

#### (4) 週間および時間帯別旅客変動

表 3.3.9 に示すように、週末の旅客輸送量の方が平日よりも 10 % 程度多くなっている。朝夕のピーク時間帯は、それぞれ 7時から 9時、15時から17時で、全体の 33 % の旅客が集中している（表 3.3.9 参照）。

各駅の時間帯別乗降客数をみると、表 3.3.10 のように性格分けができる（図 3.3.4 参照）。

表 3.3.9 時間帯別旅客輸送量(一日当り)

(単位：人、%)

時間帯	平均		平日		週末	
	旅客数	指標	旅客数	指標	旅客数	指標
4:00~5:00	1,630	39.7	1,632	39.8	1,627	39.6
5:00~6:00	3,804	92.7	3,784	92.2	3,855	93.9
6:00~7:00	4,596	112.0	4,458	108.6	4,940	120.3
7:00~8:00	6,989	170.3	7,022	171.1	6,906	168.2
8:00~9:00	5,759	140.3	5,738	139.8	5,812	141.6
9:00~10:00	4,936	120.2	4,669	113.7	5,605	136.5
10:00~11:00	4,459	108.6	4,191	102.1	5,129	125.0
11:00~12:00	5,239	127.6	4,890	119.1	6,111	148.9
12:00~13:00	4,854	118.3	4,573	111.4	5,555	135.3
13:00~14:00	4,536	110.5	4,256	103.7	5,238	127.6
14:00~15:00	4,585	111.2	4,304	104.9	5,216	127.1
15:00~16:00	5,638	137.4	5,496	133.9	5,992	146.0
16:00~17:00	5,826	141.9	5,739	139.8	6,043	147.2
17:00~18:00	4,838	117.9	4,612	112.4	5,403	131.6
18:00~19:00	3,375	82.2	3,148	76.7	3,943	96.1
19:00~20:00	1,891	46.1	1,822	44.4	2,066	50.3
20:00~21:00	735	17.9	728	17.7	754	18.4
21:00~22:00	217	5.3	189	4.6	287	7.0
合計	73,887		71,251		80,482	
平均	4,105	100.0	3,958	96.4	4,471	108.9

出所：OD表(1984年6月25日~7月1日)

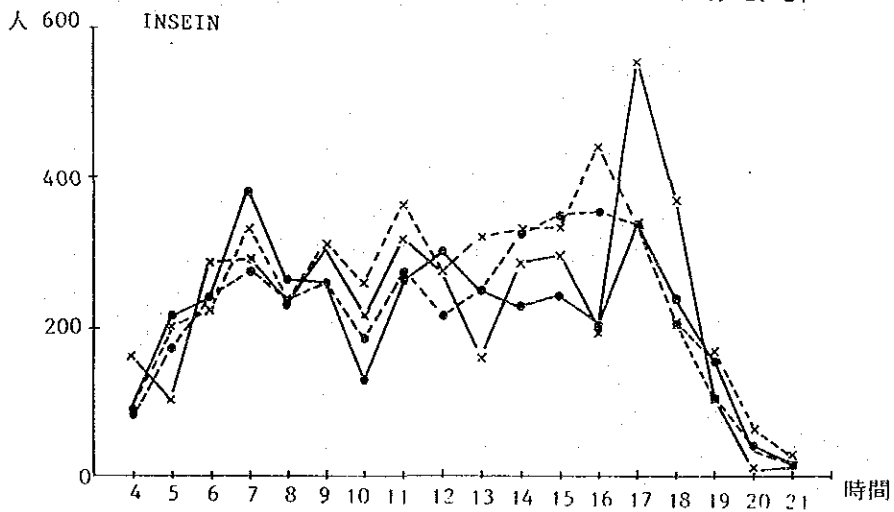
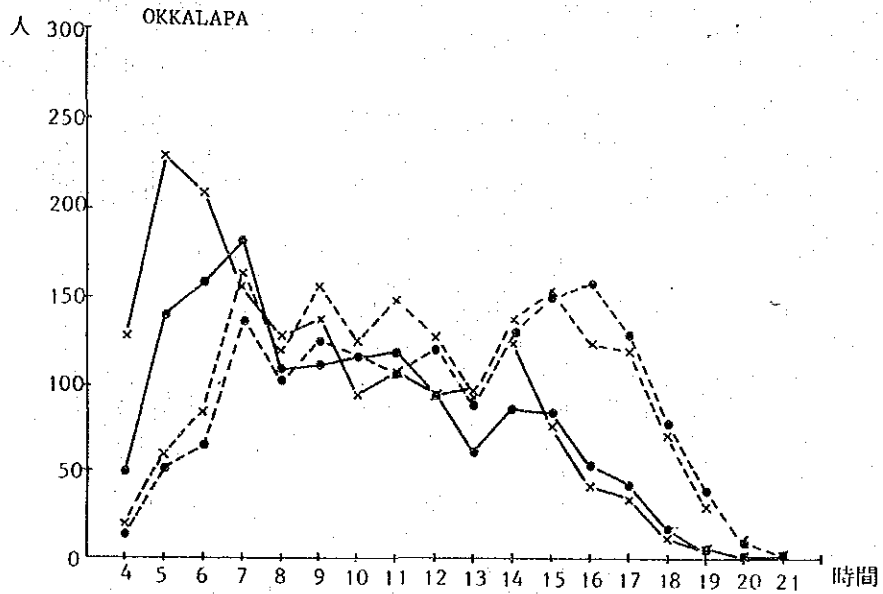
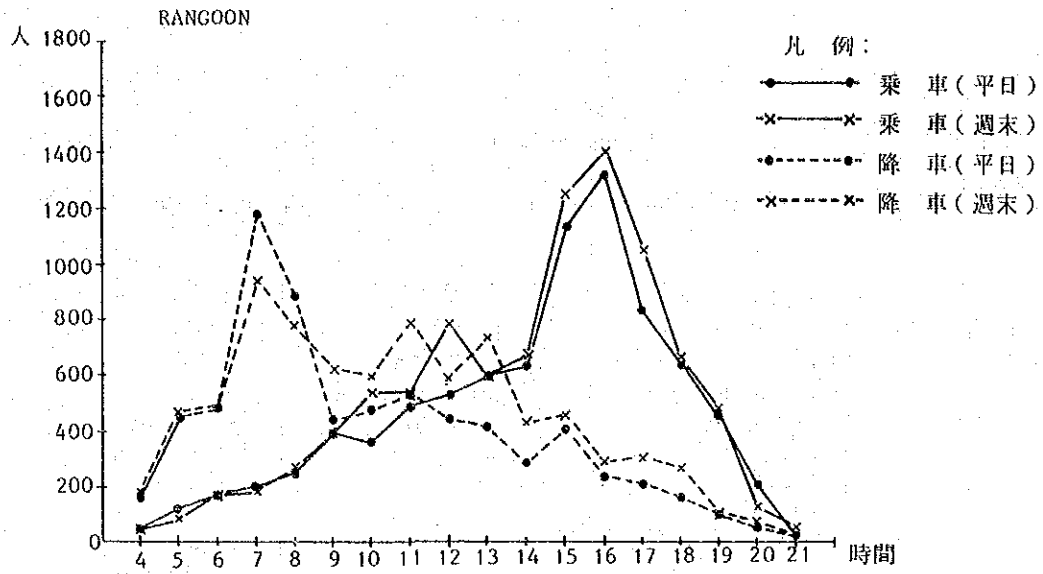


図 3.3.4 主要駅時間帯別変動

表 3.3.10 駅特性表

時間変動	旅 客 数		
	2,000 人以上	1,000 人以上 ~ 2,000 人未満	1,000 人未満
(A)	大規模住宅型	中規模住宅型	小規模住宅型
朝乗車・ 夕降車型	Kamayut Okkyin Thingangyun Thamaing Tadagale	Thirimyaing Okkalapa Myithanyunt Kyaukyedwin Hninzigon	Ywama Yegu Togyaunggale Ngamoyeik Hpawkan Golf Course Aungsan Myo Ywathagyi
(B)	大規模混在型	中規模混在型	小規模混在型
中間型	Insein Pazundaung Mingaladon Cantt Kanbe Mahlwagon	Paywetseikkon Bauktaw Gyogon Hletan Paryame Mingaladon Bazaar Tamwe Hanthawaddy	Kyaikkale Burma Air Force Mission Road
(C)	大規模業務型	中規模業務型	小規模業務型
朝降車・ 夕乗車型	Rangoon Pagoda Road	Gymkhana Kemendine Hume Road Lanmadaw	Prome Road Danyingon

出 所 : OD表(1984年6月25日~7月1日)

### 3-3-6 料金および収入

#### (1) 料金体系

環状線と近郊線の料金は 5.2 Pyas/mile で、幹線の 6.8 Pyas/mile に比べ低めの料金水準となっている。月極定期券を購入する者は料金を割引かれ、全体の約 12 % に当る約 8 千人が利用している（表 3.3.11 参照）。

乗車券は、小さい駅では列車到着の 30 分前から、主要駅では 2 時間前から駅の乗車券発売所で販売している。B.R.C. によると無賃乗車は 5 % 程度である。

表 3.3.11 定期券利用者

(単位：千人)

年 月	定 期 券		総旅客数 (B) *2	比 率 (A/B)
	所持者数	利用回数 (A) *1		
1983. 10	7.490	300	2,717	11.0 %
11	8.180	327	2,645	12.4 %
12	8.164	327	2,649	12.3 %
計		954	8,011	11.9 %

注 : \*1 20日 x 2 x 定期券所持者数

\*2 表 3.3.5 参照

出 所 : B.R.C.

(2) 収 入

環状線および近郊線の収入は増加傾向を示しており、1982年度には約 11 百万 Kyatsとなっている。また、旅客 1 人当りの収入は1980年度以降徐々に上昇している（表 3.3.12 参照）。

表 3.3.12 環状線および近郊線の旅客収入

年度	旅客収入 (1,000 Kyats)	旅客数 (1,000 人)	一人当たり 旅客収入 (Pyas)
1978	6,027	20,479	29.4
1979	6,886	23,288	29.6
1980	7,715	27,945	27.6
1981	9,819	30,358	32.3
1982	10,644	31,738	33.5

出 所 : B.R.C.

## 第4章

# 輸送需要予測





## 第4章 輸送需要予測

### 4-1 前提条件

#### (1) 調査対象輸送手段

鉄道に加え、主要な中距離輸送手段で鉄道と競合しているバスおよび急行バスを、輸送需要予測の対象に含める。

#### (2) ゾーニング

行政単位として境界が明確であり、有効な統計類の入手が可能である“区”をゾーンとして設定する。

#### (3) 将来予測の基準

二次にわたる現地調査により、数多くの資料を入手したが、出所により資料の不整合があるため、最も権威のある出所の資料を基礎とする。また、現在の状況を表す諸資料がそろって入手できる 1982 年度を基準年度とする。

#### (4) 予測期間

電気運転開始を 1990 年とし、この年から 30 年間でプロジェクトライフとみて、2019 年を評価最終年とする。

#### (5) Withケースと Withoutケースの輸送需要

Withケースは、電化プロジェクトが実施された場合で、運転条件の改善により、鉄道の相対的な競争力が高まり、バスおよび急行バスの旅客の一部が鉄道に転換するが、電化による新たな誘発需要は、非常に少いと考えられるので、予測には含めないこととする。

Without ケースは電化プロジェクトが実施されなかった場合で、各輸送機関のシェアは変化しないものとする。

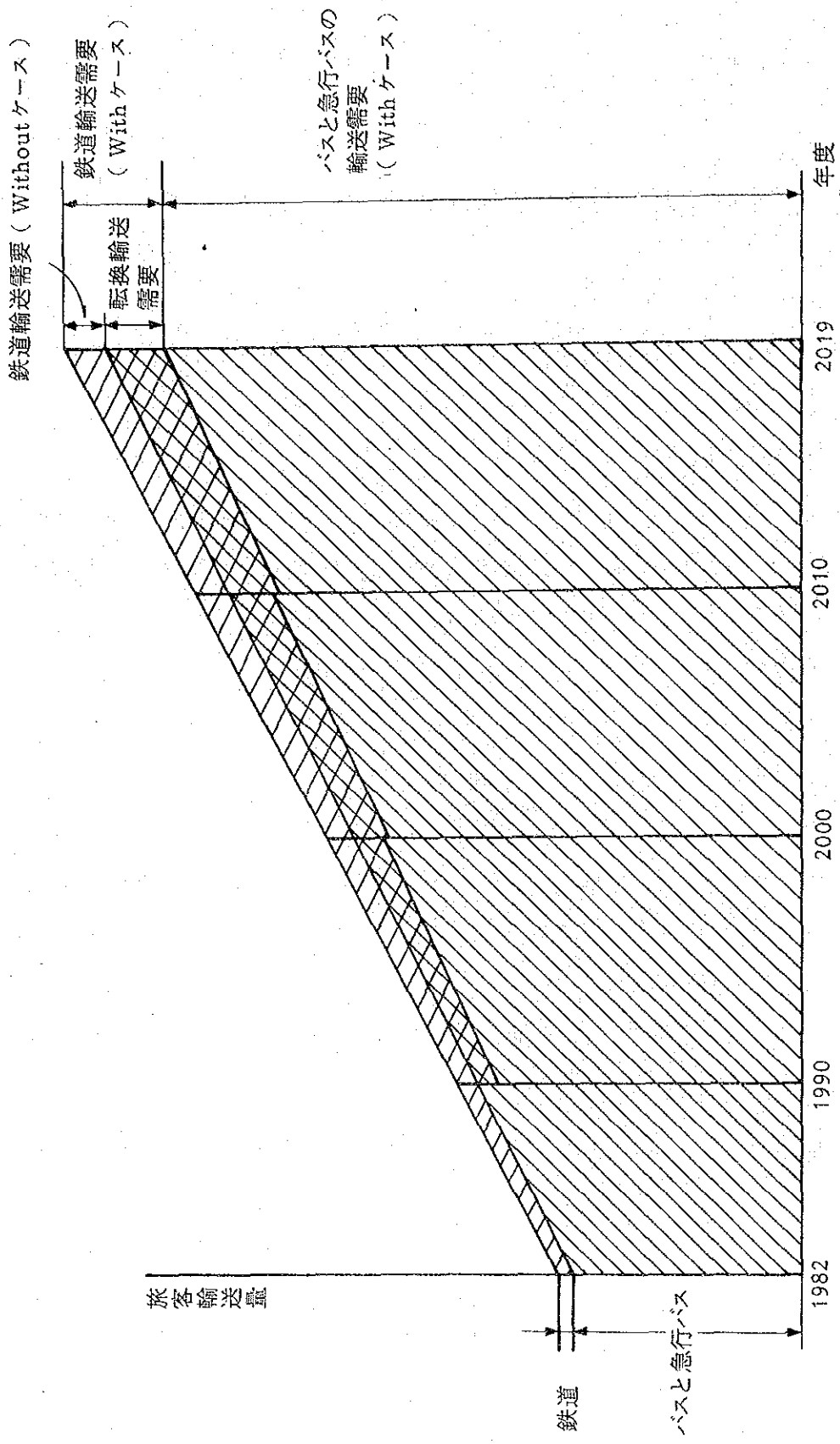


図 4.1.1 With ケースと Without ケースの輸送需要概念図

## 4-2 輸送需要予測の手法

鉄道輸送需要予測は、以下の4段階に沿って実施する。

### 第1段階 : 現状ODの推定

OD調査、現地実査および関係者との面談により輸送手段別に現状のOD表を推計する。

### 第2段階 : 発生・集中交通量の予測

現状のOD表から得られるゾーンごとの発生・集中交通量と経済指標から、一定の相関関係を求め、これと経済指標予測値から将来の発生・集中交通量を予測する。

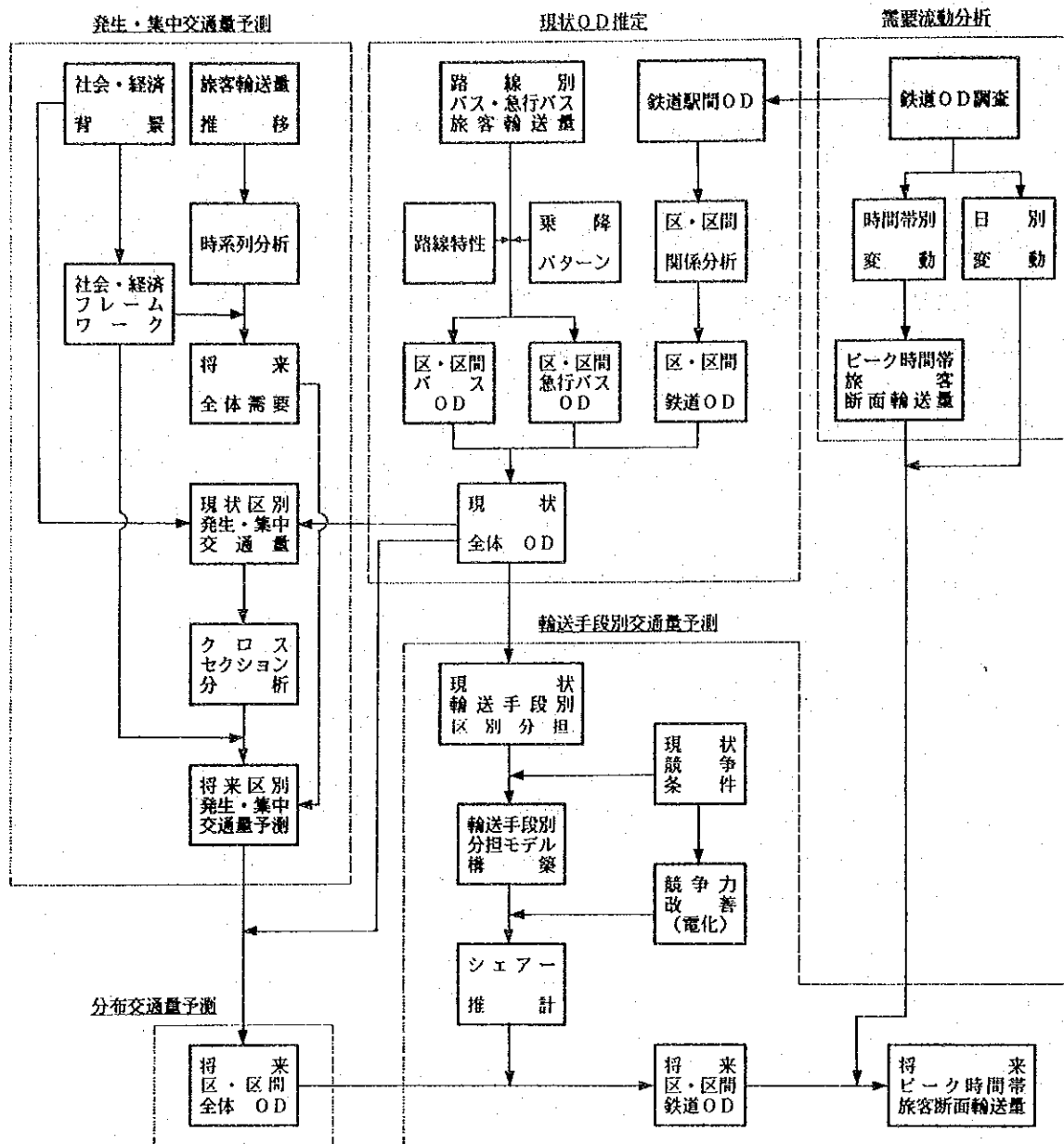
### 第3段階 : 分布交通量

発生・集中交通量の予測値を用いて、将来の全体輸送需要のOD表（分布交通量）を予測する。

### 第4段階 : 輸送手段別交通量の予測

現状のOD表を用いて、輸送手段別分担モデルを構築し、これにより分布交通量の予測値を輸送手段別に配分する。

本調査における輸送需要予測の手順を、図 4.2.1 に示す。各段階ごとの推計予測方法について、以下に述べる。



注：区とは、Rangoon市の行政単位を示す（図 2.4.1 参照）。

図 4.2.1 輸送需要予測手順

#### 4-2-1 現状ODの推定

鉄道、バス、急行バスごとに推定したOD表を合計して、全体のOD表を作成する。

##### (1) 鉄道OD

B.R.C.が実施したOD調査に基づいて作成した駅間鉄道OD表(第3章参照)を、駅と区との関係表(表4.2.1参照)を用いて、区・区間鉄道ODに変換する。駅と区の関係表は、現地実査、駅長およびB.R.C.の関係者との面談等によって推定する。

表 4.2.1 駅・区の関係表

駅	区
1. Rangoon	Kyauktada (40%)、Pabedan (40%)、Mingalataungnyunt (10%) Botataung (5%)、Pazundaung (33%)、Latha (2%)
2. Pazundaung	Pazundaung (60%)、Mingalataungnyunt (33%) Dawbon (7%)
3. Mahlwagon	Tamwe (90%)、Mingalataungnyunt (10%)
4. Myithanyunt	Tamwe (100%)
5. Tamwe	Tamwe (80%)、Yankin (10%)、Thingangyun (10%)
6. Bauktaw	Yankin (50%)、Thingangyun (50%)
7. Kanbe	South Okkalapa (75%)、Yankin (25%)
8. Paryame	South Okkalapa (45%)、Yankin (45%)、Mayangon (10%)
9. Yegu	Mayangon (100%)
10. Tadagale	North Okkalapa (90%)、Mayangon (10%)
11. Kyaukyedwin	North Okkalapa (90%)、Mayangon (10%)
12. Paywetseikkon	North Okkalapa (90%)、Mayangon (5%)、Mingaladon (5%)
13. Okkalapa	North Okkalapa (90%)、Mayangon (10%)
14. Burma Air Force	Mingaladon (70%)、North Okkalapa (30%)
15. Mingaladon Cantt.	Mingaladon (100%)
16. Mingaladon Bazaar	Mingaladon (100%)
17. Kyaikkale	Mingaladon (100%)
18. Golf Course	Insein (100%)
19. Danyingon	Insein (100%)
20. Aungsan Myo	Insein (100%)
21. Hpawkan	Insein (100%)
22. Ywama	Insein (100%)
23. Insein	Insein (100%)
24. Gyogon	Insein (100%)
25. Thamaing	Mayangon (100%)
26. Okkyin	Hlaing (100%)
27. Thirimyaing	Hlaing (100%)
28. Kamayut	Hlaing (80%)、Kamayut (20%)
29. Hletan	Kamayut (70%)、Kemmdine (30%)
30. Hanthavaddy	Kemmdine (50%)、Sanchaung (25%)、Kamayut (25%)
31. Kemmdine	Sanchaung (60%)、Kemmdine (40%)
32. Hume Road	Sanchaung (50%)、Kemmdine (30%)、Ahlone (20%)
33. Mission Road	Ahlone (80%)、Dagon (20%)
34. Gymkhana	Ahlone (80%)、Dagon (20%)
35. Prome Road	Lanmadaw (50%)、Dagon (40%)、Latha (10%)
36. Lanmadaw	Latha (10%)、Dagon (30%)、Lanmadaw (20%)
37. Pagoda Road	Pabedan (90%)、Latha (5%)、Dagon (5%)
38. Hninzigon	Thingangyun (100%)
39. Thingangyun	Thingangyun (100%)
40. Ngamoyeik	Thingangyun (100%)
41. Togyangale	Thingangyun (100%)
42. Ywathagyi	Hlegu (100%)

(2) バスおよび急行バスOD

a. 発生・集中交通量の推定

R.T.C.および R.D.B.C.C. から提供された路線別旅客数を、バスが通過する各区に、停留所数、区の性格、乗降客の利用状況等を勘案して配分する。

b. 分布交通量 (OD) の推定

現地実査および関係者との面談の結果、ピーク時間帯とオフピーク時間帯とで、乗降パターンの異なることが判明したので、まず、路線別旅客数を、R.D.B.C.C.から提供されたピーク集中率をもとに、ピーク時間帯旅客とオフピーク時間帯旅客に分類する。

ピーク時間帯の発生・集中交通量は、現在のピーク時間帯の旅客がほとんど中央業務地区とその他地区との流動であるので、それに基づいて分布させる。

オフピーク時間帯の分布交通量は、発生・集中交通量と時間距離を独立変数とするグラフィティ・モデルにより推計する。そのモデルは次の通りである。

$$P_{ij} = \alpha (G_i A_j)^\beta \cdot T_{ij}^\gamma$$

ここで、 $P_{ij}$  :  $i$  区から  $j$  区への分布交通量

$G_i$  :  $i$  区からの発生交通量

$A_j$  :  $j$  区の集中交通量

$T_{ij}$  :  $i$  区と  $j$  区間の距離

変数  $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$  は、Housing Department が調査中の交通量調査中間発表の資料を用い、最小二乗法により推定する。

$$\alpha = -5.34200$$

$$\beta = 1.02052$$

$$\gamma = -1.05908$$

$$(r = 0.85)$$

ピークおよびオフピーク時間帯の推計した分布量を、発生・集中交通量をもとにフレイター法で修正計算して、区・区間のバスOD表を求める。

鉄道、バス、急行バスのOD表を合計した総合OD表を作り、合計が現在の基準統計に合致するように補正する。

#### 4-2-2 発生・集中交通量の予測

##### (1) 現状の区別発生・集中交通量

これは、4-2-1 項で求めた現状ODから得られる。

##### (2) 区別発生・集中交通量の予測

区別の発生・集中交通量の予測は、(1)で述べた現在の区別旅客数、人口および就業者数（いずれも 1982 年値）から次の回帰式によって推計する。

$$Y = 2.57456 X_1 + 0.07887 X_2 - 21.89728 \quad (r = 0.97)$$

ここで、Y : 旅客数 (1,000 人/日)

X1 : 就業者数 (1,000 人)

X2 : 人口 (1,000 人)

区別の将来の発生・集中交通量は、この式の X1 および X2 に将来予測値を代入すれば求められる。Rangoon 市の人口は、年平均伸び率を 2 %とし、各区の過去の趨勢から 1990 年の人口を区別に推定する。

1990年の就業者数は、Housing Department 提供の中間予測をもとに推定する。

##### (3) 全体需要の予測

R.D.B.C.C.の急行バスの時系列データが得られなかったので、鉄道、バス、急行バスの全体需要の予測は次の 2段階にわけて行う。

###### a. 第1段階

まず、鉄道とバス (R.T.C.の急行バスを含む) の全体旅客数を、重回帰分析を用いて予測する。この予測は、1974年度から1982年度にわたる全体旅客数、人口、GDP、一人当たり GDP、順次値等を用いて行った (表 4.2.2 参照)。この結果、全体旅客数は人口と一人当たり GDP 成長率を説明変数としたときに相関係数が最も高くなるので、次に示す式を用いる。

$$Y = 3.26226 X_1 + 20.04793 X_2 - 376.65367 \quad (r = 0.93)$$

ここで、Y : 全体旅客数 (百万人)

X1 : Rangoon 市人口 (10,000人)

X2 : 一人当たり GDP 成長率 (%)



第2章で述べた Rangoon 市人口および一人当たり GDP 成長率の将来推計値を代入することにより、R.D.B.C.C.の急行バスを除く将来の全体旅客数を得ることができる。

b. 第2段階

R.D.B.C.C.の急行バスの将来の旅客数については、現状のデータが得られているので、R.D.B.C.C.の急行バスと全体旅客数（R.D.B.C.C.の急行バスを除く）の比率を求め、将来の全体旅客数の予測値（R.D.B.C.C.の急行バスを除く）にこの比率をかけて求められる。この結果全体の旅客数の予測ができる。

表 4.2.2 全体需要予測基礎データ

項 目	年 度								
	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982
旅客輸送量 (Rangoon 市内)									
鉄 道 (百万人)	22.8	21.7	10.8	11.8	20.5	23.3	27.9	30.4	31.7
R.T.C.バス (百万人)	136.7	140.8	170.7	184.1	162.4	151.8	132.9	150.4	144.6
R.D.B.C.C.バス (百万人)	136.6	169.8	220.3	245.7	274.4	303.6	312.7	289.5	299.9
合 計 (百万人)	296.1	332.3	401.8	441.6	457.3	478.7	473.5	470.3	476.2
経済指標									
1. Rangoon 市の人口 (千人)	2080	2117	2154	2193	2233	2275	2319	2364	2411
2. GDP (百万 Kyats)	11101	11562	12265	12996	13843	14562	15718	16716	17905
3. GDP/人 (Kyats)	368	375	389	408	425	437	461	479	502
4. GDP成長率 (%)	2.7	4.1	6.1	6.0	6.5	5.2	7.9	6.4	7.1
5. GDP成長率/人 (%)	0.5	1.9	3.7	4.9	4.2	2.0	5.5	3.9	4.7
6. LN (Rangoon 市人口) *	7.640	7.658	7.675	7.699	7.711	7.730	7.749	7.768	7.788
7. LN (GDP) *	9.315	9.355	9.415	9.472	9.536	9.586	9.663	9.724	9.793
8. LN (GDP/人) *	5.908	5.927	5.964	6.011	6.052	6.080	6.133	6.172	6.219

注 : \* 自然対数

出 所 : C.S.O., B.R.C.

#### (4) 区別発生・集中交通量の修正

本調査においては、データのベースを最も権威のある統計とあわせることにしている  
で、(2)で予測した区別発生・集中交通量を(3)で予測した全体需要に合致するように修  
正を行う。この過程で、鉄道ODは乗車券の発売枚数をもとにしているため、定期客旅客  
はこの修正の中に含めるものとする。

#### 4-2-3 将来の分布交通量の予測

4-2-2 項で予測した発生・集中交通量を、4-2-1 で推計した現状のOD表をもとに、  
フレイター法により将来のOD表に展開する。

#### 4-2-4 輸送手段別交通量の予測

##### (1) 現状の輸送手段別シェアの算定

分布交通量の推定を各輸送手段ごとに行ったので、その推定結果である各輸送手段のO  
D表を用いて、区・区間ごとのシェアを計算する。

##### (2) 輸送手段別分担モデルの構築

各輸送手段選択の要因としては、距離、所要時間、費用、利便性、安全性、快適度、信  
頼性等が考えられる。ここでは、時間と費用で各輸送手段のシェアを説明するグラビティ  
・モデルを使うこととする。

$$S_{nij} = \frac{1}{T_{nij}^{\alpha} C_{nij}} \bigg/ \sum_{n=1}^3 \left( \frac{1}{T_{nij}^{\alpha} C_{nij}} \right)$$

ここで、 $S_{nij}$  :  $i$  区と  $j$  区間の輸送手段 “ $n$ ” のシェア

$T_{nij}$  :  $i$  区と  $j$  区間の輸送手段 “ $n$ ” の時間 (時間はアクセス時間、  
待ち時間、乗車時間、乗り換え時間の合計)

$C_{nij}$  :  $i$  区と  $j$  区間の輸送手段 “ $n$ ” の費用

$\alpha$  : 変数

推定される現状の選択要因数値と、現状の輸送手段のシェアとを用いて、グラビティ  
・モデルの変数  $\alpha$  を推定した結果、 $\alpha = 2.3$  が最も誤差が少ないので、これを採用する。  
現状の選択要因の数値は、次の定義と計算方法により、区・区間ごとに設定する。

## a. 時 間

### (a) アクセス時間

これは出発地点から乗車地点までの時間と、降車地点から目的地点までの時間である。

- 鉄道の場合：現地実査と面談により、10分から 30 分に設定。
- バスおよび急行バスの場合：バス停留所の分布状況および面談により、5 分に設定。

### (b) 乗車時間

これは輸送手段を利用している時間で、区・区間ごとの距離を各輸送手段の速度で除して求める。

バスおよび急行バスについては、各区における代表的なバス停留所間の距離を地図上で計測して推計する。各輸送手段の現在の速度は、B.R.C.、R.T.C.、R.D.B.C.C.の資料をもとに、次のように設定する。

B.R.C. 環状線	19.7 km /h
近郊線	23.3 km /h
環状線+近郊線	20.8 km /h
バス	19 km /h
急行バス	23 km /h

### (c) 待ち時間

これは乗車地点における待ち時間で、心理的要因も含め次式によって計算する。

$$W_n = (H_n / D_n) / 2$$

ここで、 $W_n$  : 輸送手段“n”の待ち時間

$H_n$  : 輸送手段“n”の運転時隔

これは鉄道においては運転区間、運転系統別に推計し、バスおよび急行バスは 5分と推定する。

$D_n$  : 輸送手段“n”の信頼度

これは、鉄道では 30 分以上の遅れおよび列車運休の実績をもとに 92 % とし、バスおよび急行バスでは、R.T.C.の運行中のトラブルの発生実績をもとに 95 % と設定する。

(d) 乗り換え時間

これは、環状線と近郊線の乗り換えに要する時間である。

b. 費用

各輸送手段毎の料金を、旅客の費用とする。鉄道駅間料金は区と駅の関係から、区・区間の料金表として作成する。バスは区・区間の距離を単位距離料金で割って算出し、急行バスは 1 Kyat の均一料金とする。

以上の定義と方法による主要ゾーン間の設定値を、表 4.2.3 に示す。

表 4.2.3 現状の主要ゾーン間競争条件

[単位：分、( )；%]

項目	Insein ~ Kyauktada			N.Okkalapa ~ Kyauktada			Thingangyun ~ Kyauktada		
	鉄道	バス	急行バス	鉄道	バス	急行バス	鉄道	バス	急行バス
アクセス時間	20.0 (23.6)	10.0 (16.3)	10.0 (18.9)	25.0 (26.1)	10.0 (15.9)	10.0 (18.5)	20.0 (29.2)	10.0 (20.9)	10.0 (23.9)
乗車時間	44.2 (52.2)	48.9 (79.5)	40.4 (76.2)	46.6 (48.7)	50.1 (79.9)	41.4 (76.7)	22.2 (32.4)	35.3 (73.7)	29.2 (69.9)
待ち時間	20.4 (24.1)	2.6 (4.2)	2.6 (4.9)	24.1 (25.2)	2.6 (4.1)	2.6 (4.8)	26.4 (38.5)	2.6 (5.4)	2.6 (6.2)
乗り換え時間	0	0	0	0	0	0	0	0	0
合計時間	84.6 (100.0)	61.5 (100.0)	53.0 (100.0)	95.7 (100.0)	62.7 (100.0)	54.0 (100.0)	68.6 (100.0)	47.9 (100.0)	41.8 (100.0)
乗車料金 (Pyas)	70	40	100	60	40	100	40	30	100

(3) 輸送手段別交通量の予測

Withケースにおける各輸送手段のシェアは、次に示すような電化により改善される鉄道の競争条件をグラビティ・モデルに代入して推計する。この場合、バスおよび急行バスの条件は変化しないものとする（競争条件が変化した場合のシミュレーションは、4-3-4 で後述する）。

なお費用（料金）は、各輸送手段とも変化しないものとする。

表 4.2.4 With ケースで改善される鉄道の競争条件

項 目	現 状	With ケース (1990)
表 定 速 度		
環 状 線	19.7 km/h	23.0 km/h
近 郊 線	23.3 km/h	30.8 km/h
環状線+近郊線	20.8 km/h	25.3 km/h
信 頼 性	92 %	95 %
運 転 時 隔 比 率	100	70

注：1. 環状線 Rangoon ~ Insein 駅間は比較的駅間距離が短いので、表定速度は上表の値の90%とする。

2. アクセス時間と費用（料金）は、変らないものとする。

以上の設定により決まる主要ゾーン間の時間条件を 表 4.2.5 に示す。

表 4.2.5 Withケースにおける主要ゾーン間競争条件

(単位：分)

項目	Insein ~ Kyauktada		N.Okkalapa ~ Kyauktada		Thingangyun ~ Kyauktada	
	鉄道 (Withケース)	バス 急行バス	鉄道 (Withケース)	バス 急行バス	鉄道 (Withケース)	バス 急行バス
アクセス時間	20.0 (0)	10.0	25.0 (0)	10.0	20.0 (0)	10.0
乗車時間	41.7 (2.5)	48.9	39.9 (6.7)	50.1	19.0 (3.2)	35.3
待ち時間	13.8 (6.6)	2.6	16.3 (7.8)	2.6	17.9 (8.5)	2.6
乗り換え時間	75.5 (9.1)	61.5	81.2 (14.5)	62.7	56.9 (11.7)	47.9
		53.0		54.0		41.8

注：( ) 改善時間

Without ケースでは、将来にわたり現状の競争条件は一定とし、各輸送手段のシェアは変化しないものとする。

自家用車も含めた自動車の増加によって、道路が混雑し、各輸送手段間の競争条件に影響を及ぼすが、この影響は、Withケースと Withoutケースの差が小さいのと、その長期見通しが大変困難であって、さらに需要予測にあたって偏りも生じかねないので、需要予測には含めないものとする。

各輸送手段の将来OD表は、推定された将来シェアを、将来全体ODに乗ずることにより、予測する。

#### (4) プロジェクト期間中の長期的予測

全体需要については、30年間増加するものと予測する。一方シェアについては、バスおよび急行バスの運行条件は一定とし、鉄道は需要増に合わせて、2000年、2010年にダイヤ改正を行うものとし、そのときの運転時隔は、現状に比べて、それぞれ 60 %、50 %としてシェアを推計する。

Without ケースにおいては、各輸送手段のシェアは 30 年間変化しないものとする。

### 4-3 需要予測結果

#### 4-3-1 全体需要予測

予測結果を 表 4.3.1 に示す。1990年度における一日当たりの旅客数は 2,179千人で、1982年度の 1.36 倍、年平均 4 %の伸び率となっている。この 4 %の伸び率は、人口の伸びにより 2 %、経済成長に伴う一日当たりのパーソントリップ数の増加により 2 %が、それぞれ寄与しているものとみられる（一日当たりパーソントリップ数は、1982年 0.66、1990年 0.78）。

しかしながら、1974年から1982年の需要の年平均伸び率が 6.1 %（表 4.2.2 参照）であるので、これに比較すると 4 %の予測値は控え目な数値といえる。



表 4.3.1 全体需要予測結果

年度	人口 (万人)	一人当たり GDP成長率 (%)	旅 客 輸 送 量				
			R.D.B.C.C.の 急行バスを除く	R.D.B.C.C.の急行バスを含む			
			年 間 (百万人)	年 間 (百万人)	一日当たり (千人)	指 標	伸び率
1982	241.1	4.7	476.2	582.9	1,597	1.00	
1983	245.9	3.5	495.9	607.0	1,663	1.04	4.1 %
1984	250.9	3.5	512.0	626.7	1,717	1.08	3.3 %
1985	255.9	3.5	528.4	646.8	1,772	1.11	3.2 %
1986	261.1	4.6	567.3	694.4	1,902	1.19	7.3 %
1987	266.3	4.6	584.4	715.3	1,960	1.23	3.0 %
1988	271.7	4.6	601.8	736.7	2,018	1.26	3.0 %
1989	277.1	4.6	619.7	758.5	2,078	1.30	3.0 %
1990	282.7	5.2	649.9	795.5	2,179	1.36	4.9 %
1991	288.4	5.2	668.4	818.2	2,242	1.40	2.9 %
1992	294.2	5.2	687.3	841.3	2,305	1.44	2.8 %
1993	300.1	5.2	706.6	864.9	2,370	1.48	2.8 %
1994	306.1	5.2	726.3	889.0	2,436	1.53	2.8 %
1995	312.3	5.2	746.4	913.6	2,503	1.57	2.8 %
1996	318.6	5.2	766.8	938.7	2,572	1.61	2.7 %
1997	325.0	5.2	787.7	964.2	2,642	1.65	2.7 %
1998	331.5	5.2	809.0	990.3	2,713	1.70	2.7 %
1999	338.2	5.2	830.8	1,016.9	2,786	1.74	2.7 %
2000	345.0	5.2	852.9	1,044.1	2,860	1.79	2.7 %
2001	351.9	5.2	875.6	1,071.7	2,936	1.84	2.7 %
2002	359.0	5.2	898.6	1,100.0	3,014	1.89	2.6 %
2003	366.2	5.2	922.2	1,128.8	3,093	1.94	2.6 %
2004	373.5	5.2	946.2	1,158.2	3,173	1.99	2.6 %
2005	381.0	5.2	970.7	1,188.2	3,255	2.04	2.6 %
2006	388.7	5.2	995.7	1,218.8	3,339	2.09	2.6 %
2007	396.5	5.2	1,021.1	1,250.0	3,425	2.14	2.6 %
2008	404.5	5.2	1,047.1	1,281.8	3,512	2.20	2.5 %
2009	412.6	5.2	1,073.7	1,314.2	3,601	2.25	2.5 %
2010	420.9	5.2	1,100.7	1,347.4	3,691	2.31	2.5 %
2011	429.4	5.2	1,128.3	1,381.1	3,784	2.37	2.5 %
2012	438.0	5.2	1,156.5	1,415.6	3,878	2.43	2.5 %
2013	446.8	5.2	1,185.2	1,450.8	3,975	2.49	2.5 %
2014	455.8	5.2	1,214.5	1,486.6	4,073	2.55	2.5 %
2015	465.0	5.2	1,244.4	1,523.2	4,173	2.61	2.5 %
2016	474.3	5.2	1,274.9	1,560.5	4,275	2.68	2.5 %
2017	483.8	5.2	1,306.0	1,598.6	4,380	2.74	2.4 %
2018	493.6	5.2	1,337.7	1,637.4	4,486	2.81	2.4 %
2019	503.5	5.2	1,370.1	1,677.0	4,595	2.88	2.4 %
2020	513.6	5.2	1,403.1	1,717.5	4,705	2.95	2.4 %

#### 4-3-2 全体OD予測

予測結果を 表 4.3.2 に示す。表 3.4.2 から、各区の発生・集中交通量を抜き出して、現在の値と比較したものが、表 4.3.3 である。中央業務地区の役割が低下し、それに対し Kamayut、Hlaing、Insein、North Okkalapa の役割が増している。これは、これらの郊外地域に人口および都市機能を分散する政策を考慮に入れて予測したためである。

表 4.3.2 区・区間の全体OD予測結果 (No. 1)

(単位: 人)

区名	1. PZG	2. BTTC	3. KYAT	4. PBD	5. LTH	6. LAW	7. SEKN	8. DGN	9. ALN	10. KMDN	11. SNCG	12. KYT	13. HLCG	14. ISN
1. Pazundaung	743	338	337	294	192	146	7	1,278	2,451	928	1,757	3,033	2,139	3,583
2. Bota-taung	347	6,462	1,352	1,232	685	622	129	2,237	6,936	5,452	1,811	4,098	971	1,394
3. Kyauktada	357	1,341	10,468	6,450	2,279	1,329	152	8,607	6,069	1,847	2,755	6,328	5,651	8,142
4. Pabedan	310	1,223	6,401	10,656	6,199	2,749	346	10,790	8,051	4,065	3,365	8,281	8,982	11,412
5. Latha	188	691	2,291	6,239	5,635	5,415	271	8,999	7,466	2,356	2,942	7,058	7,024	9,665
6. Lamadaw	145	634	1,347	2,786	5,439	4,968	150	4,610	6,498	2,710	2,016	4,523	5,223	7,024
7. Seikkan	7	130	154	349	270	148	68	440	676	279	100	360	328	410
8. Dagon	1,304	2,279	8,828	10,989	9,083	4,629	447	15,791	238	67	1,101	1,604	2,320	1,588
9. Ahlone	2,550	7,062	6,253	8,265	7,689	6,723	694	249	10,276	1,204	278	594	2,509	2,014
10. Kemmeline	997	5,661	1,899	4,187	2,520	2,775	288	35	1,179	8,583	2,268	2,634	1,517	1,116
11. Sanchaung	1,874	1,907	2,864	3,490	3,041	2,073	104	1,082	245	2,300	8,665	3,373	2,028	1,662
12. Kamayut	3,175	4,274	6,395	8,331	7,142	4,581	365	1,588	555	2,591	3,277	48,770	11,611	6,866
13. Hlaing	2,061	941	5,552	8,963	6,832	5,197	314	2,625	2,852	2,040	2,612	12,121	43,487	18,458
14. Insein	3,659	1,372	8,069	10,511	9,569	7,008	405	1,549	1,770	1,069	1,599	6,770	19,425	67,682
15. Mingaladon	255	41	1,604	2,810	2,266	1,168	112	272	212	72	152	298	860	2,331
16. N. Okkalapa	590	267	10,470	12,780	10,133	5,275	496	467	322	57	124	248	461	2,763
17. Mayangon	1,541	941	12,136	14,593	12,448	7,178	560	1,566	1,832	476	916	3,705	6,774	8,503
18. S. Okkalapa	291	2,301	11,412	10,082	5,628	4,312	187	292	114	18	25	26	92	398
19. Yankin	83	320	3,869	3,559	2,527	1,370	80	163	82	7	10	334	585	668
20. Thinsangyun	2,809	9,825	12,133	12,189	9,601	5,962	1,328	469	561	102	175	90	335	311
21. Tamwe	558	4,775	8,251	6,512	5,086	4,173	385	164	178	426	634	1,487	1,527	1,533
22. Bahan	729	3,135	7,081	6,846	4,851	1,780	220	626	162	1,205	2,151	2,533	1,379	1,270
23. Mingalataung	2,975	10,644	17,366	14,409	10,430	8,865	934	364	270	742	1,003	1,875	1,138	861
24. Dawbon	1,134	1,148	2,536	2,298	2,047	3,103	218	6	61	17	4	15	80	60
25. thaketa	4,934	5,834	14,102	14,349	10,732	17,095	1,240	0	176	89	0	0	0	0
26. Dallah	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27. Seikkvi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28. Hlegu	6	3	25	24	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
合計	33,622	73,549	163,191	182,803	142,324	108,644	9,501	64,271	59,681	38,803	39,739	120,159	126,448	159,726

表 4.3.2 (No. 2)

区 名	15. MCDN	16. N.OK	17. MYCN	18. S.OK	19. YKN	20. THNG	21. TIME	22. BAHN	23. MGTG	24. DMBN	25. TKT	26. DALA	27. SKY	28. HLGU	合 計
1. Pazundaung	269	852	1,544	307	101	2,872	554	681	3,180	1,131	4,897	0	0	9	33,622
2. Botataung	49	251	932	2,334	323	9,901	4,821	3,147	11,039	1,160	5,860	0	0	3	73,549
3. Kyauktada	1,662	10,098	12,025	11,479	3,897	12,806	8,278	7,054	17,512	2,545	14,037	0	0	22	163,191
4. Pabedan	2,967	11,953	14,422	10,171	3,585	12,459	6,524	6,822	14,466	2,306	14,277	0	0	21	182,802
5. Latha	2,299	9,940	12,574	5,728	2,568	9,508	5,136	4,861	10,537	2,066	10,769	0	0	1	142,324
6. Lanmadaw	1,181	5,206	7,175	4,409	1,399	5,879	4,225	1,785	8,975	3,140	17,199	0	0	0	108,643
7. Seikkan	113	486	567	191	82	1,325	389	221	944	220	1,244	0	0	0	9,501
8. Dagon	290	530	1,316	319	177	201	157	643	356	4	0	0	0	0	64,271
9. Ahlone	113	310	1,157	119	89	239	163	168	266	64	183	0	0	0	59,681
10. Kemmndine	61	50	513	11	5	28	427	1,224	714	18	93	0	0	0	38,803
11. Sanchaung	143	120	862	17	8	40	652	2,206	978	5	0	0	0	0	39,739
12. Kamayut	275	226	3,955	22	342	71	1,473	2,522	1,738	15	0	0	0	0	120,159
13. Hlaing	833	505	5,978	126	570	300	1,564	1,325	1,121	70	0	0	0	0	126,448
14. Insein	1,970	2,591	9,529	375	664	333	1,545	1,259	918	85	0	0	0	1	159,726
15. Mingaladon	34,257	4,800	1,762	655	302	507	563	0	407	70	0	0	0	0	55,776
16. N. Okkalapa	4,627	51,569	3,870	962	689	639	1,205	396	729	117	0	0	0	0	108,855
17. Mayangon	1,522	3,690	41,487	390	639	348	910	820	707	72	0	0	0	0	123,754
18. S. Okkalapa	1,040	1,072	492	27,342	1,592	1,478	1,133	768	1,279	28	0	0	0	0	71,409
19. Yankin	407	783	677	1,601	2,373	69	544	635	463	10	0	0	0	0	21,218
20. Thingangyun	585	837	433	1,510	74	34,608	1,814	98	2,529	235	0	0	0	216	98,829
21. Tamwe	601	1,434	925	1,183	583	1,795	14,114	2,396	5,644	23	0	0	0	8	64,394
22. Bahan	0	393	834	795	650	100	2,403	22,870	2,630	0	0	0	0	0	64,641
23. Mingalataung	439	963	651	1,333	491	2,862	5,771	2,742	45,205	238	525	0	0	18	133,112
24. Dawbon	74	197	76	33	15	247	23	0	236	881	944	0	0	2	15,454
25. thaketa	0	0	0	0	0	0	0	0	527	949	29,158	0	0	0	99,185
26. Dallah	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27. Seikyi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28. Htegu	0	0	0	0	0	214	8	0	16	1	0	0	0	0	300
合 計	55,775	108,855	123,754	71,409	21,218	98,830	64,394	64,642	133,112	15,454	99,185	0	0	300	2,179,390

表 4.3.3 発生・集中交通量の現状と将来比較

区 名	1982年度		1990年度		1982~1990
	発生・集中交通量 (人/日)	割合 (%)	発生・集中交通量 (人/日)	割合 (%)	割合差 (%)
1. Pazundaung	30,416	1.9	33,622	1.5	-0.4
2. Botataung	67,789	4.2	73,549	3.4	-0.9
3. Kyauktada	150,048	9.4	163,191	7.5	-1.9
4. Pabedan	167,238	10.5	182,802	8.4	-2.1
5. Latha	131,720	8.2	142,324	6.5	-1.7
6. Lanmadaw	99,377	6.2	108,643	5.0	-1.2
7. Seikkan	8,975	0.6	9,501	0.4	-0.1
1-7 合 計	655,563	41.1	713,632	32.7	-8.3
8. Dagon	40,391	2.5	64,271	2.9	0.4
9. Ahlone	37,020	2.3	59,681	2.7	0.4
10. Kemmeline	54,909	3.4	38,803	1.8	-1.7
11. Sanchaung	41,365	2.6	39,739	1.8	-0.8
12. Kamayut	45,141	2.8	120,159	5.5	2.7
13. Hlaing	35,976	2.3	126,448	5.8	3.5
14. Insein	38,143	2.4	159,726	7.3	4.9
15. Mingaladon	26,845	1.7	55,776	2.6	0.9
16. N.Okkalapa	50,356	3.2	108,855	5.0	1.8
17. Mayangon	33,440	2.1	123,754	5.7	3.6
18. S.Okkalapa	89,657	5.6	71,409	3.3	-2.3
19. Yankin	53,491	3.3	21,218	1.0	-2.4
20. Thingangyun	50,885	3.2	98,829	4.5	1.3
21. Tamwe	93,275	5.8	64,394	3.0	-2.9
22. Bahan	86,381	5.4	64,641	3.0	-2.4
23. Mingala T.N.	97,579	6.1	133,112	6.1	0.0
24. Dawbon	8,982	0.6	15,454	0.7	0.1
25. Thaketa	57,383	3.6	99,185	4.6	1.0
26. Dallah	0	0.0	0	0.0	0.0
27. Seikkyi	0	0.0	0	0.0	0.0
28. Hlegu	199	0.0	300	0.0	0.0
合 計	1,596,980	100.0	2,179,390	100.0	0.0

#### 4-3-3 鉄道需要予測

##### (1) Withケースと Withoutケースの需要予測

予測結果を 表 4.3.4 に示す。Withケースにおける鉄道需要は 1990 年度には 233千人/日となり、1982年度に比べ、輸送量は 2.7倍、シェアは 2倍の 10.7 % となる。また、Without ケースでは、118千人/日（現状の 1.4倍）となる。

Withケースと Withoutケースの差は、1990年度において 116千人/日であり、この差はバスおよび急行バスからの転換需要量である。この差は、Without ケースの鉄道需要量に匹敵する量であるが、バスと急行バスの全体需要量のわずか 5.6 %にすぎない。

電化後の 2000 年と 2010 年のダイヤ改正によって、Withケースでは 2000 年度に 323千人/日、2010 年度に 436千人/日、2020年に 555千人/日の鉄道輸送需要量となる。

なお、Without ケースでは、1990年以降シェアは変化しないものとしている。

表 4.3.4 With ケースと Without ケースの需要予測結果

項 目	年 度				
	1982	1990	2000	2010	2020
人 口 (万人)	241.1	282.7	345.0	420.9	513.6
実質 GDP 成長率 / 人 (%)	4.7	5.2	5.2	5.2	5.2
輸 送 量 (百万人/年)	582.9	795.5	1,044.1	1,347.4	1,717.5
(千人/日)	1,597	2,179	2,860	3,691	4,705
指 標 (1982:1)	1.000	1.365	1.791	2.311	2.946
( With ケース )					
シェア：鉄 道 (%)	5.4	10.7	11.3	11.8	11.8
バ ス (%)	72.7	68.6	68.2	67.8	67.8
急行バス (%)	21.8	20.7	20.5	20.4	20.4
輸 送 量：鉄 道 (千人/日)	86	233	323	436	555
バ ス (千人/日)	1,161	1,495	1,951	2,503	3,190
急行バス (千人/日)	348	451	586	753	960
鉄道指標 (1982:1)	1.000	2.704	3.748	5.051	6.438
( Without ケース )					
シェア：鉄 道 (%)	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4
バ ス (%)	72.7	72.7	72.7	72.7	72.7
急行バス (%)	21.8	21.8	21.8	21.8	21.8
輸 送 量：鉄 道 (千人/日)	86	118	154	199	254
バ ス (千人/日)	1,161	1,584	2,080	2,684	3,421
急行バス (千人/日)	348	475	624	805	1,026
鉄道指標 (1982:1)	1.000	1.365	1.791	2.311	2.946
鉄 道 輸 送 量					
With ケース } 差 (千人/日)		115	169	237	301
Without ケース }					

(2) Withケースにおける旅客断面輸送量

列車運転区間で、最大旅客断面輸送量を記録した駅間の予測結果を、表 4.3.5 に示す。  
Kamayut から Hletan に行く旅客数が、環状線と近郊線の駅間で最大輸送量となっており、1990年度には 4,145人/h にまで拡大する。

表 4.3.5 朝のピーク時間帯における最大旅客断面輸送量

(単位：人/h)

区 間		年 度				
		1982	1990	2000	2010	2020
環状線西側	Kamayut → Hletan	1,533	4,145	5,746	7,743	9,869
環状線東側	Kanbe → Bauktaw	1,003	2,712	3,759	5,066	6,457
近 郊 線	Hninzigon → Mahlwagon	865	2,339	3,243	4,369	5,569



### (3) 鉄道将来OD

Withケースにおける、区・区間の鉄道将来OD表を 表 4.3.8 に示す。主要な区の発生交通量の現状と将来予測値との比較を、次表に示す。

表 4.3.6 発生交通量の現状と将来

(単位：人/日)

区 名	現 状	将来(1990) Withケース	将来/現状
中央業務地区	16,111	25,207	1.6
Kamayut	2,698	10,363	3.8
Insein	8,943	46,316	5.2
Mingaladon	6,567	14,957	2.3
North Okkalapa	7,546	18,325	2.4
South Okkalapa	3,041	4,180	1.4
Thingangyun	7,292	17,212	2.4
合 計 (その他の区を含む)	86,849	233,838	2.7

区の間では Insein、Kamayut が高い伸びを示しているのに対して、中央業務地区や、South Okkalapa は全体の伸びに比べて低い値を示している。

次に鉄道のシェア（発地別のシェア）を将来と現状を比べてみる。いずれの区も現状より高いシェアとなっているが、区によって 6.3 %増から 0.3 %増まで大きな差がある。

表 4.3.7 主要区における鉄道シェアの変化

発地区	現 状	将来(1990) Withケース	将来/現状
中央業務地区	2.5	3.5	+1.0
Kamayut	6.0	8.6	+2.6
Insein	23.4	29.0	+5.6
Mingaladon	24.5	26.8	+2.3
North Okkalapa	15.0	16.8	+1.8
South Okkalapa	3.4	5.9	+2.5
Thingangyun	14.3	17.4	+3.1

表 4.3.8 区・区間の鉄道OD表 (1990) (No 1)

(単位:人)

区名	1. PZG	2. BTGG	3. KYKT	4. PRD	5. LTH	6. LAW	7. SEKN	8. DGN	9. ALN	10. KMDN	11. SNCG	12. KVT	13. HLANG	14. ISN
1. Pazundaung	9	7	58	71	15	9	0	26	35	18	16	59	301	220
2. Botataung	9	0	0	7	2	2	0	7	12	7	7	22	101	74
3. Kyauktada	78	0	1	56	18	16	0	60	100	55	64	190	850	627
4. Pabedan	84	1	10	64	45	42	0	138	197	110	113	560	2,359	2,069
5. Latha	9	1	9	20	5	5	0	19	38	23	27	106	627	313
6. Lamadau	5	2	15	37	7	3	0	15	28	20	25	68	375	185
7. Seikkan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8. Dagon	16	5	41	92	25	17	0	57	72	67	75	285	1,454	948
9. Ahlone	35	7	59	114	43	35	0	82	59	119	103	506	2,509	2,014
10. Kemmencine	20	4	33	72	13	10	0	35	63	32	34	208	1,517	1,116
11. Sanchaung	20	5	44	81	14	11	0	40	66	44	35	256	1,615	1,395
12. Kamayut	53	15	128	437	105	81	0	291	468	229	272	652	3,656	2,261
13. Hlaing	270	106	899	2,531	685	550	0	1,819	2,852	2,040	2,232	4,588	6,724	10,259
14. Insein	286	67	576	1,161	317	258	0	923	1,770	1,069	1,344	2,260	10,932	11,998
15. Mingaladon	255	41	318	458	62	41	0	137	212	72	105	133	651	2,217
16. N. Okkalapa	434	70	609	804	96	52	0	162	195	57	81	103	314	2,763
17. Mayangon	286	76	668	1,049	187	237	0	769	1,567	476	628	1,085	3,149	5,949
18. S. Okkalapa	108	11	93	134	18	12	0	39	57	18	25	26	92	398
19. Yankin	38	6	46	69	10	6	0	20	24	7	10	12	61	165
20. Thingangyun	1,039	190	1,588	2,263	278	159	0	437	527	102	175	90	335	311
21. Tamwe	94	24	196	263	41	27	0	96	132	28	29	79	230	271
22. Bahan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23. Mingalataung	43	9	78	119	24	15	0	55	72	43	42	143	695	535
24. Dawbon	1	2	16	19	4	2	0	6	8	4	4	15	80	60
25. thaketa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26. Dallah	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27. Seikkyi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28. Hlegu	6	3	25	24	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
合計	3,201	652	5,512	9,945	2,016	1,592	0	5,233	8,554	4,643	5,445	11,448	38,627	46,148

表 4.3.8 (No. 2)

区 名	15. MGDN	16. N.OK	17. MYGN	18. S.OK	19. YKN	20. THNG	21. THWE	22. BAHN	23. MGTG	24. DMBN	25. TKT	26. DALA	27. SKY	28. HLG	合 計
1. Pazundaung	269	699	284	124	55	1,185	90	0	38	2	0	0	0	9	3,600
2. Botataung	49	57	55	11	5	316	23	0	11	3	0	0	0	3	784
3. Kyauktada	367	495	484	94	43	2,636	187	0	93	22	0	0	0	22	6,559
4. Pabedan	610	696	799	131	69	2,750	252	0	110	24	0	0	0	21	11,255
5. Latha	81	113	161	19	12	198	35	0	14	2	0	0	0	1	1,841
6. Lamadau	47	85	129	16	9	61	23	0	11	1	0	0	0	0	1,168
7. Seikkan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8. Dagon	142	218	462	46	26	167	85	0	36	4	0	0	0	0	4,341
9. Ahlone	113	178	871	58	27	204	113	0	57	9	0	0	0	0	7,315
10. Kemmndine	61	50	513	11	5	29	19	0	35	5	0	0	0	0	3,885
11. Sanchaung	93	75	549	17	8	40	28	0	39	5	0	0	0	0	4,481
12. Kamayut	105	83	1,247	22	10	71	53	0	109	15	0	0	0	0	10,363
13. Hlaing	634	369	2,380	128	58	300	306	0	686	70	0	0	0	0	40,485
14. Insein	1,861	2,591	7,087	375	155	333	278	0	590	85	0	0	0	1	46,316
15. Mingaladon	1,391	4,800	1,559	655	302	507	563	0	407	70	0	0	0	0	14,957
16. N. Okkalapa	4,627	2,168	1,708	982	440	639	1,205	0	720	117	0	0	0	0	18,325
17. Mayangon	1,316	1,574	690	390	197	348	534	0	563	72	0	0	0	0	21,811
18. S. Okkalapa	1,040	1,072	492	19	37	138	178	0	147	28	0	0	0	0	4,180
19. Yankin	407	538	233	37	18	35	63	0	57	10	0	0	0	0	1,871
20. Thingangyun	585	837	433	141	39	4,633	983	0	1,617	235	0	0	0	216	17,212
21. Tamwe	601	1,434	544	208	96	967	145	0	165	23	0	0	0	8	5,700
22. Bahan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23. Mingalataung	439	954	504	165	75	1,917	158	0	78	10	0	0	0	18	6,192
24. Dawbon	74	197	76	33	15	247	23	0	8	0	0	0	0	2	898
25. thaketa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26. Dallah	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27. Seikkyi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28. Hlegu	0	0	0	0	0	214	8	0	16	1	0	0	0	0	300
合 計	14,912	19,283	21,262	3,661	1,701	17,934	5,350	0	5,607	814	0	0	0	300	253,838

#### 4-3-4 競争要因の感度分析

今回開発した輸送手段別分担モデルを用いて、競争要因の感度分析を行う。以下に各要因のシミュレーション結果と、各要因の改善に関する評価を述べる（表 4.3.9 参照）。

##### (1) 運転頻度

現状の主要運転区間における平均運転時隔は 35 分であり、70 % の改善で 25 分となる。さらに 10 %（22分）および 20 %（17分）改善すると、シェアはそれぞれ 0.6 %、1.1 % 高まる。

運転頻度を増すためには、車両数の増加、運転ダイヤの工夫などが必要であり、7.5 分以下の運転時隔とするには、信号システムを改善することが必要となる。

##### (2) 速度

環状線の列車の表定速度を標準ケースに比べて、10 % 増の 25.3 km/h および 20 % 増の 27.6 km/h とした場合のシェアの増加分は、それぞれ 0.3 %、0.6 % である。

速度の向上は、軌道改良、駅の再配置（駅数の削減）、列車性能の向上等が必要であり、その実現は他の要因に比べて、より困難である。

一方、バスおよび急行バスの速度が 10 % 低下すると、鉄道のシェアは 0.7 % 増加する。このような事態は、将来の道路混雑の悪化を考えれば充分あり得ることである。

##### (3) 信頼性

信頼性を 2 % 向上させるだけで、0.1 % の鉄道シェアの向上が見込める。しかし信頼性が 95 % から 80 % に落ちたとすると、シェアは約 0.6 % 低下する。

したがって鉄道が都市交通手段として相応しいシェアを確保するためには、鉄道は少なくとも他の輸送手段並の信頼度を維持しなければならない。

##### (4) アクセス時間

駅へのアクセス時間を 10 % 短縮できれば 0.6 % の鉄道シェアを、20 % 短縮できれば 1.1 % の鉄道シェアを高めることができる。

これを実現する一つの方策として、North Okkalapa や South Okkalapa の区内の駅で行なわれているように、駅への取付通路の整備や駅前の整備により、鉄道利用者のアクセス時間の短縮が改善できる。

##### (5) 総合評価

シミュレーション結果を、費用対効果の観点からみると、列車速度の向上よりも列車運

転頻度の向上のほうが効果がより大きいことがわかる。さらに安上りのシェア向上策の一つは、アクセス時間の減少である。バス路線網を鉄道の主要駅に連絡するように再編成することは、アクセス時間を短縮する有効な手段の一つである。これは、鉄道のシェアを増加させるばかりでなく、道路交通にとっても便益がある。

表 4.3.9 シミュレーションの条件と結果

(単位：%)

競争要因	運転頻度		速度		信頼性		アクセス時間		1990年の 鉄道輸送需要	
	将来/現状		将来/現状		将来/現状		将来/現状		1000人/日	シェア-
	鉄道	バス 急行バス	鉄道	バス 急行バス	鉄道	バス 急行バス	鉄道	バス 急行バス		
運転時間隔	標準	70	100	117	100	95	100	100	233.2	10.7
	5% 減少	65							239.7	11.0
	10% 減少	60							246.3	11.3
	20% 減少	50							257.2	11.8
	5% 増加	75							228.8	10.5
速度	10% 向上			128					239.7	11.0
	20% 向上			140					246.3	11.3
	バス、急行バス 10% 減少				90				248.5	11.4
信頼性	2% 向上					97			235.4	10.8
	15% 減少					80			220.1	10.1
アクセス時間	10% 減少						90		246.3	11.3
	20% 減少						80		257.2	11.8

#### 4-3-5 結果に対する評価

鉄道需要予測の結果、鉄道の電化は道路からの転換需要をもたらし、1990年においては、Without ケースに比べ 1.97 倍の鉄道旅客数となる。

1990年度の旅客数は、233千人/日（現状の 2.7倍）であり、2020年度には 555千人/日（現状の 6.4倍）と予測される。この予測結果は、以下に示す理由からむしろ控え目のものである。

(1) 電化により大幅な転換需要が発生した例があること。

電化によって、大幅に旅客が鉄道に転換したいくつかの事例がある。関西線（大阪と奈良を結ぶJNRの通勤線）の例では、1973年の電化により、ピーク時間帯の旅客数が前年の 2.3倍になった。この主な理由は、JNR が普通運転と快速運転を組み合わせ、高頻度のサービスを提供したことと、他の輸送手段の輸送力が輸送需要を越えていたことにある。こうした条件は、環状線および近郊線にも良くあてはまるものと考えられる。

(2) 鉄道を有する都市における鉄道シェアが一般的に高いこと。

1982年における鉄道シェアは、東京で 72 %、大阪で 67 % である。この数字に比較すると、Rangoon 市においては中央業務地区と郊外を結んでいる鉄道路線としては、シェアはきわめて低い。

(3) バスおよび急行バスの競争力低下を組み込まなかったこと。

シェアの推計においては、他の輸送手段の競争要因は変化しないものとしたが、道路混雑により、バスや急行バスの乗車時間は確実に長くなることが予想される。

4-3-4 の競合要因の感度分析に示すように、バスおよび急行バスの速度低下は、鉄道への旅客の相当な転換を促すものといえる。



## 第5章

### 鉄道設備の現状



## 第5章 鉄道設備の現状

### 5-1 車 両

#### 5-1-1 車両の現状

環状線および近郊線に使用している現在の車両は、電気式ディーゼル機関車けん引の客車列車である。これらの車両はすべて、B.R.C.の車両限界内に納まっている（8-1-4 参照）。

B.R.C.が使用中の全車両を 表 5.1.1 に示す。

表 5.1.1 B.R.C.の車両の現状

(1984.3月現在)

車 種	経 年			計	記 事
	10年未満	10～20年	20年以上		
ディーゼル機関車					
電気式	58	36	32	126	
液体式	21	44	28	93	
計	79	80	60	219	
蒸気機関車			141	141	全数 30 年以上
客 車	134	382	817	1,333	
貨 車	111	1,285	7,587	8,983	ボギー車： 2,117 4 軸 車： 6,866

出 所 : B.R.C.

#### 5-1-2 電気式ディーゼル機関車の概要

現在、環状線と近郊線用には、13 両の電気式ディーゼル機関車が配置されている。これらの機関車は、製作後 10 年未満の比較的新しいものである。現在の客車に、空気ブレーキ式のもの、真空ブレーキ式のものがあるため、機関車のブレーキ方式は両方式に対応できるようにになっている。

現在使用されている機関車の主な諸元を次に示す。

種 類	900 HP電気式ディーゼル機関車
機関車形態	Single hood mono cab形
車軸配置	Bo - Bo
運転整備重量	48 long ton
最高許容速度	88.5 km/h
最大引張力	12,500 kg
連続定格引張力	8,640 kg
最大長さ	11,534 mm
最大幅	2,820 mm
最大高さ	3,502 mm
ボギー中心距離	5,850 mm
ボギー軸距	2,200 mm
動 輪 径	1,000 mm
ディーゼル機関	MGO - V12 ASHR, 885 HP/1,500 rpm
主 発 電 機	Alsthom GP 830 H
主 電 動 機	Alsthom TA 641, 160 kW x 4個
歯 車 比	16 : 77 = 1 : 4.8
ブレーキ方式	空気ブレーキおよび真空ブレーキ (切換可能)

### 5-1-3 客車の概要

現在使用している客車は、ディーゼル動車からの改造車 54 両と鋼製または木製の一般客車 30 両の合計 84 両である。いずれも 2軸ボギー客車であり、一部の鋼製車を除き老朽化が進んでいる。

#### (1) 客車の経年

客車の経年別両数を 表 5.1.2 に示す。

表 5.1.2 環状線と近郊線用客車の現状

種 類	配置両数	経 年		
		10年未満	10～20年	20年以上
ディーゼル動車の改造客車	54			54
一般鋼製車	14	9	5	
一般木製車	16		14	2
計	84	9	19	56

出 所 : B.R.C.

改造客車は、軽量設計のディーゼル動車であったため、外板、床下等鋼板表面の腐蝕および室内の陳腐化がみられる。

(2) 主要諸元

現在使用中の客車の種類は、鋼製車と木製車で 10 種の形式がある。代表的形式の主要諸元を 表 5.1.3 に示す。

表 5.1.3 代表的客車の主要諸元

項 目	LBTX(RC) #1	BDTX(PP) #2	LBTX
自重(ton)	22.5	20.5	23.2
座席定員(人)	94	59	62
車体外部の長さ(mm)	約 18,300	約 17,680	約 18,300
車体外部の幅(mm)	約 2,820	約 2,590	約 2,820
最高高さ(mm)	約 3,405	約 3,405	約 3,405
側出入口	片側 2ヶ所	片側 3ヶ所	片側 3ヶ所
ブレーキ方式	空気式	真空式	真空式
車体構造	鋼製	鋼製	木製

備 考 : #1 ディーゼル動車の改造客車 #2 木製車の鋼体化客車

出 所 : B.R.C.

- (a) 改造客車のブレーキ方式は、空気ブレーキであるが、その他の客車は真空ブレーキである。
- (b) 客車の側出入口は、片側 2ヶ所または 3ヶ所である。改造客車の側出入口は 2ヶ所で幅 1,000 mm であるが、その他の客車は 3ヶ所で、中央部が幅 1,100~1,300 mm であり、両端部の出入口幅より広がっている。
- (c) 定員は座席数であり、改造客車の座席配列は、通路をはさんでそれぞれ 3人および 2人の 1列 5人掛けである。

## 5-2 軌道

軌道の規格を下記に示す。

砕石道床	厚さ	150 mm	上幅	2,440 mm	下幅	3,070 mm
枕木	長さ	1,830 mm	厚さ	114 mm	幅	203 mm
	間隔	790 mm (環状線)		740 mm (近郊線)		
レール	37 kg/m (75 lb/yd)	長さ	11,890 mm/1 本			
継手	かけつき					
締結装置	犬釘止め    バネ釘止め					
ふく進防止	アンチクリーパー					

B.R.C.では、一部にコンクリート枕木やロングレール（6本継ぎ）を試用しているが、使用量は極く少量である。

軌道構造を 図 5.2.1 に示す。軌道の現在の整備状況からみて、十分な砕石の補充と枕木の配置間隔の適性化が必要である。

[単位：mm，( )；inch]

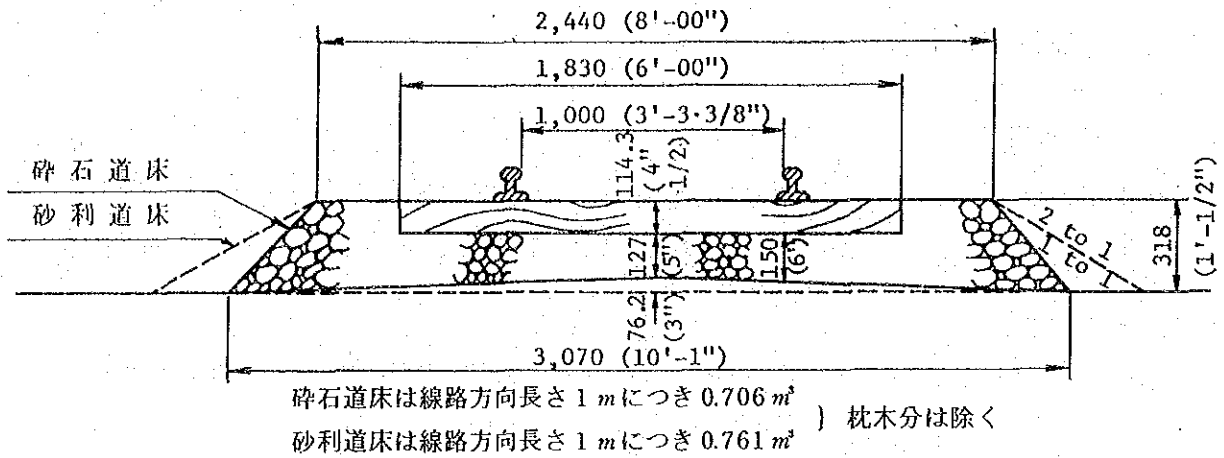


図 5.2.1 標準軌道構造

出所：B.R.C.

環状線と近郊線の線路縦断面図を 付属資料 1 に示す。線路勾配は緩やかで最大 5 % であり、曲線半径は最小 291 m ( 6° ) である。

踏切は約 35 ヶ所あるが、遮断機があり舗装されているのは僅か半数である。

Rangoon ~ Pazundaung 駅間には、環状線と近郊線の平面交差があり、6 本のダイヤモンドクロッシングおよび 8.5 本と 12 本の分岐器で構成されている。この交差部では、6 ルートの軌道が 4 ルートに絞られており、速度制限が行われている。

### 5-3 構造物

#### 5-3-1 路盤

盛土区間は、全般的に僅かな盛土量であり、長い年月の使用により、豪雨に対しても充分安定している。

Rangoon ~ Kemmeline 駅間は切取区間であり、この区間だけに線路側溝が設置されている。しかし流水断面の不足と側溝の末端処理の不備により、線路冠水を防止するには充分でない。Rangoon、Mission Road および Mahlwagon の各駅の付近は、豪雨による被害が度

々発生している。

B.R.C.は、全般的に線増やホーム延伸のできる広い鉄道用地を確保している。

土工定規図を 図 5.3.1 に示す。

### 5-3-2 鉄道橋梁

当該区間には、橋梁および伏樋が多数ある。それらの橋梁の桁は、I 梁、デッキプレート、PC 梁、トラス構造と各種あるが、その経間は、トラス橋梁を除き、短径間で標準化されている。

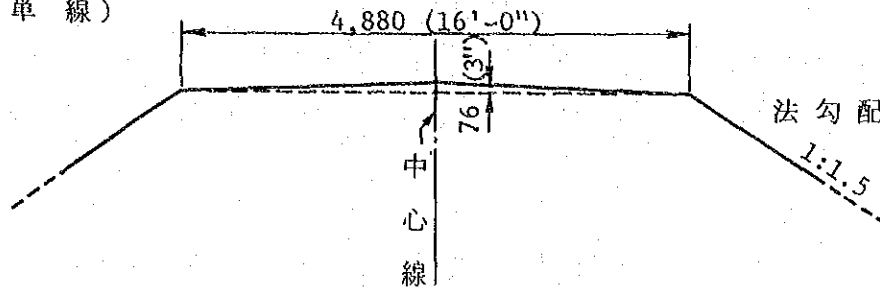
桁は煉瓦造りの橋脚の上に設置されている。橋梁の殆どが 1900 年代の初期に建設されたもので、経年の長いものから PC 桁に更新されつつある。

Nagamoyake 橋梁は、6 径間で、全長 210 m である。そのうち 2 径間は 76.2 m のトラスで、レール面より高さ 4 m の位置に橋門構がある。橋梁の標準荷重図を 図 5.3.2 に示す。

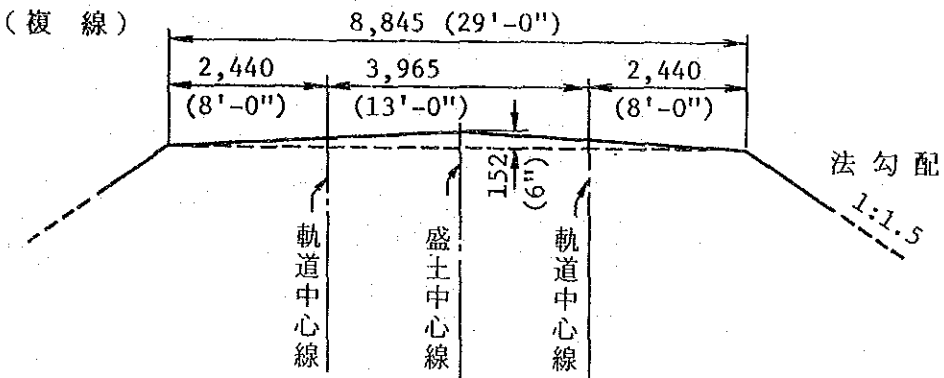


[単位：mm，( )；inch]

盛土区間  
(単線)



盛土区間  
(複線)



切取区間  
(単線)

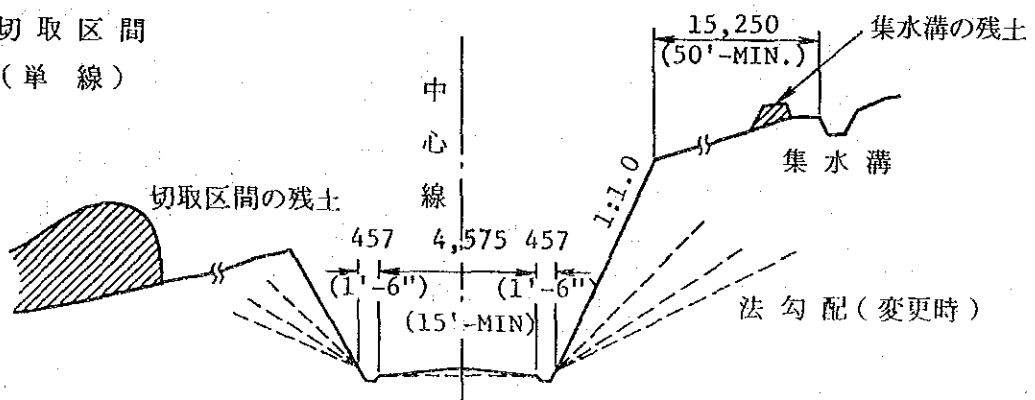


図 5.3.1 土工定規図

出所：B.R.C.



### 5-3-3 停車場

駅の構内配線図を 付属資料 2 に示す。駅間距離は短く、最小で 0.4 km である。

プラットホームは、線路中心から盛土のホームの煉瓦壁まで平均 1.4 m であり、主要駅を除いて殆ど舗装されていない。各駅のプラットホームの現況を 表 5.3.1 に示すが、ホーム面の高さはレールレベルから平均 0.35 m である。

跨線人道橋は 表 5.3.2 に示すように 40 ケ所あり、それらの殆どは、型鋼造り下路式トラスである。最も低い橋の空頭高は、レールレベルから 3,785 mm である。

### 5-3-4 建 物

駅本屋は 38 駅あり、煉瓦造りが 22 駅、木造が 16 駅である。

ホーム上の構造物は殆ど鉄骨造りで、長さ 13.8 ~ 18.3 m 程度である。Rangoon 駅は、列車の長さに対応して設備されている。殆どの駅の上屋庇は、線路側のホーム端まで設けられている。

### 5-3-5 跨線道路橋

市内の主要道路は、鉄道と立体交差している。跨線道路橋の概要を 表 5.3.3 に示す。

殆どの道路橋は古く、RC床版下面のコンクリートが剝離し、鉄筋が露出している。

### 5-3-6 貨物駅と操車場

貨物輸送のため、貨物設備や引込専用線を設置している駅がある。

臨港線は、Rangoon 河に沿って通っており、引込線によって貨物駅や各埠頭に分岐している。Mahlwagon と Kemmendine 駅には操車場があり、臨港線等への貨物配送と本線貨物列車の組成作業を行っている。

なお、現在 Togyauungale 駅から分岐するもう一本の臨港線を建設中である。

### 5-3-7 材修場、コンクリート工場

軌道用品の製作、修理は、信号通信機器の補修も併せて、施設材修場で行っている。

コンクリート枕木とPC桁の製作は、鉄道橋の保守要員もいるコンクリート工場で行っている。

表 5.3.1 プラットホームの長さ、幅および高さ

内 回 り 線				外 回 り 線			
長さ (m)	幅 (m)	高さ (m)	駅 名	長さ (m)	幅 (m)	高さ (m)	駅 名
106.68	4.877	0.305	Tanwe	114.91	5.812	0.305	Tanwe
121.92	2.667	0.356	Aungsan Myo	121.92	2.743	0.356	Aungsan Myo
121.92	2.362	0.406	Danyingon	121.92	7.010	0.406	Danyingon
121.92	3.658	0.457	Golf Course	121.92	4.877	0.432	Golf Course
121.92	3.353	0.381	Hletan	121.92	3.353	0.381	Hletan
128.016	4.724	0.381	Mingaladon Bazaar	128.016	4.877	0.483	Mingaladon Bazaar
128.016	8.534	0.381	Mingaladon Cantt	128.016	4.877	0.330	Mingaladon Cantt
128.016	3.353	0.381	Burma Air Force	128.016	4.877	0.457	Burma Air Force
128.016	4.877	0.406	Okkalapa	128.016	4.877	0.457	Okkalapa
128.016	4.572	0.406	Paywetseikkon	128.016	4.877	0.406	Paywetseikkon
128.016	8.839	0.381	Tadagale	128.016	4.877	0.406	Tadagale
128.016	7.925	0.432	Yegu	128.016	4.267	0.432	Yegu
				129.235	4.267	0.381	Bauktaw
129.540	8.839	0.381	Kanbe				
				129.845	4.572	0.381	Kanbe
137.160	2.946	0.381	Ywama	137.160	2.286	0.432	Ywama
140.208	3.353	0.254	Paryame	140.208	3.658	0.406	Paryame
177.394	5.486	0.381	Pazundaung	177.394	5.486	0.381	Pazundaung
182.880	5.791	0.457	Hume Road	182.880	5.791	0.457	Hume Road
182.880	1.930	0.381	Hanthawaddy	182.880	3.048	0.381	Hanthawaddy
182.880	4.572	0.432	Kamayut	182.880	5.486	0.432	Kamayut
182.880	4.877	0.406	Thirinyaing	182.880	2.896	0.406	Thirinyaing
182.880	3.658	0.305	Gyogon	182.880	3.505	0.356	Gyogon
182.880	6.096	0.279	Insein	182.880	6.096	0.305	Insein
182.880	5.029	0.432	Kyaikkale	182.880	4.877	0.432	Kyaikkale
182.880	7.620	0.381	Bauktaw				
182.880	6.096	0.356	Mahlwagon	182.880	6.096	0.356	Mahlwagon
188.062	7.315	0.305	Lanmadaw	188.062	7.315	0.305	Lanmadaw
188.970	3.658	0.305	Mission Road				
188.976	5.486	0.432	Gymkhana	188.976	5.486	0.432	Gymkhana
				188.976	3.658	0.305	Mission Road
189.586	8.153	0.356	Pagoda Road	189.586	5.969	0.356	Pagoda Road
198.120	3.048	0.356	Okkyin	198.120	4.572	0.330	Okkyin
204.216	3.861	0.305	Prome Road	204.216	3.861	0.381	Prome Road
				289.554	7.620	0.381	Kemmendine
292.608	8.839	0.356	Rangoon	292.608	8.839	0.356	Rangoon
304.794	5.182	0.381	Kemmendine				

出 所 : B.R.C.

表 5.3.2 跨線人道橋

No.	跨線人道橋名	レールレベル からの高さ (m)	径間 (m)	幅 (m)	構造	記事
1	Rangoon Station	4.572	3×13.564+24.841+22.098+ 16.916+17.678=196.748	8.38	Steel	
2	Bogyoke Market	4.521	1×34.138	4.32	"	P.
3	Pagoda Road F.O.B. to Bogyoke Market	4.674	1×14.326	1.68	"	P.
4	Pagoda Road F.O.B. to Pagoda Road	3.988	5.182+5.486+3.048=13.716	2.21	"	跨線道路橋 に懸架
5	Lanmadaw Station	3.835	1×5.283	1.91	"	"
6	Prome Road Station	3.810	7.213+8.236=15.449	2.13	"	"
7	Nurses Quaters	4.318	1×18.54	2.13	"	P.
8	Gymkhana Station	4.318	1×12.751	2.23	"	跨線道路橋 に懸架
9	Mission Road Station	3.785	1×10.674	1.37	"	"
10	Hume Road Station	4.293	1×8.858	1.37	"	"
11	Short Street	4.293	1×14.427	1.83	"	P.
12	Kemmendine Station	4.115	19.964+2×21.641+8.534=71.780	2.80	"	
13	Thantada	4.216	17.374+15.545=32.919	1.98	"	P.
14	Hanthawaddy Station	4.826	1×12.802	1.58	"	
15	Hletan Station	4.877	1×12.26	1.58	"	
16	Kamayut Station	4.445	1×14.478	1.68	"	
17	Okkyin Station	4.343	1×14.630	1.68	"	
18	Thamaing Station	4.369	1×14.630	1.68	"	
19	Gyogon Station	4.267	1×14.630	1.83	"	
20	Insein Station	4.115	1×15.800=31.700	1.83	"	
21	Insein Station To Workshop	4.039	24.689+9.906+27.127+ 19.507=81.729	1.83	"	P.
22	Ywama Station	4.953	1×16.154	1.58	"	
23	Aungsan Myo Station	4.877	1×16.154	1.58	"	
24	Danyingon Station	4.851	1×16.154	1.58	"	
25	Golf Course Station	5.004	1×12.192	1.58	"	
26	Mingaladon Bazaar Station	5.004	1×12.49	1.58	"	
27	Mingaladon Cantt Station	4.953	1×12.192	1.58	"	
28	Burma Air Force Station	4.978	1×12.192	1.58	"	
29	Okkalapa Station	4.953	1×12.192	1.58	"	
30	Paywetseikkon Station	4.978	1×12.192	1.58	"	
31	Tadagale Station	4.978	1×12.192	1.58	"	
32	Yegu Station	4.928	1×12.192	1.58	"	
33	Kanbe Station	4.953	1×12.192	1.58	"	
34	Bauktaw Station	4.978	1×12.192	1.58	"	
35	Tamwe Station	4.902	1×12.192	1.58	"	
36	Mahlwagon Station	4.928	1×30.48	1.98	S.R.C.	橋上駅
37	Pazundaung Station	4.775	22.555+11.582=34.137	2.13	"	"
38	Kyidaw	4.724	1×27.28	1.95	Steel	P.
39	Wut Kyaung Street	4.851	1×32.39	1.37	"	P.
40	Taingangyon	4.343	1×16.924 1×13.716	2.314	"	

出所 : B.R.C.

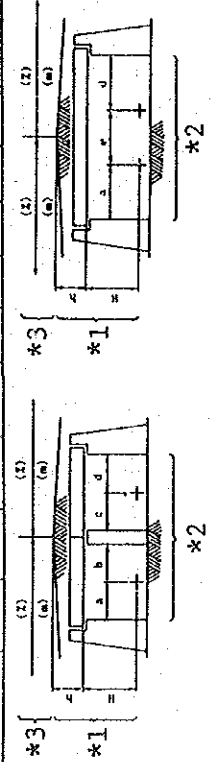
注 : P ; 一般跨線人道橋

その他 ; 旅客跨線人道橋

表 5.3.3 環状線と近郊線の踏線道路橋

跨線橋名	H (m) (*1)	H (m) (*1)	幅 (m) (*4)	径間 (m)	軌道中心からの距離 (*2)						構造			道敷勾配 (*3)			レベル		他の建築物	
					a	b	c	d	e	桁	橋台	橋脚	外側 (%)	内側 (%)	レール レベル からの 基礎根 差埋込 入深さ (m)	管	電力線 種番線			
1 Sule Pagoda Road	3.835	2.057	19.76	45.72x1	5.50			2.53		T	Brick		1.79	0.86	0.61	3.17	1.83	12x9	25x1	
2 Pagoda Road	3.988	0.829	22.10 (2.18)	5.91x2	2.67	1.92	2.35	2.24		S.R.C.	Brick	S.R.C.	2.37	2.6	4.68	4.68	1.83	50x1	3x18	
3 Lamadaw	3.835	0.466	17.25 (1.90)	4.91x2	2.73	2.19	2.72	2.19		S.R.C.	Brick	S.R.C.	3.93	3.44	4.12	3.47	1.73	25x1	6x1	3x18
4 Prome Road	3.810	1.003	25.96 (2.08)	7.61x1 8.75x1	5.68	1.94	2.51	6.24		S.R.C.	Brick	H	1.85	1.12	2.52	2.52	1.80	101x1 25x1	50x2	3x18
5 Leeds Road	3.835	0.753	7.85	7.95x1	2.08			2.09	3.80	S.R.C.	Brick		3.69	3.04	2.28	2.28	1.52	152x1 78x1	12x1	3x18
6 Oyahana Road	3.937	0.762	13.95 (3.10)	9.50x1	2.38			2.25	4.87	Gd	Brick		2.50	2.05	2.07	2.07	1.75	152x1 76x1	101x1 6x4	3x21
7 Mission Road	3.785	0.712	12.30 (1.43)	9.38x1	2.98			2.32	4.08	Gd	Brick		-1.13	3.44	3.30	3.30	2.13	12x13	3x5	
8 Hume Road	3.835	1.090	10.90 (1.55)	29.72x1				4.48	9.03	T	Brick		3.71	-0.72	1.32	2.26	3.38	38x1 6x8	152x2	3x2
9 Hantha-vaddy	3.866	0.770	8.40	7.70x1	1.83			1.83	3.61	Gd	Brick		2.05	3.68	2.22	4.60	1.78	152x1 38x1 25x1	50x1 38x1 25x1	3x16 6x5
10 Hletan	3.861	1.366	10.04	10.35x1	3.20			3.12	4.06	Gd	Brick		2.78	0.76	0.42	2.21	1.73	6x6	3x16	
11 Kyakkale	4.623	0.806	9.30	9.45x1	2.22			2.22	4.47	R.C.		R.C.	0.20	0.19	0.23	0.12	2.06	6x1		
12 Okponseik	5.334	0.858	12.50	8.84x18	2.22			2.22	4.12	R.C.	R.C.	R.C.	4.20	1.39	1.69	6.52	1.91	6x1		
13 Tamwe	4.801	0.876	12.20	9.46x9	2.50			2.08	4.38	R.C.	R.C.	R.C.	5.74	4.55	4.38	6.42	1.68	25x2	12x2	
14 Masjid Road	4.648	1.172	18.20	8.63x1 8.59x1	2.43			2.31	3.89	R.C.	R.C.	R.C.	3.09	2.76	2.57	2.94	1.47	101x1 38x1 25x1	508x1	3x21
15 Mills Road	4.267	1.102	12.50	8.52x1 7.59x1 8.23x1	2.21			2.01	4.31	S.R.C.	R.C.	R.C.	2.70	1.44	2.01	3.29	1.93	12x1	3x18	
16 Theinbya (Stockade Road)	3.785	0.506	18.87	4.57x6	2.29	2.29	2.25	2.17	2.11	S.R.C.	Brick	H	2.66	1.00	0.40	4.01	1.83	50x3 25x1 28x1	25x1 28x1 6x1	3x21

注: \*3 ( ) ; 旅客踏線橋の幅 (再掲)



#### 5-4 車両基地

環状線と近郊線に運用されている電気式ディーゼル機関車は Insein 車両基地に、客車は Insein 車両基地と Rangoon 客車基地に配属されている。両基地とも、それぞれの駅に隣接しており、運用上好都合の立地条件にある。

##### 5-4-1 Insein 車両基地

Insein 車両基地には、環状線と近郊線用の 13 両を含めた 19 両の電気式ディーゼル機関車と 54 両の客車が配属されている。

Insein 車両基地の業務内容は、機関車および客車の検査と軽易な修繕作業および動力車の燃料管理や乗務員の運用管理である。当車両基地には、198 名の検修要員と 89 名の動力車乗務員がいる。

機関車の検査は、毎晩全ての機関車に実施する A 級検査と、昼間帯において一日 1 両ないし 2 両の割合で実施する B 級から D 級までの検査に分けられている。

客車の検査は、Insein 車両基地で夜間滞泊する 5 編成の客車 30 両について行っている。

検修庫には、検修用ビット線 6 線を含めた 8 線がある。この他、当基地には給油線 2 線と車両留置線 3 線がある。

Insein 車両基地の構内配線図を 付属資料 2 に示す。

##### 5-4-2 Rangoon 客車基地

Rangoon 客車基地の主な業務は、幹線用の客車の検査と軽修繕であるが、環状線と近郊線用の 5 編成の客車 30 両も受け持っている。この 5 編成は、Rangoon 駅のホーム線で夜間滞泊をしている。

検修庫には、検修用ビット線が 4 線ある。この他、当基地には屋根付き客車洗浄線 2 線および幹線用客車留置線がある。

Rangoon 車両基地の構内配線図を 付属資料 2 に示す。

## 5-5 車両工場

車両の検修を行う車両工場として、B.R.C.には Rangoon 郊外の Insein 工場、Mandalay 郊外の Myitnge 工場および Ywataung 工場がある。

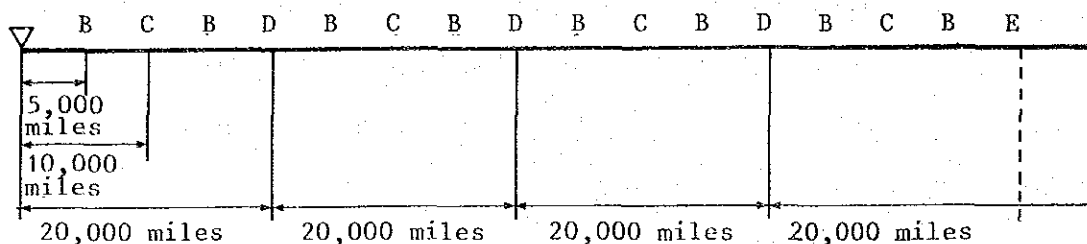
### 5-5-1 電気式ディーゼル機関車の検修

#### (1) 検査の方法

電気式ディーゼル機関車の検修は、検査の手順、種別および周期を詳細に定めた規定に基づいて実施されている。A級からD級の検査は Insein 車両基地で行われているが、車両を分解して行うE級からG級の検査は、Rangoon 電気式ディーゼル機関車分工場および Insein 工場を担当している。

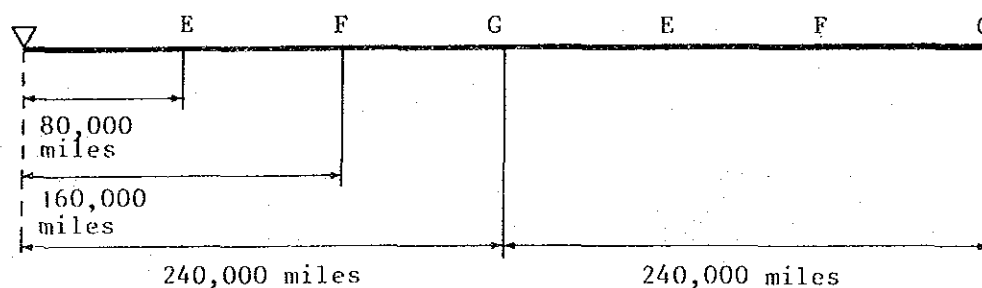
#### (2) 検査種別と周期

##### a. 一般検査周期



A検査は毎日または運用後に、B～D検査は車両の走行距離に基づいて、車両の配属基地で実施されている。

##### b. 分解検査周期



E検査 : Diesel Engine Top Overhaul

F検査 : Intermediate Overhaul

G検査 : General Overhaul



### (3) G検査の標準工程

工場における電気式ディーゼル機関車の全般検査の標準工程は、8週間（5日/週）である。

### (4) Insein 工場

#### a. 担当業務

この工場は蒸気機関車の検修、蒸気機関車と電気式ディーゼル機関車の部品製作と修繕および電気式ディーゼル機関車の更新修繕を行っている。

#### b. 作業場レイアウト

蒸気機関車修繕を主体としたレイアウトとなっているが、電気式ディーゼル機関車の更新修繕作業場は別に整備されている。主な職場レイアウトと検修作業の流れを 図 5.5.1 に示す。

#### c. 検修設備

各職場には、所要の検修設備が配置されているが、大部分の機械類は古い。

#### d. 工場組織

工場は 14 の職場（倉庫等を含む）で構成され、職員数は工場長以下 2,064名である。

## 5-5-2 客車の検修

### (1) 検査種別と周期

客車の検修は、一定期間の周期により行っている。

全体分解検査は Myitnge 工場 で 2年毎に実施されている。その他として、毎日、10～14日ごとおよび毎年の検査があり、Rangoon 客車基地と Insein 車両基地で行われる。ただしディーゼル動車からの改造客車の空気ブレーキ装置の修繕は Insein 車両基地で担当している。

### (2) 修繕工程

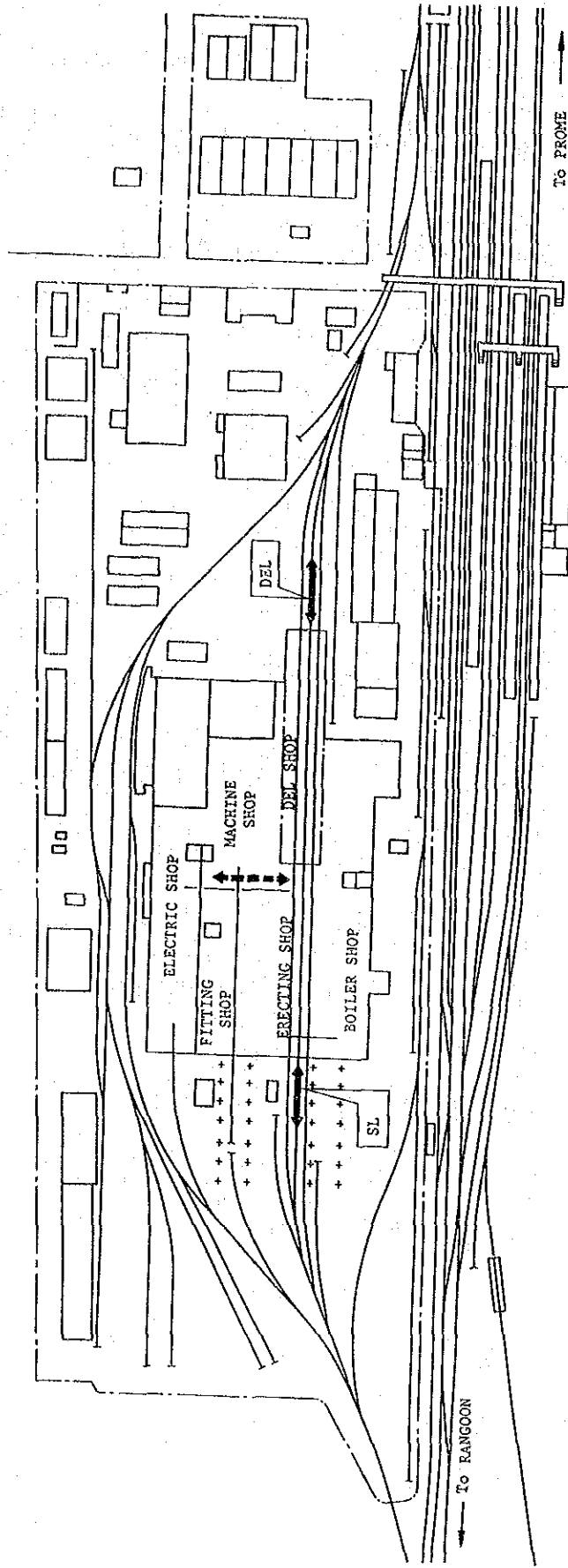
客車の標準修繕工程は、形式によって異なっている。このうち鋼製車両は 7週間、ディーゼル動車からの改造客車は 8.5週間、木製車両は 7.5～8.5 週間となっている（5日/週）。

### (3) Myitnge 工場

この工場は、客車および貨車の検修を行っているが、一方、客車および貨車の現地組み

立てを行うため、建設済みの新職場に、所要の設備を整備中である。

工場は 13 の職場で構成され、職員数は工場長以下 2,472名である。



凡例：  
 ←→ 車両の流れ  
 - - - ←→ 部品の流れ

図 5.5.1 Insein 工場のレイアウトと作業の流れ

出所：B.R.C.

## 5-6 電力設備

### 5-6-1 電力設備

環状線と近郊線に使用している主な電力設備を 表 5.6.1 に示す。

表 5.6.1 Rangoon 地域と Insein 工場の電力設備

電力設備	Rangoon 地域	Insein 工場
非常用照明発電機		100 kW x 2台
変圧器 (6.6 kV/400 V)		250 kVA x 3台
電気機械 (空調、エレベータ等)	300 個	500 個
官舎の照明	2,400 家屋	800 家屋
屋外照明	900 基	300 基
配電線	80 km	35 km
駅照明	34 駅	8 駅

出所 : B.R.C.

### 5-6-2 配電方式

B.R.C.の信号用および照明用の電力は、E.P.C.から各駅ごとに受電している。

Insein 駅には、高圧変圧器 (3相 6.6 kV, 250 kVA) が 3台設備され、車両基地および工場の電気機器に電力を供給している。

Rangoon および Mahlwagon 駅は、3相 400 Vで、他の駅は、単相低圧 230 Vで E.P.C.から受電している。

### 5-6-3 線路横断配電線

環状線および近郊線の軌道上空を横断している高圧および低圧の配電線路の区間別数量を表 5.6.2 に示す。

表 5.6.2 線路横断電線

区 間	回 線 数				記 事
	33 kV	6.6 kV	400 V, 230 V		
	E.P.C.	E.P.C.	E.P.C.	B.R.C.	
Rangoon ~ Kemmendine		1	1	15	車両基地と工場を含む
Kemmendine ~ Insein		1		19	
Insein ~ Danyingon	1	1	7	5	
Rangoon ~ Mingaladon	1	1	3	20	
Mingaladon ~ Danyingon	1	1	5	2	
Hninzigon ~ Ywathagyi		2	2	10	
計	3	7	18	71	

出 所 : B.R.C.

### 5-7 信号設備

環状線の信号設備は 1972 年以来近代化の投資が行われていない。設備の一部や装置が、盗難または故障によりそのまま放置されていたり、復旧や修繕に必要な機材の不足により使用停止または、撤去されたりしている。このため機能を果たせず、総体的に悪化している。表 3.3.3 に示すように、運転事故や運転支障の 28 % が信号故障で占められており、信号設備として重大な状況にあることは明白である。

#### 5-7-1 閉そく装置

環状線には 1970 年代初めに全線、自動閉そく装置が設備されたが、Kemmendine ~ Rangoon ~ Mahlwagon 駅間を除いて、装置が十分な機能を備えていなかったために、旧式的双信閉そく方式に置き換えられた。その後、P.T.C.から借用し、双信閉そく方式に使用して

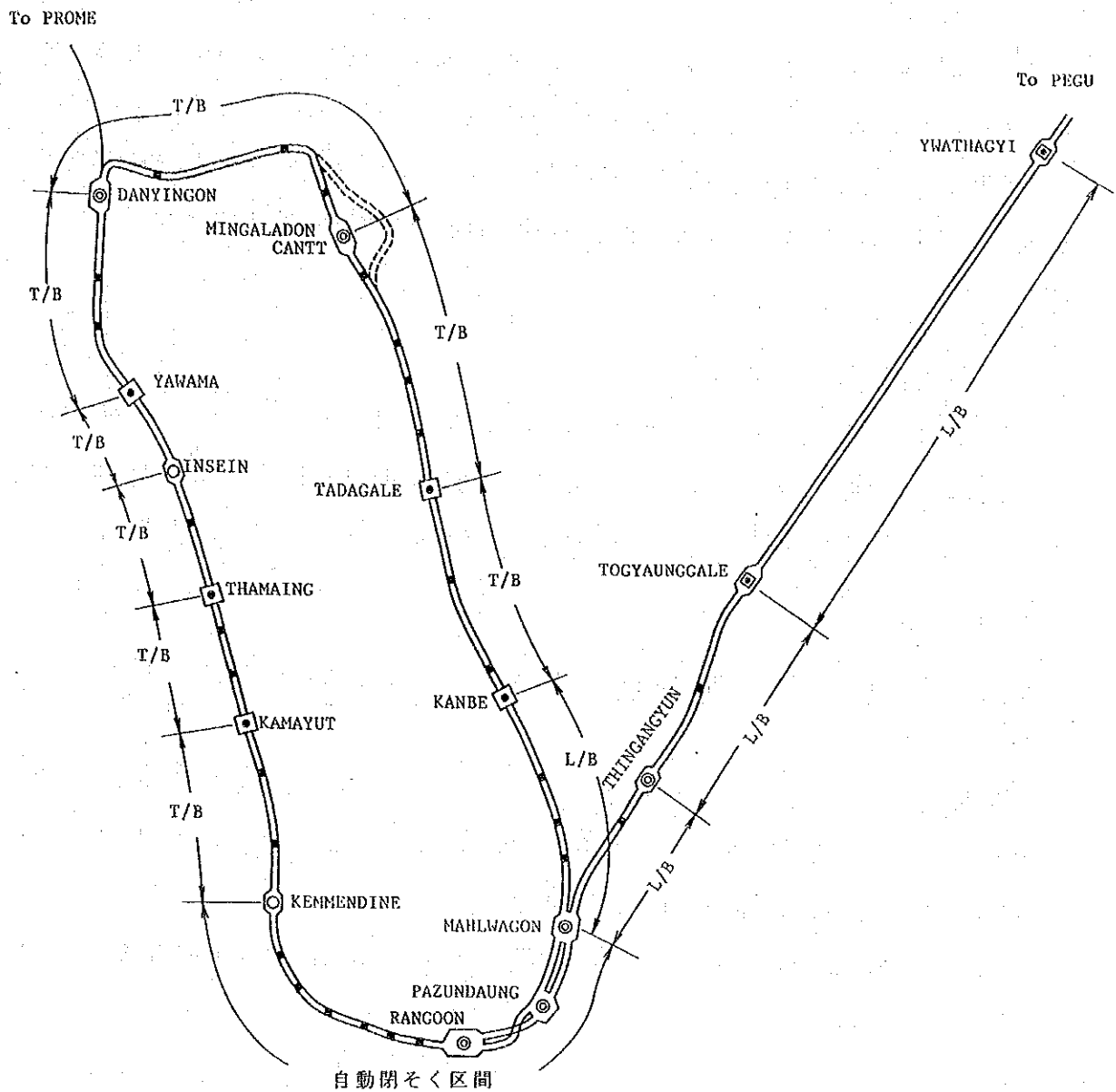
いた架空裸通信線の不良のため、さらに能率と保安度の低い時代遅れの電話連絡による閉そく方式に置き換えられた。この結果、環状線と近郊線には、次の3つの異なったシステムが使われている（図 5.7.1 参照）。

自動閉そく区間            13 km （ 20 % ）

双信閉そく区間           22 km （ 34 % ）

電話閉そく区間           31 km （ 46 % ）

場内信号機の内方には、600 フィートのハーフラップ閉そく区間が過走防護用として設けられている。



- 凡例：
- L/B ----- 双信閉そく区間
  - T/B ----- 電話閉そく区間
  - ◎ ----- リレー式継電連動駅
  - ----- 電気機連動駅
  - ----- 無連動・信号制御駅
  - ----- 無連動・無信号制御駅

図 5.7.1 信号方式と閉そく区間

出所： B.R.C.

#### 5-7-2 連動装置

継電連動駅は 6 駅、電気機連動駅は 2 駅、キーロック駅は 2 駅であり、連動装置はないが信号機を有し、これにより列車を制御する駅が他に 5 駅ある（図 5.7.1 参照）。

Insein および Kemmendine 駅の連動装置は経年 35 年であり、耐用寿命をはるかに過ぎている。この為、保守に困難をきたすと共に、誤動作の防止は扱者の注意力にゆだねられている。

#### 5-7-3 軌道回路

レール絶縁を必要とする直流軌道回路が使用されている。レール絶縁には、プラスチック包覆式のものと同産の木製のものを使用している。軌道回路の調整は、降雨量の少ない時期（4～5月）、豪雨季（5～6月）および雨季の終り（10月）の年 3 回実施している。

#### 5-7-4 信号電源

Rangoon ～ Kemmendine 駅間の信号機には、埋設ケーブルで 110 V、50 Hz 電源を供給している。

予備電源としては、Rangoon 駅の電源室に 600 V 50 Hz 19.8 kVA のディーゼル発電機を備えている。その他の駅は 230 V 50 Hz の電源を受電しており、予備電源として 2～5 kVA の可搬形ディーゼル発電機を備えている。

軌道回路の電源電圧は直流 14 V または直流 3 V であり、電気転てつ機の電源電圧は直流 110 V である。信号灯は交流 30 V 15W/15W または交流 12 V 25 W である。

#### 5-7-5 踏切保安装置

踏切は、環状線 27 ケ所、近郊線の Mhalwagon ～ Ywathagyi 駅間 5 ケ所である。踏切の遮断方法は、踏切警手によるゲート開閉方式となっている。踏切警手に対する列車接近表示器および通行者に対する踏切警報機は、故障しているか撤去されている。



### 5-7-6 事故原因

月別、設備別の事故件数を表 5.7.1 に示す。この表から、雨季における事故の多いことが分る。

表 5.7.1 信号および通信設備の事故件数 (1981~1984年度)

設 備	季 / 雨		季 / 涼			季 / 夏			計				
	4	5	6	7	8	9	10	11		12	1	2	3
1 軌道回路	10	22	9	7	8					2	4		62
2 転てつ機	2	9	8	7		2		1		2			31
3 電 源		6	2	7		3		1					19
4 P.T.C.架空裸線	3	2	8	4							1		18
5 信 号 機					2	1	4						7
6 閉そく装置			2	1									3
計	15	39	29	26	10	6	4	2		4	5		140

注 : 数字は 2年間の合計である (1981年 4月~1983年 3月)。

1982年の雨季は 4月から始まった。

出 所 : B.R.C.

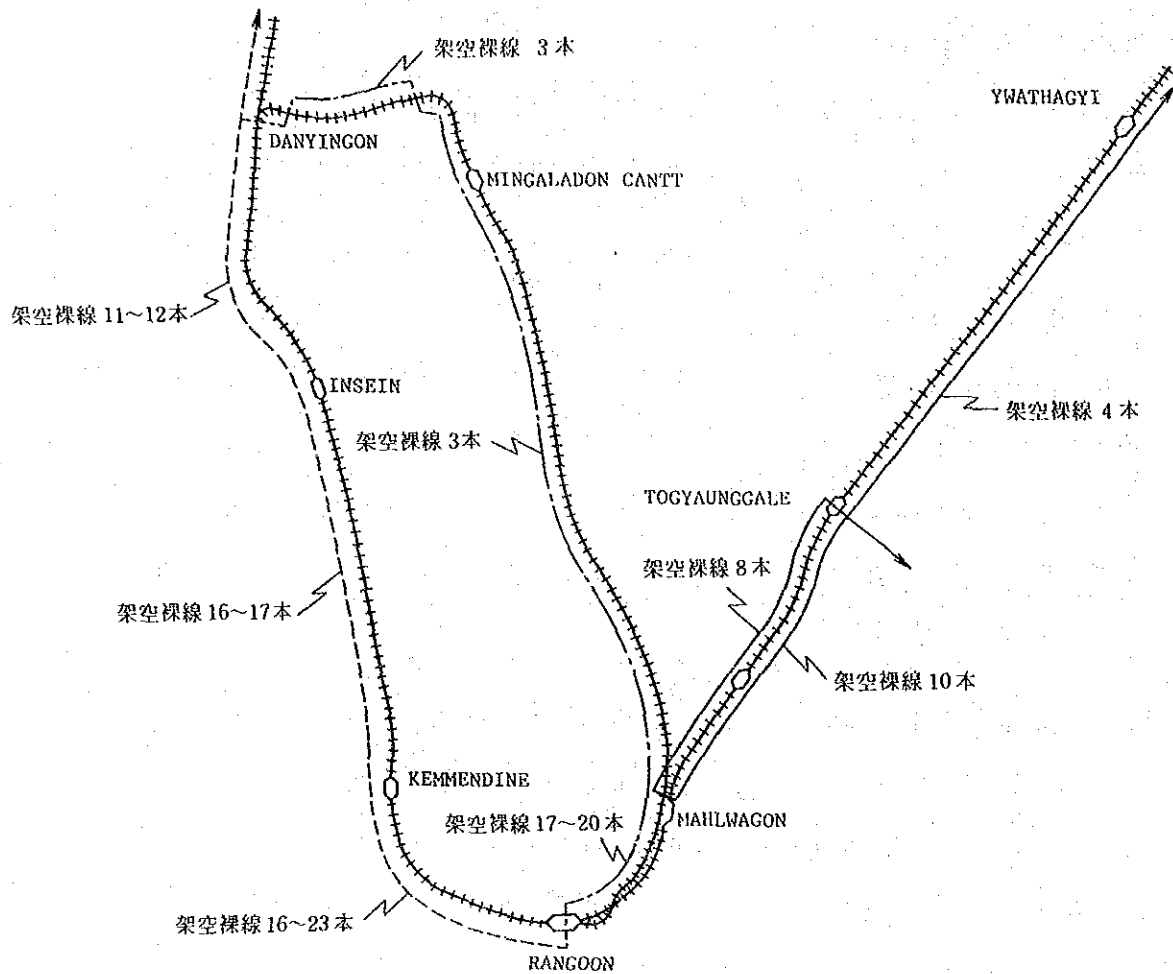
### 5-7-7 保守要員

環状線および近郊線の保守要員は、62 名である。

### 5-8 通信設備

#### 5-8-1 通 信 線

P.T.C.の架空裸線は、図 5.8.1 に示すように、鉄道に沿って布設されている。B.R.C.は環状線用として 3線、近郊線用として 6線を P.T.C. から借用している。その使用方法を図 5.8.2 に示す。この裸線は雨季において通話品質が悪くなる (表 5.7.1)。

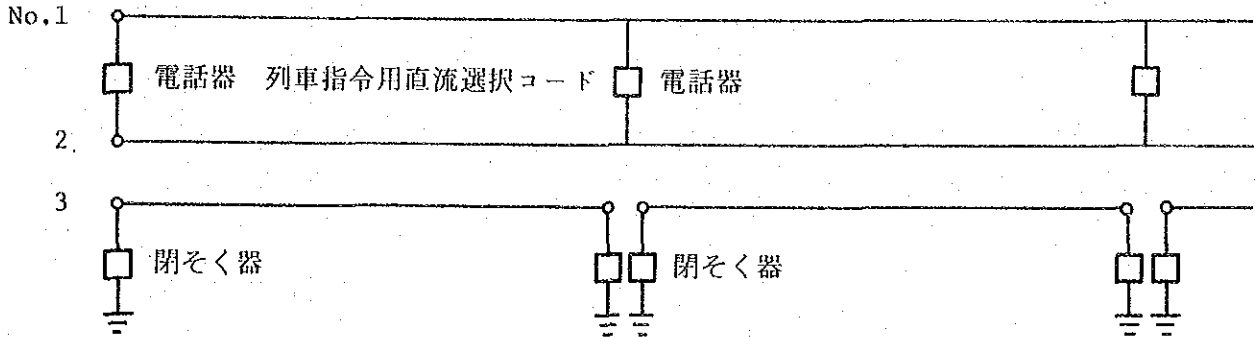


- 凡例：
- 環状線 架空裸線 1986年にケーブル化およびマイクロ化
  - 環状線 架空裸線 改良計画なし
  - 近郊線 架空裸線 改良計画なし

図 5.8.1 P.T.C.の電話回線ルート

出所：P.T.C.

環 状 線 ----- 架空裸銅線 3 本



近 郊 線 ----- 架空裸銅線 6 本

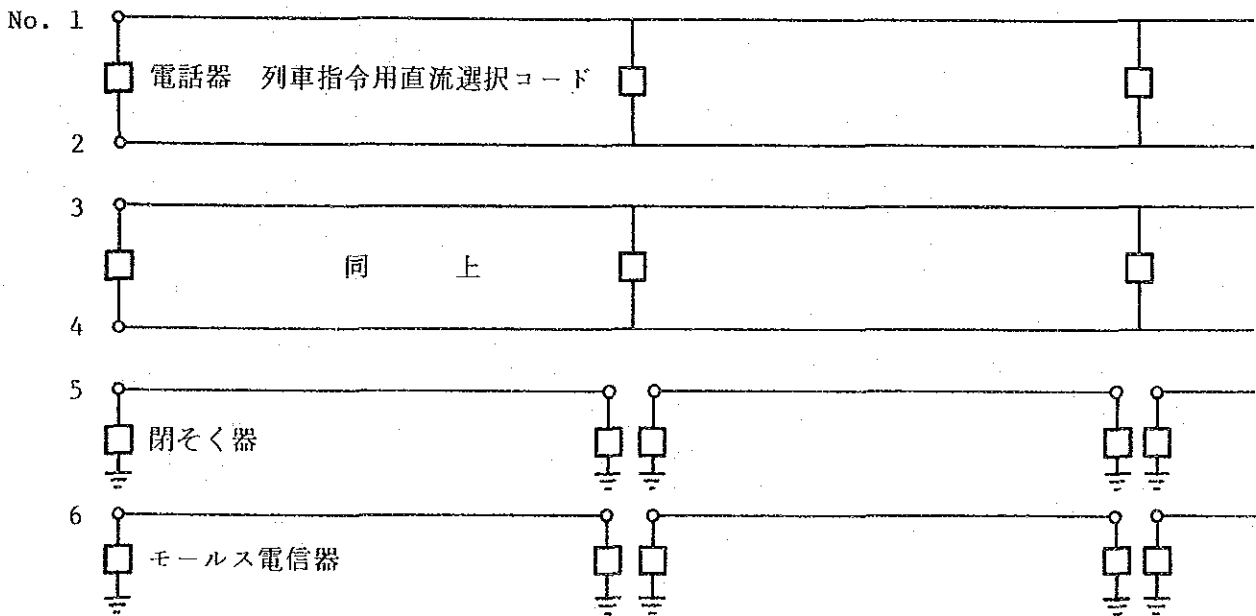
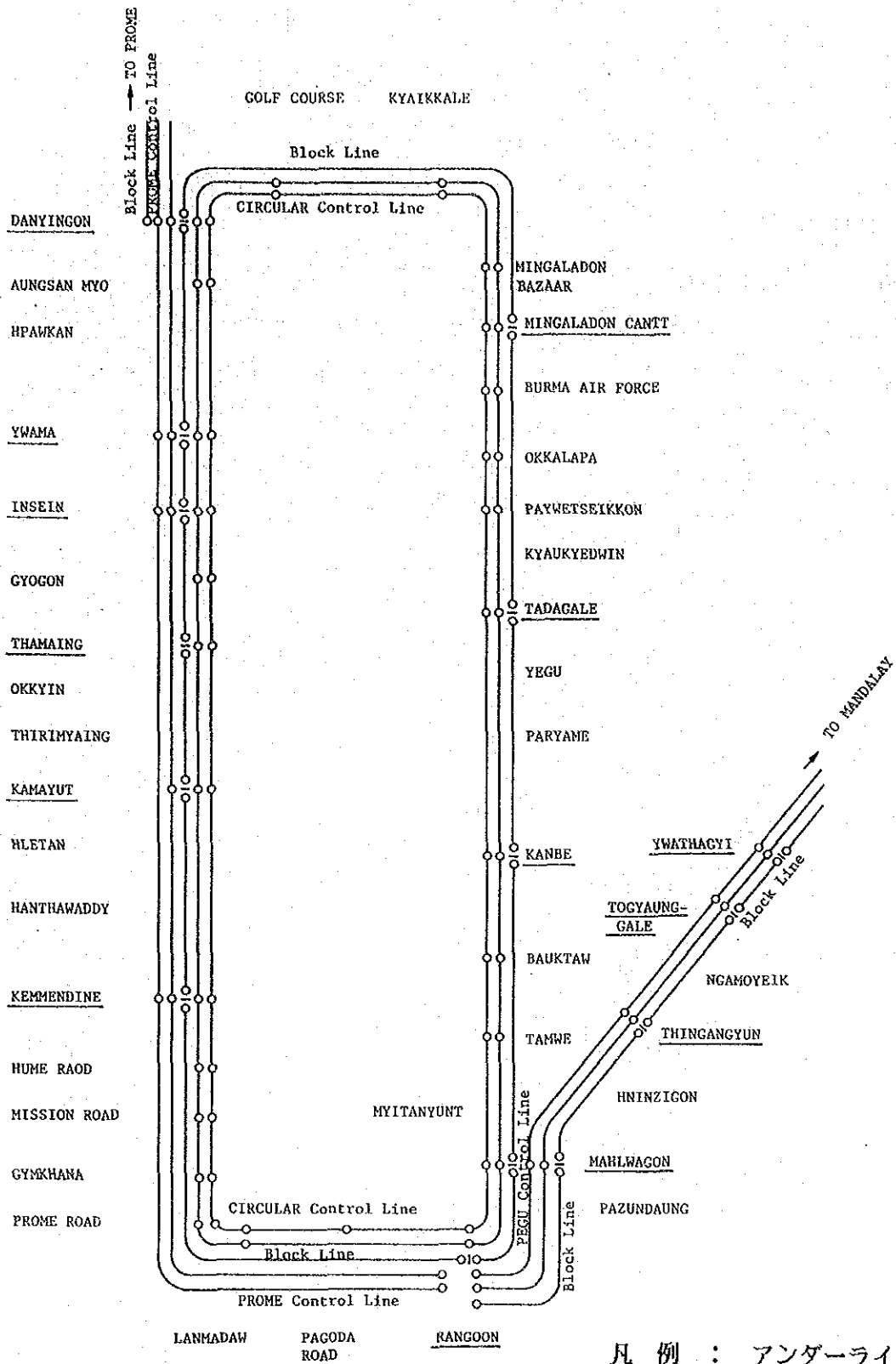


図 5.8.2 通信回線

出 所 : B.R.C.

## 5-8-2 指令電話

図 5.8.3 に示すように、親機は Rangoon 駅の指令室にあり、子機となる電話機はほとんどの駅に設けられている。この装置は Key - Ringing Type で、指令からの各駅の呼び出しは直流 200 V  $3\frac{1}{2}$  Hz の選択コードを使用している。



凡例：アンダーラインは、閉そく駅を示す。

図 5.8.3 通信回線ネットワーク

出所：B.R.C.

### 5-8-3 信号閉そく用電話

電話閉そく駅には、隣接駅と通話ができる磁石式電話が設備されている。回線は隣接駅間に 1 回線であり、電話器はスイッチを切替えて使用する。

### 5-8-4 磁石電話交換機

交換台は、Rangoon 駅（250 回線）、Insein 駅（20 回線）、Mahlwagon 操車場（10 回線）および輸入品を扱う Botataung 配給所（10 回線）にある。全ての交換台は P.T.C. の回線で接続されているが、ジャック不良により、毎日通話支障が発生している。

### 5-8-5 保守要員

環状線および近郊線の保守要員は、約 15 名である。

## 第6章

### 電気方式とけん引方式





## 第6章 電気方式とけん引方式

電化方式を交流とするか直流とするか、けん引方式を電気機関車とするか電車とするかは、鉄道需要予測、輸送計画および投資計画等を総合的に検討して決定する。

次の検討結果により、商用周波単相交流 25 kV方式による電気機関車けん引方式を採用する。

### 6-1 交流電化方式と直流電化方式

#### 6-1-1 世界の電化状況

各国の電化方式は、その国が最初に鉄道電化を計画した時点の世界の電化技術レベルと将来の技術展望および経済的基盤等により決定されている。また電気鉄道の拡大を計画する国においては、既設の設備やシステムとの整合性等を検討して決めている。

現在の電化方式は、直流 3000 V、直流 1500 V および商用周波単相交流 25 kV方式が主流を占めている。

この10年間に初めて電化を行った 8ヶ国のうち、7ヶ国が商用周波単相交流 25 kV方式を採用している。この方式は、一般的に、他の方式に比べて優位性を持っており、UIC の国際標準ともなっている。

#### 6-1-2 環状線と近郊線における両方式の比較

##### (1) 技術的条件

環状線と近郊線の電化方式の選定に当たっては、次の諸条件を総合的に検討した。

##### a. 電 源

電気運転に必要な電力量の確保に問題はないが、電気運転に電力を供給する電鉄用変電所と長距離の送電線を新設する必要がある。このため、電鉄用変電所の数が少なく済む交流方式が、直流方式に比べて、経済的に適している。

##### b. 跨線道路橋と跨線人道橋

環状線と近郊線には、多数の跨線道路橋と跨線人道橋がある。交流電化方式は、これらの構造物とパンタグラフや電車線路の加圧部との絶縁離隔として、直流電化方式よりも大きな値を必要とする。電気運転を確保するためには、これらの支障対策を必要とするが、直流方式の方が改修の程度は少なく済む。しかし、交流方式でも直流方式でも改修する

箇所数は同じである。

c. 信号保安設備

環状線と近郊線の軌道回路は、現在、直流方式を使用している。このため、直流電化方式を採用する場合には、この軌道回路を全面的に改修する必要がある。

d. 通信線路

交流電化方式の場合には、現在の裸通信線路に対して、誘導障害が発生するので、裸通信線路を、線路より離して敷設するか、遮蔽ケーブルに取り替える必要がある。

(2) 初期投資

交流電化方式と直流電化方式の初期投資の概算額を比較すると、前者が後者の約 80 % となる。

(3) B.R.C.の電化に対する技術力

B.R.C.の線区では、環状線と近郊線の電化が初めてであり、鉄道の電気運転の経験を有する技術者はいない。このため、電化設備は出来るだけ簡単で、保守に手のかからないものであると共に、導入する電化方式は世界的に広く使用されていて、技術導入が簡単に図れるものがよく、商用周波単相交流 25 kV方式が適していると言える。

なお Ceramic Industries Corporation の Kyangin セメント線の電化計画では、商用周波単相交流 25 kV方式が採用される予定であり、B.R.C.が協力することになっている。

## 6-2 電気機関車けん引方式と電車けん引方式

### 6-2-1 輸送量

電化プロジェクトの最終年度にあたる 2019 年度の一日当たりの旅客輸送量は、現在の 6.3 倍にあたる 542千人と予測され、この輸送量は、電気機関車けん引で運転時隔を最小 7.5 分に短縮することにより充分輸送できるので、さらに運転時隔を短縮することができる電車けん引とすることは、輸送量の面から必要はない。

### 6-2-2 地上設備

環状線と近郊線を電車けん引とする場合は、電気機関車けん引に比べて電化空頭高を余分に必要とするため、地上設備の投資額も大きくなる。

電車けん引は、パンタグラフを設置する屋根の下も客室として使用するためには、電車

線の高さを電気機関車けん引より約 400 mm 高くする必要があり、跨線道路橋の扛上または架け替え等の改修に多額の工事費を要する。

また、電気機関車けん引は、電車けん引に比べて、既存の車両基地、車両工場および客車が、広範囲に活用出来る。

### 6-2-3 速度向上の効果

駅間距離の短い環状線のような場合には、高加減速度ができる電車けん引が適しているが、最高速度が制限されているほか、現状の軌道の状況では、その機能を十分に発揮できない。従って、電車けん引によるわずかな速度の向上では、車両費の増加分を十分に補うことはできない。

電車けん引では、約 20 % の表定速度の向上が見込まれ、これによる鉄道輸送需要の増加分は、輸送需要予測における“輸送手段別分担モデル”により試算すると、電化初年度で 5 % 増加し、さらにその後、年平均 2.9 % の伸びを示すと予測される。この旅客収入の増加は、次に示す計算のとおりである。

電化初年度の収入増 = 旅客輸送量 × 増加率 × 平均運賃

$$= \frac{\text{(一日当たり)} \text{ (日)} \quad \text{(Kyat)}}{(233 \times 1000 \times 365)} \times 0.05 \times 0.4 = 1700 \text{ 千 Kyats/年}$$

$$\begin{aligned} \text{プロジェクト期間中の収入増} &= \sum_{i=1}^{30} \text{電化初年度の収入増} \times (1 + \text{伸び率})^{i-1} \\ &= \sum_{i=1}^{30} 1700 \times (1 + 0.029)^{i-1} = 80 \text{ 百万 Kyats} \end{aligned}$$

一方、電車は、電気機関車に比べて、車両購入費が 200 百万 Kyats 増加する (表 6.2.1)。この比較により、電車けん引は、電気機関車けん引に比べて、経済的に充分メリットを有しているとは言えない。

表 6.2.1 車両費の比較  
(単位：百万 Kyats)

けん引方式	年 度			計
	1990	2000	2010	
電気機関車	316	89	116	521
所要電気機関車	(19)	(5)	(7)	(31)
所 要 客 車	(105)	(31)	(37)	(173)
電車方式	445	120	156	721
所 要 電 車	(111)	(30)	(39)	(180)
差	129	31	40	200

6-2-4 車両の維持管理

電気機関車けん引方式では、電気機関車にのみ電動機を持っており、一列車に複数の電動機を持つ電車けん引方式よりも、維持管理が簡単である。

## 第7章

# 輸 送 計 画



## 第 7 章 輸 送 計 画

### 7-1 輸送計画の前提条件

#### 7-1-1 輸送需要

輸送計画は、電化初年度（1990年）の輸送量を1982年の輸送実績の 2.7倍、運転時隔の短縮を現状の 70 % として策定する。

#### 7-1-2 列車系統

最近の旅客断面輸送量を 図 3.3.3 に示す。環状線では Rangoon ~ Insein 間および Rangoon ~ Mingaladon Cantt 間、近郊線では Rangoon ~ Thingangyun間の輸送量が多いが、その他の区間は少なく、特に近郊線の Thingangyun ~ Ywathagyi間はさらに少なくなっている。

##### (1) 列車系統の設定

列車系統の設定は、輸送需要量を最も少ない車両で効率良く輸送することが肝要である。

環状線と近郊線の電化では、電気機関車けん引方式とするので、列車の折返し駅では、電気機関車の付け替えに、約 10 分間を要する。

列車の頻度を増すために、電気機関車の折返しを少なくすることが重要であり、環状線と近郊線の列車系統は、Rangoon 駅での折返しの少ない列車系統とする。

なお、Mingaladon 区は開発地域の一つであり、列車系統を延ばすことによって鉄道旅客の増加が期待できるので、一駅延ばして Mingaladon Bazaar を折返し駅とする。

##### (2) 駅構内の配線変更

折返し運転に要する駅構内の配線変更は、次の通りとする。

(a) Mingaladon Bazaar : 副本線の新設と継電化

(b) Togyauungale : 分岐器の新設と継電化

#### 7-1-3 列車速度

列車頻度を増加するには、列車の表定速度の向上が必要である。表定速度は、軌道と信号保安設備の条件を一定にすれば、列車の加速度と減速度の向上、最高速度の向上、駅での停車時分の短縮により向上できる。

(1) 電気機関車の加速度と減速度

電気機関車の出発時の平均加速度と停止ブレーキ時の平均減速度は、それぞれ 1.7～1.8km/h/s とする (8-2-2 参照)。

(2) 最高速度

環状線と近郊線は、駅間が短いこと、B.R.C.の運転規則および軌道の状況等から、列車の最高速度は、環状線 48 km/h、近郊線 56 km/h とする。しかし、将来の軌道の整備によっては、最高速度の向上は期待できる。

(3) 停車時分

列車の停車時分は、駅における乗降客の多寡を参考として、次の通りとする。

- (a) Rangoon : 2 ~ 4分
- (b) Insein : 2分
- (c) Mingaladon Bazaar  
Kemmindine  
Kamayut  
Thingangyun } : 1分
- (d) その他の閉そく取扱い駅 : 30秒
- (e) その他の無閉そく駅 : 15 ~ 30秒

(4) 運転時分

列車運転時分は、速度-距離曲線から列車運転曲線の作成および平均速度の計算を行い、駅間運転時分を 30 秒単位に査定して求める。

(5) 運転時分

主要駅間の運転時分を 図 7.1.1 および 表 7.1.1 に示す。



環 状 線	Rangoon	Mingaladon Bazaar	Insein	Rangoon			
運 転 時 分	0 km   ← 43' →   46.6 km	20.6 km   ← 22' →   26.0 km	32.1 km   ← 35' →   14.5 km	46.6 km   0 km			
停 車 時 分	( 4' )	( 5' )	( 1' )	( 2' )	( 2' )	( 6' )	( 4' )
内 廻 り 列 車	0	→ 48'	→ 73'	→ 116'			
外 廻 り 列 車	116'	← 67'	← 41'	← 0			

近 郊 線	Rangoon	Thingangyun	Togyauhgale	Ywathagyi			
運 転 時 分	0 km   ← 16' →   20.7 km	7.3 km   ← 8' →   13.4 km	11.7 km   ← 13' →   9.0 km	20.7 km   0 km			
停 車 時 分	( 10' )	( 1' 15" )	( 1' )	( 15" )	( 30" )	( 0 )	( 15' )
内 廻 り 列 車	0	→ 17' 15"	→ 26' 30"	→ 40'			
外 廻 り 列 車	40'	← 21' 45"	← 13'	← 0			

図 7.1.1 主要駅間の運転時分と停車時分

表 7.1.1 運転時分の比較

区 間	距 離 (km)	現 在 (A)	電 化 時 (B)	短 縮 時 分 (C=B-A)	短 縮 率 (C/A) (%)
Rangoon~Rangoon	46.6	2° 20'	1° 56'	- 24'	17.1
Rangoon~Rangoon	46.6	2° 25'	2° 00'	- 25'	17.2
Rangoon~Insein	14.5	45'	41'	- 4'	9.0
Rangoon~Mingaladon Bazaar	20.6	58'	48'	- 10'	17.2
Rangoon~Togyauhgale	11.7	35'	26.5'	-8.5'	24.3
Rangoon~Ywathagyi	20.7	53'	40'	- 13'	24.5

#### 7-1-4 列車運転時隔

列車の運転時隔は、列車運転速度および列車の運転保安のために設けられる閉そく方式や閉そく距離により影響を受ける。

環状線は、31 km にも及ぶ電話連絡による閉そく方式を採用しており、その最大閉そく距離は 7 km である。

##### (1) 最小運転時隔

現在の Kemmendine ~ Rangoon ~ Mahlwagon 間の自動閉そく区間はそのままとし、その他の環状線区間の閉そく方式は改良する。この改良計画により、最小運転時隔を 7.5 分とする。

##### (2) Rangoon ~ Pazundaung 間の環状線と近郊線の平面交差

現在の Rangoon 駅は、1~3 番線を Mandalay および Prome 線の長距離用に、4~5 番線を近郊線に、そして 6~7 番線を環状線に使用している。

このため、環状線と Mandalay 線の線路は、Rangoon ~ Pazundaung 間で平面交差しており、一方の線の列車が遅延した場合に、他方の列車に支障を及ぼし、正確な列車の運転確保が困難となっている。

運転時隔を短縮するため、Rangoon 駅の列車の着発線の変更を行い、この平面交差部分を撤去する。

##### (3) Rangoon 駅構内の配線変更

Rangoon 駅の列車の着発線は、次のように変更する。

- (a) 1 番線 : 幹線の優等列車
- (b) 2 番線 : 幹線の予備
- (c) 3 番線 : 環状線の内廻り列車
- (d) 4 番線 : 環状線の外廻り列車
- (e) 5 番線 : 環状線と近郊線の列車の共用
- (f) 6,7 番線 : 幹線の普通列車と近郊線の列車共用
- (g) 8 番線 : 機関車の回送線

Rangoon 駅の列車の着発線の変更に伴う Rangoon 駅構内の配線変更を行う。

## 7-2 輸送計画

### 7-2-1 輸送力の設定

所要列車本数は、列車運転区間の旅客断面輸送量が最大となる駅間を基準として策定する。

#### (1) 列車編成

現在の客車 6両編成はそのままとし、輸送量の増加に対しては、列車頻度の増加により計画する。

#### (2) 客車の乗車効率

客車 1両の定員は、座席 64 人、立席 36 人とし、列車 1編成の定員は、600 人とする (8-2-3 参照)。

環状線と近郊線の最大断面輸送量の乗車効率は、電化初年度は、次のように設定する。

(a) ピーク時間帯 : 150 % (  $1.5 \times 600 = 900$ 人/1列車)

(b) その他時間帯 : 125 % (  $1.25 \times 600 = 750$ 人/1列車)

#### (3) 列車本数

##### a. 列車本数の算出式

電化初年度の輸送需要予測に基づいて、列車本数を求める。

1時間当たりの列車本数は、次の計算式により求められる。

$$T_{ij} = D_{ij} / (N \cdot \eta)$$

ただし  $T_{ij}$ :  $i$  区間の  $j$  時間帯の 1 時間当たりの所要列車本数 (本)

$D_{ij}$ :  $i$  区間の  $j$  時間帯の 1 時間当たりの最大断面輸送量 (人)

$N$ : 1 列車の定員 (人) (600 人)

$\eta$ : 乗車効率 (ピーク時間帯: 150 %、その他時間帯: 125 %)

##### b. 環状線と近郊線の主要駅間列車本数

この計算方法による環状線および近郊線の主要駅間の列車本数を 表 7.2.1 に示す。

表 7.2.1 計画列車本数 (1990)

項 目	Insein ~ Rangoon		Mingaladon Bazaar ~ Rangoon	Mingaladon Bazaar ~ Insein	Ywathagy ~ Rangoon
	朝方の ピーク時間帯	駅間 1時間 輸送人員 (*)	Kamayut ~ Hletan 1,533 4,146	Kanbe ~ Bauktaw 1,003 2,713	Ywama ~ Insein 268 725
	1時間所要列車本数	4.7	3.1	2.0 (*2)	2.6
夕方の ピーク時間帯	駅間 1時間 輸送人員 (*)	Kamayut ~ Hletan 1,218 3,294	Myithanyunt ~ Mahlwagon 949 2,567	Ywama ~ Insein 241 652	Hninzigon ~ Mahlwagon 734 1,985
	1時間所要列車本数	3.7	2.9	2.0 (*2)	2.3
終 日	駅間 1時間 輸送人員 (*)	Kamayut ~ Hletan 766 2,072	Yegu ~ Paryame 542 1,466	Kyaikkale ~ Mingaladon Bazaar 150 406	Hninzigon ~ Mahlwagon 301 814
日中時間帯	1時間輸送人員 (*1)	1,602	1,131	326	429
	1時間所要列車本数	2.2	1.6	1.0 (*3)	1.0 (*3)
一日の上下所要列車本数		96	70	44	48

注 : (\*1) 駅間最大断面輸送量 (\*2) 1時間当たり最低2本運転 (\*3) 1時間当たり最低1本運転

c. Rangoon 駅の機関車の付替え回数

Rangoon 駅の機関車の付替え回数は11回となる。

d. 列車運転時隔

現在と電化初年度における、環状線と近郊線の列車本数の比較を 表 7.2.2 に示すが、電化初年度における列車運転時隔は、現在に比べて約 70 % に改善される。

表 7.2.2 運転時隔の短縮率

区 間	現 在 列 車 本 数	電化初年度 列 車 本 数
Rangoon ~ Insein	62	96
Rangoon ~ Mingaladon Cantt	52	70
Rangoon ~ Mingaladon Bazaar		
Insein ~ Mingaladon Cantt	32	44
Insein ~ Mingaladon Bazaar		
Rangoon ~ Thingangyun	38	48
Thingangyun ~ Togyauungale	24	32
Togyauungale ~ Ywathagyi	6	12
計	214 (A)	302 (B)
	(A) / (B) : 70.9 %	

7-2-2 列車ダイヤと列車本数

以上の検討結果に基づき、列車ダイヤを作成し、列車本数を策定する。

(1) 列車ダイヤ

実際の列車ダイヤは、線路の配線状況、輸送需要の時間的な状況、自動閉そくの区間、その他の設備条件を考慮して作成する。

電化初年度の列車ダイヤ(案)を、付属資料 3 に示すが、ピーク時間帯の最大列車本数は 5 本、最小運転時隔は 9 分である。

(2) 列車本数

区間別および系統別列車本数を 図 7.2.1 に示す。

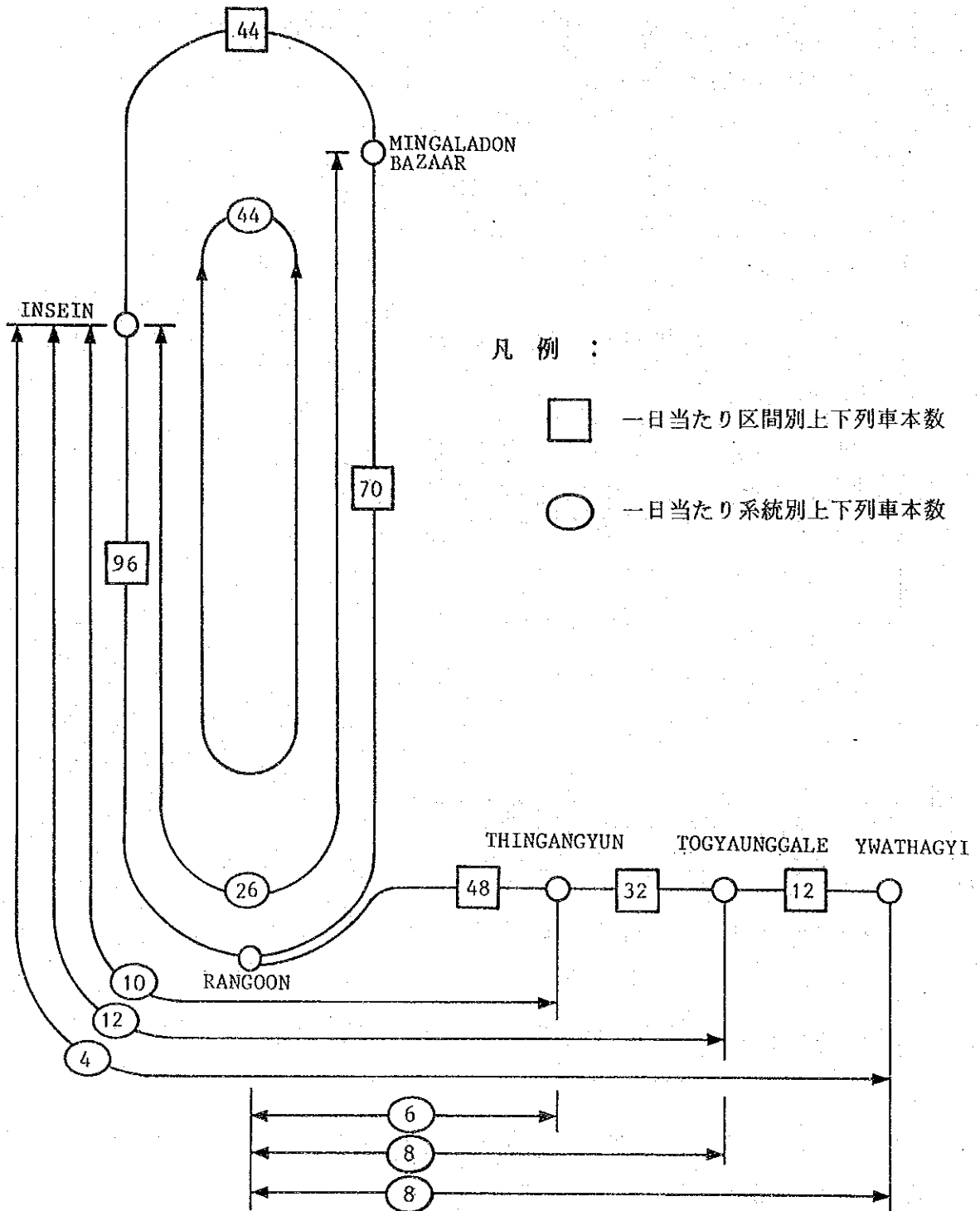


図 7.2.1 計画列車本数 (1990)

### (3) 将来の輸送計画

電化開業後のダイヤ改定は、鉄道輸送需要予測に対応して、2000年および2010年に行うが、その策定方法は、1990年のそれと同一である。

表 7.2.3 将来の輸送計画

年 度	ピーク時間帯 平均運転時隔 (分)	列車キロ (km)	区 間 別 列車本数 (本)	所 要 列車編成 (両)
1990	12	3,939.2	302	16
2000	10	4,952.6	368	21
2010	7.5	6,358.4	458	26

### 7-3 車両運用

#### 7-3-1 車両運用の考え方

電化初年度の列車ダイヤに基づいて、車両の配置と運用計画を策定する。

電気機関車は Insein 車両基地を起点として運用する。電気機関車は、おおむね20時頃より、逐次 Insein 車両基地に帰着し、A級検査を受けた後、留置線で滞泊する。

客車は Insein 車両基地および Rangoon 駅を起点として運用する。Rangoon 駅では現在も客車編成の夜間滞泊が行われているが、Insein 車両基地は、車両の留置能力の制約から、客車編成の一部を Insein 駅のホームの隣接線で滞泊する。

Rangoon 駅が始発または終着となる列車の電気機関車は、Rangoon ~ Insein 間を回送する。

#### 7-3-2 列車キロ

前述により効率的な車両運用を策定する。

電化初年度における電気機関車の列車キロを 表 7.3.1 に示す。

表 7.3.1 電気機関車の一日当たり列車キロ

区 間	項 目	現 在	電化時点	差
Rangoon ~Rangoon	運 転 本 数	87	96	9
	列 車 キ ロ	2,229.0	3,340.0	1,110.0
	運 用 機 関 車 数	8	※	
Rangoon ~Ywathagi	運 転 本 数	38	48	10
	列 車 キ ロ	435.8	599.2	163.4
	運 用 機 関 車 数	2	※	
計	運 転 本 数	125	144	19
	列 車 キ ロ (A)	2,664.8	3,939.2	1,274.4
	運 用 機 関 車 数 (B)	10	16	6
	(A)/(B)	266.5	246.2	

注 : ※ 電気機関車は環状線と近郊線の共通運用とする。

7-3-3 車両数

電化初年度と将来における電気機関車および客車の所要両数を 表 7.3.2 に示す。

表 7.3.2 電気機関車と客車の所要両数

年 度	1990		2000		2010	
	電 気 機 関 車	客 車	電 気 機 関 車	客 車	電 気 機 関 車	客 車
運 用 本 数	16	96	21	126	26	156
検 修、予 備 車 数	3	9	3	10	5	17
計	19	105	24	136	31	173



## 7-4 教育と訓練

新しく投入する電気機関車の構造と取扱いを修得するため、適切な教育訓練を機関士および車両基地の検修要員に対して実施する必要がある。

さらに、海外での研修計画も含めた養成計画により、教育に携わる者のために、高度の訓練を実施する必要がある。

### 7-4-1 乗務員

Insein ディーゼル車両基地に所属している機関士、機関助士に対して、机上教育および実技訓練を一定期間行う必要がある。

実技については、電化モデル線区において電気機関車による実地走行訓練を行う必要がある（第9章参照）。

教育訓練の期間は、少なくとも、机上教育に4ヶ月、実地走行訓練に2ヶ月を要する。

### 7-4-2 車両基地検修要員

車両基地の検修要員に対する教育訓練は、おおむね乗務員の場合と同じであるが、電気機関車の検査、修繕および安全教育についても実施する必要がある。

教育訓練の期間は、少なくとも、机上教育に3.5ヶ月、検修実技訓練に1.5ヶ月を要する。

## 7-5 安全の確保

安全を確保するための方策は、電化設備計画の中で十分に考慮している。例えば、踏切においては、高電圧の電線のあることを通過する自動車の運転士に知らせる注意喚起標示や、規定値以上の高さに荷物を積載した自動車が通過できない設備等である。

さらに、全ての跨線橋の両側には、電車線に触れることができないようにするための安全柵を設ける。

この他、一般民衆に対して、線路軌間内の歩行や列車の屋根上への乗車をしないような教育が必要である。



## 第8章

# 設 備 計 画



## 第 8 章 設 備 計 画

### 8-1 設備の基本計画

#### 8-1-1 き電方式

##### (1) 交流き電方式の種類と特徴

現在使用されている交流き電方式の種類と特徴について簡潔に述べる。

##### a. 直接き電方式

直接き電方式は、電車線とレールからなる最も基本的な構成である。レールと並列に負き電線（NF）を張り、数 km ごとにレールとNFをNF接続線により結んだ直接き電方式は、き電回路でがいし閃絡が発生した場合の保護検出が容易であると共に、き電回路のインピーダンスを低減する効果を有している。

直接き電方式（NF有）の特徴は、次の通りである。

- (a) 回路の構成が最も簡単であるため、最も経済的で保守性も良い。
- (b) 通信線への誘導障害が大きい。
- (c) レール電位は、他のき電方式よりも高い。
- (d) 電鉄用変電所の間隔は、約 50 kmである。

##### b. 単巻変圧器（AT）き電方式

ATき電方式は、変電所のき電電圧を電車線電圧よりも高く（JNR の場合、電車線電圧の 2倍）し、線路に沿って、約 10 ～ 15 kmごとに設備したATによって、必要な電車線電圧に降圧して電気車に電力を供給する方式である。

ATき電方式の特徴は、次の通りである。

- (a) 変電所からのき電電圧が高いので、大電力の供給に適している。
- (b) 通信線への誘導障害が小さい。
- (c) 絶縁階級の高いき電線を設備する必要があり、き電回路が複雑である。
- (d) 電鉄用変電所の間隔は、約 100～ 120 km である。

##### c. 吸上変圧器（BT）き電方式

BTき電方式は、電車線路に沿って約 4 km ごとにBTとBTセクションを設備し、レールに流れる帰電流を吸い上げる方式である。

B T き電方式は、レールに絶縁セクションを設けて電車線とレール間に B T を挿入しただけの方式と、N F を設けて N F に電流を吸い上げる方式とがある。

B T き電方式 (N F 有) の特徴は、次の通りである。

- (a) 通信線への誘導障害は、他のき電方式よりも小さい。
- (b) B T セクションを有するため、き電回路の構成が複雑である。
- (c) 電鉄用変電所の間隔は、約 40 km である。

## (2) 環状線と近郊線のき電方式

電鉄用変電所は、列車負荷の中心点に近く、かつ電源を供給し得る変電所に近い所に設置することが最適であり、Mahlwagon Junction の付近を選定する。

環状線は、ループであるので一つの電鉄用変電所で 45.9 km の変電所間隔と同じである。近郊線は Mahlwagon から Ywathagyi まで 16.2 km である。従って、き電すべき距離から直接き電方式とする。

## (3) き電系統

き電系統の構成に当たっては、次の点を考慮して決定する必要がある。

- (a) 電鉄用変電所からき電する電力は、相の異なる二つの単相電力であり、それぞれ、Rangoon 方面、Mingaladon Bazaar 方面にき電するが、各相の列車負荷の大きさはできる限りバランスがとれること。
- (b) 単相電力の付き合い箇所には、デッドセクションを設けること。
- (c) 電車線路の事故および保守時は、当該区間以外の電力を電車線路区分断路器により、延長き電できること。
- (d) Insein 車両基地は、車両検修用電源を 24 時間必要とするので、どちらの相からも、き電できること。
- (e) Insein 車両基地における車両検修時の人為的ミスや車両故障により、電車線路が地絡したときは、環状線と近郊線への影響を最小限にとどめること。

以上の条件を満足するき電系統は、図 8.1.1 に示す通りである。

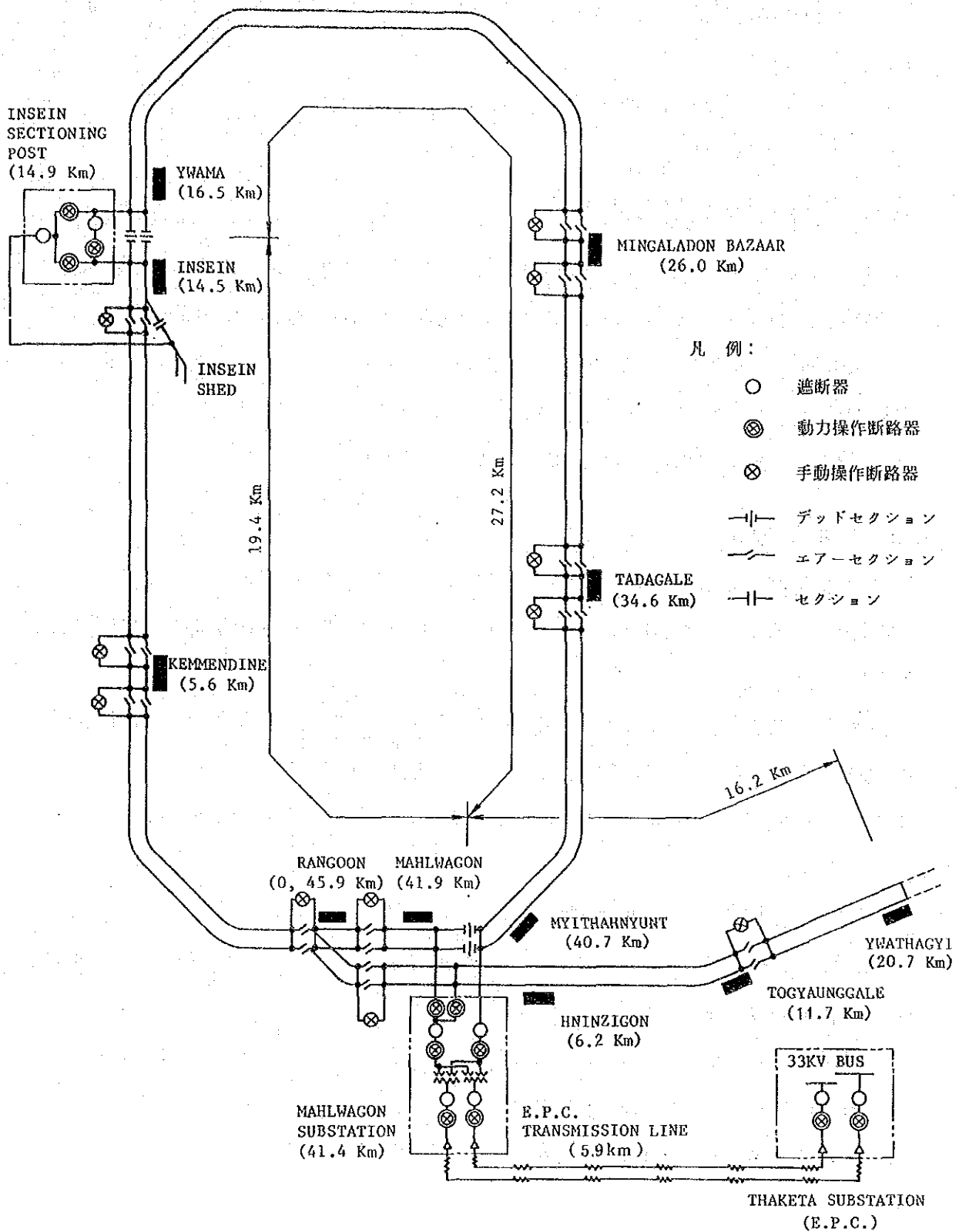


図 8.1.1 環状線と近郊線のき電系統

### 8-1-2 直接き電方式のレール電位

レール電位は 60 V 以下を目標としている。次の条件における試算では、レール電位は、20 V以下となる。

- (a) レールは、4 kmごとにNF接続線により、NFに接続する。
- (b) レールの対地アドミタンスは 1 s/km とする。
- (c) 列車負荷は、100 A とする。

環状線と近郊線の電化計画では次の通りであり、目標値を越えることはない。

- (a) レールは、レールボンドの脱落防止のために、1 kmごとのNF接続線により、NFに接続される。
- (b) レールの対地アドミタンスは 1 s/km 以上である。
- (c) 電気機関車の電流は、約 60 A である。

### 8-1-3 電化空頭高

電化対象線区には、表 5.3.3 に示すように 16 の跨線道路橋がある。

跨線道路橋下の電化空頭高の不足対策は、鉄道路盤の盤下げ、跨線道路橋の扛上および新設取替等が考えられる。

環状線と近郊線の電化計画には、電気機関車によるけん引方式を採用するので、電気機関車の屋根の高さを低く抑えることができると共に電車線の高さも低くできる。従って、跨線道路橋下の電化空頭高の不足は、鉄道路盤の盤下げによって技術的に解消できる。

#### (1) 絶縁離隔

絶縁離隔は、UIC-600（非汚損地区）の制定値を用いる。

加圧導体と接地物との静的状態における絶縁離隔は、UIC の最小値 200 mm を採用する。

#### (2) 電車線の最低高さ

電車線の最低高さは、B.R.C の車両限界 (3,505 mm)、UIC の絶縁離隔 (290 mm) から 3,800 mm する。このため電気機関車のパンタグラフを塔載する屋根の高さを低くすることになるが、運転室の居住性は機関車の設計により確保できる。

#### (3) 電化空頭高

電化空頭高は、電車線の最低高さ (3,800 mm)、電車線の弛度 (50 mm)、電車線の径 (12.34 mm)、電車線の動押上量 (50 mm)、電車線変位の余裕 (10 mm) および加圧導



体と接地物との短時間における絶縁離隔 (170 mm) から、4,100 mmとする。

#### 8-1-4 電車線の高さ

##### (1) 電車線の最低高さ

8-1-3 より、電車線の最低高さは、3,800 mmとする。

##### (2) 電車線の最高高さ

道路上の電車線の高さは、法規で 17 feet (5,182 mm) と決められているので、電車線の最高高さは 5,200 mm とする。

なお、自動車の最大積載高さは、市の条例で 14 feet (4,268 mm) となっているので、5,200 mmは、25 kV の電車線電圧の安全上の離隔を考慮しても十分な高さである。

##### (3) 電車線の標準高さ

電車線の標準高さは、安定した集電性能を与えるため、パンタグラフの上下作動範囲の中央として、4,500 mmとする。

#### 8-1-5 車両限界

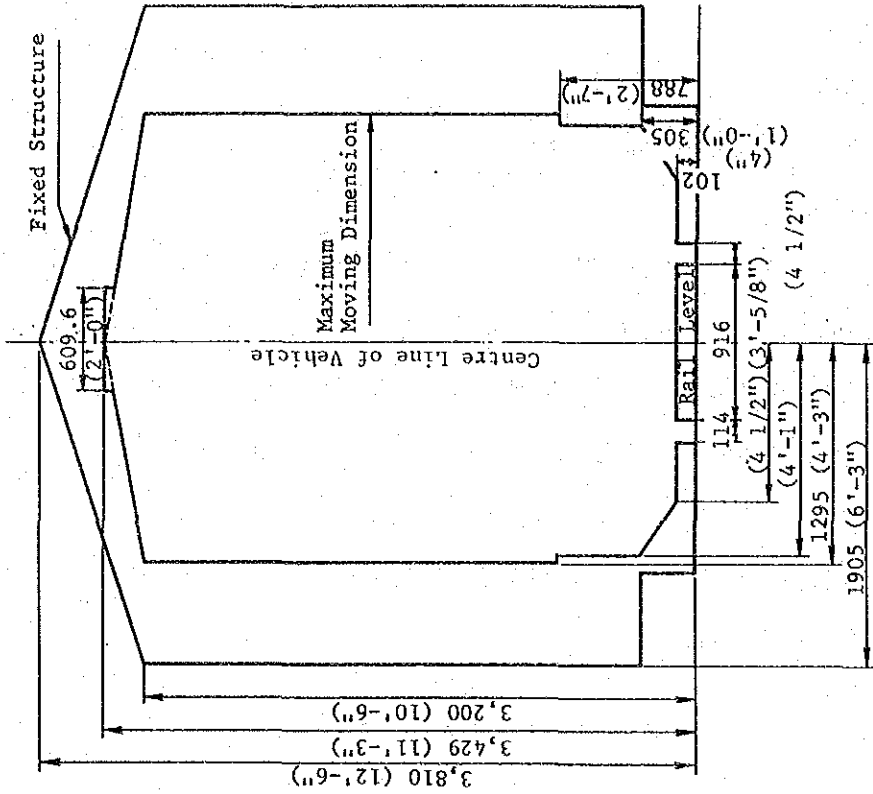
車両限界は、現用の車両限界 (図 8.1.2) とパンタグラフの動作範囲を考慮して策定する。

(a) パンタグラフの折畳み時の車両屋根上の装置の車両限界は、3,505 mmとする。

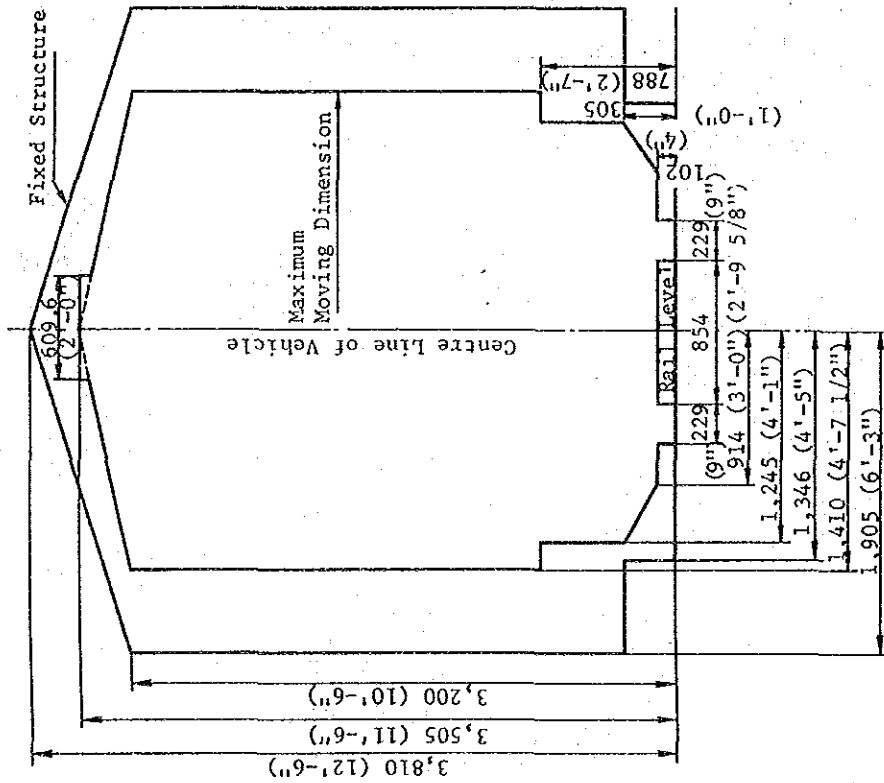
(b) パンタグラフの突放し時の車両限界は、5,380 mmとする。

図 8.1.3 に電化区間の車両限界を示す。

[単位：mm, ( ) ; inch]



貨車

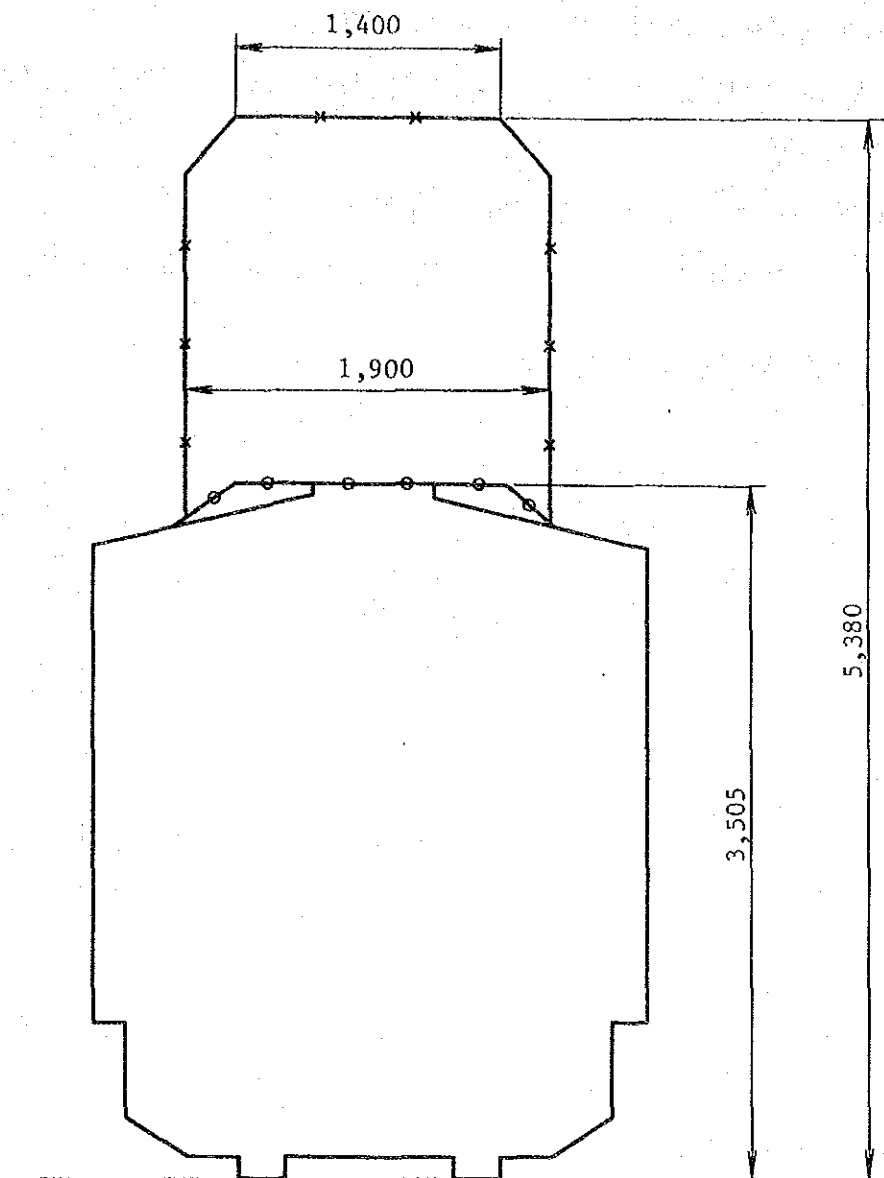


客車

図 8.1.2 現在の車両限界

出所：B.R.C.

(単位：mm)



- 凡例： ——— 車両限界  
○—○ パンタグラフの折畳み時の車両限界  
\*—\* パンタグラフの突放し時の車両限界

図 8.1.3 電化区間の車両限界

#### 8-1-6 建築限界

建築限界は、次のように策定する。

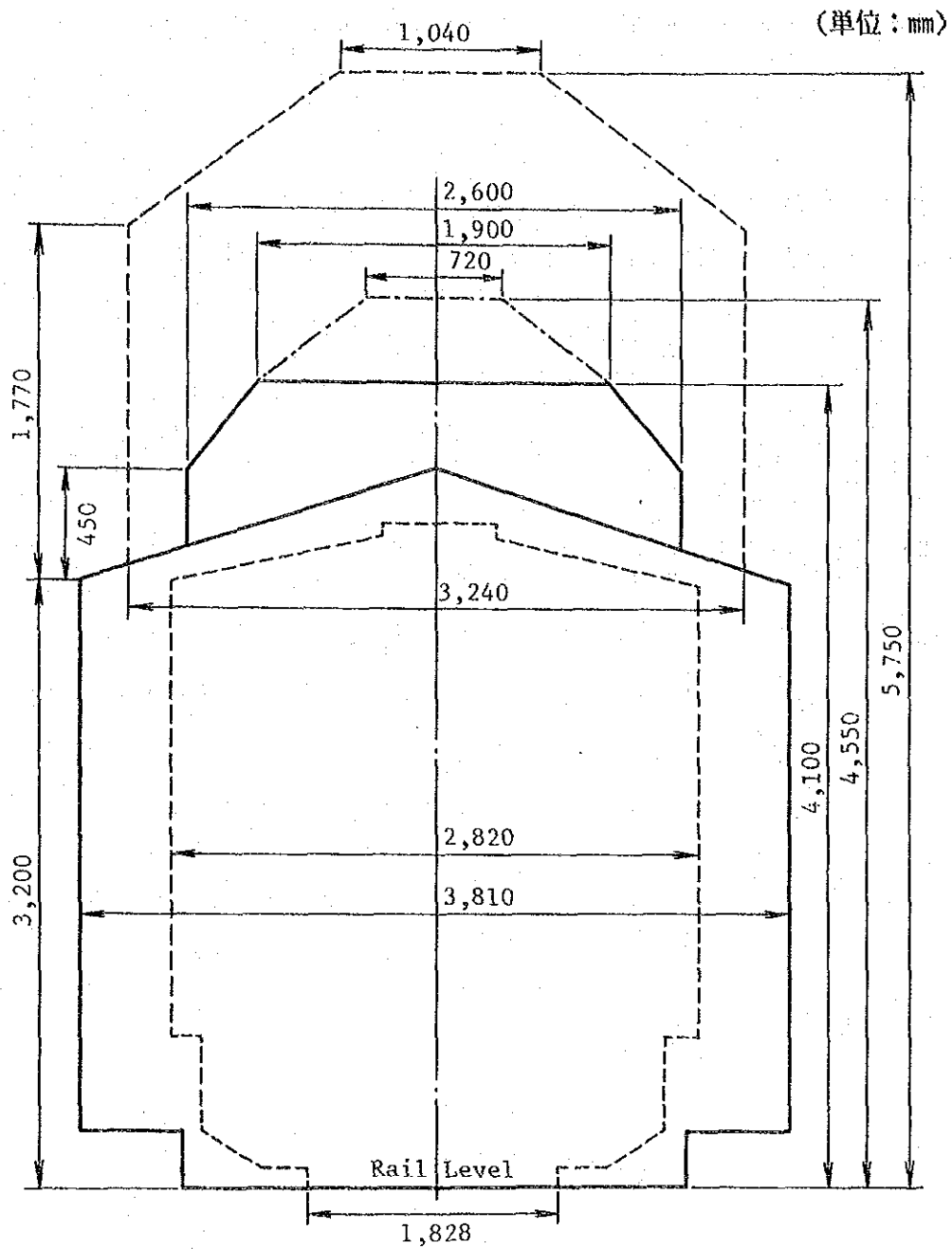
- (a) 電車線の標準高さ (4,500 mm) に適応する建築限界
- (b) 電車線の最低高さ (3,800 mm) に適応する建築限界

この限界は、加圧導体と接地物との絶縁離隔を確保するため、跨線人道橋や駅の上屋等の構造物に適用する。

- (c) 特殊架線を設備する箇所 (電車線の最低高さ 3,800 mm) に適応する建築限界

この限界は、跨線道路橋下の絶縁離隔を確保するため、跨線道路橋に適用する。

図 8.1.4 に電化区間の建築限界を示す。



- 凡 例 :
- 電車線の標準高さに適応する限界
  - · - · - 電車線の最低高さに適応する限界  
(駅の跨線人道橋、上屋等に適用)
  - 特殊架線設備箇所に適応する限界  
(跨線道路橋に適用)

図 8.1.4 電化区間の建築限界

8-1-7 気象条件

電気設備は、気象統計や特殊気象による鉄道設備の被害記録等を考慮して策定する。

(1) 特殊な気象

a. 地震

過去 100年間の地震 (MM Scale 6 以上) の記録を 表 8.1.1 に示す。この記録によれば、その最大値は 7であり、日本の震度階のIV (中震) 程度に相当する。

表 8.1.1 Rangoon における地震の記録 (MM Scale 6 以上)

発生年月日	震 度	記 事
1884 7 23	Moderate	
1927 12 17	Moderate (MM Scale 6)	Rangoon で多少の被害が発生
1930 5 5	Felt Strongly at Rangoon (MM Scale 6)	Pegu 地震 Peguで 500人死亡、全域が破壊された Rangoon で 50 人死亡、大きな被害発生
1969 2 9	Moderate (MM Scale 6)	Rangoon で多少の建物にクラックが発生
1970 9 9	Moderate (MM Scale 7)	Rangoon で建物 60 ケ以上にクラックが発生 多くの建物の外壁の剝離が発生 Shwedagon Pagodaの鐘が落下

出 所 : Department of Meteorology and Hydrology

備 考 : MM Scale - Modified Mercalli Scale

b. 雷

視覚の観測によれば、雷雨の発生した日数は、年平均 35 日程度である。

c. サイクロン

サイクロンは 5月から10月にかけて発生するが、Rangoon を通過するのは 4年に 1回程度である。ビルマ国への上陸地点では、最大風速は 100 miles/hour(44.7 m/s) を越えるが、Rangoon を通過する時には、70 miles/hour(31.3 m/s) と比較的低い値になる (表 8.1.2 参照)。

表 8.1.2 Rangoon における竜巻とサイクロン

発生年月日	記 事
竜 巻	
1950	Rangoon 駅で発生 11人死亡、41人負傷
1959 7 8	South Okkalapaで発生 160 家屋損壊、10人負傷
サイクロン	
1975 5 7	Bassein サイクロン Rangoon での最大風速：70 miles/hour Rangoon 郊外において家屋に大きな被害が発生
1982 5 5	Gwa サイクロン Rangoon での最大風速：70 miles/hour Rangoon 郊外において家屋に大きな被害が発生

出 所 : Department of Meteorology and Hydrology

(2) 一般的な気象

Rangoon の過去 30 年間以上の気象統計を、表 8.1.3 に示す。

a. 降雨量

Rangoon の雨季は、5月から10月である。24時間の最大降雨量は、1980年 5月 262 mm を記録しているが、これはわずか 2~3 時間で降ったものである。

b. 温 度

最高温度 41.1 °C、最低温度 13.3 °Cで、その温度差はわずか 27.8 °Cである。

c. 風 速

最大風速は 31.3 m/s である。これは、サイクロンの影響によるものである。

表 8.1.3 Rangoon における気象統計 (1950~1983)

月ごとの統計	最大値 (月)	最小値 (月)
平均降雨量 (mm)	609.6 (8)	2.9 (2)
平均降雨日数 (日)	25.11 (8)	0.21 (3)
24時間最大降雨量 (mm)	262.0 (5)	22.0 (2)
最高温度 (°C)	41.1 (5)	34.4 (9)
最低温度 (°C)	21.7 (6,9)	13.3 (1)
最大風速 (m/sec)	31.3 (5)	12.5 (1)

出 所 : Department of Meteorology and Hydrology

(3) 鉄道線路の冠水

Rangoon の雨季は、6ヶ月間にも及び、降雨量も非常に多く、線路が冠水することが度々ある。1983年の線路冠水の記録を、表 8.1.4 に示す。

表 8.1.4 線路冠水の記録 (1983年度)

冠水状況	区 間 (km)	冠水時間 (分)	発生回数
レール面以上	Rangoon 駅構内	5 ~ 40	3
	0.13 ~ 1.21	5	1
	3.15 ~ 3.42	10	1
	3.76 ~ 4.29	10 ~ 50	3
	5.63 ~ 5.97	15	1
	6.44 ~ 6.97	5	1
	43.02 ~ 43.83	5	1
枕木~レール面	4.83 ~ 5.16	-	3
	45.16 ~ 45.36	-	5

出 所 : B.R.C.



(4) 電気設備の基本条件

以上の結果から、気象による設備の基本条件は次の通りとする。

- (a) 地震の最大震度は、MM Scale 7 程度を基本とする。
- (b) 最大風速の記録は、70 miles/hour(31.3 m/s) であるが、ビルマの建物が最大風速 80 miles/hour(35.8 m/s) に基づいて設計されているので、これを基本とする。
- (c) 軌道の冠水区間は、排水対策を考慮する。
- (d) 温度は、大気温度を最高 42 °C、最低 13 °C、温度変化 約 30 °Cを基本とする。

## 8-2 車両計画

### 8-2-1 車両条件

電気機関車の性能を決定する基本条件は、次の通りとする。

電化方式	:	単相交流 25 kV 50 Hz
車両限界	:	現在の B.R.C. の車両限界による (図 8.1.2 参照)
線路条件		
軌間	:	1,000 mm
許容軸重	:	12 ton
勾配	:	最大 5 %
曲線	:	最小半径 291 m
運転条件		
最高許容速度	:	80 km/h
駅間距離	:	最小(km) 最大(km)
		環状線 0.4 2.8
		近郊線 0.8 9.0
けん引荷重	:	客車列車
		6 両編成時 195 ton
		8 両編成時 260 ton

### 8-2-2 電気機関車の諸元

#### (1) 電気機関車の性能を決定する条件

##### a. 列車重量

##### (a) 電気機関車

現在の B.R.C. の線路条件から最大軸重を 12 ton とする。

4 軸 : 48 ton

##### (b) 客車

列車は客車 6両編成として計画する。

自重 : 25 ton

積載荷重 : 32.5ton

b. 列車抵抗

列車抵抗は、出発抵抗、走行抵抗、勾配抵抗および曲線抵抗の和である。

これらの抵抗は、車両や軌道の条件により異なる。また実験データによる算出式は国によって違いがあるので、JNR の電気機関車および客車（コロ軸）の算出式を用いる。

c. 加速度と減速度

加速度と減速度は、共に 1.7~1.8 km/h/sとする。

d. 粘着係数

粘着係数は、電気機関車の粘着引張力（またはブレーキ力）に最も関係の深い係数であり、線路の状態によって幅広く変動する。

交流電気機関車の粘着係数（ $\mu$ ）は、JNR の実測結果から、 $\mu = 0.28$  とする。

e. 粘着引張力

前記の条件による電気機関車の粘着引張力（ $T_a$ ）は、 $T_a = 13,440$  kgとなる。

(2) 電気機関車の性能

電気機関車の特性曲線および主電動機の性能曲線を、それぞれ 図 8.2.1 および 図 8.2.2 に示す。

(3) 電気機関車の概要

a. 外形および主要諸元

電気機関車の外形および主要諸元を、それぞれ 図 8.2.3 および 表 8.2.1 に示す。

架線電圧: 22.5 kV  
 車輪径: 953 mm  
 齒車比: 67/17 (3.94)

引張力 (ton)

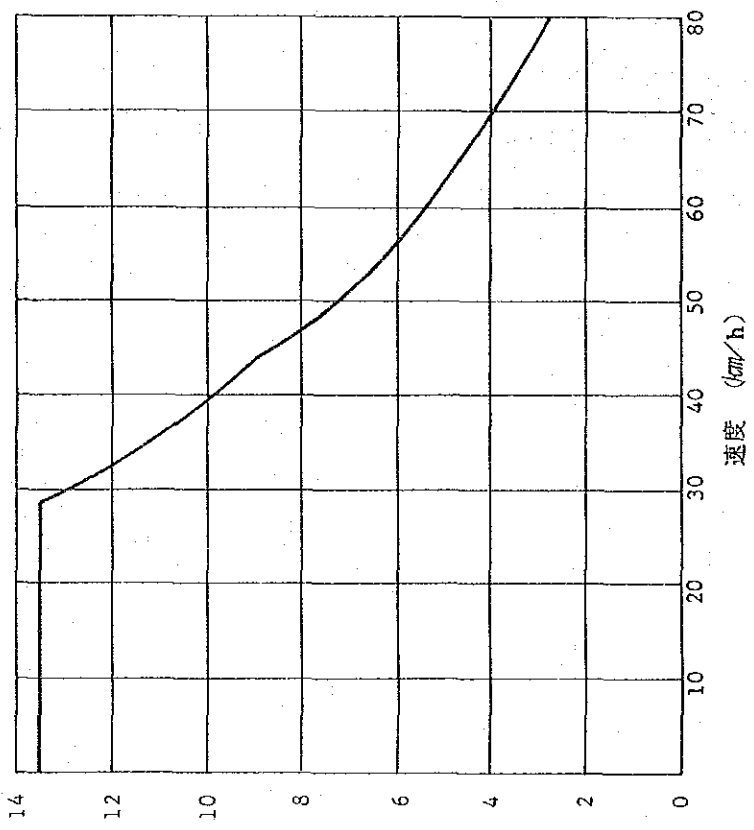


図 8.2.1 重汽機関車の特性曲線

速度 (km/h)

定格電圧: 600 V  
 車輪径: 953 mm  
 齒車比: 67/17 (3.94)

引張力 (kg)

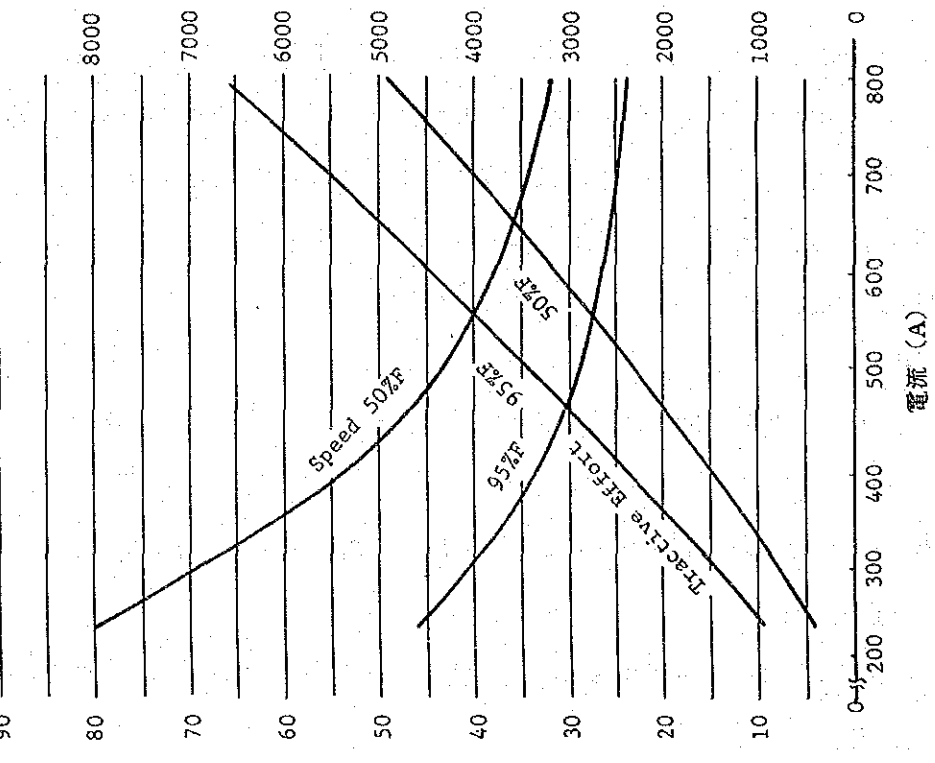


図 8.2.2 主電動機の性能曲線



表 8.2.1 電気機関車の主要諸元

電 化 方 式		25 kV AC 50 Hz
機 関 車 の 形 態		箱形両運転台式
軸 配 置		Bo-Bo
重 量	運 転 整 備 (t)	48.0
	動 軸 重 (t)	12.0
主要寸法	最 大 長 (mm)	13,990
	最 大 幅 (mm)	2,810
	車 体 高 (mm)	3,505
	全 軸 距 (mm)	9,300
	台車中心間 (mm)	7,000
台 車	心タワリ折畳高 (mm)	3,505
	固 定 軸 距 (mm)	2,300
性 能	車 輪 直 径 (mm)	990
	定 格 出 力 (kW)	1,000
	定 格 引 張 力 (kg)	12,000
定 格 速 度 (km/h)		30
最 大 許 容 速 度 (km/h)		80
動 力 伝 達 方 式		1 段歯車減速ツリカケ式
主電動機	形 式	脈流 4極 強制通風ツリカケ式
	定 格 出 力 (kW)	250
	定 格 電 流 (A)	460
	定 格 電 圧 (V)	600
歯 車 比		17 : 67 = 1 : 3.94
制 御 方 式		サイリスタ位相制御 (混合ブリッジ)
ブ レ ー キ 方 式		空気ブレーキ、手ブレーキ

主変圧器	形 式	外鉄形 送油風冷式
	定 格 出 力 (kW)	1,365 / 1,285 / 80
	定 格 電 圧 (V)	22,500 / 820×2 / 200
主整流器	形 式	单相 混合ブリッジ フロン沸騰風冷式
	定 格 出 力 (kW)	1,104
	定 格 電 流 (A)	920 × 2
	定 格 電 圧 (V)	600
補 助 機 器		主変圧器送風機 主整流器送風機 主電動機送風機 空 気 圧 縮 機 補助空気圧縮機

b. 電気機関車の特徴

(a) サイリスタ連続位相制御の採用

交流機関車の速度制御方式としては、タップ制御法と位相制御法があるが、サイリスタ位相制御方式は、連続制御が可能で、粘着性能が向上でき、摩耗する機械部分が無く、保守が極めて容易である。

(b) 箱形両運転台の採用

両運転台式は、中央運転台式凸形車体に比べ、運転室からの前方視界が良い。環状線内では、線路内歩行者が多く見られるので、安全上からも有利である。また両運転台式は、機器配置上から見て構造的にも適している。

(c) 車両限界と絶縁離隔の関係

車両限界はパンタグラフの折畳み高さとし、電気機関車の屋根上加圧機器は、現在の B.R.C. の車両限界 (3,505 mm) 内に設置する。なお電気機関車のパンタグラフを設置する部分の屋根の高さが低くなるので、その両側に安全柵を設ける。

### 8-2-3 客車の諸元

#### (1) 計画の前提条件

新しく計画する客車の前提条件は、次の通りとする。

- (a) 高加速度、高減速度を得るために空気ブレーキ方式を採用する。
- (b) 都市圏旅客輸送にふさわしいアコモデーションとする。
- (c) 定員は、座席定員と立席定員を合わせたものとする。
- (d) その他は、現行の B.R.C. の諸元と同様とする。

#### (2) 客車の概要

##### a. 外形および主要諸元

電気運転用の客車は、空気ブレーキ車両とし、ディーゼル動車からの改造客車と新製客車のみを使用する。将来増備する新製客車は、現地組立てとする。

客車の外形を 図 8.2.4 に、主要諸元を次に示す。

形 態	:	鋼製 2軸ボギー
自 重	:	約 25 ton
定 員	:	100 人 (座席 64 人 立席 36 人)
車体外部の長さ	:	18,290 mm
車体外部の幅	:	2,820 mm
車 体 の 高 さ	:	3,405 mm
側 出 入 口	:	片側 2ヶ所
ブレーキ方式	:	空気ブレーキ

##### b. 客車の特徴

###### (a) 座席配置および出入口

座席配置は、ピーク時間帯の混雑を緩和するため、出入口付近は長手腰掛とし、客車中央部は横形腰掛とする。

側出入口は、片側 2ヶ所とし、幅 1,200 mm とする。

###### (b) 定 員

立席定員は次のように考える。

長手腰掛付近	:	4 人× 8 長手腰掛
出入口付近	:	2 人× 2 出入口



なお、立席旅客用の握り棒を設ける。

(c) その他設備

客室には、室内灯と扇風機を設け、その電源として車軸発電機を設備する。

c. 車掌室

1 列車を編成する客車のうちの 1 両に、車掌室を設ける。



## 8-3 電化設備計画

### 8-3-1 電 源

電鉄用電源は、鉄道の公共性から高い信頼度が要求される。しかし、単相電力のため一般三相電源網に三相不平衡が生ずるが、他の電気機器に悪影響を与えてはならない。

#### (1) 送電網

E.P.C.の管理下に置かれている主要な発電所、変電所および送電系統を 図 8.3.1 に示す。

Golf Course 駅の北約 5.6 km にある Hlawga 変電所 (120MVA) が、Rangoon 市の主要な電源である。この変電所は、Kyunchaung ガスタービン発電所 (54MW)、Chauk ガスタービン発電所 (54MW) および Lawpita 水力発電所 (168MW) から、一つの送電系統で電力を供給されている。さらに、Rangoon の郊外にある Ywama ガスタービン発電所 (36MW) から別の送電系統で電力を供給されている。これらの発電所の総容量は 272MW である。

Rangoon 市への電力供給を強化するため、Mahlwagon 駅より東約 4.5 km に Thaketa 変電所 (100MVA 将来200MVA) を建設中であり、同時に Chauk 変電所から、Hlawga 変電所を経て Thaketa 変電所に至る新しい送電系統を、1986年の完成を目指して建設中である。この完成により、Mann ガスタービン発電所 (36MW)、Prome ガスタービン発電所 (54MW) および Myanaung ガスタービン発電所 (67MW) が、連繋される。

一方、すでに完成している Kyaiklat ガスタービン発電所 (14MW) と、現在建設している Sedawgyi 水力発電所 (25MW) および Kinda 水力発電所 (14MW) は、1986年にはそれぞれ新しい送電線で、既存の送電系統に接続される。

これらの完成により、ほとんど全ての発電所が一つの電源網として構成されることになる。1986年における発電所の総容量は、524MW と現在のほぼ倍増となり、ビルマ国および首都 Rangoon の電源は充実する。

Rangoon 市には、33kVの二つの送電系統がある。一つは、Ahlon ガスタービン発電所と Ywama ガスタービン発電所および Hlawga 変電所を結ぶ系統である。他の一つは、Hlawga 変電所と Mayangon 変電所および市内のいくつかの小さな容量の変電所を結ぶ送電系統である。これらの系統容量には、現在全く余裕がない。

凡例：—— 現 状  
 ----- 建 設 中

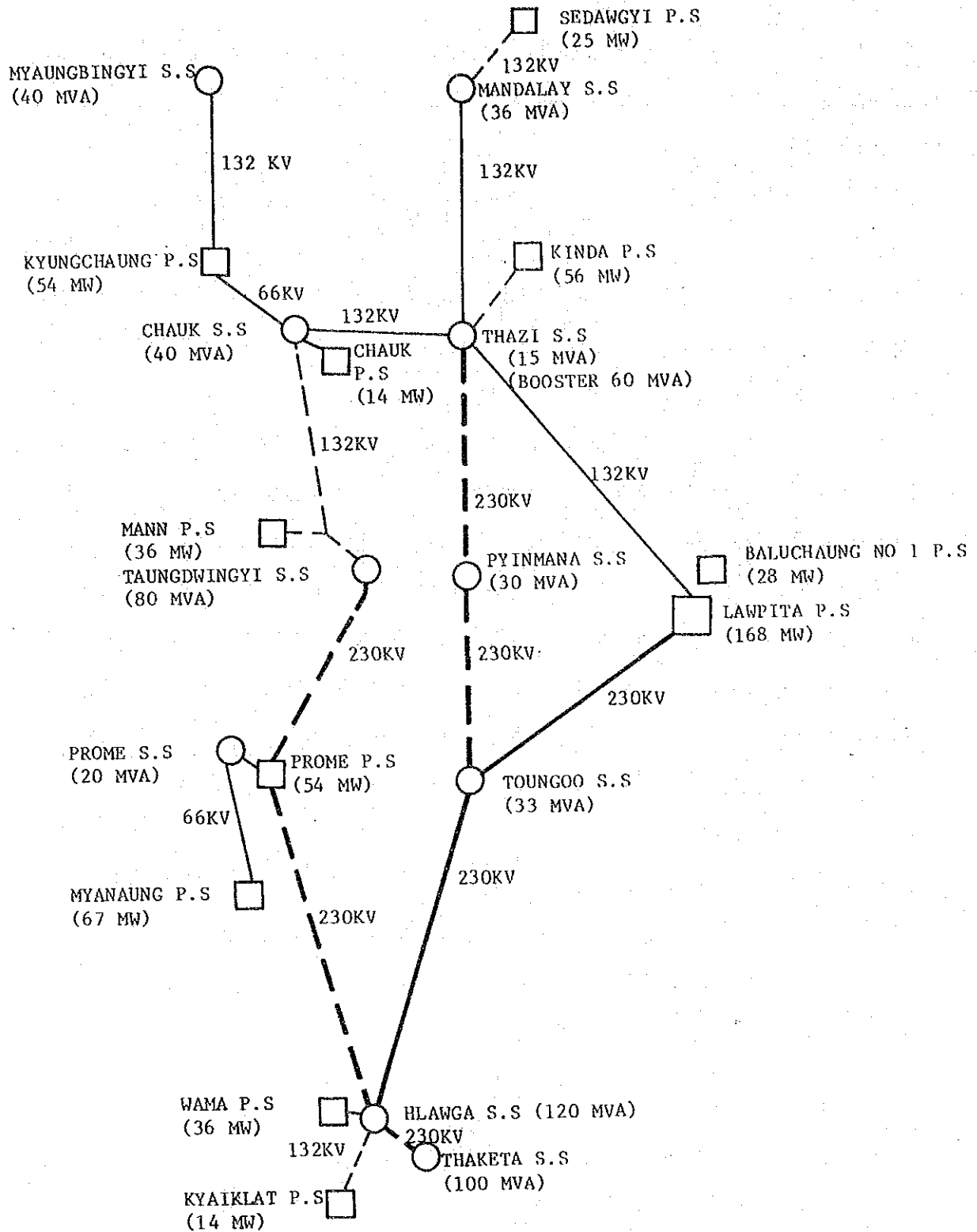


図 8.3.1 E.P.C.の送電網

出 所 : E.P.C.

## (2) 鉄道電化の電源

電気鉄道の電源は、信頼度の高い変電所または送電線から受電する必要がある。

Hlawga 変電所の過去 3年間の事故停電回数は 24 回であり、その停電時間は、ほぼ 5 ～ 10 分間、最大 15 分間である。原因は、ほとんどが雷とフラッシュオーバーによるものである。計画停電の回数は、年に 1回で約 12 時間である。現在の Hlawga 変電所の信頼度は高いとは言えないが、1986年には電源網が充実されるので、電化時点では Thaketa および Hlawga の両変電所の信頼度は向上していると期待される。

従って、環状線と近郊線の電鉄用変電所に電力を供給する E.P.C. の変電所は、Hlawga および Thaketa 変電所が適しているが、列車負荷の状況から、Thaketa 変電所より受電する。

## (3) 電鉄負荷

電化初年度における電気鉄道の一時間ごとの日負荷曲線を 図 8.3.2 に示す。

一時間最大電力は 1,658 kW であり、1982年度のビルマ国の発電設備容量の 0.22 % に当たる。一方、年間の電鉄消費電力量は 7,341 kWhであり、1982年度のビルマ国の消費電力量の 0.67 % に相当する。

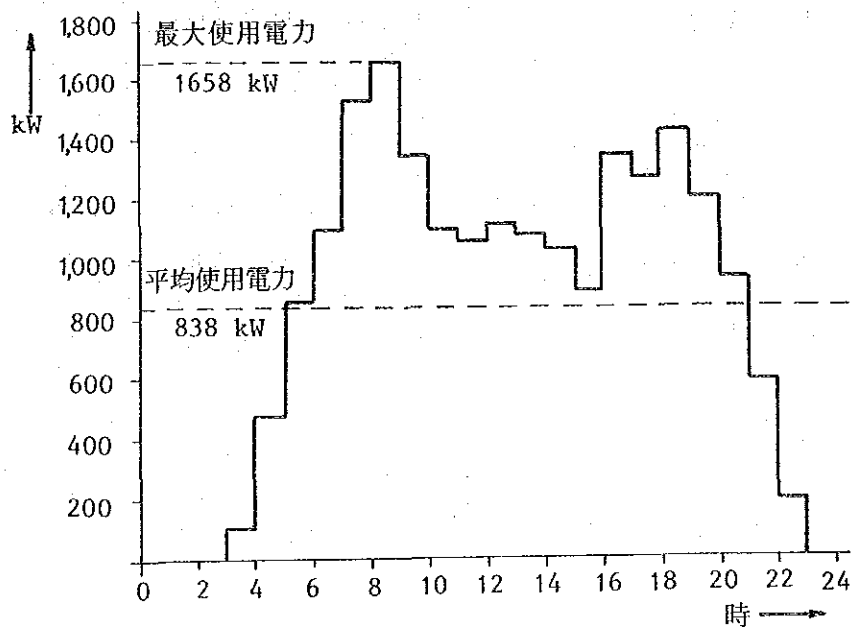


図 8.3.2 電鉄用電力の日負荷曲線

#### (4) 電鉄負荷の電源網に及ぼす影響

交流電気鉄道は、単相電力を必要とするため、一般三相電源網から電鉄負荷に給電すると、三相電源網に電圧不平衡と逆相電流が生ずる。これらの値が、制限値を超えると、一般需要家の回転機器や発電所の発電機に悪影響を与える。

JNR では、三相電源から 90° 位相の異なる二つの単相を得るスコット結線変圧器を用いている。この変圧器は、それぞれの相の負荷が等しいときには、三相電源がバランスする特性を有している。

電鉄用変電所の変圧器容量は、M相とT相ともそれぞれ 5,000 kVAである。最大不平衡は、一相が 5,000 kVA、他の相が無負荷という特殊な条件の時に発生するが、このような時でも、次に示す計算結果から、なんら問題は生じない。

##### a. 電圧不平衡

###### (a) 電圧不平衡率の許容値

日本の法令における電圧不平衡率の許容値は、連続 2時間の平均最大負荷に対して、3 %以下と規定されている。

電圧不平衡率の計算は、次の式を用いる。

$$\text{電圧不平衡率 } K = | P_m - P_t | \times 100 / P_s \quad (\%)$$

ただし、 $P_m$ 、 $P_t$  : それぞれのき電区間の負荷電力

$P_s$  : Thaketa 変電所二次側の三相短絡容量

###### (b) 電圧不平衡率

E.P.C.の資料に基づいて計算した、Thaketa 変電所二次側の三相短絡容量と、電鉄負荷に最大不平衡電力 5,000 kVAが生じたときの電圧不平衡率の計算結果を、表 8.3.

1 に示す。

表 8.3.1 Thaketa 変電所の二次側における電圧不平衡率

停 電 区 間					
停電区間 なし		Prome 発電所～ Hlawga 変電所間		Toungoo 変電所～ Hlawga 変電所間	
短絡容量 (MVA)	電圧不平衡率 (%)	短絡容量 (MVA)	電圧不平衡率 (%)	短絡容量 (MVA)	電圧不平衡率 (%)
378	1.32	291	1.72	292	1.71

b. 逆相電流

(a) 発電機の逆相電流の許容値

発電機の逆相電流の許容値は、International Electrotechnical Commission の Publication 34-1 で、次のように規定されている。

- タービン発電機 : 8 %
- 突 極 機 : 12 %

(b) 逆相電流

E.P.C.の資料に基づいて計算した、各発電所への逆相電流の流入比率と、電鉄負荷に最大不平衡電力 5,000 kVAが生じたときの、逆相電力の各発電所容量に対する比率の計算結果を 表 8.3.2 に示す。

各発電所の逆相電力の比率は、いずれも規定値を大きく下回り、全く問題はない。

表 8.3.2 各発電所容量に対する逆相重力の比率

発電所 (MVA)	停電区間なし						停電区間					
	Prome 発電所～Hlawga 発電所間			Toungoon 変電所～Hlawga 発電所間			Prome 発電所～Hlawga 発電所間			Toungoon 変電所～Hlawga 発電所間		
	発電所間の 逆相電流の 比 (%)	各発電所の 逆相電力 (KVA)	各発電容量 に対する 逆相電力の 率 (%)	発電所間の 逆相電流の 比 (%)	各発電所の 逆相電力 (KVA)	各発電容量 に対する 逆相電力の 率 (%)	発電所間の 逆相電流の 比 (%)	各発電所の 逆相電力 (KVA)	各発電容量 に対する 逆相電力の 率 (%)	発電所間の 逆相電流の 比 (%)	各発電所の 逆相電力 (KVA)	各発電容量 に対する 逆相電力の 率 (%)
Lawpita (186)	21.82	1,091	0.59	30.11	1,505.5	0.81	5.23	261.5	0.14			
Kinda (70)	6.54	327	0.47	8.09	404.5	0.58	2.48	124	0.18			
Sedawgyi (27.776)	3.27	163.5	0.59	4.04	202	0.73	1.24	62	0.22			
Myanaung (87.625)	12.71	635.5	0.73	2.10	105	0.12	18.32	916	1.05			
Kyunchaung (75.75)	9.12	456	0.60	7.62	381	0.50	7.02	351	0.46			
Prome (75)	11.84	592	0.79	1.96	98	0.13	17.06	853	1.14			
Ywama (50)	20.08	1,004	2.01	30.77	1,538.5	3.28	30.58	1,529	3.06			
Mann (50)	4.99	249.5	0.50	2.49	123.5	0.25	5.57	278.5	0.56			
Kyaiklat (19.215)	7.26	363	1.89	11.12	556	2.89	11.05	552.5	2.88			
Chauk (19.215)	2.58	129	0.67	2.15	107.5	0.56	1.99	99.5	0.52			
計	100	5,000		100	5,000		100	5,000		100		



## (5) 送電設備

Thaketa 変電所の送電設備および Thaketa 変電所と Mahlwagon 電鉄用変電所間の送電線路の建設費用は、電化工事費で負担する。しかし、その設備は、E.P.C.が工事と保守を行うものとする。

これらの設備は、次により施工する。

- (a) Thaketa 変電所の二次側は、将来 66 kVに昇圧（変電所完成時 33 kV）される予定であるので、設備の電圧階級は、66 kV 用とする。
- (b) 鉄道の公共性から、Thaketa 変電所の送電設備と送電線路は 2回線とし、1 回線常用、1 回線予備とする。
- (c) 送電線路は、E.P.C.の要請により、地下埋設ケーブルとする。
- (d) 送電線は、架橋ポリエチレン電力ケーブル（CVT）200 mm<sup>2</sup>とする。

## 8-3-2 変電設備

### (1) 変電所

変電所は屋外形とし、その単線結線図を 図 8.3.3 に、機器配置図を 図 8.3.4 に示す。

#### a. 受電設備

受電設備は 2回線とし、1 回線常用、1 回線予備とする。

Thaketa 変電所から地下埋設ケーブルで受電するので、避雷器は設けない。電化初年度は 33 kVで受電するが、将来の 66 kVへの昇圧計画を考慮して、設備は全て 66 kV用とする。

#### b. 主変圧器

き電用変圧器は、容量 10 MVA のスコット結線変圧器 2台を設備し、将来の昇圧時に、タップ変更で容易に対応できる 33 kVと 66 kVのダブルタップ方式とする。

#### c. き電設備

き電用遮断器は、M座とT座それぞれに 1台設備し、一方は Mingaladon Bazaar 方面に、他方は Rangoon と近郊線方面の回線とする。

さらに、M座とT座に共用の予備遮断器を 1台設ける。

各々のき電回路には、保護装置として、距離継電器（44 F）およびその後備保護継電器

(50 F) を設けると共に、電車線路の事故点を容易に検出できる故障点標定装置を設備する。

d. 機器の操作

機器の操作は、電力指令員による直接操作とする。

(2) き電区分所

き電区分所は屋外形とし、その単線結線図と機器配置図を、それぞれ 図 8.3.4 と 図 8.3.5 に示す。

a. 延長き電設備

事故および保守時に延長き電する遮断器を設備する。

b. 車両基地用き電設備

Insein 車両基地構内へき電する遮断器を設ける。

c. 機器の操作

機器の操作は、電力指令員の電話連絡による、操作員の直接操作とする。

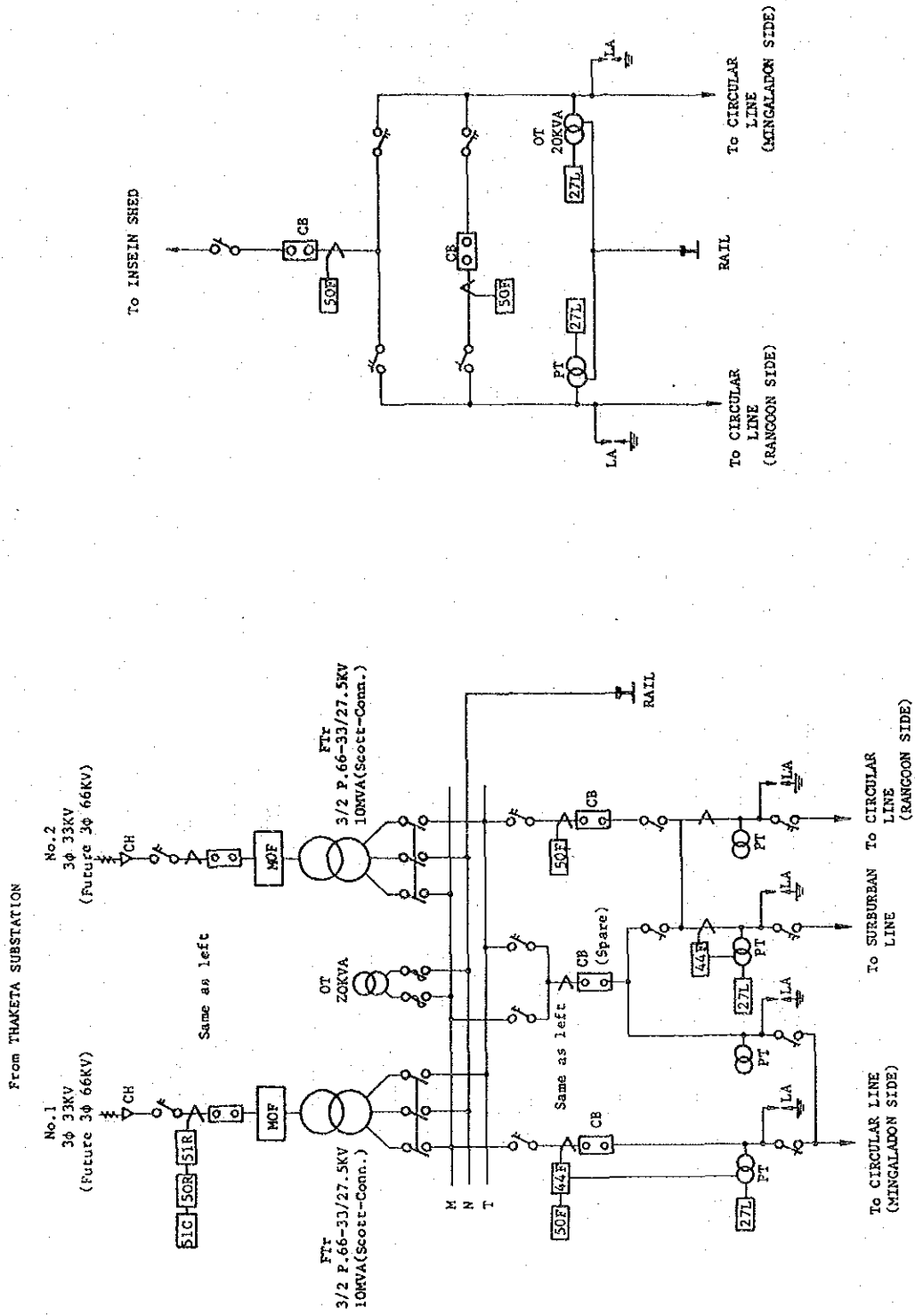
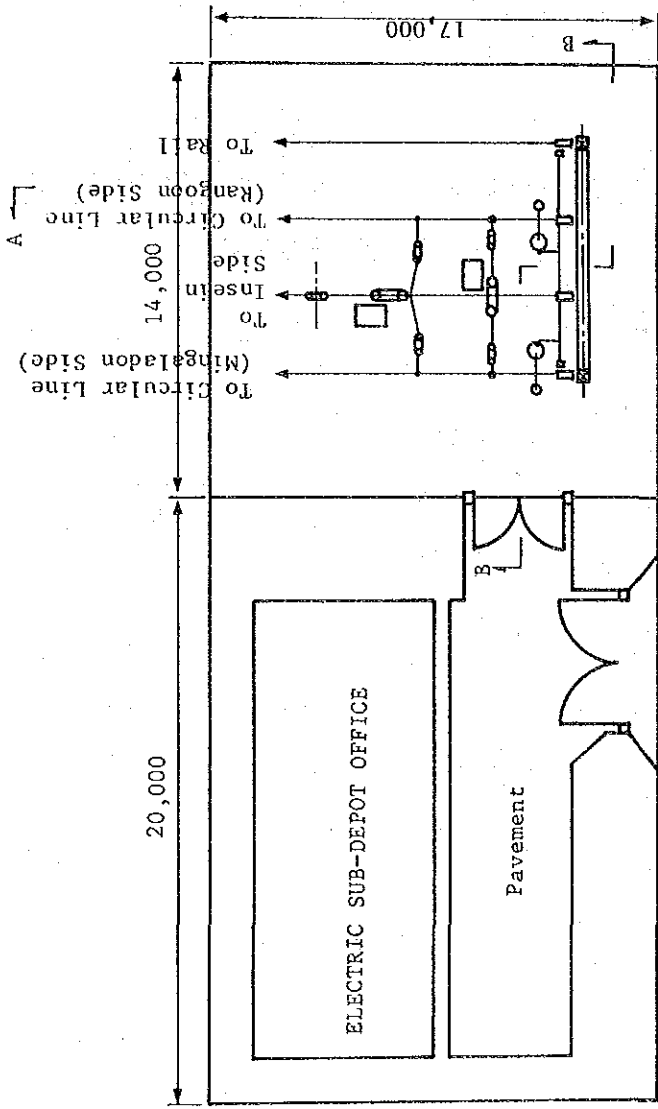
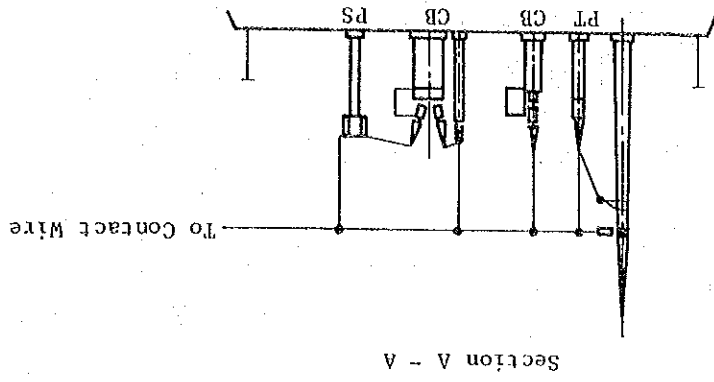


図 8.3.3 変電所および引き置き区分所の単線結線図





Section B - B

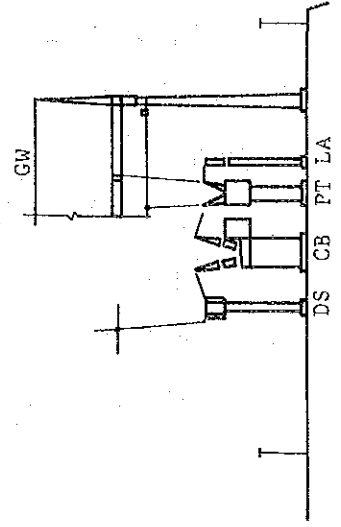


图 8.3.5 变电站分所机器配置图

### 8-3-3 電車線路方式

#### (1) 電車線路方式の選定

本計画で策定した輸送計画および車両計画に適合する電車線路方式としては、シンプルカタナリー方式と直接吊架方式が考えられる。これらの特徴を簡潔に述べる。

##### a. シンプルカタナリー方式

シンプルカタナリー方式は、一般的に使用されている方式である。

- (a) 速度特性は 120 km/h である。
- (b) バンタグラフと電車線の離線が少ない。
- (c) 電車線の上下動が少ない。
- (d) 電車線の保守が簡単であると共に、その張力を一定に保つことが容易である。
- (e) 電車線の断線時における復旧作業が容易である。

##### b. 直接吊架方式

直接吊架方式は、近年技術面の研究が進み、比較的速度の高い鉄道にも採用されるようになってきているが、一般的には路面電車やトロリーバスに多く使用されている。

- (a) 速度特性は 80 ~ 100 km/h である。
- (b) 電車線路の構成が単純である。
- (c) 電車線の弛度が大きく、60 m 径間のそれは、約 300 mm にもなる。
- (d) シンプルカタナリー方式に比べて、電車線の張力を一定に保つことが技術的にむずかしく、より高い技術力を必要とする。
- (e) 電車線の断線時における復旧作業には時間がかかる。

シンプルカタナリー方式と直接吊架方式のどちらでも対応できるが、B.R.C.においては初めての電化であるので、直接吊架方式よりも保守が容易で信頼度の高いシンプルカタナリー方式を採用する。

#### (2) 架線範囲

架線範囲を 図 8.3.6 に示す。

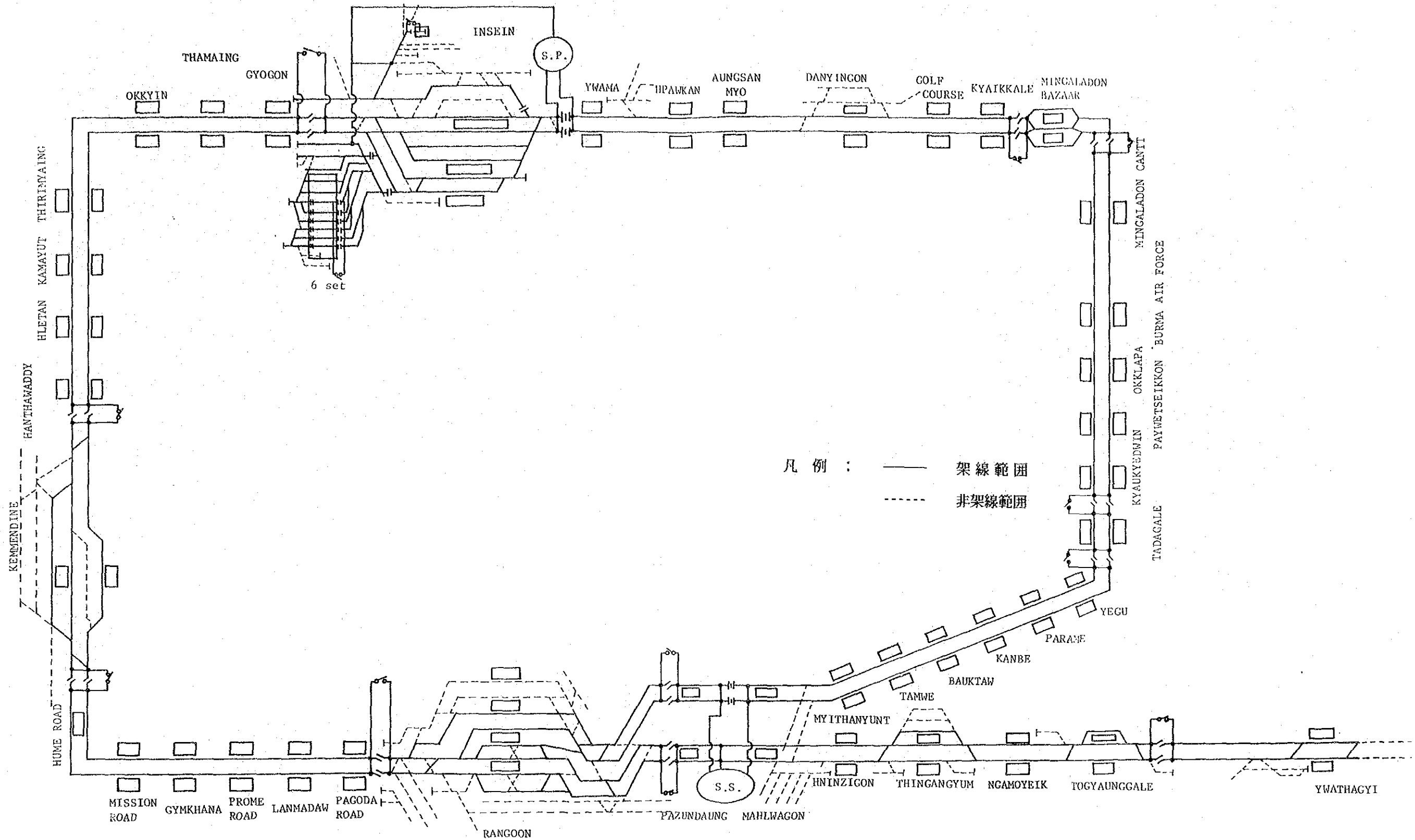


図 8.3.6 環状線と近郊線の架線範囲図





### (3) 電車線路設備

電車線路設備は、次の主な事項に注意を払って策定する。

- (a) 最大風速 (31.3 m/s) において、電車線がパンタグラフからはづれないように、最大径間を 60 m とする。
- (b) 使用する電線類は列車の負荷電流に対応でき、パンタグラフや風による振動に耐え、素材とその構成が耐久性を有するものを考慮する。
- (c) 温度差 (30℃) による電車線の熱伸縮を自動的に調整するため、スプリング式の自動張力調整装置を用いる。

この結果、電車線路に採用する設備を次の通りとし、電車線路標準装柱図を 図 8.3.7 に示す。

#### a. 電車線設備

吊架線	:	亜鉛メッキ鋼より線	90 mm <sup>2</sup>
電車線	:	溝付硬鋼線	110 mm <sup>2</sup>
自動張力調整装置	:	スプリング式	

#### b. 支持物設備

電柱	:	PC柱 (特殊箇所には、四角鉄柱および古レール組合わせ柱を使用する。)
基礎	:	コンクリート丸型基礎
ビーム	:	固定ビーム (クロスビームおよびV型トラスビーム)

#### c. 保護設備

N F (保護線共用)	:	鋼心アルミより線 (ACSR)	58 mm <sup>2</sup>
N F 接続線	:	ビニール電線	38 mm <sup>2</sup>

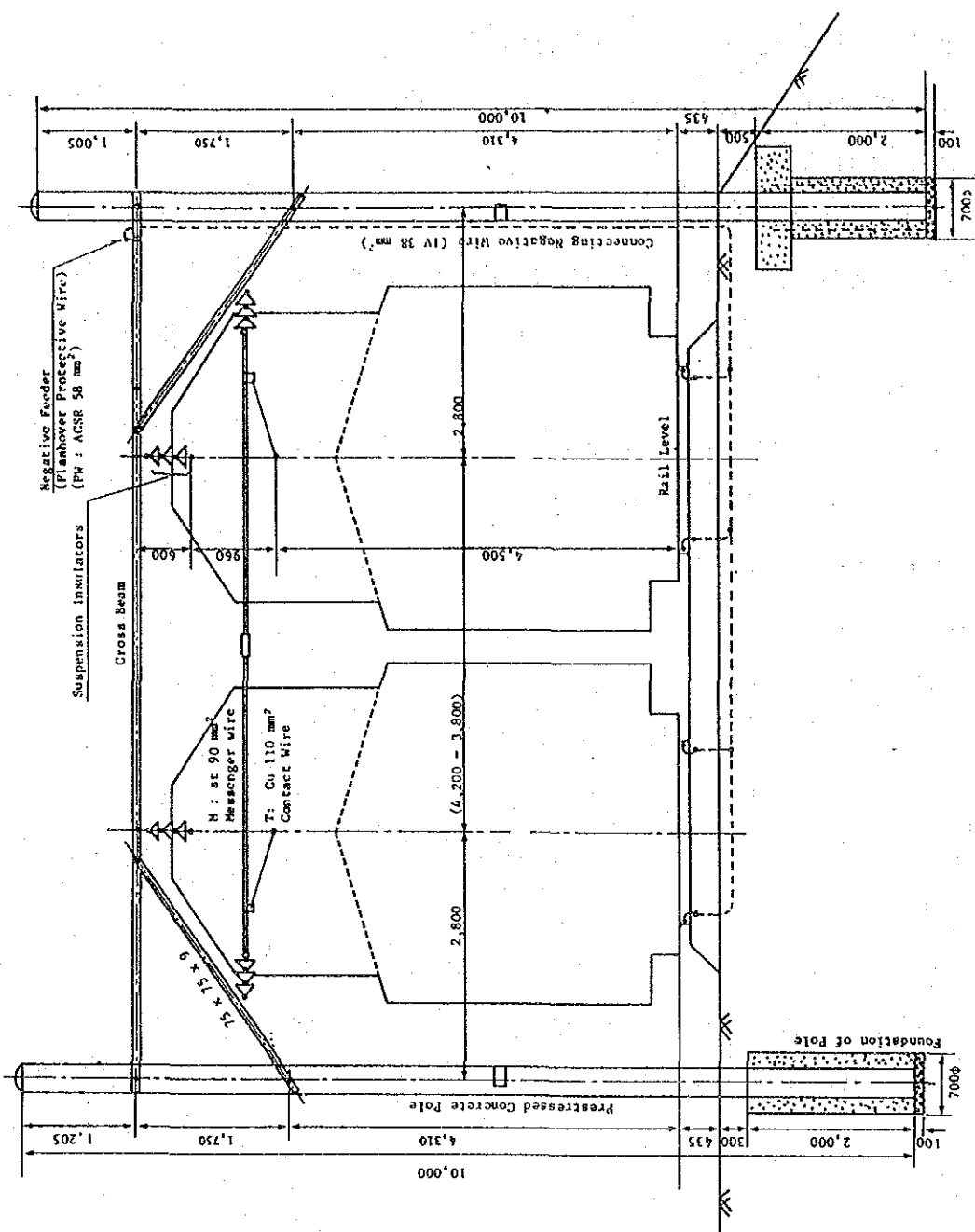


图 8.3.7 電車線路標準裝柱図

(4) 特殊架線設備

- (a) 跨線道路橋下は、二本の電車線のみからなる電車線路とする。
- (b) 電鉄用変電所およびき電区分所の前には、約 8 mの長さの絶縁物でデッドセクションを構成する。

(5) 電車線路の保護設備

電車線路の保護および感電による死傷事故を防止するため、次の設備を設ける。

- (a) 跨線道路橋および跨線人道橋の両側における金属性保護柵
- (b) 踏切における注意標示

8-3-4 保守と組織と教育

(1) 電化後の電力設備の保守と組織

設備の保守と組織は、国や鉄道によりその考え方が異なる。ここでは、一つの考え方を簡潔に述べるにとどめる。

a. 保守の方法

設備の故障により、列車運転に直接支障を及ぼす電鉄用変電所や電車線路等は、予防保守の考え方が適用されるが、その他の設備は、事後保守でも差し支えないと考えられる。

b. 保守の組織

新設される電化設備は、既存の電気設備と合わせて一つの組織で保守されることにより、電気設備の分野における保守経験者の裾野の拡大にもなる。

保守基地は、設備の配置状況から、Mahlwagon 変電所と Insein き電区分所に設け、電力指令は変電所内に設ける。

(2) 教育と訓練

鉄道の電化は、土木、車両、電気、運転など幾種もの技術分野の総合システムであり、専門家からの計画、設計、施工、保守等の技術や技能の移転に精力を注ぐことがこの電化計画の成功の礎となる。

さらに、海外での研修計画も含めた養成計画により、教育に携わる者のために、高度の訓練を実施する必要がある。

最近の電化設備は総じて信頼度が高いため、設備に手を触れる機会が少ない。一方、い

ったん故障が発生すると、速やかな復旧が要求される。このため、保守要員は、常日頃、十分な技術の反復訓練を行うことが必要である。

保守要員の技能訓練は、変電所の予備機器を組合わせた模擬訓練盤、電車線路設備の模擬架線などにより、定期的を実施することが大切である。

また、一般国民に対しては、25 kVの特別高圧電線は危険であり、安全に配慮しなければならぬことを認識させるため、十分な広報活動を必要とすることは言うまでもない。

## 8-4 電化関連設備計画

### 8-4-1 軌道

#### (1) 環状線と近郊線の平面交差箇所の解消

Rangoon ~ Pazundaung 駅間の環状線と近郊線の平面交差箇所は、6 線の列車運転がそれぞれ単独にできるように配線を変更する。その配線変更図を 図 8.4.1 に示す。

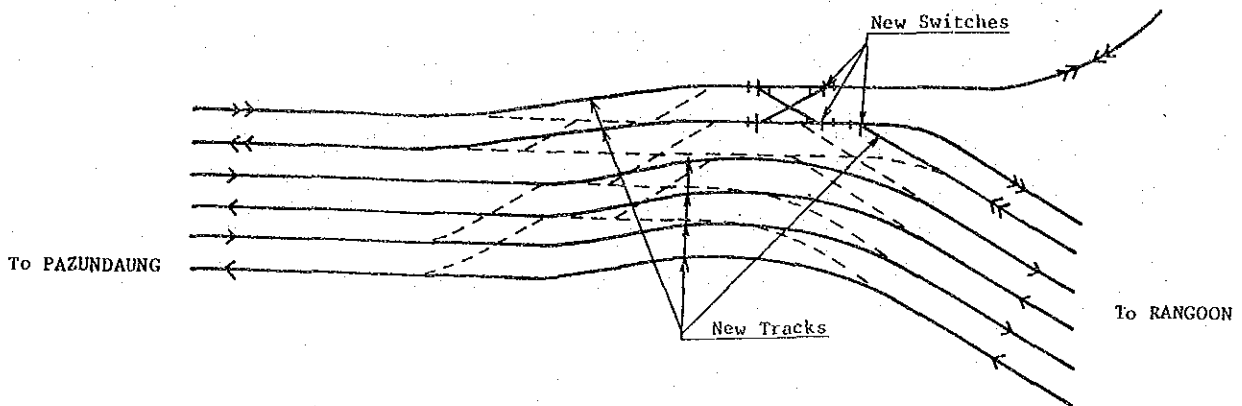


図 8.4.1 Rangoon ~ Pazundaung 駅間の配線変更

この配線変更に伴い、Rangoon 駅の列車着発線の変更が必要となるため、図 8.4.2 に示すように、Rangoon 駅構内において、軌道の改良と分岐器の新設を行う。

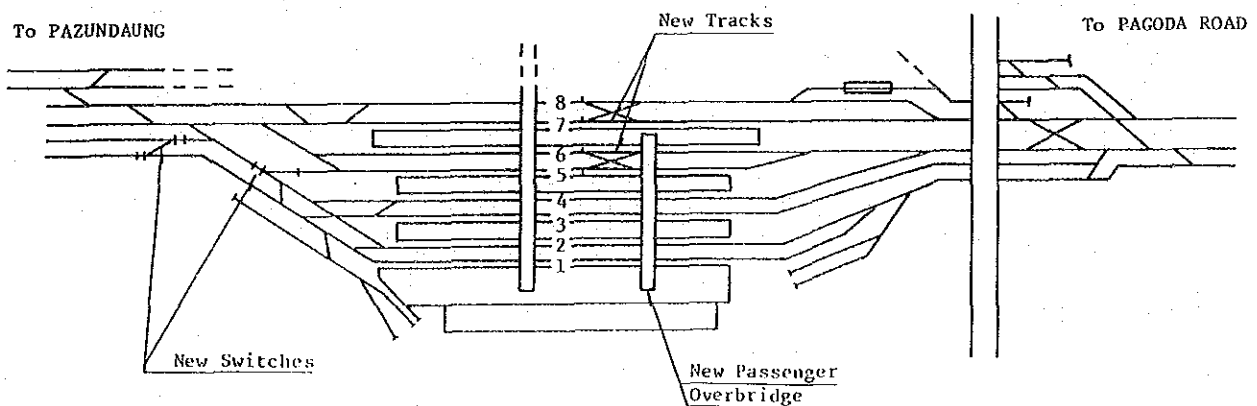


図 8.4.2 Rangoon 駅の配線変更

#### (2) 列車折返し運転設備

列車折返し運転の効率を高め、かつ運転時隔を確保するために、Mingaladon Bazaar 駅

と Togyaunggale 駅には、列車折返し運転設備を新設する。さらに Tadagale 駅には、非常用の列車折返し運転設備を新設する。これらの駅構内の配線変更図を 図 8.4.3、図 8.4.4 および 図 8.4.5 に示す。

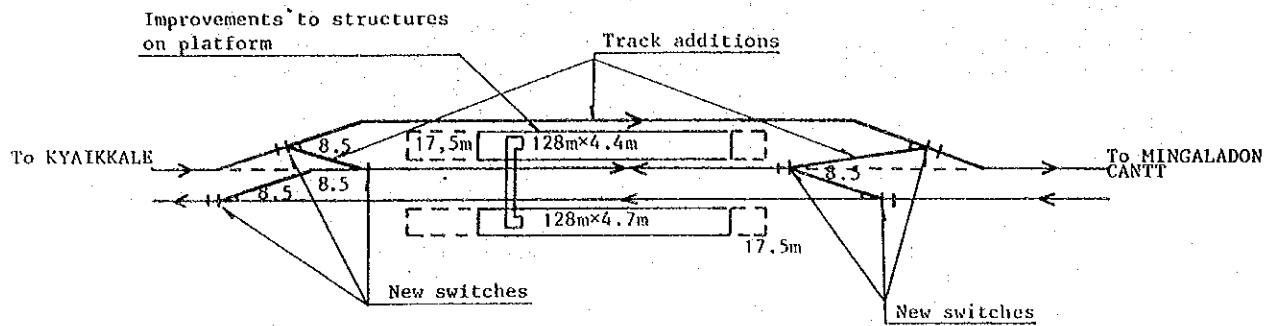


図 8.4.3 Mingaladon Bazaar 駅の配線変更

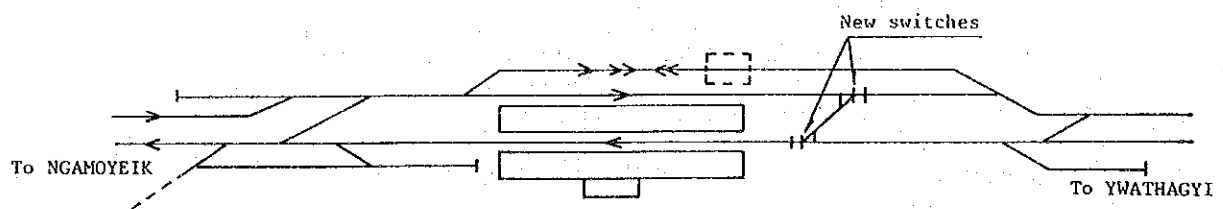


図 8.4.4 Togyaunggale 駅の配線変更

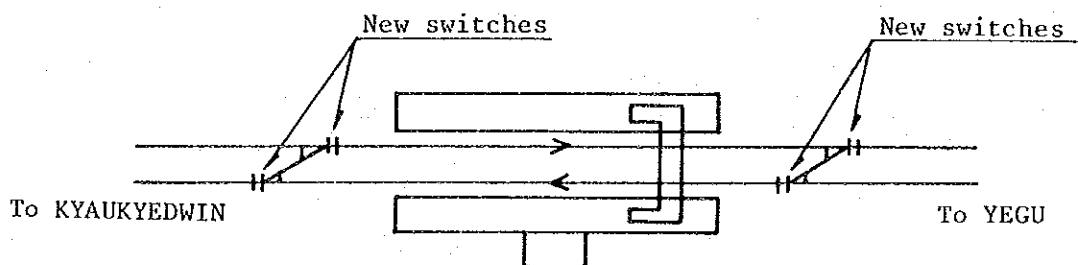


図 8.4.5 Tadagale 駅の配線変更

(3) 試運転線

図 8.4.6 に示すように Insein 駅構内の 7 番線を Gyogon 方面に 0.7 km 延長して、1.5 km の試運転線を設ける。

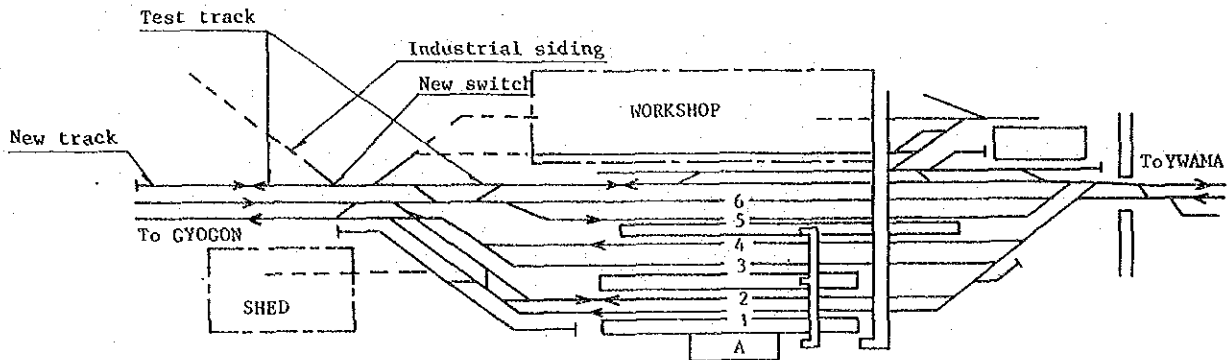


図 8.4.6 Insein 駅の配線変更

(4) 跨線道路橋下の電化空頭高

跨線道路橋下の電化空頭高を確保するため、鉄道路盤の盤下げ工事を行う。盤下げを必要とする区間は、図 8.4.7 に示すように、3 区間で総延長約 7 km である。この盤下げ工事は、列車の単線運転が可能ないように、工事区間を数工区に分け、単線運転に切り替えながら各工区順繰りに施工するものとする。

鉄道路盤の盤下げによって、下部構造物の変形が生ずる恐れがある、根入れ深さの浅い橋脚の箇所の路盤には、コンクリート道床を採用する。

(5) 軌道回路の落下対策

雨季における、軌道回路の誤動作を防止するため、環状線の 6 駅、近郊線の 2 駅に道床バラストを補充する。