

第6章 詳細設計及び図面

第6章 詳細設計及び図面

6-1 用地

用地取得には、相当長期間を要することが予想され、当面単線分の用地を取得し、将来複線化時点に増用地するいわゆる二度買いすることは、更にむずかしくなるので、今回復線敷用地を一括取得することにした。

この余剰の用地は、工事用道路敷として、また、単線使用開始後は、保守管理用道路として使用することができる。

6-1-1 用地境界の決定

用地取得に必要な用地境界については、それぞれ以下のように査定した。

- (1) 盛土区間の境界は、土工定規図に示すように、盛土のり尻における小堤外側とする。
- (2) 道路付及び川溝付の境界は、盛土のり尻とする。
- (3) 高架区間の境界は、電柱基礎または、信号機置場外端より0.5m離れた位置を標準とする。
- (4) 駅、信号場及び交電所等の境界は、上記要領及び設計図に基づき、それぞれ査定する。
- (5) 空港地域内の鉄道用地境界は、すでに空港当局で決定されているものによる。

6-1-2 地上支障物件及び地下埋設物

用地内にある地上支障物件については、地形図を基に、現場踏査及び関係資料により確認したが、諸建物以外の主な物件は、表6-1-1に示すとおりである。

なお、地下埋設物についての関係資料は、収集できなかった。

表 6 - 1 - 1 地上支障物件

Type	Location	Quantity	Remarks
High-voltage transmission steel towers	10 km 680 m	4 units	New construction Discussed and approved by PLN
High-voltage transmission steel towers	14 km 700 m -- 18 km 300 m	8 units	New construction and relocation
High-voltage power lines	around 8 km 840 m	3	
Telephone cables	around 8 km 840 m	8	
High-voltage power lines	11 km 500 m	3	
Telephone cables	11 km 500 m	18	
Telephone lines	13 km 180 m	5	
Telephone lines	13 km 263 m	5	
High-voltage power lines	13 km 355 m	3	
Telephone lines	13 km 653 m	5	
Electric light lines	13 km 680 m	4	
High-voltage power lines	13 km 653 m -- 13 km 680 m	3	Buried under roads
Electric light lines	13 km 938 m	4	
Electric light lines	14 km 048 m	4	
Telephone lines	14 km 056 m	3	
Electric light lines	14 km 108 m	4	
Electric light lines	14 km 160 m	4	
Electric light lines	14 km 212 m	4	
Electric light lines	14 km 219 m	4	
Electric light lines	14 km 260 m	4	
Electric light lines	14 km 268 m	4	
Electric light lines	14 km 286 m	4	
Electric light lines	14 km 823 m	4	

Type	Location	Quantity	Remarks
Telephone lines	15 km 590 m	6	
Telephone lines	15 km 626 m	2	
Electric light lines	15 km 626 m	4	
Electric light lines	15 km 855 m	4	
Electric light lines	16 km 015 m	4	
Electric light lines	16 km 100 m	4	
Electric light lines	16 km 120 m	4	
Electric light lines	16 km 140 m	4	
Electric light lines	16 km 160 m	4	
Electric light lines	16 km 183 m	4	
Electric light lines	16 km 343 m	4	
Electric light lines	16 km 370 m	4	
Electric light lines	16 km 400 m	4	
Electric light lines	16 km 513 m	4	
Electric light lines	16 km 536 m	4	
Electric light lines	16 km 645 m	4	
Electric light lines	16 km 775 m	4	
Electric light lines	16 km 870 m	4	
Electric light lines	17 km 060 m	4	
Electric light lines	17 km 086 m	4	
Telephone lines	17 km 150 m	8	Parallel to main line
National Railway communication lines	17 km 365 m	12	Parallel to main line
Telephone lines	17 km 365 m	17	Parallel to main line
Electric light lines	17 km 365 m	8	Parallel to main line
Electric light lines	17 km 510 m	4	
Electric light lines	17 km 770 m	4	

Type	Location	Quantity	Remarks
Electric light lines	17 km 780 m	4	
Telephone lines	17 km 800 m	10	Parallel to main line
Telephone lines	18 km 000 m	10	Parallel to main line
National Railway communication lines	18 km 821 m	2	
National Railway communication lines	18 km 843 m	26	
Electric light lines	18 km 865 m	4	

6-2 路 線

インドネシア国政府がF/Sの結果に基づき最終決定したルートAについて、縮尺1/1,000及び1/500の地形図を使用し、路線の図上選定を行った。

路線の図上選定実施後現場踏査を行ない、次の諸要点を調査した。

- 学校、寺院等公共施設物
- 主要河川、道路等の交差角度
- 高圧送電鉄塔の平面、立体交差状況
- 移転が困難視される諸建物
- 西線及び中央線との離れ

上記調査結果により、図上選定ルートを調整して、中心線測量を実施し、測量完了後、ルートの再確認を行った。

6-2-1 線路の平面線形

空港線の設計最高速度は100km/Hであり、速度制限をうけないよう、曲線半径1,000m以上を設定した。ただし、西線に接近する18km000m付近と、西線を乗越してコタ車両基地の線群を横断する箇所は、地形上の制約を受けてやむなく半径500mの曲線を使用した。

ルート選定は、将来複線化できるよう配慮し、北側に線増するよう計画した。

(1) 路線通過地点の概要

空港線の起点は、空港内ロータリより19351mの地点を0mとして出発し、第1踏切、ラワ・ボユール川及び第2踏切を経て空港地域を出る。

空港地域を出てから、空港アクセス道路と交差するが、BINA MARGAと協議の結果、道路を移設して鉄道を乗越すことに決定された。

地質条件のよい浜堤内を通過あるいは、浜堤に接近させるため南東の方向に向い、農村地帯を通過、10km675m付近で高圧送電線と交差し、現在施工中のバル川(11km019m)付近に至る。

11km650m～12km550m間は、弱電関係その他工場のある工場地帯を渡る。

更に、ルートは北東に進み、12km750m付近に至るが、当地点付近が盛土区間で、地盤の最も低い地帯である。

盛土区間は、13km100mまでで、以降は高架区間となる。13km100m～13km100m間の新築家屋地帯を越った後市街地に入り、14km050m付近の学校、教会を避け、15km100m付近で高圧送電線と交差し、ジュンバタン・ティガ通り付近に至る。

ジャカルタ市街地のアンケ川付近で、西線に近接し、計画されているハーバー道路との間を並行して走り、ロダン橋りょう付近で道路から南に分かれ、西線、ジャカルタ、グダン貨物ヤード構内及びコタ車両基地を横断して、高架化される中央線のジャヤカ

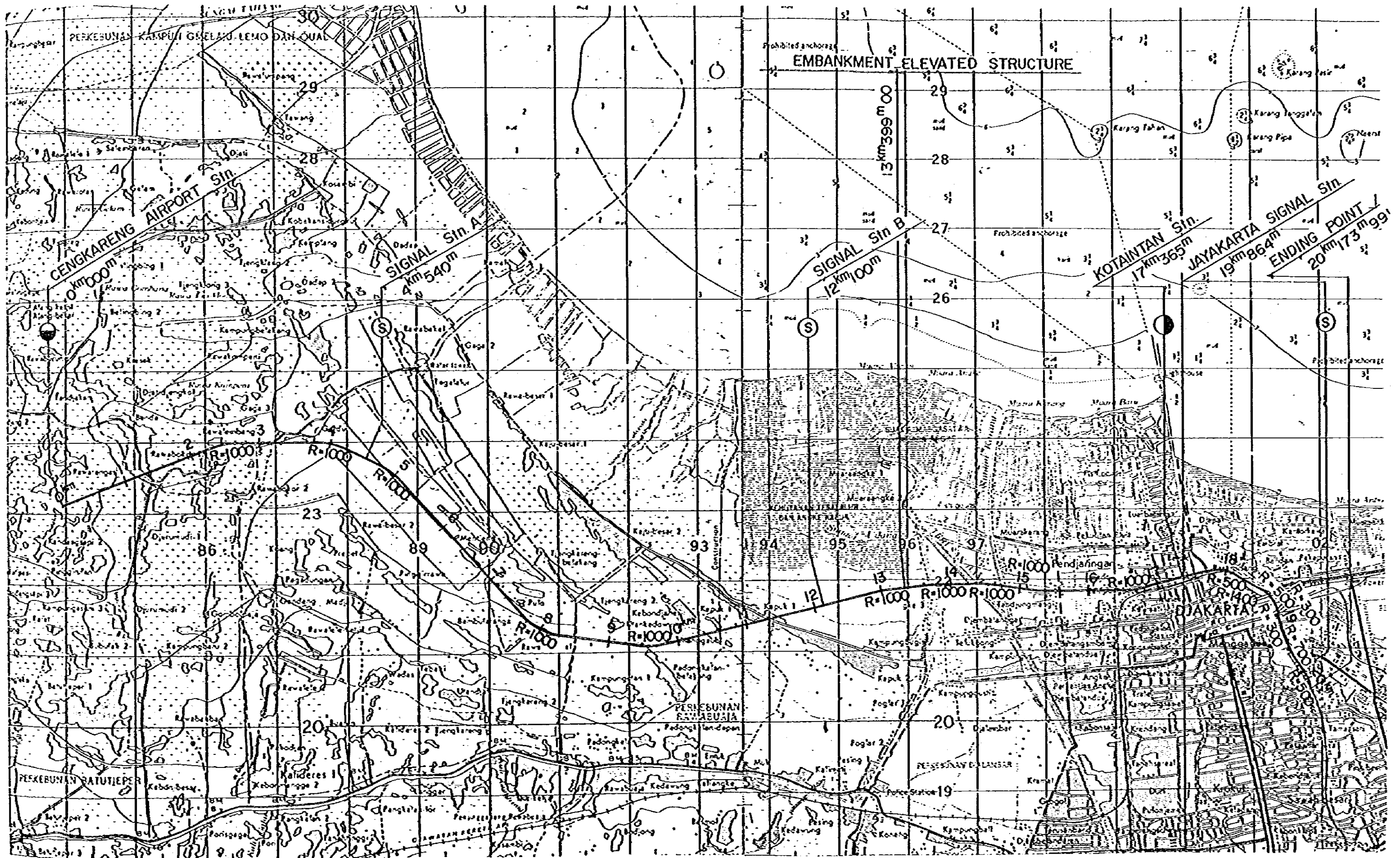


图6-2-1 线路平面图

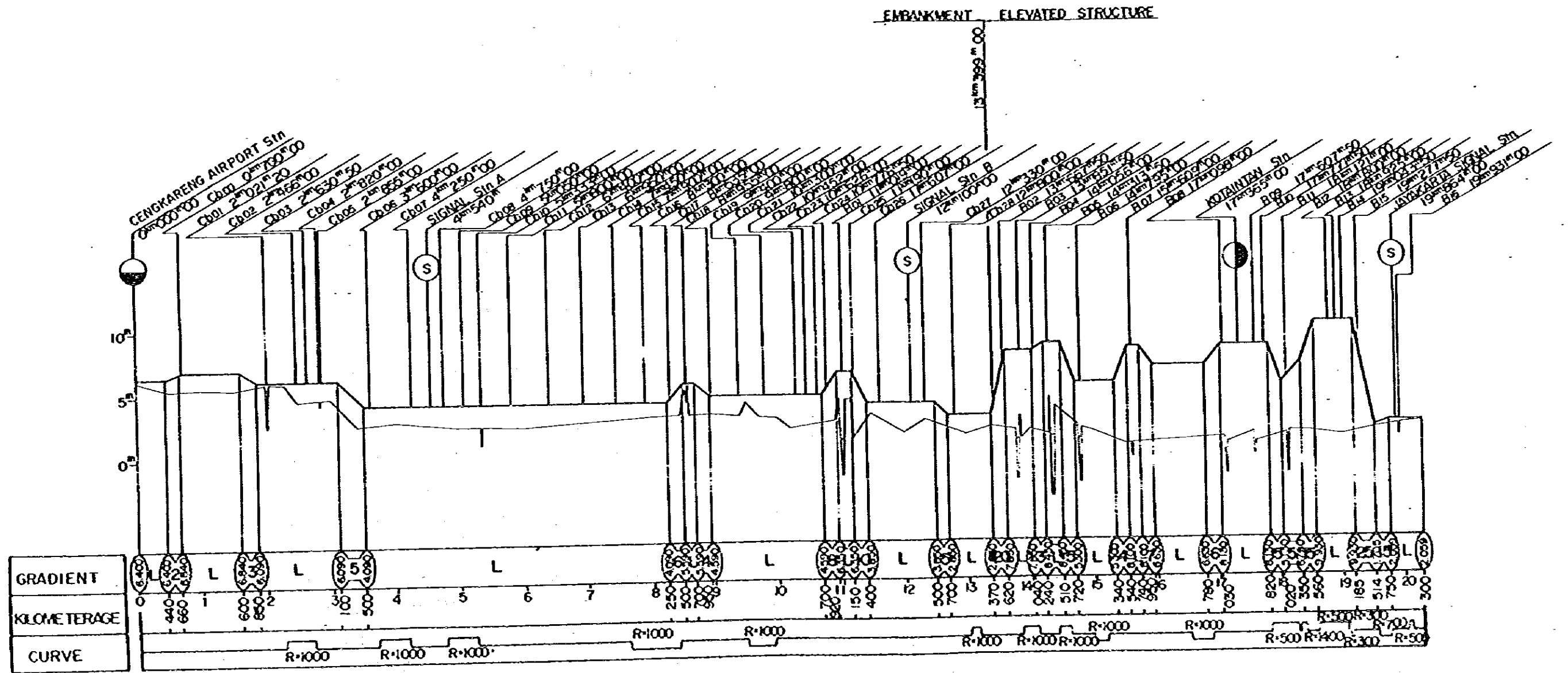


圖 6-2-2 線路橫断面圖

ルタ駅に接続する。

空港線が在来線と並行する区間の軌道中心間隔は、在来線に支障しないよう施工スペース等を考慮して決定した。西線沿いの16km900m～17km800m間は、コタ・インタタン駅の新設に伴ない12.0m、18km500m付近は7.0mとした。また、19km400m付近は空港線と中央線が一体高架構造となる区間なので12.0mとした。

なお、中央線の高架化が遅れる場合を考慮し、暫定的にコタ車両基地構内を乗越した後、地平におろして現在の中央線に接続するルートについての設計を行なった。

(2) 中間駅

空港線の中間駅は、空港アクセス鉄道としての高速性を確保するため、コタ・インタタン駅1駅のみとし、単線運転時には中間行違い設備として、4km540m及び12km100mの2箇所信号場を設置した。

6-2-2 線路の縦断線形

線路の縦断線形を決めるに当っては、構造物の高さをできるだけ低くし、橋りょうの長スパンを避け、盛土を多く採用して工事費の節減を図った。

起点から13km400mまでの区間は、低盛土とし、道路との交差はすべて平面交差とした。

市街地の13km400mから終点までは、高架とし、道路及び鉄道在来線との交差は立体交差とした。

盛土区間はこう水頻発地域であるので、施工基面高はこう水位より高くすることを基本とした。

しかし、この水害に関する記録は収集できないため、ルート沿いに現地の聞き込み調査を行なった。その結果を表6-2-1に示す。盛土の施工基面高は、そのこう水位に約0.7mを加えた高さとした。

また、河川橋断箇所の施工基面高は、河川のH.W.L.に、けた下空頭1.0mとけた高を加えた高さとした。

道路交差箇所の施工基面高は、道路面高にけた下空頭とけた高を加えた高さとし、けた下空頭は、主要道路5.1m、一般道路4.5m、河川管理用道路3.0とした。また、鉄道在来線との交差箇所は、R.L.にけた下空頭とけた高を加えた高さとし、けた下空頭は、4.6mに電力関係作業スペースを加味して5.0mとした。

縦曲線は、列車運転保安上、緩和曲線との銜合を避けた。

主要地点における計画施工基面高は、表6-2-2に示すとおりである。標高表示はP.P.(Priok Peil Low Low Water Level = P.P.0m)とし、施工基面高を示している。

表 6 - 2 - 1 ころ水位調査表

Location	Ground Level	Flooded Depth	Flood Level	Remarks
Around 3km 400m	2m 66	1m 00	3m 66	
Around 3km 950m	2m 73	0m 70	3m 43	
Around 5km 330m	2m 87	0m 40	3m 27	
Around 6km 400m	2m 65	0m 45	3m 10	
Around 8km 050m	3m 23	0m 20	3m 43	
Around 9km 450m	3m 20	0m 30	3m 50	
Around 9km 650m	3m 32	0m 30	3m 62	
Around 10km 700m	2m 00	0	-	
Around 11km 500m	2m 45	0	-	
Around 12km 050m	1m 28	0m 90	2m 18	
Around 13km 200m	2m 26	0	-	

Note: Between 3km 400m - 9km 650m, flood level is around 3.5 m.

Between 11km 500m - 13km 200m, flood level is low at around 2.2 m on account of a new river by the Cengkareng Drainage System.

表 6-2-2 計画施工要面高

Station km m	Name	Planned Width m	Structure and Span m	P.G., R.L. or H.W.L. m	Space beneath Beams m	Required Formation Level m	Planned Forma- tion Level m
2 070	KALI RAWA BOKOR	river bed 24.0	10.2 x 2 (Cb)	River bed	3.0	6.09	6.09
3 950				H.W.L.	Allowable height	0.66	4.09
8 050				H.W.L.	Allowable height	0.66	4.09
11 019	KALI BARU		20+40+20 (Pc)	H.W.L.	1.0	6.28	6.35
13 075	Jl. KAPUK MUARA	18.0	25 x 1 (Pc)	1.80	4.5	7.80	7.85
13 890		10.0	25 x 1 (Pc)	1.80	4.5	7.80	7.85
13 935	-	6.5	10 x 1 (Rc)	1.50	4.5	7.00	7.85
14 051	Jl. 2A	7.0	30 x 1 (Pc)	1.70	3.0	6.95	7.85
14 223	Jl. 2A	7.0	30 x 1 (Pc)	1.40	4.5	8.15	8.40
14 263	Jl. V1	8.0	30 x 1 (Pc)	1.70	4.5	8.45	8.45
14 287	Jl. 11	18.0	35 x 1 (Pc)	1.80	4.5	8.40	8.45
14 402	RIVERS ROADS	6.0	35 x 1 (Pc)	3.45	3.0	8.45	8.45
14 795	KALI MUARA KARANG	river bed 22.0	40 x 1 (Pc)	H.W.L.	1.0	5.29	5.30
15 609	Jl. JEMBATAN TIGA	55.0	30 x 2 (Pc)	1.0	5.1	8.00	8.10
16 016	-	5.0	Viaduct (Rc)	1.0	4.5	6.50	6.63
16 344	Jl. KERTA JAYA	7.0	Viaduct (Rc)	1.0	4.5	6.50	6.63
16 642	-	5.5	10 x 1 (Rc)	1.0	4.5	6.50	6.63
17 074	Jl. GEDONG PANTANG	46.0	25 x 2 (Pc)	1.4	5.1	8.00	8.13
17 217	Jl. SUMUT	6.5	10 x 1 (Rc)	1.5	5.1	7.90	8.13
17 504	Jl. EKOR KUNING	6.0	10 x 1 (Rc)	1.6	5.1	7.90	8.13
17 775	Jl. TONGKOL	18.0	25 x 1 (Pc)	1.4	5.1	8.00	8.13
18 677	WESTERN LINE	Double tracks	Viaduct (Rc)	R.L.	5.0	8.55	9.93
18 825	GUDANG YARD	tracks	30 x 25 (Pc)	R.L.	5.0	9.10	9.93
18 853	Jl. RAYA KAMPUNG	24.0	30 x 1 (Pc)	1.90	5.1	9.25	9.93
19 028	WESTERN LINE & APPROACH TO CAR SHED	tracks	28 x 33 (Pc)	R.L.	5.0	9.20	9.93
19 091	EASTERN LINE & AP- PROACH TO CAR SHED	tracks	30 x 26 (Pc)	R.L.	5.0	9.89	9.93
19 235	Jl. MANGGA DUA	47.0	15 x 1 (Rc)	1.50	5.1	8.20	8.68
19 638	Jl. JAYAKARTA	33.0	25 x 2 (Pc)	2.40	5.1	9.20	9.29

6-3 停車場配線

6-3-1 停車場配線に関する設計基準

停車場配線に関する設計基準は、インドネシア側との協議の結果に基づき、5-2項によるのほか、表6-3-1に示すとおりとする。

表6-3-1 停車場配線に関する設計基準

Item		Standard
Effective Track Length		210m (20.7m x 8 + 20m + 20m = 205.6m) Length of Train + Surplus Length for Exceeded Running + Signal Visibility
Passenger Platform	Platform Width	Cengkareng Airport Station 8.0m Kota Intan Station 6.0m
	Platform Length	8 cars 190m (20.7m x 8 + 20m = 185.6m) 4 cars 100m (20.7m x 4 + 10m = 92.8m) Length of Train + Surplus Length for Exceeded Running
	Platform Height	0.95m
	Distance between Platform Edge and Track Center	1.6m
Turnout	Main Track	12# (Simple Turnout and Curved Turnout to inner direction)
	Emergency Track	10# (Simple Turnout)
	Safety Siding	10# (Run-over Turnout)

6-3-2 停車場及び信号場の配線

(II) チェンカレン空港駅

チェンカレン空港駅は、空港線の起点となる頭端駅である。駅部の配線は、図6-3-1に示すとおりであり、その詳細は6-8項において述べる。

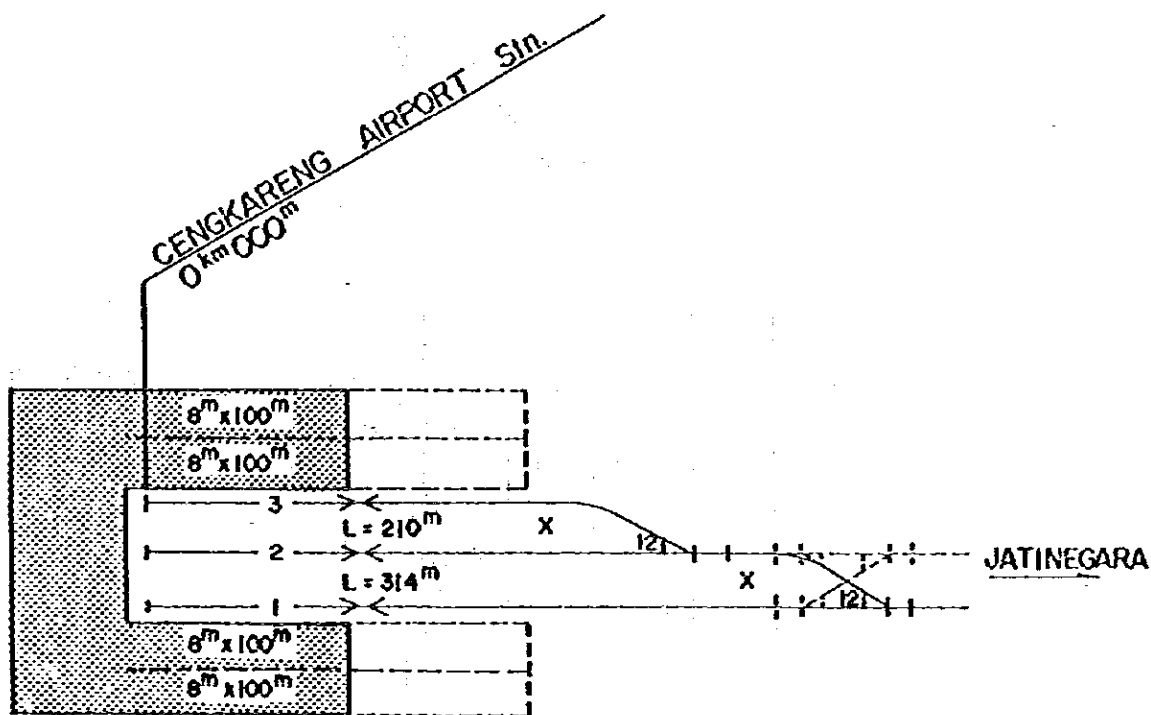


図6-3-1 チェンカレン空港駅配線略図

(2) コタ・インタタン駅

コタ・インタタン駅は、空港線と西線との接続駅である。西線には現在駅施設がないので、駅を新設し、空港線との乗換客の利便性を図った。

駅の配線は、図6-3-2に示すとおり直線で、列車の行違いができるよう有効長を210m確保したが、当面は4両運転のため、旅客ホームは100mのみ施工することとし、将来の8両運転に対応できるように配慮した。

なお、本区間の北側には、並行してハーパー道路が計画されているため、空港線はできるだけ西線に近接するよう考え、西線の下り線中心より12.0mの位置を空港線中心とした。

また、西線の南側に駅前広場を設け正面出入口とする。空港線との連絡は、在来西線が高盛土区間であるため、線路下に地下道を設け、空港線の高架ホームに接続する計画とした。

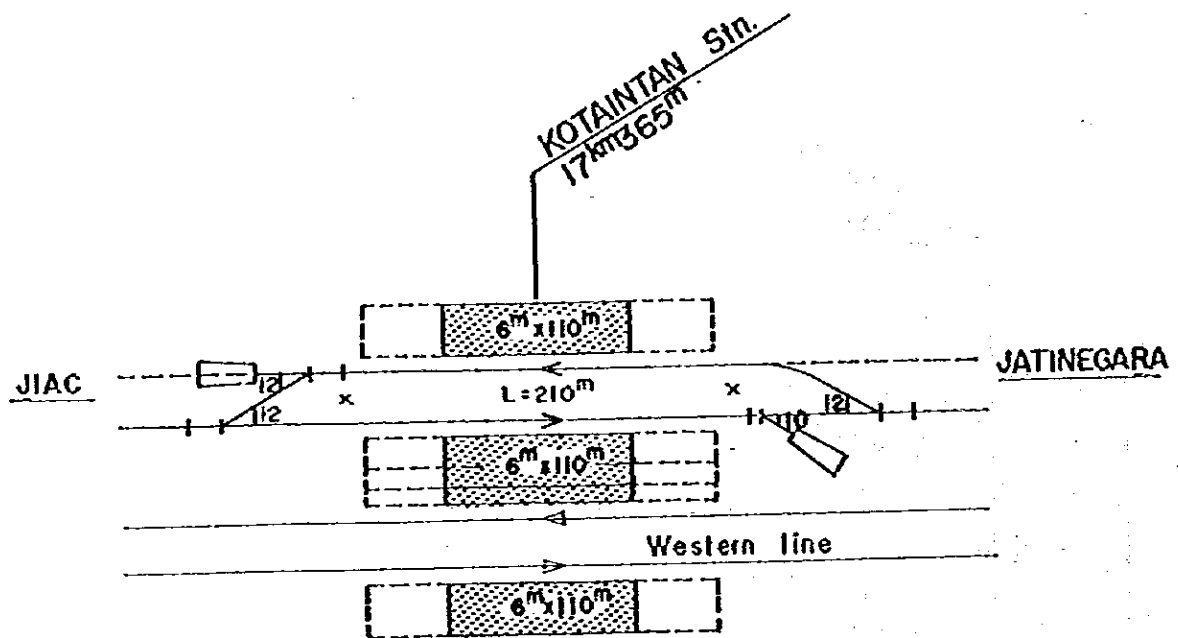


図6-3-2 コタ・インタン駅配線略図

(3) ジャヤカルタ駅

ジャヤカルタ駅は、空港線と中央線との接続駅であるが、本駅の配線は、中央線の高架化時期と密接な関係があり、中央線の高架化時期が遅れる場合には、空港線を暫定的に地平におろして現在の中央線に接続する計画とした。

この場合、図6-3-4の配線略図に示すとおり、ジャヤカルタ駅は、将来の高架橋の施工を容易にするため、客扱いを行わずに信号場とし、中央線への支障を軽減するよう、縦型に列車2編成を留置できるように計画した。

中央線の高架化と同時施工が可能な場合は、図6-3-5に示すとおり、駅部は将来空港線の複線化時と同様の高架構造物を施工し、線路使用方は暫定的に、空港線上りを中央線上りに、中央線上りを空港線上りに仮使用する。線路は、空港線及び中央線それぞれ2線と島式ホーム2面とし、ホーム長は、中央線270m、空港線190mを確保した。

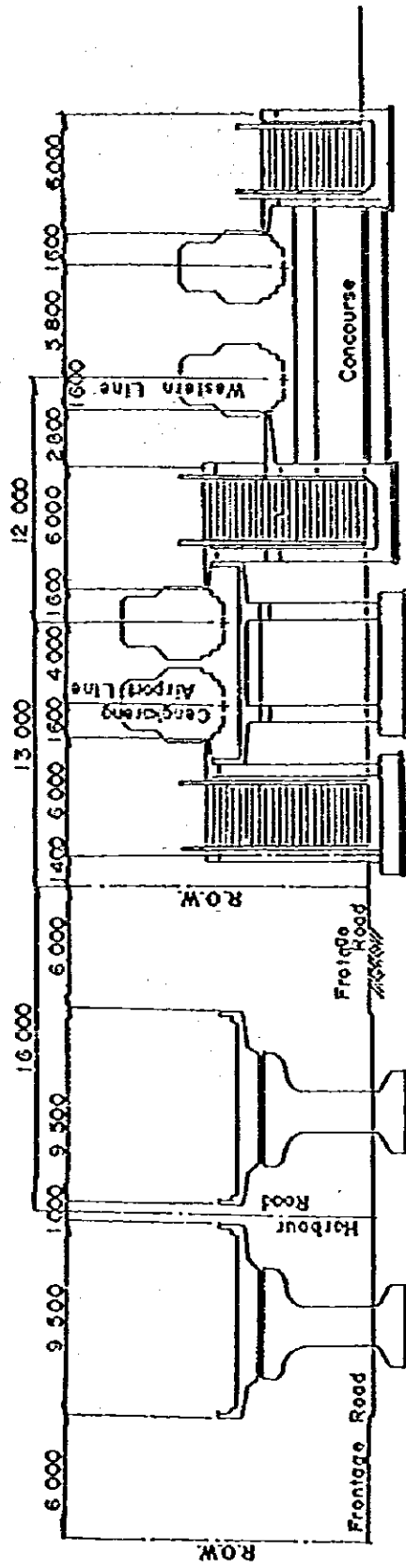


図 6-3-3 コタ・インタン 駅横断面図

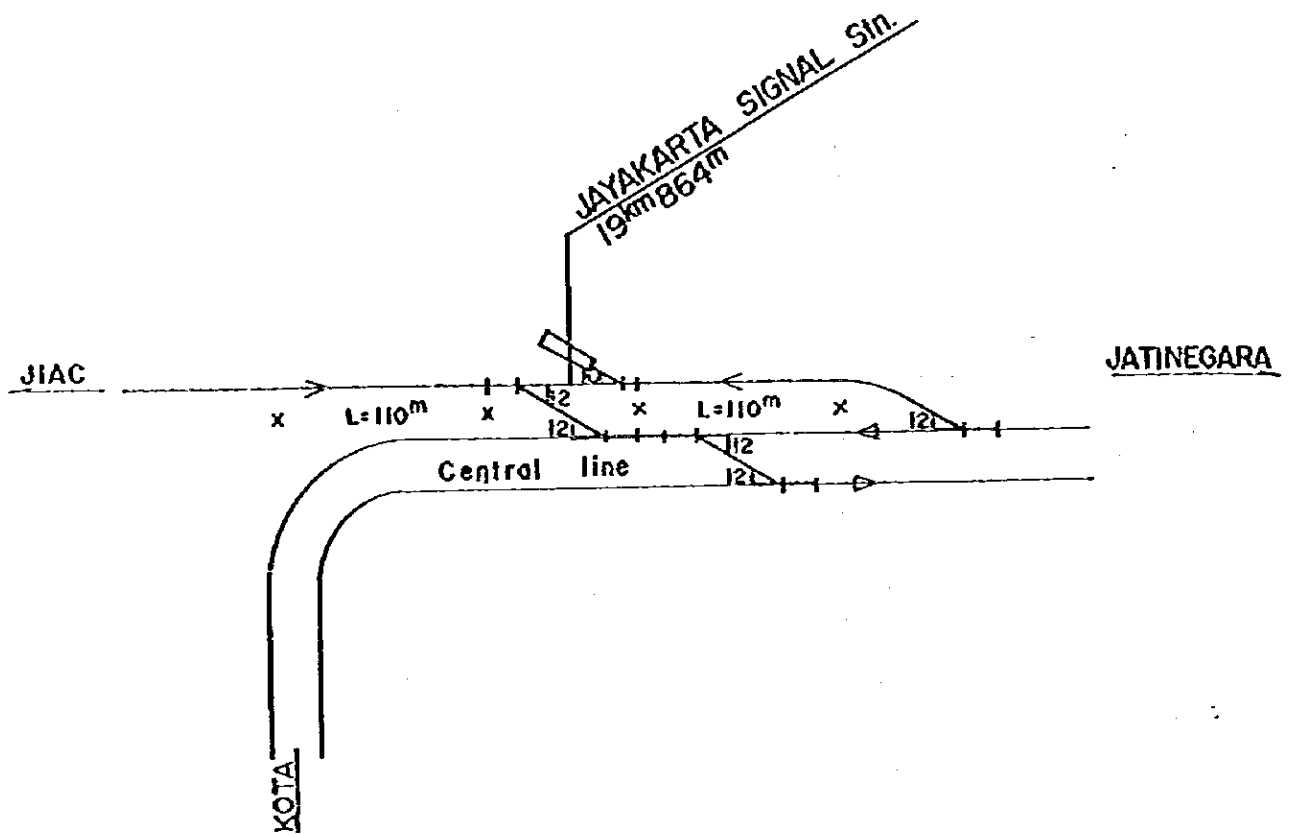


図6-3-4 ジャヤカルタ信号場配線略図(地平取付線)

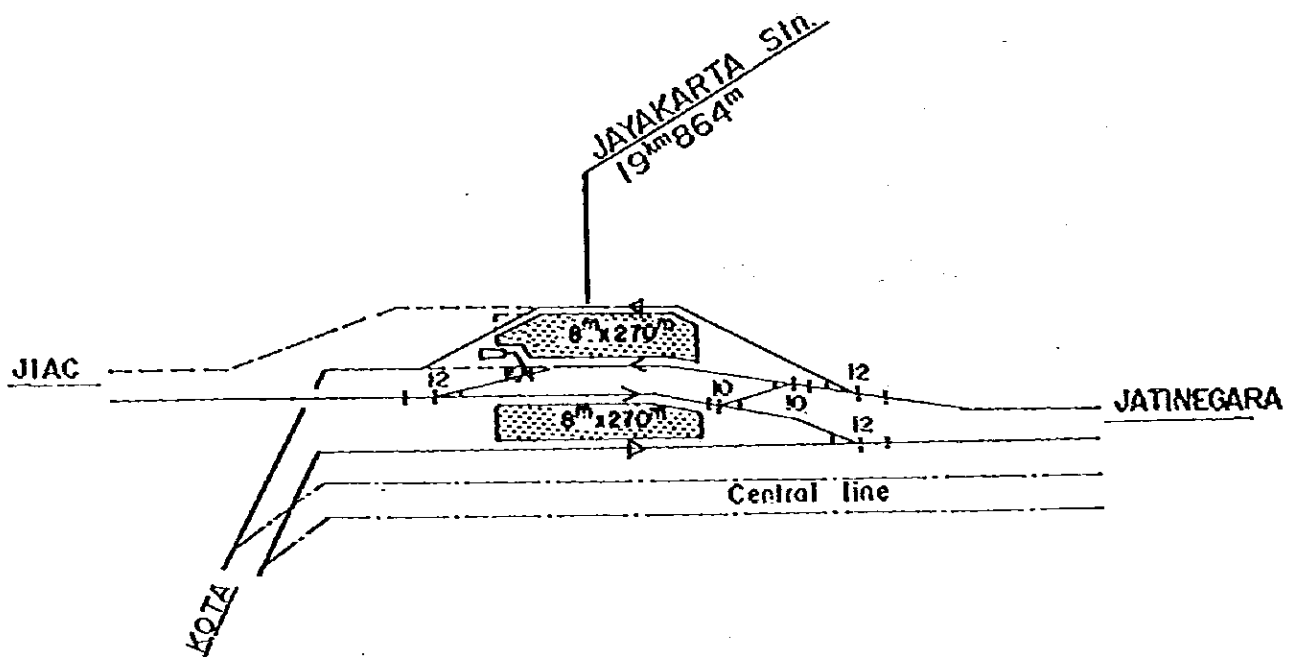


図6-3-5 ジャヤカルタ駅配線略図(高架線)

(4) 信号場

チェンカレン空港駅からコタ・インタラックまでの距離が約17.4kmあるため、途中4km540mと12km100mの2箇所に信号場を設け、列車の行違いができるように設計した。

線形は、図6-3-6、図6-3-7に示したとおり、将来線増す北側に待避線を設け、都心方向1線通過型とし、有効長を210m確保した。

なお、将来の輸送需要に伴ない、停車場として旅客扱いを行なう場合には、相対式ホームを施工すれば可能なように配慮した。

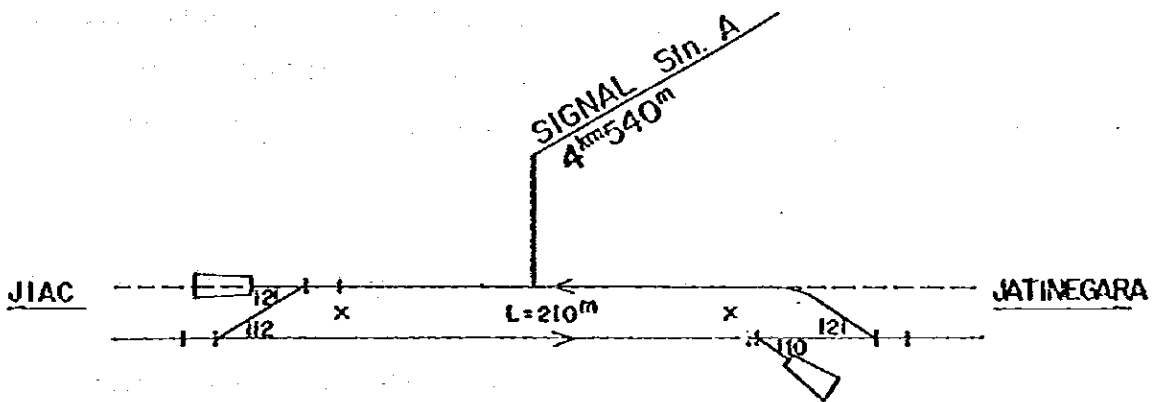


図6-3-6 信号場A配線略図

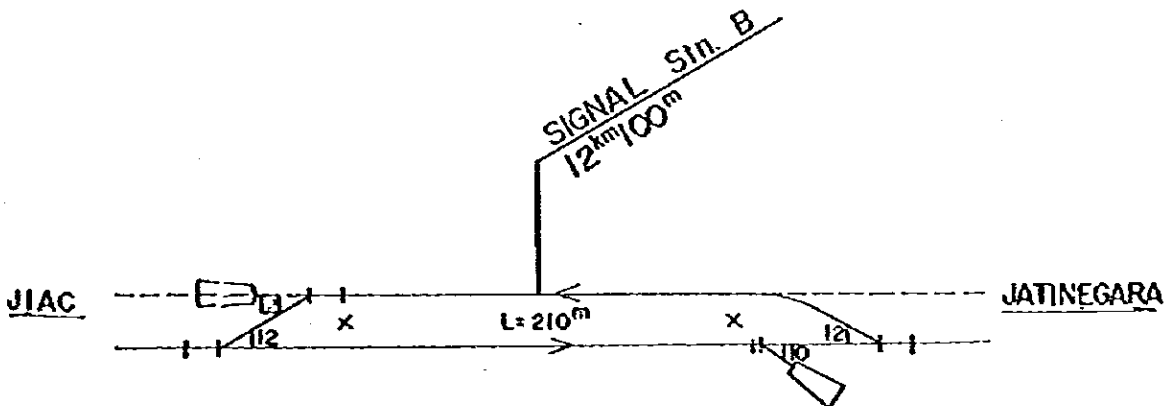


図6-3-7 信号場B配線略図

6-3-3 線路切換計画

(1) 西線乗越部及びグデン貨物駅構内

西線乗越部は、空港線が在来西線を薄い斜角で乗越すため、構造は、図6-3-8に示すラーメン高架橋と図6-3-9に示す門型橋脚とが考えられる。門型橋脚はラーメン高架橋に比べて、線路縦断の高さが約3.4m高くなり、縦断線形及び工事實の面から好ましくないため、ラーメン高架橋を採用した。

このラーメン高架橋は、在来線の直上では施工できないので、図6-3-10に示すとおり、西線の一部を南側に仮移設し、その跡地に交差部の高架橋を施工する。完成した後に、西線を再び高架橋の下にもどす計画である。

グデン貨物駅構内は、現在使用されていない線路を除き、けた式高架橋1径間でまいたく計画のため線路の移設は要しない。なお、この付近は、東・西線の連絡等将来の改良構想があるため、これらの計画に対応できるよう、径間25m~30mのけた式高架橋にて設計した。

(2) コタ駅東部

空港線は、コタ駅東部の線群をほぼ直角に乗越すが、橋脚の施工に支障する線路を仮移設する必要がある。

橋脚位置の選定に当たっては、分岐器に接続する線と電化されている線を極力移設しないで施工できるよう、けたの径間と橋脚位置について検討し、決定した。

その結果、図6-3-11に示すとおり、西線とタンジョン・プリオク線の一部を仮移設し、また、コタ車両基地のループ線1線を工事期間中のみ運休して施工する計画とした。

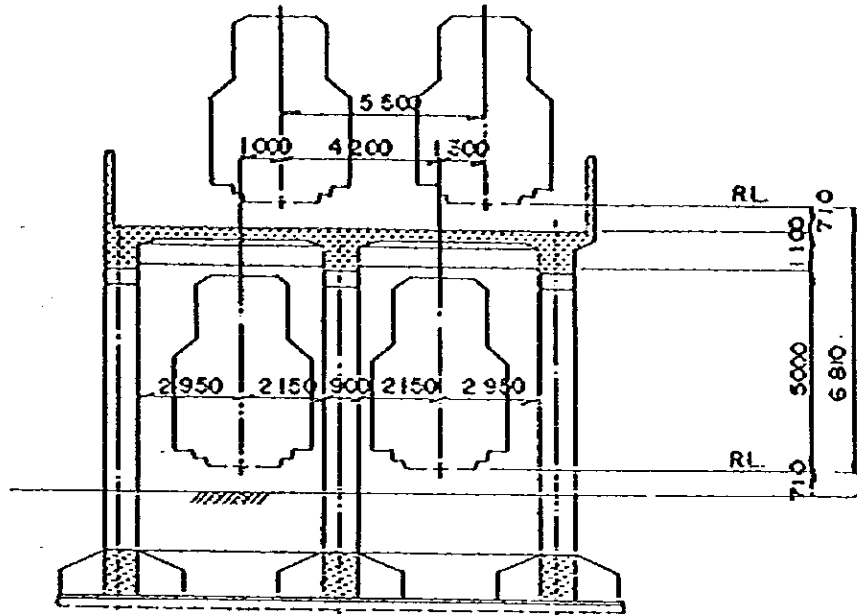


図6-3-8 西線乗越部ラーメン高架橋

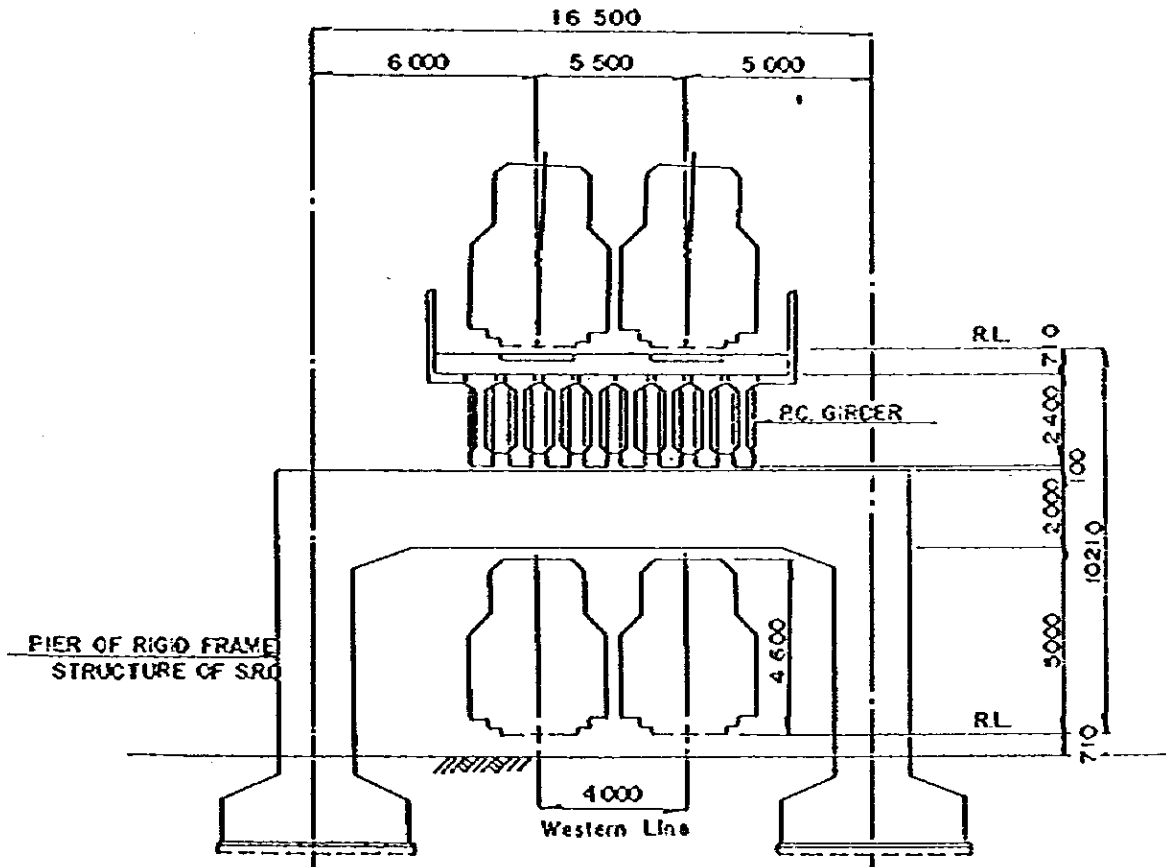
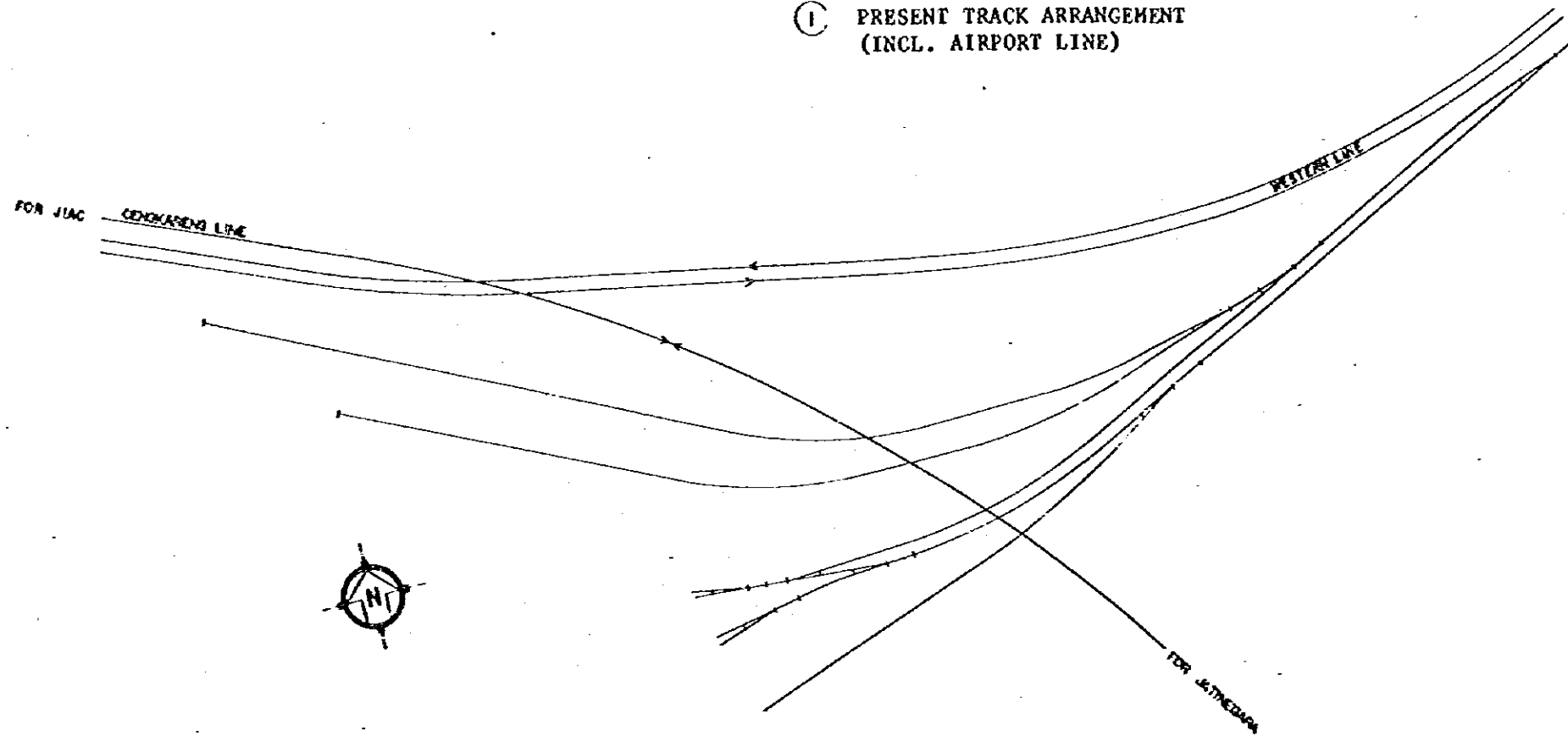
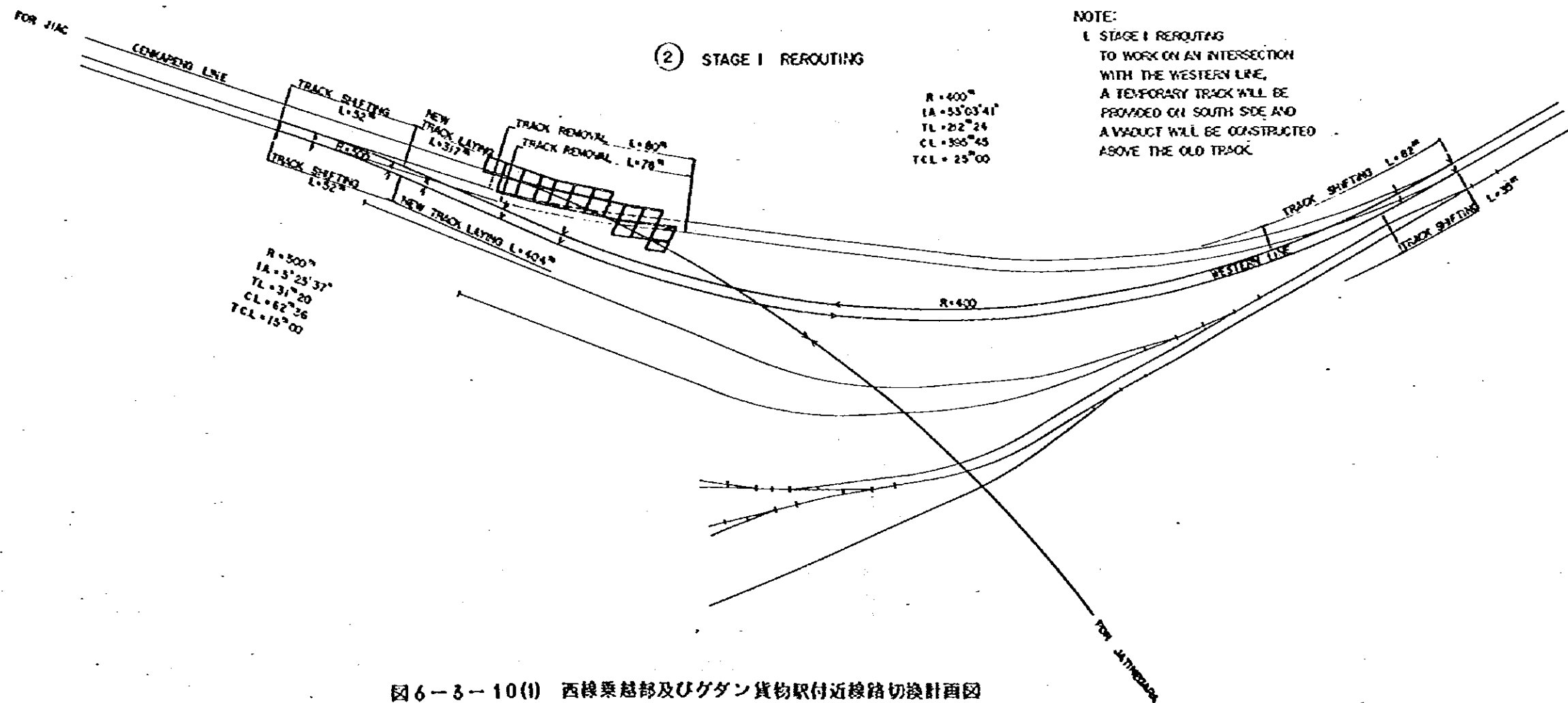


図6-3-9 西線乗越部門型橋脚

① PRESENT TRACK ARRANGEMENT
(INCL. AIRPORT LINE)



② STAGE I REROUTING



NOTE:

① STAGE I REROUTING
TO WORK ON AN INTERSECTION
WITH THE WESTERN LINE,
A TEMPORARY TRACK WILL BE
PROVIDED ON SOUTH SIDE AND
A VIADUCT WILL BE CONSTRUCTED
ABOVE THE OLD TRACK

図6-3-10(1) 西線乗越部及ひグダン貨物駅付近線路切換計画図

③ -- STAGE 2 REROUTING

NOTE:

I. STAGE 2 REROUTING
 THE WESTERN LINE WILL BE RESTORED TO A SPACE
 BENEATH COMPLETED VIADUCT, TO CONSTRUCT
 BRIDGES AT BOTH ENDS.

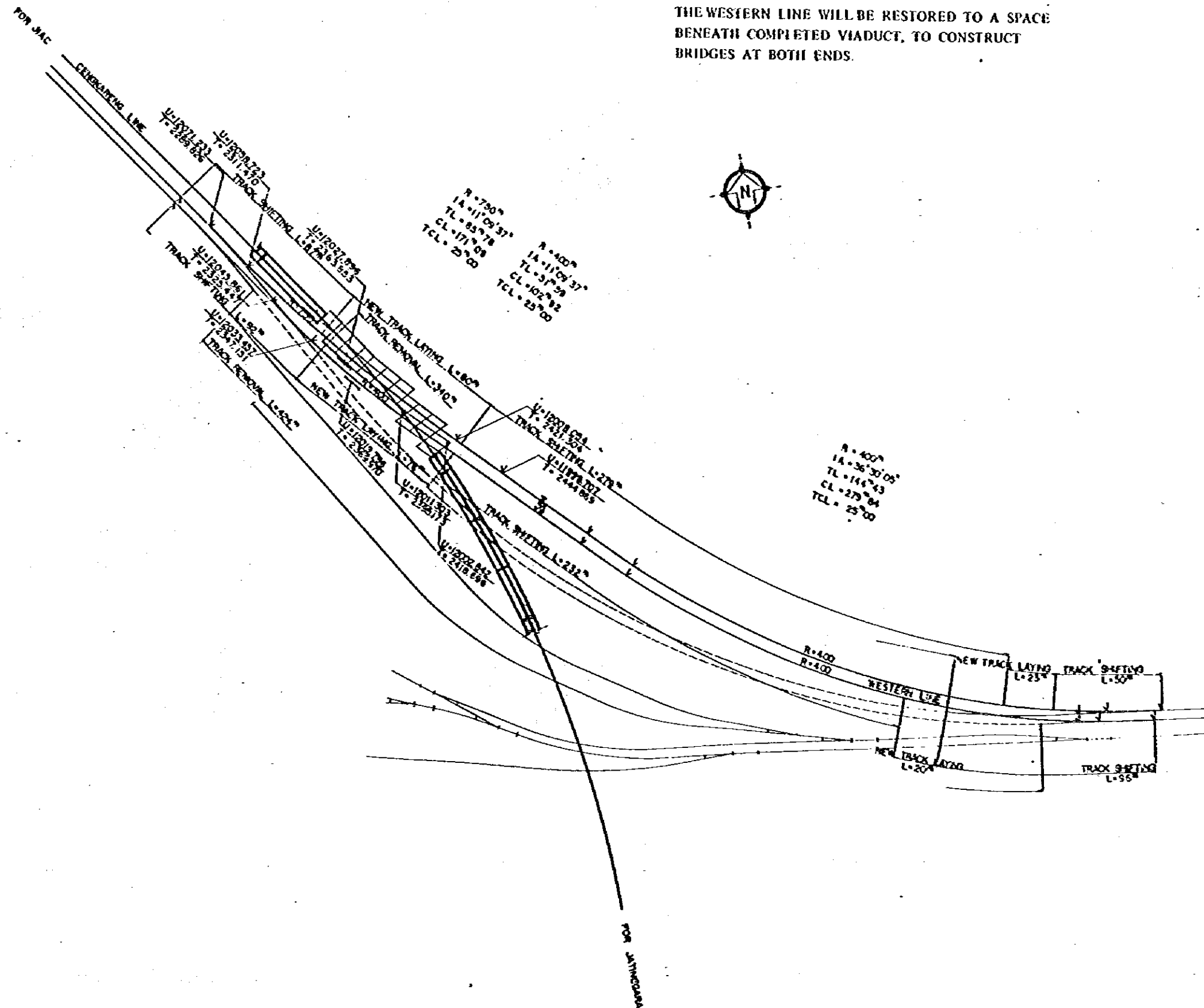
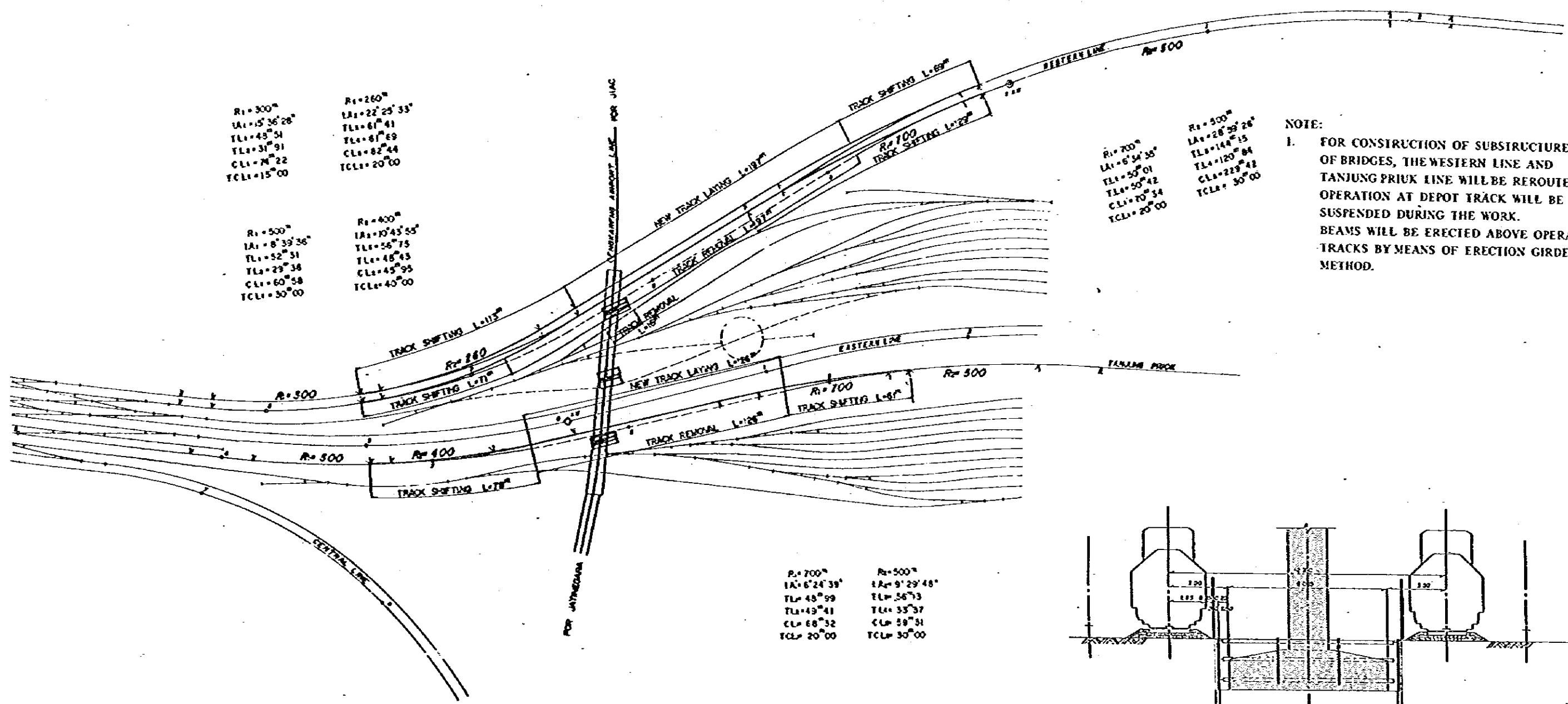


図6-3-10(2) 西線乗越部及びヒグダン貨物駅付近線路切換計西図



$R_1 = 300^m$
 $IA_1 = 15^\circ 36' 28''$
 $TL_1 = 43^m 51$
 $CL_1 = 7^m 22$
 $TCL_1 = 15^m 00$

$R_2 = 260^m$
 $IA_2 = 22^\circ 25' 33''$
 $TL_2 = 61^m 41$
 $CL_2 = 82^m 44$
 $TCL_2 = 20^m 00$

$R_3 = 500^m$
 $IA_3 = 8^\circ 39' 36''$
 $TL_3 = 52^m 51$
 $CL_3 = 60^m 58$
 $TCL_3 = 30^m 00$

$R_4 = 400^m$
 $IA_4 = 10^\circ 43' 55''$
 $TL_4 = 56^m 75$
 $CL_4 = 45^m 95$
 $TCL_4 = 45^m 00$

$R_5 = 700^m$
 $IA_5 = 6^\circ 54' 35''$
 $TL_5 = 50^m 01$
 $CL_5 = 70^m 54$
 $TCL_5 = 20^m 00$

$R_6 = 500^m$
 $IA_6 = 28^\circ 59' 28''$
 $TL_6 = 144^m 15$
 $CL_6 = 229^m 42$
 $TCL_6 = 30^m 00$

$R_7 = 700^m$
 $IA_7 = 6^\circ 24' 39''$
 $TL_7 = 45^m 99$
 $CL_7 = 68^m 32$
 $TCL_7 = 20^m 00$

$R_8 = 500^m$
 $IA_8 = 9^\circ 29' 48''$
 $TL_8 = 36^m 73$
 $CL_8 = 59^m 51$
 $TCL_8 = 30^m 00$

NOTE:
 1. FOR CONSTRUCTION OF SUBSTRUCTURE OF BRIDGES, THE WESTERN LINE AND TANJUNG PRIUK LINE WILL BE REROUTED. OPERATION AT DEPOT TRACK WILL BE SUSPENDED DURING THE WORK. BEAMS WILL BE ERECTED ABOVE OPERATING TRACKS BY MEANS OF ERECTION GIRDER METHOD.

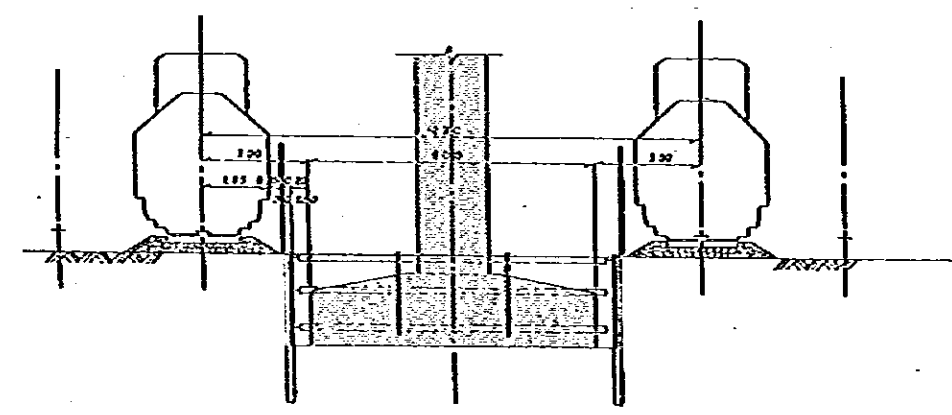


図6-3-12 橋脚施工箇所の最小線路間隔

図6-3-11 コタ駅東部線路切換計画図

(3) ジャヤカルタ駅付近

ジャヤカルタ駅付近は、中央線の高架化と同時に一体構造で施工する場合は、施工上問題はない。しかし、中央線の高架化が遅れ、空港線を暫定的に地平に取付けた場合は、高架化時に施工上の問題が生ずる。

この場合、暫定地平取付線の増用地を避けることから、将来の中央線下り線の位置地に地平取付線を設けることとした。

また、この付近の高架線は、直線で、かつ、中央線を乗越すため14‰のこう配で上っている区間である。

暫定地平取付線が高架線の施工時に支障しない位置になければならないため、やむを得ず図6-3-13に示すように、コタ駅東部19Km052m17の緩和曲線に突付けて、半径300mのSカーブにて掘出す計画とした。

地平から高架化するには、分割施工となり、施工順序は次の手順による。(図6-3-16参照)

- 1) 空港線は、コタ駅東部の線群をまたいだ後、暫定的に地平におろして中央線と接続する。この場合、ジャヤカルタ駅は客扱いを行わずに信号場とする。
- 2) 空港線と中央線を地平で運転しながら将来の空港線1線と中央線上り線1線の高架橋を施工する。

高架橋が完成した後、地平の空港線のみ高架上に切替える。この期間は、中央線と空港線とが上下に分難するため、中央線のマンガライ駅までの途中駅は客扱いが不便である。

- 3) 高架上に切替えた空港線の跡地に中央線の下り線を施工し、地平の中央線の上、下線を同時に高架上に切替える。
- 4) 空港線の複線化は、既設線に並列して単線高架橋を施工する。

駅部は、すでに完成されているので、線路の使用変更を行なうのみで対応できる計画である。

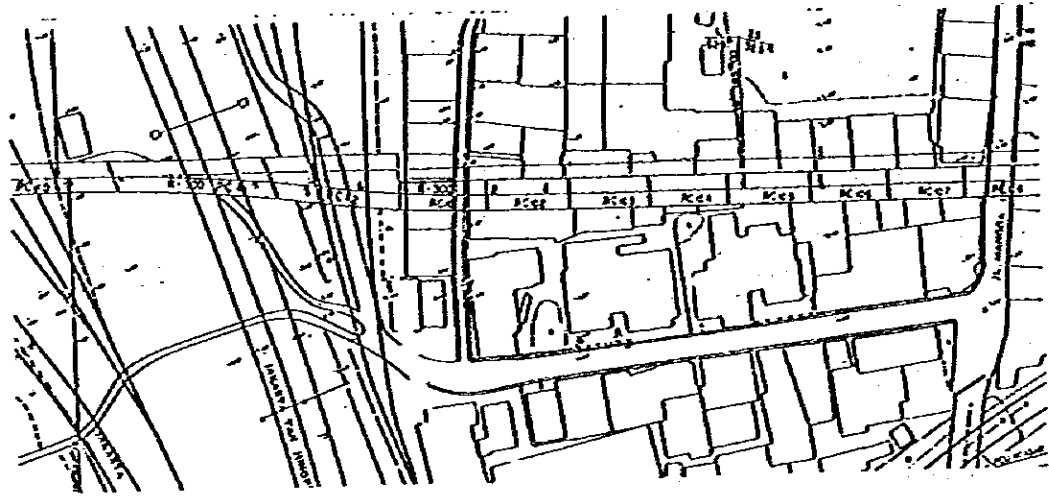


图 6-3-13 暂定地平取付線路平面图 (振出部)

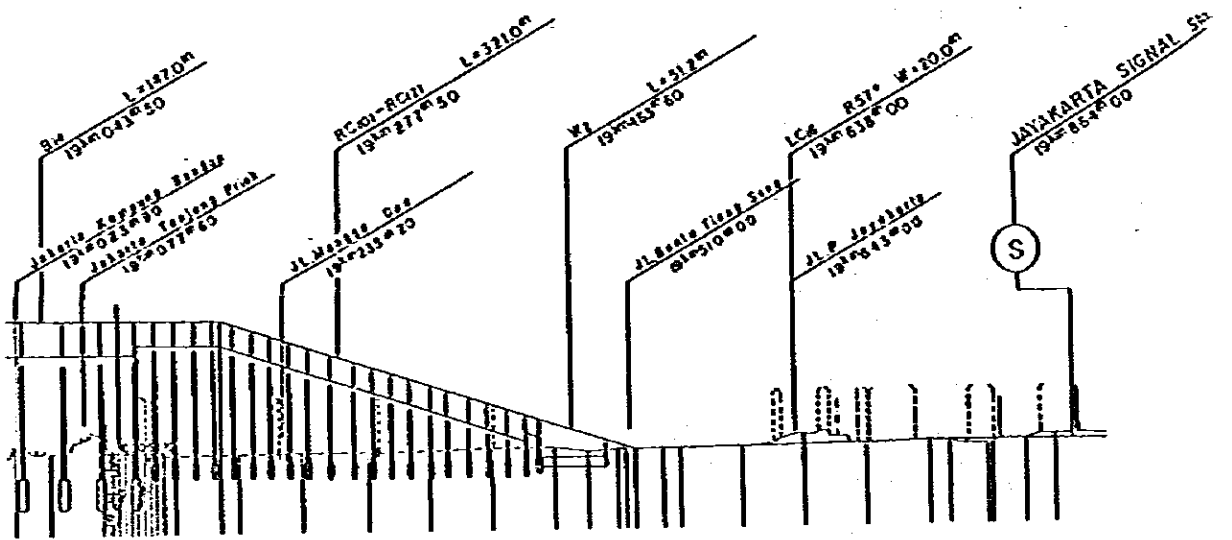


图 6-3-14 暂定地平取付線路横断面图

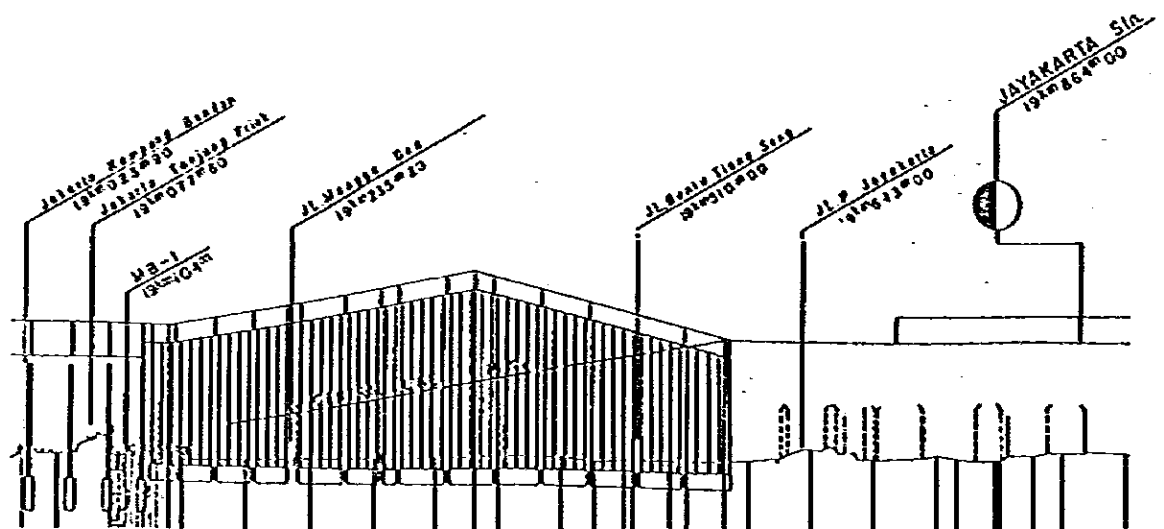


图 6-3-15 高架線路横断面图

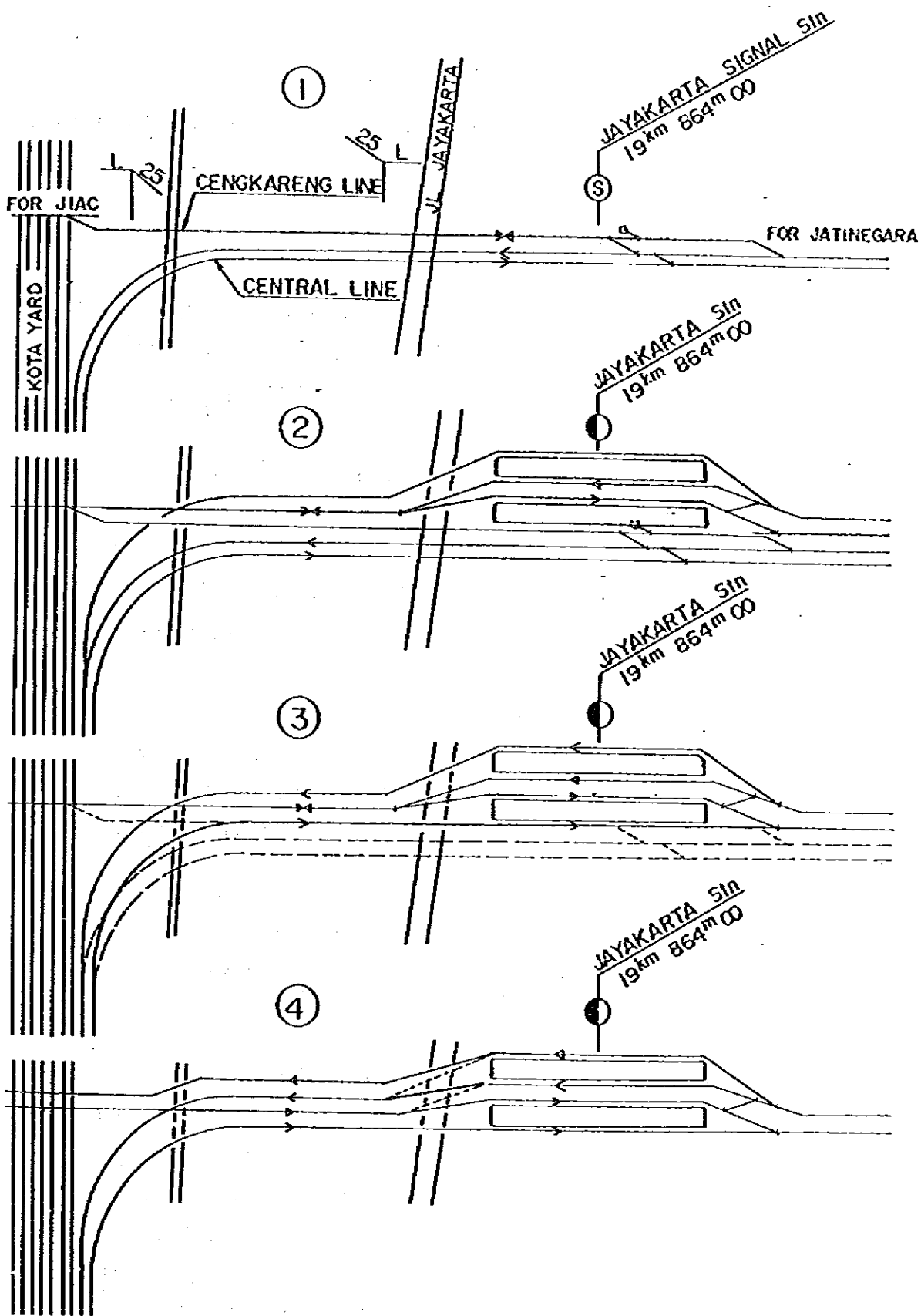


図6-3-16 ジャヤカルタ駅施工順序図

6-4 路 盤

6-4-1 土工定規

土工定規は、一般部及び市街地部に分類し、図6-4-1及び図6-4-2に示すとおりに設定した。

6-4-2 鉄道横断の水路及び道路

(1) 排水函きよ(避いつ橋)

ルートが水田地帯を横断するので、こう水時に、この盛土帯が排水を阻害しないよう、盛土の所々に排水函きよ(避いつ橋)を設置した。

また、この排水函きよを農耕者用の通路として兼用すれば、線路上横断を避けることもできる。

排水函きよは、排水及び通路の兼用を考慮し、標準として2.0 m×2.0 mのボックスカルバートを約500 m間隔に設置する計画とした。

(2) 踏切道

空港線の盛土区間は、0 Kmから13.4 Kmまでと終点方の暫定地平取付部である。

この区間には巾3.0 m以上の道路が16箇所あり、これらと平面交差することになる。

踏切の道路面高はR.L.と等しくする必要があるが、鉄道の施工基面高は周辺地域の過去におけるこう水位よりやや高く計画しており、その上に軌道が敷設されるので、在来の道路面より約1.0 m~2.0 mこう上することになる。このため踏切と在来道路との取付けを8 m以下のこう配で、できるだけ短かい距離にて取付けるよう計画した。

6-4-3 盛土のり面工

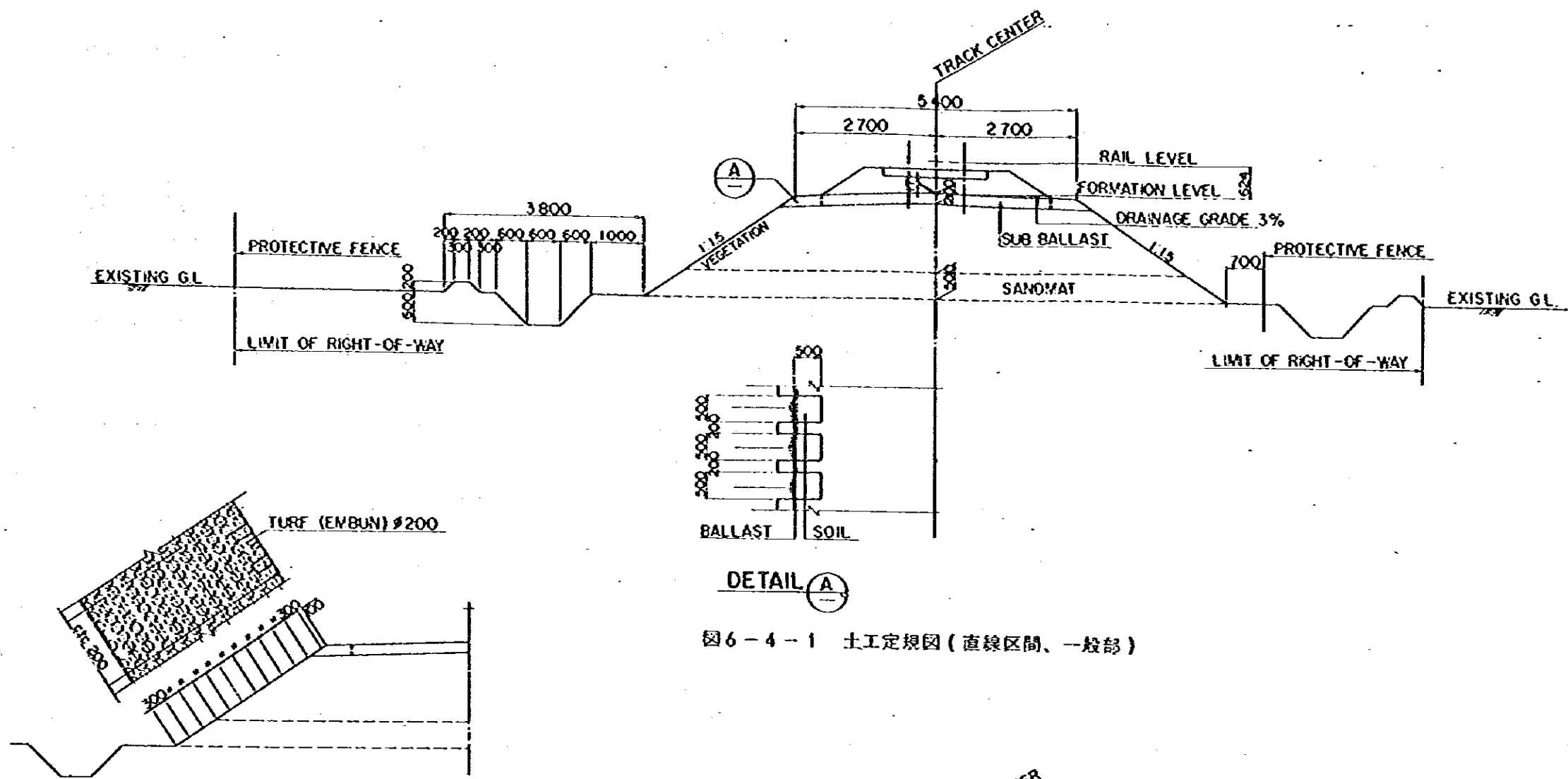
盛土のり面の侵食防止と表層崩壊防止のため植生工を行なう。

植生工は、現地の気候に適し、活着力が強く、かつ、量産可能な現地産芝の“Rumput Embun”を列植する。

6-4-4 軟弱地盤における盛土の沈下及び安定に対する検討

盛土の沈下及び安定計算は、盛土荷重によるすべり後縁の有無、安全率、沈下量と沈下速度及び施工上問題となる区間延長等を知る目的で行なわれた。

盛土の安定計算は、地質調査結果に基づいて作成した地質縦断面図より、対象とする軟弱層厚を決め、その土質試験結果を使用して、安定上問題となりそうな高盛土箇所及び軟弱層の厚い箇所等から代表断面を抽出して計算を行なった。盛土の沈下計算は、盛土の増加数量算出のため500 m毎に計算を行なった。なお、3 Km 350 m付近の池の部分については、置換工法によるものとし、円形すべり面の安定計算を行なった。



DETAIL (A)

図6-4-1 土工定規図(直線区間、一般部)

DETAIL OF TURFING

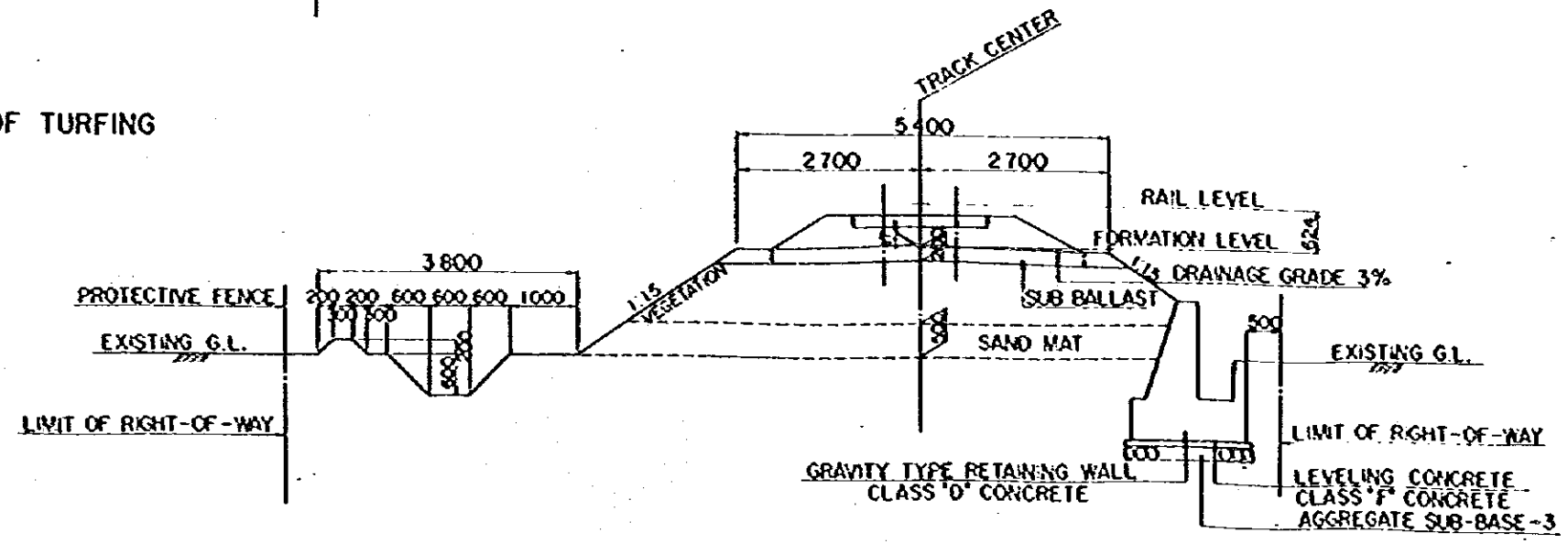
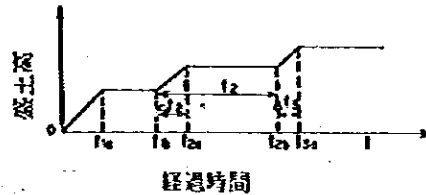


図6-4-2 土工定規図(直線区間、市街地部)

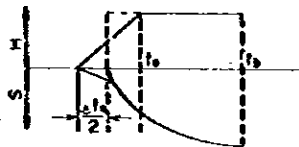
(1) 設計計算の方針

段階式盛土の設計計算方針は、次のとおりとする。

- 1) 盛土載荷期間と放置期間の組合せによる次図のような段階式盛土による計算を行なう。



- 2) 載荷期間には、等速度で盛土されるものとする。
- 3) 1段階の盛土高は、盛土荷重による圧密で得られる粘着力に対し、安全率1.2を保ちうる高さ以内とする。
- 4) 1段階の盛土は、その段階の盛土による圧密が80%になるまで放置したのち、次の段階の盛土を施工する。
- 5) 各段階の盛土完了直後 (t_{na}) と80%圧密時 (t_{nb}) における沈下量及び安全率を計算する。
- 6) 沈下計算、安全率の計算は、次図に示すように、1段階の盛土所要時間 (Δt_n) の1/2経過後に瞬間載荷されたものとして計算する。



- 7) 沈下による盛土高の低下、盛土荷重の減少 (n 段階の盛土荷重による沈下量が大、すなわち、 $S'n > 0.1 h_{bn}$ 程度で、かつ、沈下により盛土の底部が地下水位以下になるとき)、軟弱層厚の減少は、各段階において補正する。
- 8) 各段階において使用する圧密係数の値は、前段階における最終応力 (P_{n-1}) とその段階における最終応力 (P_n) の中間応力 (P_m) に対応する値 (C_{vn}) を用いる。
- 9) 各段階の盛土荷重ごとに単独に圧密沈下量を計算し、ある時期における全体の沈下量は、これを集計する。
- 10) 盛土荷重を受けた後のある段階 (n) における粘着力は、次式で表わされる。

$$C_n = C_0 + 0.5 m (P_n - P_{c0}) U_{tn} \quad (t/m^2)$$

m : 増加荷重に対する粘着力の増加率

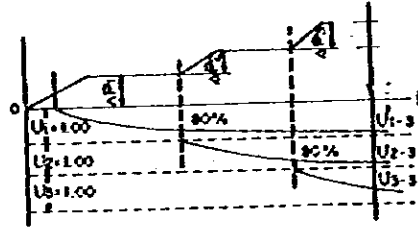
$$P_{c0} = C_0 / m$$

U_{tn} : 総合圧密度

$$U_{1n} = \frac{\Delta P_1}{P_n - P_0} U_{1-n} + \frac{\Delta P_2}{P_n - P_0} U_{2-n} + \dots + \frac{\Delta P_n}{P_n - P_0} U_n$$

U_{1-n}, \dots, U_n : 各段階荷重ごとに独立して考えたときのそれぞれの増加荷重に対する圧密進行度

$$P_n - P_0 = \sum \Delta P_i$$



11) 各時期における限界粘着力 (Cd_n) は、次式を用いて計算する。

$$Cd_n = \frac{\gamma_b \cdot Hb_n + (\gamma_b - \delta \gamma_b) S_{1n}}{N_{1n}} \quad \text{または} \quad = \frac{\gamma_b \cdot h_{1n} - \delta \gamma_b \cdot S_{1n}}{N_{1n}}$$

γ_b : 盛土単位重量 (t/m^3)

Hb_n : 盛土高 (m)

h_{1n} : 盛土厚 (m)

γ_b' : 地下水面以下の盛土単位重量 (t/m^3)

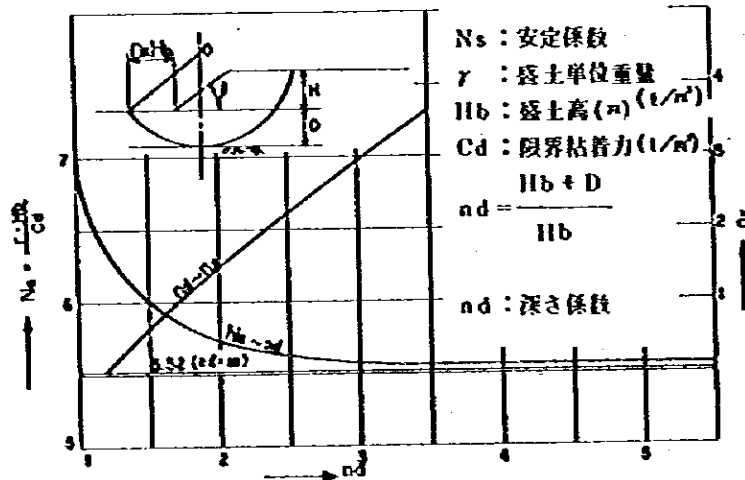
S_{1n} : 沈下量 (m)

$\delta \gamma_b$: 地下水面以下における盛土の単位重量減

$$\delta \gamma_b = \gamma_b - \gamma_b' \quad (t/m^3)$$

N_{1n} : 安定係数

$$Cd = \frac{\gamma \cdot Hb}{Ns}$$



のりこう配 1 : 1.5 ($\beta = 33^\circ 42'$) のときの安定係数 (Ns) の関係

12) 安全率は、次式で表わされる。

$$F_n = \frac{C_n}{C_{dn}} \quad \text{開業時 } F_n \geq 1.4 \text{ を要す。}$$

13) 開業後1カ年間の沈下量は、 $d_s < 10 \text{ cm}$ とする。

以上の方針に基づいて行なった計算結果を表6-4-2に示す。

(2) 計算結果の検討

- 1) 盛土区間の大部分は、1段階盛土が可能である。
- 2) 11km420m～11km660m、12km000m～12km330m及び12km450m～12km950m付近は、2段階盛土が必要である。
- 3) 3km350m付近の池の部分、砂による置換工法が必要である。
- 4) 軌道工事の着手は、盛土完了の1年後であるので、盛土の施工は緩速盛土を行なっても全体工程には支障ない。
- 5) 19km438m～19km514m間は、圧密が80%になるまでに長時間(586日)を要するので、盛土の早期着工が必要である。

表6-4-1 盛土の安定計算に使用した主な土質特性一覧表

M.B. No.	Subject Sections	Initial Cohesion of Poor Soil Layer C_0 (t/m ²)	Unit Weight of Embankment γ_b (t/m ³)	Increase rate of Cohesion (m)	$P_{co} = C_0/m$	Limiting Height of Embankment $5.5 \times \frac{C_0}{\gamma_b} = a$ (m) $(\frac{a}{1.2}) = b$ (m)
1	19km000m 19km600m	1.1	1.7	0.18	6.11	$a = 3.56$ $b = 2.97$
7	11km500m 13km600m	0.8	1.7	0.31	2.58	$a = 2.59$ $b = 2.16$
8	0km000m 1km750m 8km530m 11km500m	3.4	1.7	0.30	11.33	$a = 11.0$ $b = 9.16$
9	5km000m 7km500m	1.6	1.7	0.23	6.96	$a = 5.18$ $b = 4.31$
10	1km750m 5km000m 7km500m 8km530m	1.1	1.7	0.21	5.24	$a = 3.56$ $b = 2.97$

表 6-4-2 盛土の安定計算結果一覧表

Location	Initial Cohesion of Poor Soil Layer Cu (t/m^2)	Increase Rate of Cohesion m	Height of Embankment (m)	Thickness of Poor Soil Layer (m)	Settlement beneath Center of Embankment (m)	Period to reach Consolidation of 80% (day)	Filling Method	Sand Mat	Remarks
0km000m	3.4	0.3	0.16	2.80	0.00	27	Single-stage	Absent	
0km500m	3.4	0.3	1.08	1.00	0.02	10	Single-stage	Absent	
1km000m	3.4	0.3	1.26	1.60	0.02	16	Single-stage	Absent	
1km500m	3.4	0.3	1.33	2.60	0.03	36	Single-stage	Absent	
2km000m	1.1	0.21	1.70	1.60	0.03	17	Single-stage	Absent	
2km500m	1.1	0.21	1.56	5.40	0.08	110	Single-stage	Present	
3km000m	1.1	0.21	1.37	10.00	0.09	358	Single-stage	Present	
3km350m	1.1	0.21	3.61	(2.60) 4.60	0.10	51	Replacement	Absent	() Thickness after replacement of 2.0 m with sand
3km500m	1.1	0.21	1.48	4.60	0.06	82	Single-stage	Present	
4km000m	1.1	0.21	1.34	4.60	0.06	81	Single-stage	Present	
4km500m	1.1	0.21	1.74	4.60	0.08	83	Single-stage	Present	
4km600m	1.1	0.21	1.96	4.60	0.08	84	Single-stage	Present	
5km000m	1.1	0.21	1.71	3.00	0.05	40	Single-stage	Present	
5km500m	1.6	0.23	1.50	5.00	0.07	95	Single-stage	Present	
5km650m	1.6	0.23	1.85	5.60	0.10	120	Single-stage	Present	
6km000m	1.6	0.23	1.78	6.20	0.09	143	Single-stage	Present	
6km500m	1.6	0.23	1.44	6.60	0.08	160	Single-stage	Present	
7km000m	1.6	0.23	1.52	4.00	0.06	63	Single-stage	Present	
7km500m	1.1	0.21	1.21	1.60	0.02	15	Single-stage	Present	
8km000m	1.1	0.21	1.09	2.40	0.05	86	Single-stage	Present	
8km500m	1.1	0.21	2.58	3.80	0.10	63	Single-stage	Present	
9km000m	3.4	0.30	1.35	2.00	0.03	21	Single-stage	Present	
9km500m	3.4	0.30	0.50	2.00	0.01	17	Single-stage	Present	
10km000m	3.4	0.30	1.83	2.20	0.04	26	Single-stage	Present	
10km500m	3.4	0.30	2.35	4.00	0.08	68	Single-stage	Present	
10km900m	3.4	0.30	3.68	6.40	0.20	167	Single-stage	Present	
11km200m	3.4	0.30	4.85	6.80	0.25	194	Single-stage	Present	Height of embankment per stage-2.30m
11km500m	0.8	0.31	2.96	7.40	0.36	370	Two-stage	Present	Height of embankment per stage-2.30m
12km000m	0.8	0.31	2.36	6.80	0.24	170	Two-stage	Present	Height of embankment per stage-2.30m
12km500m	0.8	0.31	2.52	6.60	0.23	162	Two-stage	Present	Height of embankment per stage-2.30m
12km600m	0.8	0.31	2.93	7.00	0.33	224	Two-stage	Present	Height of embankment per stage-2.30m
13km000m	0.8	0.31	1.49	8.40	0.17	268	Single-stage	Present	
13km400m	0.8	0.31	1.39	10.00	0.17	349	Single-stage	Present	
19km438m	1.1	0.18	2.00	11.00	0.26	586	Single-stage	Present	

6-4-5 盛土区間における墳でい対策

墳でいの発生には、荷重条件、路盤の土質、排水条件等の要因が関与する。これらの要因のうち路盤の土質に関しては、計画路線の立地条件上、良質な硬岩ずりを使用することが困難なため、墳でい防止上好ましくはないが、ラテライト化した火山灰質粘土を使用せざるを得ない。そのため荷重条件及び排水条件で次の対策を行なう。

(1) 荷重条件

列車走行により、レール、マクラギ等を介して路盤が受ける路盤圧力の大きさは、列車走行条件と軌道の状態により左右される。軌道の状態には道床厚さ、レール、マクラギの種類、レール経目の有無等の要因が関与する。これらの要因のうち墳でいと道床厚さは特に密接な関係があり、道床厚さを厚くすると、路盤圧力が小さくなり、墳でい防止上有利となる。このため盛土天端に厚さ20cmのサブバラストを設ける。

(2) 排水条件

水の存在は、墳でいに重要な関係をもっている。土は最適含水比より多く水を含むと強度を低下するため、道床バラストが路盤にめり込み易くなり、路盤土が粘性土の場合、でい土化され易く、墳でいが発生する。更に滯留水が存在すると、間隙水圧の増加を促し、でい土上昇の原因となるためますます墳でいが発生し易くなる。このため、滯留水の存在を許さず、排水を促進するため、盛土天端に3%の排水こう配を設ける。

6-4-6 盛土施工に関する所見

(1) 盛土支持地盤の処理

盛土区間にある湿地帯は、排水不良で湧水する箇所がある。盛土は機械施工を行なうので、トラフィカビリティーの不足から高まき出しをしがちで、施工不良を招きやすく、完成後の沈下や安定に対して悪い因子となる。

したがって、排水の悪い地帯は、地下水の低い湧水期に素掘り排水こう、釜場等を設けて強制排水し、盛土支持地盤を乾燥させ、トラフィカビリティーを確保して、盛土の施工を行なうべきである。

(2) 養魚池及び生活用水池の処理

本ルート内には広い養魚池及び人家のある箇所には大小の生活用水池がある。

この箇所の盛土は、代替池を事前に造成して、旧池内の水を排水、乾燥させ、高まき出しを避けて周囲の地盤高まで事前に施工し、近辺の地盤沈下と均等化を図るべきである。

6-5 橋りょう及び高架橋

6-5-1 構造計画

橋りょう及び高架橋の計画地域は開発の進んだ地域であり、交差する河川、道路、鉄道等が多く、施工条件及び地盤条件が悪いので、構造計画に当っては十分な注意を払った。

高架区間の一般部は、ビームスラブ式(3m+4×8m+3m=38m)のラーノン高架橋とし、R=500mの曲線部では、シフト量の関係から同じく(3m+3×8m+3m=30m)のラーノン高架橋を標準として採用した。

また、グダン貨物ヤード及びコタ車両基地の線群を乗越す区間は、けた式高架橋を採用した。

橋りょう及びけた式高架橋の上部工の施工について、河川、鉄道及び交通量の多い幹線道路で支保工が組めない箇所では、プレストレスト・コンクリートけたのエレクションガタによる架設を計画した。なお、橋りょう下部工の橋台、橋脚については、将来の複線化の対応を考えた半重力式の構造を採用した。

6-5-2 構造物の設計

鉄筋コンクリート及びプレストレスト・コンクリート構造物の解析は、弾性理論に基づく許容応力度設計法を採用した。

設計計算は静的計算によって行なうものとし、構造物の安定計算では、一般に支承面、基礎底面等における転倒、地盤、くいなどの水平及び鉛直支持等に対する安全度が所定の値以上であることを確認を行なった。

6-5-3 設計条件

(I) 設計荷重

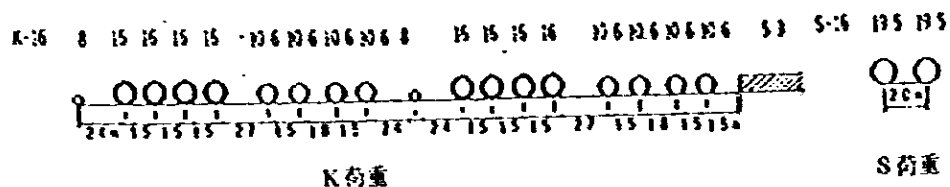
1) 死荷重

軌きょう重量	0.45 t/m
道床砂利	1.90 t/m ²
鉄筋コンクリート	2.50 t/m ²
無筋コンクリート	2.35 t/m ²
鋼材	7.85 t/m ²
高圧	0.20 t/m

その他の材料の単位重量は、実重量を使用する。

2) 列車荷重

KS-16相当とする。



3) 衝撃荷重

列車荷重の衝撃は、列車荷重に次の衝撃係数を乗じた値とする。

衝撃係数 (K S 荷重)

スパン l (m)	0	5	10	20	30	40	50	70	100
衝撃係数	0.60	0.48	0.43	0.37	0.34	0.32	0.30	0.27	0.24

ただし、複線を支持する構造物の場合は、衝撃係数に次式の α を乗じた値とする。

$$\alpha = 1 - \frac{l}{200} \quad l: \text{スパン (m)}$$

4) 遠心荷重

遠心荷重は、列車荷重に次に示す係数 α を乗じた値とし、レール面上からの作用高さは 1.8 m として、軌道に直角かつ、水平に作用するものとする。

曲線半径 R (m)	係数 α
$R < 700$	0.12
$700 < R < 1000$	0.10
$1000 < R < 1800$	0.08
$1800 < R$	0

5) 車両横荷重

K S 荷重による車両横荷重は、1 軌道当り K 荷重の 1 動輪軸重の 1.5 倍の連行集中移動荷重 Q とし、レール面の高さにおいて、軌道に直角かつ、水平に作用するものとする。また、2 線以上の線路を支持する構造物の場合、車両横荷重は 1 軌道に対してのみ考慮するものとする。



6) 制動荷重及び始動荷重

制動荷重及び始動荷重は、1 軌道当り次に示す値とし、軌道中心線においてレール面上から高さ 1.8 m の位置に、軌道に平行に作用するものとする。

制 動 荷 重	列車荷重の15%
始 動 荷 重	動輪粘重の25%

7) 土 圧

クーロン及びランキンの土圧係数を使用する。

8) 地震の影響

地震の影響によって作用する力は、自重及び負載荷重に震度を乗じた大きさとする。

震度法における設計震度

$$K_h = 0.1$$

$$K_v = 0$$

9) 温度変化及び乾燥収縮

不静定構造物の構造解析に用いる温度変化及び乾燥収縮度は、下記のとおりとする。

$$\text{温度変化 } \pm 1.0^{\circ}\text{C}$$

$$\text{乾燥収縮 } -1.5^{\circ}\text{C}$$

コンクリート及び鉄筋の熱膨張係数は、1℃について 1×10^{-5} とする。

10) 電化柱荷重

常時

鉛 直 力	$V = 2.0 \text{ t}$
水 平 力	$H = 0.5 \text{ t}$
曲げモーメント	$M = 5.0 \text{ t} \cdot \text{m}$

11) 群集荷重

コンコース及びプラットフォームの群集荷重は、下記に示すとおりとする。

スラブの計算の場合	500 kg/m^2
はりの計算の場合	350 kg/m^2
地震時の計算の場合	210 kg/m^2

(2) けた下空頭制限

1) 架道橋

道路は幹線道路、一般道路、河川管理用道路及び住宅地内道路等があり、各道路のけた下空頭は、表6-5-1に示すとおりとする。

表 6 - 5 - 1

Type of Roads	Minimum Overhead Clearance (m)
Trunk Road	5.1
Collector Road	4.5
River Control Road	3.0
Residential Road	3.0

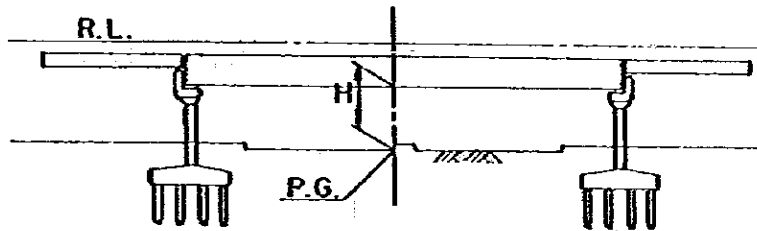


図 6 - 5 - 1 架道橋のけた下空頭

2) こ線橋

空港線は、西線、グダン貨物ヤード、コタ車両基地及び中央線（中央線の高架化時）を乗越すことになるが、PJKAとの協議により、在来線をこ線する場合のけた下空頭は4.6 m以上とする。ただし、コタ車両基地及びグダン貨物ヤードは、き電線が高いので下げることになるが、その調整区間をできるだけ短縮するため、けた下空頭を5.0 mとした。

表 6 - 5 - 2

Location	Minimum Overhead Clearance (m)
Western Line, Central Line	4.6
Kota Depot, Gudang Freight Yard	5.0

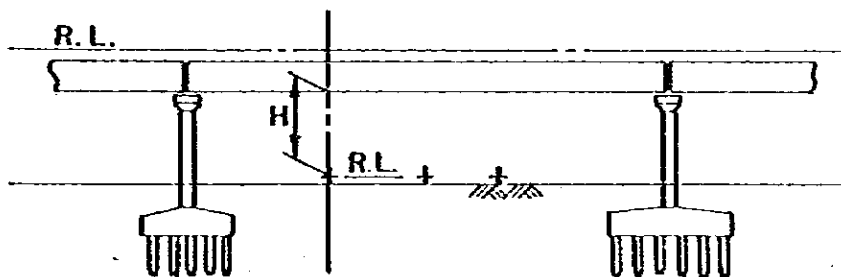


図 6 - 5 - 2 こ線橋のけた下空頭

3) 河川橋りょう

河川橋りょうでは、H.W.L. からけた下端まで1.0 m以上の空頭を確保した。

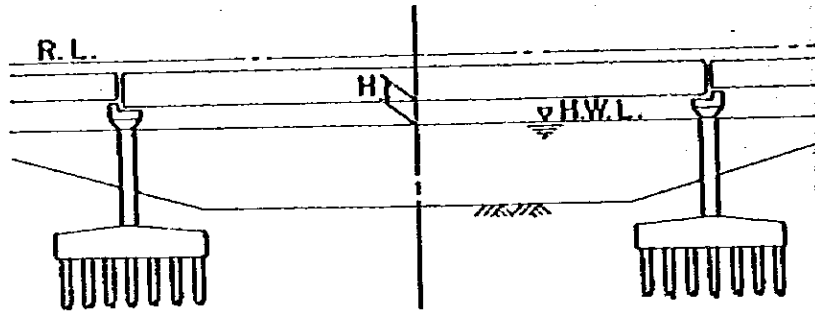


図6-5-3 河川橋りょうのけた下空頭

(3) 高架区間の施工基面幅

高架区間の施工基面幅は、直線部と曲線部は同じ値とし、下図に示す。

1) 単線の場合

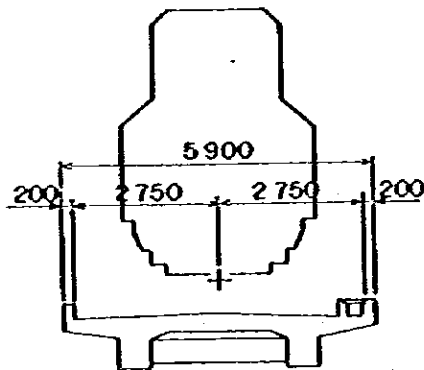


図6-5-4 単線高架橋施工基面幅

2) 複線の場合

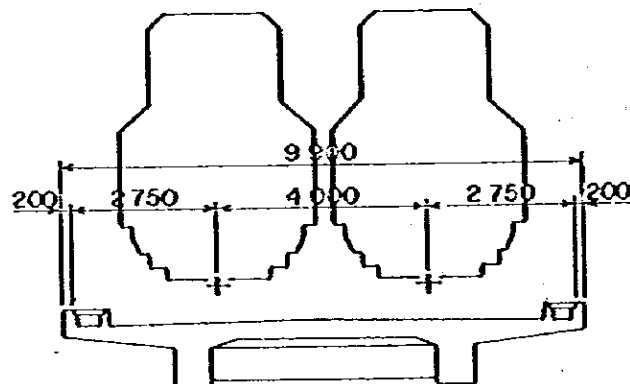
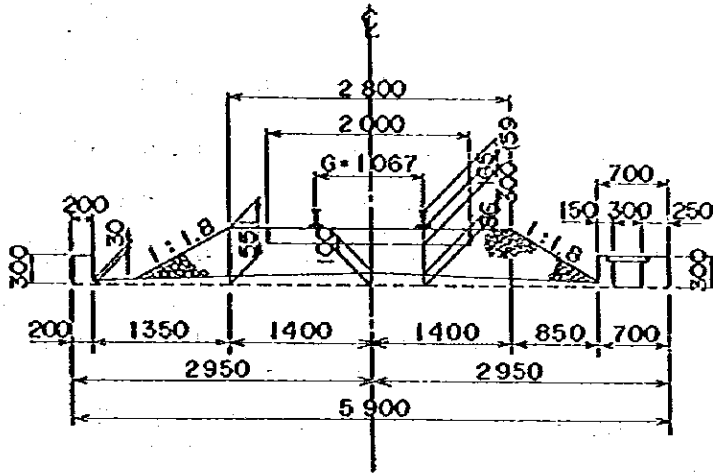


図6-5-5 複線高架橋施工基面幅

(4) 版上施設

橋りょう及び高架橋区間の版上施設は図6-5-6に示す。

直線



曲線

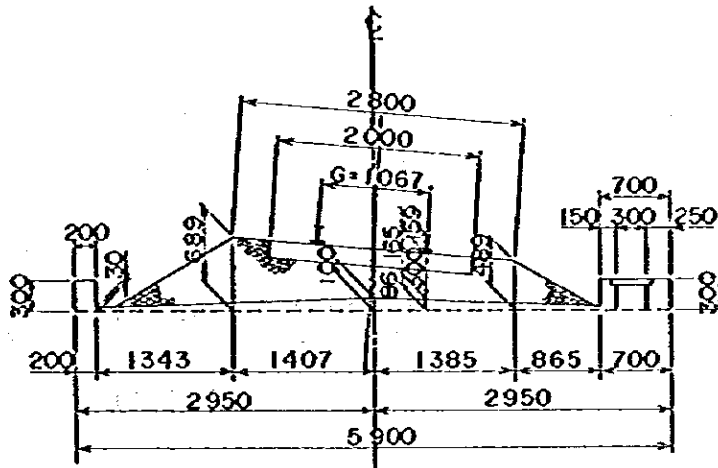


図6-5-6

(5) 構造用材料

1) コンクリート

コンクリートの種類は、次に示す6タイプとする。

表 6-5-3

Type	Design Strength σ_{ck} (kg/cm ²)	Description
A	400 (480)	Prestressed concrete for main girder
B	300 (360)	Prestressed concrete for slab and cross girder
C	240 (290)	Reinforced concrete for R.C. girder, box culvert and viaduct
D	210 (250)	Reinforced concrete for abutment, pier and retaining wall
E	180 (220)	Plain concrete for retaining wall
F	140 (170)	Levelling concrete

(注) σ_{ck} : コンクリートの材令28日における直径15cmのシリンダー圧縮強度をもとにして定めた設計基準強度である。なお、()の値は、15cm立方体圧縮強度をもとにして定めた設計基準強度である。

2) 鉄筋

鉄筋の種類と強度を表 6-5-4 に示す。

表 6-5-4

Type	JIS G3112		ASTM M 615	
	Category	Yield Stress kg/mm ²	Category	Yield Stress kg/mm ²
Round reinforcing bar	SR 24	24	Grade 40	28
Deformed reinforcing bar	SD 30	30	Grade 60	41

3) P.C. 鋼材

P.C. 鋼材の種類と最小強度を表 6-5-5 に示す。

表 6-5-5

Type	JIS			ASTM		
	Category	Yield Stress kg/mm ²	Tensile Strength kg/mm ²	Category	Yield Stress kg/mm ²	Tensile Strength kg/mm ²
P.C. wire	G 3536	136	155	A 421	132	165
P.C. strand	G 3536 SWPR 7A	140	165	A 416 Grade 250	149	176
	G 3536 SWPR 7B	160	190	A 416 Grade 270	161	190
P.C. bar	G 3109 Type A	95	110	A 722 Type I	89	105

(注) P.C. 鋼材は、現地調達不可能につき輸入品とする。

4) P.C. パイル

P.C. パイルの諸元を表 6-5-6 に示す。

表 6-5-6

Outer Diameter D (mm)	Thick-ness t (mm)	Length L (m)	Category	P.C. Steel Bar			Sectional Area of Pile (cm ²)	Secondary Moment in the Cross Section of Concrete (cm ⁴)	Design Bending Moment		Allowable Axial Load (t)	Weight per Unit Length (kg/m)
				Diameter (mm)	Qty (pcs.)	Cross Section (cm ²)			Crack (t.m)	Destruction (t.m)		
350	65	7-14	A	7.4	7	2.80	562	63,634	4.0	5.1	60	151
			B	9.2	10	6.40		65,527	5.6	11.3	55	
500	90	7-14	A	9.2	9	5.76	1,159	261,675	11.8	15.3	120	301
			B	11.0	14	12.60		269,216	16.2	32.3	115	

(注) 1. P.C. 鋼材は、JIS G3109, Type D (Yield Stress 130kg/cm², Tensile Strength 145kg/cm²) 相当品とする。
2. A種及びB種の有効プレストレスは、それぞれ 0.80kg/cm² である。

(6) 許容応力度

1) 鉄筋コンクリート

a) コンクリートの基準の許容応力度

表 6-5-7

			Basic Design Strength σ_{ck} (kg/cm ²)		
			180	210	240
Basic allowable compressive strength			70	80	90
Allowable shear strength	Members without diagonal tensile bar	Bending shear τ_{al}	3.5	3.7	3.9
		Punching shear τ_{ap}	4.8	5.1	5.4
	Members with diagonal tensile bar	τ_{a2}	15	16	17
Basic allowable bonding strength		Round reinforcing bar	7	8	9
		Deformed reinforcing bar	14	16	18

b) 基準の許容支圧応力度

- 全面載荷の場合

$$\sigma_{ca}' \leq \frac{\sigma_{ck}}{3}$$

- 局部的載荷の場合

$$\sigma_{ca}' \leq \frac{\sigma_{ck}}{3} \sqrt{\frac{A}{A'}}$$

A : コンクリートの支圧分布面積

A' : 支圧を受ける面積

2) 無筋コンクリート

a) 基準の許容曲げ圧縮応力度

$$\sigma_{ca} \leq \frac{\sigma_{ck}}{4}$$

ただし、 $\sigma_{ca} \leq 55 \text{ kg/cm}^2$ とする。

b) 許容曲げ引張応力度

$$\sigma_{ca} \leq \frac{\sigma_{ck}}{80}$$

ただし、 $\sigma_{ca} \leq 3 \text{ kg/cm}^2$ とする。

3) 鉄筋

鉄筋の基準の許容応力度は表 6-5-8 に示す。

表 6-5-8

Type of Reinforcing Bar	(kg/cm ²)	
	SR 24	SD 30
Basic allowable tensile strength determined by yielding point	1,400	1,800

なお、コンクリートのひび割れについて検討する。

4) プレストレスト・コンクリート

a) 工法

フレジネー工法を基準とする。

b) コンクリートの基準の許容応力度

- コンクリートの基準の許容圧縮応力度

表 6-5-9

			Basic Design Strength (kg/cm ²)	
			300	400
Prestressing (immediately after application)	Compressive strength	Rectangular section	150	190
		T or Box sections	140	180
	Axial compressive strength		120	145
Design loading (when applied)	Compressive strength	Rectangular section	120	150
		T or Box sections	110	140
	Axial compressive strength		90	120

- コンクリートの基準の許容引張り応力度

表 6-5-10

	Basic Design Strength (kg/cm ²)	
	300	400
Prestressing (immediately after application)	12	15
Loading of total dead load (when applied)	0	0
Design loading (when applied)	8	10

コンクリートの許容斜引張応力度

表 6-5-11

		Basic Design Strength (kg/cm ²)	
		300	400
Design loading (when applied)	Shearing strength or torsional moment stress	11	13
	Shearing strength and torsional moment stress	14	17

e) P.C. 鋼材の許容引張応力度

表 6-5-12

	Allowable Tensile Strength
During prestressing	0.8 σ_{pu} or 0.9 σ_{py}
Prestressing (immediately after application)	0.7 σ_{pu} or 0.85 σ_{py}
Design loading (when applied)	0.6 σ_{pu} or 0.75 σ_{py}

d) 鉄筋の基準の許容応力度

表 6-5-13

Type of Reinforcing Bar	(kg/cm ²)	
	SR 24	SD 30
Basic allowable tensile strength determined by yielding point	1,400	1,800

s) ヤング係数

a) コンクリートのヤング係数

コンクリートの設計計算に用いる、一時的な荷重に対するコンクリートのヤング係数 E_c を表 6-5-14 に示す。

表 6-5-14

σ_{ck} (kg/cm ²)	180	240	300	400
E_c (kg/cm ²)	2.4×10^5	2.7×10^5	3.0×10^5	3.5×10^5

b) 鉄筋のヤング係数

鉄筋のヤング係数は、 $E_s = 2.1 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$ とする。

(注) 基準の許容応力度とは、組合わせ荷重に対する許容応力度の基準となるものである。

(基準の許容応力度) × (組合わせ荷重に対する割増係数) = (組合わせ荷重に対する許容応力度)

(7) 基礎の安定に関する安全率

基礎の安定について検討する場合の安全率は、表 6-5-15 に示す。

表 6-5-15

Load Condition	Safety Factor
Ordinary load	3
Ordinary load plus temporary load	2
Seismic load	1.5

(8) 基礎くい

地質調査のボーリング柱状図及び土質試験結果に基づいて、設計を行なった結果、基礎くいは、表 6-5-16 に示す P.C. パイルを用いることとした。

表 6-5-16

Structures	Outer Diameter and Type of Piles	
Rigid frame viaduct	D350	Type A Type B
Abutment, pier and other structures subject to earth pressure	D500	Type A Type B

(9) かぶり

構造物の最小かぶりは、表 6-5-17 を標準とする。

表 6-5-17

Structures and Members		Minimum Cover (mm)
R.C. and P.C. girders	Slab	25
	Beam	30
Rigid frame viaducts	Slab	25
	Beam	30
	Column	35
Abutment, retaining wall and box culvert	Front side	30
	Back side	50
Pier		50
Footing	Top	50
	Side	50
	Bottom	75

ただし、P.C.パイルを用いたフーチングの下面は、鉄筋の心かぶり150mmとした。

6-5-4 橋りょうの設計

(1) 橋りょうリスト

空港線の橋りょうは、河川の橋りょう8箇所のほか、主要道路及び鉄道等をオーバーする橋りょうが数多く有り、その橋りょうリストを表6-5-18に示す。

(2) 橋りょう上部工

橋りょう上部工は、河川橋りょう及び道路、鉄道をオーバーする橋りょうともに単線構造のけたを標準とし、将来、複線化時点に増設して単線並列とする。また、けたは主として直角けたとし、やむを得ず斜角けたを用いる場合でも、その角度は60°以上になるように計画した。P.C.けたのけた長は20m~40mとし、けた高制限の必要あるもの及び特殊けたを含めて42連となる。代表的なけたを表6-5-19に示す。P.C.けたの製作については、場所打ちコンクリートのプレキャストけたとし、エレクションガータによる架設を基本とする。交通量が比較的少なく、一時的に回または閉鎖可能な小スパンでオーバーできる道路の場合及び地平取付線のアプローチ部分は、表6-5-20に示すような場所打ちのR.C.けたを採用した。なお、地平取付線の終端付近に架設する弱けたを表6-5-21に示す。

表 6-5-18 橋りょうリスト

H.W.L.: High Water Level

P.G. : Profile Grade

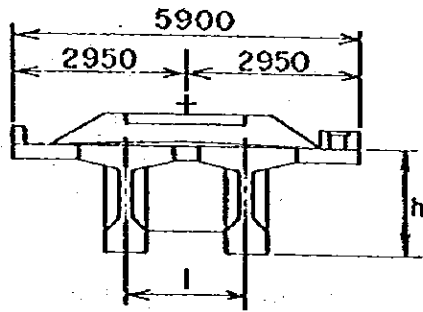
R.L. : Rail Level

Bridge No.	Location	Name of Rivers and Roads	H.W.L. P.G. or R.L.	Expansion Program	Structure and Proposed Span	Minimum Overhead Clearance
B01	10km ⁹ 79m ⁰⁰ 11km ⁰ 89m ⁰⁰	Cengkareng Floodway	H.W.L. = +2.178 P.G. = +1.150		P.C. girder 20m + 40m + 20m	4.15
B02	13km ⁶ 55m ⁰⁰ 13km ⁶ 80m ⁰⁰	JL. Kapuk Muara	H.W.L. = +1.193 P.G. = +1.170		P.C. girder 25m	4.15
B03	13km ⁷ 44m ⁰⁰ 13km ⁹ 29m ⁰⁰	Kali Muara Angko	H.W.L. = +1.193 P.G. = +1.150		P.C. girder 20m+30m+20m+20m +20m+25m+20m	3.10
B04	14km ⁰ 41m ⁰⁰ 14km ⁰ 71m ⁰⁰	JL. 2A	H.W.L. = +2.181 P.G. = +1.150		P.C. girder 30m	3.10
B05	14km ² 11m ⁰⁰ 14km ⁴ 16m ⁰⁰	Banjir Kanal	H.W.L. = +1.1795 P.G. = +0.190		P.C. girder 30m+30m+35m+35m +40m+35m	4.15
B06	14km ⁷ 75m ⁰⁰ 14km ⁸ 15m ⁰⁰	Kali Muara Karang	H.W.L. = +1.1795 P.G. = +0.190		P.C. girder 40m	5.1
B07	15km ⁵ 79m ⁰⁰ 15km ⁶ 39m ⁰⁰	Jl. Jembatan Tiga	H.W.L. = +1.1795 P.G. = +0.190		P.C. girder 30m + 30m	5.1

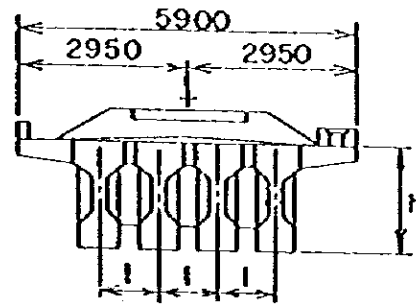
Bridge No.	Location	Name of Rivers and Roads	H.W.L. P.G. or R.L.	Expansion Program	Structure and Proposed Span	Minimum Overhead Clearance
B08	17km 048m 00 17km 148m 00	JL. Gedong Panjang Kali Sunter	P.G. = +1. m 28 H.W.L. = +0. m 076		P.C. girder 25m+25m+25m+25m	5. m 1
B09	17km 590m 00 17km 625m 00	Kali Krukut	H.W.L. = +0. m 49		P.C. girder 35m	5. m 1
B10	17km 759m 00 17km 784m 00	JL. Tongkol	P.G. = +1. m 29		P.C. girder 25m	5. m 1
B11	18km 106m 00 18km 136m 00	Kali Ciliwung	H.W.L. = +1. m 181		P.C. girder 30m	
B12	18km 720m 00 18km 880m 00	Gudang Freight Yard JL. Raya Kampung	R.L. = +1. m 65 P.G. = +1. m 68		P.C. girder 25m+25m+25m+30m+30m+25m+30m	R.L. +5. m 0 P.G. +5. m 1
B13	18km 880m 00 18km 970m 00	Kota Depot (1)	R.L. = +2. m 02		P.C. girder 30m+30m+30m	5. m 0
B14	18km 970m 00 19km 117m 00	Kota Depot (2)	R.L. = +2. m 64		P.C. girder 30m+28m+33m+26m	5. m 0
B15	19km 117m 23 19km 438m 25	Tentative Connection at Grade adjacent to Jayakarta Station	JL. Mangga Dua P.G. = +1. m 50		R.C. girder 12@16m+7@15m+14m+10m	5. m 1
B16	19km 922m 50 19km 939m 50	Kali Ciliwung			Through plate girder 17m	

1) P.C. けた

表 6-5-19



2 Main Girders

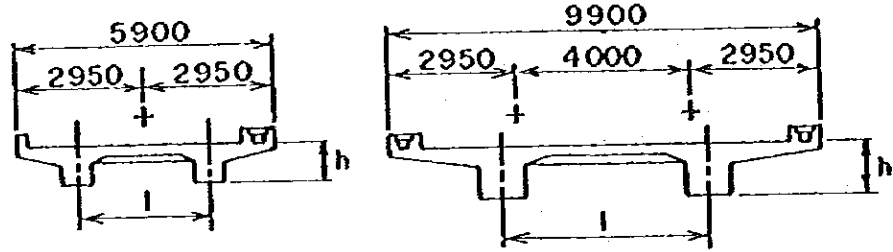


4 Main Girders

Girder Length	Girder Height (h)	Main Girder Intervals (l)	Number of Main Girders	Remarks
20 ^m	1. ^m 80	2. ^m 00	2	Diagonal
25 ^m	2. ^m 35	2. ^m 00	2	Curved
25 ^m	1. ^m 40	1. ^m 20	4	Height limit
30 ^m	1. ^m 80	1. ^m 00	4	Height limit
35 ^m	2. ^m 00	1. ^m 00	4	Height limit
40 ^m	2. ^m 40	1. ^m 00	4	Diagonal
30 ^m	2. ^m 15	1. ^m 00	4	Curved
33 ^m	2. ^m 15	1. ^m 00	4	Diagonal
26 ^m	2. ^m 35	2. ^m 24	4	2-Line

2) R.C. 付丸

表 6-5-20



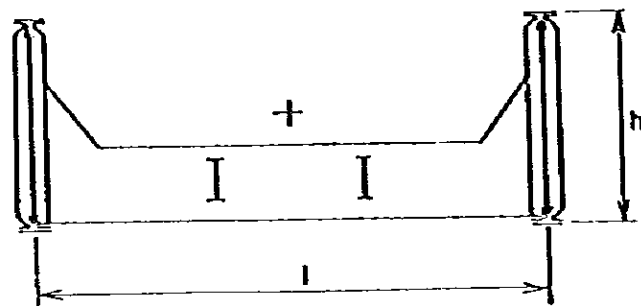
Single-track Girder

Double-track Girder

Girder Length	Girder Height (h)	Main Girder Intervals (ℓ)	Number of Main Girders	Remarks
10 ^m	0. ^m 90	3. ^m 10	2	Standard single-track girder
16 ^m	1. ^m 50	3. ^m 10	2	Single-track ground approach line (temporary)
10 ^m	1. ^m 20	4. ^m 70	2	Standard double-track girder

3) 鋼付丸

表 6-5-21



Girder Length	Girder Height (h)	Main Girder Intervals (ℓ)	Number of Main Girders	Remarks
17 ^m	1. ^m 60	4. ^m 10	2	Single-track through plate girder

③ 橋りょう下部工

橋りょう下部工は、将来複線化時点の増設を考え、2線分のけたを支持できる構造とした。したがって、今回の詳細設計では、単線載荷の検討も必要となり、下部工は常に偏心荷重を受けることになるので、くいに偏心荷重による引抜き力が生じないように考慮した。また、異スパンのけたが載荷する橋脚では、橋脚中心の移動を考慮して、安定を保つように設計した。道路、鉄道のご線部及び河川部の橋脚は、特に支障がない限り図6-5-7に示すような壁式構造とした。ただし、パンジール・カナルと約45°の角度で交差する橋りょうの橋脚は、図6-5-8に示すような円形断面の2柱式構造を採用した。

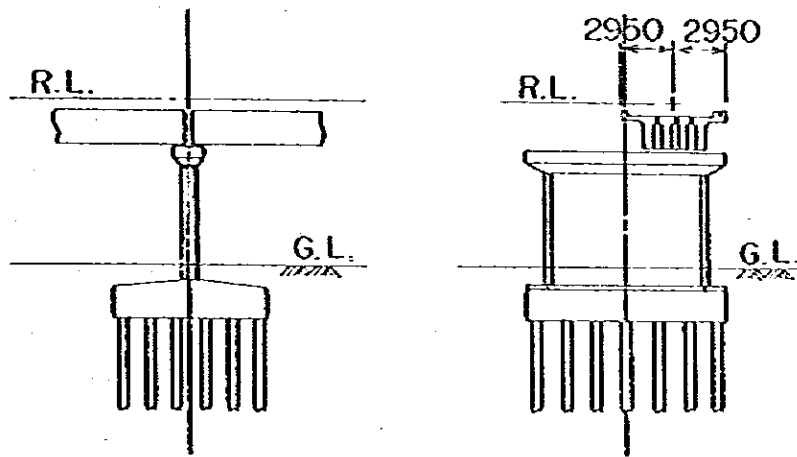


図6-5-7

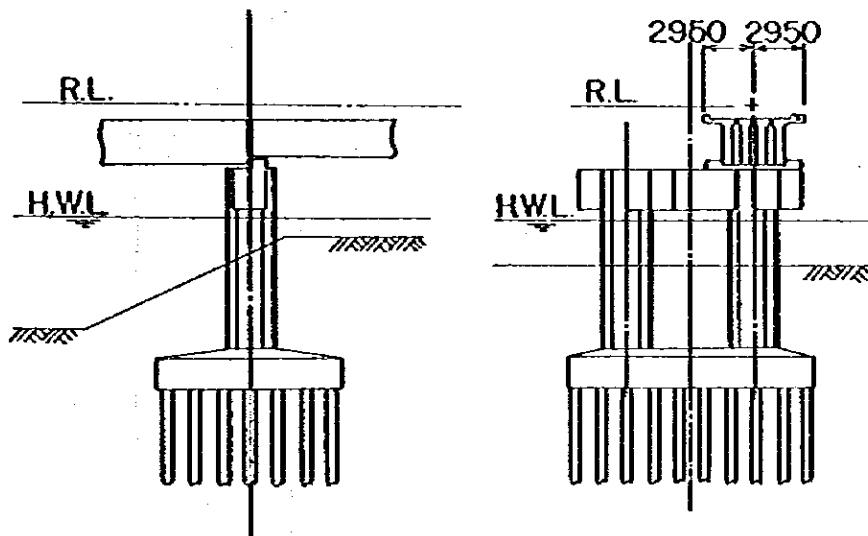


図6-5-8

(4) グダン貨物ヤード乗越部橋りょう

空港線は曲線半径 $R=500$ m でグダン貨物ヤードの線群及びラヤ・カンブン通りと立体交差する。グダン貨物ヤードの多数の分岐器に接続する線路で移設困難な3線を、けた長25mでまたいだ。また、ラヤ・カンブン通りと鉄道敷とが接近しているため、道路敷に橋脚を設けざるを得ない。よって、道路を移設して、けた長30mでまたいだ。

(5) コタ車両基地乗越部橋りょう

空港線はコタ車両基地の線群を乗越す。車両基地内には非電化の西線、タンジュン・ブリオク線と電化の東線が含まれる。このうち、移設困難な東線及び分岐器に接続する線をけた長約30mでまたいだ。また、ラヤ・カンブン通りとコタ車両基地間に空地があるが、東・西線連絡等の将来構想を考慮して、けた長30mを採用した。

(6) ジャヤカルタ駅付近暫定地平取付部橋りょう

中央線の高架化が遅れる場合、暫定的に空港線を地平におろし、ジャヤカルタに信号場を設けて現在の中央線に接続することになる。その場合、コタ車両基地19km050m付近から地平取付線を中央線側へ振り出し、19km140m付近で空港線と地平取付線との短れを、中央線が高架化される場合の施工を考慮して5.70mを確保した。中央線の高架化の時期が確定できないので、橋りょうの上部工、下部工ともに図6-5-9に示すようにR.C構造とし、スパン割りにについても、将来構造物のスパンの中央付近に橋脚を設けることとし、そのスパンは14m~16mとした。また、地平取付線は、終端付近でチティウン川を横断するので、けた長17mの下路飯けた橋りょうを設ける。

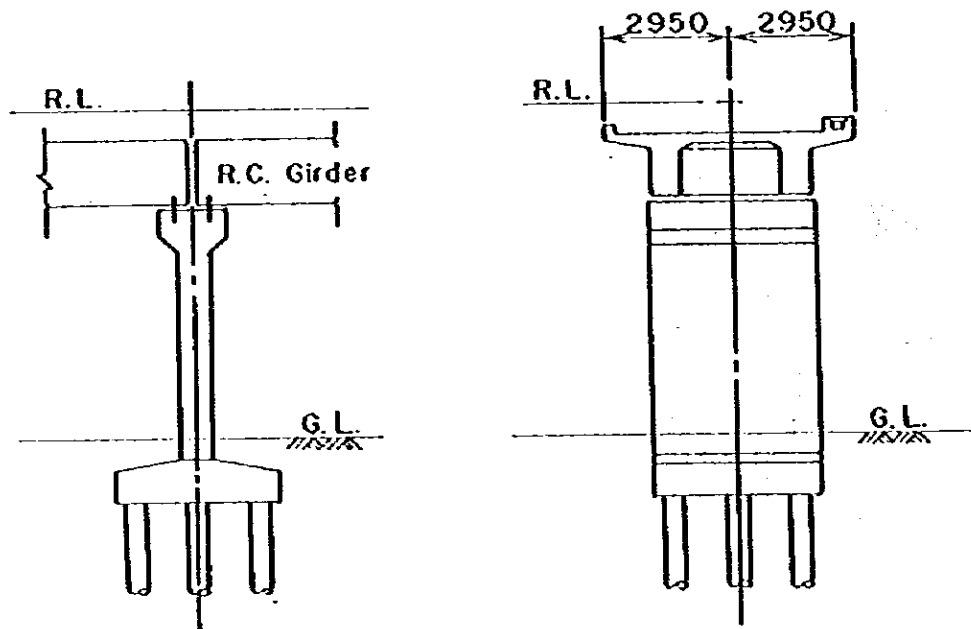


図6-5-9

6-5-5 高架橋の設計

(i) 標準高架橋

過去の実績によれば、ビーム・スラブ式ラーメン高架橋の経済的なスパン長は6 m～8 mであり、径間数は3径間である。現地調査の結果によれば、温度変化も少なく、地震係数も $K_h = 0.1$ であり、3径間以上が経済的にも有利となる。よって、標準ラーメン高架橋は、図6-5-10に示すような8 mスパン4径間連続の張出し形式の単線ラーメン高架橋を採用した。また、橋りょうとの接続部は、図6-5-11に示すような2径間～4径間の片斜にR.C. けたを取付けるゲルバー形式の高架橋を採用した。なお、高架区間では支持層が深く、地盤の横抵抗が小さいので、地中ばり付き高架橋とした。

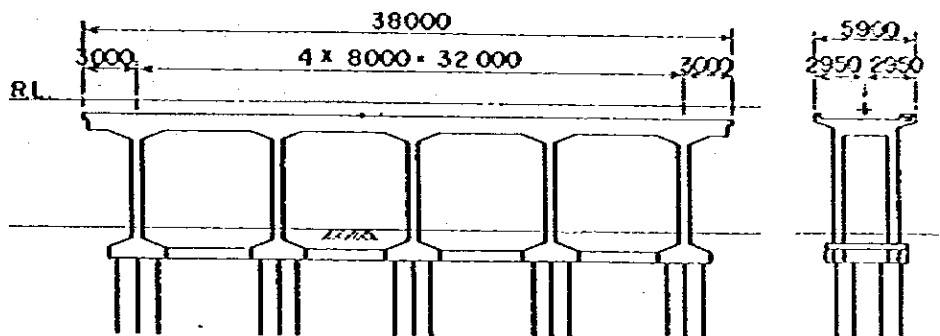


図6-5-10

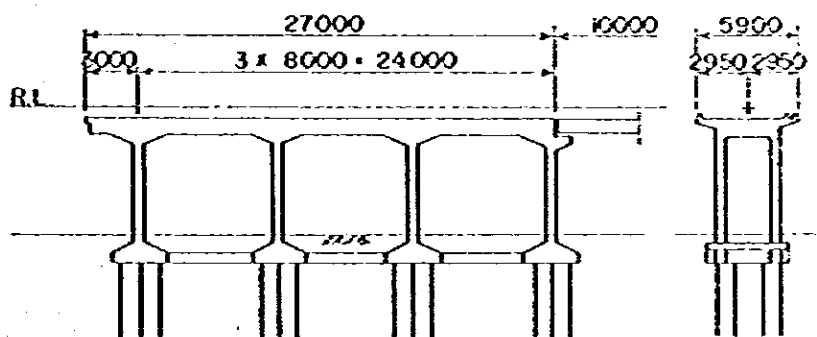


図6-5-11

(2) コタ・インタン駅部高架橋

コタ・インタン駅は空港線と西線との接続駅である。旅客扱い、通路の配置、配線等を検討した結果、相対式プラットホームとした。本詳細設計においては、空港線及び西線にそれぞれ4両運転のための相対式ホームを設けることになるが、空港線は将来8両分のプラットホームが必要となる。以上のことを考慮して、駅部の高架構造を検討した結果、図6-5-12に示すように、本線部分とプラットホーム部分を分離した構造とし、将来のプラットホーム増設の施工についての配慮をした。

西線のプラットホームの構造は、西線の高盛土の土留を兼ねたボックスラーメン構造とし、空港線のプラットホームについては、ビームスラブ形式のラーメン構造とした。また、本線部分の高架構造は、通路、階段の取付け、上屋等の条件から決まったプラットホームのスパンに合わせて、図6-5-13に示すような両ゲルバー形式の10mスパン3径間の複線ラーメン高架橋を採用した。なお、この付近も支持層が深く、支持地盤も薄いことから不等沈下が予想される。したがって、均中ばり付き構造とした。

西線下の連絡通路は、空頭2.5m、幅6.0mのボックスラーメン構造を採用した。

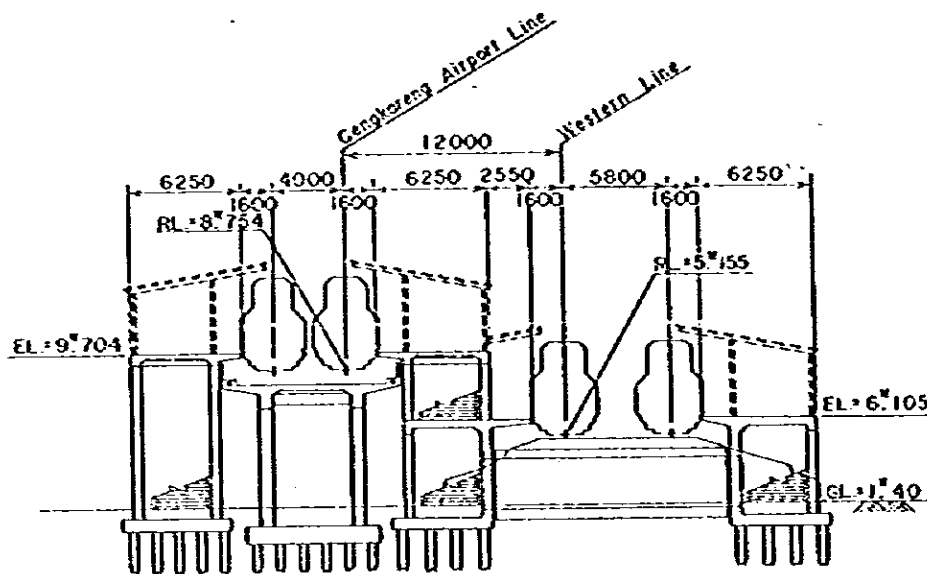


図6-5-12

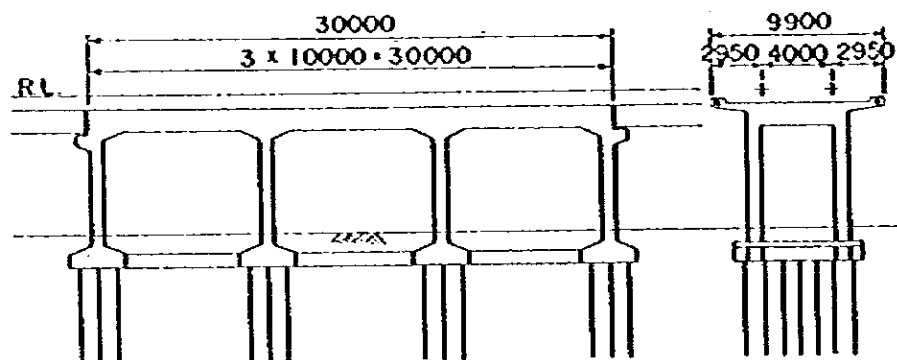


図6-5-13

(3) 西線乗越部高架橋

空港線は西線と18Km672m50の位置で非常に薄い角度で立体交差するので、西線の一部をグダン貨物ヤード側に仮移設し、図6-5-14に示すように、在来西線の線間に柱を設けた横断方向2径間のラーメン高架橋を施工し、完成後に、西線を再び新設高架橋の下にもどす計画とした。

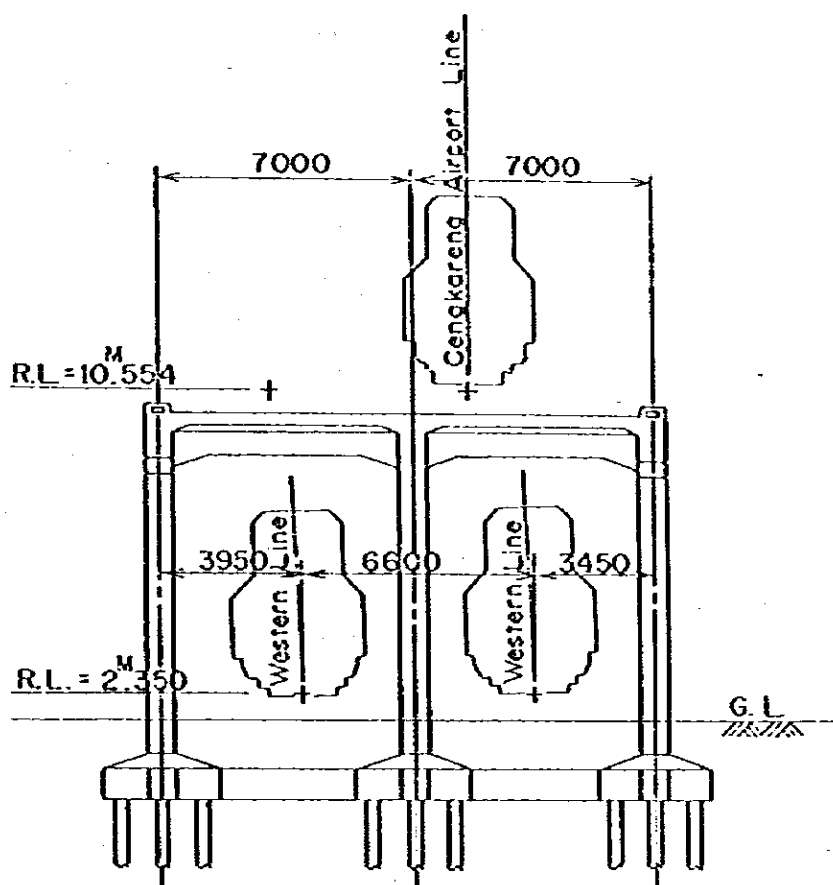


図6-5-14

(4) 中央線乗越部高架橋

空港線の下り線と中央新線の上り線が19Km290m付近において立体交差する。空港線全線を通じて施工基面高が最も高くなる箇所であり、中央新線復線と空港線復線を抱き込んだラーメン高架橋を採用した。このラーメン高架橋は図6-5-15に示すように、空港線暫定地平取付線と一部結合し、分割施工となるので、鉄骨鉄筋コンクリート構造とした。

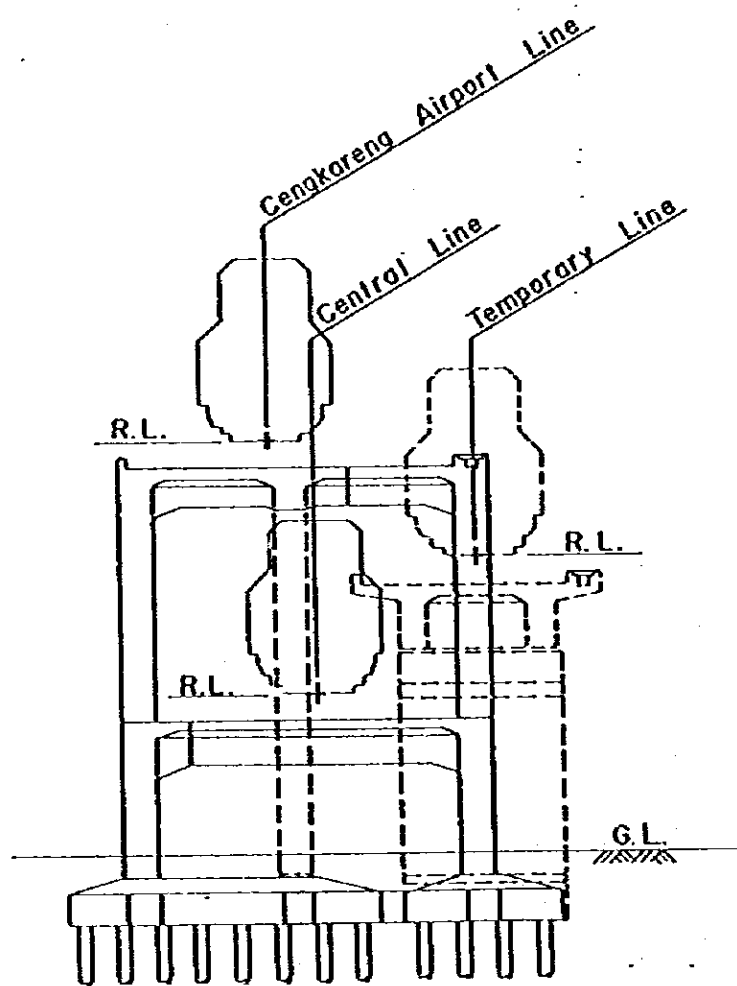


图6-5-15

6-6 軌道

6-6-1 序言

軌道は列車荷重を直接支持する最も基本的な線路施設であり、強固な路盤の上に設置されてその役割を発揮する。軌道の構造は、列車の重量や速度、列車回数などに対して強度的に十分耐え得るもので、車両の動揺が少なく、線路の保守費が経済的であることなどを配慮して決める必要がある。

チェンカレン空港新線の軌道の設計を行なうに当たり、次のような現地事情を考慮しなければならない。

チェンカレン空港新線は、浜堤沿いの地盤が軟弱な水田地帯を通るので、路盤の圧密沈下の発生及び多雨地帯であることから填り込みの発生が予想される。この地域は熱帯で年間を通じて高温であり、年間及び日温度差が少ない。高温多雨であるため、軌道建設及び保守に多大な影響を与える。近年、PJKAでは高速軌道検測車による検測、マルチプルタイタンバによる軌道保守等の近代化が進められているが、まだその普及率は低く、したがって、軌道建設工事及び保守作業の能率低下は否めない。

現在、ジャカルタ大都市圏鉄道輸送計画の下に、多くの鉄道改良計画が進められている。チェンカレン空港新線の軌道構造の設計基準は、これら改良計画の軌道規格との整合性が図られなければならない。

6-6-2 基本設計基準

本詳細設計のための基本設計基準を以下に示す。

(1) 軌間

1,067 mm

(2) スラック

車両が曲線部を円滑に走行するためにスラックを取付けなければならない。スラック量は下表に示したPJKAの基準によるものとする。

表6-6-1 スラック量

Curve Radius (m)	Slack (mm)	Widened Gauge (mm)
500 and more	0	1,067
400	5	1,072
300	5	1,072
250	10	1,077
200	15	1,082
150	20	1,087
100	20	1,087

(3) 平面曲線

鉄道路線の選定に当っては、できるだけ直線を用い、曲線が必要な場合でも曲線半径の大きいものを用いるのが列車運転及び保守の面から望ましいが、現地事情より曲線の使用は避けられない。しかし曲線半径の大小は建設費に直接影響することから、速度の要請と経費との関係から曲線半径が決められる。

チェンカレン空港新線においては、速度との関連から下表に示す最小曲線半径が選択された。

最小曲線半径

曲線の種類	標準
本線	600m(300)
分枝器に付帯する曲線	320m(160)
プラットホームに沿う曲線	600m(500)
側線	160m (分枝器付帯曲線)

()内はやむを得ない場合の許容範囲を示す。

実際の路線設計においては、主に曲線半径1,000mが使用され、住宅密集地域内で一部に曲線半径500mが使用された。

(4) カント

カント量設定に際しては、設定した速度より高い速度の列車に対して外方への横加速度が限度内にあるようにすること、また、低い速度で通過する列車に対して内方への横加速度が限度内になるように、設定カントを決めなければならない。

本詳細設計におけるカント量は、PJKAの基準によることとした。

1) 最大カント量

最大カント量は、車両がカントのついた曲線中で停止した場合、あるいは曲線中で低速で走行する場合に、車両が曲線外側からの風により内側へ転倒しないために十分安全であること、及び停止または低速走行の車体の傾斜により乗客に不快感を与えないことなどを考慮して決定される。

PJKAの基準では、最大カント量の限度は110mmである。

2) 実カント量

PJKAでは、下記算式によって実カントが計算されている。

$$C = 6 \frac{V^2}{R}$$

V：最高列車速度 km/h

R：曲線半径 m

上式はまた、実際に設定するカントが均衡カント ($= 8.86 V^2 / R$) の約70%であることを示している。すなわち、

$$6 \times \frac{V^2}{R} \div 8.86 \times \frac{V^2}{R} = 0.68 \div 0.7$$

上記算式によって計算されたカントを表6-6-2に示す。

3) 最大カント不足量

最大カント不足量の限度は、車両が曲線を通過する場合に超過遠心力により乗心地を害さないこと、車両が振動及び横風のために外側に転倒しないことを考慮して決められる。

PJK Aの基準による最大カント不足量の限度は54mmである。

チェンカレン空港新線における曲線半径1,000m及び500mについて、上記カント諸量を求めると下記のようになる。

曲線半径と実際のカント諸量

項目	半径1000m	半径500m	許容値
列車速度	100	82	
実カント量	60	80	<110
均衡カント	87	119	
カント不足量	27	39	<54

表6-6-3にチェンカレン空港新線の各曲線のカントを示した。

(5) 緩和曲線

円曲線の始終端において、直線部分と円曲線部分の間の不均衡遠心力及びカントの急変を緩和するために緩和曲線が設けられる。緩和曲線の形状及び長さはPJK Aの基準による。

緩和曲線の形状は3次ほう物線を用い、その必要長さは次のとおりである。

$$L = 10VC \quad \text{但し、} L \geq 400C$$

L: 緩和曲線長 (m)

V: 最高速度 (km/h)

C: カント (mm)

(6) こう配

線路のこう配は、機関車のけん引重量や列車の速度を制約するなど輸送能率に直接大きな影響を及ぼすばかりでなく、線路の保守費や車両の運転費に少なからぬ影響を及ぼすものである。したがって、線路こう配はできるだけゆるやかであることが望ましい。チェンカレン空港新線は電車旅客専用線であり、電車のけん引力、ブレーキ等の車両性能を検討した結果、最急こう配は2.5%とした。

表 6-6-2 実カント量

Curve Radius m	120-101 km/h	100-91 km/h	90-76 km/h	75-66 km/h	65-61 km/h	60-46 km/h	45-31 km/h
110							110
120							100
140							85
150							80
160							75
170							70
195						110	60
200						110	60
230					110	95	55
250					110	85	50
300				110	85	70	40
350				95	70	60	35
400				85	65	50	30
440			110	75	60	50	30
450			105	75	55	45	25
500			95	65	50	40	25
540		110	90	65	45	40	25
550		105	85	60	45	40	20
600		100	80	55	40	35	20
650		90	75	50	40	35	20
700		85	70	50	35	30	20
750		80	65	45	35	30	15
780	110	75	60	45	35	30	15
800	105	75	60	40	30	25	15
850	100	70	55	40	30	25	15
900	95	65	55	35	30	25	15
950	90	60	50	35	25	25	15
1,000	85	60	50	35	25	20	10
1,100	80	55	45	30	25	20	10
1,200	70	50	40	30	20	20	10
1,300	65	45	35	25	20	15	10
1,500	55	40	30	20	15	15	10
1,750	50	35	25	20	15	10	5
2,000	45	30	25	15	15	10	5
2,500	35	25	20	15	10	10	5
3,000	30	20	15	10	10	5	5
4,000	20	15	10	10	5	5	5

表 6-6-3 曲線表

BTC	ETC	R (m)	I ° ' "	C (mm)	TCL (m)	Speed (km/h)			Remarks
						Vactual	Yeq.	Val.	
0.210.00	0.267.00	500	4.45.49	25	15	100	38	66	
2.257.69	2.697.28	1,000	21.44.51	60	60	100	82	100	
3.703.16	4.182.94	1,000	24.03.01	60	60	100	82	100	
4.665.00	4.722.00	500	4.45.49	25	15	45	38	66	
4.764.31	5.229.80	1,000	23.13.55	60	60	100	82	100	
7.626.23	8.402.93	1,000	41.03.44	60	60	100	82	100	
9.493.52	9.914.27	1,000	20.40.05	60	60	100	82	100	
12.224.00	12.281.00	500	4.45.49	25	15	45	38	66	
13.015.89	13.165.17	1,000	5.06.50	60	60	100	82	100	
13.841.61	14.108.04	1,000	11.49.35	60	60	100	82	100	
14.421.78	14.607.94	1,000	7.13.38	60	60	100	82	100	
14.978.06	15.188.50	1,000	8.37.07	60	60	100	82	100	
16.533.30	16.865.39	1,000	15.35.17	60	60	100	82	100	
17.490.00	17.546.57	500	4.45.49	25	15	45	38	66	
17.850.76	18.281.55	500	42.28.44	80	60	82	67	87	
18.308.93	18.394.00	1,400	2.27.30	30	25	82	69	100	
18.602.56	19.052.18	500	44.38.11	80	60	80	67	87	
19.052.18	19.098.86	300	7.00.22	20	10	40	26	50	
19.098.86	19.145.54	300	7.00.22	20	10	40	26	50	
19.561.79	19.774.66	700	16.36.18	20	10	60	40	76	at grade
20.057.27	20.113.84	500	4.45.49	25	15	45	38	66	West B
19.496.38	19.806.19	600	3.50.00	15	10	40	32	68	East B

$$c = 6 \frac{V^2}{R}$$

$$V_{eq} = 0.336 \sqrt{RC}$$

$$V_{al} = 0.336 \sqrt{R(c + 54)}$$

(7) 縦曲線

線路こう配の変化点では、乗客の乗心地が悪くなり、また、連結器の破損や脱線などが生ずる危険性があるので、こう配変化点に縦曲線をそり入れ、列車走向の円滑を図ることとしている。

チェンカレン空港新線における基準として、縦曲線の半径を直線部で3,000 m、平面曲線半径が800 m以下の曲線部で4,000 mを用いる。

6-6-3 軌道構造の設計

(1) 軌道構造の選択

軌道は定常的な保守作業が加えられて、その機能を十分に発揮するものである。軌道構造はレール、レール締結装置、まくらぎ、道床から構成されており、これら軌道材料の組合わせによって種々の軌道構造が考えられる。

一般に強度の大きい軌道構造は大きな初期投資額を必要とするが、軌道整備に要する労力及び材料は少なくてすむ。逆に、弱い軌道構造の場合は初期投資額は少ないが、その後の保守費が余計にかかる。したがって、初期投資額と保守費の両面からみて最も経済的なものが最適軌道構造と言える。

投資額及び保守費は、次の算式によって計算される。

$$\text{年間投資額} = \text{投資額} \times \text{利率} + \frac{\text{投資額} - \text{残存額}}{\text{耐用年数}}$$

$$\text{年間保守費} = \text{保守費} + \text{物件費}$$

保守費については、次の式で求めることができるが、これはJNRの在来線についての経験式であり、日本と国情の異なるインドネシアにこのまま当てはめることは問題があると思われるが、軌道構造の種別が保守要員、すなわち保守費に及ぼす影響はある程度見当が付けられるであろう。

$$Y = 0.730 + 0.125PLM + 0.026T$$

Y：換算軌道延長1km当りの保守要員

P：保守係数で、線区の重要度に応じて軌道の保守水準が異なるために生じた係数であり、チェンカレン空港新線は、JNRの2級線に相当すると判断して0.70とする。

JNR級線	1級線	2級線	3級線	4級線
P	1.00	0.704	0.577	0.526

L：荷重係数と呼ばれるもので、軌道狂いに影響を及ぼす係数であって、次の式で計算される。

$$L = (\text{通過トン数}) \times (\text{車両係数}) \times (\text{車両の速度})$$

車両係数とは、車両のばね上部分の重量が道床に与える影響に注目して定めた係数であり、下記の値を用いる。

車 種	係 数
機 関 車	0.40
貨 車	0.27
電車・気動車	0.24
客 車	0.20
高 速 電 車	0.18

チェンカレン空港新線では0.24とする。

M：構造係数と呼ばれるもので、軌道の強度を示し、次式で表わされる。

$$M = P_b \cdot \ddot{y} \cdot S$$

P_b ：一定の輪重に対する最大道床圧力（後述）

\ddot{y} ：一定の車輪衝撃に対する最大道床加速度

$$\ddot{y} = \sqrt{k_1} / \sqrt{m}$$

k_1 ：まくらぎ（パッド）ばね定数、 m ：道床支持質量

S：衝撃係数で、軌道構造によって車両走行衝撃の大小を示す係数

$$S = \frac{1}{EI_x \beta^2}$$

EI_x ：レールの曲げ剛さ

$$\beta = 4 \sqrt{\frac{k}{4EI_x}}$$

k ：レール支持ばね定数（まくらぎ及び路盤）

実際問題としては、特定の軌道構造のMの値を基準値として、その比をもって、それぞれの軌道の構造係数と称している。

T = 通過トン数/年

したがって、保守委員1人当りの年間経費をCとすれば、

年間保守費 = C Y + 物件費

以下、年間投資額と年間保守費の比較計算の結果を示す。

比較計算に用いる軌道材料として、レールについてはR14A、R50及びR54の3種類、まくらぎについては木まくらぎとPCまくらぎ、道床厚については200mm、250mm、300mmについて、それぞれの組合わせの構造係数を計算し、その結果を表6-6-4に示す。

標準の軌道構造については、PJKAにおいて、既に表6-6-5に示すように、年間通過トン数を考慮して級線別の標準軌道構造が計画されている。また、JNRにおいても、表6-6-6に示すような路盤の良否を考慮した標準的軌道構造が提案されている。

チェンカレン空港新線は、年間通過トン数及び列車速度から、PJKAの6級線に、JNRの2級線に相当する。

ここでは、下記に示す4種類の軌道構造について、投資額及び保守費を計算した。

年間保守費

$$T = 1.100 \text{ 万トン/年} = 0.11 \times 10^8 \text{ 百万トン/年}$$

$$L = 0.11 \times 0.24 \times 90 = 2.38$$

$$P = 0.70$$

$$C = 83.561 \text{ (Rp/人・月)} \times 12 \text{ (月)} = 1,002.700 \text{ Rp/人・年}$$

区	レール	まくらぎ本数 (25m当り)	道床厚 (mm)	年間の1km当り の保守委員 Y	年間全線の保守費
①	R50	PC44	250	1.225人	Rp24,460×10 ³
②	"	"	300	1.204	23,982×10 ³
③	R54	"	250	1.200	23,896×10 ³
④	"	"	300	1.184	23,579×10 ³

年間投資額

年間投資額を軌道材料の差で比較するものとし、次式で表わす。

$$\text{年間投資額差額} = \text{投資額差額} \times p + \frac{\text{投資額差額} \times (1 - \alpha)}{n}$$

p : 利率

1 - α : 残存価格の率

n : 耐用年数

レール :

R50とR54との投資額の差額 (=レール重量差) は全線で約1億ルピアであり、p=0.035、α=0.15、n=40として、年間投資額の差は4,625,000ルピアとなる。

表6-6-4 構造係数 M

R50	PC (44/25m)	200mm	1.10
"	"	250	1.00
"	"	300	0.90
R54	"	200	0.97
"	"	250	0.88
"	"	300	0.80
R14A	"	200	1.43
"	"	250	1.27
"	"	300	1.17
R50	Wooden (44/25m)	200mm	1.12
"	"	250	1.05
"	"	300	0.97
R54	"	200	0.98
"	"	250	0.92
"	"	300	0.85
R14A	"	200	1.45
"	"	250	1.36
"	"	300	1.26

Note: Figures show the value of the structure coefficient expressed in the ratio against that of standard track structure using R50, PC 44, 250 mm.

表6-6-5 P J K Aの標準軌道構造

No.	Class of Track (UIC)		Axle Load (ton)	Train Speed (km/h)	Rail	Fastening	Sleeper		Ballast (cm)
	Class	Passing Tonnage (ton/day)					Quality	Quantity	
1	4	50,000 ≥ T > 28,000	18	120	R54 R50	EG	Concrete	1,666	30
2	5	28,000 ≥ T > 14,000	15	120	R42	EG	Concrete	1,666	30
3	6	14,000 ≥ T > 7,000	15	100	R42	EG ET	Concrete Wood Steel	1,666	25 20
4	7	7,000 ≥ T > 3,500	15	80	R42	EG ET	Wood Steel	1,500	20
5	8	3,500 ≥ T > 1,500	15	80	R42	EG ET	Wood Steel	1,500	20
6	9	1,500 ≥ T	13	60	R33	K	Wood Steel	1,430	15

Notes:

- a. EG = Double Elastic Fastening
 ET = Single Elastic Fastening
 K = Rigid Fastening
- b. Weight of Rail
 R54 = 54.43 kg/m
 R50 = 50.40 kg/m
 R42 = 42.59 kg/m
 R33 = 33.40 kg/m
- c. Steel sleeper apply to non-electrified section.

表6-6-6 最適軌道構造(JNR)

Class	Passing Tonnage million ton/year	Roadbed Condition	
		Good Condition	Sinking
1	20 >	60, PC44, 250	60, PC44, 350
2	10 ~ 20	50, PC44, 250	60, PC44, 300
3	8 ~ 10	50, PC39, 200	50, PC44, 250
	5 ~ 8	50*, W39, 200	50, PC39, 250
4	3 ~ 5	50*, W37, 200	50, W39, 200
	> 3	50*, W37, 150	50*, W39, 200

50* = Secondhand Rail

以上の年間保守費及び投資額差の概略計算結果から、道床厚250mmの場合、R50レールとR54レールの年間の保守費の差額は、約564,000ルピア、また、道床厚300mmの場合、約403,000ルピアで、R54レール採用による年間投資額の差4,625,000ルピアに見合う保守減の効果は期待できない。

しかしながら、50kg/m級のレール規格の採択に際しては、全国的な将来計画との整合性、国際的な汎用性を考慮したインドネシア側の要望により、UIC54同等のR54が採用されたものである。

道床厚：

道床厚250mm案と300mm案との差は、バラスト量の増加、死荷重増による橋げた建設費の増加となる。よって、投資額の差額は約3億8千万ルピアであり、 $p=0.035$ 、 $a=0$ 、 $n=40$ (バラスト)、 50 (橋げた)として年間投資額の差は21,500,000ルピアとなる。

R50レールの場合、道床厚250mmと300mmの年間保守費の差は、約478000ルピアで、R54レールの場合、317,000ルピアとなり、道床厚300mm採用による年間投資額の差額21,500,000ルピアに見合う保守減の効果は期待できない。

しかし、チェンカレン空港新線の路盤は、軟弱地盤上に構築されることから圧密沈下の発生及び多雨地帯であるので填でいが予想され、道床厚300mmとするのが妥当であろう。

現在、軌道保守作業の改善策が進められているが、高温多雨の熱帯地域であるため、軌道保守作業の能率低下は避け得ない。したがって、保守費を節減するような強度の大きい軌道構造を採用することが望ましく、R54レール、道床厚300mmの軌道構造とする。

表6-6-7にチェンカレン空港新線の軌道構造を示した。

表 6-6-7 チェンカレン空港新線の軌道構造

Rail	Fastening	Sleeper		Ballast (cm)
		Quality	Quantity	
R54	Elastic Type	PC Sleeper	1,760/km	30

(2) 軌道各部の応力

上述のように選択された軌道構造について、軌道各部の応力を吟味し、十分な強度を持つものと判断された。

(3) レール

1) レール断面

図 6-6-1 に R54 レールの断面を示した。

2) 標準レール長

従来、PJ KAK おいては、レールの標準長として 17 m レールが使用されている。セミ・ロングレールの場合、工場において 85 m に溶接され、敷設現場に輸送されている。本設計においては、レールの標準長を 25 m とし、セミ・ロングレールとする場合、現場溶接で 4 本継ぎの 100 m レールとする。これは、従来の本格的ロングレール化に対処したもので、ロングレールの一つの弱点である溶接継目の減少を図ったものである。

25 m レールを輸送する場合、港の荷役施設には問題がないが、ジャカルタ市内の輸送に若干の制約を受ける場所がある。

3) レール強度

一般に、レール鋼の強度は引張強度で 70 ~ 90 kg/cm² が必要である。本設計においては、引張強度を 80 kg/cm² 以上とした。レール鋼としては、このほかに、耐摩性、耐接触疲労性、溶接性が必要である。したがって、製造方法、化学成分等は上記各性質が満足されるように規定されなければならない。

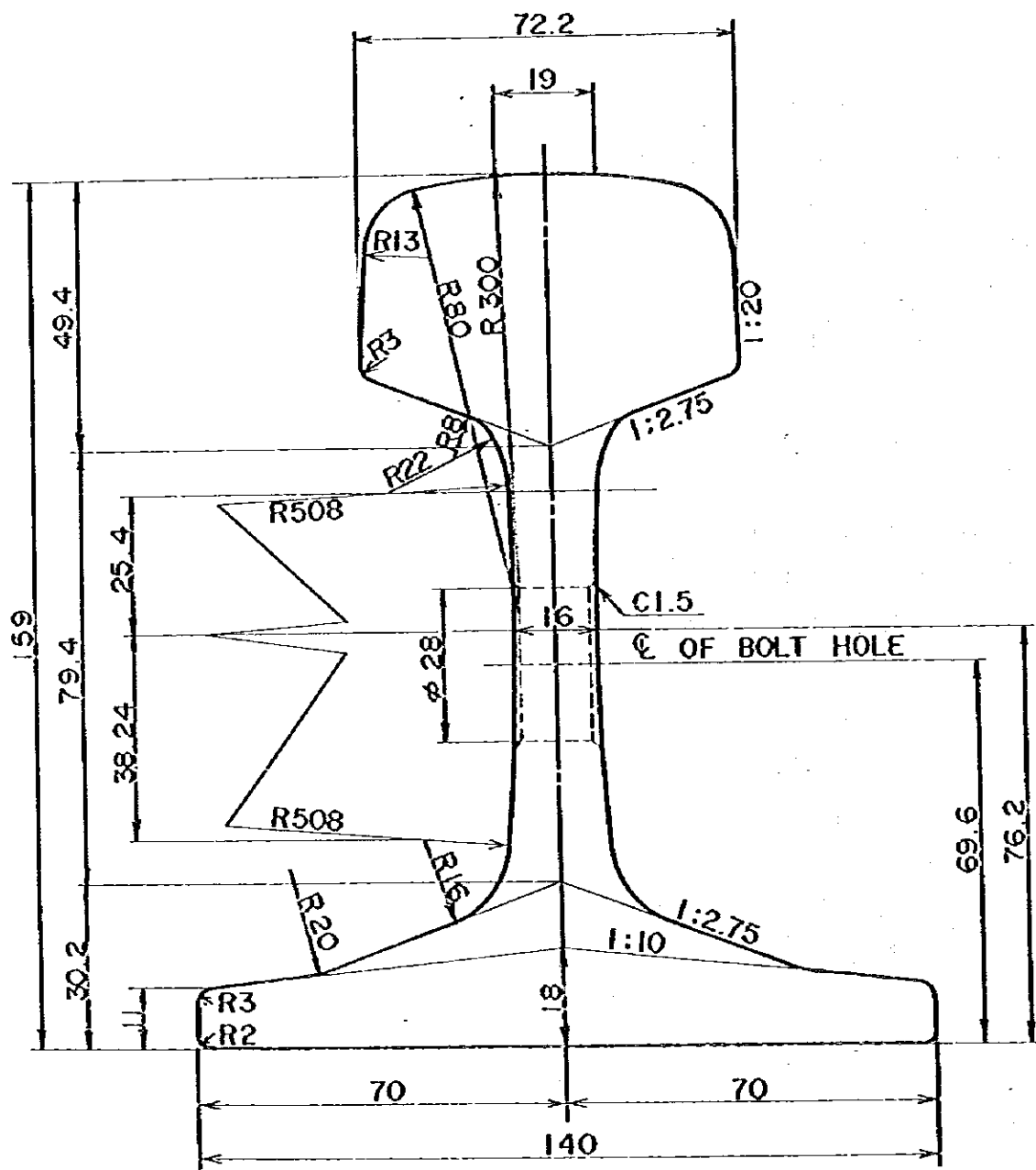


図6-6-1 R54レール断面(54.4kg/m)

(4) レールの長尺化

1) レール長

PJKAにおいては、セミ・ロングレールとして、R14レール、木まくらぎの軌道構造では、85mレール(17m×5)を敷設しており、近く、50Nレール、木まくらぎの軌道構造では、75mレール(25m×3)が使用される予定である。

今回のチェンカレン空港新線においては、R54レールと道床抵抗が木まくらぎに比較して大きいPCまくらぎが使用されることから、100mレール(25m×4)を採用した。

2) レール継目溶接

セミ・ロングレールを形成するための継目溶接は、現場溶接であること、費用が低廉であること及び従来の経験が多いことを考慮して、テルミット溶接を適用する。

3) 100m R54レールの温度伸縮と遊間

継目部の遊間は、レールが最高温度に達したとき軌道が撓屈しないこと、レールが最低温度に達したとき継目ボルトに過大な力がかからないことを考慮して適正に設定しなければならず、この適正遊間の設定のためには、レールの長さ、レールの温度変化、継目遊間量、レール軸力の間の定量的関係をは握ることが必要である。

図6-6-2に100m R54レール敷設時の適正遊間量と温度の関係を示した。

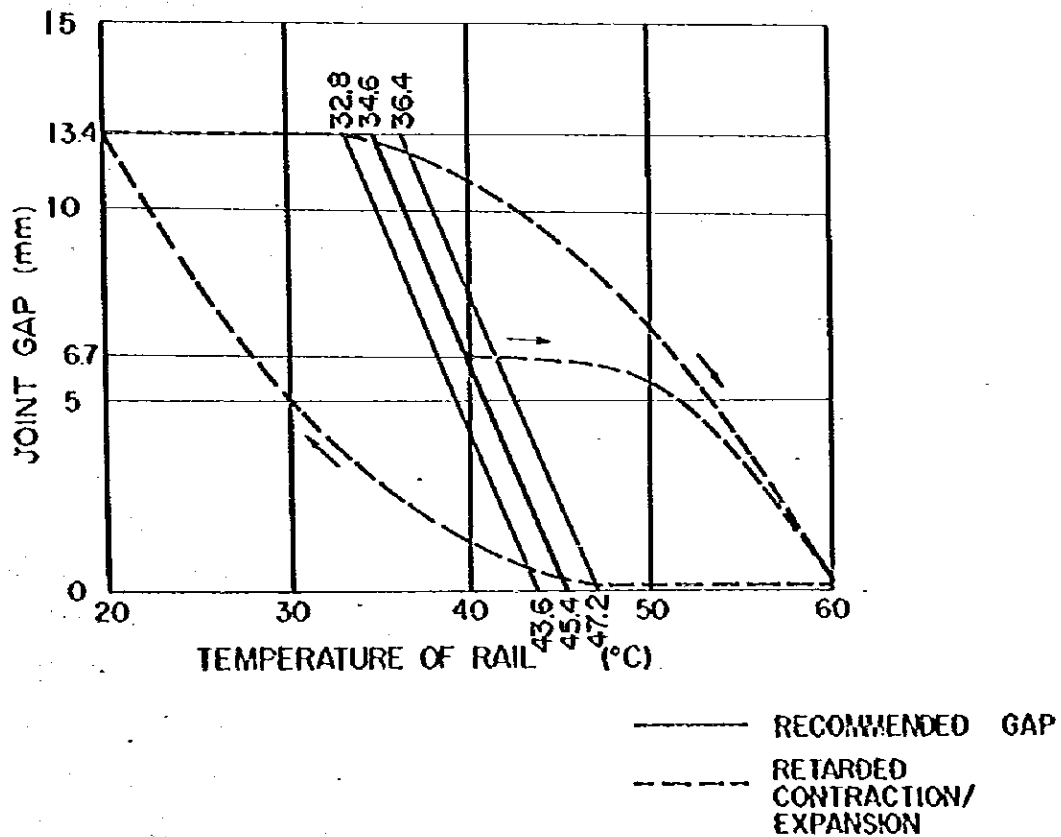


図6-6-2 温度-遊間関係図

4) 本格的ロングレールの可能性

100mレールの温度伸縮と遊間の検討結果は、100m以上の本格的ロングレールの可能性を示唆している。道床抵抗値の確認、路盤沈下の影響など相当の調査、試験等を経て、今後検討されるべきであろう。

5) レール継目及び絶縁継目

継目位置は、従来から使用されてきた相対式継目とした。絶縁継目の構造は、ささえ継方式よりも、かけ継方式が軌道回路の絶縁障害防止の面からすぐれているため、かけ継方式を採用することとした。したがって、普通継目に対してもかけ継方式とされた。

継目用まくらぎとして、PCまくらぎと木まくらぎが考えられるが、継目用PCまくらぎは、現在、実用化の緒についたばかりであるので、その実績が少なく、本設計では木まくらぎを用いることとした。

継目用栲結装置は、絶縁継目との共用から板ばねによる弾性栲結装置を採用した。

継目ボルト数、継目穴間隔は、PJKAのR54用継目の規格によった。

6) プレストレストコンクリートまくらぎ(PCまくらぎ)

まくらぎはレールを固定し、軌道を正確に保持するとともに、レールから伝達される列車荷重を道床に広く分散させる目的を持つ。

まくらぎには、木、鋼、コンクリート、プレストレストコンクリートがあるが、このうち、PCまくらぎは最も新しく開発されたもので、現在大量に製造、敷設されている。PCまくらぎ化を推進する理由は次のとおりである。

- 軌道構造を強くできる。
- 保守費が節約できる。
- まくらぎ交換などの重労働作業を少なくできる。

チェンカレン空港新線の軌道には、プレストレストコンクリートまくらぎ(PCまくらぎ)を用いることとした。

1) PCまくらぎの分類

a) 製作方法による分類

PCまくらぎの製作方法を分類すれば、プレテンション方式とポストテンション方式の二通りとなる。

プレテンション方式は、型わく内にセットされたPC鋼線に所定の引張力を与え、コンクリートを打込む。コンクリートが硬化し必要強度に達した後、まくらぎ端面のPC鋼線を切断することにより、コンクリートとPC鋼線の付着力が生じ、コンクリート内部に圧縮力(プレストレス)が導入される方法である。

ポストテンション方式は、PC鋼棒を型わく内にセットし、鋼棒とコンクリートの間に付着力が働かないようにしておき、コンクリートを打込む。コンクリートが硬化し必要強度に達した後、PC鋼棒に引張力を与えコンクリートに圧縮力

(プレストレス)を導入する方法である。この工法は、アンボンド材を塗布した PC 鋼棒とコンクリートの間に付着力が働かないので、そのままコンクリート硬化後プレストレスの導入ができる。また、使用後も付着力が働かないため、部材に曲げが生じたとき、PC 鋼棒全長に渡り応力を分散させるために、PC 鋼棒に無理が掛からない利点を持つ。

b) 特性による分類

製造方法による分類のとおり PC まくらぎは、プレテンション方式とポストテンション方式の二通りある。2 方式の特性を表 6-6-8 に示す。

2) PC まくらぎの設計

a) 材料強度

- コンクリート

設計基準強度

(円柱供試体 $\phi 10 \times 20 \text{ cm}$)

プレテンション方式 500 kg/cm^2

ポストテンション方式 450 kg/cm^2

プレストレス導入時圧縮強度

(円柱供試体 $\phi 10 \times 20 \text{ cm}$)

プレテンション方式 400 kg/cm^2

ポストテンション方式 300 kg/cm^2

- PC 鋼材

プレテンション方式 異形 PC より鋼線 $\phi 2.9 \text{ mm} \times 3$

引張強度 3,900 kg 以上

降伏点強度 3,350 kg 以上

ポストテンション方式 PC 鋼棒 $\phi 10 \text{ mm}$

引張強度 10,500 kg 以上

降伏点強度 9,600 kg 以上

b) 荷重

曲線半径 $300 \text{ m} \leq R \leq 800 \text{ m}$ の曲線区間ではレール横圧力を考慮する。レール圧力及びレール横圧力の計算は、下記のとおりとする。

基本数値として

軸重 $W = 16 \text{ ton}$

分散係数 $D_1 = 0.5$

割増係数 $i_1 = 1.0$

横圧 Q ・ 常時横圧 3 ton 分散係数 $D_2 = 0.5$

・ 偶発時横圧 6 ton 割増係数 $i_2 = 0.5$

表6-6-8 PCまくりぎの特性

ITEM		UNIT	PROPERTY	
TYPE			PRETENSIONING	POSTTENSIONING
LENGTH		Cm	200	200
WIDTH OF BOTTOM	Max.	Cm	24	24
	Min.	Cm	24	24
WIDTH OF TOP	Max.	Cm	20.24	20.24
	Min.	Cm	18.76	18.76
HEIGHT	Max.	Cm	16.57	16.57
	Min.	Cm	13	13
WEIGHT		Kg	163	163
PC STEEL MATERIALS	Diameter	mm	29	10
	Kind		3-stranded steel wires	Steel bar
	Number	PC	12	4
TENSILE FORCE	Initial	t	35.16	29.6
	Effective	t	22.85	23.68
MECHANICAL PROPERTY OF PC STEEL MATERIALS	Limit Load	6/one wire or bar	3.90	10.5
	Load at Yield Point	"	3.45	9.6
	Elongation	%	3.5	5.0
COMPRESSIVE STRENGTH OF CONCRETE (TEST PIECE: ϕ 10cm x 20cm)		kg/cm ²	500	450

とそれぞれ定め、これからレール圧力及びレール横圧力を求める。

$$\text{レール圧力 } P = 16 \text{ t} \times 1/2 \times 0.5 \times (1+1.0) = 8.0 \text{ t}$$

レール横圧力

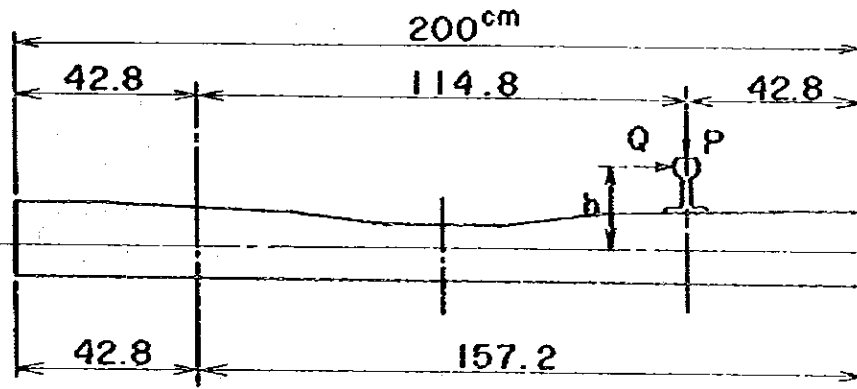
$$\text{常時 } QP = 31 \times 0.5 \times (1+0.5) = 22.5 \text{ t}$$

$$\text{偶発時 } QS = 61 \times 0.5 \times (1+0.5) = 45 \text{ t}$$

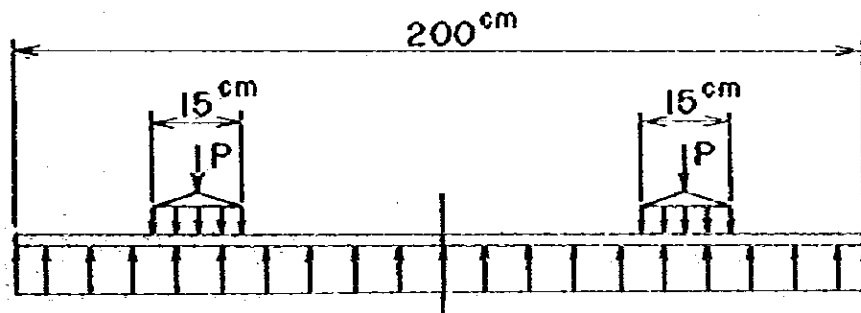
分散係数とは、軸重の1/2である輪重がレールの剛性のため分散され、車輪直下の最大荷重の作用する箇所で輪重の約40~50%程度であることを表わしており、割増係数とは、高速度で車両が通過する場合や、車輪にタイヤフラットがある場合、衝撃が異常に大きくなることを考慮した数値である。

c) 道床反力の仮定

道床反力の分布は道床材料、あるいは、道床のつき固め程度により相当に大きな変化を生ずるものと考えられるが、下記に示す荷重状態で設計計算を行なう。

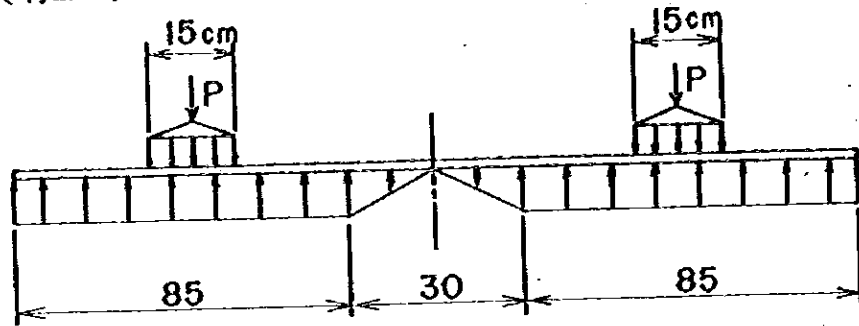


レール圧力のみに対して
(荷重A)



まくらぎ単位長さ当りの道床反力を一様と仮定した状態。

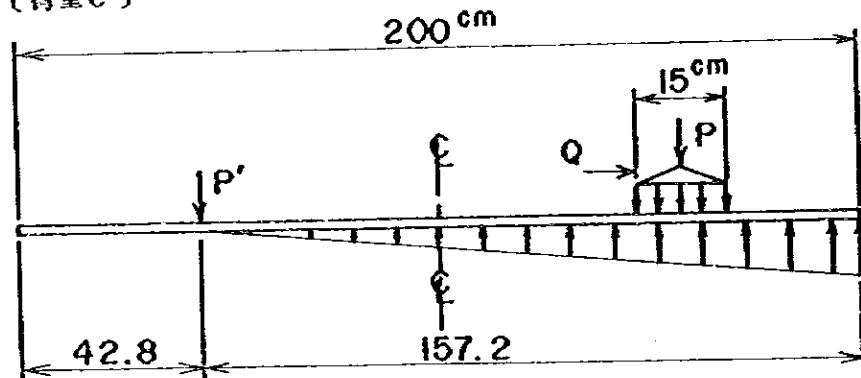
(荷重B)



道床つき固め直後の状態として、まくらぎ中央部の道床反力は0で、その左右15 cmの間の道床反力は三角形分布、その他の反力分布は一樣と仮定した状態。

- レール横圧とレール圧力とに対して

(荷重C)



P' : 仮想荷重

P : レール圧力

Q : レール横圧力

片側みのレール圧力と、その側面にレール横圧とをとり、道床反力は反対側のレール位置の反力を0とした三角形分布を仮定した状態。

d) 設計曲げモーメント

道床反力の仮定で述べた3種類のケースより、レール下、中央部における曲げモーメントを算出し、そのうちで最も大きな曲げモーメントを設計曲げモーメントと決定し、断面の検討を行なう。

(7) 締結装置

1) 概 説

コンクリートまくらぎ用の締結装置は、以下の条件を具備したものとする。

a) 原則として弾性締結とする。

- b) レールはR54型とする。
- c) レールに対して垂直及び横方向に安定力を持たせること。
- d) 縦方向の移動に対しても抑制できること。
- e) 走行車輪による振動を吸収減衰できること。
- f) 締結装置は、少ない部材で組立てられたもので、かつ、技術的に組立てやすく分解しやすい構造であること。
- g) 締結装置は、現場で完全に組立てられ、かつ、再組立てができ、それぞれの部材は1人で手工具で扱えるものであること。
- h) レールと支承体の間は電気絶縁とする。

2) 構成部品の構造機能

a) レール押えばね

- レールをまくらぎに押付け、レールとまくらぎとの間げきを除き、パッドを常に圧縮状態に保つようにすること。
- 先端ばね定数が小さいこと。
- 列車荷重によりばね各部に生じる変動応力の値が、ばね鋼の疲労限度内にあること。
- 材料は、ばね鋼とする。

b) パッド

天然ゴムまたは合成樹脂を主成分として成形加工するもので、製品に対して次の品質試験が必要である。

- 圧縮変形試験
- 引張変形試験
- 弾性係数試験
- 屈曲疲労試験
- 圧縮永久ひずみ試験
- 耐油試験
- 電気抵抗試験

3) 締結装置の性能試験

締結装置の試験は次のとおりである。

- a) スプリングのばね定数
- b) スプリングの応力
- c) レールパッドのばね定数
- d) 装置全体の鉛直ばね定数
- e) 装置全体の横ばね定数

- f) ふく進抵抗力
- g) レール横移動量
- h) すき間調節可能量
- i) 横圧強度

⑧ バラスト

1) バラストの性質

道床バラストとして一般に要求される条件は、以下のとおりである。

- 材質が強固であって、摩損や風化に対して強いこと。
- 適当な粒形と粒度を持ち、列車の通過によってくずれにくく、つき固め、その他の作業が容易であること。
- どこでも多量に得られ、価格が低廉であること。

2) 粒 度

道床バラスト間の空けきが大きいと沈下に対する抵抗が小さくなるので、各種の粒径を持った碎石を適当に混合したものが必要である。

図 6-6-3 に必要な粒度分布を示した。

3) 採掘場所

ジャカルタ市の南西 70 Km 付近のスタ・マニック及びクァリ・マスに碎石採掘場があり、安山岩を産する。石は堅く、軌道用道床に適當である。

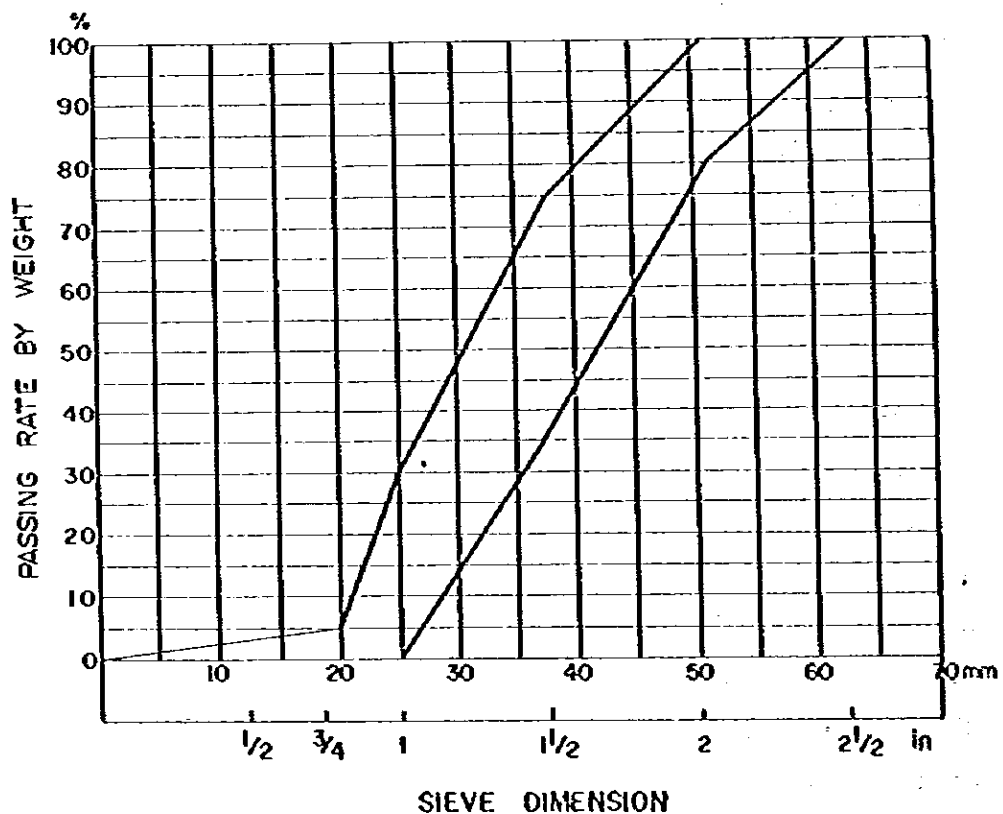


図 6-6-3 バラスト粒度分布

9) 橋上及び安全側線の軌道構造

下路鋼けた上の軌道構造については、スパン16mのけた1連のみであることから、特に設計せずに、一般区間の継目部の軌道構造(木まくらぎ、かけ継構造、タイププレート、板ばね型)を準用するものとする。

安全側線の軌道構造については、分枝後の軌道延長が20~30mと比較的短いので、レールは本線レールと同じR54を使用し、木まくらぎ、わじくぎ締結とする。

0) 踏切

踏切の舗装は、列車の運行に伴う負担荷重と自動車の輪重が舗装部に負荷される場合を考慮しなければならない。

踏切舗装の構造形式は、古まくらぎを敷き並べて軌道のまくらぎにくぎ止めした簡易的なものから、板張り構造、石張り構造、コンクリートブロック張り、アスファルト簡易舗装または鉄筋コンクリート現場打ちのものまで幅広い種類がある。

空港開港後は、相当の交通量が予想されるが、16箇所の踏切のうち比較的交通量の多い11箇所は連接軌道ブロック構造、他は板張り構造とした。

連接軌道型踏切の構造は、原理的には幅の広い鉄筋コンクリートまくらぎを連続して敷き並べ、レール方向に緊張して強力なP.C版としたもので、本設計では幅1.0m、長さ2.0mのコンクリート版をブロックとした連接軌道を用いた。

00 分枝器

分枝器番数： PJK Aにおいては、従来から9番、10番、11番、12番分枝器が使用されてきた。近年、軌道用品の標準化が計画され、分枝器番数は10番と12番の2種類に統一されることになった。本設計においては、この2種類の分枝器番数について設計した。

分枝器種類： 使用される分枝器の種類は、次の4種類とする。

12番片開き分枝器

12番内方曲線分枝器

10番片開き分枝器

10番乗越し分枝器

12番片開き分枝器： 列車運転線図から分枝線許容速度45km/hの性能を持つ分枝器が選定された。

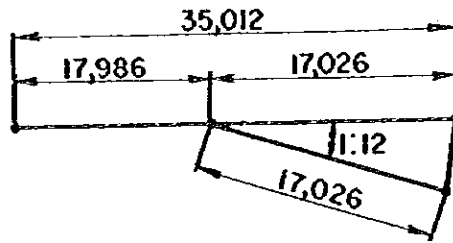
12番内方曲線分枝器： チェンカレン空港新線と中央線との地平接続のために必要になった曲線分枝器で、中央線高架工事の完成時にて去される予定である。当面、分枝線運転方向は背行のみで、ポイント先端部の摩擦に基づく脱線事故の恐れもないので、ポイントガードは取付けられない。

10番片開き分枝器： 非常渡り線に使用される。

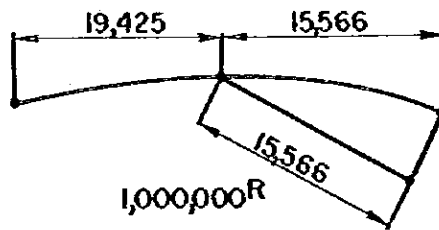
10番乗越し分枝器： 安全側線の分枝に使用される。

分枝器のスケルトンを図6-6-4に示す。

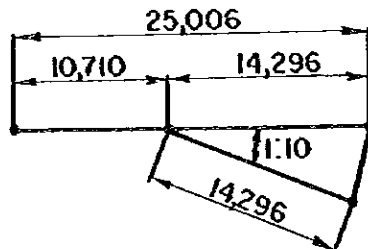
1:12 SIMPLE TURNOUT



1:12 CURVED TRACK TURNOUT FOR INNER DIRECTION



1:10 SIMPLE TURNOUT



1:10 RUN OVER TYPE TURNOUT

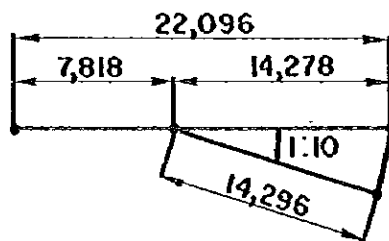


図6-6-4 分枝器スケルトン

02 車 止

車止の性能としては、過走した車両を停止させる強度が必要であるとともに、その際の衝撃を緩和する適度の緩衝能力を持つものでなければならない。

チェンカレン空港新線においては、砂利盛り型と油圧緩衝型の2種類を採用し、前者は、空港駅以外の駅及び信号場の安全側線の終端に設置し、後者は、空港駅のホーム端に設置するものである。

空港駅は頭端式ホームであり、旅客の歩行距離の短縮を図る必要があること及び空港施設との調和など美観上の配慮が必要であることからこの型を採用した。

03 線路諸標

列車乗務員に運転上必要な条件を示すこと、線路保守従事員に必要な便宜を与えること、また一般通行人に注意を促すために、種々の線路諸標が鉄道線路に沿って建植される。

チェンカレン空港新線に必要な線路諸標は、以下のとおりである。

距離標

こう配標

曲線標

透葎標

検査班界標

伏び標

停車場標

橋りょう標

速度制限標識

速度制限解除標識

車両接触限界標識

車止標識

汽笛吹鳴標識

踏切警標

これらの形状及び表記方法は、PJKAで採用されている線路標識に準ずるものとする。

6-6-4 軌道工事

(1) 序 言

鉄道の建設において、軌道工事は路盤までの土木工事が終わった時点で始まるので、鉄道営業開始時期によっては、急速性のある施工法を考慮しなければならない場合もある。本設計における軌道工事は、チェンカレン空港新線建設の工程に基づいて計画さ

れたものであるが、次のような特殊性を有している。

- 1) レールの集積場所が限られているため、1パーティの担当する延長が長くなる。
- 2) 材料のほとんどが支給品であり、あらかじめ計画調達をする必要がある。
- 3) 仕上がり精度はmm単位を要求される。
- 4) 軌道工事のなかで材料の運搬作業が大きなウェートを占めている。

② 軌道敷設工法の選定

軌道敷設工法の選定は、軌道敷設箇所の立地条件(担当施工延長、工期及び環境等)に支配されるので、その現場に適合する施工法を採用することが必要である。

施工方法には、走行レールを使用する場合とそうでない場合に大別される。

一般的には次のような工法がある。

走行レールを使用する工法としては、

- 仮設走行レール、軌きよう吊上機による工法

走行レールを使用しない工法としては、

- 軌きよう敷設車による工法
- 仮軌道工法
- 人力を主体とした工法

各種敷設工法についての概要は次のとおりである。

1) 仮設走行レール、軌きよう吊上機による工法

締固めた下バラスト上に走行レールを仮設し、軌きよう吊上機によって軌道を敷設する工法である。図6-6-5及び図6-6-6に示すように敷設した軌道の先端に約3m軌間で走行レールを仮設し、その上に軌きよう吊上機を移動させて軌きようを吊下ろして敷設する。

敷設直後の軌道は、通り、高低、水準が大きく狂っているので、下バラストの仕上げ面は30~50mm程度計測レベルより低く仕上げられ、その後、ホキ車による上バラストを散布し、マルチでこり上、軌道整備が行なわれる。

2) 軌きよう敷設車による工法

軌きよう敷設車は図6-6-7に示すように、敷設の終わった軌道上を自力で走行して軌道の終端付近に止まり、前後左右のアウトリガーが定着された後、移動けたは車体後部まで移動し、後方から担車に載って押込まれてくる軌きようをキャッチする。軌きようを吊上げると、移動けたは軌きようを吊ったまま車体内部を通過して前方に移動し、所定位置に軌きようを吊下して敷設する。

この工法は走行レールを要せず、最も機械化された工法である。

3) 仮軌道工法

この工法は図6-6-8及び図6-6-9に示すように、既設軌道の先端に同じ軌間の仮軌道を敷設し、担車に積載した軌きようをこの上に乗入れさせ、軌きよ

うこう上機で吊上げた後、仮軌道を除いて、軌きょうを吊下して敷設する工法で設備品が最も少ない。

4) 人力を主体にした工法(ばらまき工法)

下バラストをダンブトラックにより散布、ブルドーザで敷固めた後、トラックでまくらぎを運搬、下バラスト上に所定の間隔で配列し、レールを担車で運搬、取卸しをしてまくらぎに締結した後、ホキ車により上バラストを散布し、マルチまたはタイタンバーで軌道整備を行なう。

この工法は、従来から行なわれた工法で大掛りな機械は不要である。

チェンカレン空港新線の軌道工事では軌道延長、工期、労働力等を考慮して人力を主体にした工法を採用する。

(3) 軌道基地

軌道基地は、軌道材料の受渡し、貯積、軌道敷設の準備作業及び軌道敷設用機械類の留置のために設けられるものである。

図6-6-10は軌道基地の標準を示したもので、基地建设に際しては、関係機関の承認を得る必要がある。

軌道基地の建設位置は、長さ25mのR54レールの輸送道路の状況から、チェンカレン空港駅起点5Km700mの地点が妥当と思われる。

(4) 軌道工事の手順

軌道工事の手順は次のとおりである。

1) 下バラスト散布

バラスト散布作業は、下バラストと上バラスト散布に分かれる。下バラストは基地に取卸さずに直接路盤上にダンブカーで運搬、散布され、ブルドーザで敷ならし、締固める。

2) PCまくらぎ運搬、配列

PCまくらぎは製作工場から基地に搬入後、トラックに積込み、下バラスト敷込みの終了した路盤上に片側に仮置きする。その後、人力によりまくらぎキャッチャーを使用してまくらぎを所定位置に配列する。

3) レールの運搬、敷設

レールはタンゲラン線のカリ・デレス駅から搬入されることになるが、この駅より軌道基地までのレールの輸送路を図6-6-11に示す。

カリ・デレス駅及び軌道基地でのレール積込、積卸し作業はトラック・クレーンにより、道路は長尺レール用トラックか、あるいはトレーラによるものとする。

なお、25mレールの道路輸送に際しては、あらかじめジャカルタ市当局の許可が必要である。

基地に集積されたレールはトラック・クレーンにより担車に積載され、重モータ

カーけん引または推進で既設軌道上を輸送され、取卸しの後、所定間隔に配列され、たまくらぎに25mずつ延伸、締結される。また、同時に図6-6-12に示す工事用仮締目器及び正規の締目板が取付けられる。

4) 上バラスト散布

上バラストは基地に集積され、ホキ車に積込まれ、既設軌きより上に散布される。次にタイタンバーにより軌道整備が行なわれる。

5) レール締目溶接

25mレールをテルミット溶接によって長さ100mのレールとする。この時の締目遊間は図6-6-2による。

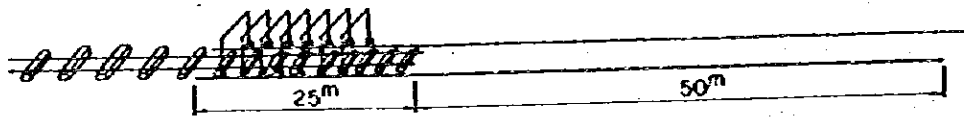


図6-6-5 仮軌道工法

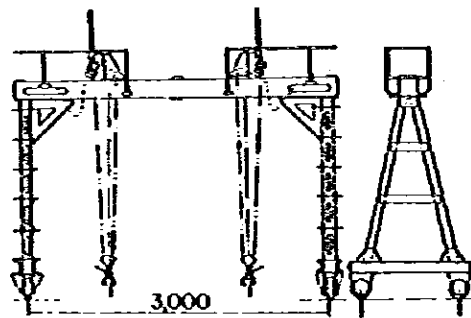


図6-6-6 クレーン

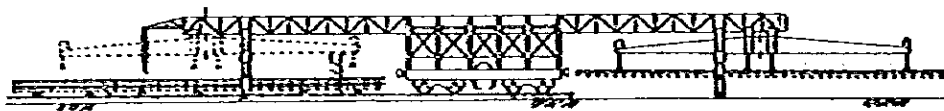


図6-6-7 軌きょう敷設車

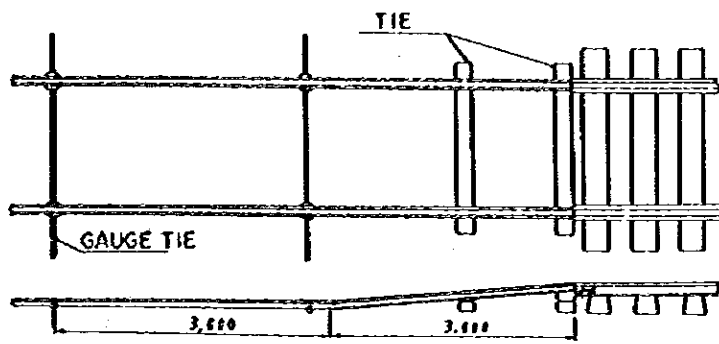


図6-6-8 仮軌道

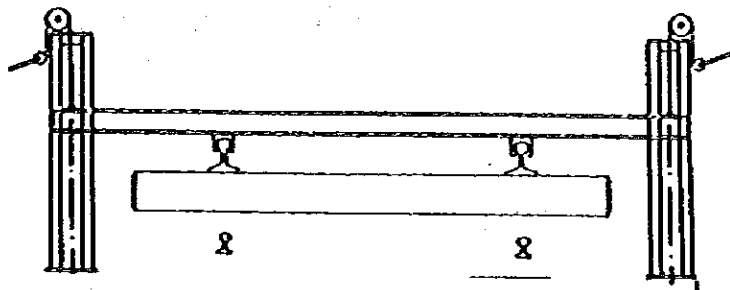


図6-6-9 門型クレーン

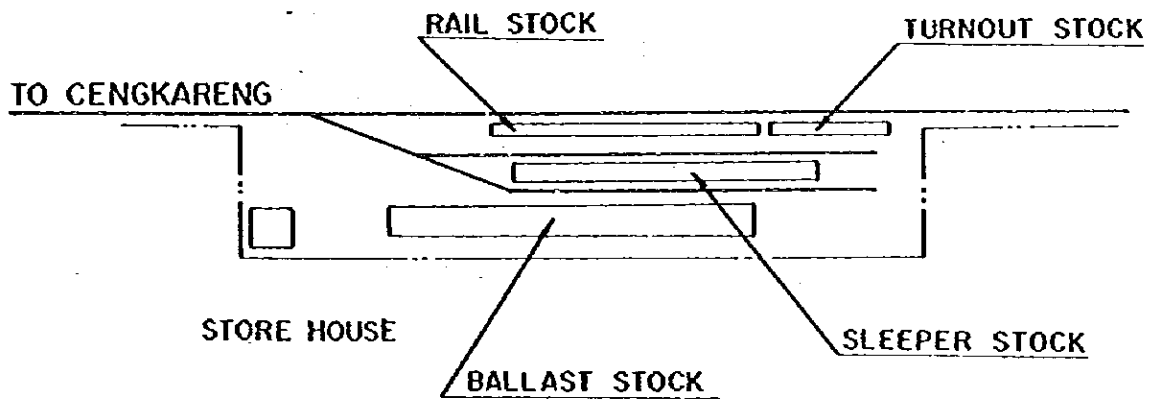


図6-6-10 軌道基地

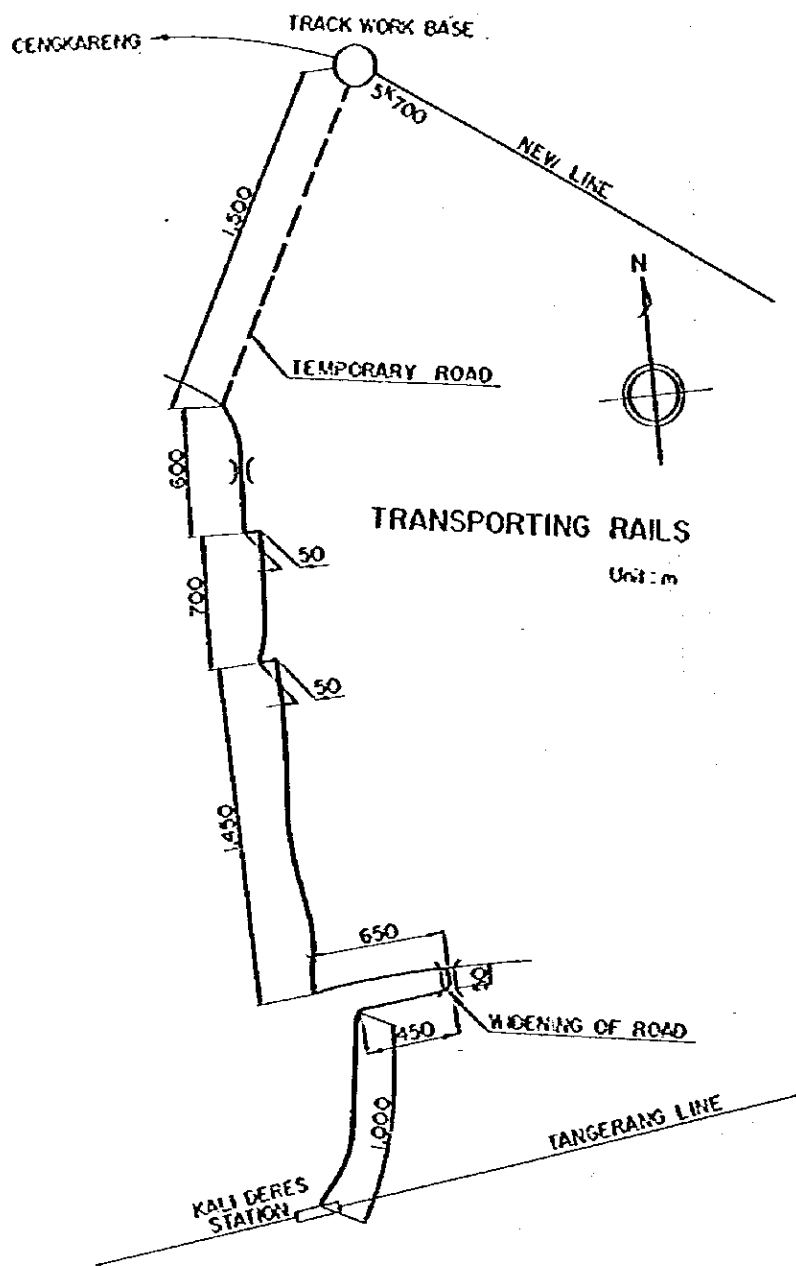


図6-6-11 レール搬送路図

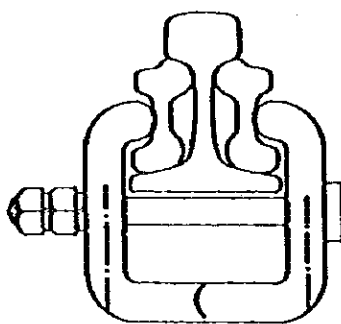


図6-6-12 工事用仮棧目器

6-7 駅設備

6-7-1 概要

(1) 建築計画

駅設備としては、空港駅のターミナルビル、出札所2箇所、コタ・インタンの駅ビル、信号投所4箇所、踏切箱番15箇所を含む合計23箇所の種々の建物が計画された。

計画された建物の総床面積は、3,810.15㎡である。

更に、各駅には、乗降場及び上屋、ごみ焼却場、駅前広場などが含まれる。各建築物の構造及び大きさについては以下のとおりである。

建 物 名	構 造	階 数	概略面積 ㎡
1) 空港ターミナル駅			
a) ターミナルビル及び プラットホームの上屋	鉄 骨 造	-	77400
b) ターミナルビル	鉄筋コンクリート造	3 F	1,005.10
c) 出 札 所 (2 箇所)	鉄筋コンクリート造	1 F	22720 (1 箇所当り)
d) 駅前広場及び緑地帯	-	-	487300
2) コタ・インタン駅			
a) プラットホームの上屋	鉄 骨 造	-	246600
b) ステーションビル	鉄筋コンクリート造	2 F	1,818.21
c) 駅前広場	-	-	654000
3) 信号投所			
a) A (2 箇所)	鉄筋コンクリート造	2 F	15672 (1 箇所当り)
b) B (2 箇所)	鉄筋コンクリート造	2 F	7200 (1 箇所当り)
4) 踏切箱番 (15 箇所)	鉄筋コンクリート造	1 F	500 (1 箇所当り)
5) ごみ焼却場	-	-	2646

(2) 構造計画

1) 材 料

材料については、JIS-日本工業規格に基づいて設計した。

- a) 鉄 骨 - STK41, SSC41, SS41
- b) コンクリート - FC-210 (タイプD)
- c) 鉄 骨 - SD30, SR24
- d) P. C. くい - φ350 (タイプA)

2) 荷 重

地震力、風荷重については、インドネシアの規定に基づいて設計した。

(3) 機械設備計画

1) 空調設備

- a) 空調設備は、セントラル方式で、冷房機は空冷式パッケージ型のものを採用した。ただし、休息室のみは24時間使用する可能性もあるので、ウィンドータイプの冷房機を使用することとした。
- b) 空調の制御方法は、換気の温度感知でパッケージ自体の能力制御を行なうものとした。
- c) 空調しない部屋は、機械的強制排気方式とした。

2) 衛生・給排水設備

- a) 給水設備としては、まず、受水槽に受水し、揚水ポンプによって屋上の高架水槽に送水し、敷地全体に配水するようにした。
- b) 汚水と雑排水の排水管は铸铁製のものを使用し、市の排水本管に放流するようにした。
- c) 衛生器具に対しての通気管は、各個通気方式を採用した。
- d) コタ・インタン駅の汚水処理は、浄化槽及び浸透式パイプ(すべて、インドネシア仕様のもの)によるものとした。
- e) 植栽の散水装置は、給水配管ラインの散水せんよりホースによる散水方式とした。ただし、散水時間は駅のラッシュ時を避けるようにする。

(4) 電気設備計画

1) 照明スイッチ

- a) 各室の照明は、それぞれの室で点滅できるものとした。
- b) 高天井部の照明(プラットフォーム、コンコース、事務室の一部)は、分電盤での直接点滅とした。
- c) 屋外灯の点滅は、自動点滅(光電管器具内蔵型)とした。

2) 接 地

屋内器具の接地は、電力側準備の接地母線への接地とした。屋外器具の接地は、本工事側で接地極を準備した。

3) 照 度

照度基準は、JIS-Z9110の駅舎照度、B級を適用した。

4) 警報設備(押ボタン報知設備)

各建物の各階に設置し、それぞれ単独警報方式(ランプ、ベルでの警報表示で、各押ボタン報知設備の運動は行なわない)とした。

5) 空調及び衛生設備との取合い

換気扇、空調設備用電源として、それぞれの設備付近にコンセントまたは、手元開閉器を設け、それに電源を供給するものとした。

6-7-2 空港ターミナル駅

(1) 概要

空港ターミナル駅は、インドネシアの表玄関として、ふさわしいデザインとし、旅行者及び一般市民に対して、視覚的、設備的にも暖かいふん囲気を利用してできるように計画した。建物及びその屋根は、インドネシアの伝統的様式を取入れ、仕上材料なども現地で入手可能なものを使用した。

各建物の内容については、以下に示すとおりである。

(2) ターミナルビル

ターミナルビルは、プラットフォーム頭端に位置し、車の乗降場及び緑地帯に面している。

建物の概要については、次に示すとおりである。

-構造:	鉄筋コンクリート造
-階数:	3階
-建築面積:	461.12㎡
-総床面積:	1,005.10㎡
-各階床面積	
1階:	461.12㎡
2階:	461.12㎡
3階:	82.86㎡

-各室の面積

室名	面積㎡
(1F)	
コンコース:	120.18
ロッカーエリア:	34.02
受付:	7.40
待合室:	31.05
特別室(V.I.P.用)(トイレを含む):	27.75
駅長事務室:	18.00
駅務室(湯沸し室を含む):	47.85
券売室:	6.90
出・改札室:	24.12
職員用トイレ:	13.68
機械室:	24.30
電気室:	24.30
保守用作業員室:	17.40

(2F)

会議室:	49.29
電力機器検査員事務室:	39.75
信号・通信検査員事務室:	37.50
休息室:	49.50
職員用食堂:	29.88
厨房:	18.00
職員用トイレ:	13.68

(3F)

もく浴室:	17.33
礼拝室:	39.69
-建物の最高高さ:	11.20 m

(3) 出札所

出札所は、両ホームの中央に各1箇所ずつで、合計2箇所ある。建物の概要については、次に示すとおりである。

-構造:	鉄筋コンクリート造
-階数:	1階
-建築面積(1箇所当り):	241.00 m ²
-総床面積(1箇所当り):	227.20 m ²
-各室の面積	

室名	面積 m ² (1箇所当り)
男子用トイレ-4:	28.40
女子用トイレ-3:	21.30
男子用トイレ-2:	17.50
女子用トイレ-1:	15.00
倉庫-1:	7.35
倉庫-2:	6.30
ポーター控室:	17.75
券売室:	42.60
駅務室:	17.75
制御室:	17.75
バス運転手控室:	10.65
バス券売室:	12.43
警備員室:	12.43
-建物の最高高さ:	3.50 m

(4) 駅前広場と緑地帯

駅前広場と緑地帯は、インドネシアの表玄関である。空港鉄道駅として、伝統的様式のふん閉気を保てるように計画した。

ターミナルビルとバス駐車場間の緑地帯を駅前広場として、遊歩道を設け、ベンチ、ごみ箱、灰皿などを配置して、利用者が落ち着いて休息できるようにした。

6-7-3 コタ・インタン駅

(1) 概要

コタ・インタン駅は、空港線と西線の乗換え駅であり、西線下の通路で接続している。

ステーションビル及び駅前広場は、敷地を考慮して西線側に計画した。

駅前広場は、ナラヤン・バラト通りに面して、車の乗降場、バス停留場など、一般客が利用しやすいように計画した。

(2) 駅ビル

駅ビルは、西線と駅前広場の間に位置する。建物の概要については、次に示すとおりである。

- 構造 :	鉄筋コンクリート造
- 階数 :	2 階
- 建築面積	1,578.70 m ²
- 総床面積	1,818.21 m ²
- 各階床面積	
1 階 :	1,578.70 m ²
2 階 :	239.51 m ²

- 各室の面積

室名	面積 m ²
(1F)	
コンコース :	109.74
待合室 :	27.41
女子トイレ :	24.48
男子トイレ :	24.48
ポーター控室 :	23.74
保守用作業員室 :	44.41
駅務室 :	75.56
出・改札室 :	4.00
駅長事務室 :	23.62

会議室：	26.04
警備員室：	18.63
職員用トイレ：	22.00
職員用ロッカールーム：	22.00
倉庫-1：	20.25
倉庫-2：	41.88
電気室：	23.65
機械室：	41.88
サービスエリア-1：	35.74
サービスエリア-2：	35.74
(2F)	
食堂：	37.10
厨房：	10.80
もく浴室：	14.69
礼拝室：	37.83
休息室：	34.05
職員用トイレ：	10.80
- 建物の最高高さ：	7.20 m

(3) 駅前広場

駅前広場は、バス及び電車の乗降客が利用しやすいように、バス停留場のシェルター、植栽などを考慮に入れて計画した。

6-7-4 信号扱所

(1) 信号扱所A

信号扱所Aは2箇所あり、1箇所は空港ターミナル駅、他の1箇所はジャヤカルタ駅付近に位置する。建物の概要については、次に示すとおりである。

- 構造：	鉄筋コンクリート造
- 階数：	2階
- 建築面積(1箇所当り)：	60.00 m ²
- 総床面積(1箇所当り)：	156.72 m ²
- 各階床面積(1箇所当り)	
1階：	60.00 m ²
2階：	96.72 m ²
- 各室の面積	

室名

面積 m² (1箇所当り)

(1 F)

トイレ:	7.00
信号電気室:	11.52
信号・通信機器室:	32.00

(2 F)

検査員事務室:	30.00
予備室:	4.64
休息室:	7.50
厨房:	5.50
信号扱い室:	36.72

- 建物の最高高さ: 10.15 m

(2) 信号扱所 B

信号扱所 B は、空港ターミナル駅とコタ・インタン駅の間に 2 箇所設ける。建物の概要については、次に示すとおりである。

- 構造:	鉄筋コンクリート造
- 階数:	2 階
- 建築面積 (1 箇所当り):	36.00 m ²
- 総床面積 (1 箇所当り):	72.00 m ²
- 各階床面積 (1 箇所当り)	
1 階:	36.00 m ²
2 階:	36.00 m ²

- 各室の面積

室名	面積 m ² (1 箇所当り)
----	------------------------------

(1 F)

信号・通信機器室:	28.00
倉庫:	2.20
トイレ:	2.65

(2 F)

信号扱い室:	16.00
休息室:	12.00

- 建物の最高高さ: 9.55 m

6-7-5 踏切箱番

踏切箱番は、空港ターミナル駅とコタ・インダン駅の間に15箇所設ける。建物の概要については、次に示すとおりである。

-構造:	鉄筋コンクリート造
-階数:	1階
-建築面積(1箇所当り):	5.0 m ²
-総床面積(1箇所当り):	5.0 m ²
-建物の最高高さ:	2.90 m

6-7-6 ごみ焼却場

ごみ焼却場は、空港ターミナル駅の信号機所付近に位置し、レンガ壁で囲んだ中に、ごみ焼却機置場、ごみ置場、灰置場を設けた。その概要については、次に示すとおりである。

-ごみ焼却機能力:	84 Kg/h
-壁の構造:	レンガ積
-ごみ焼却機置場:	18.06 m ²
-ごみ置場:	5.90 m ²
-灰置場:	2.50 m ²
-総面積:	26.46 m ²
-壁の最高高さ:	1.20 m

6-8 空港駅

6-8-1 線路設備

(1) 配線

チュンカレン空港駅は、空港鉄道新線の起点となる頭端駅である。

駅構内の配線は、将来の電車8両編成運転を考慮し、線路有効長1番線314m、3番線210mの旅客取扱線と、2番線210mの電車留置線兼仕業検査線を12番分岐器で接続配置し、ラッシュ時の続行便の発着及び夜間滞泊が可能な配線とした。

空港地域内の線路は0Km000mから2Km080mまでの間で、駅構内以外の線路は、空港ターミナルの規模に合わせて、当面その輸送量に対応できる単線を施工する。

(2) 路盤

駅及び空港地域内線路の両側には空港アクセス道路 P_1 、 P_2 及び C_1 、 C_2 がすでに施工中であるので、この道路との関連を十分考慮し、線路のR.L.高さは、極力道路面高さと同高となるようにした。

(3) 線路排水

駅構内の線路排水こうは、乗降場擁壁と合築し、将来、乗降場延伸が予定される区間は素附側こうとした。

0Km200mより2Km000mまでの区間の線路は空港道路 C_1 、 C_2 にはさまれているため、鉄道用地境界内に、ほぼ道路に平行に排水こうを設け、将来複線敷となるところは手戻りの無い位置とした。構造は自動車荷重、電車荷重に耐える鉄筋コンクリートU字型とした。排水こうの延長が長いため、0Km700m付近で線路と空港 C_1 道路を踏きで横断し、チャンネル500の水路に流出を図り、駅構内から1Km300mまでの線路排水の液出口とした。また、1Km300mから2Km000mまでの排水は、2Km021mの線路を横断するラウ・ボコール川に流出させることにした。

以上の排水こうの排水能力は、流量断面 $0.9m^2$ 、動水こう配0.15%以上で、最近10年間の最大降雨量1時間90mmの降雨に十分対応できるものである。

(4) 踏切道

空港地域内の線路は、1Km574m及び2Km044mの2箇所で空港道路と平面交差する。そのうち、2Km044mの踏切道は軌条面が道路面より約33cm高くなるので、道路面のこう上が必要となり、アスファルト・コンクリート舗装で施工する。

6-8-2 旅客設備

(1) 乗降場

列車の乗降客は、大型の手荷物を持った航空旅客が主体であり、空港と駅間は専用バスで連絡される。

駅では、利用者の歩行距離を短かくし、乗換待時間の短縮を図るため、電車ホームとバスホームを併設した。

ホームは当面、電車4両編成、バス5台が収容できる長さ100mのもの2面を構築し、将来は電車8両、バス10台が収容できるように配慮した。

ホーム巾員は、電車乗降用8m、バス乗降用8mが併設されるため、ホーム全体巾員は16mとなった。

ホーム舗装は、手荷物運搬にターレット等の小型動力運搬車を使用することが予想されるので、コンクリート舗装とし、表面はカラータイル仕上げをして、近代的イメージアップを図った。

ホーム中央部には旅客取扱職員詰所、乗車券販売設備を設け、電車ホームとバスホームはさくで境界を作り、ラッチを2箇所設けて、改札の迅速化を図った。更に、ホーム上屋をホーム全体に設け、降雨による濡損の起こらないよう配慮した。

(2) 駅構内道路

駅構内道路の利用車は、空港連絡専用バスが主体である。空港道路は一方通行の交通規制になっているので、駅への入口はC₁道路であり、出口はC₂道路となる。このため、駅構内の交通の流れを出入口の規制に合致したものとするには、構内も一方通行方式が適正と考えられる。

構内の出入口は、不慮の交通シャ断が生じた場合を考慮し、それぞれ2箇所とした。

更に、バスバースは電車ホームと併設され2面が設置されるので、それぞれのバスバースに一方通行で着発が可能になるよう、う回できる補助道路を設けて、バス通行の流れの円滑化を図った。

バスホーム側のバスバースは1面5台分しかなく、電車4両分の利用客を収容できないので、バス駐車場26台分を設置し、バス繞行便の迅速化を図った。

構内道路の構造は、アスファルト・コンクリート造とし、専用バス通過台数の予測が将来、約2800台/日が見込まれているので、これに対応できる構造とし、主道路は舗装厚さ60cm、補助道路及び駐車場は40cmとした。

道路面は降雨時の滞水を無くするため、1%の横断こう配を付けた。

構内道路の安全運転確保のため、路面には車線分線帯ライン、一時停止ライン、バス駐車バースライン、歩行者道路ライン、進行方向指示マーク等の道路マーキングを設け、かつ、交通規制標識、速度制限標識を設置する。

なお、構内入口2箇所には入口を示す案内標を建て、運転手の便宜を図った。

バスホーム、歩道、緑地帯と道路の境界には、200mm×300mm×600mmのコンクリートブロック縁石を設置する。

(3) 排水設備

駅本屋、ホーム上詰所から発生する汚水排水は、空港公団指定の排水管に径150mmの铸铁管で接続する。

空港道路C₁, C₂に囲まれる鉄道敷地内の構内道路、ホーム上屋、駐車場、緑地帯等より発生する雨水排水設備として、0Km130m付近の道路ロータリー部に設ける側とうから、C₁, C₂道路添いに断面積0.9㎡、動水こう配0.18%以上の鉄筋コンクリート側とうで、0Km200mの線路排水こうに結ぶ排水メインルートを設定。駅構内のホーム上屋、道路等の端末からメインルートへ接続する枝ルートとして、ホーム及び道路添いに径300mmの鉄筋コンクリート管を敷設する。枝ルートは約20mごとにため枘を設け、雨水の流入口とする。

(4) 緑地帯

駅構内には、駅本屋、ホーム上屋、信号機所、道路等の施設があるが、それ以外の空地はすべて緑地帯とし、南国特有の樹木を植え、林間には遊歩道、ベンチ等を配置し、電車やバスの待合時間の休息地として提供する。

なお、常に樹木の活力を保つため、給水設備を設ける。

(5) 給水設備、その他

駅本屋、旅客取扱職員詰所、信号機所及び緑地帯には、空港公団の給水管から枝管で配管配水をする。

これらの施設の防火のため、それぞれに消火器を備付ける。照明は上記施設のほか、道路にもナトリウム灯を配置する。

なお、電車内及び待合室等から発生するごみ処理のため焼却場を設ける。

CENGA BENG AIR PORT TERMINAL STA
011000m

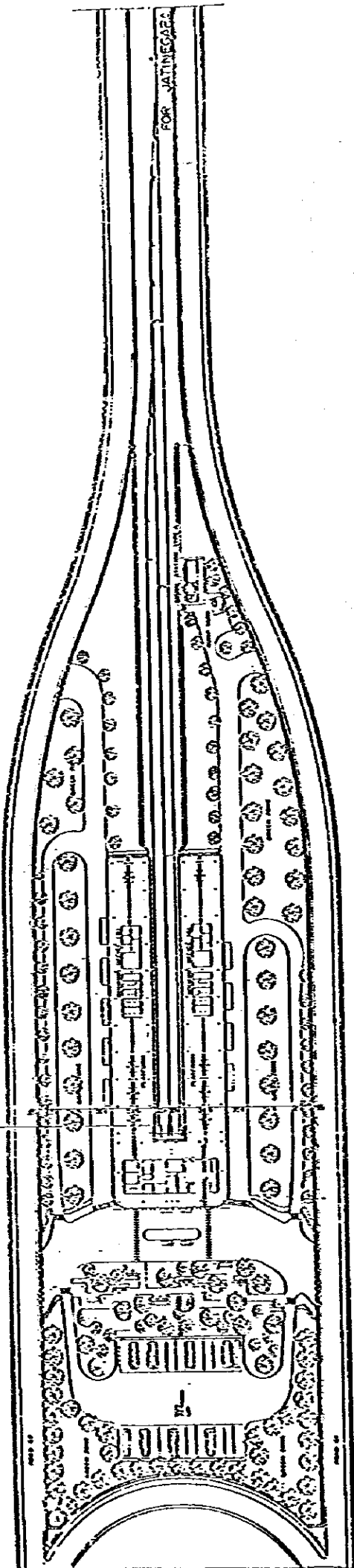
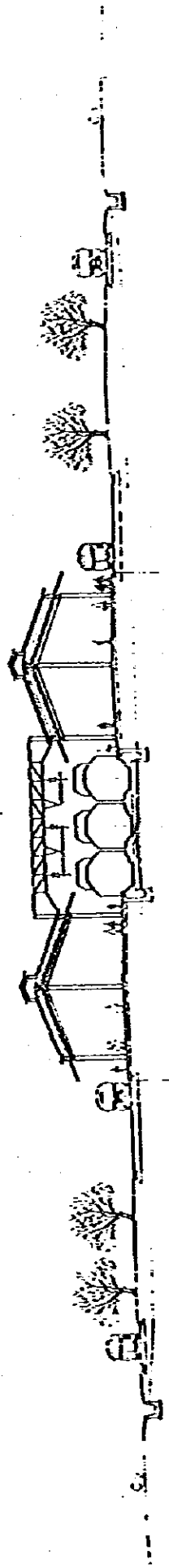


图 6-8-1 本 面 图



0.1m.000m.

图 6-8-2 横断面图

6-9 変電設備

空港線の変電設備は、保守、運営の面から、すでに計画された西線の変電設備と規格等の統一を図るとともに、次のとおりとする。

6-9-1 基本設計方針

(1) 電化方式

電化方式は、既設線との相互乗入れを考慮して、直流1,500Vとする。

(2) 電車の編成及び運転ヘッド

電車の編成及び運転ヘッドは、F/Sレポートによれば表6-9-1のとおりである。

表6-9-1

Year	Number of track	Composition	Number of air-conditioned cars in one train	Headway (min.)
- 1997	Single	4 cars (2M2T)	1	20
1998 - 2006	Single	8 cars (4M4T)	2	20
2007 -	Double	8 cars (4M4T)	2	10

(3) 変電所の位置及びき電系統

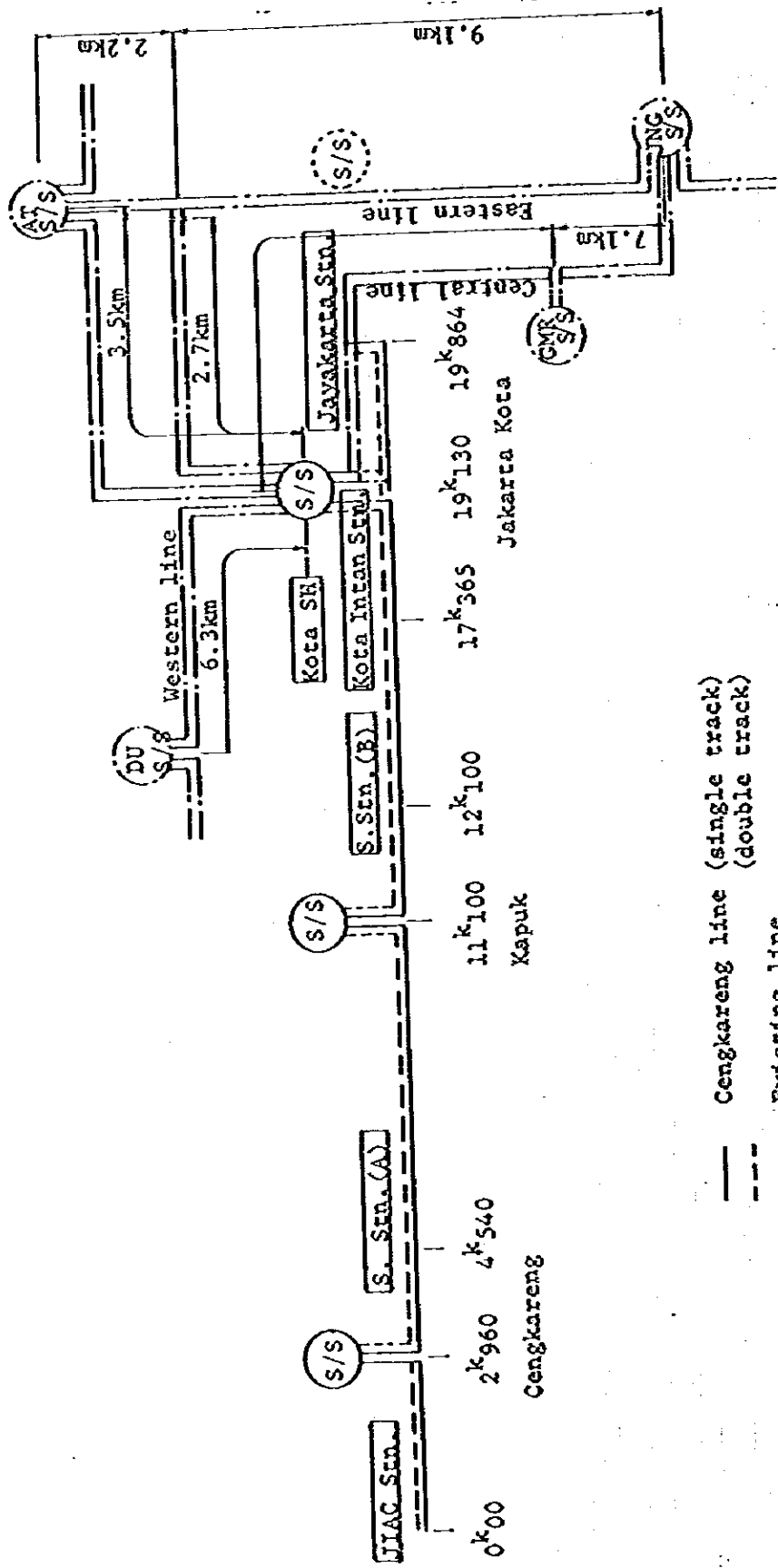
変電所の位置及びき電系統は図6-9-1、図6-9-2に示すとおりで、変電所は、表6-9-2に示す3箇所とする。

表6-9-2

Distance from JIAC	Name of Substation	Note
2 ^{km} 960 ^m	Cengkareng	Installation in this project
11 ^{km} 100 ^m	Kapuk	ditto
19 ^{km} 130 ^m	Jakarta Kota	Joined to the existing substation

(4) 変電所の設備容量

各変電所の設備容量は、表6-9-3のとおりとする。



— Cengkareng line (single track)
 - - - Cengkareng line (double track)
 - - - Existing line

图 6-9-2 铁路系统图

表 6 - 9 - 3

Name of substation	Number and capacity of rectifier	Number and Capacity of distribution transformer
Cengkareng	3,000 kW x 2	300 kVA x 1
Kapuk	3,000 kW x 1	-
Jakarta Kota	3,000 kW x 1	500 kVA x 1

(注) ジャカルタ・コタ変電所は増設する機器容量を示す。

(5) 受電方式

- 1) チェンカレン変電所は、常用、予備の2回線受電とし、20KV母線方式とする。
- 2) カプック変電所は、西線で採用している単位変電所方式とする。
- 3) ジャカルタ・コタ変電所は、負荷の面から見て重要な位置にあるので、2回線受電とし、20KV母線方式に改良する。

(6) 直流き電回路の保護

直流き電回路の保護はΔI型故障選択装置(以下、50Fという)及び連絡しゃ断装置(以下、LBDという)を併設し、事故電流に対して確実に検出させる。

(7) 遠方監視制御方式

遠方監視制御方式は西線と同一方式(1:1方式)とし、性能の向上を図るとともに、保守上の利便性も考慮する。

(8) 変電所の形態

変電所の形態は、屋外キュービクル方式とし、加工部の露出をなくし、保守員の感電防止を図るとともに、スペースのコンパクト化、メンテナンスフリー化を図る。

(9) 変電所の用地

変電所の用地は、将来の複線化を考慮してスペースを確保する。なお、盛土はこう水を考慮してレベルまで上げる。ただし、ジャカルタ・コタ変電所は既設(西線設備)に併設する。

(10) 変電所の基礎

ボーリング結果によれば、地耐力は非常に悪い。したがって、変電所の基礎は不等沈下を防ぐためくい基礎とする。

なお、くいは先端支持くいとし、機器、基礎の垂直荷重と地盤荷重(水平荷重0.10)に十分耐える構造とする。

6-9-2 変電所の位置

(1) 変電所の位置の決定に際して考慮すべき事項

変電所位置の決定は、電化計画上の最重要事項であり、下記を考慮する。

- 1) 将来予測される負荷増を検討する。変電所位置は容易に変更できないため、将来の負荷想定を考慮して決定する。
- 2) 近くにPLNの変電所があり、電源容量が十分大きいこと。これによって高い信頼度を得るとともに、電力系統に与える好ましくない影響も軽減される。

(2) 変電所の間隔

電車のパンタ点電圧が電車運転に必要な最低電圧を確保する必要がある。

最大電圧降下は変電所から最も遠い位置にある電車が最大負荷をとっているときに発生し、400Vを限度とする。

上述の条件より、変電所の最大間隔を計算すると、並列き電で9.6km、単独き電で3.1kmである。(計算書参照)

(3) 変電所の位置の決定

変電所の具体的位置は、前項で計算した変電所間隔、PLNの電力系統と送電線ルート、地形、用地、機器敷入通路等を総合して決定するものである。今回の調査では、2km960m(チェンカレン変電所)、1.1km100m(カブック変電所)付近に新設する。

また、西線で計画されたジャカルタ・コタ変電所は、設備を増設する。

6-9-3 整流器容量

(1) 整流器の定格

電鉄負荷は、列車の運転状態、力行電流の重なり等のため負荷変動が著しい。そのため、整流器定格は負荷変動に耐える重負荷公称定格の設備とし、S種定格(100%連続、150%2時間、200%5分間、300%1分間)を使用する。

(2) 各変電所の整流器容量

変電所容量は、現在走行しているJABOTABEK地区の電車の電力消費率(35kWh/1,000t・km)及び空港線の運転条件等を考慮して決める。

なお、空港線では、空調設備車両が走行するので、それを加算する。(計算書参照)

マスタープランにも述べてあるように、整流器の単器容量は互換性を考慮して3000kVAに統一する。

チェンカレン変電所は末端変電所のため、予備機器を含め3,000kVA2台を新設する。

カブック変電所は、仮りにこの変電所が脱落してもチュンカレン及びジャカルタ・コタ変電所よりき電できるため3,000Ⅱ1台とする。ジャカルタ・コタ変電所は既設備(1,500Ⅱ×2)があるため3,000Ⅱ1台を増設する。

ただし、計算書に示すように、ジャカルタ・コタ変電所の負荷には西線、東線、タンジュン・プリオク線、中央線の負荷を考慮しているが、運転条件が大幅に変更になれば再検討が必要である。

(3) 整流器の冷却方式

整流器は、最も一般的な3相ブリッジ結線、シリコン整流器とし、冷却方式は、油入自冷方式とする。この方式は、シリコン整流素子の信頼度が向上した現在採用されている方式で、変圧器同様、密閉構造とすることができ保守が容易である。

(4) タイム・スケジュール運転

変成器設備は、西線と同様、タイム・スケジュール運転を行ない、保守員の負担の軽減をはかる。

6-9-4 受電方式

(1) PLN変電所の条件

鉄道は、広い地域の交通を司っており、途中の運転の停止は、全線の輸送を渋滞させる。したがって、PJKA変電所は、より一層安定した良質の電源を確保する必要がある。更に、電鉄負荷の変動は非常に大きく、電力系統に悪影響を及ぼす。したがって、PLN変電所に対して20KV、50Hz、200MVA程度の電源容量を必要とする。

(2) 受電形態

1) 専用線受電

PJKA変電所の受電は、PLN変電所より直接専用線で受電する。一般負荷と共用する送電系統から受電すると、一般負荷に悪影響を与えるほか、PJKA変電所の電力供給の信頼度も低下し好ましくない。

2) 単位変電所方式

単位変電所方式は、図6-9-3に示すように、西線で採用している方式である。

この方式は、受電から変成器設備まで仕様がまったく同じでよいことなどの利点がある。しかし、3台以上の変成器設備を設置するとき、あるいは2台の変成器設備の運用の容易さを考えるときには好ましくない。

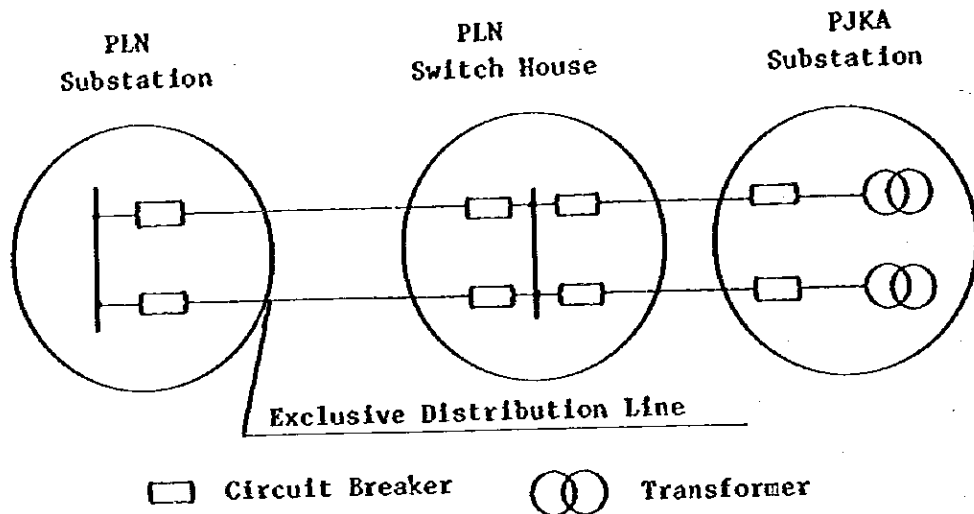


図6-9-3

3) 母線方式

母線方式は、図6-9-4のように、変成器設備の一次側に母線を設ける方式で、受電2回線と、変成器設備とを独立して常用、予備として運用できる。この方式の特徴は、変成器設備の増設が楽なこと、変成器設備の運用がPJKA側だけで対応できることなどの利点がある。しかし、設備費の増加、母線が常時加圧されているため、保守上注意を要するなどの欠点がある。

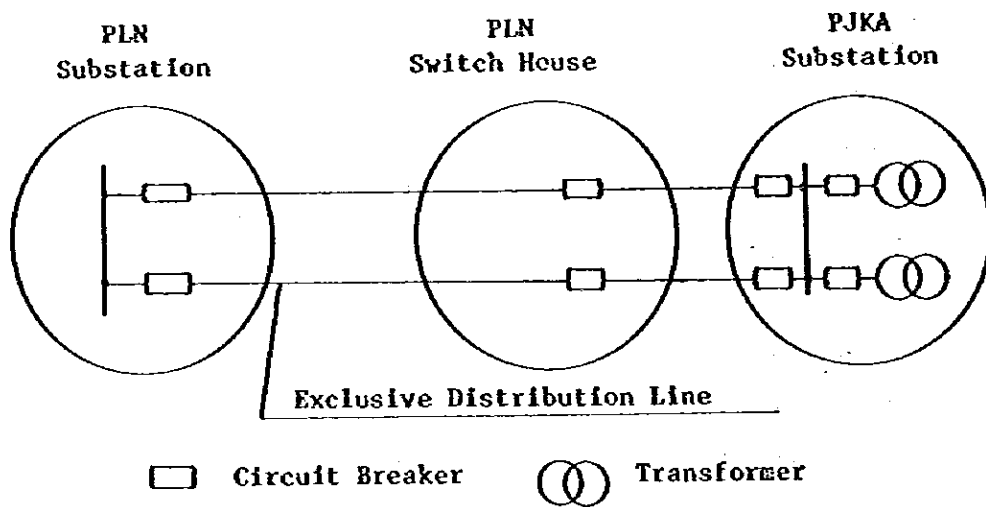


図6-9-4

4) 変電所の受電方式

個々の変電所の受電方式については、前述した事項及びPLNとの打合せで、PLNスイッチ・ハウスからの受電回線を2回線までとするよう要望されている。以上を考慮して、チェーンカレン変電所は、変成器設備2台、配電用変圧器1台で

あるから母線方式を採用する。

カプック変電所は、変成器設備が1セットであり、将来の負荷増にも1セットで対応できるため単位変電所方式を採用する。

ジャカルタ・コタ変電所は、変成器設備が3台（既設2台、増設1台）、配電用変圧器1台となるため、母線方式に改良する。

(3) 各変電所の短絡容量、電圧変動率の検討

空港線のためのPLN倒変電所は、PLNと打合せしたところ、表6-9-4のとおりである。なお、空港線付近のPLN送電系統を図6-9-5に示す。

表6-9-4

Name of PJKA Substation	Name of PLN Substation	Distance between PLN and PJKA substation
Cengkareng	Cengkareng	10 km
Kepuk	Duri Kosambi	8 km
Jakarta Kota	Ancol	3 km

次に短絡容量、電圧変動率、20KVしゃ断器の定格、20KVケーブルの調査結果を表6-9-5に示す。（計算書参照）

表6-9-5

Name of Substation		Cengkareng Substation	Kapuk Substation	Jakarta Kota Substation
3-phase short circuit capacity	Max	198 MVA	223 MVA	380 MVA
	Min.	194 MVA	219 MVA	376 MVA
Voltage regulation		3.7%	2.8%	2.2%
Rated short circuit breaking current of 20 kV circuit breaker		25 KA	25 KA	25 KA
Required size of 22 kV cable		CV 1-core 150 mm ²	CV 1-core 150 mm ²	CV 1-core 150 mm ²

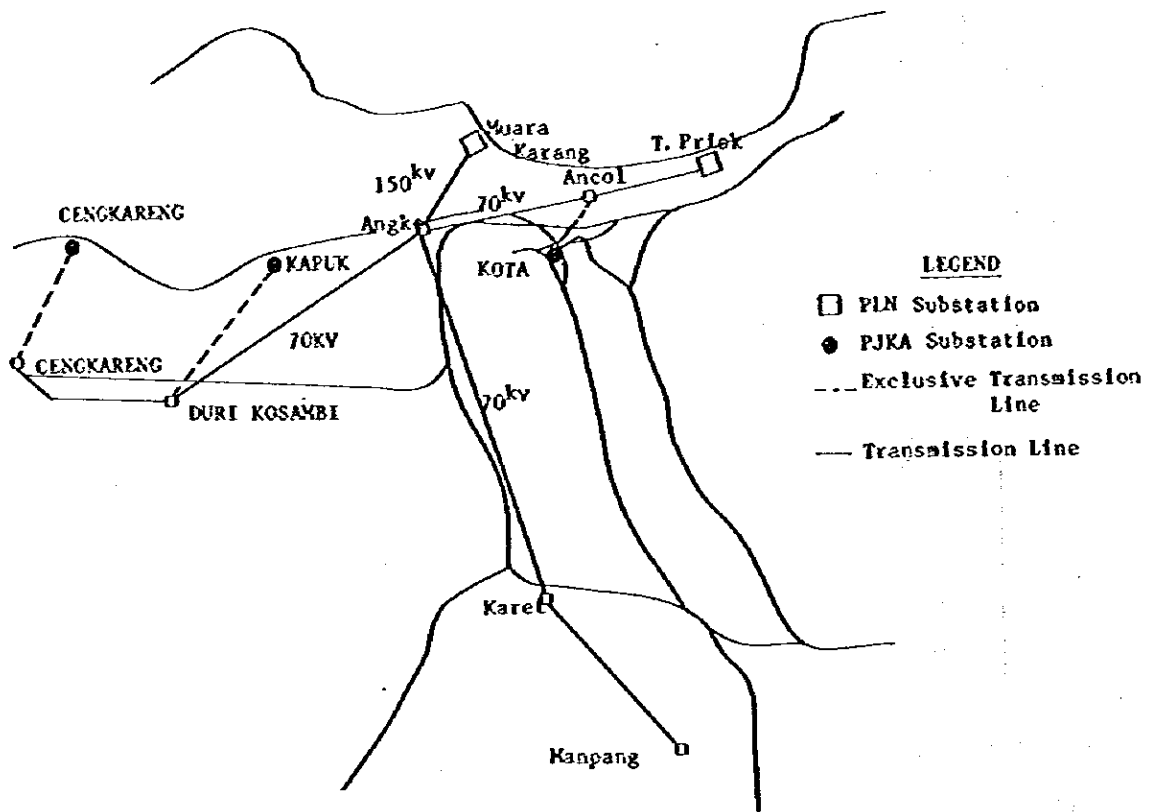


図6-9-5 PLN 送電系統図

いずれの変電所も3相短絡容量が200MVA程度あり、問題はない。また、電圧変動率は、直流電化の場合問題になることはなく、上限値も定まっていないが、計算してみると最大で3.7%である。

20KVしゃ断器は3相短絡容量が最大であるジャカルタ・コタ変電所について求め、他の2変電所も互換性を考慮して同一定格とし、しゃ断器の種類はしゃ断性能、経済性により真空しゃ断器とする。

20KVケーブルについても、しゃ断器同様、ジャカルタ変電所について求め、他の2変電所は同一サイズとする。

(4) PLNとの協調

受電系の保護は、PLNと打合せの結果、別冊単線結線図に示す。なお、保護継電器の整定にあたっては、電鉄負荷は変動負荷であり、変電所容量の250%程度の負荷までは、PLNのしゃ断器がしゃ断しないよう打合せの必要がある。

また、受電の時期については、空港線の練習運転のために、工事終了の6カ月前に受電できるように、PLNと綿密な連絡を取りながら工事を施工する必要がある。

なお、ジャカルタ・コタ変電所は、西線電化において、空港線その他の負荷増に対応した設備にしておけば、PLN側は手もどりがなく施工できる。

6-9-5 直流き電回路

(1) 並列き電

直流き電回路は並列き電方式が標準であり、変電所前にセクションを設けてき電区分する。

チェンカレン変電所の空港側は、末端のため単独き電とするが、複線化時点において上下線一括にするか否か検討する必要がある。

(2) 予備用高速度しゃ断器の設置

各変電所に予備用高速度しゃ断器を設置する。すなわち、高速度しゃ断器（以下、HSCBという）の点検、故障時に、現地においてマニュアル操作で予備用HSCBに切替えて使用すれば、電車運転への支障は大巾に軽減される。

(3) ジャカルタ・コタ変電所のセクション

ジャカルタ・コタ変電所のジャカルタ方面は信号機位置の関係で、図6-9-6に示すように、中央線からのき電となる。

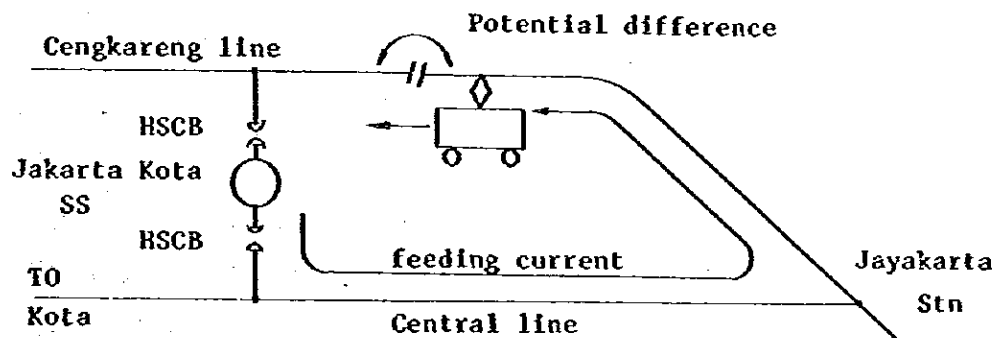


図6-9-6

この場合、空港線と中央線のセクションを電車が透過するとき電位差が発生し、好ましい状態ではない。

この対策として、図6-9-7に示すように、中央線側き電用HSCBの2次側とセクション（中央線側）を接続すれば解決する。

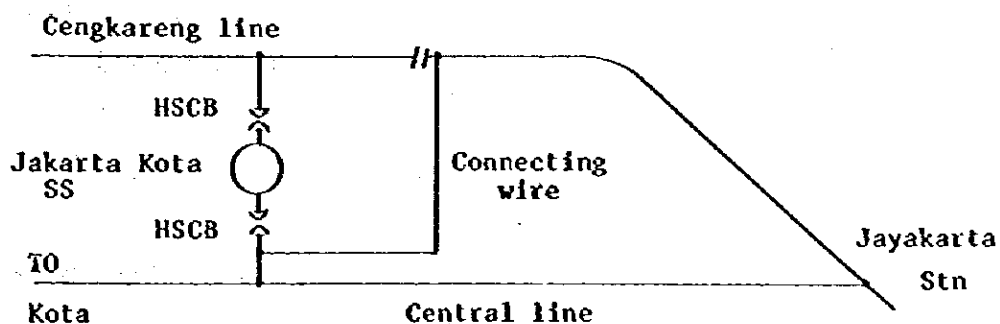


図6-9-7

(3) き電回路の保護

1) き電回路の保護

き電回路の保護は、HSCBKによる自己しゃ断、50F及びLBDによる保護方式を採用し、信頼度を向上させる。

ただし、LBDは単独き電には原理的に適用できない。また、LBDの電源は高耐圧(AC 5,000V)の絶縁が必要で、これを怠れば、変電所の事故が通信回線に波及するおそれがある。

ドクリ〜ジャカルタ・コタ変電所間及びガンピール〜ジャカルタ・コタ変電所間についてもLBDを設置し、事故発生時の保護をより確実にする。計算書は、き電回路保護に関して、チェンカレン〜カブック変電所間(LBDによる保護)、チェンカレン変電所〜空港駅間(50Fのみによる保護)を例に、き電回路の事故に対して保護できるかどうか計算したものである。図6-9-8にLBDの系統図を示す。

2) 直流母線の保護

変電所内の絶縁破壊事故に対して、64Pを負直流母線と大地間に設置する。

この64Pは直流変電所には必要な結電器であり、これがなかったため早期発見が遅れ、変電所火災にまで発展した例がある。

6-9-6 電力ろ波器

3相交流20KVを直流1,500Vに変成する段階で高調波が発生する。高調波は通信ケーブルに誘導障害を与え、好ましくない。この高調波を抑制するため、直流側に電力ろ波器(直列リアクトル及びフィルター)を各ユニットに設ける。なお、直列リアクトルは発熱量が多いのでキュービクル外に設置する。

6-9-7 配電用変圧器

沿線の信号機、踏切、駅舎照明等の負荷のため、チェンカレン及びジャカルタ・コタ変電所に配電用変圧器を設置する。(配電設備参照)

6-9-8 遠制御装置及び制御所

JABOTABEK地区の電力指令センターはマンガライに計画されており、空港線のチェンカレン、カブック変電所も、マンガライ・センターより遠制御するものとする。

遠制御方式は、保守、運営の面から西線と同一方式とし、1:1×Nとする。

制御項目及び表示項目についても、西線と統一を図り、表6-9-6、6-9-7のとおりとする。なお、ジャカルタ・コタ変電所は、表6-9-8のとおり、遠制御盤の改良が必要である。

また、通信ケーブルの対数は図6-9-9のとおりであるが、コタ駅からマンガライ・

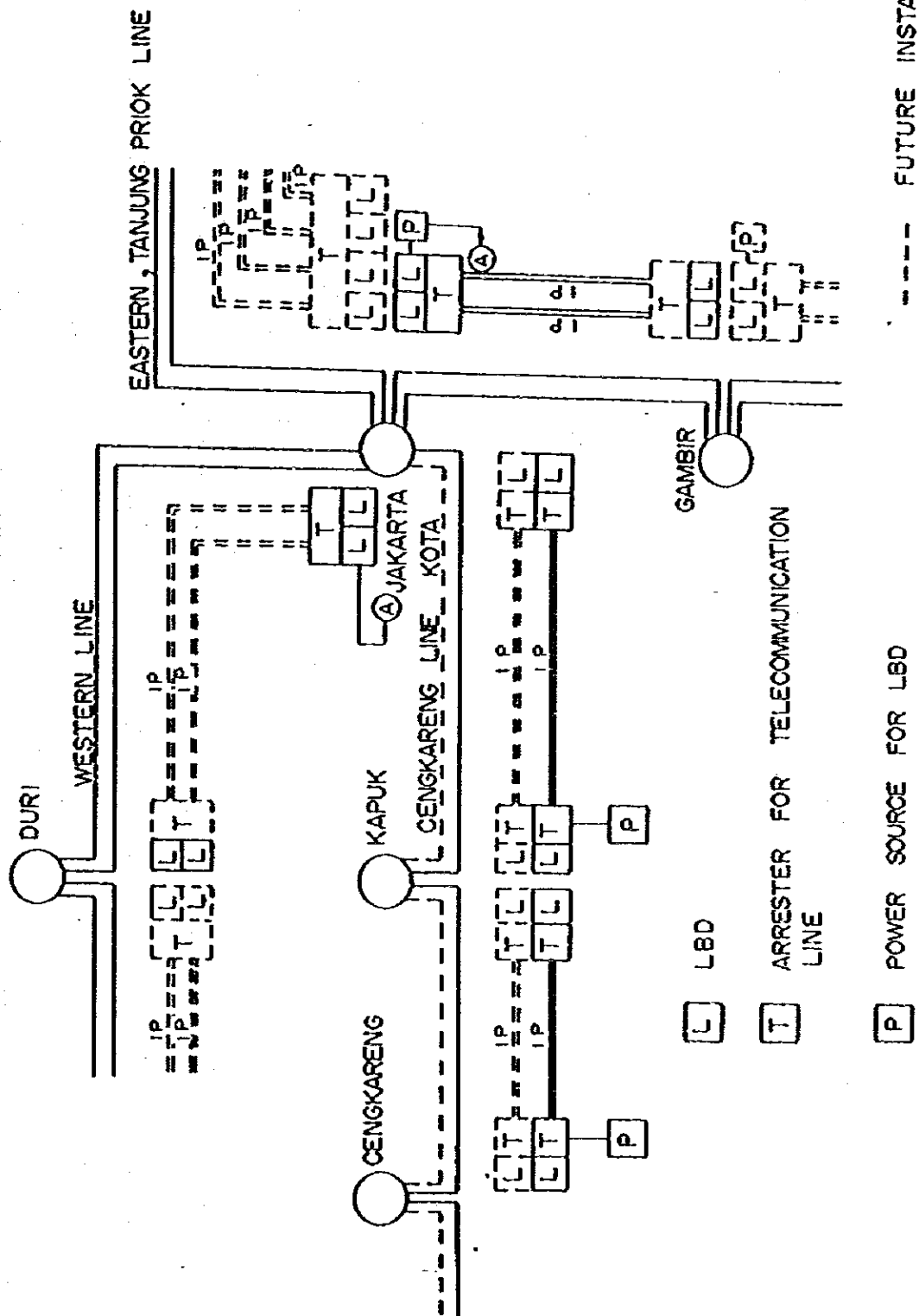


图 6-9-8 連絡し断装置系統図

表6-9-6 チェンカレン変電所の制御表示項目表

CH	Item	Control	Indication	Flicker	Bell	Buzzer
1	Receiver CB (52R ₁)	ON, OFF	ON, OFF	○		
2	Receiving CB (52R ₂)	ON, OFF	ON, OFF	○		
3	Rectifier CB (52-1)	ON, OFF	ON, OFF	○		
44	Rectifier HSCB (54-1)	ON, OFF	ON, OFF	○		
5	Rectifier CB (52-2)	ON, OFF	ON, OFF	○		
6	Rectifier HSCB (54-2)	ON, OFF	ON, OFF	○		
7	Feeder HSCB (54F 1)	ON, OFF	ON, OFF	○		
8	Feeder HSCB (54F 2)	ON, OFF	ON, OFF	○		
9	Distribution CB (52D)	ON, OFF	ON, OFF	○		
10	Distribution CB (52L)	ON, OFF	ON, OFF	○		
11	Remote Control Test					
12	Heavy Fault		ON	○	○	
13	Light Fault		ON	○		○
14	Remote Control (43R)		ON	○		○
15	Door Open		ON	○	○	
16	Linked Breaking Receive		ON	○	○	
17	Ground Fault (64P)		ON	○	○	
18	Power Source Trouble		ON	○	○	
19	Emergency Stop	ON	ON	○	○	
20	Spare					
21	Spare					
22	Spare					

表6-9-7 カブック変電所の制御表示項目表

CH	Item	Control	Indication	Flicker	Bell	Buzzer
1	Receiving CB (52)	ON, OFF	ON, OFF	○		
2	Rectifier HSCB (54)	ON, OFF	ON, OFF	○		
3	Feeder HSCB (54F-1)	ON, OFF	ON, OFF	○		
4	Feeder HSCB (54F-2)	ON, OFF	ON, OFF	○		
5	Air Switch (AS)	ON, OFF	ON, OFF	○		
6	Remote Control Test					
7	Heavy Fault		ON	○	○	
8	Light Fault		ON	○		○
9	Remote Control (43R)		ON	○		○
10	Door Open		ON	○	○	
11	Linked Breaking Receive		ON	○	○	
12	Ground Fault (64P)		ON	○	○	
13	Power Source Trouble		ON	○	○	
14	Emergency Stop	ON	ON	○	○	
15	Spare					
16	Spare					

表6-9-8 ジャカルタ・コタ変電所制御表示項目表

CH	Item	Control	Indication	Flicker	Bell	Buzzer
1	Receiving CB (52R ₁)	ON, OFF	ON, OFF	○		
2	Receiving CB (52R ₂)	ON, OFF	ON, OFF	○		
3	Rectifier CB (52-1)	ON, OFF	ON, OFF	○		
4	Rectifier HSCB (54-1)	ON, OFF	ON, OFF	○		
5	Rectifier CB (52-2)	ON, OFF	ON, OFF	○		
6	Rectifier HSCB (54-2)	ON, OFF	ON, OFF	○		
7	Rectifier CB (52-3)	ON, OFF	ON, OFF	○		
8	Rectifier HSCB (54-3)	ON, OFF	ON, OFF	○		
9	Feeder HSCB (54F 1)	ON, OFF	ON, OFF	○		
10	Feeder HSCB (54F 2)	ON, OFF	ON, OFF	○		
11	Feeder HSCB (54F 3)	ON, OFF	ON, OFF	○		
12	Feeder HSCB (54F 4)	ON, OFF	ON, OFF	○		
13	Feeder HSCB (54F 5)	ON, OFF	ON, OFF	○		
14	Feeder HSCB (54F 6)	ON, OFF	ON, OFF	○		
15	Feeder HSCB (54F 7)	ON, OFF	ON, OFF	○		
16	Feeder HSCB (54F 8)	ON, OFF	ON, OFF	○		
17	Feeder HSCB (54F 9)	ON, OFF	ON, OFF	○		
18	Feeder HSCB (54F 10)	ON, OFF	ON, OFF	○		
19	Distribution CB (52D)	ON, OFF	ON, OFF	○		
20	Distribution CB (52L ₁)	ON, OFF	ON, OFF	○		
21	Remote Control Test					
22	Heavy Fault		ON	○	○	
23	Light Fault		ON	○		○
24	Remote Control (43R)		ON	○		○
25	Door Open		ON	○	○	
26	Linked Breaking Receive		ON	○	○	
27	Ground Fault (64P)		ON	○	○	
28	Power Source Trouble		ON	○	○	
29	Emergency Stop	ON	ON	○	○	
30	Spare					
31	Spare					
32	Spare					
33	Spare					
34	Spare					
35	Spare					
36	Spare					
37	Spare					
38	Spare					

センターまでは別プロジェクトであり、調整をはかる必要がある。

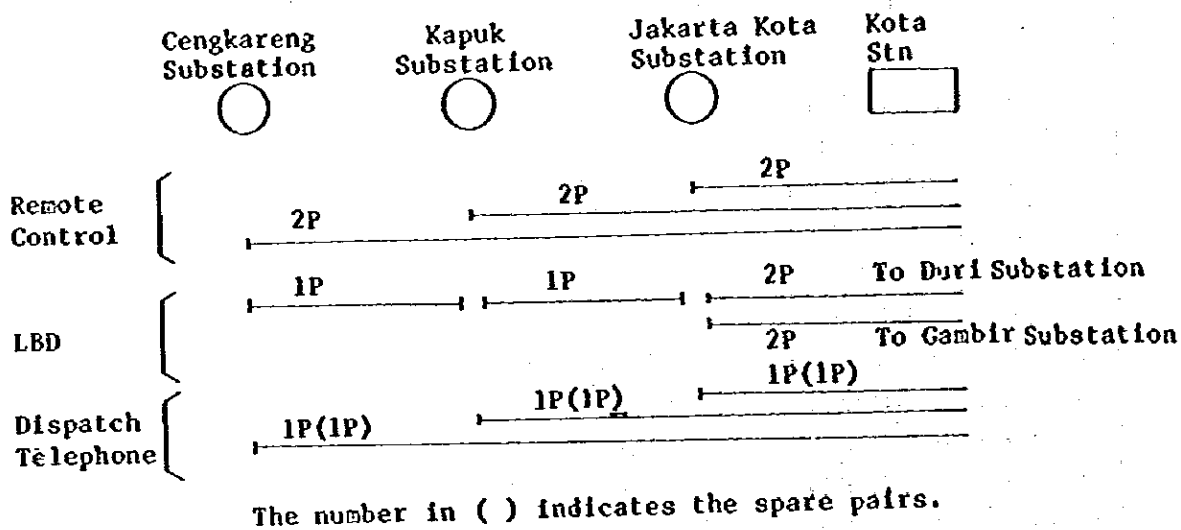


図6-9-9

なお、マンガライ・センターには、PLNとの連絡を密にする直通電話が必要である。空港線はマンガライから遠く、変電所事故の場合、すみやかに応急措置がとれないため、コタ駅付近に保守区を設けることを提案する。

6-9-9 直流電源装置

レリヤ器の操作電源等、統御用電源として、DC 100V蓄電池及び蓄電池充電装置を設備する。

6-10 電車線路設備

6-10-1 総 則

本基準は、チェンカレン空港鉄道新線の電車線路設備基準を定めるものである。

6-10-2 き電方式・電車線電圧

き電方式は直流方式とし、電車線電圧は次による。

標準電圧 1,500 ボルト

最低電圧 1,100 ボルト

6-10-3 絶縁協調・絶縁強度

電車線路には避雷器を設備し、変電所設備との絶縁協調をはかる。電車線路の集電絶縁強度（標準乾燥）は、50,000 ボルト以上とする。

6-10-4 き電系統の構成

き電系統の構成は、事故時、保守作業時等のため、停電範囲を限定し、短絡電流のしや断を容易にするため、各変電所間を分離する。

6-10-5 電車線路の離隔距離

(1) 電車線路の加圧部分と接点物との離隔距離は表6-10-1による。

表6-10-1

Classification	Clearance (mm)
General	250 or more
Minimum in an unavoidable case	70 or more
Minimum in an momentary access	30 or more

(2) 異系統き電線相互の離隔距離は600mm以上とする。

(3) 電車線、曲線引、扱れ止め等を、乗降場の上部に設置する場合は無加圧とする。

6-10-6 電車線路の設計条件

(1) 気 温

設計上想定する標準温度及び最高・最低温度は表6-10-2による。

表6-10-2

Standard	Maximum	Minimum
30°C	40°C	20°C

(2) 風 速

設計上想定する風速の最大値は 20 m/sec とする。

6-10-7 電車線路の安全率

(1) 電車線路は、想定される風圧荷重、電線張力等に対し、次に定める安全率を確保する。

表 6-10-3

Sort	Item	Condition	Safety factor
Wires	Hard-drawn copper	To tensil load	2.2 or more
	Other wires	ditto	2.5 or more
Structures	Steel	To yield strength	1.5 or more
	Concrete poles	To breaking load	2.0 or more
	Guys	To tensil load	2.5 or more
Insulators	Stem insulators	To bending breaking load	2.5 or more
		To tensil breaking load	2.5 or more
	Suspension insulators	To breaking load in energized condition	3.0 or more
etc etc.		To breaking load	2.0 or more

(2) 電車線路は、瞬間最大風速 20 m/sec において列車運転が可能な設備とする。

6-10-8 電車線路の絶縁耐力・絶縁抵抗

(1) 電車線路は最大使用電圧の 1.5 倍の交流電圧を、電線と大地間に連続して 10 分間の加圧に耐える設備とする。

(2) 電車線路と大地との間の絶縁抵抗は、使用電圧に対する漏えい電流が、電車線路の延長 1 km につき 10 mA 以下とする。

6-11 配電線路設備

6-11-1 概要

一般的に、鉄道線路の電化、信号設備の電気信号化に伴ない、付帯設備用電力供給のための高圧配電線路が、より信頼度の高い電力供給を目的として設備される。空港線においても、高圧配電線路を設備するものとする。

6-11-2 配電方式

(1) 分類

鉄道の付帯設備用電力のための電力供給方式は、表6-11-1に示す方式が考えられる。高圧配電線路が設備されない場合には、各電力使用場所において、電力会社から直接、低圧若しくは高圧で受電することになる。

表6-11-1 配電方式の種別

Track	Electric System			No. of Lines	Loads	Management
	Phase	Wire	Voltage			
Single	Without distribution lines					
	1	2	20 kV or 6 kV	1	Signaling & Lighting	
3	3	1		Signaling, Lighting & Motor Loads		
Double	Without distribution lines					
	1	2	20 kV or 6 kV	2	Signaling & Lighting	Mutual changeover
	1	2		1	Signaling Lighting & Motor Loads	Mutual changeover without motor loads
3	3	2		Signaling Lighting & Motor Loads	Mutual changeover	

方式選定の原則は、重要な路線ほど、より信頼度の高い方式をとということで、路線の重要度は、単線か複線か、電化区間か非電化区間か、列車回数は多いか少ないか、列車編成数はどうか、機械式信号か電気式信号かなどにより判断される。

(2) 電気方式

1) 相数

鉄道においては、多くの種類の電気設備が使われているが、3相モーター負荷以

外は、大部分単相負荷である。信号設備も単相電力でまかなえる。高圧配電線路を設備する主目的は、信号設備に対する電力供給であるから、経済性の点からは、高圧配電線の相数は単相で十分である。若し、駅やその他の場所で3相モーター負荷が使われていなければ問題は無いが、若し、使われているならば、3相電源が必要になる。かつ、その3相負荷が電力会社からの低圧供給量を上まわる場合は、高圧受電が必要になる。なお、空港線のように沿線に、電力会社の低圧配電線路が全線にわたって設備されていない場合は、3相電力の供給は不可能になる。特に、空港駅の場合は、大容量の3相電源を電力会社に求めるのは無理である。近い将来、ジャカルタにおいても大部分の建物に空調機が設備されると思われるが、空港線の諸建物にも空調機が設備され、相当の容量の3相負荷となっている。それらの3相負荷のことを考え、空港線の高圧配電線路の相数は3相とする。

2) 電 圧

高圧配電線路の電圧としては二通り考えられる。6KVと20KVであり、20KVは電力会社の配電線路の標準電圧である。しかし、鉄道における電気設備の容量は小さく、6KV給電で十分である。したがって、経済性の点よりPJKAの高圧配電線路の電圧は6KVとする。

3) 接地方式

配電線路の接地方式としては、接地式と非接地式が考えられる。接地式は保護継電方式が容易である。しかし、次の理由により非接地式を採用する。第1に通信、信号回線に対する誘導障害が少ないこと。第2に軽接地の場合は、そのまま電力供給が可能で、停電にはならないことである。

この方式の不利な点は、ケーブル線路にした場合に、地絡検出がむずかしくなることであるが、鉄道における配電線路の布設方法は、通常電車線柱添架の架空配電線方式であり、地絡検出は問題ない。

(3) 回線数

高圧配電線路の回線数は、電車線柱添架が安上がりなので、一般的に、単線の場合は1回線、複線の場合は2回線になる。単線の場合に、1本の電車線柱に2回線を乗せても信頼度の点からメリットがない。ケーブルによる布設も設備費が高過ぎる。単線の重要度という点からも1回線で良いと思われる。複線化の段階で、もか1回線を加えて、2回線2電源方式とする。

結論として、空港線の高圧配電線路の電気方式は、3相3線式6000V、50Hz、非接地式とする。

6-11-3 配電系統

空港線の配電系統図は、図6-11-1に示すとおりである。カブック変電所には、系統分離と延長配電時の切替のため常時開放の負荷開閉器が設けられ、マンガ

6-11 配電線路設備

6-11-1 概要

一般的に、鉄道線路の電化、信号設備の電気信号化に伴ない、付帯設備用電力供給のための高圧配電線路が、より信頼度の高い電力供給を目的として設備される。空港線においても、高圧配電線路を設備するものとする。

6-11-2 配電方式

(1) 分類

鉄道の付帯設備用電力のための電力供給方式は、表6-11-1に示す方式が考えられる。高圧配電線路が設備されない場合には、各電力使用場所において、電力会社から直接、低圧若しくは高圧で受電することになる。

表6-11-1 配電方式の種別

Track	Electric System			No. of Lines	Loads	Management
	Phase	Wire	Voltage			
Single	Without distribution lines					
	1	2	20 kV or 6 kV	1	Signaling & Lighting	
	3	3		1	Signaling, Lighting & Motor Loads	
Double	Without distribution lines					
	1	2	20 kV or 6 kV	2	Signaling & Lighting	Mutual changeover
	1	2		1	Signaling Lighting & Motor Loads	Mutual changeover without motor loads
	3	3		2	Signaling Lighting & Motor Loads	Mutual changeover

方式選定の原則は、重要な路線ほど、より信頼度の高い方式をとということで、路線の重要度は、単線か複線か、電化区間か非電化区間か、列車回数が多いか少ないか、列車構成数かどうか、検検式信号か電気式信号かなどにより判断される。

(2) 電気方式

1) 相数

鉄道においては、多くの種類の電気設備が使われているが、3相モーター負荷以

外は、大部分単相負荷である。信号設備も単相電力でまかなえる。高圧配電線路を設備する主目的は、信号設備に対する電力供給であるから、経済性の点からは、高圧配電線の相数は単相で十分である。若し、駅やその他の場所で3相モーター負荷が使われていなければ問題は無いが、若し、使われているならば、3相電源が必要になる。かつ、その3相負荷が電力会社からの低圧供給量を上まわる場合は、高圧受電が必要になる。なお、空港線のように沿線に、電力会社の低圧配電線路が全線にわたって設備されていない場合は、3相電力の供給は不可能になる。特に、空港駅の場合は、大容量の3相電源を電力会社に求めるのは無理である。近い将来、ジャカルタにおいても大部分の建物に空調機が設備されると思われるが、空港線の諸建物にも空調機が設備され、相当の容量の3相負荷となっている。それらの3相負荷のことを考え、空港線の高圧配電線路の相数は3相とする。

2) 電 圧

高圧配電線路の電圧としては二通り考えられる。6KVと20KVであり、20KVは電力会社の配電線路の標準電圧である。しかし、鉄道における電気設備の容量は小さく、6KV給電で十分である。したがって、経済性の点よりPJKAの高圧配電線路の電圧は6KVとする。

3) 接地方式

配電線路の接地方式としては、接地式と非接地式が考えられる。接地式は保護継電方式が容易である。しかし、次の理由により非接地式を採用する。第1に通信、信号回線に対する誘導障害が少ないこと。第2に軽接地の場合は、そのまま電力供給が可能で、停電にはならないことである。

この方式の不利な点は、ケーブル線路にした場合に、地絡検出がむずかしくなることであるが、鉄道における配電線路の布設方法は、通常電車線柱添架の架空配電線方式であり、地絡検出は問題ない。

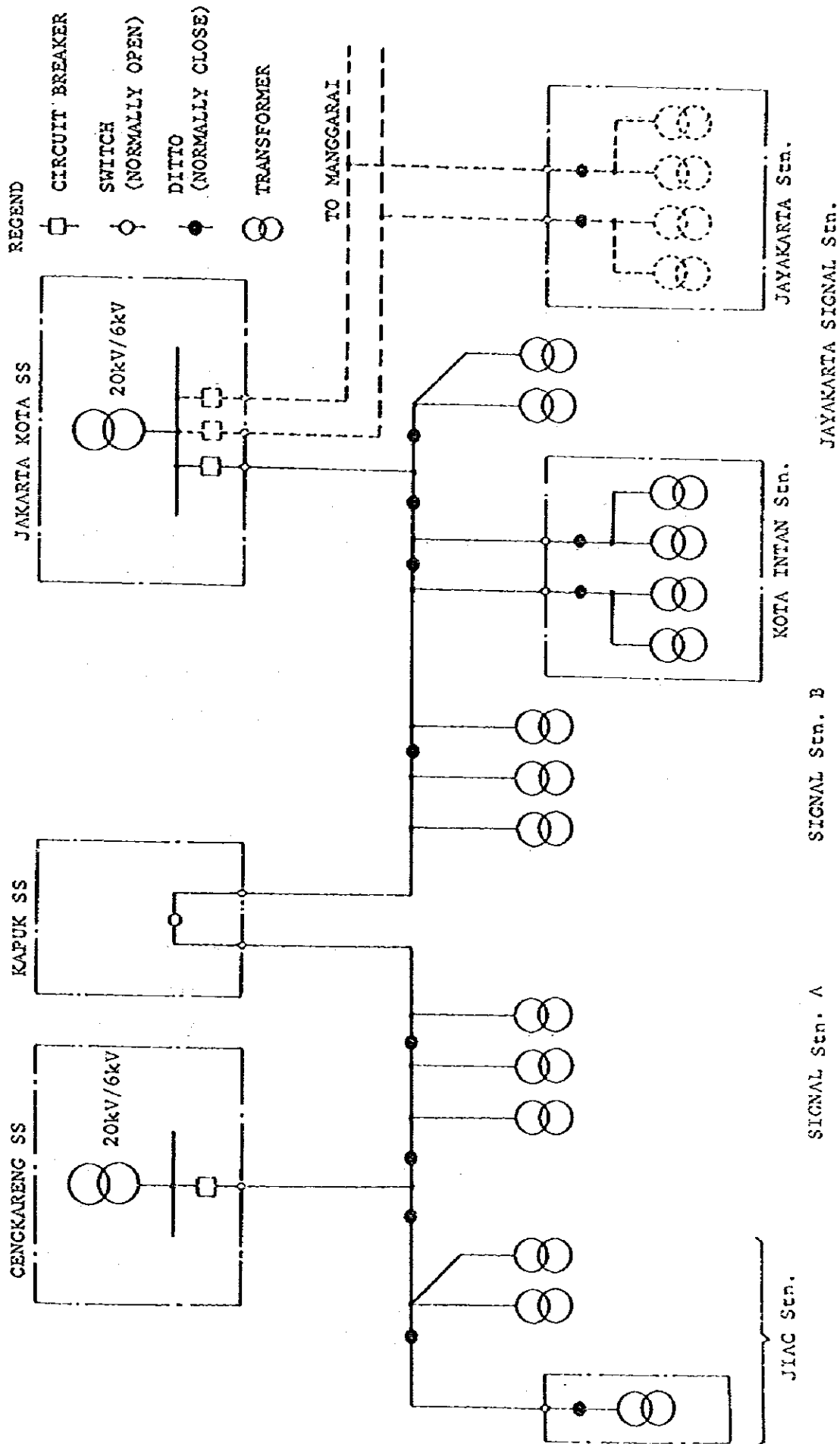
(3) 回線数

高圧配電線路の回線数は、電車線柱添架が安上がりなので、一般的に、単線の場合は1回線、複線の場合は2回線になる。単線の場合に、1本の電車線柱に2回線を乗せても信頼度の点からメリットがない。ケーブルによる布設も設備費が高過ぎる。単線の重要度という点からも1回線で良いと思われる。複線化の段階で、もつ1回線を加えて、2回線2電源方式とする。

結論として、空港線の高圧配電線路の電気方式は、3相3線式6000V、50Hz、非接地式とする。

6-11-3 配電系統

空港線の配電系統図は、図6-11-1に示すとおりである。カブック変電所には、系統分離と延長配電時の切替のために常時開放の負荷開閉器が設けられ、マンガ



ライ・センターから遠制される。その他駅あるいは信号場の分岐点には、故障区間の切除のために気中開閉器が設備される。

これらの開閉器の運用により、チェンカレン変電所とジャカルタ・コタ変電所間の負荷は両方向からの電力供給を受けられることになるが、チェンカレン変電所の空港駅側、ジャカルタ・コタ変電所のジャヤカルタ側は片方向からの給電しか受けられない。ジャヤカルタ駅については、中央線の配電線からの受電になる。その段階で、ジャカルタ・コタ変電所のジャヤカルタ側の配電線はてっ去される。

6-11-4 許容電圧降下

高圧配電線路の許容電圧降下は6%以内とする。

6-11-5 駅部配電設備

空港駅及びコタ・インタン駅の配電設備の単線結線図は、図6-11-2に示すとおりである。コタ・インタン駅は2方向からの電力供給が受けられるので、常用、予備の2回線受電とし、空港駅は一方向からの受電しか期待できないので、1回線受電とする。

6-11-6 屋外変圧器台

沿線の諸設備への電力供給のため、柱上交圧台を設備する。A、B信号場は、両方向からの受電が受けられるので、信号用変圧器については、常用、予備の2回線受電とする。

6-11-7 電力設備の設備容量

各建物の電力設備の設備容量は、表6-11-2に示すとおりである。設置する変圧器台数も示した。

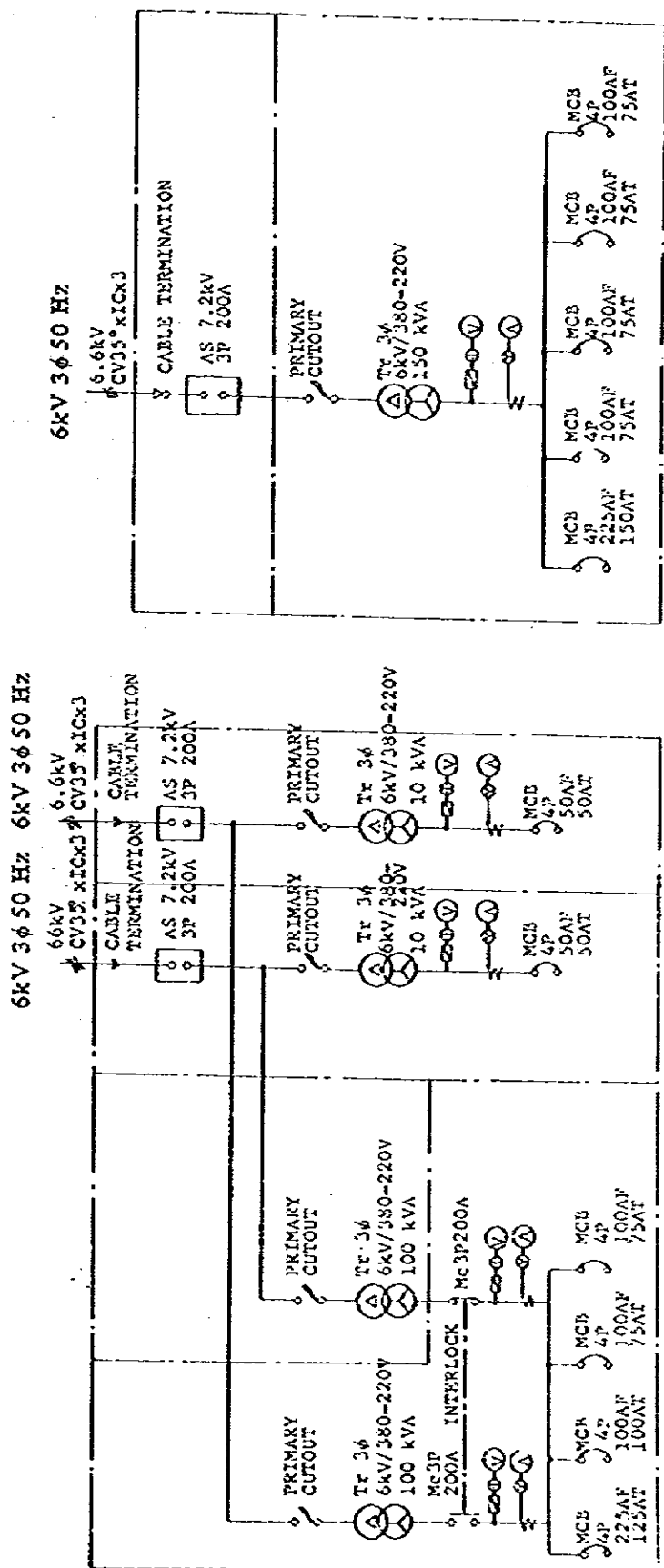
6-11-8 変電所の配電用変圧器容量

変電所に設置する配電用変圧器の容量は、沿線の電気設備の設備容量に需要率(約70%)を適用して求められる。結論的には、チェンカレン変電所では300 KVA、ジャカルタ・コタ変電所では、将来他の路線も含まれることになるので、500 KVAを設備することとする。

6-11-9 架空配電線路

配電線路は電車線柱添架とし、高信頼度を目的として、懸垂がいし、6.6 kV、OE絶縁電線を用いて設備する。

電線サイズは、許容電圧降下以内に収まる値とし、38 mm²とする。必要な場所には避雷器を設備する。



JIAC

KOTA INTAN

圖 6-11-2 廠部單線配線圖

6-11-10 架空地線

配電線路と電車線路を雷から守るために、亜鉛メッキ鋼より線55mm²を用い、架空地線を設備する。支持は電車線柱上部に設けた柱による。

6-11-11 耐塩設備

屋外に設備する機器は、すべて耐塩型とする。

表6-11-2 電力設備の設備容量

Sort of load	Site			Transformer	
	Name	No.	Installation capacity in each site (KVA)	No.	Capacity (KVA)
Lighting Motor Telecom	JIAC Stn	1	$26.5 + 67 + 34 + 34 = 161.5$	1	150
	Kota Intan Stn	1	$37 + 58 + 42 = 137$	(1) 1	100
	Signal Cabin A	2	20	2	20
	Signal Cabin B	2	15	2	20
	Watchman's Shed	15	0.3	13	5
Signaling	Kota Intan Stn	1	10	(1) 1	10
	Signal Cabin	4	10	(2) 4	10
	Watchman's Shed	15	1	13	3
Total			438		484

Note: The number in () indicates standby ones.

6-12 信号

6-12-1 概要

信号保安設備は、列車の能率的な運行制御と安全な高速運転を確保するために設備する。

信号保安設備は、JABOTABEK地域の将来運転計画を考慮した方式により、次の装置を設備する。

- (1) 閉そく装置は、単線自動閉そく方式を設備する。
- (2) 信号装置は、色灯信号機の信号現示により列車運転速度を指示する速度信号方式を採用する。
- (3) 転てつ装置としては、経電連動区間の分岐器を転換鎖錠するために、電気転てつ機を設置する。
- (4) 経電連動装置は、各装置の連鎖及び信号機、電気転てつ機等を電氣的に操作するために設備する。
- (5) 軌道回路は、各駅及び各駅間に列車検知のために設ける。
- (6) 踏切保安装置は、踏切事故防止のため、自動制御及び手動制御のできる踏切警報機及び踏切しゃ断機を設備する。
- (7) 自動列車停止装置は、運転士の過失事故防止のために、自動列車停止装置の地上設備を設ける。
- (8) 信号ケーブルは、各種信号機器の動作制御及び表示情報伝達のために布設する。
- (9) 信号用電源設備は、安定した良質の電源を必要とするため、専用の配電線より受電する。必要な箇所には、予備電源装置を設備する。

図6-12-1に、信号設備系統図を示す。

6-12-2 運転取扱い方式

空港旅客及び従乗員等を輸送する空港線の列車運転取扱い方式を示す。

(1) 進路設定

各駅及び信号場の信号機所に経電連動機制御盤を設置する。単線区間であるため、駅間には一箇列車のみを運行させる。このため方向てこを各隣接駅ごとに一対ずつ設ける。列車を出発、到着させる場合は、先ず、両駅の操縦者間で運転専用電話により打合わせを行ない、到着駅の方でてこを到着側に操作し、その後、出発駅の方でてこを出発側に操作することにより方向設定を行なう方式である。

出発及び到着列車の進路設定は、制御盤上の各信号機位置に設けた発点押ボタンと、進入、進出位置に設けた着点押ボタンを圧下する。これにより進路上の転てつ機を進路が開通する方向に転換し、信号機に進行を指示する信号を現示させる。

(2) 列車運転制御

(1)項の進路設定により、出発信号機及び隣接駅の場内信号機に進行を指示する信号が現示されると、運転士は、その信号現示の意味する速度で走行すれば安全に目的地に到達できる。

(3) 入換運転

空港駅は、2本の着発線と1本の留置線とを持つため、各着発線と留置線相互に入換作業を行なう。空港駅制御盤に設けた入換押ボタンと発点押ボタンを同時圧下後、着点押ボタンを圧下することにより、入換信号機に進行を指示する信号を現示させる。

6-12-3 踏切保安装置の制御及び取扱い

空港線は、列車速度100km/hの高速運転区間であり、車及び歩行者の安全確保のため、全踏切(15箇所)に踏切警報機及び踏切しゃ断機を設備する。

制御方式は、踏切進入列車を踏切制子または駅構内の軌道回路により自動検知し、警報を開始する方式である。踏切しゃ断機は、列車接近中に自動しゃ断または手動押ボタン操作により動作する。モード切替てこにより、しゃ断機は、完全自動制御、半自動制御及び手動制御を行なうことができる。

6-12-4 信号保安設備

(1) 継電連動装置

信号装置及び転てつ装置は、各駅の進入出列車及び入換車両を安全で能率的に運転させるために設ける。これらの各装置を総合的に制御するために、継電連動装置を設備する。

継電連動装置は、制御盤、継電器架、配線盤、機器架、機器台及び配電盤等により構成する。

信号機所に設ける制御盤面は、モザイクタイプとし、進路設定は2押ボタン方式とする。

到着または出発列車の進路を設定すると、進路上には数個の白ランプが点灯し、進路が閉通したことを表示する。その進路上に列車が進入すると、盤面の表示灯は白から赤へ順次変わる。列車がその進路を通過し終わると表示灯は滅灯し、その進路は復旧して初期状態にもどる方式である。

ジャヤカルタ信号場と中央線ジャヤカルタ・コタ駅及びサワ・フサール駅との閉そく方式は、既設シーメンスハルスケ閉そく鎖錠装置との接続を行なう。

両駅とジャヤカルタ信号場との条件の授受は、ジャヤカルタ信号場に設ける変換器により、シーメンスハルスケ閉そく鎖錠装置の手動発電機からの出力を変換して、継電連動装置との接続を行なう。

また、磁電連動機からの出力は、シーモンスハルスク閉そく鎖錠装置を動作させる信号に変換する。

ジャヤカルタ信号場の列車運転進路は、ジャヤカルタ・コタ駅と空港駅の2方向に分岐する。このための列車の行先情報は、ガンビール駅とジャヤカルタ信号場間の運転専用電話で確認する方式とする。

信号機及び転てつ機等の番号の付け方を図6-12-2に示す。

(2) 信号装置

各種信号機の信号現示により、列車にその前方の走行条件を指示する。

1) 信号現示方式

信号現示方式は、列車運転速度の指示を地上に設置した色灯信号機の信号現示に制限速度を意味付ける速度信号方式である。

a) 速度段階

速度段階は、緑（進行－線区速度）、黄（注意進行－45 Km/h）及び赤（停止）を基本とし、これに黄－緑（減速進行－60 Km/h）と黄－黄（警戒進行－25 Km/h）を付加して5種類とする。

b) 黄－緑及び黄－黄現示

今回空港線では使用しないが、黄－緑は、前方信号機との制動距離不足、例えば、緑（100 Km/h）から黄（45 Km/h）までに減速するために必要な距離が取れないとき、または前方の信号機が見通し距離の不足するとき及び前方の信号機が黄－黄現示のときに使用する。

黄－黄は、前方の信号機が赤現示のときで、退走余裕距離の不足する場合及び分岐器通過制限速度が低速度であり、黄（45 Km/h）の信号現示が使用できないときに使用する。

2) 色灯信号機

色灯信号機は、緑、黄及び赤のそれぞれ別個の電球収容箱を組立てて、2現示または3現示機構を形作るものである。

色灯信号機は、次のように分類される。

a) 場内信号機

停車場の両端に設置し、停車場への進入の可否を指示する信号機で、到着線までを防護区域とする。

b) 出発信号機

停車場の出発線に設け、停車場から列車の進出の可否を指示する信号機で、發接停車場の場内信号機までを防護区域とする。

c) 遠方信号機

場内信号機の手前約500 mの位置に設置し、場内信号機の現示を予告するとともに、その内方へ進入する安全速度を列車に指示する。

d) 中継信号機

場内、出発及び閉そく信号機の見通し距離を補う信号機で、その主体の信号現示を表示する。

3) 入換信号機

入換信号機は、灯列式とする。進行現示は白色2灯現示とし、停止現示は1灯の赤現示とする。出発信号機に添装した入換信号機は、白色2灯の進行現示のみを表示する。

4) 非常信号機

非常信号機は、場内信号機及び出発信号機に設備し、主体信号機が停止現示または無灯の場合に、運転取扱者と連絡し了解を得た後、非常信号機の現示を確認して、その内方に列車を進入させる。

5) 標 識

標識類は必要に応じ、制限速度解除標識、入換限界標識及び車止標識を設備する。

(3) 転てつ装置

転てつ機は、列車進路設定のために、分岐器を所定の方向に転換させるために設備し、転換動力は電動機を使用する。

転てつ機は背向割出し可能な方式とし、万一開通していない方向からの列車進入に対して一定の圧力以上となれば、自動的に反対方向に分岐器を転換させ、分岐器及び転換機構を防護するとともに列車の脱線を防ぐ。この場合には、制動盤に取り付けた警報表示灯をフラッシュさせる。

(4) 軌道回路

駅構内には、列車検知のために高周波数軌道回路を設備する。軌道回路用機器は、検器室に集中可能な方式とする。

駅間には分周軌道回路を設ける。駅間距離が5Kmを越えるA信号場とB信号場間には、分周軌道回路と高周波数長大軌道回路を設ける。

各駅には、軌道回路に接続した接近継電器により、場内信号機手前約1.2Kmに列車が接近したことを検知できる設備を設ける。

軌道回路は、送受電機器、軌道継電器及び接近継電器等により構成する。

(5) 踏切保安装置

踏切保安装置は、車及び歩行者の安全と踏切事故防止のため、次の保安装置を設備する。

1) 踏切警報機

踏切警報機は、列車が踏切に接近したことを車の運転手及び歩行者に警報音と警報灯により知らせる。

2) 踏切しゃ断機

踏切しゃ断機は、列車が踏切に接近し、一定時分経過した後、鉄道線路に車及び歩行者が進入できないように設備する。

しゃ断桿には、固定点灯及び断続点灯の表示灯を取り付け、しゃ断桿降下中及び踏切しゃ断中に通行者に警告を与える設備とする。

3) 踏切しゃ断表示器

列車の運転士に対し、踏切保安装置が正常に動作し、踏切しゃ断機が降下したことを知らせる。

4) 制御機器

制御機器は、踏切道付近に設け、踏切警報機及び踏切しゃ断機を自動制御するために設備する。制御機器は、继电器を主体に整流器、保安器及び警報音発生器等により構成され、専用器具箱内に収容する。

5) 踏切制御子

踏切制御子は、踏切警報開始点及び終止点に設置し、各踏切の適正警報時分を確保する。踏切制御子は、閉電路式と開電路式とを使用し、それぞれ専用器具箱内に収容する。

(6) 自動列車停止装置 (ATS)

ATSは危険区域に列車が接近すると、警報表示し、接近区間に進入した列車がその信号機の表示する速度以上であれば自動的に制動し、列車を危険区域手前に停止させるために設置する。

ATSは、地上装置と車上装置とに分類される。このうち地上子及び地上子制御继电器により構成する地上装置を設備する。

図6-12-3及び図6-12-4にATS制御図とATSシステム構成図を示す。

ATS装置は記憶式の連続速度照査式とし、次にシステムの概要を示す。

1) 地上装置

多変周地上子を設置し、車上に制限速度を指示する。

2) 車上装置

車上子、速度検知器、軋断機構、制動機制御機構、警報器及び運転開閉器を設備し、地上より指示された速度を列車速度と比較し、地上よりの指示速度以上であれば、常用または非常制動を自動的に動作させ、列車を停止現示信号機の手前に停車させる。

(7) 信号線路

信号線路は、信号保安設備の各装置及び機器を電氣的に接続するために使用し、機器の集中化を考慮して、多しんのケーブルを使用する。

(8) 電源設備

信号電源は安定した良質の電源を必要とするため、鉄道施設専用の配電線より受電する。

空港駅及びジャカルタ信号場には、予備電源として発動発電機を設備し、専用配電線の停電時に信号設備に電力を供給する。

予備電源設備は、発動発電機、整流器、蓄電池、直流-交流変換器及び制御盤より構成する。

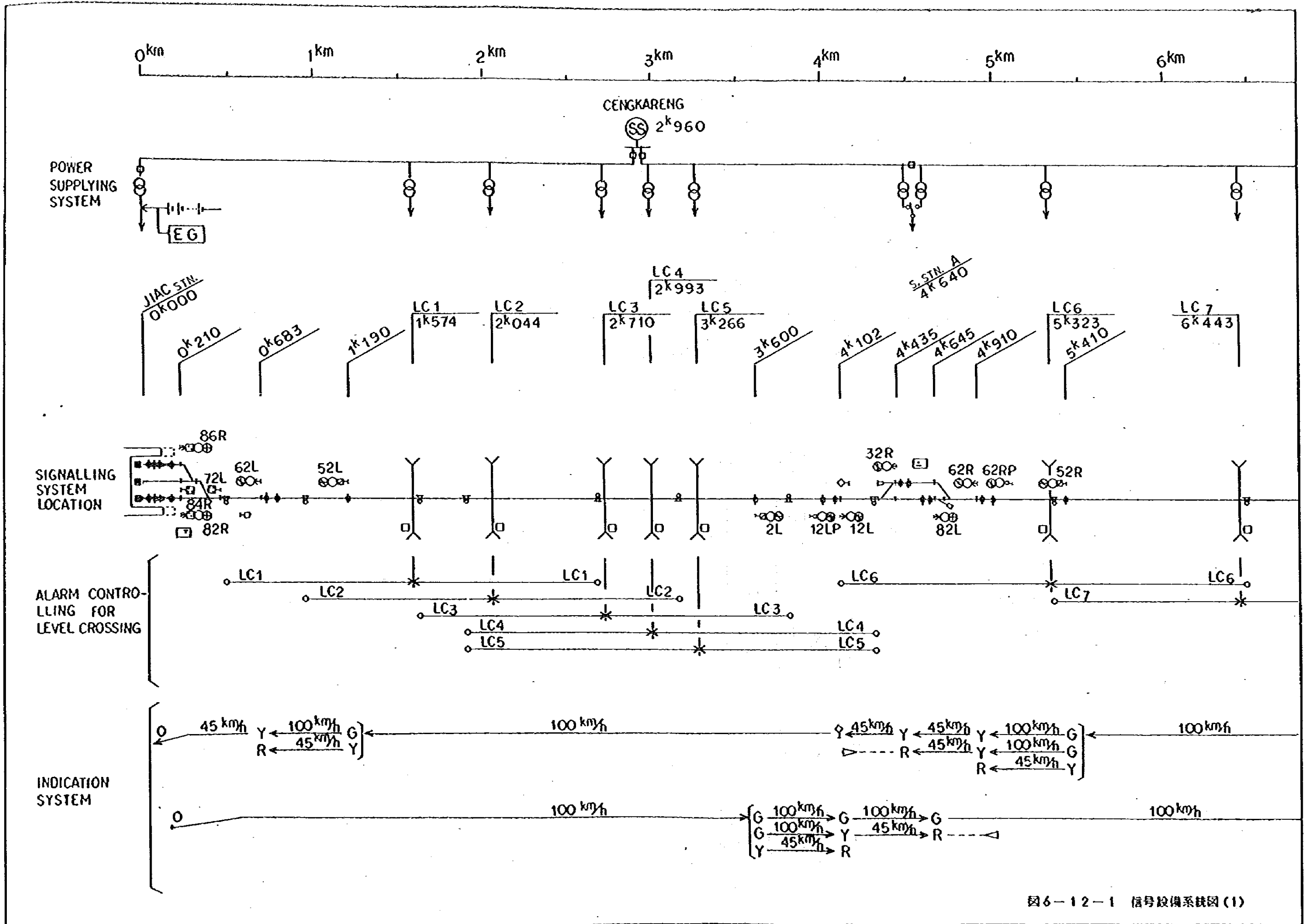


图6-12-1 信号设备系统图(1)

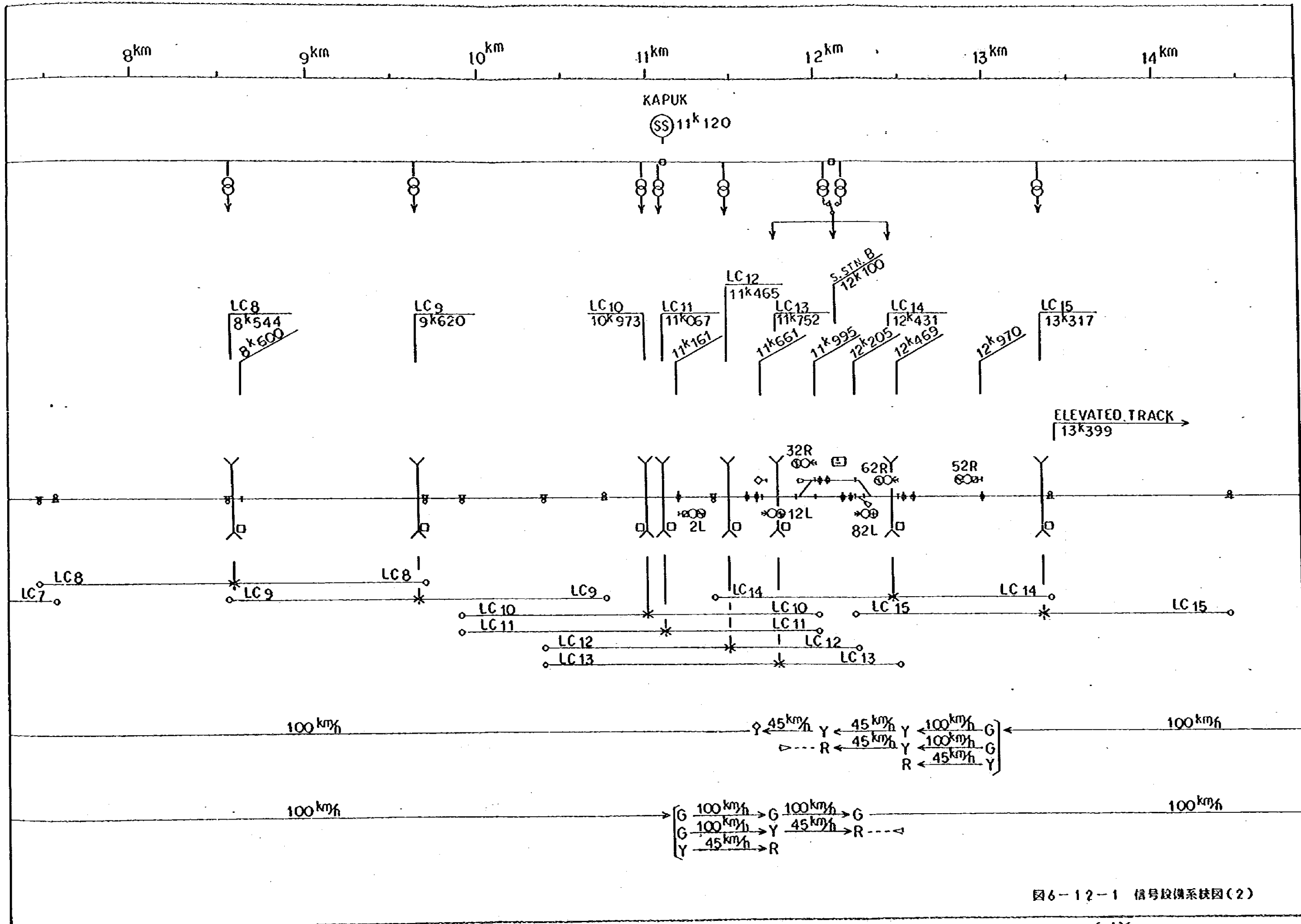


图6-12-1 信号设备系统图(2)

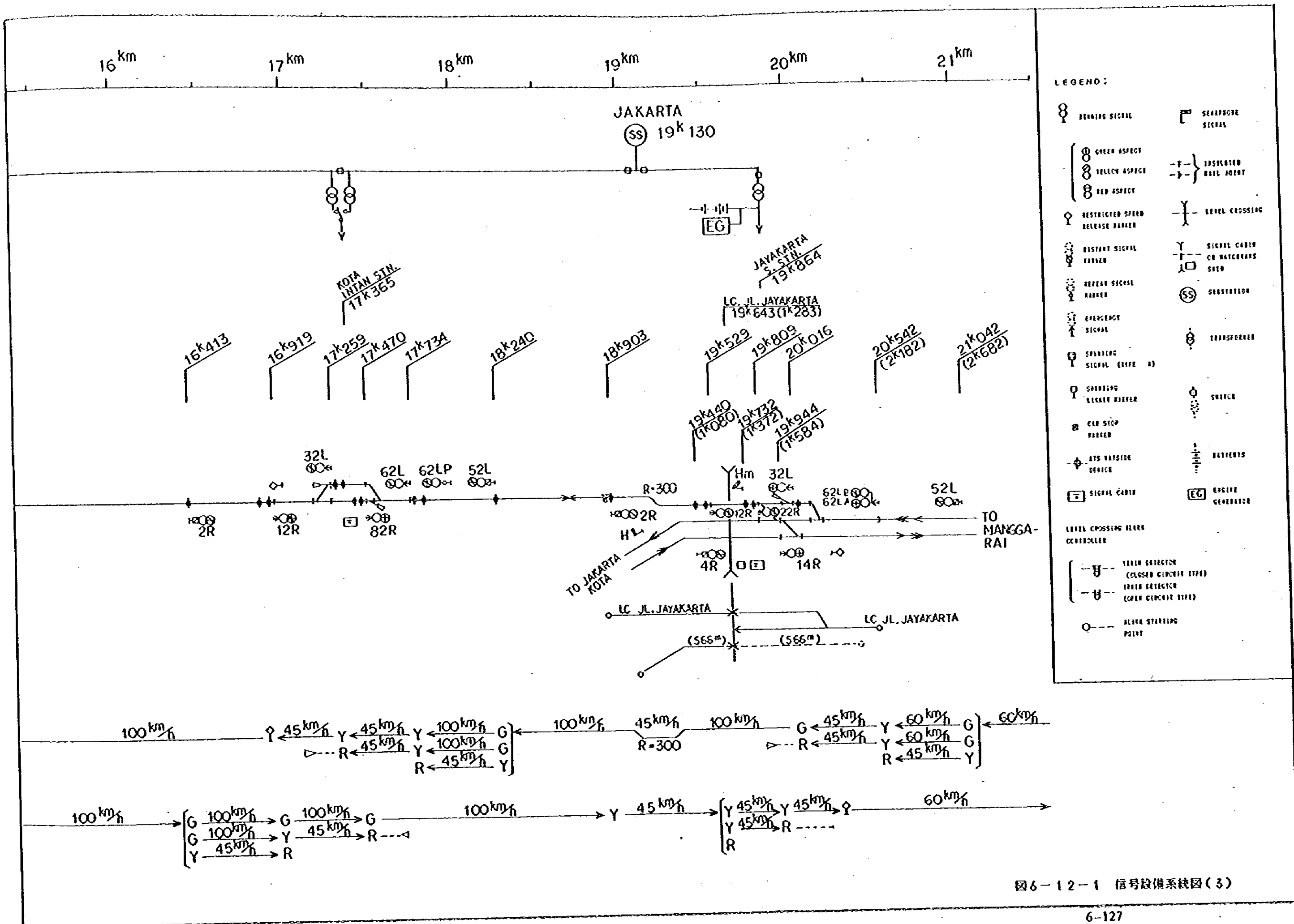


图 6-12-1 信号设备系统图 (3)

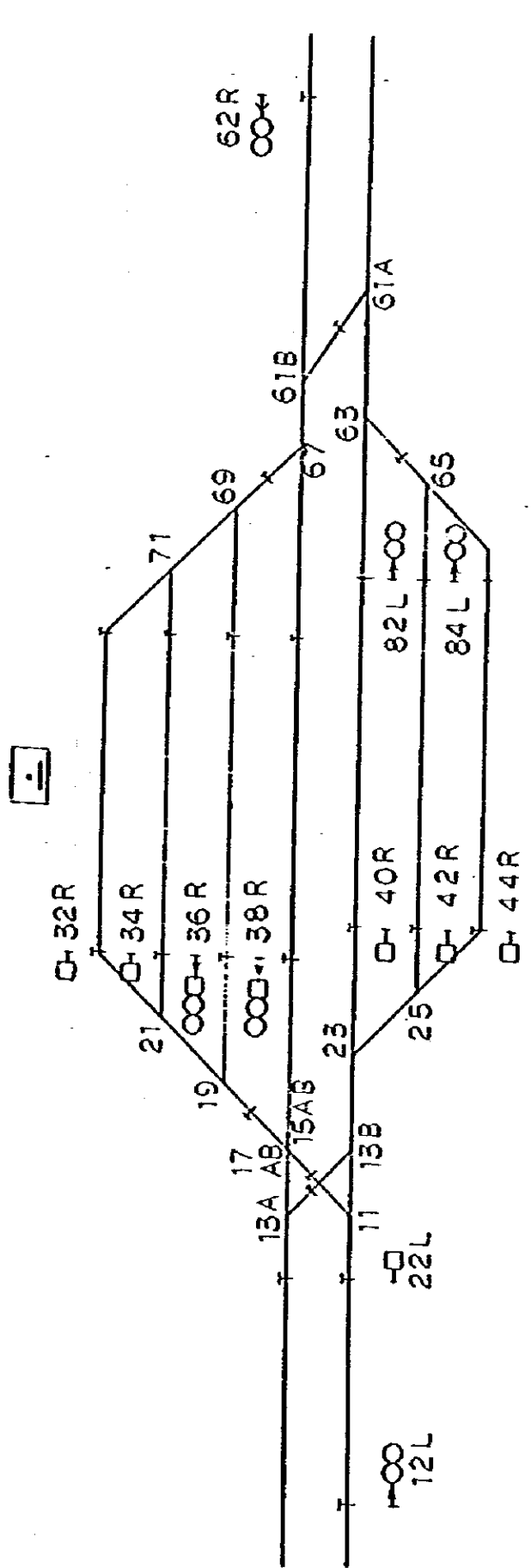
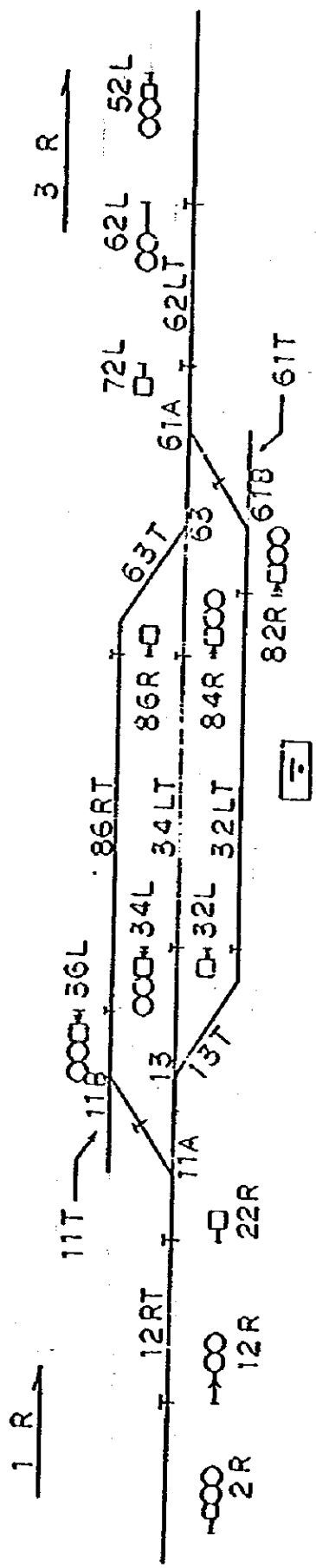


図 6 - 12 - 2 信号機及び標てつ機等の番号

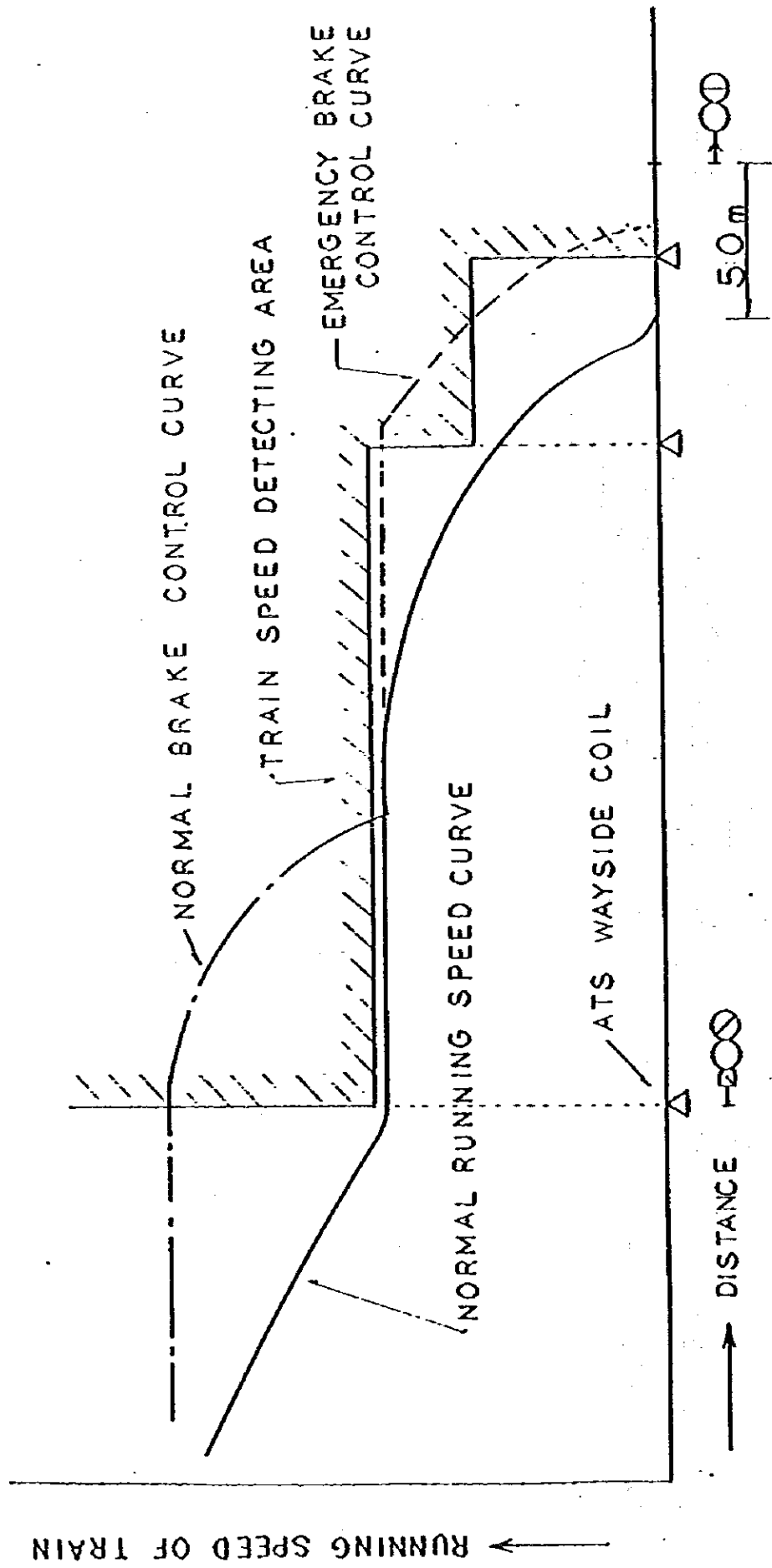


图 6-12-3 ATS制御图

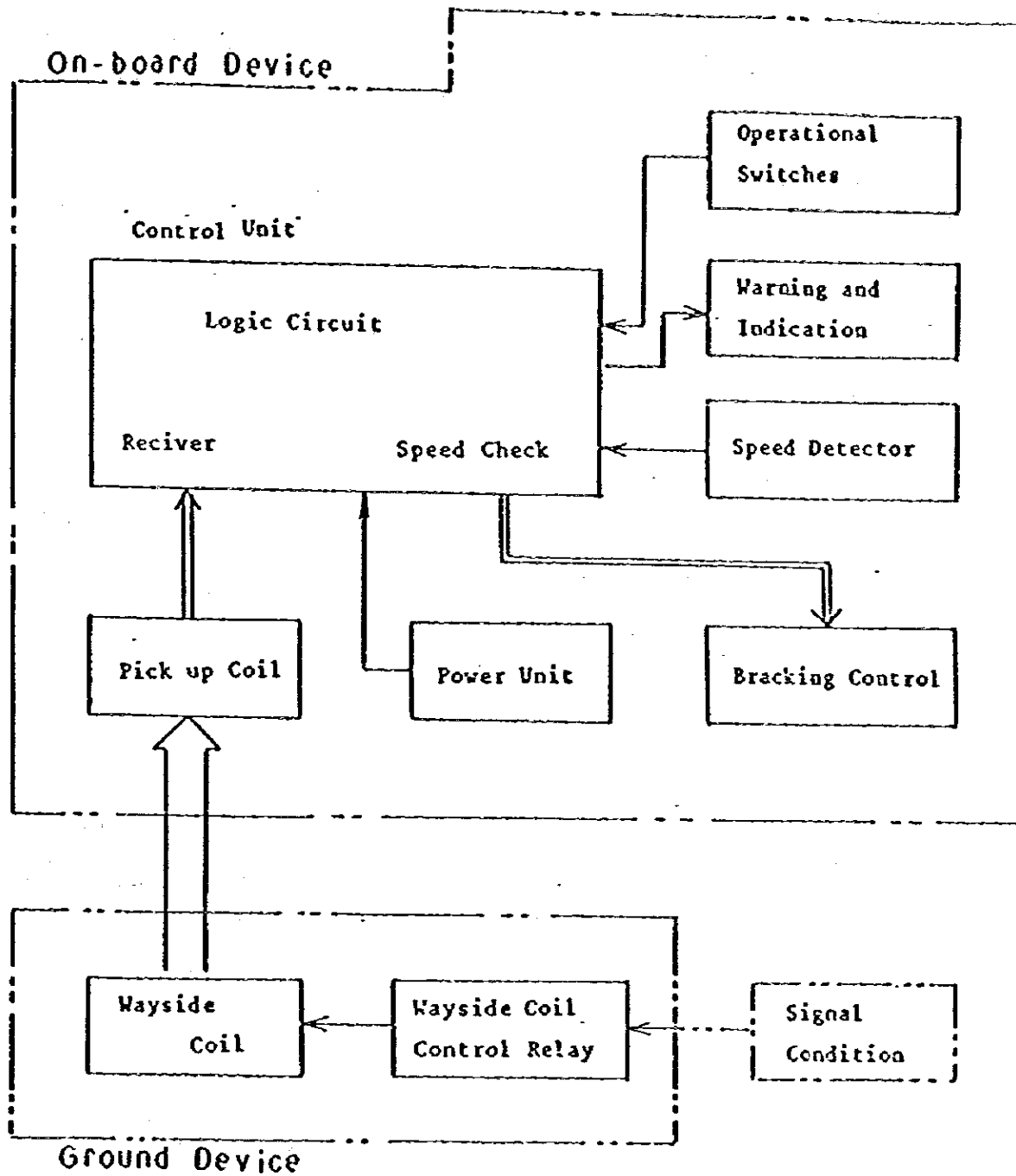


図6-12-4 ATSシステム構成図

6-13 通 信

6-13-1 概 要

空港線の通信設備は新線鉄道建設であるため、最新の技術を使った設備がふさわしいと思われる。しかしながら、JABOTABEK 地域内の既設通信設備との整合性及び通信設備基本計画書(1983年2月PCI/JTC発行)で提案されている設備との統一性も考慮しなければならない。以上のことを考慮して、列車運転の安全と能率向上のための通信設備、旅客サービスの向上を図る通信設備、設備保守及び管理運営のための通信設備等を下記のとおり決定した。

6-13-2 電 話 設 備

鉄道運営を円滑に行なうため電話設備を設ける。

電話設備としては、自動電話、指令電話、直通電話、構内電話等より構成される。

(1) 自動電話

自動電話は業務連絡用として用い、ジャカルタ・コタにある既設自動交換機(Philips UH-200)に収容する。

この交換機に収容することについてPJKA側に関合させたところ、加入者線リレーユニットは200回線の容量で実装されており、現在において約38回線のあきがある。したがって、加入者線をこの交換機に接続可能なので、設計においては、この交換機に加入者線を収容することに決めた。使用する自動電話機はダイヤルスピードが10 ppsである。

(2) 指令電話

指令所と現場を結ぶ指令電話は、運転指令電話及び電力指令電話を設ける。運転指令電話は、各駅と運転指令所に設けて報告及び指令に使用し、個別呼出し電話機を使用する。各駅及び運転指令所に設置された指令電話機は、各駅間または、各駅と運転指令所間の個別通話及び運転指令所から各駅への同時通話が可能である。

電力指令電話は、変電所及び電力指令所に設けて、電力指令または、保守用連絡設備として使用し、個別呼出し電話機を使用する。通話機能は運転指令電話の場合と同様である。

(3) 直通電話(運転専用)

直通電話は、列車運転取扱いのため隣接駅連絡用として磁石電話機を使用する。この直通電話(運転専用)は、隣接駅との列車の進路設定の打合せ用として用いられる。また、進路設定及び閉そく用の継電連動制御装置が故障し、進路設定ができない場合に、この直通電話で打合せをして、通信閉そくを行なう場合にも使用される。

通信閉そくに使用する場合、隣接両駅での打合せ内容の記録を取るために、テープレコーダをこの直通電話回線に設置することにした。テープレコーダは、平常時の進路設定の場合には使用せず、通信閉そくを行なう場合、両駅長が同時に打合せ内容を記録する時に使用する。

(4) 構内電話

構内電話は、駅の信号扱所と、場内信号機の前方50m付近に設置された電話機との連絡通話用であり、磁石電話機を使用する。

6-13-3 放送設備

放送設備の一般的な構成は、入力機器、増巾器、出力機器より構成され、それぞれ使い方の目的に応じて各種の入力機器、増巾器、出力機器がある。簡単な放送設備は、マイクロホン、増巾器、スピーカー等より構成される。鉄道における放送設備は、旅客案内放送、駅職員への業務連絡放送が主体であり、列車接近放送、到着放送、発車予告放送も行なう必要がある。空港線の放送設備は、定形的な放送文である列車接近放送、発車予告放送を列車接近信号、発車押ボタン信号等によって自動的に放送する放送装置、マイクロホン選択スイッチ等の操作盤、ホームより放送可能なマイクボックス、スピーカー等より構成される。

放送エリアとしては、上りホーム、下りホーム、コンコースの3エリアとし、各々の操作盤からは3エリアの同時放送及び選択放送ができる。

なお、マイクボックスからもホームの選択放送が可能である。

また、増巾器が故障の場合は、切替スイッチにより予備増巾器に切替ができ、業務に支障なく使用できる。

6-13-4 電気時計設備

駅及び信号扱所に、列車運転時刻の正確性、旅客サービス向上のために電気時計設備を設ける。電気時計方式には、デジタル方式とアナログ方式があるが、比較的視覚距離の長いアナログ方式を用いる。

アナログ式電気時計設備は、単独時計方式と親子時計方式があるが、個々の子時計にはらつきが生じなく、保守が容易な親子時計方式を採用する。親子時計方式は、親時計及び子時計から構成される。親時計は空港駅に設置し、子時計を各駅に設置する。親時計は水晶振動子を使用し、高安定、高精度の水晶振動を分周して30秒信号を送出し、子時計を駆動させる。また、親時計は回路別のモニター子時計により全系統の同時調針及び系統別調針が行なえる。

6-13-5 PCMケーブル搬送装置

空港線の空港駅とジャカルタ・コタ駅間の通信回線の伝送損失救済及び将来の回線数の増加に対応するため、ケーブル搬送装置を設ける。

ケーブル搬送装置には、周波数分割多重(FDM)方式と時分割多重パルス符号変調(PCM)方式があるが、総合的な価格面では、両者に大差がなく、また、PJKAとして、JABOTABEK内の通信伝送システムとして、光ケーブルを用いたPCM方式が計画されており、将来それらとの整合性を考えた場合には、PCM方式の方がインターフェイスに都合が良いので、PCM方式ケーブル搬送装置を採用することに決定した。

PCMケーブル搬送装置は、空港駅とジャカルタ・コタ駅に設置し、伝送路には通信ケーブルを使用する。なお、伝送損失救済のため、中継器を約2km間隔にて設置する。設置されるPCMケーブル搬送装置は、1 sys(30チャンネル)であり、収容回線は自動加入者回線、変電制御回線等が予定されている。

6-13-6 通信ケーブル設備

通信ケーブル設備は、空港線の列車運転、設備保全、管理運営に必要な通信回線を収容する主ケーブル、携帯電話機用の分岐ケーブル、構内ケーブル、携帯電話機接続端子箱、配線箱等より構成される。主通信ケーブルの布設方法としては、架空方式、管路方式及び直埋方式の方式があり、架空方式は最も安価であるが、保守面より永久設備には好ましくない。

空港線は、全区間の2/3が盛土区間であるため、主ケーブルの布設方法としては、周囲の影響を受けにくく、メンテナンスフリーでもある直埋方式とする。直埋方式に使用するケーブルには、鋼帯外装タイプケーブル及びコルダートタイプケーブルがある。

コルダートタイプケーブルは、鋼帯外装タイプケーブルより可撓性にすぐれ、また、ケーブル内の気密も保持できるので、保守面で有利である。

したがって、主通信ケーブルは、コルダートタイプを用い、盛土区間はのり尻に直接埋設し、高架区間は土木工事で施工するケーブルダクトに収容する。

携帯電話機接続箱は、鉄道線路沿いに500m間隔で設置され、現場より隣接駅及び関係業務機関へ携帯電話機を接続することにより通話できるものである。

配線箱は、主ケーブル及びローカルケーブルを収容し、電話機及び機器等への接続のための保安器を実装する。

6-13-7 電気掲示案内設備

電気掲示案内設備は、改札口に設置して行先案内や発車時刻を表示し、旅客サービスのために用いる。

電気掲示案内設備は、表示器及び操作盤で構成され、列車運行ダイヤにしたがって自動的に行先及び発車時刻を表示する自動制御方式と個々に表示する手動制御方式がある。

自動制御方式は、比較的大規模な駅のシステムに向いており、空港駅のような中規模の駅には、経済的で、操作が簡単な簡易自動方式が良いと考える。

簡易自動方式は、操作が簡単にできるようにマイクロコンピュータを利用した制御システムで、事前に列車ダイヤを書き入れてあるダイヤ記憶メモリ素子から、操作盤によって自動的に行先及び発車時刻を表示するものである。

表示器は、字幕方式と回転フラップ方式があるが、保守面で有利な回転フラップ方式が良いと考えた。

