

インド国

鉄道車両工場近代化計画

調査報告書

(概要版)

昭和62年12月

国際協力事業団

開 一
87 - 133

インド国 鉄道車両工場近代化計画

調査報告書 (概要版)

昭和62年12月

国際協力事業団



JICA LIBRARY



1068206[5]

インド国

鉄道車両工場近代化計画

調査報告書

(概要版)

昭和62年12月

国際協力事業団

国際協力事業団	
受入 月日 '88. 5. 6	107
登録 No. 17552	63.6
	SDF

序

日本国政府は、インド国政府の要請に基づき、インド国鉄のジャマルプール工場ならびにペランブール工場の近代化計画についてのフィージビリティ・スタディを行うことを決定し、国際協力事業団にこの調査を委託した。

当事業団は、社団法人海外鉄道技術協力協会寺戸浩二氏を団長とする、同協会ならびに株式会社パシフィック・エンジニアリング・インターナショナルから構成される共同企業体の調査団を1987年の2月から3月まで、6月から7月まで、更に10月から11月までの計3回にわたりインド国に派遣した。

調査団は、インド国の大蔵省、鉄道省、国鉄東総局及び国鉄南総局の関係者との討議ならびに現地調査、資料収集等を行い、日本での解析、検討作業を進め、本報告書を取りまとめた。

本報告書が上記のプロジェクトの推進に寄与すると共に、日本、インド両国の友好親善関係の推進に役立つことを願うものである。

最後に、この調査の実施にあたり、多大な御協力をいただいたインド国政府ならびに関係機関各位に対し、厚く御礼を申し上げる次第である。

昭和62年12月

国際協力事業団

総 裁 有 田 圭 輔

国際協力事業団

1987年12月

総裁 有田 圭 輔 殿

提 出 状

インド国鉄道車両工場近代化計画調査に関し、ここに最終レポートを提出することが出来ますことは、誠に喜びに堪えません。

本調査は1987年 2月に開始され約12箇月にわたるものであり、この調査において調査団（共同企業体：社団法人海外鉄道技術協力協会及び株式会社パフイック・コンサルティング・インターナショナル）はインド国鉄全体の輸送力増強の一環として、ジャマルプール工場及びペランプール工場の近代化プロジェクトについて総合的検討を加えフィージビリティ調査を実施したものであります。

この調査が、今後における本計画の現実に向かって大きく寄与することを願って止みません。

なお、調査期間中において調査団に寄せられたご指導と御支援に関し、国際協力事業団、作業監理委員会、在インド日本大使館、インド国政府関係諸機関に対して深甚なる感謝を申し上げます次第であります。

敬 具

インド国鉄道車両工場近代化計画調査
共同企業体代表者

社団法人 海外鉄道技術協力協会
理事長 石 原 達 也

プロジェクトの要綱

1 工場近代化の目的

- (1) 車両のPOH（定期全般検査）工程の短縮と工場検修能力の増強
- (2) 車両の稼働率向上とPOH費用の低減
- (3) 新しい車両検修技術の導入
- (4) 教育訓練による職員の熟練度向上
- (5) 車両の品質と信頼性向上のための試験装置導入

2 検修能力の増強計画と投資規模

項目		各工場における年間車両検査両数		追加コスト (百万円)	FIRR (%)				
		1986年 現在	2000年		Model A		Model B		
					ベース	感度分析	ベース	感度分析	
工場	車種								
サマル ナル 工場	蒸気機関車	226	0	481	25	21	17	15	
	ディーゼル機関車	70	133						
	電気機関車	0	48						
バン ナル 工場	客車	冷房車	68	639	27	23	16	12	
		その他	1,724						2,750
		計	1,792						3,000
	貨車	4軸車	997						1,920
		2軸車	3,387						1,600
		計	4,384						3,520

注 1 : 追加コストは予備費及び技術経費を含み、取替工事費を除く

注 2 : Model A …… 国鉄が採用している計算式に基づく

Model B …… 調査団が採用した計算式に基づく

結 論

- (1) 車両工場の近代化は鉄道輸送力の増強及び輸送サービス水準の改善を効率的に達成するために極めて重要であり、積極的に工場近代化を促進することが必要である。
- (2) ジャマルプール工場及びペランブール工場は早急に抜本的な近代化を図る必要があり、本調査報告書を踏まえ出来るだけ速やかに近代化工事に着手すべきである。
 - a) 両工場における車両検修業務量は、現在既にほぼ能力の限界に達しており、今後のPOH（定期全般検査）の要請に対応するためには、早期に近代化工事を完了することが必要である。
 - b) 2000年までの各工場の役割及びPOH業務量の推移を展望すると、いずれも設備、技術両面における思い切った改善が必要である。
 - c) 両工場の近代化の成果を他の工場の近代化計画に有効に反映するため、本計画の早期実現が必要である。
- (3) 本調査において作成した近代化計画は投資規模、投資期間ともに適切で社会経済、国鉄経営及び技術的観点からも、実行可能であると判断される。

提 言

調査団は本プロジェクトを効果あらしむるために、次の事項を提言する。

- (1) インド国政府は、本調査に基づく工場近代化がすみやかに実行されるよう財源上の措置を講ずること。
- (2) 本プロジェクトの設計、実行の段階においては、新技術の実施例等を参考にし最大の効果が期待できるよう配慮すること。
- (3) 工場近代化工事の進展に合わせ教育訓練の実行を深度化し、工場職員の技術力と活力の向上を図ること。
- (4) 近代化工事を円滑かつ効率的に施行するため対象工場の担当車両の一時的な変更など所要の措置を講ずること。
- (5) 新しい検修設備及び作業方法に適した車両検修ツールを整備すること。
- (6) ジャマルプール工場の業務多角化については、次の事例を参考にインド国鉄において決定すること。
 - a) 利用可能な施設及び技術—— 機械加工、板金、鋳鍛造、溶接等の技術
 - b) 業務多角化の事例
クレーン、トラバーサー、トロリー等荷役運搬機械、建物用鉄骨、橋梁、電化柱、トンネル工事用支保工、運搬用ルック等の集中製作、車両用下まわり部品の集中製作。
- (7) 工場における資材管理システムの見直しや、Total Quality Control (TQC) の導入など、ソフトウェア面の改善を図ること。

目 次

	頁
第1章 序	1
第2章 増加するインド国内輸送需要	2
第3章 インド国鉄	5
第4章 車 両	7
第5章 工 場	10
第6章 近代化計画作成の基本方針	15
第7章 ジャマルプール工場	16
第8章 ペランプール工場	24
第9章 プロジェクトの評価	33
Annex I 経済・財務分析	37
キャッシュ・フロー計算アウトプット（ジャマルプール工場）	42
キャッシュ・フロー計算アウトプット（ペランプール工場）	46
調査関係者リスト	50
調査スケジュール	55
付 属 資 料	57

図面等のリスト

	頁
図-1 ジャマルプール工場現状レイアウト図	17
図-2 ベランプール工場現状レイアウト図	25
<付属資料>	
(ジャマルプール工場関連)	
ジャマルプール工場改良計画の要点	60
図-3 ディーゼル機関車POH関連SHOP配置計画図	63
図-4 車体上げ下し場及び車体検修場 設備計画図	66
図-5 エンジン検修場及びノ電気回転機検修場 設備計画図	69
図-6 台車検修場 設備計画図	72
図-7 車輪検修場 設備計画図	75
図-8 板バネ製修場 設備計画図	78
図-9 ブレーキブロック鑄造プラント 設備計画図	81
(ベランプール工場関連)	
ベランプール工場改良計画の要点	84
[客 車]	
図-10 客車検修関連SHOP 全体配置図(第1期)	87
図-11 客車検修関連SHOP 全体配置図(第2期)	90
図-12 塗装場 設備計画図	93
図-13 台車検修場 設備計画図	96
図-14 車輪検修場 設備計画図	99
[貨 車]	
図-15 貨車検修関連SHOP 全体配置図	102
図-16 貨車検修場 設備計画図	105
図-17 車輪検修場(貨車用) 設備計画図	108

英文報告書の構成

THE FEASIBILITY STUDY ON MODERNISATION OF ROLLING STOCK WORKSHOP
--

1. 英文報告書は本文、設計計画書及び計画図面集の3分冊で構成する。

2. 本文、設計計画書及び計画図面集のそれぞれ主な項目の構成を次に示す。

第一分冊(本文) 490ページ

要約と結論

第1章 序 論

第2章 社会経済的フレームワーク

第3章 インド国鉄の概況

第4章 工場近代化計画の前提条件

第5章 ジャマルプール工場

第6章 ベランプール工場

第7章 経済・財務分析

第8章 技術的評価

第9章 結 論

第10章 提 言

Appendix

第二分冊(設計計画書) 112ページ

第1章 ジャマルプール工場

第2章 ベランプール工場

第三分冊(計画図面集) ---- A3 計34枚

Fig.1-1 ~ Fig.1-19 ジャマルプール工場関連19枚

Fig.2-1 ~ Fig.2-10 ベランプール工場客車関連10枚

Fig.3-1 ~ Fig.3-5 ベランプール工場貨車関連 5枚

主 な 略 語 等

Ac	:	交流
AC	:	空調装置付き客車
BG	:	広軌(1,676mm)
CLW	:	Chittaranjan Locomotive Works(電気機関車新製工場)
DC	:	直流
DEL	:	電気式 ディーゼル機関車
DHL	:	液体式 ディーゼル機関車
DL	:	ディーゼル機関車
DLW	:	Diesel Locomotive Works(ディーゼル機関車新製工場)
EIRR	:	経済的内部収益率
EL	:	電気機関車
EMU	:	電車
ER	:	Eastern Railway(東部地域総局)
FIRR	:	財務的内部収益率
hp	:	馬力
Hz	:	ヘルツ/sec
ICF	:	Integral Coach Factory (客車新製工場)
IR	:	Indian Railway
IRIMEE	:	Indian Railways Institute of Mechanical and Electrical Engineering (機械電気技術学園)
JMP	:	Jamalpur 工場
KV	:	キロボルト
KVA	:	キロボルトアンペア
KWH	:	キロワット時
MG	:	メーター軌(1,000mm)
NG	:	ナロー軌(762mm及び610mm)
PER	:	Perambur 工場
POH	:	Periodical Overhaul(定期全般検査)
SL	:	蒸気機関車
SR	:	Southern Railway (南部地域総局)
WDM	:	本線用 ディーゼル機関車
WDS	:	入換用 ディーゼル機関車

Unit : 車両数の換算表示

客車、電車 : 1両 = 2~2.5 ユニット

貨車 : 単-貨車 1両 = 2 ユニット
2軸貨車 1両 = 1 ユニット

インド国政府会計年度

4月1日 ~ 3月31日

インド国使用通貨

Rupees (Rs.) ルピー

Crores : 1千万

Lacs : 10万

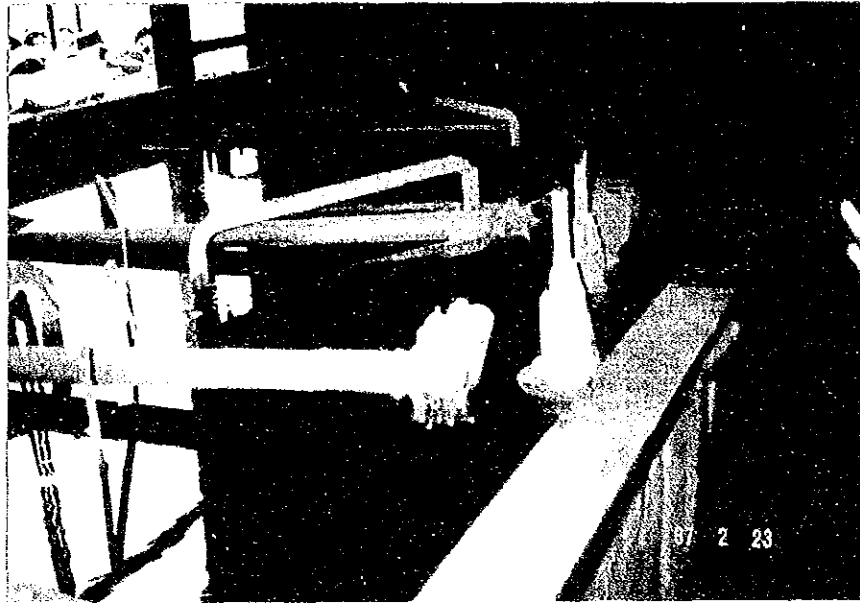
通貨交換レート

Rs. 1.00 = 11.4 円
US\$ 1.00 = Rs. 12.87
US\$ 1.00 = 146.1円

(1987年 6月24日 現在)

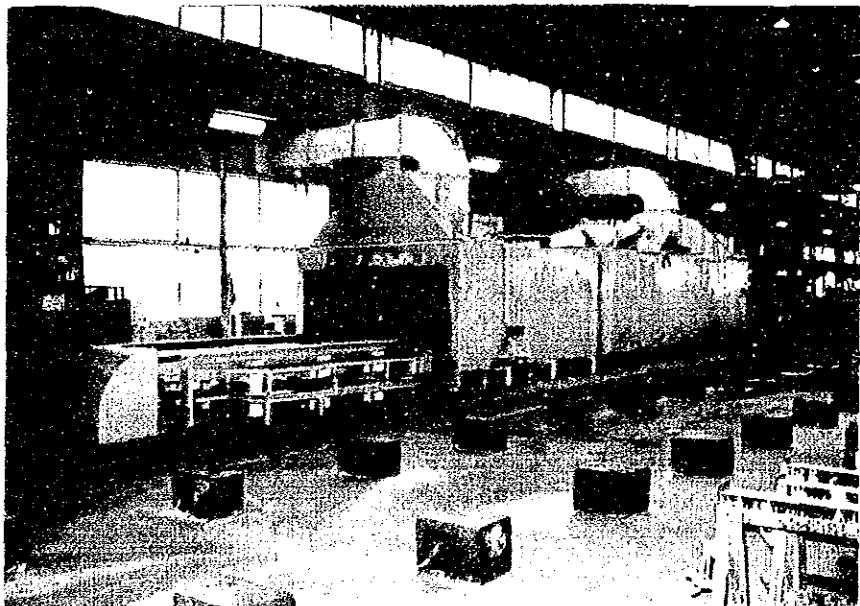
ジャマルプール工場用参考写真

現 状



洗浄効果の悪い台車洗浄槽

改良案



噴射式台車自動洗浄装置

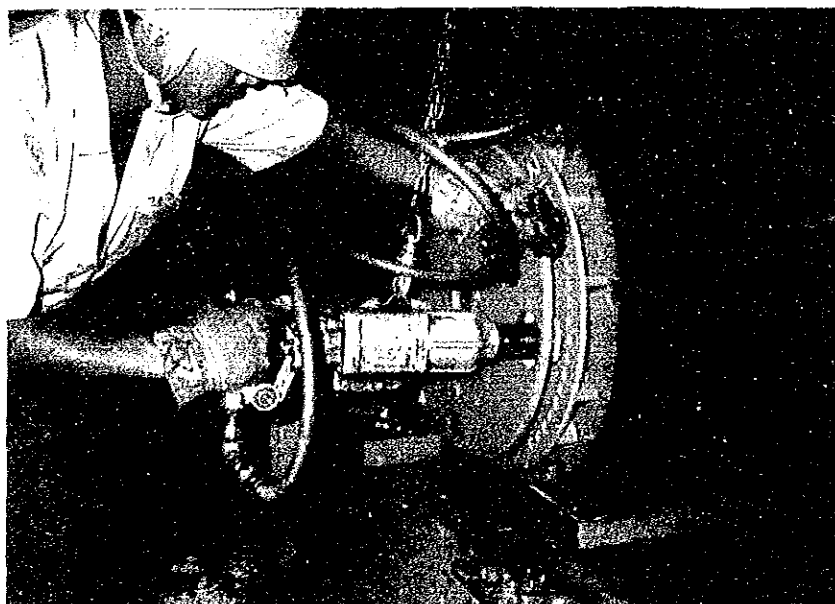
ジャマルプール工場用参考写真

現 状



人手によるボルト締め（緩め）作業

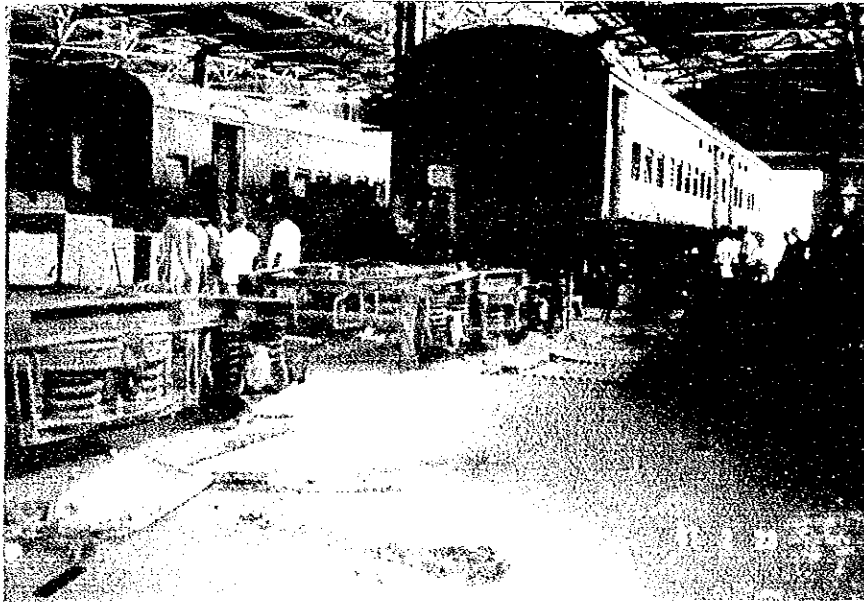
改良案



空気工具を使用した能率的なボルト締め（緩め）作業

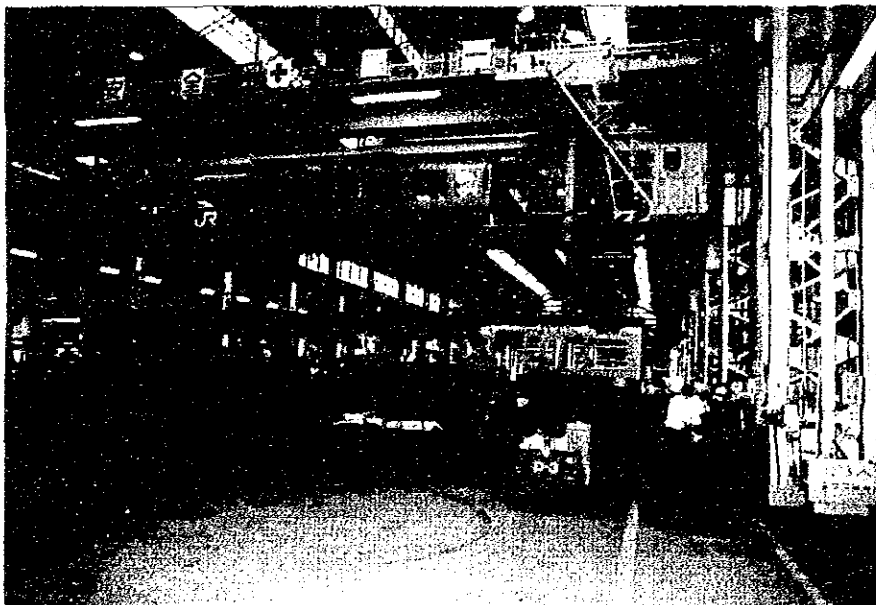
ペランブール工場用参考写真

現 状



天井クレーンの無い車体修繕場

改良案



天井クレーンを有した効率的な車体修繕場

ペランブール工場用参考写真

現 状



固定足場使用の人手による車体塗装作業

改良案



自動塗装装置使用の塗装作業

インド国鉄は現在約40万7千両の車両を保有している。この資産額は国鉄総資産の33%（約3,400 Crores ₹-）に相当する。したがって、車両を有効に活用すること、即ち、その稼働率と信頼性を向上させることは、鉄道を効率的に運営するために極めて重要である。

車両の稼働率を向上させる大きなカギは工場における適切な保守である。しかし、現在のインド国鉄の車両についてみると、保守上改善を要する点が少なくない。

車両検修のための設備や機械は老朽化し、貧弱である。工場内のレイアウトは旧態然としており作業の流れも能率的でないものが多い。このため車両の保守作業に長時間を要し、保守コストの低減、あるいは安定した整備品質を得ると言った事が困難な状況となっている。更に大きな問題は、多くの工場の検修能力が限界に達しており、今後増加する車両の定期修繕（POH）の要請に対応しきれなくなっていることである。蒸気機関車からディーゼル機関車、電気機関車などへの動力近代化の対応も、同様の理由で改善が必要である。

本調査においては、工場におけるこれらの問題に焦点をあて、工場近代化の目標を

- 1) POH所要日数の短縮及びPOH能力の増加
- 2) 車両の稼働率向上及び保守費の低減
- 3) 新しい車両保守技術の導入及び生産性の向上

におき、これらを効果的に達成するため、ディーゼル機関車工場としてジャマルプール工場、客車及び貨車工場としてペランプール工場の2工場について今後の工場近代化のモデルとして具体的プランを作成し、その実現可能性の調査を行った。

工場近代化のための投資は、複線化や電化と同じく、鉄道の輸送力増強に必要不可欠な投資である。

第2章 増加するインド国内輸送需要

2.1 インド国の社会・経済フレームワーク

インド国は人口約7億4千万、国土面積約330万km²の天然資源に恵まれた国である。インドの産業は、この広大な土地と豊富な労働力から生み出される農産物が主体となっており、国民総生産の37%（1984年）を農業部門が占めている。鉄鉱石、原油、石炭、天然ガス等はインドの主要な天然資源である。なかでも鉄鉱石の埋蔵量は240億～290億トと推定され、世界有数の鉄鉱資源国にランクされている。農産物、石炭及び鉄鉱石の3品目でインド国内貨物輸送の約80%（トナース）を占めている。

インドの経済活動と人口の中心は四大都市カルカッタ、ボンベイ、デリー、マドラスの他、ハイデラバード、バンガロール、アーマダバード及びカンブールなどである。

石炭、鉄鉱石は主としてガンジス平野の東部に産出する。また主な農産物地帯はガンジス河に沿った北部～東部の平野である。このような天然資源、人的資源を基盤として、インド国の経済は独立後着実な発展をとげつつあり、ことにご数年間は年率4～5%の高い経済成長率を維持している。

インド国政府は、1985年から第7次5ヶ年計画に着手した。この計画は西暦2000年までの経済開発長期計画の出発点に位置づけられており、貧困からの脱却、失業者の減少、技術の近代化、効率的な自国生産体制整備、を目標に掲げ、これら経済発展の諸条件を作り出すため年平均5%の高い経済成長率を設定している。

この長期計画の要点は上記のほか、

- (1) 食糧、穀物、石炭、鉄鉱石、セメント、肥料、石油化学及び電力供給等の基礎的生産部門に高い成長目標を設定していること。
- (2) 経済成長目標を達成するため、国民総生産に占める投資比率を引き上げるとともに、外貨貯蓄への依存度を引き下げていること。
- (3) 2000年における人口を9億9千万人と推定し、労働人口の77.9%を就業可能とすること。

などである。

調査団の推計によると、2000年における国内総輸送需要量は表 2.1に示すとおり客貨とも、対1984年比で 200% 以上の伸びとなると想定される。

表 2.1 2000年における国内総需要予測

種 別	1984 年度	2000 年度	成長率 (%)
人・キロ (10億)	588.5	1,387 ~ 1,441	236 ~ 245
トン・キロ (10億)	328.8	625 ~ 705	190 ~ 214

経済成長に伴なう産業構造の変化のうち、輸送部門についてみると、全産業に占める付加価値からみたらウエイトは 1984 年の 5.6% から 2000 年には 6.4% へと増大すると推定され、事実第7次計画における全輸送部門への投資のうち54.6% が 鉄道部門に当てられている。これらのことから、経済開発に占める鉄道の役割が極めて重要視されていることがわかる。

2. 2インド国の国内輸送機関

インド国内の輸送は鉄道、道路、船舶（内航、水路）及び、航空によって行われており、鉄道はMinistry of Railways、道路、船舶、港湾は Ministry of Surface Transport、航空は Ministry of Civil Aviation によってそれぞれ所管されている。

各輸送部門のうち、国内航空は全旅客輸送量の約 1% を、また内航海運は全貨物輸送量の約 1.3%（いずれも1984年度）を占めているにすぎず、ほとんどの輸送は鉄道と道路が分担している。

調査団の推計によると、国内総旅客輸送量は 1984 年までの過去10年間に 3,589億人・キロから 5,885億人キロへと年平均 5% の伸びで増加し、又貨物は同期間内に 2,255億トンキロから 3,288億トンキロへと年平均 4% で増加した。然し、鉄道と道路のシェアについてみると、次表に示すとおり、鉄道輸送は旅客、貨物ともに年々減少し、1984年には旅客は 38.5%、貨物は 52.5%の輸送シェアとなっている。

表 2.2 鉄道シェアの推移

種 別	1977 年度	1981 年度	1984 年度
旅 客	43.3 %	42.9 %	38.5 %
貨 物	58.1 %	55.1 %	52.5 %

1)
 鉄道シェア減少の主な理由として、世銀報告書¹⁾は短・中距離輸送の対象となる高付加価値貨物が鉄道より有利な道路輸送へ転移したこと、ボンベイ、カルカッタ、マドラス等の人口過密地域を除いた地域では経済的な道路輸送を選択する短距離通勤客が増加したこと、をあげているが、鉄道輸送能力の増強が、需要増に追隨できていないことも見逃せない現実である。

インド国内の客貨の流動はデリー、ボンベイ、マドラス及びカルカッタの4大都市を結ぶ四辺形とその対角線上に大きく集中しており、鉄道を見た場合、旅客輸送の約50%、また貨物輸送の66%がこれらのルートを移動している。

国道ネットワークはこれらの鉄道に対するフィーダーとして大きな役割を果たしている。

インド国内の陸上輸送部門がかかえる問題点は輸送能力の不足と車両を含めた輸送施設の老朽化、及び保守の不十分さに集約される。

先にも述べた様に、インド国の社会・経済のフレーム・ワークにおいては輸送は経済発展に極めて大きな役割を持っており、これら問題点の解消は緊急かつ不可欠の課題であると言えよう。わけても鉄道の特性は省資源、省エネルギー、高効率、高速性、安全性にあり、効率的な中長距離、大量輸送を必要とするインド国においては道路輸送に比べ鉄道は経済的に遙かに有利な輸送機関である。鉄道の整備、改善はインド国の経済開発計画を進める最重要点の1つである。

注 1) : Staff Appraisal Report India Railway Modernization and Maintenance Project II Oct, 1984. (World Bank)

第3章 インド国鉄

3.1 概 観

インド国鉄は、61,386kmの営業キロと1,613,000人の職員（いずれも1986年）を有するアジアでは最大の、また、単一組織としては世界第2の鉄道である。

インド国鉄の運営は鉄道委員会に委ねられている。委員会は委員長、経理担当コミッショナー及び施設、運輸、職員、機械、電気各担当の役員で構成されており、委員長は鉄道省の首席次官を兼任している。地方組織は9総局に分割され、総局長が運営の責任をもっている。

インド国鉄には鉄道委員会に直結する6つの製造部、2つの建設部及び1つの研究所があり、機関車、客車、電車及びそれらの部品の製作は製造部が担当している。また、貨車の製作については工業省の所管となっている。

営業キロの約22%（13,500km）が複線又は複々線である。軌間は歴史的な経緯により、1,676mm（BG）、1,000mm（MG）、762～610mm（NG）の3種類であり、それぞれの構成比は54%、39%及び7%である。軌間の不統一による輸送効率の低下を改善するため、MGからBGへの転換が行われており、これまでに約3,000kmがBG化された。

電化区間は約6,900km（1985年）で、1部の直流1,500V区間を除き、交流50HZ 25KVに統一されている。第7次5ヶ年計画においては、輸送力増強の主要施策の1つとして、四大都市を結ぶ幹線3,400kmを対象とした電化が計画されている。

3.2 増加する鉄道輸送要請

インド国鉄は1950年以来、5ヶ年計画により、地上施設、車両を主体とした鉄道の整備、改善を進めてきた。これまでの鉄道への投資総額の38%が車両への投資であり最も多く、次いで設備や機械等19%、軌道・橋梁17%の順となっている。

これらの施策により過去35年間に鉄道の輸送量は飛躍的に増加してきた。

表 3.1 鉄道輸送量の推移

種 別	1950年度	1985年度	成長率 (%)
旅 客 (10億人・キロ)	66.5	240.6	362
貨 物 (10億トン・キロ)	44.1	205.9	467

一方、2000年における鉄道輸送需要量は、インド国政府が策定した同年までの経済諸指標をベースに算出すると、旅客、貨物とも対1984年度比で2倍(トン・人・キロベース)程度になると想定される。

表 3.2 2000年における鉄道輸送需要想定

種 別	1984 年度	2000 年度	成長率 (%)
旅 客 (10億人・キロ)	226.5	419	185
貨 物 (10億トン・キロ)	182.1	303.5 ~ 387.6	167 ~ 213

インド国鉄では国家経済開発に鉄道が担う役割が極めて大きいとの認識から、2000年までの経済開発長期計画(Corporate Plan)を策定している。

この計画は現状分析と経営の将来展望に立ち、鉄道全般にわたる改善を図ろうとするものであるが、このうち車両に関連のある主な内容は次のとおりである。

- 新線建設 3,000 km
- 電 化 8,000 ~ 10,000 km (含 160km/h運転への対応)
- 車 両
 - 電気機関車 新製 100両/年 6,000 馬力、160 km/h車の導入
 - ディーゼル機関車 6,000両の蒸気機関車を 2,500両のディーゼル機関車に置き換え、4,000 馬力車の導入
 - 客車・電車 35,000~37,000両の新製、160 km/h車の導入
 - 貨 車 20,000両/年の新製、物資別適合貨車の導入
- 車両の稼働率
 - 電気機関車 90%
 - ディーゼル機関車 85%
 - 客車・電車 90%
 - 貨 車 96%
- そ の 他 保守施設・業務の近代化
新技術の導入、車両製造部門の強化

第4章 車 両

4.1 車両保有数

インド国鉄の鉄道車両は、ごく一部の部品を除き全て国産となっている。

1984年度末における車両の保有数を表 4.1 に示す。

表 4.1 車両保有数 (1984/85) (単位: 両)

種 別	機 関 車			客 車	電 車	貨 車 (ユニット)
	蒸 気	ディーゼル	電 気			
B G	3,299	2,273	1,233	22,180	2,770	426,124
M G	2,349	541	20	12,014	187	100,447
N G	322	91	—	1,432	—	7,353
計	5,970	2,905	1,253	35,626	2,957	537,924

4.2 2000年における必要車両数の想定

輸送需要予測結果にもとずき想定した2000年における必要車両数を表 4.2 に示す。

表 4.2 2000年における必要車両数の想定

項 目		ディーゼル機関車		電気機関車		客 車		電 車		貨 車	
		BG	MG	BG	MG	BG	MG	BG	MG	BG	MG
Southern Railway	%	6	12	----	100	15	20	6	100	6	9
	両	240	250	(125)	30	4200	3500	300	400	18000	5500
Eastern Railway	%	19	--	21	----	17	1	36	--	20	----
	両	730	--	500	----	4800	170	1800	--	58400	----
インド国鉄全体	両	3850	2120	2360	30	28100	17300	5000	400	293000	61100

注 1 : () は1990年度の計画値を示す。

注 2 : %は インド国鉄全体に対する割合を示す。

4.3 車両の問題

4.3.1 蒸気機関車（SL）の現状

動力近代化の発展と共に漸減しており、2000年までには姿を消すことになっている。

4.3.2 ディーゼル機関車（DL）の現状

インド国鉄のディーゼル機関車は入換用を除くとほとんどが電気式である。ディーゼル機関車の導入が本格的になったのは、1960年になって国産を開始してからであり経年は比較的少なく30年を越えているものは1%に満たない（1985.3末）。しかし、運転中の故障発生件数は極めて多く、しかも動力装置（エンジン、発電機、主電動機）や制御装置などの重要部に集中している。年々、増加し続けるディーゼル機関車に対して保守設備、保守技術が充分対応できないのがその主な理由となっている。

インド国鉄では牽引力の増大とスピードアップのため、現在の2600馬力の機関車のほか新たな4000馬力の機関車を導入する計画を進めている。

4.3.3 電気機関車（EL）の現状

ボンベイ近郊で使われている一部の車両を除きほとんどがBG用である。車令は30年を越えるものはない。現在、サイリスタ位相制御等新しい技術を応用した高性能機関車の導入も計画されており、今後の電化の進展とともに、電気機関車の保有数は大巾に増加することになる。

4.3.4 客車（PC）の現状

全保有数のうち70%は鋼製車体で他は木製車体である。規程上の寿命は鋼製車が25年、木製車が30年となっており、これをこえているのは14%であるが、車体の腐食が著しいため鋼製車の実際的な寿命はさらにこれより短かく、22～23年で用途廃止される場合もある。また、腐食は車両使用上及び保守上の大きなネックになっており、工場における修繕工程も長期間を要し、車両の稼働率の低下、保守費用の増加を招いている。

客車の全般検査（POH）周期は12又は18ヶ月となっているが、機関車が5～6年、貨車が3.5～4.5年であるのに比べ著るしく短かく、最近では耐コロージョンを考慮した設計の車両が新製され始めている。

近年、Air condition 付車両の導入も積極的に行われているほか、160 km/h用高速客車導入が計画されている。

4.3.5 貨車（FC）の現状

現状では 2軸車が全体の 66%を占めているが、輸送効率の向上、スピードアップ等のため、現在はボギー車のみが新製されている。車体の腐食や変形が多く耐用年数の40年を越えて残存している貨車は、全体のわずか3%弱（1985.3末）にすぎないにもかかわらず、現状ではPOH時に約 40%もの貨車が車体の大修繕を要している。

また、車体支持用板バネの折損が極めて多く、ほとんどの板バネは1年で更新修繕を必要としている。

これらのバネ折損により脱線に至った事例も少なくない。

折損防止のためバネの設計変更が行われているが、過積みの有無について見直しを行うとともに、製造設備の改善と品質管理等の修繕技術の向上が必要である。

第5章 工場

5.1 工場の役割

車両は走行したキロ数または期間にしたがって所定の検査を受けるが、インド国鉄では原則として全般検査（POH）は工場が、それ以外の検査は機関区または客貨車区が担当している。また、工場はPOHのほか車両部品の供給センターとしての役割を持っており、機関区、客貨車区、場合によっては他の工場に対する部品の製作、修繕を行なっている。一部の工場では車両部品のみではなく、クレーン、ジャッキ、架線工事用車両、鋳鉄枕木などの製作も行っている。

工場は全国に49工場あり、総職員数は約16万人である。地域の鉄道総局に所属し、工場の性格、立地条件に応じ担当すべき車種が定められている。（表5.1参照）現存する工場の多くは、19世紀後半から20世紀初期にかけて当時の民間各鉄道会社の手によって独自に建設され、現在のインド国鉄に引き継がれてきたもので、中には100年以上の歴史を持っている工場もある。

したがって、設備も全般的に古く、工場規模についても要員数は150から14,000人、工場用地面積も8,000㎡から2百万㎡と極めて格差があり、工場の近代化を一元的に進める事には困難があった。

近年、第7次5ヶ年計画の中において、1990年を目標とする工場の配置及び業務分担の全国的な見直しが行われ小規模工場の廃止、担当業務の統合計画が打ち出されたため、今後の工場のあり方として、担当車種の単一化及び生産効率の向上をはかることとしている。

工場の本格的近代化は1980年から世銀の援助により開始され、すでに4工場を対象とした近代化計画Phase Iが完了し、現在1製造工場を含む、6工場の近代化計画Phase IIが進行中である。本調査の対象として選定されたジャマルプール機関車工場及びペランプール客貨車工場は、第8次5ヶ年計画における近代化計画の対象として、鉄道委員会が決定した工場の一部である。

表 5.1 工場別担当車種一覽表

総局名 工場名	BG							MG				記事
	機関車				旅客車		貨車	機関車		客車	貨車	
	SL	DEL	DHL	EL	客車	電車		SL	DHL			
<u>CENTRAL</u>												
1 Matunga					○	○						
2 Parel	○	○	○	○								
3 Kurla							○					
4 Jhansi					○		○					
5 Bhusaval				○								
6 Kurduwadi								○		○	○	
7 Bhopal					◎							1990年 操業予定
<u>EASTERN</u>												
1 Jamalpur	○	○	○									
2 Kanchrapara				○	○	○	○					
3 Liluah					○		○					
4 Andal							○					
<u>NORTHERN</u>												
1 Charbagh	○	○		○								
2 Alambagh					○		○					
3 Jagadhari					○		○					
4 Amritsar			○									
5 Kalka										○	○	
6 Jodhpur								○		○	○	
7 Bikaner								○		○	○	
<u>SOUTH EASTERN</u>												
1 Kharagpur	○	○		○	○	○	○					
2 Nagpur								○		○	○	
3 Raipur							○					
4 Adra							○					

表 5.1 工場別担当車種一覽表

総局名 工場名	BG							MG				記事
	機関車				旅客車		貨車	機関車		客車	貨車	
	SL	DEL	DHL	EL	客車	電車		SL	DHL			
5 Mancheswar					○							
<u>WESTERN</u>												
1 Dohad	○											
2 Parel & Mahalaxmi					○	○						
3 Ajmer								○	○	○	○	
4 Kota												
5 Udaipur											○	
6 Morvi										○	○	
7 Junagarh											○	
8 Gondal										○		
9 Jaipur											○	
10 Partapnagar					○		○	○		○	○	
11 Bhavnagar										○		
<u>NORTH EASTERN</u>												
1 Gorakhpur	○				○			○		○	○	
2 Izatnagar								○		○	○	
3 Samastipur											○	
<u>NORTHEAST FRONTIER</u>												
1 Dibrugarh								○		○	○	
2 New Bongaigaon					○					○	○	
3 Tindharia								○		○	○	
4 Bagdogra											○	
5 Pandu											○	

表 5.1 工場別担当車種一覧表

総局名 工場名	BG							MG				記事
	機関車				旅客車		貨車	機関車		客車	貨車	
	SL	DEL	DHL	EL	客車	電車		SL	DHL			
<u>SOUTHERN</u> 1 Perambur (Loco.)		○		○								
2 Perambur (C & W)					○		○					
3 Golden Rock		○							○	○	○	
4 Mysore								○		○	○	
<u>SOUTH CENTRAL</u> 1 Lallaguda	○				○							
2 Hubli								○		○	○	
3 Guntapalli							○					
4 Tirupati					◎							1990年 操業予定

5. 2 工場の問題点

近代化が行われていない工場に見られる第1の問題は、先にもふれたとおり、設備や機械が古く、貧弱なことである。多くの工場の機械の70～80%が耐用年数を過ぎており、技術的な陳腐化と多くの人手による作業が相まって作業の効率や精度を著しく低下させている。

第2の問題はレイアウトである。検修業務量の増加、検修車種の変化に対応するため部分的な手当は今までも行われてきたが、本質的な改善がなされていないため、作業の流れが不合理で、作業環境や生産性を低下させている。

第3の問題は動力の近代化や車両の質的变化への対応である。蒸気機関車担当工場は動力近代化の進展に伴い、ディーゼル機関車や電気機関車工場へと転換することになる。蒸気機関車に比べはるかに精密で複雑かつデリケートなディーゼル機関車や電気機関車には、それに適合する設備、機械及び技術力が不可欠である。これらが未整備なため、作業効率と車両品質の向上が停滞している工場が多い。

更に、これらの問題点が総合的に影響し、工場の車両検修工程を増大させる原因となり、工場の検修能力の向上を阻害している。車両検修能力の不足は単に工場の問題のみにとどまらず、将来のインド国鉄全体の輸送能力の増強に大きな影響を及ぼすこととなる。

5. 3 工場の検修能力

2000年におけるインド国鉄の工場総所要検修能力（月間の検修両数又はユニット数）を、車両の検修周期を現在と同様と仮定して、必要車両数の想定より算出したものを表5.3に示す。

表 5.3 全工場の車両検修能力 （単位：両又はユニット／月）

車種 年度	機関車		客車	電車	貨車	備考
	ディーゼル	電気				
1986	43	20	3,967	280	10,703	実績値
1989	54	29	4,163	370	14,789	鉄道委員会計画値
2000	80	40	5,600	450	19,000	調査団想定値

第6章 近代化計画作成の基本方針

提案する計画の内容は先に第1章の序において述べた工場近代化の目標が達成できるものであることが先ず必要であるが、調査団は、このほか次の基本方針にもとづき計画を作成することとした。

(1) 本調査の対象は機関車及び客貨車工場である。したがって計画の内容がそれぞれの車種の1つの実際的なモデルケースとして、インド国鉄内にある他の工場の近代化計画の策定に利用できるものであること。

このため特に次の点に留意した。

- 1) 既存の建物や構造物を最大限活用することにより、改良工事費を少なくすること。
- 2) 資材調達等についてはインド国側の資源・能力が十分活用できること。
- 3) 導入すべき新しい技術及び設備の水準については、インド国の現状及び将来の発展の可能性を十分考慮して設定すること。

(2) 単に新しい機械の導入や作業の機械化だけではなく、検修作業全体をシステムとして捕らえ、そのトータル効率をあげること。

このため、重要な作業についてはパート図手法や統計的手法を用いて詳細な分析を行なうこと。

第7章 ジャマルプール工場

7.1 概観

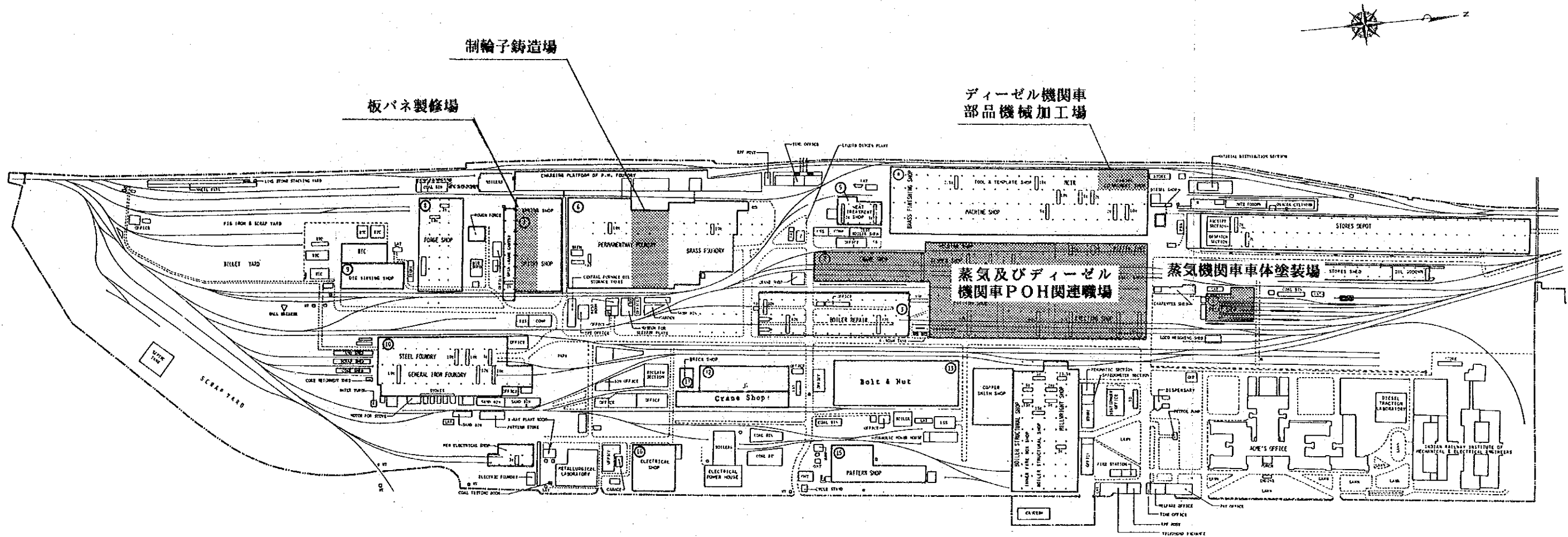
ジャマルプール工場はカルカッタの北西約 370kmに位置するインド国鉄最大規模の機関車修理工場である。建設は1862年、職員数は約14,000人で東部地域総局に所属している。約 57 万㎡の工場敷地の周辺には職員宿舎群、病院、学校、福利厚生施設、商店等があり、工場を中心としたコミュニティーを形成している。工場はまた、農業以外特に産業のないジャマルプール地域の経済発展にも大きな役割を担っている。

しかし、工場の建設時期が古いため、設備の多くが老朽化しており、例えば工場内の機械のうち 75%が耐用年数を越えている状況である。

表 7.1 ジャマルプール工場諸元

建設年月日	1862年 2月 8日	
総敷地面積	574,650 ㎡	
総建物面積	234,720 ㎡	
総機械設備台数	2,016 台	
総設備電力負荷	10,000 KVA	
必要電力容量	7,000 KVA	
自家発電容量	3,500 KVA	
圧搾空気容量	250 ㎥ / min	
水使用量	上水	7,300 ㎥ / 日
	工業用水	11,800 ㎥ / 日
電力使用量	2,400 百万KWH / 年	
ガス使用量	58万 8千 ㎥ / 年	
燃料使用量	4千 9百 ㎥ / 年	
職員数	13,960 人	
年間総業務収入	4億 1千 3百万 円	

工場の主な業務はBG用の蒸気機関車、ディーゼル機関車の全般検査であるが、工場の既存の施設や技術を利用し、クレーン車、ジャッキ、タワーカー（架線工事用車



Total ground area 574,650m²

Total covered area 234,720m²

LAYOUT OF JAMALPUR WORKSHOP

図-1 ジャマルプール工場現状レイアウト図

注) 着色部分は改良対象エリア

両)、鑄鉄枕木など各種の製作を行っており、これらの業務量は全体の45%を占めている。近年140tディーゼルクレーン車、貨車用台車、車両用板バネ、などの製作や主電動機の巻替など、新しい業務の開拓に意欲的に取り組んでおり、成果が期待される。蒸気機関車の廃止による工場業務量の大巾な減少を補償するための業務の多角化は、今後も本工場にとっての大きな課題である。

表 7.2 ジャマルプール工場業務実績

業 務 実 績	単 位	1986年度実績
(1) ディーゼル機関車POH	両/年	70
(2) 蒸気機関車POH	両/年	226
(3) 蒸気クレーンPOH	基/年	30
(4) ディーゼルクレーン新製	基/年	9
(5) タワーカー(架線工事車両)新製	両/年	18
(6) 車体用ジャッキ新製	台/年	50
(7) 制輪子鑄造	個/年	62,092
(8) 機関車用連結棒の製作	個/年	95
(9) 鑄鋼品の製作	トン/年	58
(10) 貨車用板バネの修繕	個/年	642
(11) 車輪の修繕	個/年	348

ジャマルプール工場は、東部総局内唯一の蒸気及びディーゼル機関車検修工場であり、蒸気機関車廃止後も引き続きディーゼル機関車の主力工場としての役割を担ってゆくこととなる。従って、これに対応するための設備の充実と技術の向上が、この工場の当面する最重要課題である。

ディーゼル機関車検修に適合するレイアウトの改善、新しい検修用機械の導入、
職員のディーゼル機関車要員への転換等々、ジャマルプール工場が取り組むべき課題は多い。

7.2 工場の問題点

ディーゼル機関車の検修作業についてみると、問題点は次の4つに集約される。

7.2.1 主線内レイアウト

ディーゼル機関車の検修作業のほとんどは、蒸気機関車と同一のエリア内で行われている。これらの作業場はディーゼル機関車の検修開始以降断片的に整備されて来たため、全体的にみた場合、必ずしも効率的なレイアウトではなく、今後、検修両数の増加に対応することが困難な状況となっている。

特に、台車、輪軸、エンジン、主発電機、主電動機等重要部品の作業場配置については、将来の電気機関車検修を考慮して現段階で抜本的に変更することが必要である。

7.2.2 試験、検査機器

ディーゼル機関車は蒸気機関車と異なり、エンジン、主発電機、主電動機、制御装置など構造が複雑で、精密な部品の集合体である。これらの部品は修繕工程上の適切な時期に単体又は組合せてチェックを行なうことが、車両の品質確保及び作業工程の短縮に不可欠である。現在はそのための試験検査機器の整備が不十分であり、早急にこれらの整備を必要としている。

7.2.3 人手作業

物品の荷役や運搬、部品の洗浄、塗装などをはじめ多くの作業が現在、人手によって行われている。車両検修作業はその性格上、人手に頼らざるを得ない部分もあるが、人手作業の解消は作業者の労力軽減、生産性、安全性の向上のみならず、安定した品質確保にも極めて有効である。

7.2.4 転換教育

蒸気機関車の検修要員の他種業務へ、特にディーゼル機関車検修業務への転換は設備レイアウトの近代化と同様にそのソフトとして重要なウエイトを持つ。

このため教育施設の充実と業務ニーズに適合した教育の実施が必要である。

その他、改善が必要な設備や作業として、制輪子の鑄造と車両用板バネ製修（新製及び修繕）がある。特に制輪子鑄造は緊急に改善を要する作業の1つである。現在はすべてが手作業で行われており、作業環境も劣悪である。制輪子は運転保安上非常に

重要な部品であり、安定した品質が車両の安全には不可欠であるので作業の機械化とともに品質管理手法の見直しを行ない、生産性と品質の向上及び作業環境の改善をはかることが必要である。

7.3 近代化計画

これまでに述べた工場近代化の基本方針及び現場調査結果にもとづき作成した計画の要点は次のとおりである。

7.3.1 設備規模決定の前提条件

表 7.3 検修車両数及び検修工程

車 種		現 状	計 画
検修両数 (両/年)	WDM	39	103
	WDS	31	30
	E L	0	48
検修日数 (正味日数)	WDM	25	16
	WDS	25	16

WDM……本線用ディーゼル機関車
WDS……入換用ディーゼル機関車

7.3.2 基本レイアウトの改善

(1) 改善の目標

- － 検修車両数の増大に伴う検修スペースの拡張
- － 作業フローに適合した車体及び部品の流れの確保と移動の円滑化
- － 部品の構造、性能に応じた適切な作業環境の確保
- － 電気機関車検修開始への対応
- － 蒸気機関車減少にともなう段階的整備
- － 板バネ、制輪子の作業能率、品質の向上

(2) 主な対象作業場

車体、台車、輪軸、エンジン、回転機、電装品、板バネ、制輪子鋳造

7.3.3 機械の導入

- － 検修作業用機械の能力拡大
- － 重要部品に対する検査、試験の内容充実と能率向上
- － 洗浄、塗装作業の機械化

- 荷役、運搬作業の機械化
- 板パネ製修作業の機械化
- 制輪子鑄造作業の機械化
- 老朽機械の高性能化

7.3.4 転換及び再教育

転換教育計画は将来におけるDL検修所要員数、所要時期、習得すべき技術内容等を考慮して作成した。

(1) 教育人・月

ディーゼル機関車検修への転換及び検修技術レベルアップなどに必要な教育

- 工場内教育 505 人/年 (機械運転保守要員を含む)
- 海外教育 27 人・月

(2) 教育施設

建物及び教育機材の整備

7.4 概算工事費と工期

7.4.1 工事内容

- | | | | |
|---------|--------------|---------|---|
| (1) 建物 | - 新設 | 2,070 ㎡ | (エンジン試験室、車両整備室、訓練センター) |
| | - 改築 | 6,900 ㎡ | (SL部品作業場、鑄造作業場) |
| (2) 機械 | - 新設 | 200 組 | (エンジン・発電機試験装置、整流子溝切装置、台車洗浄装置、制輪子鑄造設備、その他) |
| | - 取替 | 7 組 | (車輪旋盤、その他) |
| (3) その他 | 通路、床面、線路の整備等 | | |

7.4.2 近代化費用

概算工事費等は次のとおりである。

(1) 輸入税 (85%)を含めた概算工事費を表 7.4 に示す。

表 7.4 概算工事費 (単位 百万 Rs.)

項 目	新 設			取 替			合 計
	内貨	外貨	小計	内貨	外貨	小計	
車両検修設備	161	64	225	32	22	54	279
制輪子プラント	87	70	157	-	-	-	157
板バネプラント	9	-	9	-	-	-	9
教 育 施 設	7	1	8	-	-	-	8
計	264	135	399	32	22	54	453

(2) その他費用を表 7.4に示す。

表 7.4 その他の費用 (単位: 百万 Rs.)

項 目	内貨	外貨	計
車両予備品整備	33	-	33
教 育 費	-	2	2
計	33	2	35

7.4.3 工 期

蒸気機関車の検修業務量の減少を考慮し、逐次作業場の整備を進めることとする

	着 工	完 了
工事期間	1990	1994

第8章 ペランブール工場

8.1 概 観

ペランブール工場は1856年にマドラスに建設された、インド国鉄最古の工場である。

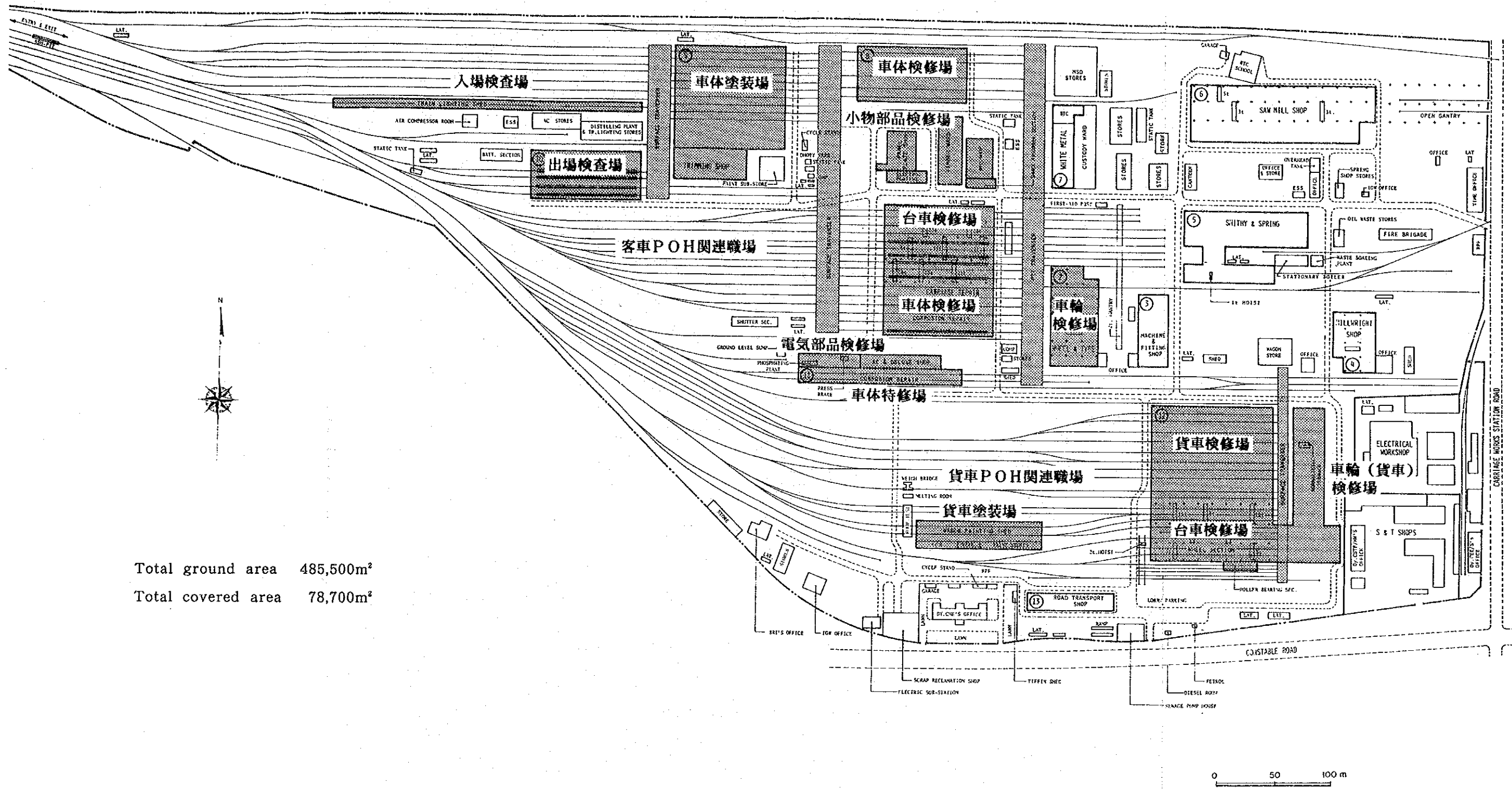
工場敷地面積は約48万5千㎡、約9,000名の職員を有し、インド国鉄の客貨車主力工場である。本工場は隣接して設置されているペランブール機関車工場及び客車新製工場（ICF）とともに、マドラス市の大規模事業場にランクされている。

工場の主な業務は、南部総局に配置されている約2600両のBG用客車と全国運用のBG用貨車の全般検査であり、1985年度の検査数は客車が1800両、貨車が4400両（いずれも概数）である。

先にも述べたとおり、客貨車ともに車体の腐食が多発しており、その修復も本工場の重要な業務となっている。年間500両の客車と1600両の貨車の修復工事（大修繕）が行われている。このほか、総局内の客貨車区で使用される板バネ、輪軸防振ダンパ等車両部品の集中修繕も担当している。

工場の施設は近年になるまで新規投資がほとんど行われなかったため、建物、機械とも老朽化が進み、また構内の線路、通路、作業場床面の不整も著しい。最近客車用輪軸作業場の改良投資が行われたのを皮切りに、板バネ作業場、貨車用輪軸作業場等の改良計画が独自に進められている。

本工場は南部総局唯一のBG用客貨車工場であり、将来とも客貨車の主力工場としての役割を担ってゆくこととなるが、今後の車両数増に対応し得る検修能力の増強と、AC車の増備、貨車のボギー化等、車両の質的变化に適合する検修設備の整備及び技術水準の向上が、この工場の当面する大きな課題である。



Total ground area 485,500m²
 Total covered area 78,700m²

LAYOUT OF PERAMBUR WORKSHOP

図-2 ペランブール工場現状レイアウト図

注) 着色部分は改良対象エリア

表 8.1 ベランブール工場諸元

建設年月日	1856年	
総敷地面積	485,500 m ²	
総建物面積	78,700 m ²	
総機械設備台数	608 台	
月平均エネルギー消費量	23,200 トット	
水使用量	上水	25 千m ³ /日
	工業用水	125 千m ³ /日
職員数	8,850 人	

表 8.2 ベランブール工場業務実績

項 目		単 位	1985年度実績
客車	客車の定期全般検査 (POH)	トット/日	13.5
	客車の腐食部分大修繕	トット/月	70
	1等客車の大修繕	トット/年	90
	延命化修繕工事	編成 /年	6
貨車	貨車の定期全般検査 (POH)	トット/日	22
	ボギー貨車の腐食部分大修繕	トット/月	25
	2軸 貨車の腐食部分大修繕	トット/月	165
	ボギー貨車異種タイプへの改造工事	両 /月	15
その他	貫通ホロの新製	個 /月	200
	車両用ショックアブソーバの修繕	個 /月	876
	車輪の製作	個 /月	60
	車輪フランジの盛り金修繕	輪 /月	45

8. 2 工場の問題点

この工場の特徴は修繕両数、つまり工場に日々入出場する車両数が極めて多いことである。1985年度には1日平均6.2両の客車と15両の貨車が入場している（客車の取扱両数はインド国鉄工場第2位）。従って、この工場の問題点は、検修工程の各段階での作業時間や無駄な待ち時間を減少させるためのボトルネックは何かということに置き替えられる。勿論、車両の品質は所定の水準を維持することが前提である。この観点から工場の現状をみると次の4つの問題点が抽出される。

(1) 車体検修場における車体の待ち時間が非常に多い。

車体検修場では車体は直線上に配置、修繕され、シーケンシャルに流れる。

しかし、先に述べたとおり、これらの中には腐食したものや、特に貨車では変形したものが多いため、個々の車体修繕時間のバラツキが大きく、直線上に配置した車体の流れは手待ち状態となり、しばしば停滞する。

しかもクレーン等荷役設備の不備や、建物構造上の問題等のため、後の車体が前の車体を飛びこえて先へ進むことが困難となっており、同一線上に配置された車体の修繕工程は、その中で最も修繕日数を要する車体によって決定されることとなる。このため、車体修繕工程に占める無駄な待ち時間の割合が非常に多く、全体の工程遅延の主要因となっている。

工場では待ち時間を減らすため種々の工夫や努力をしているが、それも限界に達している。

(2) 人手による作業が多い

物品の荷役、運搬、車体及び車両部品の洗浄、解体などの多くの作業が人手に頼っている。このため、非能率で工程の短縮を阻害している。さらに、作業場床面や運搬通路の状態が悪く、作業能率を著しく低下させている。

人手による作業の解消は、作業者の労力軽減、生産性、安全性の向上のみならず、車両の修繕品質の安定化にも不可欠である。

(3) コロージョン（腐食）車体が多く、修繕に長時間を要している。

調査によると、入場客車の約30%に大修繕を要するコロージョンが発生している。コロージョンの多発は、平均的な車両修繕工程を長くするのみではなく、

保守費の増大、車両稼働率低下の原因ともなる。

コローションの防止対策は車両の設計、製作段階で考慮すべき点も多く、また車両の使用環境による影響もあり、工場でのコントロールが困難な面もあるが、車両修繕時の溶接作業、塗装方法等の改善が必要である。

(4) 予備品が不足している。

台車、車輪等、車両部品における大修繕発生のため、車両検修の全体工程が遅れるケースがある。修繕工程の短縮には主要予備品の整備は不可欠である。

8.3 近代化計画の要点

これまでに述べてきた工場近代化の基本方針及び現状調査等の結果にもとづき作成した計画の要点は次のとおりである。

(1) 設備規模決定の前提条件

表 8.3 検修車両数及び検修工程

内 容	車 種		現 状	計 画
検 修 両 数	客 車 (両/年)	A C 車	68	250
		普通車	1,724	2,750
		計	1,792	3,000
	貨 車 (両/年)	2 軸 車	3,387	1,600
		ボギー車	997	1,920
		計	4,384	3,520
検 修 両 数 (正味日数)	客 車	A C 車	28.6	16.4
		普通車	14.6	10.5
	貨 車	2 軸 車	8.4	5.1
		ボギー車	5.0	4.0

(2) 基本レイアウトの改善

1) 改善の目標

- 検修車両数の増大に伴う検修スペースの拡張
- 主棟内における車体の待ち時間の解消
- 作業フローに適合した車体及び部品の流れの確保と移動の円滑化

- AC客車、機器の最終整備作業の能率化

- 塗装作業の能率化

- 車両検査方法の改善

2) 主な対象作業場

客車関係

- 入出場検査場、車体検修場、車体塗装場、台車検修場、車輪検修場

- トラバース、電気部品検修場、その他部品作業場

貨車関係

- 入場検査場、貨車検修場、台車・輪軸検修場、板金加工場、トラバース

- サ、塗装・出場検査場

(3) 機械の導入

- 検修作業用機械の能力拡大

- 車体移動の円滑化、効率化

- 自動化、機械化

- 運搬、荷役作業の機械化

- 部品、洗浄作業の機械化

- 検査作業の充実

- 老朽機械の高性能化

(4) 新人及び再教育

ベランブール工場は、検修車両数の増加に伴い、検修要員の増強が見込まれる。

従って、教育計画は新人及び再教育を重点に作成した。

1) 教育人・月

- 工場内教育 455 人/年

- 海外教育 20 人・月

2) 教育施設

建物及び教育機材の整備

8.4 概算工事費と工期

8.4.1 工事内容

(1) 建 物	第1期	第2期	計	
- 新 設	20,900 m ²	9,900 m ²	30,800 m ²	(客車車体職場、貨車 塗装職場、その他)
- 改 築	2,900 m ²	-----	2,900 m ²	(貨車検修場、 その他)
(2) 機 械				
- 新 設	307 組	73 組	380 組	(大型天井クレーン、 車体洗浄塗装装置、 超音波探傷装置、 車体トラバナー、他)
- 取 替	4 組	5 組	9 組	(車輪旋盤、その他)
(3) その他	通路、床面、線路の整備等			

8.4.2 近代化費用

概算工事費等は次のとおりである。

(1) 輸入税を含めた概算工事費を表 8.4 に示す。

表 8.4 概算工事費 (単位 百万 Rs.)

項 目		新 設			取 替			計
		内貨	外 貨	計	内貨	外貨	計	
車両検修設備	1 期	330	89	419	30	23	53	472
	2 期	103	28	131	33	0	33	164
	計	433	117	550	63	23	86	636
教育施設		6	0.5	6.5	0	0	0	6.5
合 計		439	117.5	556.5	63	23	86	642.5

8.4.3 その他の費用

(単位 百万 Rs.)

項目	内貨	外貨	計
予備品整備	10	0	10
教育費	0	1.5	1.5
合計	10	1.5	11.5

8.4.4 工期

2000年までの検修車両数の推移を勘案し、近代化工事は2期に分けて施行する。

フェーズ	着工	完了
第1期工事	1990	1992
第2期工事	1994	1996

第9章 プロジェクトの評価

9.1 経済、財務評価

9.1.1 財務分析

(1)分析モデルの設定

分析モデルとして、従来からインド国鉄で使用されていた方法 (Model A) と調査団が別に設定した方法 (Model B) を用いて分析を行った。

(2) With と Withoutの設定

With : 工場に近代化投資を行い、所要のPOH能力を持たせる。

Without : 工場に近代化投資を行わず現状のままとし、将来のPOH能力不足分は部外から車両を導入することにより所要の輸送力を確保する。

(3)便益

a)工場検修両数の増加

b)在場日数の短縮

c)POHコストの節約

d)制輪子生産コストの節約

e)板バネ生産コストの節約

(4)感度分析

ベースケースのほか、便益10%減、及びプロジェクトコスト10%増を同時に想定して感度分析を行った。

9.1.2 経済分析

財務分析に使用したプロジェクトコストから、外貨部分に対する輸入関税を除去し、かつ変換係数を用いて経済内部収益率を算出した。

他の条件設定は財務分析と同様である。

9.1.3 プロジェクトコスト

概算工事費のうち設備取替え費用を除いた部分について、表 9.1及び表 9.2のとおりプロジェクトコストを設定した。

表 9.1 ジャマルプール工場プロジェクトコスト (単位: 百万 Rs.)

項 目	内 貨 (D)	外 貨 (F)	合 計	
近代化工事費 ①	151	135	286	
輸 入 税 ② ①の(F) x 0.85	114	0	114	
小 計 ③ ①+②	265	135	400	
技術経費 ④ ① x 0.1	15	13	28	
そ の 他	予備品整備 ⑤	33	0	33
	海外教育費 ⑥	0	2	2
	小 計 ⑦ ⑤+⑥	33	2	35
予 備 費 ⑧ (①+④+⑦)x0.05	10	8	18	
総 計 ⑨ ③+④+⑦+⑧	323	158	481	

表 9.2 ベランプール工場プロジェクトコスト (単位: 百万 Rs.)

項 目	内 貨 (D)	外 貨 (F)	合 計	
近代化工事費 ①	339	117	456	
輸 入 税 ② ①の(F) x 0.85	100	0	100	
小 計 ③ ①+②	439	117	556	
技術経費 ④ ① x 0.1	34	12	46	
そ の 他	予備品整備 ⑤	10	0	10
	海外教育費 ⑥	0	1.5	1.5
	小 計 ⑦ ⑤+⑥	10	1.5	11.5
予 備 費 ⑧ (①+④+⑦)x0.05	19	6.5	25.5	
総 計 ⑨ ③+④+⑦+⑧	502	137	639	

9.1.4 感度分析結果

分析結果を次表に示す。経済、財務内部収益率は感度分析を含め、いずれの場合も12%以上であり、国民経済及び国鉄経営の観点から本プロジェクトは十分実行可能であると判断される。

表 9.3 経済・財務分析結果 (単位：%)

項 目			Jamalpur Project	Perambur Project
Model A	FIRR	ベース ケース	25	27
		感度分析	21	23
	EIRR	ベース ケース	29	30
		感度分析	25	25
Model B	FIRR	ベース ケース	17	16
		感度分析	15	12
	EIRR	ベース ケース	21	18
		感度分析	18	15

9.2 その他の便益及び効果

前項の経済、財務分析における便益の他、本プロジェクトの実施により期待される便益、効果として想定されるものは次の通りである。

(1) 輸送サービス水準が向上する。

適切な車両保守により輸送の安定性が高まり、顧客サービスの水準が向上する。

これにより、鉄道の潜在需要を顕在化させる。

(2) 車両故障が減少し、車両の稼働率が向上する。

また故障復旧に要する経費の節減が可能となる。

(3) 車両の品質が向上することにより、輸送力増強のための地上設備や車両への投資効果が高まる。

(4) 他工場の近代化を促進させる。

鉄道の輸送力増強施策に対応して、今後とも工場の近代化、車両検修能力の増強が必要であるが、本プロジェクトは近代化の1つのモデルとして他工場

におけるその促進に大きなインパクトを与える。

(5) 地域における雇用機会が増大する。

(6) インド国鉄全体としての車両保守費が低減する。

本プロジェクトの実施により、対象工場に関連する機関区、客貨車区における保守費が低減する。車両保守費の多くは機関区、客貨車区が占めている。

さらに、インド国鉄の全工場を近代化した場合の保守費の節減効果は高い。

インド国鉄の経営費に占める車両保守費の割合は21.6% 1,047 Crores 比(1985年度)である。

(7) 工場における車両保守技術が向上する。

鉄道は経験工学であり、工場における車両保守技術の向上は、車両に関する技術水準を向上させる。

(8) 工場への新しい機械の導入は地域産業の発展及び技術的進歩を促進する。

(9) 工場の活力と安全性が高まる。

近代化による新技術、新設備の導入及び作業環境の改善は作業の安全性と、工場職員の活力を高める。

I.1 分析モデルの設定

I.1.1 近代化プロジェクトによる便益及び算定式

この便益を確定するためにモデルA（インド国鉄のモデル）及びモデルB（スタディチームのモデル）のふたつの方式を用いた。

(1) モデル A

$$B1 = (T - TW) \cdot CPW \cdot \frac{1}{365} \cdot X$$

$$B2 = \left(\frac{X}{Z} - \frac{X}{L} \right) \cdot (CPW - CP) \cdot D - CW \cdot (CPW - CP)$$

B1 : POH サイクル・タイム（工程）の短縮による一次的節約

B2 : POH 能力の増加による反復的節約

T : without 加江外のサイクル・タイム

TW : with 加江外のサイクル・タイム

CP : without 加江外の年間 POH 施行能力

CPW : with 加江外の年間 POH 施行能力

X : 新車価格

Z : POH を施行しなかった場合の新車の耐用年数

L : POH を施行した場合の新車の耐用年数

D : POH の検査周期

CW : with 加江外での POH コスト

(2) モデル B

$$BCI_y = \left[X \cdot \frac{R \cdot (1+R)^L}{(1+R)^L - 1} \right] \cdot \left[\sum_{t=0}^{D-1} (1+DR)^{-t} \right] \cdot (QW_y - Q_y)$$

$$BCT_y = (T - TW) \cdot \frac{Q_y}{365} \cdot \left[X \cdot \frac{R \cdot (1+R)^L}{(1+R)^L - 1} \right]$$

$$BCR_y = Q_y \cdot C - QW_y \cdot CW$$

BCI_y : POH施行能力の増加による y年における便益

BCT_y : POHサイクル・タイム (工程) の短縮による y年における便益

BCR_y : POH施行 コストの減少による y年における便益

X : 新車価格

L : POHを施行した場合の新車の耐用年数

D : POHの検査周期

Q_y : without加圧外における y年の POH施行両数

QW_y : with 加圧外における y年の POH施行両数

R : 割引率

T : without加圧外における POHサイクル・タイム (工程)

TW : with 加圧外における POHサイクル・タイム (工程)

C : without加圧外における POH施行 コスト

CW : with 加圧外における POH施行 コスト

(2) 入力データ

便益推定のための入力データを表I.1～表I.4に示す。

表I.1 入力データ

追加外 入力データ	建設期間 (年)	評価期間 (年)	建設開始年
ジャマルプール工場	5	1 5	1 9 9 0
ペランプール工場	7	1 5	1 9 9 0
板バネ製修設備	2	1 5	1 9 9 0
制輪子鑄造設備	3	1 5	1 9 9 0

表I.2 ジャマルプール工場の入力データ

項 目			入力データ
WDM型 ディーゼル 機関車	POH 工程 (日)	without	31
		with	19.8
	POH コスト (百万 円)	without	0.7
		with	0.665
	POH 施行能力 (両/年)	without	48
with		103	
POH 検査周期 (年)			6
新車購入価格 (百万 円/両)			12
POH 施行時の車両寿命			36
平均車両寿命			12.5
POH 非施行時の車両寿命			12
WDS型 ディーゼル 機関車	POH 工程 (日)	without	31
		with	19.8
	POH コスト (百万 円)	without	0.4
		with	0.38
	POH 施行能力 (両/年)	without	24
with		30	
POH 検査周期 (年)			5
新車購入価格 (百万 円/両)			6.5
POH 施行時の車両寿命			36
平均車両寿命			12.5
POH 非施行時の車両寿命			12

表 I.3 ベランブール工場の人カデータ

項 目		入力データ	
客 車	POH 工程 (日)	without with	17.6 13.8(14.8)
	POH コスト (百万 円)	without with	0.08 0.055
	POH 施行能力 (両/年)	without with	2,000 3,000(2,450)
	POH 検査周期 (年) 新車購入価格 (百万 円/両) POH 施行時の車両寿命 平均車両寿命 POH 非施行時の車両寿命		1.4 1.5 25 18.3 6
ボギー 貨 車	POH 工程 (日)	without with	5.1 4.9
	POH コスト (百万 円)	without with	0.03 0.027
	POH 施行能力 (両/年)	without with	990 1,920
	POH 検査周期 (年) 新車購入価格 (百万 円/両) POH 施行時の車両寿命 平均車両寿命 POH 非施行時の車両寿命		3.5 0.55 40 14.7 10
2 軸 貨 車	POH 工程 (日)	without with	9.2 6.5
	POH コスト (百万 円)	without with	0.015 0.013
	POH 施行能力 (両/年)	without with	3,380 1,600
	POH 検査周期 (年) 新車購入価格 (百万 円/両) POH 施行時の車両寿命 平均車両寿命 POH 非施行時の車両寿命		3.5 0.22 40 18.3 10

注) () 内は フェーズ I 施工後を示す。

表I.4 P O H 施行両数の入力データ

年	Without Project					With Project				
	Jamalpur		Perambur			Jamalpur		Perambur		
	WDM	WDS	客車	軽貨車	2軸貨車	WDM	WDS	客車	軽貨車	2軸貨車
1990	48	24	2,000	990	2,876	48	24	2,000	990	2,876
91	↓	↓	↓	↓	2,749	48	24	2,000	990	2,749
92	↓	↓	↓	↓	2,621	48	24	2,000	990	2,621
93	↓	↓	↓	↓	2,493	48	24	2,235	1,459	2,493
94	↓	↓	↓	↓	2,366	48	24	2,344	1,524	2,366
95	↓	↓	↓	↓	2,238	80	28	2,450	1,590	2,238
96	↓	↓	↓	↓	2,111	85	28	2,450	1,656	2,111
97	↓	↓	↓	↓	1,983	89	29	2,672	1,722	1,983
98	↓	↓	↓	↓	1,855	94	29	2,781	1,788	1,855
99	↓	↓	↓	↓	1,728	98	30	2,871	1,857	1,728
2000	↓	↓	↓	↓	1,600	103	30	3,000	1,920	1,600
01	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
02	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
03	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
04	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
05	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
06	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
07	48	24	2,000	990	1,600	103	30	3,000	1,920	1,600

(3) 制輪子鑄造プラント及び板バネ製修プラントに関するプロジェクト便益については、

制輪子鑄造プラント 総額 999万円- /年
 板バネ製修プラント 総額 172万円- /年

の費用節減便益が推定された。

表 1 Consolidated Financial Cash Flow for Total Jamalpur Project by Model A (Base case)

(Millions of Rs. in 1987 price)

YEAR	PROJECT COST FOR POH	PROJECT COST FOR SPRING	PROJECT COST FOR B.BLOCK	TOTAL PROJECT COST	TOTAL PROJECT COST IN PRESENT VALUE	BENEFIT FROM POH	BENEFIT FROM SPRING	BENEFIT FROM B.BLOCK	TOTAL BENEFIT	TOTAL BENEFIT IN PRESENT VALUE	NET PRESENT VALUE
1990	67.56	5.19	57.43	130.17	130.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-130.17
1991	57.71	5.19	57.43	120.32	96.47	0.00	0.86	3.33	4.19	3.36	-223.28
1992	57.71	0.18	57.43	115.32	74.12	0.00	1.72	6.66	8.37	5.38	-292.02
1993	57.71	0.18	1.75	59.64	30.73	0.00	1.72	9.99	11.70	6.03	-316.73
1994	57.71	0.18	1.75	59.64	24.64	0.00	1.72	9.99	11.70	4.83	-336.53
1995	2.50	0.18	1.75	4.43	1.47	234.00	1.72	9.99	245.70	81.39	-256.61
1996	2.50	0.18	1.75	4.43	1.18	192.00	1.72	9.99	203.70	54.10	-203.69
1997	2.50	0.18	1.75	4.43	0.94	192.00	1.72	9.99	203.70	43.37	-161.27
1998	2.50	0.18	1.75	4.43	0.76	192.00	1.72	9.99	203.70	34.77	-127.25
1999	2.50	0.18	1.75	4.43	0.61	192.00	1.72	9.99	203.70	27.88	-99.98
2000	2.50	0.18	1.75	4.43	0.49	192.00	1.72	9.99	203.70	22.35	-78.11
2001	2.50	0.18	1.75	4.43	0.39	192.00	1.72	9.99	203.70	17.92	-60.58
2002	2.50	0.18	1.75	4.43	0.31	192.00	1.72	9.99	203.70	14.37	-46.53
2003	2.50	0.18	1.75	4.43	0.25	192.00	1.72	9.99	203.70	11.52	-35.26
2004	2.50	0.18	1.75	4.43	0.20	192.00	1.72	9.99	203.70	9.23	-26.23
2005	2.50	0.18	1.75	4.43	0.16	192.00	1.72	9.99	203.70	7.40	-18.99
2006	2.50	0.18	1.75	4.43	0.13	192.00	1.72	9.99	203.70	5.94	-13.18
2007	2.50	0.18	1.75	4.43	0.10	192.00	1.72	9.99	203.70	4.76	-8.53
2008	2.50	0.18	1.75	4.43	0.08	192.00	1.72	9.99	203.70	3.82	-4.79
2009	-118.74	-3.19	-32.71	-154.63	-2.32	167.00	1.72	9.99	178.70	2.68	0.21
TOTAL					360.88					361.09	

COST BENEFIT RATIO= 1.00059

FIRR= .2473

表 2 Consolidated Financial Cash Flow for Total Jamalpur Project by Model A (with 10% contingency)

(Millions of Rs. in 1987 price)

YEAR	PROJECT COST FOR POH	PROJECT COST FOR SPRING	PROJECT COST FOR B.BLOCK	TOTAL PROJECT COST	TOTAL PROJECT COST IN PRESENT VALUE	BENEFIT FROM POH	BENEFIT FROM SPRING	BENEFIT FROM B.BLOCK	TOTAL BENEFIT	TOTAL BENEFIT IN PRESENT VALUE	NET PRESENT VALUE
1990	74.32	5.70	63.17	143.19	143.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-143.19
1991	63.48	5.70	63.17	132.35	109.22	0.00	0.77	3.00	3.77	3.11	-249.30
1992	63.48	0.20	63.17	126.85	86.38	0.00	1.54	5.99	7.53	5.13	-330.55
1993	63.48	0.20	1.93	65.60	36.87	0.00	1.54	8.99	10.53	5.92	-361.50
1994	63.48	0.20	1.93	65.60	30.42	0.00	1.54	8.99	10.53	4.88	-387.04
1995	2.75	0.20	1.93	4.87	1.86	210.60	1.54	8.99	221.13	84.62	-304.28
1996	2.75	0.20	1.93	4.87	1.54	172.80	1.54	8.99	183.33	57.90	-247.92
1997	2.75	0.20	1.93	4.87	1.27	172.80	1.54	8.99	183.33	47.78	-201.41
1998	2.75	0.20	1.93	4.87	1.05	172.80	1.54	8.99	183.33	39.43	-163.04
1999	2.75	0.20	1.93	4.87	0.86	172.80	1.54	8.99	183.33	32.54	-131.37
2000	2.75	0.20	1.93	4.87	0.71	172.80	1.54	8.99	183.33	26.85	-105.23
2001	2.75	0.20	1.93	4.87	0.59	172.80	1.54	8.99	183.33	22.16	-83.66
2002	2.75	0.20	1.93	4.87	0.49	172.80	1.54	8.99	183.33	18.28	-65.86
2003	2.75	0.20	1.93	4.87	0.40	172.80	1.54	8.99	183.33	15.09	-51.18
2004	2.75	0.20	1.93	4.87	0.33	172.80	1.54	8.99	183.33	12.45	-39.06
2005	2.75	0.20	1.93	4.87	0.27	172.80	1.54	8.99	183.33	10.27	-29.06
2006	2.75	0.20	1.93	4.87	0.23	172.80	1.54	8.99	183.33	8.48	-20.80
2007	2.75	0.20	1.93	4.87	0.19	172.80	1.54	8.99	183.33	7.00	-13.99
2008	2.75	0.20	1.93	4.87	0.15	172.80	1.54	8.99	183.33	5.77	-8.37
2009	-130.61	-3.51	-35.98	-170.10	-4.42	150.30	1.54	8.99	160.83	4.18	0.23
TOTAL					411.60					411.83	

COST BENEFIT RATIO= 1.00056

FIRR= .2118

表 3 Consolidated Financial Cash Flow for Total Jamalpur Project by Model B (Base case)

(Millions of Rs. in 1987 price)

YEAR	PROJECT COST FOR POH	PROJECT COST FOR SPRING	PROJECT COST FOR B.BLOCK	TOTAL PROJECT COST	TOTAL PROJECT COST IN PRESENT VALUE	BENEFIT FROM POH	BENEFIT FROM SPRING	BENEFIT FROM B.BLOCK	TOTAL BENEFIT	TOTAL BENEFIT IN PRESENT VALUE	NET PRESENT VALUE
1990	67.56	5.19	57.43	130.17	130.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-130.17
1991	57.71	5.19	57.43	120.32	102.44	0.00	0.86	3.33	4.19	3.56	-229.04
1992	57.71	0.00	57.43	115.14	83.45	0.00	1.72	6.66	8.37	6.07	-306.43
1993	57.71	0.00	0.00	57.71	35.61	0.00	1.72	9.99	11.70	7.22	-334.82
1994	57.71	0.00	0.00	57.71	30.32	0.00	1.72	9.99	11.70	6.15	-358.99
1995	4.25	0.00	0.00	4.25	1.90	86.10	1.72	9.99	97.80	43.74	-317.15
1996	4.25	0.00	0.00	4.25	1.62	98.40	1.72	9.99	110.10	41.92	-276.84
1997	4.25	0.00	0.00	4.25	1.38	109.30	1.72	9.99	121.00	39.22	-238.99
1998	4.25	0.00	0.00	4.25	1.17	121.50	1.72	9.99	133.20	36.76	-203.41
1999	4.25	0.00	0.00	4.25	1.00	132.40	1.72	9.99	144.10	33.86	-170.55
2000	4.25	0.00	0.00	4.25	0.85	144.00	1.72	9.99	155.70	31.15	-140.25
2001	4.25	0.00	0.00	4.25	0.72	144.60	1.72	9.99	156.30	26.62	-114.36
2002	4.25	0.00	0.00	4.25	0.62	144.60	1.72	9.99	156.30	22.66	-92.31
2003	4.25	0.00	0.00	4.25	0.52	144.60	1.72	9.99	156.30	19.29	-73.54
2004	4.25	0.00	0.00	4.25	0.45	144.60	1.72	9.99	156.30	16.42	-57.57
2005	4.25	0.00	0.00	4.25	0.38	144.60	1.72	9.99	156.30	13.98	-43.96
2006	4.25	0.00	0.00	4.25	0.32	144.60	1.72	9.99	156.30	11.90	-32.38
2007	4.25	0.00	0.00	4.25	0.28	144.60	1.72	9.99	156.30	10.14	-22.52
2008	4.25	0.00	0.00	4.25	0.23	144.60	1.72	9.99	156.30	8.63	-14.13
2009	-116.99	-3.37	-34.46	-154.81	-7.28	144.60	1.72	9.99	156.30	7.35	0.49
TOTAL					386.15					386.65	

COST BENEFIT RATIO= 1.00128 FIRR= .1746

表 4 Consolidated Financial Cash Flow for Total Jamalpur Project by Model B (with 10% contingency)

(Millions of Rs. in 1987 price)

YEAR	PROJECT COST FOR POH	PROJECT COST FOR SPRING	PROJECT COST FOR B.BLOCK	TOTAL PROJECT COST	TOTAL PROJECT COST IN PRESENT VALUE	BENEFIT FROM POH	BENEFIT FROM SPRING	BENEFIT FROM B.BLOCK	TOTAL BENEFIT	TOTAL BENEFIT IN PRESENT VALUE	NET PRESENT VALUE
1990	74.32	5.70	63.17	143.19	143.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-143.19
1991	63.48	5.70	63.17	132.35	115.38	0.00	0.77	3.00	3.77	3.28	-255.28
1992	63.48	0.00	63.17	126.65	96.25	0.00	1.54	5.99	7.53	5.73	-345.81
1993	63.48	0.00	0.00	63.48	42.06	0.00	1.54	8.99	10.53	6.98	-380.89
1994	63.48	0.00	0.00	63.48	36.66	0.00	1.54	8.99	10.53	6.08	-411.47
1995	4.68	0.00	0.00	4.68	2.35	77.49	1.54	8.99	88.02	44.32	-369.51
1996	4.68	0.00	0.00	4.68	2.05	88.56	1.54	8.99	99.09	43.49	-328.06
1997	4.68	0.00	0.00	4.68	1.79	98.37	1.54	8.99	108.90	41.67	-288.18
1998	4.68	0.00	0.00	4.68	1.56	109.35	1.54	8.99	119.88	39.99	-249.75
1999	4.68	0.00	0.00	4.68	1.36	119.16	1.54	8.99	129.69	37.71	-213.40
2000	4.68	0.00	0.00	4.68	1.19	129.60	1.54	8.99	140.13	35.52	-179.06
2001	4.68	0.00	0.00	4.68	1.03	130.14	1.54	8.99	140.67	31.09	-149.01
2002	4.68	0.00	0.00	4.68	0.90	130.14	1.54	8.99	140.67	27.10	-122.81
2003	4.68	0.00	0.00	4.68	0.79	130.14	1.54	8.99	140.67	23.63	-99.96
2004	4.68	0.00	0.00	4.68	0.68	130.14	1.54	8.99	140.67	20.60	-80.05
2005	4.68	0.00	0.00	4.68	0.60	130.14	1.54	8.99	140.67	17.96	-62.69
2006	4.68	0.00	0.00	4.68	0.52	130.14	1.54	8.99	140.67	15.65	-47.56
2007	4.68	0.00	0.00	4.68	0.45	130.14	1.54	8.99	140.67	13.65	-34.37
2008	4.68	0.00	0.00	4.68	0.40	130.14	1.54	8.99	140.67	11.90	-22.87
2009	-128.69	-3.71	-37.90	-170.30	-12.55	130.14	1.54	8.99	140.67	10.37	0.05
TOTAL					436.65					436.71	

COST BENEFIT RATIO= 1.00012 FIRR= .1471

表 5 Consolidated Economic Cash Flow for Total Jamalpur Project by Model A (Base case)

(Millions of Rs. in 1987 price)

YEAR	PROJECT COST		TOTAL PROJECT COST	TOTAL COST IN PRESENT VALUE	BENEFIT FOR IR	BENEFIT FOR USERS	TOTAL BENEFIT	TOTAL BENEFIT IN PRESENT VALUE	NET PRESENT VALUE
	PROJECT FOR POH	FOR BRAKE BLOCK AND SPRING							
1990	51.99	41.16	93.15	93.15	0.00	0.00	0.00	0.00	-93.15
1991	43.48	41.16	84.64	65.55	3.77	0.00	3.77	2.92	-155.79
1992	43.48	36.66	80.14	48.07	7.54	0.00	7.54	4.52	-199.33
1993	43.48	1.74	45.22	21.01	10.53	0.00	10.53	4.89	-215.45
1994	43.48	1.74	45.22	16.27	10.53	0.00	10.53	3.79	-227.93
1995	2.25	1.74	3.99	1.11	221.38	0.00	221.38	61.68	-167.36
1996	2.25	1.74	3.99	0.86	183.06	0.00	183.06	39.50	-128.71
1997	2.25	1.74	3.99	0.67	183.06	0.00	183.06	30.59	-98.79
1998	2.25	1.74	3.99	0.52	183.06	0.00	183.06	23.69	-75.61
1999	2.25	1.74	3.99	0.40	183.06	0.00	183.06	18.35	-57.66
2000	2.25	1.74	3.99	0.31	183.06	0.00	183.06	14.21	-43.75
2001	2.25	1.74	3.99	0.24	183.06	0.00	183.06	11.01	-32.99
2002	2.25	1.74	3.99	0.19	183.06	0.00	183.06	8.52	-24.65
2003	2.25	1.74	3.99	0.14	183.06	0.00	183.06	6.60	-18.19
2004	2.25	1.74	3.99	0.11	183.06	0.00	183.06	5.11	-13.19
2005	2.25	1.74	3.99	0.09	183.06	0.00	183.06	3.96	-9.32
2006	2.25	1.74	3.99	0.07	183.06	0.00	183.06	3.07	-6.32
2007	2.25	1.74	3.99	0.05	183.06	0.00	183.06	2.38	-3.99
2008	2.25	1.74	3.99	0.04	183.06	0.00	183.06	1.84	-2.19
2009	-106.86	-24.93	-131.79	-1.03	160.71	0.00	160.71	1.25	0.08
TOTAL				247.81			247.90		

COST BENEFIT RATIO= 1.00034

EIRR= .2912

表 6 Consolidated Economic Cash Flow for Total Jamalpur Project by Model A (with 10% contingency)

(Millions of Rs. in 1987 price)

YEAR	PROJECT COST		TOTAL PROJECT COST	TOTAL COST IN PRESENT VALUE	BENEFIT FOR IR	BENEFIT FOR USERS	TOTAL BENEFIT	TOTAL BENEFIT IN PRESENT VALUE	NET PRESENT VALUE
	PROJECT FOR POH	FOR BRAKE BLOCK AND SPRING							
1990	57.19	45.28	102.47	102.47	0.00	0.00	0.00	0.00	-102.47
1991	47.83	45.28	93.11	74.36	3.39	0.00	3.39	2.71	-174.12
1992	47.83	40.32	88.15	56.23	6.78	0.00	6.78	4.33	-226.02
1993	47.83	1.91	49.74	25.34	9.48	0.00	9.48	4.83	-246.53
1994	47.83	1.91	49.74	20.24	9.48	0.00	9.48	3.86	-262.91
1995	2.48	1.91	4.39	1.43	199.24	0.00	199.24	64.74	-199.60
1996	2.48	1.91	4.39	1.14	164.75	0.00	164.75	42.76	-157.98
1997	2.48	1.91	4.39	0.91	164.75	0.00	164.75	34.15	-124.74
1998	2.48	1.91	4.39	0.73	164.75	0.00	164.75	27.27	-98.19
1999	2.48	1.91	4.39	0.58	164.75	0.00	164.75	21.78	-76.99
2000	2.48	1.91	4.39	0.46	164.75	0.00	164.75	17.40	-60.06
2001	2.48	1.91	4.39	0.37	164.75	0.00	164.75	13.89	-46.54
2002	2.48	1.91	4.39	0.30	164.75	0.00	164.75	11.10	-35.74
2003	2.48	1.91	4.39	0.24	164.75	0.00	164.75	8.86	-27.11
2004	2.48	1.91	4.39	0.19	164.75	0.00	164.75	7.08	-20.22
2005	2.48	1.91	4.39	0.15	164.75	0.00	164.75	5.65	-14.72
2006	2.48	1.91	4.39	0.12	164.75	0.00	164.75	4.51	-10.33
2007	2.48	1.91	4.39	0.10	164.75	0.00	164.75	3.61	-6.82
2008	2.48	1.91	4.39	0.08	164.75	0.00	164.75	2.88	-4.01
2009	-117.55	-27.42	-144.97	-2.02	144.64	0.00	144.64	2.02	0.03
TOTAL				283.39			283.41		

COST BENEFIT RATIO= 1.0001

EIRR= .2521

表 7 Consolidated Economic Cash Flow for Total Jamalpur Project by Model B (Base case)

(Millions of Rs. in 1987 price)

YEAR	PROJECT COST		TOTAL PROJECT COST	TOTAL COST IN PRESENT VALUE	BENEFIT FOR IR	BENEFIT FOR USERS	TOTAL BENEFIT	TOTAL BENEFIT IN PRESENT VALUE	NET PRESENT VALUE
	PROJECT FOR POH	FOR BRAKE COST BLOCK AND SPRING							
1990	51.99	41.16	93.15	93.15	0.00	0.00	0.00	0.00	-93.15
1991	43.48	41.16	84.64	70.10	3.77	0.00	3.77	3.12	-160.13
1992	43.48	36.66	80.14	54.96	7.54	0.00	7.54	5.17	-209.92
1993	43.48	1.74	45.22	25.68	10.53	0.00	10.53	5.98	-229.62
1994	43.48	1.74	45.22	21.27	10.53	0.00	10.53	4.95	-245.94
1995	2.25	1.74	3.99	1.55	88.06	0.00	88.06	34.30	-213.19
1996	2.25	1.74	3.99	1.29	99.05	0.00	99.05	31.95	-182.52
1997	2.25	1.74	3.99	1.07	108.87	0.00	108.87	29.09	-154.50
1998	2.25	1.74	3.99	0.88	119.87	0.00	119.87	26.52	-128.86
1999	2.25	1.74	3.99	0.73	129.69	0.00	129.69	23.76	-105.83
2000	2.25	1.74	3.99	0.61	140.68	0.00	140.68	21.35	-85.09
2001	2.25	1.74	3.99	0.50	140.68	0.00	140.68	17.68	-67.91
2002	2.25	1.74	3.99	0.42	140.68	0.00	140.68	14.64	-53.68
2003	2.25	1.74	3.99	0.34	140.68	0.00	140.68	12.13	-41.90
2004	2.25	1.74	3.99	0.28	140.68	0.00	140.68	10.04	-32.14
2005	2.25	1.74	3.99	0.24	140.68	0.00	140.68	8.32	-24.06
2006	2.25	1.74	3.99	0.20	140.68	0.00	140.68	6.89	-17.37
2007	2.25	1.74	3.99	0.16	140.68	0.00	140.68	5.70	-11.83
2008	2.25	1.74	3.99	0.13	140.68	0.00	140.68	4.72	-7.24
2009	-186.86	-24.93	-131.79	-3.66	140.68	0.00	140.68	3.91	0.34
TOTAL				269.90				270.23	

COST BENEFIT RATIO= 1.00124

EIRR= .2075

表 8 Consolidated Economic Cash Flow for Total Jamalpur Project by Model B (with 10% contingency)

(Millions of Rs. in 1987 price)

YEAR	PROJECT COST		TOTAL PROJECT COST	TOTAL COST IN PRESENT VALUE	BENEFIT FOR IR	BENEFIT FOR USERS	TOTAL BENEFIT	TOTAL BENEFIT IN PRESENT VALUE	NET PRESENT VALUE
	PROJECT FOR POH	FOR BRAKE COST BLOCK AND SPRING							
1990	57.19	45.28	102.47	102.47	0.00	0.00	0.00	0.00	-102.47
1991	47.83	45.28	93.11	79.09	3.39	0.00	3.39	2.88	-178.68
1992	47.83	40.32	88.15	63.61	6.78	0.00	6.78	4.89	-237.39
1993	47.83	1.91	49.74	30.49	9.48	0.00	9.48	5.81	-262.07
1994	47.83	1.91	49.74	25.90	9.48	0.00	9.48	4.93	-283.04
1995	2.48	1.91	4.39	1.94	79.25	0.00	79.25	35.06	-249.92
1996	2.48	1.91	4.39	1.65	89.15	0.00	89.15	33.50	-218.08
1997	2.48	1.91	4.39	1.40	97.98	0.00	97.98	31.28	-188.20
1998	2.48	1.91	4.39	1.19	107.88	0.00	107.88	29.25	-160.14
1999	2.48	1.91	4.39	1.01	116.72	0.00	116.72	26.88	-134.27
2000	2.48	1.91	4.39	0.86	126.61	0.00	126.61	24.77	-110.35
2001	2.48	1.91	4.39	0.73	126.61	0.00	126.61	21.04	-90.04
2002	2.48	1.91	4.39	0.62	126.61	0.00	126.61	17.88	-72.78
2003	2.48	1.91	4.39	0.53	126.61	0.00	126.61	15.19	-58.12
2004	2.48	1.91	4.39	0.45	126.61	0.00	126.61	12.90	-45.67
2005	2.48	1.91	4.39	0.38	126.61	0.00	126.61	10.96	-35.09
2006	2.48	1.91	4.39	0.32	126.61	0.00	126.61	9.31	-26.11
2007	2.48	1.91	4.39	0.27	126.61	0.00	126.61	7.91	-18.48
2008	2.48	1.91	4.39	0.23	126.61	0.00	126.61	6.72	-11.99
2009	-117.55	-27.42	-144.97	-6.53	126.61	0.00	126.61	5.71	0.25
TOTAL				306.61				306.86	

COST BENEFIT RATIO= 1.00081

EIRR= .1772

表 9 Perambur Project Financial Cash Flow by Model A
(Base Case)

(Millions of Rs. in 1987 price)

YEAR	INVEST- MENT AMOUNT	MAINTEN- ANCE COST	TOTAL PROJECT COST	TOTAL COST IN PRESENT VALUE	ONE TIME SAVING	RECURRING SAVING	TOTAL BENEFIT	TOTAL BENEFIT IN PRESENT VALUE	NET PRESENT VALUE
1990	165.94	0.00	165.94	165.94	0.00	0.00	0.00	0.00	-165.94
1991	160.33	0.00	160.33	126.53	0.00	0.00	0.00	0.00	-292.47
1992	160.33	0.00	160.33	99.85	0.00	0.00	0.00	0.00	-392.32
1993	0.00	4.60	4.60	2.26	0.00	0.00	0.00	0.00	-394.58
1994	50.75	4.60	55.35	21.47	50.03	240.50	290.54	112.67	-303.37
1995	50.75	5.03	55.79	17.07	0.00	240.50	240.50	73.60	-246.84
1996	50.75	5.47	56.22	13.58	0.00	240.50	240.50	58.08	-202.33
1997	0.00	5.90	5.90	1.12	0.00	240.50	240.50	45.84	-157.62
1998	0.00	5.90	5.90	0.89	0.00	240.50	240.50	36.17	-122.34
1999	0.00	5.90	5.90	0.70	0.00	240.50	240.50	28.54	-94.50
2000	0.00	5.90	5.90	0.55	0.00	240.50	240.50	22.53	-72.52
2001	0.00	5.90	5.90	0.44	0.00	240.50	240.50	17.78	-55.18
2002	0.00	5.90	5.90	0.34	0.00	240.50	240.50	14.03	-41.50
2003	0.00	5.90	5.90	0.27	0.00	240.50	240.50	11.07	-30.70
2004	0.00	5.90	5.90	0.21	0.00	240.50	240.50	8.74	-22.18
2005	0.00	5.90	5.90	0.17	0.00	240.50	240.50	6.89	-15.46
2006	0.00	5.90	5.90	0.13	0.00	240.50	240.50	5.44	-10.15
2007	-365.92	5.90	-360.02	-6.43	-14.87	240.50	225.64	4.03	0.30
TOTAL				445.10				445.41	

COST BENEFIT RATIO= 1.00069

FIRR= .2672

表 10 Perambur Project Financial Cash Flow by Model A
(with 10% contingency)

(Millions of Rs. in 1987 price)

YEAR	INVEST- MENT AMOUNT	MAINTEN- ANCE COST	TOTAL PROJECT COST	TOTAL COST IN PRESENT VALUE	ONE TIME SAVING	RECURRING SAVING	TOTAL BENEFIT	TOTAL BENEFIT IN PRESENT VALUE	NET PRESENT VALUE
1990	182.54	0.00	182.54	182.54	0.00	0.00	0.00	0.00	-182.54
1991	176.37	0.00	176.37	143.84	0.00	0.00	0.00	0.00	-326.38
1992	176.37	0.00	176.37	117.32	0.00	0.00	0.00	0.00	-443.70
1993	0.00	5.06	5.06	2.75	0.00	0.00	0.00	0.00	-446.45
1994	55.83	5.06	60.89	26.94	45.03	216.45	261.48	115.70	-357.69
1995	55.83	5.54	61.37	22.15	0.00	216.45	216.45	78.12	-301.72
1996	55.83	6.01	61.84	18.20	0.00	216.45	216.45	63.71	-256.21
1997	0.00	6.49	6.49	1.56	0.00	216.45	216.45	51.96	-205.81
1998	0.00	6.49	6.49	1.27	0.00	216.45	216.45	42.38	-164.70
1999	0.00	6.49	6.49	1.04	0.00	216.45	216.45	34.56	-131.17
2000	0.00	6.49	6.49	0.85	0.00	216.45	216.45	28.19	-103.82
2001	0.00	6.49	6.49	0.69	0.00	216.45	216.45	22.99	-81.52
2002	0.00	6.49	6.49	0.56	0.00	216.45	216.45	18.75	-63.33
2003	0.00	6.49	6.49	0.46	0.00	216.45	216.45	15.29	-48.49
2004	0.00	6.49	6.49	0.37	0.00	216.45	216.45	12.47	-36.39
2005	0.00	6.49	6.49	0.31	0.00	216.45	216.45	10.17	-26.52
2006	0.00	6.49	6.49	0.25	0.00	216.45	216.45	8.30	-18.48
2007	-402.51	6.49	-396.02	-12.38	-13.38	216.45	203.07	6.35	0.25
TOTAL				508.70				508.96	

COST BENEFIT RATIO= 1.0005

FIRR= .2261

表 1 1 Perambur Project Financial Cash Flow by Model B
(Base Case)

(Millions of Rs. in 1987 price)

YEAR	INVEST- MENT AMOUNT	MAINTEN- ANCE COST	TOTAL PROJECT COST	TOTAL COST IN PRESENT VALUE	BENEFIT DUE TO POH CAPACITY	BENEFIT DUE TO POH CYCLE TIME	BENEFIT DUE TO POH COST	TOTAL BENEFIT	TOTAL BENEFIT IN PRESENT VALUE	NET PRESENT VALUE
1990	165.94	0.00	165.94	165.94	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-165.94
1991	160.33	0.00	160.33	138.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-304.39
1992	160.33	0.00	160.33	119.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-423.93
1993	0.00	4.60	4.60	2.96	77.17	2.90	-7.63	72.44	46.64	-380.26
1994	50.75	4.60	55.35	30.77	97.38	2.89	-15.64	84.63	47.05	-363.98
1995	50.75	5.03	55.79	26.78	117.32	2.87	-23.50	96.69	46.41	-344.35
1996	50.75	5.47	56.22	23.30	124.06	2.86	-25.54	101.38	42.02	-325.63
1997	0.00	5.90	5.90	2.11	158.45	2.84	-39.79	121.50	43.49	-284.25
1998	0.00	5.90	5.90	1.82	178.76	2.83	-47.82	133.77	41.34	-244.74
1999	0.00	5.90	5.90	1.57	199.20	2.81	-55.91	146.11	38.99	-207.32
2000	0.00	5.90	5.90	1.36	219.52	2.80	-63.94	158.37	36.49	-172.19
2001	0.00	5.90	5.90	1.17	219.52	2.80	-63.94	158.37	31.51	-141.85
2002	0.00	5.90	5.90	1.01	219.52	2.80	-63.94	158.37	27.21	-115.65
2003	0.00	5.90	5.90	0.88	219.52	2.80	-63.94	158.37	23.50	-93.03
2004	0.00	5.90	5.90	0.76	219.52	2.80	-63.94	158.37	20.29	-73.50
2005	0.00	5.90	5.90	0.65	219.52	2.80	-63.94	158.37	17.52	-56.63
2006	0.00	5.90	5.90	0.56	219.52	2.80	-63.94	158.37	15.13	-42.07
2007	-365.92	5.90	-360.02	-29.69	219.52	2.80	-63.94	158.37	13.06	0.69
TOTAL				489.96					490.65	

COST BENEFIT RATIO= 1.0014

FIRR= .1581

表 1 2 Perambur Project Financial Cash Flow by Model B
(with 10% contingency)

(Millions of Rs. in 1987 price)

YEAR	INVEST- MENT AMOUNT	MAINTEN- ANCE COST	TOTAL PROJECT COST	TOTAL COST IN PRESENT VALUE	BENEFIT DUE TO POH CAPACITY	BENEFIT DUE TO POH CYCLE TIME	BENEFIT DUE TO POH COST	TOTAL BENEFIT	TOTAL BENEFIT IN PRESENT VALUE	NET PRESENT VALUE
1990	182.54	0.00	182.54	182.54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-182.54
1991	176.37	0.00	176.37	157.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-339.84
1992	176.37	0.00	176.37	140.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-480.14
1993	0.00	5.06	5.06	3.59	70.74	2.61	-9.39	63.96	45.38	-438.35
1994	55.83	5.06	60.89	38.53	89.11	2.60	-18.15	73.57	46.55	-430.32
1995	55.83	5.54	61.37	34.63	107.24	2.59	-26.75	83.08	46.89	-418.07
1996	55.83	6.01	61.84	31.13	113.49	2.57	-28.94	87.13	43.86	-405.34
1997	0.00	6.49	6.49	2.91	144.62	2.56	-44.56	102.62	46.07	-362.18
1998	0.00	6.49	6.49	2.60	163.69	2.55	-53.35	112.29	44.96	-319.81
1999	0.00	6.49	6.49	2.32	181.66	2.53	-62.19	122.01	43.58	-278.56
2000	0.00	6.49	6.49	2.07	200.13	2.52	-70.97	131.67	41.94	-238.68
2001	0.00	6.49	6.49	1.84	200.13	2.52	-70.97	131.67	37.41	-203.11
2002	0.00	6.49	6.49	1.64	200.13	2.52	-70.97	131.67	33.37	-171.39
2003	0.00	6.49	6.49	1.47	200.13	2.52	-70.97	131.67	29.76	-143.10
2004	0.00	6.49	6.49	1.31	200.13	2.52	-70.97	131.67	26.54	-117.86
2005	0.00	6.49	6.49	1.17	200.13	2.52	-70.97	131.67	23.67	-95.36
2006	0.00	6.49	6.49	1.04	200.13	2.52	-70.97	131.67	21.11	-75.28
2007	-402.51	6.49	-396.02	-56.64	200.13	2.52	-70.97	131.67	18.83	0.19
TOTAL				549.75					549.94	

COST BENEFIT RATIO= 1.00034

FIRR= .1212

表 1.3 Perambur Project Economic Cash Flow by Model A (Base Case)

(Millions of Rs. in 1987 price)

YEAR	INVEST- MENT AMOUNT	MAINTENANCE COST	TOTAL PROJECT COST	TOTAL COST IN PRESENT VALUE	BENEFIT FOR IR	BENEFIT FOR USERS	TOTAL BENEFIT	TOTAL BENEFIT IN PRESENT VALUE	NET PRESENT VALUE
1990	129.50	0.00	129.50	129.50	0.00	0.00	0.00	0.00	-129.50
1991	124.50	0.00	124.50	95.92	0.00	0.00	0.00	0.00	-225.42
1992	124.50	0.00	124.50	73.91	0.00	0.00	0.00	0.00	-299.33
1993	0.00	4.10	4.10	1.88	0.00	0.00	0.00	0.00	-301.21
1994	39.50	4.50	44.00	15.51	261.00	0.00	261.00	91.98	-224.74
1995	39.50	4.90	44.40	12.06	216.00	0.00	216.00	58.65	-178.14
1996	39.50	5.30	44.80	9.37	216.00	0.00	216.00	45.19	-142.33
1997	0.00	5.30	5.30	0.85	216.00	0.00	216.00	34.81	-108.37
1998	0.00	5.30	5.30	0.66	216.00	0.00	216.00	26.82	-82.20
1999	0.00	5.30	5.30	0.51	216.00	0.00	216.00	20.67	-62.04
2000	0.00	5.30	5.30	0.39	216.00	0.00	216.00	15.92	-46.51
2001	0.00	5.30	5.30	0.30	216.00	0.00	216.00	12.27	-34.54
2002	0.00	5.30	5.30	0.23	216.00	0.00	216.00	9.45	-25.32
2003	0.00	5.30	5.30	0.18	216.00	0.00	216.00	7.28	-18.22
2004	0.00	5.30	5.30	0.14	216.00	0.00	216.00	5.61	-12.74
2005	0.00	5.30	5.30	0.11	216.00	0.00	216.00	4.32	-8.53
2006	0.00	5.30	5.30	0.08	216.00	0.00	216.00	3.33	-5.28
2007	-284.61	5.30	-279.31	-3.32	203.00	0.00	203.00	2.41	0.45
TOTAL				338.27				338.72	

COST BENEFIT RATIO= 1.00134

EIRR= .2979

表 1.4 Perambur Project Economic Cash Flow by Model A (with 10% contingency)

(Millions of Rs. in 1987 price)

YEAR	INVEST- MENT AMOUNT	MAINTENANCE COST	TOTAL PROJECT COST	TOTAL COST IN PRESENT VALUE	BENEFIT FOR IR	BENEFIT FOR USERS	TOTAL BENEFIT	TOTAL BENEFIT IN PRESENT VALUE	NET PRESENT VALUE
1990	142.45	0.00	142.45	142.45	0.00	0.00	0.00	0.00	-142.45
1991	136.95	0.00	136.95	109.25	0.00	0.00	0.00	0.00	-251.70
1992	136.95	0.00	136.95	87.16	0.00	0.00	0.00	0.00	-338.86
1993	0.00	4.51	4.51	2.29	0.00	0.00	0.00	0.00	-341.15
1994	43.45	4.95	48.40	19.60	234.90	0.00	234.90	95.14	-265.61
1995	43.45	5.39	48.84	15.78	194.40	0.00	194.40	62.82	-218.58
1996	43.45	5.83	49.28	12.70	194.40	0.00	194.40	50.11	-181.17
1997	0.00	5.83	5.83	1.20	194.40	0.00	194.40	39.98	-142.39
1998	0.00	5.83	5.83	0.96	194.40	0.00	194.40	31.89	-111.45
1999	0.00	5.83	5.83	0.76	194.40	0.00	194.40	25.44	-86.77
2000	0.00	5.83	5.83	0.61	194.40	0.00	194.40	20.30	-67.08
2001	0.00	5.83	5.83	0.49	194.40	0.00	194.40	16.19	-51.37
2002	0.00	5.83	5.83	0.39	194.40	0.00	194.40	12.92	-38.84
2003	0.00	5.83	5.83	0.31	194.40	0.00	194.40	10.31	-28.85
2004	0.00	5.83	5.83	0.25	194.40	0.00	194.40	8.22	-20.87
2005	0.00	5.83	5.83	0.20	194.40	0.00	194.40	6.56	-14.51
2006	0.00	5.83	5.83	0.16	194.40	0.00	194.40	5.23	-9.43
2007	-313.07	5.83	-307.24	-6.60	182.70	0.00	182.70	3.92	1.09
TOTAL				387.96				389.04	

COST BENEFIT RATIO= 1.0028

EIRR= .2535

表 15 Perambur Project Economic Cash Flow by Model B
(Base Case)

(Millions of Rs. in 1987 price)

YEAR	INVEST- MENT AMOUNT	MAINTE- NANCE COST	TOTAL PROJECT COST	TOTAL COST IN PRESENT VALUE	BENEFIT FOR IR	BENEFIT FOR USERS	TOTAL BENEFIT	TOTAL BENEFIT IN PRESENT VALUE	NET PRESENT VALUE
1990	129.50	0.00	129.50	129.50	0.00	0.00	0.00	0.00	-129.50
1991	124.50	0.00	124.50	105.53	0.00	0.00	0.00	0.00	-235.03
1992	124.50	0.00	124.50	89.44	0.00	0.00	0.00	0.00	-324.47
1993	0.00	4.10	4.10	2.50	65.00	0.00	65.00	39.58	-287.39
1994	39.50	4.50	44.00	22.71	76.00	0.00	76.00	39.23	-270.87
1995	39.50	4.90	44.40	19.42	87.00	0.00	87.00	38.06	-252.23
1996	39.50	5.30	44.80	16.61	91.00	0.00	91.00	33.74	-235.10
1997	0.00	5.30	5.30	1.67	109.00	0.00	109.00	34.26	-202.51
1998	0.00	5.30	5.30	1.41	120.00	0.00	120.00	31.97	-171.95
1999	0.00	5.30	5.30	1.20	132.00	0.00	132.00	29.81	-143.34
2000	0.00	5.30	5.30	1.01	143.00	0.00	143.00	27.37	-116.99
2001	0.00	5.30	5.30	0.86	143.00	0.00	143.00	23.20	-94.65
2002	0.00	5.30	5.30	0.73	143.00	0.00	143.00	19.66	-75.72
2003	0.00	5.30	5.30	0.62	143.00	0.00	143.00	16.67	-59.67
2004	0.00	5.30	5.30	0.52	143.00	0.00	143.00	14.13	-46.07
2005	0.00	5.30	5.30	0.44	143.00	0.00	143.00	11.97	-34.54
2006	0.00	5.30	5.30	0.38	143.00	0.00	143.00	10.15	-24.77
2007	-284.61	5.30	-279.31	-16.89	143.00	0.00	143.00	8.60	0.64
TOTAL				377.75				378.39	

COST BENEFIT RATIO= 1.00169

EIRR= .1798

表 16 Perambur Project Economic Cash Flow by Model B
(with 10% contingency)

(Millions of Rs. in 1987 price)

YEAR	INVEST- MENT AMOUNT	MAINTE- NANCE COST	TOTAL PROJECT COST	TOTAL COST IN PRESENT VALUE	BENEFIT FOR IR	BENEFIT FOR USERS	TOTAL BENEFIT	TOTAL BENEFIT IN PRESENT VALUE	NET PRESENT VALUE
1990	142.45	0.00	142.45	142.45	0.00	0.00	0.00	0.00	-142.45
1991	136.95	0.00	136.95	119.23	0.00	0.00	0.00	0.00	-261.68
1992	136.95	0.00	136.95	103.81	0.00	0.00	0.00	0.00	-365.49
1993	0.00	4.51	4.51	2.98	58.50	0.00	58.50	38.61	-329.86
1994	43.45	4.95	48.40	27.81	68.40	0.00	68.40	39.30	-318.37
1995	43.45	5.39	48.84	24.43	78.30	0.00	78.30	39.17	-303.63
1996	43.45	5.83	49.28	21.46	81.90	0.00	81.90	35.67	-289.43
1997	0.00	5.83	5.83	2.21	98.10	0.00	98.10	37.20	-254.44
1998	0.00	5.83	5.83	1.92	108.00	0.00	108.00	35.65	-220.72
1999	0.00	5.83	5.83	1.68	118.80	0.00	118.80	34.14	-188.25
2000	0.00	5.83	5.83	1.45	128.70	0.00	128.70	32.20	-157.50
2001	0.00	5.83	5.83	1.27	128.70	0.00	128.70	28.04	-130.74
2002	0.00	5.83	5.83	1.11	128.70	0.00	128.70	24.41	-107.43
2003	0.00	5.83	5.83	0.96	128.70	0.00	128.70	21.25	-87.15
2004	0.00	5.83	5.83	0.84	128.70	0.00	128.70	18.50	-69.48
2005	0.00	5.83	5.83	0.73	128.70	0.00	128.70	16.11	-54.10
2006	0.00	5.83	5.83	0.64	128.70	0.00	128.70	14.02	-40.71
2007	-313.07	5.83	-307.24	-29.15	128.70	0.00	128.70	12.21	0.64
TOTAL				425.83				426.47	

COST BENEFIT RATIO= 1.00151

EIRR= .1486

「インド国鉄道車両工場近代化計画調査」業務関係者リスト

(日本側)

1. 作業監理委員会

監理委員長(総括)	中田 栄一	運輸省地域交通局陸上技術安全部 保安・車両課
監理委員(工場計画)	山下 廣行	日本国有鉄道清算事業団用地企画部 企画課
監理委員(車両技術)(前任)	高橋 俊晴	運輸省地域交通局陸上技術安全部 保安・車両課
	(後任) 大澤 彰	運輸省貨物流通局技術課
監理委員(経済・財務)	来栖 茂美	運輸省地域交通局交通計画課

2. JICA

コーディネーター	(前任) 小林 正博	社会開発協力部開発調査第一課
	(後任) 平井 徳清	社会開発協力部開発調査第一課
ドラフト・ファイナル・レポート 説明時随行	竹内 康人	研修事業部研修第一課
インド事務所長	(前任) 平井 徳清	
	(後任) 倉林 太郎	

3. 調査団

団 長	寺戸 浩二	(社) 海外鉄道技術協力協会
副団長	野村 一郎	(社) 海外鉄道技術協力協会
団 員(需要予測)	山岸 隆次郎	(株) ビジック・コンサルティング・インターナショナル
団 員(車両計画)	渡辺 正久	(社) 海外鉄道技術協力協会
団 員(工場計画)	吉川 恵三	(社) 海外鉄道技術協力協会
団 員(機関車検修技術)	岩井 裕	(社) 海外鉄道技術協力協会
団 員(客貨車検修技術)	林 茂幸	(社) 海外鉄道技術協力協会
団 員(工場設計)	梶井 正	(株) ビジック・コンサルティング・インターナショナル
製造プラント		
団 員(工場設計)	豊島 幸雄	(株) ビジック・コンサルティング・インターナショナル
修繕機械		
団 員(工場設計)	山之内 一夫	(株) ビジック・コンサルティング・インターナショナル
試験・検査機器		
団 員(工場設計)	川 栄一郎	(株) ビジック・コンサルティング・インターナショナル
建築		
団 員(経済・財務分析)	小林 八一	(社) 海外鉄道技術協力協会

4. 調査団協力者

神谷 弘 (株)交通機械設備設計
大橋 新一 (株)交通機械設備設計

(インド側)

Participants & Counterparts of Indian Government

(Railway Board)

EXEC. DIR.	
MECH. ENGG. W/S	A. N. SHUKLA
JT. DIR. MECH. ENGG. (W) II	
	RAKESH MEHROTRA
JT. DIR. PERSP. PLANG.	PRAMOD KUMAR

(COFMOW (Central Organisation For Modernisation Of Workshops))

C. Admini. O.	R. K. SABHARWAL
C. M. E.	DALJIT SINGH
FA & C. A. O.	C. S. ANAND
C. O. S.	K. P. VARMA
	D. C. MISRA
	RAJIVA CHANDRA
	D. KUMAR
	S. MALHOTRA
	K. L. TANDON

(Southern Railway)

Headquarters	G. M.	K. V. BALAKRISHNAN
	C. M. E.	P. R. NARASIMHAN
	C. E. E.	N. JANAKIRAMAN
	C. R. S. E.	K. RAJAGOPALAN
	C. W. E.	R. BALAKRISHNAN
	C. M. E. (MOD)	S. DHASARATHY
	Dy. C.M.E./COFMOW	R. GHOSH MAZUMDAR
	Secry/GM	S. RAMAKRISHNAN

Perambur Workshop

	C. W. M.	R. GOPAL
	Dy. C.M.E./CW/PER	S. SRIRAMAN
	W.M/Plant.	M. SUBRAHMANYAM
	S. S.	K. P. RAMANATHAN
	S. S.	P. G. ARUNACHALAN
	S. S.	M. S. GANESAN
	S. S.	KRISHNAMURTHY

S. S.	R. RADHAKRISHNAN
S. S.	V. BALAKRISHNAN
S. S.	V. VENKATASUBRAMANIAM
S. S.	THANGAVELU
S. S.	S.R. KANNAN
S. S.	FRANCIS VIJAYAMOHAN
A. S. S.	O. T. FERNANDEZ
A. S. S.	LHANDRAN
Addl. C.E.E/WS/PER	ANANTHANARAYANAN
Dy. C.E.E/WS/PER	S. PARAMESWERAN
Integral Coach Factory	
G. M.	KULDIP NARAIN
C. P. M.	V. VISWANATHAN
C. M. E.	A. BLASUBRAMANIAN
Dy. C. M. E.	P. GOVINDAN
Dy. C. M. E.	V. CARMALUS
Secry/GM	MAHEEP KAPUR
Basin Bridge Depot	
Asst. M. E.	H. VISWANATHAN
(Eastern Railway)	
Headquarters	
C. M. E.	R. C. ACHARYA
C. W. E.	M. D. NANAVATI
Chief Plg. Officer	C. M. KULSHRESHTHA
C. M. E. (PLANG.)	H. H. MUKERJI
Senior MECH. ENG.	P. GUPTA
Jamalpur Workshop	
C. W. M.	K. S. KATARI
Dy. C. M. E. (INCHARGE)	P. KUMAR
Dy. C. M. E.	A. K. TIWARI
Dy. C. M. E.	R. K. UPADHYAY
Dy. C. M. E.	V. K. JAIN
Dy. C. M. E.	O. P. SRIVASTAVA
Dy. C. E. E.	S. B. KOCHGAWAY
Dy. C. M. E.	S. K. MEHROTRA
S. S.	B. SINGH
S. S.	S. S. BANERJIEE

S. S.

A. K. SEN

S. S.

R. B. TANDAN

S. S.

U. SINGH

S. S.

A. K. NASKAR

S. S.

ARVIND KUMAR

S. S.

V. KUMAR

A. T. E.

T. R. THUKRAL

C. B. L. SRIVASTAVA

K. B. SHARMA

P. K. DUTTA RAY

(Central Railway)

C. W. E.

G. K. LALWANI

Parel Workshop

C. W. M.

M. C. RASTOGI

Matunga Workshop

C. W. M.

M. M. VASWANI

Dy. C. M. E.

V. K. MANGLIK

Dy. C. M. E.

R. VATASH

S. S.

RAJKUMAR

S. S.

A. PRASAD

S. S.

SUJAN. SINGH

(Northern Railway)

Tughlakabad

Diesel Shed

Div. M.E.

NIRANJAN S. SANDHU

付 属 資 料

ジャマルプール工場

改良計画の要点

(1) 機関車検修設備 (POH)

1. 蒸気機関車検修両数の減少とディーゼル機関車検修両数の増加に対処するため、ディーゼル機関車車体検修場、エンジン検修場、台車検修場等の拡張及びレイアウトの改良を行う。
2. 現在の蒸気機関車車体検修場は、将来電気機関車車体検修場等として計画するが、ディーゼル機関車、電気機関車に共通する台車、車輪、主電動機等の作業場は両方の車体検修場の中間に配置し、設備の共用を可能なものとする。
3. 蒸気機関車部品検修場を台車、車輪、主電動機等の検修場に転用するため、建物改良を行い、天井クレーンを設置する。
4. エンジン性能試験室の新築、入出場検査場の新築、増築及び入出場線の配置変更等のほか、試験装置等の機械の整備を行い、検修工程の短縮に不可欠な部分の作業方法の改善をはかる。

(2) 板バネ製修設備

1. 板バネの新製及び修繕作業の機械化を行うと共に、各機械相互間をコンベヤー等で連結し、流れ作業方式に転換する。

(3) 制輪子鑄造設備

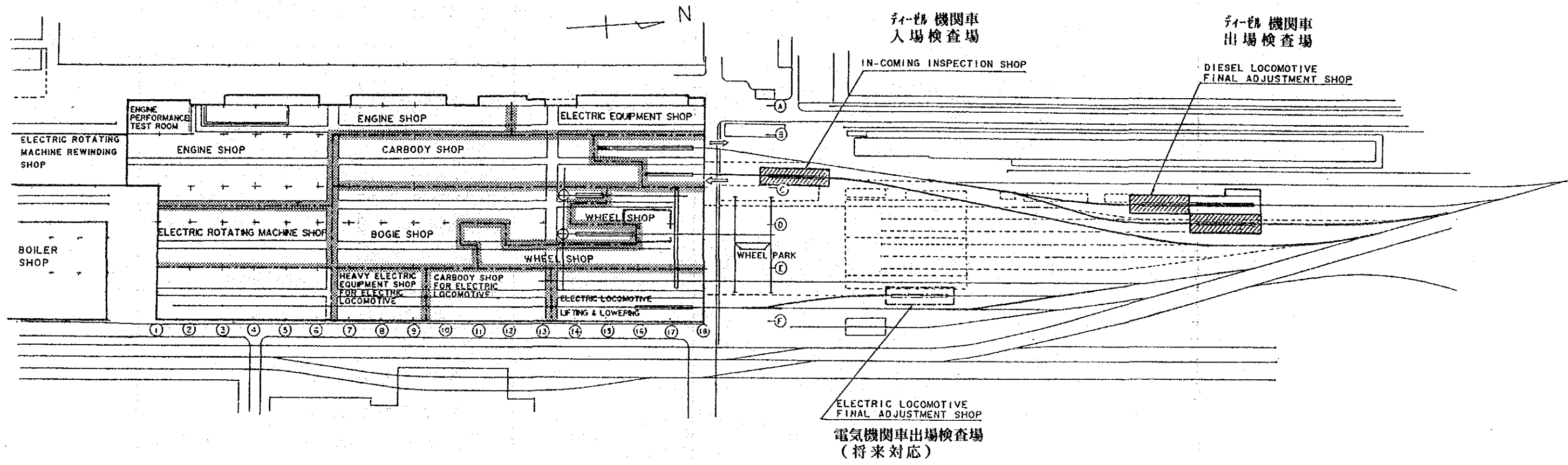
1. 客車及び機関車用制輪子の品質の向上をはかるため、機械化された砂型鑄造方式を導入する。
2. 貨車用の制輪子鑄造設備として、新しい金型鑄造設備を併設する。
3. 作業環境の改善を図るため、必要な部分について機械化、ライン化を行う。
4. 建物改築を行い、天井クレーンを設置すると共に、製品、原材料、スラグ等の運搬作業の機械化を図る。

建 物 工 事

区分	建 物 名 称	数 量	記 事
新 築 ・ 増 築	1. 入出検査場	240 m ²	検修完了インシ試験用 訓練センター 750 m ² を含む
	2. インシ性能試験室	412 m ²	
	3. 出場検査場	440 m ²	
	4. その他	982 m ²	
	新築、増築 合計面積	2,074 m ²	
改 築	1. 部品検修場	4,378 m ²	蒸気機関車部品検修場を車輪、 台車、主電動機等の検修場に 転用する。
	2. 制輪子铸造場	2,520 m ²	
	改 築 合計面積	6,898 m ²	

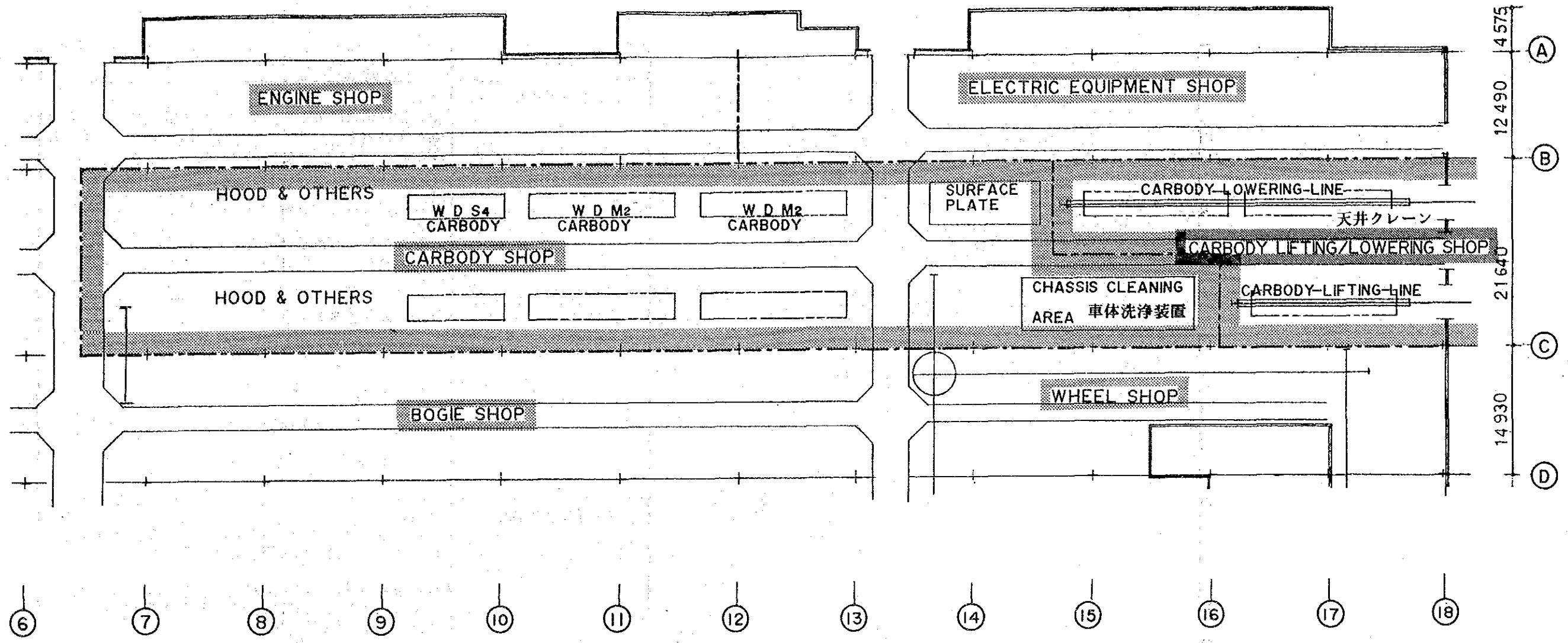
職場配置計画

SHOP名	主な作業内容	
エンジン検修場 (ENGINE Shop)	車体から下した機関車のディーゼルエンジンを分解、洗浄、検査し、部品交換、修繕の後、再び組み立てを行う。	
車体上げ下ろし場 (CARBODY LIFTING & LOWERING Shop)	入場して来たディーゼル機関車の車体を天井クレーンで吊り上げ、下の台車と縁切りを行う。 また、検修の完了した車体を完成台車の上に載せ各配線や リンケージの接続を行う。	
車体検修場 (CARBODY Shop)	車体に付属した機器を取り外し整備を行うとともに、車体の修繕及び塗装の後、再び組み立てを行う。	
台車検修場 (BOGIE Shop)	車体と切り離れた台車を洗浄、検査、部品交換、修繕、塗装の後、再び組み立てを行う。	
電気回転機検修場 (ELECTRIC ROTATING MACHINE Shop)	台車から外した主電動機、エンジンから外した発電機をそれぞれ洗浄、検査、部品交換、修繕、塗装の後、再び組み立てを行う。	
エンジン性能試験室 (ENGINE PERFORMANCE TEST ROOM)	検修場で組み立てられた検修完了ディーゼルエンジンのベンチテストを行い、回転バランスや出力の測定を行う。	
車輪検修場 (WHEEL Shop)	機関車の車輪を洗浄、検査の後、踏面削正やタイヤ取替、軸取替を行う。	
電装品検修場 (ELECTRIC EQUIPMENT Shop)	機関車の制御機器や電気部品などの電装品を清掃、検査、修繕を行う。	
入場検査場 (IN-COMING INSPECTION Shop)	工場入場車両の燃料、潤滑油の抜取を行った後、故障状態を事前に検査して、使用部品の準備を行う。	
出場検査場 (FINAL ADJUSTMENT Shop)	検修完了の工場出場車両を全般的に検査して、本線での使用に問題ないかチェックを行う。	
E L 対 応	車体上げ下し場	将来の電気機関車検修に対応して、車体上げ下し場のスペースをこの場所に想定する。
	車体検修場	将来の電気機関車検修に対応して、車体検修場のスペースをこの場所に想定する。
	重電機器検修場	将来の電気機関車検修に対応して、重電機器検修場のスペースをこの場所に想定する。
	出場検査場	将来の電気機関車検修に対応して、出場検査場のスペースをこの場所に想定する。



LAYOUT PLAN OF DIESEL POH FACILITY

図-3 ディーゼル機関車POH関連SHOP配置計画図

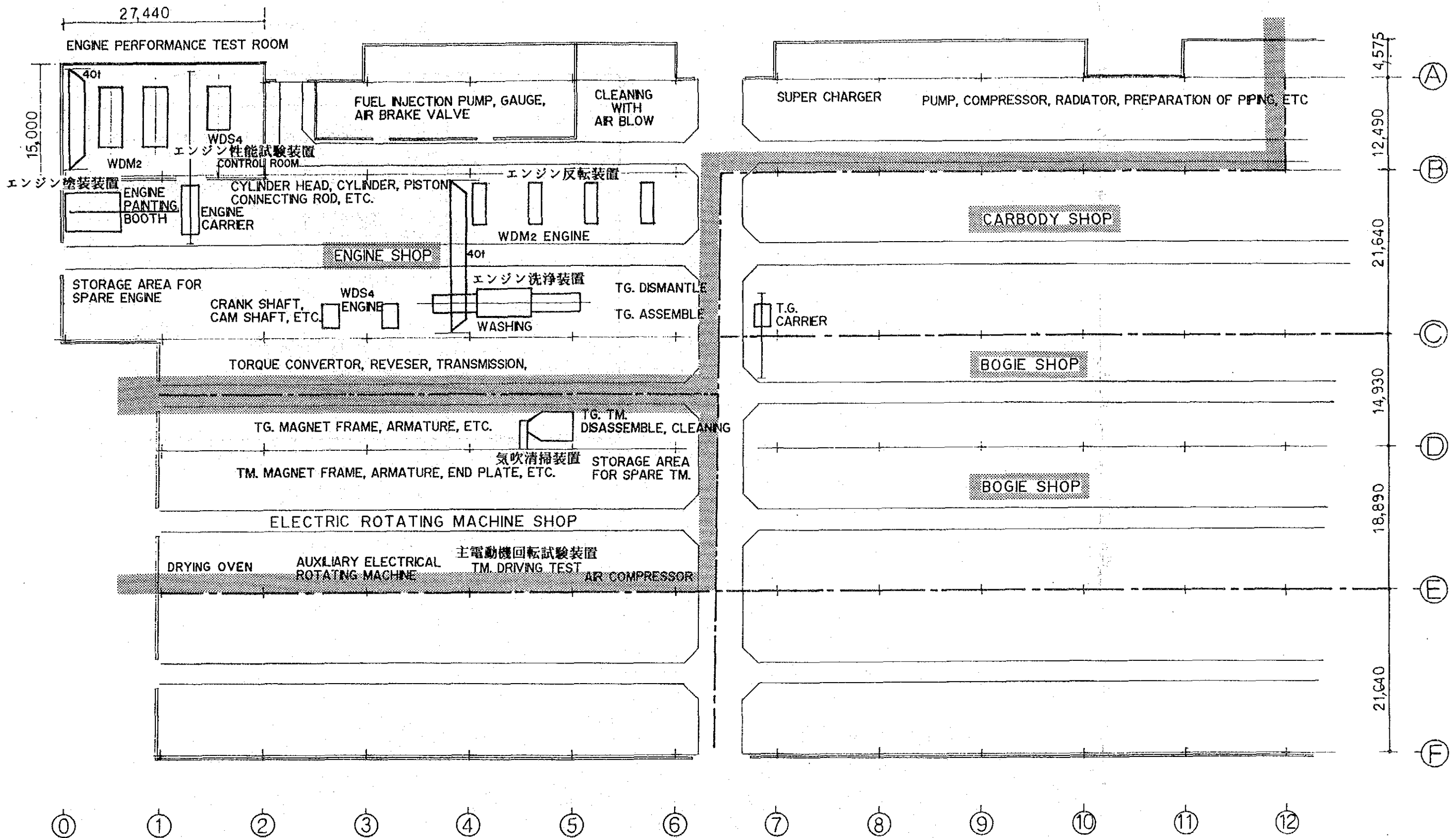


PLAN OF CARBODY LIFTING/LOWERING SHOP & CARBODY SHOP

図-4 車体上げ下し場及び車体検修場 設備計画図

設 備 計 画

SHOP名	項 目							
エンジン検修場	<p>(内容)</p> <p>車体検修場に隣接してエンジン修繕場を配置し、分解前に洗浄装置で、エンジン本体の洗浄が行える様計画した。</p> <p>また、分解、組立作業の効率化を図るために、エンジン反転作業台を計6台設置する。</p> <p>車体取付後の検査工程の短縮を図るため、エンジン性能試験室を計画した。</p>							
	<p>(主な設置機械)</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">エンジン洗浄装置</td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">エンジン反転作業台</td> <td style="text-align: center;">6</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">エンジン性能試験装置</td> <td style="text-align: center;">3</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">エンジン塗装装置</td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> </table>	エンジン洗浄装置	1	エンジン反転作業台	6	エンジン性能試験装置	3	エンジン塗装装置
エンジン洗浄装置	1							
エンジン反転作業台	6							
エンジン性能試験装置	3							
エンジン塗装装置	1							
電気回転機検修場	<p>(内容)</p> <p>主電動機、主発電機と相互に関連する、台車検修場及びエンジン検修場に隣接して計画した。</p> <p>じんあいの効率的除去を目的とした気吹清掃装置、性能を検査する回転試験装置などの機械設備を設置する様計画した。</p>							
	<p>(主な設置機械)</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">気 吹 清 掃 装 置</td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">整 流 子 溝 切 装 置</td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">絶 縁 試 験 装 置</td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">主電動機回転試験装置</td> <td style="text-align: center;">2</td> </tr> </table>	気 吹 清 掃 装 置	1	整 流 子 溝 切 装 置	1	絶 縁 試 験 装 置	1	主電動機回転試験装置
気 吹 清 掃 装 置	1							
整 流 子 溝 切 装 置	1							
絶 縁 試 験 装 置	1							
主電動機回転試験装置	2							

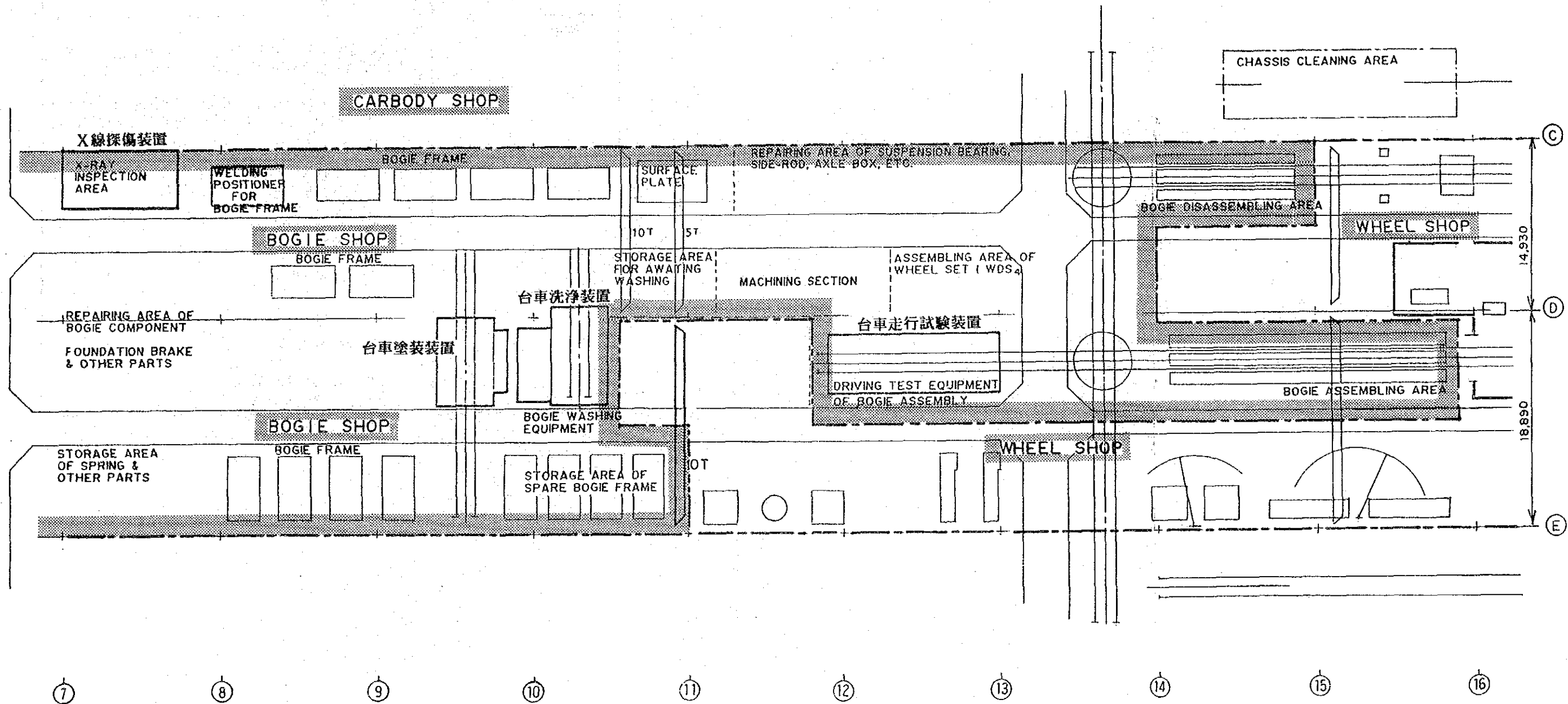


PLAN OF ENGINE SHOP, ELECTRIC ROTATING MACHINE SHOP

図-5 エンジン検修場及び電気回転機検修場 設備計画図

設 備 計 画

SHOP名	項 目							
台車検修場	<p>(内容) 運搬距離の短縮を図るために車体検修場に隣接して計画した。</p> <p>電気機関車を含め計5両分の台車を定置できる配置とし、精度の高い検修を行うため、台車洗浄装置、X線台車枠探傷装置を計画したほか、台車走行試験場、予備台車置場なども計画した。</p>							
	<p>(主な設置機械)</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">台 車 洗 浄 装 置</td> <td style="text-align: right;">1</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">X 線 探 傷 装 置</td> <td style="text-align: right;">1</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">台 車 塗 装 装 置</td> <td style="text-align: right;">1</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">台 車 走 行 試 験 装 置</td> <td style="text-align: right;">1</td> </tr> </table>	台 車 洗 浄 装 置	1	X 線 探 傷 装 置	1	台 車 塗 装 装 置	1	台 車 走 行 試 験 装 置
台 車 洗 浄 装 置	1							
X 線 探 傷 装 置	1							
台 車 塗 装 装 置	1							
台 車 走 行 試 験 装 置	1							

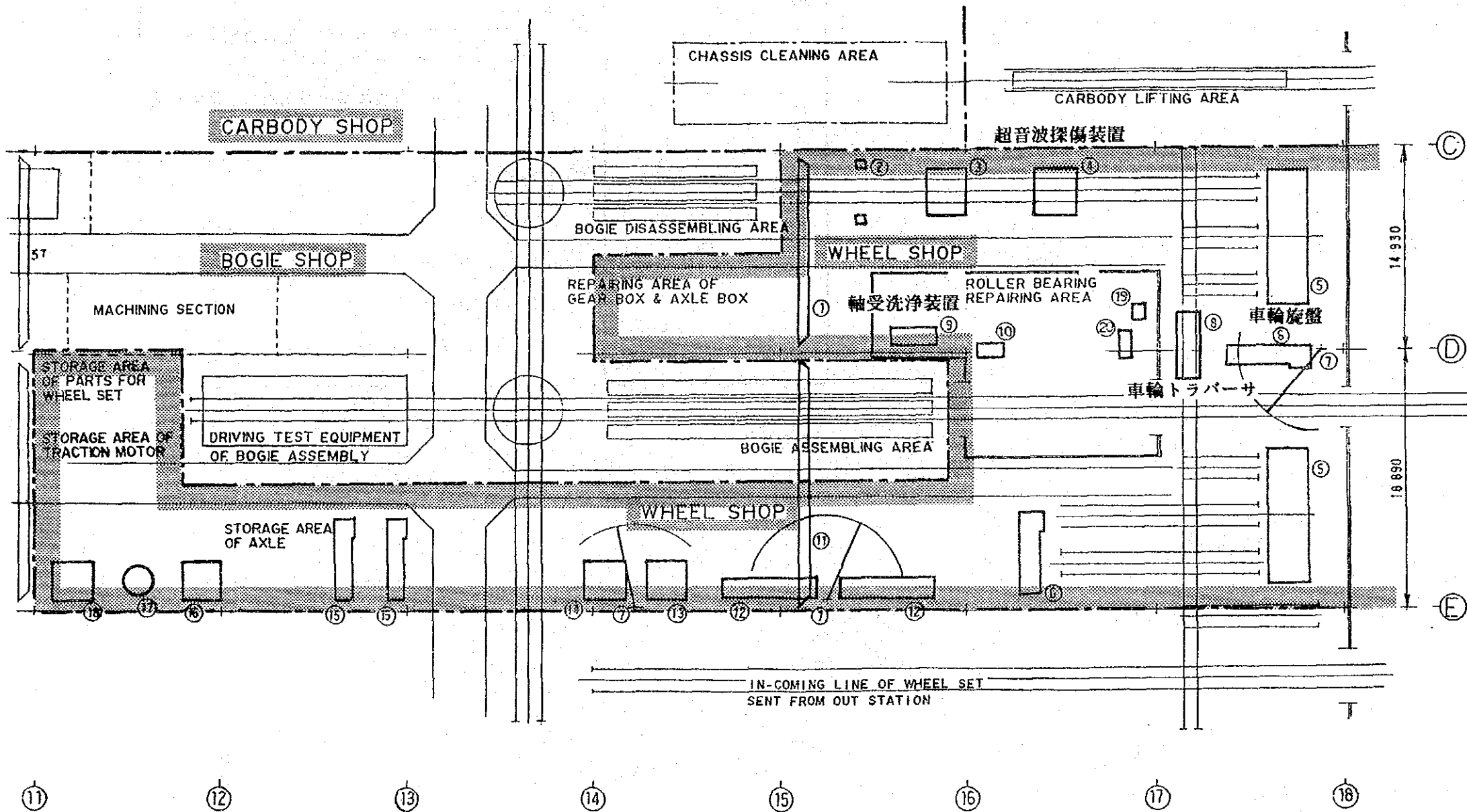


LAYOUT PLAN OF BOGIE SHOP

図-6 台車検修場 設備計画図

設 備 計 画

SHOP名	項 目								
車輪検査場	<p>(内容)</p> <p>台車検査場に隣接して配置し、レールと車輪トラバーサを有機的に組合わせた流れ方式として計画した。</p> <p>機関区等からの修繕依頼や電気機関車用車輪の検査のほか、車軸取替等の大修繕が効率的に行える様に計画した。</p> <p>廃用車輪、車軸等が職場内に散在しない用に、屋外にクレーンを有した車輪置場を計画した。</p>								
	<p>(主な設置機械)</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="padding-left: 40px;">超 音 波 探 傷 装 置</td> <td style="text-align: right; padding-right: 20px;">1</td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 40px;">車 輪 旋 盤</td> <td style="text-align: right; padding-right: 20px;">2</td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 40px;">車 輪 ト ラ バ ー サ</td> <td style="text-align: right; padding-right: 20px;">1</td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 40px;">軸 受 洗 浄 装 置</td> <td style="text-align: right; padding-right: 20px;">1</td> </tr> </table>	超 音 波 探 傷 装 置	1	車 輪 旋 盤	2	車 輪 ト ラ バ ー サ	1	軸 受 洗 浄 装 置	1
超 音 波 探 傷 装 置	1								
車 輪 旋 盤	2								
車 輪 ト ラ バ ー サ	1								
軸 受 洗 浄 装 置	1								



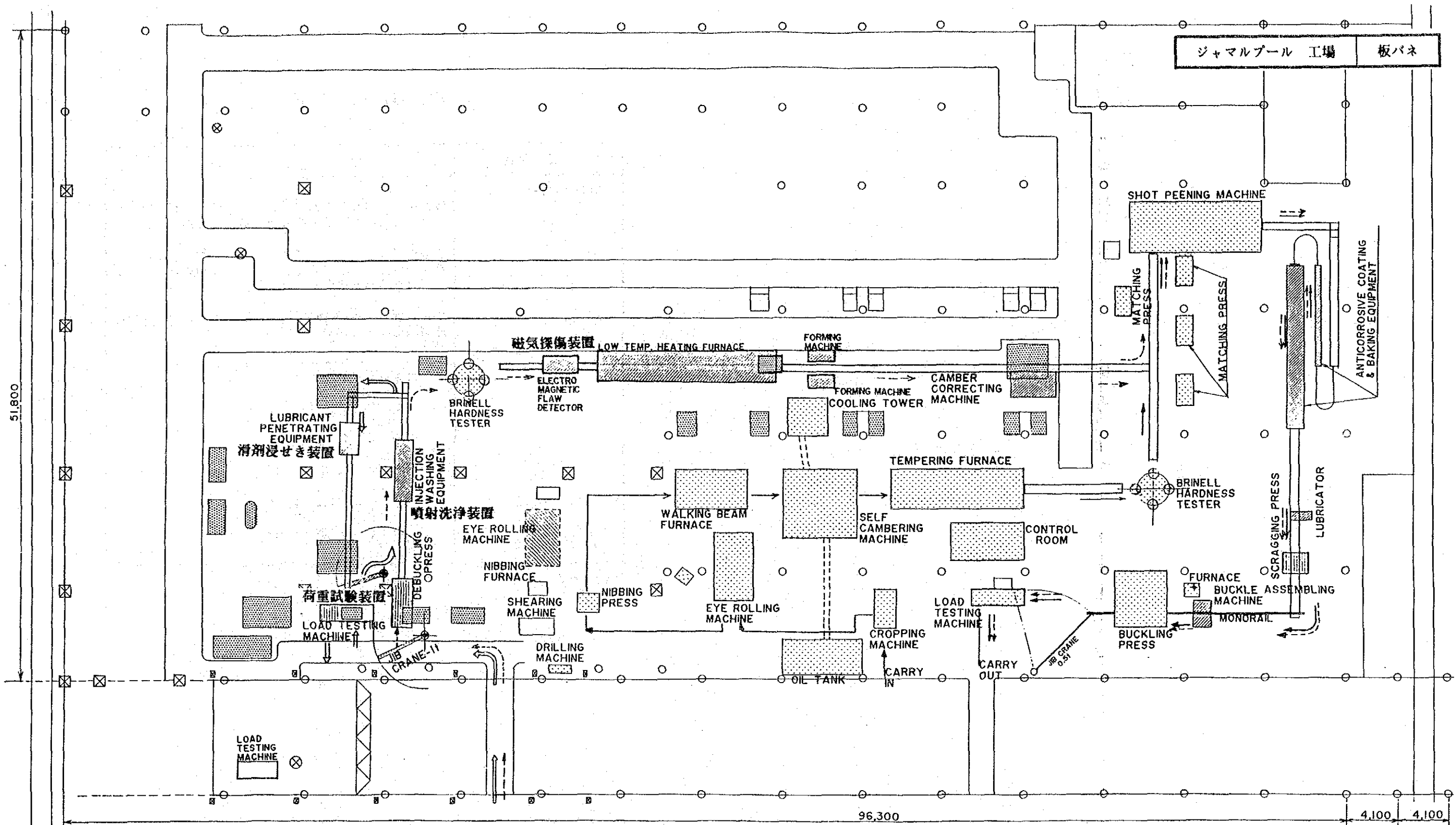
NO	NAME OF MACHINE	Qty
WHEEL SHOP		
1	E.O.T. CRANE (31 x 14m)	1
2	INDUCTION HEATER FOR BEARING INNER RACE	1
3	ROLLER BEARING CLEANER (FOR WDS)	1
4	ULTRASONIC FLAW DETECTOR	1
5	WHEEL LATHE	2
6	AXLE JOURNAL TURNING AND BURNISHING LATHE	2
7	JIB CRANE (31)	3
8	WHEEL SET TRAVERSER	1
9	ROLLER BEARING WASHER	1
10	OIL BATH FOR HEATING BEARING INNER RACE	1
11	E.O.T. CRANE (31 x 18m)	1
12	WHEEL PRESS	2
13	VERTICAL LATHE (NC TYPE)	1
14	VERTICAL TURRET LATHE	1
15	AXLE TURNING LATHE	2
16	VERTICAL LATHE FOR TYRE	1
17	TYRE HEATING FURNACE	1
18	TYRE DRILLING MACHINE	1
19	AXLE BEARING GREASE FILLER	1
20	AXLE BOX ASSEMBLING MACHINE	1

LAYOUT PLAN OF WHEEL SHOP

図-7 車輪検修場 設備計画図

設 備 計 画

SHOP名	項 目							
板バネ製修場	<p>(内容)</p> <p>板バネの新製、修繕、検査の3種の製修設備をコンベヤ等で連結し効率的に作業が行える様計画した。</p> <p>キャンバ成形装置等の既設設備を最大限に活用する他、建物も現状の施設を使用する様計画した。</p>							
	<p>(主な設置機械)</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">噴射洗浄装置</td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">磁気探傷装置</td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">荷重試験装置</td> <td style="text-align: center;">2</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">滑剤浸せき装置</td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> </table>	噴射洗浄装置	1	磁気探傷装置	1	荷重試験装置	2	滑剤浸せき装置
噴射洗浄装置	1							
磁気探傷装置	1							
荷重試験装置	2							
滑剤浸せき装置	1							



- - - - - FLOW OF DEBUCKLING REPAIR
 → FLOW OF SPRING LEAF MANUFACTURE
 ==> FLOW OF NON DEBUCKLING REPAIR

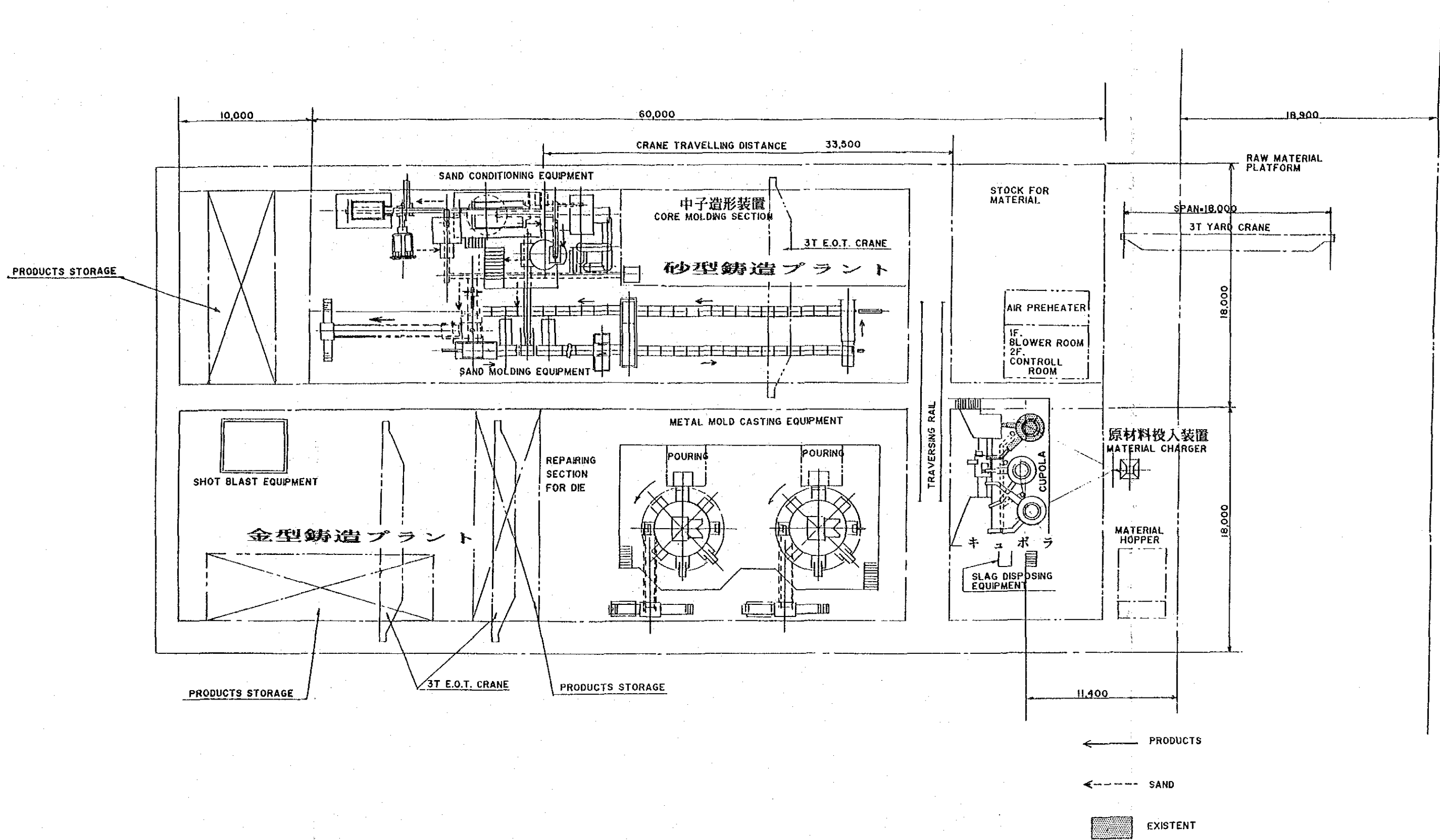
TO BE NEWLY INSTALLED - [Hatched Box]
 EXISTING - [Dotted Box]
 M/C REPLACED - [Cross-hatched Box]
 TO BE REMOVED - [Horizontal Line Box]
 TO BE PLANNING - [Vertical Line Box]

LAYOUT OF LAMINATED SPRING MANUFACTURE & REPAIR SECTION

図-8 板バネ製修場 設備計画図

設 備 計 画

SHOP名	項 目									
制輪子鑄造場	<p>(内容)</p> <p>貨車用として金型鑄造プラント、機関車、客車用として砂型鑄造プラントの2設備の併設を計画した。</p> <p>溶解作業はコークス燃焼による熱風式キューボラとし、原材料の搬入、廃材の搬出には専用設備を設け、作業環境と作業能率の向上を図った。</p> <p>また、製品等の運搬についても天井クレーン及び、運搬装置による機械化を計画した。</p>									
	<p>(主な設置機械)</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">キ ュ ボ ラ</td> <td style="text-align: right;">3</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">砂 型 成 形 装 置</td> <td style="text-align: right;">1</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">中 子 造 形 装 置</td> <td style="text-align: right;">1</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">原 材 料 投 入 装 置</td> <td style="text-align: right;">1</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">金 型 鑄 造 装 置</td> <td style="text-align: right;">2</td> </tr> </table>	キ ュ ボ ラ	3	砂 型 成 形 装 置	1	中 子 造 形 装 置	1	原 材 料 投 入 装 置	1	金 型 鑄 造 装 置
キ ュ ボ ラ	3									
砂 型 成 形 装 置	1									
中 子 造 形 装 置	1									
原 材 料 投 入 装 置	1									
金 型 鑄 造 装 置	2									



PROPOSED LAYOUT OF THE BRAKE BLOCK FOUNDRY

図-9 ブレーキブロック鑄造プラント 設備計画図

ペランブール工場

改良計画の要点

(1) 客車 検修設備 (POH)

1. 客車関係設備については改良規模が極めて大きいため、将来の必要車両検修両数に対応して計画を2期に分けて工事を行う。
2. 第1期：2,500両対応設備 第2期：3,000両対応設備
3. 検修両数の増加に対処するため、車体検修場、入場検査場、AC車用出場検査場の各車体関係作業場の新築を行う。
4. その他、車輪検修場、電気部品検修場、小物部品検修場等の新築を行う。
5. 基幹作業場となる車体検修場については、車体の移動待ちによる検修工程の遅延を解消するため、随時クレーンで車体の移動ができる「横取方式」のレイアウトを採用する。
6. 台車検修場、室内ぎ装品検修場は既設建物を活用して拡張する。
7. 車体塗装場は、既設建物内に、流れ作業方式の設備を設置し、工程を大幅に短縮する。
8. 車体塗装設備、台車洗浄設備、車輪検修設備等を機械化すると共に、荷役設備、試験設備等についても、必要な設備を整備し、業務量の増加に対処する。

(1) 貨車 検修設備 (POH)

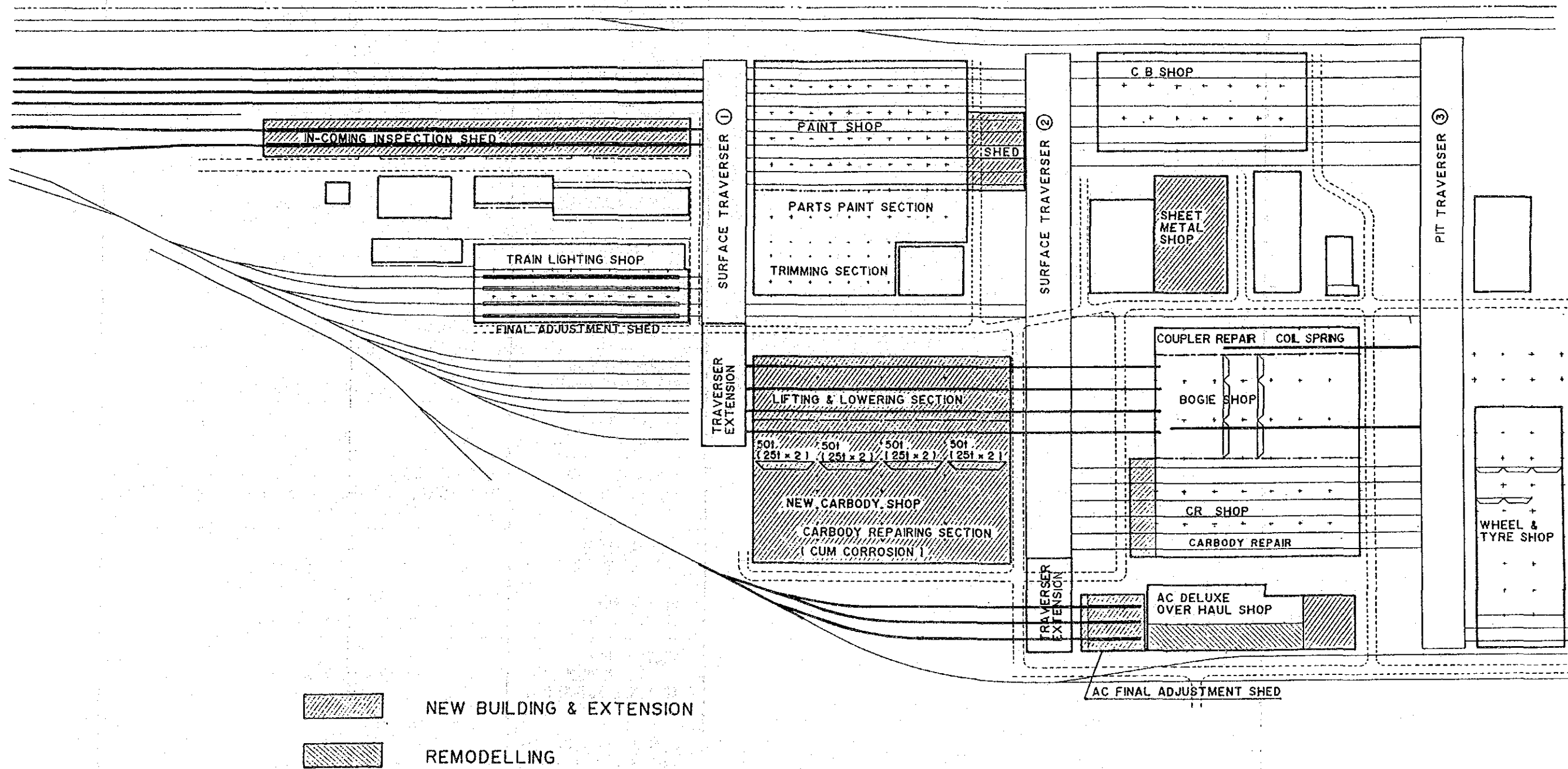
1. 2軸貨車のボギー貨車化に対応して、2軸貨車検修場を改築、天井クレーンを設置してボギー貨車検修場を増強する。
2. 入場時の車両の状態を十分に把握するために、留置線部分に入場検査清掃場を新設する。
3. 貨車の修繕程度により、検修線の選択が行えるように、平面トラバーサを新設する。
4. 塗装・出場検査場の新設以外は既設の建物を最大限に活用して整備を行う。
5. 工程の短縮を図るために、貨車塗装設備、台車検修設備、車輪検修設備等の機械設備の整備を行う。

建 物 工 事

区分	建 物 名 称	数 量		記 事
		第1期	第2期	
新 築 ・ 増 築	(客車)	㎡	㎡	既設建物撤去 横取方式 電気部品検修場に隣接
	1. 入場検査場	3,400	--	
	2. 新車体検修場	11,520	4,920	
	3. AC出場検査場	780	--	
	4. 車輪検修場	--	1,505	
	5. 電装品検修場	--	620	
	6. 小物部品検修場	1,840	2,840	
	7. その他	550	--	
	小 計 (客車)	18,090	9,885	
	新 築	(貨車)		
1. 入場検査清掃場		920	--	
2. 塗装・出場検査場		1,840	--	
小 計 (貨車)		2,760	--	
新築・改築 合 計		20,850	9,885	
改 築	(客車)			
	1. 電気部品検修場	1,200	--	
	(貨車)			
1. 2軸貨車検修場	1,670	--		
改 築 合 計		2,870	--	

職場西記置計画（第1期）

SHOP名(客車)	主な作業内容
入場検査場 (IN-COMING INSPECTION Shed)	入場車両の状態を事前に把握し使用部品の準備を行うと共に、バッテリー等の電気部品の取外しを行う。
電装品検修場 (TRAIN LIGHTING Shop)	バッテリー、扇風機、灯具、車軸発電機等の分解、清掃、修繕、試験等を行う。
出場検査場 (FINAL ADJUSTMENT Shed)	検修が完了した車両を最終的に検査して、本線使用に問題がないかのチェックを行う。
車体塗装場 (PAINT Shop)	車体の洗浄、付付け等塗装前処理作業を行なった後、室内及び外板の塗装を行う。
室内部品検修場 (TRIMMING Shop)	座席、寝台に使用しているフトンの修繕、及び木製室内部品の加工、修繕を行う。
新車体検修場 (NEW CARBODY Shop)	車体をクレーンで吊り上げ、台車を分離した後、車体を横方向の任意の場所へ移動して車体検修作業台に定置し、車体各部の修繕を行った後、再び車体をクレーンで吊り上げ、完成台車を組込む。
板金加工場 (SHEET METAL Shop)	車体の腐食修繕に必要となる鋼板、鋼材等の加工及び下ごしらえを行う。
連結器検修場 (COUPLER REPAIR Shop)	連結器及びコイルの分解、洗浄、検査、組立を行う。
台車検修場 (BOGIE Shop)	台車の洗浄、分解、検査、塗装を行なった後、再び車輪の組込みを行い組立を完了する。
車体検修場 (CARBODY REPAIR Shop)	腐食修繕等の大修繕を要しない一般車両の車体修繕を台車を付けたままの状態で行う。
空調付き車両 出場検査場 (AC FINAL ADJUSTMENT Shed)	検修の完了した空調付き車両を最終的に検査し、本線使用に問題がないかのチェックを行う。
電気部品検修場 (AC DELUXE Shop)	空調付き車両に搭載されている大型発電機、圧縮機、凝縮機、バッテリー等の電気部品の分解、清掃、修繕、試験等を行う。
車輪検修場 (Shop) (WHEEL & TYRE Shop)	軸受の分解、清掃、検査、組立を行うほか、車輪の超音波探傷、踏面削正及び車輪、車軸の取替を行う。

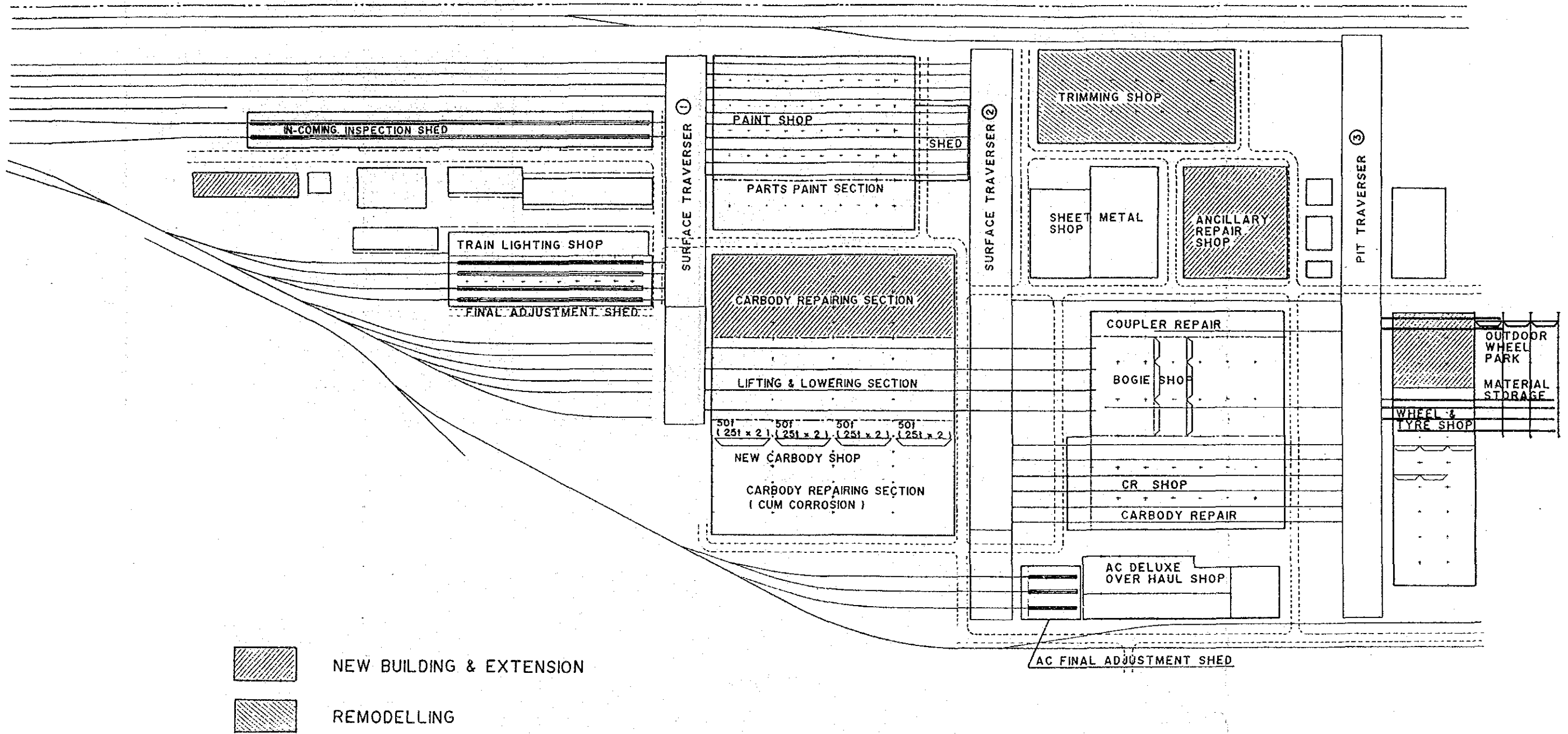


LAYOUT PLAN OF CARRIAGE REPAIR AREA (PHASE I)

図-10 客車検修関連SHOP 全体配置図 (第1期)

職場配置計画（第2期）

SHOP名(客車)	主な作業内容
入場検査場 (IN-COMING INSPECTION Shed)	—— 第1期と同じ ——
電装品検修場 (TRAIN LIGHTING Shop)	—— 第1期と同じ ——
出場検査場 (FINAL ADJUSTMENT Shop)	—— 第1期と同じ ——
車体塗装場 (PAINT Shop)	—— 第1期と同じ ——
新車体検修場 (NEW CARBODY Shop)	—— 第1期と同じ ——
車体上げ下し場 (LIFTING & LOWERING Shop)	—— 第1期と同じ ——
車体検修場 (CAR REPAIR Shop)	—— 第1期と同じ ——
室内部品検修場 (TRIMMING Shop)	—— 第1期と同じ ——
板金加工場 (SHEET METAL Shop)	—— 第1期と同じ ——
小物部品検修場 (ANCILLARY Shop)	各種車両部品（幌、水タンク、シヨッカ・アパーホル、空気ブレーキ部品）及び、台車部品の分解、清掃、検査、修繕を行う。
連結器検修場 (COUPLER REPAIR Shop)	—— 第1期と同じ ——
台車検修場 (BOGIE Shop)	—— 第1期と同じ ——
空調付き車両 出場検査場 (AC FINAL ADJUSTMENT Shed)	—— 第1期と同じ ——
電気部品車両検修場 (AC DELUXE Shop)	—— 第1期と同じ ——
車輪検修場 (WHEEL & TYRE Shop)	—— 第1期と同じ ——

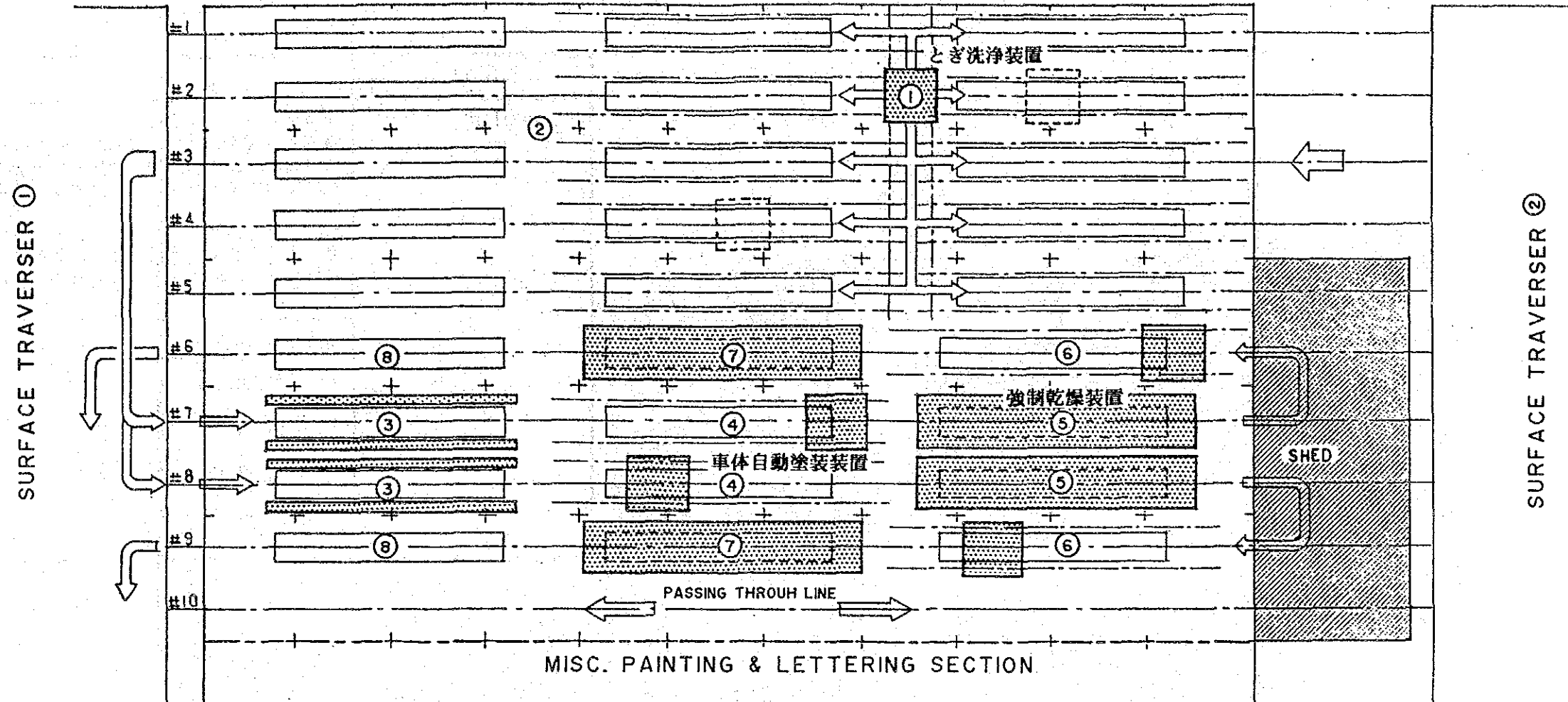


LAYOUT PLAN OF CARRIAGE REPAIR AREA (PHASE II)

図-11 客車検修関連SHOP 全体配置図 (第2期)

設 備 計 画

SHOP名	項 目								
車体塗装場	<p>(内容)</p> <p>大幅な検修工程短縮と、工事費削減を図るため、既設建物を利用して、流れ作業方式に転換するよう計画した。</p> <p>塗装設備は2ライン分とし、1タクト当たり50分の作業時間で処理出来る様計画した。</p> <p>作業順序：トラバ-② → 外板洗浄① → 前処理② → マスキング③ → 塗装④ → 乾燥⑤ → 塗装⑥ → 乾燥⑦ → 標記⑧ → トラバ-①</p> <p>塗装中における雨の影響を考慮して、建物とトラバ-②の間及びトラバ-①に屋根を設置する計画とした。</p>								
	<p>(主な設置機械)</p> <table style="width: 100%; margin-top: 10px;"> <tr> <td style="text-align: center;">車体自動塗装装置</td> <td style="text-align: right;">4</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">強制乾燥装置</td> <td style="text-align: right;">4</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">とぎ洗浄装置</td> <td style="text-align: right;">1</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">昇降式足場装置</td> <td style="text-align: right;">4</td> </tr> </table>	車体自動塗装装置	4	強制乾燥装置	4	とぎ洗浄装置	1	昇降式足場装置	4
車体自動塗装装置	4								
強制乾燥装置	4								
とぎ洗浄装置	1								
昇降式足場装置	4								



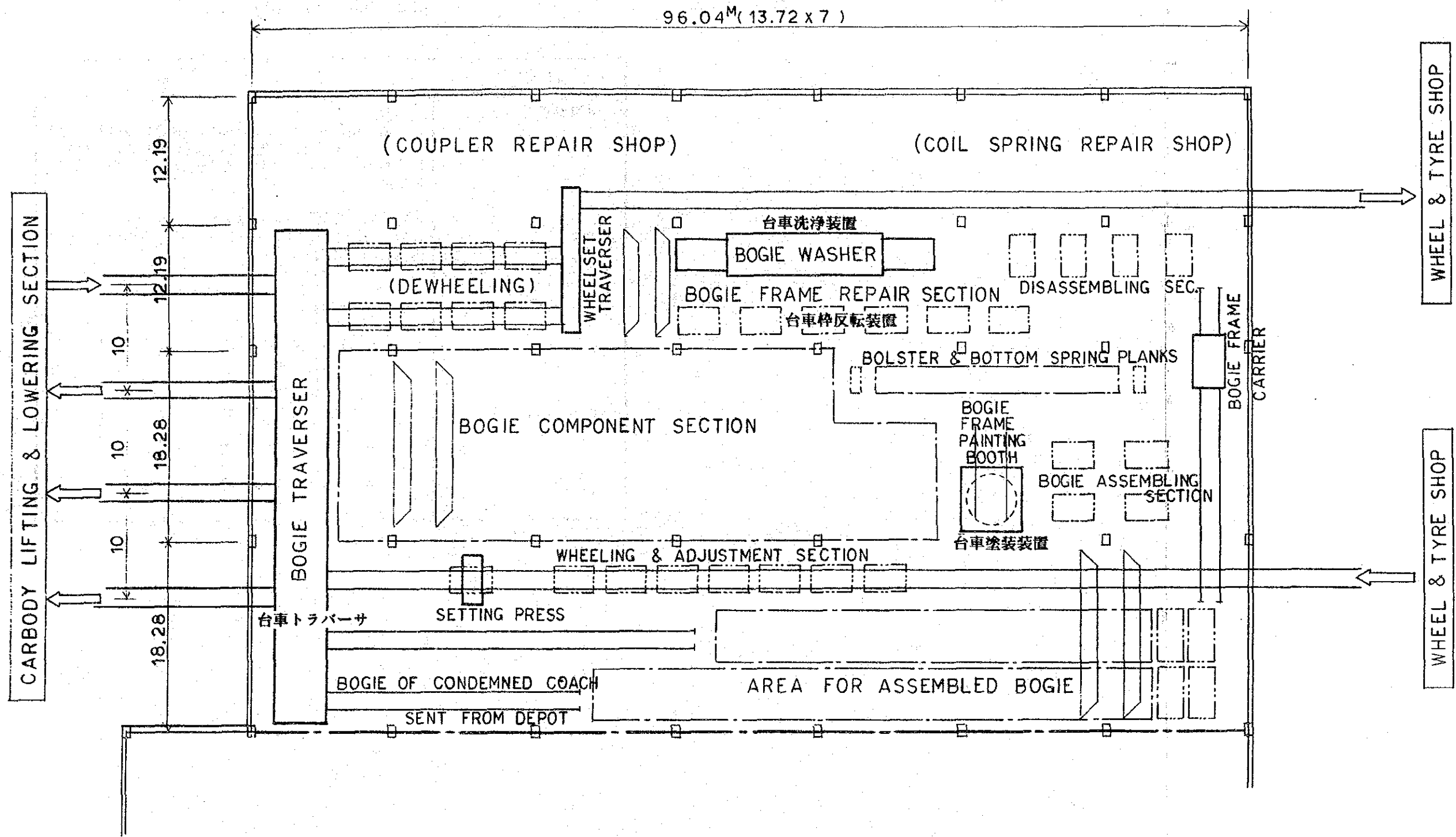
No.	NAME OF WORK SECTION	REQUIRED EQUIPMENT	Q'ty	DESCRIPTION
①	PRE-PAINT TREATMENT SECTION	GRINDING/WASHING DEVICE (TRAVERSE TYPE)	1	TREATMENT CAPACITY 20 MIN/COACH
②		PORTABLE SANDER	30	FOR PUTTY GRNDNG
		LIFTING PLATFORM VEHICLE	30	
③	MASKING SECTION	FIXED LIFTING PLATFORM	4	
④	PAINTING SECTION	AUTOMATIC PAINTING EQUIPMENT	4	
⑥				
⑤	DRYING SECTION	DRYING BOOTH	4	
⑦				
⑧	LETTERING SECTION	LIFTING PLATFORM VEHICLE	4	
	CARBODY TRANSFER	ENDLESS WIRE TRACTION DEVICE	10SET	

PAINT SHOP IMPROVEMENT PLAN

図-12 塗装場 設備計画図

設 備 計 画

SHOP名	項 目							
台車検修場	<p>(内容)</p> <p>効率的な検修を行うために、新車体検修場と車輪場の中間に、既設の建物を活用して拡張整備を行うとともに作業のライン化による高能率化を計画した。</p> <p>精度の高い検修を行うために、噴射式台車洗浄装置を導入すると共に、修繕の波動に対応するため、未修繕台車及び、完成台車の置場を計画した。</p>							
	<p>(主な設置機械)</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">台 車 洗 浄 装 置</td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">台 車 塗 装 装 置</td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">台 車 粹 反 転 装 置</td> <td style="text-align: center;">2</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">台 車 ト ラ バ ー サ</td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> </table>	台 車 洗 浄 装 置	1	台 車 塗 装 装 置	1	台 車 粹 反 転 装 置	2	台 車 ト ラ バ ー サ
台 車 洗 浄 装 置	1							
台 車 塗 装 装 置	1							
台 車 粹 反 転 装 置	2							
台 車 ト ラ バ ー サ	1							

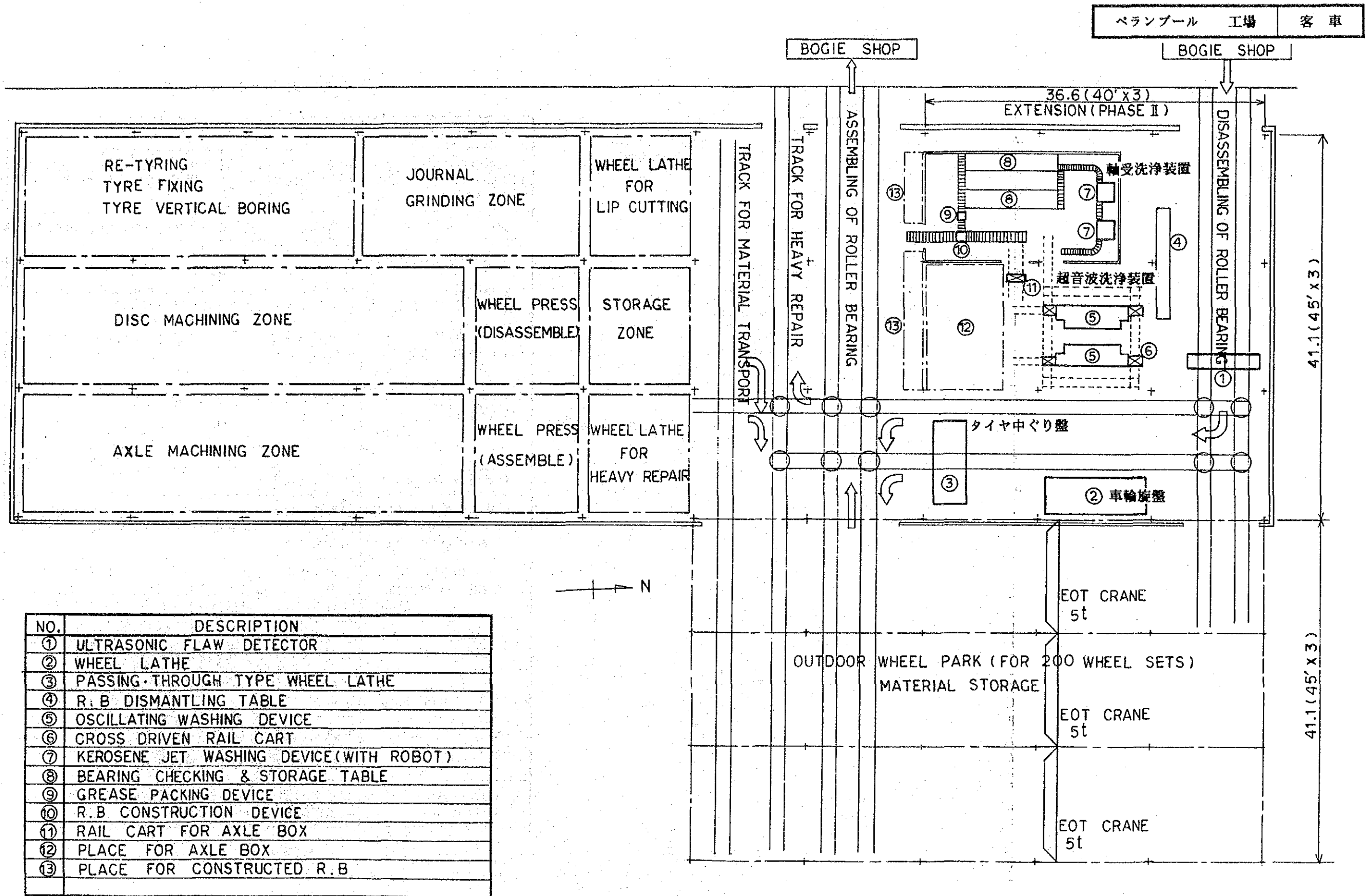


LAYOUT PLAN OF BOGIE SHOP

図-13 台車検修場 設備計画図

設 備 計 画

SHOP名	項 目									
車輪検修場	<p>(内容)</p> <p>台車検修場側から車輪が入場し、軸受の取外し、超音波探傷、車輪踏面の削正を順次行うと共に、軸受の検修が平行して行える様、作業及び、作業場を効率的に配置した。</p> <p>また、同一作業場内に車軸取替など大修繕に対応した設備の設置を計画すると共に、一時貯留のための屋外車輪置場を計画した。</p>									
	<p>(主な設置機械)</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">超 音 波 探 傷 装 置</td> <td style="text-align: right;">2</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">車 輪 旋 盤</td> <td style="text-align: right;">4</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">車 軸 研 削 盤</td> <td style="text-align: right;">4</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">タ イ ヤ 中 ぐ り 盤</td> <td style="text-align: right;">3</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">軸 受 洗 浄 装 置</td> <td style="text-align: right;">2</td> </tr> </table>	超 音 波 探 傷 装 置	2	車 輪 旋 盤	4	車 軸 研 削 盤	4	タ イ ヤ 中 ぐ り 盤	3	軸 受 洗 浄 装 置
超 音 波 探 傷 装 置	2									
車 輪 旋 盤	4									
車 軸 研 削 盤	4									
タ イ ヤ 中 ぐ り 盤	3									
軸 受 洗 浄 装 置	2									

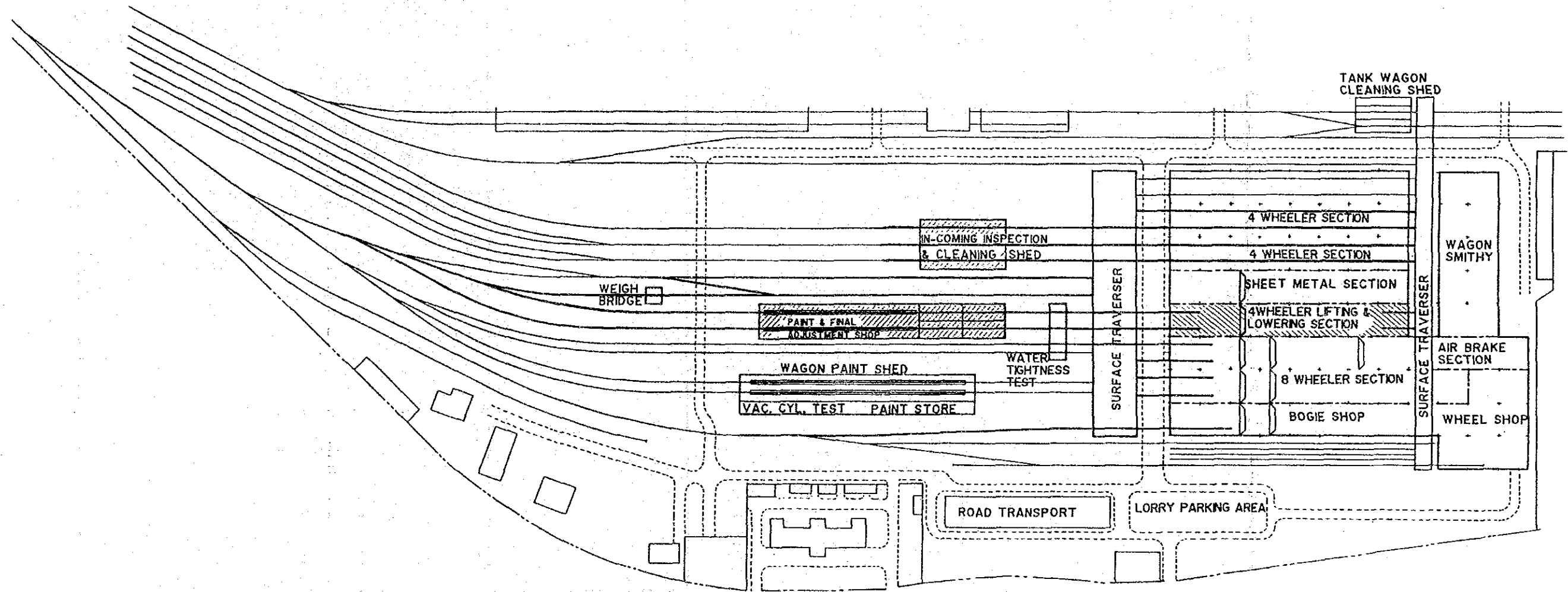




LAYOUT PLAN OF WHEEL & TYRE SHOP

図-14 車輪検修場 設備計画図

職 場 配 置 計 画

SHOP名(貨車)	主 な 作 業 内 容
入場検査清掃場 (IN-COMING INSPECTION & CLEANING Shed)	入場貨車の清掃を行った後、車両の状態を事前に把握し、修繕程度に応じた、貨車検修場内の使用線の決定を行う。
塗装・出場検査場 (PAINT & FINAL ADJUSTMENT Shop)	修繕が完了した貨車の自動塗装及び、標記を行ない、出場前の各部の最終検査を行う。
貨車塗装場 (WAGON PAINT Shed)	修繕が完了した貨車のうち、自動塗装が困難な タク車、コンテ-車等の人手による塗装を行う。
タンク車清掃場 (TANK WAGON CLEANING Shed)	タク車の タク内に残留する油等を蒸気及び洗剤を使用して清掃する。
2軸貨車検修場 (4-WHEELER RERAIR Shop)	2軸貨車の外板等各部の修繕を車輪を付けたままの状態で行う。
板金加工場 (SHEET METAL Shop)	貨車の腐食修繕に必要な鋼板、鋼材等の加工及び下ごしらえを行う。
2軸貨車車体上げ下し場 (4-WHEELER LIFTING & LOWERING Shop)	2軸貨車を天井クレーンで吊り上げ、車体支持台に定置し、床下部品の修繕を行った後、修繕済み車輪の組入れを行う。
ボギー貨車検修場 (8-WHEELER REPAIR Shop)	ボギー貨車を天井クレーンで吊り上げ、台車を分離した後、車体支持台に定置し、外板、床下等各部の修繕を行う。また、修繕済み台車の組入れもここで行う。
台車検修場 (BOGIE Shop)	台車枠を車輪と分離した後、洗浄、分解、検査、組立、塗装を行い、再度、車輪の組入れを行う。
鉄工作業場 (WAGON SMITHY Shop)	連結器など貨車に使用する部品の鍛造、溶接等の修繕を行う。
空気ブレーキ検修場 (AIR BRAKE Shop)	空気ブレーキ付貨車の各種弁類の分解、清掃、検査、組立を行う。(現行は真空ブレーキを使用) 将来対応のためのスペースを確保する。
車輪検修場 (WHEEL Shop)	軸受の分解、清掃、検査、組立を行うほか、車軸の超音波探傷、踏面削正を行う。



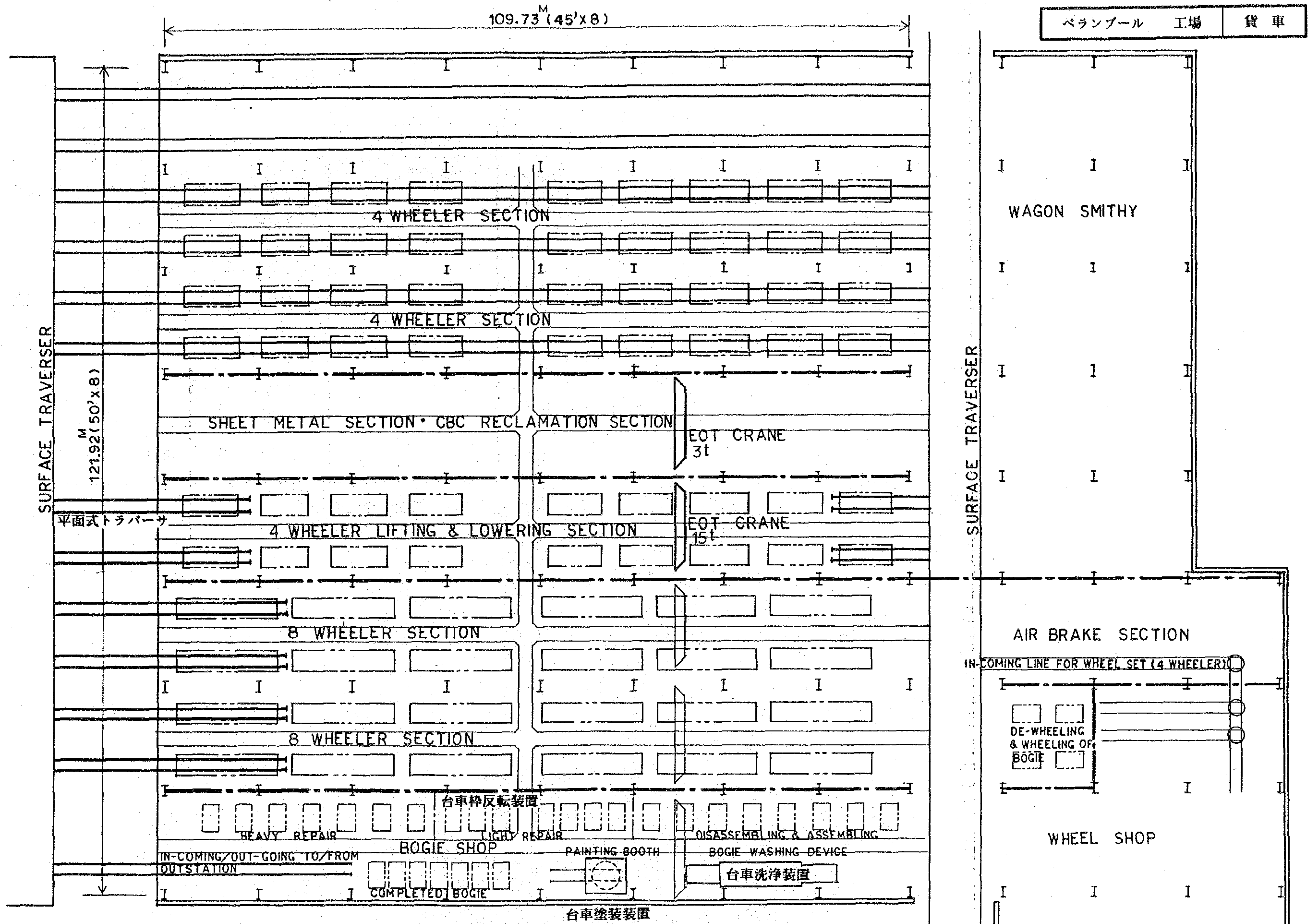
 NEW BUILDING
 REMODELLING

LAYOUT OF WAGON REPAIR AREA

図-15 貨車検修関連SHOP 全体配置図

設 備 計 画

SHOP名	項 目												
貨車検修場	<p>(内容)</p> <p>2軸貨車検修場は従来同様天井クレーンの設置は行わず、修繕程度に対応した検修線を平面トラバサーにより選択可能なレイアウトとして計画した。</p> <p>また、建物改築を行い、1棟2線分をカバー出来る天井クレーンを設置し、2軸貨車上げ下ろ場として計画した。</p> <p>ボギー貨車検修場は、現行の2軸貨車検修場を転用拡張する計画とした。</p> <p>また、職場の中央部分に板金加工場を配置して、腐食貨車の修繕に能率的なレイアウトとして計画した。</p> <p>台車検修場は大修繕も含めて一個所に集約し、台車洗浄装置などの機械を整備して工程の短縮を図るよう計画した。</p>												
	<p>(主な設置機械)</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="padding-left: 40px;">平面式トラバサー</td> <td style="text-align: right;">1</td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 40px;">昇降式移動足場</td> <td style="text-align: right;">9</td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 40px;">M I G 溶接装置</td> <td style="text-align: right;">10</td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 40px;">台車洗浄装置</td> <td style="text-align: right;">1</td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 40px;">台車塗装装置</td> <td style="text-align: right;">1</td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 40px;">台車枠反転装置</td> <td style="text-align: right;">7</td> </tr> </table>	平面式トラバサー	1	昇降式移動足場	9	M I G 溶接装置	10	台車洗浄装置	1	台車塗装装置	1	台車枠反転装置	7
平面式トラバサー	1												
昇降式移動足場	9												
M I G 溶接装置	10												
台車洗浄装置	1												
台車塗装装置	1												
台車枠反転装置	7												

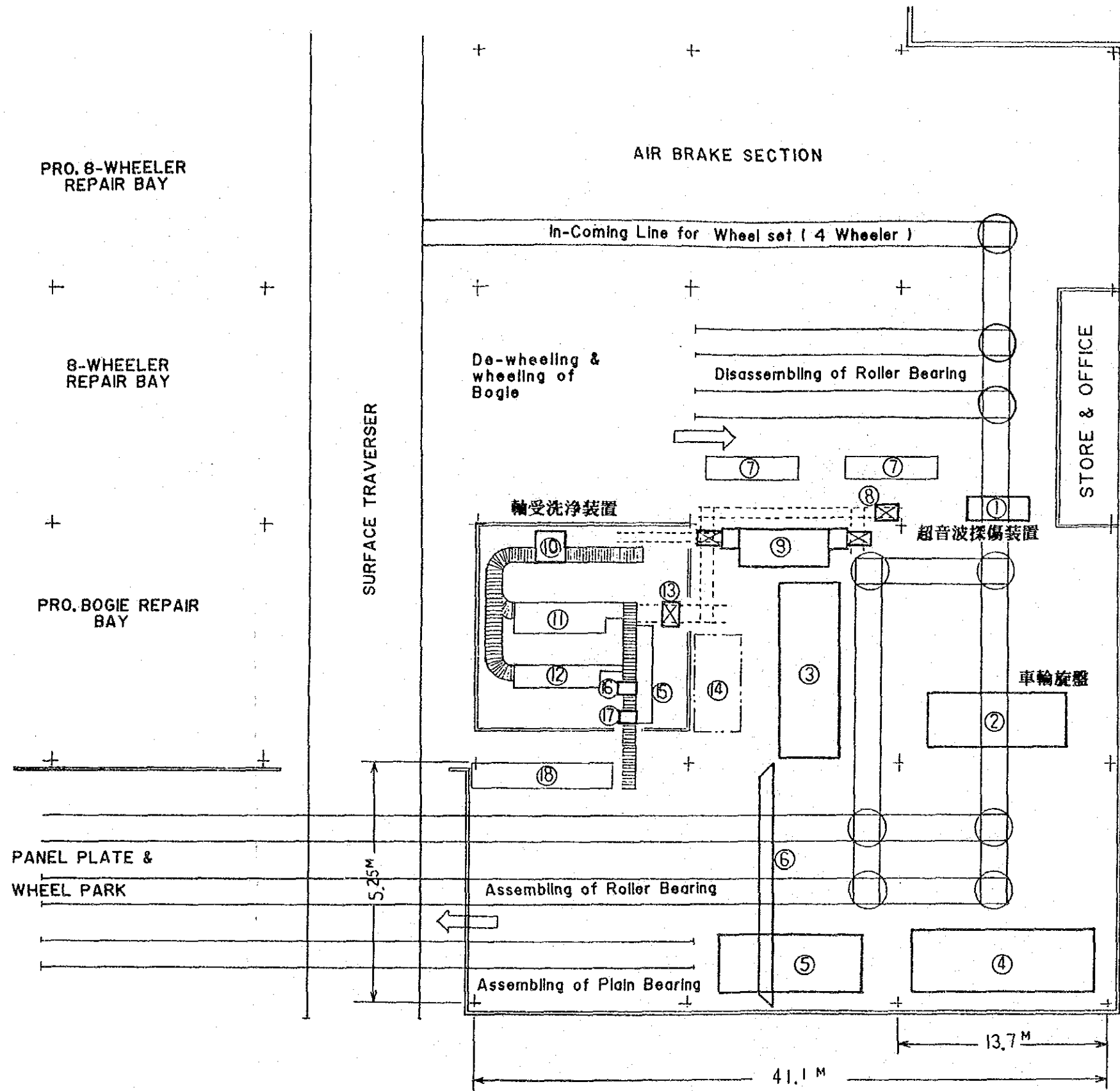


LAYOUT PLAN OF WAGON REPAIR SHOP

図-16 貨車検修場 設備計画図

設 備 計 画

SHOP名	項 目					
車輪検修場	<p>(内容)</p> <p>台車検修場からの車輪の入場が容易な場所に配置し、2軸貨車の車輪入場はトラバナーを利用するレイアウトとして計画した。</p> <p>工程短縮を果たすため、通り抜け式の車輪旋盤や軸受洗浄装置等の設置を計画した。</p> <p>車軸取替等の大修繕については、設備のある客車車輪検修場で一括施行する計画とした。</p>					
	<p>(主な設置機械)</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">超 音 波 探 傷 装 置</td> <td style="text-align: right;">1</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">車 輪 旋 盤</td> <td style="text-align: right;">2</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">軸 受 洗 浄 装 置</td> <td style="text-align: right;">1</td> </tr> </table>	超 音 波 探 傷 装 置	1	車 輪 旋 盤	2	軸 受 洗 浄 装 置
超 音 波 探 傷 装 置	1					
車 輪 旋 盤	2					
軸 受 洗 浄 装 置	1					



No.	DESCRIPTION	REMARK
①	ULTRASONIC FLAW DETECTOR	
②	WHEEL LATHE	Passing through type
③	HEC WHEEL LATHE	Resizing
④	TYRE FLANGE WELDING PLANT	"
⑤	AJTB LATHE	"
⑥	EOT CRANE	2 ton
⑦	R.B. DISMANTLING TABLE	
⑧	CROSS DRIVEN RAIL CART	for washing M/C
⑨	OSCILLATING WASHING DEVICE	
⑩	KEROSENE JET WASHING DEVICE	with robot
⑪	ROLLER CHECKING TABLE	
⑫	PARTS CHECKING TABLE	
⑬	RAIL CART	for axle box
⑭	PLACE FOR AXLE BOX	
⑮	AXLE BOX TABLE FOR CONSTRUCTION	
⑯	GREASE PACKING DEVICE	Automatic
⑰	R.B. CONSTRUCTION DEVICE	
⑱	PLACE FOR CONSTRUCTED R.B.	

LAYOUT PLAN OF WHEEL SHOP (WAGON)

図-17 車輪検修場 (貨車用) 設備計画図

JICA

