

### 3.5 メンテナンスセンター

#### 3.5.1 基本的考え方

近年日本では年々用地確保が難しくなっており、旧来別々に設けることが多かった軌道基地、電気基地、車両基地を統合して「メンテナンスセンター」として、技術部門関連施設を統合する考え方が出てきている。5号線では、本社部門も含めて車庫敷地内に全ての部門を集約する考え方を導入する。

表 3.5.1 5号線メンテナンスセンターの概要

用 途	敷地面積 (㎡)	建物面積 (㎡)	おもな建物
車両ゾーン (車庫含む)	100,000	30,000	車両検査棟 (鉄骨平屋建) 付属工場 (鉄骨平屋建等) 事務所 (鉄筋コンクリート) 付属建物 (鉄骨平屋および2階建) 運転担当事務所 (鉄筋コンクリート)
資材ゾーン	10,000	3,000	資材倉庫 (鉄骨平屋建 (積層式)) 危険物倉庫 (ブロック平屋建)
土木・電気ゾーン	10,000	2,000	事務所 (鉄筋コンクリート) 倉庫 (鉄骨) 検車庫 (鉄骨平屋建) 変電所
外周道路および 緩衝ゾーン	50,000		
(総面積)	170,000	35,000	

出典：調査団作成

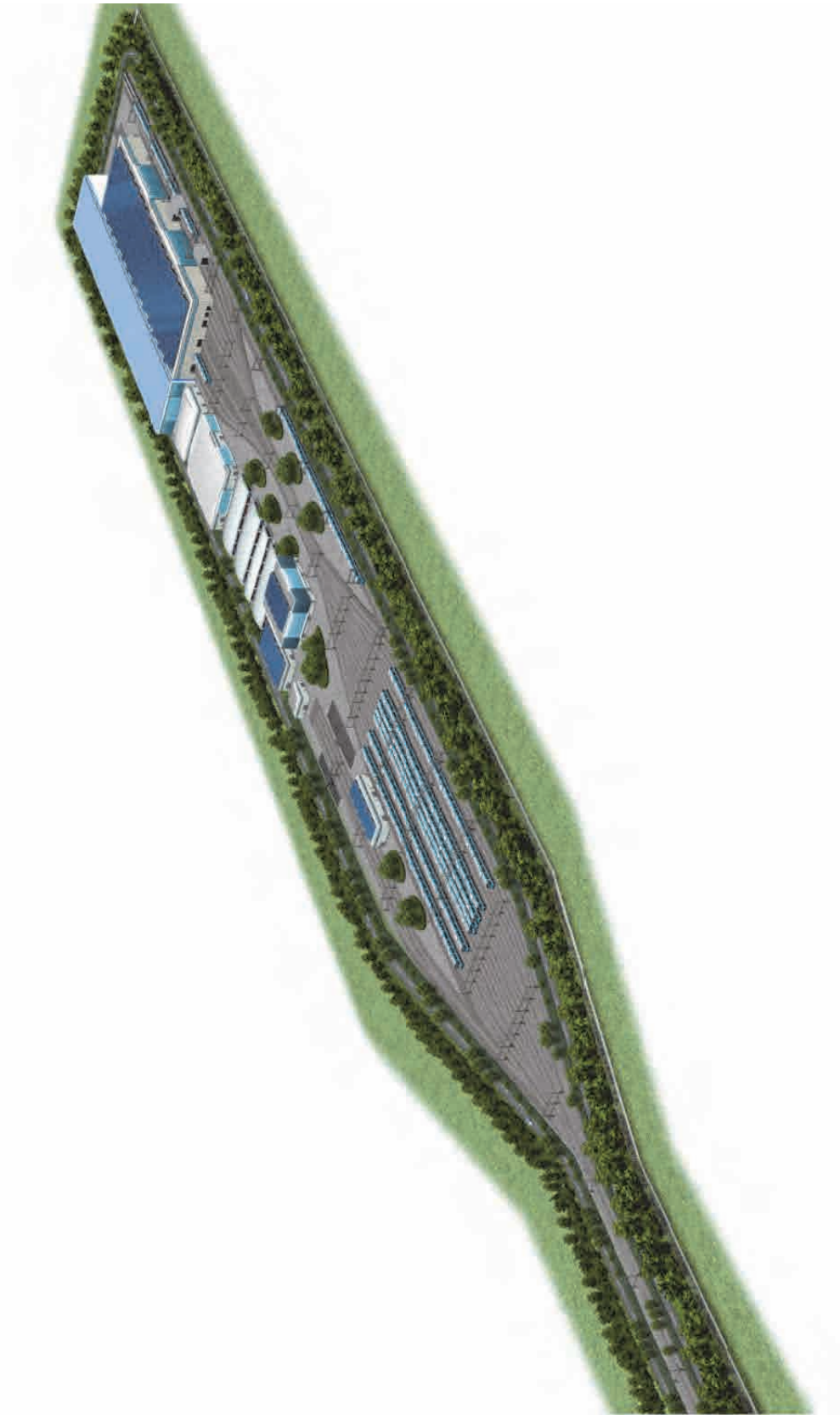


図 3.5.1 5号線メンテナンスセンター（イメージ）

出典：調査団作成

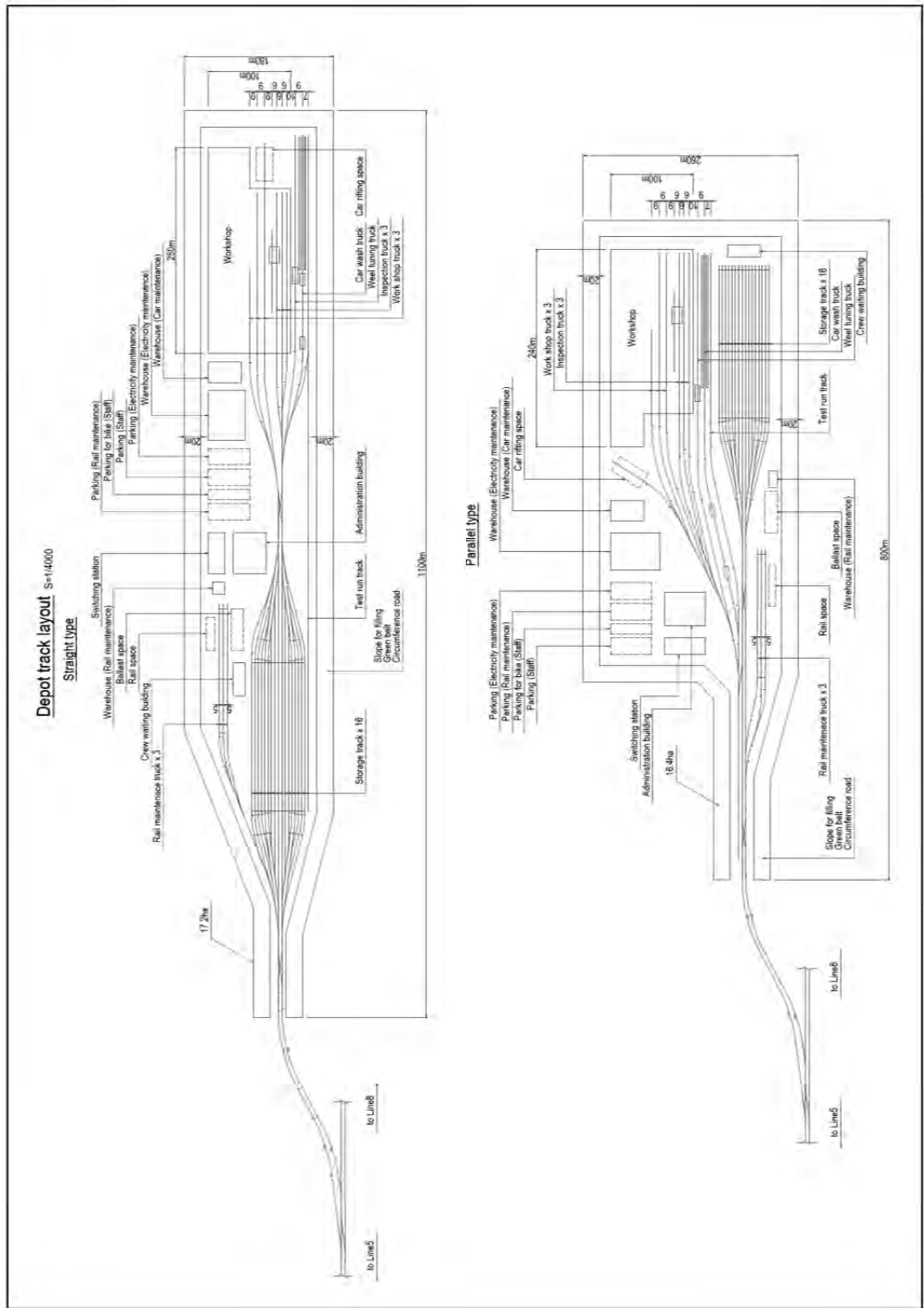


図 3.5.2 5号線メンテナンスセンターの図面

出典：調査団作成

### 3.5.2 車両基地

車両基地は、営業線で運用に供する車両を留置しておく「留置線」、故障時の対応や在姿状態点検、消耗品の交換を行う「検車設備」、オーバーホールや大がかりな検査・修繕を行う「工場設備」から構成される。

#### (1) 留置線

いつでも営業線に投入できる状態の車両を留め置く線路である。留置容量は、保有車両の編成両数及び編成数により決定されるが、当初から将来の車両増備を考慮し、8両編成が留置できる180 mの留置線を16線設ける。

#### (2) 検車設備

検車設備は、在姿での日々の検査、清掃、および軽微な修繕を行う設備である。主なものは以下のとおりである。

#### 1) 検車ピット線

10日～2週間毎に行う10日検査(要1時間/編成)、3ヶ月毎に行う3月検査(要1日/編成)のための検車ピット線を車両検査棟内に2線設置する。ピット線長は、8両編成に対応する180 mとする。

検車ピット線の構造は、留置線からフラット(無勾配)で進入できる、検車エリア全体の床を線路より1段低くすることで、楽な姿勢で点検が行えると同時に、各ピット線を横断的に行き来できるものとする。

車体周りの点検は、車両床高さに設置した点検ホームから行い、屋根上の点検のために屋上高さに準じた屋上点検ホームを設置する。

#### 2) 臨時修繕線

車輪交換、主電動機交換等、定期検査の周期以外において、台車に関連する交換作業に用いる線を車両検査棟内に1線設置する。基本的には検車ピット線と同様な構造であるが、臨時修繕線の中央付近に設置した昇降式トラバーサにより、1台車だけを取り外し、分解や部品を交換することが可能である。

### 3) 旋削盤線

車輪踏面形状を修正するための床下型車輪旋盤（旋削盤）を設けた旋削盤線を 1 線設置する。この装置により、編成分割や、台車を取り外すことなく車輪形状を整えることが可能である。



出典：調査団撮影  
図 3.5.3 検車ピット線



出典：調査団撮影  
図 3.5.4 床下形車輪旋盤（旋削盤）

### 4) 洗車線

自動洗車機及び、洗車台を設けた洗車線を 1 線設置する。車両の外板を回転するブラシを用いて洗浄する洗車機と、作業員による外板清掃を行うための洗車台を設置する。洗車台の長さは 8 両編成に対応したものとする。



出典：調査団撮影  
図 3.5.5 洗車機

## 5) 試運転線

デポ内での試運転を行うための線である。デポ構内の通常走行速度以上での走行を可能とするため、全長は700 mとする。

### (3) 工場設備

工場設備は、4年に1度のオーバーホールや、数十年に1度の改造工事を行うための設備である。

#### 1) オーバーホール線

4年に1度のオーバーホールを実施する線である。近年、新規の車両工場建設において標準的になっている、編成一括してジャッキアップし、編成端から順次台車を抜いて行き検査を行うことができる設備とする。このため、床(土間)中に各車を揚重(ジャッキアップ)するための油圧ジャッキを設置する。点検車両の床下は、フラットな床(土間)から点検することとし、適正な姿勢で点検が行えるようにする。

5号線車両のオーバーホールのみであれば、1線での対応も可能であるが、将来8号線等他線の車両のオーバーホールを行うことも考慮して2線設置し、不要な編成分割や機器・回路の分割を行わず効率的に作業を行うため、8両分の長さとする。

#### 2) 改造工事線

鉄道車両は使用期間が長いため、使用期間の中途に大規模な改造工事を行うのが通常である。この工事を行う線を車両検査棟に設置する。同時に工事が行える両数を考慮し、線路長は4両分とする。

#### 3) 各種設備機器

オーバーホールにおいては、車両の各部位を分解整備するため、機器単位での保守に用いる各種機器が必要になる。一例を挙げると、塵埃のついた台車を洗浄する台車洗浄装置、車軸から車輪を抜き差しする車輪圧入圧抜装置、制御器等の電装品やブレーキ装置等の空装品を検査するための試験器などがある。

このほか、車体から外した台車を運搬するための台車トラバーサ、主電動機等の重量機器を運搬するためのフォークリフトやクレーン、動力のない車両そのものを運搬する牽引車といった運搬用機器も必要である。

工場内の主な設備機器を表にまとめる。



表 3.5.2 工場内の主な設備機器

名称	概要
車体昇降装置	編成のまま一括で車体を持ち上げ、台車を分離する
車輪圧入・圧抜装置	車輪と車軸を分離・結合する
車輪旋盤	車軸と結合前の車輪形状を整える
輪軸自動超音波探傷装置	輪軸の傷の有無を超音波により判定する
天井クレーン	台車や主電動機等の重量物を吊り上げて運搬する
平面トラバース	抜き取った台車をレールと垂直方向に運搬する
台車洗浄装置	オーバーホール時に塵埃のついた台車を洗浄する
廃水処理装置	車体や台車の洗浄で発生した汚水を清浄化する
車両牽引車	動力のない車両を牽引する

出典：調査団作成



出典：調査団撮影  
図 3.5.6 輪軸自動超音波探傷装置



出典：調査団撮影  
図 3.5.7 車輪圧入・圧抜装置



出典：調査団撮影  
図 3.5.8 車両牽引車



出典：調査団撮影  
図 3.5.9 台車洗浄装置

### 3.5.3 軌道基地

軌道を保守・点検するために必要な資機材を置くための基地である。もちろん、軌道メンテナンス要員もここに駐在する。

軌道保守をするための軌道材料(レール、枕木、採石など)を置くスペースが必要であり、軌道保守するための保守用車両を留置する留置線も有する。

保守用車両は、採石部分の突き固めを行うマルチプルタイタンパー、レール削正車、採石運搬車、資材運搬車が Phase 1 で必要となる。レール運搬車は Phase 2 で必要となる予定である。

### 3.5.4 電気基地

架線、無線機器などの点検・保守を行うために必要な資機材を置き、要員を駐在させるための基地である。

Phase 1 の工事では架線点検台(無動力)、高所作業車(軌陸両用車)の保守用車両が必要である。

Phase 2 の工事完成時には架線点検車両が必要となる。

### 3.5.5 保守用車両

保守用車両は、開業後の軌道、架線、信号等の地上側設備を点検するための専用車両を調達する。主要な車両を表 3.5.3 にまとめる。

表 3.5.3 主な鉄道保守車両

名 称	概 要
軌道モーターカー	鉄道の保守作業に使用される小型の鉄道車両
レール・PC まくらぎ運搬車	レール、まくらぎ、その他軌道材料を運搬
軌道検測車	①軌間、②レール水準、③高低差、④レールが曲がっていないか、⑤平面性(線路のねじれ)等を検測し、同時に自動的に記録する。
架線検測車	架線の摩耗量、高さ、偏位などの検測を行う。
マルチプルタイタンパー	線路を持ち上げ、左右方向に移動させ、まくらぎ下の道床を高圧力でつき固める事で 1 mm 単位で線路の線形を正しく整える。
レール削正車	レール表面に出来た凹凸を新品のレールの断面形状に整形する。
三転ダンプトロリー	軌道モーターカーに牽引され土砂やバラスト(砂利)を運搬する。

出典：調査団作成





出典：調査団撮影  
図 3.5.10 マルチプルタイタンパー



出典：調査団撮影  
図 3.5.11 軌道検測車



出典：調査団撮影  
図 3.5.12 レール削正車



出典：調査団撮影  
図 3.5.13 レール・PC 運搬車



出典：調査団撮影  
図 3.5.14 三転ダンプトローリー



出典：調査団撮影  
図 3.5.15 架線検測車

### 3.6 変電・電路設備

#### 3.6.1 変電設備計画

##### (1) ベトナム国ハノイ市の電力

2011年7月に『ベトナム第7次国家電力マスタープラン(PDP7、QD-201208-TTg) : 2030年までの国家電力開発計画ビジョンの2011~2020年の国家電力開発計画』が首相承認を受けて発効している。

「ハノイ市 500-110KV 電力系統図(2010年時点)」(図3.6.1参照)および、PDP7を反映した「ハノイ市 500-110KV 電力系統図(~2015年計画)および2020年までの方向性」(図3.6.2参照)をベトナム電力公社(以下、EVN)より受領した。

今後、新たな国家電力マスタープランが発効し、電力開発計画が変更あるいは更新される可能性もあるが、今回の調査においては、PDP7を反映した図3.6.2を基に5号線の変電所配置を検討した。

図3.6.2によると、5号線の沿線(道路距離にて約5km圏内)には表3.6.1に示すEVN変電所(既存・新規建設予定)が存在する。

表 3.6.1 5号線沿線のEVN変電所一覧表

区 間	EVN 変電所		
	既 存	新規建設予定 (2011年~2015年)	新規建設予定 (2016年~2020年)
Phase1	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ NGHIA DO</li> <li>・ GIAM</li> <li>・ THANH CONG</li> <li>・ THANH XUAN</li> <li>・ MY DINH</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ BAC AN KHANH</li> <li>・ NAM AN KHANH</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ CV. THULE</li> </ul>
Phase2	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ PHUNG XA</li> <li>・ THACH THAT</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ QUOC OAI</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ PHU CAT</li> <li>・ DAI HOC QUOC GIA</li> <li>・ LANG VAN HOA</li> </ul>

出典：調査団作成

##### (2) 受電計画の説明

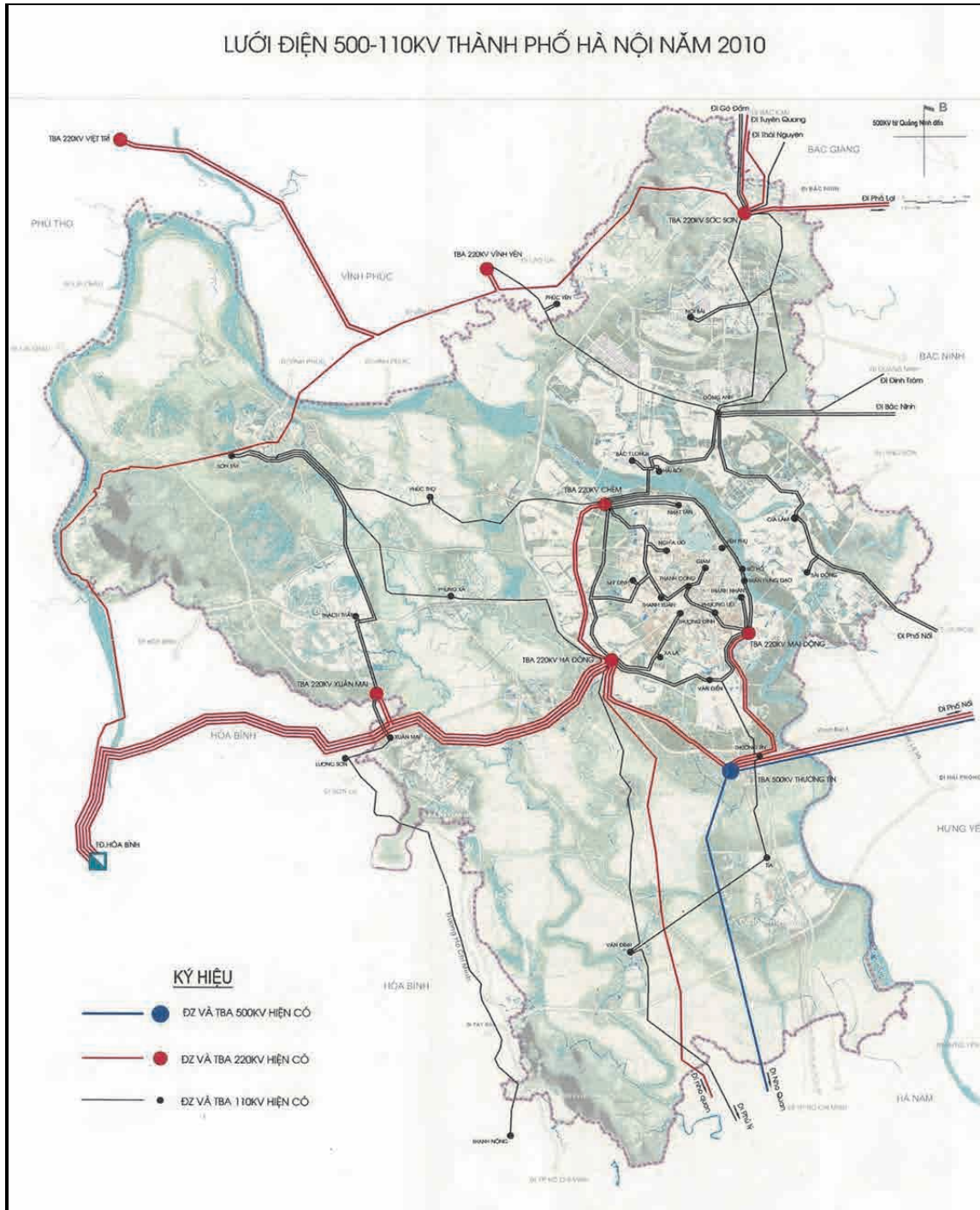
5号線の受電計画についてはEVNとも打ち合わせを重ね、現地受電変電所の調査を行うとともに、ハノイ市の電力計画を管理しているハノイ産業貿易局へも説明を行った。5号線建設事業が承認されて設計段階になればMRBからEVNハノイへ受電基本計画に関するレター送付を行うこととなる。

表 3.6.2 5号線受電計画(想定)

Year	Y2021 (Phase1)	Y2030 (Phase2)	Y2035
Total capacity supply for each S/S	39MVA	72MVA	87MVA

出典：調査団作成

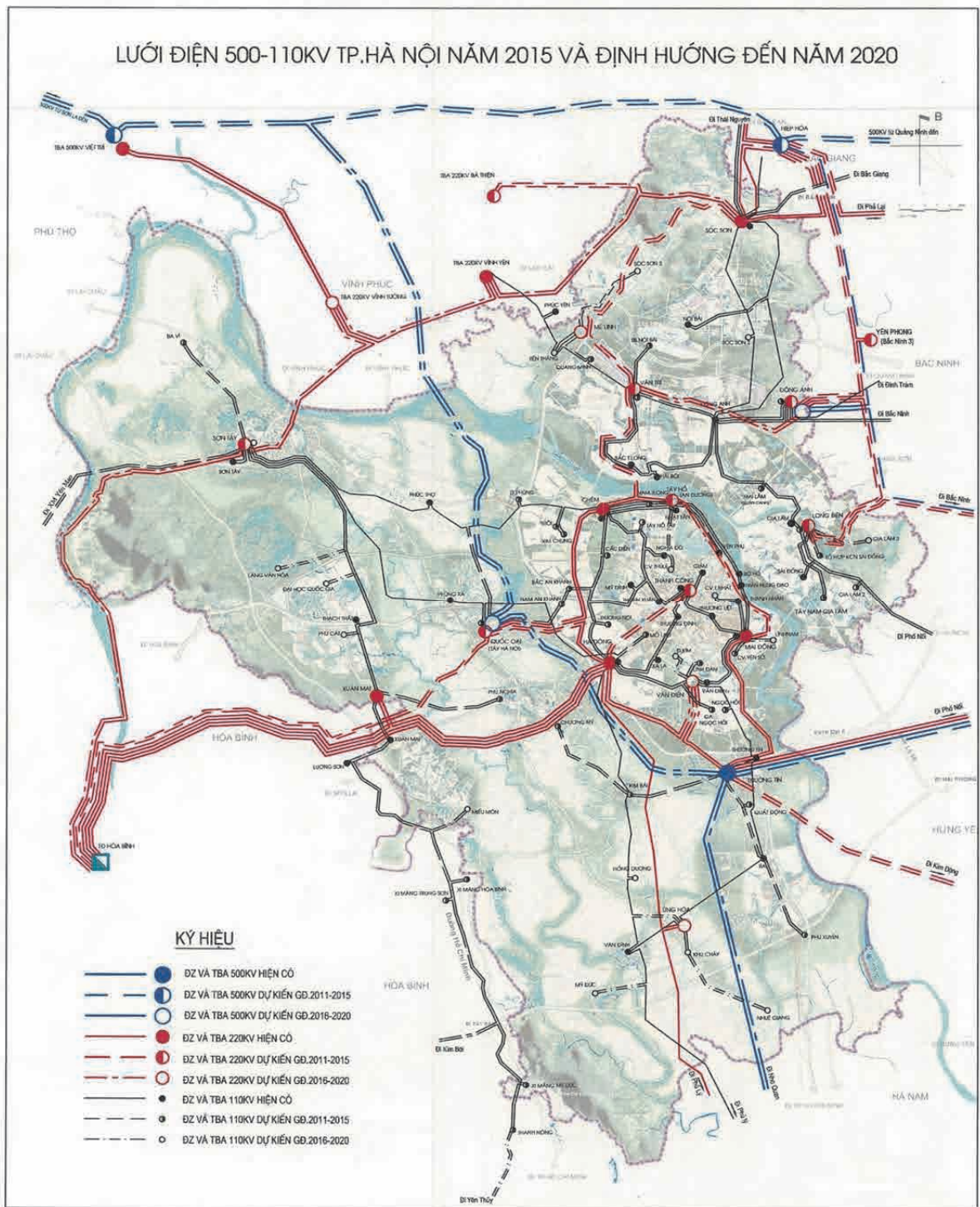
(注)Y2021 : St1~St10、4car、Y2030 : St 1 ~St17、6car、Y2035 : St 1 ~St17、8car、



出典：EVN

図 3. 6. 1 ハノイ市 500-110 KV 電力系統図 (2010 年時点)





出典：EVN

図 3.6.2 ハノイ市 500-110 KV 電力系統図(~2015 年計画)および 2020 年までの方向性

### (3) 5号線変電所配置計画 (図 3.6.3 参照)

5号線変電所は、4両編成(2M2T)による運転間隔6分(朝ラッシュ)、将来の8両編成(4M4T)による運転間隔5分(朝ラッシュ)の運転に対応して、列車運行に支障をきたさない配置とする。

上述の運転を前提に、変電所間における直流(5号線の標準電圧はDC1,500V)の電圧降下を考慮して、Phase1で3箇所(Line5-①・Line5-②・Line5-③)、Phase2で4箇所(Line5-④・Line5-⑤・Line5-⑥・Line5-⑦)の合計7箇所の5号線変電所を、表3.6.3に示す地点に配置する。

これら7箇所の5号線変電所のうち、3箇所(Line5-①・Line5-③・Line5-⑥)を受電変電所としてEVN変電所に接続し、AC22kV(3φ)2回線にて専用線により受電する。この受電したAC22kV(3φ)は、EVN変電所に接続していない4箇所(Line5-②・Line5-④・Line5-⑤・Line5-⑦)の5号線変電所へ、自社送電線を設置して送電する。

接続先のEVN変電所については、既存のEVN変電所に容量的な余裕がないため、Line5-①については2016年～2020年に新規建設予定のEVN変電所「CV. THULE」、Line5-③については2011年～2015年に新規建設予定のEVN変電所「BAC AN KHANH」、Line5-⑥については2016年～2020年に新規建設予定のEVN変電所「PHU CAT」へ接続する。

5号線変電所の建設用地として、Line5-①・Line5-③・Line5-⑥については線路の高架下用地、Line5-②についてはタンロン道路本線の北側用地、Line5-④・Line5-⑤についてはタンロン道路本線北側と側道間の用地、Line5-⑦については線路近傍の用地に設置する。

都市部地下案においては、5号線変電所Line5-①は地下部に建設する。

表 3.6.3 5号線変電所配置計画一覧表

区 間	Line5 変電所	配置地点 (km 地点近 傍)	接続する EVN 変電所	Line5 変電所 建設提案用地
Phase1	Line5-①	2.0	CV. THULE	線路高架下用地
	Line5-②	8.6		タンロン道路本線の北側用地
	Line5-③	14.1+(1.0)	BAC AN KHANH	線路高架下用地
Phase2	Line5-④	19.1		タンロン道路本線北側と側道間の用地
	Line5-⑤	25.6		タンロン道路本線北側と側道間の用地
	Line5-⑥	32.0	PHU CAT	線路高架下用地
	Line5-⑦	37.6		線路近傍用地

出典：調査団作成

# Hanoi City Urban Railway Line 5 変電所配置計画

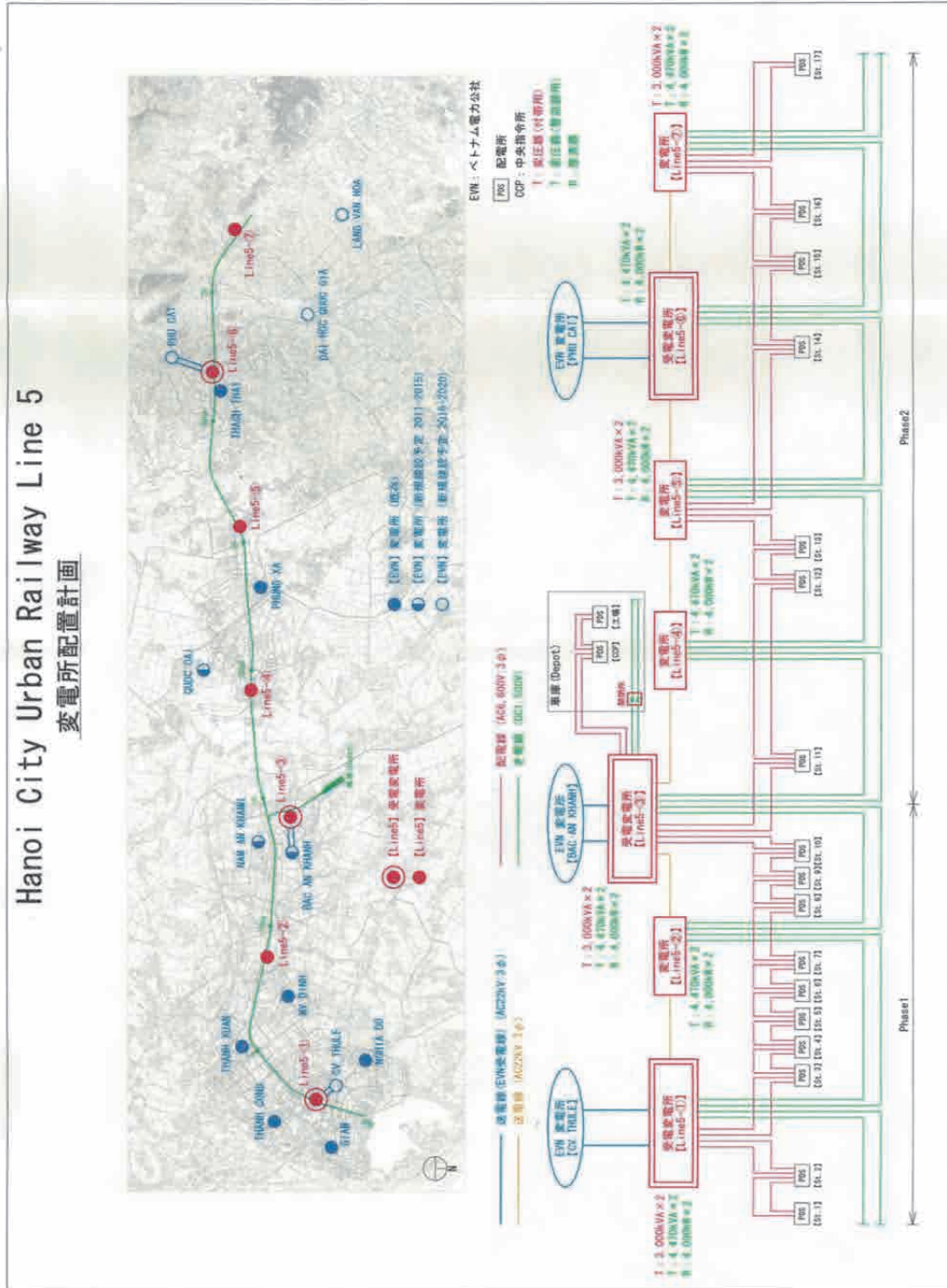


図 3.6.3 5号線変電所配置計画

出典：調査団作成

#### (4) 5号線変電所設備 (図 3.6.4 参照)

##### 1) 受送電設備

###### ①受電設備

7 箇所の 5 号線変電所のうち、3 箇所(Line5-①・Line5-③・Line5-⑥)を受電変電所として EVN 変電所に接続し、AC22 kV(3φ)にて受電する。

EVN 変電所へ接続する受電線は、設備保守点検のための停止の必要性、あるいは受電線の故障による停電等を考慮して、2 回線設置する。この受電線 2 回線は、他の電気需要者の影響による停電等を避けるため、5 号線用の専用線として設置する。専用線として設置することで、計画停電の場合にも医療関係等と同様に、鉄道関係も EVN 変電所より優先的に受電することが可能となる。また、受電線 2 回線は、埋設管理がある場合には景観や工事費用面等を考慮して、原則地中ケーブルにて設置する。

その他、用途に応じた遮断器・断路器・避雷器・計測機器類も備える。

EVN 及び MRB に確認したところ、EVN 変電所から鉄道変電所へ接続する際に設置する全受送電設備における工事施工・工事費負担・保守管理等は、事業者側(5 号線側)に帰属するとのことであり、建設事業費に計上を行う。

###### ②送電設備

EVN 変電所より受電した AC22 kV(3φ)を、EVN 変電所に接続していない 4 箇所

(Line5-②・Line5-④・Line5-⑤・Line5-⑦)の 5 号線変電所へ、自社送電線を設置して送電する。この自社送電線を設置することで、接続している EVN 変電所の 1 箇所が故障して停電(受電線 2 回線とも停電)した場合でも、正常な EVN 変電所 2 箇所より受電した AC22 kV(3φ)を、各 5 号線変電所へ送電することができ、列車運行への影響を抑制することができる。

その他、用途に応じた遮断器・断路器・避雷器・計測機器類も備える。

##### 2) 直流変成設備

直流変成設備は、交流電力を直流電力に変換する設備であり、整流器(結線：2 重 3 相ブリッジ並列 12 パルス、電圧変動率：6%)・変圧器(整流器用 22 kV/1,180 V)・制御装置・計測機器類で構成する。

5 号線変電所 7 箇所にて、受電した AC22 kV(3φ)を電車運転用に、変圧器(整流器用 22 kV/1,180 V)ならびに整流器(結線：2 重 3 相ブリッジ並列 12 パルス、電圧変動率：6%)にて、DC1,500 V に変換(全波整流)する。

直流変成設備においては、4 両編成(2M2T)による運転間隔 6 分(朝ラッシュ)、将来の 8 両編成(4M4T)による運転間隔 5 分(朝ラッシュ)の運転状況における負荷に十分耐えることができ、隣接する 5 号線変電所に万が一故障が発生して送電できないときであっても、その負荷を分担できる必要がある。これらのことを考慮した結果、5 号線変電所 7 箇所とも整流器の容量は 4,000 kW、変圧器(整流器用 22 kV/1,180 V)の容量は 4,470 kVA とし、それぞれ 2 台ずつ配置する。

また、整流器については、環境面に配慮し、ヒートパイプ冷媒に純水を用いたヒートパイプ自冷式シリコン整流器とする。



### 3) 直流き電設備

直流き電設備は、直流変成設備によって変成された直流電力を電車線路に供給する設備であり、遮断器・断路器・避雷器・計測機器類で構成する。

5号線変電所7箇所にて、直流変成設備によって変成されたDC1,500Vを、線別・方面別の電車線路4回線に供給する。

車庫(Depot)方面には、5号線変電所Line5-③から専用回線2回線にてDC1,500Vを供給する。

また、直流電流を遮断するための遮断器については、アークレス・コンパクト・充電部の露出がなく安全・遮断時に遮断音がほとんど発生しない等の特徴を有する直流高速度真空遮断器(HSVCB: High Speed Vacuum Circuit Breaker)とする。

### 4) 高圧配電設備

高圧配電設備は、交流電力を配電所(後述)へ供給するための設備であり、変圧器(付帯用22kV/6,600V)・遮断器・断路器・避雷器・制御装置・計測機器類で構成する。

5号線変電所にて、受電したAC22kV(3φ)を変圧器(付帯用22kV/6,600V)にてAC6,600V(3φ)に降圧し、配電線に供給する。この配電線は、停電等を考慮して2回線とし、高圧配電設備を備える対向の5号線変電所との相互予備系とする。(異系統送電方式)

車庫(Depot)方面には、5号線変電所Line5-③から専用回線2回線にてAC6,600V(3φ)を供給する。

配電線における電圧降下を考慮した結果、5号線変電所の4箇所(Line5-①・Line5-③・Line5-⑤・Line5-⑦)に高圧配電設備を配置する。

配電所における各負荷を考慮した結果、5号線変電所の4箇所(Line5-①・Line5-③・Line5-⑤・Line5-⑦)とも変圧器(付帯用22kV/6,600V)の容量は3,000kVAとし、それぞれ2台ずつ配置する。

都市部地下案においては、地下駅5駅(St.1~St.5)の配電所にて、空調設備等の負荷が増加することを考慮した結果、5号線変電所Line5-①に配置する2台の変圧器(付帯用22kV/6,600V)の容量はそれぞれ10,000kVAとする。

5号線変電所7箇所における、上記1)~4)の設備の組合せを表3.6.4、変電所の主要な設備容量を表3.6.5に示す。

表 3.6.4 5号線変電所設備組成一覧表

区間	Line5 変電所	受電 設備	送電 設備	直流変成 設備	直流き電 設備	高圧配電 設備
Phase1	Line5-①	●	●	●	●	●
	Line5-②		●	●	●	
	Line5-③	●	●	●	●	●
Phase2	Line5-④		●	●	●	
	Line5-⑤		●	●	●	●
	Line5-⑥	●	●	●	●	
	Line5-⑦			●	●	●

出典：調査団作成

表 3.6.5 5号線変電所主要設備容量一覧表

区間	Line5 変電所	直流変成設備						高圧配電設備		
		整流器			変圧器 (整流器用)			変圧器 (付帯用)		
		容量 (kW)	台 数	総容量 (kW)	容量 (kVA)	台 数	総容量 (kVA)	容量 (kVA)	台 数	総容量 (kVA)
Phase1	Line5-①	4,000	2	8,000	4,470	2	8,940	3,000	2	6,000
	Line5-②	4,000	2	8,000	4,470	2	8,940			
	Line5-③	4,000	2	8,000	4,470	2	8,940	3,000	2	6,000
	小計		6	24,000		6	26,820		4	12,000
Phase2	Line5-④	4,000	2	8,000	4,470	2	8,940			
	Line5-⑤	4,000	2	8,000	4,470	2	8,940	3,000	2	6,000
	Line5-⑥	4,000	2	8,000	4,470	2	8,940			
	Line5-⑦	4,000	2	8,000	4,470	2	8,940	3,000	2	6,000
	小計		8	32,000		8	35,760		4	12,000
合計			14	56,000		14	62,580		8	24,000

出典：調査団作成

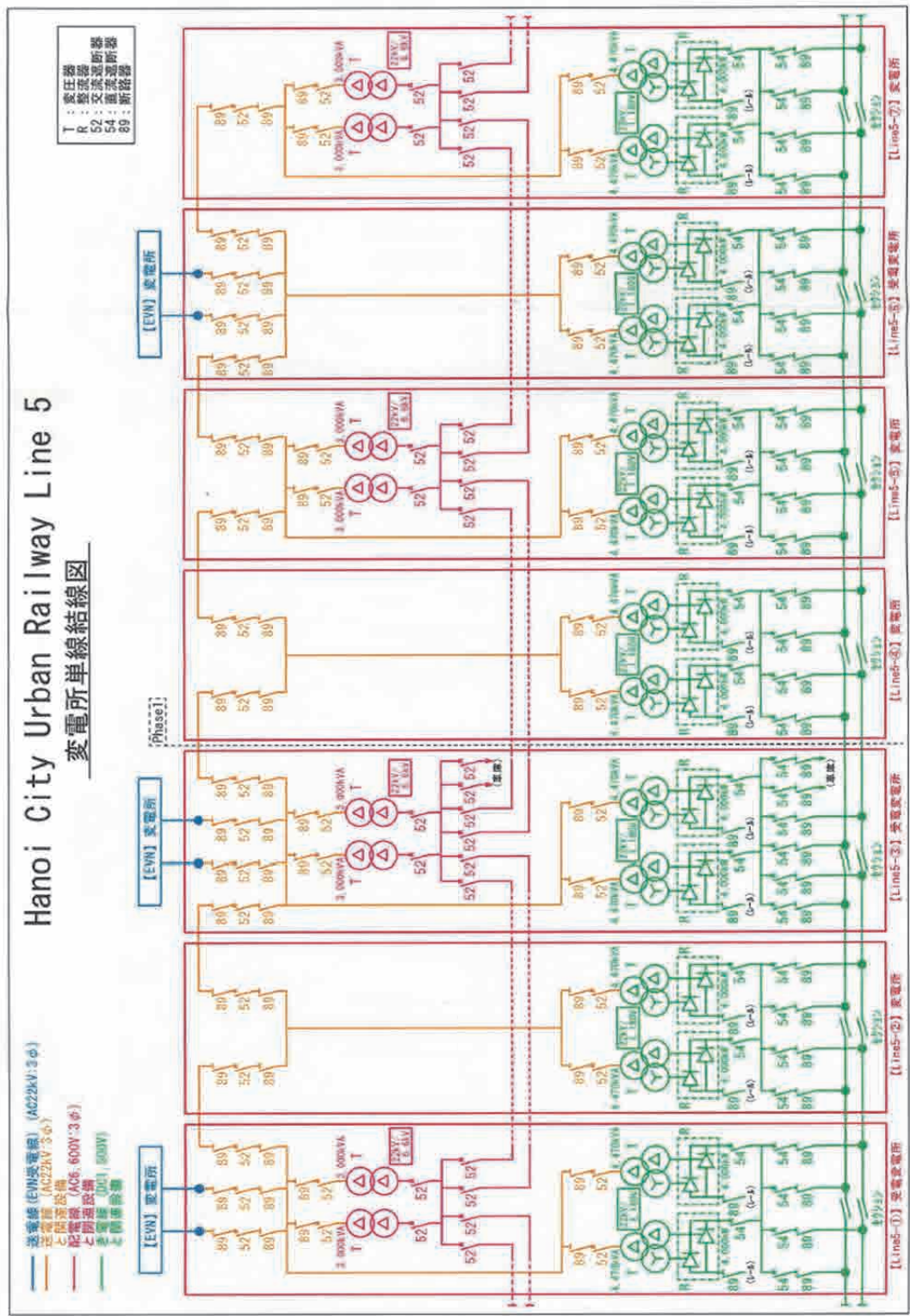


圖 3.6.4 5 号線變電所單線結線圖

出典：調查團作成

(5) その他施設・設備

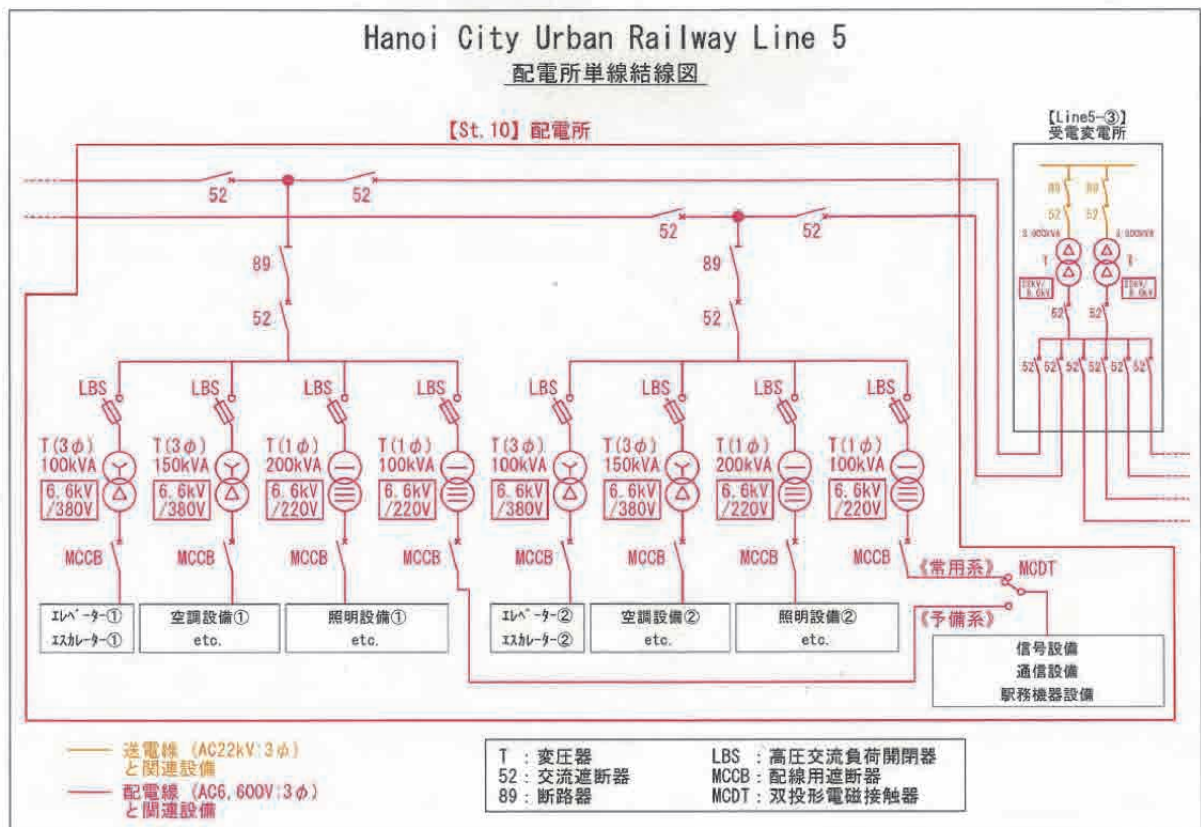
1) 配電所 (図 3.6.5 参照)

配電所(PDS : Power distribution station)は、駅電気設備(エレベーター・エスカレーター・空調設備・照明設備等)・信号設備・通信設備・駅務機器設備等の各負荷へ電力を供給する施設であり、各駅に 17 箇所(St.1~St.17)、車庫内に 2 箇所(中央指令所・工場)の計 19 箇所に設置する。

電源は、最寄りの 5 号線変電所から配電線 2 回線(AC6,600 V 3φ)にて受電し、信頼性を高める。受電した電源(AC6,600 V 3φ)を、エレベーター・エスカレーター・空調設備・給排水設備等の各負荷へは変圧器(3φ 6,600/380 V)で AC380 V に降圧して、照明設備・信号設備・通信設備・駅務機器設備等の各負荷へは変圧器(1φ 6,600/220 V)で AC220 V に降圧して、それぞれ電力を供給する。

また、配電線 2 回線のうち 1 回線が停電した場合でも、エレベーター・エスカレーター・空調設備・照明設備等が全停止しないように、配電線 2 回線に各設備の負荷を分担させる。信号設備・通信設備・駅務機器設備への電源供給については、常用系と予備系とを無停電切替が可能な連動構成として、信頼性を高める。さらに、中央指令所(CCP)の配電所には非常用発電設備を設置する。

その他、用途に応じた遮断器・断路器・開閉器・避雷器・計測機器類も備える。



出典：調査団作成

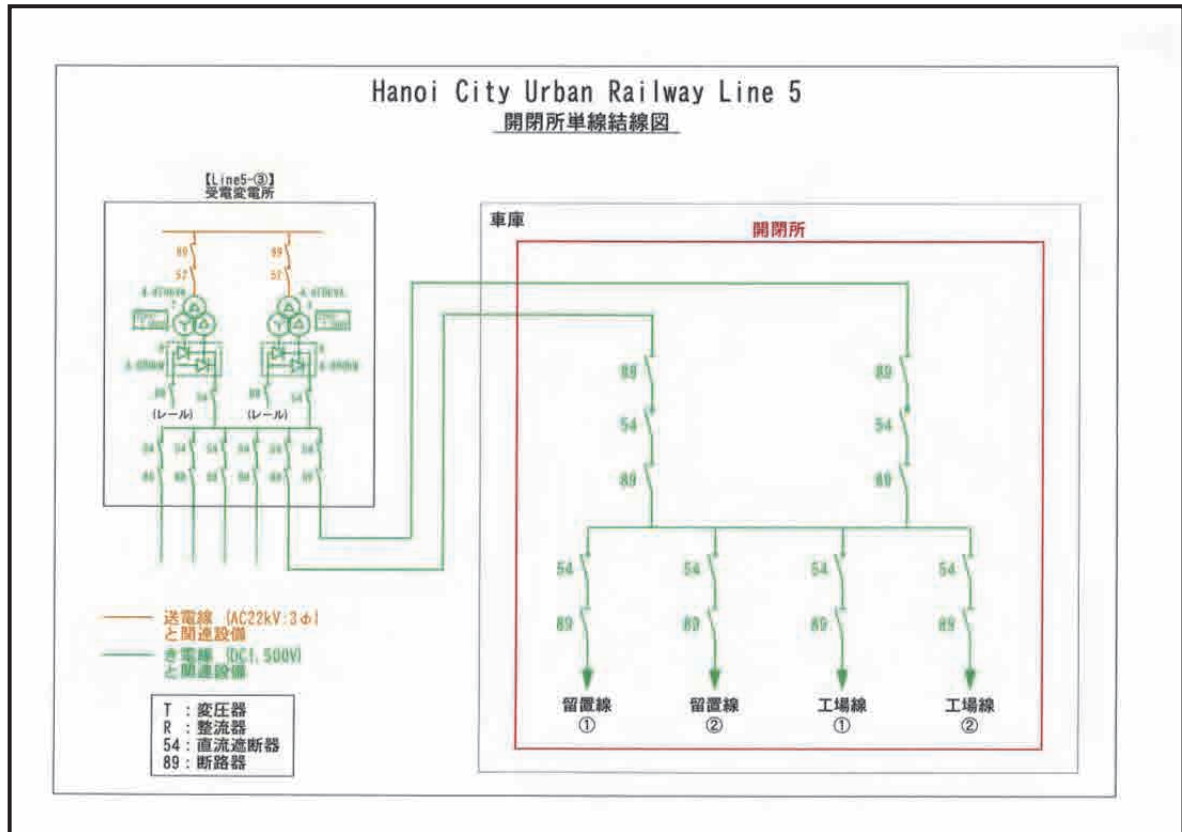
図 3.6.5 配電所単線結線図 (例 : St. 10)

2) 開閉所 (図 3.6.6 参照)

5号線本線からの引込線と車庫(Depot)との電源(DC1,500V)区分用に、開閉所(Switching station)を車庫内に設置する。

開閉所内の遮断器・断路器によって、車庫内の方面別(留置線・工場線)に分配する。

その他、引込用の遮断器・断路器、用途に応じた避雷器・計測機器類も備える。



出典：調査団作成

図 3.6.6 開閉所単線結線図

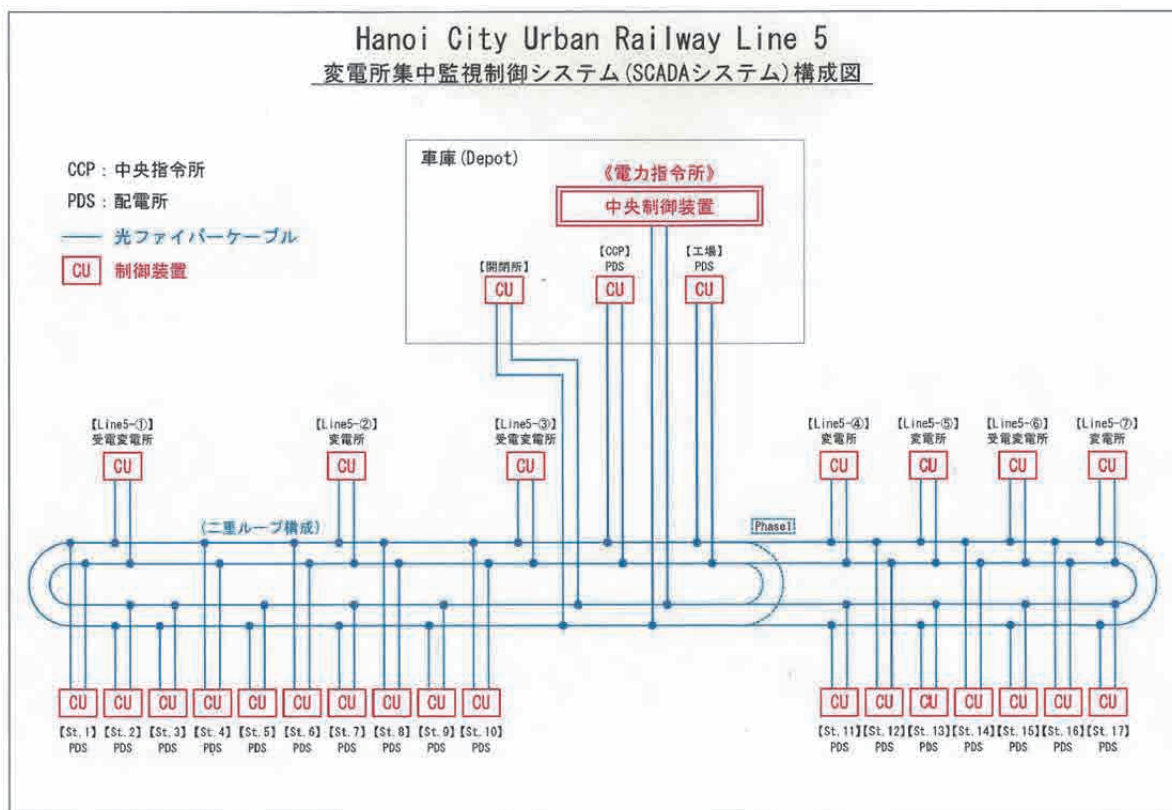


### 3) 変電所集中監視制御システム (図 3.6.7 参照)

変電所集中監視制御システム(SCADA システム : Supervisory Control And Data Acquisition system)は、電力指令所(図 3.6.8 参照)より遠隔にて変電所(7 箇所)・配電所(19 箇所)・開閉所の監視・制御を行うシステムである。

電力指令所に配置する中央制御装置と、各変電所・各配電所・開閉所に配置する制御装置を、光ファイバケーブルでループ状(二重ループ構成)に接続した構成とする。このような接続構成とすることにより、光ファイバケーブルが断線した場合においても、迂回ルートが形成されて制御・監視への影響を抑制することができる。

各変電所・各配電所・開閉所の監視・制御については、各機器の運転状態表示や故障表示、電流電圧計測値の情報を受け、故障発生時の復旧を自動制御又は提案制御で行う。また、整流器の自動運転・自動停止や、夜間作業のための計画停送電制御機能も有する。



出典：調査団作成

図 3.6.7 変電所集中監視制御システム (SCADA システム) 構成図



出典：調査団撮影

図 3.6.8 電力指令所 (Power control center) の外観図



### 3.6.2 電路設備計画

#### (1) 電車線路設備

電車線路設備は、5号線変電所より送り出された電力(DC1, 500V)を、集電装置(パンタグラフ)を通じて電車に供給するための設備である。

5号線の電車線の架設方式については、ベトナム国都市鉄道標準に準拠した架空単線式とし、ベトナム国技術規準附則より電車線のレール面上の高さは、5.0メートル(4.4メートル以上)を標準とする。

架空単線式における、代表的な電車線のちょう架方式を表3.6.6に示す。

5号線における電車線のちょう架方式については、運転最高速度：120 km/h(設計最高速度：130 km/h)を前提とすることから、表3.6.6に示すシンプルカテナリ式を選択する。

シンプルカテナリ式の電車線路設備は、メンテナンス経費の低減を目的に、電線の数が多く、部品点数の少ないき電線と吊架線を一体とした、き電ちょう架方式(フィードメッセンジャ)を採用する。き電ちょう架方式は、き電ちょう架線・電車線・ハンガー・碍子等で構成され、き電ちょう架線においては、電気容量を考慮して、2条とする。

また、都市部地下案の地下区間(運転最高速度：90 km/h)においては、剛体ちょう架式を選択する。

表 3.6.6 代表的な電車線のちょう架方式

シンプルカテナリ式		
適用基準速度	130 km/h 程度まで	
導入区間	高架・地上 (地下)	
コンパウンドカテナリ式		
適用基準速度	160 km/h 程度まで	
導入区間	高架・地上 (地下)	
剛体ちょう架式		
適用基準速度	90 km/h 以下	
導入区間	地下	

出典：調査団作成

その他、温度変化等によって伸縮する電車線とき電ちょう架線の張力を一定に保つための自動張力調整装置(図3.6.9参照)等の付属物も備える。



出典：調査団撮影

図 3.6.9 自動張力調整装置の概観図

#### (2) 配電線路設備

配電線路設備は、高圧配電設備を備えた 5 号線変電所より送り出された電力 (AC6, 600 V) を、配電所に供給するための設備である。

St. 1～St. 17 間および 5 号線変電所 Line5-③～車庫 (Depot) 間の全線に亘り、配電線 2 回線 (AC6, 600V 3φ 電力ケーブル) を、線路沿いに設置するコンクリートトラフ内に敷設する。

#### (3) 送電線路設備

送電線路設備は、EVN 変電所に接続している 5 号線変電所より送り出された電力 (AC22 kV) を、EVN 変電所に接続していない 5 号線変電所へ供給するための設備である。(自社送電線)

5 号線変電所 Line5-①～Line5-⑦間の全線に亘り、送電線 (AC22 kV 3φ 電力ケーブル) を、線路沿いに設置するコンクリートトラフ内に敷設する。

#### (4) その他の電線類

ベトナム都市鉄道基準で列車無線装置は、LCX (漏洩同軸ケーブル) 方式によると定められており、線路沿い両側の側壁に架設する。

光ファイバーケーブル・信号ケーブル・通信ケーブル等の電線類を、線路沿いに設置するコンクリートトラフ内に敷設する。

#### (5) 支持物

支持物は、電車線路設備やその他の付属物等を支持するための設備である。5 号線においては、景観・耐震性等を考慮して、鋼管柱とする。

上記 (1)～(5) の電路設備の構成図を図 3.6.10 に示す。

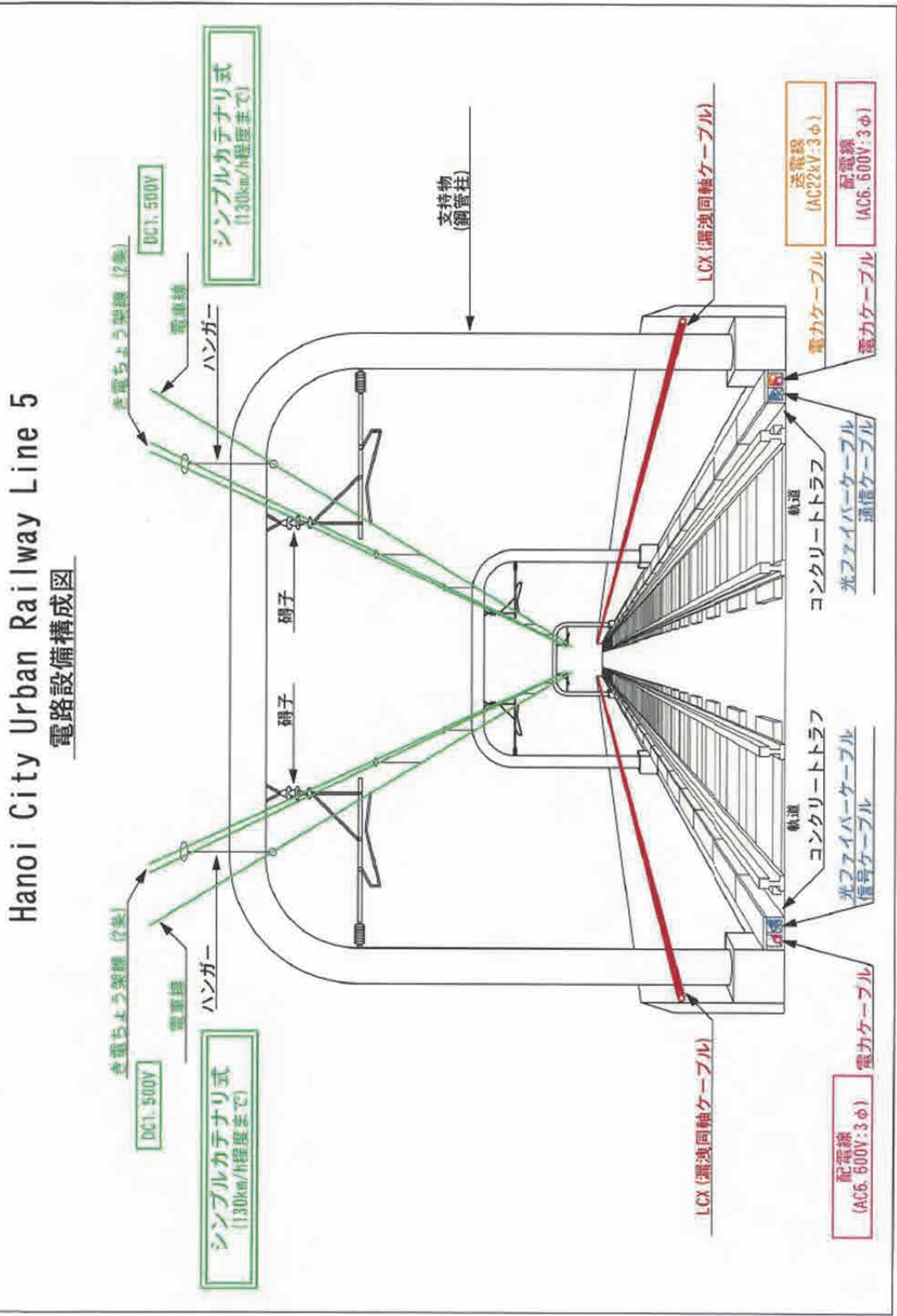


図 3.6.10 電路設備構成図

出典：調査団作成

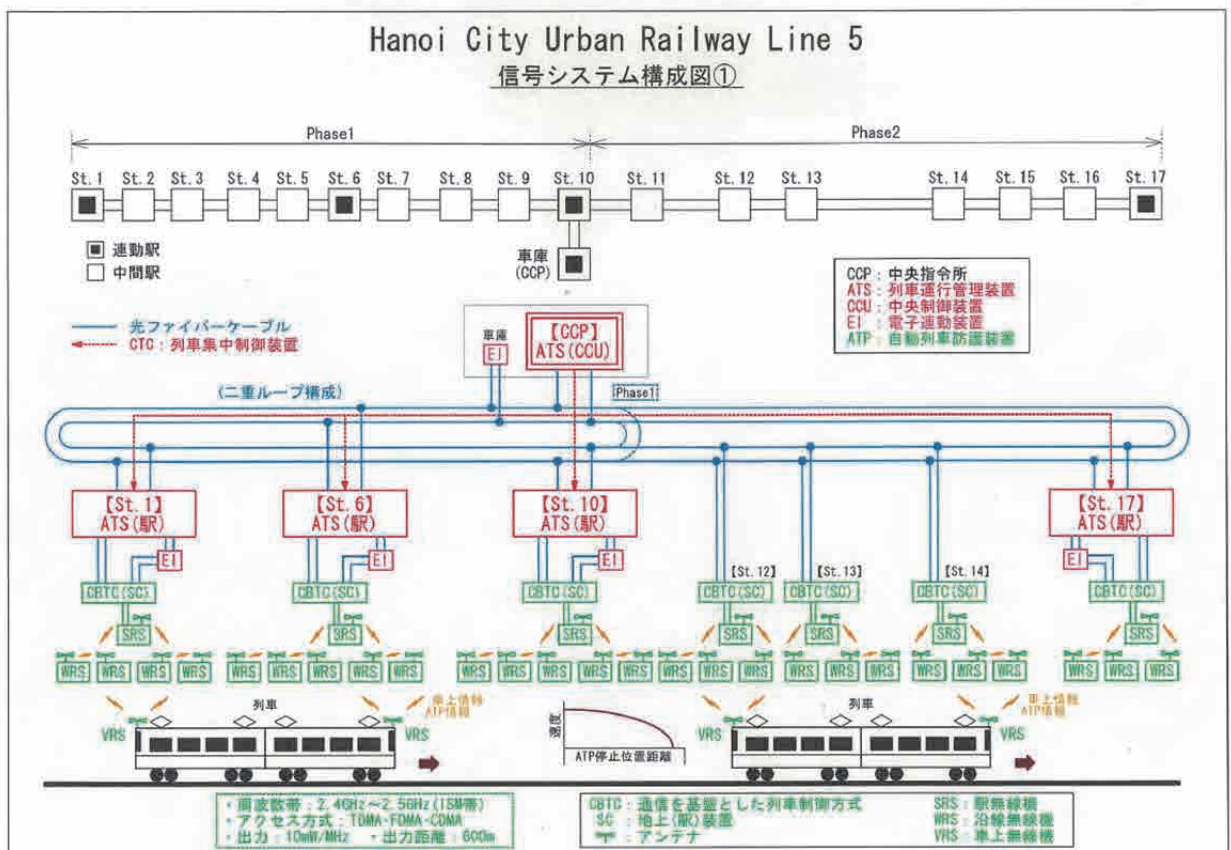
### 3.7 信号・通信設備

#### 3.7.1 信号設備計画

##### (1) 信号システムの概要 (図 3.7.1、図 3.7.2 参照)

5号線においては、17の駅と車庫(Depot)を配置する予定であり、車庫(Depot)を除き計4駅(St.1・St.6・St.10・St.17)を連動駅とする計画である。

5号線における信号システムは、「CBTCシステム：閉そくを確保する装置・列車等を検知する装置」「自動列車防護装置(ATPシステム)：列車間の間隔を確保する装置・列車を自動的に減速又は停止をさせる装置」「自動列車運転装置(ATOシステム)：自動運転をするための装置」「列車運行管理装置(ATSシステム)」「連動装置：電子連動装置(EI)」等で構成し、停電時や障害発生時に安全側に機能させるシステム構成(フェールセーフ)や二重化構成等によるバックアップシステムを備えた、安全性・信頼性が高いシステムを提案する。さらに、保守の容易性、将来の延伸や駅追加等にも対応できる拡張性も考慮したシステム構成とする。



出典：調査団作成

図 3.7.1 信号システム構成図①



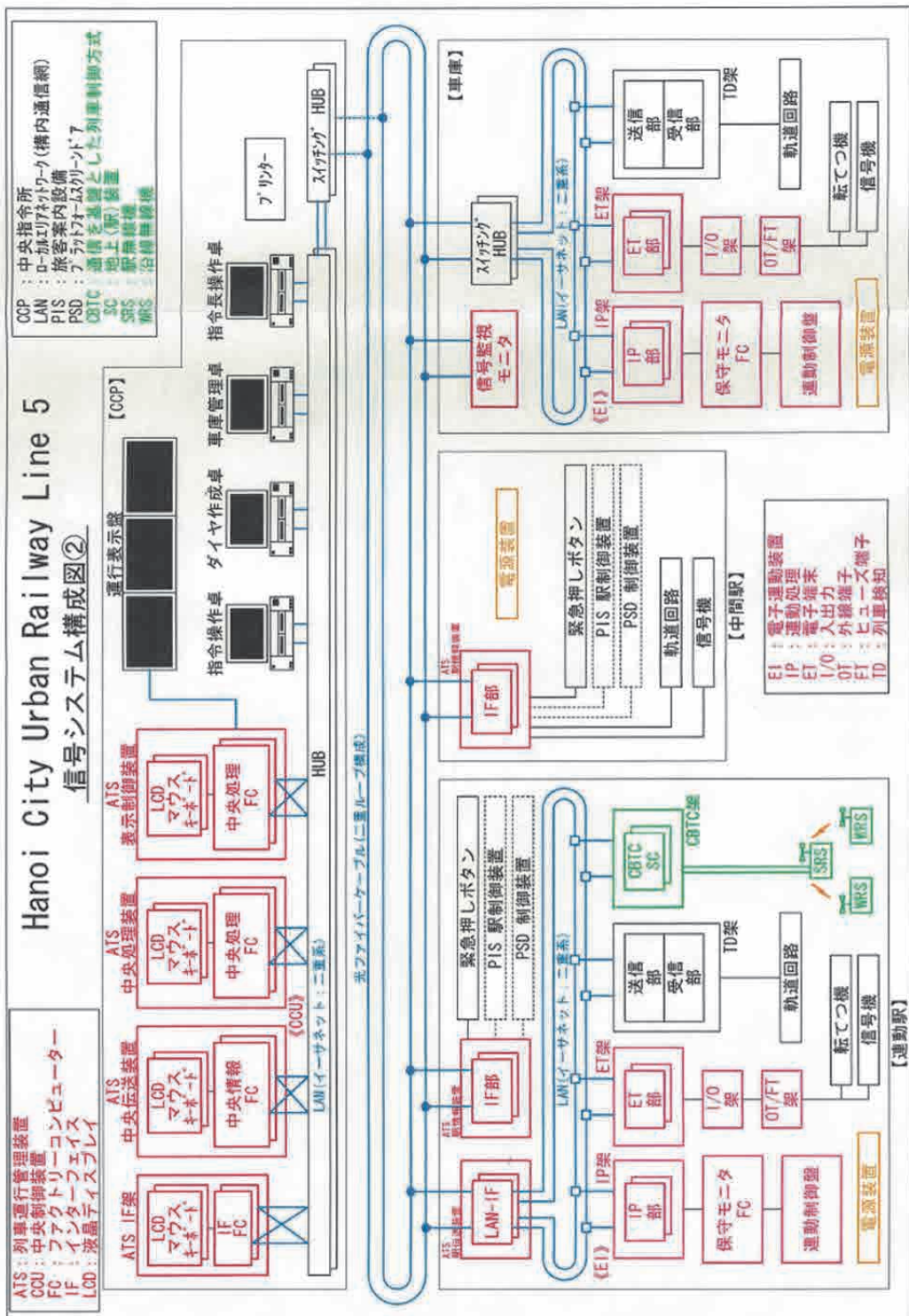


図 3. 7. 2 信号システム構成図②

出典：調査団作成

## (2) CBTC システム

5号線では、主たる「閉そくを確保する装置」「列車等を検知する装置」として、海外の都市鉄道分野において国際的な標準になっており、従来の軌道回路システムに比べてコスト面やシステム構築・改修面で柔軟性に優れ、ベトナム国の他路線でも導入予定であるCBTCシステム(Communication Based Train Control System)を主たる列車制御システムとして提案する。今回の調査にてCBTCシステムを提案するにあたり検討・調査した事項等を以下に述べる。

### 1)CBTC システムの概要

CBTC システムとは、国際規格 IEEE(Institute of Electrical and Electronics Engineers)1474によると、「軌道回路によらず、列車位置を高解像度で特定可能」で、「列車と沿線との間を双方向で大容量のデータ通信が可能」な列車制御システムとされている。CBTC システムで言う通信とは、無線通信を意味している場合が多く、無線式CBTCシステムという場合には、沿線(地上)側無線装置にアンテナを用いた空間波方式を示す場合が多い。また、ほとんどのCBTCシステムにおいて、列車の位置が高解像度で特定できることから、移動閉そく方式を実現している。

CBTC システムは、日本の都市鉄道で長年使用されてきた固定閉そく方式(軌道回路)に比べ、設備数の少なさ・保守の容易性・運転効率の高さ・列車検知の精度の高さにおいて非常に優れている。

また、無線による列車制御については、日本の公益財団法人 鉄道総合技術研究所(Railway Technical Research Institute)で研究・開発された技術を基本として、長期間に亘り走行試験が行われ、安全性・信頼性が立証されている。近年では、日本企業によるCBTCシステムの導入事例も報告されている。

現在、ベトナム国のハノイ2号線、ハノイ3号線、ホーチミン1号線においても、CBTCシステムの導入が検討されているとのことである。

### 2)5号線で提案するCBTC システム (図3.7.3参照)

#### ①システム構成

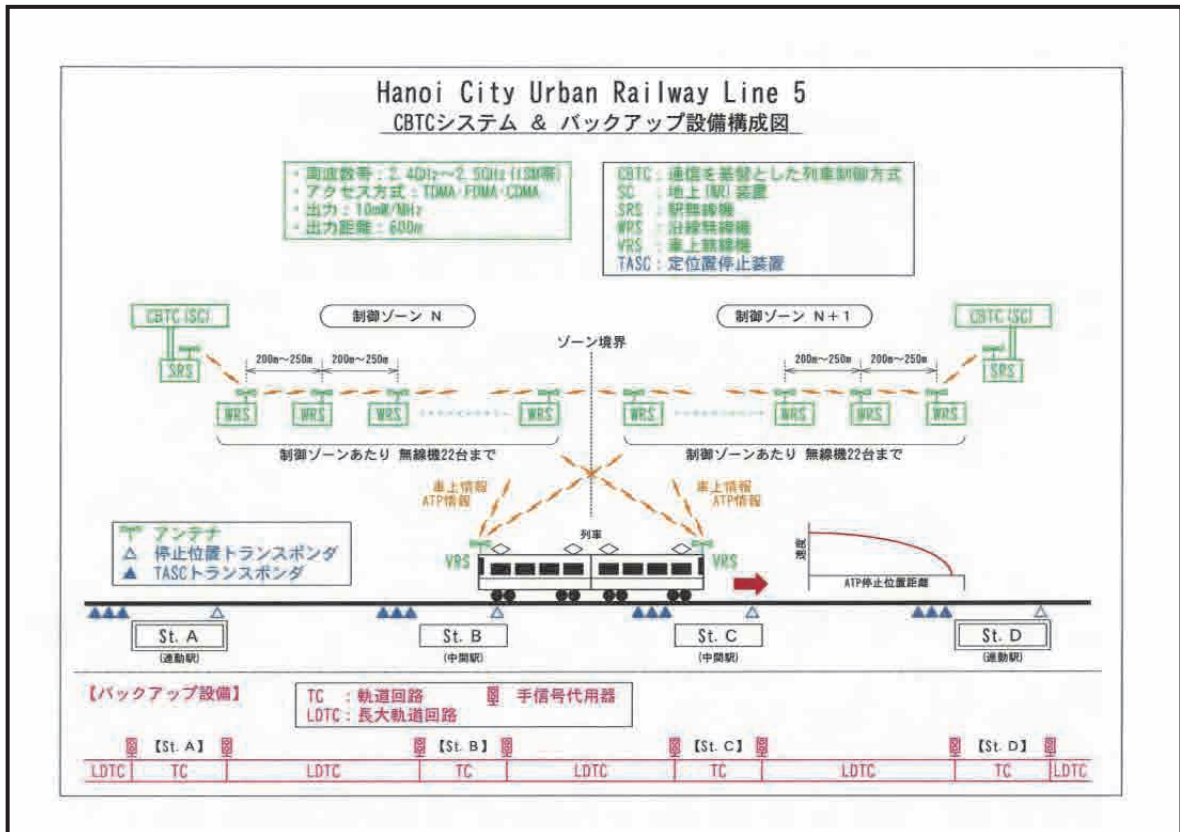
地上装置(SC : Station Computer)は、駅無線機(SRS : Station Radio Set)・沿線無線機(WRS : Wayside Radio Set)・車上無線機(VRS : Vehicle Radio Set)を介して、列車(車上装置)と距離データ(ATP 情報)・車上データ(車上情報)を連続的に送受信する。

地上装置(SC)は、1台の制御ゾーンを約3~5kmとして、各連動駅(St.1・St.6・St.10・St.17)に配置する。また、連動駅間の距離が長い区間(St.11~St.17)においては、中継的に地上装置(SC)を配置する。沿線無線機(WRS)は、1制御ゾーンあたり最大22台まで設置することができ、見通しや軌道周辺の構造物を考慮して、約200m~250m間隔で配置する。

都市部地下案においては、沿線無線機(WRS)の台数が増加するが、システム構成としては高架区間・地上区間と同様である。

5号線で提案するCBTCシステムでは、データベースは地上装置(SC)で持つため、将来の延伸・駅追加等によりデータ修正が必要な際には、地上装置(SC)のデータ変更のみで対応することができ、車上装置のデータ変更は伴わない。また、CBTCシステムで

は、列車検知機能・ATP 機能・ATO 機能を統合して、機器の省略・保守の省略を図る。



出典：調査団作成

図 3. 7. 3 CBTC システム&バックアップ設備構成図

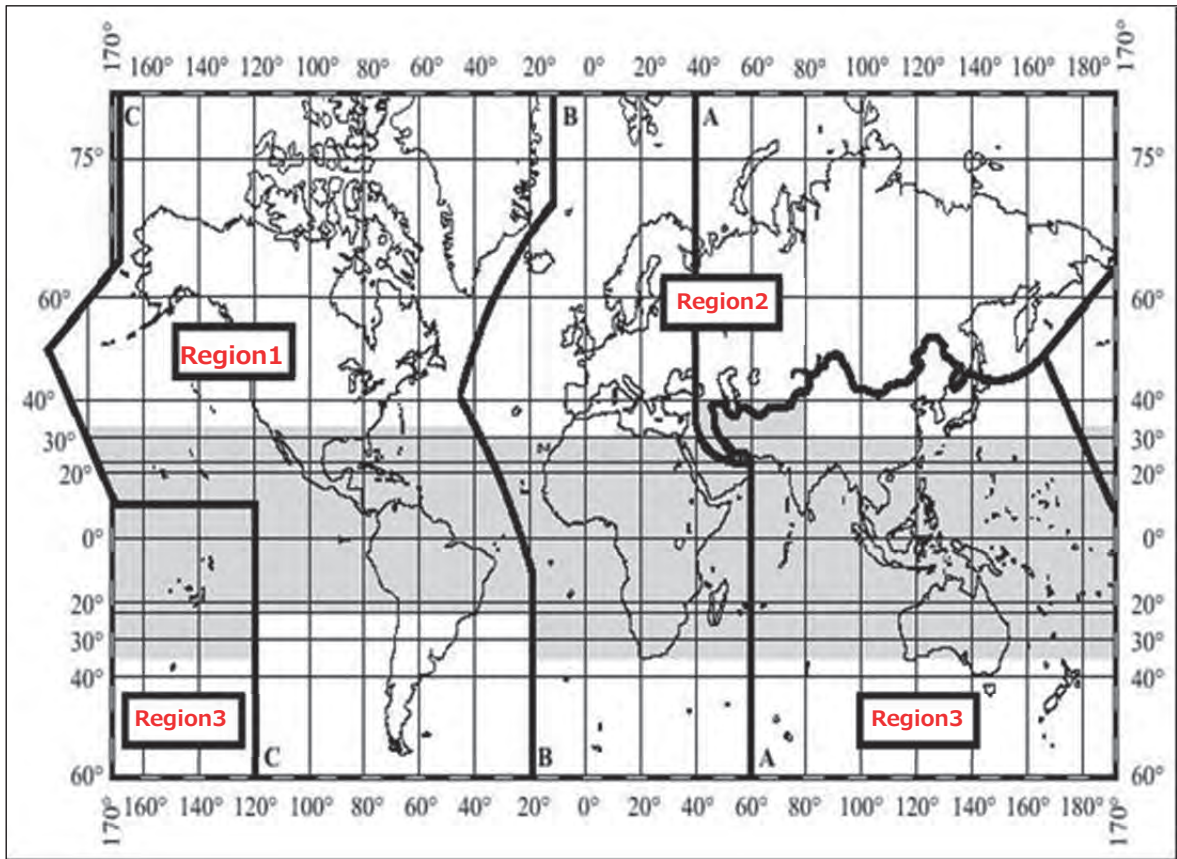
### ②列車位置検知方法

列車位置検知方法は、軌道内に設置する位置補正用地上子(TASC トランスポンダ)と速度発電機(TG : Tacho-Generator)による方法と、沿線無線機(WRS)と車上無線機(VRS)の通信時間から列車の位置を算出する無線測距による方法の 2 つの方法で構成し、高い安全性・信頼性を確保する。

### ③無線周波数

ベトナム国は国際電気通信連合条約を批准しており、日本国と同様にリージョン 3 の地域に属する。5 号線で提案する CBTC システムの無線データ通信では、汎用無線周波数帯の 2.4 GHz~2.5 GHz を使用するが、情報通信省(MIC)の無線周波数管理局(RFD)へ 5 号線で導入する設備が使用する無線周波数帯域の確認を行ったところ、ISM 帯(Industry Science Medical-band)の割当てであった。5 号線建設プロジェクトが承認されて設計段階になれば、設備の周波数及び無線設備使用許可書に関するレターを送付し、導入する無線機、ケーブル、アンテナの技術適合検査を受けることとなる。





出典 125/2009/QD-TTg

图 3.7.4 国际电气通信联合条约が定める地域割当図

#### ④無線通信の混信対策

省電力無線機で免許不要な ISM 帯を利用するため、TDMA・FDMA・CDMA の 3 つを組み合わせた制御方式とする。

##### ■TDMA (Time Division Multiple Access : 時分割多重方式)

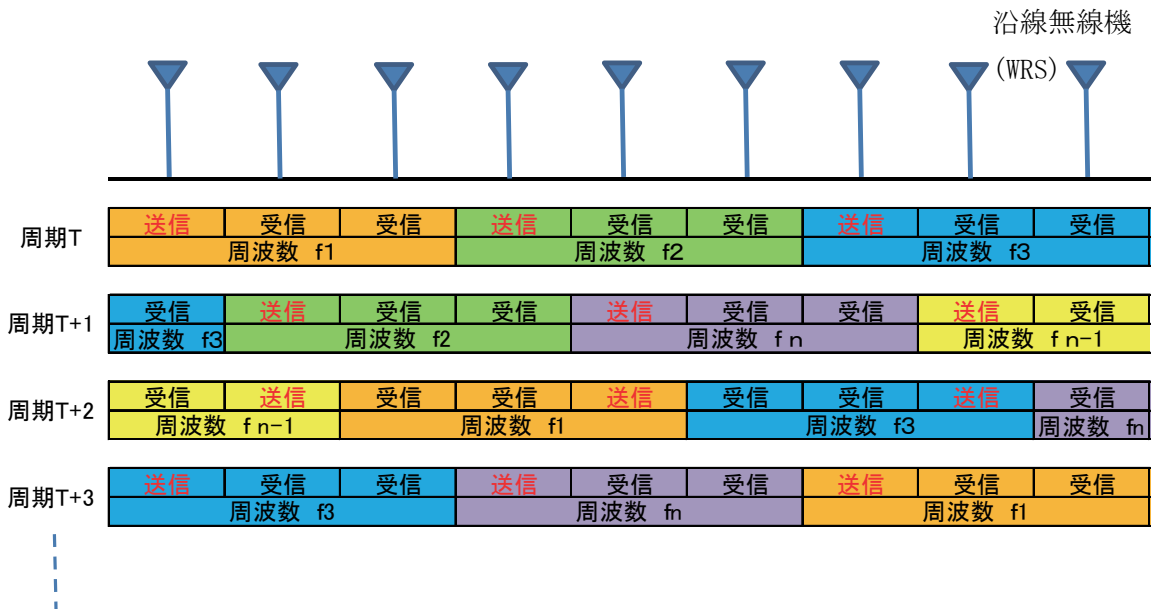
沿線無線機 WRS から列車ごとに固有のタイムスロットが割り当てられ、データの追突を回避するリアルタイム通信を基本とする。

##### ■FDMA (Frequency Division Multiple Access : 周波数分割多重方式)

無線の妨害対策として、図 3.7.5 に示すように沿線無線機 WRS は一定の通信周期で複数の周波数を切り替えながら使用し、たとえ 1 つの周波数が妨害されても次の瞬間には別の周波数で同データを送受信を行っており、完全に通信が阻害される可能性は極めて低い。

##### ■CDMA (Code Division Multiple Access : 符号分割多重方式)

第三者による傍受・改・成りすましができないように無線通信のデータ暗号化を行う。



出典：調査団作成

図 3.7.5 周波数切替の概念図

#### ⑤CBTC システムのバックアップ設備

CBTC システムでは、レール破断の検知や、CBTC システムダウン時に列車の検知を行うことができない。5 号線では、CBTC システムを採用するにあたり、コスト面では増加となるが、安全面・運用面を重視して「軌道回路設備」「手信号代用器」のバックアップ設備を備えることを提案する。

軌道回路設備を配置することにより、レール破断検知や CBTC システムダウン時の列車検知が可能となる。また、CBTC システムダウンの場合でも、手信号代用器による列車運行も可能となる。

表 3.7.1 に、CBTC システムのみの場合と、CBTC システムにバックアップ設備を備えた場合との比較表を示す。

表 3.7.1 CBTC システムのバックアップ設備検討比較表

項 目		CBTC システム& バックアップ設備	CBTC システム
安全性(フェールセーフ)		◎	◎
コスト面	イニシャル	△	○
	ランニング	△	○
	更新	△	○
保守性・設備数		○	◎
運転効率・可用性の高さ		◎	○
列車検知の精度の高さ		◎	○
レール破断検知		◎	×
総合評価		◎	○

※CBTC システムのバックアップ設備として、駅構内(73セット)と駅間(52セット)での軌道回路の導入を計画している。

《凡例》 ◎:とても良い ○:良い △:あまり良くない ×:良くない

出典:調査団作成

車庫(Depot)については、CBTC システムではなく、「軌道回路設備」「入換信号機」にて制御を行う。よって、5号線での「閉そくを確保する装置」「列車等を検知する装置」については、表 3.7.2 に示す設備構成を提案する。

表 3.7.2 「閉そくを確保する装置」「列車等を検知する装置」の設備構成

項 目	「閉そくを確保する装置」「列車等を検知する装置」	
	主制御	バックアップ設備
本線	CBTC システム	軌道回路設備・手信号代用器
車庫(Depot)	軌道回路設備・入換信号機	

出典:調査団作成

### (3) 自動列車防護装置(ATP システム)

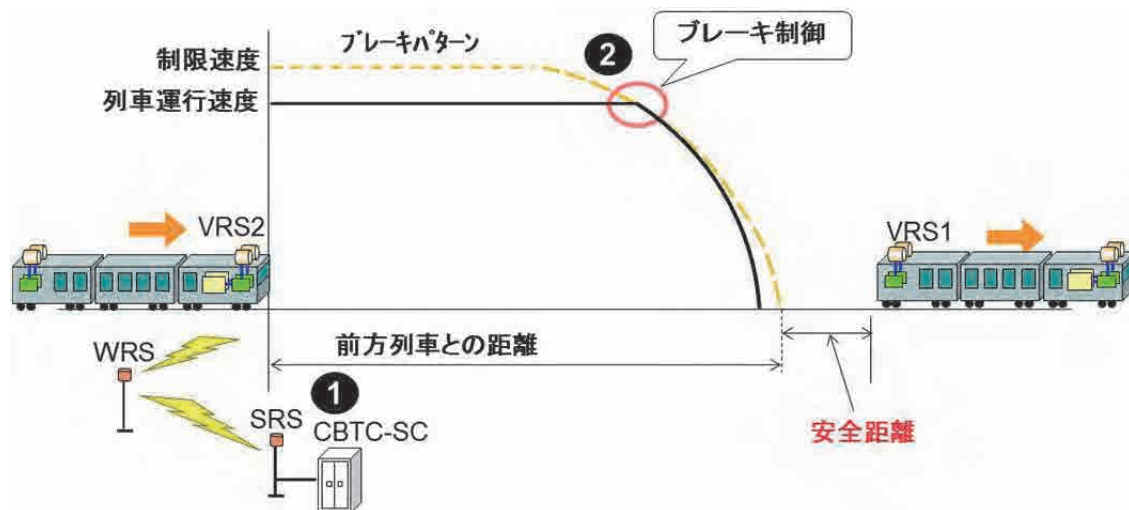
5号線では、「列車間の間隔を確保する装置」「列車を自動的に減速又は停止をさせる装置」として自動列車防護装置(ATP システム: Automatic Train Protection System)を導入する。

自動列車防護装置(ATP システム)には、ベトナム国都市鉄道標準に準拠し、自動列車制御装置(ATC システム: Automatic Train Control System)を導入する。自動列車制御装置(ATC システム)は、列車と進路上の他の列車等との間隔及び線路の条件に応じて、連続して制御を行うことにより、自動的に当該列車を減速・停止させる。

このATP(ATC)システムは、CBTCシステムに統合して、機器・保守の省略を図る。CBTCシステムの地上装置(SC)は、図3.7.6に示すように駅無線機(SRS)・沿線無線機(WRS)・車上無線機(VRS)を介して、当該列車に前方列車までの距離データ(ATP情報)を連続的に送信する。当該列車の車上装置では、この前方列車までの距離データ(ATP情報)を基に、前方列車までの距離データの情報から安全に停止できるブレーキパターン(信号速度)を常に生成して走行する。

また、当該列車の速度が、車上装置で生成したブレーキパターン(信号速度)を超過した場合は、常用ブレーキが自動的に作動して、安全距離の内方にて当該列車をブレーキパターン(信号速度)まで安全に減速・停止させる。この作動した常用ブレーキは、当該列車の速度がブレーキパターン(信号速度)以下に達すると解除される。

なお、地上装置(SC)からの情報を一定時間受信できない場合は、非常ブレーキが作動するフェールセーフとなるように設計されている。



出典：調査団作成

図 3.7.6 列車防護方法

#### (4) 自動列車運転装置(ATO システム)

5号線では、全駅にプラットホームスクリーンドア(PSD: Platform Screen Door)を設置する予定であるため、ベトナム国都市鉄道標準に準拠し、「自動運転をするための装置」として自動列車運転装置(ATO システム: Automatic Train Operation System)を導入する。

このATO システムは、CBTC システムに統合して、機器・保守の省略を図る。列車は、自動運転モード(ATO 運転モード)へ切替を行うと、CBTC システムより送信された距離データ(ATP 情報)を基に生成したブレーキパターン(信号速度)に従い、加速制御・惰行制御・減速制御・定点停止制御を自動的に行う。

車上ATO 装置では、軌道内に設置する位置補正用地上子(TASC トランスポンダ)を検知して列車位置を確定し、正確にTASC(Train Automatic Stop Control)運転を行い、駅構内に設置する定点停止用地上子(停止位置トランスポンダ)に停止する。

列車が定点停止した後、車上ATO 装置と地上ATO 装置が通信を行い、プラットホームスクリーンドア(PSD)や車両ドアの開閉を行う。

#### (5) 列車運行管理装置(ATS システム)

正確、迅速、快適、安全な列車制御を実現するため、列車運行管理装置(ATS システム: Automatic Train Supervision System)を導入する。

このATS システムは、ベトナム国都市鉄道標準に準拠し、集中管理制御方式(CTC システム: Centralized Traffic Control System)とし、中央指令所(CCP: Central Command Post)において、列車の集中管理・集中制御を行う。(図3.7.7参照)

通常時は、中央指令所(CCP)に配置する中央制御装置(CCU: Central Control Unit)より、各連動駅(St.1・St.6・St.10・St.17)の進路設定等を遠隔自動制御にて行う。

障害発生時には、中央指令所(CCP)からの遠隔手動制御あるいは各連動駅(St.1・St.6・St.10・St.17)にて手動制御を行うことができるシステム構成とする。また、障害の診断やトラブルシューティングができる機能も有する。

車庫(Depot)内の進路制御等については、中央指令所(CCP)に配置する車庫管理卓(Depot management console)より、自動制御あるいは手動制御にて行う。

中央指令所(CCP)に配置する中央制御装置(CCU)と、各連動駅(St.1・St.6・St.10・St.17)に配置する駅制御装置を、光ファイバーケーブルでループ状(二重ループ構成)に接続した構成とする。このような接続構成とすることにより、光ファイバーケーブルが断線した場合においても、迂回ルートが形成されて制御・監視への影響を抑制することができる。

ATS システムは、高速処理と高い信頼性を実現しつつ、運用面・保守面も考慮したシンプルなシステム構成とし、運行表示盤(Operation mimic panel)や各モニタは、視認性・操作性・保守性を考慮したものとする。

ATS システムの主要な各ユニットについて以下に述べる。

#### 1) 運行表示盤

運行表示盤(Operation mimic panel)では、5号線全線における列車在線情報・列車番号・信号表示等の運行監視を行うことができる。

#### 2) ATS 中央処理装置

ATS 中央処理装置(ATS Central processing rack)では、列車の移動を追跡し、ダイヤに基づき個々の列車に対して、自動で進路制御を行う。また、各駅において列車の発着状況を監視し、遅延を検出した場合は、適切な処理を行う。

#### 3) ATS 中央伝送装置

ATS 中央伝送装置(ATS Central transmitting rack)では、ATS 中央処理装置や指令操作卓等の中央指令所(CCP)から駅への制御情報配信、駅からの表示情報収集を行う。また、制御の記憶や制御の自動復位等も行う。

#### 4) ATS 駅伝送装置

ATS 駅伝送装置(ATS Station transmitting rack)では、中央指令所(CCP)から制御情報を受信し、連動装置等へ情報を出力する。また、連動装置等からの表示情報等を受信し、中央指令所(CCP)へ伝送する。

#### 5) 指令操作卓

指令操作卓(Traffic management console)では、5号線全線の列車運行状況を確認することができ、手動による信号制御等の操作や、ダイヤの修正作業を行うこともできる。

また、列車遅延等により自動制御機能に障害が発生した場合や、各機器の故障等を検知した場合は、アラームを発し、適切な対応・処理ができるよう指令員をサポートする。

#### 6) ダイヤ作成卓

ダイヤ作成卓(Train schedule management console)では、計画ダイヤや特定ダイヤを作成・管理し、実績ダイヤの管理・保存を行う。また、列車運行状況の表示や手動制御等の指令操作卓の一部機能を代用することもできる。

#### 7) 車庫管理卓

車庫管理卓(Depot management console)では、車庫(Depot)内のダイヤ管理・車両追跡・自動進路制御等を行う。また、車庫(Depot)内の車両の運行状況を確認することができ、手動による信号制御等の操作や、車庫(Depot)内のダイヤの作成・修正を行うこともできる。

#### 8) 信号監視モニタ

信号監視モニタ(Signal monitor)では、中央指令所(CCP)及び各駅の機器について、稼働状態を監視し、各機器の故障表示や故障の記録を行う。



出典：調査団撮影

図 3.7.7 中央指令所 (CCP : Central Command Post)

## (6) 連動装置

連動装置は、現在主流となっている電子連動装置 (EI : Electronic Interlocking) を提案する。電子連動装置 (EI) は、高速処理を実現することができ、信頼性・保守性にも優れている。

フェールセーフ技術を用いて安全性を確保し、各主要機器は二重系構成にて高い信頼性を確保する。また、自己診断機能により、システムダウンとならないように適切な処置・指示を出す。

電子連動装置 (EI) は、各連動駅 (St. 1・St. 6・St. 10・St. 17) と車庫 (Depot) の合計 5 箇所に配置する。

電子連動装置 (EI) の主要な各ユニットについて以下に述べる。

### 1) 連動処理架

連動処理架 (IP rack : Interlocking Processing rack) 内にある連動処理部 (IP unit : Interlocking Processing unit) では、連動論理をソフトウェアで構築し、フェールセーフ技術により、信号機や転てつ機を鎖錠 (ロック) して、安全・確実に進路制御を行う。

列車の大量運行に対応するため、高速処理機能を有する。また、故障検知や自己診断機能も有する。

将来、駅の線形変更等にて連動論理を変更する際は、結線図変更ツール (Ladder wiring diagram modification tool) を用いて、容易に修正を行うことができる。

### 2) 電子端末架

電子端末架 (ET rack : Electronic Terminal rack) 内にある電子端末部 (ET unit : Electronic Terminal unit) では、連動処理部からの制御情報に従い、信号機や転てつ機等の現場機器を制御する。また、現場機器の状況を監視する機能も有する。



### 3) 連動制御盤

連動制御盤(Interlocking control panel)では、コンピューターディスプレイを採用し、信号機・転てつ機・列車在線等を表示し、視認性に優れた機能を有する。また、マウスやキーボードにて、容易に操作することができる。

### 4) 保守モニタ

保守モニタ(Maintenance monitor)では、各機器の状況を監視し、故障が発生した場合には、故障箇所を特定することができる。また、連動処理や操作記録を保存することができ、故障発生時に故障の解析を行うこともできる。

### 5) 入出力架・外線端子架

入出力架(I/O rack : Input/Output rack)および外線端子架(OT/FT rack : Outer Terminal/ Fuse Terminal rack)では、外部機器のインターフェイスや電源の取り込みを行う。また、雷やノイズの進入を防ぎ、信号機器室内の各機器の防護も行う。

## 3.7.2 通信設備計画

### (1) 通信システムの概要

5号線における通信システムは、鉄道の管理・運転取扱いの効果的なサポートや、鉄道利用旅客に対して有効なサービス提供を行うために、「情報伝送システム」「列車無線設備」「画像監視システム」「旅客案内設備」等で構成し、安全性・信頼性・活用性・サービス性が高いシステムを提案する。

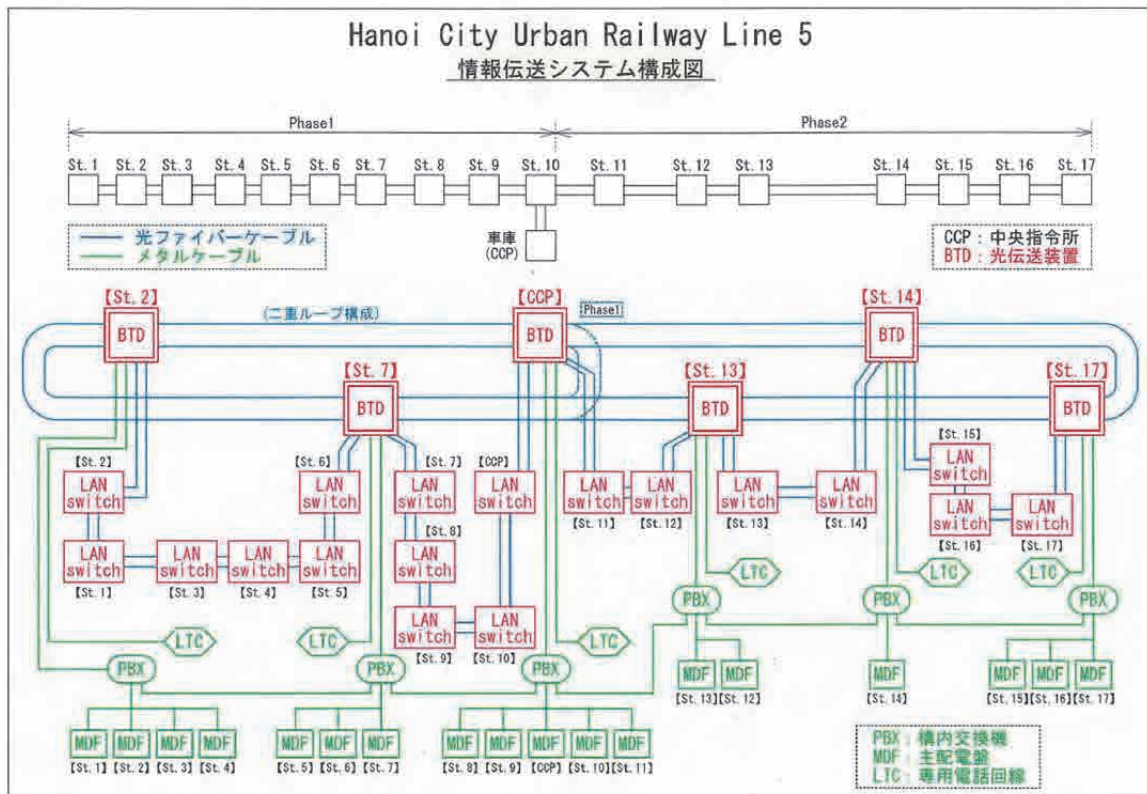
### (2) 情報伝送システム (図 3.7.8 参照)

情報伝送システムは、光伝送装置(BTD : Beam Transmission Device)を6箇所(St. 2・St. 7・St. 13・St. 14・St. 17・CCP)の通信機器室に配置し、光ファイバーケーブルでループ状(二重ループ構成)に接続した構成とする。このような接続構成とすることにより、一方の光ファイバーケーブルが断線した場合においても、回線を切り替えて情報伝送を継続することができる。

光伝送装置(BTD)は、音声信号・同期デジタル信号を伝送する時分割多重帯域と、IP系データ等の伝送に使用するパケット多重帯域を同時に多重伝送できる機能を有する。

光伝送装置(BTD)には、交換電話用の構内交換機(PBX : Private Branch eXchange)と専用電話用の専用回線を接続し、光伝送することで、効率的・経済的に電話設備を運用する。また、駅務機器・画像監視システム等のIPネットワークを構成するLANスイッチも接続し、各駅に配置するLANスイッチと、光ファイバーケーブルでループ状(二重ループ構成)に接続する。

また、各駅において主配電盤(MDF : Main Distributing Frame)を配置し、通信ケーブル(メタルケーブル)にて接続し、交換電話・専用電話等を運用する。



出典：調査団作成

図 3. 7. 8 情報伝送システム構成図

### (3) 列車無線設備 (図 3. 7. 9 参照)

列車無線設備は、ベトナム国都市鉄道標準に準拠し、中央指令所(CCP)と各列車間において直接通話できる、LCX(漏洩同軸ケーブル)方式による複信式の列車無線設備を導入する。

全線に亘り設置する LCX(漏洩同軸ケーブル)は、高い伝送品質を確保するために、線別に 2 回線設置する。この LCX(漏洩同軸ケーブル)による減衰を考慮した結果、11 箇所の基地局(Base station)を配置することとし、中央指令所(CCP)に親局(Master station)を、St. 2・St. 5・St. 7・St. 9・St. 10・St. 12・St. 13・St. 14・St. 16・St. 17 に子局(Slave station)を配置する。また、基地局間の距離が長い区間(St. 10～St. 12・St. 13～St. 14)においては、中継機(Repeater)をそれぞれ設置する。

5 号線における列車無線設備は、中央装置・指令操作盤・基地局装置・車上局装置・中継機等で構成し、クリアな音声通話が可能・狭帯域 4CH の使用が可能・音声通信だけでなくデータ通信も可能といった特徴を有するデジタル列車無線を提案する。

上記 4CH に対して、表 3. 7. 3 に示す固有機能を割り当てる。また、運用面を考慮して、CCP 通話チャンネル(CH1)は 3 つのゾーン(ゾーン 1 : St. 1～St. 10・ゾーン 2 : St. 10～車庫・ゾーン 3 : St. 10～St. 17)に分割し、ゾーン毎に独立して通話することができる構成とする。保守チャンネル(CH2)・防護チャンネル(CH3)・データチャンネル(CH4)については、基地局毎にゾーンを構成する。

表 3.7.3 各チャンネルの機能一覧表

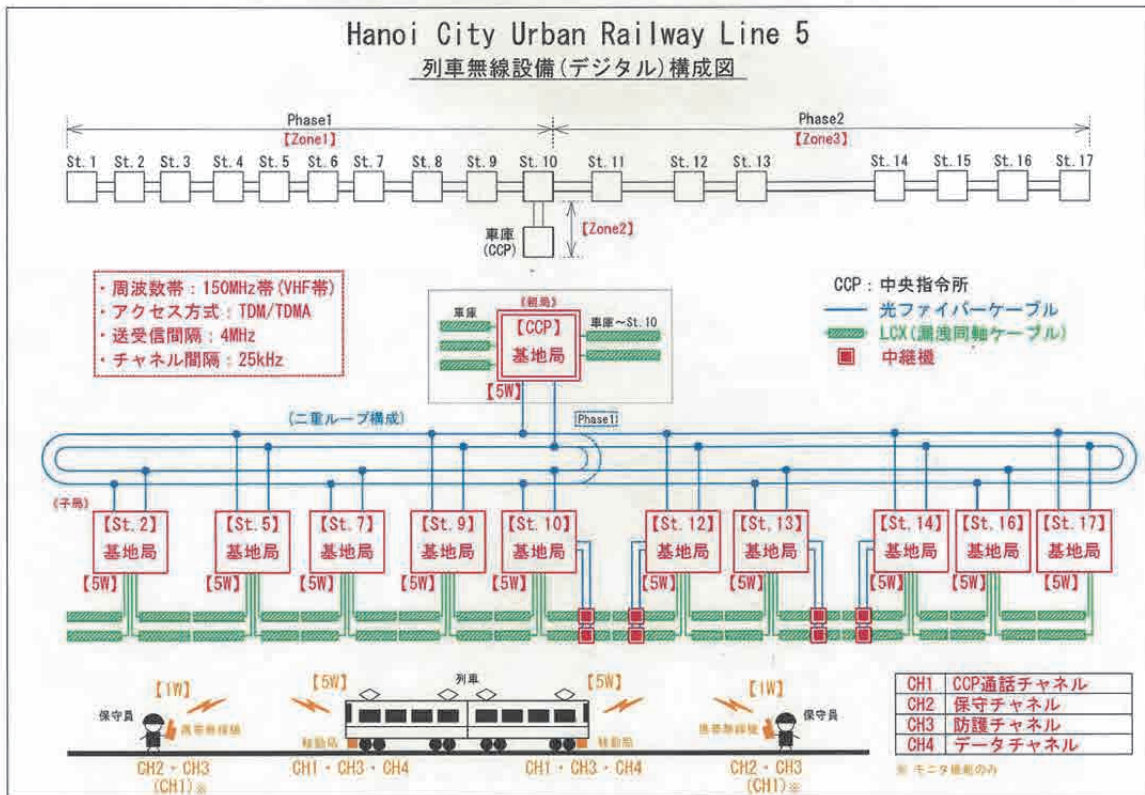
CH	チャンネル名称	機能・内容
CH1	CCP 通話チャンネル	主に指令員と乗務員間にて音声通話を行う。
CH2	保守チャンネル	主に乗務員と保守員間にて音声通話を行う。
CH3	防護チャンネル	主に防護発報・受報通知を行う。
CH4	データチャンネル	列車情報等のデータ通信を行う。

出典：調査団作成

また、保守員・乗務員が携帯し、打合せ連絡や緊急時の防護発報を行うための、携帯無線機 (Portable transceiver) も導入する。携帯無線機は、保守チャンネル (CH2) を使用した複信通話・単信通話・CCP 通話チャンネル (CH1) のモニタ・防護発報等の機能を有し、送信出力：1W を想定している。

5 号線で提案する列車無線設備における使用周波数帯は、150MHz 帯 (VHF 帯：Very High Frequency-band) を想定している。その他の主な仕様としては、アクセス方式：TDM/TDMA、送受信間隔：4MHz、チャンネル間隔：25kHz、変調方式： $\pi/4$  シフト QPSK、送信出力：5W を想定している。

5 号線建設が具体化した際に、ハノイ市周波数基準管理局 (RFD) に周波数使用の申請手続きを行い、実際に割り当てられる周波数帯に順応することになる。



出典：調査団作成

図 3.7.9 列車無線設備 (デジタル) 構成図

#### (4) 画像監視システム (図 3.7.10 参照)

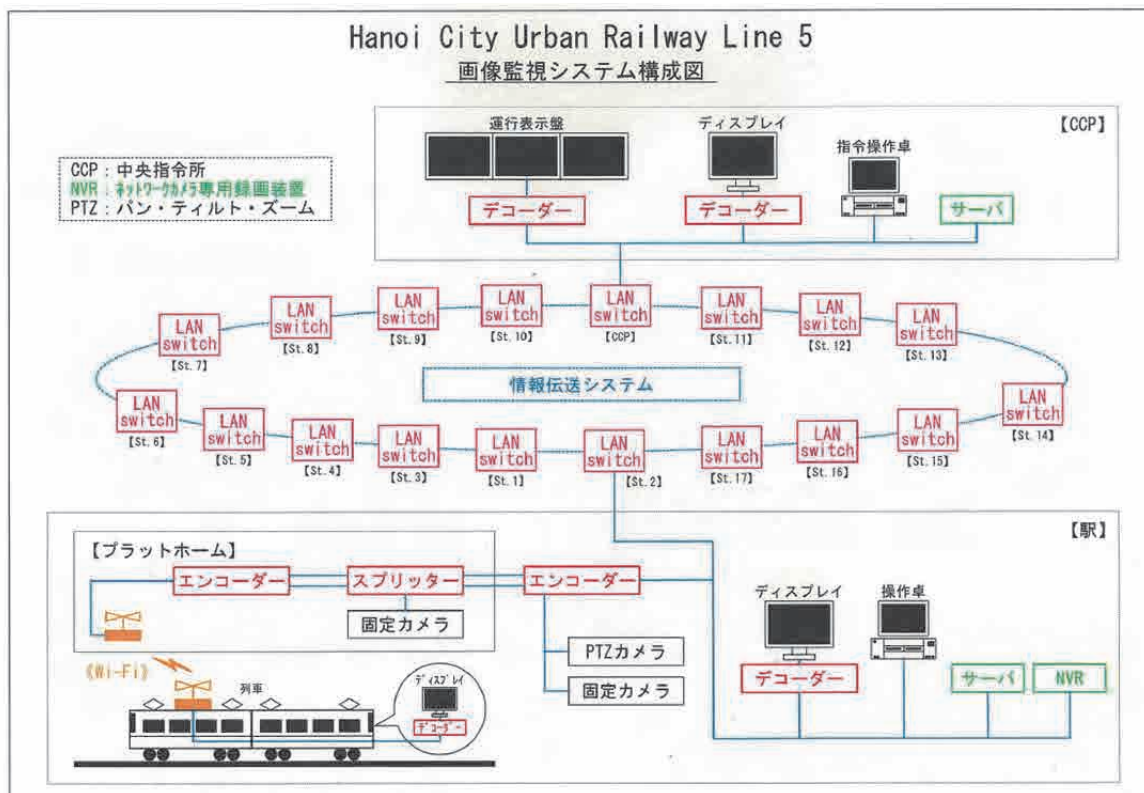
各駅のプラットホーム・コンコース・改札・エレベーター・エスカレーター等における旅客や列車の状況を遠隔で監視するための、画像監視システムを導入する。

画像監視システムは、各駅のプラットホーム・コンコース・改札・エレベーター・エスカレーター等の各箇所に配置するカメラ、駅務室に配置する監視モニタ・デコーダー、通信機器室に配置するエンコーダー・録画装置等にて構成する。

各駅のカメラ画像は、エンコーダーによりデジタル信号に変換して伝送し、デコーダーにより再度アナログ信号に変換して、監視モニタに表示する。また、情報伝送システムを介して、中央指令所(CCP)においても運行表示盤や指令操作卓にて、各駅のカメラ画像の監視を行うことができるシステム構成にする。

各駅に設置するカメラは、固定カメラ(Fixed camera)と PTZ カメラ(Pan-Tilt-Zoom camera)を、設置場所に応じて配置する。また、PTZ カメラについては、駅務室や中央指令所(CCP)より、遠隔にて回転・ズーム等の制御を行うことができる。

プラットホーム監視用カメラの映像は、無線(Wi-Fi)により映像を配信し、在線中のみ列車の運転台のモニタでも監視できる構成にする。



出典：調査団作成

図 3.7.10 画像監視システム構成図

#### (5) 旅客案内設備 (図 3.7.11、図 3.7.12 参照)

各駅のプラットホーム・コンコースの旅客に対して、運行列車の行先・発車時刻等を案内するための、旅客案内設備(PIS: Passenger Information System)を導入する。

旅客案内設備(PIS)では、信号システムの列車運行管理装置(ATS システム)から列車ダイヤ情報を受信し、プラットホーム・コンコースの行先表示盤に運行列車の行先・発車時刻等を自動的に表示することができる。また、ダイヤ乱れ時の遅延時間・状況、中央指令所(CCP)や



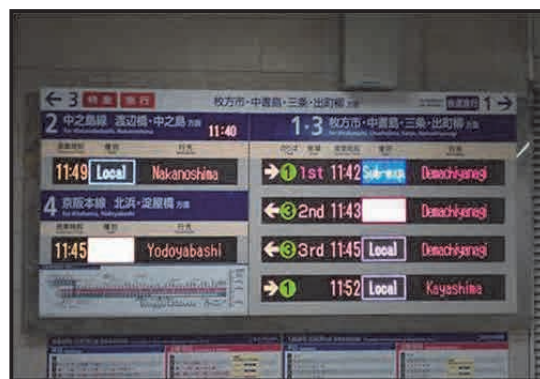
各駅から入力する様々な情報(フリーメッセージ)も表示することができる。

また、表示だけでなく、列車の到着前・発車時等に、プラットホームの旅客に対して案内および注意喚起の放送を自動的に行うための、自動放送装置も導入する。



出典：調査団撮影

図 3.7.11 行先表示盤(プラットホーム)



出典：調査団撮影

図 3.7.12 行先表示盤(コンコース)

## (6) その他の通信設備

### 1) 電話設備

円滑な業務運営を行うために、自営の交換電話(社内電話)だけでなく、中央指令所(CCP)・車庫(Depot)・各駅間の連絡装置としての指令電話や、電力指令電話・構内電話・5号線変電所直通電話等の各種専用電話の電話設備も導入する。

### 2) 防災監視設備

自然災害による列車事故を未然に防ぎ、列車の安全運行を確保するための、防災監視設備を導入する。

防災監視設備として、気象観測装置(風向風速計・気温計・湿度計・雨量計・気圧計)・地震警報装置・河川水位警報装置等を、5号線沿線の必要各所に配置する。

### 3) 警報設備

#### ① 盗難警報設備

深夜の仮眠時間帯において、駅務室等への不法侵入を検知して、仮眠室に警報を発するため、盗難警報設備を導入する。

#### ② ホーム異常通報設備

ホーム上で非常事態を発見した場合等に、非常押しボタンを押すことにより、列車や駅係員に非常事態を知らせるための、ホーム異常通報設備を導入する。

#### ③ 自動車侵入検知設備

5号線とタンロン道路が平行している区間において、軌道内に侵入してきた自動車を検知し、中央指令所(CCP)・近隣の駅・列車に警報を発するための、自動車侵入検知設備を導入する。



## 3.8 AFC (Automatic Fare Collection Systems) 設備計画

### 3.8.1 AFCの基本的な考え方

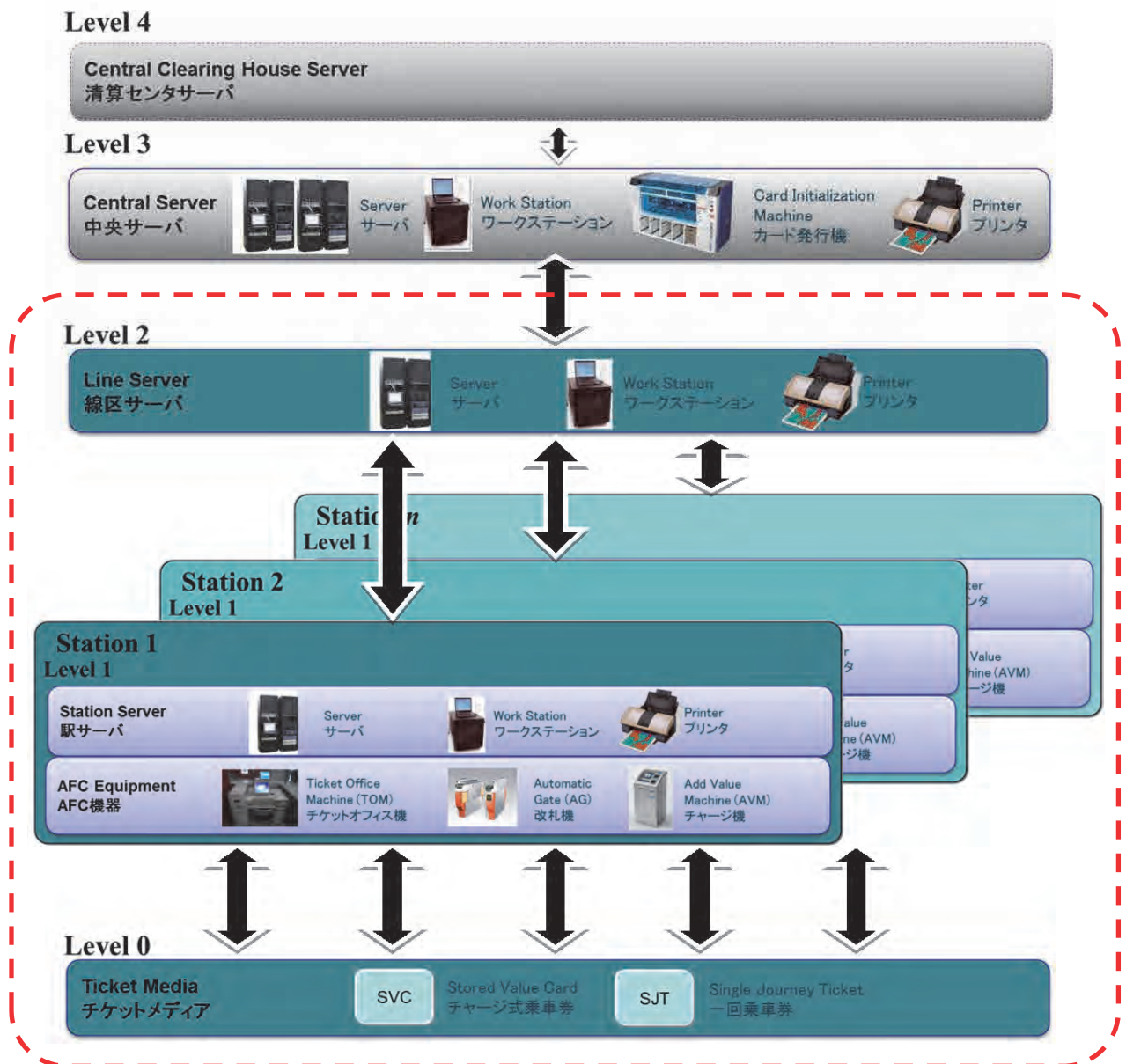
AFCの基本的な考え方として、高速処理が可能であり、かつエラー頻度が少ないこと、高い機密性及び安全性を保つことが出来ること、そして将来のサービス拡大に柔軟に対応できることを重要視する。その為に、乗車券として非接触型ICカードを導入する。

AFCを導入することによるメリットは、鉄道事業者及び旅客の両者にとって非常に多い。鉄道事業者のメリットを挙げると、例えば、ODデータを解析することで旅客の流れを把握し、適切な運行計画を制定するために利用することが出来る。また、機密性の高いICカードを導入することで、カード偽造及び不正利用を防ぐことが可能となり、旅客から運賃を確実に収受することが出来る。

旅客にとっては、SVC (Stored Value Card : チャージ式乗車券) を購入し課金しておくことで、乗車するたびに乗車券を購入することなく列車を利用することが出来る。また、将来的には鉄道利用だけではなく、店舗等でも利用できるようなシステム拡張性を持たせることで、用途を広げることが出来る。

### 3.8.2 AFC 機器設置計画

5号線におけるAFCシステム構成として、以下の図のような段階を想定している。5号線として保有するのは図3.8.1の赤枠で示しているLevel 2の線区サーバ（Line Server）までとする。Level 3及びLevel 4の上位サーバについては、5号線として単独で保有するのではなく、他路線と共有化して、一括的に管理をするのが望ましい。



出典：調査団作成

図 3.8.1 システム構成図

## (1) Level 0 チケットメディア

旅客が保有するチケットメディアとして、SJT (Single Journey Ticket) と SVC (Stored Value Card) の2種類を導入する。

### 1)SJT (Single Journey Ticket) 一回乗車券

SJT とは、Single Journey Ticket の略で、一回限りの乗車券のことである。駅係員が IC カード発券機を用いて SJT を発行し、駅務室の窓口にて対面販売を行う。降車の際に SJT を回収するので、デポジット金は徴取しない。

### 2)SVC (Stored Value Card) チャージ式乗車券

SVC とは、Stored Value Card の略であり、IC カードにお金をチャージして繰り返し使うことが出来る。

最初の発行は SJT と同様に、駅係員が IC カード発券機を用いて SVC を発券し、駅務室の窓口にて対面販売を行う。その後は、駅に設置してあるチャージ機にて旅客自らが SVC に課金して利用する。尚、SVC を販売するときは、デポジット金を徴取する。

## (2) Level 1 AFC 機器及び駅サーバ

### 1)AFC 機器

#### ①チケットオフィス機 (Ticket Office Machine)

駅係員がチケットオフィス機を用いることで、SJT と SVC を発券したり、カードの情報を書き換えたりすることが出来る。チケットオフィス機は自動改札機付近の駅務室内に設置する。

乗車券を販売する際は、駅係員がチケットオフィス機を操作して SJT 若しくは SVC を発券し、対面販売を行う。

SJT を使用して乗車した旅客の運賃が不足している場合には、駅係員が不足金を収受し、チケットオフィス機を用いてカードの情報を書き換え、旅客に返す。旅客は情報が書き換えられた SJT を用いて自動改札機から出場する。



出典：調査団作成

図 3.8.2 チケットオフィス機

## ②自動改札機 (Automatic Gate)

自動改札機のリーダーに SJT 若しくは SVC をタッチして読み取らせることにより、自動改札機のゲートが開き、駅構内に入場することが出来る。

SJT を所持している旅客は、入場の際はリーダー部にタッチして入場し、出場の際は自動改札機に投入し、運賃が足りているときは出場することが出来る。運賃が不足しているときは、不足金を駅務室の窓口にて駅係員に不足金を支払い、SJT の情報を書き換えてもらい、その SJT を用いて自動改札機から出場する。

SVC を所持している旅客は、入場・出場ともにリーダーにタッチすることで通ることが出来る。出場の際にカード残額が不足している場合は、改札口の内側に設置してあるチャージ機にて旅客自らが課金してから出場する。



出典：調査団作成

図 3.8.3 自動改札機



出典：調査団作成

図 3.8.4 リーダー

### ③IC カードチャージ機 (Add Value Machine)

IC カードチャージ機は SVC にお金をチャージするための機器である。改札口の内外の両方に設置する。改札口から出場するときカード残額が足りなければ、改札口の内側に設置されたチャージ機にて旅客自らがチャージしてから出場する。



出典：調査団作成

図 3.8.5 チャージ機

### 2) 駅サーバ (Station Server)

各駅に設置された AFC 機器からの情報を統合し、駅ごとに情報を管理するシステムである。

### (3) Level 2 線区サーバ (Line Server)

駅サーバが統合した情報をまとめ、5 号線全体の情報を管理するシステムである。

### 3.8.3 AFC 機器設置数の検討

AFC 機器を設置するに当たり、その台数を決める根拠となるのが需要予測におけるピーク時 1 時間当たりの入場者数・出場者数及び最小通路構成という考え方である。最小通路構成とは、入場専用改札機、出場専用改札機、入出場の双方向対応の改札機、入出場の双方向に対応し、さらに車いす等身体障害者に対応した幅が広い改札機の 4 台を 1 セットとして、最低でも 1 セットを設置するということである。需要予測の結果により、全駅においてこの最小通路構成を 2 セット設置すれば十分に対応することが出来るので、その台数を設置する。また、将来的に需要が増えることを勘案して、AFC 機器を増設できるスペースをあらかじめ確保しておく。



### 3.8.4 運輸集計管理システム

システム構成図からもわかるように、自動改札機における旅客の入出場の情報や発券機での売上高、チャージ機における課金額等の情報を駅ごとにまとめ、さらに全駅の情報を線区サーバにおいて管理している。この情報から OD データを作成することで、旅客の動向を把握することが出来る。さらに、金銭についても確実に監視出来るので、IC カードの不正利用や駅係員の金銭着服についても監視することが出来る。

また、上位のサーバにおいて、AFC 機器の動作状況を監視することが出来るようなシステムを導入する。故障等が発生した場合に直ちに対応することが出来る。

このように、システム全体を一括して管理することが出来る運輸集計管理システムを導入する。

### 3.8.5 諸課題抽出

#### (1) 普及策

継続的に乗車してもらう為の策として、SVC を普及させるということが挙げられる。線路を敷設し、電車を運行するだけでは、モーターバイク等から電車に交通手段は移行しないと考えられる。その為、政策的に電車の普及に努めなければならない。SVC を普及させるためのいくつかの案を列挙する。

#### 1) ノー・モーターバイクデーの設定

5号線の開業時に、モーターバイクによる移動を自粛する日を設定して一日乗車券を販売する。これにより、市民に鉄道の利便性を訴え、鉄道利用のきっかけを作ることが出来ると思われる。そしてこの一日乗車券を持っていれば、SVC のデポジット金が安価になるなどのキャンペーンを実施する。

#### 2) プレミア課金

5号線が開業して間もない時は、SVC を保有してもらうということが第一なのだが、SVCホルダーに継続的に鉄道を利用してもらうため、課金額にプレミアをつける。お得感を打ち出すことで、継続的に利用してもらえると考える。

また、SJT よりも SVC の方が得だということを全面的にアピールすることで、SVC の発行枚数を増やす。

#### (2) 紙幣対応

旅客が扱うチャージ機において、対応する紙幣は 10,000 VND 以上の紙幣のみとする。10,000 VND 未満の紙幣については、駅係員で両替を行うことで対応する。

紙幣の種類が 9 種類もあり、対応する紙幣を増やしすぎるとつり銭としてセットしておく紙幣が多くなり、キャッシュフローの観点から望ましくない。また、盗難のリスクが増すというデメリットもある。IC カードチャージ機で対応する紙幣の種類についての検討が必要である。

## 3.9 駅前広場

### 3.9.1 交通結節点としての考え方

人の移動に関する交通では、さまざまな交通モードが組み合わされており、モーターバイクや自転車などの個別の交通から鉄道のようなマストランジットまで、利用者の目的・移動の効率性に合わせて選択され、利用されている。交通結節点は、これらの交通モードが集積され、交通機関相互の乗換えや乗継ぎが行われる場所である。

特にベトナムの交通事情では、モーターバイクの利用が非常に多く、道路交通の混雑が問題となっているため、鉄道駅周辺においてモーターバイクから公共交通機関である鉄道へシフトすることを期待したい。駅周辺においてモーターバイクや自転車の駐車を整備するためには、その空間の確保が重要となる。後述するとおり都心部を高架構造とした場合は、駅から近い場所に大規模な空間を確保することが容易であり、駐車場整備だけでなく商業利用や公共施設等、多目的に利用できる。

また、図 3.9.1 に示すようなイメージが可能となる候補は、都心部が高架の場合であり、St. 1～St. 5 である。郊外の駅についても、用地取得の問題はあるが、全ての駅で駐車場を整備することは可能である。従って、候補となる駅は全てであるが、優先順位をつけるとするならば、都心部では他路線との連絡駅以外に設置した方が、駅勢圏に鉄道がないため効果的であり、また、郊外部での整備は都心部へのモーターバイクの流入抑制に効果的である。

この交通結節点では、他モードの乗換えや他路線との乗継ぎとしての交通処理機能は勿論であるが、駅ビル等の市街地拠点機能や情報発信などのサービス機能も有することが求められており、これらの整備により利便性が向上する。このようなことから、駅は単なる通過点としての機能ではなく、仕事をしたり、買い物をしたりと、人々が集い、地域における情報発信源となり、活気にあふれ出す街を創造するものとして期待される。

### 3.9.2 都心部に位置する駅の場合

5号線の路線計画では、都心部に位置する駅の場合、高架案・地下案とも、既存の道路形態に合わせた出入口を計画している。したがって、後述する郊外部のような大規模な駅前広場の整備は用地の関係から不可能であるが、交通結節点としての機能を有する駅周辺計画とする。例えば、高架案では、図 3.9.1 に示すとおり高架下などを有効に活用し、モーターバイク駐車場や駐輪場の整備された駅とすることにより、利便性の高い駅空間を策定する。また、歩道橋の入口・出口近辺または高架下にバス乗降場、タクシー乗降場などの施設を設けることにより、鉄道との乗り継ぎを円滑かつ効率的に処理し利便性を増進する。また、これらの整備が鉄道利用を促進させる施策となる。

将来、駅前の再開発も考えられるが、高架案の場合は、駅周辺の商業施設ビルとの接続についても容易であると考えている。



出典：調査団作成

図 3.9.1 高架下利用の状況（イメージ）

### 3.9.3 郊外部に位置する駅の場合

郊外部に位置する駅では、駅前空間に商業・文化・住機能を含めた多様な生活文化を有する施設などを整備することが可能となるように、利用者に利便性のよい駅前広場・空間を提案する。

計画案の一つとして、図 3.9.2 に示すとおり、郊外部の地表駅はタンロン道路の中央分離帯（用地幅およそ 20 m）に橋上駅舎を設置し、コンコースは 2 階に設置する。コンコースは駅の中央に設置し、高速道路・緑地帯・側道を跨ぐ横断歩道橋により駅前広場へアクセスすることになる。また、歩道橋の入口・出口近辺に駅前広場の交通広場を設け、鉄道交通と道路交通との交通結節点として、鉄道と自動車（バス、タクシー、一般乗用車）、モーターバイクとの乗り継ぎを円滑かつ効率的に処理できるよう計画し、公共交通促進施策を図る。

本稿で計画した郊外部の駅前広場計画では、次の点に留意して策定した。

- ①安全で快適な歩行者空間の確保（アメニティ豊かな緑やアートの配置も可能な空間の確保）
- ②鉄道駅とのスムーズなアクセス性
- ③安全な自動車・モーターバイク導線の確保
- ④駅前広場内におけるバス導線およびバスバースの確保や、タクシー導線およびタクシーバース・待機スペースの確保
- ⑤駅前広場を効率的にレイアウトするために自動車やモーターバイク導線の間にモーターバイク駐車スペースをレイアウト
- ⑥自宅から通勤や通学をする際、自動車やモーターバイクで送り迎えしてもらうためのエリア（キッス&ライドのエリア）を駅前広場に確保
- ⑦駅勢圏の設定を含めた需要が想定を超えた場合にも、駅前広場にモーターバイクがあふれることがないようにモーターバイク駐車場の増設スペースを確保
- ⑧駅周辺の人口が増大し市街地が形成された場合には、商業施設や情報発信などのサービス施設を設置することが可能なエリアを確保

さらに、実際の整備にあつたては、モーターバイクが歩道に乗り上げないような段差や柵の設置を行うことにより、安全な歩行者空間の創出を実現するべきである。

また、本稿では駅前広場の整備計画に関する基本的な考え方を示し提案したが、実際の整備については行政側の役割であり、鉄道事業者との十分な調整が必要である。



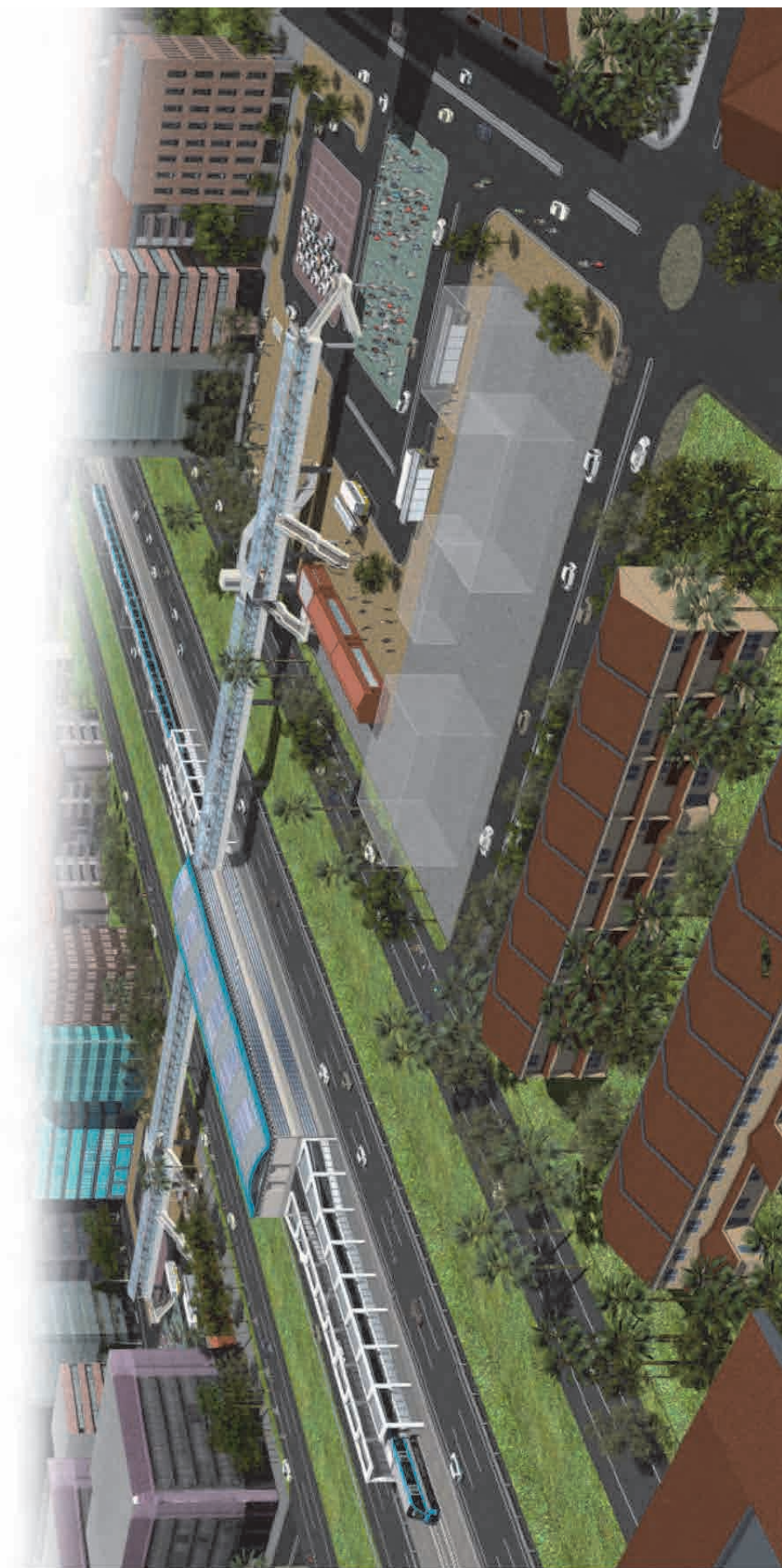


図 3.9.2 郊外部に位置する駅（イメージ）

出典：調査団作成



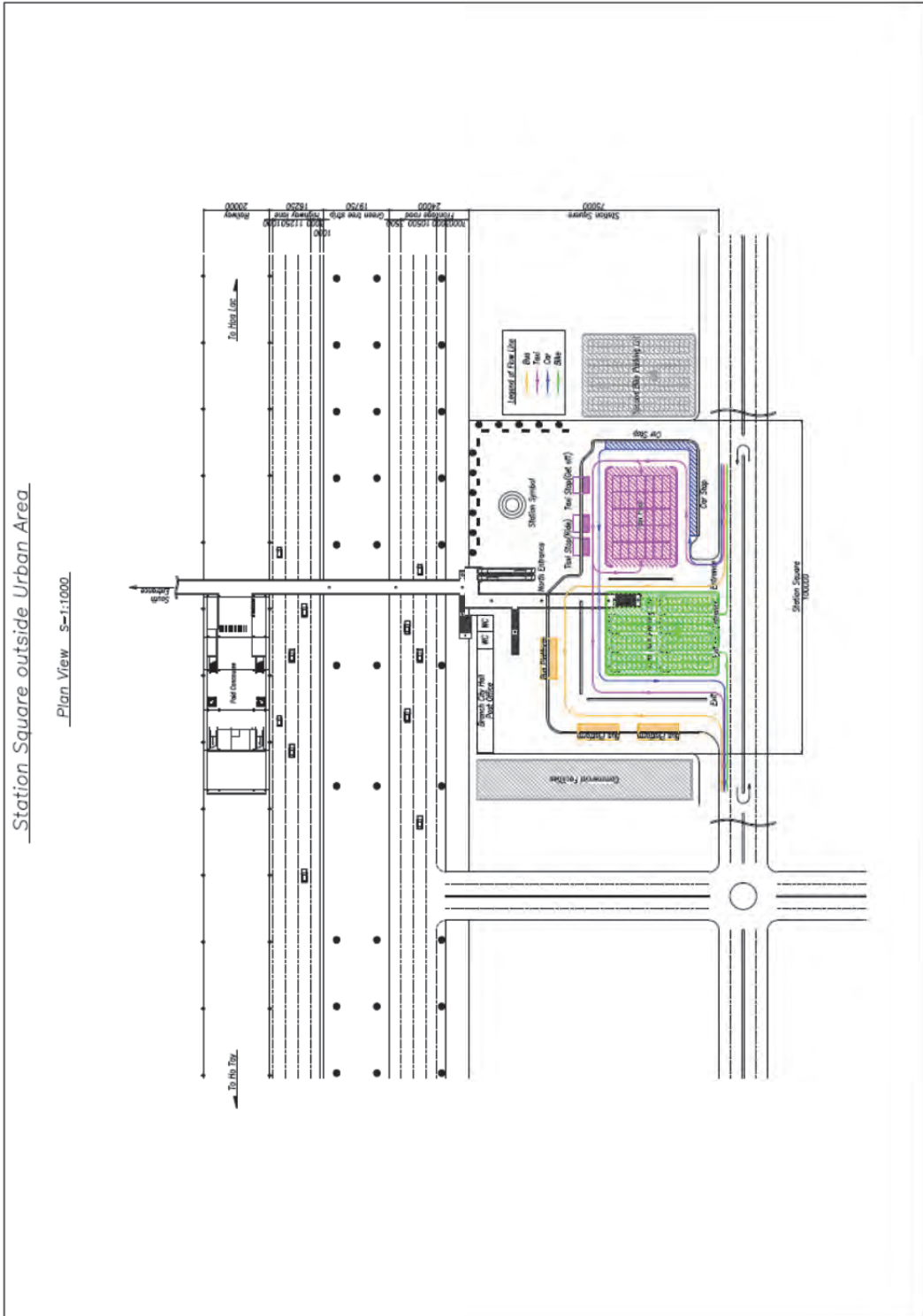


図 3.9.3 郊外部における駅と駅前広場

出典：調査団作成

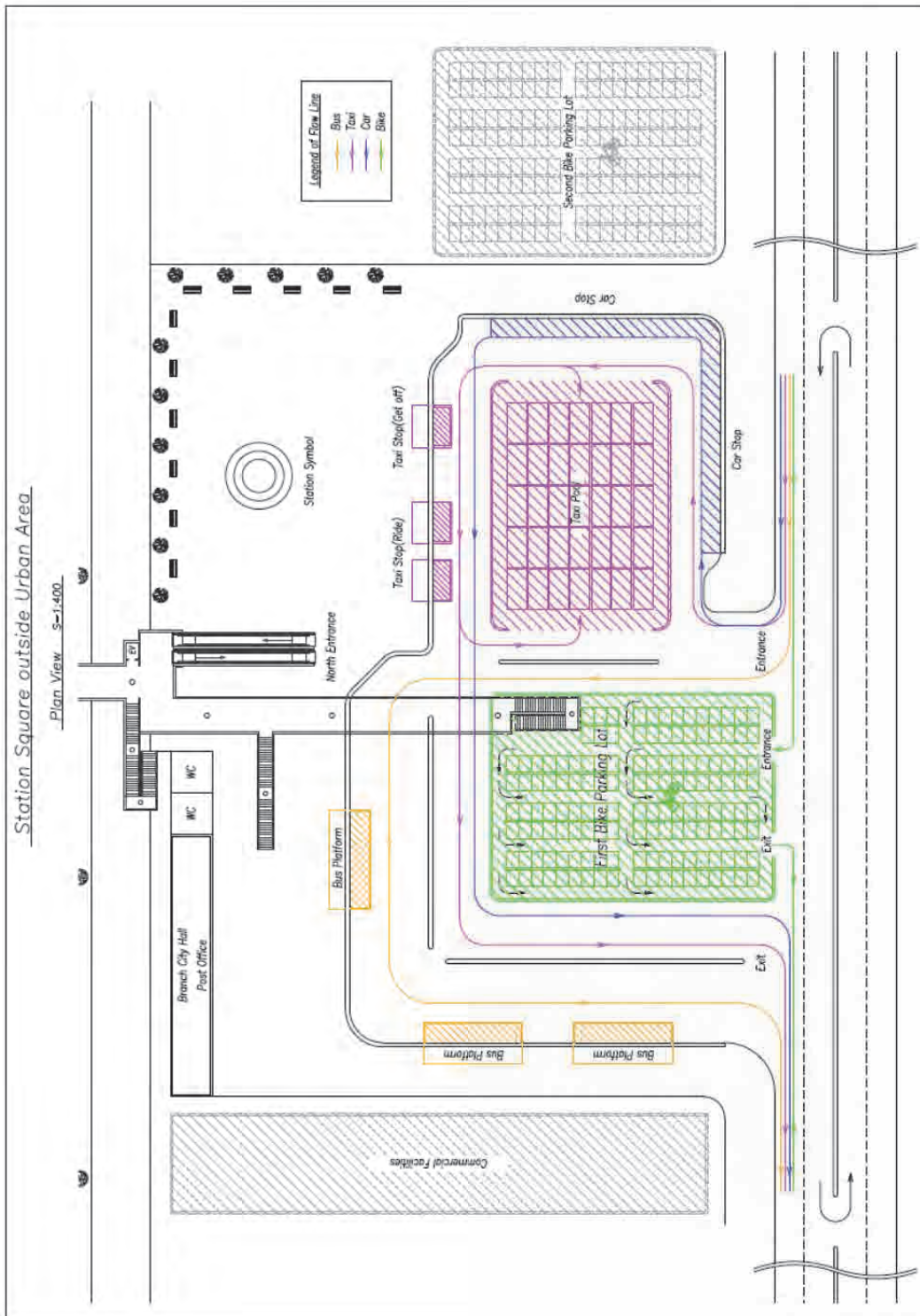


図 3.9.4 郊外部における駅前広場のレイアウト

出典：調査団作成

### 3.10 技術用語の解説とその他検討事項

#### 3.10.1 技術基準および用語の解説

##### (1) 線路および路盤

###### 1) 軌間

国際的に広く用いられており、またハノイ市で現在計画中の他路線でも用いられている軌間寸法1,435 mmを採用する。

###### 2) 最小曲線半径

- ①都市鉄道の本線の曲線半径（プラットホームに沿う曲線を除く）は、原則として設計速度で走行可能な曲線半径を用いる。
- ②本線の曲線半径は、前項の規定にかかわらず、特別な場合に、速度制限を行うことにより当該車両の曲線通過性能に応じた曲線半径とすることができる。但し、この場合でも200 m以上とする。
- ③本線及び駐車場の分岐付帯曲線においては、曲線半径 100 m以上とする。
- ④曲線通過速度は、次式により得られた値以下とする。

###### (a) 一般曲線における曲線通過速度

$$V = \sqrt{127(C_0 + C_d)R/G}$$

V : 列車速度 (km/h)

$C_0$  : 実カント (mm)

$C_d$  : カント不足量 (mm)

R : 曲線半径 (m)

ここで、軌間 (G) = 1,435 mm とすれば、

$$V \leq 0.298\sqrt{(C_0 + C_d)R}$$

###### (b) 分岐付帯曲線における曲線通過速度

分岐器の曲線通過速度は、カントを0として、車両の曲線外方転覆に対する安全率を与えて決定する。（カント付分岐器を除く）

$$V = \sqrt{127GR/(2aH)}$$

V : 列車速度 (km/h)

H : 車両の重心高さ (mm) [1,650 mm]

G : 軌間1,435 (mm)

R : 曲線半径 (m)

a : 安全率 [高性能列車 : 3、一般列車 : 3.5、分岐曲線 : 5.5]

$$V \leq \sqrt{3.2R}$$

###### 3) 最小曲線長・最小直線長

- ①本線における同一半径の円曲線長は、分岐器付帯曲線の場合を除き、車両長以上とする。ただし、地形上等やむを得ない場合は、全緩和曲線とすることができる。
- ②本線における二つの接近した曲線においては、両緩和曲線間に車両長以上の直線を挿入する。但し、地形上等やむを得ない場合は、両緩和曲線を直接結ぶことができる。

- ③側線における二つの曲線間においては、原則としてカントの付いていない直線を5 m以上挿入しなければならない。
- ④分岐器とこれに近接する曲線との間には、分岐器の前端又は後端から曲線の始点まで、車両長以上の直線を挿入しなければならない。但し、やむを得ない場合は、次の各号に定める線形とすることができる。
- (ア)分岐器の前端又は後端から曲線の始点まで、5 m以上の直線を挿入する。
- (イ)クロッシング前端から後方の緩和曲線の始点まで5 m以上の直線を挿入する。
- (ウ)近接する曲線に緩和曲線のあるとき分岐器後端を緩和曲線の始点とする。
- ⑤近接する曲線に緩和曲線のないとき分岐器後端から曲線の始点まで5 m以上とする。
- ⑥上記のいずれにもよれない場合には、特別な場合の線形の状態について安全の検討を行う。

#### 4) カント

- ①列車が曲線のある速度で通過する際、遠心力が外方に働く。遠心力による車両転覆、乗り心地悪化、軌道破壊を防止するため、列車の走行速度と曲線半径に応じて、外側レールを内側レールよりも高く（=カント）する。
- ②本線の曲線においては、分岐付帯曲線の場合を除きカントをつけるものとする。ただし、側線においては、必要に応じてカントをつけるものとする。
- ③最大カントおよび許容カント不足量は、次表の数値以下とする。

表3. 10. 1 最大カント及び許容カント不足量

	軌間：1435mm
最大カント	180mm
許容カント不足量	90mm

出典：The Study on Building the National Technical Regulation and Standard Set for Railway, Final Report

- ④鉄道の円曲線に付けるカントは、走行中に車両が受ける遠心力を考慮し、適切な値であること。
- ⑤普通鉄道のカントは、次の基準により逡減すること。
- (a)緩和曲線のある場合はその全長でカントを逡減する。
- (b)緩和曲線のない場合（同方向の二つの曲線が接続する場合を除く）は次による。
- ・直線低減を用いる場合のカントの低減距離
    - 車両の最大固定軸距が2.5 m以下の時は、カント量の300倍以上の長さ
    - 車両の最大固定軸距が2.5 mを超える時は、カント量の400倍以上の長さ
  - ・曲線低減を用いる場合のカントの最急こう配
    - 車両の最大固定軸距が2.5 m以下の時は、300分の1のこう配
    - 車両の最大固定軸距が2.5 mを超える時は、400分の1のこう配

## 5) スラック

- ①普通鉄道のスラックの最大値は、次表による。
- ②スラックは、次の基準により逡減すること。
- ③緩和曲線のある場合はその全長とする。

表3.10.2 スラックの最大値

スラック (mm)	軌間 : 1,435 mm
最大値 (本線、側線)	15 mm
やむを得ない場合	25 mm

出典 : The Study on Building the National Technical Regulation and Standard Set for Railway, Final Report

- ④緩和曲線のない場合は、円曲線端から当該曲線を走行する車両の最大固定軸距以上の長さの区間において逡減する。ただし、分岐内曲線にあたっては、この限りではない。

## 6) 緩和曲線

- ①普通鉄道の緩和曲線の長さは、設計速度の区分に応じ、次の表により算出した値のうち、最大値以上の値とする。ただし、最高速度が70km/h以下の区間では、 $L_2$ 及び $L_3$ を下段の値とすることができる。

表3.10.3 緩和曲線長

緩和曲線長		最高速度			
		110 km/hを超え150 km/h以下の速度	90 km/hを超え110 km/h以下の速度	70 km/hを超え90 km/h以下の速度	70 km/h以下の速度
$L_1$	軸距が2.5 m以下の場合	300 C			
	軸距が2.5 mを超える場合	400 C			
$L_2$		10 CKV	10 CKV	8 CKV	8 CKV (7 CKV)
$L_3$		9 $C_d$ KV	9 $C_d$ KV	9 $C_d$ KV	9 $C_d$ KV (7 $C_d$ KV)

1.  $L_1$ 、 $L_2$ 、 $L_3$ は緩和曲線(mm)を、Cは実カント(mm)を、 $C_d$ はカント不足量(mm)を、Vは曲線の最高速度(km/h)を示す。
2. Kは軌間が1,435 mmの場合は0.75とする。
3. ( )内の数字は地形上等の理由によりやむを得ない場合を示す。

出典 : The Study on Building the National Technical Regulation and Standard Set for Railway, Final Report



- ②地形上等の理由によりやむを得ない場合においても、前項L<sub>1</sub>の長さを確保すること。ただし、分岐附帯曲線、カント量が小さい円曲線等であって、列車速度を制限することにより、車両の走行安全性を確保できることを確かめた場合はこれによらないことができる。

## 7) 勾配

- ①本線の勾配は、1000分の35 以下とする。但し、地形状の理由でやむを得ない場合の勾配は、回送線(旅客が乗車しない区間)の場合で、高低差が20 m以内の場合に、1000分の45 以下とする。
- ②列車の停止区域における最急勾配は、1000分の5 以下とする。但し、車両の留置または解結をしない区域においては、列車の着発に支障を及ぼす恐れのない限り1000分の10 以下とする。
- ③平面曲線が勾配と競合している場合は、曲線に伴う抵抗(曲線抵抗)を考慮して勾配を補正し、当該区間の最急勾配以下とする。

曲線抵抗は、次式による。

曲線抵抗： $r_c$  (kN/t)

$$r_c = \frac{1000f(G+L)}{2R} \text{ (kN/t)}$$

$r_c$ ：車両重量1t 当りの曲線抵抗 (kN/t)

G：軌間 (m)

L：固定軸距 (m)

f：レールと車輪の摩擦係数

R：曲線半径 (m)

この式に、G=1.430、L=2.100、f=0.2 (通常0.1~0.27) を代入すると

$$r_c = \frac{353}{R} \approx \frac{350}{R} \text{ (kN/t)}$$

$$\text{曲線抵抗 (勾配補正)} = \frac{350}{R} \text{ (‰)}$$

- ④トンネル抵抗は、列車がトンネルを通過する場合の風圧変動による抵抗である。当該区間が500 m以上のトンネル内である場合は、トンネル抵抗を考慮して勾配を補正し、当該区間の最急勾配以下とする。トンネル抵抗は下記とする。

(a) 単線トンネル： $r_t=2\text{kN/t}$   $i=2\text{‰}$

(b) 複線トンネル： $r_t=1\text{kN/t}$   $i=1\text{‰}$

## 8) 縦曲線

- ① こう配が変化する箇所には、列車の運転速度、車両の構造等を考慮し、車両の安全な走行および旅客の乗り心地に支障を及ぼすおそれのないよう、縦曲線を挿入する。ただし、こう配の変化が少ない場合、運転速度が低い場合、その他の車両の安全な走行に支障を及ぼすおそれのない場合は、この限りではない。
- ② 都市鉄道の縦曲線は、次に挙げる半径以上とする。ただし、設計速度および車両長等に応じて車両の走行安全性が確保できることを確認した場合は、この限りではない。

表3.10.4 縦曲線半径

平面曲線半径 (m)	縦曲線半径 (m) 軌間：1,435 mm
直線を含む $R > 800$ m	3,000 m (2,000 m)
$R \leq 600$ m	4,000 m (3,000 m)
縦曲線を挿入しないことができる こう配変化 (‰)	10‰未満

( ) 内の数字は地形上の理由によりやむを得ない場合を示す。

出典：The Study on Building the National Technical Regulation and Standard Set for Railway, Final Report

- ③ 縦曲線と緩和曲線との競合は、できる限り避けること。

## 9) 建築限界

- ① 建築限界は、車両限界の幅に800 mmを加えた幅を標準とする。
- ② 車両の窓から身体を出すことのない構造の列車のみが走行する路線にあっては、車両限界の幅に400 mmを加えた幅以上とすることができる。
- ③ 直流の電気の供給を受けて運転する線路の軌道上部に制限のない区間であって、線路敷地内に容易に立ち入ることができない柵などを設けていない区間の上部限界は電車線高さの標準5.00 mに懸吊装置の高さ500 mmと余裕200 mmを加え、高さ5.70 mを標準とする。但し、人が容易に立ち入ることができない地下式構造や、高架式構造の鉄道並びにトンネル、橋梁、あるいは柵などを設けた区間であって、電車線とパンタグラフ折り畳み高さとの間に安全離隔を確保した場合、並びに電車線の安全な支持方式をとる場合は上部限界を低くすることができる。
- ④ プラットホームにおける建築限界は、上下方向はレールレベルより1,110 mmの範囲を、左右方向は車両限界+50 mmまでの範囲を標準とする。
- ⑤ 車両屋根上機器点検台、洗浄台等の検査、清掃作業で建築限界の基礎限界内に設ける必要のある施設については、設定速度、設置場所を定め、安全を確認したうえで、当該施設を建築限界に明示すること。この場合車両限界+50 mmとすることができる。

## 10) 施工基面の幅

- ①本線の施工基面の幅は盛土及び切取区間においては、3.00mを標準とし周辺状況を勘案した幅員を確保するものとする。また、カントがある場合は適宜拡幅・縮小する。但し、軌道構造、待避等を考慮し、支障がない場合は縮小することができる。
- ②高架橋その他の構造の区間における施工基面の幅は3.00 mを標準とし周辺状況を勘案した幅員を確保するものとする。また、カントがある場合は適宜拡幅・縮小する。但し、軌道構造、待避等を考慮し、支障がない場合は縮小することができる。

## 11) 軌道中心間隔

- ①本線の軌道中心間隔は、車両限界の幅に600 mmを加えた値以上とする。
- ②窓から身体を出せない構造の車両のみが走行する区間にあつては、車両限界の幅に400 mmを加えた値以上とする。
- ③本線以外の区間にあつては、車両限界の幅に400 mmを加えた値以上とする。
- ④曲線においては、車両の偏いに応じて拡大させる。

## (2) 構造物と設備

### 1) 高架橋

- ①高架橋の構造は、土構造、ラーメン構造、橋梁（コンクリート桁、PC コンクリート桁、合成桁、鋼桁）などの形式があり、周辺の状況、景観、施工環境、経済性などを検討して構造を選定する。
- ②高架区間における道路との交差、横断箇所等では、道路設計標準による桁下空間を確保する。

### 2) 地下構造物

地下構造は、開削トンネル（鉄筋コンクリート箱型ラーメン）、シールドトンネル、NATMトンネルなどの形式があり、地形、地質、線路数、施工環境、経済性、などを検討して選定する。

### 3) 車庫等

車庫、車両検査設備、修繕施設等は、収容する車両に応じ、十分な収容能力及び検査、修繕能力を有する。

### 4) 都市鉄道路線の軌道構造

- ①軌道構造は、砕石道床軌道、PC マクラギをコンクリート道床に固定する軌道、スラブ軌道、タイプレートをコンクリート道床に固定する軌道、その他の構造を用いる。
- ②軌道構造は、列車走行に対する安全が確認された構造による。

### 5) 災害等防止設備

- ①あらかじめ、降雨、河川増水、風、地震などに対する災害警備の取り扱いを定めものとする。特に地下駅、地下区間にある施設については浸水対策を講じる。
- ②降雨、河川増水、風、地震などによる災害を防止するため、雨量計、水位計、風力計、地震計等の計測器を適切に設置し、その情報をもとに、列車及び線路の安全を確保する。

## 6) 避難用設備等

- ①トンネル、橋梁、高架橋などの線路には、車両が故障などにより停止した場合に、徒歩で避難することが可能な次の設備を設置する。

表3.10.5 避難用設備のリスト

設置箇所	避難用設備のリスト
避難経路	歩行可能な通路の確保 ・歩行の障害となる箇所の表示（側溝、突起物） ・危険箇所の立ち入り防止の設備または危険の表示（電気設備、機械設備）
橋まくらぎ軌道	歩行板または橋側歩道
トンネル	照明設備、誘導灯、駅までの距離標識

出典：The Study on Building the National Technical Regulation and Standard Set for Railway, Final Report

## 7) こ線橋・掘割り区間の措置

- ①道路が線路をまたぐこ線橋または鉄道が掘割りとなっている区間など、線路内に自動車や物体の転落や落下の恐れがある箇所には、線路内への物体の落下を防止するための設備を設ける。
- ②掘割りなどで自動車が転落する恐れがある区間では、ガードレール、コンクリート壁などの設備を設ける。
- ③跨線橋などで物体の落下の恐れがある区間では、ガードレール、落下物防止フェンスなどを設ける。
- ④安全上重要な箇所には、前項の設備に加えて、落下物を検知するための設備を設ける。

## (3) 停車場

### 1) 駅の設備

- ①駅には、計画乗降客数を考慮した旅客取り扱い設備を設ける。
- 旅客の取り扱いに必要な駅設備とは、プラットホーム、流動設備（通路、コンコース、階段、跨線橋、エレベーター、エスカレーター等）、接客設備（出改札）、滞留設備（待合室）、業務施設、便所、照明設備、給排水設備等である。
- ②駅には、旅客を出改札口、コンコース、プラットホーム、トイレ等へ適切に誘導案内するため、誘導サイン、位置サイン、案内サイン、規制サイン等の設備を設ける。

### 2) プラットホーム

#### ①ホーム幅及び延長

- (a) 相対式ホームにおけるホーム幅は、ホーム端部においては1.5m以上、中央部においては2m以上とし、ホーム上に階段などを設ける場合を考慮して5m以上とすることが望ましい。
- (b) 島式ホームにおけるホーム幅は、ホーム端部においては2m以上、中央部においては3m以上とし、ホーム上に階段などを設ける場合を考慮して7m以上とすることが望ましい。

しい。

(c) ホーム長は列車の最大列車長以上とし、最大列車長に 10mを加えた長さを標準とする。但しホームドア、ホーム柵を設けた場合は10mを短くすることができる。

(d) ホームに階段を設ける場合には、その側面とホーム端との間隔は 1.5m以上とする。また支往にあつては、1m以上とする。

ただし、プラットホームにホームドア等を設けた場合、階段側面等との距離は、1.2m以上とすることができる。

## ②ホーム面の高さ

(a) ホームの高さはレール面高さから、1100mm を標準とする。

(b) 列車の床面とホーム面とはできるだけ平らにするものとし、列車の床面はホーム面より50mm 以下高くすることができる。ただし、車両の床面がホーム面より低くなる場合は20mmを限度とする。

## ③列車とホームとの離れ

(a) 列車とホームとの最小離れ間隔は直線部では 70mm を標準とし、50mm 以上を確保する。

(b) ホーム部に曲線がかかる場合は、建築限界の拡幅及びカントによる傾斜を考慮する。

(c) 条項による場合、列車の扉部における車体とホームとの離れは200mm以内とする。

但し、乗降時に、このすき間を埋める可動設備を設ける場合は、これによらないことができる。また、ホームとの離れが大きい場合は、乗降客に対する注意表示や音声による注意放送を行う。

## ④身障者設備

(a) 駅のホームと道路との間は少なくとも 1 以上の経路で、スロープ、エスカレーター、又はエレベーターにより車椅子が通行可能な通路を設ける。

(b) 駅のホームと道路との間は、少なくとも 1 以上の経路で盲人ブロックを布設する。

## ⑤ホームドア、ホーム柵の設置

(a) プラットホームには旅客の線路への転落、並びにホーム上での旅客と走行列車との接触事故の防止を図るため、原則として、ホームドア（可動柵（ハーフサイズホームドア）を含む）又はホーム柵（車両出入口部のみ開放された固定柵）を設ける。

(b) プラットホーム幅が広く、乗降客が少ない場合には、これによらないことができる。



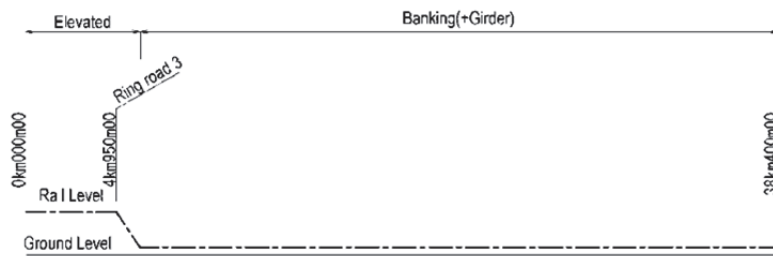
### 3.10.2 構造形式の比較検討

構造形式の検討については、都心部と郊外部において複数組み合わせ案を作成し検討したが、本稿 3.4 においては、その中でも最も妥当である都心部の高架案と地下案について記載した。

ここでは、その他の代替案を紹介するとともに、各案の特徴と比較をまとめる。

#### ①高架—地上案

3.4.3 に既述。



出典：調査団作成 図 3.10.1 高架—地上案

#### ②地下—地上案

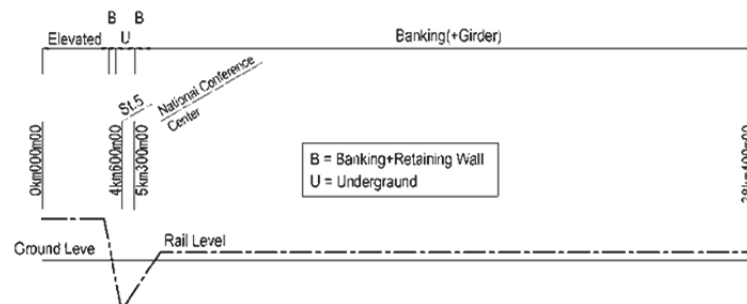
3.4.4 に既述。



出典：調査団作成 図 3.10.2 地下—地上案

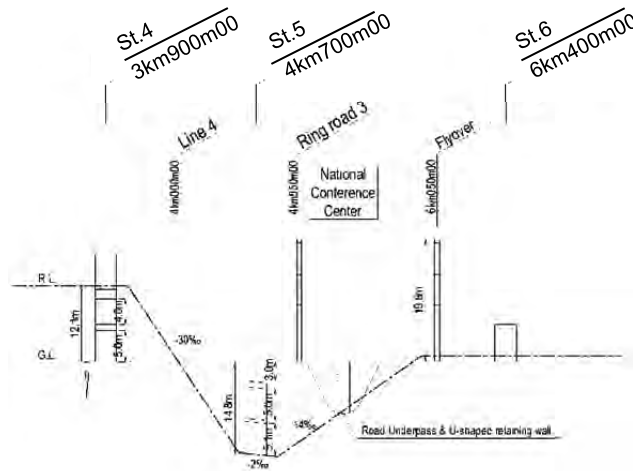
#### ③高架—地下—地上案

St.5 と国立会議場付近を地下形式とし、その起点方を高架形式、終点方を地上形式とする案である。起点方、終点方は、共に①案と同様となる。



出典：調査団作成 図 3.10.3 高架—地下—地上案

高架形式から地下形式の高低差は約 27m である。この間の勾配を 30% とした場合、St. 4 と St. 5 の駅間には、約 1.2km が必要となる。この時、本路線の駅と 4 号線とは約 500m 程度の離隔が生じ、スムーズな乗換えを確保することができない。



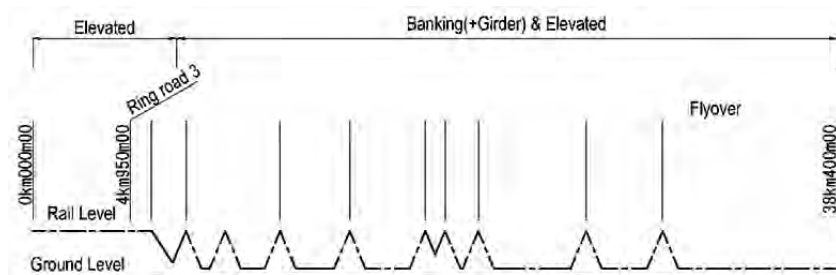
出典：調査団作成

図 3.10.4 St. 5 付近④案詳細図

#### ④高架一（地上&高架）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&高架形式とする案である。環状 3 号線道路までは①案と同様である。環状 3 号線道路以降は、基本的に地上形式を用いるが、タンロン道路の横断架道橋との横断では高架形式を用いる。

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が、施工時の横断架道橋管理者との協議において同意を得られない等、桁下を通せない場合には、本案のように架道橋の桁上に軌道を敷設する必要がある。



出典：調査団作成

図 3.10.5 高架一（地上&高架）案

表 3.10.6 構造比較表

比較項目	①案	②案	③案	④案
起点～第3環状道路	高架	地下	一部地下	高架
第3環状道路～終点	地上	地上	地上	地上 & 高架
1.線形				
平面線形	◎	◎	◎	◎
縦断線形	◎	◎	○	×
2.駅配置計画（ネットワーク）	◎	◎	△	△
3.駅周辺との連携				
周辺施設への連絡	◎	△	△	○
他路線との連絡	○	◎	○	○
モーターバイク・バスとの 連絡	○	△	△	○
4.景観	△	◎	○	△
5.施工面				
道路占用・工事用地	○	○	○	△
建設工事費	◎	△	△	×
地質	△	△	△	△
工期	○	△	△	○
6.運用面				
浸水関係	◎	△	△	◎
環境（騒音）	○	◎	○	○
（振動）	○	○	○	○
（日照）	○	◎	○	○
維持管理費	○	△	△	△
総合評価	◎	○	×	×

<凡例> ◎：最も良い ○：良い △：やや困難 ×：困難

出典：調査団作成

本稿では3.4に既述したとおり、都心部が高架である①案もしくは地下である②案を併記しながらも、工事費が安価であり、浸水の心配が不要である①案を優先して提案している。

さらに、③案については、都心部での鉄道ネットワークの構築がやや困難となり、鉄道利用促進や鉄道利便性の向上を目的とした観点から、厳しい評価とせざるを得ない状況である。また、④案については、郊外部での縦断線形において困難であること、また、この問題を解消するために高架延長が非常に長くなることから、③案と同様に厳しい評価とした。

### 3.10.3 列車追越し部の検討

5号線の原案における駅数および駅配置においては、優等列車の設定を必要としていないが、将来、駅数が増加し、都心部と郊外を原案と同様の30分程度で結ぶことを確保する場合、優等列車を設定する必要がある、各駅に停車する列車は優等列車通過のための待避線が必要となる。

これについては、3.4.8(1)に記載しているとおりであるが、各案の詳細図を添付する。

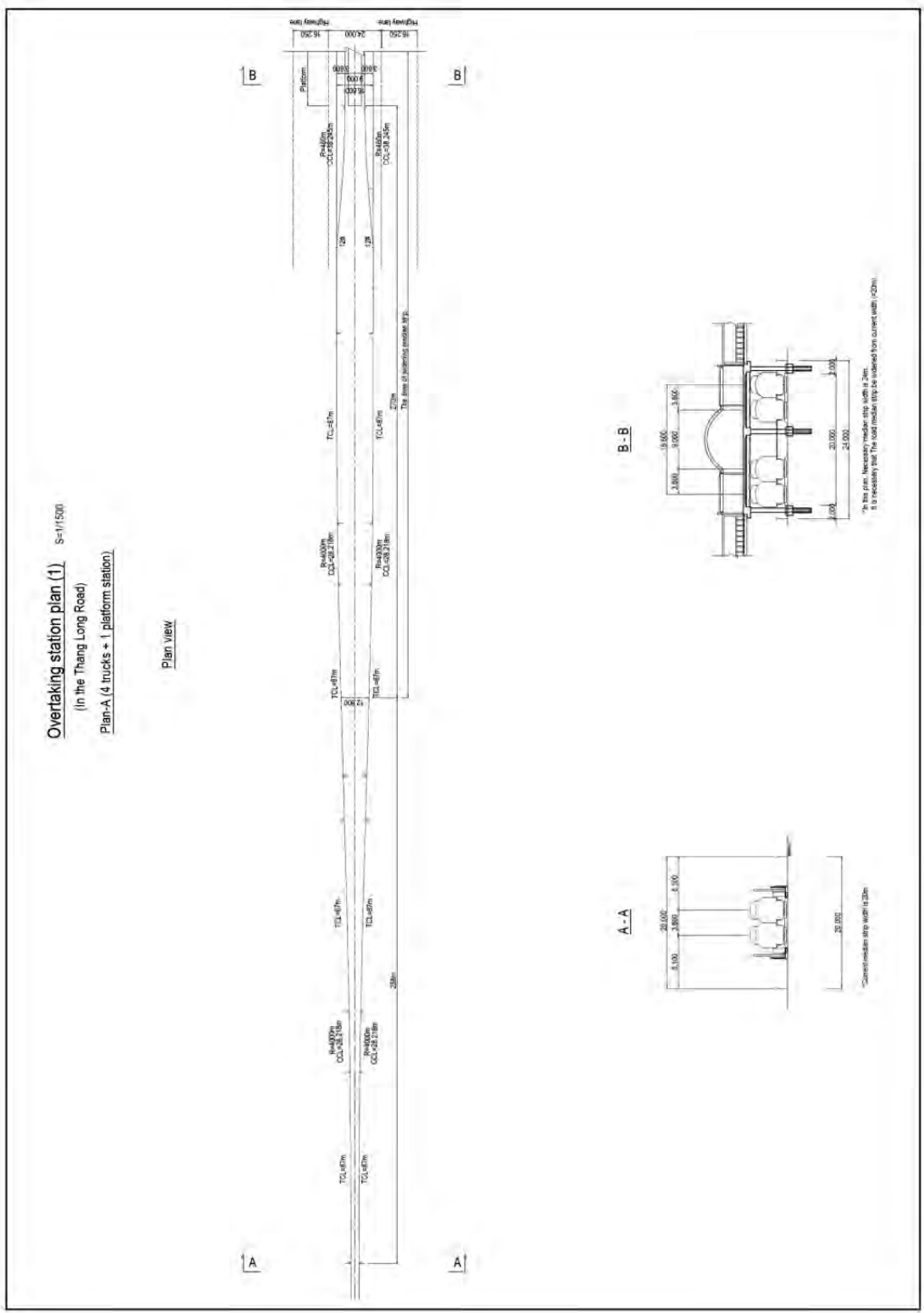
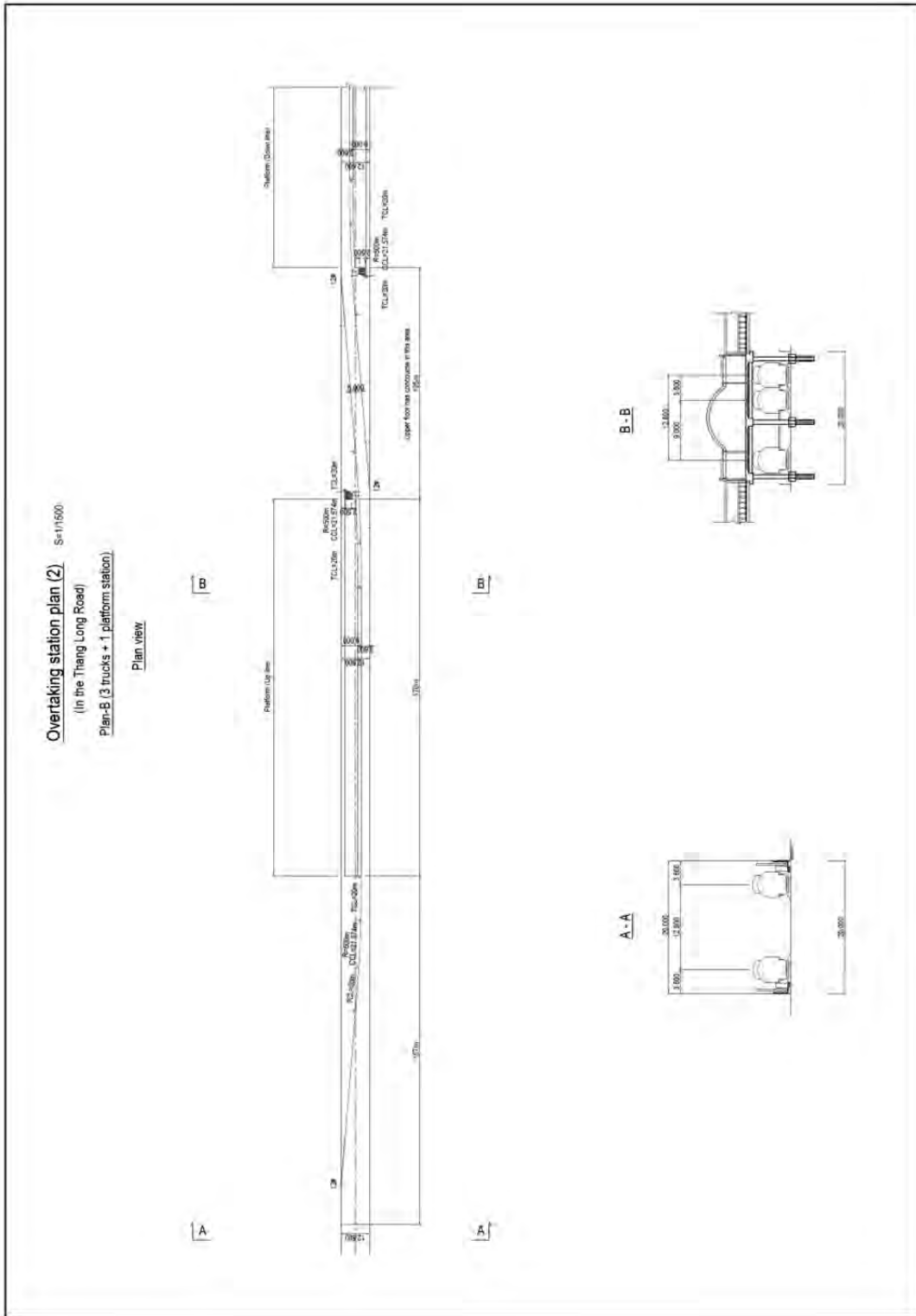


図 3.10.6 追越し駅の検討(1)

出典：調査団作成





出典：調査団作成

図 3.10.7 追越し駅の検討(2)

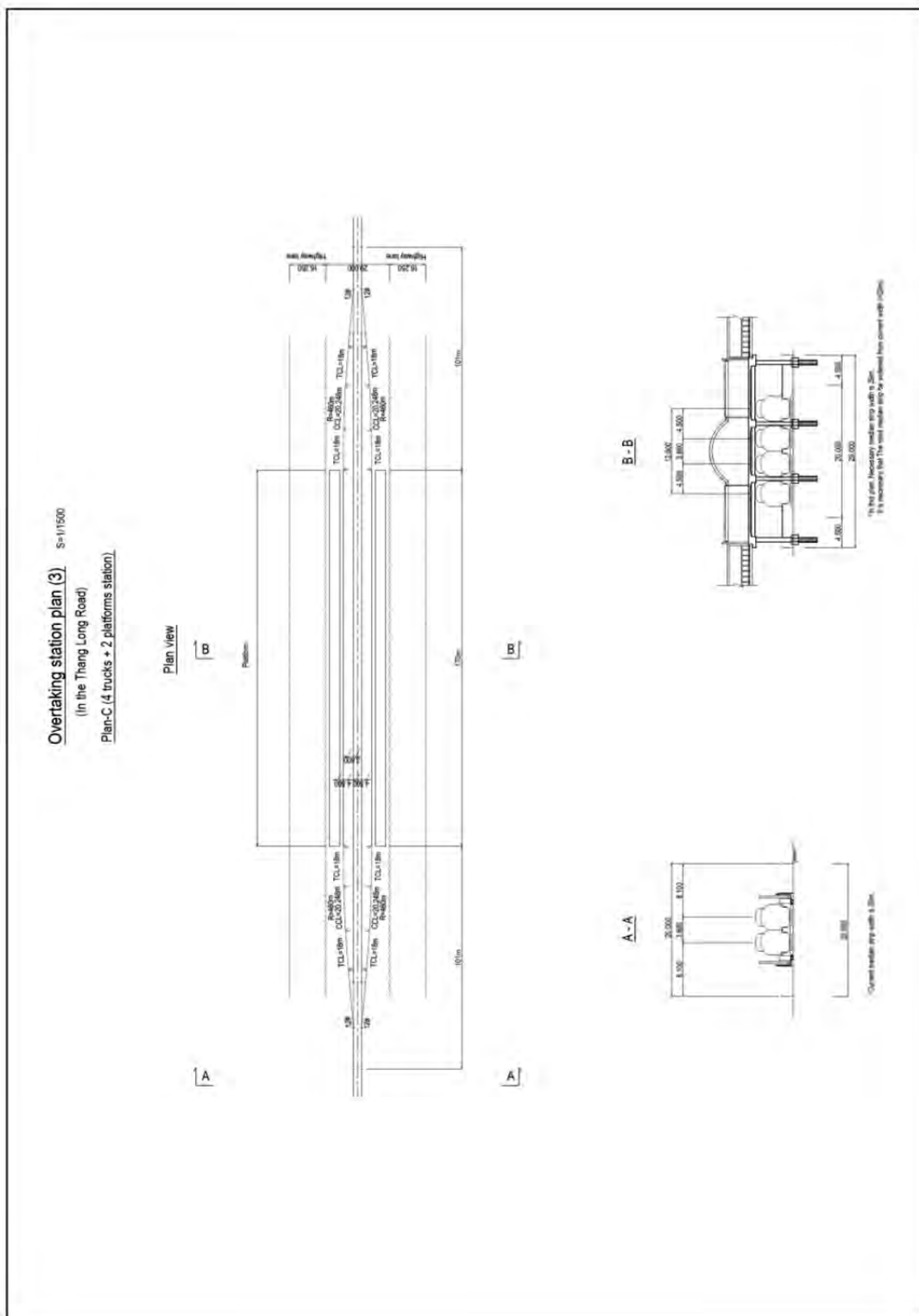


図 3.10.8 追越し駅の検討 (3)

出典：調査団作成

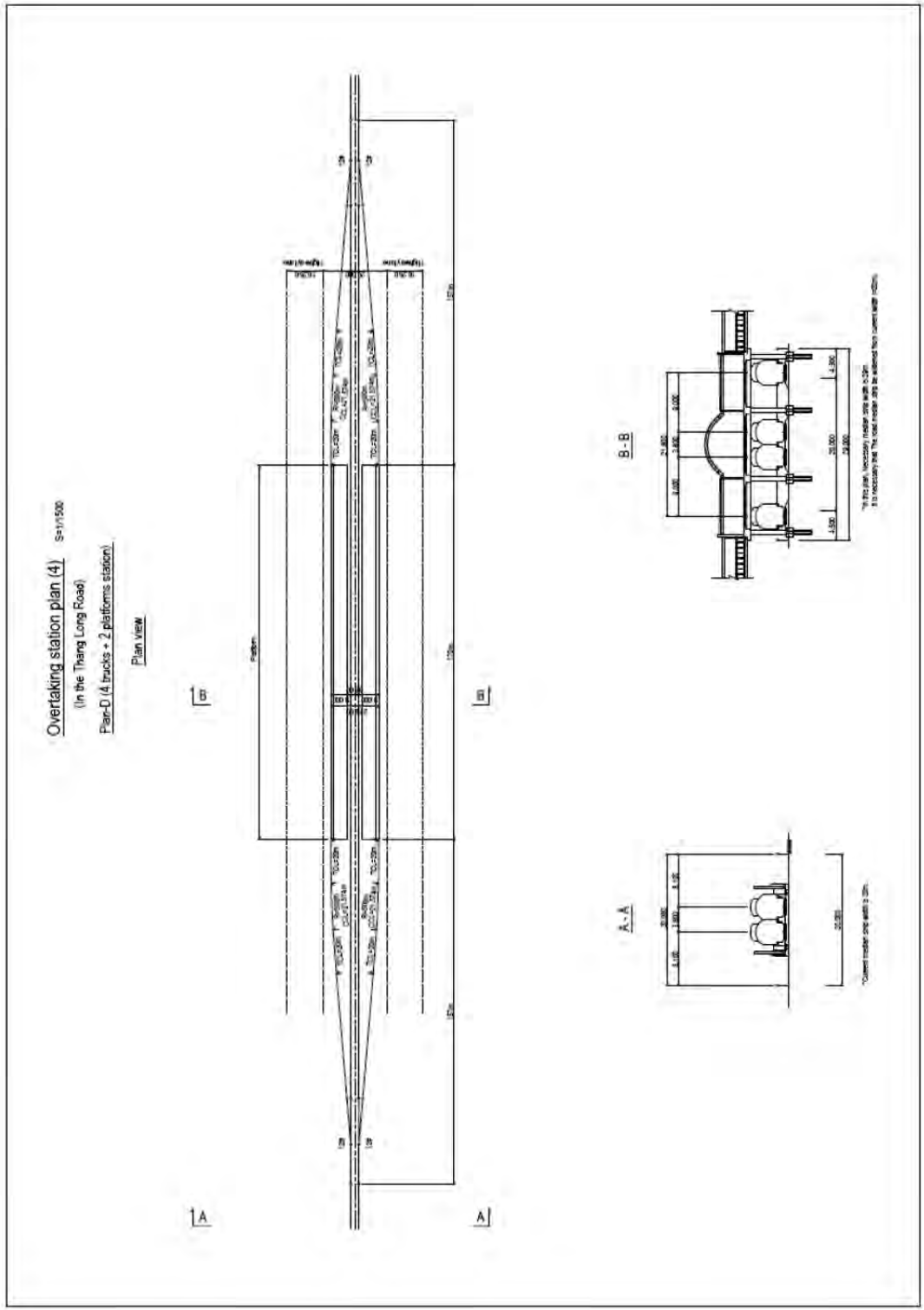
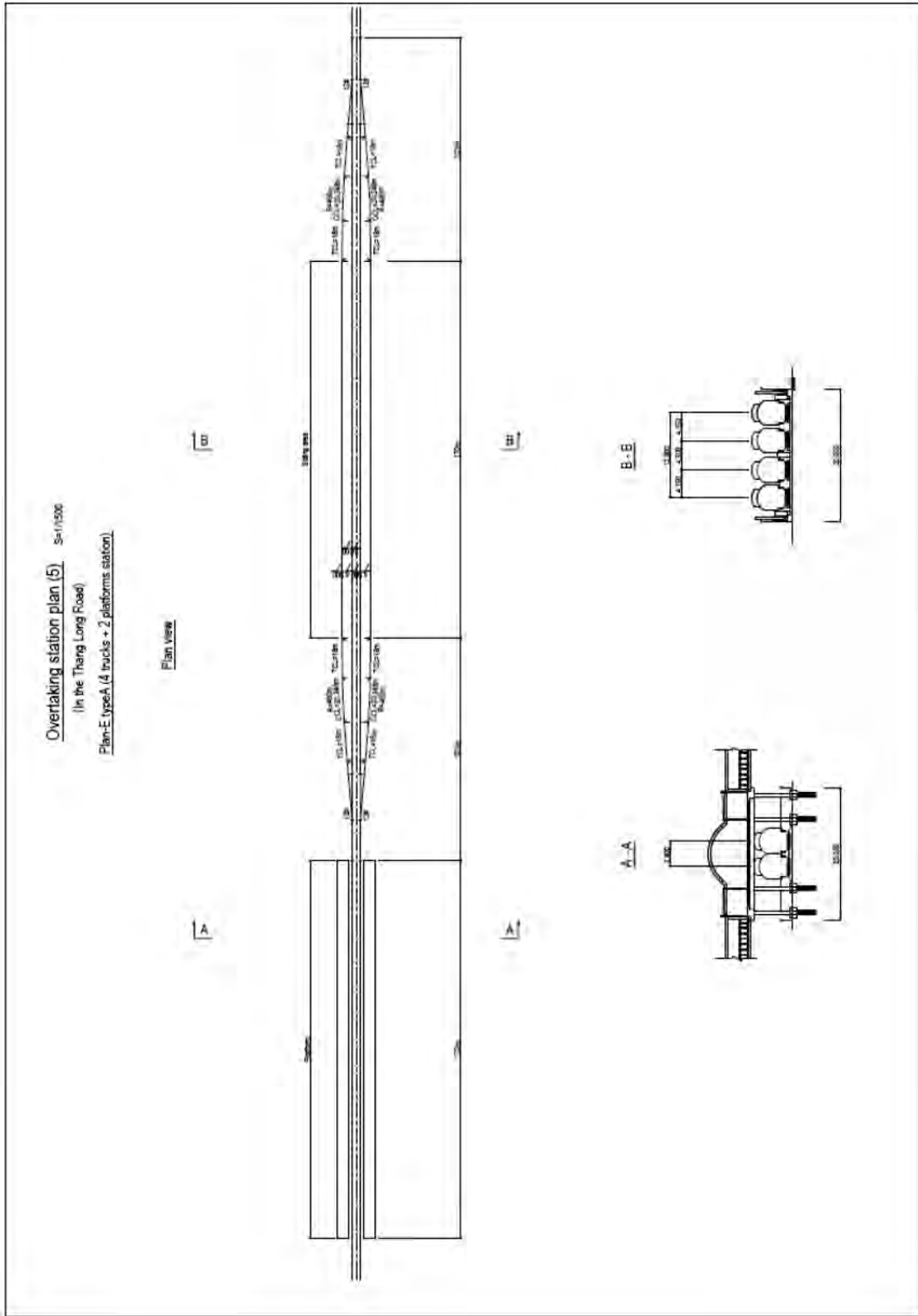


図 3.10.9 追越し駅の検討(4)

出典：調査団作成



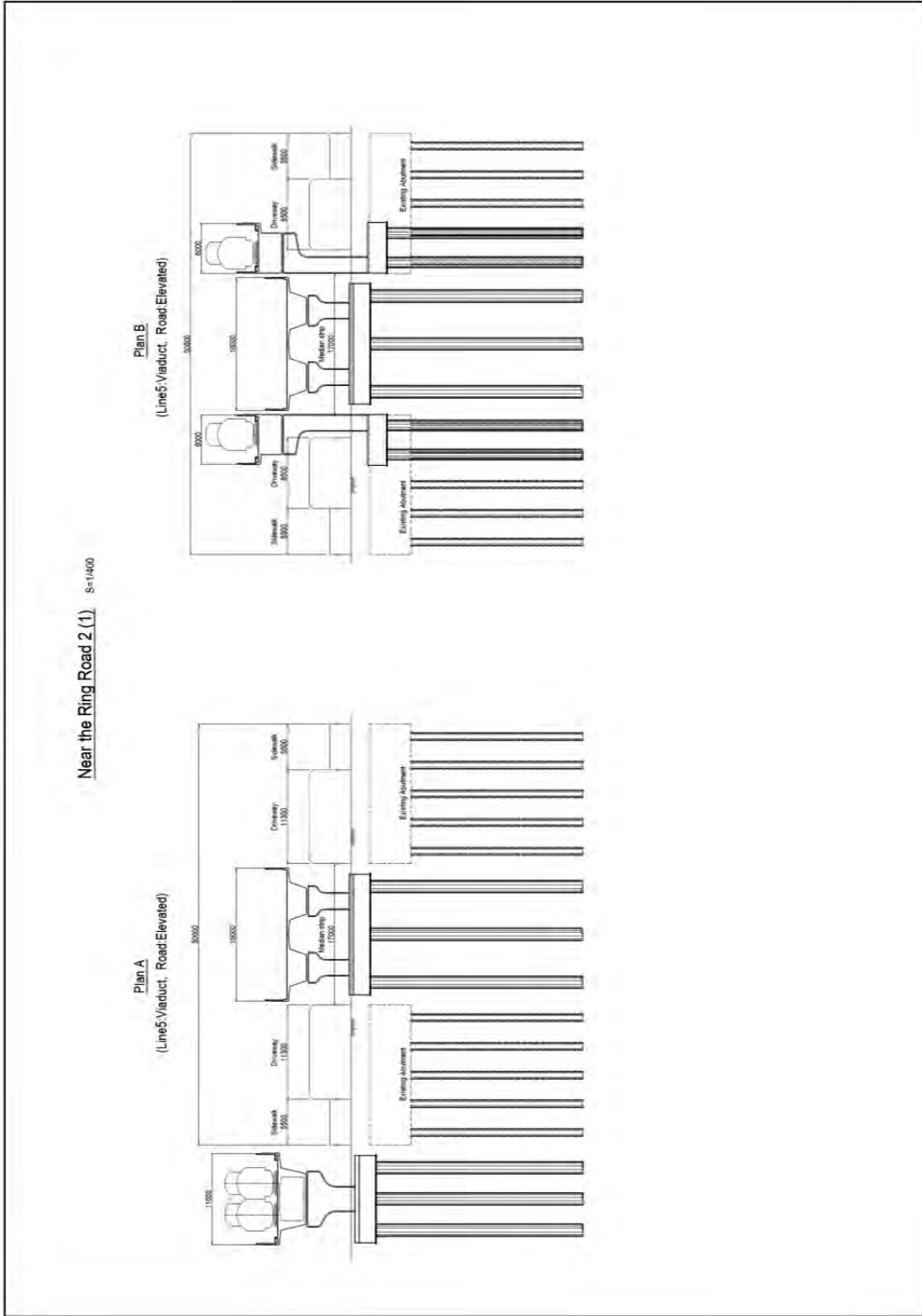
出典：調査団作成

図 3.10.10 追越し駅の検討(5)

#### 3.10.4 リングロード2付近の検討

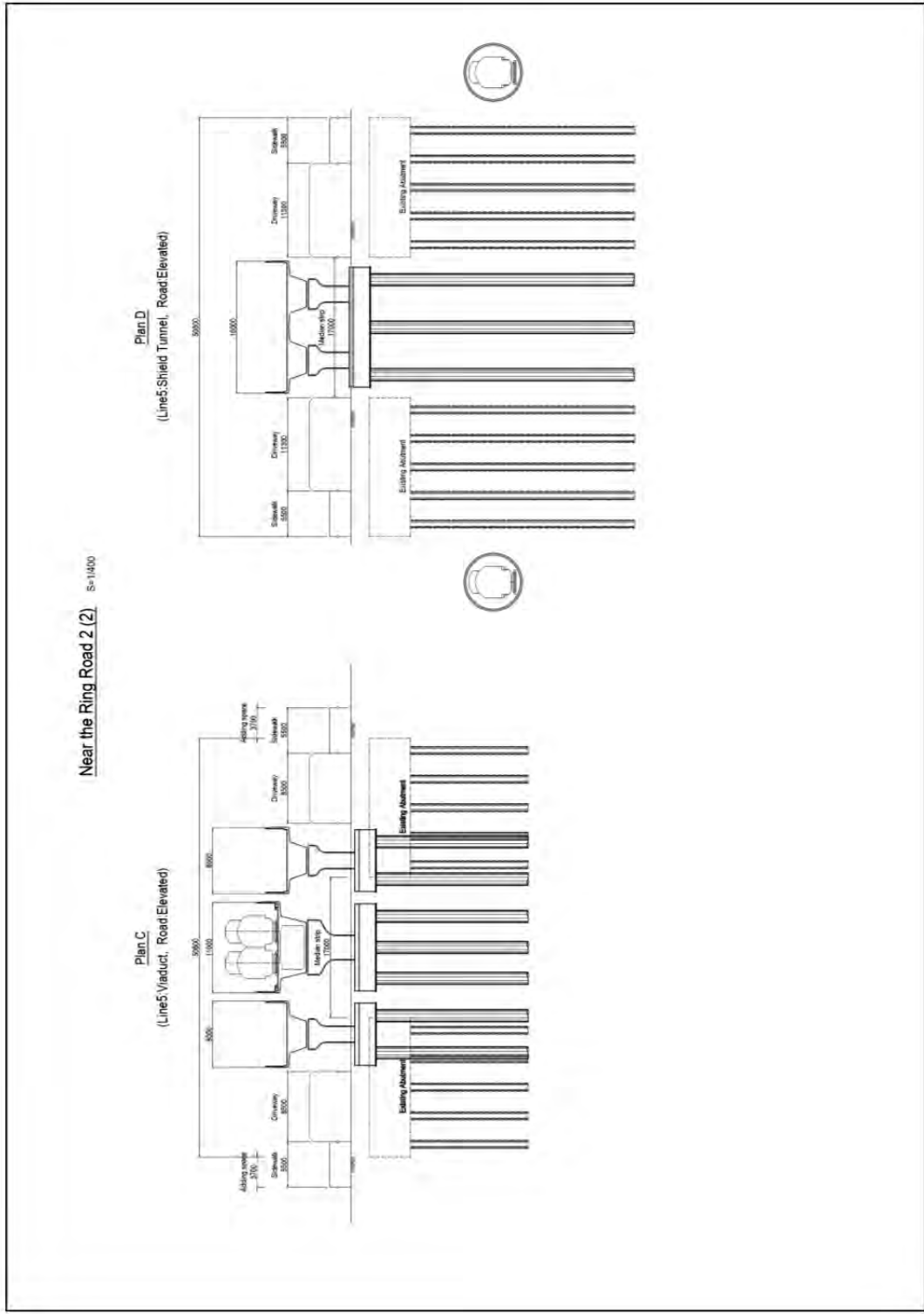
リングロード2付近の検討については、3.4.7(1)に記載したとおりであるが、詳細の図面について、ここで記載する。





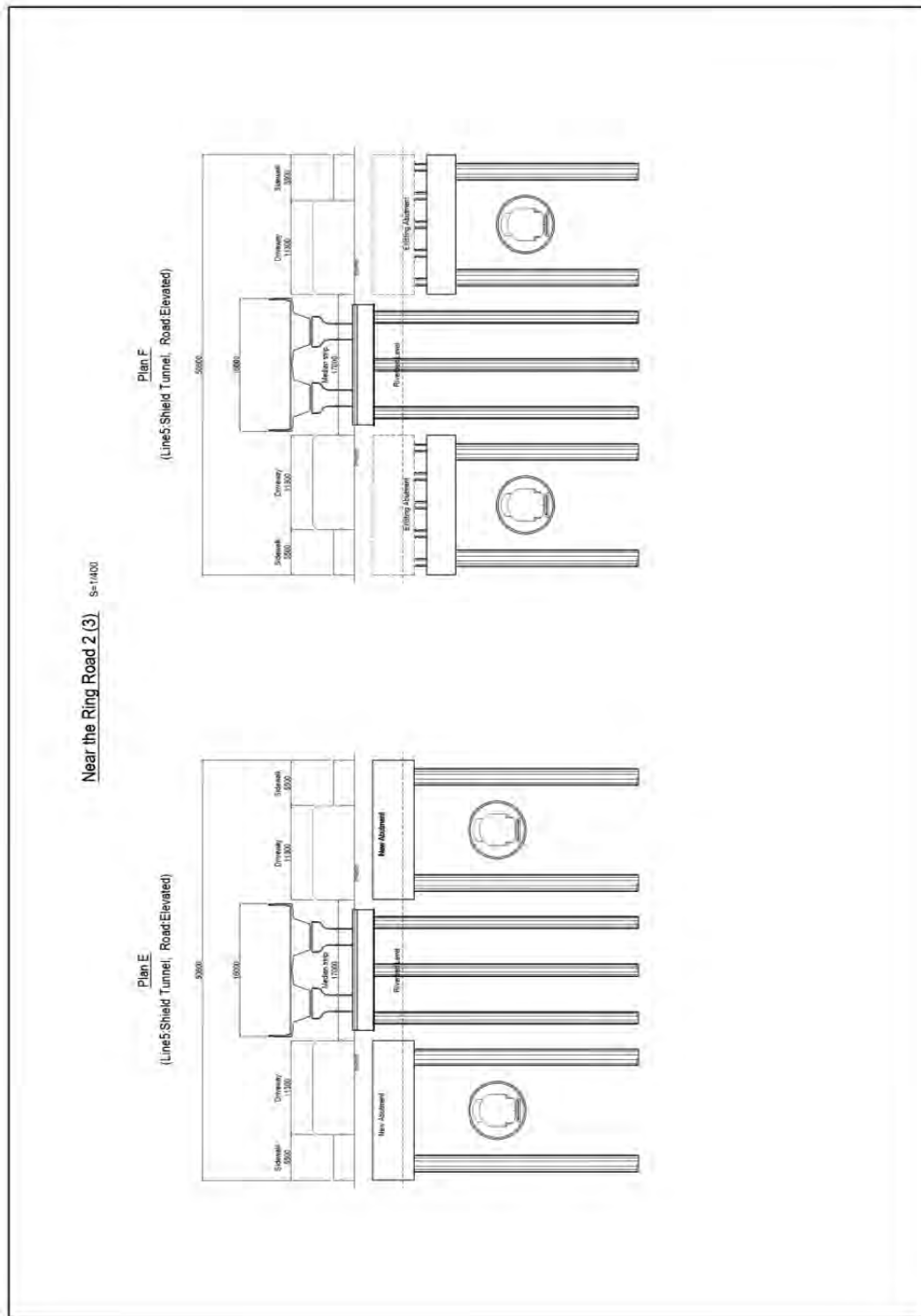
出典：調査団作成

図 3.10.11 リングロード 2 付近の検討 (1)



出典：調査団作成

図 3.10.12 リングロード 2 付近の検討 (2)



出典：調査団作成

図 3.10.13 リングロード 2 付近の検討 (3)

### 3.10.5 リングロード3付近の検討

リングロード3付近の検討については、3.4.7(2)に記載したとおりであるが、詳細の図面について、ここで記載する。

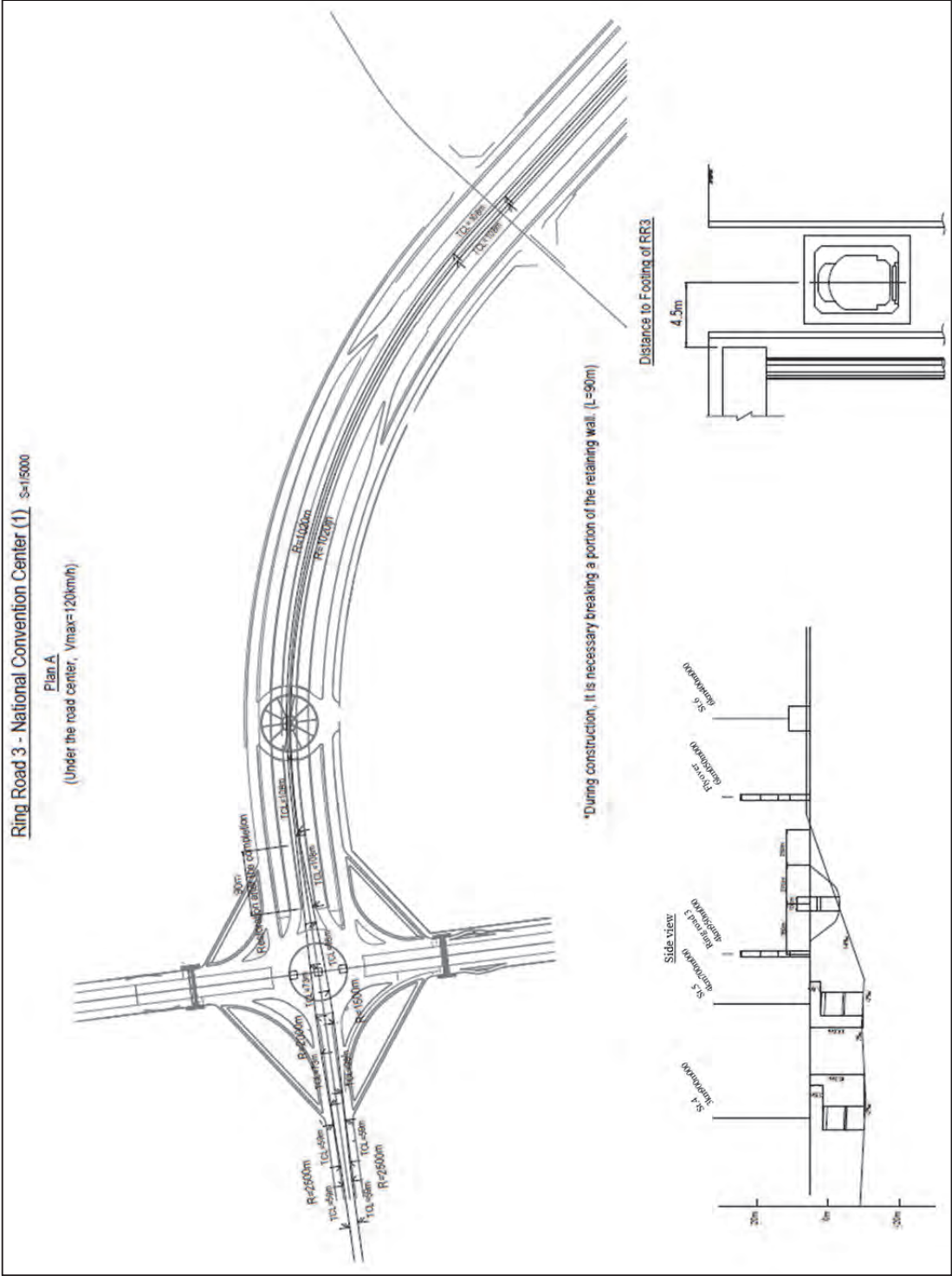


图 3.10.14 リングロード3 付近の検討(1)

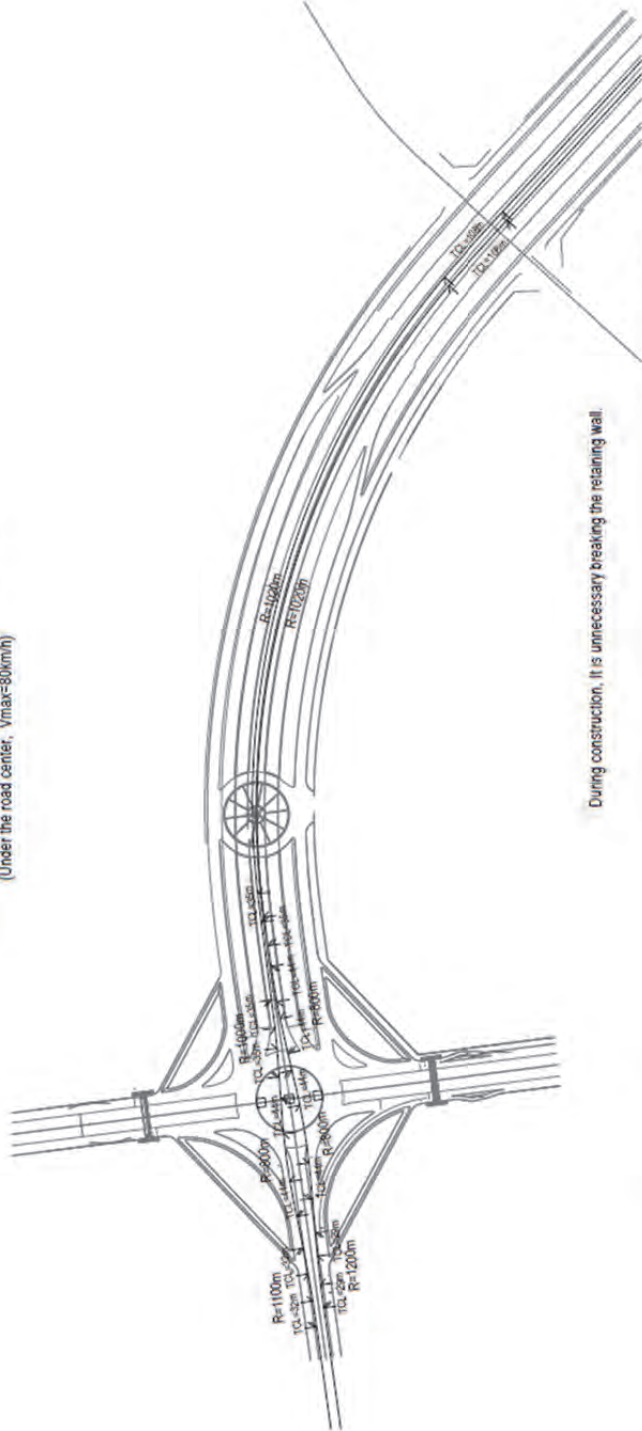
出典：調査団作成



Ring Road 3 - National Convention Center (2) S=1/5000

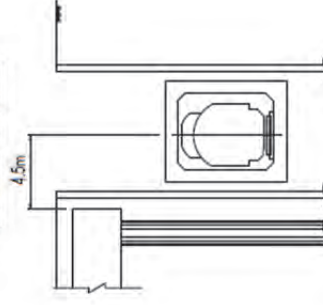
Plan B

(Under the road center, Vmax=80km/h)

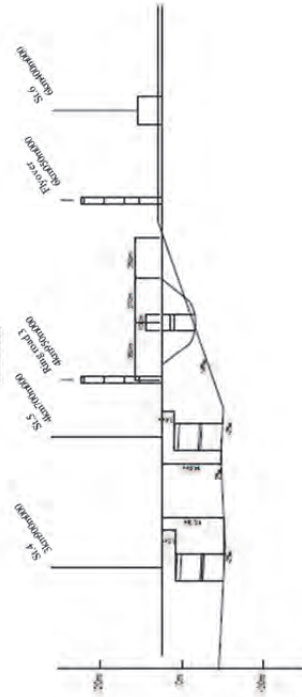


During construction, it is unnecessary breaking the retaining wall.

Distance to Footing of RR3

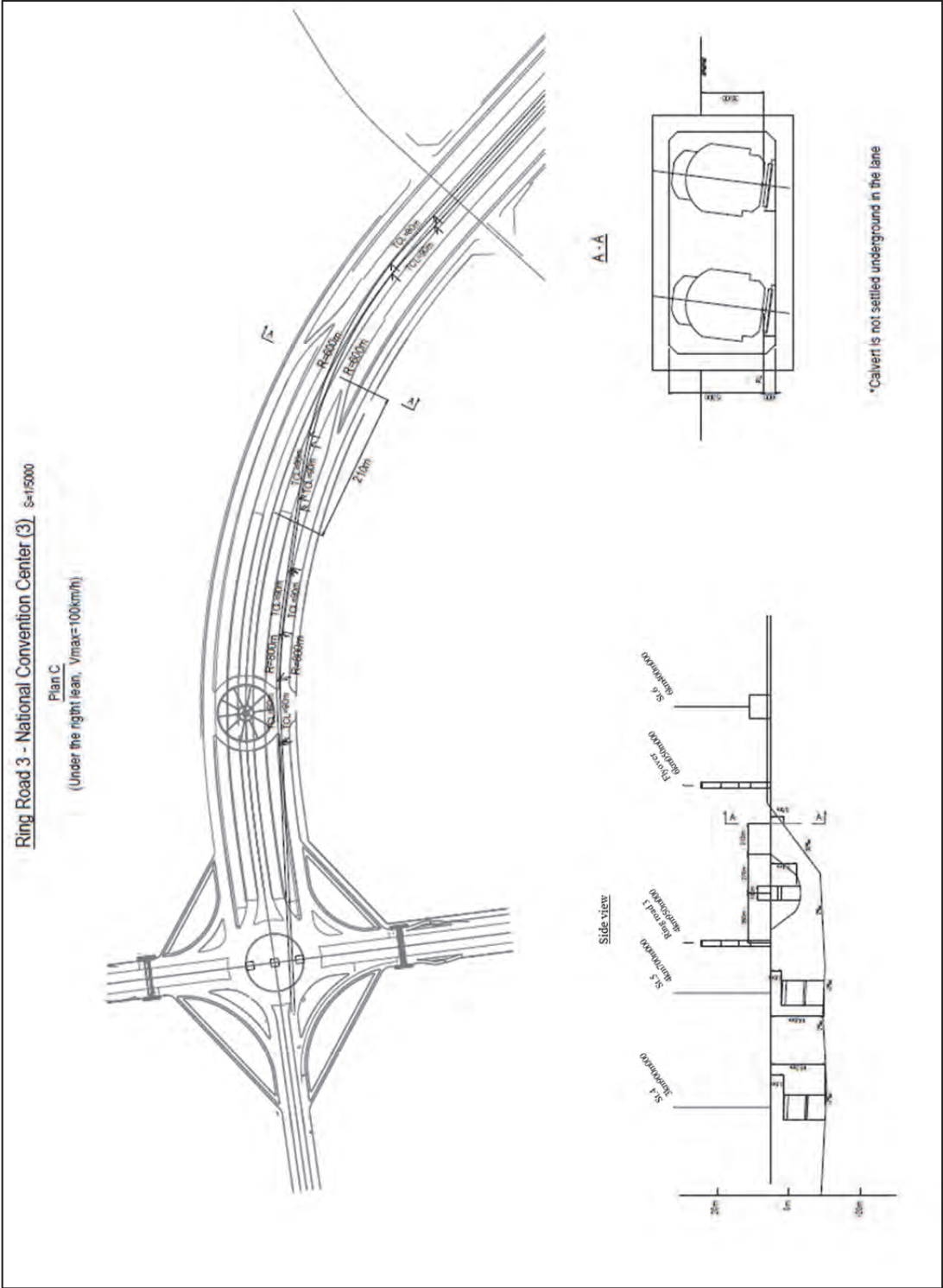


Side view



出典：調査団作成

図 3.10.15 リングロード 3 付近の検討 (2)




出典：調査団作成

図 3.10.16 リングロード 3 付近の検討 (3)

### 3.10.6 車庫候補地の比較検討

車庫の候補地については、3.1.2(3)においても記載しているが、ここでは、St.10 付近における代替案について、その建設の可能性を検討したので、次のとおりまとめておく。

表 3.10.7 車庫候補地の比較

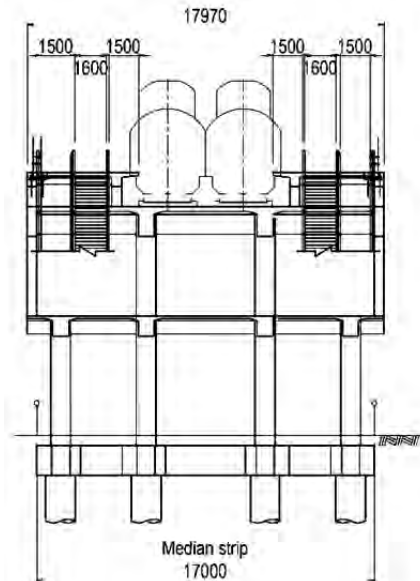
<位置図> 		備考	
Plan 1	Plan 2	Plan 3	
概要	車庫線への駅増設が可能	左に同じ	
開発計画	なし	あり	あり
マスタープランとの関係	マスタープランのとおり。Line 8 との共用が可能。	マスタープランと合わない。	マスタープランと合わないが、Line 8 との共用が可能。
課題	<ul style="list-style-type: none"> <li>車庫周辺の開発計画の進捗</li> <li>鉄道需要の動向</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>マスタープランの見直し</li> <li>大規模な盛土が必要</li> <li>土地所有者の意向</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>マスタープランの見直し</li> <li>大規模な盛土が必要</li> <li>土地所有者の意向</li> </ul>
評価	車庫用地確保においては問題なく、環境対策も実施可能である。駅増設に見合う需要が期待できるかどうか検討が必要。	本線から近く、運行上の期待が大きい。鉄道線形の検討および土地所有者の確認が必要。	本線から近く、運行上の期待が大きい。鉄道線形の検討および土地所有者の確認が必要。
	○	△	△

出典：調査団作成

### 3.10.7 高架駅の代替案について

#### (1) 相対式2面2線 ※起点から環状3号線まで

本案では、図3.10.17に示す通り、全幅が中央分離帯幅よりも若干大きくなる。

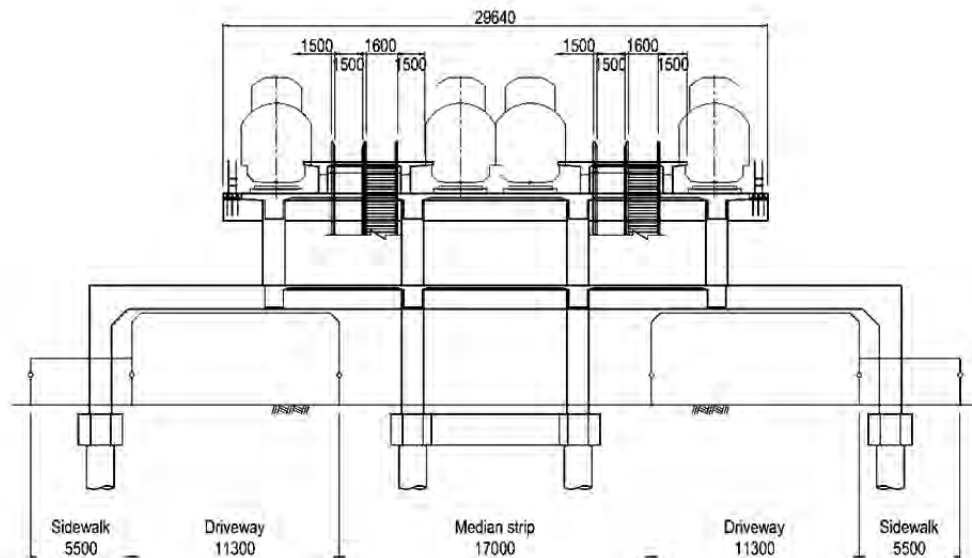


出典：調査団作成

図3.10.17 高架駅（相対式2面2線）

#### (2) 島式2面4線 ※起点から環状3号線道路

本案では、緩急接続が可能な駅形態として、理想的であるが、図3.10.18に示す通り、全幅が中央分離帯に収まらず、車道内に大きく張出す形態となる。よって、外側軌道を支えるための梁が必要となる。梁については、スパンが20m近くになることから、技術的な課題が大きいことが予想される。通常のRC構造ではなく、鋼構造、あるいは、複合構造を用いる必要があると考えられる。また、梁は道路上空を7m~10m毎に横断するため、景観上の配慮が必要である。

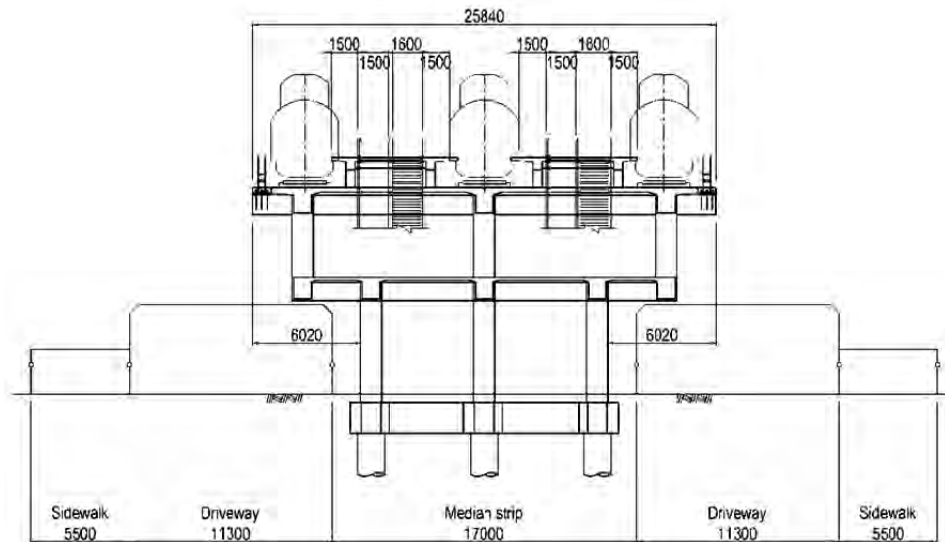


出典：調査団作成

図3.10.18 高架駅（2面4線）

### (3) 島式 2 面 3 線 ※起点～環状 3 号線道路

本案では、起点の Ho Tay 駅において需要が想定を大きく上回る場合に対応可能な駅形態であるが、図 3.10.19 に示す通り、全幅が中央分離帯に収まらず、車道内に大きく張出す形態となる。本案では、張出し梁により外側軌道を支える構造としているが、構造上の課題が大きいことが予想される。また、梁は道路上空を 7 m～10 m 毎に横断するため、景観上の配慮が必要である。



出典：調査団作成 図 3.10.19 高架駅（2 面 3 線）

### 3.10.8 St. 10 の代替案について

5 号線の路線計画や駅の構造は、本章を中心にまとめたとおりであり、特に将来へのフレキシブルな対応を可能にするために考慮している事項については、3.4.9「将来対応を勘案した事前措置計画」にまとめたとおりである。しかしながら、3.4.9(1)「駅を増設する場合」で検討しているとおり、将来原計画を大きく超える駅の設置が必要となった場合、列車種別を優等列車と各駅停車に分け追越し駅を設置することが望まれるが、タンロン道路中央分離帯の幅員が制限されていることから緩急接続などの理想的な駅形態を計画できていない。

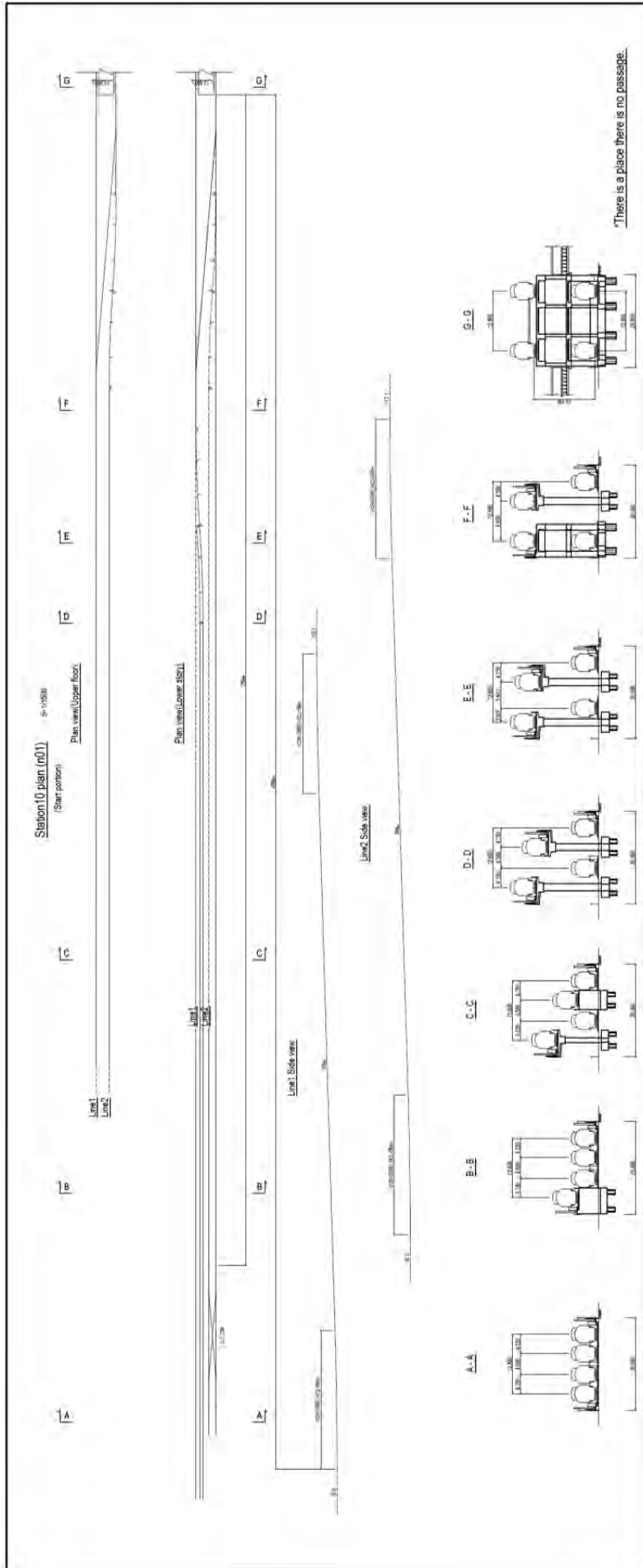
従って、ここでは次の 2 点の課題を解決するための代替案を示す。

- ①Phase2 が整備された場合、優等列車の追越しや緩急接続が可能となる駅形態を実現できる。
- ②8 号線が整備された場合、車庫共用だけでなく 5 号線と連携した運行計画が実現できる。

St. 10 オプション計画の概要は次のとおりであり、計画図を図 3.10.20 及び図 3.10.21 に示す。

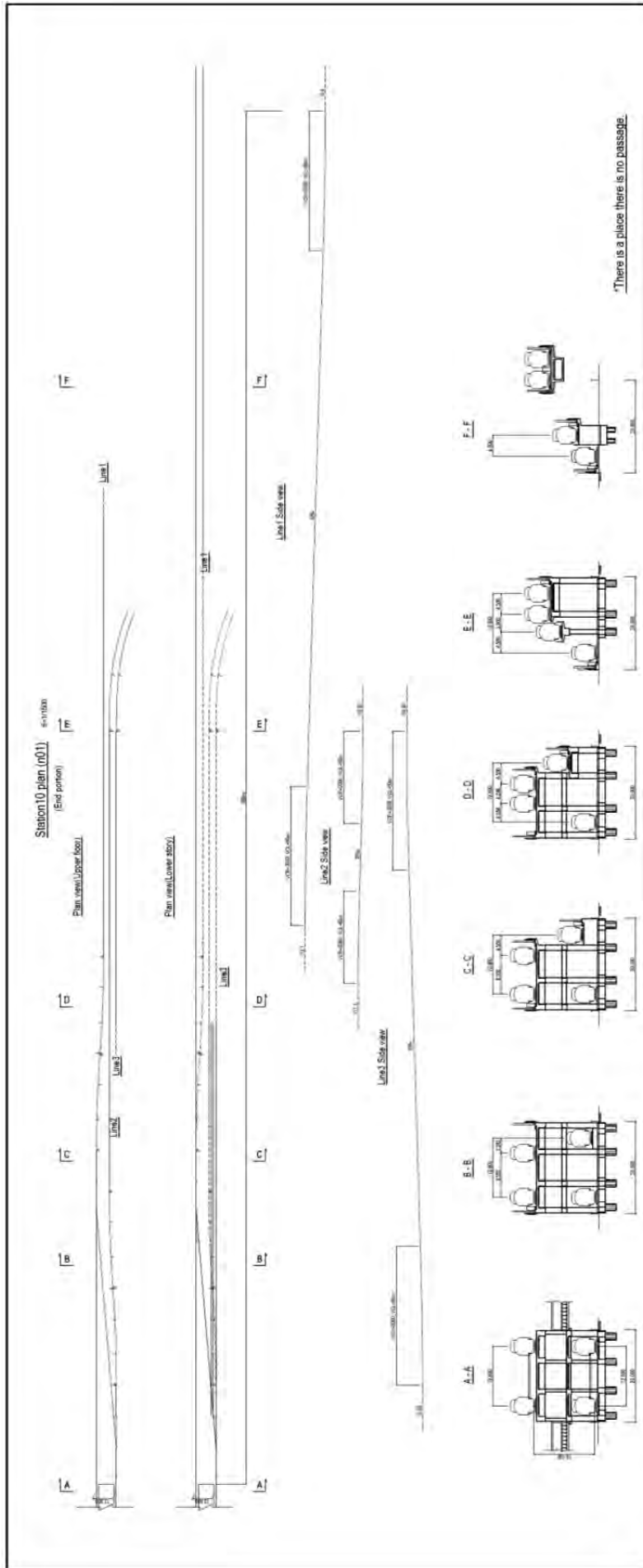
- ①タンロン道路中央分離帯部分に駅部を設置するために高架構造とする。(なお、詳細設計時には、高架構造が中央分離帯内に収まることを詳しくチェックする必要がある。)
- ②車庫への出入庫線は高架構造として、タンロン道路を越える。
- ③郊外部行きを地上路線・都心部行きを高架路線とする。
- ④タンロン道路中央分離帯内において、将来 8 号線折返し路線を敷設することが可能。
- ⑤利用者の駅へのアクセスは原案と同様。
- ⑥工事費は原案に比べ約 200 MUSD 増加するが、理想的な郊外駅を構築することが可能。





出典：調査団作成

図 3.10.20 St. 10 オブション計画案 (1/2)



出典：調査団作成

図 3.10.21 St. 10 オプション計画案 (2/2)

### 3.11 St. 10、デポおよび St. 8 に関連する要件

#### 3.11.1 概要

St. 10、連絡線及びデポに関連して、次の要件を備える必要がある。

- ・ St. 10 は第 1 期開業区間の終着駅として、列車の折返し機能を持たせる。
- ・ 本線とデポとを結ぶ連絡線を設ける。
- ・ 本線北 2km 付近に、8 号線との共用デポを設ける。

#### 3.11.2 St. 10

##### (1) 基本条件

St. 10 を計画するうえでの基本条件は次のとおりである。

- ・ 列車を短時間で折返すため島式ホーム
- ・ ホーム両側に列車を入れるため、駅東側にシーサス・クロッシングを挿入
- ・ シーサス・クロッシングは、運転保安上の理由から、直線区間内に置かねばならない。
- ・ 駅ホームは直線区間内が好ましいが、曲線区間内も不可能ではない。

##### (2) シーサス・クロッシング

駅候補地の周辺は、大曲線半径のタンロン道路にある。このため小半径の曲線と直線とを組み合わせることで、タンロン道路の中央分離帯内に直線区間を生み出し、そこにシーサス・クロッシングを挿入する。

シーサス・クロッシングは、番数が小さい形式ほど短直線区間内におさめられる。一方で列車速度が抑制される。

#12 クロッシングと#10 クロッシングとの速度差は 10km/h であり、列車の進入・進出時間にして 5 秒、列車の時隔として 10 秒の差異を生じる。列車の最短短隔は 90-120 秒程度を求められる線区で問題になり、この 10 秒は最短短隔の 6-10%程度に相当する。

本 5 号線では、同様の折返し設備を設ける第 1 駅では#12 クロッシングを計画している。この St. 1 の着発能力とのバランス、及び同一番数のクロッシングを用いることによる補充部品の節減を考慮し、#12 分岐器を採用する。

##### (3) 駅ホーム

ホームを曲線とすれば見通し距離が短くなるなどの欠点がある。しかし駅候補地がタンロン道路の曲線内にあるために、曲線ホームとすることは避けられない。このため ITV を設けるなどの補助的手段を用いて対応することを前提とする。

ホーム長さは、20m 車両の 8 両編成を前提に 170m とする。この長さは、全駅にわたって統一されている。

### 3.11.3 連絡線（図 3.11.1 参照）

#### (1) 基本条件

駅ホーム西側で本線から分岐しデポに至るまでの区間では、以下の要件を考慮する必要がある。

- ・本線と連絡線とを結ぶ分岐器及び連絡線相互を結ぶシーサス・クロッシング
- ・西行き本線とタンロン道路とを越えるための勾配線
- ・タンロン道路を乗り越す箇所の平面曲線
- ・デポへ至る下り勾配線

#### (2) 分岐器とシーサス・クロッシング

列車運行のためには、高い番数の分岐器やシーサス・クロッシングが好ましい。連絡線は8号線が開業すれば本線の一部ともなることから、St. 10 の終点方でも#12 の分岐器とシーサス・クロッシングを採用することが理想であるが、連絡線と土地利用計画を整合させるため、#8 の分岐器とシーサス・クロッシングを採用することとした。

このシーサス・クロッシングを挿入することで列車の運行がスムーズになり、事故や障害が発生した場合でもフレキシブルに対応できる。

#### (3) 勾配

西行き本線とタンロン道路を立体交差で越える為に 10m の高さを上げる必要がある。許容される勾配を 30/1000 として延長は 333m、勾配区間の両端に R3000 の縦曲線を挿入すれば、総延長 423m の上り勾配区間となる。

急勾配区間の下部に曲線があれば、脱線の危険性が増すことが知られている。この脱線は重力が列車を下向きに押し、上向きの反力がカーブで発生することで、中間部車両を浮き上がらせる力が働き、結果として輪重が小さくなるのが原因である。輪重が小さい状態で、車輪をレールに押し付ける力（横圧）が働けば、車輪とレールとの摩擦により、車輪がレールの上に乗るからである。今回は勾配の下端のシーサス・クロッシングに、急曲線が内在する。これが急勾配や低い番数の分岐器を避ける理由の一つである。

現段階では、標準的な値による線路線形計画とし、詳細については、現地詳細測量も含めた実施設計の段階で行われることを期待している。

#### (4) 曲線

最高点では北にカーブして、西行き本線とタンロン道路とを越える。曲線半径を大きくすれば、交差箇所の橋梁のスパンが伸びて工事費が高くなる。

しかし曲線半径は列車速度に影響する。曲線半径が R160m の場合で 55km/h、R200m で 60km である。将来、8号線と接続され、8号線から5号線に乗り入れる列車の可能性から 200m を採用する。

日本では 2000 年に生じた東京メトロの脱線事故より、深刻な被害が生じた。現場は 3.5% の勾配中で、緩和曲線に近い半径 160m の曲線中であつた。容認されていた線路規格への違反はなかった。しかし学識経験者を集めた調査が行われ、当該事故に再現性のあることが確認

された。私たちが縦曲線と緩和曲線との競合を避ける理由である。

#### (5) デポへの下り勾配線

西行き本線とタンロン道路とを越えた後、デポまでの区間は、鉄道技術的な面からの問題はない。下り勾配をゆるくできるし、曲線半径も大きく取れる。

課題は連絡線周辺の都市計画との整合である。デポの地盤高はタンロン道路程度と想定しており、周辺の地盤より 4-5m 高くするので、連絡線は周辺道路と立体交差する。5号線と8号線との接続線は、連絡線より更に 8m 程度高くなる。

平面位置は既存水路の東側沿いが好ましい。水路を横断する交通が少ないからである。周辺にグリーンハウス・プロジェクト計画があり、デポに至るまでに当該プロジェクトを斜めに横切る必要がある。当該プロジェクトも図面での検討段階であるから、計画を調整できると考える。

都市計画上の第一優先順位は河川・水路である。自然の摂理には逆らえないからである。第二優先順位は鉄道である。急曲線や急勾配の採用が難しいからである。次いで道路、公園、工場、住宅と続く。このような発想で都市計画を進めていただきたい。

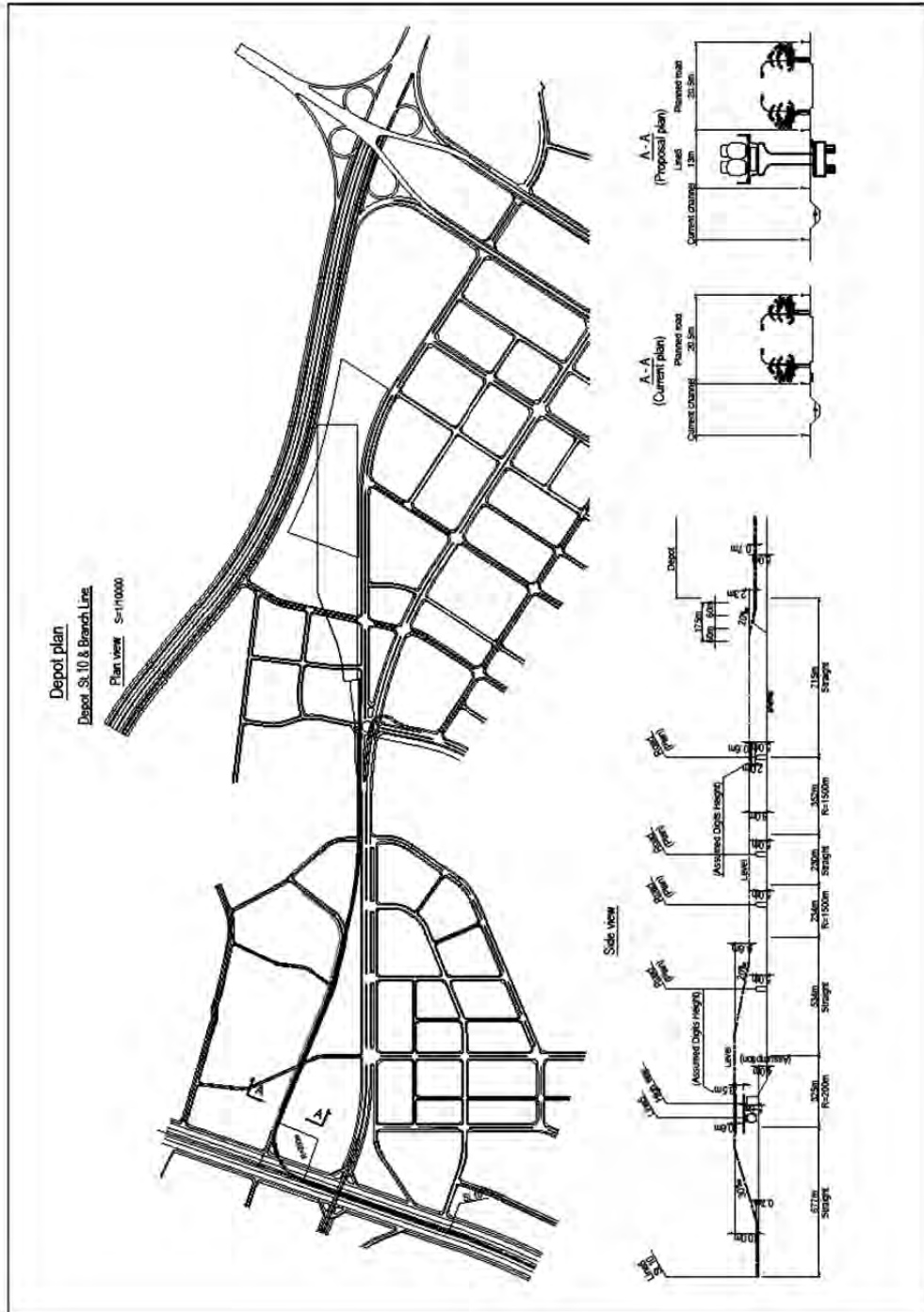


図 3.11.1 第 1 デポへの連絡線

出典：調査団作成



### 3.11.4 8号線との共用デポ

#### (1) 基本条件

共用デポに関しては、8号線の計画が未確定ながら、次の事項を前提とする。

- ・マスタープランで定められていた位置から南へ拡張した場所を想定する。
- ・5号線単独の場合と比較し、デポの工場と検修設備は大差なく、留置設備だけを2倍程度とする。
- ・ここでの検討では、所要の鉄道用地を示すことを第一義とする。

#### (2) デポの位置

デポは5号線と8号線との共用デポとし、マスタープランに示された5号線と8号線との西側に配置する。将来、5号線と8号線との直通運転が行われることを想定し、5号線と8号線とは複線高架の接続線で結ぶ。

デポへの進入は、5号線からも8号線からも、接続線と立体交差して進入できるようにする。このためデポはマスタープランで想定した位置を南へ拡張した位置となる。5号線の第10駅からデポの入口までは、2.4kmの距離である。

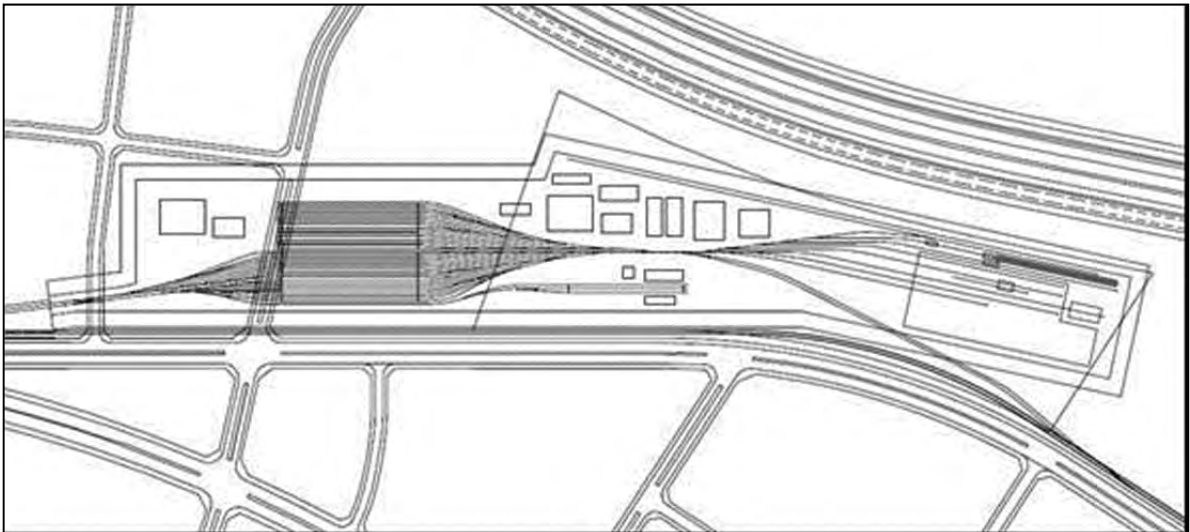
#### (3) 配線 (図 3.11.2 参照)

デポの設備のうち、工場設備と検修設備とは、5号線と8号線で共用する。設備規模は、5号線単独での計画と大差ない。

留置線は、5号線と8号線とが、共用で運用されるものと想定する。現時点では、8号線の運転計画をたてられる状況でないが、ある程度の留置本数を確保し、さらに拡張の可能性を考慮しておく。

#### (4) 所要鉄道用地

デポの面積は連絡線を除き27.9haである。このなかには5号線と8号線とを結ぶ複線高架の接続線用地を含んでいる。

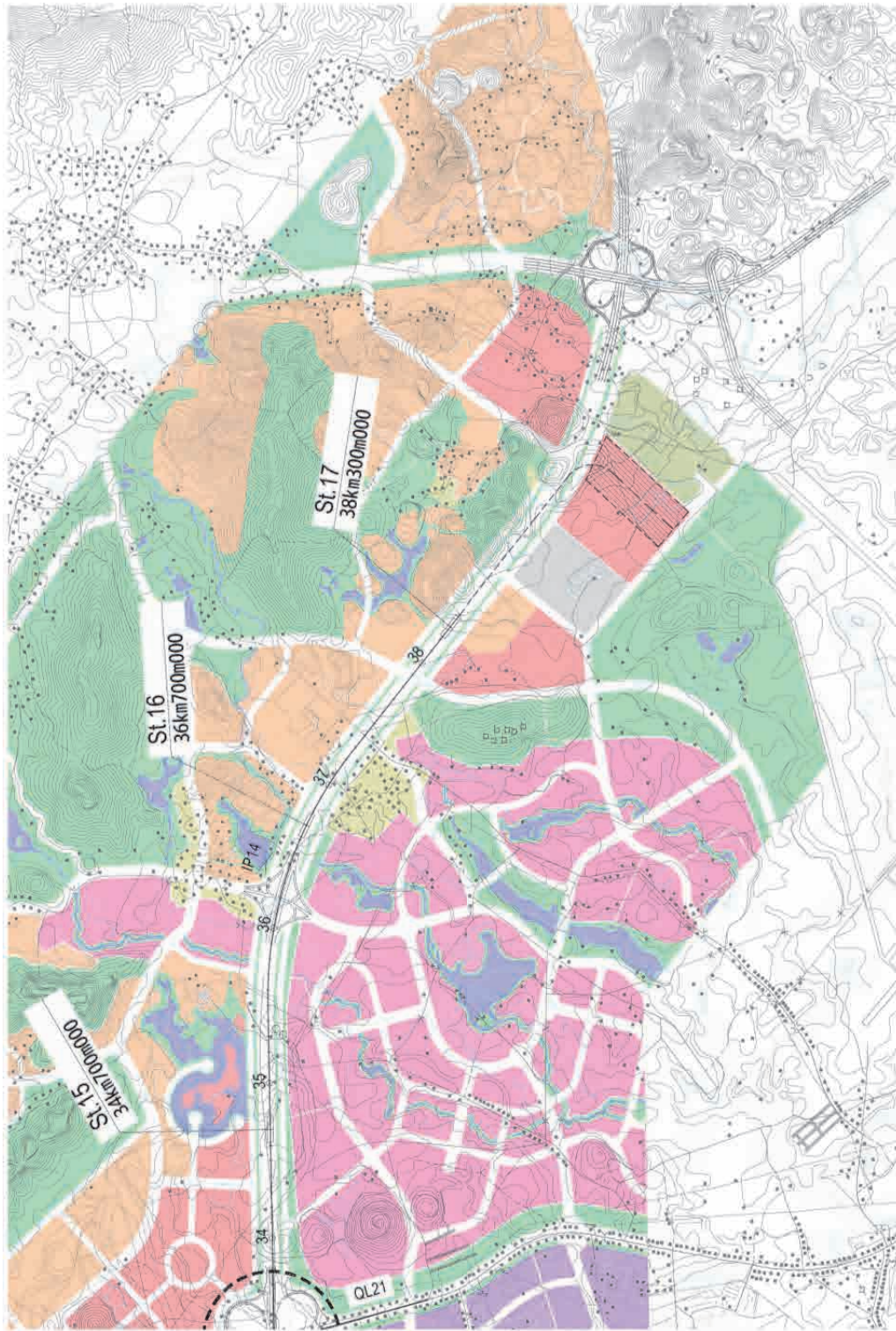


出典：調査団作成

図 3.11.2 8号線との共用デポの配線略図

### 3.11.5 第2デポ

デポについては、現5号線に加え8号線対応も可能な機能を、前述の共用デポに持たせることができるので、第2デポは必要ないと考えている。しかし8号線の調査が行われ、必要とされる車両数がきわめて多いとなった場合には、第1デポのキャパシティが不足することもありうる。このことに備えて、5号線の終点駅付近に留置線群だけからなるデポを考慮するならば、下図に示す位置と用地とを計画しておくことになる。



出典：調査団作成

图 3.11.3 第 2 个车站位置图

### 3.11.6 St.8の位置について

5号線のSt.8は、下図のとおり、利用者の乗換の利便性を考慮し、6号線との交差位置の直上を考えた。

レイアウトは、1階（地上レベル）が6号線の軌道およびプラットホーム、2階が5号線と6号線の共用コンコース、3階を5号線の軌道およびプラットホームとした。これにより5号線と6号線との乗換えに時の移動距離を短くできる。駅周辺の利用者は2階コンコースで改札を通り、行先に応じてプラットホームを選択する。

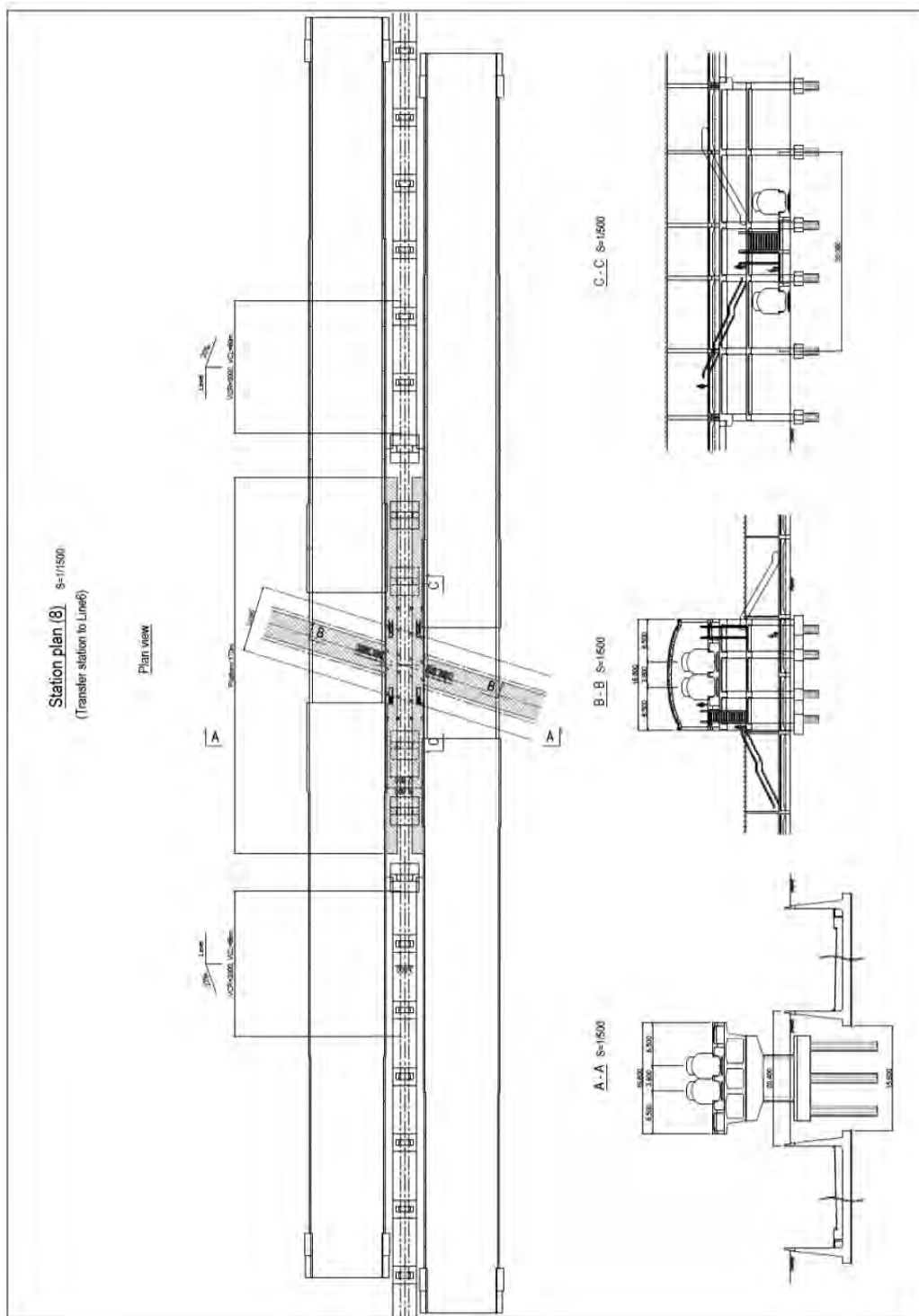


图 3.11.4 St. 8 立面

出典：調査団作成