

第6章 需要予測

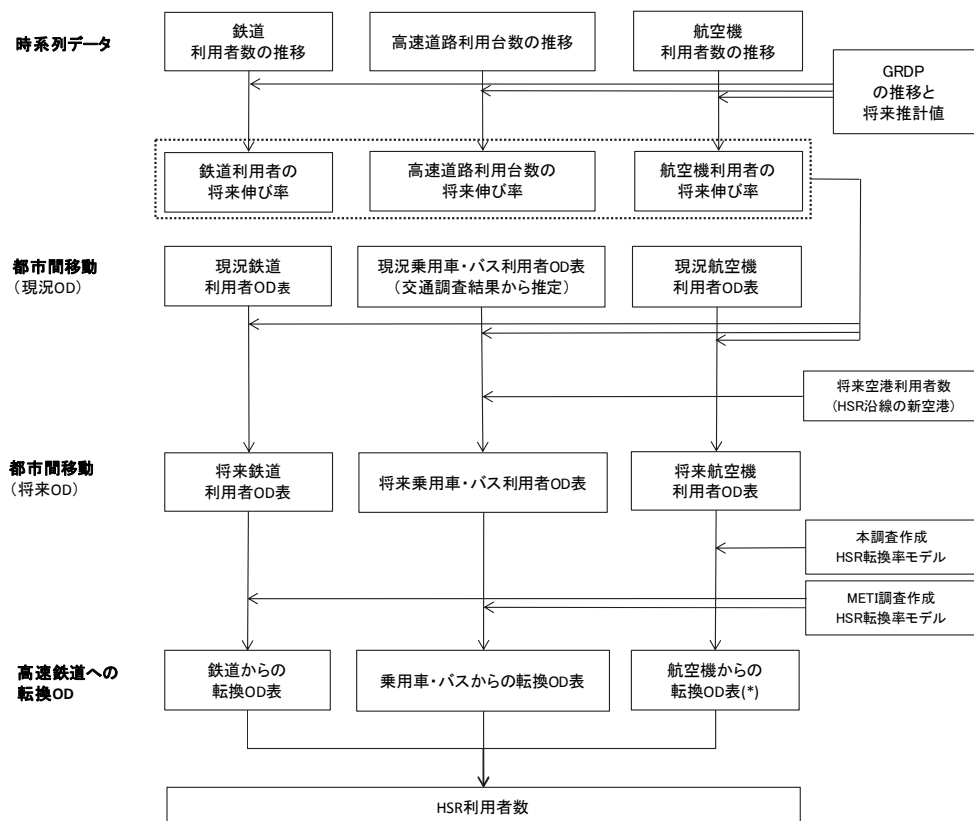
第6章 需要予測

6.1 需要予測の方法

HSRの需要予測は、ジャカルターバンドン間が開業したケースと、ジャカルターバンドン〜スラバヤまで開業した場合の2ケースで行った。

将来のHSRの利用者数を算定するため、以下の手順で実施した。

- ① 転換対象手段（乗用車、バス、鉄道、航空機）別交通量とジャワ島の地域内総生産（GRDP）との時系列データ分析から手段別の将来の伸び率を設定する。
- ② 転換対象手段別OD交通量を把握する。このうち鉄道や航空機利用交通については、統計データから把握できるが、道路利用交通についてはODデータがないため、交通調査を実施し予測する。
- ③ ゾーン別転換対象手段別交通量に①で算出した将来の伸び率を乗じて、将来のゾーン別転換対象交通量を算出する。
- ④ 将来整備予定の2つの新空港の利用者は、全て乗用車でアクセスすると仮定し、③で求めた将来の乗用車利用転換対象交通に付加する。
- ⑤ 転換対象手段別交通量からHSRへの転換率モデルを準備する。このうち乗用車・バス・鉄道からの転換率モデルは、METI調査で作成されたものを用いることとし、航空機利用者についてのみ、仮想選好意識（SP）調査を実施し、転換率モデルを構築する。
- ⑥ 将来のゾーン別転換対象手段別交通量に⑤で構築した転換率を乗じてHSR利用者数を算出する。



(*) HSRがスラバヤまで開業するケース時のみ考慮する。

出典：調査団

図 6.1-1 需要予測フロー

6.2 対象地域における交通流動

6.2.1 対象地域における交通ネットワーク

対象地域内の主要交通ネットワークを図 6.2-1 に示す。このうちジャカルターバンドン間を結ぶ高速道路は、ジャカルターチカンペック高速道路と、プルバレウニ高速道路であり、主要区間の車線数はそれぞれ 6-8 車線と 4 車線、供用延長はそれぞれ 83km と 123km である。高速料金は 5 車種別に対距離料金が設定されており、ジャカルタ IC からチレウニまでの高速料金は、Class I（乗用車・バス）で 52,500Rp である。なお、バイクは高速道路上を通行できない。

表 6.2-1 対象地域の高速道路の概要

名称	距離 (km)	車線数	料金 (Rp)						
			From	To	Class I	Class II	Class III	Class IV	Class V
ジャカルターチカンペック	83	6-8	Jakarta IC	Cikampek	12,000	19,500	24,000	30,000	36,500
			Jakarta IC	Dawuan IC	10,500	17,000	20,500	26,000	31,500
プルバレウニ	123	4	Dawuan IC	Cileunyi	42,000	63,500	82,000	103,000	123,500

注：Class I: Passenger car, bus, Class II: 2axes truck, Class III: 3axes truck, Class IV: 4axes trailer, Class V: 5axes trailer
 出典：Jasamarga website, et al.

一般道路でジャカルターバンドンを結ぶものとしては、ジャカルターブカシーチカンペックープルワカルターバンドンを通る北ルートと、ジャカルターボゴールーチアンジュールーバンドンを通る南ルートがあるが、どちらも地元の交通が利用しており、ジャカルターバンドン間を結ぶ交通が一般道路を利用することは少ない。特に南ルートはブンチャック峠を通過するのに時間がかかるため、このルートを使うことは殆どない。

鉄道は、現在はジャカルターブカシーチカンペックープルワカルターバンドンを通るルート（166km）に、特急列車と普通列車の 2 種類の列車が運行されている。一方、スカブミを経由するルートも存在するが、元々チカンペック経由より距離が長いこと、また 2005 年～2008 年までボゴール～スカブミ間が土砂災害のため閉鎖されていた影響で、都市間輸送には運行されていない。

ジャカルターバンドン間の特急の列車の所要時間は約 3 時間と長い。これはチカンペックーバンドン間の標高差が約 700m あり、急勾配区間や線形の悪い区間があるため、最高速度が 50km/h に制限されているためである。一方、2005 年に高速道路がバンドンまで開通し、非渋滞時にはジャカルターバンドン間を 2 時間で結べるようになったため、鉄道の競争力が急激に低下し、同区間の列車本数は減少した。

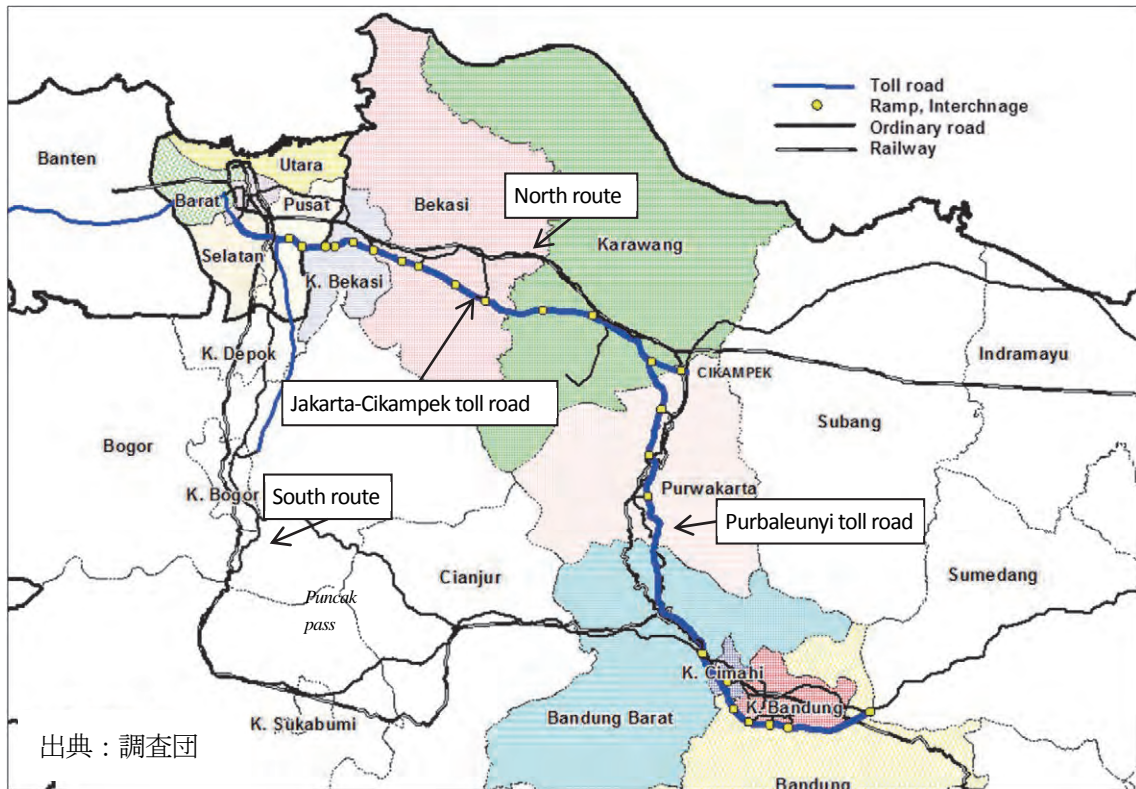


図 6.2-1 主要交通ネットワーク

6.2.2 対象地域における交通流動

(1) 鉄道

ジャカルターバンドン間の鉄道は、ジャカルタ・ガンビール駅ーバンドン駅間で1日6+3（臨時列車）往復の特急列車（Argo Parahyangan）と、ジャカルタ・コタ駅ーバンドン・キアラコンドン駅經由ー中部ジャワ・クロヤ駅間で2往復の普通列車（Serayu Pagi, Serayu Malam）が運転されている。運賃は特急列車で60,000-110,000 Rp、普通列車では低所得者層への移動を保证する目的で運行され運賃補助があるため、45,000 Rpである。

特急列車利用者の起終点の多くは、ガンビール駅からバンドン駅であるが、普通列車利用者の起終点の多くはジャカルタ・コタ駅からクロヤ駅であり、バンドンのキアラコンドン駅を利用する人数は少ない。このため HSR への転換対象利用者は、特急列車利用者を対象とした。2013年のジャカルターバンドン間の特急列車による利用者数は往復で860,600人/年であった。

表 6.2-2 列車の種類、本数、座席数、運賃、2013年の利用者数

駅間	本数/日	クラス	シート数	ジャカルターバンドン間	
				料金 (Rp)	利用者数(2013年)
ガンビールーバンドン	6(毎日) +3(臨時)	エグゼクティブ	3-4両 x 52席	100,000 - 110,000	676,647
		ビジネス	2-3両 x 64席	60,000 - 65,000	183,928
ジャカルタ・コターキアラコンドンークロヤ	1(日中) +1(夜間)	エノミー	6cars x 106seat	45,000	n/a

出典：PT KAI Timetable, Volume dan pendapatan tahun 2013

(2) 道路

対象地域にある主要道路は、ジャカルターチカンペック高速道路と、プルバレウニ高速道路である。2012年のジャカルターチカンペック高速道路の利用者数は 1.95 億台/年、プルバレウニ高速道路の利用者数は 0.60 億台/年であった。

また、2013 年の 10 月の主要断面の日平均交通量を表 6.2-3 に示す。ジャカルタに最も近い(a)断面での交通は一番多く、合計で 136,000 台を、次いでジャカルターチカンペック高速道路とプルバレウニ高速道路の分岐の手前付近の(b)断面では 112,000 台であった。

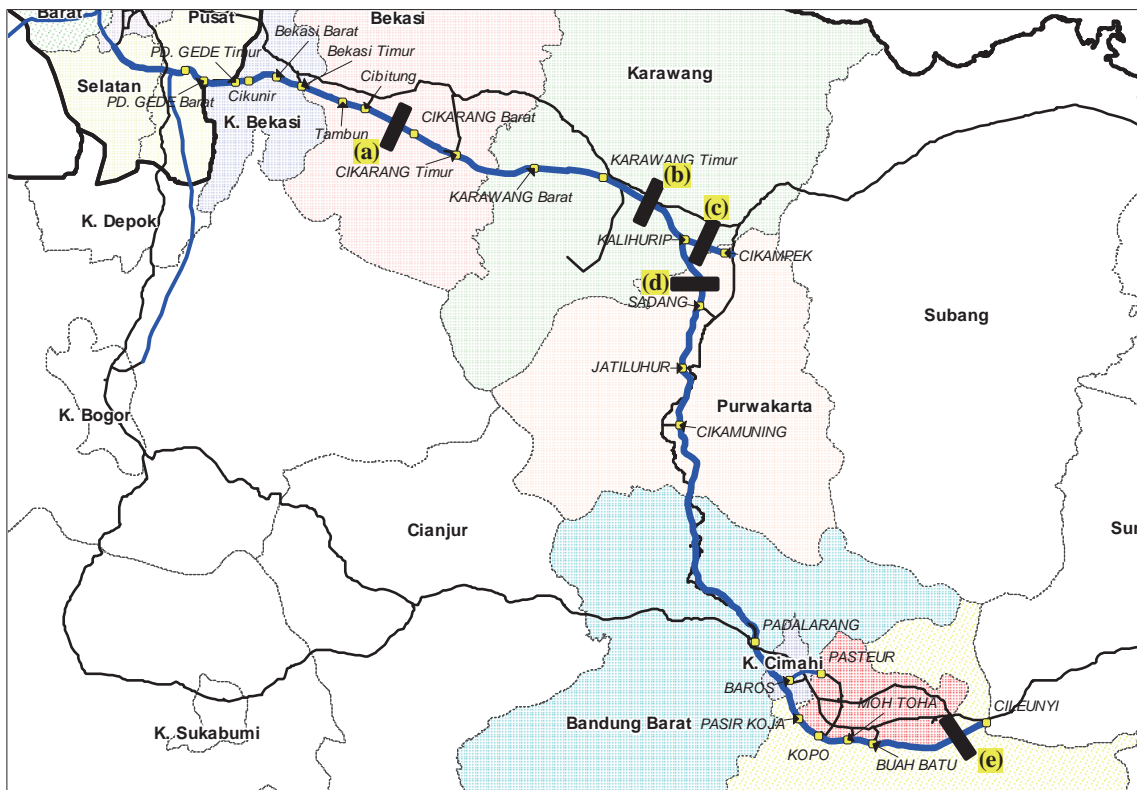
ジャカルターチカンペック高速道路の東端にある(c)断面の交通は 33,000 台に対して、プルバレウニ高速道路の断面(d)で 69,000 台、(e)で 56,000 台なので、ダウアン IC を通る交通の約 7 割はジャカルターバンドン方面を結ぶ交通であった。

表 6.2-3 主要断面の車種別日平均交通量

(単位：台/日)

クラス	ジャカルターチカンペック高速道路の			プルバレウニ高速道路	
	(a) Cibitung～Cikarang Barat	(b) Karawan Timur～Dawuan IC	(c) Kalihurip～Cikampek	(d) Dawuan IC～Sadang	(e) Buah Batu～Cileunyi
I	100,734	84,833	22,405	56,541	47,657
II	21,878	17,478	6,938	7,989	6,646
III	7,986	6,410	2,161	3,247	1,820
IV	3,363	1,755	829	590	153
V	2,262	1,306	622	475	183
Total	136,223	111,782	32,955	68,842	56,239

出典： Data volume lalu lintas transaksi, Oktober 2013, Jasamarga



出典：調査団

図 6.2-2 高速道路主要断面位置図

(3) 航空

ジャカルターバンドン間を結ぶ航空機は現在運行されていない。HSR がスラバヤまで延伸した場合に競合すると考えられる、ジャカルタ～スマラン・スラバヤ間、バンドン～スマラン・スラバヤ間の2013年の旅客数は表 6.2-4 のとおりである。

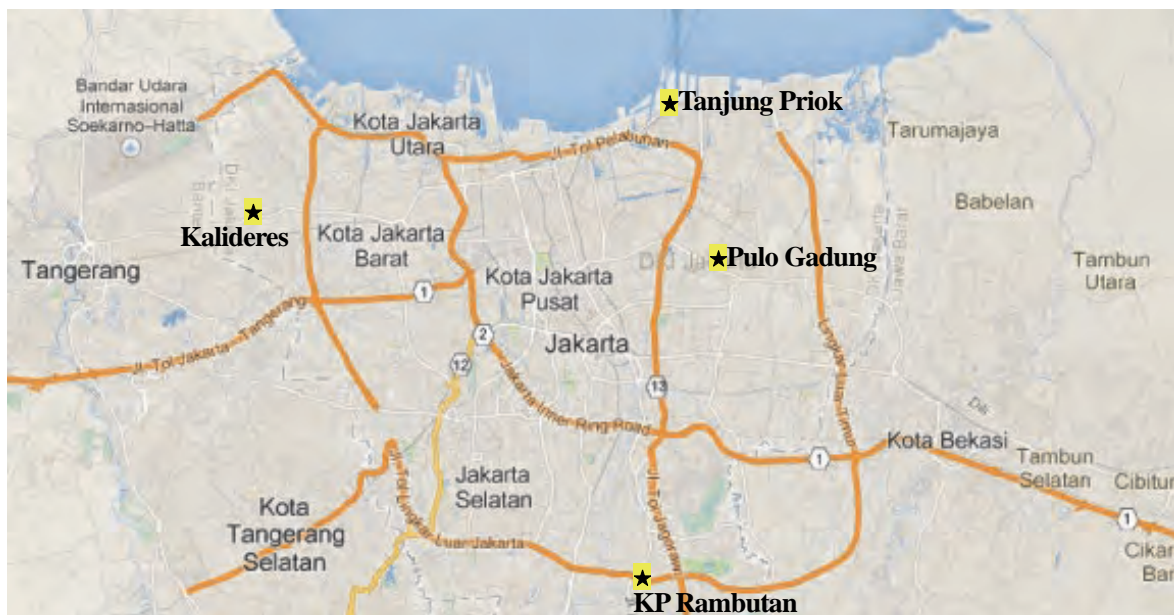
表 6.2-4 航空機利用者数 (2013 年)

ルート	利用者数(人/年)	便数 (便/年)
Jakarta-Semarang CGK-SRG	2,272,235	15,372
Jakarta-Surabaya CGK-SUB	5,555,702	37,768
Bandung-Semarang BDO-SRG	28,648	585
Bandung-Surabaya BDO-SUB	489,727	3,401

出典： Directorate General of Air Transportation, 2014

(4) 都市間バス

ジャカルタとバンドンを結ぶバスは、大型バスとシャトルと呼ばれる小型バスの2種類がある。大型バスはジャカルタ市内にある4つの都市間バスターミナルから、小型バスはシャトルバスターミナルから運行されている。



出典：調査団

図 6.2-3 主要都市間バスターミナル位置図 (ジャカルタ)

2013年のジャカルタ特別州にある4つの主要バスターミナルからは、大型バスは1日に74本が運行し、466人が利用した。これらターミナルからの利用者は1台あたり平均6人と少ないが、この他にも、途中のバス停からも大型バスを利用する者がいる。

表 6.2-5 ジャカルタ発一バンドン行大型バス利用者数 (2013 年)

ターミナル名	運行数/日	利用者数/日	平均乗車時間
Pulo Gadung	7	30	3 時間
Kalideres	1	3	4 時間
KP Rambutan	63	416	3 時間
Tanjung Priok	3	17	3 時間
合計	74	466	-

出典：Road transportation terminal management unit, transportation service, DKI Jakarta Province, 2014

主な会社のシャトルの 1 日当たりの運行本数は、表 6.2-6 のとおりであり、少なくとも片道 1,240 本以上の運行がなされている。また、ヒアリング調査結果からは、平日の平均乗車人員は 5~6 人である。

表 6.2-6 ジャカルタ発一バンドン行小型バス運行回数 (2013 年)

会社名	運行回数/日
Cipa Gandi	481
X Trans	200
Day Trams	180
Baraya	351
Transline	28
合計	1,240

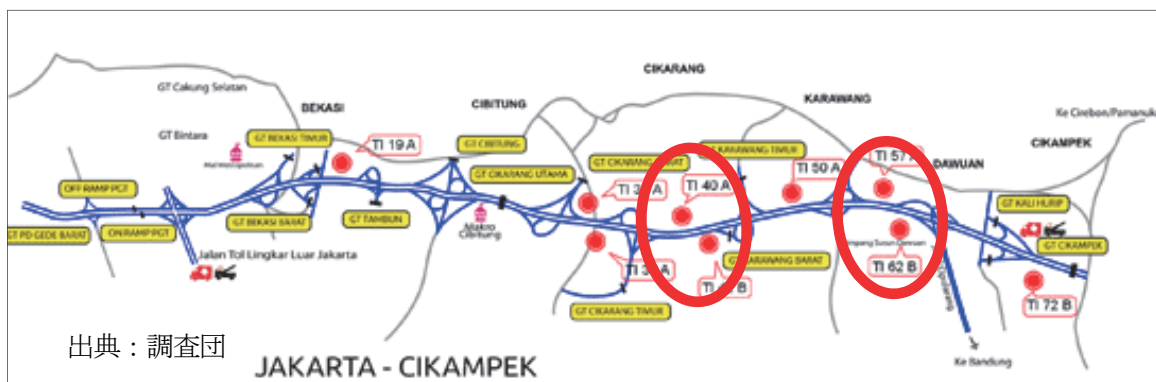
出典：各社時刻表より調査団が作成

バスの運賃は、大型バスのエコノミーで 35,000Rp、エグゼクティブクラスで 60,000 Rp、シャトルでは 85,000 Rp 程度であるが、オフピークとピーク時期で運賃は変動する。

6.3 交通実態調査

6.3.1 現況乗用・バス利用 OD 表の作成

ジャカルターバンドン間の交通の多くは乗用車・バス利用交通であるが、その利用実態を示す OD 表が存在しなかったため、本調査ではジャカルターチカンペック有料道路上のサービスエリア 4 か所（上りは 42km、62km 地点、下りは 40km、57km 地点）で、乗用車及びバスの利用者に対して出発地・目的地を尋ねるサンプル調査を実施すると同時に、サービスエリアに流入する交通量をカウントした。



出典：調査団

図 6.3-1 交通調査地点

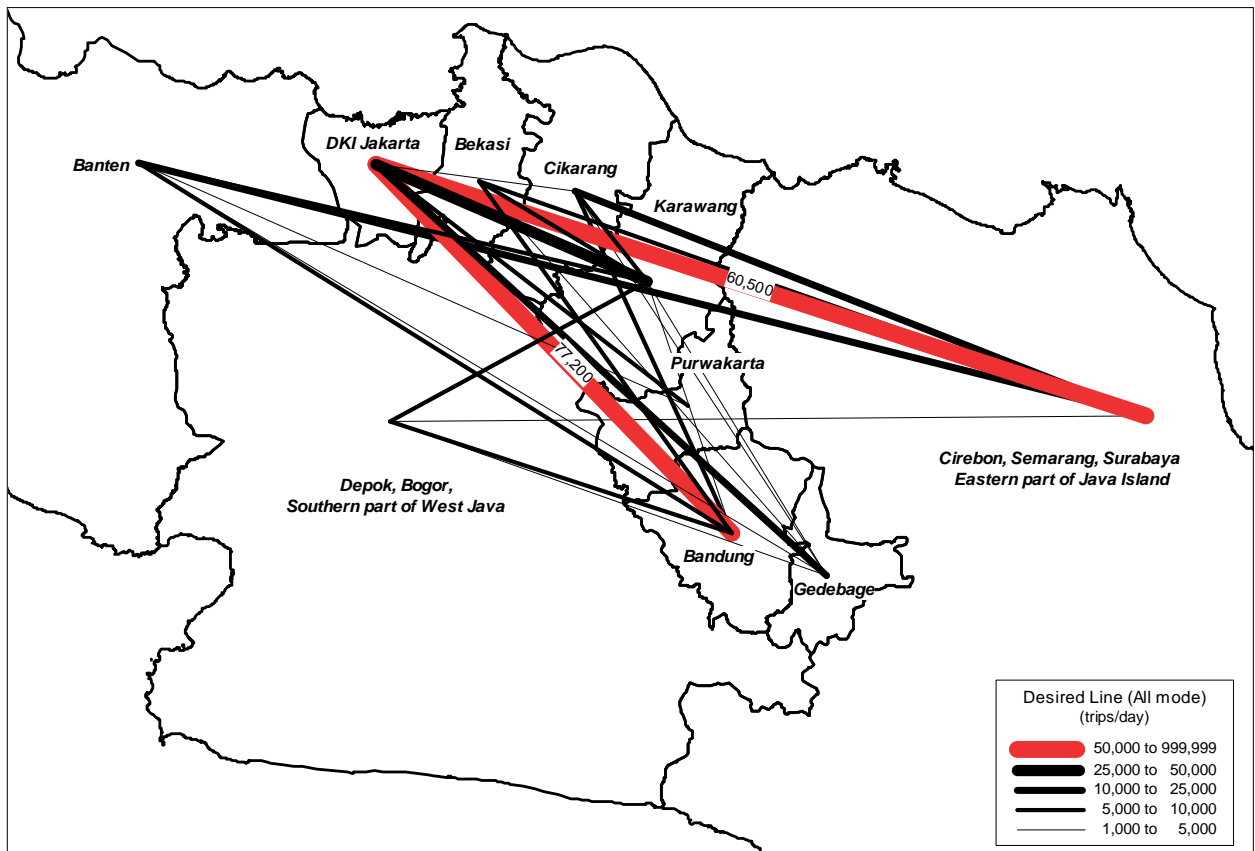
調査の集計結果であるサービスエリアの利用状況を表 6.3-1 に示す。サービスエリアの利用台数は、下りでは57km 地点、上りでは42km 地点が多かった。特に57km 地点ではバスの利用が他地点と比べて多く、このため、乗客数も 29,300 人/日にも達した。

表 6.3-1 サービスエリア利用状況

方向	位置	車両台数(台/日)				バスの比率	主要道路上の交通量(台/日)	利用率	旅客数(人/日)			
		乗用車	小型バス	大型バス	合計				乗用車	小型バス	大型バス	合計
下り	40A	4,829	461	569	5,859	17.6%	53,658	11.0%	12,465	1,424	8,673	22,540
	57A	4,617	815	931	6,363	27.4%	42,267	15.1%	16,525	2,722	10,073	29,320
上り	62B	2,386	674	781	3,841	37.9%	42,556	9.0%	7,554	1,167	9,831	18,552
	42B	4,015	385	273	4,673	14.1%	53,498	8.7%	12,952	1,935	4,179	19,066

出典：調査団

この調査結果を基に作成した現況旅客 OD 表の希望線図を図 6.3-2 に示す。また、主な OD ペアの車種別利用者数を表 6.3-2 に示す。ジャカルターチカンペック有料道路利用者で一番多い交通はジャカルタとバンドンを結ぶ OD ペアで 77,200 トリップ/日を、次に多い交通はジャカルタ首都圏とチレボン、スマラン等ジャワ島東部を結ぶ OD ペアで、60,500 トリップ/日であった。このジャカルターバンドン間の交通の内訳をみると、乗用車利用者が全体の 84% で、次いで小型バス利用者が 14%、大型バス利用者が 2% であった。



出典：調査団

図 6.3-2 ジャカルターチカンペック有料道路利用者の希望線図

表 6.3-2 車種別利用者数

(単位：トリップ/日)

OD ペア	乗用車	小型バス	大型バス	合計
ジャカルターチカラン	1,200	0	0	1,200
ジャカルターカラワン	31,400	0	4,700	36,100
ジャカルタープルワカルタ	7,500	1,200	200	8,900
ジャカルターバンドン	65,100	10,500	1,600	77,200
ジャカルターグデバゲ	19,200	3,100	500	22,800
ジャカルターチレボン、東ジャワ	53,600	0	6,900	60,500

出典：調査団

6.3.2 航空機から HSR への転換モデルの作成 (HSR がスラバヤまで開業した場合)

HSR がスラバヤまで開業した際、現在航空機を利用してジャカルタースラバヤ間を行き来する乗客がどの程度 HSR へ転換するかを予測するため、スカルノハッタ空港のスラバヤ行の乗客に、SP 調査を行い、その結果を基に転換モデルを作成した。表 6.3-3 は、ジャカルタースラバヤ間の平日の便数を、表 6.3-4 は、SP 調査対象便と SP 調査数を示す。平日の便数は、直行便で 49 便あり、そのうち LCC の割合は 78%であった。1 便当たりの座席数を 180 とすると、最大輸送可能人数は約 9,000 人/日であった。このうち調査便数は 16 便、定員の 89%の乗客がおり、そのうちの 400 人 (15%) に調査を実施した。

表 6.3-3 平日のジャカルタースラバヤ (片道) の便数

Airline Carrier	IATA code	Number of flights	
		Legacy carrier	LCC
Garuda	GA	11	-
Lion air	JT	-	21
Citilink	QG	-	9
Air Asia	AK	-	5
Mandara tiger air	RI	-	2
Merpati Nusantara	MZ	-	1
Total		11	38
Rate		22%	78%

出典：Air time tables

表 6.3-4 SP 調査の対象便、対象者数

便名	出発時間	機体	座席数	旅客数	聞き取り数
JT 692	9:10	Boeing 737	215	207	29
JT 576	10:55	Boeing 737	215	186	33
GA 312	11:20	Boeing 737	162	150	18
QG 803	11:30	A320	180	139	18
GA 314	12:30	Boeing 737	162	150	40
GA 316	13:30	Boeing 737	162	157	30
QG 805	13:40	A320	180	145	11
JT 582	14:00	Boeing 737	215	201	34
JT 578	15:40	Boeing 737	215	198	34
QG 813	15:45	A320	180	165	14
JT 696	16:50	Boeing 737	215	204	31
GA 322	17:10	Boeing 737	162	162	40
QG 817	18:10	A320	180	138	14
GA 326	19:30	Boeing 737	162	157	32
GA 324	20:00	Boeing 737	162	159	4
QG 807	20:10	A320	180	133	18
16 (Legacy Carrier=6, LCC=10)		Total	2,947	2,629	400
利用率				89%	-
聞き取り率					15%

出典：調査団

被験者が支払ったエコノミークラスの航空料金を見ると、既存航空会社には平均 111 万 Rp を支払っていたが、LCC には約半分の 55 万 Rp であった。

表 6.3-5 SP 調査対象者の航空料金平均支払額

航空会社	航空料金 (Rp/人)		
	ビジネスクラス	エコノミークラス	
Garuda	2,296,000	1,107,000	
Lion air	-	541,000	552,000
Citilink	-	578,000	

出典：調査団

SP 調査の主な内容は、9 種類の異なる条件がある代替案に対し、どちらの交通手段を選ぶかを尋ねるもので、その結果を基に、以下に示すバイナリーロジットモデルを適用し、推計を行った。

$$P_{HSR} = 1 / \{1 + \exp(V_{Air} - V_{HSR})\}$$

ここで、

$$V_{Air} = \alpha \times (\text{Access time} + \text{Waiting time (hr)}) + \beta \times (\text{Travel time (hr)}) + \gamma \times (\text{Fare (Rp)})$$

$$V_{HSR} = \alpha \times (\text{Access time} + \text{Waiting time (hr)}) + \beta \times (\text{Travel time (hr)}) + \gamma \times (\text{Fare (Rp)})$$

変数	パラメータ	t 値
α : Access+waiting time (hr)	-1.06425	-8.06
β : Travel time (hr)	-0.97617	-11.38
γ : Fare (Rp.)	-5.23E-06	-20.64
$\bar{\rho}^2$	0.16	
Hit-Ratio	70.7	
サンプル数	2,718	

出典：調査団

その結果から算定した代替案別選択確率を表 6.3-6 に示す。

表 6.3-6 代替案別選択確率

代替案	アクセス時間 (分)		待ち時間 (分)		乗車/飛行時間 (分)		料金 (Rp)		選択確率	
	飛行機	HSR	飛行機	HSR	飛行機	HSR	飛行機	HSR	飛行機	HSR
1	45	15	15	10	80	180	400,000	450,000	0.780	0.220
2	90	30	30	15	80	180	800,000	650,000	0.380	0.620
3	135	60	60	30	80	180	1,400,000	1,000,000	0.089	0.911
4	90	30	60	30	100	220	400,000	450,000	0.650	0.350
5	135	60	15	10	100	220	800,000	650,000	0.658	0.562
6	45	15	30	15	100	220	1,400,000	1,000,000	0.282	0.718
7	135	60	30	15	120	260	400,000	450,000	0.720	0.280
8	45	15	60	30	120	260	800,000	650,000	0.606	0.394
9	90	30	15	10	120	260	1,400,000	1,000,000	0.276	0.724

出典：調査団

6.4 需要推計結果

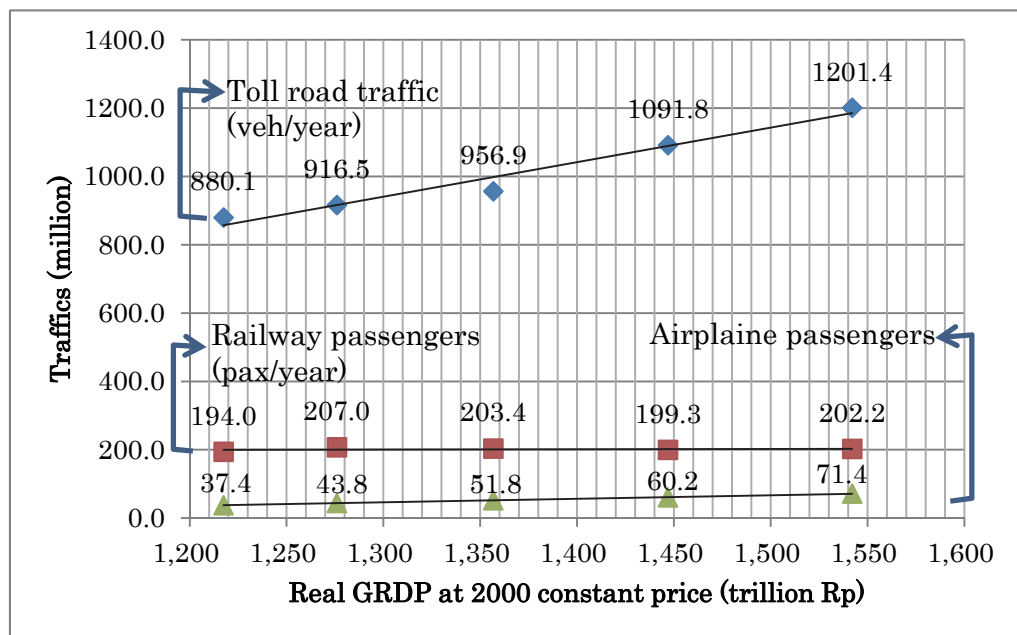
6.4.1 前提条件

(1) 需要予測対象年次

高速鉄道の開業年は建設期間や関連プロジェクトの設定をもとに2020年と設定し、評価期間は、日本の鉄道プロジェクト評価の期間をもとに30年と設定した。すなわち、需要予測の対象年次としては2020年から2050年までの10年間隔とした。

(2) 社会経済指標との比較

交通需要は、GDPが上昇すると増加することから、過去のジャワ島の実質GRDPと手段別交通量の推移を線形モデルで回帰させ、経済成長による生産活動や交流の拡大が交通需要の増加に反映できるようにした。但し鉄道については、回帰の精度が低かったため、年平均伸び率で将来を推定した（図6.4-1参照）。将来のGRDPは、MP3EIに記載されている長期予測を参考にしながら設定した（表6.4-1、図6.4-2参照）。その後回帰モデルに将来GRDPを代入して将来交通需要を算出した。



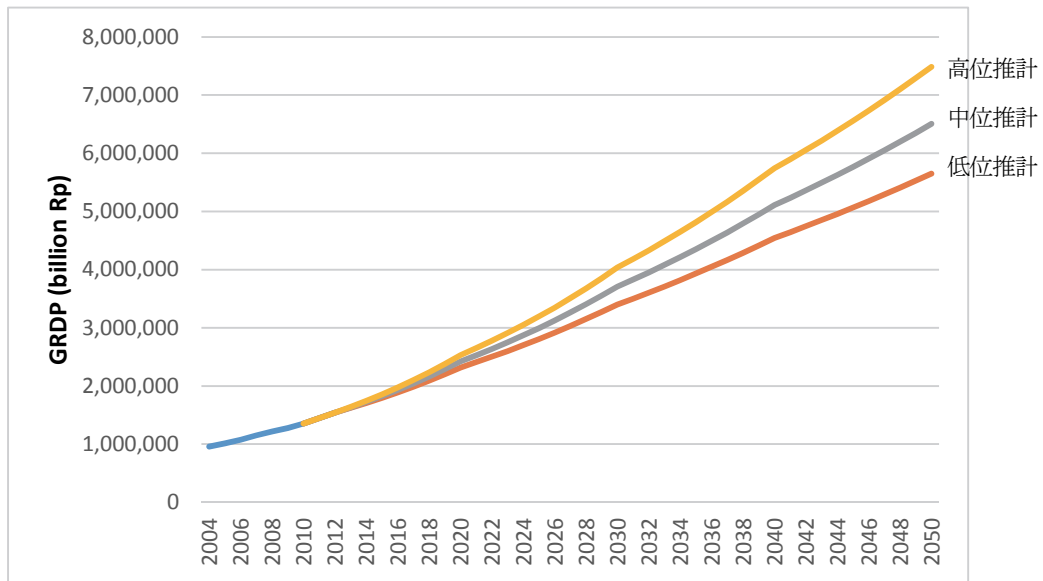
出典：調査団

図 6.4-1 GRDP と手段別交通量の関係

表 6.4-1 GRDP の年平均伸び率の設定

	低	中	高
2012-2020	5.2%	5.8%	6.4%
2020-2030	3.9%	6.5%	4.8%
2030-2040	2.9%	3.3%	3.6%
2040-2050	2.2%	2.4%	2.7%

出典：調査団



出典：調査団

図 6.4-2 ジャワ島 GRDP 予測値 (2000 年価格)

(3) 道路からの転換対象交通

- ▶ ジャカルタ～バンドン間の移動は、ジャカルターチカンペック高速道路の他、一般道でも可能であるが、一般道の道路状況は、高速道路と比べると良くなく、地元の交通による混雑で時間がかかる等の問題があるため、多くの道路利用者は、到着時間が短く、快適な通行性能を持つ高速道路を使っている。また一般道路利用車の起終点を把握することは困難なため、道路からHSRへの転換対象交通は、高速道路利用交通に限定する。
- ▶ HSRがスラバヤまで開業される場合、チレボン以東間の道路交通はジャカルターチカンペック高速道路を利用しないため、本調査で実施した交通調査では把握できない。このため道路からのHSR利用者数は、実際よりも低めになる可能性が高い。

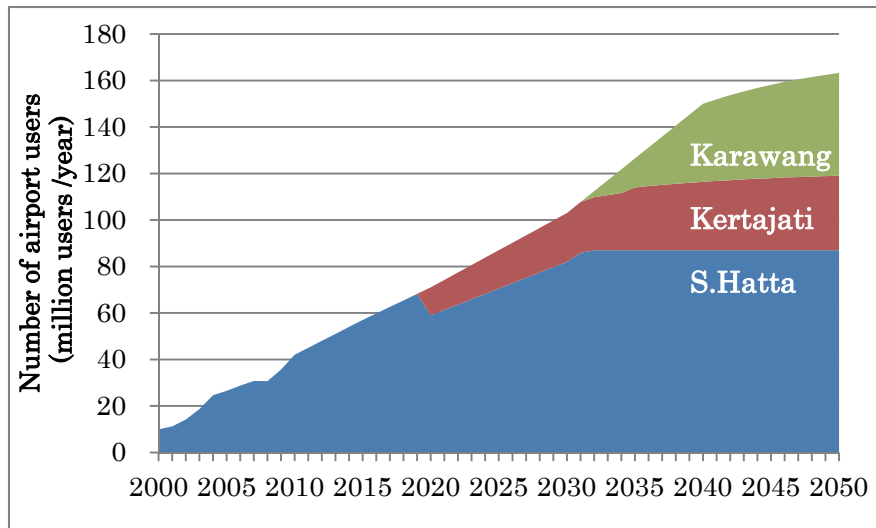
(4) 鉄道からの転換対象交通

ジャカルタ～バンドン間の鉄道利用者を対象に、ある程度運賃負担能力があり、目的として主に転換が想定されるエグゼクティブクラス及びビジネスクラスの利用者数とする。

(5) 空港整備による影響

スカルノハッタ国際空港では、第1～3ターミナルの整備によって2015年までに6,200万人/年の施設容量を、長期的には第4ターミナル並びに第3滑走路整備を行い8,700万人/年の施設容量を確保する計画がある。その他、西ジャワ州政府が計画するクレタジャティ新国際空港の整備（2020年）、カラワン新国際空港の整備（2032年）が予定されており、将来の空港利用者数は図6.4-3のように推計されている。

本調査では、クレタジャティ及びカラワン新国際空港の利用者は、全て乗用車でアクセスすると仮定し、将来の乗用車OD表に空港利用者数を追加する。



出典：METI調査報告書

図 6.4-3 空港利用者数の推移

(6) 乗用車・バス・鉄道から HSR への転換モデル

METI調査ではジャカルターバンドン〜チレボン間のHSRの需要を予測するためのSP調査が実施されており、鉄道や乗用車・バスから、HSRへの転換モデルがバイナリーロジットモデルで作成されている。このため本調査では、これらモデルをジャカルターバンドン〜スラバヤ間のHSRの需要を予測するのに用いることとする。

表 6.4-2 モデルパラメータ

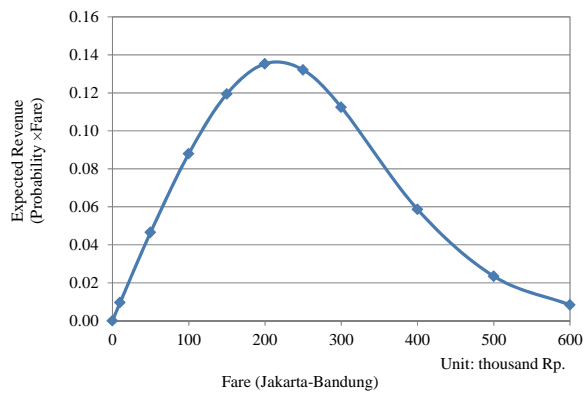
変数	乗用車		バス		鉄道	
	パラメータ	t 値	パラメータ	t 値	パラメータ	t 値
α : Access+waiting time (hr)	-0.58100	-1.80	-0.00153	-2.24	-0.11628	-7.16
β : Travel time (hr)	-0.47000	-8.50	-0.64845	-12.07	-0.83326	-7.17
γ : Fare (Rp.)	-3.8E-05	-3.89	-1.6E-05	-7.54	-1.1E-05	-3.26
\bar{p}^2	0.23		0.18		0.16	
Hit-Ratio(%)	73.3%		69.7%		70.0%	
サンプル数	106.5		738		477	

出典：METI調査報告書

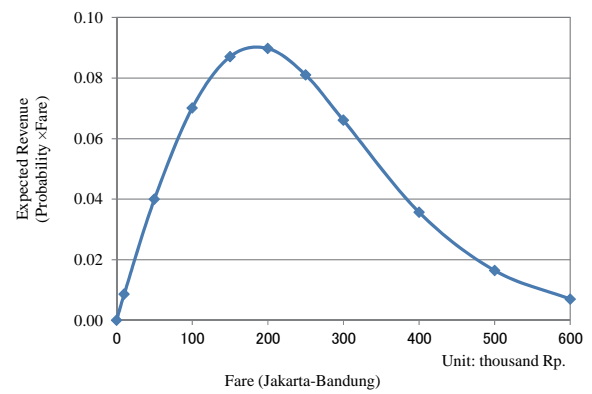
(7) 運賃設定

運賃設定は、利用者が最も多いジャカルターバンドン間のODペアに対し、表6.5-2に示すモデル式を用いて運賃と期待収入（選択確率×運賃）の関係を推計すると、20万Rpで最も高くなった。

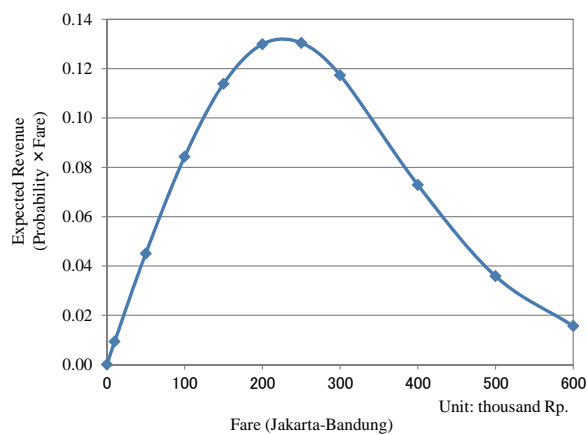
乗用車



バス



鉄道



出典：METI調査報告書

図6.6.5 運賃と期待収入の変化

このため、ジャカルターバンドンの運賃を20万Rpと設定し、その他の駅間運賃を対距離運賃で設定した結果を表6.4-3に示す。

表6.4-3 HSR運賃表

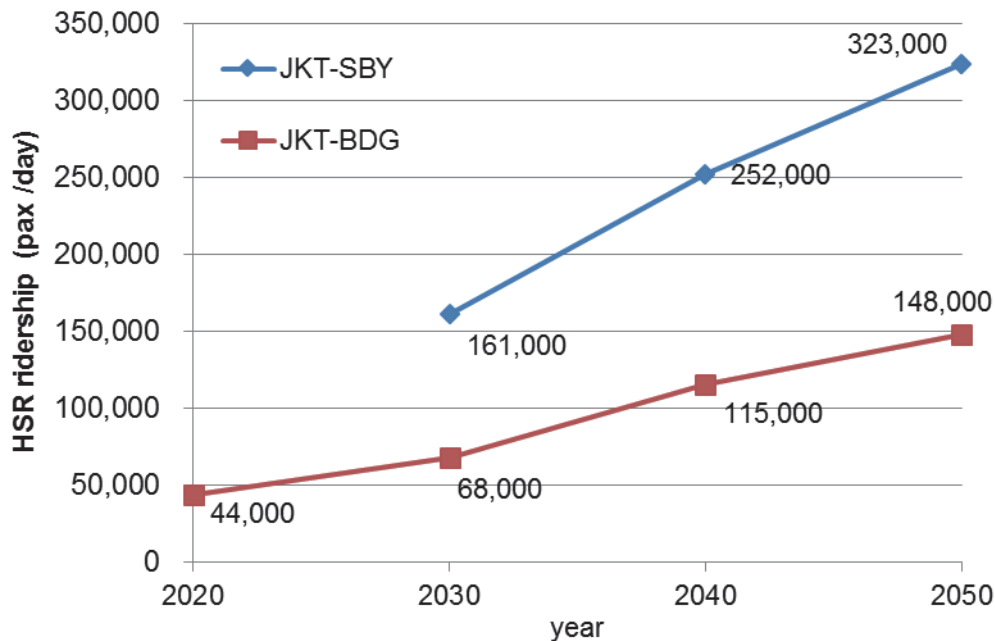
(単位：Rp.)

駅	Jakarta	Bekasi	Cikarang	Karawang	Bandung	Gedebage	Cirebon	Semarang	Surabaya
Jakarta	-	40,000	70,000	90,000	200,000	220,000	380,000	550,000	800,000
Bekasi	40,000	-	30,000	50,000	160,000	180,000	340,000	520,000	770,000
Cikarang	70,000	30,000	-	20,000	130,000	150,000	310,000	500,000	740,000
Karawang	90,000	50,000	20,000	-	110,000	130,000	290,000	490,000	720,000
Bandung	200,000	160,000	130,000	110,000	-	20,000	180,000	480,000	710,000
Gedebage	220,000	180,000	150,000	130,000	20,000	-	160,000	470,000	700,000
Cirebon	380,000	340,000	310,000	290,000	180,000	160,000	-	320,000	720,000
Semarang	550,000	520,000	500,000	490,000	480,000	470,000	320,000	-	400,000
Surabaya	800,000	770,000	740,000	720,000	710,000	700,000	720,000	400,000	-

出典：調査団

6.4.2 HSR 利用者数

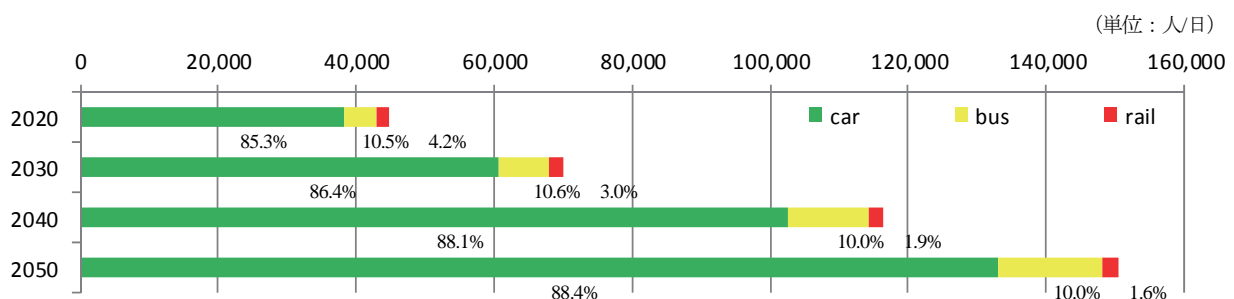
HSRの利用者数を図6.4-5に示す。HSRがジャカルターバンドン間で開業するケースでは、2020年の利用者数は44,000人/日だが、2050年には2020年の利用者数の3.4倍の148,000人/日へと、年平均伸び率4.1%で増加する。HSRがスラバヤまで開業されるケースでは、2030年の利用者数は161,000人/日であるが、2050年の利用者は、2020年の利用者数の2.0倍の323,000人/日へと、年平均伸び率3.5%で増加する。なお、2030～2040年での伸び率が2020～2030年の伸び率より大きい理由は、2032年にカラワン新国際空港が開港することになっているためである。



出典：調査団

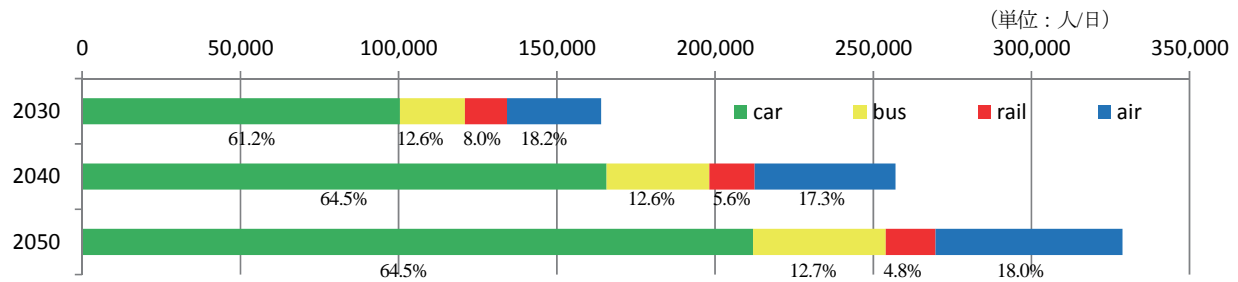
図6.4-5 HSR利用者数

各交通手段からHSRへの転換量を図6.4-6、図6.4-7に示す。HSRがジャカルターバンドン間で開業した場合、乗用車からの転換が殆どで、その割合は85～88%となっており、HSRの導入が自動車交通の削減に寄与することがわかる。一方、HSRがスラバヤまで開業した場合、乗用車からの転換は61～65%、次いで多いのは航空機からの転換で17～18%を占めている。



出典：調査団

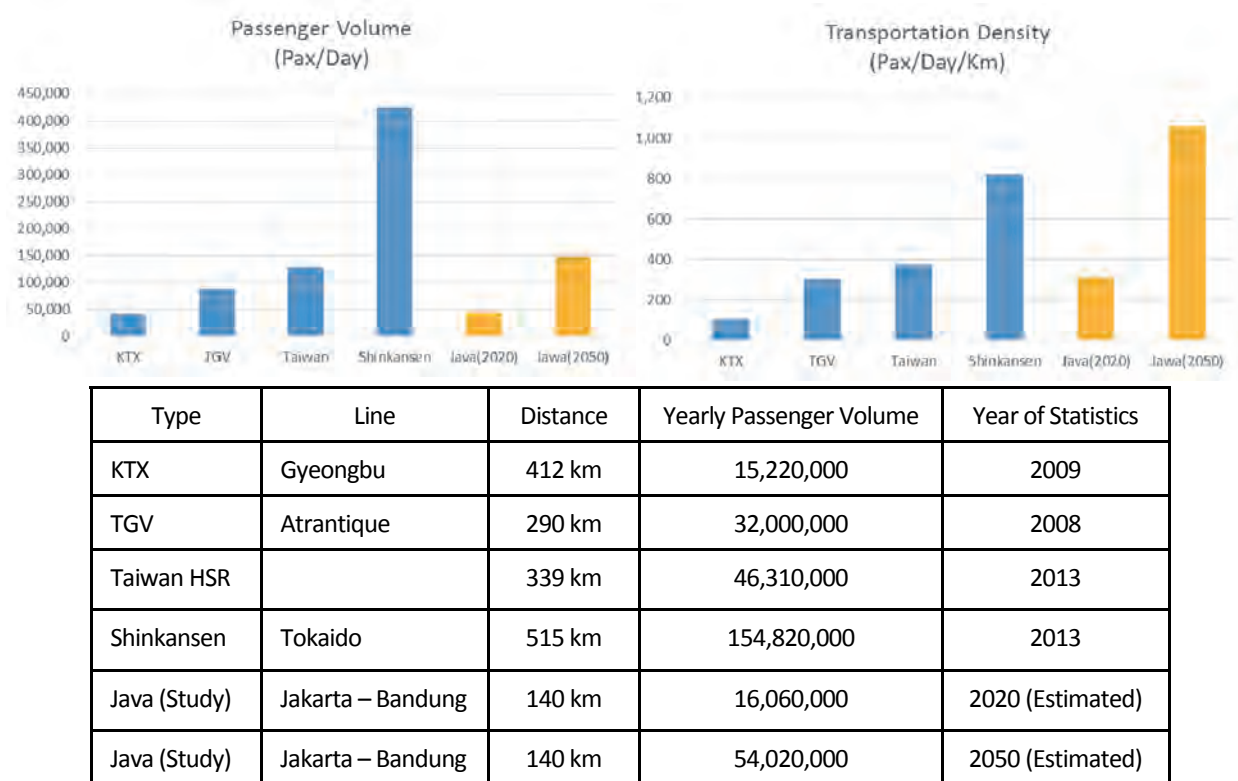
図6.4-6 各交通手段からHSRへの転換者数（ジャカルターバンドン）



出典：調査団

図6.4-7 交通手段からHSRへの利用者数 (ジャカルタースラバヤ)

図6.4-8は各国の高速鉄道の需要を比較した結果を示している。ジャカルターバンドン間開業ケースで見ると、乗客数は2020年に韓国HSRと同程度であり、需要密度は開業時でも仏TGVと同程度、2050年には日本の新幹線（東海道）を上回る高いレベルとなることが予想されている。



出典：調査団

図6.4-8 高速鉄道需要の各国比較

6.4.3 HSR 断面輸送量

図6.4-9に各ケースの年度別の断面輸送量を示す。HSRがジャカルターバンドン間で整備されたケースでは、ジャカルターバンドン間を通して輸送量が多く、特に2030年まではブカシーチカラン間が、2040年以降はチカランーカラワン間の断面輸送量が最も多い。一方バンドンーグデバゲ間の断面はそれまでの輸送量の33~35%に留まっている。

HSRがジャカルタスラバヤ間で整備されたケースでは、2030年ではチカランーバンドン間が、2040年以降はチカランーカラワン間の断面輸送量が最も多い。バンドンを過ぎると、断面輸送量は低減していき、スマランースラバヤ間では、最大断面輸送量の16～17%になっている。

6.5 需要感度分析

需要予測は設定された前提条件をもとに推計されるものであり、それらの前提条件が変化すれば当然、予測結果も変化する。ここでは、予測結果に影響を与えると考えられる GDP の伸び、HSR 料金設定及び将来の道路混雑状況（道路速度）の3項目についての分析を行う。

(1) GDP の変化による需要増減

ジャワ島のGRDPの予測が前出の表6.4-1で示す範囲で増減する場合のHSRの利用者の変化を図6.5-1、図6.5-2に示す。将来のジャワ島のGDPが下位推計（中位推計の-10%）で推移した場合、2050年のHSRの利用者は、ジャカルターバンドン間開業ケースでは148,000人/日から128,000人/日へ、ジャカルタスラバヤ間開業ケースでは323,000人/日から285,000人/日へと約12～14%減少する。一方、ジャワ島のGRDPが上位推計（中位推計の+10%）で推移した場合は、HSRの利用者はバンドン開業ケースでもスラバヤ開業ケースでも+14%増加している。すなわち、HSRの利用者は、GDPの±10%の増減に対して、±14%程度で変動する可能性がある。

(2) 料金設定及び道路混雑状況

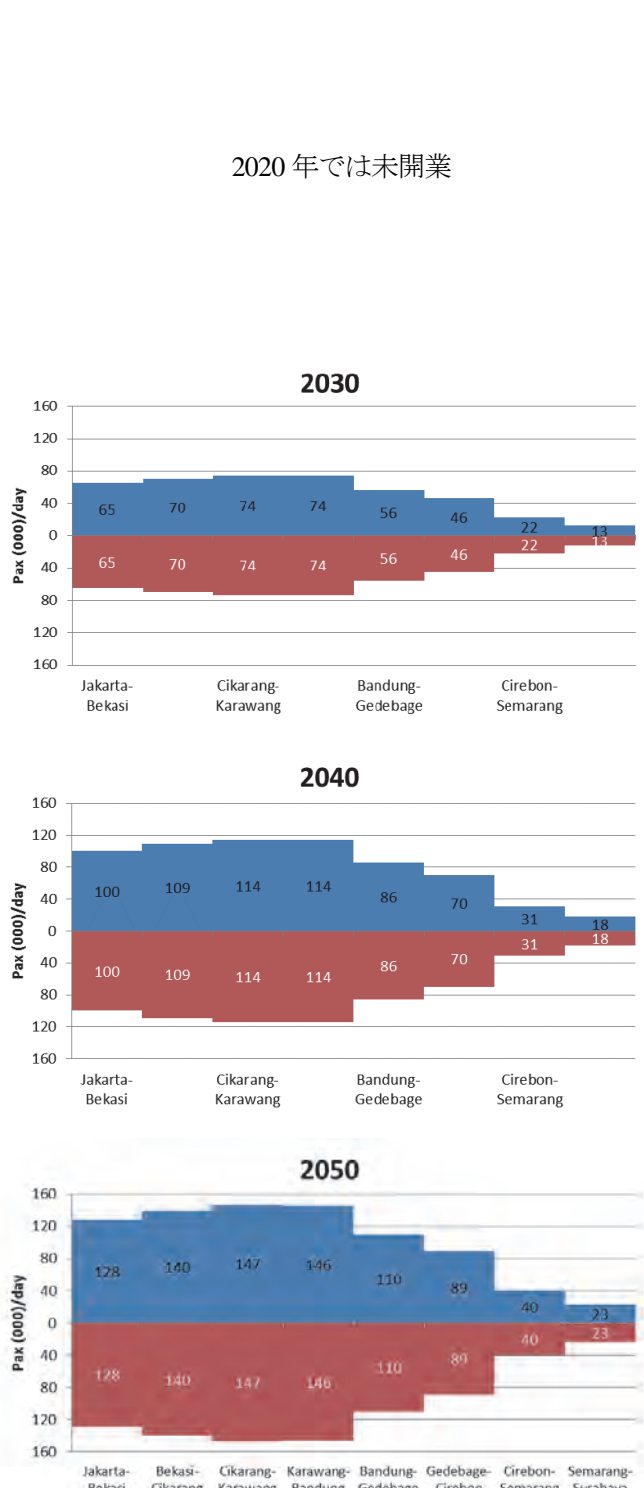
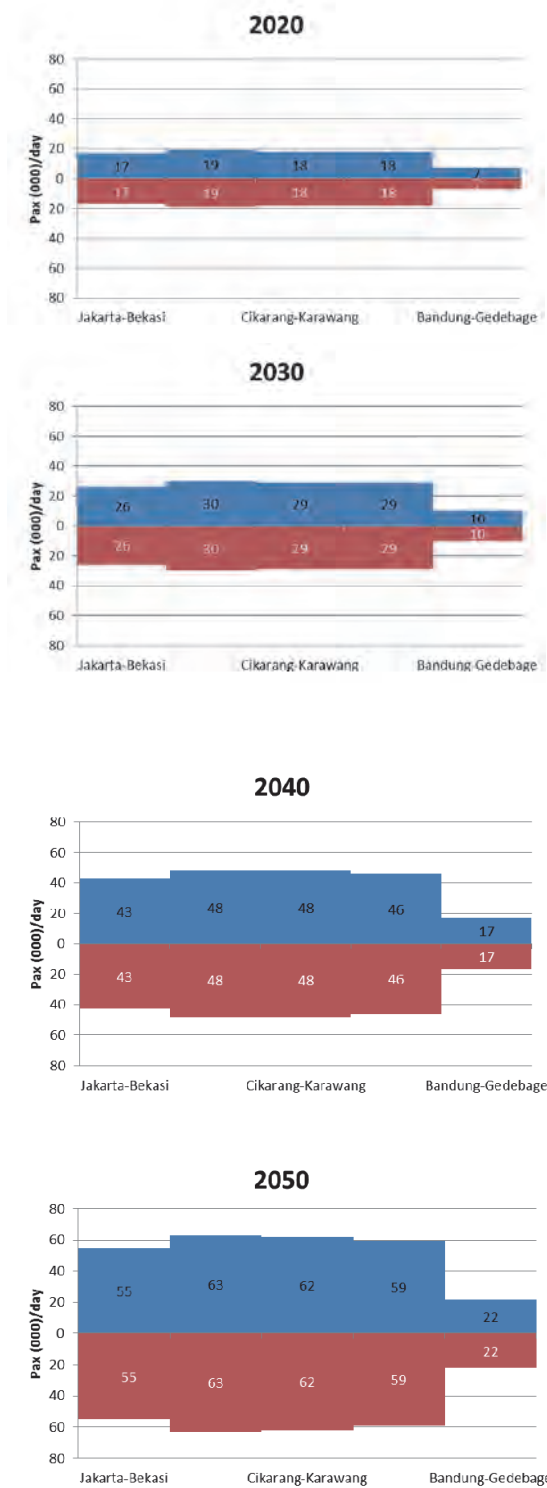
図6.5-3及び図6.5-4にHSR料金が10%安くなった場合、将来的に道路混雑が悪化して自動車の走行速度が15%減少した場合のHSR利用者数を示す。

HSR料金が10%安くなると、バンドン開業ケースでは9～12%、スラバヤ開業ケースでは15%程度、HSR利用者が増加する。すなわち、スラバヤ開業ケースでは現在の設定よりも料金を安くしても、需要がそれ以上に増加するために、総収入は増加することになり、料金設定にさらに検討が必要である。

一方、道路の走行速度が15%減少すると、バンドン開業ケースでは21～24%、スラバヤ開業ケースでは26%程度、HSR利用者が増加する。すなわち、HSR需要は将来の道路混雑にかなり敏感であり、将来的に道路整備が進まない場合、HSR導入は道路の混雑を緩和することに大きな効果があるとも言える。

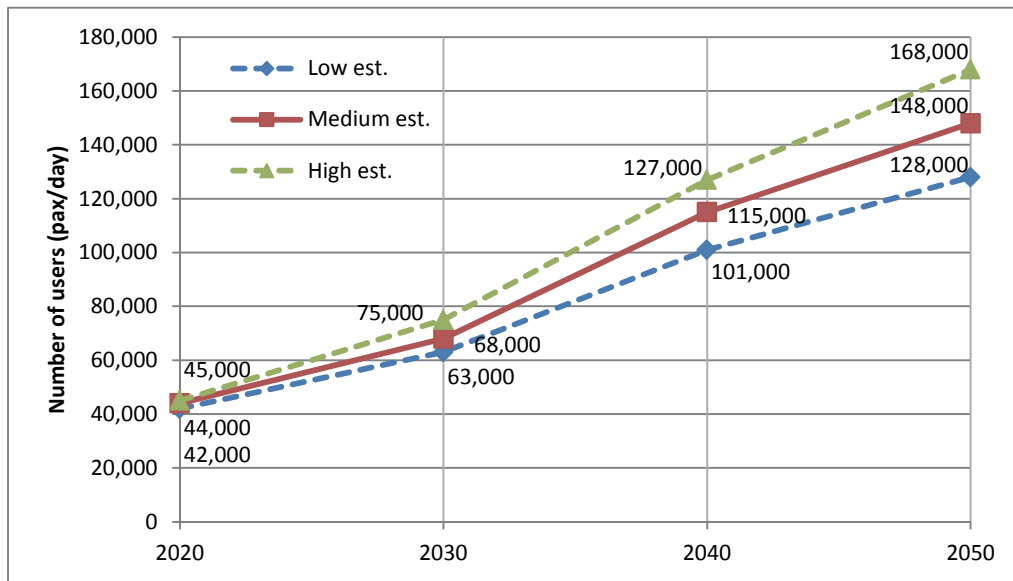
ジャカルターバンドン間が開業する場合

ジャカルタースラバヤ間が開業する場合



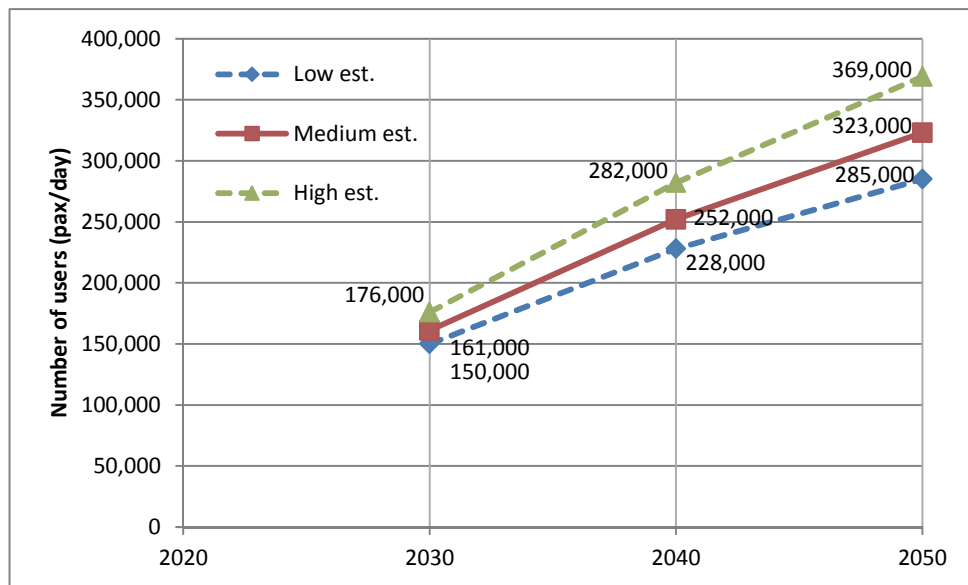
出典：調査団

図 6.4-9 ケース別年度別断面輸送量



出典：調査団

図 6.5-1 GDP の増減に伴う HSR 利用者の変化（ジャカルターバンドン間が開業するケース）



出典：調査団

図 6.5-2 GDP の増減に伴う HSR 利用者の変化（ジャカルタースラバヤ間が開業するケース）

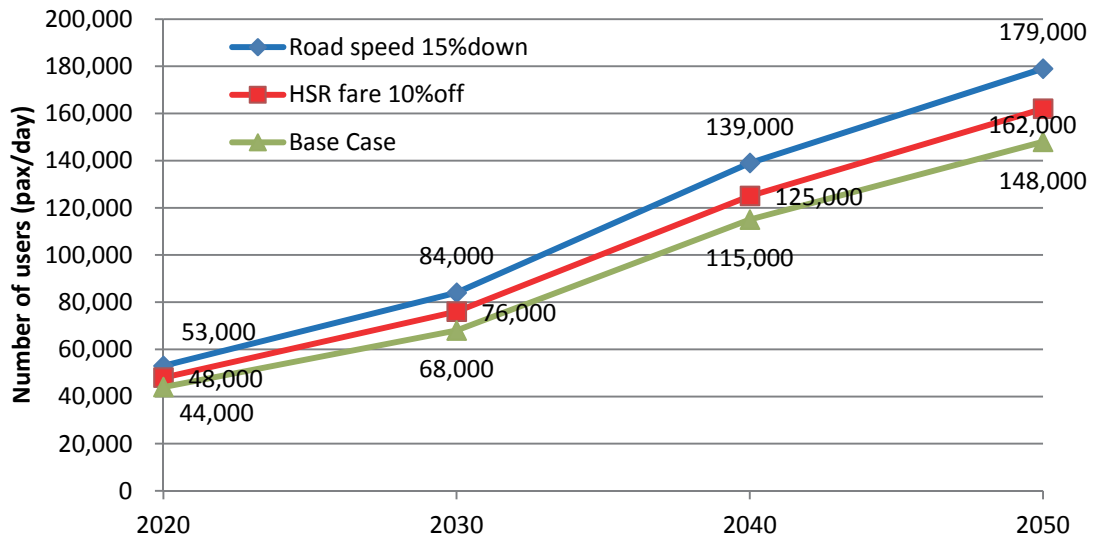


図 6.5-3 HSR 料金と道路走行速度の変化による HSR 利用者数の変化 (バンドン開業ケース)

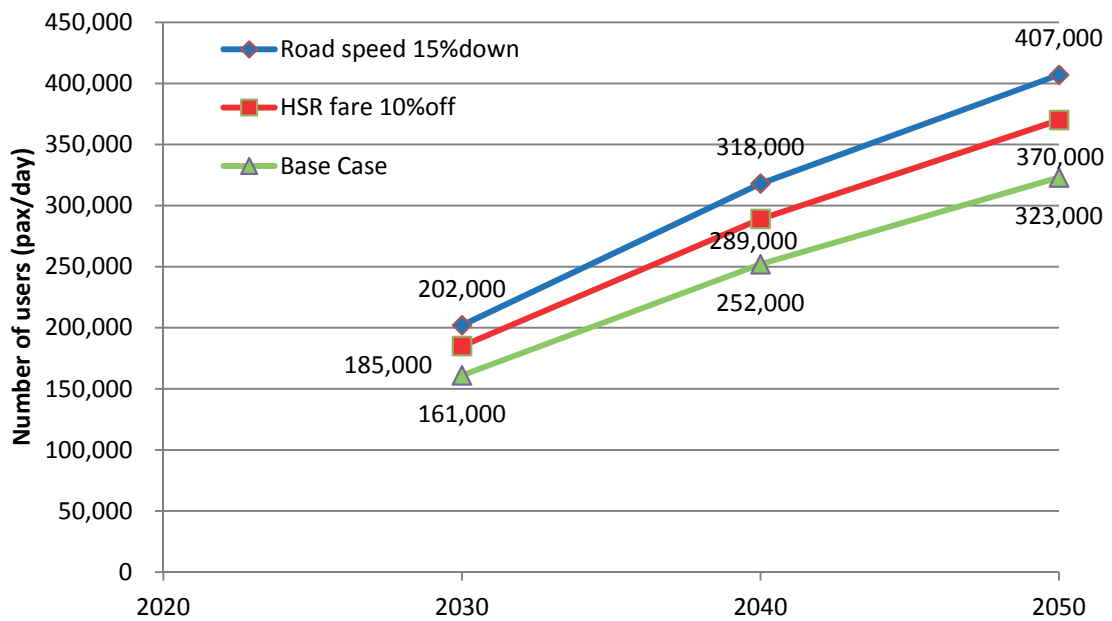


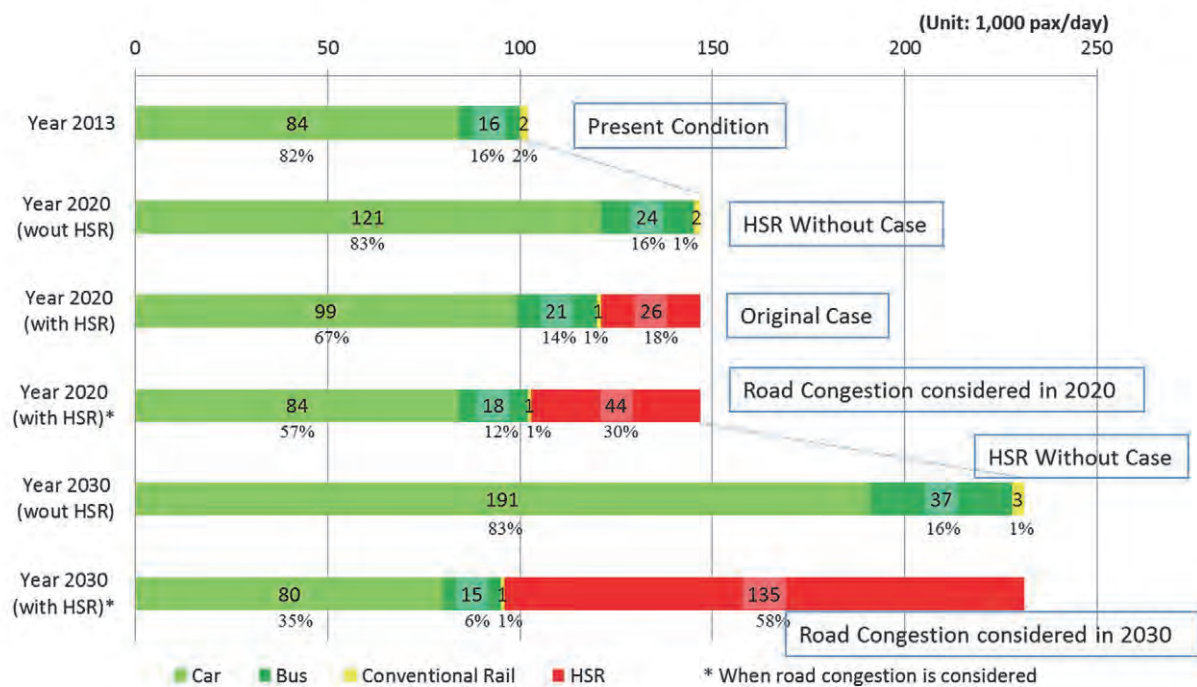
図 6.5-4 HSR 料金と道路走行速度の変化による HSR 利用者数の変化 (スラバヤ開業ケース)

6.6 需要予測から見た HSR の特性

(1) HSR 導入による他の交通手段への影響

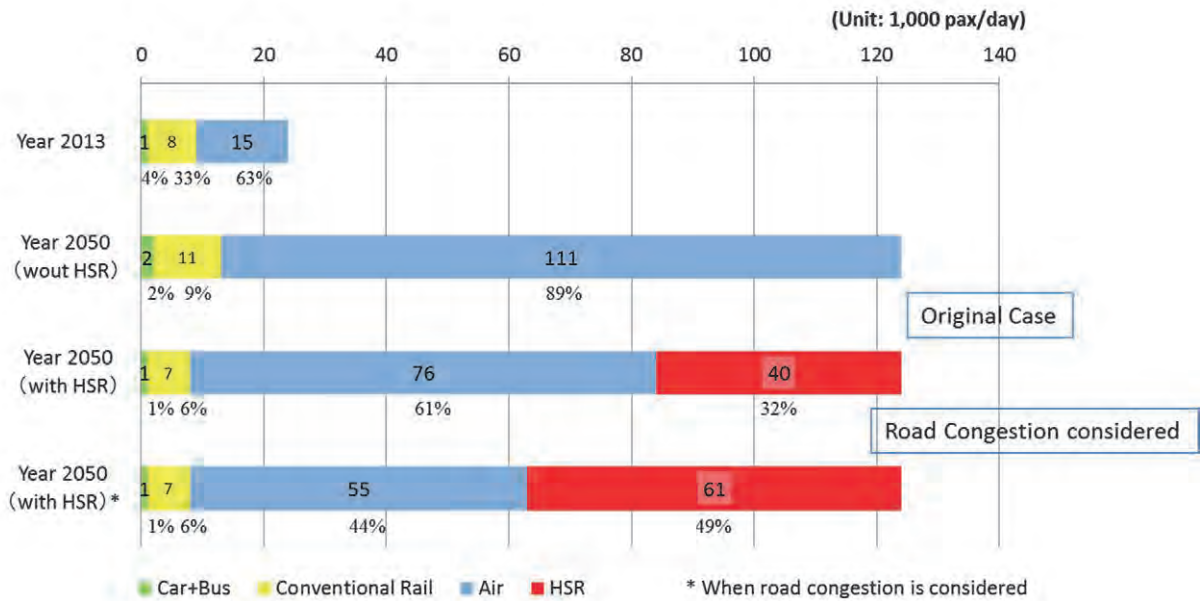
HSR は導入されれば地域の主要交通機関として機能する。図 6.6-1 及び図 6.6-2 はジャカルタ～バンドン間、及びジャカルタ～スラバヤ間の OD ペアにおける各交通機関の分担状況を示している。基本ケースでの HSR の分担率はジャカルタ～バンドン間で 18%、ジャカルタ～スラバヤ間で 32% 程度であるが、道路整備が進まずに、道路の走行速度が想定より低くなるとこの比率は高くなる。すなわち、バンドンまでで 30% (2020 年) から 58% (2030 年)、スラバヤまでで 49% となり、HSR が全体の 50% 近くを分担し、HSR がこれらの区間における最も重要な交通手段となることが明らかである。

また、図 6.6-3 は距離帯別の自動車から HSR への転換率を示しているが、500km 前後で自動車と HSR の分担率は同じとなり、それを超えると HSR が優位となる。すなわち、HSR は長距離輸送になるほど自動車と比べて有利となり、700km を超えるとほとんどが HSR 利用となることを示している。



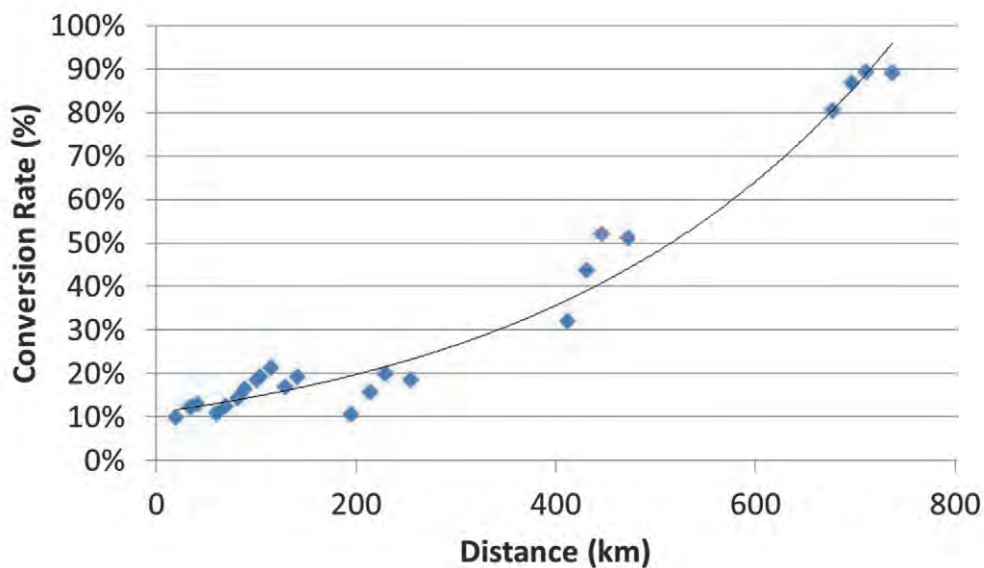
出典：調査団

図 6.6-1 ジャカルタ～バンドン・グデバゲ間 OD ペア利用交通の交通機関別分担状況



出典：調査団

図 6.6-2 ジャカルタ～スラバヤ間ODペア利用交通の交通機関別分担状況



出典：調査団

図 6.6-3 距離帯別転換率

(2) 日本とインドネシアの運賃比較

今回設定したジャカルタ～バンドン間の HSR 利用料金は 20 万ルピアである。この金額を日本における高速鉄道運賃と比較したものが表 6.6-1、図 6.6-4 である。日本で新幹線が初めて導入された 1964 年において、新幹線料金は 2.1 日分の給料に相当していた。それから 30 年近くたった 1992 年においても 1.1 日分の給与である。一方、今回の設定値はジャカルタ市の平均給与を前提とすれば低収入層でも 1.0 日分斯う収

入層にあつては0.4日分の給与水準であり、決して高い乗り物ではないことがわかる。すなわち、インドネシアにおける HSR は、一部の高所得層の乗り物ではなく、広く一般市民にも手の届く乗り物である。

表 6.6-1 日本とインドネシアの運賃比較

		HSR Fare	Wage/day		Remarks
		(A)	(B)	(C)=(A)/(B)	
Japan	All Area (1964)	¥ 2,480	¥ 1,191	2.1	
	All Area (1992)	¥ 14,430	¥ 13,620	1.1	
Taiwan	All Area (2007)	NT\$ 1,490	NT\$ 1,480	1.0	
Indonesia	DKI Low income (2013)	Rp. 200,000	Rp. 204,501	1.0	Non-agricultural low income level urban household
	DKI High income (2013)	Rp. 200,000	Rp. 445,517	0.4	Non-agricultural high income level urban household

出典：各所統計書より調査団作成

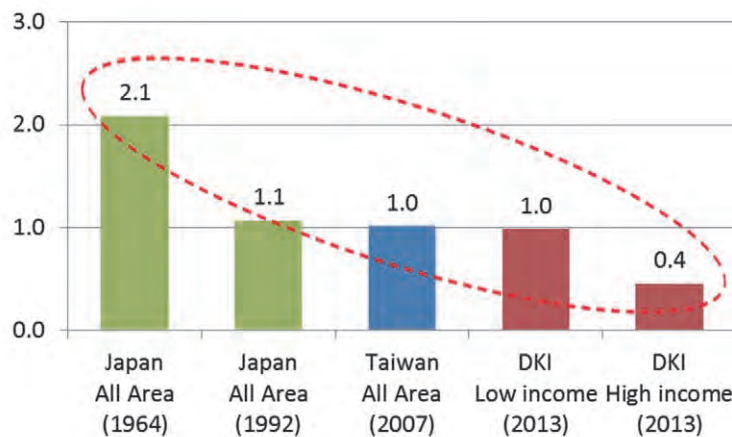


図 6.6-4 日本とインドネシアの運賃比較

(3) HSR の空間効率

この調査で導入使用としている HSR の可能輸送人員は1日当たり 30.3 万人と想定している。これは、ピーク時6分ヘッド、列車数 22 本を前提としているが、これを可能とするのは、高速鉄道専用の設備を有し、かつ大量の旅客輸送の実績がある日本の新幹線システムのみである。この輸送人員を高速道路の車線数に換算すると 10 車線に相当する。その計算式は表 6.6-2 に示す通りであり、HSR がいかに空間効率に優れているかを示すものである。また、この量は 2020 年におけるジャカルタ～バンドン間の全輸送需要 (39.8 万人) の 76%に相当し、HSR の輸送力がいかに大きいかを示している。

表 6.6-2 HSR の輸送力の算定

高速道路容量 10,000 台/日/レーン $303,000 \text{ 人/日} \div 3.0 \text{ 人/台} = 101,000 \text{ 台/日}$ $101,000 \text{ 台/日} \div 10,000 \text{ 台/日/レーン} = 10 \text{ レーン}$

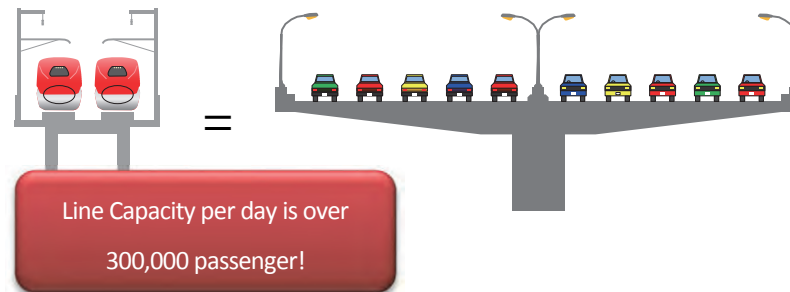


図 6.6-5 高速鉄道の空間効率

(4) 需要の確保策

HSR の導入を可能にするためには投資に見合うだけの収入が必要であることは言うまでもない。この収入はほとんどが運賃収入で賄われるため、いかに需要を確保するかが HSR の財務的フィージビリティを向上させる決め手となる。図 6.6-6 に HSR の需要喚起策をまとめているが、大きくは HSR における対策、他の交通機関での対策及びその他に分類される。HSR における対策としては各種運賃優遇策を取ること、運行頻度を上げることなどが考えられる。一方、その他の交通機関での対策としては HSR 駅への他の交通手段によるアクセシビリティの向上、新国際空港へのアクセスなどが想定される。また、その他の対策としては、HSR の駅を CBD 近くに設置するとともに、HSR を利用する住民や従業員を呼び込むための駅周辺開発促進が考えられる。しかし、最も重要なのは HSR 駅へのアクセシビリティをいかに向上させるかであり、HSR 事業の推進とともに、駅周辺の開発および駅を中心とした交通ネットワーク整備が必要である。

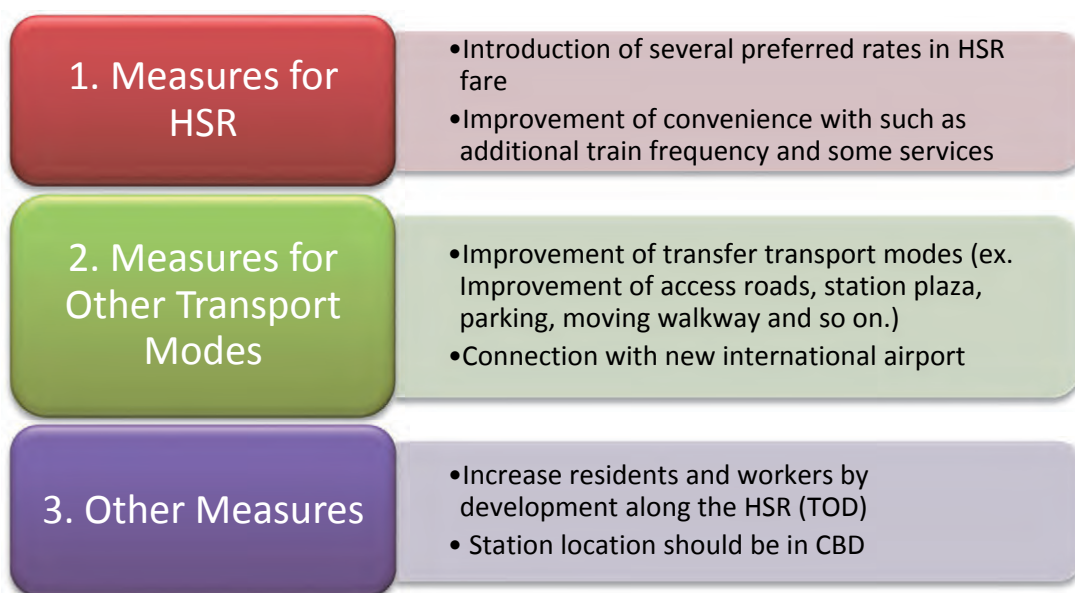


図 6.6-6 需要喚起策一覧

第7章 自然条件調査

第7章 自然条件調査

7.1 調査概要

高速鉄道の計画路線一帯における地形や地質等の自然条件を把握することは、路線計画や構造物計画等を最適化し、実現可能性の高い事業計画を策定するために極めて重要である。本調査では、現地における地図や地質関係資料の収集に加えて衛星写真測量やボーリング調査を実施し、想定されるリスクに関する評価と対策について検討を行う。

7.1.1 調査目的及び調査内容

(1) 地形調査

地面の起伏や河川・大規模構造物の配置、土地の利用状況等を把握するために、衛星写真測量を行い1/10,000レベルの地形図及び写真図を作成した。これらは路線計画図として第8章「路線計画の詳細検討」及び別冊のRoute Bookに示している。

(2) 地質調査

鉄道構造物の建設費を左右する支持地盤の深さや、トンネルの掘削進度・補助工法の要否判断に必要な地山強度を確認するために、ボーリング調査（標準貫入試験）を実施する。

また、ボーリング孔から採取した試料を用いて室内試験を行い、土の各種特性を把握する。

ボーリング調査の実施位置を図7.1-1に示す。

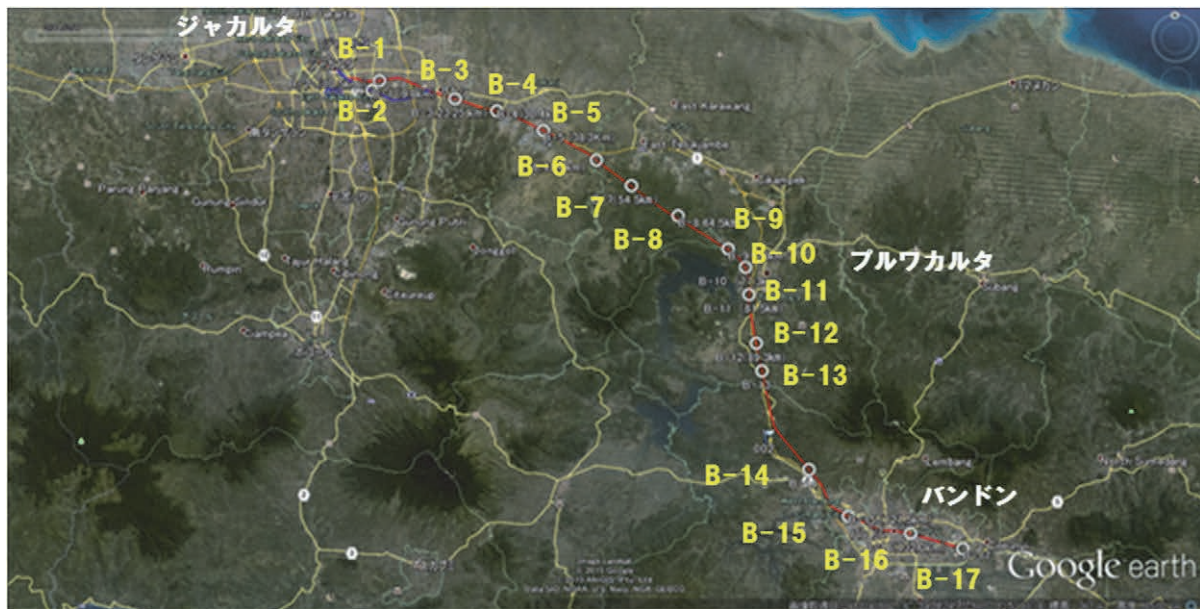


図 7.1-1 ボーリング調査位置

表 7.1-1 ボーリング調査数量一覧

Point No	Coordinate		Elevation	Date drilled/Tested		Boring	Water
	E	N	Z	Started	Completed	Depth (m)	Depth (m)
B- 1	710072	9309435	+25.00	31-Oct-14	5-Nov-14	21.45	-1.90
B- 2	711347	9310908	+26.00	12-Nov-14	14-Nov-14	20.25	-7.00
B- 3	723199	9307254	+36.00	2-Nov-14	7-Nov-14	50.45	-7.00
B- 4	729719	9304856	+36.00	30-Oct-14	6-Nov-14	60.45	-1.53
B- 5	710072	9309435	+25.00	13-Nov-14	18-Nov-14	50.45	-1.20
B- 6	745015	9296103	+38.00	11-Nov-14	13-Nov-14	30.45	-1.20
B- 7	747029	9294481	+49.00	9-Dec-14	11-Dec-14	30.45	-5.20
B- 8	761821	9282974	+40.00	5-Dec-14	6-Dec-14	40.00	-4.20
B- 9	765073	9280796	+46.00	15-Nov-14	17-Nov-14	46.00	-2.35
B- 10	767631	9277691	+100.00	16-Nov-14	19-Nov-14	30.25	-6.50
B- 11	767899	9273355	+141.00	26-Oct-14	2-Nov-14	50.45	-6.05
B- 12	768512	9265613	+362.00	27-Oct-14	30-Oct-14	30.28	-6.50
B- 13	769063	9261204	+492.00	27-Oct-14	4-Nov-14	60.29	-10.40
B- 14	775364	9245371	+723.00	10-Nov-14	13-Nov-14	40.05	-4.71
B- 15	781894	9237433	+739.00	7-Nov-14	10-Nov-14	33.45	-2.23
B- 16	790830	9234286	+692.00	1-Nov-14	4-Nov-14	30.45	-4.15
B- 17	798842	9231364	+675.00	7-Nov-14	15-Nov-14	60.26	-7.00

Note: Water depth to be measured from ground surface for on land boring

表 7.1-2 調査項目一覧

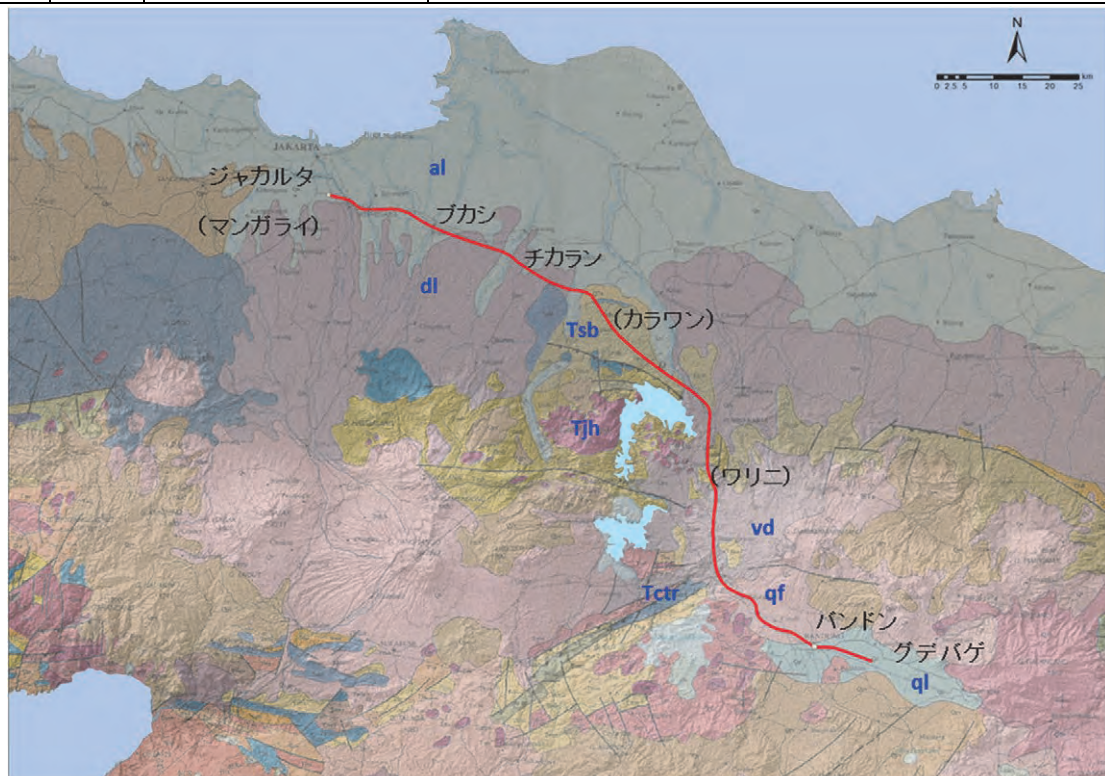
調査・試験項目	仕様	数量等
ボーリング調査	ロータリー式コアボーリング	17本,計 645m
原位置試験 1) 標準貫入試験 2) 乱さない土のサンプリング	1) ASTM D-1586 2) ASTM D-1587	645回 133試料
室内試験 1) 土の特性試験 ➤ 土の分類 ➤ 含水比 ➤ 液性限界・塑性限界・塑性指数 ➤ 比重 ➤ 粒度分布 ➤ 粒度分布(細粒分) 2) スレーキング特性	➤ ASTM D-2487・2488 ➤ ASTM D-2216 ➤ ASTM D-4318 ➤ ASTM D-854 ➤ ASTM D-422 ➤ ASTM D-1140 2) ASTM D-4644	133試料 4試料

7.1.2 地質概要

収集資料及び地質調査結果に基づき整理した計画路線沿線の地質概要を以下に示す。

表 7.1-3 調査地域の地質順序

地質年代	シンボル	地層名	記事
第四紀	完新世	al	沖積層 ジャカルタ～カラワンにかけての沿岸部および沖積低地に分布する。軟弱な火山灰質の砂・泥で構成される。
		ql	湖沼堆積物 バンドン盆地部の中央～東部に分布する堆積物。軟弱な粘性土を主体とし、部分的に砂質土を挟在する。
		tr	段丘堆積物 Jatilhur 湖下流の丘陵地に分布する。粘性土～砂質土主体であり、固結度は低い。
	更新世	qf	火山麓扇状地堆積物 Mt. Tangkubanperahu から供給された火山砕屑物主体の砂礫層。主としてスコリア質の砂礫層で構成され、透水性が高い。
		vd	古期火山性堆積物 火山角礫岩、凝灰角礫岩、火山礫凝灰岩およびラハール堆積物およびそれらの二次堆積物からなる。山岳部の表層部に分布する。表土は赤褐色を呈し、ラテライト化している。
		dl	洪積層 ジャカルタ～カラワン地域の微高地、丘陵地を構成する。粘性土、砂質土等からなり、礫はほとんど含まれない。下部は締まりがよいが表層部は軟弱である。
新第三紀	中新世	Tsb	カラワン～ブルワカルタに分布する堆積岩類。カラワン付近では泥岩を主体とし、ブルワカルタ周辺では凝灰質砂岩を主体とする。露頭では、成層構造が明瞭で、傾斜は低角度である。固結度は低く、N 値は概ね 50 以下を示すことが多い。固結度が高い箇所では、50～60 を示す。
		Tjh	ブルワカルタ、ジュティルフル周辺に分布する堆積岩類。固結度の高い泥岩を主体とする。褶曲構造が発達しており、褶曲軸は概ね東西方向を示す。
		Tctr	105～120km に分布する堆積岩類。Jatilhur 層群とほぼ同時期に形成されているものの、やや固結度が低い。火山礫凝灰岩、凝灰岩、砂岩等からなり成層構造が明瞭である。



計画路線上の主要地区における地質工学的所見を表 7.1-4 に示す。

表 7.1-4 各地層の性状の概要

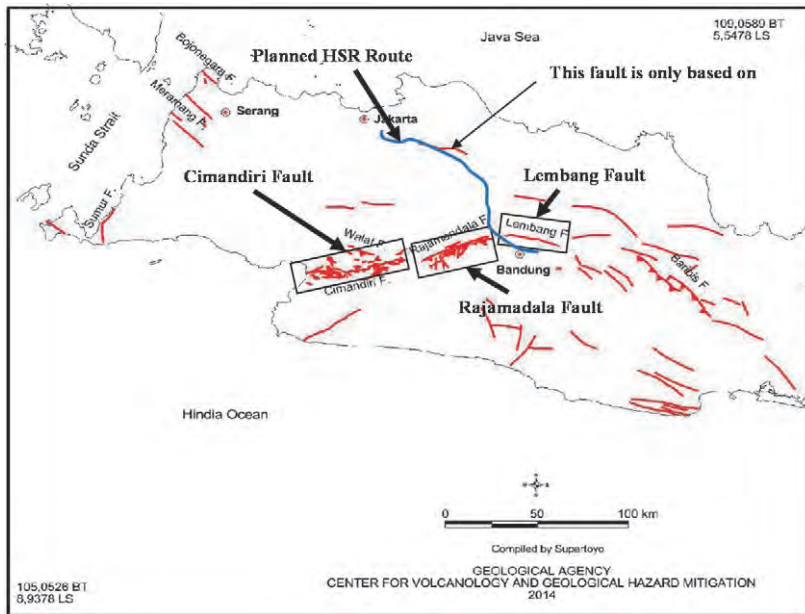
区分 地区名	地層名	計画路線 上の分布区 間 (km)	地質面での記述	地質工学的記述
ジャカル タ平野部	沖積層	0-49	ジャカルタ平野部の計画路線沿 い大小河川沿いの低地部に洪積 層を削り込んで分布する。軟弱 な火山灰質の粘土、砂、細礫混 じり砂等からなる。	ジャカルタ-カラワン間の洪積層 を削り込むように河川沿いに分 布する。 沖積層そのものの厚みは 20m 程 度、厚い所で 30m 程度と推定さ れる。 土質試験の結果では、液状化の懸 念はない。
	洪積層		ジャカルタ平野部の計画路線沿 いの広い範囲に分布する。 ジャカルタ平野部の台地を形成 する。 シルトないし火山灰質シルトを 主体とし、細礫および細砂層を 挟在する。表層部は軟弱である。	ジャカルタ-カラワン間に微高地 から丘陵地を形成する。 地表から耐震基盤までの深度は、 ジャカルタ周辺 (20 km付近まで) は浅いが、それより東側では 40 ～50m 程度、場所により 60m 以 上とやや深い。 洪積層は、液状化の検討対象から 除外される。
丘陵- 山地部	古 期 火 山 性 堆 積 物	77-114	山間部の尾根部に分布する火山 碎屑岩類。ボーリングでは地表 から 20m 程度の深度まで基盤岩 を不整合に覆って分布する。 火山灰質のシルト～粘土を主体 とし、礫および砂を挟在する。 表層部は風化が顕著でラテライト 化している。噴出源からの距離 により性状が異なるが、現段 階では一括して取り扱う。	低固結～未固結の火山性堆積物。 場所により安山岩礫の含有量や、 堆積物の地質構成に違いがある が、本報告書では、これらを一括 して称する。 本層中には、下位の基盤岩中のも のとは異なる自由面地下水位が 形成されていると考えられる。本 層と下位の基盤岩の境界付近を トンネルが通過する場合、本層か らの地下水の湧水およびそれに 伴い周辺の水利用への影響が懸 念される。 本層中で小規模な表面崩壊が認 められる。 基本的には、本層の下位に十分な 基盤岩の厚みがある区間にトン ネルは計画することが望ましい。
	スバン層 群	49～83	新第三紀中新世に形成された低 角度の成層構造が明瞭な砂岩～ 泥岩。 下部ほど固結度は良好である が、表層部等は風化の影響を受 け、固結度が低い。	計画ルート沿いでは、泥岩を主体 とし、火山碎屑岩類および砂岩が 挟在する。軟岩に分類される。 既存カラワン造成地露頭では、本 層中の泥岩でスレーキングによ る泥濘化が顕著である。 盛土・切土およびトンネル施工の 場合、スレーキングが問題とな る。 地山の透水性は低いものと考え られ、トンネル掘削による大量坑 内湧水・出水の可能性は低い。

	ジュティ ルフル層 群	76-77 82-100	新第三紀中新世に形成された褶曲構造が明瞭な堆積岩類。褶曲軸は北東～南東-南西～北西方向である。 固結度は全体的に良好である。	計画ルート沿いでは、北側の分布域では泥岩を主体とする。南側では凝灰角礫岩、火山礫凝灰岩などの火山碎屑岩類を主体とする。 軟岩に分類され、泥岩は非常に固結度が高いが、スレーキングが問題となる。 スバン層群泥岩同様、地山の透水性は低く、トンネル掘削による大量坑内湧水・出水の可能性は低いものと考えられるが、本層中の一部ではやや透水性が高いことも想定される。
	チタラム 層群	100-113	新第三紀中新世に形成された堆積岩類。凝灰質砂岩等からなり、固結度は良好。褶曲構造を有する。 層厚は最大 1200m 程度である。	堆積時期はジュティルフル層群とほぼ同時期であるが、ジュティルフル層群と比べやや固結度が低いものの、スバン層群の泥岩よりも固結度は高い。 軟岩に分類される。 地山の透水性は、低いものと考えられる。
バンドン 平野部	古期火山 性堆積物	113-114	記述は山間部のものと同じ	記述は山間部のものと同じ
	火山山麓 扇状地堆 積物	114-135	スコリア質の砂～礫混じり砂を主体とする。 細粒分が少なく、間隙が多い。 洪積世～沖積世にかけて堆積したと考えられ、火山性の砂および礫が流水により火山山麓に堆積したものである、通常の沖積層とは異なった堆積機構を持つ。	砂～砂礫から構成された扇状地堆積物である。全般に締まった状態である。 透水性が高く、地下水が多いものと考えられる。 トンネルがこの区間を通過する場合には、湧水量が多いことが懸念される。 洪積層同様、液状化の検討対象から除外する。
	湖沼性堆 積物（沖積 層）	135- 140	粘性土～シルトを主体とし、砂質土を挟在する。表層 20m 程度は非常に軟弱である。	本層の堆積区間は、耐震基盤の地表からの深度が深い。 本土質試験の結果では、液状化の懸念はない。 地盤沈下が懸念される。
局所的に 堆積	盛土	-	運河周辺に分布する埋め戻し土等からなる人工土。	厚さは 5m 程度である。 未固結でルーズな状態であることから、フーチング基礎の場合には、下位の洪積層まで掘削除去することが望ましい。
	崩積土	-	斜面中～下部の緩斜面に堆積する二次堆積物。 性状は母岩に依存する。 未固結であり、しまりが悪い。	既往の斜面崩壊は、この崩積土の崩壊がほとんどである。 トンネル坑口に厚く堆積する場合には、施工時および供用後の斜面安定対策が必要である。

7.2 高速鉄道計画において特に留意すべき自然条件

7.2.1 活断層の分布

活断層の分布状況を図 7.2-1 に示す。計画路線近傍には、活断層または活断層の疑いが高い断層が数か所存在しているが、エネルギー・鉱物資源省地質局の評価によれば、これらの活動周期は数千年単位で非常に長いため、断層による直接的な影響は少ないと考えられる。



出典 : Dr. Supartoyo Bandung Geological Agency

図 7.2-1 計画路線近傍の活断層分布

7.2.2 火山の分布

火山の分布状況を図 7.2-2 に示す。バンドン平野の北側に位置するタングバンペラウ火山は、計画路線からわずか 15km しか離れておらず現在も噴火活動が続いている。しかし、活動は主に同火山の東側に集中しているため、同火山の西側及び南側を通る本計画路線への直接的な影響が生じる可能性は低いと考えられる。ただし、風向きによる火山灰等の影響は考慮する必要がある。



図 7.2-2 計画路線と火山の位置関係

7.2.3 支持層（耐震基盤面）の深さ

ボーリング孔を利用した標準貫入試験から得られる N 値は土の固さや締り具合を表す指標である。

軌道の変状に対する許容量が厳しい高速鉄道では、一般的に N 値が 50 以上の固い地層（支持層）まで杭を貫入する必要があるため、地層構成や支持層の深さを把握することは、構造物計画や概算事業費の妥当性を確認する上で重要である。

標準貫入試験結果より推定したジャカルタ及びバンドンの平野部における支持層の深さを表 7.2-1 に示す。

表 7.2-1 支持層（耐震基盤面）の想定深さ

地域	計画路線キロ程	対象ボーリング No	支持層深さ (GL - m)
ジャカルタ	0.0 ~ 19.0	B-1, B-2	10
ブカシ	19.0 ~ 20.0	B-2, B-3	24
	20.0 ~ 25.0	B-3	38
	25.0 ~ 30.0	B-4	49
	30.0 ~ 36.0	B-4	50
チカラン	36.0 ~ 38.0	B-5	38
	38.0 ~ 48.0	B-5	39
	48.0 ~ 49.0	B-6	40
	49.0 ~ 49.7	B-6, B-7	23
バンドン	116.0 ~ 118.0	B-14, B-15	27
	118.0 ~ 118.8	B-15	10
	118.8 ~ 136.0	B-16	27
グデバゲ	136.0 ~ 136.3	B-16	30
	136.3 ~ 136.5	B-16, B-17	35
	136.5 ~ 136.7	B-16, B-17	40
	136.7 ~ 136.8	B-16, B-17	45
	136.8 ~ 136.9	B-17	50
	136.9 ~ 140.0	B-17	52

7.2.4 液状化現象

液状化現象とは、地震による振動によって加圧された地下水の影響により地盤が液体状になることであり、構造物の倒壊や損傷につながる危険性がある。液状化の可能性のある地盤上の構造物は、設計時にその影響を考慮しておく必要がある。ジャカルタ及びバンドン地域において、室内試験結果に基づく液状化の判定を行った結果、液状化の可能性は極めて低いと判定された。

表 7.2-2 ジャカルタ平野部の液状化判定結果

Bor. No.	地質構成	地下水位 (GL.-m)	塑性指数 (IP)	細粒分含有率 (FC)	粘土分含有率 (PC)	液状化判定の必要性
B-1	洪積層	10	34.9-88.1	95-100	27-38	洪積層であり液状化は問題としない。該当しない
B-2	洪積層	3	21.7-88.1	43-68	4-27	同上 該当しない
B-3	洪積層	7	Non Plastic -89.8	61-94	0-67	同上 該当しない
B-4	沖積層 (砂～シルト)	7	25.3-56.4	55-99	7-55	細粒分含有量が規定 (PC) 以下に該当するが、砂質土には分類されない (CH) 該当しない
B-5	洪積層/ 基盤岩	11	27.2-59.0	82-100	3-68	洪積層であり液状化は問題としない。該当しない

表 7.2-3 バンドン平野部の液状化判定結果

Bor. No.	地質構成	地下水位 (GL.-m)	塑性指数 (IP)	細粒分含有率 (FC)	粘土分含有率 (PC)	液状化判定の必要性
B-15	火山山麓扇状地堆積物	5	Non Plastic -50.6	17-99	2-35	時代的には洪積世から沖積世にかけて堆積したと考えられるが、いわゆる平野部に堆積する沖積層と異なる扇状地堆積物であることから液状化の可能性は低い。該当しない
B-16	火山山麓扇状地堆積部	9	Non Plastic -67.8	22-89	3-49	同上 該当しない
B-17	湖沼性堆積物 (沖積層；粘性土主体)	10～14	16.4～64.6	25-99 FC<35 : 11.7～12.0 (SM)	4-39 PC<15 : 5.7～6.0(OH) 11.7～12.0 (SM) 17.7～18.0 (CH)	細粒分規定値以下の砂質土（土質分類：SM）が一部に挟在するが、上下を粘土質層に挟まれており、問題とならない。該当しない

7.2.5 地盤沈下

都市化に伴うジャカルタ中心部の地盤沈下は、長年に亘り深刻な問題となっている。

既存資料によれば、DKI エリアの北部では年間 10 cm以上沈下しているのに対して、高速鉄道が計画されている中心部は沈下量が比較的少ない。但し、少量であっても地盤沈下が生じると高速鉄道の保守性に著しい悪影響を与えるため、設計面での配慮は必要である。

表 7.2-4 地盤沈下の概要 (単位 : cm)

位 置	2007～ 2008	2008～ 2009	2009～ 2010	2010～ 2011	2007～ 2011	2008～ 2011
北部	6～24	6～12	4～6	～6	～36	～24
西部	～8	4～6	～4	～4	～9	～9
南部	～6	～8	～4	～4	～12	～12
中心部	極局部	ほとんどなし	同左	同左	極局部で 数 cm	同左

注) 北部、西部、南部および中心部の地盤沈下量は、沈下量の多い数値を示している。

Source: JICA Report



Source: JICA Report

図 7.2-3 ジャカルタ地域の地盤沈下状況

7.2.6 地すべり及び斜面崩壊

(1) 地すべり・崩壊の定義

地すべりおよび崩壊は、滑動様式および規模の面から以下のように定義されている。

<地すべり>

地すべりとは、斜面を形成する地塊（土砂・岩塊）が、地下の地層中に円弧状または平面状に形成される地質的不連続面、すなわち「すべり面」を境にして、すべり面上の地塊が移動する現象である。一般に、土砂災害においては、すべり面を持たない単純な「斜面崩壊（土砂崩れ）」や「がけ崩れ」と混同されることが多いが、「すべり面」を境に移動する特徴から、それらの土砂災害とは明確に区別されている。地すべりは、同じ地点ですべり面を境として滑動が断続的に継続するため、地すべり特有の地形、いわゆる「地すべり地形」を形成する。

<斜面崩壊>

斜面崩壊とは、集中豪雨などによって斜面が不安定になり、すべり面を持たずに突発的に斜面が崩壊に至ることである。鉄道路線の路線計画の場合、トンネル坑口部に地すべりがある場合にはその対策に時間と費用が掛かることが考えられるため、原則として地すべり地形が認められた場合、それを避けて計画することが望ましい。

一方、斜面崩壊は一般的に地すべりと比べ規模が小さいが、トンネル坑口部において斜面崩壊が懸念される場合には、適切な補助工法について検討する必要がある。

(2) 既往地すべり・斜面崩壊の概要

これまでの調査の結果、既存の地すべりおよび斜面崩壊の発生機構から、計画 HSR 路線沿いの地すべり・斜面崩壊の形態として以下の5つが考えられる。

1) 基盤岩中にすべり面を持つ比較的規模の大きい地すべり（具体例）



図 7.2-4 地すべりによる計画ルートへの検討 81 km付近（既存鉄道 111 km地点）

本地点での地すべりの素因と誘因は、以下の通りと考えられる。

基盤岩は、スパン層群の泥岩からなるが、地質構造が斜面に対して緩い流れ盤構造となっている。また、表層部は風化による軟質化が顕著であり、その風化部が地すべり滑動を断続的または継続的に引き起こしている。風化部は継続的な地すべり滑動によりさらに軟質化し、崩積土と同様な性状であると考えられる（風化岩すべり～崩積土すべり）。地すべり発生の誘因としては、地すべり背後の沢地形からすべり面への表流水の流入、基本的に高い地下水位であることなど地下水の影響が大きいものと考えられる。

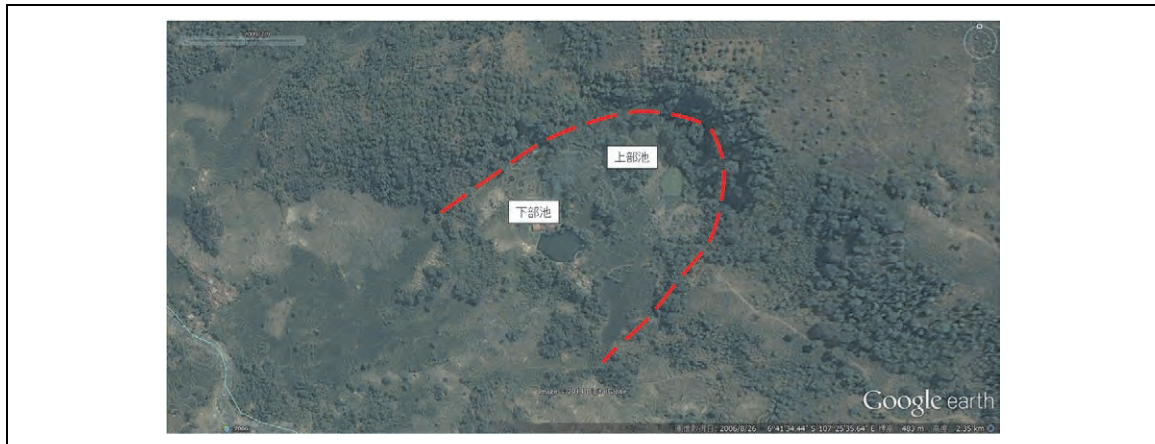
既往鉄道は、この部分を橋梁として現在通過している。橋梁建設時には、地すべり対策として杭が施工されているが、地すべり面の想定や安定解析が不十分であったと思われ、現在は全く役に立っていない。そのため、この橋梁のバンドン側の橋脚付近では、地すべりによる変位に対する継続的な補修が実施されている。



図 7.2-5 地すべり地点対策状況

2) 表層部に分布する古期火山性堆積物 (vd) とその下位の基盤岩の境界付近をすべり面として地すべりを起こすもの

下図には計画 HSR 路線 96 km 付近の西側約 1.5 km 西側に分布するこのタイプの地すべり示している。この地すべりは、火山堆積物基底付近に形成された地下水位の影響により、古期火山性堆積物と基盤岩の境界付近で主に古期火山性堆積物が移動土塊となって地すべりを発生するものと考えられる。なお、計画ルート沿いでは、このタイプの地すべりは確認していない。



計画 HSR 路線 96km 付近の西側、古期火山性堆積物/ジュティルフル層群境界部

図 7.2-6 計画 HSR 路線西側の地すべり

1)および2)については、繰り返し地すべり滑動が起こったために地すべり地特有の地形を形成しており、衛星画像解析・地形解析によりこれらの地すべり特有の地形を抽出することはある程度可能である。

3) 河川の側方浸食により鉄道敷の川側斜面が斜面崩壊を起こすもの

既存鉄道沿いの斜面崩壊の例を図 7.2-7 に示している。このタイプは、河川の浸食により崩積土からなる斜面が、繰り返し崩壊することにより、崩壊範囲が徐々に拡大し、斜面中部の鉄道敷まで崩壊の影響が及び、結果として既存鉄道の線路が滑落するものである。

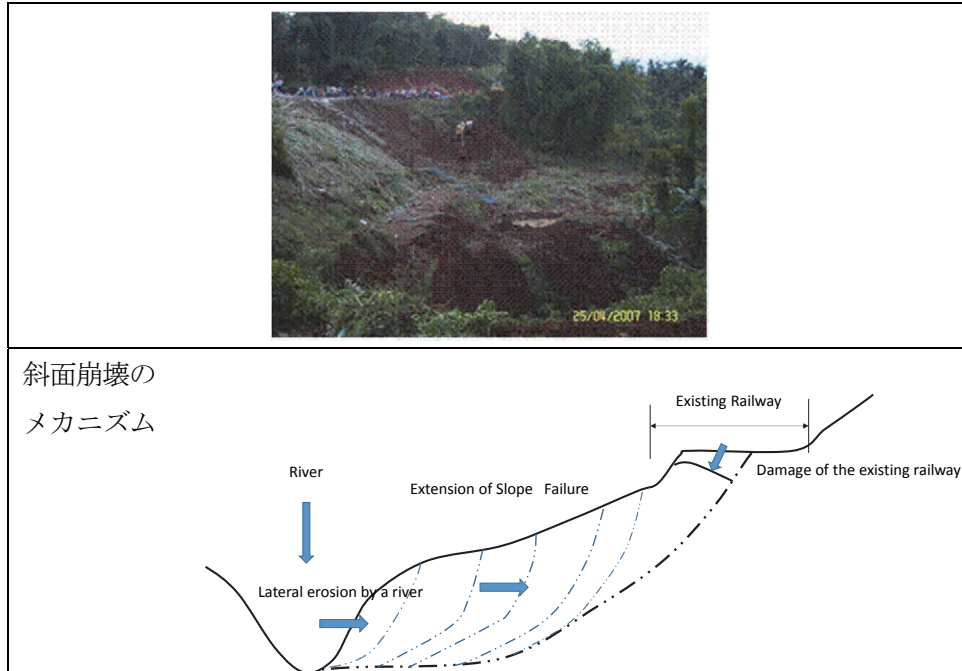


図 7.2-7 既往鉄道沿いの河川の浸食を誘因とする斜面崩壊

4) 斜面端部に堆積した厚い崖錐堆積物（火山堆積物起源および基盤岩起源）の末端での斜面崩壊が懸念されるもの

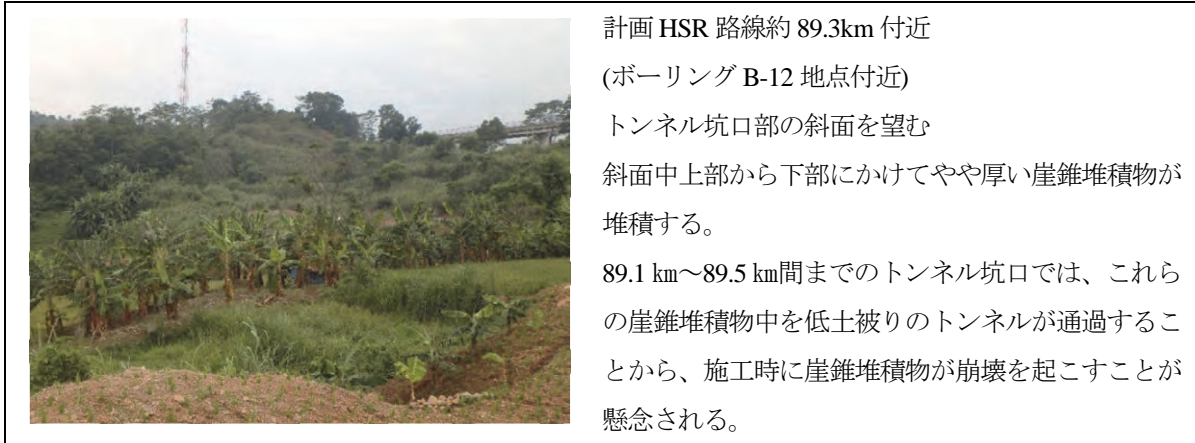


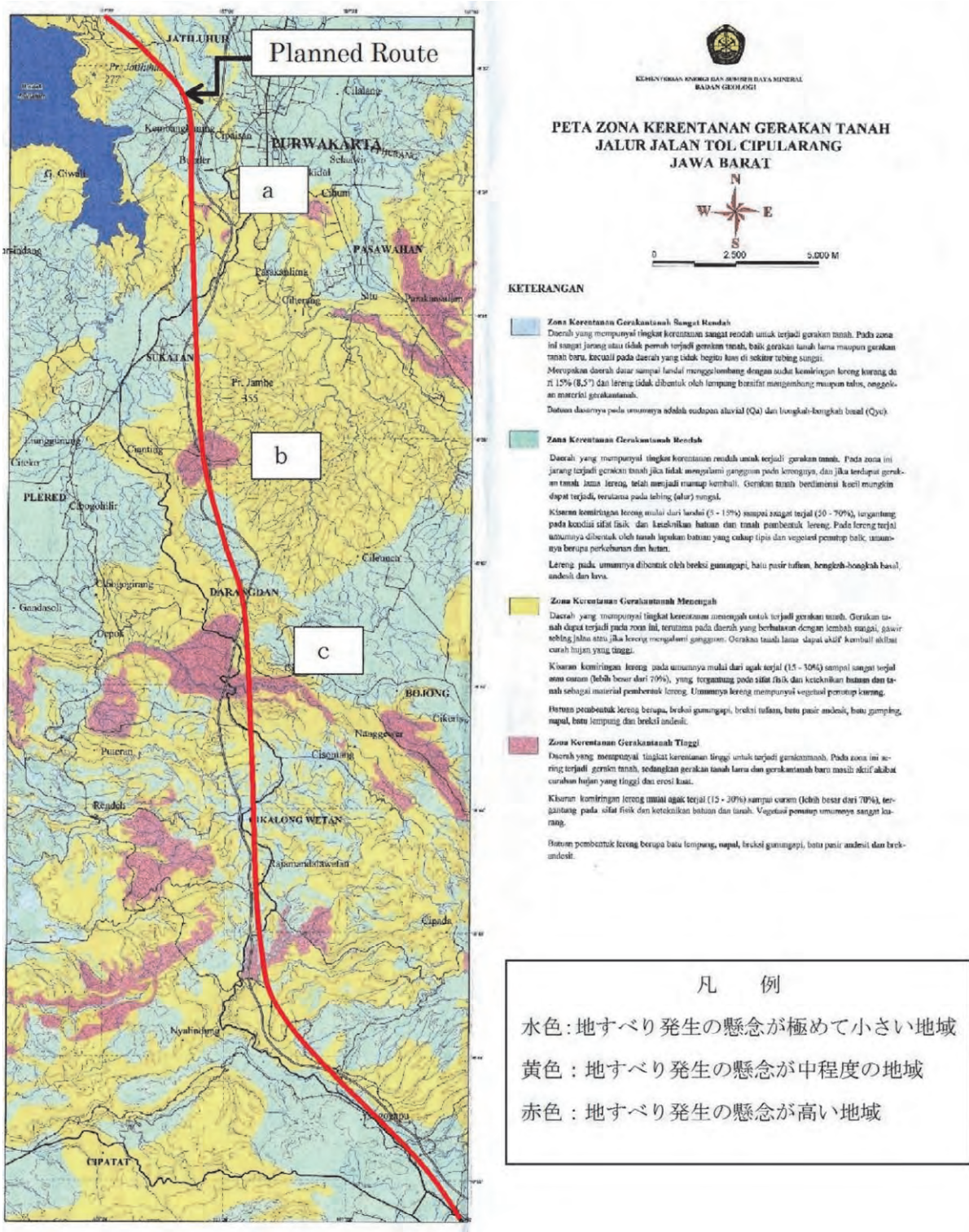
図 7.2-8 計画 HSR 路線沿いの崩壊懸念地

その他、崩壊規模としては全般に小さいが、以下のものも挙げられる。

5) 火山噴出物堆積域における人工的な切土斜面が降雨による浸食を受けたことによる斜面崩壊

このタイプの崩壊は、降雨や河川の浸食の影響により小規模な斜面崩壊を発生するものであり、他の地すべり・崩壊と比較すると問題にはならない。

エネルギー・鉱物資源省 地質局が作成した地すべり懸念地の分布図を図 7.2-9 に示す。



出典：エネルギー・鉱物資源省

図 7.2-9 計画ルート沿いの地すべり懸念地分布図

7.2.7 未固結地山

未固結地山で帯水している場合、地山の流動化が懸念される。

地山の流動化判定には、粒度試験結果による細粒含有量(シルト分および粘土分)および均等係数(60% 粒径/10%粒径)が重要な判定要素となる。

計画路線沿いに分布する地層について評価を行った結果、地山の流動化を示す指標には該当せず、問題ないと判断する。

表 7.2-5 地山の流動化を示す指標

	矢田ほか (1969)	森藤 (1973)	日本国有鉄道構造物 設計事務所 (1977)	土木学会 (1977)	奥園ほか (1982)	木谷ほか (1993)
指 標	単位体積重量 $\leq 2.65\text{g/cm}^3$ 土粒子の比重 ≤ 1.70 均等係数 ≤ 4 50%粒径 $\leq 1.50\text{mm}$ 10%粒径 $\leq 0.15\text{mm}$	細粒分含有率 $\leq 10\%$	①均等粒径の砂 ・細粒分含有率 $\leq 10\%$ ・均等係数 ≤ 5 ・飽和砂 ②地下水位の高い砂および砂礫層 ③不透水層中に介在する帯水砂層	細粒分含有率 $\leq 10\%$ 均等係数 ≤ 4	細粒分含有率 $\leq 8\%$ 均等係数 ≤ 6 透水係数 $\geq 10^{-3}\text{cm/s}$	①自立が困難 ・相対密度 $< 80\%$ ・切羽近傍の動水勾配が大 ②流出の可能性がある状態 細粒分含有率 $< 10\%$
備考	加木トンネル	生田トンネル				信濃川水路トンネルほか 詳細検討には試料試験が必要

出典：トンネル標準示方書 山岳工法・同解説

7.2.8 膨張性地山

膨張性地山とは、乾燥と吸水を繰り返すことで細かくばらばらに崩壊するスレーキング現象によって地山が膨張し、山岳トンネルの施工性に著しい影響を与えるものである。

スレーキングを起こしやすい地層である、ジュティルフル層群泥岩が分布するカラワン~ワリニ間においては、トンネルや切土法面の設計・施工にあたり、掘削後早期にコンクリートの吹付処理を行う、適切な補助工法を採用する等の配慮が求められる。



図 7.2-10 ジュティルフル層群泥岩のスレーキング状況

7.2.9 水資源保護

水田の下や井戸の近傍にトンネルを掘削する場合、水資源の流出が懸念される。計画路線において、トンネル掘削による周辺水利用への影響が懸念される区間を下表に示す。

表 7.2-6 トンネル掘削による周辺水利用への影響が懸念される区間

	<p>a)</p> <p>86-88.5 km付近： 比較的被りの浅い深度にトンネルが計画されている。 上部の土地は山林として利用されている。現地確認の結果では、水田は現在放棄され、使用されていない。</p> <p>93-94 km付近： 比較的被りの浅い深度にトンネルが計画されている。 93.5 km付近の低地は、水田として利用されている。 この付近の水田は、天水田である。</p>
	<p>b)</p> <p>99.5-103.5 km付近： 比較的被りの浅い深度にトンネルが計画されている。 上部の土地は、山林、茶畑および開発地域として使用されており、水田への影響はない。</p>
	<p>c)</p> <p>110.0-114 km付近： 比較的被りの浅い深度にトンネルが計画されている。 上部の土地は、山林、茶畑として利用されているが、110-112 km付近では、沢部および尾根部が水田として利用されている。 沢沿いの水田は灌漑水田である。</p>

<水田>

灌漑水田は、各地点の東側ないし北東側に位置するタングバンペラウ火山山麓から流れる河川の水を利用している。これらの河川は、同火山の山腹に源を発し、その流下過程で古期火山性堆積物や基盤岩からの湧水を集めて流下していると考えられる。この場合、トンネル掘削により周辺の地下水位が低下しても、灌漑される水量が著しく低減するとは考にくい。

天水田を主体とする 93-94km 付近では、トンネル上位に古期火山噴出物が分布しておらず、トンネル掘削により水田の水への影響が懸念される。

<井戸等>

当該地域を構成する古期火山性堆積物および基盤岩は、全般に透水性が小さいものと推定される。そのため、井戸による地下水の利用は限られるものと考えられる。

7.2.10 防災対策

(1) 切土法面对策

切土法面对策は、地質条件により適切なのり面勾配を採用し、基本的には植生工による対策を考える。植生工のみで斜面の安定性を確保できない場合には、表 7.2-7 に示す工法を併用した対策工法を考慮する必要がある。

表 7.2-7 坑口部の斜面崩壊あるいは地すべりの主な対策

主な対策	対策の具体例
のり面保護工	モルタル・コンクリート吹付け、石張工、ブロック張工など
擁壁	抱き擁壁（斜面とトンネルが直交または斜交する場合）
切土・押え盛土	ソイルセメント
垂直縫地	垂直縫地ボルトなど
抑止工	抑止杭、グラウンドアンカー
水抜き工	ウェルポイント、水抜きボーリング、ディープウェル

出典：トンネル標準示方書 山岳工法・同解説 2006 土木学会に一部加筆

計画路線沿いに分布する地質について、切土のり面設計での現時点での主な留意点を示す。

- ▶ スパン層群やジュティルフル層群の泥岩部はスレーキングを起こしやすいことが分かっている。これらの分布域に切土を計画する場合、掘削後の乾湿繰り返しによる軟弱化、強度低下など風化による影響を受けやすいため、切土のり面の風化防止対策が重要となる。
- ▶ ジャカルタ平野部付近では、切土の場合、シルトないし火山灰質シルトを主体とし、細礫および細砂層を挟在する地質からなるためこれを考慮した切土高さ・勾配および斜面保護を検討する必要がある。
- ▶ バンドン平野部では、切土の場合、砂質土（比較的粒度分布の良い砂質土）からなるためこれを考慮した切土高さ・勾配および斜面保護を検討する必要がある。
- ▶ また、インドネシアは雨期に集中的に雨が降ることから、降雨に対する浸食対策も重要となる。
- ▶ 上記の具体的な対策としては、モルタル・コンクリート吹付け、石張工およびブロック張工などののり面保護が考えられる。



図 7.2-11 法面保護工の例

(2) 坑口部崩壊対策

一般に坑口部では、トンネル掘削に伴う緩み、坑口付けに伴う斜面の切り取り等を誘因として崩壊が発生しやすい。そのため、坑口付けに当たっては、自然斜面を吹き付けコンクリートやロックボルト等を利用して斜面を安定させながら切り取りを行い、トンネル掘削を安全に実施する必要がある。坑口部の設計は、対象地点の地形、地質、地下水、気象などの自然条件を考慮した安全面および土地利用などの社会的制約的条件を考慮して決定する必要がある。

一般に、トンネル延長を短くするために斜面を深く切り込むことは、斜面崩壊や地すべりを引き起こす恐れがあるため避けるべきであり、また、坑口斜面が不安定な状態にある場合には、坑口位置を多少前に出して、押え盛土で対応する方が有利な場合もある。

図 7.2-12 には、本ルート沿いの具体例として、ボーリング B-12 地点付近の崖錐堆積物の崩壊が懸念される地点の断面図を示している。この崖錐堆積物は、粘性土を主体として構成されており、坑口掘削による斜面崩壊が懸念される。今後の詳細な検討によるが、本地点では前述のような坑口位置を多少前に出し押え盛土で対応する、耐力の高い支保工を設計するなどの対応が有効である。

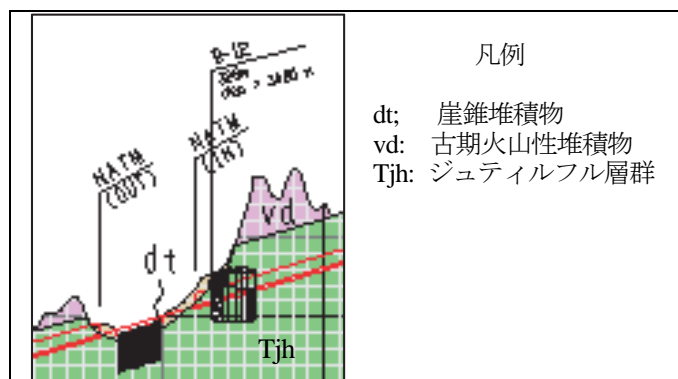
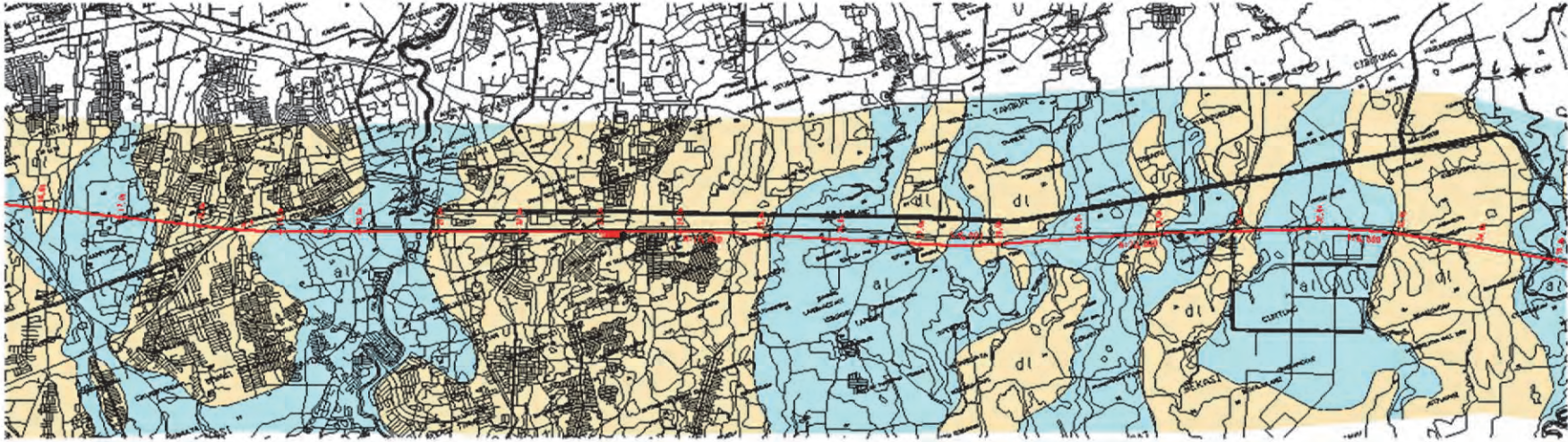
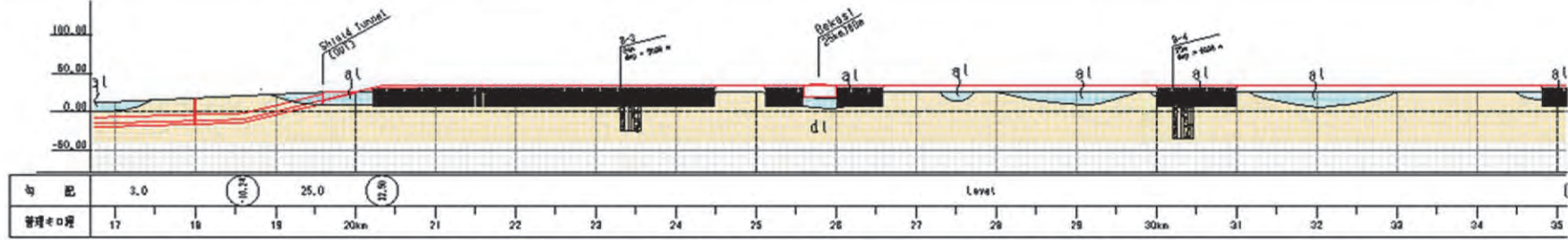


図 7.2-12 B-12 付近の断面

7.3 地質縦断図

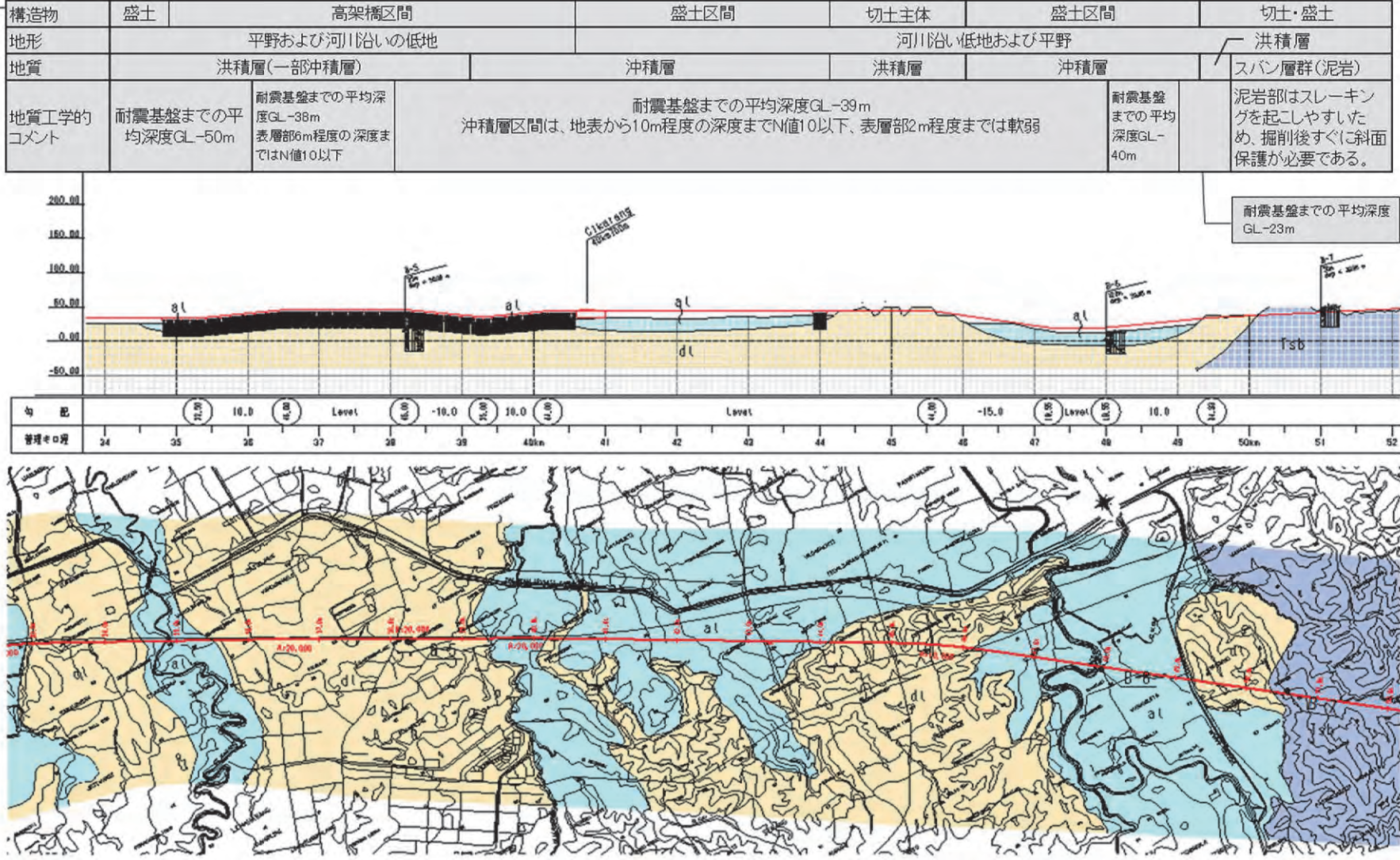
本調査結果から作成した計画路線における地質縦断図を図 7.3-1～図 7.3-9 に示す。

構造物	シールドトンネル区間	高架橋区間	高架橋+盛土区間
地形	平野		
地質	洪積層		沖積層および洪積層
地質工学的コメント	耐震基盤までの平均深度GL-10m	耐震基盤までの平均深度GL-38m 耐震基盤 GL-24m。シールドトンネル区間と高架橋区間の間に沈下の緩衝帯が必要	耐震基盤までの平均深度GL-49m 沖積層は、表層部深度GL-4m程度まではN値10以下 耐震基盤までの平均深度GL-50m 沖積層は、表層部深度GL-4m程度まではN値10以下



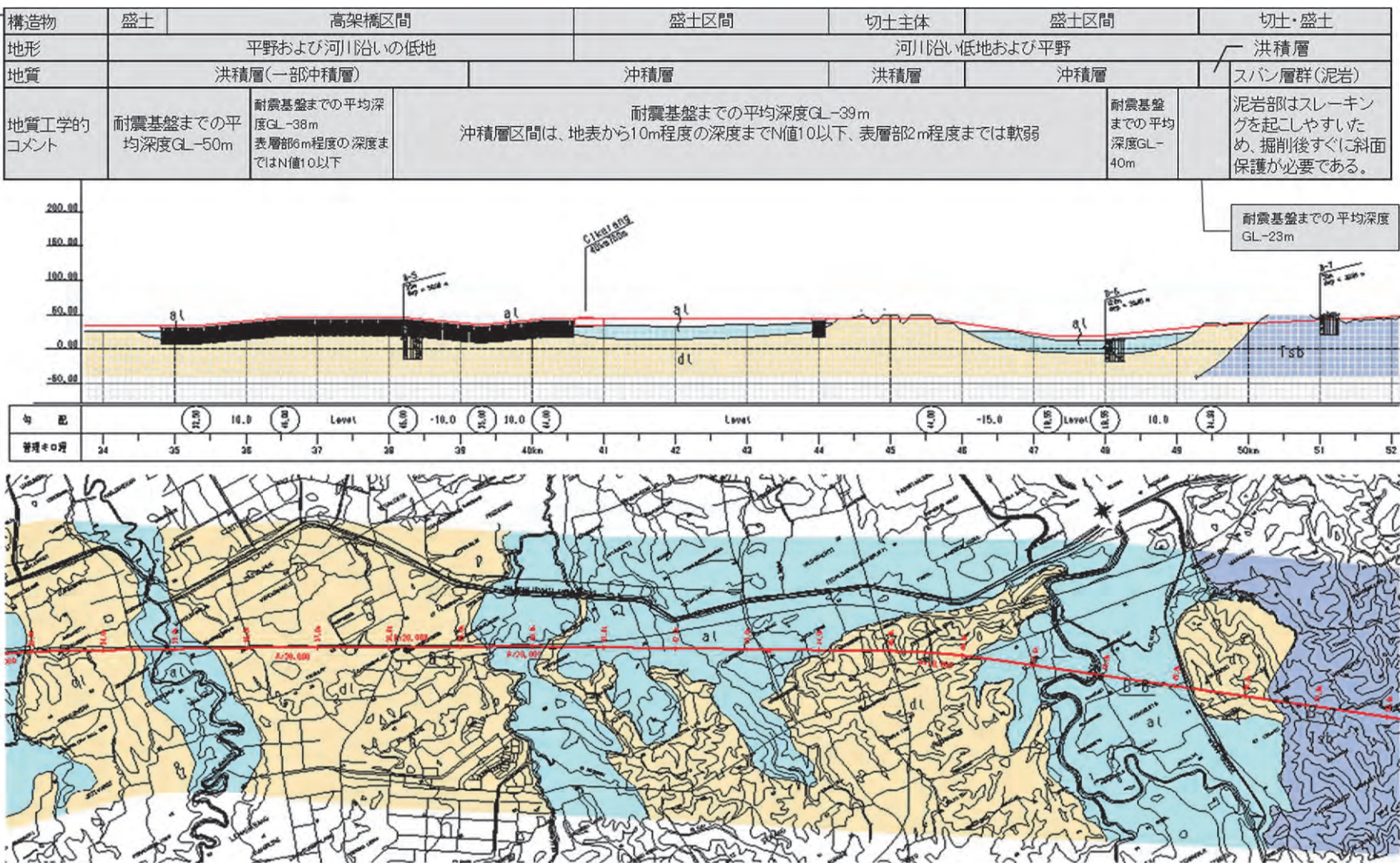
出典：調査団

図 7-3-1 地質縦断面図 (1/9)



出典：調査団

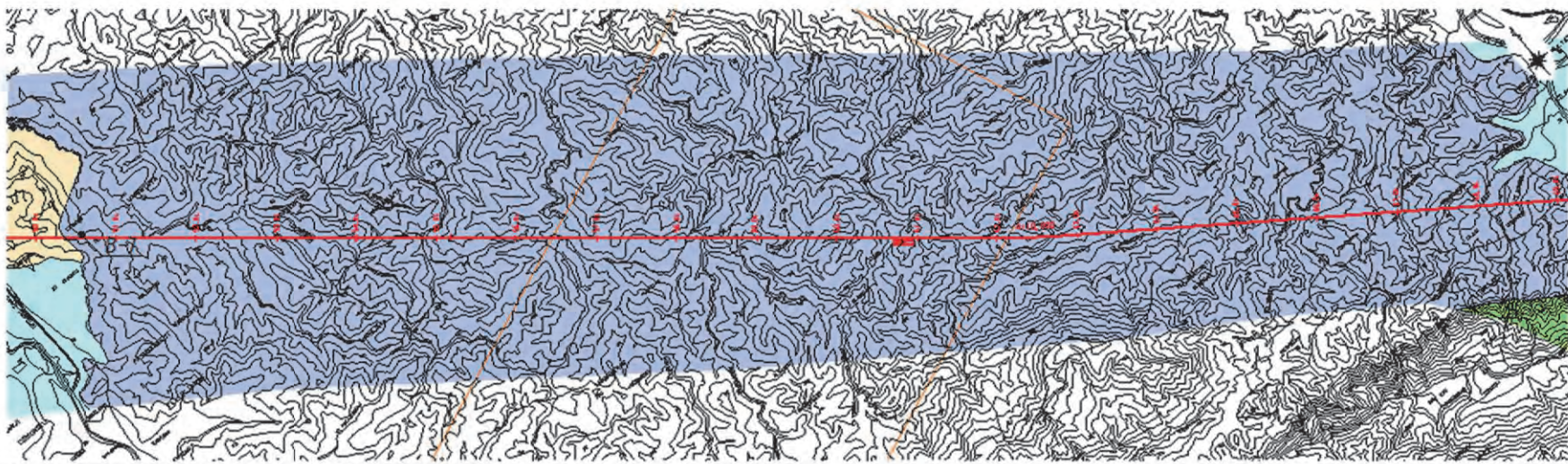
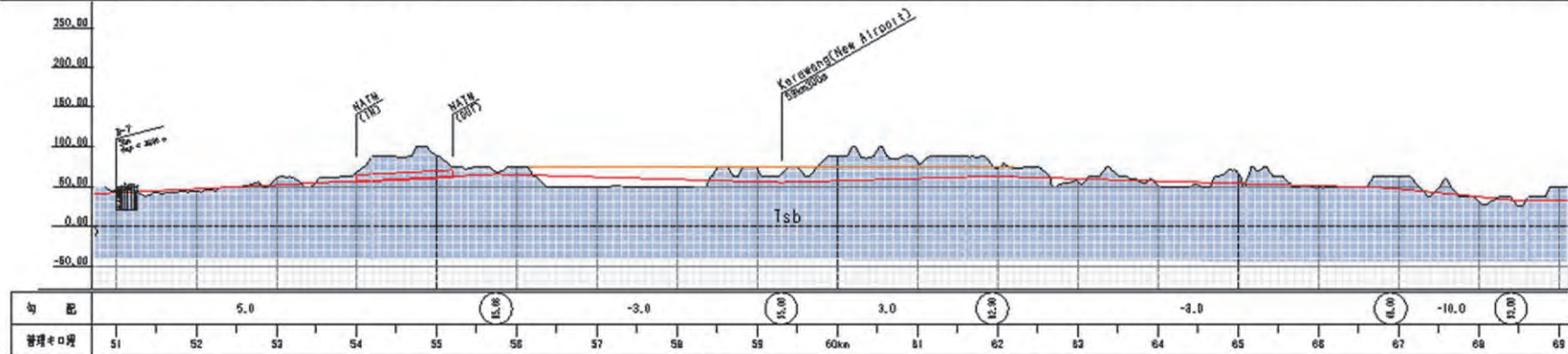
図 7.3-2 地質縦断面図 (2/9)



出典：調査団

図 7.3-3 地質縦断面図 (3/9)

構造物	切土・盛土	トンネル	切土	盛土	切土	切土・盛土
地形	丘陵					
地質	スバン層群泥岩主体					
地質工学的コメント	スバン層群は泥岩を主体とする。周辺では、カラワン工業団地造成のための工事が実施されており、そこでは泥岩が顕著にスレーキングを起こし、泥滓化している現象が認められる。本調査の結果でも本層の泥岩はスレーキングに対する抵抗性が低いことが確認された。地表から2~3m程度まではN値15程度以下、6m程度の深度まではN値が50以下であるが、それ以深はN値50以上となり、換算N値で50~80程度である。固結度は良好であり、基本的に軟岩に分類される。スレーキングが顕著に認められることから、トンネルおよび切土の設計・施工にあたっては、掘削後早期に吹き付けを行う、トンネルの場合には特別な補助工法を採用するなどの配慮が必要である。					



出典：調査団

図 7.3-4 地質縦断面図 (4/9)

構造物	切土主体	盛土主体、一部切土	トンネル	盛土	トンネル	橋梁	切土	盛土	トンネル	橋梁	トンネル
地形	丘陵	河岸平野	丘陵				山地				
地質	段丘堆積物/スパン層群 泥岩主体			ジュテイルフル層群 泥岩主体、高標高部に火山砕岩類-砂岩が挟在。尾根の表層部は古期火山性堆積物に覆われる。			ジュテイルフル層群 泥岩主体。尾根の表層部は古期火山性堆積物に覆われる。				
地質工学的コメント	表層部は、風化によりやや軟質化しているが、地表から6m程度以深は、N値50~80の締め良好な軟岩からなる。	段丘堆積物は、全般にシルト質の堆積物からなる。段丘堆積物堆積部では、スパン層群の泥岩は、地表から5m程度まではN値30以下、15m程度まではN値50以下、それ以深はN値50~80を示す。	地表から6~10m程度の深部では、N値50以上と推定される。	切土区間は、スレーキングによる斜面への影響が懸念される。盛土区間は、全般に水田地帯からなり、表層部は軟弱であると考えられる。N値50以上のゾーンは地表から20m程度の深度で現れると想定。	起点側坑口部では、地表から20m程度の深度までスパン層群が風化している。	この区間のトンネル区間は、泥岩を主体としており、スレーキングによるトンネル切羽および孔壁の安定性への影響が考えられる。					

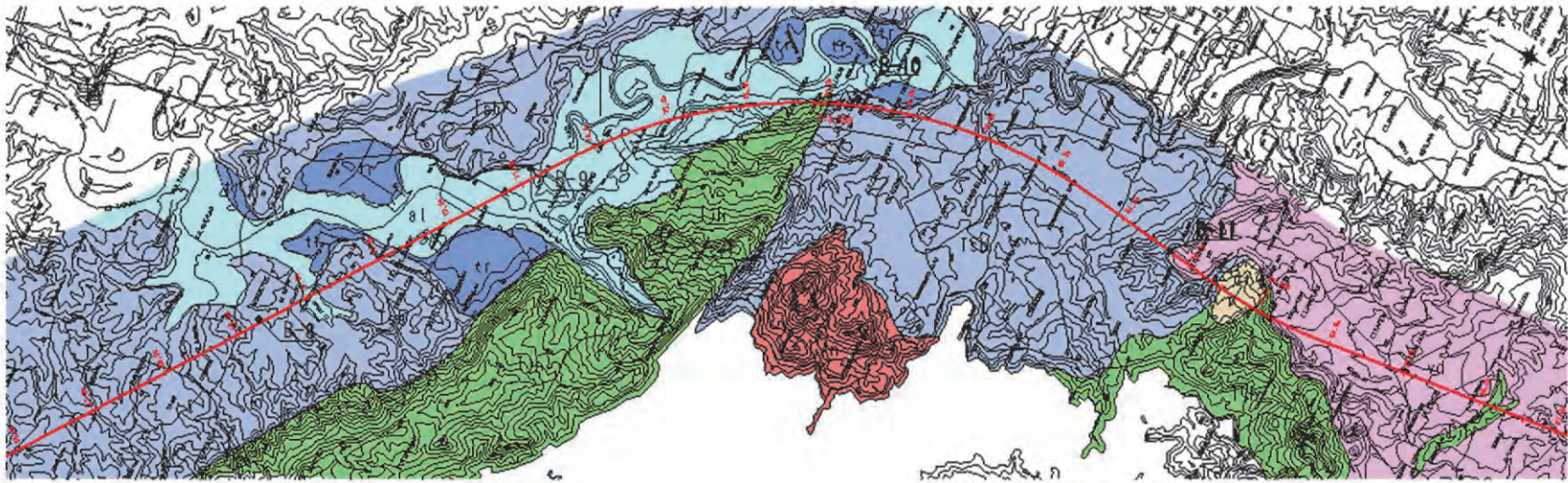
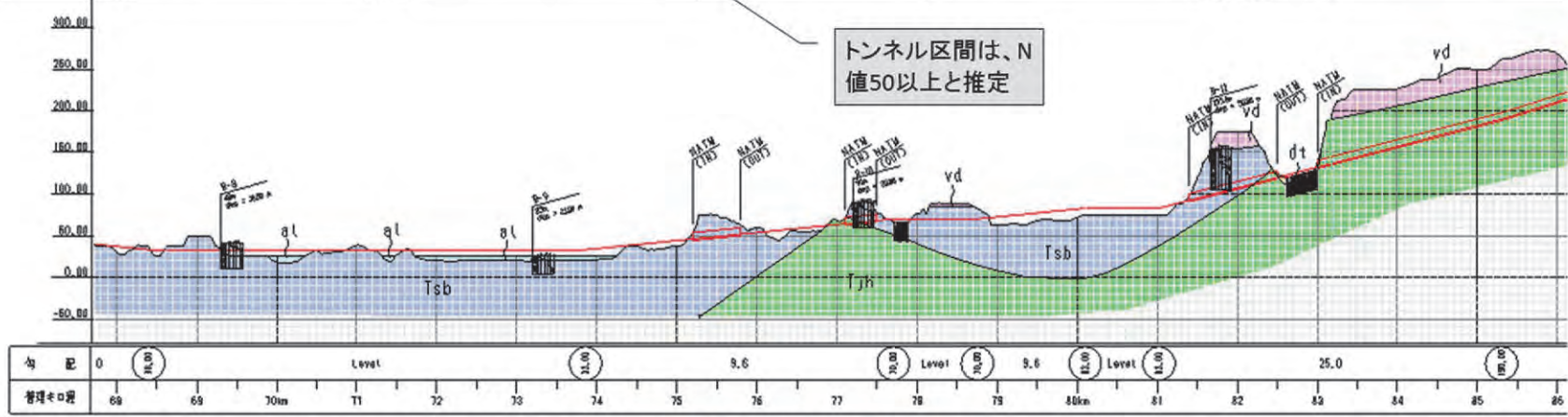


図 7-3-5 地質縦断面図 (5/9)

図 7.3-6 地質縦断面図 (6/9)

構造物	トンネル	橋梁 切土	トンネル	橋梁・切土	トンネル	橋梁	トンネル	切土・盛土	トンネル	盛土 切土	
地形	山地・丘陵		谷地形	山地	谷地形	山地、ところどころ沢が切り込んでいる					
地質	尾根の頂部には、古期火山性堆積物がところにより厚く堆積			尾根の頂部には古期火山性堆積物が厚く堆積する ジュティフル層群 火山砕屑岩類(凝灰角礫岩、火山礫凝灰岩等)を主体			チタラム層群 火山砕屑岩類主体				
地質工学的 コメント	この区間のトンネル区間は、泥岩を主体としており、スレーキングによるトンネル切羽および孔壁の安定性への影響が考えられる。 地表から10m以深は、N値50以上(換算N値100以上あり)と固結度きわめて良好であるが、軟岩に分類される。88.5~89.5km間の谷部にはやや厚く崖錐堆積物が堆積しており、トンネル坑口部にもやや厚く堆積する。トンネル施工時の斜面崩壊の発生が懸念される。また、トンネル坑口部は崖錐堆積物中に浅い土被りで計画されており、施工方法、補助工法についての検討が必要である。			ジュティフル層群の火山砕屑岩類は、着岩後(古期火山性堆積物の直ぐ下位)からN値50以上(換算N値100以上)のきわめて固結度良好な状態であるが、軟岩に分類される。			チタラム層群の火山砕屑岩類は、地表からないしは、古期火山性堆積物の下位10m程度の深度でN値50以上の固結度良好な状態であると推定される。				

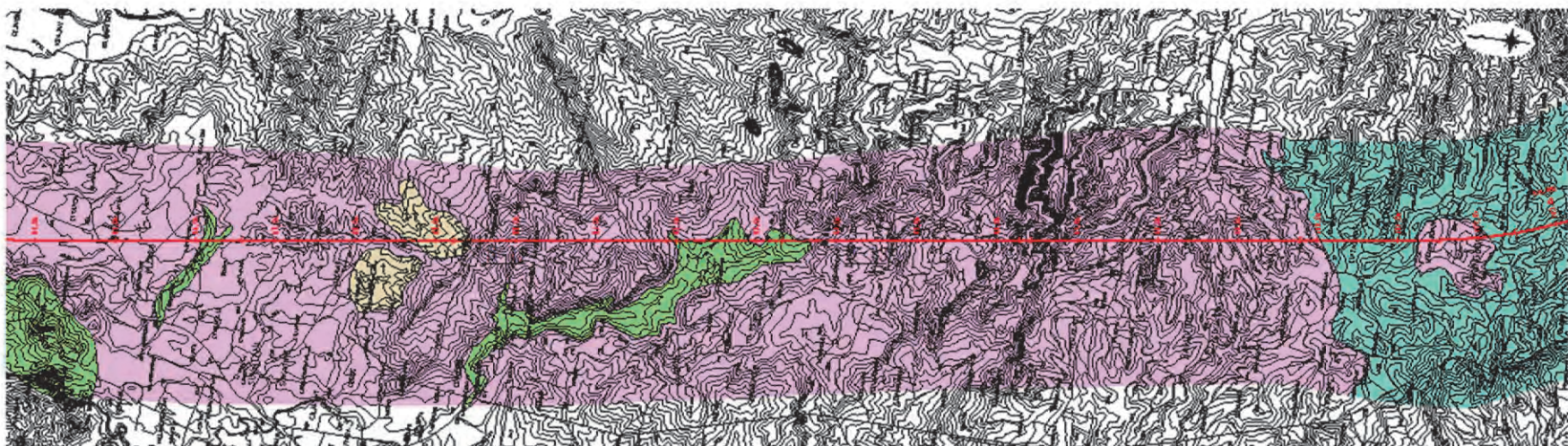
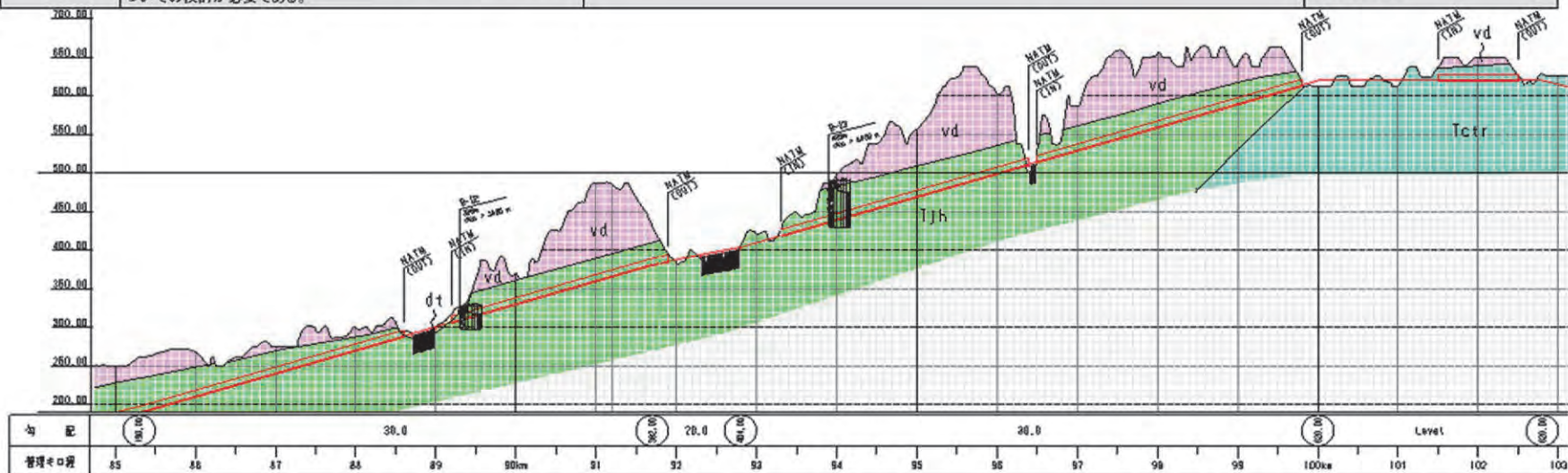
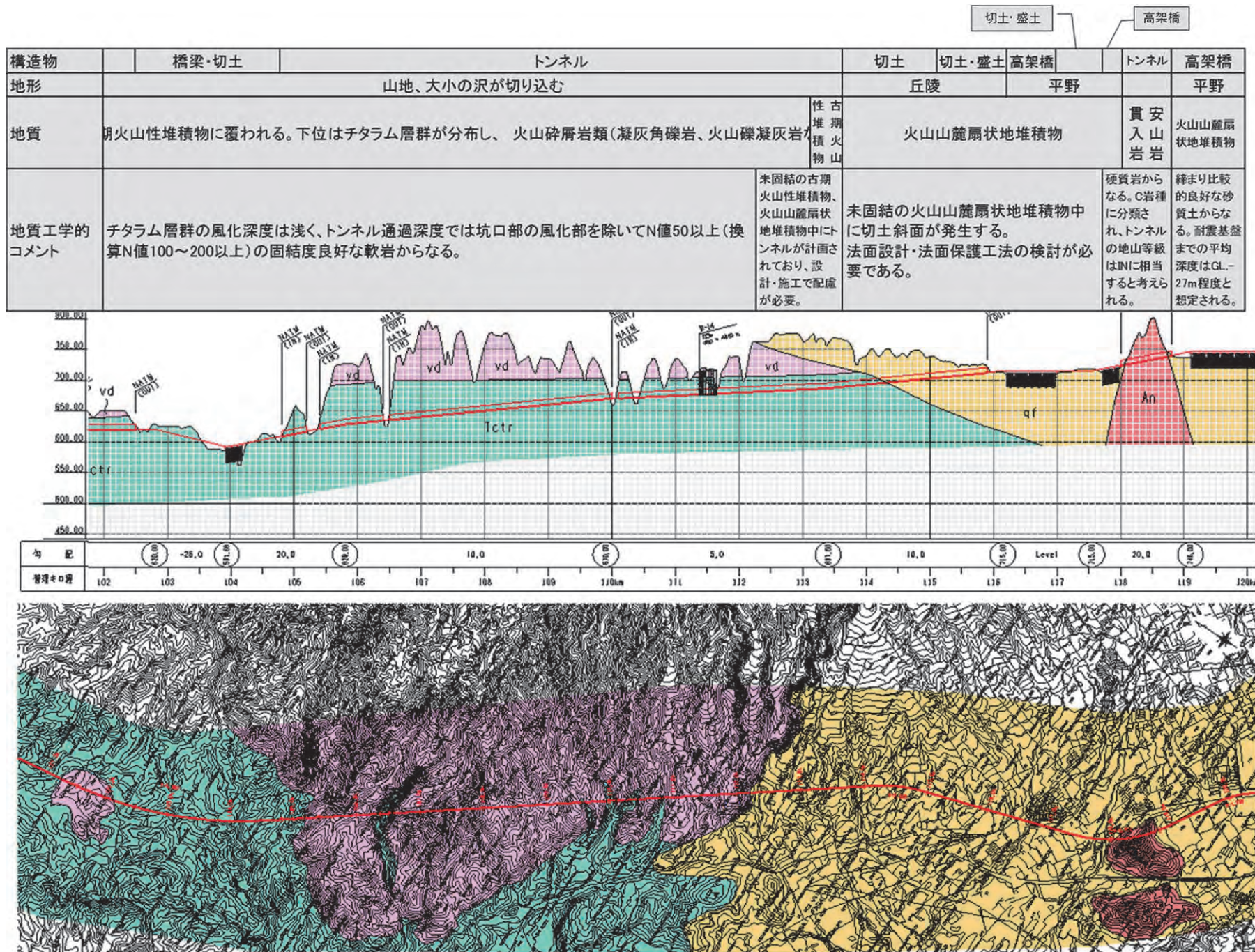


図 7.3-7 地質縦断面図 (7/9)



構造物	118.8~119.1km間は、盛土。他の区間はすべて高架橋	
地形	平野(火山山麓扇状地堆積物分布区間は多少の起伏あり)	
地質	火山山麓扇状地堆積物	湖沼性堆積物
地質工学的コメント	火山山麓扇状地堆積物は、締まり比較的良好な砂質土からなる。 この区間の、耐震基盤までの深度は、Sta.119~136.1km間はGL-27m、136.1~136.4km間は30m、136.4~136.6km間は35m、136.6~136.8km間は40m、136.8~136.9km間は45m、136.9~137.0km間は50mと想定。	

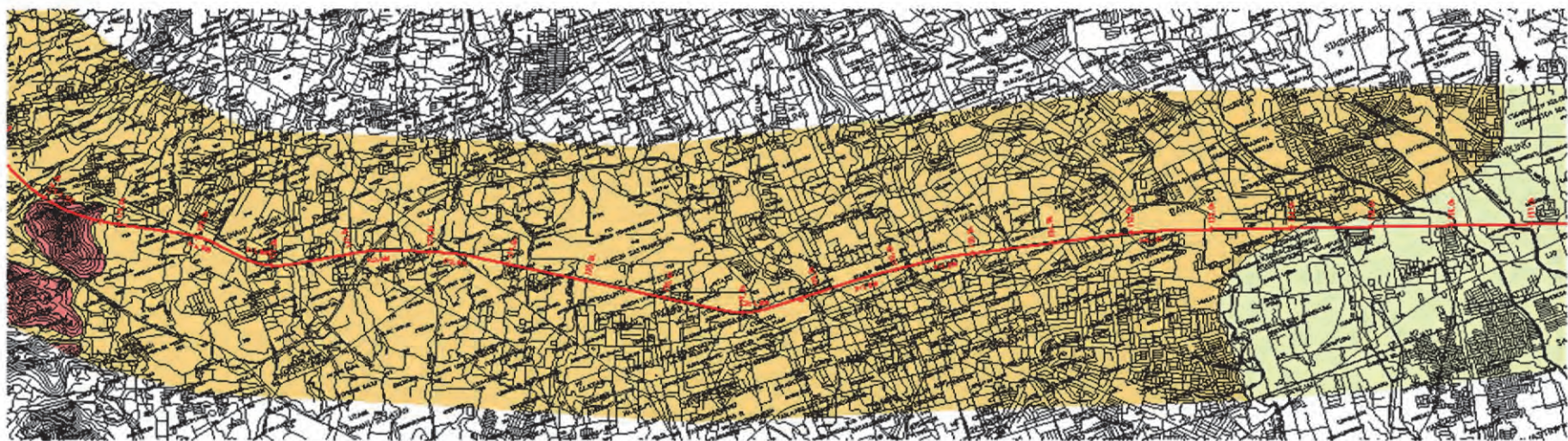
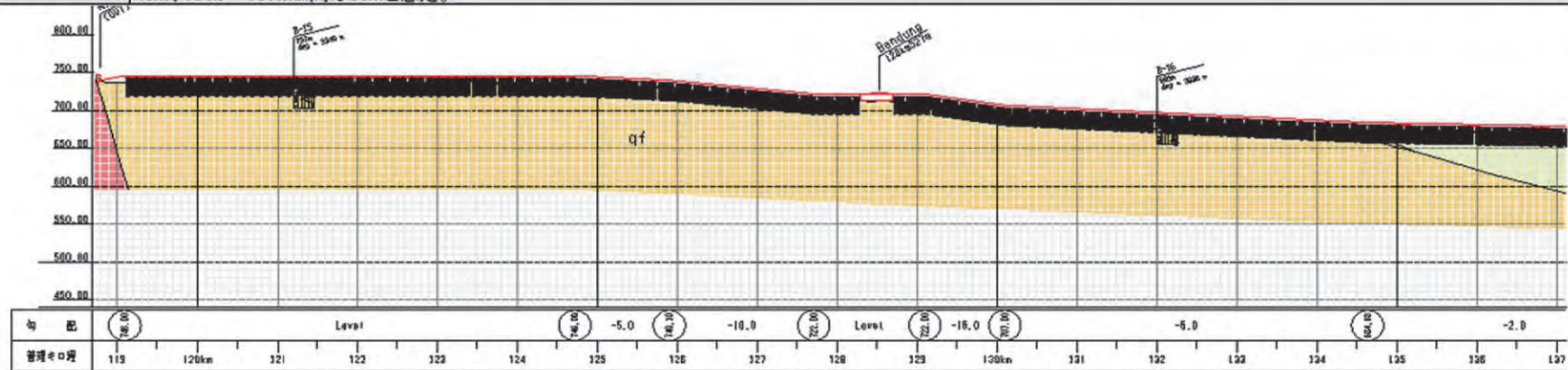
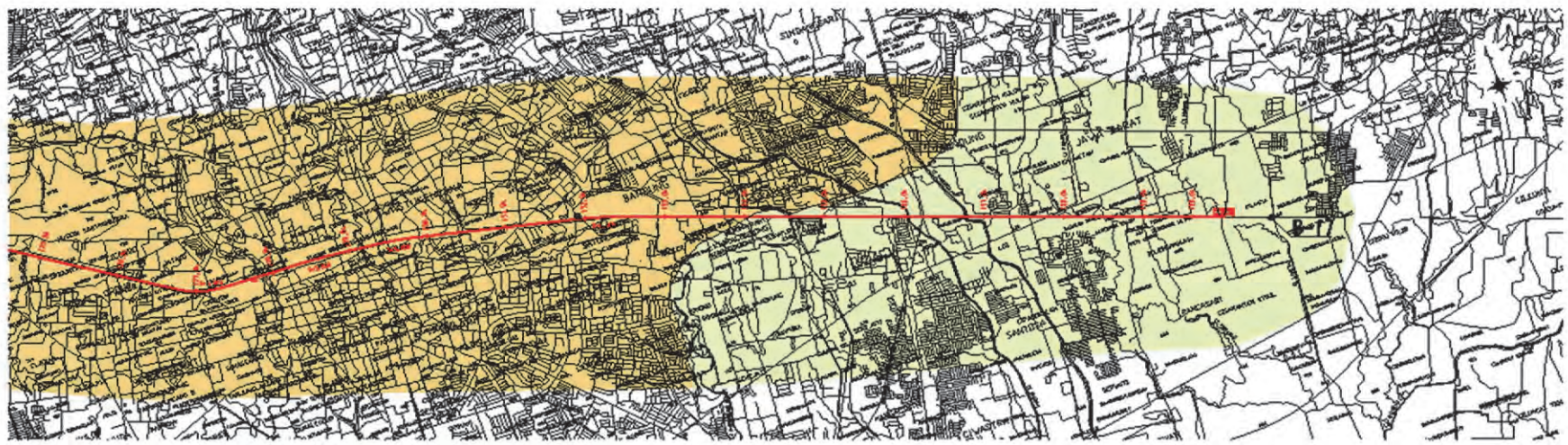
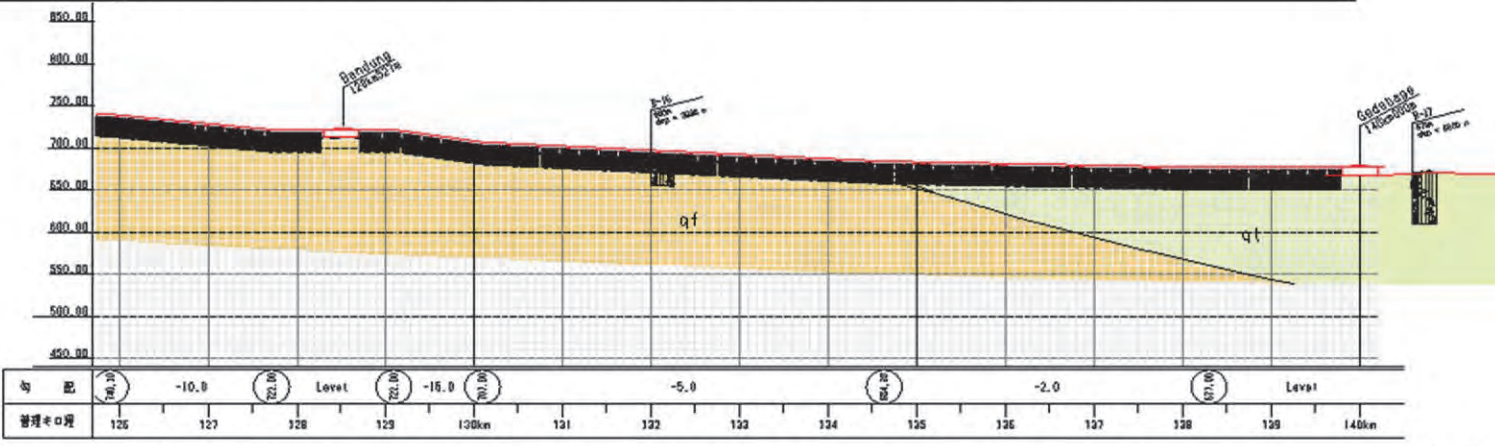


図 7.3-8 地質縦断面図 (8/9)

構造物	高架橋	
地形	平野(火山山麓扇状地堆積物分布区間は多少の起伏あり)	
地質	火山山麓扇状地堆積物	湖沼性堆積物
地質学的コメント	火山山麓扇状地堆積物は、締まり比較的良好な砂質土からなる。湖沼性堆積物は、軟弱な粘性土を主体としボーリングB-17地点での耐震基盤までの深度はGL-52mである。この区間の、耐震基盤までの深度は、Sta.119~136.1km間はGL-27m、136.1~136.4km間は30m、136.4~136.6km間は35m、136.6~136.8km間は40m、136.8~136.9km間は45m、136.9~137.0km間は50mと想定。ボーリングB-17地点では、地表から17mの深度まではほぼ軟弱な粘性土からなる。地表から29m以深はN値20以上の粘性土(シルト質)を主体とするが、17~29m間は一部軟弱層が挟在する。	



出典：調査団

図 7.3-9 地質縦断面図 (9/9)

別冊資料

付録2 地形地質調査

- (1) 調査地域の自然条件
- (2) ボーリング調査における各孔の地質性状と掘削時の孔内水位
- (3) 現地概査結果に基づく地質状況
- (4) 現地委託先報告書（現地写真・コア写真・ボーリング柱状図・室内土質試験結果）

第8章 路線計画の詳細検討

第8章 路線計画の詳細検討

8.1 路線計画

第4章「ルートを選定」の結果に基づき、ジャカルタ - バンドン/グデバゲ間における路線の詳細検討を行う。鉄道線形は地形や地上構造物との関係が重要であるため、本調査において実施した計画路線沿線の衛星写真測量結果（縮尺 10,000 分の 1 レベル）を用いて検討を行う。また、現地調査により入手した開発計画等にも配慮する。特に重要なポイントに関しては、関係機関と協議調整を行い線形に関する合意形成を図るものとする。

8.1.1 路線計画

(1) 計画条件

a) 線形条件

本路線は時速 300km 以上の高速運転を想定しており、線形条件は以下の通りとする。

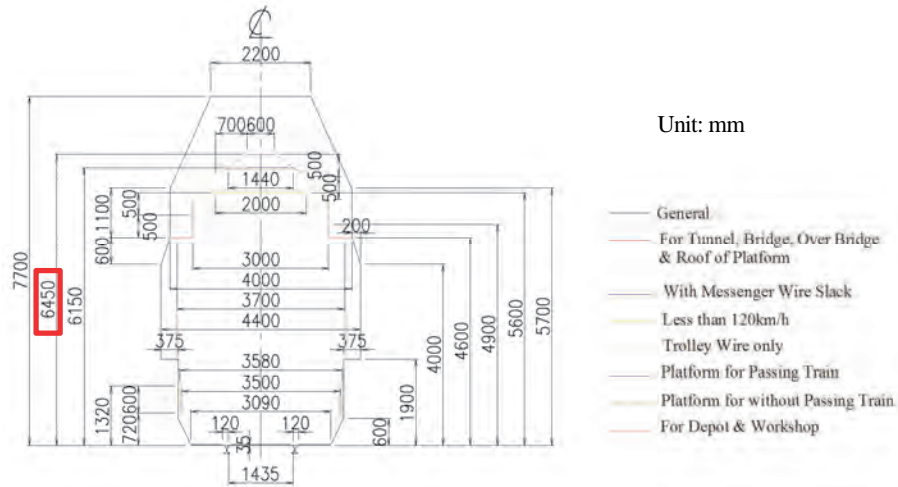
表 8.1-1 高速鉄道の線形条件

項目		諸元
軌間		1,435 mm
曲線半径	本線（高速区間）	6,000 m 以上
	本線（高速区間外）	1,000 m 以上
緩和曲線の形状		サイン半波長てい減曲線
曲線間の直線	本線	100 m
	120km/h 以下の場合	50 m
	やむを得ない場合	両緩和曲線(反対方向のものに限る)を直接結ぶ
円曲線の長さ	本線	100 m
	120km/h 以下の場合	50 m
	やむを得ない場合	両緩和曲線を直接結ぶ
最急勾配	一般区間	25 / 1,000
	地形上やむを得ない場合	35 / 1,000
	停車・留置・解結する区域	3 / 1,000
縦曲線	本線	25,000 m
	120km/h 以下の場合	5,000 m
競合条件	緩和曲線区間に半径 15,000m 以下の縦曲線を挿入してはならない。	
	緩和曲線及び縦曲線区間には分岐器を敷設してはならない。	
	1000 分の 3 を超える勾配区間には分岐器を敷設してはならない。	

出典：調査団（新幹線基準を参考）

b) 建築限界

道路や在来線等の跨線橋等に対する高速鉄道の建築限界高は図 8.1-1 より 6.45m とする。また、道路の建築限界高は 5.50m（余裕高 0.5m 含む）として計画する。

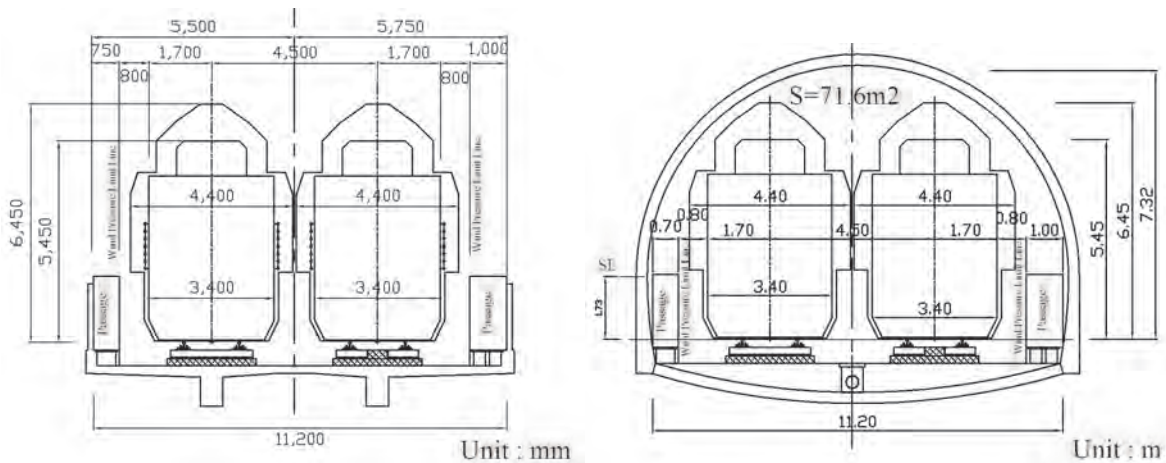


出典：「解説 鉄道に関する技術基準」(土木編)

図 8.1-1 高速鉄道の建築限界図

c) 施工基面幅

高速鉄道の標準的な施工基面幅を図 8.1-2 に示す。



出典：調査団

図 8.1-2 高架橋・トンネル区間の施工基面幅（直線区間）

(2) 考慮すべき施設物及び開発計画（コントロールポイント）

高速鉄道の路線計画は、駅間を最短距離で結ぶことを原則としているが、河川や地質条件等の地形的要因、大型構造物・重要施設物（歴史的建造物、軍事施設等）の位置、既存の開発計画への影響を考慮して、やむを得ず迂回や調整を行う必要がある。

本路線では、下記に示すコントロールポイントを中心に関係機関と協議を行い、路線計画の深度化を行った。

表 8.1-2 路線計画に対する意見調整結果と対応方針

地域		関係機関の意見・要望	対応方針
a	ジャカルタ 中心地域	地上空間は既に飽和状態であり、高架橋等の建設は困難である。	地下空間を利用する。
b	BKT 運河地域 (Banjir Kanal Timur)	運河の南に 4 車線道路の建設計画がある。運河の岸壁部や道路の上空は利用可能である。	4 車線道路上の空間を利用する。
c	高速道路地域 (Jakarta-Cikampek toll road)	高速道路の南側の空地利用は可能。但し、インターチェンジの増設計画や地下埋設物に留意が必要である。	高速道路の南側に沿って計画する
d	カラワン工業地域	新空港の建設計画の他に、10 件以上の開発計画を既に認可している。	開発側に調整を求める。
e	山岳地域	在来線や高速道路において、地滑り事故が多発している。	地質調査結果に基づき、危険度の高い地域を避ける。
f	空港近接地域	航空機の発着に高速鉄道の構造物が支障しないこと。	地上 45m 以下に構造物高さを抑える。
g	バンドン地域 (在来線)	バンドン駅の前後区間において、在来線（旅客車）の高架化事業を実施中。	限られた鉄道用地の有効活用を図る。
h	グデバゲ地域	高速道路やモノレール、都市開発計画が進んでいる。	駅位置や高さについて、開発側と調整を図る。

出典：調査団

a) ジャカルタ中心地域 (Dukuh Atas)

ジャカルタ中心部のドゥクアタスは、在来線やMRT、道路交通の結節点として今後の発展が期待されている地域である。在来線ドゥクアタス駅の周辺には、高速道路や新交通、鉄道新線の整備計画があり地上・地下ともに既に飽和状況にある。そのため、高速鉄道の端末駅は北側にある小運河沿いの緑地帯の地下に計画する。地下トンネルの深度は、法令による地下空間の利用方針に則り、公共用地は地下 10m 以深、民間用地は地下 30m 以深を基本とする。



出典：調査団

図 8.1-3 HSR ドゥクアタス駅予定地の状況

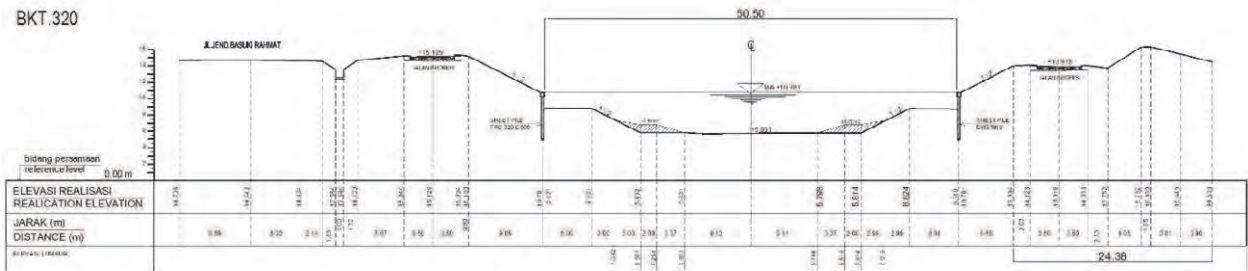


出典：調査団

図 8.1-4 在来線ドゥクアタス駅周辺の開発計画

b) BKT 運河地域 (Banjir Kanal Timur)

BKT 運河は、ジャカルタ市内の洪水調整機能を担う重要な水路（幅約 50m）である。



出典：DINAS PU 図 8.1-5 BKT 運河の標準断面図

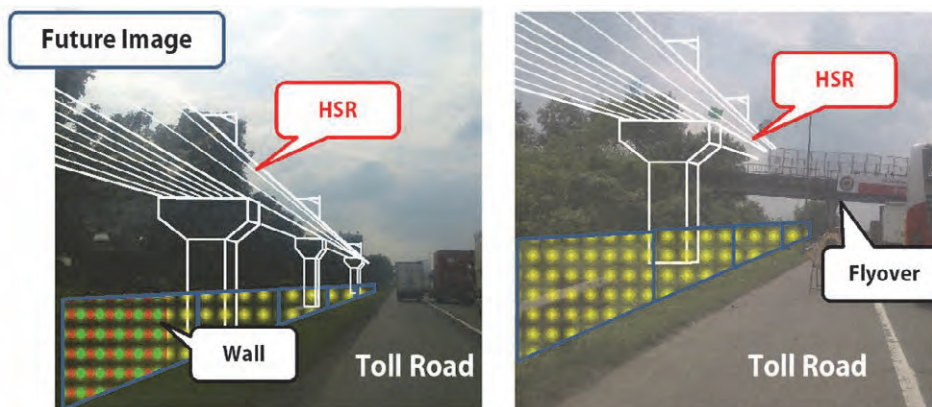
BKT 運河の北側は道路交通量が多く住宅も密集しているため、高速鉄道は運河の南側に沿って計画する。運河の管理者から、「運河の南側には道路の新設計画があるが、高速鉄道が河川敷や道路の直上空間を通過するなら問題はない」と本計画への理解を得ている。



出典：調査団 図 8.1-6 BKT 運河地域の線形計画図

c) 高速道路地域 (Jakarta-Cikampek toll road)

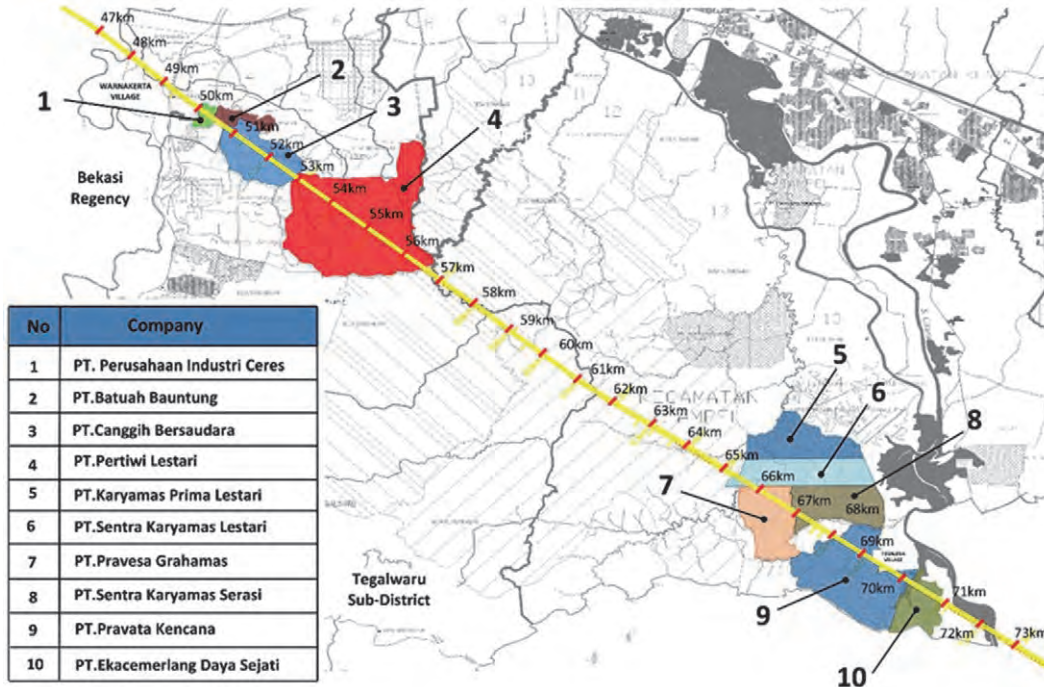
高速道路の側方緑地（南側）の一部を高速鉄道用地として利用する。ブカシ〜チカラン間は高速道路の拡幅計画もなく、道路管理者（BPJT 及び Jasamarga）からも異論は出ていない。



出典：調査団 図 8.1-7 高速道路沿いの利用イメージ図

d) カラワン工業地域

カラワンは、大規模な工業開発が予定されている地域である。高速鉄道が、現在承認されている開発地域を全て迂回することは、速達性やコストを著しく悪化させることになるため、地方政府等に高速鉄道の計画路線を示し、工業開発計画の調整を図るように協力要請を行った。

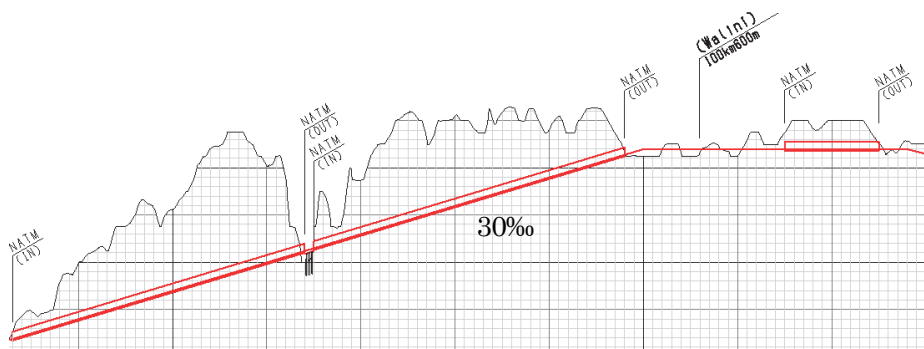


出典：調査団 図 8.1-8 開発地域と高速鉄道路線の関係図

e) 山岳地域

山岳地域はトンネルを用いて路線延長の短縮を図る。地質調査結果より地滑り地域や地盤条件の悪い地域を避けて計画した結果、本区間の最急勾配は長野新幹線と同等の30‰となる。

また、ワリニ地区等、新駅設置の可能性がある所は直線かつ平坦な区間を設けることとした。



出典：調査団 図 8.1-9 山岳地域のトンネル縦断検討図

f) 空港近接地域

空港に近接する地域は、航空機の離発着に支障が生じないように建造物の高さが45m以下に制限されている。高速鉄道の構造物は高架道路を跨ぐ場合であっても高さは30m程度となるため、特に問題は生じない。

g) バンドン地域

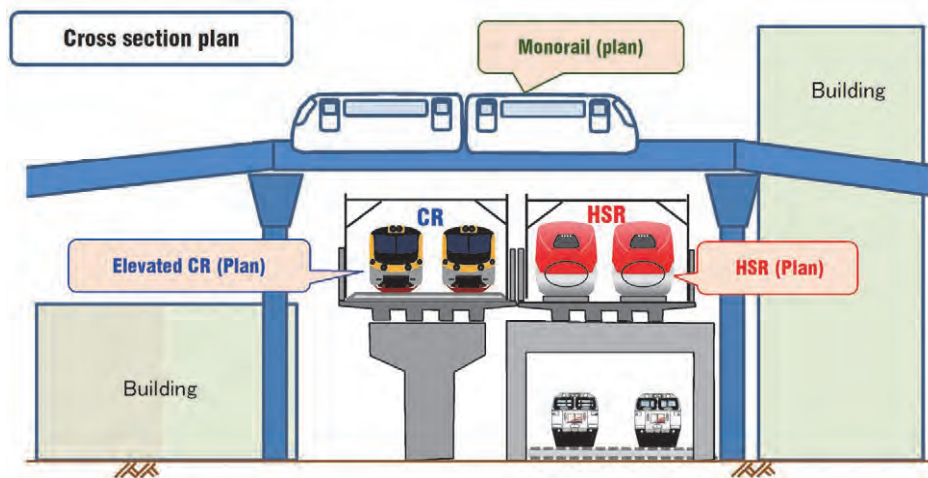
バンドン地域は住宅が密集しており、都市中心部に至る高速道路や運河等の大規模な公共空間が無いことから、既存の鉄道用地を活用した線形計画とする。本区間は、図 8.1-10 に示すように在来線の一部高架化計画があるが、高速鉄道は安全性を確保するため全て高架とする。

また、バンドン駅の東に位置するムルディカ通りには、在来線と交差するモノレール計画がある。本計画の縦断線形は不明であるが、鉄道交差部においては図 8.1-11 に示すように、登坂性能に優れるモノレールが在来線及び高速鉄道を上越することで全体コストの縮減を図る計画とする。



出典：調査団

図 8.1-10 バンドン地区の鉄道縦断計画図



出典：調査団

図 8.1-11 モノレールと鉄道の交差計画案（ムルディカ通り）

h) グデバゲ地域

グデバゲ地域は、バンドンの東部に位置する副都心として開発が進められており、高速道路やモノレール計画と使用空間の調整を図る必要がある。バンドン市と調整を行った結果、1層目（地表）を在来線、2層目を高速道路、3層目を高速鉄道及びモノレールが使用することで合意した。

(3) 線形諸元

本調査により決定した線形諸元及び設計速度との関係を表 8.1-3 に示す。また、線形計画図を図 8.1-12 ~図 8.1-20 に示す。

表 8.1-3 線形諸元一覧表(ジャカルタ-バンドン間)

Station	Kirometerage (m)	L/R	Curve(m)		Gradient		Design speed (km/h)
			Radius	Distance	(%)	Distance (m)	
Jakarta	0			354	0.0	1,100	
	354	L	800	622			140
	977			363			
	1,100				-3.0	1,900	
	1,339	R	1,500	451			140
	1,790			844			
	2,634	R	1,000	759			140
	3,000				3.0	3,586	
(Manggarai)	3,392			548			
	3,940			1,920			
	4,143	L	1,500				180
	5,860			358			
	6,218	R	1,500	1,090			180
	6,586				25.0	1,250	
	7,308			158			
	7,466	L	1,500	1,016			180
	7,836				0.0	5,264	
	8,482			146			
	8,628	L	5,000	590			180
	9,218			250			
	9,467	R	8,000	331			180
	9,798			494			
	10,293	L	2,000	862			180
	11,154			106			
	11,260	R	1,500	807			180
	12,067			128			
	12,195	L	2,600	648			180
	12,843			247			
	13,090	R	1,500	1,120			180
	13,100				-25.0	1,377	
	14,210			1,474			
	14,477				-3.0	1,523	
	15,684	R	10,000	1,549			350
	16,000				3.0	4,200	
	17,233			949			
	18,181	L	6,000	1,833			350
	20,014			3,712			
	20,200				25.0	1,520	
	21,720				0.0	13,580	
	23,726	R	10,000	1,091			350
	24,817			963			
Bekasi	25,780			1,012			
	26,792	L	6,000	1,521			350
	28,313			875			
	29,188	R	12,000	1,107			350
	30,295			1,308			
	31,603	R	6,000	1,948			350
	33,552			1,829			
	35,300				10.0	1,250	
	35,381	L	25,000	484			350
	35,864			789			
	36,550				0.0	1,650	
	36,653	R	25,000	495			350
	37,148			2,612			
	38,200				-10.0	1,100	
	39,300				10.0	900	
	39,760	R	30,000	442			350
	40,200				0.0	5,370	
	40,202			4,935			
Cikarang	42,000						
	45,138	R	10,000	2,599			350
	45,570				-15.0	1,630	
	47,200				0.0	800	

Station	Kirometerage (m)	L/R	Curve(m)		Gradient		Design speed (km/h)
			Radius	Distance	(%)	Distance (m)	
	47,737			1,107			
	48,000				10.0	1,478	
	48,844	L	11,000	1,103			350
	49,478				5.0	6,267	
	49,947			10,868			
	55,745				-3.0	3,555	
(Karawang)	59,300				3.0	2,633	
	60,815	L	10,000	1,261			350
	61,933				-3.0	4,967	
	62,076			11,176			
	66,900				-10.0	1,500	
	68,400				0.0	5,459	
	73,253	R	6,500	7,694			350
	73,859				9.6	3,841	
	77,700				0.0	1,051	
	78,751				9.6	1,349	
	80,100				0.0	920	
	80,946			1,058			
	81,020				25.0	4,280	
	82,004	L	6,000	2,190			350
	84,194			16,880			
	85,300				30.0	6,400	
	91,700				20.0	1,100	
	92,800				30.0	7,200	
	100,000				0.0	2,800	
(Walini)	100,600						
	101,074	L	6,000	3,776			350
	102,800				-25.0	1,133	
	103,933				20.0	1,867	
	104,850			9,141			
	105,800				10.0	4,100	
	109,900				5.0	2,300	
	112,200				30.0	1,900	
	113,991	R	2,000	1,128			200
	114,100				0.0	850	
	114,950				-17.8	1,200	
	115,119			2,074			
	116,150				0.0	1,400	
	117,192	L	2,000	1,934			200
	117,550				20.0	1,550	
	119,100				0.0	5,620	
	119,126			606			
	119,732	R	1,200	632			170
	120,364			96			
	120,461	L	1,000	870			140
	121,331			755			
	122,086	R	2,000	542			200
	122,628			442			
	123,070	R	2,000	453			200
	123,523			3,168			
	124,720				-5.0	1,180	
	125,900				-10.0	1,810	
	126,692	L	1,000	721			140
	127,413			1,265			
	127,710				0.0	1,390	
Bandung	128,527						
	128,678	R	3,000	253			270
	128,932			690			
	129,100				-15.0	1,000	
	129,622	R	3,000	457			270
	130,079			1,557			
	130,100				-5.0	4,533	
	131,636	R	7,500	1,483			350
	133,120			6,480			
	134,633				-2.0	3,667	
	138,300				0.0	1,300	
Gedebage	139,600				0.0		

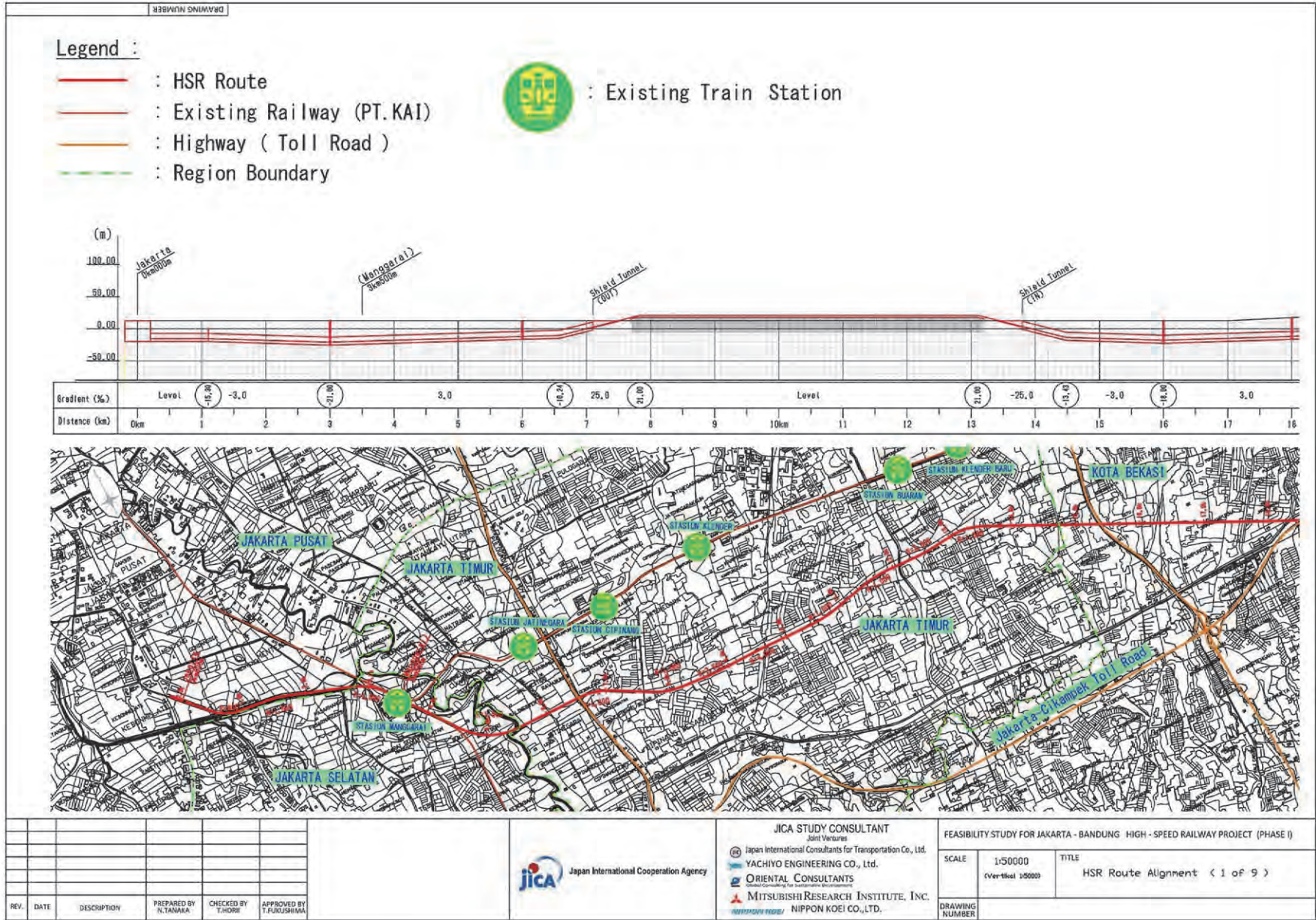
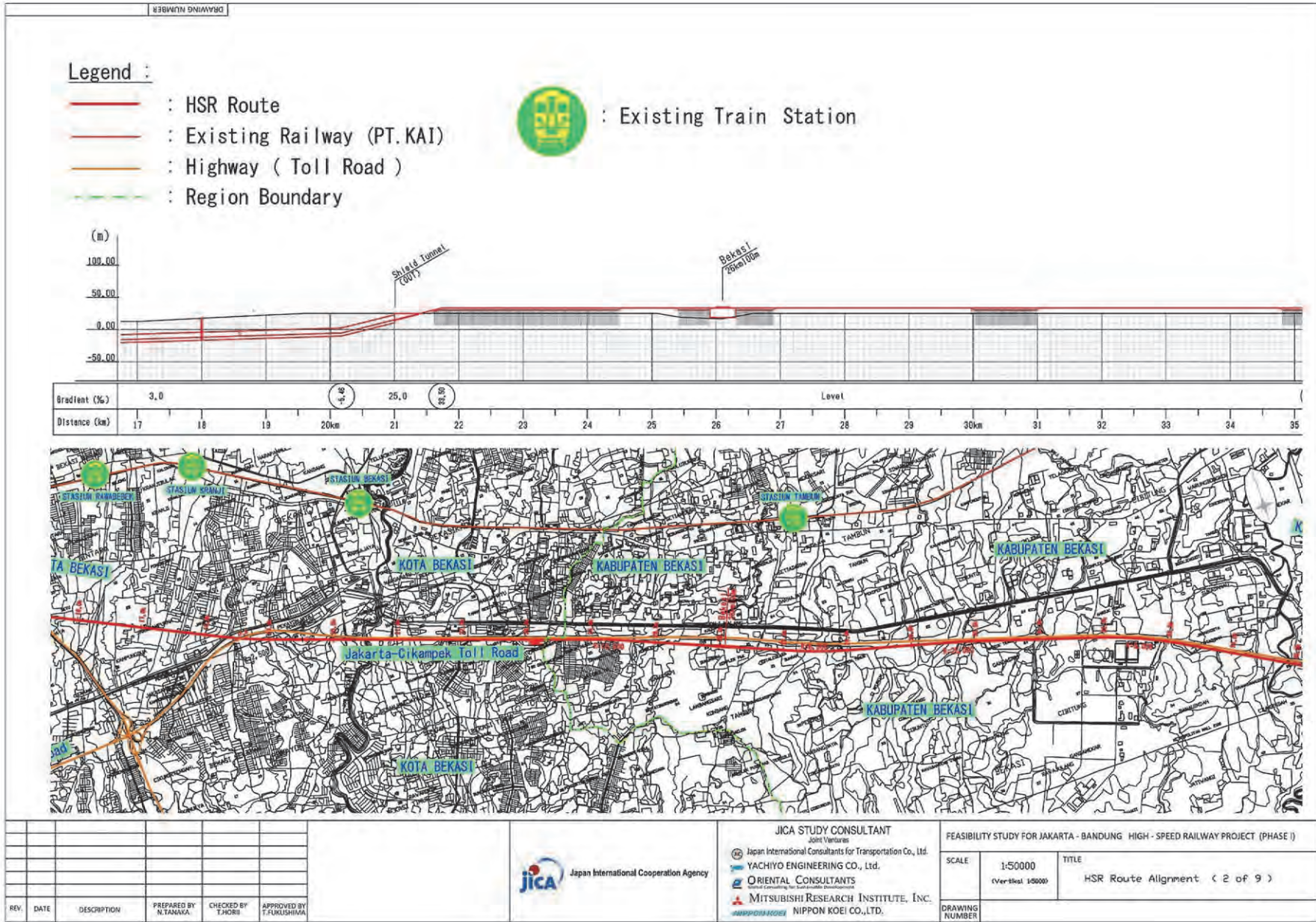


図 8.1-13 路線計画図 (2/9)

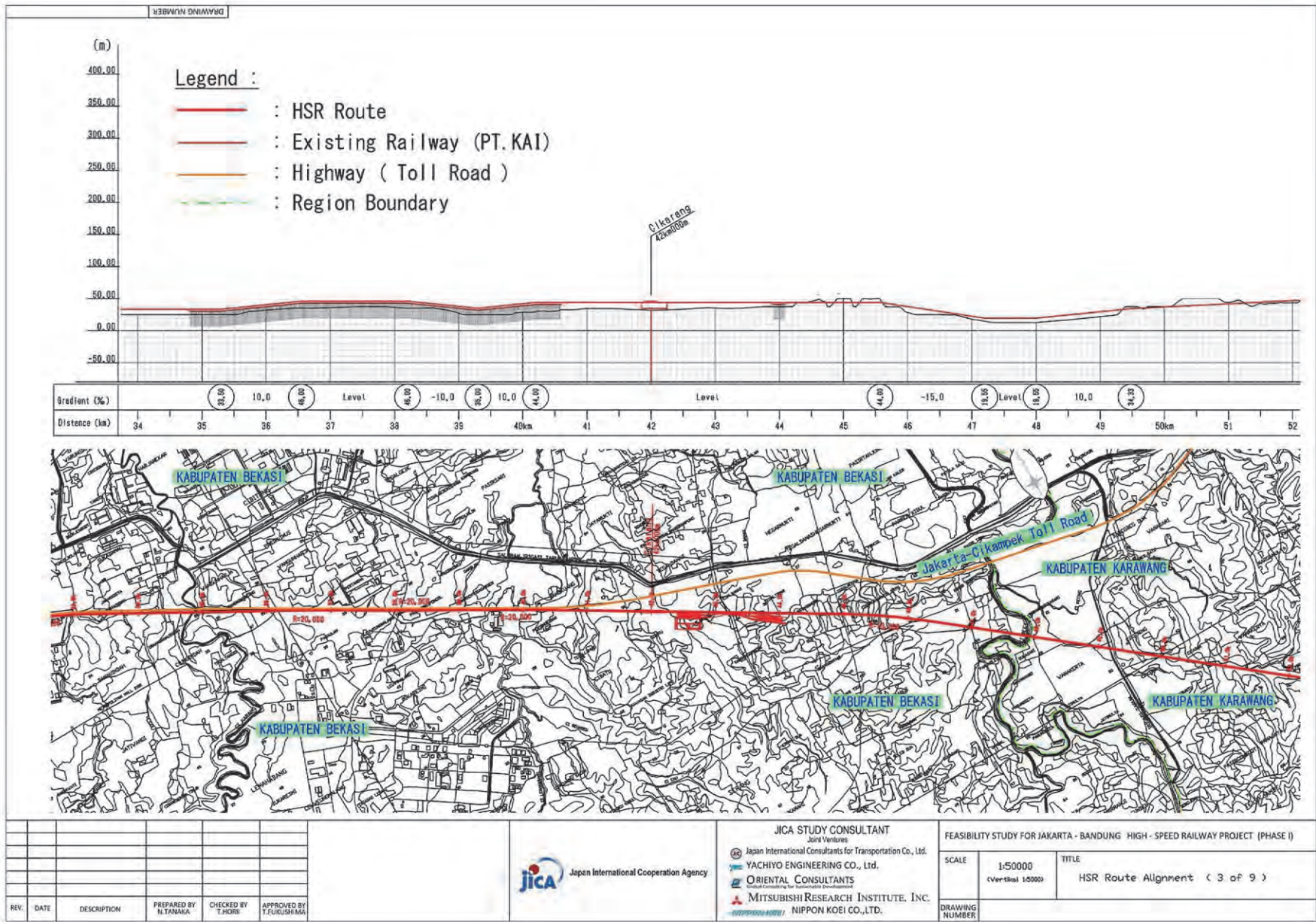


REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED BY	CHECKED BY	APPROVED BY
			N.TANAKA	T.HORI	T.FUKUSHIMA



JICA STUDY CONSULTANT
 Joint Ventures
 Japan International Consultants for Transportation Co., Ltd.
 YACHIYO ENGINEERING CO., Ltd.
 ORIENTAL CONSULTANTS
 Mitsubishi Research Institute, Inc.
 NIPPON KOEI CO., LTD.

FEASIBILITY STUDY FOR JAKARTA - BANDUNG HIGH - SPEED RAILWAY PROJECT (PHASE I)	
SCALE	1:50000 (Ver:1000)
TITLE	HSR Route Alignment (2 of 9)
DRAWING NUMBER	



出典：調査団

図 8.1-14 路線計画図 (3/9)

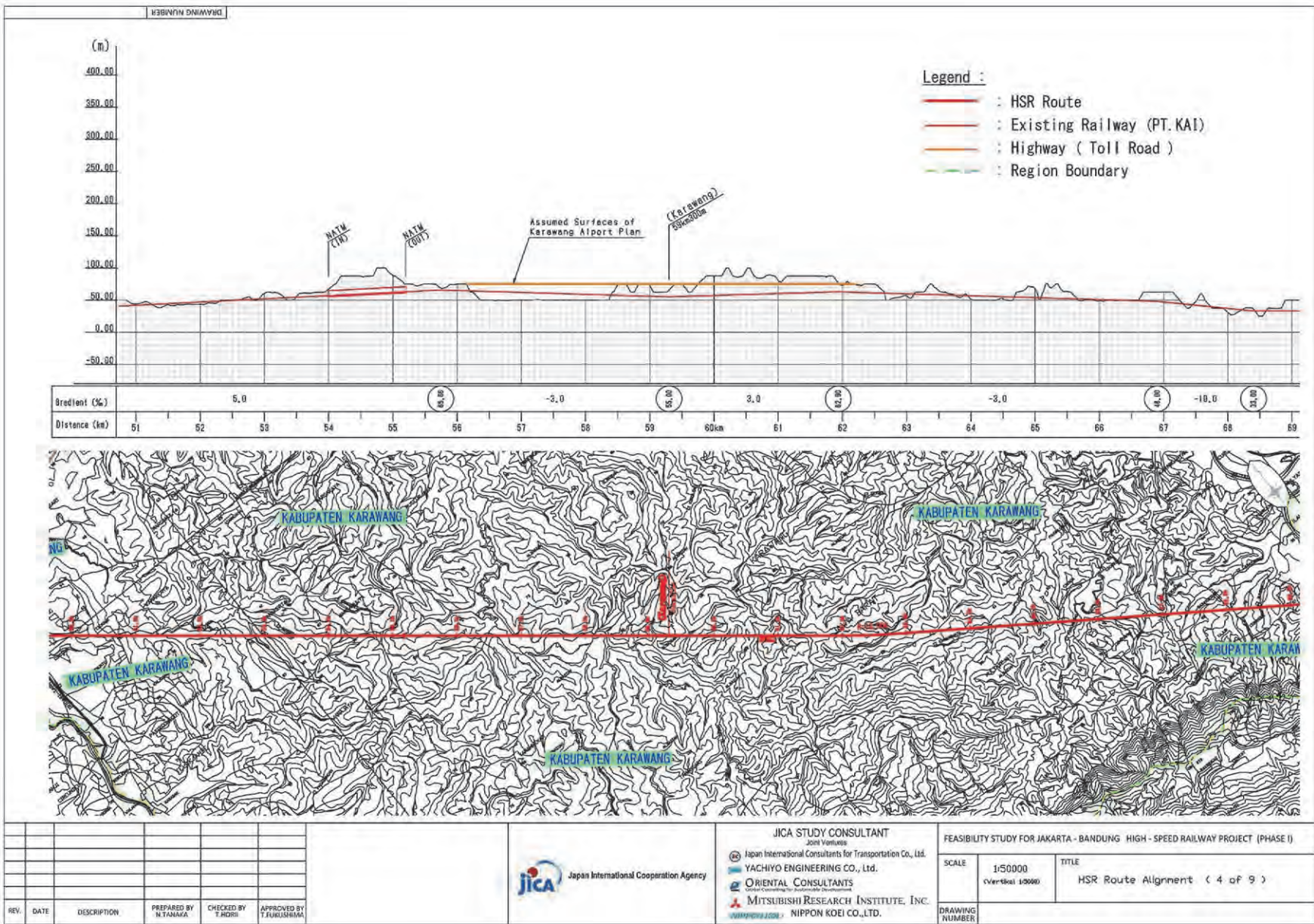
REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED BY	CHECKED BY	APPROVED BY
			M.TANAKA	T.HORII	T.FUKUSHIMA



JICA STUDY CONSULTANT
 Joint Venture

- Japan International Consultants for Transportation Co., Ltd.
- YACHIYO ENGINEERING CO., Ltd.
- ORIENTAL CONSULTANTS
- MITSUBISHI RESEARCH INSTITUTE, INC.
- NIPPON KOEI CO., LTD.

FEASIBILITY STUDY FOR JAKARTA - BANDUNG HIGH - SPEED RAILWAY PROJECT (PHASE I)	
SCALE	TITLE
1:50000 (Vertical 1:50000)	HSR Route Alignment (3 of 9)
DRAWING NUMBER	



出典：調査団

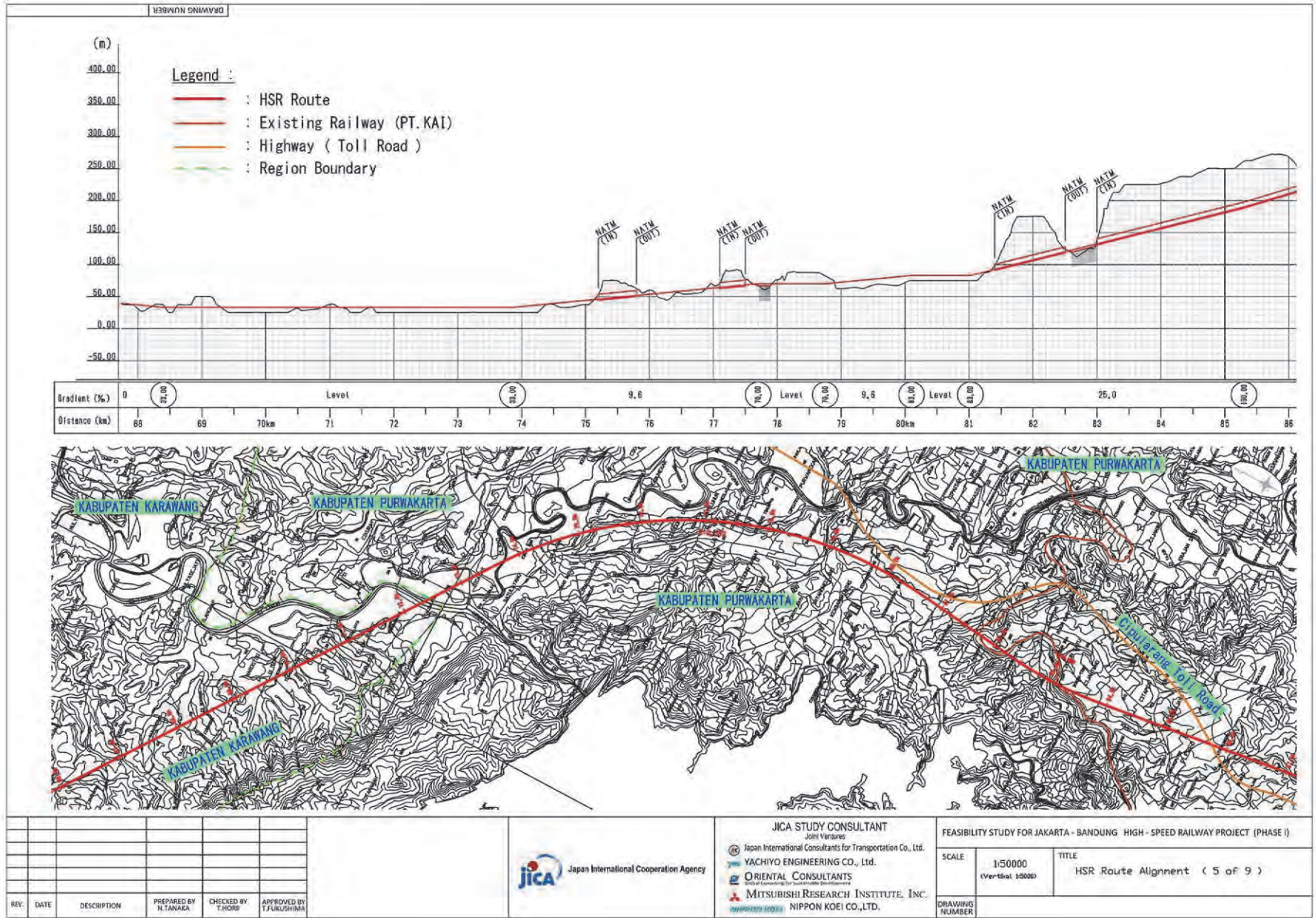
図 8.1-15 路線計画図 (4/9)

REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED BY	CHECKED BY	APPROVED BY
			N.TANAKA	T.HORI	T.FUKUSHIMA



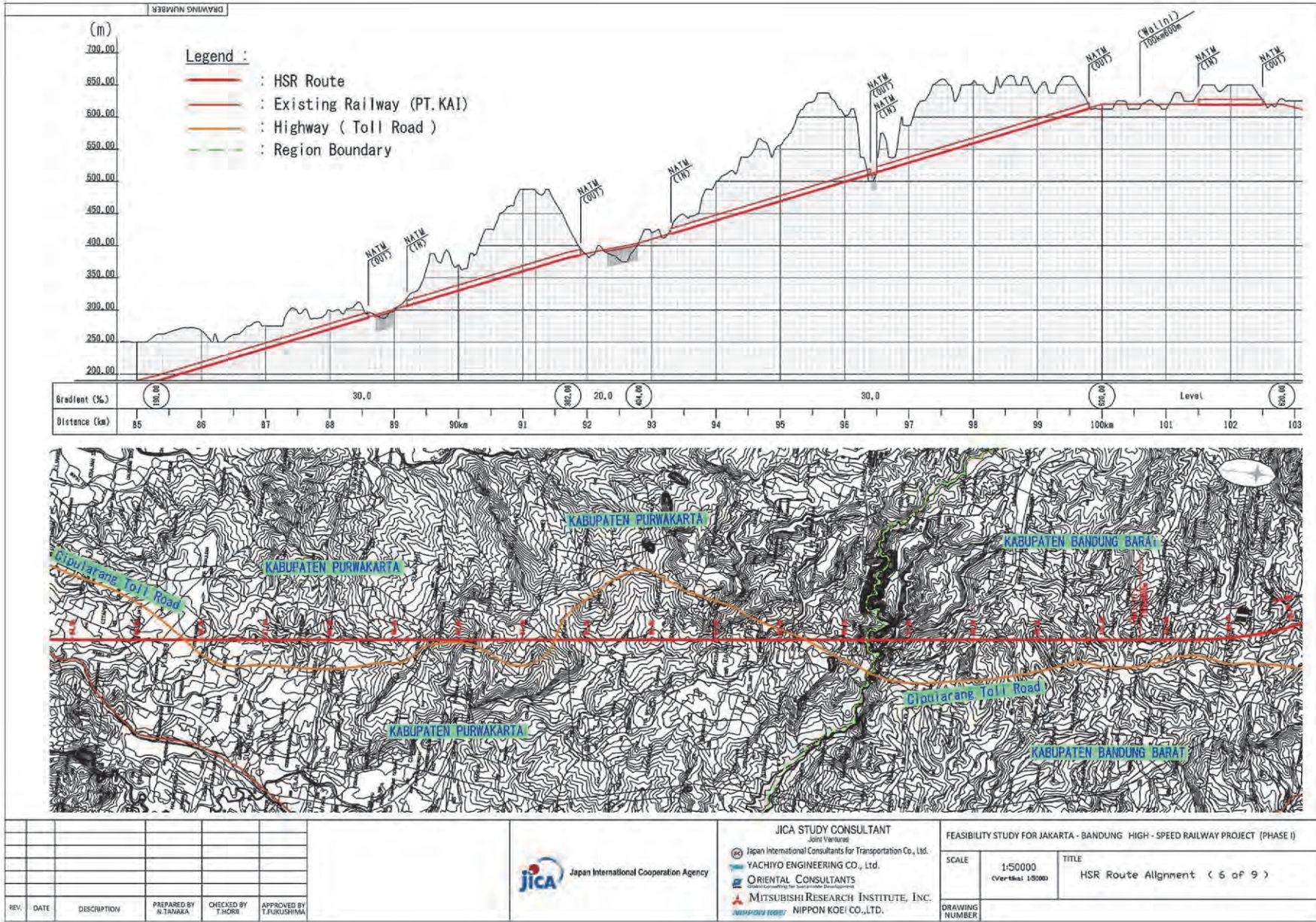
JICA STUDY CONSULTANT
 Joint Venture
 Japan International Consultants for Transportation Co., Ltd.
 YACHIYO ENGINEERING CO., Ltd.
 ORIENTAL CONSULTANTS
 Oriental Consulting of Jakarta/Indonesia
 MITSUBISHI RESEARCH INSTITUTE, INC.
 www.mri.or.jp
 NIPPON KOEI CO., LTD.

FEASIBILITY STUDY FOR JAKARTA - BANDUNG HIGH - SPEED RAILWAY PROJECT (PHASE I)	
SCALE	TITLE
1:50000 (Vertical 1:5000)	HSR Route Alignment (4 of 9)
DRAWING NUMBER	



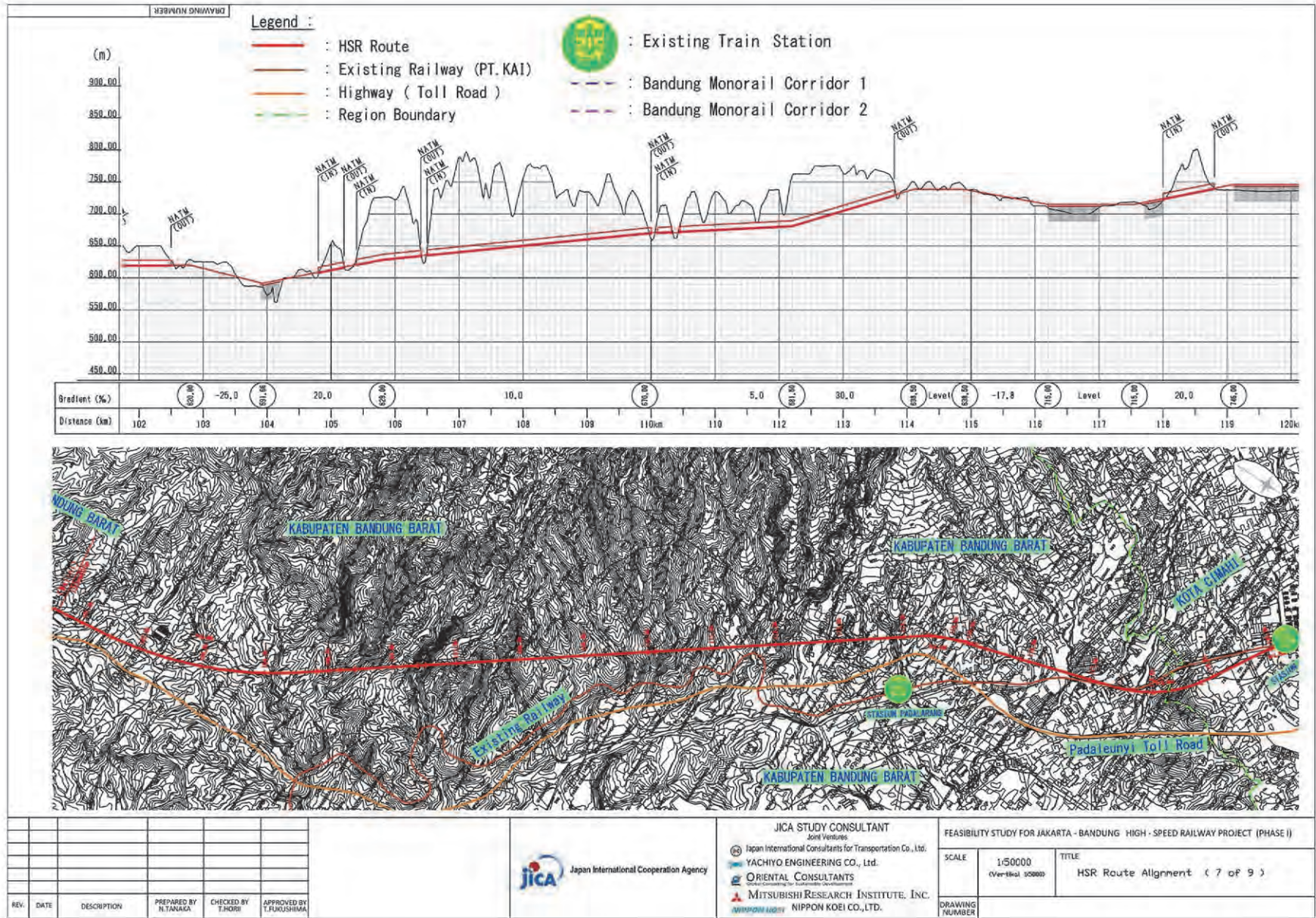
出典：調査団

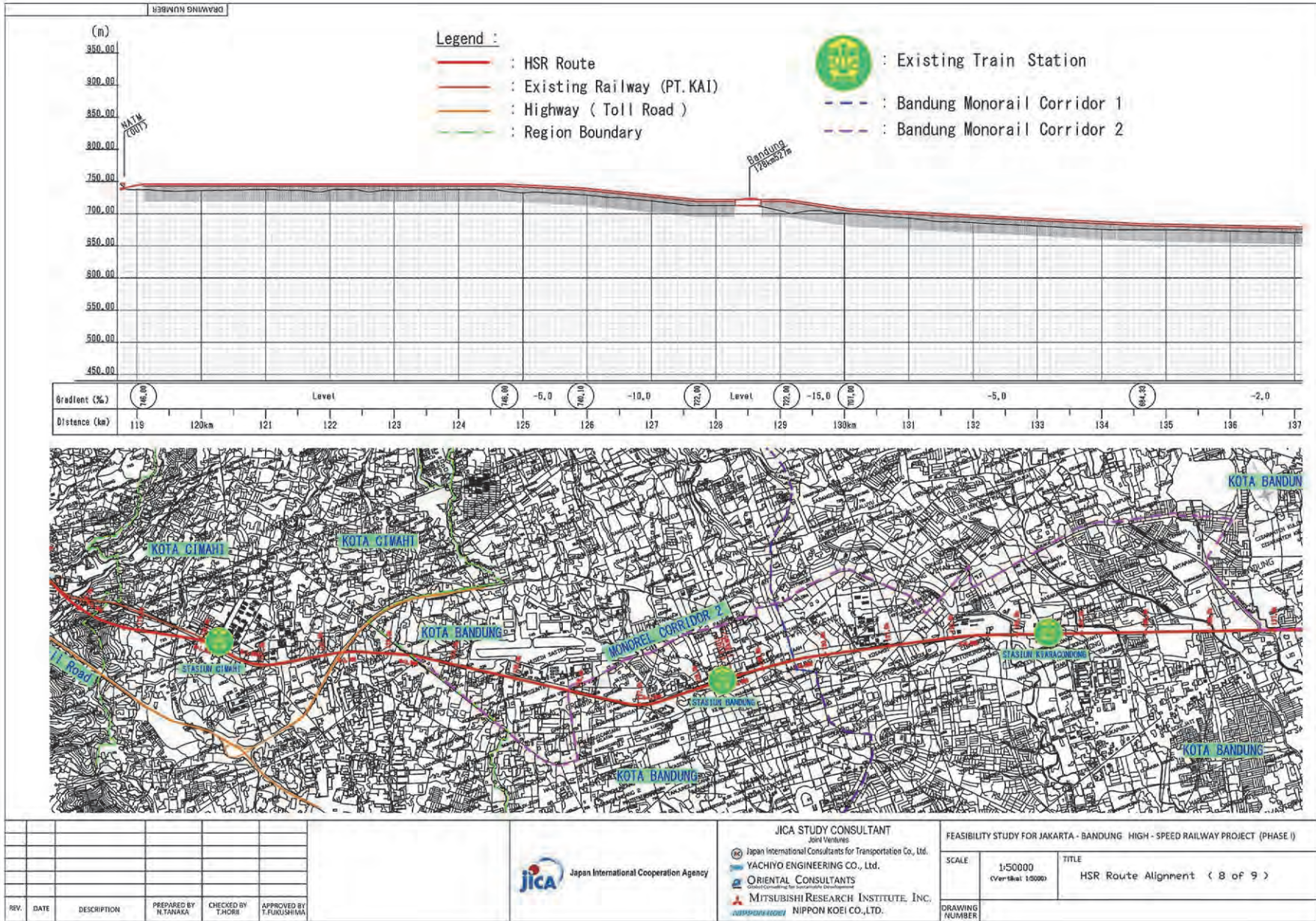
図 8.1-16 路線計画図 (5/9)



出典：調査団

図 8.1-17 路線計画図 (6/9)



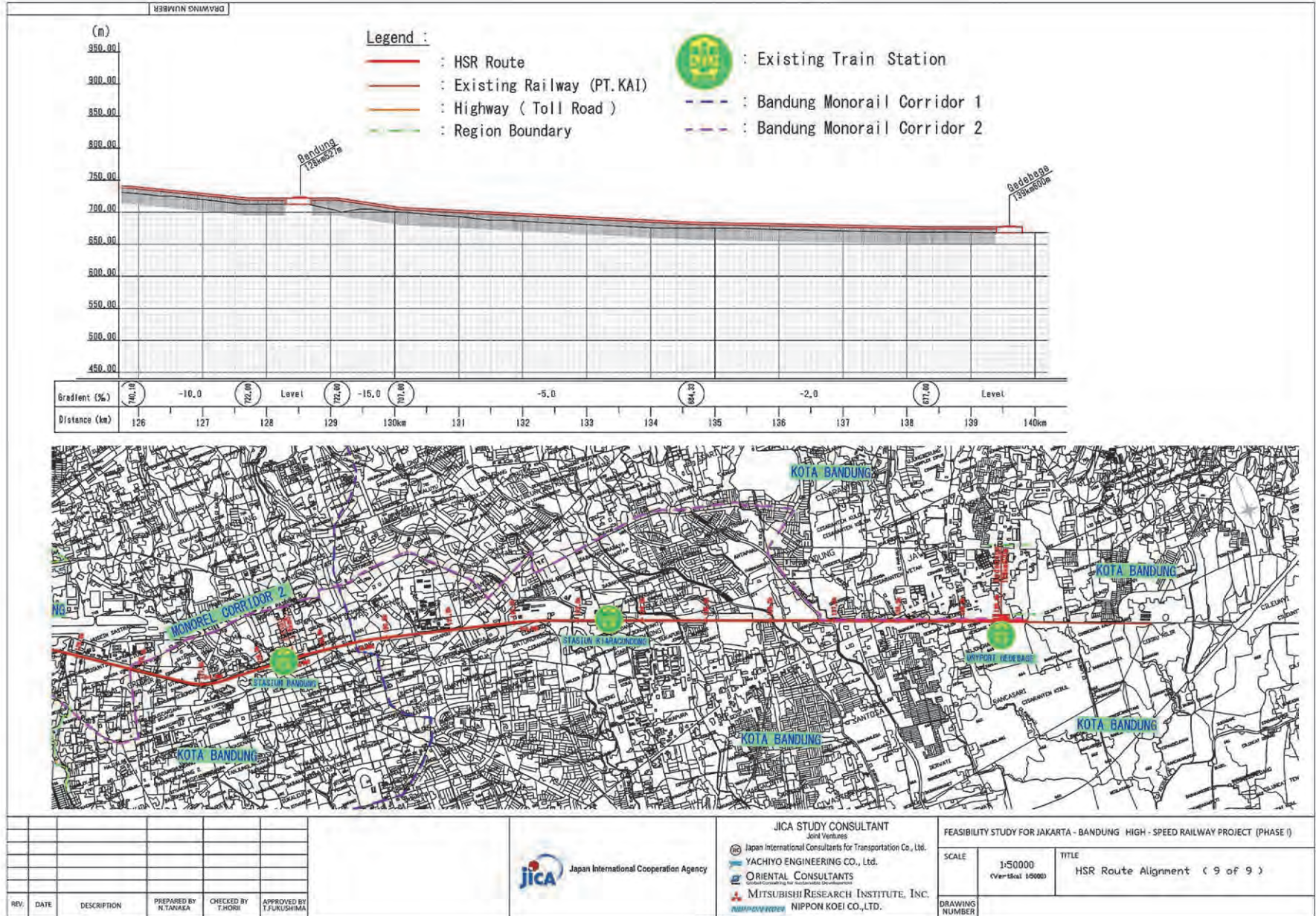


REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED BY	CHECKED BY	APPROVED BY



JICA STUDY CONSULTANT
 Joint Ventures
 Japan International Consultants for Transportation Co., Ltd.
 YACHIYO ENGINEERING CO., Ltd.
 ORIENTAL CONSULTANTS
 Mitsubishi Research Institute, Inc.
 NIPPON KOEI CO., LTD.

FEASIBILITY STUDY FOR JAKARTA - BANDUNG HIGH - SPEED RAILWAY PROJECT (PHASE I)
 SCALE: 1:50000 (Vertical: 1:5000)
 TITLE: HSR Route Alignment < 8 of 9 >
 DRAWING NUMBER:



REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED BY	CHECKED BY	APPROVED BY
			N. TANAKA	T. KORI	T. FUKUSHIMA



JICA STUDY CONSULTANT
 Joint Ventures
 Japan International Consultants for Transportation Co., Ltd.
 YACHIYO ENGINEERING CO., Ltd.
 ORIENTAL CONSULTANTS
 MITSUBISHI RESEARCH INSTITUTE, INC.
 NIPPON KOEI CO., LTD.

FEASIBILITY STUDY FOR JAKARTA - BANDUNG HIGH - SPEED RAILWAY PROJECT (PHASE I)

SCALE	1:50000 (Vertical 1:5000)	TITLE	HSR Route Alignment (9 of 9)
DRAWING NUMBER			

8.1.2 停車場計画

(1) 計画条件

高速鉄道の停車場に求められる基本条件を以下に示す。

表 8.1-4 停車場の計画条件一覧表

項目		諸元
乗降場の長さ		310m (列車長 300m+余裕長 10m)
軌道中心からの離れ	全列車停車	1,760mm
	通過列車有り	1,800mm
乗降場の幅員	両面使用の場合	10.0m
	片面使用の場合	6.0m
ホーム柵の設置場所	全列車停車	乗降場端部から 680mm
	通過列車有り	乗降場端部から 2,000mm
構内最小曲線半径		R=1,000m
乗降場の勾配		原則として Level (0%)とする。
使用分岐器	本線	片開き分岐器 18# (1:18), 16# (1:16)
	側線	片開き分岐器 12# (1:12)

出典：調査団

(2) 駅の諸元及び計画概要図

本路線は、開業時においてジャカルタ、ブカシ、チカラン、バンドン、グデバゲの5駅が計画されている。高速鉄道の駅舎は、土地収用が難しい首都圏や空港等の大規模な地上支障物がある場合を除き地上駅として計画する。ホームは、駅の想定利用者数や運行計画をもとに、将来の利用者増にも十分対応可能な形式とする。

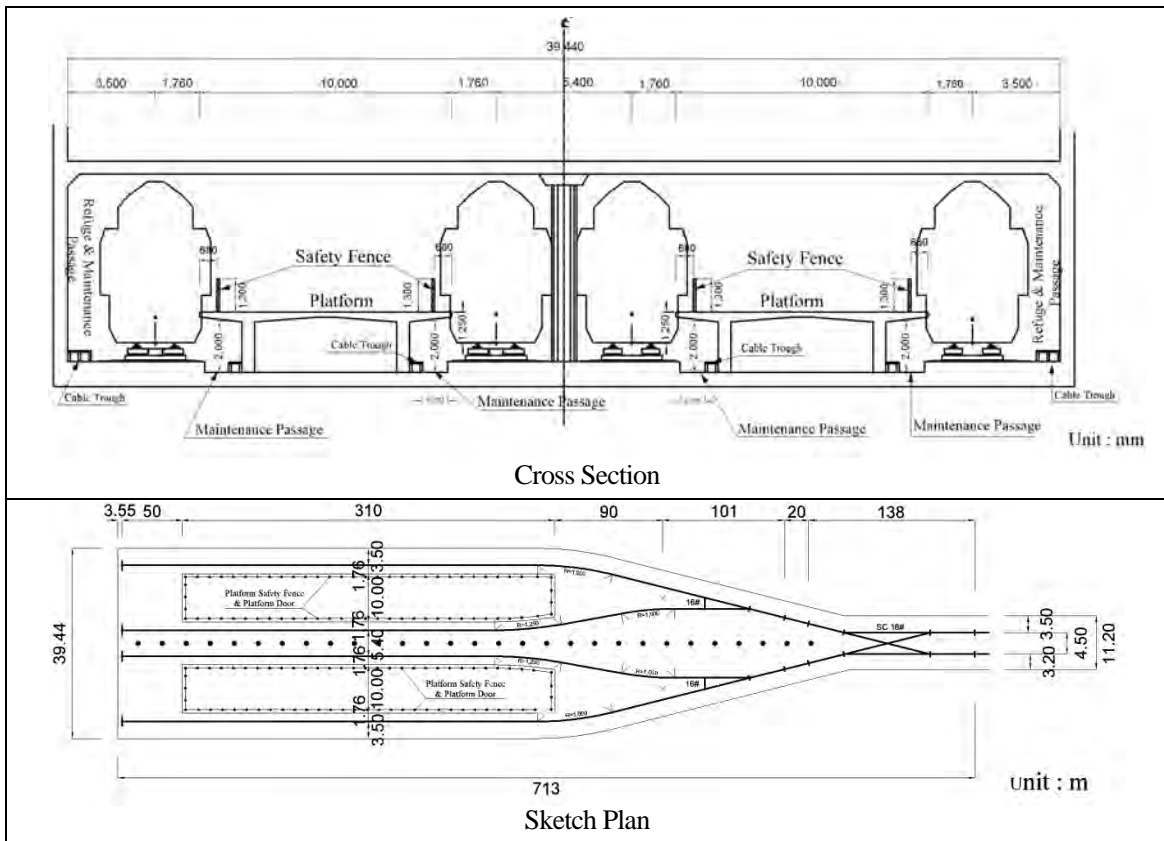
また、将来の駅増設候補として、首都圏の在来線ターミナルであるマンガライ、工業地域として開発が進められており新空港の建設候補地でもあるカラワン、西ジャワ州の州都移転計画があるワリニが挙げられる。

表 8.1-5 停車場の諸元一覧表

駅名	キロ程	駅形式 / ホーム	備考
ジャカルタ	0.0km	地下駅 / 頭端式 2面4線	全列車停車 / 折返し
ブカシ	26.1km	高架駅 / 島式 2面4線	一部列車本線通過 / 副本線停車
チカラン	42.0km	高架駅 / 島式 2面4線	一部列車本線通過 / 副本線停車
バンドン	128.5km	高架駅 / 島式 2面4線	全列車停車 / 一部列車折返し
グデバゲ	139.6km	高架駅 / 島式 1面2線	一部列車折返し
(マンガライ)	3.5km	地下駅 / 島式 2面4線	一部列車本線通過 / 副本線停車
(カラワン)	59.3km	地下駅 / 島式 2面4線	一部列車本線通過 / 副本線停車
(ワリニ)	100.6km	高架駅 / 相対式 2面2線	一部列車本線通過 / 本線停車

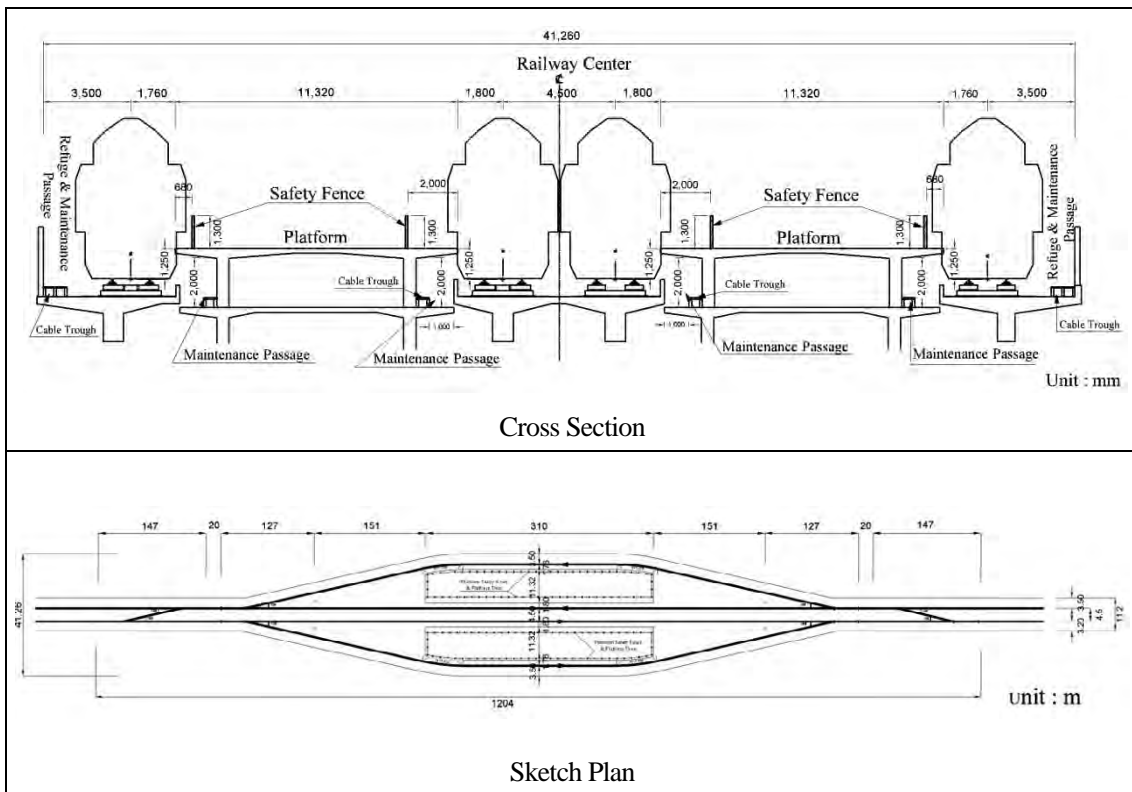
出典：調査団

各駅の中央断面及び平面略図を図 8.1-21～図 8.1-24 に示す。



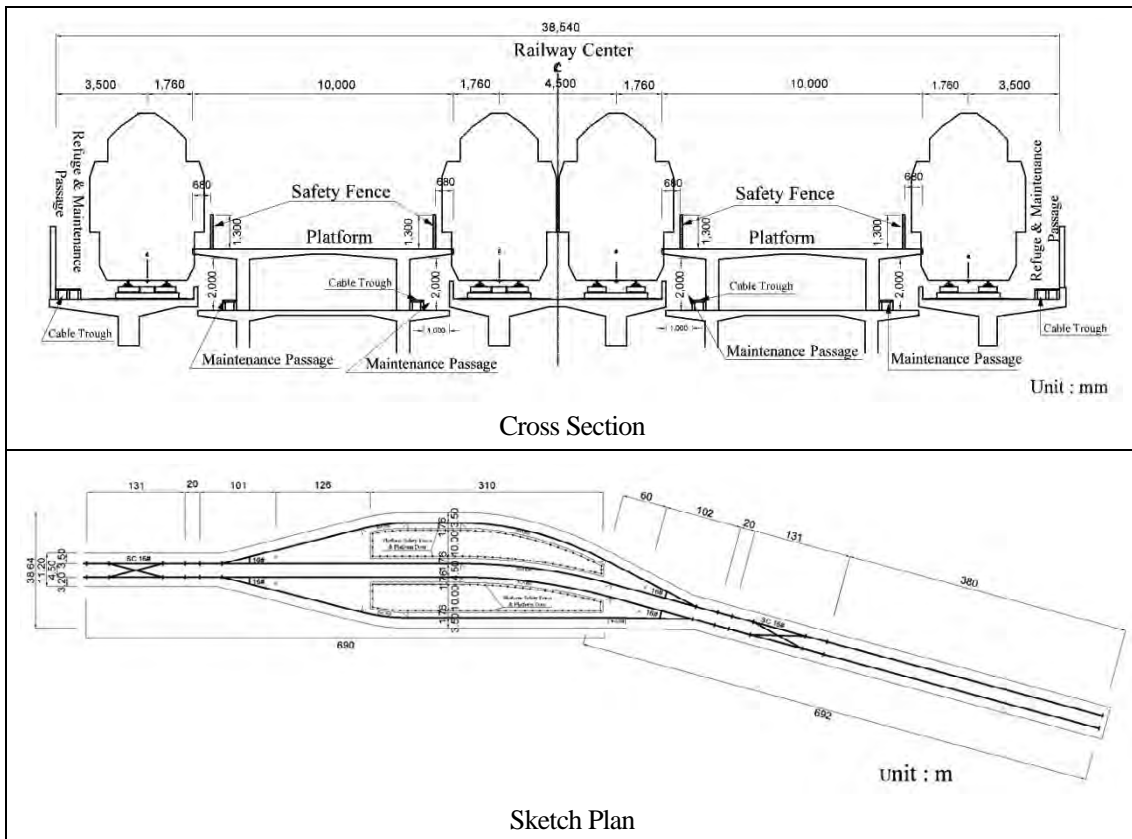
出典：調査団

図 8.1-21 ジャカルタ駅



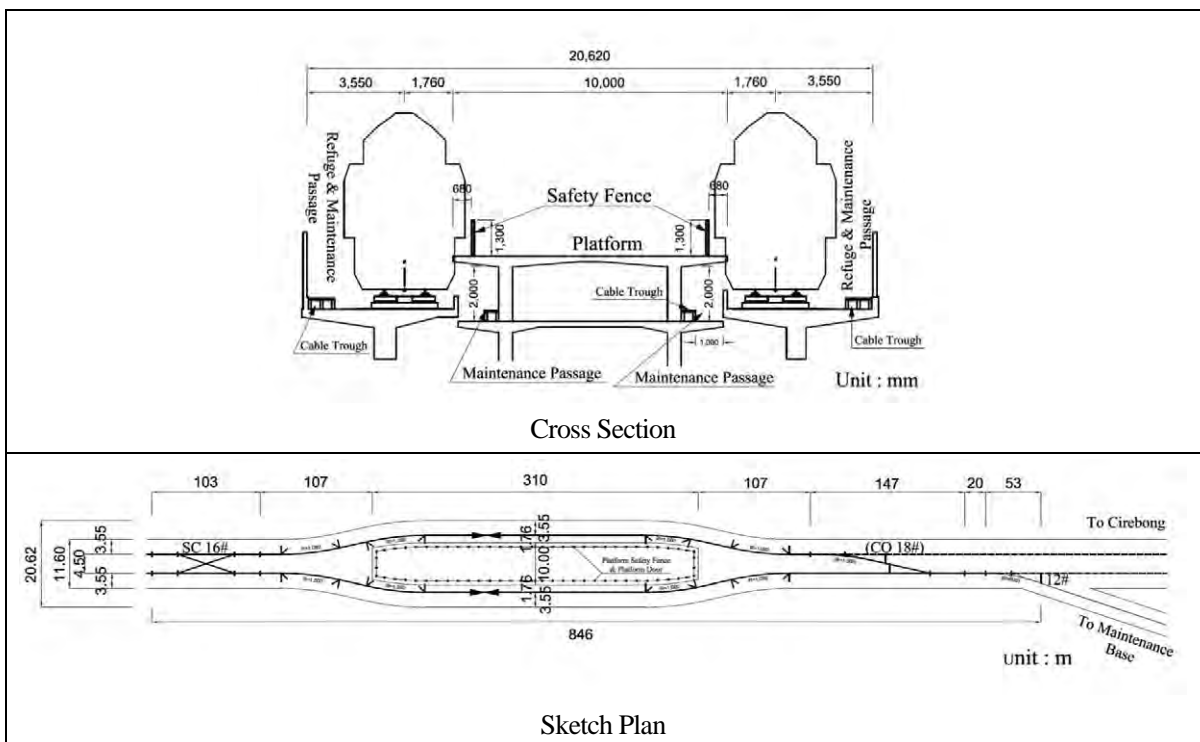
出典：調査団

図 8.1-22 ブカシ、チカラン駅



出典：調査団

図 8.1-23 バンドン駅



出典：調査団

図 8.1-24 グデバゲ駅

8.1.3 車両基地計画

(1) 計画条件

需要予測の結果を踏まえ、本路線の車両基地に求められる基本条件を以下に示す。

表 8.1-6 車両基地の計画条件一覧表

項目		諸元
1 列車長 / 収容可能編成数		300m (12 両) / 18 編成
必要面積		約 47ha
勾配		原則として Level (0%) とする。
環境条件	地上 / 地下の区分	原則として地上 (保守作業等に火気を使用するため)
	地盤条件	沈下の恐れがないこと

出典：調査団

(2) 車両基地の位置選定

車両基地は車両の運用上、路線の両端に設置することが望ましいが、ジャカルタやバンドン周辺は都市化が進んでおり、計画路線周辺に大規模な用地を確保することが困難である。

一方、住宅密度の低い都市郊外においては水田等の農地開発が進んでおり、これらの用地収用は食糧安全保障の観点から数倍の代替地確保が求められるため、大規模な農地利用も困難である。

計画路線周辺の荒地を中心に候補地選定を行った結果、チカラン・カラワン地区に車両基地及び車両工場を設置することが最適と判断した。当地区は計画路線の中間付近に位置しているが、当面の車両運用に問題はなく、また、工業開発予定地区に近いことため資機材の調達容易、且つ、交換部品の現地生産等、周辺事業との相乗効果も期待できる。



図 8.1-25 車両基地の計画位置図

8.2 構造物計画

8.2.1 構造物の概略設計

高速鉄道事業における土木構造物の建設費は総事業費の半分以上を占め、工種・工数ともに多いことから国内の内需拡大及び現地労働者の技術水準向上に対する期待が高い。そのため、現地で調達可能な資機材の活用を原則とし、構造形式や工法についても実績のあるものを採用する。施工実績が少ないトンネル等、日本を含めた海外からの技術導入（資機材、指導技術者）が不可欠な構造物も、できる限り現地の人材や資機材を活用する。計画路線上に配置する構造物の概要について以下に示す。

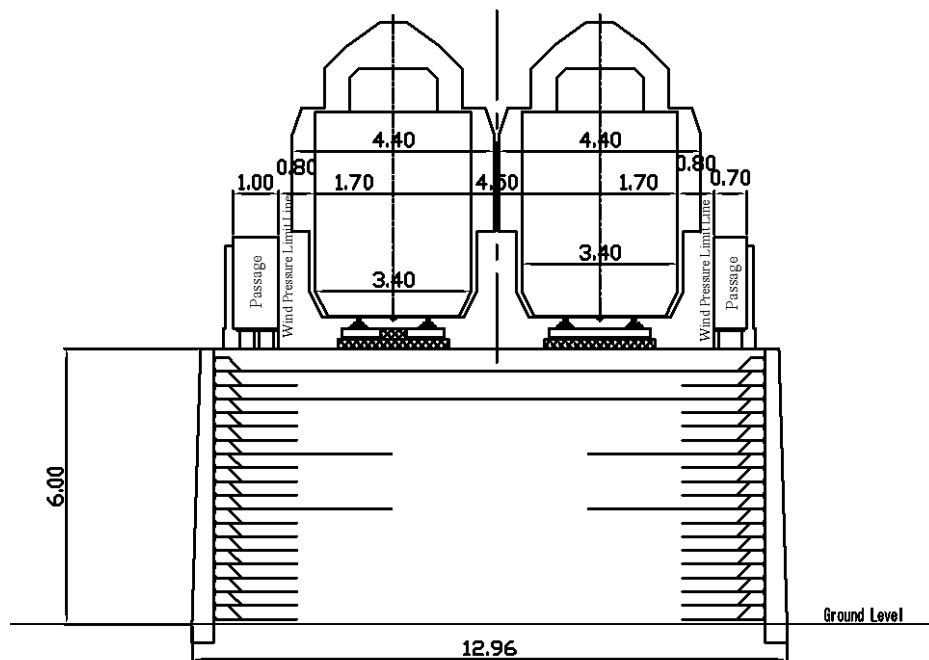
(1) 盛土、補強土擁壁

低い地盤や斜面に調質した土砂を盛り上げて平坦な路盤面を作る工法である。

地形の起伏が激しい区間で、現況の地表面が計画線路高より低い区間に適用する。

地盤が軟弱な区間では、盛土の自重による長期的な沈下を抑制するために、地盤改良を併用する計画とする。また、盛土高が高くなると使用する土量の増加のみならず、必要用地幅も広くなり割高となるため、盛土高が 3m 以上となる場合は補強土擁壁を採用する。補強土擁壁を採用する場合でも、最大高さは 6m 程度とする。

なお、盛土構造物が長区間連続すると、地域分断や生態系への影響が問題になるため、500m に 1 か所程度、車両やライフラインの横断が可能な規模の RC 函渠を設ける計画とする。



出典：調査団

図 8.2-1 補強土擁壁の標準断面図

(2) 切土

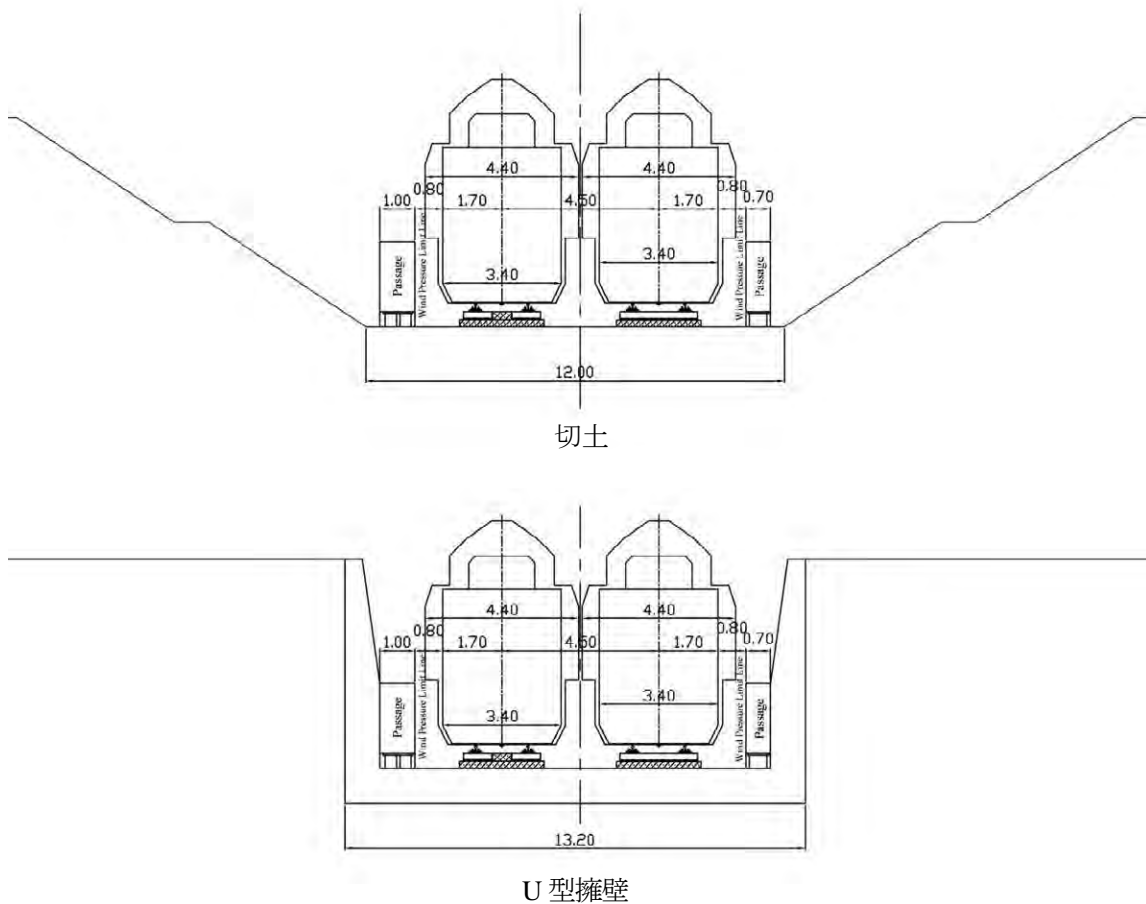
山腹や丘の斜面などの傾斜地を整地する場合に、現況地盤の土砂を削り取って平坦な路盤面を作る工法である。

地形の起伏が激しい区間で、現況地盤が計画線路縦断より高い区間に適用する。

地盤条件が悪い場合は、斜面の安定を確保するために法勾配の緩和やアンカー鉄筋等を挿入する等の補強を行う。

住宅密集地等で用地取得や住民補償費の割合が大きくなる場合は、U型擁壁を採用する。

なお、切土構造物が長区間連続すると、地域分断や生態系への影響が問題になるため、500mに1か所程度、車両等の横断が可能な規模の跨線橋を設ける計画とする。



出典：調査団

図 8.2-2 切土の標準断面図

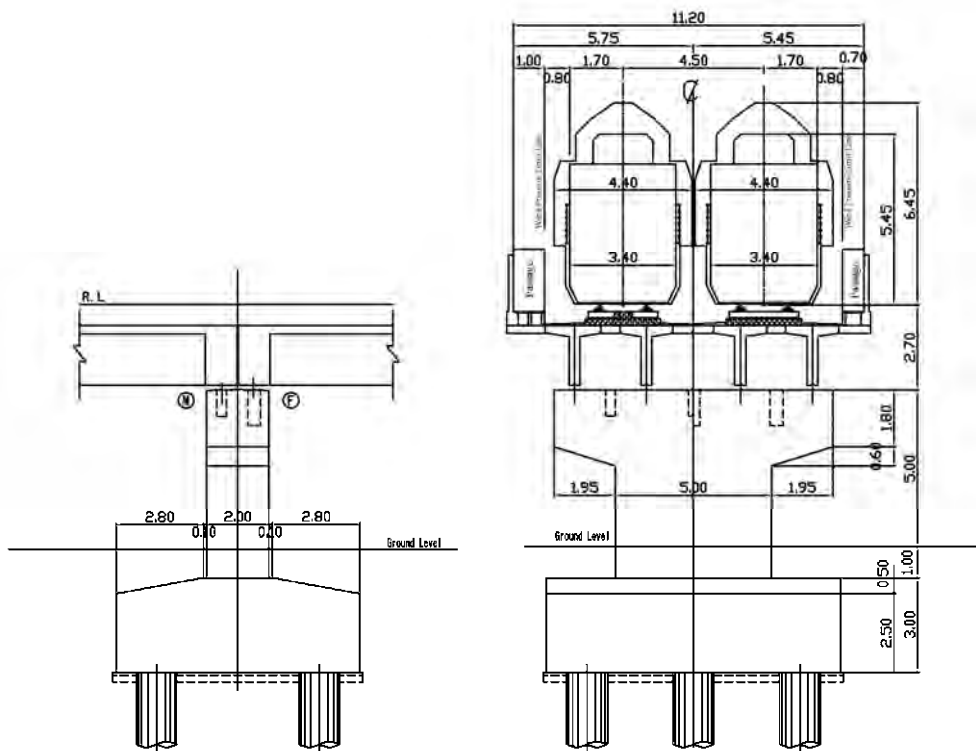
(3) 高架橋

高架橋は、市街地で道路や鉄道との交差が多く発生する区間に用いる。

日本で一般的に見られる RC ビームスラブ式ラーメン高架橋は、使用材料も少なく最も合理的な構造と言われているが、イ国での採用事例が少なく、設計・施工に高度な技術を要することから、施工性が良い桁式高架橋を標準工法とする。

桁式高架橋は上部工と下部工で構成され、上部工には RC または PC 単純桁、下部工は壁式橋脚（RC 場所打ち杭）を採用する。上部工の最適支間長は下部工の配置によって決定され、地盤条件等が悪く下部工費用が過大になる場合は、長支間の上部工を採用する方が経済的となる。

本調査では、想定される地盤条件から支間長 30m の PC 桁を標準工法として採用する。



出典：調査団

図 8.2-3 高架橋の標準断面図

桁の架設方法は、一般的かつ作業時間が短いクレーン架設を標準とするが、障害物等があり工事用道路が十分確保できない場合はエレクションガーダー架設や横取り架設を検討する。

(4) 橋梁

主に橋長が 50m 以上の長大橋りょうを指し、PC 箱桁橋や斜版橋など、設置条件に応じて様々なタイプを選定する。主要河川や高速道路など、大規模な地上支障物を上越しする場合に適用する。

鋼橋は騒音が問題となりやすく高速鉄道用としては不向きであるため、原則として採用しない。

本事業の計画路線上には、大規模な河川や構造物に支障しないことから、主として 50m 程度の PC 箱桁を採用する。

表 8.2-1 構造形式と適用支間長

No	構造種別	適用支間長	参考図
1	PC 単純 I 桁橋	25～50m	
2	PC 単純箱桁橋	30m～60m	
3	アーチ橋	60m～120m	
4	斜版橋	100m 程度	
5	エクストラ ドーズド橋	100m 以上	

出典：調査団

(5) シールドトンネル

コンクリートまたは鋼製セグメントを地中に押し込みながらトンネルを構築する工法であり、高速鉄道用としては、東北新幹線の上野駅付近で採用実績がある。

都市部の軟弱な地盤にも対応可能であり、密集市街地において地上に構造物を配置できない場合に適用する。地下空間を利用する際の用地買収等に関する具体的なルールは未だ不透明な状況であるが、必要用地幅が狭い複線シールドを採用する。

施工業者は限られるが、日本でも近年採用実績が増えつつある矩形またはマルチフェースタイプのシールド工法を採用すれば、更なるコストダウンが図れる可能性がある。

表 8.2-2 シールド断面比較表

項目	複線シールド	単線並列シールド
略図		
直径（面積）	12.5m (123 m ²)	9.3m×2 (67.9×2=136 m ²)
施工性	掘削断面が大きいため、周囲の変状に留意が必要。	近接影響に留意した施工が必要。距離は複線シールドの2倍となる。
必要用地幅	14.5m	21.6m (超近接施工)
評価	○	-

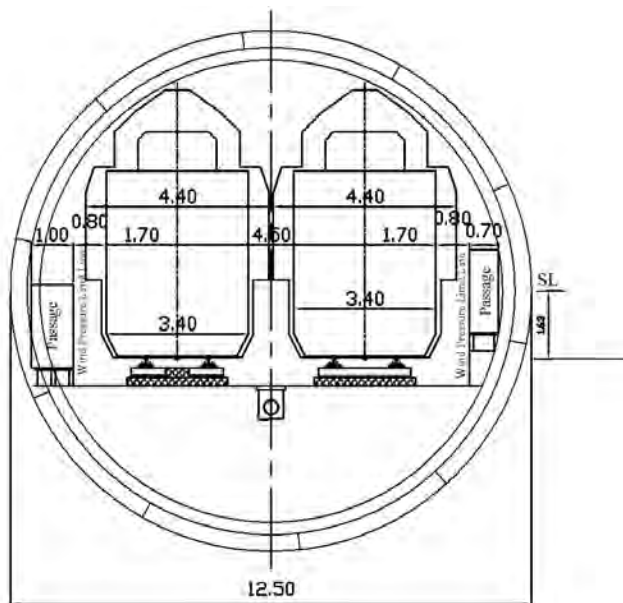


図 8.2-4 シールドトンネル標準断面図

(6) 山岳トンネル

ロックボルトと吹付けコンクリートを主部材としてトンネルを掘削する工法であり、地盤の状態を常に確認しながら掘削できるため、地質の変化や障害物にも対応しやすい。

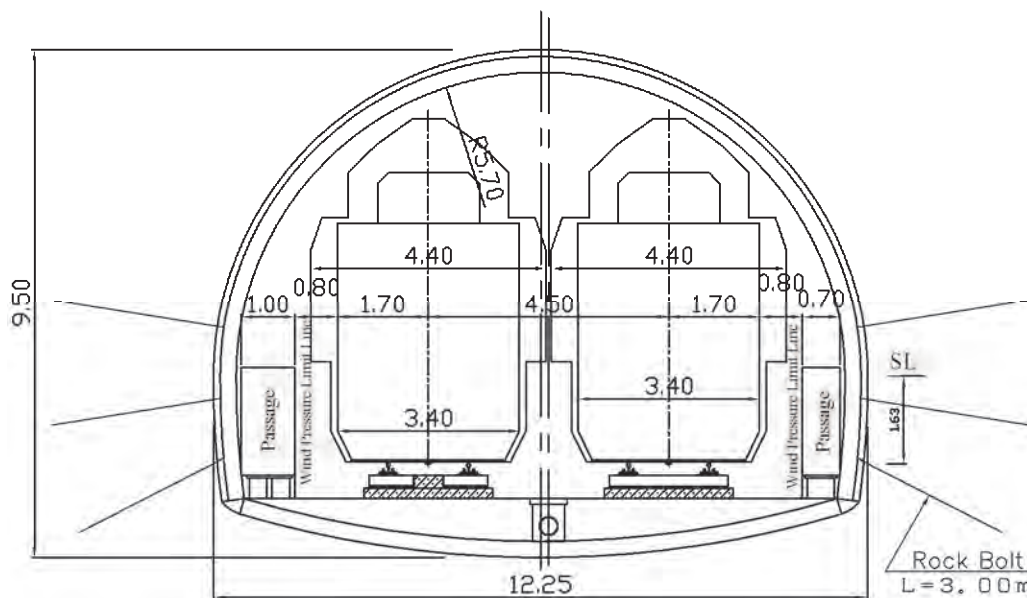
山間部において高架橋の適用が困難かつ土被りが十分確保できる場合に適用する。

鉄道トンネルのように標準的な断面が決まっている場合は、特殊な条件を除き標準設計が適用できる。本区間における標準支保パターンは、地質調査において整理した地山分類より、泥岩部に対して I_{N-IP} 、その他に対しては I_{SP} が妥当である。

表 8.2-3 高速鉄道複線トンネル用標準支保パターン一覧表

標準支保パターン	ロックボルト			吹付けコンクリート(cm)		鋼製支保工種類
	配置	長さ×本数(m) (本)	縦断間隔(m)	アーチ、側壁	インバート	
IV_{NP}	—	—	—	5(平均)	—	—
III_{NP}	アーチ	2×0~5	(随意)	10(平均)	—	—
II_{NP}	アーチ	3×10	1.5	10(平均)	—	—
I_{N-2P}	アーチ、側壁	3×10	1.2	12.5(最小)	—	125H(上半)
I_{N-IP}	アーチ、側壁	3×14	1.0	15(最小)	—	125H
I_{SP}	アーチ、側壁 (インバート)	3×14 (3×4)	1.0	15(最小)	15(最小)	150H
I_{LP}	アーチ、側壁	3×12	1.0	20(最小)	—	125H

出典：山岳トンネル設計施工標準・同解説（鉄道・運輸機構）



出典：調査団

図 8.2-5 山岳トンネル標準断面図

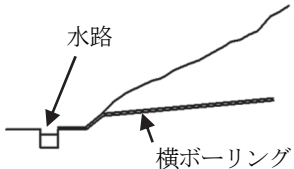
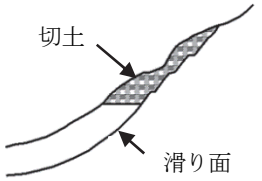
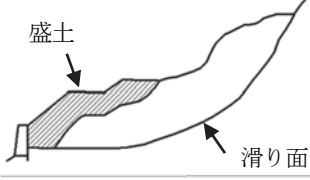
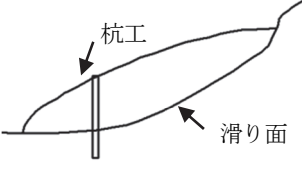
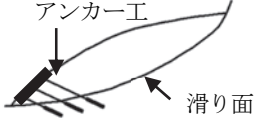
(8) 特殊工法

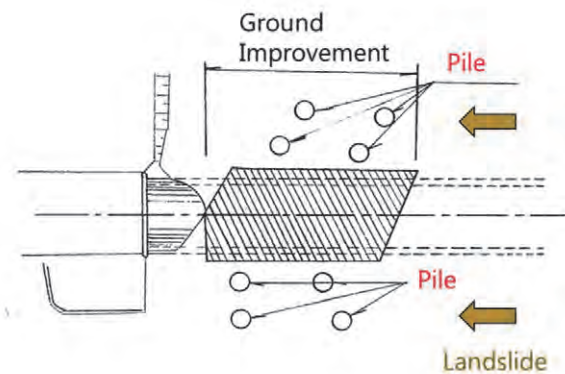
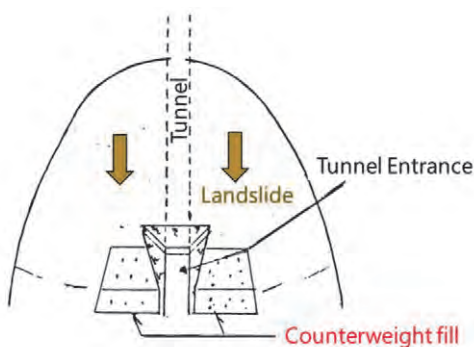
a) 地すべり対策

地すべりが懸念されるトンネルの坑口部等においては、地すべり対策工を施工する。

地すべり対策工法は、地すべり地形、地質、地すべり発生機構及び土質試験結果等を考慮して、適切な工法を選定する。一般的には、抑制工法の中から排土工や押え盛土工を採用するが、現地周辺では地下水排除工と杭工による対策がとられており、これらを本事業でも適用する。

表 8.2-4 地すべり対策工の概要

抑制工	地表水排除工 地下水排除工	水路や集水井の設置より、すべり面に働く間隙水圧の低減や地すべり土塊の含水比を低下させる方法。	
	排土工	地すべり土塊の頭部の荷重を除去することにより、地すべりの滑動力を低減させる方法。	
	押え盛土工	地すべり土塊の末端に盛土を行うことによって、地すべり滑動力に対する抵抗力を高める方法	
抑止工	杭工、 深礎工	杭を不動地盤まで挿入することによって、せん断抵抗力や曲げ抵抗力を付加し、滑動を抑える方法。	
	アンカー工	不動地盤に定着させた鋼材の引張強さを利用して、滑動を抑える方法。	



出典：調査団

図 8.2-7 トンネル坑口部における地すべり対策

b) 工事用道路

高架橋の側方には、建設時の資機材搬入など施工性を確保するために、幅員 6.0m の工事用道路を整備するものとする。工事完了後は管理用通路として使用する。

赤道に近い国では日照権に対する配慮は必要ないが、幅員 4 m では高速走行時に発生する振動や騒音を軽減する緩衝スペースとしての機能は十分得られない可能性があるため、住宅密集地などでは高架橋に防音壁を設置し、軌道保守を適切に行うことで環境への影響を低減させることとする。



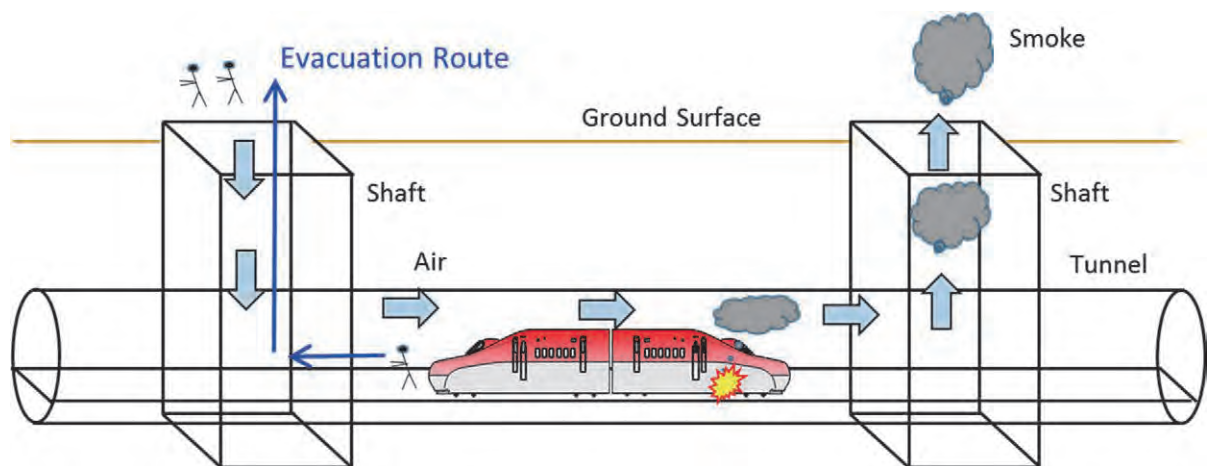
図 8.2-8 工事用道路（側道）

c) 立坑

シールドトンネル区間には、シールド機の発進や掘削ビットのメンテナンスなど、施工上の理由から 3km に 1 箇所を標準として立坑を設置する。

高速鉄道の供用開始後は、トンネル内換気や電源等の供給、排水ポンプ、緊急時の避難経路として重要な役割を果たす。

立坑の規模は、一般的なシールド機の搬入・組立が可能寸法（幅 15m×長さ 15m×深さ 35m）とし、開削工法にて施工する。



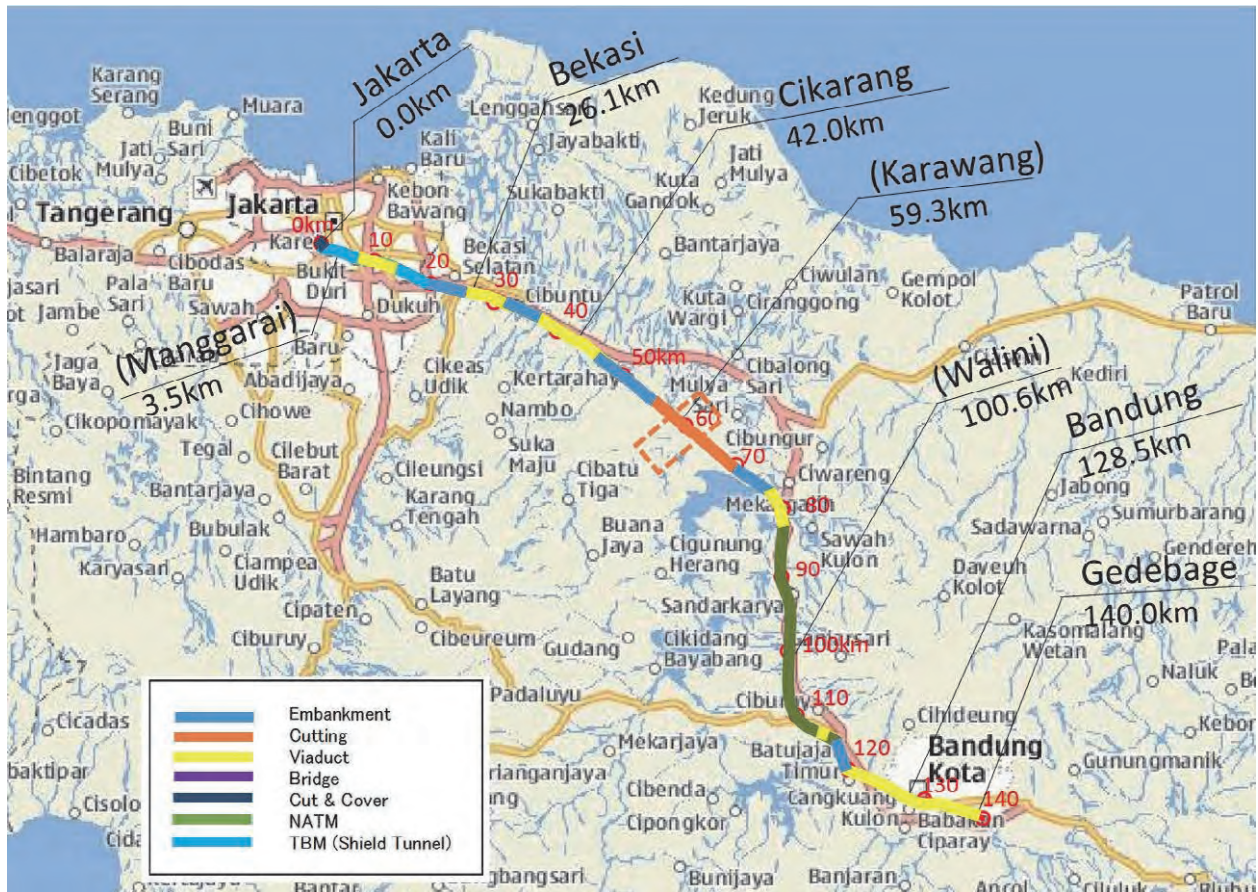
出典：調査団

図 8.2-9 立坑の機能

8.2.2 構造物の配置計画

(1) 構造物の配置計画

高速鉄道の線形計画と地形条件（土地の起伏、河川、交差道路や地上支障物等）から、構造物配置計画を図 8.2-10 のように策定した。計画路線上の主要地区における構造物計画を以下に述べる。



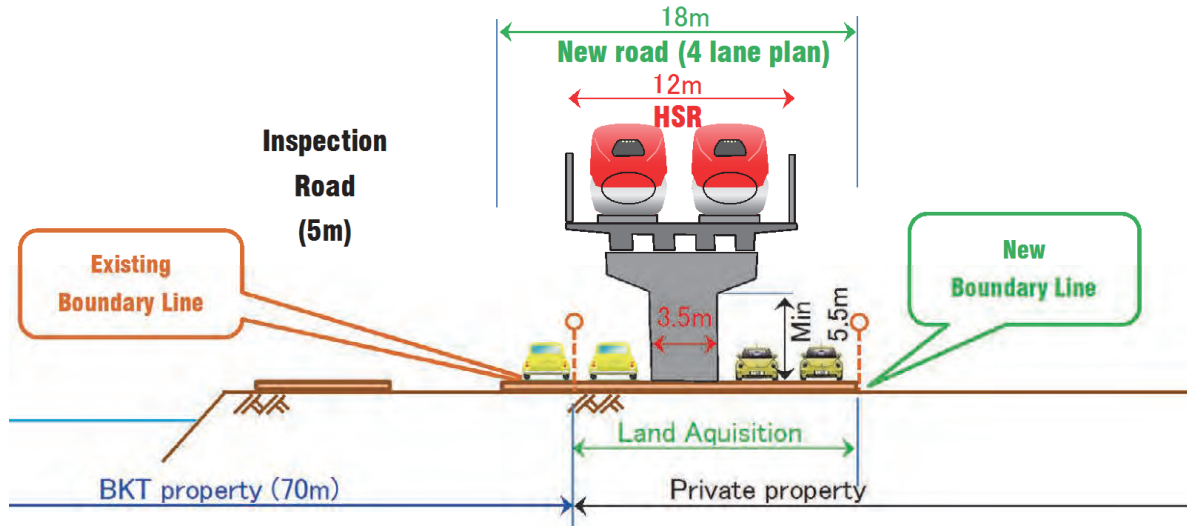
出典：調査団

図 8.2-10 土木構造物の配置概要図

a) ジャカルタ地区（市街地、BKT 運河）

ジャカルタ地区は地下空間の利用を前提とする。地下駅舎は、線路やホームの他に駅務室や電気機械設備類を効率よく収容する必要があるため、複雑な形状にも対応可能な開削トンネルを採用する。

駅間は地上交通等への影響が少なく平野部の地質条件に適しているシールドトンネルの採用を基本とするが、地上空間の利用密度が低い運河沿いは高架橋を採用してコストの縮減を図る。

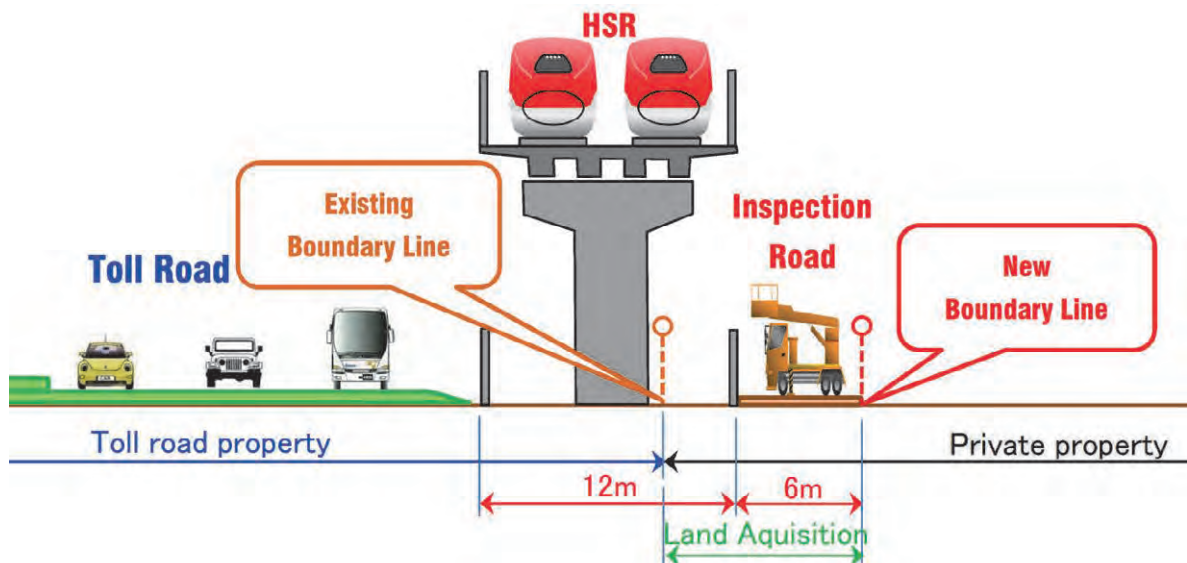


出典：調査団

図 8.2-11 BKT 運河沿いの構造物配置計画

b) ブカシ・チカラン地区（高速道路沿い）

高速道路沿いの緑地を最大限利用して、高架橋または補強土擁壁を構築する。工所用及び検査のための側道も合わせて整備する。側道用地が十分確保できない区間は、安全性や交通量に十分配慮した上で高速道路の部分使用を認めもらえるよう、管理者である Jasa Marga の理解を得ている。



出典：調査団

図 8.2-12 高速道路沿いの構造物配置計画

c) カラワン地区（丘陵地）

カラワン地区は比較的なだらかな丘陵地であり、未開発の地域が大部分を占めるため。切土や盛土構造を主体としてコストの削減を図る。

d) ワリニ地区（山岳地）

地山固結度が高い山岳地域では、経済性に優れる山岳トンネルを採用する。

日本では東北新幹線の八甲田トンネルのように、延長 20km を超える長大トンネルの施工実績も複数あるが、イ国ではトンネルの施工経験自体が少ないため、トンネルの最大延長は 10km 以下に抑える計画とした。山岳トンネルの施工本数はジャカルタ～バンドン間で計 14 本を予定している。トンネルの配置計画を表 8.2-5 に示す。

表 8.2-5 トンネル一覧表

区間	トンネル位置		延長 (km)	最長距離 (km)	トンネル数 (本)
	入口	出口			
チカラン～ カラワン	54.0km	55.2km	1.20	1.20	1
カラワン～ ワリニ	75.2km	75.8km	0.60	5.60	7
	77.1km	77.5km	0.40		
	81.4km	82.5km	1.10		
	83.0km	88.6km	5.60		
	89.1km	91.9km	2.80		
	93.3km	96.4km	3.10		
	96.5km	99.8km	3.30		
ワリニ～ バンドン	101.7km	102.5km	0.80	3.70	6
	104.8km	105.2km	0.40		
	105.4km	106.4km	1.00		
	106.5km	110.0km	3.50		
	110.1km	113.8km	3.70		
	118.2km	118.8km	0.60		

出典：調査団

e) バンドン地区（在来線沿い）

市街地化が進んでいるバンドン地区は、地上交通量が多く複数の道路と交差するため、既存の鉄道用地を活用して高架橋を建設する。在来線の側方に高架橋を新設する別線方式を基本とするが、用地の不足や、高速鉄道と在来線の間隔が過大となる場合は在来線の位置を事前に調整する仮線方式を採用する。



出典：調査団

図 8.2-13 在来鉄道沿いの構造物施工計画（別線方式）

また、在来線の高架化計画と競合する区間については、表 8.2-6 に示すように高速鉄道の導入を見据えた在来線の施工計画と得失評価を行い、トータルコストの縮減を提案した。

表 8.2-6 在来線の高架化計画との調整案

Railway development plan in Bandung (Freight train remains on the grade)		Option 1	Option 2
Option		Option 1	Option 2
Construction STEP 1 (CR Project)		<p>Some locations needs land acquisition</p> <p>Conventional Railway</p> <p>Existing ROW (PT.Kai)</p>	<p>Part of land acquisition, Installation temporary line</p> <p>Existing ROW (PT.Kai)</p>
Construction STEP 2 (CR Project)		<p>Construct Viaduct & transference</p> <p>Passenger train</p> <p>Freight train</p> <p>New ROW</p>	<p>Construct Viaduct & transference</p> <p>Passenger train</p> <p>Freight train</p> <p>Existing ROW (PT.Kai)</p>
Construction STEP 3 (HSR Project)		<p>Construct Viaduct & HSR operation</p> <p>Passenger train</p> <p>HSR</p> <p>Freight train</p> <p>New ROW</p>	<p>Construct W deck & HSR operation</p> <p>Passenger train</p> <p>HSR</p> <p>Freight train</p> <p>Existing ROW (PT.Kai)</p>
CR	Land acquisition (LA)	Some sections requires LA for CR viaduct.	× Very little.
	Level of difficulty	Easy to built at open space.	○ Easy to built at open space.
	Operation/Maintenance	Easy to operate and maintenance.	○ CR turcks must be shifted.
	Duration Time	Very short. (After land acquisition)	○ Long. (Track work is required beforehand)
HSR	Level of difficulty	Difficult to built over the railway.	△ Very difficult to built at narrow site.
	Construction Cost	Fair. 150 million IDR/m	○ High. 200 million IDR/m
General Evaluation		○	△

○ : Good, △ : Fair, × : Bad

(2) 構造物数量

前述の検討・協議結果をもとに、計画路線上に配置する構造物を 100m 区間毎に選定した。構造物の数量集計結果を表 8.2-7 に示す。

表 8.2-7 構造物数量一覧表

構造物種別		総延長	総数	仕様
大分類	記号	(km)	(箇所)	
盛土	A	3.100	-	盛土
	B	2.300	-	補強土擁壁 H=3m
	C	29.200	-	補強土擁壁 H=6m
切土	A	18.000	-	平均深さ 6m
	B	4.400	-	平均深さ 12m
U型擁壁	-	1.200	-	平均深さ 6m
高架橋	A	29.700	-	桁式高架橋、H=8m、杭長 26m
	B	6.300	-	桁式高架橋、H=16m、杭長 35m
	C	1.200	-	駅高架橋 (2面4線)
	C'	0.400	-	駅高架橋 (1面2線)
橋梁	A	1.100	-	支間長 40m 相当
	B	0.500	-	支間長 60m 相当
NATM	A	2.900	-	トンネル坑口部
	B	24.700	-	標準部
	C	0.500	-	特殊部 (低土被り、軟弱地盤等)
シールド		14.000	-	複線用シールドトンネル
開削	A	0.300	-	開削駅舎 (3層)
	B	0.200	-	開削トンネル (1層)
換気立坑	-	-	4	
横断函渠	-	-	48	
横断橋梁	-	-	32	
工事道路	-	43.600	-	
車両基地	-	-	1	476,851 m ² /箇所
SS	-	-	4	20,000 m ² /箇所
SP	-	-	4	3,600 m ² /箇所
SSP	-	-	6	2,400 m ² /箇所

出典: 調査団