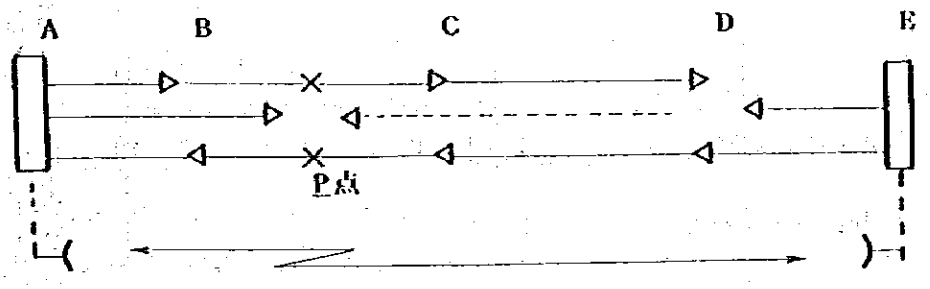
システムは前述の迂回構成が容易に可能であるが，４線式電話機を使用する方式では，直接増幅装置が方向性を持つため問題を生じる。

1)

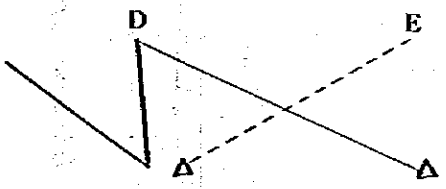


図Ⅱ－６－９　迂回構成－２

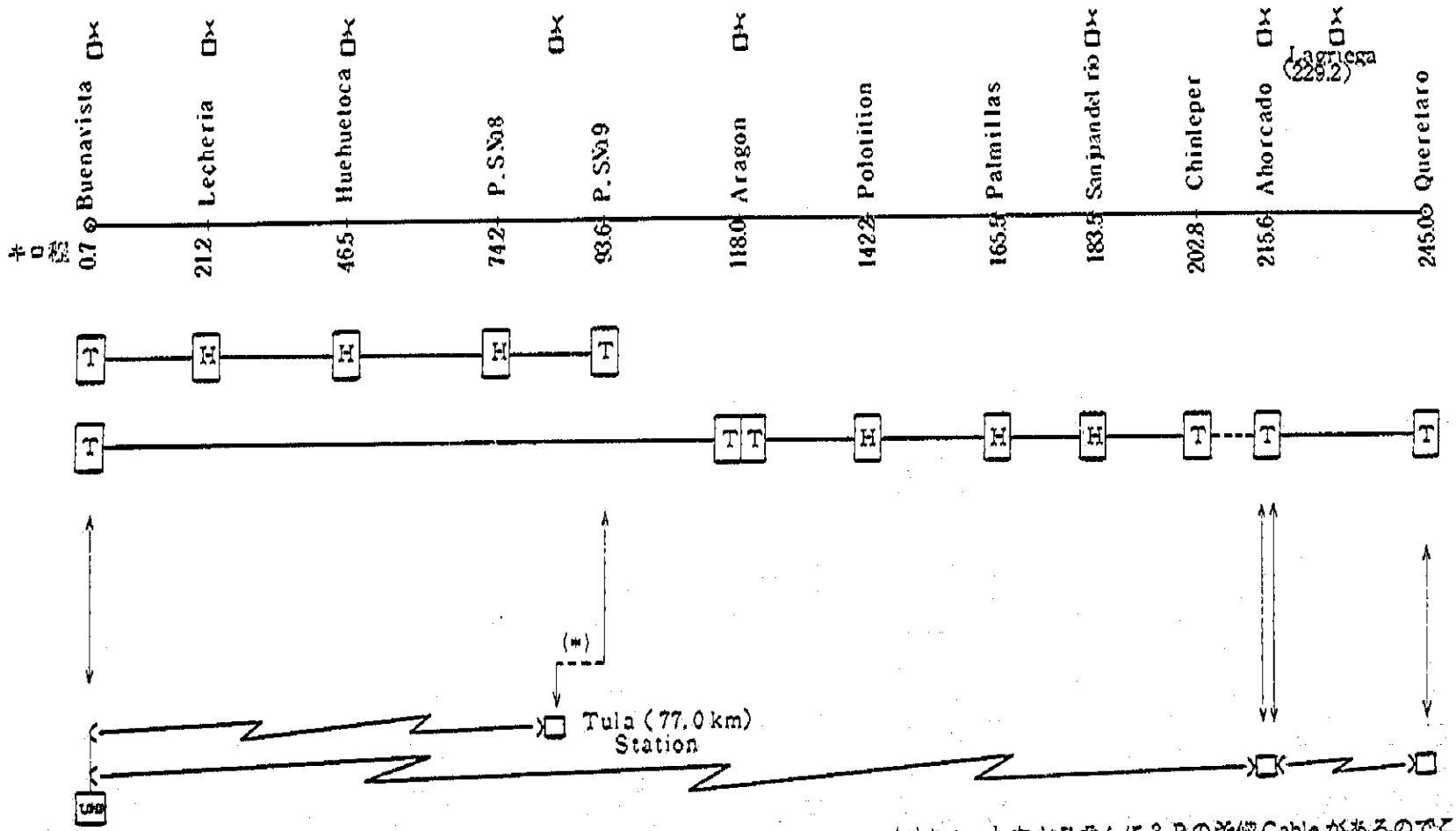
Ｂ－Ｃ間のＰ点でケーブル断のケースを考えると，Ａ－Ｅ間をＵＨＦで迂回しても，直接増幅機Ｄの方向性のためＰ点～Ｄ間は通話不能となる。

これを解決するには，全ての直接増幅機の箇所でＵＨＦとの迂回が必要となり無駄が多い。

2)　上図のＤ－Ｅ間についても線路損失によるレベル配分が常時実線の　になっているものが点線の様になり，Ｄに近い電話機は遠話となる。



図Ⅱ－６－10　レベルダイヤ



UHF回線とCable搬送Systemの相補回線の考え方(**)

- UHF及び短波の双方に予備回線がある場合は，いずれか一方がDownした場合相手方の予備回線を用いる事とする。
- 鉄道通信回線のうち，特に重要と思われるCTC，運転指令Telの3回線については，UHFの回線のうち3回線を短波の予備回線として確保する。

図II－6－11　UHF回線とケーブル搬送システム

(*)オハーしたシステムに3Pの予備Cableがあるのでこれを Tula～P.S.No.9間のアプローチ回線に使用する事も可能である。

(**)詳細調査をした後，UHFと短波の接続方式を群接続とするかCH接続にするか決定したい。
この接続回線数により上記のアプローチケーブルを新に設ける必要はある。ただしG接続の場合は搬送予備ケーブルを使用出来る。

注・3　指令電話回線の安定度について

指令電話システムの安定な動作を示す安定度の指標として次のような項目が上げられる。

(1)　レベル変動に対する安定度

通信の伝送路は周囲の温度の変化によって，その伝送損失が変化する。

搬送装置を用いたシステムではレベル変動が少なくなるようにA．G．Cを用いた搬送電話機を用いることが出来る。

またレベル変動があっても呼出が完全に行なえるような信号機を用いている。

これ等の具体的な設計を別紙に示すが，レベル変動は約3 dB程度であり，また呼出に対するマージンは10．dB以上ある。

(2)　周波数変動に対する安定度

周波数呼出し式の指令電話では親装置の発振器，搬送電話機の搬送波発振器の周波数が安定でなければならない。

子電話機は呼出し周波数 f_0 の $\pm$ 4.5 Hz 以内であれば十分に受信できる信号器をもっている。

これに対して親装置の周波数の変動巾は $\pm$ 0.5 Hz となっている。また搬送電話機の搬送波の変動率は $\pm 2 \times 10^{-6}$ であり 120 KHzでも $\pm$ 0.06 Hz以下である。従って 4.5 Hz $<$ 1.0 Hz $+$ 0.12 Hzの式から周波数変動について2倍以上のマージンがある。

(3)　信号対雑音比変動

信号対雑音比については，(1)項でのべたレベル変動の外に交流電化区間で発生する雑音の変化を考慮する必要がある。

この雑音は搬送装置を用いたシステムでは1 mv（－57 dBm）以下となるようにしており，最悪時でも子電話機端での信号対雑音とも38.5 dB以上となっている。

（別紙－1　参照）

別紙－1　レベル変動の安定度

レベル変動

(1) 搬送電話回線

搬送電話回線の設計にあたってはレベル変動が0.4 dB以下となるようA．G．C付中継器を挿入している。

AGCの圧縮率（レベル変動の）は1／10となるので次式からAGCなし中継器の個数が求められる。

$$Tm = \beta \times d \times l \times t \times n + P$$

但し　Tm：変動許容値（4 dB）　　β：ケーブルの減衰量（60 kHz）2.5dB/km

d：温度係数 0.22×10^{-2}/C°　　l：中継間隔　12km

t：温度変化（15°±13°C）　　n：中継器数

P：residual value 0.4dB

このような式からnを求め3個おきにA．G．C付中継地を設けているので変動巾は0.4 dB以下となる。

(2) ケーブル心線

ケーブル心線の減衰量の温度特性は約0.006 dB／km／C°とされているので，搬送のシステムでの回線長14 km，温度変化26°を入れると次式のようになる。

$$変動量 = 14 \times 26 \times 0.006\ dB$$
$$= 2.2\ dB$$

(3) 総合変動量

従って総合すると約2.6 dB程度の変動が考えられる。

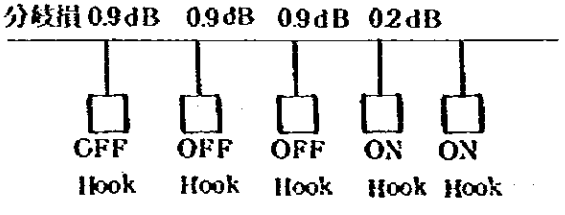
(4) 一斉通話と個別通話の際のレベル変動

指令電話機はメタリック回線に連接して接続されるので，次のような事項に注意を要する。

指令電話機は一斉通話時と個別通話時とで通話レベルの差が大きくないことが必要である。

提案しているシステムでこの点を検討すると次のようになる。

提案システムの電話機の入力インピーダンスはON Hookの時40 kΩ，OFF Hookの時 6 kΩとなるのでこの電話機が接続されている。これによるケーブルの伝送損失の増加（分岐損）はON Hookの時0.2 dB，OFF Hook の時0.9 dBとなる。従って今5個の電話機が接続された回線において個別通話と一斉通話時のレベル差を求めると（0.9－0.2）×4＝2.8 dBのレベル変動となり問題のない値となっている。



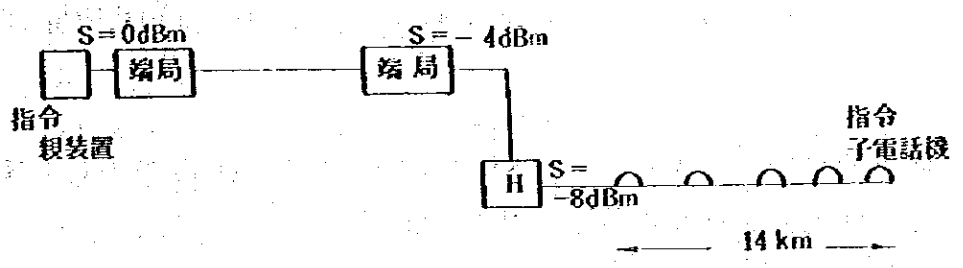
図Ⅱ－6－12　回線分岐

(5) 一斉呼出しも考えた変動量

一斉呼出しも考慮するとレベル変動量は約6.4 dB 程度となる。

(6) 子電話機のレベル変動耐量

子電話機でのレベル変動に対する問題は呼出時の安定度（呼出不能とならないようにする）である。



図Ⅱ－6－13 指令電話の構成

上図のようなシステム構成で最遠端の電話機への着レベルは，

親装置出力レベル－搬送回線損失－分岐ハイブリット損－ケーブル伝送損失－ON Hook 電話機分岐損＝着レベル

で求められる。

実際には 着レベル＝0 dBm－4dB－4dB－0.2dB/km×14km－4個×0.2 dB となり，

＝－11.6 dBmとなり，このレベルに前記レベル変動（(1)+(2)）の 2.6 dB を考えると

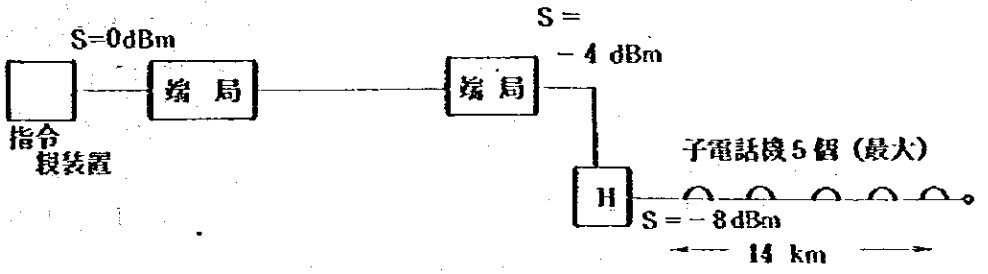
着レベル最悪値＝－11.6 dBm－ 2.6 dB＝－14.2 dBm

しかるに子電話機の信号受信最低レベルは－25 dBmであるのでマージンは

－14.2 dBm＋25dBm＝ 10.8dB となる。

別紙－2 信号対雑音比

日本の提案システムは搬送回線とケーブルメタリック回線とを接続して構成しているので，信号レベルは下図のようになる。



図Ⅱ－6－14 指令電話のレベル

子電話機がすべてOFF Hook しているとメタリック部分の損失は

0.2 dB/km×14 km＋5個×0.9 dB/個＝7.3 dB

従って電話機に到着する信号レベルは－15.3 dBmとなる。

また雑音としては搬送端局で10.00opw（－50dBm）発生するが，7.3 dB減衰するので－57.3dBmの雑音量となる。

また交流電化による雑音が1 mv（－57.3 dBm）であるので，この雑音がない場合の信号対雑音比は －15.3dBm－（－57.3dBm）＝42dBとなり，交流電化の雑音のある場合は大凡38.8 dB程度となる。

子電話機の信号器の必要信号対雑音比は15 dBであるのでマージンは23.5 dBあり，極めて安定したシステムとなっている。

注・4－1　通信ケーブルの絶縁耐力について

通信ケーブルの心線絶縁材料としてPE又はPEFは紙絶縁に比較して，絶縁耐力に優れている。表Ⅱ－6－9に示すような実験結果によれば次のようになる。

PEの絶縁耐力 ≫ 紙の絶縁耐力

PEFの 〃 ≫ 〃

このことは紙ケーブルに比較して交流電化区間における地絡時ほどの異常時電圧対策として，PE又はPEFケーブルが極めて優れていることを示す。

なお提案した通信ケーブルの規格値は日本のNTT，JNRの規格値を示したものであり，実際の製品は上述のようにテンダスペックの値を上回る特性を持っている。

表Ⅱ－6－9　絶縁破壊試験結果

ケーブル種類	導体サイズ（mm）	絶縁厚（mm）	測定心数（心）	絶縁破壊平均値(kv)	紙絶縁を1としたとき破壊電圧平均値の比率
PE絶縁カッド形市内ケーブル	0.9	0.3	8	20	13
PEF絶縁カッド形市外ケーブル	0.9	0.35	10	10	6
紙絶縁カッド形市外ケーブル	0.9	0.5	10	1.5	1

試験条件

(1) サンプル長　5 m

(2) 測定は交流（A．C）で行い，測定心線1心と他心間（但し他心線はすべて接地）に課電。

(3) 紙絶縁ケーブルの絶縁厚は実効厚を示す。

注・4－2通通信ケーブルの絶縁抵抗について

通信ケーブルの心線絶縁材料としてPE又はPEFは，紙絶縁に比較して絶縁抵抗が優れている。

表Ⅱ－6－9に示したように試験結果に

PE又はPEFの絶縁抵抗 ≫ 紙の絶縁抵抗

また紙の絶縁抵抗は紙の含有水分量によって次式に示すように低下する。

$\log IR \propto A - mM$

但し IR：絶縁抵抗　　A，mは定数

M：含有水分量

従って長期にわたって製造時の値を維持することは困難であり，減衰量の増大，平衡度の低下→雑音の増加など通信品質を低下させる。

表Ⅱ－6－10 絶縁抵抗試験値レベル（出荷時）

PE又はPEF絶縁ケーブル	通常100 kMΩ－km以上
紙絶縁ケーブル	通常 10～30 kMΩ－km程度

注・4－3 ケーブル浸水時の問題について

ケーブル浸水時の問題点として2つの事項が考えられる。

(1) 浸水時の回線障害

紙ケーブルの場合には浸水直後全回線が回線障害となる。PE又はPEFケーブルの場合には以下に示すようにPEの吸水率が小さいため絶縁劣化の速度がきわめて遅く，回線障害となる時間は経験的には数10日以上となっている。

(2) 浸水の検知システム

提案システムのパイロット心線の絶縁検知方式は，穴明き心線なので浸水時には速やかな検知が可能であり，実際回線の障害に到る時間は前述のように長い。従って業務に支障なしでの計画的な修理が可能である。

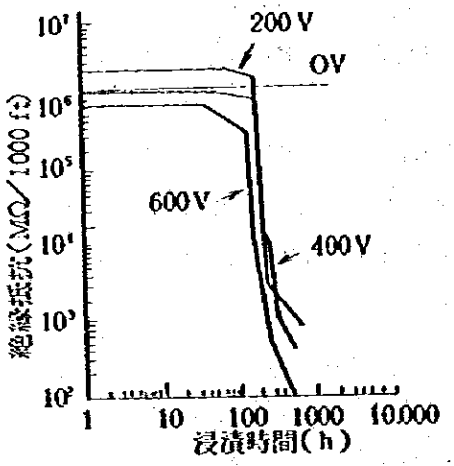
PEの吸水率　0.02　wt％／24 h

吸水率は　ASTM（American Society of Testing Methods）による定義で

$$\frac{\text{吸水後重量} - \text{吸水前重量}}{\text{吸水前重量}} \times 100\%$$ で表わされる。

図Ⅱ－6－15はPE絶縁電線を水に浸漬したときの絶縁抵抗の変化を課電の影響と共に示したものである。

課電による影響のあることを示しているが低圧下では絶縁抵抗の変化しにくいことを表している。



図Ⅱ－6－15　吸水による絶縁抵抗変化の例

通信に使用される電圧は一般に非常に低いので，絶縁劣化を生じるのは浸水後非常に長い時間を要する。

注・5　搬送中継局の保守性について

搬送システムの中継間隔は，音声の直接増幅機方式に比べ短いため中継器数が多くなるが次の様な理由から保守性についてはむしろ優れていると考えている。

(1)　高信頼度設計

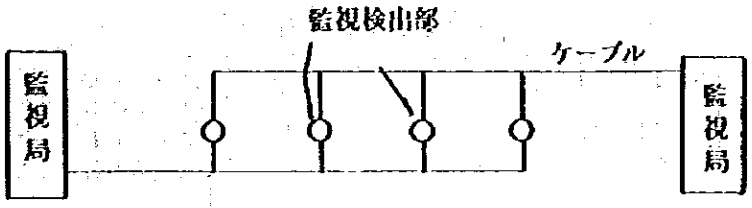
中継器は無人の環境のあまり良くない場所に設置する前提で設計され，高信頼度部品を用いて注意深く製造されている。これは，海底ケーブルに使用されている中継器を見れば容易に理解できるところである。搬送装置に用いられている中継器はMTBF＝45,000 Hと設計されているが，実際には更に優れた品質を持っており，これはJNRにおける稼動実績（1,845システム1979年中の障害151件，MTBF 107,000 H）からも証明される。

(2)　無保守性

搬送中継器は，温度変化によるケーブルの損失変動に対して，安定に動作する様，ＡＧＣを備えている。(指令電話の別紙－1）このため中継器の保守は不要となっている。これに対し直接増幅方式では，ＡＧＣ機能がつけられない。季節毎の伝送損失の変動を補償するための利得の調整が必要であり，かえって保守に手のかかる設備と思われる。

(3)　中継器の監視機能

全ての中継器の異常は，２つの監視信号によって両端の端局で監視されており，これは中継器の上／下のどちらのシステムが悪いかまで判断可能である。更に端局に集められた中継器の監視信号は別系でセンターに伝送され集中表示されるので，保守員は障害の発生を容易に知ることが可能となり迅速な復旧ができる。



図Ⅱ－6－16　監視システム

参　考：ケーブルの障害率

日本（日本電々公社および国鉄）のケーブルの障害率の実績では，プラスチックケーブルはガス付紙ケーブルの場合の1／10である。

プラスチックケーブル	0.01／月／100 km
ガス付紙ケーブル	0.11／月／100 km

6－5－3　国産化の検討

次に通信機器についてメキシコ国産化の難易の度合を下記により分類を行なった。その結果を表Ⅱ－6－11に示す。

- 国産化（技術移転）ランク付けについて

国産化を行う場合の順位は下記による。

A：すぐ可能なもの。

B：仕様書を変更すれば適用品がある。

C：条件付（軽度）で可能なもの。

C_1：技術指導（軽度）を受ければ可能なもの。

C_2：設備投資（軽度）を行えば可能なもの。

D_1：技術指導を要するもの（ある期間）注：3年程度。

D_2：設備投資を要するもの（ある程度）。

E：技術的には将来可能であるがむづかしい。

F：経済的に不合理であるので国産化しない。特殊品で少量である。

表II－6－12　通信設備国産化（技術移転）の要約

設　備	項　目	名　称	分類	意　見
通信ケーブル	通信ケーブル，装荷線輪を含む 各種線路付属品類		E	MEXICOにおける製作提携メーカとしてCONELEC，LATIN CASA等が考えられる。この両メーカーに対して調査を行なった結果は次のとおりである。 ・直接き電方式においてはAℓシースケーブルが必要となるが，上記両メーカー共Aℓプレスの設備を増設する必要があり，生産開始までに最低2年の月日と多くの経費が必要と考えられる。 これらの点を考慮に入れると，両種類のケーブル共に生産開始までの期間として1～2年が必要と考えられる。 ・調査の結果からすると，二製造機があるとされている銅鉄遮蔽ケーブルについての実際の製造実績はないように見受けられ，日本側が要求する電気的性能を満足するケーブルを製造できるかどうかについて現在のところ何とも言及できない面がある。 ・調査の結果によると現時点においてメキシコ国産のケーブルの値段は日本で製作する場合の3倍程度になるものと考えられる。 ・システム完成の時期が82.8と定められており，メキシコ国産ケーブルをこれに充当することは日本側が要求する性能の面で困難性があると現時点では考える。 ・もし今回のプロジェクトより後の電化用伝送路としてのケーブルならばメキシコ側の希望があれば，上記両ケーブルについても技術供与は可能である。
電話機類	二線式電話機各種		C_2，D_2	一部のタイプについては設備の増設が必要でかつ組立て技術指導も必要である。
指令線装置			E	回路技術，組上げ技術等の面で困難性が高い。又信頼性については長年の経験が必要で，そう簡単に一朝一夕で実績ができない。
搬送電話装置	配線用ケーブル 〃　電　線 電源ケーブル 銅板類	SWVP(0.5×x心)ケーブル NVWワイヤ IV 8 mmスクェアケーブル	A A A	

設　備	項　　目	名　　称	分類	意　　見
		SPC冷間巻取り(Cold Rolled) カーボンスチールシート	A,Cs A,Co	
		アルミニューム アレイ (Alley) シート	C_1, D_1	成分配合および均一押出し技術に問題がある。
	絶縁材料	ラミナポリエステル フィルム	C_1	
	プリント板		A, C_1	一部の種類については複雑な技術を要する。
	発振用トランス, コイル類		D_1	正確な周波数を発振するために，製品の品質にムラのないことが必要である
	素子類	抵　抗	A,C_1	値の許容範囲が小さいものについて問題がある。
		コンデンサ	A,C_1	同　上
		ダイオード	D_1,E	一部の形式については或る程度の技術指導で十分だが，その他については組成成分の配合技術，組上げ技術，製品品質の均一化に問題がある。
		トランジスタ	D_1, E	同　上
		集積回路	E, F	世界的にも非常に特殊な技術であり，know how 的部分も多い。 (備考) 本設備はメキシコにNEC de MEXICO SA de CV と言う日本国メーカーと提携工場があり，ここの技術レベル設備を勘案したうえで分類した。
電　源	電　池	300 AH, 48 V アルカリ電池	A	
		350 AH 〃 〃	A	
	整流装置		D_1	回路技術，組立技術にむづかしい点がある。又信頼度については長年の経験が必要である。 (備考) 製作提携メーカーとして MEXICOにIGSA, ESB 等が考えられる。

7. 車 両 検 修

7. 車両検修

7－1 車両検修システムの検討

7－1－1 車両検査修繕の基本的な考え方

(1) 車両検査修繕の目的は高い安全性を保持して社会の要請にこたえられるように車両を管理することである。いいかえれば，常に車両を使えるようにすること及び車両の使用中における故障を最も少なくすることである。

(2) 車両の検査修繕の方式

車両保守の考え方は次の2つの方法がある。

1) 予防保守

重大な事故や車両の故障が発生する前に，前もって保守をし車両を常に良好な状態にしておく方法である。

この予防保守を効率的に行なうためには，修繕時における記録，故障の状態の記録などによって，常に車両がどのような状態にあるかを知っておく必要がある。

車両の定期検査修繕はこでいう予防保守方式であり，検査の種類，検査の周期，検査の内容をルールとして細かく定めておかなければならない。

2) 事後保守

事後保守とは，機器又は部品が故障により機能を失ったときに修繕する方式を云う。

この事後保守方式は車両の基本的な性能及び安全に直接関係ない部品（例えば，戸の鍵，腰掛，室内灯など）にこの方式が一部とり入れられることがある。

3) 予防保守と事後保守の比較

予防保守と事後保守を比較すると表Ⅱ－7－1のとおりである。

表Ⅱ－7－1

	予防保守	事後保守	記事
通常の保守費	大	小	
故障時の保守費	小	大	
付帯損失費	小	大	
事故による損失費	小	大	

(注) 付帯損失費とは……計画的に修繕できないための損失費用などをいう。

(3) 検査の種類

検査修繕は予防保守の考え方の定期検査修繕と事後保守的な臨時検査がある。一般的には日常的な検査，中間的な検査修繕そして全般的な検査修繕の3つに分けられているのが普通

である。

表Ⅱ－7－2にその例を示す。

表Ⅱ－7－2（例）

	検査修繕の種類	検査修繕の名称	実施箇所	記事
定期的な検査	日常的な検査	列車検査	基地	
		月常検査	基地	
	中間的な検査	台車検査	基地又は工場	
		要部検査	工場	
	全般的な検査	全般検査	工場	
臨時的な検査	臨時検査	臨時検査	工場基地	

（注）検査の内容は後述する。

(4) 検査修繕の周期

1）定期検査修繕は前にのべた3種類の検査を組み合せて行なわれる。その組合せ方は，日常的な検査を繰返し行なって，一定期間（又は運転キロ）後の検査時期に次の上位の検査を行なう。さらに，これを繰返した後に上位の検査を行ない最終的には全般検査を行なう。

その例を表Ⅱ－7－3に示す。

表Ⅱ－7－3（例）

	検査の周期
電気機関車	◎ 40 ▲ 300（1年） ● 600（2年） ▲ 900（3年） ◎ 1200（4年） km

（注）凡例 ◎ … 全般検査
▲ … 台車検査
● … 要部検査
| … 交番検査

2）検査周期の決定条件

車両は使用することによって劣化する部分と，時間の経過により劣化する部分とがある。また，使用線区の条件，使用頻度などにより劣化の傾向も変ってくる。従って検査周期の設定及び改正にあたっては，部品の摩耗，車令，などを調査検討してどのような状態になったとき，どの種類の検査を行なうかをきめなければならない。

(5) 検査の内容

1) 日常的な検査

a) 列車の検査

電気機関車の場合，運転をはじめる前に機能の確認を目的として行なう検査である。パンタグラフ，台車，車輪，バネ，ブレーキ装置，電気機器などの作用および機能の確認を行なう。

b) 月常検査

電気機関車の各種点検ブタを取外し，試験機器，を使って劣化の程度，各部の特性を測定する。また電気機器の接触部，摺動部の整備，各機械の清掃・給油・調整を行なう。さらにカーボンブラシ，パンタグラフスリ板，電気接点，制輪子などの消耗部品の補充取替え，行なう。

2) 中間的な検査

a) 台車の検査修繕

主として車輪踏面の摩耗，台車の摺動部の摩耗部を修繕する目的で行なう検査修繕である。

台車を車体から取外し，車輪，モーター，台車を分解したあと，車輪の削正，台車の主要な摩耗部分を測定し，定められた制限値以上に摩耗したものは修繕し，再びこれを組立てる。組立てた後，各部の作業の確認を行なう。

これらの確認のあと，全体にわたり作用及び機能の確認を行なう検査をする。

この台車検査が終ったあとに試運転を行なう。

b) 要部検査

要部検査は，主電動機，台車，ブレーキ装置，計器，補助回転機など，機関車の重要な機器を取り外し分解して検査修繕する。

検査修繕の程度は，機器の重要度合により異なるが，主電動機，台車，軸受，ブレーキ装置，制御装置は細かに分解し修繕する。

これら検査修繕が終ったあとは，機器毎に，絶縁抵抗試験，絶縁耐力試験，最低動作試験，最低動作空気圧試験などの試験測定を行なう。

機器が車両に組立てられたあと，車両全体の機能検査を行なう。このあと試運転を行なう。

c) 全般検査

機器及び装置の全般を車体から取り外し，個々の部品，機器に分解し，個々の部品，機器毎に寸法，摩耗，キズの有無など劣化状態を検査し，試験機を使って性能の測定を行なう。

検査修繕後，組立てを行ない総合的に性能を確認する。

また，鋼体部分の検査修繕，窓，戸，カーテンなどを取外し修繕を行なう。

全般検査のとき以外では，取り替えにくい部品は取替時期が少し早くても取り替える方が有利な場合があり，このようなものは計画的に取り替えを行なう方が経済的である。

従って中間的な検査修繕は，機関車の検査周期を制約する個所だけを検査修繕をするように簡略化するべきである。

7－1－2　車両検査修繕設備の基本的な考え方

(1) 基本的な考え方

車両の検査修繕設備は，高能率で経済的に確実な検査修繕ができることが必要である。

その基本的な考え方は，次のとおりである。

1) 個別作業のための設備の高能率化

多くの部品で構成されている車両の品質をよくし，作業の能率をあげるためには，一つ一つの検査修繕設備をよくしなければならない。

2) 作業と設備の総合システム化

作業と設備を有機的に組み合せて検査全体の生産性と信頼性をあげることが必要である。

このためには，個々の作業の内容（例えば，洗滌－検査－加工－試験－運搬）を分析するとともに，各作業のつながりをはっきりさせておく必要がある。

また，検査修繕作業のほか，資材の運搬，電力，圧縮空気などの動力供給も検討しておくことが必要である。

3) 設備の余裕

検査対象車両の変化，運転事故等による突然の変化により，業務量が増減することがある。

また，修繕の内容は，機器を車両から外してみないと明確にならないものがある。このため，設備は経済的に考慮しながら，余裕を考えておくべきである。

4) 将来への考慮

経済情勢の変化，技術の進歩により，車両も変化する。また，検査修繕技術も変化する。

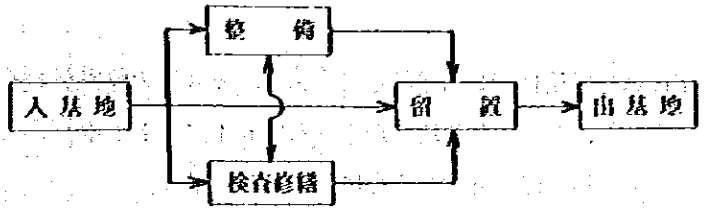
従って，検査修繕設備の計画の場合，これらをよく検討して，将来におけるロスを最小限にとどめるよう計画しなければならない。

5) 法律及び規則

国の法律，鉄道の規則などの諸制限を調査し，計画をたてなければならない。

(2) 基地のレイアウト

1) 車両が基地に入り，検査修繕作業が終ってから運用されるまでの主な作業の流れは，図Ⅱ－7－1のとおりである。そして，各作業及び設備は，密接なつながりをもっている。



図Ⅱ－7－1　基地の主要作業の流れ

また，基地の検査修繕作業は車両の運用間合いに施行するため，車両の運用計画と大きな関係がある。

2) 基地のレイアウトは，次の事項を十分検討して決定する必要がある。

a) 基地設備は，留置線群，整備線群，検査修繕線群の3大ブロックで構成されるが，これらを合理的に，そして有機的に結合させるようにする。

b) 車両の移動を円滑にし，他の作業に支障しないようにする。例えば，入出区線を2本にし独立させる，入換用専用線を作るなどである。

c) 車両の移動を少なくするため，類似している作業をまとめたレイアウトとする。例えば，日常検査，清掃及び洗浄作業，給油，給水等の作業は同一線で施行する。

d) 設備費を安くし車両の収容両数を多くするため，設備はできるだけ集約する。例えば，検査線と修繕線を同じ建物にする。

(3) 工場のレイアウト

1) 工場のレイアウトは，車両の検査修繕の能率，検査修繕経費に大きく関係するので，合理的に計画する必要がある。一般的な工場の基本体系は図Ⅱ－7－2に示す。

2) レイアウトをきめる場合には，次の事項を検討し建物，線路配置，機械配置，通路，移動機械などの方針をきめておかねばならない。

a) 検査修繕する車両の車両数，機器の数量，機器の大きさ及び重量を調査する。

b) 車体及び機器の検査修繕方法，検査修繕内容を決定する。

c) 検査修繕工程を検討し，標準となる工程をきめる。

d) 検査修繕の流れをきめる。

一般的な検査修繕作業の流れは別図Ⅱ－7－3に示す。

e) 基地の場合と同様に，設備の余裕，将来への考慮を検討しておくことが必要である。

3) 建物は，車両の検査修繕の流れを基本として，機器の運搬，修理，試験，一時的な置場，重量を考えてレイアウトする。

建物のレイアウトの要点は次のとおりである。

a) 解ぎ装，車体の検査修繕場を主体に関連の建物を配置する。

b) 機器検査修繕の建物は，解ぎ装および車体検査修繕場にできるだけ近接した位置に配置する。

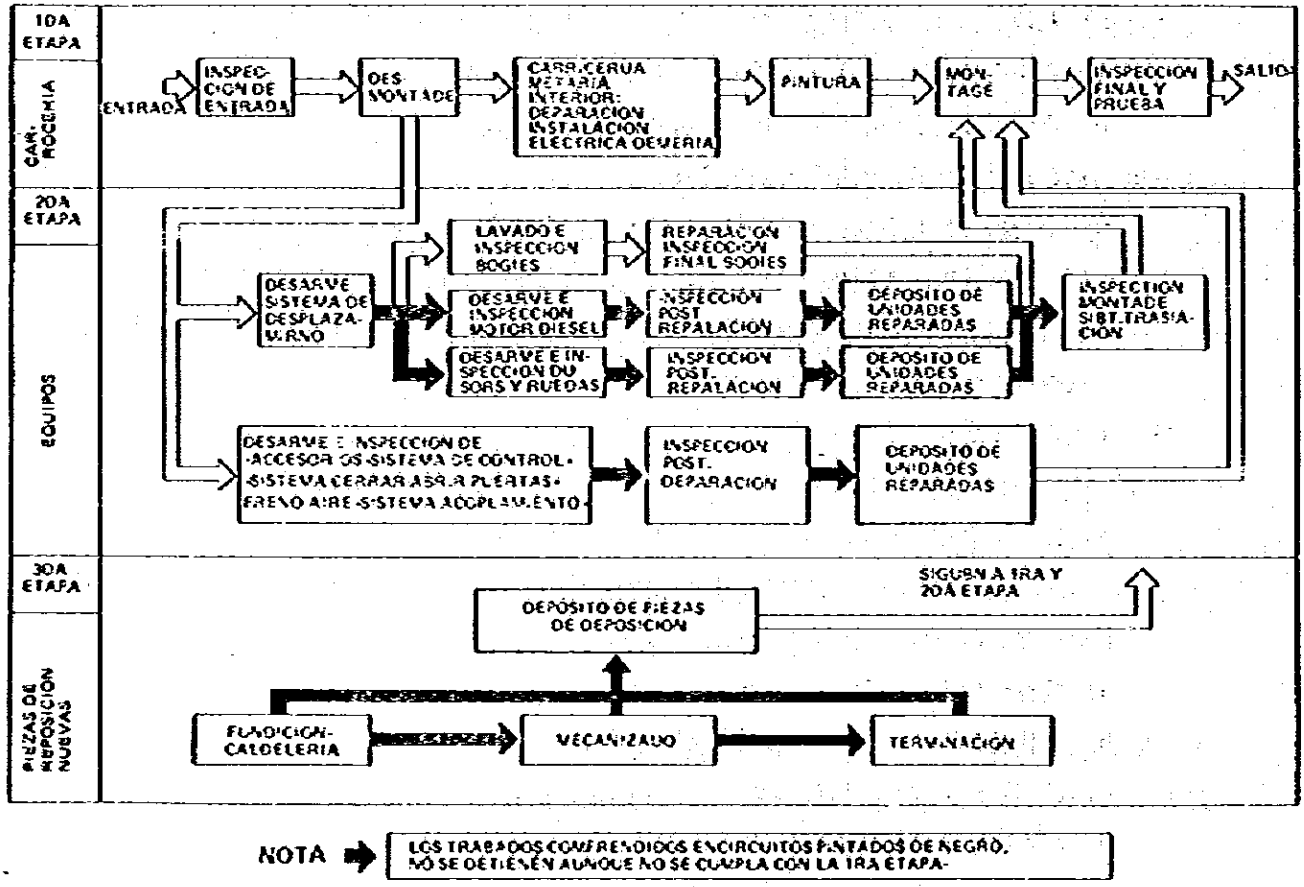
c) また，作業をしやすくするため，採光，風向き，建物の向き，通路，線路との関係を考えて配置する。

d) 鉄工，塗装，木工の各作業場は，騒音，振動，じんあい，ガス等の障害があるので，電気機器，空気ブレーキ装置，軸受の各修繕場から離してレイアウトする。

e) 資材倉庫は品物の運搬経路と保管方法を中心にレイアウトする。

f) 通路は，機器，材料の運搬ならびに歩行のために，余裕をもった幅をとる。そして線路からはできるだけ離す。

4) 動力設備は，検査修繕の作業にあわせて設備する。



図II－7－2

7－2　車両検修仕様書原案に対する意見

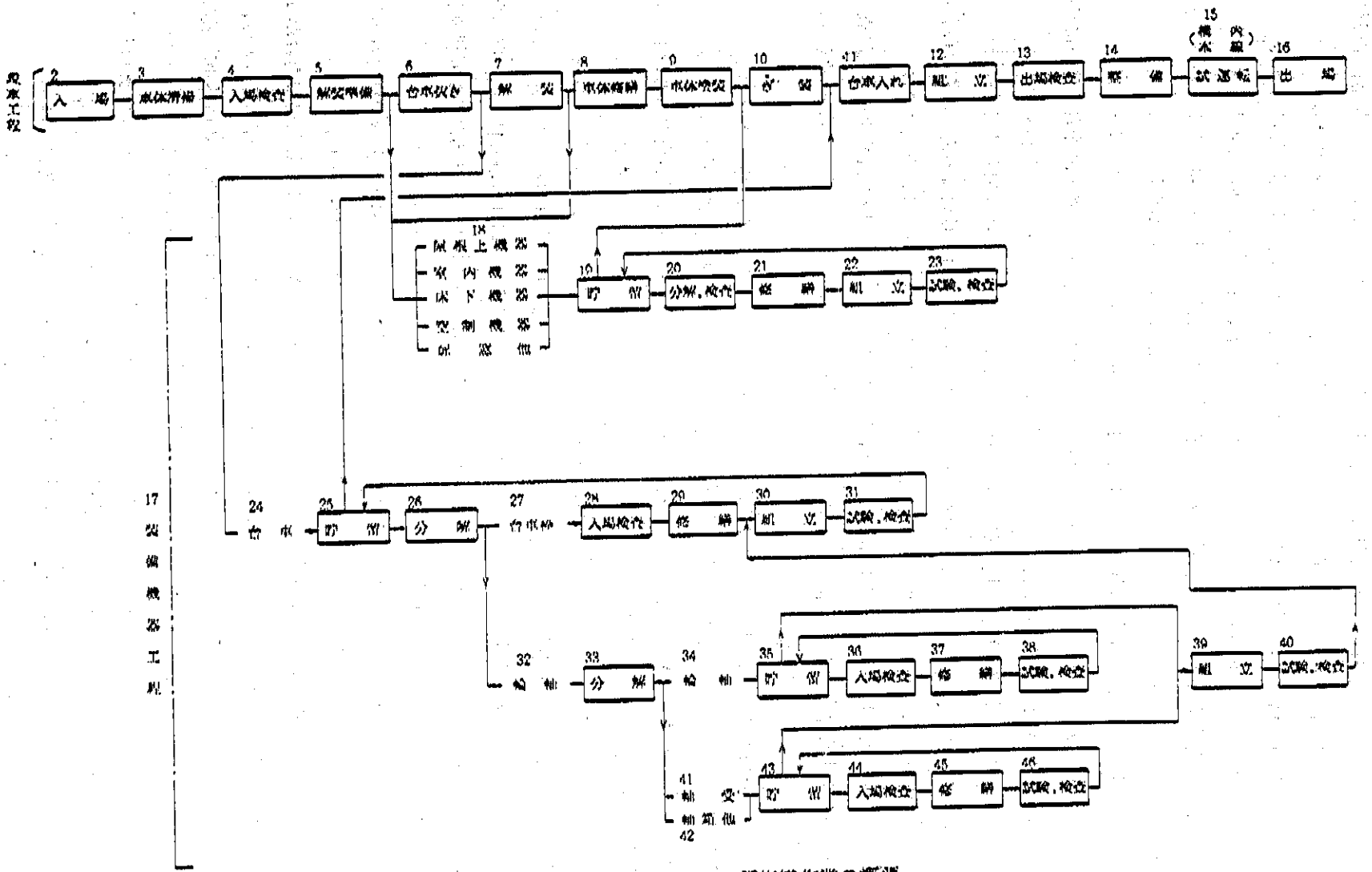
7－2－1　全体に対する意見

(1) このスペックは，一般的でないものが多い。例えば，

1) 基地における検査サイクルは，タイムベースであるが，キロベースも採用すべきである。

2) 基地における，検査の種類は6種類となっているが，これは4種類で十分と考える。

(2) 車両の検査修繕は，車両の配置，検査周期，検査設備，組織，要員などが関連しているが，



図Ⅱ7－3　工場における車両修繕作業の概要

このスペックでは，各検査の検査内容が明確となっていないため，不確実な要員が多い。

(3) 工場の建設を3ステップとしているが，すすめ方は，いろいろな方法がある。

将来計画（第3段階）は大切であるが，先ず最初に第1段階を考えるべきである。

従って，現在の設備，要員等を有効に活用する案も検討されるべきである。

(4) 車両の検査修繕のための技術者の教育は，可能な限り早い時期に始めることが必要と考える。

(5) モータ類は20年程度大きな修理なしに使用可能である。

トラクションモータ，補助モータの修理について詳述されているが，それ以外の電気機器の検査設備もはっきりした計画が必要である。

また，この電気機器の検査設備は早い時期に必要である。

(6) トラクションモータの巻線の取替はすぐ実施しなくても将来計画で考え，現在は作業場スペースを考えておけばよいと考える。

(7) 検査完了後の工場内試運転は40 hm/hとしているが，可能な限り営業運転速度に近づけるよう検討すべきである。

7－3 車両検修応札書の評価について

7－3－1 車両検修設備の評価について

今回の諸々の設備の中で，車両検査修繕設備，特に工場設備に対する評価が最もむずかしいと思われる。

これらのむずかしい点を列挙すれば，次のとおりである。

(1) 機関車両数が少ないため，電気機関車（以下ＥＬという。）だけの工場は，その設備，要員の稼動率が低く生産性の低い工場となりメキシコ国鉄の経営にとって経済的とならない。

とはいえ，将来の電化計画の進展に伴なってＥＬの両数増に対処できるだけの規模及び拡張性をもたなければならない。

(2) 完成されないＥＬ検修工場では工場にＥＬの滞留両数の増をまねき，列車の正常な運行に支障をきたす恐れがある。

(3) 一方，現状のディーゼル機関車（以下ＤＬという。）検査修繕工場は，滞留両数が異常に多く正常な稼動状態とはいい難く，現状のまゝで，ＥＬの検査修繕を行なうことは，現在以上にＤＬの滞留両数をふやす恐れがあり，メキシコ国鉄の貨物輸送の維持が出来なくなる恐れがある。

(4) ＥＬの検修工場の設備（検査修繕用の設備，機器及び治工具）は，ＥＬの構造ならびに検査修繕の体系が決定してから検討することが望ましい。

というのは，ＥＬの構造，その検査修繕のやり方によって変るからである。

（7－2－1の(1)，(2)，(5)，(6)参照）

(5) 一方，ＥＬ検修工場の稼動の時期は，Valle de México 基地にＥＬ用の台車の検査修繕設備及び電気関係の検査修理設備を設ける事により電化開業後４年たってからとしうる。

以上を勘案のうえ，車両検修設備のあり方を政策として，方針的に決める必要がある。

まず，機関車の検査修繕のあり方について，ＥＬ検修に経験あるコンサルタントとメキシコの技師で十分時間をかけて検討する。できれば，ＥＬの発注先が望ましい。

この検査修繕のための設備，機器，治工具については，ＥＬの供給者，上記コンサルタント，メキシコ技術陣が共同で検討する。この場合これら設備機器，治工具はＤ・Ｌの修繕と兼用できるのが望ましい。

というのは，現行のＤＬ工場は，能力的に行きづまっており，ＤＬ工場の運営の改善，設備の改善が急務である。

（２－３－２(3)注２参照）

しかし，これを行なうための最大の問題点は，修繕機器の取替のため現行ＤＬ工場の能力ダウンが考えられることである。これをさけるため，前述のＤＬの工場の一部部品の修繕を新設のＥＬ工場で行なう必要があると思われる。また，これは，ＥＬの新工場の生産性をカバーすることになる。

ＤＬ工場の改善は，それほど大きくなくても可能と推察されるが，メキシコ国鉄の経営の改善に大きな役割りをもたらし，この中で新設ＥＬ工場もそれに寄与できることとなる。

このため，上記コンサルタントとメキシコ技術陣が共同で，ＤＬ工場の経営診断を行ない，その改良点を検討し，工場の改良時点に生ずる一時的なＤＬ検修の生産性のおちこみを新しいＥＬ工場でカバーすることを考える事が必要と考える。

なお，このＤＬ工場の改良にあたっては，再生ＤＬ工場で，ＥＬの一部部品も検修可能とし，極力新しいＥＬ工場の当初の規模を小さくし，その生産性をあげるよう考慮する必要がある。

（７－２－１(3)参照）

以上述べたように，新しいＥＬ工場の評価は，現行ＤＬ工場の再生計画とあわせて検討の要があると思われる。お互にＤＬ，ＥＬの一部部品を修繕する体制が望ましい。

幸い，新しいＥＬ工場の稼動時期までに，若干時間的余裕があるので，この余裕時間に，要員の補充，養成訓練計画検討も含め，上記の検討をコンサルタントとメキシコ技術陣共同で行なうことを強く勧告したい。

７－３－２　交流電気機関車修繕工場新設計画の評価方法について

(1) 評価の基本的な考え方

交流電気機関車用の修理工場を新設するという今回の計画の目的は，近代的で高性能な機関車に対する修繕を高能率かつ経済的に行ない，高品質で信頼性の高い機関車を再び輸送部門に提供することにある。従って，新工場の設備計画に対する評価は，この目的に対する適

合度で行なわれるべきである。

ところで，上記の〝良い機関車に，安く，速く〟修繕するという目的は，一般生産企業における〝良い製品を，安く，速く〟市場に供給するという企業目的と，基本的には同一である。生存競争の激しい一般製造工業界では，この目的の達成度，すなわち品質と生産性の高さの程度はその企業の盛衰に直結する。このため，各企業は，生産設備，作業員の技術力，生産管理技術などのあらゆる面から，その向上対策を研究してきた。このうち，生産設備に関する基本的方向は次のとおりである。

1) 個別作業及び設備の高精度化と高能率化

多くの部品で構成されている製品全体の品質を向上し且つ高能率で生産するためには，各個別作業の精度と能率を上げることにあるという考え方で，近代工業誕生以来の古典的原則である。個別作業が生産の基礎であるという意味において，現在も，また将来も不変の原則である。

2) 作業及び設備の総合システム化

製品を完成させるのに必要なすべての作業や設備を有機的連携のもとに組み合せ，また管理して，製品全体の信頼性と工場全体の生産性を向上させようという考え方である。これは前項の個別作業重視の過剰による欠陥，すなわち，ある1人の作業者が能率を上げても，また，ある1台の機械を高能率機に取り替えても，それらが直接に製品全体の生産性向上に結びつくとは限らないという欠陥を補い，個別作業の役割りと位置づけを一層明確化した合理的な考え方で，現代工業界の主流をなしている。

この考え方は，端的に表現すれば〝Layout を最重要視する〟ことであり，直接生産作業のみならず，これを支援する作業や補助サービス業務をも含む全工場的業務配置を対象としており，その代表的な実施例は，自動車工業や電機工業に見ることができ，成果は広く一般の人々が知るところである。

3) 企業経営面から見た両者の関係

既に述べたとおり，両者は生産技術的には密接不離の関係にある。然しながら，技術の進歩の著しい現状においては，後者により一層の慎重な研究が要求されている。

すなわち，技術の進歩発展や作業者の熱意と創意工夫により，個別の生産方法は逐次改良され，また個別生産設備も新鋭機に置き換える必要に迫られるであろう。この場合，コスト的には取替更新が得策であっても，企業の資金能力面からの制約から，大規模な改良は困難な場合が多いのが現実の状態である。換言すれば個別機械の取替は可能であり，局部的なLayout改善は行なえるが，全体的なLayout改善は不可能に近い。〝Layout の良否はその工場の生涯にわたる影響を及ぼす〟といわれるゆえんである。

工場を新設する場合には，これらの関係を充分に認識し，将来にわたる見通しをも含めて，生産体系の骨格をなすLayoutを決定することが必要である。

以上，一般製造工業界における生産設備の基本思想について述べたが，これは鉄道車両の修繕工場にも直接適用可能であるだけでなく，鉄道車両の修繕という複雑多岐な作業を行う工場こそ，この思想を徹底して実践すべきであると考える。

(2) 鉄道車両の修繕作業の特徴と設備

鉄道車両の修繕作業は，多種多様な機器と部品を有機的に組み合せた複雑な構造物が対象であり，且つこれらの車両は効率的な車両運用計画に組み入れられていることなどから，修繕作業については，次のような特徴がある。

1) 作業の基本形態

車両の一部分，あるいは1つの機器の修繕というような，あるまとまりのある作業（ブロック作業）を行なう場合，その内容は清掃，検査，加工など複数の異種作業（単位作業）で構成されており，各単位作業はそれぞれ複数の手順別作業（要素作業）から成り立っている。そして，分解(A)→清掃洗浄(B)→検査計測(C)→加工(D)→組立(E)→調整(F)→試験(G)という単位作業の組み合せは，車両修繕作業の基本形態である。

なお，この基本形態は，製造工場での生産工程と次の点で異なっている。

(a) 工程A～Cは生産工程では不要。

(b) 工程Cにおける判断－そのまま再用，修理して再用，取替が，以降の作業量を左右する。

(c) 工程Fは生産工程でも必要であるが，修繕工程では組み合せする相手方も再用品であるため，精度的機能的調整が複雑である。

これらの差異はすべて手数増と能率低下につながる要素であり，典型的な多種少量生産となる宿命的な負荷である。

2) 各作業間の有機的連携

前項に例示したように，車両の修繕作業は段階別に区分して考えることができるが，各階級間及び各階級内の作業はそれぞれ相互に密接な関連があり，対象作業物の総合精度と業務の総合効率は，その連携の良否に左右される。そしてその影響は，修繕内容が広範囲になるほど著しく拡大する。（図Ⅱ－7－2参照）

従って，各階級作業とも合理的な内容，区分と順序のもとに実施するとともに，相互間に有機的な連携を保持し，全体が効率の良い総合体系を形成し，運営されるよう配慮することが必要である。

またこの理由から，ある要素作業または単位作業の改善を計画する場合，その改善策は当該作業と前後の関連作業の両面から検討しなければならない。

3) 全業務の総合化

車両の修繕作業は，車体及び取り外した機器や部品を作業順序に従って逐次移動しながら実施する場合が多い。この場合には，その移動搬送作業とこれに必要な設備は，車両修

繕作業の遂行上不可欠となる。同様に，車両修繕作業の種類により，資材の準備，保管，供給等の業務，電力，蒸気，圧縮空気，水等の供給業務など，多種の支援業務，補助サービス業務とそれらの設備が必要となる。

従って，車両の修繕業務を円滑且つ効率的に進めるためには，前項の上にさらに各種支援業務，補助サービス業務等を付加し，総合一体化した体系とすることが必要である。

4) 作業者と設備の調和

車両の各部，各機器等には，それぞれ個別及び総合的な技術的基準値と標準的作業方法が制定されており，これに基づいて各種作業が進められるのが通例である。

然しながら，これらは総てを尽すことが困難であり，熟練作業者の経験に俟つ要素も多い。また現実に，作業の多くの部分が作業者の技術力によって遂行されている。

従って，作業に使用する機器その他の設備は，作業者との調和について充分に配慮されたものでなければならない。

5) 作業体制の弾力化

車両の修繕業務は，通常，所定の周期等に基づき，且つ所定期間内に完了するよう計画的に施行されるが，その業務量は輸送計画の変動，運転事故や車両故障の突発等により，波動が発生する場合が多い。また，修繕の内容と程度は，対象車両の各部の検査を行なった後でないと明確にならない部分も多い。

このため，これらの作業を計画し管理する部門においては，車両及び運用の各種実績資料の収集解析による検査修繕業務量の予測精度向上をはかるとともに，近代的生産管理手法の導入応用によって，業務量を極力平準化するよう努めることが必要である。同時に，設備面においては，経済性を配慮しつつ極力弾力性ある内容にしておくことが必要である。

6) 長期展望の確立

鉄道車両の損耗状態は，同一時期に製造された同一形式車両でも，使用区間の地形，線路条件，気象条件，運転条件，車両保守条件など多数の条件によって異なってくる。車両保守は「経験工学」といわれるゆえんである。

従って，安全，正確，迅速，快適な鉄道輸送を効率的経済的に運営するために，車両の修繕を担当する部門においては，常に車両の状態変化に関する資料を収集解析し，車両の信頼度向上対策，検査修繕精度と能率向上対策等の研究と実施を進めることが必要である。

また，社会と経済情勢等の変化と技術の進歩に伴い，鉄道輸送と使用車両は質，量ともに変化し，同時に，車両修繕業務に適用できる各種技術も進歩増大する。

従って，設備計画に際してはこれらの変化の将来動向を充分検討し，極力これに適合し得るよう，あるいは将来の手戻りを最小限に留め得るよう，長期展望のもとに実施することが必要である。

(3) 修繕工場新設計画の評価方法について

前項に述べた車両修繕作業の特徴は，そのまま設備計画に対する基本条件となる。すなわち，設備計画の基本は，作業量（負荷）に対する遂行時間（工程）と遂行能力（作業者と設備）の合理的な均衡関係の形成であり，これが各階級作業間で維持されるよう選定配置（Layout）することが必要である。そして，この考え方は第1項に述べた一般製造工業における思想と完全に一致している。

従って，各個別作業に使用する機械の品質や機能等が，いづれも実用上支障のない一定水準もしくはそれ以上にあるものと仮定できるならば，工場新設計画の評価の重点は"Layout"におき，個別機械については交流電気機関車用としての将来性あるものを中心とする小範囲に留めることが合理的であると考える。

以上から，評価項目として次の各項目を推奨する。（表Ⅱ－7－4）

7－3－3　評価のチェックポイント

レイアウト関係の各評価項目は，下記のとおりである。

(1) 流れや移動の容易性

＜作業工程などにおける物と人の移動についての能率：不要な逆行，流れの交差，長い運搬などは望ましくない＞

1) 最短距離の流れとなっているか

2) 流れの形が基本的にきめてあるか

3) 製品，部品，材料等の受渡し場所，作業者の詰所，作業場所等の関係配置の適当性

4) 製品，材料等の搬出入経路の妥当性と通路の確保

5) 工具箱，材料棚，部品棚，加修待及び加修済品の一時貯留場所等の配置の妥当性と面積の確保

6) その他

(2) Materiol Handling の能率

1) 作業場内の関係作業と作業場外に対する製品，材料等の搬出入積卸作業との連絡の容易さ

2) 製品，仕掛品，部品，材料等に対する貯蔵，加修のための位置決めや保持，移動などの作業における Handling 設備の活用と結合

3) Handling の重複，作業者への過度な依存などの有無

4) Handling 設備の汎用性

5) Handling 設備取扱いの簡易性

6) その他

(3) 製品，部品，材料等の貯蔵の効率

1) 全貯蔵品と関係作業との近接性

2) 貯蔵品の配置と明確化の容易性

表Ⅲ－7－4　交流電気機関車修繕工場新設計画の評価方法

項目	保守性	信頼性		特性		公共性	国産化
		事故発生率	影響度	システム特性	部品特性		
1. Layout (1) 総合生産性 (2) 従業員の士気 (3) 監督，管理 (4) 長期展望 (5) 経済性				<全体計画（各作業ブロック間）> a. 流れや移動の容易性 b. Material Handling の効率 c. 製品，部品，機械等の貯蔵の効率 d. Layout の融通性 e. 安全性 f. 作業条件と従業員の満足度 g. 監督，管理の容易性 h. 企業の組織構造への適合性 i. 将来の拡張の容易性 j. Space の利用度	<各作業ブロック別> 下記ブロック別に左欄と同項目で評価する。 1. 入出場線，整備線，逆車台，解ぎ装線 2. 解ぎ装，車体修繕，車体洗浄，車体検査　鉄工の各作業場 3. 台車，台車洗浄，台車部品，機械加工の各作業場 4. 軸輪関係各作業場 6. 主電動機，電機機器，各作業場 7. その他作業場，機械室，事務室，更衣室など		
2. 個別機械 (1) 定常多量作業用機械の能率化の程度 (2) 測定項目や測定のための作業手順の多い試験，作業用機械の能率化の程度と高精度化の程度 (3) 出場時の総合試験設備の充実度 (4) 車両部品検査修繕用の溶剤洗浄装置の充実度					a. 車輪旋盤 b. 電機子旋盤 c. 主電動機絶縁状態測定用試験機 d. 主電機性能試験機 e. 相変換装置用試験機 f. 整流器用試験機 g. 電磁弁用試験機 h. 継電器用試験機 i. 無接点継電器用試験器 j. ＡＴＳ装置用試験器 k. オイルダンパ用試験機 各種出場試験装置 各種溶剤洗浄装置		

3) 貯蔵と在庫管理の容易性

4) 貯蔵品の防護（火災，湿気，塵　，熱，寒気，変質，盗難，破損など）

5) 貯蔵Spaceの適当性

6) その他

(4) Layout の融通性

1) 通常のLayout 変更の容易性

2) 次のような物や作業の質，量，方法等の変化に対する適応性

- 製品，仕掛品，部品，材料等の質と量
- 配給，運搬の頻度
- 作業方法
- Handling や貯蔵方法
- 機械設備
- その他

(5) 安全性

<従業員，施設等に対する安全性，作業環境の清潔と快適性等に対するLayout の効果>

1) 通路や作業場の整然性

2) 安全規則等に対す適合性

3) 消火設備，救急施設等の整備

4) 床面での障害，転落，混乱，充満等の危険度

5) おおいのない危険物など，危険物の近くに作業者を位置させているか

6) 危険な，またはよく見えない作業に対す防護や隔離

7) 廃品，塵　，切削屑置場等の整理と清掃に対する配慮

8) 各地区を清潔且つ衛生的に管理することの容易性

9) その他

(6) 作業条件と従業員の満足度

1) Layout が従業員の態度，出来高，士気等に与える効果

2) 作業の質に対する作業条件の適合度

3) 作業者に恐れ，困惑，不信，冷遇感等を与えないこと

4) 騒音，振動，眩光，不当な温度や塵　，集中力妨害事象等に対する防護対策の妥当性

5) 従業員の技術力の活用対策への配慮程度

6) 従業員配置のバランス

7) 通路，自動車置場，更衣室，休憩室，食事用施設など従業員の利便に対する配慮の程度

8) その他

(7) 監督，管理の容易性

1) 管理区域全体の見通しと巡回の容易性

2) 品質，生産量，日程，仕掛員等の管理の容易性

3) 他の仕事に従業員を動かすことの容易性

4) その他

(8) 企業の組織構造の適合性

＜計画している，または希望している組織構造にLayout が適合しているか＞

1) Layout が，管理者の仕事の進歩に有効な貢献をするようになっているか。

2) 同一監督責任のある区域が相互に接近しており，監督に便利なLayout になっているか

3) その他

(9) 将来の拡張の容易性

1) 長期にわたってSpaceが使用できるか

＜Space基本的配置計画，基本的な作業流れ，建物や施設の将来の設置の有機的結合＞

2) 隣接Spaceへの拡張性

＜隣接施設への侵入拡張（隣接施設の有効転用性），中2階追加，立体貯蔵化など，水平方向，上下方向への拡張の可能性＞

3) 固定永久施設からの制約度

4) 作業場等の交換，転用の容易性

5) その他

(10) Spaceの利用度

1) 床面積，用地の最も望ましい割合の保持

2) 建物周辺及び用地全体の通路配置の効率性

3) 無価値地区の存在度合

4) 分割，壁などの過多，柱間隔の過小などによるむだなSpace や遊びのSpace

5) 上部空間の利用度

6) その他

7－3－4 国産化の検討

(1) 電気機関車の検査修繕用の機械，試験機は，特殊機械，一般機械及び一般機械を改良組合せした専用機械の3タイプに分類される。

(2) 特殊機械は製作に専門技術を必要とし少量生産である。そしてパテントを持つものも含まれている。従って輸入する方が得策と考える。

(3) 一般機械は国産化すべきであるが，一般機械を改良組合せした専用機械もできるだけ技術移転をして，国産化をすすめるべきである。

(4) 車両検修設備の代表的機器の国産化の難易度を表Ⅱ－7－5に示す。

国産化（技術移転）ランク付けについて

国産化を行う場合の順位は下記による。

A：すぐ可能なもの

B：仕様書を変更すれば適用品がある

C_0：条件付（些少）で可能なもの

C_1：技術指導（些少の）を受ければ可能なもの

C_2：設備投資（些少）を行えば可能なもの

D_1：技術指導を要するもの（ある期間）注：3年程度

D_2：設備投資を要するもの（ある程度）

E：技術的には将来可能であるがむづかしい

F：経済的に不合理であるので国産化しない，特殊品で少量である。

表Ⅱ－7－5　車両検修主要設備国産化の難易度

機器・装置	構　　成	困　難　性	マーク
荷役機械	天井クレーン	大型天井クレーンは，安全性，操縦性を検討する必要がある	A～C
	フォークリフト		A
	ジブクレーン	バランス型ジブクレーンは制御機構について技術転移の必要あり	A～C
	ターンテーブル	制御機構	A
工作機械	普通旋盤，形削盤，ボール盤，プレス等		A
	車輪旋盤		F
清掃，洗浄機械	噴射洗浄装置（Motou用）	特殊機械で技術的難度が多い。また，経済性が少ない	D
	超音波洗浄装置，気吹清掃装置	〃	C～D
機械部品用試験機	パンクグラフ試験装置及びオイルダンパ試験装置	〃	D_1
	安全弁試験装置，圧力計試験装置		A
	空気ブレーキ試験装置	構成部品の一部（空気ブレーキ弁等）購入が必要	B
	磁気探傷機及び超音波探傷機	特殊小量機械で技術的難度大で経済性小さい	D_1
回転機械用試験機	動つり合い試験機及び主電動機試験機	〃	F
	絶縁抵抗試験機		A
	絶縁耐力試験機及び絶縁劣化試験機	高精度計測器の入手とシステム構成技術がポイント	B～C_1
	電動空気圧縮機試験機		
回転機用試験機	相変換機試験機	特殊小量機で技術的難度大，経済小	F
電機機器用試験機	整流器試験機	高精度計測器の入手とシステム構成技術がポイント	D_1
	ATS試験機	〃	C_1
	無接点リレー試験機	特殊小量機で技術的難度大，経済小	F
	電気計器校正装置及び継電器試験機		A
	速度計試験機	高精度計測器の入手とシステム構成技術がポイント	B
その他機械	空気圧縮機		A
	トラバーサ		A

付　録

目　次

付録1　電化区間の検討

1. 区間

Buenavista～Ahorcado, Bwnavista～Querétaro, Buenavista～Irapuato

3区間の電化について，概略の計画をたて，比較を行った。

2. 計画の前提となる輸送量

想定される輸送量はＳＣＴより提供されたものをそのまゝ使用した。表A－1－1に示す。

3. 設備．車両計画の前提となる列車ダイヤ

設備，車両計画の前提となる列車ダイヤを表A－1－1の輸送量に基づいて作成した。

この列車ダイヤ作成の前提条件は下記の通り。

1) 列車ダイヤは1982年と1990年について作成した。1982年は電化開業対応であり，1990年は設備の設計に対応するものである。

2) 輸送量は電化区間で最大となるTula－San. Juan del Rio間の南行を採用した。

3) 列車本数の算出は1列車当り80%のけん引効率として求めた。

4) 機関車のけん引重量は，南行の最急勾配0.75%で，6軸重連6,500トンけん引とした。

5) 機関車の使用方は，客貨兼用とし，予備率を15%とした。

表A－1－1　輸送量の推移（1日トン）

区間 / 年	Lagriega～Queretaro				Ahorcado～Pozo Blanco				Tula～San Juan del Rio			
	積載重量北行	積載重量南行	けん引重量北行	けん引重量南行	積載重量北行	積載重量南行	けん引重量北行	けん引重量南行	積載重量北行	積載重量南行	けん引重量北行	けん引重量南行
1977	6,305	14,036	13,035	19,426	2,390	9,560	8,266	15,097	8,695	23,596	21,302	34,723
1980	8,288	18,451	17,434	26,250	2,849	11,390	9,852	18,225	11,137	29,841	27,286	44,475
1982	9,047	20,140	18,819	28,154	3,316	13,261	16,470	21,217	12,363	33,401	30,288	49,371
1985	10,321	22,975	21,080	31,187	4,165	16,665	14,412	26,665	14,486	39,640	35,492	57,852
1987	11,489	28,571	23,305	34,338	4,794	19,179	16,588	30,687	16,283	44,750	39,893	65,024
1990	13,486	30,022	27,069	39,618	5,920	23,696	20,478	37,882	19,407	53,698	47,547	77,500
2000	23,316	51,901	50,387	71,302	14,231	56,920	49,228	91,071	40,659	112,500	104,236	169,907

6) 機関車運用作成は，折返し時分は最低1時間以上確保することとした。

7) 旅客列車は，現在の7往復以上増えないものとし機関車を6両使用することとして計算した。

この前提条件は，割合に効率のよい輸送を前提としている。具体的な計画立案の段階では，こ

の前提条件について詳細な検討が必要である。この検討は現在行われている作業の中で行われるであろう。こゝでは各区間毎の電化の比較を重点に検討する事としたので，この前提条件の詳細な検討は行っていない。というのは，この前提条件の変更は，当面の電化区間比較の結果に抜本的な影響を及ぼさないからである。

4. 機関車出力の送定

現在DELで行われている輸送を考慮して，ELでは最大6,500トンの荷重を運ぶことを前提にBuenavistaとIrapuato間の電化用として4軸と6軸のELの比較を行った。比較は次の過程で行なった。1982年輸送量を前提とする電化開業ダイヤと設備設計の基本となる1990年の電化ダイヤルを基礎とし，機関車の運用ダイヤを作成し，上記各年の所要機関車両数を算出した。結果を表A－1－2に示す。

1982年から1990年まで，機関車は2年毎に投入するものとし，その投資額，修繕費を算定し，4軸と6軸の機関車について，各々現在価値を求めた。その結果を表A－1－3に示す。

経済比較では4軸機関車の方がよい数字を示すが，その差はごく小さく，前提条件の些少の変化で6軸との差は殆んどない場合もあり得る程度である。一方非電化区間を6,500トンけん引してきて，電化と非電化の接続駅に到着した貨物列車は，6軸重連のELの場合はそのまゝ電化区間を運転出来る。現在の待避線の有効長や操車場の到着線，出発線も6,500トン運転に対応している。また，この機関車を旅客と共通運用することにしても，貨物用に使用する機関車の数は，旅客用に比らべて比較的大きい。

これらの事を考慮して，我々はEL6軸を推せんする。しかしながら，列車の速度向上と頻度増大により，軌道破壊が増大するので，これに対する対策を検討する必要があろう。

なお，機関車出力の送定について詳細は，各論Ⅱ－2－1－2項を参照されたい。さらに，4軸，6軸のELの投入に併う地上設備への影響は抜本的な差はない。

5. 各電化区間の比較

各電化区間の電化計画を比較するための前提条件は，3章で述べた条件の他に6軸のELを附加する。

1) 必要な車両数と機関車滞泊両数

1982年と1990年の必要な機関車両数と各地区の滞泊両数は，機関車運用ダイヤ（詳細は提出リスト参照）をもとに算出した。その結果は表A－1－4に示す。

2) その他設備

各電化区間にそれぞれ必要な設備（変電所，電車線路，信号，通信および車両検修設備）は，機関車の滞泊用設備を除いて，その基本的な特性が変わる事はない。

3) 経済的考察

表A－1－2　1982年，1990年における列車数と所要機関車数（Irapuatoまでの電化）

年	貨物輸送量／日	列車数		機関車所要両数	
		4軸機関車による最大荷重4,333トン	6軸機関車による最大荷重6,500トン	4軸機関車の場合	6軸機関車の場合
1982	49,376	15	10	35	26
1990	77,500	23	15	46	35

表A－1－3　4軸機関車と6軸機関車の各その場合の比較

年	4軸機関車			6軸機関車		
	機関車所要数	機関車に対する投資	機関車修繕費	機関車所要数	機関車に対する投資	機関車修繕費
1982	35	12,285	218	26	12,844	190
1983			218			190
1984	3	1,053	237	3	1,482	211
1985			237			211
1986	3	1,053	256	2	988	226
1987			256			226
1988	3	1,053	274	2	988	234
1989			274			234
1990	2	702	287	2	988	255
現在価値法による現在価値		14,795	1,553		15,763	1,366
合計	16,349			17,129		

（注）　1990年における6軸機関車の所要両数を34とすれば（上記より1台減）上記の17,129は16,689となる。

1982年，1990年の各電化区間毎の機関車運用ダイヤより1982年，1990年のIrapuatoまで，Querétaroまで，Ahorcadoまでの電化の場合の機関車キロを計算し，その結果を表A－1－5に示す。この場合の各々の投資額の一覧表を表A－1－6に示す。（これは1979年の日本政府派遣調査団の算出投資額を参考とした。）

電化をIrapuatoまででなく，QuerétaroまたはAhorcadoまでの場合，Irapuatoまでの電化の経済効果にどのような影響があるかについて，下記のような概略の算定を行った。

すなわち

$$\text{経済効果} = \frac{\text{利益}}{\text{投資額}}$$

（次々頁へ続く）

表A－1－4　1982年及び1990年における各電化区間の所要機関車両数と滞泊両数

項目 / 年	列車本数			Irapuato までの電化									Queretaro までの電化						Ahorcado までの電化					
				機関車両数									機関車両数						機関車両数					
				所要			滞泊						所要			滞泊			所要			滞泊		
	貨物	旅客	計	貨物	旅客	計	Ira.	Que.	Aho.	貨物	旅客	計	Ira.	Que.	Aho.	貨物	旅客	計	Ira.	Que.	Aho.
1982	20	14	34	19	7	26	貨物 3×2 旅客 1 (7)	旅客 1 (1)	貨物 2×2 (4)	19	7	26	—	貨物 4×2 旅客 3 (9)	貨物 2×2 (4)	16	7	23	—	—	貨物 4×2 旅客 5 (13)
1990	30	14	44	28	7	35	貨物 3×2 旅客 1 (7)	旅客 1 (1)	貨物 3×2 (6)	23	7	30	—	貨物 2×2 旅客 3 (7)	貨物 3×2 (6)	23	7	30	—	—	貨物 4×2 旅客 5 (13)

表A－1－5　1982年，1990年の各区間電化の場合の機関車キロ

電化区間	1982	1990
Buena Vista～Irapuato	16,065 (1.00)	21,422 (1.00)
Buena Vista～Queretano	12,632 (0.79)	17,180 (0.80)
Buena Vista～Ahorcado	11,669 (0.72)	15,991 (0.75)

表A－1－6　投資額

電車区間	地上設備	車両	計
Buena Vista～Irapuato	1953.9 (1.00)	969.8 (1.00)	2,923.7 (1.00)
Buena Vista～Queretano	1974.4 (0.81)	969.8 (1.00)	2,544.2 (0.87)
Buena Vista～Ahorcado	1442.6 (0.74)	857.9 (0.88)	2,300.5 (0.79)

$$= \frac{\text{EL運転ダイヤでの（DL運転コスト－EL運転コスト）}}{\text{電化投資額}}$$

$$\propto \frac{\text{EL運転キロ}}{\text{電化投資}}$$

したがって，電化区間が変更の場合

$$\text{経済効果の変更の度合} = \frac{\text{EL運転キロ変更の度合}}{\text{電化投資の変更の度合}}$$

と大略いえる。

表A－1－6の投資額変更比率と表A－1－5のELキロの変更比率より

1982年のIrapuatoまでの電化に対して Ahorcado までの経済効果の変更度合

$$= \frac{\text{Irapuato までの電化に対して Ahorcado までのELキロの比率}}{\text{Irapuato までの電化に対して Ahorcado までの投資比率}}$$

$$= \frac{0.72}{0.79} = 0.91$$

同様に Querétaro までは，0.79/0.87＝0.908 すなわち，経済効果から云えば Ahorcado までおよび Querétaro までの電化はほぼ同じで，電化当初は約10%の投資効果の減が見込まれるが，これは Ahorcado までおよび Querétaro までの電化の合理性を損なう値ではない。

4) 経済性以外の観点からの考察

現地の輸送状況を調査した結果からいえば，ローカル輸送の集結方は Irapuato で相当大規模に行われており，また Querétaro でも行われている。

一方，乗務員は Valle de Mexico から Irapuato までハンドルをにぎっており Irapuato は乗務員交代駅となっている。したがって列車運行の点からいえば電化は Irapuato まで行われるべきであろう。

電化を Irapuato までなく Ahorcado または Querétaro で切った場合ローカル輸送の集結方は電化と非電化の接続駅で行った方がローカル輸送にとって効果的である。また Querétaro は人口40万の州都である，電化を契機に定時刻運転，高速運転が実施されると Querétaro・Mexico 間の旅客の増も若干期待出来る。以上により Ahorcado までよりも Querétaro までを推奨する。

Querétaro・Irapuato 間は別線複線の計画があるといわれているが，Irapuato までの電化に比較して所要車両数は変らず地上設備が約20%増となるだけであるので，先に述べた運転上の利点を考慮し，早期に Irapuato までの電化を行う事がよいと思われる。

附録2　技術移転

このテーマを論述するには，メキシコ産業界の実態，メキシコ国鉄の現場の実態について大規模な調査が必要である。しかし今回ごく短期間の僅かの調査をもとにこの報告書はまとめた。

我々の経験から云ってその方向づけは間違っていないと確信している。

技術移転には下記の三つの場合が考えられる。

1) 工業生産

2) システムの運営

3) 電化の計画

1. 工業生産

このテーマについては，II編各編の国産化の項に収容した。

2. システムの運営技術の導入

今回の設備投資は単に動力をディーゼルから電力に置き換える事のみでなく，従来から問題になっている次の事項の改善をめざすものでなければならない。

a) 機関車修繕の抜本的改革

b) 列車運行に対する管理体制の強化

c) 電化を機会に実現する近代的な設備の保守・運営の効率的実施

効率的実施

(1) 機関車修繕の抜本的改革

電化を機に機関車は内燃機関から電気機器におきかえられ，本質的にこわれない，修繕のしやすいものと変るので，この特性を充分発揮出来る個々の技術の確立と保守体制の確立が必要である。

1) 個々の技術の確立とは修繕にたずさわる個人個人の技術の向上である。個々の技術の向上は機器納入メーカーの各機器取扱い指導だけに期待せず，主要職場の現場の指導者（職場長）を先進国機関車修理工場に派遣して実地に技術を修得させることが望ましい。この中で特に修繕に必要な工具の使い方，試験器の取り扱い方，検査，試験のあり方の習得に努めさせ，今回の機関車修繕用の工具については，自分達で工夫して作成することが望ましい。

今回の機関車は電子部品も多くなっているので，かゝる装置の修繕のあり方は，担当の若い意欲ある技師を選んで充分技術取得の機会を与えることが必要で，この技師が現場の従事員を指導する体制を作ることが望ましい。

2) 機関車の修繕体系の確立については，機関車と機関車工場機器の入札業者がそれなりの指導を行うことになろう。これもメーカーの指導のみに期待することなく定期検査方式の導入はもとより，現場で発生した不具合，工場または検修基地で処理した不具合が修繕周期の変更ならびに修繕内容の修正につながるようなフィード・バック体制を作ることが肝要と思われる。これは高級技師を鉄道先進国に派遣し，先進国のやり方を充分見学し，また先進国から専門家を招へいする等技術の向上に努めるべきであろう。

(2) 列車運行に対する管理体制の強化

メキシコの鉄道はアメリカの鉄道と直接つながり，またメキシコ国のなかでも管理の一元化が行われていない。したがって列車運行の全体を一元管理することは非常に難かしい。こういったメキシコの輸送の特情を反映した列車運行に対する管理のやり方を如何に改善するかとの問題はメキシコ自らが最も合理的なやり方を開発・発展させねばならない。

現在行われている制御所を中心とした運行管理システムは本質的にはすぐれた方式であり，メキシコの特情にマッチしているように思われる。この方式を更に発展させるためには，一つは今回導入される列車追跡装置や無線等の情報連絡設備を充分活用するよう鉄道先進国の実態の調査，鉄道先進国からの専門家の指導を受入れることが必要である。また他方，現場を見た感じでは構内における作業のあり方を分析し，列車運行に対する問題点を把握し，その改善の方向づけを行うことも必要と思われる。

(3) 近代化設備の保守・運営の効率的実施

今回の電化を機会に大巾な設備が投入されるが，ここの設備の保守と運用の技能向上がなされねばならない。

1) 電車線路・変電所

今回の電車線路は高速性能の点からいってメキシコでは始めての設備であること，および電車線路は一重系の設備で，その事故は列車運転に重大な支障を来たすことを考慮すれば，その保守技術の習得が何よりも必要である。

そのためには，まづ将来電車線路の保守に従事する人を全員工事に従事させ，電柱の穴堀り，建植，架線の延線，架線の調整を身をもって体験させることが，個々の技術を向上させる最も近道で，確実な方法である。工事の契約との問題が予想されるが是非実現方を検討していただきたい。

変電所の保守技術の向上については，将来の保守従事者を工事で行う試験に参加させ，出来れば自らが試験を行える程度まで技術を習得することが望ましい。

もちろん，上に述べた実地作業に従事すると同時に机上での技術の習得も必要である。これには将来現場の長となる候補者（若くて意欲があり，将来性のある人が望ましい）を数人鉄道先進国の技師に教育してもらい，この人が現場の従事員を教育する方法が最もよいやり方であろう。

2) 電力指令

電力指令は電力設備（変電，電車線路，電灯電力設備）の全体を管理し，運転指令と密接な連けいを取り，事故時に対処し，運転の確保，復旧の指示を行い，場合によっては電力会社との連絡も行う。

さらに，電力指令従事員は，保守について，電力設備の高度な技能集団として現場の保守者を指導させる位置づけを与えられることも検討に値することと思われる。

電力指令の権限と責任，運転指令との連けい，信号通信設備の保守機関との連絡等，電化開業までに充分確立をはからねばならない。

3) 信号・通信

信号・通信について特殊なことは，現在使用している信号・通信設備がごく短時間の使用停止後新しい設備に次々と変っていく事である。

信号については，レール附帯のボンドから信号ケーブル，現場の連動装置またCTC設備に取り入れられたコンピューターまで，その設備の巾は広い。

信号の保守技術の向上には，将来の信号従事者を工事で行われる試験に従事させ，試験のなかで重要な役割を分担出来るよう試験の実施までに技術を向上させる必要がある。これには早くから教育をほどこし，使用開始に対処することが肝要である。

この養成も先に述べたと同じように，将来現場で責任ある地位につく人を鉄道先進国の技師が養成し，その人が現場の従事者を教育する体制が望ましい。

通信は現在NECの無線設備が導入されつつあり，それなりの技術を持った人が現場のなかにも見うけられた。この通信の技術者をいかに活用するかの問題を含めて次に述べる技術融合の問題を検討すべきであろう。

4) 技術融合

要員の運用からいえば，同じ人が広い範囲を担当することが望ましいが，メキシコでは変電，電車線は同じ人が保守し，信号・通信も同じ人が保守する体制が望ましい。特に信号・通信は設備が相互に関連し，電子化が行われるので，技術的には相似した設備になりつつある。先進国ではその生い立ちが異なるため上記四つの系統は別々に管理されている所が多いが，メキシコでは最初から電力と信通の二本立てにすることが望ましい。

5) 保守体制の確立

保守組織については，各国国鉄は各々独自の組織を持っており，いづれも一長一短あるものと思われる。メキシコの現体制をそのまま生かすとすれば，機械局と電気局となり，電気局の下に電力と信通の二つのセクションを設け，現場もその体制にする事が望ましい。

また現場に高度な技術が導入されるため，保守者全員に高度の技能が期待出来ないと思われるので，技術センター的な要素を特定の現場機関にもたせ現場の人々が遭遇した高度な技術を必要とする問題は，この技術センターを通して解決する等の処置も必要となろう。

メキシコの現状を充分検討の上，メキシコの特情にマッチした保守のあり方を検討する必要がある。

保守の考え方も鉄道先進国間に多少の差異はあるが，基本的には類似している。しかし事故復旧要員の考え方，現場における技術センターの運用の仕方など差異も多い。

メキシコに合った組織・仕事のすゝめ方が肝要である。

いづれにしても現場におきた事柄が本社へフィード・バックされ，作業計画や設備の規程の改正が行われるシステムの確立が望まれる。

(6) 電化開業に対する組織と活動

電化開業の直前まで非電化での運転が，電化開業の日から直ちに電化運転に変更となる。したがって電化開業の日までにシステムの変更の準備が万全に整っていることが必要である。

このシステム変更は，先に述べた先進国技師に教育されたメキシコの技師によって行われねばならない。

(7) 電化計画についての技術移転

電化計画についての技術移転に関する検討項目についてはここでは省略する。（附属提出資料リスト参照）

付録3　提出書類一覧表

(Nota : Estos informes se presento a Ing. Ramie & Caraza.)

	Informe Presentado	Area Relacionada	Fecha de Presentacion
1.	Nuestra opinton sobre EL programa del proyecto No. 1	Total	9/May/80
2.	No. 2	"	13/May/80
3.	Nuestro estudia sobre EL proyecto No. 1	Total	14/Jul./80
4.	Nuestro estudio sobre EL proyecto No. 2	Total (Sistema de alimentacion y areas relacionadas)	21/Jul./80
5.	Nuestras opiniones respecto a las especificationes de la locomotora	Locomotor	24.25/Jul./80
6.	Nuestra opinion respecto A las especificationes de la catenaria, la seña lizacion y EL cable de telecomunicacion. No. 1	Catenaria senalizacion telecomunicacion	15/Ago./80
7.	No. 2	Catenaria senalizacion telecomunication	25/Ago./80
8.	Confirmacion de las condiciones de diseño - la velocidad maxima del viento y EL limite de la tempera tura	Catenaria	27/Ago./80
9.	Opinion sobre "poste de - hierro de tipo H"	Catenaria	8/Sep./80
10.	Nuestra opinion respecto a las especificaciones sobre las subesta subestaciones, los cables y los equipos de telecomunicacion y los equipos de reparacion de las locomotoras	Sub-estacion telecomunicacion reparacion de locomotora	8/Sep./2
11.	Nuestra opinion respecto A los parrafos marcados con un asterisco (*)	Catenaria senarizacion telecomunicacion	14/Dct./80
12.	Nuestra opinion respecto al tema de "transferencia de tecnologia"	Total	12/Nov./80
13.	Y su complemento	Total	16/Dic./80
14.	Nuestra opinion respecto al metodo de evaluacion de las locomotoras	Locomotora	19/Nov./80
15.	y su complemento	Locomotora	19/Dic./80

Informe Presentado	Area Relacionada	Fecha de Presentación
16. Nuestra opinión respecto a la evaluación de las instalaciones - equipos para inspección y reparación de la locomotora -	Reparacion de locomotora	10/Dic./80
17. - Senalizacion y telecomunicacion -	Senalizacion telecomunicacion	10/Dic./80
18. - Catenaria y sub-estaciones -	Catenaria sub-estacion	10/Dic./80
19. Las actividades y su programa del delegado tecnicó japónes	Total	16/Dic./80
20. Un complemento de la evaluacion de las instalaciones	Telecomunicacion	16/Ene./81
No. 1 - Telecomunicaciones		
21. No. 2 - Senalizacion	Senalizacion	19/Ene./81
22. No.3 - Sub-estacion, catenaria y sistema de alimentacion DE A.T.	Sub-estacion catenaria	19/Ene./81
23. Nuestra opinion respecto AL peso de la locomotora y la laminacion del motor de la locomotora	Locomotora	19/Ene./81
Referencia (Informe prentado a Ing. E. Ollivier)		
1. Nuestra opinion respecto al posibilidad de poder intercambiar los motores de tracción de ge 752AF con los 752 E6, E8	Locomotora	10/Dic./80
2. Respecto al questionario sobre el motor de praccion	Locomotora	26/Dic./80
3. - El complemento de lo arriba -	Locomotora	27/Ene./81
4. - El complemento de lo arriba -	Locomotora	28/Ene./81

付録4　現地協力者名簿

Ing.	Juan Manuel Ramirez Caraza
	Coordinador General de la Realización del Projecto de Electrificación
Ing.	J. Lopez Cervantes
	Jefe de Coplintra
Ing.	Enrique Ollivier
	Jefe de Proyecto de Electrificación
Ing.	Eduardo Ayaka
Ing.	Felipe Olivares Espinoza
Ing.	Adolfo R. Olivier
Ing.	Autonio Villar A
Ing.	Juan Pons G
Ing.	Autonio Pola Garcia
Ing.	Jesus, Flores Damian
Ing.	Mario Márqnez Mercado
Ing.	Jose de Jesus Arias V
Ing.	José Luis Quezade Caden
Ing.	Josô Luis Carrillo Moreno
Ing.	Alberto A Barrios Diaz
Ing.	Juan De Dios Quintero Floves
Ing.	Manuel Corona Medina
Ing.	Luis Ignacio López Sárcheg
Ing.	Victor Mariano Monrey Venegas

付録5　メキシコ政府からの感謝状

（発行者）通信運輸次官事務局

（日　付）　メキシコ連邦区，1981年1月30日

（あて先）　松永信雄閣下

メキシコ駐在日本大使

レフォルマ大通り，395番地

メキシコ市5区，連邦区

（本文訳）　大使閣下：

本書状によって，日本国鉄の平松和雄技師によって遂行された，鉄道電化プロジェクトに関する支援業務について貴職に御報告するのは私にとって光栄でございます。また，平松技師のように連続した形ではないにしても同じ支援サービスの手をお貸しいただいた澤野，佐々木，吉田，田島，府川，橋本及び武藤の各技師についても同様でございます。

とくに平松技師に関しては，その濃密な仕事振りは，上記業務に関連する各種の考え方や判断基準を確定する上で我々を援助するため極めて有益でありました。その非常に高度の職業的能力と本専門分野に関連した技術的問題に対する絶大な判断力をここに証明することができました。この協力は本プロジェクトのために大きな価値をもつものでした。

平松技師の業績は，技術コーディネーター（カラサ氏）に対して行われたもので，機関車，電車線，変電所，信号及び通信に関する覚書きを含んでおり，その覚書きの中では，（電化関連）設備のある部分をメキシコで製作する場合留意しなければならない事項を指摘したものであります。さらにまたシステム間のインターフェースにおいて要注意事項となるべき技術的項目についての見解を含んでいます。

他方に於て，本プロジェクトのメキシコ側の技術グループから彼に提起された諸問に対し非常に効果的にこたえられました。

ここに，お受けした御協力に対し深謝申し上げるとともに我々の格別の謝意を平松氏に伝えられんことを。

敬　具

次　官	鉄道電化技術コーディネーター
ミゲル・アンヘル・バルベレーナ・ベカ技師	ファン・マヌエル・ラミネス・カサラ技師
署　名	署　名

写し：平松和雄技師 ― 日本国鉄 ― 宛

SECRETARIA DE COMUNICACIONES
Y
TRANSPORTES

Subsecretaría de Comunicaciones y Transportes

México, D.F., enero 30, 1981.

EXCMO. SR. NOBUO MATSUNAGA
Embajador del Japón en México
Paseo de la Reforma No. 395
México 5, D.F.

Excelentísimo Señor Embajador:

Por medio de la presente me es grato informarle del trabajo de Asesoría del Proyecto de Electrificación Ferroviaria, realizado por el señor Ing. Kazuo Hiramatsu, de los Ferrocarriles Nacionales deponeses, así como los Ingenieros Sawano, Sasaki, Furuta, Tajima, Fuhawa, Hashimoto y Muto, quienes también prestaron servicios de asesoría aunque no en forma continua como el Ing. Hiramatsu.

Especialmente en lo que concierne al Ing. Hiramatsu, se intenso trabajo fue de gran utilidad para ayudarnos a precisar diversos conceptos y criterios relativos al trabajo mencionado. Pudimos comprobar la muy alta competencia profesional y el gran criterio sobre los problemas técnicos referentes a esta especialidad. Esta cooperación ha sido de gran valor para el Proyecto.

El trabajo del Ing. Hiramatsu, el cual fue entregado al Coordinador General, incluye memorias relativas a locomotoras, catenaria, subestaciones, señalización y telecomunicaciones, en las que se indican los cuidados que deben tenerse para el caso de la fabricación en México de ciertas partes de los equipos. También incluye observaciones sobre los aspectos técnicos que son críticos en las interfases de los sistemas.

Por otra parte, atendió con gran eficacia las consultas que le fueron planteadas por los grupos técnicos mexicanos del Proyecto.

Por lo anterior, deseamos agradecer la cooperación recibida y solicitar sea trasmitido al Ing. Hiramatsu nuestro reconocimiento especial.

Atentamente

EL SUBSECRETARIO

ING. MIGUEL ANGEL BARBERENA VEGA

EL COORDINADOR GENERAL DE LA ELECTRIFICACION FERROVIARIA

ING. JUAN MANUEL RAMIREZ CARAZA.

c.c.p. Ing. Kazuo Hiramatsu.- Ferrocarriles Nacionales Japoneses.-Presente

JICA