

附録1.5 航空一般

経済の発展に伴って航空輸送に対する需要の増加も目覚ましく、またそれに則応するかのように、政府も多額の投資を行なって供給力の増加につとめている。

附録1.5.1はインドネシア政府が空港の整備、機材の購入に充当した投資額であって、第1次5ヶ年計画の実施以来1981年度末までに約3,945億ルピアが投入されている。そのうち56%は海外に資金を仰いでいる。

一方、輸送量は附録1.5.2にみるように1971年から1981年までの最近10年間に、旅客輸送では輸送人キロで年平均19%、貨物輸送ではトンキロベースで同じく19%と高率の伸びを示している。とくに後者においては、トンベースでみると21%の増加率を示しており、これとさきのトンキロの伸率を比較すると、近距離輸送の貨物の伸びの高いことが伺える。

なお、航空輸送の中心をなす国営ガルーダ航空は、旅客輸送、貨物輸送いずれの分野においてもほとんどを占め、94~95%のシェアを示している。ジャワ島の主要都市別発着人員は附録1.5.3に示すように、ジャカルタ、ジョクジャカルタを除いて、ここ数年はいずれも年率20%台の高率で増加している。

附録 1.5.1 航空輸送関係投資

(単位：百万ルピア)

長期計画	自国資金		海外資金		合計		海外資金の割合 (%)	
	計画	実績	計画	実績	計画	実績	計画	実績
PELITA I	19767	19674	15047	19241	34814	38915	43	49
" II	78333	78333	180930	125975	259263	204308	70	62
" III (1981~1982)	138607	75839	138565	75415	277172	151254	50	50
計	236707	173846	334542	220631	571249	394477	59	56

注： Directorate of General of Air Communications

附錄 1.5.2 國內航空輸送量

年份	飛行距離 (1,000 km)	飛行時間 (1,000時間)	旅客輸送				貨物輸送			
			輸送人員 (1,000人)	輸送人次 (1,000人次)	座席率 (1,000座席率)	裝載效率 (%)	輸送噸數 (1,000噸)	輸送噸率 (1,000噸率)	荷重噸率 (1,000噸率)	裝載效率 (%)
1971	20458	64	993	731095	1045712	70	7.015	68051	102494	66
1972	26942	74	1235	881112	1412575	62	11.094	82209	123502	66
1973	33194	85	1649	1197196	2100763	57	13.790	115062	213952	54
1974	42448	106	2126	1595990	2779464	57	19.232	114401	264461	43
1975	46972	116	2323	1786404	3125450	57	22.619	164955	302570	55
1976	56138	136	2732	2116572	3801312	56	28.781	194602	376925	53
1977	59142	151	3372	2578953	4160492	62	32.908	232290	396509	59
1978	65954	166	3979	2688523	4531113	59	35.822	263716	422400	62
1979	69324	174	4192	3042558	4972793	61	38.532	275513	456247	60
1980	71352	188	4449	3336971	5226647	64	44.480	306189	492160	62
1981	87456	212	5588	4187869	6351887	66	50.459	373166	616433	61

註: Directorate General of Air Communications

附錄 1.5.3 主要空港発着人員

空 港	年	到 着	出 発	計	伸 率
Jakarta	1977	1,635,438	1,614,186	3,249,624	1.00
	1978	1,937,741	1,933,761	3,871,502	1.19
	1979	2,023,707	2,035,096	4,058,803	1.25
	1980	2,298,360	2,313,063	4,611,424	1.42
	1981	2,703,505	2,640,313	5,343,818	1.64
Bandung	1977	16,087	18,936	35,023	1.00
	1978	38,031	43,823	81,854	2.34
	1979	48,431	57,005	105,436	3.01
	1980	37,396	44,328	81,724	2.33
	1981	40,651	47,205	87,856	2.51
Semarang	1977	126,792	129,345	256,137	1.00
	1978	159,489	164,052	323,541	1.26
	1979	155,192	154,211	309,403	1.21
	1980	166,888	166,902	333,790	1.30
	1981	183,485	177,493	360,978	1.41
Yogyakarta	1977	117,555	124,774	242,329	1.00
	1978	116,471	128,123	244,594	1.01
	1979	114,545	125,157	239,702	0.99
	1980	121,444	132,753	254,197	1.05
	1981				
Solo/Surakarta	1977	16,333	17,637	33,970	1.00
	1978	29,008	31,675	60,683	1.79
	1979	36,055	39,095	75,150	2.21
	1980	36,721	40,841	77,562	2.28
	1981	48,500	50,009	98,509	2.90
Surabaya	1977	210,525	292,692	503,217	1.00
	1978	292,777	437,925	730,702	1.45
	1979	482,585	526,152	1,008,737	2.00
	1980	614,464	627,425	1,241,889	2.47
	1981				

附録4.1 き電回路インピーダンスの試算

1. 大地導電率の推定

大地導電率を地質図から大まかに推定すると、西部 JAVA 地区は石灰層、火山岩層が主体で、大地導電率は $0.001 \sim 0.01 \text{ S/m}$ 程度であり、中部・東部 JAVA 地区は沖積層で $0.01 \sim 0.1 \text{ S/m}$ 程度である。

したがって、大地導電率は 0.01 S/m として試算する。

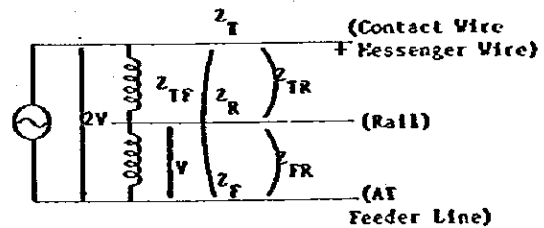
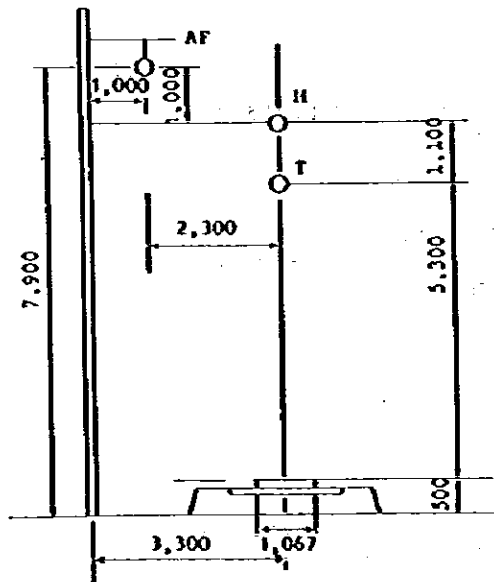
2. 周波数 50 Hz

3. レール

PJKAでは数種類のレールを使用しているが、使用量の最も多いR-14とする。

4. 電線配置と線種

- AF: Al 200 mm^2
- H: St 135 mm^2
- T: Tr 110 mm^2



附録4.1.1 電車線路配置図

5. 試算結果

Self Impedance

- トロリー線+吊架線 $Z_T = 0.132 + j0.642$
- ATき電線 $Z_F = 0.196 + j0.740$
- Rail $Z_R = 0.110 + j0.604$

Mutual Impedance

- トロリー線・吊架線とRail相互間 $Z_{TR} = 0.049 + j0.319$

トローリ線とATき電線相互間 $Z_{TF} = 0.049 + j0.366$

ATき電線とRail相互間 $Z_{FR} = 0.049 + j0.301$

Line Impedance; 簡略式での算出とする。

$$Z = \frac{Z_T + Z_F - 2Z_{TF}}{4} = 0.056 + j0.163$$

附録4.2 電圧降下の試算

1. Impedanceの想定

(1) 電源 Impedance

	三相短絡容量 (P_S)	電源 Impedance (at 25 kV)
複線区間	1,500 MVA	$j0.84 \Omega$
単線区間	800 MVA	$j1.56 \Omega$

(2) Transformer Impedance (at 25 kV)

複線区間 30MVA, %Z = 10(%) とすると,

$$Z = \frac{10 \times 25^2 \times 10}{30,000} = j2.08 \Omega$$

単線区間 20MVA, %Z = 10(%) とすると,

$$Z = \frac{10 \times 25^2 \times 10}{20,000} = j3.12 \Omega$$

(3) Line Impedance

$$Z = 0.056 + j0.163 \Omega / \text{km}$$

2. 単位当り電圧降下 ($\cos \theta = 0.8$ とする)

(1) 電源

複線区間 $0.84 \times 0.6 = 0.504 \text{ V/A}$

単線区間 $1.56 \times 0.6 = 0.936 \text{ V/A}$

(2) Transformer

複線区間 $2.08 \times 0.6 = 1.248 \text{ V/A}$

単線区間 $3.12 \times 0.6 = 1.872 \text{ V/A}$

(3) Line

$$0.056 \times 0.8 + 0.163 \times 0.6 \div 0.150 \text{ V/A-km}$$

3. 回路構成と負荷条件

(1) き電距離 100 km

(2) SSにき電用 Transformer の Impedance 補償用 Series Condenser (SrC) 設置の有無。

SPに延長き電時，電圧救済用ACVR設置の有無。

(3) 列車本数

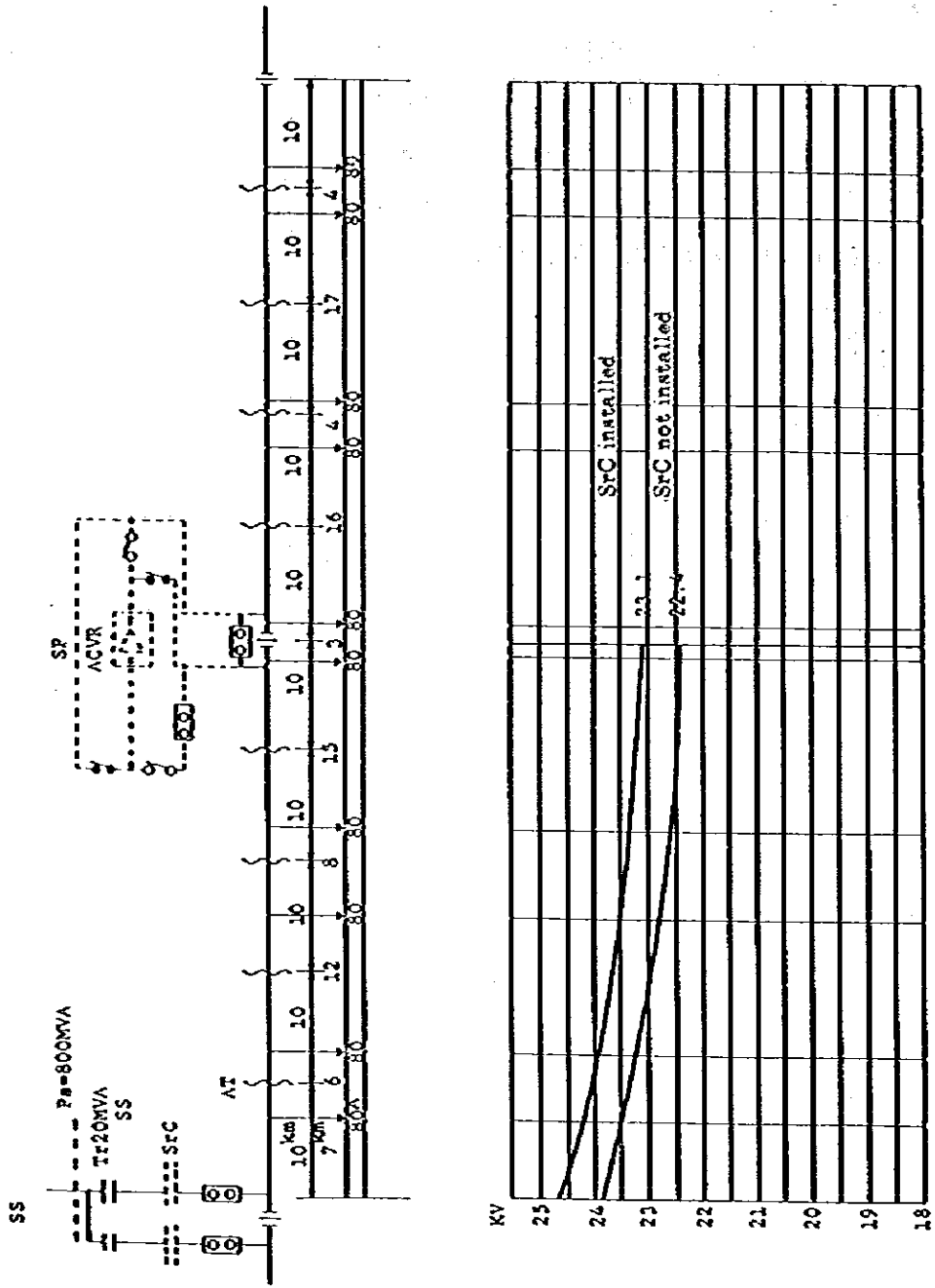
単線	正常き電	5本
	延長き電	10本
複線	正常き電	8本
	延長き電	16本

列車は80 A/本の均一負荷とする。

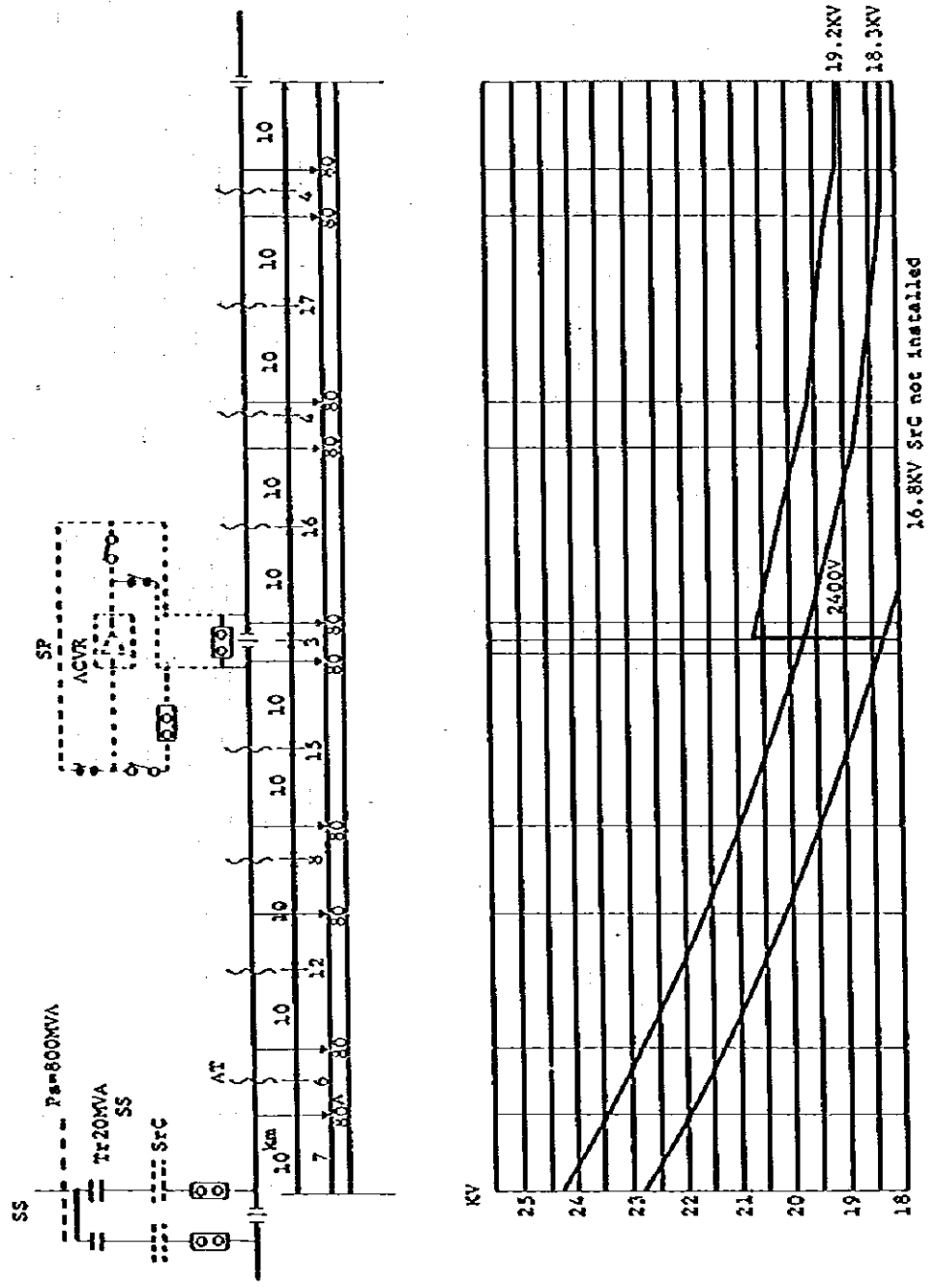
4. 試算結果

附録4.2.1～4.2.4に示す。

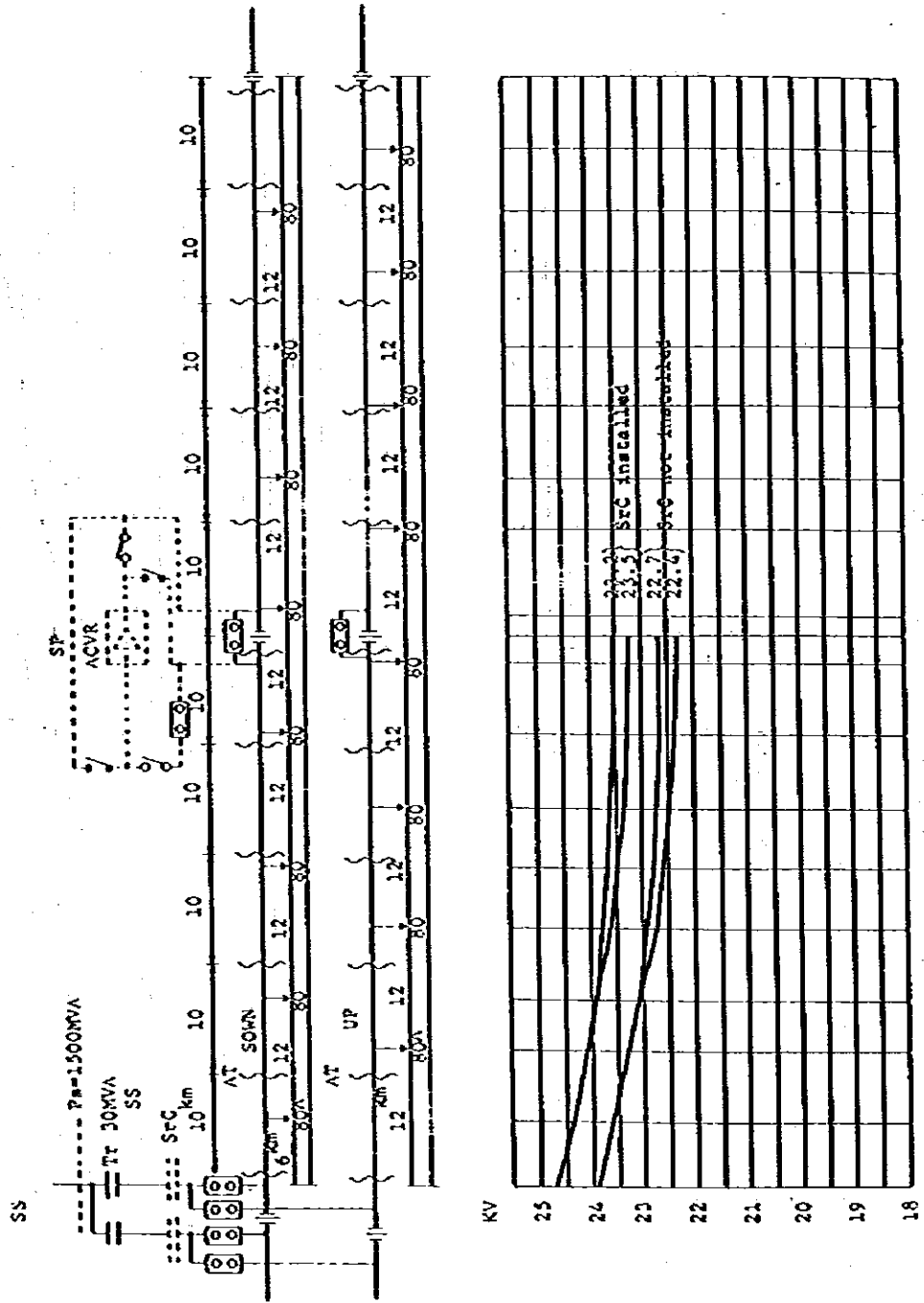
附錄 4.2.1 電圧降下試算例（単線正帯き電時）



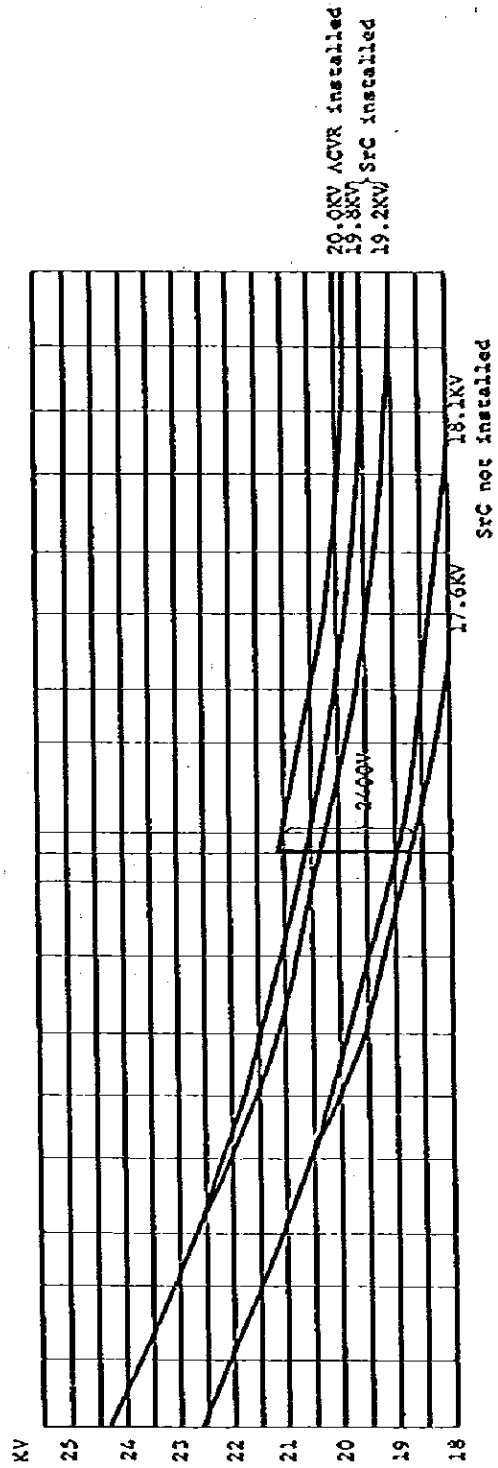
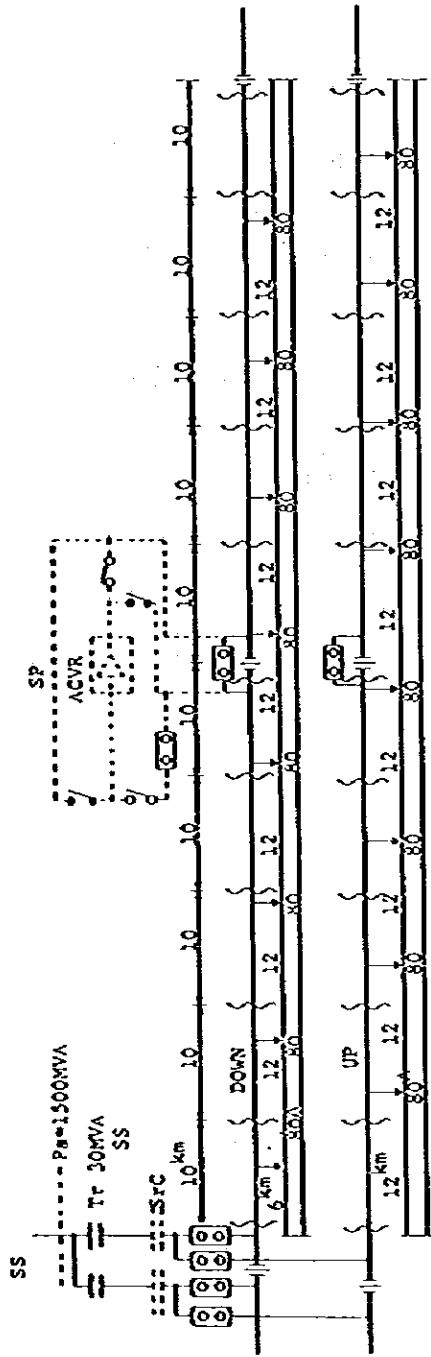
附錄 4.2.2 電壓降下試例 (單線延長送電時)



附錄 4. 2. 3 電圧降下計算例 (複線正常き電時)



附錄 4.2.4 電壓降下試算例（複線延長き電時）



附録4.3 き電用トランスの容量試算

1. 前提条件

(1) 列車本数

単線区間で 80本/日
復線区間で230本/日
と想定する。

(2) 1時間当り列車本数

$$\text{単線} \quad 80\text{本/日} \times \frac{3}{4} \times \frac{1}{12} = 5\text{本/h}$$

$$\text{復線} \quad 230\text{本/日} \times \frac{3}{4} \times \frac{1}{12} = 14.375 \div 14\text{本/h}$$

- 有効時間を24時間とする。
- 有効時間の1/2に列車本数の3/4が運転されるものとする。

(3) けん引トン数

貨物(FC) 1,060t 客車(PC) 460t

- PCとFCの列車の割合は9：1とする。
- 表定速度は、70km/hとする。

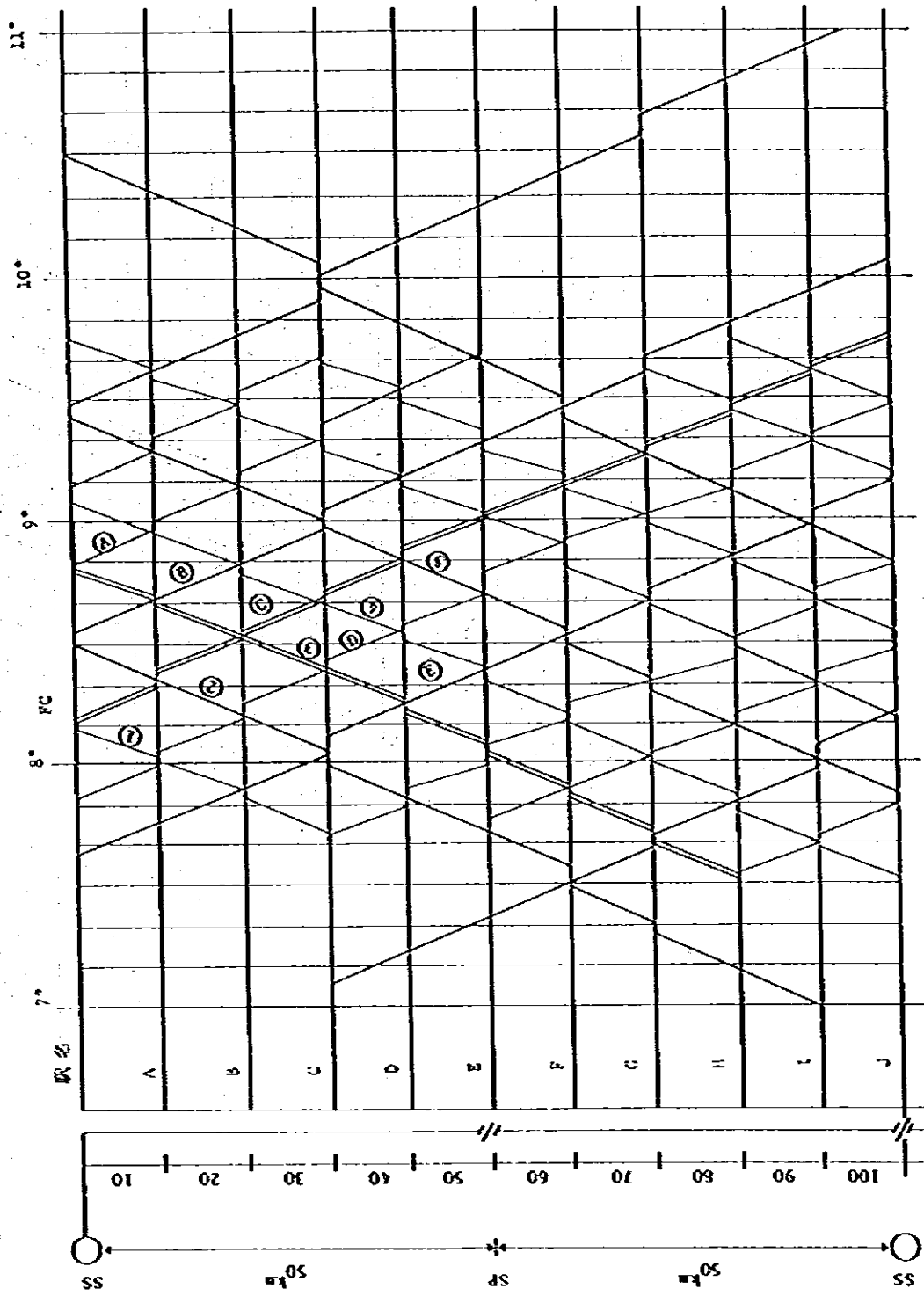
(4) 電力消費率の推定

FC 25 kWh/1000t・km

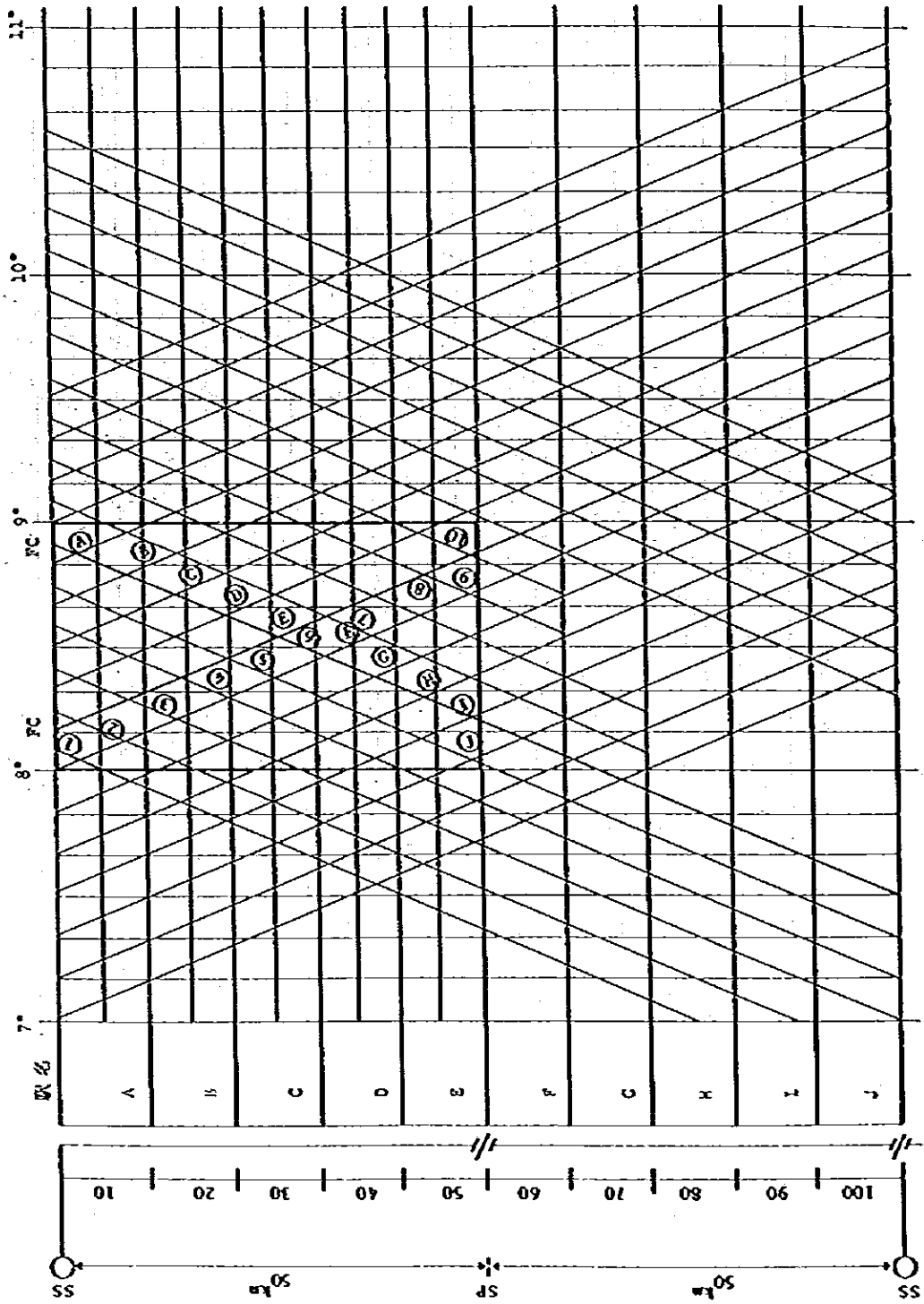
PC 30 kWh/1000t・km

(5) 想定ダイヤを附録4.3.1～4.3.2に示す。

附録 4.3.1 単線区間 S 本/h 想定ダイヤ



附錄 4.3.2 複線區間 14 本/h 想定ダイヤ



附録 4.3.3 負荷計算表の作成

想定ダイヤに基づく1時間当りの負荷電力を下記に示す。

単線区間 5本/hダイヤ							複線区間 14本/hダイヤ						
時間 (h)	電力消費率 (kWh/1,000t-km)	けん引定数 (t)	列車走行距離 (km)	電力 1,000 (kWh)	合計電力 (kWh)	列車番号	時間 (h)	電力消費率 (kWh/1,000t-km)	けん引定数 (t)	列車走行距離 (km)	電力 1,000 (kWh)	合計電力 (kWh)	列車番号
	30	460	10	138		①		30	460	5	69		①
	30	460	30	414		②		30	460	16	221		②
	25	1,060	50	1,325		③		30	460	28	396		③
	30	460	44	607		④		30	460	40	552		④
	30	460	20	276		⑤		30	460	50	690		⑤
								25	1,060	50	1,325		⑥
								30	460	44	607		⑦
								30	460	32	442		⑧
								30	460	20	276		⑨
								30	460	8	110		⑩
					2760							4678	
	30	460	10	138		①		30	460	12	166		⑪
	30	460	30	414		②		30	460	18	248		⑫
	25	1,060	50	1,325		③		30	460	34	469		⑬
	30	460	40	552		④		30	460	47	649		⑭
	30	460	22	304		⑤		25	1,060	50	1,325		⑮
								30	460	50	690		⑯
								30	460	38	524		⑰
								30	460	26	359		⑱
								30	460	15	207		⑲
								30	460	3	41		⑳
					2733							4678	

2. き電用トランス容量試算

(1) 単線5本/hダイヤ

$$1 \text{ 時間出力} = 2,760 + 2,733 = 5,493 \text{ kW}$$

力率0.8として

$$1 \text{ 時間出力} = 7,000 \text{ KVA}$$

トランス容量

$$7,000 \text{ KVA} \times 1.2 \div 9,000 \text{ KVA} \quad 1.2 : \text{設備余裕率}$$

100km延長き電を考慮すると

$$9,000 \times 2 = 18,000 \text{ KVA}$$

機種の標準化を考慮すれば

$$\text{トランス容量} \quad 20,000 \text{ KVA}$$

(2) 複線14本/hダイヤ

$$1 \text{ 時間出力} = 4,678 \times 2 = 9,356 \text{ kW}$$

力率0.8として

$$1 \text{ 時間出力} \quad 12,000 \text{ KVA}$$

トランス容量

$$12,000 \text{ KVA} \times 1.2 \div 15,000 \text{ KVA}$$

100km延長き電を考慮すると

$$15,000 \times 2 = 30,000 \text{ KVA}$$

$$\text{トランス容量} \quad 30,000 \text{ KVA}$$

附録5.1 光ファイバケーブル

鉄道輸送システムにおける情報伝送系は、無線系と有線系とにより構成されている。有線系の情報伝送には、従来、通信ケーブル（ペアケーブル、同軸ケーブル等）を使用し、電気信号を媒体とする通信方式が採用されてきている。この通信ケーブルによる方式は、伝送帯域幅、伝送距離に技術的制約があり、さらに、鉄道電化区間においては、誘導障害、変電所、き電線等の地絡事故による電位上昇などに対する対策が必要である。

一方、低損失ケーブルとして開発が進められてきた光ファイバケーブルは、低損失のほか、前述の電化区間における電磁環境上の適応性等種々の特長を持っており、近年の急速な技術的進歩により信頼度も向上し、鉄道輸送システムへの導入も実用化の段階を迎えてきた。

ここでは、光ファイバ通信システムの概要と鉄道分野への導入についての課題について述べる。

5.1.1 光ファイバ通信システムの特長

光ファイバ通信システムは、信号伝送媒体として絶縁体の光ファイバを使用している為、前述のような電磁環境条件の中においても良質な通信を行うことができ、従来の通信ケーブルに比べ次のような特長を持っている。

(1) 低損失、広帯域

伝送損失は、現在、波長 $0.85\mu\text{m}$ で約 $3\sim 5\text{dB/km}$ と低損失のため、長距離の無中継伝送（ 5dB/km で $10\sim 15\text{km}$ ）が可能となる。また、従来の通信ケーブルに比べて伝送帯域が広く、一般の音声信号のみならず、画像信号、PCM通信その他の高速デジタル信号など広帯域の信号伝送が可能である。

(2) 無誘導、高絶縁性

光ファイバは、絶縁体のため電磁、静電誘導を生じないので誘導電圧や雑音を発生しない。また、落雷などのサージ電圧が重畳されることもないので、保安器等の保護、絶縁協調設備等が不要なほか、ケーブル自体も遮へい、耐圧性、高圧電線との距離等を考慮する必要がない。

(3) 無漏話、無雑音性

線間漏話および外來雑音は殆んど無く、伝送途中における信号誤り、異常電圧の混入が皆無である。

(4) 細心、軽量

光ファイバは、ナイロンコーティング後の外径でも約 1mm 程度であり、また、従来のケーブルに比べて、その重量化は $1/50$ 以下と極めて軽量である。

(5) 可とう性、耐腐蝕性

光ファイバ単心における許容曲率半径は 3mm と非常に小さく、ケーブルも細く可とう性に優れている。また、ガラス材質であるため、金属電線のように電蝕、腐蝕は殆んど生じない。

(6) 工事性

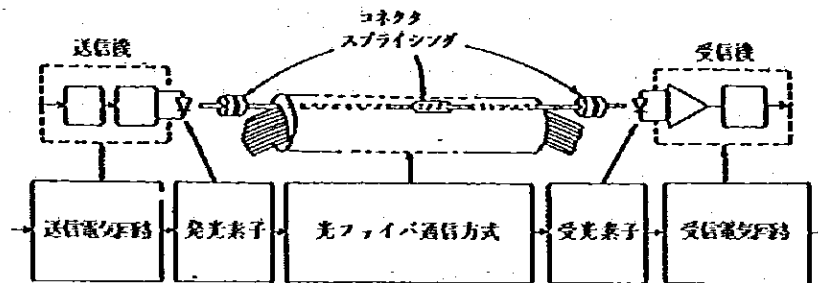
光ファイバシステムは、前述の如く種々の利点を持っているので、ケーブル布設工事が容易

であるとともに、高圧電線との複合化、同一管路内布設が可能など、工事面における利点大きい。

5.1.2 光ファイバ通信方式

(1) 光ファイバ通信の基本構成

光ファイバ通信は、附録 5.1.1 に示す如く電気信号を光信号に交換する発光器 (E/O) と、逆に、伝えられた光信号を電気信号に変換する受光器 (O/E)、光ファイバケーブルおよび端末装置から構成されている。



附録 5.1.1 光ファイバ通信方式

(2) 光ファイバ通信方式

伝送する信号の種類により、アナログ方式とデジタル方式に大別される。

1) アナログ方式

アナログ方式は、変調方式により直接変調、予変調に分けられる。

a) 直接変調

入力電気信号で直接光量を変調する方式で、装置構成が簡単であり、伝送帯域が広がり、利点がある反面、光電変換素子の直線性が必要である。

b) 予変調

直線性の影響を受けにくくするため、入力電気信号で予め、キャリア信号を変調しておき光変調を行う方式である。予変調方式の代表的なものとして、入力の大きさをパルスの繰り返し周波数に比例させる PFM (Pulse Frequency Modulation) 方式がある。この方式は、変調度をあげることにより信号対雑音比の改善効果を得られるが、広帯域ファイバを必要とする。

2) デジタル方式

伝送する情報をパルス符号で表現し、光出力の点滅におきかえる変調方式で、アナログ方式に比べ装置構成が複雑となる。伝送情報がかつともデジタルである PCM 信号およびデータ伝送等に適している。

(3) 光ファイバ通信装置の種類

光ファイバ通信装置は、使用する光の波長帯および光電変換素子により次のように分類される。

1) 波長帯による分類

光通信に使用される光は、近赤外線光であり波長帯としては、 $0.85\ \mu\text{m}$ 帯、 $1.3\ \mu\text{m}$ 帯および $1.5\ \mu\text{m}$ 帯に区分される。

$0.85\ \mu\text{m}$ 帯は現在普及しており最も経済的である。また、 $1.3\ \mu\text{m}$ 帯はすでに実用段階に入り、ファイバの低損失特性 (1dB/km) を利用し、長距離伝送に適している。一方、 $1.5\ \mu\text{m}$ 帯は研究段階にある。

2) 光電変換素子による分類

光通信に使用される送信機および受信機は光電変換素子により次のように分類される。

a) 送信機

送信機は発光素子にレーザーダイオードを用いたLD送信機と発光ダイオードを用いたLED送信機に分類される。

LD送信機は、光ファイバとの結合損失が少ないため発光出力が高く長距離伝送に適しているが、信頼度はLED送信機に比べやや劣る。現在は、LDの2重化などにより信頼度を高め、デジタル伝送分野に多く使用されている。

LED送信機は、LEDはLDに比べて結合損失が大きく伝送距離は劣るが、信頼性、経済性に優れ、直線性もLDに比べて良好であることからデジタル伝送の他に、アナログ伝送へも適用性がある。

b) 受信機

受信機としては、受光素子にアバランシェフォトダイオードを用いたAPD受信機、PINフォトダイオードを用いたPIN-PD受信機に分類される。

APD受信機は、ダイオード自体で増倍度を持っているため、受光レベルが低くても受信可能である。

PIN-PD受信機は、APD受信機に比し、回路上取扱いが容易で、近距離用のデジタル、アナログ方式のどちらにでも適用でき、適用範囲が広い。

(4) 光ファイバの構造

光ファイバは、比較的屈折率の高いコア（石英）と、それをとり囲む比較的屈折率の低いクラッド（ガラス）から成り、光を光学的に低損失なコアの部分に閉じ込めてファイバ中を伝送するもので、伝搬モードにより以下の2種類に分類できる。

1) 多モードファイバ

多モードファイバは、コア径が数十 μm と大きく、ファイバの一端から入射した光ビームがコアとクラッドの間で全反射し、数多くのモードが伝搬するもので、ステップ形とグレーテッド形に大別される。

a) ステップ形ファイバ

階段形の屈折率を持つファイバであり、伝搬モード分散により伝送帯域幅に制限がある

が、構造が簡単であるため製造が容易である。

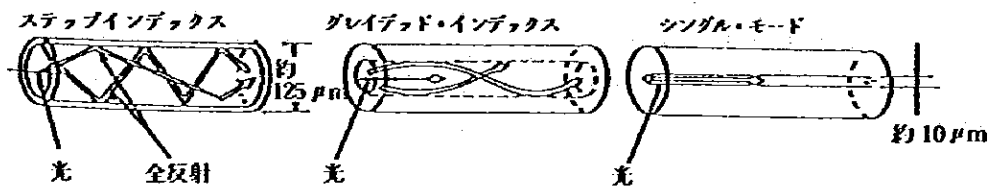
b) グレーテッド形ファイバ

放物線上の屈折率を持つファイバであり、その伝送帯域幅はステップ形ファイバの数倍あるいはそれ以上である。この伝送帯域幅は、屈折率分布に左右されるので製造面では高度の屈折率制御が必要である。

2) 単一モードファイバ

単一モードファイバは、コア径が通常数 μm と小さく、ただ1つの伝搬モードを持つため、伝送帯域が広く将来の大容量通信線路として期待されているが、種々問題があり、現在は研究開発の段階である。

各光ファイバの構造を附録5.1.2に示す。



附録 5.1.2 光ファイバの構造

5.1.3 鉄道における光ファイバ通信システムの利用

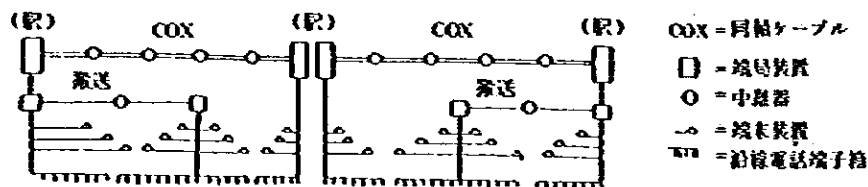
光ファイバ通信システムは、5.1.1に述べた種々の特長から、以下に示す鉄道分野において、従来の通信ケーブルに代わるシステムとして適応性があり、実用化が推進されてきている。

(1) 長距離回線への適用

鉄道システムにおいて、基幹伝送路としての長距離回線網を有線系で構成する場合、一般に同軸搬送システムが採用されている。これを光ファイバ通信システムに置き換えた場合は、同軸ケーブルに比べ中継間隔は大幅に延伸できるので、高信頼度で安定した伝送系とすることが可能である。

(2) 短・中距離回線への適用

従来、短・中距離回線として、FDM搬送回線やPCM搬送回線が通信ケーブルに重畳されているが、これに光ファイバ通信システムを適用した場合、音声通話路換算で24 CH ~ 480 CH程度の伝送容量のデジタル伝送を中継距離10 ~ 15 kmで、漏話や外来雑音等に影響されない高品質の伝送路の構成が可能である。PCM多重通信システムの構成例を附録5.1.3に示す。



附録 5.1.3 PCM多重通信システム

(3) メタリック回線への適用

交流電化区間では、電気車運転電流による誘導障害、変電所やき電回路の地絡事故による電位上昇や雷サージ等電磁環境上の問題に対処するため、アルミ遮へいケーブルの使用、絶縁協調等を実施しているが、これらは光ファイバケーブルを使用することにより、技術的には解決できる。

(4) 画像伝送への適用

鉄道における、画像伝送は構内での旅客監視や運転状況等に関する案内等に利用されているが、従来から使用されている同軸ケーブルでは無中継伝送に限界があり、電力ケーブルからの影響を受けやすい。一方、光ファイバはその広帯域性から、広い帯域を必要とする画像伝送には最適なシステム構成が可能である。

5.1.4 鉄道における光ファイバ通信システム導入の課題

光ファイバ通信システムは、前述の如く従来ケーブルに比べ種々の特長を持っており、鉄道分野への導入も実用化の時期に入ってきているが、実際の適用に当たっては、経済性とともにも光ファイバシステムの技術開発動向、鉄道における通信系の特殊性および安全性等について、十分検討する必要がある。

(1) 光ファイバ通信システムの技術開発動向

光ファイバ通信システムは、その開発過程において、光ファイバ自体の開発が一早く実用化の段階に達したものの、ファイバケーブル、受発光素子、光スイッチなどの接続工法や光送受信器等に問題があり実用化が遅れていた。しかし、この数年における光ファイバ通信システムの技術開発に著しい進歩がみられ、実用化の段階を迎えた。

今後は、長波帯での低損失ファイバ、光送受光素子の安定化、長寿命化ならびに接続工法の改良等、さらに、システム全体としての経済性や信頼性の向上等諸技術開発が急速なテンポで進むものと考えられる。

(2) 鉄道における通信系の特殊性

鉄道における通信系の特殊性により、以下のことを配慮する必要がある。

a) 特殊環境に対する対応性

鉄道におけるケーブル布設工法は、鉄道沿線での地中埋設、道床際トラフ内布設、橋梁上布設等種々あるが、ケーブルは、これら工法によるストレスや列車振動、温湿度の影響等苛酷な環境下で、伝送品質の安定性、信頼性、および耐久性が要求される。

b) 通信回線構成に対する適応

鉄道における通信回線は、長距離回線、中距離回線および短距離回線で構成されている。大部分の情報は各駅で必要とするため、各駅には端末装置が必要となり、また、駅中間の踏切や諸設備への回線の分枝が必要となる。

光ファイバ通信システムにおいては、低損失ファイバを使用した長距離伝送が大きな特長

であるが、分岐回線が多い場合には、分岐により伝送路系全体の伝送損失が増加し、その優位性が損われる。したがって、鉄道分野への通信系へ光ファイバ通信システムを導入する場合には、それぞれの通信回線の適用性を十分検討する必要がある。

特に、伝送容量の少ない区間回線に適用する場合、現段階においては、経済性の面から従来の通信ケーブルを使用することになるであろう。また、中距離回線についても、区間回線を包含することによりメタリック系伝送路を容易に構成することができるので、経済性についても十分検討する必要がある。

c) 保全性

光ファイバ通信システムを導入した場合、従来の電気回路設備に加えて、新たに光電回路装置が必要となり、保全対象設備が増加してくる。

また、運転保安に直接影響する通信回線に光ファイバ通信システムに使用する場合には、実績の少ない現状においては予備系を設ける等して、絶対の安全性を確保する必要がある。

以上述べたように、光ファイバ通信システムは、従来のメタリックケーブルによる通信システムに比べ、伝送量、広帯域性、伝送品質等において優れているが、最近の技術革新には目覚ましいものがあるので、光ファイバ通信システムに関する諸技術の開発と進展の動向を見極めながら、経済性および保全性を配慮し、適用分野別にそれぞれ適合する方式を見出し、適応可能な領域より実用化を進めてゆく必要がある。

附録 5.2 信号、通信設備近代化の促進

鉄道の経営を安定させるためには、鉄道の近代化施策を積極的に行なう必要がある。近代化の施策としては、

- 保安度の向上
- 列車運行管理の能率化
- 旅客、貨物営業の近代化

等を目的としたものが考えられる。これらの施策を達成するためには、いずれも、信号、通信設備の近代化が必要となる。

このうち、保安度の向上に役立つ施策は電化に引続き、優先的に行なう必要があるが、他の2施策については、鉄道のおかれている位置、経営状態、技術的背景等を配慮して順次、実施すべきである。

5.2.1 保安度の向上

電化ならびに需要の増大による列車の高速化、高密度化に対応して、鉄道の使命である、列車の安全かつ正確な運行を確保するため、自動信号化、継電連動化、ATS装置の設備、踏切保安設備の強化など、主として、信号設備の近代化をはかる必要がある。これらは、単に保安度を向上させるだけでなく、線路容量を増大することができるので、多額な投資を伴う線路増設の時期を延長することが可能になり、経営改善に効果がある。

ただし、これらの施策の実施には、5.2.1(1)で述べたように、外部環境条件の改善が必要であるので、軌道、橋梁等の改良計画は、信号設備の近代化を前提に推進されることが望ましい。

5.2.2 列車運行管理の能率化

輸送需要の増加に伴ない、運転頻度の増加、列車種別の増加等により、運転取扱い作業は益々複雑化してくるので、列車運行管理情報伝達の迅速化および能率化が必要となってくる。

線区全体の駅の信号機、転てつ機等を中央で制御し、各駅の機器、列車等の情報を収集し、それらにより列車を集中制御するCTCシステムは、運転指令業務と駅の信号機等の取扱い業務を同時に実行するものであり、保安度の向上、線路容量の増大のみならず、要員合理化などが図られ、鉄道の近代化、合理化に大きく役立つものである。

特に、単線区間は運転指令業務が複雑であり、各駅の運転取扱い要員も多いため、CTCによる能率化の効果が高い。

5.2.3 旅客、貨物営業の近代化

積極的な営業活動の施策としては、旅客、貨物等の鉄道における販売業務の積極化を図るため、座席予約や貨物操車場の近代化が考えられる。

さらに、近代化された鉄道の運営においては、コンピュータを利用して、大量情報を即時処理して、経営判断の基礎資料を提供することが、将来、必要になってくるであろう。

鉄道運営面における、コンピュータ利用の対象としては、

- ・事務の近代化……………職員管理、経理、資材管理、車両保全、旅客・貨物統計等
- ・工事・保守管理……………工事積算、工程管理、保守管理等
- ・その他……………座席予約、貨物操車場の自動化

が考えられる。

以上、述べたように、鉄道の近代化のためには、信号・通信設備の近代化を促進していく必要がある。したがって、将来の鉄道近代化の位置づけを明確にして、信号・通信設備の改良を促進していく必要がある。

附録 5.3 誘導障害とその対策

送電線や電化された鉄道線路の付近に、並行する通信線路が存在すると、送電線や電気鉄道の電力線における高い電圧や、大きな負荷電流、地絡電流等によって、静電的・電磁的に電力線のエネルギーの一部が通信線にあらわれる。この現象を誘導作用という。

この誘導作用により、通信線側に発生する高電圧による感電の危険、機器の誤動作や、通信回線に発生する雑音による通信障害等が生じる。これを誘導障害といっている。

この誘導障害を軽減、除去させるためには、誘導を起す電力線（起誘導線という）と、誘導を受ける通信線（被誘導線という）との協調により、技術的、経済的に適切な対策をほどこす必要がある。

5.3.1 誘導障害の種類と制限値

誘導現象には、起誘導側（電力線）と、被誘導側（通信線）との静電的な結合によって生ずる静電誘導と、電磁的な結合によって生ずる電磁誘導とがある。

(1) 静電誘導

電力線(1)と通信線(2)との間が図5.3.1に示すように、地上に互に平行して架設されていると、電力線(1)と通信線(2)との間の静電容量 C_{12} 、通信線(2)と大地間の静電容量 C_{22} により通信線には、次に示すような静電誘導電圧 V_s が発生する。

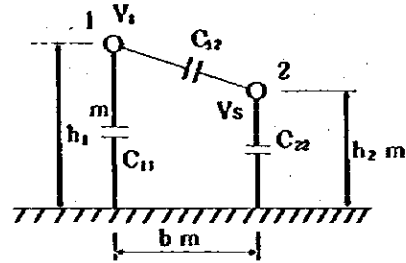


図5.3.1 静電誘導

$$V_s = \frac{C_{12}}{C_{12} + C_{22}} \cdot V_1 \quad (\text{V}) \dots\dots\dots (5.3.1)$$

ここで V_1 は電力線の対地電圧である。

また、電力線の半径を r_1 (m)、地上高を h_1 (m)、通信線の地上高を h_2 (m)とし、電力線と通信線の懸隔距離を b (m)とすると、

$$V_s = \frac{\log \frac{b^2 + (h_1 + h_2)^2}{b^2 + (h_1 - h_2)^2}}{2 \log \frac{2h_1}{r_1}} \cdot V_1 \quad (\text{V}) \dots\dots (5.3.2)$$

となる。

静電誘導電圧 V_s は、電力線の電圧 V_1 に比例して大きくなり、電力線と通信線との平行する互長には、無関係である。

しかし、放電電流 I_s は

$$I_s \doteq \omega C_{22} V_s \cdot \ell \dots\dots\dots (5.3.3)$$

となり、互長 ℓ に比例して増加する。

(2) 電磁誘導

電力線(1)に、大地を帰路とする周波数 f なる電流 I_1 が流れると、電力線と通信線との相互誘導作用により、通信線には、電磁誘導電圧 V_m が発生する。その大きさは、

$$V_m = -j\omega M I_1 \ell \quad (\text{V}) \dots\dots\dots (5.3.4)$$

となる。

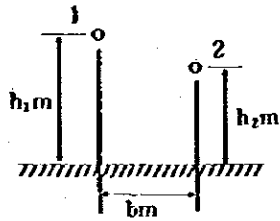
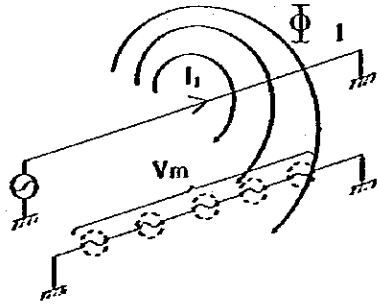
ここで、 ω : 角周波数

M : 電力線と通信線との相互インダクタンス (H/km)

I_1 : 電力線の電流 (A)

ℓ : 平行互長 (km)

電磁誘導電圧 V_m は、周波数 f 、電力線の電流 I_1 、平行互長 ℓ および相互インダクタンス M に比



附録 5.3.2 電磁誘導

例して増加する。

電流の帰路が大地の場合のMは、大地の誘導率によって大きく変化し、大地誘導率σが大きいとMは小さくなり、したがって電磁誘導電圧も小さくなる。σが小さいとMは大きくなり、電磁誘導電圧は大きくなる。大地導電率σは一般的に肥よくな平野部で大きく、山間部等の岩石質の部分では小さい値を示し、大略、0.001～0.1 S/m 程度である。

附録 5.3.2 に示すような大地帰路回路における電力線と通信線との相互インダクタンスMは、Carson-pollaczek の理論式が実際とよく一致するので、一般によく使用される。この式は、

$$M_{12} = \left(2 \log \frac{2}{K\sqrt{b^2 + (h_1 - h_2)^2}} + \frac{4}{3\sqrt{2}} K (h_1 + h_2) - 0.1544 \right. \\ \left. - j \left(\frac{\pi}{2} - \frac{4}{3\sqrt{2}} K (h_1 + h_2) \right) \right) \times 10^{-4} \quad (\text{H/km}) \quad \dots \dots \dots (5.3.5)$$

ただし、 $K = 2\pi\sqrt{2}\sigma \times 10^{-7}$

σ : 大地導電率 (S/m)

b : 懸隔距離 (m)

h₁ : 電力線の高さ (m)

h₂ : 通信線の高さ (m)

$$K \cdot \sqrt{b^2 + (h_1 - h_2)^2} \leq 0.5$$

$$M_{12} = \frac{4}{Kb} \left(\text{kei}'(Kb) - j \left\{ \frac{1}{Kb} + \text{ker}'(Kb) \right\} \right) \times 10^{-4} \quad (\text{H/km}) \quad \dots \dots \dots (5.3.6)$$

ただし、 $Kb > 0.5$

ker' (Kb), kei' (Kb) : kelvin関数 (Bessel関数)

$$M_{12} = -j \frac{4}{(Kb)^2} \times 10^{-4} \quad (\text{H/km}) \quad \dots \dots \dots (5.3.7)$$

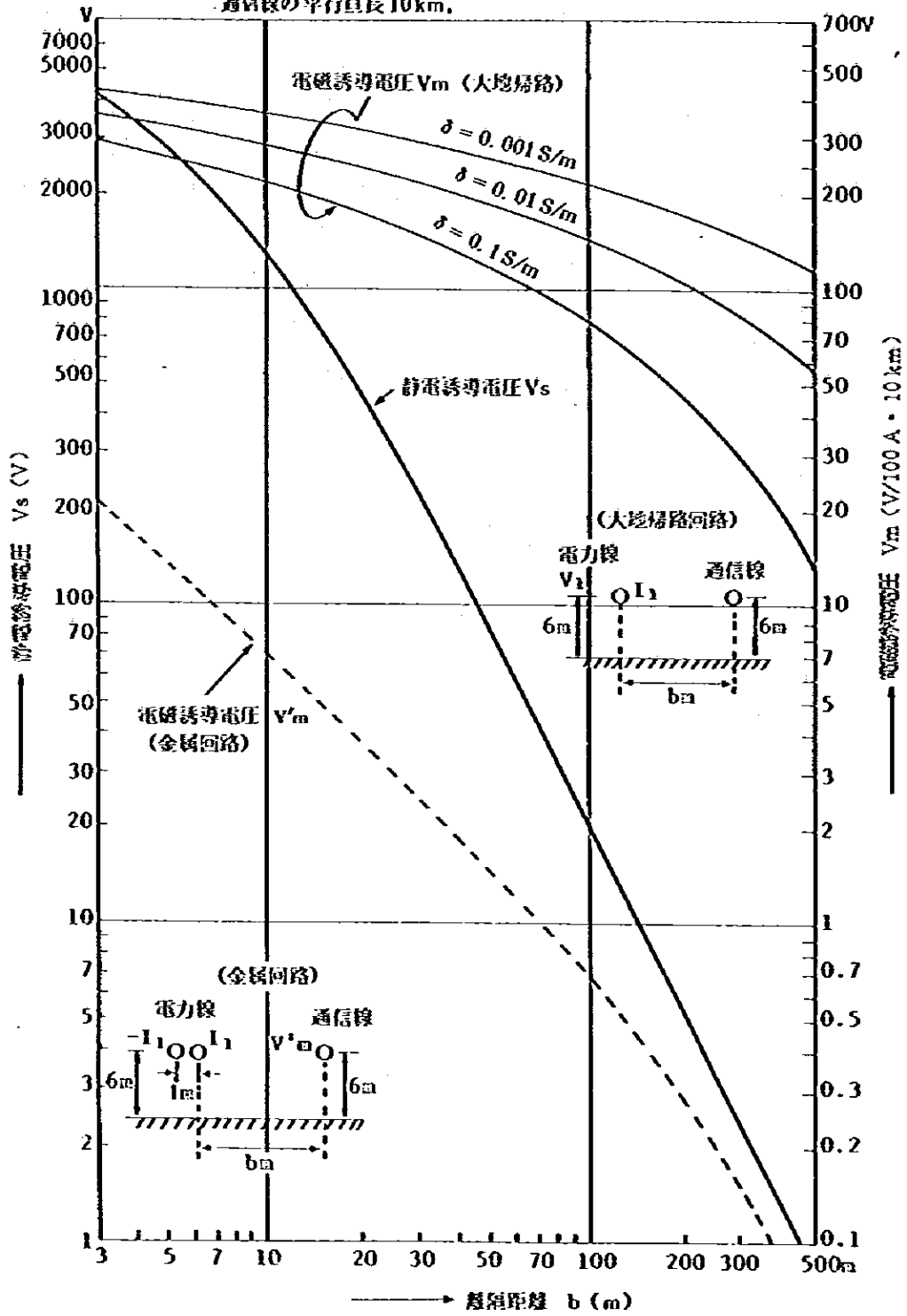
ただし、 $Kb > 10$

である。

実際に、静電誘導電圧と、電磁誘導電圧がどの程度の大きさかを附録 5.3.3 に示す。

電流帰路が大地の電磁誘導電圧に対して、帰路回路が金属回路の場合は、相当に小さい電磁誘導電圧となる。

電力線 電圧 $V_1 = 20 \text{ kV}$, 電流 $I_1 = 100 \text{ A}$, 50 Hz
 通信線の平行直長 10 km .



附録 5.3.3 静電誘導電圧と電磁誘導電圧

(3) 誘導電圧の制限値

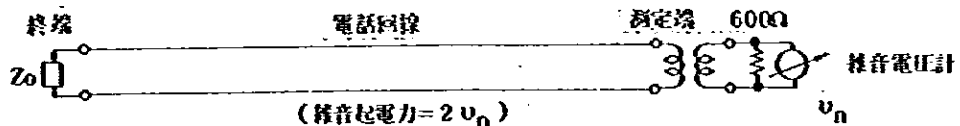
CCITTおよび日本にて採用している誘導電圧および雑音電圧の制限値を附録 5.3.4 に示す。

附録 5.3.4 誘導電圧、雑音電圧の制限値

	種 別	条 件	許 容 値	記 事
CCITT	危険電圧 (裸通信線 通信 ケーブル)	異常時	430V 〔電磁誘導電 圧実効値〕	○ 一般送電線(1線地絡) ○ 交流電気鉄道
			650V 〔電磁誘導電 圧実効値〕	○ 高信頼度送電線(1線地絡) ○ 両端に絶縁トランスを有する通信グ ループの場合、ケーブル心線とシ ース間は試験電圧の60%
	平常時	60V 〔電磁誘導電 圧実効値〕	○ 起誘導線に関係なし ○ 条件なし	
		150V 〔電磁誘導電 圧実効値〕	○ 起誘導線に関係なし ○ 条件付 (1)通信ケーブルの場合、絶縁トラン スで誘導される区間を絶縁する。 (2)誘導区間で、ケーブル心線の作業 を行なう人に特別の注意を与える。	
	雑音電圧線 裸通信線通信 ケーブル	平常時	1mV(静電誘導及び電磁誘導に よる評価雑音起電力*)	○ 起誘導線の種類に 関係なし
日 本 電々公 社に對 するも の	危険電圧 (裸通信線 通信 ケーブル)	異常時	300V 〔電磁誘導電 圧実効値〕	○ 一般送電線(1線地絡) ○ 交流電気鉄道
			430V 〔電磁誘導電 圧実効値〕	○ 高信頼度送電線(1線地絡) (絶縁時間0.1秒以内)
		平常時	60V 〔電磁誘導電 圧実効値〕	○ 起誘導線の種類に関係なし
	平常時 (機器の誤動作)	10~15V 〔電磁誘導電 圧実効値〕	○ 起誘導線の種類に関係なし ○ 交換機の誤動作	
	雑音電圧 (裸通信線 通信 ケーブル)	平常時	1mV 〔評価雑音 起電力〕	○ 送、配電線の場合
			2mV 〔評価雑音 起電力〕	○ 交流電気鉄道の場合 2mV:通信ケーブル 5mV:裸通信線
			5mV 〔評価雑音 起電力〕	

注: * 評価雑音電力

評価雑音起電力は、電話回線(線間)の両末端のうち、終端側は回線の特性インピー
ダンス Z_0 で成端し、測定端は整合用トランスを通して600Ω抵抗で成端し、600Ω
端子の評価雑音電圧の2倍をその回線の雑音起電力という。



5.3.2 電化区間における誘導障害

鉄道の電化方式には、直流電化と交流電化の方式がある。交流電化方式は、直接き電方式、吸上変圧器（BT）き電方式および単巻変圧器（AT）き電方式が実用化されている。

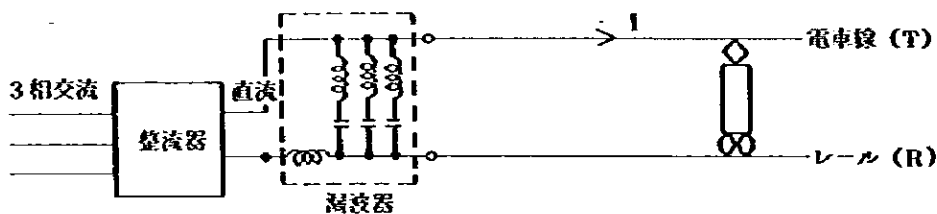
一般に電気鉄道のレールは、負荷電流の帰路回路として用いるが、レールの大地洩れ抵抗が小さいため、レールの帰路電流は大地へ洩れて流れるので、大地帰路回路が構成される。このため、誘導電圧は大きくなるので、交流電化ではき電回路として、大地帰路電流を少なくするようなBTき電回路やATき電回路が使用される。

(1) 直流き電方式による誘導障害

直流き電方式では、直流変電所において、交流50 Hzを直流に変換（回轉變流器、水銀整流器、シリコン整流器等）して、電車線とレールにき電する。

最近は一様にシリコン整流器（6相整流）が採用されるので、直流側出力電流は基本波の $6 \cdot n$ 倍（ $n=1, 2, 3, \dots$ ）の高周波が含まれる。この高周波（例えば、電流が50 Hz系の場合は、300 Hz, 600 Hz, 900 Hz, 1200 Hz……が含まれる）電流がき電回路を流れると平行する通信線に雑音障害が発生する。

このため変電所に、300 Hz, 600 Hz, 900 Hz等の高周波を除去する漏波器を設置し、脈動電流を減少させて、誘導障害対策を行っている。



附録 5.3.5 直流き電方式

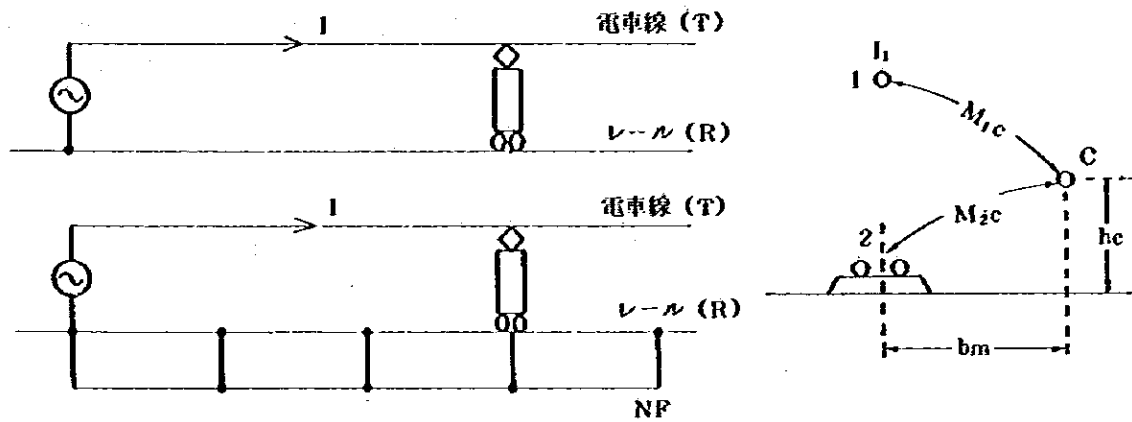
(2) 交流電化方式による誘導障害

1) 直接き電方式

き電方式では最も簡単なき電方式で、附録 5.3.6 に示すように電車線（T）とレール（R）からなる場合と、電車線（T）とレール（R）のほかに負き電線（NF）をもうける方式がある。

この方式は、他のBTき電方式やATき電方式に比べて、誘導電圧を軽減させるものが、レール、または、レールとNFのみであり、誘導電圧が大きいため、通信線に対する誘導障害があまり問題にならない地区に採用できるき電方式である。

このき電方式の電磁誘導電圧は、附録 5.3.6 に示すような、電車線（T）とレール（R）のみの場合に、通信線(C)には、



附録 5.3.6 直流き電方式

$$V_m = -j\omega (M_{1c} - nM_{2c}) I_1 \cdot \ell \quad (\text{V}) \quad \dots\dots\dots (5.3.8)$$

ただし, $n = \frac{Z_{21}}{Z_{22}}$

Z_{21} : 電車線とレールとの相互インピーダンス (Ω/km)

Z_{22} : レールの自己インピーダンス (Ω/km)

M_{1c} : 電車線と通信線の相互インダクタンス (H/km)

M_{2c} : レールと通信線の相互インダクタンス (H/km)

ℓ : 平行亘長 (km)

I_1 : 電車線の電流 (A)

通信線の位置が、き電回路から離れている場合は、

$$M_{1c} \doteq M_{2c} = M$$

となるので、

$$V_m \doteq -j\omega M (1 - n) I_1 \cdot \ell \quad (\text{V})$$

となる。1 - nはレールによる電磁誘導電圧の軽減を示しており、レールのしゃへい係数と考えられ、き電回路が単線の場合、レールの大きさや大地導電率によって異なるが、約0.5～0.55の値である。

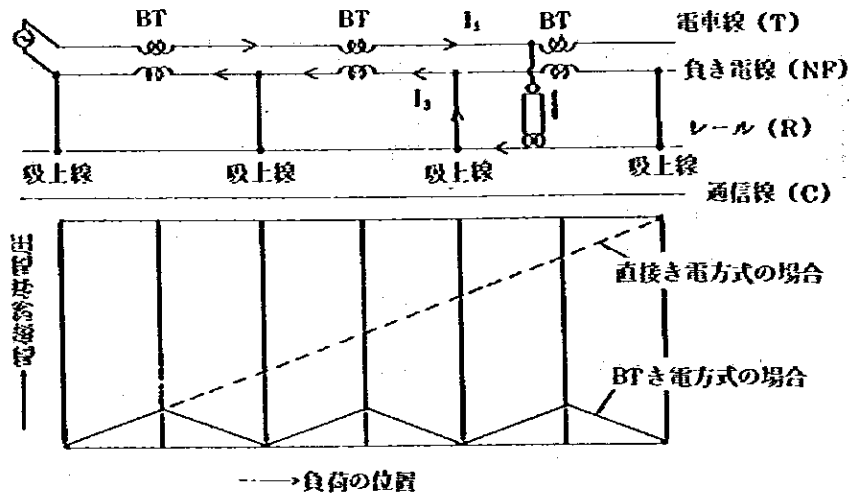
また、NF付きの直接き電方式では、NFによるしゃへい効果があらわれ、NFの線種、装柱の位置等によって異なるが、NFのないき電回路より、約70～80%程度に誘導電圧は軽減する。

また、(1 - n) I_1 を起誘導電流といい、(1 - n) $I_1 \cdot \ell$ を Amp · km という。

2) BTき電方式

直接き電方式では通信線が長い場合には、誘導電圧は平行亘長 ℓ に比例して増加するが、

BTき電方式では、誘導を発生させる長さ(誘導ばく管長) l を増加させないように、附録5.3.7に示すような、き電回路に吸上変圧器を挿入し、レールに流れる電流を吸上線により負き電線(NF)に吸上げて、誘導電圧を軽減させる。



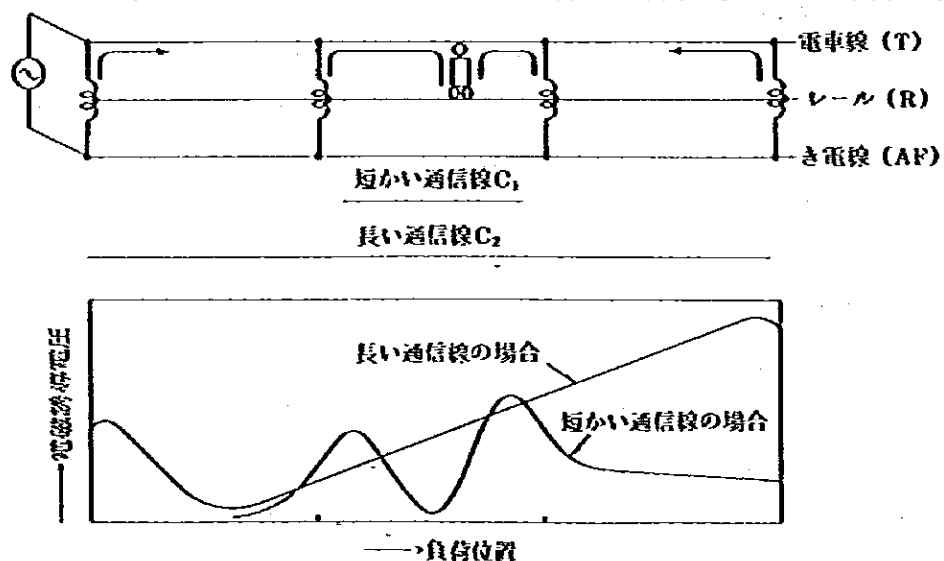
附録5.3.7 BTき電方式と誘導電圧

BTき電方式の場合の誘導電圧は、ほぼBTと吸上線間(JNRの在来線では標準4km)以内の大きさで、直接き電方式から比べると、誘導電圧は相当に小さくなる。

3) ATき電方式

単巻変圧器を用いるき電方式は、附録5.3.8に示すように、車両負荷の両側のATより負荷電流を供給するため通信線の電磁誘導電圧は、互に打消され誘導電圧が軽減する方式である。

この方式では、き電回路のインピーダンスが小さく、電圧降下が少ないため長距離き電が



附録5.3.8 ATき電方式と誘導電圧

可能で電力的にも良好なき電方式である。

誘導障害上の特性としては、ATの洩れインピーダンス、AT間隔、電車線、き電線の線種によって誘導特性が変化することである。一般にATの洩れインピーダンスが大きく、AT間隔が大きいと、電磁誘導電圧は増加の傾向となる。

また、き電回路の巨長が長いと、長距離通信線の誘導電圧は増加する。現在JNRの在来線で採用しているATき電方式は、AT間隔が標準10 kmであり、この場合の電磁誘導電圧は、BTき電方式の電磁誘導電圧に比べて、ほぼ同程度の大きさである。

ATき電方式は、直接き電方式やBTき電方式に比べてき電回路が複雑であり、き電回路の起誘導電流や誘導電圧の計算は、コンピュータを使用する必要がある。

5.3.3 誘導障害対策

(1) き電側

直流電化方式では変電所に、脈流軽減用の漏波器を設置して、負荷電流中の高調波成分を軽減させている。

交流き電方式では、電磁誘導電圧を低減させるため、き電回路として、BTき電方式や、ATき電方式または同軸ケーブルを用いる同軸ケーブルき電方式を採用し、大地へ流れる起誘導電流を減少させる。

またき電回路に沿って、しゃへい線を設けて、誘導電圧を軽減させる。レールから大地へのもれ電流を少なくするため、レールの対地もれ抵抗を大きくするよう、枕木、道床を整備する。

(2) 動力車側

車両がサイリスタ制御車や、チョップ制御車のときは、き電回路に流れる高調波電流が大きくならないように電気車にフィルタを設置したり、主変圧器二次側の分割数を増やし、積み重ね制御等を行い、高調波分を減らし、等価妨害電流 J_p を小さくさせる。

(3) 通信側

通信回路で大地帰路回路を構成するものは、誘導電圧、雑音電圧が非常に大きくなり使用できないため、全て金属回路（メタリック回路）とする。

静電誘導電圧を減少させるには

- 1) 深線等のしゃへいのない線路はケーブル化し、しゃへい層を接地する。接地は簡単な接地で十分な効果が得られる。
- 2) 排流線輪を使用して、静電誘導電圧を減少させる。
- 3) 線間距離を大きくする。

電磁誘導電圧を減少させるには、

- 1) 平衡度の良好な電磁しゃへいを有するケーブルを使用する。
- 2) 誘導軽減機器として、誘導電圧の累積を来たさないように絶縁線輪を通信線に挿入する。
- 3) 直流電流が流れる通信線路では、漏波排流線輪を使用する。

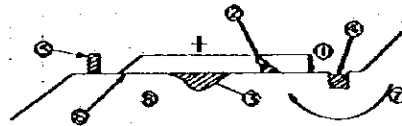
- 4) 通信線路に接続される交換機等の平衡度を向上させるためN型線輪（抑圧線輪）を用いる。
- 5) アレスター等放電管を使用し、事故時の高電圧を放電させる。
- 6) 懸隔距離を大きくして、誘導電圧を減少させる。電磁誘導電圧は静電誘導電圧により懸隔距離による軽減効果は小さい。
- 7) 搬送化する。

附録 6.1 防災対策

6.1.1 噴 泥

路盤土や道床内の混入土砂が、雨水および地下水等によって泥化し、列車通過時の荷重によって道床内あるいは道床表面まで泥土が噴出する現象を噴泥という。この噴泥箇所は保守に多大な労力を必要とするほか、マクラ木の損傷、道床汚損等の弊害を生じ、ときには運転保安をも脅かす場合もある。

噴泥の発生原因は、路盤の土質、道床および路盤の排水状態、列車荷重の大きさ、通過トン数、列車速度などの諸要因が組み合わされているものと考えられ、噴泥対策工法はこのうち「水」、「土」、「荷重」のうち一つを除去すればよい。次に主な要因と対策工法を示す。



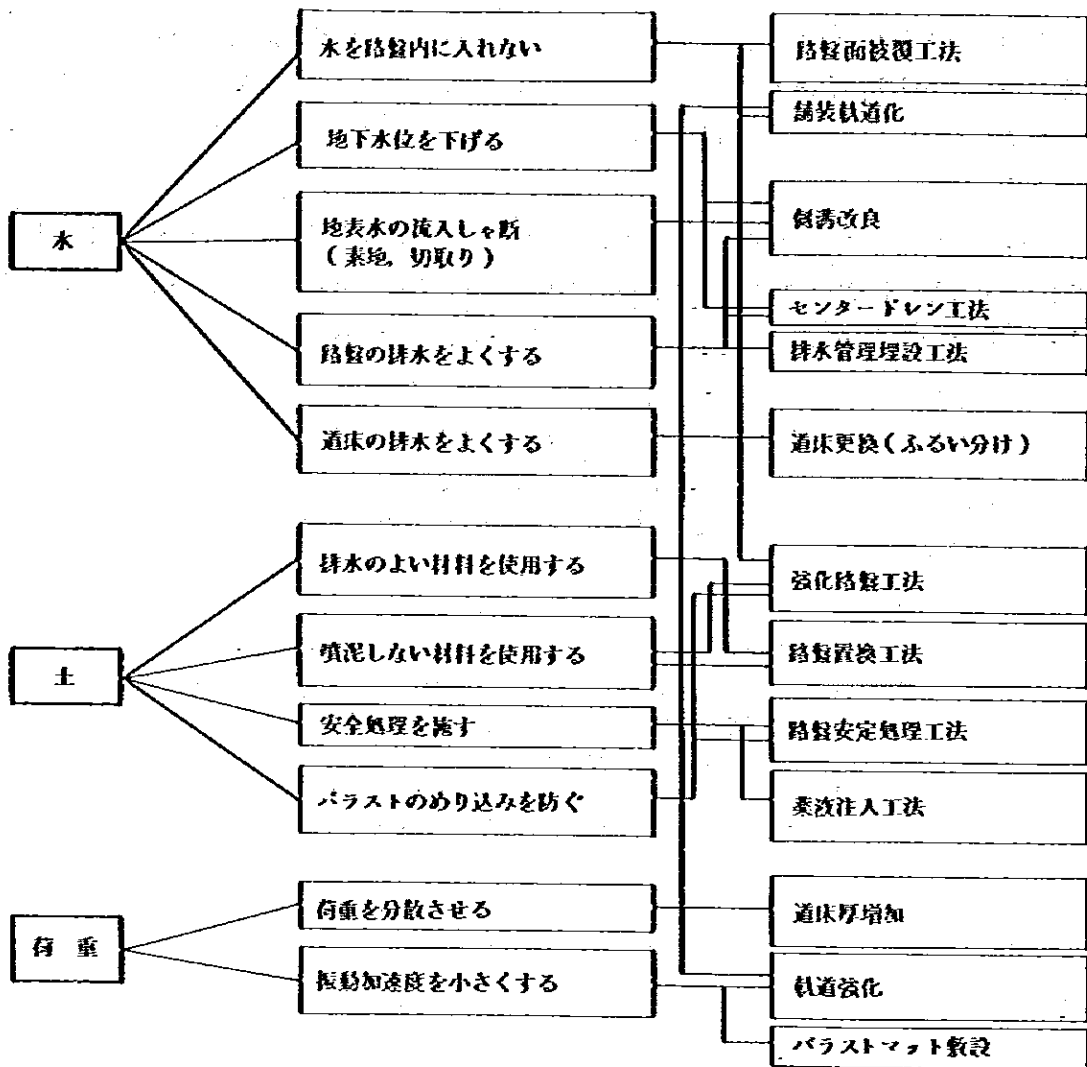
- | | |
|----------------|--------------|
| (a) 路盤噴泥 | f 路盤面のこう配不良⑩ |
| a 道床圧の不足① | g 高い地下水位の存在⑦ |
| b 道床排水不良② | h 高含水比粘性土⑧ |
| c ウォータポケットの存在③ | (b) 道床噴泥 |
| d 側溝不良④ | a 道床内排水不良 |
| e 路盤面上の支障物の障害⑤ | b 道床材料不良 |

附録 6.1.1 噴 泥 要 因 図

(噴泥の因子)

(対策)

(工法)



附録 6.1.2 噴泥の発生因子と対策工法

6.1.2 路盤の沈下

路盤の沈下は填泥に比べて一層複雑な現象である。沈下の主要因は路盤の基礎となっている自然地盤にある場合と、自然地盤の上に構築された盛土の路盤自体にある場合の2つに大別される。この2つの要因としては次のようなものがある。

- 1) 自然地盤に沈下の主要因がある場合
 - a) 軟弱層の圧密沈下
 - b) 軟弱層の破壊沈下
 - c) 地すべりに伴う移動性沈下
- 2) 路盤自体に沈下の主要因がある場合
 - a) 盛土材料の不適による収縮または圧密沈下
 - b) 盛土の転圧不足による圧密沈下
 - c) 盛土の部分破壊またはすべりによる沈下
 - d) 埋立ての不完全による液出性の沈下
 - e) 切取り盤の吸水軟化によるほらみ出し沈下

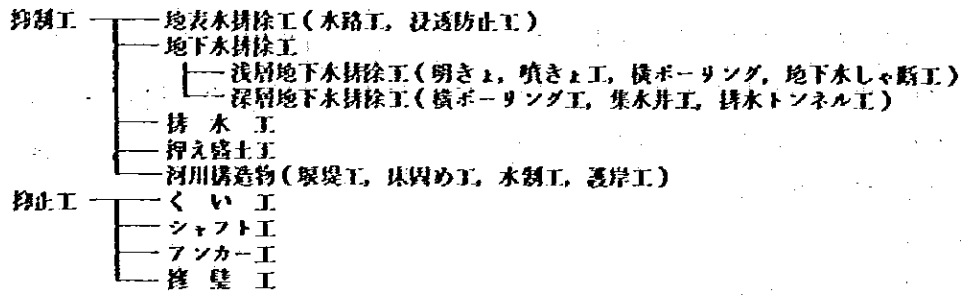
これらの種々の沈下のうち、自然地盤に沈下の主原因がある場合は軟弱層を補強するか、または軟弱層を良質の土で置換えることが必要である。

路盤自体に主原因がある沈下は、施工上の欠陥によるものであり、適当な盛土材料を使用して十分に転圧することが必要である。

6.1.3 地すべり

斜面は常に重力の影響を受けて下方にずり落ちようとしており、斜面内部の弱い地点を中心にひずみが長い年月の間に累積している。加えて気象変化や降雨の浸透水や地下水の影響によって、物理的、化学的な風化が進んで斜面内部の土質強度が劣化していくが、特にひずみの累積点での影響が著しく、除々に劣化が広がり、斜面を支える強度を失って地すべり現象を生ずる。

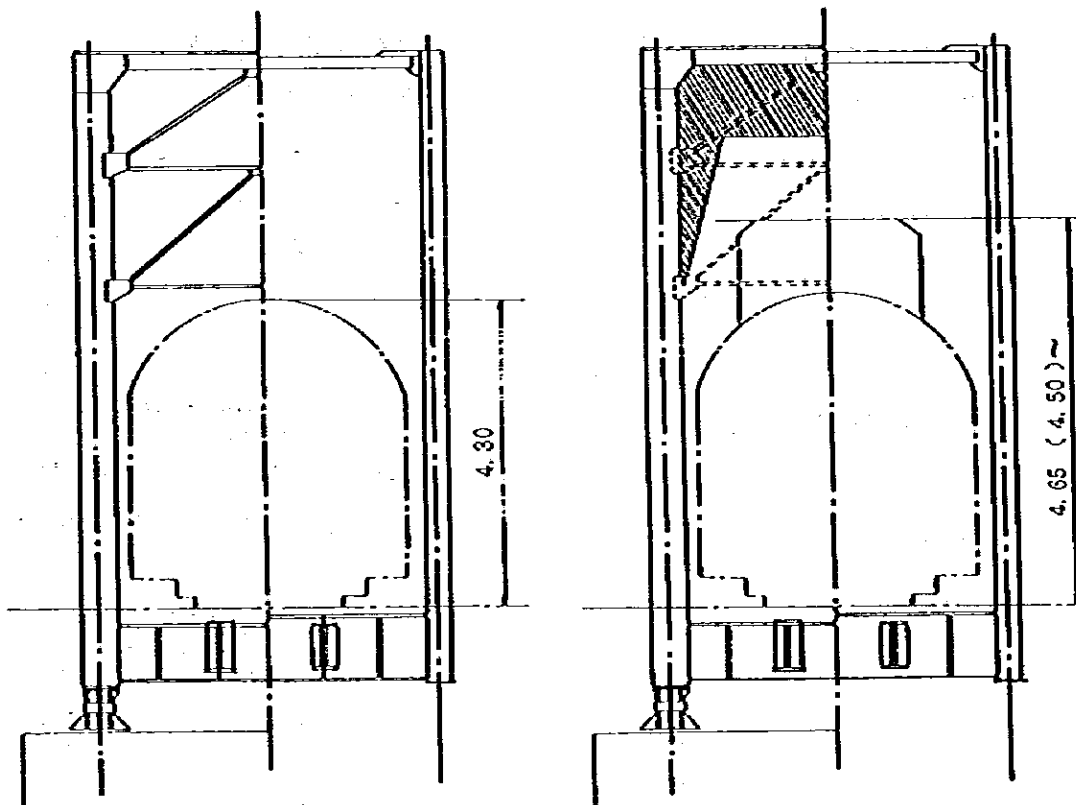
地すべりの防止工法には2種類あり、一つは地すべり発生の要因を除去するか、地すべりのバランスを復元するための土工手法によるなどのいわゆる抑制工法と、地すべり力に対抗する構造物を設置する直接抑止工法がある。



附録6.1.3 地すべり防止工の種類

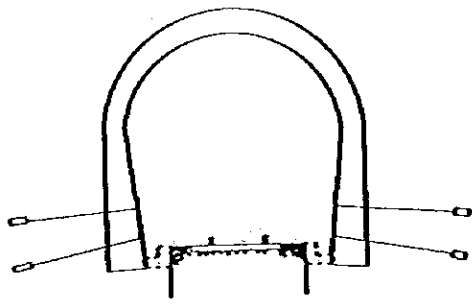
現 狀

改良後

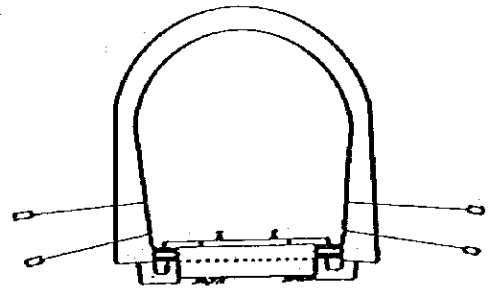


單位：m

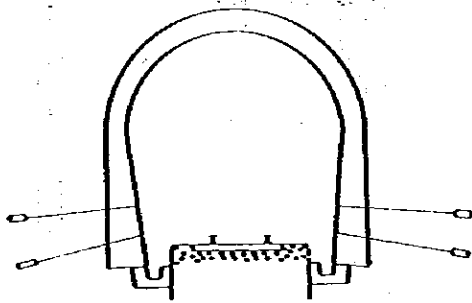
附錄 6.2 橋門構改良方法



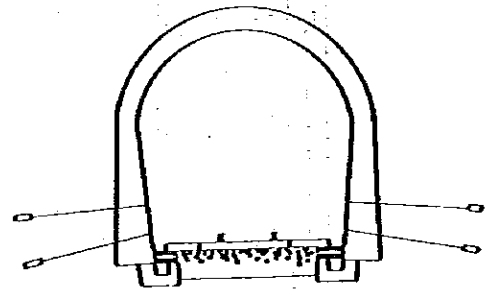
- ①プレート、ロックアンカーで側壁補強
- ②土留工を伴い排水溝撤去のため仮土留工



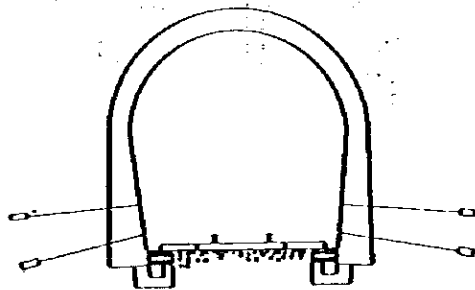
- ③在来線道床砂利かき出搬出
- ④路盤、鉄取り低下



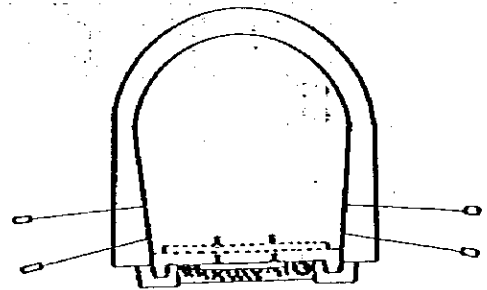
- ⑤新排水溝施工



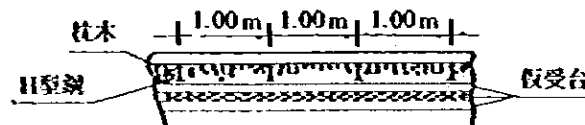
- ⑥新道床砕石かき込み、填充つき固め
- ⑦軌道受用かんざしおよびH鋼受台（木造）撤去



- ⑧H鋼受台（木造）仮設
- ⑨土留工撤去
- ⑩軌道受用かんざしH鋼仮設



- ⑪控路低下（低下量1回につき100mm）
- ⑫締めつき固めむら直し



附録 6.3 トンネル内路盤低下施工方法

附錄 7.1.1 駅別乗降人員調(月別)

1981年 単位:千人

月/1981 駅	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合計
101 JAKARTA	1,917	1,876	1,993	1,949	2,112	2,210	2,054	2,350	1,931	2,041	1,881	1,989	24,316
106 BEKASI	134	143	166	153	141	129	146	156	144	157	162	166	1,798
107 KARAWANG	135	131	125	132	141	156	143	273	143	162	166	178	1,786
108 TANGERANG	76	74	79	83	86	60	70	78	74	72	75	72	899
109 BOGOR	899	876	967	891	1,012	989	937	1,048	864	923	803	825	11,034
113 LEBAK	105	102	104	105	116	110	94	118	91	103	92	98	1,238
114 PANDEGLANG			1			1	2	3		1		1	9
115 SERANG	301	255	261	279	311	383	356	387	261	292	168	181	3,425
117 CIREBON	69	66	67	72	70	90	75	83	56	92	67	62	869
118 SUKANG	23	28	31	21	16	23	16	16	14	16	12	8	224
119 INDRAMAYU	39	62	71	49	47	53	45	50	38	47	35	30	567
122 BANDUNG	320	295	300	316	320	359	312	366	280	287	280	310	3,736
123 PURWAKARTA	44	45	48	49	51	54	50	62	46	52	50	50	601
124 CIANJUR	75	70	74	77	58	57	76	98	59	82	57	63	846
125 SUKABUMI	127	119	141	129	108	125	142	169	114	140	128	140	1,582
126 GARUT	98	92	94	88	92	93	100	131	81	74	53	71	1,067
127 TASIKMALAYA	36	32	34	33	33	44	34	59	25	31	32	35	429
128 CIANIS	72	48	53	51	53	74	49	101	45	53	47	66	712
201 BANYUAS	25	23	24	28	28	38	26	43	22	28	23	29	337
202 BREBES	16	27	31	19	20	25	22	31	17	21	20	16	265
206 KEBUMEN	41	37	38	48	48	58	40	86	41	49	41	50	577
207 PURWOREJO	38	35	35	45	45	67	56	65	39	49	39	49	562
208 CILACAP	84	84	94	101	101	110	87	169	80	92	82	98	1,182
209 PEMALANG	4	3	3	3	4	4	4	7	4	4	4	3	47
210 TEGAL	15	13	14	15	15	19	17	26	11	21	17	13	195
211 PEKALONGAN	16	13	11	13	14	14	12	21	12	14	13	12	165
213 BATANG	5	4	4	4	4	5	4	5	5	5	5	2	52
214 KENDAL	1	1		1	1			2	1	1	1	1	10
216 DEMAK	5	5	6	5	7	2	7	12	7	17	7	5	85
217 PURSODADI	89	92	100	86	64	75	68	110	60	80	65	68	957
218 BLORA	27	27	27	26	25	24	29	40	21	26	22	25	319
219 BOJONEGORO	11	13	17	16	17	22	20	27	14	15	12	12	196
222 REKANG	9	9	13	12	11	11	10	13	7	8	8	9	120
223 TUBAN	34	36	42	41	45	40	35	44	28	30	29	25	429
224 KULONPROGO	4	4	4	4	4	7	4	9	4	5	4	6	59
225 SLEMAN	141	112	106	125	140	179	159	156	112	131	111	162	1,634

駅別乗降人員調(月別)

単位：千人

月/1981 駅	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合計
226 KLATEN	10	9	11	8	8	11	11	13	9	7	10	9	116
227 SRAGEN	6	6	13	10	7	7	9	9	5	8	7	7	94
229 KARANGANYAR	3	3	5	3	12	3	2	4	3	3	3	2	65
232 BOYOLALI	8	8	10	10	5	7	8	11	5	9	9	9	99
233 SEMARANG	119	116	118	119	118	136	147	175	108	130	117	120	1,523
235 SUPAKARTA	60	61	65	51	51	61	71	82	43	48	42	55	651
238 ZANTUL								1					1
303 NGAWI	8	5	10	11	12	13	16	19	11	16	11	14	144
304 MAGETAN				1			1	1		2		2	7
305 MADIUN	28	21	24	25	34	36	32	43	24	29	27	31	354
306 NGANJUK	17	16	13	14	19	22	17	29	14	17	14	16	208
307 JOZANG	32	30	29	38	44	45	40	63	36	47	41	42	487
308 PONOROGO	2		2			3	3	4	3	2	2	2	23
309 KEDIRI	18	15	12	17	20	27	26	28	18	21	20	21	243
310 TULUNGAGUNG	12	12	9	10	15	16	13	22	11	13	12	14	158
311 BLITAR	42	34	35	41	45	60	58	69	40	51	47	50	573
312 MALANG	54	48	44	51	59	73	66	87	49	60	55	57	703
313 PASURUAN	22	19	18	16	20	19	14	27	18	21	20	20	234
315 SIDOARJO	30	29	29	38	35	28	30	43	37	40	39	39	417
316 MOJOKERTO	15	14	14	20	19	19	18	24	15	19	23	20	220
318 GRESIK	328	224	276	301	333	435	397	436	281	337	313	347	4,069
319 LAMONGAN	16	17	21	17	19	15	19	19	14	16	15	15	203
320 BANGKALAN	2	2	2	2	2	4	8	7	4	6	4	4	47
323 SAMPANG								1					1
324 PROBOLINGGO	3	2	1	1	2	3	2	3	2	1	1	3	24
325 LUMAJANG	7	9	7	7	11	10	10	21	9	9	9	11	120
326 JEMBER	38	38	35	41	41	39	34	55	33	40	35	40	459
327 BONDOWOSO	15	13	18	18	15	14	12	24	15	16	14	11	185
328 SITUBONDO	8	7	8	8	9	9	6	13	9	11	10	7	105
329 BANYUWANGI	45	39	39	46	35	38	32	68	33	43	40	47	505
330 JEMBRANA	4	2		3	1	7	5	5		1	1	8	37
合計	5,988	5,692	6,032	5,996	6,352	6,662	5,398	7,720	5,600	6,250	5,552	5,954	74,396

附錄 7.1.2 駅別乗車人員調 (月別)

單位：千人

月/1981 駅	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合計
101 JAKARTA	918	912	957	987	1,026	1,050	1,068	1,055	925	937	891	974	11,740
106 BEKASI	69	70	77	80	69	64	76	77	68	74	75	77	876
107 KARAWANG	73	65	68	66	70	87	70	88	70	78	81	86	902
108 TANGGERANG	43	42	44	45	47	30	38	45	40	38	39	38	499
109 BOGOR	470	456	510	417	531	520	490	542	457	482	445	435	5,755
113 LEBAK	49	47	46	49	53	52	45	61	43	48	45	45	584
114 PANDEGLANG			1			1	1	2		1		1	7
115 SERANG	144	127	131	139	155	195	176	195	132	150	87	94	1,725
117 CIREBON	33	34	32	35	33	43	28	44	26	35	30	27	491
118 SUBANG	12	13	18	12	8	13	9	9	7	9	7	5	122
119 INDRAMAYU	18	23	34	24	24	25	21	26	19	23	16	14	267
122 BANDUNG	161	151	155	158	158	178	169	169	142	145	140	155	1,881
123 PURWAKARTA	26	26	29	28	30	33	32	39	28	31	31	32	365
124 CIANJUR	41	38	38	41	30	30	39	52	30	51	30	33	453
125 SUKABUMI	66	63	74	69	55	65	72	90	61	70	67	74	827
126 CARUT	49	45	46	43	45	48	48	67	41	36	26	37	532
127 TASIKMALAYA	21	18	19	18	17	25	24	38	14	18	17	20	239
128 CIAMIS	35	24	30	27	27	37	24	54	22	28	23	33	365
201 RANUYAS	16	15	16	18	18	24	15	34	15	19	16	19	225
202 BREBES	7	18	12	8	10	13	7	18	8	9	8	6	124
206 KEBUNEN	28	25	25	33	34	42	18	67	27	35	29	35	398
207 PURWOREJO	17	14	15	19	20	29	15	37	17	22	16	19	240
208 CILACAP	44	42	46	51	53	55	38	92	44	48	44	50	607
209 PEMALANG	3	2	2	2	2	3	2	6	3	3	3	2	33
210 TEGAL	7	6	6	6	6	8	6	15	5	9	7	5	86
211 PEKALONGAN	9	7	6	7	8	8	4	15	6	7	7	6	90
213 BATANG	3	2	2	2	2	3	2	3	3	3	3	1	29
214 KENDAL	1	1		1	1			2	1	1	1	1	10
216 DEMAK	2	2	3	2	3	1	3	5	3	6	3	2	35
217 PURWADADI	48	50	52	45	33	40	35	64	33	45	35	36	516
218 BLORA	14	13	13	13	12	12	11	23	10	13	11	12	157
219 BOJONEGORO	6	7	9	9	10	12	11	16	8	8	7	6	109
222 REKANG	4	4	6	5	5	5	5	5	3	4	4	4	54
223 TULAN	17	19	21	21	22	18	16	23	13	13	13	12	208
224 KULONPROGO	4	4	4	4	4	6	3	9	4	5	4	6	57
225 SLEMAN	59	42	44	47	52	73	62	69	44	50	45	63	650

駅別乗車人員調(月別)

単位：千人

月/1981 駅	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合計
226 KLATEN	8	7	8	7	7	9	10	12	8	6	8	8	98
227 SRAGEN	4	3	7	5	4	4	4	6	3	5	4	4	53
229 KARANGANYAR	2	2	4	2	12	2	2	3	2	2	2	2	37
232 BOYOLALI	4	4	6	6	3	4	3	7	3	5	5	5	55
233 SEMARANG	57	56	56	56	57	66	66	85	49	61	55	58	722
235 SURAKARTA	26	18	21	22	23	26	23	35	19	21	18	23	276
238 BANTUL								1					1
303 NGAWI	5	2	6	6	7	8	8	12	7	9	7	9	86
304 MACEYAN				1			1			1		1	4
305 MADIUN	15	11	12	13	15	20	12	27	12	14	14	16	181
306 NGANJUK	9	7	7	8	10	13	6	19	8	10	8	8	113
307 JOKRANG	18	17	16	21	24	24	18	35	21	26	23	23	266
308 POSORODO	1		1			1	1	2	2	1	1	1	11
309 KEDIRI	9	7	7	8	10	14	12	16	9	11	10	11	124
310 TULUNGAGUNG	7	8	5	6	9	10	7	15	7	8	7	9	98
311 BLITAR	22	18	17	20	25	30	25	38	21	25	24	25	291
312 MALANG	28	24	22	27	29	37	33	44	26	31	28	29	358
313 PASURUAN	11	10	9	8	11	10	7	14	9	11	11	11	122
315 SIDOARJO	16	16	16	20	18	14	16	23	19	21	20	20	219
316 MOJOKERTO	8	7	7	11	10	10	9	13	7	9	9	11	111
318 CRESIK	156	135	122	144	159	218	199	193	132	155	148	162	1,931
319 LAMONGAN	7	8	11	9	10	9	9	10	9	9	9	9	109
320 BANGALAN	1	1	1	1	1	2	4	3	2	3	2	2	23
321 SAMPANG								1					1
324 PROBOLINGGO	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	15
325 LEMAJANG	4	5	4	4	6	6	5	11	5	5	5	6	66
326 JEMBER	18	20	18	21	20	20	17	28	17	21	18	21	239
327 SONOMOYO	8	7	10	9	7	7	6	13	8	9	7	5	96
328 SITUBONDO	4	3	4	4	5	4	3	6	4	5	5	4	51
329 EASTUMANGI	24	20	20	24	20	20	16	37	18	23	21	24	267
330 JEMBERANA	2	1		1		2	3	3		1		2	15
合計	2,924	2,846	3,016	2,998	3,176	3,431	3,199	3,860	2,800	3,125	2,776	2,977	37,198

附錄 7.1.3 駅別降車人員調 (月別)

單位：千人

月 / 1981 駅	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合計
101 JAKARTA	999	964	1,051	962	1,086	1,170	986	1,305	1,006	1,052	990	1,015	12,576
106 BEKASI	65	74	89	73	72	65	70	79	76	83	87	89	922
107 KARAWANG	63	66	57	66	71	69	73	85	73	84	85	92	884
108 TANGGERANG	33	32	35	37	39	30	32	33	34	34	35	34	409
109 BOGOR	429	420	457	474	481	469	447	506	407	441	358	390	5,274
113 LEBAK	56	55	58	56	63	58	49	57	48	55	47	52	654
114 PANDEGLANG							1	1					2
115 SERANG	157	128	130	140	156	188	170	192	129	142	81	87	1,700
117 CIREBON	35	32	35	36	37	47	47	39	30	57	37	35	468
118 SUBANG	11	15	13	9	8	10	7	7	7	7	5	3	102
119 INDRAMAYU	21	39	37	25	23	28	24	24	19	24	20	16	399
122 BANDUNG	159	144	145	158	162	172	143	197	138	142	140	155	1,855
123 PURWAKARTA	18	19	19	21	21	21	18	23	18	21	19	18	236
124 CIANJUR	34	32	36	36	28	27	37	46	29	31	27	30	393
125 SUKABUMI	61	56	67	60	53	59	70	79	53	70	61	66	755
126 GARUT	49	45	48	45	47	45	52	64	40	38	27	34	535
127 TASIKMALAYA	15	14	15	15	16	19	20	21	11	13	15	16	190
128 CIAMIS	35	24	23	24	26	37	25	47	23	25	24	23	347
201 BANYUAS	9	8	8	10	10	14	11	9	7	9	7	10	112
202 BREBES	9	9	19	11	10	12	15	13	9	12	12	10	141
206 KEMEN	13	12	13	15	14	16	22	19	14	14	12	15	179
207 PURWOREJO	21	21	20	26	25	33	41	28	22	27	23	30	322
208 CILACAP	40	42	48	50	43	55	49	77	36	46	38	48	575
209 PEMALANG	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	14
210 TEGAL	8	7	8	9	9	11	11	11	6	12	10	8	110
211 PERALONGAN	7	6	5	6	6	6	8	6	6	7	6	6	75
213 BATANG	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	23
214 KENDAL													
216 DEMAK	3	3	3	3	4	1	4	7	4	11	4	3	50
217 PURWODADI	41	42	48	41	31	35	33	65	27	35	30	32	441
218 BLORA	13	14	14	13	13	12	18	17	11	13	11	13	162
219 BOJONEGORO	5	6	8	7	7	10	9	11	6	7	5	6	87
222 REKBANG	5	5	7	7	6	6	5	8	4	4	4	5	66
223 TUBAN	17	17	21	20	23	22	19	24	15	17	16	13	221
224 KULONPROGO						1	1						2
225 SLEMAN	82	70	62	78	63	106	97	87	68	81	66	93	934

駅別降車人員調 (月別)

単位：千人

月/1981 駅	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合計
226 KLATEN	2	2	3	1	1	2	1	1	1	1	2	1	18
227 SRAGEN	2	3	6	5	3	3	5	3	2	3	3	3	41
229 KARANGANYAR	1	1	1	1		1		1	1	1	1		9
232 BOYOLALI	4	4	4	4	2	3	5	4	2	4	4	4	44
233 SEMARANG	62	60	62	63	61	70	81	90	59	69	62	62	801
235 SURABAYA	34	23	25	29	28	35	48	45	24	27	24	32	375
235 BANTUL													
303 NGAWI	3	3	4	5	5	5	8	7	4	5	4	5	58
304 MACEYAN								1		1		1	3
305 MADIUN	13	10	12	12	19	16	20	16	12	15	13	15	173
306 NGANJUK	8	9	6	6	9	9	11	10	6	7	6	8	95
307 JOYOBANG	14	13	13	17	20	21	22	28	15	21	18	19	221
308 PONOROGO	1		1			2	2	2	1	1	1	1	12
309 KEDIRI	9	8	5	9	10	13	14	12	9	10	10	10	119
310 TULUNGAGUNG	5	4	4	4	6	6	6	7	4	5	4	5	60
311 BLITAR	20	16	18	21	21	30	33	31	19	25	23	25	282
312 MALANG	76	24	22	24	30	36	33	43	23	29	27	28	345
313 PASURUAN	11	9	9	8	9	9	7	13	9	10	9	9	112
315 SIDOARJO	14	13	13	18	17	14	14	20	18	19	19	19	198
316 MOJOKERTO	7	7	7	9	9	9	9	11	8	10	14	9	109
318 GRESIK	172	149	147	157	174	218	198	243	149	181	165	185	2,138
319 LAMONGAN	9	9	10	8	9	6	10	9	5	7	6	6	94
320 BANGALAN	1	1	1	1	1	2	4	4	2	3	2	2	24
321 SAMZANG													
324 PROBOLINGGO	1	1			1	1	1	2	1			1	9
325 LUMAJANG	3	4	3	3	5	4	5	10	4	4	4	5	54
326 JEMBER	20	18	17	20	21	19	17	27	16	19	17	19	230
327 BONDOWOSO	7	6	8	9	8	7	6	11	7	7	7	6	89
328 SITUBONDO	4	4	4	4	4	5	3	7	5	6	5	3	54
329 BANYUWANGI	21	19	19	22	15	18	16	31	15	20	19	23	238
330 JEMBRANA	2	1		2	1	5	2	2			1	6	22
合計	2,994	2,845	3,016	2,993	3,176	3,431	3,159	3,860	2,800	3,125	2,776	2,977	37,198

附録7.1 停車場有効長の算定

1. 旅客列車

$$EL = \frac{IN}{n} + L + C$$

$$EL = \frac{20.7 \times 400}{45} + 14m + 20m$$

$$= 218m \approx 220m$$

2. 貨物列車

$$EL = \frac{IN}{n_1 + n_2} + L + C$$

$$= \frac{8.2m \times 1000}{(0.633 \times 25) + (0.367 \times 10)} + 14 + 20$$

$$= 454.6 \approx 460m$$

EL = 有効長

l = 客車1車平均長 (20.7m)

N = ELのけん引定数 (400トン)

n = 客車の換算両数 (4.5トン)

L = ELの長さ (14m)

C = 列車の前後に於ける余裕 (20m)

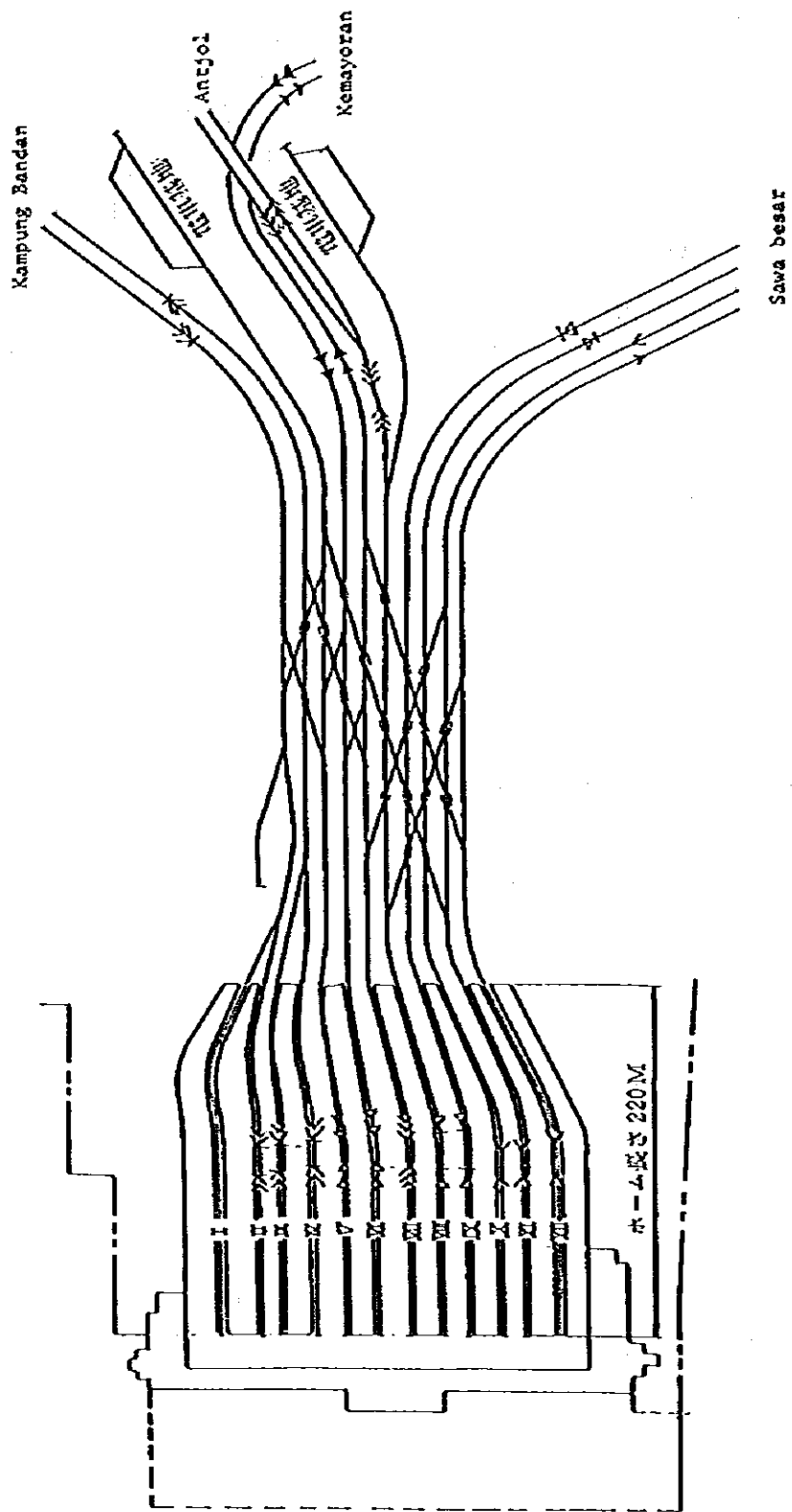
n₁ = 盆車の換算両数 (0.633 × 25t)

n₂ = 空車の換算両数 (0.367 × 10t)

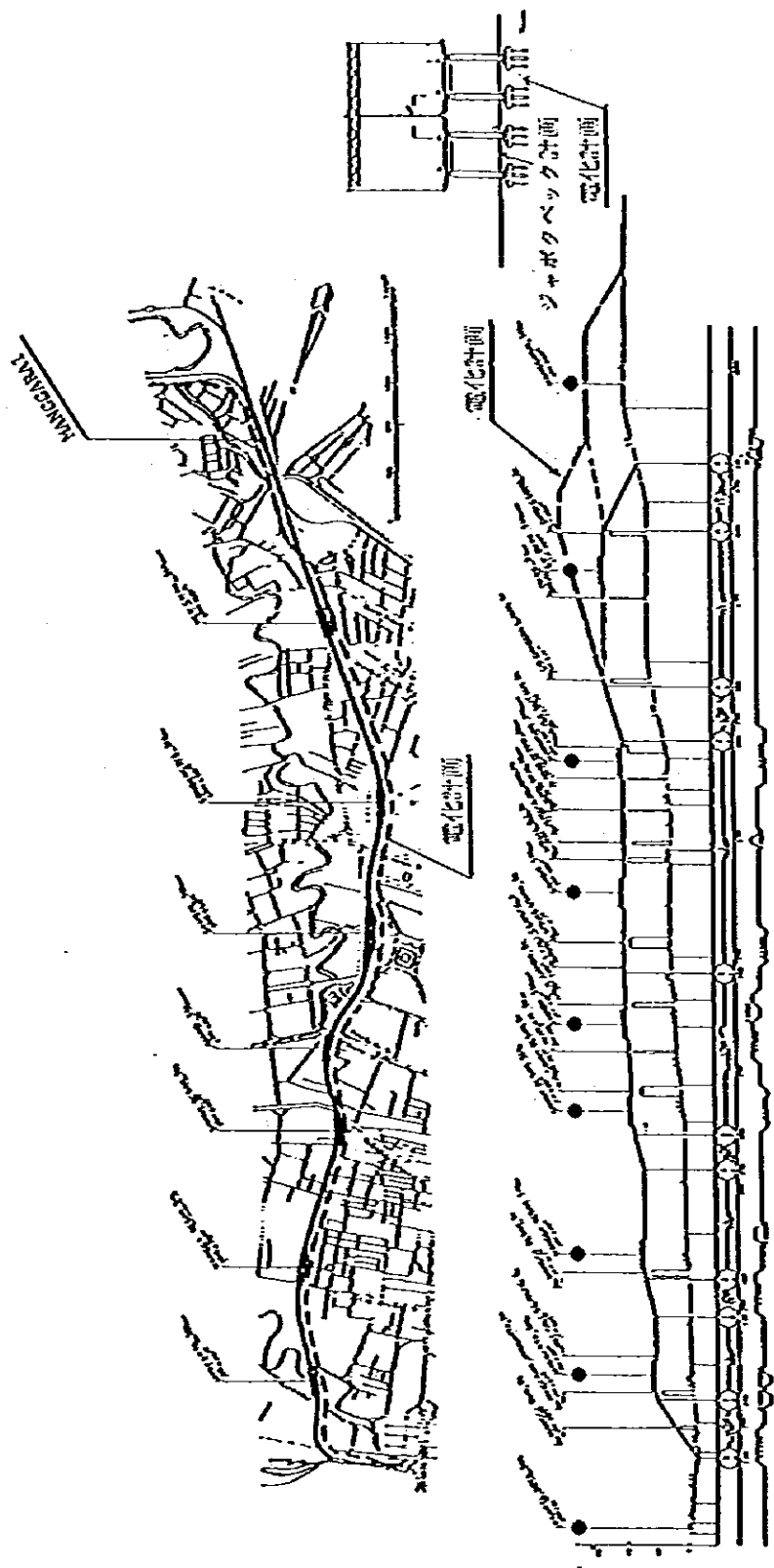
l = 貨車1車平均長 (8.2m)

附録7.2 JAKARTA ~ MANGGARAI間複線高架化

1. 複線計画長	10k4
2. 停車場	JAKARTA, GAMBIR, MANGGRAI
3. 構造	高架化
4. 工事費	JAKARTA 1,527 × 10 ⁸ RP
	GAMBIR 10,558
	MANGGARAI 6,471
	中間線路 72,455
	計 91,011

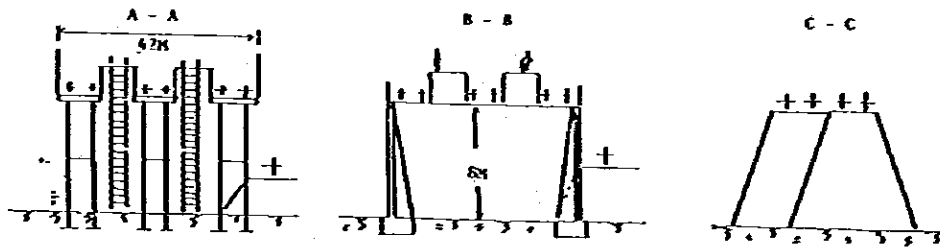
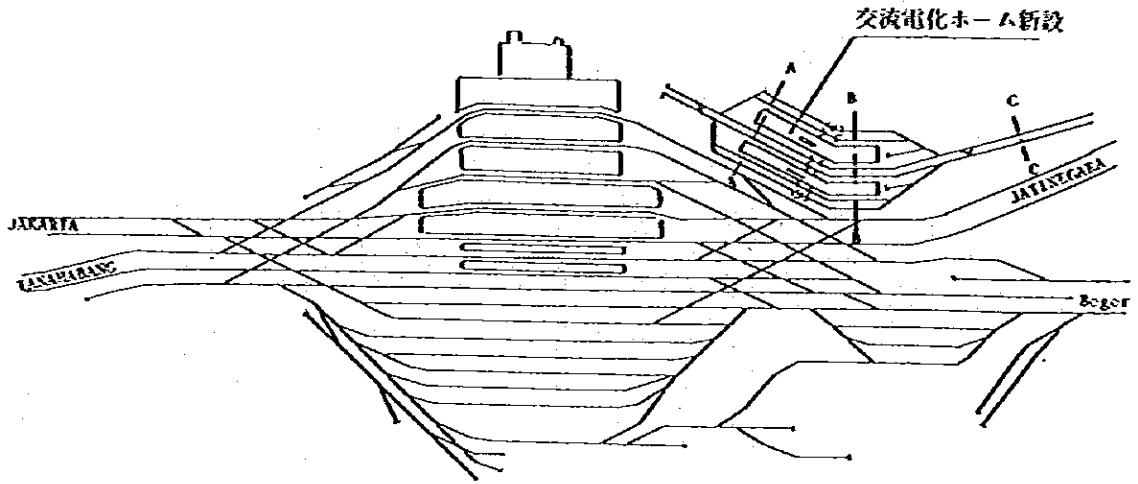


附録 7.3.2 JAKARTA 配線略図

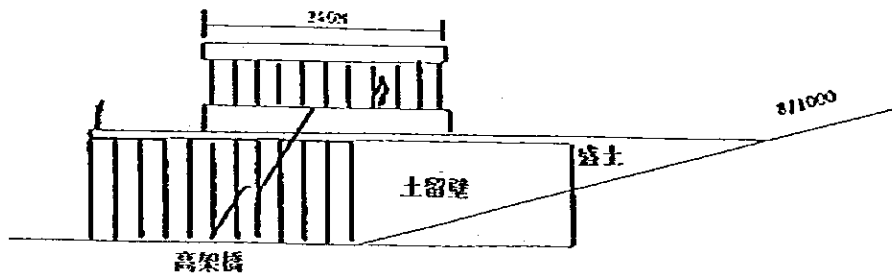


附録 7.3.3 JAKARTA KOTA--MANGGRAI 間平面. 縦断略図

附錄 7.4.1 MANGGARAI 始發站計函



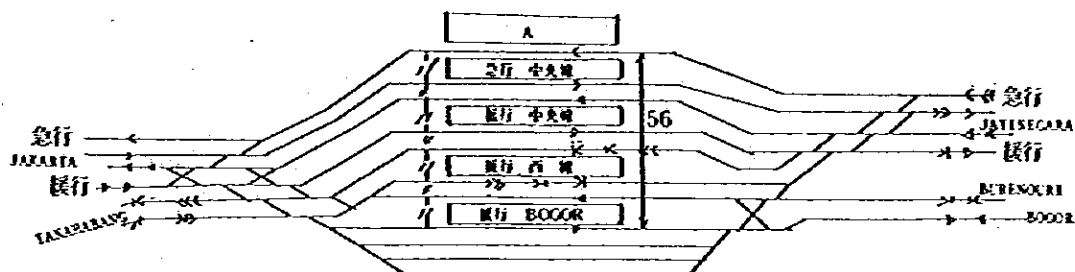
断面略図



縦断略図

土 工	1227 × 10 ⁶ RP
停車場設備	1500
軌 道	1013
高 架 橋	6753
計	10523

附録 7.5.1 MANGGARI 直流電化計画



工事概要

1. JAKARTA を始発駅とし、MANGGARI は中間駅とする
2. 新駅は急行、貨物列車運転とする
3. 構内改良は線路 2 線につき、ホーム一面とし、4 面新設 (ホーム)
4. 高床ホーム、跨線橋新設

工事費

	工 事 費
土 工	41 × 10 ⁶ RP
停車場設備	2669
軌 道	1660
計	4370

附録 7.6.1

附録 7.3 TANJUNG, PRIOK GUDANG への能力

1. 着発線取扱能力

$$N = \frac{1440 \times f \times n}{t}$$

$$= \frac{1440 \times 0.6 \times 1}{30} = 28 \text{ 本}$$

N = 着発線取扱列車本数

f = 線路利用率 (0.6)

t = 1 列車当り所要支障時分 (30 分)

n = 着発線数 (1)

1440 = 24 時間

2. 仕分線能力

$$N_1 = \frac{L}{F} \times f_1 \times k$$

$$= \frac{3740}{8.2} \times 0.6 \times 3 = 820 \text{ 両}$$

N_1 = 仕分取扱車数

L = 仕分組成線有効長 (3740m)

F = 貨車長 (平均) (8.2m)

f_1 = 入換可能率 (0.6)

$$K = \text{貨車回転数} = \frac{24 \text{ 時間}}{\text{貨車中継時間 (8 時間)}} = 3$$

3. 引上線能力

$$N_2 = \frac{f_2}{t} \times a$$

$$= \frac{1200}{8.5} \times 5 = 705$$

N_2 = 引上線散転貨車数

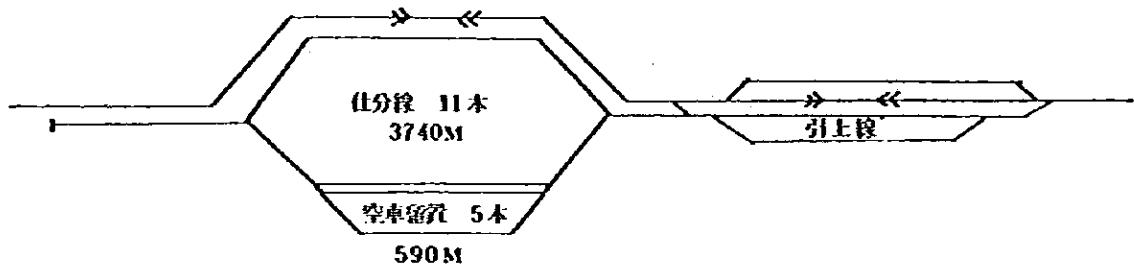
f_2 = 入換機稼働時分 (1200分)

t = 一回転散分解時分 (8.5分)

a = 一分解当り車数 (5両)

(cipinangヤードの実績より)

4. ヤード能力 1日当り700両



附録 8.1 電 車

8.1.1 電車計画

電車列車は普通は旅客列車として使用される。機関車けん引客車列車と比較すれば一般に以下の長所、短所を有する。

- (1)長所
- ① 編成両数に対し、動輪数を多く取ることが出来る為列車重量当りの出力を大きくとれる。これにより、特に中、高速域の性能向上が出来、高速化が容易となる。
 - ② 同様に動輪数を多くすることにより、加速度を大きくとれる。
 - ③ 軸重およびばね下重量を小さくすることが出来るので軌道への影響が軽減され、軸重制限の厳しい条件に対応し易い。
 - ④ ユニット編成列車であるため総括制御 (multiple unit control) により制動性能の向上、ブレーキ制御の同期性がとれるので減速度の向上が図れる。
 - ⑤ 停止および勾配抑速に電気ブレーキが利用出来るため制輪子、車輪の保守が少なくなる。
 - ⑥ 始、終着駅での折返しが容易且つ迅速に行える。
 - ⑦ 多ユニット編成の場合、一部の電動車が故障しても、当該ユニットを開放により運転を継続出来る。
 - ⑧ 途中駅での分割併合も可能である。
 - ⑨ 冷房などのサービス電源が容易に得られる。
 - ⑩ 扉、行先表示等の一斉動作を行うことにより旅客への安全およびサービスの向上が図れる。
 - ⑪ 電車列車投入により、電化による輸送改善のイメージが明確にアピールさせ得る。
 - ⑫ 同有効長の場合、機関車相当分の有効長が旅客用に使える。
- (2)短所
- ① 電動車数および機器数が多くなるため故障の発生は多くなる。但し列車運休になることは少ない。
 - ② 同様に保守費は高くなる。
 - ③ 部分的故障でも編成単位全体を休車として修繕せざるを得ない場合がある。
 - ④ 同じ理由で、編成で予備を持つことが望ましい。
 - ⑤ 長編成の場合は、機関車方式に比べエネルギー消費が大になる傾向がある。
 - ⑥ 客室に対する騒音防止が必要。
 - ⑦ 車両コストが高い。

以上の特長は長所短所がそれぞれ裏腹な関係のものもある。投入線区を選択に当っては電車の長所が十分生かせるように計画することが必要である。

なお日本国有鉄道 (JNR) は軸重制限と共に、カーブポイントの制限速度が厳しい、しかし、軸重およびばね下重量の軽い電車列車に対しては曲線の制限速度を緩和し、到達時間の短縮を計って

いる。

さらに到達時間の短縮を計るため、一部の線区に傾き電車 (Body tilting B.rail car) を投入している。

この電車の概要については日本の例を後述する。

(3) 対象線区

電化対象線区で電車列車の特性を發揮出来る線区は都市近郊および比較的運転時間が短かく、頻りに折返し運行する都市間である。この点から対象線として当面バンドン線であろう。

長距離では有効時間帯が有効に活用出来る線区で出来るだけスピードアップをしながら、軌道保守量を出来るだけ抑える。さらに代表的な優等列車として画期的なイメージチェンジも出来る。

(4) 電車編成

電車編成は電動車、付ずい車、制御車から構成し基本編成とする。運用は基本編成を単数又は複数連結して運行する。これ等の編成は運行形態、線路条件、電動車の性能、一部の電動車が故障した場合の異常時運転法などによって異なる。

基本編成は特殊なものを除き電動車2両 (これをMM'と+している) が基本となり、その前後に付ずい車 (Tと+する) を連結する。基本編成は通常2M2T又は2MIT編成である。MTの構成は走行条件によって適する編成を選択する。

M車を偶数としたのは2両を1つの基本ユニットとして機器構成を容易にし、保守性の向上、およびコストを下げるためである。T車のうち前頭車に使用するものがあり制御車と呼ぶ。

(5) 電源種別

対象線区はJABATOBЕК域のDC1500V区間およびその他域の25kV区間が存在する。DC1500V区間は短区間ではあるが、電車列車の長を生かすためにも当面DC-AC区間の走行を可能とすべきである。したがって、交直流電車が必要である。

将来AC区間が延長になった場合はAC電車となるが、一部の列車はDC区域内始発が考えられるので無駄とはならない。

(6) 運転速度・加速性能

電車列車はM車比率を増やすことで比出力の増大が計れる。最高運転速度120km/h加速度2.0km/h/sec減速度3.0km/h/sec以上とすることも出来るが車両の性格、用途によって選定する。

電車列車は軽重軽減による線路の疲労度の減少カーブの制限速度の向上による速度向上も期待出来るが、今回は条件の緩和は行わないものとした。

8.1.2 性能計画

(1) 列車編成と重量

駅の有効長から、最大10両 (20m車換算で) である。したがって編成両数は8~10両とな

る。

8両編成の場合 4M4T; 6M2T

10両編成の場合 4M6T; 6M4T

列車重量は8両で380t 10両で480tとした。

(2) 速度・加速・減速度

性能の算出に当っては機関車より若干上廻るものを目標とした。

最高速度 130km/h

加速度 2km/h/sec程度

減速度 2.5km/h/sec "

(3) 抑速ブレーキ

バンドン線の勾配は比較的長いので抑速発電ブレーキが有効であり、採用も考えられる。この方式は特に20,700以上の連続した下り勾配区間で速度バランスをとって運転する場合に使用する。抑速ブレーキ力は区間の最急勾配に於ける均こう速度に見合うものでなければならない。機器は以上を満足する容量を持つ必要がある。

(4) 車両限界

交直流電車は装備する機器が多い。屋根上にはパンタグラフをはじめ特高機器類も多く、加圧部分に対する懸隔距離の確保等が必要である。

床下には主要機器を取付けるためのスペースの確保が必要であり、2両の車に相互に分担させており、これが2両1ユニットとする理由でもある。したがって、床面高さは直流車に較べ高く、少くとも1,150mmを必要とする。

車両限界の考え方については、機関車の項で述べたのと同様、一般的規程では4,300とし、当面は暫定縮小限界とし、将来は構造物改良の際改良する計画とすることを提案する。

8.1.3 電車性能の算出

電車列車の走行シミュレーションは機関車による走行シミュレーションと同様に本文8-6-2のプログラムにより、下記の条件を与えて行った。

(1) シミュレーション条件

①走行区間 JAKARTA—BANDUNG 2駅停車

②1unit分の動力性能	附録8.1.1
	架線電圧 AC 25kV
	定格出力 810kW
	定格けん引力 5700kg (100%F)
	定格速度 51km/h (100%F)
	主電動機 375V 315A 105kW 1550rpm
	—の—数 8

し車 輪 820m/m

③列車編成

(i) 6M4T

(ii) EL-D₃

(2) シミュレーション結果

6M4T Appendix 8.1.2 + attach (附属データ)

EL " 8.1.3 + attach (")

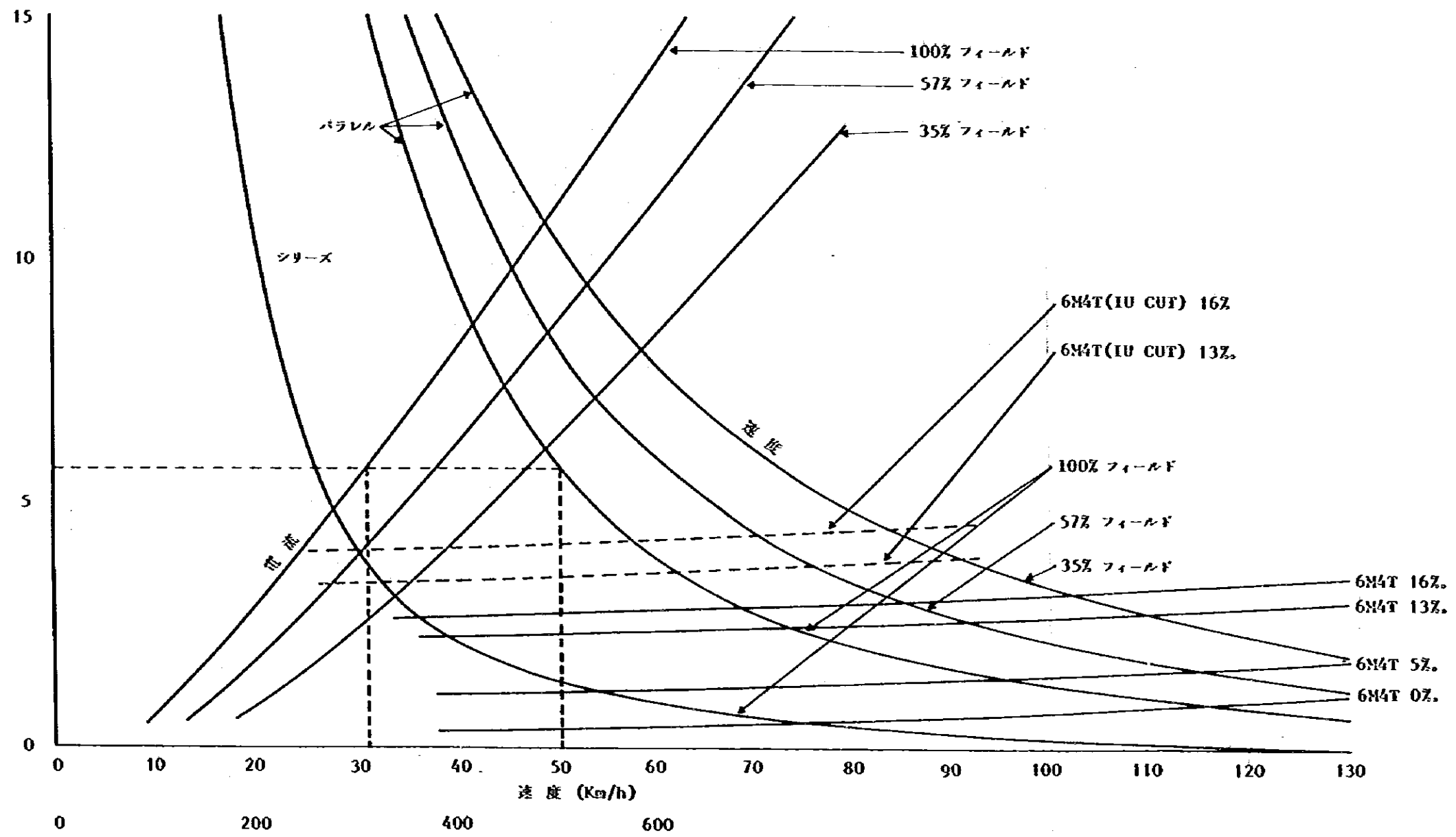
区 間	列 車 編 成		所要時間	RMS(curr)	レシオ	電力消費量
バ ン ド ン 線 2 駅 停 車	電 車		時・分・秒	A	—	Kwh
		6M4T	2H3M4T5	251	0.80	3.036
	EL	D ₃ +10R	2H9M4I5	376	0.70	2.617

(3) 1ユニットカット運転

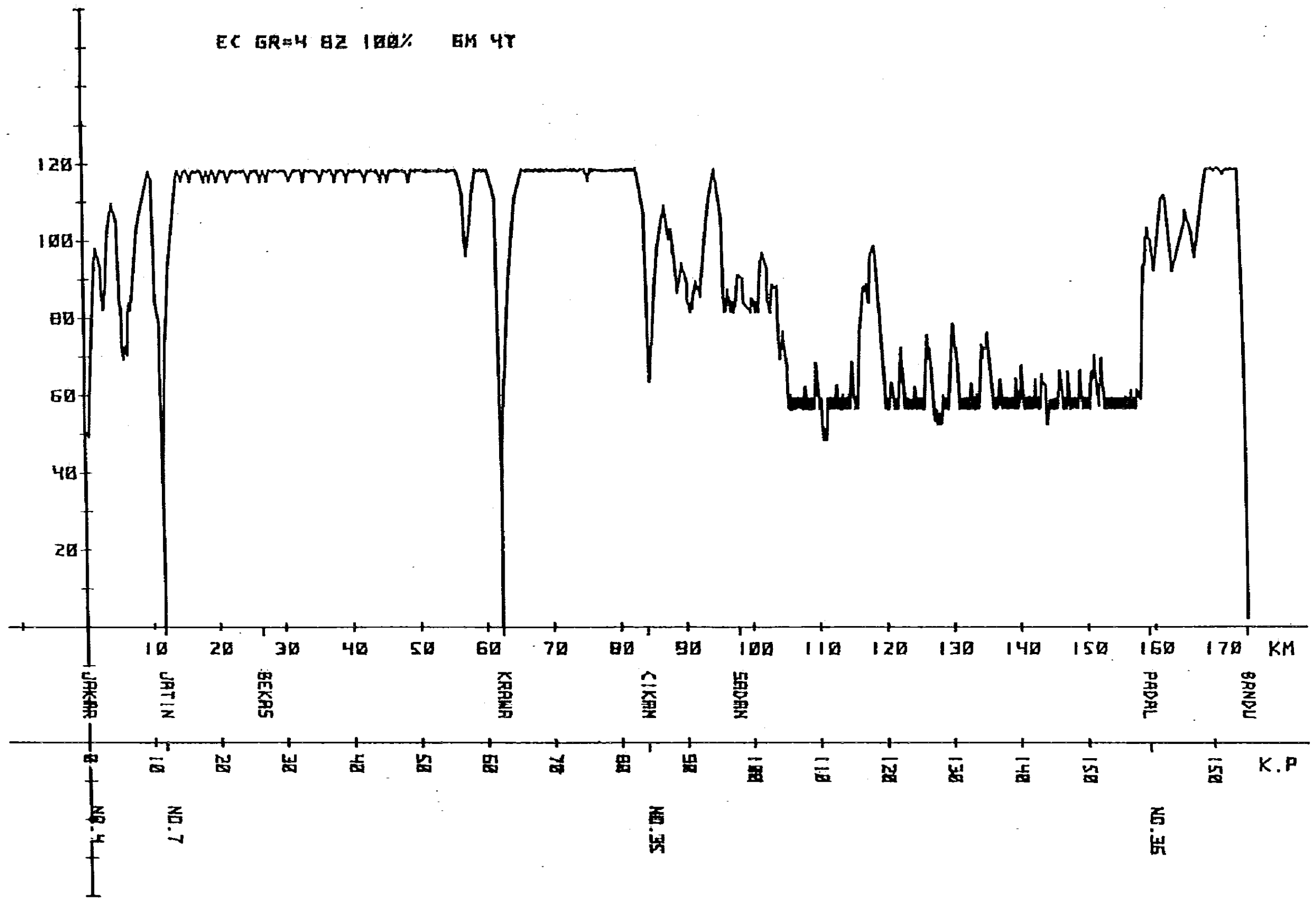
既に述べた様に電車列車はユニット構成である。4M4Tで電動車故障が発生し、1ユニットカットを行い運転する場合は2M6Tとなる。

2M6Tの場合16‰+曲線抵抗区間での運転はRMS電流で定格の30%程度の過負荷となる。したがって、勾配区間での1unit cut運転は、下りのみの運転に限定される。

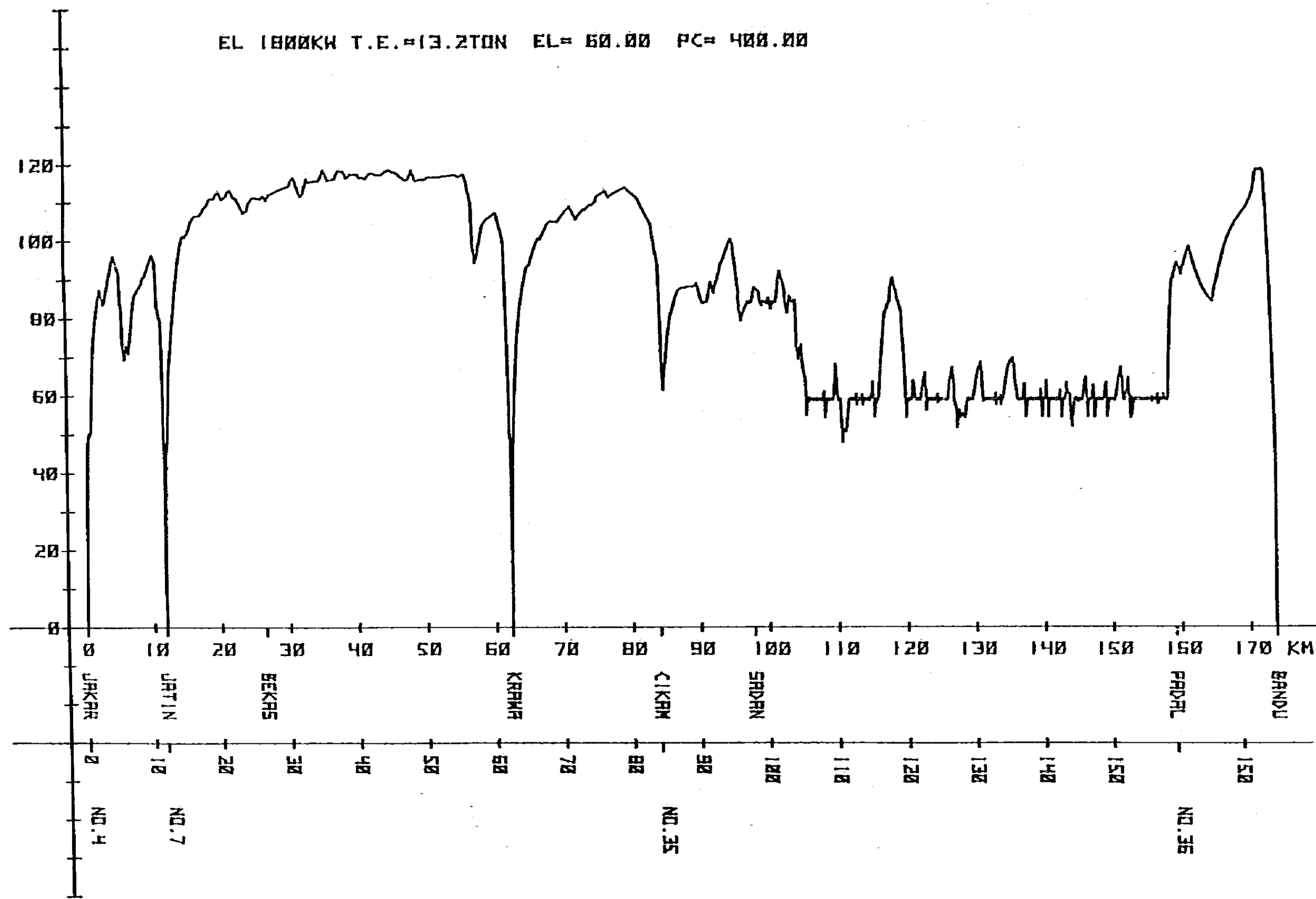
6M4T編成の時、1ユニットカット運転時は4M6Tとなる。勾配区間においても運転継続可能である。



附録 8.1.1 性能曲線



附録&1.2 走行曲線(バンドン線-EC)



附録& 1.3 走行曲線(バンドン線-PC)

BANDUNG LINE
 EC GR=4.82 100%
 H= 6 Hn= 277.44
 T= 4 Ht= 168.96
 HT61 HF= 35
 HO= 1820 GR=4.82
 Va= 120 Vd= 2
 Vre= 3 Vcv= 0
 Tco= 30 N= 3
 a= 2.18 480.0A
 b= 2.00 -279.6A

± JAKAR
 O(ka) 11.75
 T(s) 516.14
 E(kWh) 234.16
 RHS(A) 284.74
 ± JATIH
 O(ka) 14.80
 T(s) 492.80
 E(kWh) 247.35
 RHS(A) 247.47
 ± BEKAS
 O(ka) 35.78
 T(s) 1133.93
 E(kWh) 356.98
 RHS(A) 164.79
 ± KRAHA
 O(ka) 21.68
 T(s) 711.24
 E(kWh) 349.47
 RHS(A) 221.06
 ± CIKAN
 O(ka) 13.77
 T(s) 539.33
 E(kWh) 228.02
 RHS(A) 255.87
 ± SADAN
 O(ka) 61.29
 T(s) 3512.89
 E(kWh) 1429.08
 RHS(A) 276.35
 ± PADAL
 O(ka) 14.66
 T(s) 520.45
 E(kWh) 190.98
 RHS(A) 230.49
 ± BANOU

---TOTAL---
 O(ka) 173.73
 T(s) 7426.76
 E(kWh) 3035.88
 RHS(A) 251.25

Appendix 8.1.2
 attach

③ EL 1800
 D3 Type
 Stop Two Stations
 BANDUNG LINE
 EL 1800KH T.E.=1
 3.2ton
 L= 60.0 PC= 400
 Pr=1800 Fr=13.2
 Ir= 540 Vr=49.1
 HF= 50
 Va= 120 Vd= 2.0
 Tac= 630A 16210
 a= 1.08 b= 1.50

± JAKAR
 O(ka) 11.75
 T(s) 574.52
 E(kWh) 154.97
 RHS(A) 360.97
 66.85

± JATIH
 O(ka) 14.80
 T(s) 553.70
 E(kWh) 195.95
 RHS(A) 370.23
 69.56

± BEKAS
 O(ka) 35.78
 T(s) 1170.34
 E(kWh) 302.67
 RHS(A) 253.95
 47.83

± KRAHA
 O(ka) 21.68
 T(s) 796.64
 E(kWh) 268.25
 RHS(A) 349.45
 64.71

± CIKAN
 O(ka) 13.77
 T(s) 581.25
 E(kWh) 192.70
 RHS(A) 344.22
 63.74

± SADAN
 O(ka) 61.29
 T(s) 3533.29
 E(kWh) 1341.86
 RHS(A) 430.12
 79.65

± PADAL
 O(ka) 14.66
 T(s) 571.91
 E(kWh) 170.55
 RHS(A) 310.41
 57.48

± BANOU

---TOTAL---
 O(ka) 173.73
 T(s) 7781.65
 E(kWh) 2616.96
 RHS(A) 376.17
 69.66

Appendix 8.1.3
 attach

(4) 電車編成および考査

バンドン線は運転本数の増加が見込まれ、列車運行ダイヤの確保は重要な事柄である。1ユニットカットは異状時の影響を最少限に止めるもので、電車列車の大きな長所である。

以上から6M4T編成相当以上の複数ユニットとすべきであろう。なお、1ユニットカットはあくまで応急策で、最寄りの基地で、予備編成と交代させなければならない。

(5) 補足

6M4T編成電車列車の仕様を以下まとめて再掲する。

電気方式	AC 25 kV	50 HZ; DC 1500 V
基本編成	2MIT	
構 成	付ずい車 (制御車)	2
	"	2
	電動車	6
編成両数	10	
自 重	48t 以下 (総重 12t 以下)	
連接定格	出力	2430 kW
	速度	51 km/h (100%)
	主電動機	375 V 315 A
		105 kW 1650 rpm
最高速度	130 km/h	
制御方式	抵抗制御 直並列制御	
	界磁制御 (最弱界磁率 35%)	
	電磁直通ブレーキ	
	停止および抑速発電ブレーキ	
車輪直径	860 mm (計算用 820 mm)	
歯 数 比	4.82 (82:17)	
動力伝達方式	平行カルダン方式	

基本編成は通常2M2Tまたは2MIT編成である。MT構成は走行条件によって選択する。なお振り電車(381系後述)は2MITの基本編成を採用している。

中長距離電車の場合、旅客車としての条件を満足せねばならない。優等車、座席配置(食堂車)窓、ドア、デッキ構成、空気調和設備、トイレ、水(温水)。

附録 8.2 質問・回答

8.2.1 質問

Electric Magnetic Brake system

(電磁力利用のブレーキについて)

レールブレーキ

レールブレーキは車輪とレールの粘着によらないで、台車や車体に装備したブレーキ装置とレール間に直接作用させるもので、いわゆる非粘着ブレーキの一種である。主な方式として電磁吸着ブレーキ、渦電流ブレーキがある。

(1) 電磁吸着ブレーキ

電磁吸着ブレーキは電磁コイルを内蔵したブレーキシューを電磁力によりレールに吸着させ、それらの間に働く摩擦力を利用するものである。欧州では客車等に非常ブレーキの場合に使用する装備されている例もあるが我が国では急勾配停留用として用いているほか、急勾配を持つ登山鉄道や鉱山用車両の保安ブレーキなどに使用されているに過ぎない。

(2) 渦電流ブレーキ

渦電流ブレーキは電磁石とレール間を一定の間隔に保ち、両者の相対運動によって、レール面に誘起される渦電流によって発生する抗力をブレーキ力として利用するものである。このブレーキはレールに対し吸引力を生ずるため軸重が増加した効果があり、見かけ上の粘着係数を増す効果ともなる。ブレーキ力は電磁力の励磁電流によって制御出来たから、発電ブレーキ電流を利用し得る。渦電流ブレーキはレールとのギャップにより大きくブレーキ力が変わるので、ギャップを一定に保持する構造にしなければならない。このため台車のバネ下に取付ける構造となり、バネ下重量の増加による走行性能の低下、台車構造の複雑化等解決しなければならない問題がある。しかし、車両の高速化のニーズを受け非粘着ブレーキ中最も有望なものとして研究が進められている。我が国では、新幹線電車によって試験を行ったことがあるが、先に掲げた問題のほか、低速域での有効なブレーキ力が得られないなどの問題があり、まだ実用化までは至っていない。

8.2.2 振り電車 (381系)

381系、特急型直流電車は1969年から全国各線でテストを続けて来た振り装置を持った591系交流直流電車の実用第一号である。1973年6月までに、47両が製作され、日本の中部地区の勾配線252Kmに投入し、キハ181系特急気動車での所要時間3時間57分に対し、3時間20分で運転している。電化ならびに、振り型新型電車の投入により曲線の速度向上がはかられ約40分の走行時分の短縮が達成された。

この列車の際立った特長はその車体傾斜装置にある。この装置により、曲線通過速度を一般の電車より20Km/h高くしても、乗り心地を良好に保つことが出来る。さらに車体の重心は傾斜の効果をも高めるため低くとってあるため曲線通過速度向上によっても転ぶの恐れはない。振り装置によ

り、遠心力の乗心地に与える悪影響もなく、一般列車より30Km/h高い曲線通過速度も安全である事が、591型試作電車により得られ、実用化の確信を得た。

(1) 運転速度の向上

新幹線を除く、日本国有鉄道の各線は軌間1,067mmである。最高運転速度は120Km/hである。この速度を向上させることは、ブレーキ距離を600m以内としているため困難である。最高速度を120Km/hのまま、運転時間の短縮をはかるためには、分岐器制限速度の向上が効果的であろう。車両で達成出来る解決策はいわゆる軸重軽減策、曲線通過速度の向上と勾配における速度向上である。国鉄の線区は、幹線でさえ300m半径のカーブや25‰の勾配がある。

勾配線でのスピードアップは電化によって達成される。曲線でのスピードアップは振り装置と低重心車体により、乗心地を害せず、転覆の危険度を増やさずに達成し得る。

(2) 国鉄が採用した傾斜装置

国鉄が採用した傾斜装置はローラーによる自然傾斜方式である。これは車体がカーブを曲る際に受ける遠心力を利用するものである。自然傾斜を発生させるためには車体の重心は傾斜回転中心より下でなければならない。したがって、パンタグラフを除く全ての電気機器、ブレーキ装置、エネコン機器は車体の床下に取付けることにより、車体重心を傾斜回転中心より低くおさえた。いいかえれば、車体回転中心がレール面上約2,300mmに対し、車体重心は約1,300mmに過ぎない(図参照)最大傾斜角は5°に設定してある。低速時は傾斜効果は小さい。乗客の乗降時はゆれを少なくする様にしている。

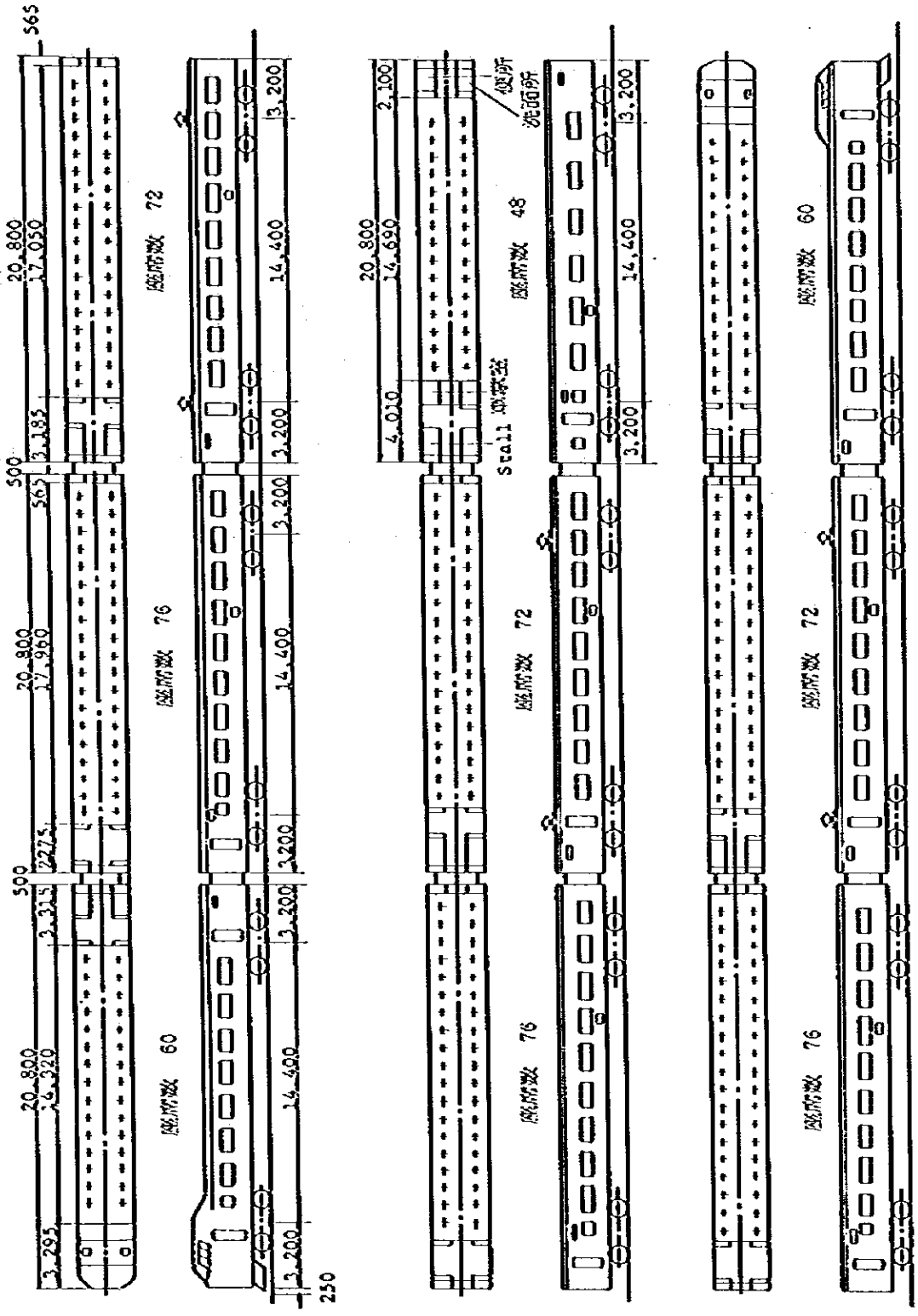
曲線通過時の横方向の旋回力を低減するため、独自の装置を591型試作電車にて試験を行った。しかし、これ等の装置は構造的に複雑である上、通常の電車より20Km/h程度速い程度では、期待した程の効果が得られなかったため量産車への採用は見送られた。横方向応力は車体傾斜のみでも減少効果があることも、それらの装置を採用しなかった理由でもある。

(3) 傾斜時における最大車体傾斜角は5度に設定しているが、一般の車体断面では建築限界を侵しかねない。このため車体の下部の巾を狭くし、床下機器は小型化された。車体の傾斜時パンタグラフの傾斜はより大きいものとなる。しかし、車体固定タイプのパンタグラフであっても集電向のスリ板の長さを広げれば十分であることが591型試験電車にて確かめられた。それで構造が簡単な固定型パンタグラフが採用された。

(4) 車両性能

381系電車列車は曲線や勾配線区での運用を目的として、最高速度120Km/h、基本編成は120KWの主電動機8軸の2両の電動車と付随車1両の3両構成である。これにより加速の増大と、勾配線における均衡速度の向上を計っている。下り勾配において抑速のため発電ブレーキを有しており、さらに緊急制動も発電ブレーキを使っている。これ等は国鉄の現状の電車列車と基本的には同じである。

ブレーキは大半は発電ブレーキによって行われ、発電ブレーキのバックアップとして、空気



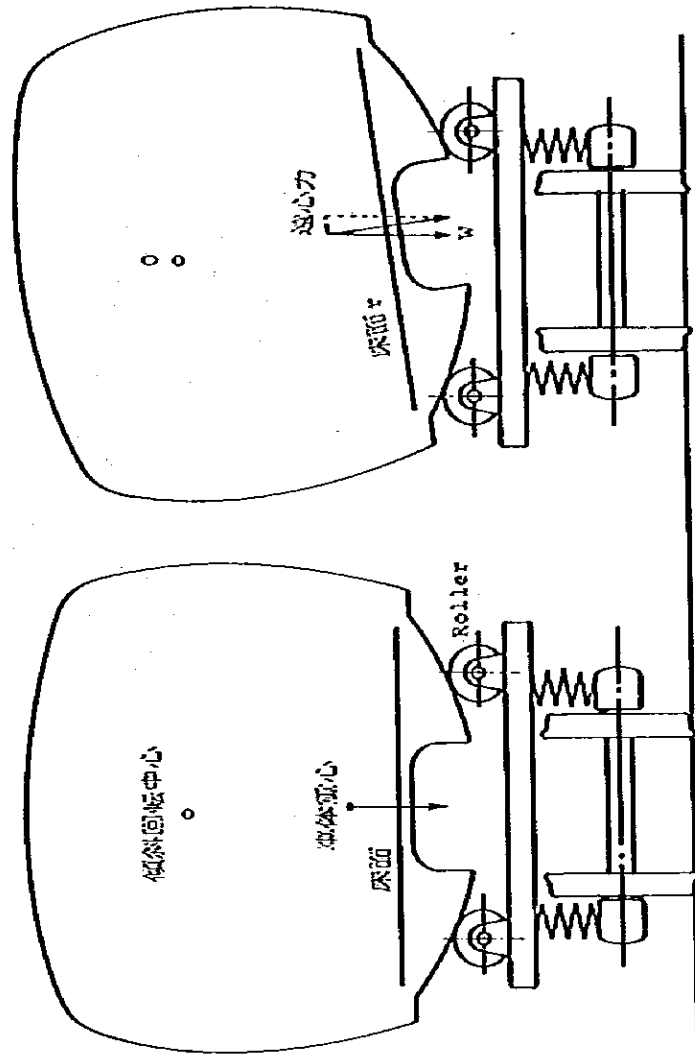
附錄 8.2.1 381 系 電車列車

ブレーキを備えている。このブレーキは発電ブレーキとは別の自動空気ブレーキおよび電磁直通ブレーキである。さらに故障時のため直通ブレーキを設けている。ブレーキには合成レジンブレーキシューとディスクブレーキを装備するほか、レール踏面の粘着改善のため、踏面清掃装置をつけている。

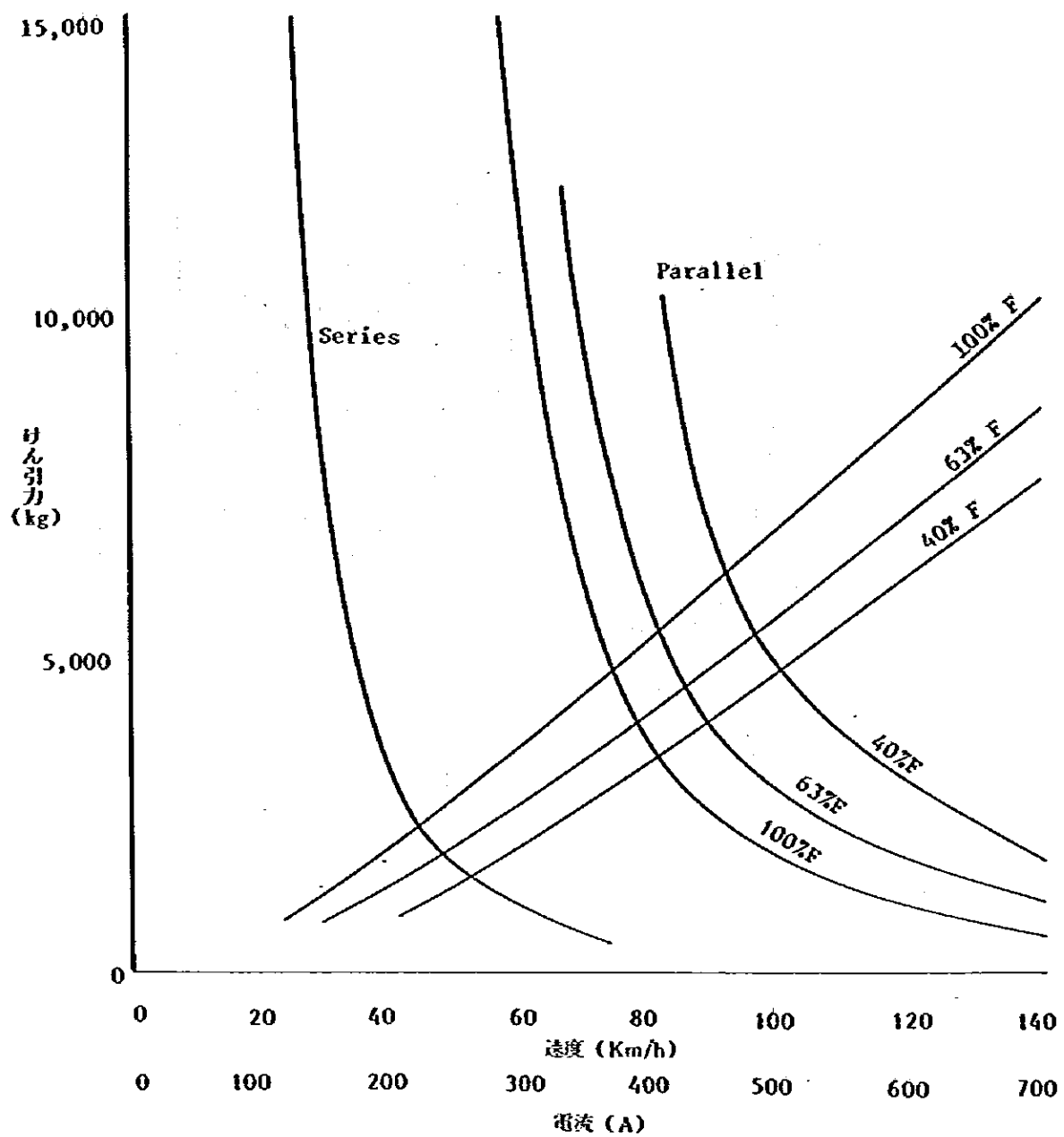
主なる381系電車の性能および仕様は表8.2.3および表8.2.4に示す。

(5) 車体と装備

図8.2.1に示す様に列車は612座席を有する9両編成である。軽量化のため車体はアルミニウムで作られている。車体の両側に出入口を設け、ドアは自動化されている。空気調和装置は床下に取付けられ、エアダクトを通じて車内に送られる。座席は一段のリクライニング方式で列車進行方向に転換することが出来る。窓は二重構造になっており、手動で上下出来るブラインドがつけられている。天井燈は二列配列で、夜間減光出来る。洗面所、便所は3両につき2ヶ所配置し、冷水器はそれぞれの洗面所に配置されている。前頭車の運転台は踏切事故での運転手保護と前方視界の確保のため高くしてある。したがって運転台の天井は、客室に較べ約560mm高くなっている。



附錄 8.2.2 振子裝置



附錄 8.2.3 主電動機性能曲線

附録 8.2.4 381系電車の仕様概要

		Tc	M	M'	Ts
車 体	車体長(mm)	20,800			
	最大長(mm)	21,300			
	台車中心 距 離(mm)	14,400			
	最大巾(mm)	2,900			
	枠 組	アルミニウム			
座 席 数	60	76	72	48	
総 重 量 (t)	(approx) 36	(approx) 39	(approx) 39	(approx) 35	
台 車	固定轴距(mm)	2,300			
	車輪直径(mm)	860			
	駆 動 装 置		中空軸平行カルダン式		
	振 子 装 置	ローラー式			
最高速度(km/h)		120			
一 時 間 定 格	電 圧 (V)	DC 1,500			
	出 力 (kw)	960			
	速 度	77			
	主 電 動 機	120kw, 375V, 360A			
主電動機	ユニット当りの モーター数		8		
制 御 方 式			直並列、弱界磁減速 停止および降速発電 ブレーキ		
ブ レ ー キ 方 式		発電ブレーキ、電磁直通空気ブレーキ直通予備ブレーキ			

8.2.3 回生ブレーキ

列車の持つ運動エネルギー、位置エネルギーを再利用する方策に回生ブレーキがある。回生ブレーキは山岳地区の車両に主に用いられる。

(1) 回生ブレーキの特長

長所 (i) 電力の節減 (ii) 変電所要量の低減 (iii) ブレーキ用抵抗器の削減などすぐれた特長を持つが、一方短所として (i) 制御装置の増大 (ii) 架線電圧によるブレーキ力の変化 (iii) 転流失敗等のための保護装置が必要 (iv) 初期投資、維持費の増大 (v) 母電流容量が小さい場合影響が広範囲におよぶ (vi) 高周波の発生、力率の低下etcがある。

JNRでは連続勾配33%の区間において、専用電力回生電気機関車を実用化している。電力回生率は通過列車で35%程度である。

(2) 電力回生ブレーキの制約条件

主電動機として、エネルギーをとり出し、そのエネルギーを電車線に送り返す電力回生ブレーキでは、発電した直流を電車線の交流に合わせて、変換しなければならず、このための制御が重要である。電力を返還すべき架線電圧は負荷条件により変化する。リアクタンスが大きい場合は影響が大きく、それに対応する制御が不可決となる。

(3) 電力回生の原理

直流から交流に変換するためにはサイリスタブリッジの直流-交流インバーターを用いる。電力回生時の界磁は他励とし、電機子電流を力行時と同じ方向に流し、位相制御角を 90° 以上のとき電車線が正のとき、電流が負、つまり電源に電力を送り返すことになる。これが電力回生の基本原理である。制御角を 90° から 180° に近づけるにしたがい、効率、力率ともよくなるが近づけ過ぎると電圧が反転するまでに転流を終了出来ず、電力回生不能となるばかりでなく、過大な直流電流が流れる、これが転流失敗である。

転流失敗現象は離線時や停電時にもおこる。回生ブレーキにはつきものの現象である。このほか電車線電圧急降下時の直流電流の急増時も転流失敗となる。このため制御器はより高度なものとなる。さらに転流失敗時の保護回路等を設ける必要があり、機能維持のための技術も重要である。

(4) 回生電力の他への影響

この他、発生した回生電力は適当な消費源がないと変電所に戻り、母電源の容量が小さい場合、無視出来ない影響が出ることもある。さらに位相制御中は電圧と電流の位相差が制御角によって変化する。回生ブレーキ時は力行時に比べ転流失敗から定まる最大制御角が小さいため、力率は相当低くならざるを得ない。

位相制御中は制御角によって高周波電流が増減するが、電力回生車はサイリスタブリッジをインバータ運転するため高周波電流が増大し、電源系統および通信誘導障害への影響も増大する。

(5) 考察

以上回生制動の概要であるが、インドネシア国の対象線区を考慮した場合、勾配線はバンドン線であり、勾配も曲線抵抗を差引けば12～3‰相当に過ぎず、回生電力も少く単線のため負荷変動も大きい。さらに得られた回生電力の有効利用がない場合への電源への影響も考慮しなければならず初期投資も増大し、それに見合う経済効果も得難いと言わねばならない。

結論として言えば、将来輸送量が増大し、勾配区間専用の機関車が必要になった場合は検討も考えられるが、今回の様な汎用機関車で、電力回生を行うことは得策でないとする。

附録 9.1 新工場建設案と Semarang 工場改良案

本文 9.1.2 で設定した電気機関車工場の設備規模によって、新用地に新工場を建設した場合および Semarang 工場用地を使用して新工場を建設した場合の概略計画は次のとおりである。

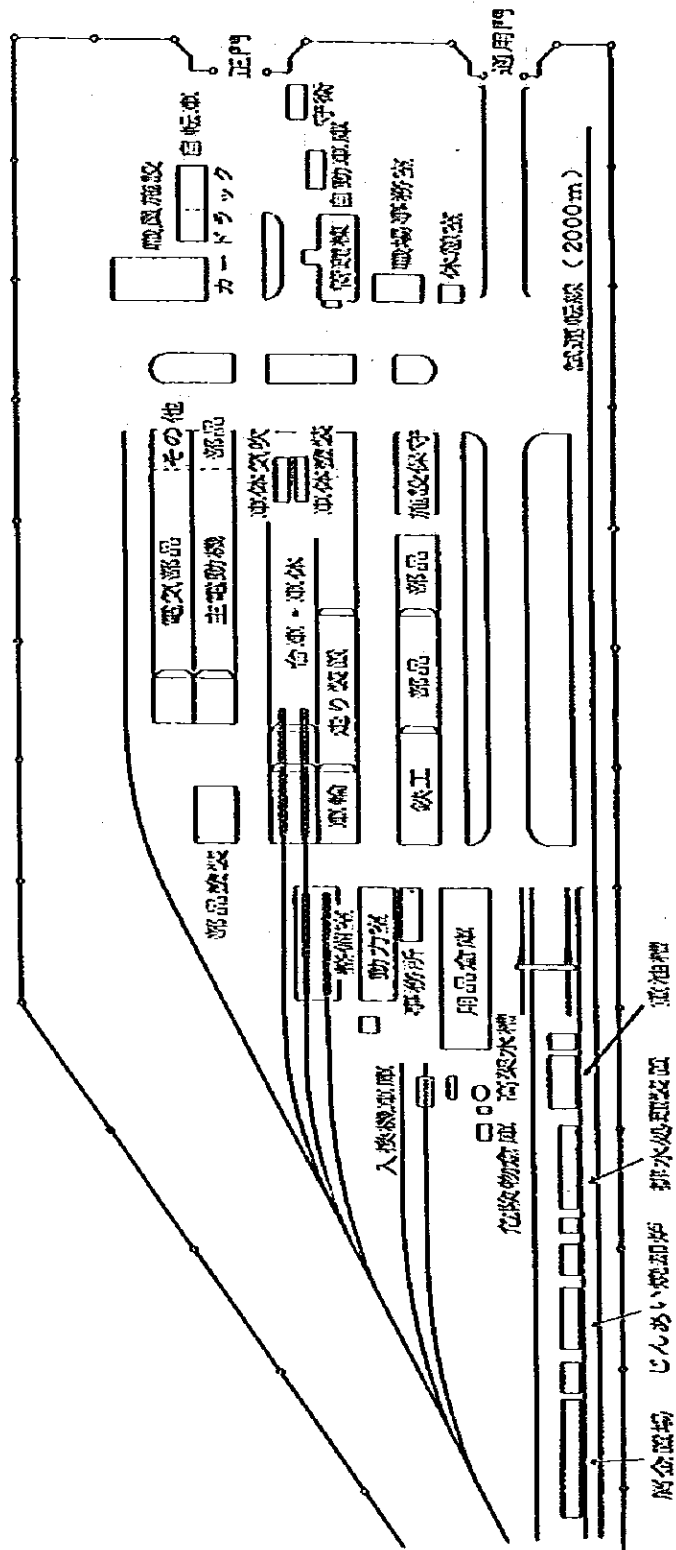
- (1) 新工場建設計画図 附録 9.1.1
- (2) Semarang 工場改良計画図 附録 9.1.2
- (3) 概算工事費比較表 附録 9.1.3

附録 9.1.3 概算工事費比較表

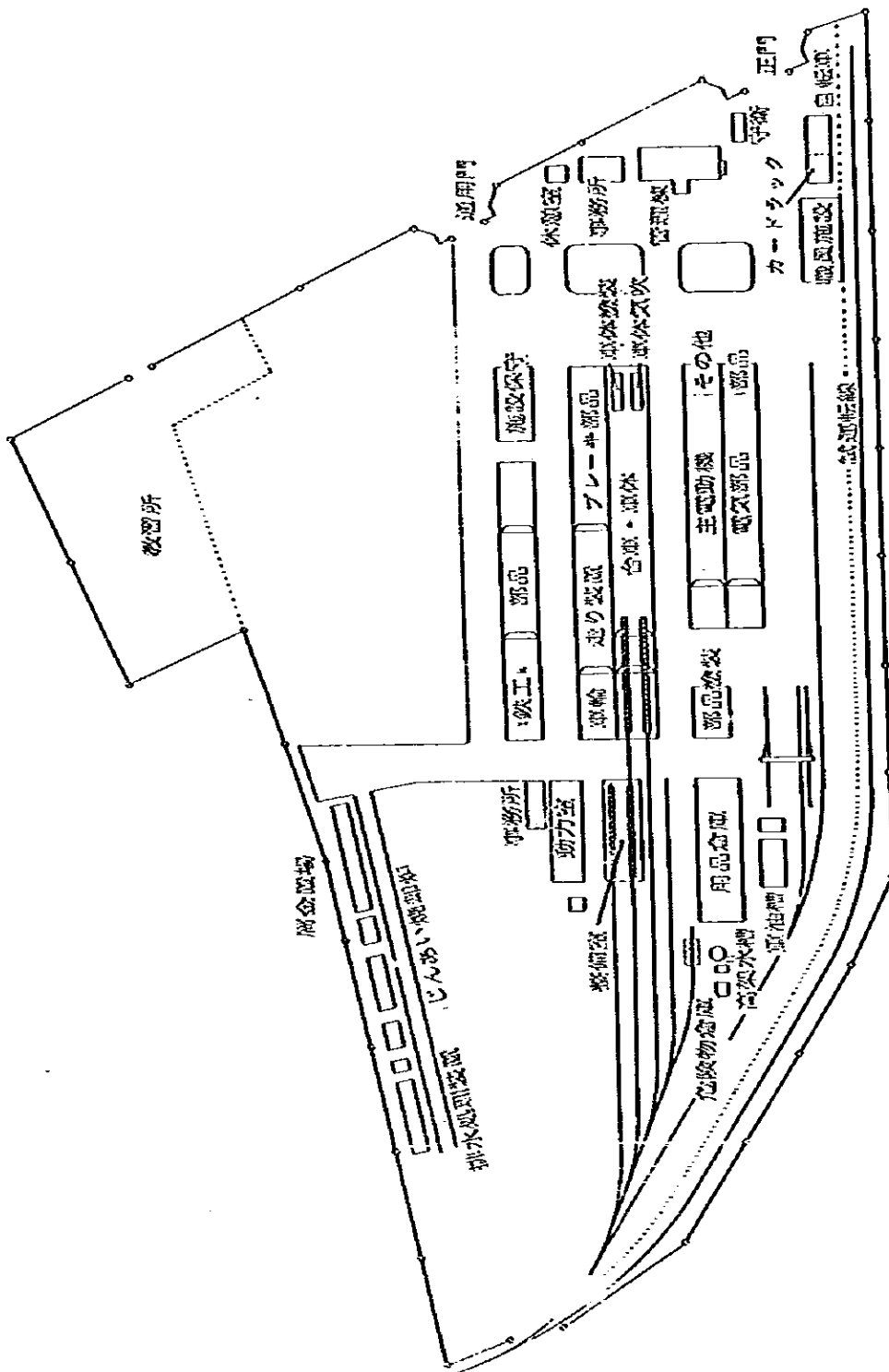
(単位：10⁴RP)

項 目	Yogyakarta 工場改良		新 工 場 建 設		Semarang 工場改良	
	数 量	工 事 費	数 量	工 事 費	数 量	工 事 費
1. 用地買収	—	—	33,300 [㎡]	306	—	—
2. 整 地	—	—	盛土 35,000 [㎡]	470	盛土 77,000 [㎡]	1,046
3. 軌道設備	2,430 [㎡]	583	3,000	738	2,400 [㎡]	704
4. 建物設備	12,861 [㎡]	4,049	15,484 [㎡]	5,382	15,484 [㎡]	6,004
5. 機械設備	167 ^台	18,927	266 ^台	21,670	266 ^台	21,670
6. 電気設備	—	1,196	—	806	—	806
7. その他設備	—	405	—	1,451	—	1,202
計	—	25,160	—	30,823	—	31,432

- 注 1. 新工場の用地は 2/3 を無償取得、1/3 を買収として見積した。
 2. Semarang 工場の整地費は、現工場用地 120,000m² のうち約 74,000m² と入場線 420m に、平均 1m の盛土を行なうものとして見積した。



附録 9.1.1 新工場建設計画図



S : 1/1500

附録 9. 1. 2 Semarang 工場改良計画図

附錄 10.2.1

	1997	1998	1999	1999	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2005	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016		
FINANCE PROGRAM																																
FINANCE TOTAL																																
BORROWING	51494	144769	78132	176457	75783	58979	182635	128761	42567	28255	185128	26761	26792	45938	26454	245503	1071	117	2344	577	93289	5587	22528	13789	2533	19266	6971	37628	5189	318		
REPAYMENT	51494	195263	274355	444582	526555	579564	769279	887536	922921	910044	1028417	1035143	1036962	1057458	1852694	1255553	1224921	1188378	1148824	1169165	1155993	1118816	1039355	1051955	1011562	958714	922628	949352	864289	819616		
BALANCE																																
INTEREST		1824	6443	13331	20079	24935	27574	32931	38187	39916	49935	45978	45482	44789	45719	45394	52008	49751	47654	45399	42964	43472	41658	39244	36897	35819	31744	28922	27787	25177		
FINANCE IN FOREIGN CCF																																
BORROWING	30875	113979	78132	112022	65591	58979	89277	89183	36820	26993	69136	26761	26764	44274	26454	143939	521	106	2176	451	52282	4712	21568	11406	2220	17556	5125	34357	4392	257		
REPAYMENT	30875	164054	222166	334538	406589	459558	542845	638449	665267	622259	736537	741368	751154	761956	755572	865893	832654	794239	756508	715735	724527	684465	654262	613449	583643	529865	482833	453124	415624	374997		
BALANCE																																
INTEREST		1824	6443	13331	20079	24935	27574	32931	38187	39916	49935	45978	45482	44789	45719	45394	52008	49751	47654	45399	42964	43472	41658	39244	36897	35819	31744	28922	27787	25177		
FINANCE IN LOCAL CCF																																
BORROWING	21419	30790		57655	10182		91350	36633	6547	162	35624		78	1684		96578	87	11	165	113	41847	875	952	2303	313	1739	965	3283	769	53		
REPAYMENT	21419	52269	52289	185394	120076	126976	211434	251847	257634	257776	293769	293769	293608	285472	255472	392659	392837	392169	392316	392429	433476	434351	435303	437656	437919	439649	443555	446358	444556	444787		
BALANCE																																
INTEREST																																
SUBSIDY																																
NET CASH-FLOW		30744	35937	51356	57514	45658	83518	91494	66793	99219	93749	55543	201961	102033	111339	119512	92299	96500	97769	96694	63927	93506	69713	92458	92628	55799	97851	95564	105162	111639		
CASH IN																																
OPERATING PROFIT	51494	177318	125712	235214	153356	152872	271727	255599	174759	165559	255553	106432	196213	225123	215449	439113	187472	185435	187665	185554	276610	187339	264272	195451	184285	201838	187823	219372	166852	182042		
DEPRECIATION		26553	35406	53525	67826	74818	89557	101456	105582	114235	123999	126483	137368	145235	155174	163624	147952	145889	145859	145559	145559	141787	141789	141789	141789	141789	141789	141789	141789	141789		
BORROWING	51494	144769	78132	176457	75783	58979	182635	128761	42557	28255	185128	26761	26792	45938	26454	245503	1071	117	2344	577	93289	5587	22528	13789	2533	19266	6971	37628	5189	318		
CASH OUT																																
INVESTMENT	51494	144769	78132	176457	75783	58979	182635	128761	42557	28255	185128	26761	26792	45938	26454	245503	1071	117	2344	577	93289	5587	22528	13789	2533	19266	6971	37628	5189	318		
REPAYMENT																																
INTEREST		1824	6443	13331	20079	24935	27574	32931	38187	39916	49935	45978	45482	44789	45719	45394	52008	49751	47654	45399	42964	43472	41658	39244	36897	35819	31744	28922	27787	25177		
CASH-FLOW (FOI)	-51494	-112220	-35552	-185760	1830	36914	-69543	-2632	65518	112993	45313	132890	142629	133247	162472	-41993	185338	185284	182977	184764	92432	176165	159232	168853	179219	162455	175681	144132	176552	701592		
IFR (FOI)	16.336	16.336	16.336	16.336	16.336	16.336	16.336	16.336	16.336	16.336	16.336	16.336	16.336	16.336	16.336	15.336	16.336	16.336	16.336	16.336	16.336	16.336	16.336	16.336	16.336	16.336	16.336	16.336	16.336	16.336	16.336	

附錄 10.2.2

CASE 1

	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
FINANCE PROGRAM																															
FINANCE TOTAL																															
EXPENDING	51494	144769	78132	176637	75783	53979	105635	128761	42567	28255	105120	26761	26732	45938	26454	24550	1071	117	2344	577	93289	5597	22528	13789	2533	19285	6971	37628	5189	310	
REPAYMENT											1524	7203	11187	16749	26829	22978	27442	31858	33659	35193	36568	38578	41236	43459	46774	51971	52828	52134	52157		
BALANCE	51494	195763	274355	444382	520665	579544	769279	839049	931687	959662	1063478	1083337	1088719	1127523	1134362	1351892	1325521	1293769	1262355	1227859	1202589	1208277	1215561	1199819	1157578	1124593	1078945	1045319	1017595	965658	
INTEREST		592	4322	6566	10559	12818	13787	16455	19139	20219	21062	23591	23678	24147	24973	25167	28755	28002	27455	26192	25563	25473	24418	23828	22665	21599	20557	19159	18620	17185	
FINANCE IN FOREIGN CURRENCY																															
EXPENDING	32375	113979	78132	112652	65681	53979	89277	85188	36828	26393	69135	26761	26764	44274	26524	143933	954	105	2176	454	52242	4712	21558	11425	2220	17555	5125	34357	4302	257	
REPAYMENT											1524	7203	11187	16749	26829	22978	27442	31858	33659	35193	36568	38578	41236	43459	46774	51971	52828	52134	52157		
BALANCE	32375	144554	222156	334588	409589	455568	565545	637553	673973	702665	769543	799257	824911	832435	835699	95942	933521	921592	878059	835438	809182	813926	799258	782213	718559	685244	638358	62651	572849	528949	
INTEREST		592	4322	6566	10559	12818	13787	16455	19139	20219	21062	23591	23678	24147	24973	25167	28755	28002	27455	26192	25563	25473	24418	23828	22665	21599	20557	19159	18620	17185	
FINANCE IN LOCAL CURRENCY																															
EXPENDING	21419	30790		57655	10102		93358	36553	6547	162	35584		28	1654		55578	87	11	163	113	41047	875	552	2303	313	1739	965	3263	705	53	
REPAYMENT																															
BALANCE	21419	52249	52249	105594	124976	120976	211834	251087	257634	257755	293768	293768	293683	295472	295472	392859	392137	392145	392316	392429	433176	434351	435383	437606	437919	439549	440555	443858	444656	444749	
INTEREST																															
SUBSIDY																															
NET CASHFLOW																															
		31055	43258	58561	67546	81876	97325	109456	113054	121025	126667	123357	114634	132268	143554	152458	139164	125422	124575	124316	121593	114359	116058	114474	114111	105191	109176	110576	110997	112449	
CASH IN																															
OPERATING PROFIT		28563	35126	53525	61586	74918	89557	101456	105422	114236	123589	126453	137368	145236	155324	163424	147582	145889	146889	146889	145589	141789	143789	143789	141789	141789	141789	141789	141789	141789	141789
DEPRECIATION		3955	9174	11222	14727	18564	21135	24473	26302	27689	27443	31168	32453	32949	33832	34531	35419	35432	35432	35432	35432	35432	35432	35432	35432	35432	35432	35432	35432	35432	35432
EXPENDING	51494	144769	78132	176637	75783	53979	105635	128761	42567	28255	105120	26761	26792	45938	26454	24550	1071	117	2344	577	93289	5597	22528	13789	2533	19285	6971	37628	5189	310	
CASH OUT																															
INVESTMENT	51494	144769	78132	176637	75783	53979	105635	128761	42567	28255	105120	26761	26792	45938	26454	24550	1071	117	2344	577	93289	5597	22528	13789	2533	19285	6971	37628	5189	310	
REPAYMENT											1524	7203	11187	16749	26829	22978	27442	31858	33659	35193	36568	38578	41236	43459	46774	51971	52828	52134	52157		
INTEREST		592	4322	6566	10559	12818	13787	16455	19139	20219	21062	23591	23678	24147	24973	25167	28755	28002	27455	26192	25563	25473	24418	23828	22665	21599	20557	19159	18620	17185	
CASHFLOW (ROI)																															
	-51494	-112220	-32552	-105760	1839	36914	-65543	-2832	89516	112970	45313	132699	142629	133247	142472	-41903	105339	105244	102977	104744	92032	176165	159232	168543	179219	182656	175681	144132	176652	791522	
IRR (ROI)																															
	16.336	16.336	16.336	16.336	16.336	16.336	16.336	16.336	16.336	16.336	16.336	16.336	16.336	16.336	16.336	16.336	16.336	16.336	16.336	16.336	16.336	16.336	16.336	16.336	16.336	16.336	16.336	16.336	16.336	16.336	16.336

附錄 10.2.3

CASE 2

	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
FINANCE PROGRAM																															
=====																															
FINANCE TOTAL																															
EARNING	51494	144769	70132	170437	75703	55979	105635	120761	42567	26255	105120	26761	26792	45938	26654	24553	1071	117	2354	577	93289	5507	22520	13789	2533	19226	6971	37620	5100	310	
REPAYMENT				3570	8702	8702	19519	27215	31122	45419	53176	57216	52893	67059	82559	45332	45950	45204	63612	59853	61169	60309	66179	75124	59184	59352	65842	55493	52854		
BALANCE	51494	196263	276395	444502	517895	567373	739326	838240	863599	68732	917434	819119	865955	854441	820976	927935	959174	924333	866473	797438	830824	775302	729633	676553	682470	562571	519291	466159	435768	38332	
INTEREST		4595	15591	20379	34935	39764	42120	55643	66769	66591	65930	69755	65555	68274	59201	53957	69711	65822	62510	59426	53974	57033	53331	49419	45111	39249	36267	32692	31005	27357	
FINANCE IN FOREIGN CCF																															
EARNING	31075	113979	70132	112602	65691	55979	89277	89103	30920	20003	69136	26761	26760	44274	26404	143930	594	105	2176	454	52242	4722	21568	11455	2220	17556	5125	34357	4312	257	
REPAYMENT								1529	7293	11109	16769	20929	22970	27462	31033	33697	35103	30550	41236	43559	44774	51971	52020	52425	52134	52157	53266	47832	44974		
BALANCE	31075	144554	222166	334988	402589	455558	545565	635449	685267	822250	734537	741368	745154	761936	755572	665203	832054	794239	756503	719736	724527	654555	654762	613449	583643	529065	463124	419624	37697		
INTEREST		1024	2643	13331	20379	24935	27574	32931	38187	35918	40935	44970	44422	44769	45719	45394	52008	49951	47654	45392	42745	43472	42660	39244	36527	33919	31744	28922	27707	25177	
FINANCE IN LOCAL CCF																															
EARNING	21419	30790		57655	10102		91358	35553	8547	162	35524			20	1664		55578	07	11	164	113	41047	075	552	2393	313	1730	945	3243	758	53
REPAYMENT				3570	8702		8702	10316	26913	20913	31669	33145	35230	24659	28951	26581	13729	7350	6326	22376	16393	16355	14418	16150	23721	7459	7194	7576	7891	7070	
BALANCE	21419	52209	52209	103594	114504	107605	194451	211768	168333	176482	102797	149551	115441	92455	63504	131131	117437	110103	103965	01702	104356	90395	75370	61514	36526	33576	27250	22964	16142	8325	
INTEREST		2892	7645	7645	14394	15720	15554	25212	28593	26775	24255	26670	20203	15555	12481	8573	12793	15561	14564	14935	11039	14350	12263	10175	8364	5242	4523	3649	3458	2179	
SUBSIDY																															
NET CASH FLOW																															
=====																															
CASH IN	51494	177310	125712	235216	153376	152072	291727	254450	174759	165550	255553	126412	156233	225123	215449	439333	107472	165433	107655	105070	276610	107339	204272	195451	164285	201038	107023	210372	106852	102662	
OPERATING PROFIT		26563	38425	53535	60506	74810	89957	101456	165502	116235	123993	128453	137368	145235	155124	163624	147902	145009	145009	146009	146509	147009	147509	148009	148509	149009	149509	150009	150509	151009	151509
DEPRECIATION		3526	9174	11222	16727	19004	21135	24473	28320	27007	27443	31169	32453	32997	33532	34931	35432	35932	36432	36932	37432	37932	38432	38932	39432	39932	40432	40932	41432	41932	42432
BORROWING	51494	144769	70132	170437	75703	55979	105635	120761	42567	26255	105120	26761	26792	45938	26654	24553	1071	117	2354	577	93289	5507	22520	13789	2533	19226	6971	37620	5100	310	
CASH OUT	51494	149455	93823	142665	114268	107464	231644	207223	136562	128588	210569	142693	142693	150324	145533	157125	119514	111665	123615	207105	124556	144249	131337	122670	117539	101650	111624	91300	65111		
INVESTMENT	51494	144769	70132	170437	75703	55979	105635	120761	42567	26255	105120	26761	26792	45938	26654	24553	1071	117	2354	577	93289	5507	22520	13789	2533	19226	6971	37620	5100	310	
REPAYMENT				3570	8702	8702	19519	27215	31122	45419	53176	57216	52893	67059	82559	45332	45950	45204	63612	59853	61169	60309	66179	75124	59184	59352	65842	55493	52854		
INTEREST		4595	15591	20379	34935	39764	42120	55643	66769	66591	65930	69755	65555	68274	59201	53957	69711	65822	62510	59426	53974	57033	53331	49419	45111	39249	36267	32692	31005	27357	
CASH FLOW (FOI)	-51494	-112220	-30552	-105760	1839	34914	-55443	-2032	67016	112993	45313	132679	142629	133247	102472	-41943	105330	105284	102977	104744	92032	176165	159232	168043	179219	162446	175601	144132	176652	701592	
IRR (FOI)	16.336	16.336	16.336	16.336	16.336	16.336	16.336	16.336	16.336	16.336	16.336	16.336	16.336	16.336	16.336	16.336	16.336	16.336	16.336	16.336	16.336	16.336	16.336	16.336	16.336	16.336	16.336	16.336	16.336	16.336	

附録10.3 電化・近代化に伴う職員の教育訓練

各部門における職員の教育訓練計画を以下に述べる。

10.3.1 運転部門

(1) 養成必要数と養成時期

電化step別に必要な運転関係従事員（電気およびディーゼル機関士、機関助手、車掌、各車種のdepotの検査修繕要員）は附録10.3.2に示すとおりである。附録10.3.2をもとに、電気機関士及び機関助手の養成要員数と養成の時期を年度別に示したのが附録10.3.3、depotの電気機関車検査要員について示したのが附録10.3.4である。

教育施設を有効に使用し、また講師の数を最小にするためにも機関士と機関助手、或は検査掛と検査掛の養成は同時に行なうことが望ましい。附録10.3.3では殆んど間断なく養成が必要となることが分る。

なお、ディーゼル機関車、客車、貨車検査要員および車掌についてはPJKAですでに経験があるので省略した。

(2) 教育内容と養成日数

附録10.3.5は養成職種別の学科内容と養成に必要な日数を示している。電気機関士の養成日数が最も長く155日で、直列に養成するとすれば1年に2クラスしか養成できない。

(3) 養成に必要な講師数

職種別に1クラスを養成するのに必要な講師数はつぎのとおりである。

附録10.3.1 所要講師数

分 類	電気機関士	機関助手	EL検査掛	EL検査掛
専任講師	7	3	5	6
兼任講師	9		5	
合 計	16	12	10	11

附録10.3.3および附録10.3.4から分るように各職種とも養成は殆んど1クラスずつ直列になっているので上表の講師数でよい。

(4) 教材

電気機関士および機関助手の養成にはつぎの教材（実物、模型および掛図等）が必要である。

a. 車両関係

- 主回路関係の主要な機器および部品
- 補助回路関係の "
- 制動装置関係の "
- 台車連結装置関係の機器および部品
- その他付属装置関係の主要な機器および部品

- b. 線路関係
 - 軌条, 枕木等の主要な部品
 - 分岐装置の主要な機器
- c. 信号関係
 - 信号装置の主要な機器および部品
 - 閉そく装置の ”
 - 連動装置の ”
- d. 電車線路関係
 - 電車線路, き電線路の主要な部品
- e. 諸標識関係
 - 線路諸標および運転関係標識類
- f. 実験設備関係
 - 運転台の可動模形
 - 連動装置, 信号装置の可動模形
 - 制動装置の可動模形
- g. 視聴覚器材およびその教材
 - スライド
 - VTR
 - その他

これらは車両検修要員の養成にも利用することができる。

以上

附録 10.3.2 電化stage別運転関係従業員数

職 種	1988	'89	'91	'92	'94	'95	'96	2003	'08	事 記
動力車乗務員	310	418	592	656	1,212	1,440	1,508	2,072	2,222	動力車乗務員は機関士 と機関助士の合計であ る
DepotのEL 一般従業員	78	102	146	166	216	286	308	512	550	

附録 10.3.3 電気機関士および機関助士の養成

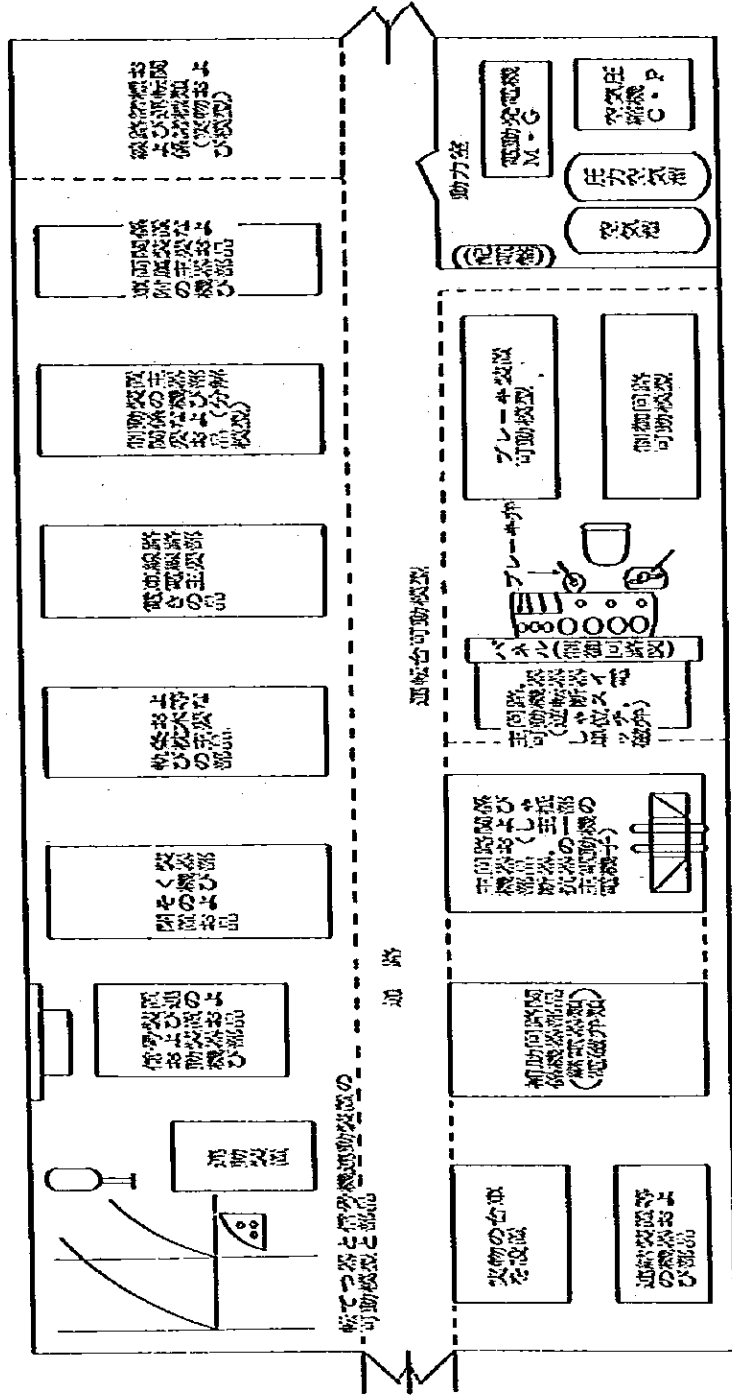
項目	1986	'87	'88	'89	'90	'91	'92	'93	'94	'95	'96	'97
機関士および機関助士の増員数とその時期		310		174		536		68		228		
機関士の養成												
機関助士の養成												
項目	1997	'98	'99	2000	'01	'02	'03	'04	'05	'06	'07	'08
機関士および機関助士の増員数とその時期			564					150				
機関士の養成												
機関助士の養成												

附録 10.3.4 DepotのEL検査員の養成

年度	1986	'87	'88	'89	'90	'91	'92	'93	'94	'95	'96	'97
項目												
EL検査員の増員数と その時期		78			44			50			22	
			24			20			70			
検査掛の養成												
検査掛の養成												
年度	1997	'98	'99	2000	'01	'02	'03	'04	'05	'06	'07	'08
項目												
EL検査員の増員数と その時期				204					38			
検査掛の養成												
検査掛の養成												

附録 10.3.5 養成職種別学科内容と日数

項 目	電気機関車機関士	電気機関車機関助手	電気機関車検査掛	電気機関車検修掛
学科内容	(1) 運転法規 (2) 運転理論 (3) 運転事故防止 (4) 鉄道電気 (5) 鉄道車両 (6) 信号、線路および 保安 (7) 作業安全 (8) 実 習 (9) その他	(1) 運転法規 (2) 運転事故防止 (3) 鉄道電気 (4) 車両検修 (5) 信号、線路および 保安 (6) 作業安全 (7) 実 習 (8) その他	(1) 車両検修 (2) 車両材料 (3) 工作法 (4) 減摩法 (5) 鉄道電気 (6) 製 図 (7) 経理、資材 (8) 作業安全 (9) 実 習 (10) その他	(1) 車両検修 (2) 工作法 (3) 鉄道電気 (4) 作業安全 (5) 実 習 (6) その他
教育時間数	740時間	490時間	520時間	590時間
所要日数	155日	90日	95日	115日



附録 10.3.6 動力車乗務員およびdepot検査員用実習機器(電気機関車および電車)

10.3.2 電化部門

(1) 電化設備の保全

a) 保全の考え方

電化設備に対する保全の考え方の基本は、列車運転の正常な運行の確保にあり、万一設備に故障・不具合が発生しても、可能な限り早期に正常な機能、状態に復帰させることにある。このため、各設備の特質、稼働時の状態等を良く把握・理解しておくと共に、その設備に適応した保全手法を採用して行く必要がある。

例えば、トロリー線のように常にパンタグラフとの摺動により振動・摩耗の状態にある設備は、適切な周期での摩耗管理が必要である。しかし、コンクリート柱のような支持物は、その材質からして30～50年程度は全く人手を要する事はない。

一方、電化設備の建設時には、可能な限り保全時に余分な人手を要せず、事故・障害の生じ難い設備を建設するよう配慮すべきである。このため、設備はシンプルにし、機器・材料は信頼度の高いものを採用し、冗長系の持てる主要な設備は2重系にする等の配慮が必要である。

また、設備稼働後の保全方法の手段としては、自動監視・検測が出来るものの導入等が考えられる。

例えば、電車線路設備の状態監視、データ測定が可能な各種検測装置を搭載し、自力走行により検測を行なう電気検測車、また、変電所等の配電盤の状態を自動検測が出来る各種装置を搭載した検動検測車等の導入・活用である。

b) 保全の拠点と要員

変電所および電車線路の電化設備に要する保全要員の数と配置については、電化設備数を基準として考えるのではなく、設備事故・障害時の復旧時間を勘案して、保全の拠点を決め、要員の配置を行なうべきである。

JAVA島幹線鉄道電化については、1拠点14名を標準とし、約50kmを担当範囲とすることが適当と思われる。

この数字は、電化後の保全のあり方と合せて、今後十分に検討して行く必要があると思われるが、電化Stage毎の要員数を試算すると附録10.3.7のようになる。

附録10.3.7 各電化Stage試算要員

電化年数	1988	1989	1991	1992	1994
要員数	65	26	78	15	34
電化年数	1995	1996	1998	2003	2008
要員数	65	27	32	268	105

(2) 電化設備の教育訓練計画

電化後の設備保全をスムーズに行なうためには、周到な計画に基づいたPJKA電力関係職員の教育訓練が必要である。

職員の教育訓練の方法としては大別して、次の3つのやり方が考えられる。

- 電化工事に従事しての技術習得
- 学園教育
- 職場内教育

a) 電化工事に従事しての技術習得

JAVA島幹線鉄道電化工事はPJKAの路全線にわたり、長期間を要して行なわれる事となる。工事は請負契約で施行される事と思われるが、区間を定めてPJKA職員が実際に工事施行を経験するようにすれば、生きた電化設備の技術習得が可能となり、設備保全の要点等も体得できる。

b) 学園教育

電化の実施は鉄道システムの全体的な変革を促すものであり、必要となる知識・技能はより専門家され、高度化されたものである。このため、これら知識・技能の習得には学園における教育訓練が不可欠であり、対応した教育内容と訓練設備の整備が必要となる。

学園教育における必要な教科内容と教育訓練設備の例を挙げれば、次の通りである。

• 教科内容例

電気鉄道概論

電気技術各論 ; 変電設備, 電車線路設備

法規・規程 ; 電化設備関係施設・検査基準等

工具・材料 ; 一般工具, 計測機器, 電気材料

作業基本 ; 作業手順, 検査作業, 補修作業, 実技訓練

事故防止 ; 列車防護, 事故復旧訓練

• 教育訓練設備例

特高配電盤一式 ; 総括盤, 交流き電盤等

機器類 ; 遮断器, 断路器等

模擬架線 ; 訓練用電車線路

機動検測車・電気検測車対応装置

c) 職場内教育

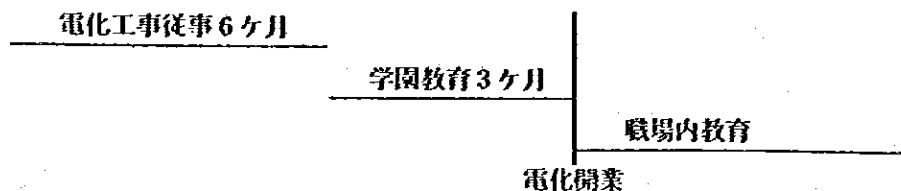
職場内教育は担当範囲内の設備実物を手にして、日常行なわれるものであり、保全業務を遂行する上で、必要欠くべからざるものである。職場内教育のやり方は、とすれば産学偏重になり勝ちであるが、現用の設備実態に合せて必要な技術を習得し、後代へ継承して行く場でもあるので極力実技訓練を多くする事が望ましい。

内容としては毎日の点呼時に実施するもの、定期的に場を設けて新しい設備、機器等の技術

習得ならびに各種の再教育を実施するもの、作業基本訓練等がある。

また、職場内教育では上長がリーダーシップを取るのとは勿論であるが、当該技術の適格者がリーダーとなって、相互に教育訓練をするという姿勢が肝要である。

電化設備に対する教育訓練計画の一例を示せば次の様になる。



d) JAVA島幹線鉄道電化に伴う学園教育訓練計画

・教科内容と指導時数

附録 10.3.8 教科過程項目

教科	時数	項目	内容
電化概論	10		電化の歴史 電化方式 電化の効果 電化設備概要
発電・送電概論	10	発電 送電	発電方式の概要 送電設備の概要
電車線路	50	電車線路 支持物 がいし 電車線 電車線付属設備 き電線路	定義、構成 架線方式 建築限界 電柱 支線、支柱 電柱基礎 ビーム、ブラケット りんすいがいし 長幹がいし ちょう架線 トロリー線 ハンガー、ドロッパー コネクター 曲線引装置 振止装置 区分装置 張力調整装置 わたり線装置 様式 き電線

教 科	時 数	項 目	内 容
		帰線路 保護装置 電気検測車	き電分枝装置 開閉装置 き電系統 電車線電圧降下 帰線路の機能 避雷器 接地装置 保安器 保護線，保護網 機 能 測定装置 データ処理
変電所設備	50	変電所一般 設備概要 変電所機器 シーケンス	役割，種類と形式 電力指令業務 単線結線図 直流変電所 交流変電所 き電区分所 補助き電区分所 断路器 しゃ断器 変圧器 電力用コンデンサー 計器用変成器 制動装置 制動電源装置 配電盤 シーケンスの基礎 タイムチャート シーケンスダイアグラム
保 全 概 論	30	電化設備の保全	保全と工事 保全体制 故障，事故の分類と概要 保全管理方式 統計管理
信号設備概論	10		信号保安装置の概要
通信設備概要	10		通信設備の概要
運 転 概 要	10		運転業務のあらまし 列車の運転

教 科	時 数	項 目	内 容
			列車防護
保 線 概 要	10		線路構造 分枝器の種類と構造
関 係 法 規	10		法令, 管理規定, 基準規定のつながり 関連部内規定
事 故 防 止	20	運転事故防止 傷害事故防止	運転業務の重大性 運転事故 事故の早期復旧の重要性 安全の意義 感電事故防止対策 枝車事故防止対策 つい落事故防止対策 保護具類 職場の安全活動 救急法
保 健 体 育	30		
見 学 実 習	30		
そ の 他	10		
合 計	290		

・訓練設備と教育内容

附録 10.3.9 電車線路関係 (80時間)

主 要 設 備 名	主 な 教 育 内 容
訓練用電車線路支持物	仮柱建立てっ法, 仮支線取付方法, 仮ビーム取付, 電柱折損, ビーム損傷垂下復旧
が い し	き電線, ちょう架線がいし取替, スパン式板止がいし取替
電 車 線	高さ, 傾位及び強度の調整方法, トロリー線新線復旧, ちょう架線新線復旧
電 車 線 附 属 設 備	ハンガー, ドロッパー取替方法, コネクタの検査及び補修取替方法, 各種曲線引の造り込み方法, 曲線引装置, 板止装置の取替方法, 引止装置のがいし及び連結棒取替方法, ウッドセクションの検査および取替方法, 張力自動調整装置の検査と調整方法, 張力自動調整装置ワイヤーロープ新線復旧
き 電 線	電線接装方法, き電線新線復旧, き電線切り分け引止方法
断 路 器	断路器の検査および操作機構の調整方法, 断路器破損, 投入不能時 間の応急処置

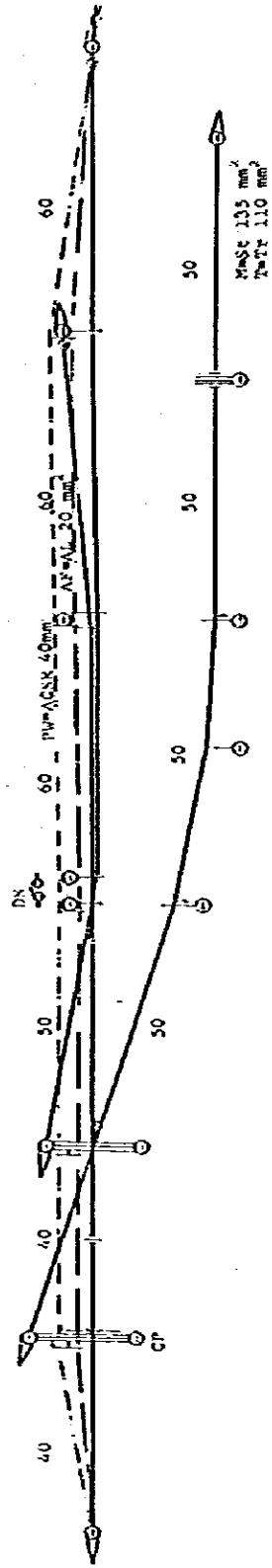
附録 10.3.10 変電所関係 (80時間)

主要設備名	主 な 教 育 内 容
基礎連動盤	基本及び応用連動実習
変電所連動盤	操作用および保護連動実習、電圧、電流測定および記録計器の扱い方
しゃ断器	表示、機器関係の検査方法および各種測定試験制動不能時の処置
配電盤	制動および各種保護連動実習、非常時の扱い方法、連動渋滞時の処置
圧縮空気発生装置	運転機能および各種測定試験、制動盤および附属機器の検査方法、運転不能時および圧縮空気漏れ時の処置
動力操作断路機	接線部、操作機構リレー類の検査方法、投入不能時の処置、投入不円滑時の処置
蓄電池制御盤	整流制動機能リレーおよび計器類の検査、制動不能時の処置、出力低下時の処置
蓄電池	検査および精修方法、配線接続部の故障探さく

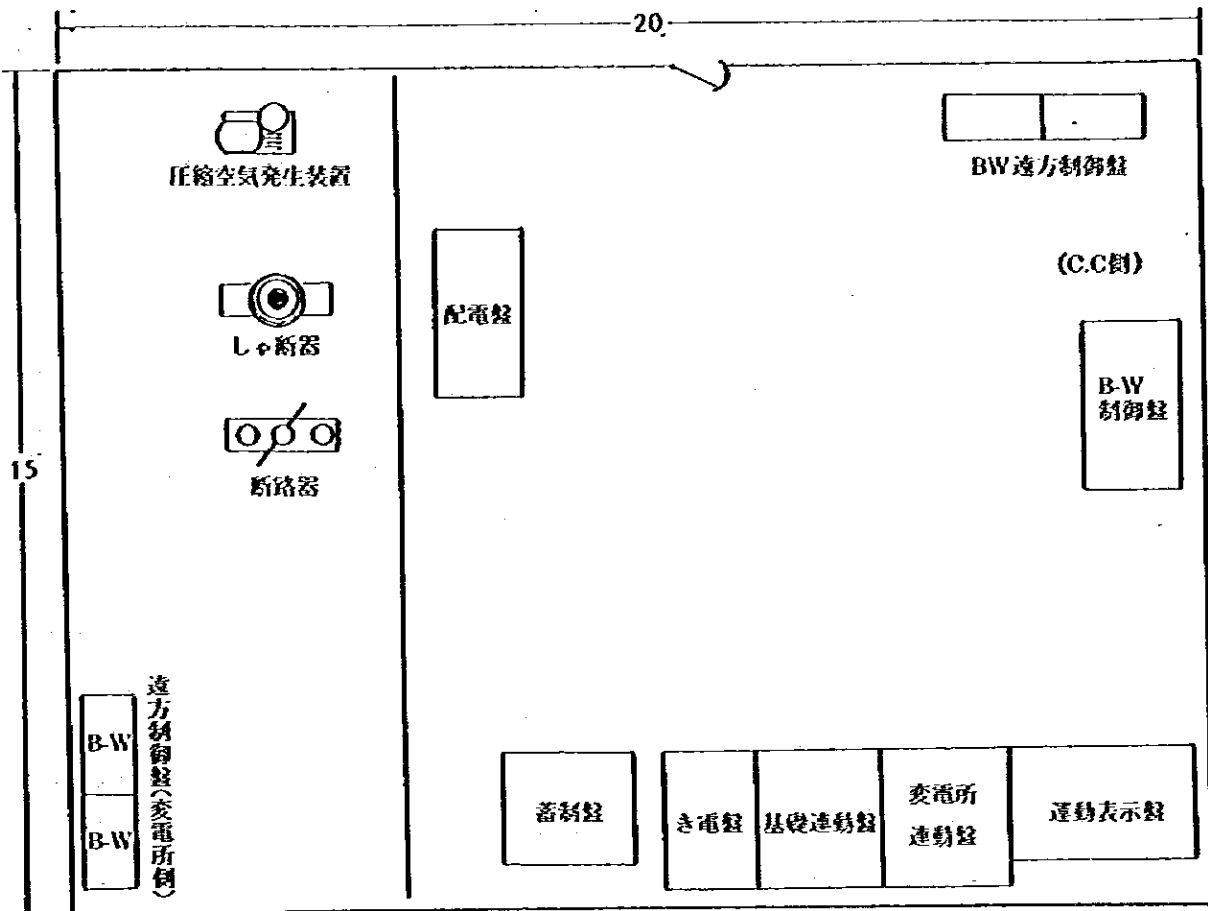
訓練設備の概要を附録 10.3.11 と附録 10.3.12 に示す。

JAVA鳥幹線鉄道電化に伴う受園教育訓練は、各電化Stageにおける保全要員に見合った規模で実施すれば良いが、要員数にバラツキが見られ、第3期電化は平準化されるものである。従って、学園の有効活用・保全要員の計画的養成ということから見て毎年30名程度を単位として実施するのが良いと思われる。

なお、必要な専任講師は電車線路2名、変電設備2名である。



附錄 10.3.11 電線線路訓練設備



附録 10.3.12 変電所訓練設備

10.3.3 信号・通信部門

信号、通信設備は、安全、正確かつ迅速な大量輸送サービスを提供する鉄道システムの中で、基幹となる設備であり、これら設備の故障は、輸送サービスの低下をもたらすのみでなく、列車事故等の人的、物的損害をもたらし、鉄道運営に多大な影響を与える危険性がある。

従って、これらの設備は、日常の保守を通じて、常に正常に維持されていなければならないので、設計、施工段階において信頼性の高い設備を建設するように配慮するとともに、工事、保守に従事する人々は、新しい設備に対する知識と技術を体得する必要がある。

(1) 教育訓練の方法

職員の教育訓練の方法としては、職場内教育、養成機関教育、委託教育の3種に大別される。

a) 職場内教育

管理者が職場内において、その所属職員に対し、日常の業務を通じての職場訓練、講習会、研修講座および技能競技会等を通じて、積極的に推進して行なう。

b) 養成機関教育

新規採用者に対する教育、設備の近代化等による職務内容や作業方式の変更に伴う教育お

よび担当職務の知識、技能の向上改善を図るための教育は、職場内教育での達成は困難であり、組織的に養成機関にて教育を行なう。

c) 委託教育

部外の教育機関等に職員を派遣して、職場内教育、養成機関教育では修得できない高度又は特殊な技術を修得させる。

PJKAにおいては、5.1.2(2)で述べたように、信号、通信設備従事員に対する養成機関教育は、DIKLATI および DIKLATII、委託教育はSATKAで行なっている。信号部門については機械信号、通信部門については、電信・電話および無線装置を主体とした教育が行われているが、十分な実習設備は設備されていない。

したがって、電化に伴う信号、通信設備の近代化に関連する教育は、教育機関の実習設備の完備と委託教育により養成機関教育の指導者となるべき人材を開発することが第一義の問題と考える。

委託教育はSATKAおよび近代的な信号、通信設備が普及している外国に職員を派遣して、これらの設備に関する教育訓練の指導者として必要な知識および技能を実務修得させる。

養成機関教育は、委託教育により近代化関連の知識、技能を修得した指導者、また、必要に応じて、国外から近代設備の技術に堪能で、実務経験も深い技術者を講師とし、完備された実習設備による実習教育を重点に、信号、通信設備の近代化に対応した教育機関教育の充実を図る。

職場内教育は、教育機関教育にて近代化関連設備の知識、技能を修得した職員を中心に積極的に推進する。第1段階としては、担当区域の工事施行期間中に工事、試験および調整等を实地に経験させることにより技術修得させる。工事終了後は、日常の保全業務を通じて、管理者を中心に、近代化関連設備の知識、技能の向上に努める。

(2) 教育訓練計画

職員に対する教育課程としては、初任者教育、管理者教育、事務関係職員教育、専門技術教育および設備近代化に伴う転換教育に区分されるが、ここでは、電化に伴う信号・通信設備近代化のための保全要員を対象とした教育機関教育を対象としてあるが、その他の課程についても、別途の課程を設定し教育内容を改善していく必要がある。

a) 教育内容

本電化計画で計画している設備および近い将来、導入されるであろうと思われる設備についての一般知識や予防保守、障害時の処置を能率よく行うため、保守に必要な動作原理、試験、調整および機能維持の手法について教育する。更に、近代化に伴う他業務関連設備についても教育する。

教育は学科および実習によって行なうが、学科教育についてはスライド、映画やVTR等の視聴覚器材を効果的に利用する。

教科内容及び概略教育時数を附録10.3.13に示す。

b) 教育時期と人員

信号、通信設備の近代化に伴う転換教育は、将来、幹線の全区間に近代化が推進されるものとして策定した。

電化に伴う、教育訓練計画は電化開業時には、担当区域の保全要員に近代設備に対する知識、技能を十分修得させておく必要がある。したがって、第一期工事期間である Bekasi~Cirebon, Cikampek~Bandung間の開業予定年の1988年迄に、当該担当地域の保全要員に対する転換教育を終了させておく必要があると同時に、それ以前に、実習設備の整備および講師の養成を終了させておかなければならない。

その他の区間の保全要員に対する教育は、電化工事区間を優先的に教育するものとする。1クラスの編成は15~30名程度、研修期間は約3ヶ月とした。

各年の研修者数は Appendix 10.3.14 に示す。

c) 教育実習設備

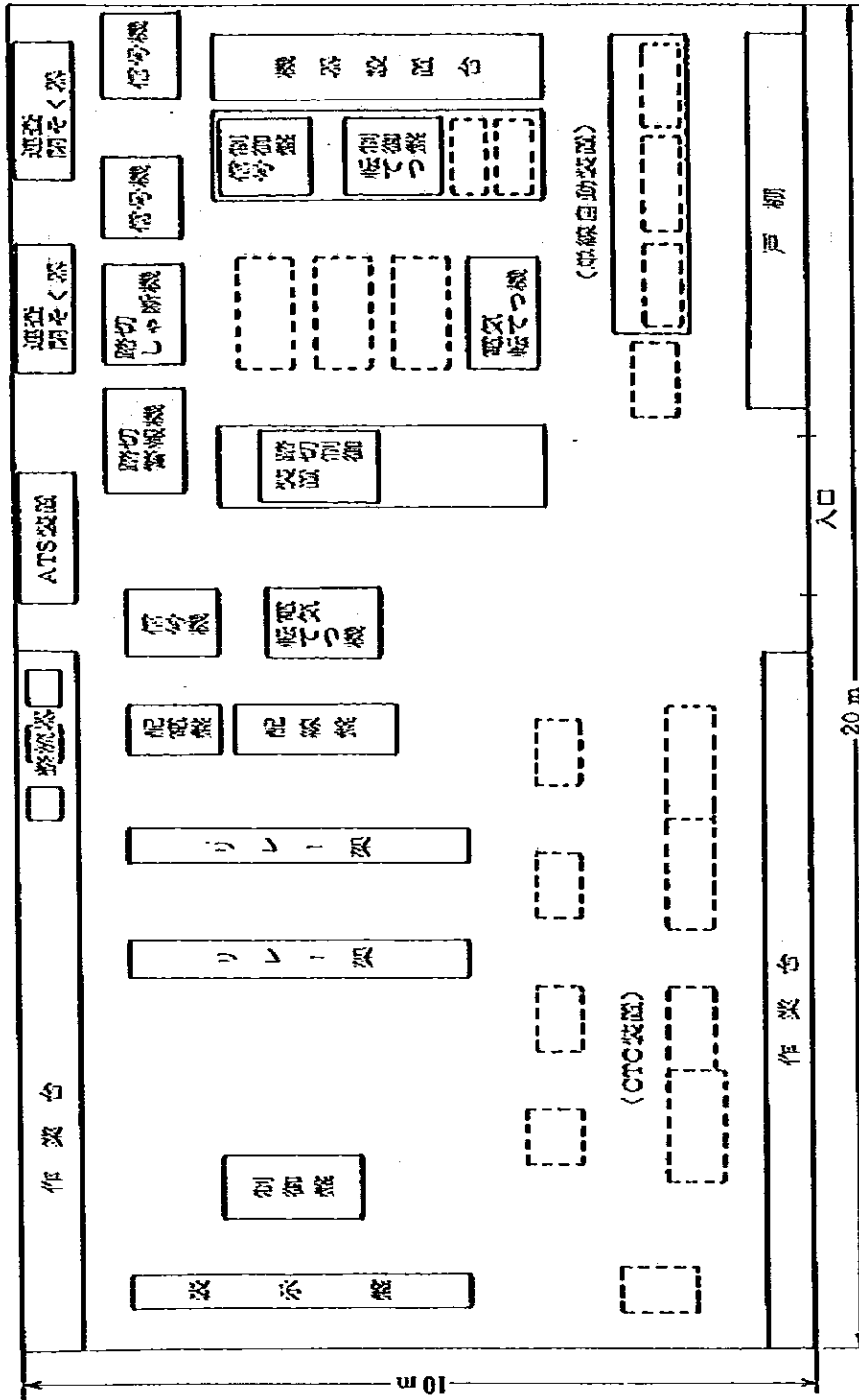
信号設備の実習設備は附録 10.3.15、通信設備の実習設備は附録 10.3.16 に示した。

附録 10.3.13 教育科目と概略教育時数

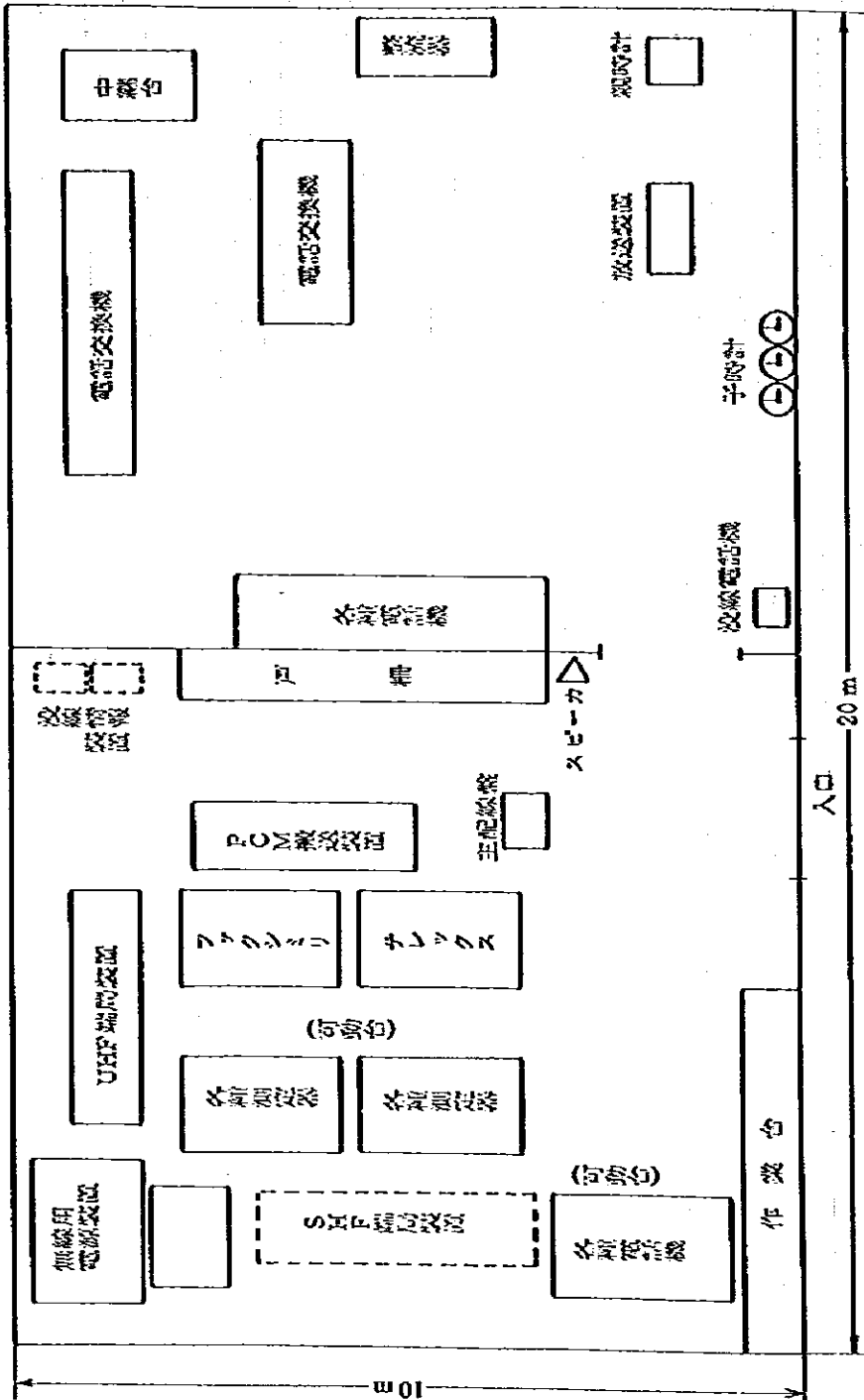
信 号		通 信		
教 科 目	教育時数	教 科 目	教育時数	
信 号 設 備	信号設備概要	6	通信線路概要	6
	信号装置	14	回線網	6
	閉そく装置	18	通信線路	20
	運動装置	60	無線通信	26
	転てつ装置	12	搬送通信	30
	軌道回路	24	データ伝送	12
	A T S	18	交換機	36
	C T C	22	電話機	12
	踏切保安装置	24	ファクシミリ	18
	信号線路	6	テレックス	12
法規・規程	18	高声電話機	6	
作業安全	12	話機器	12	
保全概論	18	通信用電源	12	
実習	60	法規・規程	18	
業 務 関 連	運 転	6	作業安全	12
	通 信	6	保全概論	18
	変 電	2	実 習	60
	電 車 線	2	業 務 関 連	運 転
電 力	2	信 号		6
試験・行事その他	30	変 電		2
		電 車 線		2
計	360	電 力	2	
		試験・行事その他	30	
		計	360	

附錄 10.3.14 教育訓練計畫

事 項		1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
教育訓練設備	設備																					
委託教育																						
養成期間教育																						
講義	信號			10						5						5						
	通信			10						5						5						
研修者	信號				60	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	(30)	(30)
	通信				50	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	(30)	(30)	(30)



附録10.3.15 信号実習室機器配置図



附録10.3.16 通信実習室機器配置図

10.3.4 建設部門

(1) 教科内容

建設系職員の教育訓練のあり方は、電化実施に目標を絞るよりむしろ、今後改善されるであろう施設の近代化に対応するものが望ましく、一定の体系と方法を通じて計画的組織的に実施される必要がある。

教育訓練の教科内容は、次のとおりに大別される。

1) 施設管理科

土木および保線技術に対する教育、並びに実験実習設備による訓練

2) 契約用地科

契約用地事務に関する教育訓練

3) 土木科

各種工事に関する基礎工学および、専門技術に対する教育、並びに実験実習設備による訓練

4) 建築科

建築技術に対する教育、並びに実習設備による訓練

(2) 教育体系

施設の近代化に対応する教育訓練は、現状の教育システムと重複する面もあると思われるが、教科毎に分類すると次のようになる。

1) 施設管理科

施設管理科は施設系統の事務職員に対する昇職教育、および技術職員への管理知識の習得の場である。

主な教科目は職場管理、保線技術、保線作業、公害対策、構造物検査、安全管理、その他。

2) 契約用地科

契約用地科は、今後増加する工事発注に対する契約業務、および用地取得業務などに関する知識習得の場である。

主な教科目は工事契約、経理事務、部外関連工事、環境保全、用地取得事務、その他。

3) 土木科

土木科は工事計画に関する高度な知識の習得、工事施工に伴う損害補償業務に関する実務知識の習得、および停車場、各種橋梁、トンネル、軌道、保線などの設計施工に関する知識を習得する場である。

主な教科目は調査計画、施設事務、安全管理、設計および施工監督、積算、線路検査、保線機械、計測技術、公害関係、その他。

4) 建築科

建築科は建築設計技術に関する知識技能の習得、工事に関する知識技能を習得する場である。

主な教科目は、職場指導、施設事務、施工法、工事積算、設計製図、その他。

(3) 訓練体系

建設関係の訓練体系のあり方は、関連する実物の実習設備により訓練するものが望ましく、スライド、映画やVTRの視覚覚器材を並用すればより効果的である。

輸送の近代化に対応する最も必要な訓練は、当面保線技術の向上にあると思われる。

従来の軌道保守は、随時補修することが経済的と言われてきたが、列車回数が増加して保線のための線路占有時間が制約されるため、保線作業を機械化し施工速度をあげるとともに、施工の質の向上を目的として、定期修善方式に移向している。

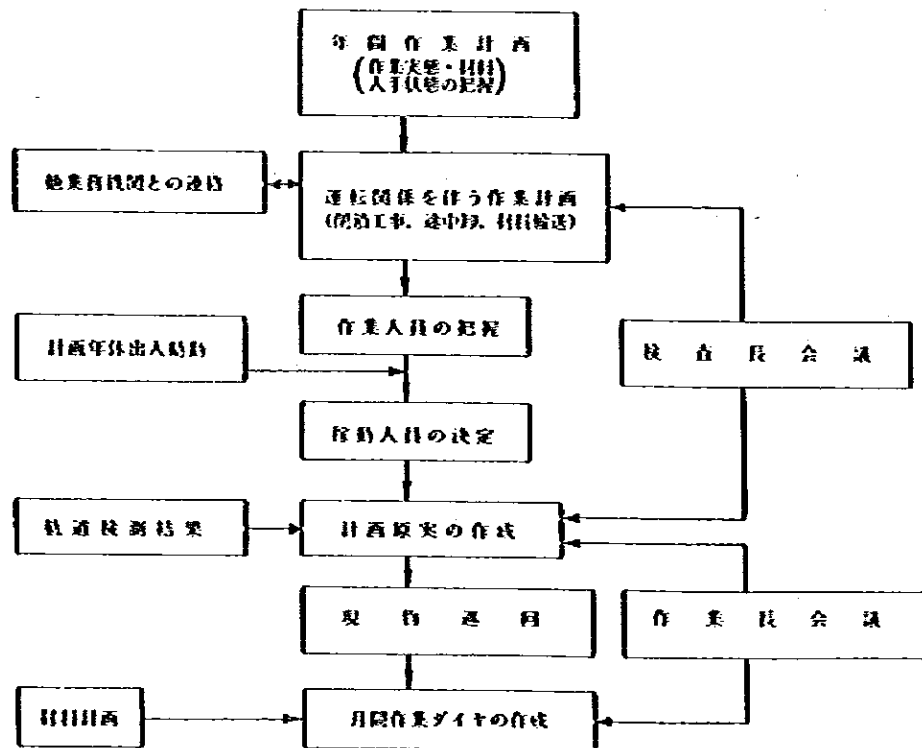
保線作業の訓練には、職場内訓練、養成機関訓練があると思われるが、当面養成機関訓練により組織的に実施されることが望ましい。

保線作業は年間作業計画に基づいて、保線区別に月間作業計画が確立され、次に実施するための週間作業計画によって実施される。

保線作業は、軌道補修作業、材料補修作業、材料更换作業とに分類されるが、これらを一環して訓練所にて実習するのが望ましい。次表は作業内容、主な使用機械をまとめたものである。

(4) 教育訓練期間

インドネシア国鉄の建設系職員に対する教育訓練は、Railway Engineering College および Training Centerの2教育施設、および職員が所属している各職場の実習訓練で行なわれている。



附録 10.3.17 保守作業計画

Railway Engineering collegeでは、線路保守・土木工事を中心として修業年限は3年、人員は30名を教育している。またBandungのTraining Centerでは、土木および運営・技術管理を中心として、訓練期間は3ないし6カ月、実施回数は年間2～4回実施されており、養成人員は60～120名である。

以上の事から、近代的な鉄道施設に対応する教育訓練は、現状のシステムを踏襲し、むしろ講師養成、カリキュラム見直し、諸訓練設備の充実が急務となるものと思われる。

附録 10.3.18 軌道保守作業

保 修 作 業	作 業 内 容	主 な 機 械
1. 軌道精修作業		
(1) 軌間直し	締結装置を1時緩解し、レールを横方向に移動、適正軌間を確保	ボルト緊解機
(2) むら直し総つき固め	レール面の凹凸を矯正するため、バラストをつき固める	タイタンバー
(3) 通り直し	車両の横圧を受けて生じた通り狂いを直す	曲線矯正器
(4) 終日落直し	レール継目部の落ち込みを矯正するため、終日板の加工、終日部道床をつき固める	終日板きょう正機
(5) 道間直し	レール継目部の間げきを道間というが、この道間を適正な隙れに矯正する	道間調整機
(6) レール小返り直し	マクラギの腐朽、レール浮托、カント不適正などにより、レールの垂直軸が傾斜するものを直す	
(7) マクラギ位置直し	レール面の凹凸や軌間、通り狂いの原因となる隣接マクラギとの間隔を正しく直す	マクラギ位置調整機
2. 材料精修作業		
(1) 締結装置精修	スクリウスパイク、タイプレート、軌道パット等の精直し、手入れ作業	ボルト緊解機
(2) マクラギ精修	マクラギの食込みの削正、割止め等の精修を行なう	マクラギ交換機
(3) 橋マクラギ付属品精修	橋げたとマクラギを固定するバックリング、フックボルト等を精修を行なう	ボルト緊解機
(4) 道床ふるい分け	土砂混入バラストをふるい分ける	バラストクリーナ、道床ふるい機
(5) 道床補充	道床バラストの路盤へのめり込みや、ふるい分けによって不足したバラストを補充する	バラスト散布車、タイタンバー
3. 材料交換作業		
(1) レール交換	同種レール交換、軌道強化のため重軌条の交換などがある	レール交換機
(2) マクラギ交換	劣化したマクラギを交換する	マクラギ交換機
(3) 道床交換	不良となった在来のバラストを取除き、マクラギ下面から路盤までの道床を所定の厚さに新しいバラストに交換整備する	バラスト作業車、タイタンバー

10.3.5 車両工場部門

(1) 電化による工場作業の変化と職員の教育訓練

本電化計画が実施された場合には、現在の本線用大形ディーゼル機関車はすべて高性能電気機関車と置き換えられるため、機関車修繕工場の作業内容は、質、量の両面とも大きな転換が必要となる。ディーゼル機関車と比べた場合の電気機関車修繕作業の特徴は次のとおりで、この特徴事項を基盤として新しい車両修繕体制への転換と、職員の教育訓練を実施することが必要である。

a) 電気機関車修繕作業の特徴

車両構造と運用の両面からみた場合、電気機関車修繕作業の特徴として次の4点をあげることができる。

① 電気の基礎的知識と技術を有する職員の大量確保

工場は車両の定期検査を担当し、次回の定期入場までの長期間にわたり、車両の性能と機能を保証することを使命としている。したがって、電気機関車の修繕を担当する場合には、直接作業員から管理者までの各層とも電氣的知識や技術を有する職員を多数必要とする。不足数補充のための教育養成を計画的に行なっておくことは当然である。

② 解体作業、機械的加工作業の減少と計測作業の増加

電気機関車の構成部品のうち、回転や摺動により摩擦が発生する機械的部品は、ディーゼル機関車に比して著しく少ない。したがって解体検査、機械的加工作業は大幅に減少し、反面電氣的特性値の計測と良否診断、機能確認作業は大幅に増加し、かつ高い精度が要求される。また、その良否診断に際しては特性値の時系列的変化の把握による信頼性管理が基本となるため、計測データの集積と解析技術は不可欠である。したがって、各種計測機器と計測技術者の整備充実が最重点事項の1つである。

③ 検査周期延伸に伴う信頼性向上対策と作業負荷増加対策

前項に述べたとおり電気機関車は機械的損耗部分が少なく、また電氣的部品は電子部品の導入など設計技術や使用材料の進歩により著しく信頼性が向上していることなどから、定期検査の周期を大幅に延伸することが可能となる。この検査周期延伸は機関車の稼働率を高め収益性を向上させるが、工場の作業には次の影響を及ぼす。

- 定期検査回数減少による工場の総作業量の減少
- 長期連続使用に伴い車両に付着堆積するじんあい量の増加（清掃洗浄作業量の増加）
- 長期連続使用に伴う機器部品の疲労度の増大（検査診断精度の向上、加修率の増加および加修精度の向上）

したがって、第2、3項についての対策を講ずる必要がある。

④ 担当車両数の増加

②③項に述べた事項は、工場修繕のための在場日数の短縮と総作業量の減少を意味するので、ディーゼル機関車の修繕を担当している工場が電気機関車修繕に転換した場合には、前者

より以上の両数の修繕を行なうことが可能となる。したがって、工場能力の有効活用をはかるためには、入出場計画、工程管理、要員管理、資材管理など、工場の運営管理業務についても科学的な管理手法の導入など近代化をはかることが必要である。

b) 教育訓練計画

前節で述べたとおり、ディーゼル機関車と電気機関車の修繕作業は基本的に大きな差があり、個別作業の技術的变化のみならず作業体制や工場全体の管理運営体制まで転換することが必要となる。このため、電気機関車修繕業務を担当する際には、新しい機関車修繕技術のほか計画、管理運営の近代化を含む総合的な転換教育を平行的に実施し、その終了者を核として転換を進めることが得策である。

上記のための教育訓練課程としては次をあげることができよう。

- 電気機関車修繕の直接作業のための技術課程
- 電氣的機械的計測計量課程
- 電子技術課程
- 検査情報などの情報管理課程
- 生産管理課程
- 車両計画および車両管理課程
- 安全衛生課程
- 工場設備課程
- 経理、職員、資材等の事務管理課程
- 職場管理、一般技術管理等の技術管理課程

これらの課程はいずれも作業層等を対象とする普通課程と指導者管理者層を対象とする高等課程の2系列とし、工場職員の現況とPJKAの経営方針に基づき、優先度を定めて段階的に拡大実施することが望ましい。

(2) 電気機関車修繕の直接作業のための技術課程例

電気機関車修繕の各作業部門別作業者は、修繕技術の信頼度の高さの点からディーゼル機関車の同部門経験者であることが最も望ましく、また、少くとも他車種での類似技術経験者であることが必要である。以下はこれを前提とした場合の教育訓練計画の例である。

a) 教育訓練課程の種類

教育訓練の課程は、直接作業課程、直接作業者を指揮し作業の指導進捗を行なう作業組指導者の課程、これら両者を教育訓練する講師を養成する課程の3課程を設置することが必要と考える。職場管理者や管理部門の車両技術者については、その職務内容に応じて別途の課程を設定し、前記講師等から講習するものとして本例から除外した。

b) 教育項目と時間数

各課程別の主な教育項目と概略時間数は Appendix 10.3.19 のとおりである。この内容は次

の考え方に基づいて作成した。

① 専門作業部門を車体、台車、ブレーキ装置、電気機器一般および弱電機器に大別し、専門教育に最重点をおいた。すなわち、専門実習に最大時間数を割当てたが、高精度高能率作業は作業対象機器の構造や特性の理解と、これに基づく合理的検査修繕方法の理解納得により実現するものと考え、専門学科には専門実習に次ぐ時間数を当てた。

② 高精度高能率作業の維持は、電気機関車修繕作業全体の中における自作業の位置と役割の理解、他作業部門との技術的工程的関連性の理解により実現するものと考え、学科については電気機関車概論、実習については概要実習に多くの時間を割り当てた。

なお、この例の1課程当り総所要口数は次のとおりである。

- | | |
|--------------|------|
| (1) 講師養成課程 | 約4箇月 |
| (2) 作業組指導者課程 | 〃3箇月 |
| (3) 作業者課程 | 〃3箇月 |

c) 教育時期と人員

年度別教育人員は電気機関車の検査修繕作業量とその所要時期に応じて計画する必要がある。これに基づく計画案はAppendix 10.3.20のとおりである。

本図は、年度別の電気機関車配置両数、第1回要部検査および全般検査発生年度、機関車修繕の直接作業者所要数を示したもので、所要人員は作業負荷を配置両数に応じて完全に平準化した場合の人員数を掲上してある。したがって1993年の第1回全般検査発生までの間は、実際所要数より多くなっている。

Appendix 10.3.20から、教育時期と人員の関係は次のとおりとなる。

① 1988年の第1回新車配置時には臨時検査発生時の対策要員を、また1990～91年、1993年の第1回要部検査および全般検査発生時にはそれぞれの業務量に応じた要員を準備しておくことが必要である。

② 第1回新車配置時における各専門作業部門別最低人員はその構成作業種別の多様性から5名程度は必要である。

③ 以上に基づく教育計画は本図下欄のとおりで、講師については第1回新車配置までに全員を(1専門部門当り3名、計15名)、作業組指導者については第1回要部検査実施までに全員を、作業者については各年度別増加人員の全員をそれぞれ教育することにより、電気機関車の修繕を円滑に遂行することが可能となる。

なお、講師の養成時点では電気機関車が未配置のため実習が困難であることと、受講内容が高度であることなどから、機関車製造会社または当該機関車乃至は類似機関車を実用している国に山向して修得することを検討する必要がある。

附録 10.3.19 主な教育項目と概略教育時数(例)

教 科 目		概 要	教 育 時 数				
			講師養成	作業組 指導者の 指 導 教 育	作業者の 転換教育		
学	般	1. 指導教育技術	職場および作業者の指導方法	12	4		
		2. 作業の安全	安全作業一般	20	12	22	
		3. 計		32	16	22	
	車 両 検 修	4. 車 両 管 理	車両の管理体系, 車両改良の進め方	4	4	4	
		5. 工 程 管 理	工程管理方式の改善方式	8	8	8	
		6. 車両検修体系	新しい車両検修体系と実施上の要点	8	8	6	
		7. 計		20	20	18	
	検 修 設 備	8. 検 修 設 備	新しい検修設備とその管理方式	8	6	10	
		9. 検 修 情 報	検修情報の有効活用	10	8	4	
		10. 計		18	14	14	
	電 気 機 関 車	11. 概 論	電気機関車全般および主要機器別の構造, 検修方法	114	62	60	
		12. 専 門 別	A 車 体	専門分野別の構造, 検修方法等の詳細	(112)	(102)	(146)
			B 台 車	-	(112)	(102)	(146)
			C ブレーキ	-	(112)	(102)	(146)
D 電気機器			-	(112)	(102)	(146)	
E 弱電機器			-	(112)	(102)	(146)	
F 計				112	102	146	
13. 電気機関車計		226	164	206			
14. 学 科 合 計			296	214	260		
実 習	15. 概 要	電気機関車全般の検修作業の概略実習	112	82	34		
	16. 電 気 機 関 車 別	A 車 体	専門分野別実習	(184)	(164)	(160)	
		B 台 車	-	(184)	(164)	(160)	
		C ブレーキ	-	(184)	(164)	(160)	
		D 電気機器	-	(184)	(164)	(160)	
		E 弱電機器	-	(184)	(164)	(160)	
		F 計		184	164	160	
17. 実 習 合 計		296	246	194			
18. 総 合 計			592	460	454		

注1. 教育時間数は, 受講者の国内で自国語により受講する場合の例を示した。

附録10.3.20 電気機関車修繕の所要員と教育訓練計画

事項		1985	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	2002	08	
					第1回 新車 配			第1回 要部 検査 発生			第1回 全般 検査 発生					
配置 両数	直 流	-	-	-	14	14		16	16		16	16	16		19	19
	交 流	-	-	-	25	37		57	65		92	127	138		237	256
	計	-	-	-	39	51		73	81		108	143	154		256	275
作業 後者	所 要 人 員	-	-	-	26	34		49	54		73	96	104		172	185
	対前年度増	-	-	-	26	8		(15)	5		(19)	23	8		(68)	(13)
教育 訓練 計画	講師養成	第1回 10人 第2回以降 5人						補充 要員 養成								
	作業組指導者の 転換教育	第1回 10人 第2回以降		補習 、 残余全員				補充 要員 養成								
	作業者の 転換教育	第1回 26人 第2回以降		補習 10~13人/年						補充 要員 養成						

d) 教育施設と器材

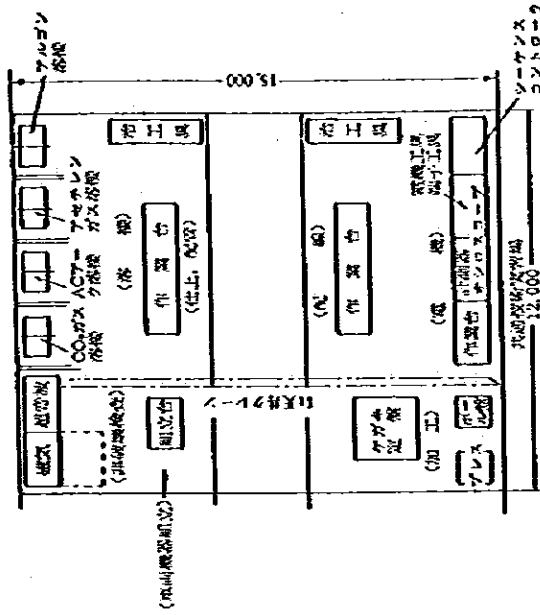
Appendix 10.3.20 の教育計画から、作業組指導者および作業者の各課程の同時教育人員は、10～25人となるため、学科教育として必要な教室、教科書、視聴覚器材等は小規模で充分である。

実習教育は最も重点的に実施する必要があるが、第1回養成時には新車は未配置であり、第1回要部検査発生までの間は定期的工場入場車は原則的にはないため実質的な実習は困難である。その対策として次の3案が考えられるが、実技修得が最大の目的であることから、PJKAとしての特別な配慮が望まれる。

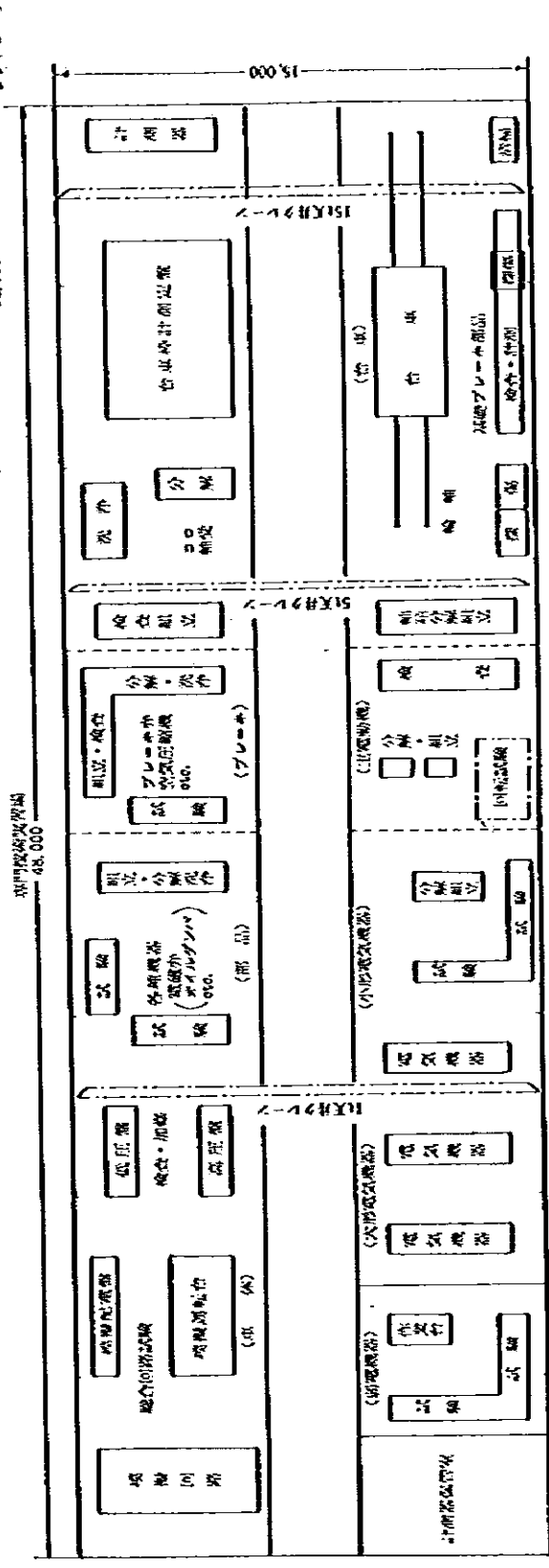
- (1) 電化は長期間にわたり逐次進展することから、完成電気機関車1両を教材用として実習箇所配置し、工場および基地の検修要員養成用として使用する。
- (2) 基地に配置する予備車を機関車運用に支障しない範囲で教材として使用する。
- (3) 完成機関車を教材として使用することが困難な場合は、新機関車と同時に購入する予備機器を教材へ転用する。

e) まとめ

以上教育訓練課程の1例を示したが、先に述べたとおりディーゼル機関車修繕から電気機関車修繕への転換は工場業務の基本的変革につながるため、これに対処するための職員教育は極めて重要な役割を負うこととなる。よって今後さらに検討を進め、PJKA職員に最適な教育計画を究明確立する必要がある。



1. 専門実習区分
 - (1) 床 床
 - (2) 台 床
 - (3) プレーム
 - (4) 電気機器
 - (5) 修理機器
2. 同時実習人数 5~10人/部門
 3. 実習場面積
 - (1) 北側実習場 180㎡
 - (2) 南側実習場 720㎡
 - (3) 計 900㎡



附録 10.3.21 電気機器保守実習施設 (例・車両工場)



JICA