

$$MT_n = \frac{GP(n) \times \sum T_{ij}(83)}{\sum \hat{T}_{ij}(n)} \text{-----}(3)$$

MT_n : n年の調整係数

$\sum T_{ij}(83)$: 1983年の総輸送量

(4) 分布交通量

各予測年度ごとに、(1)式により算出される分布交通量($\hat{T}_{ij}(n)$)に Q_{ij}, MT_n を乗ずることにより、各年度(n)の予測値 $\tilde{T}_{ij}(n)$ が次式によりえられる。

$$\tilde{T}_{ij}(n) = \hat{T}_{ij}(n) \times Q_{ij} \times MT_n \text{-----}(4)$$

4-7-2 貨物

現状の輸送分布パターンは、将来とも大巾な変更はないものと仮定し、1983年の品目別分布交通量($T_{ij}(83)$)に、品目別成長係数 $G_f(n)$ を乗ずることにより、将来の分布交通量($\hat{T}_{ij}(n)$)を次式により計算した。

$$\hat{T}_{ij}(n) = T_{ij}(83) \times G_f(n) \text{-----}(5)$$

4-8 輸送機関別輸送需要予測

4-8-1 時間価値の分布型の決定

(1) 機関別シェア

現状のデータより、ゾーン相互間輸送量の機関別シェアを計算する。

(2) 機関選択の分界点

交通サービスの利用者は、交通サービスの利用に伴う犠牲量を最小にする機関を選択するとの前提に立った。

この場合、機関選択の分界点は、競合する機関の犠牲量が等しくなる点であり、この分界点は次式によって得られる。

$$S_r = C_r + T_r \omega$$

$$S_b = C_b + T_b \omega$$

$$S_r = S_b$$

$$C_r + T_r \omega = C_b + T_b \omega$$

$$\omega = \frac{C_r - C_b}{T_b - T_r} \quad (6)$$

S_r : 鉄道利用者の犠牲量
 C_r : 鉄道の輸送費
 T_r : 鉄道の輸送時間
 ω : 分界点の時間価値
 S_b : 競合モードの利用者の犠牲量
 C_b : 競合モードの輸送費
 T_b : 競合モードの輸送時間

次式を図示すると次のようになる。

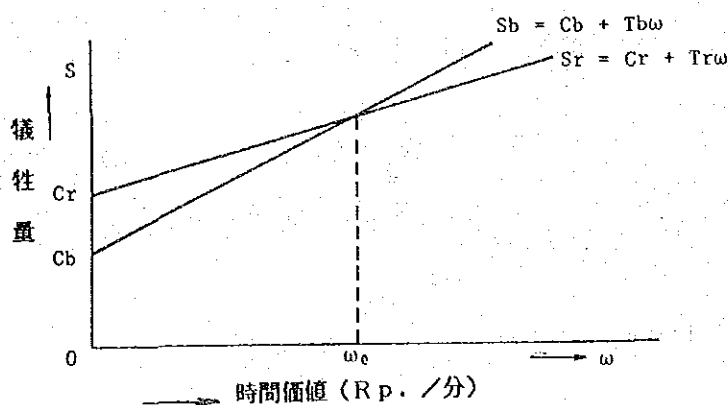


図4.8.1 2競合機関間の選択分界点

上図より、分界点における時間価値 (ω_0) よりも大きい時間価値もつ利用者は、犠牲量の少ない鉄道を選択し、逆に、 ω_0 より小さい時間価値をもつ利用者は、犠牲量の少ない競合モード (例えば、バス) を選択することになる。

(3) 分界点における時間価値の平均値 (μ) と標準偏差 (σ)

(2) によってえられたゾーン相互間輸送量の機関選択の分界点における時間価値 (ω_0) は、一定の確率分布をなすものと考えられる。ここでは、 ω_0 が標準正規分布をするものと仮定すれば、この ω_0 の確率分布型は、 ω_0 の平均値 (μ) と標準偏差 (σ) によって定まる。この μ と σ は次式を想定し、最小自乗法によって、求めた。

$$\omega_0 = \mu + \sigma p \quad (7)$$

上式で p は、正規分布表におけるパーセント点である。この点は、機関別シェアの値を確率 (パーセント) として、正規分布表によって得られる値である。図示すると次のようになる (図4.8.2 参照)。

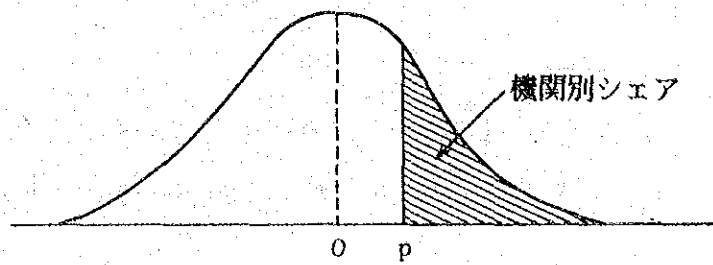


図4.8.2 正規分布曲線

以上によって得られた、旅客及び貨物（品目別）の μ と σ は、付属資料4-8-1に示す。

なお、旅客の時間価値の分布は経験的に対数正規分布をなすものと考え、 ω_0 の値をすべて対数に変換（ $\text{Log } \omega_0$ ）して処理した。

4-8-2 競合モードのシェアの理論値に対する実績値の乖離率 $Q_s(i,j)$

(7) 式により

$$\hat{p} = \frac{\omega_0 - \mu}{\sigma} \text{-----(8)}$$

がえられる。そこで、現状の輸送条件より ω_0 を求め、この ω_0 及び(7)式によってえられた μ と σ を(8)式に代入することにより、パーセント点の理論値(\hat{p})を求める。次にこの \hat{p} に対応する確率を、正規分布表より求め、競合モードのシェアの理論値 ($S_b(i,j)(83)$)がえられる。

この理論値 ($\hat{S}_b(i,j)(83)$)に対する実績値 ($S_b(i,j)(83)$)の乖離率 ($Q_s(i,j)$)を次式に求める。

$$Q_s(i,j) = S_b(i,j)(83) / \hat{S}_b(i,j)(83) \text{-----(9)}$$

4-8-3 将来の競合モードのシェアの推定

(1) 将来の機関別シェアの理論値

将来のゾーン相互間の機関別輸送条件（時間と費用）によってゾーンペア毎に分界点を求め、この分界点 (ω_0)と μ 、 σ を(8)式に代入し、パーセント点(\hat{p})

を求め、正規分布表から、将来のゾーンペア毎の機関別のシェアの理論値 ($\hat{S}_b(ij)(n)$)を得た。

(2) 将来の競合モードのシェア

(1) でえられた競合モードのゾーンペア毎のシェアの理論値 ($\hat{S}_b(ij)(n)$) に乖離率 ($Q_s(ij)$) を乗ずることにより、将来の競合モードのシェア ($\tilde{S}_b(ij)(n)$) を得た。

$$\tilde{S}_b(ij) = \hat{S}_b(ij)(n) \times Q_s(ij) \text{-----}(10)$$

4-8-4 輸送機関別輸送需要予測

4-8-3 で得た機関別シェア ($S_b(ij)(n)$) をゾーンペア毎の分布交通量 ($\tilde{T}_{ij}(n)$) に乗ずることによりゾーン相互間の機関別輸送需要の予測値が得られる。

なお、鉄道旅客については、急行、普通旅客をさらに、1,2 等及び 3等の等級別に予測することとした。1,2 等と 3等の比率は1983年の実績によった。

4-9 輸送需要予測結果

4-9-1 旅客

(1) ゾーン相互間輸送需要予測

旅客については機関別、With, Without別にゾーン相互間輸送需要予測を行なった(付属資料4-9-1 参照)。

これを合計して、総輸送需要としてまとめたのが、表4.9.1 である。これによると、鉄道のシェアは1983年で急行 5.9%、普通 1.9%であったのが、1992年以降は、Withでそれぞれ 7.7%、2.9%と増加している。

また、バスからの転換交通量は、1992年急行6,482.4 千人、普通3,407.4 千人、2002年各々、10,462.2千人、5,578.9 千人となっている。

(2) 断面交通量

ゾーン相互間輸送予測需要結果より、断面交通量を計算すると表4.9.2, 図4.10.2及び付属資料4-9-2 の通りとなる。

1992年の断面交通量を年間片道で見ると、電化区間では、リンクNo.28 (Bekasi ~ Cikampek)が最も多く、Withで、12,555.7千人、Without で8,784 千人となっている。

With、Without共、断面交通量は線路容量内に収まっている。

表 4.9.1 機関別旅客輸送需要及び輸送量

(単位：1,000 トン)

年度 機関	1993						1992						1997																				
	輸送需要		輸送量		輸送需要		輸送量		輸送需要		輸送量		輸送需要		輸送量																		
	WITH	WITHOUT	WITH	WITHOUT	WITH	WITHOUT	WITH	WITHOUT	WITH	WITHOUT	WITH	WITHOUT	WITH	WITHOUT	WITH	WITHOUT																	
鉄 道	14,182.2 (5.9)	21,854.2 (5.9)	28,336.06 (7.7)	6,482.4	21,854.2 (5.9)	28,336.6 (7.7)	6,482.4	27,524.5 (5.9)	35,869.2 (7.6)	8,344.7	25,634.2 (5.5)	33,234.8 (7.1)	7,600.6	バ ス	18,697.2 (7.8)	29,008.0 (7.8)	38,897.8 (10.6)	9,889.8	29,008.0 (7.9)	38,897.8 (10.6)	9,889.8	12,734.7	34,723.0 (7.4)	46,505.9 (9.9)	11,782.9								
	4,515.0 (1.9)	7,153.8 (1.9)	10,561.2 (2.9)	3,407.4	7,153.8 (1.9)	10,561.2 (2.9)	3,407.4	91,121.0 (1.9)	13,502.1 (2.9)	4,390.0	9,088.8 (1.9)	13,271.1 (2.8)	4,182.3		220,713.0 (92.2)	339,266.4 (92.2)	329,377.4 (89.4)	-9,889.0	339,266.4 (92.1)	329,377.4 (89.4)	-9,889.0	-12,735.0	434,597.1 (92.6)	422,814.1 (90.1)	-11,783.0								
合 計	239,410.2 (100.0)	368,274.4 (100.0)	368,275.2 (100.0)	368,274.4 (100.0)	368,274.4 (100.0)	368,274.2 (100.0)	469,320.2 (100.0)	469,320.1 (100.0)	469,319.9 (100.0)	469,320.0 (100.0)	1,890.3	2,634.4	744.1	鉄 道 (容 量 ホ ル ト 分)	541,295.1 (92.3)	525,253.6 (89.6)	-16,041.5	546,714.2 (93.8)	533,845.6 (91.0)	-12,868.6	672,028.6 (92.4)	684,357.9 (94.0)	-13,688.5	586,464.2 (100.0)	586,463.8 (100.0)	586,463.9 (100.0)	586,463.8 (100.0)	727,585.2 (100.0)	727,585.3 (100.0)	727,585.3 (100.0)	11,194.0	15,533.8	4,339.8
	11,397.8 (1.9)	16,976.7 (2.9)	5,578.9	11,322.1 (1.9)	16,013.1 (2.7)	4,691.0	14,158.1 (1.9)	21,101.0 (2.9)	19,774.1 (10.4)	43,357.9 (6.0)	13,153.4 (1.8)	18,360.4 (2.5)	5,207.0		45,169.1 (7.7)	61,210.2 (10.4)	16,041.1	39,749.7 (6.8)	52,618.2 (9.0)	12,868.5	652,254.6 (89.6)	-19,774.0	684,357.9 (94.0)	670,528.9 (92.2)	-13,688.5	586,464.2 (100.0)	586,463.8 (100.0)	586,463.9 (100.0)	586,463.8 (100.0)	727,585.2 (100.0)	727,585.3 (100.0)	727,585.3 (100.0)	11,194.0

年度 機関	2002						2007																									
	輸送需要		輸送量		輸送需要		輸送量		輸送需要		輸送量																					
	WITH	WITHOUT	WITH	WITHOUT	WITH	WITHOUT	WITH	WITHOUT	WITH	WITHOUT	WITH	WITHOUT																				
鉄 道	33,771.3 (5.8)	44,233.5 (7.5)	10,462.2	28,427.6 (4.9)	36,605.1 (6.3)	8,177.5	41,398.5 (5.7)	54,229.7 (7.5)	12,831.2	30,204.5 (4.2)	38,695.9 (5.3)	8,491.4	バ ス	11,397.8 (1.9)	16,976.7 (2.9)	5,578.9	11,322.1 (1.9)	16,013.1 (2.7)	4,691.0	14,158.1 (1.9)	21,101.0 (2.9)	19,774.1 (10.4)	43,357.9 (6.0)	13,153.4 (1.8)	18,360.4 (2.5)	5,207.0						
	45,169.1 (7.7)	61,210.2 (10.4)	16,041.1	39,749.7 (6.8)	52,618.2 (9.0)	12,868.5	55,556.6 (7.6)	75,330.7 (10.4)	19,774.1	43,357.9 (6.0)	13,153.4 (1.8)	18,360.4 (2.5)		5,207.0	541,295.1 (92.3)	525,253.6 (89.6)	-16,041.5	546,714.2 (93.8)	533,845.6 (91.0)	-12,868.6	672,028.6 (92.4)	684,357.9 (94.0)	670,528.9 (92.2)	-13,688.5	586,464.2 (100.0)	586,463.8 (100.0)	586,463.9 (100.0)	586,463.8 (100.0)	727,585.2 (100.0)	727,585.3 (100.0)	727,585.3 (100.0)	11,194.0
合 計	541,295.1 (92.3)	525,253.6 (89.6)	-16,041.5	546,714.2 (93.8)	533,845.6 (91.0)	-12,868.6	672,028.6 (92.4)	684,357.9 (94.0)	670,528.9 (92.2)	-13,688.5	586,464.2 (100.0)	586,463.8 (100.0)	586,463.9 (100.0)	586,463.8 (100.0)	727,585.2 (100.0)	727,585.3 (100.0)	727,585.3 (100.0)	11,194.0	15,533.8	4,339.8												
	586,464.2 (100.0)	586,463.8 (100.0)	586,463.9 (100.0)	586,463.8 (100.0)	727,585.2 (100.0)	727,585.3 (100.0)	727,585.3 (100.0)	11,194.0	15,533.8	4,339.8																						

注 (1) ()内数値は“機関別シェア”(%)を示す。
 (2) “輸送量”は各リンク毎の線路容量を考慮した実現可能な輸送量である。

表4.9.2 鉄道旅客断面交通量 (1992年)

(片道:年間;単位:1,000人)

リンク No	輸送力		1992			
	WITHOUT	WITH	輸送需要		輸送量	
			WITHOUT	WITH	WITHOUT	WITH
1	3551.5	3551.5	18.3	57.1	18.4	57.2
2	1588.8	1588.8	26.3	247.8	26.3	247.8
3	5233.8	5233.8	57.9	319.0	57.9	319.0
4	8411.4	8411.4	50.0	391.3	50.0	391.3
5	8411.4	8411.4	54.6	559.6	54.6	559.6
6	8037.6	8037.6	74.7	550.2	74.7	550.2
7	22430.4	22430.4	0	0	0	0
8	18878.9	18878.9	65.8	696.2	65.8	696.2
9	16075.1	16075.1	0	0	1.6	1.6
10	10841.4	10841.4	0	0	0	0
11	12897.5	12897.5	24.0	24.0	24.0	24.0
12	16075.1	16075.1	2491.0	2541.8	2491.0	2541.8
13	12336.7	12336.7	144.0	1430.6	144.0	1430.6
14	21495.8	21495.8	2866.9	4812.5	2866.9	4812.5
15	5233.8	5233.8	4.4	28.2	6.0	29.8
16	18878.9	18878.9	1610.1	1751.2	1610.1	1751.2
17	22430.4	22430.4	220.9	343.5	220.9	343.5
18	14579.8	14579.8	216.5	315.3	216.5	315.3
19	22430.4	22430.4	1827.7	2091.5	1827.7	2091.5
20	11962.9	11962.9	4214.9	4725.6	4214.9	4725.6
21	22430.4	22430.4	7780.2	10585.2	7780.2	10585.2
22	22430.4	22430.4	8160.9	11383.5	8160.9	11383.5
23	22430.4	22430.4	62.4	482.3	62.4	482.3
24	7663.7	7663.7	55.3	69.6	55.3	69.6
25	3364.6	3364.6	89.7	89.7	89.7	89.7
26	3738.4	3738.4	336.9	336.9	336.9	336.9
27	3925.3	3925.3	269.2	269.2	269.2	269.2
28	15327.4	22430.4	8782.4	12555.7	8782.4	12555.7
29	6168.4	7103.0	1968.6	3605.6	1968.9	3605.9
30	6168.4	7103.0	1536.2	2659.0	1536.2	2659.0
31	6729.1	10467.5	5474.7	8913.7	5474.7	8913.7
32	5794.5	10467.5	5242.0	8273.9	5242.0	8273.9
33	7009.5	10467.5	5176.4	7757.1	5176.4	7757.1
34	3551.5	3551.5	0.2	3.2	0.2	3.2
35	21495.8	22430.4	1804.7	2927.1	1804.7	2927.6
36	3644.9	3644.9	1472.7	1534.0	1472.7	1534.0
37	2990.7	2990.7	1006.2	1006.2	1006.2	1006.2
38	3551.5	3551.5	2541.7	2967.3	2541.7	2967.3
39	5233.8	5233.8	2293.5	2558.8	2293.5	2558.8
40	3738.4	3738.4	2388.3	2727.6	2388.3	2727.6
41	4673.0	4673.0	19.1	19.1	19.1	19.1
42	4859.9	4859.9	2312.6	2577.9	2312.6	2577.9
43	3644.9	3644.9	2369.4	2708.7	2369.4	2708.7
44	3644.9	3644.9	3290.8	3556.2	3290.8	3556.2
45	2990.7	2990.7	855.9	868.9	855.9	868.9
46	2897.3	2897.3	1026.6	1062.7	1026.6	1062.7
47	3738.4	3738.4	310.8	310.8	310.8	310.8
48	3551.5	3551.5	545.1	558.1	545.1	558.1
49	5420.7	5420.7	818.7	818.7	818.7	818.7
50	3364.6	3364.6	545.1	558.1	545.1	558.1
51	3925.3	3925.3	1363.8	1376.7	1363.8	1376.7
52	3738.4	3738.4	0	0	0	0
53	2803.8	2803.8	1026.6	1062.7	1026.6	1062.7
54	4486.1	4486.1	2690.2	2690.2	2690.2	2690.2
55	6448.7	6448.7	2690.2	2690.2	2690.2	2690.2
56	4112.2	4112.2	0	0	0	0
57	2803.8	2803.8	0	0	0	0
58	5794.5	5794.5	2348.5	2348.5	2348.5	2348.5
59	2803.8	2803.8	341.8	341.8	341.8	341.8
60	7009.5	7009.5	95.4	102.0	95.4	102.0
61	8411.4	8411.4	437.2	443.8	437.2	443.8
62	5233.8	5233.8	0	0	0	0
63	3738.4	3738.4	437.2	443.8	437.2	443.8

(注):

リンク毎

4 - 19 JABOTABEK Line

- 28 Bks - Ckp
- 29 Ckp - Pwk
- 30 Pwk - Pd1
- 31 Ckp - Pgb
- 32 Pgb - JtB
- 33 JtB - Cn
- 35 Pd1 - Bd

4-9-2 貨物

(1) ゾーンの相互間輸送量予測

総貨物のWith, Without別にゾーン相互間輸送需予測要量を予測した。(付属資料4-9-3 参照)。

これらを合計して総輸送需要についてまとめたのが表4.9.3 である。これによると、鉄道のシェアは、1983年の4.4 %から、1992年には、5.5 %、1997 年以降は5.3 %と増加している。

トラックからの転換交通量は、1992年の866.1 千トンから2007年の1,639.3 千トンへと増加している。

鉄道については、Without では、肥料が1983年584.9 千トンから、1992年には1,496.6 千トンと約2.6 倍に、2007年には2,271.0 千トンへと約3.9 倍の増加となっている。

Withでは、1992年に1,691.7 千トンから2007年の2,567.0 千トンへと1983年に比べてそれぞれ約2.9 倍から4.4 倍の増加であり、トラックからの転換交通量も1992年の195.1 千トンから、2007年の296.1 千トンへと増加している。しかし、船舶からの転換輸送量は皆無に等しい。その他、石油製品、セメント、などの主要品目も順調に増加している。

なお、貨物に関する鉄道のシェアは、2007年でWithout で4%、With で 5.3%となっており、電化により、1.3 %増加することを示している。

(2) 断面交通量

1992年の断面交通量は表4.9.4 (“輸送需要”の欄)の通りである。

これによると、Without では、電化計画区間内で最も交通量の多いリンクは下りでは、リンクNo.31 の420 千ト、上りでは、リンクNo.28 リンクの257 千トンである。Withでは、電化計画区間で断面交通量の最も多いリンクは、下りで、リンクNo.31 の1,077 千トン、上りではリンクNo.28 の429 千トンとなっている。

表 4.9.3 機関別貨物輸送需要及び輸送量

(単位:1,000 トン)

年度	1983						1987					
	項目	輸送需要		輸送量		輸送需要	輸送量		輸送需要	輸送量		
		WITHOUT	WITH	WITHOUT	WITH		WITHOUT	WITH		WITHOUT	WITH	
	機関											
	鉄道	2,069.3 (4.4)	4,314.8 (5.5)	866.1 (3.4)	3,856.0 (4.3)	2,664.9 (3.4)	3,856.0 (4.3)	3,775.1 (4.1)	4,889.4 (5.3)	2,853.6 (3.1)	3,556.5 (3.9)	702.9
	トラック	44,538.0 (95.2)	73,525.6 (94.2)	-864.7 (96.3)	74,480.6 (95.4)	75,176.0 (96.3)	-695.4 (95.4)	87,294.0 (95.6)	86,179.5 (94.4)	88,215.5 (96.6)	87,500.2 (95.8)	-715.3
	船舶	179.1 (0.4)	213.2 (0.3)	212.9 (0.3)	215.8 (0.3)	212.9 (0.3)	2.9	236.4 (0.3)	236.4 (0.3)	236.5 (0.3)	248.8 (0.3)	12.3
	合計	46,786.4 (100.0)	78,052.2 (100.0)	78,053.8 (100.0)	78,052.4 (100.0)	78,053.8 (100.0)	175.0	91,305.5 (100.0)	91,305.3 (100.0)	91,305.6 (100.0)	91,305.5 (100.0)	
	鉄道(容量 オーバー)	-	-	783.8	958.8	783.8	175.0	-	-	921.5	1,332.9	411.4

年度	2002						2007					
	項目	輸送需要		輸送量		輸送需要	輸送量		輸送需要	輸送量		
		WITHOUT	WITH	WITHOUT	WITH		WITHOUT	WITH		WITHOUT	WITH	
	機関											
	鉄道	4,386.8 (4.0)	5,742.5 (5.3)	3,224.9 (3.0)	3,909.6 (3.6)	3,224.9 (3.0)	684.7	5,107.7 (4.0)	6,746.5 (5.3)	3,663.3 (2.9)	4,326.9 (3.4)	663.6
	トラック	103,840.6 (95.7)	102,484.4 (94.4)	105,002.3 (96.8)	104,296.6 (96.1)	104,296.6 (96.1)	-705.7	122,909.6 (95.8)	121,270.6 (94.5)	124,353.8 (96.9)	123,661.0 (96.4)	-692.6
	船舶	275.6 (0.3)	275.6 (0.3)	275.5 (0.3)	296.5 (0.3)	275.5 (0.3)	21.0	320.8 (0.2)	320.8 (0.2)	320.9 (0.3)	350.1 (0.3)	30.0
	合計	108,503.0 (100.0)	108,502.5 (100.0)	108,502.7 (100.0)	108,502.7 (100.0)	108,502.7 (100.0)	671.0	128,338.1 (100.0)	128,337.9 (100.0)	128,338.0 (100.0)	128,338.0 (100.0)	
	鉄道(容量 オーバー)	-	-	1,161.9	1,832.9	1,161.9	671.0	-	-	1,444.4	2,419.6	975.2

注 (1) 内数値は“機関別シェア”(%)を示す。
 (2) “輸送量”は各リンク毎の総輸送量を考慮した実現可能な輸送量である。

表4.9.4 鉄道貨物断面交通量 (1992年)

(単位:1,000 ト/年)

リンク No	輸送力		下り				上り			
			輸送需要		輸送量		輸送需要		輸送量	
	WITHOUT	WITH	WITHOUT	WITH	WITHOUT	WITH	WITHOUT	WITH	WITHOUT	WITH
1	346.8	346.8	.8	1.4	.8	1.3	6.1	6.5	6.1	6.5
2	155.1	155.1	.0	1.4	.0	1.4	.2	.2	.2	.2
3	511.0	511.0	.8	2.8	.8	2.8	7.2	7.7	7.2	7.7
4	821.3	821.3	.0	1.5	.0	1.0	.0	3.6	.0	3.6
5	821.3	821.3	.0	75.2	.0	61.3	.0	37.1	.0	37.1
6	784.8	784.8	.8	25.2	.8	21.2	7.7	18.4	7.7	18.4
7	2190.0	2190.0	7.1	7.2	7.1	7.2	.0	.0	.0	.0
8	1843.3	1843.3	7.3	122.6	7.3	101.6	.0	57.5	.0	57.5
9	1569.5	1569.5	.0	.0	.0	.0	7.1	7.2	7.1	7.2
10	1058.5	1058.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
11	1259.3	1259.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
12	1569.5	1569.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
13	1204.5	1204.5	9.4	248.1	9.4	213.1	7.8	95.2	7.8	95.2
14	2098.8	2098.8	1.2	337.6	1.2	291.4	12.0	127.5	12.0	127.5
15	511.0	511.0	.0	21.5	.0	17.5	.0	18.4	.0	18.4
16	1843.3	1843.3	86.6	108.9	85.9	99.9	142.5	149.4	142.5	149.4
17	2190.0	2190.0	145.1	236.0	144.7	221.5	56.2	67.2	56.2	67.2
18	1423.5	1423.5	152.2	221.6	151.8	211.1	53.5	56.0	53.5	56.0
19	2190.0	2190.0	231.7	345.0	230.6	321.4	198.7	216.7	198.7	216.7
20	1168.0	1168.0	231.7	346.2	230.6	322.5	198.7	217.9	198.7	217.9
21	2190.0	2190.0	235.1	717.8	234.0	641.9	230.9	383.4	230.9	383.4
22	2190.0	2190.0	235.2	757.7	234.1	674.6	239.6	411.3	239.6	411.3
23	2190.0	2190.0	12.0	28.5	12.0	28.5	.2	68.2	.2	62.7
24	748.3	748.3	10.5	12.7	10.5	12.7	.1	51.8	.1	49.1
25	197.1	197.1	8.5	10.5	8.5	10.5	1.9	1.9	1.9	1.9
26	219.0	219.0	.2	.3	.2	.3	2.2	2.2	2.2	2.2
27	230.0	230.0	.1	.2	.1	.2	2.2	2.2	2.2	2.2
28	1496.5	2190.0	236.7	761.1	235.7	677.3	256.7	429.2	256.7	429.2
29	602.3	693.5	168.5	180.1	168.5	180.1	35.9	181.3	35.9	174.1
30	361.4	416.1	115.8	128.7	115.8	128.7	34.3	40.5	34.3	40.5
31	657.0	1022.0	420.3	1076.7	419.2	973.2	229.8	399.7	229.8	399.7
32	565.8	1022.0	362.3	961.7	361.2	864.0	232.4	402.2	232.4	402.2
33	684.4	1022.0	288.8	891.5	287.7	797.6	242.9	426.2	242.9	426.2
34	346.8	346.8	.0	.0	.0	.0	.0	15.7	.0	15.7
35	2098.8	2190.0	116.0	128.9	116.0	128.9	36.5	42.6	36.5	42.6
36	213.5	213.5	82.8	87.1	82.8	87.1	58.0	56.7	58.1	46.7
37	292.0	292.0	672.7	672.7	555.7	485.5	128.7	128.7	58.1	58.1
38	346.8	346.8	172.6	449.8	172.6	427.2	221.6	347.9	221.6	347.9
39	306.6	306.6	4.6	129.1	3.4	73.6	8.7	25.6	8.7	25.6
40	365.0	365.0	172.6	449.8	172.6	427.1	266.8	393.0	266.8	393.0
41	456.3	456.3	.3	.3	.3	.3	198.0	198.0	198.0	198.0
42	284.7	284.7	4.9	129.4	3.8	74.0	206.8	223.7	206.8	223.7
43	355.9	355.9	328.5	605.7	328.5	583.0	224.9	351.2	224.9	351.2
44	355.9	355.9	474.0	598.5	355.8	355.8	131.9	148.8	61.3	78.2
45	175.2	175.2	.9	12.6	.9	12.0	9.2	15.0	9.2	15.0
46	282.9	282.9	199.8	369.7	199.8	353.6	283.7	368.4	283.7	368.4
47	219.0	219.0	.0	.0	.0	.0	.1	.1	.1	.1
48	208.1	208.1	.9	12.6	.9	12.0	9.0	14.8	9.0	14.8
49	529.3	529.3	121.0	121.0	108.4	100.8	204.9	204.9	88.1	88.1
50	197.1	197.1	.9	12.6	.9	12.0	9.0	14.8	9.0	14.8
51	383.3	383.3	122.0	133.6	109.4	112.9	213.9	219.8	97.2	103.0
52	219.0	219.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
53	273.8	273.8	199.8	369.7	199.8	353.6	283.7	368.4	283.7	368.4
54	438.0	438.0	124.5	124.5	113.0	106.2	1105.2	1105.2	438.0	438.0
55	629.6	629.6	124.5	124.5	113.0	106.2	1105.2	1105.2	438.0	438.0
56	401.5	401.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
57	273.8	273.8	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
58	565.8	565.8	123.9	123.9	112.4	105.5	1097.8	1097.8	435.0	435.0
59	273.8	273.8	.6	.6	.6	.6	7.4	7.4	2.9	2.9
60	684.4	684.4	477.2	477.7	477.2	477.6	28.5	29.2	28.5	29.2
61	821.3	821.3	477.8	478.4	477.8	478.2	35.9	36.6	31.5	32.2
62	511.0	511.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
63	365.0	365.0	477.8	478.4	477.8	478.2	35.9	36.6	31.5	32.2

注:

リンクNo

4 - 19 JABOTABEK Line

31 Ckp - Pgb

28 Bks - Ckp

32 Pgb - Jtb

29 Ckp - Pwk

33 Jtb - Cn

30 Pwk - Pd1

35 Pd1 - Bd

4-10 線路容量を考慮した輸送量

4-10-1 輸送能力の設定

(1) 列車本数の客貨別配分

With、Without別の線路容量をリンク別に旅客列車、9、貨物列車、1の割合で配分した。

(2) 輸送能力の設定

下記の1列車当りの平均乗車人員、平均積載量を列車本数に乗じて、そのリンクの輸送能力とした。

a. 旅客：569人／列車

b. 貨物：(a) Bekasi～Cirebon間：300t／列車

(b) Cikampek～Bandung間：500t／列車

(c) その他区間：300又は500t／列車

4-10-2 輸送量調整の考え方

リンク毎の断面交通量と上記によりえられた輸送能力と比較して、輸送量調整を行った。以下、その手順に従って概略を述べる。(図4.10.1参照)

(1) 電化区間

a. 旅客

まず、旅客の断面交通量(需要)が輸送能力をオーバーしているリンクの輸送量調整を行う。

このようなリンクが2つ以上ある場合は、輸送能力の最大のリンクから輸送量調整を行う。(付属資料4-10-1参照)

b. 貨物

リンク毎に上り、下り別に旅客と同様の方法で行う。

(2) 非電化区間

客貨のいずれかの断面交通量が輸送能力をオーバーしているリンクについては、客貨の輸送能力の相互調整を行い、客貨双方の断面交通量が輸送能力をオーバーしているリンクのみについて、電化区間と同様の方法により、輸送量調整を行った。

(3) “政府規制”の鉄道輸送量に対する影響

仮に、鉄道輸送需要が、道路の軸荷重負担能力に対する“政府規制”によって更に増加したとしても、鉄道の輸送能力がすでに限界に近づきつつあるため、鉄道輸送量は、これ以上増加しないものと思われる。

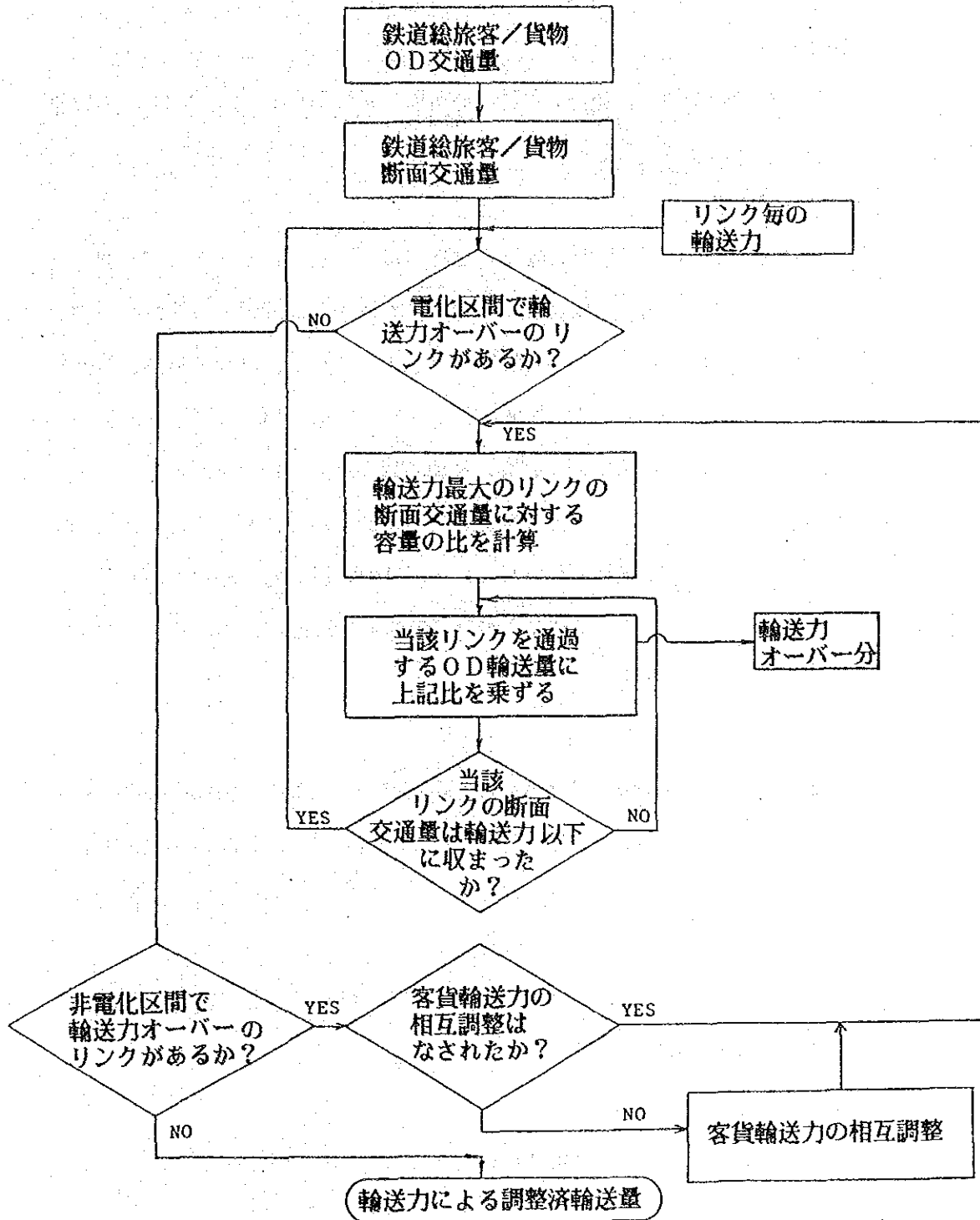


図4.10.1 輸送力による輸送需要調整のフロー・チャート

4-10-3 輸送量調整後の輸送量

(1) 総輸送量

輸送量調整後の機関別の総輸送量は、表4.9.1 及び4.9.3 (いずれも“輸送量”の欄)のとおりである。

a. 旅客輸送量

輸送量調整後の旅客の総輸送量は年々増加しているが、シェアを見ると Without では、鉄道急行旅客は、1992年5.9 %から2007年の4.2 %へと減少し、普通旅客は、2.0 %から1.8 %へと減少している。Withで見ると、急行客は、1992年の7.7 %から5.3 %へと2.4 %、普通客は2.9 %から2.5 %へと0.4 %、それぞれ減少している。Without, With 共に、急行客のシェアの減少が大きい。これは、急行の輸送需要の増加率が普通客のそれに比べて大きく、逆にその分が容量をオーバーし、バスへ移転したためと思われる。

また、転換交通量については、鉄道の輸送能力に限界があるので、年々増加率は減少している。

b. 貨物輸送量

旅客とほぼ同様の傾向がうかがえる。すなわち、総輸送量は年々増加しているが、鉄道シェアをみると、Without では1992年の4.4 %から2007年の2.9 %へと1.5 %減少し、Withでは、5.5 %から3.4 %へと1.9 %減少し、Withのシェアの減少が、Without より大きい。

転換輸送量については、1997年以後減少している。この原因としては線路容量が、旅客に優先的に設定されたためである。

(2) 断面交通量

輸送量調整後のリンク毎の断面交通量は表4.9.2,4.9.4 及び図4.10.2~7,付属資料4-9-4 の通りである。

(3) ゾーン相互間輸送量

輸送量調整後のゾーン相互間輸送量は付属資料4-10-2及び4-10-3の通りである。

4-10-4 輸送能力を増加させる対策

輸送需要予測によれば、潜在的な鉄道輸送需要は増加している。しかしながら、近代化や電化後においても、鉄道は、これらの需要を満たすだけの十分な能力がない。従って、線増等による輸送能力の改善策が将来の需要を満足されるために切望される。

尺度

20 百万人

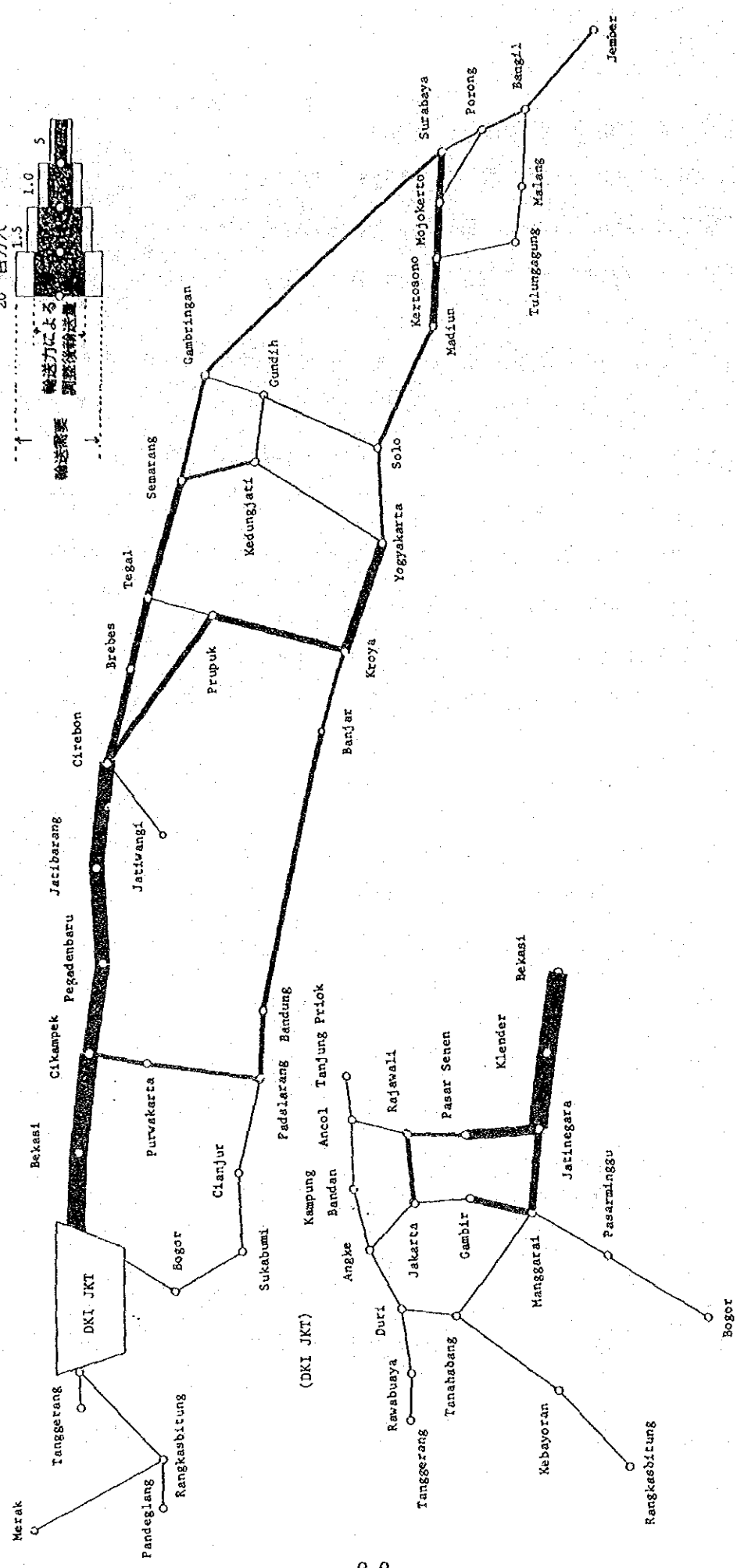
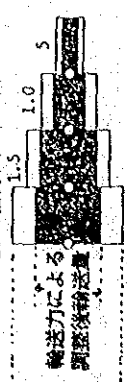


图4.10.2 铁道旅客断面交通量 (1983:片道)

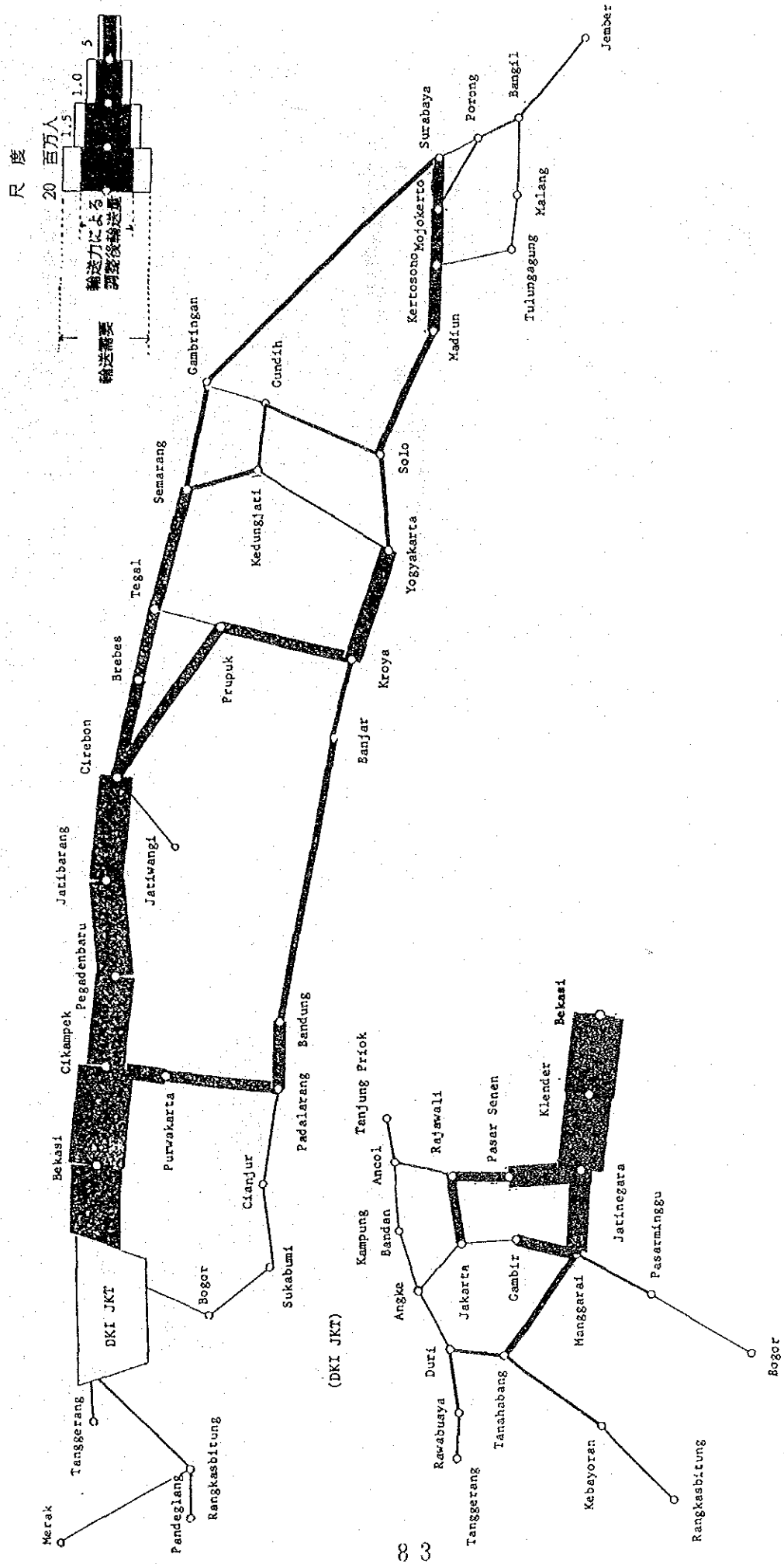


図4.10.3 “With the Project”における鉄道旅客断面交通量 (1992：片道)

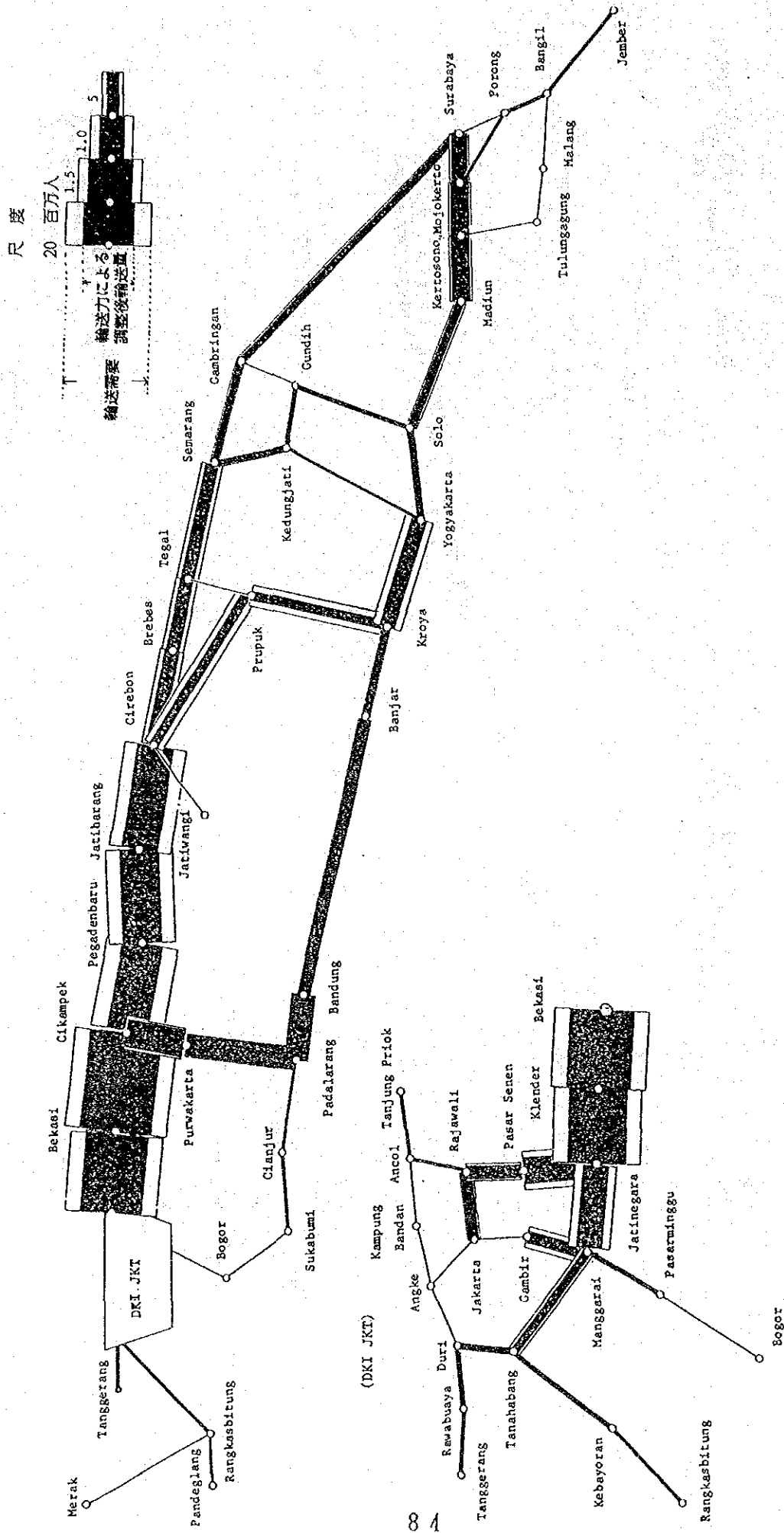


図4.10.4 “With the Project” における鉄道旅客断面交通量 (2007：片道)

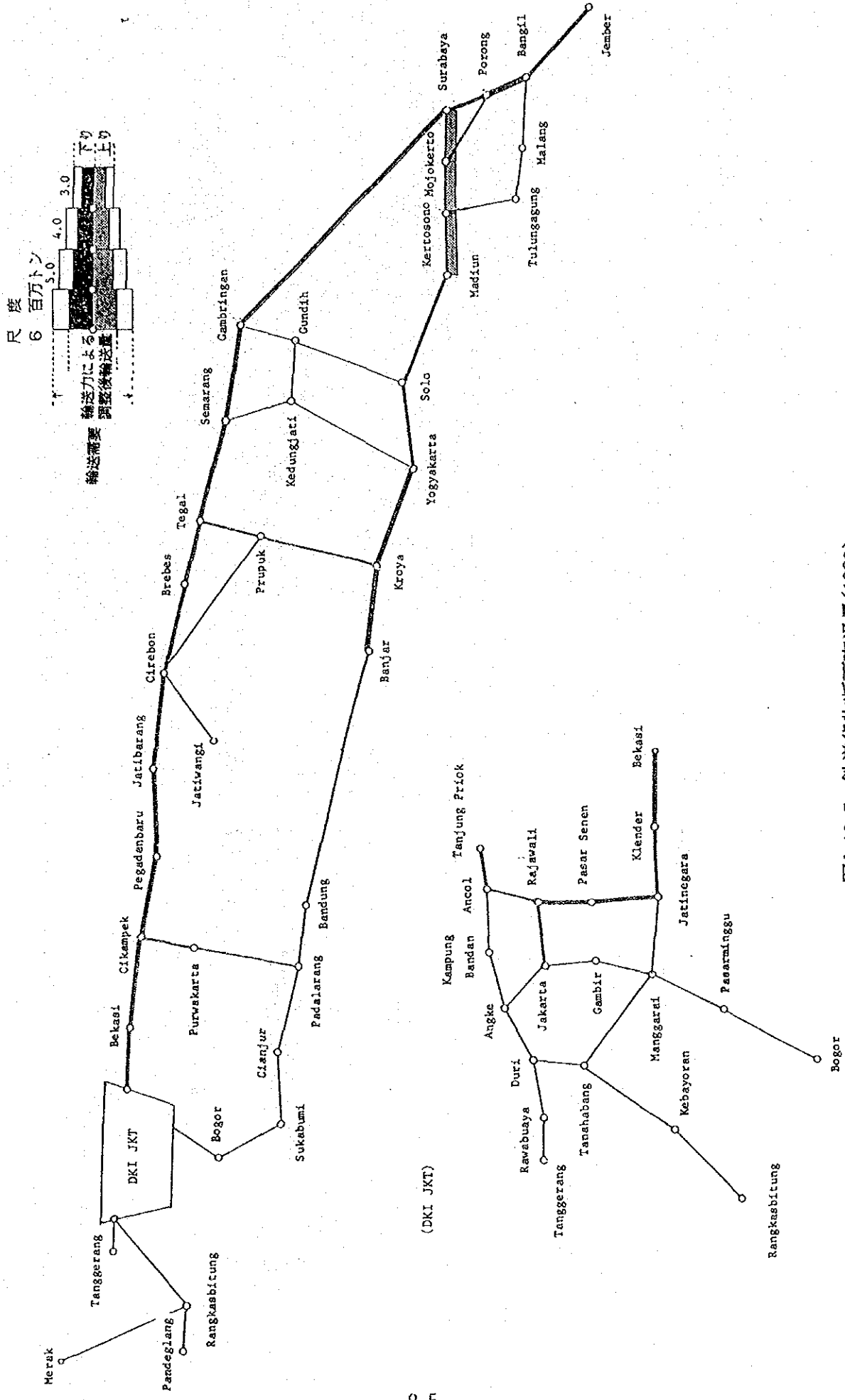


図4.10.5 鉄道貨物断面交通量(1983)

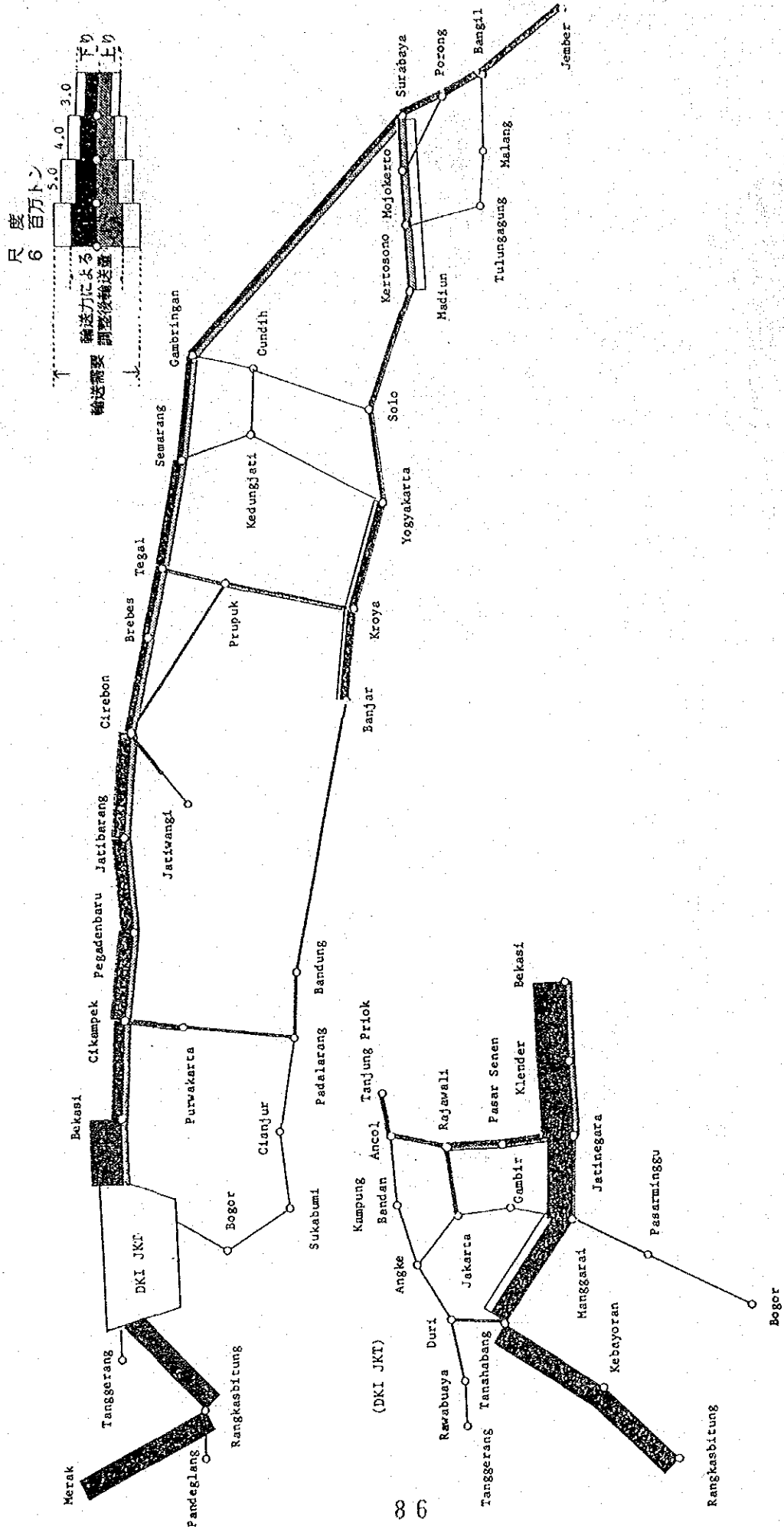


図4.10.6 “With the Project” における鉄道貨物断面交通量(1992)

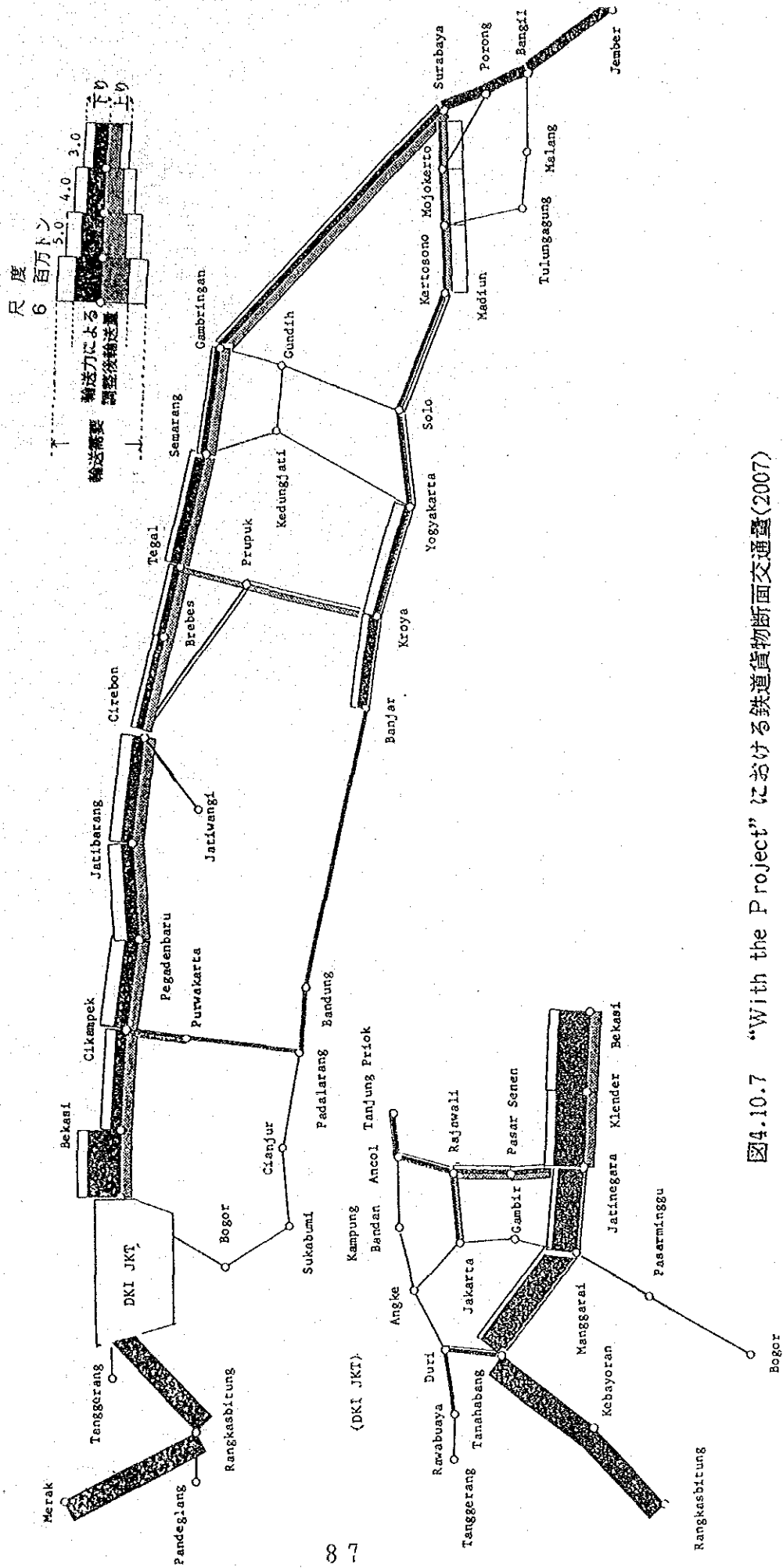


図4.10.7 “With the Project”における鉄道貨物断面交通量(2007)

第5章 列車けん引方式

第5章 列車けん引方式

5-1 基本的な考え方

JABOTABEK 内の鉄道は、一部直流で電化されており、現在、通勤輸送対策として電化の延伸が進められている。

今回、幹線電化を交流方式で進めるに当たっては、2つの電化方式の接続方法について慎重に検討する必要がある。この場合 JABOTABEK内の既電化区間の交流化も一つの案とした。

5-2 代替案の設定

代替案の設定にあたっては、次の2つの事を考慮した。

第1にできるだけ広範囲にわたり代替案を考える。

第2に各案は、その条件下で最も効率の良い運用を考える。

その結果、JABOTABEK地区、今回の電化計画区間、メラク線も含めたその他の幹線を対象とし、その運転方式に関し8つの代替案を設定した。

表 5.2.1にその概要を示す。

表 5.2.1 けん引方式の代替案

代替案	JABOTABEK 線区	AC 電化区間
1	DL ←————→	EL(AC) ←————→
2	EL(DC) ←————→	EL(AC) ←————→
3	←————→	DL ←————→
4	←————→	EL(AC/DC) ←————→
5	←————→	EC(AC/DC) , EL(AC/DC) ←————→
6	DL ←————→	EC(AC) , EL(AC) ←————→
7	(Manggarai - Bekasi) ←————→	EL(AC) ←————→
8	(全線) ←————→	EL(AC) ←————→

凡例： DL：ディーゼル機関車
 EL：電気機関車
 EC：電車
 AC：交流
 DC：直流
 AC/DC：交直両用

各代替案の詳細は、次のとおりである。

(1) 第1案 (ディーゼル機関車・交流電気機関車による場合)

JABOTABEK着発の中・長距離列車は、交直接続駅でディーゼル機関車と交流電気機関車のつけ替えを行う。

交直接続については、当該計画区間では Tambora 駅、 Merak 線では、 Cisauk 駅とした。従って直流電車による通勤列車は、 JABOTABEK の境界まで運転することができる。

(2) 第2案(直流電気機関車・交流電気機関車による場合)

第1案のディーゼル機関車が直流電気機関車に代っただけで他の条件は、第1案と同じである。

(3) 第3案(全区間ディーゼル機関車による場合)

当該計画区間が電化されない場合で直流電化の JABOTABEK内をディーゼル機関車で列車運転する案で、この調査の「Without the project」ケースである。

従って、ここでは、比較案として取り上げない。

(4) 第4案(交・直両用電気機関車による場合)

交流・直流両区間を交・直両用電気機関車けん引により、列車運転する案である。交・直接続用のデッド・セクションは、北線(当該計画区間)では、Bekasi・Tambun間、Merak 線ではSerpon・Cisauk間に設置する。

(5) 第5案(交直両用電気機関車・電車による場合)

Jakarta～Bandung、Jakarta～Cirebon間を折返しする特急列車は、交直両用電車列車とする。その他は、交直両用電気機関車けん引とする。地上設備は、第4案と同じである。

(6) 第6案(ディーゼル機関車・交流電気機関車・電車による場合)

この案は、第1案の交流電気機関車けん引による Jakarta～Bandung、Jakarta～Cirebon間の折返し特急列車を電車列車に置き換えること以外は、第1案と同じである。

(7) 第7案(複線を増設し交流電気機関車を使用する場合)

当該区間の電化と同時に Bekasi～Manggrai間を交流電化による複線を増設する。現在の複線は計画どおり直流電化とする。増設される複線は、専ら中・長距離列車として使用し交流電気機関車けん引とする。

旅客列車はすべて Manggari 着発とし、貨物列車は Jatinegara でディーゼル機関車につけ替え、東線経由で Tanjungpriok 間をけん引する。

(8) 第8案(既直流区間を交流化し交流電気機関車によりけん引する場合)

当該区間の電化と同時に既存の直流電化区間を交流化し、電化方式の統一をはかる。その結果 JABOTABEK内、幹線とも、交流電車や交流電気機関車を使用する。

5-3 比較の方法

5-3-1 経費の比較

計算の前提は次のとおりである。

- (1) どの案も収入は同じとし、経費を比較する。
- (2) どの案も幹線電化の完成する1992年時点の状態と比較し経費は以後10年間の投資、運営・保守費とする、但し共通する経費は除く。10年後における地上設備、車両の残存価格は負の投資として計算した。
- (3) 経費は、割引率15%で1992年現在の価格に換算し比較した。
- (4) JABOTABEK 内各線の地上設備車両の増設・増備計画は JABOTABEK鉄道改善に関する「フィジビリ・スタディの再調査に関する最終報告書」によった。
- (5) Merak線の電化は1997年に完成するものとした。

(詳細については、付属資料5-3-1 参照)

5-3-2 その他関連事項

この経費比較には、含まれていないが、実施に伴うその他の問題点についても検討した。

5-4 評価

5-4-1 比較結果

各案の所要投資額、運営・保守費の総額（1992年価格、割引率15%）は、次のとおりである。

第1案	324,818	百万 Rp.
第2案	324,455	
第4案	317,367	
第5案	336,666	
第6案	344,779	
第7案	353,904	
第8案	364,728	

経済的には、第4案が最も有利である。

分析結果

- (1) 第1案では、JABOTABEK内の機関車の増備費は少なくすむが、交直接続点における機関車の付け替え地上設備費が必要となる。さらにディーゼル機関車は、電気機関車より保守費・燃料費共高価となる。
- (2) 第2案では、JABOTABEK内の機関車の保守費・燃料費は第一案より有利となる。
- (3) 第4案では、機関車の付け替えは不要で地上設備費は最小となるが、機関車価格は最も高くなる。
- (4) 第5案では、電車列車を使用するので電気機関車より性能は向上するが投資と保守費は高くなる。
- (5) 第6案では、第一案と同じ利点がある。
- (6) 第7案では、Bekasi・Manggarai間の線路増設が必要となり投資額は最も高くなる。
- (7) 第8案では、JABOTABEK内の電化方式の変更に伴う投資が大きく、経費は最も高くなる。

5-4-2 その他の事項

- (1) 機関車付け替えに伴う運転時分の増大（第1、2、6案）これらの案は、Tambun、Cisaukで機関車を付け替えるため、5分以上、運転時分が長くなる。さらに、信号操車要員も必要となる。
- (2) Manggarai 駅へのアクセス（第7案）
第7案では、旅客列車は Manggarai 終点となり、旅客の終点地への交通手段として道路の設備が必要となる。
- (3) JABOTABEK 内直流電化設備の交流への切換え工事（第8案）
 - a. 地上設備
地上設備は列車営業運転を行いながら直流から交流に切換えなければならない。特に碍子の取替えや、回路の変更は、列車間合や深夜の列車運転停止時間を利用して実施することとなる。
従って工期は長くなり又、列車運転支障等の機会が多くなるだろう。
 - b. 車両改造

260 両の電車（1992年の直流電車両数）の改修は、少なくとも3年はかかるものと思われる。その上、電車は、改修期間中にも使用できるよう、交・直両用に改修しておく必要がある。

5-5 結 論

第4案は、所要経費が最も少なく、交直接続点での機関車のつけ替え時間やJA BOTABEK の電化方式の変更工事に伴う問題も無い。

従って、交・直両用車を使用する第4案を採用する。

第6章 輸送計画

第6章 輸送計画

6-1 前提条件

(1) けん引方式

列車のけん引方式は、現存の客車を有効に使用するため電気機関車けん引とし、電車列車は計画しない。

(2) 旅客列車の種別

旅客列車は特急、急行、快速および普通列車の4種類とする。

(3) 旅客列車の種別々割合

長距離旅客列車の本数はおおむね特急 1：急行 3の割合とする。普通列車を除く中距離旅客列車は急行 2：快速 1の割合とする。

(4) 旅客列車の編成

旅客列車の編成両数は10両または6両とする。特急列車には荷物車1両及び食堂車半車を、また急行列車には食堂車半車を連結する。

需要予測によれば、優等列車（特急、急行、快速列車）の旅客の20%は1等客及び2等客であり、80%が3等客である。この割合により等級別客車両数を編成する。（表 6.1.1参照）

(5) 乗車効率

客車の乗車効率は、1等車および2等車は70%、3等車は80%とする。貨車の積載効率は70%とする。

(6) 1列車当たり乗客数

1列車当たり乗客数は、上記の編成および乗車効率から計算する。

（表 6.1.2参照）

(7) 列車の速度

- a. 最高速度は旅客列車 100 Km/h、貨物列車 85 Km/hとする。
- b. 駅構内の列車通過速度は 70 Km/hに制限する。また、分岐器の分岐側の制限速度は 35 Km/h、半径 200 mの曲線における制限速度は 55 Km/hとする。

(8) 停車駅と停車時分

列車種別々の停車駅を表 6.1.3に示す。停車時分は大駅 2~5 分、中駅 1~2 分とする。

(9) 列車運転の有効時間帯

ターミナル駅における旅客列車の始発終着時刻は、朝 5時から夜 10 時までとする。

(10) けん引トン数

電気機関車のけん引トン数は、旅客列車 400トンとする。

貨物列車は、Jakarta ~Cirebon 間 1,000トン Cikampek ~Bandung 間 600トンとする。

表 6.1.1 列車種別々連結客車両数

客車種別	特 急			急 行	快 速	普 通
	Jakarta - Bandung	Jakarta - Cirebon	夜行列車			
1等寝台車	—	—	2	—	—	—
1等座席車	2	3	1	—	—	—
2等客車	3.5	5.5	5.5	3	3	—
3等客車	—	—	—	6.5	7	10
食堂車	0.5	0.5	0.5	0.5	—	—
荷物車	—	1	1	—	—	—
合 計	6	10	10	10	10	10

表 6.1.2 列車種別々旅客数

列 車 種 別		旅客数
特急	Jakarta - Bandung	219
	Jakarta - Cirebon	340
	夜行列車	318
急 行		590
快 速		807
普 通		960

表 6.1.3 旅客列車種別々停車駅

列車種別	停 車 駅
特 急	Jakarta, Gambir, Jatinegara, Cirebon, Bandung
急 行	Jakarta, Pasarsenen, Gambir, Jatinegara, Manggarai, Cirebon, Bandung
快 速	Jakarta, Gambir, Pasarsenen, Manggarai, Jatinegara, Pegadenbaru, Haurgeulis, Jatibarang, Purwakarta, Padalarang, Bandung, Kiaracandong
普 通	全 駅

6-2 運転時分

列車種別々、主要区間別の運転時分を表 6.2.1に示す。

表 6.2.1 列車種別々運転時間

1. Jatinegara - Cirebon

区 間	距離 (km)	旅客列車(分:秒)			貨物列車 (分:秒)
		特急・急行	快速	普通	
Jatinegara - Bekasi	14,802	14:00	14:00	15:30	21:30
Bekasi - Cikampek	57,455	41:00	41:00	58:00	68:30
Cikampek - Pegadenbaru	40,257	27:30	28:00	41:00	37:30
Pegadenbaru - Jatibarang	54,856	37:30	41:30	52:00	49:30
Jatibarang - Cirebon	40,048	28:00	29:30	40:00	37:00
合 計 (Jatinegara - Cirebon)	207,418	148:00	156:00	206:30	214:00

2. Cikampek - Bandung

区 間	距離 (km)	旅客列車(分:秒)			貨物列車 (分:秒)
		特急・急行	快速	普通	
Cikampek - Purwakarta	19,063	15:30	16:00	24:00	19:30
Purwakarta - Padalarang	56,002	63:00	65:00	85:00	70:00
Padalarang - Bandung	14,662	12:30	14:00	21:00	17:30
合 計 (Cikampek - Bandung)	89,727	91:00	95:00	130:00	107:00

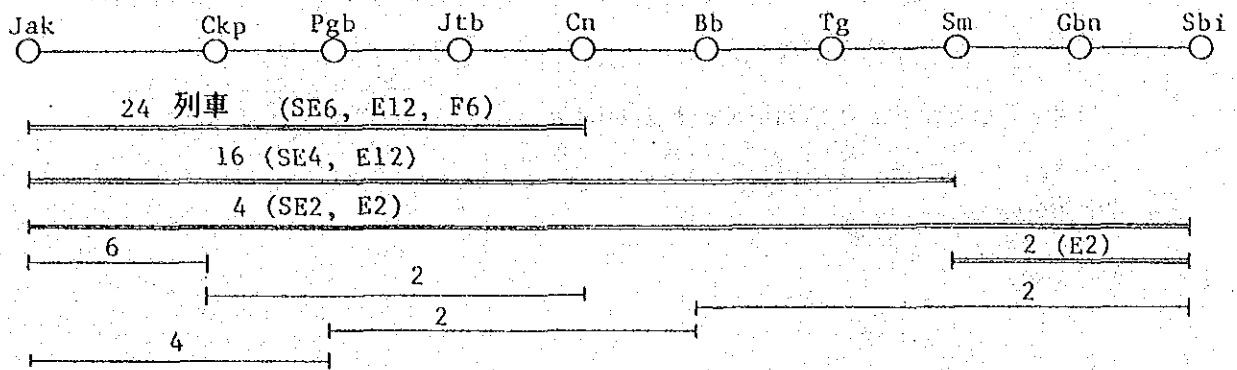
- 注 1. 運転時分は下り列車(Cirebon行きおよびBandung 行き)に対するものである。
 2. 特急と急行旅客列車の停車駅はJatinegara、Cirebon、Bandung である。
 3. 普通旅客列車はJatinegara-Bekasi 区間を除く全部の駅に停車する。
 4. 貨物列車はCipinang, Klender, Bekasi, Tambun, Cikarang, Krawang, Kosambi, Dawuan, Cikampek, Pegadenbaru, Jatibarang, Cirebon, Purwakarta, Sukatani, Plered, Padalarang, Bandunggudang, Bandung, Kiaracondong に停車する。
 5. 表の運転時分は停車時分および行違い時間を含まない。

6-3 列車運転系統および列車本数

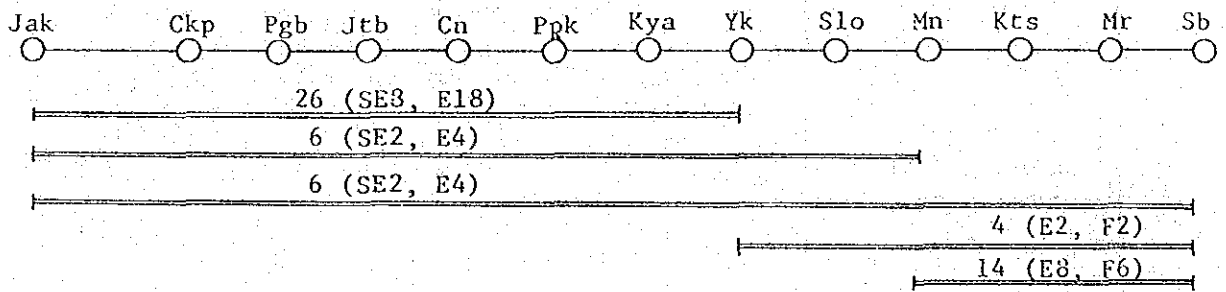
6-3-1 列車運転系統

1992年および2002年の列車運転系統を図 6.3.1～ 6.3.4に示す。

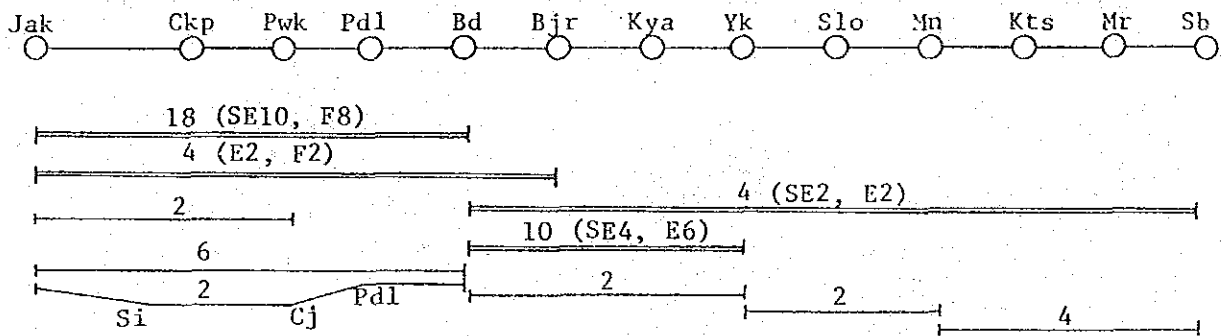
(北線)



(南線)



(Jakarta - Bandung - 南線)



注： ———— { 特急列車
急行列車
快速列車
——— : 普通列車
SE : 特急列車
E : 急行列車
F : 快速列車

図6.3.1 旅客列車運転系統および列車本数

(両方向, 1992年, 電化後)

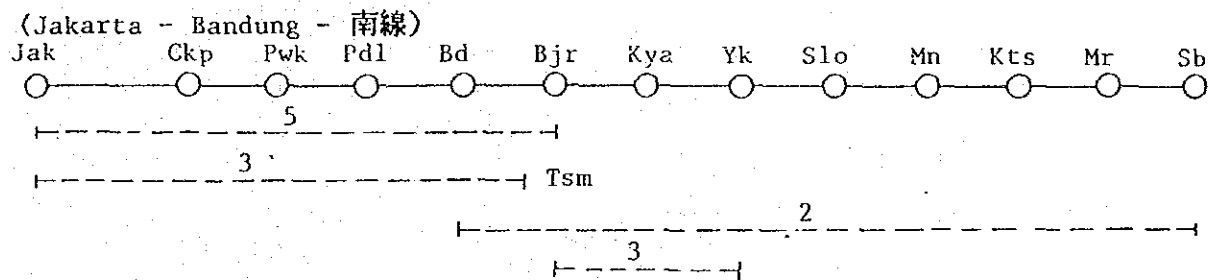
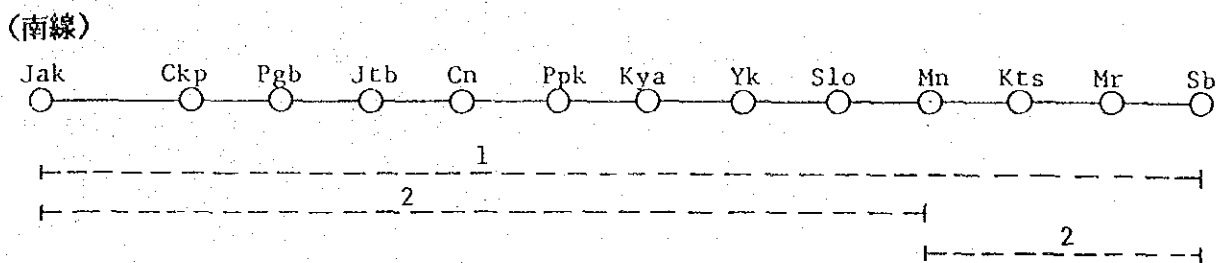
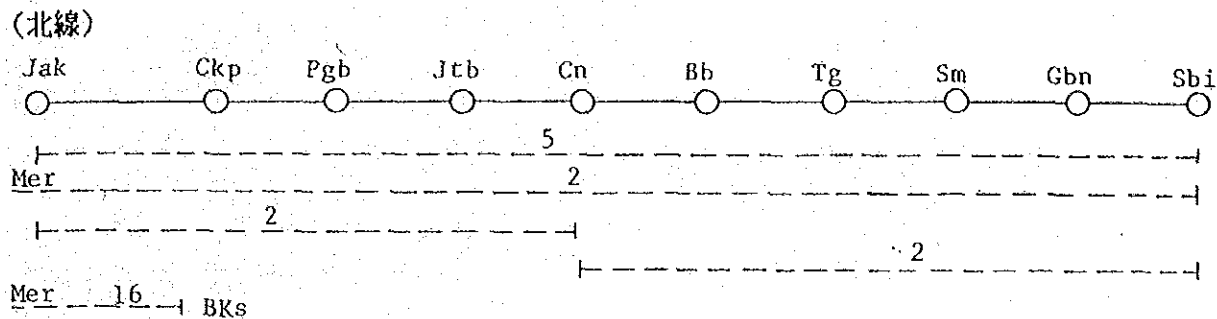
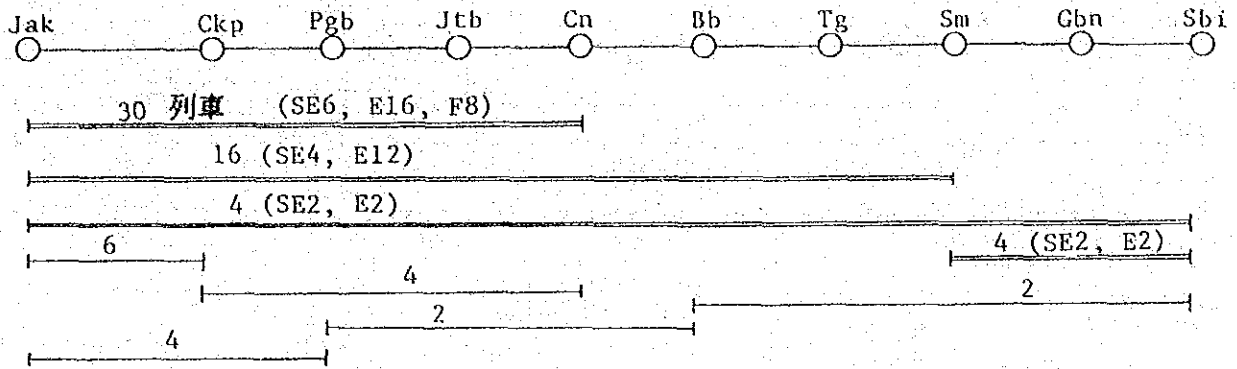


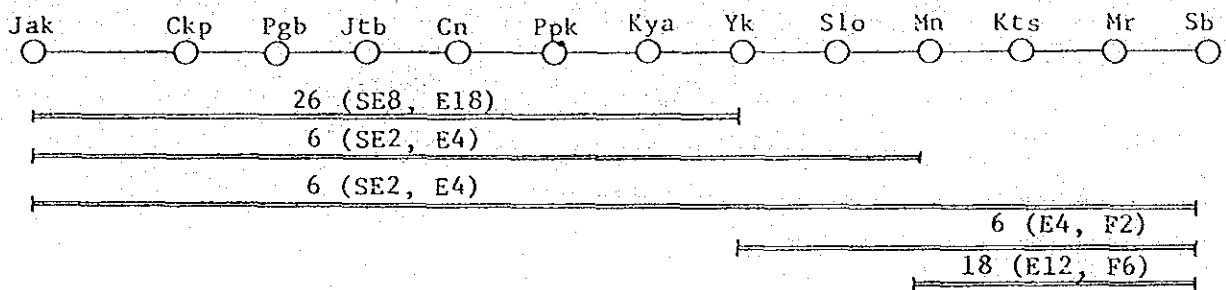
図6.3.2 貨物列車運転系統および列車本数

(両方向, 1992年, 電化後)

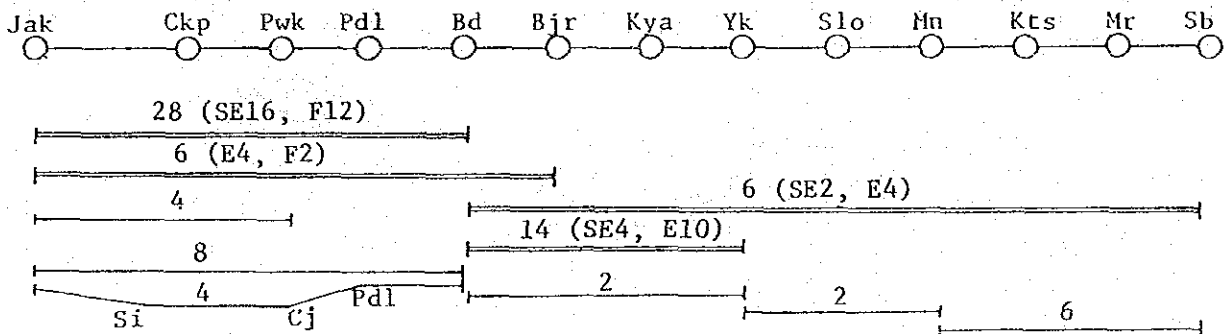
(北線)



(南線)



(Jakarta - Bandung - 南線)

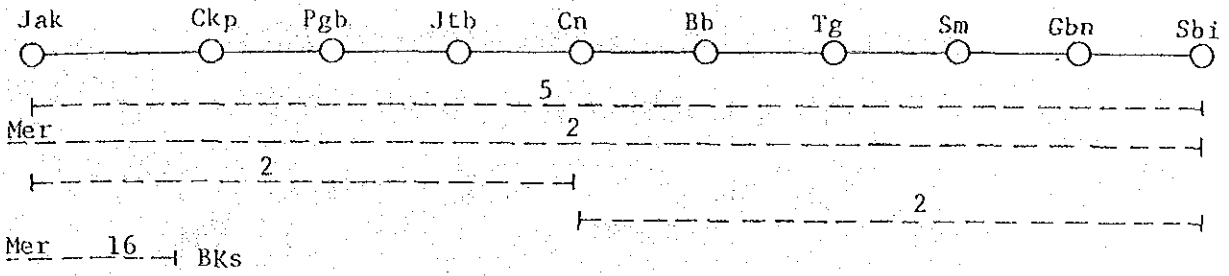


注:
 ———: 特急列車
 ———: 急行列車
 ———: 快速列車
 ———: 普通列車
 SE: 特急列車
 E: 急行列車
 F: 快速列車

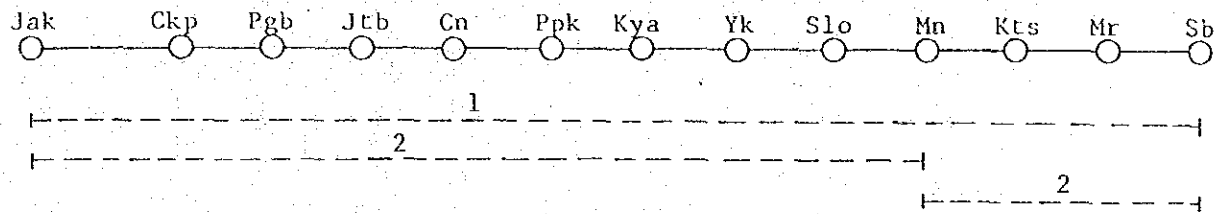
図6.3.3 旅客列車運転系統および列車本数

(両方向, 2002年, 電化後)

(北線)



(南線)



(Jakarta - Bandung - 南線)

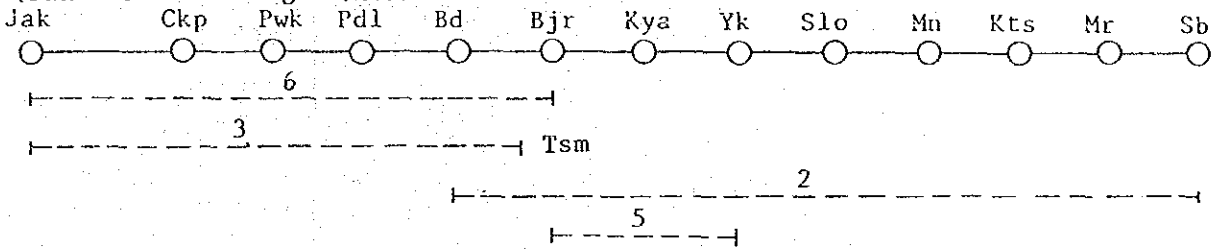


図6.3.4 貨物列車運転系統および列車本数

(両方向, 2002年, 電化後)

6-3-2 列車本数

1992年主要区間別、客貨別の列車本数（両方向）を表 6.3.1に示す。

表 6.3.1 区間別、列車種別々列車本数（1992年、両方向）

列車種別		区間	Jakarta - Cikampek	Cikampek - Cirebon	Cikampek - Bandung
旅 客	特 急		34	24	10
	急 行		54	52	2
	快 速		16	6	10
	普 通		18	6	8
貨 物			36	12	8
合 計			158	100	38

年度別主要区間別の列車本数（両方向）を表 6.3.2に示す。

表 6.3.2 年度別・区間別列車本数（両方向）

区間	年度	1992	1997	2002	2007
Jakarta - Cikampek		158	172	183	189
Cikampek - Cirebon		100	108	108	110
Cikampek - Bandung		38	46	55	59

6-4 列車ダイヤ

6-4-1 列車設定の考え方

ターミナル駅における旅客列車の始発、終着の有効時間帯（5時～22時）および到達時分から、主要区間の列車設定をつぎのようにする。

- (1) Jakarta～Surabaya間は殆どの列車を夜行列車とする。（図 6.4.1参照）
- (2) 南線の Jakarta～Yogyakarta 間および Jakarta～Madiun 間では、夜行列車は 6時間幅のなかで運転される。昼行列車の運転時間幅は 7時間である。
- (3) Jakarta～Semarang間では、殆どの列車を昼行列車とする。夜行列車の運転時間幅は僅か 30分に制限される。（図 6.4.1参照）
- (4) Jakarta～Bandung 間と Jakarta～Cirebon間では全部の列車が昼行列車である。

以上の考え方によると、Jakarta～Cirebon区間の列車の運転パターンは図 6.4.2のようになる。

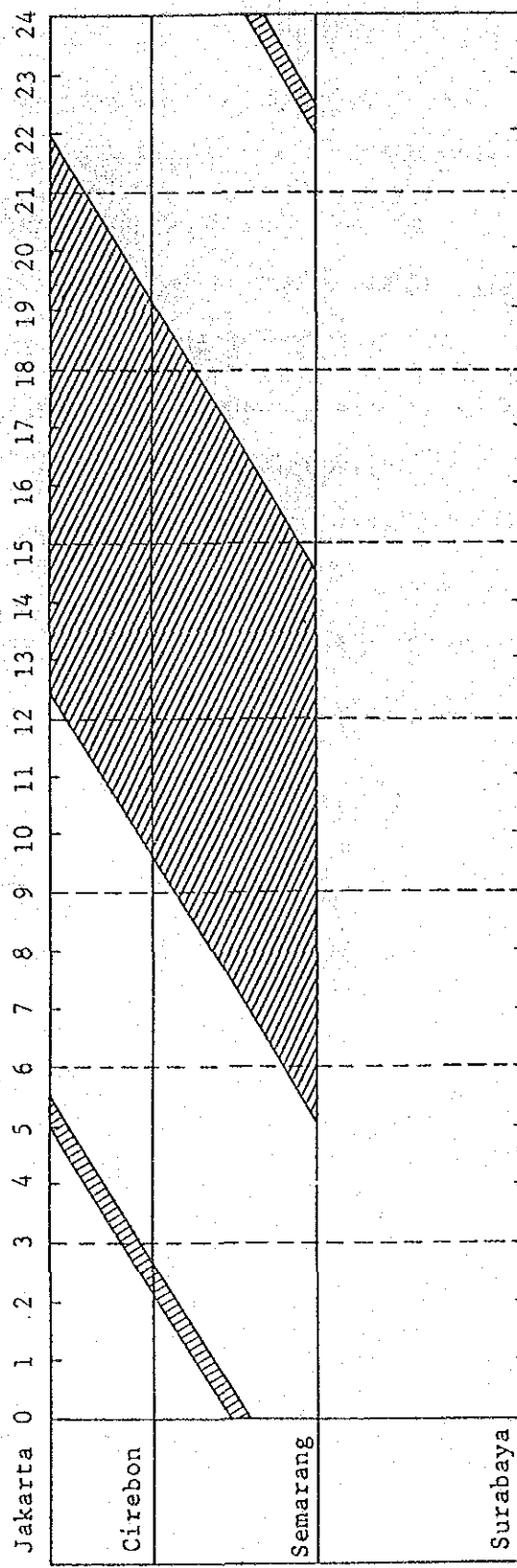
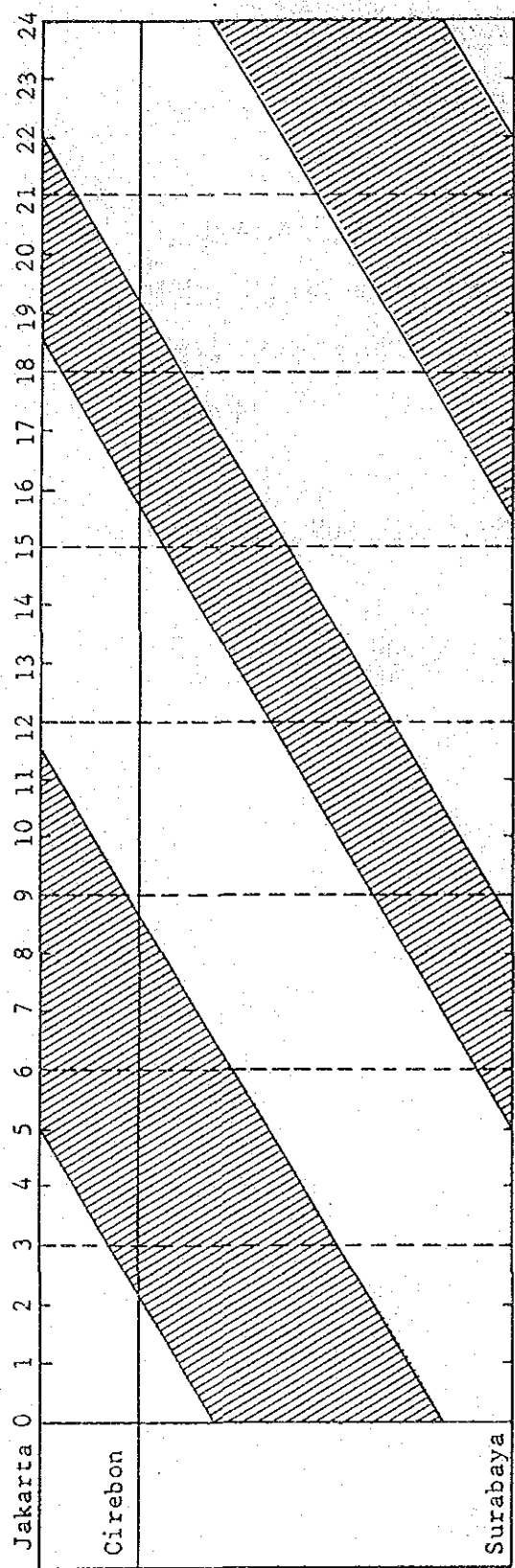
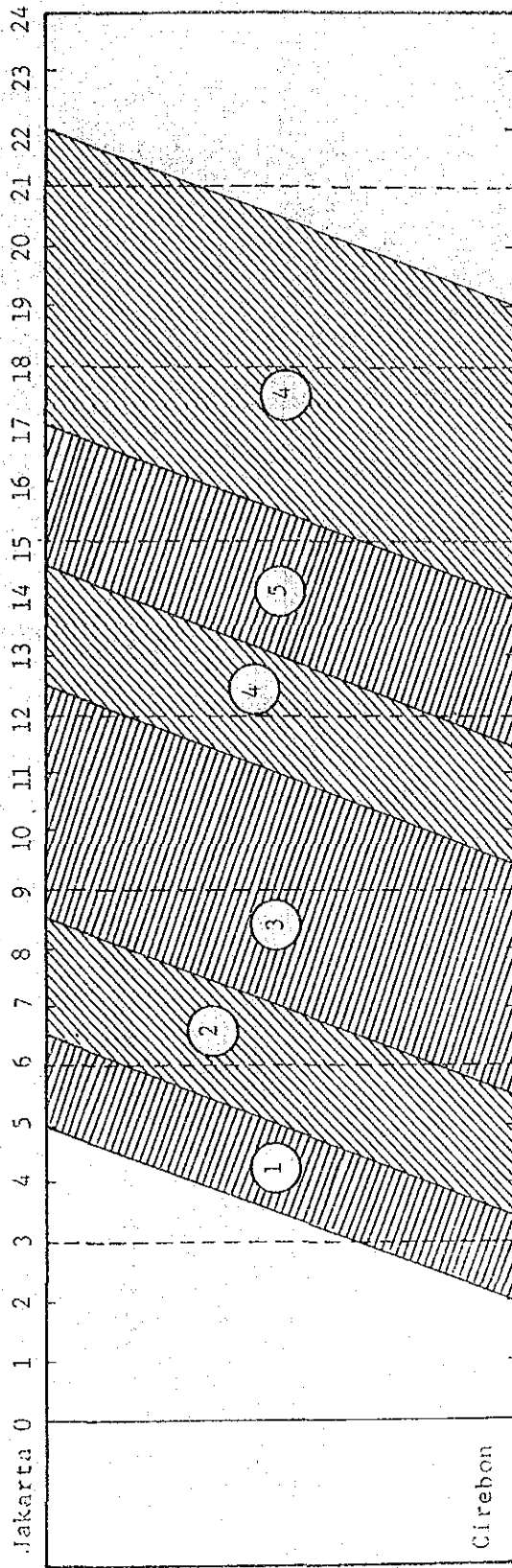


図6.4.1 Jakarta 行長距離列車の運転有効時間帯

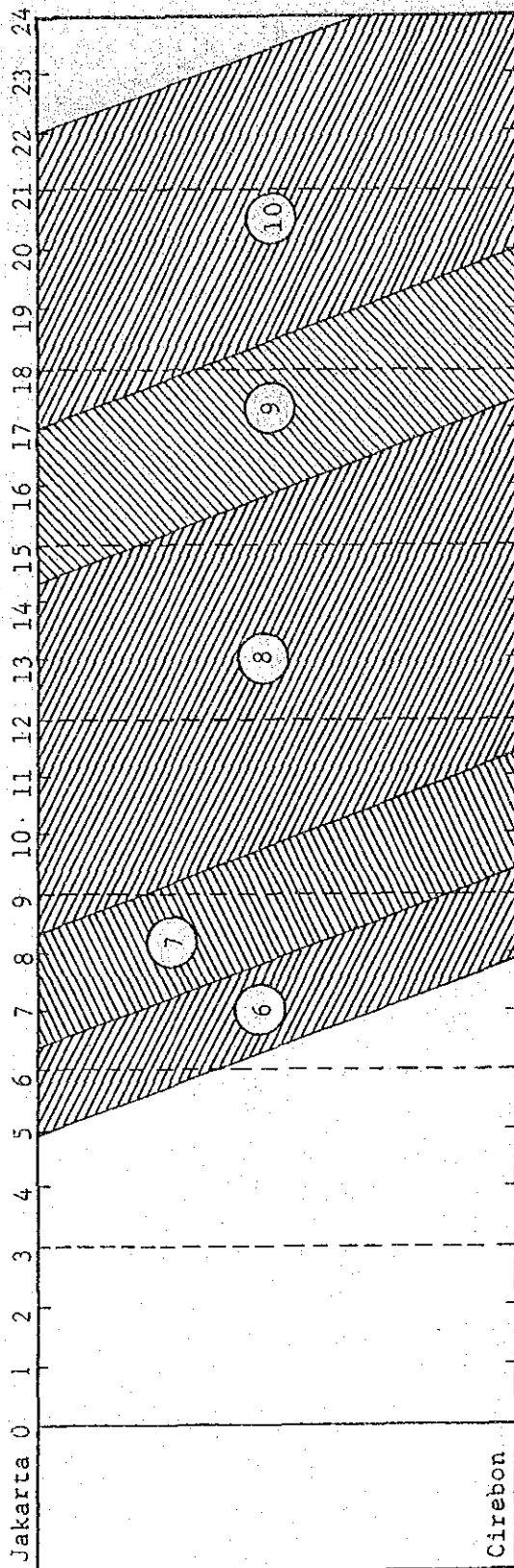
(1) Jakartaへ(上の列車)



- 注
- ① Surabaya, Yogyakarta, MadiunおよびSemarangからの夜行列車
 - ② JABOTABEKの朝のラッシュ時間帯
 - ③ Surabaya, およびMadiunからの夜行列車
 - ④ Surabaya, Semarang, Yogyakarta およびMadiunからの昼行列車
 - ⑤ JABOTABEKの夕方のラッシュ時間帯

図6.4.2(1) Jakarta-Cirebon区間の列車運転時間帯

(2) Jakartaから(下り列車)



注 ⑥Surabaya, Yogyakarta, MadiunおよびSemarangへの昼行列車

⑦JABOTABEKの朝のラッシュ時間

⑧Semarang, YogyakartaおよびMadiunへの昼行列車

⑨JABOTABEKの夕方のラッシュ時間

⑩Surabaya, YogyakartaおよびMadiunへの夜行列車

図6.4.2(2) Jakarta-Cirebon間の列車運転時間帯

6-4-2 列車ダイヤ

(1) Cikampek～ Cirebon間

Cikampek～ Cirebon間の列車ダイヤパターンを図 6.4.3に示す。この図は、図 6.3.1および 6.3.2に示す1992年の列車本数にもとづいて作成したものである。

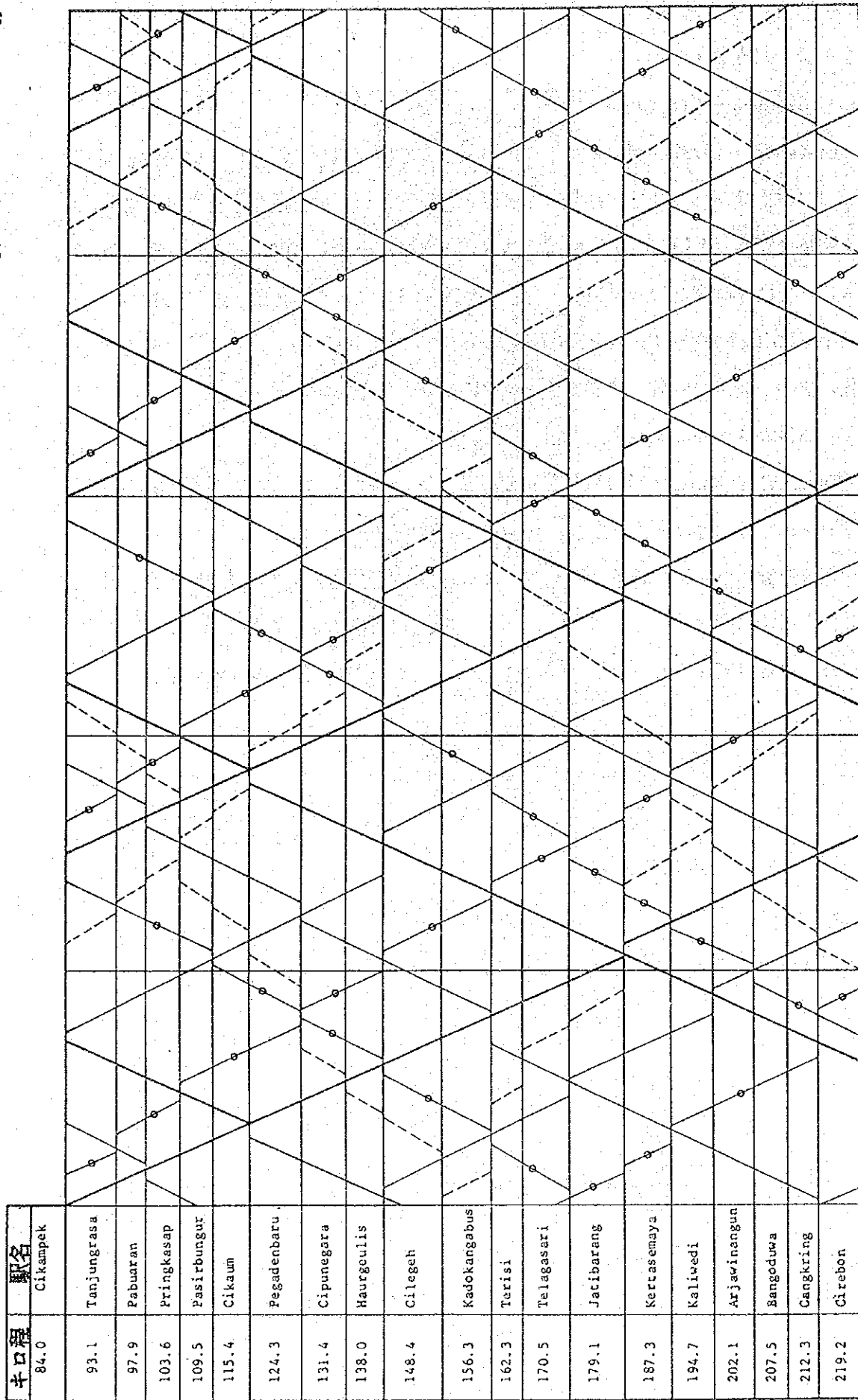
列車運転ヘッドは、特急、急行、快速列車ではそれぞれ 1時間 30 分、普通旅客列車では 3時間となっている。停車駅は表 6.1.3に示す駅である。この列車ダイヤではCikampek～ Cirebon間の到達時分は、特急 1時間 35 分、急行 1時間59 分、快速 2時間 14 分、普通旅客列車 4時間 17 分である。

(2) Cikampek～ Bandung間

Cikampek～ Bandung間の列車ダイヤパターンを図 6.4.4に示す。列車本数はCikampek～ Cirebon間と同じく、1992年の本数である。

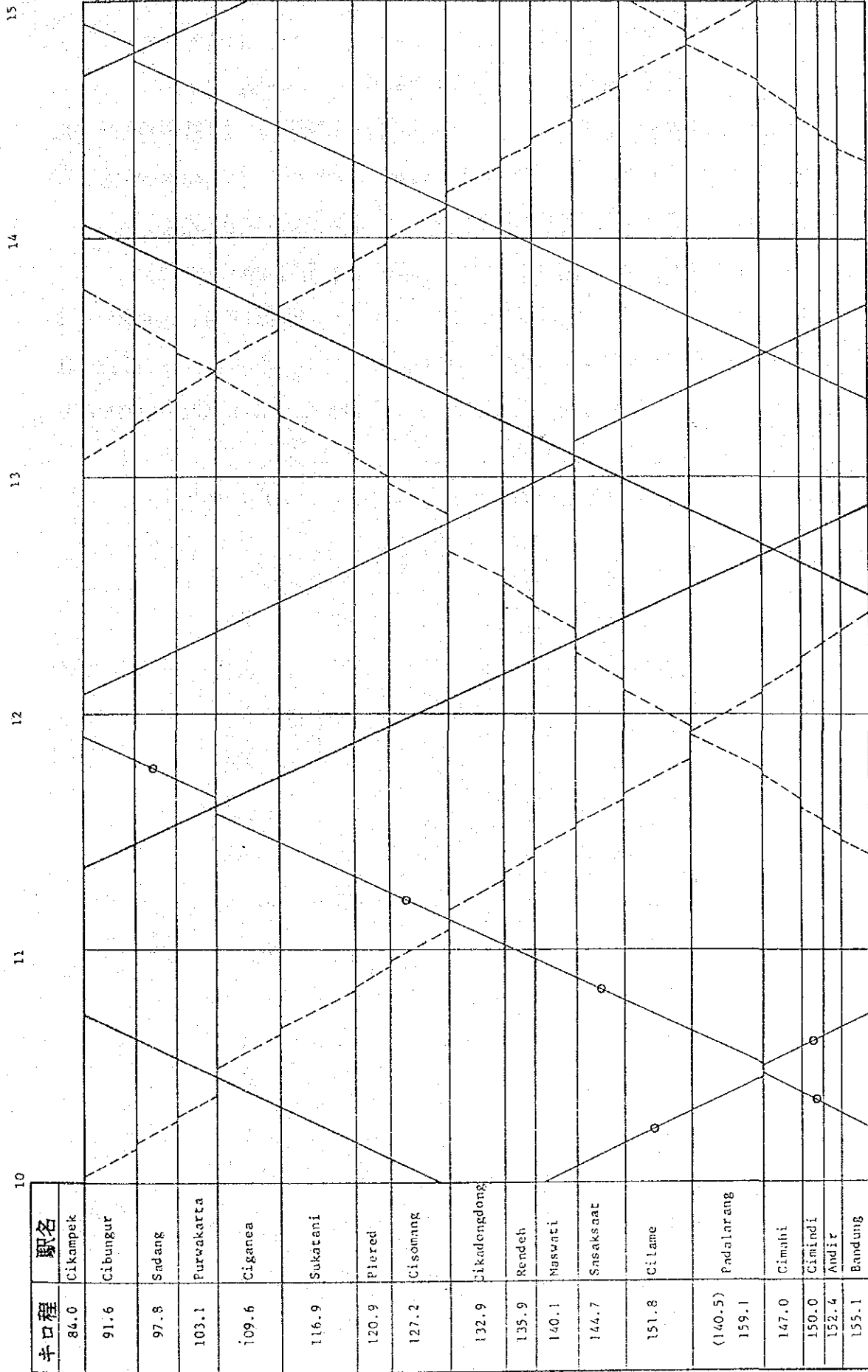
列車運転ヘッドは、特急 3時間 20 分、急行（又は快速）および普通列車ではそれぞれ 3時間となっている。Cikampek～ Bandung間の到達時分は、特急 1時間 32分、急行 1時間 37 分、快速 1時間 42 分、普通旅客列車 2時間22分である。

10 11 12 13 14 15



特急列車
 急行列車
 快速列車
 普通列車

図6.4.3 旅客列車パターン列車ダイヤ (Cikampek-Cirebon)



特急列車
 急行列車
 快速列車
 普通列車

図6.4.4 旅客列車パターン列車ダイヤ (Cikampek-Bandung)

6-5 JABOTABEK 地域の列車運転

6-5-1 中・長距離旅客列車のターミナル駅

表 6.5.1は、1992年の電化開業後の JABOTABEK内主要駅における中長距離旅客数（片道）を示している。この表から Tanahabang、Jakarta、Pasarsenen および Manggarai の4駅が中長距離旅客列車のターミナル駅として適当である。

Tanahabang駅は、Merak および Tangerang線沿線の Tangerang、Rawabuaya、Kebayoran および Duri などの旅客が利用するターミナル駅とする。Manggarai 駅は乗降客は比較的少ないが、Gambir、Pasarminggu、Bogor などの旅客の乗換え駅として重要である。Pasarsenen駅は多数の旅客の乗降があり、東線経由の列車運転が必要である。

表 6.5.1 JABOTABEK 内主要駅の長距離列車1日乗降客（1992年、電化後、片方向）

駅	急行列車	普通列車	合計
Tangerang	415	614	1,029
Rawabuaya	196	265	461
Kebayoran	431	201	632
Duri	273	101	374
Tanahabang	454	52	506
Kampungbandan	48	29	77
Jakarta	3,036	109	3,145
Gambir	6,814	1	6,815
Manggarai	1,087	41	1,128
Pasarsenen	6,399	0	6,399
Tanjungpriok	859	4	863
Jatinegara	2,075	0	2,075
Pasarminggu	592	614	1,206
Klender	447	1,087	1,534
Bekasi	2,577	24	2,601
Bogor	46	131	177

6-5-2 貨物列車のターミナル駅

表 6.5.2は、1992年の JABOTABEK内主要駅における発着貨物トン数を示している。この表から JakartagudangおよびTanjungpriokgudangが主要な貨物発着駅であることがわかる。

Rawabuaya、Duriおよび Tanahabang 駅はそれぞれ大量の貨物を取扱っているの
で、Jakartagudang およびTanjungpriokgudang発着の貨物列車は主として西線経由
とするのがよいと考えられる。

表 6.5.2 JABOTABEK 内主要駅の1日貨物取扱いトン数(1992年、電化後)

駅	JABOTABEK から	JABOTABEK へ
Tangerang	4	10
Rawabuaya	202	92
Kebayoran	61	29
Duri	110	56
Tanahabang	274	53
Kampungbandan	59	31
Jakartagudang	299	410
Gambir	0	0
Manggarai	87	39
Pasarsenen	3	3
Tanjungpriok- gudang	607	153
Jatinegara	93	104
Pasarminggu	45	43
Klender	110	76
Bekasi	9	49
Bogor	142	11

6-5-3 JABOTABEK 内各線の旅客列車運転

JABOTABEK 内各線の中長距離列車の運転はつぎの考え方によることにする。

- (1) 朝の通勤時間帯には、JABOTABEK 列車の運転に支障を与えない範囲で運転する。
- (2) 6-5-1 で述べたターミナル駅まで運転する。Jakartakota 駅へは中央線および東線経由で運転する。またTanahabang駅へは Manggarai 駅経由で運転する。JABOTABEK 各線の列車本数が増加してターミナル駅までの運転が困難となる時期にはつぎのような修正が必要であろう。
 - a. 通勤時間帯には中長距離列車の運転を避ける。
 - b. 中央線経由から東線経由に変更する。
 - c. 一部の列車を Manggarai 駅および Jatinegara 駅始発、終着とする。
- (3) JABOTABEK 内の線路容量を最大に利用するため、中長距離列車の表定速度を JABOTABEK 列車と同じとして平行ダイヤにする。

6-6 機関車両数

6-6-1 機関車運用の考え方

電気機関車両数はつぎの条件により算出する。

- (1) 交流・直流両用電気機関車を使用するので、交直接続点で機関車を交換する必要はない。
- (2) 交直両用電気機関車は客貨両用とする。

6-6-2 電気機関車

- (1) 電気機関車の1日平均走行キロは、1日の稼働時間を16時間として、各区間の列車到達時分とターミナル駅の折返し時分から計算する。

電気機関車両数は1日列車キロと機関車1日平均走行キロから計算する。

- (2) 電気機関車の予備率は15%とする。(表6.6.1参照)

表 6.6.1 年度別交直両用機関車の所要両数

年度	区 間	使用	配置
1992	Jak - Cn	36	42
	Jak - Kac	14	16
	計	50	58
1997	Jak - Cn	39	45
	Jak - Kac	16	18
	計	55	63
2002	Jak - Cn	39	45
	Jak - Kac	20	23
	計	59	68
2007	Jak - Cn	40	46
	Jak - Kac	22	25
	計	62	71

6-7 線路容量

6-7-1 Cikampek～ Cirebon

Cikampek～ Cirebon間を運転される列車本数は、電化開業後の1992年にはほぼその線路容量に達する。(表6.3.1 参照)

単線のままで、電化と関係設備の近代化により得られる最大の線路容量をコンピュータによりシミュレーションした。(表 6.7.1参照)

シミュレーションの詳細は付属資料6-7-1で述べてある。

シミュレーションの結果によれば、電化による列車運転速度の向上と信号設備の近代化による列車取扱い時分の短縮により、線路容量は1日100 列車まで増加することができる。さらに、2ヶ所に列車行違設備を新設(1997年完成)することにより、線路容量を113 列車に増大することができる。

表 6.7.1 設備改善による Cikampek ～Cirebon 間の線路容量の増加

番号	鉄 道 シ ス テ ム				線路容量 (列車本数)
	電 化	閉そく 方 式	継電連動 装 置	行 違 い 設備新設	
1	なし	電気機械式 (S & H)	機 械 式	なし	58
2	あり	同上	同上	なし	66
3	あり	自動信号式 (閉そく信号 機なし)	継電または 電子式	なし	78
4	あり	自動	同上	なし	100
5	あり	同上	同上	あり 2信号所	113

6-7-2 Jatinegara～ Bekasi

Jatinegara～ Bekasi 区間を運転される中・長距離列車およびJABOTABEK 内通勤列車の本数はつぎのようになる。

(1) 列車種別々本数

a. 長距離列車本数

Jatinegara～ Bekasi 間の列車本数は、表 6.3.2からつぎのようになる。

表 6.7.2 年度別長距離列車本数(Jatinegara ～ Bekasi,両方向)

年 度	1992	1997	2002	2007
列車本数	158	172	183	189

b. JABOTABEK 内通勤列車本数

JABOTABEK の鉄道プロジェクトについての「Final Report on Review of F/S」によれば、朝のラッシュ時間帯のJABOTABEK 内通勤列車の運転ヘッドと1日当り列車本数はつぎのとおりである。

表 6.7.3 JABOTABEK 内通勤列車の運転ヘッド（朝のラッシュ時間）
（単位：分）

線 区	1992	1997	2002	記 事
Jatinegara - Bekasi	10	8	6	
東 線	10	8	6	Jakarta - Pasarsenen - Jatinegara
中 央 線	6	5	3	Jakarta - Gambir - Manggarai
西 線	10	8	6	Tanahabang - Jatinegara

出所： F/S レビューの最終報告書（1985年 6月）

表 6.7.4 年度別JABOTABEK 内通勤列車本数（1 日、両方向）

線 区	1992	1997	2002	2007	記 事
Jatinegara-Bekasi	82	102	134	(166)	
東 線	82	102	134	(166)	Jakarta - Pasarsenen - Jatinegara
中 央 線	134	164	268	(330)	Jakarta-Gambir-Manggarai
西 線	82	102	134	(166)	Tanahabang - Jatinegara

注：（ ）は調査団推定
出所： F/S レビューの最終報告書（1985年 6月）

c. JABOTABEK 地域外からの通勤列車

PurwakartaまたはCikampek地域から、JABOTABEK 内への通勤列車は、P J K Aの1983年のOD表から年度別につきのように予測した。

表 6.7.5 年度別JABOTABEK 域外からの通勤列車本数（両方向）

年 度	1992	1997	2002	2007
列車本数	8	10	12	14

(2) 計算結果

Jatinegara～ Bekasi 間の列車本数は、上記の3 種類の列車を合計してつぎのようになる。

表 6.7.6 年度別列車種別々1日列車本数
(Jatinegara～ Bekasi、両方向)

年度	長距離列車	JABOTABEK 列 車	JABOTABEK 域外からの通勤列車	合計
1992	158	82	8	248
1997	172	102	10	284
2002	183	134	12	329
2007	189	(166)	14	369

もしこの3種類の列車が6分ヘッドの平行ダイヤで運転されるとすると、1日の運転時間を17時間（5時～22時）として両方向で340本の列車を運転することができる。したがって表6.7.6の列車本数の予測では、複線で2002年までは運転することができる。

6-7-3 Jakarta - Manggarai

表6.7.3で示したように、朝のラッシュ時間のJABOTABEK内通勤列車の運転ヘッドは中央線が最も短かく、1992年が6分、2002年は3分である。したがって、長距離列車の中央線運転は、1992年には朝のラッシュ時間帯の運転が、また2002年には昼間帯でも運転できなくなる。

このような状況に対処するため、中・長距離列車についてはManggarai駅をターミナルとする列車を増加していかなければならない。

6-8 列車指令

Cikampek～ Cirebon間の列車本数は、1992年には100本に達する。この本数は電化後の、また信号方式を改善した後のその区間の線路容量にほぼ等しい。それ故、事故や遅延によって列車運転が乱れたとき、正常な列車ダイヤに回復することは困難になる。

Jatinegara～ Bekasi 間では、朝のラッシュ時間のJABOTABEK 内通勤列車の運転ヘッドは1992年に10分となり、JABOTABEK 内通勤列車と長距離列車を合計すると1日に248本が運転されることになる。(表6.7.6参照)

このような状況のもとで、JABOTABEK 内通勤列車と長距離列車の円滑な運転と定時運転を行なうためには、列車指令システムの改善が是非とも必要である。

1984年10月および11月の運転実績によれば、Cirebon～ Jakarta 区間には1日50本の長距離列車が運転され、その多くが1日平均60分以上の遅延となっている。又、その遅延時分の55%が Cirebon～ Jakarta区間で発生している。このような状況を改善するため、まず、単線区間で、かつ列車本数の多い Cikampek～Cirebon 間に列車集中制御装置(CTC)を導入する。CTC装置はその区間の列車だけでなく、Cikampek 駅および Cirebon駅で分岐、合流する列車も監視、制御する。現在の列車指令が置かれている場所と、将来Cirebon 以東の区間に拡張してゆくことを考えて、列車指令は Cirebonにおくのがよいだろう。

第7章 電化方式

第7章 電化方式

7-1 電源

7-1-1 電源の選定

(1) 電鉄負荷の特異性

電鉄負荷は次のような特異性を持っている。

a. 変動負荷、b. 移動負荷、c. 単相負荷、d. 負荷電流に高調波を含む。

従って、電鉄用変電所に電気を供給するPLN電源系統は、これら特異性による影響が、表7.1.1に示す制限値内にあるような短絡容量を持たなければならない。

表7.1.1 PLNの制限値

種 別	適 用 条 件	制 限 値
電 圧 変 動	1時間に1回未満	8.0 %未満
	1時間に最大4回	4.0 %以下
	1時間に4回以上	1.5 %以下
高 調 波	70 kv 送電系統に対する総合歪率	5.0 %未満
	150kv 送電系統に対する総合歪率	1.6 %未満
電 圧 不 平 衡	連 続	1.5 %以下
	1時間未満	2.0 %以下

出所： Data/Information for PJKA by PLN

(2) 電圧変動及び高調波対策

電鉄負荷は、変動負荷及び移動負荷であり電源系統に電圧変動を生じ、また、電気車は高調波を発生する。

電圧変動と高調波は、同一電源系統から受電する一般需要家の装置及び機器類に悪影響を及ぼす。また、高調波は沿線の通信線に対し誘導障害を増大させる。高調波によって生じる電圧歪は電源の短絡容量に逆比例する。従って、これら悪影響を少なくするため、電気鉄道は十分な短絡容量を持つPLN電源から受電する必要がある。

本計画においては、電気車の形式が決まり発生高調波量が推定できる時点で、必

要があれば、車両あるいは地上設備に対し適当な対策を計画する。

(3) 電圧不平衡対策

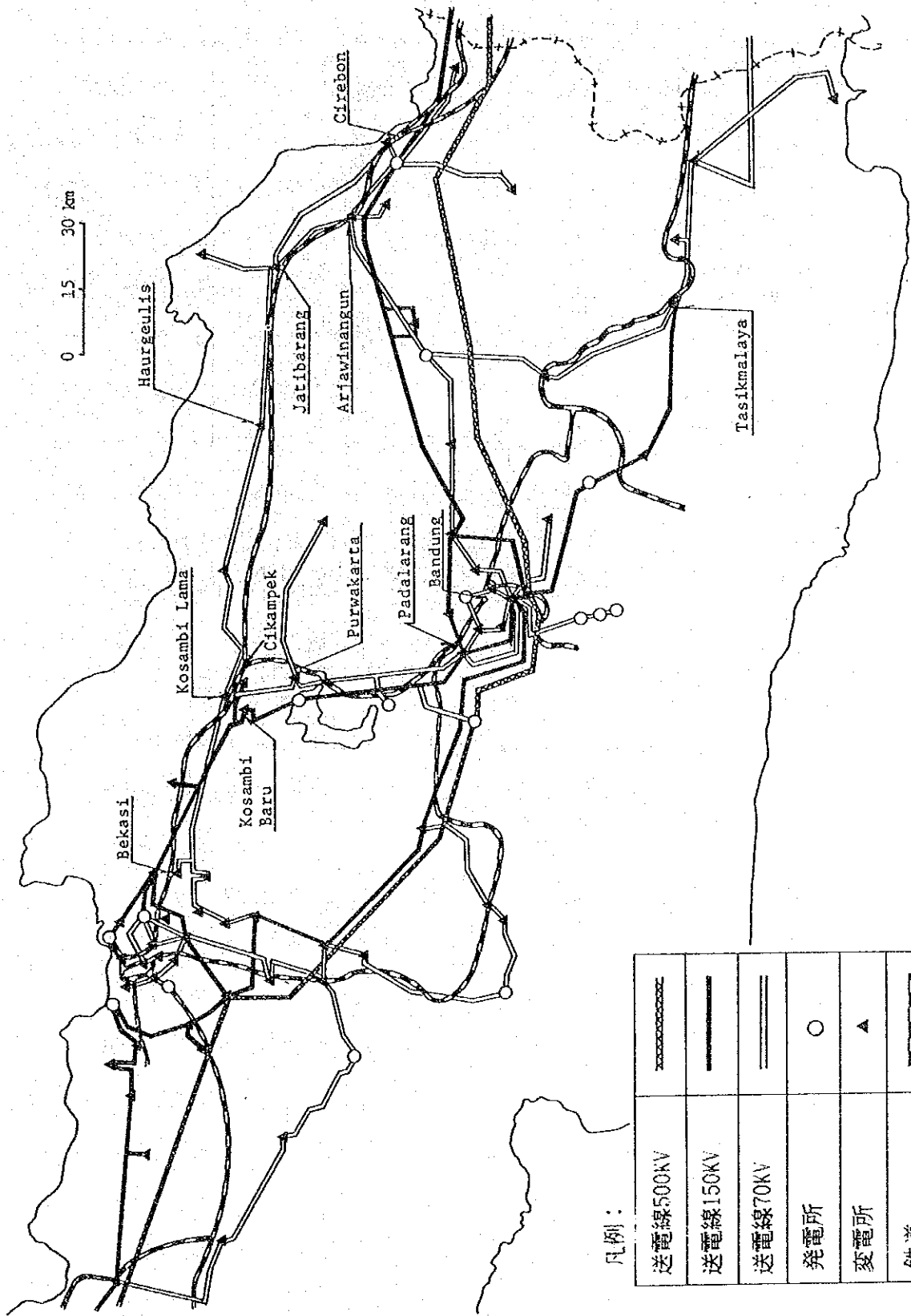
電気鉄道は単相負荷であるため、PLNの三相電源系統に電圧不平衡を生じる。一般に、電鉄用変電所では次の電圧不平衡軽減対策が取られる。

- a. 同一送電系統においては、受電相を交互に変換する。
- b. 電圧不平衡が制限値内に保てるよう十分大きな短絡容量を持つ電源から受電する。
- c. スコット結線あるいは、変形ウッドブリッジ結線の変圧器を使用する。

(4) 電源系統の選定

PLNの西部ジャワ地区電源網を、図 7.1.1に、本プロジェクトに係る変電所の短絡容量を、表 7.1.2に、またPLN電源系統の事故実績を、表 7.1.3に示す。

各電鉄用変電所に電力を供給するPLN電源系統は、短絡容量、信頼性及び経済性を考慮して選定する必要がある。



凡例：

送電線500KV	
送電線150KV	
送電線70KV	
発電所	
変電所	
鉄道	

図7.1.1 西部ジャワのPLN電源網（1988年）

表 7.1.2 PLN変電所の短絡容量(1992年)

変電所	電圧 (KV)	短絡容量 (MVA)
Bekasi	150	6,540
Poncol	70	962
Kosambi Baru	150	2,798
Kosambi Baru	70	1,148
Kosambi Lama	70	901
Purwakarta	70	826
Padalarang	150	3,561
Padalarang	70	1,315
Jatibarang	70	666
Hargeulis	70	342
Arjawinangun	70	814
Tasikmalaya	70	705
Tasikmalaya	150	1,500

出所： DKT-SUBDITEKS PLN (Jakarta, 25 - 09 - 1985)

表 7.1.3 PLN電源系統の事故実績 (1976~81年)

系統電圧 (KV)	送電系統 (回数/100 km/年)	変圧器系統 (回数/100組/年)
70	20.42	174
150	3.66	39.4

出所： PLN年報 80/81.

7-1-2 き電方式の選定

鉄道の電化は、大別すると直流電化方式と交流電化方式に分類される。

本プロジェクトでは、マスタープランの検討結果により商用周波単相交流 25kv 方式を適用する。

(1) き電方式の種類と特徴

本プロジェクトに適用可能なき電方式には、次のようなものがある。

a. 直接き電方式

直接き電方式は、トロリ線とレールからなる簡易なき電回路であり、工事費が最も安価なのが特徴である。

また、この方式では電鉄用変電所間隔を 50 ~ 60km に取ることができる。しかしながら、通信線への誘導障害軽減対策を施していないので、誘導障害が A T 及び B T き電方式の約 3~8 倍となり、鉄道沿線に通信線が多く敷設してある所での使用は不適である。しかし、鉄道沿線に通信線が少なく、また、受電が容易な所でのき電方式としては最も経済性が高い。

b. A T き電方式

A T き電方式は、トロリ線、き電線、単巻変圧器 (A T) 及びレールからなるき電回路を構成し他の方式に比して設備は複雑となり、電車線路工事費は割高となる。

しかし、電鉄用変電所からの送り出し電圧が高い (電気車へのき電電圧の 2 倍) ため、長距離、大電力の電力供給に適し、変電所間隔は 100~130km と長く取ることが出来るので、受電点選択の自由度が大きい。また、負荷電流が A T により吸い上げられるので通信線への誘導障害軽減効果も大きい。

c. B T き電方式

B T き電方式は、通信線への誘導障害を軽減するため、直接き電方式に吸上変圧器 (B T) と負き電線を付加したものである。

一般的に、この方式は A T き電方式に比し通信誘導障害の軽減効果は優れているが電車線にブースタセクションを設けるため、き電回路構成が複雑となり、き電回路インピーダンスも大きく、変電所間隔は 30 ~ 40km と短くなる。

(2) き電方式選定の前提条件

き電方式の選定に当たり検討を要する主な事項は、次の通りである。

- a. 電源網の状況
- b. 鉄道沿線の通信線路
- c. 設備の信頼性と保守性
- d. 工事費

a項は、変電所の位置と間隔及び電源の短絡容量、経済性に関連し、b項は通信誘導障害に係る。

c・d項は相互に関係が深く、一般的に、信頼性、保守性を重視すると工事費は増加する。

(3) き電方式の選定

各区間におけるき電方式は、以下の検討によりATき電方式とする。

き電方式の選定に際しては、表 7.1.2に示すPLN変電所からの電力供給による電圧変動率及び電圧不平衡率が制限値内のものを対象として検討する。

(表 7.1.7及び付属資料 7-1-6参照)

a. Bekasi～Cikampek間 (57km)

この区間は、人口密度が高く、広い範囲に通信誘導障害を与えるおそれがあるので直接き電方式の適用は避ける。

PLN電源系統は、図 7.1.1に示すように 70kv、150kv の送電線が鉄道沿線に設備されており、いずれのき電方式の適用も可能である。

表 7.1.4に示すようにATとBTき電方式の工事費比較により、この区間にはATき電方式を適用する。

表7.1.4 ATとBTき電方式の工事費比較

き電方式	電鉄用変電所数	工 事 費 比 率 (%)			
		変電設備 関連設備	電車線路 設備	通信誘導 対策	合 計
A T	1	100	139	23	262
B T	2	130	141	23	294

b. Cikampek～Cirebon 間 (135 km)

図 7.1.1に示すように、PLNの 70kv 送電線は1989年には鉄道沿線に建設されているが、この送電系統にあるHaurgeulis、Jatibarang 及びArjawinangunの各変電所は、十分な短絡容量がないので、この区間での運転用電力はArjawinangun 付近を通過する 150kv送電線より受電する。(付属資料 7-1-2参照)

このような電源網の状況では、電鉄用変電所は隣接する変電所と 130km以上離れざるを得ず、必然的にATき電方式を適用せざるを得ない。

c. Cikampek～Padalarang間 (75km)

この区間は過疎地帯であり、通信誘導障害の影響が比較的少ないと考えられる。BTき電方式を適用した場合、2ヶ所の電鉄用変電所とPLN電源への長い送電線の建設が必要となり大きな投資となる。従って、直接とATき電方式について検討する。

表 7.1.5～7.1.6 に示すように、直接き電方式は、ATき電方式と比較して変電所及び電車線路の工事費は低いが、通信誘導障害対策の工事費を加えると高くなる。従って、この区間にはATき電方式を適用する。

表7.1.5 直接とATき電方式の設備比較

き電方式	変電及び関連設備	電車線路設備	通 信 設 備
直接	1 変電所設置 70kv受電 (Purwakarta)	電車線路	地中重遮蔽ケ-ル化
AT	AT柱を約15kmおきに 設置	電車線路 AFき電線の敷設 (75km)	地中遮蔽ケ-ル化

表7.1.6 直接とATき電方式の工事費比較

き電方式	電鉄用 変電所数	工 事 費 比 率 (%)			
		変電設備、 関連設備	電車線路 設備	通信誘導 対策	合 計
直接	1	145	340	125	610
AT	0	100	380	100	580

d. Padalarang～Kiaracandong間（20km）

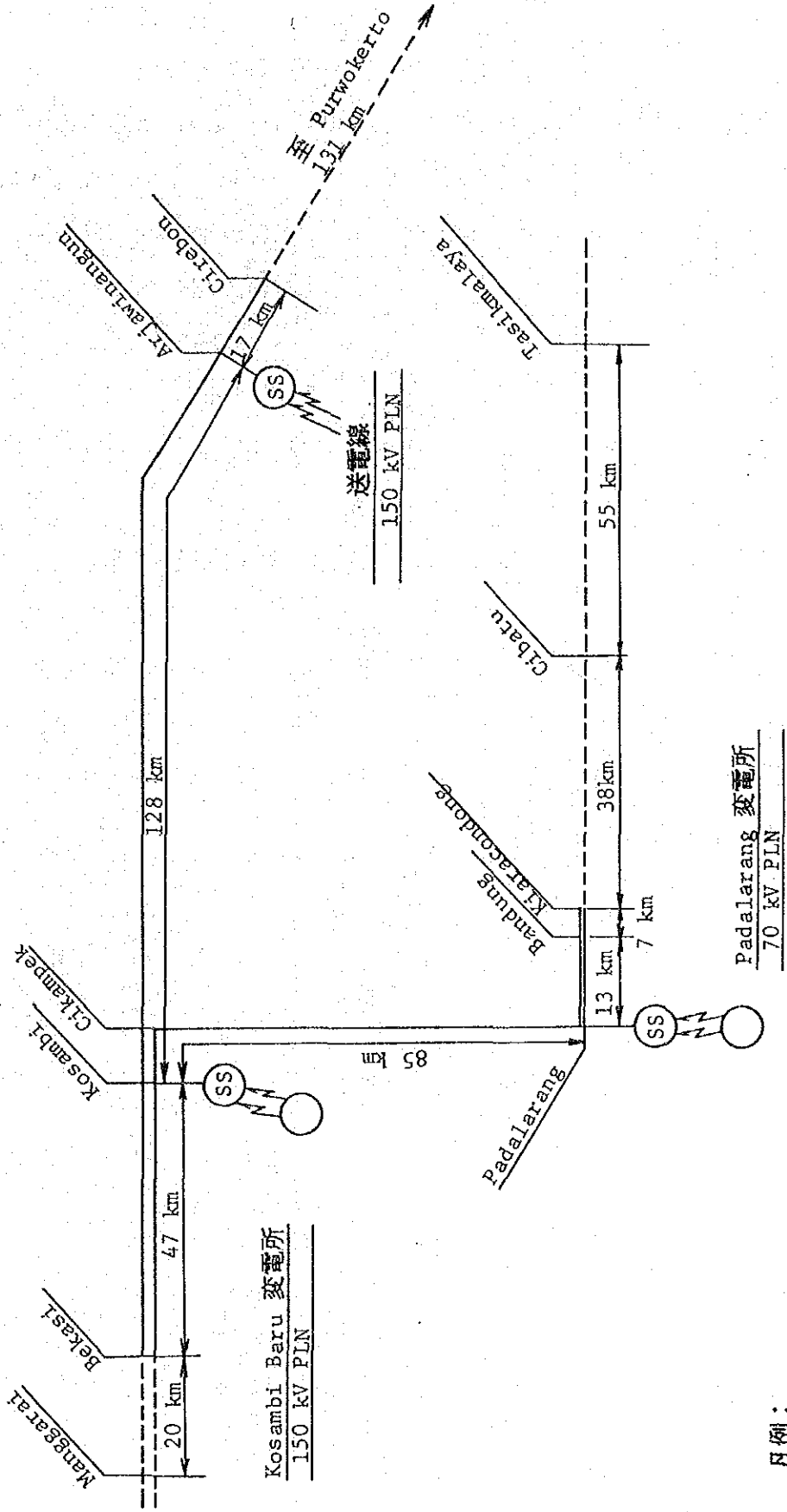
この区間はBandung 都市圏を含んでおり、通信誘導障害の影響から直接き電方式の適用は避ける。

将来のKiaracandong以遠の電化延伸を考慮すると、き電距離を長くとれるA T き電方式のほうがB T き電方式より適切である。

以上の検討結果より選定したき電方式、電鉄用変電所位置を、図 7.1.2に示す。

（付属資料 7-1-2、7-1-3参照）

このき電方式によって予測される、最大電力、電圧変動率及び電圧不平衡率を表 7.1.7 に示す。



凡例：

- ⊙ : 電鉄用変電所
- : PLN変電所

图7.1.2 送電方式案

表 7.1.7 電圧不平衡率及び電圧変動率の予測値 (1992年)

変電所名	電圧 (KV)	短絡容量 (MVA)	1 時間平均最大値				瞬時最大値				電圧変動率 (%)				
			負荷 (KVA)		電圧不平衡率 (%)	変圧器形式	負荷 (KVA)		変圧器形式	電圧不平衡率 (%)					
			合計	上り			下り	合計				上り	下り		
Kosambi Baru	150	2,798	合計	6,800	9,500	1P	0.58	合計	27,100	13,800	17,800	1P	0.96	0.16	
						V	0.49						V	0.64	0.16
						T	0.09						T	0.64	0.21
Arjawinangun	150	1,000 *	合計	4,800	1,500	1P	0.62	合計	13,700	11,400	5,100	1P	1.37	0.45	
						V	0.56					V	1.13	0.45	
						T	0.33					T	1.13	0.60	
Padalarang	70	1,315	合計	2,000	800	1P	0.20	合計	7,800	6,300	3,300	1P	0.58	0.34	
						V	0.18					V	0.47	0.34	
						T	0.09					T	0.47	0.45	

注: 1 この計画に適用する PLN の制限値

- 電圧不平衡率
 - 1.5 % (連続)
 - 2.0 % (1時間未満)
 - 1.5 % (1時間に4回以上)

2 列車の起動・停止によって生じる電圧変動は、1時間に4回以上起きると推定される。

3 計算方法については、付属資料 7-1-4, 7-1-5 及び 7-1-6 を参照。

凡例: 1P: 単相 V: V結線 T: スコット結線

*: 推定値

上り: 至 Jakarta 下り: 至 Cirebon/Bandung

7-2 架線方式

7-2-1 架線方式の種類

架線方式は、運転速度、集電電流容量、保守性、及び、経済性などを考慮して決定する。

架線方式は、次の4方式に大別することができる。(各方式は、電線の条数、張力等によって更に細かく分類される。)





- (1) 直吊架線方式
- (2) シンプルカテナリ方式
- (3) 変形Y形シンプルカテナリ方式
- (4) コンバウンドカテナリ方式

表 7.2.1に各架線方式の構成と1パンタグラフ(以下パンタと略記)走行時の特性について示す。

多数パンタ走行の場合は、この表の数値より速度特性は悪くなる。

これは、多数パンタ走行の場合、先行のパンタによるトロリ線振動に、続行パンタによる振動が加わり、離線、押上量等が多くなるためである。

表 7.2.1 各架線方式の比較

名称	構造略図	標準線種 (mm ²)			架線系張力 (ton)	速度特性 (km/h)
		吊架線	補助吊架線	トロリ線		
1 直吊架線方式		—	—	GT 110	1.3	100 以下
2 シンブルカテナリ方式		St 90	—	GT 110	2	120 以下
3 変形Y形シンブルカテナリ方式		St 90	—	GT 110	2	200 以下
4 コンバウンドカテナリ方式		St 135	Cu 100	GT 110	3	200 以上

注： 速度特性は1パンタグラフ走行を基本とする。

凡例： St: Galvanized steel wire

Cu: Hard-drawn copper wire

GT: Hard-drawn grooved contact wire

7-2-2 架線方式の比較

(1) 直吊架線方式

直吊架線方式は、支持点でトロリ線を直接支持する方式と支持点の特性を改良するために短尺のロッドやワイヤによって吊架する2方式に分類される。

これらの方式は、列車速度が 85km/h 以下（1パンタ走行では 100km/h）の区間では、最も経済的な方式として使用される。

直吊架線方式の簡単な架線構造を図 7.2.1 に示す。

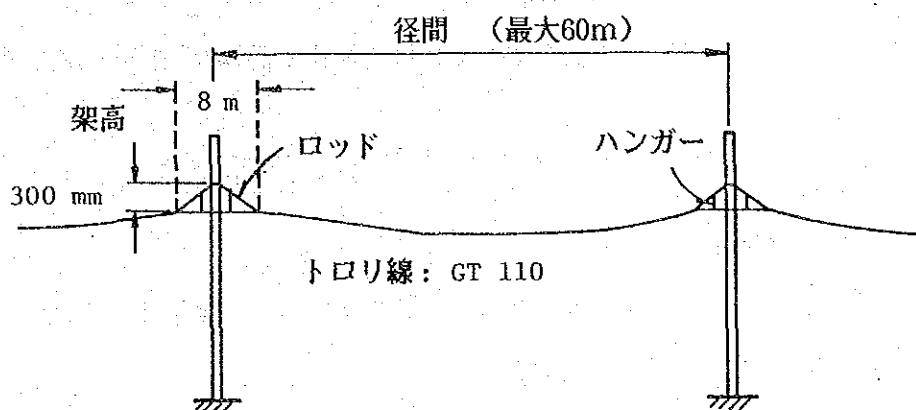


図7.2.1 直吊架線方式の構造略図

(2) シンプルカテナリ方式

シンプルカテナリ方式は列車速度が 120km/h以下の区間で一般的に使用される。

(例：JABOTABEK 地域内)

(3) 変形Y形シンプルカテナリ方式

変形Y形シンプルカテナリ方式は、速度特性を改善するためにシンプルカテナリ方式の支持点にY線を加えたものである。

(4) コンバウンドカテナリ方式

コンバウンドカテナリ方式は、シンプルカテナリ方式の全面的な特性改善のために補助架線が加えられたものである。

(3)、(4)の方式は、いずれも速度特性が優れている反面、建設費が高価となる。

7-2-3 架線方式の選定

本プロジェクトでは、列車速度を 100km/h以下で計画するので、シンプルカテナリ方式を大部分の区間に使用する。

直吊架線方式は、工事費節約の面から険しい勾配や急カーブで列車速度が 80km/h以下に制限されるPurwakarta ~ Padalarang間約 50km/h の山岳地帯に適用する。

この区間における両架線方式の工事費比較を表 7.2.2に示す。

表7.2.2 Purwakarta ~ Padalarang間の架線方式の工事費比較

架線方式	工事費の比率 (%)	工事費差 (百万 Rp.)
シンプルカテナリ方式	100	220
直吊架線方式	91	

7-3 軌道回路

交流電化システムにおいては、電車線から動力車に供給された電車電流はレールを
通って変電所へ戻る。同時に軌道回路電流も同じレールに供給される。従って、
同一レールを帰線電流と軌道回路電流が流れることになる。

直流軌道回路は比較的構成が簡単で安価であるが、軌道回路電流と帰線電流を分
離するためのインピーダンスボンドを使用することができない。このため、帰線電
流を一方のレールに流し、軌道回路電流を両方のレールに流す構成となる。

片軌条方式となるこの構成において、時には帰線電流側のレール破断によりレ
ール電位が異常に上昇し、感電事故、軌道回路機器の破損のおそれがある。従って、
この方式は駅構内以外には適用できない。駅構内においては図 7.3.1 に示す対策を
講じる。

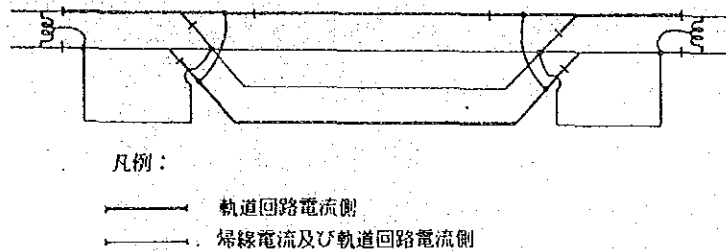


図7.3.1 レール破断対策を講じた直流軌道回路

交流軌道回路においては、軌道回路の不均衡要素のため帰線電流の一部が軌道回
路受信器に流れ込み、受信器の誤動作の原因となる。これを避けるため、軌道回路
電流としては帰線電流の周波数及びその高調波と異なる周波数を使用しなければな
らない。これには、20 ~ 300Hzの低周波(LF)帯と1~3Hzの可聴周波数(AF)帯が一般に用いられている。多現示の信号機や車内信号を制御するためには、
軌道回路電流を数 Hz のコード周波数で変調する。両方式の主な特徴を表 7.3.1 に
示す。

表 7.3.1 L F 及び A F 軌道回路方式の特徴

項目	L F	A F
周波数	20 - 300 Hz	1,000 - 3,000 Hz
最大制御長 ($G < 0.5 \text{ S/km}$)	2 - 4 km	1 - 1.2 km
情報数 (地上/車上信号制御用)	4 以上	10
無絶縁化	不可	可

本計画区間においては、最小運転時隔 5分、列車速度最大 100km/hであることから、自動閉そく方式における閉そく区間長は約 2~3km と想定される。このケースでは、1 軌道回路で全ての閉そく区間長を制御できる L F 方式の方が A F 方式より設備構成が容易で設備費、保全費が安くなる。

上記の理由から、駅構内においては D C 軌道回路を駅中間には L F 軌道回路を採用する。(図 7.3.2~7.3.3 参照)

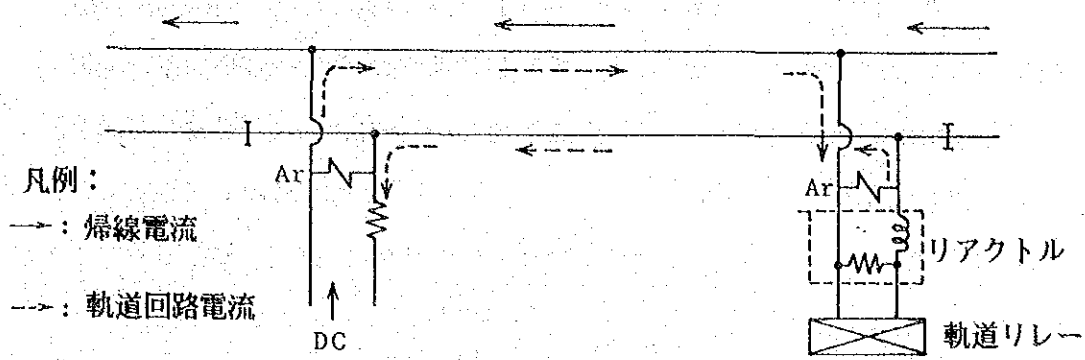
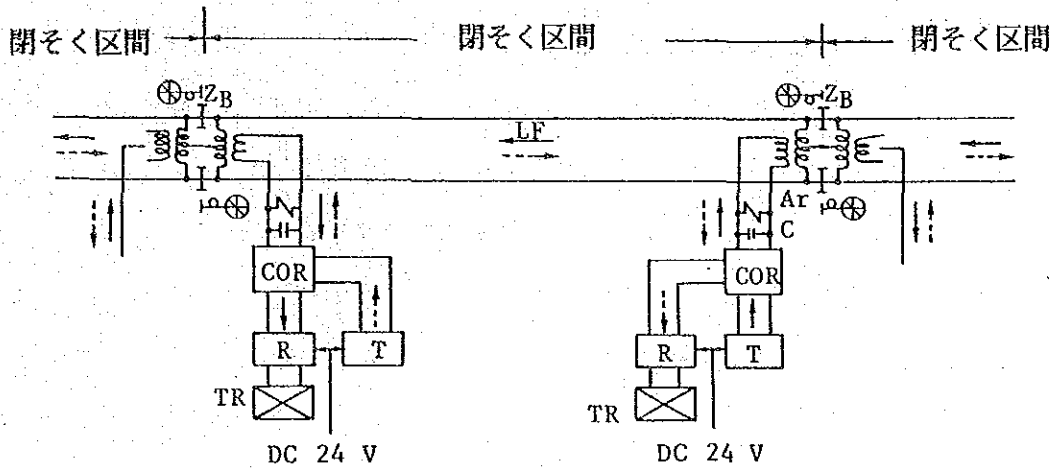


図7.3.2 DC軌道回路概略図

ケース1 単線区間



ケース2 複線区間

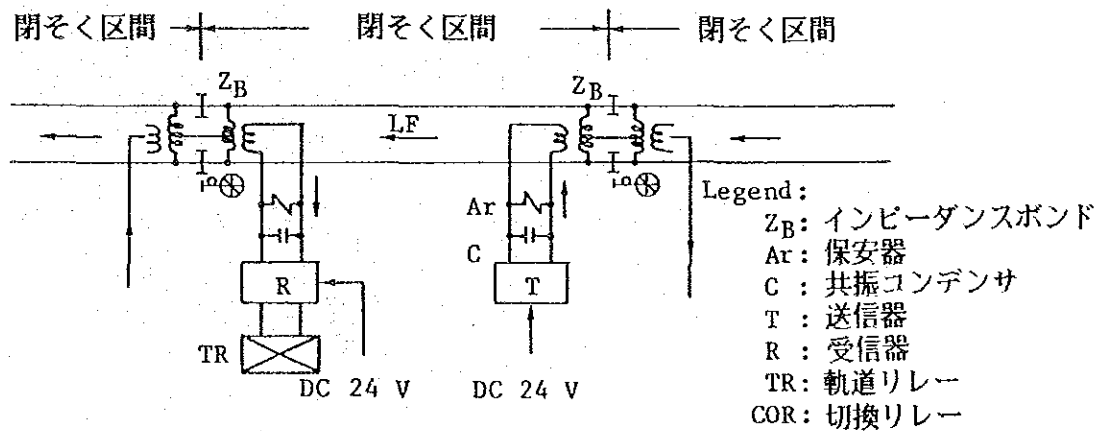


図7.3.3 LF軌道回路概略図

なお、詳細設計時点で、実際の閉そく区間長、最大漏洩コンダクタンス、負荷電流内の最大高調波含有率等に基づいて、最大短絡抵抗値／レール破断検知機能と軌道回路長の関係を明確化する必要がある。参考に、80Hz 軌道回路におけるそれらの関係を付属資料 7-3-1に示す。

さらに、次の諸現象による影響を検討することが必要である。

a. 直流軌道回路

- 交流電気車のパンタグラフ上昇時や空気遮断器投入時の突入電流
- PC 枕木区間での成極作用

b. LFコード軌道回路

- V V V F 車から発生する高調波

(付属資料 7-3-2参照)

7-4 誘導障害

電気鉄道と通信線が近接して存在すると、電化システムの電磁エネルギーが通信線に伝達され、危険な電圧／電流や雑音障害等が発生する。これらの障害は静電誘導によるものと電磁誘導によるものがある。

(1) 静電誘導

静電誘導の度合いは、電車線の電圧、電車線と通信線の距離、通信線の暴露長等によって定まる。静電誘導の許容値は、国際電信電話諮問委員会（CCITT）により 150V、15mA と定められている。静電誘導をこの値以下におさえるには、本プロジェクトでは軌道中心と通信線の間隔を直接き電方式で 36m、AT き電方式で 9m 以上とする必要がある。（付属資料 7-4-1参照）

(2) 電磁誘導

電磁誘導電圧は、電車電流の値及び周波数、電車線と通信線の離隔距離、通信線の長さ、大地導電率等により定まる。CCITT によると、商用周波数での許容値は平常時で 60V以下に、また、雑音電圧（800 Hz）は 1mV以下と定められている。しかしながら日本においては、架空裸線に対する雑音電圧は 2.5mVまで許容されている。

電磁誘導電圧を前述の値以下にするには、無しゃへい通信線で暴露長 10km、負荷電流（ I_p ）を 100A、等価雑音電流（ J_p ）を 3A とした場合、軌道中心と通信線の離隔距離を表 7.4.1に示すように確保しなければならない。

（付属資料 7-4-2参照）

表 7.4.1 電磁誘導障害を許容値以下に保つための無しゃへい通信線と軌道との離隔

発生電圧 許容値	誘導電圧 (V)	雑音電圧 (mV)	
		裸線	埋設ケーブル
通信線との 離隔	60 V	2.5 mV	1.0 mV
直接き電	32 m	480 m	400 m
A T き電	—	250 m	200 m

(3) 誘導障害対策

交流電化に伴い、既設の架空裸線は表 7.4.1 に示される電磁誘導支障を受けない通信方式に取替えることが必要である。この目的のためには光ファイバーや無線方式も考えられるが、必要回線数が 50 ～ 60 で、鉄道路線沿いに比較的短い間隔での多くの分岐が必要なことを考慮すると埋設しゃへいケーブルを採用することが経済的に有利と考えられる。(付属資料 7-4-3 参照)

なお、埋設ケーブルに対する静電誘導障害は、ケーブルのしゃへい化及びそのシースを設置することにより解消する。

第8章 車両計画

第8章 車両計画

8-1 電気車の基本性能

電気車の定格速度、定格引張力は、勾配及び曲線における運転条件により決められる。このような区間をどのような速度で何トンけん引して走行するかで出力は決まる。

(1) 走行条件

a. 線路条件

Cikampek～Cirebon 間は、5%以下のほぼ平坦線である。一方Cikampek～Bandung 間は約50kmが半径 200～300 mの曲線と15～16%の勾配が散在する。

b. 運転条件

(a) けん引重量

旅客列車については 400トンとする。貨物列車については貨物輸送の需要、線路容量を考慮してBekasi～Cirebon 間は 1,000トン、Cikampek～Bandung 間は 600トンけん引とする。

(b) 最高速度

最高速度は、旅客列車は100km/h、貨物列車は85km/hとする。

上記条件は、ジャワ島内の他の幹線にも適用することとする。従って、本プロジェクトで計画する車両は、ジャワ島ほぼ全ての幹線で使用可能である。

(2) 温度上昇

電気車（特に電気機関車の場合）の定格容量を決めるための要素となるのは、主電動機巻線の温度上昇である。温度上昇は、電気機器に流れる電流の2乗に比例する実効電流（RMS電流）を定格電流以下に保つ必要がある。

(3) 制御方式

a. 出力制御

従来の速度制御は、直流電動機に供給する電圧を制御することにより行う。電圧制御には、主抵抗器に設けたタップの切換えにより電圧を制御する抵抗制御方式とサイリスタによる位相制御方式がある。

一方、近年交流電動機とインバータを使用したVVVF制御方式（可変電圧、

表 8.1.1 交直両用電気車の制御方式の比較

項目		制御方式		
		抵抗制御	位相制御(サイリスタ)	V V V F 制御
主回路				
制御		電圧制御	電圧制御	電圧, 周波数制御
主電動機		直流電動機	直流電動機	誘導電動機 同期電動機
ブレーキ		発電ブレーキ	発電ブレーキ	回生ブレーキ 回生ブレーキ
信頼性		C	B	A #1
粘着性能		C	B #2	A #3
保守性		C	C	A #4 B
誘導障害		A		B #5
軸重	電気機関車	A	A	B #6
	電車	A	A	A #7 C #8
製作コスト比		100	110-115	117-120 #9
経 験		A	A	C
適用性	電気機関車	C	A	A #10
	電車	A	C	A C

- (注) *1 機器の無接点化により制御系の信頼度が向上する。
 *2 流電化区間は、ステップレス制御ができない。
 *3 力行、発電ブレーキ運転においてステップレス制御が可能で粘着性能が向上する。
 *4 主電動機はブラシレス、無整流子のため保守点検が容易である。
 *5 電気車からの漏れ磁束による直達ノイズ防止のため流出源の装置、配線をシールドする。高調波電流による障害については、インバータの入力側にフィルタを設置する。
 *6 軽量主電動機を採用できるが、インバータ等変換装置のため総重量は重畳化する。
 *7 1 電動車に 1 個のインバータを設ける。
 *8 1 電動車に 4 個のインバータが必要 (4 箇モータの場合)
 *9 将来の技術革新、大量生産により製作コストの低下が期待できる。
 *10 約5000KW以下のVVVF車両では、同期電動機タイプは2個のインバータに対し誘導電動機タイプは1箇のインバータの使用ですむので経済的である。

A: 良い B: 普通 C: 悪い

電圧、可変周波数)が開発された。

表 8.1.1で示すとおり、VVVF方式は、ブラシレス、無整流子誘導電動機の採用により粘着性能及び保守性が優れている。

一方、位相制御方式はVVVF方式に較べ軽量かつ製作費が安価である。表 8.2.2 にVVVF方式と位相制御方式の力行性能を示す。

b. ブレーキ

勾配区間での運転性能の向上、制輪子やタイヤの摩耗を節約するため、空気ブレーキ装置とダイナミックブレーキの併用が広く採用されている。ダイナミックブレーキには、発電ブレーキと回生ブレーキの2つが考えられる。位相制御方式では2つのブレーキ方式が採用可能であるが、VVVF方式は抵抗器がないため回生ブレーキとなる。

8-2 電気機関車

8-2-1 軸配置

電気機関車に必要な軸数は、粘着係数、軸重、総自重を基礎に決められる。軸重は15トンとする。軸配置がB-Bの交流機関車が得る粘着係数は、JNRの実測結果によると、起動時で35~40%、加速域で27~30%である。今、B-Bタイプの電気機関車で600トンの貨車をけん引した際の勾配別、起動時の最小必要粘着係数を表 8.2.1に示す。

表 8.2.1 起動時に必要な B-Bタイプ電気機関車の粘着係数

勾配 (‰)	速度 (km/h)	加速度 (km/h/s)	粘着係数 (%)
15	0 ~ 20	0.1	27
16			28
17			30

表 8.2.1から、粘着性能に関しては、当プロジェクトで4軸電気機関車の採用が可能である。

8-2-2 力行性能

(1) V V V Fと位相制御方式の力行性能の比較

表 8.2.2に 2方式の機関車の仕様を示す。

表 8.2.2 制御方式の比較

項目		制 御 方 式	
		V V V F	位相制御
軸 配 置		B - 2 - B	B - 2 - B
軸 重 (t)		15	15
定 格 出 力 (kw)		2,600	1,900
定 格 速 度 (km/h)		46	48
定格けん引力 (kg)		21,800	14,000
主電動機	個 数	4	4
	定格出力 (kw)	650	475
	定格電圧 (V)	800	900
	定格電流 (A)	550	570

a. 速度-引張力特性

V V V Fと位相制御電気機関車の速度-引張力特性を図 8.2.1, 8.2.2 に示す。

車両性能を示す基本は、起動しうる最大勾配と、均衡速度である。図 8.2.1と8.2.2 は、表 8.2.3にまとめられる。

表 8.2.3に示すように、位相制御機関車では勾配 0 %、1,000トンけん引時の均衡速度は丁度 85km/h であり、当プロジェクトで要求される速度-引張力特性をほぼ満足させる。一方、V V V F方式はバランス速度面でより高い性能であることを示す。

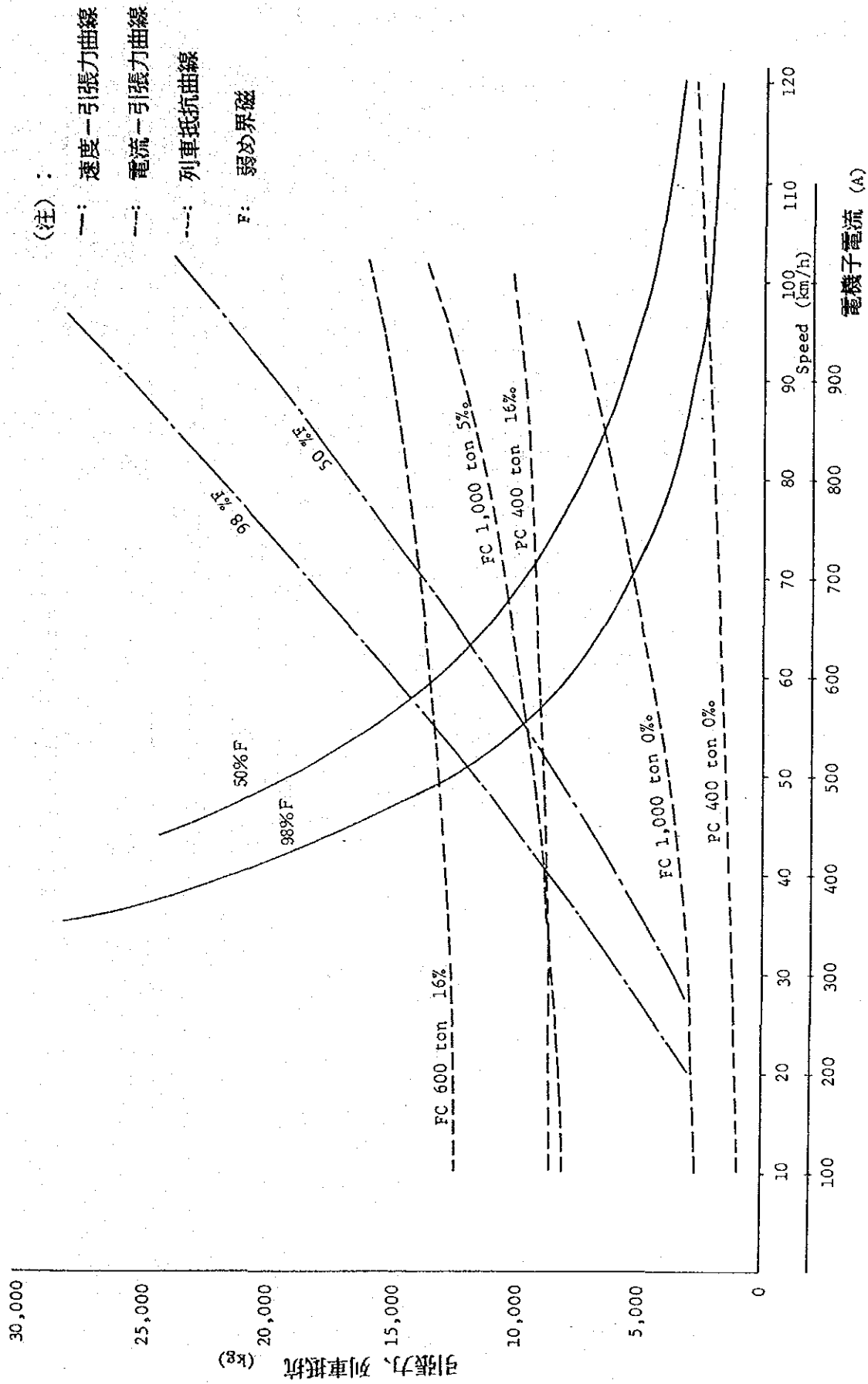


图 8.2.1 位相制御電機関車の特性

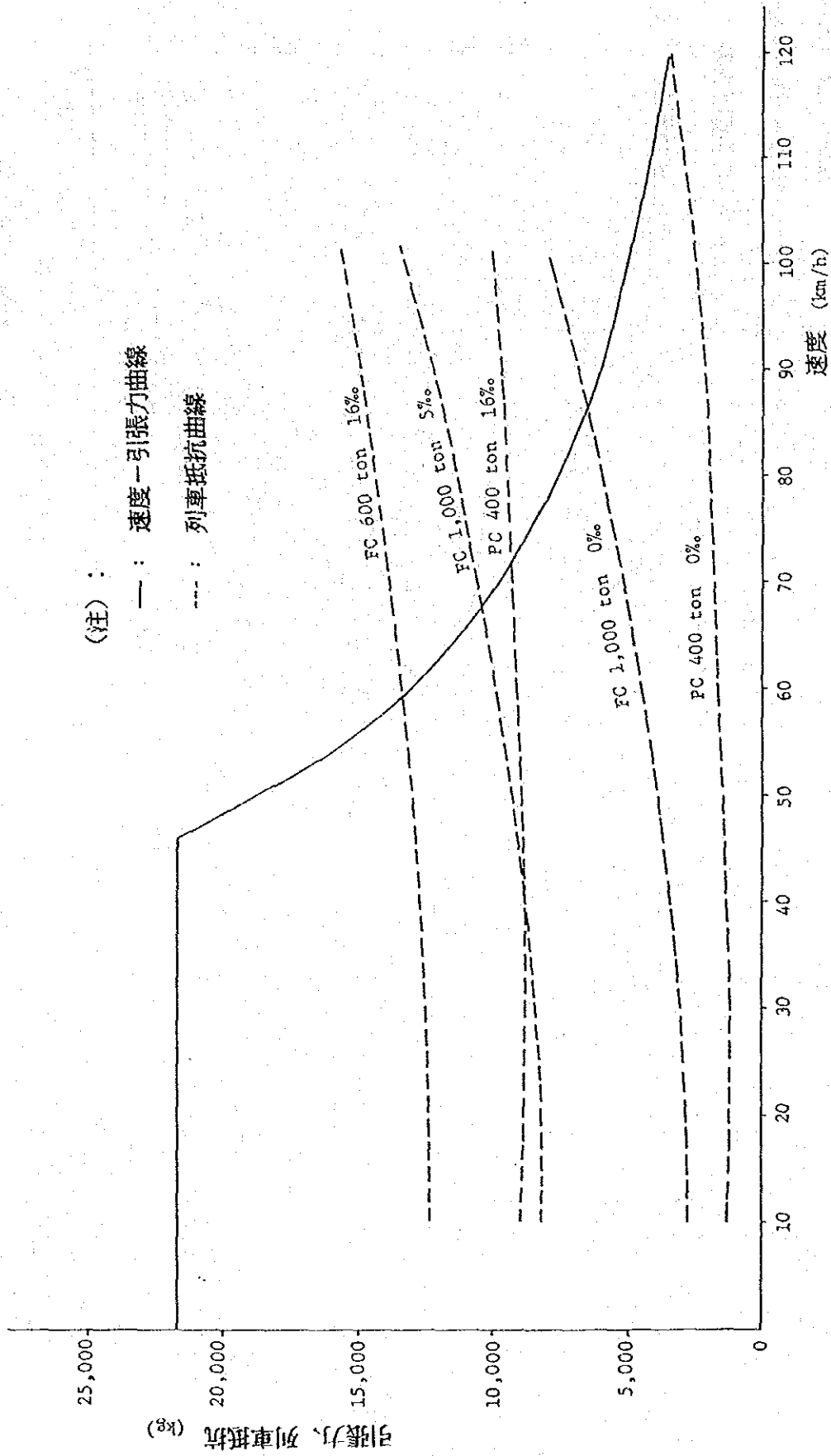


図 8.2.2 VVVF 電気機関車の特性

表 8.2.3 速度対けん引力

制御方式	列車種別	勾配 (‰)	けん引重量 (ト)	均衡速度 (km/h)
VVVF	貨物	0	1,000	87
		5		67
		16	600	59
	旅客	0	400	120
		16		72
位相制御	貨物	0	1,000	85
		5		55
		16	600	49
	旅客	0	400	120
		16		71

b. 運転時分とRMS電流

多数のカーブ、勾配の散在するCikampek～Padalarang間の運転時分とRMS電流をコンピュータシミュレーションにより検討したものを以下に示す。

表 8.2.4 シミュレーション結果

項目	制御方式	
	VVVF	位相制御
RMS電流 (A)	355	530
RMS電流/定格電流×100 (%)	64.5	92.9
運転時分 (分)	82	83

注：シミュレーション条件

- ・けん引トン数 600 トン
- ・最高速度 85 km/h
- ・構内通過速度 70 km/h

・曲線通過速度

曲線半径 (m)	200	250	300	400	500
速 度 (km/h)	55	60	65	75	85

・走行抵抗式は J N R のものを使用

8-2-3 電気機関車の選択

以上比較検討の結果、V V V F 方式は位相制御方式より力行性能面で優れている。更に V V V F 方式は、より保守性も良く、交直流両用機関車にとって最適である。軸重についても、中間台車の採用により15トン以下に減ずることができる。従って、V V V F 方式を当プロジェクトに採用する。

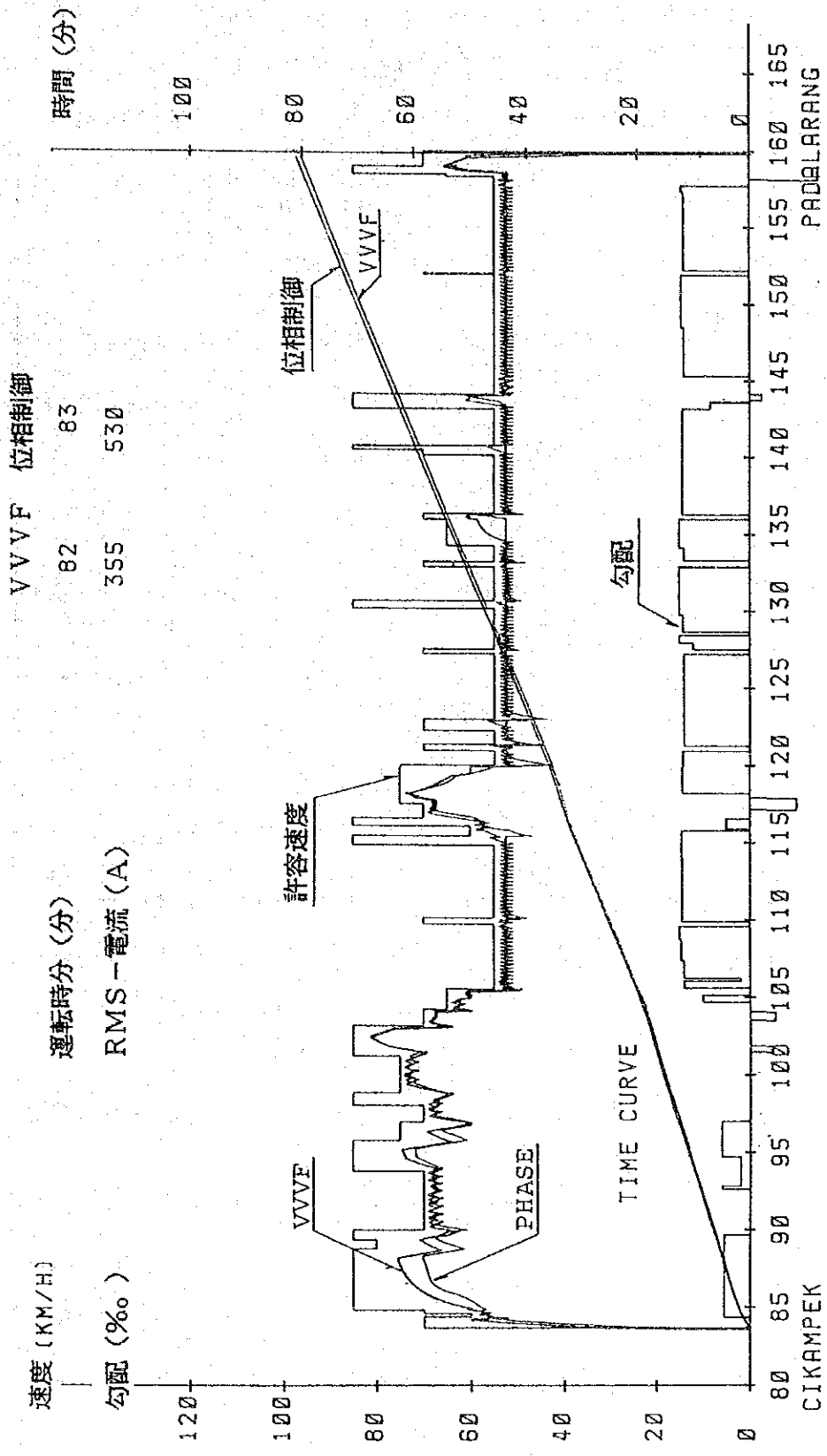


図 8.2.3 Cikampek～Padalarang間の電気機関車ランカーブ

8-2-4 V V V F方式電気機関車の主要諸元

表 8.2.5に V V V F 電気機関車の主要諸元を示す。

表 8.2.5 V V V F 電気機関車の諸元

機関車種別	交 直 両 用		
電気方式	25 kV , 50 Hz		
制御方式	V V V F		
軸 配 置	B - 2 - B		
重 量	運転整備重量 (t)	70	
	軸 重 (t)	15	
寸 法	最大長 (連結器間) (mm)	17,900	
	車体最大巾 (mm)	2,800	
	車体最大高さ (mm)	3,600	
	台車中心距離 (mm)	11,000	
	パンタ折りたたみ高さ (mm)	4,050	
	固定軸距	動 台 車 (mm)	2,500
		従 台 車 (mm)	1,600
	動 輪 直 径 (mm)	1,120	
1時間定格	出 力 (kW)	2,600	
	けん引力 (kg)	21,800	
	速 度 (km/h)	46	
最高運転速度 (km/h)		120	
駆 動 方 式		クイル方式	
歯 車 比		5.466	
主電動機	箇 数	4	
	出 力 (kW)	650	
	定格電圧 (V)	800	
	定格電流 (A)	550	

8-3 電車

JABOTABEK ~Bandung 間の特急旅客列車の運転時分短縮のため次の2点につき検討する。

- ・ 交直両用電車によるJABOTABEK 圏と交流区間のスルー運転
- ・ 振子電車化による曲線通過速度の向上

8-3-1 基本性能

V V V F方式と抵抗制御方式の2方式が、交直両用電車に考えられる。表8.3.1、図 8.3.1、8.3.2 に2方式の、制御性能、速度-引張力特性を示す。

表 8.3.1 制御方式による性能の比較

項目		制御方式	
		V V V F	抵抗制御
ユニット構成		1M 1T	2M 1T
ギヤー比		4.21	
性能	定格出力/ユニット (kW)	600	960
	定格速度 (km/h)	80	77
	最高速度 (km/h)	120	
主電動機	種別	誘導電動機	直流電動機
	定格出力 (kW)	150	120
	定格電圧 (V)	1,100	375
	定格電流 (A)	100	360
	回転数 (R.P.M.)	2,200	2,130
	冷却方式	自己通風	
インバータ	サイリスター	GTO 4,500 V, 2,000 A	
	1 インバータ当り電動機数	4	

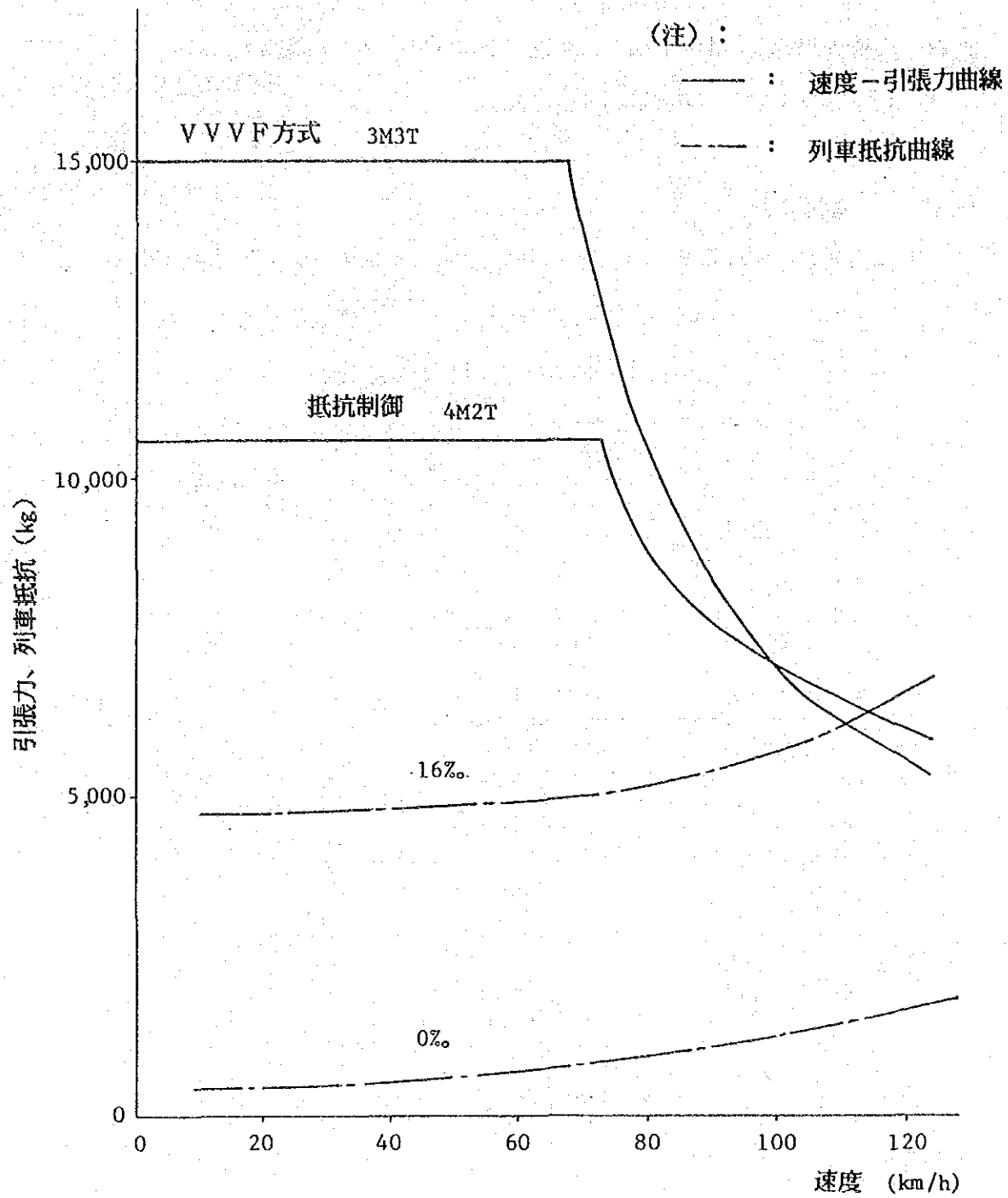


図 8.3.1 電車の特性

8-3-2 振り電車

列車が曲線通過する際、列車及び乗客は、遠心力により曲線外軌側に力を受け、不快感をうけ、最悪の場合、脱線の恐れもある。このため曲線部には、カントを設け、車体を曲線の内側に傾けることにより、遠心力と重力の合力による脱線を防止している。このようにしてカントを大きくとれば、列車は曲線部をより早く通過できる。しかしながら、遅い列車の通過又は曲線部での停車の場合に車両が転倒しないよう、最大カント量は制約される。

一方、低重心の車両は、曲線通過速度は増すが乗心地は改善されない。この問題解決のため、振り車が考案された。車体重心の低下を施した振り車両は、制限速度より15~20km/h高い速度で曲線通過ができる。

高速度で曲線部を走行する時に振り車両に遠心力が働き、台車はそのままで車体だけを傾斜させる。この結果、超過遠心力と重力の合力が車体床面に垂直に働くことにより乗客の不快感を取り去ることができる。

表 8.3.2 運転時分

区 間	Cikampek - Padalarang
一般車両	79.5 分
振り付車両	65.5 分

(注) 曲線通過速度

曲線半径 (m)	200	250	300	400	500	600	700	800	900
一般車両 (km/h)	55	60	65	75	85	90	95	95	100
振り車両 (km/h)	70	75	80	90	100	100	100	100	100

振子電車 一般電車 (振子なし)
 65.5 79.5

許容速度
 運転時分 (分)

速度 (KM/H)
 勾配 (%)

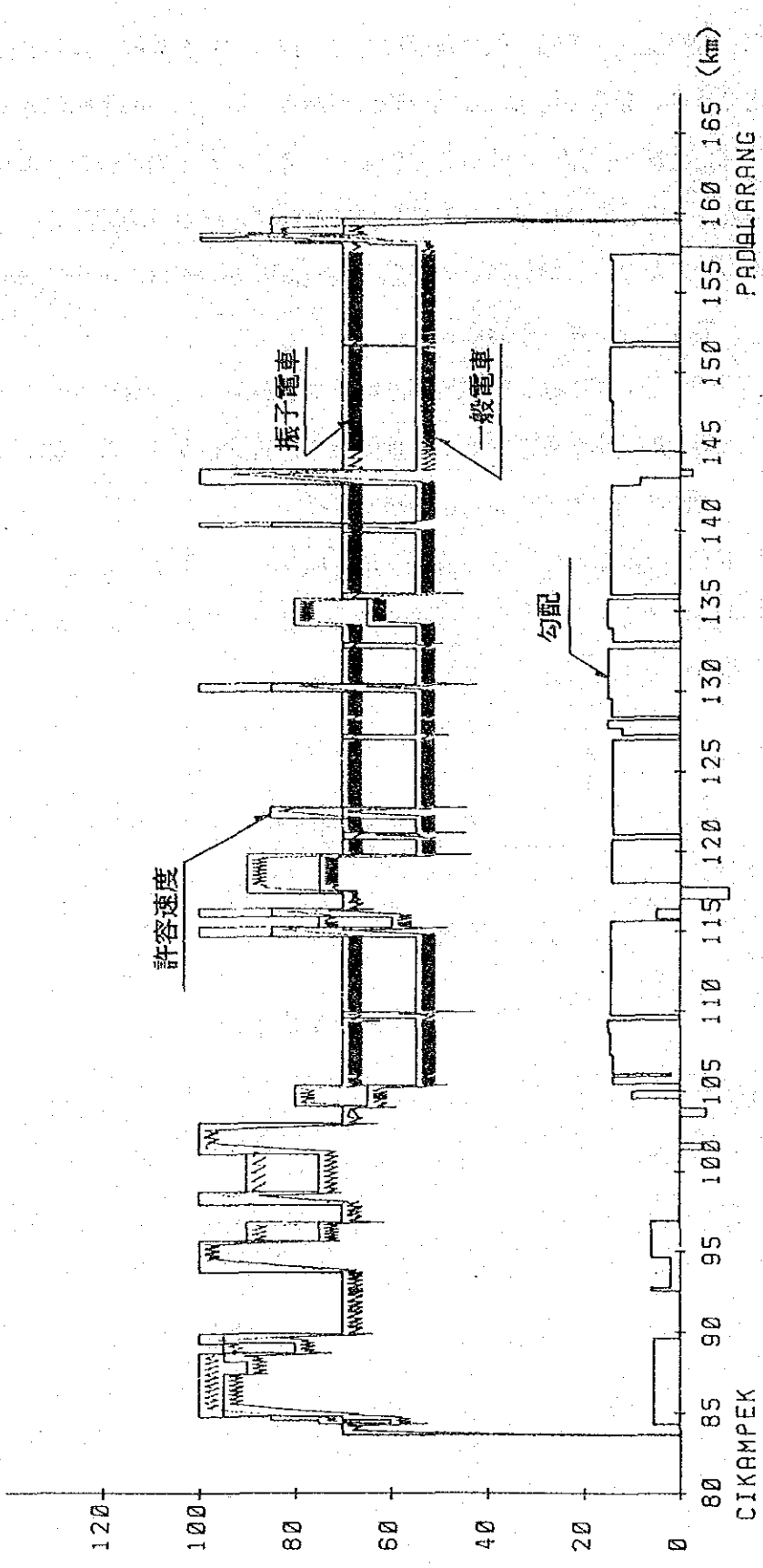


図 8.3.2 Cikampek～Padalarang間電車のランカーブ

8-3-3 検討結果

(1) V V V F方式の採用

抵抗制御方式の場合、列車編成は、総数 128 箇のブラシを使用した 16 箇の直流電動機を有する 4M2T となる。一方、V V V F 方式では誘導電動機の出力増により、列車編成は 12 箇のブラシのない誘導電動機を有した 3M3T となる。従って、保守は簡易となり又、編成中の電動車比率の低下により製作コストの低下も期待できる。

(2) 振り子の採用

振り子の使用により Cikampek~Padalarang 間の運転時分は約 14 分短縮される。しかし、振り装置の保守が一般車に較べて繁雑になることを考慮しなくてはならない。

8-3-4 結論

振り電車を採用することにより Cikampek~Padalarang 間の運転時分を約 14 分短縮することができるが、余分の投資額（4 編成分約 67 億 Rp.）が必要である。一方、振り装置を有さない V V V F 方式の電車列車と電気機関車けん引列車の運転時間は 4 分以内である。以上のことから本プロジェクトでは、振り電車、非振り電車いずれも採用しないこととする。

8-4 電気車の検修

常に車両の安全性を保持し輸送要請に応えられるよう次表のような保守を行うこととする。

表 8.4.1 検修場所と周期

検査種別	詳細	周期	場所
仕業検査	主要機器の機能チェック	72時間	機関区
交番検査		90日	
中間検査	重要機器の検査修繕	36ヶ月	工場
全般検査	オーバホール	72ヶ月	

第9章 地上設備

第9章 地上設備

9-1 基本条件と基準

9-1-1 気象条件

(1) 電化計画区間の気象状態

a. 気温 (月平均)

最高 35.0° C (9月) 最低 16.2° C (3月)

b. 降雨量 (月平均)

最高 936 mm (3月)

c. 風速 (月平均)

最大 13.0 m/s (11月)

d. 雷雨日数 (年)

Jakarta 85日 Cikampek 135日

Bandung 115日 Cirebon 100日

(2) 設計基準

上記データより、鉄道の設備と構造物に対する設計基準を次の通りとする。

a. 最高温度 40° C、最低温度 15° C、温度変化巾 25° C

b. 最大風速 20 m/s

c. 雷害対策の適用

d. 最大震度 $K_h = 0.1$

9-1-2 トンネル及び架道橋の高さ

電化対象区間のSasaksaat トンネル並びに道路橋、及び水路橋等の一部は、電車線路の建設に際し必要な空間の高さが不足する。

本プロジェクトでは、これらの改修を極力少なくするため、レール面から上部構造物までの必要高さ（H）を可能な限り低くし、トンネル部でH = 4,600 mm、上部横断構造物でH = 4,550 mm（無加圧走行が可能な場合は、H = 4,400 mm）と設定する。

（図 9.1.1～9.1.3 及び表 9.1.1参照）

表 9.1.1 トンネル及び上部横断構造物の最小高さ（レール面上）
（単位：mm）

高さ	構造物	トンネル	架道橋等 （加圧）	架道橋等 （無加圧）
H：電化に必要な上部構造物までの高さ		4,600	4,550	4,400
T：トロリ線高さ		4,250	4,250	4,250
A：車両限界		3,800	3,800	3,800
内 訳	A'：パンタグラフ折り畳み高さ	4,050	4,050	4,050
	B：加圧部・接地間瞬時接近最小離隔	--	150	--
	C：絶縁離隔（トロリ線・折り畳パンタグラフ間）	200	200	200
	D：トロリ線懸吊装置の高さ	300(500)	--	--
	E：トロリ線の弛み	--	50	50
	F：パンタグラフの動的押上げ	--	50	50
	G：余 裕	50	50	50
	計		4,600	4,550

注：（ ）内の数値は、懸吊装置取付点の切欠後の深さ

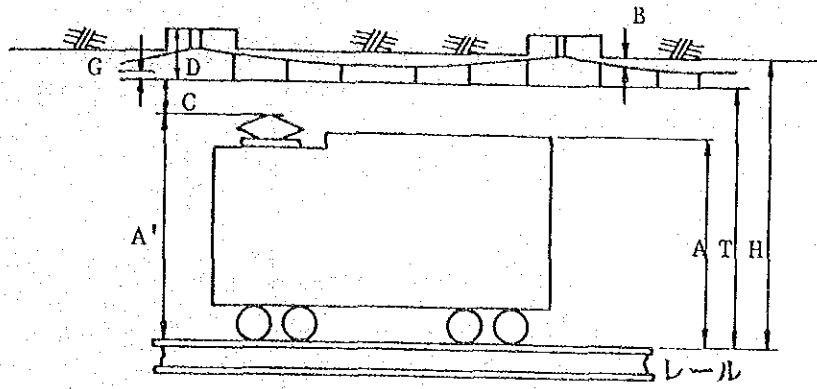


図9.1.1 Sasaksaatトンネルに対する最小高さ

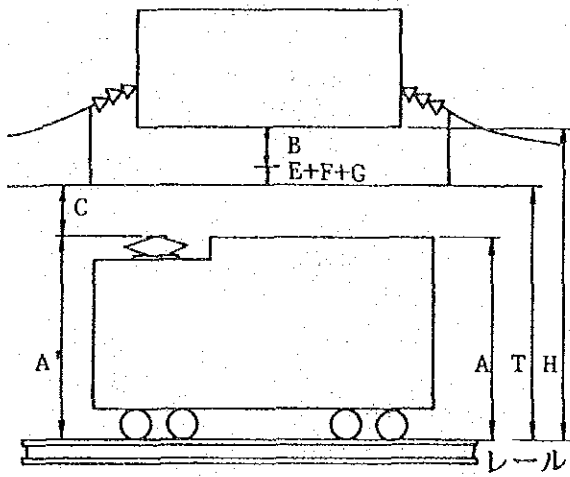


図9.1.2 架道橋に対する最小高さ (加压)

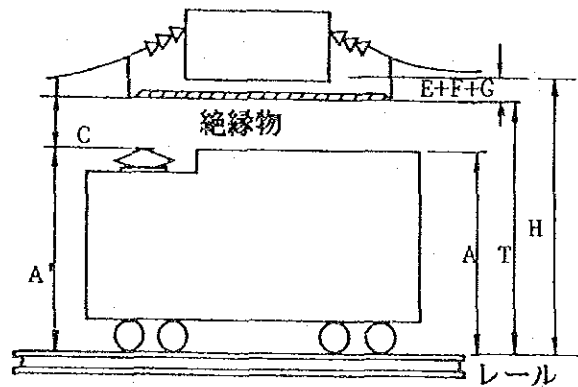


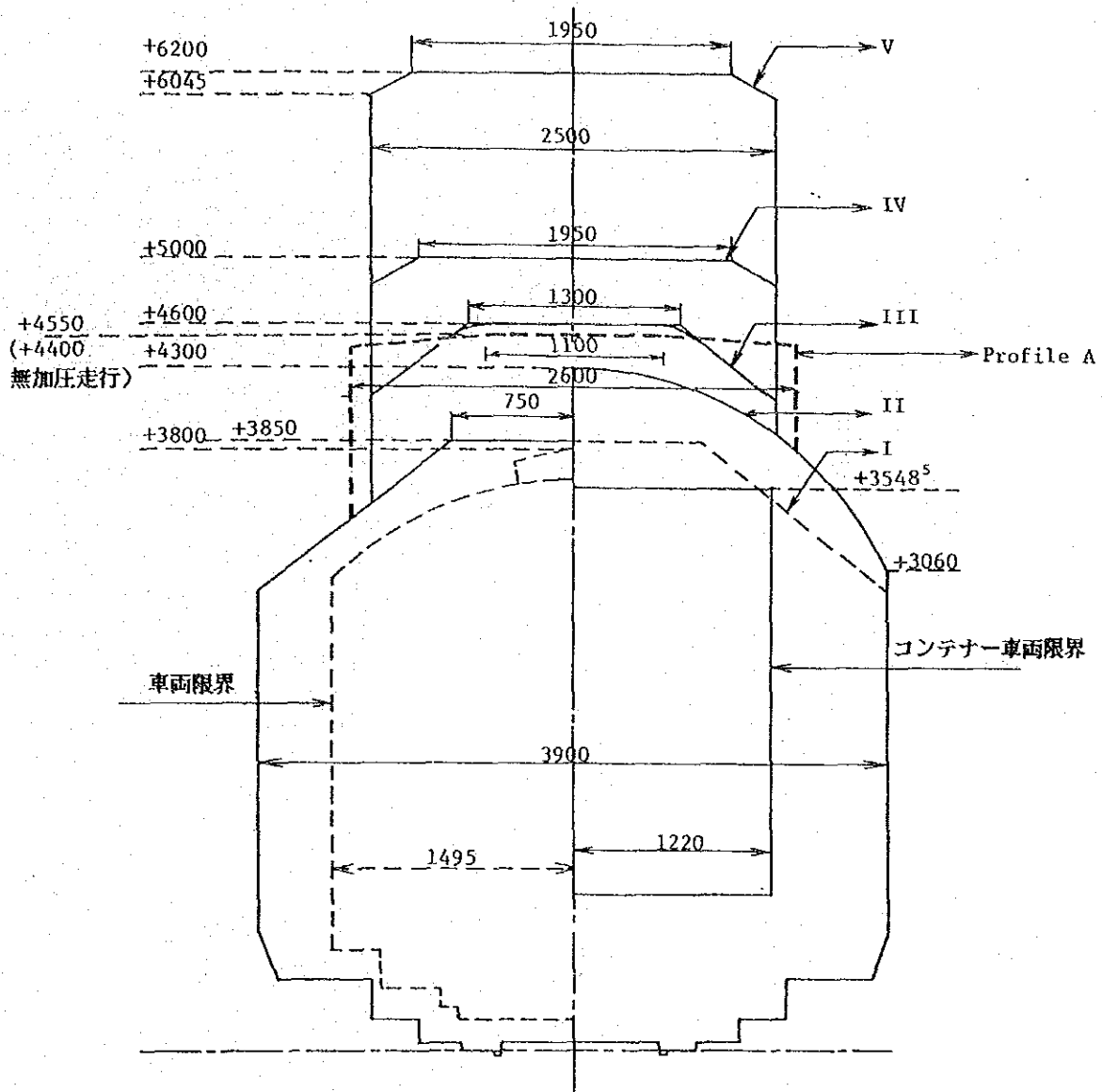
図9.1.3 架道橋に対する最小高さ (無加压)

注：アルファベット略語は表9.1.1 を参照。

9-1-3 建築限界

本プロジェクトにおいて適用する最小建築限界は図 9.1.4に太点線によって示す。

(付属資料 9-1-1参照)



- I: 橋梁の最小建築限界、制限速度 60km/h
- II: 最小建築限界
 - a. トンネルおよび既存の高架橋、制限速度 60km/h
 - b. 速度制限のない橋梁
- III: 新高架橋、建築物に対する最小建築限界 (除く、ずい道、橋梁)
- IV: 直流電化区間の建築限界
- V: 新高架橋の建築限界

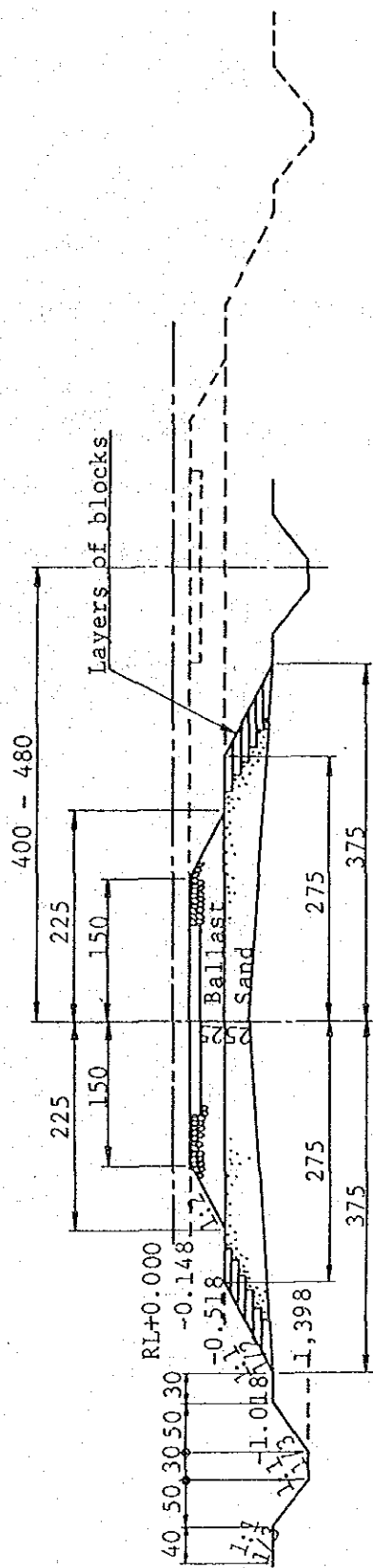
Profile A: 本計画に対する交流電化区間の最小建築限界

資料出所 (I~V): インドネシア国鉄の建設標準

図9.1.4 建築限界

9-1-4 土工定規

PJKAの土工定規を図 9.1.5に示す。



单位: cm

图9.1.5 土工定規