

## 第四章 輸送・車両計画



## 第4章 輸送・車両計画

### 4-1 輸送改善計画

#### 4-1-1 短期改良計画

地上設備、車両とも老朽化が進み、鉄道本来の特性である高速性、安全性、定時性、大量輸送特性を十分発揮することが難しい状態にある。

このため以下の4点を大きな柱として、軌道、信号、通信に関する短期改良計画を策定し、主要線区であるMandalay線の輸送改善を早期に実施することが必要である。

#### (a) 列車運転速度の向上による到達時分の短縮

##### － 最高速度

旅客列車 : 80km/h (50mph)

貨物列車(ボギー編成) : 56km/h (35mph)

##### － 分岐器通過速度

直側 : 72km/h (45mph)

分岐側 : 32km/h (20mph)

#### (b) 列車運転遅延率の改善による定時性の向上

#### (c) 設備改善による安全性の向上

#### (d) 輸送需要に対応しうる線路容量の増大

上記事項を達成するために、この短期改良計画ではロングレール化、構内連動及び閉塞装置の改良、基幹通信網の整備、さらには、指令体系の整備・改善等を含んでいる。これによりMandalay線の輸送基盤を構築するものとする。

#### 4-1-2 実施計画

短期改良計画では投資規模、投資効果、施工能力等を勘案し、2つのフェーズに分け9年間で完成することで計画する。改善の実施工程を図4.1.1に示す。



Table 4.1.1 Scheduled Time for the  
Section between Rangoon and Mandalay

Type of train	At present (A)	At the time of completion of Ph.-1	At the time of completion of Ph.-2 (B)	Reduction rate (%) (A-B)/A
Express passenger trains	13 hrs : 45 min	12 hrs : 00 min	10 hrs : 00 min	27
Ordinary passenger trains	19 : 05	16 : 10	14 : 00	27
Freight trains	37 : 10	32 : 00	25 : 00	33

Source: Study Team

## 4-2 輸送改善の効果

### 4-2-1 速度向上

列車速度の向上は、輸送改善の大きな目標の1つであり、表4.1.1に示すように、設備改良が完了する時点（フェーズ-2）においては全列車種とも大幅な到達時分の短縮を可能としている。この結果、旅客及び貨物サービスの向上、車両運用効率（16%）、線路容量の増大が図れるとともに、一段の客貨の転換需要が期待できるものと思われる。

### 4-2-2 定時性の向上

現在、分岐器及び橋梁改修に伴う速度制限、通信連絡網の不備、信号装置の障害などから円滑な列車運行が阻害され、慢性的な列車遅延が発生している。

表4.2.1は過去3年間における旅客列車の遅延状況を示したもので、列車種別毎の平均遅延時分を図4.2.1に示す。これによれば、今後、遅延時分は増加の傾向にあることを示している。また、貨物列車は、Malagon~Myohaung間の計画上の到達時分37時間10分が実際には50~60時間程度かかっている。

列車無線の導入、指令電話の整備、分岐器改良等により、列車遅延は大幅に改善することが可能である。その改善効果を表4.2.2に示す。

Table 4.2.1 Number of Passenger Train Delays for the Past Three Years on the Mandalay Line [Percent]

Type of Train	Year	On-time	1-30 min	30 min-1 h	1-3 hr	3 hr and over
Express	'83/84	51	26	10	4	5
	'84/85	34	34	18	12	2
	'85/86	11	32	24	27	6
Ordinary	'83/84	16	17	18	39	10
	'84/85	6	14	14	42	22
	'85/86	2	12	17	45	23
Local	'83/84	24	21	24	25	6
	'84/85	10	17	21	33	18
	'85/86	5	6	10	19	17

Source: BRC

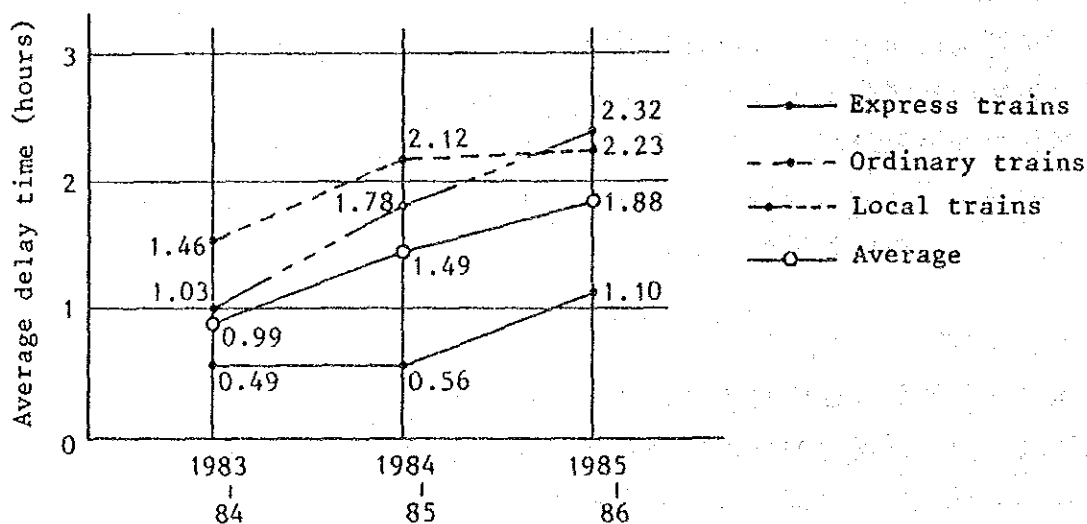


Fig. 4.2.1 Punctuality of Train Operation

Source: Study Team

Table 4.2.2 Reduction Rate of Delay Time

Phase	Alternative plan A	Alternative plan B
1	43%	41%
2	90%	85%

- Note: 1. Difference in plans A and B is mainly due to introduction of train radio in plan A.
2. For alternative plans A and B, refer to Chapter 5-4.

Source: Study Team

#### 4-2-3 安全性の向上

表4.2.3は、過去3年間における運転事故件数を示している。この中で重大事故といわれる列車衝突、列車脱線、列車火災は80件を占めている。また、停車場構内における車両衝突及び脱線、踏切事故、列車分離は119件にのぼっている。

一方、列車事故を原因別にみると機関士、駅員等の人的ミスによるもの38件、軌道の不備あるいは信号装置の障害によるもの6件、さらに踏切関係で31件である。

今回の設備改良により、車両関係に起因するものを除き、設備不良及び人的ミスによる運転事故はフェーズ-2完了時には、大部分削減できるものと思われる。

設備改良の中では、列車分離検知が装備されるため、これに起因する列車衝突事故は防止可能となる。

信号の計画A、Bに対し、過去3年間のデータにもとづく運転事故の削減率を表4.2.4に示す。

#### 4-2-4 線路容量の増大

Mandalay線で線路容量的に問題となる区間は、複線区間では、近郊列車とMartaban線の列車とが競合するTGL~TYG間(9.3km)、最も長い閉塞区間PEGU~PAG間(17.3km)及び上・下線を共用している橋のある区間TNDG~TGO間(6.8km)である。また、単線区間では最も長い閉塞区間のSMN~TAB間(11.7km)である。

これらを考慮して、駅間の平均走行時分、閉塞取扱い時分等から、当該区間のネットダイヤを組んだとの想定のもとに、現在及び将来における線路容量(概算値)を算出した。

Table 4.2.3 Number of Train Accidents on the Mandalay Line

Classification	1983/84	1984/85	1985/86	Total
Train collision	-	1	3	4
Train derailment	23	31	21	75
Train fire			1	
<b>Total</b>	<b>23</b>	<b>32</b>	<b>25</b>	<b>80</b>
Rolling stock collision (at station)	1	2	2	5
Rolling stock derailment (at station)	23	24	22	69
Level crossing accidents	2	6	6	14
Train separation	1	11	19	31
<b>Total</b>	<b>27</b>	<b>43</b>	<b>49</b>	<b>119</b>
<b>Grand total</b>	<b>50</b>	<b>75</b>	<b>74</b>	<b>199</b>

Source: BRC

Table 4.2.4 Decrease in Train Accidents

Phase	Alternative plan A	Alternative plan B
1	35%	28%
2	75%	60%

Note: 1. Difference in plans A and B is mainly due to introduction of ATS in plan A.

2. For alternative plans A and B, refer to Chapter 5-4.

Source: Study Team



その結果、表4.2.5に示すように、いずれの区間の線路容量も、列車速度の向上や運転取扱い時分の短縮により、現在に比べかなり増大する。

したがって、フェーズ-2完了時の1996/97年の計画ダイヤ（列車設定本数）、さらにその先においても十分に対応できる線路容量といえる。

Table 4.2.5 Track Capacity (Approximate value)

Section	Track capacity (number of trains)		Number of trains		
	At present	1996/97	At present	1996/97	2016/17
<b>(Double track)</b>					
TGL - YTG (9.3 km)	91	138	38	62	97
PEGU - PAG (17.3 km)	47	84	18	34	68
<b>(Single track)</b>					
TNDG - TGO (6.8 km)	41	73	18	34	68
SMN - TAB (11.7 km)	32	57	14	18	42

Note: The above number of trains is as per Figs. 4.3.1 and 4.3.2 in Chapter 4-3.

Source: Study Team

## 4-3 運転計画

### 4-3-1 列車ダイヤ設定の考え方

列車ダイヤ設定の基本的な考え方は次のとおりである。

#### (1) 旅客列車

- a) 将来の区間別断面交通量から列車本数、列車系統を策定する。
- b) 列車種別は現行どおりとする。
  - 急行列車
  - 普通列車
  - ローカル列車
- c) 列車運転系統は現行を基本とする。
- d) 旅客列車の有効時間帯は主な始発・終着駅において4時から22時を基本とする。

- e) 旅客列車の運転本数は上り・下り同一本数とする。
- f) 各区間において快速列車的な性格を有する普通列車と各駅停車のローカル列車の列車本数は同一本数とする。
- g) ピーク区間の旅客列車の乗車率は、急行は110%以内に、普通、ローカルは120%以内におさえることを原則とする。
- h) 機関車は、列車の高速化、ディーゼル機関車の性能を考慮し、急行旅客列車、普通旅客列車にDF1600形のディーゼル機関車を使用する。また、ローカル旅客列車にはDF1200形のディーゼル機関車を使用する。
- i) 急行旅客列車の編成は速度向上と牽引力を考慮し、現行編成14両（平均）から11両とする。その他の列車については、現行を基本とする。
- j) 旅客列車の停車駅は現行を基本とする。

## (2) 貨物列車

- a) 貨物列車については、単に輸送需要のみならず、今後の輸送形態、ヤード内での作業近代化等を別途検討する必要があるが、本調査では、Mandalay線における輸送需要のみから必要となる列車を設定する。
- b) 貨物列車の運転本数は上下の断面交通量に段差がみられるが、貨車の移動バランスを考慮し上下同一本数とする。
- c) 貨車編成は、運転速度56km/h (35mph) を考慮し、ボギー車編成とする。
- d) 貨物列車の積載トン数を約400トン（積載率75%）とし、牽引トン数は積車、空車のバランスから約800トンとする。  
また、牽引機関車は車両性能からDF1600形を使用する。

### 4-3-2 前提条件

列車設定の前提条件は次のとおりとする。

#### (1) 列車の編成

- a) 急行旅客列車  
DF1600 + 優等車 × 2 + 普通車 × 8 + 車掌車
- b) 普通旅客列車  
DF1600 + 優等車 × 2 + 普通車 × 9 + 荷物車 × 2 + 車掌車
- c) ローカル旅客列車  
DF1200 + 普通車 × 4 + 荷物車 × 2 + 車掌車
- d) 貨物列車  
DF1600 + 貨車 × 23 + 休憩車 + 車掌車

## (2) 列車の輸送力

### a) 旅客列車

定員：優等車 = 30人、普通車 = 62人

急行旅客列車 = 612人 (乗車率：110%時)

普通旅客列車 = 742人 (乗車率：120%時)

ローカル旅客列車 = 298人 (乗車率：120%時)

### b) 貨物列車

793トン = 396トン (荷重) + 15トン (自重) × 16 + 52トン (休憩車 + 車掌車) + 15トン × 7 (空車)

## (3) 列車の運転速度

### a) 最高速度

旅客列車：80km/h (50mph)

貨物列車：56km/h (35mph)

### b) 分岐路通過速度

直側：72km/h (45mph)

分岐側：32km/h (20mph)

## (4) 停車時分

急行旅客列車：3分 (停車駅数7)

普通旅客列車：4分 (停車駅数32)

ローカル旅客列車：1分 (ほぼ全駅停車)

貨物列車：従来通り (停車駅数、停車時分共)

### 4-3-3 列車設定

#### (1) 列車設定本数

所要列車本数は、1列車当りの輸送力、区間別の旅客・貨物の断面交通量から求める。1985/86年、1993/94年 (フェーズ-1)、1996/97年 (フェーズ-2)、2005/06年、2016/17年の各年度における旅客列車の列車系統と列車本数を図4.3.1に示す。同じく貨物列車についても図4.3.2に示す。また、現行と将来の輸送計画の総括表を表4.3.1に示す。

Explanatory note:

□ is the total of the number of trains operated, in both up and down directions.

Section	RN	PEGU	NLB	TGO	PMA	TZI	MDV	Number of trains operated
Type of train	(0k)	(74.8k)	(149.2k)	(267.1k)	(362.0k)	(492.4k)	(620.3k)	
1985/86 (present) Express trains	←-----□-----→							6
Ordinary trains	←-----□-----→							4
	←-----□-----→							
Local trains	←-□-→		←-----□-----→			←-□-→		8
	←-----□-----→							
	←-----□-----→							
1993/94 (Ph-1)	←-----□-----→							10
Express trains	←-----□-----→							
Ordinary trains	←-----□-----→							4
	←-----□-----→							
Local trains	←-----□-----→							4
	←-----□-----→							
1996/97 (Ph-2)	←-----□-----→							12
Express trains	←-----□-----→							
Ordinary trains	←-----□-----→							6
	←-----□-----→							
Local trains	←-----□-----→							6
	←-----□-----→							

Note: In both Figs. 4.3.1 and 4.3.2, the number of trains per section is fixed, but the above number of trains may vary depending on the time zone at which trains are to be set.

Fig. 4.3.1 Operating Sections and Number of Passenger Trains (1)

Source: Study Team

Explanatory note:

□ is the total of the number of trains operated, in both up and down directions.

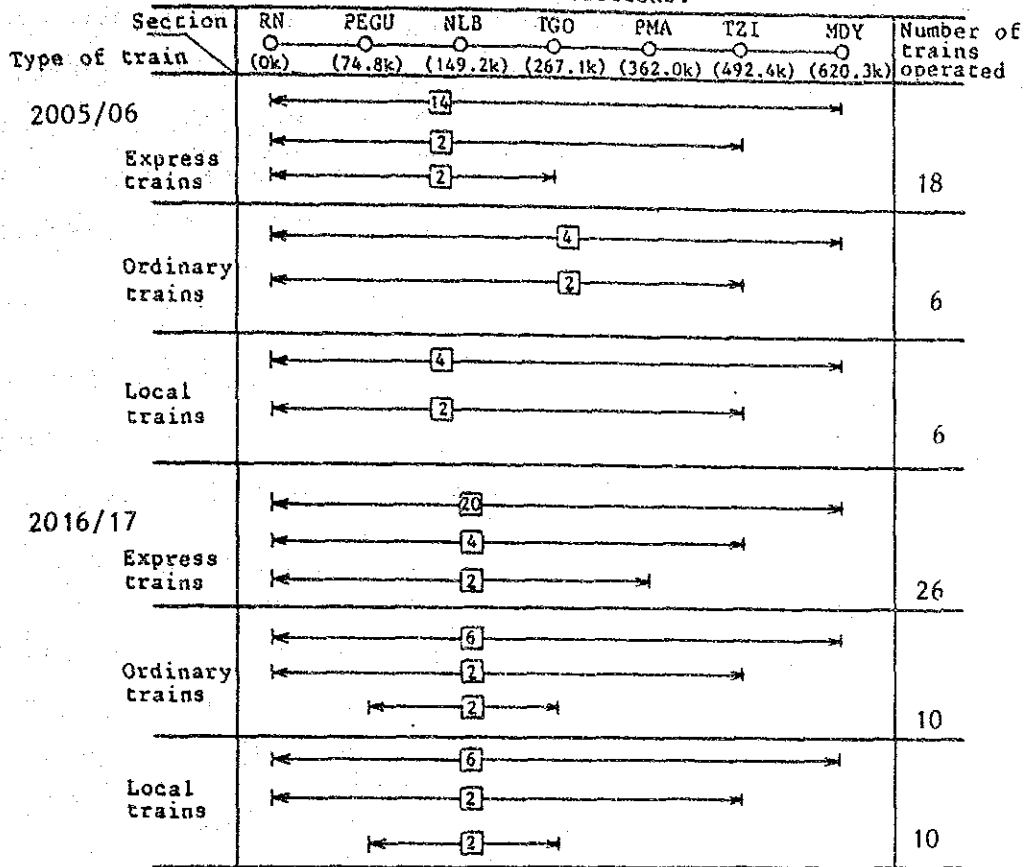


Fig. 4.3.1 Operating Sections and Number of Passenger Trains (2)

Source: Study Team

Explanatory note:

□ is the total of the number of trains operated, in both up and down directions.

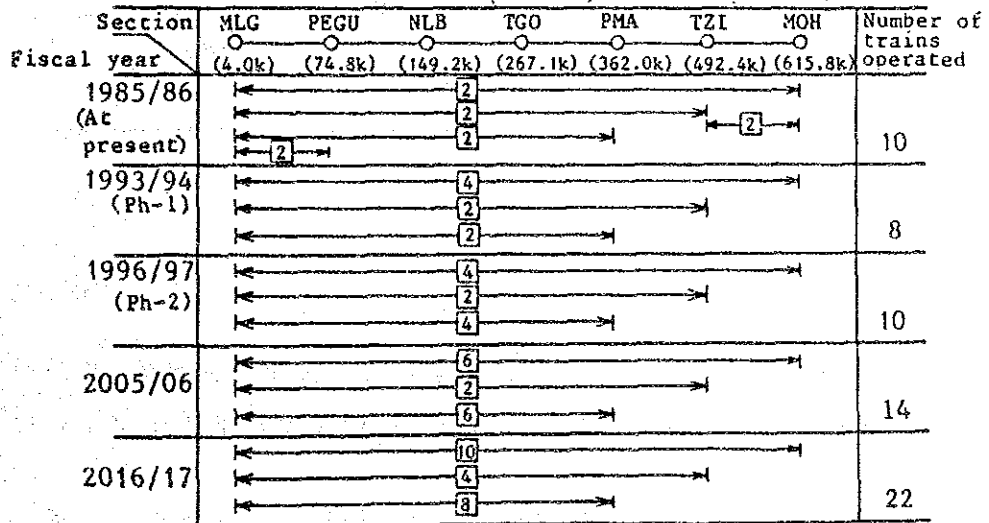


Fig. 4.3.2 Operating Sections and Number of Freight Trains

Source: Study Team

Table 4.3.1 Summary of Transport Plan

Fiscal Year	Type of train	Number of trains per day		Train-kilometers per day	
			Total		Total
1985/86 (at present)	Passenger trains	18	28	7337	10642
	Freight trains	10		3305	
1993/94 (Ph-1)	Passenger trains	18	26	10398	14538
	Freight trains	8		4140	
1996/97 (Ph-2)	Passenger trains	24	34	13608	18464
	Freight trains	10		4856	
2005/06	Passenger trains	30	44	16601	23397
	Freight trains	14		6796	
2016/17	Passenger trains	46	68	25282	36218
	Freight trains	22		10936	

Source: Study Team

## (2) 列車ダイヤ

列車ダイヤ設定の考え方、前提条件をもとに、設備改良後の1996/97年（フェーズ-2）と2016/17年の列車ダイヤを描いた。個々の列車ダイヤは、付属資料4.3(1)に示す。

1996/97年（フェーズ-2）の想定ダイヤは、旅客列車（急行、普通、ローカル）、貨物列車とも、上下列車の運転区間及び列車本数が同じになるよう設定する。

最初に、昼行・夜行の急行旅客列車を、次に運転区間、運転時間帯のバランスを考慮し、普通旅客・ローカル旅客列車の順にそれぞれ設定する。さらに、貨物列車を夜間時間帯を中心に設定する。

2016/17年の列車ダイヤは、貨物列車の輸送形態、輸送方式及びMartaban線、Rangoon近郊線の列車ダイヤ作成には不確定要素が多いため、Mandalay線の旅客列車のみ設定することとした。

急行旅客列車の主要駅間の到達時分を表4.3.2に示す。到達時分の詳細については、付属資料4.3(2)に示す。

Table 4.3.2 Scheduled Times between Major Stations  
(Express Passenger Train)

Section	Distance (km)	Scheduled Time	Remarks
RN-PEGU	75	1 hr : 14 min	
PEGU-PYU	141	2 : 13	1. Stops at 7 stations
PYU-TGO	51	0 : 51	2. 3-minute stop at each station
TGO-PMA	95	1 : 25	
PMA-PWW	100	1 : 33	3. Excluding stopping time
PWW-TZI	30	0 : 26	
TZI-TEW	26	0 : 22	
TEW-MDY	102	1 : 35	
RN-MDY	620	10 : 00	Including stopping time

Source: Study Team

#### 4-4 車両計画

##### 4-4-1 車両現況

現行の列車ダイヤに対して必要となる車両数（予備車を含まず）は表4.4.1のとおりである。

Table 4.4.1 Number of Rolling Stock in Actual Service

	Type of train	Locomotive	Coach	Wagon
	Express trains	6	76	-
Passenger trains	Ordinary trains	4	36	-
	Local trains	5	28	-
Freight trains		15	-	296
Total		30	130*	296

- Note: 1. \* is the figure excluding mail, L/V, B/V.  
 2. Rolling stock does not include reserve stock and those being repaired.

Source: BRC

表4.4.2に示すようにMandalay線の運用両数は上記テーブルの車両数より上回っている。しかし実際には現在の列車の運休状況をみれば表4.4.2における運用両数及び稼働率はもっと少ないはずである。これは車両の老朽化ともあいまって、予備品の不足による修理待ちの車両が増加しているためである。特に、予備品の90%以上を海外部品に頼っているディーゼル機関車については深刻な問題である。

Table 4.4.2 Present Number of Rolling Stocks  
for the Mandalay Line

	Number of rolling stock distributed	Number of rolling stock ready for service	Working Efficiency (percent)
Locomotive	89	51	57
Coach	254	178	70
Wagon	5743	* 4422	77

- Note: 1. Figures extracted from the Report on the Long-term Modernization Programme.  
 2. \* Figure estimated from present train-kilometre.

Source: BRC



#### 4-4-2 所要車両数

列車キ口、日車キ口等から将来の輸送計画に必要となる車両数を算出し、その結果を表4.4.3に示す。

Table 4.4.3 Number of Rolling Stock Required

Rolling Stock Fiscal year	Locomotive			Coach	Wagon*
	DF1600	DF1200	Total		
1993/94 (Ph-1)	51	9	60	211	3,538
1996/97 (Ph-2)	55	13	68	254	3,729
2005/06	75	15	90	325	5,222
2016/17	117	20	137	466	8,408

- Note: 1. The DF1600 is used for express, ordinary passenger trains, and for freight trains.  
 2. The DF1200 is used for local passenger trains.  
 3. \* means the number equipment to bogie car.  
 4. L/V, B/V and R/V, B/V are not included in the number of Coach and Wagon, respectively.  
 5. The number includes reserve stocks (30 percent increase).

Source: BRC and Study Team

将来の所要車両数及び性能が現行保有車両のものを越える場合は、見直しのされた車両近代化計画に基づいて購入していく必要がある。この計画の中で、DF1600形のディーゼル機関車及びボギー貨車を、地上設備の改良に伴う到達時分の短縮効果を実現するために導入すべきである。

#### 4-4-3 乗務員と保守要員

乗務員と車両の保守要員を表4.4.4に示す。

Table 4.4.4 Number of Crew and Maintenance Personnel

Fiscal year	Crew	Maintenance Personnel	Remarks
1985/86	330	1123	1. The crew includes a driver, co-driver and guard.
1993/94 (ph-1)	355	872	2. Maintenance personnel is for Loco, PC and FC, for sheds only (excluding workshops)
1996/97 (ph-2)	354	1008	
2005/06	461	1324	
2016/17	725	1973	

Source: BRC

## 第五章 設備改良計画



## 第5章 設備改良計画

### 5-1 指令

#### 5-1-1 新しい指令体制

Rangoon～Mandalay間の列車管理はMandalay、Thazi、Toungoo、Pegu、Suburban指令所で行っている。

これらの指令所では、各指令下にある駅、機関区、ヤード等から電話を介して列車運行に必要とする情報及び指令のやりとりを行っている。

今後、列車の高速化、高密度化に伴い、迅速、的確な指令が行える体制が必要となる。特に、事故及び災害時に併発事故を防ぐためには、関係箇所と連絡をとり、指令員の高度な判断で迅速に処理する必要がある。

新しい指令体制では指令員の高度な判断が行えるよう、図5.1.1に示すように中央指令所（Central Control Office）と地区指令所（Divisional Control Office）の2段階構成とし、鉄道輸送の管理が複雑かつ広範囲に渡っていることから各々の指令所の役割を明確にする。

中央指令所では全線区の列車の運行を安全かつ円滑に維持するよう、列車の運行を監視し、総合的な判断による列車運行指示を行う。

地区指令所では中央指令所からの指示に基づき管轄地区内の綿密な運行管理を行う。

表5.1.1に各指令所の主な業務を示す。

Table 5.1.1 Main Work of Each Control

Name	Work
Train control	<ul style="list-style-type: none"><li>• Monitoring train operation including the location and route of trains</li><li>• Providing necessary information and instructions to each station and train</li></ul>
Passenger control	<ul style="list-style-type: none"><li>• Making various transport arrangements for comfortable transport</li><li>• Providing information and substitute transport in the case of an accident</li></ul>
Freight control	<ul style="list-style-type: none"><li>• Collecting wagon information including the location and utilization of wagons</li><li>• Instructions on formation of freight trains and arrangement of wagons</li></ul>
Rolling stock control	<ul style="list-style-type: none"><li>• Grasping the location of locomotives and carriages and their utilization</li><li>• Control of operation of locomotives and carriages</li></ul>
Facilities control	<ul style="list-style-type: none"><li>• Monitoring the condition of facilities, mainly the operational safety facilities</li><li>• Giving instructions for preservation of facilities in case of abnormalities</li></ul>

Central Control Office

**Train control**  
 •Collection of train operation information from each divisional control office  
 •Train operation control between divisional control offices

**Passenger control**  
 •Collection of passenger transport information from each divisional control office  
 •Passenger transport control between divisional control offices

**Freight control**  
 •Collection of wagon information from each divisional control office  
 •Wagon distribution control between divisional control offices

**Rolling stock control**  
 •Collection of locomotive and carriage information from each divisional control office  
 •Locomotive and carriage operation control between divisional control offices

Divisional Control Offices

**Train control**  
 •Collection of train operation information from field offices  
 •Train operation control

**Passenger control**  
 •Collection of passenger transport information from field offices  
 •Passenger transport control

**Freight control**  
 •Collection of wagon information from field offices  
 •Wagon distribution control

**Rolling stock control**  
 •Collection of locomotive and carriage information from field offices  
 •Locomotive and carriage operation control

**Facilities control**  
 •Collection of facilities condition information from field offices  
 •Repair instructions for facilities

Field Offices

Station, yard

Locomotive shed

Coach and wagon shed

Inspector office

Fig. 5.1.1 New Control System

## 5-1-2 新指令体制に伴う改良計画

新しい指令体制において効率的な運行管理体制を確立するため、各種通信設備を導入し、指令業務の改善、近代化を図る。表5.1.2に、中央指令所と地区指令所における指令設備を示す。

### (1) 列車運行表示装置

現行の約2倍の列車本数を定刻、高速、安全かつ効率的に運行させるためには、従来の駅からの電話連絡による運転情報だけでは十分でないことから列車運行表示装置を導入する。

この装置は

- 1) 列車指令業務の一元化
- 2) 列車指令業務の簡素化

を目的とし、列車指令業務に必要とする運転情報をリアル・タイムに収集、指令所の表示器に表示し、指令員に知らせる。このことから指令員は常時管轄内の列車位置が把握でき、運転事故などの緊急事態に列車運行回復のための適切な指示が可能となる。

列車運行管理業務に必要な情報は

- 1) 線区全体の線路図
- 2) 軌道回路、信号機等の現場機器の稼働状態
- 3) 列車番号と在線位置
- 4) 列車の運転方向
- 5) 閉塞状態

などである。

駅からの情報は電子閉塞装置により伝達され、各駅の列車の発着時刻はこの装置に蓄積され、必要なときに出力ができる。

### (2) 指令電話

指令員は常時列車の運転状況を把握しなければならない。たとえば列車の遅延が発生したとき、できるだけ早く正常な運転ができるよう関係する駅や業務機関に適切な指示を与える必要がある。

このようなことから、各々の駅を個別に、また同時にあるいはグループで呼出しができる指令電話装置を指令員と駅長間の運転情報の交換のため設ける。



Table 5.1.1.2 Control Facilities

Type of control	Telecommunication Facilities		Signalling Facilities	
	Plan A	Plan B	Plan A	Plan B
<u>Central control office</u>				
Train control	Control telephone system Train radio system	Control telephone system		
Passenger control	Control telephone system Train radio system	Control telephone system		
Freight control	Control telephone system Wagon data processor system	Control telephone system		
Rolling stock control	Control telephone system	Same as Plan A		
<u>Divisional control office</u>				
Train control	Control telephone system Train radio system	Control telephone system	Train operation display system	Same as Plan A
Passenger control	Control telephone system Train radio system	Control telephone system		
Freight control	Control telephone system Wagon data processor system	Control telephone system		
Rolling stock control	Control telephone system	Same as Plan A		
Facility control	Control telephone system	Same as Plan A	Train operation display system	

### (3) 列車無線装置

列車の高速化、高密度化に伴う列車運転効率及び安全の向上、また輸送サービスの改善を図るため、事故時に、乗務員、指令員、駅員間での緊急連絡に不可欠な列車無線装置を導入する。

### (4) 貨車情報処理装置

現行の貨車操配業務は、本社と地区指令所の2箇所で行っており、各々に貨車操配に必要とされる権限が与えられている。貨車操配指示は電話により、各々の駅から地区指令所を経由し、本社に集められた貨車の種別毎及び貨車の状態毎の情報により行っている。

貨車情報処理装置は、貨車の管理あるいは操配を効率的に行うために有効な手段である。

この装置の主な導入目的は、

- 1) 効率的な貨車運用を行うための貨車情報の一元化
- 2) 要員の削減
- 3) 顧客へのサービス向上

である。主な機能は、貨車情報の集約、分類、最適貨車運用計画の作成である。貨車の在線位置、種類、状態、行き先、連結列車、貨車予約のような個々の貨車情報を駅と地区指令所を経由して中央指令所の装置に集約する。

中央指令所ではこの情報に基づく貨車操配計画を作成、これを各地区指令所に転送する。

各地区指令所では管轄地区内で運用する貨車について、詳細な貨車操配計画を作成、指令員は電話により各駅に貨車操配指示を行う。

### (5) 運転保安装置の状態監視

このプロジェクトでは鉄道設備の改良、近代化を図るため高品質の設備が大量に設備されることから、保安上、設備監視業務が増々重要になる。このことから信号通信設備の監視機能を列車運行監視装置に加える。

特に、次の情報を監視する。

- 1) 集中監視情報  
転てつ機の変換不能、軌道回路の不正落下
- 2) 駅装置状態情報  
駅装置の保安部、伝送部の稼働状態

設備に異常が発生したとき、異常が発生した装置名、異常状態、異常発生時刻等を表示器に表示する。

## 5-2 軌道

### 5-2-1 軌道改良計画

#### (1) 軌道の現状

Rangoon～Mandalay間の軌道状態は次のとおりである。

##### 1) レール

レールは40年以上の古レールが大部分を占めている。このため、レール端部のバッター、連続的な波状摩耗及び大きな継目落ちなどの現象が多くみられる。

##### 2) マクラギ

マクラギは寿命の短い軟質の木マクラギが大部分を占め、マクラギの受け入れが困難なことから、最近の投入率は年間約4%と極端に低い。このため、犬クギの支持力不足による犬クギの浮き上りが多く、また、腐食によるマクラギの不良率は約50%を占めている。

##### 3) バラスト

大部分の区間に亘りバラストの厚さが不足しているため、多くの箇所マクラギが露出し、これが大きな軌道狂いの要因となっている。

##### 4) 分岐器

分岐器各部の弛緩及びクロッシングの摩耗が多く見られ、駅構内における列車速度制限の要因となっている。

#### (2) 軌道改良計画

前項で述べた軌道状態を踏まえて、軌道改良は、次の事項を重点に推進する。

- － 経年レールの交換及びロングレールの導入
- － PCマクラギの採用
- － バラストの増加
- － 摩耗または弛緩した分岐器の交換

このほか、不用分岐器の撤去、カント改良、緩和曲線の延伸及び排水設備改良を実施する。

##### 1) レール交換

レール交換は、経年レール及び摩耗レールを対象に実施する。この場合、可能な限りロングレール化をする。

ロングレールは、軌道の最も弱点であるレールの継目がないため、軌道狂

いの発生が少なく、列車の走行が非常に円滑で、しかも軌道の保守費を節減できるなどの効果がある。

一般に、ロングレールの敷設が困難な箇所は、長さが25mを越える橋梁上及び曲線半径が600m未満の急曲線である。

しかし、将来の保守の点や張出し事故を予防する点から考慮すると、橋梁橋台の背面及び踏切の前後は、軌道狂いが発生し易い箇所なので、なるべくロングレールを敷設しない方が望ましい。

このほか、駅構内の分岐器の内方は距離が短く、また、列車のスピードが低いので、一般に、普通レールを使用する。

#### (a) ロングレール

ロングレールの一本の長さは制限がないのでいくら長くてもよいが、線路には、橋梁や急曲線または分岐器が介入するので、その長さは、おのずから限定される。

また、ロングレールを敷設する時の作業間合、線路故障が発生した場合の復旧を考慮すると、ロングレール一本の長さは、約1mile (1.6km) を標準とすることが適当である。

#### (b) 普通レール

レールの標準長が39ft (約11.9m) のまま使用すれば、レールの継目が非常に多くなることから、レールの継目をなるべく少なくすることを前提として検討した結果、レール継目の適正遊間及び温度変化に対するレールの伸縮量の関係から、レールの長さは、39ftレールを3本溶接 (35.7m) したものが適当であると判断される。

従って、普通レールを使用する場合は、原則として、この長さの溶接レールを敷設する。

この場合のレールの遊間は図5.2.2「レール遊間の標準」、レールの使用区分については、別項5-2-2「軌道材料の標準」による。

## 2) マクラギ交換

PCマクラギを可能な限り使用するが、PCマクラギの採用が困難な橋梁上、踏切、分岐器及び曲線半径が600m未満の曲線部を除く。

木マクラギはPCマクラギの採用が困難な箇所に敷設するほか、不良マクラギの割合を少なくするために、暫定的に改良工事前の不良木マクラギの交換で敷設する。

不良橋マクラギは交換に合わせて、フックボルトの補修及びマクラギ間隔

を一定に保持するためのマクラギ継材を取付ける必要がある。

### 3) バラスト増加

大部分の区間でバラスト不足が発生しているため、全区間に亘り所定の断面となるように増加する。

バラストの断面形状は軌道の構造により、次に掲げる基本寸法を適用する。

#### (a) ロングレール区間

- マクラギ下面の厚さ：200mm以上
- バラスト肩幅：400mm以上
- バラストのり勾配：1：1.5

#### (b) PCマクラギ区間で普通レール使用

- マクラギ下面の厚さ：200mm以上
- バラスト肩幅：300mm以上
- バラストのり勾配：1：1

#### (c) 木マクラギ区間

現行の標準断面とする。

- マクラギ下面の厚さ：200mm以上
- バラスト肩幅：300mm以上
- バラストのり勾配：1：1

なお、ロングレール区間のバラストの基本寸法は表5.2.2による。

### 4) 分岐器交換

分岐器全体が摩耗または弛緩している場合には全交換を行う。

また、クロッシング等が部分的に摩耗または弛緩している場合には部分交換を行う。

なお、分岐器交換に関連して不用の分岐器及び使用頻度が極めて少ない分岐器については、分岐器を撤去し棒線化を図ることを検討するものとする。

対象の分岐器は本線軌道上のもので、次のとおりである。

- 側線のための分岐器
- 渡り線のための分岐器

但し、渡り線の場合は起点方及び終点方の両側に設置されているいずれか一方とする。

なお、分岐器の撤去計画は、付属資料5.2に基づき検討するものとする。

#### 5) カント及び緩和曲線の改良

列車の速度向上に伴うカント及び緩和曲線長の不足する箇所を改良をする。

カント量及び緩和曲線長は別項5-2-2「曲線の諸元」に基づき検討し、各々の改良はバラストの増加工事と合わせて実施するものとする。

一方、曲線半径の改良は、大部分の対象曲線が橋梁の介在または盛土区間にあるため、かなりの改良工事費を必要とする。

従って、単線区間においては、将来、複線工事を実施する時に合わせて行うことが望ましい。

#### 6) 排水設備改良

Rangoon～Toungoo間は雨季において、駅構内が冠水するため上下線間に排水溝を設置する。但し、分岐器を持たない駅は除外するものとする。

### (3) 改良計画の選択案

軌道の改良計画は、投資額、投資効果及び施工能力を考慮して、表5.2.1に示す3つの選択案を策定する。

#### 1) 計画A

ロングレール及びPCマクラギを可能な限り敷設する。従って、PCマクラギをレール交換の対象外の区間にも敷設する。

#### 2) 計画B

ロングレールの敷設は、計画Aでの敷設長に対して、約80%を実施する。また、PCマクラギの敷設はレール交換を行う区間に限定する。

#### 3) 計画C

ロングレールの敷設は計画Aでの敷設長に対して、約70%を実施する。また、PCマクラギの敷設はロングレール区間に限定する。

なお、Rangoon～Pegu間においては、ロングレール及びPCマクラギを可能な限り敷設するため、この区間は、3計画共に同じ内容となる。

計画A、B、Cを比較すると、ロングレールの敷設長、PCマクラギの本数及びバラスト量が順に少なくなるため、投資額は、計画Aに比べ計画B、Cは約10%、約30%それぞれ減少する。

また、レールの溶接作業量、PCマクラギ及びバラストの生産量についてもA、B、Cの順に減少する。

しかし、計画B及びCの場合、継目レール及び木マクラギの区間が多く残るため、改良後の保守コストは、計画Aに比べ計画B及びCが約10%、約40%それぞれ

れ増える。

なお、このプロジェクトで目標としている列車の速度向上は、計画A、B、及びC共に達成が可能である。

Table 5.2.1. Alternative Plans for Improvement

Item	Unit	Alternative		
		Plan A	Plan B	Plan C
Rail replacement				
Long-welded rail	km	610	490	410
Ordinary rail	km	190	310	390
Sleeper replacement				
PC sleeper	1,000 pieces	1,410	1,180	700
Wooden sleeper	1,000 pieces	150	200	220
Bridge sleeper	1,000 pieces	8	8	8
Increase in ballast	1,000 m <sup>3</sup>	630	590	530
Turnout replacement				
Total replacement	sets	160	160	160
Partial replacement	sets	150	150	150
Improvement of cant and transition curve	Places	*	*	*
Improvement of drains	Places	34	34	34

Note: \* Study on the condition of each curve is necessary.

Source: Study Team

#### 5-2-2 軌道構造の標準

軌道改良に伴う軌道構造等の標準は次に掲げる事項を適用する。

## (1) 軌道材料の標準

### 1) レールの種類

最大軸重が13トン、列車の最高速度50mile/hであるため、軌道の負担力は比較的小さい。

従って、レールの重量は75lb/y (37kg/m)とし、レール断面はBS-Rを使用する。

#### (a) 普通レール

溶接するレールは、ボルト穴のない普通レール（熱処理がされていないもの）を使用する。

#### (b) 熱処理レール

a) 曲線半径が600m未満の曲線は、外側レールに頭部熱処理レールを使用する。

b) 継目を設けるレールは端部熱処理レールを使用する。

### 2) レール締結装置

(a) PCマクラギに用いる締結装置は、コイルスプリングタイプの二重弾性締結を使用する。

(b) 木マクラギに用いる締結装置はコイルスプリングタイプまたは犬クギを使用する。

### 3) PCマクラギ

第6章による。

### 4) 木マクラギ

並マクラギ及び分岐マクラギ等は現行の規格品を使用するが、PCマクラギを使用する区間での継目部のマクラギは、継目用木マクラギ(300×140×1,830mm)を使用する。

### 5) 分岐器

(a) トングレールは、普通トングレールまたはスプリング式トングレールを使用する。

(b) クロッシングの種類は、組立式クロッシングまたはマンガククロッシングを使用する。

## (2) 軌道構造の標準

### 1) レール継目の配置

レール継目の配置方法は相対式と相互式がある。

相互式継目は、通りと水準の軌道狂いがそれぞれ逆位相の形で発生し易いので、列車の走行安定上好ましくない。



従って、レール継目は相対式に配置することを原則とするが、曲線半径が400m未満の曲線部は、内外レールの目ちがいが大きくなるため、継目を相互式に配置することができる。

また、相対式の場合、両側レールの継目の位置は努めて、軌道中心線に対して、直角となるように合せる。

## 2) 継目の支持方法

継目の支持方法は、一般的に、かけ継ぎ法またはささえ継ぎ法を用いる。

試験結果によれば、ささえ継ぎ法はレール継目の直下にマクラギを配置するため、かけ継ぎ法と比べて、軌道破壊に対する強度が優れていることが認められている。

従って、継目の支持方法は次によるものとする。

- a) 木マクラギ区間はかけ継ぎ法（現行）とする。
- b) PCマクラギ区間はささえ継ぎ法とする。この場合、レール継目の直下には継目用木マクラギ（300×140×1,830mm）を使用する。なお、継目部のマクラギ配置は図5.2.1に示すとおりである。

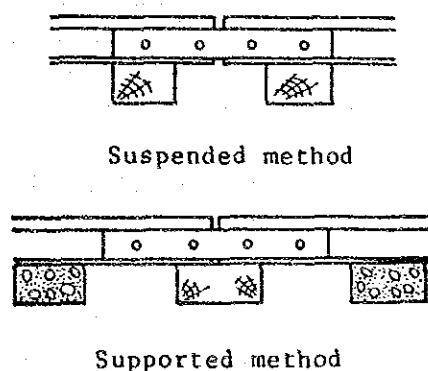


Fig. 5.2.1 Placement of Sleepers at the Joints

## 3) 継目遊間の設定

継目の遊間は、その量が小さすぎるとレール張出し事故の原因となり、逆に大きすぎると列車通過時の衝撃力が大きくなる。

このため、継目落ちの助長、レール・継目板の損傷及び継目ボルトの切断の原因となることから、適正な遊間を設定するほか、遊間が著しく変化する箇所のふく進防止措置を行う。

遊間は、レール温度の変化によって異なるため、レールの最高温度が60℃、最低温度が10℃とした場合、遊間の標準設定量は図5.2.2に示すとおりである。

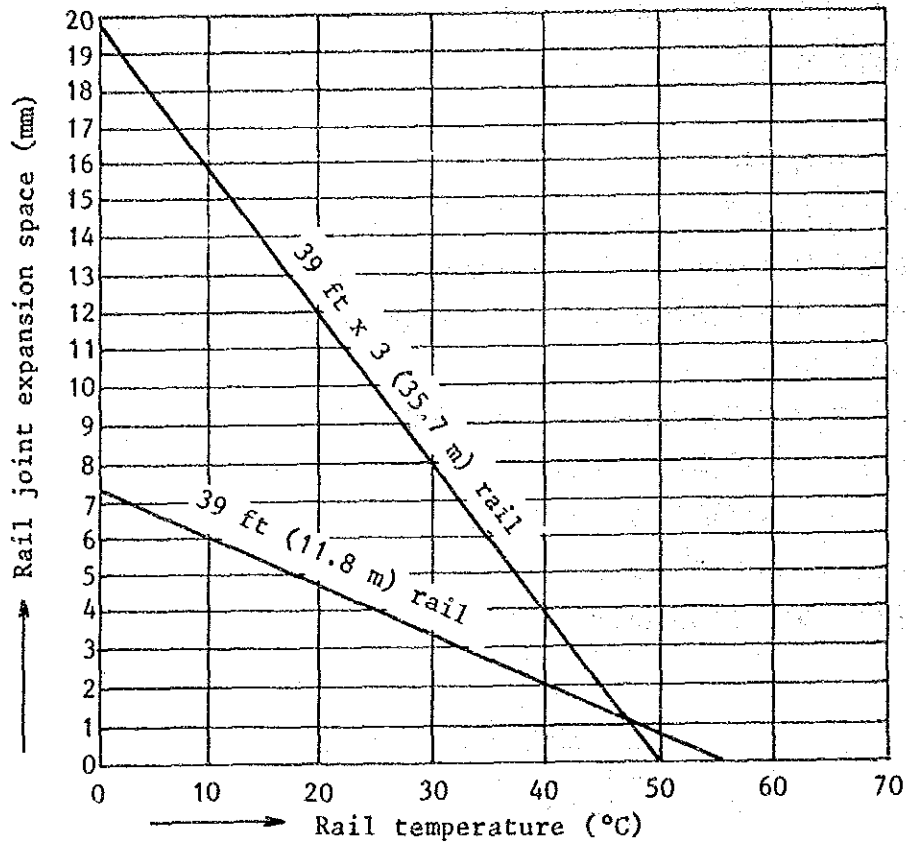


Fig. 5.2.2 Standard Rail Joint Expansion Space to be Set

Source: Study Team

4) 伸縮継目の設置

5-6-1 ロングレールの項による。

5) マクラギの配置

(a) マクラギの配置本数

本線軌道におけるマクラギの配置本数は39ft (11.9m) 当り18本以上とする。

但し、半径が600m未満の曲線部においては、39ft当り、更に2本を割増しする。

(b) 継目部のマクラギ間隔

レールの継目部上を列車が通過する時、衝撃力が大きくなるため、マクラギ間隔を狭くして、支持力を増加する必要がある。

マクラギの標準間隔は図5.2.3に示すとおりである。

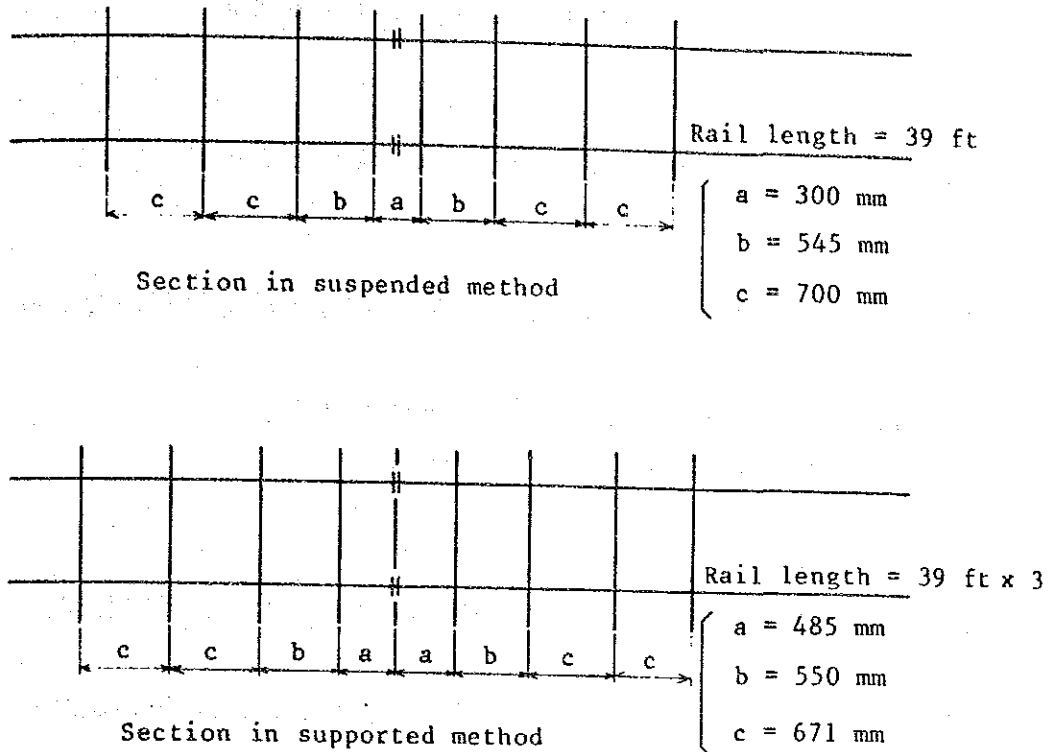


Fig. 5.2.3 Standard Sleeper Space

#### 6) バラストの断面

バラストは列車の荷重及び衝撃をマクラギから受けて、これを広く路盤に伝える。また、軌きょうに対しては、縦及び横方向の抵抗力を与えるものである。

従って、この機能を損なうことのないように、常に、バラストの厚さ及び断面形状の保持に努めなければならない。

##### (a) ロングレール軌道

ロングレール軌道は、継目レール軌道に比べてレールの軸力が大きくなるため、バラストの横抵抗力を増加する必要がある。バラストの断面は、マクラギの寸法、マクラギ下の厚さ、バラストの肩幅及びのり勾配に基づいて決定する。従って、バラストの肩幅を拡幅し、のり勾配は、1:1.5を標準とする。ロングレール軌道のバラストの基本寸法は表5.2.2に示すとおり

りである。

(b) 縦目レール軌道

縦目レール軌道のバラストの断面は現行規格を適用する。

(3) 曲線の諸元

曲線改良に伴う曲線の諸元は、次に掲げる事項を適用する。

1) 縦曲線

本線軌道における線路勾配の変更点は、次に掲げる曲線半径の縦曲線を挿入する。

- 平面曲線半径が700m未満の曲線部……R=4,000m
- その他の曲線及び直線……R=3,000m

2) 緩和曲線

(a) 緩和曲線の形状

緩和曲線の平面形状は、一般に3次拋物線またはサイン半波長が用いられている。

3次拋物線の場合は、曲率とカントの逡滅が直線的に変化することから直線逡滅と呼んでいる。

一方、サイン半波長の場合は、曲率とカントの逡滅が曲線的に変化することから曲線逡滅と呼んでいる。

この曲線逡滅は、列車の走行が円滑であるため、列車速度が200km/h以上の高速運転区間に用いられている。

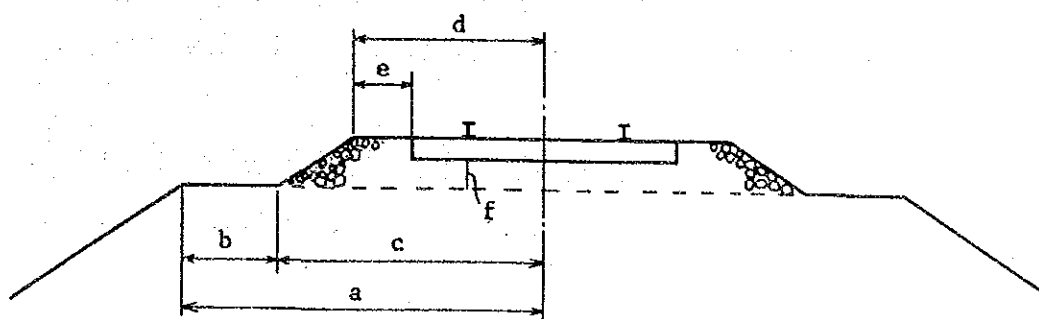
しかし、保守の面で高い精度が要求されるため、一般の低速運転区間には適していない。

従って、緩和曲線の改良を行う場合は3次拋物線を用いる。

Table 5.2.2 Basic Dimension for Ballast

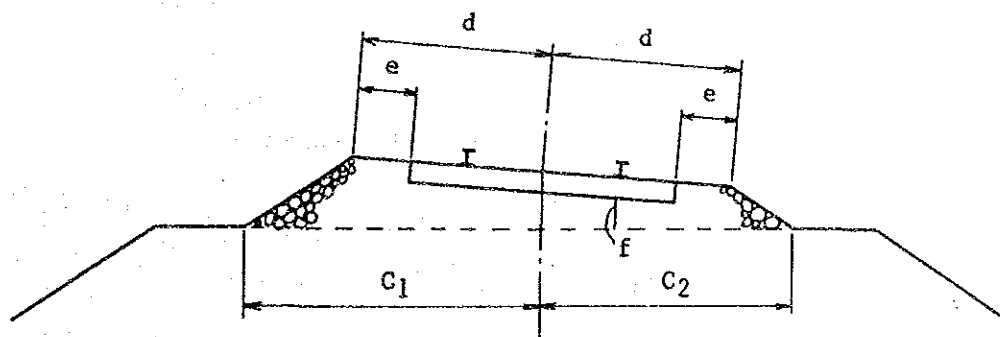
(a) Straight section

		(Unit: mm)					
Type	Item	a	b	c	d	e	f
	PC sleeper		2,440	570	1,870	1,315	400



(b) Curve section

		(Unit: mm)					
Type	Item	$C_1$	$C_2$	d	e	f	Note
PC sleeper		$1,870 + 2.7C$	$1,870 - 1.2C$	1,315	400	200	C: Cant (mm)



Source: Study Team

(b) 緩和曲線の長さ

緩和曲線の長さは、次に掲げる計算式を用いて、線路等級に応じて算定する。

計算式は、表5.2.3に示すとおりである。

なお、緩和曲線の長さは、L1, L2, L3の一番長いものを5mの倍数に切上げて採用する。

3) カント量

列車のスピードアップを行う場合には、一般に、カントの改良が必要である。曲線を通過する列車の許容速度は、曲線半径に応じて定める。一般式

( $V=3.3\sqrt{R}$ ) を用いて算定した列車の許容速度は表5.2.4に示すとおりである。

Table 5.2.3 Calculation Formula for Length of Transition Curve

Length of transition curve	Track class		
	1	2	3
L <sub>1</sub>	0.8 C	0.6 C	0.4 C
L <sub>2</sub>	0.01 CV	0.008 CV	0.007 CV
L <sub>3</sub>	0.009 CdV	0.009 CdV	0.009 CdV

Remarks: The track is classified by the following line:

1: Rangoon - Mandalay line

2: Other main lines

3: Branch lines

L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub>: Length of transition curve (m)

C : Set cant (mm)

Cd : Deficiency of cant (mm)

V : Maximum speed of train (km/h)

Source: Study Team

一般に、曲線を通過する列車の速度は列車の種類によって異なるので、列車の平均速度を用いてカント量を算定する。

Table 5.2.4 Permissible Train Speed

Curve radius (m)	Degree of curve (°)	Permissible speed	
		mile/h	km/h
699	2°30'	54	87
582	3°00'	50	80
499	3°30'	46	74
437	4°00'	43	69
349	5°00'	38	62
318	5°30'	37	59
291	6°00'	35	56

Source: Study Team

(a) 列車の平均速度

曲線を通過する列車の速度は、急行、普通及び貨物列車によってそれぞれ異なる。一般に、列車の平均速度は次式により計算する。

$$V_o = \sqrt{\frac{\sum N_i V_i^2}{\sum N_i}}$$

$V_o$  = 列車の平均速度 (km/h)

$N_i$  = 列車本数 (本)

$V_i$  = 列車種別ごとの速度 (km/h)

(b) 設定カント量

設定カント量は、列車の平均速度から次式により算定する。

$$C_o = \frac{G V_o^2}{127R}$$

$G = 1,000\text{mm}$ とすれば

$$C_o = 7.87 \frac{V_o^2}{R}$$

Co : 設定カント量 (mm)  
 Vo : 列車の平均速度 (km/h)  
 R : 曲線半径 (m)

なお、この式に列車の平均速度 (Vo) の代わりに、列車の最高速度 (V) を用いれば、最高速度に対する均衡カント量が求められる。

(c) 許容カント不足量

カント不足量は、最高速度に対する均衡カント量と設定カント量から次式により計算する。

$$Cd = C - Co$$

Cd : カント不足量 (mm)  
 C : 均衡カント量 (mm)  
 Co : 設定カント量 (mm)

カント不足量は、横風、車両のバネの影響、乗心地及び安全率を考慮すると、50mmが限度と考えられるので、許容カント不足量は50mmとする。

なお、カント量は緩和曲線の全長において遞減する。

Table 5.2.5 Slacking

Curve radius (m)	Degree of curve (°)	Slacking (mm)
291	6°00'	10
318	5°30'	8
349	5°00'	6
437	4°00'	4
499	3°30'	0

Source: Study Team

4) スラック量

曲線半径が437m (曲線度4° 00' ) 以下の曲線はスラックを設ける。スラッ



ク量は、表5.2.5に示すとおりである。

なお、スラック量は緩和曲線の全長において逓減する。

### 5-3 通信

#### 5-3-1 改良計画

##### (1) 現状

BRCの通信設備の現状は、PTCより借用の4条の回線が主体であるが、この回線がしばしば欠損や不良の状態にあるため、通信条件は劣悪である。この不十分な通信を補うために中短波無線を用いているが、この設備がない箇所では通信の方法がない。更にこの無線機も老朽化が進んでいる上に、他よりの電波により妨害を受けている。

BRCの通信サービスは指令が中心となって連絡を行っているが、業務の拡張に伴う各種の情報連絡を多くの業務機関との間で行うのには、指令経由では不充分であり通信設備の改良と拡充が必要である。

##### (2) 改良の概要

このような状態の下でA案、B案2つの改良計画を立てた。これを表5.3.1に示す。

- 自然災害及び社会情勢を考慮して、UHF無線と地下ケーブルを新設する。
- 主要駅及び工場に電話交換機を設置する。大容量の所には電子式を、小容量の所にはクロスバー式を採用する。
- 指令電話は従来と同じ回路構成とし、親装置と子電話機とは相互に周波数選別式とする。
- 列車無線は400MHzを使用する。基地局を各駅におき、ほぼ全線で通信可能とし、主として指令と乗務員の間で使用する。駅長は自分の駅基地局のカバーする範囲で乗務員と通話出来る。本社への通信回線の延長が指令の電鍵操作で可能である。(計画Aのみ)
- 中央指令所及び各地区指令所に貨車情報処理装置を設置する。貨車データ等は、電話交換回線を使って伝送される。(計画Aのみ)
- 貨物情報伝送のためにファクシミリを主要駅に設置する。
- 主要駅のプラットホームに旅客情報装置を置く。

Table 5.3.1 Installation in Improvement Plan

Plan A	Plan B
o UHF microwave network	
o Underground cable  (Terminal boxes are installed at long bridges and main level crossings)	Same as Plan A  (Terminal boxes are installed at 1 km interval)
o Telephone exchanges	Same as Plan A
o Control telephones	
o Facsimile equipment	
o Passenger information equipment	
o Train radio system	
o Wagon data processor system	

Source: Study Team

### 5-3-2 機能及び仕様

#### (1) UHF無線

周波数は1.5GHzとし、無線機は容量120チャンネル周波数分割多重方式を採用する。

中継間隔は30KMを標準とするが大都市の近くではこれを短くする。電波の通路上での樹木の高さは20mを考慮しており、鉄塔の強度は毎秒46米の風に耐えるものとする。

無線機器室は防塵、空調室とする。電源は3時間の放電容量の蓄電池を停電用としておく。予備発電機を長時間の停電用としておき信号設備と可能なかぎり共用する。

送受信機の不良時には予備機に自動的に切り換えるものとする。

この切り換え及びその他の故障はRangoon、Toungoo、及びMandalayの監視盤に表示される。

表5.3.2にUHF無線の仕様を、表5.3.3に工事数量を示す。

Table 5.3.2 Specification of UHF Microwave System

Item	Contents
Class of emission	1.5 GHz
Frequency band	0.3 - 3.4 KHz
Capacity	Radio 120 CH
Noise level	CCITT Rec. G222
System	Radio, stand-by set
Voice frequency response	CCITT G232
Alarm display	
	Transmission power level low
	Receiver out-of-order
	Power source fuse out
Wind velocity	46 m/sec
Environment	Temperature 5°C - 40°C
	Humidity 15 percent - 65 percent

Source: Study Team

Table 5.3.3 Quantity of UHF Microwave Equipment

Item	Contents	Quantity
Radio set	1.5 GHz	44
Terminal equipment	60 CH	28
Supervision equipment		3
Steel tower	40 - 70 m	23
Antena	3 - 4 m	44
Power source		23

Source: Study Team

## (2) 地下ケーブル

アルミニウム被覆鋼帯外装の100対ケーブルをRangoon～Mahlwagon間に、又30対をMahlwagon～Pegu間に交流電化対応として敷設する。一方、ポリエチレン被覆鋼帯外装ケーブル20対をPegu～Myohaung間に、又50対をMyohaung～Mandalay間に敷設する。

Rangoon～Pegu間のケーブルには4組のカッド対をPegu～Myohaung間には2組のカッド対を、Myohaung～Mandalay間には5組のカッド対を設ける。

ケーブルは路盤に埋め、橋梁部分は防護のため鉄パイプに入れる。5対の分岐ケーブルを1KM毎の分岐点より分岐する。端子箱を長い橋梁と主な踏切に設け、指令に接続される駅々間の回線に分岐接続する。主な踏切と最寄り駅との間に列車接近通報のため電話回線を設ける。列車無線が設置されない時にはこの端子箱は1KM間隔で設置される。各駅には配線室を設け端子盤をケーブル接続のために設ける。

図5.3.1に回線構成を、表5.3.4にケーブルの仕様を、表5.3.5にケーブルの構成を、表5.3.6に数量を示す。

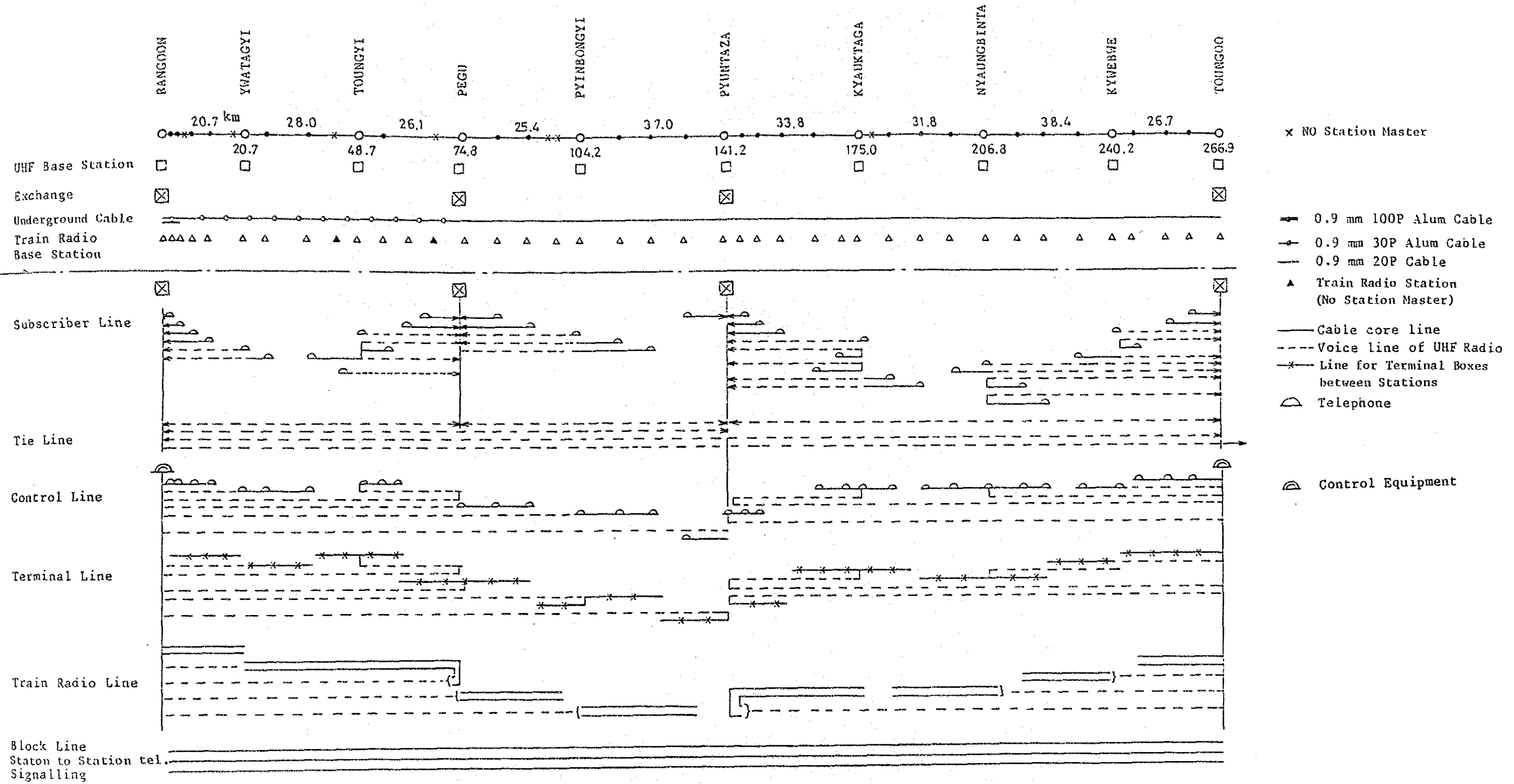


Fig. 5.3.1 Composition of Transmission Line (1)

Source: Study Team

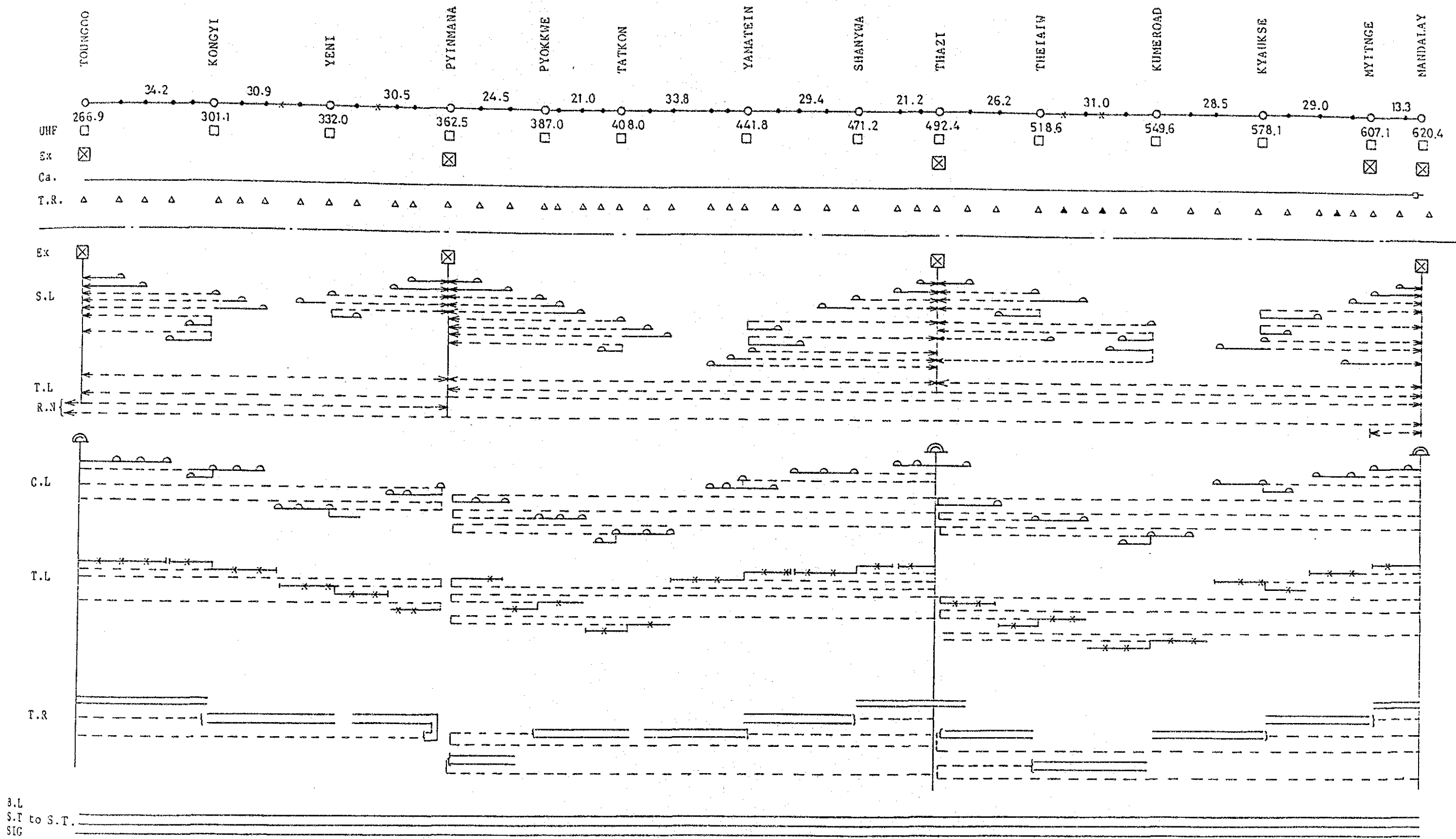


Fig. 5.3.1 Composition of Transmission Line (2)

Source: Study Team



Table 5.3.4 Specification of Cable

Item	Contents
Insulated conductor	Copper
Insulator	Cellular polyethylene
Conductor diameter	0.9 mm
Type	Aluminum cable      Steel tape armoured corrosion proof. Screening factor: less than 0.4
	Polyethylene cable      Steel tape armoured corrosion proof, jelly filled.

Source: Study Team

Table 5.3.5 Composition of Cable

Section	Pairs	Composition	Type
Rangoon - Mahlwagon	100 P	Common 92 star quad 4	Aluminum shield armoured
Mahlwagon - Pegu	30 P	Common 22 star quad 4	Aluminum shield armoured
Pegu - Myohoung	20 P	Common 16 star quad 2	Polyethylen shield armoured
Myohoung - Mandalay	30 P	Common 20 star quad 5	Polyethylen shield armoured

Source: Study Team



Table 5.3.6 Quantity of Cable Facilities

Item	Contents	Quantity
Underground cable	100P 0.9 Alum	4000 m
Underground cable	30P 0.9 Alum	72500 m
Underground cable	30P 0.9	4500 m
Underground cable	20P 0.9	552000 m
Cable joint		1300
Terminal board	Each station	89
Terminal box	Long bridge side	157
Magneto telephone	Main level crossing	40

### (3) 電話交換機

Toungoo及びMandalayに時分割式電話交換機、Pegu、Pyuntaza、Pyinmana、Thazi及びMyintngeにクロスバー交換機を設置する。Mandalay交換には無紐台をおき、PTC交換との中継線を収容しPTCからの呼を受信する。BRCからのPTC交換の呼出はダイヤル呼とし、特定の番号の電話機からは呼出出来なくする。電話番号案内はMandalay交換に取扱台をおいて行い、自局のほか他の局からの呼も受付ける。

時分割式交換機の重要障害は保守者に通報され、軽微なものは自己診断プログラムでモニターされ打出される。回線故障はコンピュータに記録される。クロスバー交換機の重要な故障は保守者のいる所に表示を出し、軽微なものはトラブルレコーダに記録する。

蓄電池は3時間の負荷電流を供給可能とし、予備発電機を設置する。

インターホンをMyintngeを除く交換機設置駅とMahlwagonとMyohaungに設置する。

表5.3.7に各交換機の容量と実装数を示し、表5.3.8に時分割式交換機の仕様を、表5.3.9にクロスバー式交換機の仕様を、表5.3.10に交換機の数量を示す。図5.3.2に時分割式交換機のブロックダイヤグラムを、図5.3.3に2段式クロスバー交換機の構成を示す。UHFと交換機の設置位置を付属資料5.3に示す。

Table 5.3.7 Composition of Exchange

Place	Capacity	Number of terminals
Pegu	50	30
Pyuntaza	30	20
Toungoo	100	80
Pyinmana	100	40
Thazi	100	50
Myitnge	200	100
Mandalay	200	120

Source: Study Team

Table 5.3.8 Specification of Time Division Exchange

Item	Contents
Traffic condition	More than 3.6 HCS/station
Redundancy	Main parts duplicate
Number of routes	Appointment
Number of trunks per route	Appointment
Number of ATT consoles	Appointment
Calling method	Dial pulse 10 pps Double tone multi-frequency Automatic recall
Cross talk attenuation	More than 65 dB at 1 kHz
Idle circuit noise	Less than -65 dBm
Insertion loss	
Station to trunk	0 dB
Trunk to trunk	0 dB
Loop resistance	1200 ohms
Line impedance	600 ohms
Leakage resistance	More than 20,000 ohms
Signal voltage and frequency	More than 70 V 20 Hz
Alarm	Fuse out
Trouble	Recording in operating console
Environment	Temperature 5°C - 30°C Humidity 15 percent - 65 percent

Source: Study Team

Table 5.3.9 Specification of Crossbar Exchange

Item	Contents
Traffic condition	More than 3.6 HCS/station
Number of routes	Appointment
Connection stage	Capacity more than 200 2 wire 2 step Capacity less than 199 2 wire 1 step
Calling method	Dial pulse 10 pps Multi-frequency code signalling
Cross talk attenuation	Less than 65 dB at 1 kHz
Insertion loss	Less than 1 dB
Loop resistance	1200 ohms
Line impedance	600 ohms
Leakage resistance	More than 20,000 ohms
Alarm	Fuse out
Trouble	Recording on trouble recorder
Environment	Temperature 5°C - 50°C Humidity 15 percent - 80 percent

Source: Study Team

Table 5.3.10 Quantity of Exchange Equipment

Item	Contents	Quantity
Time division switch board	200 Line	1
Time division switch board	100 Line	1
Cross-bar exchange	200 Line	1
Cross-bar exchange	100 Line	2
Cross-bar exchange	50 Line	1
Cross-bar exchange	30 Line	1
Terminal board		7
Telephone		500
Intercommunication set	Main station	9
Power source		7

Source: Study Team

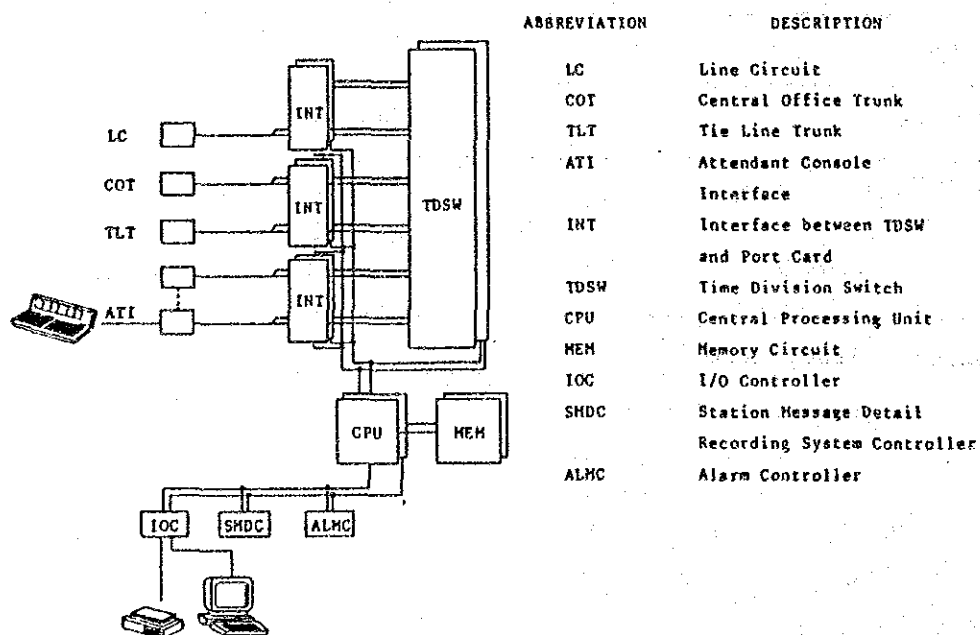
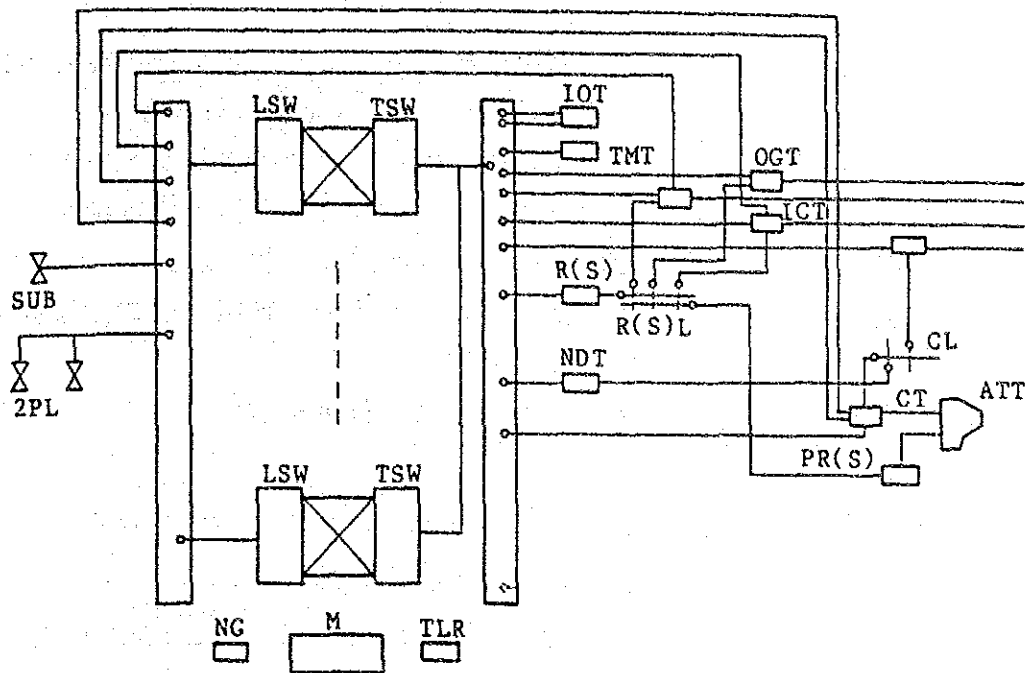


Fig. 5.3.2 System Block Diagram of Time Division Exchange

Source: Study Team



ATT	Toll board by semiautomatic connection
BWT	Both way trunk
CL	Cord link
CT	Cord trunk
IOT	Inter-office trunk
ICT	Incoming trunk
LSW	Line switch
M	Marker
NG	Number group
OGT	Outgoing trunk
SUB	Subscriber
TMT	Two party manual trunk
TLR	Translator
TSW	Trunk switch
2PL	Two party line

Fig. 5.3.3 Composition of Two Step Crossbar Exchange

Source: Study Team

#### (4) 指令電話

指令所の位置は従来と同じとし、回線の構成もほぼ同一とする。従来の1回線に対し回線数は多くなり、そのために1回線当りの電話機数は少ない。

呼出方式は、周波数選別方式とし、各駅呼出しと同時呼出しが可能である。又駅からの指令呼出しも周波数選別方式とする。回線の通話損失は指令と子電話機の間で20dB以下とし、同時呼出しの時は40dB以下とする。

指令電話装置の電源は蓄電池より供給され、各駅の子電話機の電源は蓄電池がある場合はこれにより、ない場合は乾電池による。

表5.3.11に指令電話装置の仕様を、表5.3.12に数量を示す。

Table 5.3.11 Specification of Control Telephone Equipment

Item	Contents
Number of lines	More than 20
Number of slave telephones in one line	More than 10
Calling method	One voice frequency
To slave telephone (Individual and simultaneous call)	
From slave telephone	One voice frequency
Impedance	600 ohms

Source: Study Team

#### (5) 列車無線

列車運転中の乗務員と指令との間の連絡のため列車無線を設ける。この回線は指令の電鍵操作によって本所に延長出来るものとする。各駅に基地局を設ける。この基地局のカバーする範囲内では駅長は列車無線によって乗務員と連絡が出来る。

周波数は、機関車へのアンテナ取付高さの制約のために400MHzを使用する。駅間距離の長い場合には無人の基地局をおく。周波数は全線同一とし、そのため、隣接指令との境界では双方の指令が打合わせを行って通話する。

機関車のアンテナは屋根上に設け、無線機は運転室におき、送受話器は取扱い易い場所におく。

通話はプレストーク方式とし、基地局と指令の間の回線はUHF無線とケーブル

Table 5.3.12 Quantity of Control Telephone Equipment

Item	Contents	Quantity
Control Equipment	20 Line	4
Slave Telephone		120
Carrier Board		2
Power Source		5

Source: Study Team

で構成する。又、指令と本社間の回線はUHFの専用回線で構成する。

基地局無線機は、指令所からの遠隔操作により送信機と受信機との組み合わせ試験が出来るようにすることによって状態監視を行う。車上無線機の試験は、機関車が出庫及び到着の際機関区に設けてある試験機との間で通話状態を確認する。

表5.3.13に列車無線の仕様を、表5.3.14に数量を、図5.3.4に列車無線の構成を示す。

#### (6) 貨車情報処理システム

貨車情報処理装置は中央指令所と各地区指令所に設置される。図5.3.5に装置の構成を示す。

システムは図5.3.6のように構成され、データは電話回線を経由し伝送される。システムの基本的な機能は次のとおりである。

##### 一 地区指令のコンピュータ

キーボードから入力された貨車の種類及び状態などの貨車情報を貨車の種類別、状態別、行き先別に分類、集計する。また、これらの貨車情報から貨車操配計画を作成、プリントアウトする。

##### 一 通信制御装置

一般加入電話回線を経由し、データ伝送する。

##### 一 中央指令所のコンピュータ

各地区指令所のコンピュータから受信した貨車情報に基づき、地区指令所間で運用される貨車の操配計画を作成し、プリントアウトする。また関係する地区指令所にデータ転送を行う。



Table 5.3.13 Specification of Train Radio System

Item	Contents	
Class of emission	400 MHz band	
Frequency band	0.3 - 3 KHz	
Number of channel	one	
Signal-to-noise ratio	More than 30 dB	
Output	5 W	
Line impedance	600 ohms	
Environment	Temperature	5°C - 50°C
	Humidity	15 percent -
		90 percent
Wind velocity	46 m/sec	

Source: Study Team

Table 5.3.14 Quantity of Train Radio Equipment

Item	Contents	Quantity
Radio set	400MHZ 5W Base station	89
Radio set	400MHZ 5W Locomotive	51
Steel tower	25 m	66
Antenna	Base station	176
Antenna	Locomotive	51
Control set	Base station	89
Control equipment	Control office	4
Control console		4
Telephone		95
Power source	Base station	89
Power source	Locomotive	51

Source: Study Team

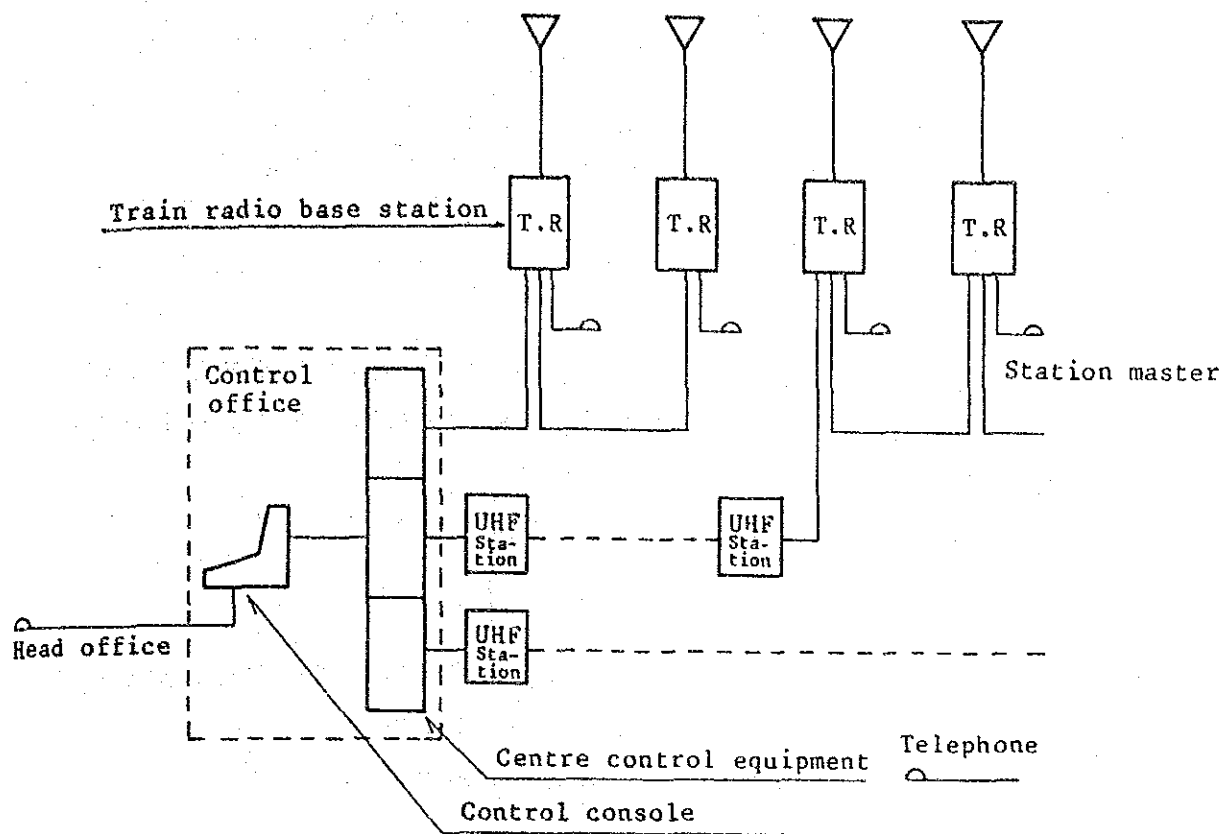


Fig. 5.3.4 Composition of Train Radio

Source: Study Team

次に、このシステムで使用される機器の使用環境条件と各機器の仕様を示す。

仕様環境条件

動作温度	5-35℃
保存温度	0-45℃
温度変化	10℃/hr以下
湿度	40~80% (結露しないこと)
振動	0.2G以下 (垂直、水平方向とも)

機器仕様

機器

中央制御処理装置  
(記憶容量 512KB)

数量

6

ディスプレイ装置（カラーディスプレイ、キーボード）	6
シリアルプリンター装置	6
フレキシブルディスク装置（記憶容量 1MB×2）	6
固定ディスク装置（記憶容量 22MB×2）	6
通信制御装置	6

#### (7) ファクシミリ装置

ファクシミリ装置により貨物情報の伝送を指令所と各主要駅間及び主要駅相互間で行う。特に、操車場に対して貨車の連結順序の情報を送りカード作業の効率化を図る。

表5.3.15にファクシミリの仕様を、表5.3.16に数量を示す。

#### (8) 旅客情報装置

旅客情報装置は各主要駅のプラットホームに設置され、列車番号、到着及び発車時刻等を表示する。

表5.3.17に旅客情報装置の仕様を、表5.3.18に数量を示す。

#### (9) 計画AおよびBの比較

計画Aには列車無線と貨車情報処理システムが入っているが、計画Bには含まれていない。

列車無線は、指令と乗務員との間の直接連絡を可能とし、効率的な列車運行管理を行うために非常に有用な手段である。特に機関車故障事故又は信号故障のような運転上の支障の場合に、列車無線による迅速かつ円滑な連絡によって列車の遅延をかなり減ずることが出来る。

しかし、このプロジェクト又は他の関連プロジェクトによって他の設備が改良されるのに伴い、列車無線を使用する運転支障の頻度は全体として減ずると見られる。沿線電話用端子箱の設置によって列車無線の機能を代行させることができよう。列車無線の投資額は非常に高く、前述の効果に対して引き合うものではない。貨車情報処理システムは、一般に貨車運用の効率化に貢献し、結果的にはかなりの数の貨車の減少が期待できる。しかし、取扱貨車数が比較的少ないことから判断して、Mandalay線における貨車の管理はコンピュータなしでも適切に行うことができよう。現在及び近い将来の貨物列車運転状況から見て、貨車情報処理システムの効果はそれほど期待できないだろう。

結論として、投資額の少ない計画Bを実行案として選択する。

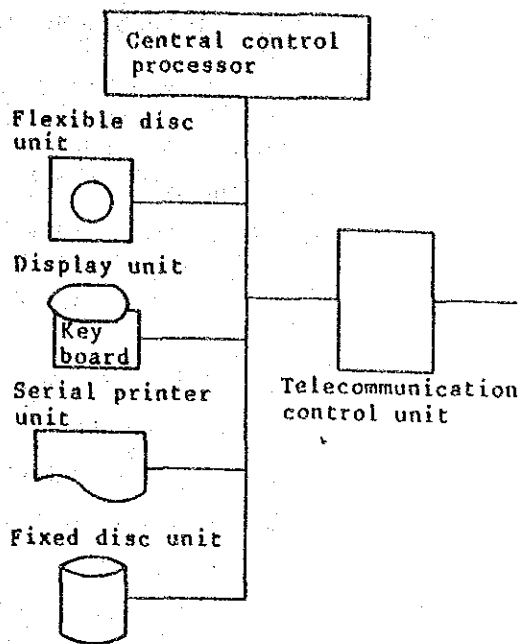


Fig. 5.3.5 Composition of Wagon Data Processor Unit

Source: Study Team

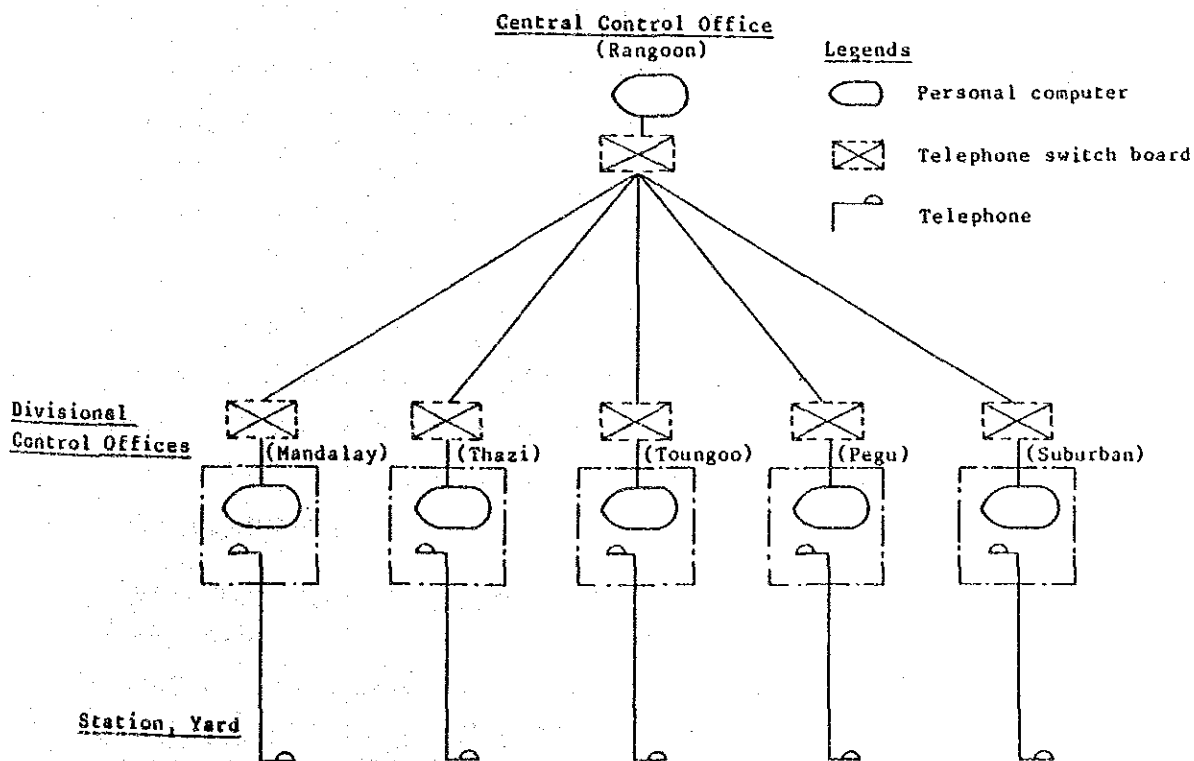


Fig. 5.3.6 System Configuration of Wagon Data Processor System

Source: Study Team

Table 5.3.15 Specification of Facsimile Equipment

Items	Contents
Communication system	Half-duplex
Scanning method	Solid scannig
Size of manuscript	Max. 254 mm
Effective receive width	207 mm
Density of scannig line	Horizontal 8 dot/mm Vertical 3.85 dot/mm
Sending process	Frequency band suppressing method
Modulation system	- Quadrature amplitude modulation - Phase modulation - Frequency shift keying - Amplitude modulation - phase modulation - Vestigial side band
Communication speed	9600/7200/4800/2400 bps
Recording method	Thermal recording
Environment	Temperature 5°C - 36°C Humidity 45 - 85 percent

Source: Study Team

Table 5.3.16 Quantity of Facsimile Equipment

Item	Quantity
Facsimile set	8

Source: Study Team

Table 5.3.17 Specification of Passenger Information Equipment

Item	Contents
Indication form	Sheet rolling type
Control method	Direct current by push button

Source: Study Team

Table 5.3.18 Quantity of Passenger Information Equipment

Item	Quantity
Indicator	48
Controller	15

Source: Study Team

## 5-4 信号

### 5-4-1 改良計画

#### (1) 現状

Mandalay線における各駅の信号設備について全駅調査した結果、各駅毎に種々の信号設備が用いられおり、いずれも設備後30~50年経過し、保守部品の調達が困難な状況である。

列車の運転取扱には、Mandalay線のほとんどの区間においてペーパーラインクリアチケットシステムが用いられている。ペーパーラインクリアチケットシステムによる運転取扱、信号機の見通し不良、対向転てつ機の鎖錠不良により、構内の列車速度がかなり制限されている。

踏切については、Mandalay線と主要道路（Mandalay-Rangoon間）とが交差している部分は全区間を通して21ヶ所あり、その内1ヶ所は立体交差している。踏切には、人手扱いのゲートが設けられている。列車が踏切に近づくと踏切看守人が目と耳で列車を確認してゲートを閉じる。各踏切とも閉じている時間はまちまちである。列車が踏切に近づいてもゲートが閉じられていない場合は、列車は踏切の手前で警笛を鳴らし、徐行又は一旦停止して踏切が閉じるのを待つことになる。また、ほとんどの踏切には電源が無く、駅との連絡設備も設けられていないのが実情である。

#### (2) 計画の概要

Mandalay線について、到着時間の短縮、列車運転の効率化、安全性の向上を行うため、次のような改良を実施する。

- 列車運転取扱の効率化
- 信号機の見通し改良
- 対向転てつ機の鎖錠

#### 一 踏切しゃ断の早期取扱い

これらを考慮して、当初、色灯化、継電化、電気鎖錠器の設置、単線区間のトークン装置設置、複線区間のトークンレス装置設置を計画したが、社会情勢、電源事情、停止信号冒進事故の多発等を考慮して、現場の設備を極力設けない方が望ましいため、計画Aとして、ATS機能を持った車内信号、電子閉塞装置、電子連動装置の設置を計画する。しかし車内信号装置は運転取扱いに問題があることに留意する必要がある。電子閉塞装置を用い地区指令所に列車運行状況を表示する。

計画Bについては、2つの方法を提案する。

案-1はトークンレス装置及びトークン装置に列車運行表示を行うための伝送装置を各駅に新設する。そのためにトークンレス装置用の回線と列車運行表示用のための2回線を必要とする。

案-2は電子閉塞装置を複線区間及び単線区間に採用する。電子閉塞装置は、閉塞の取扱、承認、信号制御とも同一の制御卓で実施し、取扱いは駅長が行う。駅間の閉塞回線と同一の回線により列車運行表示装置への伝送ができる。運行表示にはCRTを用いる。

Mandalay線の電源事情を考慮した信号通信設備の電源改良計画については5-5章に述べる。

踏切については、ゲートを閉じるタイミングを踏切看守人に伝えるため、踏切警報ランプとアラームを新設する。踏切の開閉は人手により行う。

表5.4.1に計画A、及びBの概要を示す。

### 5-4-2 機能及び性能仕様

#### (1) 計画A

##### 1) 電子連動装置 (Pegu, Pyuntaza, Myohaung, Thingangyun)

電子連動装置は、マイクロコンピュータを用い、標準化されたハードウェアに各駅共通に使用できる連動機能等の標準プログラムを実装している。さらに駅毎に異なる運転条件、連動条件を与えることによりあらゆる駅における制御が可能となっている。

連動論理は、従来から使用している継電連動装置と同様であり、フェイルセーフの原則に基づいたハードウェア、ソフトウェアより構成されている。

電子連動装置は標準化されており、設計から製造、検査、工事、保守について、継電連動装置とは異なり、全ての駅について共通な仕様により作成することが可能なため、製作費等のコストダウンがはかれる。又、設計、検

Table 5.4.1 Alternative Plan A and B for each Station and Main Roads

Unit	Alternative Plan A	Alternative Plan B	
		Draft-1	Draft-2
Interlocking device (at major stations)	Electronic interlocking device	Relay interlocking device	Same as left
Interlocking device (at small stations)	Electric locking device (Point lever will be provided by BRC)	Same as left	Same as left
Signal	Cab signal	Wayside signal	Wayside signal
Blocking equipment	Electronic block equipment	Double track Tokenless section system	Electronic token system
		Single track Token section system	
ATS function	With ATS function	Without ATS function	Same as left
Train detector	Wayside coil	Short track circuit or check-in/check-out	Tail check
Control facility	Train operation display unit (CRT)	Simple train operation display unit	Train operation display unit (CRT)
Power source facility	With EPC power source	Engine generator (stand-by)	Same as left
	Without EPC power source	Power supply from adjacent station via overhead electric power lines. Engine generator (Stand-by)	Same as left
Level crossing facilities	New installation of approach alarm and flashing lamp Manually operated gate No alarm light due to power supply condition Solar cell or power supply from neighboring station via overhead electric power lines.	Same as left	Same as left
Train separation	Automatic tail check	Double track line Axle counter or automatic tail check	Tail check
		Single track line Tail lamp check by stationmaster	



査、故障診断等の作業を、標準化により、自動化することが可能となり、作業期間を短縮し、人的なミスに起因する事故を未然に防止することができる。

以下に利点を示す。

- (a) 工場生産による一貫作業が可能
- (b) 検査方式が標準化と連動検査の自動化
- (c) 現地工事の結線作業の省力化
- (d) 工事期間の短縮
- (e) 保守の簡易化
- (f) 連動変更の簡易化

電子連動装置の主な設備数を表5.4.2に示す。

機能、性能、システム構成の詳細は付属資料5.4(1)に示す。

Table 5.4.2 Amount of Electronic Interlocking Device

Item		Quantity
Electronic interlocking device	Newly installed	4 stations
Electric switch machine	Newly installed	- do -
Wayside signal	Newly installed	- do -
Track circuit	Newly installed	- do -
Engine generator	Newly installed	- do -
Signal cable	Newly installed	- do -
Semaphore signal	Removed	- do -
Level crossing equipment	Improved	- do -

Source: Study Team

電子連動装置の主な機能、性能を表5.4.3に示す。

Table 5.4.3 Main Functions and Performance of Electronic Interlocking Devices

	Item	Description	
Function	Interlocking	Route selection, signal control, etc.	
	Control display board	Display, input data, etc.	
	Maintenance data management	Record of control, etc.	
Performance	Power source voltage	200 V $\pm$ 40 V AC 50 Hz	
	Environment characteristics	Temperature	0°C - 50°C
		Humidity	95 percent or less
	Connection to external equipment	With a safety device and photo coupler	

Source: Study Team

## 2) 電子閉塞装置

電子閉塞装置は、マイクロコンピュータを用い、標準化されたハードウェアに各駅共通使用できる閉塞機能、連動機能等の標準プログラムを実装している。さらに駅毎に異なる運転条件、連動条件を与えることによりあらゆる形態の駅の制御も可能となっている。

閉塞理論、連動理論は、従来のシステムで採用したフェイルセーフ理論を基礎にハードウェア及びプログラムを作成している。これらの標準化については電子連動装置と同様な効果が期待できる。電子閉塞装置は、閉塞、連動機能を行う地上装置と、信号現示を表示する車上装置、及び線区の列車運転状況を表示する運行表示装置で構成される。地上と車上設備間の信号の伝送は無線を用いて行う。

車内信号現示について図5.4.1に示す。

電子閉塞装置の主な設備数を表5.4.4に示す。

電子閉塞装置の主な機能、性能を表5.4.5に示す。

機能、性能、システム構成の詳細は付属資料5.4(2)に示す。

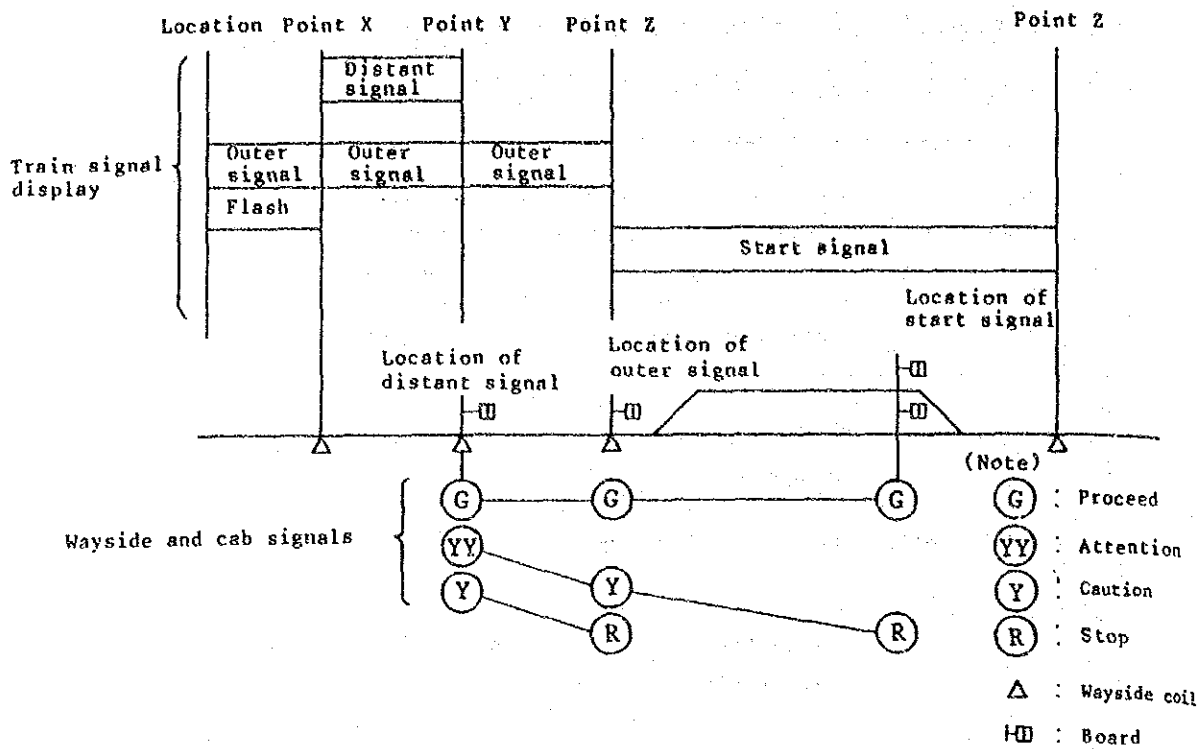


Fig. 5.4.1 Signal Display in Cab Signal

Source: Study Team

Table 5.4.4 Amount of Equipment for Electronic Token Block

Item	Quantity
Electronic block equipment	Newly installed for all sections
Point	Improved - do -
Cable	Newly installed - do -
Engine generator	Newly installed - do -
Semaphore signal	Removed - do -
Wireless ground equipment	Newly installed - do -

Source: Study Team

Table 5.4.5 Main Functions and Performance of Electronic Token Block Equipment

Function		Item	Description	
Ground		Blocking unit	Setting of operational direction and release of locking.	
		Interlocking	Route control	
		Control display board	Display and setting of train number	
		Train detection	Detection of train position by wayside coil	
		Tail check	Train separation check	
On-board unit		Signaling indication	Ringling control from station unit	
		ATS (Automatic Train Stop)	Function to stop train by signalling from ground	
		Train position detecting	Train position detection by wayside coil	
		Control display board	Train number setting	
Performance	Ground and on-board unit	Wireless frequency	400 MHz band	
		Transmitting power	1 W	
		Transmission rate	1200 BPS	
	Power source voltage	Ground	AC 200 V $\pm$ 40 V	50 Hz
		On-board	DC 72 V $\pm$ 14 V	
	Environmental conditions	Temperature	0°C - 50°C	
		Humidity	95 percent and less	
	Vibration		1 - 5 Hz	Total amplitude 10 mm
			5 - 30 Hz	Accelerating maximum amplitude 1G
	Impact		3G (29.4 m/S <sup>2</sup> ) 4 repetitions	
Connection to outside units		With a safety device or photo coupler		

Source: Study Team

### 3) 運行表示装置

運行表示装置は各駅の情報を集め、列車の位置、運転方向を表示する。列車の運行状況の監視はCRTによる。運行表示装置の主な設備数を表5.4.6に示す。運行表示装置の主な機能、性能を表5.4.7に示す。

機能、性能、システム構成の詳細は付属資料5.4.(2)に示す。

Table 5.4.6 Amount of Train Operation Display

Equipment		Quantity
Train operation display	Newly installed	4 stations
Signal cable	Newly installed	- do -
Power source equipment	Newly installed	- do -

Source: Study Team

Table 5.4.7 Main Functions and Performance of Train Operation Display

Item		Description	
Function	Display	Display of train number and position	
	Train number monitor	Monitoring of train number	
	Simultaneous stop	Function for emergency stop of all trains in station area	
Performance	Power source voltage	110 V $\pm$ 10 V AC 50 Hz	
	Environmental conditions	Temperature	0°C - 50°C
		Humidity	95 percent or less

Source: Study Team

(2) 計画B

1) 案-1及び案-2案に共通な設備

(a) 継電連動装置 (Pegu, Pyuntaza, Myohaung)

継電連動装置は、小形継電器を使用し、進路の設定、電気転てつ機の制御、信号機の制御を行う。制御盤は各駅毎に設けられる。

継電連動装置の主な設備数を表5.4.8に示す。継電連動装置の主な機能、性能を表5.4.9に示す。

Table 5.4.8 Amount of Relay Interlocking Devices

Equipment		Quantity
Relay interlocking device	Newly installed	3 stations
Electric switch machine	Newly installed	- do -
Wayside signal	Newly installed	- do -
Track circuit	Newly installed	- do -
Engine generator	Newly installed	- do -
Cable	Newly installed	- do -
Semaphore signal	Removed	- do -
Level crossing equipment	Improved	- do -

Source: Study Team

Table 5.4.9 Main Functions and Performance of Relay Interlocking Devices

Item		Description
Function	Interlocking	Selection of train route and control of signalling facilities
	Display control board	Display of track condition and signal condition, lever position
Performance	Power source voltage	200 V $\pm$ 40 V AC 50 Hz, DC 24 V $\pm$ 10 percent
	Environment conditions	Temperature
Humidity		95 percent or less
	Connection to outside equipment	With an arrester

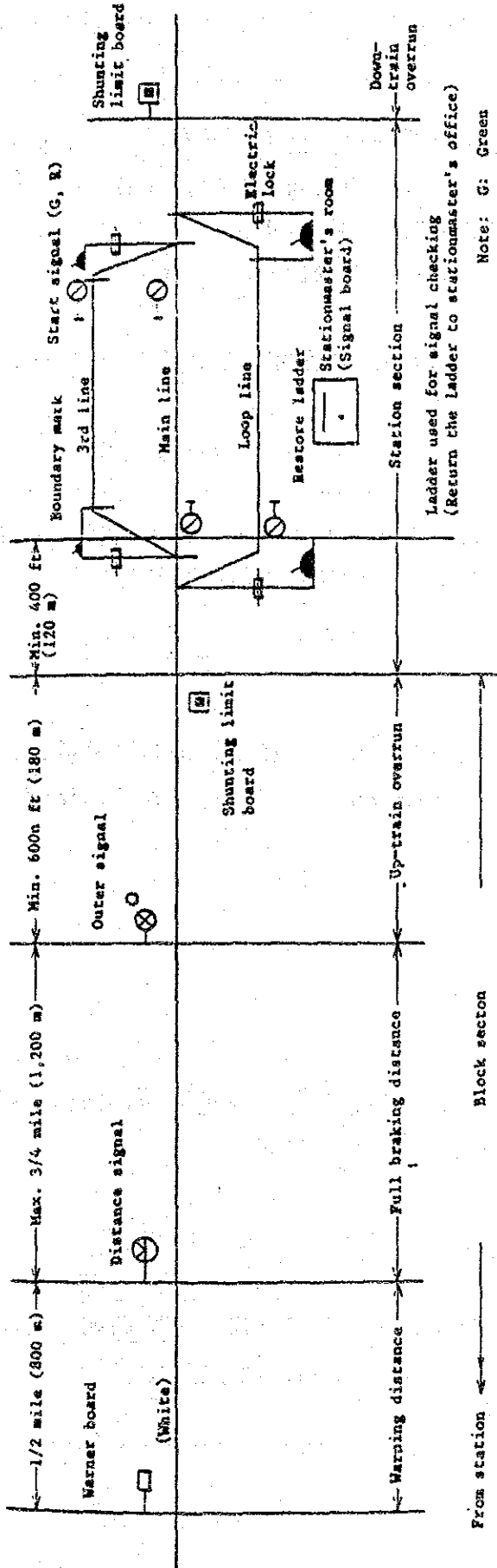
Source: Study Team

(b) 地上信号機

場内信号機、遠方信号機及び出発信号機を設置する。各信号機の見通しは1.5kmとする。見通し距離の小さくてよい信号機は信号機内の変圧器を用いて電圧調整を行う。信号機のレンズを投石により破損しないような防護を行う。

地上信号機の設置位置を図5.4.2に示す。

Color Light Signal System for Signalling on the Main Line



Route	Train Operation		Signal indication	
	Pass	Stop	Distance	Start indication
Main line	Pass	Stop	G Y,Y	G R
Loop line	Pass	Stop	Y,Y Y,Y	G R
Outer stop			Y	R
Main, loop	Start			G
Shunting			Y	R

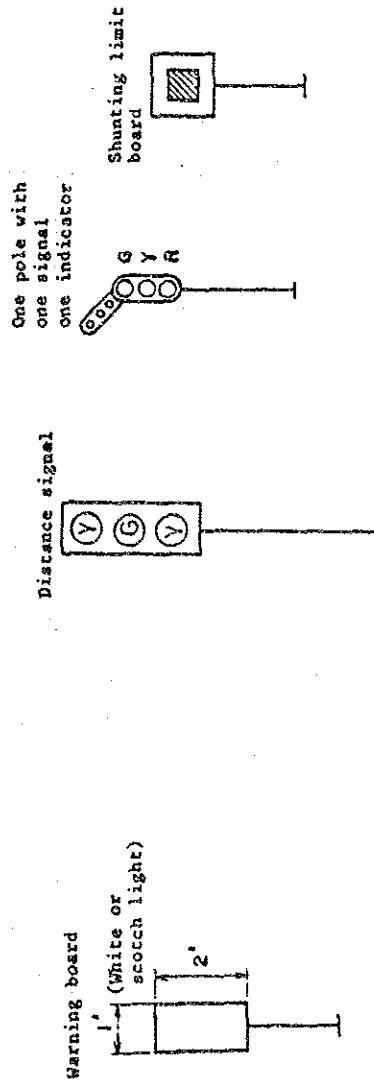


Fig. 5.4.2 Layout of Wayside Signal



## 2) 案-1

### (a) 閉塞装置

#### a) 複線区間

トークンレス装置を用いる。短小軌道回路又はチェックイン、チェックアウトシステムによる列車検知に基づき、閉塞制御が行われる。

トークンレスの主な機能、性能を表5.4.10に示す。

チェックイン、チェックアウトシステムを図5.4.3に示す。

#### b) 単線区間

トークンによる閉塞管理を行う。現在BRCで使用しているトークン装置を手直しを行い使用する。

### (b) 列車分離チェック

#### a) 複線区間

アクセルカウンタによる軸数照合又はテールチェックによる後部車両検知による。アクセルカウンタの主な機能、性能を表5.4.11に示す。

#### b) 単線区間

駅長の尾灯管理による。

### (c) 簡易運行表示装置

列車運行表示装置への各駅からの情報入力、各駅からの電話連絡により人手で行われるか、又は駅装置を介して中央にデータ伝送される。情報伝送装置の機能及び性能を表5.4.12に示す。

案-1の主な設備数を表5.4.13に示す。

## 3) 案-2

### (a) 閉塞装置

電子式トークンによる閉塞制御を行う。列車検知はテールチェック装置により行われる。閉塞の取扱い及び許可は駅長が行う。又信号機の取扱いも駅長が行う。電子閉塞装置の機能、性能を表5.4.14に示す。

### (b) 列車分離チェック

テールチェック装置により列車分離チェックを行う。

### (c) 列車運行状況表示装置

各駅にある電子閉塞装置からの列車情報にもとづき最大15駅の列車運行表示を行う。列車運行状況表示装置の機能、性能を表5.4.15に示す。

案-2の主な設備数を表5.4.16に示す。

電子閉塞の詳細を付属資料5.4(3)に示す。

Table 5.4.10 Main Functions and Performance of Tokenless System

Item	Description
Function Blocking unit	Setting of operational direction and release of locking
Control display board	Display of track circuit conditions and signal conditions as well as the input of block lever conditions
Performance- Power source voltage	DC 24 V $\pm 20\%$
Environmental condition	Temperature 0°C - 50°C
	Humidity 95% or less
Connection to outside unit	With a safety device

Table 5.4.11 Main Functions and Features of the Axle Counter

Item	Description
Function Axle counting function	Proximity check of axle passing
Axle number verification function	To verify axle number using the transmission line between stations
Performance- Power source voltage	DC 24 V $\pm 20\%$
Frequency equipment	10 - 20 kHz
Detected train speed	0 - 120 km/H
Environmental condition	Wheel detector Temperature 0° - 60°C
	Humidity 30 - 100%
Equipment condition	Temperature 0° - 50°C
	Humidity 95% or less

Check-in/Check-out System

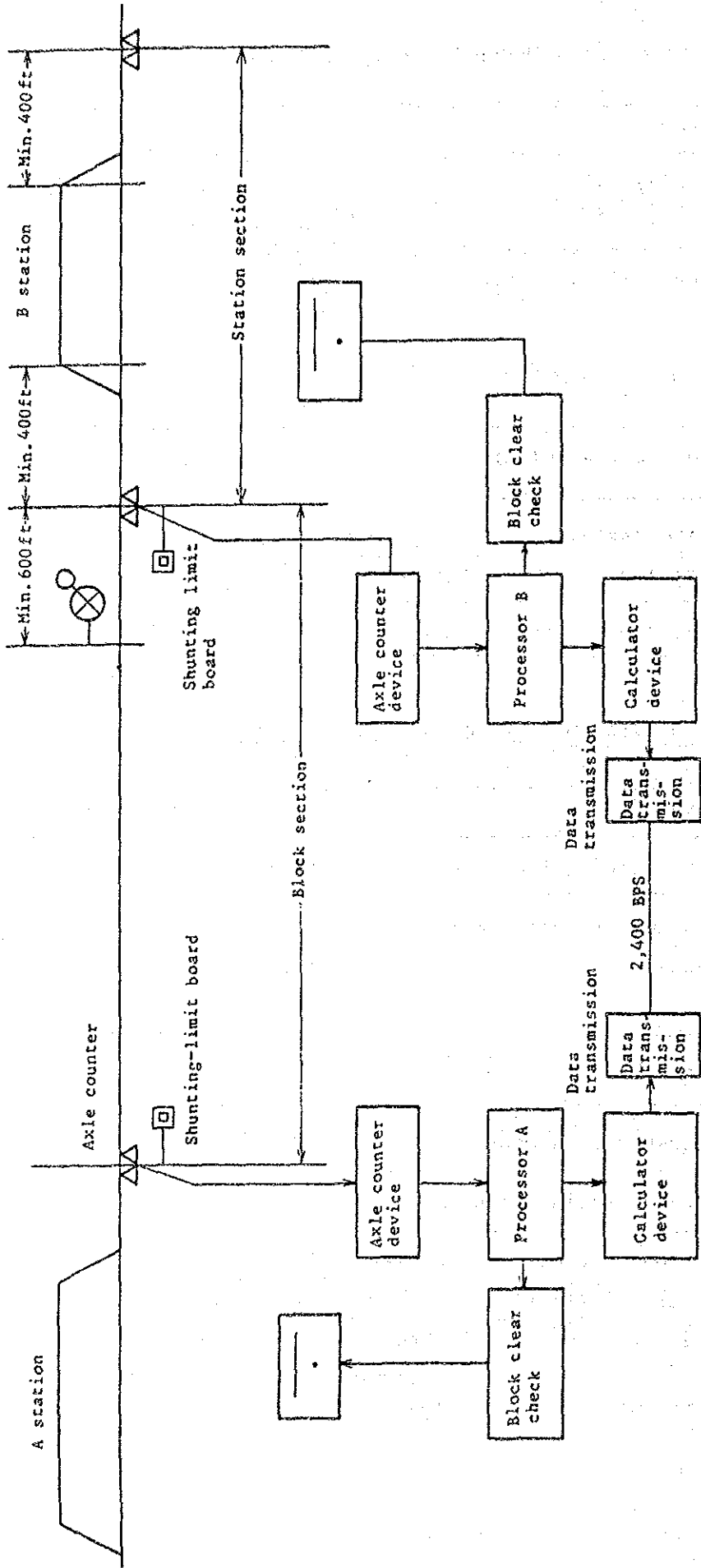


Fig. 5.4.3 Check-in/Check-out System

Table 5.4.12 Functions and Performance of the Data Transmitter

Item	Description
Function Display function	Display operational conditions of trains at major stations
Transmitting function	To receive data from major stations
Performance- Power source voltage	200 V $\pm$ 40 V DC 24 V $\pm$ 20%
ance	AC 50 Hz -10%
Data transmission rate	1200 BPS
Environmental condition	Temperature 0° - 50°C
	Humidity 30 - 90%

Table 5.4.13 Number of Tokenless Systems and Facilities in Draft-1

Equipment	Quantity
Tokenless system	Newly equipped for double sections
Token system	Improved for single sections
Point	Improved for all sections
Wayside signal	Newly equipped - do -
Point locking device	Newly equipped - do -
Short track circuit	Newly equipped for double sections
Engine generator	Newly equipped for all sections
Signal cable	Newly equipped - do -
Mechanical signal	Removed - do -
Level crossing equipment	Improved 20 sets
Axle counter or tail check	Newly equipped for double sections
Simple operation display unit	Newly equipped 4 stations
Data transmitter equipment	Newly equipped for all sections

(3) 計画A、Bに共通な設備

1) 転てつ装置

(a) 電気転てつ機

電気転てつ機は、回路制御器付として、鎖錠ロットは左右独立で割出し可能とする。制御は交流100V又は240Vとする。Pegu駅については、数年に1~2回程度冠水するため、設置位置をレール面上とする。あるいは、冠水しても支障のないように耐水形電気転てつ機を用いる。

Table 5.4.14 Main Functions and Performance of Electronic Token System

Item	Description
Function Blocking	Setting and unlocking of operational direction and check of train existence in block sections train
Logical	Checking of route condition and signal control Checking of train operation condition
Input/output	Condition check of field equipment and signal display
Transmission	Production and reception of data at each station
Train detection	Train detection by tail check device.
Perform- ance	Power source voltage DC 24 V +20% -10%
Environmental conditions	Temperature 0°C - 60°C Humidity 30 - 90 percent or more
Data transmission rate	1200 - 2400 BPS
Outside contact	With a safety device or photo coupler

(b) 電気鎖錠器 (電磁転てつ鎖錠器、回路制御器付)

電気鎖錠器の制御部分は防水形とする。鎖錠ロットは左右独立とする。

(c) 転てつリバー

現場扱いの手動転てつリバーとする。ラッチハンドルと電気鎖錠器によるロックを行う。BRC手配のものを使用する。

Table 5.4.15 Train Operation Display Unit

Item	Description
Function Operation display function	Display of train number and location of train
Train number control function	Control of train number
Performance Power source voltage	110V $\pm$ 10V AC 50 Hz
Environmental conditions	Temperature 0°C - 50°C
	Humidity 95 percent and less

Table 5.4.16 Number of Electronic Token Systems and Facilities in Draft-2

Equipment	Quantity
Electronic token system	Newly installed for all section
Point	Improved - do -
Point locking device	Newly installed - do -
Tail check	Newly installed - do -
Engine generator	Newly installed - do -
Signal cable	Newly installed - do -
Mechanical signal	Removed - do -
Level crossing equipment	Improved 20 sets
Operational condition display unit	Newly installed 4 stations

(d) 軌道回路

列車検知の方法として軌道回路を設ける。交流電化区間にも支障のない安価な直流軌道回路とする。出来るだけ現場機器を置かず機器集中を行う。

(e) 入換信号機

入換信号機は3ルート表示できるものとする。入換信号機のレンズは投石により破損しないよう防護を行う。

(f) 踏切警報機

列車の接近を軌道回路又は電磁トレッドルを用いて検知し、踏切看守人に警報を行いゲートを閉じる。ゲートの操作時間は2分間とし、接近点の位置は列車の最高速度から決める。自動しゃ断機は設けない。

踏切警報の設置数を表5.4.17に示す。

Table 5.4.17 The Amount of Equipment for the Level Crossing

Equipment		Quantity
Approach alarm	Newly installed	20 sets
Train detector	Newly installed	40 sets
Power source device	Newly installed	20 sets

Source: Study Team

(4) 比較検討

1) 計画Bの案-1、案-2の比較検討

案-1においては、トークンレス装置用の短小軌道回路、信号制御用制御盤、列車運行表示用の情報伝送装置を新設する。これらトークンレスの場合のコストは、案-2の電子閉塞システムに比較してかなり高くなる。案-2においては、各駅共通設備であり、各駅毎の部品は共通運用できる。案-1では閉塞回線と列車運行表示用の伝送路は共用できないが、案-2では共用できる。案-2では、各駅共通設備であるため工場における一貫作業が可能となり案-1に比較してかなりコストが安くなる。

計画Bについて案-1、2を比較検討した結果、コストの安い(約10%)案-2を採用する。

2) 計画A、Bの比較検討

計画A、Bの比較検討結果を表5.4.18に示す。