

Table 5.4.18 Comparative Study of Plans A and B (Draft-2)

Item	Alternative Plan A	Alternative Plan B
Handling regulations for operation	New rules and regulations are necessary, resulting in two types (old and new)	Alternations not necessary.
Training for operational handling	Training necessary.	Training not necessary.
Signal failure	All stations are manually dealt with.	Other stations will not be affected.
Commencement of operation	Commencement of operation on the completion of the whole line or a great part of the line.	Commencement of operation at every station.
ATS	ATS function is incorporated into the on-board system.	ATS function is not included.
Visibility of signal	Not hindered by weather conditions.	Sometimes hindered by weather conditions such as dense fog, etc.
Power consumption	Small because wayside signals are not used.	Comparatively large.
Vulnerability to theft or vandalism	Not vulnerable.	Vulnerable.

5-5 電源設備

5-5-1 改良計画

(1) 現状

大部分の駅が、EPCから電源供給を受けているが、Mandalay線全駅の約30%にあたる28駅が電源の供給を受けていない。特にMandalay駅近くの駅に供給されていないところが多い。

大駅においては、発動発電機の設備があるが、油の供給が十分でなく又保守が行き届いていないため十分活用されていない。又故障修理のため取外してある駅も見受けられた。

(2) 改良計画

長期近代化計画では、当初、電源供給のある駅は、予備用の発動発電機を、電源供給のない駅は常用、予備とも発動発電機を用いる計画とした。しかし発動発電機の場合、油の供給と保守困難の問題があることから、代案として、太陽電池を採用する方法と隣接変電所から電源を供給する方法の2案について検討を行った。比較検討の結果を表5.5.1に示す。

Table 5.5.1 Alternative Plan of Power Source

Condition of power supply	Scale of station yard	Plan A		Plan B	
With EPC power source	Large	Main power source:	EPC	Same as left	
		Stand-by power source:	Engine generator		
	Small	Same as above		Main power source:	EPC
				Stand-by source:	Solar cell
Without EPC power source	Small	Main power source:	To be supplied via newly laid power cable from nearby power substation	Main power source:	Solar cell
		Stand-by source:	Engine generator	Stand-by source:	Engine generator
	Level crossing	EPC power source from nearby power substation		Solar cell	

Source: Study Team

B案については、負荷容量及び日照時間により太陽電池及び、蓄電池の大きさが決められ、負荷が数百ワットの場合は、隣接変電所からEPC電源を給電する方法と比較すると約数倍の経費を必要とし、A案が経済的に有利であると判明した。これにより電源の無い小駅及び踏切の電源はA案を用いる。

5-5-2 機能仕様

(1) 発動発電機

空冷式、自動起動、低騒音形のユニットタイプとする。

大構内 (4~10KVA)

小構内 (1~2KVA)

(2) 隣接変電所からの電源供給

隣接変電所からの電源供給は、架空電線とする。

a. 電源は3相11KVとする。

b. 1駅当りの負荷は3KVAとする。

c. 架空線は22mm²の線又は絶縁線とする。

d. 電柱は古レールを用い碍子はピン碍子とする。

e. 電柱スパンは50mとする。

電源供給について架空電線と太陽電池を比較した結果、架空電線に比べ太陽電池は約3.8倍のコスト高となる。

5-6 設備改良の効果

設備改良に伴う効果は次のとおりである。

(1) 列車速度の向上

軌道、信号及び踏切の改良により列車速度が向上し、到達時分が大幅に短縮される。(軌道、通信及び信号のそれぞれの計画に対する時間短縮率は同じである。)

(2) 定時性の改善

軌道及び信号の改良により設備故障が減少し、列車の定時運転が確保される。また、指令システム及び通信網の整備により情報の連絡が迅速化されて、運転整理作業の能率が向上する。

なお、通信の計画Aにおいては、列車無線の導入により、機関車故障が発生した時、連絡がスムーズになり列車の整理時間が短縮されるので定時性が更に改善される。

(軌道及び信号のそれぞれの計画に対する改善率は同じであるが、通信の計画AとBとでは、定時性の改善率が異なる。)

(3) 安全性の向上

軌道及び信号の改良により、運転保安度が向上し、運転事故の発生件数が減少する。

信号の計画A及びBについては、閉塞装置の取扱い及び列車分離のチェックが確実化される。

特に、信号の計画AのATSは、乗務員の取扱いミスによる事故を防止できる。

(4) 線路容量の増大

列車の速度向上及び定時性の改善により、線路容量が増大する。

(5) 車両運用の効率化

列車の速度向上及び定時性の改善によるほか、指令電話及び列車運行表示装置の設置により車両の運用効率が向上する。

このほか、貨車情報処理装置及びファクシミリの導入により貨車の運用効率が向上する。

(6) 運転用燃料費の節減

ロングレール及びPCマクラギを採用することによりレール継目部の衝撃がなく、軌道狂いが小さいことから列車の走行が円滑になり、列車の走行抵抗力が軽減される。

この結果、運転用の燃料消費量を節減できる。(軌道の計画A、B及びCにより、節減率が異なる。)

(7) 車両損傷の減少

軌道改良により、列車の走行が円滑になり、車軸及びスプリングの折損のほか車両各部の損傷が減少する。

この結果、車両修繕費を節減できる。

(軌道の計画A、B及びCにより、節減率が異なる。)

(8) 保守費の節減

ロングレールはレールの継目がないためレールの耐用年数が延伸し、PCマクラギは木マクラギに比べて耐用年数が非常に長く、自重で軌道狂いの発生が少ないことから、バラストのつき固め及び通り直しの保守周期が延伸されるなどから保守費の節減ができる。

このほか、レール交換によって発生する古レールは、他の線区で再使用が図れ、軌道の投資を節減できる。

但し、通信及び信号の保守費は設備増のため増加する。
(軌道の代案A、B及びCにより、節減率が異なる。)

(9) サービスグレードの向上

到達時間の短縮、定時性及び安全性の向上によりサービスグレードが大幅に改善される。更に、旅客案内装置の設置により旅客へのサービスが改善される。

一方、貨車情報処理装置の導入により、貨物の到着日時が明確になり、荷主へのサービスが改善される。

これらのほか、軌道改良により列車の乗心地が大幅に改善される。

(10) 業務能率の向上

基幹通信網、電話交換、指令設備の整備及び列車無線の導入により情報連絡が迅速化され、業務能率が向上する。このほか、事故復旧時の操配及び異常時の線路警備等の連絡が円滑になる。

各項目毎の効果の内容は表5.6.1に示すとおりである。

5-7 設備改良の準備

5-7-1 軌道

(1) 軌道工事の要員

軌道工事に従事する概算要員数は次のとおりである。但し、工事期間を9年間とし、1年間当りに換算したものである。

- 技術員.....	6名
- 監督員.....	24名
- 熟練工.....	210名
- 一般作業員.....	270名
計	510名

(注) 計画Aの場合

(2) ロングレールの敷設標準

ロングレールの敷設は次に掲げる標準に基づき実施するものとする。

1) 軌道構造の標準

- (a) レールは原則として新品を使用する。やむを得ず古レールを使用するときは新品と同様のものとする。

Table 5.6.1 Details of Effects by Item

Item	Effect	Track Plans A, B & C	Telecom Plans A & B	Signal Plans A & B	Train Control	
1. Speed up	Express train Ordinary train Freight train	14 H → 10 H 19 H → 14 H 37 H → 25 H	o	-	o	-
2. Improved operational punctuality	Communication Reduction ratio of delay time	A B 90% 85%	o	o	o	o
3. Improved safety	Signal Reduction ratio of number of accidents	A B 75% 60%	o	o	o	o
4. Increased track capacity		60% UP	o	-	o	-
5. Effective rolling stock operation		16%	o	o	o	o
6. Reduced fuel consumption for operation	Track Fuel Consumption	A B C 6% 5% 4%	o	-	-	-
7. Decrease in amount of rolling stock damage	Track Rolling stock Repair cost	A B C 9% 7.5% 6%	o	-	-	-
8. Reduction of maintenance cost	Track Maintenance cost	A B C 100% 112% 147%	o	•	•	•
9. Higher grade of service			o	o	-	o
10. Higher business efficiency			-	o	-	o

(Remarks) The effect in Phases 1 and 2 is to be divided according to the train km or track length.
o Effect expected according to improvement
• Maintenance cost increase expected

- (b) ロングレールの両端には伸縮継目を使用すること。
- (c) やむを得ず緩衝レールを使用する場合は熱処理された継目及びボルトを使用すること。
- (d) 伸縮継目の前後の継目部は原則として溶接すること。
- (e) PCマクラギを使用すること。

- (f) ロングレール区間で無道床の橋梁上においてレール及びマクラギと橋げたの締結は横方向の十分な強度を持った構造し、浮き上がり防止を行う。
- (g) 橋梁上のレールの締結部は原則として縦方向の抵抗力を持たない構造とすること。

2) 設定温度の標準

ロングレールの設定温度は次に掲げる範囲内とする。

- － 予想されるレールの最高温度より35℃以上低くないこと。
- － 予想されるレールの最低温度より40℃以上高くないこと。

3) ロングレールの敷設方法

- (a) ロングレールの敷設予定区間は、事前に軌道状態が良好で、かつ、軌道狂いの発生が少ない状態に整備しておくこと。
- (b) ロングレールの積込み及び取卸しは、レールにくせまたは損傷を与えないように行うこと。
- (c) 本線路に接近してロングレールを仮置きする場合は、座屈を起さないように措置すること。
- (d) ロングレールの敷設は温度変化の少ない時期及び時間帯を選んで行うこと。
- (e) 伸縮継目のロングレールと受けレールの重なり位置は次のとおりとする。
 - a) 設定温度と中位温度との差が5℃未満のときは、伸縮継目のストロークを中心に合わせること。
 - b) 設定温度と中位温度との差が5℃以上のとき、その差±1℃につき、1.5mmの割合で調整すること。

(3) 軌道工事の標準

軌道工事を能率良くしかも安全に推進するために、軌道工事の標準を定めて、工事を実施するものとする。標準の主な項目は次のとおりである。

- － レール交換
- － 分岐器交換
- － マクラギ交換
- － バラストつき固め
- － 曲線の整正及び通り直し

なお、細部は付属資料5、6「軌道工事の標準」による。

(4) 工事用の機器類

軌道改良工事に使用する機器は現在所有しているものを活用するほか、次に掲げる機器及び測定用具を配備するものとする。

- 軌道モーターカー
- レール交換機
- レール切断機
- レール穴開け機
- レール運搬機
- レールベンダー
- チルホール
- 遊間整正器
- トロリー
- 内燃発動機 (EG)
- タイタンバ (ハンドタイプ)
- トラックジャッキ
- 低ローラ
- レール摩耗測定計
- レール継目ゲージ
- レール温度計
- スチールテープ (L=30m)
- 標準ゲージ (軌間及び水準)

5-7-2 通信及び信号

(1) 組織

新しい設備の設置に当り、その計画及び工事の監督を行うため、図5.7.1に示すような組織が必要であろう。

	Divisional Engineer (1)					
	Signalling		Telecommunication			
	Electronic block	Electronic interlocking	UHF	Exchange	Train radio	Cable
Assistant inspector and senior fitter for work supervision	2	1	3	2	3	5
Junior fitter for work plan	2	1	1	1	1	1
Junior fitter for design negotiation	2	2	1	2	2	2
Assistant fitter for minor work	5	5	3	2	3	3
Total	11	9	8	7	9	11

Fig. 5.7.1 Organization for Installation

Source: Study Team

(2) 設置の標準

通信及び信号設備の設置工事を行うための標準を整備する必要がある。

信号設備設置の標準に関連して、その保守方法の概要を第7章に述べている。

第6章 PCマクラギ、レール溶接及び
巻石

第6章 PCマクラギ、レール溶接及び碎石

6-1 概要

軌道は次の材料により構成される

- レール及び締結装置
- マクラギ
- バラスト

これらの材料は使用の対象となる線路の等級又は種別により品質形状が異なることは各国に共通したことである。

第5章で述べたとおり、Rangoon~Mandalay線の軌道改良計画は現在の軌道材料を新たな規格の材料と交換し、バラストを所定の数量散布して軌道を強化させるものである。Rangoon~Mandalay間は延長620Kmで内362Kmは複線区間であることから、改良工事に必要な軌道材料の数量は多量となる。これらの材料はBRC及びその他で製造されているが、その製造量は少なく現在の保守量を充すにも不足している。

一方、今回の計画のように現在使用されている定尺レールを長尺レールにし、木マクラギをPCマクラギに交換するような改良では、工事を実施する区間又は延長を検討しなければならない。

この検討は、現在線の線路状態、即ち曲線半径、橋梁、踏切、駐車場の位置と規模等であり、この結果より改良工事の延長、特にロングレールの延長と区間が決められる。

以上の条件に加え工期、材料確保条件等を考慮して本計画の改良工事の延長を選定したのが表6.1.1である。

この改良工事に必要な軌道材料の確保のためには、BRCの現有施設の他に新たな施設を建設して、各材料を製造して工事の推進を計る必要がある。

新たな施設としては、レール溶接のためのレール溶接工場及びレール交換現場附近の現場基地、PCマクラギ工場及び碎石場の機械化等があるが、これらの概要は次項に示す。

線路改良工事はレール、マクラギ、バラスト（特にロングレールの場合）の内一つでも欠けると軌道が完成しないので、特に新たな施設の整備と製作技術の取得は、BRCにとっては本計画を完成させるための必須条件である。

Table 6.1.1 List of Quantity for Alternative Plans

Type of Track	Construction Condition			Alternative plan		
	Rail	Sleeper	Ballast	A	B	C
Long-welded rail (KM)	Replacement	PC	New	610	490	410
Jointed rail (KM)	Replacement	PC	Existing	145	265	25
	Replacement	Wood	Existing	-	-	320
Jointed rail (KM)	Replacement	Wood	Existing	45	45	45
Existing rail (KM)	Remains	PC	Existing	177	27	27
Existing rail (KM)	Remains	Wood	Existing	10	160	160
Total (KM)				987	987	987
PC sleepers (1,000 pieces)				1,410	1,180	700
Ballast (1,000 m ³)				630	590	530

Note: Refer to Section 5-2-1, (3), on the concept alternative plans A, B and C.

6-2 PCマクラギ

6-2-1 区間別数量

今回の軌道改良計画で現在の木マクラギをPCマクラギに交換することになるが、交換するPCマクラギの各計画毎の数量は表6.2.1のとおりである。

6-2-2 PCマクラギの製作工法

PCマクラギの製作工法には次の2工法がある。

- プリテンション工法
- ポストテンション工法

現在のPCマクラギは上記の2工法で製作されているが、製品としての優劣は特になく、製作方式の違いだけである。その違いは次のとおりである。

- コンクリートに圧縮力を導入する場合、プリテンション工法ではコンクリートと鋼材の付着力によるが、ポストテンション工法では付着力によらない。

Table 6.2.1 Number of Sleeper Required for the Mandalay Line

Track Section	Number of Sleepers		
	Alternative Plan		
	A	B	C
Rangoon - Pegu	215,000	215,000	215,000
Pegu - Toungoo	551,000	445,000	205,000
Toungoo - Pyinmana	280,000	227,000	130,000
Pyinmana - Thazi	178,000	143,000	60,000
Thazi - Mandalay	186,000	150,000	90,000
Total	1,410,000	1,180,000	700,000

一 上記の差によりプリテンション工法では鋼材に主として鋼線を、ポストテンション工法では鋼棒を使用する。

一 製作の差はプリテンション工法では鋼線をコンクリート打設前に緊張してコンクリートを打設するのに対し、ポストテンション工法ではコンクリート硬化後に鋼棒を緊張する。

以上のように両工法は使用材料、製作方式に差があるため、PCマクラギの製作設備に違いが生ずる。以下両工法の概要を記載する。

(1) プリテンション工法

1) 製作方式

PCマクラギを製作する場合のコンクリート打設方式には次の方式がある。

ロングライン方式  固定ベンチ
移動ベンチ

インディヴィジュアルモールド方式

以上の方式を以下に説明する。

2) ロングライン方式

この方式がプリテンション工法の一般的な方式で、作業順序としてはPCマクラギの型枠を縦方向に15cm~20cm間隔で並べ、PC鋼線をこれらの型枠総てを貫通させ、緊張された状態で両端を固定する。この両端の固定装置が固定された固定台枠に取付けられる形式が固定ベンチ方式で、固定装置が橋桁の

ような構造体に取付ける形式が移動ベンチ方式である。固定ベンチ方式では固定台枠の間隔を100m程度まで取れるが移動ベンチでは長さに制限がある。

3) インディヴィデュアルモールド方式

この方式のPC鋼線(棒)はコンクリートの打設前に緊張する。緊張された鋼線は個々の型枠に固定される。したがって型枠は縦方向に並べることはなく横に2~3本並列させる。

この方式では製作が流れ作業で実施出来るが型枠で緊張力を受けるので、型枠を強固にする必要があり、かつ鋼線の定着に特殊な装置が必要となるので日本等では採用されていない。

4) プリテンション方式の選択

以上の3方式にはそれぞれの長所短所があるが、この計画ではPCマクラギの製作量、工期、製作工場の立地条件等よりプリテンション工法によるロングライン方式の固定ベンチ方式とする。図6.2.1にプリテンション工法の固定ベンチ方式の工場概略図を示す。なお、この工場の生産量は1日200本である。

Rangoon~Mandalay間の軌道改良に必要なPCマクラギは約1,410,000本(計画A)であるが区間別の予定生産量は表6.2.1に示すとおりである。1工場当り日産200本が標準的な生産本数と想定されるので、この数値を最大生産目標値とした。

概略図に示すとおり、マクラギの生産目標200本/日に対して型枠準備数は400本(35列×3本)×4ライン=420本≒400本となっている。

これは後で説明するように(35列×3)×2ラインを1組とし、A班及びB班に分けて各作業班が交互にマクラギ製作に当るためである。

この工場はRangoon~Mandalay間に数ヶ所新設し、工事に併せて工場の移設を計画しているので、工場の建物は出来得る限り古いレールを使用する等軽便化を計る必要がある。

5) PCマクラギ製作の作業順序

第1日

A作業班

- PC鋼線切断及び型枠外し(コンクリートは前日打設)
- 型枠清掃及び塗油
- 型枠定位置設置
- PC鋼線架設及び第1次緊張

- 締結装置の部品のその他取付
- PC鋼線を本緊張（片方の定着装置を移動し、同時緊張）
- 型枠の横型枠（縦方向の開口部）の組立

B作業班

- コンクリート打設及び養生

第2日

A作業班

- 第1日のB作業班の作業

B作業班

- 第1日のA班の作業

ビルマの気温は高いがコンクリートの養生は工程上蒸気養生により脱型を早め型枠の回転を早める必要がある。

(2) ポストテンション工法

1) 製作方式

ポストテンション工法には製作により次の3方式に分けられる。

- 硬化後脱型方式
- 半即時脱型方式
- 即時脱型方式

ポストテンション工法は鋼材にPC鋼棒を使用し、このPC鋼棒とコンクリートの中に付着力が働かないようにしておき、コンクリートが硬化し必要な強度に達したら鋼棒を緊張しコンクリートに圧縮力を与える方式である。

PC鋼棒とコンクリートの付着を絶つ方法としては、今迄はコンクリートの打込時に型枠内に入れておいた成形棒をコンクリート養生中に抜き取り、その後鋼棒をこの成形棒を抜いて生じた穴に挿入し、コンクリートの硬化後に緊張した後にモルタル等を鋼棒とコンクリートの間の隙間に埋る方式であった。

しかし、最近では鋼棒とコンクリートの中に付着力が生じないように鋼棒の表面に特殊な塗布剤を塗布した鋼棒を、初めから使用するアンボンド工法が一般的な工法となっている。

アンボンド工法では在来の工法のようなコンクリートの養生中に成形棒を

抜き取り、新たに鋼棒を挿入する作業が省略されるので製作工程は早くなり、かつ塗布剤による鋼棒の腐食防止が期待される。

ポストテンション工法の中の各工法はコンクリート打設までは同一であるが、打設後鋼棒に引張力を与える方式で3方式に分れる。

即ち、コンクリートが圧縮力を与えられる強度に硬化した後に脱型して圧縮力を与える方式が硬化後脱型方式である。

この過程でコンクリートの強度が所定の強度に達しない前に、脱型して別な方式でコンクリートの養生を行い、コンクリートが所定の強度に達したら圧縮力を与える方式が半即時脱型方式である。

これらに対してコンクリート打込み後、直に脱型するのが即時脱型方式である。脱型後の方式は他の方式と同じである。

2) ポストテンション工法の方式選択

硬化後脱型方式はコンクリートの養生を特殊な方式によらないので、型枠の転用は3方式の内最も悪いが、他の方式と比較すれば軟いコンクリートが使用出来るので、コンクリート振動締固機等が不用となり設備は最も簡易となる。

他の2方式はコンクリートの養生に特殊な設備が必要となり、外即時脱型方式は非常な硬練りなコンクリートと強力な締固機が必要となる。しかし型枠の転用は良い。

以上より、本計画ではポストテンション工法の場合は硬化後脱型方式を採用した。この方式の採用の理由は型枠の転用は他の方式より悪いが、設備費が最も少なく、かつコンクリートの打設が他の方式より容易で特殊な技術を必要としない等の利点があり、型枠の転用は特に障害とはならないためである。図6.2.2にポストテンション工法の硬化後脱型方式の工場の概要を示す。この工場の生産規模は200本/日でプリテンション工法と同一である。但し、ポストテンション工法の場合は型枠の準備数は日当り生産量と同数でよい。以下作業手順を述べる。

3) 作業手順

第1日の作業手順

これらの作業は2つに分れる。

a) PCマクラギ本体

— PC鋼棒緊張

- 両端面モルタル仕上
- 最終検査
- 集積場へ小運搬
- b) コンクリート型枠
 - 型枠清掃及び塗油
 - 締結装置部品他取付
 - PC鋼棒取付け
 - 様型枠取付け
 - PC鋼棒固定
 - 最終検査
 - コンクリート打込
 - 集積、養生

第2日以降の作業は第1日と同じとし、コンクリート養生はプリテンション工法と同じ。

6-2-3 工場設備

PCマクラギの1日生産量を200本とした場合の工場設備は次のとおりである。

(1) ポストテンション工法

<u>Description</u>	<u>Specifications</u>	<u>Unit</u>	<u>Quantity</u>
Plant building facilities	Reduced building framing with discarded rails, zinc coated roofing	m ²	1,660
Concrete mixer	1.5 m ³	ea	1
Concrete sleeper mould	Steel, 4.3 mm thick	ea	420
Pretensioning jack		ea	4
Jack anchoring abutment	Steel	set	4
Overhead traveling crane	4.0 ton capacity	ea	2
Concrete vibrator	Form vibrating	ea	3
Steam boiler	0.75 t/H	set	1

(2) ポストテンション工法

<u>Description</u>	<u>Specifications</u>	<u>Unit</u>	<u>Quantity</u>
Plant building facilities	Reused rail framing, zinc coated roofing	m ²	770
Concrete mixer	1.5 m ³	ea	1
Concrete sleeper mould	Steel 4.3 mm thk	ea	210
Pretensioning jack		ea	4
Overhead traveling crane	1.0 ton capacity	ea	2
Roller conveyer		set	1
Steam boiler	0.75 t/H	set	1

6-2-4 工場要員

PCマクラギを1日200本生産する場合の工場の要員は次のとおりである。

(1) プリテンション工法

<u>Description of Work</u>	<u>Classification</u>	<u>Skilled</u>	
		<u>Worker</u>	<u>Labourer</u>
Cut PC wires	Mechanic	4	-
Pretension PC wires	PC cable worker	2	2
	Jack operator	4	2
Clean mould	Labourer	-	6
Apply bond breaking agent	Labourer	-	6
Set mould	Carpenter	3	3
Install PC wires anchor	Steel setter	6	3
Bend reinforcing bar	Steel setter	8	8
Install reinforcing bar	Steel setter	6	3
Set bulkhead	Carpenter	3	3
Move PC sleeper within casting yard	Crane operator	1	8
Grout sleeper end	Plasterer	2	6
Remove mould	Labourer	-	6
Place concrete	Mechanic	2	-
	Concrete worker	12	6
	Equipment operator	2	-
Steam curing	Boilerman	2	-
Total		47	45

(2) ポストテンション工法

<u>Description of Work</u>	<u>Classification</u>	<u>Skilled</u>	
		<u>Worker</u>	<u>Labourer</u>
Move mould within casting yard	Concrete worker	2	-
Remove moulds	Mechanic	1	2
Pretension of PC bars	PC bar worker	4	-
Grout annular space with mortar	Plasterer	4	-
Move sleeper within casting yard	Crane operator	1	4
Clean mould	Labourer	-	3
Apply bond breaking agent	Labourer	-	3
Install PC bars hardware	Steel setter	1	1
Install PC bars	Steel setter	1	1
Set bulkheads	Carpenter	1	2
Fix PC bars	PC bar worker	1	-
Cast concrete	Mechanic	3	-
	Concrete worker	4	2
Transfer mould	Concrete worker	2	-
Steam curing	Boilerman	2	-
Total		27	18

6-2-5 PCマクラギの規格

PCマクラギの規格は次のように分けられる。

- (1) 曲線半径が600m以上の曲線及び直線の軌道用
- (2) 曲線半径が600m以下300m以上の曲線の軌道用

上記の区分は各々製作方式（プリテンション、ポストテンション）により更に2方式に分けられる。実際にはこの他にも特殊な用途に対するマクラギもあるが、ここでは前記4種類の内の2種のマクラギについて考える。

マクラギの配置は曲線部（R=600以下）では、配置本数を2～3本増加させるか、曲線用マクラギを使用するか何れかの方式による。

前記の曲線用マクラギは、外形寸法が直線用マクラギに比べ多少大きくなる外は直線と大きな差はない。

このため、外形寸法の差による曲線用型枠の準備及びマクラギ交換時の区分等の手間を考慮し、本プロジェクトでは特に曲線用マクラギを作らず曲線部で

も直線用（R=600以上）のマクラギを割増して敷設するものとする。

6-2-6 PCマクラギの製作工法の選択

(1) 比較の方針

PCマクラギの製作工法は既に記載したとおりプリテンション、ポストテンションの2方式がある。

この何れの工法によってPCマクラギを製作してもマクラギの品質に差はない。両方式の異いはプリテンション工法では主としてPC鋼線を使用し、ポストテンション工法では鋼棒使用することと圧縮力導入の方法の異いである。

従ってこれらの差異により、マクラギ工場の規模と機械等の設備に差が生ずることになる。

PCマクラギの製作工法の採用にはマクラギの品質が第1の条件になるが、品質に差がないとすれば第2の条件としては製作費、第3の条件として施工性等の比較により決定される。

(2) 製作費の比較

PCマクラギの製作費は次の3項目で構成される。

- － 直接費 PCマクラギを工場で作成する場合、直接製作に従事する労働者の賃金、セメント、骨材、鋼材等の材料費と使用する機器の損料等の費用の合計額
- － 間接費 PCマクラギを製作するための工場建設費と維持費及び諸設備費
- － 諸経費 工場及び本社の管理費

以上の費用は更に内貨と外貨に分類されるが、PCマクラギの製作では外貨が大きな割合を占めるので、この外貨の対象項目の金額を各々の製作工法別に比較したのが表6.2.2である。

表6.2.2に示すとおりプリテンション工法の材料費はポストテンション工法より安い。

しかし、間接費はプリテンション工法がポストテンション工法より高く、全体としてはプリテンション工法よりポストテンション工法が有利である。

Table 6.2.2 Comparison of Construction Cost (Foreign Currency)

	Pretension			Post-tension		
	Quantity	Unit	Amount (kyat)	Quantity	Unit	Amount (kyat)
Steel Material						
(I Beam Angle, etc.)	243,700	kyat 6 (Factory)	1,462,200	152,950	6 (Factory)	917,700
Equipment						
(Machine)	4,550,000	6	27,300,000	3,250,000	6	19,500,000
Sub-total			28,762,200			20,417,700
P.C wires	5,780	^t 13,000	75,140,000			
P.C Bars				6,350	^t 13,000	82,550,000
Sub-total			75,140,000			82,550,000
Total			103,902,200			102,967,700
						-934,500

(3) 施行性等の比較

各工法の特長は次のとおりである。

a) BRCは小規模(300~400本/週)ながらMahlwagonの工場でPCマクラギを製作している。したがって、基本的にはプリテンション工法によるPCマクラギの製作に関しての技術者と労務者は保有している。

このため、将来製作量の増加に対しては技術者、労務者の養成及び確保は、プリテンション工法の方がポストテンション工法より容易と考えられる。

b) 工場規模ではポストテンション工法はプリテンション工法より小さいので工場を建設、移動する場合、工期は短縮されて有利である。

(4) 工法の推選

PCマクラギを製作する場合の工法は各々の工法に特色はあるが品質、製作費

も差が少ないため、本計画ではPCマクラギの製作工法にはブリテンション工法を推奨する。

推奨の理由は次のとおりである。

- 材料費の大半を占めるPC鋼材は総て外貨となるので、この外貨の少ないことが本計画全体に対するBRCの要望であること。
- 技術者、技能工の養成と確保がブリテンション工法が有利である。
- PCマクラギ工場は極力BRCの保有する材料の利用を計り、マクラギ製作完了後の工場は他所に移動しないで他の生産に充たる等再利用を計れば間接費が節約出来る。

6-2-7 品質管理及び検査

PCマクラギの製作に当っては、製作仕様及び検査の方式を規程し品質の管理をしなければならない。

この仕様の項目は以下のとおりである。

- コンクリートの製作仕様
- マクラギ製作仕様
- 設計仕様
- 実施する検査及び試験項目

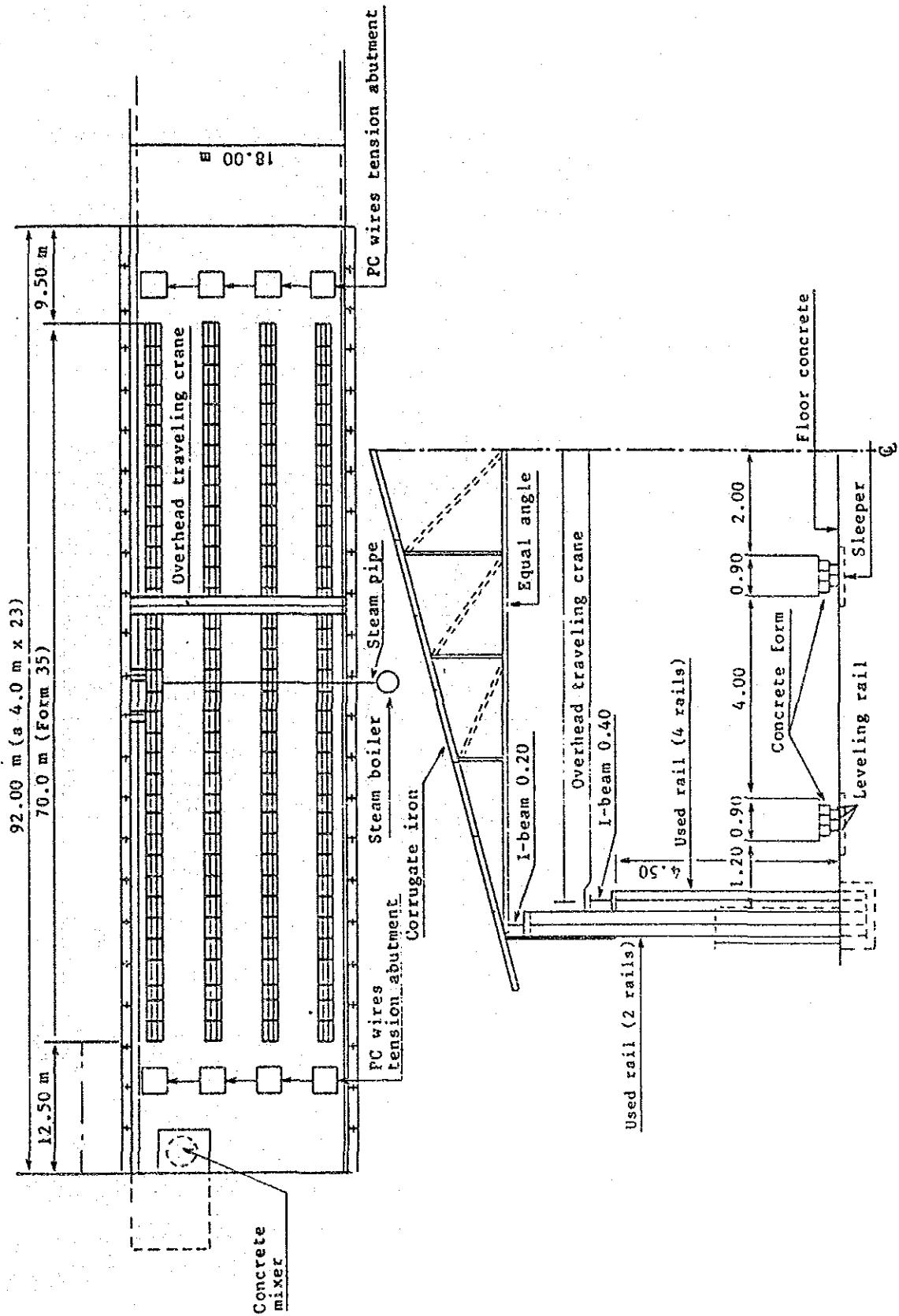


Fig. 6.2.1 Typical PC Sleeper Factory (Pretention) Layout

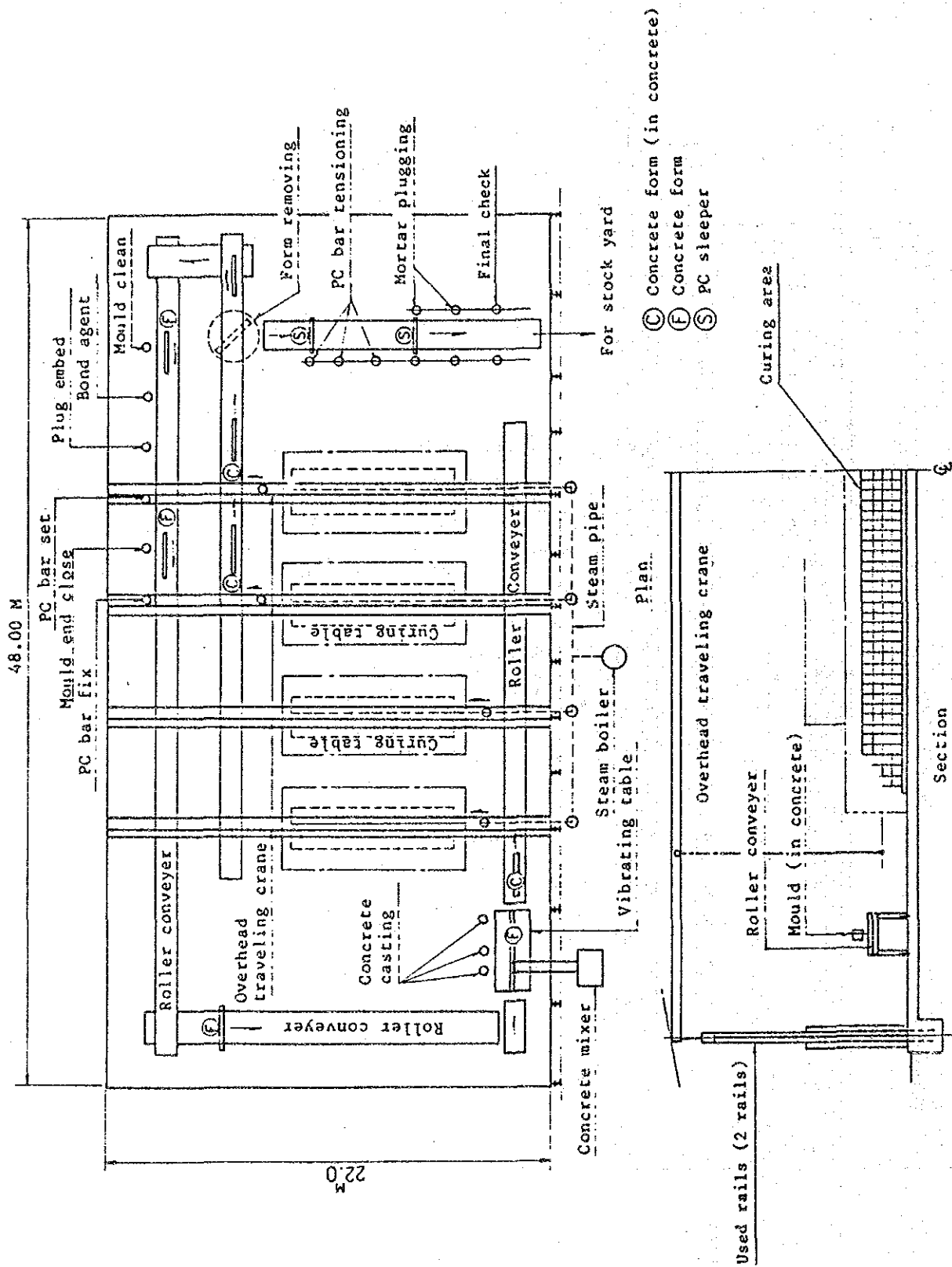


Fig. 6.2.2 Typical PC Concrete Sleeper Factory (Post-tension) Layout

6-3 レール溶接

6-3-1 溶接方式と数量

Rangoon~Mandalay間をロングレール化する場合、ロングレールの長さを仮に1,600mとし、橋梁(25m以上)急曲線(半径600m以下)及び停車場構内等ロングレール構造に適さない区間を除くと、全延長987Km(単線延長)の内、ロングレールの延長は約610Kmとなる。(計画A)

ロングレールはBRCの定尺レール(11,887m=39ft)を溶接して1本のレールとするもので、この場合の溶接はガス圧接工法とする。しかし、1,600mの長いレールでは輸送も困難となるので、定尺レールを先ず輸送可能な長さに溶接(1次溶接)し、これをレール交換現場に運搬する。このレール(1次溶接済)を現地で溶接(2次溶接)して1,600mの長さに仕上げる。このうち溶接数量の多いのは一次溶接でこの一次溶接の数量を表6.3.1に示す。

Section	Number of Welds		
	Alternative plan		
	A	B	C
Rangoon - Pegu	19,000	19,000	19,000
Pegu - Toungoo	45,000	44,000	22,000
Toungoo - Pyinmana	24,000	23,000	14,000
Pyinmana - Thazi	15,000	14,000	6,000
Thazi - Mandalay	16,000	15,000	10,000
Total	119,000	115,000	71,000

6-3-2 基地工法(工場)

(1) 基地設備の概要

基地工法は定尺レールを必要数集積して、このレールを溶接して運搬可能な長さの200mのロングレールを製作する。

この溶接基地の規模は図6.3.1に示すとおりである。また溶接基地の機械設備は次表のとおりである。

<u>Description of Equipment</u>	<u>Specifications</u>	<u>Quantity</u>
Rail welding machine	Gas pressure welding machine, TGP 119	1 set
Engine generator	8.0 KVA	1 set
Engine generator	5.0 KVA	3 sets
Winch	5 KW	1 ea
Gantry crane		15 ea
High roller		42 ea
Low roller		40 ea

上記の設備は定尺レールを17本溶接して、約200mのロングレールを製作する設備であり、このロングレールの長さが変われば設備は変る。

(2) 作業人員

溶接基地に於けるレール溶接の作業及び標準的な人員配置は下記のとおりである。

<u>Classification</u>	<u>Number</u>	<u>Description of Work</u>
Chief	1	Supervises all rail welding operations.
Trackman	6 (3)	Performs rail work.
Mechanic	10 (2)	Cut rails and performs finishing work on rails.
Welder	7	Performs rail welding.
Inspector	3	Inspects finished work and final inspection.

上記の人員はBRCの熟練工程度の技能工であり、()内は雑用として一般工を計上している。

また、BRCの技術員は溶接基地に1人～3人が必要となる。

(3) 溶接基地の設置

溶接工場（基地）で溶接されたロングレールは敷設現場まで工事用列車で、運搬される。

この工事用列車はトロ（工事用台車）とモーターカーにより編成されるので運搬速度は15Km/hある。

したがって、溶接基地とレール敷設現場との距離は、運搬、取り卸し、回送の時間を考えると30Km～40Kmが限度と考えられる。

一方、溶接基地の設備はその大半が移動可能な機器類であり、設置の条件としては基地の広さと整理が主たるものである。

中間駅の停車場の延長は500m以上あり、溶接基地の設置には大半の駅が可能である。

以上から溶接基地は一基地の担当区間を30Km～40Kmとし、この区間のロングレールの溶接が完了したら次の区間に移動して行く方式が工費、工程上より良策と考えられる。

6-3-3 現場工法

(1) 現場溶接設備の概要

溶接基地で200m程度の長さに溶接された長大レールを、敷設現場で更にこの長大レールを溶接して、所定のロングレールの長さに仕上げるこの溶接作業が現場溶接である。

現場溶接は約200m毎に溶接が実施されるので溶接機は溶接に合わせて移動するが、この移動は現在運転中の線路をトロを利用して行うので容易である。

なお、現場溶接の作業は基本的には基地溶接の手順が多少簡略されたもので溶接方式もガス圧接方式とする。

現場溶接の主設備を次表に示す。

<u>Description of Equipment</u>	<u>Specifications</u>	<u>Quantity</u>
Rail welding machine	Gas pressure welding machine, TGP 119	1 set
Engine generator	8.0 KVA, with diesel engine	1 set
Engine generator	5.0 KVA, with diesel engine,	2 sets
Trolley	With crane	1 ea
Trolley	Semi type	3 ea
Low roller		70 ea

(2) 作業人員

現場溶接の標準的な人員配置を以下に示す。

<u>Classification</u>	<u>Number</u>	<u>Description of Work</u>
Chief	1	Supervises all work.
Trackman	15 (3)	Performs rail work.
Mechanic	7 (2)	Performs finishing work on rails.
Welder	5	Performs rail welding.
Inspector	2	Inspects finished work.

上記の () は雑役として一般工を計上した。

また、BRCの技術者1人～2人が必要となる。

6-3-4 品質管理

レール溶接作業の仕上がり検査はつぎの各試験によらなければならない。

- 外観検査
- 浸透探傷検査
- 磁粉探傷検査
- 超音波探傷検査

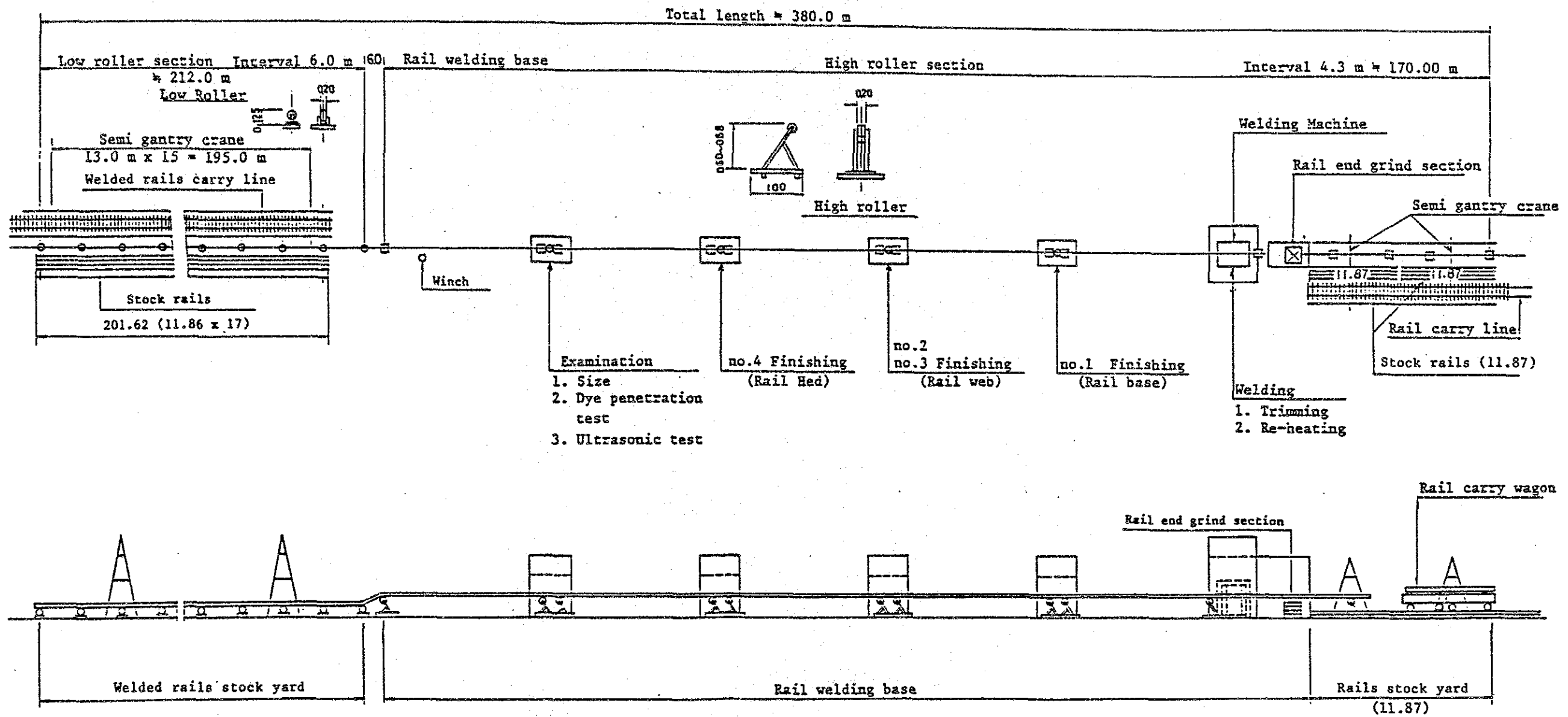


Fig. 6.3.1 Typical Rail Welding Workshop

6-4 バラストの生産と運搬

6-4-1 バラストの補充計画

Rangoon～Mandalay間の軌道強化に必要なバラスト量は約987,000m³で、その内、現在敷設済の355,000m³を差引いても約630,000m³が不足している。この630,000m³のバラストは軌道整備には必要不可欠な量である（計画A）。バラストの区間別内訳は下表のとおりである。

Section	Amount of Ballast (m ³)		
	Alternative Plan		
	A	B	C
Rangoon - Pegu	100,000	100,000	100,000
Pegu - Toungoo	246,000	230,000	201,000
Toungoo - Pyinmana	128,000	119,000	106,000
Pyinmana - Thazi	79,000	71,000	60,000
Thazi - Mandalay	<u>77,000</u>	<u>70,000</u>	<u>63,000</u>
Total	630,000	590,000	530,000
	(22,240,000 ft ³)	(20,830,000 ft ³)	(18,710,000 ft ³)

6-4-2 バラスト生産の現状と実績

Rangoon～Mandalay間の補充バラストは、現在はLashio線のTombo、Mandalay線のBelin及びMartaban線沿線の各碎石場より各々供給されている。

この内、Martaban線沿線の碎石場のバラストは空港改良工事で使用されるため、鉄道計画はTomboとBelinの碎石場からのバラストしか供給できない。

このTombo及びBelinの碎石場のバラスト生産は人力切崩し（一部機械、火薬使用）、人力小割であり、生産量は30m³～40m³/日と推定される。また、バラスト運搬として専用列車（DF1200+貨車20車両）を運転しているが、碎石場～現場間の往復に5日を要し年間Mandalay線に対し、12,000m³～13,000m³のバラストを運搬している。

しかし、この数量では生産量、運搬量とも新たな改良計画には対応は出来ない。碎石場の設備の強化、運搬方式の改良が必要となる。

6-4-3 新碎石場設備計画

既に述べたとおり、本計画の内、Rangoon～Toungoo間を一期工事とした場合、この区間のバラストはTombo及びBelinの碎石場から供給されることになる。また工期を6年とした場合、バラストの大半は約4.5年で生産することになる。このバラスト生産量は日産量とすれば約325m³となる。これを2碎石場で生産するとすれば160m³/日/碎石場となる。

(1) 碎石場の設備概要

バラスト量日産160m³に必要な原石（地山岩石）は300m³で、また碎石機の能力をバラスト/投入原石=0.6と考えれば

$$160\text{m}^3 \div 0.6 = 266\text{m}^3$$

となるが碎石力の余裕を考慮すれば300m³/日の能力が必要となる。新碎石場の概要は図6.4.1のとおりである。

なお主要な機械類は以下のとおりである。

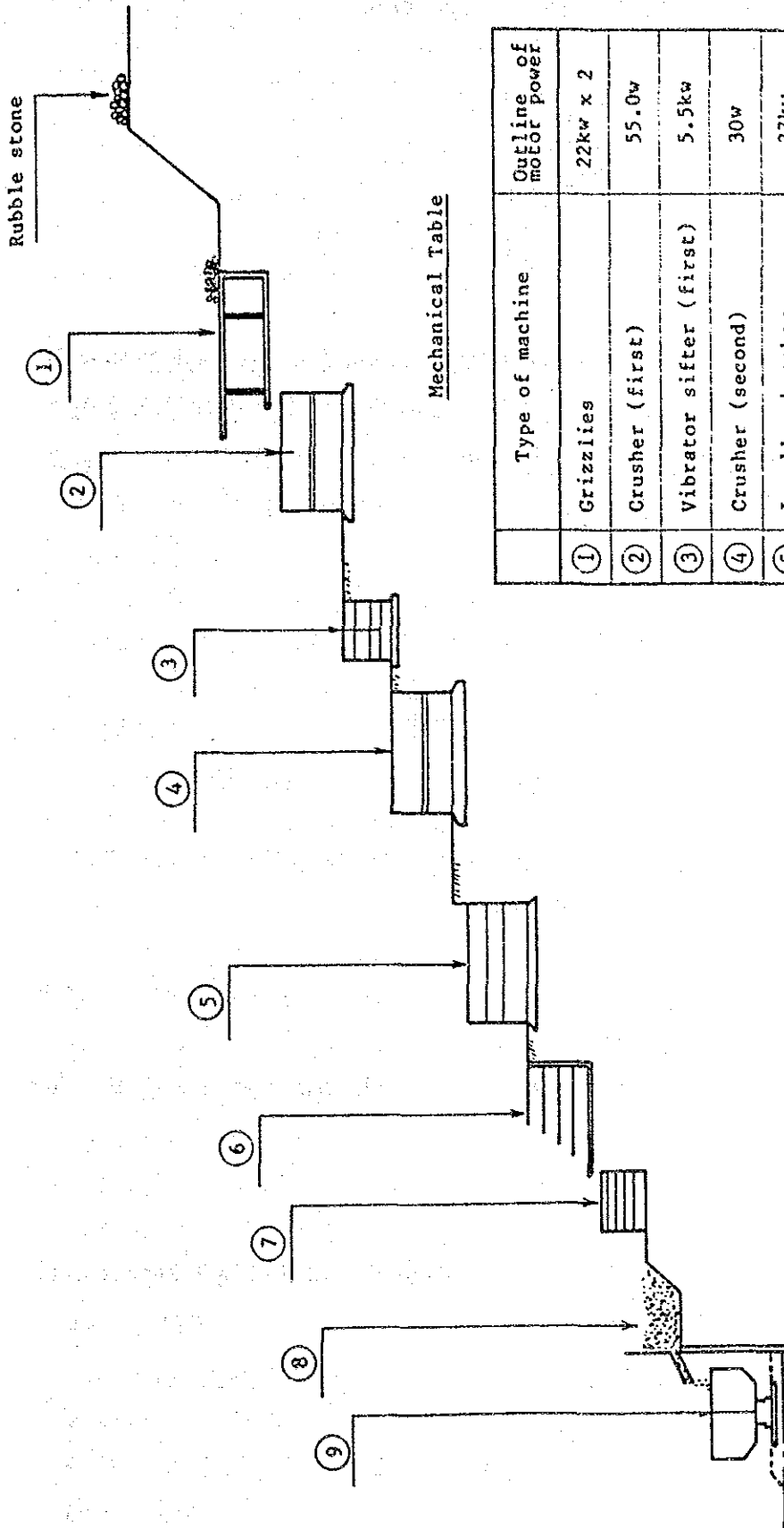
1) 切崩設備

- コンプレッサー	1組
- さく岩機	5～7台
- アルドーザー	1台
- パワーショベル	1台
- ダンプトラック	5台

2) 碎石設備

- グリズリ
- 碎石機（1次及び2次）
- 自動篩機（1次～4次）

これらの設備は採石量により規模は異なる。



Mechanical Table

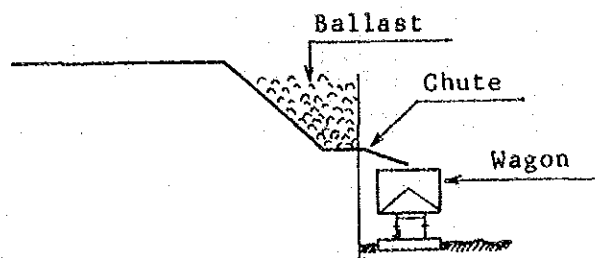
	Type of machine	Outline of motor power
①	Grizzlies	22kw x 2
②	Crusher (first)	55.0w
③	Vibrator sifter (first)	5.5kw
④	Crusher (second)	30w
⑤	Impeller breaker	37kw
⑥	Vibrator sifter (second)	7.5kw
⑦	Vibrator sifter (third)	3.7kw x 2
⑧	Ballast store	
⑨	Ballast wagon	

Fig. 6.4.1 Outline of Ballast Quarry Mechanical System

(2) 積込設備

碎石を貨車に積込む方式は一般には次の3方式がある。

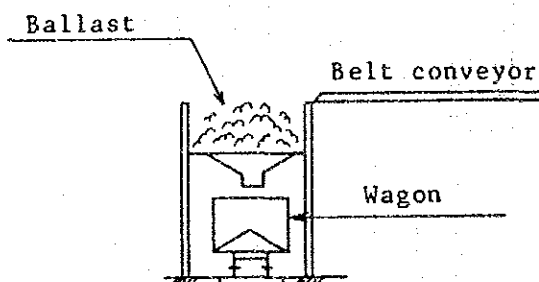
1) シュート積込



この方式は積込線に隣接してバラストを貯蔵し、貨車にバラストを積込むためシュートを設け、これによりバラストを貨車に落して積込む方式である。

積込の能率は良いが地形により設備内容が変わる。

2) バラストピン方式



この方式は、積込の能率は最も良いが設備費が他の方式に比べ高くなる。またピンの数により積込に貨車の移動が生ずる。

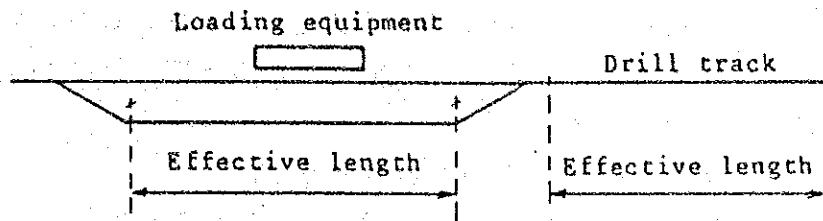
3) 人力積込

バラストの積込は総てが人力によるか、又は人力、ベルトコンベヤーによるもので能率は悪いが設備費は最も安い。

以上の各方式の内、Belin碎石場はシュート方式の採用は可能であるが、Tombo碎石場は人力方式か又は新たな設備となる。

(3) 積込線

バラストは空車の回送列車に積込むので、機関車の入換及び貨車の移動が可能となる次のような配線が必要となる。



$$\text{有効長} = (\text{貨車長} \times \text{貨車数}) + \text{機関車長} + \text{過走余裕}$$

6-4-4 バラスト列車輸送計画

(1) 砕石場現場間

Rangoon～Mandalay間の軌道改良工事の内、Rangoon～Toungon間のバラストは、他の工事との関係によりMandalayに近いTombo及びBelinの各砕石場に依存することになる。これらの砕石場はRangoonより624Km及び585Kmの位置にあり、運搬距離は極めて長い。

このため、通常の運搬方式ではバラストの確保は不可能と考えられるので、砕石場と工事現場の間にバラスト運搬専用列車を運行してバラストを運搬する必要がある。このバラスト運搬専用列車は、砕石場と工事現場の間を専用貨車30台程度を牽引し、ピストン輸送するものである。

この列車を運行するに当っては、現在の運行ダイヤの中に特にこの列車のための運行計画を定める必要がある。

以下、改良計画の輸送計画の概要は以下のとおりである。

1) 計画A

計画Aで、Rangoon～Toungoo間に補充を必要とするバラスト量は約346,000 m³で、この量を4.5年で運搬するには300m³/日となる。このためのバラスト運搬列車の編成は次のようになる。

機関車 (DF1,200) + 30×貨車 (10m³)

2) 計画B

計画Bで、Rangoon～Toungoo間に運搬するバラスト量は、330,000m³で工期を4.5年とすれば290m³/日で計画Aと大差のない量である。したがって、計画Bは計画Aと同様な計画となる。

3) 計画C

計画Cの運搬量は301,000m³で、工期を4.5年とすれば日当り運搬量は260m³となる。計画Cでバラスト運搬車を計画A、及びBと同数牽引するとすれば、運搬量に余裕が生ずるので機関車はバラスト運搬の間合に他の業務に流用が可能となる。

なお、ここでRangoon~Toungoo間を対象としたのは、この区間が碎石場より最も速く、かつバラスト量が多いため、他の区間ではこの区間の条件では余裕が見込まれるからである。

バラスト列車の必要車両は次のとおりである。

機関車	DF1200	2両	(2編成)
貨車	10m ³ ~15m ³	60両	(30両×2)

(2) バラスト基地 (碎石場~基地~工事現場)

1) 設置理由

今回の工事は、線路延長が長いためバラストの全体量は多いが単位当りの数量は少ない。

単純に考えてもRangoon~Pegu間のバラスト量は100,000m³であるが、この区間の線路延長は単線延長にして150Kmでバラスト量は1m当たり0.6m³となり、前記のバラスト専用列車の運搬量300m³は533mの間に散布されることになる。また、バラストの散布は軌道打上の場合には数回に分けて実施されるので1回当りの散布量は更に少なくなる。

このため碎石場からのバラストは直接工事現場に取り卸すほか、1時、仮のバラスト置場を設け、この置場に碎石場から運搬されるバラストを取り卸し、集積しておき、現場の必要に応じ、この置場から工事現場に小運搬する方式も必要となる。

この方式によると、バラスト専用列車よりのバラスト取り卸しが側線上で行われるので、本線の列車運行ダイヤに影響が少なく、小運搬する距離が短くなるので、バラスト小運搬の運行計画が容易となり、工事の工程を確保する上で有利な方式でもある。

更に、本線の運転事故等で運行ダイヤが乱れバラスト列車の定時運行の確保が困難な場合でも、工事用のバラストはこのバラスト基地の貯蔵で対応出来る。

しかし、運搬が分割されることにより、バラスト基地からの新たな運搬方式が必要となるほか、バラスト基地において、小運搬用貨車にバラストを積込む設備が必要となる。

以上を勘案して本計画では、このバラスト基地を次のよう設置することとする。

<u>Section</u>	<u>Distance (km)</u>	<u>Number of Stockpile Depots</u>
Rangoon - Pegu	75	2
Pegu - Toungoo	192	5
Toungoo - Pyinmana	95	3
Pyinmana - Thazi	130	2
Thazi - Mandalay	128	2

なお、碎石場に近いPyinmana～Mandalay間については碎石場でも調整が可能となろう。

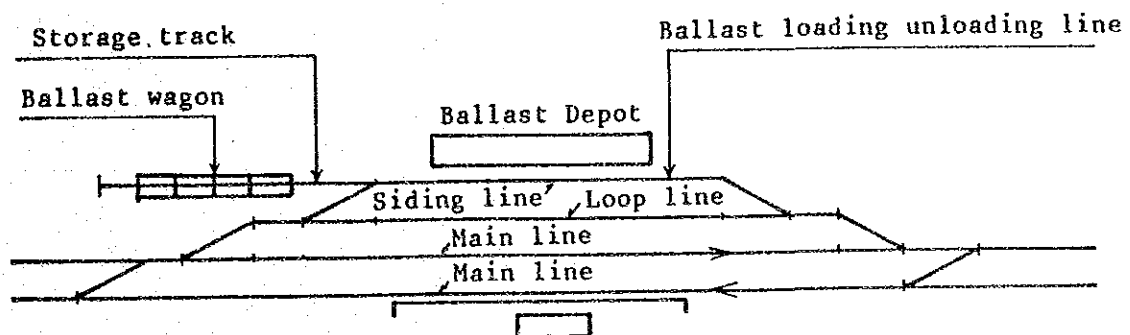
また、バラスト基地は工事の進行に併せ、必要な区間に設置されるので、設置数は常に変動する。

2) バラスト基地の設備概要

バラスト基地からバラスト散布現場までは工事用の運搬列車によるので、積込については、十分時間を確保出来、人力積込で対応が可能である。このため積込設備は特別な機械類は配置しないこととする。

但し、地域の条件で人力が確保出来ない場合には小型のトラックターショベル (0.3m³)が必要となる。

バラスト基地は主要駅間の中間駅を利用し、その標準的配置は次のとおりである。



3) 工事用バラスト運搬列車

バラスト基地からバラスト散布現場までは、工事用として軌道モーターカーによるバラスト列車で運搬する。また、この列車は各バラスト基地に1編成は必要となるが、牽引機は各作業区間の流用を計り、Rangoon~Toungoo間の工事では3編成と考える。

<u>Description</u>	<u>Specifications</u>	<u>Quantity</u>
Track motor car	Diesel engine driven, 185 PS	1 ea
Ballast wagon	8.0 - 10.0 m ³ /car	10 ea

6-4-5 バラスト運搬に必要な車両

(1) 碎石場~現場、又は碎石場~バラスト基地

牽引機	DF1200	2両
バラスト用貨車	10m ³ ~15m ³ /車	60両

(2) バラスト基地~現場

牽引機	軌道用モーターカー	3台
バラスト用貨車	3.0m ³ ~5m ³ /車	30両

第7章 保全管理及び養成計画

第7章 保守管理及び訓練計画

7-1 保全管理

7-1-1 軌道

軌道状態を良好で、かつ、一定の水準に維持するためには、効率的な保守体制を確立することが重要である。

このためには、軌道の検査及び保守作業の方法を改善することが必要である。

軌道の保守にあたっては、軌道検査によって、軌道狂い及び材料の損耗状態を把握し、これに基づいて、軌道整備及び材料更換の計画を策定し実施する。

(1) 軌道の検査

軌道の検査は次の項目について実施する。

- 巡回検査
- 軌道狂い検査
- 軌道材料検査

なお、細部については、付属資料7.1(1)「軌道検査の要領」による。

(2) 軌道保守の基準値

軌道整備及び材料交換は軌道保守の基準値を定めて、実施する。なお、細部の内容については付属資料7.1(2)「軌道保守の基準値」による。

(3) ロングレールの保守基準

ロングレールは次の事項に十分留意して保守を行う。

- 座屈の防止
- 過大伸縮及びふく進の防止
- レールの部分的損傷の防止

1) 軌道の整備

- (a) 局部狂いの発生し易い箇所（特に橋りょうの前後）は、特に注意して整備する。
- (b) 列車動揺の大きい箇所はその原因を追求し、すみやかに補修する。
- (c) ロングレールを敷設した曲線区間においては、高温の季節に入る前に円度整正を行う。

2) バラストの整備

- (a) バラストの肩幅は規定する値以上とする。
- (b) マクラギの側面を露出させない。
- (c) バラストの上層を十分に締め固めておく。
- (d) バラストの横方向の抵抗力は、400kg/m以上を確保する。

なお、バラストの抵抗力が不足する場合は、バラストの肩部に余盛りを行うと効果的である。

3) 保守作業の制限

レール温度が基準設定温度を越えた場合、こう上量が10mm以上のバラストつき固め作業及び通り直し作業は、努めて、避けなければならない。

但し、作業中にレールの温度が急上昇して、基準設定温度より高くなった場合は、すみやかに、バラスト上層の締固めを行う。

4) 基準杭の設置及び監視

ロングレールの中央部付近及び可動区間に基準杭を設置し、一定期間ごとに、レールのふく進状態及びレールの伸縮量を監視する。

5) 保守台帳の作成

ロングレールを敷設した場合は、ロングレールの保守台帳を作成し、必要事項を記録する。

(4) 保守体制及び保守要員

Rangoon~Mandalay間の保守体制は現在10箇所に保線区 (Permanent Way Inspector Depot) が配置されている。このほか、Rangoon、Pyinmana及びMandalayの3箇所に機械保守班 (Mechanized Track Maintenance Gang) が配置されている。

将来において、列車のスピードアップ及び輸送量の増加が見込まれている。軌道はロングレールの導入及びPCマクラギの採用により、現行に比べて、保守作業の総量が軽減されることから、現行の組織及び保守要員で、おおむね対応が可能であると考えられる。

また、改良工事で配備する機器類については、工事が完了した時点で保守用に転用が可能である。

なお、近い将来、機械保守班に大型マルチプルタイタンバの導入を検討することが望ましい。

7-1-2 通信・信号

(1) 保守方式

新設される機器は大部分が電子機器である。これらの機器の障害に対しては、表示又は関係者からの連絡により直ちに検査及び修繕を行う“事後保守”を基本とする。又電子機器以外の保全はメンテナンス周期に合わせて実施するいわゆる“予防保全”を基本とする。

主要機器の保守方式を表7.1.1に示す。

Table 7.1.1 Maintenance Methods of Main Equipment

Main equipment	Method		Remarks
	Preventive maint.	Corrective maint.	
Tele-communication exchange	Time division	o	Trouble to be recorded by operating console
Crossbar exchange:	system	o	Trouble to be recorded by trouble recorder
	relay	o	
Control equipment		o	
UHF radio:			
	supervision system	o	o
Train radio:			
	condition check system	o	o
Signalling	Electronic interlocking device		o
	Electronic token block equipment		o
	Electric lock device	o	
	Engine generator	o	

Source: Study Team

(2) 保守体制

保守業務の分布は大駅に多く小駅には小容量のものが分散されている。従って保守拠点を主要駅におき、定期保守と故障発生時の修理のため、そこから出

動出来るようにする。Rangoon、Pegu、Pyuntaza、Toungoo、Pyinmana、Thazi、Mandalayには、新しく設備される有線設備と信号設備を保守するグループと、無線設備を主体とする設備を保守するグループを置く。又無線設備の保守は既設の設備も含めて行う。

訓練コースをRangoonにある地区担当の技術者のもとに設定し、必要な訓練用機器をおき、新しく設置された機器に対して運用と保守の学習を行う。

保守体制を図7.1.1に示す。

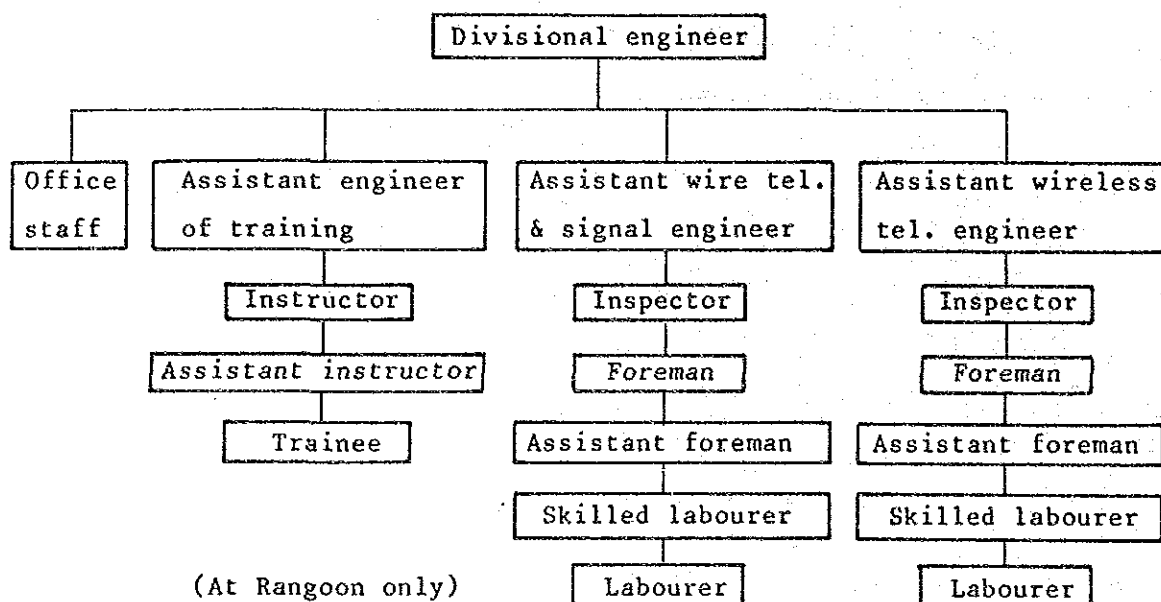


Fig. 7.1.1 Maintenance Organization

(3) 機動力

現在の保守は定期保守と故障発生時の修理が主体であり、列車を利用して保守を行っているため、障害発生後多くの時間を要している。新しい設備の故障時は早急に修理を行う必要がある。

故障時間を短縮するために主な詰所及び電修場に表7.1.2に示すように機動力を配備する必要がある。

Table 7.1.2 Mobile Force

Place	RGC	GRC	Total
Rangoon	1	1	2
Pegu	1	1	2
Pyuntaza	1	1	2
Toungoo	1	1	2
Pyinmana	1	1	2
Thazi	1	1	2
Mandalay	1	1	2
Workshop		2	2
Total	7	9	16

RGC: Rail Gang Car

GRC: Gang Rail Car

Source: Study Team

(4) 測定器

設備の故障調査及び定期保守に必要とされる測定器を各主要駅の保守担当者
詰所又は主要機器室に配置する。

主な測定器及び機能を表7.1.3に示す。

Table 7.1.3 Main Measuring Apparatuses and Their Functions

Apparatuses	Function
Synchro-scope	Measure waveforms, levels, frequencies, timing.
Level meter	Measure voltage output.
Frequency meter	Measure accurate frequencies, levels.
Analyzer	Analyze frequencies, levels.
Tester	Check each unit functions as specified.
Standard oscillator	Measure the characteristics of frequencies.

(5) 規程と標準

新設備に対して運用面及び保守管理上、改正又は制定を必要とされる規程及
び標準について表7.1.4に示す。

Table 7.1.4 Rules and Regulations to be Revised or Provided

	Name (provisional)	Revised	Provided	Provision
Tele- communication	Regulations on telecommunication quality		o	Provide for the loss, level, connection and quality of telecommunication line.
	Regulations on telecommunication system configuration		o	Provide for the call numbers of telephone exchanges and automatic telephone number digits.
Signalling	General rules		o	Revise the signal indication method from wayside signal to cab signal (if plan A is adopted). Revise the block handling procedure at station.
	Regulations on train signalling information		o	Revise the signal indication method from wayside signal to cab signal, owing to changes in station facilities and signal indication method (if plan A is adopted).
	Rules on signalling equipment installation		o	Provide the method of installing signalling equipment and the installation procedure not to interfere with train operation.
Signalling and tele- communication	Rules on signal and telecommunication trouble report		o	Provide the standard procedure of reporting signal and telecommunication troubles to the headquarters.

(6) 予備部品

各機器の電子部品についてはビルマ国内での製造は、現状から当分の間望めないと予想される。そのため使用開始の段階に20%の予備部品を持つ必要がある。

7-2 訓練計画

このプロジェクトの建設及び運用を通じての成功は、従業員の教育と訓練とにかかっている。鉄道輸送の大きな特徴である定時性と安全性を確保するためには、まず第1に従業員の士気の高揚に教育の目標をおかねばならない。

新しい信号設備の下では、列車運転取扱いについて教育・訓練は、列車指令関係者、機関車乗務員、駅長、及び軌道、通信、信号に従事している者等に対して必須なものである。このためプロジェクト完成前に多くの関係職員に対して教育を行う必要がある。

新設備の導入に伴い、教育訓練の開始に先だって諸規程や標準類の作成及び改訂がなされなければならない。

7-2-1 軌道改良工事及び軌道保守

(1) 海外研修

3~5名の技術者を約3カ月海外で教育する。彼らは、その後、指導員として指名され他のBRC職員を訓練する。

(2) 国内訓練

軌道改良工事及び軌道保守を円滑に実施するため、保守者及び現場監督者を対象に、体系的なコースによる技術教育を実施する。

- | | |
|---------|--------------|
| 1) 教育内容 | a) 基礎技術 |
| | b) 軌道改良工事 |
| | c) 軌道の検査及び作業 |
| | d) 作業の安全 |
| 2) 期間 | 約2カ月 |

7-2-2 通信・信号

(1) 海外研修

インスペクタークラス又は指導的地位にいる人は設備の運用者をも含めて、海外における鉄道設備及び製造工場での電子応用設備の基本的な技術、設置及び

保守の方法についての訓練を受ける。

- 訓練要員 約20名
- 訓練期間 約3ヶ月

海外研修を受けた人は専門家のもとで教育マニュアルを作成し、又指導員に指定され他のBRC職員に対して訓練を行う。

(2) 国内訓練

工事及び保守に携わる職員に対し、教室又は実務の中でモデル工区での組織的な訓練が海外研修を終った指導員のもとで行われる。

1) 訓練内容

- a) 基礎技術（理論と実際）
- b) 通信
 - UHF無線設備
 - 列車無線設備（A案の場合）
 - 電話交換機
 - ケーブル接続
- c) 信号
 - 電子閉塞設備
 - 電子連動又は継電連動装置
 - 踏切設備
 - 列車運転表示装置

2) 訓練期間

約3ヶ月

(3) モデル工区、訓練実習機器

1) モデル工区（A案の場合）

電子連動装置はモデル駅としてThingangyun駅に設置し訓練を行う。又電子閉塞装置はThingangyun駅と隣接駅に、伝送路完成後設置し訓練を行う。

車内信号装置はRGC（保守用レールカー）に取付け、運転士と保守者の訓練を行う。

2) シミュレーター

Rangoonの事務所に訓練用の電子機器のための訓練用シミュレーターを設置する。表7.2.1に訓練用のシミュレーターを示す。

Table 7.2.1 Training Simulators

Simulator
Electronic token block equipment
Electronic interlocking device*
Telephone exchange
UHF radio equipment
Train radio equipment*

* if plan A is adopted.

Source: Study Team

7-2-3 レール溶接及びマクラギ製作

(1) レール溶接

ガス圧接工法による溶接技術の教育は下記による。

1) 教育内容

- レールの取扱い
- レール切断と穿孔
- レールの送りだしと仮置集積
- レールの端面仕上げ
- レールの芯出し
- レール溶接機の手扱い
- レール溶接部の仕上げ
- 焼きならし及び矯正

2) 教育期間

約2カ月

2~3名の技術者を約3カ月海外で教育する。彼らは、その後、指導員として指名され他のBRC職員を訓練する。

(2) PCマクラギの製作

BRCは、現在、このプロジェクトで採用するブリテンション工法でPCマクラギを製作しているので、製作技術と技術力を有している。

しかし、現在のPCマクラギの製作量は小規模であり、一方、今回のプロジェクトでは数カ所の工場を同時に稼働させることになるため、これに必要な要員を充足していかなければならない。

今回のPCマクラギの製作に当っては、新しい技術を持つ技術者と技能工を必要とする。この教育計画の概要はつぎのとおりである。

1) 教育内容

- 工程管理
- コンクリート打設及び試験
- PC鋼線の緊張作業
- その他関連業務

2) 教育期間

約2カ月

3～5名の技術者を約3カ月間海外で教育する。彼らは、その後、指導員として指名され他のBRC職員を訓練する。