social Responsibility	企業の社会的責任
DCSCC	District Compensation and Site Clearance Committee	区補償用地取得委員会
DEG	Diesel Electric Generator	ディーゼル発電機
DF/R	Draft Final Report	ドラフトファイナルレポート
DMS	Detailed Measurement Survey	補償対象資産のリスト作成と確認作業
DOF	Department of Finance	ホーチミン市財務局
DONRE	Department of Natural Resources and Environment	ホーチミン市天然資源・環境局
DOT	Department of Transport	ホーチミン市交通運輸局
DPA	Department of Planning and Architecture	ホーチミン市計画建築局
DPC	District Peoples' Committee	区人民委員会
DPI	Department of Planning and Investment	ホーチミン市計画投資局
DPO	Disabled Peoples' Organization	障害者団体
E&M	Electrical and Mechanical	電気・機械
ECO	Environmental Control Officer	環境管理責任者
EMA	External Monitoring Agency	外部モニタリング組織
EMU	Electric Multiple-Unit	電車
EIA	Environmental Impact Assessment	環境アセスメント

EIB	European Investment Bank	欧州投資銀行
EIRR	Economic Internal Rate of Return	経済的内部収益率
EMC	Environmental Monitoring Consultant	環境モニタリングコンサルタント
EPC	Engineering, Procurement, Construction	設計・調達・建設
ES	Environmental Supervisor	環境監督者
EVN	Electricity of Vietnam	ベトナム電力総公社
FEED	Front End Engineering Design	フロントエンド・エンジニアリングデザイン (基本設計)
FIDIC	Federation Internationale des Ingenieurs- Conseils	国際コンサルティングエンジニア連盟
FGM	Focus Group Meeting	フォーカスグループミーティング
FIRR	Financial Internal Rate of Return	財務的内部収益率
F/S	Feasibility Study	フィージビリティスタディ
GAP	Gender Action Plan	ジェンダー配慮行動計画
GC	General Consultant	ゼネラル・コンサルタント
GHG	Green House Gases	温室効果ガス
GIS	Gas Insulated Switchgear	ガス絶縁開閉装置
GRM	Grievance Redress Mechanism	苦情処理メカニズム
HAIMUD1	The Project for Studying the Implementation of Integrated UMRT and Urban Development for Hanoi	ハノイ市における UMRT の建設と一体 となった都市開発整備計画調査
HAIMUD2	Project for Studying the Implementation of Integrated UMRT and Urban Development for Hanoi in Vietnam	ハノイ市における UMRT の建設と一体 となった都市開発整備計画調査の実施 支援プロジェクト
HCMC	Ho Chi Minh City	ホーチミン市
HCMC-PC	Ho Chi Minh City Peoples' Committee	ホーチミン市人民委員会
HDPE	High-density polyethylene	高密度ポリエチレン管
HIV	Human Immunodeficiency Virus	ヒト免疫不全ウイルス
HOUTRANS	The Study on the Urban Transport Master Plan and Feasibility Study in HCM Metropolitan Area	ホーチミン都市交通計画調査
ICB	International Competitive Bidding	国際競争入札
ICR	Inception Report	インセプションレポート
IL	Interlocking	連動装置
INV	Regenerative Inverter (INV)	回生電力吸収インバータ
IOL	Inventory of Losses Survey	損失インベントリ調査
IRP	Income Restoration Program	生計回復プログラム
ITR	Interim Report	インテリムレポート
JCM	Joint Crediting Mechanism	二国間オフセット・クレジット制度
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau	ドイツ復興金融公庫
KOICA	Korea International Cooperation Agency	韓国国際協力団
LEP	Law on Environmental Protection	環境保護法
LFDC	Land Fund Development Center	土地開発センター

LRT	Light Rail Transit	次世代型路面電車システム
MAB	Man and the Biosphere	人間と生物圏
MAUR	Management Authority for Urban Railways	ホーチミン市都市鉄道管理局
M/D	Minutes of Discussion	協議議事録
METROS	Data Collection Survey on Railways in Major Cities in Vietnam	ベトナム国主要都市鉄道情報収集・確認調査
MOC	Ministry of Construction	ベトナム建設省
MOCPT	Management and Operation Centre for Public Transport	バス管理センター
MOMC	Metro Operation & Maintenance Company	地下鉄運営・維持管理会社
MONRE	Ministry of Natural Resources and Environment	ベトナム天然資源・環境省
MOT	Ministry of Transport	ベトナム交通運輸省
MPI	Ministry of Planning and Investment	ベトナム計画投資省
MRV	Measurement, Reporting, Verification	計測・報告・検証
NAMA	Nationally Appropriate Mitigation Action	国としての適切な緩和行動
NGO	Non-Governmental Organization	非政府組織
O&M	Operation and Maintenance	運営・維持管理
OCC	Operation Control Center	総合司令所
OCR	Ordinary Capital Resources	通常資本財源
OD	Origin/Destination	起点終点
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
PAP	Project Affected Person	被影響住民
P&R	Park and Ride	パークアンドライド
PC	Pre-stressed Concrete	プレストレスト・コンクリート
PHPDT	Peak Hour Peak Directional Traffic	ピーク時片方向最大交通量
PMSM	Permanent Magnet Synchronous Motor	永久磁石同期電動機
PPID	Project / Program Investment Decision	投資政策決定
PIIP	Project / Program Investment Policy	投資政策
PPTA	Project Preparation Technical Assistance	プロジェクト準備技術援助
PSD	Platform Screen Door	プラットフォームスクリーンドア
PTA	Public Transport Authority	公共交通局
RAMS	Reliability, Availability, Maintainability, Safety	信頼性, アベイラビリティ, 保全性, 安全性
RAP	Resettlement Action Plan	住民移転計画
RCS	Replacement Cost Survey	再取得価格調査
ROW	Right of Way	鉄道用地
RPF	Resettlement Policy Framework	住民移転に関する政策枠組み
RSS	Receiving Substation	受電変電所
SAH	Severely Affected Household	大きな影響を受ける被影響世帯
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition	監視制御およびデータ取得システム
SEO	Safety & Environment Officer	安全環境担当者
SHM	Stakeholder Meeting	ステークホルダー協議

SIV	Static Inverter	静止形インバータ
SP-RCC	Support Program to Respond to Climate Change	気候変動対策支援プログラム
SSS	Service Substation	サービスサブステーション
SSTA	Short Scale Technical Assistance	小規模技術支援
STEP	Special Terms for Economic Partnership	本邦技術活用条件
SV	Stored Value (Card)	ストアドバリュー (プリペイド式 IC カード)
TBM	Tunnel Boring Machines	シールドマシン
TOD	Transit Oriented Development	公共交通志向型開発
TOR	Terms of Reference	業務指示書
TSP	Total Suspended Particular	総浮遊粒子状物質
TSS	Traction Substation	き電変電所
UD	Universal Design	ユニバーサルデザイン
UDAP	Universal Design Action Plan	ユニバーサルデザイン導入行動計画
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization	国際連合教育科学文化機関
UR	Urban Renaissance Agency	独立行政法人都市再生機構
UMRT	Urban Mass Rapid Transit	都市鉄道
UTMD	Urban Transport Management Department	
VCR	Volume Capacity Ratio	交通量/容量比
VVVF	Variable Voltage Variable Frequency	可変電圧可変周波数
WB	World Bank	世界銀行
WG	Working Group	ワーキンググループ

エグゼクティブサマリー

事業の必要性

ホーチミン市の移動需要は過去十年間で大幅に増加しており、2002 年時には 1,150 万人トリップ/日であったが、2013 年には 1,670 万人トリップ/日に増加している。私的交通を利用する傾向にあり、自動車利用が増加している。この状況が続くとより深刻な交通渋滞を引き起こすことになる。

3A 号線は、1 号線、2 号線および 4 号線の結節点となるベンタイン駅から、市内中心部を通過して南西地区まで伸びる路線である。3A 号線はホーチミン市の東西を結ぶ鉄道網の基幹路線となり、我が国が支援している 1 号線への直接乗り入れによる利便性向上等の相乗効果が期待される。このことから、ホーチミン市は本事業を次期最優先事業に位置付けている。

上位計画では都市部における大量公共交通機関の整備が重点目標の 1 つとされ、公共交通機関へのモーダルシフトの促進や大量公共交通整備事業の実施について具体的な目標が定められている。本事業は、ホーチミン首都圏において道路交通に代わる都市高速鉄道システムを整備することにより、深刻化する交通混雑の緩和および交通公害の低減に貢献するものである。

需要予測

2027 年、2030 年、2040 年、2050 年の乗客数を推計した。2027 年の日乗客数は 244,700 人である。フェーズ 2 で C11-C17 駅へ延伸がされる 2030 年には日乗客数は 404,800 人となり、2050 年には 561,300 人となる。

各駅の乗降客数は 1 号線との直通運行により多くの乗客が 1 号線から乗り入れる結果となった。ベンタイン駅を除いて最も乗降客数が多い駅は C8 プーラム交差点駅で、2027 年には乗車客、降車客ともに 25,000 人/日超となる。続いて C3 ホアビン駅で乗客数、降客数共に 18,000 人/日超となる。

表 1 需要予測結果

年次		2027	2030	2040	2050
区間		C0-C10	C0-C17	C0-C17	C0-C17
日乗客数 (人/日)	C0-C10	244,700	344,200	398,500	473,700
	C11-C17	-	60,600	77,000	87,600
	合計	244,700	404,800	475,500	561,300
PPHPD (ピーク率 12%) (人/時/方向)		13,500	19,300	22,100	25,000
オフピーク最大断面乗客数 (オフピーク率 5%) (人/時/方向)		5,600	8,000	9,200	10,400
人キロ (人キロ/日)		1,456,543	2,750,746	3,330,325	3,848,330
平均乗車距離 (km)		5.7	6.8	7.0	6.9
運賃収入 (百万 VND/日)		6,369	9,635	11,300	13,322

出典：調査団

路線選定

ベンタイン駅から C8 までは用地取得、景観、他の環境要素を踏まえて地下構造とし、高架構造にしても支障物件的に問題のない C8 から C9 の駅間で線路を地下から地上に上げて終点までを経済的に利点のある高架構造とするハイブリッド案を採用した。施工費用については、全線約 10km のうち高架区間が約 2km 程度となり、全線地下案に比べて、15%ほどの費用削減効果が見込まれる。地下案および一部高架構造案について、調査期間中に MAUR と合意に至った。一部高架構造案は EVN が所管する送電線の移設が前提条件となっているが、EVN とも基本合意に至っている。

事業計画

本調査では F/S を見直し事業計画を策定した。F/S と今回見直しした事業計画の比較を以下に示す。

表 2 事業計画の概要比較

項目	F/S	本調査
区間	起点：ベンタイン駅* 終点：ミエンタイ・ターミナル駅	
路線長**	複線約 9.9 km	複線約 9.9 km
地下区間	9.9km	8.2 km
高架区間	-	1.7 km
駅数	10 駅	10 駅
地下駅	10 駅	8 駅
高架駅	-	2 駅
平均駅間隔	970m	970m
需要予測	2015 年開業時	2027 年開業時
平均 1 日利用者数	127,000	244,700
PHPDT	5,800	13,500
運営時間	5:00~23:00	5:00~23:30
運転時隔	2015 年開業時	2027 年開業時
ピーク時	11 本/時間	14 本/時間
オフピーク時	5 本/時間	6 本/時間
車両基地 (場所)		
フェーズ 1	1 号線のスオイティエン車両基地を使用	
フェーズ 2	タンキエン車両基地	

出典：調査団

基本諸元

本事業計画における基本諸元を以下に示す。

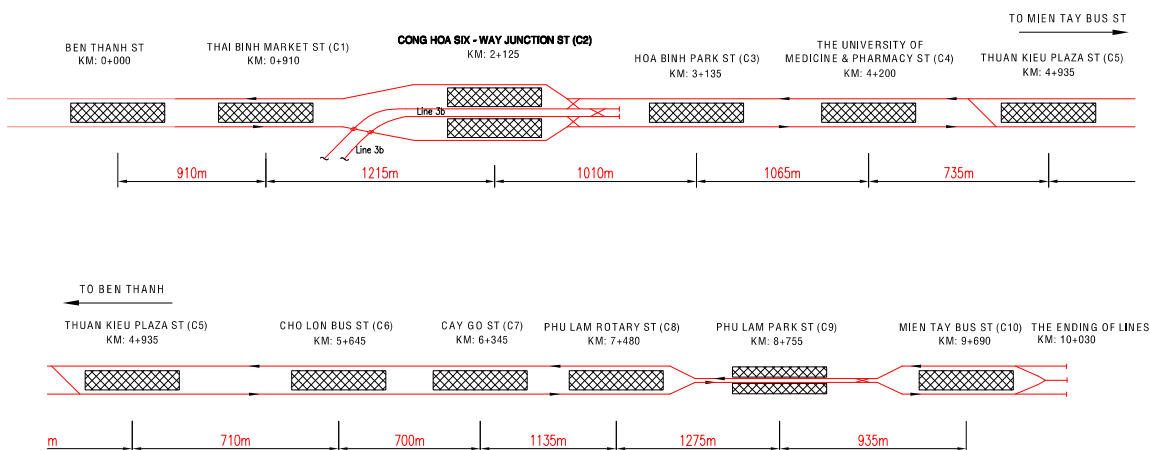
表 3 基本諸元一覧表

項目	仕様	
運転	線路設計最高速度	高架区間 120km/h、地下区間 80km/h
	通行方向	右側通行
建設基準	軌間	1,435mm
	レール	60kg/m
	最小曲線半径	300m
	最小縦曲線	3,000m
	最大カント量	150mm
	最急勾配	35 パーミル
	線路中心間隔	3.7m
	設計荷重 (軸重)	14 トンまたは 16 トン
	施工基面幅	2,750mm
	ホーム有効長	130m
構造物	駅部	地下区間 2層ボックスカルバート構造 高架区間 一本柱、2本のラーメン橋脚構造
	駅間部	地下区間 単線並列シールドトンネル 移設区間 ボックスカルバートおよびU型擁壁 高架区間 PCU型ガーダーによる高架橋、PCボックスガーダーによる高架橋
車両	車両寸法	長さ:19.5m 幅 2.95m
	編成構成	最大 6両編成
	最大出力	190kw
	定員	942 (6両編成時、3人/m ²)
電力	電化方式	直流電化
	き電方式	直流 1,500V
	受電変圧器	110/22 kV 25MVA x 2 台
	架線方式	架空電車線方式
	径間周期	地下部 5m、高架部 50m
信号	信号方式	自動閉塞式、列車無線電話装置
	保安方式	自動列車停止装置
通信	通信設備	自動交換電話設備、専用回線による電話設備、無線設備、案内放送設備、案内表示設備、CCTV、時計配信設備および伝送設備

出典：調査団

運転計画

3A 号線の配線図は以下の通りである。



出典：調査団

図 1 配線図

3A 号線の輸送計画は以下の通りである。

表 4 輸送計画

		ベースケース (C0 - C10)		3A 号線延伸ケース (C0 - C17)		
		2027	2030	2030	2040	
C0 Ben Thanh ~ C1 Thai Binh	1 日平均乗客数 (人)	244,700	404,800	475,500		
	ピーク	輸送量 / 時間 (片道)	13,500	19,300	22,100	
		列車本数 / 時間 (片道)	14	25	26	
		運転時隔	0:04:20	0:02:25	0:02:20	
		輸送容量/時 (人)	13,188	23,550	24,492	
		混雑率 (%)	102%	82%	90%	
	オフピーク	輸送量 / 時間 (片道)	5,600	8,000	9,200	
		列車本数 / 時間 (片道)	6	12	12	
		運転時隔	0:10:00	0:05:00	0:05:00	
		輸送容量/時 (人)	5,652	11,304	11,304	
混雑率 (%)		99%	71%	81%		
営業時間		5:00 ~ 23:30				

出典：調査団

輸送計画を実施するために必要な車両数および車両増備の時期は、次の通りである。

表 5 車両調達計画

	2027	2030	2040
必要編成数	10	23	24
必要車両数	60	138	144

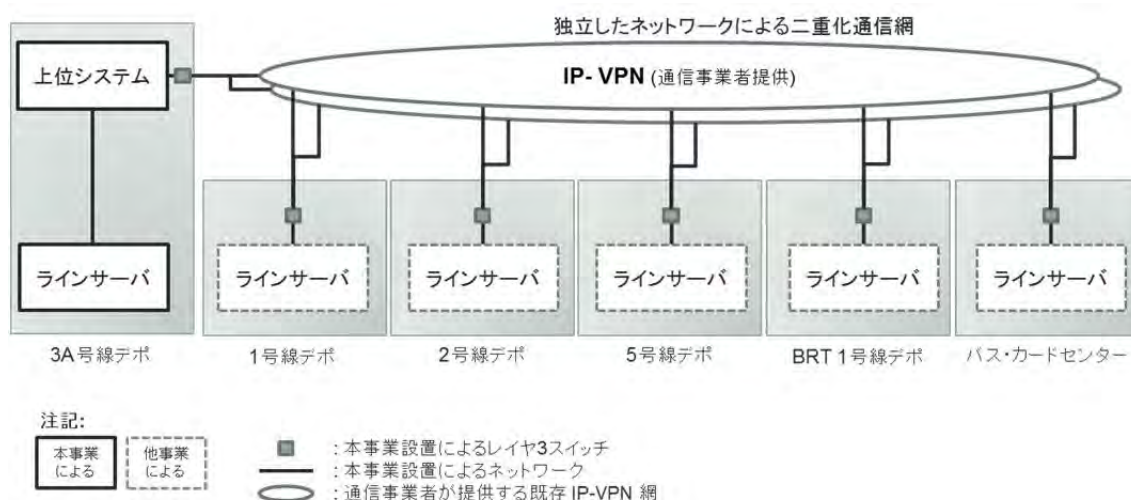
出典：調査団

鉄道システム・車両・車両基地

3A 号線は 1 号線との直通運転を前提とすることから、鉄道システムや車両は 1 号線車両の諸元をベースに計画した。これにより、1 号線と仕様が異なることで生じるヒューマンエラーの回避、共通化による保守費や調達費の低減、等のメリットが享受できる。3A 号線開業当初は 1 号線の車両基地を共有する。将来的には 3A 号線用の車両基地を稼働させることが必要となる。

交通決済システム連携

都市鉄道の IC カード発行および運賃収受については MAUR が担う場合と別会社が行う場合の 2 つのパターンが想定されるが現時点で結論が得られていない。上位システムに必要な機能はカード管理、ブラックリスト管理、収益管理、統計管理、法人間清算である。上位システムの設置は車両基地内に設置するサーバールームを想定し、各交通モードとは、我が国で採用されている方式に倣って IP-VPN によるものとした。上位システム導入の経済価値は、5 カ年の維持費用を差し引いても、約 7 億円のプラスになると推定された。



出典：調査団

図2 各交通モード側サーバとの接続案

駅前開発・交通結節点整備

TOD インパクトと駅前開発・交通結節点整備コンセプト段階で、沿線を中心業務地区クラスター、混合用途地区クラスター、都市外縁クラスターに 3 分類した。TOD 一体開発により、老朽化した低層・高密度住宅から複合用途地域でのアパート開発への転換による、新たな都心居住空間の整備と、郊外と都心部をつなぐ区間での商業業務築の増加により、夜間人口は約 3 割、昼間人口が約 7 割の人口増の効果が見込まれる。

TOD 促進策として、以下の関連事業を提案した。

表 6 TOD 関連事業リスト

カテゴリ	範囲	事業	内容
交通改善	駅からの徒歩圏 (500m-800m 圏 域)	道路改良	駅アクセスのメイン道路となる主要幹線道路・地区 幹線道路の車道・歩道の改良
		道路整備・拡幅	ゾーンプランに準拠した新規道路整備・拡幅によ る、駅周辺の道路ネットワークの構築
		細街路改善	宅地内の細街路の改善(舗装改良、排水、街灯、路 面表示等)
		交差点改良	歩行者横断の安全確保と交通流管理のための交差点 改良(信号、横断歩道、路面表示等)
	TOD 地区	TOD 地区内優先道路	TOD 地区内のアクセス道路の整備
		駅前広場	交通結節施設と環境空間のある駅前広場の整備
		バスターミナル	リレーバス、循環バス等のフィーダーバスサービ ス運行のためのバスターミナル整備
		ペDESTリアンデッ キ	歩行者の安全確保と移動時間短縮、駅施設直結のた めのペDESTリアンデッキ整備
		地下歩道	歩行者の安全確保と移動時間短縮、他路線の駅との 乗り換え利便性のための地下歩道整備
		地下駐車・駐輪場	用地確保が困難な既成市街地における地下駐車・駐 輪場整備
		駐輪場	駅前広場、高架下空間、道路沿道・歩道内・公園内 等の公用地でのバイク・自転車の駐輪施設整備
		バス停	バスベイ整備とバス停改良(ベンチ、上屋、バス運 行情報掲示等)
		交通管理	信号、歩行者施設、路面表示、交通標識、視覚障害 者用誘導ブロック、バイク専用レーン、バス優先 レーン等
一体開発	駅及び交通関連 施設	駅構内	主に駅利用者向けの、プラットホームやコンコース でのキヨスク、カフェ、書店、コンビニエンススト ア等の商業施設整備
		高架下空間	主に駅利用者及び地域住民向けの、コンビニエンス ストア、スーパーマーケット、小売店、保育所、駐 輪場等の商業施設整備
		駅ビル	駅前でのホテル、事務所、クリニック、アパート、 公共サービス施設等の複合ビル建設
		地下空間	地下鉄利用促進、地下道延伸による駅周辺混雑緩和 と一体開発促進のための、地下商業モール・駐輪場 整備
		鉄道関連用地再開 発	ベトナム鉄道が有する車両基地や工場などの用地で の一体開発による新たな拠点整備
		バスターミナル再開 発	バスターミナル再開発による、バスサービスとの結 節性向上と複合施設開発による利便性確保
	駅周辺	公共施設・工場等の 再開発	公用地や工場移転後の用地を利用した一体開発によ る、移転アパートや公共施設を含む複合開発
		高密度住宅地や老朽 化アパートの再開 発	既成市街地や老朽化アパートでの再開発による駅周 辺での低中所得者向け住宅供給
		鉄道沿線のニュータ ウン開発	郊外部の鉄道沿線でのニュータウン開発による拠点 整備、通勤圏拡大、鉄道利用需要喚起

出典：調査団

交通管理・安全管理

交通管理計画は以下の通りとした。

- C1, C2, C3 駅で道路の通行止めとする。ただし重要な交差点は工事期間中常に確保する。
- C4, C5, C6, C7 駅の地下区間では、仮設覆工板を使用した迂回路を確保する。
- C9, C10 駅の高架区間では、道路上に常に一般車両通行路を確保する。

安全管理計画は、建設業者による安全教育を「墜落事故」「建設機械事故」「飛来・落下事故」の三大事故に重点をおいて行うものとし、定期的な開催を義務付けるものとする。コミュニケーションツールを活用し情報がスムーズに流れるよう、安全管理体制、安全管理システムの構築を行う。また、JICA およびベ国建設省で策定された、「安全マニュアル」と「安全事故例集」を安全管理計画の手引きとする。

事業実施計画

請負契約パッケージ

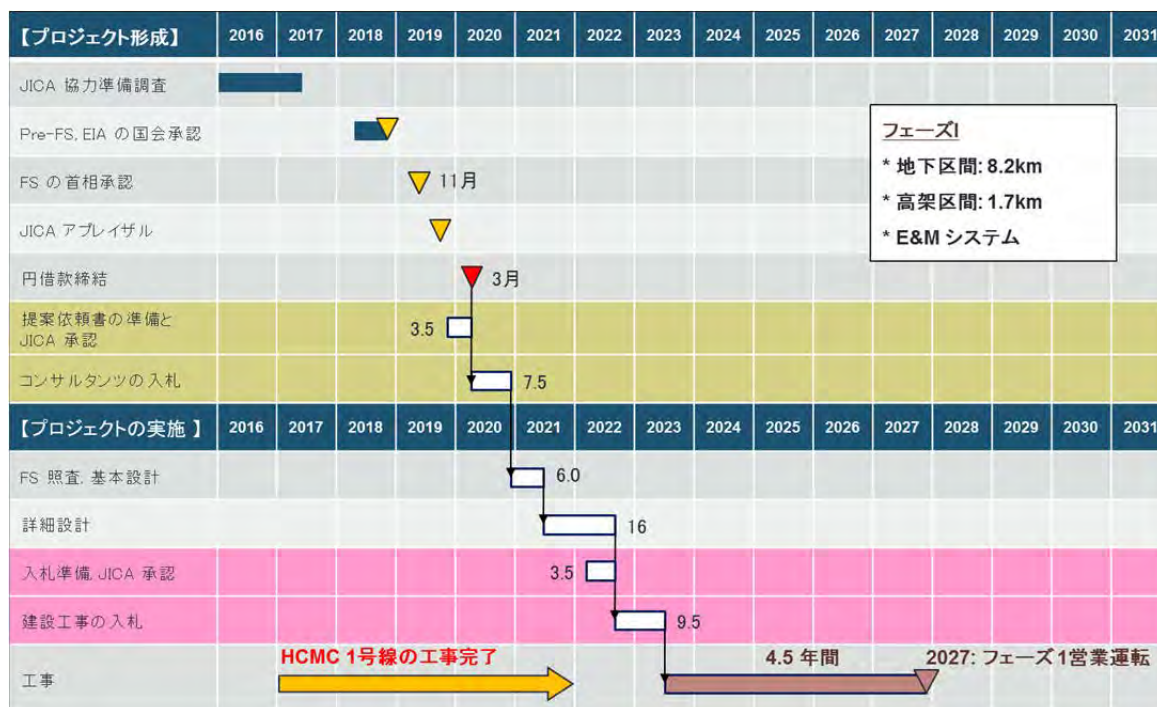
非公開情報

概算事業費

非公開情報

事業実施スケジュール

主に地下土木工事が対象となる本事業の建設工期は、5 年間で試算された。



出典：調査団

図3 事業実施スケジュール

事業実施体制

MAUR は本事業の実施機関として、事業実施と市ライン部局、市当局、JICA との公式な対応を行う。事業管理は MAUR の PMU と MAUR が雇用したコンサルタントが実施する。MAUR は HCMC-PC が委員長を務める事業のステアリングコミッティの監督下に置かれる。日常的な調整は MAUR が担当し、各ディストリクトやコミュニティとの連携を行う。

MAUR は、1 号線、2 号線、5 号線事業の実施を通じた OJT により技術水準や施工/調達監理能力を高めつつある。また本調査を含む JICA や ADB の各種調査案件や技術協力プロジェクトを通じて都市鉄道システムに対する理解も深まっている。また、1 号線、2 号線、5 号線での経験を通じ、日本の円借款や ADB の国際協調融資等のスキームを経験していることから、本事業でも円滑な事業の形成と実施が期待できる。

運営・維持管理会社は MAUR 傘下に設立されることが 2015 年 12 月に決定している。開業までの準備業務は、MAUR 内に準備組織を設立して行っているが、現時点で会社設立時期は明確になっていない。本社機能は 1 号線で整備されると想定し、3A 号線に必要な現業職員数は 201 人と推計された。運営・維持管理能力に関しても引き続き JICA の技術協力を得ること、当事業の供用前に 2 号線も開業するものと見込まれることから問題はない。

環境・社会配慮

協力準備調査の過程において、スコーピング案の段階と DF/R の段階の二度にわたり、ステークホル

ダー協議 (SHM) が実施された。環境・社会配慮に係る調査を実施し、SHM の結果を反映した環境アセスメント (EIA) 報告書および住民移転計画 (RAP) 報告書を作成した。

事業実施手続き

事業実施までに必要な承認は、「投資政策承認」「事業投資決定」の二段階であり、投資政策承認申請にはプレ F/S および EIA の承認文書が必要である。住民移転政策 (RPF) の作成と承認時期は事業投資決定の準備段階と明記されており、本調査で作成した RAP を早期段階に策定して承認、ドナーのウェブサイトで公開する必要がある。

ジェンダーおよび脆弱者層の保護

ジェンダーおよび脆弱者層の保護に関しては、本調査で作成した「ジェンダー配慮行動計画 (GAP)」「労働保護、貧困対策、感染症対策の行動計画」「ユニバーサルデザイン行動計画 (UDAP)」に従い、事業計画やモニタリングの枠組みに適切に組み込むものとする。

気候変動緩和策

本事業による温室効果ガス排出の年間削減量は、2026 年では 5,085 トンであったものが、対象事業年間利用者数の増加により 2050 年では 13,304 トンと約 2.6 倍に増加する。2026 年から 2050 年までの 25 年間の総排出量削減量は 270,540 トンで、年平均では 10,822 トンであった。

事業効果の算定

経済・財務分析の結果、ベースケースで EIRR は 9.65%、FIRR は 7.27%と推計された。地下区間が大半を占める本事業においては財務的内部収益率が比較的低い数字となるが、公共性の高い経済インフラ整備であり、経済的内部収益率と併せて事業性を判断する必要がある。

本事業の運用・効果指標として、稼働率、走行距離、運行数、乗客輸送量、輸送時間短縮、等の列車運行に関する指標のほか、温室効果ガス排出削減量、建設中の事故率指標、社会的弱者や女性利用客数、等を設定している。定量的指標は、基準値とともに完了後 2 年を目処とした目標年の目的値を設定した。

定性的効果として、i) 渋滞緩和、交通事情の改善、交通公害の緩和、ii) 温室効果ガスの削減、気候変動の緩和、大気汚染および騒音の減少による生活環境改善、iii) 同地域における鉄道輸送の効率化、移動の定時性確保による利便性の向上、iv) ホーチミン市の投資環境整備、沿線再開発の促進、周辺地域経済の発展、v) 雇用機会の創出 (ジェンダー平等の促進を含む) 等が認められる。

事業実施にあたっての留意点

本事業の実施にあたっての留意点を整理し、JICA 様式に準拠したリスク管理シートを作成した。円借款事業の形成、事業実施、開業準備、供用開始後に至るまで、同リスク管理シートに基づいて、リスク管理を実施することが求められる。円借款事業が形成されれば MAUR およびコンサルタントはシートを定期的に更新し、ドナー機関となる JICA と潜在的なリスクを共有し、リスク対応策を講じる必要がある。

人材育成・技術支援

本事業の実施期間においては、既に 1 号線事業で必要な人材育成・技術支援が行われている。このため、本事業に伴う人材育成・技術支援は、都市鉄道サービスとそれに伴う沿線地域の付加価値向上に向けた取り組みが中心となる。具体的には、「複数路線を統合管理・運用する体制の構築」「駅周辺機能の向上」「都市鉄道サービスの改善」を 3 軸として支援の枠組みを定めた。

今後の予定

今後の予定は以下の通りである。

- | | |
|------------------------------------|--------------|
| • HCMC-PC から中央政府に投資政策承認の申請書類を提出する。 | 2018 年 2 月頃 |
| • 投資政策に関する国会承認 | 2018 年 11 月頃 |
| • JICA 円借款審査 (ファクトファイディング・ミッション) | 2019 年 8 月頃 |
| • JICA 円借款審査 (アプレイザル・ミッション) | 2019 年 10 月頃 |
| • 円借款締結 (ローン・アグリーメント) | 2020 年 3 月 |
| • プログラム、プロジェクト投資決定 | 詳細設計期間中 |

目 次

調査対象地域 位置図

略語集

エグゼクティブサマリー

ページ

第 1 章 序章

1.1	概要.....	1-1
1.1.1	業務の背景.....	1-1
1.1.2	本事業の目的.....	1-1
1.2	業務の概要.....	1-1
1.2.1	調査対象地域・対象区間.....	1-1
1.2.2	実施窓口機関.....	1-2
1.2.3	業務の目的.....	1-2
1.2.4	業務の範囲.....	1-2
1.2.5	本事業のフェーズ2 区間について.....	1-4
1.3	本報告書の内容.....	1-4

第 2 章 事業の背景および必要性

2.1	上位計画と先行調査の概要.....	2-1
2.1.1	ホーチミン市の都市計画・交通計画.....	2-1
2.1.2	都市鉄道関連調査・プロジェクト.....	2-3
2.1.3	F/S 調査および基本設計.....	2-3
2.2	都市交通セクターの現状と課題.....	2-4
2.2.1	ホーチミン市の社会経済状況.....	2-4
2.2.2	都市交通セクターの現状と課題.....	2-4
2.3	事業実施の必要性.....	2-5

第 3 章 路線計画の策定

3.1	既存調査のレビュー.....	3-1
3.1.1	既存調査における路線代替案の検討.....	3-1
3.1.2	本調査での代替案検討方針.....	3-4
3.2	交通需要予測.....	3-4
3.2.1	方法.....	3-4
3.2.2	社会経済概況.....	3-4
3.2.3	交通機関分担率モデル.....	3-5

3.2.4	前提条件.....	3-6
3.2.5	需要予測の結果.....	3-7
3.3	路線計画.....	3-10
3.3.1	路線評価基準.....	3-10
3.3.2	路線代替案.....	3-11
3.3.3	比較評価.....	3-11
3.3.4	合意文書の手交.....	3-15
第 4 章 事業計画の策定		
4.1	事業計画のサマリー.....	4-1
4.1.1	事業計画の概要.....	4-1
4.2	自然条件調査.....	4-2
4.2.1	地形調査.....	4-2
4.2.2	地質調査.....	4-3
4.3	路線計画.....	4-8
4.3.1	線形計画.....	4-8
4.3.2	停車場計画.....	4-12
4.4	土木・施設計画.....	4-13
4.4.1	構造物計画.....	4-13
4.4.2	駅レイアウト・駅設備.....	4-19
4.4.3	付帯施設・設備.....	4-20
4.4.4	軌道構造.....	4-20
4.4.5	F/S からの設計変更承認.....	4-21
4.5	運転計画.....	4-21
4.5.1	配線計画.....	4-21
4.5.2	運転時分.....	4-22
4.5.3	輸送計画.....	4-23
4.5.4	必要編成数.....	4-25
4.6	車両設計諸元.....	4-26
4.6.1	既存調査のレビュー.....	4-26
4.6.2	基本仕様.....	4-27
4.6.3	その他の対応.....	4-28
4.7	車両基地計画.....	4-29
4.7.1	検修設備の基本方針.....	4-29
4.7.2	車両基地の概要.....	4-29
4.7.3	車両留置計画.....	4-30
4.7.4	3A 号線車両基地.....	4-31
4.7.5	その他の対応.....	4-32
4.8	電気設備計画.....	4-33

4.8.1	既存調査のレビュー.....	4-33
4.8.2	基本仕様.....	4-33
4.8.3	その他の対応.....	4-37
4.9	機械設備計画.....	4-38
4.9.1	既存調査のレビュー.....	4-38
4.9.2	基本仕様.....	4-38
4.10	信号設備計画.....	4-40
4.10.1	既存調査のレビュー.....	4-41
4.10.2	基本仕様.....	4-42
4.11	通信設備計画.....	4-45
4.11.1	既存調査のレビュー.....	4-45
4.11.2	実施中の1号線仕様と留意点.....	4-45
4.11.3	基本仕様.....	4-46
4.12	交通決済システム連携計画.....	4-50
4.12.1	各事業の進捗.....	4-50
4.12.2	連携範囲の検討.....	4-52
4.12.3	経済性分析.....	4-54
4.12.4	実施計画.....	4-55
添付資料 4.1	: 設計変更に係る報告書 (Report for Design Change)	4-57
添付資料 4.2	: 設計変更に係る報告書に対する MAUR からの No Objection Letter	4-86
添付資料 4.3	: C2 駅、C5 駅機械設備配置の検討.....	4-91
添付資料 4.4	: 信号システム図面.....	4-101
添付資料 4.5	: 通信システム図面.....	4-108
添付資料 4.6	: AFC 上位システムの機器構成.....	4-111
添付資料 4.7	: フェーズ2 車両基地計画.....	4-113

第5章 駅前開発・交通結節点整備計画

5.1	駅前開発・交通結節点整備の必要性.....	5-1
5.1.1	TOD コンセプト.....	5-1
5.1.2	駅前開発・交通結節改善の目的.....	5-2
5.2	3A 号線の沿線・クラスターの概要と計画課題.....	5-5
5.3	各駅の駅前開発・交通結節点整備方針/コンセプト	5-7
5.3.1	C1 タイビン市場駅.....	5-7
5.3.2	C2 コンホア駅.....	5-9
5.3.3	C3 ホアビン公園駅.....	5-10
5.3.4	C4 医科薬科大学駅.....	5-11
5.3.5	C5 タンキエウ駅.....	5-12
5.3.6	C6 チョロン駅.....	5-13
5.3.7	C7 カイゴー駅.....	5-15

5.3.8	C8 プーラム交差点駅.....	5-16
5.3.9	C9 プーラム公園駅.....	5-17
5.3.10	C10 ミエンタイ・ターミナル駅.....	5-18
5.4	交通結節施設整備計画.....	5-20
5.4.1	アプローチ.....	5-20
5.4.2	フィーダーバスサービス改善.....	5-21
5.4.3	アクセス改善方策.....	5-23
5.4.4	地下駅施設と一体となった地下駐輪場・商業施設整備.....	5-24
5.5	TOD 促進策.....	5-28
5.5.1	TOD 及び都市鉄道利用の促進に資する政策.....	5-28
5.5.2	鉄道事業者による利用促進.....	5-31
5.6	沿線開発・駅前開発アドバイザー協議からの提言.....	5-32
5.6.1	ミッション実施概要.....	5-32
5.6.2	アドバイザーからのコメント (第1回).....	5-33
5.6.3	アドバイザーからのコメント (第2回).....	5-34
5.7	TOD 実現に向けた提言.....	5-36
	添付資料 5.1 : フェーズ2 区間の開発計画.....	5-38

第 6 章 事業実施計画

6.1	概略施工計画.....	6-1
6.1.1	駅部および開削トンネルの施工計画.....	6-1
6.1.2	トンネルの施工計画.....	6-4
6.1.3	高架区間の施工計画.....	6-7
6.2	建設期間中の交通計画および安全管理計画.....	6-11
6.2.1	交通計画.....	6-11
6.2.2	安全管理計画.....	6-17
6.3	調達・施工方法.....	6-23
6.3.1	「ベ」国における JICA 円借款に基づく調達規程手順と承認.....	6-23
6.3.2	パッケージの分割.....	6-27
6.3.3	土木調達計画.....	6-27
6.3.4	鉄道システム調達計画.....	6-29
6.4	本邦技術活用適用可能性.....	6-29
6.4.1	土木・建築構造および駅設備.....	6-30
6.4.2	設備および鉄道システム.....	6-33
6.5	事業実施スケジュール.....	6-34
6.6	コンサルティングサービス.....	6-38
6.6.1	コンサルティングサービスの業務内容.....	6-38
6.6.2	所要人月の検討.....	6-38
6.7	事業費積算.....	6-38

6.7.1	資本調達計画	6-39
6.7.2	概略事業費に関するコスト削減の検討結果	6-39
添付資料 6.1 : STEP 適用可否と日本製品のスペックイン		6-40
添付資料 6.2 : ホーチミン都市鉄道 1 号線事業の教訓		6-41

第 7 章 事業実施体制及び運営維持管理体制

7.1	ステークホルダー分析	7-1
7.1.1	事業実施体制	7-1
7.1.2	事業のステークホルダー	7-1
7.1.3	運営維持管理体制	7-2
7.2	事業実施機関	7-3
7.2.1	法的位置づけ	7-3
7.2.2	組織構造	7-3
7.2.3	人員体制	7-3
7.2.4	業務分掌	7-5
7.2.5	制度・手続き	7-5
7.2.6	財政・予算	7-5
7.2.7	技術水準・施工/調達監理能力	7-7
7.2.8	留意すべき事項	7-7
7.2.9	技術支援	7-7
7.3	運営・維持管理会社	7-8
7.3.1	法的位置づけ	7-8
7.3.2	組織構造	7-9
7.3.3	人員体制	7-10
7.3.4	業務分掌	7-11
7.3.5	制度・手続き	7-11
7.3.6	財政・予算	7-12
7.3.7	技術水準・運営管理能力	7-13
7.3.8	留意すべき事項	7-14
7.3.9	技術支援	7-14
添付資料 7.1 : MAUR の業務分掌		7-16
添付資料 7.2 : 運営維持管理会社の評価		7-20
添付資料 7.3 : O&M 会社のキャッシュフロー		7-21

第 8 章 環境配慮

8.1	自然環境の概要	8-1
8.1.1	地理及び保護区の位置	8-1
8.1.2	地質	8-3
8.1.3	土壌	8-3

8.1.4	気象.....	8-5
8.1.5	水象.....	8-8
8.1.6	自然状況.....	8-10
8.1.7	ベースライン調査.....	8-11
8.1.8	社会経済に関する基本情報.....	8-26
8.2	環境影響評価制度.....	8-36
8.2.1	環境影響評価.....	8-36
8.2.2	環境影響評価制度.....	8-43
8.2.3	関係機関.....	8-47
8.3	ステークホルダー協議 (SHM).....	8-49
8.3.1	制度関係の情報.....	8-49
8.3.2	既存 EIA に記載されている情報.....	8-49
8.3.3	SHM 実施結果.....	8-55
8.4	ポリシーギャップ分析.....	8-64
8.5	影響項目 (スコーピング案).....	8-70
8.6	環境社会配慮調査の TOR.....	8-74
8.7	環境社会配慮調査結果.....	8-79
8.8	影響評価.....	8-91
8.9	緩和策.....	8-101
8.10	環境モニタリング計画.....	8-109

第 9 章 社会配慮

9.1	用地取得・住民移転.....	9-1
9.1.1	用地取得・住民移転の必要性.....	9-1
9.2	用地取得・住民移転にかかる法的枠組み.....	9-5
9.2.1	用地取得・住民移転にかかる相手国法制度の概要.....	9-5
9.2.2	住民移転にかかる JICA の方針.....	9-9
9.2.3	JICA ガイドラインと相手国法制度の比較.....	9-10
9.3	用地取得・住民移転の規模及び範囲 (社会経済調査).....	9-13
9.3.1	センサス調査.....	9-13
9.3.2	被影響世帯の社会経済状況.....	9-15
9.3.3	予想される影響の程度.....	9-19
9.3.4	社会的弱者.....	9-21
9.4	補償・支援の具体策.....	9-22
9.4.1	補償適格者.....	9-22
9.4.2	補償方針.....	9-22
9.4.3	手当・支援の方針.....	9-24
9.4.4	住民移転地.....	9-24
9.4.5	エンタイトルメント.....	9-26

9.5	生計回復プログラム (IRP)	9-32
9.5.1	生計回復プログラムの実施手順.....	9-32
9.5.2	対象者	9-32
9.5.3	ニーズ分析.....	9-33
9.5.4	生計回復の実施体制.....	9-33
9.5.5	生計回復にかかる費用	9-33
9.6	苦情処理メカニズム	9-34
9.7	実施体制.....	9-34
9.7.1	ホーチミン市人民委員会 (HCMC-PC)	9-35
9.7.2	都市鉄道管理局 (MAUR)	9-35
9.7.3	ホーチミン市補償評価委員会 (HCMC-CEC)	9-36
9.7.4	区人民委員会 (DPC)	9-36
9.7.5	区補償用地取得委員会 (DCSCCs)	9-36
9.8	用地取得・住民移転の実施フロー.....	9-36
9.9	実施スケジュール.....	9-37
9.10	費用と財源.....	9-39
9.10.1	再取得価格調査.....	9-39
9.10.2	費用.....	9-41
9.10.3	財源.....	9-42
9.11	実施機関によるモニタリング体制、モニタリングフォーム	9-43
9.11.1	内部モニタリング.....	9-43
9.11.2	外部モニタリング.....	9-43
9.11.3	事後評価.....	9-43
9.12	住民協議.....	9-44
9.12.1	ステークホルダー協議 (SHM)	9-44
9.12.2	フォーカスグループミーティング (FGM).....	9-55
9.12.3	情報公開.....	9-56

第 10 章 ジェンダー配慮とユニバーサルデザイン等

10.1	ジェンダー及び脆弱者層の保護.....	10-1
10.1.1	背景.....	10-1
10.1.2	目的.....	10-1
10.1.3	調査方法.....	10-1
10.2	ジェンダー配慮.....	10-2
10.2.1	対象と目的.....	10-2
10.2.2	政策・制度.....	10-2
10.2.3	関連機関/組織	10-3
10.2.4	現況分析.....	10-4
10.2.5	想定されるニーズ.....	10-4

10.2.6	類似案件における配慮.....	10-5
10.2.7	本事業における提案.....	10-6
10.3	その他の保護すべき対象への配慮.....	10-7
10.3.1	対象と目的.....	10-7
10.3.2	政策・制度.....	10-7
10.3.3	関連機関/組織.....	10-8
10.3.4	現況分析.....	10-8
10.3.5	類似案件における配慮.....	10-9
10.3.6	想定されるニーズ.....	10-9
10.3.7	本事業における提案.....	10-10
10.4	ユニバーサルデザイン.....	10-11
10.4.1	対象と目的.....	10-11
10.4.2	政策・制度.....	10-11
10.4.3	関連機関/組織.....	10-12
10.4.4	現況分析.....	10-12
10.4.5	類似案件における配慮.....	10-12
10.4.6	想定されるニーズ.....	10-13
10.4.7	本事業における提案.....	10-14
添付資料 10.1	: 類似案件のジェンダー配慮とエイズ等感染症対策の取組み.....	10-15
添付資料 10.2	: ホーチミン都市鉄道 3A 号線の標準駅動線計画.....	10-16
添付資料 10.3	: ホーチミン都市鉄道 3A 号線の主要なユニバーサルデザイン (駅設備).....	10-18
添付資料 10.4	: 想定される女性従業員の職種と賃金水準.....	10-19
添付資料 10.5	: ジェンダー配慮行動計画 (Gender Action Plan: GAP).....	10-20
添付資料 10.6	: ユニバーサルデザイン行動計画 (UDAP).....	10-21

第 11 章 気候変動緩和策

11.1	温室効果ガス削減効果.....	11-1
11.1.1	温室効果ガス削減効果の定量的把握に必要なデータ収集.....	11-1
11.1.2	温室効果ガス削減量の推計.....	11-6
11.2	クリーン開発メカニズム (CDM) への登録の検討.....	11-8
11.3	日本の気候変動分野への支援実績・本事業との関係.....	11-8

第 12 章 事業効果の算定

12.1	財務分析.....	12-1
12.1.1	概説.....	12-1
12.1.2	前提条件.....	12-1
12.1.3	資金調達条件.....	12-1
12.1.4	費用.....	12-1
12.1.5	収入.....	12-2

12.1.6	キャッシュ・フロー分析.....	12-3
12.2	経済分析.....	12-4
12.2.1	概説.....	12-4
12.2.2	前提条件.....	12-4
12.2.3	費用.....	12-4
12.2.4	便益.....	12-4
12.2.5	費用便益分析.....	12-5
12.3	運用・効果指標.....	12-6
12.4	定性的効果.....	12-7
第 13 章 事業実施にあたっての留意点		
13.1	事業実施体制および整備主体・体制.....	13-1
13.2	事業運営・維持管理体制.....	13-1
13.3	ベトナム側作成の F/S および EIA.....	13-2
13.4	リスク管理シート.....	13-2
13.5	今後の対応.....	13-2
	添付資料 13.1：リスク管理シート.....	13-3
第 14 章 その他の検討事項		
14.1	円借款事業に関する内部手続き.....	14-1
14.1.1	全体の流れ.....	14-1
14.1.2	投資政策承認.....	14-1
14.1.3	事業投資決定.....	14-1
14.1.4	住民移転政策の枠組み.....	14-2
14.2	協調融資.....	14-2
14.2.1	協調融資の可能性.....	14-2
14.2.2	各ドナーのガイドラインの取扱い.....	14-2
14.3	鉄道システム認証.....	14-3
14.3.1	背景と目的.....	14-3
14.3.2	従来への対応.....	14-3
14.3.3	安全認証制度の検討状況.....	14-3
14.3.4	本事業における RAMS 適用における影響調査と対応策.....	14-5
第 15 章 人材育成・技術支援計画		
15.1	支援の枠組み.....	15-1
15.2	人材育成計画.....	15-1
15.2.1	運営・維持管理職員養成.....	15-1
15.2.2	都市鉄道規制・監督職員養成.....	15-1
15.2.3	都市整備・再開発実施能力養成.....	15-2

15.3	技術支援計画	15-2
15.3.1	システム統合・運用支援.....	15-3
15.3.2	駅前開発・結節点整備実施支援.....	15-3
15.3.3	ユニバーサルデザイン導入支援.....	15-4

第 16 章 本事業の投資政策承認に向けて

16.1	本章の目的.....	16-1
16.2	変更点のサマリー.....	16-1
16.3	事業化スケジュール	16-1
16.3.1	前提条件.....	16-2
16.3.2	マイルストーンの設定.....	16-2
16.3.3	行動計画.....	16-2
16.3.4	モニタリング	16-3
16.4	交通需要予測	16-3
16.5	事業計画の概要	16-3
16.6	事業実施スケジュール	16-5
16.7	事業費積算.....	16-6
16.8	事業効果の算定.....	16-6
16.8.1	財務分析.....	16-6
16.8.2	経済分析.....	16-7
16.9	その他の対応	16-8
16.9.1	アプレイザル用積算キット.....	16-8
16.9.2	プレ F/S.....	16-8

第 17 章 結論と提言

17.1	結論.....	17-1
17.2	提言.....	17-3
17.3	今後の予定.....	17-4

目 次

	ページ
図 2.1.1	ホーチミン市承認済み都市鉄道ネットワーク 2-2
図 3.1.1	F/S におけるベンタイン駅～コンホア駅間の路線検討 3-1
図 3.1.2	各代替案におけるトンネル位置 (A-A 断面) 3-2
図 3.1.3	Hong Bang 通りにおけるトンネル断面 3-3
図 3.2.1	2026 年各駅の乗降客数および日断面乗客数 3-8
図 3.2.2	2030 年各駅の乗降客数および日断面乗客数 ³ 3-8
図 3.2.3	2040 年各駅の乗降客数および日断面乗客数 ³ 3-9
図 3.2.4	2050 年各駅の乗降客数および日断面乗客数 ³ 3-9
図 3.2.5	感度分析結果 (2030 年) 3-10
図 3.3.1	各代替案のイメージ 3-11
図 4.2.1	BH1 から BH10 の柱状図 4-6
図 4.2.2	BH1 から BH10 の位置 4-7
図 4.3.1	地下から高架への移行区間 4-8
図 4.3.2	高圧線移設計画の平面図 4-9
図 4.3.3	高圧線移設計画前の断面図 (現況図) 4-9
図 4.3.4	高圧線移設計画の断面図 4-10
図 4.4.1	シールドトンネルの代替案 4-13
図 4.4.2	トンネル一般部の標準断面 4-14
図 4.4.3	地下駅の標準断面図 4-15
図 4.4.4	高架接続部の開削トンネル断面図 4-16
図 4.4.5	高架接続部の掘割断面図 4-16
図 4.4.6	高架橋の代替案 4-17
図 4.4.7	高架橋の断面図 4-17
図 4.4.8	高架駅 (C9 駅) 4-18
図 4.4.9	高架橋 (C10) 4-19
図 4.4.10	電気・機械設備の配置 4-20
図 4.5.1	配線図 4-22
図 4.6.1	列車編成 4-29
図 4.8.1	電力系統図 4-35
図 4.12.1	本調査で検討する上位システムの範囲 4-50
図 4.12.2	IC カードの提供サービス範囲 4-52
図 4.12.3	MRT IC カード発行体による法的整理の違い 4-52
図 4.12.4	各交通モード側サーバとの接続案 4-53
図 4.12.5	上位システム導入により期待される経済価値 4-54
図 5.1.1	TOD のインパクトとゴール 5-1
図 5.1.2	一体開発による都市鉄道利用促進 (日本の例) 5-4

図 5.2.1	3A 号線の沿線クラスター	5-6
図 5.3.1	タイビン市場駅の駅前開発・交通結節改善コンセプト.....	5-8
図 5.3.2	コンホア駅の駅前開発・交通結節改善コンセプト	5-9
図 5.3.3	ホアビン公園駅の駅前開発・交通結節改善コンセプト.....	5-10
図 5.3.4	医科薬科大学駅の駅前開発・交通結節改善コンセプト.....	5-11
図 5.3.5	タンキエウ駅の駅前開発・交通結節改善コンセプト	5-13
図 5.3.6	チョロン駅の駅前開発・交通結節改善コンセプト	5-14
図 5.3.7	カイゴー駅の駅前開発・交通結節改善コンセプト	5-15
図 5.3.8	プーラム交差点駅の駅前開発・交通結節改善コンセプト	5-16
図 5.3.9	プーラム公園駅の駅前開発・交通結節改善コンセプト.....	5-17
図 5.3.10	ミエンタイ・ターミナル駅の駅前開発・交通結節改善コンセプト	5-19
図 5.4.1	フェーズ 2 区間延伸リレーバスサービスと交通結節施設整備.....	5-22
図 5.4.2	循環バスルートの提案.....	5-22
図 5.4.3	C2 コンホア駅の地上部現況と地下商業施設イメージ写真	5-24
図 5.4.4	C2 コンホア駅地下駐輪場・商業施設整備図	5-25
図 5.4.5	C5 タンキエウ駅の地上部現況と地下商業施設イメージ写真.....	5-26
図 5.4.6	C5 タンキエウ駅地下駐輪場・商業施設整備図 (配置図・平面図)	5-26
図 5.4.7	C5 タンキエウ駅地下駐輪場・商業施設整備図 (断面図)	5-27
図 5.5.1	TOD 区域の設定(例：医科薬科大学駅).....	5-28
図 5.6.1	第 1 回ホーチミン市現地協議・調査写真図.....	5-32
図 5.6.2	第 2 回ホーチミン市現地協議・調査.....	5-33
図 6.1.1	プレロード工法の採用例.....	6-2
図 6.1.2	シートパイル圧入工法 (サイレントパイラー)	6-3
図 6.1.3	カイゴーフライオーバー.....	6-4
図 6.1.4	泥土式と泥水式機械の例.....	6-5
図 6.1.5	泥水式シールド地下設備配置例.....	6-7
図 6.1.6	泥水式シールド地上設備配置例.....	6-7
図 6.1.7	高架橋の基礎工および下部工.....	6-9
図 6.1.8	鋼製箱桁式ガントリーによる PC-U 桁架設状況 (1 号線の例)	6-10
図 6.1.9	バランスカンチレバー工法による上部工架設-1	6-10
図 6.1.10	バランスカンチレバー工法による上部工架設-2	6-11
図 6.2.1	道路と駅の位置関係.....	6-12
図 6.2.2	仮設覆工板を使用した迂回路.....	6-12
図 6.2.3	C1 駅の交通計画.....	6-13
図 6.2.4	C2 駅の交通計画.....	6-13
図 6.2.5	C3 駅の交通計画.....	6-14
図 6.2.6	C4 の交通計画	6-14
図 6.2.7	C5 駅の交通計画.....	6-15
図 6.2.8	C6 駅の交通計画.....	6-15

図 6.2.9	C7 駅の交通計画.....	6-16
図 6.2.10	C8 駅の交通計画.....	6-16
図 6.2.11	高架橋の交通計画.....	6-17
図 6.2.12	クレーン積荷が道路上に出ている状況 (ハノイ市都市鉄道)	6-18
図 6.2.13	「ベ」国側実施機関、業者を対象とした JICA 安全管理セミナー(2015 年 9 月).....	6-19
図 6.2.14	デリー地下鉄 (2000-2008)における重大事故発生件数と種類.....	6-19
図 6.2.15	地下鉄工事における業者の安全 (Health, Safety and Environment) 管理組織.....	6-20
図 6.2.16	英語、ベトナム語併記による安全マニュアル、安全事故例集.....	6-21
図 6.2.17	切梁軸力、掘削山留めの傾斜を OSV で計測 (バンガロール地下鉄)	6-22
図 6.2.18	駅の掘削工事における OSV 計測状況 (デリー地下鉄)	6-22
図 6.2.19	OSV 技術と避難行動について説明する安全集会 (デリー地下鉄)	6-22
図 6.3.1	入札から調印までの流れ.....	6-24
図 6.5.1	プロジェクト形成スケジュール.....	6-35
図 6.5.2	事業実施スケジュール.....	6-36
図 6.5.3	事業実施スケジュール(連携 DD 採用の場合).....	6-37
図 6.5.4	詳細事業実施スケジュール.....	6-37
図 6.5.5	事業実施スケジュール.....	6-37
図 7.1.1	事業実施体制 (全体像)	7-1
図 7.2.1	MAUR の現行組織図.....	7-3
図 7.2.2	各 PMU の現行組織図.....	7-5
図 7.3.1	O&M 会社の組織構造.....	7-9
図 7.3.2	O&M 会社のキャッシュフロー.....	7-13
図 8.1.1	ホーチミン市の行政界及び保護区の位置図.....	8-2
図 8.1.2	土壌調査地点位置図.....	8-4
図 8.1.3	調査地における月ごとの平均気温の平均値 (2010 年~2014 年)	8-5
図 8.1.4	調査地における月ごとの平均相対湿度 (2010 年~2014 年)	8-6
図 8.1.5	調査地における月間降水量の平均値 (2010 年~2014 年)	8-7
図 8.1.6	サイゴン川の月ごとの水位 (Phu An station) (左図:最低水位、右図:最高水位) ...	8-9
図 8.1.7	調査地点の位置図.....	8-16
図 8.1.8	各調査地点における TSP 及び PM2.5 の値と環境基準.....	8-18
図 8.1.9	各調査地点における等価騒音レベル(LAeq)の値と環境基準.....	8-19
図 8.1.10	各調査地点における振動の 80%レンジの上端値 (L ₁₀) と環境基準.....	8-20
図 8.1.11	既存調査における大気質測定地点位置図.....	8-26
図 8.1.12	計画路線域周辺の人口密度.....	8-28
図 8.1.13	対象路線の区分イメージ.....	8-29
図 8.1.14	事業によって影響を受ける主要な施設位置図.....	8-34
図 8.2.1	ベトナム国国内法制度に基づく EIA 報告書の作成・審査・承認手続きの流れ図.....	8-46
図 8.2.2	関係機関系統図.....	8-47

図 8.2.3	環境影響評価 (EIA) に係る MONRE の下部組織構成.....	8-48
図 8.10.1	プレ建設段階及び建設段階の環境モニタリング計画の報告体制.....	8-117
図 8.10.2	運営段階の環境モニタリング計画の実施体制.....	8-121
図 9.1.1	地下の駅舎に対する開発制限区域の横断面図.....	9-2
図 9.1.2	地下鉄の線形が地表道路から外れるケースの一例.....	9-3
図 9.1.3	地下鉄のトンネルに対する開発制限エリアの横断面図.....	9-4
図 9.4.1	移転候補地の位置.....	9-26
図 11.1.1	温室効果ガス削減量の推計結果 (3A 号線フェーズ 1 (C1-C10 区間))	11-6
図 12.1.1	財務キャッシュ・フロー.....	12-3
図 12.2.1	経済費用便益フローの推移.....	12-6
図 14.3.1	ベ国安全認証制度の枠組み.....	14-4
図 14.3.2	従来の承認手続き.....	14-7
図 14.3.3	第 16 議定書を踏まえた承認手続き.....	14-8
図 16.6.1	事業実施スケジュール.....	16-5
図 16.6.2	事業実施スケジュール(連携 DD 採用の場合).....	16-6
図 16.8.1	財務キャッシュ・フロー.....	16-7
図 16.8.2	経済費用便益フローの推移.....	16-7

表 目 次

	ページ
表 2.1.1	ホーチミン市の都市鉄道計画路線の概略 2-1
表 2.2.1	ホーチミン市の社会経済指標 2-4
表 2.2.2	ホーチミン市の機関別シェア 2-5
表 3.1.1	平面線形の代替案 3-3
表 3.2.1	将来人口 3-4
表 3.2.2	モデルパラメータ 3-6
表 3.2.3	前提とした鉄道および道路プロジェクト 3-6
表 3.2.4	サービスレベル 3-6
表 3.2.5	需要予測結果 3-7
表 3.3.1	路線代替案 3-11
表 3.3.2	縦断線形・構造代替案の比較検討 3-12
表 3.3.3	代替案の比較と評価 (縦断線形・構造代替案) 3-13
表 3.3.4	ゼロオプションと事後の評価結果 (2030 年) 3-15
表 4.1.1	事業計画の概要比較 4-1
表 4.1.2	基本諸元一覧表 4-2
表 4.2.1	地層と N 値の一覧表 4-4
表 4.2.2	高架区間の土の物理的特性 (BH9 の試験結果) 4-5
表 4.3.1	線形諸元一覧表 4-10
表 4.3.2	駐車場の計画条件一覧表 4-12
表 4.3.3	駅諸元の一覧表 4-12
表 4.4.1	シールドトンネルの代替案の比較 4-13
表 4.5.1	運転時分 (3A 号線フェーズ1) 4-23
表 4.5.2	輸送計画 4-24
表 4.5.3	ピーク時の主方向の列車本数と混雑率 4-25
表 4.5.4	年時別必要編成数 4-25
表 4.5.5	車両の稼働率 4-26
表 4.6.1	車両諸元 4-26
表 4.6.2	車両の同一仕様化に伴うリスク 4-27
表 4.6.3	最新技術動向 4-28
表 4.7.1	車両基地概要 (1 号線) 4-29
表 4.7.2	車両基地の検修容量 4-30
表 4.7.3	留置計画の基本方針 4-30
表 4.7.4	夜間の車両留置計画 4-30
表 4.7.5	昼間の車両留置計画 4-31
表 4.7.6	3A 号線車両基地の役割 4-32
表 4.8.1	電気設備の仕様 (1 号線) 4-33

表 4.8.2	電気設備の仕様 (3A 号線 F/S)	4-33
表 4.8.3	変電所の位置および電気設備.....	4-36
表 4.8.4	受電変電所およびき電変電所の主要機器.....	4-36
表 4.8.5	駅変電所の主要機器.....	4-37
表 4.9.1	駅機械設備の構成 (地下駅)	4-39
表 4.9.2	駅機械設備の構成 (高架駅)	4-39
表 4.12.1	各交通モードの IC カード関連情報.....	4-51
表 4.12.2	上位システムが保持すべき機能.....	4-53
表 4.12.3	上位システム導入実施計画の代替案.....	4-55
表 4.12.4	上位システム導入に向けたロードマップ.....	4-56
表 5.2.1	3A 号線の計画課題と TOD ポテンシャル.....	5-5
表 5.2.2	TOD の有無による各駅勢圏人口 (500m 圏域)	5-7
表 5.4.1	交通結節施設の提案.....	5-20
表 5.4.2	駅施設と一体建設すべき交通結節施設.....	5-21
表 5.4.3	クラスターの地区特性別に求められるアクセス改善の機能と施設.....	5-23
表 5.4.4	C2 コンホア駅地下駐車場・商業施設の概要・整備費.....	5-25
表 5.4.5	C5 タンキエウ駅地下駐車場・商業施設の概要・整備費.....	5-27
表 5.5.1	TOD 関連事業リスト.....	5-29
表 6.1.1	掘削工法の比較.....	6-1
表 6.1.2	シールドトンネル形式の分類.....	6-4
表 6.1.3	シールド形式と土質条件.....	6-5
表 6.1.4	泥土式と泥水式の特徴比較.....	6-6
表 6.2.1	ハノイ市都市鉄道の事故例と教訓.....	6-18
表 6.3.1	調達手続きにかかる法律、法令.....	6-23
表 6.3.2	本事業における調達手続き期間 (Law on Bidding No.43 - Article 12).....	6-27
表 6.3.3	地下構造部の主要材料と設備.....	6-28
表 6.3.4	主要仮設費.....	6-29
表 6.5.1	土木工事の歩掛り.....	6-36
表 6.7.1	コスト削減項目と本調査における成果.....	6-39
表 7.1.1	事業実施のステークホルダー.....	7-2
表 7.1.2	運営維持管理のステークホルダー.....	7-2
表 7.2.1	MAUR の部門別の人員体制.....	7-4
表 7.2.2	MAUR の各 PMU の人員体制.....	7-4
表 7.2.3	都市交通セクター開発予算の国家予算に占める割合.....	7-6
表 7.2.4	ベ国公的債務に関する指標.....	7-6
表 7.2.5	留意すべき事項 (事業実施機関)	7-7
表 7.2.6	事業実施機関に関する技術支援 (案)	7-8
表 7.3.1	1 号線と 3A 号線の乗入れを考慮した人員体制.....	7-10
表 7.3.2	O&M 会社の業務分掌.....	7-11

表 7.3.3	O&M 会社に関する法的枠組み.....	7-11
表 7.3.4	先行調査で既に整備された内部規定類.....	7-12
表 7.3.5	留意すべき事項 (運営維持管理機関)	7-14
表 8.1.1	計画対象地域における地質の状況.....	8-3
表 8.1.2	プロジェクト地域における土壌の測定結果.....	8-4
表 8.1.3	調査地における月ごとの平均気温 (2010 年-2014 年)	8-5
表 8.1.4	調査地における月ごとの平均相対湿度 (2010 年~2014 年)	8-6
表 8.1.5	調査地における月ごとの平均降水量 (2010 年~2014 年)	8-7
表 8.1.6	調査地における月ごとの平均風速 (2009 年~2013 年)	8-7
表 8.1.7	ホーチミン市における降雨日数の概要 (2009 年~2011 年)	8-8
表 8.1.8	ホーチミン市を流れる主要河川.....	8-9
表 8.1.9	サイゴン川の月ごとの水位 (Phu An station)	8-9
表 8.1.10	ベースライン調査の方針.....	8-11
表 8.1.11	調査項目、頻度、分析方法.....	8-12
表 8.1.12	大気質、騒音・振動の調査地点詳細.....	8-13
表 8.1.13	調査地点における大気質に関する調査結果.....	8-17
表 8.1.14	各調査地点における等価騒音レベル(LAeq)の値と環境基準.....	8-18
表 8.1.15	各調査地点における振動の 80%レンジの上端値 (L10) と環境基準.....	8-19
表 8.1.16	各調査地点の地表水の水質の計測結果と環境基準.....	8-21
表 8.1.17	各調査地点の地下水の水質の計測結果と環境基準.....	8-22
表 8.1.18	事業により影響を受ける樹種、本数とその樹高区分.....	8-23
表 8.1.19	既存調査における大気質測定結果 (測定時期: 2008 年 11 月 3 日~12 月 2 日)	8-24
表 8.1.20	大気質に関するベースライン調査と既存調査の比較.....	8-25
表 8.1.21	ベトナム国及びホーチミン市の主要経済指標.....	8-27
表 8.1.22	我が国の対越 ODA 供与規模・実績 (単位: 億円)	8-27
表 8.1.23	対象地域に含まれる行政区の人口とその特徴.....	8-31
表 8.1.24	計画路線域に含まれるコミュニー一覧.....	8-31
表 8.1.25	対象地域内における過密交通量に起因する渋滞頻発地点.....	8-33
表 8.1.26	事業によって影響を受ける主要な施設.....	8-35
表 8.2.1	環境保護に関する基本的法規.....	8-36
表 8.2.2	2014 年改訂環境保護法の内容.....	8-37
表 8.2.3	政令 18/2015/ND-CP の内容.....	8-43
表 8.3.1	コミュニー PC 及び Father Front Committee (祖国戦線委員会) の事業に関するコメント及び本調査における対応方針.....	8-50
表 8.3.2	ステークホルダー協議 (SHM) の実施概要.....	8-55
表 8.3.3	第 1 回 SHM 開催結果.....	8-56
表 8.3.4	第 2 回ステークホルダー協議の参加者.....	8-60
表 8.3.5	第 2 回ステークホルダー協議の質疑.....	8-61
表 8.4.1	JICA 環境社会配慮ガイドラインとベトナムの EIA 法制度の比較.....	8-64

表 8.5.1	スコーピング結果.....	8-70
表 8.6.1	環境社会配慮調査の TOR.....	8-74
表 8.7.1	環境社会配慮調査結果.....	8-79
表 8.8.1	影響評価.....	8-91
表 8.9.1	緩和策の検討結果及び実施場所、財源、実施責任者、実施監督者.....	8-101
表 8.10.1	モニタリング計画.....	8-110
表 8.10.2	プレ建設段階及び建設段階のステークホルダーの役割及び責任.....	8-118
表 8.10.3	運営段階の環境管理機関の役割及び責任.....	8-122
表 9.1.1	事業対象地域周辺における家屋等の状況.....	9-5
表 9.2.1	住民移転関連法令.....	9-6
表 9.2.2	国内法制度と JICA 環境社会配慮ガイドラインのギャップ分析 (用地取得・住民移転).....	9-11
表 9.3.1	被影響世帯、組織等の概要.....	9-13
表 9.3.2	被影響世帯と被影響者数.....	9-14
表 9.3.3	生計にのみ影響を受ける世帯・人の概要.....	9-14
表 9.3.4	被影響世帯の構成員概要.....	9-15
表 9.3.5	被影響住民の民族構成.....	9-15
表 9.3.6	被影響世帯の世帯主に関する最終学歴.....	9-16
表 9.3.7	被影響世帯の世帯主に関する信仰 (%).....	9-16
表 9.3.8	被影響住民の職業.....	9-17
表 9.3.9	収入グループごとの被影響住民の割合 (%).....	9-17
表 9.3.10	被影響世帯の動産所有状況.....	9-18
表 9.3.11	調理の燃料手段.....	9-18
表 9.3.12	飲料用水の入手手段.....	9-18
表 9.3.13	民間利用地の影響範囲.....	9-19
表 9.3.14	公用地の影響範囲.....	9-20
表 9.3.15	被影響建物の概況 (軒数).....	9-20
表 9.3.16	被影響建物の概況 (面積).....	9-21
表 9.3.17	影響を受ける樹木・果樹等.....	9-21
表 9.3.18	社会的弱者世帯の数.....	9-22
表 9.4.1	物理的移転の可能性があるケース.....	9-24
表 9.4.2	エンタイトルメント・マトリクス.....	9-27
表 9.5.1	想定される生計回復プログラムの対象者.....	9-32
表 9.5.2	被影響住民の生計回復策に対する要望 (土地に影響を受ける PAPs).....	9-33
表 9.5.3	被影響住民の生計回復策に対する要望 (商売にのみ影響を受ける PAPs).....	9-33
表 9.5.4	生計回復にかかる予算.....	9-34
表 9.8.1	国内法制度に基づく用地取得・住民移転フロー.....	9-37
表 9.9.1	RAP の実施スケジュール案.....	9-38
表 9.10.1	居住用の土地の再取得価格.....	9-39
表 9.10.2	建築物の再取得価格.....	9-40

表 9.10.3	用地取得・住民移転にかかる費用.....	9-42
表 9.12.1	第 1 回ステークホルダー協議の参加者.....	9-45
表 9.12.2	第 1 回ステークホルダー協議の質疑.....	9-46
表 9.12.3	第 2 回ステークホルダー協議の参加者.....	9-51
表 9.12.4	第 2 回ステークホルダー協議の質疑.....	9-52
表 9.12.5	華人に対するフォーカスグループミーティングの概要.....	9-55
表 9.12.6	売り子の生計回復支援に関するニーズ.....	9-55
表 10.2.1	ジェンダー関連法制度リスト.....	10-3
表 10.2.2	ジェンダー関連機関/組織.....	10-3
表 10.2.3	ベトナムのジェンダー関連基礎指標.....	10-4
表 10.2.4	女性比率の推計.....	10-5
表 10.2.5	日本の鉄道会社各社の女性従業員比率 (2015)	10-6
表 10.2.6	本事業のジェンダー配慮実施体制案.....	10-7
表 10.3.1	労働保護、貧困対策、感染症対策の関係機関/組織.....	10-8
表 10.3.2	本事業の労働保護、貧困対策、感染症対策の実施体制案.....	10-10
表 10.4.1	ユニバーサルデザイン関連法制度.....	10-12
表 10.4.2	ユニバーサルデザイン関連機関/組織.....	10-12
表 10.4.3	本事業のユニバーサルデザイン実施体制案.....	10-14
表 11.1.1	CDM方法論とJICA Climate-FITの推計方法の主な相違点.....	11-1
表 11.1.2	対象事業の概要.....	11-2
表 11.1.3	ベースライン排出量に使用したデータ (3A 号線フェーズ 1 (C1-C10 区間))	11-5
表 11.1.4	プロジェクト排出量に使用したデータ (3A 号線フェーズ 1 (C1-C10 区間))	11-5
表 11.1.5	温室効果ガス削減量の推計結果 (3A 号線フェーズ 1 (C1-C10 区間))	11-6
表 11.1.6	トレンドによる 2026 年から 2050 年の温室効果ガス削減量の推計結果.....	11-7
表 11.2.1	CDM 方法論 ACM0016 に基づく CDM プロジェクトの登録状況.....	11-8
表 11.3.1	ベトナムにおける気候変動関連政策.....	11-9
表 11.3.2	ベトナムに対する CDM/JI の実績.....	11-11
表 11.3.3	ベトナムとの JCM における承認方法論.....	11-14
表 11.3.4	ベトナムとの JCM における JCM 設備補助事業.....	11-14
表 11.3.5	気候変動又はホーチミンにおける関連する援助実績.....	11-15
表 12.1.1	財務価格プロジェクト費用.....	12-1
表 12.1.2	運営・維持管理費用.....	12-2
表 12.1.3	更新・再投資費用.....	12-2
表 12.1.4	収入の算定結果.....	12-3
表 12.1.5	財務分析結果.....	12-3
表 12.1.6	感度分析 (財務)	12-4
表 12.2.1	走行時間・走行費用削減価値.....	12-5
表 12.2.2	CO2 排出削減価値.....	12-5
表 12.2.3	経済的内部収益率.....	12-5

表 12.2.4	経済分析結果.....	12-6
表 12.2.5	感度分析 (経済)	12-6
表 12.3.1	運用・効果指標.....	12-6
表 16.2.1	変更点のサマリー.....	16-1
表 16.3.1	国会承認に向けたマイルストーン	16-2
表 16.3.2	国会承認に向けた行動計画	16-2
表 16.3.3	国会承認に向けた進捗 (モニタリング様式)	16-3
表 16.4.1	需要予測結果.....	16-3
表 16.5.1	事業計画の概要比較.....	16-4
表 16.5.2	輸送計画.....	16-4
表 16.8.1	財務分析結果.....	16-6
表 16.8.2	感度分析 (財務)	16-7
表 16.8.3	経済的内部収益率.....	16-7
表 16.8.4	経済分析結果.....	16-7
表 16.8.5	感度分析 (経済)	16-8

第1章 序章

1.1 概要

1.1.1 業務の背景

当該国における都市開発・都市交通セクターの開発の現状・課題および本事業の位置付け

ベトナム国（以下「ベ国」という）最大の都市であるホーチミン市の人口は 2000 年の 530 万人から 2013 年には 743 万人まで増加しており、2030 年には 900 万人に達すると予測されている。この人口増加に伴うバイクおよび自動車の増加から、ホーチミン市内の道路交通量は増加し続け、慢性的な交通渋滞、交通事故、大気汚染等の問題が発生し、効率的な経済社会活動が阻害されている。ホーチミン市はこれらの問題解決のため、都市交通マスタープラン（Decision No. 101/QD-TTg、2007 年 1 月首相承認）に沿ってマスタープランの改定を進めた結果、都市鉄道を 8 路線整備する計画としており、これまでに都市鉄道 1 号線、2 号線および 5 号線の整備を進めている。

ホーチミン市都市鉄道 3A 号線はホーチミン市東部に位置し、1 号線、2 号線および 4 号線の結節点であるベンタイン駅から市内中心部を通過し南西地区まで延びる路線である。東西を結ぶ鉄道網の拡大に繋がることや、我が国が支援している 1 号線への直接乗り入れによる利用者の利便性向上等の相乗効果が見込めることから、同市は本事業を次期最優先事業として位置付けている。

また、ホーチミン市都市鉄道管理局（Management Authority for Urban Railways（以下、「MAUR」という。））は 2012 年には独自にフィージビリティスタディ（以下、「F/S」という。）を実施し、調査報告書を基に同案の実現に向け JICA の円借款供与等の支援に対する期待を表明した。

本調査は、同事業の目的、概要、事業費、事業実施体制、運営・維持管理体制、環境社会配慮、他の都市鉄道との技術的な連携の可能性等、有償資金協力事業として実施するための審査に必要な調査を行う事を目的として実施するものである。

1.1.2 本事業の目的

本事業はベトナム最大の都市であるホーチミン市において、ベンタインからミエンタイ・ターミナル間の都市鉄道を建設することにより、交通渋滞の解消を図り、もって成長と競争力強化および脆弱性への対応に寄与するものである。

1.2 業務の概要

1.2.1 調査対象地域・対象区間

本調査の対象地域は、ベトナム国ホーチミン市、対象区間は、ホーチミン市都市鉄道 3A 号線 ベンタイン～ミエンタイ・ターミナル間（約 9.9km、地下、10 駅）である。

1.2.2 実施窓口機関

本調査の実施窓口機関（カウンターパート機関（以下、「C/P」という）および関係官庁・機関）は以下の通りである。

C/P

- ホーチミン都市鉄道管理局 (MAUR)

関係官庁・機関

- ホーチミン市人民委員会 (Ho Chi Minh City People's Committee (HCMC-PC))
- ホーチミン市投資計画局 (Department of Planning and Investment (DPI))
- ホーチミン市財務局 (Department of Finance (DOF))
- ホーチミン市交通運輸局 (Department of Transport (DOT))
- ホーチミン市計画建築局 (Department of Planning and Architecture (DPA))
- ホーチミン市天然資源環境局 (Department of Natural Resources and Environment (DONRE))
- ベトナム財務省 (Ministry of Finance (MOF))
- ベトナム計画投資省 (Ministry of Planning and Investment (MPI))
- ベトナム交通運輸省 (Ministry of Transport (MOT))
- ベトナム建設省 (Ministry of Construction (MOC))
- ベトナム天然資源環境局 (Ministry of Natural Resources and Environment (MONRE))

1.2.3 業務の目的

ホーチミン市都市鉄道建設事業（ベンタインーミエンタイ間 (3A 号線 フェーズ 1)）について、当該事業の目的、概要、事業費、実施スケジュール、実施方法（調達・施工）、事業実施体制、運営・維持管理体制、環境社会配慮、他の都市鉄道との技術的な連携の可能性等、我が国の有償資金協力事業として実施するための審査に必要な調査を行うことを目的とする。

1.2.4 業務の範囲

上述した業務の目的に従い、業務の範囲を以下の通り定める。

タスク		サブタスク	
0100	インセプションレポートの作成、協議		
0200	事業の背景および必要性の確認・検討		
0300	路線計画の策定	0310	F/S の路線計画のレビュー
		0320	交通需要予測
		0330	交通機関分担率モデルのレビュー
		0340	路線計画の評価基準の設定、比較・検討および策定
0400	事業計画の策定	0410	路線計画
		0420	土木施設計画 (トンネル・高架・駅・軌道)
		0430	運転計画
		0440	車両設計諸元のレビュー
		0450	車両基地計画
		0460	電気・機械施設計画
		0470	信号・通信設備計画
		0480	交通決済システム連携計画
		0490	駅前開発計画/交通結節点整備計画
0500	インテリムレポートの作成		
0600	事業実施計画の策定	0610	概略施工計画の策定
		0620	建設期間中の交通管理計画および安全管理計画の検討
		0630	調達・施工方法の検討
		0640	本邦技術活用適用可能性の検討
		0650	事業実施スケジュール
		0660	コンサルティングサービスの検討・TOR、M/M の提案
		0670	事業費積算
0700	事業実施体制のレビュー	0710	実施機関の財務・予算構造、技術水準のレビュー
		0720	運営・維持管理体制のレビュー
		0730	事業実施体制
		0740	実施機関、運営・維持管理機関への技術支援の検討
0800	環境配慮の検討	0810	環境アセスメント報告書案のレビューと改訂
		0820	ステークホルダー協議会合の開催支援および環境社会配慮助言委員会の資料作成
		0830	環境配慮に関する必要な情報収集および環境アセスメント (EIA) の実施
0900	社会配慮の検討	0910	住民移転計画案のレビューと改訂
		0920	ステークホルダー協議会合の開催支援および環境社会配慮助言委員会の資料作成
		0930	社会配慮に関する必要な情報収集、住民移転に係る現地調査および住民移転計画 (RAP) の実施
1000	ジェンダー配慮等の検討	1010	ユニバーサルデザイン
		1020	ジェンダー・貧困、労務者・被影響住民 (PAPs) 、利用者のニーズ把握
1100	気候変動緩和策による効果の推計	1110	温室効果ガス抑制効果の定量的な把握に必要なデータの特 定と収集
		1120	温室効果ガス削減効果の推計
		1130	クリーン開発メカニズム (CDM) の形成・登録の検討
		1140	日本の気候変動分野への支援実績・本事業との関係の整理

タスク		サブタスク	
1200	事業効果の算定	1210	定量的効果
		1220	定性的効果
		1230	広報 (PR) - イメージ動画の作成
		1240	PR - 模式図の作成
		1250	PR - パンフレットの作成
		1260	PR - 本邦 ODA に係る広報計画
1300	事業実施にあたっての留意点	1310	事業実施体制および整備主体・体制にかかる留意点
		1320	事業運営・維持管理体制にかかる留意点
		1330	ベトナム側による F/S および EIA 作成支援
1400	その他の検討事項	1410	本邦招聘プログラムの実施
		1420	「ベ」国円借款事業に関する内部手続きに係る資料作成
		1430	他ドナー機関との協調融資にかかる検討
		1440	JICA が開催する説明会への技術的サポートおよび資料作成
		1450	システム安全認証 (RAMS) に係る調査および検討
1500	人材育成 (技術支援) 計画等の検討		
1600	準備調査報告書 (ドラフト) の作成		
1700	準備調査報告書の作成		

1.2.5 本事業のフェーズ 2 区間について

本調査中に HCMC-PC 及び C/P から、対象路線である 3A 号線のフェーズ 1 区間 (ベンタイン - ミエンタイ・ターミナル間) とフェーズ 2 区間 (ミエンタイ・ターミナル - タンキエン間) の国会承認手続きを同時に開始したい、との強い要望があった。このため、JICA は調査団との契約変更 (業務の範囲拡大) を行い、フェーズ 2 区間に関しても国会承認申請書類の作成を支援した。

具体的には、当該フェーズ 2 区間について、F/S のレビュー、需要予測、路線計画、運転計画、構造物計画、施設・設備計画、車両基地・工場計画、駅前開発・交通結節点計画、事業費積算、事業計画、事業実施計画、等の検討業務を実施した。ただし、上記追加業務は国会承認申請に必要な技術検討に限定したものである。なお、フェーズ 2 区間の環境・社会配慮に関する調査は、ベトナム政府側が全面的に責任を持って実施した。

これらの検討結果は国会承認申請書類 (プレ F/S) に反映し C/P に提出した。また本報告書では、フェーズ 1 業務にも影響しうる技術検討に関して、主に関係する各章の添付資料として記載している。

なお、仮にフェーズ 1 区間に加えて当該フェーズ 2 区間を円借款対象とする場合には、再度協力準備調査等を行う必要がある。

1.3 本報告書の内容

本報告書は、本調査の全体成果を示したものである。

第 2 章では、当該セクターの上位計画、現状および課題と本事業との関係を明確にし、事業の背景と必要性を記述している。

第 3 章では、既存調査の路線計画をレビューし、本事業の路線計画を策定・評価している。また策定した路線計画に対して交通需要予測を実施し、その結果を分析している。

第 4 章では、事業計画（概略）を策定し、概算工事費を試算している。事業計画には、路線線形計画、土木・施設計画、運転計画、車両設計諸元、車両基地計画、電気・機械設備計画、信号・通信設備計画、交通決済システム連携計画が含まれる。

第 5 章では、本事業の効果を高める方策として駅前開発・交通結節点整備計画の提案や本邦の鉄道事業者を中心としたアドバイザーグループの視察・提言等を報告している。

第 6 章では、施工計画、交通管理計画、安全管理計画、本邦技術適用可能性、実施スケジュール、事業費積算、コンサルティングサービスを含む事業実施計画を提案している。

第 7 章では、事業実施体制及び運営維持管理体制の概要と財務的、技術的な能力評価を示し、技術支援の必要性について論じている。

第 8 章では、本事業の環境配慮に関して、路線沿線の現状分析、ベ国の制度整備状況、環境アセスメント、ステークホルダー協議結果等を示している。

第 9 章では、社会配慮に関し、路線沿線の現状分析、ベ国の制度整備状況、住民移転計画、ステークホルダー協議結果等を示している。

第 10 章では、ジェンダー配慮および脆弱者層の保護とユニバーサルデザインに関して現況分析と本事業での実施計画を策定している。

第 11 章では、温室効果ガス削減効果の推定、グリーン開発メカニズムの形成・登録、本邦の気候変動分野の支援実績を分析し、本事業での対応方法を示している。

第 12 章では、経済・財務分析の結果、運用・効果指標、本事業の定性的な効果、等を示している。

第 13 章では、事業実施にあたって留意すべき点を、事業実施体制、運営・維持管理体制、ベ国側の事業承認手続きの各側面から分析している。

第 14 章では、その他の検討事項として、ベ国における円借款事業の内部手続き、協調融資の可能性、鉄道システム認証に係る分析、を報告している。

第 15 章では、本事業に伴う人材育成・技術支援の必要性を分析し、支援の枠組みと各項目の目的、実施体制、活動内容を提案している。

第 16 章では、本事業に関するベ国内の国会承認手続きを 2017 年から 2018 年に延期した判断に伴い、事業計画や事業実施計画の変更点を纏めている。

第 17 章では、本調査の結論と提言を述べている。

第 2 章 事業の背景および必要性

2.1 上位計画と先行調査の概要

2.1.1 ホーチミン市の都市計画・交通計画

ホーチミン都市圏を対象とした都市開発政策としては、2008 年に首相承認された「ホーチミン都市圏の地域計画および 2050 年ビジョン」(Decision No. 589/QD-TTg of the Prime Minister Approving the Regional Planning of Ho Chi Minh Metropolitan Area, Phase 2005-2020, Vision Up to 2050, 20th May 2008) がある。都市開発の基本的な方向性としては、ホーチミン市を中心として半径 30km 圏内および周辺ゾーンが「中核都市ゾーンおよび周辺エリア」(Nuclear Central Urban Zone and Surroundings) として都市開発を積極的に進めるエリアとして位置付けられている。

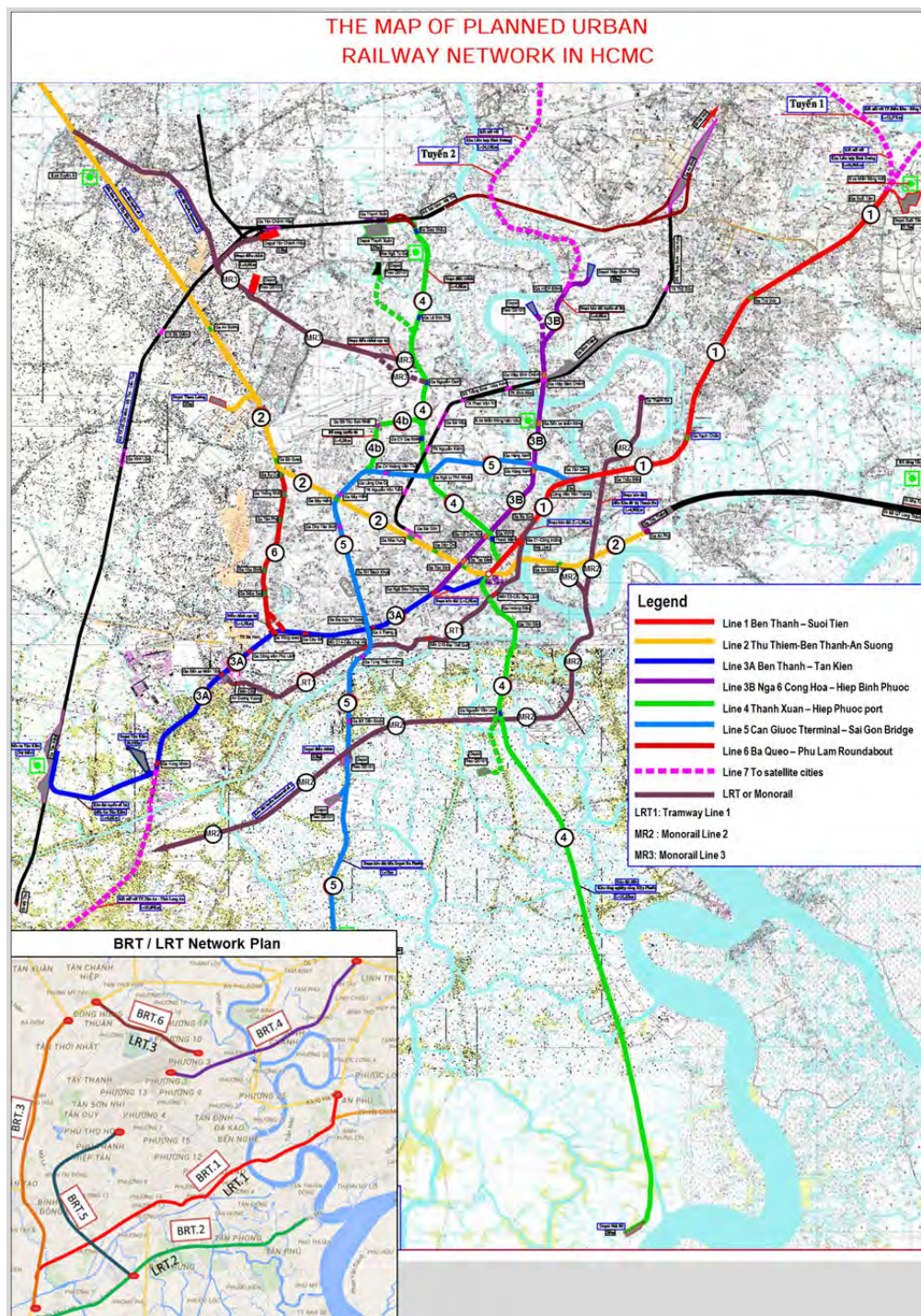
2010 年に首相承認された「2025 年を計画目標とするホーチミン市の都市計画マスタープラン」(Decision No.24/QD-TTg of the Prime Minister on Approving the Ho Chi Minh General Construction Plan to 2025, 6th January 2010)においては、現在のホーチミン市の一極集中型の都市構造を是正し、多核型都市構造を目指すため、郊外部に衛星都市や副都心を配置することが示されている。

都市鉄道ネットワークと路線は、2013 年に首相承認された「2030 年に向けたビジョンを含む 2020 年までの交通開発計画」(Decision No. 568/QD-TTg of the Prime Minister Approving the adjustment for the transportation development planning of Ho Chi Minh in 2020 and the vision to 2020, 8th April 2013)) を法的根拠としている。この首相承認文書では、都市鉄道 8 路線、BRT/LRT6 線が含まれている。都市鉄道の総延長は約 159 km (うち 67 km が地下、それ以外は高架・地上構造) で、うち 1 号線、2 号線、3A 号線 (協力準備調査を Phase1 にて実施中)、5 号線が実施中、BRT/LRT の総延長は 98km、うち 1 号線 (ヴォヴァンキエット~マイチートー) が実施中である。

表 2.1.1 ホーチミン市の都市鉄道計画路線の概略

都市鉄道路線			構造別延長(km)			概算(百万ドル)		
No.	区間	延長(km)	高架	地下	移行区間	合計	Km あたり	
1	Ben Thanh - Suoi Tien	19.7	17.5	2.2	-	2,202	112	
2	Stage 1	Ben Thanh - Tham Luong	11.3	0.78	9.32	1.23	1,375	121
	Stage 2	Ben Thanh - Thu Thiem	5.8	2.29	3.26	0.26	621	107
		Tham Luong-Tay Ninh (An Suong) Bus Terminal	3.2	3.2	0	0	195	61
	Stage 3	Tay Ninh Bus Terminal at Tay Bac Cu Chi Industrial Park	28.0	28	0	0	1,721	61
3 A	Stage 1	Ben Thanh - New Mien Tay Bus Terminal	9.7	0	9.7	0	1,600	165
	Stage 2	New Mien Tay Bus Terminal-Tan Kien	10.1	10.1	0	0	n/a	n/a
3B	NHI3 - Cong Hoa	12.1	9.1	3	0	1,700	140	
4	Ben Cat Bridge - Nguyen Van Linh	36.2	18.2	16.2	1.8 ²⁾	3,324	93	
4B	Gia Dinh Part - Lang Cha Ca	5.2	0	5.2	0	475	137	
5	Stage 1	Nga Tu Bay Hien - Sai Gon Bridge	8.9	0.9	7.7	0.3	1,011	114
	Stage 2	New Can Giuoc Bus Terminal - Nga Tu Bay Hien	14.7	5.7	8.6	0.4	1,568	108
	Stage 3	Saigon River- Thu Thiem	3.1	3.1	0	0	n/a	n/a
6	Ba Queo - Phu Lam Roundabout	5.6	0	5.6	0	1,227	202	
合計		173.6	98.9	70.8	4.0	17,019	106	

出典：Decision No. 568/QD-TTg of the Prime Minister on Approval of Adjustment for the transportation development planning of Ho Chi Minh City in 2020 with a Vision to 2030.



出典 : Decision No. 568/QĐ-TTg of the Prime Minister on Approval of Adjustment for the transportation development planning of Ho Chi Minh City in 2020 with a Vision to 2030.

図 2.1.1 ホーチミン市承認済み都市鉄道ネットワーク

本調査の対象区域、ベンタインーミエンタイ・ターミナル間 (3A 号線 フェーズ1) は、表 2.1.1 に示す 3A 号線のステージ 1 に相当する。フェーズ 1 建設後に延伸が計画されているミエンタイ・ターミナルータンキエン間 (3A 号線 フェーズ 2) は、ステージ 2 と定義されている。

2.1.2 都市鉄道関連調査・プロジェクト

JICA 支援による都市鉄道 1 号線建設事業、アジア開発銀行 (ADB) / 欧州投資銀行 (EIB) / ドイツ復興金融公庫 (KfW) 支援による 2 号線建設事業、JICA 支援による 3A 号線フェーズ 1 区間 F/S、スペイン政府/ ADB/ EIB 支援による 5 号線フェーズ 1 区間建設事業、韓国国際協力団 (KOICA) 支援による 5 号線フェーズ 2 区間 F/S、世界銀行 (WB) 支援による BRT1 号線建設事業が進行中である。また 3A 号線と接続する 3B 号線の JICA 支援もベトナム政府から要請されている。さらにこれと並行して、次のような都市鉄道関連調査やプロジェクトが実施されている。

- 「ベトナム国ホーチミン市都市鉄道 (ベンタイン～スオイティエン間 (1 号線)) 建設事業案件実施支援調査」 “Special Assistance for Project Implementation (SAPI) for Ho Chi Minh City Urban Railway Project (Ben Thanh–Suoi Tien Section (Line1)) ” (JICA、2014 年) : 1 号線沿線および駅を対象とした TOD コンセプトの作成、交通結節点整備の基本計画、フィーダーバス改善計画の策定。
- 「ビンズオン省における TOD による都市開発事業並びに BRT 事業準備調査」 “Preparatory Study of Transit Oriented Development and BRT Project in Binh Duong Province” (JICA、2016 年) : 1 号線スオイティエンターミナル駅の駅周辺開発事業、同駅とビンズオン新都市を連絡する BRT 事業にかかる実施可能性調査。
- “Project Preparatory Technical Assistance (PPTA) for the Sustainable Urban Transport for Ho Chi Minh City (HCMC) Metro Line 2” (ADB、2013 年) 2 号線駅を対象とした交通結節点整備コンセプト・基本計画の作成。
- 「ベトナム国主要都市鉄道情報収集・確認調査」 “Data Collection Survey on Railways in Major Cities in Vietnam, METROS” (JICA、2016 年) : ホーチミン市及びハノイ市に対する JICA の技術支援により、次の項目を目的として実施した。(イ) 都市鉄道システムを主とした交通および都市開発の既存計画および情報の収集とレビュー、(ロ) 補足調査の実施によるデータの更新、(ハ) 更新されたデータベースに基づく、現行の都市鉄道ネットワークおよび各路線の需要予測の実施、(ニ) 現行都市鉄道ネットワークおよび各路線の技術的検討、(ホ) これらの結果に基づく将来の都市鉄道システムの開発に向けた提言。

なお、3A 号線は、コンホア駅(C2)で 3B 号線と薬科大学駅(C4)で 5 号線とプーラム交差点駅(C8)で 6 号線との接続が計画されている (表 4.3.3 参照)。また、現在のところ 6 号線の支援者は決定していない。

2.1.3 F/S 調査および基本設計

3A 号線は、ホーチミン市都市鉄道 1 号線、2 号線および 4 号線の結節点となるベンタイン駅から、市内中心部を通過して南西地区まで伸びる路線である。3A 号線はホーチミン市の東西を結ぶ鉄道網の基幹路線となり、我が国が支援している 1 号線への直接乗り入れによる利便性向上等の相乗効果が期待される。このことから、ホーチミン市は本事業を次期最優先事業に位置付けている。

こうした背景から、MAUR は 2012 年に 3A 号線の F/S、基本設計、EIA 調査を実施し、HCMC-PC は F/S 以外を承認している。また、MAUR は同路線の実現に向けた JICA の円借款供与を期待して協力準備調査の実施を要請した。

2.2 都市交通セクターの現状と課題

2.2.1 ホーチミン市の社会経済状況

ホーチミン市および周辺省（ビンズオン省、ドンナイ省、バリア-ブントウ省、ロンアン省、ティアンザン省、タイニン省、ビンフォク省）から成るホーチミン首都圏が形成されており、2013 年ホーチミン首都圏の人口は 1,210 万人、うちホーチミン市人口は 743 万人であった。ホーチミン市の人口増加率は 0.9%/年であった一方、周辺省での人口増加は著しくビンズオン省では 5.3%/年、ドンナイ省では 2.9%/年であった。この傾向は基本的に将来的にも続くと考えられる。ホーチミン市及び周辺地域の 2030 年人口はそれぞれ 900 万人、1,600 万人と予測される。

表 2.2.1 ホーチミン市の社会経済指標

面積 (km ²)	人口 (000)		AGR (%/Yr)	グロス 人口密度 (人/ha)	2010 年価格 GRDP (10 億 VND)	AGR (%/年)	1 人当たり GRDP (百万 VND)	FDI (外国直接 投資) (百万米ドル)
	2009 年	2013 年			2013 年	09-13 年	2013 年	2013 年
2,096	7,163	7,431	0.9	35.5	764,561	5	102.9	1,048

出典：調査団

2.2.2 都市交通セクターの現状と課題

調査対象地域はベトナム最大の都市であるホーチミン市中心部であり、国内で最も重要な経済拠点である。このため様々なトリップが集中し、その結果複雑な交通問題が発生し、政府の課題となっている。

交通網は主に国道、県道、都市内道路で構成されており、中心部の道路網は比較的密に整備されている。過去 10 年間で、高速道路の建設、多くの主要道路や橋の建設・改良、都市部から外縁部への港湾の移転、バスシステムの拡大、交通管理の強化等の取り組みにより、交通システムは大幅に改善された。それ以降も中央政府・地方政府ともに継続的な交通改善に向けた取り組みを行っているものの、急激な需要の増加により交通混雑は依然として課題となっている。

ホーチミン市は、2013 年時点で 7,089 の道路を管理しており、その総延長は 4,478km、道路面積は 32.56km²にのぼり、自動車 1 台当たりの面積は 5.1m²となる。東京都区部と比べて（東京都建設局および東京都統計年鑑によれば 2015 年総延長：11,891km、道路面積：102.52km²、自動車 1 台当たりの面積：52.1m²）まだ少ない。2006 年から 2013 年にかけて年 5.7%の成長率で道路延長は伸びているが、2009 年以降は鈍化しており 2.9%/年である。

ホーチミン市にはルートを固定してサービスを提供している公共交通としてバスがある。他にはタクシーやモーターバイクタクシー（セオム）がある。過去十年以上市ではバス利用増加のための施策を実施してきた。DOT によれば公共バスとタクシーの利用者は大幅に増加しているが、公共交通利用者数は未だ

低い状況にある。ホーチミン市ではバスネットワーク、車両、バスターミナル、停留所などを含むバスシステムの改善を続けてきた。また DOT によればバス運行に対して年間 1.39 兆 VND (2013 年) の補助金を出している。しかしサービスの質は低い状況が続いている。

ホーチミン首都圏には南北方向に鉄道が整備されており、ホーチミン市ではサイゴン駅、ビンチュウ駅、ビンズオン省ではソントン駅、ドンナイ省ではビエンホア駅を結んでいる。この鉄道は 100 年以上前に建設されたもので、路線施設や駅舎など老朽化している。

ホーチミン市の移動需要は過去十年間で大幅に増加しており、2002 年時には 1,150 万人トリップ/日 (徒歩、内々トリップを除く) であったが、2013 年には 1,670 万人トリップ/日に増加している。主な需要特性を下記にまとめた。

- 自転車トリップは減少しており、2013 年のシェアは 2.8% である。
- 2013 年にはバイクシェアは全体の 83% を占めており、2002 年から 2013 年の間にトリップ数は 1.5 倍になっている。
- 2013 年には自動車シェアは全体の 5.3% を占め、2002 年から 2013 年の間にトリップ数は 4.2 倍に増加している。
- バストリップ数は 2.2 倍に増加しているが、シェアは 6.3% と低い。

私的交通を利用する傾向にあり、自動車利用が増加している。この状況が続くとより深刻な交通渋滞を引き起こすことになる。

表 2.22 ホーチミン市の機関別シェア

モード	2002 年		2013 年		平均成長率 (%/年)
	000/日	%	000/日	%	
自転車	1,080	9.4	464	2.8	-6.8
バイク	9,429	81.8	13,860	83.0	3.3
自動車	214	1.9	890	5.3	12.6
バス	485	4.2	1,050	6.3	6.7
その他	313	2.7	437	2.6	2.8
合計	11,521	100.0	16,702	100.0	3.1

出典 : HOUTRANS、METROS

2.3 事業実施の必要性

上位計画では都市部における大量公共交通機関の整備が重点目標の 1 つとされ、公共交通機関へのモーダルシフトの促進や大量公共交通整備事業の実施について具体的な目標が定められている。本事業は、ホーチミン首都圏において道路交通に代わる都市高速鉄道システムを整備することにより、深刻化する交通混雑の緩和および交通公害の低減に貢献するものである。

3A 号線はホーチミン市東部に位置し、1 号線、2 号線および 4 号線の結節点であるベンタイン駅から市内中心部を通過し南西地区まで延びる路線である。東西を結ぶ鉄道網の拡大に繋がることや、我が国が支援している 1 号線への直接乗り入れによる利用者の利便性向上等の相乗効果が見込めることから、同市は本事業を次期最優先事業として位置付けている。

既往調査である METROS におけるネットワークおよび各路線評価において、「1 号線はドンナイ省の都市部へ延伸され、北東部ー南西部の交通のバックボーンとして機能するために 3A 号線と統合される必要がある。」と位置付けるなど、建設中の 1 号線とあわせて、3A 号線も含む北東部ー南西部の都市鉄道建設および沿線一体都市開発の促進が急務である。

このように、ホーチミン市首都圏において都市高速鉄道を建設する本事業はベ国の課題に合致し、開発政策においても優先度が高く、我が国政府および JICA の援助方針とも合致する。これらのことから、JICA が本事業の実施を支援する必要性・妥当性は高い。

第3章 路線計画の策定

3.1 既存調査のレビュー

3.1.1 既存調査における路線代替案の検討

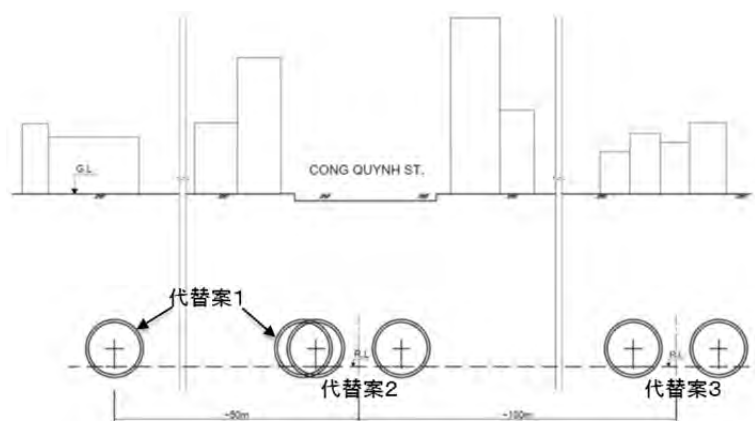
(1) ベンタイン～コンホア間の路線検討

ホーチミン市都市交通開発計画における地下構造の鉄道線形は、地上部や地上構造物の基礎への影響を回避・軽減するため、基本的に既存道路の道路用地に沿って計画されている。しかし、3A 号線のベンタイン～コンホア間では、地上部の既存道路線形が複雑に入り組んでおり、民地の地下部を鉄道が通過する必要がある。このため、F/S 段階では地表の既存建物への影響を最小限にする目的で、下図に示す路線の代替案が設定されている。



出典：調査団

図 3.1.1 F/S におけるベンタイン駅～コンホア駅間の路線検討



出典：調査団

図 3.1.2 各代替案におけるトンネル位置 (A-A 断面)

図 3.1.1、図 3.1.2 に示すベンタイン駅～コンホア駅間の代替案の概要は以下の通りである。

代替案 1：

トンネル 2 本からなる上下線を別線とし、下り線トンネルは、タイビン駅のファングーラオ (Pham Ngo Lao) 通りからコンクイン (Cong Quynh) 通り、グエンチーミンカイ (Nguyen Thi Minh Khai) 通りを通過してコンホア駅へ、上り線トンネルは、タイビン駅のファングーラオ通りから既存建物下を通り、ほぼ最短距離でコンホア駅に到達する路線である。トータル路線距離が最も短くなるように配慮されているため、コストはもっとも低いですが、トンネル工事に伴う被影響世帯数、およびトンネル掘削に伴う地盤変状エリアが大きくなる。

代替案 2：

上下線ともタイビン駅のファングーラオ通りからコンクイン通り、ファンビッチャン (Pham Viet Chanh) 通りを通り、コンホア駅に到達する路線である。できる限りトンネルが既存道路下を通るように配慮されているため、コストは代替案 1 より高くなるが、被影響世帯数、およびトンネル掘削に伴う地盤変状エリアはもっとも小さくなる。

代替案 3：

上下線ともベンタイン駅から一旦ファングーラオ通りに入った後、路線をレライ (Le Lai) 通りに変更し、その後密集した建物群の下を抜けファンビッチャン通りに行き、コンホア駅に到達する路線である。路線の変更が多いため、路線距離も長く、トンネル工事に伴う被影響世帯数はもっとも多くなる。

結論として、全体事業費は代替案 1 に対して高くなるものの、施工性や被影響世帯への影響が最小化できることから、最終的に代替案 2 が推奨案とされ、ホーチミン市の承認を受けている。

表 3.1.1 平面線形の代替案

代替案	概要	評価	影響世帯数	概略コスト (建設費、補償費)
代替案 1	トンネル 2 本からなる上下線を別線とし路線距離が最も短くなるよう配慮した案	列車運行上好ましくない反方向曲線が多い 被影響世帯数が多く、補償費が増加	90	US\$ 143 million
代替案 2	上下線ともコンクイン、ファンビッチャン通りを通り、被影響世帯数を最小化した案	施工性がよく、被影響世帯への影響が最小	62	US\$ 151 million
代替案 3	上下線ともレライ通りを通り、その後密集した建物群の下を抜けファンビッチャン通りに達する案	路線の変更が多く、工事費、補償費 (被影響世帯数) ともに増加	91	US\$ 167 million

出典 : F/S

(2) コンホア～ミエンタイ・ターミナル間の路線検討

コンホア駅は、グエンチーミンカイ通りから合流する 3B 号線との結節駅となり、フンヴオン (Hung Vuong) 通りに位置している。その後路線は、フンヴオン通りを南西に向かい、ホーチミン中心部から西部にかけてのメイン通りであるホンバン (Hong Bang) 通りにつながる。ホンバン通りからキンズオンブオン (Kinh Duong Vuong) 通りにかけては、バックパッカー地区、大学・病院地区、チョロン地区などの集積地区であり、また、図 3.1.3 に示すように道路幅が十部に広く、トンネル掘削エリアが既存道路部でカバーできることから、F/S 調査において選定している本路線は妥当と判断した。

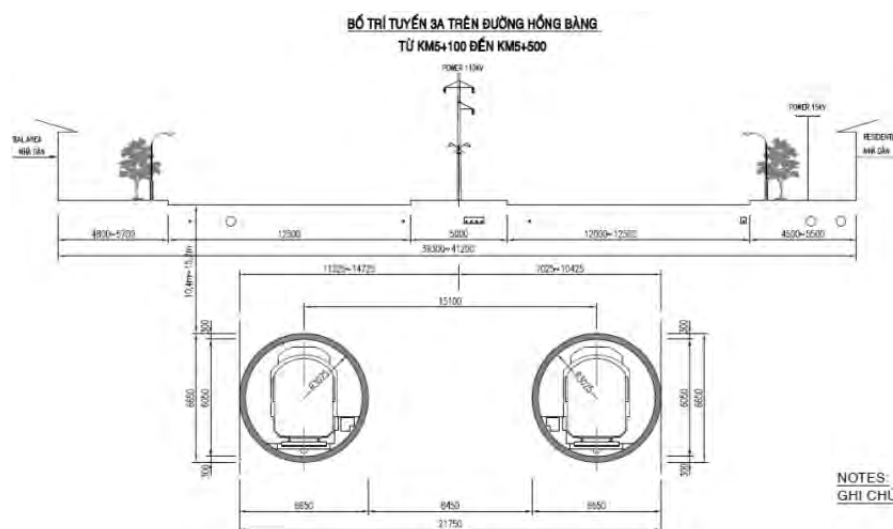


図 3.1.3 Hong Bang 通りにおけるトンネル断面

3.1.2 本調査での代替案検討方針

以上の通り、ホーチミン市都市交通開発計画から F/S までの検討過程で、交通需要、都市・沿線開発、環境・社会配慮、他の都市鉄道路線および道路との結節などを考慮した路線平面線形に関する多面的な検討や、代替案検討が既に実施されている。

従って、本調査では路線の縦断線形（構造）の違いに着目し、環境社会影響を含む事業実施要素の評価を通じた代替案検討を実施する方針とした。詳細については、3.3 章で検討を行う。

3.2 交通需要予測

3.2.1 方法

本調査における 3A 号線の需要は METROS で準備された起点終点表（以下、「OD 表」）、社会経済指標、ネットワークを基礎データとして使用した。METROS で実施した 20,000 世帯（サンプル率 1%）を対象とした家庭訪問調査、交通カウント調査の結果から 2013 年 OD 表を作成した。次に家庭訪問調査から得られた情報、現況社会経済指標、現況交通ネットワークから交通需要推計モデル（四段階推計モデル）を構築した。四段階推計モデルは一般的に、発生集中交通量の推計、分布交通量の推計、機関分担交通量の推計、配分交通量の推計の 4 段階から成るモデルである。モデル構築後、将来社会経済指標（人口、就業者数、学生数）、将来交通ネットワークをインプットデータとして、3A 号線の需要予測を行った。

3.2.2 社会経済概況

社会経済指標は METROS で作成された指標を引用した。METROS における社会経済指標の作成方法は下記の通りである。

最新のセンサスデータは 2009 年のものであるためホーチミン市および周辺省の統計データから 2013 年人口を推計した。鉄道需要の予測年次のひとつである 2030 年を予測年次として下記の方法から 2030 年人口を推計した。

- 1) 2009 年から 2013 年の人口伸び率を適用
- 2) 社会経済開発計画や各都市のマスタープランなどの関連資料の将来人口推計を適用

この結果、METROS ではこの結果を下記の表の通り予測している。

表 3.2.1 将来人口

都市/省	人口数 (000)		伸び率 (%/yr)	
	2013	2030	2009-2013	2013-2030
HCHC	7,431	8,982	0.9	1.1
Long An	1,107	1,389	0.6	1.3
Binh Duong	1,586	2,747	5.3	3.3
Dong Nai	1,878	2,710	2.9	2.2
BRVT	135	160	1.9	1.0
Total	12,136	15,988	1.7	1.6

出典：METROS

次に就業/従業人口の予測を行った。居住地から勤務先への通勤トリップは、都市での移動において大部分を占めるものである。就業者人口は下記の方法にて推計した。

- 1) 2013 年の統計局および地方局のデータを基に労働人口 (16 歳以上) を推計
- 2) 2013 年の統計局、地方局のデータおよび家庭訪問調査の結果からセクター別就業者人口を推計

従業者人口に係る公的な統計データは存在しない。そのため下記の条件にて推計した。

- 1) 社会経済開発計画やホーチミン市および周辺省の将来土地利用計画によれば、第二次産業 (製造業) は郊外部へ移転する。
- 2) 第三次産業 (商業、サービス業) は既存や計画されている都市センターに集積する。

通学トリップは発生・集中トリップの多くを占める。学生数は、将来年齢層別教育レベル別の就学率、既存および計画されている学校の位置 (特に大学) を基に推計されている。

上記社会経済フレームの基、ゾーン別将来需要を推計した。ホーチミン市およびその周辺省での一日あたりそうトリップ数は 2013 年から 2030 年の間に 2,900 万トリップ/日から 4,100 万トリップ/日に増加し、年増加率は 2%になる。

3.2.3 交通機関分担率モデル

METROS で実施した家庭訪問調査の選好意識データから鉄道分担モデルを構築した。モデルは非集計モデルである。モデル式および推計したパラメータを下記に示した。

$$P_{ijk}^m = \frac{e(V_{ijk}^m)}{\sum_{k'=1}^K e(V_{ijk'}^m)}$$

P_{ijk}^m : m 目的トリップにおいて ij ゾーン間で k モードを選択する確率

V_{ijk}^m : m 目的で ij ゾーン間を k モードでトリップする際の効用

$$V_{ijk}^m = \sum_{l'=1}^L \theta_{l'} \cdot x_{ijkl'}^m$$

V_{ijk}^m : m 目的トリップにおいて ij ゾーン間で k モードを選択した場合の効用

$x_{ijkl'}^m$: m 目的トリップにおいて ij ゾーン間で k モードを選択した場合の効用を構成する l' 番目の特性値

$\theta_{l'}$: 効用を算定する l' 番目の特性値に対するパラメータ

表 3.2.2 モデルパラメータ

項目	バイク/メトロ		自動車/メトロ		トラック/メトロ		タクシー/メトロ		バス/メトロ	
	係数	T 値	係数	T 値	係数	T 値	係数	T 値	係数	T 値
時間 (分)	-0.1344	-143.7	-0.0761	-7.5	-0.0457	-2.7	-0.1037	-7.0	-0.1015	-57.4
費用 (1,000VND)	-0.1684	-155.3	-0.0409	-8.7	-0.0069	-1.0	-0.0268	-11.1	-0.1496	-74.8
定数	0.5500	67.2	1.5787	12.4	1.6696	9.5	2.0358	11.6	0.5285	29.4
サンプル数	177,995		911		412		598		41,212	
既存モードの選択数	131,993		572		328		346		30,464	
メトロの選択数	46,002		339		84		252		10,748	
尤度	-79.5		-529		-204		-289		-19.1	
ρ^2	0.218		0.120		0.020		0.290		0.195	
ρ	0.218		0.115		0.006		0.282		0.194	

出典：調査団

3.2.4 前提条件

将来 OD 表は新規道路、鉄道プロジェクトを考慮したネットワーク上に配分される。本調査では下記表のプロジェクトをネットワークに含んだ。鉄道プロジェクトは事業着工されている路線を前提とした。

表 3.2.3 前提とした鉄道および道路プロジェクト

都市鉄道	
MRT1	MRT2
MRT5	
道路	
HCMC-Long Thanh-Dau Giay Expressway	Bien Hoa-Vung Tau Expressway
Ben Luc-Long Thanh Expressway	HCMC-Moc Bai Expressway
HCMC-Thu Dau Mot-Chon Thanh Expressway	HCMC-Trung Luong
Ring Road No.1-4	Elevated route No.1 (Tan Phu – Binh Thanh) Elevated route No.2 (Tan Binh – Binh Tan) Elevated route No.3 (Tan Phu – Binh Chanh) Elevated route No.4 (Phu Nhuan – Quan 12) Elevated route No.5 (Thu Duc - Binh Tan)
Other local planned road	

出典：調査団

鉄道のサービスレベルは乗客数に影響を与えるファクターのひとつである。本分析では METROS 調査での設定値と同じ値として、3A 号線のサービスレベルを下記の表の通り設定した。

表 3.2.4 サービスレベル

料金 (VND)	初乗り	20,000
	Km 当り	1,000
運転間隔 (分)		2.4
旅行速度 (km/h)		40

出典：調査団

3.2.5 需要予測の結果

(1) 交通需要

2026 年、2030 年、2040 年、2050 年の乗客数を下記の表に示した。2026 年の日乗客数は 218,500 人である。フェーズ 2 で C11-C17 駅へ延伸がされる 2030 年には日乗客数は 404,800 人となり、2050 年には 561,300 人となる。

表 3.2.5 需要予測結果

年次		2026	2030	2040	2050
区間		C0-C10	C0-C17	C0-C17	C0-C17
日乗客数 (人/日)	C0-C10	218,500	344,200	398,500	473,700
	C11-C17	-	60,600	77,000	87,600
	合計	218,500	404,800	475,500	561,300
PPHPD (ピーク率 12%) (人/時/方向)		12,000	19,300	22,100	25,000
オフピーク最大断面乗客数 (オフピーク率 5%) (人/時/方向)		5,000	8,000	9,200	10,400
人キロ (人キロ/日)		1,178,368	2,750,746	3,330,325	3,848,330
平均乗車距離 (km)		5.4	6.8	7.0	6.9
運賃収入 (百万 VND/日)		5,548	9,635	11,300	13,322

出典：調査団

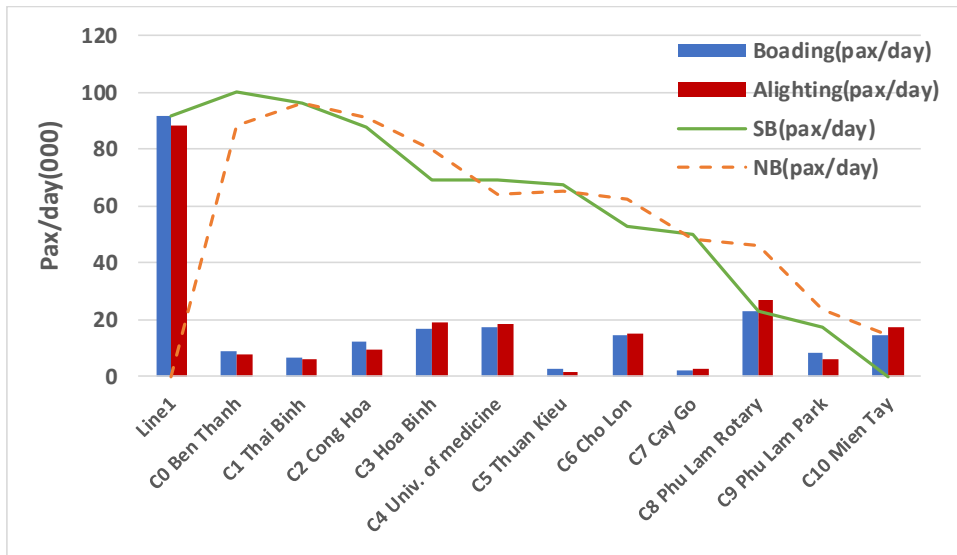
また、3A 号線有無 (with/without) を比較し、各交通手段から 3A 号線へ転換した量を予測した結果、以下のことが示唆される。

- ・2030 年時点でバスの運行が 1 日当たり 2,329 本削減される。
- ・また、これに伴うバス運賃収入の減少は 11,645 千 VND /日¹と推計されるが、これは 2015 年の当該都市バス事業者収入の 0.37%²であり、影響は軽微であると判断する。
- ・一方、2030 年時点でバイクの台数が 178,143 台/日削減され、交通渋滞が緩和と、それに伴う大気汚染等の環境影響が軽減される。
- ・2030 年時点で自動車の台数が 48,211 台/日削減され、それに伴う大気汚染等の環境影響が軽減される。

¹ 都市バスを想定し、5000VND/乗車客とした。

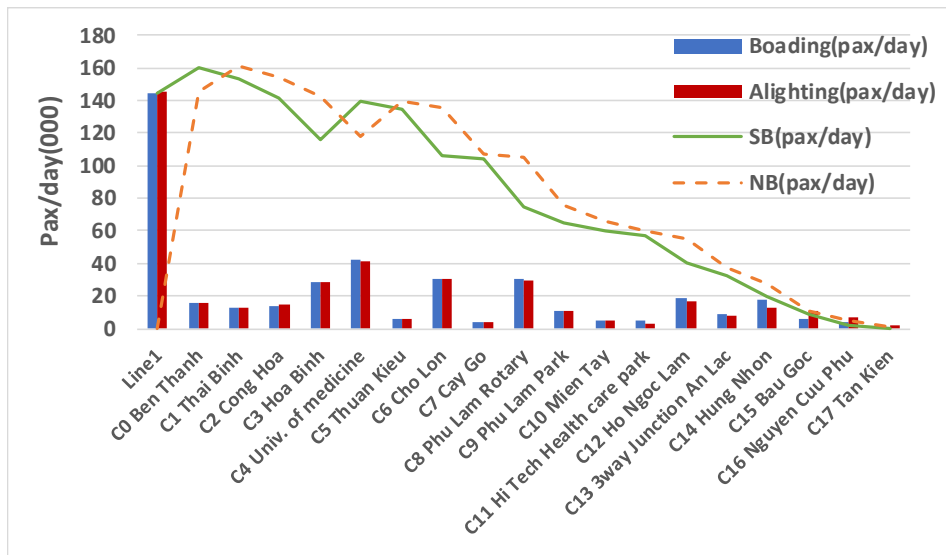
² <http://asia.nikkei.com/Business/Trends/First-bus-ads-for-Ho-Chi-Minh-City> の年間バス利用者数 3.2 億人と平均運賃から事業者収入を算出。

各駅の乗降客数を下記の図に示した。1 号線との直通運行により多くの乗客が 1 号線から乗り入れる結果となった。ベンタイン駅を除いて最も乗降客数が多い駅は C8 プーラム交差点駅で、2026 年には乗車客、降車客ともに約 25,000 人/日程度となる。続いて C3 ホアビン公園駅で乗客数、降客数共に 17,900 人/日程度となる。フェーズ 2 区間延伸後、乗降客数は大きく増加し、2050 年には C4 薬科大学駅の乗客数、降客数は共に 69,000 人/日程度となる。



出典：調査団

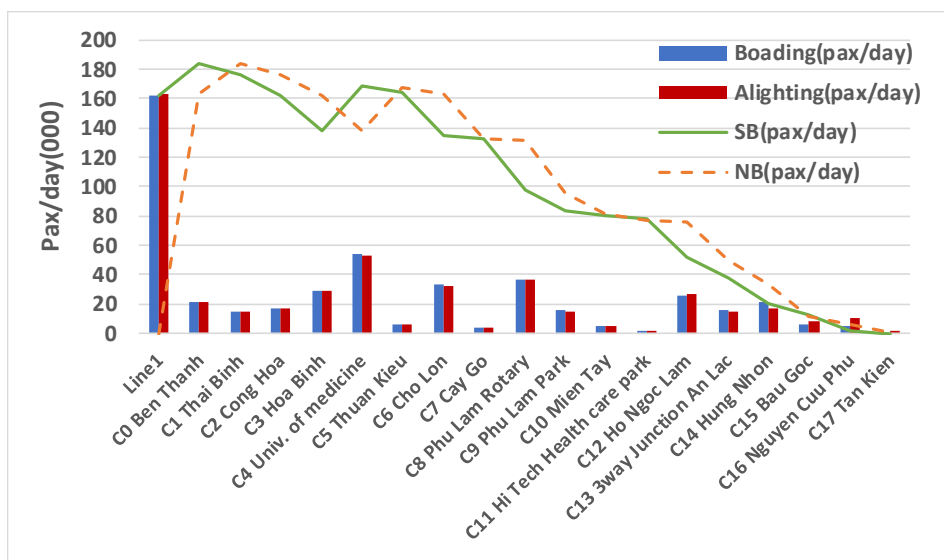
図 3.2.1 2026 年各駅の乗降客数および日断面乗客数³



出典：調査団

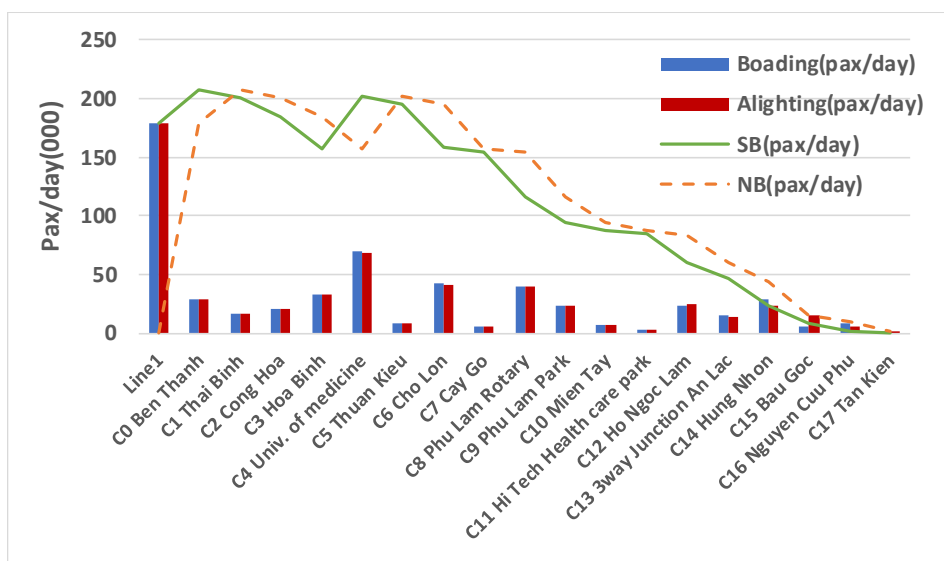
図 3.2.2 2030 年各駅の乗降客数および日断面乗客数³

³ SB : 南進方向、NB : 北進方向



出典：調査団

図 3.2.3 2040 年各駅の乗降客数および日断面乗客数³

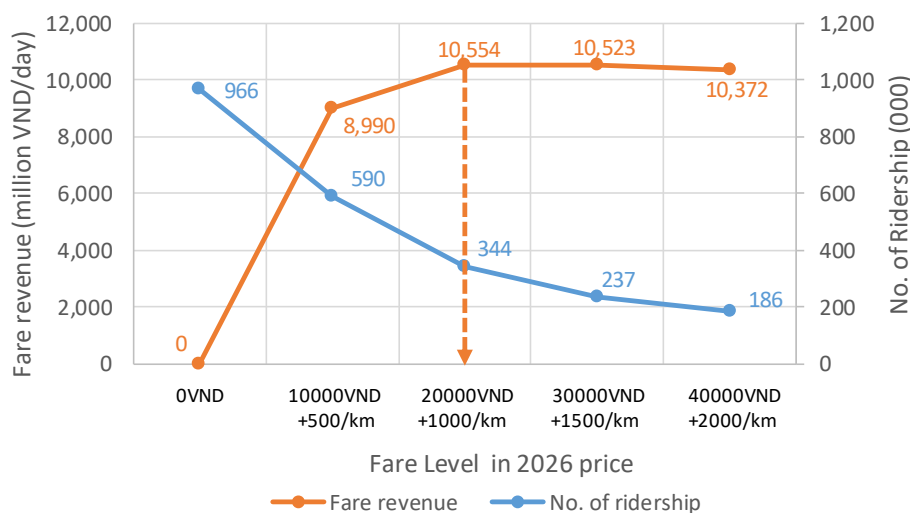


出典：調査団

図 3.2.4 2050 年各駅の乗降客数および日断面乗客数³

(2) 感度分析

運賃水準について感度分析を行った。結果、ベースケースとしている 20000+1000VND/km のケースが最も収入が高い結果となった。



出典：調査団

図 3.2.5 感度分析結果(2030年)

3.3 路線計画

平面線形の決定過程で比較検討が行われて来た経緯と、1 km 程度の間隔で駅舎（線形の固定点）を有する都市鉄道の特性を踏まえ、本調査では縦断線形（構造）に関する代替案の検討を行った。最適案の選定に際しては、経済性、施工性、環境社会影響等の側面から可能な限り定量的な予測・想定に基づいた比較検討を実施した。

3.3.1 路線評価基準

上記の地区別の路線状況を踏まえて、以下のような要素を考慮した代替案の比較検討を実施した。

- 都市鉄道として安全で快適な走行性の確保
- 他の都市鉄道路線、主要な沿線市街地や都市内道路との良好な接続性の確保
- 非自発的住民移転の回避、軽減
- 経済性（工程、施工性、建設コスト等）の最適化
- 施工中の環境影響や社会経済活動（地上の交通渋滞等）への影響の最小化
- 供用後の維持管理のし易さ
- 景観・騒音・振動等に関する環境影響の最小化
- 地表道路に位置する街路樹への影響最小化

路線案について、2016年3月7日に MAUR と協議を行い、案-1 から案-3 までの3案を推奨案として選定した。

3.3.2 路線代替案

他方、縦断線形から決まる路線および駅舎の高さから考えうる鉄道構造は以下の3つとなる。

- 高架構造
- 地上部における構造 (ボックスカルバート、U型擁壁など)
- 地下構造

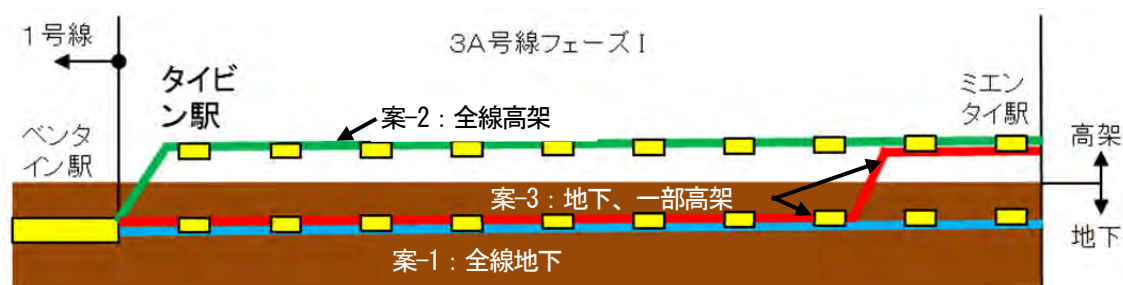
このうち、地上部における構造案は、前述の比較要素の何れにおいても不利な構造で、特に環境社会影響が甚大となることから前提条件として検討案から除外した。以上を踏まえて、ゼロオプション (事業を実施しなかった場合) を含む、以下のような代替案を比較検討することとした。

表 3.3.1 路線代替案

代替案	概要
案0 ゼロオプション	何も実施しない場合
案1 全線地下案	始点から終点まですべての区間を地下構造とする場合 (基本設計では、フェーズ1を地下構造としフェーズ2区間を高架構造で計画)
案2 全線高架案	始点のベンタイン駅から直ちに高架構造へ切替え、終点まで高架構造とする場合
案3 地下案および一部高架案	C8 プーラム交差点駅までを地下構造とし、空間的余裕のある C9 プーラム公園駅以降を高架構造にする場合 (1号線でも始点から3駅区間を地下構造、以降の区間を高架構造としている)

出典：調査団

下図に各代替案 (ゼロオプションを除く) のイメージを示す。



出典：調査団

図 3.3.1 各代替案のイメージ

3.3.3 比較評価

代替案の比較検討結果を下表に示す。結論としては、環境社会影響の軽減と建設コストを含む経済性の最適化を踏まえて、代替案 3 (地下構造および一部高架構造) を本事業の最適案として提案する。また、評価概要の根拠となる詳細な検討結果を下表に示す。

表 3.3.2 縦断線形・構造代替案の比較検討

オプション	評価	評価概要
案0 ゼロオプション	×	<p>3A 号線が建設されない場合、鉄道建設に伴う用地取得・住民移転や施工中を中心とした騒音・振動などの環境影響を回避することが出来る一方、ベンタインーミエンタイ・ターミナル間の道路交通量が増加の一途をたどり、沿線および関連する道路ネットワーク上における交通渋滞、大気汚染、温室効果ガスの排出等、様々な都市環境問題が悪化することが予測される。</p> <p>また、マスタープランとして計画されている他の都市鉄道路線や BRT/LRT 路線との相乗効果が失われることで、ホーチミン市の都市鉄道ネットワークおよび都市開発における効果が低減され、個々の鉄道路線や関連地域の社会経済発展に経済的な損失を与えることが予想される。</p> <p>バス利用促進方を講じた Without Line3A ケースと、都市鉄道 Line3A を整備するケースで VCR (交通量/容量比)、速度、旅行時間変化率、走行距離変化率を定量的に評価した結果、速度は 0.89km/h 低下、VCR は 3.2%上昇、旅行時間は 18%増加、迂回が 4%増加し、道路交通量の増加、沿線交通の渋滞が認められる。このため、振動、騒音、温室効果ガスの増大など、想定される様々な都市環境問題の発生、他都市鉄道路線や BRT/LRT 路線との相乗効果の消失、都市鉄道網及び都市開発効果の低減、各鉄道路線や関連地域の社会経済発展に経済的損失が想定される。</p>
案1 全線地下構造案	○	<p>駅間の地下鉄区間は単線シールドトンネル 2 本による非開削の施工法を採用することで、地上の交通や構造物に影響を与えずに施工することができる。駅部では開削工法による掘削の必要があり、施工中の道路迂回、振動・騒音、地盤沈下および地下水等の影響が発生するが、施工計画や近接施工の検討による緩和策を講じることが可能である。また、地下駅に付属した施設 (駅出入口、換気施設等) や、電源施設等において限定的な用地取得が必要になる。</p> <p>供用後は景観や日照、騒音・振動等の面で高架案に比して優位であり、地下商業施設などとの一体開発など、経済発展の側面でもポテンシャルが高い。</p> <p>他方、地下案の施工費用は、高架構造の場合に比べて 3 倍程度高くなる。</p>
案2 全線高架構造案	△	<p>C1 駅から C3 駅までは路線上の地表道路の幅員が狭く、高架橋を建設する為には道路拡幅等の更なる環境社会影響を伴うリスクがある。特に、C2 駅から C3 駅までの駅間では、既存道路の線形には合わせきれないことから数十件規模の家屋移転が必要となる。また、狭い道路上に高架構造物が出現することから景観の問題、振動・騒音の問題が懸念される。</p> <p>C4 駅以降は道路幅員が広がることから、道路中央分離帯を利用して高架橋の橋脚を建設することが可能であるが、高電圧の電力ケーブルと鉄塔が配置されている事からこれらを地中に移設することが条件となる。</p> <p>加えて C7 カイゴー駅前後の既存道路が一部フライオーバー化されたり、C8 プーラム交差点駅手前にオンブオン橋が建設されたりするなど、これらの構造物を避けて高架橋を設置することは技術的にも難しく、景観上の点からも負の影響が大きい。</p>
案3 地下案および一部高架構造案 【推奨案】	◎ 推奨	<p>ベンタイン駅から C8 までは用地取得、景観、他の環境要素を踏まえて地下構造とし、高架構造にしても支障物件 (既存のフライオーバーや橋等) 的に問題のない C8 から C9 の駅間で線路を地下から地上に上げて終点までを経済的に利点のある高架構造とするハイブリッド案。将来的に計画されている C10 駅からの延伸区間 (フェーズ2) は、より郊外に位置した路線として既存の F/S でも高架構造で計画されていることから、何れかの地点で地下鉄を高架にする妥当性も高い。</p> <p>C8 プーラム交差点駅以降は、鉄道に沿った既存道路の幅員も広がることから、高架構造とした場合の沿道家屋との調和における景観上のインパクトは、CBD 地区や混合用途地区に比して軽減される。また、既存の電力ケーブルおよび鉄塔の地中移設についても、市中心部での移設工事に比べて周辺でのスペースが確保しやすい。</p> <p>施工費用については、全線約 10km のうち高架区間が約 2km 程度となり、全線地下案に比べて、15%ほどの費用削減効果が見込まれる。なお、本案についてはベトナム電力総公社 (EVN) との間で合意が得られ、MAUR からも高圧線移設を伴う縦断線形の変更について合意が得られている。高圧線移設費用についても事業費の中で考慮している。</p>

出典：調査団

表 3.3.3 代替案の比較と評価(縦断線形・構造代替案)

代替案	案-0：ゼロオプション	案-1：全線地下構造案	案-2：全線高架構造案	案-3：地下及び一部高架構造案
代替案の概要・目的	新たなインフラ整備は行わない。バスが増便、路線拡大、交通計画の見直しなど現行輸送手段のソフト的対応を可能な限り行う案	交通渋滞の緩和、都市・沿線の開発を目指した3A号線を、全線地下路線(地下駅は開削工法、駅間は単線シールドトンネル(本)で建設する案	交通渋滞の緩和、都市・沿線の開発を目指した3A号線を、全線高架路線(高架駅はコンコース階、高架2層構造、駅間はU-型カーブからなる高架橋)で建設する案	交通渋滞の緩和、都市・沿線の開発を目指した3A号線を、C8駅までは地下路線、C8駅以降を高架構造で建設する案
社会的影響	◎ 住民・家屋移転が発生しない。また、新たな土地取得が発生しない。	○ C1、C2、C3駅部における開削工事に伴い、一部住民・家屋移転が発生する。また、C1駅とC2駅の一部区間では、地下トンネル建設による区分地的な配慮が必要となる可能性がある。	× C1駅からC3駅にかけての区間を中心とし、高架路線の用地取得のため、規模の大きな用地取得・住民移転を必要とする。	○ C8駅までは案-1と同様である。なお、C8駅以降の高架構造区間については、道路幅員が広いため基本的に用地取得・住民移転は発生しない。
自然環境への影響	◎ 現状維持であり、影響はない。	○ 地下工事に伴う掘削土砂の処理過程や、地下水への影響、地盤沈下の発生などの可能性がある。	○ 橋脚の施工に伴うベントナイトの汚染や工事に伴う粉じんの発生など可能性がある。また、沿道の街路樹を伐採しなければならぬ可能性がある。	○ C8駅までは案-1と同様であり、C8駅以降は案-2と同様である。
生活環境への影響/公害	× ソフト的対応だけでは交通渋滞の緩和は難しく、平均走行速度の低下、停止発進の回数増加等により、排気ガスや温室効果ガスの排出量が増加する。また、交通車両の騒音やバイブなどに絡んだ交通事故が増加する。	◎ 開削部を中心とした施工中の影響が予測される。	△ C1駅からC4駅間では、周辺建物が密集していることから、施工中及び供用後の騒音・振動を始めとする生活環境への影響が予測される。また、景観や日照の面で大きなインパクトが予測される。	◎ C8駅までは案-1と同様である。なお、C8駅以降の高架構造区間については、道路幅員が広いため騒音・振動の影響は軽減される。橋脚の工事に伴う粉じんの発生可能性がある。

評価 ◎：代替案の中で最善、○：代替案の中で次善、△：他に方法が無い場合、×：代替案の中でふさわしくない

代替案	案-0：ゼロオプシヨン	案-1：全線地下構造案	案-2：全線高架構造案	案-3：地下及び一部高架構造案
交通機能	× 現状の交通渋滞の抜本的な解決にならない。また都市・沿線開発にも支障をきたす。	◎ 交通渋滞が解消され、都市・沿線開発に寄与する。	◎ 交通渋滞が解消され、都市・沿線開発に寄与する。	◎ 交通渋滞が解消され、都市・沿線開発に寄与する。
社会経済活動・地域開発への影響	× ソフットの対応だけでは円滑・安全な交通の確立が難しく、社会・経済活動に支障が生じる。その結果、ホーチン市全体の発展も阻害される。	○ 円滑・安全な交通により、社会経済活動や地域の発展が促進される。また、施工中には地元労働者の就労機会や消費が増加する。建設に伴う一部道路の通行止めや迂回路の発生により道路交通に一時的な支障が生じる。	○ 円滑・安全な交通により、社会経済活動や地域の発展が促進される。また、施工中には地元労働者の就労機会や消費が増加する。高架工事を実施することから、道路交通に一時的な支障が生じる。	○ C8駅までは案-1と同様である。なお、C8駅以降の高架構造区間については、道路幅員が広いため道路交通への影響は小さい。
事業費	◎ 用地取得費及び工事費は発生しないがバス会社の負担は増加する。しかし、3案に比べれば安価である。	× 地下構造の施工費用は高架構造の3倍程度となるが、全線高架案で必要とされる大規模な道路拡幅や住民移転などは必要ない。	○ 高架構造の施工費用はもととも安価であるが、C1駅からC4駅までの大規模な道路拡幅や住民移転費用などが、事業費として計上しなければならない。	△ 事業費は全線高架構造案よりは安価になるが、案-1よりは安価になる。
維持管理費	◎ バス会社の維持管理費は増加するが、3案に比べれば安価である。	× トンネルの照明や換気、また、火災等に備えた設備の維持管理が必要となり、高架案より若干費用がかかる。	○ 地下案に比べると維持管理費は小さくなる。	△ 維持管理費は案-1よりは安価になる。
総合評価	× 都市化の進むホーチン市においては、ソフットの対応だけでは都市環境の悪化や社会経済活動への阻害を防止できない。ゼロオプシヨンであるものと評価される。	○ 環境影響を最小化する構造、工法である一方、経済性や維持管理等の側面からは高架構造(案-2)に比して割高な代替案となる。特に中心都市部から離れた、土地や空間に余裕のある地区では経済性の側面で不利になる。	△ 経済性や施工性において優れているもの、特に景観や街路樹、日照(用地取得、街路樹、大規模な道路拡幅や住民移転費用などが、事業費として計上しなければならない)と評価される。	◎ 案-1の環境影響に対する優れた側面と、案-2の経済性や維持管理等で優れた側面を最適化した案である。

出典：調査団

以下に、ゼロオプションとそれ以外の案における、路線中心から 1km 内の平均速度の変化、VCR (交通量/容量比)、総旅行時間変化率、総走行距離変化率を示す。

表 3.34 ゼロオプションと事後の評価結果(2030 年)

	ゼロオプション	事後	ゼロオプション-事後
総旅行時間変化率(事後=100%)	118%	100%	18%
総走行量変化率(事後=100%)	104%	100%	4%
平均速度(km/h)	6.76	7.65	-0.89
道路 VCR(交通量/容量)(%)	78.3%	75.2%	3.2%

出典：調査団

3.3.4 合意文書の手交

上記の路線案について、2016 年 4 月 26 日に MAUR と協議を行い、案-3：地下案および一部高架構造案について、MAUR と合意にいたった。正式な合意文書の手交のため、2016 年 5 月 10 日に英語およびベトナム語で上記を含む設計変更に関する報告書を提出し、MAUR より 5 月 27 日に No objection Letter が発行された(詳細は、4.4.5 参照)。

上記を含めたプロジェクト全体の Pre-F/S 報告書を 2017 年 1 月下旬に MAUR へ提出し、2017 年 5 月末日に中央政府関係機関と Pre-F/S 報告書に関する協議も実施した。最終的には、2018 年 6 月に Pre-F/S 報告書を国会への提出し、2018 年 11 月の投資政策の国会承認を目指すことになる。

第 4 章 事業計画の策定

4.1 事業計画のサマリー

4.1.1 事業計画の概要

(1) 事業計画

本調査では F/S を見直し事業計画を策定した。F/S と今回見直した事業計画の比較を以下に示す。

表 4.1.1 事業計画の概要比較

項目	F/S	本調査
区間	起点：ベンタイン駅* 終点：ミエンタイ・ターミナル駅	
路線長**	複線約 9.9 km	複線約 9.9 km
地下区間	9.9km	8.2 km
高架区間	-	1.7 km
駅数	10 駅	10 駅
地下駅	10 駅	8 駅
高架駅	-	2 駅
平均駅間隔	970m	970m
需要予測	2015 年開業時	2026 年開業時
平均 1 日利用者数	127,000	218,500
PHPDT	5,800	12,000
運営時間	5:00~23:00	5:00~23:30
運転時隔	2015 年開業時	2026 年開業時
ピーク時	11 本/時間	14 本/時間
オフピーク時	5 本/時間	6 本/時間
車両基地 (場所)		
フェーズ 1	1 号線のスオイティエン車両基地を使用	
フェーズ 2	タンキエン車両基地	

* ベンタイン駅は 1 号線事業で建設されるため本事業の範囲には含まない。本事業には 1 号線への接続が含まれる。

** プロジェクト起点・終点間の距離を示す。

出典：調査団

(2) 基本諸元

本事業計画における基本諸元を以下に示す。

表 4.1.2 基本諸元一覧表

項目	仕様	
運転	線路設計最高速度	高架区間 120km/h、地下区間 80km/h
	通行方向	右側通行
建設基準	軌間	1,435mm
	レール	60kg/m
	最小曲線半径	300m
	最小縦曲線	3,000m
	最大カント量	150mm
	最急勾配	35 パーミル
	線路中心間隔	3.7m
	設計荷重 (軸重)	14 トンまたは 16 トン
	施工基面幅	2,750mm
	プラットホーム有効長	130m
構造物	駅部	地下区間 2層ボックスカルバート構造 高架区間 一本柱、2本のラーメン橋脚構造
	駅間部	地下区間 単線並列シールドトンネル 移設区間 ボックスカルバートおよびU型擁壁 高架区間 PCU型ガーダーによる高架橋、PCボックスガーダーによる高架橋
車両	車両寸法	長さ:19.5m 幅 2.95m
	編成構成	最大 6両編成
	最大出力	190kw
	定員	942 (6両編成時、3人/m ²)
電力	電化方式	直流電化
	き電方式	直流 1,500V
	受電変圧器	110/22 kV 25MVA x 2 台
	架線方式	架空電車線方式
	径間周期	地下部 5m、高架部 50m
信号	信号方式	自動閉塞式、列車無線電話装置
	保安方式	自動列車停止装置、自動列車防護装置、自動列車運転装置
通信	通信設備	自動交換電話設備、専用回線による電話設備、無線設備、案内放送設備、案内表示設備、CCTV、時計 配信設備および伝送設備

出典：調査団

4.2 自然条件調査

4.2.1 地形調査

路線計画、概略設計に活用するため以下に挙げる 4 項目についての地形測量および建物調査および設計図面の収集を実施した。

(1) 駅部での 500 分の 1 測量 (10 駅)

- 駅部範囲内に存在する建物、道路、道路付帯設備、電気設備などを把握するため

(2) Km 1+150 から Km 1+600 での 2,000 分の 1 測量および建物調査

- C1 タイビン市場駅と C2 コンホア駅間で、シールドトンネルが既設建物の下を通る区間の最新のデータおよび既設建物の基礎情報を取得するため

(3) 駅結節部での 500 分の 1 測量

- 将来、他の地下鉄との接続が予想される以下の 3 ヶ所 (C2, C4, C8) の地形条件を把握するため (2.1.1 ホーチミン市の都市計画、交通計画および表 4.3.3 参照)

(4) 近接道路構造物の測量および設計図面の収集

- 線形上の近接構造物 (オンブオン橋、カイゴーフライオーバー) の正確な位置、大きさを把握するため

建物調査の結果、トンネル線形上の全ての家の基礎は、直接基礎や木杭でトンネル工事の支障とはならないことが判明した。

なお地形測量図、建物調査結果、近接構造物の図面は添付資料“TOPOGRAPHICAL SURVEY REPORT”に示す。

4.2.2 地質調査

F/S で既に地質調査は実施されているが、路線計画、土木構造物、施設、設備等の概略設計に必要なデータを得るために新たに 10 ヶ所の地質調査を追加実施した。評価は以下の通りである。

- 地下区間は GL-1.2m~-7.0m (平均水位、GL-3.9m)と地下水位が高く、軟弱粘土層およびシルト混じり砂の堆積がみられるものの、40m 以深では概ね平均で N 値 30 以上の比較的固い地盤が多くかつ岩盤は確認されなかった。したがって工事のためには安定した地盤である。
(表 4.2.1 参照)

高架区間は非常に軟弱な地盤が確認された。N 値 (1~2) で自然含水比が 70%程である (液性限界は超えていない)。高架予定区間であるため、トンネル掘削への影響はない。高架橋の基礎杭は、軟弱土質条件を考慮した杭径、杭長とした。なお、圧密試験の結果、深度 4.0m の先行圧密応力(Pc)が 50Kpa 程度と非常に小さな値であるが、深度が深くなっても増加幅が小さく値に信憑性がないと判断した。ホーチミンの粘土はシルト分を多く含んでいるためサンプリングが難しく乱された状態で圧密試験を行った可能性がある。したがって今回の土質調査では軟弱層が正規圧密層と判定できなかった。詳細設計時には、サンプリングに細心の注意を払った圧密試験の実施し、正規圧密層と判定された場合の負の摩擦力を考慮した杭長の確保を提案する。なお高架区間の土質試験結果を表 4.2.2 に示す。

また図 4.2.1 に BH1 から BH10 の柱状図を示し、図 4.2.2 にそれぞれ現場試験を実施した位置を示す。なお地質調査結果の詳細は添付資料“GEOLOGICAL SURVEY REPORT”に示す。

表 4.2.1 地層と N 値の一覧表

地質番号	地層の概要	ボーリング番号	深さ(厚さ m)	N 値 最小から最大 (平均)
K	盛土	BH1	1.8m	-
		BH2	1.8m	-
		BH3	1.3m	-
		BH4	0.5m	-
		BH5	0.7m	-
		BH6	0.9m	-
		BH7	1.0m	-
		BH8	3.0m	-
		BH9	3.5m	-
		BH10	2.2m	9
1a	軟弱粘性土、緑灰色	BH1	1.8 to 2.7 m (0.9m)	1 (1)
		BH2	1.8 to 2.7 m (0.9m)	1 (1)
		BH3	1.3-2.5m (1.2m)	3 (3)
		BH8	3.0-5.5m (2.5m)	1-2 (2)
		BH9	3.5-17.0m (13.5m)	1-2 (2)
		BH10	2.2-19.2m (17m)	9 (9)
1b	ゆるいシルト質砂質土	BH8	5.5-11.7m (6.2m)	7-14 (10)
2	シルト質粘土、茶灰色	BH3	2.5-3.8m (1.3m)	18 (18)
		BH5	0.7-3.2m (2.5m)	12 (12)
		BH8	11.7-15.8m (4.1m)	6-8 (7)
3	中位ぐらいの硬さの砂質粘土	LC-P50	0.0 to 4.5m(4.5m)	4 - 4(4)
		LC-P51	0.6 to 4.2m(3.6m)	5 - 9(7)
		BH8	15.8-19.5m (3.7m)	15-21 (18)
4a	硬いから非常に硬い 砂質粘土、緑灰色	BH1	2.7-8.9m (6.2m)	6-15 (10)
		BH2	2.7-5.0m (2.3m)	5-10 (8)
		BH3	3.8-6.0m (2.2m)	11-14 (13)
		BH4	0.5-8.7m (8.2m)	7-14 (10)
		BH5	3.2-7.9m (2.4m)	22-26 (24)
		BH6	0.9-7.6m (6.7m)	12-20 (16)
		BH7	1.0-3.5m (2.5m)	9-12 (11)
		BH8	19.5-25.0m (5.5m)	20-39 (30)
		BH9	22.5-27.5m (5.1m)	16-21(18)
		BH10	19.2-22.7m (3.5m)	13-20 (17)
4b	堅固な砂質粘土、緑灰色	BH3	6.0-8.6m (2.6m)	6-8 (7)
		BH5	7.9-10.3m (2.4m)	18-20 (19)
		BH7	3.5-6.5m (3.0m)	10-15 (13)
		BH8	25.0-28.0m (3.0m)	32-34 (33)
L5	中間ぐらい締まっている砂	BH1	8.9-11.4m (3.1m)	20-22 (21)
5a	ゆるい状態から中間ぐらいに締まっている砂	BH1	11.4-14.5m (3.1m)	9-11 (10)
		BH2	5.0-16.7m (11.7m)	6-11 (8)
		BH3	8.6-13.5m (4.9m)	5-9 (7)
		BH4	8.7-19.7m (11.0m)	8-16 (12)
		BH5	12.8-18.0m (5.2m)	10-15 (12)
		BH6	7.6-15.5m (7.9m)	7-11 (9)
		BH7	6.5-12.0m (5.5m)	7-11 (9)
5b	中間ぐらいに締まっている砂、 茶色	BH1	14.5-41.5m (27m)	9-36 (23)
		BH2	16.7-44.4m (27.7m)	6-28 (17)
		BH3	13.5-45.4m (31.9m)	13-29 (21)
		BH4	19.7-41.0m (21.3m)	8-31 (20)
		BH5	18.0-37.3m (19.3m)	10-36 (23)
		BH6	15.5-40.4m (24.9m)	7-29 (18)
		BH7	12.0-38.1m (8.4m)	11-29 (20)
		BH8	28.0-40.8m (12.8m)	13-20 (17)
		BH9	27.5-40.3m (12.8m)	11-38 (25)
		BH10	22.7-44.5m (21.8m)	18-28 (23)

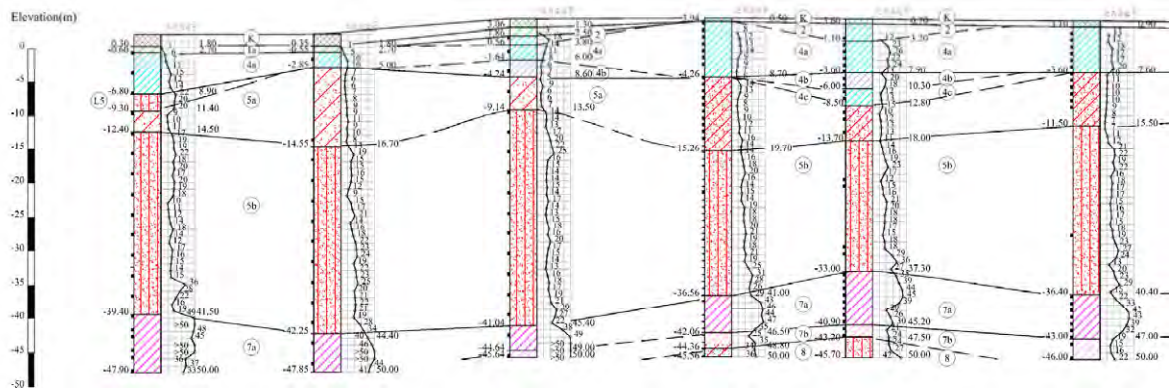
地質番号	地層の概要	ボーリング番号	深さ(厚さ m)	N 値 最小から最大 (平均)
7a	非常に硬い 粘土、黄色、茶緑色	BH1	41.5-50.0m (8.5m)	35-55 (45)
		BH2	44.4-50.0m (5.6m)	40-51 (46)
		BH3	45.4-49.0m (3.6m)	38-52 (45)
		BH4	41.0-46.5m (5.5m)	29-47 (38)
		BH5	37.3-45.2m (7.9m)	20-45 (33)
		BH6	40.4-47.0m (6.6m)	22-43 (33)
		BH7	38.1-46.5m (8.4m)	25-45 (35)
		BH8	40.8-50.0m (9.2m)	31-37 (34)
		BH9	40.3-51.0m (10.7m)	23-50 (37)
		BH10	44.5-49.1m (4.6m)	31-38 (35)
7b	非常に硬い粘土、薄灰色、黄灰色	BH3	49.0-50.0m (1.0m)	54 (54)
		BH4	46.5-48.8m (2.3m)	25-35 (30)
		BH5	45.2-47.5m (2.3m)	21-24 (23)
		BH6	47.0-50.0m (3.0m)	15-22 (19)
		BH7	46.5-50.0m (3.5m)	23-30 (27)
8	非常に締まっている砂、茶灰色	BH4	48.8-50.0m (1.2m)	34
		BH5	47.5-50.0m (2.5m)	24-50 (37)
		BH10	49.1-51m (1.9m)	>50

出典：調査団

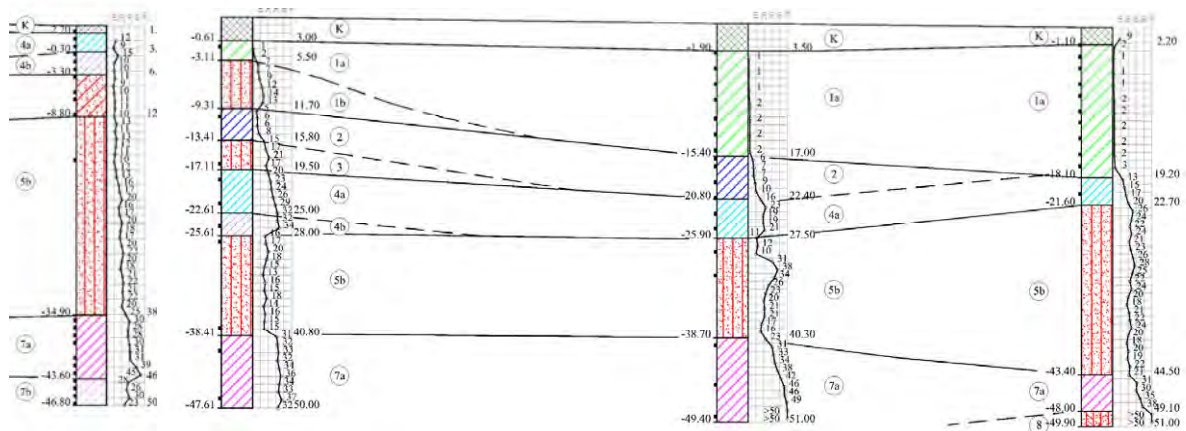
表 4.2.2 高架区間の土の物理的特性(BH9 の試験結果)

土の物理的特性	記号	単位	地層				
			1a	2	4a	5b	7a
Percentage of Gravel		%				0.8	
Percentage of Sand		%	3.4	16.5	36.2	78.7	11.4
Percentage of Silt and Clay		%	96.6	83.5	63.8	20.5	88.6
Moisture content	W	%	70.1	24.1	22.1	17.9	19.8
Unit weight	ρ	g/cm ³	1.54			2.08	2.11
Specific gravity	ρ_s		2.69	2.73	2.71	2.67	2.74
Void ratio	e		1.973			0.516	0.559
Unsoaked angle of repose	α_d	degree				33	
Soaked angle of repose	α_w	degree				25	
Max void ratio	e_{max}					1.075	
Min void ratio	e_{min}					0.524	
Liquid limit	LL	%	85.7	40.2	35.6	20.2	45.8
Plastic limit	LI	%	30.9	19.3	18.1	14.0	19.2
Plasticity index	PI	%	54.9	20.9	17.5	6.3	26.6
Liquidity index	LI		0.71				
Internal friction angle	ϕ	degree	4°39'				16°53'
Cohesion	C	kg/cm ²	0.073				0.67
N value of SPT (blows/30cm)			1-2	6-10	16-21	11-38	23->50

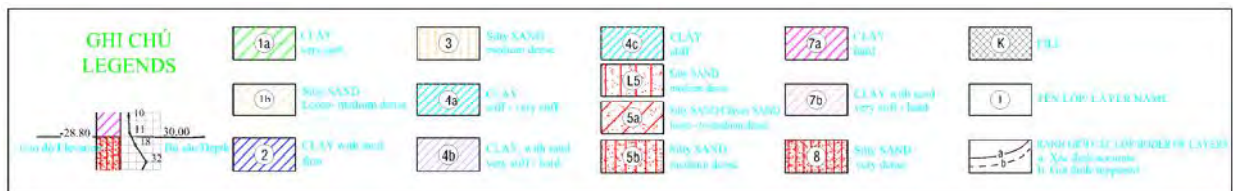
出典：調査団



a) BH1~BH6

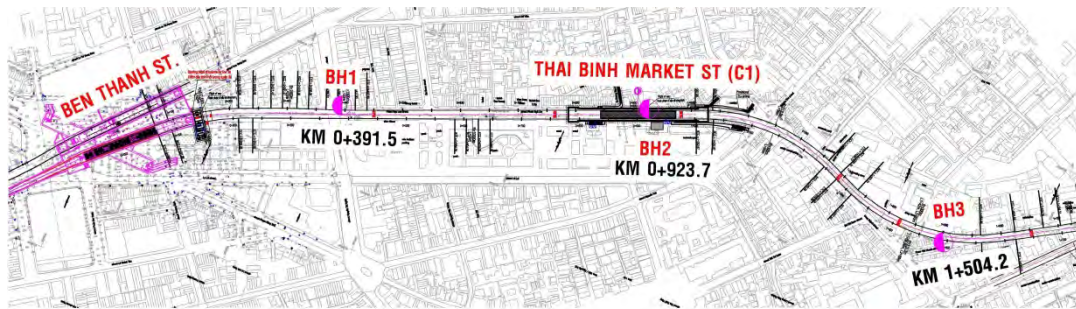


b) BH7~BH10

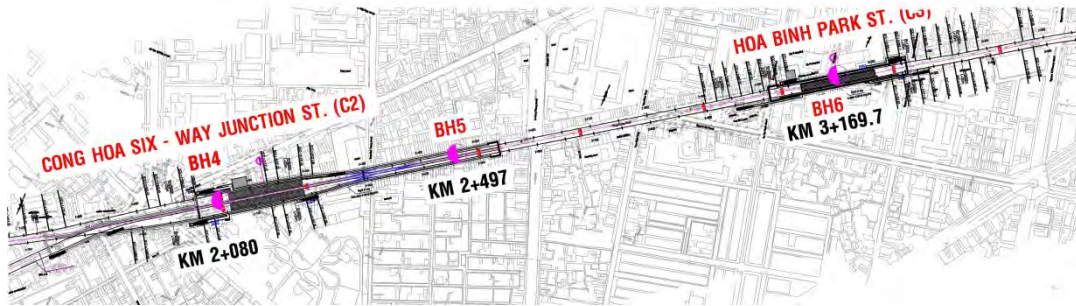


出典：調査団

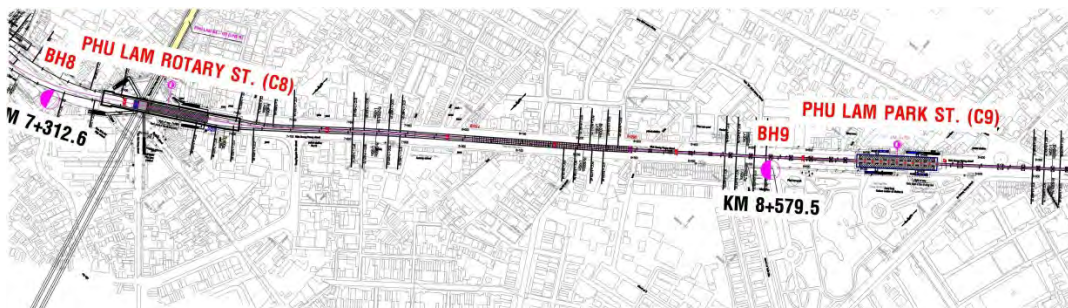
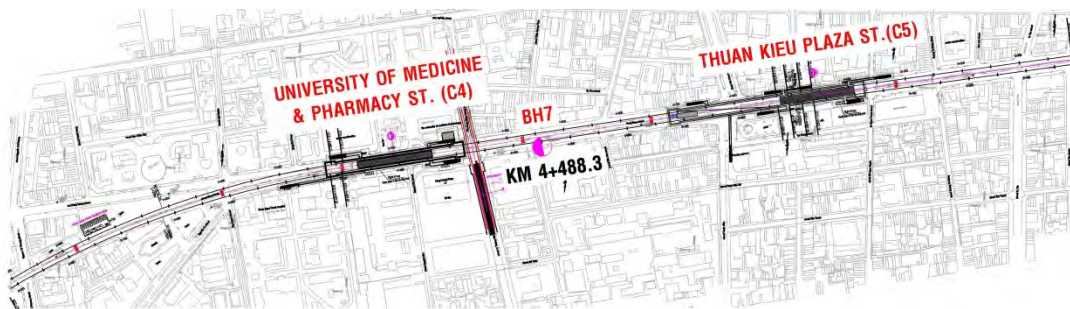
図 4.21 BH1 から BH10 の柱状図



a) BH1～BH6



b) BH7



c) BH8～BH10

出典：調査団



図 4.2.2 BH1 から BH10 の位置

4.3 路線計画

4.3.1 線形計画

(1) 平面線形

3A 号線フェーズ1のルートは、F/S 検討結果を踏襲し、ベンタイン駅を出発してミエンタイ・ターミナル駅に到着するルートを採用している。具体的には、ファングーラオ (Phan Ngu Lao) 通り、ファンビッチャン (Pham Viet Chanh) 通り、フンヴオン (Hung Vuong) 通り、さらにホンバン (Hong Bang) 通りを走りキンズオンブオン (Kinh Duong Vuong) 通りへと続くルートである。

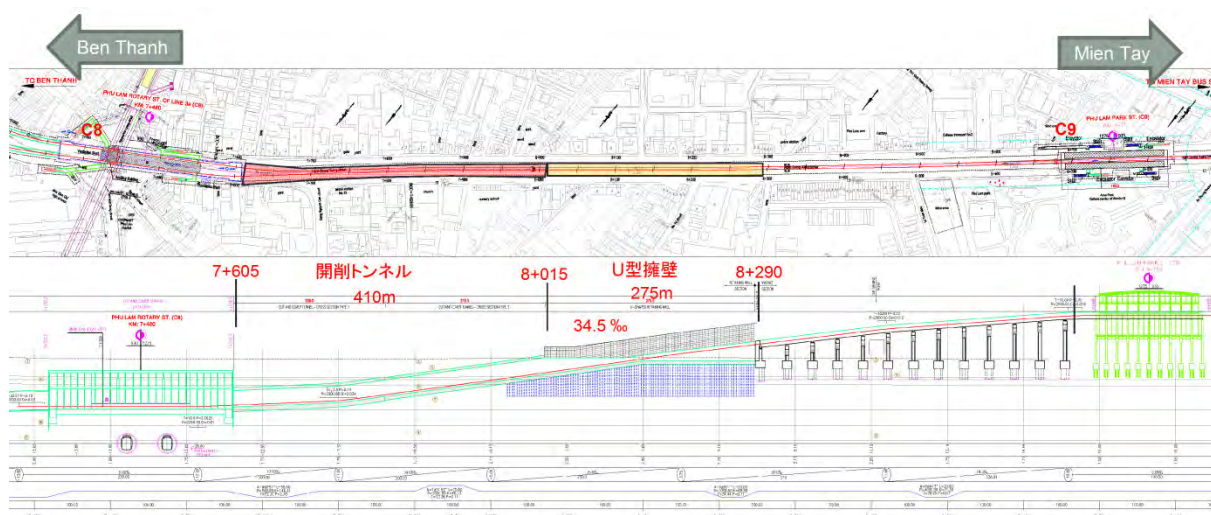
(2) 縦断線形

F/S では、全区間を地下構造 (1 号線ベンタイン駅から C10 ミエンタイ・ターミナル駅) としている。一方本調査では、縦断線形代替案 3 案をコスト、環境影響、フェーズ 2 (表 2.1.1 参照) の高架部への連続性などの観点から、以下に示す案で MAUR と合意に至った。

- 地下部をベンタイン駅から C8 プーラム交差点駅とする。
- C9 プーラム公園駅および C10 ミエンタイ・ターミナル駅は高架駅とする。

(3) 地下・高架の移行区間

表 2.1.1 に示すように承認されたマスタープランでは、3A 号線は、10.1km のフェーズ 2 が高架橋で計画されている。TEDI SOUTH によって行われたフェーズ 2 の F/S では移行区間は C10 ミエンタイ・ターミナル駅と C11 ハイテク・ヘルスケアパーク駅の間で提案されていた。本調査では、地下部から高架部への移設区間は C8 プーラム交差点駅と C9 プーラム公園駅の間とする。

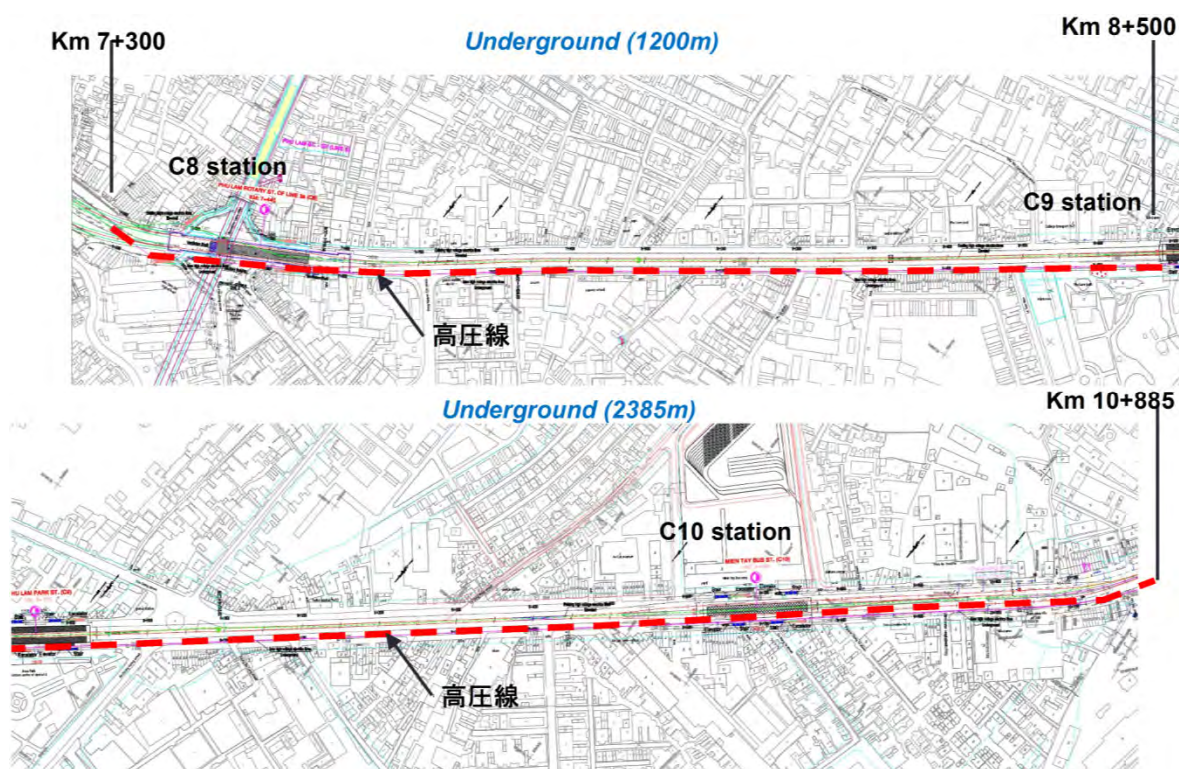


出典：調査団

図 4.3.1 地下から高架への移行区間

(4) 高圧線の移設

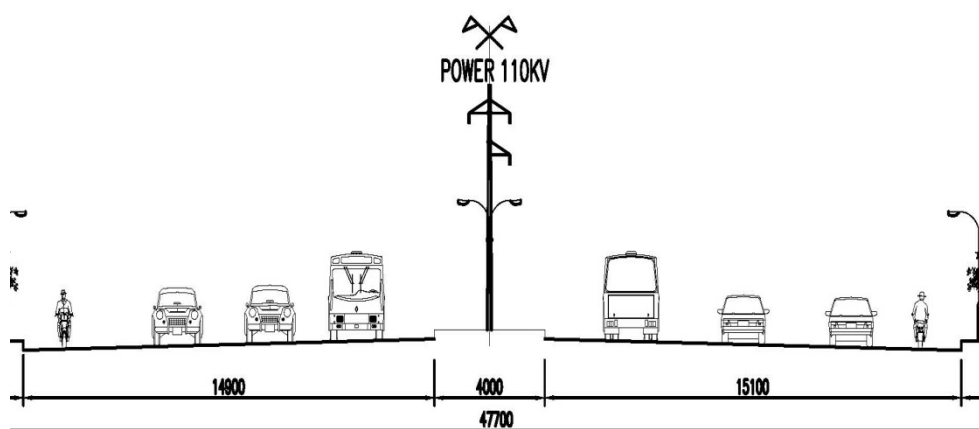
高架橋建設のためには、C8 駅から C10 駅までのおよそ 3.6km に渡り既存の道路の中央分離帯にある高圧線を下図のように道路の下に移動させる必要がある。2016 年 4 月 21 日にベトナム電力総公社 (EVN) との協議において EVN の過去事例を参考に高密度ポリエチレン管 (HDPE) パイプを使用し、コンクリートスラブで補強する地下埋設案 (下図) が採用することが決定された。



出典：調査団

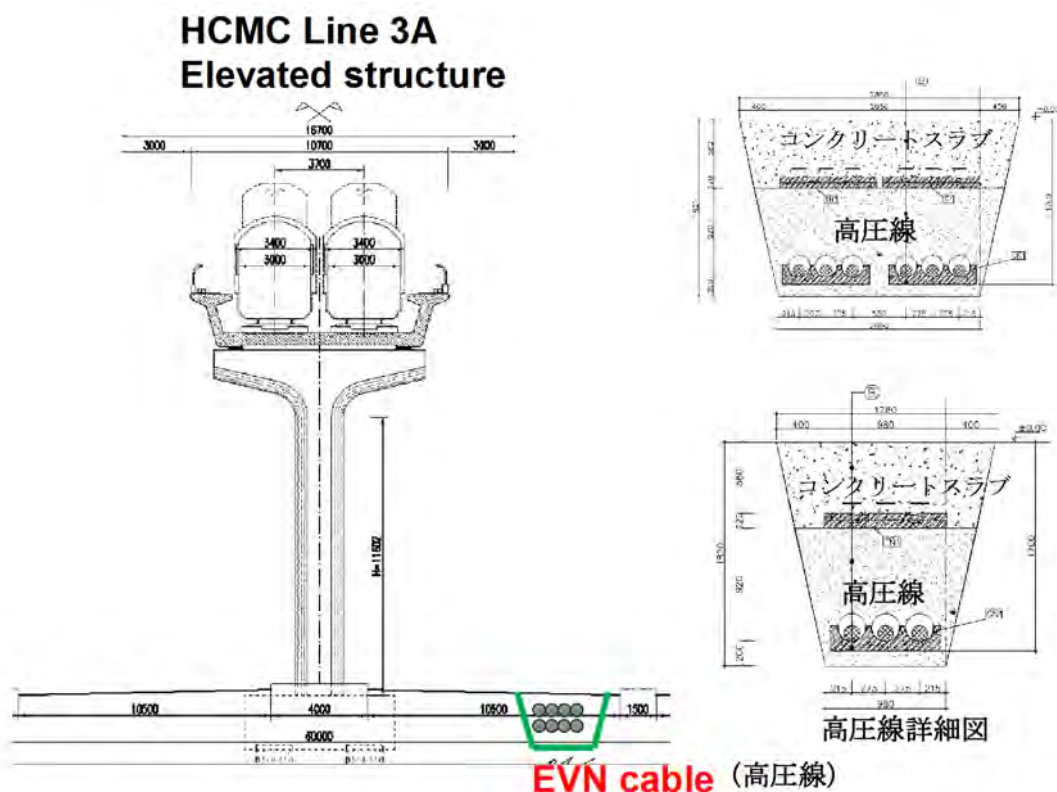
図 4.3.2 高圧線移設計画の平面図

CROSS SECTION OF POWER CABLES BEFORE REMOVAL



出典：調査団

図 4.3.3 高圧線移設計画前の断面図(現況図)



出典：調査団

図 4.3.4 高圧線移設計画の断面図

(5) 線形諸元

以上の検討に基づき、線形計画を策定した。この際、線形諸元は以下の通り設定した。

表 4.3.1 線形諸元一覧表

駅	キロ程	曲線方向 L/R	曲線		勾配	
			半径 (m)	長さ (m)	%	長さ (m)
C0 : ベンタイン (駅終端部)	Km 0+ 000				0	0
	Km 0+153	R	417	199		
	Km 0+ 170				0	170
	Km 0+ 303	R	1,500	85		
	Km 0+ 352				-20	182
C1 : タイビン市場	Km 0+ 402	L	1,500	91		
	Km 0+ 555				-5.2	203
	Km 0+ 785				20	230
	Km 0+ 910					
	Km 0+ 995				0	210
	Km 1+ 100				-10	105
	Km 1+ 148	R	313	314		
	Km 1+ 400				-25	300
Km 1+ 457	L	300	436			
Km 1+ 650				8	250	

駅	キロ程	曲線方向 L/R	曲線		勾配	
			半径 (m)	長さ (m)	‰	長さ (m)
	Km 1+ 724	L	800	130		
	Km 1+ 895				32	245
	Km 1+ 963	L	2,500	102		
	Km 2+ 015				10	120
C2 : コンホア	Km 2+ 125					
	Km 2+ 171	L	600	100		
	Km 2+ 250				0	235
	Km 2+ 600				2	350
	Km 2+ 763				-20	163
	Km 2+ 935	L	2,000	83		
	Km 3+ 019	R	2,000	83		
	Km 3+ 020				10	257
C3: ホアビン公園	Km 3+ 135					
	Km 3+ 260				0	240
	Km 3+ 262	R	1,300	86		
	Km 3+ 352	L	1,300	86		
	Km 3+ 410				-10	150
	Km 3+ 650				-30	240
	Km 3+ 788	R	1,615	668		
	Km 3+ 810				4	160
	Km 4+ 036				32	227
C4: 医科薬科大学	Km 4+ 200					
	Km 4+ 320				0	283
	Km 4+ 504				-18	184
	Km 4+ 660				15	156
	Km 4+ 820				-2	160
	Km 4+ 905	L	3,015	83		
C5: タンキエウ	Km 4+ 935					
	Km 5+ 060				0	240
	Km 5+ 240				-30	180
	Km 5+ 347				3	107
	Km 5+ 520				30	173
	Km 5+ 537	R	915	314		
C6: チョロン	Km 5+ 645					
	Km 5+ 770				0	250
	Km 6+ 088				5	139
	Km 6+ 220				32	131
C7: カイゴー	Km 6+ 345					
	Km 6+ 470				0	250
	Km 6+ 700				-32	230
	Km 6+ 890				-20	190
	Km 7+ 030				12	140
	Km 7+ 031	L	600	188		
	Km 7+ 285	L	350	277		
	Km 7+ 300				32	270
	Km 7+ 405				8	105
C8: プーラム交差点	Km 7+ 480					
	Km 7+ 585				0	180
	Km 7+ 650	L	400	135		
	Km 7+ 730				9	145
	Km 7+ 845	R	2,004	103		
	Km 8+ 422				34.5	692
	Km 8+ 489	L	4,000	91		
	Km 8+ 665				19	243

駅	キロ程	曲線方向 L/R	曲線		勾配	
			半径 (m)	長さ (m)	‰	長さ (m)
C9: プーラム公園	Km 8+ 755					
	Km 8+ 845				0	180
	Km 9+ 023	L	6,000	88		
	Km 9+ 094				-18	249
	Km 9+ 350				7	256
	Km 9+ 490				0	140
	Km 9+ 495	L	700	89		
C10: ミエンタイ・ターミナル	Km 9+ 584	L	800	87		
	Km 9+ 590				9	100
	Km 9+ 690					
	Km 10+ 030					
					0	440

注) 地下区間 (U 型擁壁の移設区間を含む) と高架区間の境界は Km 8+290 である。

出典: 調査団

4.3.2 停車場計画

(1) 計画条件

停車場の計画条件は以下の通りとした。

表 4.3.2 停車場の計画条件一覧表

項目	諸元	項目	諸元
乗降場の長さ	130m	構内最小曲線半径	400m
軌道中心からの離れ	1.55m	乗降場の勾配	0 ‰
乗降場の幅員	12m	分岐器	本線 10#、側線 8#
乗降場の形式	島式 (C1, C3-C8, C10)、相対式 (C2, C9) (図 4.5.1 参照)		

出典: 調査団

(2) 駅諸元

駅諸元は以下の通りとした。

表 4.3.3 駅諸元の一覧表

No	駅名	キロ程	駅間距離	接続路線	構造	駅機能*
C1	タイビン市場	0+910	910m	-	地下駅	中間駅
C2	コンホア	2+125	1,215m	3B 号線	地下駅	拠点駅
C3	ホアビン公園	3+135	1,010m	-	地下駅	中間駅
C4	医科薬科大学	4+200	1,065m	5 号線	地下駅	乗換駅
C5	タンキエウ	4+935	735m	-	地下駅	中間駅
C6	チョロン	5+645	710m	-	地下駅	中間駅
C7	カイゴー	6+345	700m	-	地下駅	中間駅
C8	プーラム交差点	7+480	1,135m	6 号線	地下駅	乗換駅
C9	プーラム公園	8+755	1,275m	-	高架駅	中間駅
C10	ミエンタイ・ターミナル	9+690	935m	LRT1 号線	高架駅	ターミナル駅

* 中間駅: 3A 号線の中間に位置する駅、乗換駅: 他路線の中間駅と乗換え可能な駅、ターミナル駅: 3A 号線の末端に位置する駅、拠点駅: 3A 号線の中間に位置し、かつ他路線の拠点となる駅

出典: 調査団

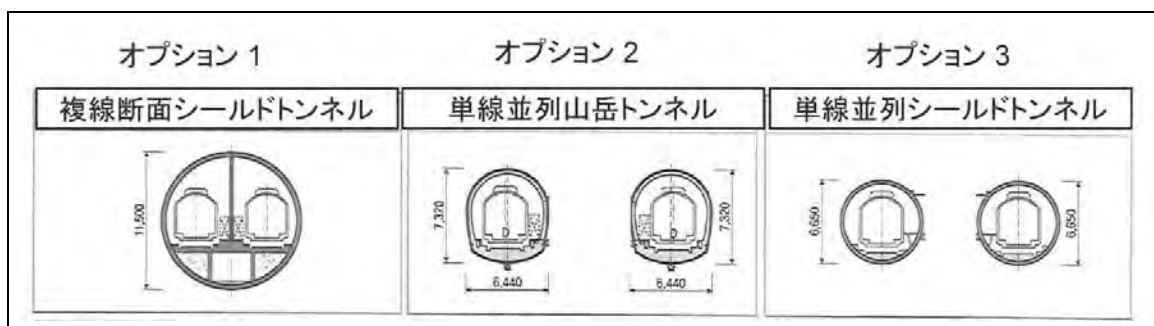
4.4 土木・施設計画

4.4.1 構造物計画

(1) 地下構造物

1) シールドトンネル

複線断面シールドトンネル、単線並列山岳トンネル、単線並列シールドトンネルの 3 つの代替案 (下図) を建設費、工程、近接影響を比較した (下図参照)。いずれも他代替案より優位性の高い単線並列シールドトンネルを最適とした。ホーチミン 1 号線も同様である。



出典：調査団

図 4.4.1 シールドトンネルの代替案

表 4.4.1 シールドトンネルの代替案の比較

オプション	建設費	工程	近接影響	
オプション 1	*最大	中間	中間影響	
オプション 2	**中間	最長	***最大影響	
オプション 3	最少	最短	最少影響	推奨

注) :

*: 他の工法に比べ掘削量が増えるため

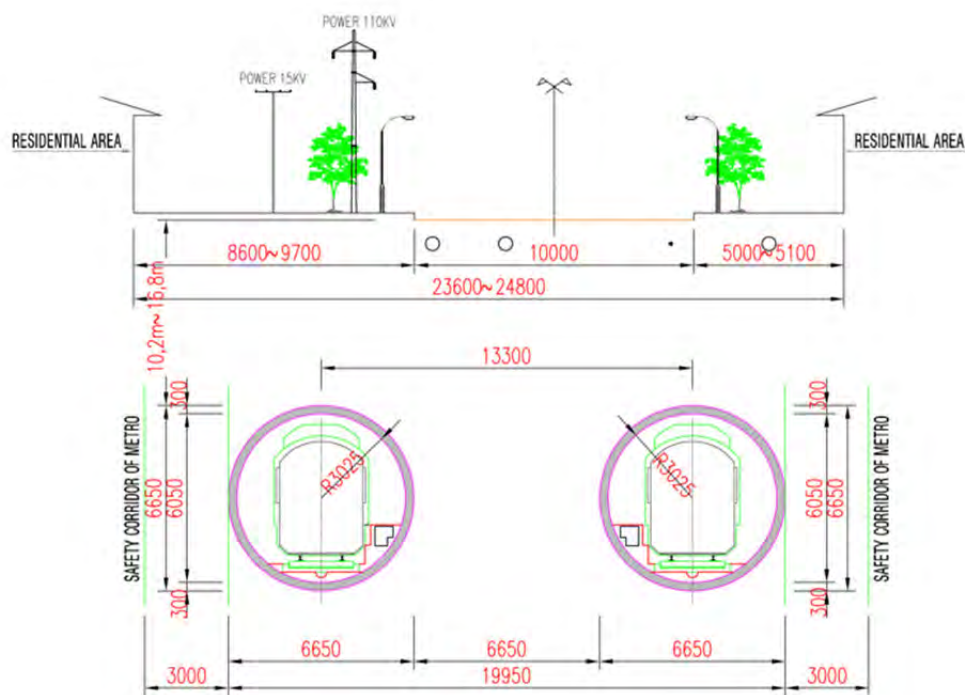
** : トンネル補助工法が必要なため

***: 軟弱地盤時では、近接影響を最少にするのは難しいため

出典：調査団

なお、最少土被りは、1.5D (6.65 x 1.5 = 10.0m) とした。これは鉄道構造物等設計標準・同解説シールドトンネル編の記述 (最少土被りをトンネルの外径以上で計画する。) を参照して決定した。ただし、C1 から C2 駅区間のシールドトンネルが既設建物の下を通る区間は、建物への影響を最小限にするため 2D を確保することにした。

トンネル一般部の標準断面を以下に示す。



出典：調査団

図 4.4.2 トンネル一般部の標準断面

2) 開削駅

駅部はコンコースとプラットホームの 2 層から構成されるボックスカルバート構造である。仮設時に使用した連続地中壁を本体に利用し、逆巻き工法によって建設される。

駅の長さは、電気、機械設備を考慮して F/S 時の 160m から 240m (いずれも内寸法) に変更した。また、駅の幅は、以下の 3 点を考慮して既存 F/S 時の 20.5m から 22.9m (いずれも外寸法) に変更した。

- 乗降場の幅員を 10m から 12m に変更した。
- 近接施工を考慮して掘削時の変位に伴う沈下抑制のため連続地中壁厚 1.0m を 1.2m に変更した。
- 漏水対策として 400mm の排水溝と 200mm の化粧壁を考慮した。

駅部の最少土被りは 3m とし、深さは、約 17.5m である (下図参照)。これは土被りに関するベトナムの基準はないものの類似案件であるホーチミン 1 号線、ハノイ 2 号線が 2.5m ~3.0m の土被りを確保しているためである。

建設区間の平均地下水位が GL-3.9m と高いため漏水対策が必要である。上床版、下床版の土と接する部分では防水シートの設置、地中連続壁のトンネル内部では塗布型浸透性防水剤の使用等が考えられる。F/S およびホーチミン 1 号線の設計では、漏水対策を主眼として連続地中壁と現場内コンクリートの重ね壁案を採用している。一方、以下の点を考慮して連続地中壁、排水溝と化粧壁を提案した。

- 例え漏水を仕様書で定める許容範囲内に収めたとしても、前者の漏水対策は不十分である。
- 漏水が発生した場合は、見栄えが悪くなる。
- その他、建設費、安全性と安定性、建設難易度、維持管理の点でも後者が前者よりも優れる。

現時点では、同じ駅幅の前者も案として残し、1号線の漏水の結果も踏まえ、詳細設計時にどの案を採用するかを決定する。

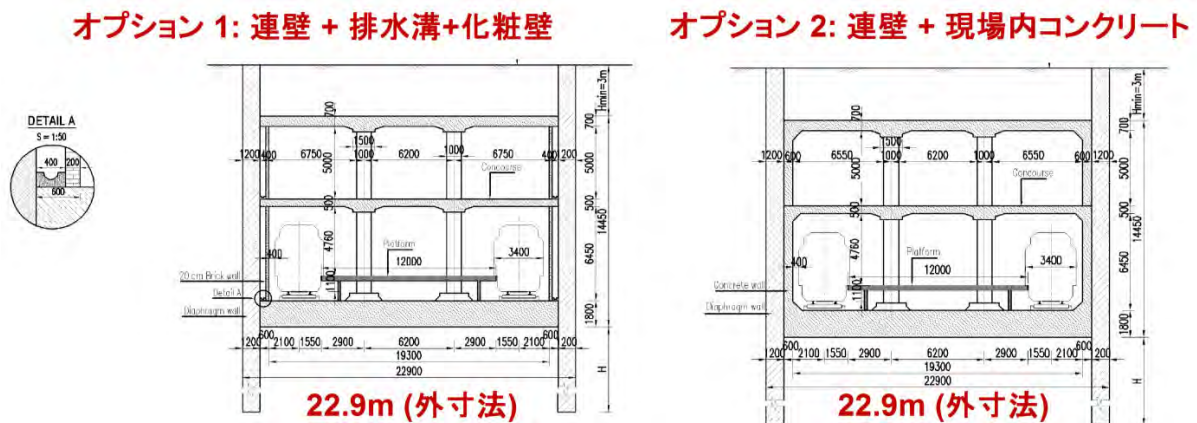


図 4.4.3 地下駅の標準断面図

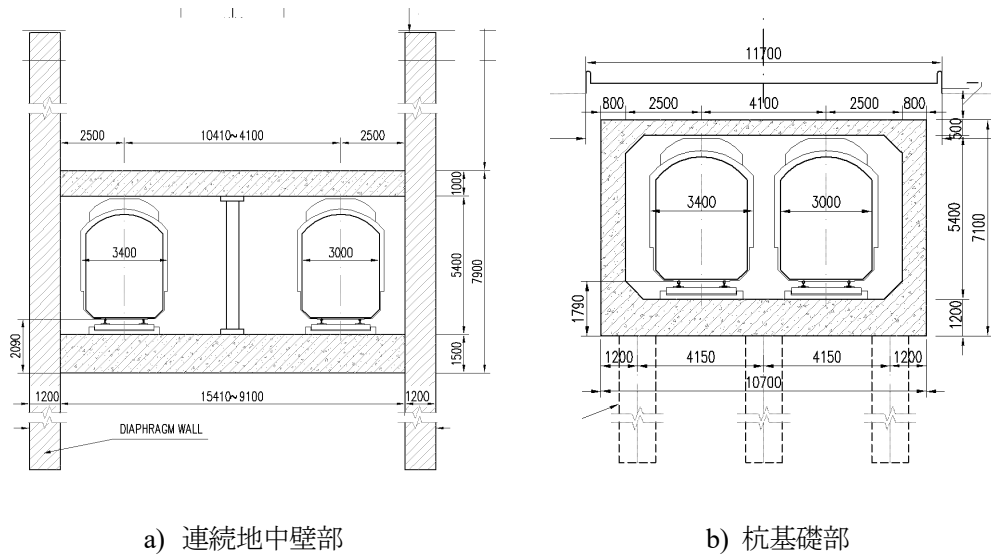
3) 開削トンネル

開削トンネルは、線路の渡り確保するため C2 駅の前後と C5 駅の前（ベンタイン側）に位置する。（図 4.5.1 参照）渡り部とコンコース（駅前開発のため使用）の 2 層から構成されるボックスカルバートで地下駅の断面と同じである。

また、地下から高架への接続部に位置する 410m も開削トンネルとなる。（図 4.3.1 参照）駅部同様、連続地中壁を本体に利用する連続壁部と杭基礎を利用する杭基礎部（土被りが 3m より浅い部分）に分かれる。各断面図を図 4.4.4 に示す。

仮設利用の地中連続壁の撤去は、GL -2.5m までとする。これに関するベトナムの基準はないが、ベトナムの類似案件の駅部の土被りが 2.5m~3.0m であること、施工性、上床版への影響等を考えて決定した。同様に、仮設のシートパイル、杭等が必要な杭基礎部分では、残置が必要な場合は、GL -2.5m まで撤去することにする。

連続地中壁部では開削駅と同様な方法で漏水対策が必要である。杭基礎部では土と接する全ての部分で防水シートの設置や塗布型防水剤の使用等を考慮する必要がある。



a) 連続地中壁部

b) 杭基礎部

出典：調査団

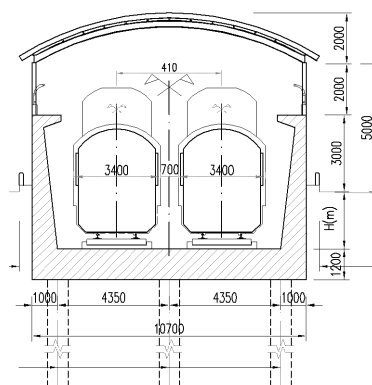
図 4.4.4 高架接続部の開削トンネル断面図

4) 掘割

掘割は、地下から高架への接続部の一部で、開削トンネルの次に位置する 275m 区間である。(図 4.3.1 参照) 掘割構造は、U 型擁壁と杭基礎からなる。(図 4.4.5 参照)

雨水の直接侵入を防ぐため U 型擁壁上部に屋根を設けている。(図 4.4.5 参照) これは高架部では橋脚部の排水パイプ等で雨水処理が可能であるがトンネル部では内部でのポンプ排水が前提となるためである。さらに道路からのゴミなどの投げ込みを防止する意味もある。なお U 型擁壁の高さは、洪水水位を考慮して決定されるので、屋根設置も考慮して坑口部分での防水ゲートの設置は必要ないとする。

開削トンネルの杭基礎部と同様に土と接する部分での漏水対策が必要である。防水シートや塗布型防水剤の使用が考えられる。



出典：調査団

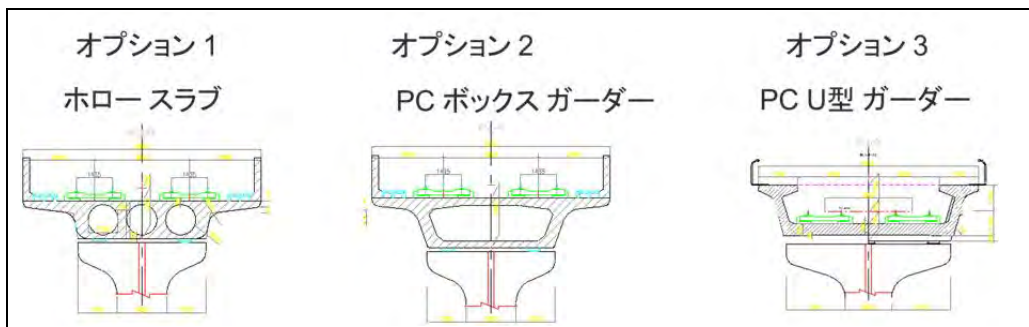
図 4.4.5 高架接続部の掘割断面図

(2) 高架構造物

1) 高架橋

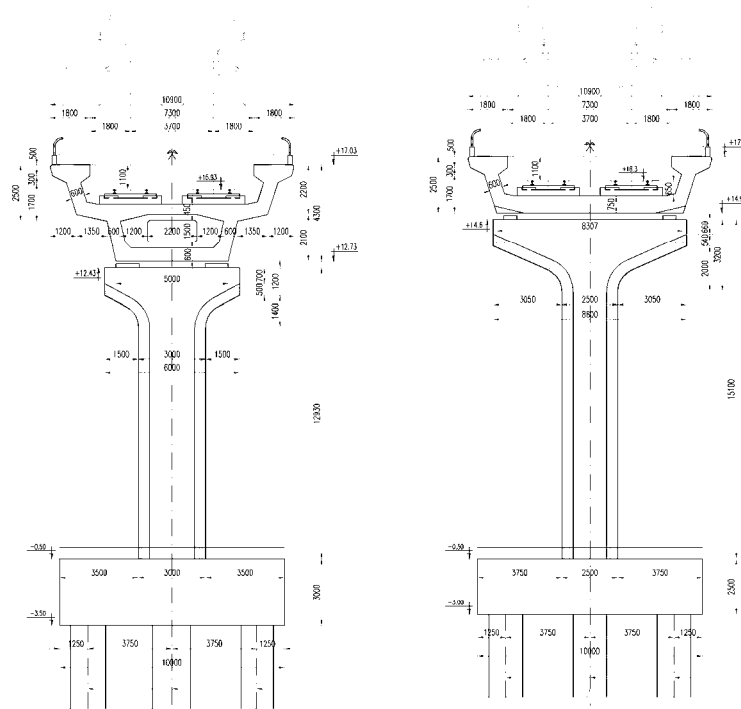
高架部上部工としてホロースラブ、PC ボックスガーダー、PC-U 型ガーダーの 3 案を比較した。PC-U 型ガーダーは、騒音壁、同じ桁下空頭に対してレール高さが最も低いという利点がある。また HCM 1 号線での採用、F/S での提案を踏まえ、本調査でも PC-U 型ガーダーを採用することにした。(図 4.4.6 参照)

高架橋は支間 35m の PC-U 型単純高架橋であるがハウザン (Hau Giang) 通り とアンズオンブオン (An Duong Vuong) 通りのロータリーには交通を妨げないために最大支間 70m の PC 箱型連続高架橋が建設される。高架橋の断面図を図 4.4.7 に示す、



出典：調査団

図 4.4.6 高架橋の代替案



a) PC 箱型連続高架橋

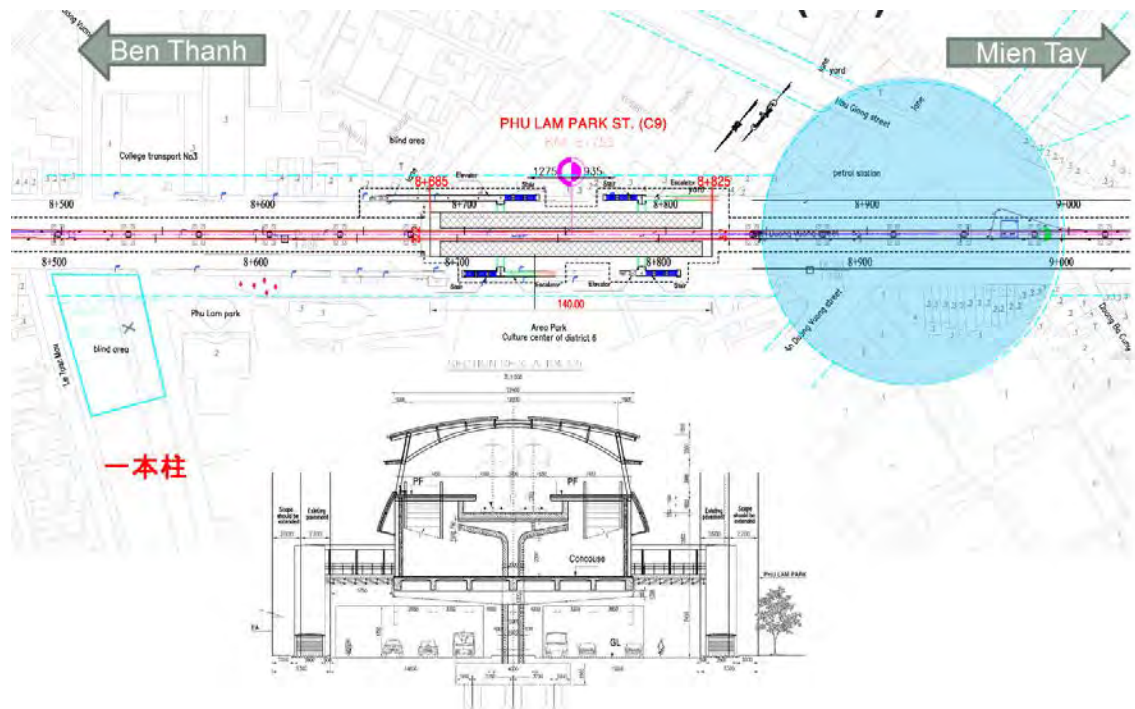
b) PC-U型単純高架橋

出典：調査団

図 4.4.7 高架橋の断面図

2) 高架駅

縦断線形の変更により、C9 駅と C10 駅は高架駅となる。C9 駅は一本柱構造となるが C10 駅は上部工のたわみ、構造物全体の安定を考慮して 2 本のラーメン橋脚とした。なお、相対式プラットホームの場合は、一本柱構造も可能である一方、3A 号線は島式プラットホームで 3 線に接続する構造であり、都市鉄道で一本柱構造を用いた事例はない。



出典：調査団

図 4.48 高架駅(C9 駅)

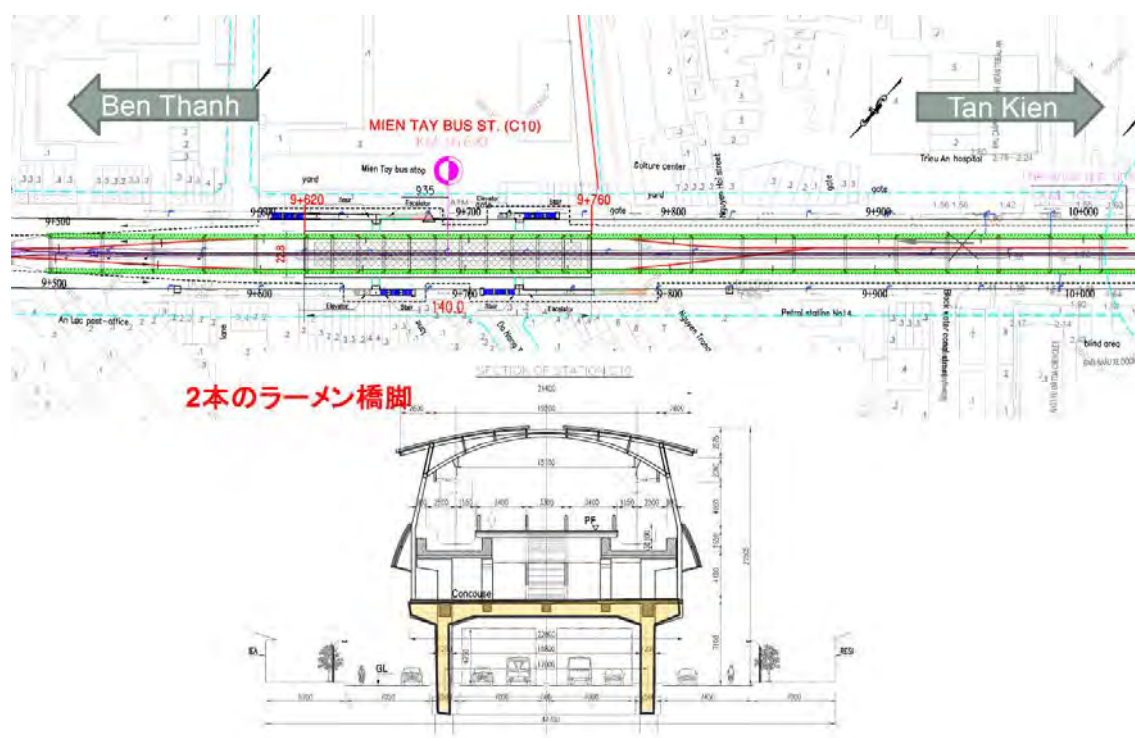


図 4.4.9 高架橋(C10)

3) 高架構造物の基礎

高架区間は、N 値 (1~2) と非常に軟弱な地盤が確認された。高架構造部の荷重を支える基礎フーチングと基礎杭は、軟弱土質条件を考慮した大きさ、深さとした。なお、今回の圧密試験では軟弱層が正規圧密層とは判定できなかった。詳細設計時に再度圧密試験を行い、正規圧密層の場合は負の摩擦力を考慮した杭長とする。

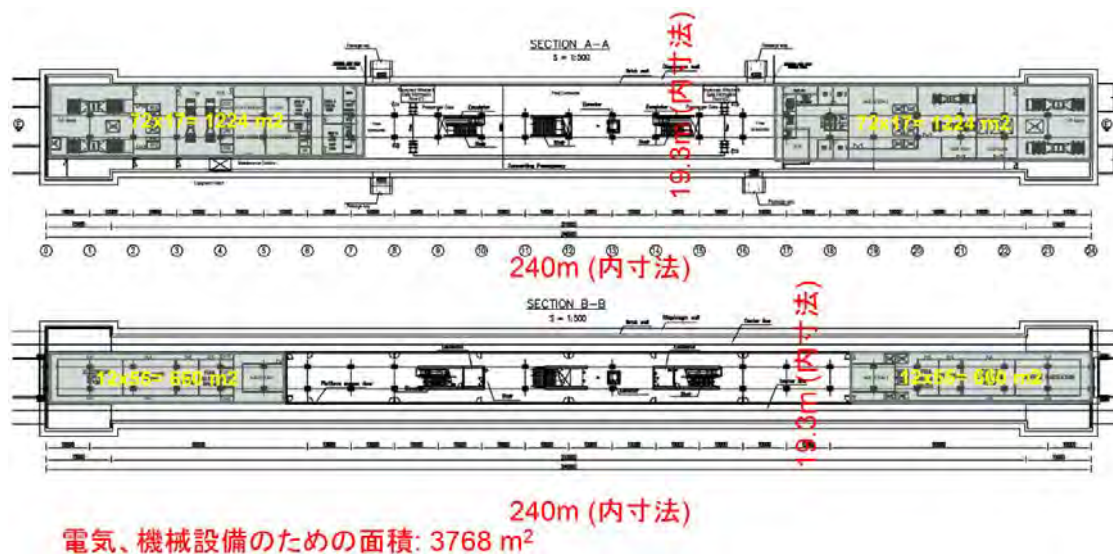
4.4.2 駅レイアウト・駅設備

(1) 電気・機械設備の配置

F/S では、駅の長さを 160m (内寸法)、駅の幅を 17.3m (内寸法) としている。一方、調査団は駅の長さ (内寸法) を 160m から 240m にし、駅の幅 (内寸法) を 17.3m から 19.3m に変更した。この結果、電気・機械設備用の面積を 1048m² から 3768m² に増加することを提案した。この変更の理由は以下の通りである。

- 一般的な地下鉄駅では 3A 号線と同様の列車構成で 200~240m の長さを有しており、F/S の駅寸法は乗客や設備を収容するには著しく窮屈である。
- トンネル換気や環境管理システム等、地下駅に必要な設備を設置するには著しく不足している。

上記は、ホーチミン 1 号線のバソン駅の電気、機械設備図面を参考とした。



出典：調査団

図 4.4.10 電気・機械設備の配置

4.4.3 付帯施設・設備

コンコース階とプラットフォーム階へ以下の設備、機器等を設置する。また駅の敷地内へ付属建物（機械室、発電機室、空調設備等）を別途設置する。

(1) コンコース階

- 乗客設備（切符売り場、自動改札機、トイレ、階段、エスカレータ、エレベータ等）
- 乗務員設備（会議室、駅長室、トイレ、休憩室等）
- 電気・機械設備（トンネル換気ファン室、軌道排気ファン室、環境管理システム室、空気調整装置室等）

(2) プラットホーム階:

- 乗客設備（階段、エスカレータ、エレベータ等）
- 電気・機械設備（電気供給室、サービスサブステーション室、消火水室、空気調整装置室等）

4.4.4 軌道構造

本検討では、メンテナンス性に優れているスラブ軌道あるいは直結軌道の本線において採用し、列車の走行速度が遅く、営業線ではない車両基地内においては、建設コストの安く維持管理が容易なバラスト軌道を採用する。主な仕様は以下のとおりである。

- 本線レール：熱処理レール（UIC 60kg 相当）
- 分岐器（本線 10#、側線 8#）
- プレストレストコンクリート（PC）枕木
- アンチバイブレーションボックス

4.4.5 F/S からの設計変更承認

2016 年 4 月 26 日の MAUR との協議において、高圧線移設を伴う縦断線形の変更、C1～C2 駅シールドトンネル部土被り変更、駅位置の変更、駅部の設計概念（地中連続壁詳細取り合い、駅幅および駅長の変更）、さらに C7 駅建設のためカイゴーフライオーバーの撤去および再建設について基本合意が得られた。正式な合意文書の手交のため、5 月 10 日に英語およびベトナム語で設計変更に関する報告書を提出した。（報告書名：Report for Design Changes for Line 3A Phase 1、別添資料 4.1 参照）

MAUR より 5 月 17 日にノーオブジェクションレターが発行された。（No 1350/BQLDSDT-QLDA1、2016 年 5 月 17 日発行、添付資料 4.2 参照）

また高圧線移設に関しては MAUR の助言に EVN へ合意事項をレターで報告している。

4.5 運転計画

4.5.1 配線計画

3A 号線に要求される運転計画を満たす配線の条件は、次の通りである。

(1) 1 号線との直通運転

F/S の C2 コンホア駅の配線では、3B 号線開業後は、主要路線であるベンタイン駅～C10 ミエンタイ・ターミナル駅の直通列車と、同駅で折返す 3B 号線列車の進路が交差する。この交差は 3A 号線の定時性を低下させる原因となる。このため、1 号線と 3A 号線の直通運転を重視し、C2 コンホア駅の配線を変更することで交差進路が生じないようにすることが望ましい。

(2) 途中駅での折返し

需要予測によれば、3A 号線内は都心部のベンタイン駅から郊外の終端部に向かって、徐々に輸送量が小さくなる。このため、途中駅で折返す列車を設定し、無駄の無い輸送計画を策定する必要がある。このため、フェーズ 1 の終端駅である C10 ミエンタイ・ターミナル駅を、フェーズ 2 開業後も列車の折返しが可能な配線とすることが望ましい。

また、事故が発生した際に影響の無い区間だけで折返し運転が可能であるよう、途中駅には片渡り分岐器を設けることが望ましい。F/S 案で折返し設備を有する C5 タンキエウ駅を提案する。

(3) 車両基地最寄り駅の配線

フェーズ 2 では、C14 駅と C15 駅の間に車両基地が設置される予定である。これに伴い、車両基地最寄り駅の配線について十分な検討が必要である。ここで考慮すべき条件は、次の 2 点が挙げられる。

- ピーク時に対応するため、短時間で多くの列車の出入庫が可能な配線であること。

調査団の試算によれば、運転間隔が 3 分以下となる 2030 年以降、朝ピーク前には 1 時間あたり最大で 12～15 本程度の列車を車両基地から出庫する。このため、車両基地から最寄

り駅までの線路は、複線で敷設し両線とも出入庫が出来るようにすることが望ましいが、橋脚の地上部占有面積を少なくすること、および建設コストの削減の観点から単線で敷設することとする。信号設備は双方向の運転に対応する。

また、出庫する列車が C15 駅方面へ向かう列車と交錯するため、出入庫線と C15 駅方面へ向かう線路は立体交差とする。

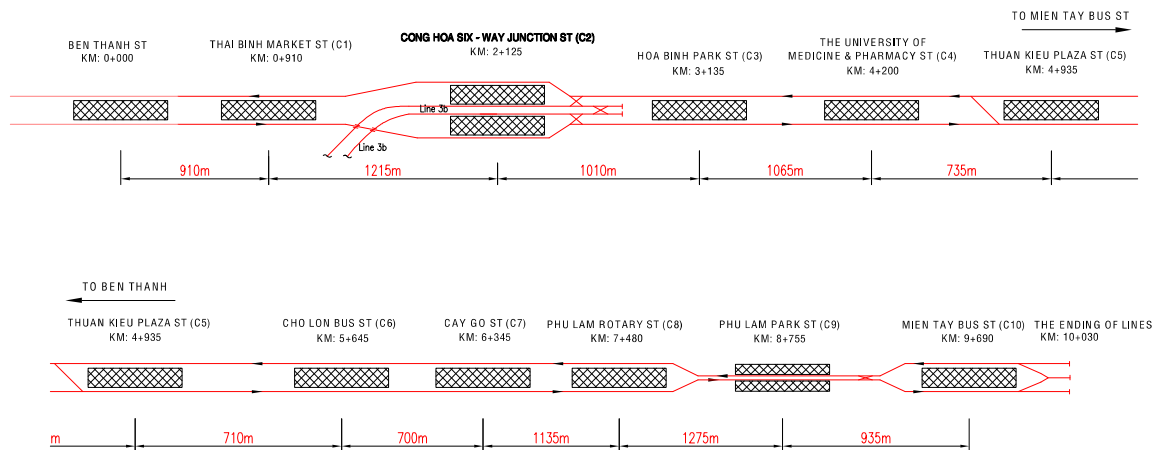
- 出入庫に伴い、車両の方向転換が生じない配線であること。

F/S 案では、車両基地へは都心側の C14 駅と、郊外側の C15 駅の両方から出入庫が可能な配線となっている。このような配線では、車両の出入庫の方向によっては、列車編成の向きが反転してしまう。3A 号線と直通運転を行う 1 号線の車両は、編成の向きが反転すると信号設備が使用不能となり、運転できない仕様となっている。このため、常に C14 側駅を通して出入庫する配線にする必要がある。

(4) 故障車両の退避を考慮した配線

車両に重大な故障が発生し、この車両を速やかに本線路上から退避させなければならないことを想定し、故障車両の退避を考慮した配線が望ましい。これは、各駅の側線を活用する前提で、建設コストを抑制することが可能である。

以上の点を考慮し、3A 号線の配線を以下の通り提案する。



出典：調査団

図 4.5.1 配線図

4.5.2 運転時分

(1) フェーズ 1 の運転時分

F/S で示された運転曲線に基づき、下表に示す運転時分を用いて輸送計画の策定を行った。なお、運転曲線上は 1 秒単位で駅間運転時分を算出しているが、輸送計画検討時には遅延に対する余裕時分を考慮しながら、5 秒単位に繰り上げた時間を適用した。余裕時分は 4~5%程度であり、これは日本の都市鉄道では一般的に用いられているものである。

表 4.5.1 運転時分(3A 号線フェーズ 1)

運転時分 (下り)	停車時間	駅	停車時間	運転時分 (上り)
0:01:25	(0:00:30)	ミエンタイ・ターミナル(C10)	(0:00:30)	—
0:01:25	0:00:30	プーラム公園 (C9)	0:00:30	0:01:20
0:01:40	0:00:30	プーラム交差点 (C8)	0:00:30	0:01:35
0:01:10	0:00:30	カイゴー(C7)	0:00:30	0:01:30
0:01:00	0:00:30	チョロン (C6)	0:00:30	0:01:10
0:01:20	0:00:30	タンキエウ (C5)	0:00:30	0:01:10
0:01:35	0:00:30	医科薬科大学(C4)	0:00:30	0:01:10
0:01:25	0:00:30	ホアビン公園(C3)	0:00:30	0:01:35
0:01:50	0:00:30	コンホア(C2)	0:00:30	0:01:30
0:01:25	0:00:30	タイビン市場 (C1)	0:00:30	0:01:45
—	(0:00:30)	ベンタイン(C0)	(0:00:30)	0:01:35
0:18:45		合計時間	0:18:50	

出典：調査団

(2) その他の運転時分

フェーズ 1 の輸送計画策定に必要なその他の運転時分については、下記の数字を適用した。

- フェーズ 2 区間： 0:18:00
- 1 号線区間： 0:29:00

4.5.3 輸送計画

(1) 輸送計画の前提条件

- 輸送計画策定に必要な信号設備等の条件は、1 号線設備の諸元を参考にした。
- 3A 号線の列車は、1 号線と直通運転を行うことを基本とした。
- 3A 号線の輸送計画に必要な 1 号線ダイヤは、需要予測および 1 号線の設備仕様に基づき「想定ダイヤ」を作成した。
- 3A 号線内の列車本数は、直通運転を行う 1 号線の需要予測も併せて考慮した。具体的には、1 号線のオペラハウス駅～ベンタイン駅間の断面輸送量を基準に、1 時間当たりの列車本数を定めた。
- 混雑率は乗客の快適性と安全性を考慮し、ピーク 1 時間平均値が 125%を超えない範囲とした。

(2) 輸送計画の概要

主要な年次毎の輸送計画の概要は、次の通りである。なお、2030 年以降の 1 日平均乗客数は、フェーズ 2 開業後の需要動向を加味している。

表 4.5.2 輸送計画

		ベースケース (C0 - C10)		3A 号線延伸ケース (C0 - C17)		
		2026	2028 ※2	2030	2040	
C0 Ben Thanh ~ C1 Thai Binh	1 日平均乗客数 (人)	218,500	311,700	404,800	475,500	
	ピーク※1	輸送量 / 時間 (片道)	12,000	15,700	19,300	22,100
		列車本数 / 時間 (片道)	14	19	25	26
		運転時隔	0:04:20	0:03:10	0:02:25	0:02:20
		輸送容量/時 (人)	13,188	17,898	23,550	24,492
		混雑率 (%)	91%	88%	82%	90%
	オフピーク	輸送量 / 時間 (片道)	5,000	6,500	8,000	9,200
		列車本数 / 時間 (片道)	6	8	12	12
		運転時隔	0:10:00	0:07:30	0:05:00	0:05:00
		輸送容量/時 (人)	5,652	7,536	11,304	11,304
		混雑率 (%)	88%	86%	71%	81%
営業時間 ※3		5:00 ~ 23:30				

出典：調査団

- ※1 ピーク輸送の列車本数、運転時隔、輸送容量、混雑率は、運転本数が多い方向のデータを記載している。具体的には、朝のピークは郊外に向かう下り方向、夕方のピークは都心に向かう上り方向の内訳を示す。これは 3A 号線内の輸送の主方向と逆となるが、ここでは運転時隔が短い方のデータを記載することで、信号設備の容量などが限界に達する時期を明確にすることとした。3A 号線内の輸送の主方向に対する列車本数と混雑率は、表 4.5.3 を参照。
- ※2 2028 年のデータは需要予測の元データに無かったため、元データにあった 2026 年と 2030 年の数値の中間値と仮定した。
- ※3 営業時間は参考値。1 号線の輸送計画が確定した時点で、これに合わせることを望ましい。

(3) 列車本数の設定

フェーズ 1 開業時は、基本的に全列車がベンタイン駅～C10 ミエンタイ・ターミナル駅を運転し、途中駅での折返し列車を設定しないものとした。

一方、フェーズ 2 が開業する 2030 年以降の輸送計画では、輸送量が少ない C10 駅以遠の末端区間で無駄な輸送力を避け、C10 駅で折返す列車を設定し、列車本数を調整すべきである。

(4) ピーク時の列車本数設定

需要予測のデータ上は、1 号線と 3A 号線の輸送量には 30～40%程度の差がある。また、1 号線と相互直通運転を行うことから、3A 号線の運転本数は同線内の輸送量にかかわらず、1 号線の運転本数に合わせなければならないため、無駄な輸送力を設定せざるを得ないのが実情である。これは 3A 号線の運行コストを上昇させる要因となり、得策ではない。

以上のことから、特に朝と夕方のピーク時は利用者の流動を考慮して運転方向別に適正な列車本数の設定を行い、無駄な列車を削減した。

具体的には、3A 号線のピーク主方向は 1 号線の主方向とは逆方向になるため、快適性と安全性を損なわない輸送力を確保しながら、下記のように列車本数を設定した。

表 4.5.3 ピーク時の主方向の列車本数と混雑率

年	朝/夕ピーク	3A 号線 (Ben Thanh - Thai Binh Market)	
		列車本数	混雑率
2026	朝ピーク	14 列車/時	混雑率 91% (上り)
	夕ピーク	14 列車/時	混雑率 91% (下り)
2028	朝ピーク	16 列車/時	混雑率 104% (上り)
	夕ピーク	16 列車/時	混雑率 104% (下り)
2030	朝ピーク	18 列車/時	混雑率 114% (上り)
	夕ピーク	18 列車/時	混雑率 114% (下り)
2040	朝ピーク	20 列車/時	混雑率 117% (上り)
	夕ピーク	20 列車/時	混雑率 117% (下り)

出典：調査団

(5) オフピーク時の列車本数設定

オフピーク時でも 1 号線と 3A 号線の輸送量に差が生じるものの、利便性の確保に必要な高頻度サービスを重視し、ピーク時のように運転方向別に列車本数を変える設定はしないものとする。これにより、東京をはじめとする諸外国の都市鉄道と同等な高頻度サービスを確保している。

(6) 3B 号線との直通運転

当面は 3A 号線と 3B 号線の列車運行は分離し、接続駅である C2 コンホア駅での乗り換えを基本とする。その理由は次の通りである。

- 1 号線、3A 号線、3B 号線の 3 路線が混在すると、発生した遅延の影響が全ての路線に波及して各路線の定時性を低下させるため（これは日本の都市鉄道の事例を見ても明らかである）。
- C10 駅側から C2 駅方向に向かう場合、ベンタイン駅方面と 3B 号線方面の列車が混在すると、利用者の誤認に繋がる。結果的に「行き先がわかりにくい＝利用したくない」という悪いイメージが定着してしまう。利用促進のため、これを避ける必要がある。

なお、以上の 2 点については、「運営技術の向上」および「利用者の慣れ」によって解決できる要素もあるため、3B 号線の直通運転は、その時点で改めて検討すれば良い。

4.5.4 必要編成数

(1) 必要編成数および車両増備の時期

上述した輸送計画を実施するために必要な車両数および車両増備の時期は、次の通りである。

表 4.5.4 年時別必要編成数

	2026	2028	2030	2040
必要編成数	10	14	23	24
必要車両数	60	84	138	144

出典：調査団

ただし、ここに示した車両数の前提条件は、次の通りである。

- 1号線車両と一体で運用した場合の数量である。
- 1号線内のダイヤは、本調査団が作成した想定ダイヤを用いている。
- 保守や故障時の対応に必要な「予備車」を1編成と仮定し、ダイヤ上算出された「最大運用本数」にこれを加えた数字としている。

(2) 車両の稼働率

3A 号線車両の総数に対する稼働率は、次の通りである。休日の稼働率が著しく低く見えるのは、ピーク時輸送が無く使用車両数そのものが少ないためである。東京メトロの事例と比較しても同程度の数字である。

表 4.5.5 車両の稼働率

年	平日			休日		
	総数 (編成)	稼働 (編成)	稼働率 (%)	総数 (編成)	稼働 (編成)	稼働率 (%)
2026	10	10	100%	10	5	50%
2028	14	13	93%	14	9	64%
2030	23	22	96%	23	13	57%
2040	24	23	96%	24	13	54%
東京メトロ (例)	53	50	94%	53	25	47%

出典：調査団。東京メトロの数字は、2013 年 12 月現在の丸ノ内線ダイヤに基づく例を示した。

4.6 車両設計諸元

4.6.1 既存調査のレビュー

F/S に記された車両諸元を基に、3A 号線の車両諸元を次の通りとした。投入される路線の条件や特性等に対する考慮を除き、日本の標準的な通勤電車と同等な仕様である。

表 4.6.1 車両諸元

項目		諸元
編成 (M : 電動車、Mc : 運転室付き電動車、T : 付随車)		Mc -T- M - M - T - Mc、または Mc -T- T - M - T - Mc
主要寸法	車体長 (Mc 車)	20,250mm
	車体長 (T 車)	19,500mm
	車体幅	2,950mm
乗客定員	乗客定員 (Mc 車)	147 人
	乗客定員 (T 車)	162 人
車体材料		軽量ステンレス/アルミ合金
最高速度		高架区間 120km/h、地下区間 80km/h
走行性能	加速性能	3.3 km/h/s (0.92 m/s ²)
	減速性能 (通常時/非常時)	3.6 km/h/s (1.0 m/s ²), 4.5 km/h/s (1.25 m/s ²)
動力システム	集電装置	DC 1500V/AC 25kV
	主制御装置	VVVF IGBT インバータ
	主電動機	380V 3 層交流モーター

項目	諸元
ブレーキ装置	全電気指令式空気ブレーキ、回生ブレーキ
台車	ボルスタレス台車

出典：調査団

※ 乗客定員の定義は「座席定員+立席定員」とする。なお、立席定員は日本式の計算式に基づき、「立ち席スペースとなる領域の床面積に対し 1 m²当たり 3.3 人乗車」で計算した。

4.6.2 基本仕様

(1) 1号線との乗入れを考慮した検討

3A 号線は 1 号線との直通運転を前提とすることから、基本的には 1 号線車両の諸元をベースにすることを前提とする。このメリットとしては、次のことが挙げられる。

- 乗務員や保守要員の取扱いが共通化され、仕様が異なることで生じるヒューマンエラーを回避。
- 車両保守の共通化による保守費や調達費の低減が図れる。
- 1 号線と 3A 号線で予備車の共通化が図れ、その結果、総車両数が抑制出来る。
- 保守の共通化により、故障発生時も迅速に対応することが可能になる。

(2) 車両諸元を共通化する際に必要な配慮および注意

調査団が需要予測に基づき作成した輸送計画では、2040 年時点で 1 号線と 3A 号線を合せて約 50 編成 (300 両) の車両を保有することになる。仮にこれら全ての車両を完全同一仕様とした場合、「効率化」の一方で「リスク」の存在についての認識が必要である。

東京メトロでは、過去に次のような問題を経験した。

表 4.6.2 車両の同一仕様化に伴うリスク

事例	問題点	備考
車両に搭載された機器の構造的不具合で故障が発生した。	同じ時期に、同時多発的に故障が発生した。	最悪の場合、運行可能な車両が不足し、列車の運休を余儀なくされる。
	同じメーカーの機器に対し、一斉点検や修理を要した。	
災害により保守部品の工場が被災した。	部品の調達が困難になり、代替品の手配に苦勞した。	

出典：調査団

以上のようなリスクを想定した場合、制御装置やモーター、ブレーキ装置といった、列車の走行に直接的に影響する重要な部品に関しては、同一メーカーであっても複数のルートから供給を受ける等の体制が望ましい。

4.6.3 その他の対応

(1) 最新技術動向の反映

日本の通勤電車に導入されている主な最新技術は、次の通りである。現地での必要性や車両コストなどを考慮しながら、導入の可否についての検討を要する。

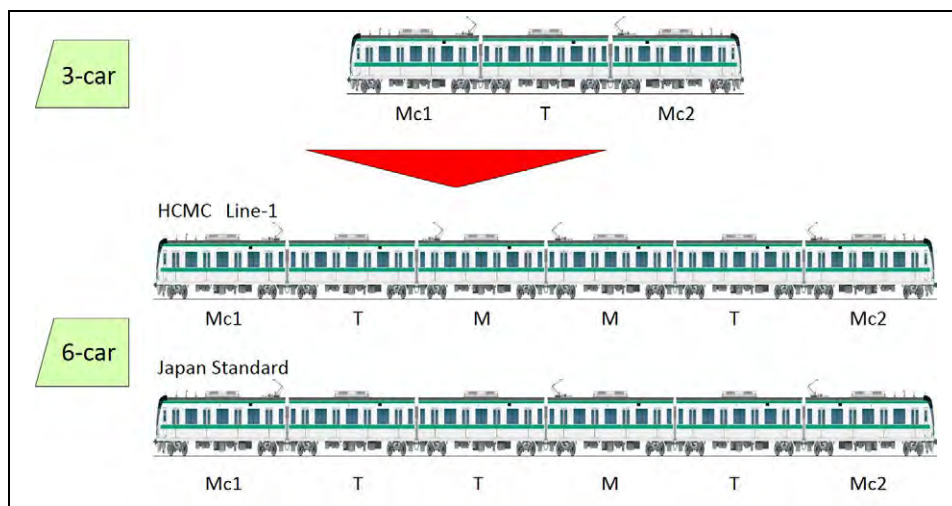
表 4.6.3 最新技術動向

車両最新技術	日本技術のアドバンテージ
永久磁石同期電動機 (PMSM)	<ul style="list-style-type: none"> 線区に最適なシステム設計が可能 全密閉モータ、冷却ファンレス、非分解で軸受交換可能構造により故障率低減、保守費削減 (加えて長期の実績) 制御装置の小型軽量化によるコスト削減 優れた静音性/静粛性 電動車比率の低減によるコスト削減 空転/滑走制御の快適化による運転効率の向上 高い省エネ効果
全閉高効率誘導電動機 (軸受け非分解タイプ)	<ul style="list-style-type: none"> 回生負担領域の拡大やモータ損失の低減で電力量削減 電力消費量の削減が可能 (実績参照値: 15%) 高い省エネ効果
SiC 素子 (海外普及はまだ量産レベルとは言えない)	<ul style="list-style-type: none"> 大幅な小型軽量化が可能 高速域まで高い回生電力負担が可能 電力変換ロスの低減 大幅な省エネ効果
補助電源の並列同期、軽負荷時休止運転	<ul style="list-style-type: none"> 閑散時期に補助電源の稼働台数を減らし電力ロスを低減 高い省エネ効果
その他の実績	日本技術のアドバンテージ
故障率の実績値と仕様書での要求レベル	<ul style="list-style-type: none"> 1号線で定められた故障率の更なる低減が可能 高い信頼性と安定輸送

出典: 調査団

(2) 3A 号線の設計で考慮すべき点

1号線車両と3A号線車両に要求される条件で大きく異なるのは、1号線車両は開業当初3両編成であるのに対し、3A号線車両は開業当初から6両編成を想定している点である。この結果、電動車の比率が、3A号線車両で反映すべき日本の標準的な通勤電車では3M3Tであるのに対し、1号線車両は4M2Tとなっている。1号線車両と同等の走行性能が確保できるなら、初期コストを抑制できる3M3Tとすることが望ましい。



出典：調査団

図 4.6.1 列車編成

4.7 車両基地計画

4.7.1 検修設備の基本方針

車両基地では、法令で定められた「定期検査」と、故障発生時の「修理」といった 2 つの作業を行うが、いずれの作業も問題なく実施可能な設備を有することが基本である。

ただし、1 号線と 3A 号線の 2 ヶ所に車両基地を設置する前提では、車両保守計画の内容により、必ずしも両方の基地に全ての検修設備を配置する必要が無い場合も想定される。

ここでは、需要予測に基づき算出された車両数などを基に、1 号線と 3A 号線の車両を一体で運用した場合のメリットを活かしながら、効率的で低コストの検修設備計画を目指す。

4.7.2 車両基地の概要

(1) 1 号線車両基地概要

1 号線車両基地は、都市鉄道車両に必要な一連の保守が可能な設備を有している。全体で 32 編成 (192 両) までなら、全ての検査に対応可能であることが確認できる。

表 4.7.1 車両基地概要(1 号線)

項目	内容	備考
留置能力	6 両編成を収容可能な留置線が 30 本	
検修容量	<ul style="list-style-type: none"> ● 全般検査 (8 年以内毎) & 重要部検査 (4 年以内毎) <ul style="list-style-type: none"> - 合わせて 4 年で 32 編成 ● 月検査 (3 か月以内毎) <ul style="list-style-type: none"> - 3 か月で 32 編成 ● 列車検査 (10 日以内毎) <ul style="list-style-type: none"> - 1 日で 3 編成程度 ● 仕業検査 (出庫前) <ul style="list-style-type: none"> - 予備車を除く全編成に対して毎日 	仕業検査については、現時点で想定されている 1 号線保有車両数が最大で 32 編成程度であることから、予備車を除く 31 編成/日に対して実施可能。

出典：1 号線資料、検査周期は日本の法令に基づく

(2) 1号線車両基地の検修容量

また、本調査団が需要予測に基づき作成したダイヤでは、1号線と3A号線を合わせた車両編成数は下記のように推移する予定である。これにより、2030年のフェーズ2(本事業の対象外)開業時点で、1号線車両基地の検修容量が限界を超えるため、3A号線用に別途車両基地が必要になる。

表 4.7.2 車両基地の検修容量

年	1号線	3A号線	合計	備考
2026	16	11	27	各路線の編成数は、予備車を各1編成と仮定した数字としている。実際の車両数は、左記の数字に6を乗じた数となる。
2028	18	14	32	
2030	23	23	46	
2040	25	24	49	

注：1号線の車両数は、調査団が需要予測に基づく作成したダイヤから算出したもの。このため、実際に策定される1号線輸送計画の推移によっては、1号線車両基地の検修容量が限界を超える年次は変化する。

出典：調査団

4.7.3 車両留置計画

(1) 留置計画の基本方針

3A号線車両の留置計画の基本方針は次の通りである。

表 4.7.3 留置計画の基本方針

フェーズ	基本方針	備考
フェーズ1 (本事業の対象)	3A号線内に車両基地が無い場合、駅での留置を基本とする。駅に留置できない車両は、1号線車両基地に留置する。	需要予測では、朝は1号線→3A号線方向、夕方は3A号線→1号線方向の輸送量が大きいと推測される。このため、夜間は数本の3A号線車両を1号線車両基地に留置し、効率的な輸送計画を策定する。
フェーズ2 (本事業の対象外)	3A号線内の車両基地での留置を基本とするが、始発列車および終列車の輸送計画を考慮し、駅での留置も一部で継続する。	

出典：調査団

(2) 夜間の車両留置計画

需要予測に基づき効率的な輸送計画を策定した場合、3A号線車両の夜間の留置計画は次のようになる。なお、本調査団が需要予測に基づき作成したダイヤでは、1号線車両基地に留置する1号線車両は2040年の時点で21編成の予定である。このため、3A号線用車両を3編成収容しても24編成なので、1号線車両基地の留置能力に問題は生じない。

表 4.7.4 夜間の車両留置計画

年	停車場	1号線 車両基地	3A号線 車両基地	ベンタイン 駅	C2コンホ ア駅	C10ミエン タイ・ター ミナル駅	合計
2026		5		(1)	2	4	11
2028		8		(1)	2	4	14
2030		3	17	(1)	2	1	23
2040		3	18	(1)	2	1	24

注：数字は編成数を示す。ベンタイン駅の留置車は1号線車両の運用数に数えるため、3A号線の車両数には含まない。また、車両編成数には、予備車1本を含む。

出典：調査団

(3) 昼間の夜間留置計画

日中の留置計画は、以下の通りである。日中は、朝のピーク輸送を終えた 1 号線車両 3 本を 3A 号線車両基地に収容し、夕方のピーク輸送時に 1 号線側に返却する輸送計画としている。このため、3A 号線車両基地には、下記の表の数字より 3 本多い車両が入庫することになる。

表 4.7.5 昼間の車両留置計画

年	停車場 1 号線 車両基地	3A 号線 車両基地	ベンタイン 駅	C2 コンホ ア駅	C10 ミエン タイ・ター ミナル駅	合計
2026	3		0	0	2	5
2028	5		0	0	2	7
2030	0	9	0	0	0	9
2040	0	10	0	0	0	10

注：数字は編成数を示す。

出典：調査団

(4) 車両留置計画と保守計画

日中については、5～10 編成程度のまとまった数の車両が基地内に入庫しているため、車両の保守や清掃作業を行う上での問題は発生しない。また、夜間の留置本数についても、日本の事例では夜間に保守作業を行うことは無いため、単に車両基地の留置能力だけを考慮すれば良い。

4.7.4 3A 号線車両基地

(1) 3A 号線車両基地整備の必要性

上述の通り、本事業においては 1 号線車両基地を共有する。将来的には 2030 年のフェーズ 2 (本事業対象外) の開業に際し、3A 号線車両基地の開設が必要となる。

その理由は次の通りである。

- フェーズ 2 開業および 1 号線内の輸送力増加に伴い列車本数が増加し、保有車両数も増加する。
- これに伴い、1 号線と 3A 号線 (車両基地を除く駅部) の車両留置能力が限界を超える。
- 1 号線車両基地の検修容量が限界を超え、安全運行に不可欠な車両保守が出来なくなる。

(2) 3A 号線車両基地の機能

新たに開設される 3A 号線車両基地には、1 号線車両基地の検修容量の不足を補う整備計画が必要となる。これには、2 つの考え方があ

表 4.7.6 3A 号線車両基地の役割

No	機能分担方法	詳細	備考
1	全般検査や重要部検査を1号線車両基地で行い、3A号線車両基地では月検査のような保守を行う。	1号線車両基地が有する「車両検修工場」の機能を2030年までに拡張し、4年間で50編成程度まで全般検査や重要部検査が行えるよう機能強化を図る。	作業効率や検修コストを考慮すると、この方法が合理的。
2	1号線車両と3A号線車両は、それぞれの路線内に整備された車両基地で、必要な全ての保守を行う。	1号線車両基地には手を加えず、新たに建設される3A号線車両基地でも全ての保守業務が行えるよう設備を整える。 (1号線車両基地と同等の設備を整える)	コストはかかるが、どちらの車両基地にも同等の機能があることで、柔軟な保守計画を策定することが可能。

出典：調査団

東京メトロをはじめ日本の鉄道事業者も、「車両検修工場」の機能は集約される傾向にある。ただし、1号線車両基地内の「車両検修工場」の機能を強化する場合は、敷地や工場建屋の拡張が可能か否かを精査する必要がある。

1の案を最善とするが、前記の制約によって1号線車両基地内の「車両検修工場」の機能の拡張が困難な場合は、2の案が有力となる。

4.7.5 その他の対応

車両基地に関する事業計画を Pre-F/S に反映した。

4.8 電気設備計画

4.8.1 既存調査のレビュー

1 号線の電気設備の仕様は以下の通りである。

表 4.8.1 電気設備の仕様(1 号線)

変電所	仕様	設置箇所
受電変電所 (RSS)	2-GIS (ガス遮断機) 110/22kV 25MVA×2 変圧器	タンカン(Tan Cang)および ビンタイ(Binh Thai) 屋外仕様
き電変電所 (TSS)	5-22kV/DC1500V×3×3,000kW 整流器	ベンタイン、タンカン、ラクチック (Rach Chiec)、ビンタイおよびスオイ ティエン 屋内仕様

出典：1 号線仕様書

TSS 5 ヶ所中 2 ヶ所は RSS に併設している。また、TSS に関しては下記の設備が設置してある。

- ベンタイン、タンカン、ビンタイ TSS には回生電力吸収インバータ(INV)を設置している。
- TSS には駅電源・トンネル設備用 22/6.6kV 配電用変圧器が備え付けてありここから各駅のサービスサブステーション (SSS) へ送電している。

F/S に記載されている 3A 号線の電気設備は以下の通りである。

表 4.8.2 電気設備の仕様(3A 号線 F/S)

変電所	仕様	設置箇所
受電変電所 (RSS)	1-110/22kV 2×20MVA 変圧器	C9 プーラム公園に新設、屋外仕様
	1-110/22kV 1×20MVA 変圧器	既設タンカン RSS に増設
き電変電所 (TSS)	2-22kV/DC1500V×3×3,000kW 整流器	ヴァンラン公園 (Van Lang) プーラム公園 2 ヶ所に新設、屋内仕様

出典：F/S

なお、プーラム公園は RSS と TSS を併設する。

4.8.2 基本仕様

F/S を見直し、3A 号線フェーズ 1 の仕様を下記とした。

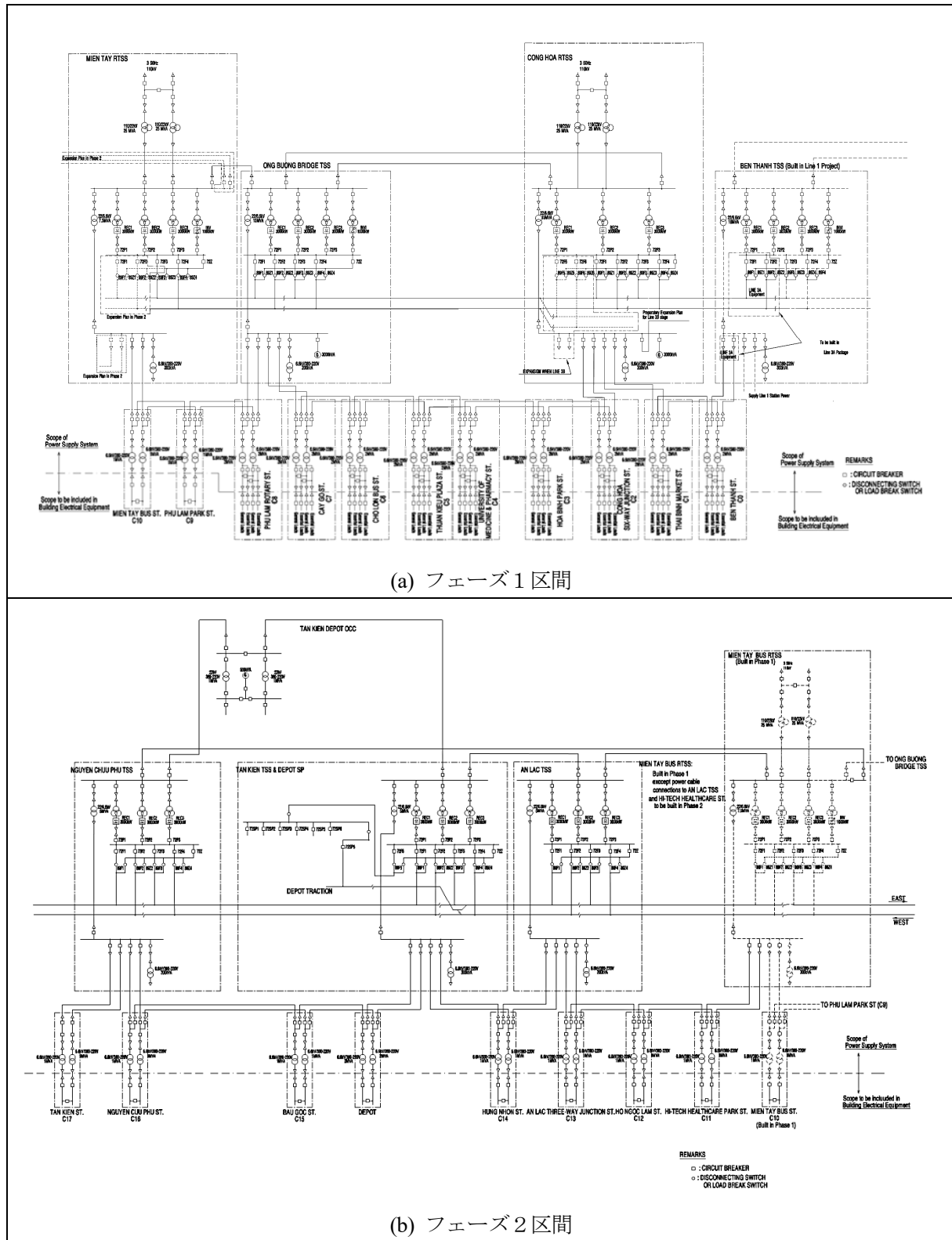
(1) 受電変電所 (RSS)

- F/S では、タンカン RSS に 110/22kV 1×20MVA 変圧器を増設し、線路に沿って、特にトンネルの中を 22kV のケーブルをベンタインを経由してヴァンラン TSS まで引くこととしている。この時すでにタンカンからベンタインまでは営業を開始しており、ケーブルの設置作業は夜間の間合いに行うことになる。また、タンカン RSS に 110/22kV 1×20MVA 変圧器を増設する必要があるが、そのための十分なスペースがないことから、3A 号線沿いに RSS を設置するものとする。RSS は、1 か所が停電等で運転不可能であっても、列車の運転が可能となるという 1 号線の施主要求に従い、もう 1 か所の RSS を確保し 2 か所とする。

- RSS は、プーラム公園とヴァンラン公園の 2 か所とし、変圧器の容量は 2 台-110/22kV 25MVA とする。
- RSS は屋外仕様とする。ただし、プーラム公園 RSS, ヴァンラン公園 RSS では RSS 用 RTU、Relay board、Battery は屋内仕様のため建屋が必要である。

(2) き電変電所 (TSS)

- TSS は、変電所にどのようなトラブルが発生しようと運行ダイヤに影響を及ぼさないことおよびパンタ点電圧は正常時 1200V、異常時 1000V 以上とする必要があることから、要求に見合った TSS を配置しなければならない。
- 電力シミュレーションの結果、TSS は 3 か所必要である。
- 3 か所の TSS のうち、1 か所はパンタ点電圧の電圧降下を抑止するため、フェーズ 1 区間末端の C10 ミエンタイ・ターミナル駅とする。C2 コンホア駅の TSS は、将来 3B 号線用 DC1500V き電線 2 回線を増設できるスペースを確保する。また、もう 1 か所の TSS はオンブオン橋に配置する。
- TSS は、屋内仕様とする。
- INV は定点停止のために絶対的に必要な設備である。3A 号線でも 2 か所の TSS に設置し、1 か所の TSS が停止しても他の 1 か所の INV で賄えるようする。その設置場所は長い勾配区間がある前後として、C10 駅とオンブオン橋に設置する。
- 既設のベンタイン TSS は DC1500V×2 回線の増設と 6.6kV×2 回線の増設およびこれらの増設に係る改修が必要である。ベンタイン TSS では元々この増設を考慮していないので、DC1500V Switchgear、6.6kV Switchgear に列盤にして増設するスペースはない。したがって、将来更新用のスペースを使って増設する必要がある。
- SSS への送電用として 22/6.6kV 変圧器 1 台を各 TSS に設置する。容量は表 4.8.4 に示す。
- SSS には 2-6.6kV/380-220V 変圧器と受電用の 6.6kV Switchgear を設置する。変圧器の容量は 1 号線と同じく、地下駅は 2MVA、高架駅は 1MVA とする。
- 非常用発電機を 1 か所に設置し、8 か所の地下駅に供給するのは変圧器へのインラッシュ電流、系統の構成上不可能と考えられる。そのため、コンホア TSS とオンブオン橋 TSS に 3000kVA の非常用ディーゼル発電機を設置し、各々地下駅 4 か所ずつを賄うようにする。また、発電機の制御は全体の状況が把握できないと起動できないため、電力 SCADA により自動制御するものとする。この時、駅変電所の変圧器へのインラッシュを考慮し、駅変電所一か所ずつ順序投入を行う。このためには、駅変電所変圧器の二次側の電圧条件、主開閉器および母線連絡開閉器についても駅変電所側の RTU に取り込み制御できるようにする。
- 駅変電所に関して、電気側の監視範囲を図 4.8.1 に示す。



(a) フェーズ1 区間

(b) フェーズ2 区間

出典：調査団

図 4.8.1 電力系統図

- 発電機の設置してある駅変電所の現場サイドでは、各駅とのインターロックが構成できないため、手動により発電機の起動は可能とするが、その他の操作に関しては全て電力指令の指示により操作するものとする。

- オンブオン橋 TSS は 3 階建てとし、1 階に発電機を設置するものとする。

以上より、変電所の位置および電気設備を表 4.8.3、変電所の主要機器を表 4.8.4、駅変電所 (Service Substation) の主要機器を表 4.8.5 に示す。

表 4.8.3 変電所の位置および電気設備

設置箇所	電気設備
C10 ミエンタイ・ターミナル・ターミナル駅変電所	TSS
プーラム公園変電所	RSS
ヴァンラン公園変電所	RSS+TSS+INV
オンブオン橋変電所	TSS+INV
C2 コンホア駅変電所	TSS

出典：調査団

表 4.8.4 受電変電所およびき電変電所の主要機器

No.	変電所	主要機器
1	Cong Hoa TSS	1set-22kV Switchgear, 3 set-3000kW Rectifier equipment, 1set-1500V Switchgear, 1set-RTU for TSS, 1set-6.6kV Switchgear, 1set-15MVA 22/6.6kV Transformer, 1set -200kVA 6.6kV/380-220V STR, 1set-DC Battery Charger 1set-3000kVA Emergency Diesel Generator (All of the above indoor specification)
2	Van Lang Park RSS	1set-110V GIS, 2 set-25MVA 110/22kV Transformer (All of the above outdoor specification) 1set-Relay board for 110kV Receiving, 1set-RTU for RSS, 1set-6.6kV Switchgear, 1set -200kVA 6.6kV/380-220V STR, 1set-DC Battery Charger (All of the above indoor specification)
3	Ong Buong Bridge TSS	1set-22kV Switchgear, 3 set -3000kW Rectifier equipment, 1set-1000kW Regenerative inverter, 1set-1500V Switchgear, 1set -15MVA 22/6.6kV Transformer, 1set-6.6kV Switchgear, 1set-RTU for TSS, 1set -200kVA 6.6kV/380-220V STR, 1set-DC Battery Charger 1set-3000kVA Emergency Diesel Generator (All of the above indoor specification)

No.	変電所	主要機器
4	Phu Lam Park RSS	1set-110V GIS, 2 set -25MVA 110/22kV Transformer (All of the above outdoor specification) 1set-Relay board for 110kV Receiving, 1set-RTU for RSS, 1set-6.6kV Switchgear, 1 set -200kVA 6.6kV/380-220V STR, 1set-DC Battery Charger (All of the above indoor specification)
5	Mien Tay TSS	1set-22kV Switchgear, 3 set -3000kW Rectifier equipment, 1set-1000kW Regenerative inverter, 1set-1500V Switchgear, 1set-RTU for TSS, 1set-6.6kV Switchgear, 1set -7.5MVA 22/6.6kV Transformer, 1set -200kVA 6.6kV/380-220V STR, 1set-DC Battery Charger (All of the above indoor specification)

出典：調査団

表 4.8.5 駅変電所の主要機器

No.	駅変電所	主要機器
1	- Thai Bin Market ST. SSS - Cong Hoa Junction ST. SSS - Hoa Binh Park ST. SSS - Univ. of Medicine & Pharmacy ST. SSS - Thuan Kieu Plaza ST. SSS - Cho Lon Bus ST. SSS - Cay Go ST. SSS - Phu Lam Rotary ST. SSS	1set-6.6kV Switchgear, 2 set -2MVA 6.6kV/380-220V TR 1set-RTU for SSS, 1set-DC Battery Charger
2	- Phu Lam Park ST. SSS - Mien Tay Bus ST. SSS	1set-6.6kV Switchgear, 2 set-1MVA 6.6kV/380-220V TR 1set-RTU for SSS, 1set-DC Battery Charger

出典：調査団

4.8.3 その他の対応

(1) 蓄電池に対して

蓄電池は鉛蓄電池とする。電池の劣化時に、ニッケルカドミウム電池は突然出力が停止するのに対し、鉛蓄電池は徐々に電圧が低下する特性を持つため保守しやすい。

(2) Employer's Requirement に対して

整流器は高調波対策として 1 号線では 2 台で等価 24 パルスとしているが、1 台ダウンすれば 12 パルスになる。また、3 台目の変圧器の位相によりアンバランスになる。日本においては等価 24

パルスを採用している鉄道事業者はなく、また 12 パルス整流器を運用して高調波による問題が発生したこともない。したがって、12 パルス整流器であっても総合高調波電圧歪み 3%以下の仕様を満足するため、12 パルス整流器とすることを提案する。

(3) 受電変電所の変更に関して

本調査の初期には、MAUR との協議により受電変電所 (Receiving Substation : RSS) をヴァンラン公園とプーラム公園の 2 か所とすることとした。しかし、き電変電所 (Traction Substation : TSS) と RSS が同一場所とならないため、変電所が 5 か所となった。そこで、今後の設計においては RSS をコンホア TSS とミエンタイ TSS と併設することを再検討し、合計 3 か所にすることを提案する。3 か所にすることにより、変電所の敷地、建屋などが低減可能で、かつ変電所の全設備にかかるメンテナンスの日数等も低減することが可能である。なおこの案は、会議の結果、異議なしとのコメントをもらっている。

(4) 駅負荷の要求に関して

駅の負荷に関しては地下駅、地上駅とも 1 号線の平均的な駅に準じ、かつ 20%の余裕を考慮して容量計算を実施しているが、要求が非常に大きいためフェーズ 2 までを考慮すると受電容量が 50MVA を超過し厳しい状況にある。駅負荷の見直しと要求容量の低減が今後の検討課題である。

4.9 機械設備計画

4.9.1 既存調査のレビュー

F/S には、駅の機械設備としてエレベータ、エスカレータ、プラットホームドア、給排水設備、トンネル換気設備、等を設置することが記載されている。一方、車両基地および工場設備に関しては、フェーズ 2 で建設される予定のため、フェーズ 1 を対象とした F/S には記載されていない。

フェーズ 2 で建設する予定の車両基地および工場設備としては、車両基地設備には車両の留置線、車両洗浄設備、車輪転削装置、等を設置することが記載されている。工場設備には、車輪検査修繕設備、台車検査修繕設備、モーター検査設備、ブレーキ試験装置、列車空調関係保守設備、パンタグラフ保守設備、蓄電装置保守設備等を設置する。

駅の機械設備は 1 号線との乗入れを考慮し、基本的には 1 号線の最新仕様を適用する。

4.9.2 基本仕様

(1) 駅機械設備の構成

駅の下記機械設備は、1 号線との乗り入れを考慮し、基本的には 1 号線の最新仕様を適用する。

表 4.9.1 駅機械設備の構成(地下駅)

空調設備	トンネル換気	給排水設備
空調機器、冷却塔 冷凍機・空調機関係ポンプ一式 空調機、空調関係自動制御 室内側放熱器 空気凝縮装置 ダクト (吹出/吸込/取入/排気口) 換気ダクト、配管 排気・給気ファン	給気・排気ファン 防音装置 排気ファン (駅軌道面用) ダクト	貯水槽と付属品 給水ポンプ 衛生設備 配管 汚水ピットとポンプ 排水ポンプ 汚水処理装置
防火設備	電気設備	昇降機
防火水槽 防火用水ポンプ 消火栓関連 防火用配管 不活性ガス噴射設備 台所用ガス設備 携帯用消火器	給電設備 低圧配電盤 動力配電設備 無停電電源装置 室内灯具およびコンセント 地絡設備 火災警報設備 建物関係自動設備	エレベータ エスカレータ

出典：調査団

表 4.9.2 駅機械設備の構成(高架駅)

空調設備	給排水設備	
空調機器 (含付属配管工事) 排気ファン ダクト (吹出/吸込/取入/排気口)	貯水槽と付属品 給水ポンプ 衛生設備 配管	
防火設備	電気設備	昇降機
防火水槽 防火用水ポンプ 消火栓関連 防火用配管 不活性ガス噴射設備 携帯用消火器	給電設備 動力配電設備 無停電電源装置 室内灯具およびコンセント 地絡設備 火災警報設備 建物関係自動設備	エレベータ エスカレータ

出典：調査団

(2) 駅機械設備配置

1) 標準的なボックス型地下駅 (C2 駅、C5 駅以外)

標準的なボックス型地下駅は、延長が 240m あり島式プラットホームを有する 2 層構造である。駅機械設備は、上層のコンコース階に設置することになるが、現在の計画でも十分なスペースがある。

2) C2 駅 (添付資料 4.3 参照)

C2 駅は、3B 号線との連絡駅であり、3B 号線は起点方から地下で 3A 号線の下をくぐり徐々に上って C2 駅のプラットホーム端で 3A 号線と同じレベルとなる配線計画となっている。3B 号線は同レベルの引き上げ線まで進み行き止りとなる。

箱型の駅部分の延長は 290m であるが、プラットホーム部の延長は 130m である。3B 号線との交差部以外は、2 層構造となっており上層がコンコース階となっている。また、この駅は 2 面の島式プラットホームを有するため、建造物の幅が広いこと、標準的なボックス型地下駅と同様、現在の計画でも駅機械設備を設置するための十分なスペースがある。

3) C5 駅 (添付資料 4.3 参照)

C5 地下駅は、起点方に渡り線があるため、箱型の駅部分延長が 340m ある。建造物に対しプラットホーム部は終点方に偏っており、終点方ではプラットホーム端と建造物端部の距離が短い。しかしながら、建造物全体が長いこと、現在の計画でも駅機械設備を設置するための十分なスペースがある。

(3) ベンタイン駅における 3A 号線のための換気設備

1 号線の設計は、ベンタイン駅において 3A 号線の接続について全く考慮していない。したがって、ベンタイン駅の換気設備についても 3A 号線を考慮していない。このためベンタイン駅に 3A 号線用換気設備の追加が必要である。

3A 号線用換気設備を追加するためには、ベンタイン駅の 3A 号線側端部にトンネル吸排気用シャフトが必要であるが、既存のシャフトに余裕がある、あるいは拡張を行うことができれば、これを利用する。余裕あるいは拡張の余地がない場合は、TBM 到達立坑などを利用して、新たなダクトを設置する (付属資料 4.3 参照)。

なお、3A 号線用のトンネル吸排気用シャフトを新たに設置する場合に、これまでのベンタイン駅 1 号線用の換気システムが従来の設計のままで適切かどうか、確認が必要である。

4.10 信号設備計画

3A 号線は、建設中の 1 号線と接続して建設され、相互間で直通乗り入れ運転をおこなうことが可能とするように計画されている。

3A 号線信号システムが 1 号線信号システムと整合しないシステムで構築されると、3 号線の車両は、1 号線信号システム区間を走行するために 1 号線信号システム用車上機器も搭載しなければならず、逆に 1 号線の車両も 3A 号線区間走行用に 3A 号線信号システム用車上機器を新たに搭載しなければならなくなる。つまり、両線の車両は、異なる方式の信号車上機器を 2 台搭載しなければならなくなる。

結局、車上機器への投資縮減や車両への複雑な艤装を避けるという観点から、3A 号線の信号システムは 1 号線の無線式列車制御システムに準拠したものとすることが望ましい。完全な準拠を目指すうえで最適な解決法は、1 号線信号システムと全く同一な構成、機能、性能のシステムを構築することになる。

そのようなシステムの構築は次のいずれかの方法である。

- (i) 3A 号線駅および沿線には 1 号線の地上機器と同じものを設置し、1 号線の信号システム中

中央機器を 3A 号線駅・沿線に増備される機器を制御できるように改修して、3A 号線と 1 号線を全て制御する 1 号線および 3A 号線統合信号システムを構築する。

- (ii) 3A 号線に 1 号線信号システムと相似の独立した信号システムを構築し、ベンタン駅でそれぞれの区間に入ってくる列車運行の情報を提供し合って、相互に自区間走行の列車の運行制御・管理を行えるシステムを構築する。

しかしながら、1 号線信号システムは、1 号線専用で建設中であり、改修余地についても不明である。したがって、今後の設計に際しては、1 号線信号システムを詳細に検討し、3A 号線に 1 号線信号システムとは別個に構築するに当たり、適用性を評価する必要がある。

4.10.1 既存調査のレビュー

1 号線の信号設備は、自動列車保安設備(ATP)、運行管理設備(ATS)、連動装置(IL)および自動列車運転装置(ATO)から構成されている。このうち自動列車保安装置(ATP)は車上装置と地上装置間の通信を 2.4GHz の無線通信を使って行う、無線式列車制御システム (Communications-Based Train Control; CBTC) により構築される。CBTC システムにおいては、

- 列車は、トランスポンダなどの地上子と速度発電機(タコジェネレータ)とを組合せて、積算検知した自らの位置情報を、データ無線で常時、地上に送信する。
- 地上は、受信した各列車の位置情報を基に、必要な信号現示および進路構成により、各列車が安全に走行できる限界位置を算出し、データ無線で各列車に送信する。
- 列車は、受信した自列車の停止限界位置から速度制御パターンを作成し、連続的に列車を自動制御する。
- 先行列車に近づくとに従い、後続列車は、停止限界位置に応じた速度制御を受け、許容速度を超えた場合にブレーキをかけるように連続的に速度を監視し、守るべき停止点までに確実に止まる。

上述の通り高い搬送周波数による比較的大量の制御情報の利点を活かした高度な列車走行制御を可能としている。また、無線通信断絶対策として、総合司令所 (OCC) における連動制御と各駅出発信号機制御により、通常運行劣 (無線通信が断絶して、CBTC システムの使用できない場合でも間引き運転は可能とさせる) 等な条件でも運行が継続できるようになっている。加えてレール折損検知対策として軌道回路が設備されることにもなっている。各拠点間の情報伝送は、光ファイバーを利用して行われるが、その光ファイバーは通信設備で設備されるものを利用する。

3A 号線の F/S では、自動列車制御装置(ATC)および防災設備等の取り扱いを除けば、実質的には 1 号線の信号設備を踏襲している。ただし、信号設備構成システムとしての信号モニタリングシステムおよび SCADA (監視制御およびデータ取得システム) の記載の中に、設備遠隔監視制御機能のほかに ATS の機能に属する機能やインターフェースの記載が散見される。3A 号線の設計においては、ATS の機能を明確にし、SCADA 等との切り分けを明確にする必要がある。なお、関連システムとして非常ボタン、自動運賃収受システム (AFC)、プラットホームドアのシステムが定義されている。

4.10.2 基本仕様

(1) システムの構成

3A 号線の信号システムは、1 号線の信号システムの構成を踏襲することが求められる。すなわち、システム構成は次のサブシステムおよび装置となる。

- 1) Automatic Train Protection system (ATP)
- 2) Interlocking system (IL)
- 3) Automatic Train Operation system (ATO)
- 4) Train Detection system (TD)
- 5) Data Transmission System;
- 6) Automatic Traffic Supervision system (ATS)
- 7) Uninterruptible Power Supply System (UPS);
- 8) Point machine; and
- 9) Other necessary equipment.

(2) 指令所

3A 号線の指令所の機能は、3A 号線の列車並びに 1 号線から 3A 号線区間に乗り入れてくる列車の運行を 1 号線区間と同様に管理できるよう、いわば、1 号線と 3A 号線の一体列車運行管理可能となるよう、1 号線指令所の機能に準じるものとする。

3A 号線の指令所信号システムのシステム要素は 1 号線の指令所の構成を踏襲する。すなわち、下記の通り。

- 1) Data Transmission System
- 2) ATS Central Equipment
- 3) ATS Console
- 4) ATS MIMIC Display
- 5) Time Table Generation Equipment
- 6) Central Equipment of ATP/ATO Wayside Equipment
- 7) Signalling Monitor Terminal
- 8) Interlocking system Central Equipment for Main Line and Depot
- 9) Operation console with chairs for controllers/Dispatchers
- 9) Color laser printers
- 10) Power supply system including Uninterruptible Power Supply System (UPS)
- 11) Other necessary equipment

(3) 車両基地

3A 号線フェーズ 1 では、新しい車両基地の建設は予定されていないので信号システムの装置の設置も無く、よって、その機能も存在しない。一方、フェーズ 2 では 1 号線の車両基地で収容できなくなる列車の留置と検修容量を賄えるよう新車両基地の建設が予定されている。言うまでも無く、新車

両基地の信号システムの機能とシステム構成は、指令所でも述べているように車両基地の運行管理でも 1 号線と同様にできるように 1 号線の姿を踏襲する。

(4) バックアップ指令所

3A 号線にてもバックアップ指令所を設置するかは、議論のあるところである。問題は、要求される機能と、1 号線バックアップ指令所が 3A 号線区間をカバーできる形に改良する技術的、経済的可能性のバランスにおける経済的効率性である。バックアップ指令所の目的は、二つある。一つは、指令所運行管理制御盤の機能のバックアップであり、もう一つは指令員の訓練である。後者のためには、1 号線指令所に同じような訓練が可能となるように 3A 号線線形の信号システムのデータを搭載する必要が生じる。しかしながら、前者のための改良は、1 号線の運行管理を継続して活かしながら、3A 号線の運行管理機能を新たに追加改良しなければならないという複雑さが伴う。

よって、1 号線と 3A 号線の信号システムのネットワーク接続について技術的な検討と、1 号線と 3A 号線の運行管理盤のそれぞれのバックアップ機能を発揮できるように 1 号線のバックアップ指令所を改修するためのコストの検討を注意深く行う必要がある。

(5) 施設整備管理所

3A 号線の フェーズ 1 では新車両基地が建設されないので、3A 号線用の施設整備管理所が 3A 号線区間に新たに設けられることは無いと想定される。フェーズ 2 の新車両基地が建設される段階で 3A 号線の施設整備管理所が新たに設けられるとすれば、その時点で、少なくとも 3A 号線の信号システムをモニターする信号システムモニターが必要となり、規定される業務範囲によっては、1 号線と 3A 号線全体の信号システムのモニターができる信号システムモニターが必要となる。後者の場合は、バックアップ指令所システムと同様に、1 号線と 3A 号線の信号システムネットワークの接続が求められることになる。

(6) 信号システムの能力

1) 運行最小時隔

1 号線では 2 分 10 秒が求められている。時隔は、CBTC システムにおける安全を担保するためには主としてブレーキ距離に依存し、次式で求められる。

$$T_{\text{headway}} = D_{\text{mDist}} / V_{\text{avg}}$$

ここに、 T_{headway} : headway

D_{mDist} : minimum safety distance between trains

V_{avg} : average train speed in the safety distance

したがって、理論的には、最小時隔が広がることは、信号システムの反応時間にも余裕が出る上に、列車間隔が大きくなって良いことになる。3A 号線にも、1 号線から変更がされないことでコスト面でも有利となる 1 号線と同じ信号システムが導入されるとしたら、実際には信号システムには影響を及ぼさずに、最小運転時隔の拡大が可能ということとなる。

2) 運転モード

1 号線で実現されている下記の運転モードが、運転席表示と共に 3A 号線にも適用される。

- a) ATO/ATP Mode
- b) ATP Mode in normal mode
- c) Wayside signal mode
- d) ATP in Emergency Operation Mode (upon system failure and/or incident)
- e) ATP in Cut-off Mode (upon system failure and/or incident).

(7) 列車検知システム

列車検知システムは、1 号線と同一のシステムとする。

(8) 連動装置

1 号線連動装置と同じシステムコンセプト、性能に基づき、3A 号線全線に亘って 3A 号線指令所で集中管理する電子連動装置とする。

(9) ATP システム

駅部・分岐部および車両基地部においては軌道回路、駅間では軌道回路ではなく、双方向デジタル無線によるトランスポンダとのデータ無線伝送に基づく CBTC システムが、1 号線と同様に地上 ATP システムと車上 ATP システムにより、3A 号線の全線における保安を担当する。

(10) ATO システム

機能、コンセプト、性能、構成において 1 号線の ATO システムと同一のものが、3A 号線の列車が 1 号線路線を安全に走行し、また、1 号線列車も同様に 3A 号線路線を走行するために要求される。いずれにしても 1 号線と 3A 号線の線形走行条件がそれぞれの列車の車上 ATO システムに搭載されることが必要となる。

(11) ATS システム

機能、コンセプト、性能、構成において 1 号線の ATS システムと同様に 3A 号線路線の列車運行の管理が必要である。言うまでも無く、1 号線と 3A 号線の直通乗り入れに関して、両線間の運行管理に関する運営形態にもよるが、列車追跡、進路設定や列車番号等の情報の引き継ぎが求められる。

(12) その他の信号システム

下記その他の信号システムは、1 号線と同様に設定する。

- a) Train Number system
- b) Train Describer system (TDS)
- c) Signaling Monitor
- d) Substitution Signal
- e) Wayside Signal

- f) Point machine
- g) Overrun Protection system (ORP)
- h) Power Supply system (supplement supply to Signaling System)
- i) Temporary Speed Restriction System (TSR)
- j) ~~Emergency Push Button~~ (1 号線では業者契約後削除されており統合の観点から不要である)

信号システム構成に関する図面は、添付資料 4.3 に示す。

4.11 通信設備計画

3A 号線は 1 号線との乗入れを可能とするため、構成サブシステムの多くにおいて 1 号線のシステム構成、構造や内容を踏襲する必要がある。したがって、本検討では、1 号線の通信システムを調査し、それらの仕様に格別の不都合がない限り、3A 号線通信システムへの適用を検討する。

4.11.1 既存調査のレビュー

1 号線の通信設備は、光ファイバーによる基幹ネットワーク、電話交換機を介した業務電話と専用線に指令・沿線電話およびそれらの録音装置から成る電話システム、駅構内・車両基地構内・車中（駅停車時のみ）およびそれらの録音装置から成る映像監視装置、駅・車両基地・OCC の放送装置、OCC にマスター時計を配した時計装置、TETRA⁴による業務デジタル無線システム、防災システムおよびこれらの通信設備構成システムへの無停電電源設備から構成されている。各システムの各拠点地上装置間情報伝送は、基幹ネットワークを用いた ETHERNET 規格のネットワークを介して行われる。

3A 号線の F/S では、実質的に 1 号線の通信設備を踏襲している。伝送設備の一部となる光ファイバー（48 芯と想定）は軌道の両脇に全線に亘って敷設され通信設備の情報伝送だけでなく、信号設備の情報伝送にも供されるとしている。業務電話設備は交換機を介して都市鉄道の電話網に接続する。指令電話は運行指令、電力指令および設備指令にそれぞれ設けられ、各指令電話は、それぞれ駅、検修施設などの各関係個所との交信に供される。また、同じく専用線による沿線電話は、高架部は 500m 置きに、地下部は 200m 置きに電話機が設置され、非常時あるいは保線作業等に供される。

4.11.2 実施中の 1 号線仕様と留意点

1 号線の仕様は以下の通りである。

(1) 列車無線と周波数帯

- 列車無線は、TETRA 方式、周波数は 400MHz 帯である。
- 電波伝搬は LCX または空間無線である。
- 二重モード (Duplex Mode)

⁴ 欧州で採用が始まった $\pi/4$ DQPSK の TDMA (25kHz 帯域で 4 スロット) 無線技術

(2) 車上 CCTV

- 車上 CCTV システムは無線 13GHz 周波数帯の採用を検討している。
- ただし、ベ国法規で免許取得に費用が掛るため本項目の周波数割り当ては未確定である。

(3) バリス

- バリスは EuroBalise 方式を採用している。
- 周波数は 27.5MHz (telewave、バリス駆動用電力波)、4.2MHz (telegram)の採用を検討している。
- ただし、ベ国法規で免許取得に費用が掛るため本項目の周波数割り当ては未確定である。

(4) 無線式列車制御システム

- 1 号線の CBTC は日立独自のプロトコルによる CBTC 方式である。
- 周波数は 2,400MHz~2,483.5MHz (ISM 周波数)の採用を検討している。

3A 号線の無線システムを構成する際の留意点は以下の通りである。

(5) 車上装置の二重搭載の回避

特に列車無線システムでは、車上機器を二重に搭載せず両線で共通して利用できることが、便宜性および経済性の見地から必要である。車上装置を複数設置しないため、周波数および方式を共通化することが望ましい。なお、周波数および方式を変える場合、車上に信号装置を 2 セット設置する必要がある。

(6) 物理的な統合の有無

1 号線と 3A 号線の通信システムは、インターフェースは設けるものの物理的には別々のシステムとするのが望ましい。これは以下の理由による。

- 1 号線と 3A 号線の入札図書の作成時期が大きく異なるため
- 技術の革新・変遷を考慮せず 3A 号線システムを 1 号線と共通化するのは望ましくないため

4.11.3 基本仕様

3A 号線の基本仕様は以下の通りである。

(1) データ伝送システム (DTS)

3A 号線データ伝送システムは、1 号線の通信システムと同様に、高品質なソフトウェアや高信頼性機器で構成された 3A 号線の指令所、駅やその他サイト間の基幹通信回線で、信号システムや、通信システムその他サブシステム、電力管理システムや運賃収受システムなどの運用上重要なシステムのデータ伝送を司る。

3A 号線の指令所は、1 号線指令所のある建物に同居するとの想定に基づけば、3A 号線データ伝送システムは、3A 号線指令所を除く 3A 号線沿線各所を結んで構築される本線データ伝送シス

テムと 3A 号線指令所とベンタン駅で本線データ伝送システムとを接続するため 1 号線沿線に構築する延長データ伝送システムで構成される。延長データ伝送システムは、1 号線の光ファイバーの芯線に十分な余裕があれば、新たにこの伝送システムのために敷設するよりその余裕芯線を割いて使用させてもらい構築することができる。

3 号線データ伝送システムは、本検討における、1 号線通信システムは効果的、効率的、かつ安定した方法で構成されており、また、将来 3A 号線と 1 号線で運営統合のような要求がでて、一元的な運行や案内情報の交換が必要になっても対応できるとの評価結論から、データ伝送システムの構成要素である下記の全般に亘って、1 号線データ伝送システムに適用されている仕様と両立できる (混合が可能な) 仕様で構成することとする。

- 1) Optical Fiber Network of Main line DTS
- 2) Data Transmission Service
- 3) Fast Ethernet Network
- 4) Network Management System (NMS)

(2) 電話システム

下記電話システム構成要素は、その構成、機能および仕様について 1 号線電話システムと同様に、但し 1 号線電話システムとは独立して構築する。但し、構内自動交換電話 (ビジネス電話) については 1 号線電話システムと 3A 号線電話システムの主交換機間を接続し、両線間で直接電話できるようにする。

- 1) Private Access Branch Exchange (PABX) Service (Business telephone)
- 2) Direct Line Telephone Service (DLT)
- 3) Interphone
- 4) Central Voice Recorder System (CVRS)

(3) 映像監視システム (CCTV)

3A 号線映像監視システムは、3A 号線指令所や駅で 3A 号線の映像監視が出来るように、1 号線映像監視システムとは別個に、但し、その構成、機能および仕様について 1 号線映像監視システムを踏襲して構築する

- 1) Station CCTV Service
- 2) On-board CCTV Service

(4) 案内放送システム (PA)

3A 号線案内放送システムは、1 号線とは別個のシステムとして、3A 号線の指令所および駅に、その構成、機能および仕様について 1 号線と同様の形式で構築する。

- 1) Main Equipment in OCC PA System:
 - a) Audio and Selection Panel (ASP) at OCC
 - b) PA Control Module at OCC Equipment Room

- c) Digital Voice Announcement System (DVAS) at OCC Equipment Room.
- d) Amplifiers, stand-by amplifiers, and automatic noise control at OCC

2) Main Equipment in Station PA System:

- a) Audio and Selection Panel (ASP) at Station Control Room (SCR).
- b) PA Control Module comprised of PC controlled Digital Voice at SCR for controlling audio sources to various announcement zone groups selected by the operators.
- c) Digital Voice Announcement System (DVAS) at SCR for pre-recorded message announcement.
- d) Amplifiers, stand-by amplifiers, and automatic noise control at SCR and sensing devices.
- e) Loudspeakers

(5) 時計システム

3A 号線時計システムは、1 号線とは別個のシステムとして、3A 号線の指令所および駅に、その構成、機能および仕様について 1 号線と同様の形式で構築する。

1) Equipment

- a) Antenna System on the roof of OCC Building.
- b) Central Master Clock System in OCC Equipment Room which includes GPS Receiver, Oscillator for enabling accurate time maintenance for normal duration of loss of time, network time server to provide NTP timing for other interface systems, measures for power outage and local time display.
- c) Station/Depot Master Clock in Station Equipment Room/Depot Equipment Room which includes own oscillator and local display
- d) Slave Clocks in various spaces and rooms of Stations and Depot including OCC Building, workshop and other buildings.

(6) 列車無線システム

1 号線列車のハンドセット付き運転席無線機器が 3A 号線走行時に 3A 号線列車無線システムに接続・通話が可能にすることが便利であり、かつ経済的でもあることは明らかである。加えて、1 号線の列車無線システムでは、TETRA システムの下に、消防や警察との通信ラインの共用が求められている。それゆえ、3A 号線においても、警察や消防が持っている無線機に通信サービスの提供ができることが求められるので、3A 号線列車無線システムは、その構成、機能および仕様について 1 号線を踏襲して、指令所と 3A 号線上のすべての列車と通信が可能な形態で構築する。

1 号線と同様の構成の場合、次のような機器が必要となる。

- a) OCC Equipment Room:
 - (i) Central Control Equipment networked with all RBS
 - (ii) Maintenance Terminal
- b) OCC
 - (i) Radio Dispatcher Workstation (RDW) for use of the Traffic Dispatcher

- (ii) Radio Control Panel (RCP) in preparation for failure of RDW
- c) Station: Radio Base Station
- d) Underground Section: LCX networked with RBS
- e) Viaduct Section: Antenna networked with RBS
- f) On-board
 - (i) Train Cab Communications Panel with handset
 - (ii) Antenna
 - (iii) Mobile Transceiver (linked to train-borne Public Address System and train-borne Passenger Information Display System).

(7) 防災システム

3A 号線の防災システムは、次の二通りの方法のいずれかで構築することができる。

- (i) 3A 号線として新たにデータ取得するために新規機器で構築
- (ii) 1 号線沿線と近隣位置にあり防災データに大きな差がないので、1 号線と 3 号線のデータ伝送システムを接続して、1 号線防災システムからデータを取得する。

新規機器で構築する場合は、下記機器が必要となる。

- a) OCC:
Central Equipment consisting of the management equipment, display equipment and data accumulating equipment with alarm indication on the display equipment
- b) Weather Station:
 - (i) Rain gauge
 - (ii) Vane anemometer

(8) 旅客案内システム⁵

旅客案内 (表示) システムは 3A 号線の駅においても 1 号線のシステムと同様の内容の表示を行えるように構築することが望ましい。1 号線と同様の構成の場合、次のような機器が必要となる。

- a) Station:
 - (i) Station PIS Controller
 - (ii) PIS Workstation with information composing function
- b) OCC:
 - (i) Central PIS Controller
 - (ii) PIS Workstation with information composing function
- c) Staff Room:
Information Composing Equipment (Information is transmitted out via Central PIS Controller)

⁵ 旅客案内システムは通信システムの一部として定義される場合が多いが、1 号線事業では信号システムの一部とされており、設計段階では後者として扱うことが望ましい。

(9) 無停電電源装置

3A 号線通信システムの主電源停電時の無停電電源装置によるバックアップ時間は必然的に 1 号線の要求と同じになる。

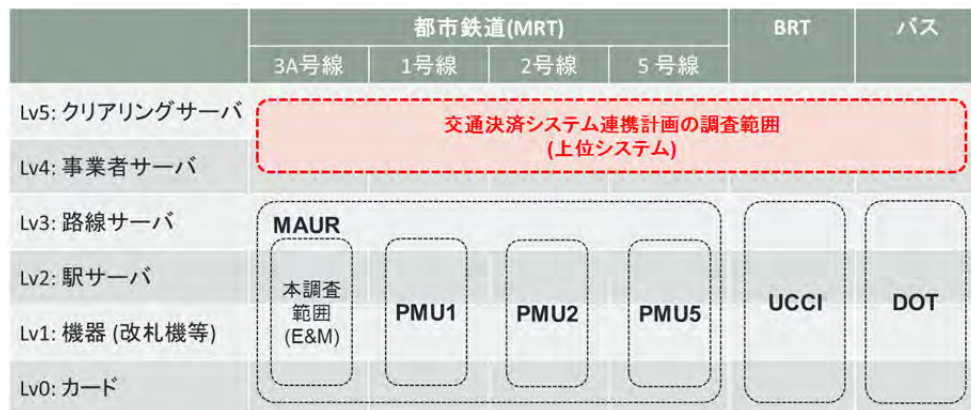
- a) Data Transmission System, Telephone System, PAS, PIS, CASS and Radio System: two (2) hours by battery; and
- b) Others: thirty (30) minutes by battery.

3A 号線通信システムのシステム構成と回線構成を付属資料 4.3 に示す。

4.12 交通決済システム連携計画

本節は、現在、ホーチミン市の各交通整備事業で導入を進めている交通系 IC カードについて、その相互利用を可能とするために必要となる上位システムのあり方について計画するものである。なお、本調査における上位システムとは、各交通整備事業で導入される IC カードシステムより上の階層に位置するシステム群を意図している。(図 4.12.1)

調査の進め方として、各交通事業の IC カード導入に係る検討状況を技術的仕様と事業スキームの両面から把握・整理したうえで、システムに必要な機能を確認した。



出典：調査団

図 4.12.1 本調査で検討する上位システムの範囲

4.12.1 各事業の進捗

1 号線を始めとする都市鉄道各路線、BRT および路線バスに導入予定の IC カードの規格およびその運営スキームに関する最新情報(2016 年 3 月時点)を各プロジェクト組織から収集し、表 4.12.1 に整理した。

1 号線以外は、導入する IC カードの通信規格として ISO14443 を基本としたタイプ A または B を適用するということであるが、他路線・モードが採用するカード規格も読み取れる様に読取端末にはマルチタイプ⁶を適用するという方針を持っている。しかしながら、データを読み書きする際に必要

⁶ 複数の通信規格を読み書き可能とすることをハードウェア面で対応した端末機器 (ソフトウェア側の対応は別途必要)

となる暗号キーの取扱いやデータフォーマット自体については、各プロジェクト間で調整を一切していないため、バンコク都市鉄道の様に同タイプの通信規格を有しながら共用できない IC カードになってしまう可能性が高いことが容易に想定される⁷。また、券種についても各プロジェクトのコンサルタントやコントラクターが提案した仕様を各プロジェクト間で調整せずに適用しているため、異なっている状況であり、ソフト面での調整も必要となっている。なお、IC カードの通信規格については、技術的には混在して使うことが可能であり、バンコク地下鉄では、IC カードにタイプ A を、1 回券(トークン型)にタイプ C を利用しており、同一の改札機で両タイプを処理している。

また、カード発行者および運賃収受機関については、BRT およびバスは現状の道路交通のスキームを踏襲して、バス管理センター(MOCPT)をその発行者および運賃収受機関として定義している。都市鉄道の IC カード発行および運賃収受については MAUR が担う場合と別会社が行う場合の 2 つのパターンが想定されるが現時点で結論が得られていない。都市鉄道運営主体 (O&M 会社) 設立後、1 号線の事業計画に基づきこれらの主体を定めるものと見込まれる。

表 4.12.1 各交通モードの IC カード関連情報

	都市鉄道			BRT	バス
	1 号線	2 号線	5 号線		
原資	ODA (日本)	ODA (ドイツ・ ADB)	ODA (ス・イ・ADB)	ODA (世界銀行)	現地民間資金 *1
開業予定年	2020 年	2024 年	2023 年	2019 年	2017 年*2
予定乗客数 [のべ人数/日]	190,000 @2020 年	481,700 @2025 年	133,746 @2023 年	46,345 @2030 年	958,900 @2014
導入する IC カード通信規格	タイプ C	タイプ A/B	タイプ A/B	タイプ A/B	応札者による *3
券種	1 月定期 3 日券 1 日券 1 回券 SV*4	1 月定期 1 週間券 1 日券 1 回券 SV*4 特定券(社員用 等)	1 月定期 1 週間券 1 日券 往復券 1 回券 SV*4 特定券(社員用 等)	定期 1 回券 SV*4	SV*4 ※現金での乗 車も可能
カード発行者	検討を始めている			バス管理センター(MOCPT)*5	
運賃収受機関	同上			同上	

出典：調査団作成の質問票に対する各プロジェクト担当者からの回答を基に作成している。

*1: ニュース記事では、BOO (Build-Own-Operate) 形式とされている

(<https://www.vietnambreakingnews.com/2016/04/hcm-city-to-issue-electronic-bus-ticket-cards/>)

*2: IC カード導入予定年

*3: 人民委員会決定 2398/QĐ-UBND により他交通モードとの相互利用が言及されている。

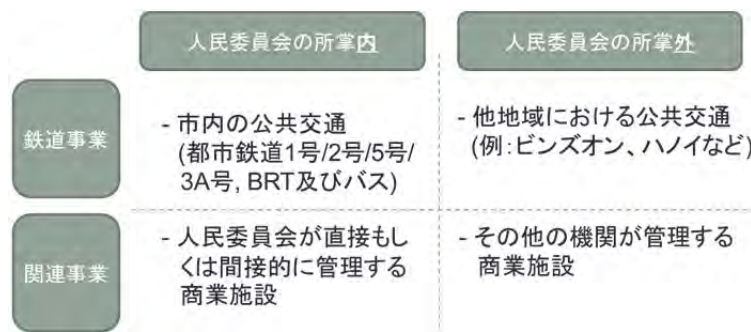
*4: SV(Stored Value: プリペイド式の IC カード)

*5: 法的な発行者は MOCPT であるが、バス・IC カードに関する業務は民間事業者に委託する予定。

⁷ アジア開発銀行は 2008 年発行の報告書において、2 つの都市鉄道間(地下鉄と高架鉄道)で調整がなされなかったため、同じ ISO14443 の Mifare 型の IC カードを使っているにも関わらず、相互利用が実現できていない事実を指摘している。

4.12.2 連携範囲の検討

連携範囲の検討にあたり、ベトナム国では中央銀行通達 19 (19/2016/TT-MHMM)の要件が重要となる。同通達 19 (SBV19)では、カード発行者 A が提供するカードで、A とは異なる他者が提供するサービスを決済する場合、当該カードに対して銀行カードとしての要件を求めるというものであり、カードが提供するサービスの範囲によりその取扱いが変わってくる。図 4.12.2 は、提供サービスを 4 つに大別したもので、バスと同様に MAUR がカード発行体かつ運賃収受機関となる場合は、MOCPT と同じ市行政内での取扱いとなるため、カードの定義はいわゆる自家型となり、第二・三象限については通達 19 の範囲外となると言えるが、それ以外の第一・四象限はサービス提供者が他機関となることから、厳密に見ると通達 19 に該当する取扱いとなる。



出典：調査団

図 4.12.2 IC カードの提供サービス範囲

なお、第二・三象限についても、都市鉄道側のカード発行および運賃収受のあり方次第で通達 19 に依存するかどうかが決まる。バスと同様に、MAUR がカード発行体かつ運賃収受機関となる場合は、MOCPT と同じ市行政内での取扱いとなるため、カードの定義はいわゆる自家型となり、通達 19 の範囲外となるが、カード発行もしくは運賃収受を鉄道会社が担う場合は、市と企業という法的・財務的に異なる法人格間でカードをやりとりすることになるため、通達 19 の範囲内になると見ることができる。

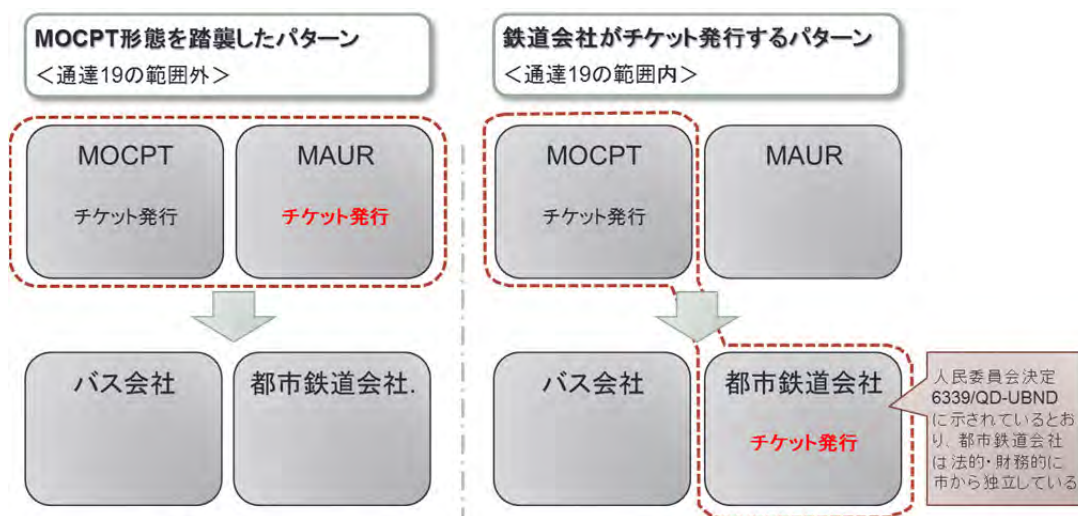


図 4.12.3 MRT IC カード発行体による法的整理の違い

この様な背景を受けて、本調査のカウンターパートである MAUR とは、IC カードの適用範囲を第二象限に限定したものとしつつ、都市鉄道の IC カード発行および運賃収受については MAUR が担当する場合と会社が行う場合の2つのパターンを想定することとした。

この様な前提において、全 IC カードを統括する上位システムが保持すべき機能を表 4.12.2 にまとめた。なお、同表内 6 つ目の機能(法人間清算)については、鉄道側のカード発行者が鉄道会社になった場合においてのみ必要となるものである。

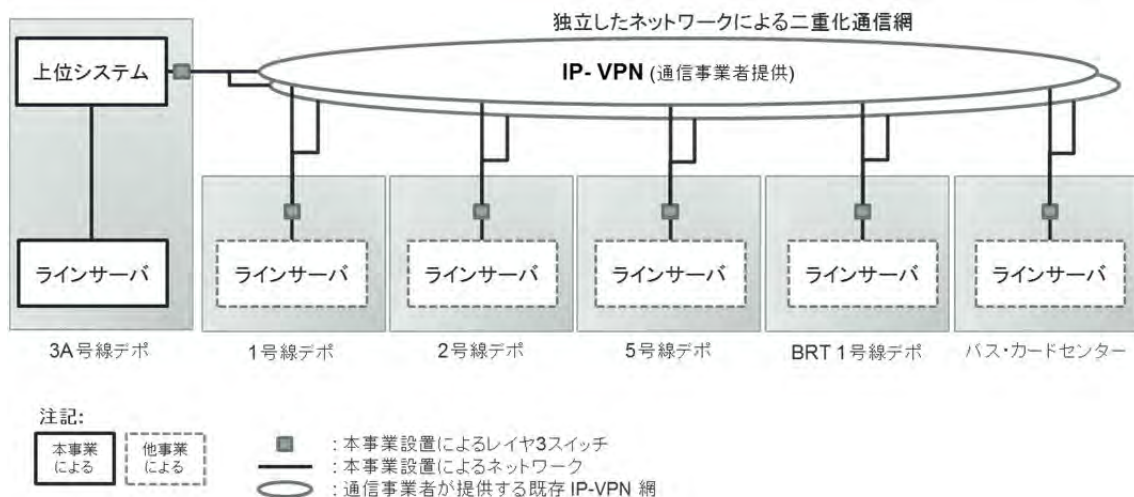
表 4.12.2 上位システムが保持すべき機能

NO.	機能名称	機能概要
1	カード管理	発行済みのカードについてそのステータスを管理することで、カード所有者からの問合せを迅速に行えるようにするもの
2	ブラックリスト管理	利用者等からの申請により、カードの利用を差し止めるために必要となる機能 (例: カード紛失時の利用停止)
3	収益管理	カード利用による収益情報の管理 (日次額、月次額、年間額、駅毎の収益額など)
4	統計管理	カード利用データに基づく利用データの統計処理 (駅別利用者数、時間帯別利用者数、性別や年齢別の利用者数など)
5	法人間清算*1	複数の運賃収受機関が存在する場合におけるそれぞれの収益金とデポジット (カードへのチャージ金の預かり) の管理

*1: 鉄道カードの発行者が鉄道会社となった場合のみ必要となる機能

出典: 調査団

上位システムの設置については、3A 号線のデポ内に設置するサーバールームを想定し、各交通モードとは、我が国で採用されている方式に倣って IP-VPN によるものとした。なお、ベトナム国内通信サービスの可用性があまり高くないことから、現地では一般的となっている2社との契約による冗長化を前提としている。



注: 上位システムの機器構成および各ラインサーバとのトランザクション例は Appendix4.5 に記載している。

図 4.12.4 各交通モード側サーバとの接続案

出典: 調査団

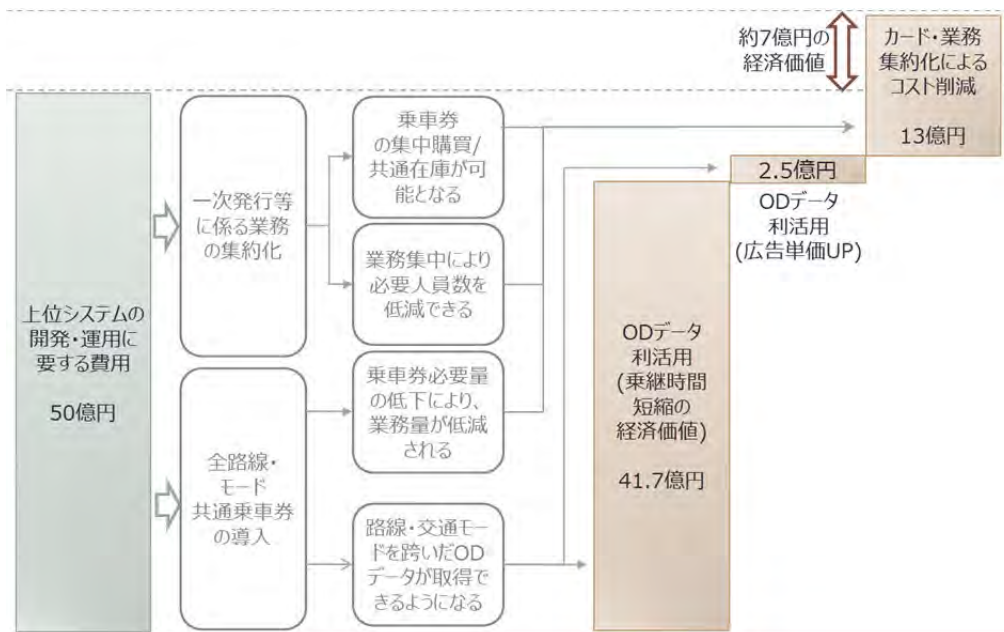
4.12.3 経済性分析

本節で示した上位システムを導入してから 5 ヶ年の間に期待できる経済価値をまとめる。なお、1枚の SV 乗車券で複数路線・モード間を利用できるようにすること自体は上位システムを導入せずとも実現可能であるため⁸、その段階をベースラインとして試算を行う。

上位システム導入による利点の一つに業務削減があげられる。各路線・モードとのデータ連携が容易に行えるようになるため、従来、分散処理されていた業務を集約しやすくなる。例えば、乗車券の一次発行等の業務を集約した場合、乗車券の集中購買や在庫管理一元化によるカード調達コストの低減が期待でき、更には関連業務の人員や機材数の低減により、約 13 億円程度の効果が想定される。

また、上位システム導入による各路線・モード共通の乗車券導入ももう一つの利点として捉えられる。当該カード導入により、路線・モードを跨いだ OD データ取得が可能となり、乗継ぎ客の待ち時間解消を図るような運行計画の検討がより定量的データに基づいて行えるようになる。仮に、1 日あたり 10 万人の利用者⁹に対してそれぞれ約 2 分間の時間短縮が実現できた場合、年間の時間価値換算で 41.7 億円の効果が見込める。更にこの OD データを広告位置およびそのコンテンツを決める際の根拠として利用できるようになれば、広告単価の増加も見込めるようになる。

以上の経済価値は、上位システム導入および 5 ヶ年の維持費用を差し引いても、約 7 億円のプラスになると推定される¹⁰。



注：計算単純化のため、2025 年時点の職員の年間人件費および乗客の平均年収をそれぞれ 60 万円、40 万円で統一している。

図 4.12.5 上位システム導入により期待される経済価値

⁸ カード内バリューの引去りのみであり、路線横断的ブラックリスト管理や統計管理については、この段階での実現は難しい。

⁹ 市内では一日 100 万人が公共交通を利用し、そのうちの 1 割について時間削減効果があると想定した。

¹⁰ 当該システムの運用開始は早くても 2025 年になると予想されるため、ベトナム国の今後 10 年間の経済成長率次第で試算した数値は大きく上下に変動する可能性がある。

4.12.4 実施計画

本調査開始当初(2016 年)は、上位システム導入は 3A 号線事業の一部として実施する想定であったが、公共バスの IC カード事業について 2017 年に官民連携スキームによる入札が既に行われている。当該事業では、民間主体によりタイプ A もしくは B のカードがバスに供されるとともに、当該カードの MRT1 号線への適用についても見当がなされる動きとなっている。(MAUR 報告書 2017 年 8 月付)。

3A 号線事業としての上位システム導入時期は早くても 2026 年頃であり、上述した現地の動きから大きく遅れることになる懸念があるため、単独事業として実施スピードに優位性を持たせた案も並行検討することとした。代替案と評価を以下表に示す。

表 4.12.3 上位システム導入実施計画の代替案

	Option 1 3A 号線事業に統合して実施	Option 2a 単独事業として実施①	Option 2b 単独事業として実施②
予算	JICA 円借款	JICA 無償供与	現地民間資金
実施機関	MAUR	MAUR or MOCPT	民間
供用開始	2026 年	2023 年(*1)	
利点	<ul style="list-style-type: none"> 鉄道建設とセットであることから、上位システム導入の道筋を付けやすい 	<ul style="list-style-type: none"> 事業実施のタイミングを早めに設定できる 	<ul style="list-style-type: none"> 事業実施のタイミングを早めに設定できる 民間事業者に 1 号線カード発行機能を持たせることでその持続性が期待できる
欠点	<ul style="list-style-type: none"> 事業実施のタイミングが遅い 上位システムの維持管理組織と技術者などの人材確保が必要 	<ul style="list-style-type: none"> 上位システムの維持管理組織と技術者などの人材確保が必要 	<ul style="list-style-type: none"> 採算面で持続性担保に留意が必要

*1: バス IC カード入札において F/S 完了から入札公示まで 2 年を要したことから、2019 年 F/S 完了とした場合、2021 年入札、2023 年供用開始と見込んでいる。

表 4.12.4 上位システム導入に向けたロードマップ

年	各交通モードでの IC カード導入			上位システム導入に向けたタスク	
	バス	BRT 1 号線 MRT 1 号線	MRT 2 号線	無償協力	PPP
2018	設計・構築 ・テスト	設計・構築		民間技術普及促進： 事業スキーム検討 ビジネスモデル検討 (バス案件に対して 技術仕様をインプット)	(同左)
2019	供用開始	構築・ テスト		協力準備調査	PPP 準備調査 (予備)： 事業スキーム検討 資金計画の検討 入札に向け案件化支援
2020		供用開始		(審査)	PPP 準備調査 (本格)： 法務、財務、技術等の 詳細設計に必要な調査 入札に向け案件化支援
2021				入札	(同左)
2022			設計・構築	設計・構築・テスト (MRT2 号線に対して 技術仕様をインプット)	(同左)
2023			構築・ テスト	供用開始	(同左)
2024			供用開始		

* 無償協力・PPP のいずれの場合でも、2023 年 (MRT2 号線開業前) に上位システムが供用開始となる

* 無償協力の場合は、上位システムの運営主体の能力強化が必要となる

添付資料 4.1 : 設計変更に係る報告書

**HO CHI MINH CITY PEOPLE'S COMMITTEE
MANAGEMENT AUTHORITY FOR URBAN RAILWAYS**

**HO CHI MINH CITY URBAN RAILWAY CONSTRUCTION PROJECT
LINE 3A PHASE 1 (BEN THANH – MIEN TAY TERMINAL)**

REPORT FOR DESIGN CHANGES

May 2016

Prepared by the JICA Study Team

*The Preparatory Survey on Ho Chi Minh City Urban Railway Construction Project
(Ben Thanh - Mien Tay Terminal (Line 3A Phase 1))* **Report for Design Changes**

TABLE OF CONTENTS

1.	Introduction	3
2.	Alignment Change.....	3
2.1.	Horizontal Alignment.....	3
2.2.	Vertical Alignment.....	3
2.3.	Elevated Stations	4
2.4.	Relocation of Power Cables	6
2.5.	Comparison between All Underground and Elevated Options.....	7
3.	Design Concepts for Underground and Elevated Sections	8
3.1.	Selection of Tunnel Construction Method.....	8
3.2.	Selection of Superstructure for Elevated Section.....	8
3.3.	Ground Cover above TBM.....	9
3.4.	Settlement Calculation at Hanoi Line 2	9
3.5.	Comparison of Two Options	10
4.	Station layouts.....	11
4.1.	Arrangement of E &M Area on FS	11
4.2.	Re-arrangement of E&M Area in This Study.....	11
4.3.	Comparison of E&M Area	13
4.4.	Arrangement of Diaphragm Wall on FS.....	13
5.	Station location.....	15
5.1.	Thai Binh Market Station (C1).....	15
5.2.	Cong Hoa Six-Junction Station (C2).....	15
5.3.	Hoa Binh Park Station (C3).....	16
5.4.	The University of Medicine & Pharmacy Station (C4).....	18
5.5.	Thuan Kieu Plaza Station (C5).....	19
5.6.	Cho Lon Bus Station (C6).....	20
5.7.	Phu LAM Rotary Station (C8)	21
5.8.	Mien Tay Bus Station (C10).....	22
5.9.	Summary of Revision for the Station Location.....	22
6.	Cay Go Station (C7) Options	24
6.1.	The Current Situation.....	24
6.2.	Comparison of Five Options	24
6.3.	Comparison of Four Options.....	25
6.4.	C7 Location.....	26

*The Preparatory Survey on Ho Chi Minh City Urban Railway Construction Project
(Ben Thanh - Mien Tay Terminal (Line 3A Phase 1))* **Report for Design Changes**

List of Figures

Figure 2.2-1 Plan and Profile between C8 and C9 on FS	3
Figure 2.2-2: Plan and Profile between C8 and C9 Proposed by the JST	4
Figure 2.2-3: Comparison between FS and future Revised Design for Phase 2 from C10 to C11	4
Figure 2.3-1 Plan and Profile at C9 Proposed by the JST	5
Figure 2.3-2: Plan and Profile at C10 Proposed by the JST	5
Figure 2.4-1: Plan of Relocation of Power Cables	6
Figure 2.4-2 Section of Relocation of Power Cables.....	6
Figure 3.1-1: Comparison of Tunnel Construction Methods.....	8
Figure 3.2-1 Comparison of Superstructures.....	8
Figure 3.3-1: Comparison of Ground Cover between FS and this Study from C1 to C2.....	9
Figure 3.4-1: Comparison of Ground Cover between FS and this Study from C1 to C2.....	10
Figure 4.1-1: E & M area by the Previous FS	11
Figure 4.2-1 E & M area proposed by the JST in this Study	12
Figure 4.2-2: E & M area at Ba Son Station.....	12
Figure 4.4-1 Arrangement of Diaphragm Wall on FS.....	13
Figure 4.4-2 Arrangement of Diaphragm Wall in This Study	14
Figure 5.2-1: C1 Location between FS and this Study	15
Figure 5.2-2: C2 Location between FS and this Study.....	16
Figure 5.2-3: Track Layout at C2 between FS and this Study	16
Figure 5.3-1: C3 Location on FS	17
Figure 5.3-2: C3 Location between the JST and Saigon Star Proposals	17
Figure 5.4-1: C4 Location between FS and this Study	19
Figure 5.5-1 C5 Location between FS and this Study	20
Figure 5.5-2: Track Layout at C5 between FS and this Study.....	20
Figure 5.6-1 C6 Location between FS and this Study	21
Figure 5.7-1 C8 Location between FS and this Study	21
Figure 5.8-1: Track Layout at C10 between FS and this Study.....	22
Figure 6.1-1: C7 Location on FS	24
Figure 6.1-2: Cay Go Flyover.....	24
Figure 6.2-1: Five Options for a New Design of C7	25
Figure 6.4-1: C7 Location by Option 4.....	26

List of Tables

Table 2.5.1 Comparison Table between All underground and Underground & Elevated Options	7
Table 3.1.1 Comparison Table for Tunnel Construction Methods	8
Table 3.2.1 Comparison Table for Superstructures	9
Table 3.4.1 Comparison Table for Settlement with changing Ground Cover	9
Table 3.5.1 Comparison Table for Settlement changing Ground Cover	10
Table 4.3.1 Comparison Table for E&M Work Area between FS and this Study	13
Table 4.4.1 Comparison Table for Diaphragm Arrangements	14
Table 5.3.1 Comparison Table for Land Acquisition	18
Table 5.9.1 Comparison Table for Station Location between FS and this Study.....	22
Table 6.3.1 Comparison Table for Cay Go Station Options.....	26

*The Preparatory Survey on Ho Chi Minh City Urban Railway Construction Project
(Ben Thanh - Mien Tay Terminal (Line 3A Phase 1))* **Report for Design Changes**

1. Introduction

The JICA study team (hereinafter referred to as “JST”) are assigned to review and develop Feasibility study (hereinafter referred to as “FS”) for HCM Line 3A Phase 1 carried out by TEDI – South. The JST find some better options and revisions during the study considering cost, coordination with other works and actual site conditions to avoid facing any inconvenience in the future.

Hence, this report proposes better solutions compared to FS and consists of 5 sections regarding the design changes namely, 1) alignment change, 2) design concept, 3) station layouts, 4) station location and 5) Cay gon station option.

2. Alignment Change

2.1. Horizontal Alignment

The route of Line 3A Phase 1, which remains unchanged from FS i.e. the Line begins at Ben Thanh Station and ends at Mien Tay Bus Station (C10) running along Pham Ngu Lao St., Pham Viet Chanh St., Hung Vuong St., Hong Bang St. and Kinh Duong Vuong St.

2.2. Vertical Alignment

Although the FS designed underground section from Ben Thanh Centre Station (C0) to Mien Tay Bus Station (C10), the JST proposes that 1) underground section is from C0 to Phu Lam Rotary Station (C8), 2) transition section is between C8 and Phu Lam Park Station (C9) and 3) elevated stations are C9 and C10.

In more details, section from C8 to C9 was designed as the underground structure as shown in Figure 2.2.1, which is revised as indicated in Figure 2.2.2, namely, transition section by cut & cover tunnel and u-shape retaining wall is designed through to the elevated section between C8 and C9.

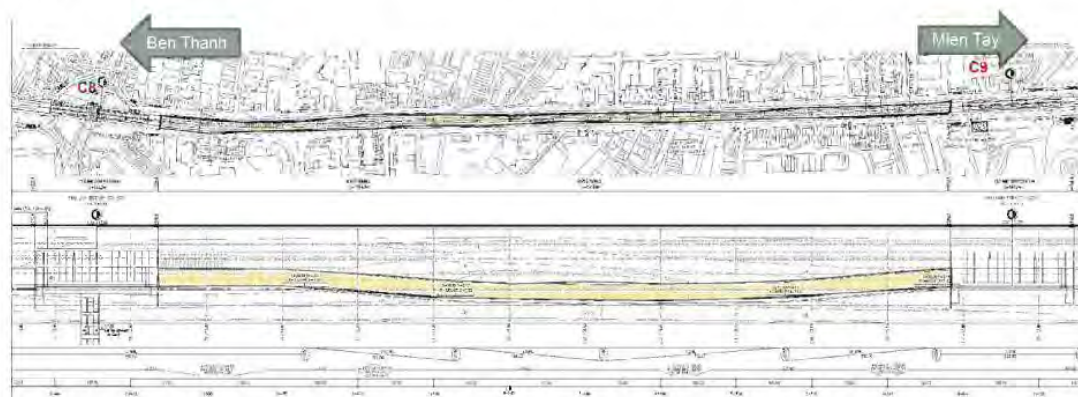


Figure 2.2.1 Plan and Profile between C8 and C9 on FS

*The Preparatory Survey on Ho Chi Minh City Urban Railway Construction Project
 (Ben Thanh - Mien Tay Terminal (Line 3A Phase 1))*
Report for Design Changes

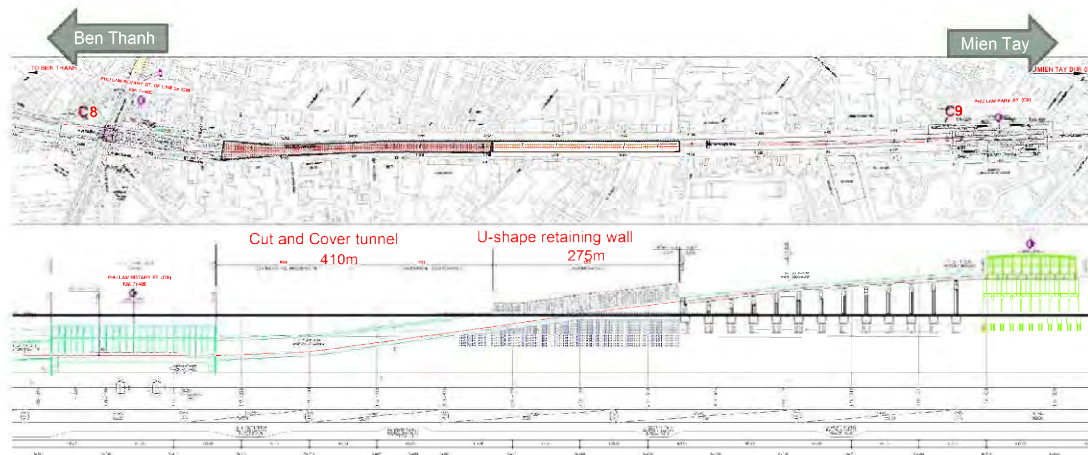


Figure 2.2.2 Plan and Profile between C8 and C9 Proposed by the JST

Originally, the transition section was located between C10 and Hi-Tech-Healthcare Park Station (C11) for Phase 2, and therefore from C10 to C11 will be the elevated sections as given in Figure 2.2.3 for the future design of Phase 2.

The alignment design of the viaduct is to maintain the concourse level and platform level of the station. Hence, after passing the station the railway level should be lower than that of the station to save the construction cost complying with the maximum gradient of 35/1000, which must be envisaged in the Phase 2 stage.

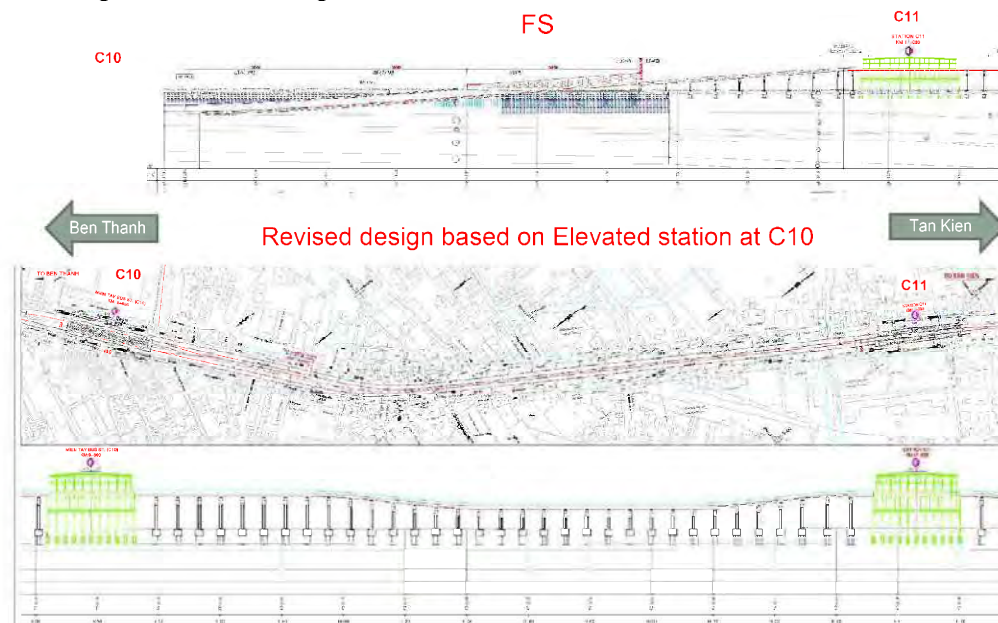


Figure 2.2.3 Comparison between FS and future Revised Design for Phase 2 from C10 to C11 Elevated Stations

Due to the revision of vertical alignment, C9 and C10 are located at elevated positions as shown in Figure 2.3.1 and Figure 2.3.2.

*The Preparatory Survey on Ho Chi Minh City Urban Railway Construction Project
 (Ben Thanh - Mien Tay Terminal (Line 3A Phase 1))* **Report for Design Changes**

In more details, substructures of C9 are single piers as indicated in Figure 2.3.1 In the meantime, those of C10 are double piers considering deflection of super structure and stability of whole structure, since C10 has an island platform connecting with three tracks.

In case of side platforms, it may be possible to adopt single piers e.g. Bangkok, Thailand. However, there is no example using single piers for the island platform connecting with three tracks in urban railway projects.

C9 moved 90m toward Mien Tay bus station to close to the transport hub considering accessibility of users. However, due to the development plan of the roundabout in the future, which is highlighted in blue, all station facilities are kept outside of the development plan.

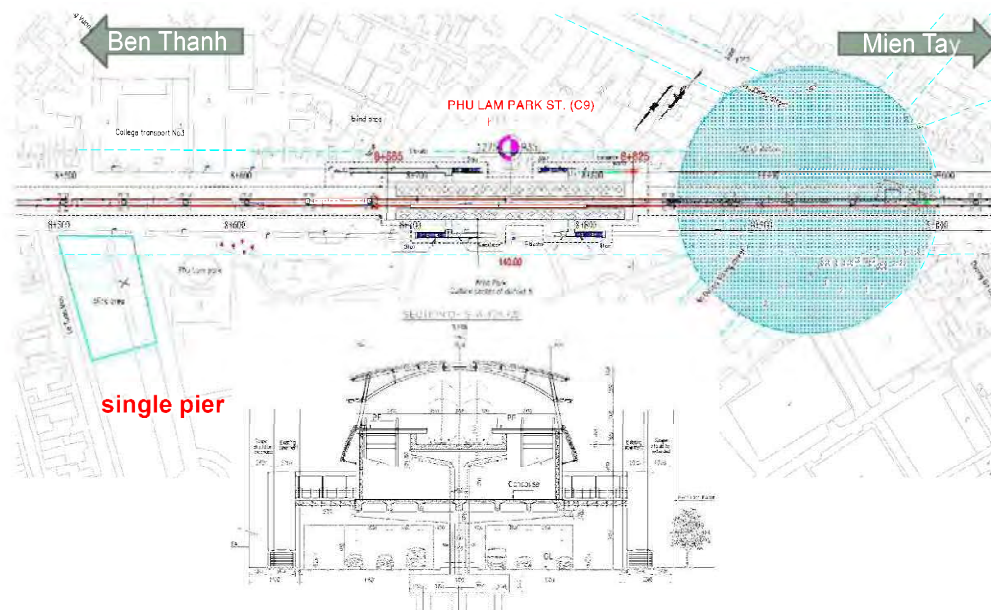


Figure 2.3.1 Plan and Profile at C9 Proposed by the JST

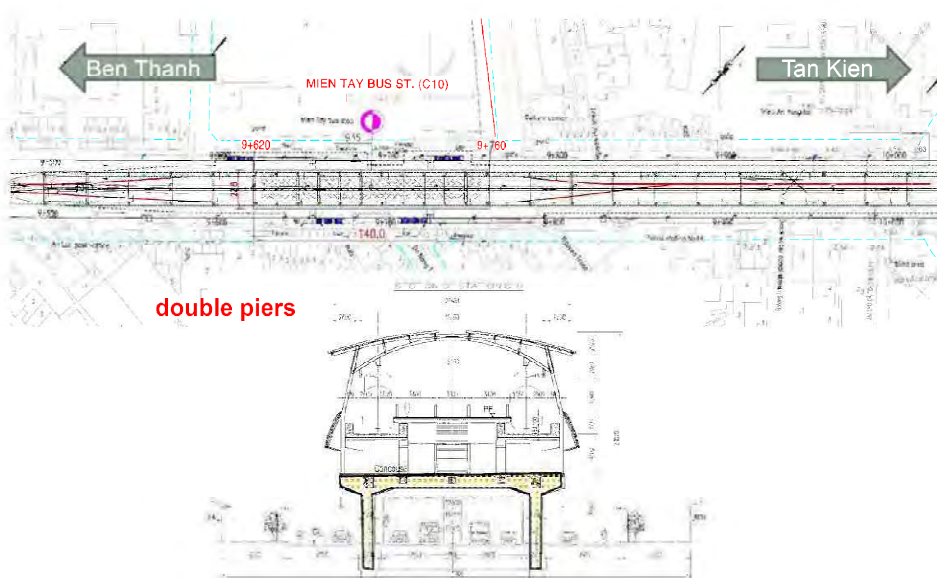


Figure 2.3.2 Plan and Profile at C10 Proposed by the JST

*The Preparatory Survey on Ho Chi Minh City Urban Railway Construction Project
 (Ben Thanh - Mien Tay Terminal (Line 3A Phase 1))* **Report for Design Changes**

2.4. Relocation of Power Cables

In order to build the elevated section, power cables needs to be relocated for about 3.6km as shown in Figure 2.4.1. According to the meeting with EVN held on 21 April 2016 where JST exhibited underground and elevated options, EVN preferred underground option based on their experiences considering safety, maintenance and adjacent impact.

The meeting concluded that power cables will be relocated to underground using HDPE pipes and protected by concrete slab referring to other projects carried out by EVN as indicated in Figure 2.4.2.

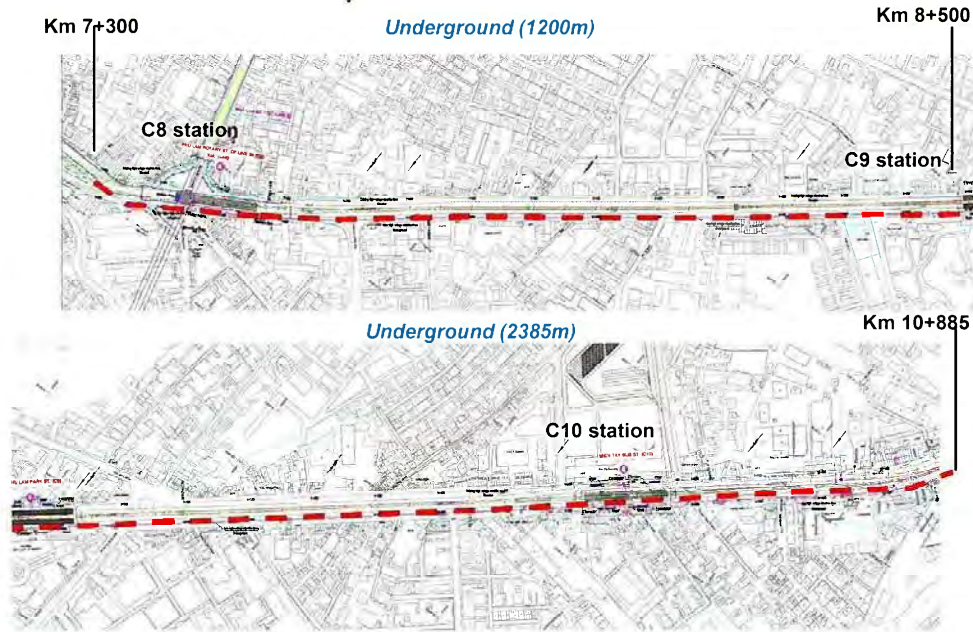


Figure 2.4.1 Plan of Relocation of Power Cables

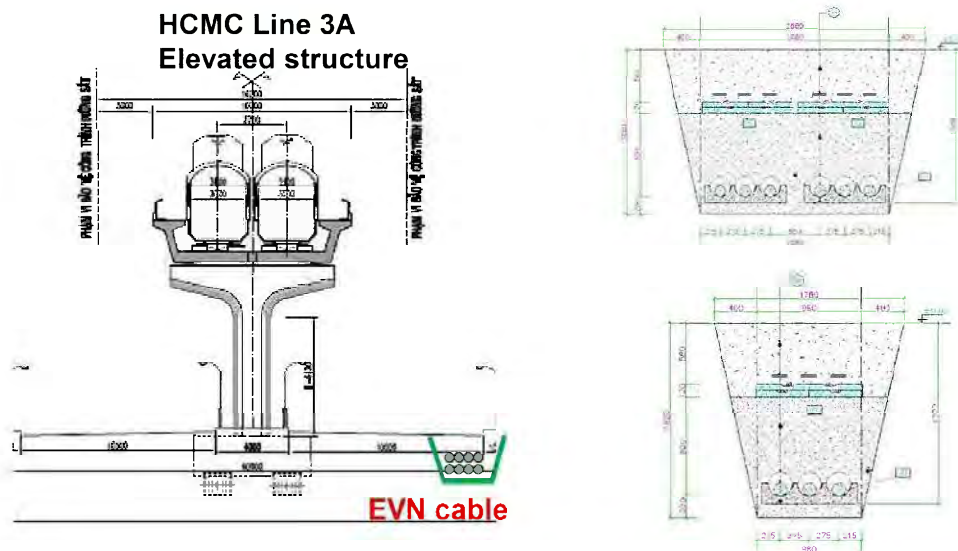


Figure 2.4.2 Section of Relocation of Power Cables

The Preparatory Survey on Ho Chi Minh City Urban Railway Construction Project
 (Ben Thanh - Mien Tay Terminal (Line 3A Phase 1)) **Report for Design Changes**

2.5. Comparison between All Underground and Elevated Options

The comparison between all underground option proposed by the previous FS and underground & elevated (after C8) option proposed by the JST in this study is performed considering not only advantages but also disadvantages as summarised in Table 2.5.1.

The results show that all underground option got four points of advantages, while underground & elevated option acquired eight points. From this evaluation, the JST concluded that underground & elevated option is superior to all underground option.

The JST understand there is no significant environmental impacts if a proper transition section is applied from the underground section without any obstructions for the current traffic since the section from C8 to C10 area is located in suburban area as similar to the phase 2 area. As shown in Figure 2.2.2, the JST successfully accommodated the proper transition without disturbing intersections. From the discussion above, the proposal is concluded suitable.

Table 2.5.1 Comparison Table between All underground and Underground & Elevated Options

	FS All underground (UG:9.9km)	This study Elevated after C8 (UG:8.1km, Elev:1.8km)
Land acquisition	No land acquisition for main station +	No land acquisition for main station +
Power cable shifting	Power cable shifting temporally is required at station location. +	Permanent power cable shifting to underground is necessary. (EVN accepted the relocation in the meeting held on 21 Apr.)
Environmental impact	No major impact +	No major impact +
Land scape	No major impact +	No major impact under wide road space after C8 +
Construction period	Longer	Shorter +
Air conditioning and lighting at the station	Required entire area and within business hours	Only limited area and time+
Maintenance	Difficult	Easier +
Maintenance cost	Expensive	Relatively reasonable +
Direct Construction Cost	1,003 million USD* (Construction only)	834 million USD* + (Construction only)
Results	++++	+++++++ Recommend

Remarks

* As of 2015, construction cost only

*The Preparatory Survey on Ho Chi Minh City Urban Railway Construction Project
 (Ben Thanh - Mien Tay Terminal (Line 3A Phase 1))* **Report for Design Changes**

3. Design Concepts for Underground and Elevated Sections

3.1. Selection of Tunnel Construction Method

As shown in Figure 3.1.1 and Table 3.1.1, three options are compared, i.e. Option 1: Double lines of single tube by Shield Tunnel Boring Machine (TBM), Option 2: Single line of double tubes by New Austrian Tunnelling method (NATM) and Option 3: Single line of double tubes by Shield TBM.

The results show that option 3 is the most suitable method considering cost, construction schedule and neighbourhood impact. From this evaluation, the JST selected Option 3.

HCM Line 1 also adopted Option 3 for the same reasons.

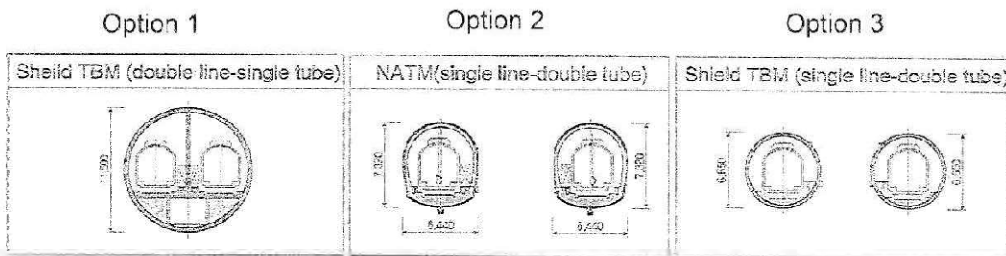


Figure 3.1.1 Comparison of Tunnel Construction Methods

Table 3.1.1 Comparison Table for Tunnel Construction Methods

Option	Cost	Schedule	Neighbourhood impact	Results
Option 1	*Highest	Medium	Medium influence	
Option 2	**Medium	Longest	***Maximum	
Option 3	Lowest	Shortest	Minimum influence	Recommend

Remarks:

- * : Because larger excavation is required compared to other methods.
- ** : Since it requires tunnel auxiliary construction method.
- *** : Due to soft soil condition, it is difficult to minimise the influence.

3.2. Selection of Superstructure for Elevated Section

As given in Figure 3.2.1 and Table 3.2.1, three options are compared for superstructure of elevated section, i.e. Option 1: Hollow slab, Option 2: PC box girder and Option 3: PC U-shape girder.

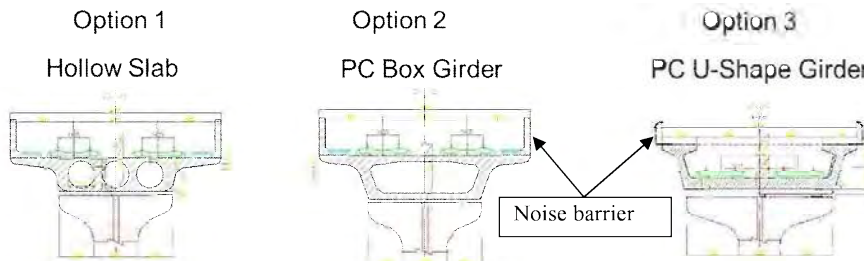


Figure 3.2.1 Comparison of Superstructures

*The Preparatory Survey on Ho Chi Minh City Urban Railway Construction Project
 (Ben Thanh - Mien Tay Terminal (Line 3A Phase 1))* **Report for Design Changes**

Table 3.2.1 Comparison Table for Superstructures

Option	Cost	Noise barrier	Rail Level	Results
Option 1	Reasonable	2.1m	High	
Option 2	Reasonable	2.1m	High	
Option 3	Reasonable	0.4m	Lowest	Recommend

Option 3 is concluded the most appropriate superstructure since it requires the lowest height of noise barrier and rail that may lead to the cheapest construction and maintenance costs for the elevated section. HCM Line 1 also adopted option 3 for the same reasons.

3.3. Ground Cover above TBM

The FS designed minimum ground cover between C1 and C2 as 1D (1x6.65m). In the meantime the JST propose 2D (2 x 6.65 = 13.3m) as shown in Figure 3.3.1 considering several factors such as settlement, possibility to hit obstructs and noise & vibration as described in 3.4 and 3.5.

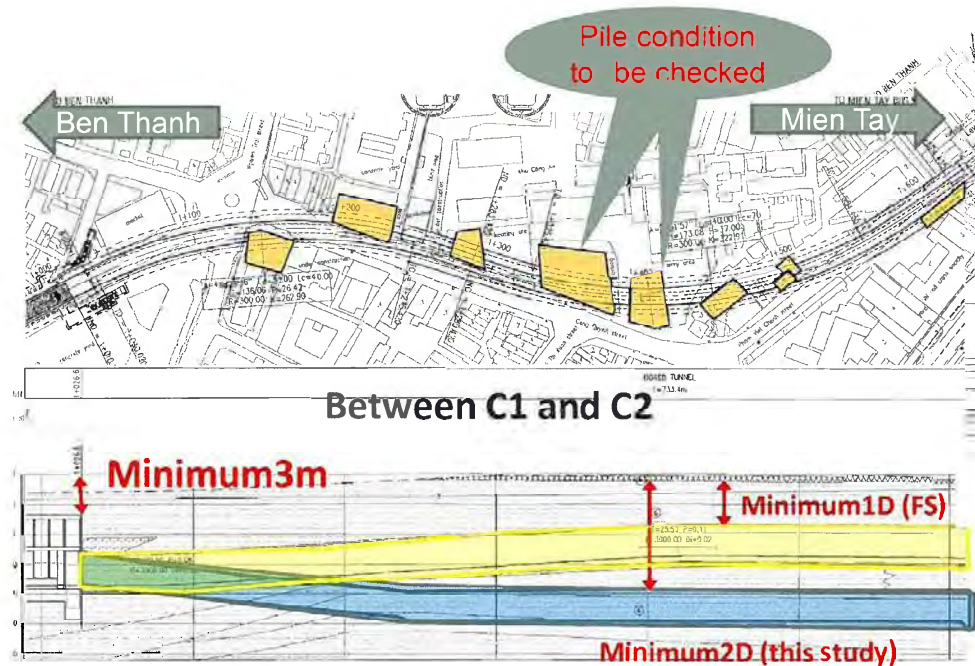


Figure 3.3.1 Comparison of Ground Cover between FS and this Study from C1 to C2

3.4. Settlement Calculation at Hanoi Line 2

In Hanoi Line 2, the settlement calculation was carried out using different ground cover from 1D to 4D for staked and level tunnels as summarised in Table 3.4.1 and Figure 3.4.1.

The result made clear that amount of settlement values shows significant reduction over 2D of ground cover. This implies that at least 2D ground cover should be kept in terms of minimising the settlement.

There is no substantial difference between stacked and level tunnels. The JST proposes level tunnels (single line of double tubes) to all alignments including Cay Go station (C7) if the existing flyover is removed as planned.

Table 3.4.1 Comparison Table for Settlement with changing Ground Cover

*The Preparatory Survey on Ho Chi Minh City Urban Railway Construction Project
 (Ben Thanh - Mien Tay Terminal (Line 3A Phase 1))* **Report for Design Changes**

Case	Maximum settlement (mm)			
	Ground cover 1D	Ground cover 2D	Ground cover 3D	Ground cover 4D
Stacked Tunnels	18.8	7.9	3.7	-
Level Tunnels	21.6	8.8	4.1	2.5

Settlement calculation for Line 3A Phase1 will be carried out during the detailed design as appropriate. However, the result is most likely to show similar tendency with the above consequence according to our experience.

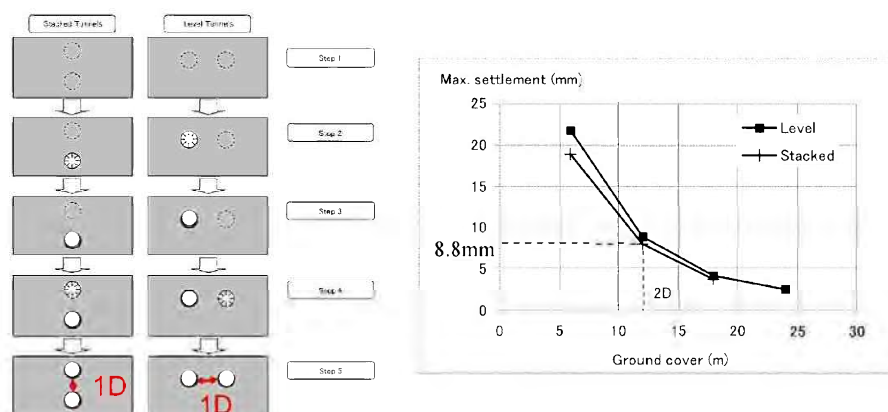


Figure 3.4.2 Comparison of Ground Cover between FS and this Study from C1 to C2

3.5. Comparison of Two Options

Two options are compared, namely, having 1D and 2D of ground cover, considering possibility to hit obstructions, land acquisition, settlement, noise & vibration and cost as indicated in Table 3.5.1.

The results show that having 2D ground cover is much superior to that of 1D ground cover. Hence, the JST recommends 2D ground cover between C1 and C2 underneath buildings.

With only 1D ground cover, noise & vibration issues will become severe during the construction and operation stage at the curve locations particularly at the section between C1 to C2. This is because trains apply brakes. We experienced the said problem in Delhi Metro.

Table 3.5.1 Comparison Table for Settlement changing Ground Cover

	FS Ground cover with 1D	This study Ground cover with 2D
Possibility to hit obstructions	Some possibility	Very low +
Land acquisition	Some possibility (It depends on the condition.)	No land acquisition +
Settlement	21.6mm	8.8mm +
Noise & Vibration during the construction	Serious based on the experience of Delhi Metro	No detect +
Cost	Reasonable + (No difference between 1D and 2D)	Reasonable + (No difference between 1D and 2D)
Results	+	+++++ Recommend

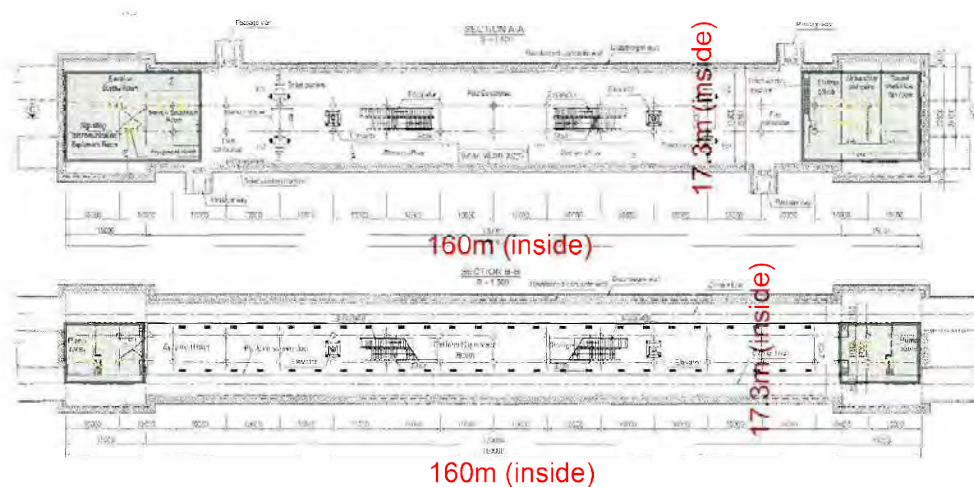
*The Preparatory Survey on Ho Chi Minh City Urban Railway Construction Project
(Ben Thanh - Mien Tay Terminal (Line 3A Phase 1))* **Report for Design Changes**

4. Station layouts

4.1. Arrangement of E & M Area on FS

As shown in Figure 4.1.1, the FS design shows a basic station layout of 160m inside length and 17.3m inside width. This is extremely tight to accommodate both passengers and equipment. Typical metro stations have 200 to 240m in length with a similar train configuration.

Total E&M area according to the station layout of the FS design is only 1048m², which is significantly insufficient to accommodate necessary facilities for underground stations, such as Tunnel Ventilation and Environmental Control System.



Total E&M area: 1048 m²

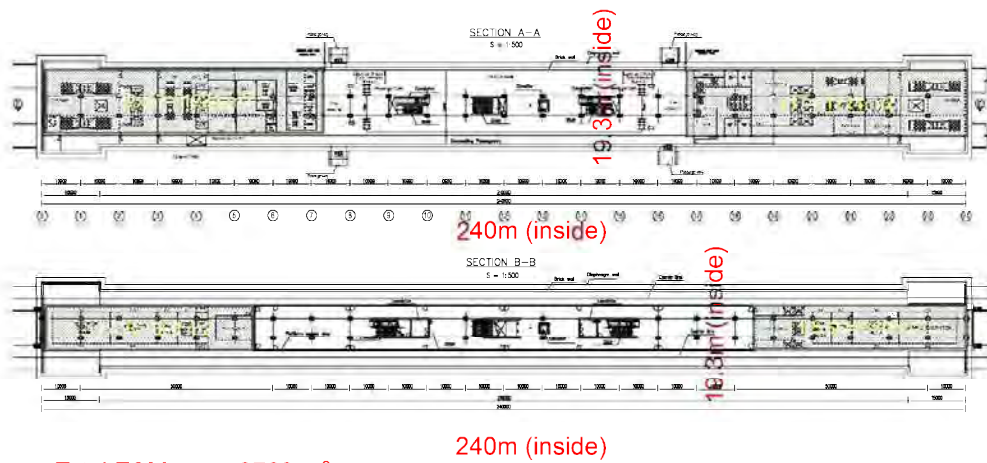
Figure 4.1.1 E & M area by the Previous FS

Given the limited time and information, assuming all the required E&M works seemed to be difficult during the FS. Station layout must be revised to equip all the necessary functions for the proper station operation.

4.2. Re-arrangement of E&M Area in This Study

The JST revised E&M area by increasing station length and width as shown in Figure 4.2.1. Inner length increased from 160m to 240m and inner width increased from 17.3m to 19.3m. Resultantly 3768m² of total E&M area is proposed.

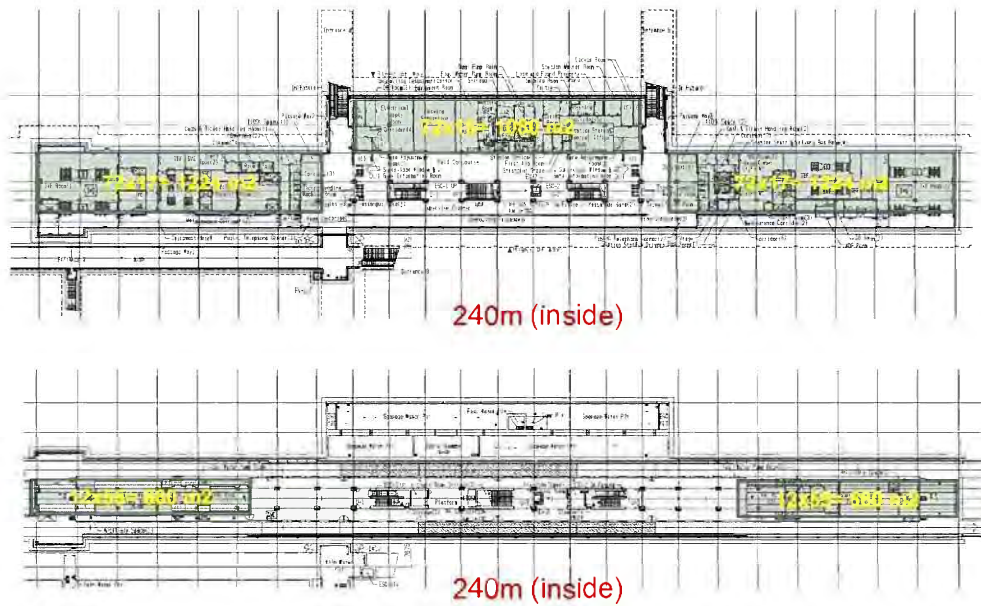
*The Preparatory Survey on Ho Chi Minh City Urban Railway Construction Project
 (Ben Thanh - Mien Tay Terminal (Line 3A Phase 1))*
Report for Design Changes



Total E&M area: 3768 m²

Figure 4.2.1 E & M area proposed by the JST in this Study

The above rearrangement is made based on the station layout and M&E locations of Ba Son station, Line 1, as indicated in Figure 4.2.2. The Figure shows that Ba Son station has a projection area for E&M works. This is because major land acquisition is allowed at the Ba Son station area. In the meantime, all underground stations of Line 3A, which are running under public roads, require best efforts to minimise land acquisition.



Total M&E area: 4848 m²

Figure 4.2.2 E & M area at Ba Son Station

The JST successfully reallocated all facilities and equipment from the projection area to other rooms at concourse and platform level. As a result, total space for M&E reduced the area by about 1000m² compared with that of Ba Son station.

*The Preparatory Survey on Ho Chi Minh City Urban Railway Construction Project
 (Ben Thanh - Mien Tay Terminal (Line 3A Phase 1))* **Report for Design Changes**

4.3. Comparison of E&M Area

The reasons for insufficiency of E&M area (i.e., station length and width) in the FS and comments of the JST to respective issues are summarised in Table 4.3.1.

Table 4.3.1 Comparison Table for E&M Work Area between FS and this Study

	Station Dimension (m)	E & M Area (m ²)	Reasons	Comments
FS	17.3 x 160	1048	Missing areas for TVF, TEF, ECS and AHU	Important equipment cannot be installed for TV and ECS.
This study	19.3 x 240	3768	Station is under the road, and hence minimising the area is required.	Based on the study, the area can be minimised compared to that of Ba Son station about 1000m ² .

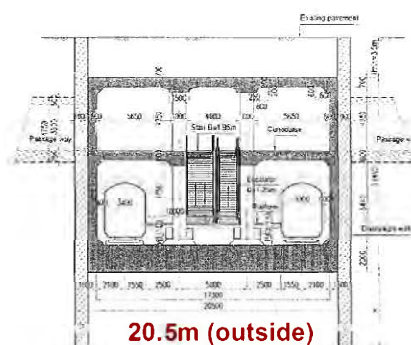
Legend

- TVF: Tunnel Ventilation Fan
- TFE: Track Exhaust Fan
- ECSC: Environmental Control System
- AHU: Air Handling Unit
- OTE: Outer Track Exhaust (it requires cut-off area on concrete slab.)
- UPE: Under Platform Exhaust (it requires cut-off area on concrete slab.)
- TV: Tunnel Ventilation

Some necessary facilities, such as Tunnel Ventilation and Environmental Control System, were not considered during the previous FS probably due to limited time and information. These facilities and equipment must be installed as the JST suggested.

4.4. Arrangement of Diaphragm Wall on FS

The combination of Diaphragm wall (DW) and in situ concrete was designed during the FS as indicated in Figure 4.4.1. This implies that DW was constructed at first as earth retaining wall for temporary structure, and will subsequently be used for permanent structure with in situ concrete in order to ensure water tightness. This is exactly the same design concept as HCM Line 1.



DW (1.0m)+ in situ concrete (0.6m)

Figure 4.4.1 Arrangement of Diaphragm Wall on FS

The Preparatory Survey on Ho Chi Minh City Urban Railway Construction Project
(Ben Thanh - Mien Tay Terminal (Line 3A Phase 1)) **Report for Design Changes**

However, our experiences reveal that the above arrangement is unlikely to effectively stop water leakage even though the Contractor is obliged to maintain water leakage to acceptance level as per the project specification. In the event of water leakage at stations, public appearance will be negative.

The JST propose Option 1: DW with drainage and brick wall and Option 2: DW with in situ concrete as illustrated in Figure 4.4.2. The advantage of Option 1 is an ability to drain water leakage (within acceptable range by the project specification) through drainage with brick coverage wall in order to maintain a good public appearance. In addition, the brick wall, having openings with a proper interval, will ease maintenance. In spite of the above advantages, the FS and HCM Line 1 selected Option 2.

For the DW thickness, the JST propose 1.2m instead of 1.0m (as in the FS) considering structure stability and reducing settlement and adjacent impact.

Having compared with five items among FS, Option1 and Option 2 as summarised in Table 4.4.1, the JST recommend Option 1 as the most suitable method. The method was, in fact, applied in Delhi Metro and Singapore Metro.

Final decision may be made during the detailed designs after careful review of the results of HCM Line 1. As the stations of Line 3A have the same outer width of 22.9m, Option 2 also remains to be a possible option even after fixing of station dimensions.

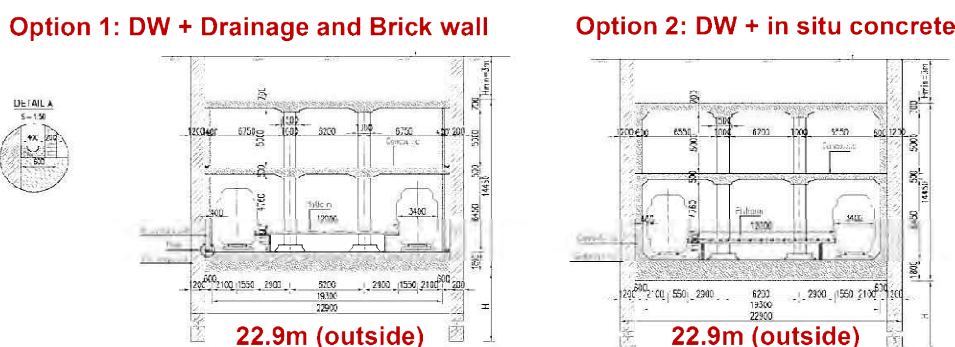


Figure 4.4.2 Arrangement of Diaphragm Wall in This Study

Table 4.4.1 Comparison Table for Diaphragm Arrangements

	FS	Option1	Option 2
Cost	Medium	Lowest +	Highest
Safety and stability	Inferior	Good +	Good +
Construction	Relatively difficult	Easy +	Relatively difficult
Maintenance	Difficult	Easy +	Difficult
Appearance	No good (if leakage is observed)	Good +	No good (if leakage is observed)
Conclusion		+++++ Recommend	+

The JST revised platform width from 10m to 12m by reference to Ba Son station (12m), Ben Thanh station (14m) and Stations of Hanoi Line 2 (11.45m). In case 10m platform width is kept, station length will become longer to accommodate E&M works. With respect to the platform width, further examination will be required during the detailed design, incorporating agreed demand forecast and fire evacuation.

*The Preparatory Survey on Ho Chi Minh City Urban Railway Construction Project
(Ben Thanh - Mien Tay Terminal (Line 3A Phase 1))* **Report for Design Changes**

5. Station location

5.1. Thai Binh Market Station (C1)

Station length is, in general, expanded from the centre of the station associated with the change from 160m to 240m. Exceptionally in the case of C1, the station length is extended in one direction due to a curvature to Ben Thanh direction. Hence, the centre of the station is revised from Km 0+945 to Km 0+910m as shown in Figure 5.1.1.

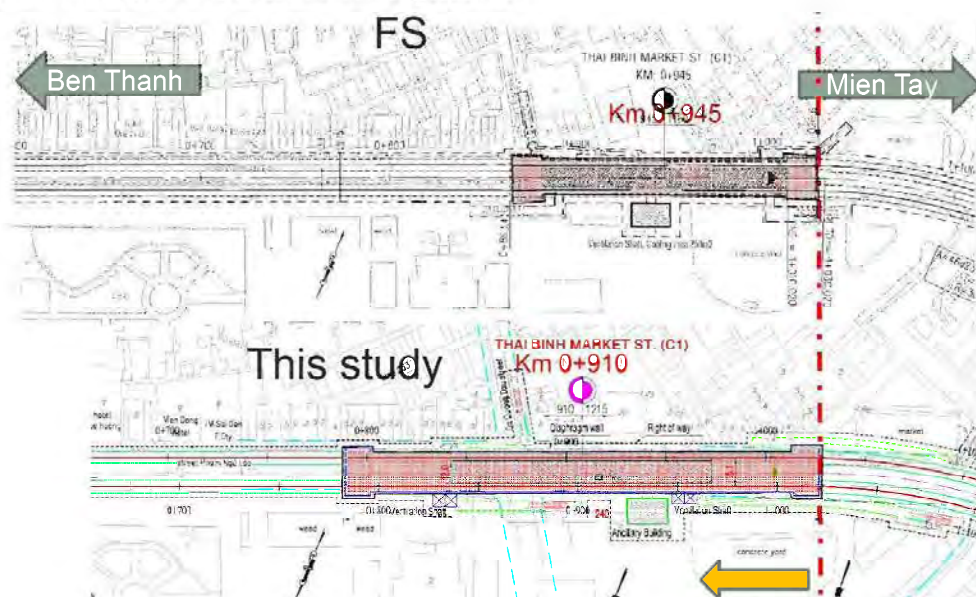


Figure 5.1.1 C1 Location between FS and this Study

5.2. Cong Hoa Six-Junction Station (C2)

The centre of the station remains unchanged, while the station and cut & cover lengths for crossing trains are revised as indicated in Figure 5.2.1.

This is because of the change in train operation and track layout of C2 as shown in Figure 5.2.2.

With regard to the track layout (see Figure 5.2.2), Line 1 and Line 3B tracks are moved outside and inside respectively to maintain connectivity with Line 3A and eventually achieve more punctual operation. With this arrangement, trains which run through from Line 1 to Line 3A and trains of Line 3B which return at C2 will not disrupt each other at turnouts on the Mien Tay side. This will help reduce the delay at the intersection.

On the contrary if trains directly run from Line 3B to Line 3A, high level of operation skills will be required.

Hence, the JST propose that all trains of Line 3B will return at C2. This means Line 3B system is operationally separated from Line 1 and Line 3A systems till operation personnel equip sufficient skills and experiences.

The Preparatory Survey on Ho Chi Minh City Urban Railway Construction Project
 (Ben Thanh - Mien Tay Terminal (Line 3A Phase 1)) **Report for Design Changes**

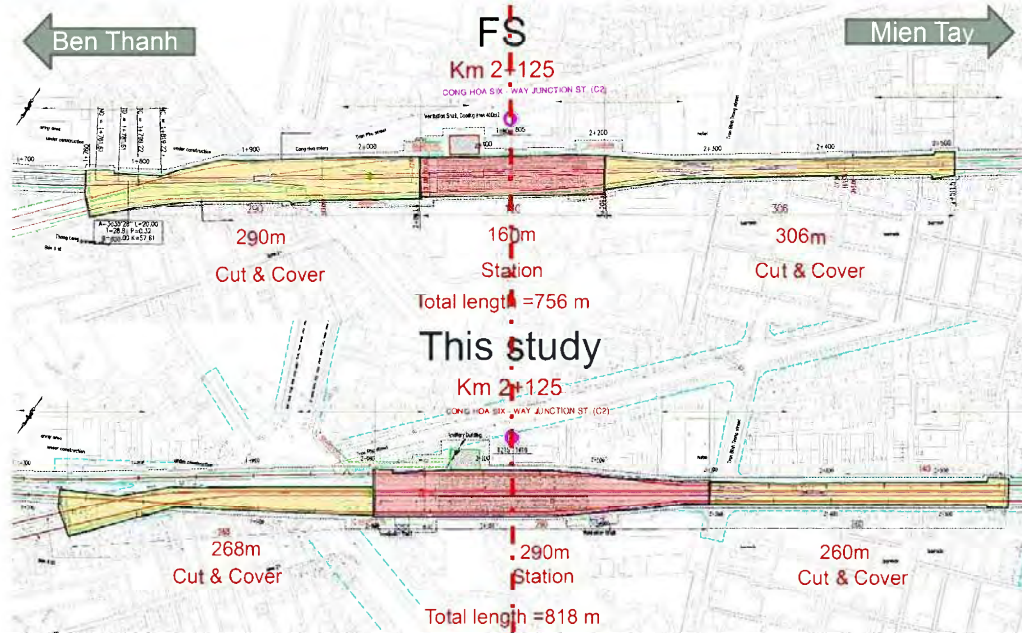


Figure 5.2.1 C2 Location between FS and this Study

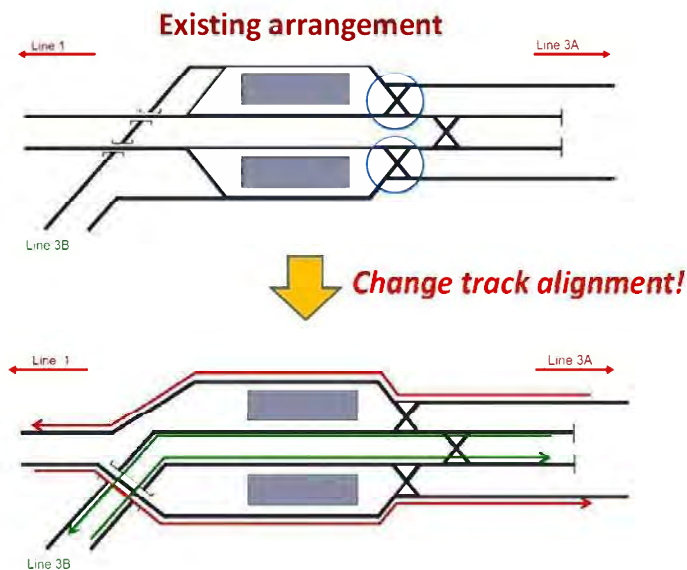


Figure 5.2.2 Track Layout at C2 between FS and this Study

5.3. Hoa Binh Park Station (C3)

C3 was originally located at Km 2+930 as indicated in Figure 5.3.1, while Saigon Star requested alternative location (the centre of station is at Km3+205 (Option 2)) adjacent to their properties to be developed in the future, which is highlighted in yellow.

*The Preparatory Survey on Ho Chi Minh City Urban Railway Construction Project
 (Ben Thanh - Mien Tay Terminal (Line 3A Phase 1))* **Report for Design Changes**

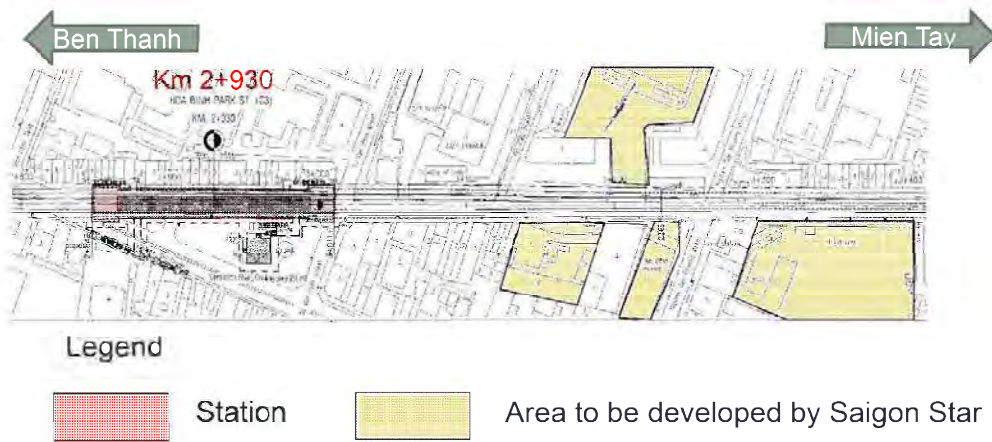


Figure 5.3.1 C3 Location on FS

After careful review of their proposal, the JST identified even better location, which is at Km 3+135 (Option 1) with full consideration of accessibility from the neighbourhood and land acquisition as illustrated in Figure 5.3.2.

In terms of land acquisition, Option 1 is the most suitable location. The option affects the lowest numbers of houses, while the acquisition area slightly increases from the FS as summarised in Table 5.3.1.

In conclusion, the JST recommend Option 1 for three reasons in Table 5.3.2. As the difference between Option 1 and 2 is only 70m, accessibility from their properties has almost no change, while land acquisition area has great difference.

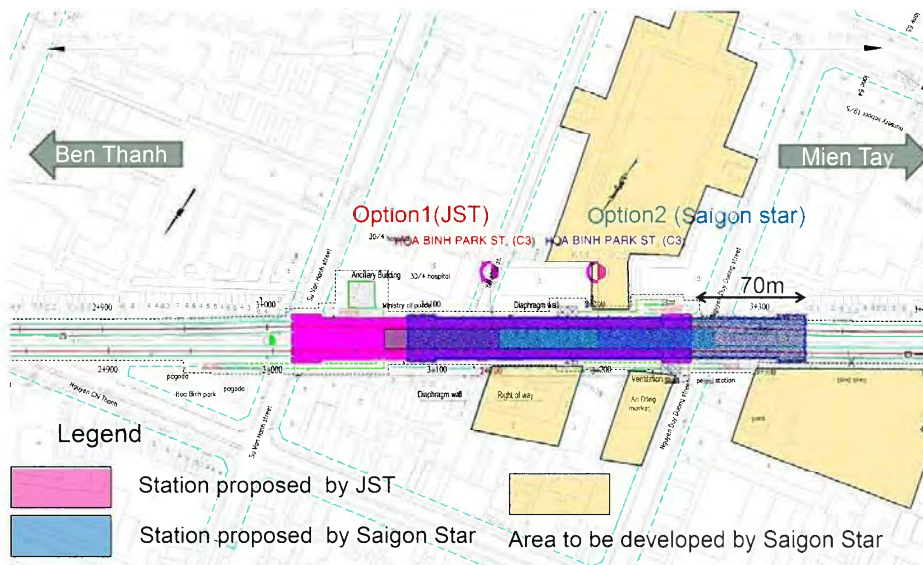


Figure 5.3.2 C3 Location between the JST and Saigon Star Proposals

*The Preparatory Survey on Ho Chi Minh City Urban Railway Construction Project
(Ben Thanh - Mien Tay Terminal (Line 3A Phase 1))* **Report for Design Changes**

Table 5.3.1 Comparison Table for Land Acquisition

FS Km 2+930 (Original)

Number	Houses	Number of houses (right side)	Areas (m ²)	Number of houses (left side)	Areas (m ²)	Total number of houses	Total areas (m ²)
1	Temporary house	5	140	2	176	7	316
2	1 floors house	0	0	0	0	0	0
3	2 floors house	2	34	5	181	7	215
4	3 floors house	4	166	9	216	13	382
5	4 floors house	2	54	15	330	17	384
6	5 floors house	0	0	9	184	9	184
	> 6 floors house	0	0	5	168	5	168
	Total	13	394	40	1087	53	1481

The JST's Proposal Km 3+135 (Option 1)

Number	Houses	Number of houses (right side)	Areas (m ²)	Number of houses (left side)	Areas (m ²)	Total number of houses	Total areas (m ²)
1	Temporary house	3	155	6	833	9	988
2	1 floors house	2	32			2	32
3	2 floors house	4	55	1	10	5	65
4	3 floors house	5	390	1	30	6	420
5	4 floors house	1	70	0	0	1	70
6	5 floors house	0	0	0	0	0	0
	Total	15	702	8	873	23	1575

Saigon Star's Proposal Km 3+205 (Option 2)

Number	Houses	Number of houses (right side)	Areas (m ²)	Number of houses (left side)	Areas (m ²)	Total number of houses	Total areas (m ²)
1	Temporary house	3	155	11	1213	14	1368
2	1 floors house	2	32	3	115	5	147
3	2 floors house	4	55	3	10	7	65
4	3 floors house	4	330	1	48	5	378
5	4 floors house	1	70	0	0	1	70
6	5 floors house	0	0	0	0	0	0
	Total	14	642	18	1386	32	2028

Table 5.3.2 Comparison Table for C3 location

Item	Original Km 2+930	Option1 Km 3+135	Option 2 Km 3+205
Land acquisition	53nos, 1481m ²	23nos, 1575m ² +	32nos, 2028m ²
Accessibility from neighbour hood	Good +	Good +	Good +
Distance from other stations	C2-C3 = 805m C3-C4 = 1310m	C2-C3 = 1010m C3-C4 = 1105m +	C2-C3 = 1080m C3-C4 = 1035m +
Results	+	+++ Recommend	++

5.4. The University of Medicine & Pharmacy Station (C4)

In the same manner with other stations, the station length of C4 needs expansion. Taking into account the Line 5 station at Mien Tay direction, the station length is extended toward the other direction. The centre of the station is revised from Km 4+240 to Km 4+200 as shown in Figure 5.4.1.

*The Preparatory Survey on Ho Chi Minh City Urban Railway Construction Project
 (Ben Thanh - Mien Tay Terminal (Line 3A Phase 1))
 Report for Design Changes*

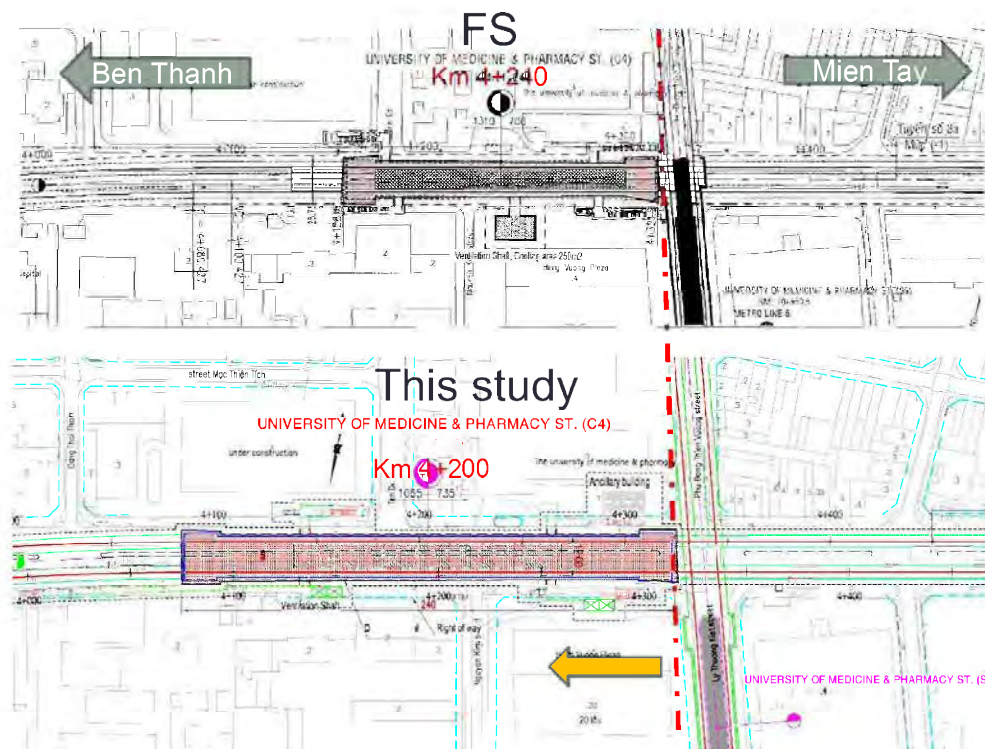


Figure 5.4.1 C4 Location between FS and this Study

5.5. Thuan Kieu Plaza Station (C5)

The centre of the station is slightly moved by 5m due to alignment change. Also, station and cut & cover lengths for crossing trains are revised as indicated in Figure 5.5.1.

The reason for the above revision is the change in track layout of C5 as shown in Figure 5.5.2. Such change in the track layout will reduce construction and maintenance cost.

After review of the latest traffic forecast and train operation, the JST concluded one turnout at C5 is sufficient to manage traffic. The remained turnout at Ben Thanh direction will be used for emergency cases such as accident. Scissors crossing seems over investment as this exceptional case occurs only few times a year according to Tokyo Metro in Japan.

Given the frequency of incident and maintenance cost, turnout is selected instead of scissors crossing.

*The Preparatory Survey on Ho Chi Minh City Urban Railway Construction Project
 (Ben Thanh - Mien Tay Terminal (Line 3A Phase 1))*
Report for Design Changes

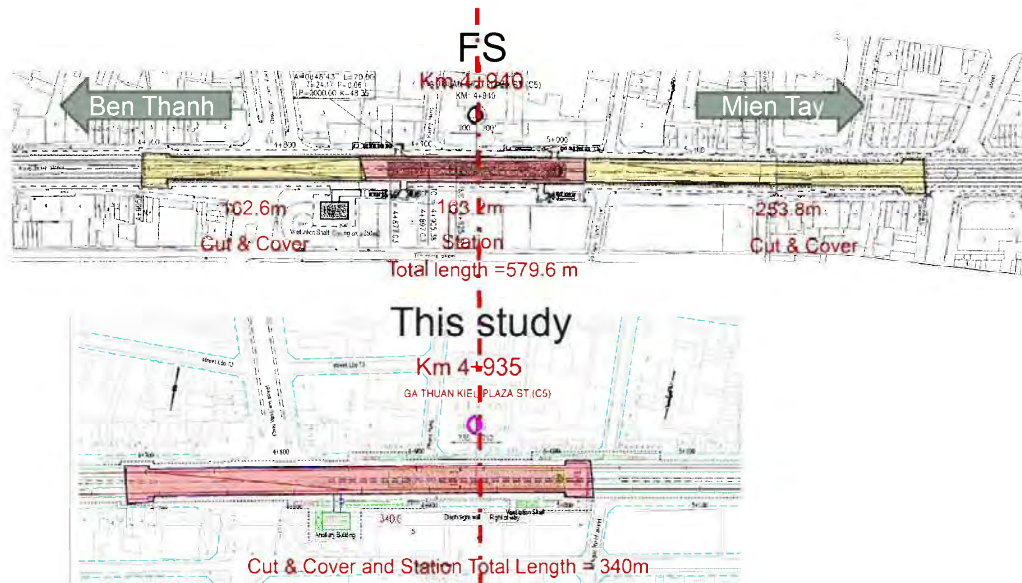


Figure 5.5.1 C5 Location between FS and this Study

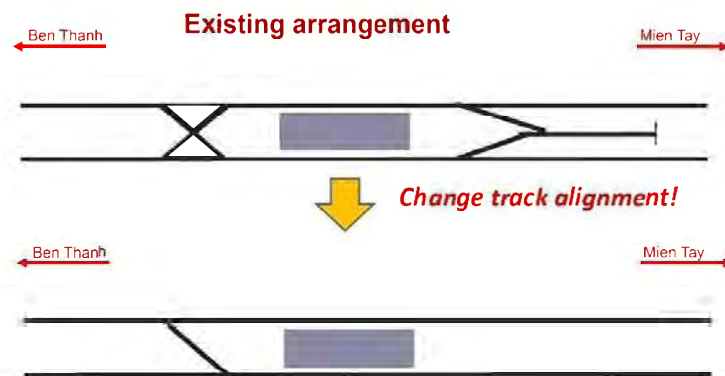


Figure 5.5.2 Track Layout at C5 between FS and this Study

5.6. Cho Lon Bus Station (C6)

The centre of the station is slightly moved by 5m from the FS due to the alignment change as shown in Figure 5.6.1.

*The Preparatory Survey on Ho Chi Minh City Urban Railway Construction Project
 (Ben Thanh - Mien Tay Terminal (Line 3A Phase 1))*
Report for Design Changes

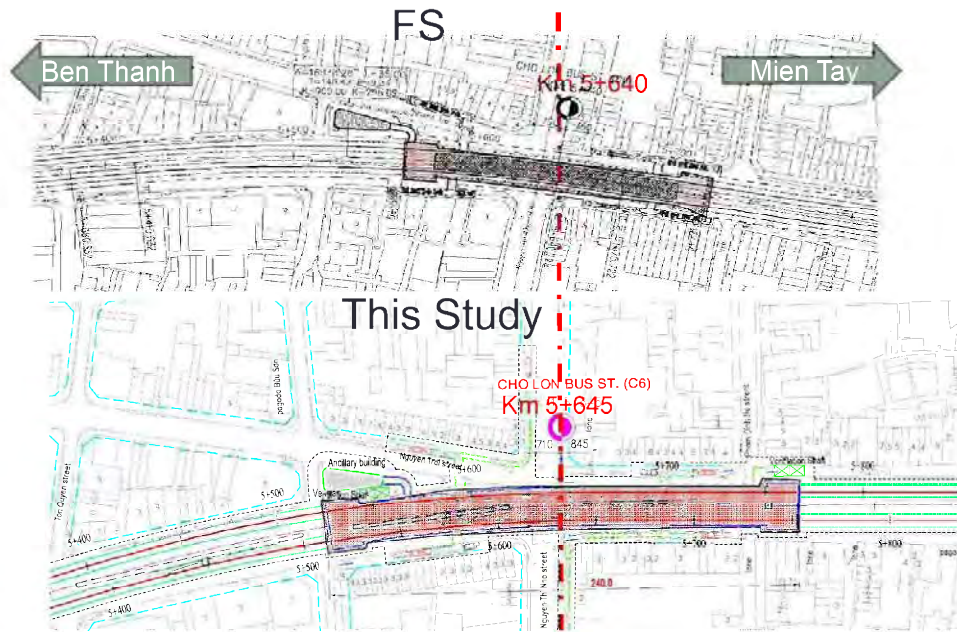


Figure 5.6.1 C6 Location between FS and this Study

5.7. Phu LAM Rotary Station (C8)

In the same manner with other stations, the station length of C8 needs expansion. Due to a curve at Ben Thanh direction, station length is extended to the other direction. The centre of the station is revised from Km 7+455 to Km 7+480 as shown in Figure 5.7.1.

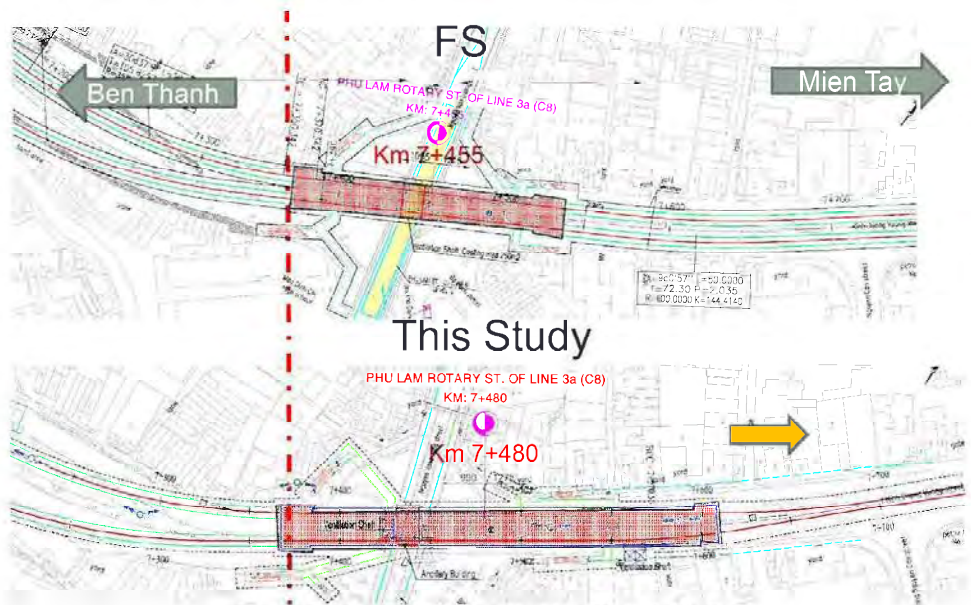


Figure 5.7.1 C8 Location between FS and this Study

*The Preparatory Survey on Ho Chi Minh City Urban Railway Construction Project
 (Ben Thanh - Mien Tay Terminal (Line 3A Phase 1))* **Report for Design Changes**

5.8. Mien Tay Bus Station (C10)

As shown in Figure 2.3.2 C10 is revised from underground to elevated station. Also, the centre of the station is revised from Km 9+700 to Km 9+ 690 due to the alignment change.

In addition, the track layout of C10 is revised considering train operation because of the following reasons (see Figure 5.8.1).

Firstly, the purpose of the revision is to reduce construction and maintenance cost.

Secondly, overnight stabling of trains at C10 is not required after Phase 2 opening.

Hence, only one additional side track is required between the two main tracks for a turn over and receiving failure trains.

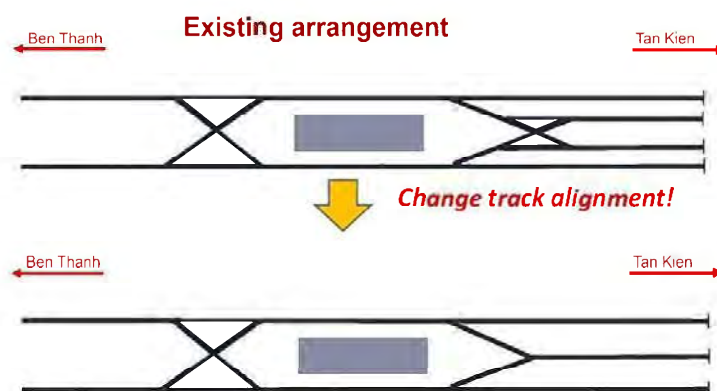


Figure 5.8.1 Track Layout at C10 between FS and this Study

5.9. Summary of Revision for the Station Location

The revision of the station locations as explained from 5.1 to 5.8 is summarised in Table 5.9.1.

Table 5.9.1 Comparison Table for Station Location between FS and this Study

No	Station	Chainage FS	Distance FS	Chainage This time	Distance This time	Reasons
C1	Thai Binh Market	0+945	945m	0+910	910m	Extension of the station length in one direction
C2	Cong Hoa Six-Way Junction	2+125	1,180m	2+125	1215m	No change
C3	Hoa Binh Park	2+930	805m	3+135	1010m	Due to the developer's suggestion
C4	The University of Medicine & Pharmacy	4+240	1,310m	4+200	1065m	Extension of the station length in one direction
C5	Thuan Kieu Plaza	4+940	700m	4+935	735m	Due to the alignment change
C6	Cho Lon Bus	5+640	700m	5+645	710m	Due to the alignment change
C7	Cay Go	6+400	760m	6+345	700m	Due to Cay go flyover
C8	Phu Lam Rotary	7+455	1,055m	7+480	1135m	Extension of the station length in one direction
C9	Phu Lam Park	8+665	1,210m	8+755	1275m	Move to closing the transport hub
C10	Mien Tay Bus	9+700	1,035m	9+690	935m	Due to the alignment change

The Preparatory Survey on Ho Chi Minh City Urban Railway Construction Project
(Ben Thanh - Mien Tay Terminal (Line 3A Phase 1)) **Report for Design Changes**

All stations except for C3, C7 and C9 are substantially the same locations as the FS. However, the centres of the stations are slightly moved due to the alignment change and site restriction such as existence of curves and integration with other Metros in future.

With respect to C3, the change was made in response to the suggestion from Saigon Star, the property developer.

With respect to C9, the change was made to improve access to the transport hub for convenience of users.

With respect to C7, it describes section 6.

*The Preparatory Survey on Ho Chi Minh City Urban Railway Construction Project
(Ben Thanh - Mien Tay Terminal (Line 3A Phase 1))*

Report for Design Changes

6. Cay Go Station (C7) Options

6.1. The Current Situation

The centre of C7 was designed at Km 6+400 by the FS as shown in Figure 6.1.1. However, it requires redesign as Cay Go flyover was constructed on the station alignment after the FS as indicated in Figure 6.1.2.

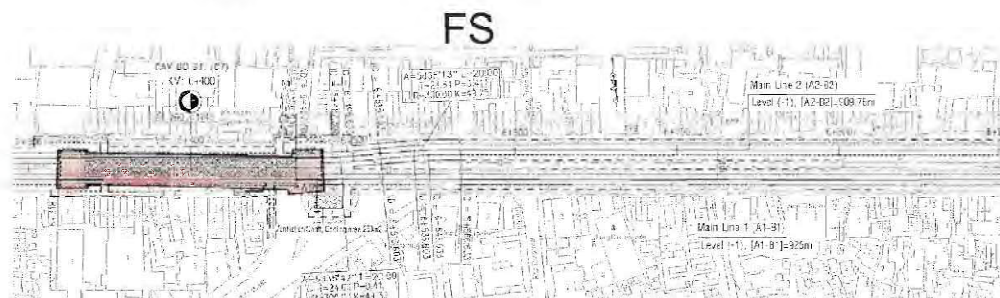


Figure 6.1.1 C7 Location on FS



Figure 6.1.2 Cay Go Flyover

6.2. Comparison of Five Options

As shown in Figure 6.2.1 five options of C7 designs are considered i.e. Option 1: stacked station, Option 2: two separate stations, Option 3: parallel station with underpinning, Option 4: parallel station with demolishing and re-constructing flyover and Option 5: no construction (cancel C7).

Stacked station requires stacked tunnel alignment, the deepest section and the longest station length compared to other options.

Two separate stations require two separate station facilities beside Cay Go flyover. This option brings inconvenience to passengers, e.g. separate platforms require long distance of walking.

Parallel station with underpinning requires the most difficult construction method. The station needs to be constructed underneath Cay Go flyover using temporary jacks and piles plus monitoring thereof without making any traffic disruption on the flyover. In addition, thicker concrete slabs and walls are necessary compared to normal stations (C1 to C6 and C8), since C7 structure must receive loads from Cay Go flyover.

The Preparatory Survey on Ho Chi Minh City Urban Railway Construction Project
(Ben Thanh - Mien Tay Terminal (Line 3A Phase 1)) **Report for Design Changes**

Parallel station with demolishing and re-constructing flyover is the method to construct the station after demolishing Cay Go flyover and later rebuild the flyover. Although the station structure requires thicker concrete slabs and walls in the same manner with the Option 3, the construction work is much easier than that of underpinning method.

No construction option, i.e. cancellation of C7, will make distances between stations unequal. As this causes inconvenience to users, this option is no longer considered.

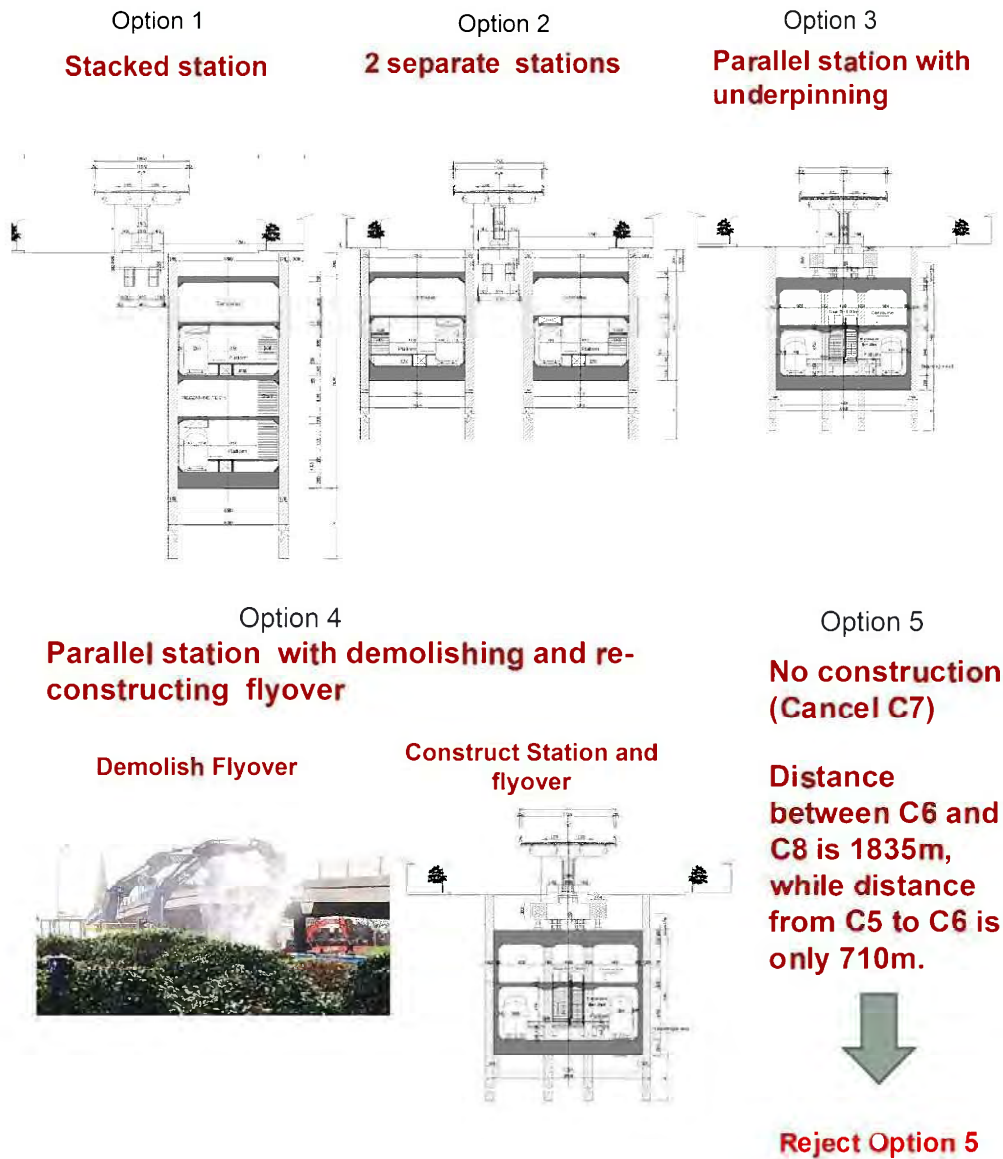


Figure 6.2.1 Five Options for a New Design of C7

6.3. Comparison of Four Options

As described in 6.2, four options are compared in Table 6.3.1. The results show that Option 4 namely, parallel station with demolishing and re-constructing flyover has the highest points considering six items. Hence, Option 4 is recommended.

*The Preparatory Survey on Ho Chi Minh City Urban Railway Construction Project
 (Ben Thanh - Mien Tay Terminal (Line 3A Phase 1))* **Report for Design Changes**

Table 6.3.1 Comparison Table for Cay Go Station Options

	Option1 Stacked station	Option 2 2 separate stations	Option 3 Parallel station with underpinning	Option 4 Parallel station with demolishing and re- constructing flyover
Land acquisition	No land acquisition for main station +	No land acquisition for main station +	No land acquisition for main station +	No land acquisition for main station +
Traffic condition	Traffic condition will be recovered after construction. +	Traffic condition will be recovered after construction. +	Traffic condition will be recovered after construction. +	Traffic condition will be recovered after construction. +
Environmental impact	No major impact +	No major impact +	No major impact +	Major impact during demolition
Passenger convenience	Medium convenient with vertical connection of platforms	No convenient because of separate platforms with long distance	Most convenient with 1 platform +	Most convenient with 1 platform +
Construction	Slight difficulty	Difficulty and taking time for 2 boxes construction	Big difficulty of underpinning construction -	No difficulty +
Cost	84 Million USD * +	Slightly higher than Option 1*	Slightly higher than Option 1*	84 Million USD **
Conclusion	++++	+++	+++	+++++ Recommend

Remarks

* As of 2015, construction cost only

6.4. C7 Location

The station location should consider the actual site conditions and reconstruction of the flyover. The centre of the station was revised from Km 6 + 640 to Km 6+345 with the following reasons.

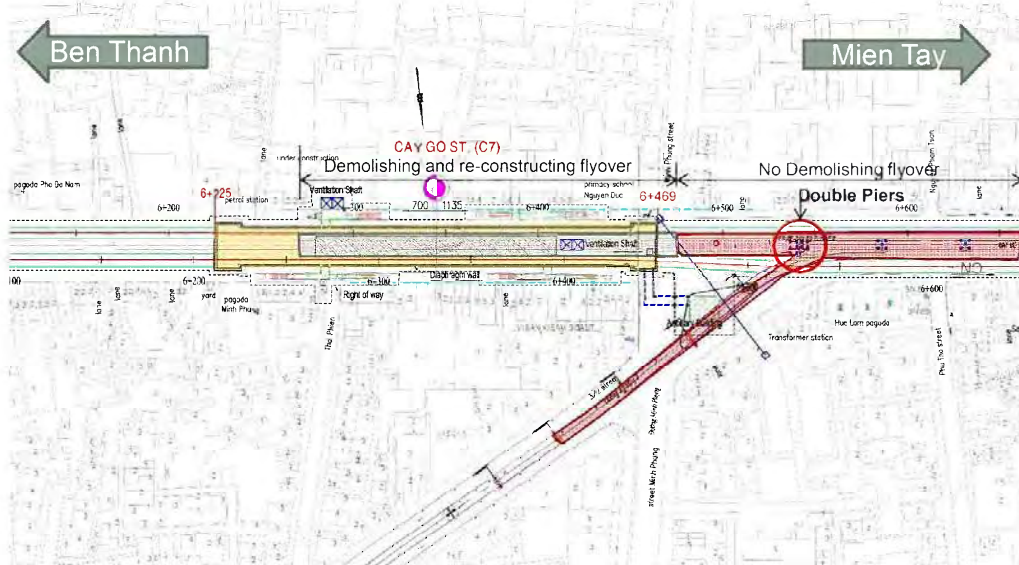


Figure 6.4.1 C7 Location by Option 4

The Preparatory Survey on Ho Chi Minh City Urban Railway Construction Project
(Ben Thanh - Mien Tay Terminal (Line 3A Phase 1)) **Report for Design Changes**

Firstly, a busy intersection should be kept functional during the construction because Cay Go flyover will be demolished. End of diaphragm wall of the station should not interfere with traffic flow in the intersection.

Secondly, removing and re-constructing double piers of the flyover is difficult work. Therefore, the JST propose not to remove them.

With the above considerations, about 230m of flyover will be demolished and re-constructed, while remaining part will be kept un-demolished for the traffic from 3/2 street during the construction.