

2-3-2 SC間トラヒック

本調査では、次の2段階を踏んでSC間トラヒックを推定した。

第1段階： JICA長期計画に準拠した回帰モデルによる計算

第2段階： GAS3マニュアル(ITU)に述べられている“Kruithofのアルゴリズム”を使った補正

第1段階では回帰モデルを使ってSC間トラヒックの理論値を推定する。しかしながら、この理論値は必ずしも実際のトラヒック・フロー、別の言葉で言えば、加入者あたりの現実のトラヒック密度を反映しているとは言えない。それで第2段階で“Kruithofのアルゴリズム”を採用し、現実からのずれを補正するのである。

(1) 回帰モデルの修正

JICA長期計画で導入されたモデルによれば、SCエリア内の加入者数が小さければ小さいほどトラヒック密度は上がる。このことは、網の規模が加入者増につれて大きくなればなるほど、加入者当りのトラヒック密度は小さくなるという、トラヒック密度の一般傾向と一致している。

一方、実際のデータと詳細に比較検討してみると、予測値が実際値と大幅に食い違うことはよくあることである。

モデルを使い導出した結果を詳細に検討した結果、次のことが明らかになった。各SCのトラヒック密度に相当なバラつきがあり、小さなSCエリアのトラヒックを過剰に見積ることが起こりうる。

したがって本調査では次の観点を加えて、JICA長期計画で用いられたモデルを修正した。

1) 本調査で用いたデータは長期計画と同じく112区間のトラヒック・データであるが、長期計画では1984年の4半期データの内の1つを用いたのに対し、

1985年の4半期データすべての平均値を用い、季節変動を吸収した。

- 2) 本調査では対象とする電話加入者は、S Cエリア内のすべての自動加入者とする。すなわちS Cに従属するP Cおよび加入者交換エリア内のすべての加入者である。
- 3) 説明変数の一つである P_{ij} は、一分間呼の課金パルス数であるが、これをi番目のS Cとj番目のS Cを結ぶ直線距離 D_{ij} で置き換えた。
- 4) 説明変数として使うダミー変数の数を増やし、多重回帰の相関係数値を上げた。

修正式は、次の通りである。

$$\begin{aligned} \ln X_{ij} = & -3.764853 + 0.5006986 \ln S_i + 0.4487037 \ln S_j \\ & + (-0.681247 + 0.1563939 \times D_1) \times \ln D_{ij} \\ & + 0.4646919 \times D_2 - 0.766746 \times D_3 - 1.266141 \times D_4 \\ (R = & 0.9) \end{aligned}$$

ここで、 X_{ij} : i番目のS Cエリアからj番目のS Cエリアへのトラヒック・フロー(単位: アーラン)

S_i/S_j : i番目のS Cエリア内の自動加入者数 /

j番目のS Cエリア内の自動加入者数

D_{ij} : i番目のS Cからj番目のS Cへの直線距離(km)

D_1 : ダミー変数(ジャカルタからの発着は1、その他は0)

D_2 : ダミー変数(メダンからの発着は1、その他は0)

D_3 : ダミー変数(チレボンからの発着は1、その他は0)

D_4 : ダミー変数(スンバワからの発着は1、その他は0)

R : 多重回帰相関係数

(2) トラヒック量の補正

これでも未だS Cエリア毎の理論値と推定値の不一致は避けられないので、本調査では更に精度を上げるため“Kruithofのアルゴリズム”を採用する。

(ITUのGAS3マニュアルを参照のこと)

導出した理論値は各S Cに配分するための比率を決めるために用い、各S Cに発着する総トラヒック量は、“Kruithofのアルゴリズム”を用い、表2-3-3に示す推定データを基に補正した。

2-3-3 PC - SC間トラヒック

市外トラヒック・フロー解析の結果、ほとんどのS Cエリアでは、PCおよび加入者交換機から発する総トラヒック量の70～80%は、自局S Cを経て他のS Cへ流れ出すトラヒックであることが判った。付録-1にサンプルS Cのトラヒック・フロー・ダイアグラムを示す。

したがって、本調査では表2-3-3に示す各S Cエリアからの推定トラヒック密度の1.3倍を、PCおよびLEからの市外トラヒック密度と設定した。

本調査の対象地域のPCエリア毎に、PC - SC間の市外トラヒック密度および市外トラヒック量を付録-8に示す。

2-4 所要回線数算出

本調査では、ITUのGAS3マニュアルに記載されている“迂回中継ルーティング”による網の回線数算出手法を採用する。

通信衛星回線の使用については、JICA長期計画で採用されているSC間市外トラヒックの配分曲線と同一なものを使う。

2-4-1 前提条件

(1) 回線計算

迂回中継ルーティング法についての前提条件は次の通りである。

1) ルーティング条件

本調査では、PBRUMTELの策定した第4次5ヶ年計画に準拠するJICA長期計画と同一のルーティング条件を原則として適用する。しかしながら、スマトラ島外への発着市外呼の一部の最終ルートについては、SC-TC-TC-SCルーティングを適用し、小規模の最終群を創ることを避けた。

2) コスト比較

高便群および最終群のコストは、その伝送距離に比例するものとした。長期計画では、計算のためのコスト・パラメータとして伝送距離を採用している。

3) 呼損率

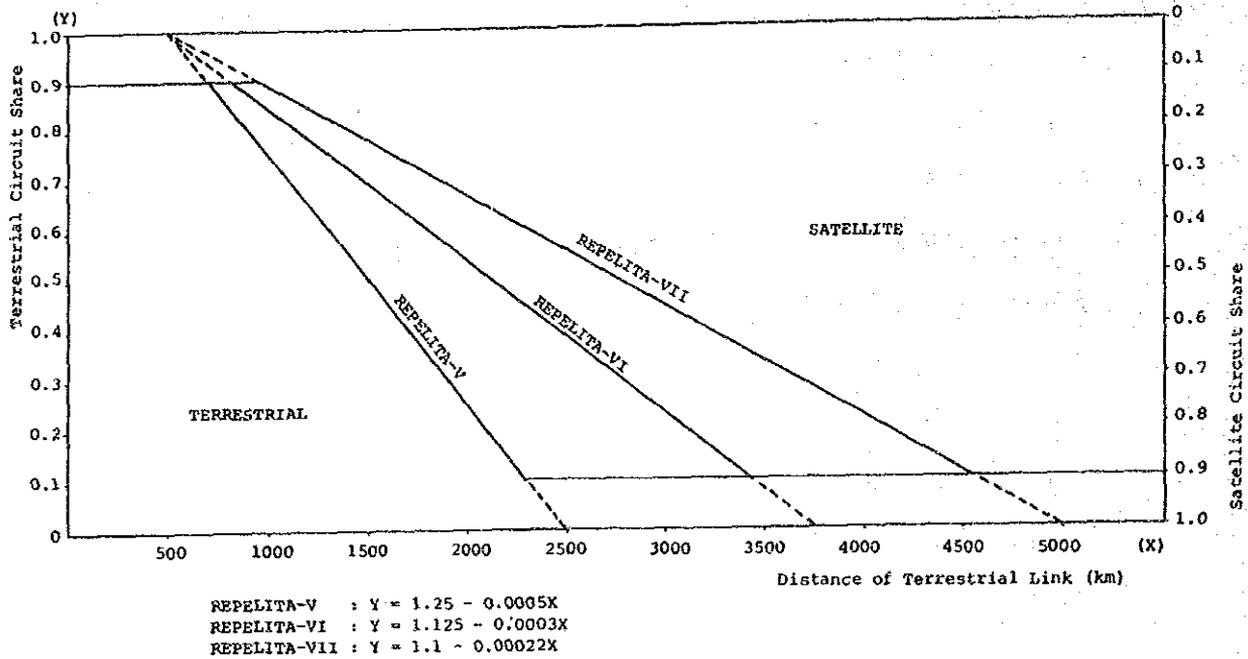
最終群の呼損確率は、第4次5ヶ年計画で採用されている値、0.01に設定した。

4) 高便群の創設

高便群創設の基準として、PERUMTELは15~20回線あるいは13アーラン相当という値を提案している。本調査では、デジタル伝送路を有効に活用することを考慮して、高便群創設の回線数の基準を15回線とする。

(2) 地上伝送路/衛星伝送路への回線の配分

長期計画では図2-4-1に示す配分曲線が提案されている。本調査でも、所要回線を地上伝送システムおよび衛星伝送システムに配分するに当り、同じ配分曲線を使う。



資料: JICA長期計画

図2-4-1 地上回線と衛星回線の振り分け

(3) 地上伝送システムの拡張

長期計画では、いくつかの基幹地上伝送路建設計画が提案されている。本調査では所要回線数算出のために、非対象地域の下記の建設計画も考慮に入れた。

第5次5ヶ年計画期：トランス・スラウェシデジタル・マイクロウェーブ
BJM～UP光ファイバー海底ケーブル

トランス・カリマンタンデジタル・マイクロウェーブ

東部インドネシア デジタル・マイクロウェーブ

BPP～SMR デジタル・マイクロウェーブ

UP～AB 光ファイバー海底ケーブル

第6次5ヶ年計画期：AB～JAP 光ファイバー海底ケーブル

第7次5ヶ年計画期：JAP～MRK デジタル・マイクロウェーブ

(4) 衛星伝送システムの拡張

PERUMTELは第4次5ヶ年計画期中に、インドネシア全土で実施されるべき下の衛星伝送システムの拡張および移設計画を策定した。

－FDMA： プログラム1212／移設計画（2,508回線）

－TDMA： TDMA 第1期（450回線）

TDMA 第2期（5,454回線）

上記計画にしたがい、本調査では次表の衛星伝送リンクを考慮に入れた。

表2-4-1 衛星伝送リンク（対象地域）

区間	FDMA	TDMA（回線数）		計
		第1期	第2期	
JKT～MDN	60	(30)	(130)	160
JKT～BNA	48			0
JKT～PG	36		(120)	120
JKT～PD	0		(60)	60
JKT～PBR	36		(52)	52
JKT～SKN	108			
BD～MDN	0		(32)	32
SB～MDN	0	(30)	(20)	50
SB～PG	36	(30)		30
MDN～PG	0		(24)	24
MDN～PD	0		(38)	38
MDN～PBR	0		(24)	24
MDN～SKN	48			0
PG～PD	0		(26)	26
PD～PBR	24		(24)	24
PBR～SKN	24			0
SKN～SB	60			0
総計	480回線			640回線

資料： BINPROSATTEL（1987年8月8日）

2-4-2 S C間所要回線数

(1) 総所要回線数

今まで述べてきた前提条件とS C間トラヒック・マトリックス(付録-3)を基に、すべてのS C間の電話サービスに対する所要回線数は計算できる。

図2-4-2 は迂回中継ルーティングの場合の一般的な回線算出のフローを示す。

付録-5には、スマトラ島内の対象S C間の1994年、1999年および2004年についての所要回線マトリックスを示す。

非電話系サービスを含めた総所要回線数は、電話サービスに対する所要回線数の100%とした。

(2) 所要地上回線数

スマトラ縦断デジタル・マイクロウェーブシステムの所要回線数は、前節で求めた回線数から次の手法で算出する。

1) 地上／衛星回線の配分

専用線に配分されるべき10%のマーヅンを含む、総所要回線は、図2-1-4の配分曲線を用い先ず暫定的に地上回線と衛星回線に分けられる。

しかし、小規模な回線要求の場合、すなわち30回線以下の所要回線数の場合は、すべての回線を伝送システムの有効活用のために、地上伝送システムにのみ配分する。

2) 衛星回線

前節で述べたように、第4次5ヶ年計画末までに非常に多数の衛星回線の拡張および移設が、計画されている。これらのシステムは当面、そのままサービスを続けるものとした。

本調査では次に、上で暫定的に衛星通信システムに配分した回線数を、拡張あるいは移設された衛星通信システムが、将来に渡って効率的に使用され

るように次のように修正する。

ケース1: 暫定的に配分された衛星回線数が既存の衛星回線容量より小さいときは、既存衛星システムの容量の80%まで回線数を増やす。すなわち、暫定的に計算、配分された所要衛星回線数を、既存システムの回線数を増やしただけ減らすことになる。

ケース2: 暫定的に計算、配分された所要衛星回線数が既存の衛星システムの回線容量より大きいときは、FDMAシステムは拡張を行わずTDMAシステムを用いて配分された所要回線数まで拡張を実施する。しかしながら、拡張すべき回線数が30回線以下の場合には、TDMAシステムでの拡張は行わない。すなわち、拡張回線数分は地上回線数をその分増やしてまかなう。

図2-4-1は衛星回線数算出のためのダイアグラムである。

付録-6には、1994年、1999年および2004年における所要地上/衛星回線数を示す。

2-4-3 PC-SC間所要回線数

対象地域の予測PC-SC間トラヒック(付録-8)により、次の条件で1994年、1999年および2004年のPC-SC間所要回線数を計算した。

- SC内網構成: スター・ネットワーク

- 呼損率 : 0.01

この計算結果も付録-8に示されている。

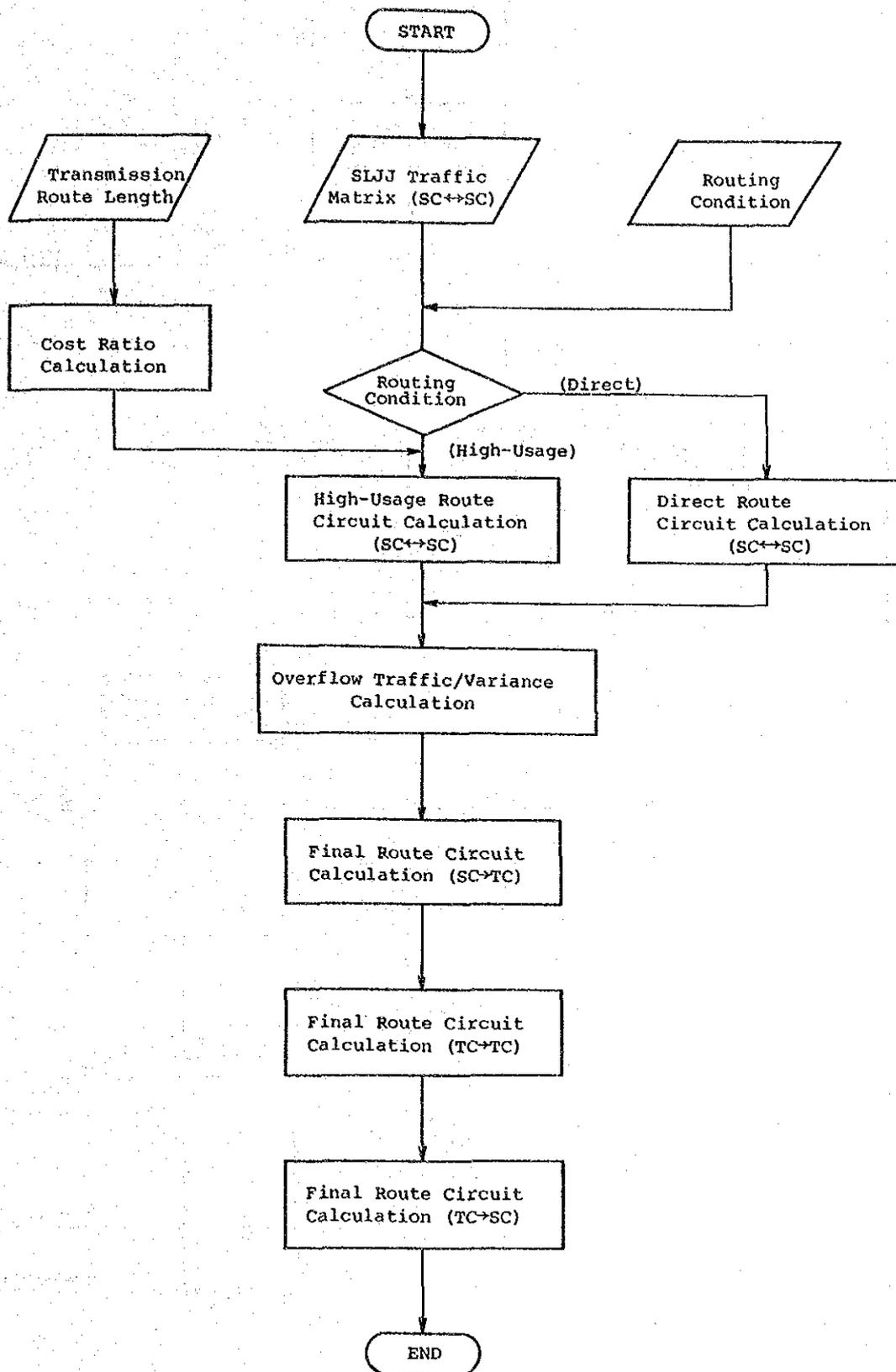


図2-4-2 所要市外回線数算出の手順

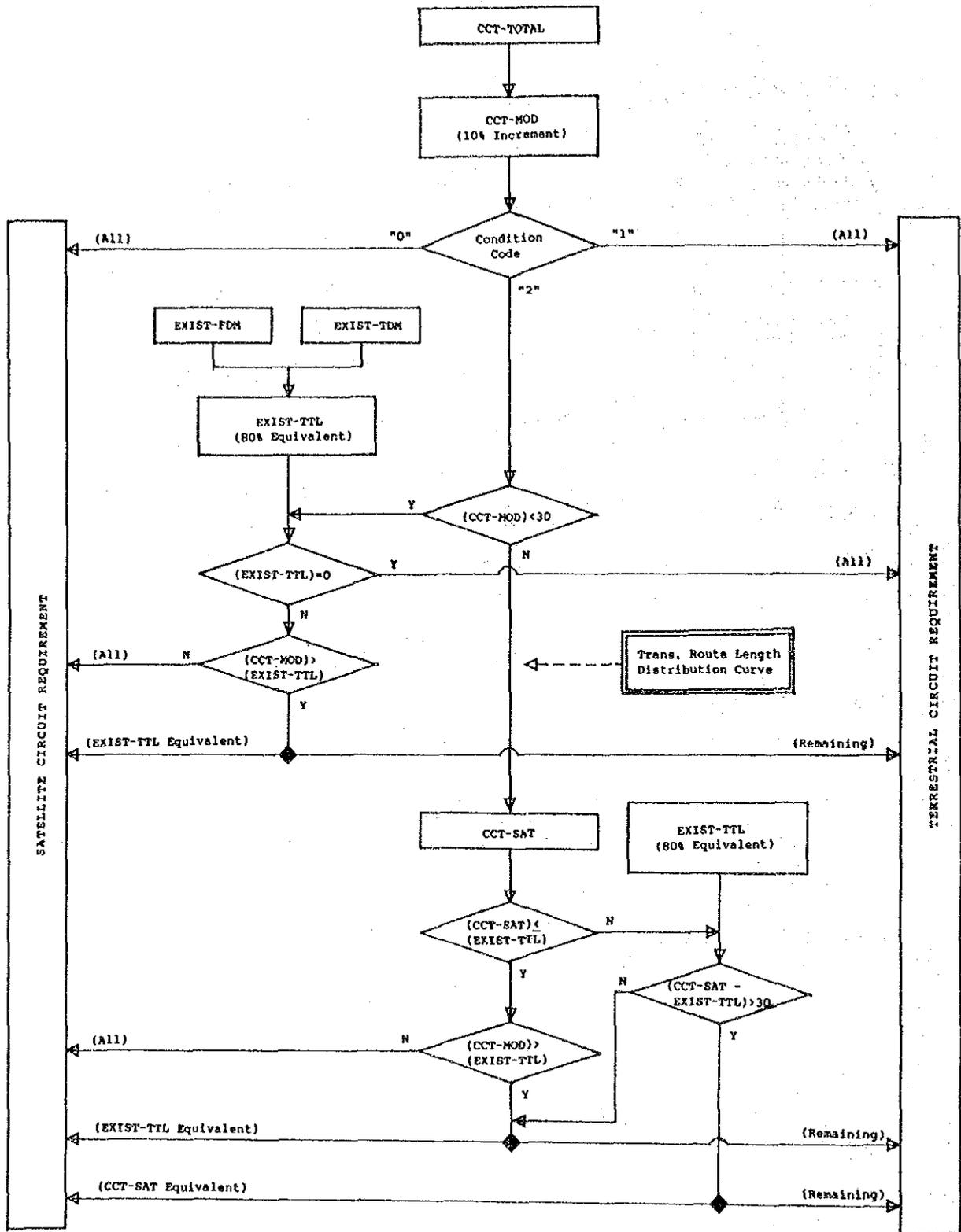


図2-4-3 衛星回線数算出手順ダイアグラム

第 3 章 最適デジタル伝送システム

第3章 最適デジタル伝送システム

3-1 目標品質

ISDNにおける高規格回線の一部となる、実デジタル無線リンクについてのCCIR勧告634(Geneva, 1986)によれば、280Kmから2500Kmの長さL(Km)のリンクは、次の誤り性能規格に準拠することが望ましい。

- (1) BER(ビット誤り率) $\geq 1 \times 10^{-3}$ になるのは、いずれの月においても、 $0.054 \times L / 2500$ % を超えないこと。
但し、積分時間は1秒とする。
- (2) BER $\geq 1 \times 10^{-6}$ になるのは、いずれの月においても、 $0.4 \times L / 2500$ % を超えないこと。
但し、積分時間は1分とする。
- (3) エラーセカンド(誤りを含む秒)の合計は、 $0.32 \times L / 2500$ % を超えないこと。
- (4) 余剰BER $\leq (L \times 5 \times 10^{-9}) / 2500$

設計上は第1規格が最も厳しく、この規格を満足すれば他は自動的に満足されるものとする。

3-2 ルート選定

3-2-1 既設ルート案

既設スマトラ縦断マイクロウェーブ伝送システム(4GHz, 1260ch)は、JAKARTAをPADANG、MEDAN、JAMBI、PALEMBANG、LAHAT、TG. KARANG と結んでおり、1975年以来約12年間、満足な状態で運用されてきている。

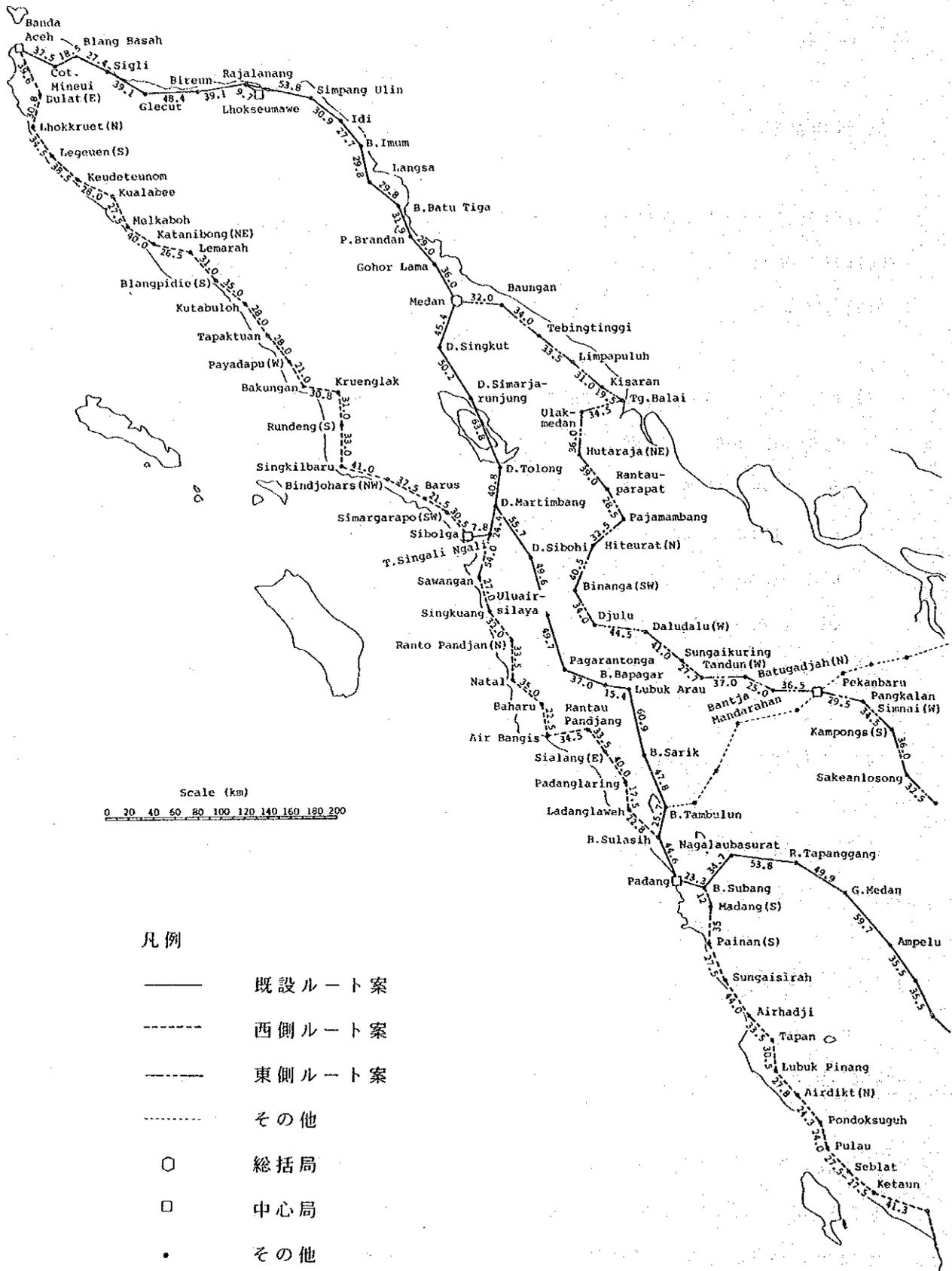
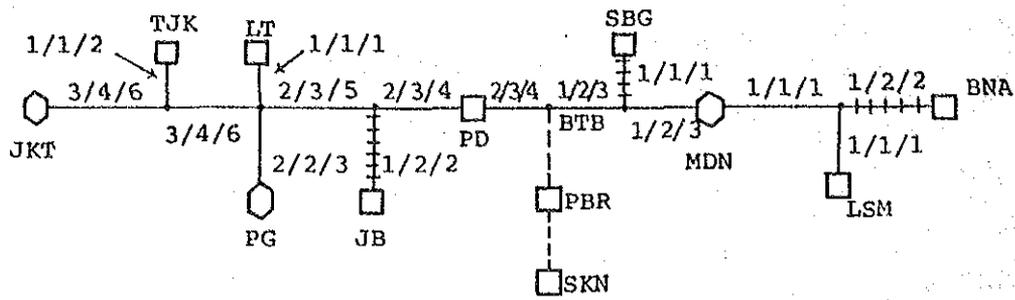


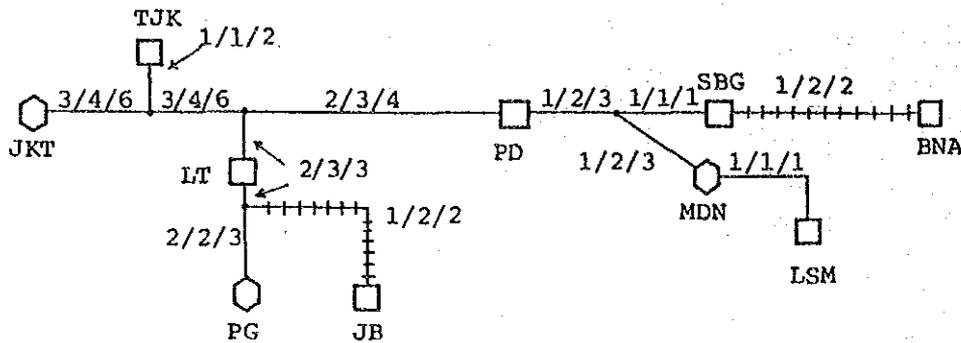
図3-2-1 スマトラ縦断デジタル・マイクロ回線ルート案(1/2)



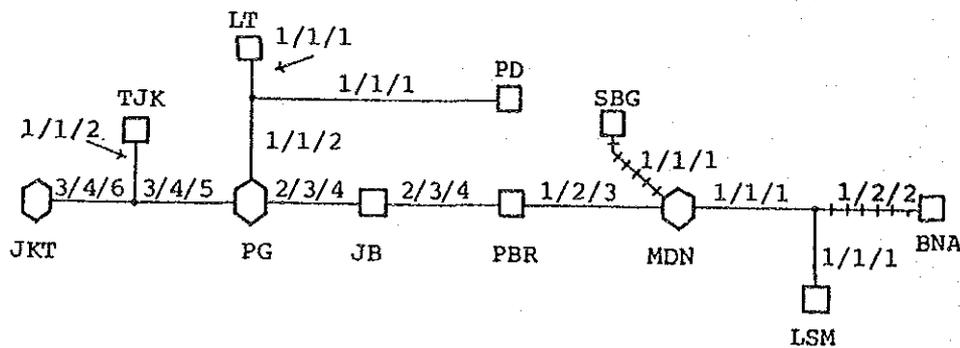
図3-2-1 スマトラ縦断デジタル・マイクロ回線ルート案(2/2)



a. 既設ルート案



b. 西側ルート案



c. 東側ルート案

Note: ————— 140 Mbit system
 ++++++ 34 Mbit system
 - - - - - System by other project
 x/y/z No. of working RF channels for 1994/1999/2004

図3-2-2 所要伝送容量

また、上部6GHz帯を使用するアナログ・マイクロ波システム(1260ch)が、Medan, Lhokseumawe, Banda Aceh間に1982年以来満足な状態で運用されてきている。

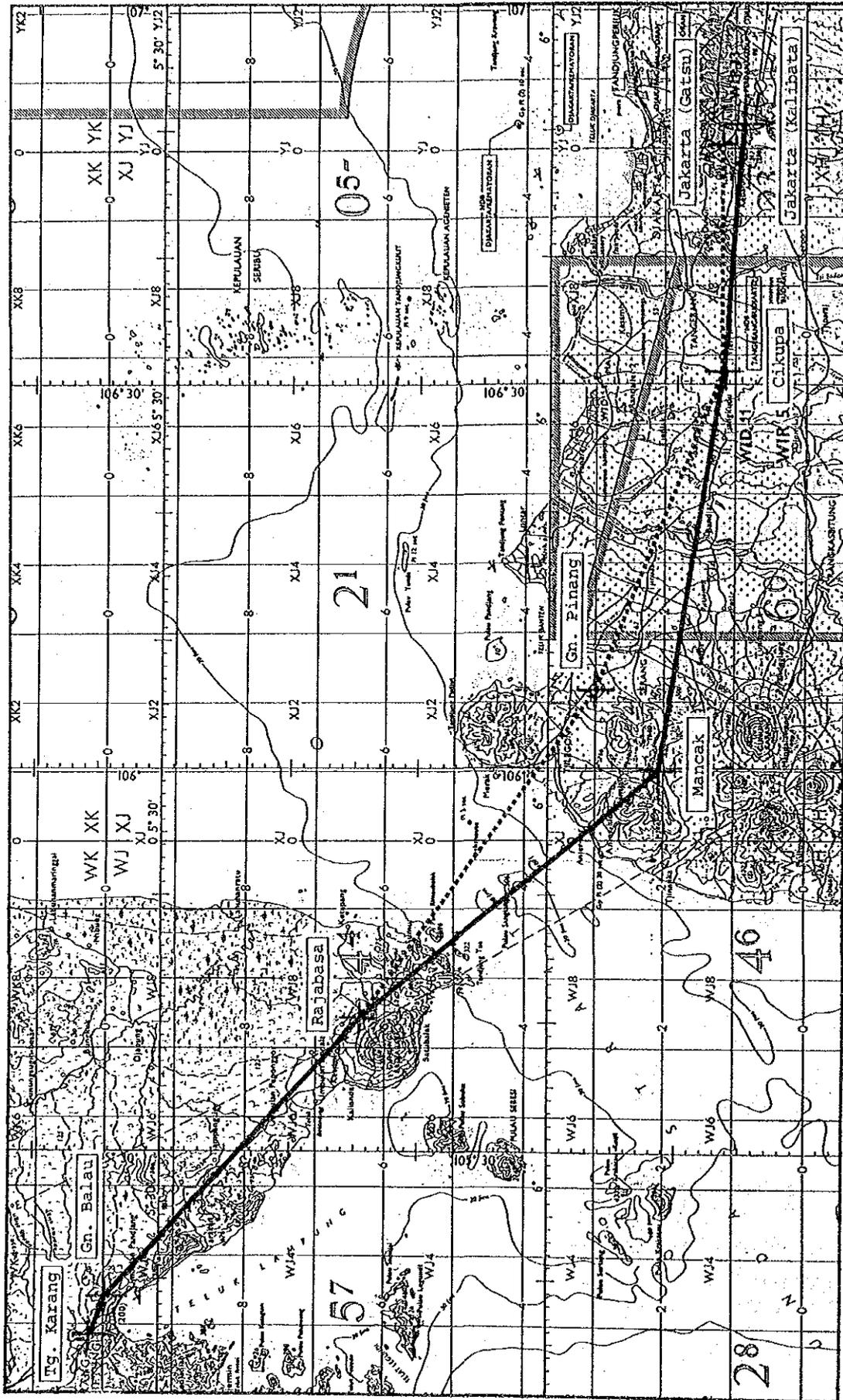
これらの基幹リンクから小容量または中容量無線リンクがMetro, Baturaja, Bkt, Tinggi, P. Siantar, Kabanjahe, Belawang, Binjai, Lhoksukon, Kuala Simpang, Sabangへ分岐している。

既設ルート案は既設アナログ・マイクロ波システムの諸施設を利活用するために、出来るだけ多くの既存局舎、鉄塔、道路を利用することを意図している。

しかしこの案は、スンダ海峡を通る無線通路の反射波により生じる悪影響を軽減するために若干の変更が必要となる可能性がある。5万分の1地図上での検討結果では、Mancak近くのサイトを使用すれば、Rajabasaから8ないし12Kmのところにあるリッジによりかなり(30dBまたはそれ以上)の抑圧が可能であろう。これらのリッジの存在は地図上での検討により発見されたものであるので、実施段階で詳細調査を行い実地に確認することが必要である。この新サイトと候補地無線通路は図3-2-3に示すものを仮定した。

表3-2-1は既設ルート案の中継区間数とホップ長を示す。

図3-2-4は既設ルート案を示す。



Note: ——— New route
 - - - - - Existing route

図3-2-3 スンダ海峡越え伝搬路

表3-2-1 中継ホップ長と数(既設ルート案)

Section	Length (km)	No. of Hops			Hop Length (km)		
		≥30 km	<30 km	Total	Max.	Average	Min.
Jakarta	202.0	4	0	4	57.1	50.5	36.0
Gn. Balau	267.6	5	1	6	57.8	44.6	25.1
Bkt. Asam	243.0	5	1	6	52.7	41.0	28.3
Bkt. Pedukuh	337.3	7	1	8	59.7	42.2	23.3
Padang	386.4	8	1	9	60.9	42.9	15.4
Dk. Martimbang	200.2	4	0	4	63.8	50.1	40.8
Medan	270.1	4	4	8	54.7	33.8	28.3
Rajalanang	211.1	2	4	6	47.9	35.2	18.5
Gn. Balau	6.4	0	1	1	6.4	6.4	6.4
Bkt. Asam	140.2	3	0	3	61.5	46.7	30.2
Bkt. Asam	28.3	0	1	1	28.3	28.3	28.3
Bkt. Pedukuh	161.1	3	2	5	39.7	32.2	29.0
Rajalanang	9.7	0	1	1	9.7	9.7	9.7
Dk. Martimbang	32.2	0	2	2	24.4	16.1	7.8
Total	2,495.6	45	19	64	63.8	39.0	6.4

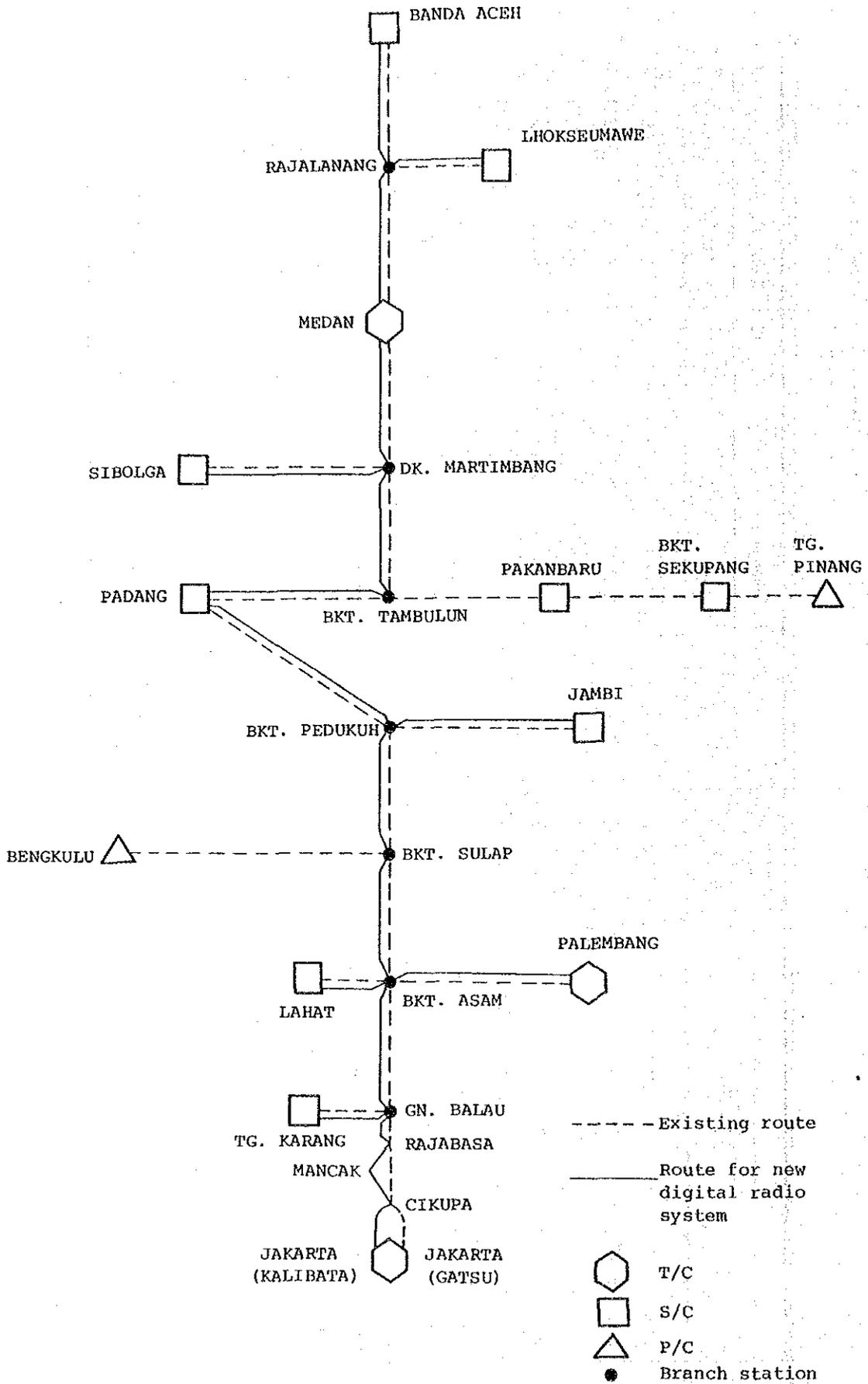


図3-2-4 既設ルート案

既設ルート案の要約したものは下記の通りである。

(表3-2-1も参照のこと)

- (1) RF(無線周波数)帯と伝送容量 : 図3-2-2参照
- (2) ルート総延長 : 2,495.6Km
- (3) 総ホップ数 : 64
- (4) 総ホップ数(≥30Km) : 45
- (5) " (<30Km) : 19
- (6) 端局/分岐局数 : 10/5
- (7) 鉄塔
 - 利用可能な既設鉄塔 : 60基
 - 新鉄塔 : 5基
- (8) 監視・制御システム
 - Route Control Center : 1局 Jakarta
 - Regional Control & Repair Center : 4局 Jakarta, Palembang, Padang, Medan
 - Service Depot : 7局 Tg. Karang(Gn. Balau), Bkt. Asam Bkt. Pedukuh, Sungaidareh(Gn. Medan) Dk. Martimba Lhokseumawe, Banda Aceh
 - Centralized Supervisory & Control Center(新設) : 1局 Jakarta

3-2-2 西側ルート案

西側ルート案はBarisan 山脈を越えて概ね西海岸を通過しており、マイクロ波伝搬と運用・保守の面から見て極めて実現困難な案と考えられる。

- 本ルートは図3-2-1と図3-2-5に示すようにJakarta からGn. Balauまでは既設ルートと同じルートを通った後、西側へ分岐しBarisan山脈を北方に抜け、Bengkuluに達する。
- Bengkuluから本ルートは大部分、海岸地域を通りPadang, Sibolga を経由してBanda Acehに達する。
- MedanとLhokseumaweに対してはDk. Martimbangから既設ルートを通らざるを得ない。
- 西側ルートはまたPadang Binduから分岐してPalembangとJambiに延びる。
- Tg. KarangへはGn. Balauより延長するのは既設ルート案と同様である。
- 西側ルート案を要約すると次の通りである。

- (1) RF帯と伝送容量 : 図3-2-2参照
- (2) ルート総延長 : 3,215.8Km
- (3) 総ホップ数 : 96
- (4) 総ホップ数(≧30Km) : 60
- (5) " (<30Km) : 36
- (6) 端局/分岐局数 : 11/4
- (7) 鉄塔
- 利用可能な既設鉄塔 : 36基
 - 新鉄塔 : 61基
- (8) 監視・制御システム
- Route Control Center : 1局 Jakarta
 - Regional Control & Repair Center : 4局 Jakarta, Palembang, Padang, Medan
 - Service Depot : 14局 Tg. Karang(Gn. Balau), Bkt. Asam Jambi, Sibolga, Lhokseumawe, Banda Aceh, Bkt. Pedukuh, Bengkulu, Mukomuko, Natal, Dk. Martimbang, Tapaktuan, Meulaboh
 - Centralized Supervisory & Control Center(新設) : 1局 Jakarta

表3-2-2 中継ホップ長と数(西側ルート案)

Note: Bracketed figures show the number of hops on the exist. route.

Section	Length (km)	No. of Hops			Hop Length (km)		
		≥30 km	<30 km	Total	Max.	Average	Min.
Jakarta - Gn. Balau	202.0	4	0	4 (1)	57.1	50.5	36.0
Gn. Balau - Benkulu	452.3	8	6	14	50.0	32.3	14.6
Benkulu - Padang	417.7	8	6	14 (1)	44.0	29.8	12.0
Padang - Sibolga	377.8	8	5	13	54.0	31.0	7.8
Sibolga - Banda Aceh	633.9	13	7	20	41.0	31.7	21.5
Gn. Balau - Tg. Karang	6.4	0	1	1 (1)	6.4	6.4	6.4
Padang Bindu - Lahat	24.0	0	1	1	24.0	24.0	24.0
Bkt. Asam - Jambi	404.1	8	3	11 (11)	52.7	36.7	28.3
Bkt. Asam - Palenbang	140.2	3	0	3 (3)	61.5	46.7	30.2
T.Singali Ngali - Dk. Martimbang	24.4	0	1	1 (1)	24.4	24.4	24.4
Dk. Martimbang - Medan	200.2	4	0	4 (4)	63.8	50.1	40.8
Medan - Lhokseumawe	279.8	4	5	9 (9)	54.7	31.1	9.7
Bkt. Asam - Lahat	28.3	0	1	1 (1)	28.3	28.3	28.3
Total	3,215.8	60	36	96 (32)	63.8	33.5	6.4

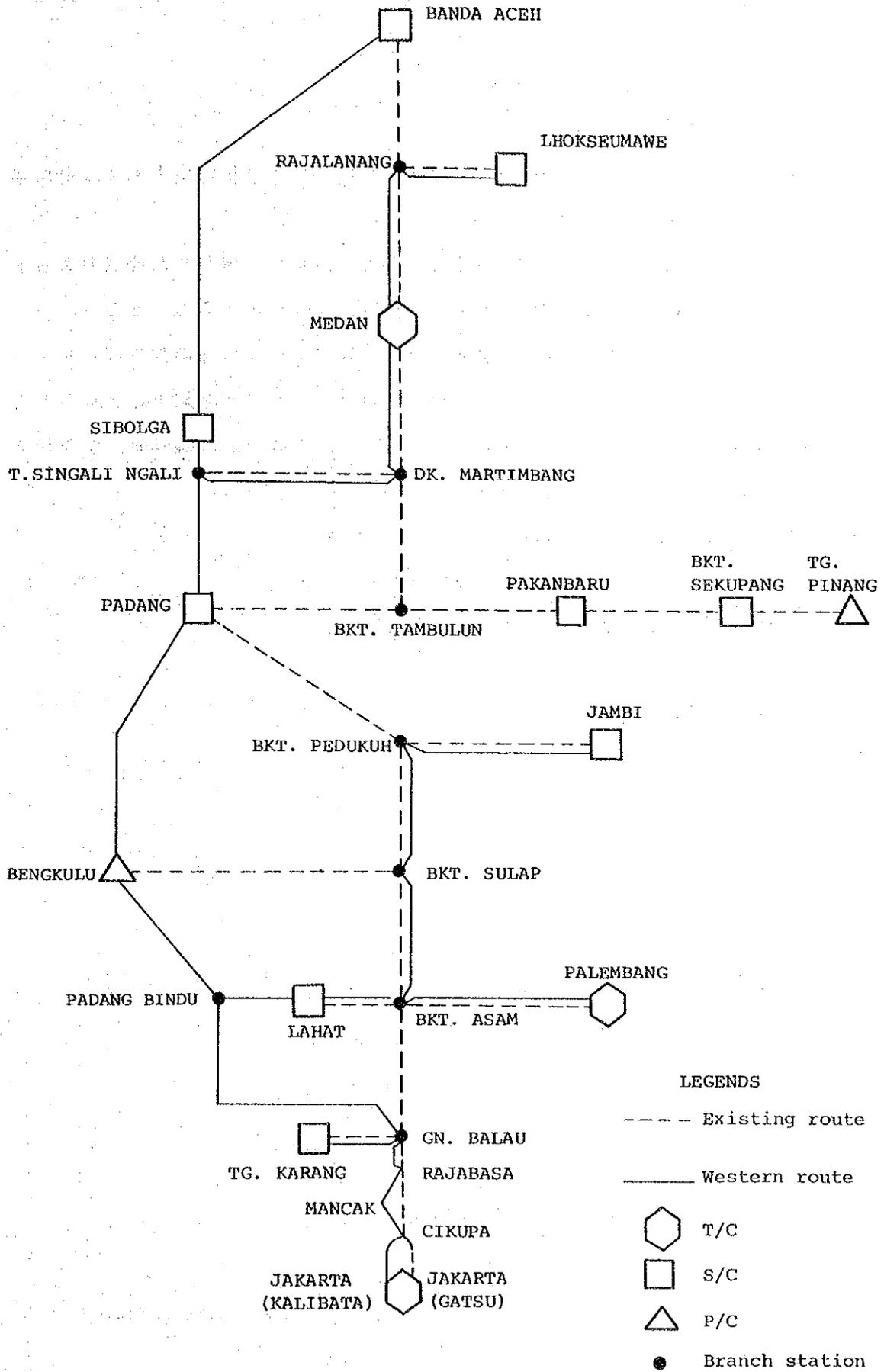


図3-2-5 西側ルート案

3-2-3 東側ルート案

東側ルートは図3-2-1と図3-2-6に示すようにスマトラ島の中央または東側地域を通るものである。

このルートの南部及び中部は湿地帯であるか熱帯林に覆われた地域であると考えられ、Pakanbaru近くのある地域での樹高は50mを越えるものもある。

一般的に東側ルート地域にはフェージング確率や所要中継局数を減らすためにマイクロ波伝搬上望ましい山岳や丘陵が殆どないが、回線網上、すなわち交換局へのアクセスの容易さ上からは、Palembang、Jambi、Pakanbaru が東側本ルート上にくるので、西側ルート案より望ましいと考える。

Medan、Banda Aceh間の代替ルートは考えていない。

Jakarta-Gn. Balau区間部分は他の案と同じである。

東側ルート案は下記のように要約される。(表3-2-3参照)

(1) RF帯と伝送容量	:	図3-2-2参照
(2) ルート総延長	:	3,196.0Km
(3) 総ホップ数	:	89
(4) 総ホップ数(≥30Km)	:	66
(5) " (<30Km)	:	23
(6) 端局/分岐局数	:	11/3
(7) 鉄塔		
利用可能な既設鉄塔	:	43基
新鉄塔	:	47基
(8) 監視・制御システム		
Route Control Center	:	1局 Jakarta
Regional Control & Repair Center	:	4局 Jakarta, Palembang, Padang, Medan

Service Depot : 14局 Tg. Karang(Gn. Balau), Bkt. Asam
Jambi, Pakanbaru Sibolga,
Lhokseumawe, Banda Aceh,
Mengalla, Bkt. Pedukuh,
Sungaidareh(Gn. Medan)
Rengat, Binaga South
Rantau Prapat, Dk. Martimbang

Centralized Supervisory &

Control Center(新設): 1局 Jakarta

表3-2-3 中継ホップ長と数(東側ルート案)

Section	Length (km)	No. of Hops			Hop Length (km)		
		≥30 km	<30 km	Total	Max.	Average	Min.
Jakarta	202.0	4	0	4 (1)	57.1	50.5	36.0
Gn. Balau	354.3	8	1	9	48.0	39.4	27.5
Palembang	224.5	6	0	6	41.5	37.4	31.0
Jambi	332.3	7	5	12	39.5	27.7	20.0
Pakan Baru	606.7	14	4	18	44.5	33.7	25.0
Medan	268.9	4	4	8 (8)	53.8	33.6	27.7
Rajalanang	210.0	4	2	6 (6)	48.4	35.0	18.5
Padang	580.3	12	2	14 (14)	59.7	42.2	23.3
Rajalanang	9.7	0	1	1 (1)	9.7	9.7	9.7
Medan	200.2	4	0	4 (4)	63.8	50.1	40.8
Dk. Martimbang	32.2	0	2	2 (2)	24.4	16.1	7.8
Palembang	140.2	3	0	3 (3)	61.5	46.7	30.2
Bkt. Asam	28.3	0	1	1 (1)	28.3	28.3	28.3
Gn. Balau	6.4	0	1	1 (1)	6.4	6.4	6.4
Total	3,196.0	66	23	89 (41)	63.8	35.9	6.4

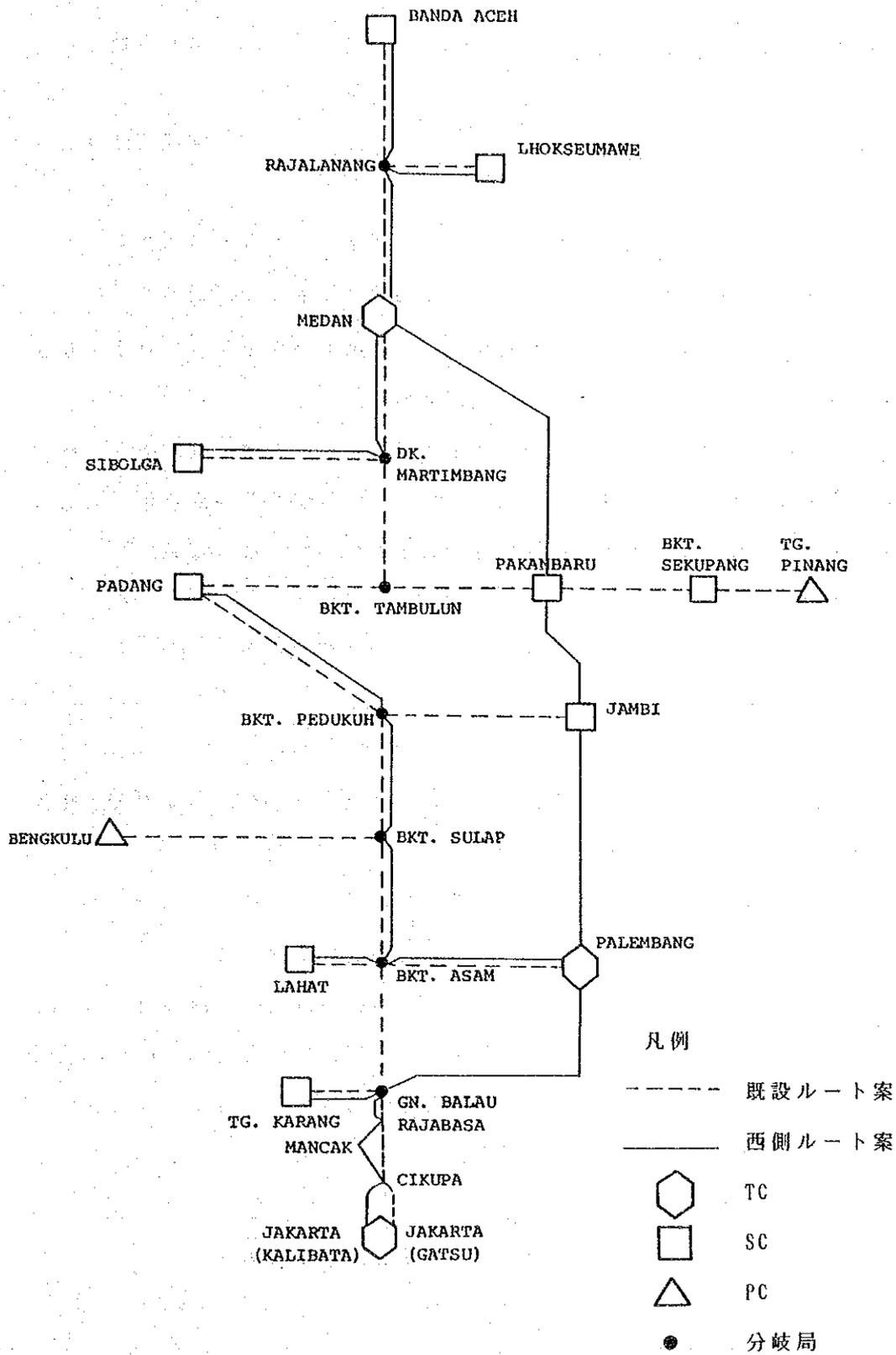


図3-2-6 東側ルート案

3-3 アナログ網からデジタル網への移行

3-3-1 スマトラ島における移行

(1) ネットワークのデジタル化

ネットワークのデジタル化は既設伝送施設の取り替えとデジタル交換機の設置に合わせて推進するのが实际的である。

ネットワークがアナログからデジタル化される過渡期には、ネットワークの構成は出来るだけ単純化してネットワーク自体がそれを取り巻く環境の急激な変化を吸収できるよう柔軟性を持たせておかねばならない。

(2) 考慮すべき事項

1) ルート・ダイバーシティ

基幹伝送ルートの2重化はネットワークの信頼性を高めることになるし、現在、衛星通信システムのみによって接続されるような、小加入者地域をカバーできるようになる。

2) 同期

ネットワークの完全同期はデジタル化の前提条件である。

インドネシアでは、FTPによると、PAMS(Preselected Alternate Master Slave)方式が使用される。さらに将来2つのISC(International Switching Center)が設置されると、各ISCに置かれるマスター・クロック供給システムがお互いにバックアップの機能を持つことになる。

3) アナログ・ネットワークとの共存

下記区間の地上マイクロ波システムが現在運用中である。

ジャカルタ～メダン : 1975年より

メダン～パンダアチェ : 1982年より

3-9-2 無線サブシステム

(1) 共存期間

既設のアナログスマトラ縦断マイクロ波システムは、スマトラ縦断地上デジタル伝送路が運用を開始した後も使用されるが、その共存期間は既設システムの運用に必要な予備品入手の可否により決まってくる。

(2) 運用と保全

既設ルート案によれば、スマトラ縦断デジタル・マイクロ波システム(TSDMS)の新設無線局は、Kalibata、P. Brayan、Mancak、Sibolga、T. Singali Ngaliであり、然るべき対策が講じられれば、共存期間の新TSDMSの運用・保全は既存の要員でカバーすることが可能である。

(3) TV信号伝送

TSDMS はPALAPAシステムをバックアップするためにTV信号の伝送が可能でなければならない。TSDMS の完成後は現在の既設アナログシステムが受け持っているバックアップ機能をTSDMSに移すことが可能である。

3-3-3 端局装置サブシステム

デジタル化の過渡期における伝送システムと交換機間のインターワーキングは慎重に検討されなければならない。

インドネシアでは交換機の完全デジタル化は1999年までに行われる予定であるが、ISDNに向けてのデジタル化の初期段階においても伝送リンクを部分的にデジタル化することは可能である。

たとえジャカルタ～メダン間は1994年までにはデジタル化されるべきであるとしても、この区間にある既設市外交換局にはアナログのまま残るものが若干ある。アナログ交換局とデジタル伝送リンク間の接続はA/Dコンバータ、すなわち、過渡期には端局装置サブシステムのチャンネルユニットを設けることが必要になる。

第 4 章 伝送システムの選択

第4章 伝送システムの選択

4-1 無線サブシステム

4-1-1 伝送容量と無線周波数

図3-2-2に示す所要RFチャンネル数は、3つの異なるルート案から最適案を選ぶために、第1次現地調査で収集した需要・トラヒックデータを基に推定したものである。一方、図4-1-1は、第2次現地調査で得られた最新の需要・トラヒックデータによる修正を行った、既設ルート案の所要RFチャンネル数を示す。

ジャカルタをスマトラ島内の2つの総括局(Tertiary Center 略してTC)メダン、パレンバンと7つの中心局(Secondary Center 略してSC)すなわちTg. Karang, Lahat, Jambi, Padang, Sibolga, Lhokseumawe, Banda Acehに接続する、スマトラ縦断デジタル基幹伝送システムはインドネシアの全国基幹伝送システムの重要な部分を形成するものである。

POSTELによる周波数配置計画は、長距離・大容量幹線に対して、上部6GHz帯域の使用を推奨しており、この帯域は16QAM変調方式により、最大8つの140Mb/s RFチャンネルを伝送できる。

これは世界の主要メーカーの最新技術レベル、CCIR Rec. 384-4に対する適合性およびトラヒック予測の結果を考慮すると妥当なものと言うことができ、本RF帯をこの伝送システムに使用することが原則として望ましい。

無線システムの信頼性を向上させるために、複数の現用RFチャンネルの他に1つの予備RFチャンネルが付加される。

将来、トラヒックが増大すれば現用RFチャンネルを追加する必要がある。TVプログラムは現在、国内衛星であるPALAPAにより中継され、地上アナログ伝送システムによりバックアップされており、このアナログシステムがデジタルシステムに取り替えられた暁には、このPALAPAシステムを地上デジタル伝送システムによりバックアップする必要が生じる。

そのためには、アナログシステムの場合と同様に、地上デジタルシステムの予備RFチャンネルが使われ、帯域圧縮技術を用いることにより可能な伝送速

度68Mb/s(34Mb/sx2)のTVコーデック(Codec)を図4-1-2に示すように、多数設ける必要がある。

付録-12は既設ルート案に対して提案される無線周波数配置を示す。

この周波数案が、Medan-Banda Acehリンクの既存無線周波数案や、Padang-Tg. Pinang リンクとPadang-Palembangリンクに対して割り当てられた無線周波数案と整合するためには、新スマトラ縦断デジタル・マイクロ波システムの1つの区間(例えばBkt. TambulunとBkt. Sarik)にたとえば8GHz帯等の別周波数帯を使用する必要も生じる。

同様に、第2ジャワ〜バリ デジタル・マイクロ波システムに割り当てられる無線周波数も本スマトラ縦断デジタル・マイクロ波システムの無線周波数に対し、ジャカルタ側で整合することが必要である。

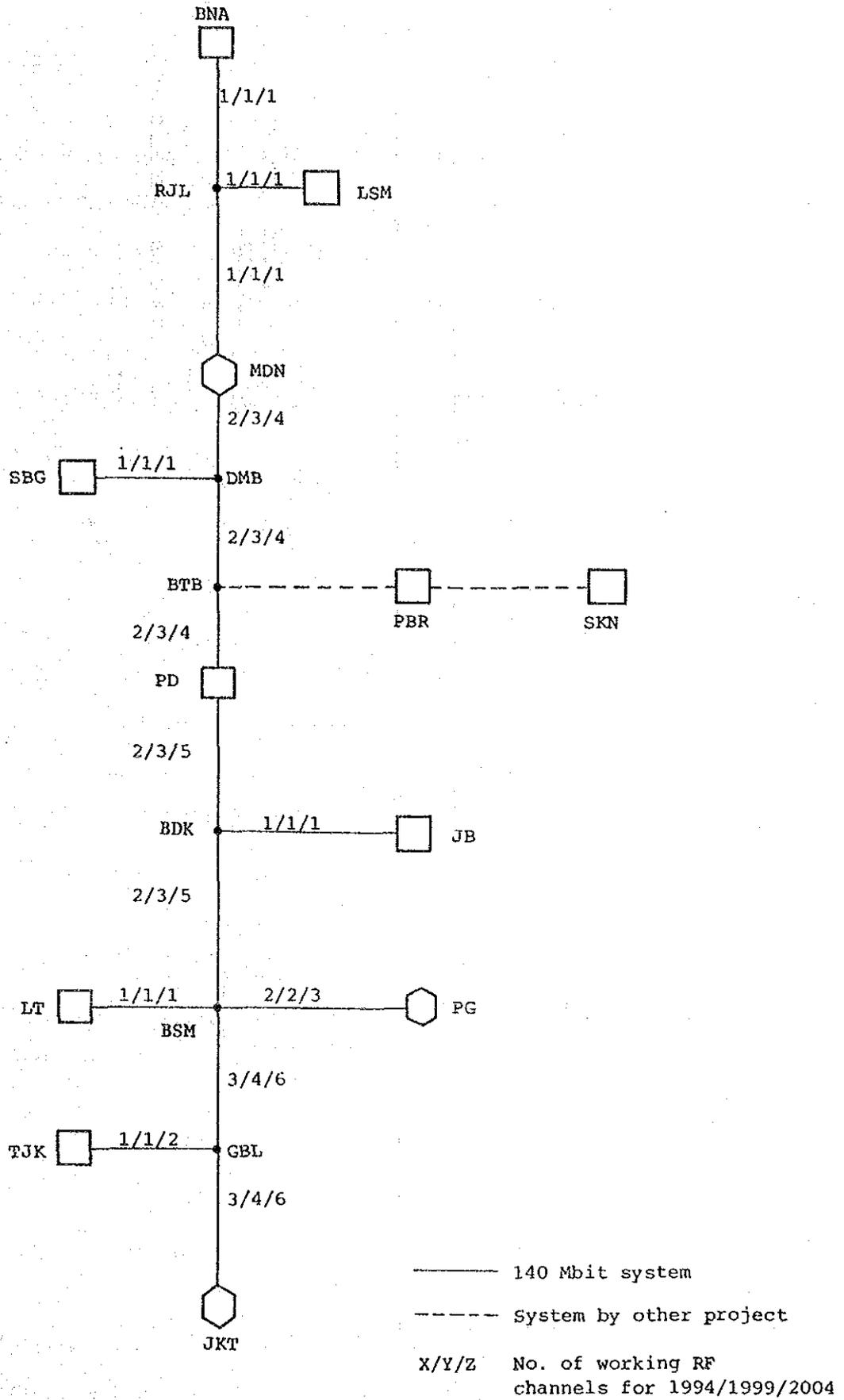


図4-1-1 既設ルート案 所要伝送容量

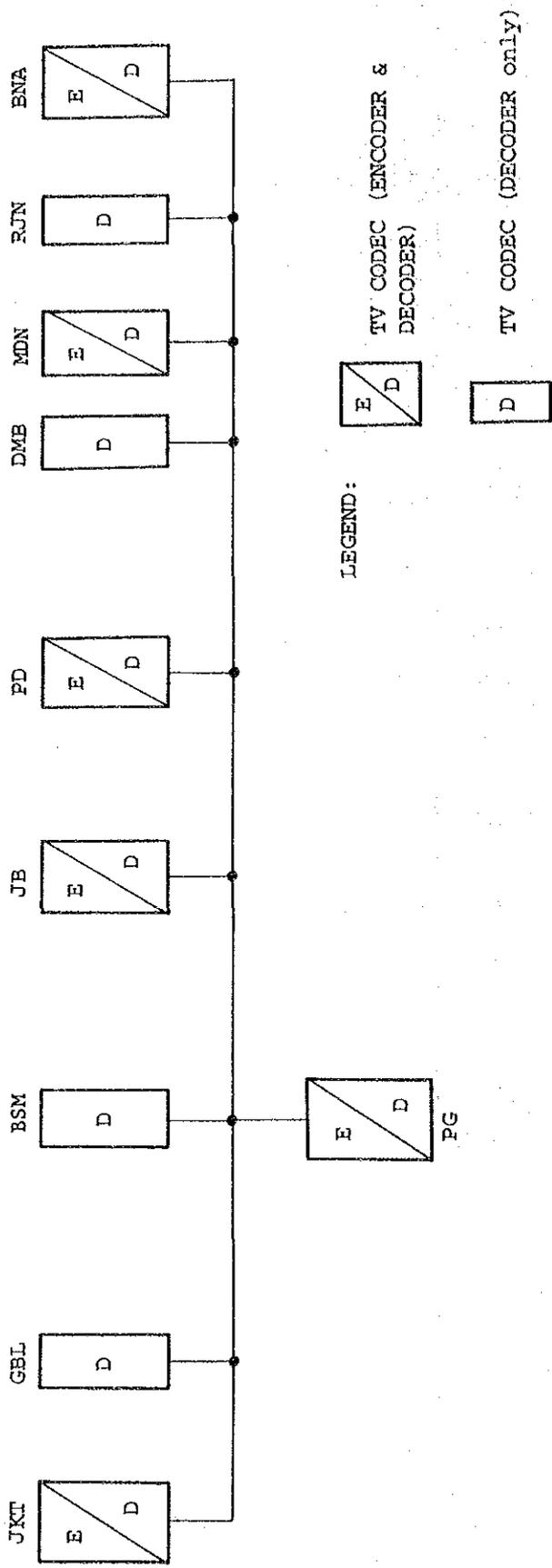


図4-1-2 TV用CODECの配置

4-1-2 変調方式

採用する変調方式は、スペクトラム効率、回線性能、最近の技術水準、メーカーの納入実績を勘案して選択する。

現在最もよく用いられている変調方式は、4PSK(Phase Shift Keying)、8PSKと16QAM(Quadrature Amplitude Modulation)である。

周波数スペクトラム効率は、1ヘルツ当り伝送可能なビット数、すなわちbit/s/Hzで表される。諸変調方式に対する代表的な値は次の通りである。

4PSK	:	1.3 bit/s/Hz
8PSK	:	2.0 bit/s/Hz
16QAM	:	2.7 bit/s/Hz

もし、周波数再利用についての空間効率、すなわちシステム・ノード容量を考慮すると、スペクトラム効率はさらに向上する。このシステム・ノード容量は、決められたBERを達成するために必要な、そのノードに於ける最小分岐角により決まる。この最小分岐角はこのシステムが干渉をどこまで許容できるかにより決まってくる。

デジタル回線性能は3-1に述べたある時間率に対するBBRにより評価され、BER=10⁻³(これ以下ではそのシステムは断と見なされる)を与える限界搬送波対雑音電力比は次の通りである。

4PSK	:	10.3 dB
8PSK	:	14.8 dB
16QAM	:	16.5 dB

上記の値は受信信号のすべての周波数成分が伝送帯域内で一様に減衰した場合のものであるが、実験用または実用のために設置したシステムについての諸報告によれば、多重路伝搬により選択フェージング(振幅歪)を受けているシス

テムはもっと高いC/NでもBER=10⁻³に達するとされている。

これらの変調方式はすべて多くのメーカーで製造実績がある。多くのメーカーは既に64QAM方式を納入しており、日本ではNTT(日本電信電話株式会社)が、最近400Mb/s容量の256QAM方式の現場試験に成功した。

これらの変調方式の特長や特性を比較すると、スマトラ縦断デジタル・マイクロ波システムには16QAM、140Mb/sシステムの採用が推奨される。

16QAM方式は4PSKや8PSKよりも高いC/Nを必要とするが、このような欠点は熱雑音、干渉や符号間干渉に対する固定劣化に対し十分なマージンをとり、アダプティブ等化器、トランスバーサル等化器および/または、スペースダイバーシティを使用することにより克服可能である。

4-1-3 無線機器

無線機器は送受信機、変復調機、RF回線切り替え装置、遠隔監視制御装置、フィーダー等より構成される。

電波伝搬の悪条件が予想される区間には、スペースダイバーシティが適用される。

無線端局と中間中継所の典型的なシステム構成を図4-1-3に示す。同図では仮に、スペースダイバーシティ(SD)が端局と隣接局との間の区間に適用されているが、その次の区間には適用されていないとしている。

電波伝搬の状況により、ある区間(一般に30Km以上の通路長を持つ)では所要の性能目標値を確保するために、アダプティブならびにトランスバーサル等化器と共にスペースダイバーシティを用いることが必要である。(付録-13参照)

アナログシステムの場合と同様にデジタル・マイクロ波システムに対しても図4-1-4と図4-1-5に示すような複数回線のベースバンド切り替え、オムニバス打ち合せ回線、地域・遠隔監視制御、中央集中監視制御を行う諸補助装置が設置される。

ベースバンド回線切り替え

複数のベースバンド回線の切り替え制御は図4-1-4(a)に示すような切り替え区間の各々に対し可能でなければならない。

この切り替え装置の機能としては、ある現用RFチャンネルの障害に際して予備RFチャンネルへの切り替えを、またこの障害が除去または消滅した場合にはその逆の切り替えを自動的に行うものである。

保護切り替えは、同期切り替えかシステム切り替えかのどちらかにより行われる。前者はフェージング時に、切り替えに先だって現用RFチャンネルと予備RFチャンネル間でのビットとフレーム同期を取ることにより、BERの増大による瞬断を防止するものであり、後者は装置故障に対する保護を与えるものである。

オムニバス、エクスプレス打ち合せ回線

オムニバス打ち合せ回線は、地域統轄・修理センターに従属する無線局間の技術業務通信を行うためのものであり、エクスプレス打ち合せ回線はRoute Control Center、Regional Control Center、Service Depot間の技術業務通信を行うためのものである。

遠隔監視制御

これは地域内の無線局の状態の報告と制御を行うシステムであり、集中監視制御システムとは区別されるべきものである。

ジャカルタ、パレンバン、パダン、メダンに置かれるスマトラ縦断デジタル・マイクロ波システムのRegional Supervisory & Control Centerには親局装置を、また遠隔地に置かれた被監視、被制御局には子局装置を設ける。

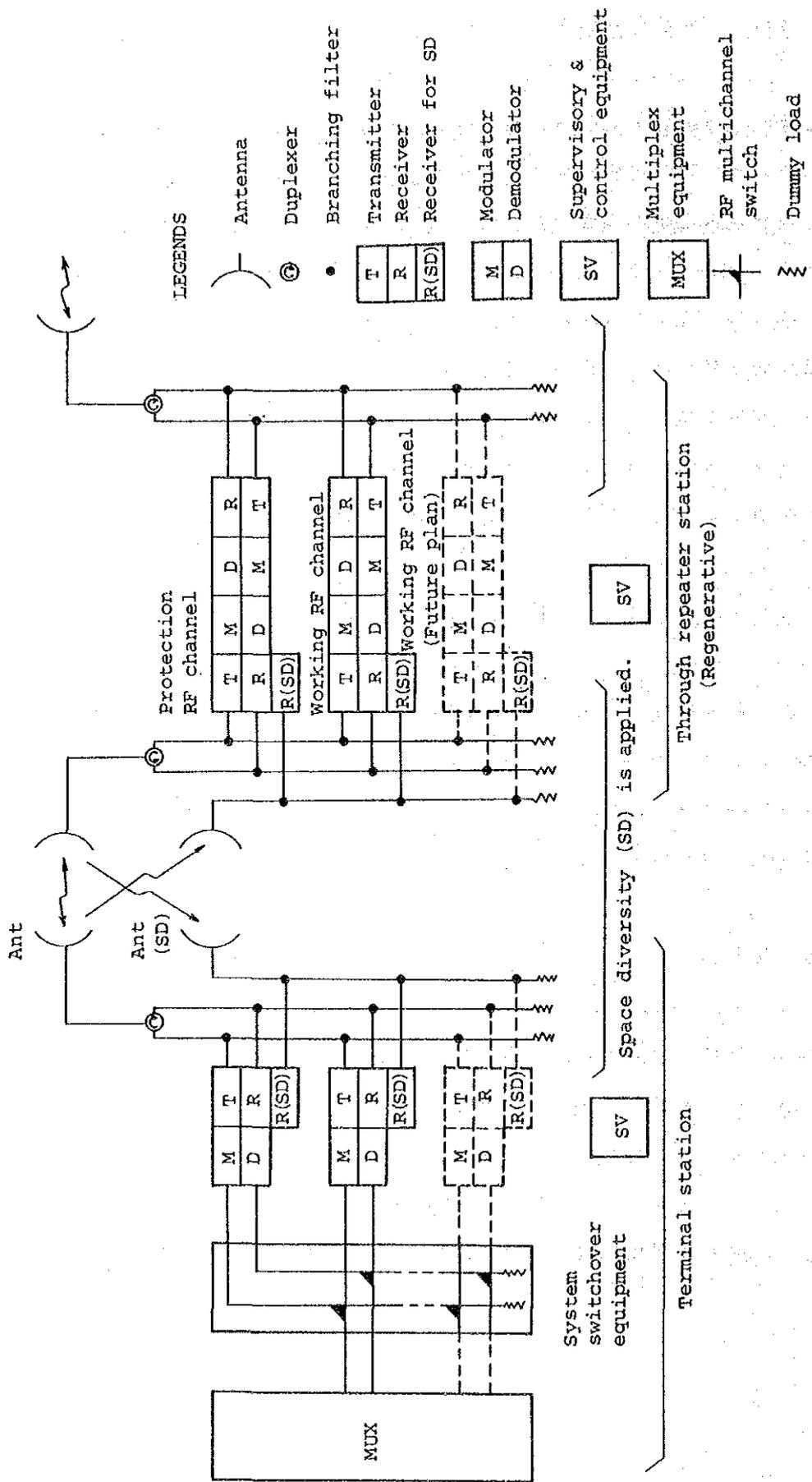


図4-1-3 デジタル無線リンクの構成例

4-1-4 集中監視制御システム

前述の遠隔監視・制御装置の外に、スマトラ縦断デジタル伝送路の全局をコンピュータを使用し中央集中監視制御するための特別な装置を設置することが推奨される。このシステムの機能の主なるものは次の通りである。

- a. マイクロ波リンクの自動監視
- b. 諸現象の自動記録(データ記録)
- c. 諸データの収集
- d. 最大128局の制御

中央集中監視制御局は例えば図4-1-4と4-1-5に示すように遠隔監視・制御システムの親局を経由して、たとえば最大128局の遠隔監視・制御が可能である。

中央集中監視制御装置は多重端局装置のあるGATSU局に設置する。従って中央集中監視信号は光ファイバケーブルを通してKALIBATA無線関門局を経由して送受される。

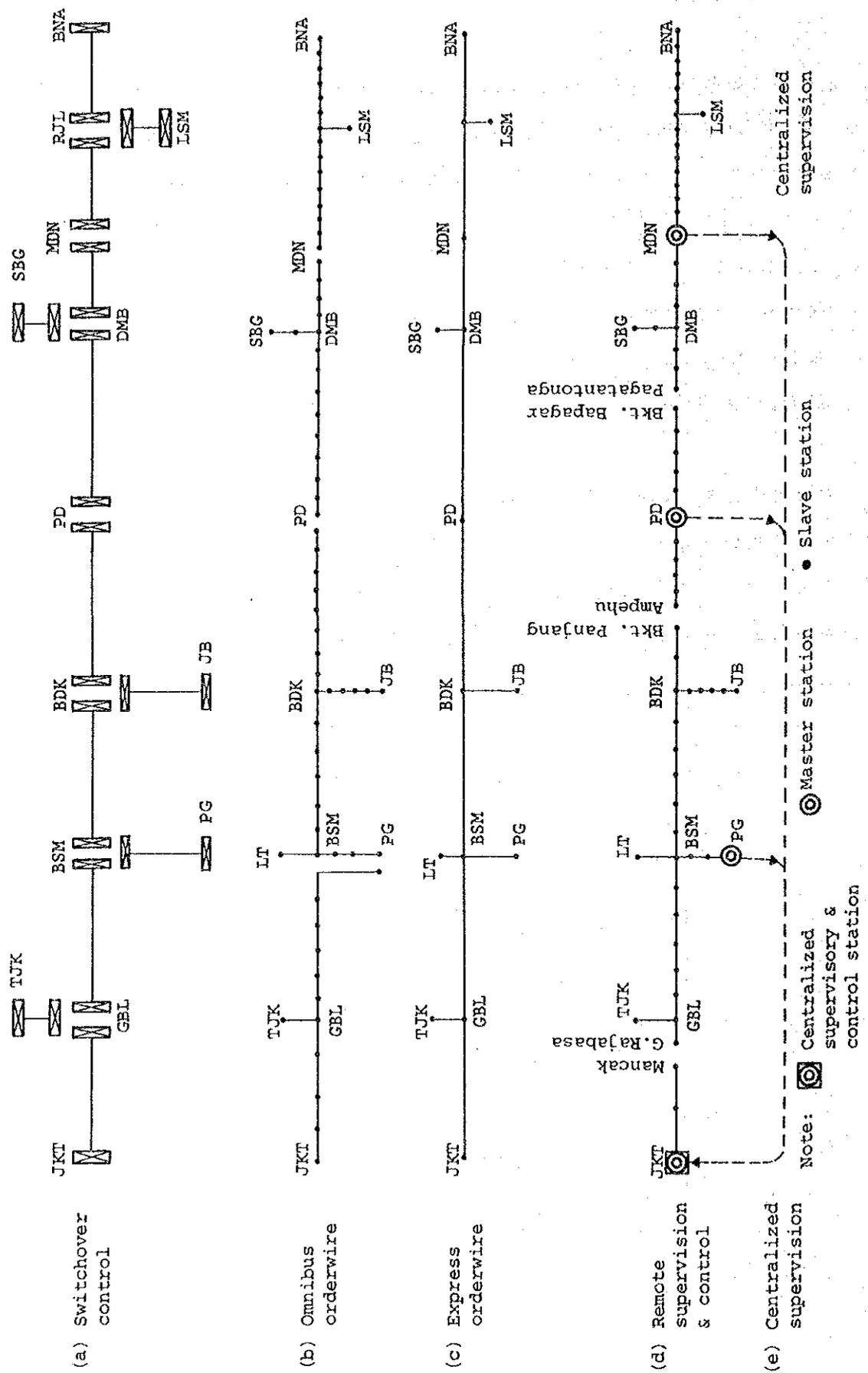


図4-1-4 監視・制御システム

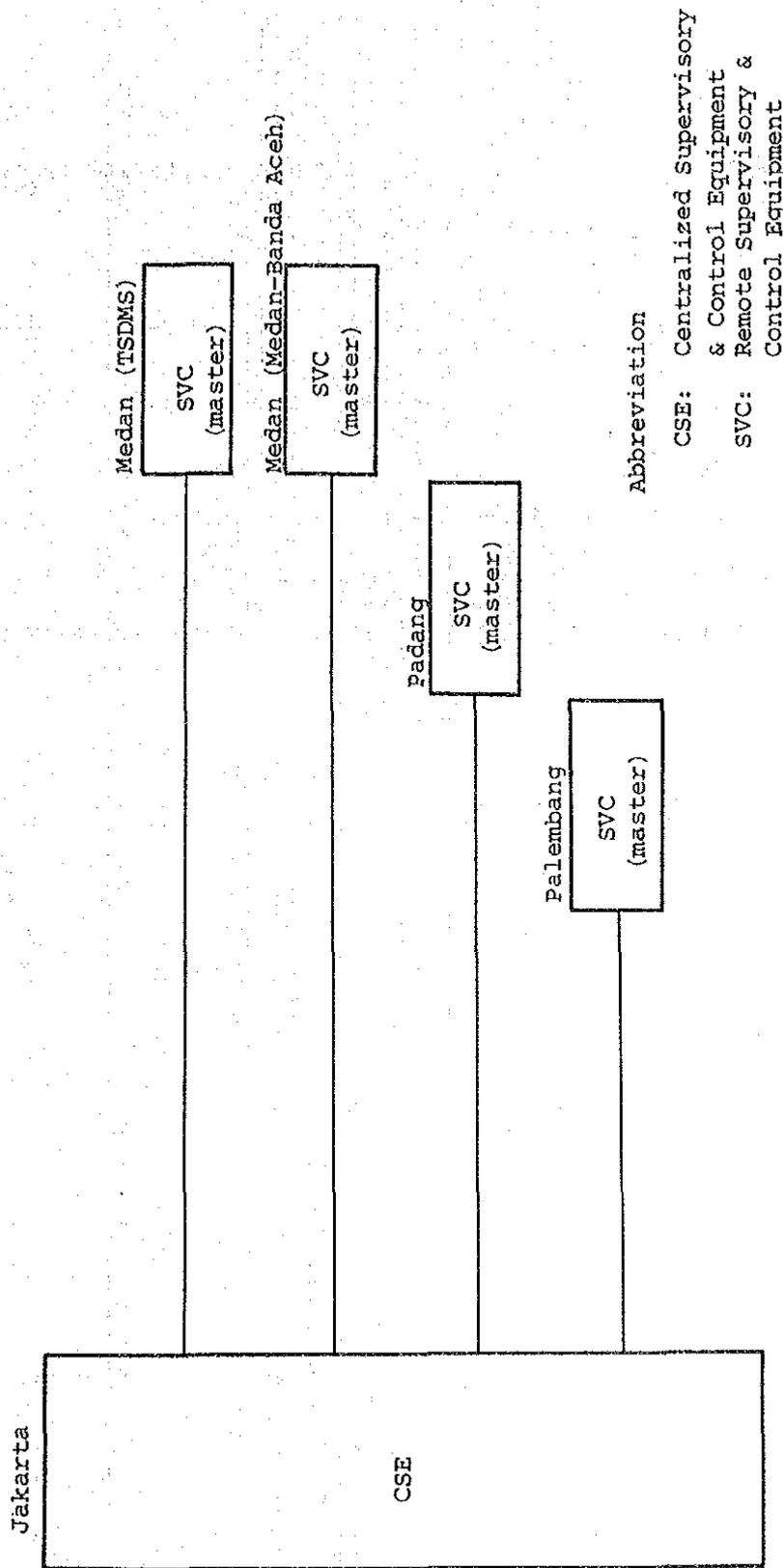


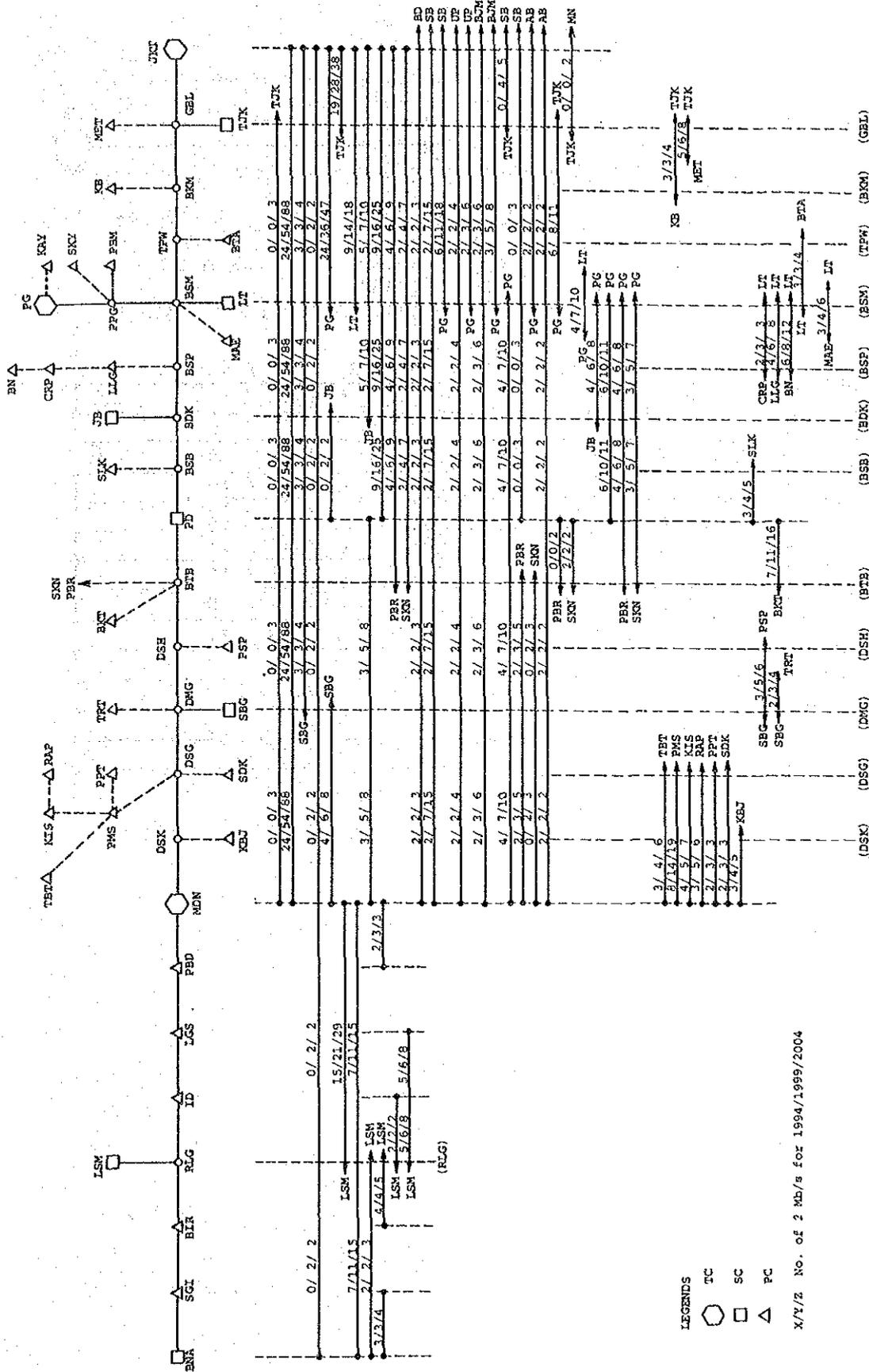
図4-1-5 集中監視制御システム

4-2 端局装置サブシステム

4-2-1 回線収束

図4-2-1は本調査で行った需要・トラヒック予測に基づく2Mb/s回線群の所要数を示すが、これは下記の仮定の下に算出した。

- (1) 回線群の所要数には10%の余裕を含む。
- (2) すべての回線群はジャカルタ (Semanggi II)において、2Mb/sベースでインターフェースされる。
- (3) 多重端局サブシステムの容量はPC-SC回線も収容可能とする。
- (4) パダン-Bkt. Tambulun とBkt. Asam-Lahat区間は他プロジェクトにおいて基本伝送容量を34Mb/sとして計画されているが、これらの区間は140Mb/s容量に吸収されるものとする。



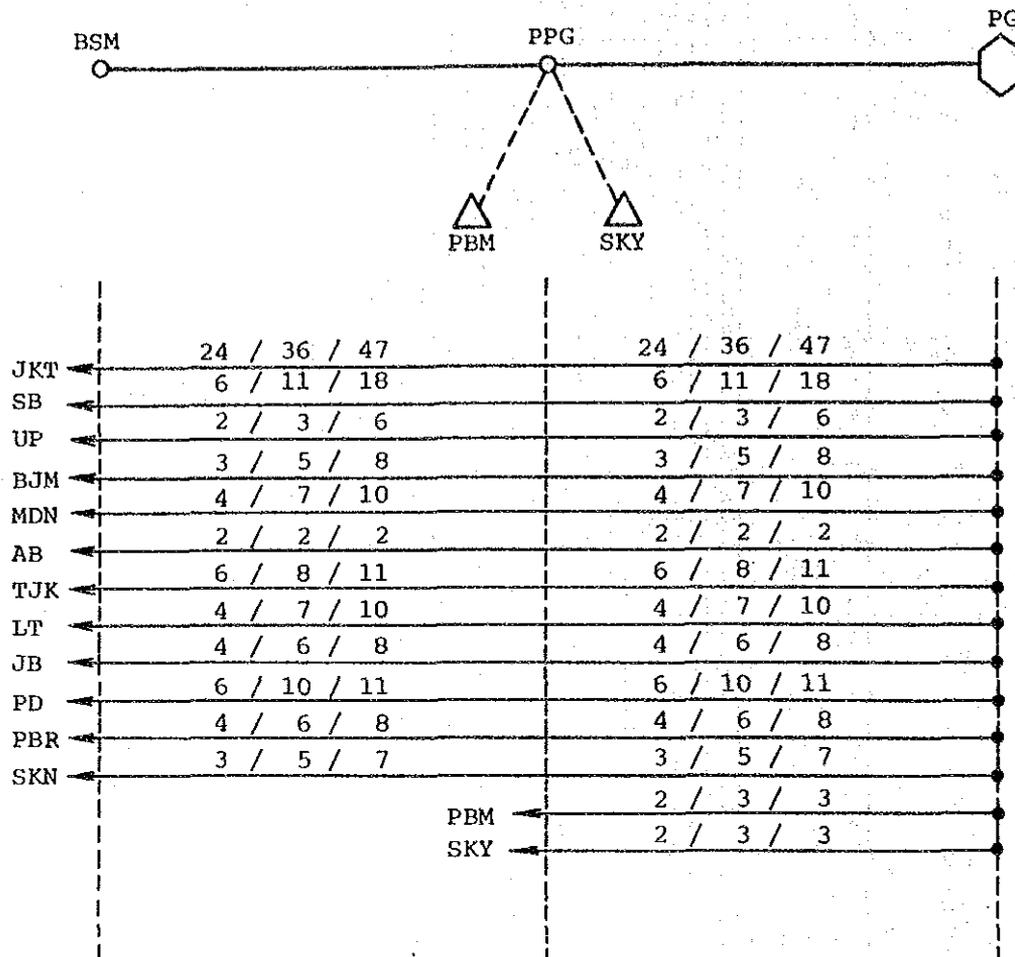


图4-2-1 回線収束 (2/2)

4-2-2 インターワーキング

下記のインターワーキングを仮定する。

(1) デジタル伝送リンクとデジタル交換機間 : 2.048Mb/s

(2) デジタル伝送リンクとアナログ交換機

(アナログ伝送リンク)間 : アナログ(0.3~3.4KHz)

4-2-3 テイル・リンク

デジタル市外交換局と新設無線関門局を結ぶために光ファイバーケーブル伝送システムをジャカルタ(Semanggi II ~ Kalibata)とメダン(Medan市外局 ~ P. Brayan)に使用する。

(1) Semanggi II ~ Kalibata

所要ダクト長6.2Kmのうち、現在実施中のジャカルタPCMプロジェクトで建設する分を除き、2.5Kmのダクトの建設が必要になる。

(2) メダン市外局 ~ P. Brayan

光ファイバーケーブルを布設するために、6Kmのダクトを建設する。

4-2-4 端局装置

使用する多重端局装置は関連するCCITTの勧告に準拠したものでなければならぬ。

(1) 140M光端局装置

本装置はテイル・リンクの両端、すなわち無線関門局と市外交換局に用いられる。

(2) PCM多重端局装置

多重端局装置はCCITTにより勧告されたCBPTハイアラキー(2M-8M-34M-140M)に従うこと。

(3) TV Codec

デジタルTV伝送に対しては国際標準もCCITT勧告も存在しないが、世界の市場に出回っているものは68Mb/s(34Mb/sx2)のレートによるデジタルTVである。

(4) ラジオ放送Codec

2Mb/s回線群の1つを2~5回線の15KHzラジオプログラム信号を高品質伝送するために使用する。

4-3 電力供給サブシステム

4-3-1 最適電力供給システム

電源の最適形式は下記のように局を4つの場合に分類した上で選択される。

既設局：商用ACあり

”：”なし

新設局：商用ACあり

”：”なし

各々の場合についての最適電源システムは経済性、運用・保守の容易さ、各々の電源システム適用の可能性を勘案し、下記のように決められる。

(1) 既設局

1) 商用ACあり

- 単一予備ディーゼルエンジン・ジェネレータ(DEG)方式
(電池及び整流器を含む)

2) 商用ACなし

- 2重主ディーゼルエンジン・ジェネレータ(DEG)方式、または充・放電
2重DEG方式(電池及び整流器を含む)

(2) 新設局

1) 商用AC引き込みの可能性あり(既設電力線がサイトから数kmにある場合)

- 単一予備DEG(電池及び整流器を含む)

2) 商用ACなし

- 太陽電池方式(所要負荷が500W以下の場合)
- 2重主DEG(電池及び整流器を含む)
- 充・放電DEG(電池及び整流器を含む)

4-3-2 自立式電力供給システム

自立式電力供給システムには次の3つがある。

1) ディーゼルエンジン・ジェネレータ(DEG)

本方式は複数のDEGを用い、故障時又はプリセットされた時間に相互切り替えを行うものである。この種の電源方式は500W以上の負荷を必要とする局に使うことが望ましい。

2) 太陽電池方式(PVS)

本方式では太陽エネルギーを電気エネルギーに直接変換する。ソーラーアレイ自体のコストは、年々低下しているが、現状では所要電力が500W以下の局には適用するのが経済的である。

3) 複合型電源方式(DEG+PVS)

本方式はDEGとPVSが合体したものであり、経済性を考慮して適用を考えるべきである。

これまでに述べた自立式電源方式の経済比較を次に示す。

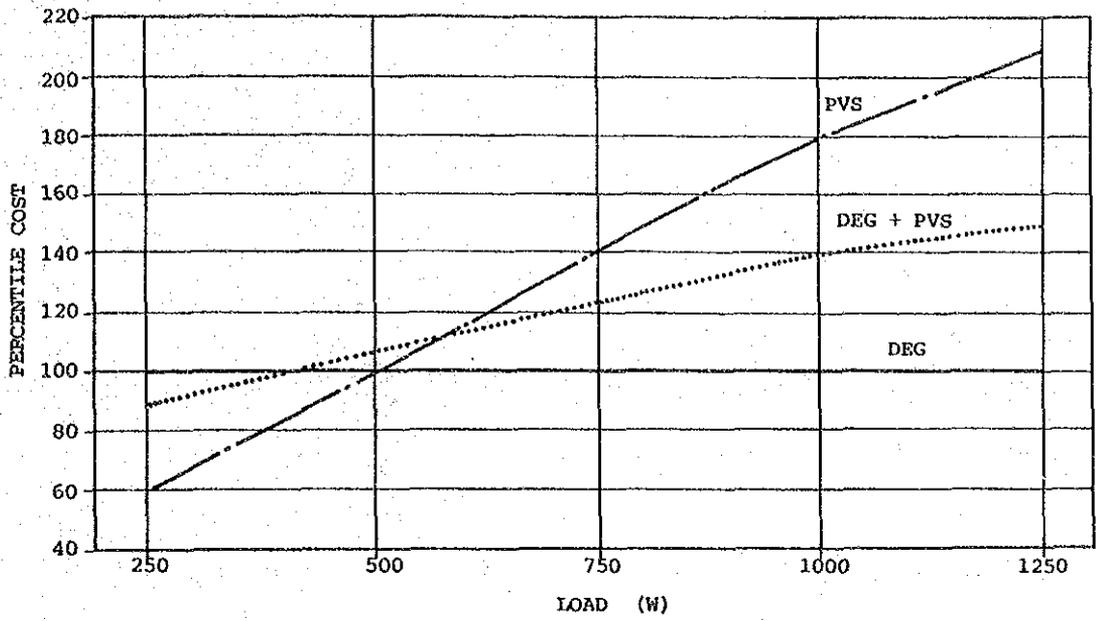


図4-3-1 自立式電力供給システムの経済比較

Note 1) Life Expectancy
 Batteries: 10 yrs.
 Others : 15 yrs.

Note 2) Holding-time of Storage Batteries
 DEG : 24 hrs. (Charge-discharge)
 DEG+PVS : 5 days
 PVS : 10 days

Note 3) Sunshine: 1,850 hrs./year

Note 4) Initial investment cost, expenses for O&M and reliability have been taken into account.

4-3-3 電力供給機器の寿命

運用と保守と周囲環境を勘案して、各々の電源装置／方式の寿命は次のように想定した。

1) DEG

- 商用ACあり : 20年

- " なし : 15年

2) 整流器 : 15～20年

3) 電池 : 10～14年

4) 燃料タンク : 20～30年

既存電源設備の活用について検討し、次のような結論に達した。

(1) 端局／分岐局

電源設備は電池を除き、寿命終期まで最大限に利用する。

しかし所要電源容量が既設設備容量より大巾に上回っている場合には、全ての電源設備、例えばDEG、整流器、電池等は新設備と取り替える。

(2) 中継局

すべての既設電源設備は新設備と取り替える。

ただし、詳細設計時においては下記の事項を考慮すべきである。

1) 既存設備の再調査(付録-14参照)

2) 各通信サブシステム用電源システムの共用

3) 商用電源をできるだけ引き込むこと。

第 5 章 付 帶 設 備

第5章 付帯設備

5-1 鉄塔

空中線を確実に支持する役目を担う鉄塔は、通信システムの信頼性確保の為に非常に重要なものである。もし鉄塔が強度不足により、ねじれたり、倒れたりすれば即、通信途絶となり、その社会的影響は測り知れない。

5-1-1 既設鉄塔の利活用

(1) 鉄塔の寿命

- 1) 新規に鉄塔を建設する場合はもとより、既設鉄塔を利用した経済的計画を目ざす場合でも、鉄塔の利活用計画は常に深い考慮を持って行わなければならない。

一般に鋼構造物の寿命は40年前後と言われているが、これは設計思想、使用する材料の品質、施工の程度、建設後の保守など、多くのファクターで変化する。

たとえば、1973年に建設されたジャワ〜バリ幹線伝送路の鉄塔は、1983年に行われた調査で、部材の腐食、欠落等が発見され、およそ10年を経過して既に問題のあることが分かった。

- 2) 鉄塔の寿命は電力、通信設備などの機器寿命に比較し格段に長い。機器寿命を15年としても、3倍近く長い寿命を持つ。従って、鉄塔を計画・設計する場合には、将来の新しいシステムにも充分対応できるよう考慮しなければならない。(図 5-1-1)

(2) 鉄塔の有効利用

鉄塔をはじめとする付帯設備は、出来るだけ多くのシステムに対応させ、最大限有効に利用されることによって、その使命を全うする。そのためには将来計画を充分考慮し、高い施工品質を求め、そして確実な保守を心がけなければならない。新しいシステムを導入する度に付帯設備を新設するようなことは、通信システム全体が不経済なものとなり、絶対に避けなければならない。

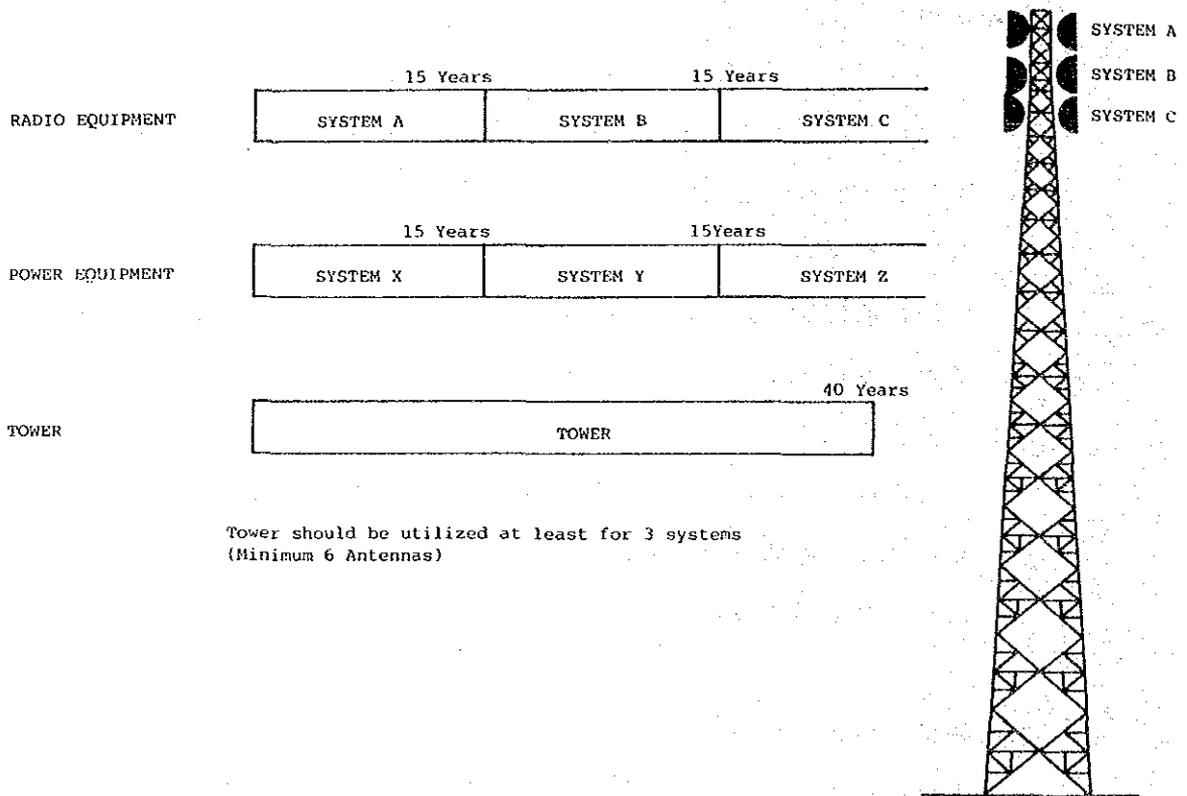


図5-1-1 鉄塔の寿命

5-1-2 既設鉄塔のモデル構造解析

既設鉄塔を利用して新しくアンテナを増設し、プロジェクトの経済化を目指そうとする場合、既設鉄塔がこの新規搭載アンテナを、十分に支持しうる強度を持つものであるかどうか検討する必要がある。

スマトラ縦断マイクロウェーブ伝送路上の既設鉄塔を例にとって、将来計画も含めた利用検討を行う。

(1) Bkt. Asam局既設鉄塔

Bkt. Asam局は、スマトラ縦断マイクロウェーブ伝送路上の一中継所である。ジャカルタ～メダン間の基幹伝送路上の中継所であると共に、Palembang、Lahatへ向けての分岐局でもある。

既設鉄塔には、TSMS用アンテナ2面、Lahat用1面、Palembang用1面の合計4面のアンテナが搭載されている。高さ90Mの自立式アングル鉄塔である。

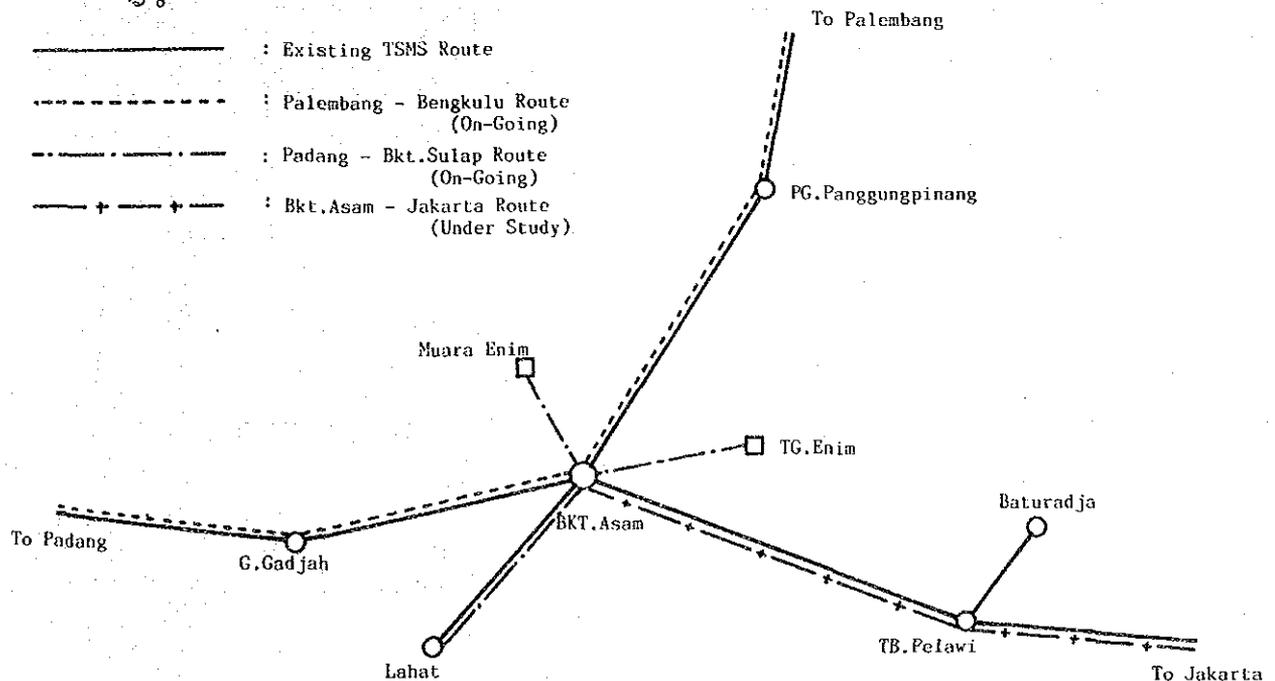


図5-1-2 Bkt. Asam局周辺の状況

1) Bkt. Asam局既設鉄塔の利用計画

現地調査によって収集した資料によれば、現在進行中または契約済みのプロジェクトが、このBkt. Asam局の既設施設を利用して計画されている。

(図5-1-2, 図5-1-3)

A. 利用計画 1 : Padang ~ Bkt. Sulapルート 《既契約》

追加アンテナ	アンテナ高(M)	アンテナ径(M)
a. Lahat	14	2.0
b. Tg. Enim	20	2.0
c. Muara Enim	14	2.0

B. 利用計画 2 : Palembang ~ Bengkulu 《現在契約進行中》

追加アンテナ	アンテナ高(M)	アンテナ径(M)
(利用計画 1 に追加して)		
d. Gn. Gakaj	12	3.0
e. Pg. Pinang	22	3.0
f. 同 上	12	3.0(SD)

追加アンテナ	アンテナ高(M)	アンテナ径(M)
(利用計画 1, 2 に追加して)		
g. Tb. Pelawi	84.6	3.6
h. 同 上	74.6	3.6(SD)

このように新しいアンテナが順に各方向に増設され、最終的には合計12面のアンテナが既設鉄塔に搭載されることになる。

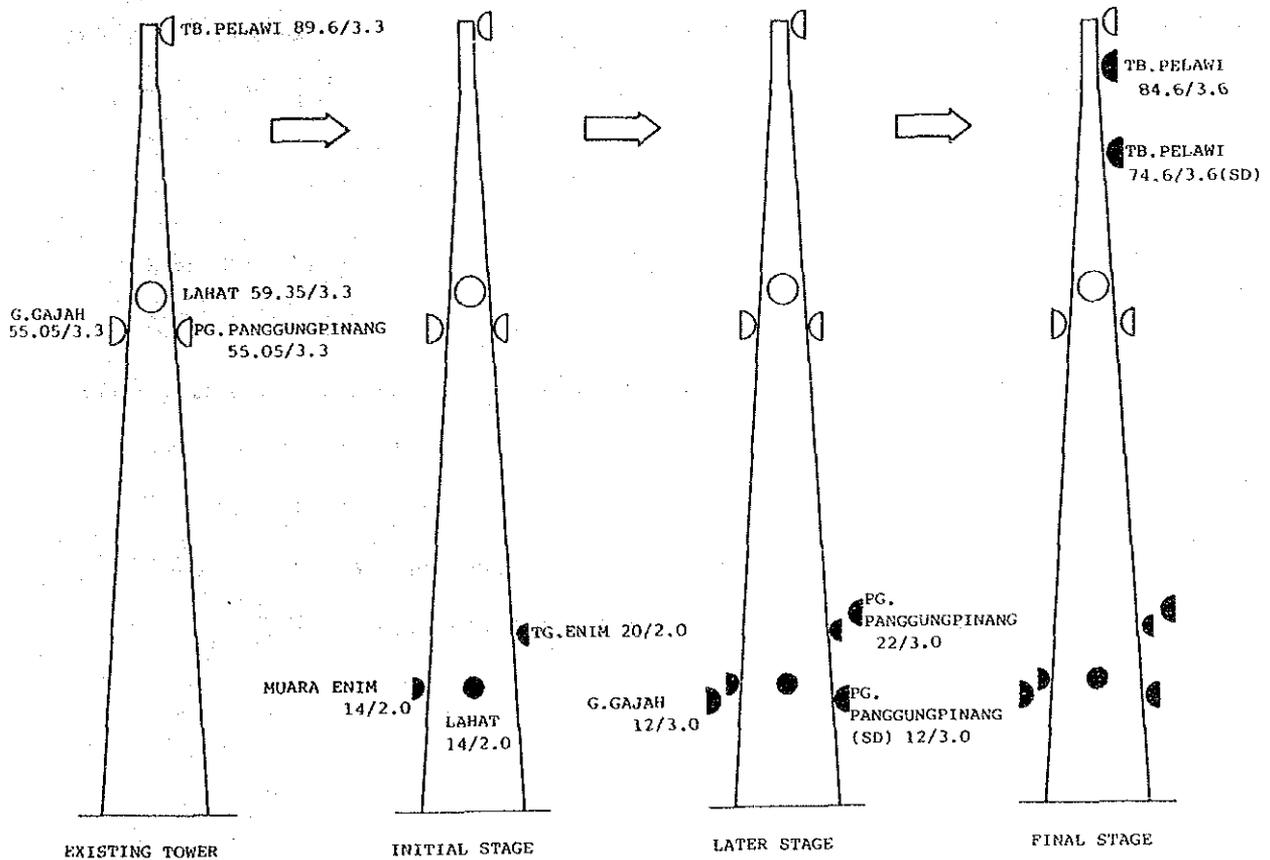


図5-1-3 既設鉄塔利活用計画 (Bkt. Asam局)

2) 構造解析

構造解析は以下のケースについて行う。

ケース 1 : 既設鉄塔

ケース 2 : 利用計画 2

ケース 3 : 利用計画 3

各条件については、当初の設計に使用された TSMSの技術仕様書に基づく。既設鉄塔は設計通りに竣工したものとし、経年変化による強度低下、施工誤差などは考慮しない。

アナログシステム用の既設アンテナは、新しいシステム導入後も併用されるものとし、撤去しないものとする。

3) 解析結果と考察 (付録-16参照)

a. ケース 1 および ケース 2

部材に発生する応力は許容値を下回っており、追加アンテナは搭載可能である。

b. ケース 3

斜材と接合ボルトの一部で、応力が許容値を超えてしまう。従って、ケース 3に於ける既設鉄塔利用は構造上問題がある。

(2) ラサムタパンガン局 既設鉄塔

ラサムタパンガン局は TSMS伝送路上の一中継所である。現在、高さ33Mの既設鉄塔にはTSMS用アンテナ2面が搭載されている。(図5-1-4)

1) 既設鉄塔の利用

収集資料によれば、既に契約されたプロジェクトに於て、ラサムタパンガン局の既設鉄塔及び施設が利用されることになっている。

既設鉄塔利用計画：パダン～ブキットスラップ ルート 《既契約》

アンテナ	アンテナ高(M)	アンテナ径(M)
既設 Gn. Medan	32.3	3.3
既設 Ngalau Basulat	32.3	3.3
追加 Gn. Medan	31.0	2.4
追加 Gn. Medan	21.0	2.4(SD)
追加 Ngalau Basulat	31.0	2.4
追加 Ngalau Basulat	21.0	2.4(SD)

構造解析は、このアンテナ搭載状況について行う。

2) 解析結果と考察 (付録-1.6 参照)

部材に発生する応力は全て許容値を下回っており、追加アンテナの搭載は可能である。しかしながら、鉄塔頂部付近に搭載予定の2つのアンテナは、既設アンテナが障害となるため、その搭載位置を変更する必要がある。

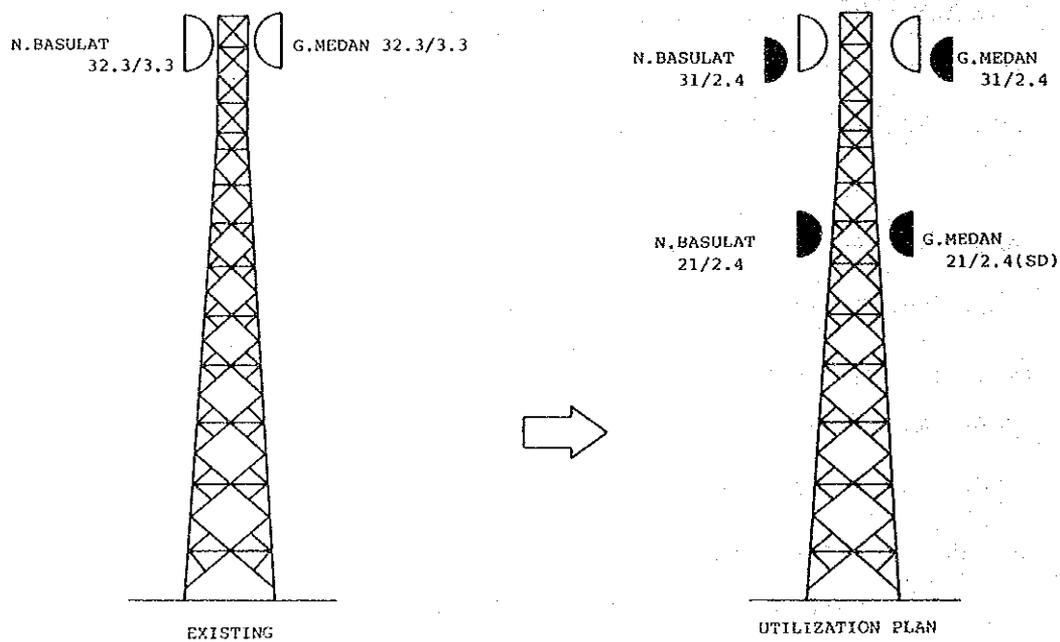


図5-1-4 既設鉄塔利活用計画 (Rasamtapanggung局)

(3) 既設鉄塔の補強

アンテナを新しく既設鉄塔に搭載しようとする時、もし構造的な強度不足が発生して、そのままでは搭載できない場合、既設鉄塔の構造補強を考慮する。補強例を以下に示す。

1) 斜材の圧縮強度不足

- a. 必要な強度を持った部材に取り替える。(図5-1-5)
- b. 他の部材を既設部材に沿わせて補強する。
- c. 水平・垂直補強材を追加して細長比を小さくする。

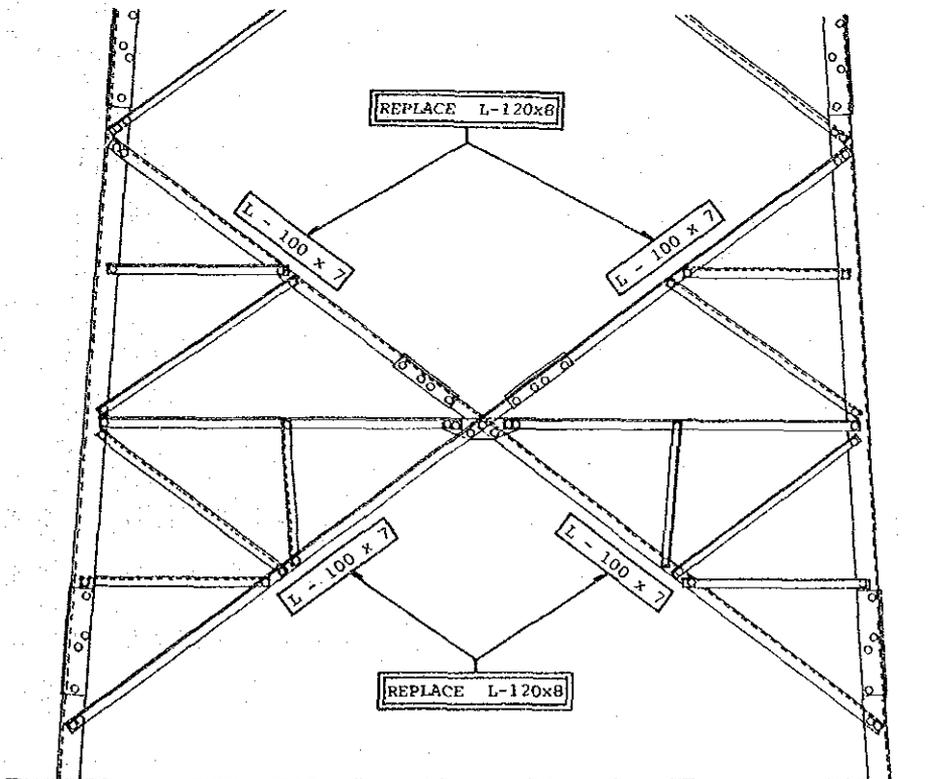


図5-1-5 既設鉄塔の補強

2) ボルトのせん断強度不足

- a. 必要な強度を持った新しいボルトに取り替える。
- b. ボルト本数を増やす。
- c. 接合部に部材を追加してせん断面を2面とし、せん断力の分散をはかる。

3) 主材の圧縮・引張強度不足

- a. 必要な強度を持った部材と取り替える。
- b. 主材に追加部材を沿わせ補強する。
- c. 斜材を追加し、主材に掛かる応力を分散する。

4) 基礎の浮き上がり

- a. 基礎の重量を増す。
- b. フーチングを地中梁で連結する。
- c. ベタ基礎(マット基礎)とする。

5) 地盤の支持力不足

基礎の接地面を拡大し、接地圧を低減する。

主材及び基礎の補強は非常に限られた場合にのみ可能である。一般的には、工事の難しさや費用の点で現実的でない。これらを補強する必要が生じた場合には、深い考慮と細心の注意を持って計画を立てなければならない。

(4) ブキッタアサム局 既設鉄塔の補強

構造解析の結果、第22節の斜材に於て圧縮強度が不足し、そのままでは新しいアンテナを搭載できないことが分かった。(付録-16参照)

経済的観点から、水平・垂直補強材を追加することによって補強する。

(図5-1-6)

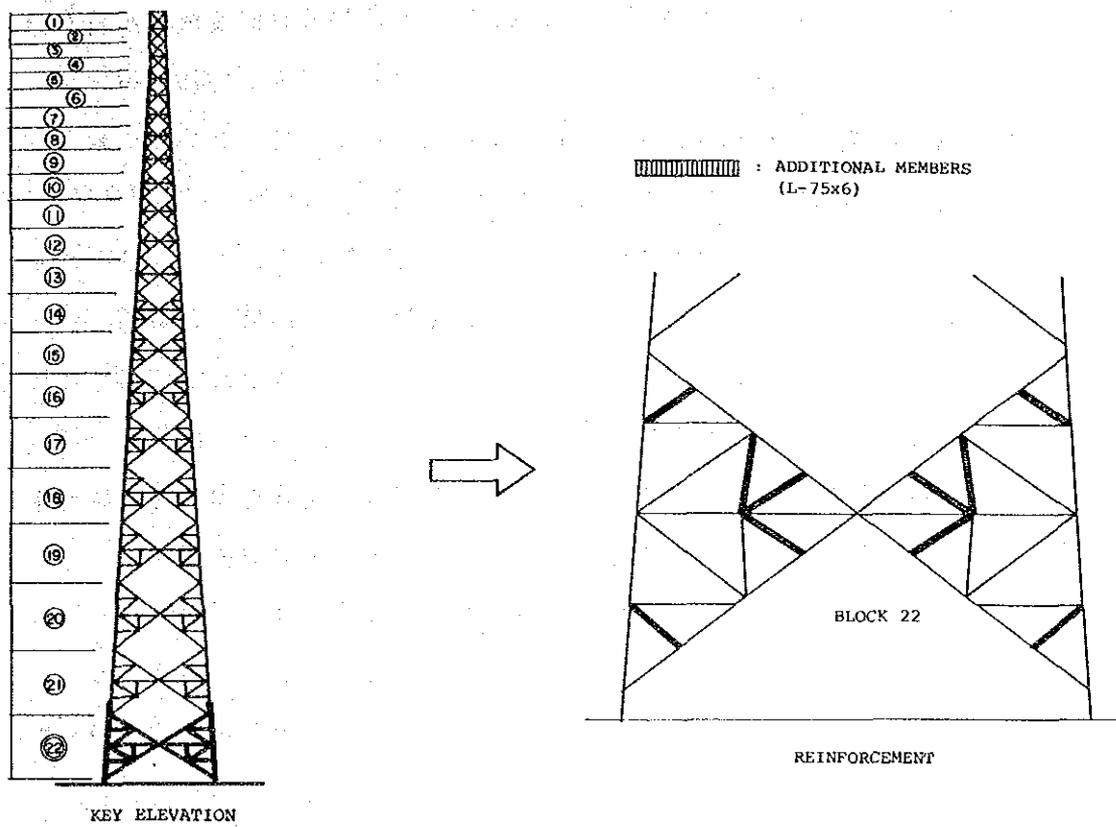


図5-1-6 鉄塔補強案 (Bkt. Asam)

(5) トランス・スマトラ伝送路上の既設鉄塔

TSMS伝送路上には63基の既設鉄塔がある。(ジャカルタ～バンダアチェ間) 進行中、或は契約済みのプロジェクトは、これらの既設鉄塔を利用して計画されている。

先に行った構造解析をもとに、既設鉄塔全基に対する利活用の可能性を検討する。既設TSMS鉄塔に計画されているアンテナを付録-17に示す。

- 1) 構造解析の結果、既設TSMS鉄塔63基のうち、43基の既設鉄塔が新しいプロジェクトの為にアンテナを補強せずに搭載できる。(図5-1-7)
- 2) 残り20基の既設鉄塔については、構造上の強度不足、アンテナ取り付け位置の問題などによってそのままでは利活用できない。
- 3) 補強工事によって強度を高めて利活用できる鉄塔は、この20基のうちの17基である。最終的には合計60基の既設鉄塔が利活用できることになる。
- 4) 残った3基の既設鉄塔については問題点が多く、新規に鉄塔を建て替えた方が有利と判断した。
- 5) 既設鉄塔にアンテナを追加しようとする場合、次のようなことを考慮して、構造物に掛かる荷重を軽減するよう努力すべきである。
 - a. メッシュタイプ アンテナ の使用
 - b. 小径アンテナの使用
 - c. アンテナ搭載位置をなるべく下げる

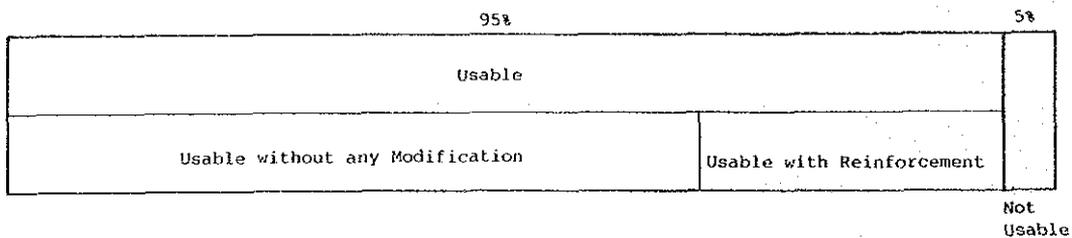


図5-1-7 既設鉄塔利活用の可否

5-1-3 新設鉄塔の設計

新規に鉄塔を設計しようとする場合、各システムの担当者と打ち合わせを綿密に行いながら設計条件を明確にすることが重要である。(図5-1-8)

- 1) 搭載されるアンテナのタイプ、形状、面数、方向、搭載位置
- 2) 鉄塔の建設場所、高さ、スタンスなど
- 3) 導波管ラック及び梯子などの位置及び巾
- 4) プラットホームなどの保守管理上必要な付属物
- 5) 避雷設備、航空障害灯など

(1) 独立鉄塔とするか、局舎上のルーフ鉄塔とするかは立地条件、工期、工事費など各要素を慎重に検討した上で決定する。

一般的に都市部のターミナル局にはルーフ鉄塔、山上中継所には独立鉄塔が有利である。

1) ルーフ鉄塔の長所

- a. 局舎そのものが、鉄塔の基礎を兼ねる。
- b. 鉄塔本体の高さが、局舎の分だけ低くて済む。
- c. 導波管の長さが短くて済む。
- d. 敷地が小さくて済む。

2) 独立鉄塔の長所

- a. 鉄塔柱脚の根開きを自由に設計できる。
- b. 局舎工事と鉄塔工事を平行して進めることが出来、工期短縮を図れる。

(2) 鉄塔の構造は現場での施工性や設計時の経済性を考慮して、K-トラス構造を採用することが多い。また四角鉄塔は、その平面形状が連続性に富んでおり、単純明快に部材を製作出来るので、誤差や間違いも少なく、現場に於ても組立作業が容易である。

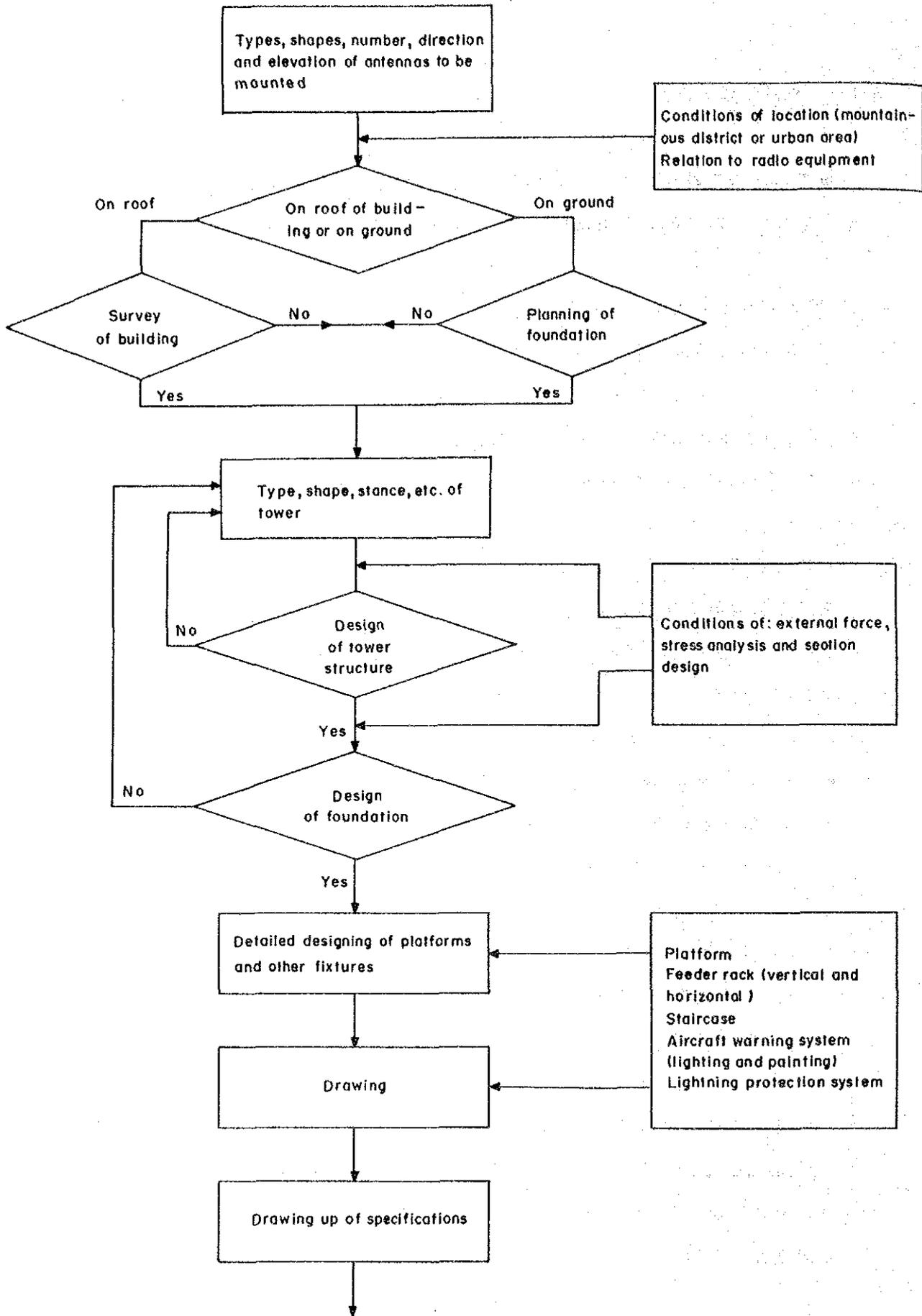


図5-1-8 鉄塔の設計手順

(3) 鉄塔が受ける外力の中で、最大のものは風荷重である。従って設計時には、その鉄塔を建設しようとする地域の、最も大きな風荷重を考慮して設計しなければならない。

(4) 山上あるいは都市部の建物上に鉄塔を建設する場合、部材の搬入、吊り上げ、組立作業などに支障がないように部材設計しなければならない。

5-2 アクセス道路と敷地

(1) スマトラ島内のみならず他地域に於ても、伝送路を新設する場合には常にアクセス道路の建設と敷地の買収・造成が必要となる。しかもその建設費は通信システム全体の建設費の中でも、かなりの割合を占める。

(2) 電波伝搬上の制約から新局の設定位置によっては、膨大なアクセス道路延長、そして難しいサイト造成工事が要求される。

(3) 建設費を最小にし、出来るだけ経済的な通信システムを実現させるためには、このアクセス道路建設量を最小に抑え、サイト造成を容易にするような置局選定が必要である。

5-2-1 既設道路およびサイトの利活用

(1) 既設ルートに沿って新しい通信システムを導入する場合、アクセス道路や敷地、局舎などの付帯設備はそのまま、あるいは何等かの手を加えただけで使用可能である。工事費は新設と比較して格段に小さい。

(2) 本調査の既設ルート案では、2局の新設中継所に付帯設備の建設が新たに必要なだけで、他は全て既設設備(1975年竣工)が、利用できる。

(3) 一方、新ルート案では膨大なアクセス道路建設を必要とし、また一般公道の改修工事も行わなければならない。一般行動の状況は、現在、道幅が狭く路面の荒れも著しく、車両通行が極めて困難である。特に雨期は排水施設の不備から、路面が流水で押し流される。この様な既設道路を新サイトへの寄り付き道路として利用するためには、以下にあげるような建設工事、あるいは改修工事が必要である。

- 1) 道路拡幅工事
- 2) 路面整正工事
- 3) 排水施設整備工事(暗渠、側溝)
- 4) 地すべり防止工事(擁壁など)
- 5) 舗装工事(砂、砂利など)
- 6) 橋梁工事(必要に応じて)

各ルート案に於ける付帯設備の建設工事量を、表 5-2-1に示す。特筆すべきは、東西ルート案共に一般道路の改修、敷地買収、局舎建設の量が膨大であることである。

表5-2-1 所要シビル工事（ルート代替案別）

工事項目	既設ルート案	西側ルート案	東側ルート案
敷地買収(サイト) (M2)	8,800	106,000	97,500
敷地買収(道路) (M2)	16,000	285,600	47,200
敷地造成 (M2)	8,800	106,000	97,500
新設道路 (KM)	2	36	6
一般公道改修 (KM)	5	250	159
局舎 (M2)	1,200	9,100	6,300
局舎増改築 (局)	65	42	54
燃料タンク (基)	2	54	40
新設鉄塔 (基)	5	61	47
	Ave. 70.0M	Ave. 60.0M	Ave. 76.8M
既設鉄塔補強 (基)	17	10	11

5-2-2 西側および東側ルート案のアクセス道路

両ルートが計画されている地域の地理的特性を一言で言えば、西側ルートは山岳地帯を通り、東側ルートは湿地帯を通過していることである。両地域共に国道・県道の発達が遅れている。この地域に新ルートを建設しようとするならば、まずは選定された局サイトに到達するために、傷んだ一般公道を延々と改修し、その上に原野・山林・湿地帯を造成して、敷地を確保しなければならない。

(1) 東側ルート

広大な湿地帯の広がるスマトラ島東部では、道路建設のみならず、鉄塔基礎工事、局舎建設工事にも特殊な配慮が必要である。

- a. 軟弱地盤に於ける地盤沈下防止策
- b. 雨期増水による水没、冠水防止策
- c. 湿地帯に於て各建設工事が可能な重機・資材の選択

(2) 西側ルート

西側ルートが計画されている山岳地帯では、次のような点に注意を払う必要がある。

- a. 道路・局サイトの斜面崩壊防止策
- b. 造成工事、地中構造物などの土工事に於ける岩盤掘削
- c. 雨水の適切な排除策

(3) このように膨大な工事量と建設費を伴う新ルート案は、付帯設備計画の観点から見れば、既設ルート案より推薦しかねる。しかし、大きな必要性を持って新設ルートを建設し、2重ルート化によって通信システムの信頼性を高めようとするならば、この付帯設備建設の為に膨大な工事費が掛かることを覚悟しなければならない。(図5-2-1, 図5-2-2)

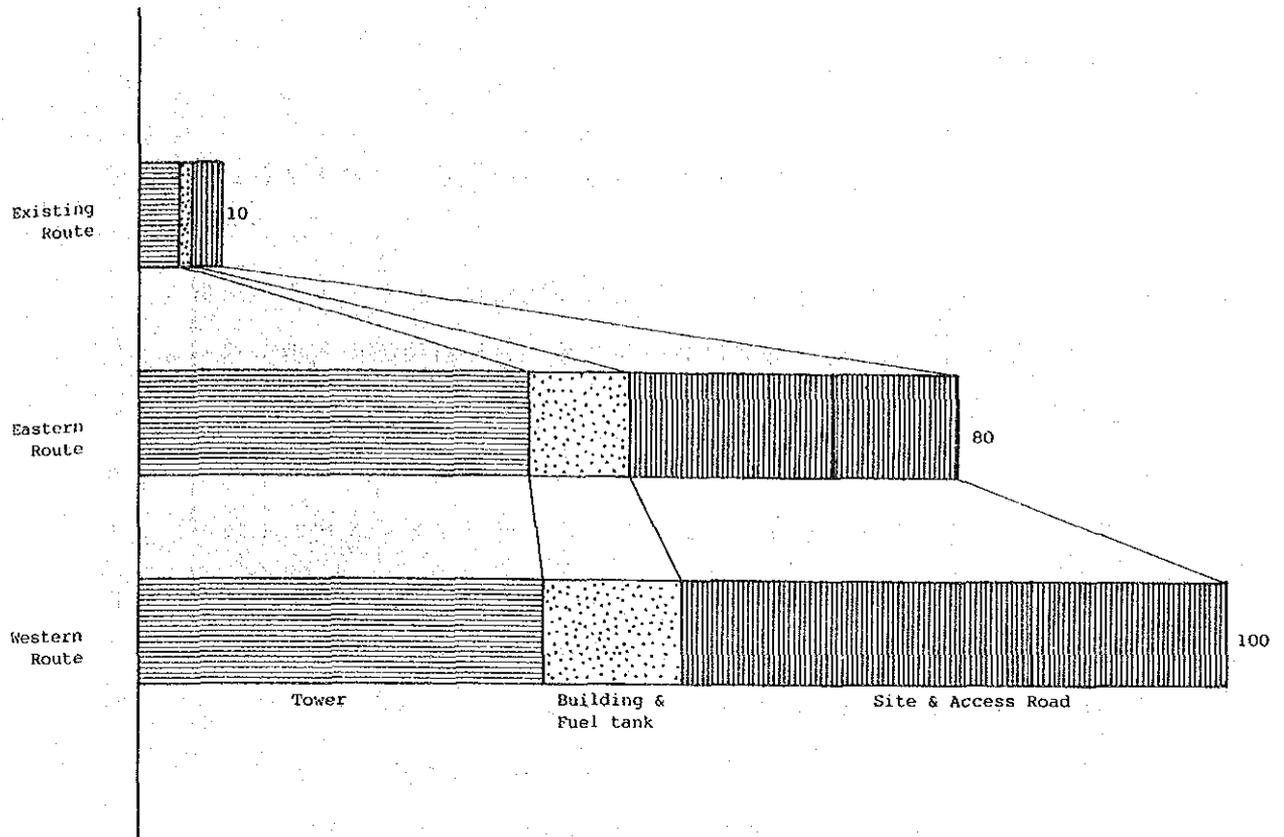


図5-2-1 シビル関連建設工事費比較（ルート案別）

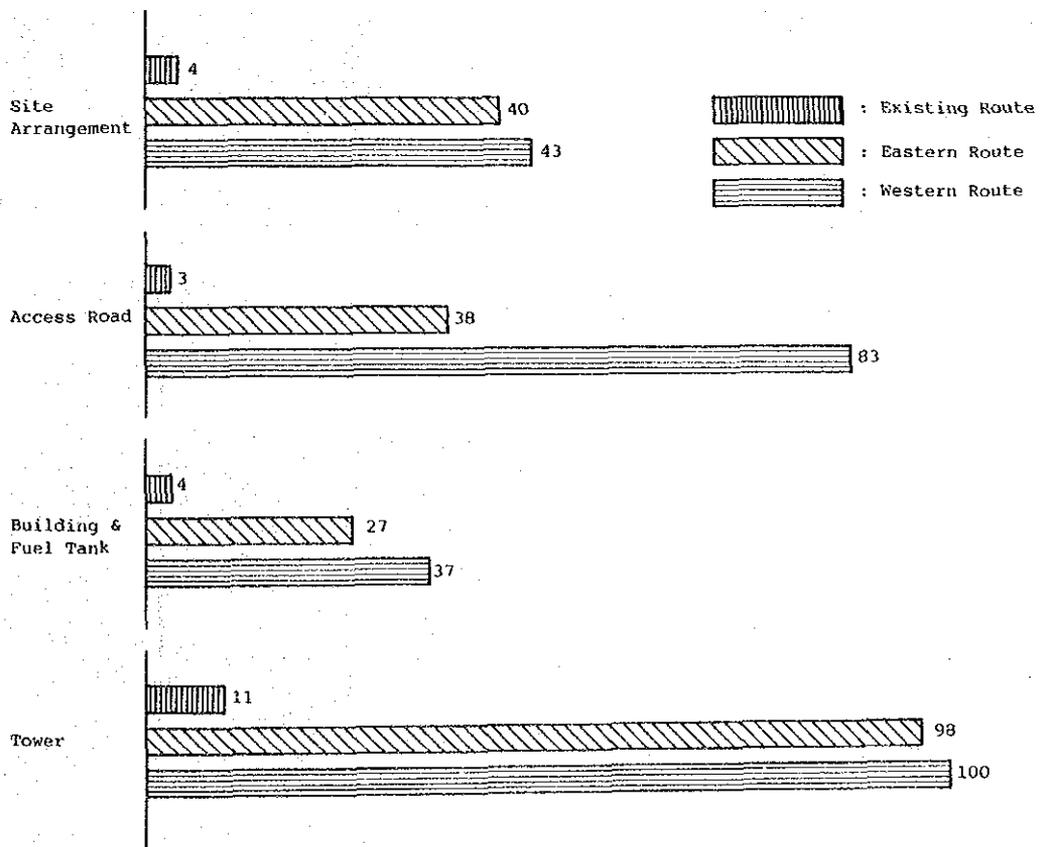


図5-2-2 シビル関連建設工事費

5-3 局舎

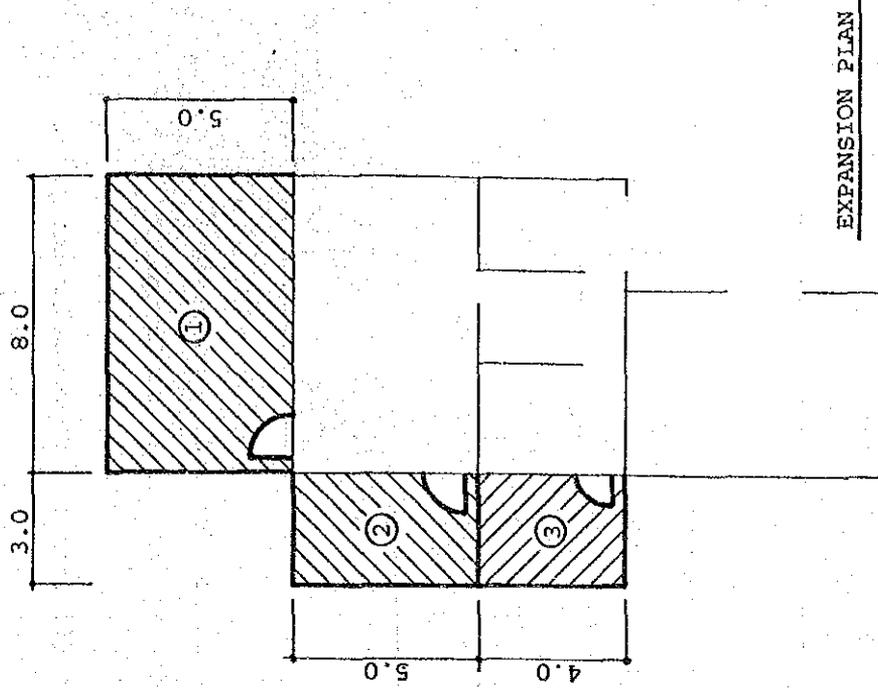
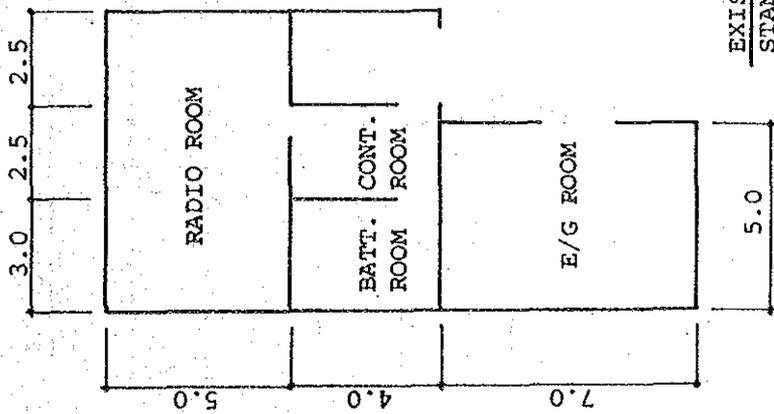
現在、既設ルート沿いに建設されている殆どの局舎は、そのまま新しいシステム導入に対応できる。

局舎の保守管理は良好であり、特に構造的な問題はないが、多くの通信システムが集合するターミナル局、分岐局の一部に於て、機器関係の収納スペースがもはや飽和状態にあるところがあった。

この場合、新規導入機器に対応するために局舎の新築、あるいは増改築が必要となる。経済的観点から、別棟を新築するより、既設局舎を利用して増改築することが好ましい。

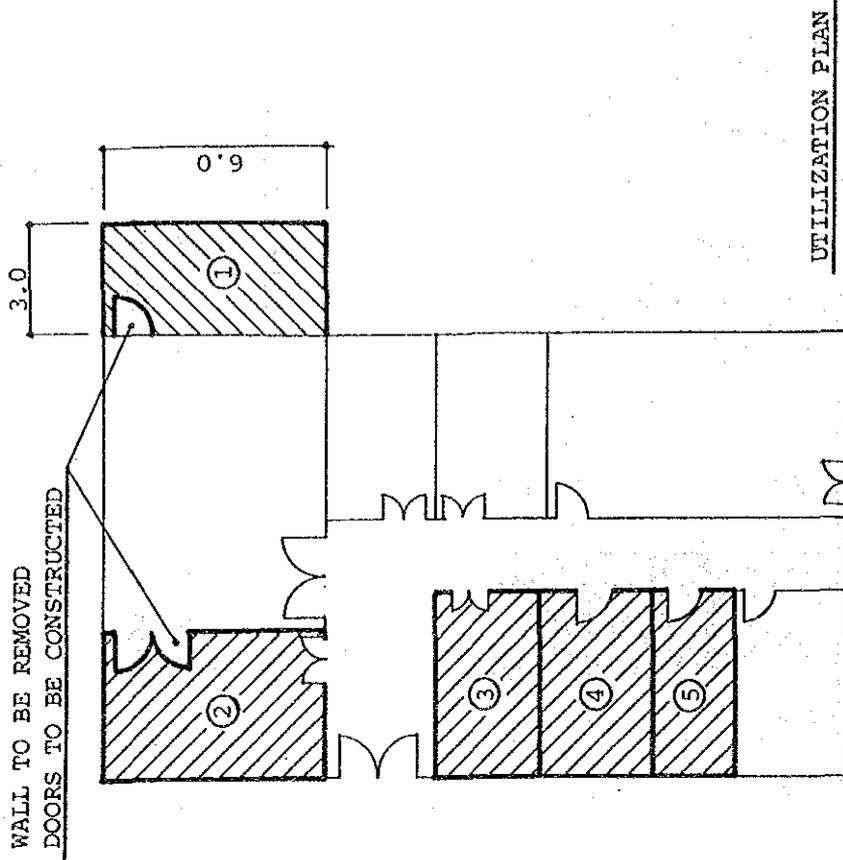
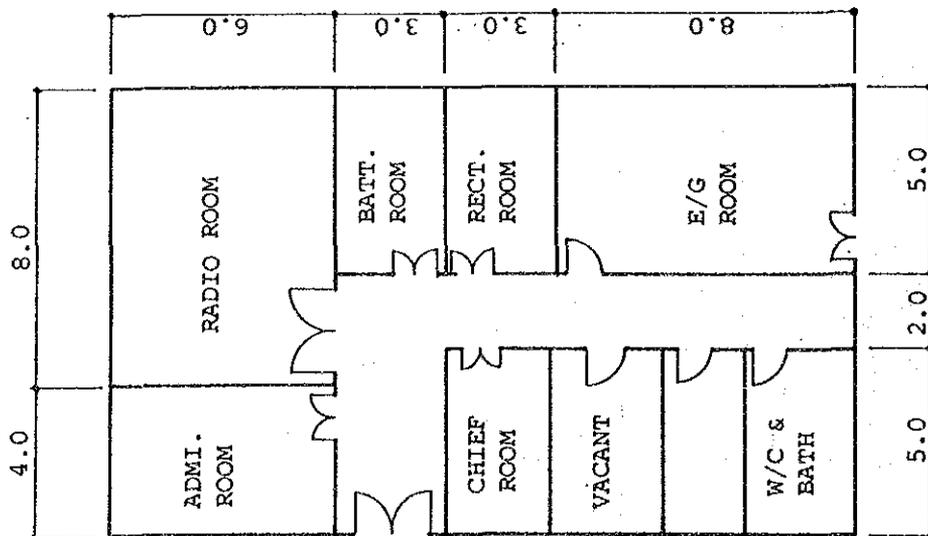
- 1) 既設外壁を増築機器室の壁として共用できる。
- 2) 増築の場合、既設システムとの取り合いが容易である。
- 3) 導波管や各種の配線は、別棟新築した場合に比べ短くて済む。

図5-3-1 に局舎増改築の例を示す。



- ①, ② : Floor Expansion for Radio Equipment
- ③ : Floor Expansion for Power Equipment

圖5-3-1 局舎増改築計画 (1/2)



- ① Floor Expansion for Radio Equipment
- ② Room Modification for Radio Equipment
- ③ Room Modification for Power/Radio Equipment
- ④ Room Modification for Power/Radio Equipment
- ⑤ Room Modification for Power/Radio Equipment

图5-3-1 局舎増改築計画 (2/2)

第 6 章 運用・保守の指針

第6章 運用・保守の指針

6-1 運用および保守

スマトラ縦断デジタルマイクロ波システムの運用と保守を満足に行うためには、下記を考慮する必要がある。

- (1) 所要要員の確保と各局への適正な配置
- (2) 運用と保守に対する標準実施法の確立
- (3) 運用と保守のための装置、測定器、工具、車両の適正な配分
- (4) 本プロジェクトに関し製造工場ならびにインドネシアに於ける訓練の実施、PBRUMTELの訓練センターに於ける恒久ベースの訓練

6-2 組織と人員構成

運用・保守(O&M)組織は、スマトラ縦断アナログマイクロ波システムによる業務が開始された時点で既に確立されており、以来この組織が適用されてきている。所要要員も図6-2-1に示すように同時に決められており、スマトラ縦断アナログマイクロ波システムに関する限り、これが尊重されてきている。しかし他プロジェクトによる無線システムの拡張にともない、実際の要員は増えている。

それにも拘らず、当初の要員条件は依然有効と考えられる。図6-2-2はスマトラ島におけるO&M区域を示している。

ここに示された要員の所要人員によれば、Jakartaを除くすべての端局とある分岐局は昼間のみ有人としており、一般的にはスマトラ縦断アナログシステムの既設ルートにスマトラ縦断デジタルシステムが加わったとしても、もし以下に示すような適正な対策が講じられれば、特に増員の必要はないと思われる。

- (1) 故障時における、完全なパネル・ユニット取り替え法を採用することにより、保守作業の単純化を最大限追求すること。
- (2) デジタルリンクに対する定期的保守作業は、アナログリンクに対する作

業と同時に実施すること。

- (3) O&M能力を十分なレベルに保持するために、デジタル/アナログ両システムのO&M技術に関し、現在のO&M要員に対する訓練計画を樹立すること。
- (4) すべてのO&M車両を、常に良好な状態に保つように努めること。(これに関し、図6-2-1に記した数量の新車両を、本プロジェクトで供給することを勧告する。)

6-3 訓練

上記のように新規採用者の他に、現在のスマトラ縦断アナログマイクロ波システムで働いている要員を訓練することが必要である。

訓練には、このプロジェクトに関する工場訓練、OJTならびに教室訓練のみでなく、バンドンの訓練センターでの、恒久ベースの訓練コースを作成するための手配を含む。

このために、PERUMTELの訓練センターへの測定器一式を含む、デジタル伝送機器のモデルセットを設置することが必要である。

ROUTE CONTROL (O.C.C.)
(Also JKT. Regional Control & Repair Centre)

JAKARTA
(G.SUBROTO GAMBIR)
4 ENGRS
8 S.T'S
53 STNS. ROUTE C
3 STNS. REG. C
3 STNS. SERV.
1 VEHICLE
(NOTE 9)

REGIONAL CONTROL & REPAIR CENTER (R.C.C)

PALEMBANG
3 ENGRS.
5 S.T'S
29 STNS. REG. C
2 STNS. SERV.
1 VEHICLE
2 P.P. VEHICLE

PADANG
3 ENGRS.
4 S.T'S
10 STNS. REG. C
8 STNS. SERV.
1 VEHICLE
1 P.P. VEHICLE

MEDAN
3 ENGRS.
4 S.T'S
11 STNS. REG. C
6 STNS. SERV.
1 VEHICLE
1 P.P. VEHICLE

SERVICE DEPOTS (S.D)

G. BALAU
2 S.T'S
8 STNS.
SERVICED
2 VEHICLES

BKT. ASAM
3 S.T'S
8 STNS.
SERVICED
2 VEHICLES

BKT. PEDUKUH
2 S.T'S
8 STNS.
SERVICED
2 VEHICLES

JAMBI
2 S.T'S
5 STNS.
SERVICED
1 VEHICLE

SUNGAIDAREH
1 S.T.
2 STNS.
SERVICED
1 VEHICLE

DK. MARTIMBANG
2 S.T'S
5 STNS.
SERVICED
1 VEHICLE

- NOTES:
1. TELEGRAPH MUX STAFF are not included.
 2. S.T'S = Senior technicians and may include some junior engineers.
 3. ROUTE CONTROL STATION (JAKARTA) has responsibility for the overall system operation, performance and maintenance.
 4. REGIONAL CONTROL CENTRE: (under supervision of route control station) has the responsibility for the operation performance, maintenance and to effect fault clearance at the stations within the control region, stocks of spare units are held at the regional control centre.
 5. REPAIR CENTRE: Repair of faulty units is carried out for stations within the control region.
 6. SERVICE DEPOT: (under the direction of the regional control centre) to effect fault clearance at a number of stations and return faulty units to the repair depot. Stocks of spare replacement units are held at the service depot.
 7. No other stations on the route require to be staffed.
 8. JAKARTA Station staffed on 24 hours basis. All other staffed stations require staff only during working hours.
 9. VEHICLES shown at each site are those provided on T.S.M.S. contract and do not include existing vehicles. P.P. VEHICLE = TOYOTA PICKUP for use in transporting spare power plant.

図6-2-1 スマトラ縦断マイクロ回線保守体制

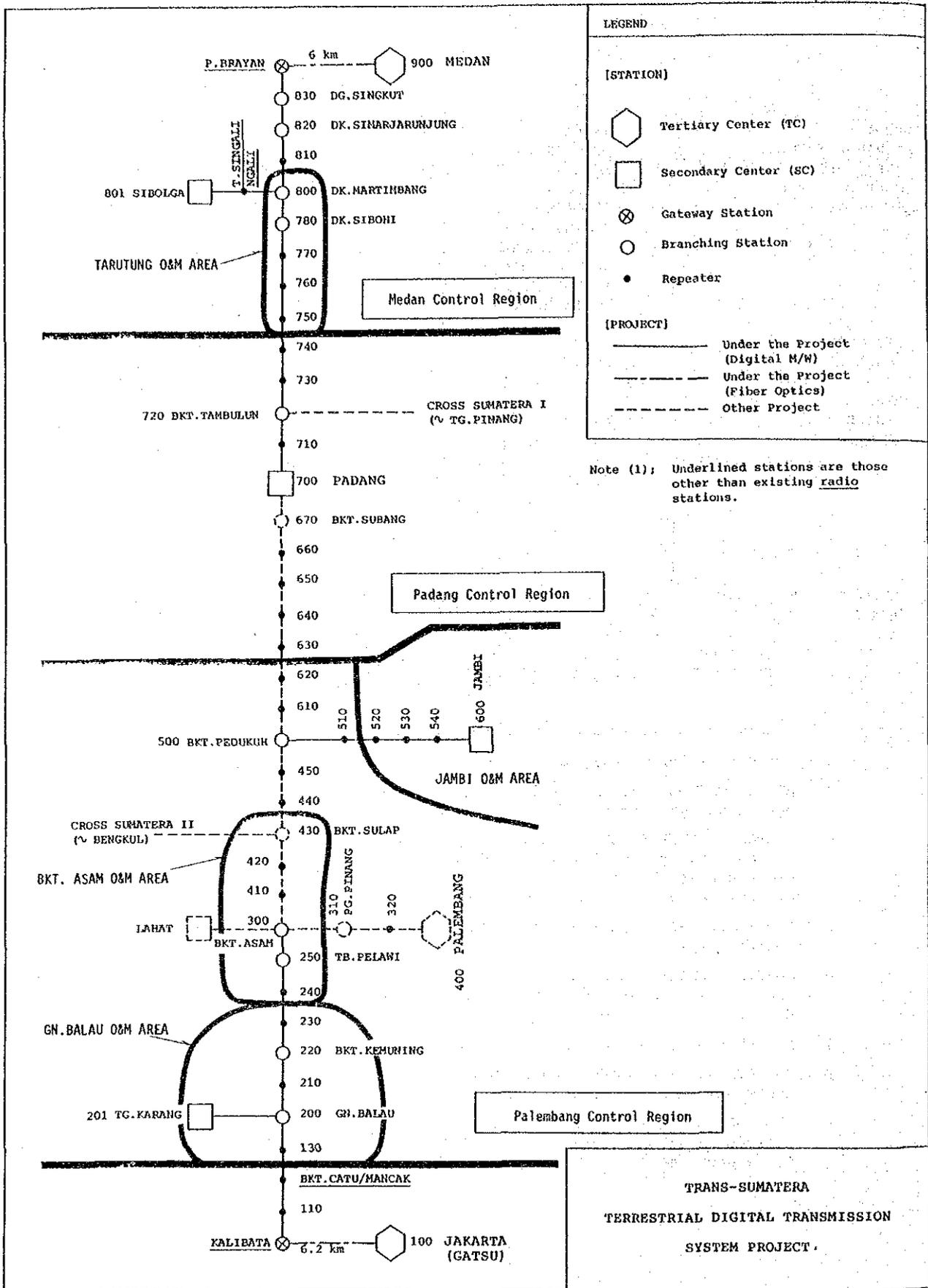


図6-2-2 スマトラ縦断マイクロ回線運用・保守ゾーン

第 7 章 財務・經濟分析

第7章 財務・経済分析

7-1 財務分析

7-1-1 分析の手法

(1) 財務分析の構造

プロジェクトの財務的フィージビリティは、図7-1-1に示されるフローで検討する。図に示すように、建設計画案により通信サービスの供給計画と建設コストが年次別に設定される。サービスの供給計画にしたがってトラヒックが発生し料金が徴収されると同時にサービスの運用により経常経費（操業費用）が発生する。収入と費用の差が経常利益あるいは減価償却費として資本勘定の内部資金に流入する。外部資金は内部資金の量および調達条件により決定される。

PERUMTELの会計規則により、所得税として粗利益額の35%が課せられる。また、税引後利益の55%を国家開発基金として政府に計上し、20%を内部積立金、25%を当期処分利益とすることが決められている。

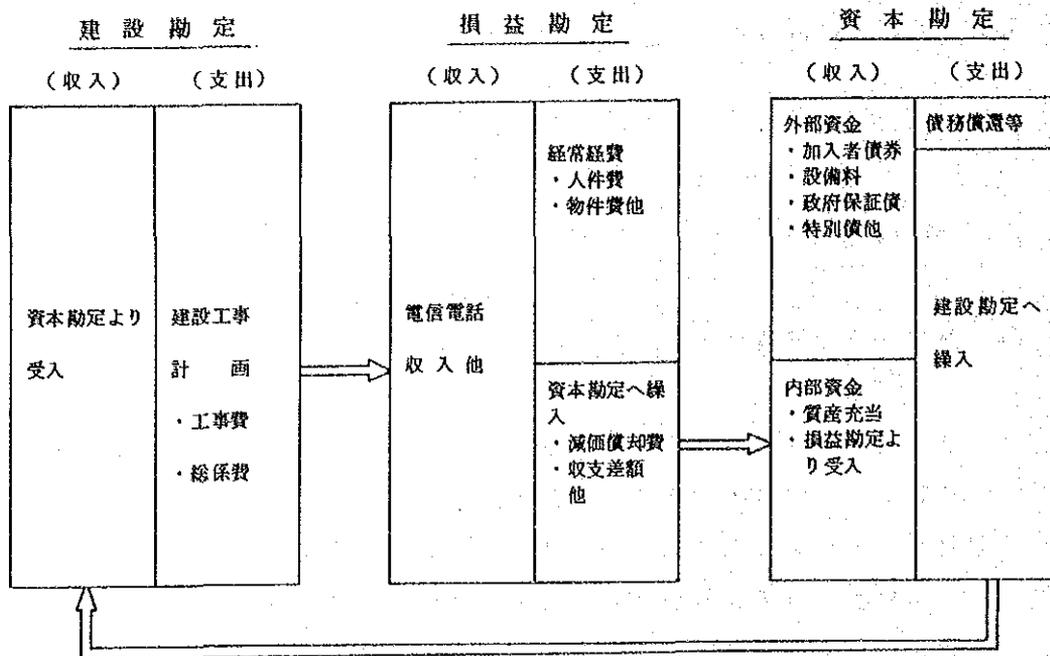


図7-1-1 資金フロー

資金フロー図の関係を数式で示すと次のようになる。

$$S = f(SC) \dots\dots\dots (1)$$

$$R = f(S) \dots\dots\dots (2)$$

$$C = f(S) \dots\dots\dots (3)$$

$$IF = R - C \dots\dots\dots (4)$$

$$EF = f(IF) \dots\dots\dots (5)$$

$$SC = IF + EF \dots\dots\dots (6)$$

ここで、S : 通信サービスの供給量

SC: 建設工事費

R : 収入

C : 経常経費

IF: 内部資金

EF: 外部資金

したがって、供給量 S を増加させるためには、供給量の単位（端子）あたりの建設コストを下げることである（(1)式）。もし(1)式が一定であれば(2)、(3)式の単位当りの収入あるいは経費を下げ、内部資金 IF を増加させることである。内部資金 IF が増加すれば外部資金も増加し、建設工事費（可能投資額） SC が増加する。したがって、収入あるいは経費の増減により供給量が決定されることになる。

キャッシュ・フロー表は、現金の出入りで構成される。現金の流入は、新規投資から発生する収入であり、現金の流出は新規投資と新規運営支出で構成される。

(2) 財務評価指標

次の財務諸表および指標が、財務評価の結果として掲示される。

- 損益計算書 経常収支比率
- キャッシュ・フロー表 財務的内部収益率
- 資金繰り表 デット・サービス・レシオ

1) 経常収支比率（オペレーティング・レシオ）

この指標は、損益計算書から得られ、総支出を総収入で割り算して求められる。この値が1.0以下であることは、総支出よりも総収入の方が大きいということを意味している。

この指標が総支出ではなく、運営コストを総収入で割り算した値であれば、少なくとも50~60(%)であるべきである。年次別供給率の高い国では、この値は30~40(%)と比較的低くなっている。供給量が増加すれば、減価償却費、利子支払い額のシェアが増加する。したがって、高い供給率を達成するには運営コストをできるだけ下げなければならない。

2) 財務的内部収益率(I. R. R.)

この指標はキャッシュ・フロー表から得られる。この値は、政府や銀行

の貸し付け金利と比較される。PERUMTELは平均して、年金利18%程度で資金を調達している。したがって、プロジェクトの財務的フィージビリティには最低18%のI. R. R. の数値を必要とする。

3) デット・サービス・レシオ

この指標は、資金繰り表から得られる。この数値は、毎年の内部留保(純利益+減価償却費)を毎年のローン支払額で割り算して求められ、電気通信セクターでは少なくとも1.3以上必要である。

資金繰り表から、もうひとつの指標に「累積黒字額(Accumulated Surplus)」がプラスであることが考えられる。もし、この値がマイナスであれば、PERUMTELは短期資金を借り入れなければならない。

(3) プロジェクトの内容

1) 対象地域

対象地域はジャカルタからバンダアチェ局までとする。そのうちジャカルタからメダン局までの区間を優先区間とし、緊急に実施される。

2) 対象システム

ジャカルタからバンダアチェ局までのスマトラ縦断地上伝送路網とし、スマトラ横断地上伝送路は除く。

3) 対象期間

建設工事期間

初期投資 1989～1991年

増設投資 1999年

システムの運用期間(サービス期間) 1992～2006年(15年間)

プロジェクト期間を主要機器の耐用年数を考慮し、サービス・イン後の15年間と考える。

4) 代替案

代替案は、ルート計画と実施スケジュールにより以下のように設定する。

a. ルート計画案

- 既設ルート案
- 西側ルート案
- 東側ルート案

b. 既設ルートの実施計画案

- JKT～MDN区間、PD～PG込み、1994年

ジャカルタ～メダン区間を優先し、初期工事期間1989～91年に、1994年に必要とされる所要回線数に見合った建設投資を行い、1999年に増設工事をする。

- JKT～MDN区間、PD～PG込み、1999年

この案は、初期工事期間1989～91年に、1999年に必要とされる所要回線数に見合った建設投資を行い、増設工事はしない。

- JKT～MDN区間、PD～PG抜き、1994年

すでに契約済みのパダン～パレンバン局の区間を取り除き、1989～91年の初期工事期間と1999年の増設工事とに分けた案である。

- JKT～MDN区間、PD～PG抜き、1999年

パダン～パレンバン局の区間を取り除き、1989～91年の初期工事期間に、1999年見合いの建設投資を行う案である。

5) 通貨交換レート

日本円とインドネシア・ルピアとの交換比率は以下のように設定する。

¥100 = Rp. 1,135.2

6) 対象サービス

- 電話サービス
- 非電話系サービス（テレックス、ゼンテックス、データ通信など）

(4) 分析手順

財務分析は、図7-1-2に示すフローに従って行われる。

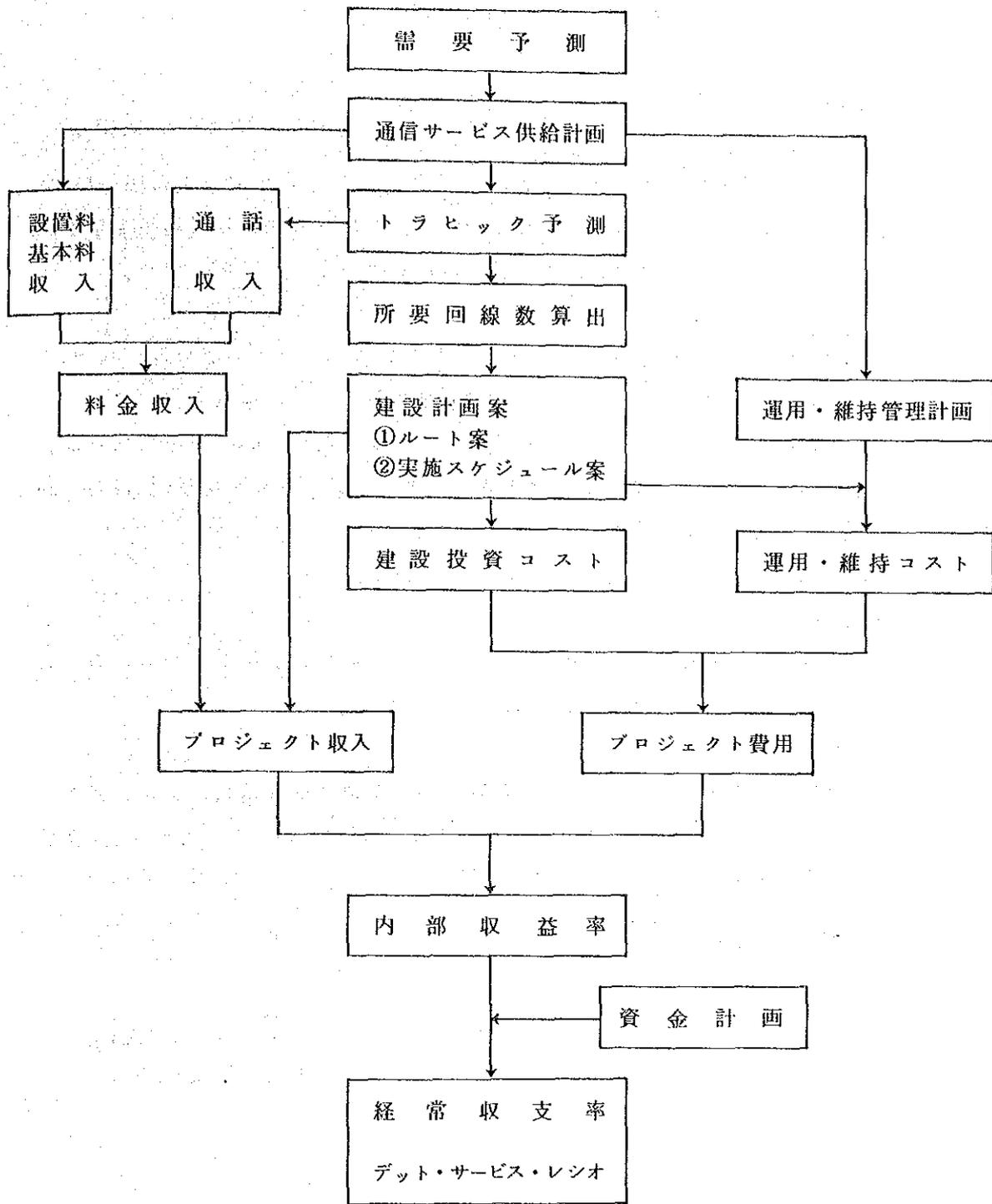


図7-1-2 財務分析の作業フロー

7-1-2 プロジェクト・コスト

(1) 初期投資コスト

各代替案の初期投資コストを表7-1-1(1/2)と(2/2)に示す。また図7-1-3に既設、西側および東側ルート案について投資コストの比較検討結果を示す。

投資コストの見積には、次の条件を設定している。

1) 無線システム

RF回線数は、1994/1999年見合いとしている。小容量の部分は、34 Mb/s システム（2 GHz、7 GHzあるいは8 GHz帯）以上とし、他はすべてアップー6 GHz 140 Mb/s システムを採用する。ホップ距離が 30km 以上になれば、Space Diversity システムを採用する。また、ジャカルタにはCentralized Supervisory Equipmentを敷設する。

2) Muldex システム

このシステムには、一括金額で計上する。どのプロジェクトでもこのシステムは、同じであり比較検討される必要はない。

3) 電源システム

現存するディーゼル・エンジン(DEGs)やDC電源機器を追加供給する必要はないと考える。2004年に適用されるエンジンジェネレーターを除いて、電源機器の容量で1999年まで充分まかなえる。

表7-1-1 初期投資額の推定 (1/2)

(1) FOREIGN CURRENCY PORTION			
ITEM	JKT-MDN-BNA EXISTING 1994 (M¥)	JKT-MDN-BNA WESTERN 1994 (M¥)	JKT-MDN-BNA EASTERN 1994 (M¥)
1. EQUIPMENT			
1-1 RADIO SUBSYSTEM	1,910	2,499	2,455
1-2 MULDEX SUBSYSTEM	450	441	446
1-3 TAIL LINK (FD CABLE + OTE)	177	177	177
1-4 S/V & CONTROL SUBSYSTEM	176	240	226
1-5 POWER SUPPLY SUBSYSTEM	662	1,002	925
1-6 TOWER	78	793	776
1-7 TRAINING EQUIPMENT	44	44	44
1-8 VEHICLE (O & M)	72	117	108
(SUB TOTAL)	3,569	5,313	5,157
2. INSTALLATION MATERIAL	513	650	641
3. MANUAL/DOCUMENT	34	39	38
4. MEASURING EQUIPMENT	422	422	439
5. TOOL	17	17	17
6. SPARE PARTS	241	275	270
(SUB TOTAL)	1,227	1,413	1,405
7. FREIGHT & INSURANCE	192	269	262
8. INLAND TRANSPORTATION	48	57	56
(SUB TOTAL)	240	336	328
9. INSTALLATION/TEST	1,019	1,314	1,275
10. CIVIL WORK	307	3,118	2,238
11. TRAINING	84	84	34
12. ONE-YEAR GUARANTEE	108	108	108
(SUB TOTAL)	1,518	4,624	3,705
13. CONSULTING SERVICES	511	1,016	904
14. CONTINGENCY	541	1,076	957
GRAND TOTAL	7,605	13,778	12,457

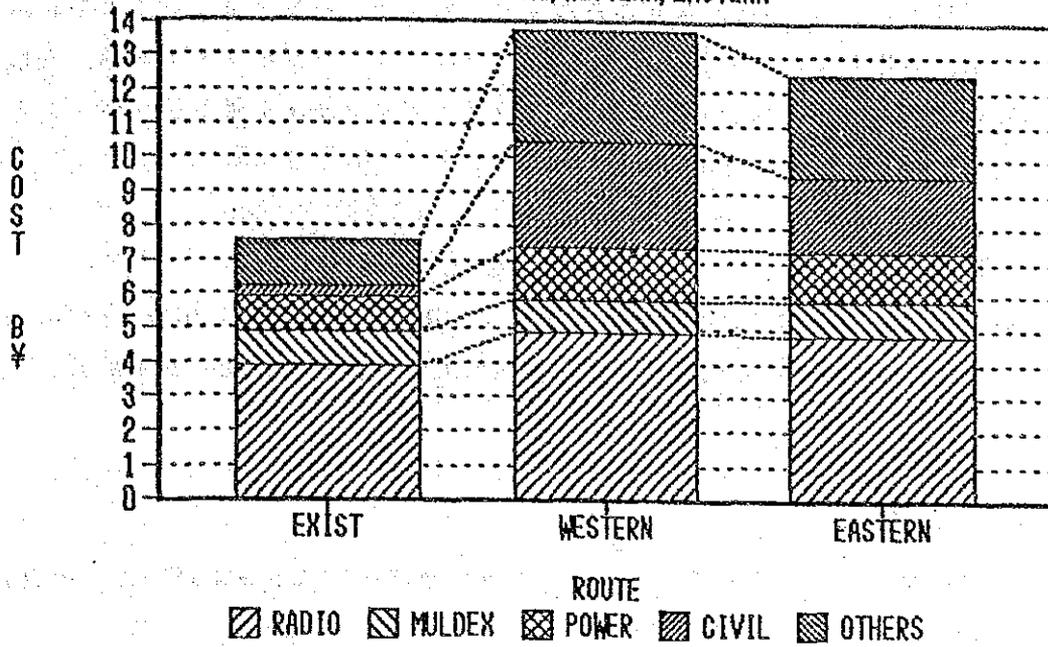
(2) LOCAL CURRENCY PORTION			
1. LAND PROCUREMENT (MRP)	168	2,468	1,211

表7-1-1 初期投資額の推定 (2/2)

ITEM	JKT-MDN INCLUDING PD-PG		JKT-MDN EXCLUDING PD-PG	
	1994 (M¥)	1999 (M¥)	1994 (M¥)	1999 (M¥)
1. EQUIPMENT				
1-1 RADIO SUBSYSTEM	1,603	1,877	1,103	1,276
1-2 MULDEX SUBSYSTEM	370	441	308	358
1-3 TAIL LINK(FO CABLE + DTE)	177	199	177	199
1-4 S/V & CONTROL SUBSYSTEM	146	146	114	114
1-5 POWER SUPPLY SUBSYSTEM	545	545	389	389
1-6 TOWER	52	52	52	52
1-7 TRAINING EQUIPMENT	44	44	44	44
1-8 VEHICLE (O & M)	63	63	45	45
(SUB TOTAL)	3,000	3,367	2,232	2,477
2. INSTALLATION MATERIAL	433	488	320	357
3. MANUAL/DOCUMENT	28	28	20	20
4. MEASURING EQUIPMENT	342	342	223	223
5. TOOL	14	14	9	9
6. SPARE PARTS	201	237	160	185
(SUB TOTAL)	1,018	1,109	732	794
7. FREIGHT & INSURANCE	161	179	119	131
8. INLAND TRANSPORTATION	40	44	29	32
(SUB TOTAL)	201	223	148	163
9. INSTALLATION/TEST	859	969	634	707
10. CIVIL WORK	285	295	280	280
11. TRAINING	84	84	84	84
12. ONE-YEAR GUARANTEE	108	108	108	108
(SUB TOTAL)	1,336	1,446	1,106	1,179
13. CONSULTING SERVICES	432	482	328	361
14. CONTINGENCY	458	510	347	383
GRAND TOTAL	6,445	7,137	4,893	5,357

(2) LOCAL CURRENCY PORTION				
1. LAND PROCUREMENT (MRP)	168	168	168	168

PROJECT COST
EXISTING, WESTERN, EASTERN



PROJECT COST
EXISTING, WESTERN, EASTERN ROUTE

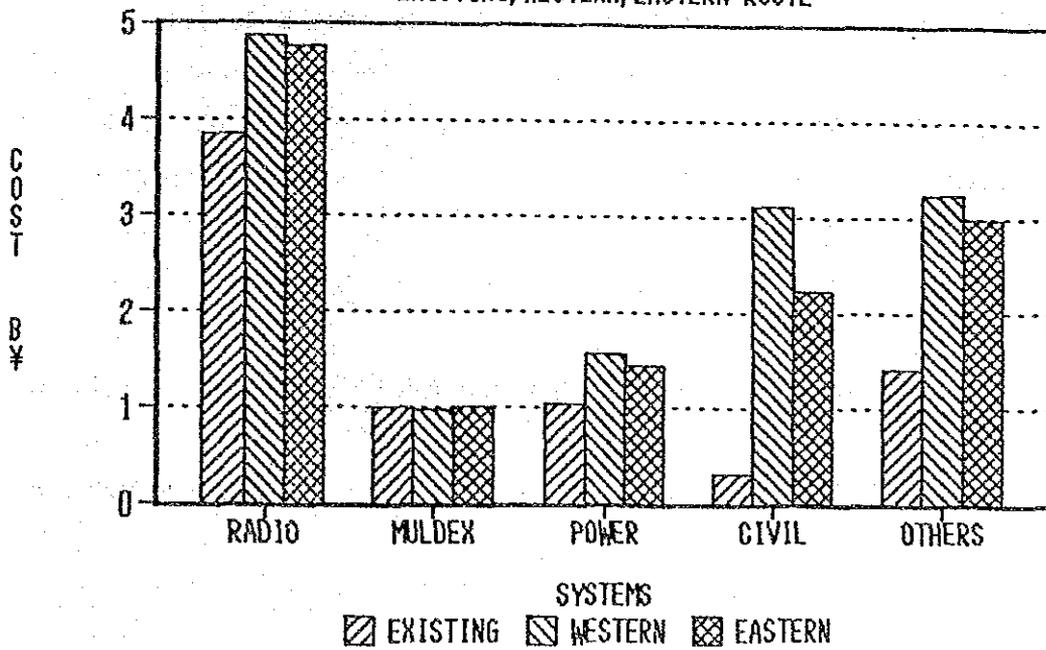


図7-1-3 初期投資額の推定

4) 鉄塔

新設の場合は、平均的な高さあたりの単価に必要数量を乗じることで総コストを算出している。新設の塔は、6つの3.3 mφパラボラ・アンテナを取り付けることができ、かつ現在のトランス・スマトラ・アナログシステムと同じ仕様条件に耐えるものとする。

5) 建物、燃料タンク

局舎は、PBRUMTBLの標準タイプとする。床面積について、中継局では120 m²、ターミナル局では240 m²とする。燃料タンクの容量は6000リットルとする。

6) 土木工事

現存する公道からサイトまでのアクセス道路のコストおよび公道の改良費を含む。

代替案	総延長(km)	公道改良コスト(百万円)
既設ルート案	5	15
西側ルート案	159	477
東側ルート案	250	750

鉄塔工事には、基礎工事、erection、ペンキ塗りにアンテナの取り付けも含む。

燃料タンクは地上に取り付ける。内貨分でまかなう工事費は土地取得費のみとする。

7) 運送費、保険料

運送および保険料は、無線、Multiplexおよび電源機器本体の3.5%、0.5%

とする。国内運送費は1%とする。

8) 訓練

14人の初級、上級エンジニアの3ヶ月間の工場訓練、インドネシアでの1ヶ月間の講義、および1ヶ月間の実地訓練が含まれている。

9) 保守・運用 (O&M) 業務の監督

サービスの開始後1年間 (システムの保証期間)、インドネシア人の保守・運用業務スタッフを補助するのに監督官も派遣するコスト。

(2) 追加投資コストおよび取替コスト

1) 追加投資コスト

これは、初期建設工事終了後、施設の増設に供されるコストである。

2) 取替コスト

これは、施設の耐用年数に従って取り替えられる時に発生するコストであり、本プロジェクトでは、表7-1-3の耐用年数にしたがって、電源機器と車両が、プロジェクト期間中に取り替えられる。

初期投資額と追加および取替コストの年次別支出計画を表7-1-2に示す。

表7-1-2 年次別投資支出計画（百万ルピア）

Alternative Plans	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	Total
Route Plan																			
- Existing Route	6,813	40,879	20,440				693	6,113	6,113	6,113	6,113	7,065							88,116
- Western Route	13,446	80,673	40,337				1,217	6,113	6,113	6,113	6,113	11,644							159,543
- Eastern Route	11,953	71,720	35,860				1,112	6,113	6,113	6,113	6,113	6,725							139,596
Implementation Plan																			
- JKT-MDN with PD-PG 1994	6,813	40,879	20,440				715	7,265				6,902							83,015
- JKT-MDN with PD-PG 1999	7,540	45,239	22,619				715					5,131							81,244
- JKT-MDN without 1994	5,177	31,065	15,552				511	4,859				4,927							62,070
- JKT-MDN without 1999	5,663	33,980	16,990				511					4,927							62,070

(3) 減価償却費と残存価値

1) 減価償却

PERUMTELは、各資産項目別に定額法を採用しており、本プロジェクトの財務分析では、この方法に従う。

対象となる機器別の償却年数と年償却率を表7-1-3に示す。外貨ポーションに含まれる機器は、日本の年数と率に従い、内貨ポーションについては、PERUMTELの年数と率に従った。

表7-1-3 償却期間と償却率

	償却期間(年)	年償却率(%)
通信機器	15	6.7
電源	10	10
鉄塔	40	2.5
燃料タンク	15	6.7
車両	5	20

2) 残存価値

一般的に、償却期間終了後の残存価値から撤去費を除いた純残存価値が財務分析に用いられる。しかし、本プロジェクトでは、PERUMTELの慣行にしたがい純残存価値は発生しないと考える。

本プロジェクトに共用される機器の寿命を、経済寿命に従って15年と設定した。電源や車両は、プロジェクト期間(15年間)終了以前に寿命が過ぎてしまい取り替えねばならない。取り替えられた機器は、償却期間終了前にプロジェクト期間が終了してしまうので、その残存価値は別途計算される必要がある。

本プロジェクトでは電源と鉄塔が対象となるが財務分析の結果に大きく影響を与えるほどの金額ではないので考慮しない。従って、償却期間終了前においても残存価値は発生しないと考える。

7-1-3 収入

(1) 実績

1982年から86年までの通信局別の収入構造を付録-18に示す。電話加入者あたりの平均収入とサービス種類別のシェアを表7-1-4に示す。

表7-1-4 収入実績

(%)

		1982	1983	1984	1985	1986
第1通信局	加入者当り収入 (1,000ルピア)	610.7	687.4	676.1	792.0	853.3
	ゼンテックス	1.83	1.55	1.55	2.04	1.57
	テレックス	5.81	7.57	8.36	8.43	10.44
	電話	91.27	90.75	89.58	89.41	87.86
	その他	1.09	0.13	0.50	0.12	0.13
	合計	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
第2通信局	加入者当り収入 (1,000ルピア)	574.5	658.4	677.9	732.2	842.1
	ゼンテックス	6.85	4.86	4.53	4.94	4.08
	テレックス	6.93	10.67	12.69	13.10	14.78
	電話	85.90	84.00	82.25	81.66	80.85
	その他	0.32	0.47	0.53	0.31	0.29
	合計	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
第3通信局	加入者当り収入 (1,000ルピア)	685.9	751.0	786.0	777.6	848.2
	ゼンテックス	2.74	2.58	2.60	2.62	2.43
	テレックス	4.87	6.60	7.83	8.46	9.44
	電話	92.25	90.41	88.90	88.71	88.03
	その他	0.14	0.40	0.67	0.21	0.10
	合計	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

電話加入者あたりの平均収入は、第1通信局で61万から85.3万ルピア、第2通信局で57.5万から84.2万ルピア、第3通信局で68.6万から84.8万ルピアと変化している。電話収入のシェアが著しく大きいのが、年々減少傾向を示している。第1通信局では、91.3%から87.9%、第2通信局では85.9%から80.9%、第3通信局では92.3%から88%となっている。年平均上昇率をみると第1通信局で17%、第2通信局で23%、第3通信局で20%を示している（付録-18参照）。

(2) 収入の推定方法

第2章で述べた供給計画に基づき、プロジェクト期間中の新規加入数および総加入数を計算する。次に、料金を掛け合わせることで総収入を得た後、代替案の投資計画にしたがってプロジェクトの収入を推定する。

1) 収入項目

- 電話サービス： 設置料収入
- ： 基本料金収入
- ： 通話料金収入

- 非電話系サービス

非電話系サービスには、電報、テレックス、データ通信などが含まれる。これらのサービスの需要数や収入シェアは、電話に比べて小さい。これまでの実績では、通話収入だけで総収入の70~80%、電話収入だけで80~90%も占めている。

2) 料金体系

電話サービスの提供による料金収入は、設置料、月額基本料および通話料に分類される。設置料は、電話機の設置時に加入者から徴収する料金で設備工事負担金を含む。設置料は、地域の状況によりⅠ～Ⅶの7段階をもうけ、差別料金を徴収している。月額基本料は、通話量に関係なく毎月一定額を加入者から徴収する料金である。インドネシアでは、表7-1-5にあるように自動局、手動局、あるいは加入者数による区別料金を設定している。通話料は、加入者の通話量に応じて毎月徴収される料金である。インドネシアでは表7-1-6にあるように距離帯別の時間差方式を採用している。

表7-1-5 インドネシアの電話料金体系

Installation Charge		Extra Additional Charge Outside the service area		Brunch Tel. Inst. Charge		Rental Charge/Month Rp.			Local Call Charge Rp.	SIDD & INTERLOCAL
Classification of Area	Rp.	Rp. (Route)	Rp. (Route)	Rp.	Rp.	A	U	T	O	
I	500,000		50,000	100,000	60,000	JAKARTA	BANDUNG	3,500	JAKARTA	See the Next Table
II	350,000			30,000		SEMARANG	1,750	Subscribers & P.C.O. Rp. 75: JAKARTA		
III	200,000			20,000		SURABAYA	2,000	Rp. 50: Public telephone pulse = 3 minutes		
IV	175,000		40,000	80,000	15,000	MAEDAN	1,000		
V	125,000	30,000	30,000	10,000	10,000	Other	1,000	Others Rp. 75/call with no time limit		
VI	90,000	20,000	20,000	7,500	7,500	Below 500 Units Exchange	500		
VII	75,000			3,750	3,750	Over 500 Units Exchange	1,000	Interlocal Rp. 75/pulse pulse = 60 second		

Notes: 1) BL stands for a Branch Line Unit

表7-1-6 インドネシアの市外通話料金体系 (電話)

Z O N E	Distance (km)	SLDD (Rp. 75/1 Pulse)					
		Manual Trunk		Metering Pulse Interval (Sec)		Charge for one minute (Rp.)	
		Normal	Urgent	Day	Night	Day	Night
0	0 - 25 Intralocal	75	75	0.600 - 21.00 60(1) ³⁾	21.00 - 0.600 60	0.600 - 21.00 75	21.00 - 0.600 75
I	25 - 100	375	750	6(10)	12	750	375
II	100 - 200	450	900	5(12)	10	900	450
III	200 - 300	563	900	4(15)	8	1,125	563
IV	300 - 1,000	750	1,500	3(20)	6	1,500	750
V	Over 1,000	1,125	1,500	2(30)	4	2,250	1,125

Note:

- 1) The Manual Call is changed in the form of first 3 minutes minimum plus additional charge per a minute.
The Call Tariff is half of that of SLDD.
- 2) The Manual Call is divided into ordinary and urgent call with no provision on day/night and charge for urgent call is same as the day-time charge of SLDD.
- 3) () shows Number of pulse per one minutes.

3) 総収入の推定

a. 設置料および基本料金からの収入

両方とも通信サービスの供給計画と料金体系から求められる。設置料は、新規加入者に対して課せられるが、基本料金は、毎月課せられるので新規累積加入者が対象となる。数式で示せば次のようになる。

$$\text{設置料} = \text{年次別新規加入者数} \times \text{通信局別平均設置料}$$

$$\text{基本料金} = \text{年次別新規累積加入者数} \times \text{通信局別平均基本料金}$$

b. 通話料収入

供給計画とトラヒック予測は、1994年から5年ごとに策定されている。したがって、各年の収入推定にあたっては5年ごとの平均伸び率を適用した。

電話のS C間通話料収入は次式によって計算される。

$$\text{通話料} = \frac{\text{最繁時トラヒック量(分)}}{\text{最繁時集中度}} \times 60 \text{分} \times 300 \text{日} \times \text{課金単価(分)}$$

c. 非電話系サービスからの収入

非電話サービスからの収入は、これまでの実績によると総収入の10%から20%を占めている。このシェアは、年々増加傾向を示している。通信システムのデジタル化とともに新サービスが供給され、この増加傾向は続くと考えられる。したがって、本プロジェクトでは電話総収入の20%を非電話系サービスによる収入と考える。

4) プロジェクトの収入

総収入は、供給計画にしたがって全通信システムが建設された時に発生する。本プロジェクトは、トランス・スマトラ地上伝送路網の整備計画であり、総収入から次のステップにより、プロジェクト収入を推定しなければならない。

ステップ1. プロジェクトの対象加入数の推定

ステップ2. 全通信システムに占めるトランス・スマトラ地上伝送路網の割合

ステップ3. 代替案（実施案）に基づく対象区間の全区間に占める割合

a. 対象加入者数

1992年から2006年までのサービス期間中、収入はプロジェクトの実施により増加する。図7-1-4に示したように、1992年にABの総加入者数に対して既存設備がフル稼働しているとするプロジェクトは、2006年における総加入数から既存設備分（AB加入数）を差し引いた新規加入数に対する建設投資が行われる。図で示せば、CDの新規加入数を対象にプロジェクトが立案・実施される。

既存設備に余裕があり、過去の投資による使用可能な施設を埋没費用と考えることによって、1992年以後の新規加入者数を設備することが可能でもプロジェクトの対象加入者数は1992年以後と考える。（図7-1-4参照）

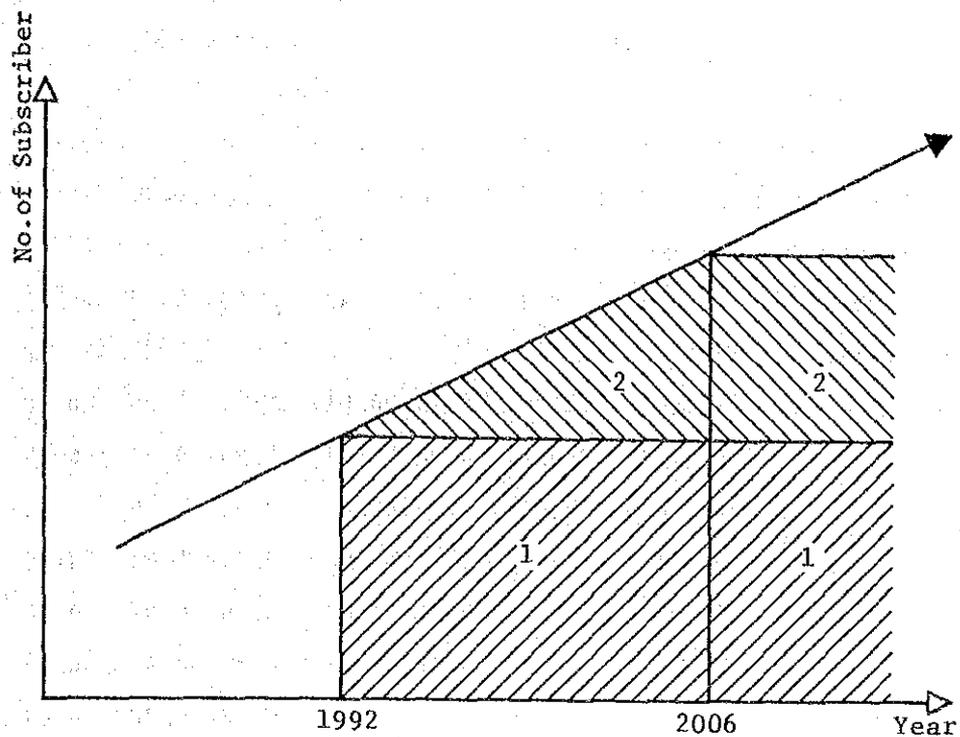


図7-1-4 対象加入者数

ここで、斜線部分1は既存設備に接続された加入者数の推移

斜線部分2は2006年までの新規加入者数の推移

b. 対象システムの全通信システムに占める割合

本プロジェクトは、スマトラ地域の基幹伝送路の敷設であり、交換設備、線路などの通信システムは含んでいない。料金収入は、これらすべての通信システムが敷設されてはじめて発生する。従って本プロジェクトでは、他の通信システムがすべて存在すると考えて料金収入を推計し、対象システムの全システムに占める投資コストの割合でかけ算することにより、プロジェクト収入（対象システムの収入帰属分）を推計する。

表7-1-7に、1986年末のPERUMTELの資産額を通信システム別に示す。

表7-1-7 通信局ごとの資産項目別シェア(1986年)

通信局	総資産額 (百万ルピア)	土地		フレックス			
		建物	交換	電報	伝送	線路	その他
Head-	20,633	0.43	0.14	0.00	0.05	0.02	0.37
quarter							
I	80,051	0.24	0.19	0.03	0.24	0.26	0.03
II	44,427	0.27	0.13	0.04	0.29	0.24	0.03
III	47,812	0.22	0.13	0.02	0.30	0.29	0.04
IV	397,246	0.10	0.31	0.03	0.20	0.34	0.02
V	75,015	0.18	0.21	0.02	0.15	0.37	0.06
VI	62,465	0.16	0.21	0.03	0.20	0.36	0.05
VII	87,977	0.16	0.23	0.03	0.16	0.38	0.04
VIII	48,799	0.28	0.12	0.02	0.27	0.28	0.03
IX	56,808	0.27	0.11	0.03	0.34	0.22	0.03
X	55,968	0.24	0.09	0.03	0.31	0.28	0.04
X I	19,818	0.28	0.08	0.01	0.34	0.24	0.04
X II	31,818	0.27	0.08	0.01	0.36	0.26	0.02
合計	1,028,837	0.18	0.22	0.03	0.23	0.31	0.04

この表以外に、CCITTでは伝送システムの投資コストシェアを23%と設定している。この値はPERUMTELのデータと同じであり、スマトラ地域の特徴を考慮するため、資産データの0.24~0.30を本プロジェクトに適用する。

第1から第3通信局の平均値、0.27にはS C間を接続する伝送路だけでなくP C~S C間、P C間、スマトラ横断地上伝送路も含まれていることを考慮して、本プロジェクトのシステムは、全システムの0.2、すなわち20%と設定する。

c. 対象区間の全区間に占める割合

プロジェクトの内容は、各代替案によって差がある。既設ルートの実施計画案は、ジャカルタ～バンダアチエまでの全区間に対してジャカルタ～メダン区間とメダン～バンダアチエ区間に分けている。さらに、パダン～パレンバン区間はすでに契約済みであり、除くか除かないかでプロジェクト収入もかわってくる。

対象区間別のプロジェクト収入算定には、区間内の加入者数を対象とすべきである。したがって、全収入の大部分を占める通話料収入の比率を区間別対象加入者から推定した。(付録-20参照)

ジャカルタ～メダン区間は、全区間の0.88である。さらに、パダン～パレンバン区間を取り除いた区間は0.57である。

(3) 収入予測の結果

表7-1-8に各代替案別の収入予測の結果を示す。

表7-1-8 プロジェクト収入の予測結果

(百万ルピア)

代替案	1994年	1999年	2004年
(ルート案) 既設ルート案			
西側ルート案	11,420	75,823	156,493
東側ルート案			
(既設ルートの実施計画)			
JKT～MDN、PD～PG込み	11,420	66,723	137,715
JKT～MDN、PD～PG抜き	7,396	43,219	89,202

全通信システムが敷設された時に発生する全料金収入は、1994年に64,885、1999年には379,115、2004年には782,465百万ルピアと予測される。電話加入者あたりでは、それぞれ0.95、1.05、1.1百万ルピアとなる。

7-1-4 経常支出

本プロジェクトは、地上伝送路の建設だけを目的としているが、経常支出の算出は、全通信システムが存在するものと仮定して行う。また、現在の支出水準を基準として将来予測が検討される。

経常支出は、現在から人件費、局舎などの事務所費および機器・施設の保守費に分類される。経常支出と財務的フィージビリティとの関係は、図7-1-1に示した通りである。すなわち、経常支出の減少は、一単位あたりの建設コストを一定として、供給量の増加に結び付く。または財務的フィージビリティの向上につながる。

(1) 実績

通信局別に、1982～85年までの経常支出の状況を表7-1-9 および7-1-10に示す。経常収支率（経常支出／収入）は、年々上昇している。これは、電話加入者あたりの経常支出が増加し、収入の伸びを上回ったためである。この傾向が、将来にわたっても継続すると仮定すると図7-1-1に示したように、内部資金の減少による投資可能額の低下につながり、プログラムの遅延（Carryover）を発生させる大きな原因となる。

表7-1-9 1982～85年の経常支出状況

		1982	1983	1984	1985
第1通信局	1. 経常収支率	0.31	0.36	0.45	0.51
	2. 電話1000加入あたりスタッフ数	56	52	57	59
	3. スタッフあたり経常支出額(百万円)	2.0	2.8	2.8	3.5
第2通信局	1. 経常収支率	0.64	0.67	0.77	0.87
	2. 電話1000加入あたりスタッフ数	103	95	97	83
	3. スタッフあたり経常支出額(百万円)	2.1	2.9	3.1	4.0
第3通信局	1. 経常収支率	0.41	0.50	0.57	0.64
	2. 電話1000加入あたりスタッフ数	80	73	80	72
	3. スタッフあたり経常支出額(百万円)	1.8	2.7	2.6	3.4

表7-1-10 経常支出の項目別シェア

		(%)			
		1982	1983	1984	1985
第1通信局	1. 人件費	58	59	51	50
	2. 事務所費	12	13	15	15
	3. 保守費	20	21	26	26
	4. その他	9	7	8	9
第2通信局	1. 人件費	59	62	57	54
	2. 事務所費	10	9	10	12
	3. 保守費	15	20	22	23
	4. その他	16	9	11	11
第3通信局	1. 人件費	50	53	47	50
	2. 事務所費	10	13	14	14
	3. 保守費	31	27	30	26
	4. その他	9	7	9	10

次に増加傾向を示している経常支出の内訳を人件費、局舎などの事務所費、機器・施設などの保守費に分類し、シェアをみると表7-1-10のようになっている。これから、上昇している経費の中でも保守費の占めるシェアが第1および第2通信局では上昇していることがわかる。したがって保守費を低減していく方策費、今後とられなければならない。

保守費の算出について、これまで「投資額の何%」という方法で行われている。本調査でもこの方法を採用して、PERUMTELの現況を示すと表7-1-11のようになる。これは、通信施設別の保守費を各資産額で除した結果である。

「道路」と「車両」を除き、ほとんどの施設の保守費は増加傾向を示している。特に、「交換設備」の伸びが著しく「線路・伝送」が続いている。なお、本プロジェクトに関する「線路・伝送」保守費比率は、第1通信局で1~3%、第2通信局で2~5%、第3通信局では2~5%となっている。

表7-1-11 保守費の資産額に占めるシェア

		1982	1983	1984	1985
第1通信局	1. 事務所	2.6	2.5	4.0	4.6
	2. 交換	2.4	5.1	8.2	7.8
	3. 線路・伝送	1.1	1.2	1.4	2.7
	4. 建物	4.2	3.3	3.7	4.8
	5. 道路	6.3	8.0	9.8	5.8
	6. 車両	111.4	140.7	142.8	101.7
第2通信局	1. 事務所	3.8	2.3	4.1	8.0
	2. 交換	4.6	9.1	9.5	11.6
	3. 線路・伝送	1.9	2.1	2.8	5.0
	4. 建物	2.1	3.7	5.4	6.8
	5. 道路	4.8	6.1	11.3	5.3
	6. 車両	63.1	99.9	63.2	87.0
第3通信局	1. 事務所	6.4	2.8	5.7	6.7
	2. 交換	8.4	17.8	20.8	19.2
	3. 線路・伝送	2.0	2.1	2.5	4.8
	4. 建物	7.7	6.2	7.0	9.4
	5. 道路	10.3	10.9	11.9	8.9
	6. 車両	144.2	176.2	173.1	118.4

(2) 支出の推定方法

経常支出は、次に述べるように支出項目ごとに推定した。

1) 人件費

ここで示す人件費は、各通信局ごとに支出される費用であり、主に給料と年金である。1985年の一人当りの人件費は3.6百万ルピアとなっている。

プロジェクトの人件費を算出するには、「プロジェクト収入の予測」で用いた対象システムの投資コストシェアを採用した。

1985年で3.6百万ルピアという水準は、将来増加していくことが予想される。ここでは、第4次5ヶ年計画（インドネシア全体）で設定しているGDPの年平均伸び率5%を、人件費の将来伸び率と考えた。

しかしながら、スタッフの数は、加入者あたりで見ると減少していくことが予想される。スタッフ数の予測は、JICAの長期計画と同じ手法で行いその結果を表7-1-12に示す。

表7-1-12 人件費の予測（全システム）

		1994	1999	2004
第1通信局	1. スタッフ数	7,858	10,515	10,608
	2. 電話加入数	196,462	350,496	530,396
	3. 1000加入あたりスタッフ数	40	30	20
	4. 人件費(百万円)	42,250	72,150	92,899
	5. スタッフあたり人件費(百万円)	5.4	6.9	8.8
第2通信局	1. スタッフ数	1,170	2,439	4,559
	2. 電話加入数	70,182	121,952	182,352
	3. 1000加入あたりスタッフ数	60	50	40
	4. 人件費(百万円)	7,237	19,259	45,942
	5. スタッフあたり人件費(百万円)	6.2	7.9	10.1
第3通信局	1. スタッフ数	2,641	5,465	10,654
	2. 電話加入数	132,033	218,613	319,613
	3. 1000加入あたりスタッフ数	50	40	30
	4. 人件費(百万円)	13,897	36,709	91,328
	5. スタッフあたり人件費(百万円)	5.3	6.7	8.6
合 計	1. スタッフ数	11,669	18,419	25,820
	2. 電話加入数	398,677	691,061	1,032,361
	3. 1000加入あたりスタッフ数	29	27	25
	4. 人件費(百万円)	63,384	128,118	230,168
	5. スタッフあたり人件費(百万円)	5.4	7.0	8.9

2) 保守費

最近4年間の保守費は、総資産額の1～5%となっている（線路・伝送施設）。また、同様のプロジェクトの保守費を考慮し本プロジェクトでは、投資コストの5%を保守費と設定する。

3) 局舎などの事務所費

これまでの実績をみると、電話加入あたり90万ルピアとなっているので、本プロジェクトでは、この値を採用する。事務所費は、加入者数の増加に比例して増加していくと仮定し、この値は将来にわたって変化しないと考える。

なお、プロジェクトの費用算出は、「プロジェクト収入の予測」で用いた対象システムの投資コストシェアを採用している。

4) 運転資本

運転資本は、プロジェクトが建設され、サービス・インした後に財政運営を円滑に行うために必要である。運転資本の必要な金額の算出には、次のことを考慮しなければならない。

- a. 加入者が通信サービスを使用した時と実際に使用料金を支払う時間の差によって発生するコスト
- b. 資機材の購入に際して、実際の支払い時期にずれがある時、必要となる資金
- c. 在庫調整に必要な資金
- d. 手元に保留しておく現預金

必要な運転資本は、 $a + c + d - b$ にて求められる。

PBRUMTELの現状から判断して、年間収入の25%すなわち、90日分の金額を想定する。

(3) 経常支出の予測結果

予測結果を表7-1-13に示す。

表7-1-13 経常支出の予測結果

代替案	1994	1999	2004
(ルート案)			
既設ルート案	8,003	30,729	53,342
西側ルート案	11,824	34,551	57,163
東側ルート案	11,007	33,733	56,346
(既設ルートの実施案)			
JKT～MDN、PD～PG込み、1994年見合い	7,949	29,130	52,212
JKT～MDN、PD～PG込み、1999年見合い	8,365	29,130	52,212
JKT～MDN、PD～PG抜き、1994年見合い	5,553	19,290	34,241
JKT～MDN、PD～PG抜き、1999年見合い	5,839	19,290	34,241

7-1-5 財務評価

(1) キャッシュ・フロー分析

前項までの収入および支出予測結果に基づき、表7-1-17から7-1-25に各代替案のキャッシュ・フロー表を示す。これらの表から、「プロジェクトそのもの」にとっての財務収益性を示す財務的内部収益率(F. I. R. R)を算出した。この結果、ルート案の中で、既設ルート案のみがインドネシアの長期貸出利子率18%を上回っている。

プロジェクトの実施体であるPERUMTELは、公営企業として政府に税金を納めなければいけない。従って、課税後のF. I. R. Rの方がより現実的な収益性を示しているともいえる。

課税率を粗利益の35%として、各代替案のF. I. R. Rを計算すると課税前の2~3%低い値となる。しかしながら、既設ルート案については、依然として高い収益性を示しており、財務的には良好な結果となっている。

表7-1-14 F. I. R. R

代替案	F. I. R. R(課税前)	F. I. R. R(課税後)
(ルート案)		
既設ルート案	23 (%)	20 (%)
西側ルート案	14	11
東側ルート案	15	13
(既設ルートの実施案)		
JKT~MDN、PD~PG込み、1994年見合い	21	19
JKT~MDN、PD~PG込み、1999年見合い	20	18
JKT~MDN、PD~PG抜き、1994年見合い	19	17
JKT~MDN、PD~PG抜き、1999年見合い	18	16

感度分析

プロジェクトの初期投資額および収入が増減したときのF. I. R. Rの変化を、表7-1-15および7-1-16に示す。これら代替案は、財務的フィージビリティが検証された「既設ルート案」と現実的な実施計画案である「JKT～MDN、PD～PG抜き、1994年」の2案である。

表7-1-15 F. I. R. Rの感度分析（既設ルート案）

収入の減少	初期投資額の増加				
	100%	105%	110%	120%	130%
100%	22.6	21.9	21.3	20.1	19.1
95%	21.5	20.8	20.2	19.1	18.1
90%	20.3	19.7	19.1	18.0	17.0
80%	17.8	17.2	16.6	15.6	14.6
70%	14.9	14.3	13.7	12.7	11.8

表7-1-16 F. I. R. Rの感度分析（JKT～MDN、PD～PG抜き、1994年案）

収入の減少	初期投資額の増加				
	100%	105%	110%	120%	130%
100%	18.7	18.1	17.5	16.4	15.3
95%	17.7	17.0	16.4	15.3	14.3
90%	16.5	15.9	15.3	14.2	13.2
80%	14.0	13.4	12.8	11.8	10.8
70%	11.0	10.4	9.8	8.8	7.9

価格は、1987年9月で固定しており、将来においても変化しないと仮定している。従って、収入の変化は料金あるいは通信サービスの供給量などの変化に起因する。収入の感度の方が初期投資額よりも大きい。既設ルート案では20%の収入減少にもかかわらず18%もF. I. R. Rがあり、高い財務的収益性を示している。

(2) 損益計算書

キャッシュ・フロー表に基づき、表7-1-24にJKT～MDN、PD～PG抜き1994年案の損益計算書を示す。これによると、サービスの開始後すぐにプロジェクト収入が発生し、早くも9年目に黒字を示している。支払猶予期間中の外部資金の調達も、内部資金の状況をみながら考慮していかなければならない。経常収支比率では、全体として0.68と良好な結果を示している。

(3) 資金繰り表

JKT～MDN、PD～PG抜き、1994年案の資金繰り表を表7-1-25に示す。作成に当たって以下のような条件を設定している。

初期投資額518億ルピアのうち外貨分は、516億ルピアであり、支払い猶予期間4年、借入れ期間10年、年利子率12%の調達条件で政府から借入する。内貨分は、土地代のみで総額の0.3%である2億ルピアであり、PERUMTELの自己資金で調達される。また、短期借入金の金利は24%と設定する。外貨分の資金返済は、猶予期間後元本均等払いとし、金利は初年度から返済していくと設定している。

外貨分のシェアーが99.7%と大きいため、内部留保金を充当しなければ借入金の返済は、難しくなっている。デット・サービス・レシオは、2000年までに-8.3から2.7へと推移している。本計画案は、当初借入金の返済が大きく資金のやりくりが苦しいけれども最終的に良好な結果を示している。

表7-1-17 キャッシュ・フロー表（既設ルート）（百万ルピア）

	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	Total	
Cash Flows from Operation																				
Telephone Revenue	0	0	0	4,738	6,746	9,645	14,611	20,955	30,154	43,543	63,618	72,844	84,344	97,653	113,057	130,889	127,863	127,863	948,521	
Non-voice Revenue	0	0	0	813	1,205	1,775	2,629	3,863	5,665	8,300	12,205	14,153	16,418	19,042	22,082	25,604	25,573	25,573	184,899	
Personnel Cost	0	0	0	924	1,329	1,912	2,750	3,956	5,689	8,183	11,770	13,952	16,538	19,604	23,239	27,547	27,547	27,547	192,488	
Maintenance Cost	0	0	0	3,407	3,407	3,407	3,407	3,407	3,407	3,712	4,018	4,018	4,018	4,018	4,018	4,018	4,018	4,018	56,295	
Office & Other Expenses	0	0	0	803	1,240	1,722	2,613	3,635	4,815	6,219	7,864	9,088	10,437	11,926	13,570	15,388	15,388	15,388	120,099	
Corporate Tax	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,460	8,678	12,683	22,200	26,116	30,653	35,905	35,838	35,838	210,371	
Working Capital	0	0	0	1,464	706	1,025	1,538	2,222	3,243	4,743	7,029	3,507	4,077	4,723	5,472	6,340	0	-46,088	0	
Net Cash Flow from Operation	0	0	0	-1,046	1,270	3,353	6,932	11,598	18,665	26,525	36,464	43,749	43,491	50,307	58,188	67,295	70,644	116,732	554,167	
Cash Flows from Investment	6,813	40,879	20,440					693		6,113			7,065						88,116	
Net Increase in Cash with Tax	-6,813	-40,879	-20,440	-1,046	1,270	3,353	6,932	10,905	18,665	20,412	30,351	43,749	36,426	50,307	58,188	67,295	70,644	116,732	466,051	
without Tax	-6,813	-40,879	-20,440	-1,046	1,270	3,353	6,932	10,905	18,665	22,872	39,029	56,432	58,626	76,424	88,840	103,200	106,482	152,570	676,422	

F.I.R.R with Tax = 19.5%
F.I.R.R without Tax = 22.6%

Earning Ratio to Total = 0.176 0.2

表7-1-18 キャッシュ・フロー表（西側ルート）（百万ルピア）

	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	Total	
Cash Flows from Operation																				
Telephone Revenue	0	0	0	4,738	6,746	9,645	14,611	20,955	30,154	43,543	63,618	72,844	84,344	97,653	113,057	130,889	127,863	127,863	948,521	
Non-voice Revenue	0	0	0	813	1,205	1,775	2,629	3,863	5,665	8,300	12,205	14,153	16,418	19,042	22,082	25,604	25,573	25,573	184,899	
Personnel Cost	0	0	0	924	1,329	1,912	2,750	3,956	5,689	8,183	11,770	13,952	16,538	19,604	23,239	27,547	27,547	27,547	192,488	
Maintenance Cost	0	0	0	6,723	6,723	6,723	6,723	6,723	6,723	7,028	7,334	7,334	7,334	7,334	7,334	7,334	7,334	7,334	106,037	
Office & Other Expenses	0	0	0	1,135	1,571	2,054	2,945	3,967	5,147	6,551	8,196	9,420	10,769	12,257	13,901	15,720	15,720	15,720	125,073	
Corporate Tax	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14,542	24,378	28,915	34,167	34,100	34,100	170,203	
Working Capital	0	0	0	1,464	706	1,025	1,538	2,222	3,243	4,743	7,029	3,507	4,077	4,723	5,472	6,340	0	-46,088	0	
Net Cash Flow from Operation	0	0	0	-4,694	-2,378	-295	3,284	7,951	15,017	25,337	41,494	52,784	47,502	46,397	56,278	65,385	68,734	114,822	539,619	
Cash Flows from Investment	13,446	80,673	40,337					1,217		6,113			11,644						159,543	
Net Increase in Cash with Tax	-13,446	-80,673	-40,337	-4,694	-2,378	-295	3,284	6,733	15,017	19,224	35,381	52,784	35,857	48,397	56,278	65,385	68,734	114,822	380,076	
without Tax	-13,446	-80,673	-40,337	-4,694	-2,378	-295	3,284	6,733	15,017	19,224	35,381	52,784	50,399	72,776	85,193	99,553	102,834	148,922	550,279	

F.I.R.R with Tax = 11.5%
F.I.R.R without Tax = 13.8%

Earning Ratio to Total = 0.176 0.2

表7-1-19 キャッシュ・フロー表（東側ルート）（百万ルピア）

	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	Total
Cash Flows from Operation																			
Telephone Revenue	0	0	0	4,738	6,746	9,645	14,611	20,955	30,154	43,543	63,618	72,844	84,344	97,653	113,057	130,889	127,863	127,863	949,521
Non-voice Revenue	0	0	0	813	1,205	1,775	2,629	3,863	5,665	8,300	12,205	14,153	16,418	19,042	22,082	25,604	25,573	25,573	184,899
Personnel Cost	0	0	0	924	1,329	1,912	2,750	3,956	5,689	8,183	11,770	13,952	16,538	19,604	23,239	27,547	27,547	27,547	192,488
Maintenance Cost	0	0	0	5,977	5,977	5,977	5,977	5,977	5,977	6,282	6,588	6,588	6,588	6,588	6,588	6,588	6,588	6,588	94,846
Office & Other Expenses	0	0	0	1,060	1,497	1,979	2,870	3,892	5,072	6,476	8,121	9,345	10,694	12,183	13,827	15,645	15,645	15,645	123,954
Corporate Tax	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15,841	24,677	29,214	34,466	34,399	34,399	172,997
Working Capital	0	0	0	1,464	706	1,025	1,538	2,222	3,243	4,743	7,029	3,507	4,077	4,723	5,472	6,340	0	-46,088	0
Net Cash Flow from Operation	0	0	0	-3,873	-1,557	526	4,105	8,771	15,838	26,158	42,315	53,605	47,023	48,919	56,800	65,907	69,256	69,256	549,136
Cash Flows from Investment	11,953	71,720	35,860					1,112		6,113	6,113		6,725						139,596
Net Increase in Cash with Tax	-11,953	-71,720	-35,860	-3,873	-1,557	526	4,105	7,659	15,838	20,045	36,201	53,605	40,298	48,919	56,800	65,907	69,256	69,256	409,359
without Tax	-11,953	-71,720	-35,860	-3,873	-1,557	526	4,105	7,659	15,838	20,045	36,201	53,605	56,139	73,597	86,013	100,373	103,655	103,655	582,536

F.I.R.R with Tax = 13.0%
F.I.R.R without Tax = 15.3%

Earning Ratio to Total = 0.176 0.2

表7-1-20 キャッシュ・フロー表（JKT～MDN、PD～PG込み、1994年）（百万ルピア）

	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	Total
Cash Flows from Operation																			
Telephone Revenue	0	0	0	4,945	6,896	9,645	14,294	20,031	28,140	39,638	55,983	64,103	74,223	85,934	99,490	115,183	112,519	112,519	843,543
Non-voice Revenue	0	0	0	854	1,235	1,775	2,565	3,679	5,262	7,519	10,740	12,465	14,448	16,757	19,432	22,532	22,504	22,504	164,261
Personnel Cost	0	0	0	924	1,329	1,912	2,750	3,956	5,689	8,183	11,770	13,952	16,538	19,604	23,239	27,547	27,547	27,547	192,488
Maintenance Cost	0	0	0	3,407	3,407	3,407	3,407	3,407	3,407	3,407	3,770	3,770	3,770	3,770	3,770	3,770	3,770	3,770	54,005
Office & Other Expenses	0	0	0	803	1,240	1,722	2,613	3,635	4,815	6,189	7,839	9,064	10,413	11,901	13,545	15,364	15,364	15,364	119,870
Corporate Tax	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,577	2,264	17,876	21,674	25,445	29,809	29,751	29,751	158,146
Working Capital	0	0	0	1,538	685	971	1,423	2,004	2,850	4,062	5,798	3,086	3,588	4,156	4,815	5,579	0	-40,557	0
Net Cash Flow from Operation	0	0	0	-873	1,471	3,407	6,666	10,708	16,641	25,316	35,989	44,422	36,486	41,585	48,109	55,645	58,592	58,592	483,295
Cash Flows from Investment	6,813	40,879	20,440					715			7,265		6,902						83,015
Net Increase in Cash with Tax	-6,813	-40,879	-20,440	-873	1,471	3,407	6,666	9,993	16,641	25,316	28,704	44,422	29,584	41,585	48,109	55,645	58,592	58,592	400,280
without Tax	-6,813	-40,879	-20,440	-873	1,471	3,407	6,666	9,993	16,641	25,316	30,281	46,686	47,460	63,260	73,553	85,455	88,343	88,343	558,426

F.I.R.R with Tax = 18.5%
F.I.R.R without Tax = 20.9%

Earning Ratio to Total = 0.176