

第3章 事業計画の策定

3.1 路線計画

3.1.1 路線計画の基本的事項

路線は、既存道路を考慮した線路線形とし、経済性を勘案して必要な鉄道用地を確保する計画とする。また、利用者の利便性を確保することを第一とし、道路と鉄道駅との結節については歩行者空間を確保することは勿論、他交通とのスムーズな連携が可能となる駅周辺計画を立案する。さらに、構造形式については、今後のハノイ市の発展に相応しい景観に配慮したものを提案するとともに、建設コスト縮減や鉄道運営・施設維持コストの縮減を含めたトータルコスト(LCC: Life Cycle Cost)の縮減を考慮した提案とする。したがって、当路線計画は、コストおよび工事実施の観点から事業実施を容易にし、早期に様々な便益が発生することが可能となる計画を提案するものである。

駅間距離は、都心部では本線路が都市内輸送路線であることを考慮して、1,500m以内とし、駅の利便性を確保し、他軌道系交通機関との交差部には駅を設けて、鉄道ネットワークの構築と乗換えの利便性を図る。また、郊外部では土地利用計画や自然条件を勘案して、駅位置を決定する。

また、到達時間短縮およびメンテナンス低減を考慮し、可能な限り良好な線形となる路線計画とし、全線を道路との平面交差(踏切)を設けない、できるだけ曲線を少なくした路線形状とすることで運転保安度を高めるとともに、30分程度で郊外と都心部を接続する速達性を確保したい。さらに、全体路線をPhase 1とPhase 2に分割し、ハノイ市の発展・ハノイ市郊外の開発および鉄道利用の増加に合わせて路線を延長する計画とした。

(1) 路線全体の計画方針

路線全体の計画方針起点から環状3号線道路までは、Van Cao 通りから Tran Duy Hung 通りにかけて鉄道構造物を構築する。現在の道路は中央分離帯を含め大きな幅員で整備されており、鉄道高架を建設するには十分な用地が確保されている。ただし、高架下の整備については、モーターバイク駐車場などの整備により公共交通へのモーダルシフトを促進させる整備が重要であると考えているが、現時点の中央分離帯は緑化を中心とした景観に配慮された整備がされているため、現行の景観配慮からの継承も重要な観点であると考えられるため、樹木などもレイアウトした景観配慮型の整備を計画する。

また、環状3号線道路および国立会議場付近より終点側においては地上での路線計画とし、工事費縮減を実現させる。一部、現行ベトナム国鉄(VNR)を上越しする必要がある場合や車庫へのアプローチを整備する必要がある箇所などについては高架構造とするが、可能な限り高架延長を縮小し工事費縮減に努める。

(2) 5号線の段階的な整備

ハノイ市都市鉄道のマスタープランの実現にあたり、政府債務を抑制した中で効果的な投資を図る事が重要である。5号線は、道路環境の改善が優先されるハノイ市中心部と今後の開発が期待される郊外区間を結ぶ路線であるが、5号線の鉄道需要が見込まれる区間を先行開業

させる 2 段階での整備を提案する。

ハノイ市民が鉄道利用を体験して利便性・快適性等を実感してもらう事で、民間企業による沿線郊外区間の開発も積極的に行われる事が見込まれ、Phase 2 整備時の駅整備費用の一部に民間資金を導入する事で政府債務削減にもつながることが期待できる。

<Phase 1> Ho Tay~An Khanh 14.1 km

- ・飽和した都心部の道路交通環境の改善が急務 (公共交通利用促進・環境改善)
- ・都心部の都市交通ネットワークの構築
- ・Song Phuong 周辺までの住宅開発への対応
- ・郊外沿線開発の促進
- ・An Khanh 以遠は、バスフィーダ輸送



<Phase 2> An Khanh~Ba Vi 24.3 km

- ・Hoa Lac 開発の進捗に合わせた延伸 (都心部と Hoa Lac のアクセス向上)
- ・環状 4 号線道路郊外区間の開発促進

■需要予測からの考察

- ・第 2.3 章に示したとおり、ハノイ市都市圏においては発生交通量の多いゾーンが郊外部に拡大する傾向にあり、2030 年頃にはホアラックを含む南西部、北部、南東部に発生量の多いゾーンが集中することが想定され、その発生交通量の増加率は年率 10%以上が見込まれている。こうした発生交通量の拡大に合わせて鉄道整備をすることで、Hoa Lac や沿線プロジェクトの開発促進と沿線人口の増加における相乗効果も期待できる段階となる。
- ・2029 年の Phase2 整備区間 (An Khanh~Ba Vi) におけるラッシュ時間帯の最大需要予測値は、4,934 (人/時間) である。一方、バスの輸送力は毎分 1 本の運行で約 5,000 人/時 (定員) 確保でき、2029 年では軌道系の交通機関でなくても対処可能な範囲である。また、タンロン高速道路は本線だけで片側 3 車線あり、この基本交通容量は乗用車換算で 6600pcu/h であり、そこへ時間 60 台程度のバスが加わっても、道路容量には余裕がある。
- ・2030 年では、Phase2 整備区間 (An Khanh~Ba Vi) におけるラッシュ時間帯の最大需要予測値は 6,481 (人/時間) となり、バスによる輸送力では厳しい状況となる。

■財務分析からの考察

2021 年に Phase1 区間、2030 年に Phase2 区間を段階的に整備する場合と、2021 年に全区間 (Phase1 区間+Phase2 区間) を一体で整備する場合を、鉄道経営を行う鉄道事業主体 (ベトナム政府) の 2053 年までのキャッシュフロー累計によって試算比較しているが、開発途上の郊外区間に早期の鉄道整備を行うことは、需要の大きさに比べ、膨大な初期投資と運営費の増加が負担となるため、ベトナム政府の財政負担及び需要の観点からも段階的な整備が望ましい。

以上の考察結果から、道路輸送によって対応できる程度の需要である 2030 年頃までは、多額となる鉄道インフラの整備を急ぐ必要はなく、バスによる輸送が妥当である。なお、実際

の整備スケジュールについては、沿線開発の進捗状況や人口の伸び率、ハノイ市民の鉄道利用状況も見て決定されることが妥当であると考える。

(3) 駅設置の計画方針

駅および駅周辺は、歩行者動線を勘案した空間の整備が必要であり、安全で快適かつ利便性の充実が求められる。また、駅と駅周辺施設との連絡については、まちづくりとしての観点が重要であることから、周辺全体を俯瞰した検討が必要である。

本路線計画では、都心部（環状3号線道路の起点側）に計画している駅周辺には大型商業施設など多くの人を訪れる施設が配置されており、駅と周辺の街との連絡が非常に重要である。また、駅の役割として重要な交通結節点の観点からも、都心部の一体感創出が重要であり、歩行者空間の整備については、次のようなポイントに留意する必要がある。

- ①安全性の確保
- ②周辺の街づくりとの一体性
- ③他鉄道路線とのスムーズな乗換利便性
- ④モーターバイク駐車場の整備などによるモダルシフトの促進施策
- ⑤バス等の他交通機関との連絡
- ⑥高齢者等にもやさしいユニバーサルデザイン
- ⑦雨天の時も快適な歩行者空間の創出
- ⑧情報発信やサインの整備などに優れた空間

具体的には、都心部（環状3号線道路より起点側）における駅については、他路線との乗換を可能とし、鉄道ネットワークの構築を実現させる配置計画とする。したがって、各駅においては、他路線との乗換をスムーズにすることができる駅レイアウトを提案する。乗換連絡通路については交通結節点として便利で快適な空間であること、公共交通需要促進としての整備が重要である。

さらに、郊外（環状3号線道路より終点側）においても6号線・7号線および8号線が計画された場合、当路線との連携が可能となるような線路線形・駅配置および鉄道設計を実施する。また、駅周辺については、商業施設や住宅施設とのアクセスをスムーズにすることや、バス交通・タクシー・モーターバイク等の他交通手段との結節を勘案した駅前広場や高架下利用の検討を行う。これにより、モーターバイク等からのモダルシフトを促進させ、利用者の時間短縮便益や公共交通利用促進の観点から環境等改善便益の実現を図る。さらに、駅周辺の価値を向上させるだけでなく、当路線全体のイメージを変化させることにつながり、ハノイ市発展のモデル路線としたい。

ここでは、路線を検討する上で基本となる全体計画をまとめた。鉄道基本計画は表3.1.1、概略路線図は図3.1.1、配線略図は図3.1.2のとおりである。ただし、鉄道基本計画の策定に当たっては、ベトナムにおける基準に準拠するとともに、先行している2号線との共通化も考慮した計画としている。

表 3.1.1 鉄道基本計画

項 目		概 要
路線概要	営業区間	起点：Ho Tay 終点：(Phase 1) An Khanh (Phase 2) Ba Vi
	営業キロ	複線 38.2 km
	駅数	(Phase 1) 10 駅 (Phase 2) 7 駅
	建設キロ	複線 40.7 km (出入庫線含む) 本線建設キロ 38.4 km+出入庫線建設キロ 2.3 km
	車庫	約 17 ha
運転・車両	編成車両数	(Phase 1) 4 両編成 (2M2T) 計 44 両 (Phase 2) 6 両編成 (3M3T) 計 90 両 需要に合わせ、8 両編成まで対応可
	乗車定員	先頭車 161 人、中間車 183 人
	車両	長さ：20,000 mm 幅：2,950 mm
	運転最高速度	高架および地上 120 km/h (地下案の場合、地下部 80 km/h)
	最少運転時分	(Phase 1) St.1~St.10 18 分 30 秒 (Phase 2) St.1~St.17 41 分
	運転方式	ATC ワンマン運転 (ATO/ATP)
軌道	軌間	1,435mm
	軌条	50kgN レール、または、60kg レール
	分岐	本線 12 番、車庫 8 番
	軸重	14 ton
	最急勾配	35 パーミル以下で設計
	最小曲線半径	本線：800 m、車庫引込線：200 m
	縦曲線	3000 m
電気	電圧	直流 1,500 V
	集電方式	架空単線式
	変電所	7 箇所
保安設備	進路制御	列車運行管理システム
	列車位置検知	CBTC+軌道回路 (車庫内、バックアップ)
	閉そく方式	移動閉そく
	列車無線	複合式デジタル無線、LCX
駅施設・営業	ホーム可動柵、エレベーター、エスカレーター、CCTV、AFC、多機能トイレ	

出典：調査団作成

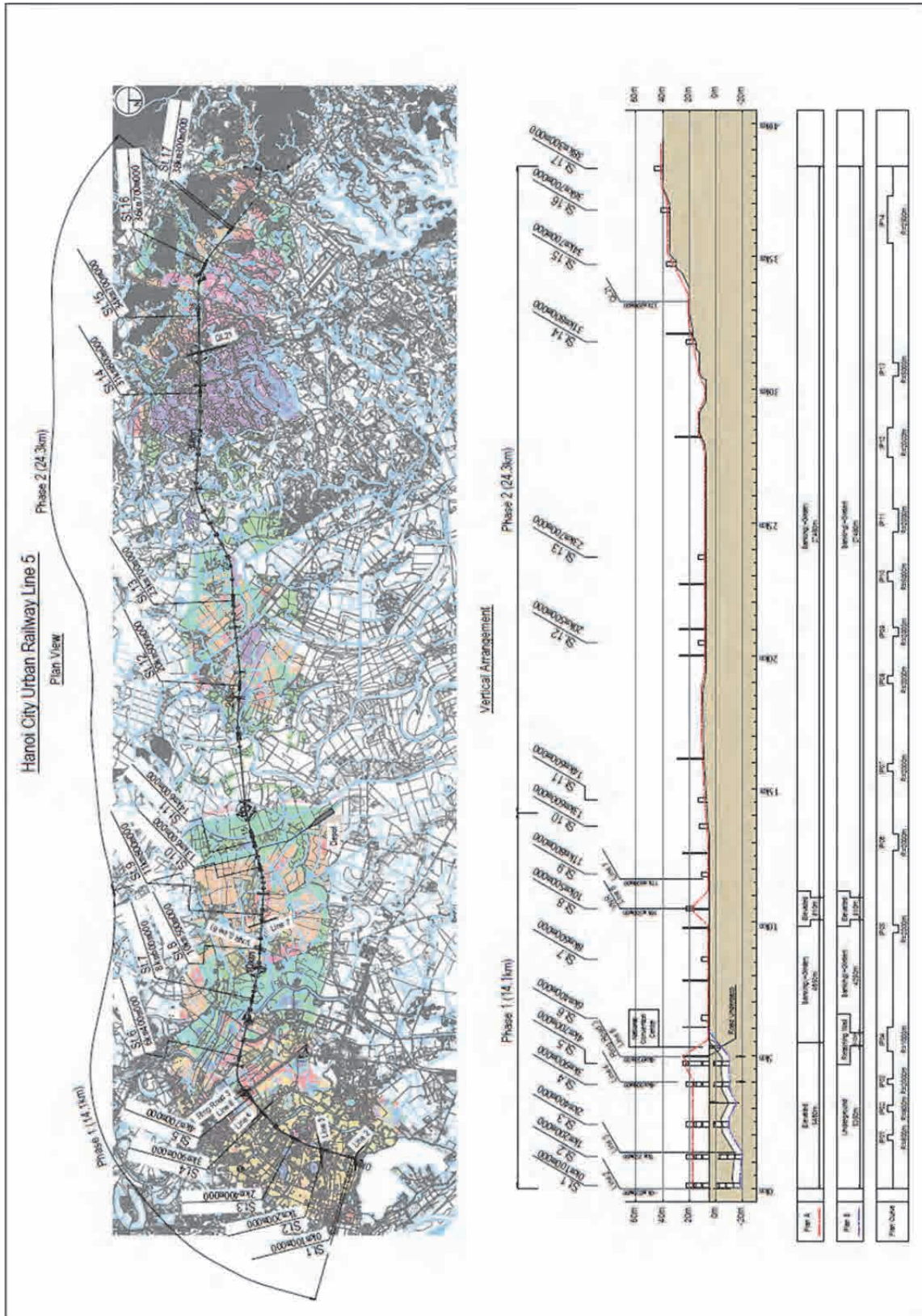


图 3.1.1 概略路線図

出典：調査団作成

3.1.2 路線計画の検討

本調査では、タイ湖南岸からハノイ市西部の Ba Vi までを結ぶ路線を計画路線とする。全長は約 38 km である。基本的に既存道路内に鉄道線路を収め、新規の用地取得をなるべく少なくする路線計画とする。また、車両基地の位置についても検討し、代替案の比較とともにまとめる。

(1) 現地の状況

5 号線沿線について、現地調査を実施した。この現地調査結果と、収集した既存資料から現地の状況を整理し、5 号線のルート確認、駅配置計画および構造形式を選定する上での基礎資料を作成する。

① St. 1 付近 (0k000m 付近)

2 号線の St. 5 と接続する予定である。道路は歩道、片側 2 車線、中央分離帯から構成されており、総幅員は約 50 m である (歩道片側約 5.5 m、車道片側約 11 m、中央分離帯約 17 m)。



出典：調査団撮影

図 3.1.3 起点付近 (終点方を臨む)



出典：調査団撮影

図 3.1.4 起点付近 (起点方を臨む)



出典：調査団撮影

図 3.1.5 起点付近 (St. 1 計画位置)

②St. 2 付近 (1k200m 付近)

3号線 St. 9 と接続する予定の交差点付近である。起点方からこの交差点付近までは中央分離帯がかなり広い(約 17 m) が、交差点から終点方に向かって、中央分離帯が狭く(約 2.9 m) になっている。

周囲には日本大使館やインターナショナルスクールなどが立地しており、ロッテマートなどの商業施設が建設中である。



出典：調査団撮影

図 3.1.6 3号線交差点 (St. 2 計画位置)



出典：調査団撮影

図 3.1.7 日本大使館前 (St. 2 計画位置)



出典：調査団撮影

図 3.1.8 周辺開発計画 (St. 2 計画位置)

③St. 2～St. 3 間 (1k400m～1k800m 付近)

西側に湖があり、この範囲の中央分離帯は前後に比べて狭い。中央分離帯の幅は約 2.9 m である。この範囲(St. 2～St. 3)での中央分離帯内への壁式橋脚構築は詳細な検討が必要である(軌道桁を支持する壁式橋脚の躯体幅は 2.0 m 以上と想定されるため)。

一方、右側の湖に面した歩道は幅員が広い。現況の道路幅員構成を見ると、前後の中央分離帯の広い箇所と総幅員は変わらないものと推察される(要：精密測量、調査)。

以上より 5号線の橋脚形式は、道路構成の変更(中央分離帯の拡幅)による壁式橋脚や、中央分離帯と右側歩道に支柱を配置した門型橋脚、などが想定される。



出典：調査団撮影

図 3.1.9 3号線交差点部（1k400m 付近）



出典：調査団撮影

図 3.1.10 中央分離帯が狭い箇所
（1k400m 付近）



出典：調査団撮影

図 3.1.11 3号線交差点部（1k400m 付近）



出典：調査団撮影

図 3.1.12 西向き道路構成
（1k400m 付近）



出典：調査団撮影

図 3.1.13 西向き車道（1k400m 付近）



出典：調査団撮影

図 3.1.14 中央分離帯が狭い箇所の
道路構成



出典：調査団撮影

図 3.1.15 中央分離帯が狭い箇所の
道路構成 (1k500m 付近)



出典：調査団撮影

図 3.1.16 移転の可能性がある範囲
(1k800m 付近)

④St. 3 付近 (2k500m 付近)

概ね St. 2 (1k200m) と St. 4 (3k800m) の中間に位置する。周囲には教育施設 (学校) が立地している。



出典：調査団撮影

図 3.1.17 St. 3 計画付近 (2k500m 付近)

⑤St. 3~St. 4 間 (3k200m 付近)

5号線と交差する河川である。河川幅は約 30 m であるが、護岸および側道を含めると約 100 m である。5号線の構造形式は径間長が 100 m 程度必要となることから、橋梁の構造形式について検討する必要がある。



出典：調査団撮影

図 3.1.18 3k200m 付近で交差する河川



出典：調査団撮影

図 3.1.19 3k200m 付近で交差する河川

⑥St. 4 付近 (3k900m 付近)

都市鉄道 4 号線との交差付近であり、接続を検討する予定である。この付近から終点方は近年の大規模開発による商業施設が立ち並ぶ範囲となる。



出典：調査団撮影
図 3.1.20 St. 4 計画付近 (3k900m 付近)



出典：調査団撮影
図 3.1.21 St. 4 計画付近 (3k900m 付近)

⑦St. 5 付近 (4k600m 付近)

都市鉄道 8 号線との交差付近であり、接続を検討する予定である。環状 3 号線の立体化工事が進行中であることから、都市鉄道 8 号線は地下になるものと想定される。

5 号線を高架構造として計画する場合、環状 3 号線をオーバーパスする必要があるため、線路縦断線形上のコントロールポイントになる。一方、地下構造として計画する場合にも、環状 3 号線の橋脚配置、8 号線との交差に留意する必要がある。

周囲には大型商業施設 (Big-C、GRAND PLAZA など) が立地している。



出典：調査団撮影
図 3.1.22 St. 5 計画付近 (4k600m 付近)



出典：調査団撮影
図 3.1.23 St. 5 計画付近 (4k600m 付近)

⑧St. 6 付近 (6k600m 付近)

付近にはオフィスビルと思われるビルや商業施設が建築中である。この開発地域の北側には、すでに市街地がある。



出典：調査団撮影
図 3. 1. 24 St. 6 計画付近 (6k600m 付近)



出典：調査団撮影
図 3. 1. 25 St. 6 計画付近 (6k600m 付近)



出典：調査団撮影
図 3. 1. 26 St. 6 計画付近 (6k600m 付近)



出典：調査団撮影
図 3. 1. 27 St. 6 計画付近 (6k600m 付近)

⑨St. 7 付近 (8k400m 付近)

概ね St. 6 (6k600m) と St. 8 (10k500m) の中間に位置する。現時点では、駅予定地付近は市街化されていない。南側には家屋が点在している。起点方 1km 付近の線路北側には旧市街が存在する。



出典：調査団撮影
図 3. 1. 28 St7 付近 (8k400m 付近)



出典：調査団撮影
図 3. 1. 29 St7 より起点方 1km 付近 (7k400m 付近)

⑩St. 8 付近 (10k500m 付近)

VNRの貨物線と交差する。このVNRは将来、複線電化して都市鉄道6号線とする計画がある。一方、高速道路は地下構造(アンダーパス)として整備されており、VNRと立体交差化されている。

この前後の高速道路には中央分離帯は存在するが、本線と側道の間には用地がない。



出典：調査団撮影
図 3.1.30 VNR 交差部 (10k500m 付近)



出典：調査団撮影
図 3.1.31 VNR 交差部 (10k500m 付近)

⑪St. 9 付近 (11k800m 付近)

都市鉄道7号線との交差付近である。周囲は高速道路に沿って沿線開発が進行中であり、一戸建て住宅や集合住宅が多く建設されている。また、南側にはテーマパークが営業されている。



出典：調査団撮影
図 3.1.32 St. 9 付近の開発状況 (南側)
(11k800m 付近)



出典：調査団撮影
図 3.1.33 St. 9 付近の開発状況 (南側)
(11k800m 付近)

⑫St. 10 付近 (13k600m 付近)

St. 10 が車両基地線との分岐駅となっており、分岐起点は14k100m付近を想定している。

⑬St. 11～St. 12 間 (18k500m 付近)

大きな河川と交差しており、タンロン道路の構造形式は8径間連続PCT型桁であり、橋長は約240mである(30m×8径間=240m)。5号線においても、この区間の構造について形式は橋梁形式の区間が長くなる長大橋になることが想定される。



出典：調査団撮影

図 3.1.34 18k500m 付近の河川

⑭St. 12、St. 13 付近 (20k500m、23k700m 付近)

Quoc Oai の中心付近である。この周囲はエコタウンとして、面積約 2,000 ha、現在の町を中心とし、Ta Tich 堤防まで広がり、タンロン道路の南部に沿って開発される予定である。

既存の Quoc Oai 町を改築し、一般的なサービス、当該地域の農産物、手工芸品の消費に対する支援、当該地方の失業問題の解決、生態系サービスの開発、歴史風景、緑地帯の回廊に対する保全などの機能を持たせる予定がある。予測される人口は 3～5 万人とされている。



出典：調査団撮影

図 3.1.35 St. 12、13 付近の現況
(22k100m 付近)



出典：調査団撮影

図 3.1.36 St. 12、13 付近の現況
(22k100m 付近)

⑮St. 14 付近 (31k800m 付近)

ホアラック・ハイテクパークとして整備が進行中である。開発面積は 1,586 ha である。ホアラック・ハイテクパークの西方にはベトナム国家大学ハノイ校の移転も計画されている。

駅位置は、ホアラック・ハイテクパークのメインゲート付近を想定している。



出典：調査団撮影

図 3. 1. 37 St. 14 付近の現況

(31k800m 付近)



出典：調査団撮影

図 3. 1. 38 St. 14 付近の開発現況

(31k800m 付近)

⑩St. 15、St. 16 付近 (34k700m、36k700m 付近)

将来のハノイ大学の移転先となる地域である。現状では民家が点在する程度であり、農地が広がる。



出典：調査団撮影

図 3. 1. 39 St. 15 付近の現況

(34k700m 付近)



出典：調査団撮影

図 3. 1. 40 St. 16 付近の現況

(36k700m 付近)

⑪St. 17 付近 (38k300m 付近)

本調査における5号線の終点駅である。周囲は農地を中心とした広大な土地が広がっている。



出典：調査団撮影

図 3. 1. 41 St. 17 付近の現況 (38k300m 付近)

(2) 路線計画の概要

起点から環状3号線道路までは、Van Cao 通りから Tran Duy Hung 通りにかけて鉄道構造物を構築する。現在の道路は線形・幅員とも理想的な規格で整備されており、鉄道を建設する観点からも十分な用地が確保されている。このため、この通りに沿って鉄道を敷設する本計画では、用地収用がほとんど必要なく、具体的な事業実施に向けても実行可能性が高い路線計画である。さらに、市街地における鉄道インフラの整備について、道路交通と連携を図る計画とし、理想的な都市交通体系を構築する。

また、環状3号線道路および国立会議場付近より終点側においては、タンロン道路が整備されており、この中央分離帯に鉄道敷設予定地が確保されているため、工事費削減の観点から、この空間を利用し整備することを基本とする。

1) 起点から5 km 地点（都心部）

起点から約5 km 地点までは、図3.1.42に示すとおり、道路脇に既存の建物が密集している。このため、道路内に鉄道路線を収める計画とする。本区間を高架とする場合は、原則として中央分離帯内に収める。また、地下とする場合は、道路全幅内に収めるものとする。

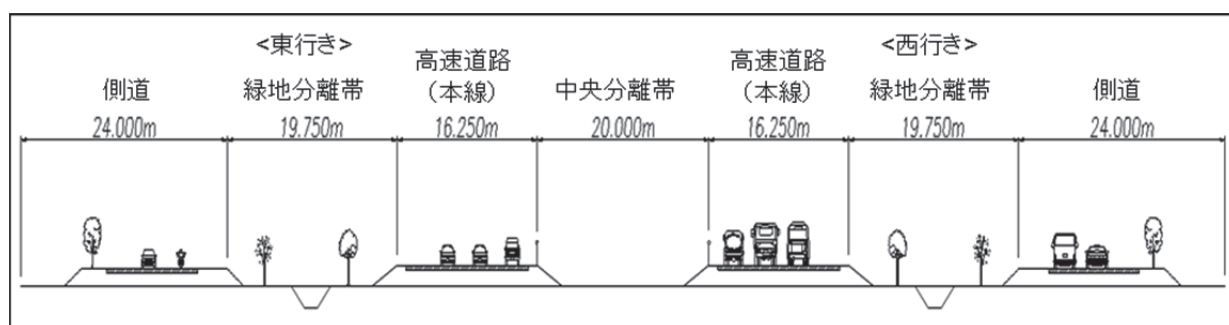


出典：調査団作成

図 3.1.42 起点から5 km 地点

2) 5 km 地点から33 km 地点（郊外部）

約5 km 地点から約33 km 地点までは、タンロン道路の中央分離帯内に鉄道路線を収める計画とする。タンロン道路は、図3.1.43に示す通り、4本の道路から成り立っている。それぞれ、西行き側道、西行き本線、東行き本線、東行き側道である。それぞれの道路の間には比較的広い分離帯が設けられているが、本計画においては、VNR 交差点やインターチェンジ部での構造上の問題とならない中央分離帯に鉄道を敷設する案を採用した。



出典：調査団作成

図 3.1.43 タンロン道路横断面図

＜郊外部での敷設位置比較検討＞

ここでは、郊外部での5号線敷設位置について比較検討した。敷設候補は、マスタープランに位置づけられているタンロン道路に沿った位置として、中央分離帯案および側道との分離帯案、さらに、道路インフラと鉄道インフラが全く離れた場所（北側1km程度を想定）を代替案に加え、3案とし比較検討した。

比較検討した結果、表3.1.2に示すとおり、タンロン道路から離れた位置に鉄道を敷設した場合、既存市街地を中心に住民移転が多数発生し、多額の住民移転費や用地取得費が必要となる。さらに、鉄道を地上に敷設した場合は地域分断が発生するため都市の発展に問題を残すこととなり、これを解消するため高架構造とする場合は非常に長い区間を整備する必要があることから事業費が増嵩する。これらのことを勘案するとタンロン道路の分離帯へ敷設することで、地域分断を解消するための立体交差は既に実施されており、かつ地上を中心に鉄道を敷設することができるため事業費も非常に安価である。

さらに、表3.1.2に示すとおり、タンロン道路を現地踏査した結果、既存市街地がある地域についてはタンロン道路の南北両方に広がっており、いずれかに偏った広がりをしていない状況であること、また、将来の開発計画についても南北両方に予定されていることから、タンロン道路から鉄道駅へのアプローチは均等が望ましいと考えた。また、既存タンロン道路における軌道敷設条件として、表3.1.3にあるとおりVNRとの交差部では、本線と側道の離隔がゼロとなり、軌道敷設スペースがない状況である。また、インターチェンジ部では、スパンが100m以上の橋梁が必要となる。

これらのことを勘案し、タンロン道路における敷設位置の結論として、東行き本線と西行き本線の間にある中央分離帯が適当であると判断し、ルートを計画した。




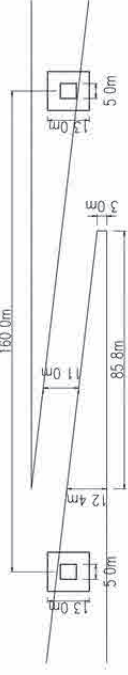
表 3. 1. 2 5km 地点～33km 地点における路線敷設置位置比較表

	①案	②案	③案
軌道の場所	側道一本前間	本線一本前間	タンロン道路北側 (1km程度)
概要図			
特徴	タンロン道路北側の地底へのアクセスが良好となる タンロン道路内なので、新たな用地取得は生じない	タンロン道路南側に対して均等にアクセスを図れる タンロン道路内なので、新たな用地取得は生じない	タンロン道路の北側1km付近に駅による新たな街区を立地する。 タンロン道路外なので、用地取得が実施する
課題	VNR交差部では、本線と側道の間隔がゼロとなり、軌道敷設が不可能 インターチェンジ部では、スパン100m以上の橋りょうが必要となる 将来計画される道路ジャンクション部では、高架橋が必要となる	特に無し	新たな用地取得が全線に渡り必要となる 住民移転が必要となる
評価	△	○	×

出典：調査団作成

<凡例> ○：良い △：やや困難 ×：困難

表 3.1.3 ①案の課題一覧表

	VNRとの交差部	インターチェンジ部
概要図	 	  <p>表測からの推定橋りよう延長</p>
特徴	<p>VNRとの交差部のU型構造、ボックスには、高速道路と側道が直交する（約1km）</p>	<p>高速道路へのインターチェンジ部では進入路（出入口）が軌道と交差する</p>
課題	<p>軌道敷設はもちろん、橋脚を立てるスペースもないので、高速道路が側道を渡って外部に逃げる必要がある 掘る角度を大きく取れないので、かなりの長大橋を用いる必要がある</p>	<p>進入路（出入口）を渡るための橋りようが必要となる。進入角度が鋭いため、必要な橋りようは長大橋となる</p>
評価	<p>長大橋を用いるのはできるだけ避けたい</p>	<p>160m級の橋りようを用いるのはなるべく避けたい</p>

出典：調査団作成

3) 33 km 地点から 38 km 地点

起点から約 33 km 地点で国道 21 号線と交差する。現在、国道 21 号線まではタンロン道路が供用されている。国道 21 号線より西方面については、将来、タンロン道路が延伸されるマスタープランとなっており、本計画の Phase 2 終端付近については、そのタンロン道路に沿った線形を計画している。

ただし、入手しているタンロン道路延伸計画については、中央分離帯の幅員が 3 m と狭く、鉄道を複線で敷設する空間としては十分ではない状況である。したがって、道路と鉄道が経済的に効率よく、整備されるために、現タンロン道路延伸計画において、中央分離帯の幅員を広げることや、もしくは、鉄道がタンロン道路の北側へ敷設可能となるようにインターチェンジの計画を見直すことが望まれる。

(3) 車庫計画

当路線の車庫計画は、次の観点を考慮し計画した。

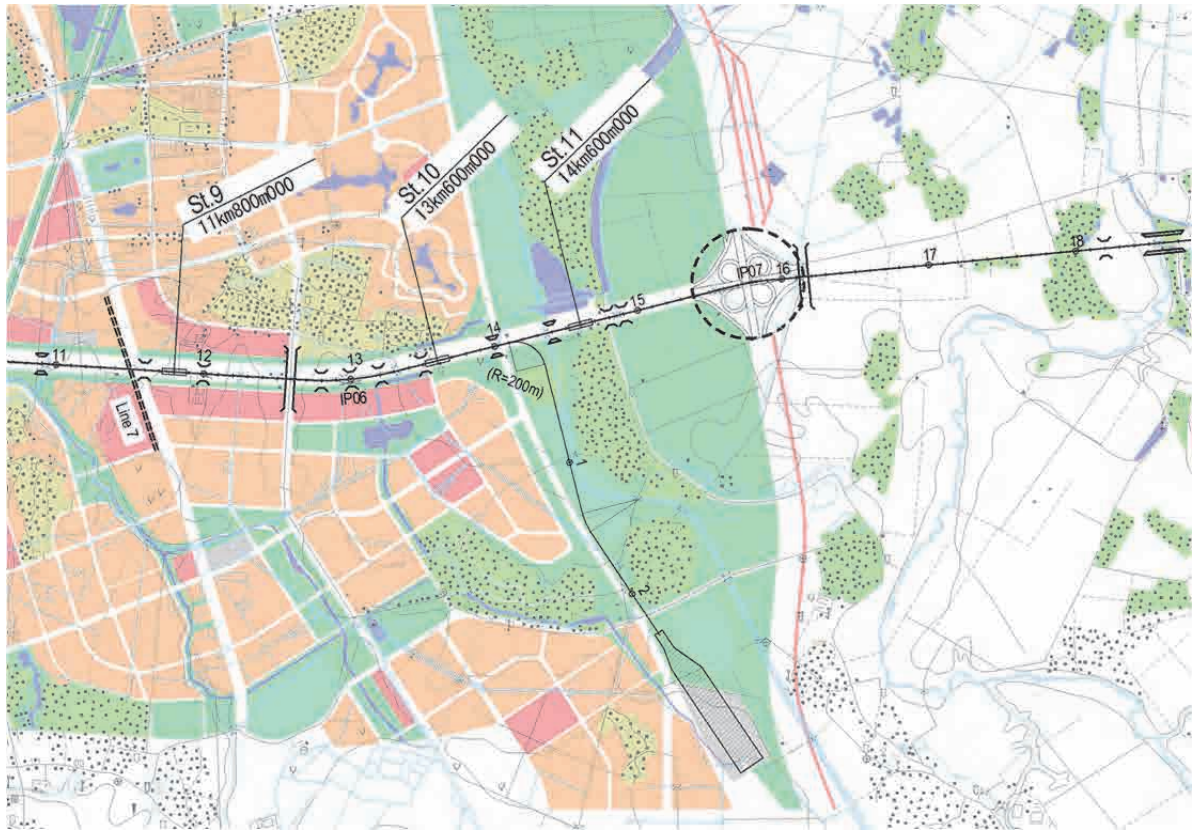
- ①本線とのスムーズな出入庫が可能なものとする。
- ②運転関係の中枢を担う運行オペレーションセンターを設置する。
- ③車庫機能だけでなく総合メンテナンスセンターと位置づけ、車両の検査・メンテナンスをはじめ土木・建築・保線・電気などメンテナンス部門の事務所を設置する。

ここでは、中期的な需要を勘案して 17 ha 程度の必要面積を想定する。車両基地の場所は、St. 10 (13km600m) 終点方周辺において、候補地 (図 3. 1. 44) を提案する。選定に当たっては、以下の条件を満たす場所とした。

- ①Phase 1 において整備が必要であること
- ②なるべく本線から近いこと
- ③騒音、振動が民家等に及ぼす影響が少ないこと
- ④既知の将来開発地域外であること
- ⑤道路に隣接し、運転スタッフの出退勤や資材の搬入等が容易であること

将来、車両編成数が増えた場合には、本車両基地にさらに増設することを念頭に置くものとする。

比較した車庫候補地については、いくつか検討を行ったが、その中で採用に有力な場所として提案する。(その他の代替案については、3. 10 技術用語の解説とその他検討事項にまとめているので参照されたい。)



出典：調査団作成

図 3.1.44 計画メンテナンスセンター位置図

3.1.3 駅配置計画

Phase 1 における駅配置計画については、「2030 年までのハノイ市マスタープランおよび 2050 年までの展望・地下鉄および都市鉄道ネットワーク」を基本とし、他路線との乗換接続を重視しハノイ市中心部での鉄道ネットワークの構築が可能となる駅配置を計画した。さらに、都心部では徒歩圏を 400～600 m かつ 5～10 分と想定し駅間を約 1～1.5 km、郊外では徒歩圏を約 1,500 m と想定し駅間を約 2～3 km として駅を配置した。

Phase 2 については、終端駅までの速達性を勘案し、既成市街地が形成され、開発計画が明らかであるなど需要が見込める地点に駅を計画した。その観点から、当初、Phase 2 における駅計画は、約 24 km の路線区間において既存市街地である Quoc Oai 周辺・Hoa Lac 周辺および終点の 3 駅を配置し、将来の開発動向に応じた新駅の建設は「4.3.1 ハノイ 5 号線沿線の地価上昇と開発利益還元策」に記述する受益者負担方式を採用することを提案していた。しかしながら、現地での協議の結果、ベトナム現地調査との整合性をとることと、Phase 2 においても予め駅配置を設定しておきたいとの意向から、本調査で配置している Phase 1 で 10 駅、Phase 2 で 7 駅の合計 17 駅を計画した。なお、本路線の計画では、将来、様々な地域に駅を構築できる線路線形としているため、ハノイ市郊外の開発動向に応じて新駅を建設することは可能である。

また、本調査とベトナム現地調査において駅位置が若干異なる部分があるが、これについては、その理由を表 3.1.5 に示す。

表 3.1.4 駅位置一覽表

No	駅名 (仮)	キロ程	距離(m)	構造形式
<Phase 1>				
St. 1	Ho Tay	0K100M		高架 (地下)
St. 2	Kim Ma	1K200M	1, 100	高架 (地下)
St. 3	Lang Trung	2K400M	1, 200	高架 (地下)
St. 4	Trung Kinh	3K900M	1, 500	高架 (地下)
St. 5	Trung Hoa	4K700M	800	高架 (地下)
St. 6	Me Tri	6K400M	1, 700	地上
St. 7	Giao Quang	8K600M	2, 200	地上
St. 8	Tay Mo	10K500M	1, 900	高架
St. 9	An Tho	11K800M	1, 300	地上
St. 10	An Khanh	13K600M	1, 800	地上
<Phase 2>				
St. 11	Song Phuong	14K600M	1, 000	地上
St. 12	Quoc Oai	20K500M	5, 900	地上
St. 13	West Quoc Oai	23K700M	3, 200	地上
St. 14	Hoa Lac	31K800M	8, 100	地上
St. 15	Tien Xuan	34K700M	2, 900	地上
St. 16	Trai Moi	36K700M	2, 000	地上
St. 17	Ba Vi	38K300M	1, 600	地上

出典：調査団作成

表 3.1.5 本案とベトナム現地調査案との比較

No	駅名 (仮)	本案 キロ程	ベトナム 現地調査 案キロ程	本案とした理由
<Phase 1>				
St. 1	Ho Tay	0K100M	0K105M	同様
St. 2	Kim Ma	1K200M	1K150M	同様
St. 3	Lang Trung	2K400M	2K380M	同様
St. 4	Trung Kinh	3K900M	3K880M	同様
St. 5	Trung Hoa	4K700M	4K680M	同様
St. 6	Me Tri	6K400M	6K440M	同様
St. 7	Giao Quang	8K600M	8K600M	同様
St. 8	Tay Mo	10K500M	10K280M	現 VNR を上越しする必要があり St. 8 は高架駅となる。駅は 6 号線の直上に設定した。
St. 9	An Tho	11K800M	11K800M	同様
St. 10	An Khanh	13K600M	13K100M	Phase1 の終点であるためシーサス分岐器を敷設する計画としており、直線区間を確保するため、本位置とした。
<Phase 2>				
St. 11	Song Phuong	14K600M	14K630M	同様 (将来の開発計画との整合が必要)
St. 12	Quoc Oai	20K500M	20K550M	同様 (将来の開発計画との整合が必要)
St. 13	West Quoc Oai	23K700M	23K750M	同様 (将来の開発計画との整合が必要)
St. 14	Hoa Lac	31K800M	31K800M	同様 (将来の開発計画との整合が必要)
St. 15	Tien Xuan	34K700M	34K750M	同様 (将来の開発計画との整合が必要)
St. 16	Trai Moi	36K700M	36K650M	同様 (将来の開発計画との整合が必要)
St. 17	Ba Vi	38K300M	39K250M	39K 付近から曲線区間となるため、将来の延伸先を柔軟に計画できるように本位置を終点とした。

出典：調査団作成

表 3.1.6 駅諸元表 (St. 1~St. 10、高架案)

	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7	St. 8	St. 9	St. 10
配線略図										
駅断面図										
駅中心キロ程	0km100m	1km200m	2km400m	3km900m	4km700m	6km400m	8km600m	10km500m	11km800m	13km600m
駅形式	高架駅	高架駅	高架駅	高架駅	高架駅	地上駅	地上駅	高架駅	地上駅	地上駅
乗降場形態	島式	島式	島式	島式	島式	相対式	相対式	相対式	相対式	島式
ホーム延長	170m	170m	170m	170m	170m	170m	170m	170m	170m	170m
ホーム幅	8.0m	8.0m	8.0m	8.0m	8.0m	2x5.3m	2x5.3m	2x5.3m	2x5.3m	8.0m
改札口数	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
エレベーター (改札内)	1	1	1	1	1	2	2	2	2	1
エスカレーター (改札内)	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2
トイレ	男性用x1, 女性用x1, 多目的トイレx1									
他線連絡	Line2	Line3		(Line4)	(Line8)			(Line6)	(Line7)	

出典：調査団作成

表 3.1.1.7 駅諸元表 (St. 11~St. 17)

	St. 11	St. 12	St. 13	St. 14	St. 15	St. 16	St. 17
配線略図							
駅断面図							
駅中心キロ程	14km600m	20km500m	23km700m	31km800m	34km700m	36km700m	38km300m
駅形式	地上駅	地上駅	地上駅	地上駅	地上駅	地上駅	地上駅
乗降場形態	相対式	相対式	相対式	島式	相対式	相対式	島式
ホーム延長	170m	170m	170m	170m	170m	170m	170m
ホーム幅	2x5.3m	2x5.3m	2x5.3m	8.0m	2x5.3m	2x5.3m	8.0m
改札口数	1	1	1	1	1	1	1
エレベーター (改札内)	2	2	2	1	2	2	1
エスカレーター (改札内)	2	2	2	2	2	2	2
トイレ	男性用x1, 女性用x1, 多目的トイレx1						
他線連絡							

出典：調査団作成

①Ho Tay (St. 1)

Tay 湖の南 Hoang Hoa Tham 通りの南側に位置する起点駅である。国立競技場をはじめとする集客施設や周辺居住区等の需要への対応は勿論、2号線との乗換駅としての役割が必要である。駅レイアウト計画においては、利用者の観点から2号線との乗換利便性を図る計画とする。

②Kim Ma (St. 2)

Kim Ma 通りの北側に位置する駅である。周辺は大規模ホテルをはじめとする集客施設があり、今後もロッテセンターハノイ等の商業施設など建設が進行する地域である。Kim Ma 通りは3号線の計画路線でもあり、非常に道路交通が多い。このため、当駅は3号線との乗換駅としての役割が必要である。駅レイアウト計画においては、利用者の観点から3号線との乗換利便性を図る計画とする。

③Lang Trung (St. 3)

Chua Lang 通りと Nguyen Chi Thanh 通りとの交差点の終点側に位置する駅である。周辺は大学やマンションなどが立地しており、徒歩圏内での需要が見込まれる。

④Trung Kinh (St. 4)

道路拡幅が計画されており、この交差点の起点側に位置する駅である。現時点ですでに大学・高層ビルおよびマンションなどが整備されている。将来4号線が整備された場合、乗換駅としての役割が発生する。Trung Hoa 駅も含め、環状3号線道路より起点側においては、マスタープランで予定されている都市鉄道のネットワークを構築できる駅配置を重要な観点と位置づけた。

⑤Trung Hoa (St. 5)

環状3号線道路との交差点の起点側に位置する駅である。現在、周辺はすでに Big-C をはじめとする大型商業施設・国会議場・高層ビルおよびマンションが立地しており、需要が見込める地域である。さらに、複合都市開発地区としてマンションをはじめとする住宅施設や高層ビルの建設がさらに進行中であるため、駅勢圏の将来の需要増加に対応する必要がある。駅と駅周辺施設とはデッキ等で接続するなど快適な歩行者空間の構築も望まれるエリアである。また、8号線の計画がマスタープランで予定されているため、乗換駅としての役割が発生することを想定した駅レイアウト計画とする。

⑥Me Tri (St. 6)

環状3号線道路より終点側（タンロン道路内）に位置する駅の中では、最も中心市街地に近い駅である。周辺の既存市街地の需要に対応する必要があるとともに、将来の都市近郊住宅開発を視野に入れ、駅を計画する。また、運転保安の確保や不測の事態（列車故障など）が発生した場合の対応が可能となるよう退避線を整備する駅計画とする。駅構造として橋上駅舎を計画しており周辺道路から駅へのアプローチをスムーズになるよう計画する。

⑦Giao Quang (St. 7)

周辺の既存市街地があり、需要に対応する必要があるとともに、将来の都市近郊住宅

開発を視野に入れ、駅を計画する。

⑧Tay Mo (St. 8)

現在の VNR 貨物線と交差する箇所である。この VNR は将来、複線電化して都市鉄道 6 号線とする計画があるため、当駅は 6 号線との乗換駅として計画する。ただし、現時点での 6 号線計画のスケジュールが未定であるため、当駅の整備については、6 号線の進捗を勘案して進めていく必要がある。

⑨An Tho (St. 9)

現在、周辺は大規模住宅開発が進行中であり、徒歩圏内は勿論、モーターバイク・バスでのアクセスなどを勘案した駅前広場計画との連携を図る必要がある。本駅の起点側には 7 号線との交差が計画されているため、乗り換えも可能な線路線形および駅レイアウト計画とする。

⑩An Khanh (St. 10)

Phase 1 の終端駅であるとともに、車庫施設と連携した駅として計画する。駅周辺は既に市街地が形成されており、需要が見込めるエリアである。

⑪Song Phuong (St. 11)

環状 4 号線道路の都心部側に位置する駅である。計画位置周辺は既に市街地が形成されている。さらに、将来建設予定の環状 4 号線道路をはじめ大規模開発の計画もあり、その進捗によっては Phase 1 で整備することも検討する必要がある。

⑫Quoc Oai (St. 12)

Phase 2 のうち既に市街地が広がっている Quoc Oai に計画した駅であり、この地区の東側に計画した。既存市街地からの需要が見込めるだけでなく、将来構想として Quoc Oai エコタウン計画が予定されているため、この地に駅を計画している。エコタウン計画の一端が担える鉄道駅として、駅前広場を計画し大規模なモーターバイク駐車場を整備するなど、公共交通促進の施策を実施する。

⑬West Quoc Oai (St. 13)

既存の市街地が広がっている Quoc Oai のうち西側に計画した駅であり、St. 12 とは約 3 km 離れた位置に計画している。駅の役割は St. 12 と同様であるが、エコタウン計画の進捗に合わせた整備が必要である。

⑭Hoa Lac (St. 14)

現在進められているホアラック・ハイテクパークへの玄関口となる駅である。ホアラック・ハイテクパーク構想は開始されているが、マスタープランでは 2020 年に 23 万人が集積する予定であり、さらに、ハノイ国家大学の移転地が隣接しているなど、ハノイ市都心部からのアクセスが容易になることから鉄道利用者の増加が見込まれる。また、ホアラック・ハイテクパークでは駅計画地周辺に駅前広場予定地が確保されており、ハイテクパークおよび周辺施設を循環するバス路線と連携すること、モーターバイク駐車場などの整備により、鉄道利用の促進を図ることが可能である。

⑮Tien Xuan(St. 15)

将来のハノイ大学の移転先となる地域に駅を計画した。学生を中心とした利用が考えられるため、大学の整備構想と一体となった駅計画が必要である。

⑯Trai Moi(St. 16)

ホアラック地区の開発計画のうち西側に計画した駅である。St. 15と同様に移転構想のハノイ大学周辺のまちづくりと一体となった駅整備が必要である。

⑰Ba Vi(St. 17)

Phase 2の終端駅である。現在、農地を中心とした広大な土地が広がっている。さらに西では、ベトナム民族文化観光村を整備中である。周辺はハノイ郊外におけるリゾート地として様々な施設が整備されており、高級リゾート地であるバービーへもバス等にてアクセスが可能である。将来はベトナム国民の余暇の過ごし方も変化し、ハノイ市中心部に在住されている人が鉄道を利用することにより近郊で余暇を過ごすことが可能となる。

3.1.4 構造形式（高架・地上・地下）の検討

ここでは、路線の構造形式（高架形式、地上形式、地下形式）について、以下の点を勘案し検討を行う。

- ①鉄道構造物として具体的に設計可能な構造物の検討
- ②景観
- ③利用者の利便性
- ④既存建物との関係性
- ⑤駅周辺の開発への対応性
- ⑥工事費縮減

具体的には、路線全線にわたり、高架形式、地上形式、地下形式を設定する。設定に当たっては、数案作成し比較検討を行ったが、本稿ではその中でも採用に有力な都心部の高架案と地下案について記述する。（その他の代替案については、3.10章 技術用語の解説とその他検討事項にまとめているので参照されたい。）それぞれの案のメリット、デメリットを明らかにして、以後の調査の基礎資料とする。それぞれの構造形式の定義を以下に示す。

高架形式：桁、橋脚、ラーメン高架橋などを用いて、地表から概ね7、8 m以上の高所に軌道を敷設する。前後が高架形式であれば、河川横断や道路横断の桁も含む。

地上形式：盛土を用いて、地表から概ね7、8 m以下の低所に軌道を敷設する。前後が地上形式であれば、河川横断や道路横断の桁も含む。

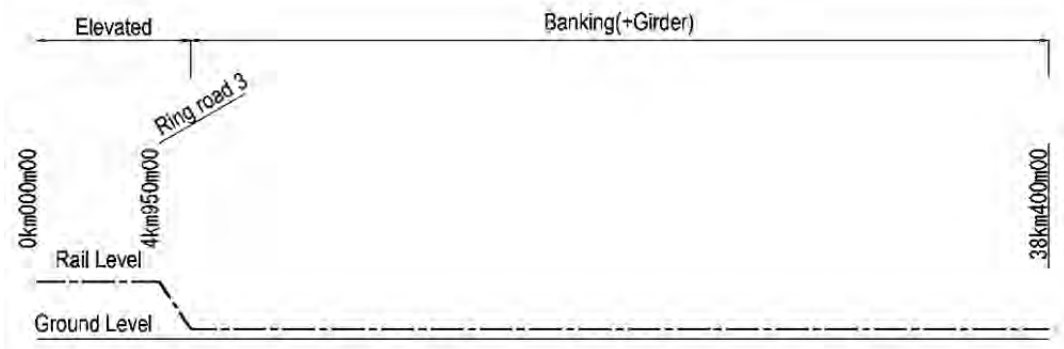
地下形式：シールドトンネルや開削トンネルなどを用いて、地下に軌道を敷設する。

(1) 高架－地上案

起点から環状3号線道路（4km950m地点）までを高架形式、環状3号線道路を越えた後を地上形式とする案である。起点から環状3号線道路までは、中央分離帯内に鉄道構造物を収めるが、道路平面交差が各所にあるため、軌道を高架化してこれを避ける。環状3

号線道路を越えた後は、タンロン道路の中央分離帯内であるため、最も経済性の高い地上形式を採用する。

タンロン道路の横断架道橋については、その桁下に軌道を敷設する計画である。踏査時点で 10 本の横断架道橋が確認できている。

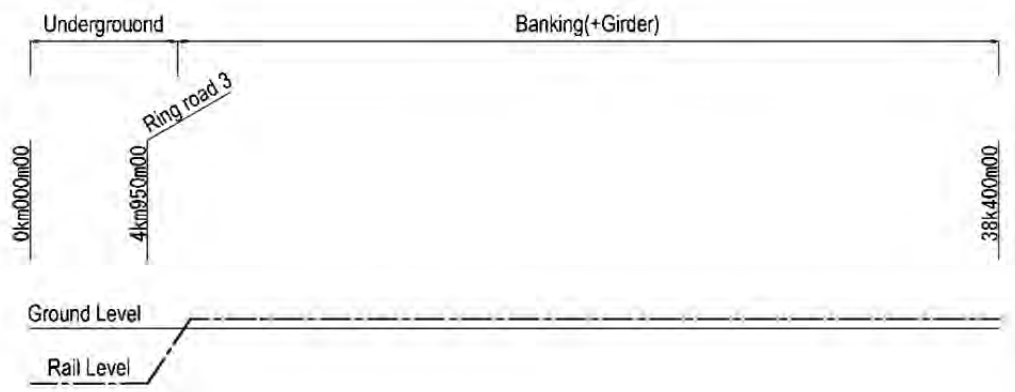


出典：調査団作成 図 3.1.45 高架—地上案

(2) 地下—地上案

起点から環状 3 号線道路(4km950m 地点)までを地下形式、国立会議場を越えた付近(5km860m 地点)で地上形式に移行する案である。起点から環状 3 号線道路までは、中央分離帯内に鉄道構造物を収めるが、道路平面交差が各所にあるため、軌道を地下化してこれを避ける。環状 3 号線道路を越えた後は、タンロン道路の中央分離帯内であるため、最も経済性の高い地上形式を採用する。

タンロン道路の横断架道橋については、その桁下に軌道を敷設する計画である。踏査時点で 10 本の横断架道橋が確認できている。



出典：調査団作成 図 3.1.46 地下—地上案

本調査では、既に越政府にて承認済のハノイ市マスタープランに可能な限り沿う形で路線設計を行ったが、技術的な検討の結果より、一部についてはマスタープランと合致していない点がある。そのうち、最大の論点となっているのが都心部における路線構造であり、これにかかると本調査における考え方は以下のとおりである。

1) 駅周辺施設との接続の観点

駅と周辺施設との接続については、高架構造とした場合、連絡通路を設置するうえで自由度が高く設置も容易であることが挙げられる(商業施設等と駅施設の一体開発も可能)。一方、地下構造とした場合、地下通路による接続となるが、周辺施設の構造や双方の位置関係によっては整備が困難な場合もある。(ただし、利便性の観点では、高架構造の場合も地下構造の場合も大きな差は見られない。)

2) 浸水対策・漏水対策の観点

ハノイ市は毎年大雨による洪水被害を受けていることから、地下構造とした場合は、ハード面はもちろんソフト面でも十分な浸水対策が必須となる。高架構造とした場合は、特別な浸水対策が不要なため、可能な限り高架構造を採用した方が有利である。また、紅河の三角州に位置するハノイ市は地下水位が高いことから、地下構造とした場合は、構造物の防水、ポンプ施設による排水等の十分な漏水対策が必須となる。高架構造とした場合は、特別な漏水対策が不要なため、可能な限り高架構造を採用した方が有利である。

3) 都市景観・乗換利便性の観点

路線構造を高架とした場合に地下構造と比較して劣る点として、都市景観、乗換利便性が挙げられる。都市景観については、地下構造の方が有利であることは認識しているが、周辺の景観にも配慮したデザインを採用することも可能。また、他路線との乗換利便性については、地下構造の場合においても鉄道相互間は立体的に交差するため、階段やエスカレーター等の利用は不可避であり、詳細設計段階において利用者の動線にも配慮した計画が策定されることを考慮すると大きな差はないものと考えられる。

以上より、本調査では、高架構造も地下構造も、それぞれの利害があることを承知したうえで、駅周辺施設との接続や浸水対策・漏水対策の観点から高架案を推奨しているが(決して事業コストだけを評価して高架案を推奨しているものではない)、他方で、都市景観や乗換利便性の観点で、高架案が地下案よりも相対的に劣ることは事実であり、最終的には夫々の長所・短所を総合的に勘案のうえ、越政府が判断するものとする。

従って、本稿では、都心部を高架案と地下案の両計画について記載するものとする。

表 3.1.8 構造比較表

比較項目	①案	②案	備 考	
	起点～環状3号線道路	高架		地下
	環状3号線道路～終点	地上		地上
1.線形				
平面線形	◎	◎	環状2号線道路付近においても大きな問題ではない。	
縦断線形	◎	◎		
2.駅配置計画（ネットワーク）	◎	◎	両案とも各路線との連絡駅が設置可能である。	
3.駅周辺との連携				
周辺施設への連絡	◎	△	駅周辺施設への連絡通路を設置する場合、地下では工事が大規模となることが想定される。	
他路線との連絡	○	◎	地下での連絡は工事が大規模であるが、利用者にとって移動する高低差を低減できる。	
モーターバイク・バスとの連絡	○	△	高架の場合、高架下をモーターバイク駐車場とするなど有効利用が可能であるため、鉄道利用促進施策を図ることが容易である。	
4.景観	△	◎	高架においてもデザイン性に優れた構造物を計画する必要がある。	
5.施工面				
道路占用・工事用地	○	○		
建設工事費	◎	△	高架の場合はモーターバイク駐車場や商業店舗、旅客利便施設等の空間確保が容易である。 地下の場合は換気・排水ポンプ・昇降及び防災設備が大規模となり、イニシャルコストが増大する。また、工事においては仮設工事や防災設備、空調設備が大規模となる。 高架の場合より、工事費が+1,300 MUSD 増加。	
地質	△	△	軟弱地盤であるが対応可能である。	
工期	○	△	地下工事の方が若干工期としては長い。	
6.運用面				
浸水関係	◎	△	地下の場合、出入口や換気口からの浸水を防止するための対策が必要である。また、浸水に備えた対策マニュアルの整備や訓練も必要。	
環境（騒音）	○	◎	高架案は防音壁の設置により対応。	
（振動）	○	○		
（日照）	○	◎	高架案は日照障害が発生するが道路幅員が大きいいため問題とならないと考えられる。	
維持管理費	○	△	地下の場合は、大規模な設備に伴う使用電力や漏水対策工事などのランニングコストの増大が考えられる。 地下区間については、保守点検が夜間作業となる。	
総合評価	◎	○		

出典：調査団作成

<凡例> ◎：最も良い ○：良い △：やや困難 ×：困難

3.2 車両設備

3.2.1 基本的な考え方

5号線は、駅間距離が短く各駅停車運用を基本とする都市内鉄道と、駅間距離が長く高速で駅間を結ぶ郊外鉄道との両方の性格を持った路線である。しかし、今後、5号線沿線には、多数の新興住宅地などが建設されることが予定されており、その住民が5号線を利用してハノイ市内やホアラク・ハイテク・パークに通勤・通学することとなった際には、朝夕のラッシュ時間帯に混雑が予想されることから、混雑時の安定的な輸送に重きを置いた車両とする。



出典：調査団作成

図 3.2.1 外観イメージ



出典：調査団作成

図 3.2.2 内装イメージ

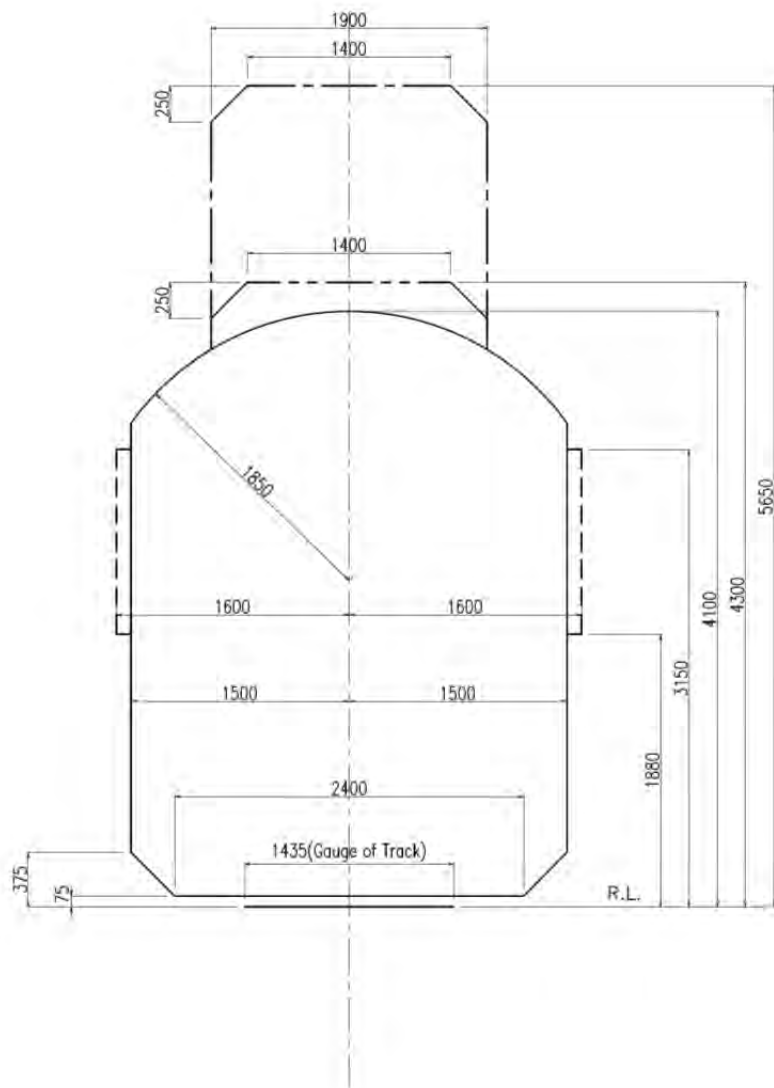
3.2.2 技術的諸元

技術的諸元は、JARTS が中心となって日本の優れた鉄道システムをベースにとりまとめた都市鉄道の標準仕様「STRASYA (Standard urban RAILway SYstem for Asia)」をベースにしたものとする。

(1) 車両限界および建築限界

車両限界、建築限界は、STRASYA に準拠したものとする。車両限界図、建築限界図を図 3.2.3、図 3.2.4 に示す。

なお、駅構内については、ホームドア装置を考慮した建築限界を定めて、稼動柵と支障物センサーは、この建築限界内で設置されることになる。

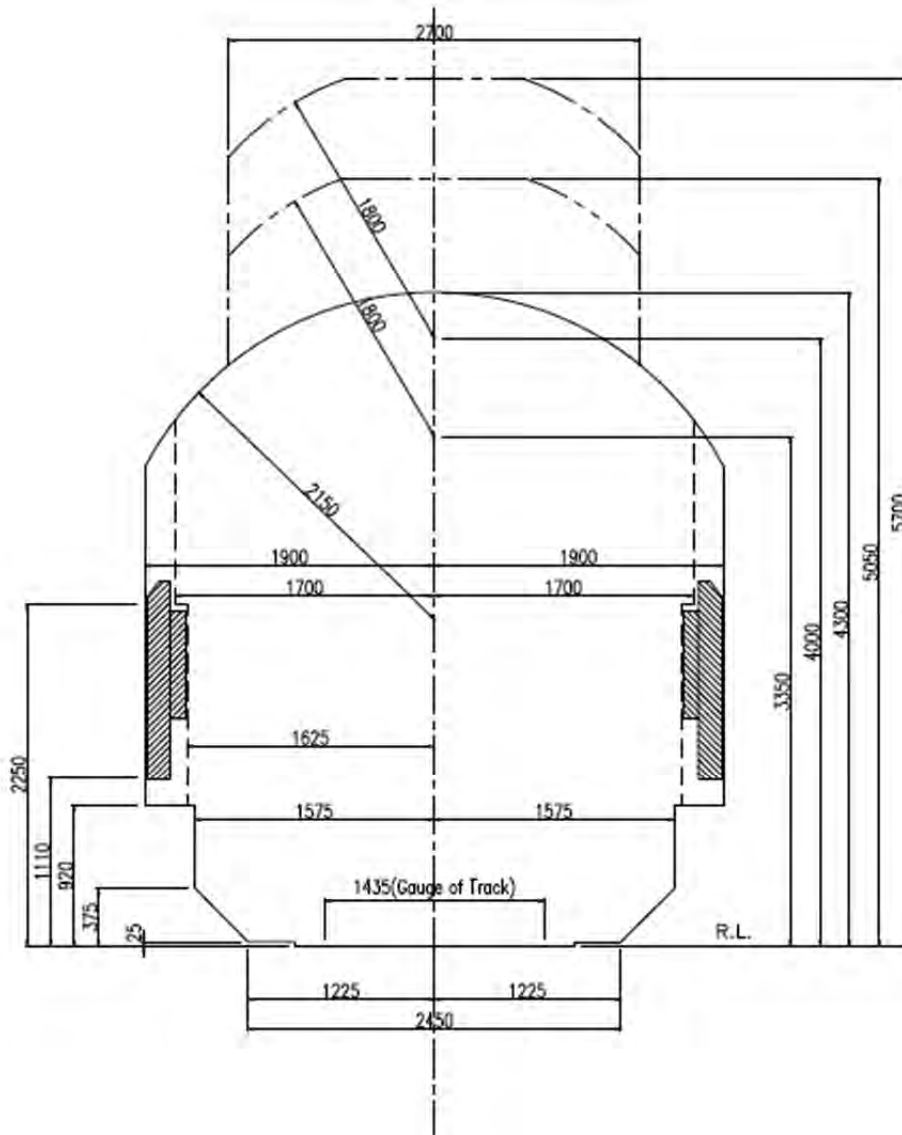


Legend

—————	: The gauge for vehicle
—————	: The gauge for accessories for signs
-----	: The gauge for the gadget on roof when pantagraph standing
-----	: The gauge for the gadget on roof when pantagraph folding

出典：調査団作成

図 3. 2. 3 車両限界図



Legend

————	: The gauge for Construction
- - - -	: The gauge for Platform(consider Automatic Platform Gate)
— · — ·	: The gauge for Facilities except overhead
- - - -	: The gauge for Facilities except overhead(Tunnel, Bridge etc.)
▨	: Automatic Platform Gate

出典：調査団作成

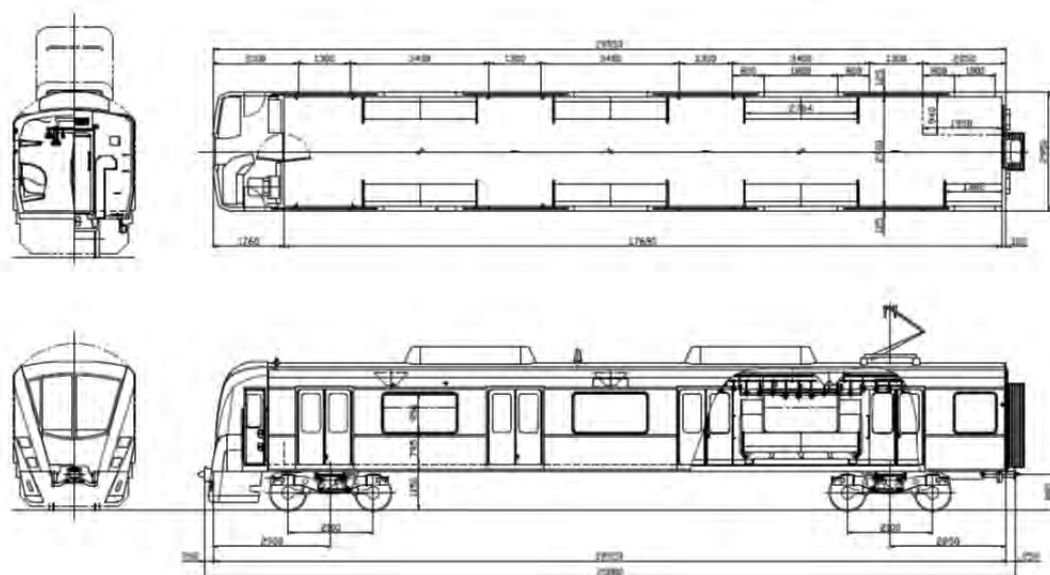
図 3.2.4 建築限界図

(2) 主要諸元表および車両形式図

表 3.2.1 主要諸元表

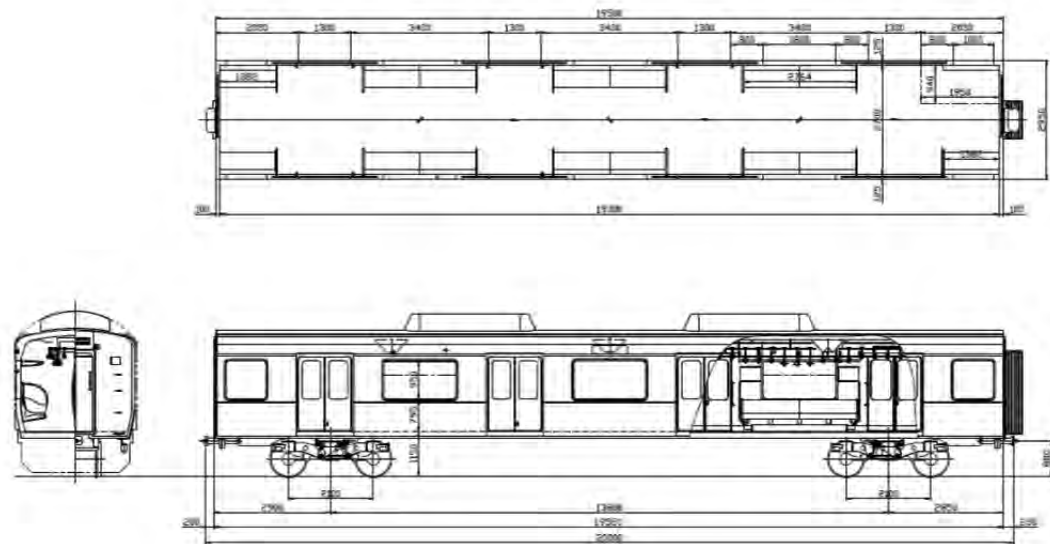
項目				
	Mc	T	T	Mc
軌間	1,435 mm			
車種	Mc	T	T	Mc
質量 (空車)	37 t	29 t	29 t	37 t
電源	架空線 DC1,500 V			
設計最高速度	130 km/h			
加速度	3.3 km/h/s (0.92 m/s ²)			
減速度	常用; 3.6 km/h/s (1.0 m/s ²), 非常; 4.5 km/h/s (1.25 m/s ²)			
車体長	20,000 mm	20,000 mm	20,000 mm	20,000 mm
車体幅	2,950 mm	2,950 mm	2,950 mm	2,950 mm
車体高さ	4,110 mm (パンタ下降時)	4,090 mm	4,090 mm	4,110 mm (パンタ下降時)
床面高さ	1,150 mm	1,150 mm	1,150 mm	1,150 mm
定員 (座席定員)	161 (39)	183 (45)	183 (45)	161 (39)
台車	ボルスタ付台車	ボルスタ付台車	ボルスタ付台車	ボルスタ付台車
台車中心間距離	13,800 mm	13,800 mm	13,800 mm	13,800 mm
固定軸距	2,100 mm	2,100 mm	2,100 mm	2,100 mm
ギア比	7.17	-----	-----	7.17
主電動機	誘導電動機 190 kW×4			
制御装置	VVVF IGBT インバータ, 1C-2M			
補助電源装置	-----	蓄電池	SIV	-----
パンタグラフ	シングルアーム式	-----	-----	シングルアーム式
電動空気圧縮機	-----	CP	-----	-----
ブレーキ装置	全電気指令式空気ブレーキ (常用ブレーキ, 非常ブレーキ, 駐車ブレーキ, 保安ブレーキ, 滑走防止装置)			
運転保安装置	ATO			

出典：調査団作成



出典：調査団作成

図 3.2.5 車両形式図 (Mc)



出典：調査団作成

図 3.2.6 車両形式図 (T)

(3) 車両の速度および加減速度

運転最高速度を 120 km/h～160 km/h の間で調査・検討を行ったが、加速性能や最高速度から導き出される運転曲線、設備に掛かる費用面等様々な条件を勘案して、設計最高速度を 130 km/h、運転最高速度を 120 km/h とする。また、加速度、減速度は、以下のとおりである。

設計最高速度 130 km/h

運転最高速度 120 km/h

加速度 3.3 km/h/s (0.92 m/s²)

減速度 常用ブレーキ 3.6 km/h/s (1.00 m/s²)

非常ブレーキ 4.5 km/h/s (1.25 m/s²)

(4) 車両編成

車両の編成両数は、需要予測及びそれに基づく列車ダイヤに基づき、開業当初は 4 両編成とする。その後、需要の伸びに対応して、6 両編成、8 両編成と増結する。

開業時：Mc-T-T-Mc

6 連時：Mc-T-M-T-T-Mc （太字が追加車両）

8 連時：Mc-T-M-T-M-T-T-Mc （太字が追加車両）

Tc：制御付随車 M：電動車 T：付随車 -：連結部

なお、編成間の連結運転は考慮しない車両構造とする。4 両編成と 4 両編成をつなぎ合わせて 8 両編成とし、昼間時間帯や閑散地区の需要に合わせて、4 両編成で運転する考え方もある。しかし、電力費削減の観点からは有利となるが、車両の製造コストや、分離・連結作業や保守作業に関するコスト、故障のリスクを考慮すると、不利であるため、編成間の連結運転は適用しない。

(5) 乗車定員と車両の質量

乗車定員については、以下のように定義し、各車両の定員を表 3.2.2 に示す。

乗車定員（人）＝座席定員（人）＋立席定員（人）

立席定員（人）＝立席床面積（㎡）×4（人／㎡）

立席床面積：車両の床面積から座席用および座席前縁から 250 mm を除いた部分の面積

表 3.2.2 各車両の乗車定員（単位：人）

	先頭車	中間車
座席定員	39	45
立席定員	122	138
乗車定員	161	183

出典：調査団作成

また、これらをもとに、編成両数ごとの定員、および満員（立席定員の 1.5 倍乗車）時の 1 列車あたりの輸送力を表 3.2.3 に示す。

表 3.2.3 編成両数ごとの乗車定員等（単位：人）

	4 両編成	6 両編成	8 両編成
座席定員	168	258	348
立席定員	520	796	1,072
乗車定員	688	1,054	1,420
満員時輸送力	948	1,452	1,956

出典：調査団作成

車種ごとの質量について、質量の種類を以下のように定義し、表 3.2.4 にまとめる。算出において、乗客 1 人あたりの質量は、55 kg とした。

AW0:空車時の質量

AW1:定員乗車時の質量。立席床面積 1 m²あたりの乗客数は 4 人。

$$AW1 = \text{空車} + (\text{座席定員} + \text{立席定員}) \times 0.055 (\text{t})$$

AW2:満員乗車時の質量。通常運転時の各種計算に利用する。立席床面積 1 m²あたりの乗客数は 6 人。

$$AW2 = \text{空車} + (\text{座席定員} + \text{立席定員} \times 1.5) \times 0.055 (\text{t})$$

AW3:車両の最大質量。軸重や各種強度計算に用いる。立席床面積 1 m²あたりの乗客数は 10 人。

$$AW3 = \text{空車} + (\text{座席定員} + \text{立席定員} \times 2.5) \times 0.055 (\text{t})$$

表 3.2.4 各車種の質量 (単位 : t)

	Mc	T
AW0	37.0	29.0
AW1	45.9	39.1
AW2	49.2	42.9
AW3	56.0	50.5
最大軸重	14.0	12.6

出典：調査団作成

(6) 車体

1) 車体の材質

鉄道車両の主要材料としては、鉄鋼、ステンレス、アルミ合金の 3 種があり、それぞれの特徴があるので、表 3.2.5 にまとめる。

表 3.2.5 車両の主要材料の比較

材質 特性	鉄鋼	ステンレス	アルミ合金
強度	○	◎	△
加工性	◎	△	△
耐食性	×	◎	○
耐火性	◎	◎	△
価格	○	○	△
質量	×	○	◎
総合評価	△	◎	○

出典：調査団作成

《凡例》 ◎：とても良い ○：良い △：あまり良くない ×：良くない

近年の鉄道車両は、運行時の電力量削減のために、軽量なステンレス、アルミ合金により製作するのが一般的である。また、これらの材質は、耐食性が高い特徴も併せ持ち、塗装が不要となるので、ライフサイクルコストを抑えるとともに、環境負荷を低減することが可能である。特に、ベトナムでは高温多湿時期が長期にわたることを勘案し、耐食性に最も優れ、他の項目においても問題のないステンレスを採用する。

2) 出入口構造

扉枚数は、駅停車時分短縮とスムーズな乗降で定時性を確保することを目的に、扉幅 1300 mm で両開きの引戸を片側 4 扉（1 両あたり 8 扉）設置する。これは、2 号線をはじめとするハノイ市都市鉄道の他路線の規格とも合致し、将来の直通運転の可能性も考慮したものである。また、座席配置は、将来における混雑率を勘案し、オールロングシートとする。

なお、5 号線車両が地下線内を走行することを想定し、非常脱出口を先頭車前面に設置するが、編成間の連結を行わないので、貫通構造とはしない。

3) 客室内設備

座席配置は、大量輸送に適し乗降がスムーズな、ロングシートとする。また、立客の安全を確保するための吊り手とスタンションポールや、荷物を置くことのできる荷棚を設置する。なお、これらのサイズ、取り付け位置は、ベトナム人の体格を考慮したものとする。

(7) 台車

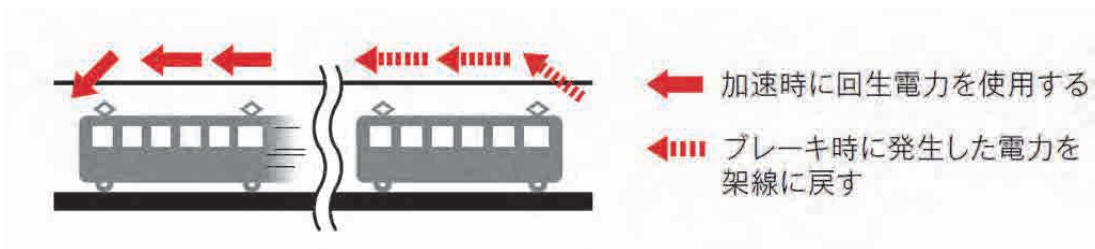
台車は、車体の重さを支え、モーターの回転を車輪に伝え、ブレーキで車両を止めるといった、重要な役割を持つ装置である。日本においては軽量化を目的としたボルスタレス台車の採用も多く、STRASYA もボルスタレス台車を標準としている。しかしながら、ベトナムの高温多湿な気候が空気ばねに与える影響が確認できていないことから、安全性とメンテナンスコストを考慮し、空気ばねへの負担が小さく、信頼性に優れるボルスタ付台車を採用する。

(8) 制御システムおよびブレーキシステム

制御システムおよびブレーキシステムは、連動して機能することで、乗務員や ATO システムからの指令を正確にモーターや機械ブレーキ装置に伝え、スムーズな加減速とすることができる。

制御装置は、VVVF インバータ制御装置とし、架線の 1500 V 直流電源を交流電源に変換し、電圧と周波数を変化させることでモーターの制御を行う。なお、制御装置を編成に複数台搭載することで、1 つの装置が故障した際にも、車両基地までの回送運転が可能となるような構成としている。

ブレーキシステムは全電気指令式空気ブレーキとし、電気ブレーキは回生ブレーキシステム、圧縮空気による機械ブレーキは踏面ブレーキとする。両ブレーキの併用となるが、回生ブレーキを優先的に用いることで、電力消費を削減するとともに、ブレーキシューの消耗も抑えることができる。また、常用ブレーキ装置が故障したときに運転中の車両の制動に使用する保安ブレーキ装置を設ける。



出典：調査団作成

図 3.2.7 回生ブレーキの仕組み

(9) その他の主な機器・装置

このほか、車両に設置する主な機器は以下のとおりである。いずれも、近年の鉄道車両には一般的に採用されているものである。

1) 集電装置

5 号線の集電方法はカテナリ方式を採用するため、集電装置はパンタグラフを用いる。パンタグラフの形状には数種類あるが、省メンテナンスの観点から、最新のシングルアーム式を採用する。



出典：調査団撮影

図 3.2.8 シングルアーム式パンタグラフ

2) 補助電源装置

架線の 1500 V 直流電源を 440 V 等の低圧交流電源に変換し、電動空気圧縮機や空調装置、車内照明等の各種機器に供給する静止型インバータと、それにより充電される蓄電池により構成する。蓄電池により、架線停電時においても、主要な機器に 30 分以上電源を供給することができる。

3) 電動空気圧縮機

ブレーキ装置や空気ばね、戸閉装置などに用いる圧縮空気を作成する装置である。

4) 空調装置

クーラー、除湿の機能を持つ空調装置を車両の屋根上に設置し、制御は全自動で行う。

高温多湿なベトナムの気候に対応するため、容量は1両あたり72.0 kW (62,000 kcal/h)の装置を用いる。なお、ヒーターは、ハノイでは必要となる期間が短いため、設置しない。

5) 車内案内表示装置

液晶ディスプレイを用いて次駅や乗り換え等の案内を自動的に行う。交通系の案内の他、デジタルサイネージとして、動画や静止画による広告等を表示させることも可能である。また、車外先頭部と側面には、LEDを用いた行先表示器を設置する。

6) 放送装置

次駅や到着駅の案内のほか、非常の際に乗務員が乗客に案内をするためにも用いられる。なお、案内は録音されたデータを自動放送装置を用いて再生するので、ベトナム語だけでなく、英語など外国語放送も可能である。

7) 非常通報装置

車内でのトラブルや急病人の発生時等に、旅客が運転台の乗務員と通話ができる装置である。



出典：調査団撮影

図 3.2.9 車内案内表示装置



出典：調査団撮影

図 3.2.10 非常通報装置

3.2.3 他路線との整合性

都市鉄道2号線等、ベトナム国において日本が関与している都市鉄道にはSTRASYAの設計思想を基本とした車両を導入予定である。従って、将来の直通運転を考慮し、5号線においても、車両限界、建築限界、車両主要寸法を中心にSTRASYA仕様に準拠したものとする。ただし、他路線との関係を考慮する必要のない部分については、5号線に適したものを採用する。

表 3.2.6 ハノイ市都市鉄道他路線の主要寸法等

	連結面間 距離	車体幅	台車中心間 距離	扉数	軌間	集電方式 電圧
1号線	20,000 mm	3,380 mm	13,800 mm	4扉	1,000 mm 1,435 mm	架空線 AC25,000 V
2号線	20,000 mm	2,950 mm	13,800 mm	4扉	1,435 mm	架空線 DC1,500 V
2A号線	19,000 mm	2,800 mm	12,600 mm	4扉	1,435 mm	第3軌条 DC750 V
3号線	19,700～ 20,000 mm	2,750～ 3,000 mm	11,000～ 13,000 mm	4扉	1,435 mm	第3軌条 DC750 V
5号線	20,000 mm	2,950 mm	13,800 mm	4扉	1,435 mm	架空線 DC1500 V

出典：調査団作成

3.2.4 その他

(1) 信頼性に関する考え方

5号線は、高密度での運転が予定されている。車両故障によりダイヤの乱れが生じると、収束までに長時間を要し、旅客に多大な迷惑をかけるだけでなく、都市鉄道に対する信頼を失わせる恐れがある。こういった事態をさけ、安定したサービスを提供するため、高品質な車両、機器を採用することで、車両故障の可能性を最小限にするとともに、万が一の故障時にも運転の継続が可能となるよう、バックアップ機能を持たせた機器構成とする。

(2) 安全性について

都市鉄道は信号システムにより、追突、正面衝突といった事故に対する保安度は確保されており、5号線は道路交通と立体交差を行うことから、踏切事故も発生しない。しかし、あらゆる可能性を考慮し、列車先頭部は衝突に対する強度を持たせたものとする。また、車内には、吊り手やスタンションポールといった、乗客がつかまるところを多く設置することで、急ブレーキ時等の車内での事故防止を図る。

列車火災の対策については、電線に不燃性、難燃性の材料で覆われたものを用い、アークや混触電流による発火を防ぐとともに、客室の内張、天井、床敷物といった車内装備に不燃性、難燃性の材料を用いることで、火災が発生した場合の延焼を防ぐものとする。また、火災が発生した場合に初期消火を行えるよう、車内に消火器を設置する。

また、万が一の事故が発生した場合に、その原因究明や再発防止策の立案に役立てるため、列車の運転の状況を記録する装置を設置する。

(3) バリアフリーについて

公共交通の整備は、モーターバイク等の移動手段を持たない人々の移動を促進する効果を持つ。この中には、高齢者や身体障害者なども含まれるため、その利便性や安全性を考慮した車両とする必要がある。主な設備は以下のとおりである。

1) 車いすスペース

車いすの乗客が車内で滞在するスペースを1編成に1か所以上設置する。スペース付近には、乗務員との通話ができる非常通報装置を設置する。



出典：調査団撮影

図 3.2.11 車いすスペースおよび優先座席

2) 車内案内表示器

車内放送を聴くことができない聴覚障害者に、液晶ディスプレイを用いて、現在位置や次駅での乗換情報等を知らせる設備である。

3) 優先座席

お年寄りや体の不自由な方、妊娠している方、小さな子供連れの方のための優先座席を各車両に設ける。

(4) 車両使用年数及び大規模改造工事について

鉄道車両は耐用年数が長く、その使用年数は40～50年、あるいはそれ以上とすることが可能である。ただし、その間には定期的なメンテナンスだけでなく、制御装置をはじめとする主要な機器の更新、電線の引き直しが必要であり、新造より20～25年程度経過した時期に、大規模改造工事を実施することが条件となる。

なお、使用年数や大規模改造工事については、リース期間、サービス面やリスク管理などと密接な関係があるため、15年程度の適正な期間で回収することを前提とした上で、どのオプションが最も適切であるかを比較検討することが望ましい。

表 3.2.7 車両使用年数とその影響（一例）

	ケース 1	ケース 2	ケース 3
車両使用年数	25 年	50 年	50 年
大規模改造時期	なし	なし	25 年
故障リスク	○	×	△
部品入手性	○	△	△
メンテナンス性	○	×	△
旅客サービス	○	×	○
イメージ	○	×	△
新造・改造コスト	×	○	△

出典：調査団作成

《凡例》○：良い △：あまり良くない ×：良くない

3.3 運行計画

3.3.1 基本的な考え方

列車運行計画は、前述の需要予測結果をもとに、列車の運転間隔や列車編成両数を検討することを原則とする。

開業当初は鉄道利用の習慣化や、他の交通手段からの転移を促進するため、需要予測結果には過度にとらわれず、運転間隔を短くし利便性を訴求するという考え方も出来るが、今回の調査では、需要予測結果に基づき運行計画を検討する。

乗客サービスのためには定時性の確保が重要である。日本では10秒単位で列車の遅延を監視するなど、時間に対して非常に厳格である。この日本で培われてきた時間に対する厳格さを5号線にも導入する。

3.3.2 運行計画策定の前提条件

(1) 列車の運転速度

高架部及び地上部のシンプルカテナリ式架線区間の運転最高速度を120 km/hとする。

運転最高速度を120 km/h～160 km/hの間で検討を行ってきたが、120 km/hとしても速達性を十分確保することが出来ることが分かったので、120 km/hと設定した。

分岐器に対する速度制限であるが、5号線で本線に導入する分岐器はすべて#12である。よって、本線における分岐器の分岐側通過速度を45 km/hとする。

また、下りこう配及び曲線に対する制限速度を以下の表の通りとする。

表 3.3.1 下りこう配に対する制限速度

下りこう配	速度
1,000分の20以下	100 km/h
1,000分の30以下	90 km/h

出典：調査団作成

表 3.3.2 曲線に対する速度制限

曲線半径	速度
800 m以上1,000 m未満	110 km/h
1,000 m以上	115 km/h

出典：調査団作成

(2) 余裕時分

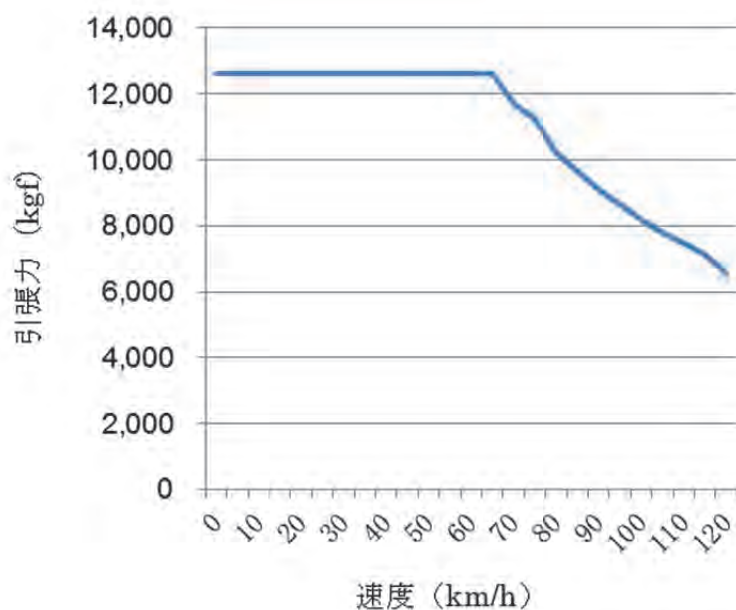
運転曲線図を作成するときは、運転最高速度よりも5 km/h低い速度で作成する。ただし、分岐器、下りこう配、曲線による速度制限については、その制限速度と同速度で作成する。このように運転曲線図を作成し、算出された運転時分を用いて列車ダイヤを作成すれば余裕時分が生じ、結果として定時性を確保しやすくなる。

(3) 停車時分

各駅の停車時分を 30 秒として列車ダイヤを作成する。列車が停車してからホームドアが開いた後、列車の扉が開き旅客が乗降する。乗降が終わると列車の扉が閉まった後、ホームドアが閉まり列車が発車する。旅客が安全に乗降するために停車時分を 30 秒確保する。

(4) 走行性能

列車の走行性能は、以下のグラフで示すものを使用した。都市近郊部は、駅間距離が短いので、運転効率を上げるために高加速・高減速が可能な走行性能とした。



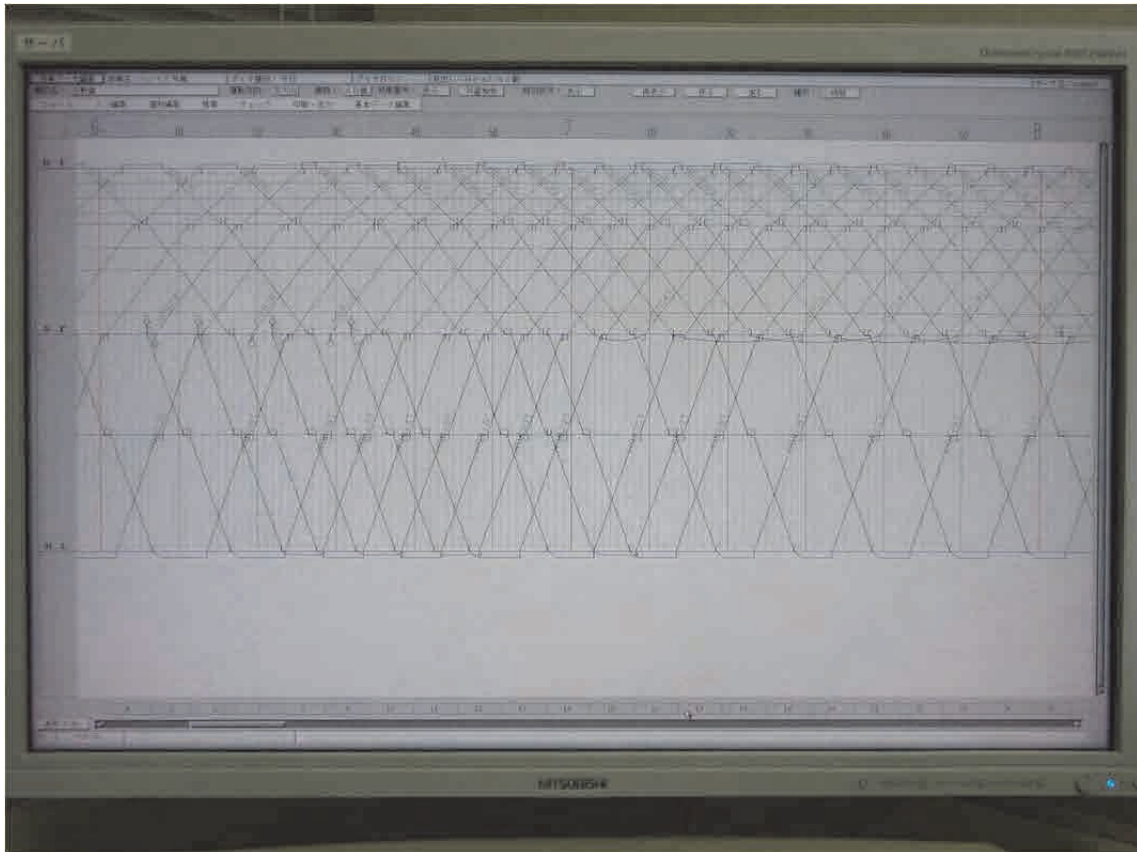
出典：調査団作成

図 3.3.1 速度と引張力について

3.3.3 運行計画の検討

(1) 使用したシステム

運転曲線図及び列車ダイヤを作成する際に、京阪列車ダイヤ作成支援システム「ASK (Advanced system of diagram Simulation for Keihan)」を使用した。また、他社のシステムにおいても作成し、両システムにより作成された運転曲線図及び列車ダイヤを比較したが、大きな差異はなかった。



出典：調査団撮影

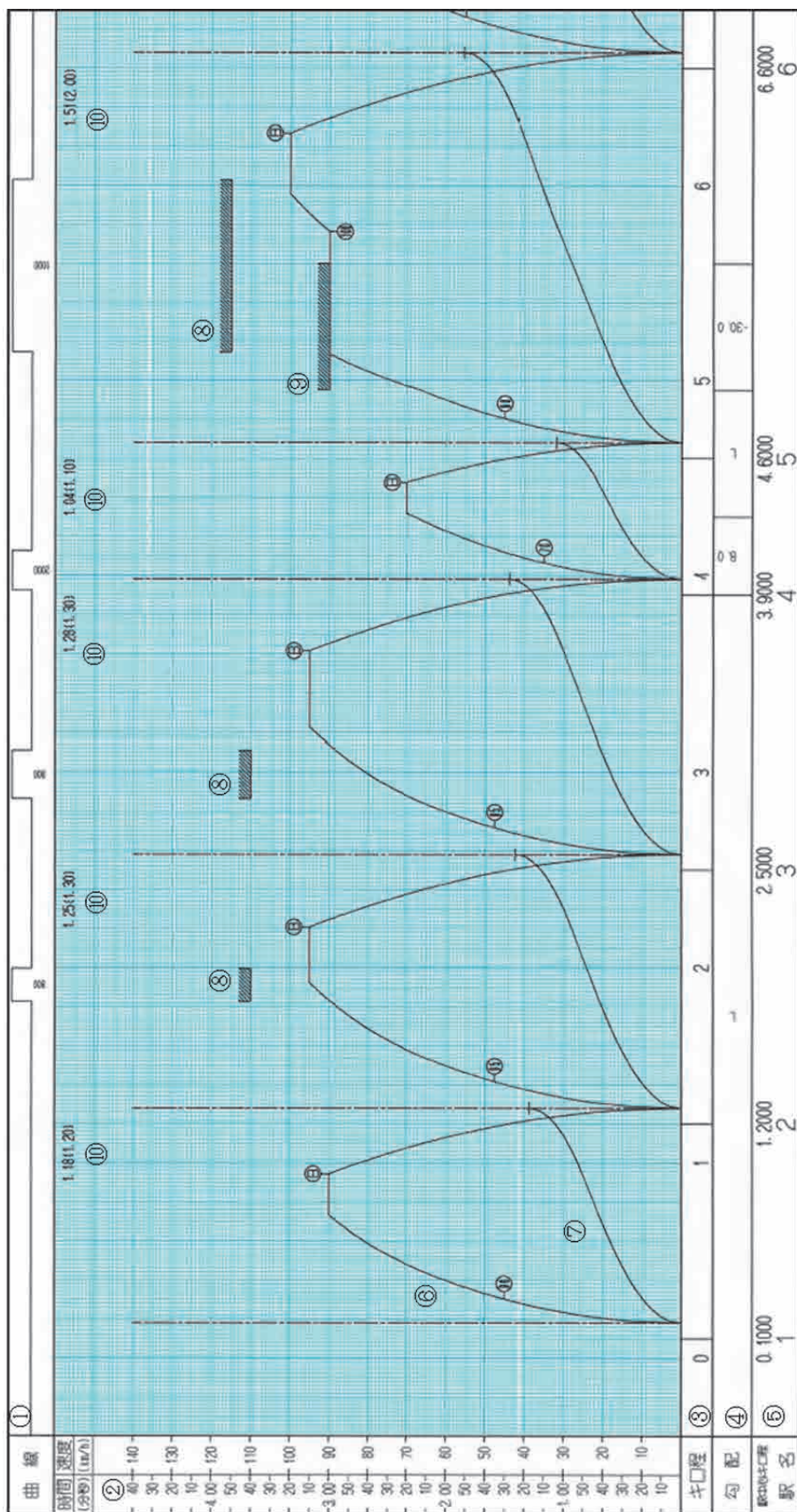
図 3.3.2 京阪列車ダイヤ作成支援システム「ASK」

(2) 運転曲線図

運転曲線図は通常運転時における動力車性能と列車抵抗の力学的関係に、列車の走行距離、速度、時間の関係を図示したものであり、列車ダイヤの基礎となる運転時分の算出に用いられる。一般的に、横軸に距離、縦軸に速度と時間を図示したものが用いられ、列車の走行距離ごとの速度及び経過時間を容易に読み取ることが出来る。

開業当初は4両編成を予定しており、その後は需要の伸びに伴い6両編成、8両編成と編成両数を増やしていく予定である。編成両数が異なると列車長も異なってくるので、例えばこの配における影響、曲線制限等を通過する距離が異なることとなり、結果として運転曲線図も多少異なってくる。

5号線の運転曲線図を作成するに当たり、4両編成、6両編成、8両編成と検討する必要があるが、2021年（Phase 1開業時）における運転曲線図を4両編成で、2030年（Phase 2開業時）におけるものを8両編成で検討を行った。図3.3.3において、参考までに実際に作成した運転曲線図を示す。これは、2030年（Phase 2開業時）のSt.1からSt.5までを図示しており、8両編成としている。また、高架構造としたときの運転曲線を示している。編成両数の違いも考慮して運転曲線図をそれぞれ作成したが、表3.3.3と表3.3.4にそれぞれの運転時分の算出結果を示している通り、St.1からSt.10間の運転時分はさほど変わらなかった。



出典：調査団作成 図 3.3.3 2030 年 (Phase 2 開業時) の運転曲線図 (St. 1 ~ St. 5)

運転曲線図に記載している項目は、以下の通りである。

- ① 曲線及び曲線半径
- ② 運転時分及び速度
- ③ キロ程
- ④ 勾配
- ⑤ 駅中心キロ程及び駅名
- ⑥ 速度曲線
- ⑦ 時間曲線
- ⑧ 曲線に対する速度制限
- ⑨ 下りこう配に対する速度制限
- ⑩ 作図時分及び査定時分

表 3.3.3 2021 年 (Phase 1 開業時) の運転時分

No.	駅名	運転方向 ↓		運転方向 ↑	
		作図	査定	作図	査定
1	Ho Tay				
		1.18	1.20	1.26	1.30
2	Kim Ma				
		1.25	1.30	1.25	1.30
3	Lang Trung				
		1.28	1.30	1.28	1.30
4	Trung Kinh				
		1.04	1.10	1.02	1.10
5	Trung Hoa				
		1.51	2.00	1.49	1.50
6	Me Tri				
		1.41	1.50	1.41	1.50
7	Giao Quang				
		1.50	1.50	1.46	1.50
8	Tay Mo				
		1.21	1.30	1.25	1.30
9	An Tho				
		1.51	2.00	1.41	1.50
10	An Khanh				
運転時間 停車時秒各駅 30 秒込		↓ 18 分 40 秒		↑ 18 分 30 秒	

出典：調査団作成

※運転曲線図により算出した駅間の時間を「作図時間」といい、列車ダイヤを作成する際に、10 秒単位で切り上げた時間を「査定時間」という。

表 3.3.4 2030 年 (Phase 2 開業時) の運転時分

No.	駅名	運転方向 ↓		運転方向 ↑	
		作図	査定	作図	査定
1	Ho Tay	1.18	1.20	1.26	1.30
2	Kim Ma	1.25	1.30	1.25	1.30
3	Lang Trung	1.28	1.30	1.28	1.30
4	Trung Kinh	1.04	1.10	1.02	1.10
5	Trung Hoa	1.51	2.00	1.49	1.50
6	Me Tri	1.41	1.50	1.41	1.50
7	Giao Quang	1.50	1.50	1.46	1.50
8	Tay Mo	1.21	1.30	1.25	1.30
9	An Tho	1.41	1.50	1.41	1.50
10	An Khanh	1.11	1.20	1.10	1.10
11	Song Phuong	3.53	4.00	3.52	4.00
12	Quoc Oai	2.25	2.30	2.25	2.30
13	West Quoc Oai	4.57	5.00	4.56	5.00
14	Hoa Lac	2.15	2.20	2.12	2.20
15	Tien Xuan	1.50	2.00	1.49	1.50
16	Trai Moi	1.45	1.50	1.35	1.40
17	Ba Vi	↓		↑	
運転時間 停車時秒各駅 30 秒込		41 分		40 分 30 秒	

出典：調査団作成

(3) ピーク時及びオフピーク時の PPHPD

列車ダイヤを作成する際、ピーク時の一時間当たり一方向の旅客数 (PPHPD: Passengers Per Hour Per Direction) に十分対応できるように運転間隔を制定する。前述の OD データより、ピーク時の PPHPD を算出すると以下の表のようになる。

表 3.3.5 年次ごとのピーク時 PPHPD

年次	分担率	集中率	ピーク時 PPHPD
2021 年 (Phase 1 開業時)	10 %	20 %	8,320 人
2030 年 (Phase 2 開業時)	15 %	20 %	13,345 人

出典：調査団作成

(4) 列車ダイヤ

列車ダイヤとは、列車の運行計画を表現した線図である。横軸に時間を、縦軸に距離をとり、縦軸上に駅名が配置されているものが一般的である。一日の全列車の動きを把握することが出来る。

今回の調査においては、需要予測の結果に基づき列車ダイヤの検討を行った。

尚、朝ラッシュ時間帯を 7 時～9 時頃、夕ラッシュ時間帯を 16 時 30 分～18 時頃と設定した。

1) 2021 年 (Phase 1 開業時)

Phase 1 の開業は 2021 年の予定となっており、需要予測の結果として、連絡乗車を含めて 1 日当たり約 171 千人の利用が見込まれており、ピーク時の PPHPD は 8,320 人という結果が得られた。

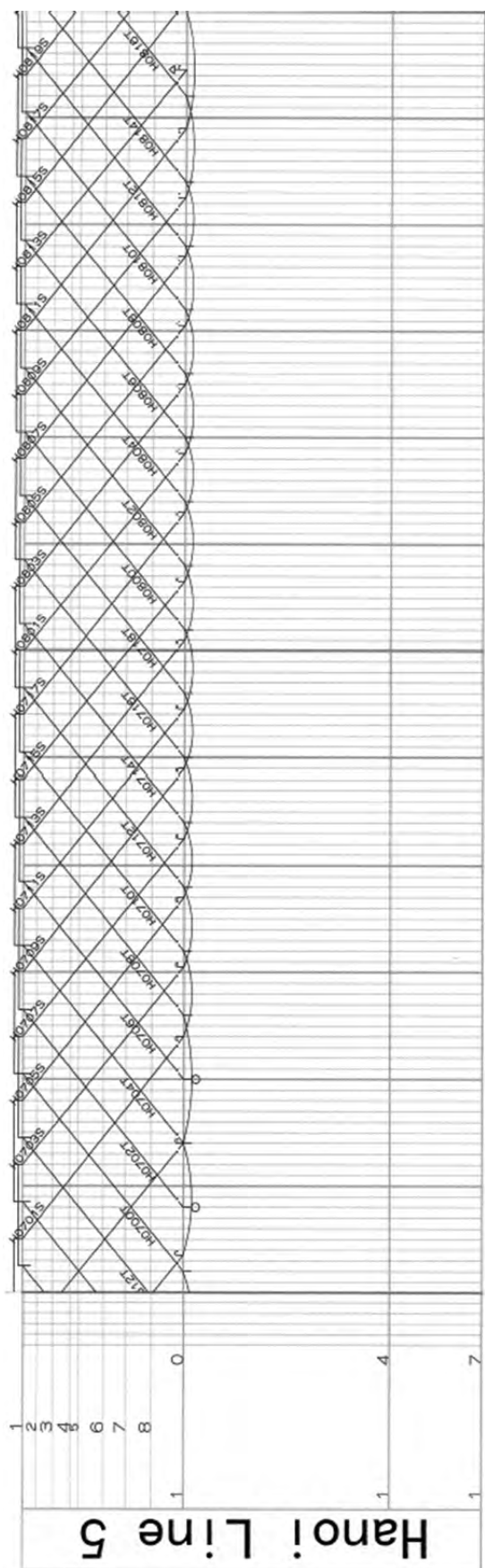
Phase 1 開業時は、1 編成当たり 4 両での運行を予定している。この理由は、予測された需要に十分対応することができ、長編成列車とすれば車両費や電力費が嵩むからである。開業して間もないころは、運転士が操業に慣れていないということから、扉で旅客を挟むといった事故が発生する可能性もあり、短編成の列車が望ましいということもある。

開業時の運転間隔であるが、朝ラッシュ時間帯を 6 分、昼間時を 12 分とする。

必要な列車編成数であるが、1 日を通して一番のピーク時である朝ラッシュ時間帯に対応することができるだけの編成数が必要である。必要な列車編成数は以下の式により算出することが出来る。

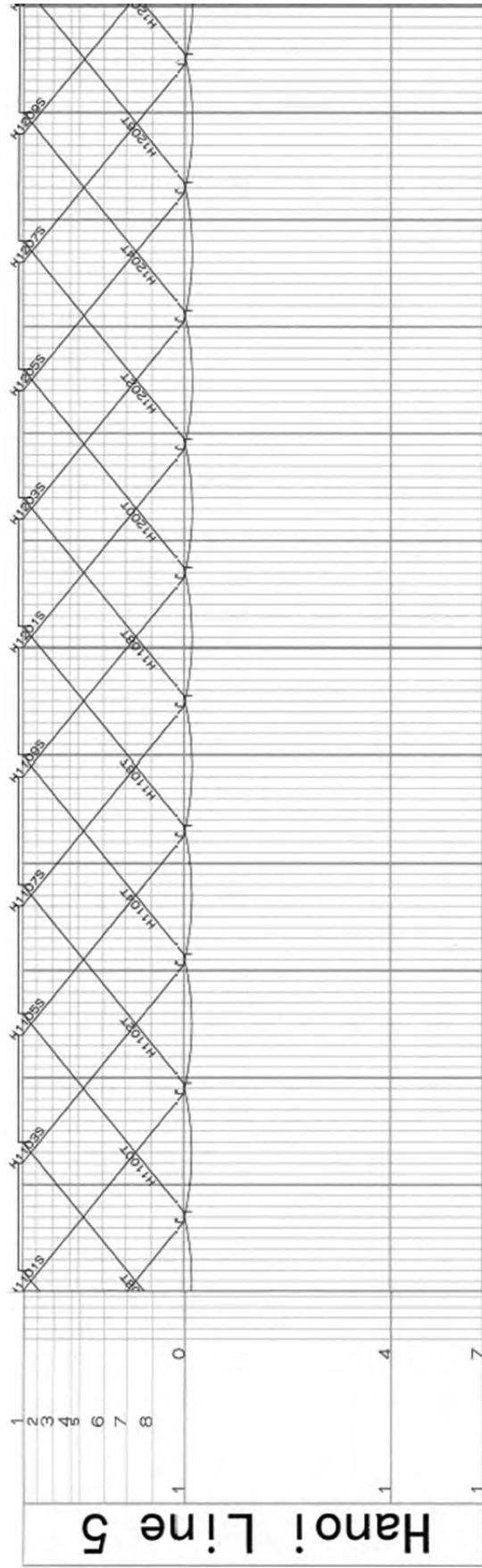
$$(\text{列車編成数}) = \frac{\text{往復時間 (折り返し時間を含む)}}{\text{運転間隔}} = \frac{3,240}{360} = 9 \text{ (編成)}$$

よって、1 日の運行には 9 編成が必要である。これに加えて、故障や検査のための予備として 2 編成を増やし、全部で 11 編成、つまり開業時点では 44 両を用意する。



出典：調査団作成

図 3.3.4 2021 年 (Phase 1 開業時) における朝ラッシュ時間帯の列車ダイヤ



出典：調査団作成

図 3.3.5 2021 年（Phase 1 開業時）における昼間時間帯の列車ダイヤ

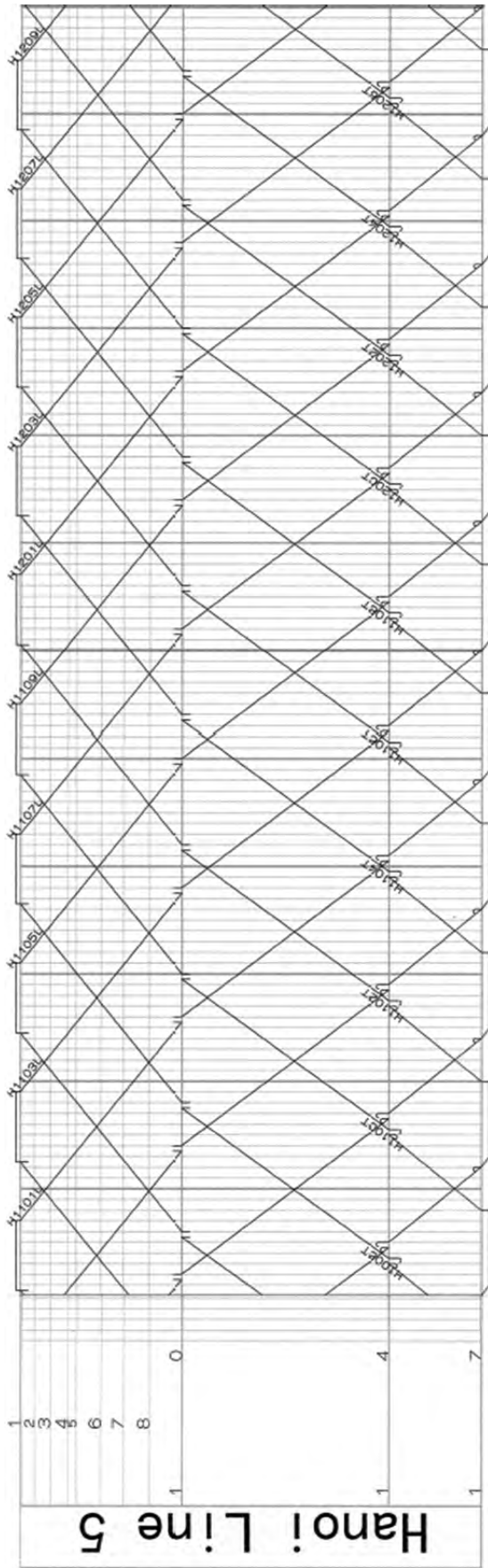
2) 2030 年以降 (Phase 2 開業時)

2030 年には連絡乗車を含めて 1 日当たり約 432 千人の利用が見込まれており、ピーク時の PPHPD は 13,345 人という結果が得られた。Phase 2 開業時に 1 編成当たりの車両数を 6 両とすることで、輸送力を増強する。開業後、需要の増加に伴い、運転間隔を短くしたり、1 編成当たりの車両数を 8 両に増やしたりすることで輸送力を増強し、対応する。

ピーク時であるが、ハノイ市中心部においては運転間隔を 6 分とする。一方、St. 10～St. 17 はピーク時でも、ハノイ市中心部と比較して需要が少ないので、運転間隔を 12 分とする。よって、ピーク時には St. 1～St. 10 間を運行する列車と、St. 1～St. 17 間を運行する列車の両方を運行し、St. 1～St. 10 間の輸送力を増強する。このような運転間隔を実現するためには、ピーク時間帯において、St. 1～St. 10 間の列車及び St. 1～St. 17 間の列車を交互に、それぞれ 12 分間隔で運行するものとして列車ダイヤを作成する。この場合に必要な列車編成数は以下の式により算出することが出来る。

$$\begin{aligned} \text{(列車編成数)} &= \frac{\text{St.1} \sim \text{St.10 往復時間}}{\text{St.1} \sim \text{St.10 運転間隔}} + \frac{\text{St.1} \sim \text{St.17 往復時間}}{\text{St.1} \sim \text{St.17 運転間隔}} \\ &= \frac{3,600}{720} + \frac{6,360}{720} \doteq 14 \text{ (編成)} \end{aligned}$$

しかし、実際に列車ダイヤを作成して検討してみたところ、運行に必要な列車編成数は 13 編成であることが分かった。これは、ピーク時間帯の設定が短かったためであると考えられる。よって、13 編成に予備を 2 編成加えて 15 編成、90 両が必要となる。



出典：調査団作成

図 3.3.7 2030 年以降 (Phase 2 開業後) における昼間時間帯の列車ダイヤ

3) 補足

需要予測に見合うように運行計画を定めたとしても、実際の需要が予測よりも少ないということも予想されるが、すぐに実際の需要に合うように運転本数を減らして輸送力を減らすということはない。フリークエンシーを確保して、旅客の利便性の向上を図る。5号線が開業する2021年は、ハノイ市において都市鉄道が整備されて間もなく、鉄道を利用する習慣が根付いていないかもしれないということを考慮に入れ、まずは都市鉄道の利用促進を目的とする。そして、交通手段をモーターバイク等から鉄道に移行するように促す。

3.3.4 諸課題の抽出

(1) 土休日ダイヤ

日本の鉄道においては、平日と土休日の生活習慣の違いにより利用者数が異なる。日本では平日において、同じくらいの時間帯に通勤・通学の旅客が集中して列車を利用するので、朝のピーク時の利用者が非常に多い。一方、土休日は企業や学校が休みのところが多く、平日ほど需要は多くない。日本の多くの鉄道会社は、平日ダイヤと土休日ダイヤの二種類を作成し、土休日ダイヤは運転本数を減らしている。このように、土休日ダイヤを設定することで要員数の削減、電力の省力化を図っている。

5号線開業時は、このように土休日ダイヤの設定はせず、毎日同じ列車ダイヤで運行するのが良いと考える。日々同じ時間で列車を運行することで、鉄道を生活習慣に定着させることが望まれる。

また、現在ハノイ市内で運行しているバスも平日と土休日で運行計画を変えていない。それに合わせて、5号線も同様にすべきである。

(2) 急行・各駅停車について

運転最高速度を120 km/hとして列車ダイヤを作成すると、Ho Tay~Hoa Lac間を約33分で運行することが可能であることが分かった。しかし、将来的に開発者の要望により駅を増設する必要が生じ、駅を増設する場合、各駅停車だけでは速達性を確保することが難しくなる。速達性の確保に重点を置くとすると、急行・各駅停車と列車種別を分けて運行する必要がある。

緩急接続を実現する場合、2面4線が必要となるが、タンロン道路の中央分離帯の幅には収めることが出来ない。その他の構造で先行する列車を追い抜くための設備が必要である。追越し駅の構造についての検討は3.4.8 (1)に記載しているので、そちらを参照されたい。

(3) ラッシュ時の乗降マナー

現在、ハノイ市内には都市鉄道というものが存在しないので、都市鉄道の開業に合わせて市民に対して乗降マナーに関する教育を行う必要があると考える。列車の乗降に時間がかかり過ぎると、遅延につながってしまう。また、旅客同士のトラブルとなる可能性も秘めている。日本における整列乗車をハノイ市でも実現するべく、ハノイ市が中心となって教育をする必要があると考える。

(4) 女性専用車両（参考）

日本の鉄道事業者においては、輸送サービスの一環として女性等に配慮した鉄道車両が導入されている。以前は、長距離夜行列車等の一部に女性が安心して乗車できるように1車両あるいは1部の座席を女性専用とする例が見られた。最近では、鉄道事業者の取り組みとして通勤・通学の時間帯に運行される電車についても、利用者の理解と協力のもと女性等に配慮した車両を導入する会社が増えてきている。ベトナム国での導入にあたっては、ベトナムでの社会性や国民の理解が得られるかなど幅広い議論が必要である。

3.4 土木施設計画

3.4.1 5号線沿線の地質に関する調査結果

入手した資料を元に、5号線の地質縦断図を図3.4.1のとおり作成した。路線全体で10カ所の調査資料を取り上げた。ここでは、①起点～15 km 付近、②15 km 付近～30 km 付近、③30 km 付近～終点、に分けて考察を行う。

①起点～15 km 付近

この区間では、地表から40 m 付近まで比較的緩い砂層、粘土層が堆積している。砂層でのN値は、おおむね7～26であり、深くなるほど値が大きくなる傾向がみられる。粘土層でのN値は、おおむね6～20であり、深くなるほど値が大きくなる。これらの下層には、N値50以上の礫層が存在している。

路線を高架とする場合、橋脚は杭などによる支持が必要となる。支持層は礫層が妥当であると考えられる。この場合、杭の延長は40 m程度になると想定される。

路線を地下とする場合、トンネルは、概ね上部の砂層、粘土層の中を掘り進むことになる。N値だけの判断になるが、開削工法やシールド工法では問題ない。一方、NAMT工法には適さない地盤であると考えられる。

②15 km 付近～30 km 付近

この区間では、地表から30 m 付近まで粘土層となる。粘性土のN値は、おおむね5～30である。しかしながら、その深さと値の関連性は、それぞれの調査地点でまちまちであり、統一感に欠ける。軟弱層ではないが、良質地盤とも言い難い。その下層は、場所によって、礫混じり砂層、あるいは固結粘土層となる。

路線を盛土とする場合、圧密対策が必要となると考えられるが、しっかりとした判断のためには、実施設計前に調査が必要である。

③30 km 付近～終点

この区間は、地表から比較的浅い位置に固い粘土層が存在している。しかしながら、深い位置までの調査が行われていないため、しっかりとした判断のためには、実施設計前に調査が必要である。

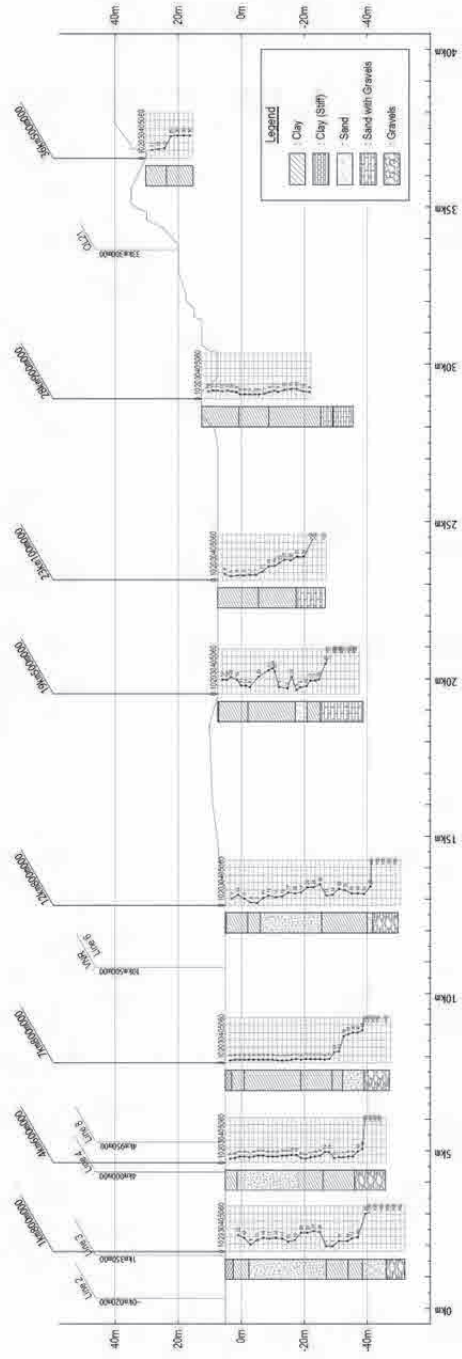
路線を盛土とする場合、浅い位置に固い粘土層が存在するため、比較的手をかけないで盛土体を構築することが可能であると考えられる。

Geological condition of Line 5

Plan View



Geological profile



出典：調査団作成

图 3.4.1 地質縦断面图

3.4.2 技術基準

本調査に用いる技術基準は、「ベトナム国鉄道に係る技術規準及び標準策定支援 平成21年6月 独立行政法人国際協力機構」等に準じて以下のように定める。

当基準は、5号線に関して、基本的な規格を定めることにより、安全性の確保及び経済性、利便性、快適性などを考慮し、輸送の円滑化、効率化、旅客サービスの質の向上を図り、都市鉄道の発展に資することを目的としている。本件では具体的には、以下の点について検討する。

表3.4.1 主な技術基準

項目	基準値
基本計画	
最小曲線半径	設定速度での安全運行に必要な値
車両基地への支線の最小曲線半径	200 m
車両基地エリアでの最小曲線半径	100 m
緩和曲線の種類	クロソイド曲線または3次元曲線
最大鉛直こう配	
- 曲線抵抗を考慮しない場合	30パーミル
- 曲線抵抗を考慮する場合	35パーミル
最小鉛直こう配	高架駅を除き2パーミル
最小縦曲線半径	
- 平面曲線半径 \geq 800 m (通常)	3,000 m
- 平面曲線半径 \geq 800 m (制限がある場合)	2,000 m
- 平面曲線半径 $<$ 800 m (通常)	4,000 m
- 平面曲線半径 $<$ 800 m (制限がある場合)	3,000 m
分岐器及びまくら木	
- 本線	12番
- 車両基地エリア	8番
まくらぎ	PCまくらぎ
ホーム	
ホームの長さ	列車の長さ + 10 m
ホームの幅	通路及び昇降機の幅が確保できる長さ

出典：調査団作成

3.4.3 都心部土木施設の概略設計（高架構造の場合）

(1) 概要

都心部（起点から 5 km 地点）において高架構造とした場合についてとりまとめた。まず、高架一般部については、シンプルな構造形式である桁式構造とし、高架下の有効利用や植樹による景観対策を可能とした。また、駅部については、ラーメン構造とすることにより、経済設計を実現し、駅における安全・防災は勿論、商業を含めた多目的に利用が可能となるよう、多くの空間が確保されることを可能とした。ただし、路線の一部には道路条件等により、特殊な高架構造を必要とする箇所があるため、その部分についても検討した内容を記述する。



出典：調査団作成

図 3.4.2 都心部における高架駅（イメージ）



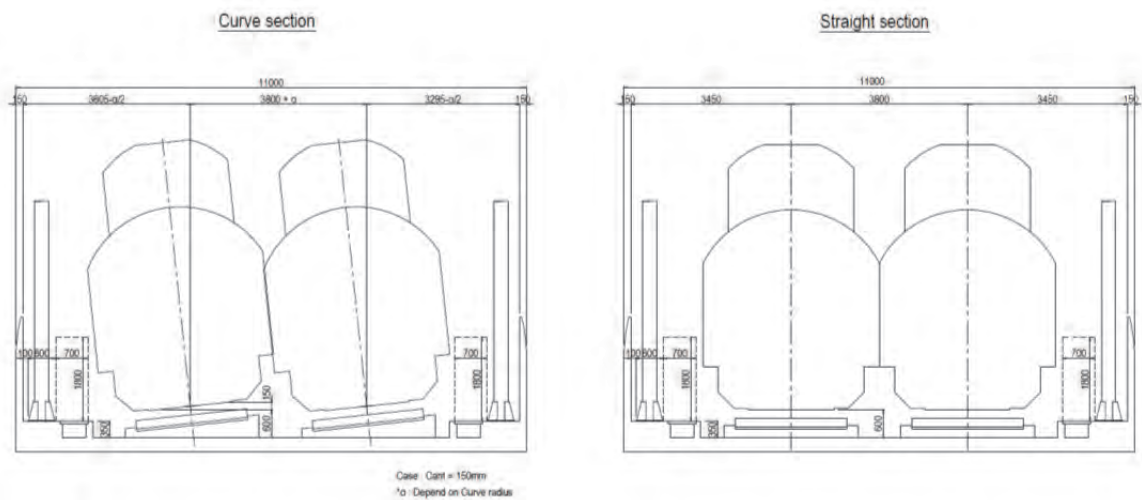
出典：調査団作成 図 3.4.3 都心部における高架駅（イメージ）



出典：調査団作成 図 3.4.4 国際会議場付近（イメージ）

(2) 高架一般部の標準断面

高架橋の全幅は、車両建築限界、待避スペース、管理通路、電柱スペースを勘案して、図に示すとおり設定する。



出典：調査団作成

図 3.4.5 施工基面幅の設定図

(3) 高架橋の種類

高架橋の種類は、①経済性、②施工性、③景観、などを勘案して選定する。現地を踏査したところ、RC 桁や PC 桁の実例は多いが、鋼桁は少ない。鋼桁については、騒音に対する懸念も考えられるため、本路線においては RC 桁、PC 桁を高架一般部に用いる計画とする。なお、ラーメン高架橋は、施工性に劣るため、高架駅部のみで用いるものとする。

また、高架橋を敷設する道路条件から、中央分離帯の幅員が十分になく、橋脚を設置できない箇所等については、特殊橋梁を検討する必要がある。

①高架一般部の桁種

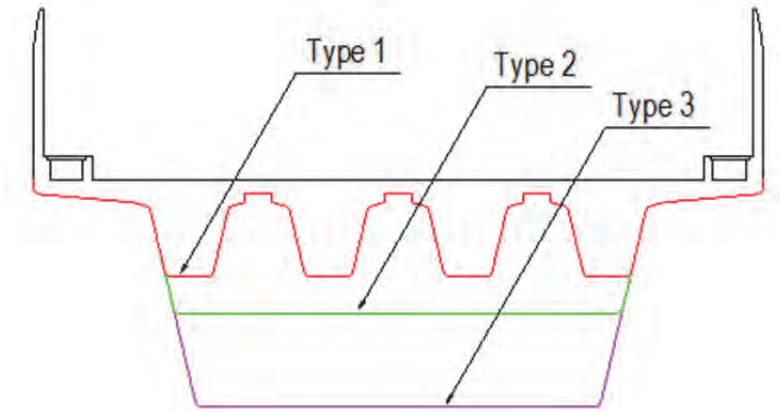
高架一般部の桁種は、経済性と施工性を勘案し、以下の 3 タイプを提案する。各タイプはスパンによって使い分けることを想定する。現場管理の難易度が高い現場打設を極力避ける目的で、各タイプとも工場製作、あるいは、付近のヤード製作が可能なタイプの桁種とする。

Type 1 (スパン 20 m 以下) : PCU 桁

Type 2 (スパン 30 m 以下) : PC 箱形桁

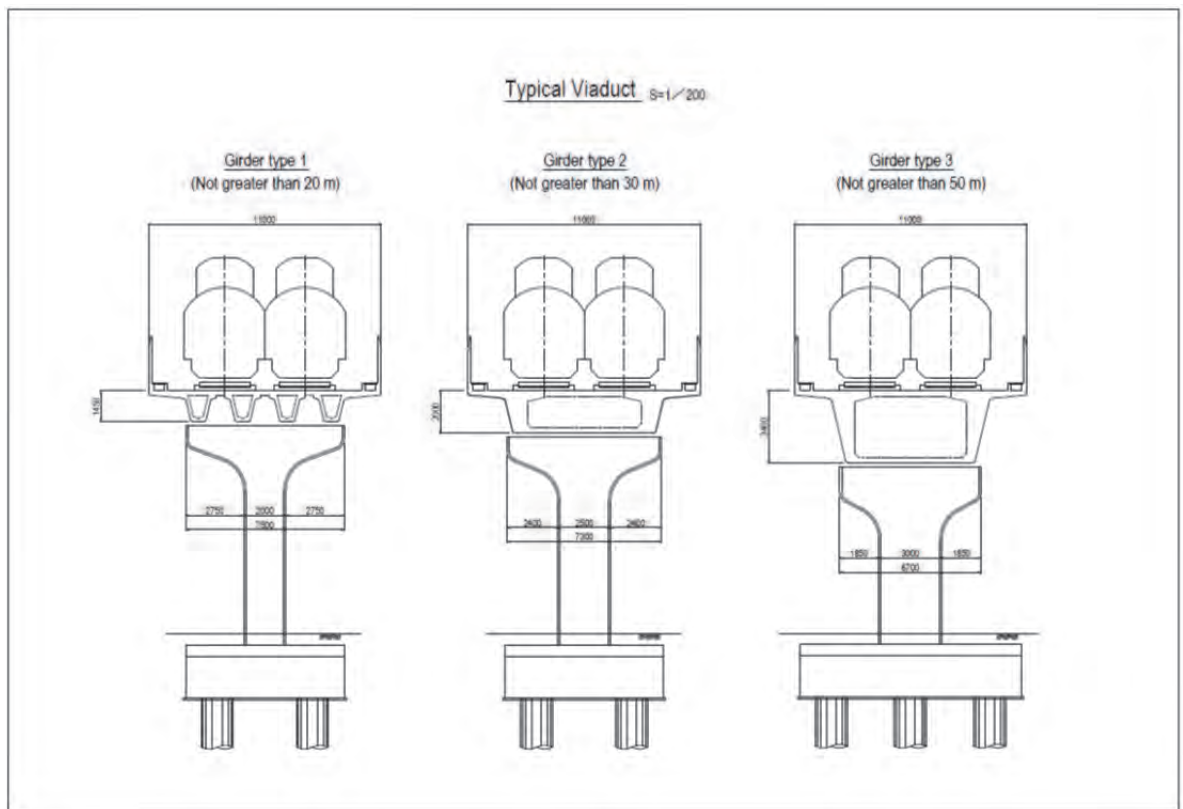
Type 3 (スパン 50 m 以下) : PC 箱形桁

図 3.4.6 に示すとおり、各タイプの張出し形状、および、側面ラインを合わせることで、構造物の見目の連続性を保ち、景観に配慮した構造物とする。



出典：調査団作成

図 3.4.6 各タイプの桁外線重ね合せ図



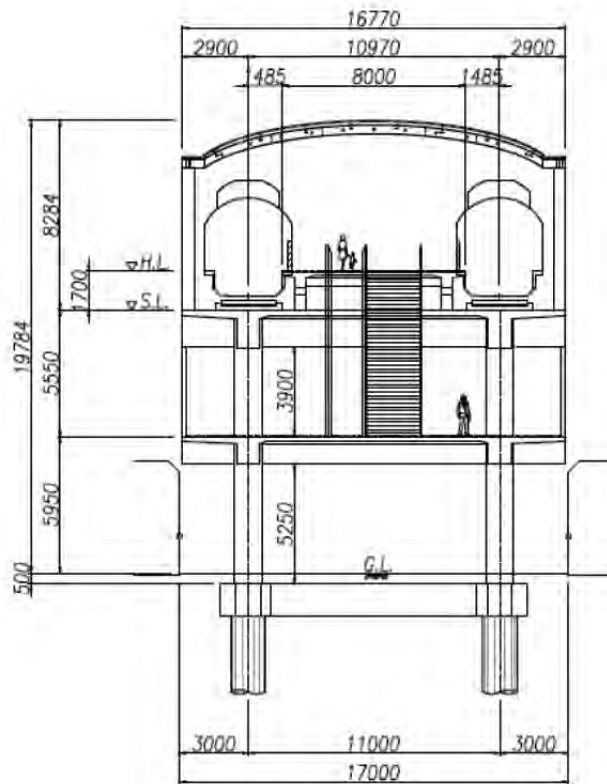
出典：調査団作成

図 3.4.7 高架一般部の桁種

②高架駅部（1面2線） ※起点から環状3号線道路まで

本路線での駅部の構造については、ラーメン高架橋とし、コンコースフロアと軌道・ホームのフロアを確保するものとする。また、プラットホームについては、島式1面2線を基本とし、都心部での中央分離帯内に高架橋が収まるように計画した。幅員用地幅については、踏査時に実測した値を用いる。

本案では、図 3.4.8 に示すとおり、全幅が中央分離帯に収まる。



出典：調査団作成

図 3.4.8 高架駅（1面2線）

③特殊橋梁部

前述のとおり、高架一般部での桁式高架橋や駅部でのラーメン高架橋については、一般的な構造形式であるが、St. 2～St. 3のように中央分離帯が狭く、橋脚の設置が困難な箇所については門型橋脚を計画した。さらに、St. 3～St. 4におけるリングロード2付近の河川橋梁や比較的大きな交差点においては、長大スパンの橋梁を検討する必要がある。

(4) 施工方法

鉄道構造物については、現場施工における型枠工・鉄筋工・コンクリート打設工など、熟練技術が出来形の品質に及ぼす影響が大きく、これが十分でない場合、安全運行の確保は勿論、運営後のメンテナンス費用の増大が懸念されることが多い。

ベトナムにおける鉄道構造物の施工経験についても、近年、十分であるとは言えない状況であることを勘案し、高架橋の施工方法については、一般部を桁式とすることや高欄にプレキャスト材を使用することなど、省力化施工を可能な限り導入することにより、土木工事における品質確保やコスト縮減等の効果を実現できるように工夫した。ただし、構造の中でも杭や橋脚など、現場での施工がやむを得ない部分も多く、施工管理・監督についても現地作業員とともに十分確保する必要がある。

3.4.4 都心部土木施設概略設計（地下構造の場合）

(1) 概要

都心部（起点から 5 km 地点）において地下構造とした場合についてとりまとめた。まず、地下構造物については一般的に開削工法とシールド工法に大別できる。施工方法の適用については、施工深さによる部分が大きく関係するが、一般的に開削工法では、駅部など大規模な空間を構築する場合に用い、シールド工法は、駅間など列車通過断面の確保のみの場合に用いることが多い。また、工事費縮減の観点から開削工事延長を可能な限り縮小することが一般的である。

都心部が地下構造の場合の本路線における施工方法は次のとおりである。

表 3.4.2 各区間の施工方法

駅	区間距離(m)	工 法	備 考
St. 1	410	開削工法	3 層駅部および分岐部
	685	シールド工法	
St. 2	210	開削工法	3 層駅部
	955	シールド工法	
St. 3	280	開削工法	2 層駅部
	1,220	シールド工法	
St. 4	280	開削工法	2 層駅部
	520	シールド工法	
St. 5	280	開削工法	2 層駅部
	510	開削工法	一般部
	510	開削工法	掘割部
合計	5,860	開削工法…2,580 m シールド工法…3,280 m	

出典：調査団作成



出典：調査団作成 図 3.4.9 都心部における地下駅（イメージ）

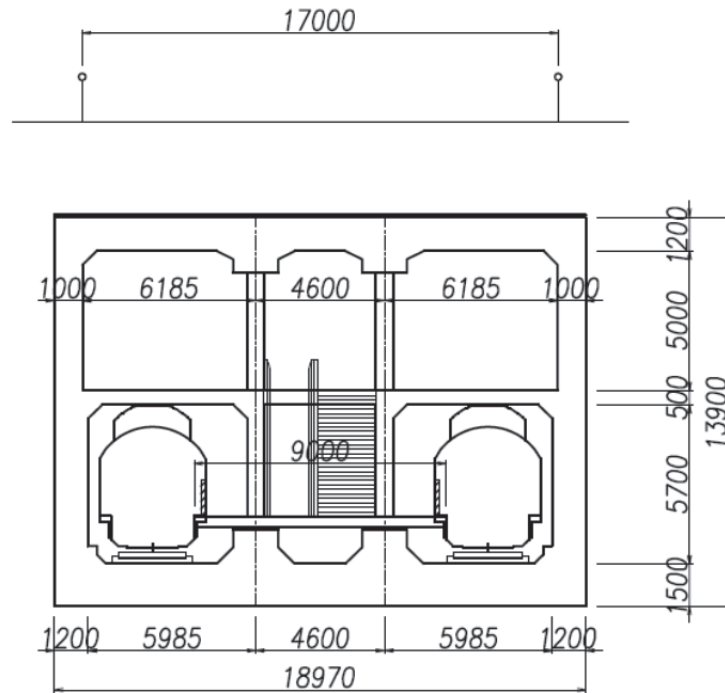
(2) 地下構造の種類

①開削部

<駅部>

駅の形状は、階段・通路・プラットフォームや諸施設をレイアウトし決定する。開削部の延長については、列車の長さから算定されるプラットフォーム長を基本とするが、地下駅に設置する設備の空間を確保する必要があるため、特に2層駅では、設備計画が開削延長を決定する要因となるため、注意が必要である。ここで、2層駅を計画している St.3～St.5 における開削延長が 280 m としている理由については、地下駅において設備を配置するスペース（約 1,000～1,200 m²）が必要であり、コンコースフロアに確保する必要があることから、開削延長を算定している。

設計断面は、横断方向のボックスラーメンを基本とし常時計算を行い、代表断面について耐震設計を実施する。また、駅周辺のビルやまちづくりの発展のために、将来的に駅とビル等との接続が考えられる箇所については、柔軟に対応できる構造とすることが望ましい。

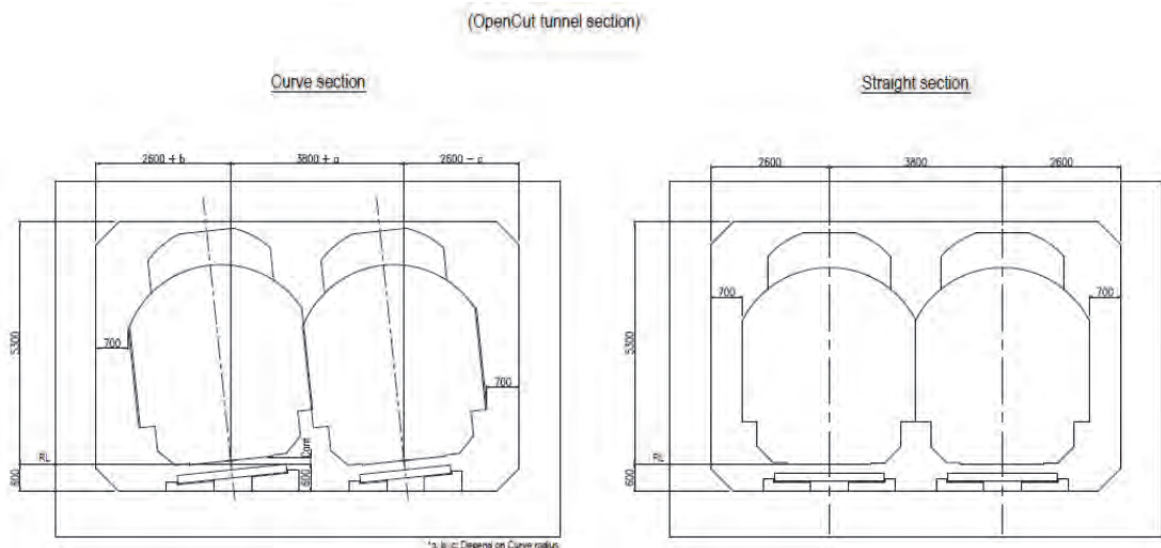


出典：調査団作成

図 3.4.10 開削部（駅部）の標準断面

<一般部>

一般部における開削についてもボックスラーメンを基本とする。必要な断面としては、建築限界を基本とするが、メンテナンス上の軌道巡視を想定した退避スペースを確保することが重要である。ボックスラーメンの中間に柱がある場合は、このスペースを有効に利用するべきであるが、ない場合は、これを考慮した断面を計画する必要がある。



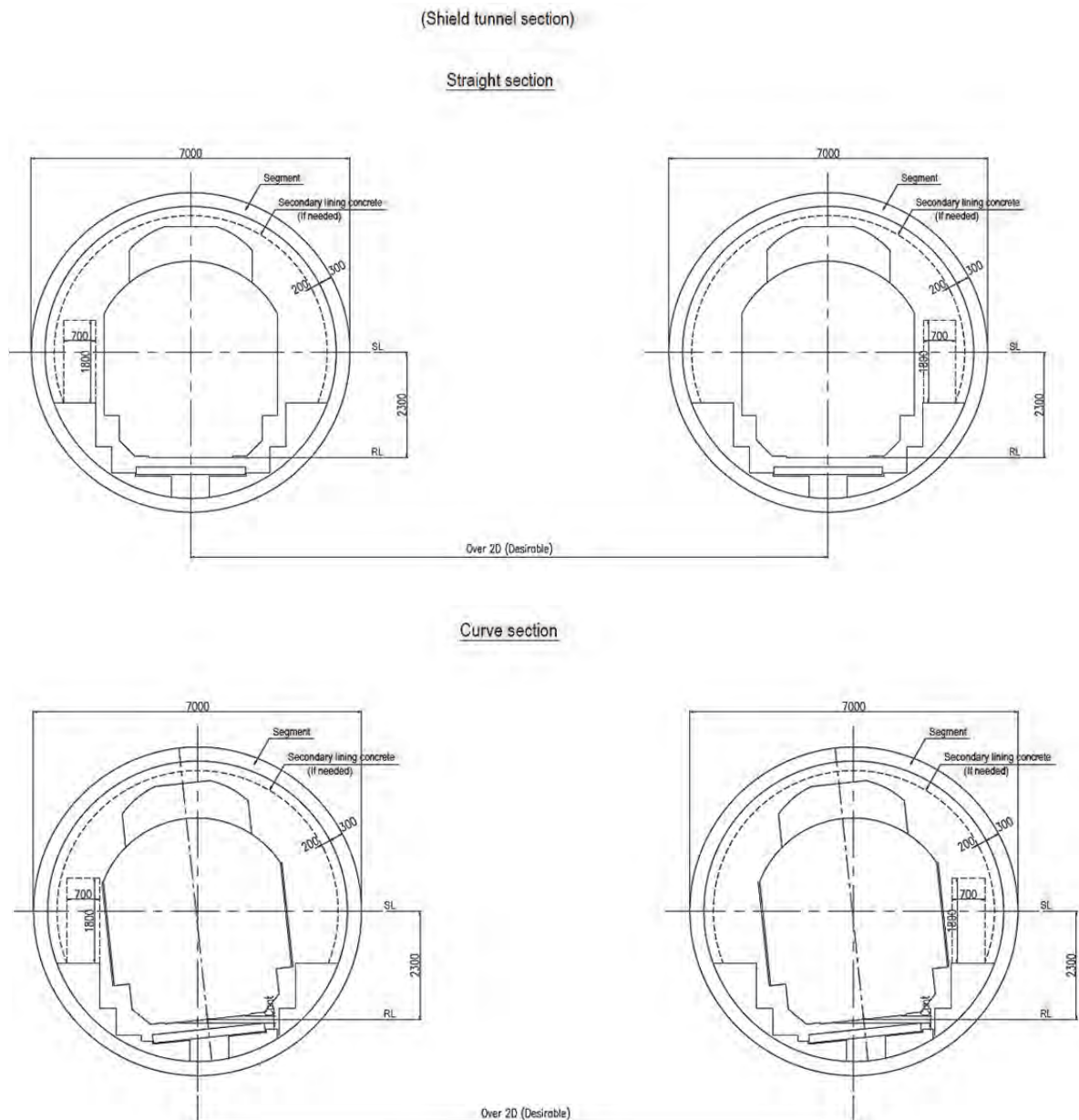
出典：調査団作成

図 3.4.11 開削部（一般部）の標準断面

②シールド部

シールドトンネルを設計する際には、最低必要内空を設定する必要がある。設定に当たっては、次の条件を整理する必要がある。建築限界・建築限界の拡大量を考慮するための平面線形条件・カント量およびスラック量などの軌道条件・トンネル内に必要な諸設備（電気・通信・信号機器など）の設置に必要な空間・RL下の軌道構造・排水設備・退避スペースおよび施工余裕等である。なお、近年の鉄道シールドでは、止水性の向上により、二次覆工を省略することが一般的となっているが、将来における万一の補強空間としてスペースを確保することが必要と考えた。

また、セグメントについては、RCセグメントの採用を基本とした。



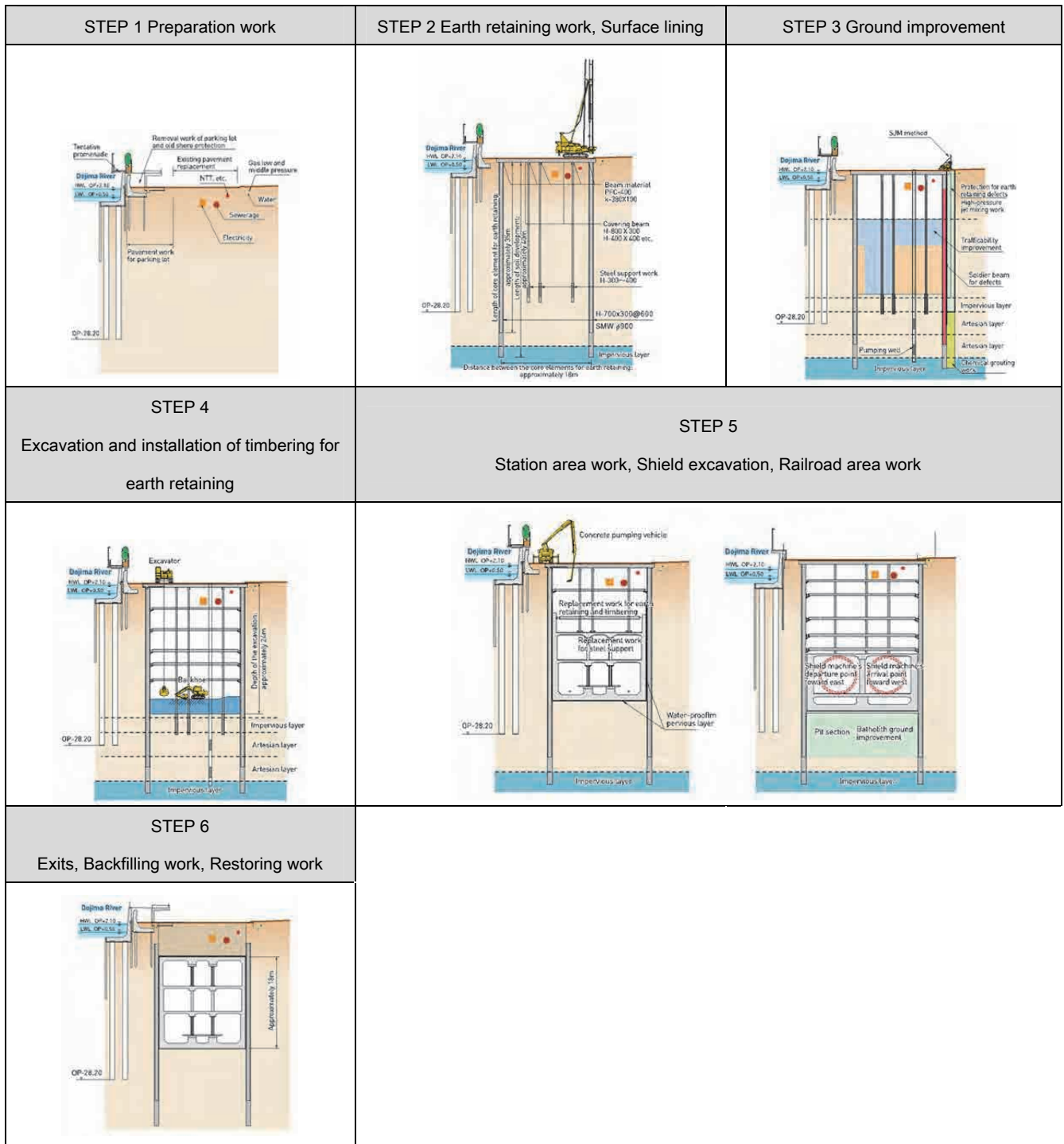
出典：調査団作成

図 3.4.12 シールド部の標準断面

(3) 施工方法

①開削部

施工方法および施工手順について、図 3.4.13 に例を示す。開削工法では、土留壁や支保工に代表される仮設計画が工事の安全性に重要な要因となるため、土質条件や周辺環境条件を十分考慮した最適な計画を立てる必要がある。

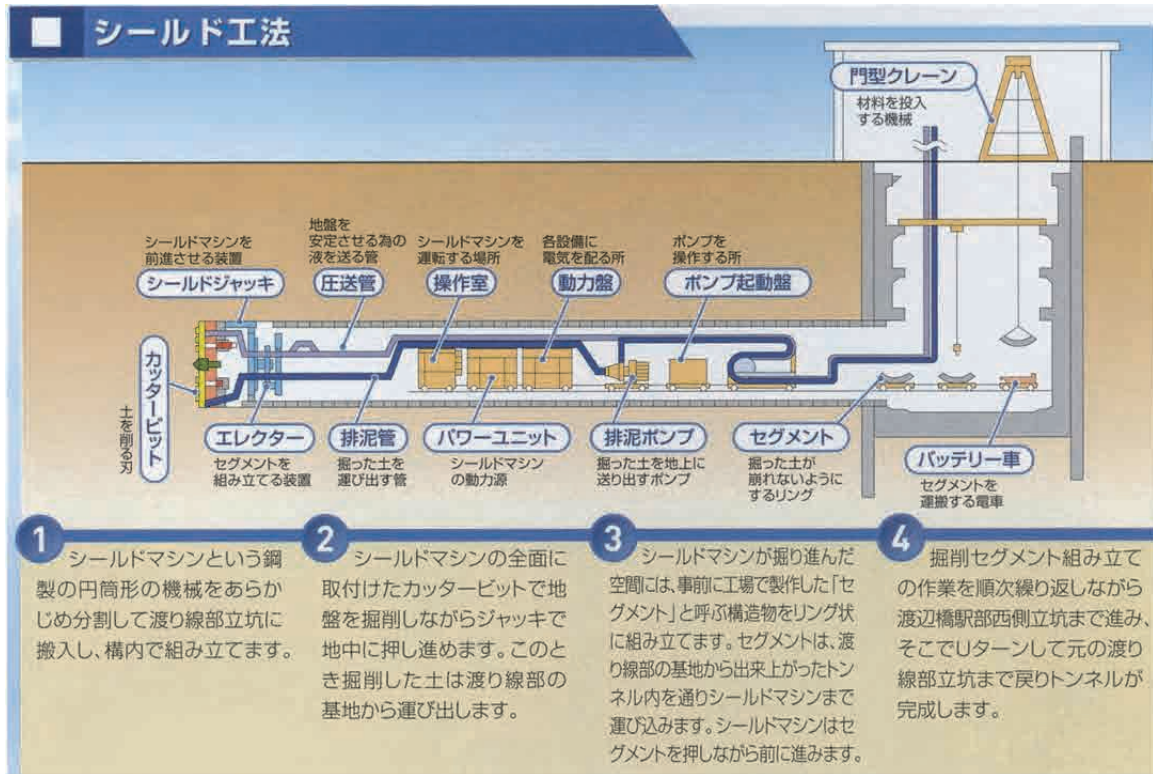


出典：Nakanoshima New Line: Technical Pamphlet

図 3.4.13 開削部の施工方法および施工手順の例

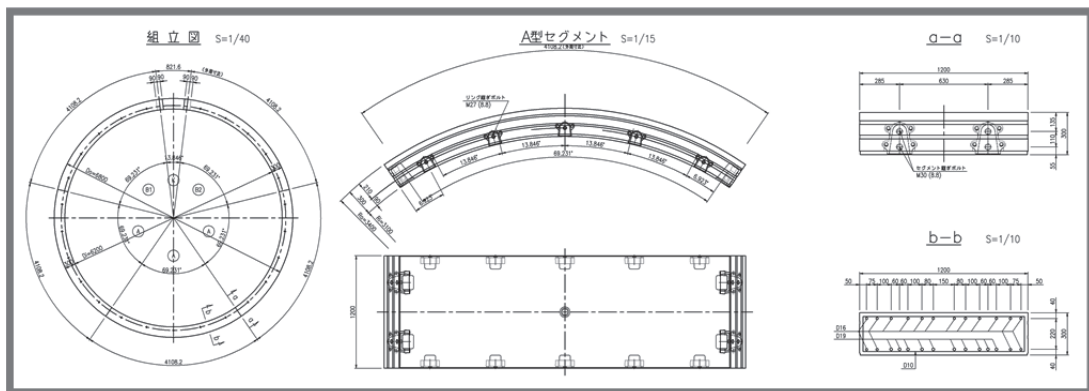
②シールド部

駅間部については、シールド工法により施工することを基本とした。シールドトンネルは単線並列シールドとし、1区間を施工した後は、シールドマシンを引出し、Uターン施工して別の区間を施工するなど、工事費の縮減と工事工程を勘案し、マシン製作台数を決定する必要がある。また、シールドマシンの設計については、土質条件や周辺環境条件を考慮してマシン仕様を決定する必要がある。図 3.4.14 には泥土圧式シールドを想定した施工方法、図 3.4.15 にはセグメントの概要を示す。



出典：Nakanoshima New Line: Technical Pamphlet

図 3.4.14 シールドの施工方法



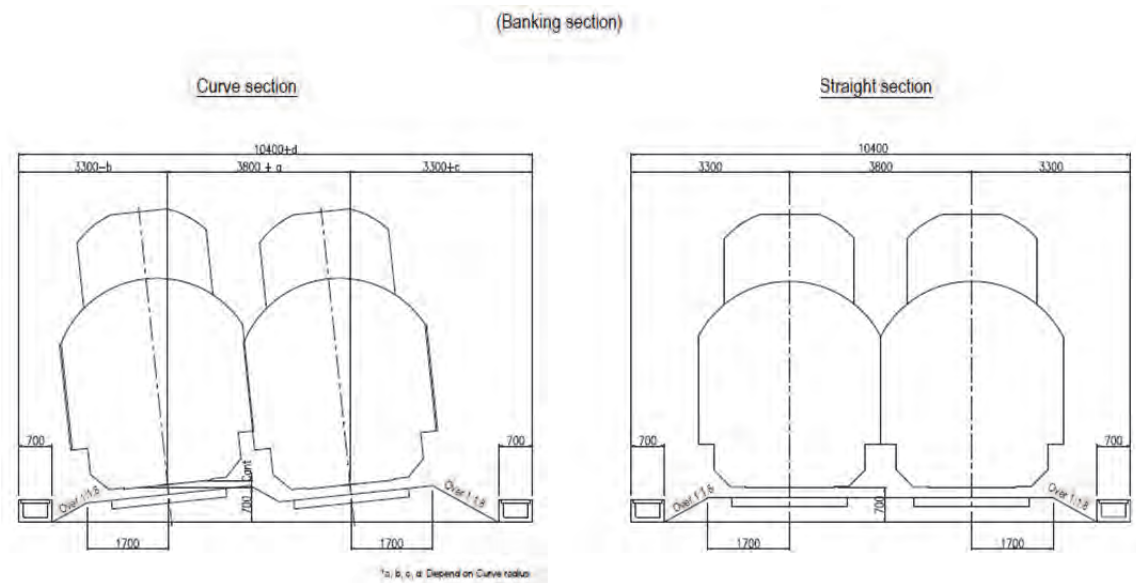
出典：Nakanoshima New Line: Technical Pamphlet

図 3.4.15 セグメントの概要

3.4.5 郊外部土木施設の概略設計

(1) 概要

郊外部においては、工事費削減の観点から、タンロン道路の中央分離帯の盛土部に軌道を敷設する計画としており、標準断面は図 3.4.16 のとおりである。(ただし、VNR 横断部および橋梁部分は別途の構造とする。) また、当該箇所については、タンロン道路建設時に盛土を行っているが、十分な締固めおよび圧密が経過されておらず、現状のタンロン道路についても沈下が大いようである。したがって、施工方法については、軌道を敷設する前に十分な地盤補強を行い、軌道沈下を最小限とする必要があるとともに、ある程度の沈下にも対応可能なバラスト軌道構造を導入する計画とした。

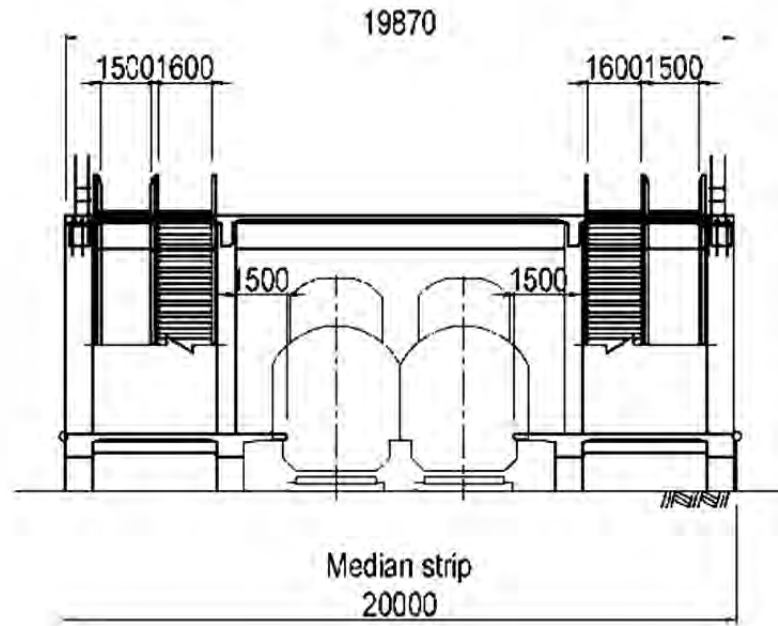


出典：調査団作成

図 3.4.16 郊外部標準断面図

(2) 橋上駅舎（2面2線） ※タンロン道路内

本案では、図 3.4.17 に示すとおり、橋上駅舎（地上駅において軌道・ホームのフロアより上方にコンコースフロアをもつ形態）を計画している。幅員においては、中央分離帯の全幅を利用し、相対的にホームを設置する。ホームの有効幅員を大きく確保する必要がある場合は、階段・エスカレーターを単独に設置することも考えられる。



出典：調査団作成

図 3.4.17 地上駅（2面2線）

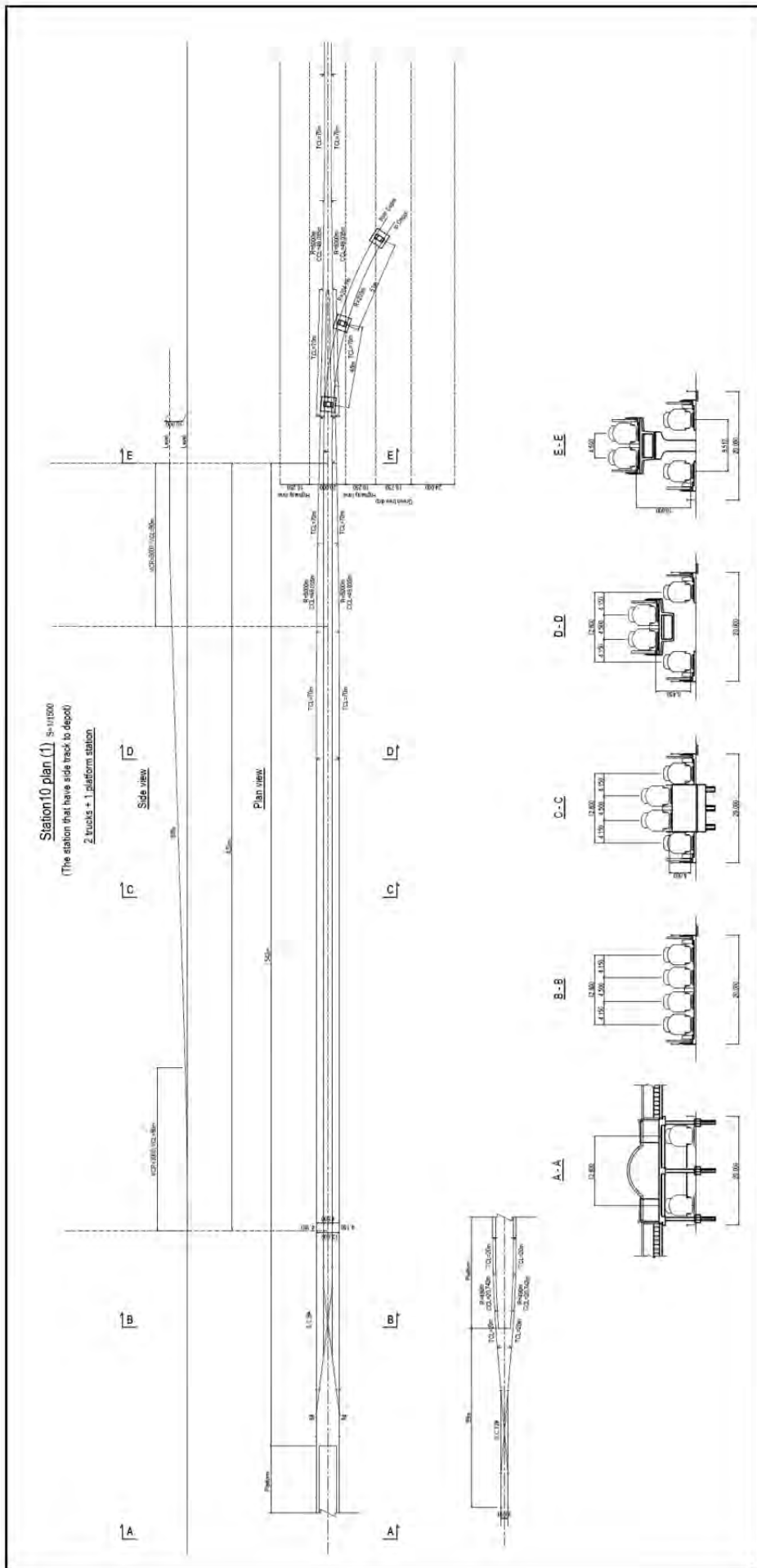
（3）St. 10～車庫の配線および構造

St. 10 と車庫との連絡については、タンロン道路から外れたエリアに車庫を設置する場合、タンロン道路を上越しする出入庫線が必要である。このため、出入庫線は高架構造となり、図 3.4.18 のとおりいくつかの案が考えられるが、中央分離帯の幅員が 20 m であることや構造がシンプルであることから、Plan A が妥当であると判断した。図 3.4.19 には Plan A の詳細図面を添付する。

	Plan A	Plan B	Plan C
概要図			
概説	配線：1面2線 必要幅：20m	配線：2面4線 中2線が通過線 必要幅：29m	配線：2面4線（2層構造） 必要幅：20m
課題	入出区線からの車両が直接本線に入る	中央分継帯（=20m）に収まらない	同方向乗換時に上下移動を要する 上り線の入出区線が、一度、タンロン道路の南側に出る 最も長く直線を要し、側線が本線に戻るまでに長距離となる 構造物が複雑
評価	中央分継帯に収まるので「○」	中央分継帯に収まらない「△」	課題が多いため「×」

図 3. 4. 18 出入庫線高架の検討

出典：調査団作成



出典：調査団作成

図 3.4.19 出入庫線高架 Plan A の概要

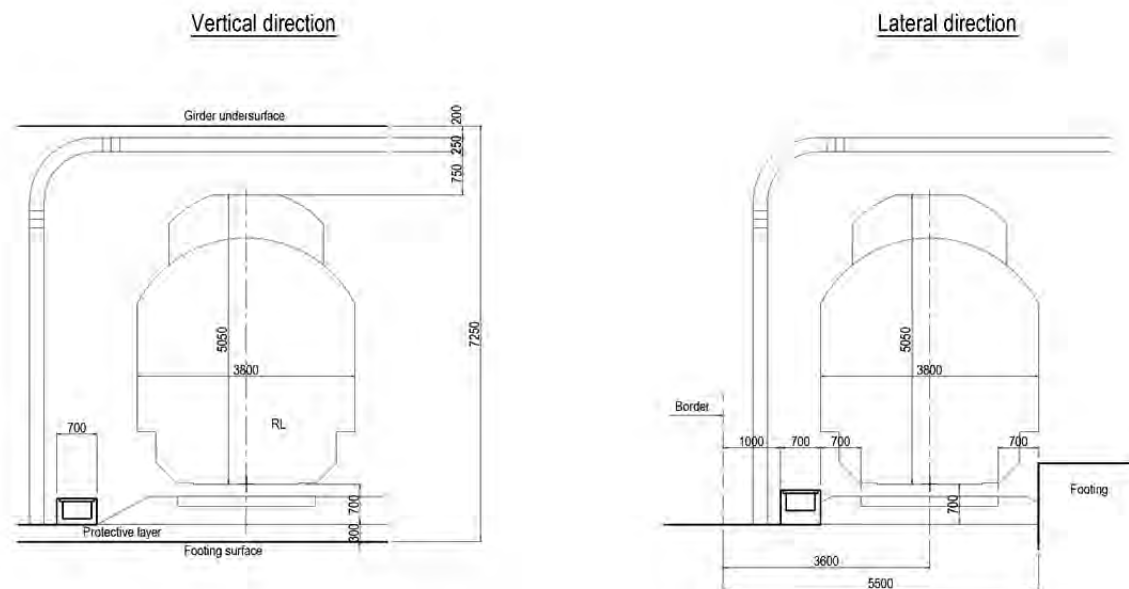
(4) フライオーバー部の計画断面

タンロン道路には、表 3.4.3 のとおり、踏査時点で 10 本の横断架道橋が確認できている。本計画では、タンロン道路の中央分離帯に軌道を敷設するため、これらの架道橋との交差は計画上重要である。架道橋の桁下を潜ることが出来れば、事業費の低減に資するからである。

ここでは、この空間に軌道を敷設し電車線からの受電を確保するために、次の条件のとおり計画断面を検討する。

- ① 建築限界が確保されていること
- ② 設計最高速度は 130 km/h とした電車線の架線方式とすること
(将来の 160 km/h にも対応可能)
- ③ タンロン道路の高さより軌道 FL が低い場合は、排水計画を考慮すること
- ④ 法面（路盤）防護を十分行うこと

フライオーバー部の標準断面を図 3.4.20 に示す。



出典：調査団作成

図 3.4.20 フライオーバー部の標準断面

なお、このような空頭制限がある特殊箇所では、図 3.4.20 に示す建築限界である 5,050 mm の見直しや車両側でのパンタグラフを縮小する検討を行い、フライオーバー部での縦断線形を可能な限り下げない計画とするべきである。また、表 3.4.4 の中でも 6km050m・21km000m・32km100m 地点のフライオーバーについては、特に低い箇所となるため、レール面から必要な電車線高さを確保するための計画策定を行う。

表 3.4.3 現時点でのフライオーバーの概要

Place	Height (m) from Footingsurface to Girder undersurface	Footing width (m)	Angle (Degree) Flyover and Road	Comments
6km050m	7.1	10.0	90	
7km800m	8.0	8.0	61	Footing and Road is parallel
9km800m	7.9	7.0	64	
12km600m	7.5	9.0	87	
16km150m	7.6	6.0	62	
20km050m	8.0	9.0	71	Footing and Road is parallel
21km000m	6.8	6.0	No Data	
22km700m	8.7	9.0	No Data	
28km200m	8.0	8.0	77	
32km100m	4.9	8.0	85	

出典：調査団作成

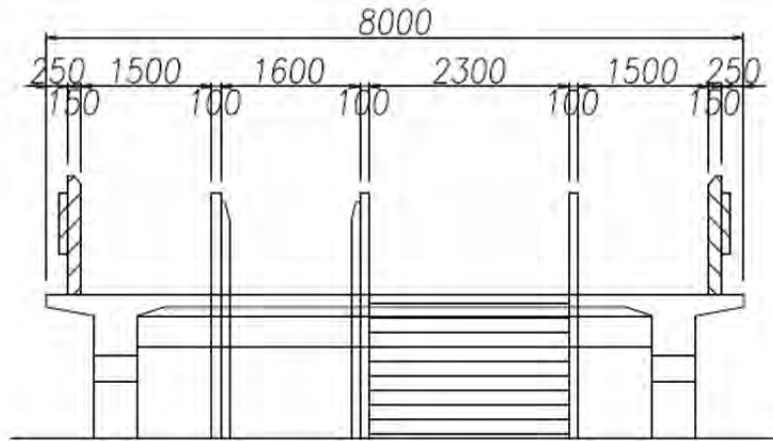
3.4.6 駅施設の概要

(1) 施設計画

①ホーム標準断面

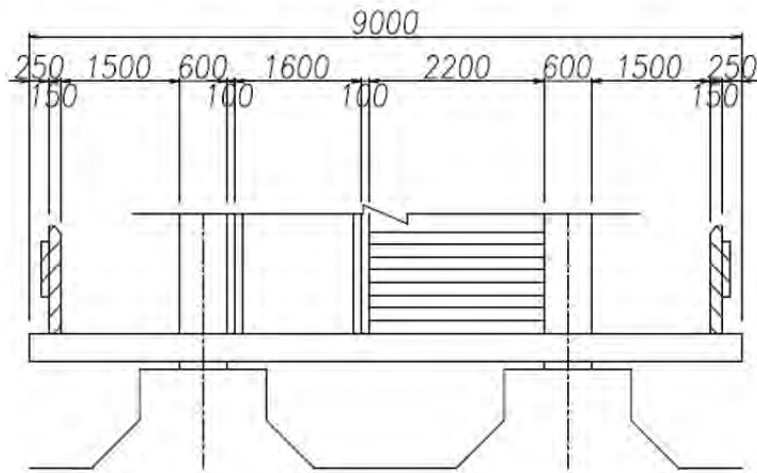
<島式>

ホーム幅員を決めるにあたっては、需要予測から算定することもあるが、階段部分における物理的な条件が要因となることがある。本稿では、階段部の有効幅員として階段およびエスカレーターを設定し、壁からホーム先端（ホーム柵）までの最小通路幅員を1,500 mmとし加算することにより決定した。高架の場合は8,000 mm、地下の場合は、さらに柱が加わることから9,000 mmとした。



出典：調査団作成

図 3.4.21 高架部ホーム標準断面

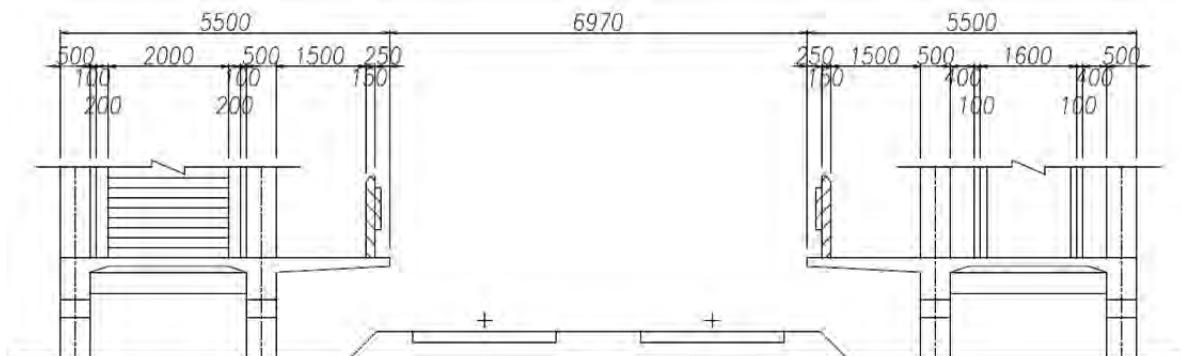


出典：調査団作成

図 3.4.22 地下部ホーム標準断面

<相対式>

相対式ホームにおいても、島式ホームと同様、階段部分の最小通路幅員を 1,500 mm とし加算することにより決定した。



出典：調査団作成

図 3.4.23 地上部相対式ホーム標準断面

②他路線との乗換部（高架・地下）

当路線と他路線との乗換えについては、現在計画が進んでいる駅として St.1 および St.2 がそれぞれ 2 号線・3 号線との乗換えを検討しておく必要がある。乗換部においては、スムーズな移動を確保するため、十分な通路幅員の確保と階段だけでなく、ES や EV 等による段差処理が重要である。また、将来計画としては、St.4 では 4 号線、St.5 では 8 号線でも同様である。

ここでは、現在検討している St.1 における 2 号線との乗換えルートを高架・地下それぞれ、図 3.4.24、図 3.4.25 に、St.2 における 3 号線との乗換えルートを高架・地下それぞれ、図 3.4.26、図 3.4.27 に記載する。



出典：調査団作成 図 3.4.24 St. 1 における 2 号線との乗換え（高架の場合）

Connection of Line5 Station 1 and Line2 Station C5 (2)
 (Line5 Underground Station)



図 3.4.25 St. 1 における 2 号線との乗換え (地下の場合)

出典：調査団作成

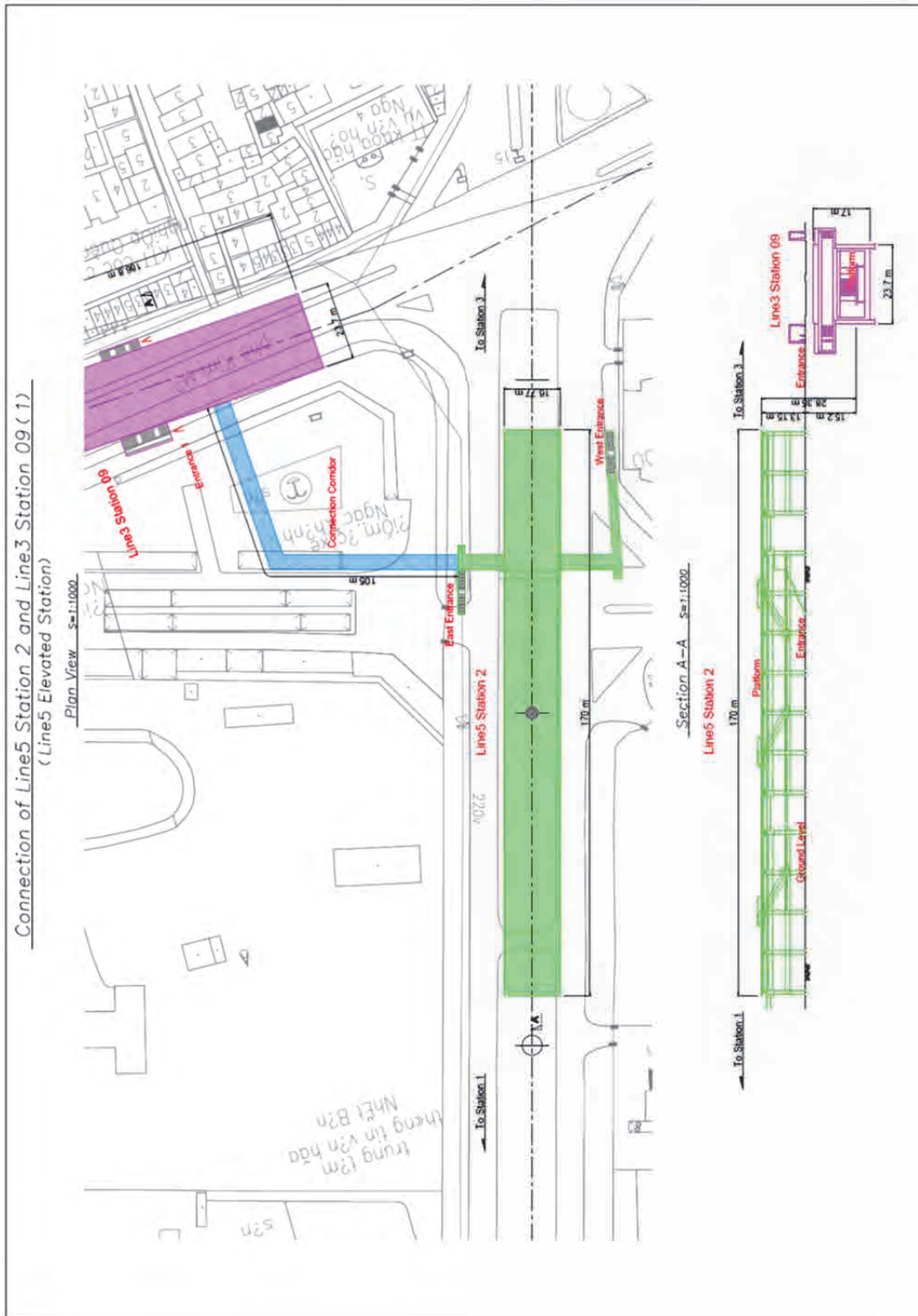


図 3.4.26 St. 2 における 3 号線との乗換え（高架の場合）

出典：調査団作成

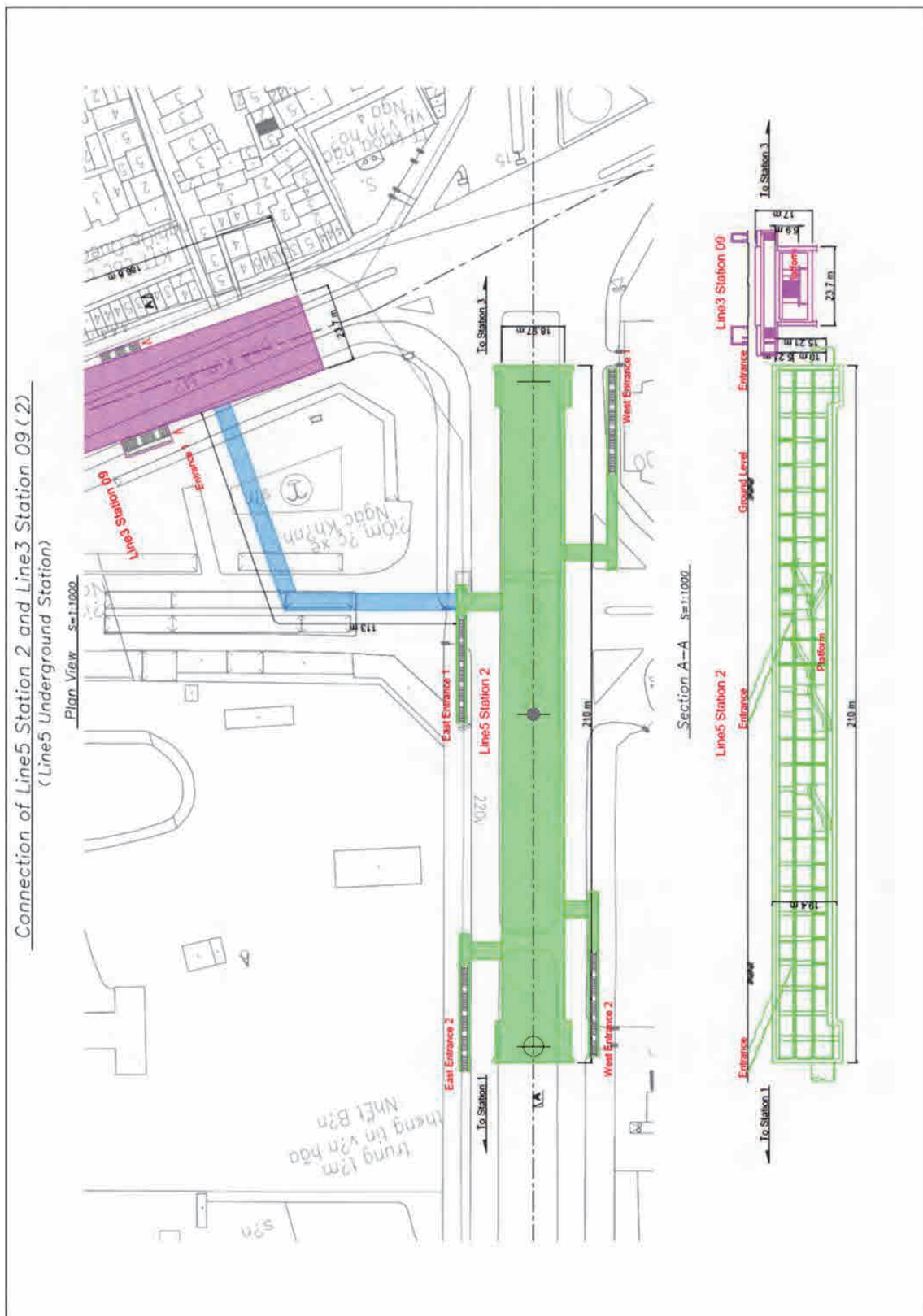


図 3. 4. 27 St. 2 における 3 号線との乗換え (地下の場合)

出典：調査団作成

(2) 駅の設備

1) 電気設備計画

駅における旅客の安全面や円滑な移動や誘導、快適な空間を提供するため以下の設備を導入する。

①昇降機設備

高齢者をはじめ妊産婦・身体障害者等、乗客の移動の利便性および安全性の向上のためにエスカレーター、エレベーターを設置する。自動運転仕様、無人微速度運転仕様等を取り入れ省エネ化を図る。

②給排水設備

駅構内で必要な給水、給湯並びに汚水、雑排水、雨水、排水または捨て水进行处理するための設備を導入する。

③空調設備

地上駅、高架駅ホーム待合室や駅事務所の空間における快適性や、信号機器室、通信機器室、電気室の電気設備機器保護のために設置する。

④受変電設備

駅電気設備や信号通信設備に電力供給するための設備を、各駅の電気室に設置する。

⑤照明設備

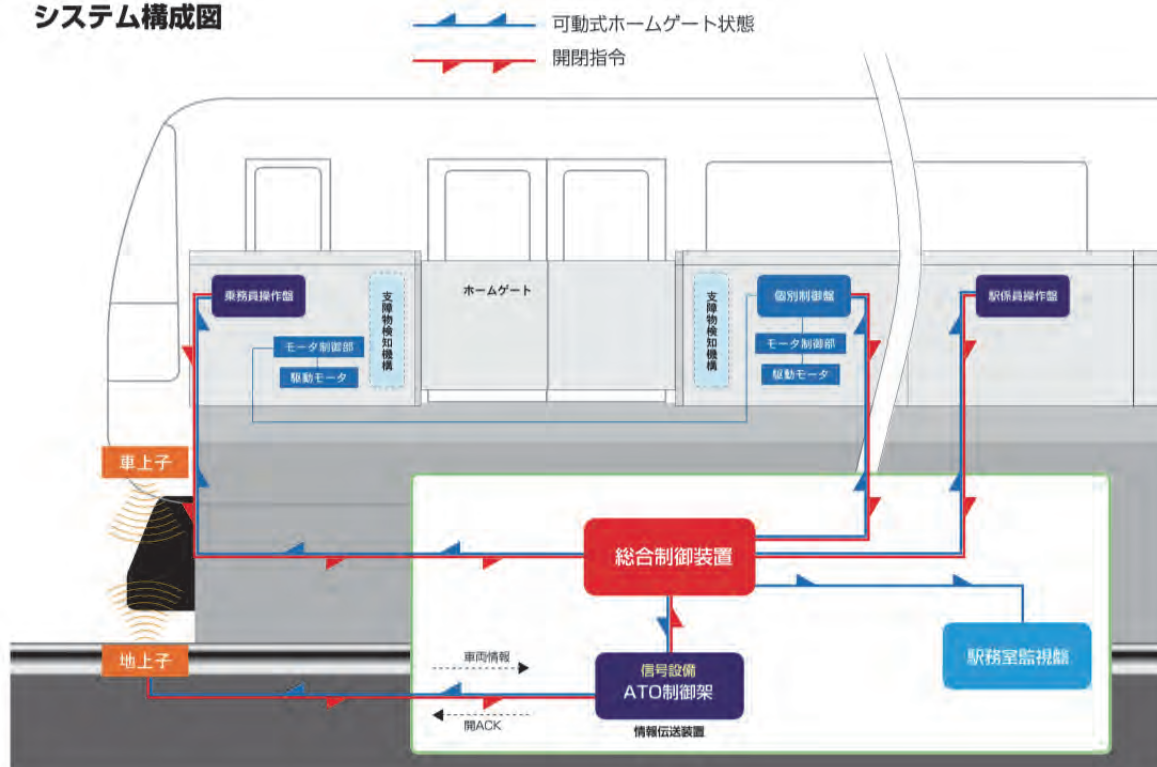
低消費電力で長寿命である LED 照明を標準的に使用する。直管形、電球形等の製品を用途、目的別、建築意匠にあわせて採用する。

⑥プラットホームスクリーンドア (PSD)

ホームからの旅客転落防止、車両接触事故防止、車両ドア挟み込み事故防止などを目的にホームスクリーンドアの導入を行う。プラットホームのバリアフリー化、鉄道運行の定時性確保、将来のワンマン運転時の安全性の確保などの効果が期待できる。

PSD は列車がホームに停止後、車上側と地上側との通信により、ゲート開放指示が送信される。ホームゲートの開閉状態は、乗務員、駅係員、駅務室の各監視・操作盤において把握が可能である。

システム構成図



出典：調査団作成

図 3.4.28 PSD システム構成図（例）

2) 駅施設計画

鉄道利用者や、駅スタッフおよび技術スタッフが利用するスペースとして必要な以下の設備を中心に検討する。

① 駅務室

駅を利用するお客さまへの案内業務や各種問い合わせ対応を行う。

② 電気・信号設備室

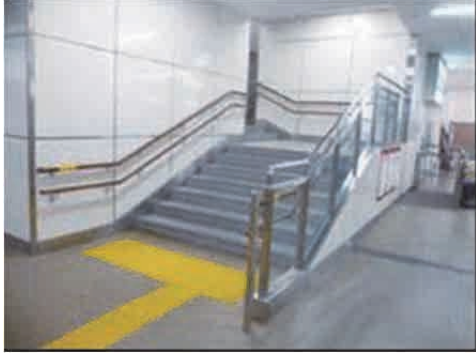
駅設備や鉄道電気設備への低圧配電するために 6,600 V の電力を低圧 220 V、380 V に降圧して、電気設備、電力、信号、通信等の諸設備へ配電する。また、各機器を設置する。

③ 防災管理室

地下駅の場合において、情報の収集、連絡及び命令の伝達、旅客への案内放送並びに防火シャッター等の監視及び制御を行う係員が常時勤務するための部屋である。

④ その他の施設

待合室、トイレ、駅構内看板や主要駅には駅係員及び乗務員用の各施設（例えば、会議室、休憩所、仮眠室、浴室など）を設置する。



出典：調査団撮影
図 3.4.29 スロープ



出典：調査団撮影
図 3.4.30 手すり



出典：調査団撮影
図 3.4.31 ホーム点字ブロック



出典：調査団撮影
図 3.4.32 エスカレーター



出典：調査団撮影
図 3.4.33 エレベーター



出典：調査団撮影
図 3.4.34 多機能トイレ

3) 地下駅の場合の設備

①換気・排煙設備

駅及び駅間には、排煙を有効に行える設備を設けるものとする。排煙設備は機械換気設備を兼ねることができる。排煙設備には非常電源を付置する。但し、十分な自然換気が得られる場合は、換気設備を設けないことができる。

②給配電設備

地下駅等の電気設備には電気利用の優先順位により給電する。

第1負荷：同時に電気故障、停電などが発生しないよう2重系統で給電するもの。非常照明、自動消火設備、防火設備、避難誘導設備、換気・排煙設備、放送設備、信号通信設備、止水鉄扉及び排水ポンプ等

第2負荷：1つの電源又は2つの電源の2系統の電線によって給電するもの。地上ホーム照明、エレベーター、下水用排水ポンプ、駅事務室設備等

第3負荷：1つの電源又は2つの電源のみで給電し、電源の作業時には停電しても良いもの。冷房、浴室用給水設備、広告看板の照明等

③非常用照明設備と予備電源

停電が発生した場合に鉄道利用者を建築物から避難誘導させるための重要な設備である。常用電源が断たれた場合に自動的に予備電源に切り替わり 30 分間継続して照明器具を点灯させることができる蓄電池容量を確保する。

④非常用発電設備

電力会社の停電が発生した場合に自動的に運転されて、40 秒以内に送電を開始し、駅構内の重要な電気設備に電力を供給するためにガスタービン発電装置を設置する。発電機より送電できる負荷は限られており、停電が復旧すれば自動的に復旧する。

⑤冷房設備

地下駅で乗降客数が多く、温度が高い区画には、冷房設備を設ける。

⑥給排水設備

地下駅の給水設備では、以下の項目に配慮する。

- (a) 地下駅等には乗降客及び係員の生活用水)と火災対策用水に給水設備を設ける。
- (b) 給水量は時間と場所を考慮したものとし、各分野に必要な給水量とする。
- (c) 水源は市の水道によるものとし、地下施設に貯水タンクのある給水施設を設けるものとする。貯水タンクから、必要な場所の水道にポンプで供給する。

⑦下水用排水設備

駅での生活用水（浴室、便所）やトンネルからの漏水、浸水に対して排水設備を設け、トンネル部駅間及び駅部の必要な個所に排水ポンプ設備を設ける。

⑧消防用設備（図 3.4.36 参照）

火災報知設備、非常放送設備、非常用照明設備等を導入する。大規模駅には、防災設備、照明、昇降機、空調設備その他機器設備等を一元的に管理する複合監視盤を駅務室に設置し、監視並びに制御機能を取りまとめる。

⑨火災対策

以下の対策を講じる。

- (a) 地下駅の構造物には、原則として火災を発生させないような不燃化材料を採用し、ケーブル類も難燃性で、かつ燃焼時にハロゲンガスを発生しないケーブルを採用する。
- (b) 駅には情報の収集、連絡及び命令の伝達、旅客への案内放送並びに防火シャッター等の監視及び制御を行う係員が常時勤務する防災管理室を設置する。
- (c) 駅には、警報設備（火災報知設備を含む）、通報設備、避難誘導設備（異なる2ルート以上の避難通路の確保、非常照明設備を含む）、防火戸等を設けるものとする。
- (d) 地下駅には必要に応じて消火器、屋内消火栓、スプリンクラー、消防隊専用の連結送水管などの消火設備を設けるものとする。

⑩浸水防水対策

地下構造の場合、道路面から地下空間への浸水を防ぐために、出入口部でのマウンドアップや止水板の設置が必要となる。止水板については、急な大雨による洪水にも対応する必要があるため、不断のメンテナンスおよび訓練を行い、万々に備える必要がある。換気口等の開口部についても、浸水の恐れのない高さに設けるものとする。



出典：調査団撮影

図 3.4.35 止水板設置事例

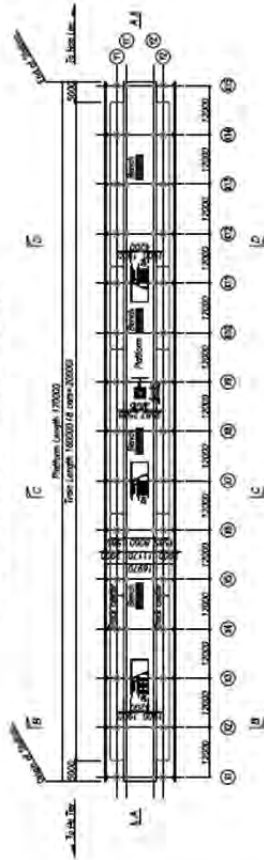
(3) 駅レイアウト

駅レイアウトについては、駅利用者が分かりやすく、また駅係員が案内などの対応が容易な計画とすることを基本とし、改札口を1カ所にするなど、駅のコンコースをできるだけコンパクトなものとした。したがって、今後、駅利用者の利便性を向上させるための案内スペースや商業施設の配置も可能なスペースを確保している。また、都心部が高架構造の場合は、高架下利用としてモーターバイク駐車場や商業店舗、旅客利便施設として利用することも可能な空間を確保している。

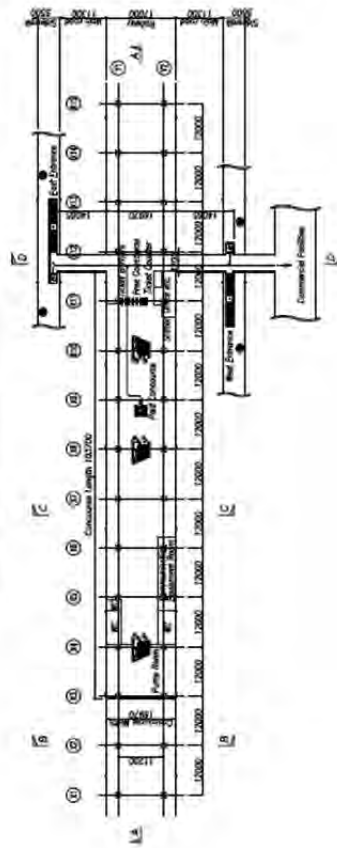
①都心部高架駅 ②都心部地下駅 ③郊外部地上駅のレイアウトを含めた駅全体一般図については、次のとおりである。

Elevated Station in Urban Area

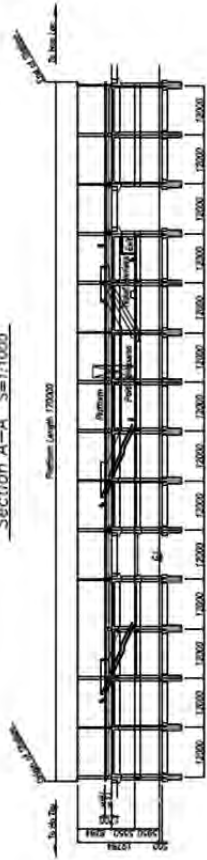
Plan View of Platform S=1:1000



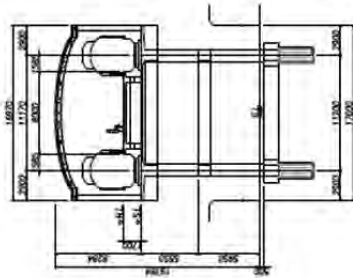
Plan View of Concourse S=1:1000



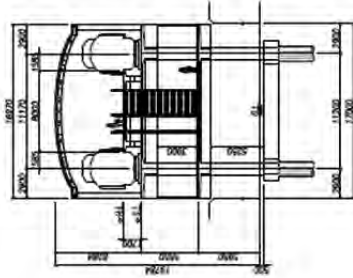
Section A-A S=1:1000



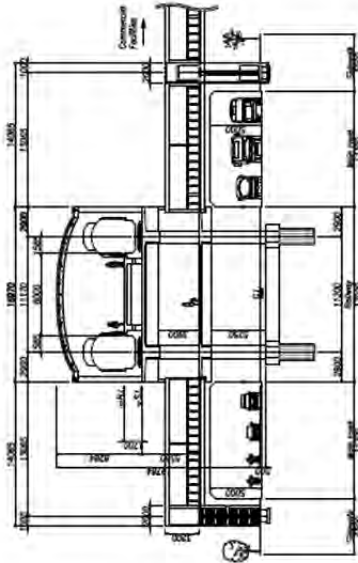
Section B-B S=1:400



Section C-C S=1:400



Section D-D S=1:400



出典：調査団作成

図 3.4.37 都心部高架駅一般図

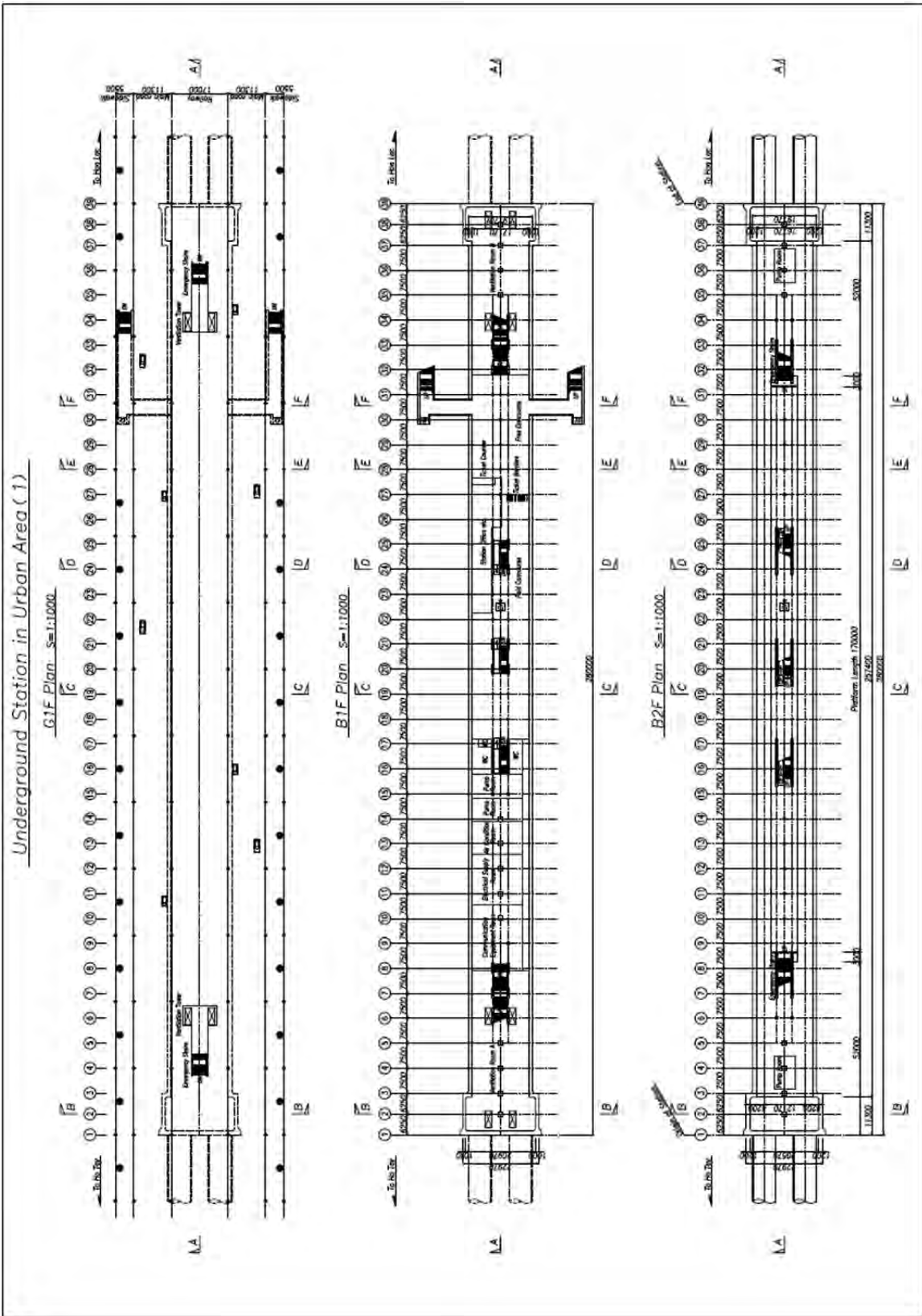


図 3. 4. 38 都心部地下駅一般図 (1)

出典：調査団作成

3.4.7 技術的課題

(1) リングロード2付近の線形および構造

St.3とSt.4の間にリングロード2の整備が計画されている。この計画では、当路線に横断する道路計画だけでなく、当路線を計画している Nguyen Thanh 通りの高架化も合わせて計画されており、既に工事が着手されている。

ここでの検討にあたっては、道路構造物と鉄道構造物が両立できることを基本とし、表 3.4.4 には、都心部の構造が高架の場合と地下の場合に分けて、代替案をまとめている。都心部が高架構造の場合は、既存の河川横断道路橋の基礎杭が支障するため、鉄道構造物の橋台の施工位置について、更なる検討が必要であるが、Plan B が望ましい。また、都心部が地下構造の場合は、既存の河川横断道路橋を造りかえる必要があるが、Plan E・Plan F が望ましい。ベトナムでの管理者との協議では、Plan D が望ましいとの意見を伺ったが、周辺建物への振動が懸念されることから、本稿では Plan E・Plan F を優先した。

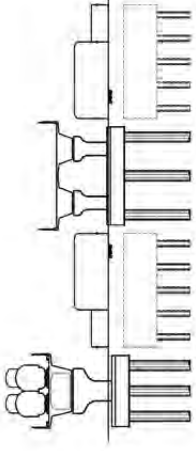
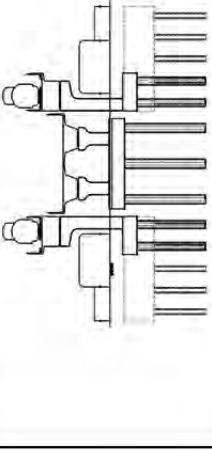
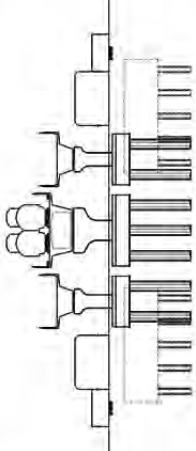
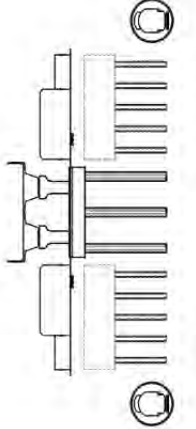
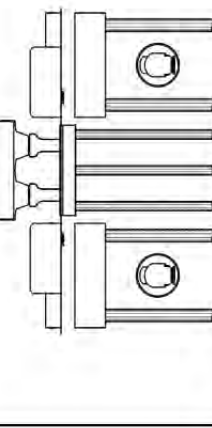
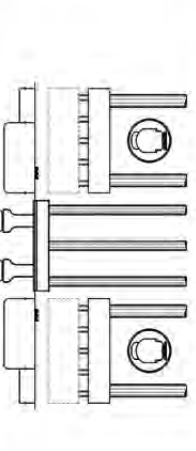
(2) リングロード3付近の線形

都心部を地下構造とした場合、リングロード3との交差部では、リングロード3の橋脚と橋脚の間を抜けていく線路線形を計画する必要がある。このため、表 3.4.5 のとおり代替案を比較検討したが、設計最高速度の確保という観点から、Plan A が妥当であると考えている。

(3) 1km500m 付近の平面線形

St.2～St.3における現況道路については、中央分離帯が非常に狭く、曲線区間も存在する状況である。さらに、周辺環境は池があり、居住区域も近接している。したがって、高架案を検討する場合は、これらの状況を十分勘案した鉄道線形を計画する必要がある。表 3.4.6 には、この区間の平面線形を検討した案を示しており、本稿では住民移転が発生しない平面線形案 B を提案する。

表 3.4.4 リングロード 2 付近の構造検討

	Plan A	Plan B	Plan C
概要図			
概説	鉄道、道路共に高架とした案 鉄道線形を道路外とする	現道を縮小 (10.3m→8.5m) して、鉄道構造物を設ける案	鉄道、道路共に高架とした案 道路全体を拡幅して、鉄道、道路の基礎を設ける
課題	新たな用地買収 (鉄道) が発生する。 路線を中央分離帯から民地内に移す際に門型橋脚が必要となる。	既存橋台および杭の撤去が発生する。工事の際に道路切り直し、および仮橋が必要となる。地表道路 (撤去後) と鉄道の基礎共用が発生する。現況の地下水路 (中央分離帯内) の移設を要する。	新たな用地買収 (道路) が発生する。 既存橋台および杭の撤去が発生する。工事の際の道路切り直しに仮橋が必要となる。現況の地下水路 (中央分離帯内) の移設を要する。
評価	大幅な民地支障となり、鉄道線形も悪いため「×」	現道縮小、地表道路と鉄道の基礎共用、地下水路移設、および工事時の道路切り直しについて、これらが解決できれば「○」	道路構造物が建設中であり、また、道路拡幅に民地協議が必要となるため「×」
	Plan D	Plan E	Plan F
概要図			
概説	既設橋台間にシールドトンネルによって鉄道を敷設する案	新しい橋台、橋りょうの下にシールドトンネルによって鉄道を敷設する案 既存橋台、橋りょうを一度撤去する。	既存橋台下にシールドトンネルによって鉄道を敷設する案 アンダーヒートンダ工法を用いる
課題	民地通過を必要とする。	既存橋台および杭の撤去が発生する。工事時の道路切り直し、および仮橋が必要となる。	比較的難易度の高い工事となる。
評価	民地協議が必要となり、民地内シールド上に建築制限がかかる「△」	工事時の道路切り直しが解決できれば「○」	工事難易度は上がるが、工事中も含めて道路への影響が小さいため「○」

出典：調査団作成

表 3.4.5 リングロード3 付近の線形検討

	Plan A	Plan B	Plan C
概要図			
概況	道路アンダーパス上下線の間を通す案 最高速度120km/h (本区間の設定最高速度)	道路アンダーパス上下線の間を通す案 最高速度80km/h	国際会議場側を通す案 最高速度100km/h
課題	建設時にU形擁壁の一部 (約90m) を取り壊す必要がある 道路の排水ポンプ槽の移設が必要	最高時速に制限がかかる 道路の排水ポンプ槽の移設が必要	6km50m付近のアライオーバーまでには地表に出られないので、St6が地下敷あるいは半地下敷となる
評価	線形上の制限がかからないため「O」	最高速度に制限がかかるため「△」 ※剛体架線であれば「O」	St6が地下敷あるいは半地下敷となるので「×」

出典：調査団作成

表 3.4.6 1 k m 500 m 付近平面線形検討 (高架の場合)

	平面線形案A (線形A)	平面線形案B (線形B)
概要図		
特徴	<p>起点方から直線で池原の線形内に線路中心を置く線形案</p>	<p>狭い中央分権帯 (線石含む幅2.9m) 内に線路中心を置く線形案</p>
課題	<p>線形内の踏切設置が認められるかが未定 図中 a 部で門限柱を必要とする 図中 c 部で門限柱を必要とし、住民移転が生じる</p>	<p>図中 b 部 (中央分権帯が約50m抑れている) での構造的設置有 案スパンに対して橋脚幅が小さい Line3踏切駅ホームに曲線 (R=2000m) が導入される</p>
評価	<p>a 部および c 部の構造が複雑化し、住民移転が生じ、池の脇の線形を通過するため「A」</p>	<p>住民移転が生じないため「O」 案中央分権帯の調整が必要</p>

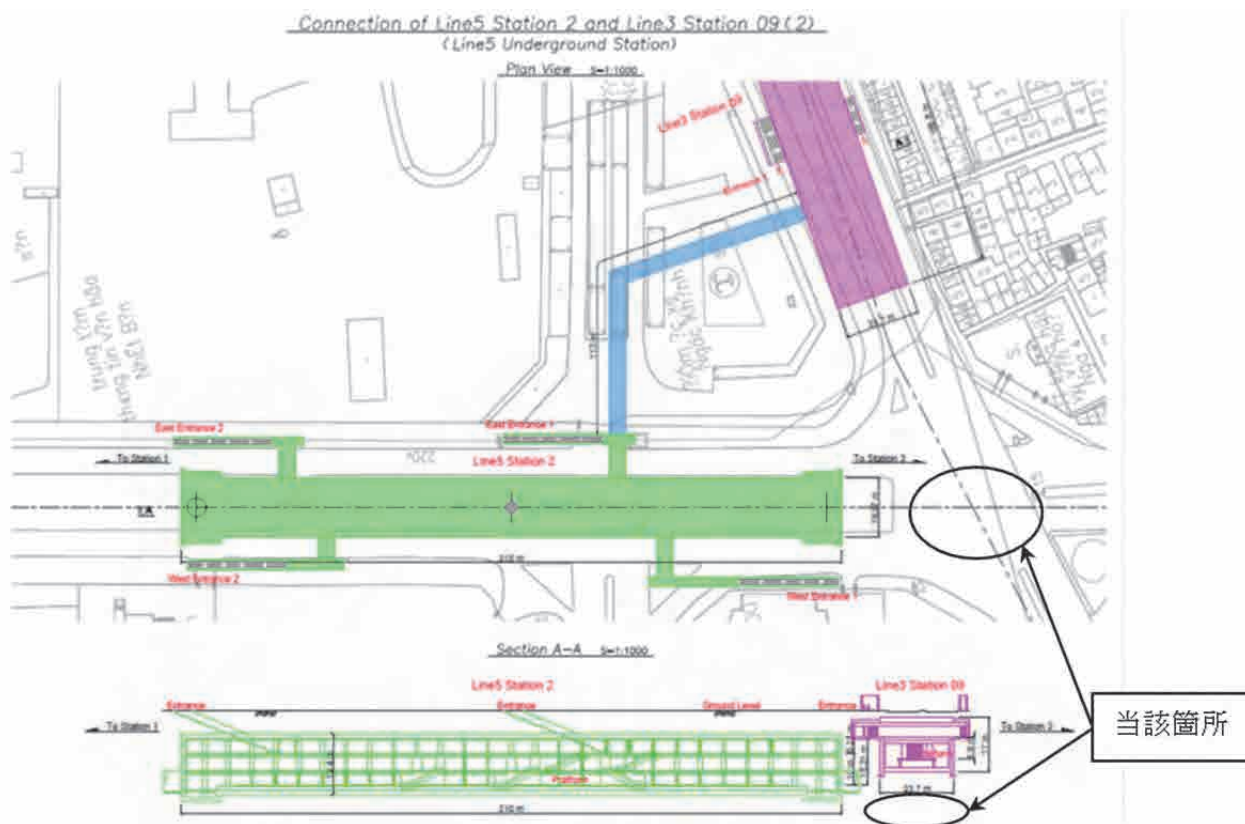
出典：調査団作成

(4) 3号線交差部の施工方法（地下構造の場合）

5号線の路線計画においては、St.2の終点側において、3号線と交差する計画である。3号線の路線計画は、Kim Ma通りの西側において高架構造から地下構造へ変化し、5号線との交差箇所を含めた駅部にかけて、開削工法により地下路線を建設する予定とのことである。

5号線の都心部における構造形式が高架構造である場合は、高架橋の橋脚や基礎の位置を調整し、3号線地下躯体に支障を及ぼさない配置とすることで問題はない。しかしながら、5号線が地下構造である場合、3号線建設のための仮設構造物が支障することとなる。

スケジュールとしては、同時施工である場合は、建設時における工事調整で問題が解決されるであろうが、予定では、3号線の建設が5号線より早く着手することから、5号線の施工が容易にできるように3号線の仮設物に工夫が必要である。

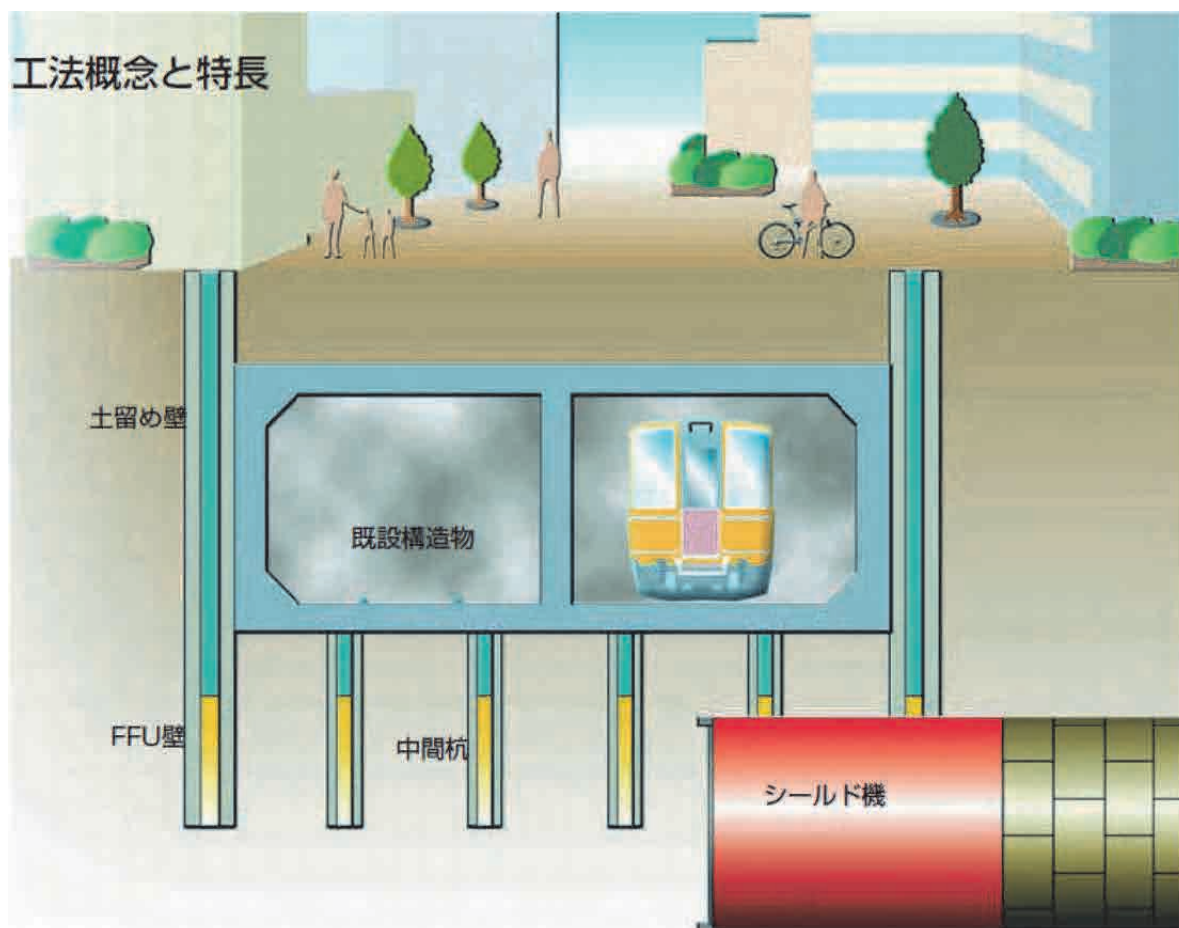


出典：調査団作成

図 3.4.41 3号線交差部の施工方法（地下の場合）

ここでは、3号線の土留壁や鋼支柱の一部にFFU部材（Fiber reinforced Foamed Urethane）を予め組み込んでおくことにより、5号線の地下工事において直接シールドマシンにより切削することが可能となるSEW（Shield Earth Retaining Wall System）工法を紹介する。この工法では、運行している鉄道の地下躯体を十分計測する必要があるが、鉄道を運行している地下躯体の直下においてシールド施工が可能である。

また、類似の工法として、新素材コンクリートを使用したNOMST（Novel Material Shield-cutable Tunnel-wall System）工法等もあるため、工法の採用計画では土質状況など現場条件を十分調査し、検討する必要がある。



出典：ZENITAKA Engineering & Works

図 3.4.42 SEW 工法のイメージ図

本工法とは、高強度で耐久性にすぐれ、かつ加工が容易な新素材 FFU を土留壁のシールドマシンが通過する部分に組み込んだ新しいシールド直接発進到達工法である。この工法により、立坑において、シールドマシンが直接土留壁を切削することができるため、従来の薬液注入工法等の補助工法を多用する必要がなく、機械や人力による土留壁の開口作業も必要としない、安全・確実にシールドマシンを発進・到達させることができるものである。

このようなシールド直接発進到達工法を応用することにより、当該箇所のような既設構造物の直下を施工する場合、予め、FFU 材を仕込んでおくことにより、シールドマシンにより直接掘進することが可能となる。

3.4.8 将来対応を勘案した事前措置計画

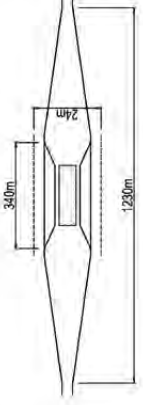
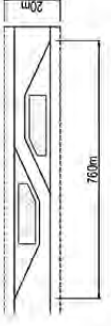
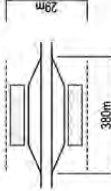
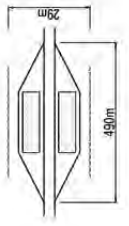
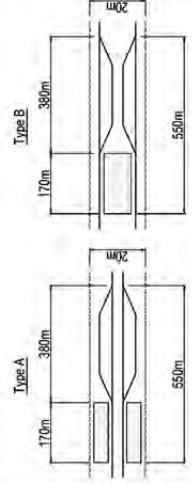
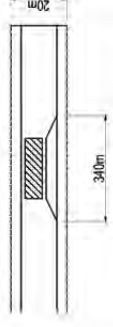
(1) 駅を更に増設する場合

将来、開発計画が進行することにより、5 号線での駅の更なる増設が必要となった場合でも、タンロン道路の中央分離帯内にホームを設置することが可能となる線路線形を予め計画している。しかしながら、このような駅新設が多くなると、Ho Tay から Hoa Lac まで 30 分程度で結ぶことが困難となることが予想される。この場合、優等列車を導入し通過する駅を設定することにより、都心部から郊外部の到着時間を延ばすことなく、沿線開発に対応し利便性がさらに向上する路線へと成長することが可能となるように配慮した。

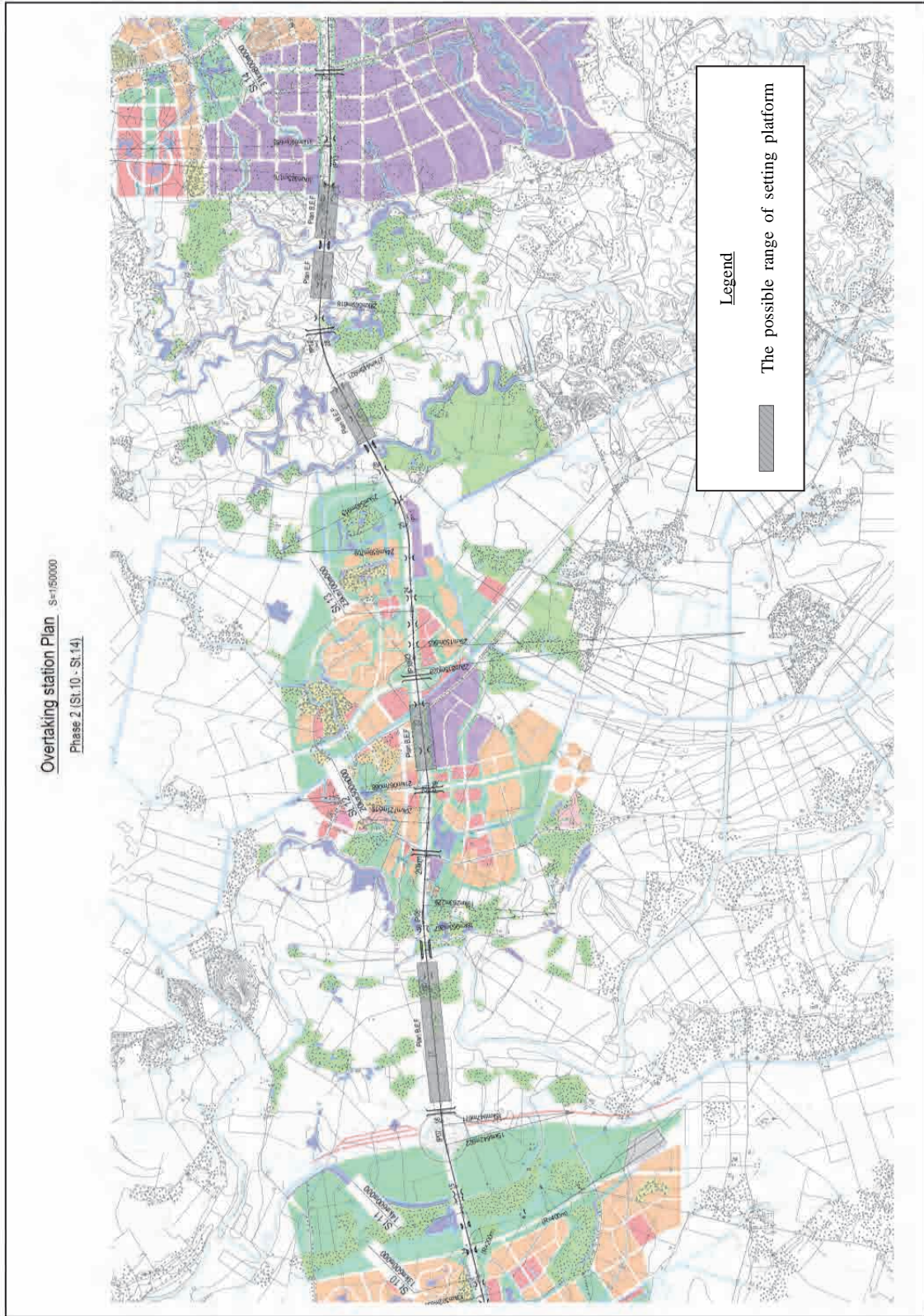
具体的には、表 3.4.7 のとおり、いくつかの案が考えられる。最も理想的な駅の形態は Plan D である。この案は優等列車と各駅停車の列車が接続（緩急接続）可能となり、列車の乗換えが可能となる形態である。次に理想的な駅の形態は、Plan A もしくは Plan C であり、緩急接続は不可能であるが、西行き・東行きとも各駅停車の列車が駅に停車している間に優等列車が通過していくことが可能な形態である。しかしながら、Plan A・Plan C および Plan D の形態であってもタンロン道路中央分離帯の幅員である 20 m に収まらない状況である。このような状況から、幅員 20 m に収まるいくつかの形態を検討した。その中で、Plan B は西行き・東行きホームが離れるため駅での利用者の利便上、また案内上やや問題が考えられる。

したがって、これらの制約条件の中で検討した結果、Plan E のようなホームがない場所において列車を退避させ、優等列車が通過する形態、または、ダイヤ作成上やや問題があるものの Plan F のような片線のみ通過が可能な形態が考えられる。

表 3.4.7 追越し駅の検討

	Plan A	Plan B	Plan C
概要図			
概説	配線：1面4線 外2線が通過線 必要幅：24m	配線：2面3線×2 (縦に非べる) 外側が通過線 必要幅：20m	配線：2面4線 中2線が通過線 必要幅：29m
課題	中央分離帯 (=20m) に収まらない 道路への影響範囲が広い 同方向乗換不可	橋上駅舎が比較的大きくなる 乗客の利便性に劣る (駅内で歩く距離が長くなる) 降降設備が1面案の2倍必要	中央分離帯 (=20m) に収まらない 降降設備が1面案の2倍必要 同方向乗換不可
評価	中央分離帯に収まらず道路への影響範囲が広い「×」	中央分離帯に収まるが、旅客動線が長くなるので「△」	中央分離帯に収まらない「×」
	Plan D	Plan E	Plan F
概要図			
概説	配線：1面4線 中2線が通過線 必要幅：29m	配線(Type-A)：2面2線+待避線 配線(Type-B)：1面2線+待避線 必要幅：20m	配線：1面3線 片側1線が通過線 必要幅：20m
課題	中央分離帯 (=20m) に収まらない 降降設備が1面案の2倍必要	快速線に抜かれる車両は、待避線に入る必要がある	片線のみが追越しの対象となる (上下線追越しの為に2駅で対応)
評価	駅としての機能が高いが中央分離帯に収まらない「×」	ホームでの待避が出来ないので「△」	2駅必要となるので「△」

出典：調査団作成



出典：調査団作成

図 3.4.43 駅新設が可能なエリア

(2) 将来の 160 km/h 運転を可能にする事前措置

St.6 以降の区間では、列車は、タンロン道路の中央分離帯に設けられる盛土軌道上を走行する。本区間は、比較的緩やかな曲線 ($R=2,000$ m 以上) で構成され、VNR 交差区間を除いてアップダウンも小さく、駅間距離も比較的大きい。したがって、高速運転が行いやすい条件にあり、本調査においても、この区間では 120 km/h での運行を想定している。

将来、更なる速度向上を図る場合、事前に緩和曲線長を大きくしておくことにより、その導入がより簡単となる。 $R=2,000$ m の場合、その緩和曲線長は、130 km/h と 160 km/h において、それぞれ $TCL(130)=93$ m、 $TCL(160)=174$ m となる。路線計画で曲線や分岐器の設置を行う際には、本事項を念頭に置いて計画を進めるべきと考える。

また、信号計画では、無線方式による列車位置検知を行う事を想定しており、将来 160 km/h での運転を実施する場合において、ソフトウェア改修作業が発生するのみで沿線無線機 (WRS) の配置計画に変更は生じない。

(3) 6 号線との接続を可能にする事前措置

5 号線が運営開始した後、将来にわたって様々な路線が新設または延伸されることが予想される。そのような場合に、6 号線との接続についても、現在可能性として考える措置を可能な限り考慮しておくことで、柔軟に対応でき、ハノイ市の鉄道ネットワークの充実に寄与できるものと考えられる。

ここでは、5 号線と 6 号線の接続について、用地取得や軌間の問題はあるものの、ノイバイ国際空港とホアラックが接続される構想の可能性を検討する意義は高いものと考えられるため、接続が可能となる St.9 の位置を計画した。具体的には、連絡線を取り付けるために必要な距離を十分確保すると共に、VNR 交差部に駅を設置した場合にもバランスのとれた駅配置となるように、St.9 の位置を計画した。



出典：調査団作成

図 3.4.44 6 号線との連絡線 (案)