

インドネシア共和国ジャワ島幹線鉄道電化計画調査、ファイナルレポート

昭和58年3月

国際協力事業団

1983

LIBRARY

インドネシア共和国 ジャワ島幹線鉄道電化計画調査 (マスタープラン) ファイナルレポート

昭和58年3月

国際協力事業団
(JICA)

開一

83-030

JICA LIBRARY



1034390(3)

インドネシア共和国
ジャワ島幹線鉄道電化計画調査
(マスタープラン)

ファイナル レポート

昭和58年3月

国際協力事業団
(JICA)

國際協力事業團	
輸入 581. 8. 289	168
登録No. 194153	64.6
	SDF

序 文

日本国政府は、インドネシア共和国政府の要請に基づき、ジャワ島の幹線鉄道の電化計画に関するマスタープランの作成を決定し、国際協力事業団がその調査を実施した。

事業団は、上記計画の重要性に鑑み、社団法人 海外鉄道技術協力協会参与 平松和雄氏を団長とする13名の専門家からなる調査団を編成するとともに、東京理科大学教授 山田直平氏を委員長とする作業監理委員会を設け、調査の推進を図った。

調査団は、昭和57年6月から3カ月に亘り、現地において同国政府関係者との討議ならびに広範な現地調査、資料収集等を行い、帰国後、さらに解析・検討作業を進め本報告書を取りまとめた。

本報告書がプロジェクトの進展に寄与するとともに、両国の友好親善関係の促進に役立つことを願うものである。

最後にこの調査の実施にあたり多大なる御協力と御支援をいただいたインドネシア国政府ならびに日本国政府関係機関の各位に対し、厚く御礼申し上げる次第である。

昭和58年3月

国際協力事業団

総裁 有田 圭 穂

要 約

要 約

1. 電化の基本構想とその進め方

この Study によって次の 3 つの基本事項が明確になった。すなわち、

- 1) 幹線電化 2500 km 余全体として feasible であり、全投資額 1,463 billion Rp (年平均 49 billion Rp) で、その IRR は 20% を上まわっている。石油節約量は年間 84 百万ガロンに達する。
- 2) 最優先線区は Jakarta~Cirebon および Cikampek~Bandung である。
- 3) 電化のき電方式は各種方式を比較した結果、商用周波 25kV 交流電化方式が最適である。この電化計画の前提となる輸送量は、最高速度 100 km/h の電気運転で、Manggarai~Cikampek 間に中長距離用列車専用複線を使う前提で算出された。この結果、鉄道・道路を合せた Total 輸送量は年平均 7% の増加を示しているが、鉄道の線路容量により制約され、鉄道の輸送量は算定値の約 1/2 となり、鉄道のシェアは旅客 20%、貨物 10% 程度となっている。

電化の開業ステップは年 100 km の工事完成ベースとし、Jakarta~Cirebon, Cikampek~Bandung の第一期電化区間の開業を 1989 年とし、南線へ順次電化を延伸することとした。

今回、電化工事で考慮した投資は、電化地上設備、車両、工場・デポ設備、車両基地、優等列車折返し駅の抜本的改良、貨物列車行違いのための駅有効長延伸、複線区間の自動化、単線区間の連鎖閉そく化、信号機のカラー化、通信線のケーブル化等であり、その初期投資は第 1.1 表に示されている。その他輸送改善のため検討されるべき課題として、貨物集約を含んだターミナル整備、列車制御の機能向上などがある。

JABOTABEK 計画との関連については、交直接接点の検討も含め基本方針を明確にした。すなわち、JABOTABEK 地区の通勤輸送区間として Krawang までを考慮すべきこと、中長距離列車の始発駅は Manggarai とし、Krawang までは現在線に複線を併設し、交流電化することである。なお、JABOTABEK 計画との整合については、さらに検討を要する。

旅客列車の電車化については、車両投資は増大するが効果は期待できることをマクロ的に検討し、結論づけた。

表1.1 電化の実行計画

電化区間	距離 (km)	地上設備の初期投資額 (×10 ⁹ rp)																			備考												
		合計	電化	信号・通信	土木	工場	用地	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97		98	99	2000	01	02	03	04	05	06	07	08	09
Bekasi ~ Cirebon	192	51.5	35.2	14.3	1.6		0.4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Bekasi-Krawang: DC電化 Tarakanang, Cirebon ELデポの建設 Krawang: AC-DC地上設備
Cikaspek ~ Haraucondong	94	65.8	11.9	3.9	23.7	25.2	1.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Yog Jakarta 工場の改良 Bandung ELデポの建設 トンネルの路盤低下	
Cirebon ~ Yog Jakarta	298	111.5	33.7	12.7	12.2	46.9	1.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	客車工場の第一期建設 Yog Jakarta, Kroya ELデポ建設 トンネル路盤低下(3ヶ所)	
Yog Jakarta ~ Solo	59	17.1	4.8	2.3	9.7		0.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
Manggarai ~ Krawang	54	121.9	12.1	5.9	71.1		32.8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Manggarai-Krawang: 4線(後線の新設, 立体交差の新設) Manggarai-Krawang: AC電化自動信号化, Jakarta ELデポの建設	
Solo ~ Surabaya	252	69.7	29.6	8.9	29.4		1.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	路盤低下 (Surabaya, Kota 駅附近) Surabaya, Kertosono ELデポ建設	
Surabaya ~ Probolinggo	102	15.2	11.6	1.7	1.8		0.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
Serpong ~ Merak	120	78.2	24.2	4.4	2.2	45.9	0.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	客車工場の第二期建設 Semarang ELデポの建設	
Cirebon ~ Semarang	226	45.0	24.5	2.4	13.7		0.4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
Semarang ~ Surabaya	280	44.5	32.6	8.5	3.1		0.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
Brumbung ~ Solo	109	16.6	11.7	6.1	0.7		0.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
Haraucondong ~ Kroya	243	49.9	26.8	6.9	15.7		0.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
Bogor ~ Sukabumi	57	11.5	8.2	1.7	1.5		0.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	トンネル路盤の低下	
Probolinggo ~ Jember	95	14.9	11.2	2.6	1.0		0.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Jember ELデポの建設	
Sukabumi ~ Pafalarang	83	14.7	10.5	2.2	1.9		0.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
Fattesecco ~ Bangil	215	40.7	23.9	5.9	10.4		0.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	トンネル路盤の低下(2ヶ所)	
Jember ~ Banyuwangi	103	20.7	11.6	2.7	6.2		0.2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	トンネル路盤の低下(2ヶ所)	
合計	2,582	789.9	324.1	55.1	210.9	119.0	39.8																										

車 両 (×10⁹rp)

第一期 (1987~1988)	第二期 (1989~1992)	第三期 (1993~2016)
79.0	453.4	141.1

2 輸送需要予測

中間報告においては、最高速度120km/hを前提に輸送需要予測を行ったが、本報告においては、最高速度100km/hを前提に輸送需要予測を行った。

- ゾーニングおよびリンクネットワーク

PJKAより提供された鉄道輸送のOD表を元に、JAVA島全体を25のゾーンに分割し、鉄道32・道路53のリンクネットワークを形成するものとした。次いで、これらのリンクを元にして、リンク抵抗を考慮しつつ、ゾーンペア毎に鉄道および道路の最短距離をミニマムパス法により探索し、ルートを決定した。

- 輸送需要予測年度および電化区間

1989年、1994年および2002年の3ヶ年について線区の輸送の現状および重要性を考慮し、年度毎に電化区間を設定した。

- 輸送需要予測モデル

輸送需要予測モデルのフローチャートを図2.1に示す。

- 旅客および貨物を含む全列車回数の子測結果を図2.2～2.4に示す。

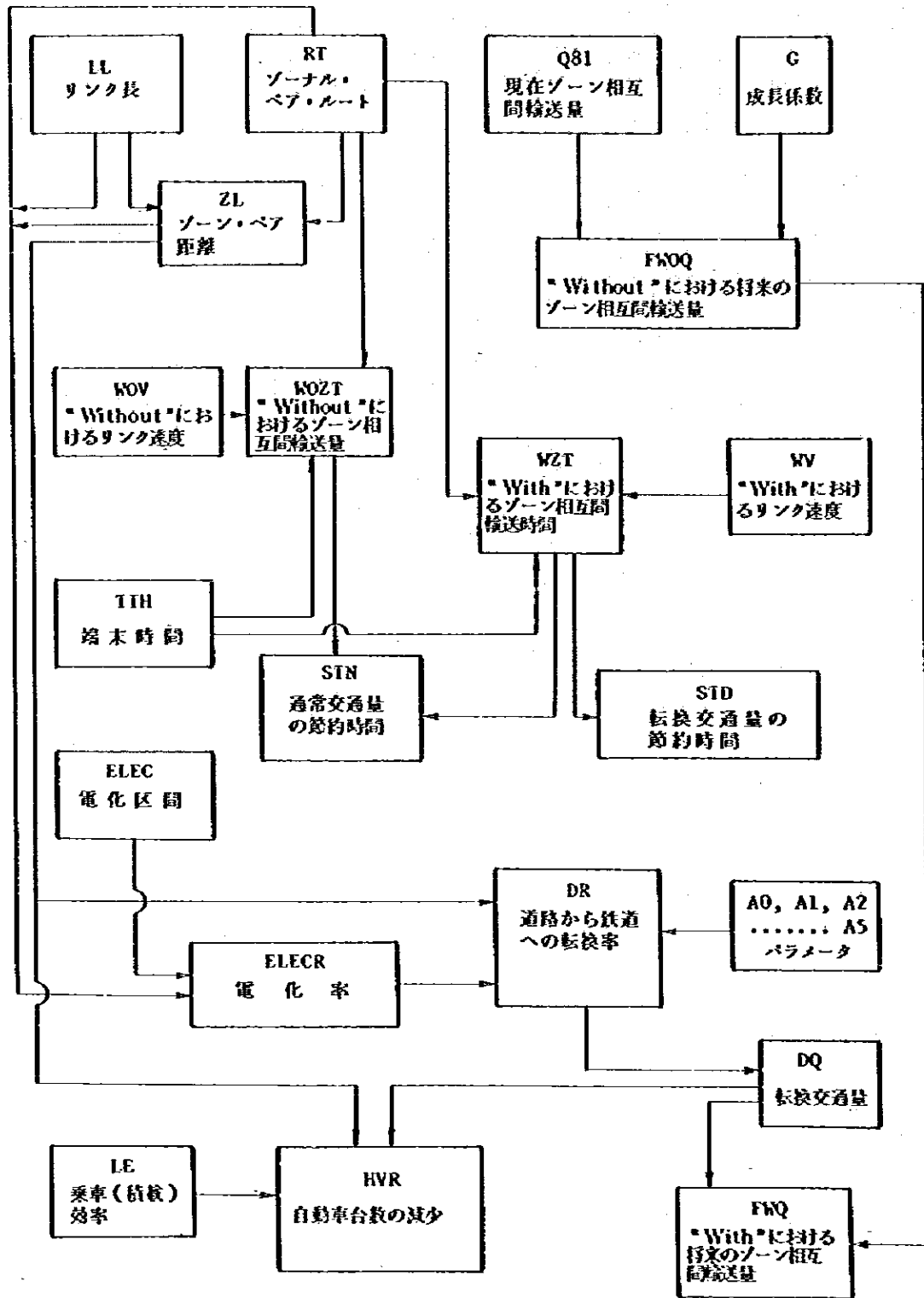
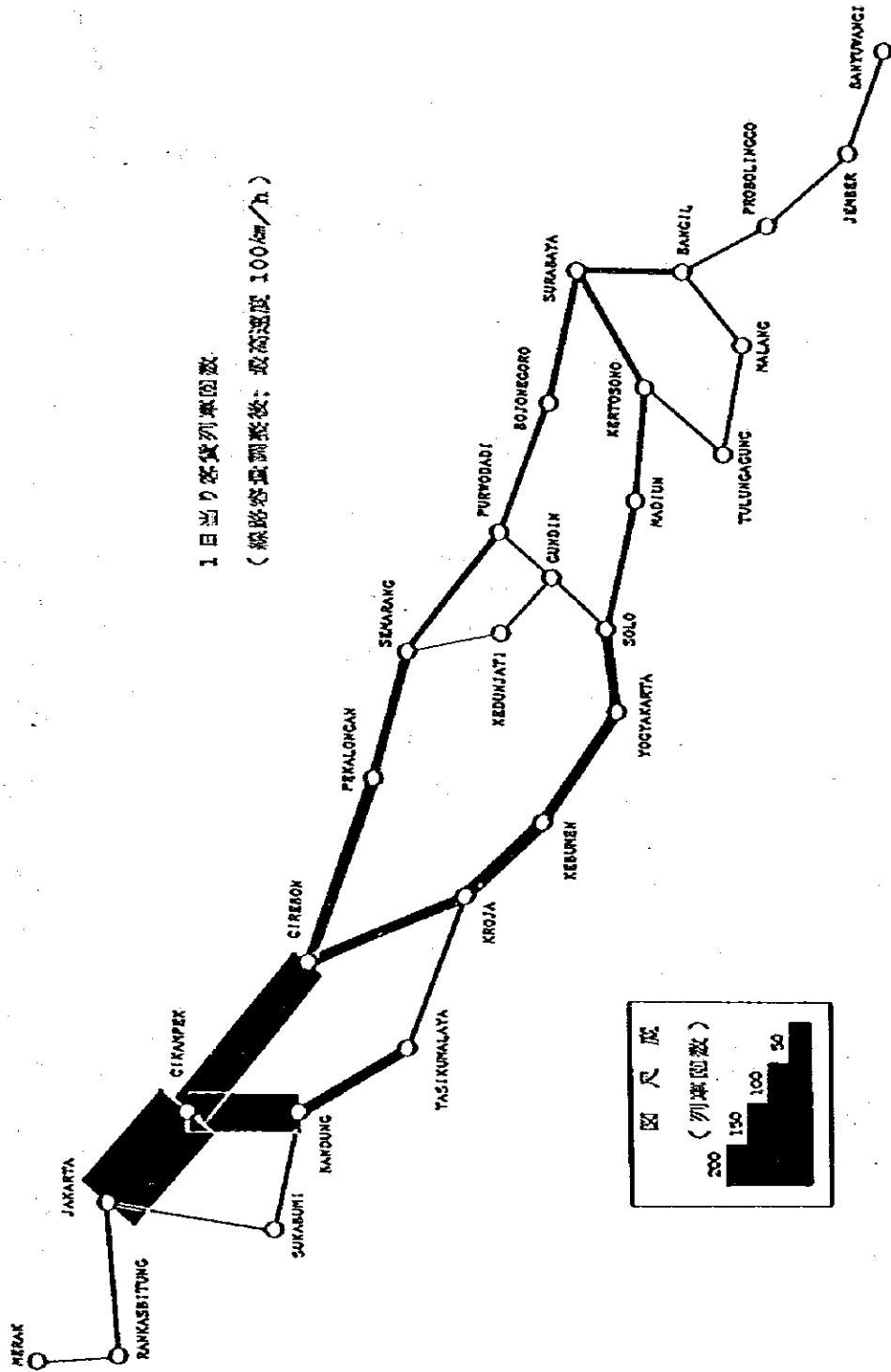
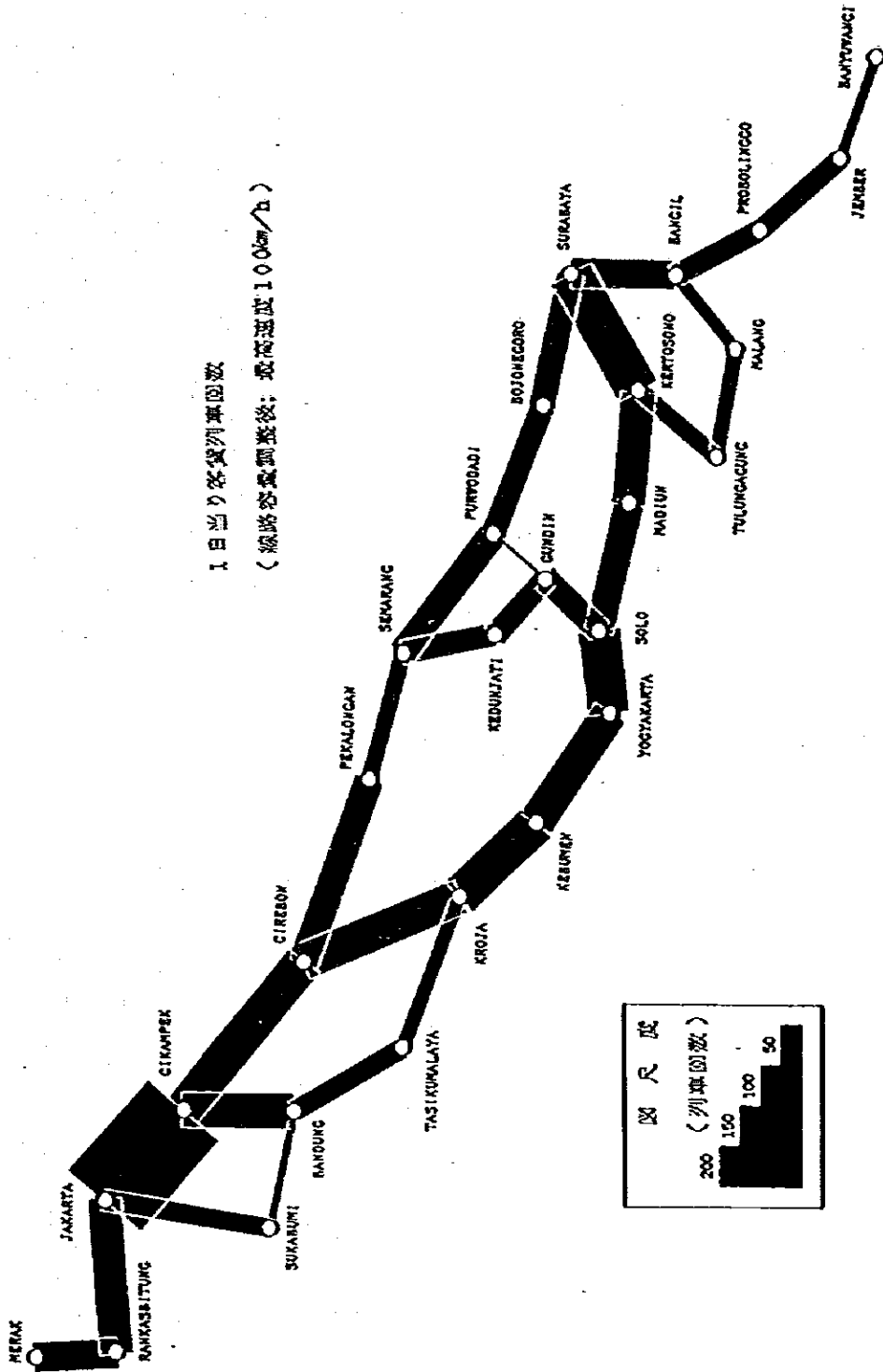


図 2.1 輸送需要予測モデル



注：電化区間は「JAKARTA-CIKAMPEK-CIREBON」および「CIKAMPEK-BANDUNG」である。

図 2.2 鉄道断面交通量 (1989年)



注: 電化区間は「JAKARTA-SUKABUMI-BANDUNG-TASIKMALAYA-KROJA」, 「CIREBON-SEMARANG-PURWODADI-BOJONEGORO-SURABAYA」, 「SEMARANG-KEDUNJATI-GUNDIH-SOLO」, 「PURWODADI-GUNDIH」および「KERTOSONO-TULUNGAGUNG-MALANG-BANGIL-PROBOLINGGO-JEMBER-BANTUWANGI」である。

図 2.4 鉄道断面交通量 (2002年)

3. 列車運転計画

- 運転計画のフローチャート

電化完成後の列車運転計画を次の3項目の手順により作成した。

- (1) 輸送需要予測に必要な運転関係資料の作成（現在と電化後の区間別運転時分と線路容量）
- (2) 電化開業年度別列車計画の作成（列車運転系統と列車本数）
- (3) 車両数、要員数の算出と車両基地計画（直流・交流別電気機関車両数、動力車乗務員等、電化年度別電気機関車基地および留置場所）

- 列車運転計画

- (1) 計画作成の前提条件

- 1) 1993年までJABOTABEK地域は長距離列車、通勤列車とも直流とし、Krawang駅で長距離列車は交直接続とする。
- 2) 1994年Manggarai～Krawang間に複線を新設し、長距離旅客列車はManggaraiまで交流で運転する。Krawangの交直接続は廃止する。また、貨物列車は1994年以降はBekasiから新貨物線（交流電化）経由でTanjungpriukまで運転する。
- 3) Merak線は全線直流電化とし、直流機関車の有効利用の上から、Manggarai～Krawangが交流化する1994年開業とする。
- 4) Jakarta～Cikampek間を除いて全線単線電化とする。
- 5) 閉そく方式は遠査閉そく式とする。

- (2) 運転時分と運転速度

全線にわたり運転時分を求め、これをこう配、曲線の線路条件により分けて平均速度を計算するとつぎのようになる。

線路条件	旅客列車の平均速度 (km/h)	
	急行列車	普通列車
(1) こう配小, 曲線半径大	83 ~ 90	62 ~ 76
(2) こう配小, 曲線半径小	71 ~ 90	60 ~ 74
(3) こう配大	55 ~ 88	50 ~ 69

現在のBIMA号（Jakarta～Surabaya間の急行列車）の平均速度は542km/h、表定速度は503km/hであるから、かなりスピードアップされることになる。

- (3) 電化ステージ別列車計画

電化が完成する各年度毎に、OD表をもとに列車運転系統と列車運転本数を求めた。

また、この列車計画から電化年度別、客貨別、直流、交流、ディーゼル機関車別に列車キロを求めた。全線が電化される2008年の列車キロは177.7千キロ/日である。Jakarta～Cirebon間が電化される1988年の電気機関車けん引の列車キロは24.7千キロ/日である。

(4) 電化後の到達時分

電化後の到達時分と現在との比較を次に示すが、電化により到達時分は大幅に短縮される。

運 転 区 間	電化後の到達時分 (A)	現 在		差 引 (B-A)	短縮率 $\frac{(B-A)}{B} \times 100\%$
		列車名	到達時分(B)		
Jakarta～ Surabaya Gubeng	10hr 34min	Bima	16h 30m	5h 56m	36.0
Bandung～ Surabaya Kota	9hr 28min	Mutiara Selatan	16h 20m	6h 52m	42.0

(5) 線路容量

最高速度を100km/hおよび120km/hとした場合と現在とについて線路容量を求めた。算式から求めた線路容量は一応の日安にすぎないが、電化後(100km/h)は現在の約2倍となる。

(6) 電気機関車両数

電化区間の列車はすべて電気機関車でけん引するものとして機関車両数を概算した。2008年で直流ELが19両、交流ELが256両必要である。また、ディーゼル機関車は1989年がピークで82両必要だが、その後は漸減して2008年には0になる。

(7) 客車および貨車両数

概略必要両数は客車が2500両、貨車が3900両である。貨車は空気ブレーキ装置付きとする必要があるので、一部を除きほとんどが新製となる。

(8) 要員数

2008年の乗務員(電気機関士、機関助手)は約2220人、Depotの電気機関車検修要員は550人程度となる。なお、1988年の電化初年度に310人と大量の電気機関車乗務員が必要となるが、その教育は1年半前から、また講師の養成を含めると1986年から開始する必要がある。

• 列車指令

列車指令は現在の3段階制の組織がすぐれていると考えられるが、電化後の高密度の列車運転を円滑に行なうため、要員の増強、業務内容の充実および設備の近代化をはかる必要がある。

4. 電化計画

• 電化方式の選定

JAVA島幹線鉄道の電化方式については、システムとしての経済性、電源立地、技術的な汎用性および電化開業後の保全性などを総合的に勘案して、商用周波数(50Hz)単相交流25kV・ATき電方式とする。

ただし、地域によっては将来、直接き電方式との設備投資額の比較を行って、その採用を検討して行くことが必要である。

• 電源

JAVA島におけるPLN(State Electric Public Corporation)の電源網の現状は、特に中部JAVA地域において貧弱である。しかし、現在JAVA島全域において大規模な電源網整備が進められており、2000年時点では一段と系統強化がなされるものと思われる。したがって、長期的にはJAVA島幹線鉄道電化に必要な電源立地は確保されるものと思われる。

• き電システム

(1) 電圧と周波数

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

(2) ATき電システム

JAVA島幹線鉄道電化におけるATき電システムの概要を図4.2.1および図4.3.4に示す。電気運転用変電所の位置は、極力短絡容量の大きいPLN変電所母線からの引出しが可能と思われる位置とした。

• 架線方式の選定

架線方式は、最もシンプルで経済性にすぐれ、将来の120km/h運転にも対応できるHeavy Simple Catenary Systemとする。

また、ちょう架線は経済性が良く、国産が可能な鉄系(St 135mm²)を推奨する。

• 支持物の選定

電化柱は、国産体制が整備されつつあり、安価で半永久的なコンクリートポールの採用を主体とし、状況に応じて鉄柱を使用して行く必要がある。

ビームは、保全性が良く、良好な架線特性を保持することのできる可動ビームの採用を推奨する。

5. 信号・通信計画

・ 信号設備

交流電化に伴ない信号設備として配慮すべき基本的事項は、軌道回路と誘導障害である。交流電化区間における軌道回路は、交流電気機関車や電車に起因する高調波電流、突進電流および交直接続点付近で発生する遊流等の妨害電流に対応できるものでなければならない。また、閉そく回線、信号制御ケーブル、信号鉄索および転てつこ等は遮へい化や接地による誘導対策が必要である。

信号設備の改良としては、Jakarta～Cikampek間は自動信号化、継電連動化を行うとともに、踏切保安装置の自動化を行う。その他の区間については、保安度向上のため閉そく方式を連査閉そく方式にするとともに、信号機の色灯化を行う。

・ 通信設備

通信設備として配慮すべき基本的事項は、通信回線構成と誘導障害である。

通信回線は長距離通信回線、中距離通信回線および短距離通信回線を有機的に構成し、各業務機関の連係を保つようにする必要がある。電化に伴ない電力指令、信通指令、施設指令、運転指令等の指令体系が確立できるように配慮する。

裸通信線路への誘導障害対策は、現在全沿線にある架空裸通信線を全て平衡度の良い埋設遮へいケーブルとする必要がある。

通信設備の改良としては、Jakarta～Cikampek間はケーブル化、指令設備、無線設備、交換設備、電信・電話設備および旅客案内設備等の近代化をはかる。その他の区間については、誘導支障に伴なうケーブル化を行う。

これらの電化に伴なう信号・通信設備の改良は、軌道、橋りょう等の外部環境条件を考慮して計画した。将来、信号・通信設備の近代化を推進するためには、PELITA等で実施される軌道更新計画において、軌道絶縁対策を事前に実施しておくことが望ましい。

6. 構造物計画

・ 軌道

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て100km/hとする。

一部区間においては50N/UIC 54レール、コンクリート枕木による軌道強化計画があるが、軌道保守を十分に行なえばこの区間は120km/h走行性能を持つ車両の運行が可能となる。幹線全体を120km/h走行に対応する軌道整備は、巨額の投資を必要とするので、その実施時期は、今後の自動車輸送の動向を見きわめて判断するのがよい。

また、現在PELITA計画のもとに軌道更新が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。曲線改良は列車の速度向上に影響するが、具体的実施段階で検討するものとする。

今回、改良計画の対象とする事項は次のとおりである。

Manggarai ~ Krawang間復々線増に対応する軌道新設および踏切道新設工事
Surabaya Kota駅付近南線・北線交差箇所におけるクリアランス不足を解消する南線盤下げ工事

・ 橋りょう

鉄道橋は現在実施されているPELITA計画で軸重15~20tonに耐えられるように改良されている。今回計画の電気機関車が現在の構造物にどう影響するかを判断するため、せん断力および曲げモーメントを算出し、比較した結果、橋りょうの設計強度は、当該機関車荷重を十分に許容することが判明した。

今回改良対象とするものは、車両限界を支障する橋りょう上部のクリアランス不足の改修である。対象範囲を電化区間別に示すと図6.1のようになる。

・ トンネル

幹線に位置するトンネルは9箇所あり、このうち7箇所が80~100年経過しており、老朽化が進んでいる。当プロジェクトではトンネルの内空断面の拡大にとどめたが、制限速度の伴う小半径の曲線に位置するトンネルもあるので、実施段階ではトンネルの老朽度とあわせて、新トンネル建設の可能性を検討するのが望ましい。

トンネルの内空断面を拡大する方法は種々あるが、比較的工事費が安く、また安全性が高い軌道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、山岳地帯であるためバス代行輸送が不可能なことを考慮し、活線で改築するものとした。

表6.1 改良対象橋梁

種別	サイホン式 水路橋	道路橋		鉄道橋	
		新設	桁かさ上げ (箇所)	トラス橋の上 架材補足し (m)	トラス橋の 橋門補改良 (橋)
電化区間					
Bekasi ~ Cirebon	0	0	0	40	1
Cikampek ~ Kiarakondong	11	0	2	30	0
Cirebon ~ Yogyakarta	4	0	9	300	0
Yogyakarta ~ Solo	0	0	0	50	0
Manggarai ~ Krawang	注 1.	複線々均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	66	0
Wonokromo ~ Probolinggo	1	0	0	72	0
Merak ~ Serpong	1	3	1	105	0
Bogor ~ Sukabumi	7	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
Brumbung ~ Solo	0	0	1	164	0
Probolinggo ~ Jember	1	0	1	0	0
Sukabumi ~ Padalarang	5	0	0	0	0
Bangli ~ Kertosono	3	1	5	0	0
Jember ~ Banyuwangi	0	0	1	0	0

注1.

種別	トラス橋	ガーダー橋	鋼筋コンクリート橋	橋台	橋脚
電化区間					
Manggarai ~ Krawang	277 (m)	176 (m)	128 (m)	26 (箇所)	86 (箇所)

7. 停車場・ヤード計画

・ 旅客設備

幹線電化による中長距離鉄道乗降客の2002年の予測は1,163人/日と見込まれている。特に乗降客の多いのは、Jakarta地区228千人/日、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/日である。

中長距離列車の発着本数では、Jakarta地区350本、Surabaya地区が236本になるものと推定される。

これらの列車に対応するため、駅改良を次の方針で計画した。

- (1) 中長距離列車の始発駅は、JABOTABEK地区輸送計画と整合性を図る必要があるが、とりあえずManggarai駅とし、東線との乗換駅をJatinegara駅とする。
- (2) 交直電源切替は地上切替とし、Krawang駅に仮設する。
- (3) JABOTABEK計画にあるCibinang貨物線との連絡駅をBekasi駅とする。
- (4) 特別急行列車の始発駅であるBandung、Yogyakarta、Solo、Surabaya、Semarangの5駅については、旅客設備の拡張整備を行なう。
- (5) 貨物列車1000tonけん引運転を行なうため、分岐駅34、中間駅52の有効長延伸を行なう。

・ 貨物設備

(1) 貨物駅整備

1981年の鉄道貨物取扱量は13,000 ton/dayである。幹線電化により2002年には84,000 ton/dayに増加することが予想される。貨物取扱量の多い地区はJakarta地区11,000 ton/day、Kroya地区10,000 ton/day、Surabaya地区18,000 ton/dayの3地区であり、他地区は4,000 ton/day以下である。したがって、貨物設備増強の必要があるのは、この3地区である。

主要物資は石油製品、肥料、セメントの3品目であり、荷役は専用線で取扱われている。増加する貨物量に対しては、荷役設備の拡張、専用線の増設が必要となる。また、貨物列車の1,000 tonけん引により駅構内の着発線の有効長延伸が必要となる。

一方、貨物設備整備は経済の発展に伴って逐次増加する貨物量に付随し、荷主の負担のもとに行なわれると思われるので、別途調査検討が必要である。

(2) 貨物駅集約

貨物列車の速達性を向上するには、拠点と拠点を結ぶ直行貨物列車運転が望ましく、散在する貨物駅に小量貨車を配送することは手間と時間のロスを伴なう。これを解消するため小形貨物駅を集約して、適正位置に近代的統合駅を新設することが望ましい。

統合駅は直行列車が育つ貨物量が必要であり、この条件に合うものとしてCikampek、Semarang、Sukabumi、Soloの4地区が考えられる。

集約に当っては、現地駅の特徴を十分調査検討する必要がある、鉄道貨物輸送量が向上する情勢を踏まえて別途計画することが望ましい。

・ 貨車ヤード

(1) Jakarta地区の将来構想

Jakarta地区の貨物輸送経路の将来計画は、北線のBekasi付近からCipinang貨物線が南北に伸び、Tanjung Priok GudangとCipinang地区を結ぶものである。

これにより東線の貨物運転は廃止されるので、現在のCipinangヤードは運転上不便な位置になる。一方、Tanjung Priok Gudangは港湾貨物用に造られたヤードであるが、貨物量が少なく、稼働率も低い。ヤード規模から検討すると2002年の貨物取扱量に対応できるものであるのでJakarta地区の主ヤードとして活用をはかることが望ましい。

さらに、Cipinangヤードは交流電化の始発駅Manggaraiに近く、中長距離用客車取用の場所として最適な位置にあるので客車基地に転用をはかる。

(2) Tanjung Priok Gudangヤード

将来Jakarta地区の大量物資別直行列車が順調に育てば、ヤードで処理される貨車数は約650両となる。これはヤードの仕分け組成能力約700両を下廻るので対応できる。

しかし、将来海上コンテナ取扱い、引上線踏切の遮断、Cipinang貨物線の接続方法等課題が多く、別途調査検討が必要である。

(3) Surabaya地区の展望

Surabaya地区には南線向きに取扱い能力1,000両のSidotopoヤード、北線向きに取扱い能力500両のKalimasヤードがある。将来貨物量の大幅な増加に伴って、Sidotopoヤードは875両、Kalimasヤードは500両の取扱いが予想されるが、現有設備で対応できるものと思われる。

8. 車 両

• 基本条件

- | | | |
|------------|-----------|-------------|
| (1) 最大けん引力 | 旅客列車 400t | 貨物列車 1,000t |
| (2) 最高運転速度 | 120km/h | 75km/h |
| (3) 最大軸重 | 15t/軸 | |
| (4) 車両限界 | 暫定推奨限界 | |
| (5) 環境条件 | | |

• 機関車の性能

代表的な主要3線（南線，北線，バンドン線）の線路条件と走行条件をコンピューターに読み込み，機関車性能毎に走行シミュレーションを繰り返して行ない最適な機関車の性能仕様を決定した。すなわち5種類の機関車を走行性能，RMS電流，到達時分，エネルギー消費等を考慮し，D₃ Typeが最もジャワ島幹線電化に適した汎用機関車である結果を得た。

この機関車の性能仕様は次のとおり。

電気方式	AC 25kV 50Hz
軸配置	Bo - Bo
機関車総重量	60t
定格出力	1,800kW
定格けん引力	13,200kg
定格速度	49km/h
制御方式	サイリスタ連続位相制御 弱界磁制御 (最少弱界率50%)
駆動電動機	
差込定格	450kW - 900V - 540A - 1,070rpm
動輪直径	1,120mm (計算用1,080mm)
歯車比	16 : 71 = 1 : 4.44
動力伝達方式	釣掛式(アクスルローラー方式)

上記のD₃ Type交流電気機関車と同等の性能を直流電気機関車で得るためには，6軸の機関車となる。なお，最高速度120km/hは，将来軌道改善が行なわれ規程上の最高速度が許容された場合に対応できるためである。車両限界は，今回は暫定限界としたが将来構造物の改修時に適用する推奨車両限界も提示した。

9. 車両工場および車両基地計画

・ 車両工場

2002年における電気機関車の両数は、直流電気機関車約19両、交流電気機関車約256両で、この時点では本線用大形ディーゼル機関車はすべて電気機関車と置き換えられるため、ディーゼル機関車は支線区用および人換用の小形機関車だけが残るものと推定される。したがって、現在ディーゼル機関車の修繕を専門としているYogyakarta工場の作業量は激減し、施設、要員とも著しく過剰となる。このように現在の機関車修繕体制は大きく転換する必要があるため、本調査においては、まず電気機関車修繕の基本諸元とこれに基づく修繕工場能力を設定し、次に、これらの条件に対する在来5工場の転用の可能性について検討した。その結果、Yogyakarta工場を改良して転用することが最適であるという結論に到達した。

すなわち、Yogyakarta工場はディーゼル機関車修繕専門工場として、経験豊かな技術者と作業者を多数有しており、用地、構内の軌道配置、建物等の基本的設備は機関車修繕に適した形態で容量も大きい。したがって、電気機関車修繕の担当工場としては、電気機関車と多くの共通点を有するディーゼル機関車修繕の蓄積技術の有効活用と余剰となる施設と人員の経済的活用の両面から、同工場を転用することが最良である。

これに伴ない、同工場については一部不足する建物や電気機関車修繕設備の整備を行なうため、次の改良を行なう計画とした。

- (1) 車体作業場の新設とこれに支障する用品倉庫、管理事務室の新設
- (2) 台車、輪軸、機械加工作業場の移転、作業流れの改善
- (3) 主電動機、電気機器、空制弁作業場の移転、作業流れの改善
- (4) 整備室の新設
- (5) 上記各作業用機器の整備

・ 車両基地

(1) 車両基地の検査

車両基地の位置について考慮すべき事項およびどのような機能をもつべきかを述べた。車両基地で実施するELの検査はdaily check, monthly check および台車検査までとする。

その他の車種(DL, PC, FC)については現在の方法を続けることとなろうが、貨車については客車同様monthly checkを実施することが望ましい。

(2) 車両基地の設備

電気機関車、客車、電車および貨車Depotのレイアウトの代表的な例を示した。また電気機関車の検修に必要な設備を示した。

(3) 電化 Stage 別の EL Depot

電化の Stage 別に必要となる EL の Depot および留置線設備箇所を定めた。

また、monthly check および台車検査を集約実施することにし、その場合の Depot 別の検査範囲を定めた。

2008 年の直流 EL の Depot は Tanah Abang、交流 EL の Depot は Jakarta, Cirebon, Bandung, Yogyakarta, Jember, Surabaya, Semarang, Kroya, Kertosono に必要となる。このうち台車検査まで実施する Depot は Tanah Abang, Jakarta, Bandung, Yogyakarta, Surabaya, Semarang である。

10. 経済分析・財務評価、電化の効果および教育

・ 経済分析

(1) 分析手法

With the project/Without the project の原則および増分分析の原則に基づき投資、維持運営費および便益を算出し内部収益率を求めた。

(2) 交通量想定

1) With the project : 通常交通量(鉄道交通自然増) + 転換交通量(道路交通からの転換)

2) Without the project : 鉄道 - 通常交通量

道路 - 転換交通量

(3) With/Without の考え方

	投資項目	維持・運営費 項目	内部収益率算出	
			コスト	便益
With	地上諸設備(電源・電化, 信号通信,土木,車両検修工場) 車両(EL, DL, 客車, 貨車)	維持費 人件費 動力費	投資額差	時間節減便益 経費節減便益
Without	地上諸設備(信号通信, 土木, 車両検修工場) 車両(DL, 客車・貨車/バス・トラック)	維持費 人件費 動力費		

(4) 評価

1) 前述の方法に従いBase Caseの内部収益率(IRR)を求めると243%であり、これはインドネシアの鉄道プロジェクトの評価基準といわれる13%前後を超えており、十分Feasibleであることがわかる。また、プロジェクトライフを通じてみると、当プロジェクトの実施により、

時間節減便益として11227億RPの節約

経費節減便益として20932億RPの節約(内燃料節減便益として6,119億RPの節約)

となり、特に燃料節約に関してはインドネシアの省エネルギー政策に極めて合致したプロジェクトといえることができる。

2) 感度分析

次の3つのケースについて内部収益率を求めた。

	ケース 1	ケース 2	ケース 3
交通量	-20%	-30%	-
投資	+10%	+20%	+30%
IRR	20.6%	17.9%	17.4%
分析表	Appendix. 10.1.2	Appendix. 10.1.3	Appendix. 10.1.4

このいずれの場合でもインドネシアの鉄道プロジェクトの評価基準を超えており、Feasibleであるといえる。

・ 財務評価

(1) 評価の方法および目的

増設部分（投資）に帰属する収入・営業経費・所要資金の調達等を考慮の上、いわゆる「増分方式」のCash flow projectionを作成し、次の観点から評価を行なった。

- 1) PJKAに対する政府補助金の必要性の有無
- 2) 資金調達に伴う債務負担およびCash flow上の返済余力

以下の3通りの資金調達計画を想定し、Cash flow表を作成した。

	外 貨	内 貨	備 考	分 析 表
ベース・ケース	60% p.a. 27yrs incl 7yrs grace	PELITA (政府予算)	海外からの平均的 ODA借入を前提	Appendix 10.2.1
ケース 1	30% p.a. 30yrs incl 10yrs grace	PELITA (政府予算)	海外からのODA ベース Concessional loan を前提	Appendix 10.2.2
ケース 2	60% p.a. 27yrs incl 7yrs grace	135% p.a. 10yrs incl 4yrs grace	最も債務負担が大きい 条件	Appendix 10.2.3

(2) PJKAの収支計画

将来的に大きな需要の伸びを想定しているため営業利益（営業収入－営業経費）は全期間を通じ黒字であり、政府補助は必要としない。プロジェクトライフを通じ平均 RP 118 bil/年の営業利益を見込むことができ、マスタープランの実施はPJKA 業績良化に大きく貢献するものと思われる。

(3) Cash flow分析

ベース・ケース、ケース1、ケース2ともNet Cash Flowは全期間を通じプラスで、終始し、プロジェクトに係わる債務返済が政府の財政負担増あるいは利用者への負担へつながることはない。

(4) 評価

以上の検討からマスタープランの実施だけを採上げればFIRRも163%とviableであり、プロジェクトの純利益で投資資金を一部賄うことも可能と考えられるが、ここでは「増分方式」をとっていること、さらにはプロジェクトの黒字はPJKA全体の業績に埋没してしまうと考えられ、PJKA業績が黒字に転じない限り投資資金は100%PJKA外部から調達し、しかも投資の内貨部分(25%)はすべて政府予算、外貨部分(75%)は低利・長期の資金といった調達計画を考えることが現実的である。

・ 電化の効果

(1) 電化によるエネルギー節減

電化が行なわれた場合には、従来ディーゼル運転であったものが電気運転になり、さらにその利便性、快適性などによるバス、トラックからの客貨輸送量の転移がある。ここでは第2章で予測された2002年の客貨輸送量に対して、鉄道における動力源の変更、自動車から電気運転への転移によるエネルギーの節減量を軽油に換算して算出した。それによると当該年においては1日約23万ガロンの軽油節約が見込まれる。

(2) 輸送コストの比較

列車運転の動力を電気に切替えることは、輸送方式、列車設定など輸送計画のキーポイントを根本から変革するものであり、経営上にもそれらに関連する事項が多数存在する。ここでは1990年時点の「With」の場合の輸送量について、当該年の電気運転、ディーゼル運転の輸送コスト、また鉄道への転換輸送量をかりに自動車輸送と仮定した場合の輸送コストを旅客、貨物それぞれについて算出、比較してみた。その結果、電気運転を1とした場合、人キロ当りで見るとディーゼル運転は164、バスは580、トンキロ当りで見るとディーゼル運転は1.18、トラックは935となり、電気運転は経営上ひき越すところが大きい。

(3) 電化投資の産業への波及

電化には多額の工事費が投入されるが、それは産業連関分析的に解釈すると、直接関係する産業へのインパクトにとどまらず、間接的に他産業にも生産をうながすという波及がみられる。それについてインドネシア共和国の逆行列表を用いて計数的に把握した。国の産業構造の複雑さにもよるが、国産品の投資額に対して約41%の波及があり、相当額の生産活動への刺激があるものと考えられる。

・ 職員の教育訓練

鉄道近代化の一環としての電化は、それまでにない新技術の導入が行なわれる。したがって、それらを駆使する職員の教育は必須の条件である。本項においてはPJKAにおける教育訓練について現況を概観し、さらに電化にむけての職員の養成についてふれた。

(1) PJKAの職員教育の現状

鉄道工科大学、訓練センターなどを設置し、職員教育については鋭意努力している。ただ、実習用の教育訓練設備の不足が教育内容の密度を低下させているように見受けられる。

(2) 教育訓練の強化と改善

職員の養成は国鉄の使命、職員としての自覚を認識させ、プロとして自信のもてる知識・技能を身につけさせることにある。したがって、養成内容に応じ質量両面の充実が望まれる。また方法についても、職場内、教育施設内、部外委託などが考えられるので、技術の進展に応じてそれらを有効に組み合わせた効果的な教育が望まれる。

(3) 電化に伴う職員の教育訓練

電気運転の導入には運転、電気、施設、車両など多方面にわたる教育が必要である。今回の計画は電化予定の距離が2500 kmと長く、建設期間も約20年と長期間であるため、早期における電化工事は後期のためのまたとない生きた教材になる。これを利用して各系統間の連携を保ちつつ綿密な訓練計画を樹立することが必要である。

そのためには訓練センターの充実が望まれるが、ここでは電気部門の教育のみならず、運転、施設、車両など他の部門の教育も可能な訓練センターの一案を示し、その拡充のための一助とした。

目 次

要 約

頁

序 章 概 要

1. 調査の背景	1
2. 調査目的	1
3. 調査経緯	2
4. 組 織	3

第1章 電化の基本構想とその進め方

1.1 このStudyの目的	9
1.2 輸送量想定的前提条件と輸送需要の概要	9
1.3 電化開業のステップについて	10
1.3.1 考慮すべき事項	10
1.3.2 電化開業の順序	10
1.3.3 電化のテンポ	14
1.4 電化の基本構想と関連工事の基本構想	14
1.4.1 電化の基本構想	14
1.4.2 電化関連工事の基本構想	14
1.5 JABOTABEK計画との整合について	16
1.5.1 電化方式	16
1.5.2 中長距離列車に対する Jakarta のターミナルについて	16
1.5.3 Manggarai から西へのびる線路の使い方	16
1.5.4 交直接続点	17
1.5.5 Merak 線	19
1.6 電車化について	19
1.6.1 EL列車との比較	19
1.6.2 電車専用ダイヤの例	21

第2章 輸送需要予測

2.1	ゾーニングおよびリンクネットワーク	25
2.1.1	ゾーニング	25
2.1.2	リンクネットワーク	25
2.1.3	ルート探索	25
2.2	輸送の現状	25
2.2.1	ゾーン相互間輸送量	25
2.2.2	ゾーン相互間距離	64
2.2.3	ゾーン相互間所要時間	64
2.2.4	ゾーン相互間輸送費	69
2.3	輸送需要予測	72
2.3.1	需要予測年度および電化区間	72
2.3.2	需要予測モデル	72
2.3.3	旅客輸送需要予測	74
2.3.4	貨物輸送需要予測	80
2.3.5	需要予測結果	101
2.3.6	総合的評価	115

第3章 列車運転計画

3.1	現況	147
3.1.1	列車運転	147
3.1.2	列車指令	162
3.1.3	車両	164
3.1.4	Depot および駅	169
3.1.5	検閲車乗務員等の勤務	173
3.1.6	列車運転上の問題点	180
3.1.7	車両基地の問題点	182
3.2	電化後の運転計画	182
3.2.1	運転計画のフローチャート	182
3.2.2	列車運転	184
3.2.3	線路容量	218
3.2.4	検閲車両数	221

3.2.5	客車および貨車両数	223
3.2.6	要員数	223
3.3	列車指令	225
3.3.1	列車指令の業務	225
3.3.2	設備	225

第4章 電化計画

4.1	電化方式の選定	229
4.1.1	直流式	231
4.1.2	単相交流式	231
4.1.3	3相交流式	236
4.1.4	電化方式の選定	238
4.2	電源系統と電化の電源に及ぼす影響	247
4.2.1	電源系統	247
4.2.2	電化の電源に及ぼす影響	251
4.3	き電回路の構成	256
4.3.1	電圧と周波数	256
4.3.2	き電回路の構成	256
4.3.3	き電系統と変電所等の配置	256
4.4	架線方式・支持物の選定	269
4.4.1	基本事項	269
4.4.2	架線方式の選定	270
4.4.3	支持物の選定	277

第5章 信号・通信計画

5.1	現況	285
5.1.1	信号・通信設備の現況	285
5.1.2	管理・保守の現況	289
5.1.3	PJKAの信号、通信設備改良将来計画	290
5.1.4	鉄道沿線の外部機関設備	291

5.2	電化に伴う改良計画	291
5.2.1	信号・通信設備改良における基本的検討事項	291
5.2.2	信号・通信設備改良における基本方針	300
5.2.3	信号・通信設備改良計画	301
5.3	誘導障害とその対策	308
5.3.1	鉄道沿線の大地導電率の想定	308
5.3.2	既設通信線に対する誘導障害	308
5.3.3	既設通信線の誘導対策	310

第6章 構造物計画

6.1	現況	315
6.1.1	軌道	315
6.1.2	橋梁	323
6.1.3	トンネル	326
6.2	電化実施に伴う改良計画	330
6.2.1	軌道	330
6.2.2	橋梁	331
6.2.3	トンネル	336

第7章 停車場計画

7.1	現地調査の結果	339
7.1.1	旅客設備	339
7.1.2	貨物設備	350
7.1.3	ヤード	360
7.2	電化対策構想	364
7.2.1	旅客設備	364
7.2.2	貨物設備	382
7.2.3	貨車ヤード	390

第8章 車両計画

8.1	電化計画の基本事項	401
8.1.1	電化方式	401

8.1.2	電気機関車の基本条件	401
8.1.3	電気機関車の基本性能	401
8.2	電気機関車計画	402
8.2.1	軸重と軸配置	402
8.2.2	対象線区	402
8.2.3	輸送形態と列車種別および荷重	402
8.2.4	最高運転速度	402
8.3	車両限界	403
8.4	性能計画	406
8.4.1	列車重量	406
8.4.2	列車抵抗	406
8.5	機関車の仕様の決め方	407
8.5.1	定格けん引力	407
8.5.2	定格速度	407
8.5.3	定格出力	408
8.5.4	粘着性能	408
8.5.5	高速性能	408
8.6	列車運転シミュレーション	409
8.6.1	機関車の性能仕様	409
8.6.2	走行シミュレーションの方法	421
8.6.3	シミュレーションの運転条件	426
8.7	まとめ	426
8.7.1	シミュレーション結果とその考察	426
8.7.2	D-3 Type 機関車に関する補足	429
8.7.3	シミュレーションによる運転曲線(ランカーブ)	429

第9章 車両工場および車両基地計画

9.1	車両工場	467
9.1.1	工場における電気機関車修繕計画の基本諸元の設定	467
9.1.2	電気機関車修繕工場の設備規模と能力	471
9.1.3	電気機関車修繕工場の位置選定	474
9.1.4	電気機関車修繕工場の概略設備計画	482

9.2	車両基地	485
9.2.1	車両基地の位置	485
9.2.2	車両基地の機能	485
9.2.3	車両基地における車両検査	485
9.2.4	車両基地の設備	486
9.2.5	電化ステージ別の電気機関車車両基地の設置	487

第10章 経済分析, 財務評価, 電化の効果および職員の教育訓練

10.1	経済分析	497
10.1.1	分析方法	497
10.1.2	交通量	497
10.1.3	前提条件	498
10.1.4	経済コスト	498
10.1.5	便益	503
10.1.6	評価	506
10.2	財務評価	507
10.2.1	目的と前提	507
10.2.2	キャッシュ・フロー表の構成項目	507
10.2.3	PJKAの採算	512
10.2.4	キャッシュ・フロー分析	512
10.3	電化の効果	514
10.3.1	電化によるエネルギー節減	514
10.3.2	輸送コストの比較	515
10.3.3	電化投資の産業への波及	516
10.4	職員の教育訓練	521
10.4.1	PJKAの職員の教育訓練の現状	521
10.4.2	教育訓練の強化と改善	536
10.4.3	電化に伴う職員の教育訓練	537

目 次

	頁
第1章 電化の基本構想とその進め方	
図1.5.1 交直接続点比較図	18
図1.5.2 BANDUNG 優等列車の運用ダイヤ(電車列車)	22
図1.5.3 MANGGARAI と BANDUNG 間の EC 列車運用ダイヤの一例	22
第2章 輸送需要予測	
図2.1.1 ゾーン区分図	27
図2.1.2 鉄道リンク	30
図2.1.3 道路リンク	31
図2.3.1 輸送需要予測モデル	75
図2.3.2 転換率推定法(旅客の例)	83
図2.3.3 鉄道断面交通量・1日当り客貨列車回数(1989年)	122
図2.3.4 鉄道断面交通量・1日当り客貨列車回数(1994年)	123
図2.3.5 鉄道断面交通量・1日当り客貨列車回数(2002年)	124
図2.3.6 鉄道断面交通量・旅客(1989年)	125
図2.3.7 鉄道断面交通量・旅客(1989年)	126
図2.3.8 鉄道断面交通量・旅客(1994年)	127
図2.3.9 鉄道断面交通量・旅客(1994年)	128
図2.3.10 鉄道断面交通量・旅客(2002年)	129
図2.3.11 鉄道断面交通量・旅客(2002年)	130
図2.3.12 鉄道断面交通量・貨物(1989年)	131
図2.3.13 鉄道断面交通量・貨物(1989年)	132
図2.3.14 鉄道断面交通量・貨物(1994年)	133
図2.3.15 鉄道断面交通量・貨物(1994年)	134
図2.3.16 鉄道断面交通量・貨物(2002年)	135
図2.3.17 鉄道断面交通量・貨物(2002年)	136
第3章 列車運転計画	
図3.1.1 急行および快速列車(旅客列車)の運転系統	149
図3.1.2 貨物列車(BT, TRS列車)の運転系統	151

図3.1.3	Operation Centerの組織	162
図3.1.4	Inspection別列車指令受持範囲	163
図3.1.5	機関車(DL, SL) Depotの組織(Purwokerto depot)	170
図3.1.6	客車Depotの組織(Jakarta kota depot)	171
図3.1.7	大駅の組織(Surabayapasarturi 駅)	174
図3.1.8	駅の運転関係従業員の組織(Surabayapasarturi 駅)	174
図3.1.9	機関車乗務員等の養成教育	179
図3.2.1	列車運転計画作成のフローチャート	183
図3.2.2(1)	列車運転系統と列車本数(FY1988年)	193
(2)	列車運転系統と列車本数(FY1989年)	195
(3)	列車運転系統と列車本数(FY1991年)	197
(4)	列車運転系統と列車本数(FY1992年)	199
(5)	列車運転系統と列車本数(FY1994年)	201
(6)	列車運転系統と列車本数(FY1995年)	203
(7)	列車運転系統と列車本数(FY1996年)	205
(8)	列車運転系統と列車本数(FY1998年)	207
(9)	列車運転系統と列車本数(FY2003年)	209
(10)	列車運転系統と列車本数(FY2008年)	211

第4章 電化計画

図4.1.1	各電化方式の概要	237
図4.1.2	AT方式変電所概略図	243
図4.1.3	SF方式変電所概略図	244
図4.1.4	き電区分所概略図	245
図4.1.5	補助き電区分所概略図	245
図4.1.6	電車線路概略図	246
図4.2.1	電源系統図およびき電用変電所位置図	249
図4.2.2	電圧不平衡率の推定	253
図4.2.3	電圧不平衡率	254
図4.2.4	電圧変動率	255
図4.3.1	ATき電回路	258
図4.3.2	交流き電回路の構成	258

図 4.3.3	ATき電回路の名称	259
図 4.3.4 - 1	第1期電化計画 (Bekasi~Cirebon, Cikampek~Kiaracundung)	260
図 4.3.4 - 2	第2期電化計画 (Cirebon~Yogyakarta)	261
図 4.3.4 - 3	第2期電化計画 (Yogyakarta~Solobalapan, Solobalapan~Surabayakota)	262
図 4.3.4 - 4	第2期電化計画 (Manggarai~Krwang)	263
図 4.3.4 - 5	第2期電化計画 (Surabayakota~Probolinggo)	264
図 4.3.4 - 6	第3期電化計画 (Cirebon~Semarangtawang, Semarangtawang~Surabayapasarturi)	265
図 4.3.4 - 7	第3期電化計画 (Semarangtawang~Solobalapan, Kiarakondong~Kroya)	266
図 4.3.4 - 8	第3期電化計画 (Bogor~Sukabumi, Probolinggo~Jember)	267
図 4.3.4 - 9	第3期電化計画 (Sukabumi~Padalarang, Jember~Banyuwangi, Kertosono~Bangil)	268
図 4.4.1	架線方式の種類	272
図 4.4.2	架線方式の比較	275
図 4.4.3	支持物の形式	278
図 4.4.4	標準装柱図	280
図 4.4.5	活線ビーム標準装柱	281

第5章 信号・通信計画

図 5.2.1	高電力直流軌道回路構成図	296
図 5.2.2	80Hz 交流コード軌道回路構成図	297
図 5.2.3	閉そく方式	303
図 5.2.4	交流電化区間内の信号機配置図	304

図 5.2.5	通信システム構成	307
図 5.3.1	A T き電回路と通信線の装柱関係	309
図 5.3.2	通信回線の構成	311

第6章 構造物計画

図 6.1.1	土工定規	316
図 6.1.2	建築限界	317
図 6.1.3	レールの敷設状況	321
図 6.1.4	軌道検測結果	321
図 6.1.5	上部構造設計荷重	324
図 6.1.6	下部構造設計荷重	325
図 6.1.7	トンネル位置図	327
図 6.1.8	トンネル断面略図	328
図 6.2.1	交流電化区間の建築限界	334

第7章 停車場計画

図 7.1.1	地区別旅客輸送人員	341
図 7.1.2	JAKARTA ホーム略図	349
図 7.1.3	GRESIK 地区略図	352
図 7.1.4	GRESIK 地区貨物取扱量図	353
図 7.1.5	JAKARTA 地区略図	355
図 7.1.6	JAKARTA 地区貨物量	356
図 7.1.7	CILACAP 地区の貨物取扱量(駅別, 品目別)	358
図 7.1.8	線路配線略図(CIPINANG)	360
図 7.1.9	線路配線(SIDOTOPO)	362
図 7.2.1	地区別鉄道乗降人員調	366
図 7.2.2	鉄道リンク交通量 - 全列車本数/日(1989年)	368
図 7.2.3	鉄道リンク交通量 - 全列車本数/日(1994年)	369
図 7.2.4	鉄道リンク交通量 - 全列車本数/日(2002年)	370
図 7.2.5	KRAWANG 駅地上切換設備配線略図	372
図 7.2.6	電化計画線路略図	373
図 7.2.7	BANDUNG 駅構内配線改良計画略図	375

図7.2.8	こ線橋モデル図	376
図7.2.9	こ線橋新設計画駅図	377
図7.2.10	CIBATU駅構内配線計画 Bタイプ有効長延伸案	378
図7.2.11	PURWAKARTA中間駅の有効長延伸 Cタイプ	379
図7.2.12	年次別地域別貨物取扱量調	385
図7.2.13	JAKARTA地区ヤード車両基地配置図	391
図7.2.14	北線、南線連絡系統図	396

第8章 車両計画

図8.3.1	ジャワ島幹線交流25kVにおける車両限界(暫定)	404
図8.3.2	インドネシア国鉄電車線路車両限界(JABATOBЕК既電化対象)	405
図8.6.1	D ₁ 型交流電気機関車性能	411
図8.6.2	D ₂ 型交流電気機関車	413
図8.6.3	D ₃ 型交流電気機関車	415
図8.6.4	F型交流電気機関車性能図	417
図8.6.5	F ₂ 型交流電気機関車性能図	419
図8.6.6	制限速度曲線の作成	422
図8.6.7	列車長の補正	422
図8.6.8	逆行曲線の例	423
図8.6.9	走行曲線	424
図8.6.10	フローチャート例	425
図8.7.1	走行曲線(北線-PC)	431
	データ	433
図8.7.2	走行曲線(北線-PC)	435
	データ	437
図8.7.3	走行曲線(北線-FC)	439
	データ	441
図8.7.4	走行曲線(南線-PC)	443
	データ	445
図8.7.5	走行曲線(南線-PC)	447
	データ	449
図8.7.6	走行曲線(南線-FC)	451
	データ	453

図 8.7.7	走行曲線 (Bandung 線 - PC)	455
	データ	457
図 8.7.8	走行曲線 (Bandung 線 - PC)	459
	データ	461
図 8.7.9	形式図	463

第 9 章 車両工場および車両基地計画

図 9.1.1	検査修繕工程の基本流れ図	470
図 9.1.2	標準工程 (例)	471
図 9.1.3	月間入出場シミュレーション	473
図 9.1.4	YOGYAKARTA 工場改良計画図	484
図 9.2.1	車両基地の作業の流れ	487
図 9.2.2	電気機関車基地の例(1)	488
図 9.2.3	電気機関車基地の例(2)	488
図 9.2.4	電気機関車基地の例(3)	489
図 9.2.5	電気機関車基地の例(4)	489
図 9.2.6	客車, 電車基地の例(1)	490
図 9.2.7	客車, 電車基地の例(2)	491
図 9.2.8	貨車基地の例	491

第 10 章 経済分析, 財務評価, 電化の効果および職員の教育訓練

図 10.3.1	電化と鉄道経営との関係	517
図 10.4.1	教育訓練組織	542
図 10.4.2	訓練センター配置図(案)	543

表 目 次

	頁
第1章 電化の基本構想とその進め方	
表 1.3.1 電化の実行計画	11
表 1.5.1 交直接続点工事費比較表	19
第2章 輸送需要予測	
表 2.1.1 ゾーニング	28
表 2.2.1 旅客地域流動量(1981年)	33
表 2.2.2 貨物地域流動量・米(1981年)	35
表 2.2.3 貨物地域流動量・とうもろこし(1981年)	37
表 2.2.4 貨物地域流動量・砂糖(1981年)	39
表 2.2.5 貨物地域流動量・塩(1981年)	41
表 2.2.6 貨物地域流動量・紙(1981年)	43
表 2.2.7 貨物地域流動量・鉄(1981年)	45
表 2.2.8 貨物地域流動量・石油製品(1981年)	47
表 2.2.9 貨物地域流動量・肥料(1981年)	49
表 2.2.10 貨物地域流動量・セメント(1981年)	51
表 2.2.11 貨物発生・到着量・米(1980年)	53
表 2.2.12 貨物発生・到着量・とうもろこし(1980年)	54
表 2.2.13 貨物発生・到着量・砂糖(1980年)	55
表 2.2.14 貨物発生・到着量・塩(1980年)	56
表 2.2.15 貨物発生・到着量・紙(1980年)	57
表 2.2.16 貨物発生・到着量・鉄(1980年)	58
表 2.2.17 貨物発生・到着量・石油製品(1980年)	59
表 2.2.18 貨物発生・到着量・肥料(1980年)	60
表 2.2.19 貨物発生・到着量・セメント(1980年)	61
表 2.2.20 ゾーン別品目別発着総輸送成長係数(1981/1980)	63
表 2.2.21 機関別リンク距離	65
表 2.2.22 “Without”におけるリンク速度	66
表 2.2.23 “With”における鉄道のリンク速度	67

表 2.2.24	輸送機関別端末所要時間 (1982)	69
表 2.2.25	限界費用および端末費用	70
表 2.3.1	年度別電化区間	72
表 2.3.2	1人当りGDP およびバス保有台数	77
表 2.3.3	総輸送需要成長係数	77
表 2.3.4	距離帯別シェアおよび転換率の推定	81
表 2.3.5	輸送需要転換率推定式	82
表 2.3.6	貨物輸送需要の成長係数推定用データ一覧	85
表 2.3.7	品目別の V_0 の分布型	87
表 2.3.8	距離帯別シェアおよび転換率・米・とうもろこし・塩	89
表 2.3.9	距離帯別シェアおよび転換率・砂糖	91
表 2.3.10	距離帯別シェアおよび転換率・紙	93
表 2.3.11	距離帯別シェアおよび転換率・鉄	95
表 2.3.12	距離帯別シェアおよび転換率・石油製品	97
表 2.3.13	距離帯別シェアおよび転換率・肥料・セメント	99
表 2.3.14	将来の鉄道輸送需要シェア	102
表 2.3.15	鉄道旅客地域流動量予測値 (1989年)	103
表 2.3.16	鉄道旅客地域流動量予測値 (1994年)	105
表 2.3.17	鉄道旅客地域流動量予測値 (2002年)	107
表 2.3.18	鉄道貨物地域流動量予測値 (1989年)	109
表 2.3.19	鉄道貨物地域流動量予測値 (1994年)	111
表 2.3.20	鉄道貨物地域流動量予測値 (2002年)	113
表 2.3.21	ゾーン別発着合計量 (1989年)	116
表 2.3.22	ゾーン別発着合計量 (1994年)	117
表 2.3.23	ゾーン別発着合計量 (2002年)	118
表 2.3.24	鉄道断面交通量 (WITH PROJECT) (1989年)	119
表 2.3.25	鉄道断面交通量 (WITH PROJECT) (1994年)	120
表 2.3.26	鉄道断面交通量 (WITH PROJECT) (2002年)	121
表 2.3.27	1日当り車両断面交通量 (1989年)	137
表 2.3.28	1日当り車両断面交通量 (1994年)	138
表 2.3.29	1日当り車両断面交通量 (2002年)	139
表 2.3.30	1日当り車両断面交通量 (1989年)	140

表 2.3.31	1日当り車両断面交通量(1994年)	141
表 2.3.32	1日当り車両断面交通量(2002年)	142
表 2.3.33	評価要因	143

第3章 列車運転計画

表 3.1.1	区間別列車本数(1982年5月)	153
表 3.1.2	主要列車の編成両数と客車Depot	154
表 3.1.3	主要列車の表定運転速度	155
表 3.1.4(1)	列車遅延状況(JAKARTA KOTA駅到着)	157
表 3.1.4(2)	列車遅延状況(JAKARTA KOTA駅発車)	158
表 3.1.5(1)	LEBARAN前後の列車遅延状況(JAKARTA KOTA駅到着)	159
表 3.1.5(2)	LEBARAN前後の列車遅延状況(JAKARTA KOTA駅発車)	160
表 3.1.6	年度別運転事故件数(中部支社)	161
表 3.1.7	ディーゼル機関車のDepot別両数	165
表 3.1.8	ディーゼル機関車の1両1日平均走行キロ	166
表 3.1.9	ディーゼル機関車の走行キロ	167
表 3.1.10	ディーゼル機関車の使用時間(1982年5月改正ダイヤによる)	168
表 3.1.11	ディーゼル機関車のDepotにおける検査	172
表 3.1.12	駅のランクと運転関係スタッフの割合	173
表 3.1.13	機関車乗務員の勤務	175
表 3.1.14(1)	車掌の勤務(Lin Raya)	176
表 3.1.14(2)	車掌の勤務(Lin Cabang)	177
表 3.1.15	Electricity OperatorとBrakemanの勤務例	178
表 3.2.1	電化後の区間別運転時分	186
表 3.2.2(1)	運転時分の比較(こう配小, 曲線半径大の区間)	213
表 3.2.2(2)	運転時分の比較(こう配小, 曲線半径小の区間)	214
表 3.2.2(3)	運転時分の比較(こう配大の区間)	215
表 3.2.3	電化ステップ別列車キロ	217
表 3.2.4	電化による到達時分の短縮	218
表 3.2.5	区間別線路容量	219
表 3.2.6	電化開業年度別機関車両数	222
表 3.2.7	電気機関車の乗務員と検修要員	224

第4章 電化計画

表 4.1.1	世界の鉄道電化状況	230
表 4.1.2	直流 1500V 方式と商用周波数単相 25kV 方式の比較	232
表 4.1.3	商用周波数単相交流き電方式の種別と特徴	235
表 4.1.4	電化方式別工事費比較	240
表 4.1.5	400km 想定線区電化方式別工事費比較	247
表 4.4.1	架線方式とその性能	273
表 4.4.2	架線方式別工事費比較	274
表 4.4.3	鉄・銅吊架線の比較	276

第5章 信号・通信計画

表 5.1.1	運転指令系統	285
表 5.1.2	信号設備数	286
表 5.1.3	通信設備数	287
表 5.1.4	運転事故統計	290
表 5.2.1	外部環境条件	293
表 5.2.2	交流電化区間用軌道回路比較	295
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	297
表 5.2.4	通信回路構成	300
表 5.3.1	ATき電回路による通信線の誘導電圧	309
表 5.3.2	ATき電回路による通信線の雑音電圧	300

第6章 構造物計画

表 6.1.1	電化区間の軌道構造	319
表 6.1.2	原因別除行区間	323
表 6.1.3	トンネル調査結果	329
表 6.2.1	列車荷重による S_a , M_e 比較	332
表 6.2.2	改良対象橋梁	335

第7章 停車場計画

表 7.1.1	調査区域の駅数	340
表 7.1.2	JAVA 島乗車人員と繁忙率	342

表 7.1.3	駅別旅客乗降人員調(1日当り)	343
表 7.1.4	主要有効長および線同調	347
表 7.1.5	品目別貨物取扱量	350
表 7.1.6	JAVA島内地区別貨物取扱量調べ	351
表 7.1.7	GRESIK地区駅名別貨物取扱量	353
表 7.1.8	GRESIK地区の貨物取扱量(駅名別, 品目別)	354
表 7.1.9	JAKARTA地区の貨物取扱量(駅別, 品目別)	357
表 7.1.10	CILACAP地区の貨物取扱量(駅別, 品目別)	359
表 7.2.1	地区別乗降人員調	365
表 7.2.2	駅改良計画表	380
表 7.2.3	年次別・地区別貨物取扱トン数(発着計)	383
表 7.2.4	主要地区別貨物取扱量の推移(着発計)	384
表 7.2.5	拠点間貨物取扱量他調	388
表 7.2.6	年次別・地区別貨物取扱トン数(発着計)1日当り	389
表 7.2.7	JAKARTA地区物資別貨車数	392
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)	393
表 7.2.9	TANJUNG PRIUK GUDANGヤード通過貨物量	394
表 7.2.10	ヤード取扱車数(TANJUNG PRIUK GUDANG)	395
表 7.2.11	SURABAYA地区物資別貨車取扱量	397
表 7.2.12	SURABAYA地区行先別貨物取扱量	397
表 7.2.13	SURABAYA地区通過貨物取扱量	398
表 7.2.14	ヤード別貨車取扱数	398

第8章 車両計画

表 8.4.1	出発抵抗	406
表 8.6.1	性能仕様	409
表 8.7.1	走行シミュレーション結果一覧	427

第9章 車両工場および車両基地計画

表 9.1.1	検査の種類, 内容, 周期と施行箇所(標準)	468
表 9.1.2	検査の種類, 周期と施行箇所(暫定)	468

表 9.1.3	検査修繕工程	469
表 9.1.4	検査両数(設備計画用)	471
表 9.1.5	主要作業場別同時最大数量	472
表 9.1.6	在来工場転用の適性比較	481
表 9.1.7	建物面積の増減(概算)	483
表 9.1.8	主な機械設備	483
表 9.2.1	検査種別々設備及び同附属設備	492
表 9.2.2	電化年度別EL Depotと留置設備	493
表 9.2.3	EL検査施行箇所	494

第10章 経済分析, 財務評価, 電化の効果および職員の教育訓練

表 10.1.1	Withの投資額(鉄道)	499
表 10.1.2	Withoutの投資額(鉄道)	500
表 10.1.3	Withoutの投資額(道路)	500
表 10.1.4	資産の維持率と使用年数	502
表 10.1.5	バス・トラック1台当り年間維持費	501
表 10.1.6	バス・トラック運転人件費	503
表 10.1.7	バス・トラック燃料費	503
表 10.1.8	Public transport 利用家族1人当たり月所得	504
表 10.1.9	勤労時間/非勤労時間調整	504
表 10.1.10	貨物トン当たり価格	505
表 10.1.11	感度分析	506
表 10.2.1	"With the project"の投資額	509
表 10.2.2	資金調達計画	511
表 10.2.3	ベース・ケースのCash Flow	512
表 10.3.1	輸送コストの比較	518
表 10.3.2	産業連関表(簡略例)	522
表 10.3.3	投入係数表	522
表 10.3.4	逆行列係数表	522
表 10.3.5	66部門逆行列係数表 $[I - (I - M)A]^{-1}$	523
表 10.3.6	産業別投資額	533
表 10.3.7	産業別生産波及額	534

表 10.4.1 訓練計畫(I)	539
表 10.4.1 訓練計畫(II)	540
表 10.4.1 訓練計畫(III)	541

附 録 目 次

	頁
附録 1.1 インドネシアの国情	547
附録 1.2 鉄道の歴史	547
附録 1.3 PJKAの現状	548
附録 1.4 道路一般	564
附録 1.5 航空一般	570
附録 4.1 き電回路インピーダンスの試算	575
附録 4.2 電圧降下の試算	576
附録 4.3 き電用トランス容量の試算	582
附録 5.1 光ファイバーケーブル	587
附録 5.2 信号、通信設備近代化の促進	592
附録 5.3 誘導障害とその対策	593
附録 6.1 防災対策	603
附録 6.2 橋門構改良方法	607
附録 6.3 トンネル内路盤低下施工方法	608
附録 7.1 停車場有効長の算定	615
附録 7.2 JAKARTA～MANGGARAI 間復線高架化	615
附録 7.3 TANJUNG, PRIOK GUDANG ヤード能力	619
附録 8.1 電 車	621
附録 8.2 質問・回答	633
附録 9.1 新工場建設案と SEMARANG 工場改良案	643
附録 10.1 経済分析	647
附録 10.2 財務分析	655
附録 10.3 電化・近代化に伴う職員の教育・訓練	667
10.3.1 運転部門	667
10.3.2 電化部門	674
10.3.3 信号・通信部門	681
10.3.4 建設部門	687
10.3.5 車両工場部門	690

附 録 図 表 目 次

	頁
附録 1.3.1 運輸省とインドネシア国鉄	552
附録 1.3.2 陸上・内陸水路輸送局長とインドネシア国鉄	553
附録 1.3.3 インドネシア国鉄組織図	554
附録 1.3.4 インドネシア国鉄支社組織図	555
附録 1.3.5 職 員 数	556
附録 1.3.6 輸 送 量	557
附録 1.3.7 営 業 キ ロ	557
附録 1.3.8 鉄道旅客輸送量(ジャワ島)	558
附録 1.3.9 旅客運賃の変遷	559
附録 1.3.10 貨物運賃の変遷(スマトラ～スラバヤ1トン当り)	559
附録 1.3.11 鉄道主要貨物輸送量(ジャワ島)	560
附録 1.3.12 国内総生産(1973年価格)	561
附録 1.3.13 損益計算書	562
附録 1.3.14 貸借対照表	562
附録 1.3.15 PELITA資金によるPJKAの投資	563
附録 1.4.1 道 路 表	566
附録 1.4.2 道 路 投 資	567
附録 1.4.3 車種別自動車台数	568
附録 1.4.4 DAMRI実績・計画	569
附録 1.5.1 航空輸送関係投資	571
附録 1.5.2 国内航空輸送量	572
附録 1.5.3 主要空港発着人員	573
附録 4.1.1 電車線路配線図	575
附録 4.2.1 電圧降下試算例(単線正常き電時)	578
附録 4.2.2 電圧降下試算例(単線延長き電時)	579
附録 4.2.3 電圧降下試算例(複線正常き電時)	580
附録 4.2.4 電圧降下試算例(複線延長き電時)	581
附録 4.3.1 単線区間5本/h想定ダイヤ	583
附録 4.3.2 複線区間14本/h想定ダイヤ	584
附録 4.3.3 負荷計算表の作成	585

附録 5.1.1	光ファイバー通信方式	588
附録 5.1.2	光ファイバー構造	590
附録 5.1.3	PCM多重通信システム	590
附録 5.3.1	静電誘導	594
附録 5.3.2	電磁誘導	595
附録 5.3.3	静電誘導電圧と電磁誘導電圧	596
附録 5.3.4	誘導電圧, 雑音電圧の制限値	597
附録 5.3.5	直流き電方式	598
附録 5.3.6	直接き電方式	599
附録 5.3.7	B T き電方式と誘導電圧	600
附録 5.3.8	A T き電方式と誘導電圧	600
附録 6.1.1	噴泥要因図	603
附録 6.1.2	噴泥の発生因子と対策工法	604
附録 6.1.3	埒すべり防止工の種類	606
附録 7.1.1	駅別乗降人員調(月別)	609
附録 7.1.2	駅別乗車人員調(月別)	611
附録 7.1.3	駅別降車人員調(月別)	613
附録 7.3.2	JAKARTA 駅配線略図	616
附録 7.3.3	JAKARTA KOTA - MANGGARAI 間平面, 縦断略図	617
附録 7.4.1	MANGGARAI 始発駅計西	618
附録 7.5.1	MANGGARAI 直流電化計西	619
附録 8.1.1	性能曲線	625
附録 8.1.2	走行曲線(Bandung Line - EC)	627
附録 8.1.3	走行曲線(Bandung Line - PC)	629
附録 8.2.1	381系電車列車	635
附録 8.2.2	振子装置	637
附録 8.2.3	主電動機性能曲線	638
附録 8.2.4	381系電車の仕様概要	639

附録 9.1.1	新工場建設計画図	644
附録 9.1.2	SEMARANG 工場改良計画図	645
附録 9.1.3	概算工事費比較表	643
附録 10.1.1	JAVA 島幹線鉄道電化計画経済分析(ベース・ケース)	647
附録 10.1.2	JAVA 島幹線鉄道電化計画経済分析(ケース1)	649
附録 10.1.3	JAVA 島幹線鉄道電化計画経済分析(ケース2)	651
附録 10.1.4	JAVA 島幹線鉄道電化計画経済分析(ケース3)	653
附録 10.2.1	JAVA 島幹線鉄道電化計画経済分析(ベース・ケース)	655
附録 10.2.2	JAVA 島幹線鉄道電化計画経済分析(ケース1)	659
附録 10.2.3	JAVA 島幹線鉄道電化計画経済分析(ケース2)	663
附録 10.3.1	所要講師数	667
附録 10.3.2	電化 stage 別運転関係委員数	669
附録 10.3.3	電気機関士および機関助士の養成	670
附録 10.3.4	Depot の EL 検修要員の養成	671
附録 10.3.5	養成職種別学科内容と日数	672
附録 10.3.6	動力車乗務員および Depot 検修要員用 実習機器(電気機関車および電車)	673
附録 10.3.7	各電化 Stage 試算要員	674
附録 10.3.8	教科課程項目	676
附録 10.3.9	電車線路関係(80時間)	678
附録 10.3.10	変電所関係(80時間)	679
附録 10.3.11	電車線路訓練設備	680
附録 10.3.12	変電所訓練設備	681
附録 10.3.13	教育科目と概略教育時数	683
附録 10.3.14	教育訓練計画	684
附録 10.3.15	信号実習室機器配置図	685
附録 10.3.16	通信実習室機器配置図	686
附録 10.3.17	保守作業計画	688
附録 10.3.18	軌道保守作業	689
附録 10.3.19	主な教育項目と概略教育時数(例)	693
附録 10.3.20	電気機関車修繕の所要員と教育訓練計画	694
附録 10.3.21	電気機関車保守要員実習施設(例, 車両工場)	695

序 章 概 要

序 章 概 要

1. 調査の背景

インドネシアの経済は、1969年からの第1次5ヶ年計画以来、平均年率7.5%のGNP増という順調な経済成長を遂げてきた。

輸送分野においては、急速な経済成長を達成するために、道路輸送に主眼をおいた政策がとられてきた。

しかしながら、道路輸送は年率15%という急激な自動車の増加によって、混雑著しく、既に飽和状態に近い状態、各所で多発する交通事故、常態化する交通渋滞、排ガスによる空気汚染等深刻な問題を引き起している。

一方、インドネシア政府は、その経済成長のバックボーンである石油資源が潤沢なうちに、インフラの基礎固めを行ない、年率14%もの増加があり、かつ石油輸出量の1/3にも達している国内石油消費量を節約し、石油輸出能力を維持するという省エネルギー政策が今後の順調な経済成長を維持していく上から重要な施策と考えている。

そのため、例えば発電においては、従来の石油による火力発電から石炭あるいは天然ガスによる火力発電、地熱発電への転換に努力している。

この観点から、輸送分野においても、まさしく道路輸送より鉄道輸送へと鉄道重視の方針が打ち出されている。

また、順調な経済発展をとげているとはいえ、人口の大半はいまだ低い生活水準にあるため、低廉な公共輸送機関の拡充がますます要望されており、ジャカルタ地区での近郊鉄道輸送力増強計画（いわゆる中間計画）に基づく電気鉄道運転が順調な成果をあげていることから、鉄道に対する国民の期待には大きいものがある。

インドネシア政府は、以上の事情および経済発展計画に伴ない電力網の整備が急速に進められたことから、ジャワ島幹線電化の実施に踏み切る意向を明らかにし、電化による輸送力の向上のみならず、電化を中心として、線路、信号、通信、駅設備等の改善を実施し、鉄道輸送力の飛躍的増強を計画している。

2. 調査目的

本調査は、このようなインドネシア国の事情を踏まえ、インドネシア政府とJICAコンタクトミッションとの間で合意したScope of Workに基づき、ジャワ島幹線鉄道電化に関するマスタープランを作成するものであり、次のような改善実施を目指している。

- 石油資源の有効利用

鉄道電化によりディーゼル運転に伴なう鉄道の石油消費を節減するとともにその輸送力向上によって、自動車輸送に伴なう石油の国内消費の著しい増大を抑制し、積極的に道路から鉄道への輸送の転換を行ない、国の貴重な石油資源の国内消費を節減する。

- 輸送力の増強と改善

電化に伴ない強力な電気機関車を導入し、けん引トン数の増大とスピードアップを図るとともに、線路、信号・通信、駅等の地上設備の改良を行ない、輸送力が逼迫しているジャワ島鉄道幹線の輸送力を増強し、輸送の改善を図る。

- 鉄道財政の改善

電化による輸送改善で客貨の需要増と収入増を図る一方、動力費および機関車修繕費などの保守経費を節減し、鉄道の財政状態を改善する。

3. 調査経緯

本調査は、1982年4月6日にインドネシア側 Directorate General of Land Transport and Inland Waterways (PHBD), Department of Transport Communication and Tourism と日本側 Japan International Cooperation Agency (JICA) との間で合意されたジャワ島幹線鉄道電化に関する Scope of Work に基づいて実施されたものである。

本マスタープラン策定のため、JICAにより組織された調査団が、JICA 作業監理委員会の指導の下に、1982年6月21日、インドネシア側と合意された Inception Report の内容に従って、1982年6月16日から1982年9月14日にかけて、ジャワ島幹線鉄道の現地調査を実施した。

現地調査の終了に際して、調査内容の集約とマスタープラン作成のための基本方針を骨子とした Progress Report を作成し、1982年9月13日インドネシア側に提出した。

その後、日本において国内作業を進め、1982年10月28日、輸送需要予測と電気機関車性能を主な内容とした Interim Report をインドネシア側に提出し、承認された。

引き続き国内作業を行ない、ジャワ島幹線鉄道電化に関する運転計画、地上設備計画、工場計画、経済分析・財務評価等を含めた総体の計画を策定し、Draft Final Report として、1983年1月19日、インドネシア側に上程し、承認された。

本 Final Report はこれらの経緯を踏まえ、インドネシア国ジャワ島幹線鉄道電化計画の大概をまとめたものである。

4. 組 織

1) JICA作業監理委員

山 田 直 平	委員長／総括	東京理科大学 理工学部教授
小野山 悟	信号／通信計画	運輸省鉄道監督局 車両工業課国際協力官
菊 池 保 孝	需要予測	運輸省大臣官房国際課
立 田 鼎	鉄道施設計画	日本国有鉄道 外務部調査役
三 浦 梓	電化計画	日本国有鉄道 電気局電力2課補佐

2) インドネシア側 STEERING COMMITTEE

Ir. Giri S. Hadihardjono MSE	Direktorat Jenderal Pbb. Darat
Ir. Eddy Ruslani	Puslitbang P.J.K.A
Gatot Soedjantoko	Direktorat Jenderal Phb. Darat
Ir. Harbani	Pusren P.J.K.A
Sri Wiranto	Pusren P.J.K.A
Maryono	Balai Besar P.J.K.A
Soetrisno	Balai Besar P.J.K.A
Ir. Daeng Iskandar	Departemen Perhubungan
Drs. M.O. Sulaeman	Departemen Perhubungan
Ir. Suhartono	Dit. Bina Program Jalan Bina Marga
Dr. P. Tambunan	Ditjen. Ketenagaan Dep. Pertambangan
Ir. Tatang Billy Padma D	K.E.B.T PJK A
Sunardi	K.E.T.H PJK A
Sumarno	K.E.T.M PJK A
Drs. Muchtaruddin Siregar	BAPPENAS
Syafei Sueib	Puslitbang. Ditjen. Phb. Darat
Drs. Darmawan	BAPPENAS
Drs. Soedarisman	Ditjen. Anggran

3) JICA 調査団員

平 松 和 雄	団長／総括
立 山 公 也	輸送需要(旅客)
小 林 八 一	輸送需要(貨物)
小 陳 定	運転計画・車両基地計画
永 山 孝 喜	電源計画
小野寺 忠	副団長／電化計画(A)
北 島 義 一	信号・通信計画
田 辺 興 治	停車場・ヤード計画
前 田 謙 二	構造物計画
西 嶋 一 郎	車両計画
久保島 康 昌	車両工場計画
村 田 威 史	経済分析・財務評価(A)
伊集院 公 明	鉄道運営
池 本 佐久一	電化計画(B)
足 立 圭 司	経済分析・財務評価(B)

田 代 美樹男

JICA コーディネーター

4) インドネシア側 COUNTERPART

Ir. Djauhari P.	Project Manager
Slamet Sarwono	Administrator I
Sri Ratna Mutiarawati	Administrator II
Yunus	Administrator III
Hardi	Railway Planner
Nano Soeharso	Freight & Passenger Demand Forecast
Soeharto	Train Operation
Soekiswo	Electric Power Engineer
Kenang	Signalling and Telecommunication Engineer
Ir. Darmawan Danu	Civil Engineer
Sidharto	Rolling Stock and Traction Engineer
Moediyono	Workshop Engineer
Dra. Sutari	Economist

5) Advisor to PHBD

T. Matsumoto

JICA Expert to PHBD

K. Ashina

JICA Expert to PHBD

T. Hata

JICA Expert to PHBD

S. Shibuya

JICA Expert to PHBD

第1章 電化の基本構想とその進め方

第1章 電化の基本構想とそのすすめ方

1.1 このStudyの目的

このStudyの目的は以下に述べる3項目を明確にすることにある。

- 1) この2,500余kmの電化計画は全体としてfeasibleであるが電化による投資効果、エネルギー効果は具体的にどれ位あるか。
- 2) 全体としてfeasibleであればfirst priorityをもつ線区はどこか、全体の電化をどういう順序でいかにやっていくべきか。
- 3) いかなるシステムがジャワ島の鉄道輸送に適しているか。

1.2 輸送量想定的前提条件と輸送需要の概要

今回の輸送量想定的前提は

- 1) 現状の経済発展が今後も続くこと。
- 2) 道路輸送については量的拡大はあっても質的向上（高速道路の新設等）は考慮していないこと。
- 3) また一方政府の政策的な鉄道優先戦略（一部外国で採用されているような、ある限度以上の距離帯では法律により、鉄道輸送に限定することや税制面で鉄道を優遇すること等）の導入も考慮されていないことである。
- 4) 鉄道の近代化として最高速度100kmの電車運転とManggarai—Cikampek間を中距離用に完全複線とし他は単線として輸送改善を行うことである。

鉄道renewalは既に幹線の7割は実施済みであるが、電化開業には完成しているものとした。最高速度120km/hr化には軌道強化に多額の投資を必要とすることから、その投資による輸送増の効果と軌道保守量の低減効果を考慮して実施方を検討すべきである。

2002年におけるTotal輸送量（鉄道と道路を含む）は現状より年7%の増大を示しており、現在のインドネシアの経済成長率とほぼ同じ率を示している。これは日本の高度成長期の実績と一致している。鉄道のTotal輸送量に対するシェアは旅客20%、貨物10%程度であり、日本の過去実績より低い数字となっているが、今回の鉄道輸送は線路容量による輸送量抑制および単線鉄道ということもその理由の一つであろう。

ジャワ島の貨物の実態をみると鉄道輸送の大半を占めるセメント、肥料、石油は各々の生産拠点、消費拠点が西部、中部、東部にあり、大部分の輸送はこの地区内に限られている。これら物品に対する鉄道ターミナルはよく整備されているので中・長距離輸送では鉄道のシェアが大きいですが、ごく短距離輸送は自動車のシェアが大きい。また一般にジャワ島の海岸は遠浅で、工場立地として臨海工業が発達していない。道路も完全舗装されているものの、9トントラックがやっとすり違える程度の舗装しかない。今回の輸送量想定は現在の鉄道輸送の90%をしめる9品物に限って行われ、

特に工業製品の原材料、砂、砕石については対象としていないので、今後貨物輸送における鉄道のシェアは努力によっては、拡大の余地があるといえるであろう。

ジャワ島は面積 13 万 km²、人口約 90 百万人、人口百万人以上の都市が Jakarta (6.5 百万人)、Surabaya (2 百万人)、Bandung (1.5 百万人)、Yogyakarta・Solo 地区 (2.8 百万人)、Semarang (1 百万人) とあり、今後の経済成長により二次、三次産業の発展が期待され、旅客輸送の増大が期待される。

1.3 電化開業のステップについて

1.3.1 考慮すべき事項

電化開業の step については、一般には電化の投資効果の多い線区より開業する。電化の投資効果はその線区の列車回数に比例する。したがって一般的には列車回数の多い線区より着工することとなる。

列車回数の他に電化の優先順序を考える場合に考慮すべき事項は次のとおりである。

1) 線路条件

非電化で線路容量に余裕のない線区、ターミナルの折返し駅の配線に余裕のない所、は電化によるスピードアップや高加速性能列車の投入により、線路容量の増大、駅の着発容量の増大が可能となる。

2) 競争輸送機関の存在

電化によるスピードアップによってバスやトラックからどの程度お客が転移できるかは、電化の投資効果に大きく影響する。したがってかかる転移の期待できる線区から着工することが望ましい。

3) 電源事情

電源新設計画が沿線にある場合は、その計画実施と電化を一致させることが望ましい。しかし、AT 発電方式の開発により変電所間隔を他発電方式より 2～3 倍に拡大できるので、従来よりは電源事情による制約が少なくなって来ている。

4) 運転上の考慮

電化工事区間を選定する場合、その非電化区間との接続点は輸送の段落ちがある所を選定する。電化による列車系統の変更による影響を出来るだけ小さくすることが必要である。

5) 電化区間長

輸送の段落ちのある所迄を電化区間とすることが望ましいが、この一電化区間があまり長いと、所要資金が大きくなるとともに、電化開業時に一時的な要員増、経費増も大きくなるので一般的には約 300 km 以下として選定される場合が多い。

1.3.2 電化開業の順序

電化の優先線区を決定する場合、一般には各線区毎の電化の I.R.R. を算出するとともに上記に

表1.3.1 電化の実行計画

電化区間	距離 (km)	地上設備の初期投資額 (×10 ⁹ rp)																			備考																
		合計	電化	信号・通信	土木	工場	用地	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97		98	99	2000	01	02	03	04	05	06	07	08	19	10			
Bekasi ~ Cirebon	192	51.5	35.2	16.3	1.6		0.4	—	—	—																									Bekasi-Krawang: DC電化 Tarakabang-Cirebon ELデポの建設 Krawang: AC-DC地上切替		
Cikasek ~ Kiaracoodong	94	65.8	11.9	3.9	23.7	25.2	1.1	—	—	—																									Yog Jakarta工場の改良 Bendung ELデポの建設 トンネル結盤低下		
Cirebon ~ Yog Jakarta	258	111.5	33.7	12.7	17.2	45.9	1.0			—	—	—																							客車工場の第一期建設 Yog Jakarta, Kroya ELデポ建設 トンネル結盤低下(3ヶ所)		
Yog Jakarta ~ Solo	59	17.1	4.8	2.3	9.7		0.3				—	—																									
Manggarai ~ Krawang	54	121.9	12.1	5.9	71.1		32.8				—	—	—																							Manggarai-Krawang: 4線(復線の新線, 立体交差の新設) Manggarai-Krawang: AC電化自動信号化 Jakarta ELデポの建設	
Solo ~ Surabaya	252	69.2	29.6	8.9	29.4		1.3					—	—																							結盤低下 (Surabaya, Kota 駅附近) Surabaya, Kertosono ELデポ建設	
Surabaya ~ Probolinggo	102	15.2	11.6	1.7	1.8		0.1						—	—																							
Serpong ~ Merak	120	78.2	24.2	4.4	2.2	45.9	0.5																													客車工場の第二期建設 Semarang ELデポの建設	
Cirebon ~ Semarang	276	45.0	24.5	7.4	13.7		0.4																—	—													
Semarang ~ Surabaya	280	44.5	32.6	8.5	3.1		0.3																—	—													
Bruwang ~ Solo	109	16.6	11.7	4.1	0.7		0.1																—	—													
Kiaracoodong ~ Kroya	243	49.9	26.8	6.9	15.7		0.5																—	—													
Bogor ~ Sukabumi	57	11.5	8.2	1.7	1.5		0.1																—	—													トンネル結盤の低下
Probolinggo ~ Jember	95	15.9	11.2	2.6	1.0		0.1																—	—													Jember ELデポの建設
Sukabumi ~ Pafalarang	83	16.7	10.5	2.2	1.9		0.1																														
Kertosono ~ Bangil	215	40.7	23.9	5.9	10.4		0.5																														トンネル結盤の低下(2ヶ所)
Jember ~ Banyuwangi	103	20.7	11.6	2.7	6.2		0.2																														トンネル結盤の低下(2ヶ所)
合計	2,582	789.9	324.1	95.1	210.9	119.0	39.8																														

車 両 (×10⁹ rp)

第一期 (1987~1988)	第二期 (1989~1997)	第三期 (1998~2016)
79.0	453.4	141.1

述べた諸点を考慮して決定するのが普通である。

今回の電化計画では、Jakarta—Cirebon間の現在の列車回数は50回をこえており、他線区の30～40回よりずばぬけて大きい。また電化後の列車回数の増加も非常に大きい(図2.4参照)。したがってJakarta—Cirebon間は最大のI.R.Rが期待出来る区間である。

Cikampec—Bandungは次の特徴をもっている。すなわち、

- ① この区間はJakarta—Cirebon間のCikampecより分岐していること。したがってJakarta—Cirebonと同時電化により車両運用上のメリットが期待出来る。
- ② 人口6.5百万のJakartaと人口1.5百万のBandungの二大都市間を結ぶ勾配線区は電化により、道路からの旅客の転移が期待される。

以上の諸点を考慮してJakarta—CirebonとCikampec—Bandungは最優先電化線区と選定した。

第一期に引続き、第二期として北線にのぼすか、南線にのぼすかの選択があるが、電化後の輸送量からみて南線優先とする。この場合Cirebonから東へJogjakarta, Soloを優先するか、Surabayaから西へ進めるかの選択がある。電化後の輸送量(列車回数)は、Surabaya—Kertosono, Surabaya—Bangilも大きい。Surabaya附近の輸送系統からみてKertosono, Surabaya—Bangilどまりの列車が少ないこと、Jakarta附近から電化をStartすれば、電気車検修設備(工場)の立地条件も、この第一期電化を考慮して計画されること、Cirebon以西の南線もSurabaya附近と同じ程度の輸送量が期待できることから、CirebonからJogjakarta, Soloを優先することとした。

したがって、Cirebon—Jogjakarta (91)—Solo (92)

Solo—Surabaya (95) Surabaya—Proboling (96)

Jakarta—Merak

()は電化開業年を示す。

ただし、Merak線の電化開業時期はJABOTABEK計画との関連から決められる。

第三期として、Cirebon—Semaran

Semaran—Surabaya

Semaran—Solo

Bandung—Kroya

Proboling—Tember

を2003年前後に電化を行うこととした。

Jakarta—Sukabumi—Bandung

Kertosono—Tulungagung—Malay—Bangil

Tember—Banyuwangi

の区間は、2002年でも列車回数が50回以下と想定されているので、よい電化の投資効果が期待

出来にくい区間である。

ただし、今後のジャワ島各地の経済活動の変化によっては、順位の変更はありうる。例えば、Banyuwangiの肥料工場の生産が軌道に乗った時点ではTember-Banyuwangiの電化順位は再検討を要する。

1.3.3 電化のテンポ

電化の着工優先線区については、その後のF/S、D/D入札準備を考慮すると早くて1985年からの着工となろう。

電化の開業一区間は200～300kmが考えられる。一線区の着工の一年目は大半機器製作に充当され現場の作業はその後半から始まる。開業半年前は試験、試運転となることから、一線区の区間長が200km程度の場合は工期3年、300km程度は4年を一つの目安とした。現場作業の連続性を考慮して一線区の電化工事と次の線区の電化工事は1年ラップして考えた。年平均電化開業テンポを約100kmとした。(日本の過去の実績は300km)

この電化計画の全体投資は $1,463 \times 10$ 億rp(年平均49百万rp)となり、その行程は第1.1表に示される。

今回のレポートの目的は第一期着工線区を決定することにある。第二期以降の各線区の着工順序およびそのテンポは、インドネシアの経済の動向、石油消費の動向、工事能力を考慮して、第一期の工事期間中に再検討することが望ましい。

1.4 電化の基本構想と関連工事の基本構想

1.4.1 電化の基本構想

DC電化とAC電化を比較すると、DC機関車は6軸であるのに対してAC機関車はそのすぐれた粘着特性のため4軸となるため、AC電化が経済的である。電車ではAC型はDC型に比較して15%程度高価となるが、AC電化の地上設備はDC電化に比較して50～70%となる。したがって現在では通勤区間でさえAC電化が採用されている。

電化に対応して検討すべき課題としてATSシステム、軌道回路、通信システムがあるが、後で詳述する。現在のPJKAの問題点は次の三項目と云えるであろう。すなわち、軌道保守、機関車保守とターミナルサービスである。今後の問題点としては、列車制御の近代化と鉄道運営のためのデータ処理が考えられる。ディーゼル機関車の保守の問題点は電気車の導入によって解決されるであろう。

1.4.2 電化関連工事の基本構想

1) ターミナル改良

ターミナル改良はPJKAの一つの問題点である。

旅客のターミナルについては優等列車おりかえし駅(Manggarai, Bandung, Yogyakarta,

Solo, Semarang, Surabaya) について、ホーム延長、配線変更、橋脚新設を行うこととした。

その他駅は復線化の時点に検討することをコメントする。電車はステップ付きとすべきであろう。駅前広場の整備はバスとの接続を考慮し、旅客増加との関連を検討して別途計画すべきものとした。

有効長延伸については、貨物列車行違いとして、5駅に1ヶ所行うものとした。セメント、肥料、石油、糖蜜等の貨物ターミナルについて、よく整備されており、鉄道のシェアも高い。したがって貨物ターミナルについてはその投資効果を充分検討して実施すべきである。鉄道輸送に適した物品について直行輸送体系を確立し、鉄道輸送に不適な物品については道路輸送に任せるべきであろう。

2) 軌道と橋梁

軌道保守はPJKAの問題点の一つである。

軌道 renewal は現在推進されている計画が電化開業時点には完成しているものとし、100km/hr の運転可能とした。軌道強化に際しては将来の自動信号化に対処し、鉄杭木のコンクリート化（または木枕木化）老朽構造物の取替を計画すべきである。

機関車の重量が15トンであることから支持力15トン以下の橋梁は改良すべきである。

3) 信号・通信

重大事故（駅中間における列車正面衝突等）防止の観点から、閉塞の考え方を導入した設備とした。現状の信号では夜間、信号が見えにくいので、信号機のカラー化を行うものとした。Manggarai - Cikampek は列車回数200回以上となるため、自動信号化を行うこととした。

1.5 JABOTABEK 計画との整合について

1.5.1 電化方式

JABOTABEK 地区は既設の直流区間があり、この地区の将来の鉄道輸送量は施策によってはその輸送シェアは50%にも達することが出来る地区である。この場合は高加速・高減速の電車による2分半ないし3分ヘッドの輸送が考慮されるであろう。既に直流電化設備が現在しており、将来、交流電車に比較して15%程度安価な直流電車が2分ないし3分間隔で運転されることを考慮すれば、ジャボタベック地区は直流電化で運営されることが経済的である。

幹線電化は、電源事情からみても、将来の輸送需要からみても交流電化の方が経済的である。

1.5.2 中・長距離列車に対するジャカルタのターミナルについて

ジャカルタ市内のどの地点を中・長距離列車のターミナルにすべきかは各々議論のある所であるが、以下の2案が考えられる。

- 1) 現在のJakarta・Kota (または, Ganbil) とした場合は、中央線を将来複々線高架として (現在の建設計画は、そうになっている) 一方の複線を長距離に使い、一方の複線を都市交通用に使う。
- 2) 中央線の複々線はすべて都市交通に使い、長距離列車のターミナルは交通の要所であるManggaraiとする。

現在Manggarai駅は高架化がJabotobek計画で進められており、中・長距離列車のターミナルはその高架の下にもってくれば、乗客の乗り換えもスムーズに行くよう計画することが出来ることから、今回の計画はManggaraiを中・長距離列車のターミナルとした。ただし一部優等列車は、交直電車を導入し、Jakarta・Kota始発を考慮した。これは利用者にとって魅力ある営業施策と思われる。なお、ManggaraiおよびJakarta・Kota駅の配線計画、運転計画はJABOTABEK計画で次年度予定されているManggarai高架化projectと協調をとりながら計画されるものとする。

1.5.3 Manggarai駅から西へのびる線路の使い方

輸送量想定の結果から云えば、1989年第一期電化のstart時点ではJakarta-Cikampekは現在の複線を長距離列車とBekasi (ないしはKrawang)からの通勤電車と共用して使うことが可能である。

通勤電車の運用限界は、今後のインドネシア政府の住宅政策にもよるが日本の経験から云ってJakartaから約60kmのKrawang迄計画しておけば充分と思われる。

1994年の第二期電化では中・長距離用に少くとも複線一本を専用にする必要がある。またこの時点にはBekasi線にも100本からの通勤電車が運行されることになるため、通勤用にも専用で複線一本を必要とする。この新設複線は用地の取得のし易さから云って現在の複線より海岸よりに新設されることが想定される。この複々線の合理的な使い方を以下検討する。

- 1) 新複線を長距離用に使う場合

この新線は manggarai—Jatinegara間で東線と立体交差することになる。東線長距離列車線の列車密度から云って立体交差する必要がある。

一方、Cibinang—Tanjungpriuk間に貨物線新設の計画があることから貨物は Bekasi より新線を通して Tanjungpriuk に運行することが JABOTABEK 地区の通勤列車の運行から云って必要となってくる。Chipinang のヤードは中・長距離列車用の基地として最適である。

2) 新複線を通勤用に使う場合

上記の長距離線と東線の立体交差は必要でないが、Chipinang の車両基地からの車両の出入は新複線と立体交差化して行う必要がある。したがって上記 1), 2) いずれも一ヶ所立体交差が必要となるため、工事費は大差ない。次年度 Bekasi 電化の D/D が始まるので、現計画では新複線を長距離用として考える。

1.5.4 交直接続点

将来複々線が Krawang 迄出来上がった時点で、交直接続点について以下の三案を比較した。(第 1-5-1 図参照)

- 1) 通勤線の端末である Krawang で交直接続点を作った場合
- 2) Jakarta—Cikampec—Bandung は直流とする。交直接続点は Cikampec—Bandung のはずれた点とする。
- 3) Manggarai 迄および将来新設する Cibinang—Tanjungpriuk の貨物線を合せてすべて交流とする。

工事量の差異のある事柄を下記に列挙し概算工事費を算定する。

1) Krawang 構内

案 2, 案 3 の場合は、将来 Jakarta 方の複々線と Cikampec 方の複線の接続駅としての機能さえ果せばよい。案 1 の場合、交直接続用の本線 2 本、横廻り線 2 本、ならびに横関車留置線 44 両対応分が必要である。第一期電化時点の対応として Krawang 駅を将来の複々線、複線の接続駅としての配線に変更し、それに横留線を付加した形にしておけば、交直接続用に追加投資した工事費は約 0.4 billion rp となる。

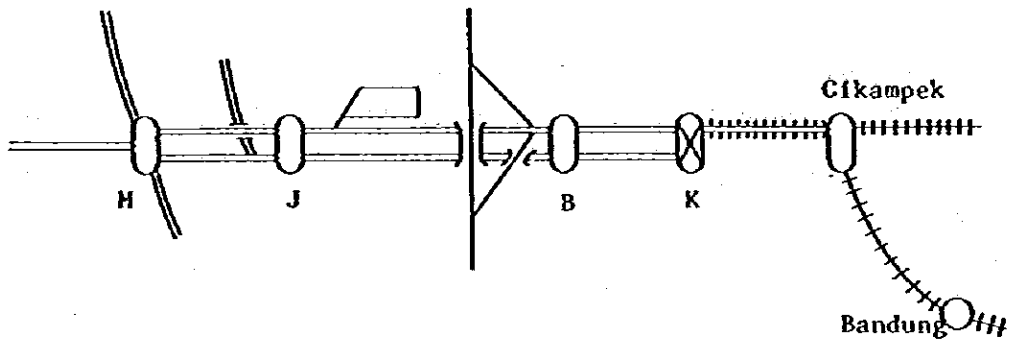
2) Cikampec, Bandung 近傍の交直接続点

案 2 の場合は、Cikampec, Bandung に交直接続点が必要となり、このための投資は各々 1～2 billion rp となる。

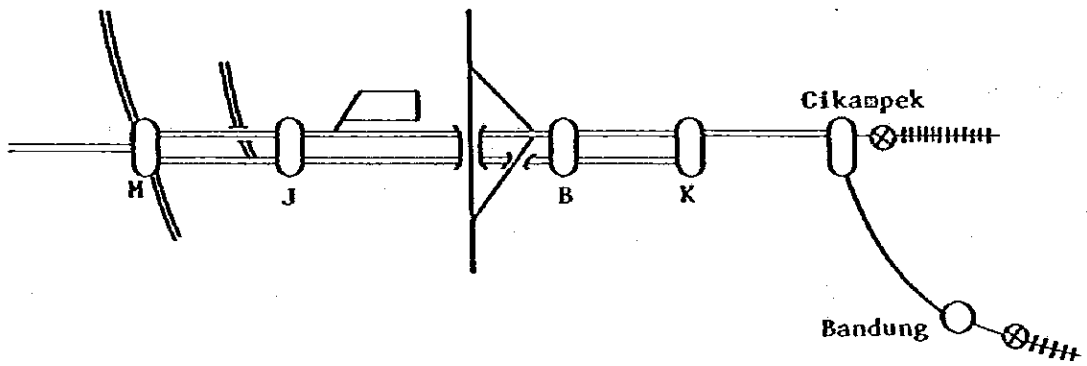
3) 電化経費 (交流・直流の差額)

・ 地上設備費差額	Manggarai～Krawang (Cibinang 貨物線を含む)	14.7 billion rp
	Krawang～Cikampec～Bandung	11.3 billion rp
・ 信号通信費差額	Manggarai～Krawang	2.6 billion rp
	Krawang～Cikampec～Bandung	1.9 billion rp
・ 車 両 費	EC 列車 30 本分 (電車 10 両 × 7 編成)	3.5～4.4 billion rp

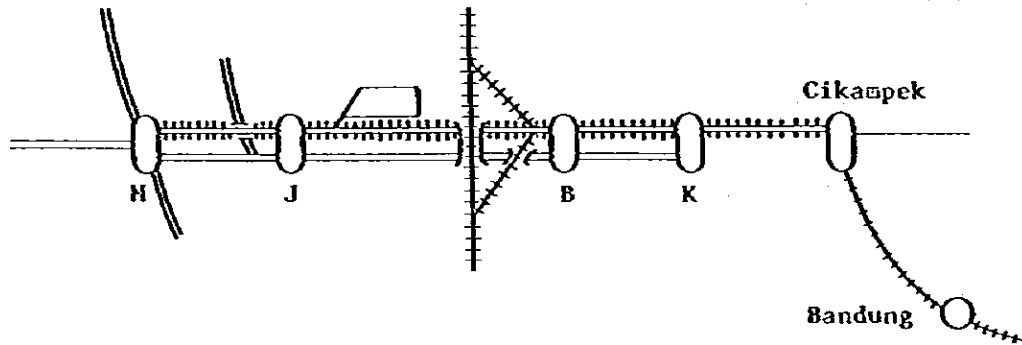
試案 1.



試案 2.



試案 3.



N: Manggarai
J: Jatinegara

B: Bekasi
K: Kramang

⊗: 直直接接点
—: 直 流
---: 交 流

注) 第一圖

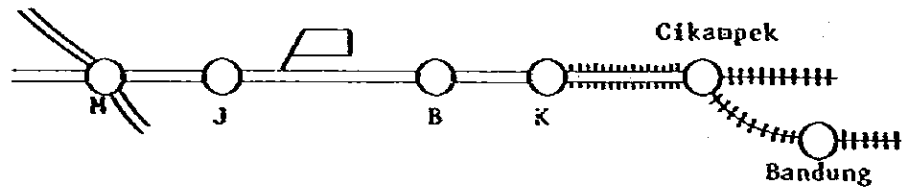


圖 1.5.1 交直接接点比較圖

交直接続用EL,1両

0.8billion rp

以上を比較すれば、第1-1表の如くなり、投資額からいって案3が最も経済的であり、運転上、交直の機関車つけかえのわずらわしさもなく推奨する案である。

第一期電化時点ではKrawangに交直接続点を置きKrawangを将来の複々線と複線の接続駅としての線形に改良しておけば機関車留置のための若干の投資増を併うのみである。

1.5.5 Merak線

Merak線はJABOTABEK計画でSerpong迄は直流電化となっているが、将来の通勤区間を60kmとすると交流区間は約100kmとなる。

地上設備投資差8.8billion rpに対し、車両投資差6billion rp, 交直接続投資1~2billion となり、投資額は殆んど差はない。

Merak線は直流とする。また、Krawang迄の複々線化の時点で、中・長距離列車はAC化されるのでこの時点で、Merak線は電化を行いmangarai-Krawang間に使用していたDCのELをMerak線に転用する。

表 1.5.1 交直接続点工事費比較表

billion rp

	Krawang構内	Cikampee Bandung 交直接続点	電 化 地上設備費	信 通 費	車 両 費	小 計
案 1	0.4	0	11.3	0.5	5.2	16.9
案 2	0	3.0	26.0	0.5	1.6	30.6
案 3	0	0	0	4.5	3.5	8.0

1.6 電車化について

1.6.1 EL列車との比較

EL索引とECとは各々一長一短を持っている。以下、差異をのべる。

1) 軌道に与える影響

- (1) 軸重の最大値はEL 15ton, EC 12tonでELの方が大きい。
- (2) ECはバネ下重量がELに比較して劣以下と小さい。

EL索引とEC列車ともに、軌道保守状態が良好であれば、途中停車駅の少ない長距離列車では到達時分に大差は出ない。また、曲線に対する通過速度もPJKAの規定では $V=4.3\sqrt{R}$ となっており、地盤の良いヨーロッパ諸国の規定と同じである。しかしPJKAは現実の線路の状態から云ってDL運転の場合は、最高速度も曲線通過速度も低い値を採用している。(日本の場合、ECはELに比較して走行速度は大きく許容されている他に、曲線通過許容速度もELに対して+5km/hであり、振り電車は+20~25kmである。)

軌道の保守量に与える軸重、バネ下重量の影響は軌道の整備状況によって大きく変わり、

一概に云えないが、軸重については1乗または2乗で影響があると云われ、バネ下重量も大きく影響する。

現在のジャワ島の軌道保守は、25年程度の周期での軌道強化工事によって維持されているが、この周期が3割延伸出来たと仮定すれば、年間1～2billion rpの節約が可能となる。

2) 車両保守の差異

EC列車はEL列車に比較して、motive unitが1列車につき1～2unit多い。すなわち、Bandung線に運用されるEC列車はmotive unitが3コ、他線区は2つと想定される。このmotive unitの保守量の増は、1編成EL列車の保守量の約30%増と想定されるので、年間1～2billion rp増が見込まれる。

3) 電力消費量

一般にEC列車はEL列車に比較して電力消費量が少し大きい。これは、高加速・高減速による到着時分の差、motive unitの多いためである。

しかし、列車重量はEL列車は460トン、EC列車は480トンと想定されるので、走行条件が同じならば両者間の電力消費量は殆んど差はない。

4) 輸送力

現在のジャワ島の一般駅の有効長は約220m程度であり、EL索引の場合は1ヶ列車9両の客車索引が最大であり、電車の場合は10両の投入が可能である。ジャワ島の潜在輸送需要は大きく、線路客量によって抑制されているので、この輸送力の差10%は旅客収入10%とみなすことが出来る。

2002年時点の旅客人キロは42.6billion人キロであり、人キロ当りの収入は平均5.4rpであるので、収入増23billion rpが期待出来る。

5) 車両の信頼度向上

鉄道のデメリットの一つに、車両はレールの上のみ走行可能という特長がある。このため、線路上の一車両の走行不能故障は、後続の全列車の停止をもたらす。かかる意味からも車両の設備信頼度は高く設定する必要がある。

電車の場合は、動力unitを複数ものが通例であり、1unit故障でも他の1unitで何ら故障なく走行出来る。ELは動力unitが1つであるので、かかる意味からECの車両としての走行信頼度はELに比較して高い。

6) Terminal着発客量の向上

一般にEL索引では、ターミナルにおいて機関車のつけかえ作業が生じ、ターミナルでの着発能力を著しく阻害する。この救済策としてプッシュプル運転が採用されているが、客車の改造が必要となり、固定編成運転を余儀なくされる。

一般に電車はELに比較して加減速性能がよく、2～4倍である。この加減速性能により、駅の着発能力がきまる。殆んどの旅客ターミナルは大都市内にあり、拡張の余地がないため駅間

の線路容量をふやしても、ターミナルの着発能力により列車の増発が抑えられることとなる。

7) 分割併合が運用上容易に可能である。

本線から分岐する支線へ小単位の編成を切り離して運行が可能である。

8) 冷房用他サービス電源が容易に得られる。

9) 欠点としてEL-PCに比較して価格が高いことである。

EL-9PCを100とすると、10ECは160となる。

2002年時点でELは260両となり、旅客すべてEC列車で運ぶとすると、260編成のEC列車が必要となる。そのためEL列車に対して投資差額370billion rpが必要となる。一方、先に述べたように、これに対して軌道破壊と車両修繕費の影響は相殺されるので、旅客収入23billion rp/yearが期待出来る。従って、経済的にはほぼ妥当性を持ち、かつ経済性以外の利点も多々あるので、電車化はfeasibleであると云える。

1.6.2 電車運用ダイヤの例

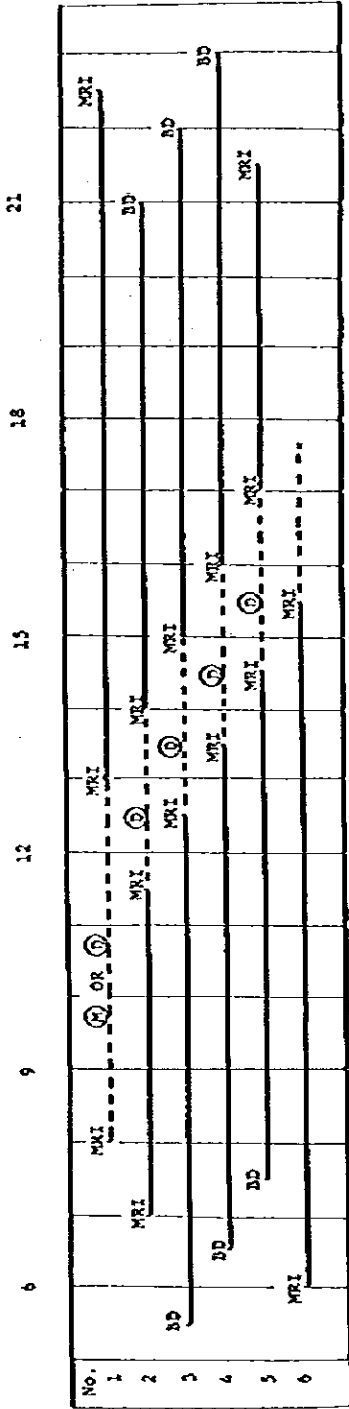
Fig. 1.5.2はManggarai—Bandung間の電車運転による運転時分を2時間とし、1時間1本の割合で電車列車を運転する場合の電車の運用ダイヤの一例を示す。

列車本数は、両方向合計で30本で、使用編成数は6、予備1編成として7編成が必要である。

Daily checkは毎日実施することが出来る。

Manggarai発12時とBandung発14時の列車が欠けているが、これはDaily checkの時間を確保するためである。この時間に列車を運転し、合計列車本数を32本とすることもできるが、その場合には2日に1回しかDaily checkを実施することができない。

電車の1日平均走行キロは使用(6編成)で、826.9kmである。



注) D印はdaily検査を示し、M印は編成のmonthly検査を示す。

図 1.5.2 Bandung 線等列車の運用ダイヤ(電車列車)

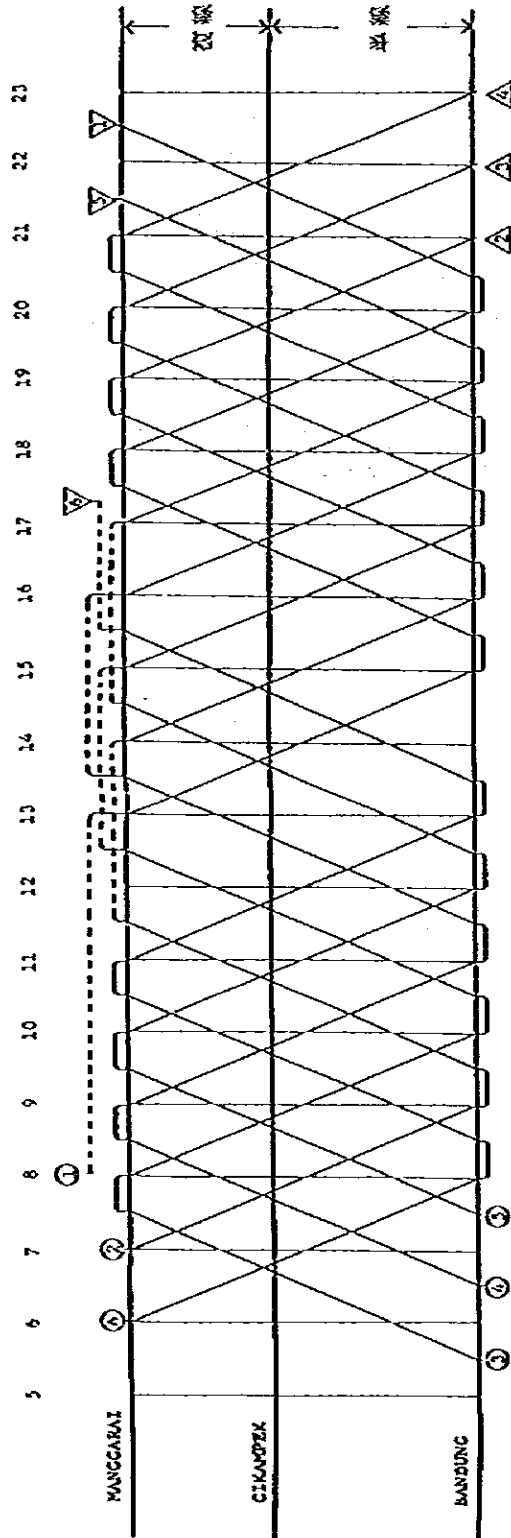


図 1.5.3 Manggarai と Bandung 間の EC 列車運用ダイヤの一例

第2章 输送需要予測

第2章 輸送需要予測

中間報告においては、旅客列車最高速度120km/h、貨物列車最高速度80km/hを前提に、輸送需要予測を行なった。今回は、旅客列車最高速度100km/h、貨物列車最高速度は前回と同じ80km/hを前提に、輸送需要予測を行なった。

2.1 ゾーニングおよびリンクネットワーク

2.1.1. ゾーニング

まず、P.J.K.Aより提供されたジャワ島（マドゥラ島を含む）、93ゾーン（Kabupaten82, Kodya 9, Kotamadya 2, Jakarta 5）の、鉄道の旅客および貨物輸送量のO.D.表（1981年実績）をベースにして、電化対象区間である幹線鉄道を考慮して、25のゾーンに集約した。ゾーン名とそれに属するKabupaten等の分類および、ゾーニング・マップは、表2.1.1および図2.1.1のとおりである。

2.1.2 リンクネットワーク

まず、鉄道の25のノードをつなぐリンクネットワークを作成し、32のリンクとした。道路の輸送網は、もともと鉄道に比べて、複雑なため、鉄道に併行している道路を中心に作成した結果、53のリンクとなった。以上の鉄道および道路のリンクネットワーク図は、図2.1.2および2.1.3のとおりである。

2.1.3 ルート探索

(1) 鉄道のルート探索

鉄道のルート探索においては、最短距離のルート探索を行なうこととした。鉄道のゾーン・ペアのルート探索にあたっては、リンクにより勾配のきつい箇所があるため、リンク距離に、抵抗係数を乗ずることにより、リンク距離を修正した。最短距離の算定に当たっては、この修正されたリンク距離を用いることとした。

なお、ルート探索に当たっては、ミニマム・パス法（Minimum Path Method）を用いた。

(2) 道路のルート探索

道路については、抵抗係数を考慮することなく、実距離により、53のリンクについて、ゾーン・ペアのルート探索を、鉄道と同様に行なった。

2.2. 輸送の現状

2.2.1 ゾーン相互間輸送量

(1) 旅客

① 鉄道

P.J.K.Aより提供された、1981年度の等級別(1~3),98ゾーン・ペアのO.D表を元に、前記のごとく25ゾーン・ペアごとに、全旅客輸送量を集計し、O.D表を作成した(表2.2.1)。

② 道路

1977年インドネシア全国ベースで実施されたO.D調査結果(1977 ORIGIN DESTINATION SURVEYS September, 1980)をもとに1981年のゾーン相互間輸送量を推定した。

まず、1977年O.D.調査は、KabupatenおよびKodya毎にゾーニングされているので、鉄道と同様にゾーンの切り換えを行なった。次いで、1977年~1981年のジャワ島のバス台数の増加率を成長係数(Growth Factor)とし、この成長係数(2.144)を、1977年の各ゾーン・ペアの輸送量に乗じて求めた。(表2.2.1参照)

② 貨物

① 鉄道

P.J.K.Aより提供された、1981年度の品目別(22品目)、98ゾーン・ペアのO.D.表を元に、旅客と同様、25ゾーンに切り換え、品目別にO.D.表を作成した。

ただし、本調査においては、現在、鉄道貨物の中でシェアが大きく、全体の90%以上となる主要9品目について、O.D.表を作成した。(表2.2.2~2.2.10参照)

9品目の品名は次のとおりである。

①米、②とうもろこし(Maize)、③塩、④砂糖、⑤紙、⑥鉄鋼、⑦石油製品、⑧肥料、⑨セメント

② 道路

道路貨物の品目別O.D.交通量調査結果がえられなかったため、鉄道を含めた総貨物O.D.表を推定し、これからゾーン・ペアごとの鉄道貨物輸送量を差し引くことにより、品目別道路貨物輸送量のO.D.表を作成した。

ア. 品目別発着総輸送量の推定

品目別発着総輸送量を推定するために、まず、次式によって、各ゾーンへの1980年の品目別発着量(道路プラス鉄道)を推定した。

$$(i) \quad TO_{mi} = P_{mi} + IMPF_{mi} + IMPD_{mi}$$

ここで、 TO_{mi} : ゾーン*i*からの品目*m*の発送量(100トン/年)(表2.2.11~2.2.19)

P_{mi} : ゾーン*i*における品目*m*の生産量(100トン/年)

$IMPF_{mi}$: 品目*m*の海外からゾーン*i*への輸入量(100トン/年)

$IMPD_{mi}$: 品目*m*の他のインドネシア諸島からゾーン*i*への移入量(100トン/年)

$$(ii) \quad TD_{mi} = C_{mi} + EXPF_{mi} + EXPD_{mi}$$

ここで、 TD_{mi} : ゾーン*i*への品目*m*の到着量(100トン/年)(表2.2.11~2.2.19)

C_{mi} : ゾーン*i*における品目*m*の消費量(100トン/年)

$EXPF_{mi}$: 品目*m*のゾーン*i*から海外への輸出量(100トン/年)

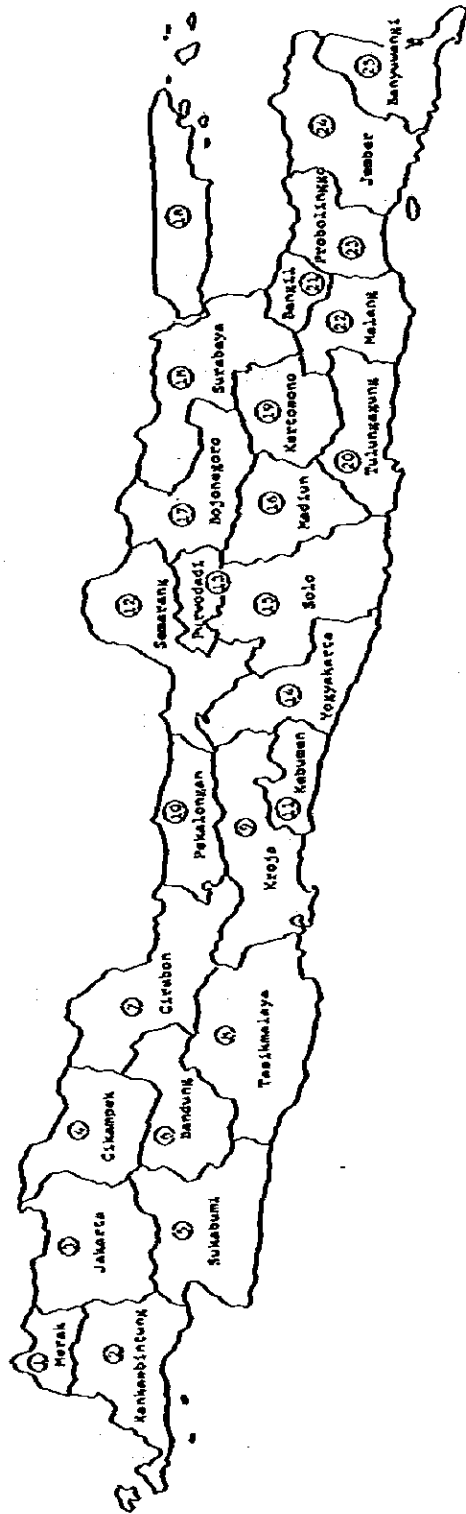


図 2.1.1 ヲ一ノ区分区

表2.1.1 ゾーニング

Zone and zone code	Kabupaten
① Merak	Serang
② Rankasbitung	Pangerang, Lebak
③ Jakarta	Tangerang, DKI Jakarta, Bekasi, Bogor, Kodya Bogor
④ Cikampék	Purwakarta, Karawang, Subang
⑤ Sukabumi	Sukabumi, Cianjur
⑥ Bandung	Kotamadya Bandung, Bandung, Sumedang
⑦ Cirebon	Indramayu, Majalengka, Kuningan, Cirebon, Brédes, Kotamadya Cirebon
⑧ Tasikumaalaya	Garut, Tasikumalaya, Ciamis
⑨ Kroja	Cilacap, Banjarnegara, Banyumas, Wonosobo, Purbulinggu
⑩ Pekalongan	Kodya Tegal, Tegal, Pemalang, Pekalongan, Batang, Kodya Pekalongan
⑪ Kebumen	Kebumen, Purworejo
⑫ Semarang	Kodya Semarang, Kendal, Demak, Jepara, Kudus, Semarang, Pati
⑬ Purwodadi (Gambringan)	Purwodadi (Grobogan)
⑭ Yogyakarta	Kodya Yogyakarta, Temanggung, Magelang, Kulon Prôgo, Sleman, Bantul, Gunung Kidul
⑮ Solo	Kodya Surakarta, Klaten, Boyolali, Sukoharjo, Pacitan, Sragen, Karanganyar, Wonojiri

Zone and zone code	Kabupaten
⑩ Madiun	Ponorgo, Magetan, Ngawi, Madiun, Kodya Madiun
⑪ Bojonegoro	Rombang, Bojonegoro
⑫ Surabaya	Tuban, Sumenep, Kodya Surabaya, Lamongan, Mojokerto, Bangkaran, Kodya Mojokerto, Surabaya, Sidoarjo, Sumpang, Pamekasang
⑬ Kertosono	Jombang, Nganjuk, Kediri
⑭ Tulungagung	Trenggalek, Tulungagung, Blitar
⑮ Bangil	Pasuruan
⑯ Malang	Malang
⑰ Probolinggo	Lumajang, Probolinggo
⑱ Jember	Jember, Bondowoso, Situbondo
⑲ Banyuwangi	Banyuwangi
⑳ Kedunjati	グミ - ・ ノ - ド
㉑ Gundih	グミ - ・ ノ - ド

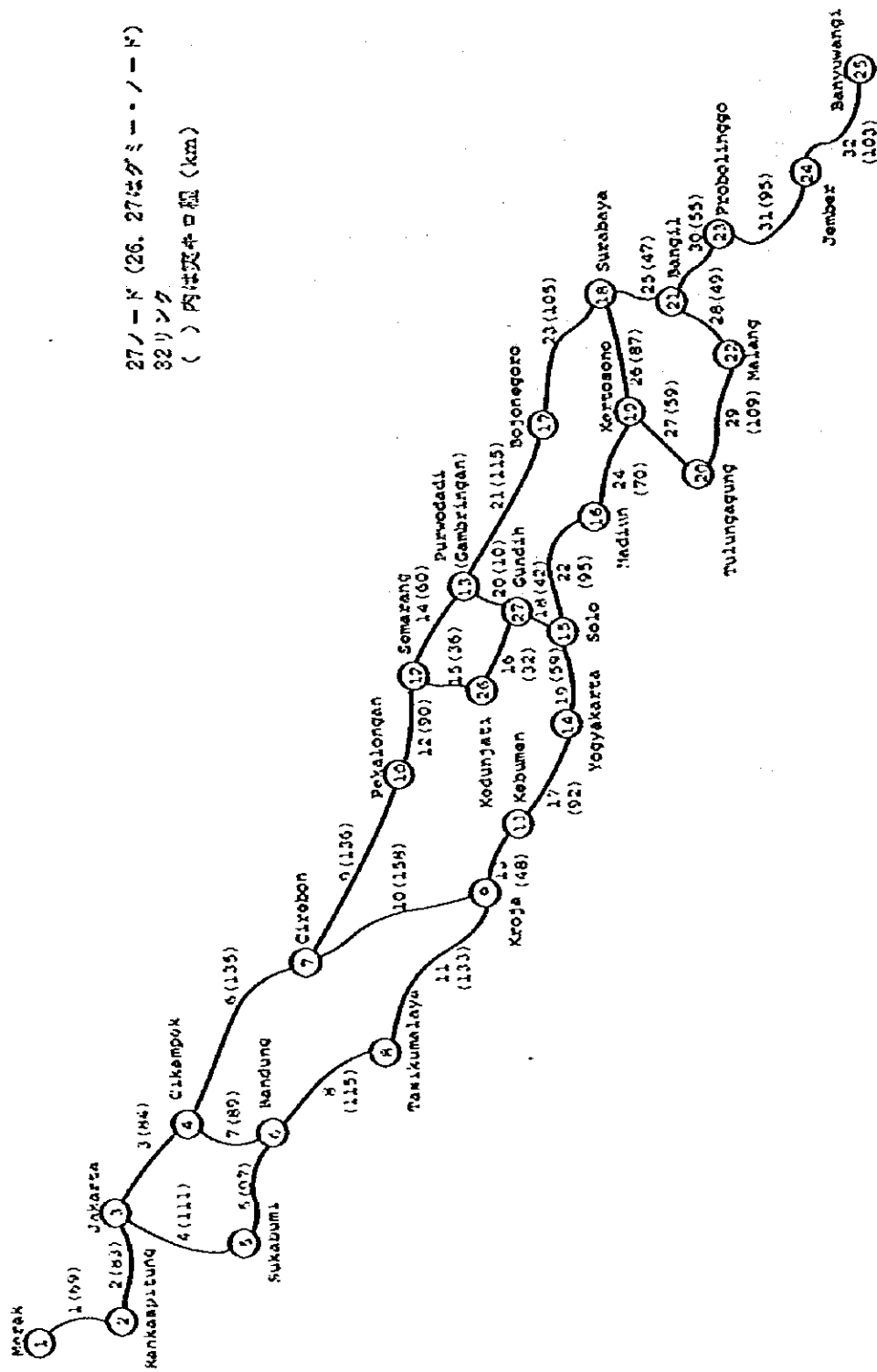


図 2.1.2 鉄道リンク

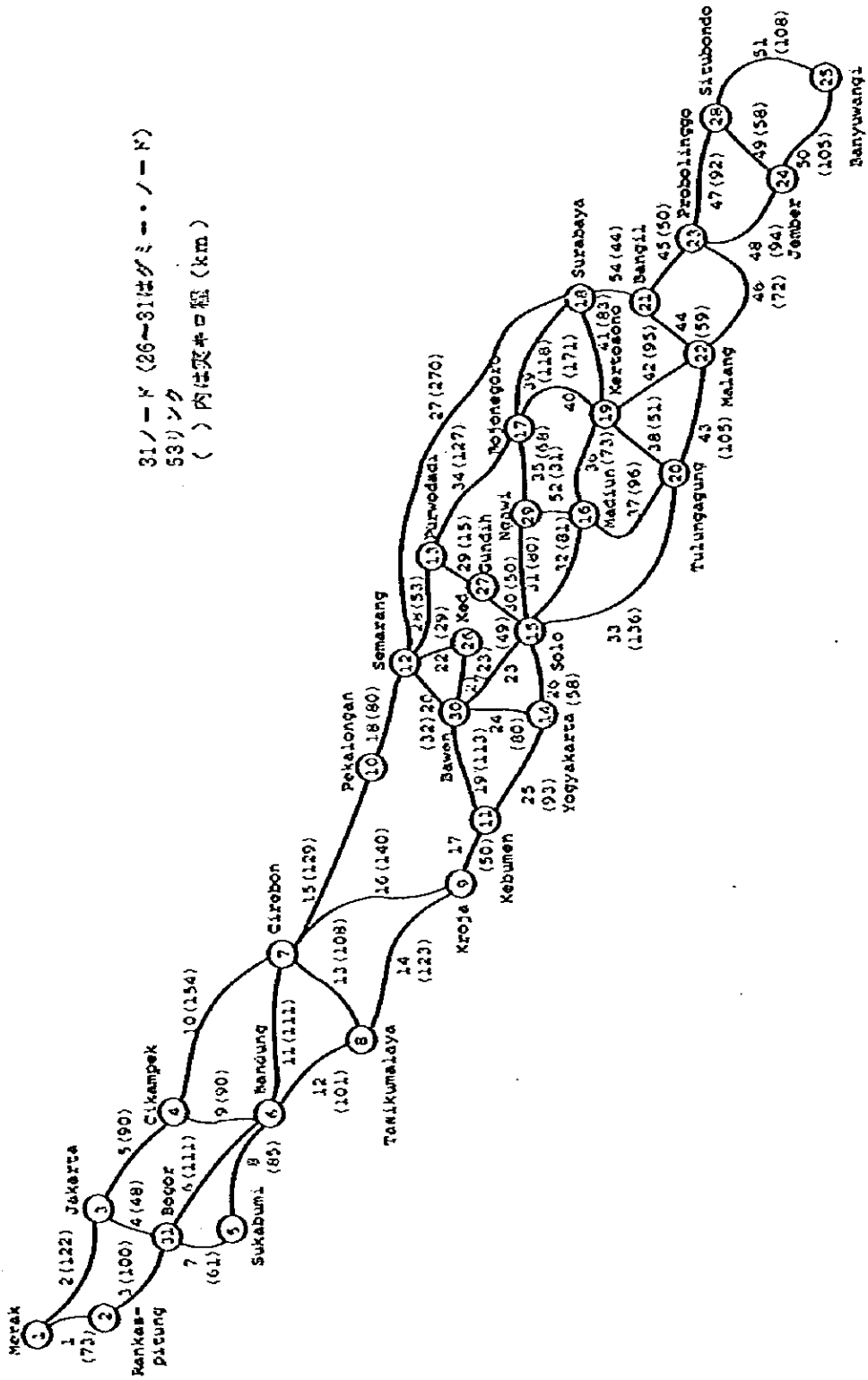


図 2.1.3 道路リンク

表2.2.4 貨物地域流動量 (1981年)

(単位: 100トン/年)

品 目: 砂 鉄

鉄 道	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	合 計
	PEKAS	PAKAS	JAKARTA	CILAK	SUKA	BAN	CIRE	TASIKU	LUJAJA	FEKA	KEBUNEN	SEMA	PURWO	YOGYA	SOLO	MADIUN	BOJO	SURA	KESTO	TULUH	BANGIL	PALEANG	PRORO	JEMBER	BANGU	合 計
	BIUNG			PEK	RUMI	DUGU	BUNJ	MALAYA	LOJAN	LOJAN		RUMI	DUGU	ESIA			REJOSO	RAYA	SOLO	GGZJGG			LUWIS		WAGI	
1 PEKAS																										37
2 PAKASBITUNG																										0
3 JAKARTA																										76
4 CILAKPEK																										4
5 SUKARUMI																										4
6 BAN DUGU																										4
7 CIREBUN																										4
8 TASIKUMALAYA																										2
9 LUJAJA																										2
10 FEKALUJAN																										13
11 KEKUNEN																										0
12 SEMARANG																										21
13 PURWOREJO																										0
14 YOGYAKARTA																										0
15 SOLO																										1
16 MADIUN																										2
17 BOJONEGARA																										2
18 SURABAYA																										0
19 Kertosono																										0
20 Tulungagung																										0
21 BANGIL																										0
22 PALEANG																										0
23 PRORONGLORE																										0
24 JEMBER																										0
25 BANGUNWAGI																										0
合 計																										156
道 路																										合 計
1 PEKAS																										268
2 PAKASBITUNG																										121
3 JAKARTA																										537
4 CILAKPEK																										233
5 SUKARUMI																										212
6 BAN DUGU																										445
7 CIREBUN																										752
8 TASIKUMALAYA																										318
9 LUJAJA																										679
10 FEKALUJAN																										654
11 KEKUNEN																										154
12 SEMARANG																										674
13 PURWOREJO																										87
14 YOGYAKARTA																										551
15 SOLO																										231
16 MADIUN																										343
17 BOJONEGARA																										363
18 SURABAYA																										574
19 Kertosono																										525
20 Tulungagung																										118
21 BANGIL																										147
22 PALEANG																										157
23 PRORONGLORE																										126
24 JEMBER																										87
25 BANGUNWAGI																										0
合 計																										13337
総 計																										合 計
1 PEKAS																										77
2 PAKASBITUNG																										248
3 JAKARTA																										1810
4 CILAKPEK																										234
5 SUKARUMI																										561
6 BAN DUGU																										249
7 CIREBUN																										153
8 TASIKUMALAYA																										619
9 LUJAJA																										2623
10 FEKALUJAN																										362
11 KEKUNEN																										565
12 SEMARANG																										1752
13 PURWOREJO																										124
14 YOGYAKARTA																										837
15 SOLO																										174
16 MADIUN																										212
17 BOJONEGARA																										456
18 SURABAYA																										622
19 Kertosono																										456
20 Tulungagung																										878
21 BANGIL																										433
22 PALEANG																										1454
23 PRORONGLORE																										1172
24 JEMBER																										2644
25 BANGUNWAGI																										2484
合 計																										21552

(1980年の貨物発生交通量(表2.2.13)に成長係数を乗じ、Gravity Modelによって(仮)推定)

注: 資料: INDONESIA STATE RAILWAYS RESEARCH AND DEVELOPMENT CENTRE

品目：塩

表2.2.5 貨物地域流動量 (1981年)

(単位：100トン/年)

鉄道	1 MERAK	2 PANGAS BLITUNG	3 JAKARTA	4 CIKAM PEK	5 SUKA RMI	6 BUN DUNG	7 CIRE BOND	8 TASIKU MALAYA	9 ERDJA	10 PEKA LONGAN	11 KEDUREN	12 SEMA RANG	13 PURWO DADI	14 YOGYA KARTIA	15 SOLO	16 MADIUN	17 BOJJO NEGRO	18 SUJA RAYA	19 KERTO SOMO	20 TULUH GADUNG	21 BANDIL	22 MALANG	23 PROGO LINGGO	24 JEMBER	25 BAYU WAGI	合計	
1 MERAK																											
2 PANGASBITUNG																											1
3 JAKARTA																											22
4 CIKAMPEK																											116
5 SUKARMI																											5
6 BUNDUNG																											2
7 CIREBOND																											29
8 TASIKMALAYA																											1
9 ERDJA																											1
10 PEKALONGAN																											5
11 KEDUREN																											1
12 SEMARANG																											1
13 PURWODADI																											1
14 YOGYAKARTA																											1
15 SOLO																											1
16 MADIUN																											1
17 BOJONEGARA																											1
18 SURABAYA																											1
19 Kertosono																											1
20 Tulungagung																											1
21 Banyu																											1
22 Malang																											1
23 Probolinggo																											1
24 Jember																											1
25 Bayuwangi																											1
合計											144						49				29					195	
道路																											
1 MERAK																											
2 PANGASBITUNG																											97
3 JAKARTA																											118
4 CIKAMPEK																											927
5 SUKARMI																											237
6 BUNDUNG																											253
7 CIREBOND																											443
8 TASIKMALAYA																											345
9 ERDJA																											285
10 PEKALONGAN																											322
11 KEDUREN																											261
12 SEMARANG																											137
13 PURWODADI																											54
14 YOGYAKARTA																											87
15 SOLO																											414
16 MADIUN																											458
17 BOJONEGARA																											257
18 SURABAYA																											186
19 Kertosono																											2
20 Tulungagung																											2
21 Banyu																											2
22 Malang																											11
23 Probolinggo																											19
24 Jember																											3
25 Bayuwangi																											3
合計							515	99	68	43	12	18	1	9	6	1	0	4457	265	217	68	214	163	233	122	6557	
合計																											
1 MERAK																											
2 PANGASBITUNG																											
3 JAKARTA																											
4 CIKAMPEK																											
5 SUKARMI																											
6 BUNDUNG																											
7 CIREBOND	19	15	194	67	57	171	447	97	68	43	12	18	1	9	6	1	0										
8 TASIKMALAYA																											
9 ERDJA																											
10 PEKALONGAN																											
11 KEDUREN																											
12 SEMARANG																											
13 PURWODADI																											
14 YOGYAKARTA																											
15 SOLO																											
16 MADIUN																											
17 BOJONEGARA																											
18 SURABAYA	85	143	736	167	241	245	47	283	317	258	137	475	66	411	486	255	165										
19 Kertosono																											
20 Tulungagung																											
21 Banyu																											
22 Malang																											

表2.2.6 貨物地域流動量 (1981年)

(単位: 100トン/年)

品目: 紙

品目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	合計	
鉄道	PERAK	RAKAS BITUNG	JAKARTA	CIKAN PEC	SUKA RAMI	BAN DUNG	CIRE BOND	TASIKU MALAYA	KROJA	FEKA LOKSI	KEDJEN	SEM RANG	PURU DADI	YOGYA KARTI	SOLO	MADIUN	BOJ NEGRO	SURA BAYA	KERTO SOLO	TULUN GAGJID	BANDIL	PALANG	PROBO LINGSO	JEMBER	BANU WANGI	合計	
1 PERAK																											
2 RAKASBITUNG																											
3 JAKARTA																											
4 CIKANPEC																											
5 SUKARAMI																											
6 BANDUNG																											
7 CIREBOND																											
8 TASIKUMALAYA																											
9 KROJA																											
10 FEKALOKSI																											
11 KEDJEN																											
12 SEMRANG																											
13 PURWADADI																											
14 YOGYAKARTA																											
15 SOLO																											
16 MADIUN																											
17 BOJONEGRO																											
18 SURABAYA																											
19 Kertosolo																											
20 Tulungagung																											
21 BANDIL																											
22 PALANG																											
23 Probolinggo																											
24 JEMBER																											
25 BANUWANGI																											
合計																											
道路																											
1 PERAK																											
2 RAKASBITUNG																											
3 JAKARTA																											
4 CIKANPEC																											
5 SUKARAMI																											
6 BANDUNG																											
7 CIREBOND																											
8 TASIKUMALAYA																											
9 KROJA																											
10 FEKALOKSI																											
11 KEDJEN																											
12 SEMRANG																											
13 PURWADADI																											
14 YOGYAKARTA																											
15 SOLO																											
16 MADIUN																											
17 BOJONEGRO																											
18 SURABAYA																											
19 Kertosolo																											
20 Tulungagung																											
21 BANDIL																											
22 PALANG																											
23 Probolinggo																											
24 JEMBER																											
25 BANUWANGI																											
合計																											

(P.J.K.Aによる集計に基づく)

(総計-鉄道)

(1980年の貨物発生交通量(表2.2.15)に成長係数を乗じ、Gravity Modelによって取れんさせた)

注: 資料: INDONESIAIAN STATE RAILWAYS RESEARCH AND DEVELOPMENT CENTRE

品目：肥料

表2.2.9 貨物地域流動量 (1981年)

(単位：100トン/年)

鉄道	1 PEKAS	2 KARAS BITUNG	3 JALANTA	4 CIRAN PEK	5 SUKA RUMI	6 BANI DUNG	7 CIRE BOH	8 TASIKU MALAYA	9 KARJA	10 PEKA LONGAN	11 KEBUNEN	12 SEMA RANG	13 PURWA DADI	14 YOGYA KASIA	15 SOLO	16 PADJAH	17 BOJJO NEGORO	18 SURABAYA	19 KERTO SOLO	20 TULUN GADJAH	21 BANDIL	22 PALANG	23 PRORO LINGS	24 JEMBER	25 BANGU WAGI	合計
1 PEKAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 KARAS BITUNG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3 JALANTA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4 CIRAN PEK	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5 SUKARUMI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6 BANIDUNG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7 CIREBOH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8 TASIKUMALAYA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9 KARJA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10 PEKALONGAN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11 KEBUNEN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12 SEMARANG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13 PURWADADI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14 YOGYAKARTA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15 SOLO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16 PADJAH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17 BOJONEGORO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18 SURABAYA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19 KERTOSOLO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20 TULUNGAGUNG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21 BANDIL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22 PALANG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23 PROROLINGS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24 JEMBER	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25 BANGUNWAGI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
合計	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
道路	114	147	543	655	1473	818	175	414	15	1	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1 PEKAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 KARAS BITUNG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3 JALANTA	114	147	543	655	1473	818	175	414	15	1	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4 CIRAN PEK	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5 SUKARUMI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6 BANIDUNG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7 CIREBOH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8 TASIKUMALAYA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9 KARJA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10 PEKALONGAN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11 KEBUNEN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12 SEMARANG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13 PURWADADI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14 YOGYAKARTA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15 SOLO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16 PADJAH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17 BOJONEGORO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18 SURABAYA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19 KERTOSOLO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20 TULUNGAGUNG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21 BANDIL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22 PALANG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23 PROROLINGS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24 JEMBER	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25 BANGUNWAGI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
合計	114	147	543	655	1473	818	175	414	15	1	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
合計	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
合計	114	147	543	655	1473	818	175	414	15	1	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

(1980年の貨物発生交通量(表2.2.18)に成長係数を乗じ、Gravity Modelによって(推定された)。
注：資料：INDONESIAN STATE RAILWAYS RESEARCH AND DEVELOPMENT CENTRE

表 2.2.10 貨物地域流動量 (1981年)

品目: セメント

(単位: 100トン/年)

鉄道	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	合計		
	MERAK	KARAS BITUNG	JAKARTA	CILAH PEK	SUKA BUN	BAN DUG	CIRE BOH	TASIKU MALAYA	KROJA	FEKA LOGAN	REBUJEN	SOA RANG	PURJO DADI	YOGYA KASIA	SOLO	MAJUN	BOJO NEGORO	SURA EAYA	KERTO SOLO	TULUN GAGJEG	BAJIL	MALANG	PRORO LIMSO	JEMBER	BANGU WAGI	合計		
1 MERAK			129																							129		
2 KARAS BITUNG																												
3 JAKARTA																												
4 CILAH PEK																												
5 SUKA BUN																												
6 BAN DUG																												
7 CIRE BOH																												
8 TASIKU MALAYA																												
9 KROJA																												
10 FEKA LOGAN																												
11 REBUJEN																												
12 SOA RANG																												
13 PURJO DADI																												
14 YOGYA KASIA																												
15 SOLO																												
16 MAJUN																												
17 BOJO NEGORO																												
18 SURA EAYA																												
19 KERTO SOLO																												
20 TULUN GAGJEG																												
21 BAJIL																												
22 MALANG																												
23 PRORO LIMSO																												
24 JEMBER																												
25 BANGU WAGI																												
合計			129							174	1	1	273		237	263	81		1695	3	7		2	5	20	99	2932	
(P.J.K.Aによる集計に基づく)																												
道路	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	合計		
1 MERAK			1176																								1176	
2 KARAS BITUNG			678																								678	
3 JAKARTA																												
4 CILAH PEK																												
5 SUKA BUN																												
6 BAN DUG																												
7 CIRE BOH																												
8 TASIKU MALAYA																												
9 KROJA																												
10 FEKA LOGAN																												
11 REBUJEN																												
12 SOA RANG																												
13 PURJO DADI																												
14 YOGYA KASIA																												
15 SOLO																												
16 MAJUN																												
17 BOJO NEGORO																												
18 SURA EAYA																												
19 KERTO SOLO																												
20 TULUN GAGJEG																												
21 BAJIL																												
22 MALANG																												
23 PRORO LIMSO																												
24 JEMBER																												
25 BANGU WAGI																												
合計			1874	1377	1527	2453	2721	1930	411	1765	855	2451	452	2138	2317	644	82	1569	1454	1281	491	1213	824	1424	1129	32553		
(総計-鉄道)																												
合計	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	合計		
1 MERAK			1245																								1245	
2 KARAS BITUNG			698																								698	
3 JAKARTA			15713																								15713	
4 CILAH PEK																												
5 SUKA BUN																												
6 BAN DUG																												
7 CIRE BOH																												
8 TASIKU MALAYA																												
9 KROJA																												
10 FEKA LOGAN																												
11 REBUJEN																												
12 SOA RANG																												
13 PURJO DADI																												
14 YOGYA KASIA																												
15 SOLO																												
16 MAJUN																												
17 BOJO NEGORO																												
18 SURA EAYA																												
19 KERTO SOLO																												
20 TULUN GAGJEG																												
21 BAJIL																												
22 MALANG																												
23 PRORO LIMSO																												
24 JEMBER																												
25 BANGU WAGI																												
合計			1845	698	15713	1377	1527	2453	2721	1930	411	1765	855	2451	452	2138	2317	644	82	1569	1454	1281	491	1213	824	1424	1129	61565

(1980年の貨物発生交通量(表2.2.19)に成長係数を乗じ、Gravity Modelによって仮れんさせた)

注: 資料: INDONESIA STATE RAILWAYS RESEARCH AND DEVELOPMENT CENTRE

表 2.2.11 貨物発生・到着量

品 目：米

(1980年)

ゾーン コード及び ゾーン名	発 生 量				到 着 量			
	生産量	輸 入 量		計	消費量	輸 出 量		計
		外 国	国 内			外 国	国 内	
1 MERAK	3227			3227	2336			2336
2 RAKASBITUNG	4281			4281	2965			2965
3 JAKARTA	12778	8360	901	22039	25639	341	427	26407
4 CIKANPEC	11197			11197	5939			5939
5 SUKABUMI	5467			5467	6485			6485
6 BANDUNG	5730			5730	10444			10444
7 CIREBONG	16664	1598		18262	12353		45	12397
8 TASTIKUMALAYA	6521			6521	9562			9562
9 KSOJA	9702	685		10387	9685		225	9910
10 PEKALONGAN	5220	15		5235	7509		79	7588
11 KEBUMEN	5106			5106	3720			3720
12 SEMARANG	12539	1150		13689	11443		320	11822
13 PURWODADI	3518			3518	2130			2130
14 YOGYAKARTA	9985			9985	10416			10416
15 SOLO	10666			10666	12243			12243
16 KADUN	6842			6842	6350			6350
17 BOJONEGORO	7972			7972	4598			4598
18 SURABAYA	14876	1332	33	16241	19333		1335	20668
19 KERTASOSO	5034			5034	6564			6564
20 TULUNGAGUNG	3389			3389	5407			5407
21 RANGGIL	2385			2385	2227			2227
22 MALANG	4080			4080	5502			5502
23 PROBOLINGO	3592			3592	374		547	4291
24 JEMBER	7656			7656	6494		1	6494
25 PASURUAN	6591		1	6592	3056		1	3056
合 計	135369	12139	939	148447	156268	341	2839	159447

(単位：100/年)

表 2.2.12 貨物発生・到着量

品 目：とうもろこし

(1980年)

ゾーン コード及び ゾーン名	発 生 量				到 着 量			
	生産量	輸 入 量		計	消費量	輸 出 量		計
		外 国	国 内			外 国	国 内	
1 MERAK	29			29	371			371
2 RAKASBITUNG	103			103	461			461
3 JAKARTA	162	1332		1994	3987			3987
4 CIKAMPED	96			96	924			924
5 SUKABUMI	234			234	1069			1069
6 BANDUNG	104			104	1624			1624
7 CIREBONG	64			64	1921	14		1935
8 TASIKMALAYA	260			260	1427			1487
9 KROJA	4751			4751	1566			1566
10 PEMALANGAN	658			658	1168			1168
11 KEBUNEH	659			659	579			579
12 SEMARANG	2108	46		2154	1779	3		1782
13 PURWOPADI	237			237	339			339
14 YOGYAKARTA	1522			1522	1620			1620
15 SOLO	309			309	1904			1904
16 MADIUN	322			322	987			987
17 BOJONEGORO	711			711	715			715
18 SURABAYA	542	508	33	1083	3006	83	53	3142
19 KERTOSONO	694			694	1024			1024
20 TULUNGAGUNG	1337			1337	841			841
21 BANGIL	660			660	346			346
22 MALANG	1608			1608	856			856
23 PEGOLINGO	1754			1754	582			582
24 JEMBER	3561			3561	1010			1010
25 BANYUWANGI	5298		1	5299	575		10	436
合 計	23254	2337	34	30625	30522	100	63	30655

(単位：100/年)

表2.2.13 貨物発生・到着量

品 目: 砂糖

(1980年)

ゾーン コード及び ゾーン名	発 生 量				到 着 量			
	生産量	輸 入 量		計	消費量	輸 出 量		計
		外 国	国 内			外 国	国 内	
1 KERAK	67			67	171		221	391
2 RANKASBITUNG	236			236	212			212
3 JAKARTA	370	1406		1776	1333		163	2001
4 CIKAMPEC	219			219	425			425
5 SUKARUNI	534			534	464			464
6 BANDUNG	238			238	747			747
7 CIREBONG	147			147	583		5	988
8 TASIKMALAYA	594			594	684			684
9 KROJA	2522			2522	692			692
10 PEXALOGAN	349			349	537	575	2	1113
11 RESIKEN	371			371	266			266
12 SEKARANG	1119	765		1884	818		533	1351
13 PURWODADI	126			126	156			156
14 YOGYAKARTA	808			808	745			745
15 SOLO	164			164	875			875
16 MADIUN	205			205	454			454
17 BOJONEGORO	452			452	329			329
18 SUKABAYA	345	245	14	604	1352	1789	3437	6653
19 KERTOSONO	442			442	471			471
20 TULUNGAGUNG	851			851	387			387
21 RANGIL	420			420	159			159
22 KALANG	1023			1023	393			393
23 PROBOLINGO	1142			1142	268		4	272
24 JEMBER	2520		4	2524	464			464
25 BANYUANGI	3371		2	3373	219		256	475
合 計	13634	2416	23	21971	14931	2363	4677	21071

(単位: 100/年)

表 2.2.14 貨物発生・到着量

品 目：塩

(1980年)

ゾーン コード及び ゾーン名	項 目	発 生 量			到 着 量			
		生産量	輸 入 量		消費量	輸 出 量		計
			外 国	国 内		外 国	国 内	
1	XERAK				95			95
2	RANKASBITUNG				117			117
3	JAKARTA			105	1016		13	1029
4	CINASPEC				235			235
5	SUKABUMI				257			257
6	BAKUNG				414			414
7	CIREBONG	1159		26	490		6	495
8	TASIKMALAYA				375			375
9	KROJA				384			384
10	PEJALONGAN				298			298
11	KEBUNEH				147			147
12	SEMARANG			5	453		56	509
13	PURWODADI				86			86
14	YOGYAKARTA				413			413
15	SOLO				485			485
16	MADIUN				252			252
17	BOJONEGORO				182			182
18	SURABAYA	6041	360		766		1	767
19	KERTOSONO				261			261
20	TULUNGAGUNG				214			214
21	BANGIL				88			88
22	KALANG				218			218
23	PROZOLINGO			113	148			148
24	JEMBER			47	257			257
25	ZAKYUWANGI				121		8	129
合 計		7290	350	302	7562	7778	0	7562

(単位：100/年)

表 2.2.15 貨物発生・到着量

品 目：紙

(1980年)

ゾーン コード及び ゾーン名	発 生 量				到 着 量			
	生産量	輸 入 量		計	消費量	輸 出 量		計
		外 国	国 内			外 国	国 内	
1 KERAK					55		9	63
2 RANKASBITUNG					68			68
3 JAKARTA	946	2194	40	3130	1007		120	1127
4 CIKARUP	33			33	136			136
5 SUKAGUMI	12			12	149			149
6 BAENDUNG	30			30	239			239
7 CIRÉSANG					283			283
8 TASIKMALAYA					219			219
9 KROJA		57		57	312			312
10 PEKALONGAN					172			172
11 KEZUNEX					85			85
12 SENARANG	60	33		148	262			262
13 PURWODADI					50			50
14 YOGYAKARTA	69			69	238			238
15 SOLO					230			230
16 MADIUN					145			145
17 BOJONEGARA					105			105
18 SURABAYA	494	819	60	1373	573	43	6	622
19 KERTOSONO					151			151
20 TULUNGAGUNG					124			124
21 BANGIL					51			51
22 PALANG					126			126
23 PROSOLOBO	280			280	86			86
24 JEMBER					149			149
25 BANYUWANGI	129			129	70			70
合 計	2053	3158	99	5310	5133	43	134	5310

(単位：100/年)

表 2.2.16 貨物発生・到着量

品 目：鉄 鋼

(1980年)

ゾーン コード及び ゾーン名	発 生 量				到 着 量			
	生産量	輸 入 量		計	消費量	輸 出 量		計
		外 国	国 内			外 国	国 内	
1 MERAK	3560			3560	450		438	888
2 RAKASBITUNG					559			559
3 JAKARTA	9520	10795	172	20457	4837	10	938	5785
4 CITAHPEC					1120			1120
5 SUKABUMI					1224			1224
6 BANDUNG	100			100	1970			1970
7 CIREBONG		60		60	2330	3	4	2337
8 TASIKUNALAYA					1804			1804
9 KROJA		291		291	1827			1827
10 PEVALONGAN					1417			1417
11 KECUNEX					702			702
12 SEMARANG	1440	1309		2749	2159			2159
13 PUSYODADI					411			411
14 YOGYAKARTA					1965			1965
15 SOLO	250			250	2310			2310
16 MADIUN					1198			1198
17 BOJONEGORO					867			867
18 SURABAYA	4400	6673		11073	3647	8	152	3807
19 KERTOSONO					1242			1242
20 TULUNGAGUNG					1020			1020
21 BANGIL					420			420
22 MALANG					1038			1038
23 PROSOLINGO					705			705
24 JEMBER					1225			1225
25 SANTUVASCI			9	9	577			577
合 計	15270	15125	181	33530	37028	20	1532	38580

(単位：100/年)

表 2.2.17 貨物発生・到着量

品 目：石油製品

(1980年)

ゾーン コード及び ゾーン名	発 生 量				到 着 量			
	生産量	輸 入 量		計	消費量	輸 出 量		計
		外 国	国 内			外 国	国 内	
1 MERAK					1204			1204
2 RAKKASBITUNG					1496			1496
3 JAKARTA		242	44800	45041	12934		278	13212
4 CIKANPEK					2956			2956
5 SUKASUMI					3274			3274
6 BAYUNG					5269			5269
7 CIREBOND			47	47	6231		1	6233
8 TASTIKUMALAYA					4824			4824
9 KROJA		2905	42907	44913	4885		23517	28402
10 PEKALONGAN					3768			3768
11 KEBUMEN					1977			1977
12 SEKARANG		20		20	5772			5772
13 PURWODADI					1100			1100
14 YOGYAKARTA					5255			5255
15 SOLO					6176			6176
16 MAGELANG					3203			3203
17 BOJONEGGRO					2320			2320
18 SURABAYA		332	32509	32841	9753	5	51	9809
19 KERTOSOSO					3321			3321
20 TULUNGAGUNG					2728			2728
21 BANGIL					1123			1123
22 MALANG					2775			2775
23 PROBOLINGO					1889			1889
24 JEMBER					3276			3276
25 BANYUWANGI					1542			1542
合 計		3500	119363	122861	69009	5	23348	122861

(単位：100/年)

表2.2.18 貨物発生・到着量

品 目：肥料

(1980年)

ゾーン コード及び ゾーン名	発 生 量				到 着 量			
	生産量	輸 入 量		計	消費量	輸 出 量		計
		外 国	国 内			外 国	国 内	
1 NERAK			6	6	398		30	428
2 RAKKASBITUNG					870			870
3 JAKARTA		472	2361	2833	1839	480	963	3283
4 CIKAMPED	5700			5700	1367			1367
5 SUEABUMI					1591			1591
6 BAKDUG					969			969
7 CIREBONG			5	5	1665		6	1671
8 TASIKMALAYA					1814			1814
9 KROJA			2973	2973	1168			1168
10 PEJALONGAN					497			497
11 KEMUNES					497			497
12 SEMARANG					1218		1	1219
13 PURWODADI					323			323
14 YOGYAKARTA					969			969
15 SOLO					920			920
16 MAGLUN					845			845
17 BOJONEGORO					994			994
18 SURABAYA	5500	3757	5761	15018	1814	1	186	2001
19 KERTOSOSO					671			671
20 TULUNGAGUNG					497			497
21 BANGIL					348			348
22 MALANG					596			596
23 PROBOLINGO					596			596
24 JEMBER					1218			1218
25 BANYUWANGI					1168		14	1182
合 計	11200	4230	11105	26534	24353	491	1201	26534

(単位：100/年)

表 2.2.19 貨物発生・到着量

品 目：セメント

(1980年)

ゾーン コード及び ゾーン名	発 生 量				到 着 量			
	生産量	輸 入 量		計	消費量	輸 出 量		計
		外 国	国 内			外 国	国 内	
1 KERAK					481		637	1118
2 RAKKASBITUEG					598			598
3 JAKARTA	32090	453	221	32673	5167	3395	4899	13461
4 CIKAMPUC					1197			1197
5 SUKABUMI					1308			1308
6 BALUBUNG					2105			2105
7 CIREBONG			2	2	2469		16	2505
8 TASTIKUMALAYA					1927			1927
9 KROJA	7500	312		7912	1952	95	1703	3749
10 PEKALONGAN					1513		9	1522
11 KEBUNEH					750			750
12 SEMARANG					2306		106	2412
13 PURWODADI					439			439
14 YOGYAKARTA					2099			2099
15 SOLO					2467			2467
16 MADIUN					1280			1280
17 BOJONEGORO					927			927
18 SURABAYA	13000	298		13298	3896	702	2201	6799
19 KERTOSONO					1327			1327
20 TULUSGAGUNG					1090			1090
21 BANGIL					449			449
22 MALANG					1109			1109
23 PROBOLINGO			1	1	755			755
24 JEMBER					1309			1309
25 BANYUWANGI					616		469	1085
合 計	52590	1063		53736	39555	4192	19039	53766

(単位：100/年)

EXPD_{mi}: 品目mのゾーンiから他のインドネシア諸島への移出量 (100トン/年)
 (i)式で用いられているゾーン別生産量P_{mi}は、次のようにして求められた。

- A. 米: 統計年鑑所載のジャワ島の1980年の米の生産量を水田面積に比例して、各ゾーンに配分した。
- B. とうもろこし: 統計年鑑所載のジャワ島の1980年のとうもろこしの生産量を畑作面積に応じて配分した。配分計算は、西部、中部、東部、の3地域 (region) 別に行なわれた。
- C. 砂糖: BULOG資料によるジャワ島の1980年の砂糖の生産量を畑作面積に応じて各ゾーンに配分した。配分は、西部、中部、東部の3地域ごとに行なわれた。
- D. 塩: Multi-Various Manufacturing Industriesの資料による1980年の塩の生産量を塩田面積によって各ゾーンに配分した。
- E. 紙: 紙の1980年のゾーン別生産量はIndonesian Pulps and Paper Associationによる。
- F. 鉄鋼: 鉄鋼の1980年のゾーン別生産量は、Ministry of Industryの資料による。
- G. 肥料: 肥料の1980年のゾーン別生産量は、PUSRI資料による。
- H. セメント: セメントの1980年のゾーン別生産量はセメント協会資料による。

(i), (ii) 式で用いられている1980年の品目別ゾーン別輸出入量, EXPF_{mi}, EXPD_{mi}, IMPF_{mi} および IMPD_{mi} は、輸出入統計から求められた。

次に、ジャワ島全体の1980年の品目別消費量は、次式により推定された。

$$(ii) \sum C_m = \sum P_m + \sum IMPE + \sum IMPD - (\sum EXPF_m + \sum EXPD_m)$$

ここで、 $\sum C_m$: ジャワ島全体における品目mの消費量

$\sum P_m$: ジャワ島全体における品目mの生産量

$\sum IMPF_m$: ジャワ島全体における品目mの海外からの輸入量

$\sum IMPD_m$: ジャワ島全体における品目mの他のインドネシア諸島からの移入量

$\sum EXPF_m$: ジャワ島全体における品目mの海外への輸出量

$\sum EXPD_m$: ジャワ島全体における品目mの他のインドネシア諸島への移出量

次に、(ii) 式で用いられている1980年のゾーン別品目別消費量C_{mi}は、上述のようにして求められたジャワ島全体の消費量を人口比で各ゾーンに配分した。但し、肥料は、水田面積と畑作面積の合計面積比で配分した。また、紙の消費量は、一般用途紙 (主として新聞紙) については、人口比で配分し、セメント製造に用いられるクラフト紙は、セメント会社で実際に消費されている実績によった。

4. ゾーン相互間輸送量の推定

まず、アで求めた1980年のゾーン別品目別発着総輸送量に、成長係数 (Growth Factor) (表2.2.20) を乗ずることにより、基準年次である1981年のゾーン別品目別発

着総輸送量を求めた。

表 2.2.20 ゾーン別品目別発着総輸送量
成長係数 (1981/1980)

品 目	成長係数	品 目	成長係数
米	1.028	鉄 鋼	1.539
とうもろこし	1.004	石 油 製 品	1.052
砂 糖	1.037	肥 料	1.084
塩	1.020	セメント	1.145
紙	1.134		

次に、ゾーン相互間輸送量は、まず、いわゆる“Gravity Model”によって、一次的な輸送量を求めた。この一次的な輸送量を、各ゾーン・ペア毎に合計して得られるゾーン別品目別発着総輸送量は、前記の方法により得られた1981年のゾーン別品目別発着総輸送量に一致しない。そこで、フレーター法 (Fratar Method) により、収れん計算を行なうことにより、各ゾーン・ペア毎に合計したゾーン別品目別発着総輸送量を、すでに得られた前記1981年のゾーン別品目別発着輸送量にほぼ一致せしめた。(但し、誤差率5%)

Gravity Modelによる算定式および、フレーター法による計算法は、次のごとくである。

$$(iv) \quad TQ_{nij} = TO_{ni} \cdot TD_{nj} \cdot \frac{1}{L_{ij}}$$

ここで、 TQ_{nij} : i から j への品目 m の輸送量 (100トン/年)

L_{ij} : i, j 間の鉄道距離 (実距離) (表 2.2.21 参照)

TO_{ni} : ゾーン i から品目 m の発送量

TD_{nj} : ゾーン j への品目 m の到着量

TQ_{ni} すなわち品目 m の域内輸送量についても、一定の距離 (L_{ii}) を想定して計算したが、表 2.3 ~ 2.11 には掲げてない。

フレーター (Thomas J. Fratar) が考案した交通量予測のためのフレーター法を、分布輸送量 (ゾーン相互間輸送量) の予測のために用いるときは、つぎのような反復計算によって、その予測値がえられる。すなわち、第 1 回目の修正分布輸送量、 $\hat{TQ}_{nij}^{(1)}$ は、

$$(v) \quad \hat{TQ}_{nij}^{(1)} = TQ_{nij} \cdot \frac{\hat{TO}_{ni}}{TO_{ni}} \cdot \frac{\hat{TD}_{nj}}{TD_{nj}} \cdot \frac{\sum_{i=1}^n TQ_{nij}}{\sum_{j=1}^n \left(\frac{\hat{TD}_{nj}}{TD_{nj}} \right) TQ_{nij}}$$

$$TO_{ni} = \sum_{j=1}^n TQ_{nij}, \quad TD_{nj} = \sum_{i=1}^n TQ_{nij} \quad (n = 25)$$

によって得られる。一般にs回目の修正分布輸送量 $TQ_{mij}^{(s)}$ は、

$$(vi) \hat{TQ}_{mij}^{(s)} = \hat{TQ}_{mij}^{(s-1)} \cdot \frac{\hat{TO}_{mi}^{(s-1)}}{\hat{TO}_{mi}^{(s-1)}} \cdot \frac{\hat{TD}_{mj}^{(s-1)}}{\hat{TD}_{mj}^{(s-1)}} \cdot \frac{\sum_{j=1}^n \hat{TQ}_{mij}^{(s-1)}}{\sum_{j=1}^n \left(\frac{\hat{TD}_{mj}^{(s-1)}}{\hat{TD}_{mj}^{(s-1)}} \right) \hat{TQ}_{mij}^{(s-1)}}$$

によって求められる。ただし、

$$\hat{TO}_{mi}^{(s-1)} = \sum_{j=1}^n \hat{TQ}_{mij}^{(s-1)}, \quad \hat{TD}_{mj}^{(s-1)} = \sum_{i=1}^n \hat{TQ}_{mij}^{(s-1)}$$

である。これは、

$$(vii) \sum_{j=1}^n \hat{TQ}_{mij}^{(s)} = \hat{TO}_{mi}$$

$$(viii) \sum_{i=1}^n \hat{TQ}_{mij}^{(s)} = \hat{TD}_{mj}$$

となったとき、修正計算を止め、この $TQ_{mij}^{(s)}$ を求める分布輸送量(ゾーン相互間輸送量)の予測値 TQ_{mij} とするのである。

なお、 TQ_{mij} は、Gravity Modelによって得られた、一次的なゾーン相互間輸送量、 TO_{mi} 、 TD_{mj} は、1981年のゾーン別総発送量、総到着量の各予測値である。

(iv)~(viii)式で求められた1981年(基準年次)の品別のゾーン相互間鉄道輸送量(鉄道+道路)を往復合計したものから、1981年の同じ品目のゾーン相互間鉄道輸送量(往復合計量)を差し引くことによって、1981年の品目別ゾーン相互間の道路輸送量(往復合計)が求められる。(表2.2.2~2.2.10)

2.2.2 ゾーン相互間距離

(I) 輸送機関別リンク距離

① 鉄道

P.J.K.Aの資料により、32のリンク毎のキロ程を算出した。(表2.2.21)

② 道路

道路総局(BINA MARGA)の資料により、53リンクについてキロ程を算出した。(表2.2.21)

(II) 輸送機関別ゾーン相互間距離

ゾーン・ペア毎に通過するリンクが異なり、ミニマム・パス法によって探索したルートに属するリンク毎の距離を合計することにより、ゾーン相互間の距離を求めた。

2.2.3 ゾーン相互間所要時間

(I) 輸送機関別リンク所要時間

① without projectの場合

ア. 鉄道

リンク毎の距離を、現存の客貨別の速度(km/時)で除すことにより、旅客および貨

表 2.2.21 機関別リンク距離

両端ノード		リンク No. レ	距離	
鉄 道	道 路		鉄 道	道 路
① Merak ② Pankasbitung	① Merak ② Pankasbitung	1	69	73
② Pankasbitung ③ Jakarta	① Merak ③ Jakarta	2	83	122
① Jakarta ④ Cikampek	② Pankasbitung ④ Bogor	3	84	109
② Jakarta ⑤ Sukabumi	① Jakarta ④ Bogor	4	111	43
③ Sukabumi ⑥ Bandung	① Jakarta ④ Cikampek	5	97	90
① Cikampek ⑦ Cirebon	② Bandung ④ Bogor	6	135	111
① Cikampek ⑧ Bandung	③ Sukabumi ④ Bogor	7	89	61
② Bandung ⑧ Tasikmalaya	③ Sukabumi ⑥ Bandung	8	115	85
① Cirebon ⑨ Pakalooan	④ Cikampek ⑥ Bandung	9	136	90
① Cirebon ⑩ Kroja	④ Cikampek ⑦ Cirebon	10	158	154
② Tasikmalaya ⑩ Kroja	⑤ Bandung ⑦ Cirebon	11	133	111
① Pakalooan ⑪ Semarang	⑤ Bandung ⑧ Tasikmalaya	12	90	101
② Kroja ⑪ Kebun	⑦ Cirebon ⑧ Tasikmalaya	13	43	108
③ Semarang ⑫ Purwodadi	⑧ Tasikmalaya ⑩ Kroja	14	60	123
④ Semarang ⑬ Kediri	⑦ Cirebon ⑨ Pakalooan	15	36	129
⑤ Kediri ⑭ Gndih	⑦ Cirebon ⑩ Kroja	16	32	140
① Kebun ⑭ Yogyakarta	⑩ Kroja ⑪ Kebun	17	92	59
⑥ Solo ⑮ Gndih	⑨ Pakalooan ⑪ Semarang	18	42	80
④ Yogyakarta ⑮ Solo	① Kebun ② Bawean	19	59	113
③ Purwodadi ⑯ Gndih	③ Semarang ② Bawean	20	10	32
③ Purwodadi ⑰ Bojocopro	④ Kediri ② Bawean	21	115	23
⑥ Solo ⑱ Kallim	④ Semarang ④ Kediri	22	95	29
① Bojocopro ⑲ Surabaya	⑤ Solo ② Bawean	23	165	43
⑥ Kallim ⑳ Kertosono	④ Yogyakarta ② Bawean	24	70	80
② Surabaya ㉑ Bangil	① Kebun ⑭ Yogyakarta	25	47	93
③ Surabaya ㉒ Kertosono	④ Yogyakarta ⑤ Solo	26	87	58
③ Kertosono ㉓ Tulungagung	④ Semarang ③ Surabaya	27	59	279
① Bangil ㉔ Kalang	④ Semarang ③ Purwodadi	28	43	53
② Tulungagung ㉕ Kalang	④ Purwodadi ③ Gndih	29	103	15
② Bangil ㉖ Probolinggo	⑤ Solo ③ Gndih	30	55	50
③ Probolinggo ㉗ Jenber	⑤ Solo ③ Kawi	31	55	80
③ Jenber ㉘ Banyuwangi	⑤ Solo ⑥ Kallim	32	103	81
-	⑤ Solo ③ Tulungagung	33	-	136
-	③ Purwodadi ⑰ Bojocopro	34	-	127
-	③ Bojocopro ③ Kawi	35	-	68
-	③ Kallim ③ Kertosono	36	-	73
-	③ Kallim ② Tulungagung	37	-	96
-	③ Kertosono ② Tulungagung	38	-	51
-	③ Bojocopro ③ Surabaya	39	-	118
-	③ Bojocopro ③ Kertosono	40	-	121
-	③ Surabaya ③ Kertosono	41	-	83
-	③ Kertosono ② Kalang	42	-	95
-	③ Tulungagung ③ Kalang	43	-	165
-	③ Bangil ③ Kalang	44	-	59
-	③ Bangil ③ Probolinggo	45	-	50
-	③ Kalang ③ Probolinggo	46	-	72
-	③ Probolinggo ③ Situbondo	47	-	92
-	③ Probolinggo ④ Jenber	48	-	94
-	④ Jenber ③ Situbondo	49	-	58
-	④ Jenber ② Banyuwangi	50	-	165
-	③ Banyuwangi ③ Situbondo	51	-	108
-	③ Kallim ③ Kawi	52	-	31
-	③ Surabaya ④ Bangil	53	-	41

表2.2.22 "without" におけるリンク速度

両端ノード		リンク No. レ	"without" におけるリンク速度 $\frac{(x-1)}{with}$			
鉄道	道路		鉄 道 (x-1)		道 路 (x-2)	
			旅 客 (x-1)	貨 物 (x-2)	旅 客 (x-1)	貨 物 (x-2)
① Merak & ② Pankasbitung	① Merak & ② Pankasbitung	1	33	26	27	30
② Pankasbitung & ③ Jakarta	① Merak & ③ Jakarta	2	33	28	35	39
③ Jakarta & ④ Citampok	② Pankasbitung & ④ Bogor	3	42	31	27	30
③ Jakarta & ⑤ Sukabumi	③ Jakarta & ④ Bogor	4	31	32	42	42
⑤ Sukabumi & ⑥ Bandung	④ Jakarta & ④ Citampok	5	26	17	42	42
④ Citampok & ⑦ Cirebon	⑥ Bandung & ④ Bogor	6	18	20	27	30
④ Citampok & ⑧ Bandung	⑤ Sukabumi & ④ Bogor	7	29	23	27	30
⑥ Bandung & ⑨ Tasikmalaya	⑤ Sukabumi & ⑥ Bandung	8	23	19	27	30
⑦ Cirebon & ⑩ Pekalongan	④ Citampok & ⑥ Bandung	9	18	23	47	45
⑦ Cirebon & ⑪ Kroya	④ Citampok & ⑦ Cirebon	10	43	25	42	47
⑨ Tasikmalaya & ⑫ Kroya	⑥ Bandung & ⑦ Cirebon	11	20	23	33	36
⑩ Pekalongan & ⑬ Semarang	⑥ Bandung & ⑧ Tasikmalaya	12	19	42	33	36
⑫ Kroya & ⑭ Kebumen	⑦ Cirebon & ⑧ Tasikmalaya	13	19	34	33	36
⑬ Semarang & ⑮ Purwodadi	⑧ Tasikmalaya & ⑨ Kroya	14	20	36	33	36
⑬ Semarang & ⑯ Kebanjati	⑦ Cirebon & ⑩ Pekalongan	15	23	35	42	47
⑯ Kebanjati & ⑰ Gndih	⑦ Cirebon & ⑨ Kroya	16	23	35	46	51
⑭ Kebumen & ⑱ Yogyakarta	⑨ Kroya & ⑭ Kebumen	17	15	27	32	36
⑱ Solo & ⑲ Gndih	⑩ Pekalongan & ⑬ Semarang	18	26	34	42	47
⑲ Yogyakarta & ⑳ Solo	⑭ Kebumen & ⑮ Bawean	19	20	29	32	36
⑳ Purwodadi & ㉑ Gndih	⑮ Semarang & ⑯ Bawean	20	30	30	39	43
㉑ Purwodadi & ㉒ Bojonegara	⑯ Kebanjati & ⑰ Bawean	21	21	23	38	42
㉒ Solo & ㉓ Kallian	⑰ Semarang & ⑱ Kebanjati	22	13	29	38	42
㉓ Bojonegara & ㉔ Surabaya	⑳ Solo & ⑲ Bawean	23	26	22	38	43
㉔ Kallian & ㉕ Kertosono	㉑ Yogyakarta & ⑲ Bawean	24	18	26	38	43
㉕ Surabaya & ㉖ Bangli	㉒ Kebumen & ⑱ Yogyakarta	25	43	43	32	36
㉖ Surabaya & ㉗ Kertosono	㉑ Yogyakarta & ⑲ Solo	26	59	26	37	41
㉗ Kertosono & ㉘ Tulungagung	㉒ Semarang & ⑲ Surabaya	27	23	30	47	52
㉘ Bangli & ㉙ Malang	㉒ Semarang & ⑲ Purwodadi	28	17	17	47	52
㉙ Tulungagung & ㉚ Malang	㉑ Purwodadi & ⑲ Gndih	29	31	34	38	42
㉚ Bangli & ㉛ Probolinggo	㉑ Solo & ⑲ Gndih	30	51	35	38	42
㉛ Probolinggo & ㉜ Jember	㉑ Solo & ⑲ Bawean	31	31	26	37	41
㉜ Jember & ㉝ Banyuwangi	㉑ Solo & ⑲ Kallian	32	24	26	37	41
-	㉑ Solo & ㉒ Tulungagung	33	-	-	41	45
-	㉑ Purwodadi & ㉒ Bojonegara	34	-	-	47	52
-	㉑ Bojonegara & ㉒ Bawean	35	-	-	37	41
-	㉑ Kallian & ㉒ Kertosono	36	-	-	37	41
-	㉑ Kallian & ㉒ Tulungagung	37	-	-	41	45
-	㉑ Kertosono & ㉒ Tulungagung	38	-	-	41	45
-	㉑ Bojonegara & ㉒ Surabaya	39	-	-	37	41
-	㉑ Bojonegara & ㉒ Kertosono	40	-	-	37	41
-	㉑ Surabaya & ㉒ Kertosono	41	-	-	37	41
-	㉑ Kertosono & ㉒ Malang	42	-	-	37	41
-	㉑ Tulungagung & ㉒ Malang	43	-	-	41	45
-	㉑ Bangli & ㉒ Malang	44	-	-	41	45
-	㉑ Bangli & ㉒ Probolinggo	45	-	-	41	45
-	㉑ Malang & ㉒ Probolinggo	45	-	-	41	45
-	㉑ Probolinggo & ㉒ Situbondo	47	-	-	41	45
-	㉑ Probolinggo & ㉒ Jember	48	-	-	41	45
-	㉑ Jember & ㉒ Situbondo	48	-	-	41	45
-	㉑ Jember & ㉒ Banyuwangi	50	-	-	41	45
-	㉑ Banyuwangi & ㉒ Situbondo	51	-	-	41	45
-	㉑ Kallian & ㉒ Bawean	52	-	-	37	41
-	㉑ Surabaya & ㉒ Bangli	53	-	-	41	45

表2.2.23 "with"における鉄道のリンク速度

(最高速度 100km/h)

両端ノード 鉄 道	リンク No. L _e	"with"における鉄道のリンク速度 km/h V _{2V} (T, N, U)							
		1982 (T-1)		1989 (T-2)		1994 (T-3)		2002 (T-4)	
		旅 客 (N-1)	貨 物 (N-2)	旅 客 (N-1)	貨 物 (N-2)	旅 客 (N-1)	貨 物 (N-2)	旅 客 (N-1)	貨 物 (N-2)
① Merak ~ ② Pankasbitung	1	33	26	33	26	58	69	58	69
② Pankasbitung ~ ③ Jakarta	2	33	28	33	28	46	44	46	44
③ Jakarta ~ ④ Cikampek	3	42	31	42	35	42	35	42	35
③ Jakarta ~ ⑤ Sukabumi	4	31	32	31	32	31	32	40	38
⑤ Sukabumi ~ ⑥ Bandung	5	26	17	26	17	26	17	40	45
④ Cikampek ~ ⑦ Cirebon	6	17	19	54	68	54	68	54	68
④ Cikampek ~ ⑥ Bandung	7	20	23	42	56	42	56	42	56
⑥ Bandung ~ ⑧ Tasikmalaya	8	23	19	23	19	23	19	46	40
⑦ Cirebon ~ ⑩ Pekalongan	9	18	29	18	29	18	29	58	54
⑦ Cirebon ~ ⑨ Kroja	10	43	24	43	24	53	47	53	47
⑧ Tasikmalaya ~ ⑨ Kroja	11	20	23	20	23	20	23	54	53
⑩ Pekalongan ~ ⑫ Semarang	12	19	42	19	42	19	42	59	69
⑨ Kroja ~ ⑬ Kebumen	13	19	34	19	34	47	65	47	65
⑫ Semarang ~ ⑭ Purwodadi	14	20	36	20	36	20	36	56	67
⑫ Semarang ~ ⑮ Kedjati	15	23	35	23	35	23	35	47	45
⑮ Kedjati ~ ⑯ Gndih	16	23	35	23	35	23	35	60	64
⑪ Kebumen ~ ⑰ Yogyakarta	17	15	27	15	27	52	49	52	49
⑬ Solo ~ ⑲ Gndih	18	26	34	26	34	26	34	67	70
⑰ Yogyakarta ~ ⑱ Solo	19	20	29	20	29	44	59	44	59
⑭ Purwodadi ~ ⑲ Gndih	20	30	30	30	30	30	30	88	100
⑭ Purwodadi ~ ⑲ Bojonegoro	21	21	29	21	29	21	29	59	52
⑱ Solo ~ ⑳ Madiun	22	19	29	19	29	54	63	54	63
⑲ Bojonegoro ~ ㉑ Surabaya	23	26	22	26	22	26	22	51	48
⑳ Madiun ~ ㉒ Kertosono	24	18	26	18	26	58	70	58	70
㉑ Surabaya ~ ㉓ Bangil	25	43	40	43	40	45	59	45	59
㉑ Surabaya ~ ㉒ Kertosono	26	50	26	50	26	51	67	51	67
㉒ Kertosono ~ ㉔ Tulungagung	27	23	30	23	30	23	30	50	66
㉓ Bangil ~ ㉕ Malang	28	17	17	17	17	17	17	48	54
㉔ Tulungagung ~ ㉕ Malang	29	31	34	31	34	31	34	50	47
㉓ Bangil ~ ㉖ Probolinggo	30	51	35	51	35	69	69	69	69
㉖ Probolinggo ~ ㉗ Jember	31	31	26	31	26	31	26	50	45
㉗ Jember ~ ㉘ Banyuwangi	32	23	26	23	26	23	26	48	43

注) 途中駅での停車を考慮して定められている。

物のリンク別所要時間を求めた。

イ. 道路

リンク毎の距離を、現在のバスおよびトラックの速度 (km/時) で除すことにより、バスおよびトラックのリンク別所要時間を求めた。(表 2.2.22)

② with project の場合

ア. 鉄道

リンク毎の距離を、電化時の客貨別の速度 (km/時) で除すことにより、旅客および貨物のリンク別所要時間を求めた。尚、停車時間、行違い、待合せ時間も考慮されている。(表 2.2.23)

イ. 道路

現状維持と考えたため、without project と同じである。(2.2.22)

なお、鉄道旅客のリンク所要時間は、普通列車のそれによった。また、道路旅客のリンク所要時間を、バスで代表させたのは、乗用車やオートバイの利用者は、特にゾーン間の輸送においては、ウェイトが極めて小さいと考えられるためである。さらに言えば、特に乗用車は、国民の極く限られた高所得層によって利用され、鉄道電化による転換は小さいと考えられる。したがって、最も転換効果の大きいバスによって代表させた。

(2) 輸送機関別端末所要時間

端末所要時間は、with, without により差を設けなかった。

① 旅客

ア. 鉄道

アクセス、イグレスおよび列車待ち合わせ時間を含め、約1時間とした。(表 2.2.24)

イ. 道路

アクセス、イグレスおよびバス待ち合わせ時間を含め約30分とした。

② 貨物

ア. 鉄道

両端における積卸時間、貨車待時間、経路途中での操車時間を実態調査により求めた。(表 2.2.24)

イ. 道路

鉄道と同様に、実態調査により求めた。

(3) 輸送機関別ゾーン相互間所要時間

以上により求められたリンク所要時間を元に、輸送機関別に、各ゾーン・ペアに属するリンクの所要時間を合計し、これに、端末輸送時間を加算した値をもって、ゾーン相互間所要時間とした。

ゾーン相互間所要時間を式で表わすと次のようになる。

$$PH_{mnij} = \sum_l (L_{ml} \div V_{enl} \cdot RT_{nijl}) + HT_{en}$$

ここで、 PH_{mnij} : 輸送機関mによって品目nがi, j間を輸送されるときの、現状における所要時間

V_{enl} : 品目nが輸送機関mのリンクlを通過するときの所要時間

L_{ml} : 輸送機関mのリンクlの延長 (km)

RT_{nijl} : i, j間を輸送機関mによって輸送する時の経路リンクを示すダミー変数 (1または0)

HT_{en} : 品目nが輸送機関mを利用するときの端末輸送時間

表 2.2.24 輸送機関別端末所要時間(1982)

(単位: 時間)

品 目		鉄 道	道 路
旅 客		1.03	0.47
貨 物	米	72	4
	とうもろこし	72	4
	砂 糖	72	4
	塩	72	4
	紙	72	4
	鉄 屑	72	4
	石油製品	72	1
	肥 料	48	4
	セメント	48	4

- 注) 1. 旅客の場合は、アクセス、イグレスに要する列車待合わせ時間を考慮してある。
 2. 貨物の場合は、両端における積卸時間、経路途中での操車時間を含む。

2.2.4 ゾーン相互間輸送費

(II) 輸送機関別ゾーン相互間運賃

① 旅 客

距離帯別の運賃の実績に直線式をあてはめ、距離比例部分 (marginal cost) と定数部分のパラメータを推定した。直線式は次のとおりである。(表 2.2.25)

ア. 鉄道運賃 (Rp./人): $R_r = 236.4 + 5.1d$ d: 距離 (km)

イ. バス運賃 (Rp./人): $R_b = 4.05d$

② 貨 物

旅客と同様の方法により、距離比例部分 (marginal cost) と定数部分のパラメータを

表 2.2.25 限界費用および端末費用

品目 番号 N =	項目		限界費用 (Rp./km) MC _{lim}		端末費用 (Rp./ton) C _{lim}	
	品目	項目	鉄道	道路	鉄道	道路
			M = 1	M = 2	M = 1	M = 2
1	Passenger		5.1	4.05	336.4	100
2	Rice		9.3	12.4	3000	4300
3	Maize		9.3	12.4	3000	4300
4	Sugar		8.4	12.4	3000	4300
5	Salt		9.3	12.4	3000	4300
6	Paper		10.2	12.4	3000	4300
7	Steel		10.2	20.4	3000	2500
8	Pet-Products		21.5	20.4	1100	2500
9	Fertilizer		13.3	13.0	1300	2500
10	Cement		13.3	13.0	1300	2500

推定した。品目別直線式は次のとおりである。

ア. 鉄道運賃 (Rp./トン)

(i) 米, とうもろこし, 塩: $R_r = 1,000 + 9.3d$

(ii) 砂糖: $R_r = 950 + 8.4d$

(iii) 紙: $R_r = 1,000 + 10.2d$

(iv) 鉄鋼: $R_r = 1,000 + 10.2d$

(v) 石油製品: $R_r = 1,100 + 21.5d$

(vi) 肥料, セメント: $R_r = 500 + 13.3d$

イ. トラック運賃 (Rp./トン)

(i) 米, とうもろこし, 砂糖, 塩, 紙: $R_t = 1,500 + 12.4d$

(ii) 鉄鋼, 石油製品: $R_t = 1,000 + 20.4d$

(iii) 肥料, セメント: $R_t = 1,000 + 13.0d$

(2) 輸送機関別端末輸送費

① 旅客

鉄道, 道路ともに, 両端末のバス運賃, 100Rpとした。ただし, 計算上は, これに, 前記ゾーン相互運賃の定数部分を加えたものをもって, 端末輸送費とした。

② 貨物

ア. 鉄道

荷主の実態調査により, 米, とうもろこし, 砂糖, 塩, 紙, 鉄鋼は約2,000Rp.と算定された。石油製品は積卸費用がかからないため, 特に考慮しなかった。肥料およびセメントについては, 約300Rp.と算定した。

イ. 道路

荷主の実態調査により, 米, とうもろこし, 砂糖, 塩, 紙の5品目の端末輸送費は, 約2,800Rp.と算定された。また, 鉄鋼, 石油製品, 肥料, セメントは, 約1,000Rp.と算定された。

なお, 旅客と同様, 実際の計算においては, 端末輸送費は, これに, ゾーン相互間運賃の定数部分が加えられている。

以上の端末輸送費をまとめると, 表2.2.25のとおりである。

(3) 輸送機関別ゾーン相互間輸送費

(1), (2)より求められた輸送機関別ゾーン相互間運賃および端末費用を合計することにより, 輸送機関別ゾーン相互間輸送費がえられる。

輸送機関別ゾーン相互間輸送費を, 式で表わすと次のようになる。

$$F_{rnij} = MC_{rn} \times L_{rnij} + CT_{rn}$$