

表 4.1.5 400km 想定線区電化方式別工事費比較

	AT 方式	SF 方式
送電線路	192	216
変電所	400	712
き電区分所	85	54
補助き電区分所	64	48
A T P	80	0
電車線路	936	780
合 計	1,757	1,810

- 注) 1. 送電線路は各々3kmとする。  
 2. 変電所設備は次による。  
     AT方式：4SS, 5SP, 8SSP, 16ATP  
         SS間隔100km  
     BT方式：8SS, 9SP, 16SSP  
         SS間隔50km  
 3. 電車線路は各々30%の余長をみている。  
 4. 各設備共(AT方式150kV変電所との対比)の指数を積算したものである。

## 4.2 電源系統と電化の電源に及ぼす影響

### 4.2.1 電源系統

#### (i) 現 状

JAVA島におけるPLN (State Electric Public Corporation)の現状(1981/1982)を概括すると、発電力2,229MW, 最大需要電力1,306MW, 総発電電力量7,825GWhとなっている。

また、送電系統は150kV送電線路を基幹とし、70kV, 20kV送電線路により配電している。西部JAVA地域はJAKARTA, BANDUNGの2大都市を中心として、各クラスの送電線路が整備されている。東部JAVA地域もSURABAYAを中心として整備されている。しかし中部JAVA地域は西部JAVA地域と150kV送電線路で連系されているが、東部JAVA地域とは70kVでしか連系されていない。また、主要な発電所もSEMARANG HARBOUR, 1, 2号機の各50MWの他はSEMARANG TIMURの3UNIT合計の60MW程度であり、北側に片寄っ

ている。このため中部JAVA地域の広範な地域が電力供給上、弱体であり、特に南部地域が貧弱である。

## (2) 将来計画

PLNは現在JAVA島全域にわたって、大規模な電源網整備を進めている。この整備計画が進行すると、1988/1989時点では発電力6,235MW、最大需要電力4,301MW、総発電々力量25,620GWhとなり、1933/1994時点では夫々12,809MW、9,510MW、56,649GWhを見込んでいる。

これら計画によればJAVA島における電源網整備は年率20%というハイペースで進められ、急速に充実して行くものと思われる。

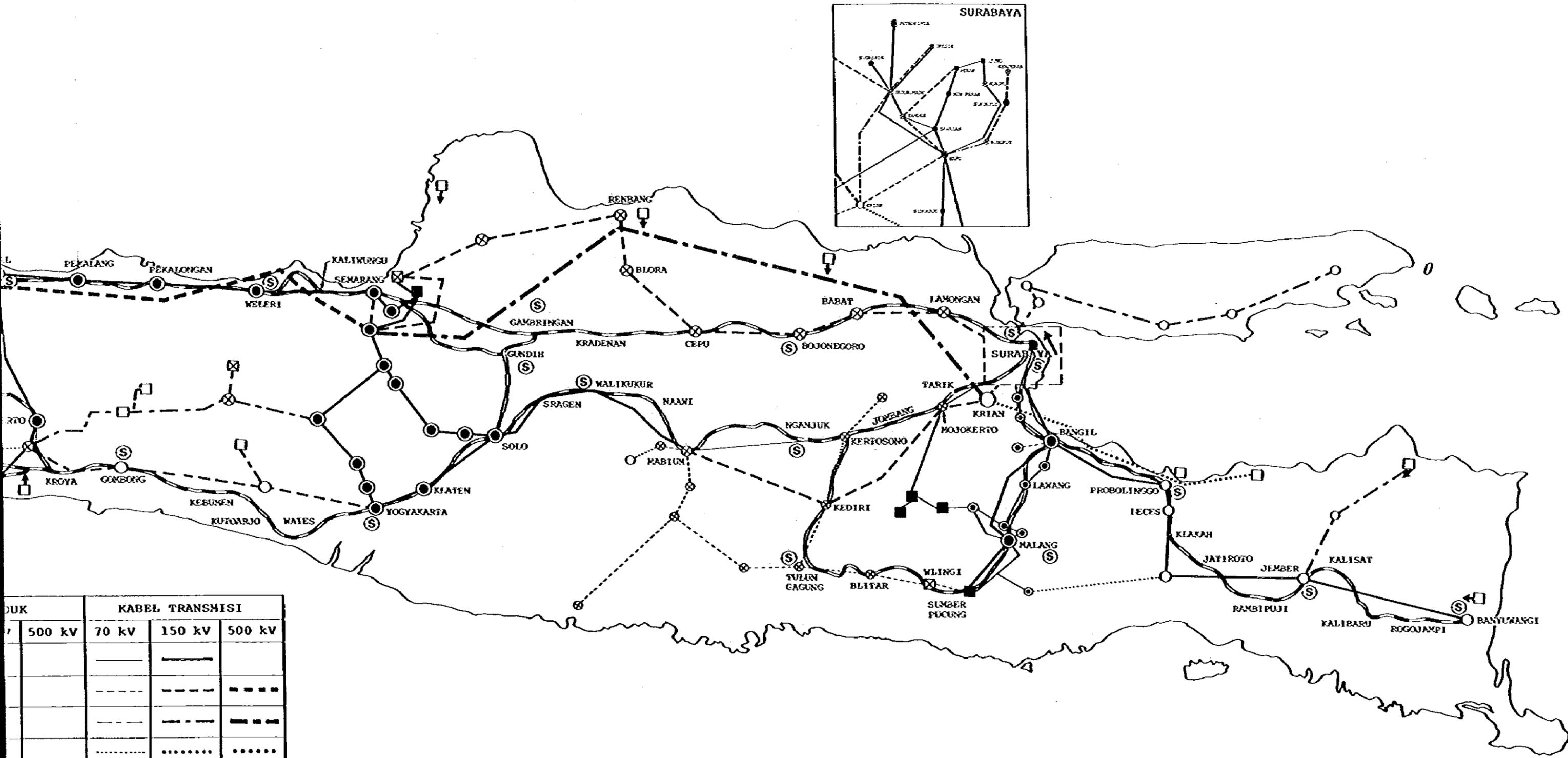
また、送変電設備も図4.2.1に示すように、現在進行中のものは1984年までに、計画中のものは1990年を目途に整備するよう計画されている。特にSURALAYA—GUNDUL—BANDUN—SBLATAN—CIREBON—UNGARAN—KRIAN間のJAVA島北部地域を横断連系する500kV超高圧送電線路が1990年を目途に区間毎に、建設されようとしており、これが完成すれば一段と系統強化が進むものと思われる。

また、中部JAVA南部地域も150kV送電線路で連系されようとしている。

したがって、長期的に見れば、JAVA島幹線鉄道電化に必要な電源立地の確保は、部分的に長距離送電線路を必要とする地点もあると思われるが、ほぼ支障ないものと思われる。

現在、想定される電気運転用変電所とPLN電源との位置関係を図4.2.1に示す。





Tipe Kabel	KABEL TRANSMISI			
	500 kV	70 kV	150 kV	500 kV
1	—	—	—	—
2	—	---	---	---
3	—	---	---	---
4	—	.....	.....	.....

図4.2.1 電線系統図およびき電用変電所位置図

#### 4.2.2 電化の電源に及ぼす影響

##### (II) 電圧不平衡

商用周波数による単相交流電気鉄道は、原理的には電車線路とレールから構成された単相回路から、電気車の単相負荷に電力を供給している。このため、三相電源系統に対して本質的に不平衡を生ぜしめる。

この不平衡の程度は、一般的に逆相分の正相分に対する比で表わされ、回転機器、積算電力計等へ影響を及ぼす場合がある。

##### 1) 電圧不平衡の影響

- a. 一般需要家に広範囲に利用されている、三相誘導電動機の逆相インピーダンスは通常20%程度以下であり、正相インピーダンスに比較して非常に小さい。このため、比較的小さな逆相電圧でもかなりの逆相電流が流れる。この逆相電流は、逆回転磁界を生じて有効回転力を減少させるとともに、銅損が増加して巻線の温度上昇、固定子の偏熱などをもたらすおそれがある。

ただし、電圧不平衡率が5%以内であれば、回転力の減少、力率の低下、銅損の増加と温度上昇などは実用上問題とはならない。

- b. 単相負荷点から三相電力系統に流入した単相電流は、発電機や調相機のような電源側にある回転機に流入して、逆相回転磁界を生じ、発電機電圧波形を悪化させるとともに、回転子の金属部に発熱をきたすおそれがある。

これらの現象は、交流発電機個々の設計によるところが多く、一般には論じ難いが、発熱現象として現れてくるので、熱時定数の大きい回転機巻線にとっては、電気鉄道のように変動のある短時間負荷に対しては大きな制約とはならない。

- c. 積算電力計に誤差を生じたり、保護継電器誤動作の原因となる場合も考えられるが、極めて悪条件の下にないかぎり、実質上は問題を生じることはない。

##### 2) 電圧不平衡の許容値

電圧不平衡の許容限度をどの程度にすべきかは、実際には誘導電動機、ターボ発電機、同期調相機等の場子において考えるのが理論上妥当ではあるが、一般的には安全をとり、電気鉄道用変電所の受電母線における値について、制約することとしている。

電気鉄道負荷のように短時間最大負荷に対しては、その許容限度はおおむね5%としている。しかし、単相負荷受電変電所に近接して、裕度の少ない一般負荷があるような場合には安全側をとって、連続2時間平均負荷に対して3%が許容限度と考えられる。

電圧不平衡の推定式は、不平衡を低減するため電気鉄道用変電所の受電用変圧器の結線に種々工夫がなされているが、それに応じて図4.2.2に示されるようになる。

また、単相変圧器を用いた場合について、短絡容量 $P_s$ と単相負荷 $P$ とから電圧不平衡 $K$ の概数を求めたのが図4.2.3である。

これから分るように、電圧不平衡に対する基本的な対策は、電源短絡容量の大きな所から受電することである。

## (2) 電圧変動

電圧変動は変動の周期から見て、一般負荷の時間オーダーによる長時間変動、電気鉄道や圧延ミルなどに負荷変動による秒または分オーダーの短時間変動、アーク炉や溶接機の負荷変動によるサイクルオーダーの瞬時変動に分類される。

電気鉄道における大きな負荷変動は、電気車の出発、力行、惰行、停止、セクション通過等によって生じてくる。

列車の起動時の負荷変動は30秒～分オーダーの比較的ゆるやかなものであるが、惰行時およびデッドセクション通過時の負荷変動はほとんど瞬時に行なわれる。

一般に負荷点における電圧変動率は次式で表わされる。

$$\epsilon = xQ/P_s \times 100 (\%)$$

$\epsilon$  : 電圧変動率

$Q$  : 変動負荷の無効電力

$P_s$  : 短絡容量

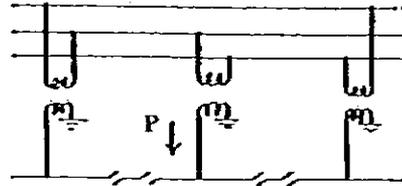
$x$  : 係数

これから分るように、変動負荷をとった時に電源の短絡容量が小さい場合には、電圧変動が大きくなり、同一電力系統に接続された他の一般需要家に影響を与えることがある。

電圧変動の許容範囲は、その電力系統から供給を受ける工場の装置、機械などによって異なるが、一般にゆるやかな電圧変動の場合は10%程度、瞬時の電動変動に対しては3~5%程度としている。図4.2.4に単相変圧器を用いた場合の電圧変動率 $\epsilon$ と短絡容量 $P_s$ との関係を示す。

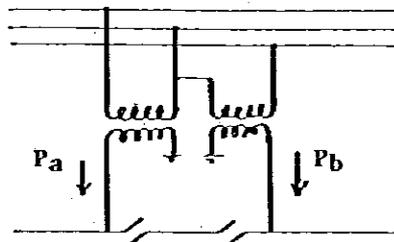
$$(a) \quad K \doteq \frac{P}{P_s} \times 100$$

$P_s$ : Fault level



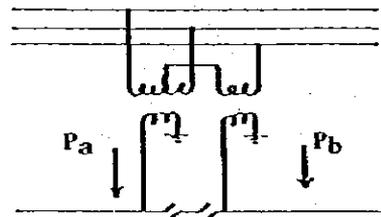
(a) 单相变压器方式

$$(b) \quad K \doteq \frac{\sqrt{P_a^2 - P_a P_b + P_b^2}}{P_s} \times 100$$



(b) V結線変圧器方式

$$(c) \quad K \doteq \frac{P_a \sim P_b}{P_s} \times 100$$



(c) T結線変圧器方式

図4.2.2 電圧不平衡率の推定

$$K = \frac{P}{P_s} \times 100 \text{ (Z)}$$

P : 2時間平均負荷  
P<sub>s</sub> : 短絡容量

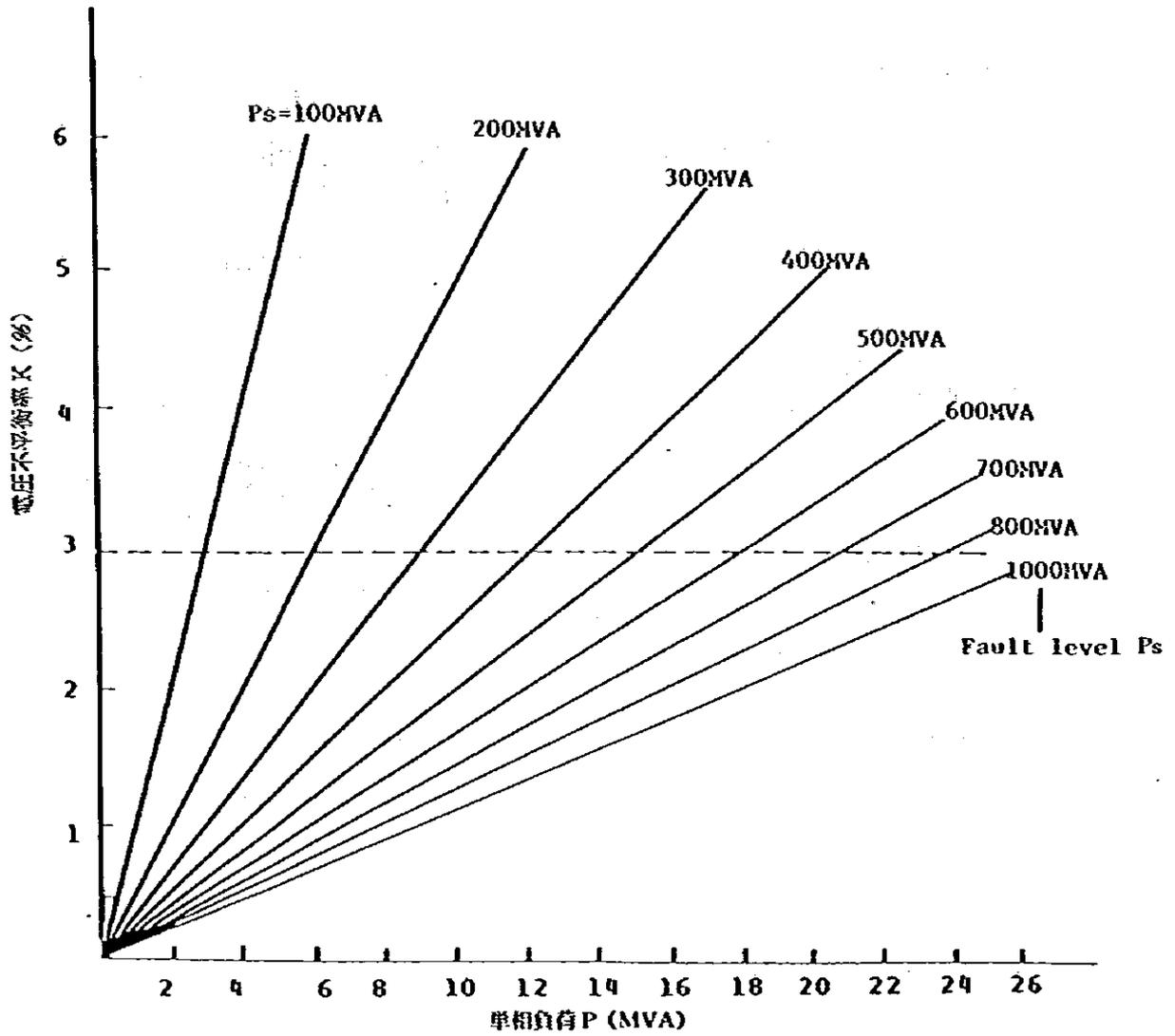


图4.2.3 电压不平衡率

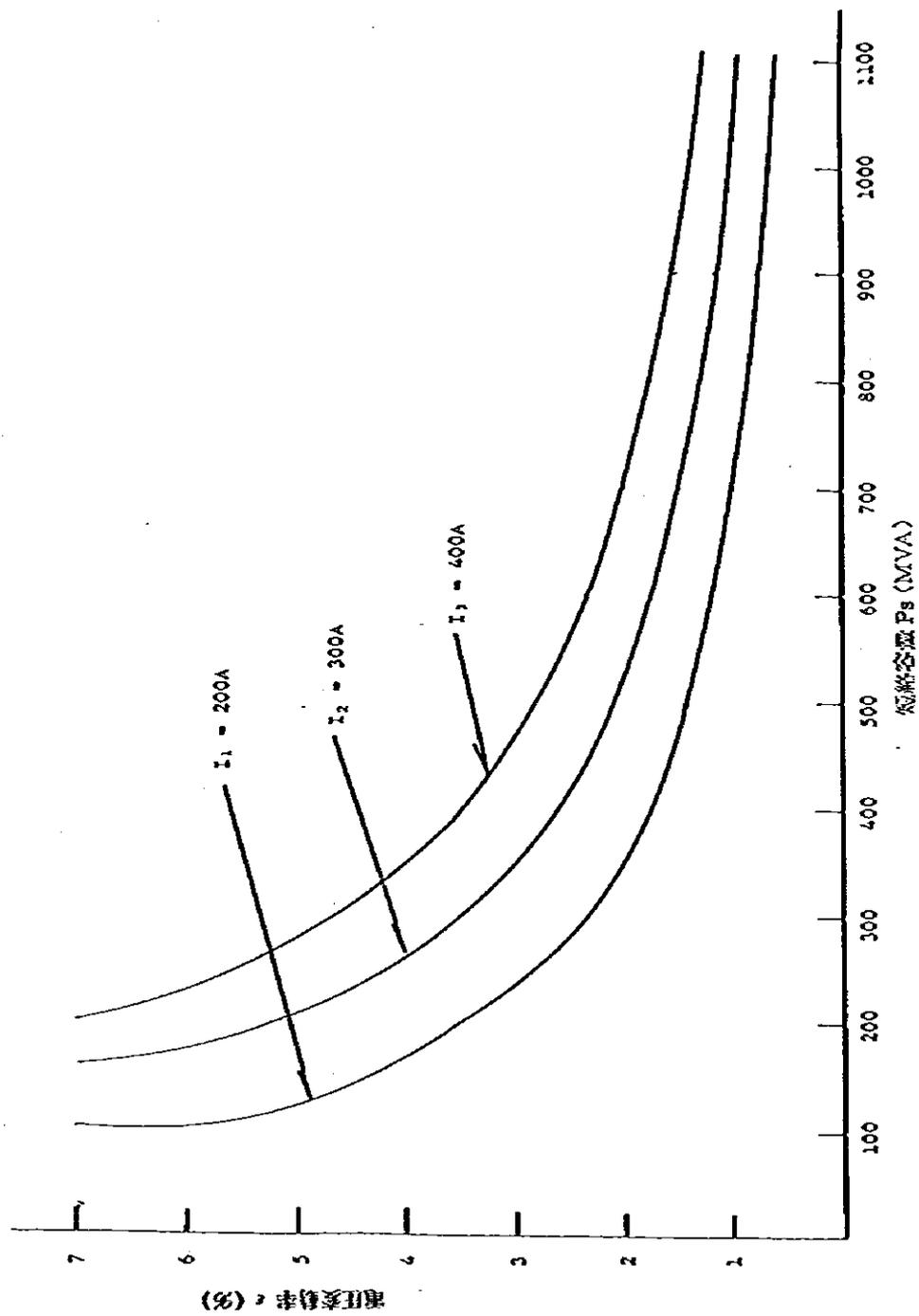


图 4.2.4 电压变动率

## 4.3 き電回路の構成

### 4.3.1 電圧と周波数

電圧と周波数の変動中は、車両や地上設備計画にとって重要なファクターである。今回のJAVA島幹線鉄道電化計画では、現在世界各国で多く採用されている、25kV方式との共通性を考えてUICコードによることとする。

#### (1) 電 圧

標準電圧	25 kV
変動範囲	27.5 ~ 19 kV
短時間低下	17.5 kV

#### (2) 周波数

標 準	50 Hz
変動範囲	51 ~ 48 Hz

### 4.3.2 き電回路の構成

電気鉄道は電氣的に見ると、変電所・電車線路・電気車・レールを通じて、ひとつの電気回路を構成しており、これをき電回路と称している。

図4.3.1にATき電回路の電流の流れを示す。

#### (1) 回路構成

変電所から列車に電力を供給する範囲は正常時の場合、隣接変電所との中間（き電区分所）までとなり、かなりの長大区間（ATき電方式の場合は片方面約50km）となる。したがって、変電所のき電範囲を単独の連続回路としておくと、架線事故時や保守作業のための停電時などには長大区間にわたり、き電停止をさせることになり列車運転に与える影響が大きい。

このため交流電化では、一般的に図4.3.2に示すようなき電回路構成を行っている。

変電所のき電構成は一般的に方面別き電を行っており、方面別の電源電圧位相が異なる場合は混触を防止するためにデッドセクションを設けている。

変電所の中間点にあるき電区分所は隣接する二つの変電所との間に電圧位相差があるのでデッドセクションを設け、異電源が混触しないよう区分している。

また、変電所とき電区分所との中間点には事故時や保守作業による限定区分のために補助き電区分所を設けている。しかし、列車本数が少ない場合はその必要はない。

ATき電方式の場合はATの配置位置に合わせてき電区分所または補助き電区分所を設けて、機器類を集約し経済化をはかっている。

図4.3.3にATき電回路の構成と名称について、また、図4.1.2～図4.1.5にATき電方式の標準的な変電所、き電区分所、補助き電区分所の結線図を示す。

### 4.3.3 き電系統と変電所等の配置

JAVA島幹線鉄道電化計画におけるPLN電源系統とAT 25kV, 50Hzき電方式の変電所の位置

関係を図4.2.1に示す。

また、図4.3.4の1～9に電化の各StageにおけるJAVA島幹線鉄道Section毎の電気運転用変電所、き電区分所、補助き電区分所の概略位置を示す。

電気運転用変電所の位置は、出来る限り短絡容量の大きいPLNの変電所母線からの引き出しが可能な位置を選定した。しかし、地域によってはPLN送電線からの途中分岐を必要とする箇所もある。

現時点で入手したPLNの電源網増強計画は1990年代までであり、2000年時点までの電源状態の整備はより一層進むものと思われる。

したがって、各Stageにおける電気運転用変電所の位置の詳細は、電源状態との関連において、直接き電方式の採用の可否も含めて検討して行く必要がある。

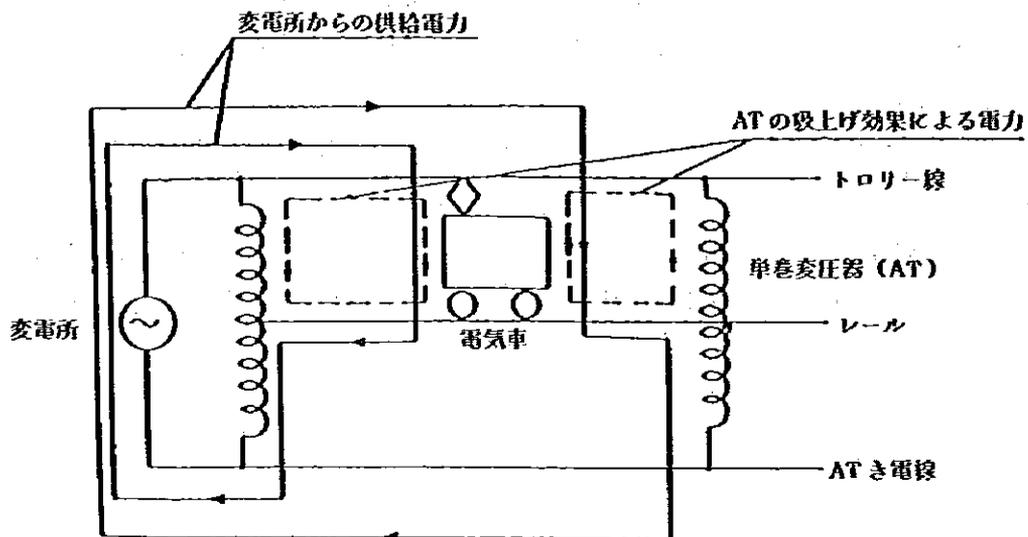
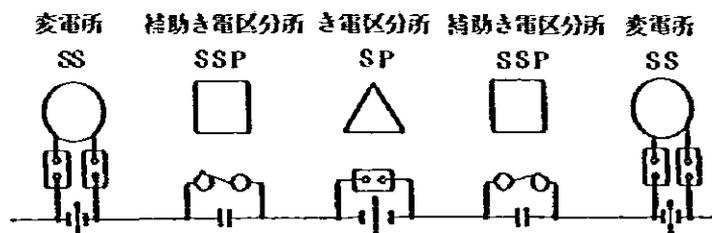


図4.3.1 ATき電回路



- SS - Substation
- SSP - Sub-sectioning post
- SP - Sectioning post

図4.3.2 交流き電回路の構成

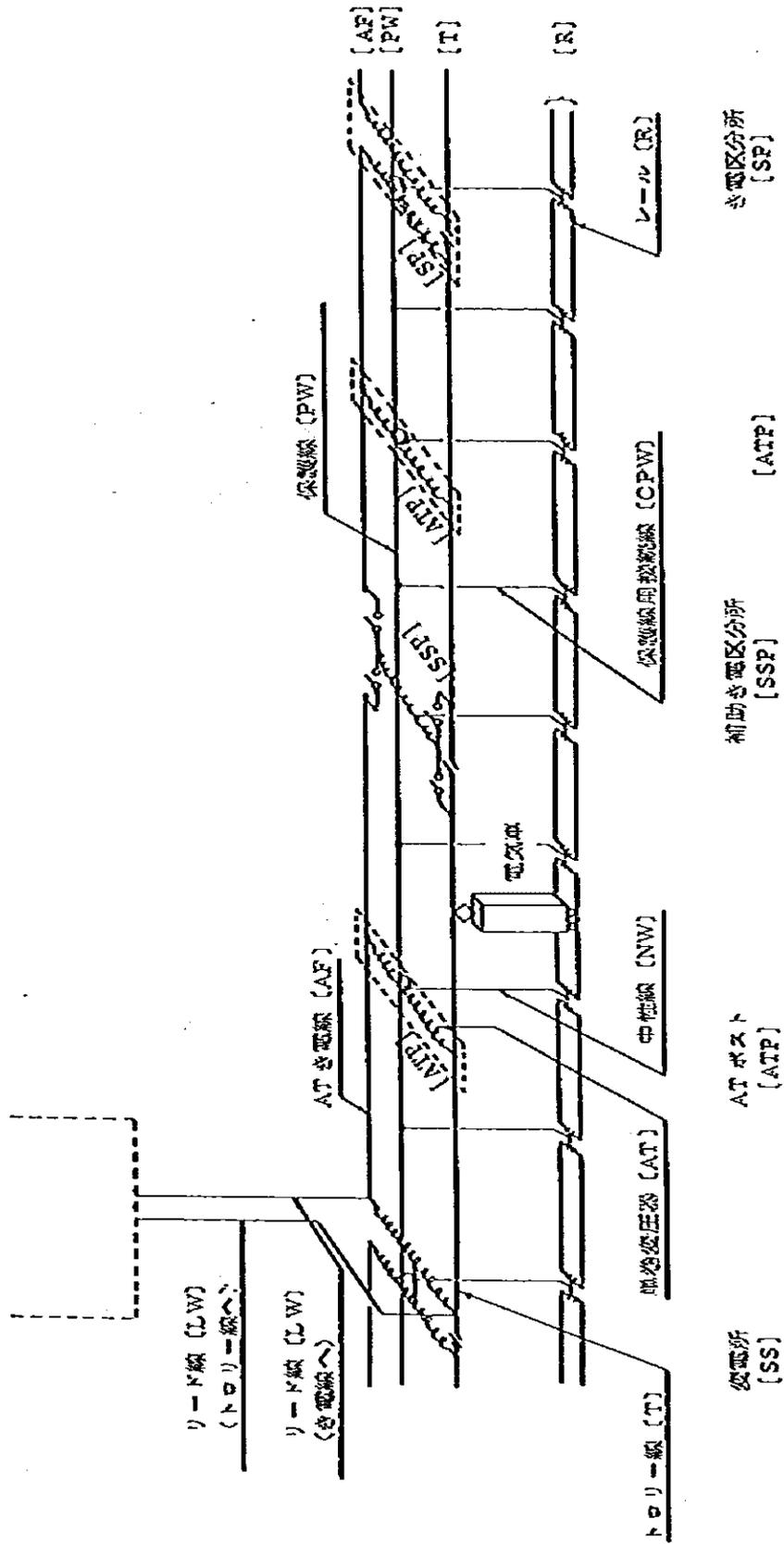


図 4.3.3 AT 電回路の名称

BEKASI ~ CIRIBON (1,988)  
 CIKAMPEX ~ KIARAONDONG (1,989)

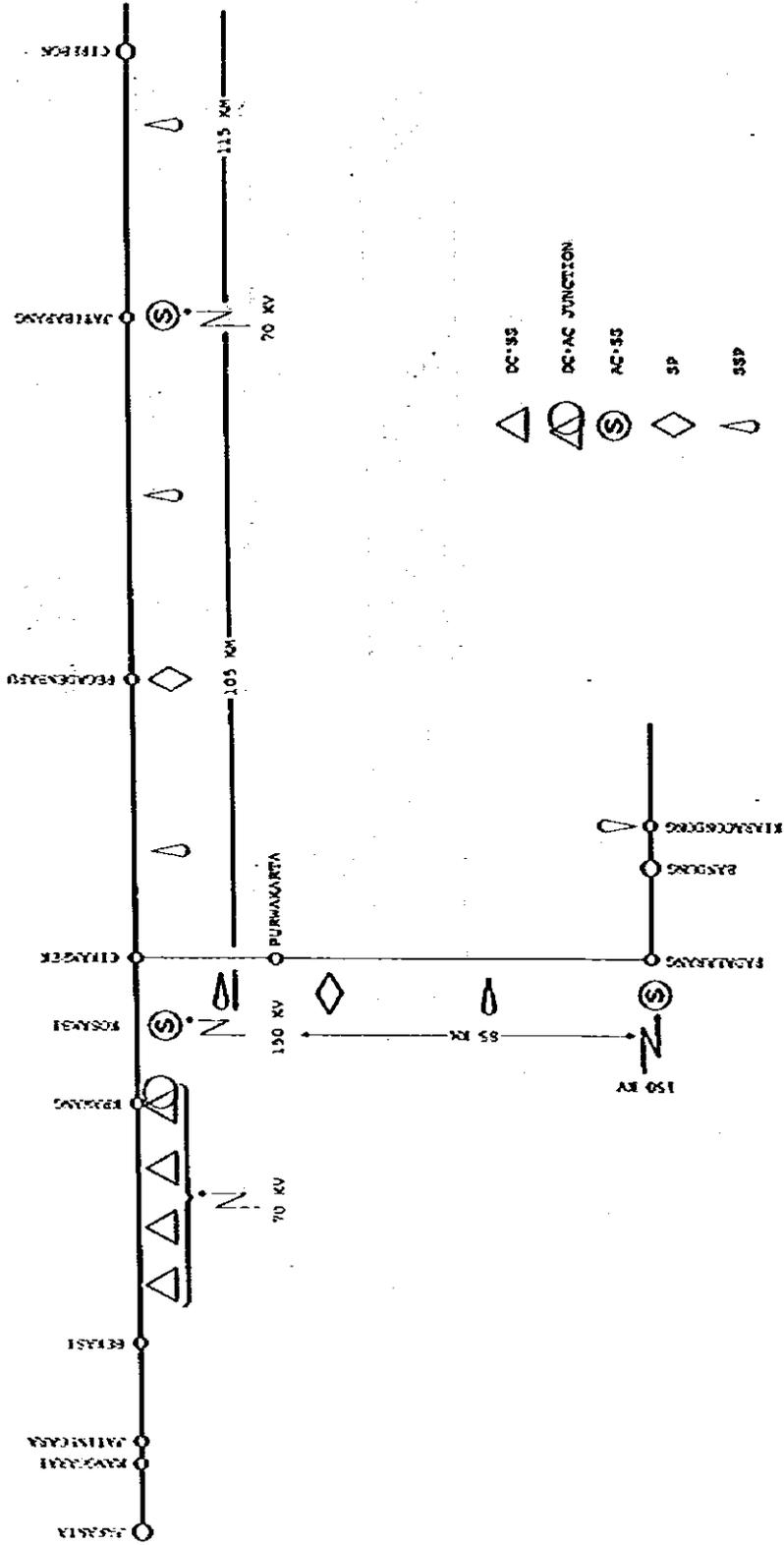


图 4.3.4-1 第一期电气设计图

CIREBON ~ YOGYAKARTA (1,991)

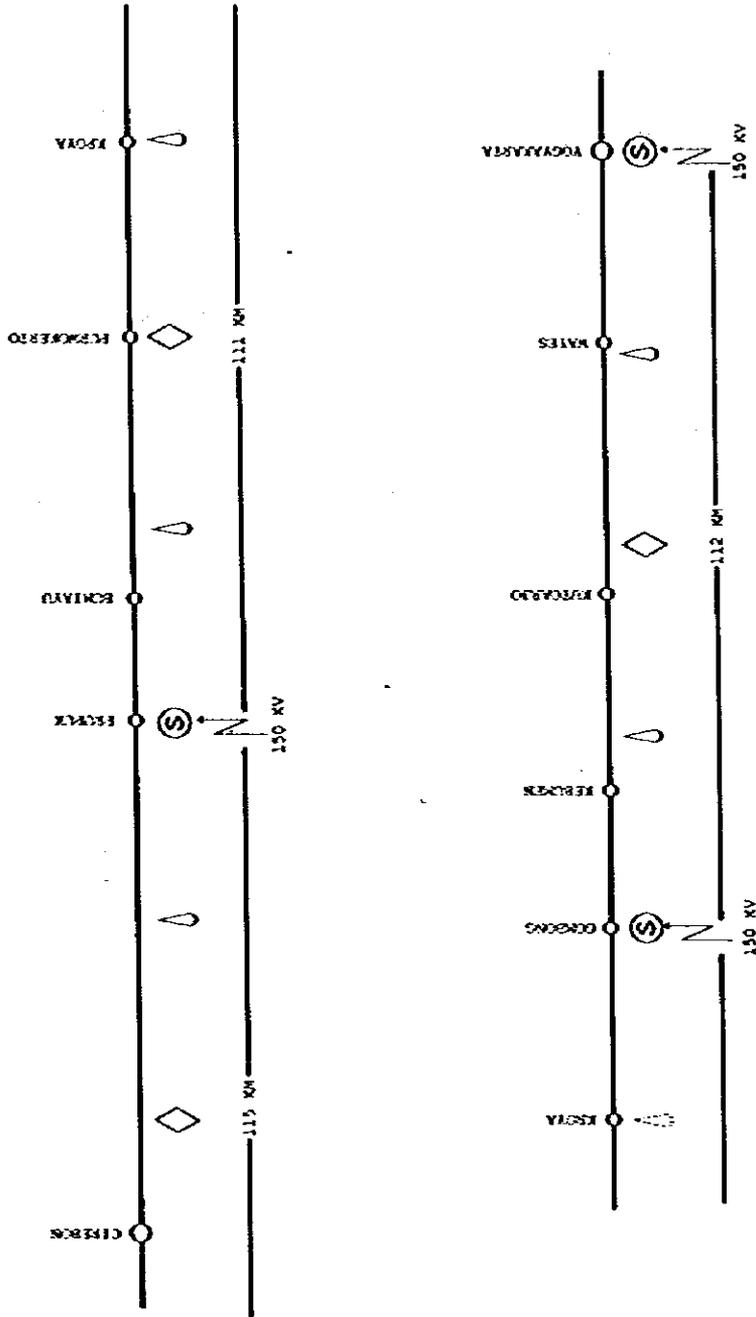


图 4.3.4-2 第二期电气化計画

YOGYAKARTA ~ SOLOBALAPAN (1,992)  
 SOLOBALAPAN ~ SURABAYAKOTA (1,995)

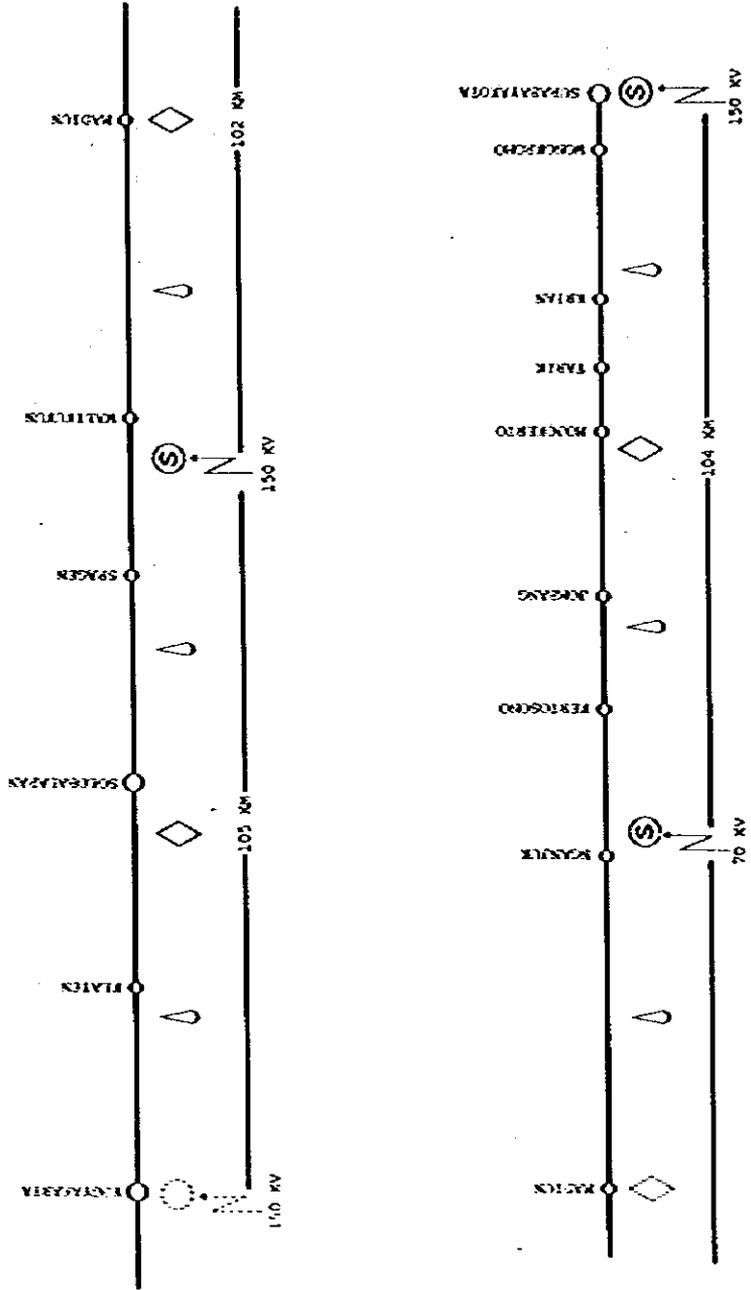


图 4.3.4—3 第二期电气化计划

(JAKARTAKOTA) MANGGARAI ~ KRWANG (1,994)

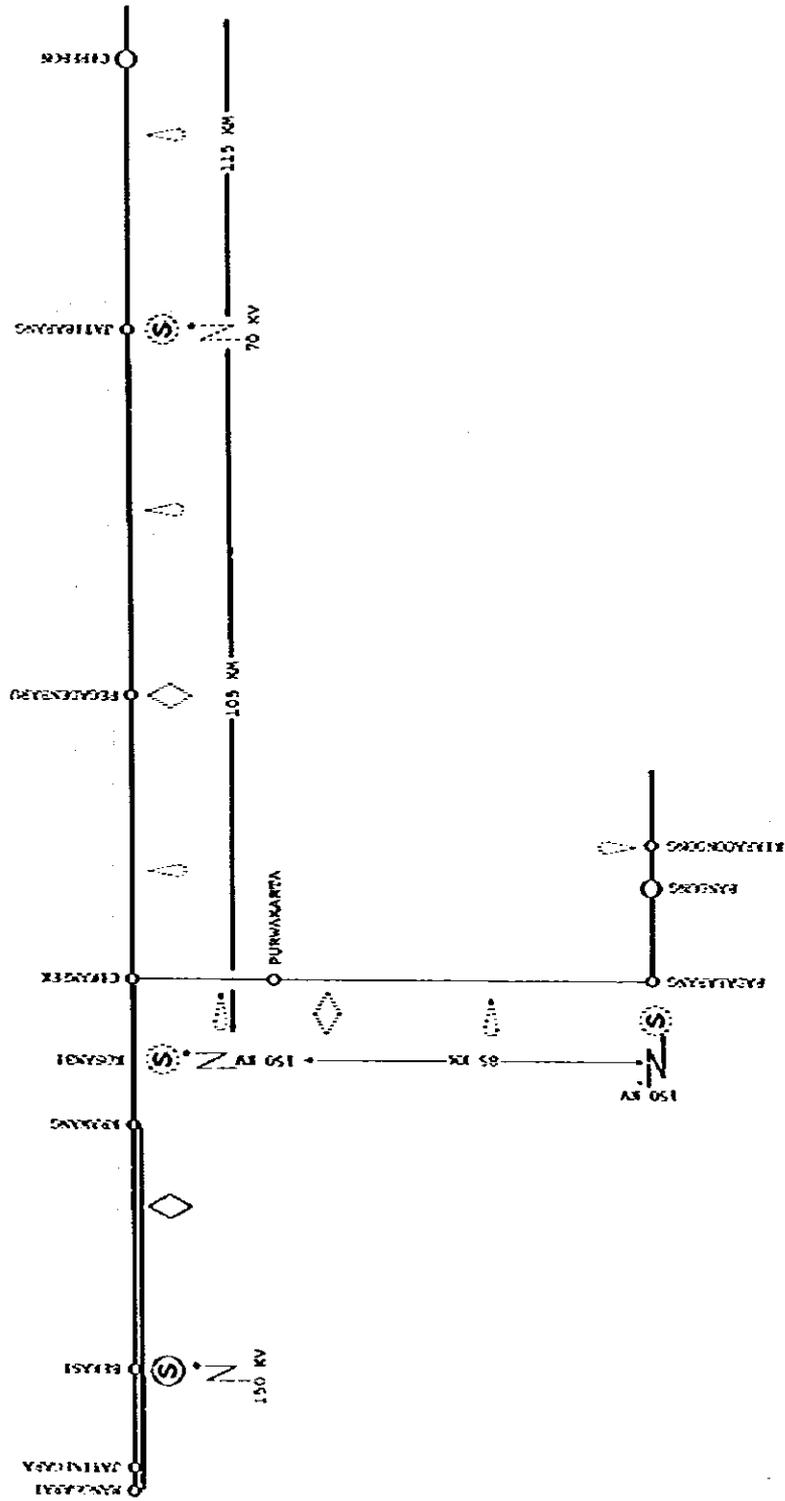
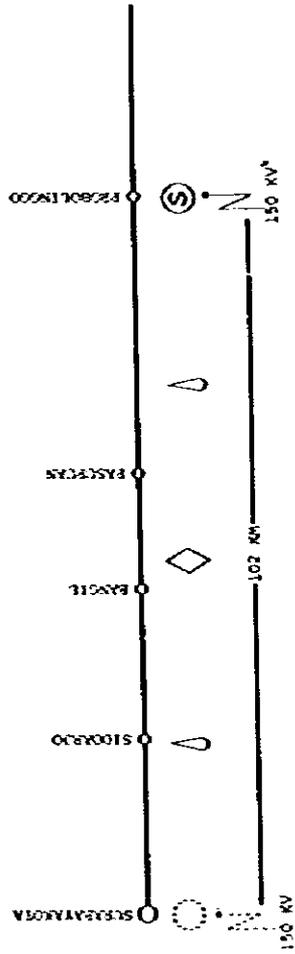


图 4.3.4-4 第 2 期 電化 計 画

SURABAYAKOTA ~ PROBOLINGGO (1,996)



SERPONG ~ MERAK (1,998)

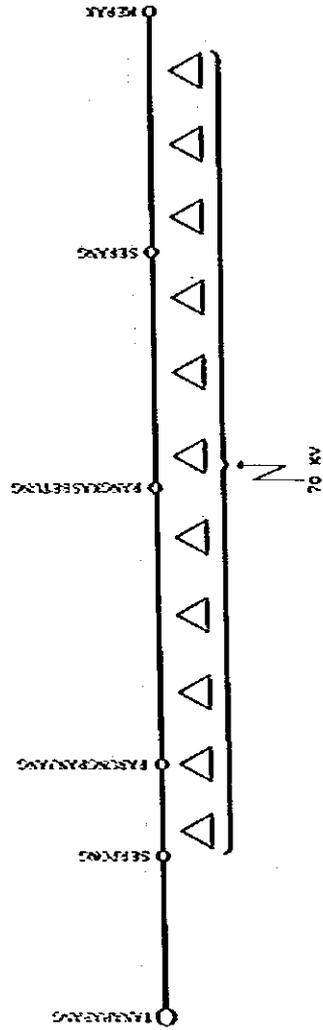


图 4.3.4-5 第 2 册 电气设计图

CIREBON ~ SEMARANGTAWANG (2,003)  
 SEMARANGTAWANG ~ SURABAYAPASARTURI (2,003)

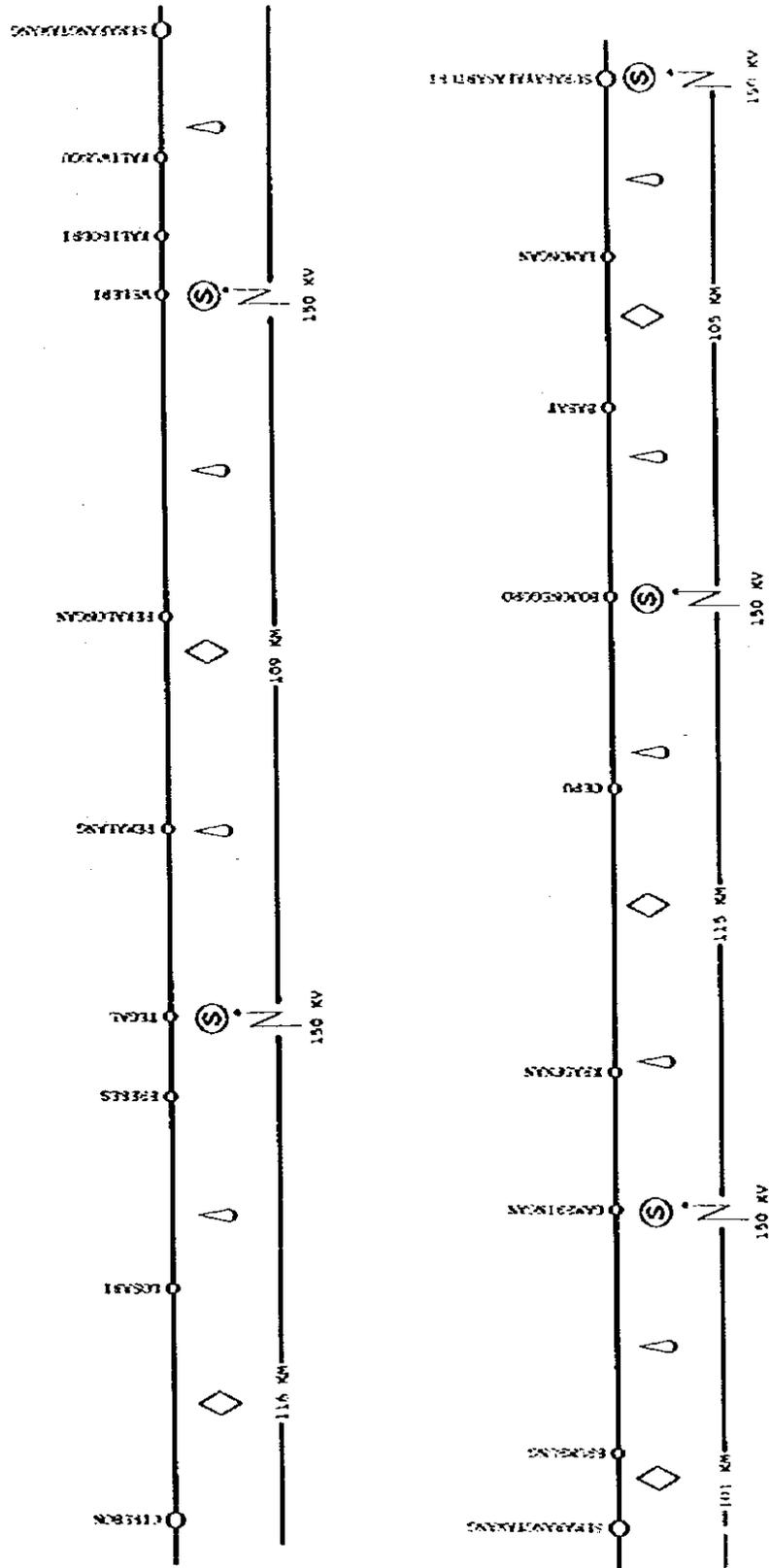


图 4.3.4—6 第 3 期 電化 計 画

SEMARANGTAWANG ~ SOLOBALAPAN (2,003)  
 KIARAONDONG ~ KROYA (2,003)

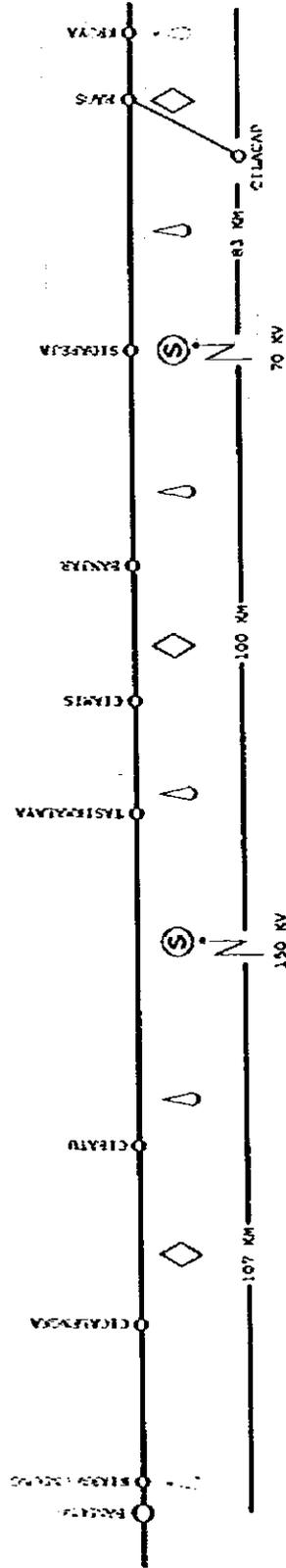
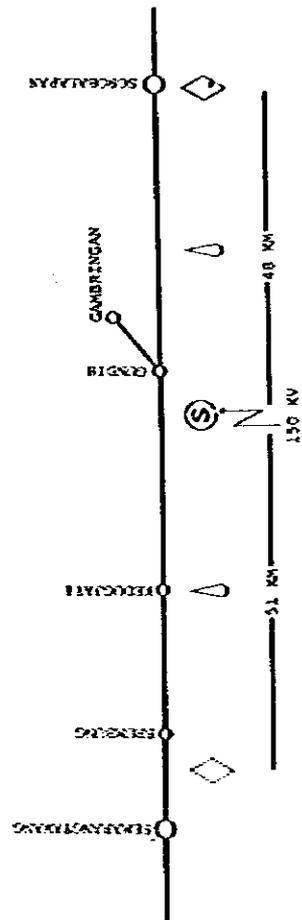


图 4.3.4-7 第 3 期电气设计图

BOGOR ~ SUKABUMI (2,003)  
 PROBOLINGGO ~ JEMBER (2,003)

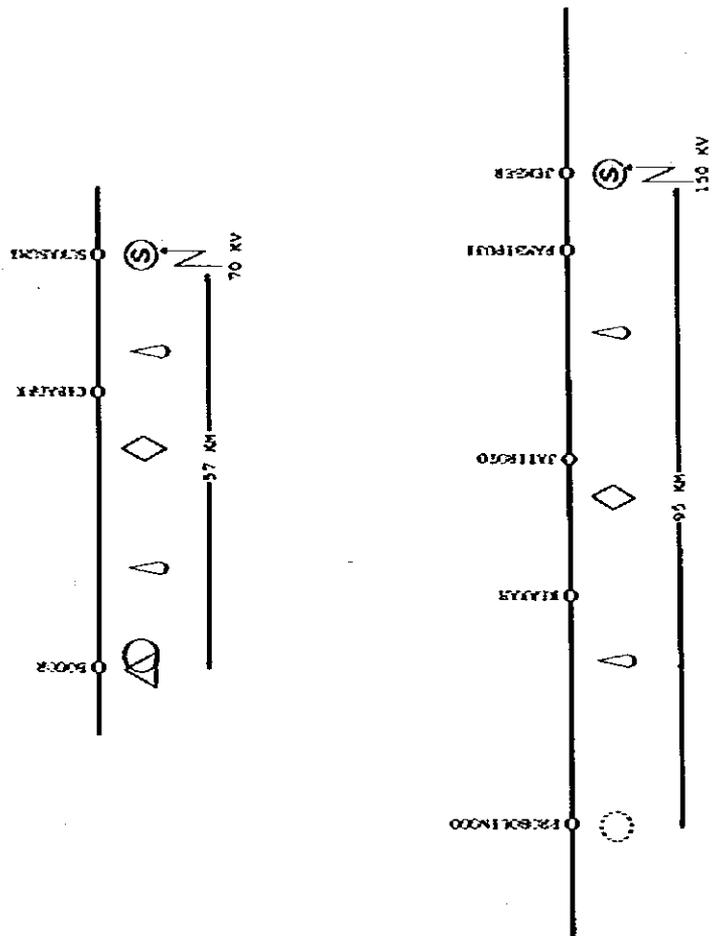


图 4.3.4 - 8 第 3 期电气化計画

SUXABUMI ~ PADALARANG (2,008)  
 JEMBER ~ BANYUWANGI (2,008)  
 KERTOSONO ~ BANGIL (2,008)

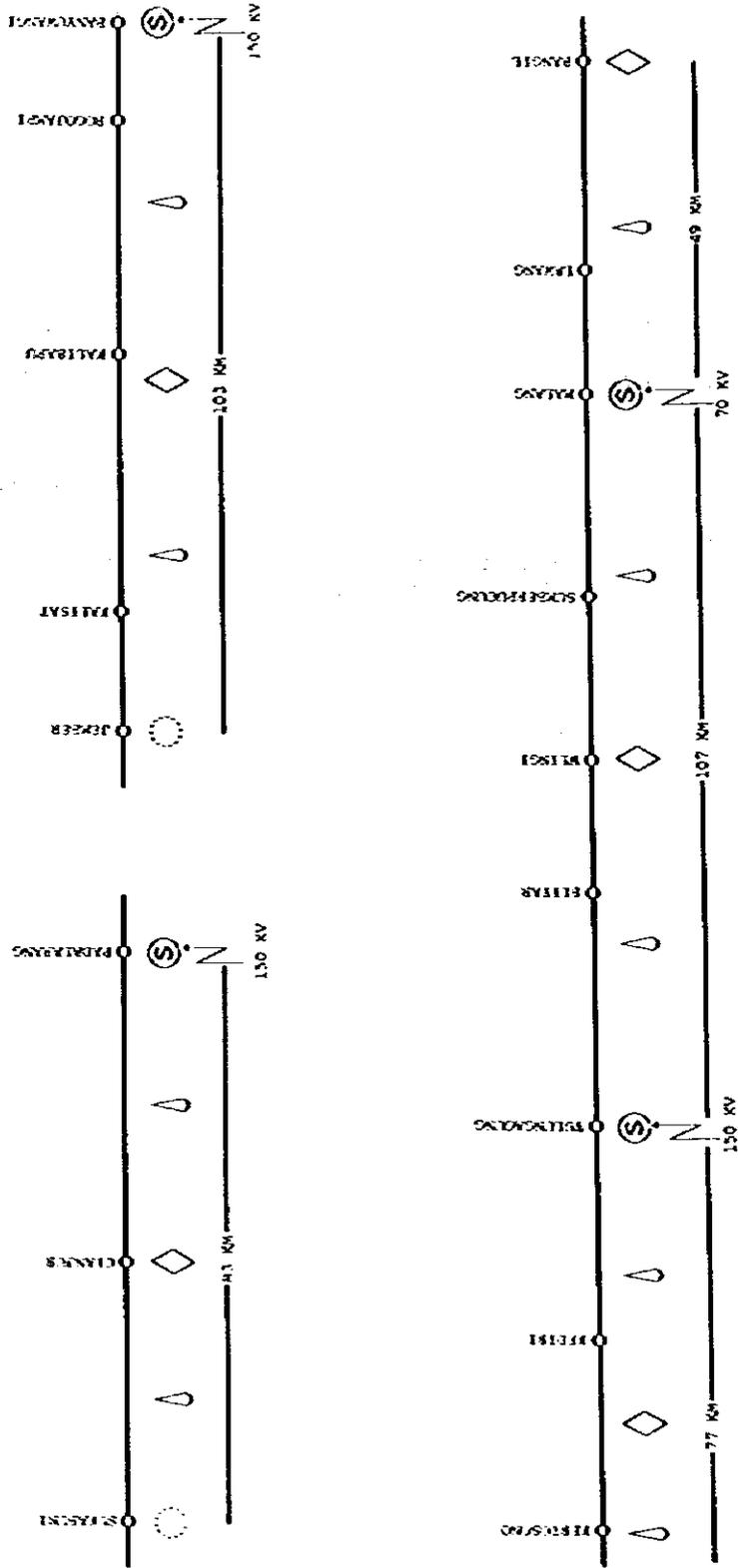


圖 4.3.4-9 第 3 期電化計劃

#### 4.4 架線方式・支持物の選定

##### 4.4.1 基本事項

電車線路はパンタグラフを介して、電気車に電力を供給しているため、これら相互間は機械的または電氣的に十分な協調をとることが必要である。

また、気温、風等の気象条件も計画の前提として考慮する必要がある。

なお、以下の基本事項については、現段階では提案にとどまり、今後INDONESIA側との検討により詳細を詰めてゆく必要のある事項もある。

##### (1) 速度とけん引力

電化時、当面の速度とけん引力は

旅客 100 km/h , 400ton

貨物 85 km/h , 1000ton

であるが、将来、軌道整備が為された時点では120km/h対応が可能な設備とする。

##### (2) 車両とContact Wire(T)の高さ

車両の高さ 3800 mm

Tの最低高さ 4250 mm (Tunnel), 4900 mm (踏切)

Tの標準高さ 5300 mm (JAKARTA西線に準拠)

##### (3) 絶縁距離

加圧部分とアース部の絶縁距離は交流電化に際して、既設の橋りょうやトンネルの改修の大小を左右し、電化後の設備保全にも影響を与える事柄である。

この絶縁距離距離は、現在UICの基準値(最小絶縁距離220mm、瞬時接近絶縁距離170mm)があるが、各国とも、これを縮小し、より経済的な電化を進めている。JAVA島幹線鉄道化に際しても、この考え方に準拠し、次の値とする。

最小絶縁距離 200 mm

瞬時接近絶縁距離 150 mm

##### (4) 気象条件

JAVA島の気象条件の大略は次のとおりである。

気温 + 22℃～+ 35℃ 平均+ 27℃

風速 20 m/Sec, Max

雨量 平地 1500 mm～2500 mm/年

山地 3000 mm～5000 mm/年

IKL JAKARTA 85

BANDUNG 115

TASIKMALAYA 73

TEGAL 46

SEMARANG	100
YOGYAKARTA	114
SOLO	72
SURABAYA	115

#### 4.4.2 架線方式の選定

現在、世界各国で電化に採用されている架線方式は、次の4つの基本形に分けることができる。

Simple Catenary System

Stitched Catenary System

Compound Catenary System

Contact Wire System

これらを組合せたSystem、例えば、Twin Simple Catenary Systemなどもある。また、使用している電線の種類、張力などの相違によって、更に多くの種類に分かれる。

これらの各種のSystemは、各国鉄道の歴史、速度、負荷などの列車運転上の条件の違いによって、夫々採用されている。

図4.4.1に架線方式の例を示す。

##### (1) Simple Catenary System

Catenary Typeとしては最も簡単なSystemである。通常のSimple Catenary Systemの速度性能は100km/h程度を上限としているが、Catenary wireを太くし、total tension 3 ton(Contact wire=1 ton, Messenger wire=2 ton)のHeavy Simple Catenary Systemでは120km/hまで十分に対応できる。

JAVA島幹線鉄道は前述のように、将来120km/h運転を考慮しており、また一列車にPantographが3~5箇所もあるMultiple unit electric carの導入も併せ考えると、Heavy Simple Catenary Systemの採用が最適と考えられる。

##### (2) Stitched Catenary System

速度性能はSimple Catenary Systemより高い。この方式は支持点下にStitched wire (一般にMessenger wireより断面積の小さい電線が使用される)を設けるので、Catenaryの構成がSimple Catenary Systemに比較して複雑であり、特に建設工事と保全においてStitched wireの調整が困難である。

また、Stitched wireが機械的または電気的な原因で破断して、Contact wireよりも下に垂下するなどのトラブルが起ることがある。

したがって、JAVA島幹線鉄道への採用は、見合せた方が良くであろう。

##### (3) Compound Catenary System

集電々流が大きく、速度性能もすぐれており、高速運転区間・重負荷区間に用いられる。反面、建設コストが高い。

JAVA島幹線鉄道の速度・負荷から見て、この方式の採用は過大であると思われる。

#### (4) Contact Wire System

このSystemはCatenary typeに比較して Simpleであり、建設コストも安い。

しかし、トロリー線のパンタグラフに対する集電特性を良好に維持するためにはトロリー線の張力を高くする必要があり、それだけトロリー線の利用率も低下する。

また、支持点付近の短かく、細い suspension wire の張力や Contact wire 高さの調整も Simple Catenary に比較して難しい。特に、列車回数が多く、負荷電流も大きい線区では、電圧降下や Contact wire の摩耗が問題となる。

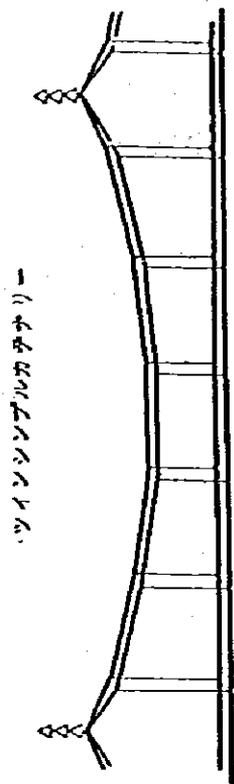
JAVA島幹線鉄道への適用としては、Siding lineなどの負荷が小さく、列車回数も少ない箇所採用することが適切であろう。

表 4.4.1 に各種方式の比較を示す。

表 4.4.2 に Heavy Simple Catenary System と Stitched System との工事費の比較を、図 4.4.2 に構造図を示す。

両者は架線方式の相違と共に鉄系 (St 135mm<sup>2</sup>) と銅系 (CdCu 60mm<sup>2</sup>) という吊架線々種の違いがある。両者の比較を表 4.4.3 に示す。

JAVA島幹線鉄道電化には経済的で、INDONESIAでの国産が可能な鉄系 (St 135mm<sup>2</sup>) 吊架線の採用が望ましい。



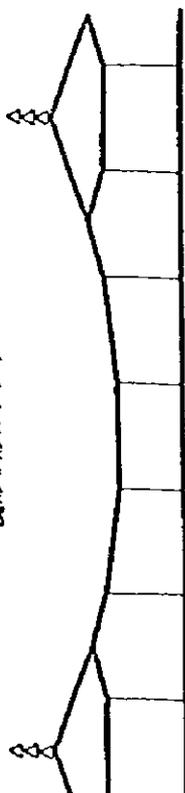
標準式 (A)



標準式 (B)



変形Y形カサナリ



コンビパワンプカサナリ

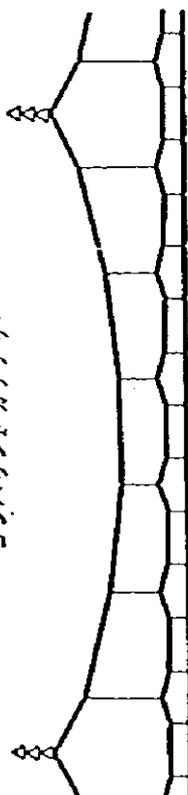


図 4. 4. 1 架線方式の種類

表 4.4.1 架線方式とその性能

架線方式	標準電線種別 (mm <sup>2</sup> )		電線張力 (t)	許容速度 (km/h)	負荷特性	その他の特徴
	吊架線	補助用架線 トロリー線				
シングルカテナリー式	St 90	Tr 110	M : 1 T : 1	100	中負荷用	シングル式架線の基本形
ヘビーシングルカテナリー式	St 135	Tr 110	M : 2 T : 1	140	中負荷用	押し込み小、高速用
変形Y形シングルカテナリー式	CdCu 60	Tr 110	M : 1 T : 1	120	中負荷用	シングルカテナリー式に比べて、押し込みやや大
コンバウンドカテナリー式	St 135	Cu 100 Tr 110	M : 1 Aux. M : 1 T : 1	160	重負荷用	コンバウンド式架線の基本形、建設費大
直吊式		Tr 110		50 ~ 80	軽負荷用	保安性が低、建設費小

摘 要 St : 亜鉛メッキ鋼より線

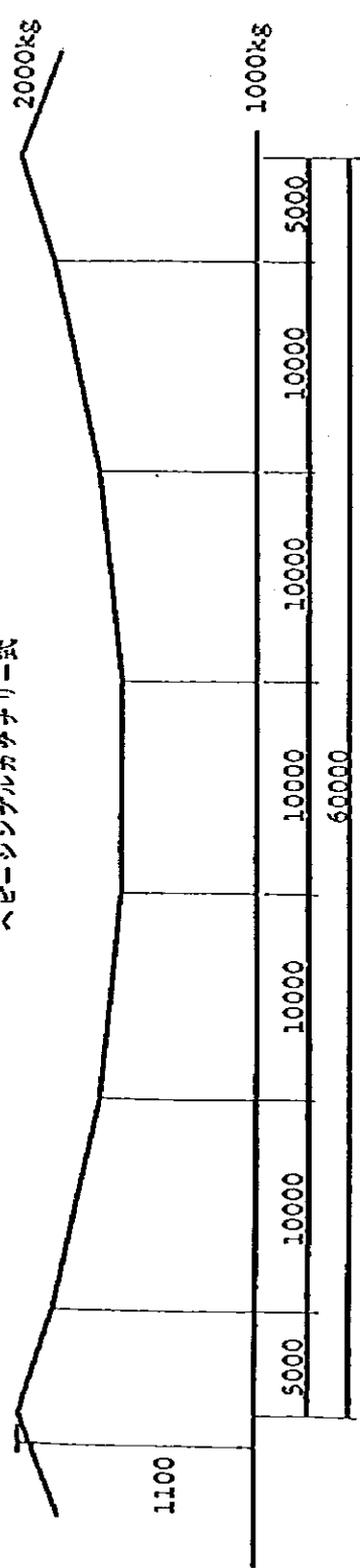
Cu : 硬鋼より線

Tr : ミノン付硬鋼線

表 4.4.2 架線方式別工事費比較

		ヘビーシングルカテナリー方式	変Yシングルカテナリー方式
支 持 物		44	44
き 電 線		12	12
電 車 線		39	51
共 通 設 備		5	5
計		100	112
線 種	吊 架 線	St 135 mm <sup>2</sup>	CdCu 60 mm <sup>2</sup>
	ト ロ リ ー 線	Tr 110 mm <sup>2</sup>	Tr 110 mm <sup>2</sup>
	き 電 線	Al 200 mm <sup>2</sup>	Al 200 mm <sup>2</sup>
	保 護 線	ACSR 40 mm <sup>2</sup>	ACSR 40 mm <sup>2</sup>

ST 135 - Cu 110  
ヘビージンブルカサナリ一式



CdCu 60 - Cu 110  
変形Y形カサナリ一式

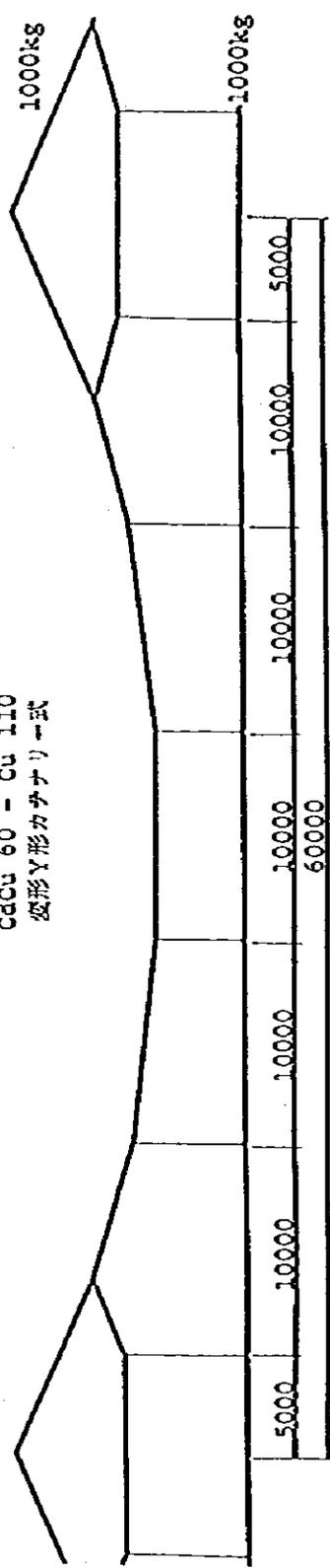


図 4.4.2 架線方式の比較

表4.4.3 鉄、鋁吊架線の比較

項 目	鉄系吊架線	鋁系吊架線
耐震動疲労、耐摩滅特性	◎	○
架線系としての電流容量	○	◎
架線系としての機械特性	◎	○
腐 蝕	○	◎
製 品 コ ス ト	◎ (安価)	△ (高価)
製 造	○	△

- 注) ◎ 性質の優れているもの  
 ○ 普通のもの  
 △ 性質の劣るもの

#### 4.4.3 支持物の選定

電車線路用支持物は電柱・ビームを基本とし、それに支線・下束・腕金などが付属して構成されており、電車線・き電線を支持するとともに、各種の標識類も取付けられ、電気運転設備の要をなすものである。

##### (1) 支持物の形式

種々形式が考えられているが、標準的な形式を図4.4.3に示す。

これらは夫々の設備条件に合わせて使い分けられる。

##### (2) 電化柱の選定

###### 1) コンクリートポール

プレストレス遠心力工法で製造されたコンクリートポールは「ヒビ割れ」や「タワミ」が少く、強度も充分にあり、寿命も半永久的である。また、安価であるとともにSteel Mastのようにメッキや塗装の必要がなく、保全の必要もない。

PLNでは既にコンクリートポールを使用しており、INDONESIAでの国産体制も順調に整備されつつある。

したがって、JAVA島幹線鉄道電化に際してはコンクリートポールの採用を主体として行くのが良いと考える。

###### 2) Steel Mast

Steel Mastには組合せ柱、H型走、鋼管柱等があり、適切に設計されたSteel Mastは構造、外観共に単純で、有効な防錆処理をすれば寿命も長い。

JAVA島幹線鉄道においても、駅構内などで荷重条件がコンクリートポールでは不十分な箇所にはSteel Mastの採用が考えられる。

###### 3) 木 柱

木柱は適切な防錆処理を施せば、湿地帯等の環境条件の特に悪い所や鳥害などにより傷められるおそれのない所では30年程の使用には耐えられるので、コンクリートポールやSteel Mastに比較して外観はあまり良くないが、実用には十分である。

JAVA島幹線鉄道においても、規格に合致する木材が入手できるならば、木柱の採用も検討してみる必要があろう。

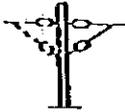
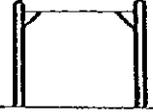
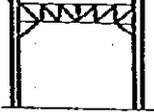
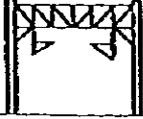
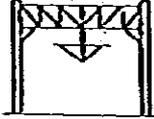
単柱	固定ブラケット	可動ブラケット	クロスビーム	門形固定ビーム
				
スパン線ビーム		活線ビーム	可動ブラケット式固定ビーム	
				

図4.4.3 支持物の形式

### (3) ビームの選定

ビームは大別すると固定式、スパン線式、可動式の3つの種類に分けられるが、夫々設備条件に合わせて使用される。

#### 1) 固定ビーム

鋼材を組合せたものであり、カゴ型ビーム、V型トラスビーム、平面トラスビーム、クロスビーム等の門型ビームとブラケット式ビームがある。

インドネシアにおける国産体制が整備され、鋼材価格が安価な場合、採用が考えられる。

#### 2) スパン線ビーム

線路を横断して線条を架設し、電車線を支持するものであり、JAK ARTA 地区の既設直流電化区間に多用されている。

駅構内などで線路間隔が狭く、電柱の建植が不可能で、かつ長径間にわたる場合に採用を検討する必要があるが、吊架線の移動に対してあまり追従性が良くないので、架線移動量の多い箇所での使用は控えた方がよい。

#### 3) 可動ビーム

可動ビームは図4.4.4に示すように、ビームと電柱の接合部をHingeにしたもので、ビームは線路方向に自由に回転できる。

即ち、吊架線とトロリー線の移動に追従できるので、張力の調整が容易であり、良好な架線特性を維持することができる。

更に、ビーム全体が大地に対して絶縁されており、大地との離隔距離が大きいので、安全に活線での作業ができる。また、がいしが側方にあるため、線路直上にある場合に比べDiesel loco, Steam locoなどの排煙による汚損が少ない。

したがって、駅中間部では可動ビームを主体として採用することを推奨する。

#### 4) 加圧ビーム

図4.4.5に示すように、固定式ビームに工夫をこらしたtypeであり、がいしの数を著しく削減でき、活線での作業が容易となる。

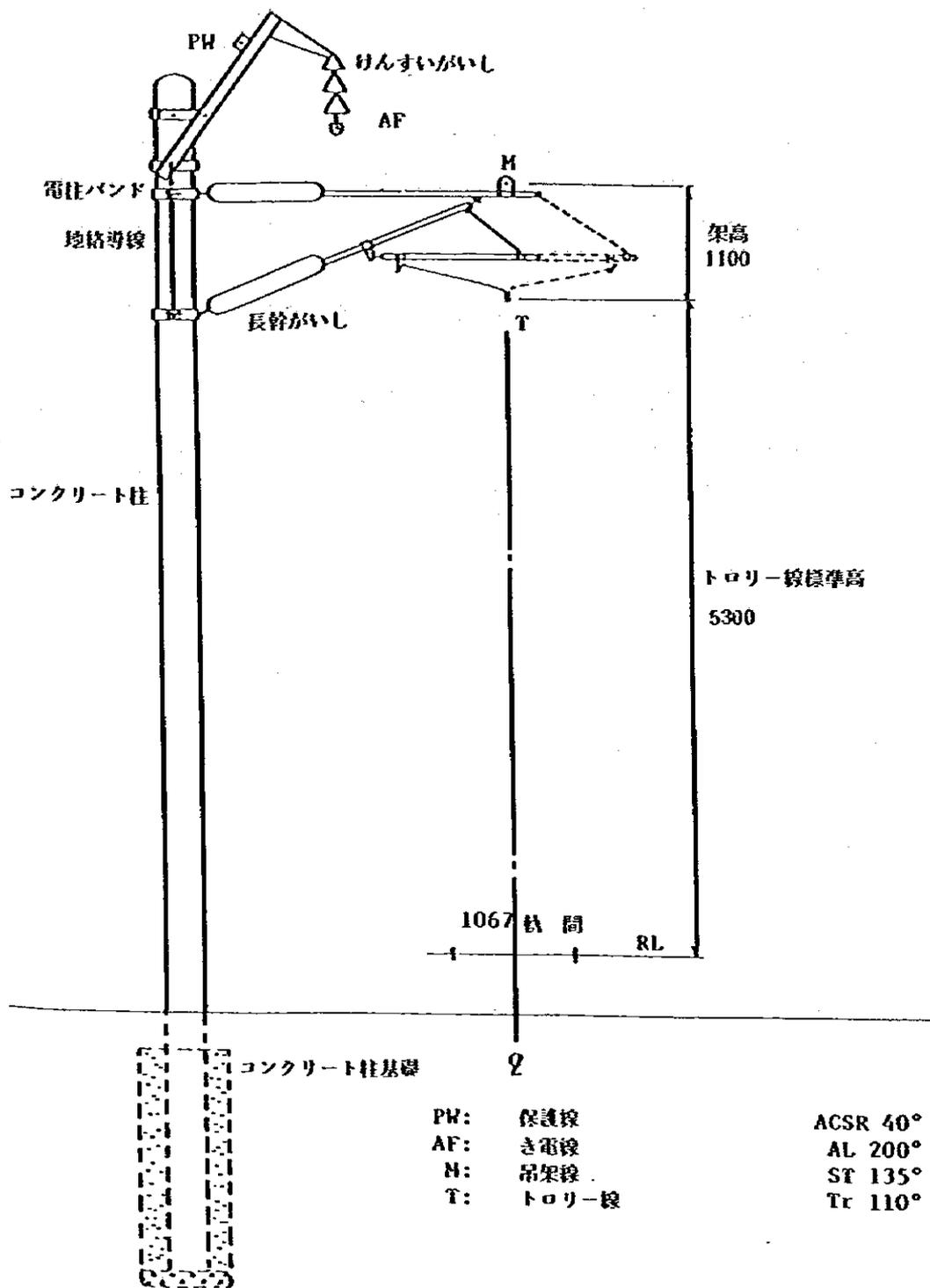


図4.4.4 標準装柱図

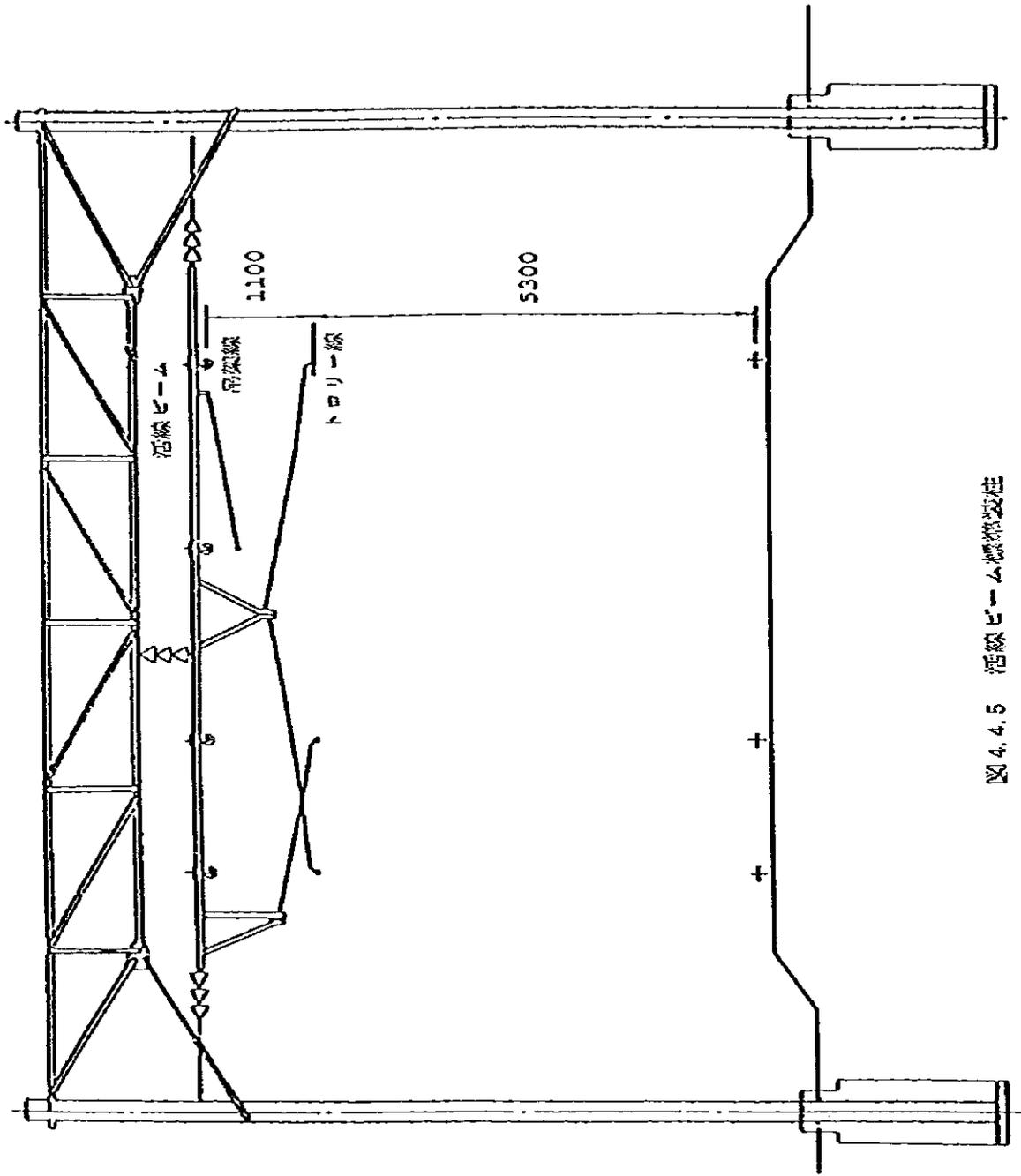


図 4.4.5 活線ビーム標架装柱

## 第5章 信号・通信計画

## 第5章 信号・通信計画

### 5.1. 現況

#### 5.1.1. 信号、通信設備の現況

##### (1) 閉そく方式と指令系統

ジャワ島幹線鉄道における列車運転は、全区間とも、両駅の従事員相互の打合せによって閉そくを取扱う、手動閉そく式によって安全を確保されている。

列車の運行は、ジャワ全島を10地域に分割して、制御されている。各地域とも、指令員が各駅からの情報を電話により収集して、実ダイヤを作成しながら各駅に指令を与えている。

運転指令室の場所とその管轄地区を表5.1.1に示す。

表5.1.1 運転指令系統

番号	指令室	管轄地域
1	Jakarta	Merak ~ Jakarta ~ Cikampek, Jakarta ~ Sukabumi
2	Cirebon	Cikampek ~ Cirebon ~ Tegal, Cirebon ~ Prupuk
3	Bandung	Cikampek ~ Bandung, Bandung ~ Banjar
4	Purwokerto	Purpuk ~ Purwokerto, Purwokerto ~ Kroya ~ Kutoarjo
5	Semarang	Tegal ~ Semarang ~ Bojonegoro, Semarang ~ Kedungjati
6	Yogyakarta	Kutoarjo ~ Yogyakarta ~ Solo
7	Madiun	Solo ~ Madiun ~ Mojokerto
8	Surabaya	Bojonegoro ~ Surabaya ~ Mojokerto, Surabaya ~ Bangil
9	Malang	Kertosono ~ Malang ~ Bangil ~ Probolinggo
10	Jember	Probolinggo ~ Jember

##### (2) 信号設備

ジャワ島における信号設備は、各地区とも、2条鉄索式信号機を主体とした機械信号機により構成されており、建設後かなりの年月を経過しているため、操作に労力を要すのみでなく、現場機器の追従性も悪く、老朽化による機器の信頼度の低下がみられる。

支社別の信号設備数を表5.1.2に示す。

表 5.1.2. 信号設備数

	信号設備			踏切設備	
	機械式	電気機械式	継電式	電気式	機械式
西部支社	86	86	1	9	479
中部支社	149	54	1	5	426
東部支社	141	35	—	5	429
計	376	175	2	19	1,334

1) 閉そく装置

手動閉そく方式に使用されている閉そく装置としては、モールス電信機が重要な役割を担っているが、重要線区においては、両端駅で電気機閉そく装置を操作し、相互確認して閉そくを取扱っている。

両装置とも、扱者の錯誤操作による列車事故誘発の危険性があるので、保安度を向上するため、電化プロジェクトとは無関係に、閉そく装置の緊急な改善が望まれる。

2) 信号装置

ジャワ島幹線鉄道には、簡易な機械信号保安装置から継電連動装置に至るまで、種々の信号保安装置が使用されている。

a) 簡易形保安装置

簡易形保安装置の代表的なものとして、Krian lever frame, Wooden lever frame および Iron lever frame がある。これらのシステムでは、転てつ器は現場扱いで、信号機は屋外に設けられた信号レバーにより操作される。信号機間には鎖錠関係はあるものの、いずれの形式も老朽化しており、保安度は非常に低い。

b) Alkmaar 形保安装置

Alkmaar 形保安装置では、転てつ器は現場扱いであるが、信号機レバーは集中されている。信号機と転てつ器の連鎖は鋼索による機械鎖錠であり、保安度が低いので、次項の S&H 形保安装置へのレベルアップが進められている。

c) S&H 形保安装置

S&H 形保安装置は、現在の機械信号装置の中で最も保安度が高いシステムである。信号てつと転てつてつは集中されており、信号機と転てつ器間の連鎖は鈎装置を使って機械的に行われる。信号機は 2 条鉄索信号機が使用されている。

a), b) および c) に使用されている機械信号機は、夜間における見透しが悪く、列車の速度低下の要因にもなっているため、列車速度の向上および保安度の向上のため色灯信号化が望まれる。

d) N. X. 形保安装置

N. X. 形保安装置は、継電連動装置で最も保安度が高いが、Bandung駅とSolobalapan駅の両駅に設備されているのみである。形式はsiemens社製の進路選別式である。

信号機は多灯式色灯信号機、転てつ器は割出し可能な電気転てつ機および軌道回路としては単軌条の直流軌道回路が使用されている。

3) 踏切保安装置

ジャワ島幹線鉄道には、踏切保安装置が備わった踏切道が約 820 箇所あり、この内の約70%は踏切道橋員が6m以下、約25%は6m~12mである。

これらの踏切道には、各種の踏切保安装置が設備されているが、電気式踏切保安装置は、Bandung、SemarangおよびSurabaya等の大都市に一部設けられている程度であり、大部分の踏切道は、腕木や引戸による機械式保安装置である。

(3) 通信設備

ジャワ島における通信設備は、無線通信網の整備が進められてはいるものの、モールス電信機と電話並びに情報伝送路として操通信線を基軸とする通信網が構成されている。

支社別の通信設備数を表 5. 1. 3 に示す。

表 5. 1. 3 通信設備数

システム		西部支社	中部支社	東部支社	計
有線設備	電 信 機	360	270	301	931
	磁石電話機	325	281	152	758
	運転指令電話	50	88	74	212
	構内自動電話	1,028	369	518	1,915
	テレプリンタ	30	16	16	62
無線設備	HF-SSB	4	-	4	8
	VHF-無線指令電話	84	42	14	140
	UHF	36	34	15	85
	VPT	5	8	2	15

1) 通信回線網

通信回線網の現状は、遠距離回線の主要幹線系は 300 MHz 帯のUHFリンクで構成されており、一部区間を除けば容量的には未だ余裕がある。一方、近距離系及び支線系は、鉄線を主体（一部ウエルド線を使用）とした架空裸線方式のため、良質の回線網構成は非常に困難な状態である。このため、モールス電信として約 100km 程度、電話としては隣駅との通話が主体で 50km 以上の回線構成は行われている区間もあるが最遠端駅間の通話は殆んど不可能な状態である。

## 2) 指令設備

運転指令電話の回線網は、裸架空線および無線通信網によって構成されている。

裸架空線による指令網はCirebon～Purwokerto～Yogyakarta～Surabayaの南線ルートをかバーしているが、指令設備としては、ATA-70、W 11、B 10およびAlkmaarタイプ等、種々の形式が設備されている。これらの設備は、いずれも、老朽化や保守部品不足により指令系の構成が困難になってきている。

Jakarta～Bandung～CirebonとCirebon～Semarang～Surabayaの北線ルートは、VHF（160MHz帯）を利用したモニタリングシステムとして、指令所と各駅間を結ぶ、無線方式による指令系が構成されている。

## 3) 無線設備

無線設備としては、前2)項の指令設備の他に、これと併用して、各通信センクのオペレータを経由してPJKAの電話交換網を利用できるBASAシステムがある。

遠距離通信用として、300MHz帯72CH容量のUHFリンクが主要線区に設備され、本社と支社、保守区および主要駅間の長距離電話とテレックス送信に利用されている。一方、スマトラおよびジャワ島内連絡用として、HF帯のSSB無線電話が本社および支社等に設備されているが、空間状態に左右されて、通信状態は不安定である。

## 4) 交換設備

ジャワ島の主要駅には、Philips社製UH-200形の自動電話交換機が設置されており、交換機設置駅および周辺のPJKAの業務機関に加入者電話機が設備されている。一部の交換機は中継回線の構成が不可能なため、構内交換機として利用されているものもある。

また、中継交換機としてPhilips社製UT-IIがJakarta, Bandung, SemarangおよびSurabayaに設備されて、遠距離電話回線の中継接続を行っている。

一方、自動電信交換機としては、Siemens社製のテレックス交換機がJakarta, Bandung, Cirebon, Semarang, Yogyakarta, SurabayaおよびBangilに設置されており、鉄道運営に関する報告、情報収集のためのテレックス網を構成している。

## 5) 電話設備

自動電話は、前4)項のように自動交換機設置箇所周辺の業務機関に設置されており、中継回線が構成されている箇所ではホールダイヤルで相手加入者を呼出すことができる。

なお、自動電話機の設置されていない中間駅等には大地帰路方式の磁石電話機が設けられ、通信閉そくや業務連絡用に利用されている。

また、一部区間に個別呼出電話機が設置されているが、継電器形の選別方式であり、かつ裸線で回線が構成されているので、長距離通話は困難である。

## 6) 電信設備

モールス電信機は、列車運転のための閉そく装置として各駅に設置され、現在でも重要な

設備となっている。また、モールス電信機は、線区内の長距離通信設備としても活用されているが、モールス習得者の確保、記録管理の煩しさおよび機械の老朽化に伴ない保守部品の不足等の問題が山積している。

テレックス設備は、主要駅および主要業務機関に設備されており、データ伝送用として活用されている。

#### 7) その他

その他の通信設備としては、主要駅に旅客案内用放送設備および主要駅並びに主要業務機関に電気時計設備がある。

### 5.1.2. 管理、保守の現況

#### (1) 管理、保守体制

信号、通信部門は、PJKA組織構成の中で、軌道、橋梁とともに総設局に属する。職員数は本社およびジャワ管内で約1,100名である。

##### 1) 本社

本社には31名の職員がおり、PJKA鉄道網全域の技術管理、業務管理および監査業務を行なっている。また、本社の傘下組織として、工場がBandungにあり、38名の職員が、現業機関で不可能な装置の修繕、機械連動機の組立て等を行なっている。

##### 2) 支社

ジャワ管内の3支社では、各地域単位の業務管理と保守業務を行なっている。各支社には、管轄地域の大きさに応じて、保守区が割りあてられており、ジャワ島管内は11保守区、保守委員1,017名により構成されている。

#### (2) 教育

信号、通信業務に携わる職員は、BandungにあるPJKA養成機関DIKLAT I (Training Centre Building I) で管理、運営に関する知識、DIKLA II (Training Centre Building II) で一般技術および保守に関する知識を修得している。

信号、通信に関する教育教材としては、DIKLAT IIに電気機関そく装置付機械連動設備とモールス電信機がある程度である。

委託教育機関としては、ITB (Bandung Technology Institute) の協力により、SATKA (Railway Technical College) がある。

#### (3) 運転事故と信号、通信設備との関連

中部支社管内における1974年～1981年8年間の運転事故統計より、信号、通信設備に関連があると思われる運転事故を集計したものを表5.1.4に示す。

表 5.1.4 運転事故統計

事故種別	運転事故件数 (回/年)								平均
	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	
列車衝突(駅間)	1	1	0	1	0	0	1	1	0.6
入換中の車両衝突	3	2	1	1	2	1	0	0	1.3
列車衝突(主に踏切)	13	21	30	29	38	34	26	16	26
信号設備故障	1	1	0	0	0	0	0	0	0.3
信号昌進	3	6	7	5	7	3	4	5	5
地すべり、洪水等	23	11	5	7	49	0	10	10	14.4
その他	780	609	723	733	588	533	566	439	621
計	824	651	766	776	684	571	607	471	669

表 5.1.4 によれば、運転事故のうち 95% は信号、通信設備に関連のない事故であるのが判る。これらの事故の大半は車両故障等によるものである。

現在は、列車の運転頻度が比較的少ないこともあり、閉そくの誤扱いと思われる駅間の列車衝突は年平均 0.6 回、信号設備故障が 0.3 回および入換中の車両衝突が 1.3 回と他の事故要因に比べて著るしく少ないが、これらはいずれも重大事故を誘発する危険があるので、保安度の向上が望まれる。

一方、踏切道における列車衝突が年平均 26 回、信号昌進が 5 回と信号設備関連事故では高い比率を占めており、踏切保安装置の改良および自動列車停止装置の導入が望まれる。

なお、地すべり、洪水等による運転事故も年平均 14 回も発生しているので、落石、土砂崩壊等の沿線情報設備の導入も有効と思われる。

### 5.1.3. PJKA の信号、通信設備改良将来計画

信号、通信設備の改良は、PELITA 計画を主体に進んできているが、1982 年 2 月に 2000 年に向けての開発基本構想が策定された。

#### (1) 第 4 次 PELITA 計画

1984/1985 より開始される第 4 次 PELITA 計画での信号設備改良計画としては、Cikampek ~ Cirebon 間の自動信号化と主要駅 (Cikampek 駅, Cirebon 地区, Semarang 地区, Yogyakarta 地区および Wonokromo 地区) 11 駅の継電連動化が基幹となっている。

通信設備改良計画としては、UHF 無線網の拡大に重点がおかれている。

#### (2) 2000 年に向けての基本構想

基本構想における信号設備の改善は、鉄道輸送の保安改善および線路容量の増大を目的に下記の事柄が検討されている。

— 閉そく装置付 Siemens & Halske システムの幹線への拡充

- 主要駅への継電連動システムの導入
- 混雑路線への自閉そく化およびATSの導入
- 都市部踏切道の自動化および立体交差化

通信設備の改善は、鉄道運営管理のための無線通信システムの拡充を主体に下記システムが検討されている。

- CTCへの拡張性を備えた運転指令システム
- 出札及び座席予約のコンピュータ処理
- 太陽エネルギー技術利用
- 多重ケーブル搬送システム及び光ファイバー伝送

#### 5.1.4. 鉄道沿線の外部機関設備

##### (1) PERUMTEL

ジャワ島幹線鉄道沿線の殆んど全域にわたり電信電話公社 PERUMTEL の通信回線網が設けられている。PERUMTEL のこれらの中継回線は、Fe、Cu および Cw の裸線で構成されており、支持物は軌道から 4～5m の位置に建植されている。回線数の多い一部区間では、軌道の両側に架設されている。PJK A の通信回線はこれら PERUMTEL の支持柱を借用して、PERUMTEL の中継回線の下部に共架している。また、同軸搬送用のケーブルも一部区間で使用されている。

これらの通信回線は、交流電化時には誘導支障を受けることになるが、誘導障害とその対策については 5.3 に述べてある。

##### (2) PLN

電力公社である PLN の電力送電網は、殆んど区間が鉄道から遠距離にあり、一部、鉄道に接近している区間においても通信線と並行する区間長は比較的短かいので、PLN の送電線から通信線への誘導障害は特に問題がない。

#### 5.2. 電化に伴う改良計画

##### 5.2.1. 信号、通信設備改良における基本的検討事項

###### (1) 外部環境条件

信号、通信設備は、軌道および橋梁等の外部環境条件により、その機能を十分発揮することが出来ないばかりでなく、最悪の場合には、システム構成自体が不可能になる。特に、信号設備においては、列車運転保安の基幹である軌道回路の構成が、環境条件により著しい制約を受ける。

ジャワ島幹線鉄道における、信号設備改良を閉そく方式についてみると、輸送需要の増加に伴って、今後は

###### i) 連査閉そく方式

ii) 単線自動閉そく方式

iii) 複線自動閉そく方式

の順に進められてゆくものと思われる。

これに対し、外部環境条件の現状は、表5.2.1に表されているように、ii)およびiii)の自動信号化への適応性がない区間が多くある。

したがって、今後の軌道更新にあたっては、鉄枕木を木またはコンクリート枕木に更换、槽伏桁、ゲージタイおよび鉄道平面交差による軌道短絡箇所に対する絶縁対策等の改善を事前に実施しておくことが望ましい。

表 5. 2. 1 外部環境条件

区 間	種 別	鉄 枕 木 (km)	槽 状 桁 (m)	ゲーツタイ (箇所)	鉄道平面交差 (箇所)	踏 切 道 (箇所)
Bekasi ~ Cirebon		0	77	2	0	170
Cikampek ~ Kiarakondong		0	17	5	0	59
Cirebon ~ Yogyakarta		149	133	0	3	213
Yogyakarta ~ Solo		59	4	0	1	60
Jakarta Kota ~ Krawang		0	0	0	0	300
Solo ~ Surabaya		15	110	4	5	82
Wonokromo ~ Probolinggo		0	80	9	1	156
Merak ~ Serpong		141	28	12	0	91
Bogor ~ Sukabumi		56	6	11	0	39
Kiarakondong ~ Kroya		41	110	5	5	99
Cirebon ~ Semarang		0	30	2	3	93
Semarang ~ Surabaya		165	227	9	0	143
Brumbung ~ Solo		0	12	0	0	61
Probolinggo ~ Jember		0	42	0	0	-
Sukabumi ~ Padalarang		39	0	3	0	57
Bangil ~ Kertosono		0	126	28	0	104
Jember ~ Banyuwangi		9	18	0	0	-

## (2) 信号設備

### 1) 交流電化に伴う妨害電流と軌道回路の適応

一般に交流電化区間においては、電気車電流が不定期的に流れ、妨害電流を発生し、これが信号設備に様々な影響を与える。

妨害電流には、交流変電所、交流電気機関車や交流電車に起因する高調波電流、これら車両が空気しゃ断器を投入した場合に発生する突進電流および交直接続点付近で発生する、交流電化区間から直流電化区間への交流遊流、直流電化区間から交流電化区間への直流遊流がある。

したがって、交流電化区間において、安定した列車検知を行なうには、これらの妨害電流に対し、十分耐えうる軌道回路を採用しなければならない。

交流電化区間に適用しうる軌道回路の方式は、一般に、直流軌道回路、低周波軌道回路、パルス軌道回路およびAF軌道回路に区分することができる。これら、従来の軌道回路には、表5.2.2に示すごとく、機能的あるいは特性上からも、それぞれ特異性を有している。

これらの軌道回路の短所を改善し、システム全体の保安全性や経済性を配慮した以下に示す2軌道回路が最近実用化されている。

ジャワ島幹線鉄道の軌道回路としては、従来の軌道回路とともに、これらの軌道回路も検討の対象にする必要がある。

表 5.2.2 交流電化区間用軌道回路比較

項目	軌道回路名称	DC	直流コード	分巻周	パルス	可聴周波
	軌道回路長 (km)	0.75	2.0	2.0	2.0	1.0
	電源容量 (KVA/軌道)	0.05	0.15	1.0	0.05	0.15
	信号高圧配電線	不要	不要	要	不要	不要
	受電側電源	不要	要	要	不要	要
	軌道リレー	DCリレー	DCリレー	AC Double Element Type	パルス軌道	DCリレー
	保守性	B	A	A	B	A
	機器価格	A	A×3	A×4	A×3	A×4
	備考	<ul style="list-style-type: none"> <li>軌道回路長が短い</li> <li>直流妨害電流弱い</li> <li>レール破断検知不可</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>直流妨害電流に弱い</li> <li>変調コード波2波以上必要</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>電源容量大</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>調整が難</li> <li>妨害に弱い</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>変調コード波2波以上必要</li> </ul>

### a) 高電力直流軌道回路

高電力直流軌道回路は従来の直流軌道回路の問題点であった、短絡不良、直流遊流、突進電流および成極作用による誤動作の影響を改善したものである。

短絡不良の主な原因は、レール路面のサビ等によるレール路面と車輪との接触抵抗の増加のためであり、高電力直流軌道回路では短絡電流を増加することにより誤動作を防止している。

直流電化区間からの遊流、交流電気車からの突進電流およびPC枕木、海水冠水等による成極作用による誤動作に対しては、高電力直流軌道回路では、軌道回路の平常電流を増加し、S/Nの改善を行い、外乱に対する安定度を増加した。

交流電化区間における高電力直流軌道回路の基本的な構成を図5.2.1に示す。

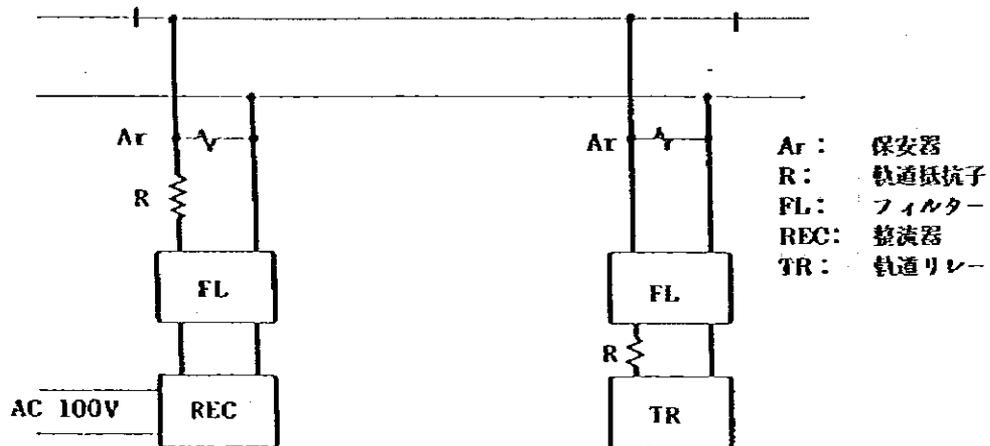


図5.2.1 高電力直流軌道回路構成図

### b) 80Hz交流コード軌道回路

80Hz交流コード軌道回路は、80Hzを送信周波数とし、これを低周波で変調を行うことにより安全性を高めた軌道回路であり、次のような特長を有している。

- 50Hz基本波と80Hz信号帯域に入る妨害電流に対して、安定に動作しうる耐妨害性を有している。
- 耐腐距離が長い。
- レール破断検知が可能。
- 高信頼性

80Hz交流コード軌道回路の基本的な構成を図5.2.2に示す。

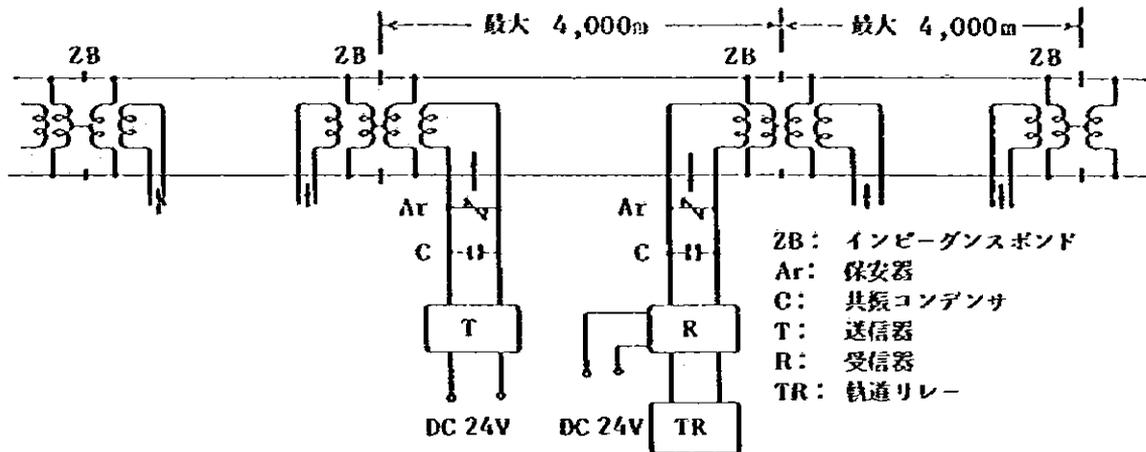


図 5.2.2 80Hz 交流コード軌道回路構成図

## 2) 信号設備への誘導障害

交流電化区間においては、電車線に 50 Hz の高電圧が使用されているため電車線に並行近接している閉そく回路、信号制御ケーブル、信号鉄索および転てつて等の信号機器に静電誘導または電磁誘導による誘導電圧、誘導電流が生じる。また、近くに並行している鉄道の軌道回路にも電磁誘導による妨害を受ける。

交流電化区間における、これらの信号設備におよぼす影響とその対策を表 5.2.3 に示す。

表 5.2.3 交流電化区間の信号設備への誘導障害とその対策

誘導種別	被誘導物	支障する理由	対 策
静電誘導 電磁誘導	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ ケーブル</li> <li>◦ 裸 線</li> <li>◦ 鉄索装置</li> <li>◦ 転てつて等</li> </ul>	人が電撃をうける恐れがある (危険電圧)	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ ケーブル、裸線の移動、しゅ蔽、ケーブル化</li> <li>◦ 鉄索装置等付絶縁セクションを入れて接地する。</li> </ul>
電磁誘導	軌道回路	軌道リレーが誤動作する恐れがある。	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 軌道回路受電端に抵抗子挿入</li> <li>◦ 軌道回路方式の変更</li> </ul>

## 3) サージ電圧の防護

架空ケーブル等から進入する雷サージや電車線地絡事故による異常電圧から機器を防護するため、絶縁トランス、保安器等による対策を検討する必要がある。

#### 4) ATS装置

##### a) ATSによる事故防止

ATSは、信号機の停止現示条件に連動して、運転手に警報を発すると同時に、必要に応じて、列車を自動的に停止させる装置である。ATSによる事故防止の範囲としては、

- 信号冒進
- 分岐器制限速度超過
- 曲線制限速度超過
- 列車の最高運転速度超過

等が対象となる。

現在、ジャワ島幹線鉄道においては、5.1.2(3)で述べたように、信号冒進事故も多く、また、電化に伴ない、列車運転も高速、高密度化する中で、これらの事故を防止し、保安度を向上するため、ATSの設置が望まれる。

##### b) ATSの方式

ATSの方式は、信号機の現示条件に連動した制御情報を特定の地点のみで車上に伝送する点制御方式と、現示変化の条件を軌道回路を用いて常時、連続的に車上に伝送する連続制御方式とに分類される。

一般に、点制御方式は連続制御方式に比べてシステムの構成要素が単純であるため、設備の安全性や経済性、かつ、システムの拡張性が優れている。

したがって、ここでは点制御方式について述べる。

点制御方式には、列車の速度照査機能を持たない方式(A方式)、速度照査を地上で行なう方式(C方式)がある。

##### i) A方式

速度照査機能を持たないので、警報は列車の走行状態に関係なく、地上装置のある地点でのみ発せられる。A方式はシステム構成が最も単純で、信号冒進事故を防止する最も経済的なシステムであるが、分岐器や曲線等の制限速度超過等に対する防護はできない。

##### ii) B方式

B方式は予め設定した2地点間の走行時間と基準時間とを比較して、地点で速度照査を行なう方式である。この方式は信号冒進を防止でき、分岐器や曲線等の速度制限の照査も可能であるが、基準時間が固定のため、きめ細かな速度照査は出来ない。

##### iii) C方式

C方式は、車上にメモリーを持っており、特定地点からの情報により、車種別の速度に応じ連続的に速度照査を行なう方式と、B方式と同じく基準時間照査による方式がある。

このように、ATSの方式は、それぞれ特異性を有しているので、方式の選択に対しては、列車運転密度や走行車種等の運転状態や経済性を考慮する必要がある。

### c) ATS導入の考え方

ATS装置は、いずれの形式も車上装置と地上装置より構成される。ATS装置を導入する場合、車上側の主条件としては、車上装置の設備スペースが確保されていることと、貫通ブレーキ機構を有していることである。一方、地上側の主条件としては、車上への情報伝送媒体である地上子の取付場所の軌道条件が良い事である。

ジャワ島幹線鉄道へのATS導入については、当分の間は、多車種の列車及び貫通ブレーキを有しない列車が走行すること考慮すると、以下のような検討が必要である。

#### i) 車上装置

既存の列車に対しては、制動機構の改良は行わず、警報設備のみ改良し、列車停止は運転手が手動で操作するものとする。

新規購入列車のATS装置としては、C方式を前提とする。なお、基準時間照査の選択については、地上システムの拡張に対する適応性からは、基準速度照査が望ましいが、これらの選択については、列車運転方式や経済性を考慮して検討する必要がある。

#### ii) 地上装置

地上装置は、当初は、信号冒進事故防止を目的としたA方式で十分と思われるが、将来システムとしては、列車運行の変化にあわせ、順次、C方式へ拡張することが望ましい。

### (3) 通信設備

#### 1) 通信回線構成

通信設備は、列車運転の安全と能率化のための重要な情報伝達手段であるため、通信系の構成にあたっては、不時の災害、事故に対しても即応できるように、機器の予備方式、予備通信系の構成、切替方式などが十分配慮されると同時に、その通信回線計画は、各業務機関が有機的な連絡を保てるように配慮される必要がある。

通信系の構成としては、

- a. 中央と業務運営上の拠点となる地方の主要都市間に設けられる100km以上の長距離通信回線は、無線系もしくは、同軸ケーブル等による長距離搬送通信
- b. 地方主要拠点とその管轄下にある主要地点間に設けられる50~100km程度の中距離通信回線は、ケーブル搬送通信
- c. 停車場間相互に設けられる数kmの短距離通信回線は通信ケーブル

の検討が必要となる。

通信回線の構成は、電化に伴ない、電力指令、信通指令、施設指令等の指令体系が確立できるように配慮するとともに、将来の回線運用を配慮し、列車運転、営業、設備保全等に通信設備が十分な役割を果たせるように、表5.2.4に示すような通信回線の検討が必要である。

表 5.2.4 通信回線構成

系統	回線名	記 事
運 転	運 転 指 令	指令室 ↔ 駅
	C T C	CTCセンタ ↔ 駅
	電 力 指 令	指令室 ↔ 変電所または保守区
	変電所制御	指令室 ↔ 変電所
	信 通 指 令	指令室 ↔ 保守区, 機器室
	施 設 指 令	指令室 ↔ 保守区
	運 転 専 用 電 話	指令室 ↔ 沿線
	交 換 電 話	交換機 ↔ 加入者 (駅, 保守区など)
	模 写 電 話	指令室 ↔ 駅
	沿 線 情 報	駅 ↔ 沿線
	列 車 無 線	指令室 ↔ 乗務員
旅 客	交 換 電 話	交換機 ↔ 加入者
	模 写 電 信	指令室, 駅 ↔ 駅
	電 気 時 計	駅 ↔ 駅
貨 物	配 車 指 令	指令室 ↔ 駅, 操車場
	交 換 電 話	交換機 ↔ 加入者
	模 写 電 話	指令室, 操車場 ↔ 操車場, 駅

注、将来の回線運用として、下記の情報伝送用としてデータ伝送回線が考えられる。

- 列車管理情報
- 貨物、旅客の管理サービス情報
- 経営管理情報

## 2) 通信設備への誘導障害

通信設備の誘導障害については、5.3にて詳述してあるが、現在使用中の裸通信線は、交流電化時には電磁誘導により、誘導電圧、誘導雑音が発生するため、しゃへい効果の大きいケーブルに改修する必要がある。しかし、区間回線は、しゃへいケーブル化を行なっても、その区間回線長によっては、誘導電圧、誘導雑音の発生が規準値以上となる場合があり、使用される回線長が制約されるので、ケーブル心線も平衡度の良い形式のものを使用し、更に、設置方法についても検討する必要がある。

なお、交流電化区間における誘導対策として、近年技術向上がめざましい光ファイバケーブルの導入の検討も必要と思われるが、これについては附録5-1に述べる。

### 5.2.2. 信号、通信設備改良における基本方針

電化に伴う信号、通信設備の改良は、必要最少限の改良を行なうものとし、信号、通信設備の近代化は、軌道、橋梁等の鉄道基盤の改善計画と連係をとり別途プロジェクトで実施されるものとした。

信号、通信設備の近代化の促進については、附録5-2に概要を述べた。

## (1) 信号設備

信号設備の改良は、輸送のより安全性を確保することと、合せて、交流電化に伴ない誘発される妨害電流と帰線電流に対する信号設備の保護対策を行うことにある。

信号設備は、輸送の安全を確保するために省くことの出来ない設備であるが、現在の設備は必ずしも満足するものとは言えない。このため、最少限の投資で現設備を出来るだけ活用した改良を基本として、以下を考慮した。

- a. より安全な輸送を確保するための保安度の向上
- b. 保守性と信頼性の向上
- c. 信号取扱いの省力化および誤扱いの防止
- d. 将来の輸送量増加に対する改良の容易性

なお、Jakarta～Cikampek間はJABOTABEK圏域に隣接する区間で、輸送需要も多く、現在の信号設備を活用した改良では対応が困難であるので、全面的な改良を必要とする。

## (2) 通信設備

通信設備については、現在、ジャワ島全域にわたる無線網、電信・電話交換網の増強計画が進められている。通信設備はネットワークにより構成されているので、通信設備の改良は、これらの諸計画と協調をとる必要がある。

通信回線系統は大別して、短距離回線、中距離回線及び長距離回線に区分されるが、現在、進められている計画は無線系による中距離回線網である。

一方、電化に伴う通信設備の改良は、基本的に誘導支障対策としてのケーブル化で、収容回線は現在使用中の回線は無論、電化に伴う電力指令回線、電力遠隔回線、その他、指令回線及び将来の回線運用を考慮した予備回線等を収容するものとする。

したがって、電化路線の延伸に伴い、漸次ケーブル化が進展し、通信ケーブルによる短距離および中距離回線網が必然的に構成されてくる。即ち、現在の無線系による運転指令回線や電話・電信中継回線は、通信ケーブル回線に収容し、安定した情報交換が可能となってくる。その場合には、現在の無線系は、列車無線、保守用無線および予備系としてのシステム構成も可能となる。

長距離回線網は、電化路線の延伸、情報交換の広域化、多量化に応じて、SHF系などの構成が必要となってくる。

なお、Jakarta～Cikampek間は、前述の如く、情報交換の稠密な区間となるので、電化に伴ない通信設備の近代化を考慮する。

### 5.2.3. 信号、通信設備改良計画

前述の基本方針に基づき、信号、通信設備改良計画の概要を以下に述べる。

## (1) 信号設備

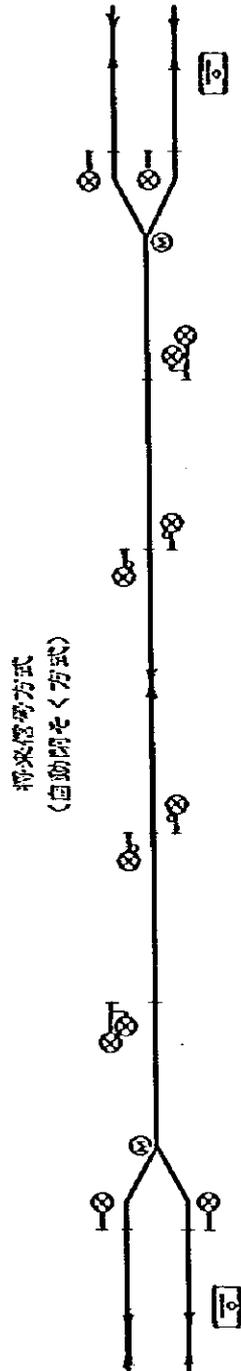
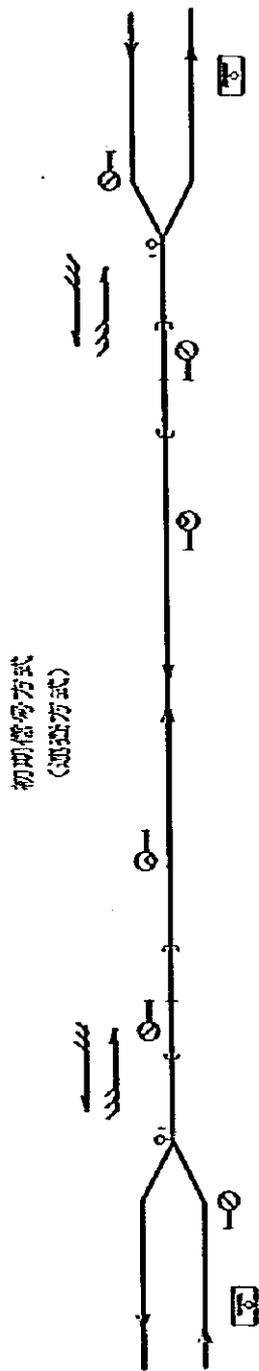
### 1) 閉そく装置

現在使用されているモールス電信機や電磁閉そく器による手動閉そく方式は、取扱者の錯誤操作により、衝突、追突等の事故誘発の危険があるので、保安度向上のため、Jakarta～Cikampek間は自動閉そく装置、その他の区間には連査閉そく装置を導入する。

連査閉そく装置は、図5.2.3に示すように、場内信号機付近に短小軌道回路を設置し、閉そく区間への列車の進入、進出を検知させる。閉そく区間の両端駅には、電気的な鎖錠関係を持たせた一対の閉そくてこを設け、両端駅での相互打合せおよび協同操作により閉そくてこを取扱うことにより駅間の閉そくを確保している。駅間の閉そくが完了後、出発信号機を取り扱い、進行信号を現示する。列車が出発し、短小軌道回路を短絡すると、出発信号機は自動的に停止信号を現示する。列車が閉そく区間内にいる間は、停止現示を保留することによって列車の安全を確保している。即わち、連査閉そく装置は、閉そく装置（閉そくてこ）と信号装置との連鎖関係を短小軌道回路により制御する方式である。

連査閉そく方式は、単線区間での閉そく方式として普及しているが、大都市の主要ターミナル周辺地区などにおいて、続行運転等により、比較的高密度の列車運行を必要とする区間には、自動閉そく方式が効果的である。

なお、この連査閉そく方式は、軌道、橋梁等の外部環境条件が改善されれば、単線自動閉そく式への改良が容易であり、将来の需要傾向に対応して、線路容量を増加するとともに、保安度をより向上させることが可能である。



凡例

- ⊗ : 自動閉そく信号
- ⊙ : 出発/案内信号 (保閉)
- ⊖ : 進路信号
- ⊕ : 電気伝てつ機
- : 閉そくでこ
- : レール絶縁
- : レール絶縁 (軌道回路端)
- ⊠ : 信号扱所 (通過方式)
- ⊡ : 信号扱所 (継電方式)

図 5. 2. 3 閉そく方式

## 2) 信号装置

現在の機械式腕木信号機は、保守性が悪く、また、夜間における視認性が悪い。これらの腕木信号機は、電化に伴い、電化柱によって信号機の見透しが妨げられるようになり、列車運行に支障をきたすので色灯化する。

色灯信号機の配置図および信号機と電化柱の関係図を図 5.2.4 に示した。

なお、駅間に設置する閉そく信号機は、Jakarta~Cikampek間に設置するのみで、他の区間には設置しない。

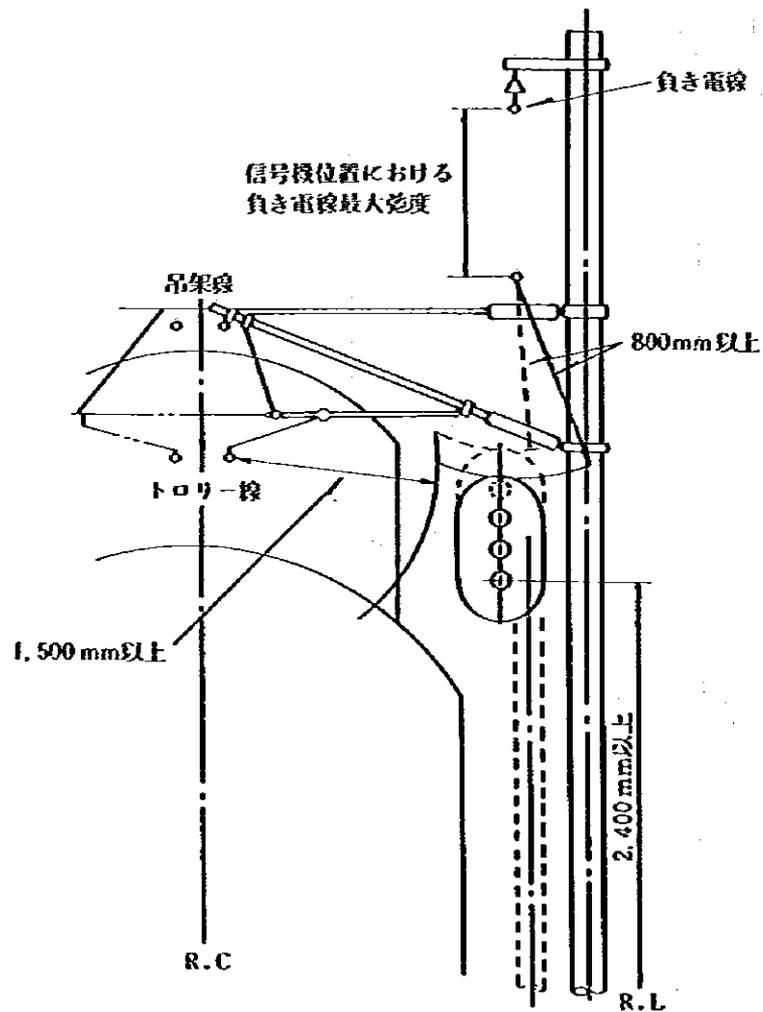


図 5.2.4 交流電化区間内の信号機配置図

### 3) 軌道回路

交流電化区間で用いられる軌道回路としては、5.2.1(2)1)で述べた如く、種々の軌道回路があるが、信頼性、保全性および経済性を考慮して決定する必要がある。

Jakarta~Cikampek間の駅中間の軌道回路および構内の本線の軌道回路は複軌条式が望ましいが、構内については経済性を考慮し、単軌条式も検討する必要がある。その他の区間は、駅中間には軌道回路は設けず、場内信号機付近に単軌条式の短小軌道回路を設ける。

### 4) 転てつ装置

転てつ装置は、列車の高速走行に耐え得るものとする。Jakarta~Cikampek間の自動信号区間の構内には、保全性を考慮し、割出し可能な転てつ機が望まれる。

連査区間の転てつ装置は、電気鎖錠器付てまたは外部鎖錠器により、転てつ機の鎖錠が確保できるよう改良する。

### 5) 連動装置

Jakarta~Cikampek間の自動信号区間の駅については、継電連動装置の改良および新設を行う。

連査閉そく区間の駅のうち大駅の連動装置は別途、継電連動化が実施されるものとする。中間駅の連動装置には、信号機、転てつ機および閉そくて相互間に電氣的な連鎖を設ける。

### 6) 踏切保安装置

Bekasi~Cikampek間の自動信号区間内の踏切道は全て、自動化を行い、踏切警報機、踏切警報機、踏切しゃ断機を設置する必要がある。

連査閉そく区間内にある踏切道の自動化は、電化プロジェクト対象外としてあるので、これらの踏切自動化は、軌道更新計画等を配慮し別途推進する必要がある。

## (2) 通信設備

通信設備の改良は、5.2.2(2)で述べた如く、Jakarta~Cikampek間を除けば、基本的に、誘導支障対策としてのケーブル化のみであるが、ここでは、ジャワ島幹線鉄道に必要な通信設備の改良について概要を述べる。

### 1) 通信回線網

現在の通信線路は、大地帰路方式等を採用した架空裸線方式であり、誘導妨害に対して非常に弱い設備であるので、交流電化方式の採用に対しては、高しゃへい性能を有するアルミケーブルの地下埋設方式を採用し、大地帰路方式は平衡2線方式とする必要がある。

なお、全線ケーブル化に伴ない、中間駅も交換加入が可能となるので、搬送回線の利用や伝送損失の補償等により伝送損失の低減化をはかる。また、現在使用している携帯電話機を接続するT回線がケーブル化により使用できなくなるので、駅間には携帯電話機用の端子箱を設置する。

一方、遠距離回線構成としては、迂回構成用の搬送設備、SHFリンクの新設、UHFリンク

の新設およびチャンネル増設等の対策を考慮する。

## 2) 指令設備

現在、老朽化した採線による運転指令設備は、無線系へと移行されてきている。しかし、無線系による指令設備は、気象条件や都市構造等による影響を受けやすいので、電化に伴う全線ケーブル化を期に、必要に応じて、有線系へのシステム変更を考慮し、現在の無線系は予備系とし、システムの信頼度を向上させる。

また、電化に伴ない、電力、施設、信通関係の指令電話設備を新設し、列車指令との連けいを保ったシステムを構成する。

## 3) 無線設備

鉄道輸送需要の増加とともに、輸送の高速化、広域化に伴ない、遠距離情報トラフィックの増加に対応するためSHFリンクの新設、UHFリンクの新設やチャンネル増設を行う。

## 4) 交換設備

電化に伴なう指令所、変電所、電気関係保守区、車両基地や車両工場等の関連機関の新設や増設、また、中間駅の交換加入により、加入者電話機の新設および自動電話交換機のスイッチ増設やトランク、新設、並びにテレックス用自動交換機のスイッチ増設を行う。

## 5) 電話設備

電化に伴なう業務機関の新設、増設に伴ない、自動電話機、磁石電話機、個別電話機、指令電話機等を新設する。

車両基地および入換扱駅には、構内作業および保守用の連絡設備として高声電話装置を設ける。

なお、全線ケーブル化により、中間駅に自動電話機の設置が可能となる。

## 6) 電信設備

車両基地新設や業務機関の新設、増設に伴ない、組成表、分解表や一般電報伝送用にテレックス加入者端末機を新設する。また、主要駅には、複写電信機を設置して指令情報、一般電報、文書等でハードコピーを必要とする情報連絡に利用する。

## 7) 旅客案内設備等

旅客サービス向上のため、主要駅には、電気時計、案内放送設備を設置する。

## 8) 沿線情報

局地的豪雨等による事故を避けるために、危険箇所には落石、土砂崩壊や河川増水等を報知する設備を必要に応じ設置する。

Phase Iで自動信号化が計画される、Bekasi～Cikampek間通信システムの構成を図5.2.5に示す。

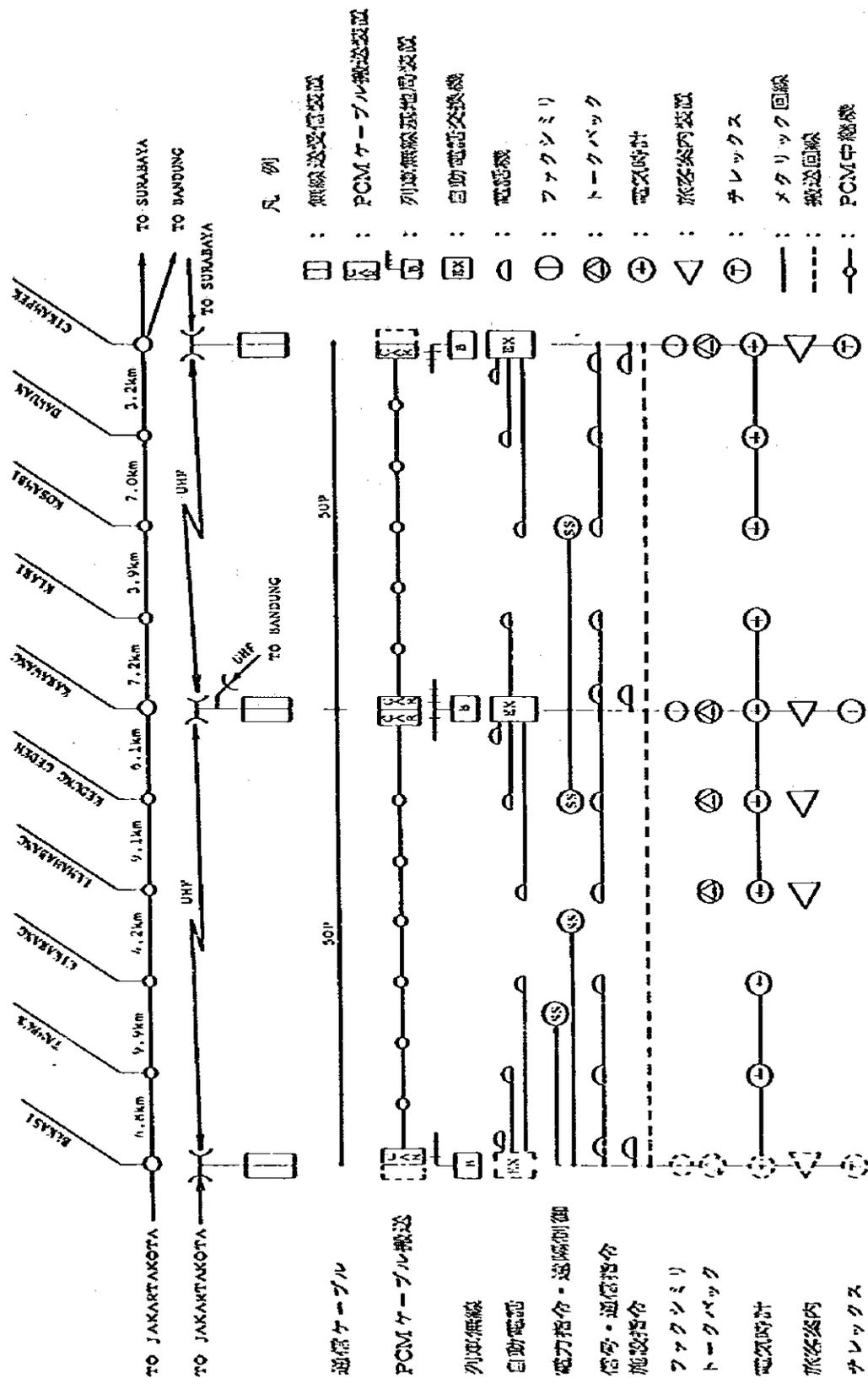


図 5.2.5 通信システム構成

### 5.3. 誘導障害とその対策

電気鉄道における誘導障害とその対策については附録5-3に記述した。ここでは、交流電化のき電方式として、ATき電方式を採用する場合、き電回路に近接し並行する鉄道用の通信線および公衆通信線に対する誘導障害予測とその対策について概要を述べる。

#### 5.3.1. 鉄道沿線の大地導電率の想定

鉄道沿線の大地導電率は、電磁誘導電圧を算出するために必要な要素で正確には、実測により求める必要がある。大地導電率を地質図から大まかに推定すると、中部、東部地区の沖積層部分は、大地導電率が0.01~0.1s/m程度で西部地区の北線泊線およびCikampek~Padalarang間の山岳地帯では石灰層、火山岩層があり、大地導電率は0.001~0.01s/m程度と思われる。

したがって、電磁誘導電圧の予測計算には、大地導電率 $\sigma$ を0.01s/mに想定する。

#### 5.3.2. 既設通信線に対する誘導障害

予測計算を実施する場合の起誘導倒の条件、および通信線の条件の概要は次のとおりである。

- a. き電電圧50kV、周波数50Hz、単線ATき電方式でき電亘長は50kmとする。
- b. AT間隔は10kmとし、ATのもれインピーダンスは50Hzで $0.1+j0.45\Omega$ とする。
- c. き電回路の装柱、線種等は図5.3.1に示す。
- d. レールの対地もれ抵抗は、 $1\Omega\cdot\text{km}$ とする（鉄枕木区間の対地もれ抵抗の小さい所は、木またはコンクリート枕木に変更し、対地もれ電流を少なくさせる必要がある）
- e. 列車負荷電流 $I_p$ を200A、高調波電流による等価妨害電流 $J_p$ を7Aに想定し、飽和ダイヤ時は同時負荷運転をする列車とし、その間隔を平均的に20kmと仮定する。
- f. 通信線は、探線および無しゃへのケーブルのメタリック回線を想定し、装柱位置を図5.3.1に示す。

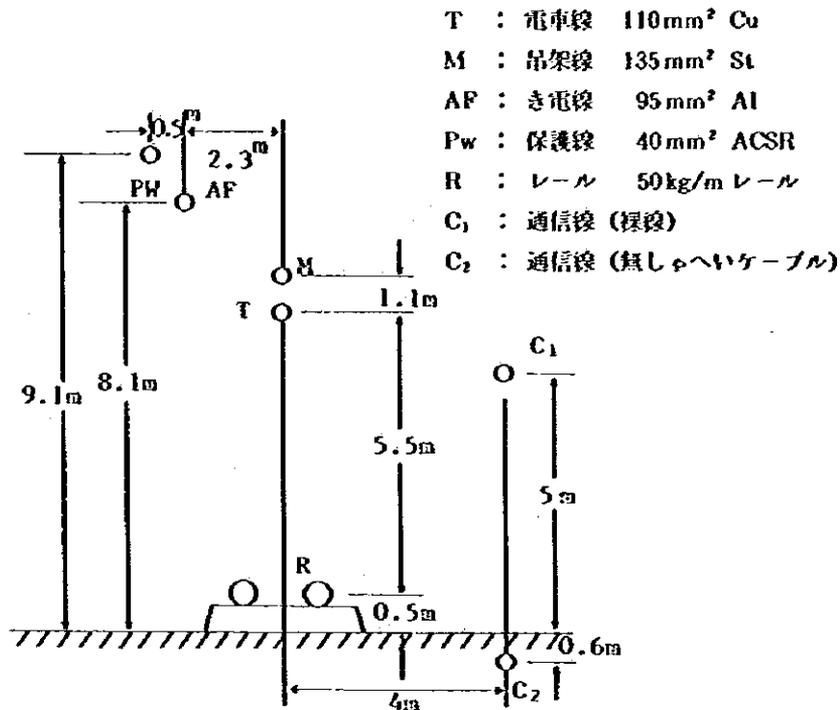


図 5.3.1 ATき電回路と通信線の装柱関係

(1) 誘導危険電圧

上記の名条件にしたがって、ATき電回路の起誘導電流、通信線の誘導電圧を通信線の巨長について求めると、表 5.3.1 に示すように通信線の位置によって異なる値となる。

表 5.3.1 ATき電回路による通信線誘導電圧

$I_p=200A$

通信線の巨長 (km)	列車負荷が1列車の場合		列車負荷が3列車の場合	
	$C_1$ (V)	$C_2$ (V)	$C_1$ (V)	$C_2$ (V)
30	125 ~ 160	85 ~ 105	150 ~ 264	95 ~ 170
24	130 ~ 140	82 ~ 91	161 ~ 233	75 ~ 148
15	73 ~ 110	54 ~ 73	91 ~ 202	46 ~ 129
10	57 ~ 90	42 ~ 52	77 ~ 153	48 ~ 95
4	38 ~ 60	28 ~ 31	38 ~ 80	24 ~ 49
2	20 ~ 33	13 ~ 21	23 ~ 41	17 ~ 27

(2) 誘導雑音電圧

雑音電圧については、通信回線の平衡度が関係する。裸線の場合は、平衡度を46dBとし、交換機等が接続されたときも46dBがとれているものと想定する。

この場合の雑音電圧を求めると表 5.3.2 が得られる。

表 5.3.2 ATき電回路による通信線の雑音電圧  $J_p = 7A$

通信線の巨長 (km)	列車負荷が1列車の場合		列車負荷が3列車の場合	
	$C_1$ (mV)	$C_2^*$ (mV)	$C_1$ (mV)	$C_2^*$ (mV)
30	310 ~ 380	33 ~ 42	325 ~ 405	35 ~ 43 <sup>mV</sup>
24	320 ~ 355	36 ~ 39	320 ~ 410	36 ~ 45
15	185 ~ 250	20 ~ 28	190 ~ 305	21 ~ 33
10	130 ~ 210	14 ~ 25	160 ~ 250	17 ~ 28
4	105 ~ 155	12 ~ 18	100 ~ 155	12 ~ 18
2	60 ~ 105	7 ~ 12	60 ~ 105	7 ~ 12

注 \* $C_2$ は無しゃへい通信ケーブルとし、平衡度を 60dB とする。

この計算結果からは裸線の場合の雑音電圧は相当に大きな値となり、しゃへいケーブル化が必要となる。

### 5.3.3 既設通信線の誘導対策

誘導電圧の場合は、通信線が架空裸線るとき、1列車走行時には、通信線巨長 4km まで、制限値 60V を超過しない。しかし、3列車運転の場合は、通信線のき電回路に対する位置によっては 4km の巨長でも制限値を超過する。

したがって、この裸線に対する誘導電圧の対策としては、裸線をケーブル化し、ケーブルのしゃへい係数を 0.45 として、地下 0.6 m に埋設すれば、1列車の場合で 30km の長さまで制限値は超過せず、3列車の場合でも 15km の長さのすべての通信回線は制限値以下とすることが出来る。

雑音電圧 (線間電圧) については、架空裸線をしゃへいケーブル化し、地下 0.6 m の深さに埋設すると、雑音電圧に対するしゃへい係数として 800Hz で 0.03 のものを採用し、ケーブルの平衡度を 60dB とすれば 1列車負荷および 3列車負荷のとき通信回線の巨長が 15km まで制限値 1mV は超過しない。

また、雑音電圧の場合は、平衡度としゃへい係数の積が関係するので、もし平衡度を 6dB 向上させれば、しゃへい係数は 0.06 のものでよいことになる。

以上に示したように、誘導電圧および雑音電圧を制限値以下にする対策方法は、実回線 (メタリック回線) の長さを 15km 以下の構成とし、既設裸線 (部内、部外) はしゃへいケーブル化し、50Hz のしゃへい係数を 0.45、800Hz のしゃへい係数を 0.03 (平衡度が 60dB の場合) とする。15km 以上の長距離の回線は搬送化による対策とすれば良い。即ち、具体的には図 5.3.2 に示すような通信回線の構成とする。

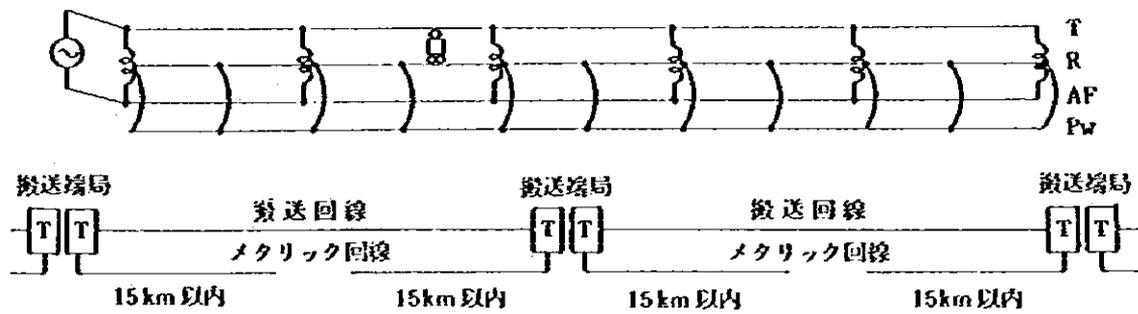


図 5.3.2 通信回線の構成

また、き電回路の地絡故障時の危険電圧は、しゃへいケーブルで対応出来るが、さらに、機器側にはアレスターを使用する。

長大橋梁区間ではケーブルを管路に入れて橋脚に添架し、トンネルではケーブルをトンネル壁面に添架する。この場合は通信ケーブルの埋設位置より誘導電圧は少し大きくなるが、トンネル長が余り長くなければ影響は少ない。

公衆通信系の同軸ケーブルでは、誘導電圧が大きいと、内部導体と外部導体間に大きな電圧があらわれ、機器が過負荷状態となり、障害となることがあるので注意を要する。このようなときは、フィルタを用いて機器に誘導電圧が入らないようにする必要がある。

また、通信線路を、き電回路から離し、誘導電圧、雑音電圧を軽減させることが出来る。

通信回線が採線の場合、巨長が30kmのときは、経隔距離が300mあれば、電磁誘導電圧は制限値以下（静電誘導電圧は1V以下）となる。しかし雑音電圧については、約800m以上の経隔距離が必要となる。

雑音電圧についての経隔距離は、大地導電率 $\sigma$ が0.1s/mのときは、約300mで制限値は超過しないが、 $\sigma$ が0.001s/mのときは、約2,500mが必要となる。

なお、交換加入回線では自動交換機、共電交換機の場合には平衡度を向上させるためN型線輪（抑圧線輪）の使用が望ましい。

## 第6章 構造物計画

## 第6章 構造物計画

### 6.1 現況

当プロジェクトにおける構造物計画の対象は、軌道・橋梁・トンネルとする。

調査の目的は、電化実施時にも現有施設を極力有効利用するものとし、調査対象区間の各施設の状況を把握するとともに、現在進行している改良計画の情報収集を実施した。

#### 6.1.1 軌道

調査対象区間の路線延長は 2,550km で、大半は単線区間である。複線区間は Jainegara ~ Cikampek, Padalarang ~ Kiaracandong, Surabaya ~ Wonokromo 間で延長約 100 km である。

##### (1) 土工定規

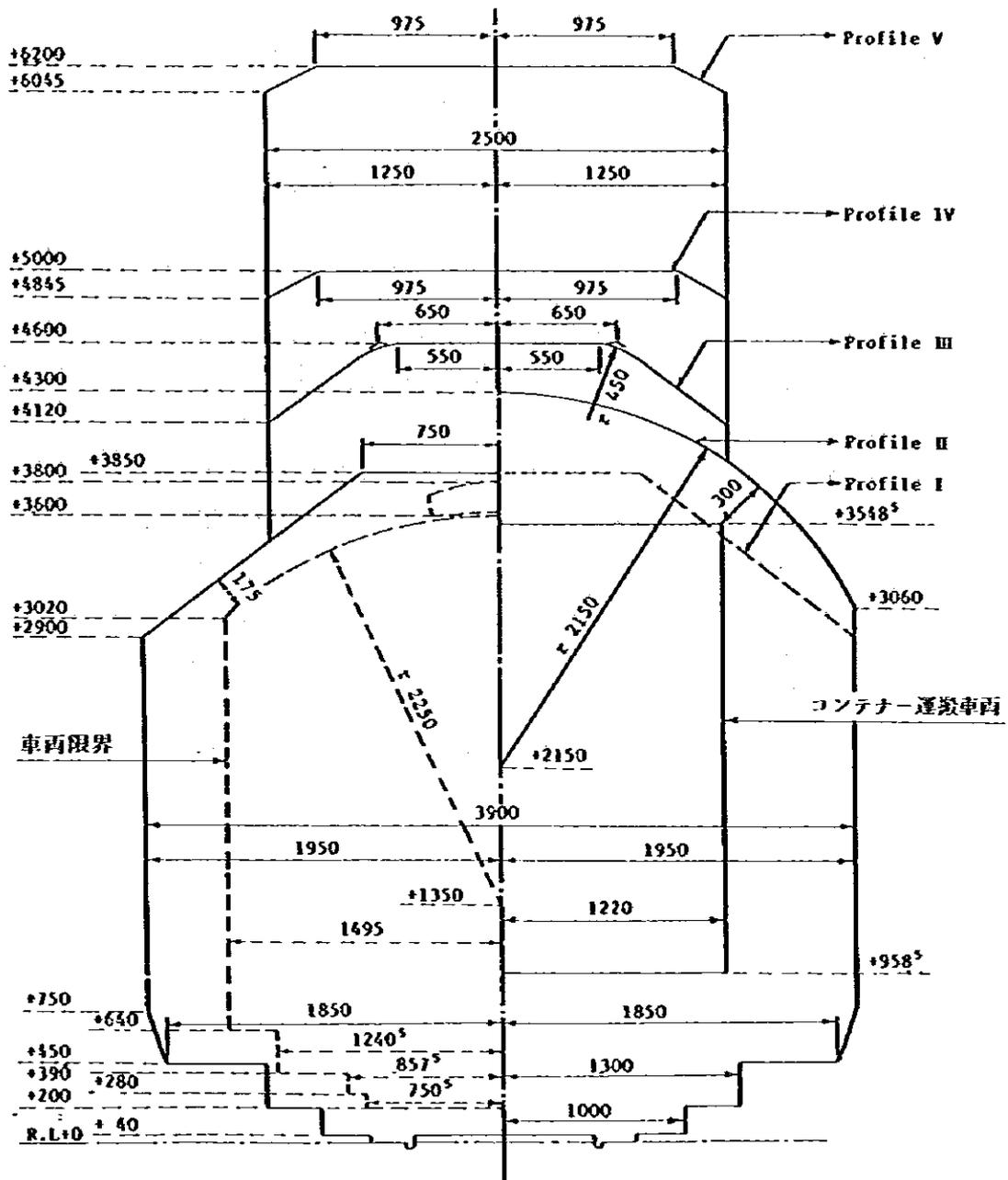
インドネシア国鉄の軌道間隔は、1,067 mm で狭軌の分類に属する。また建設規程による線路構造は、速度 (120, 100, 59, 45/30km/h) により設定され、各々について土工定規の断面形状が異なる。

調査対象区間の線路構造は、一部区間を除いて 100 km/h 対応に設定されている。図 6.1.1 に示す土工定規は、現在計画段階にある 120 km/h 対応の構造を示したものである。

##### (2) 建築限界

図 6.1.2 は、インドネシア国鉄建設規定による架空電車線の建築限界を示したものである。従来非電化区間の R.L (レールレベル) から上端までのクリアランスは 3.85 m であったが、コンテナ輸送計画区間のクリアランスは 4.30 m に拡大されたため、橋梁を中心として内空断面の拡大工事が実施されている。





- Profile I : 60 km/h 走行区間における橋梁の最小限界
- Profile II : 60 km/h 走行区間におけるトンネル、架道橋の最小限界
- Profile III : 新設架道橋や構造物に対する最小限界
- Profile IV : 電化区間における建築限界
- Profile V : 新設架道橋に対する建築限界

図6.1.2 建築限界

### (3) 線路の状態

#### 1) 軌道構造

軌道はレール・締結装置・枕木・道床によって構成され、列車からの荷重を路盤に分散する役割をはたしている。

調査区間の軌道構造を表 6.1.1 に示す。レール敷設状況は図 6.1.3 に示すように、R14/R14A (41.52/42.18 kg/m) レールが全区間のほぼ50%を占めており、その他は40 kg/m以下となっている。

締結装置は弾性締結装置が88%を占めている。枕木は木枕木が75%を占めているが、平均耐用年数が8年程度であるため、耐用年数の長いコンクリート枕木を導入する計画が進んでいる。

#### 2) 軌道保守

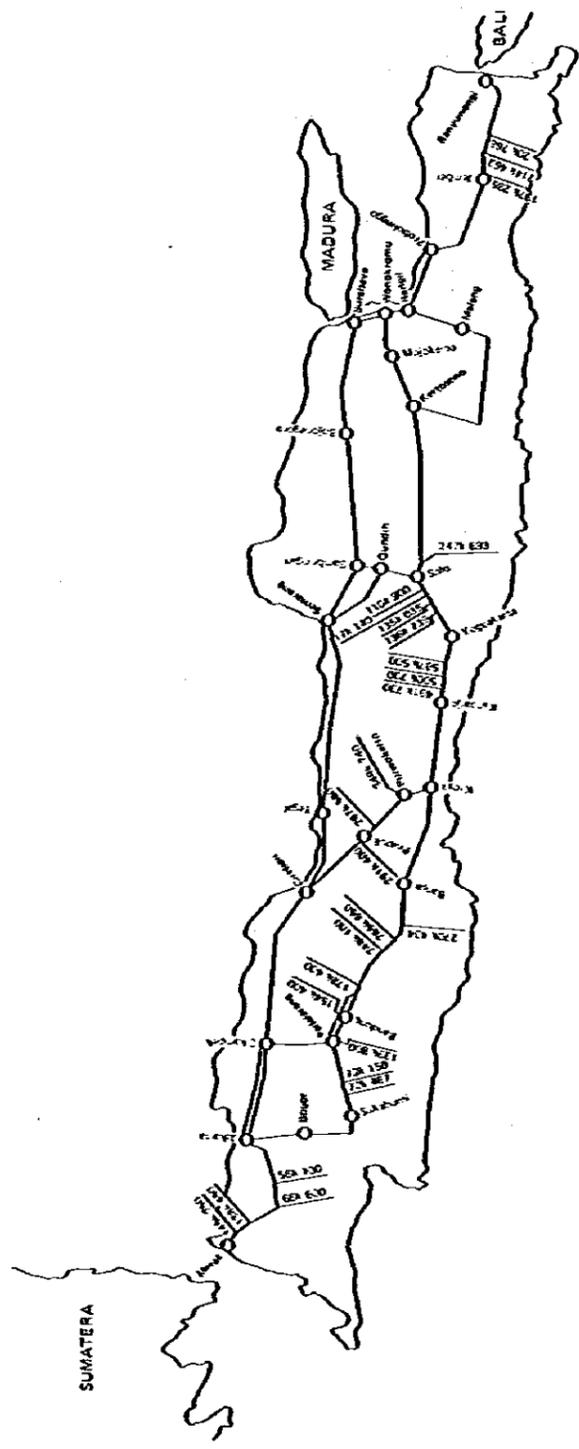
幹線の軌道整備は、毎年軌道検測車によって測定された結果に基づいて作成される基本方針により実施されている。

1981年の検測結果は、図 6.1.4 に示すとおりで、大半は良い状態 ( $N > 100$ ) または普通の状態 ( $100 > N > 85$ ) を示している。

しかし、この結果のみで全区間の軌道整備状態が良いと判断できず、運転最高速度が、80 km/h に制限されていることや、徐行区間では低速で測定していることなども、測定値に反映していると言える。

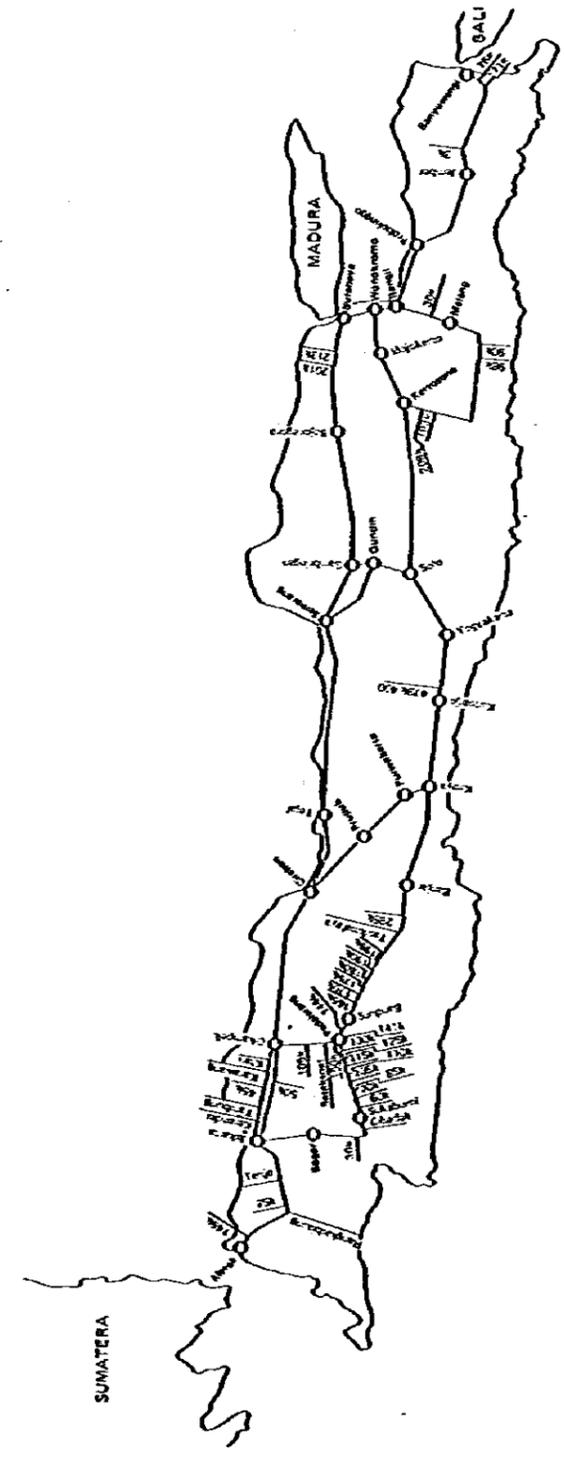
表6.1.1 電化区間の軌道構造

電化区間	路線延長 (km)	軌道延長 (km)	レール種別			締結装置 (km)		枕木 (km)		
			R14/14A	R3	1SP	R2	Rigid	Elastic	Steel	Wood
Jatinegara ~ Cirebon	207.5	279.8	279.8	-	-	-	-	279.8	-	279.8
Cikampek ~ Kiarakondong	94.8	114.5	103.1	11.4	-	-	-	114.5	-	114.5
Cirebon ~ Yogyakarta	297.7	297.7	220.2	77.5	-	-	167.2	130.5	149.3	148.4
Yogyakarta ~ Solo	59.2	59.2	51.3	7.9	-	-	-	59.2	59.2	-
Solo ~ Surabaya	262.4	270.0	239.8	15.0	15.2	-	2.5	267.5	15.0	255.0
Wonokromo ~ Probolinggo	93.6	93.6	39.2	54.4	-	-	-	93.6	-	93.6
Merak ~ Tanahabang	141.4	141.4	17.3	124.1	-	-	141.4	-	141.4	-
Pogor ~ Sukabumi	57.2	57.2	-	57.2	-	-	-	57.2	56.2	1.0
Kiarakondong-Kroya	242.6	242.6	74.5	168.1	-	-	-	242.7	40.5	202.1
Cirebon ~ Semarang	225.5	225.5	223.6	-	1.7	-	-	225.5	-	225.5
Brumbung ~ Solo	94.8	94.8	-	-	94.8	-	-	94.8	-	94.8
Semarang ~ Surabaya	280.0	280.0	-	-	280.0	-	-	280.0	164.8	115.2
Probolinggo ~ Jember	95.8	95.8	-	95.8	-	-	-	95.8	-	95.8
Sukabumi ~ Padalarang	83.3	83.3	1.4	81.9	-	-	-	83.3	38.8	44.5
Kertosono ~ Bangil	215.4	215.4	49.2	-	-	166.2	-	215.4	-	215.4
Jember ~ Banyuwangi	103.1	103.1	-	20.8	-	82.3	-	103.1	9.2	93.9
計	2554.3	2653.9	1299.6	714.1	391.7	248.5	311.1	2342.8	674.4	1979.5



凡 例  
 — R14/R14A (41.52kg/m / 42.18kg/m) Rail  
 — R.3 (33.40kg/m) Rail  
 — 15P (38. kg/m) Rail  
 — R.2 (25.75kg/m) Rail

図 6.1.3 レールの敷設状況



凡 例  
 — N > 100 Good condition  
 — 100 > N > 85 Normal condition  
 — 85 > N > 70 Bad condition  
 — No data

図 6.1.4 軌道検査結果

#### (4) 徐行区間

調査区間における徐行箇所は、446件で平均6kmに1箇所の割合となっており、列車運転時分の遅延の大きな原因となっている。

徐行運転の原因には、軌道更新や保守作業によるものが含まれているが、大半は現状設備の破損に起因している。表6.1.2は原因別にまとめたものである。

表6.1.2 原因別徐行区間

原因	全箇所数(%)	頻発区間	件数	単位km当り発生件数
雨期に路盤沈下	101 (23)	Semarang ~ Bojonegoro	30	0.17
橋台・橋脚破損	89 (20)	Kroya ~ Jogjakarta	11	0.08
枕木破損とバラスト不足	68 (15)	Bojonegoro ~ Surabaya	6	0.06
分岐器老朽化	31 (7)	Cikampek ~ Kroya	5	0.04
小計	289 (65)	—	—	—
その他	157 (35)	—	—	—
合計	446 (100)	—	—	—

#### (5) PJKAの改良計画

軌道更新は1960年から1962年にかけて、Jatinegara ~ Cikampek間が実施されて以来、1964年より開始した五カ年計画(PELITA)のもとに現在に至っている。

軌道更新は1981年実績で、幹線軌道延長の64%にあたる1,700kmが整備され、第Ⅲ次五カ年計画が終了する1984年には83%にあたる2,200kmが整備される。

今後の改良計画は、引き続き第Ⅳ次五カ年計画によってR14/R14A, 50N/UIC54レールの敷設、コンクリート枕木の導入などが実施されることになっている。

#### 6.1.2 橋 梁

マスタープラン作成にあたり橋梁に対して配慮した事は、構造物強度の確認、車両限界の拡大に対するクリアランスの確保、老朽化対策などである。

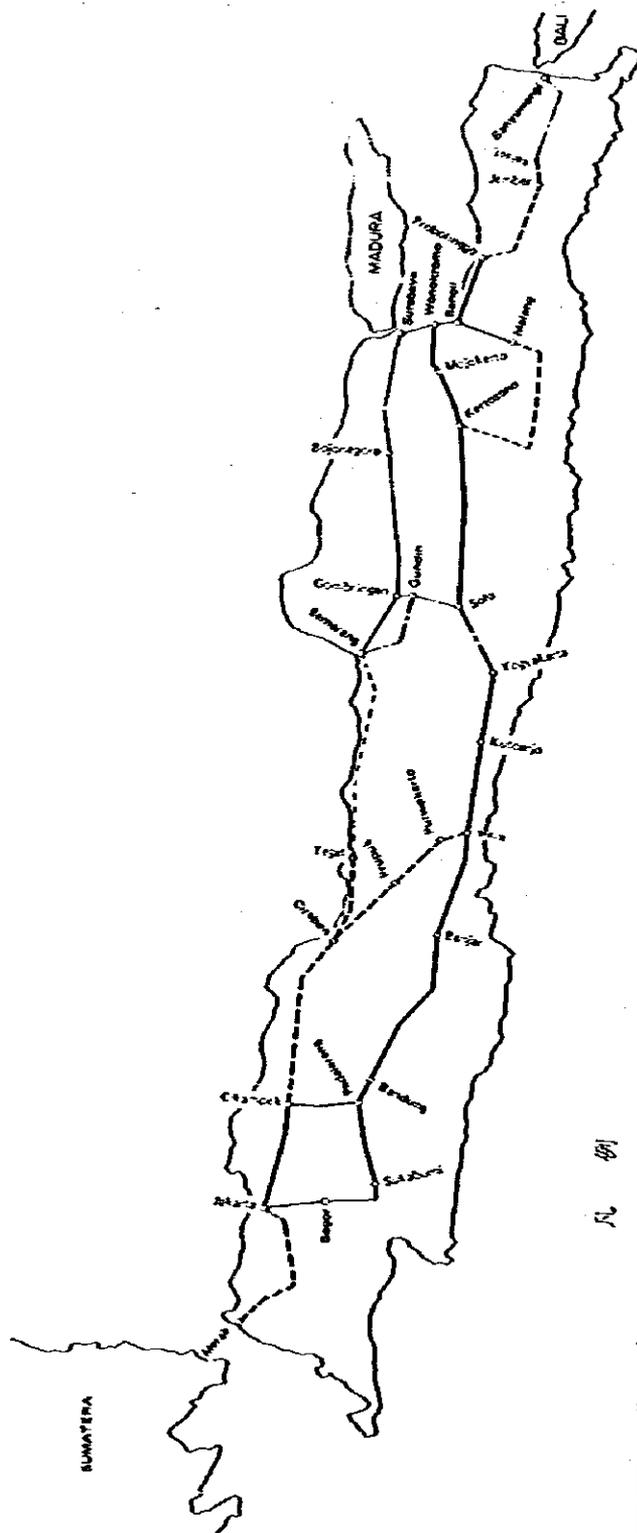
##### (1) 構造物の強度

幹線に位置する橋梁の構造強度は、図6.1.5～6に示すように上部・下部構造とも積重9～20tonまでの荷重を許容するように構築されている。

橋脚や橋台は護岸設備が不備なため破損が著しく、10km/hの徐行運転をしている箇所も多い。また1982年に実施されたSemarang～Panunggalan間の橋梁健全度調査によると、約半数の橋梁が補修を必要としているとの報告が得られている。

##### (2) クリアランス

現在の建築限界は、R.L(レールレベル)から構造物までの間隔は4.30mとなっている。し



凡例

——	Loading scheme	RM 1921 (axle load 20 ton)
- - - -	"	RM 75% 1921 (axle load 15 ton)
· · · ·	"	RM NIS 1A 11T (axle load 18 ton)
——	"	RM NIS 6S (axle load 13 ton)
- - - -	"	RM SCS (axle load 12 ton)
- · - ·	"	RM 1907 Second stage (axle load 9 ton)

图 6.1.5 上部構造設計荷重



かし電化が実施された場合には、車両限界の拡大にともなって建築限界も広がるので、現在の構造物が支障する場合には改良する必要がある。

クリアランス確保の対象となる構造物は、鉄道トラス橋・水路橋・跨線道路橋などがある。

### (3) PJCAの改良計画

鉄道橋梁の改良計画は補強工事が主で、第Ⅲ次～第Ⅳ次五カ年計画では、全橋梁とも積重15～20tonに対応出来るように補強されることになっている。

また老朽化した橋梁を対象として、毎年2,000ton程度の橋梁のかけ替が計画されている。

## 6.1.3 トンネル

電化実施に伴って建築限界が拡大されるため、トンネル調査はトンネル内部断面のクリアランス測定、覆工材の劣化、土圧による変状や疲労の調査を実施した。

### (1) 現況

インドネシア国鉄のトンネルは全体で19箇所あり、調査対象区間には図6.1.7に示すように9箇所位置している。

大半は1880～1900年代に構築されたもので、図6.1.8に示すようにレンガ巻きや練り石積構造となっている。Malang～Blitar間の2箇所のトンネルは、1970年Karang Kates発電所建設に伴って迂迴線が新設されたため、このトンネルのみはコンクリート巻きで構築されたもので比較的新しい。

現地調査の結果は表7.1.3に示すものだが、土圧による変状は軌道狂いの保守歴がない事からまだ発生していないものと判断された。

Surabaya～Banyuwangi間のトンネル2箇所は、坑口付近にクラックが入っている。この原因としては不規則な集中豪雨により、坑口付近の地山が崩壊した事が直接影響しているものと思われるが、今後充分な原因究明と対策が望まれる。

漏水は覆工材の老朽化や劣化をもたらす。雨期には全トンネルが漏水するとの事であるが、今回の調査は乾期に実施したので、Purwokerto～Kroya間のトンネル2箇所およびKroya～Kutarjo間のトンネルには、漏水はみられなかった。

Cikampek～Bandung間のトンネル漏水箇所では、固形化した堆積物が見うけられたが、これはカルシウム分を多く含んだアルカリ性のものが地中より流出し固形化したものと思われる。

### (2) PJKAの改良計画

インドネシア国鉄は、老朽化の著しいトンネル4箇所について補修工事を行うための調査を予定している。調査対象となっているトンネルは次のとおりである。

Sukabumi～Padalarang	km 72 + 464～km 73 + 150
Bandung～Cikampek	km 142 + 939～km 143 + 888
Kroya～Kutarjo	km 425 + 125～km 425 + 705
Surabaya～Banyuwangi	km 25 + 493～km 25 + 606

位 置	区 間	延 長 (m)
Surabaya ~ Banyuwangi	km 25+493 ~ km 25+606	113
" ~ "	km 30+417 ~ km 31+107	690
Malang ~ Blitar	km 83+087 ~ km 83+527	440
" ~ "	km 84+239 ~ km 84+836	597
Purwokerto-Kroya	km 359+412 ~ km 359+672	260
" ~ "	km 363+259 ~ km 363+338	79
Kroya ~ Kutarjo	km 425+125 ~ km 425+705	580
Bandung ~ Cikampek	km 142+939 ~ km 143+888	949
Sukabumi ~ Padalarang	km 72+464 ~ km 73+150	686

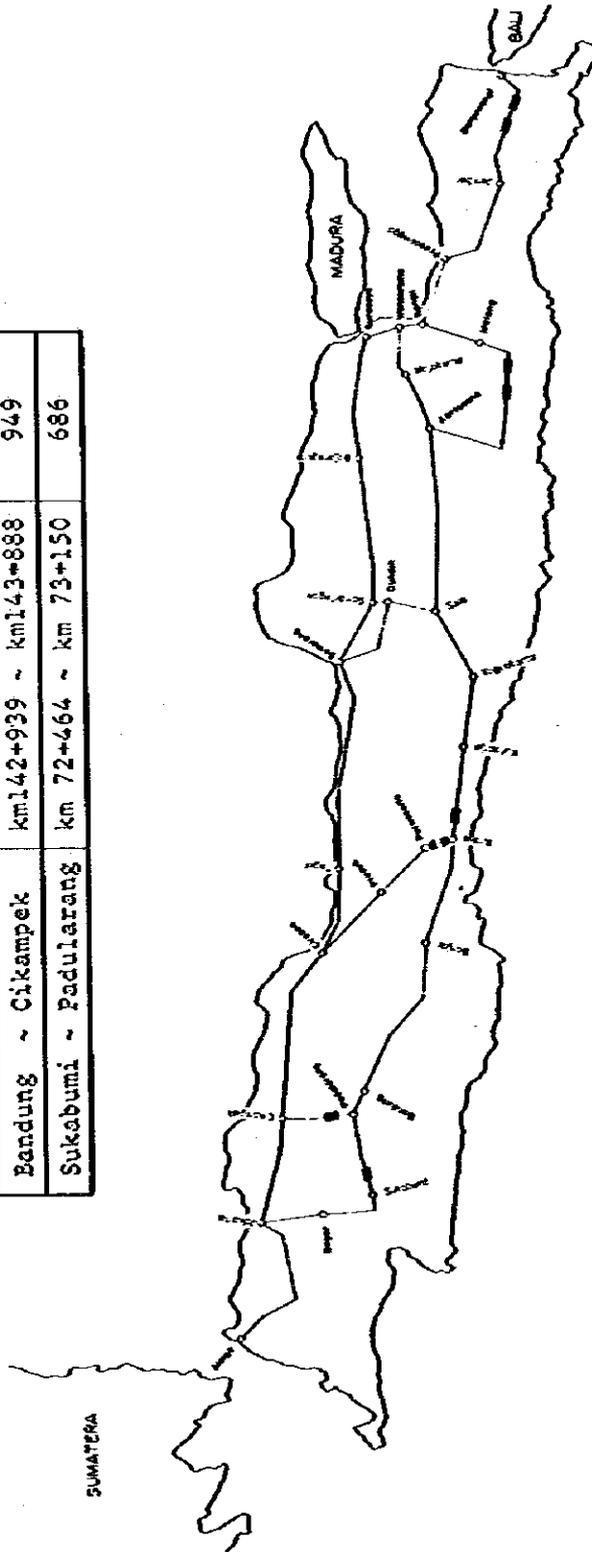


図 6.1.7 トンネル位置図

		<p>°Surabaya ~ Banyuwangi          Km 25+493 ~ Km 25+606          Km 30+417 ~ Km 31+107</p>
		<p>°Malang ~ Blitar          Km 83+087 ~ Km 83+527          Km 84+239 ~ Km 84+836</p>
		<p>°Purwokerto ~ Kroya          Km359+412 ~ Km359+672          Km363+259 ~ Km363+338          °Bandung ~ Cikampek          Km142+939 ~ Km143+888</p>
		<p>°Kroya ~ Kutarjo          Km425+125 ~ Km425+705</p>
		<p>°Sukabumi ~ Padalarang          Km 72+464 ~ Km 73+150</p>

図6.1.8 トンネル断面略図

表 6.1.3 トンネル調査結果

項目	Surabaya-Danyuwangi		Malang-Dlitar		Purwokerto-Kroya		Kroya - Kutarjo		Bandung - Cikampek		Sukabumi - Padalarang	
	km 25 = 493 - km 25 = 606	km 30 = 417 - km 31 = 107	km 85 = 087 - km 83 = 527	km 84 = 239 - km 84 = 936	km 359 = 412 - km 359 = 672	km 363 = 259 - km 363 = 308	km 425 = 125 - km 425 = 705	km 162 = 939 - km 143 = 888	km 72 = 464 - km 73 = 150			
1 建設年時	1902	1901 1910	1970	1970	1886	1886	1886	1903	1882			
2 形状 (m)	H = 4.30 W = 4.40	H = 4.30 W = 4.40	H = 4.30 W = 4.32	H = 4.30 W = 4.32	H = 4.30 W = 4.40	H = 4.30 W = 4.40	H = 4.23 W = 4.40	H = 4.30 W = 4.40	H = 4.65 W = 4.10			
3 延長 (m)	113	690	440	597	260	79	580	949	686			
4 平均線形 (m)	R = 200	R = 300 R = 300	R = 300	R = 300	R = 300	R = 300	-	-	-			
5 事故	'81 - '82 No	'81 - '82 No	'81 - '82 No	'81 - '82 No	'78 Derailment	'81 - '82 No	'81 - '82 No	'81 - '82 No	'81 - '82 No			
6 制限速度	10km/h (Clearance)	10km/h (Clearance)	45km/h	45km/h	20km/h (Rail corr.) rugaation	40km/h	75km/h	50km/h	50km/h			
7 地質	*Sedimentary facies *Loose rock	←	←	←	←	←	←	←	←			
8 漏水の有無	Yes & a spring water (118 points)	Yes	Partly from joint between in bert	←	Yes in rainy season	←	←	Yes	Yes			
9 修復記録	No	←	←	←	←	←	←	←	Expansion of clearance			
10 変状 (クラック等)	No	←	←	←	←	←	←	←	←			
11 軌道狂い	No	←	←	←	←	←	←	←	←			
12 周辺状況	Partly farm (coffee)	←	Partly farm	←	←	←	←	←	←			

## 6.2 電化実施に伴う改良計画

電化実施に対応する構造物の改良計画は、軌道・橋梁・トンネルを対象とする。

構造物の改良計画は、現在進行している PELITA 計画が優先して実施されるものとして、当マスタープランでは電化を実施した場合に建築限界等を支障する構造物を改良するものとした。

### 6.2.1 軌道

#### (1) 改良計画の基本方針

電化実施に伴う計画最高速度は、現在実施されている軌道更新の軌道構造を考慮し 100 km/h とした。

インドネシア国鉄建設規程によれば、100 km/h 走行の場合には現在軌道更新が実施されている R<sub>3</sub>・R14/R14A レール、バラスト厚20cmの軌道構造で充分対応できるので、設備更新の追加投資を必要としない。

一部区間では 50N/UIC54 レール、コンクリート枕木による軌道強化計画があるが、機関車の走行性能が 120 km/h で設計されているので、この区間の軌道保守が十分に整備されていれば、120 km/h で走行することが可能である。

120 km/h に対応する軌道構造に改良するには、巨額の投資を伴うため、幹線全体を実施するには、将来の自動車輸送の動向をみきわめて決定するものとする。

#### (2) 改良計画案の設定

列車の速度向上を目的とした場合に、線路構造が寄与し得る事は、軌道強化および曲線改良とがある。

軌道強化および軌道更新は、現在 PELITA 計画のもとに実施されているので、重複投資をさけるため当プロジェクトには計上しない。曲線改良は具体的実施段階で検討するものとする。

また信号通信システムが自動化された場合には、軌道短絡を防止するため、鉄枕木を木枕木に交換しなければならないが、当面は全区間の自動化は考えていないので、枕木交換は当プロジェクトには含まない。

したがって当マスタープランで対象となる事柄は、次のとおりである。

- Manggarai～Krawang 間複線々増に伴う軌道新設および踏切道新設工事
- Solo～Surabaya 間電化実施時に、Surabaya Kola 駅付近で南線と北線が交差する箇所  
で、クリアランスが不足するので南線の軌道盤下げ工事を実施する。

#### (3) 電化実施前に改善すべき事項

線路は車両の荷重や自然の力によって、常に破壊を受けていると言える。調査結果で判明したように、調査区間の徐行箇所は平均 6 km に 1 箇所の割合となっており、列車の安全走行、定時運行を支障している。

現在第Ⅳ次五カ年計画で、徐行箇所の改良が実施されているが、今後の大量、高速輸送に対応するためには、早急に下記の事柄をおわせて実施すべきである。

### 1) 軌道構造の強化

列車回数の増加に伴い、保線のために線路を占有できる時間が少なくなるので、軌道構造を強化して破壊量を減じ、保守作業を軽減する方策が望ましい。

### 2) 機械化施工の実施

機械化施工は保守時間の短縮、作業精度の向上が可能となるので、早急に体制を確立すべきである。特に軌道強化が実施されない区間では、軌道整備水準を一定に維持するためにも是非とも必要である。

### 3) 防災対策

軌道の破壊には、路盤の良・不良が大きく影響すると言われている。不良の路盤の場合には、噴泥、地すべり、路盤沈下などの諸現象が生じる。

これらの対策には、諸条件が複雑に影響しあっているので、現地調査を充分に行い適確な判断のもとに実施すべきである。一般的な原因と対策の事例を Appendix 6.1 に述べる。

またジャワ島全体の開発が進むにつれて、鉄道沿線でも植生を無視した伐採が行われているため、山岳地帯では土砂崩壊をまわく恐れがある。すでに Banyuwangi 付近 25 km 400 と 30 km 400 および Cicalengka 付近 194 km 400 において土砂崩壊が発生し、線路を破壊している。今後無秩序な開発は抑制し環境の保全に努める必要がある。

## 6.2.2 橋 梁

### (1) 改良計画の基本方針

橋梁は上部・下部構造とに分類されるが、1984年より開始する第IV次五カ年計画で、両構造とも積重15～20tonの荷重に対応できるように整備されることになっている。

当マスタープランで計画された電気機関車が、現在の構造物強度にどのような影響をもたらすかを比較する。

荷重がはりを移動するとき、その荷重によってはりの各断面に生ずるせん断力・曲げモーメントの値は、荷重の移動に伴って変化する。

したがって、インドネシア国鉄の設計荷重と、今回計画された機関車（客車は現在使用されている積重11.5 ton、軸距16.0 m）の列車荷重とを比較するため、最大せん断力（ $S_a$ ）および曲げモーメント（ $M_e$ ）をスパン別に算出する。算出した結果を表6.2.1に示す。

表 6.2.1 列車荷重による Sa, Me 比較

Span (m)	RM 1921		RM 75% 1921		Master Plan E.L	
	Sa(ton)	Me(ton·m)	Sa(ton)	Me(ton·m)	Sa(ton)	Me(ton·m)
2.5	28.88	13.72	21.66	10.29	13.13	9.38
5.0	44.20	45.24	33.15	34.07	18.45	20.54
10.0	64.60	151.30	48.45	113.48	26.12	64.64
20.0	100.08	460.93	75.06	345.70	41.73	226.86
30.0	144.00	979.45	108.00	748.09	52.03	434.32

この結果より判断すると、現在の橋梁の設計強度は、マスタープランの機関車荷重を十分に許容することが判明した。したがって、鉄道橋梁について上部・下部構造とも現状のままとし、クリアランスを確保するための改良工事を実施するものとした。

## (2) 改良計画案の設定

現在の鉄道・道路・水路橋の改良計画は、当マスタープランで計画された機関車の車両限界を支障する場合にのみ、所要のクリアランスを確保する工事を実施するものとする。

信号・通信システムが全区間自動化された場合には、軌道短絡を防止するために、構状桁を改良しなければならないが、当面全区間の自動化は考えられないため、当プロジェクトには構状桁の改良は含まない。

図 6.2.1 は車両限界と建築限界の関係を示したものであるが、トンネルのように連続するものは、R.L(レールレベル)から建築物まで 4.65m の離れが必要となる。支障物が連続的でない場合には 4.50m まで許容されるが、実施段階において現地で詳細な測定のもとに判断するものとする。

### 1) 鉄道橋

鉄道橋で対象となるものはトラス橋である。トラス橋の大半はワーレントラス構造となっているので、クリアランスが不足する場合には下記の方法で改築するものとした。

—ワーレントラス : 垂直材を継ぎ足し上弦材を上方に新設した後、現在の弦材を撤去しクリアランスを確保する

—橋門構が支障する場合 : パネルタイプの橋門構に改築する (Appendix 7.2 参照)

—曲弦ワーレントラス : 上部工全体を新設する (調査区間の橋梁は電化に対し十分なクリアランスがあったため改良の対象にはならない)

### 2) 道路橋

道路橋は BINAMARGA によって管理されているため、改良に当たっては事前に打合せが必要となるが、当マスタープランでは桁式道路橋は桁のかさ上げ、またレンガ作りアーチ橋

は新規に建設するものとする。

### 3) 水路橋

水路橋は PUBIC WORKS によって管理されているため、道路橋と同様に事前の打合せが必要となるが、現在インドネシアの各地で建設されているサイホン式水路の構造に改良するものと設定した。

### (3) 電化実施前に改善すべき事項

多くの橋台・橋脚は護岸設備が未整備のため破損しており、場所によっては徐行運転している箇所も多い。この状態を放置すると急激に劣化が進行し、列車運転にも支障するので早急な対応が必要である。

現在 PELITA 計画で下部構造の補強工事が実施されているが、今後は長期的視野にたった河川整備構想の確立が必要となろう。

また老朽化した橋梁のかけ替が毎年 2,000 ton 程度予定されているが、今後実施するものについては、電化のクリアランスを考慮した計画が望まれる。

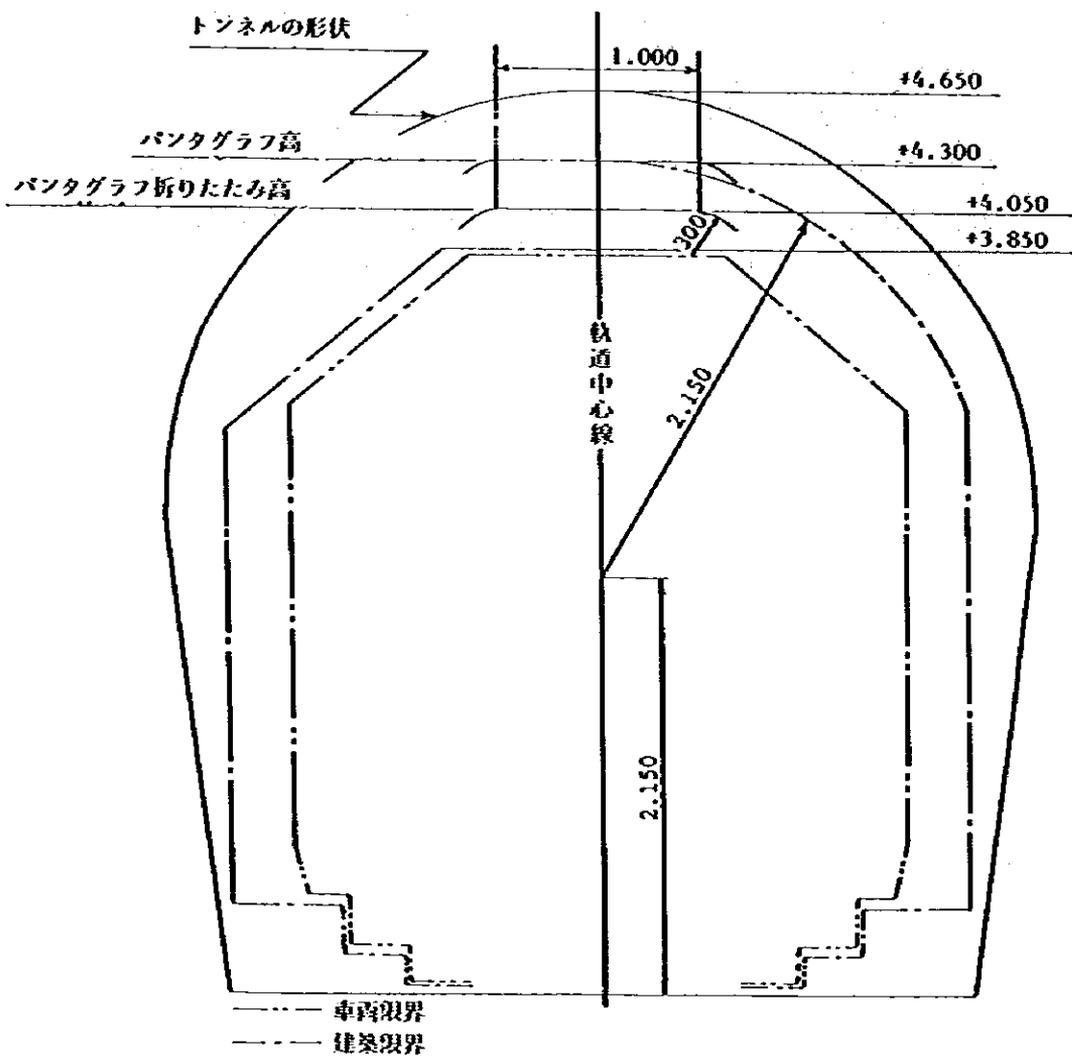


図6.2.1 交流電化区間の建築限界

表6.2.2 改良対象橋梁

電化区間	種別	サイホン式 水路橋	直路橋		鉄道橋	
			新設	橋かさ上げ	トラス橋の 土佐目足し	トラス橋の 橋門改良
		(箇所)	(箇所)	(箇所)	(m)	(橋)
Bekasi	~ Cirebon	0	0	0	69	1
Cikampek	~ Kiara Kondong	11	0	2	30	0
Cirebon	~ Yogyakarta	4	0	9	300	0
Yogyakarta	~ Solo	0	0	0	50	0
Manggarai	~ Kravang	注1. 複線々増のため改良箇所なし。新設については注1参照				
Solo	~ Surabaya	2	0	1	65	0
Monokromo	~ Probolinggo	1	0	0	72	0
Merak	~ Serpong	1	3	1	105	0
Bogor	~ Sukabumi	2	2	3	0	0
Kiarakondong	~ Kroya	10	0	2	0	0
Cirebon	~ Semarang	0	0	0	450	11
Semarang	~ Surabaya	0	0	0	291	0
Brambang	~ Solo	0	0	1	164	0
Probolinggo	~ Jember	1	0	1	0	0
Sukabumi	~ Padalarang	5	0	0	0	0
Bangil	~ Kertosono	3	1	5	0	0
Jember	~ Banyuwangi	0	0	1	0	0

注1

電化区間	種別	トラス橋	ガーダー橋	鉄 コンクリート橋	橋台	橋脚
		(m)	(m)	(m)	(箇所)	(箇所)
Manggarai	~ Kravang	277	176	128	26	85

### 6.2.3 トンネル

#### (1) 改良計画の基本方針

調査対象区間のトンネル9箇所のうち、6箇所がR=200とR=300の小半径の平面曲線中にあるため、いずれも速度制限区間となっている。

当プロジェクトでは、速度向上に伴う線形改良は考慮していないので内空断面の拡大にとどめたが、実施段階ではトンネルの老朽程度とあわせて新トンネル建設の可能性を検討するのが望ましい。

#### (2) 改良計画案の設定

トンネルの内空断面を拡大する方法は種々あるが、代表的な改築方法として次のものがある。

—軌道路盤を低下し必要空頭を確保する盤下げ方法

—上部半断面を改築する方法

改築方法の選定にあたっては、経済性、安全性、施工難易度並びに線路こう配の取付けなどの諸条件を考慮しなければならぬが、当マスタープランでは他の案と比較し工事費が安く、また比較的安全性の高い軌道路盤を低下する方法を暫定的に採用した。

改築工事の実施方法は、下記の3案について検討を行った。

—休線改築案

—活線改築案

—別線新設案

この結果、現在トンネルの位置する線路は単線であること、また山岳地であるためバス代替輸送が不可能な事を考慮し、活線改築案を採用した。一般的な施工順序を Appendix 6.3 に示す。

#### (3) 電化実施前に改善すべき事項

調査対象区間のトンネルは、Malang～Blitar間の2箇所を除き80～100年ほど経過しており、かなり劣化が進んでいると言える。

調査の結果では、トンネルの変状はないものと判断されたが、漏水による覆工材の劣化が著しい。

現在インドネシア国鉄で劣化の著しいトンネル4箇所の修復を計画しているが、最適な方法で実施されることが望まれる。

トンネルの改築方法は、目視調査結果により計画したものであるが、実施段階では周辺の地質・環境・トンネル構造物の老朽程度を十分に掌握し、最適な改築方法を判断する必要がある。

## 第7章 停車場計画

## 第7章 停 車 場

### 7.1 現地調査の結果

#### 7.1.1 旅客設備

##### (1) 調査駅数

電化対象線区の駅は表8.1.1に示すごとく、端頭駅5、幹線と支線の分岐駅40、中間駅329  
合計374駅である。

##### (2) 乗降人員

電化対象線区を25ブロックに分割した乗降人員数を図8.1.1に示す。これによるとJAKAR-  
TAブロックが53.8千人/日、SURABAYAブロック13.5千人/日が特に多く、つぎにBA-  
NDUNG 8.2千人/日が続き、その他は7千人/日以下である。

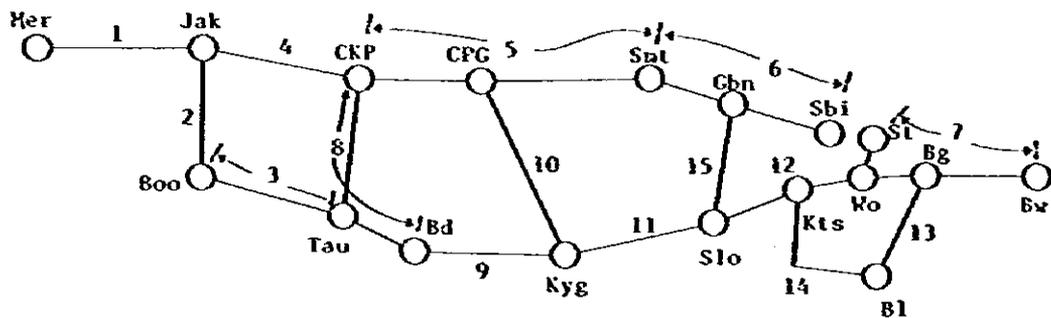
旅客の繁忙期は、ラマダン明けが休日となり、この月に旅客の集中が甚しい。1981年は8月  
が繁忙期で表8.1.2に示すごとく乗車人員は年平均の122%である。

乗降客の多い駅は表7.1.3に示すごとくJAKARTA 67千人/日、BOGOR 30千人/日、  
GRESIK 11千人/日、BANDUNG 10千人/日、SERANG 9千人/日である。

表 7.1.1 調査区域の駅数

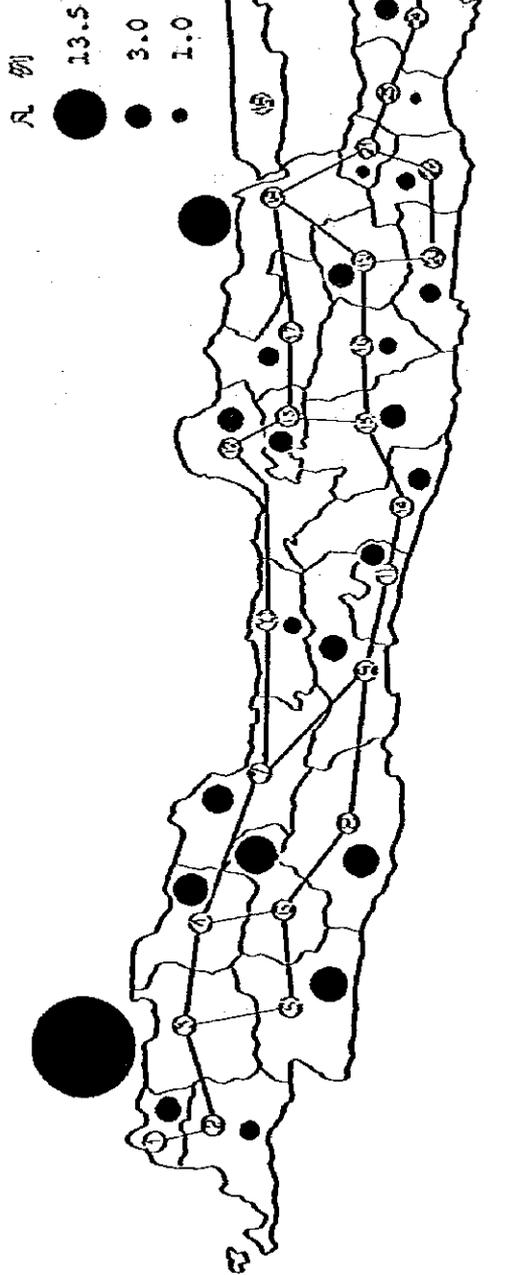
No.	区 間	端頭駅	分岐駅	中間駅	計	備 考
1	KOMP BADAN - MEREK	1	3	18	22	
2	JAKARTAKOTA - BOGOR	1	-	11	12	
3	BOGOR - TADOGAPU	-	-	21	21	
4	JAKARTAKOTA - CIREBON	-	2	31	33	(除く JAKARTAKOTA)
5	CIREBON - SEMARANG- GUDANG	-	5	23	28	(除く CIREBON)
6	SEMARANG- GUDANG - SURABAYA PASARTURI	1	7	31	39	
7	SURABAYA KOJA - BANYUWANGI	2	7	34	43	
8	CIKAMPUR - BANDUNG	-	1	16	17	(除く BANDUNG CIKAMPUR)
9	BANDUNG - KROYA	-	6	30	34	(除く KROYA)
10	CIREBON - KROYA	-	2	19	21	(除く CIREBON KROYA)
11	KROYA - SOLO BRALAPAN	-	2	33	35	(除く SOLO BRALAPAN)
12	SOLO BRALAPAN - WONOKROMO	-	5	29	34	(除く WONOKROMO)
13	BOGIL - BLITOR	-	1	16	17	(除く BOGIL)
14	BLITOR - KERTOSOSO	-	-	13	13	(除く BLITOR KERTOSOSO)
15	GAMPINGAN - SOLO BRALAPAN	-	1	4	5	(除く GAMPINGAN SOLO BRALAPAN)
	計	5	40	329	374	

PJKA：線路図より算出



線路略図

数字は上表の区間NO.



番号	地区別	輸送人員 (x103)	番号	地区別	輸送人員 (x103)	番号	地区別	輸送人員 (x103)
1	Merak	3.4	10	Pekalongan	1.5	19	Kertosono	3.0
2	Rankasbitung	2.1	11	Kebumen	2.6	20	Tulungagung	1.9
3	Jakarta	53.8	12	Semarang	3.3	21	Bangil	0.7
4	Cikampek	5.6	13	Purwodadi	2.7	22	Malang	1.7
5	Sukabumi	6.7	14	Yogyakarta	2.8	23	Probolinggo	0.6
6	Bandung	8.2	15	Solo	3.0	24	Jember	2.3
7	Cirebon	4.7	16	Madiun	1.7	25	Banyuwangi	1.7
8	Tasikmalaya	6.4	17	Bojonegoro	1.9			
9	Kroya	4.1	18	Surabaya	13.5	計		139.8

注 PJK 統計資料より作成

図 7.1.1 地区別旅客輸送人員 1981 (人/日)

表7.1.2 JAVA島乗車人員と繁忙率

1981. 単位 1,000人

月	First	Second	Third	計	日	一日平均	繁忙率
1	20	232	2,742	2,994	31	96.6	0.948
2	16	215	2,615	2,846	28	101.6	0.997
3	17	217	2,782	3,016	31	97.3	0.955
4	20	225	2,753	2,998	30	99.9	0.981
5	20	243	2,913	3,176	31	102.5	1.005
6	27	293	3,111	3,431	30	114.4	1.122
7	24	257	2,918	3,199	31	103.2	1.013
8	23	265	3,572	3,860	31	124.5	1.222
9	19	207	2,574	2,800	30	93.3	0.916
10	22	230	2,873	3,125	31	100.8	0.989
11	19	200	2,557	2,776	30	92.5	0.908
12	16	215	2,744	2,975	31	96.0	0.942
計	243	2,797	34,154	37,196	365	101.9	1.000

1981年 PJKK 統計資料より算出

繁忙率 図

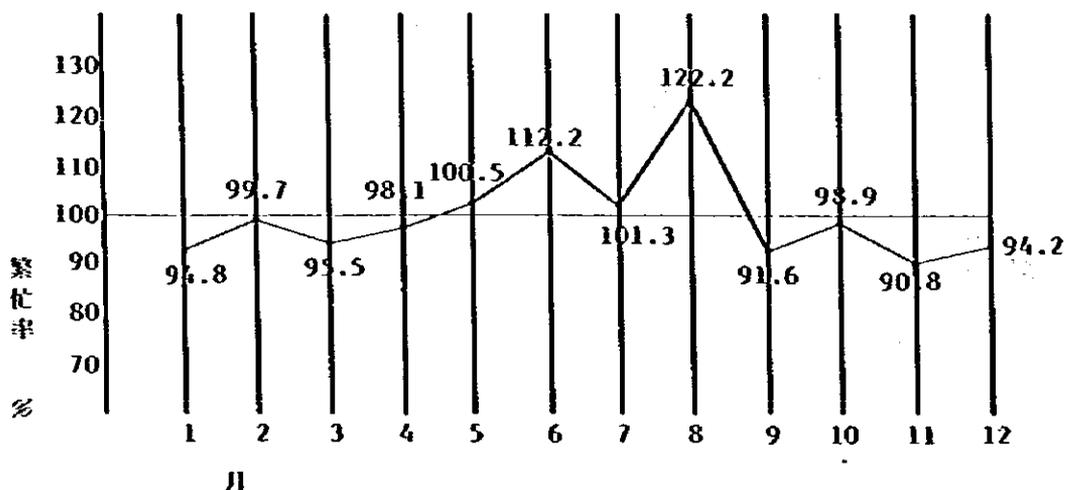


表7.1.3 駅別旅客乗降人員調（一日当り）

その1

(×10<sup>3</sup>人)

年 月 地区名	8 月	1981年	繁忙率(%)
JAKARTA	75.8	66.6	113.8
BEKASI	5.0	4.9	102.0
KARAWANG	5.6	4.9	114.3
TANGGERANG	2.5	2.5	100.0
BOGOR	33.8	30.2	111.9
LEBAK	3.8	3.4	111.8
PANDEGLANG	-	-	-
SERANG	12.5	9.4	133.0
CIREBON	2.7	2.4	112.5
SUBANG	0.5	0.6	83.3
INDRAMAYU	1.6	1.6	100.0
BANDUNG	11.8	10.2	115.7
PURWAKARTA	2.0	1.6	125.0
CIANJUR	3.2	2.3	139.1
SUKABUMI	5.5	4.3	127.9
GARUT	4.2	2.9	144.8
TASIKMALAYA	1.9	1.2	158.3
CIANIS	3.3	2.0	165.0
BANYUNAS	1.4	0.9	155.6
BREBES	1.0	0.7	142.9
KEBUMEN	2.8	1.6	175.0

その2

(×10<sup>3</sup>人)

地区名	年 月 8 月	1981年	繁忙率(%)
PURWOREJO	2.1	1.5	140.0
CILACAP	5.5	3.2	171.9
PEMALANG	0.2	0.1	200.0
TEGAL	0.8	0.5	160.0
PEKALONGAN	0.7	0.5	140.0
BATANG	0.2	0.1	200.0
KENDAL	-	-	-
DEMAK	0.4	0.2	200.0
PURWODADI	3.5	2.6	134.6
BLORA	1.3	0.9	144.4
BOJONEGORO	0.9	0.5	180.0
REMBANG	0.4	0.3	133.3
TUBAN	1.4	1.2	116.7
KULONPROGO	0.3	0.2	150.0
SLEMAN	5.0	4.5	111.1
KLATEN	0.4	0.3	133.3
SRAGEN	0.3	0.3	100.0
KARANGANYAR	0.1	0.1	100.0
BOYOLALI	0.4	0.3	133.3
SEMARANG	5.6	4.2	133.3
SURAKARTA	2.6	1.8	144.4
BANTUL	-	-	-
NGAWI	0.6	0.4	150.0

## その3

(×10<sup>3</sup>人)

地区名	年 月 8 月	1981年	繁忙率 (%)
MAGETAN	-	-	-
MADIUN	1.4	1.0	140.0
NGANJUK	0.9	0.6	150.0
JOMBANG	2.0	1.3	153.8
PONOROGO	0.1	0.1	100.0
KEDIRI	0.9	0.7	128.6
TULUNGAGUNG	0.7	0.4	175.0
BLITAR	2.2	1.6	137.5
MALANG	2.8	1.9	147.4
PASURUAN	0.9	0.6	150.0
SIDOARJO	1.4	1.1	127.3
HOJOKERTO	0.8	0.6	133.3
GRESIK	14.1	11.1	127.0
LANONGAN	0.6	0.6	100.0
BANGKALAN	0.2	0.1	200.0
SAHPANG	-	-	-
PROBOLINGGO	0.1	0.1	100.0
LUMAJANG	0.7	0.3	233.3
JEMBER	1.8	1.3	138.5
BONDOWOSO	0.8	0.5	160.0
SITUBONDO	0.4	0.3	133.3
BANYUWANGI	2.2	1.4	157.1
JEMBRANA	0.2	0.1	200.0

(3) 有効長

主要駅の有効長を停車場平面図から算定したものが表7.1.4である。これによると、最小は JAKARTA 駅、SURABAYA PASARTURI 駅の 180 m で、その他の駅は 200 m 以上を有し、旅客列車 8 両編成、貨物列車編成長 300 m に対応出来る。

(4) 線 間

構内の主本線と副本線との線路間隔は 4 m 以上が確保され、線間にホームを有する場合は 4.5 m 以上である。

(5) 旅客乗降場

図7.1.2に示すごとく JAKARTA KOTA 駅のみが高床ホームで、他駅はホーム高さがレールレベル上 100 mm ~ 200 mm 程度のもが多く、旅客の乗降には一部移動式階段を使用して乗降の便を図っている。しかし、殆どどの駅はこの階段の備付けがなく婦女子は乗降に苦勞している。

(6) 構内排水設備

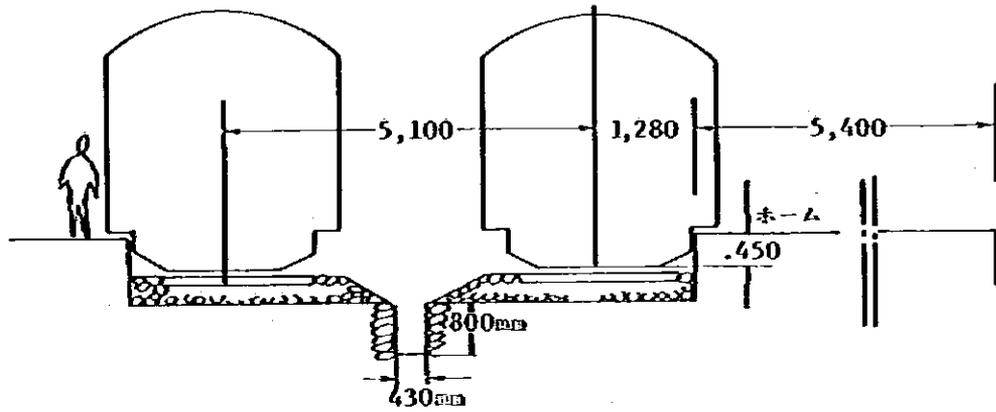
JAKARTA 駅乗降場付近は図7.1.2に示すごとく線間に深さ約 800 mm の割石積排水溝があり、降雨時に対応できる状態にあるが、その他の駅には排水設備を見ることができず、降雨期にはレール冠水のおそれを生ずると思われるものが数多く見受けられる。

表 7.1.4 主要駅有効長および線間割

本線名 駅名	I	II	III	IV	V~	最小線間
1 JAKARTA KOTA	180 <sup>m</sup>	180 <sup>m</sup>	180 <sup>m</sup>	180 <sup>m</sup>	XIIまで各線 180 m	5.1 <sup>m</sup>
2 HANGGARAI	320	320	320	320	V, VIとも 110	4.0
3 JATINEGARA	280	230	200	200	V 190 VI 130	4.0
4 KRAWANG	190	190	140	140		6.0
5 CIKAMPEK	300	300	290	290	V <sub>80</sub> VI <sub>80</sub>	5.0
6 JATIBARANG	460	460	380	380	V <sub>290</sub> VI <sub>290</sub>	5.0
7 CIREEON	360	360	300	200		5.3
8 SEMARANG TAWAG	460	230	230	310	V <sub>310</sub>	4.5
9 BANJUWANG	480	390	390	390	V <sub>370</sub>	4.3
10 GAMBRINGAN	470	360	290	290		4.3
11 CEPU	200	200	340			4.0
12 BOJONEGORO	300	300	470			4.0
13 BABAT	440	380	340	250		8.4
14 SURABAYA PASARTURI	180	180	210			4.0
15 SURABAYA KOTA	240	240	350	350		5.3
16 SURABAYA GUBENG	380	380	380			4.15
17 WONKROMO	290	290	330	330	V <sub>330</sub>	5.0
18 BANGIL	260	260	330	330	V <sub>330</sub>	3.9
19 KLAKAH	330	330	360			4.0
20 RAMBUJI	330	330	310	310		4.5
21 KALISAT	310	230	230			3.8

本線名 駅名	本線名						最小線間
	I	II	III	IV	V ~	VI	
22 BANYUWANGI	260 <sup>四</sup>	260 <sup>四</sup>					4.0 <sup>四</sup>
23 PADALARANG	510	460	210	210			5.3
24 BANDUNG	330	300	300	300	V 250	VI 250	4.0
25 CIBATU	260	260	260	160			5.0
26 TASIKMALAYA	260	250	220				4.1
27 BANJAR	480	480	400	80			4.4
28 KASOEGIHAN	320	260					4.0
29 KROYA	600	600	620	460			8.0
30 YOGYAKARTA	330	330	240				6.0
31 SOLOBALAPAN	390	330	330	300			4.0
32 MADIUN	390	370	300				4.4
33 KERTOSONO	310	260	240	290			4.1
34 JOMBANG	130	350	260				4.7
35 HOJOKERTO	380	470	370				4.4
36 TARIK	500	500	500	440			4.3
37 KRIAN	590	590					7.0
38 PRUPIK	390	400	360	240			4.4
39 PURWOKERTO	320	300	320	280			5.9
40 KEDUNGGATI	470	510	350	300			5.1
41 MALANG	280	230	200	160			4.5
42 HERAK	380	370					4.4

注 各駅停車場平面図より測定作成



JAKARTA ホール略図

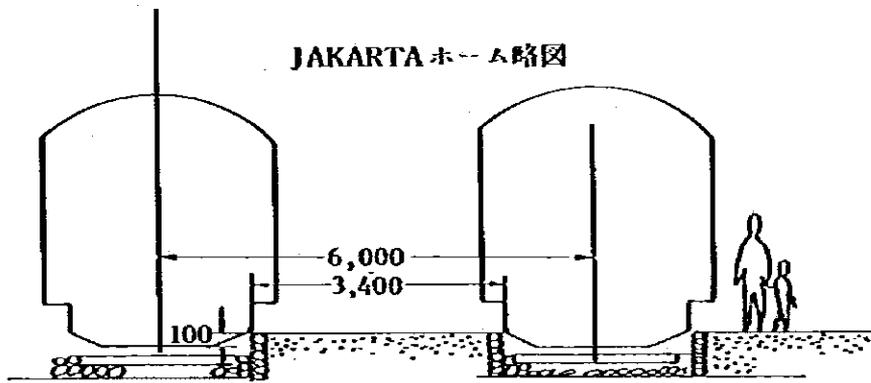


図7.1.2 CIREBON ホール

## 7.1.2 貨物設備

### (1) 貨物取扱駅

一般駅は全て貨物積卸線が備えられている。これ以外に貨物専用駅が、つぎのとおり設置されている。

- (1) JAKARTA GUDUNG
- (2) TANDJUNG PRIUK GUDUNG
- (3) SEMARANG GUDUG
- (4) BENTENG
- (5) KALMAS
- (6) SOLOJEBRES

### (2) 貨物取扱量

1981年のPJKA 統計資料によれば貨物取扱量は2,452千トンである。品目別は表7.1.5に示すごとく石油製品が全体の33%を占め、肥料、セメント、砂、糖蜜がこれに続いている。輸送量の傾向は年々低下し、1981年は前年対比85%（1980年2,990千トン扱）に落込んでいる。

表7.1.5 1981年 品目別貨物取扱量

単位 ×10<sup>3</sup>トン

品名	数量	%	品名	数量	%
ゴム	0.1	0	銅材	9.3	0.4
ラテックス	4.4	0.2	肥料	471.4	19.2
米	32.6	1.3	紙	1.0	0
とうもろこし	82.2	3.4	紙の原料	0.2	0
茶	13.3	0.5	砂糖	15.6	0.6
チーク材	21.7	0.9	糖蜜	62.6	2.5
石炭	2.3	0.1	塩	19.8	0.8
石油製品	799.3	32.6	アスファルト	24.1	1.0
セメント	316.5	12.9	小麦	3.7	0.2
砂	112.0	4.6	その他	455.7	18.6
砂利	4.1	0.2	計	2,452.0	100.0

PJKA 統計資料より算出

### (3) 駅別貨物取扱量

主要貨物駅の取扱量は表7.1.6のとおりである。1981年の取扱量の多い駅はGRESIK 922千トン/年、JAKARTA 387千トン/年、CILACAP 331千トン/年で他は300千トン/年以下である。

上記駅は、地区の総称であるので、その内容はつぎのとおりである。

表7.1.6 JAVA島内地区別貨物取扱量調査

1981年

t/年

地区名	発送	到着	計	地区名	発送	到着	計
JAKARTA	171,936	215,507	387,443	REKBANG	4,121	758	4,879
BEKASI	11,172	3,298	14,470	TUBAN	3,320	6	3,326
KARAWANG	134,075	1,880	135,955	KULONPROCC	-	3,419	3,419
TANOCERANG	99,504	231	99,735	SLEMAN	4,032	81,563	85,595
BOGOR	472	14,493	14,965	KLATEN	11,174	8,105	19,279
LEBAK	359	2,516	2,875	MASARAN	9,243	12,123	21,366
PANDEGLANG	-	450	450	WONOGIRI	120	3,602	3,722
SERANG	1,924	24,499	26,423	KARANGANYAR	12,894	5,790	18,684
CIREBON	8,456	56,397	64,853	SUKOHARJO	-	14,011	14,011
SURAB	11	21,909	21,920	MAGELANG	-	120	120
INDRAMAYU	2,817	26,020	28,837	BOYOLALI	293	120	413
MAJALENGKA	-	12	12	SEMARANG	158,939	104,544	263,483
BANDUNG	13,444	94,064	107,508	SURAKARTA	9,504	138,310	147,814
PURWAKARTA	35	79,929	79,964	SALATIGA	10	48	58
CIANJUR	32	1,103	1,135	NGAWI	2,348	12,143	14,491
SUKABUMI	10	2,145	2,155	MAGETAN	-	10,937	10,937
GARUT	-	21,744	21,744	MADIUN	12,050	150,190	162,240
TASIKMALAYA	18,209	12,174	30,383	NGANJUK	7,531	12,112	19,643
CIAMIS	1,930	5,888	7,818	JOMBANG	1,823	-	1,823
BANYUMAS	3,146	11,494	14,640	PONOROGO	120	1,286	1,406
BREBES	462	2,514	2,976	KEDIRI	5,768	136,357	142,125
PURBALINGGA	-	40	40	TULUNGAGUNG	2,782	9,072	11,854
BANJARNEGARA	-	1,276	1,276	BLITAR	1,449	7,522	8,971
WONOSOBO	-	2,207	2,207	MALANG	5,025	136,562	141,587
KEBUNEN	228	12,643	12,871	PASURUAN	1,133	13,668	14,801
PURWOREJO	-	2,530	2,530	SIDOARJO	1,771	2,593	4,364
CILACAP	349,813	31,317	381,130	MOJOKERTO	5,339	-	5,339
PEMALANG	-	2,402	2,402	JALANMEREDI	30	-	30
TEGAL	5,298	138,330	143,628	GRESIK	821,645	100,608	922,253
PEKALONGAN	2,800	702	3,502	TAMONGAN	8,418	4,725	13,143
KENDAL	3,520	86	3,606	PROBOLINGGO	13,591	18,284	31,875
DEKAT	30	9,783	9,813	UMAJANG	21,458	24,911	46,369
PURWODADI	3,343	22,868	26,211	JEMBER	9,467	55,075	64,542
BLORA	35,757	11,874	47,631	BONDOWOSO	946	5,617	6,563
BOJONEGRO	4,148	10,129	14,277	SITUBONDO	1,446	9,623	11,069
KUDUS	800	1,536	2,336	RANTUMAGI	5,833	41,184	47,017
PATI	3,303	1,479	4,782	JEMBRANA	-	6	6
合 計							3,932,620

1) GRESIK 地区

貨物取扱駅は図7.1.3のごとく6駅である。取扱量の多い駅は BENTENG 420千トン/年、KALIMAS 292千トン/年、INDRO 160千トン/年 (表7.1.7, 図7.1.4) であり品目別取扱では、石油製品47%、肥料24%、セメント18%、糖蜜7% (表8.1.3) を占めている。

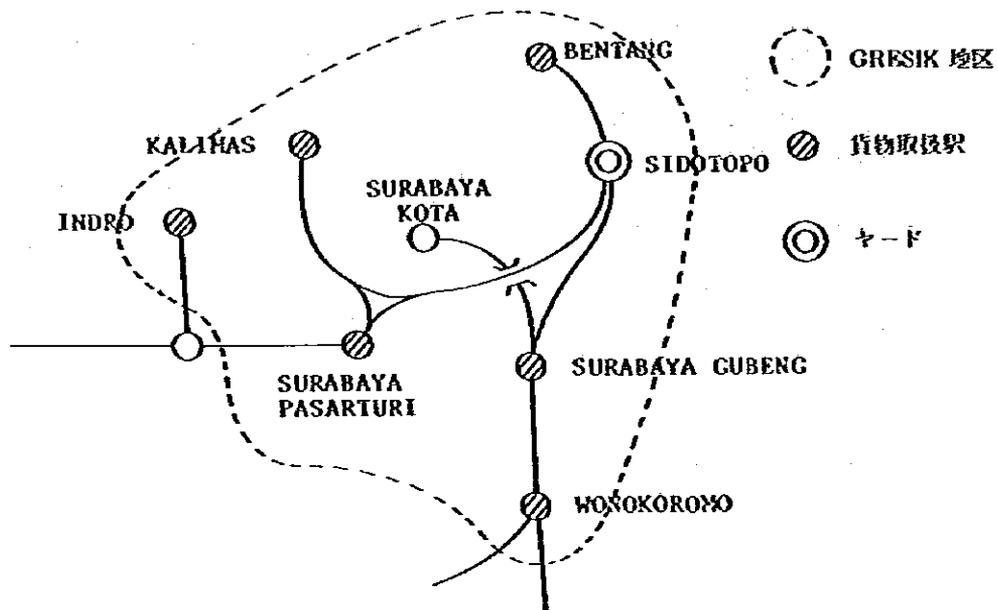


図7.1.3 GRESIK 地区略図

表7.1.7 GRESIK 地区 駅名別貨物取扱量

1981年

単位1,000トン

STATION	発 送	到 着	計
BENTENG	420	-	420
INDRO	159	1	160
KALIMAS	217	75	292
SURABAYA PASARUTORI	22	9	31
SURABAYA GUBENG	2	14	16
WANOKROMO	2	2	4
Total	822	101	923
比 率	89%	11%	100%

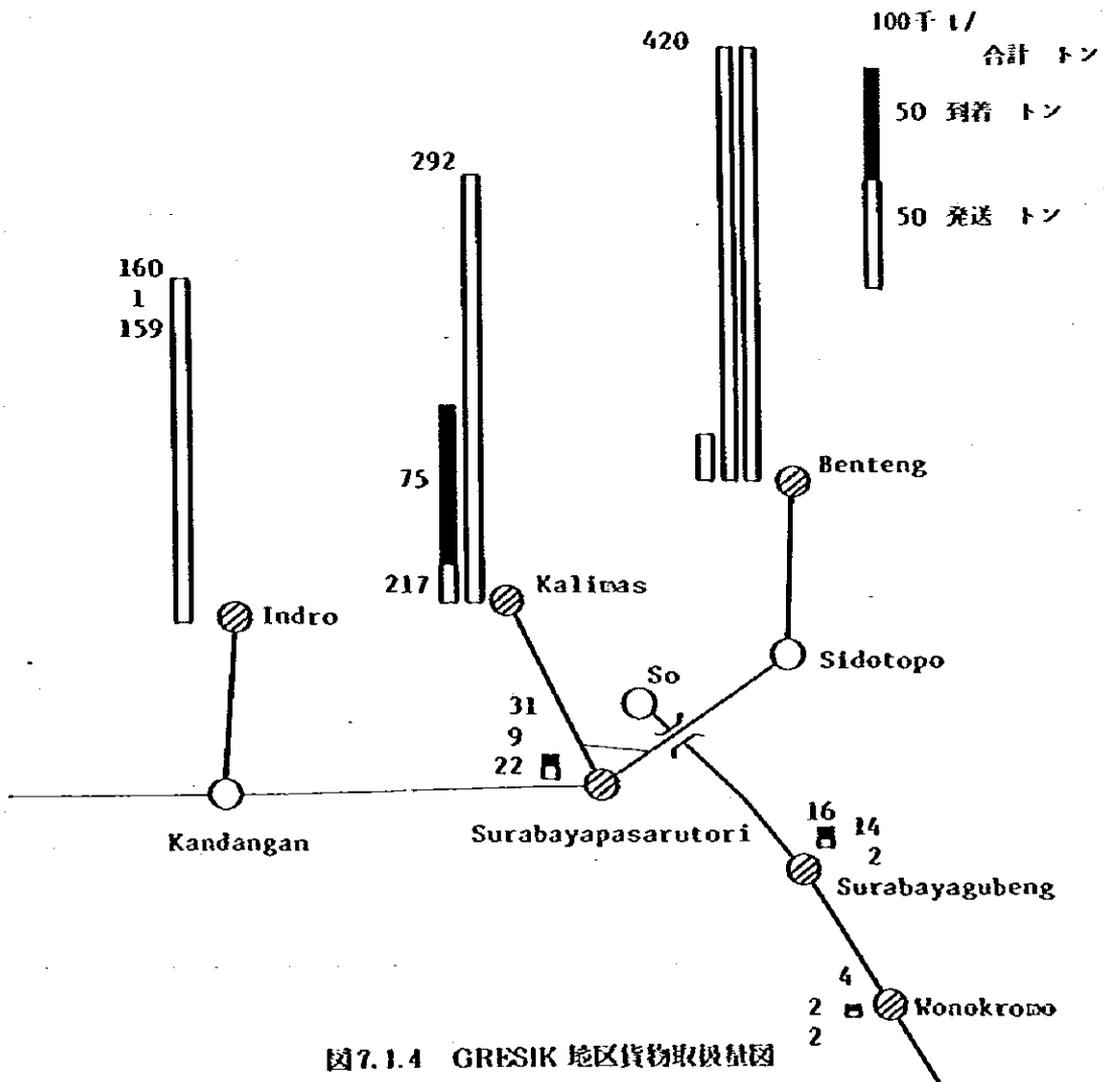


図7.1.4 GRESIK 地区貨物取扱量図

表7.1.8 GRESIK 地区の貨物取扱量 (駅名別, 品目別)

1981 単位: トン

品名	駅名	SURABAYA PASARTORI	INDRO	SURABAYA GUBENG	BENTENO	KALIMAS	WONOKROMO	計
ゴム	発着					22		22
ラテックス	発着	90						90
米	発着	2,111		85				85
	発着					669		2,111
とうもろこし	発着	18,821						669
	発着	3,642						18,821
チーク材	発着		57					3,642
茶	発着							57
	発着				13			
石炭	発着			2,219				13
石油製品	発着				419,811			2,219
	発着					13,018		419,811
セメント	発着		155,673					13,018
	発着			13,692				155,673
砂	発着				47			13,692
	発着		31					47
砂利	発着		1,358					31
鋼材	発着	33						1,358
	発着	4,755						33
肥料	発着					216,662		4,755
紙	発着	90						216,662
	発着	93						90
紙の原料	発着	10						93
砂糖	発着	1,218						10
	発着					1,040		1,218
糖密	発着					6		1,040
	発着					60,152		6
塩	発着		2,539					60,152
アスファルト	発着						2,358	2,539
小麦	発着						1,938	2,358
発送計		22,273	158,269	2,219	419,858	216,668	2,358	821,645
到着計		8,590	1,389	13,777	13	74,901	1,938	100,608
合計		30,863	159,658	15,996	419,871	291,569	4,296	922,253
比率%		3.3	17.3	1.7	45.5	31.6	0.6	100%

## 2) JAKARTA 地区

つぎに取扱量の多いのは JAKARTA 地区で年間 387 千トンを取扱っている。その駅勢図は図 7.1.5 に示すとおりである。取扱量の多い駅は、TANDJUNG PRIUK GUDANG 155 千トン、KEBAYORAN 109 千トン、JAKARTA GUDANG 57 千トン(図 7.1.6)で、品目別では石油製品 36%、砂 28%、とうもろこし 12%を占めている。(表 7.1.9)

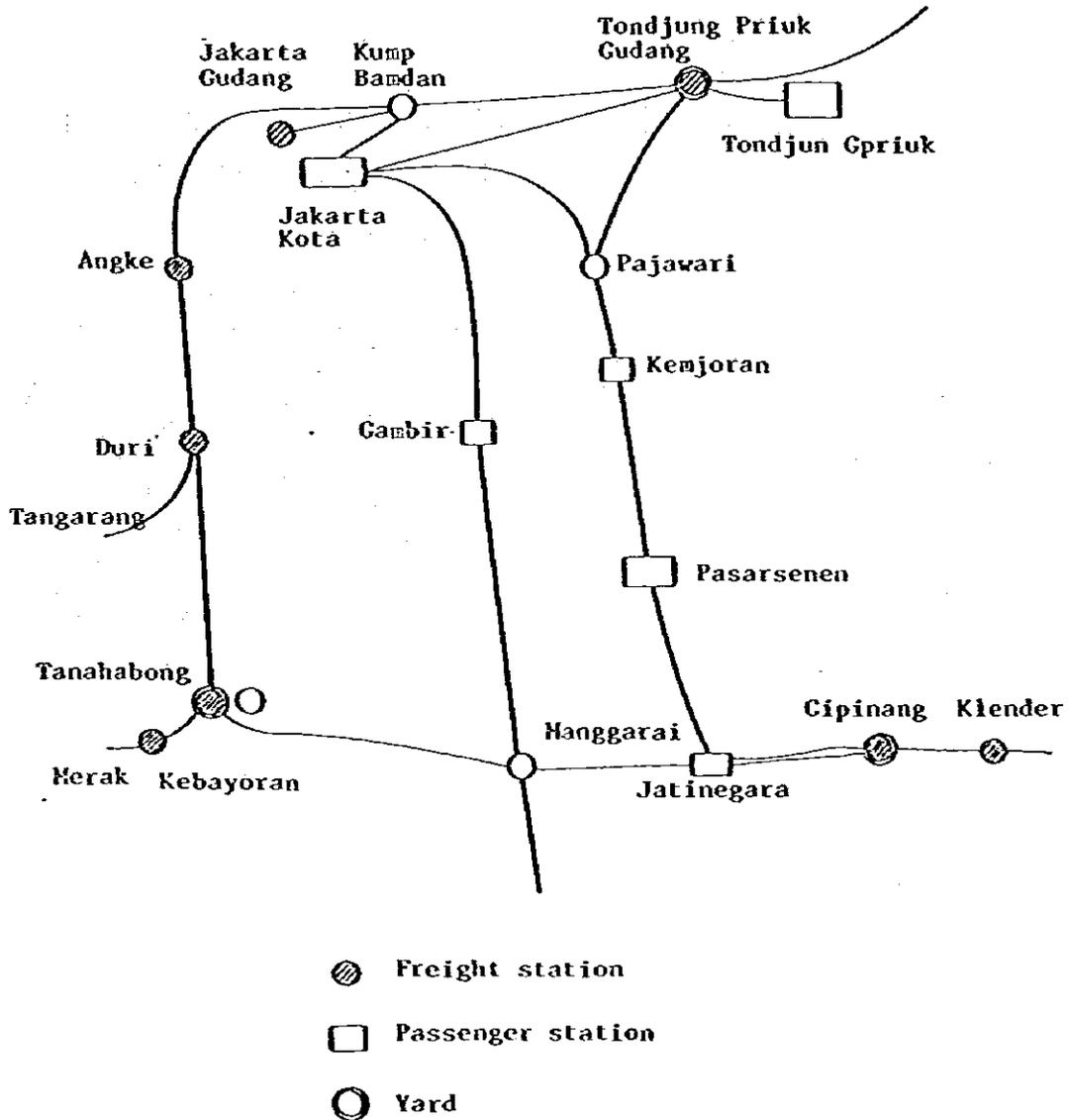
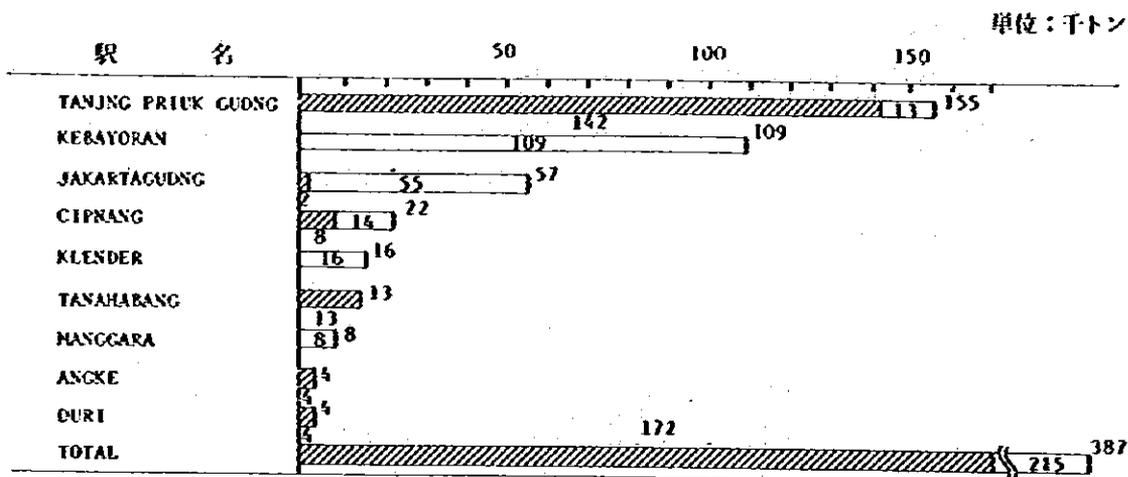
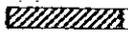
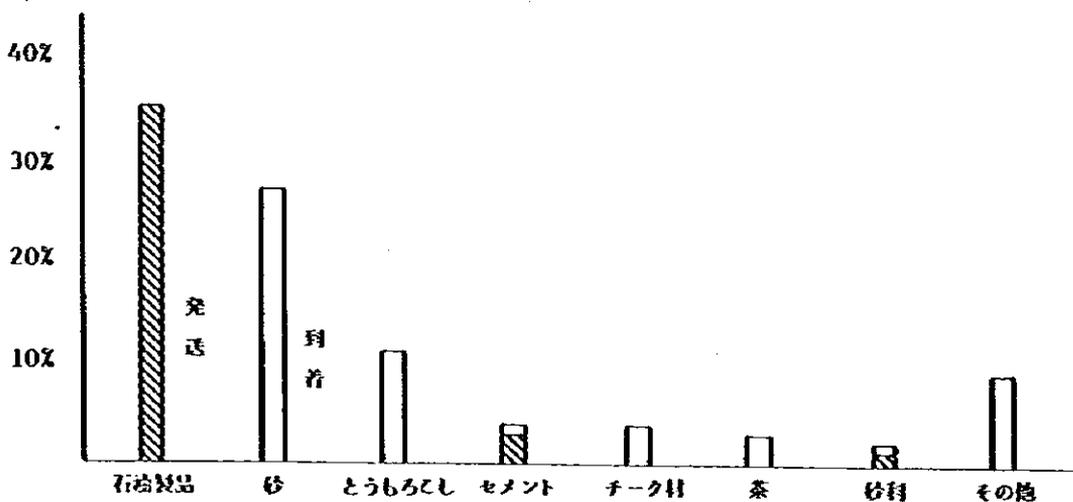
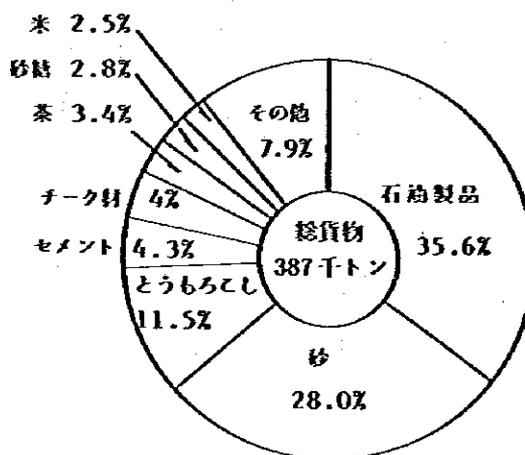
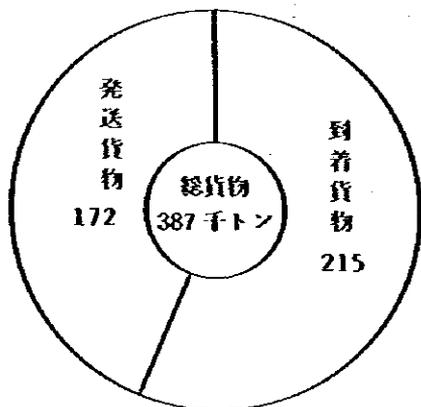


図 7.1.5 JAKARTA 地区略図



凡例  発送  到着



注 PJKA 貨物統計資料より作成

図7.1.6 JAKARTA 地区貨物量 1891年

表7.1.9 JAKARTA 地区の貨物取扱量 (駅別, 品目別)

1981 単位: トン

品名	駅別	TANAHABANG	JAKARTA GUDANG	TANJUNGPRIUKGUDANG	CIPINANG	ANGKE	DURI	KLEVD-ER	KEBAYORAN	MANGGARAI	計
ゴム	発着	107									107
ラテックス	発着		132								132
	発着		169								169
米	発着		139								139
	発着				9,442						9,442
とうもろこし	発着		36								36
	発着		44,493								44,493
チーク材	発着							15,319			15,319
	発着										
茶	発着			13,297							13,297
	発着										
石炭	発着										
石油製品	発着			137,608							137,608
	発着					204					204
セメント	発着	13,359									13,359
	発着		3,179								3,179
砂	発着								108,343		108,343
	発着		389								389
砂利	発着								920		920
	発着				7,371						7,371
鋼材	発着										
	発着			3,337							3,337
肥料	発着		141								141
	発着			932							932
紙	発着					10					10
	発着		10								10
紙の原料	発着							212			212
	発着					3,765					3,765
砂糖	発着		7,185								7,185
	発着										
糖密	発着		60								60
	発着			163							163
塩	発着									7,670	7,670
	発着		909								909
アスファルト	発着				4,863						4,863
	発着						3,629				3,629
小麦	発着										
	発着										
発送計		13,466	1,615	142,090	7,371	3,765	3,629				171,936
到着計			55,227	13,297	14,305	214		15,531	109,263	7,670	215,507
合計		13,466	56,842	155,387	21,676	3,979	3,629	15,531	109,263	7,670	387,443
比率%		3.5	14.7	40.1	5.6	1.0	0.9	4.0	28.2	2.0	100%

### 3) CILACAP 地区

この地区は 8 駅の貨物駅で 381 千トン/年の取扱量がある。

取扱量の多い駅は KARANGTALUN 135 千トン/年, CILACAP PELASUHAN 117 千トン/年, MAOS 74 千トン/年, CILACAP 49 千トン/年であり, 品目別取扱量ではセメント 156 千トン, 肥料 116 千トン, 石油製品 75 千トン, アスファルト 20 千トンが多い。

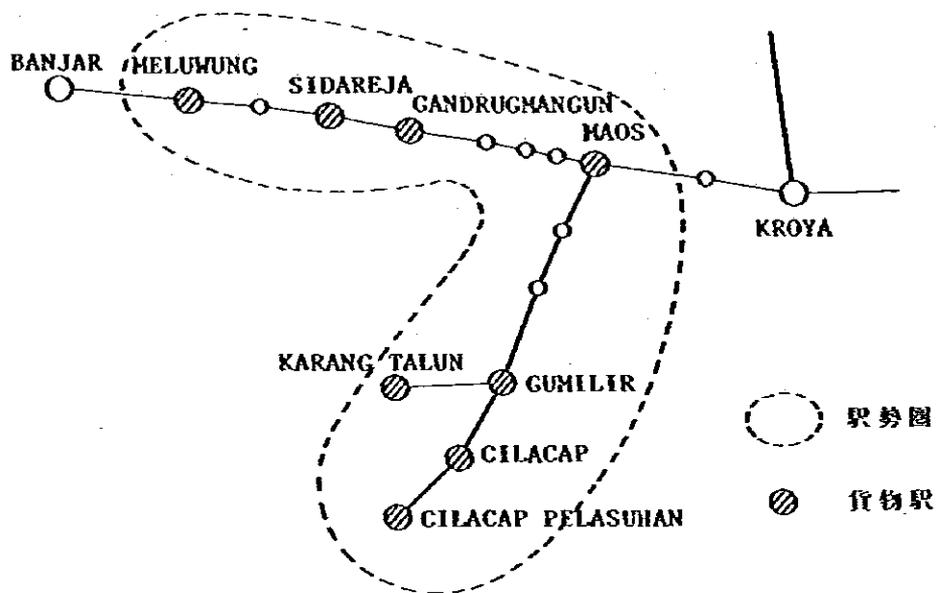


図 7.1.7 CILACAP 駅勢図略図

表7.1.10 CILACAP 地区の貨物取扱量 (駅別、品目別)

1981 単位: トン

品名	駅名	MELU- WUNG	GANDR- UGMAN- GUN	KARANG- TALUN	MAOS	CILACAP	CILACAP- PELASUH- AN	GUMIL- IR	KAWUN- GANTEN	SIDARE- JA	計
ゴム	発着			43							43
ラテックス	発着	1,469									1,469
米	発着		4,480								4,480
とうもろこし	発着			83		5,086					5,086
チーク材	発着								111		111
茶	発着									3	3
石炭	発着				18						18
石油製品	発着				74,181						74,181
セメント	発着			132,891				952			132,891
砂	発着				10	23,307					23,307
砂利	発着			30							30
鋼材	発着			1,537							1,537
肥料	発着					40					40
紙	発着						116,004				116,004
紙の原料	発着										
砂糖	発着							273			273
精密	発着				14						14
塩	発着						46				46
アスファルト	発着					20,193				348	20,193
小麦	発着			11							11
発送計		1,469	4,480	132,974	74,223	20,233	116,050	273	111	-	349,813
到着計		-	-	1,621	-	28,393	952	-	-	351	31,317
合計		1,469	4,480	134,595	74,223	48,626	117,002	273	111	351	381,130
比率%		0.4	1.2	35.3	19.5	12.8	30.7	-	-	0.1	100%

#### (4) 貨物取卸設備

大型貨物である石油製品はプロクミナ石油公社の専用線が敷設され、貯蔵タンクよりパイプを通じ自動積込が行っている。

肥料は岸壁に設けられた肥料袋詰工場に専用線が敷設されているため能率的な積込が出来、到着側も肥料倉庫に併設された専用線で取卸しがなされている。

セメントも製造工場から荷役機械積であり、到着も専用倉庫に搬入されている。

また、精密も砂糖工場内の積込場に専用線で結ばれ自動積込であり、取卸しは岸壁に貯蔵タンクを設け自動化取卸しが行なわれている。

以上4種目の貨物に対する設備は近代化されている。

しかし、その他の貨物は駅構内の高床、地平ホーム扱となっているが、ホーム・通路は無装であり、ホーム幅も狭く、近代的荷役機械は使用出来ない状態であるため、貨物取扱数量は極めて少ない。

#### 7.1.3 ヤード

貨車操配の主要ヤードは CIPINANG と SIDOTOPO の 2ヶ所である。

##### (1) CIPINANG

###### 1) ヤード設備

敷地面積 約 121,000 m<sup>2</sup> (本線を除く)

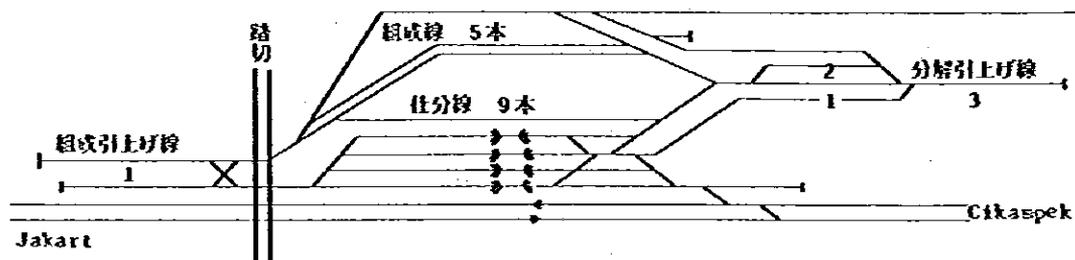


図7.1.8 線路配線略図 (CIPINANG)

上記略図の如く副本線4本、仕分線9本、組成線5本、分解引上げ線2本、組成引上げ線1本を有している。

各線の有効長は、つぎのとおりである。

線名	副本線	線名	仕分線	線名	組成線	線名	引上線
1	350 <sup>□</sup>	5	410 <sup>□</sup>	14	400 <sup>□</sup>	分解 1	200 <sup>□</sup>
2	350	6	440	15	370	2	170
3	370	7	420	16	370	3	200
4	220	8	440	17	290	組成 1	300
		9	420	18	260		
		10	380				
		11	350				
		12	300				
		13	280				
			計	3440			

仕分線の抱込両数は

$$\text{総仕分線有効長} \div \text{1車当り車両長} = 3440\text{m} \div 8.2\text{m/車} = 419$$

である。

## 2) ヤードの使命



仕分はつきのごとく行なわれている。

仕 分	駅 順 組 成
JAKARTA	TANJUNG PULEK GUDNG JAKARTA KOTA GUDNG DURI TANAHABANG および MERAK 方 MANGGARAI および BOGOR 方
BONDNG	
CIKAMPEK	
JATIBARANG	
SEMARANG	
KALIMS	

MERAK 方は TANAHABANG で、また BOGOR 方は MANGGARAI で組成されている。

3) 取扱能力 1日 600両

(2) SIDOTOPO

1) ヤード設備

敷地面積 約 131,000 m<sup>2</sup>

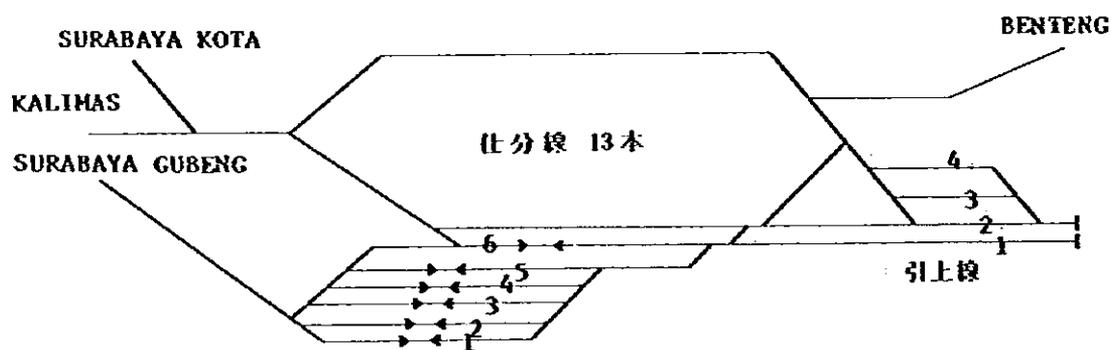


図7.1.9 線路配線 (SIDOTOPO)

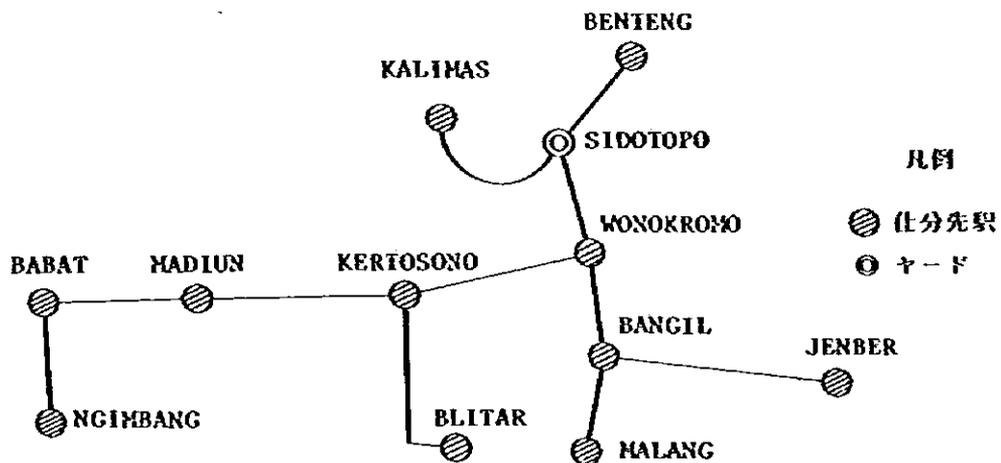
有効長

線名	副本線	線名	仕分線	線名	引上線
1	590 <sup>m</sup>	7	890 <sup>m</sup>	1	710 <sup>m</sup>
2	660	8	920	2	710
3	700	9	910	3	320
4	870	10	910	4	360
5	880	11	760		
6	770	12	800		
		13	810		
		14	750		
		15	690		
		16	630		
		17	570		
		18	520		
		19	520		
計	4470	計	9680	計	2100

仕分線抱込両数

$$9,680 \text{ m} \div 8.2 \text{ m/車} = 1,180 \text{ 両}$$

2) ヤードの使命



北線行きは KALIMAS で仕分、組成されている。

3) 取扱能力 1日 1,000両

## 7.2 電化対策構想

### 7.2.1 旅客設備

#### (1) 乗降人員の予測

中，長距離の一日当り鉄道利用者の乗降人員は，1981年 81千人/日であった。ジャワ島の幹線電化が2002年までに完成し，運転速度を100 km/Hで走行する場合には鉄道利用者は大幅に増加し，2002年には1,163千人/日に達するものと予測されている(表7.2.1)。

乗降人員数の多い地区は，JAKARTA 地区が228千人/日で最も多く，SURABAYA 地区118千人/日，SEMARANG 地区79千人/日，BANDUNG 地区74千人/日，YOGYAKARTA 地区59千人/日，SOLO 地区53千人/日，CIKANPEK 53千人/日の順である。

表7.2.1 地区別乗降人員調

単位：100人/日

地区	年度別乗降人員			
	1981年 乗降人員	1989年 乗降人員	1994年 乗降人員	2002年 乗降人員
1 MERAK	13.8	35.5	424.1	482.6
2 RANKASPITUNG	19.7	40.4	126.6	171.9
3 JAKARTA	201.0	1,187.3	1,826.6	2,277.5
4 CIKAMPEK	49.2	277.5	377.7	527.4
5 SUKABUMI	27.0	54.3	78.6	419.4
6 BANDUNG	51.6	575.1	696.8	735.5
7 CIREBON	34.1	307.1	360.1	352.6
8 TASIKMALAYA	32.5	161.1	169.7	412.1
9 KROYA	24.2	61.2	272.1	485.0
10 PEKALONGAN	11.0	49.5	73.8	315.1
11 KEBUMEN	26.0	52.8	168.4	296.1
12 SEMARANG	29.0	84.9	193.7	789.4
13 PURWODADI	15.4	30.9	44.7	105.0
14 YOGYAKARTA	27.7	67.1	379.4	588.1
15 SOLO	28.3	75.3	411.5	529.1
16 MADIUN	12.9	26.7	231.1	244.7
17 BOJONEGORO	12.6	25.3	52.7	221.5
18 SURABAYA	97.5	198.6	1,017.1	1,183.5
19 KERTOSONO	28.1	56.3	184.2	263.7
20 TULUNGAGUNG	18.8	37.6	156.2	337.2
21 BANGIL	6.9	13.8	35.2	64.4
22 MALANG	17.1	35.9	97.4	386.7
23 PROBOLINGGO	2.7	5.5	83.9	91.4
24 JEMBER	9.3	18.6	115.6	163.2
25 BANYUWANGI	10.9	21.9	123.8	182.8
計	807.3	3,500.1	7,700.9	11,625.8
比率	1	4.3	9.5	14.4

100 km/h 対応

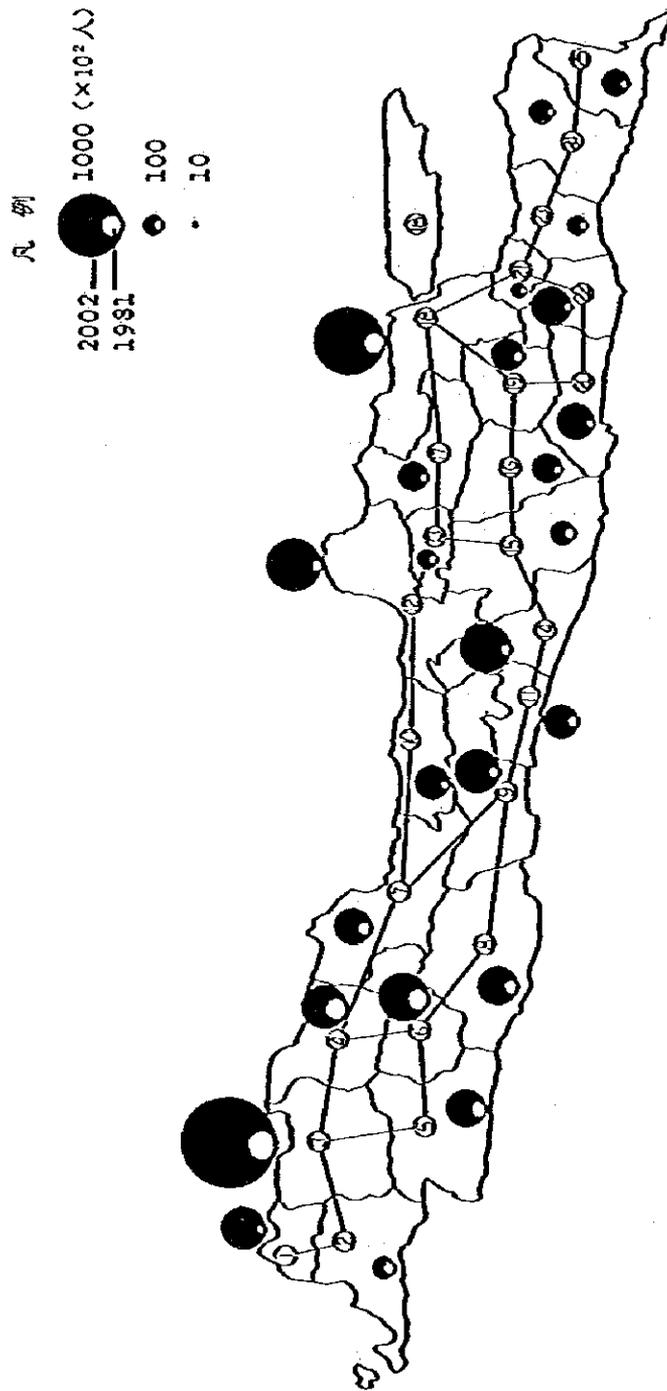


图7.2.1 地区别·铁道乘降人员图 2002年

(2) 列車回数

電化による列車回数は図7.2.2, 3, 4のとおりであり、主要駅の取扱列車本数はつぎのとおりである。

駅別列車本数調

2002年

駅名	始 終 着 旅 客	通 過 旅 客	貨 物	計
MANGGARI	209	43	-	252 本
BANDUNG	28	53	5	86
KROYA	35	81	14	130
SEMARANG	80	31	9	120
SURABAYA-P	50	-	11	61
SURABAYA-K	149	-	26	175

列車取扱本数の多い駅はMANGGARIの252本であり、つぎにSURABAYA KOTAの175本である。

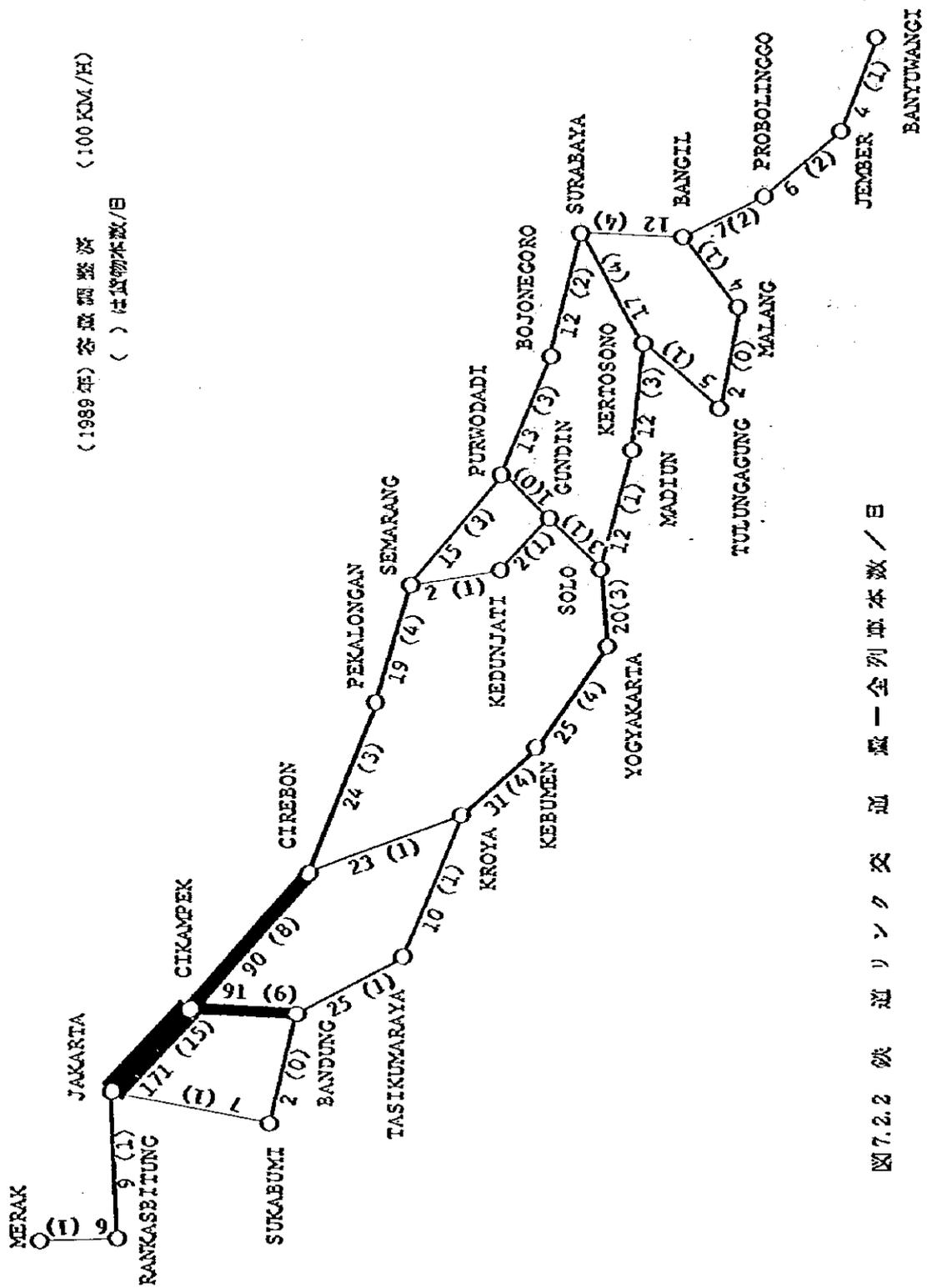


図7.2.2 鉄道リンク交通量一全列車本数/日

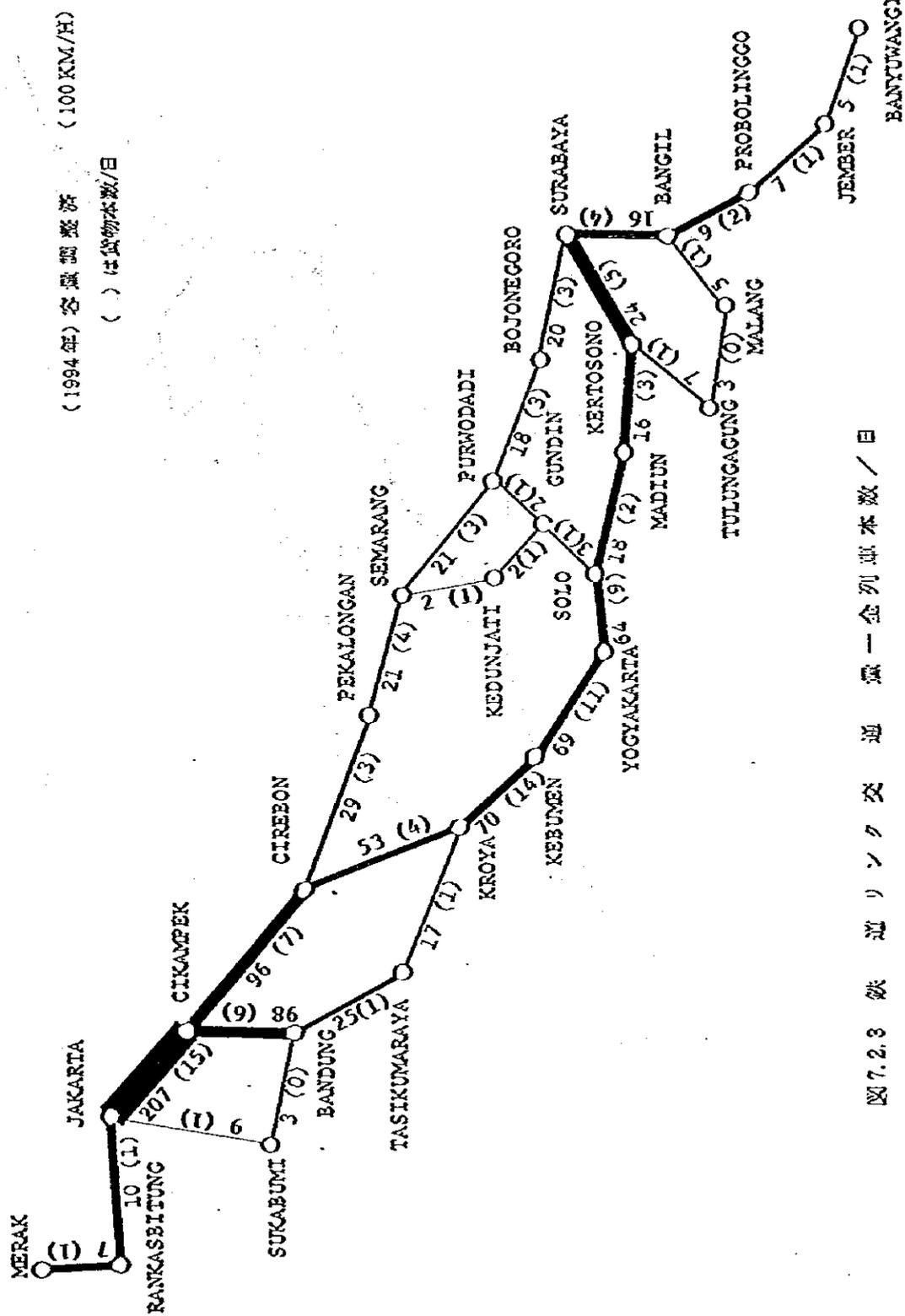


図 7.2.3 鉄道リンク交通量—全列車本数/日

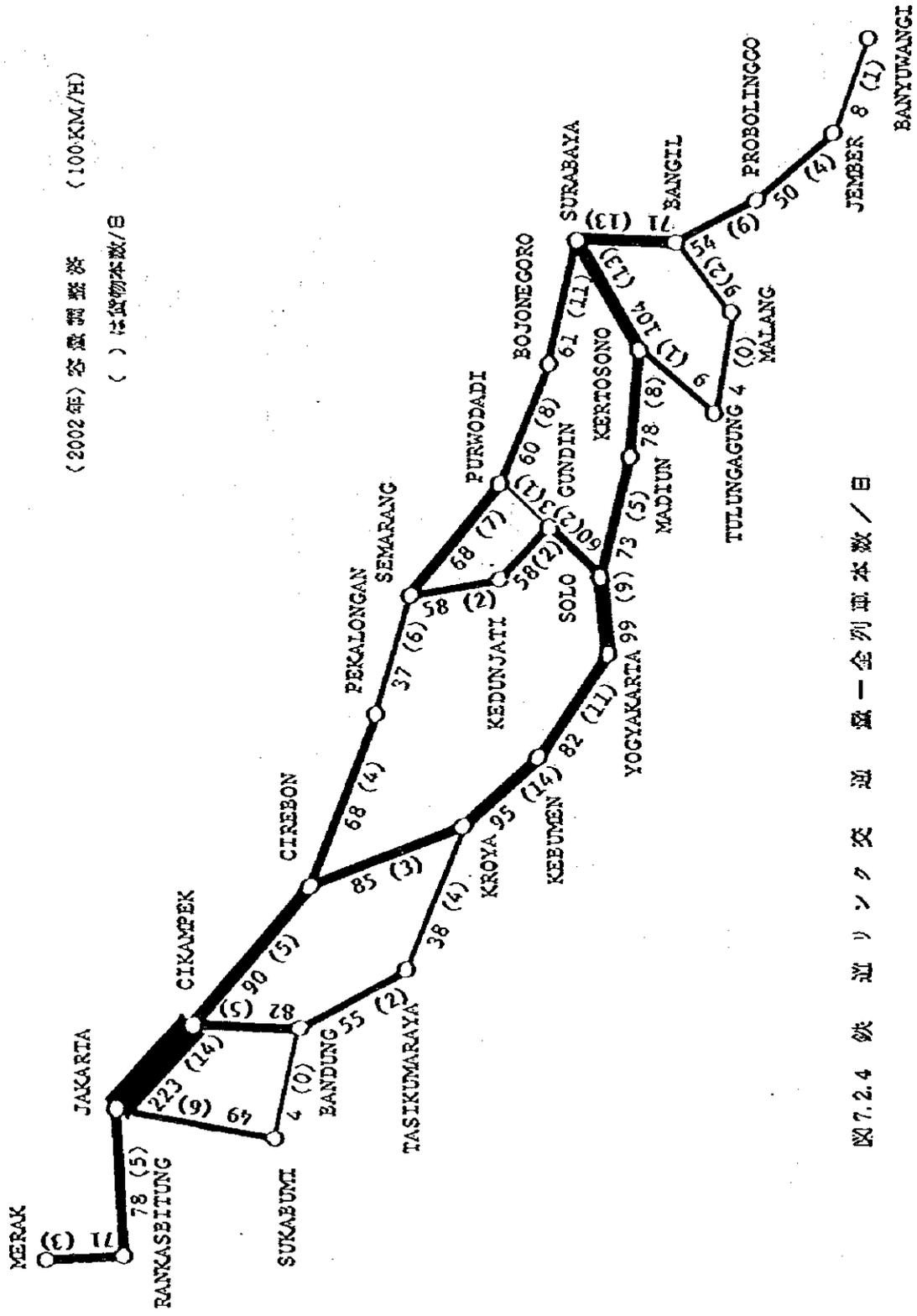


図7.2.4 鉄 道 リ ン ク 交 通 量 - 全 列 車 本 数 / 日

### (3) 駅改良構想

#### 1) 基本方針

- a) 前述のとおり、交流電化の起点を MANGGRAI とする。
- b) 交流電化複線線増区間を MANGGRAI-KRAWANG 間とする。
- c) 旅客設備は在来の設備を活用し、必要最小限度でつぎの事項の増設を行う。

有効長延伸	旅客列車行違	220 M
”	貨物列車 ”	460 M (1,000トンけん引)

高床ホーム新設 始発列車のある駅に設置する。

跨線橋新設 同 上

- d) 増加する旅客取扱に対応する駅本屋、駅前広場、踏切等については、将来の動向を踏まえて対処するものとし、本計画には掲上しない。

#### 2) 駅改良計画

##### a) JAKARTA 地区の始発駅

JAKARTA 地区には JABOTAPAK 改良計画があり、中央線西線、東線を含め、今後増加する輸送量を環状ルート構成による電車で進められている。中長距離列車運転用電化計画では、その始発駅を決定することは特に重要な問題で、JAKARTA 地区の通勤および一般客の動向を見定めて検討すべき事項であるが、ここでは JABOTAPAK 計画線に無理なく連絡出来、かつ、都心に近く、工事費も JAKARTA 始発とする案に比べ安い MANGGARAI 駅を選定した。

##### b) KRAWANG および BEKASI 駅

###### ・KRAWANG 駅の電源地上切換設備

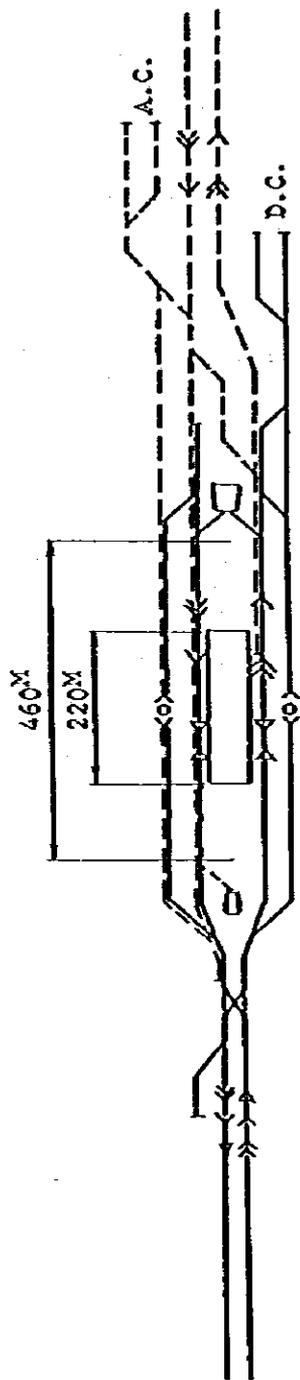
本電化計画による区間別開業は、1988年 BEKASI-CKAMPEK 間が予定されている。この間の電源は BEKASI-KRAWANG 間が直流を使用し、KRAWANG-CKAMPEK 間は交流である。したがって KRAWANG では直流機関車と交流機関車の付替が行なわれるので、電源の切換装置が必要である。

電源切換設備は、1994年 MANGGARAI-KRAWANG 間複線線増により交流列車の始発駅は MANGGARAI となり、交流電化用線路が確立するまでの暫定措置なので、手戻りの少ない配線計画を策定することが望ましい。(図7.2.5)

###### ・BEKASI 駅の貨物線分岐設備

JAKARTA 地区には、与件として CIBINANG 貨物線計画がある。この線は交流電化線で北線の BEKASI 駅付近で直交する CIBINANG-TANJUNG PRIUK GUDANG を結ぶ線である。北線との連絡は最寄駅である BEKASI に接続することが望ましく、これにより交流機関車で TANJUNG PRIUK GUDANG ヤードまで直通運転が可能となる。(図7.2.9)

したがって、BEKASI に北線から CIBINANG 貨物線への乗り入れ設備を設ける。



凡 例

- |       |         |
|-------|---------|
| —Y—   | 旅客列車    |
| —Y—Y— | 貨物列車    |
| —Y—   | 直流電車    |
| —(Y)— | 機 炮 線   |
| A.C.  | 交流機房單基地 |
| D.C.  | 直流機房單基地 |
| ---   | 交流電力線   |
| —     | 直流電力線   |

圖 7.2.5 KRAWANG 站上切換設備配線略圖



c) 特別急行折返駅

特別急行列車の始終着となる、BANDUNG, YOGYAKARTA, SURABAYA KOTA, SOLOPALAPAN, SUMARANG の各駅は列車回数も多く、旅客取扱数も増加するので、有効長延伸、高床ホーム化、跨線橋新設、等の設備増強が必要である。(図7.2.6, 7, 8)

d) その他駅

在来駅の有効長は分岐駅で300 m, 中間駅では220 m のものが多い。したがって、電化輸送計画に対応するためには貨物列車460 m, 旅客列車220 m の有効長が必要である。貨物列車行違設備は、貨物列車本数が少ない事から5駅ごとに有効長の確保を図る。その他の駅は、旅客列車の行違いが可能である。(図7.2.10, 11)

以上の述べた事項に基づき駅改良計画を取りまとめたものが表7.2.2である。

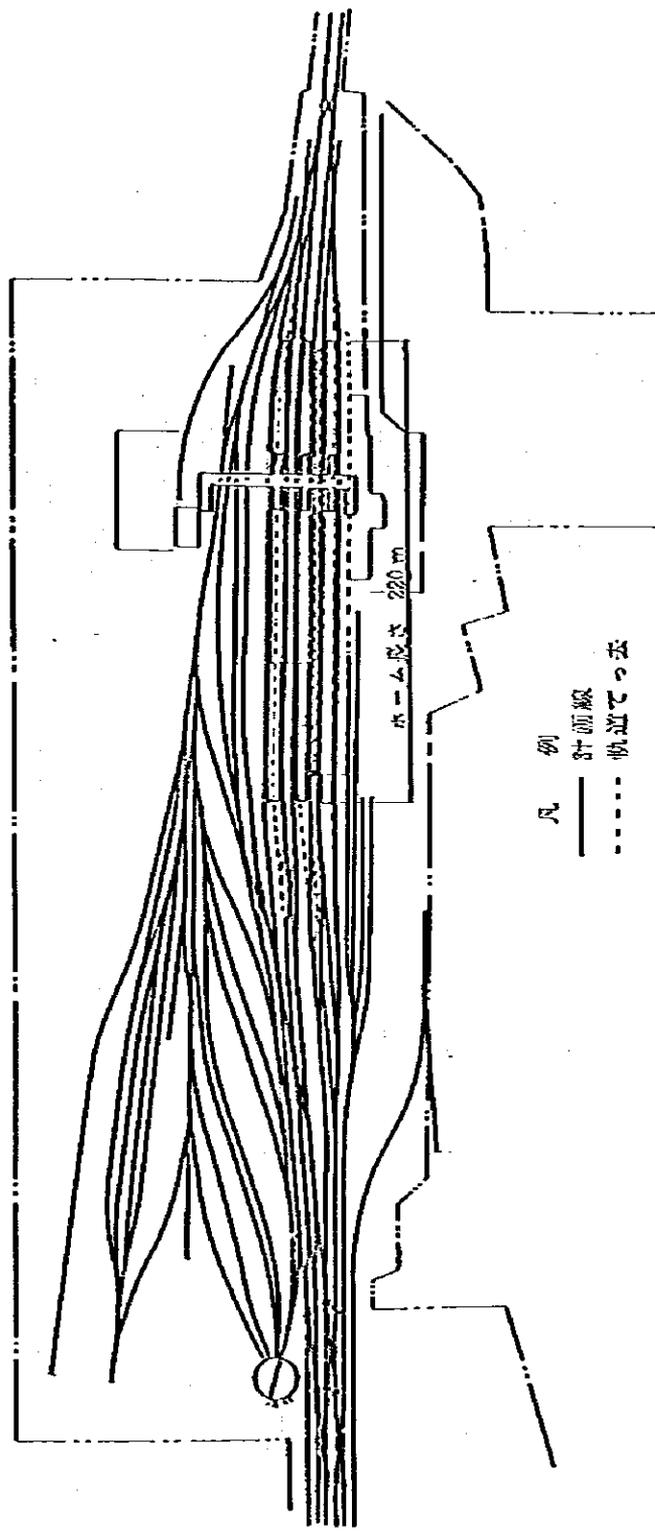
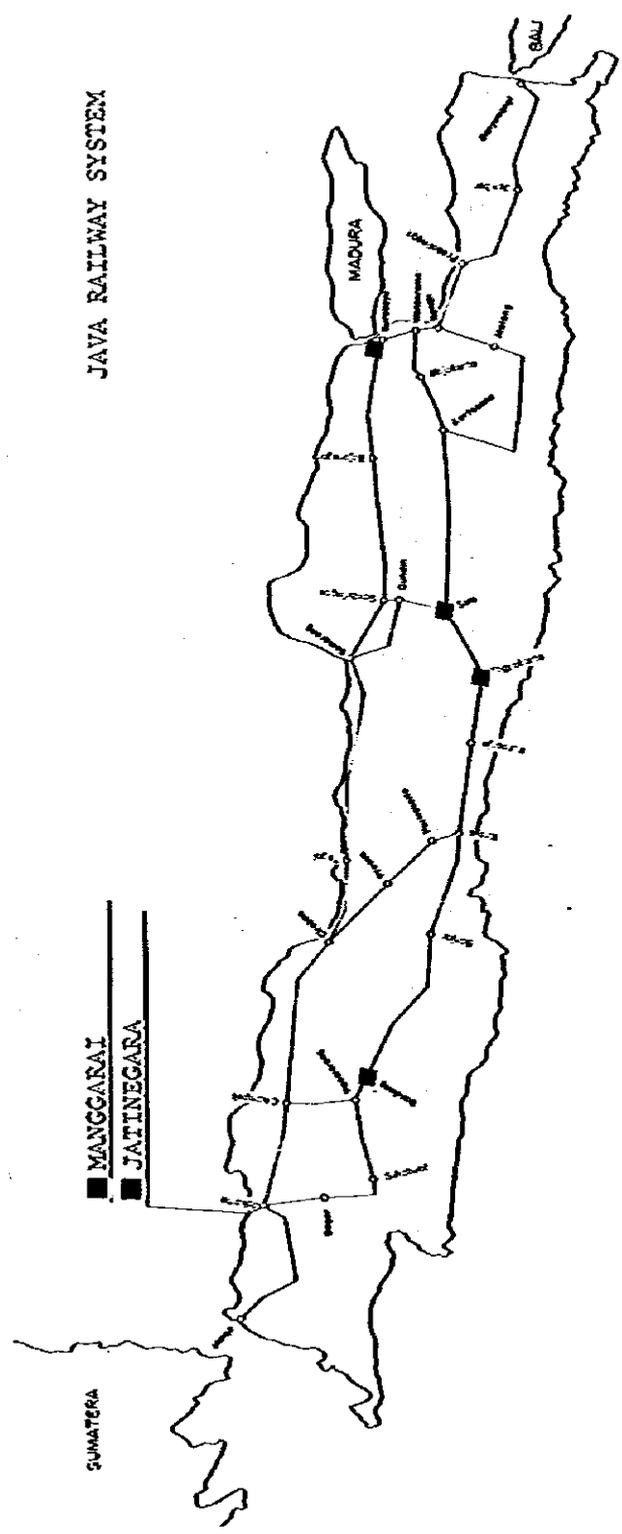


図7.2.7 BANDUNG 駅構内配線改良計画略図





凡例

■ 高架ホーム、跨線橋新設駅

図7.2.9 跨線橋新設計画図

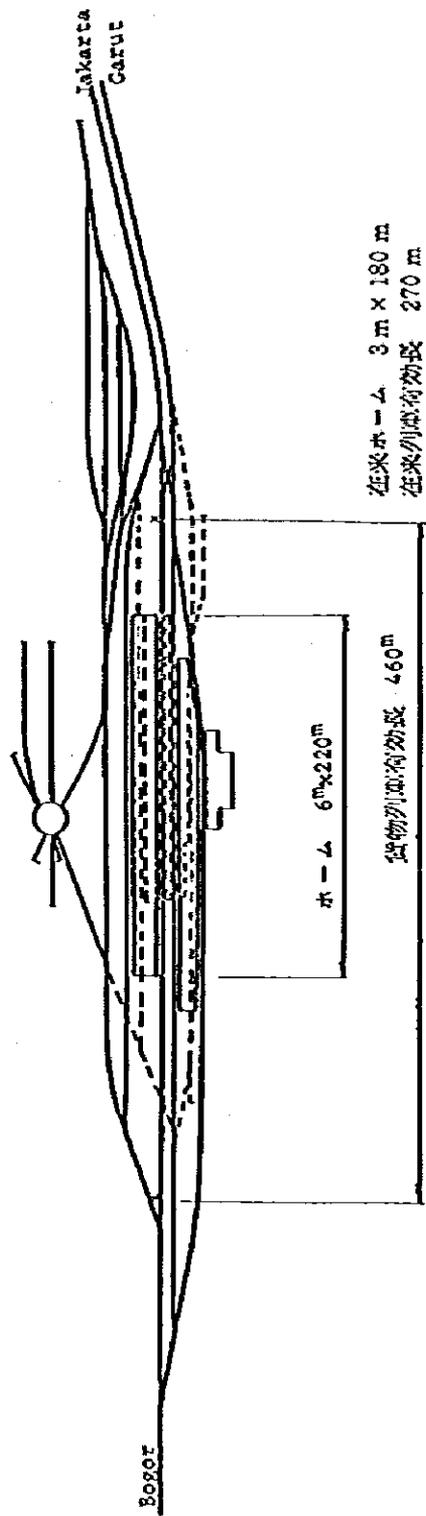


図 7.2.10 CIBATU 駅構内配線計画 Bタイプ有効長延伸案

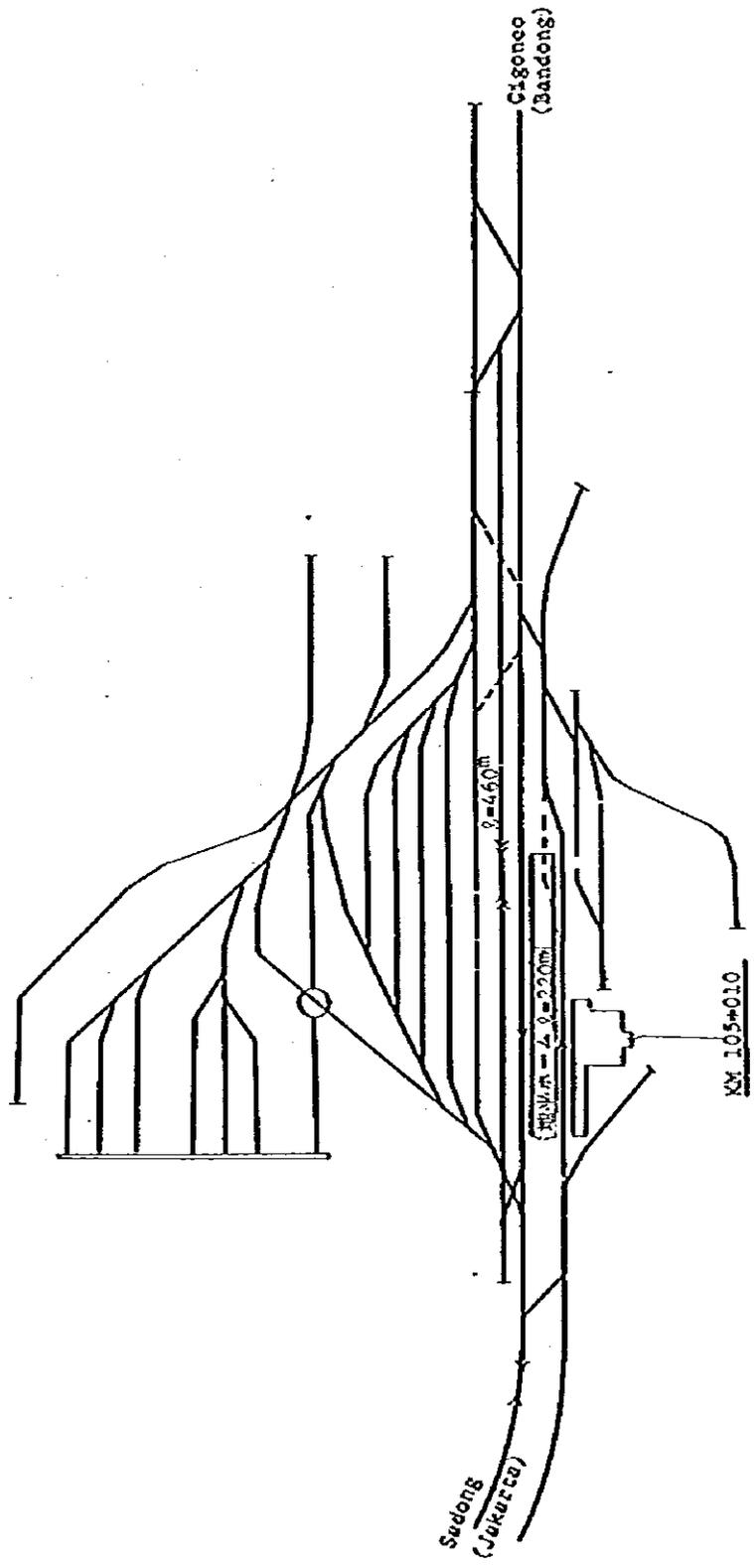


図 7.2.11 PURWAKARTA 中間駅の有効長延伸 C 917

表7.2.2 駅改良計画表

年	区	間	A	B	C	D	E	計
1994	MANGGARAI ~ KRAWANG		◎ MANGGRAI ◎ JATINEGARA ◎ BEKASI ◎ KRAWANG					4
1988	BEKASI~CIREBON			CIKAMPEK CIREBON	3	16	4	26
1989	CIKAMPEK~ KIARAKONDONG		BANDUNG	PADALARANG	3	14	3	22
1991	CIREBON ~YOGYAKARTA		YOGYAKARTA	PRUPUK PURWOKERTO KROYA KUTOAOROTO	8	32	11	56
1992	YOGYAKARTA ~SOLOPALAPAN		SOLOPALAPAN		2	9		12
1995	SOLOPALAPAN ~SURABAYAKOTA		SURABAYAKOTA	MADIUN KERTOSONO TARIK WONOKROMO SURABAYAGUBENG	5	26	3	40
1996	WONOKUROMO ~PROBOLINGGO			SIDOARJO BANGIL PROBOLINGGO	2	7	4	16
1998	MERAK ~TANAHABANG			MERAK KRENCENG RANGKSBETUNG PARUNGPAUANG	2	13	5	24

開 年	次 次	区	間	A	B	C	D	E	計
2003		BOGOR~SUKABUMI			BOGOR SUKABUMI	1	7	3	13
2003		KIARAKONDONG~KROYA			CIBATU BANJAR MAOS	4	23	18	48
2003		CIREBON~ SEMARANGTAWANG		SEMARANG	TEGRL PEKRLONGRN	4	21	15	43
2003		SEMARANGTAWANG ~SURABAYA PASARTURI			SURABAYAPASARTURI GAMBRINGAN CEPU BABAT	5	27	26	62
2003		BRUMBUNG ~ SOLOBALAPAN				2	8	5	15
2003		PROBOLINGGO~JEMBER			KLAKAH	2	9	4	16
2008		SUKABUMI~PADILARANG				2	10	4	16
2008		KERTOSONO~MALANG ~BANGIL			MALANG	5	24	3	33
2008		JEMBER~BANYUWANGI			BANYUWANGI KALISAT	2	11	5	20

合 計

開 業 年 次	◎	A	B	C	D	E	計
1989 ~ 1994	4	1	3	6	30	7	51
1991 ~ 1998		3	16	19	87	23	148
2003		1	12	18	95	71	197
2008		0	3	9	45	12	69
計	4	5	34	52	257	113	465

◎ は特殊事情により駅改良を計画する駅。

A駅 有効長延伸(貨物対応)、高床ホーム、上家、軌道強化、二股橋計画

B駅 分岐駅の貨物対応有効長延伸 ( $\ell=460\text{m}$ )

C駅 中間駅の貨物対応有効長延伸 ( $\ell=460\text{m}$ )

D駅 旅客列車行違駅

E駅 単線駅

## 7.2.2 貨物設備

### (1) 将来貨物取扱量

1981年ジャワ島の鉄道貨物取扱量は一日平均13千トンである。これが1989年に29千トン、1994年61千トン、2002年80千トンとなり、その伸び率は、夫々、2.2倍、4.7倍、6.2倍に増加することが前述の需要予測により算定されている。(表7.2.3)

2002年の貨物取扱量の多い地区は、JAKARTA 10千トン/日、KROYA 10千トン/日、SURABAYA 17千トン/日であり、その他の地区は4千トン/日以下と極めて少ない。

3地区の取扱品目別数量は表7.2.4のとおりで、各地区共砂糖、石油製品、肥料、セメントを合わせた取扱量は全取扱数量の94%以上を示している。

一方、取扱量の伸び率を2002年で調べると、JAKARTA 1.6倍、SURABAYA 4.2倍、KROYA 6.18倍となり、着発別では発送が圧倒的に多い。これは3地区とも重要港湾地帯であり、移輸出入による拠点で内陸部に向け発送が多い事を示している。(図7.2.12)

表7.2.3 年次別、地区別貨物取扱トン数(発着計)

単位：100トン

地区別	1989	1994	2002	2002年 1日取扱量
1 Merek	691	4,432	4,535	12
2 Rankasplitung	532	4,060	5,162	14
3 Jakarta	25,682	31,796	37,414	103
4 Cikampek	10,569	13,306	17,531	48
5 Sukabumi	798	875	10,757	29
6 Bandung	9,334	10,227	7,328	20
7 Cirebon	6,194	8,258	8,485	23
8 Tasikumalaya	1,926	2,303	8,579	24
9 Kroya	5,858	25,014	34,705	95
10 Pekalongan	3,399	3,260	5,696	16
11 Kebumen	388	4,544	5,760	16
12 Semarang	5,506	7,353	13,133	36
13 Purwodadi	587	889	2,356	6
14 Yogyakarta	2,038	10,247	9,199	25
15 Solo	3,922	11,102	10,139	28
16 Madiun	3,063	7,303	6,934	19
17 Bojonegoro	875	1,100	8,205	22
18 Surabaya	14,751	45,327	61,780	169
19 Kertosono	2,450	8,192	6,979	19
20 Tulungagung	468	3,473	3,601	10
21 Bangil	304	2,877	3,732	10
22 Malang	2,233	4,680	8,816	24
23 Probolinggo	1,119	4,691	3,121	9
24 Jember	1,616	4,592	4,517	12
25 Banyuwangi	1,227	2,954	3,444	9
計	105,483	222,855	291,908	800
1日平均	289	611	800	

備考

列車スピード：100km/H

表7.2.4 主要地区別貨物取扱量の推移（推定計）

単位：100トン

品目	JAKARTA				SURABAYA				KROYA			
	1981	1989	1994	2002	1981	1989	1994	2002	1981	1989	1994	2002
米	95	257	270	258	78	144	257	327	95	155	321	303
とうもろこし	551	983	914	878	320	431	462	473	0	26	92	57
A 砂糖	110	172	186	210	24	33	126	123	9	22	81	69
塩	116	168	160	175	29	99	148	149	5	6	27	18
紙	9	61	80	54	1	3	13	17	0	4	10	4
鉄	80	427	607	761	57	219	324	487	21	87	129	180
B 石油製品	1,376	10,900	13,305	16,445	4,325	6,056	17,934	22,560	750	1,211	12,411	16,527
C 肥料	34	888	1,502	2,491	2,120	4,336	13,493	20,722	1,063	2,134	3,812	6,853
D セメント	261	11,828	14,773	16,147	1,707	3,431	12,570	16,921	1,101	2,214	8,131	10,692
計	2,632	25,685	31,796	37,414	8,661	14,751	45,327	61,780	3,044	5,858	25,014	34,705
比率	1.00	9.76	12.08	14.22	1.00	1.70	5.23	7.13	1.00	1.92	8.22	11.40
専用線貨物トン数 E=A+B+C+D	1,781	23,788	29,766	35,293	8,176	13,856	44,123	60,326	2,923	5,581	24,435	34,141
専用線貨物率	68%	93%	94%	94%	94%	94%	97%	98%	96%	95%	98%	98%

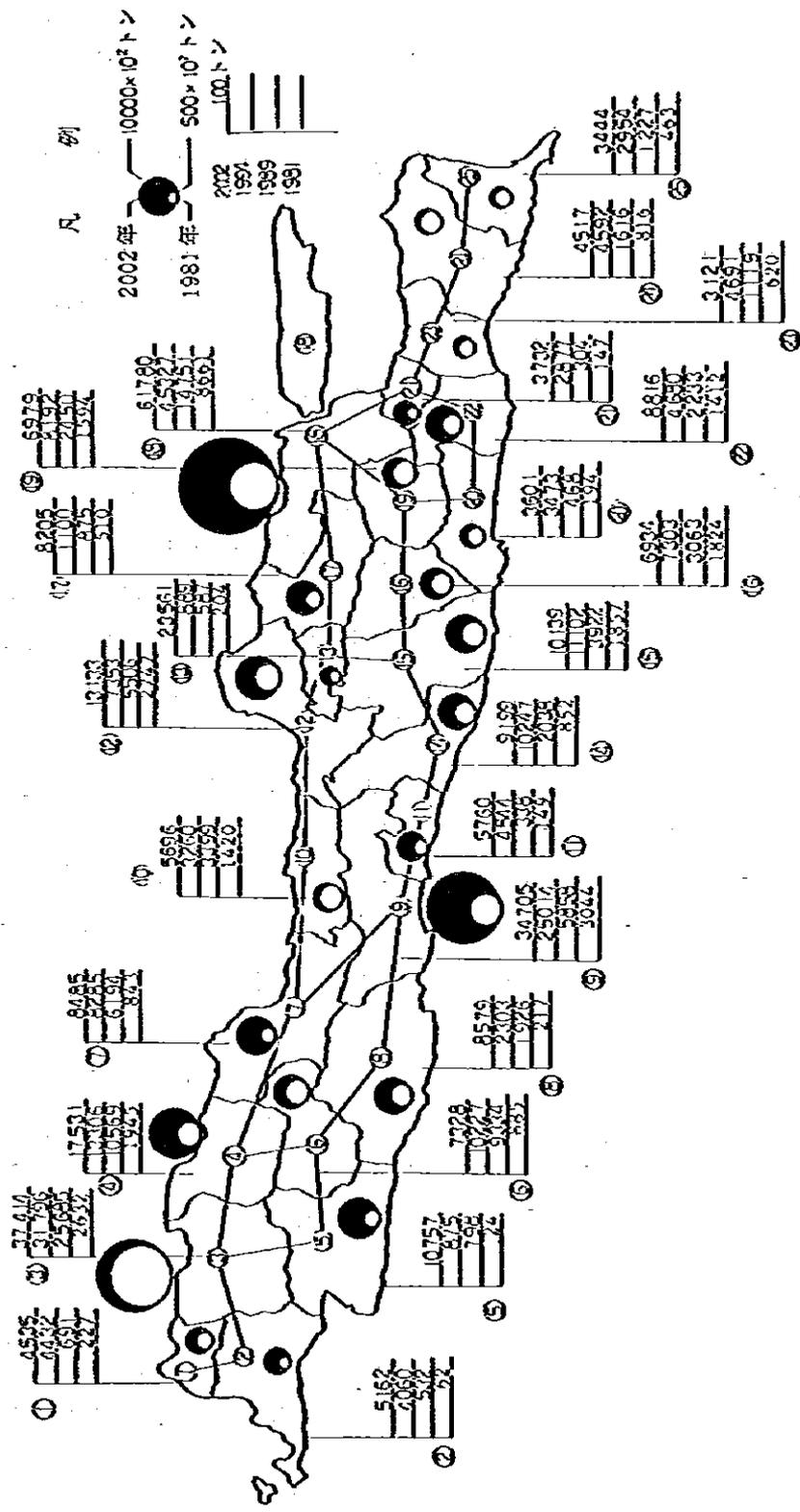


图7.2.12 年次别地域别货物取扱量調査

## (2) 貨物基地整備

ジャワ島全体の2002年25地区鉄道貨物取扱量積卸合計は29,191千トンが予測されている。25地区中で大量貨物取扱地区であるJAKARTA, KROYA, SURABAYAの3地区の鉄道貨物取扱量は13,390千トンであり、全体の46%を占めている。

この3地区は、重要港湾と製造工場を背景にジャワ島内陸部に対する貨物発送基地であり、その他地区は貨物到着消費地である。

その他地区の到着貨物受入れ態勢は、広範囲の駅に分散されるので各貨物駅の取扱量は少なく、貨物設備の整備については現有施設の活用を図ることにより、おおむね対応出来ると思われる。

大量鉄道貨物発送の3地区について貨物施設整備の対策を施せばジャワ島の貨物輸送は円滑に行う事ができる。

### a) JAKARTA 地区

1981年の鉄道貨物取扱量263千トンに対し、2002年は3,741千トンで伸び率は14.2倍になる。主要4品目(砂糖、石油製品、肥料、セメント)の合計は3,529千トンで取扱量の94%を占めている。この4品目の取扱設備を完備すれば2002年の貨物取扱に対応できる。その主なものは石油製品で1981年138千トンの12倍の1,645千トンが予測されている。

積込線はTANDJUNG PRIUK GUDANGから専用線でプロタミナ石油基地に連絡され、荷役は近代化された自動積込装置で行なわれている。2002年にはこの設備の大幅な増設が必要になると思われる。これに付随して積込線路の増設が生ずる。

肥料は1981年3千トンに対し、2002年249千トンと83倍に増加される。積込線はTANDJUNG PRIUK GUDANGで専用線で荷役場に連絡している。2002年には積込設備の大幅な増設が必要になるであろう。

また、セメントは1981年26千トンに対し、2002年は1,615千トンと62倍に増加される。現在の取扱駅であるTANAHABANGの現有施設では対応出来ないので、別途近代的な取扱施設の検討が必要である。これらの大量貨物の輸送は拠点間直行輸送が主体となり、1,000トンけん引による増送で輸送力の向上が図られる。このためには列車長が長くなり着発線の有効長延伸が必要となる。

なお、米、とうもろこし、塩、紙、鉄鋼等は、1981年85千トンに対し、2002年には212千トンと2.5倍に増加される。主な取扱駅であるJAKARTA, GUDANGでは、現在余力のある、地平積卸設備と倉庫を保有しているので、これら施設を保健整備すれば2002年に対応出来ると思われる。

### b) KROYA 地区

1981年の鉄道貨物取扱量301千トンに対し2002年には3,471千トンと11.4倍に増加す

る。

主要4品目(砂糖、石油製品、肥料、セメント)は2002年3,414千トンと全貨物量の98%を占めている。

石油製品は1981年433千トンが2002年には2,256千トンと5.2倍に、肥料は106千トンが685千トンの6.5倍、セメントは110千トンが1,069千トンの9.7倍に増加される。

石油製品はMAOSのブクミナ石油基地で扱われ、2002年には荷役装置の増設が必要である。

肥料はCILACAP-PELASUHANに有る肥料工場の荷役設備の拡張が必要である。

セメントはKARANG TALUNに有るセメント工場内の荷役設備の増強が必要である。これらの荷役設備増強に付帯して、積込線路の増設が生じてくる。

また、拠点間直行輸送に対応出来る着発線の延伸も必要である。

### c) SURABAYA 地区

1981年の鉄道貨物取扱量は866千トンに対し2002年には6,178千トンと7.1倍に増加する。

主要4品目(砂糖、石油製品、肥料、セメント)の2002年は6,033千トンで全貨物量の98%を占める。

大量物資である石油製品は1981年433千トンが2002年には2,256千トンと5.2倍に、肥料は106千トンが685千トンの6.5倍に、セメントは171千トンが1,069千トンの6.3倍に増加される。

石油製品はBANTANG橋内のブクミナ石油基地で扱われ2002年には大幅な荷役設備の増強が必要である。

肥料はKALIMASの肥料袋詰工場の増設が必要であり、セメントはINDROのセメント積込設備の増強が見込まれる。

これらの荷役設備増強に付帯して、積込線路の増設が生じてくる。

また、拠点間直行輸送に対応出来る着発線の有効長延伸が必要である。

以上、3地区の貨物拠点整備計画樹立に当っては、各地区ごとに都市計画や環境整備条件が違うので、個々について十分調査の上、整合性を保つよう計画することが必要である。

また、拠点整備は、経済の発展に伴って逐次増加される貨物量に付随し、荷主の負担のもとに整備が行なわれるものと思われるので、別途、詳細に調査検討が必要である。

### (3) 貨物駅集約

現在、鉄道貨物輸送は定形、大量物資輸送の分野に於て優れた経済性を発揮し、石油製品、肥料、セメント、精密等の輸送に当たっている。

今後、鉄道貨物輸送をめぐる環境は電化によるスピードアップ、物資別直行輸送等の輸送サービス向上の施策を採用するならば、増加の傾向を示すであろう。

しかし、輸送力や車両が整っても貨物を取扱う駅荷役設備は旧式なもので、現状の取扱量が限度であるので貨物増加量を消化することができない。

増加する貨物量に対しては、近代的荷役機械やトラックの増備が行なわれて完遂される。このため貨物駅の積卸場の拡張、物資別倉庫、サイロ等の新設、トラック通路の確保等の施策が必要である。

貨物列車の速達性を昂上するには拠点と拠点を結ぶ直行貨物列車運転が望ましく、散在する貨物駅に少量車両を配送することは手間と時間のロスを伴う。これを解決するため小形貨物駅を集約して適性位置に近代的統合駅を新設、または、改良することが望ましい。

ジャワ島25地区の貨物列車本数を試算すると表7.2.6の如く、2002年に合計175本である。貨物発生拠点であるSURABAYAの貨物列車本数は37本、JAKARTA 23本、KROYA 21本と上位を示し、受け皿であるCIKAMPEK 10本、SEMARANG 8本、SUKABUMI 7本、SOLO 6本が続いている。

貨物駅集約は拠点間直行列車が育つ貨物量が必要である。前記した受け皿の4駅について列車運行本数を検討する。(表7.2.5)

表7.2.5 拠点間貨物取扱量他調

地区名		JAKARTA	SURABAYA	KROYA	その他	計
CIKAMPEK	A	9,240	2,193	4	6,094	17,531
	B	27	6	-	18	50
	C	6	1	-	3	10
SEMARANG	A	954	5,725	2,882	3,572	13,133
	B	3	17	8	10	38
	C	1	4	2	2	8
SUKABUMI	A	8,372	2,193	33	159	10,757
	B	24	6	-	0	31
	C	5	1	-	0	6
SOLO	A	337	63	5,876	3,863	10,139
	B	1	-	17	11	29
	C	-	-	4	2	6

A… 2002年貨物取扱量(概算計) 100トン/年

B… 1日当り取扱量  $A \times 1.05 \times 1/365$

9品目取扱量  $\times 1.05 =$  全取扱量 100トン/日

C…  $B \times 1/4.8$  4.8百トン…1列車貨物積載量貨物列車本数

表 7.2.6 年次別、地区別貨物取扱トン数（発着計）一日当り

単位：100トン/日、本

地 区	1989	1994	2002	貨物列車本数		
				1989	1994	2002
1 Merek	2	13	13	0.4	2.7	2.7
2 Rankasbitung	2	12	15	0.4	2.5	3.1
3 Jakarta	74	91	108	15.4	19.0	22.5
4 Cikampek	30	38	50	6.3	7.9	10.4
5 Sukabumi	2	3	31	0.4	0.6	6.5
6 Bandung	27	29	21	5.6	6.0	4.4
7 Cirebon	18	24	24	3.8	5.0	5.0
8 Tasikmalaya	6	7	25	1.3	1.5	5.2
9 Kroya	17	72	100	3.5	1.5	20.8
10 Pekalongan	10	9	16	2.1	1.9	3.3
11 Kebumen	1	13	17	0.2	2.7	3.5
12 Semarang	16	21	38	3.3	4.4	7.9
13 Purwodadi	2	3	7	0.4	0.6	1.5
14 Yogyakarta	6	29	26	1.3	6.0	5.4
15 Solo	11	32	29	2.3	6.7	6.0
16 Hadiun	9	21	20	1.9	4.4	4.2
17 Bojonegoro	3	3	24	0.6	0.6	5.0
18 Surabaya	42	130	178	8.75	27.1	37.1
19 Kertosono	7	24	20	1.5	5.0	4.2
20 Tulungagung	1	10	10	0.2	2.1	2.1
21 Bangil	1	8	11	0.2	1.7	2.3
22 Malang	6	13	25	1.3	2.7	5.2
23 Probolinggo	3	13	9	0.6	2.7	1.9
24 Jember	5	13	13	1.0	2.7	2.7
25 Banyuwangi	4	8	10	0.8	1.7	2.1
Total	305	639	840	63.5	133.1	175.0

備 考

1日当り貨物積卸トン数は、需要予測貨物トン数（9品目）× 1.05（全貨物量）× 1/365日として算出した。

1列車 貨車32両+空車19両=51両とすれば1列車当り貨物積込量は、32両×15t = 480tである。これを基に地区別貨物列車本数を算定する。

CIKAMPEK は、JAKARTA から貨物列車6本、SURABAYA から1本の貨物財源があり、その他地区から3本の貨物列車扱いとなっている。

同様に SEMARANG は SURABAYA 4本、KROYA 2本、その他2本、SUKABUMI は JAKARTA 5本、SURABAYA 1本、その他1本、SOLO は KROYA 4本、その他2本と予想される。

地区ごとに1箇所の貨物駅とすると統合される駅は、

CIKANPEK …… KRAWANG, PURWAKARTA, PEGADAN, BARU

SEMARANG …… KENDAL, SEMARANG PONCOL, SEMARANG-GUDANG,

DEMAK, KUDUS, PATI

SUKABUMI …… CIANJUR

SOLO …… KLATEN, PURWOSARI, MASARAN, SUKOHARJO,

PASARNGUTER, WONOGIRI

になると考えられる。これにより24本の効率の良い直行列車の運転が可能となる。

将来の貨物輸送量の増加に対処するには、輸送力の増強および輸送網の拡大等輸送体制の改善が必要である。貨物駅集約は、輸送体制改善の一方策として述べたもので計画に当っては、別途詳細な検討が必要である。

### 7.2.3 貨車ヤード

ジャワ島には、JAKARTA 地区と SURABAYA 地区に貨車ヤードがある。

#### (i) JAKARTA 地区の将来構想

JAKARTA 地区の貨車ヤードは CIPINANG にあって、1日600両の分解組成能力がある。このヤードの使命は JAKARTA 地区の駅順組成と、BANDONG, CIKANPEK, JATIBARANG, SEMARANG, KALIMS 各駅への仕分組成である。

JAKARTA 地区の貨物輸送経路の将来計画では、北線の BEKASI 付近から CIBINANG 貨物線が南北に伸び、北は TANJUNG PRIUK GUDANG に結ばれ、南は CIBINANG 地域に達するものである。

これにより東線経由の貨物列車は廃止され、新線経由に変更される。即ち、大量貨物発送駅である TANJUNG PRIUK GUDANG、到着貨物の多い JAKARTA GUDANG は、この新線を利用し搬出入される。その場合 CIPINANG は BEKASI の西側にあるため、新貨物線を經由するには折返し運転を生じ貨物列車の取扱いには不便になる。

一方、TANJUNG PRIUK GUDANG は、仕分線17本を持つ港湾ふ頭貨車仕分駅で、現在港湾貨物の鉄道利用減少によりほとんど使用していない。限ぎられた土地のなかで有効に活用するには一部引上げ線を改良すれば、本来のヤードの機能を発揮させ貨車ヤードとして使用することができる。

なお、不用になった CIPINANG ヤードは、幹線電化による中長距離列車の始発駅が MA-

NGGARAI になることから始発列車の車両基地として転用することが望ましい。CIPINAN-G は MANGGARAI から約4kmと近く、敷地も120千m<sup>2</sup>を保有しているので車両350両留置および検修設備を収容することが可能である。

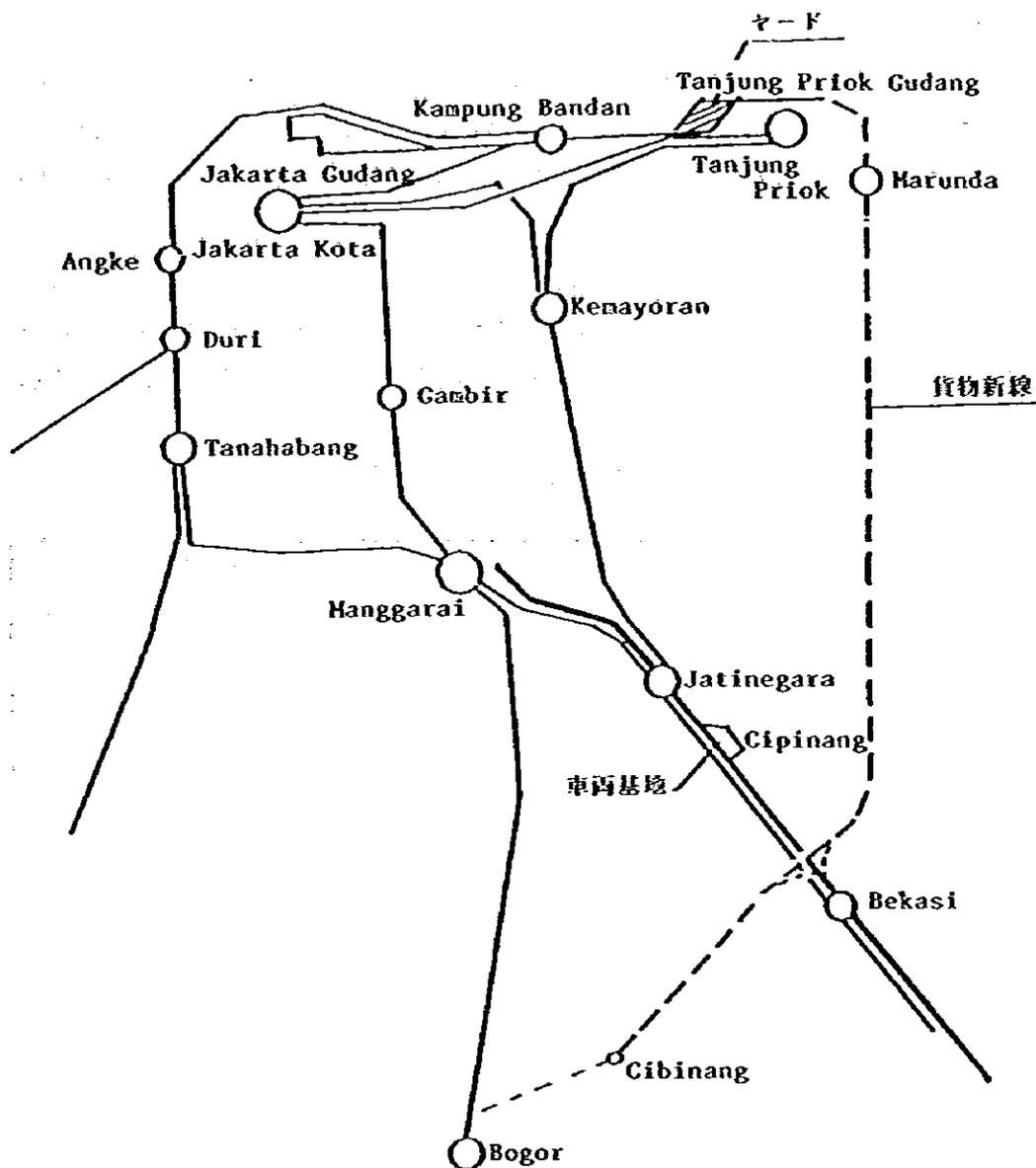


図7.2.13 JAKARTA 地区ヤード、車両基地配置図

(2) TANJUNG PRIUK GUDANG ヤードの検討

2002年のTANJUNG PRIUK GUDANG ヤードで取扱う貨車数を試算する。

JAKARTA 地区とその他地区の運行貨車数は957両、JAKARTA を通して東西に運行する貨車は108両であるため、ヤード取扱貨車数は1,065両である。方面別ではMEREK方248両、SUKABUMI 方274両、BANDUNG 方165両、YOGYARTA 方35両、SURABAYA 方451両が予想される。(表7.2.7, 8, 9, 10)

更に、JAKARTA 地区の物資別貨物量では、石油製品301両、セメント295両、肥料45両の大量の物資があるので地区別、物資別直行貨物列車の運転が考えられる。石油製品とセメントの7割が直行貨物列車扱とすれば417両がヤードから外れ、したがってヤードで仕分組成される貨車数は $1,065 - 417 = 648$ 両程度と思われる。

これは、TANJUNG PRIUK GUDANG ヤードの取扱能力が700両であることから、2002年の貨車取扱に対応できると思われる。しかし本ヤードは港湾貨物の海上コンテナ取扱い、引上線踏切の遮断、CIBINANG 貨物線との接続方法等課題が多く、別途研究調査検討を要する。

表7.2.7 JAKARTA 地区物資別貨車数

項 目	×100トン、両				
	石油製品	肥 料	セメント	そ の 他	計
取 扱 ト ン 数 a	16,445	2,491	16,147	2,331	37,414
一 日 平 均 ト ン 数 b = a × 1/365	45.1	6.8	44.2	6.4	102.5
貨 車 数 c = b × 1/15 トン	301	45	295	43	684

表7.2.8 TANJUNG PRIUK GUDANG ヤード貨車取扱量

方向別貨物取扱量 (JAKARTA 地区 対 24地区)

2002年 × 100トン

地 区 名	取扱トン数	地 区 名	取扱トン数
MERAK 方面		SURABAYA 方面	
MERAK	3,874	CIKAMPEK	9,240
PANKASBITUNG	3,950	CIREBON	713
TOTAL	7,824	PEKALONGAN	435
SUKABUMI 方面		SEMARANG	954
SUKABUMI	8,372	PURWODADI	66
TOTAL	8,372	BOJONEGORO	75
YOGYAKARTA 方面		SURABAYA	1,328
KROYA	267	BANGIL	8
KEBUMEN	20	MALANG	53
YOGYAKARTA	178	PROBOLINGGO	185
SOLO	337	JEMBER	216
MADIUN	175	BANYUWANGI	248
KERTOSONO	135	TOTAL	13,521
TULUNGAGUNG	116	BANDUNG 方面	
TOTAL	1,228	BANDUNG	4,971
		TASIKUMARAYA	1,498
		TOTAL	6,469

表7.2.9 TANJUNG PRIUK GUDANG ヤード通過貨物量

単位：100トン/日

ZONE	Merak	Rankaspitung	Sukabumi	計
1 Merak	-	-	5	5
2 Rankaspitung	-	-	5	5
3 Jakarta	-	-	-	-
4 Cikampek	479	1,090	2,193	3,762
5 Sukabumi	5	5	-	10
6 Bandung	3	4	7	14
7 Cirebon	4	0	3	7
8 Tasikmalaya	5	3	1	9
9 Kroya	5	5	33	43
10 Pekalongan	1	1	1	3
11 Kebumen	1	1	3	5
12 Semarang	9	17	5	31
13 Purwodadi	1	0	1	2
14 Yogyakarta	4	1	4	9
15 Solo	9	1	5	15
16 Madiun	4	1	4	9
17 Bojonegoro	2	15	3	20
18 Surabaya	79	40	63	182
19 Kertosono	4	2	6	12
20 Tulungagung	6	2	8	16
21 Bangil	1	1	1	3
22 Malang	5	2	4	11
23 Probolinggo	4	3	5	12
24 Jember	16	7	15	38
25 Banyuwangi	11	8	12	31
Total	658	1,209	2,387	4,254

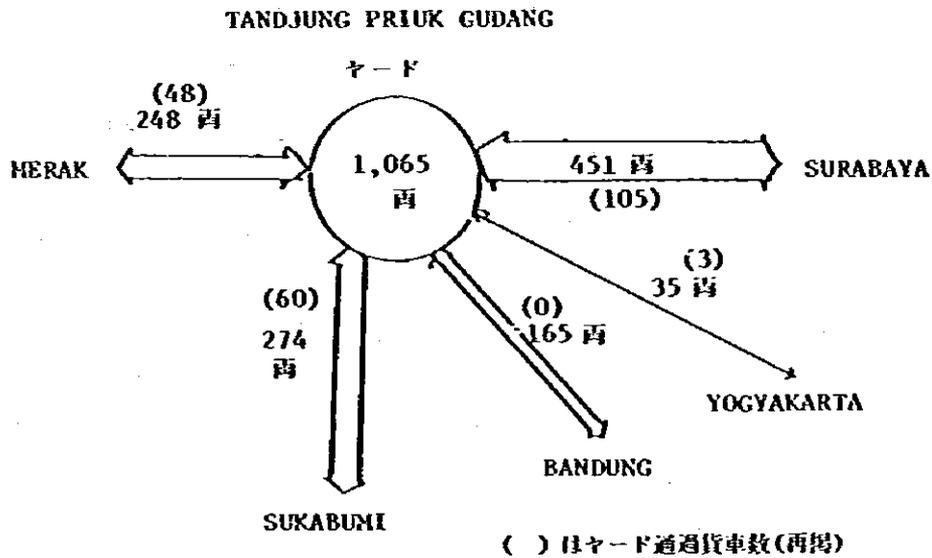
備考

表 7.2.10 ヤード取扱車数 (TANJUNG PRIUK GUDANG)

方 面 別		貨物取扱 トン数 a	一日平均トン数 $b = a \times 1/365$	盆 車 数 $b \times 1/15t$	空 車 数 $c = b \times 0.4$	計 $d = b + c$
		百トン	百トン	両	両	両
MERAK	①	7,824	21.4	143	57	200
	②	1,867	5.1	34	14	48
	計	9,691	26.5	177	71	248
SUKABUMI	①	8,372	22.9	153	61	214
	②	2,387	6.5	43	17	60
	計	10,759	29.4	196	77	274
BANDUNG		6,469	17.7	118	47	165
YOGYAKARTA		1,228	3.4	23	9	32
SURABAYA		13,521	37.0	247	99	346
計		41,668	114.0	761	304	1,065

①は JAKARTA 地区貨物

②は JAKARTA 通過貨物



### (3) SURABAYA 地区の展望

SURABAYA 地区の、貨車ヤードは SIDOTOPO と KALIMAS の2駅がある。SURABAYA 地区の貨物列車の北線と南線との直通運転は、北線の終点 SURABAYA PASARTURI から入換機関車で KALIMAS に引上げ、貨物通路線を通して SIDOTOPO に転送される。SIDOTOPO ヤードで方向別に仕分、組成し、南線貨物線を経て SURABAYA GUBENG から南線に乗り入れる。南線から北線行きの場合は KALIMAS ヤードが仕分組成を担当する運転方式である。(図7.2.13)

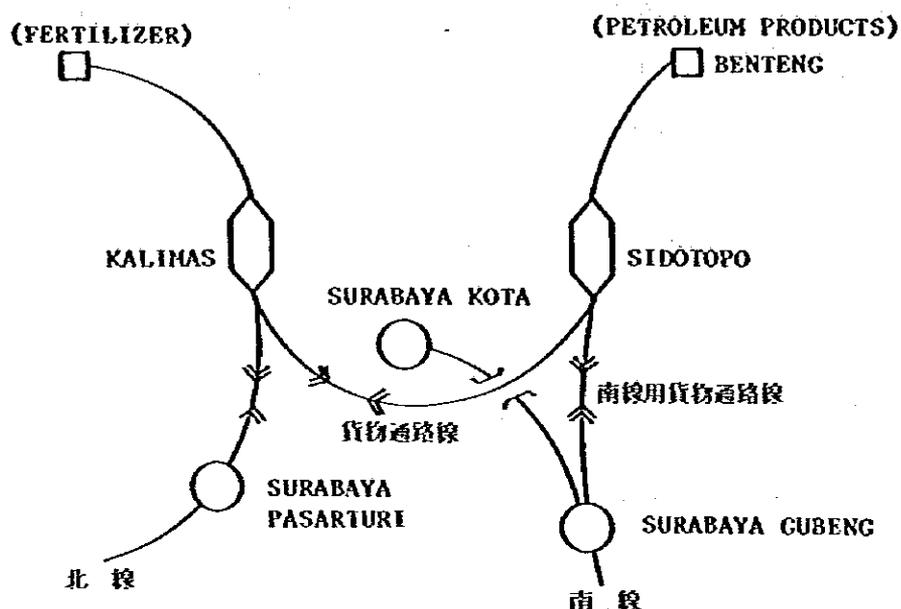


図7.2.14 北線・南線連絡系統図

SIDOTOPO は仕分線19本を保有し、1日1,000両の仕分組成能力があり、南線行き貨物列車の組成を担当している。

KALIMAS は仕分線9本を保有し、1日500両の仕分組成能力があり、北線行き貨物列車の組成を担当している。

2002年の貨物取扱予測量から、両ヤードにかかる貨車取扱数を算定すると、SIDOTOPOヤード扱は1,145両、KALIMASヤード扱500両が予想される。(表7.2.12, 13, 14)

更に、物資別に分類すると石油製品412両、肥料379両、セメント309両の大量物資があり(表8.2.11)この7割の770両が直行貨物列車で運転されると考えると、ヤードで仕分する貨車数は  $1,645 \text{両} - 770 \text{両} = 875 \text{両}$ となる。

表7.2.11 SURABAYA 地区 物資別貨車取扱量

2002年

項 目	石油製品	肥 料	セメント	そ の 他	計
年間取扱量 a	百トン 22,560	百トン 20,722	百トン 16,921	百トン 1,577	百トン 61,780
一日平均取扱量 b = a × 1/365	61.8	56.8	46.4	4.3	169.3
盆 車 両 数 c = b × 1/15	両 412	両 379	両 309	両 29	両 1,129
貨 物 発 生 地	BENTENG	KALIMAS	INDRO		

したがって、SIDOTOPO および、KALIMAS ヤードは、ほぼ現在施設で、入換機関車の適性配置を行えば、仕分組成能力を十分に発揮し得るので、2002年には対応できると思われる。

表7.2.12 SURABAYA 地区行先別貨物取扱量

2002年 ×100トン

SIDOTOPO ヤード		KALIMAS ヤード	
地 区 名	取 扱 ト ン 数	地 区 名	取 扱 ト ン 数
BANYUWANGI	2,360	BOJONEGORO	7,202
JEMBER	3,835	PURWODADI	1,289
PROBOL	2,693	SEMARANG	5,725
BANGIL	3,663	PEKALONGAN	1,444
MALAG	8,450	CIREBON	1,110
TULUNGAGUNG	3,078	CIKAMPEK	59
KERTOSONO	6,564	JAKARTA	1,328
MADIUN	5,851	RANKASBITUNG	40
SOLO	3,523	MERAK	79
YOGYAKARTA	2,210		
KEBUNEN	47		
KROYA	515		
TASIKUMARAYA	437		
BANDUNG	214		
SUKABUHI	63		
計	43,503	計	18,277

表7.2.13 SURABAYA 地区通過貨物取扱量

地区名	2002年					TOTAL
	BANGIL	HALAG	PROBOL	JEMBER	BANYU WANGI	
JAKARTA	5	53	185	216	240	702
CIREBON	17	67	18	67	144	313
PEKALONGAN	4	24	7	27	85	147
SEMARANG	3	16	4	28	51	102
PURWODADI	1	3	1	3	10	18
BOJONEGORO	2	5	1	3	11	22
Total	35	168	216	344	541	1,304

表7.2.14 ヤード別貨車取扱数

ヤード名	種別	年間貨物 取扱トン数	一日平均 貨物量 A	盆車数 B=A×1/15t	空車数 C=B×0.4	計 D=B+C	合計
SIDOTOPO	SURABAYO 着発	千トン 4,350	千トン 11.9	車 795	車 318	車 1,113	車 1,145
	通過	130	0.4	23	9	32	
KALIMAS	SURABAYO 着発	1,828	5.0	334	134	468	500
	通過	130	0.4	23	9	32	

## 第8章 車 両 計 画

## 第 8 章 車 両 計 画

インドネシア国、ジャワ島幹線 2,500 km について調査し、幹線の電化を進め、鉄道の近代化を進める。

鉄道幹線を電化を計画するに当たって、現状ならびに将来の運輸状況、形態、路線状況、信頼性、保守を考慮しながらインドネシア国鉄に最も適する車両を検討する。

### 8.1. 電化計画の基本事項

#### 8.1.1. 電化方式

電化方式は世界的にはさまざまな方式がある。大別すれば直流・交流に分けられ、直流は 600 V ~ 3000 V、交流方式は 15 kV ~ 25 kV、特殊な例として 50 kV、周波数としては、 $16\frac{2}{3}$  Hz、25 Hz、商用周波数の電気方式がある。

これ等の方式は一長、一短があり、即ちジャカルタ周辺は 1500 V の電化されている事情もあるが、一方全国的な今後の電化としては、現在までの検討経過から、基本的には商用周波数 50 Hz、標準電圧 25 kV が有利である。

#### 8.1.2. 電気機関車の基本条件

- 1) 電気方式
- 2) 最大けん引荷重
- 3) 最高運転速度
- 4) 車両限界
- 5) 軸 重

以上の条件のもとに

- 6) 環境条件
- 7) 加速性能
- 8) ブレーキ
- 9) 総括制御
- 10) その他

等を考慮しながら検討を進めた。

#### 8.1.3. 電気機関車の基本性能

輸送需要想定および電化時点における諸状況想定からジャワ島幹線電化は、いわゆる南線、北線、およびバンドン線が当面、最重要線であろうと想定した。前項の基本条件の制約の中で、かつそれ等の線の性格を考慮して、単位列車の種類別、荷重および速度の想定を行いそれ等各々の線路条件に想定した電気機関車の特性による走行シミュレーションを繰返し、ジャワ島電化に適し

た標準電気機関車を決定する。

## 8.2 電気機関車計画

### 8.2.1 軸重と軸配置

インドネシア国鉄の許容軸重は線路の改良の進展に伴い、現在の 15t/軸から 18t または 20t/軸に強化する計画がある。電気機関車の軸数は所要の粘着係数、軸重そして自重と相互に関係する。今回の電化計画では、電気機関車の軸重は 15t/軸とした。

これらを具体化する軸配置として、

6軸 電気機関車総重量 90t Bo-Bo-Bo, Co-Co

4軸 電気機関車総重量 60t Bo-Bo,

4軸の場合、交流電気機関車総重量を 60t におさえるためには設計上特段の工夫を必要とする。JNR では Bo-2-Bo の軸配置方式を採用して、軸重可変で軽減化をはかっている例もある。

これ等については、後項のシミュレーションにて詳しく述べる。

### 8.2.2 対象線区

ジャワ島幹線電化計画 2,500km のうち、当初電化すべき線は輸送量その他の条件から、

- (1) Jakarta - Surabaya (北線)
- (2) Jakarta - Surabaya (南線)
- (3) Jakarta - Bandung (Bandung 線)

と考え、車両計画を進める。

路線条件は、

- (1) については、ほぼ海岸線に沿っており、5%以下の平坦線。
- (2) はジャワ島中央を横切る Prupuk - Purwokerto 間に中程度の勾配がある。
- (3) は 173 km のうち Purwakarta - Padalarang 間 56 km は 15 ~ 16% の勾配と半径 200 m のカーブが多数あり、(1)(2)と比較して大きく異っている。

### 8.2.3 輸送形態と列車種別および荷重

インドネシア国鉄の輸送は、旅客輸送は中長路線列車が主体となっており、停車駅間も長い、一部の列車は固定編成として運転されている。おおむね 8 ~ 10両で運行されている。したがって旅客列車の荷重として 400t とした。

貨物輸送は比較的 bulky なものを主体として輸送が行われており、輸送単位、行き違い等を考慮すれば、一列車当りの荷重として、1,000t 程度が適当であろうと考えた。

### 8.2.4 最高運転速度

従来の輸送と線路、信号、車両等の改善を考慮し最高運転速度は旅客列車、貨物列車各々について次の様に設定する。

旅客列車	100 ~ 120 km/h
貨物列車	75 km/h

### 8.3. 車両限界

これから交流電化を始めるインドネシア国鉄にとって、交流電化区間の建築限界および車両限界の決定は、将来の発展にも関連する重要事項である。

交流電化区間の車両限界は、現用の非電化区間の車両限界をベースとして、上部のパンタグラフに対する限界をどのように設定するかによって定まってくる。図8.3.1に電化対象となる Main trackにおける現用の車両限界を示し、また図8.3.2に既に直流電化されている区間のそれを示す。

パンタグラフを折りたたんだ時の屋根上取付面からパンタグラフ上面までの高さは、最大700mm (碍子を含む) と考えればよい。屋根高さは電気車 (EI, EC共) ではレール面上 3,600mm 程度は確保するのが望ましく (ジャカルタ近郊電車はこの値と同じである)。したがって車両限界のパンタグラフ折りたたみ高さはレール面上 4,300mm とすれば理想的である。(この値は JNR と同じ)

しかし、トンネル断面等の制約で、上記の高さが確保し難い場合は、これを低減するほかない。低減し得る限度は、原理的に現用の車両限界の最大高さ (= 3,800mm) までであり、それ以下にすると現用の客車等の上部とトロリー線との絶縁距離 (Isolating distance) がとれなくなる。

しかし、3,820mm の場合は、折たたみ高さの極めて低いパンタグラフ (碍子を含めて 550mm 程度) を採用しても屋根高さは 3,250mm 程度となり、床面上の天井高さは電気機関車の場合 1,700mm、電車の場合 1,900mm 程度となり、実用上支障のある値となる。したがって最低限 4,000mm のパンタグラフ折たたみ高さを確保したい。今後、トンネル改修の可能性と関連づけて具体的に定めることとする。

なお付言すれば、このような低い限界を採用せざるを得ない線区は限られているのであるから、鉄道の構造に関する一般的な規程では、理想的な 4,300mm に定めておき、特殊な線区だけに低減した高さ (例えば 4,050mm) を暫定的に適用するとともに、将来、トンネル改築等の際に改良するよう計画することが望ましい。

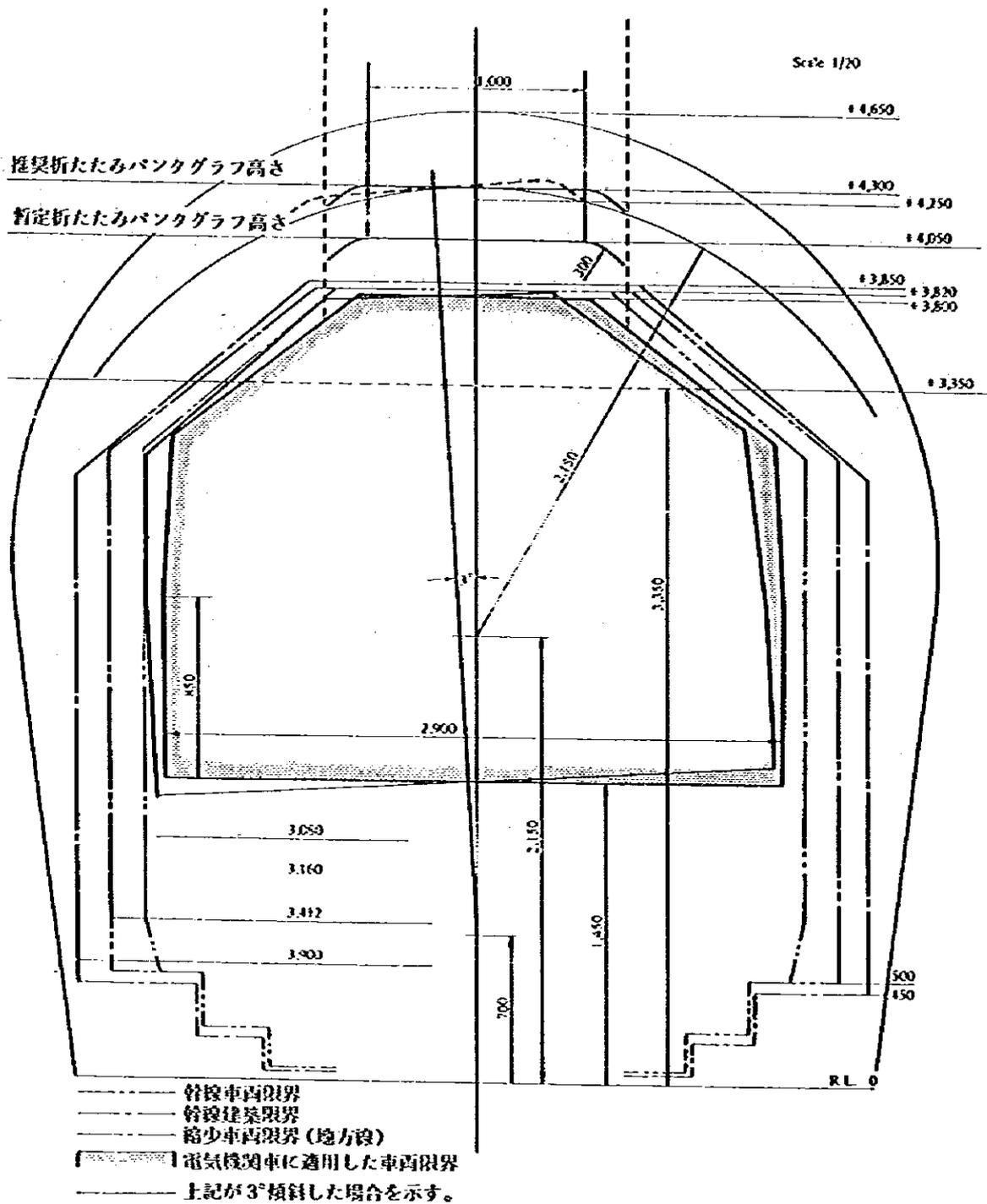


図8.3.1 ジャワ島幹線交流25 kVにおける車両限界 (暫定)

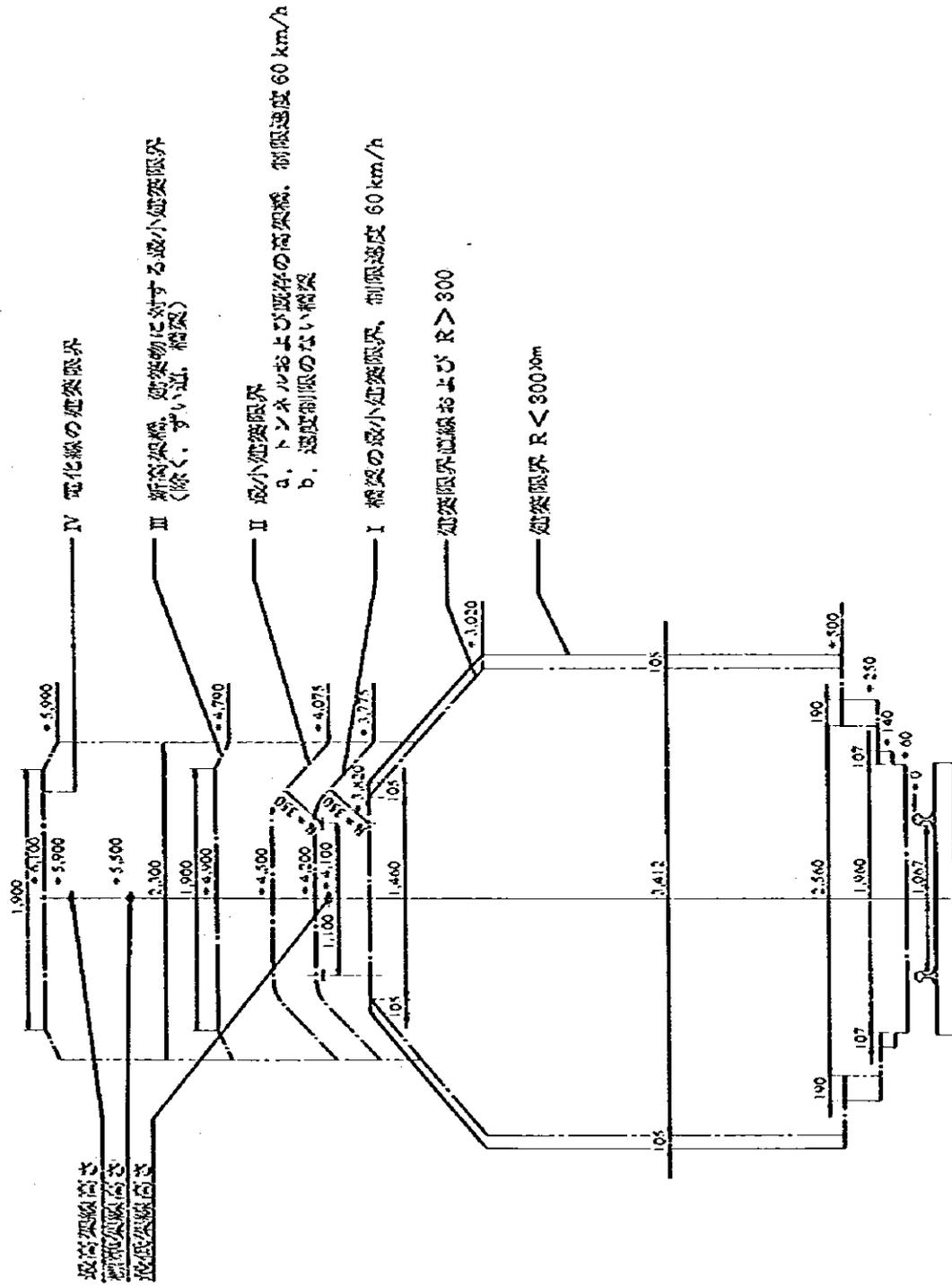


図 8.3.2 インドネシア国鉄電線路車高限界 (JABATOBEB 既電化対象)

## 8.4 性能計画

ジャワ島幹線電化に投入する電気機関車の性能の計画に当っては、前記の3線区について、まず次にあげる基礎条件を設定し、列車運転シミュレーションを繰り返して、経済的で最適な標準機関車の性能と定格を決定する。

### 8.4.1 列車重量

列車の編成両数や重量は、輸送需要との関連において、線路や停車場などの設備能力、機関車性能、線路容量表定速度などを考慮して決められる。

対象3線区のうち、北線は最急勾配が5%の平坦な線区であり、設備を整えば数千トンの長大貨物列車も容易に運転し得るが、現在の設備能力は最大1,000tonである。

南線は山越えの13%勾配があり（一部に16.7%があるが200m余りの短区間なので考慮しなくてよい）、列車の最大重量はこれによって定まるが、現在の設備能力から見て最大1,000tonで検討することとする。バンドン線は15~16%の勾配と半径200mの急曲線が連続しており、貨物輸送のウェイトも高くないので、標準機関車でけん引可能な600ton程度まで考えることとする。

旅客列車の重量は到達時分（表定速度）の点から決まる要素が大きく、現在の列車重量と同じ400tで検討する。

### 8.4.2 列車抵抗

列車抵抗は以下の抵抗の和である。走行抵抗、出発抵抗、こう配抵抗、曲線抵抗。

(1) 出発抵抗はけん引車と被けん引車によって異なり、輪受によっても異なる。JNRでの値は次表のとおりで、速度10km/hまで直線的に減少するものとしている。

表8.4.1

車 種	kg/トン	
	平 輪 受	コ ロ 輪 受
電気機関車	8	5
客車・貨車	6	4

(2) 表行抵抗は実験的に求められた算式が用いられており、国によって違いがある。今回の算出に当っては電気機関車についてはJNRの式を、客車、貨車についてはPJKAの列車抵抗式を使った。

$$\text{電気機関車抵抗} \quad (1.72 + 0.0084V)W + 0.0369V^2 \quad \text{kg/t}$$

$$\text{客車列車抵抗} \quad 2.5 + 0.00025V^2 \quad \text{kg/t}$$

$$\text{貨車列車抵抗} \quad 2.5 + 0.0005V^2 \quad \text{kg/t}$$

(注) W: 機関車重量 ton

V: 速 度 km/h

(3) 勾配抵抗  $r$  は勾配の角度を  $\theta$  とすれば、

$$r = 1,000 \sin \theta \doteq 1,000 \cdot \frac{S}{1,000} = S$$

となり、勾配抵抗は勾配  $S$  (%) と同値で表され、上り勾配では (+)、下り勾配では (-) として計算する。

(4) 曲線抵抗は曲線半径、踏面形状、線路のカント、スラック等複雑にからんでいるが、JNR で使用している。  $600/R$  kg/ton ( $R$ : 曲線半径) を使用する。

(5) 列車抵抗は以上の各抵抗の合計として算出する。

## 8.5 機関車の仕様の決め方

前述のような線路条件、荷重条件および運転条件が設定されれば、技術的手法や経済性を考慮しつつ定格 (Ratings) などの機関車仕様を決める。さらに、この仕様にもとづいて対象線区での列車運転のシミュレーションを繰り返して、最適化をして行く。

### 8.5.1 定格けん引力 (Rated tractive effort)

機関車の列車けん引能力および機器の温度上昇や所要容量 (capacity) に関連する基本仕様である。機関車のけん引能力がその粘着性能に基づくものである以上、定格けん引力と粘着性能とは深い関連がある。

一般的な目安として言えば、粘着性能のよい機関車 (交流電気機関車などが、これに該当する) では、その粘着重量 (adhesive weight) の 25% 程度を定格引張力とし、他方粘着性能の劣る機関車 (抵抗制御方式の直流機関車など) では、これを 20% 程度とする。この目安の値からスタートして、対象線区に最も適する値を選定するのである。ただし旅客列車専用の機関車はこれに当てはまらない。

このように定格けん引力を選び、線区の勾配や列車重量、停車回数等によって、温度上昇など種々のデータが得られるので、シミュレーション結果を総合的に吟味して最適化する。インドネシア国鉄の場合、対象3線区のうち、南線の Prupuk - Purwokarto 間が最も厳しい条件となるので、ここにおける機関車の負荷状態から定格けん引力が決まる。

### 8.5.2 定格速度

定格速度は得られる均衡速度や到達速度に関連するが、しかし制御方式と関連づけて考えないと、意味のない数字となったり、誤解を招いたりする。

この機関車の制御方式としては、電圧制御と界磁制御の併用が最も合理的である。

電圧制御は制御性能がすぐれ装置の小型、軽量化も可能なサイリスタ位相制御 (級数コンバータ; cascade convertor) を採用する。また、平坦線区と勾配線区に共通使用する客貨両用機関車であるため、弱界磁制御 (field weakening control) を採用し、多用途性をもたせる。最弱界磁率は、十分な高速性能を与え得る値を選ぶ。

以上のごとく広範囲の弱界磁制御を採用するため駆動電動機の定格電圧は定格電流における直

流電圧の最大値（公称電車線電圧において）に選定し、それに対応した速度を定格速度とするのが妥当である。

### 8.5.3. 定格出力

上記の定格けん引力（トン）と定格速度（km/h）から定格出力が決まる。

$$\text{定格出力} = (\text{定格けん引力}) \times (\text{定格速度}) \times \frac{1}{0.367}$$

しかし、機関車の重量や寸法には制限があるので、このような出力、および性能のものが製作可能であるかどうか信頼性や保守性かどうか等ハードウェア面を十分に検討し、最終的に定格出力を決める。

### 8.5.4. 粘着性能

最大けん引力は粘着性能によって定まる。

粘着性能には3つの異なった対象事項がある。

- (1) 粘着係数とその増大法に関する事項
- (2) 粘着係数有効利用に関する事項
- (3) 再粘着に関する事項

現在の实用レベルから言えば、(1)については砂まきがあり、(2)については連続制御や積重移動補償があり、(3)については機関車自体の自己再粘着性や空転検知による強制再粘着法がある。いずれにせよ、機関車の粘着性能はこれらの3つの事項の総合されたものである。

粘着性能の評価に関して、詳解を起し易い次のような問題があり、注意を要する。即ち停止している列車を出発抵抗に打勝って引張り出す時の粘着性能、つまり速度ゼロの時の粘着性能と、動き出した列車を加速して行く時の粘着性能、つまり中速域の粘着性能とである。

粘着係数自体は速度とともに徐々に低下する傾向をもつほか、勾配の大きさによって出発抵抗と勾配抵抗の関係が変化するため、上記の2つの粘着性能のうち、どちらが、よりシビアな条件になるかは、ケースバイケースで異って来る。一般に緩い勾配での起動では速度ゼロの時の粘着性能がシビアとなり、急な勾配では中速域の粘着がシビアとなる。

粘着係数でみると、現在の高性能交流電気機関車は速度ゼロの起動時において、40%程度、中速域において30%程度は期待出来る。直流電気機関車では粘着係数はそれぞれ25%および20%程度である。これから考えると1,000tonけん引では南線のPrupuk-Purwokerto間は中速域の粘着性能がややシビアな条件となるこの区間の13%勾配上において起動することを条件とするならば、1,000tonではなく、900ton程度が妥当である。

### 8.5.5. 高速性能

高速性能は弱界磁（weak field）によって与えることとし、客車400tonをけん引して、平坦線において速度120km/h程度に均衡するよう選定する。

なお、機関車の許容最大速度としては、今後の軌道改良を考慮して、110~120km/hで検討を

進めることとする。

## 8.6 列車運転シミュレーション

対象3線の線路条件，機関車の性能曲線，旅客，貨物の別とそれぞれの列車重量，走行条件等をインプットし，コンピューターにより運転シミュレーションを行った。アウトプットは速度，時間，キロ程，駆動電動機のRMS電流，消費電力量等である。

### 8.6.1 機関車の性能仕様

機関車は，次の様に各種のものを設定し，シミュレーション結果を比較評価した。これらの性能曲線を図8.6.1，図8.6.5に示す。

結論を言えば，後述の如く，D<sub>3</sub> Typeが最適という結果になった。

表 8.6.1

Type	D-1	D-2	D-3	F-1	F-2
車 配 置	Bo - Bo			Bo - Bo - Bo	
総重量(トン)	60			90	
定格電流(A)	480	480	540	480	480
定格出力(kW)	1,600	1,600	1,800	2,400	2,400
けん引力(トン)	14,000	12,000	13,200	21,000	18,200
定格速度(km)	41	48	49	41	47
主 電 動 機	400kW-900V-480A		450kW-900V-540A	400kW-900V-480A	
弱界磁率(%)	60		50	60	

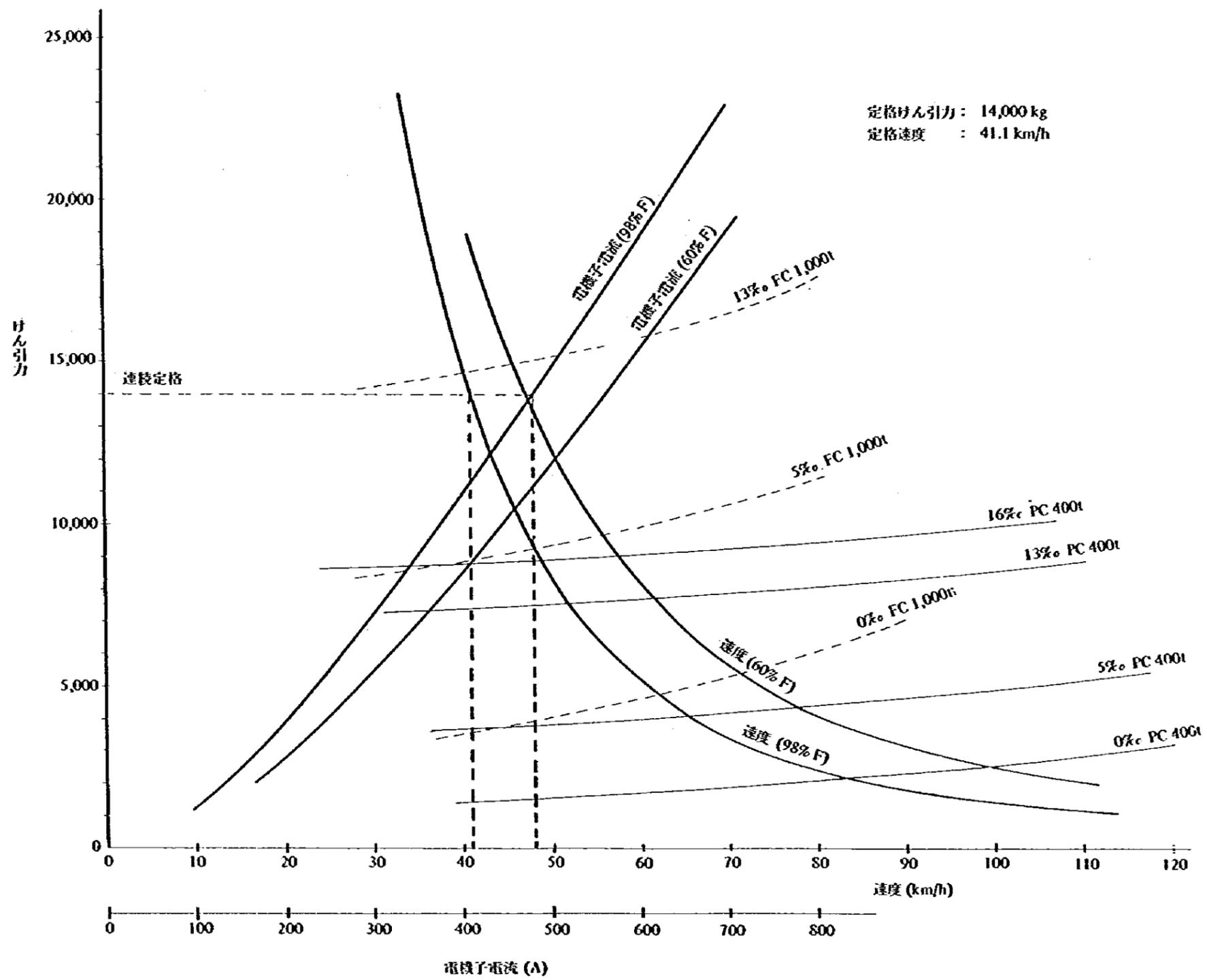


図 8.6.1 D-1型交流電気機関性能

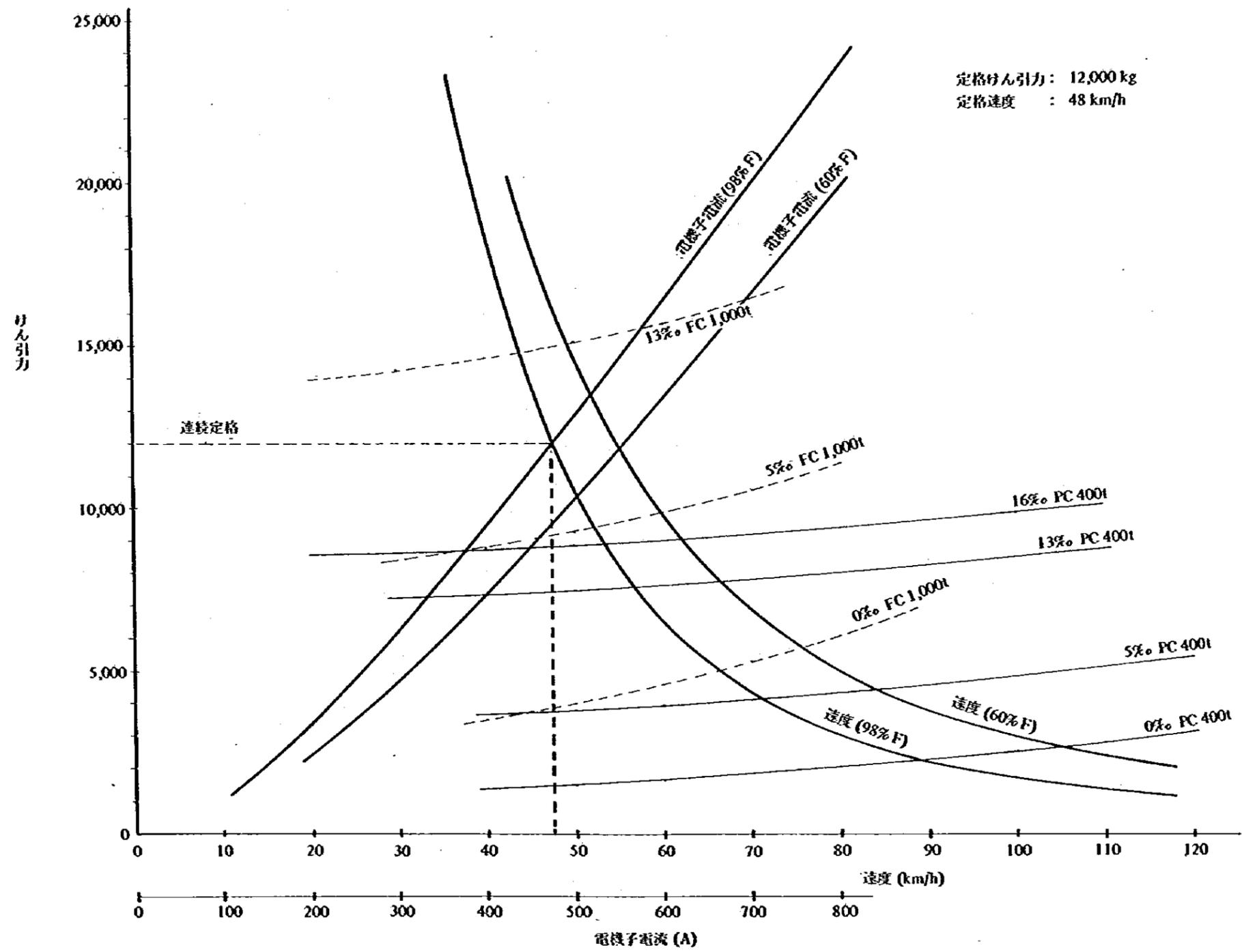


図 8.6.2 D-2型交流電気機関車

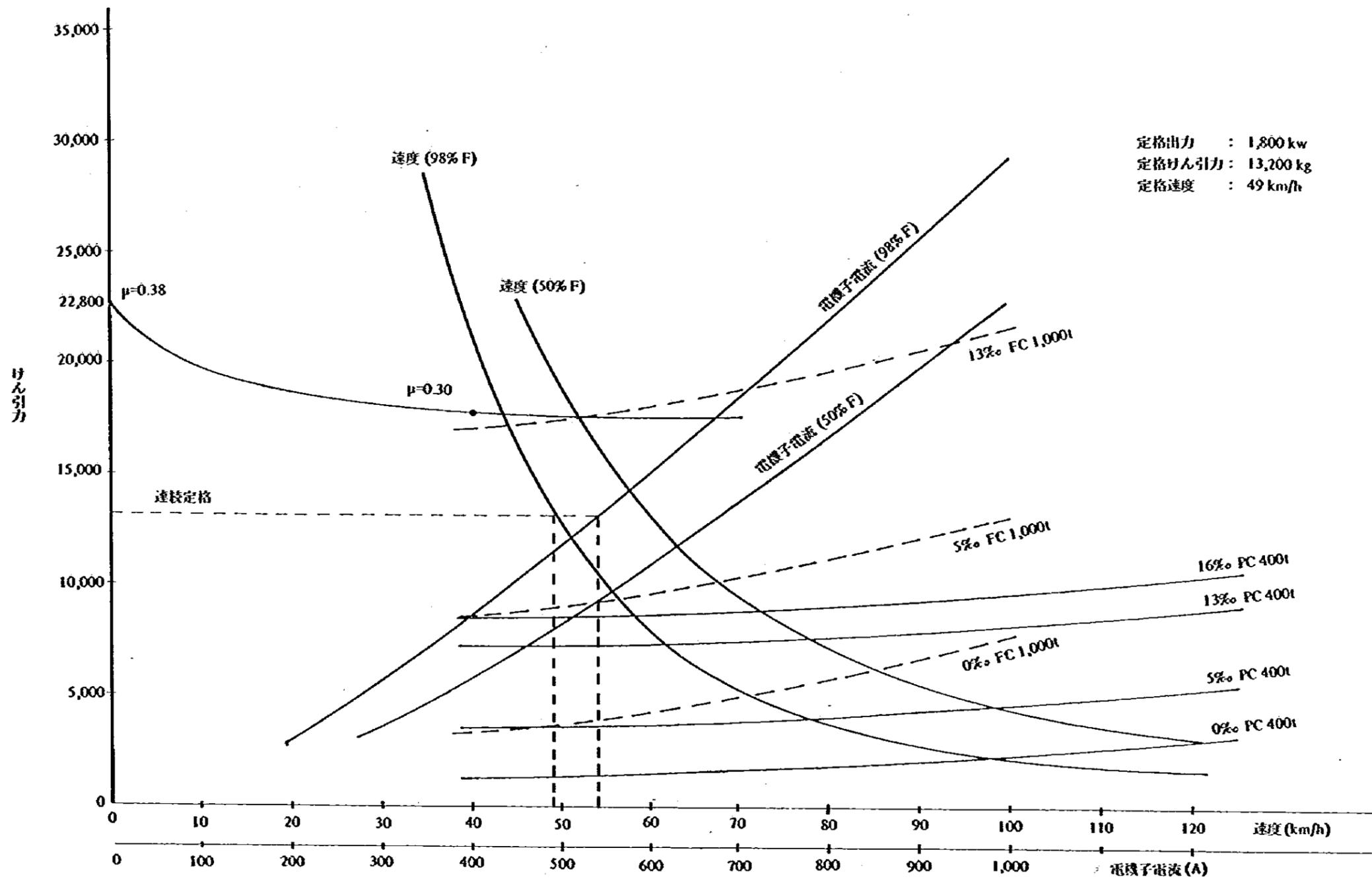


図 8.6.3 D-3型交流電気機関車

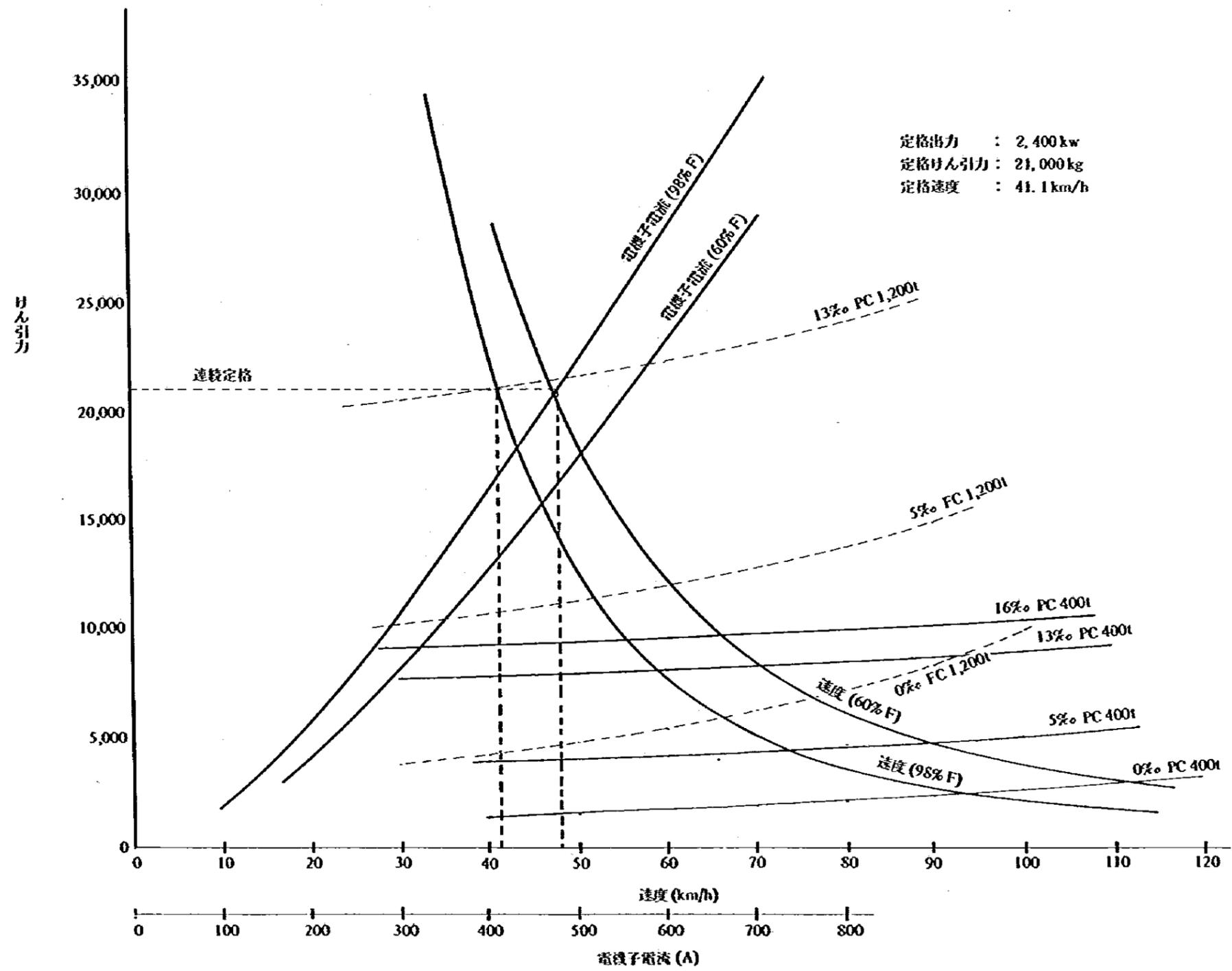


図 8.6.4 F-1 型交流電気機関車性能図

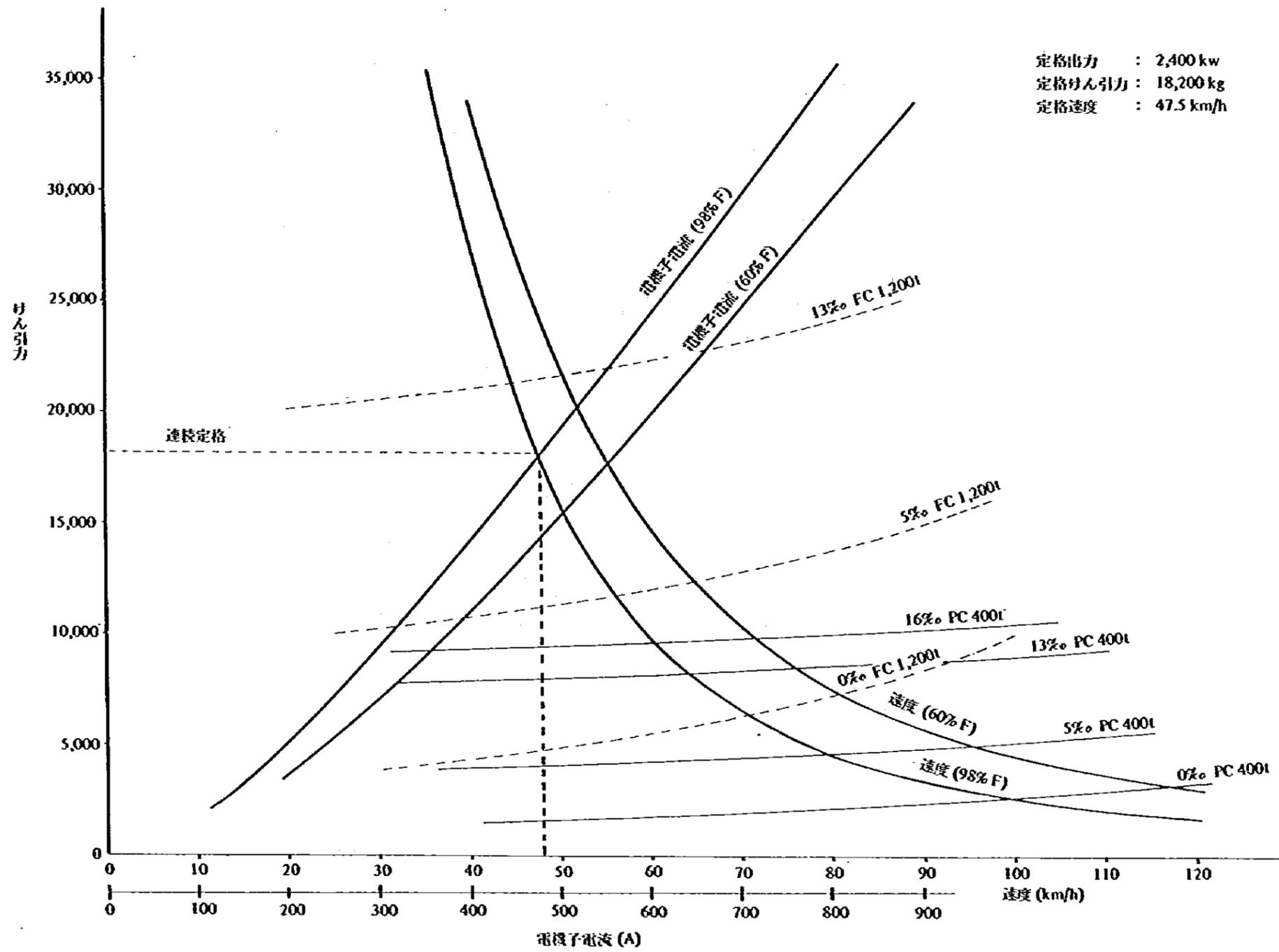


圖 8.6.5 F-2 型交流電氣機車性能圖

### 8.6.2 走行シミュレーション方法

本節では、本報告書の作成において使用した電子計算機による列車走行シミュレーションの手法をいくつかの手順に分けて示す。

#### 手順1.

走行シミュレーションに必要な軌道・条件をコンピュータに読込む。

列車走行抵抗は勾配抵抗、曲線抵抗であり、制限速度は下り勾配、曲線、特定区間、分岐器等のうち最少の値となる。

#### 手順2. 列車のパラメータの決定

手順1では以下に示したような車両のパラメータを決定する。

- (1) 力行特性 (限流値, 制御方式を含む)
- (2) ブレーキ特性
- (3) 動車両数および付随車両数
- (4) 車両の重量
- (5) 車両の許容最高速度 ( $V_M$ )
- (6) ブレーキ減速度 ( $\beta$ )
- (7) 列車長 ( $L$ )
- (8) 列車の走行抵抗 ( $R$ )

#### 手順3. 走行条件の設定

手順2では以下に示したような、列車の走行させるときの条件を設定する。

- (1) 走行段区の許容最高速度 ( $V_L$ )
- (2) 曲線の許容最高速度 ( $V_C$ )
- (3) 勾配の許容最高速度 ( $V_G$ )
- (4) 分岐器の通過制限速度 ( $V_F$ )
- (5) その他の制限速度 (徐行, 信号など) ( $V_S$ )
- (6) 再力行速度幅 ( $V_{LR}$ )
- (7) 最小惰行時分 ( $T_C$ )

#### 手順4. 制限速度曲線の作成

手順3では列車の走行する線路の各地点における許容最高速度 ( $V_{max}(S)$ ) を求める (図 8.6.6 参照)。 $V_{max}(S)$  は各地点において列車が出せる最高の速度であり、式1で定義される。

$$V_{max}(S) = \min(V_L(S), V_C(S), V_G(S), V_F(S), V_S(S), V_M) \dots\dots\dots (1)$$

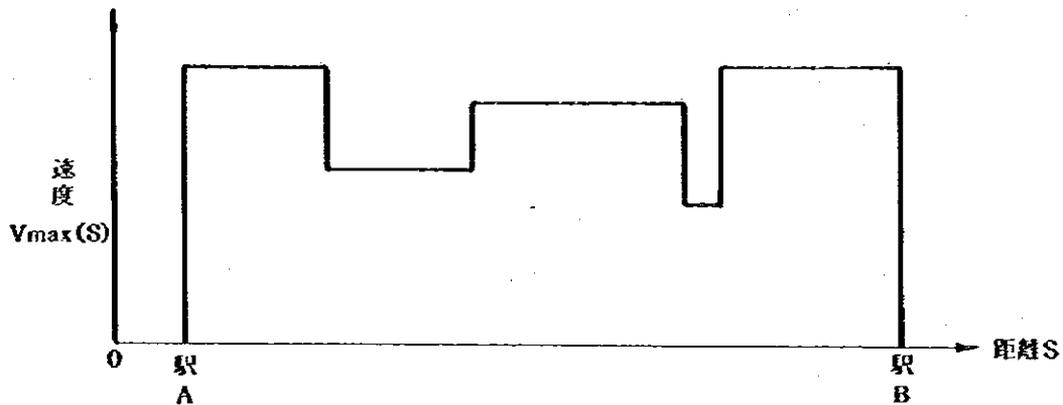


図 8.6.6 制限速度曲線の作成

手順 5. 列車長の補正

列車が走行する場合、列車のいかなる部分もその列車が存在する線路の許容最高速度を越えてはならない。したがって手順 5.では、手順 4.で作成した制限速度曲線を列車長を考慮して補正する。

図 8.6.7 にその例を示す。補正後得られた曲線は、列車の最前部の各地点における許容最高速度をつなぐことにより得られる。

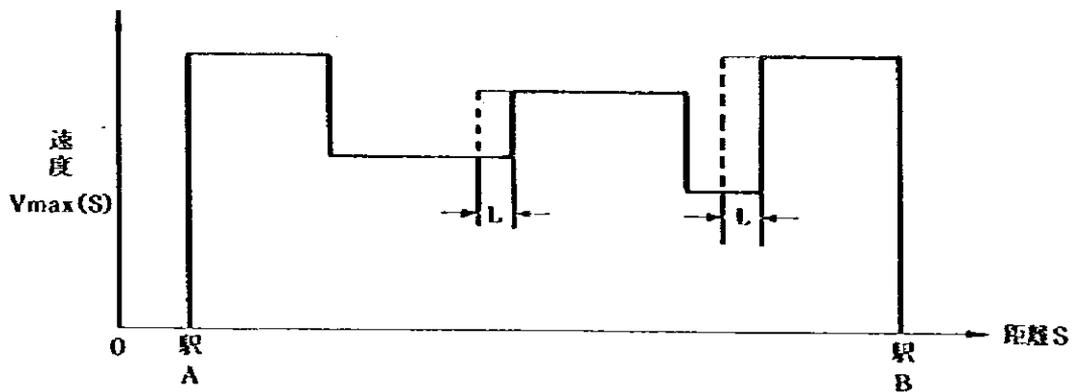


図 8.6.7 列車長の補正

手順 6. 逆行曲線の作成

手順 6.では手順 5.で作成した曲線から逆行曲線を作成する。逆行曲線とは、設定したブレーキ減速度および各地点における列車抵抗から求められる曲線であり、シミュレーション上、列車はいかなる場合もこの曲線によって示される速度  $V_b(S)$  を越えない。シミュレーションのなかで列車が力行または惰行しているときに列車速度が  $V_b(S)$  に達した場合、列車はそれ以降速度が  $V_b(S)$  を下まわるまでブレーキをかけて走行することになる。図 8.6.8 に図 8.6.7 から求

めた逆行曲線の例を示す。

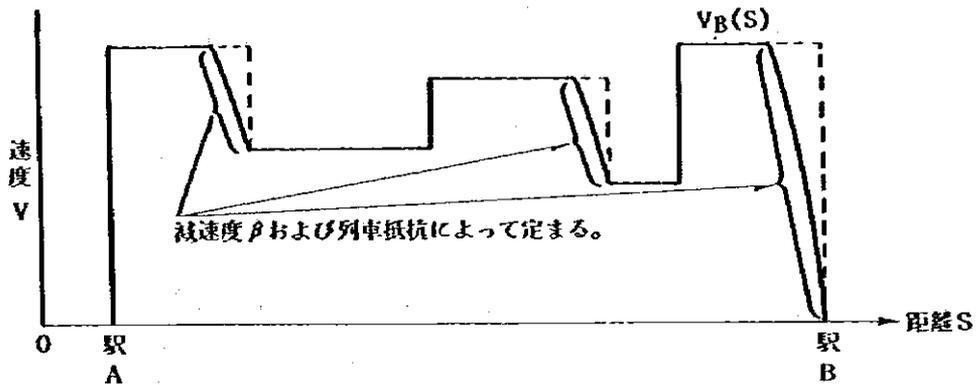


図8.6.8 逆行曲線の例

手順7. 走行計算

手順7.では手順6.で求めた逆行曲線をもとにして、列車の力行、ブレーキ特性にしたがい、プログラム上で列車を走行させ、各地点の速度、主電動機電流、消費電力、時刻を計算する。計算の基本式を式2、式3、式4に示す。

$$F(V) - R(V, W) = W\alpha(V) \dots\dots\dots (2)$$

$$V = \int \alpha(V) dt \dots\dots\dots (3)$$

$$S = \int V dt \dots\dots\dots (4)$$

- ただし、 $F(V)$  : 速度Vにおける引張力
- $R(V, W)$  : 速度V、車重Wにおける列車抵抗
- $\alpha(V)$  : 速度Vにおける加速度
- S : 走行距離

機器の容量決定に際し重要なRMS電流、消費電力量、所要時分等は各地点における列車速度、主要動機電流などを積算することにより求めることができる。

走行計算により得られる走行曲線を図8.6.9に、計算のフローチャートは図8.6.10.に示す。

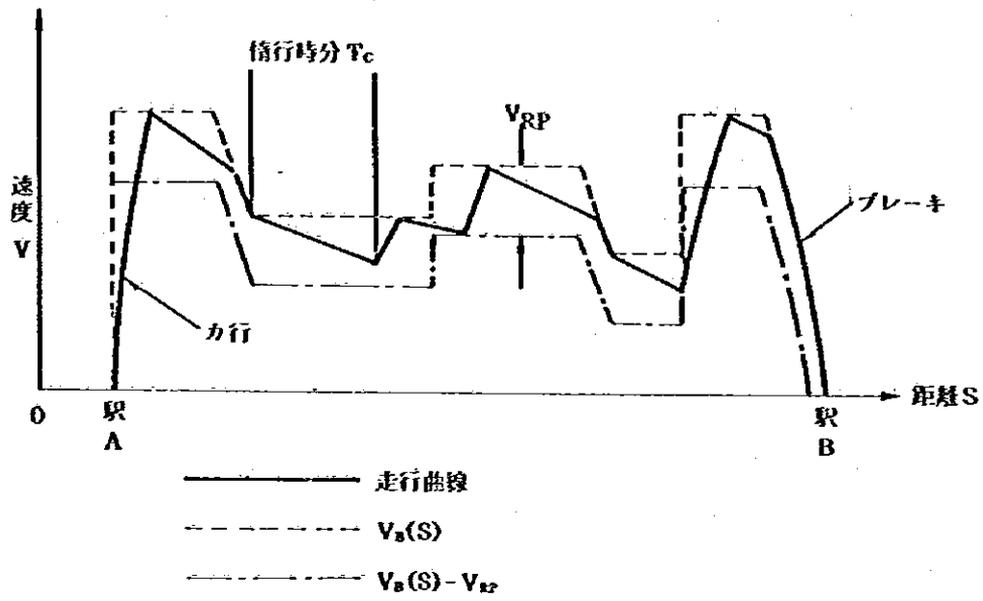


図8.6.9 走行曲線

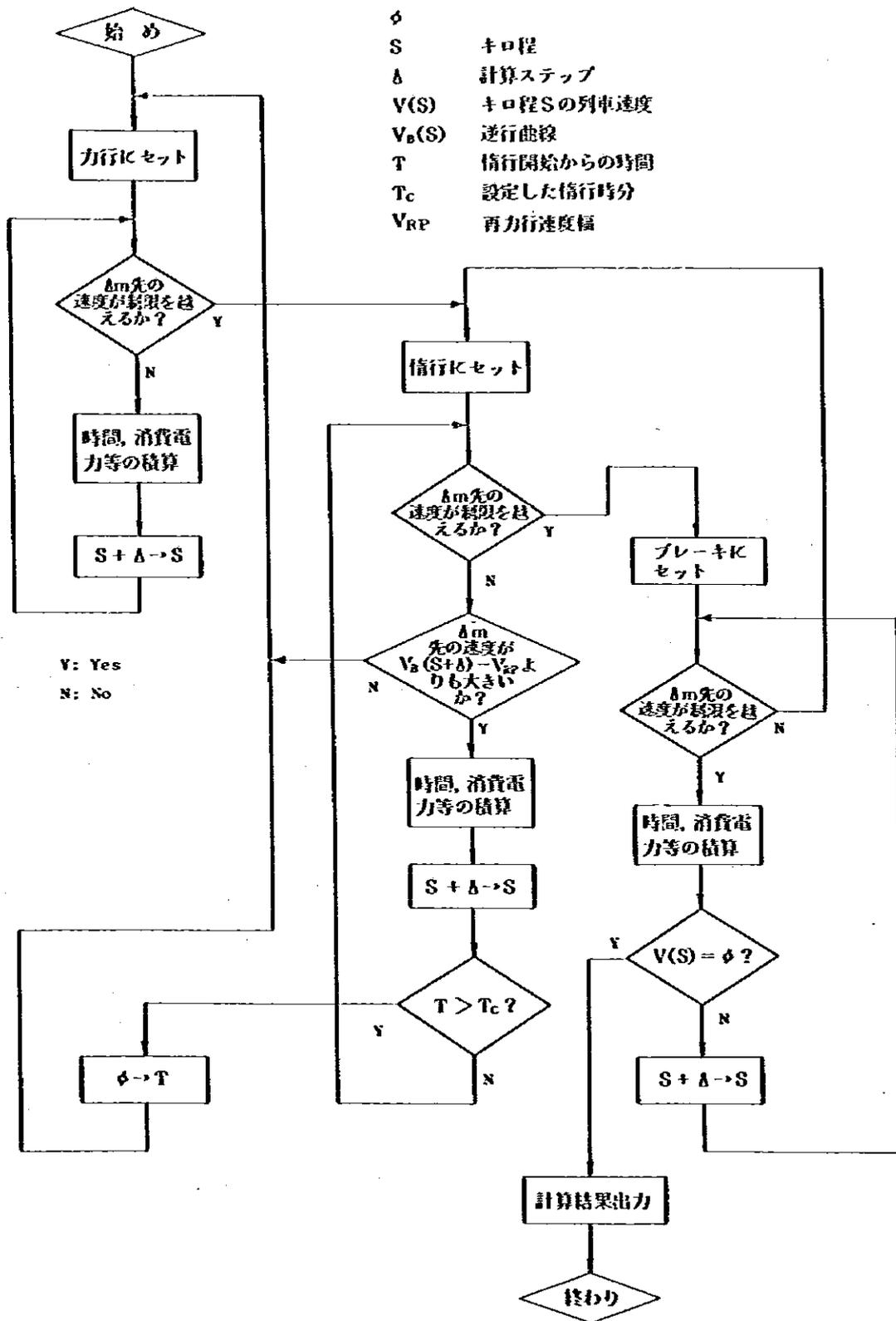


図8.6.10 フローチャート例