

### 3. 鉄道輸送量の予測

輸送量予測の基本となる数値は次の資料による。

- (1) 客貨輸送実績 Table 3-6 はパキスタン国鉄発行の Yearbook of Information 1980-81 による。
- (2) GDP, GNP, Population の過去の推移 Table 3-7 は Government of Pakistan, Finance division, Economic Adviser's Wing 発行の Pakistan Economic Survey 1980-81 による。
- (3) GDP, Population の将来予測値 Table 3-8 は Islamic Republic of Pakistan の National Transport Plan Study team より, 1982. 3. 31 付提供された Tentative data による。

#### 3-1 貨物輸送量

##### 3-1-1 総トンキロの予測

過去30年間の貨物輸送量 (Table 3-6) とこの動向に最も影響すると思われる GDP (Table 3-7) との関係をいくつかの統計的手法を用いて分析した結果, 最も相関関係のよい GDP / 因子弾力性分析による次のモデル式をえた。

$$\text{Log } Y = 0.415 \text{Log } X + 263.147$$

Y : 輸送量 (百万トンキロ)

X : GDP (千万Rs)

このモデル式に GDP の将来値をあてはめることにより, 総トンキロの将来値を予測した。GDP の将来値は既推定値 (Table 3-8) を用いた。想定結果は次のとおりである。  
(Table 3-1, Fig 3-1)

Year	Ton-kilometers (millions)	Annual mean growth rate (%)
1985	10,608	2.766
1990	12,118	2.697
1995	13,812	2.651
2000	15,741	2.649

### 3-1-2 ブロック別トンキロの予測

各予測年度の総トンキロを1980-81年のブロック別配分率により各ブロックに配分した。  
(Table 3-2, Fig 3-2(1), (2))

## 3-2 旅客輸送量

### 3-2-1 総人口キロの予測

過去30年間の旅客輸送量 (Table 3-6) とこの動向に影響すると思われる要因 (GNP・GDP・人口 (Table 3-7)) 個々との関係および複数要因の組合せとの関係をいくつかの統計的手法により分析した結果、最も相関関係のよい人口/因子1次回帰分析による次のモデル式をえた。

$$Y = 2.255X - 2621.33$$

Y : 輸送量 (百万トンキロ)

X : 人口 (万人)

このモデル式に人口の将来値をあてはめることにより、総人キロの将来値を予測した。人口の将来値は既推定値 (Table 3-8) を用いた。想定結果は次のとおりである。(Table 3-3, Fig 3-3)

Year	Passenger-kilometers (millions)	Annual mean growth rate (%)
1985	18,872	3.352
1990	21,814	2.940
1995	24,887	2.671
2000	28,351	2.641

### 3-2-2 ブロック別人キロの予測

1980-81年における駅別発人員からブロック中心点における通過人員およびブロック別人キロを想定し、その配分率により、各予測年度の総人キロを各ブロックに配分した。  
(Table 3-4, Fig 3-4(1), (2))

Table 3-1 Forecast of Gross Ton-kilometers

(unit: million tons)

Year	Ton-kilometers	Year	Ton-kilometers
1980 - 81	9,255	1991 - 92	12,439
1981 - 82	9,511	1992 - 93	12,769
1982 - 83	9,774	1993 - 94	13,108
1983 - 84	10,045	1994 - 95	13,455
1984 - 85	10,323	1995 - 96	13,812
1985 - 86	10,608	1996 - 97	14,178
1986 - 87	10,894	1997 - 98	14,553
1987 - 88	11,188	1998 - 99	14,939
1988 - 89	11,490	1999 - 2000	15,335
1989 - 90	11,800	2000 - 2001	15,741
1990 - 91	12,118		

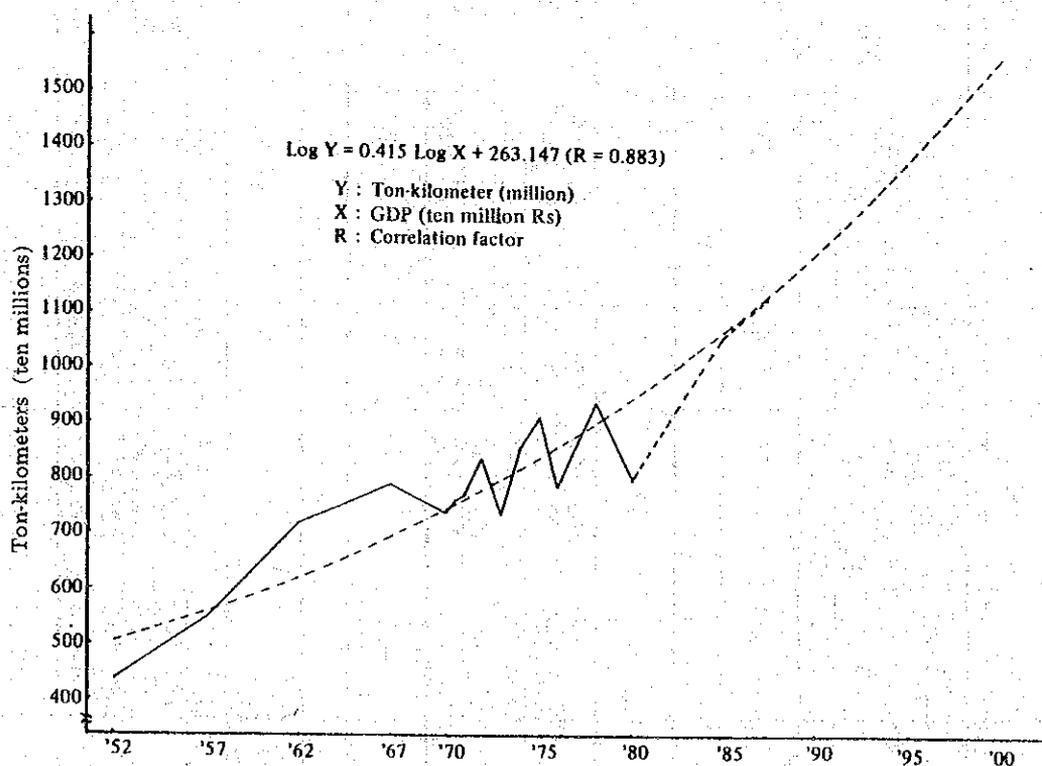


Fig. 3-1 Forecast of Gross Ton-kilometers

Table 3-2 Estimate of Goods Traffic Volume per Major Block

Block Year	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1980	18,423	755,687	373,847	1,335,341	1,238,616	699,707	151,077	497,805	228,229	310,947
1985	24,398	1,012,003	500,698	1,789,571	1,659,092	937,747	202,613	667,243	305,510	416,894
1990	27,871	1,156,057	571,970	2,044,308	1,895,256	1,071,231	231,454	762,222	348,998	476,237
1995	31,768	1,317,665	651,926	2,330,083	2,160,196	1,220,981	263,809	868,775	397,786	542,812
2000	36,204	1,501,692	742,975	2,655,508	2,461,893	1,391,504	300,653	990,109	453,341	618,621
Percentage dis- tribution	0.23	9.54	4.72	16.87	15.64	8.84	1.91	6.29	2.88	3.93

Block Year	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1980	113,713	151,094	128,087	27,129	10,668	89,097	141,849	103,167	15,014	63,752
1985	152,755	202,613	171,850	36,067	13,790	119,870	189,883	137,904	20,155	85,925
1990	174,499	231,454	196,312	41,201	15,753	136,933	216,912	157,534	23,024	98,156
1995	198,893	263,809	223,754	46,961	17,956	156,076	247,235	179,556	26,243	111,877
2000	226,670	300,653	255,004	53,519	20,463	177,873	281,764	204,633	29,908	127,502
Percentage dis- tribution	1.44	1.91	1.62	0.34	0.13	1.13	1.79	1.30	0.19	0.81

Block Year	21	22	23	24	25	Others	Total
1980	221,798	129,904	181,150	49,446	127,616	754,576	7,917,739
1985	297,024	173,971	242,923	65,770	170,789	1,010,942	10,608,000
1990	339,304	198,735	277,502	75,132	195,100	1,154,845	12,118,000
1995	386,736	226,517	316,295	85,634	222,373	1,316,284	13,812,000
2000	440,748	258,152	360,469	97,594	253,430	1,500,118	15,741,000
Percentage dis- tribution	2.80	1.64	2.29	0.62	1.61	9.53	100.0

Note : For the scope of block, refer to the Table 3-5. The total of other sections comes under the column "Others".  
Unit: Thousand ton-kilometers, %

(KARACHI - PESHAWAR)

--- Year 2000  
 --- Year 1990  
 --- Year 1980

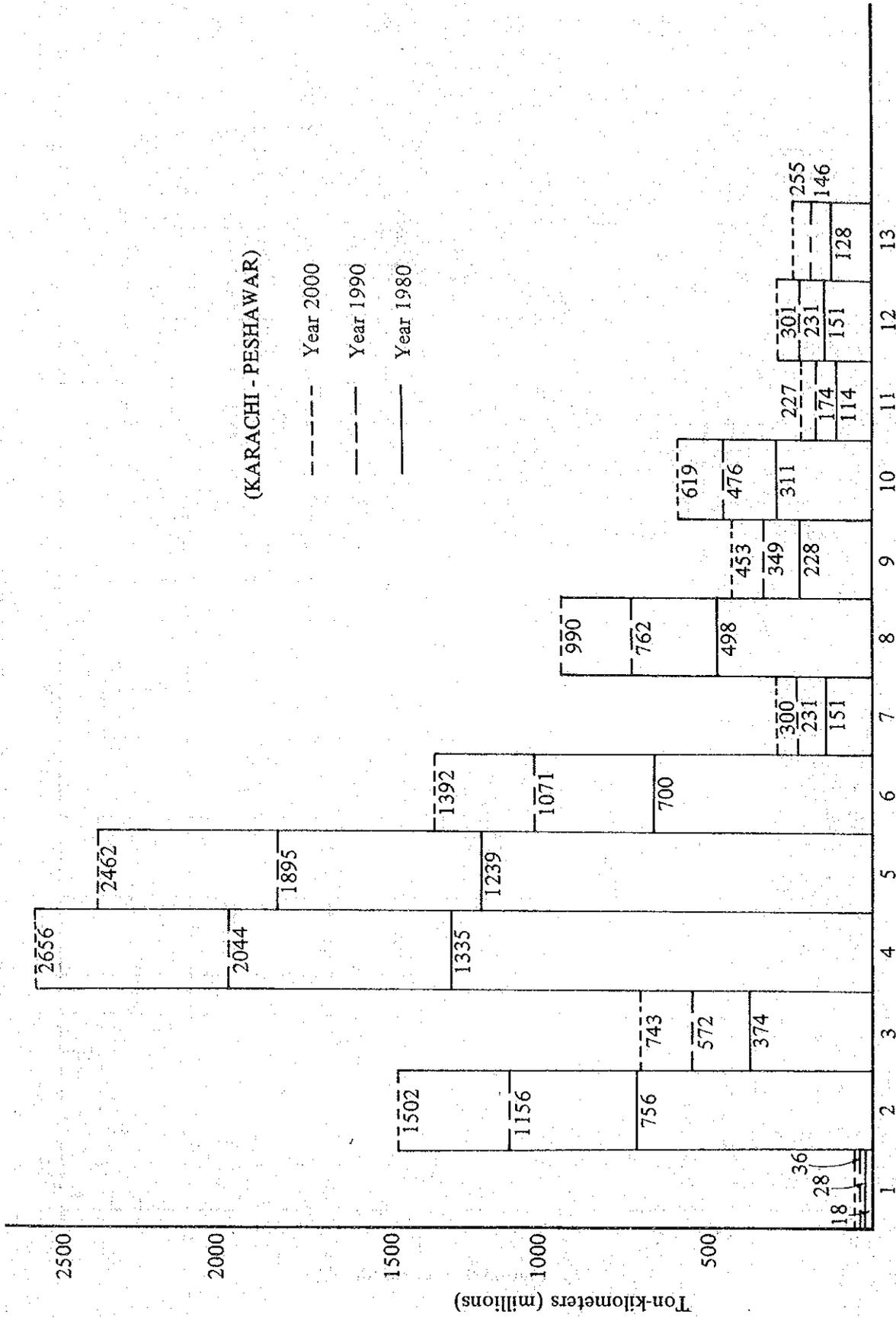


Fig. 3-2(1) Goods Traffic Volume per Major Block (Ton-kilometers)

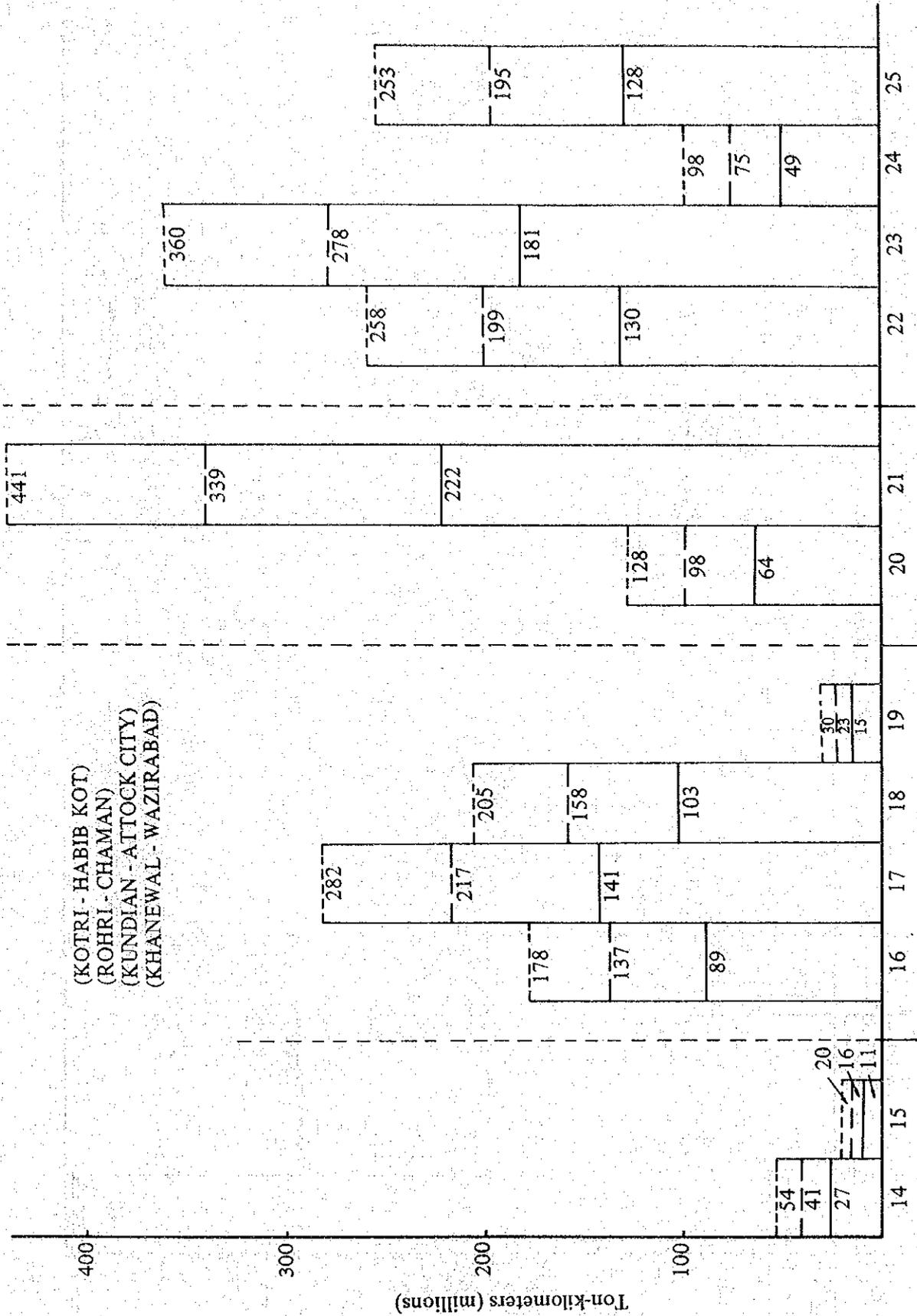


Fig. 3-2(2) Goods Traffic Volume per Major Block (Ton-kilometers)

Table 3-3 Forecast of Gross Passenger-kilometers

(unit: ten millions)

Year	Gross passenger-kilometers	Year	Gross passenger-kilometers
1981 - 82	1,654	1992 - 93	2,300
1982 - 83	1,709	1993 - 94	2,361
1983 - 84	1,767	1994 - 95	2,424
1984 - 85	1,826	1995 - 96	2,489
1985 - 86	1,887	1996 - 97	2,554
1986 - 87	1,943	1997 - 98	2,622
1987 - 88	2,000	1998 - 99	2,691
1988 - 89	2,059	1999 - 2000	2,762
1989 - 90	2,119	2000 - 2001	2,835
1990 - 91	2,181		

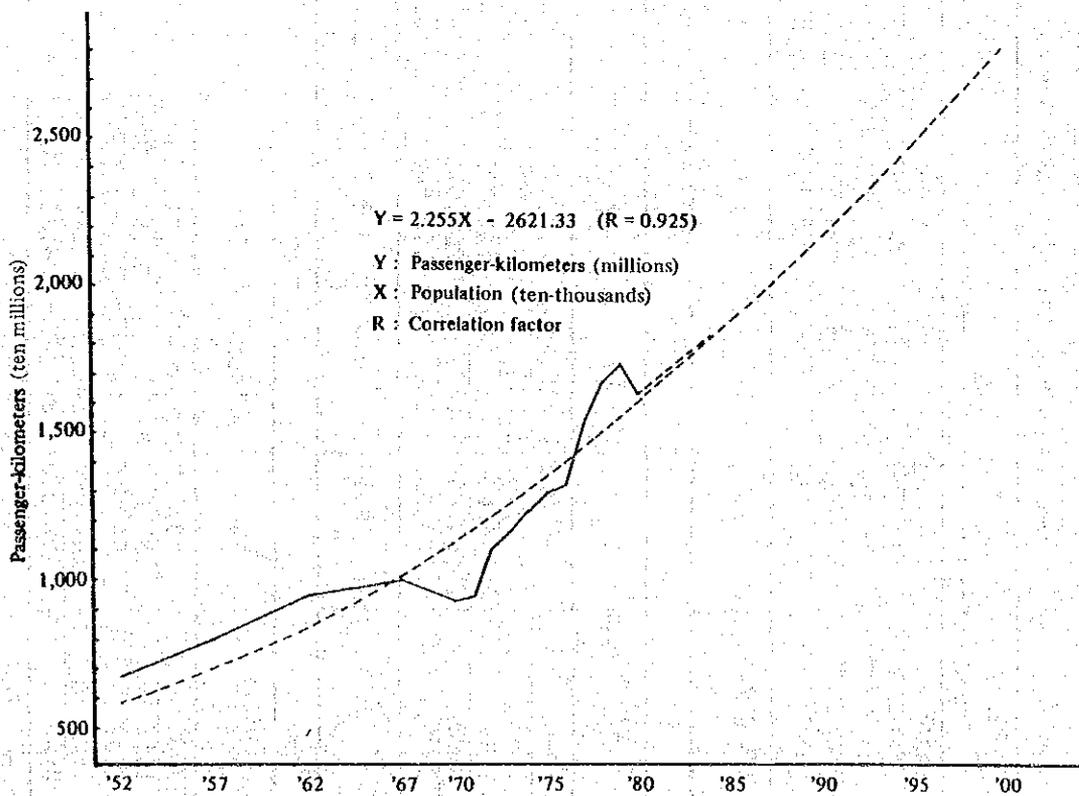


Fig. 3-3 Forecast of Gross Passenger-kilometers

Table 3-4 Estimate of Passenger Traffic Volume per Major Block (Passenger-kilometers)

Block Year	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1980	10,000	1,376,000	511,000	2,251,000	1,922,000	1,076,000	247,000	799,000	1,019,000
1985	11,000	1,593,000	591,000	2,604,000	2,221,000	1,246,000	285,000	925,000	1,180,000
1990	13,000	1,841,000	683,000	3,010,000	2,568,000	1,440,000	329,000	1,069,000	1,363,000
1995	15,000	2,100,000	779,000	3,434,000	2,929,000	1,643,000	376,000	1,219,000	1,556,000
2000	17,000	2,393,000	887,000	3,911,000	3,337,000	1,871,000	428,000	1,389,000	1,772,000
Percentage distribution	0.06	8.44	3.13	13.8	11.77	6.6	1.51	4.9	6.25

Block Year	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1980	1,746,000	1,316,000	523,000	396,000	3,000	99,000	25,000	80,000	58,000
1985	2,019,000	1,523,000	606,000	459,000	4,000	115,000	28,000	92,000	68,000
1990	2,334,000	1,760,000	700,000	530,000	4,000	133,000	33,000	107,000	79,000
1995	2,663,000	2,008,000	799,000	605,000	5,000	152,000	37,000	122,000	90,000
2000	3,034,000	2,288,000	910,000	689,000	6,000	173,000	43,000	139,000	102,000
Percentage distribution	10.70	8.07	3.21	2.43	0.02	0.61	0.15	0.49	0.36

Block Year	19	Others	Total
1980	70,000	2,784,000	16,311,000
1985	81,000	3,221,000	18,872,000
1990	94,000	3,724,000	21,814,000
1995	107,000	4,248,000	24,887,000
2000	122,000	4,840,000	28,351,000
Percentage distribution	0.43	17.07	100.0

Note : For the scope of block, refer to the Table 3-5. The total of other sections comes under the column "Others".  
Unit: Thousand passenger-kilometers, %

(KARACHI - PESHAWAR)

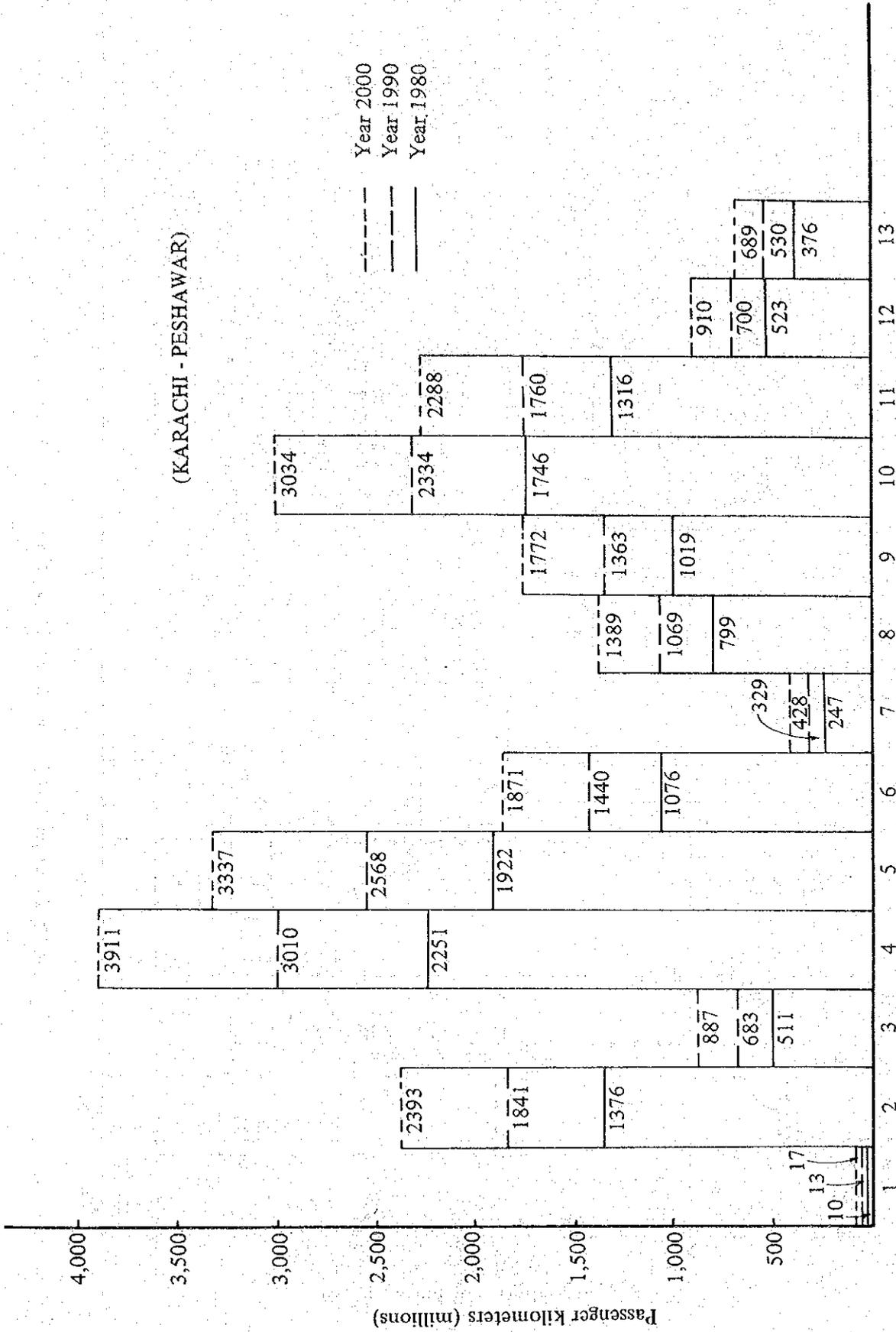


Fig. 3-4(1) Passenger Traffic Volume per Major Block

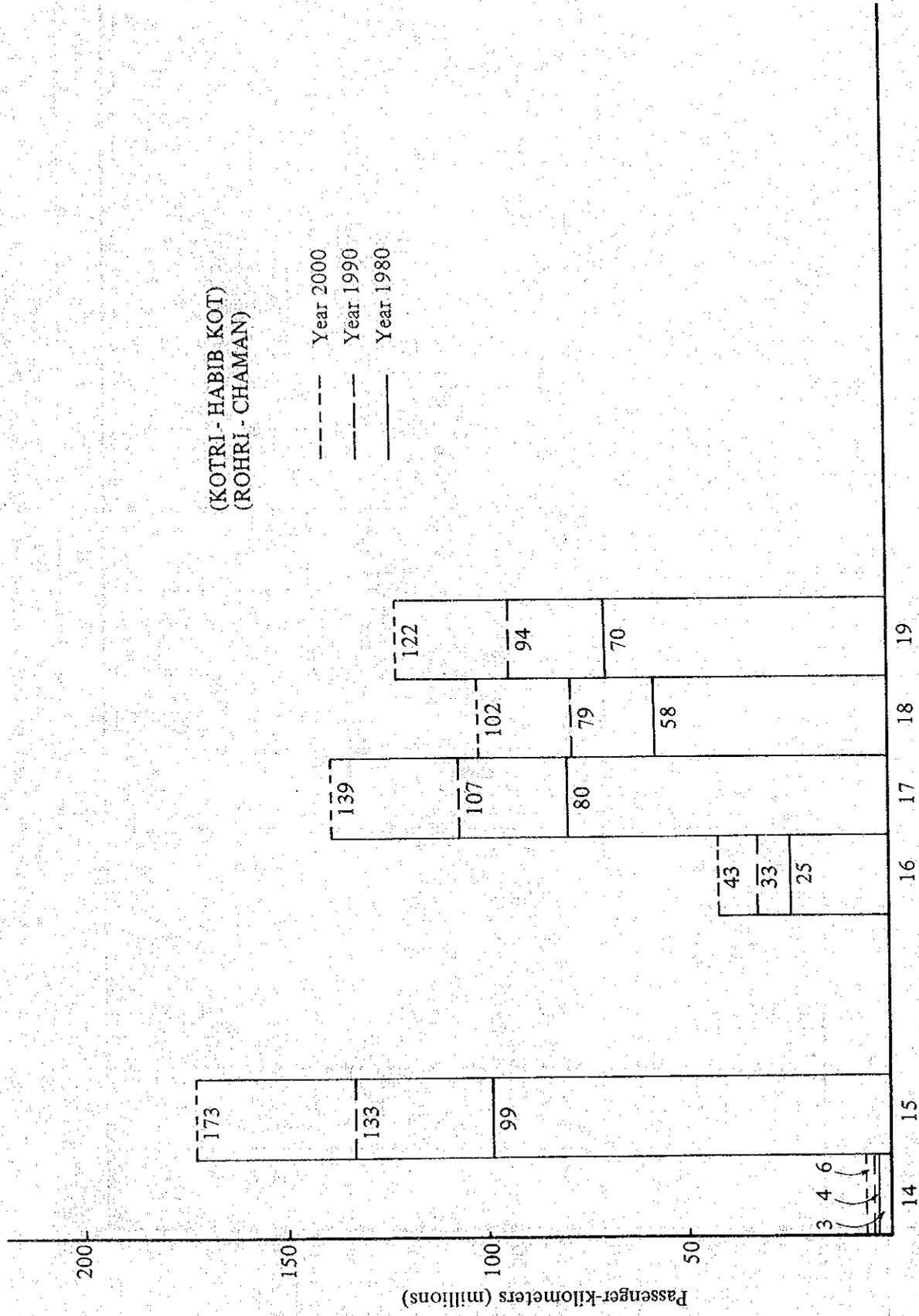


Fig. 3-4 (2) Passenger Traffic Volume Per Major Block (Passenger-kilometers)

Table 3-5 Schedule of Block Classification

**Karachi - Peshawar Cant**

Block No.	Section	Section kilometers
1	Karachi City - Karachi Cant	3
2	Karachi Cant - Kotri	166
3	Kotri - Tando Adam	63
4	Tando Adam - Rohri	243
5	Rohri - Khanpur	212
6	Khanpur - Samasata	124
7	Samasata - Lodhran	28
8	Lodhran - Khanewal (Chord & Loop)	90
9	Khanewal - Sahiwal	119
10	Sahiwal - Lahore	166
11	Lahore - Lalamusa	133
12	Lalamusa - Rawalpindi	157
13	Rawalpindi - Peshawar Cant	173

**Kotri - Habib Kot**

Block No.	Section	Section kilometers
14	Kotri - Dadu	180
15	Dadu - Habib Kot	166

**Rohri - Chaman**

Block No.	Section	Section kilometers
16	Rohri - Jacobabad	89
17	Jacobabad - Sibi	154
18	Sibi - Quetta	142
19	Quetta - Chaman	141

**Kundian - Attock City**

Block No.	Section	Section kilometers
20	Kundian - Lalamusa	255
21	Lalamusa - Attock City	239

**Khanewal - Wazirabad**

Block No.	Section	Section kilometers
22	Khanewal - Shorkot Cant	63
23	Shorkot Cant - Faisalabad	108
24	Faisalabad - Sangla Hill	43
25	Sangla Hill - Wazirabad	110

Table 3-6 Passenger and Goods Transport Record

(Average)	Goods traffic volume (ton-kilometers)	Passenger traffic volume (passenger-kilometers)
1950 - 55	4,378	6,779
1955 - 60	5,480	8,064
1960 - 65	7,213	9,534
1965 - 70	7,900	10,025
1970 - 71	7,494	9,329
1971 - 72	7,756	9,515
1972 - 73	8,363	11,069
1973 - 74	7,377	11,694
1974 - 75	8,544	12,354
1975 - 76	9,096	12,957
1976 - 77	7,857	13,199
1977 - 78	8,557	15,375
1978 - 79	9,375	16,713
1979 - 80	8,598	17,316
1980 - 81	7,918	16,311

Table 3-7 Past Transition of GDP, GNP and Population

	GDP (million Rupees)	GNP (million Rupees)	Population (ten thousands)
1952 - 53	12,865	12,852	3,798
1957 - 58	15,815	15,811	4,290
1962 - 63	20,056	20,008	4,890
1967 - 68	27,659	27,636	5,637
1970 - 71	32,434	32,362	6,149
1971 - 72	32,812	32,883	6,334
1972 - 73	35,179	35,360	6,524
1973 - 74	37,901	38,085	6,720
1974 - 75	39,393	39,651	6,921
1975 - 76	40,699	41,410	7,129
1976 - 77	41,727	43,022	7,343
1977 - 78	44,805	47,700	7,563
1978 - 79	46,891	49,953	7,790
1979 - 80	50,157	53,292	8,023
1980 - 81	53,020	56,237	8,260

Table 3-8 Projection of GDP and Population

Annual growth rate	GDP (%)	Population (%)
1980/81 - 1987/88	6.8	2.9
1987/88 - 1999/2000	6.5	2.4

## 4. 機関車の導入計画

### 4-1 機関車の現状

鉄道の使命は旅客、貨物を要請に応じて迅速かつ安全に輸送することである。機関車（動力）、車両（運搬容器）および軌道（輸送路）の三要素が互いに連携を保ってその目的を果すことができる。

パキスタン国鉄では1947年の独立後、極めて早い時期に動力の転換を行い、ディーゼル機関車の導入を図り、蒸気機関車に対しては油燃焼方式を採用して燃料の一元化を行い、古い蒸気機関車をだんだん淘汰しながらディーゼル機関車の増備を行って来た。

現在、ディーゼル機関車は471両を持っており、幹線列車はほぼディーゼル化されている。しかしながら製造後60年以上経過した旧式な蒸気機関車も未だ381両残っており、支線のローカル列車、駅や操車場の入換などに使われている。

これら現在の機関車の配置状況をTable 4-1に示す。

ディーゼル機関車の導入が比較的早い時代に行われ、輸送要請によって長年にわたって世界各国から購入し増備したため、現在その種類は24形式に達している。構造、寸法の相違、各種部品の互換性の欠如などによる保守の困難、部品の調達に苦慮しており、既に10形式は経済寿命を過ぎ、1960年以降に導入された多数のディーゼル機関車も年の経過とともに続々と経済寿命に達し、2000年には現在第一線で活躍している機関車の大部分が経済寿命に達してしまうこととなる。

蒸気機関車は既にその経済寿命45年を経過しているものが314両に達している。

現在のディーゼル機関車および蒸気機関車の形式別経年状況をそれぞれTable 4-2、4-3に示す。

老朽化した蒸気機関車を早く淘汰し、効率の良いディーゼル機関車に置き換えて動力の近代化を図るとともに、部品調達待ちで保守の円滑さを欠く多種類のディーゼル機関車については標準化を推進する必要がある。

Table 4-1 Allotting Status of Existing Locomotives

Diesel Locomotives

Sheds	Nos. of Allotment	
KARACHI	153	H. 109 L. 44
ROHRI	87	H. 53 L. 34
LAHORE	123	H. 65 L. 58
KUNDIAN	34	L. 34
QUETTA	9	H. 9
SIBI	13	H. 13
SAMASATA	18	H. 18
RAWALPINDI	34	H. 17 L. 17
TOTAL	471	H. 284 L. 187
Ineffective	79	H. 45 (15.8%) L. 34 (18.2%)
In Serviceable	392	H. 239 (84.2%) L. 153 (81.8%)

Note: H. means as Heavy duty use  
L. means as Light duty use

Steam Locomotives

Sheds	Nos. of Allotment
KOTRI	25
ROHRI	18
KHANPUR	4
PAD IDAN	10
LAHORE	30
FAISALABAD	18
WAZIRABAD	14
QUETTA	23
SIBI	12
SAMASATA	46
KHANEWAL	31
MULTAN	10
SHORKOT	6
RAWALPINDI	42
ATTOCKCITY	2
LA LA MUSA	8
PESHAWAR	5
NOWSHERA	9
MALAKWAL	31
MARI INDUS	3
KUNDIAN	21
Loco. Works	13
TOTAL	381
Ineffective	76 (20%)
In Service	305 (80%)

Table 4-2 Expired List of Existing DEL.

Classes	Mfd.	Re-engined	No.s in 1982	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	2000	01	02	03	04	05	06	07
ADE	36	1947	3	---																								
ALU	14	1953	5	---																								
GEU	61	1954	10	---																								
FAU	66	1954 ~ 1957	5	---																								
CLP	15	1955 1956	9	---																								
ALPW	16	1956	2	---																								
"	18	1958	43	---																								
ALU	95	1958 1959	25	---																								
"	18	1961	30	---																								
"	12	1962 1963	53	---																								
"	20	1962 ~ 1964	52	---																								
GEU	64	1965	2	---																								
ALU	24	1967	20	---																								
"	26	1966	1	---																								
GEU	20	1970	42	---																								
"	15	1970	23	---																								
GMU	30	1975	36	---																								
"	15	1975	32	---																								
ARP	20	1952	23	---																								
ARU	20	1955	21	---																								
GMCU	15	1979	30	---																								
HAU	10	1980	4	---																								
"	20	1982	28	---																								
HFU	20	1982	10	---																								
No.s of DEL (Present Allowment) to be deleted reaching Over age.				8	10	11	5	43	25	23	30	21	53	52	2	1	20				65							68

Table 4-3 Condition of Steam Locomotives

Classes	Manufactured in	No.s in 1982	1991		2001	
HG/S	1913, 1919, 1923	74				
SP/S	1904, 1909, 1911 to 1915, 1922	29				
XA	1926 to 1931	27				
CWD	1945, 1946	67				
SG/S	1904 to 1908 1910 to 1913 1915 to 1920, 1923	130				
SG/C	1904 to 1908 1910 to 1915	54				
<b>Total</b>		<b>381</b>				

#### 4-2 ディーゼル機関車の保守

パキスタン国鉄では動力近代化の一環として、“Modernization of Locomotive Facilities(1981-9)”に示された計画を逐次推進しており、保守体系も整えられつつある。

##### (1) 保守体系

ディーゼル機関車の保守は、機関車が配置してある場所（Base Shed, Advanced Base Shed）および修繕工場（Repair Shop）で行われている。

その検査、修繕の時期別による時間および作業の分担はTable 4-4に、配置状況はFig 4-1に示す。

Table 4-4 The Scheduled List for Maintenance

Item	Period	Time allowed	Carried out in
Trip Inspection	Every trip	1.5 hours	Advance Base Shed
A Schedule Check	Every week	2.5 hours	
B Schedule Check	Every 2 weeks	4.5 hours	
C Schedule Check	Every month	6.0 hours	
D Schedule Check	Every 3 months	1 day	Base Shed
E Schedule Check	Every 6 months	2 days	
F Schedule Check	Yearly/100,000 miles	7 days	
Class II Repair	3 years/300,000 miles	15 days	Repair Shop
Class I Repair	6 years/600,000 miles	25 days	

(2) 保守の能力

現在、ディーゼル機関車の全般修繕は、Central Diesel Locomotive Workshop (Rawalpindi) および Karachi Workshop (Karachi Cantonment) の能力を逐次拡大して来ており、それぞれ 300両、120両、計 420両/年を行うことができる。

さらにパキスタン国鉄では "Modernization of Locomotive Facilities" の計画の具体化を促進しており、これによって Base Shed, Advance Base Shed, Repair Shop の保守能力の大幅な向上が期待できる。

(3) 現有機関車の若返り

機関車の老化防止対策として一部の機関車に対し Locomotive Workshop (Lahore) において、エンジンおよび附帯装置の交換を行い Central Diesel Locomotive Workshop (Rawalpindi) では、一部の予備品の生産を行い Workshop および Shed へ供給している。

現有機関車のエンジン交換による若返りは 1976 年に開始され、今日までに 44 両 (ARP-20, ARU-20 の 2 形式) に達し輸送力の強化に貢献している。エンジン交換による更新修繕は、少ない費用で現有機関車の寿命を延伸するための有効な手段である。

しかしながら、輸送改善を強力に推進するためには、標準化された新製機関車の導入が不可欠である。

#### 4-3 機関車の運用

現有ディーゼル機関車471両の稼動状況を知るために、稼動していない機関車についてその原因別に平均値を示したのがTable 4-5である。

1980/1981年についてみると、輸入部品待ちおよび事故車の復旧待ちのために稼動していない機関車は18.79両+7.30両=26両、全両数に対し5.5%である。これらの機関車を使用可能とすれば、稼動率は86.7%となって、かなり高い水準が期待できる。

Table 4-6 はディーゼル機関車の列車種類別の日車キロを示す。1981年および1982年(1月まで)の実績は世界銀行の報告書で示された目標値を20~30%下回っている。

日車キロを向上させるための方策は色々考えられるが、機関車運用表の組替えによって機関車の回帰時間の短縮をはかること、設定された時刻を確保し定時運行を行なわなければならない。

Table 4-5 Average No.s of Ineffective DEL.

Years	Under repair in Shed/Shop	Awaiting Imported Spares	Re-engining in Shop	Accident	Total
1979/1980	52.46 (10.91%)	19.54 (4.06%)	7.61 (1.58%)	8.69 (1.63%)	88.80 (18.18%)
1980/1981	55.67 (11.46%)	18.79 (3.86%)	6.69 (1.41%)	7.30 (1.47%)	88.46 (18.27%)
Av. No.s	54	19	7	8	88

Table 4-6 Running-km per Day per a DEL. in Use

	Passenger	Mixed	Goods	Total all services including Shunting and Departmental
1981-1	462.9	254.8	223.5	317.4
1982-1	464.6	253.1	231.7	326.2
Upto 1981-1	477.0	234.9	205.7	314.3
Upto 1982-1	453.6	248.5	207.3	308.9
Target	579.0	-	290.0	-

MAP SHOWING EXISTING  
DIESEL LOCOMOTIVE MAINTENANCE  
FACILITIES ON RAILWAYS

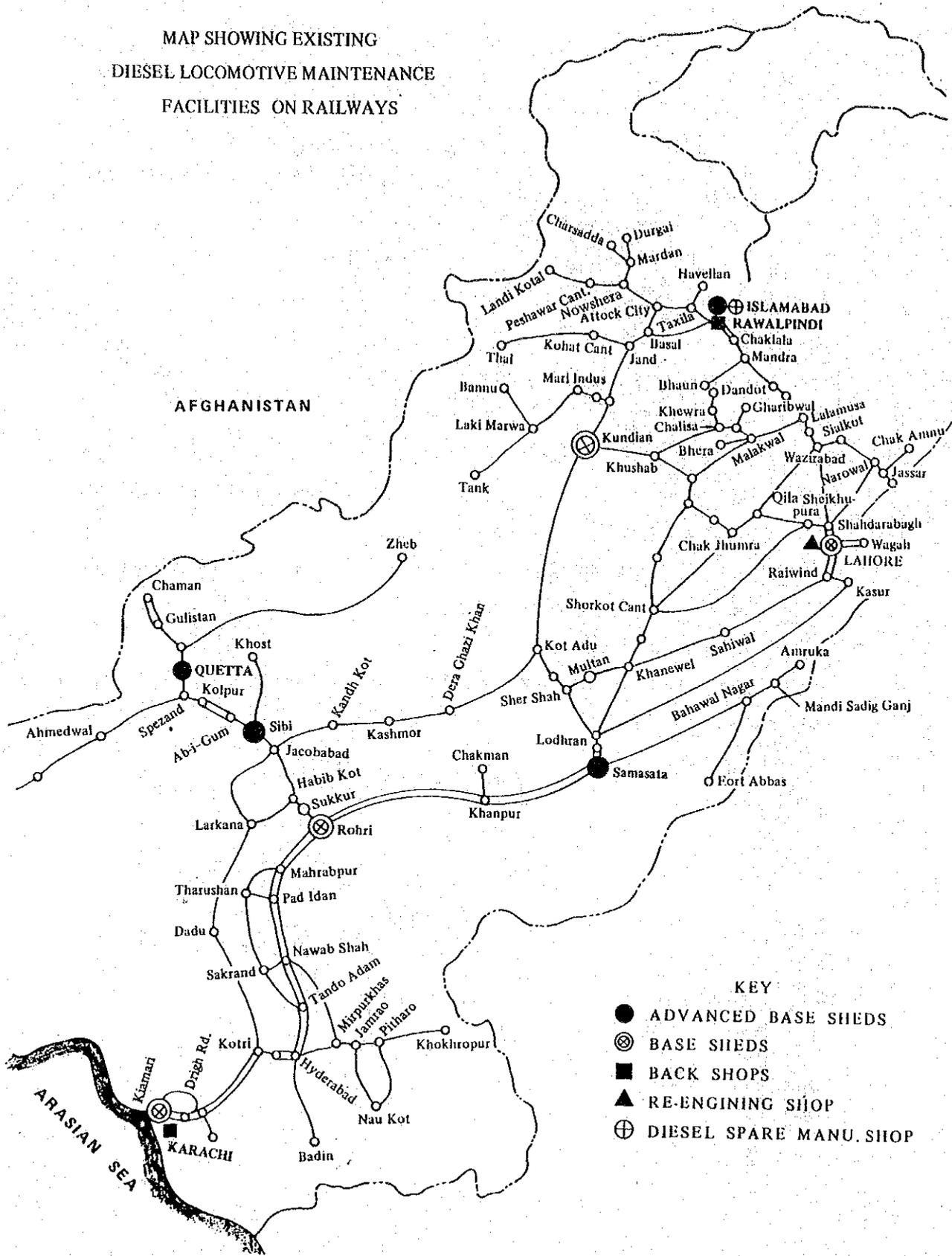


Fig. 4-1 Diesel Locomotive Maintenance Facilities

#### 4-4 輸送力

##### (1) 1980/1981年(現在)における輸送状況

旅客輸送量	1,631,129千人・キロ
貨物輸送量	7,917,739千トン・キロ
旅客列車の運転列車数	164,150列車/年 450列車/日
貨物列車の運転列車数	26,434列車/年 171列車/日
1列車当りの平均輸送量	旅客 99,370人・キロ 貨物 126,820トン・キロ

パキスタン国鉄は、BG(路線長7,765.93km)、MG(路線長445.8km)、NG(路線長611.35km)の3種類の軌間を持っているが、主要幹線をはじめ全路線の88%がBGであり、その輸送量も全輸送量の90%を占めている。

BG区間に現在設定されている旅客列車および貨物列車の運転列車の運転経路をFig4-2~4-5に示す。これらは計画の全列車である。

##### (2) 今後予想される輸送量の伸び

需要予測から1980/1981年(現在)の輸送量を100とした場合の今後5年目ごとの伸び率をTable 4-7に示す。

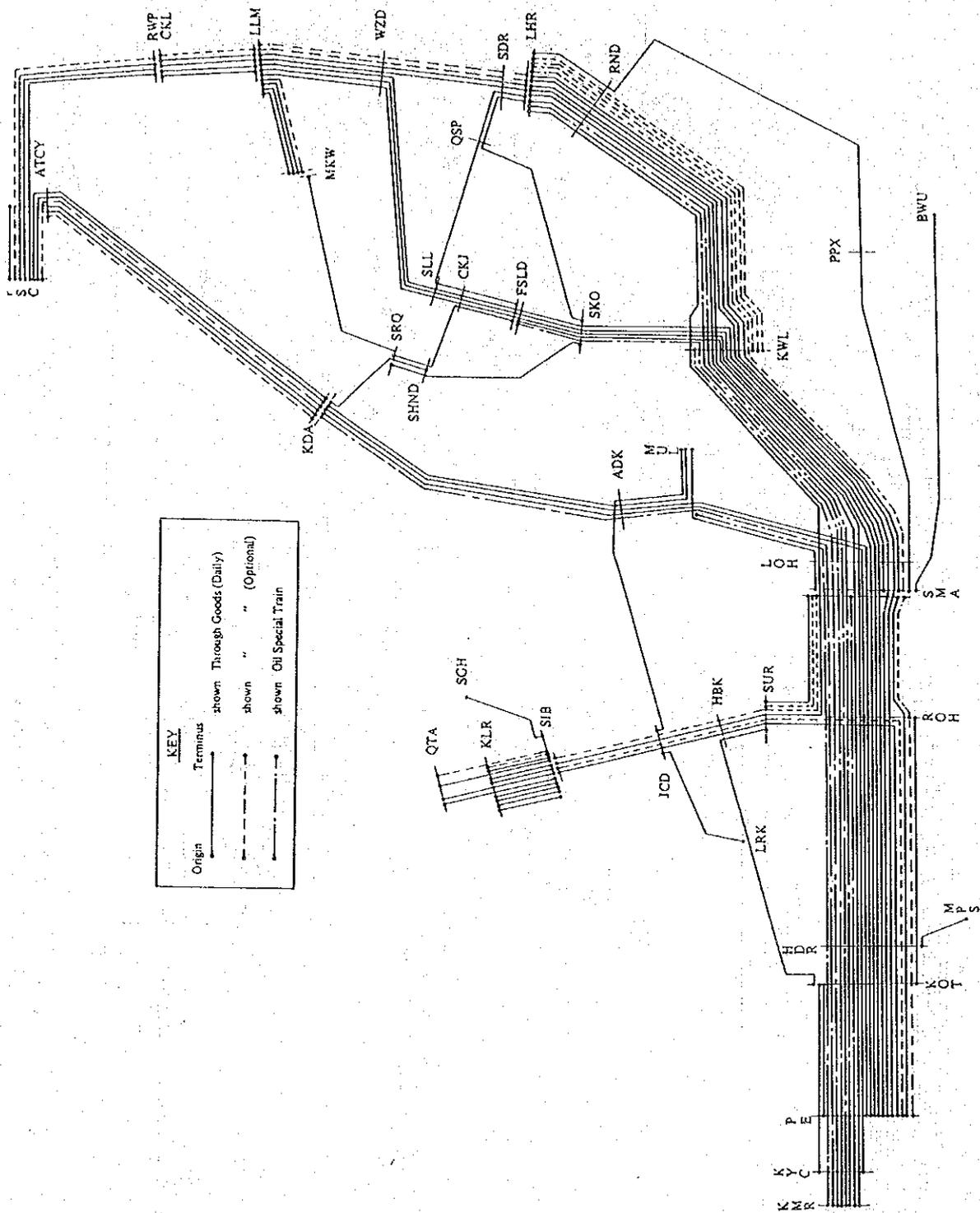


Fig. 4-2 GOODS TRAIN RUNNING ROUTE [B.G.]  
 (Through Goods included Oil Special)

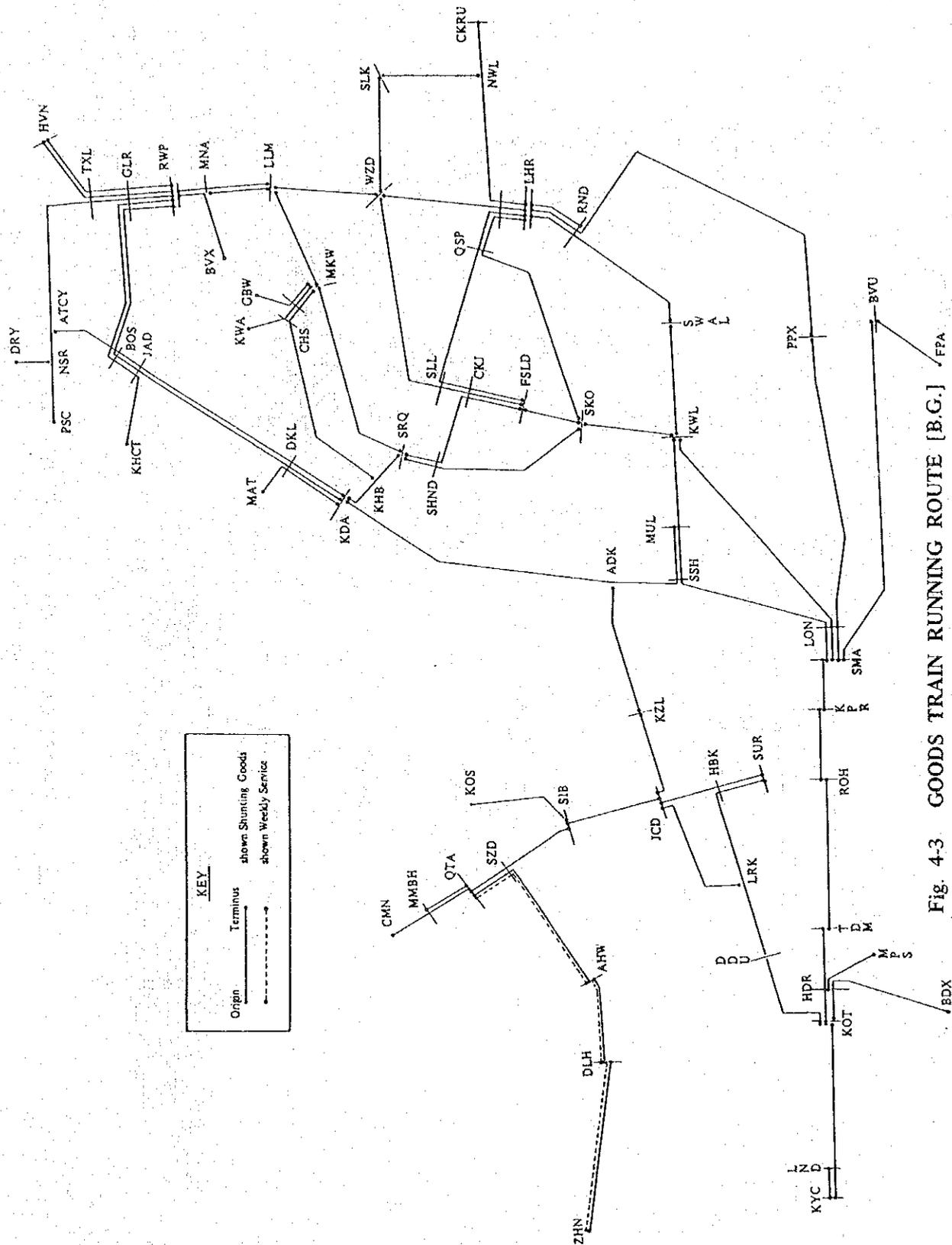


Fig. 4-3 GOODS TRAIN RUNNING ROUTE [B.G.]  
(Shunting Goods Train)

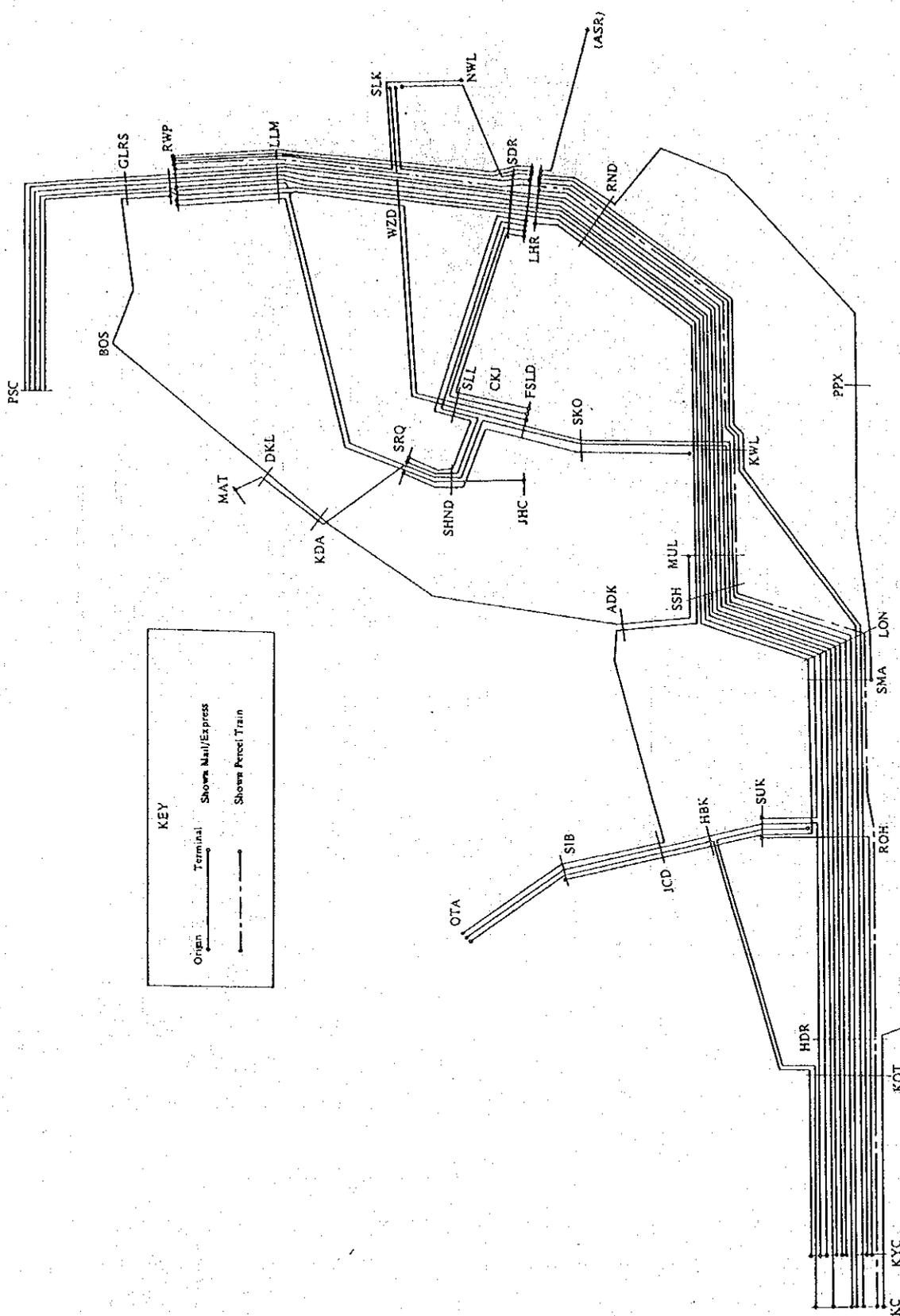


Fig. 4-4 PASSENGER TRAIN RUNNING ROUTE [B.G.]  
 (Mail/Express Train included Parcel Train)

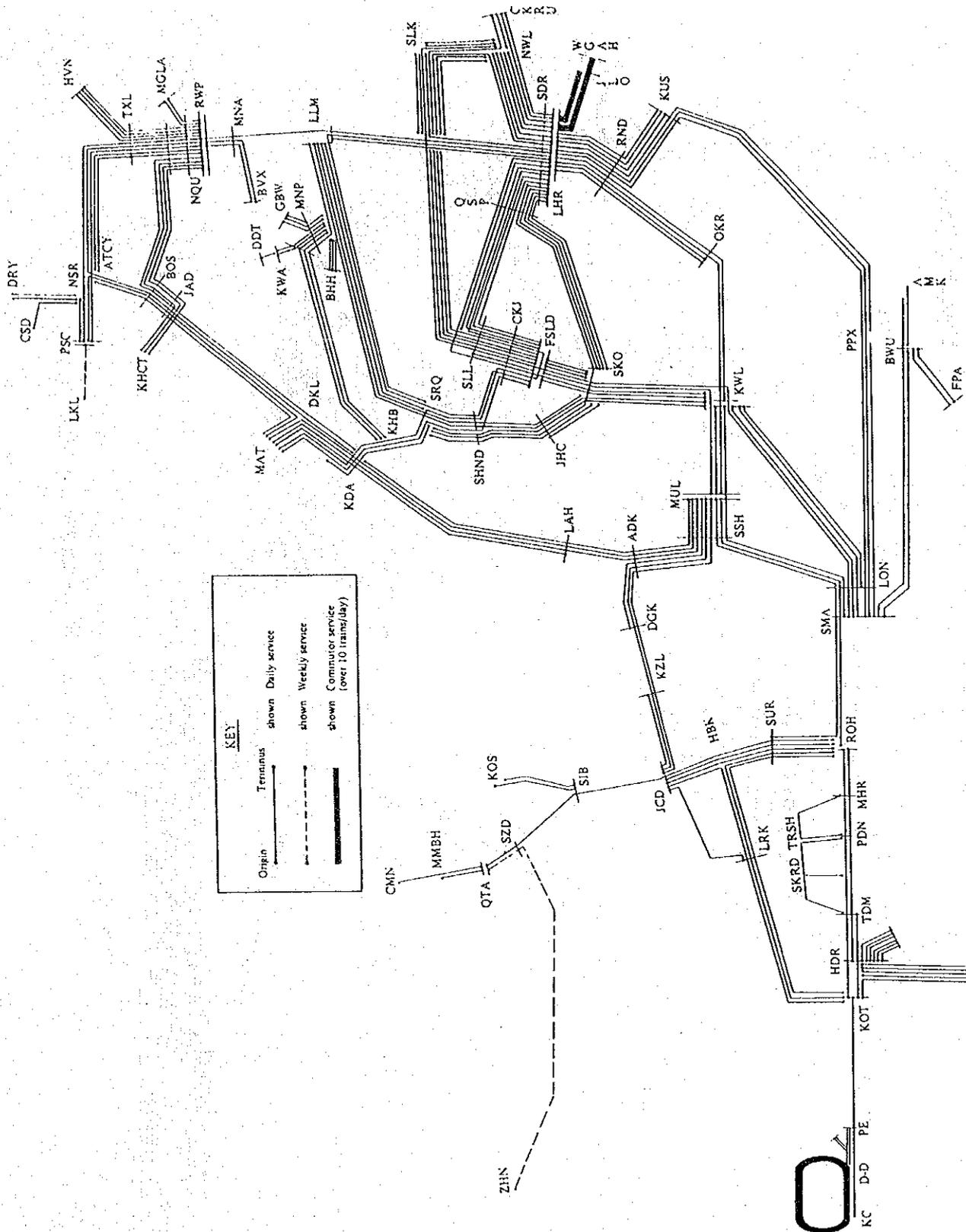


Fig. 4-5 PASSENGER TRAIN RUNNING ROUTE [B.G.]  
(Regular Train included Mix.)

Table 4-7 The Growth Ratio of Traffic Volume

Years	Passengers	Goods
1980/81	100	100
1985	115.7	133.9
1990	133.7	153.0
1995	152.6	174.4
2000	173.8	198.8
2005	198.0	226.6
2010	225.6	258.2

#### 4-5 機関車必要両数の算出

##### 4-5-1 算出の考え方

前節までに述べたパキスタン国鉄における機関車の運用・保守の現状分析結果および鉄道輸送量の予測結果に基づき、将来必要とされる機関車数を次の考え方により算出した。

##### (1) DEL換算両数の算出

現有のSLを旅客列車、混合列車、貨物列車および入換、区間列車の3用途に区分し、それぞれについてDEL換算両数を求める。

##### (2) DEL基本両数の決定

1981年の機関車けん引列車がすべてDELによって運行されたと仮定した場合に必要なDEL数を算出し、これを将来必要とされるDEL数を求めるための“基本両数”とする。

基本両数の算出にあたっては、旅客列車および貨物列車に対する機関車の運用効率が25%向上されることを前提とした。

##### (3) 今後必要とするDEL数の算出

(2)の“基本両数”から、輸送量の伸びに応じた機関車の必要両数を15%のIneffectivenessを含め、5年毎に概ね30年間にわたって算出する。

##### 4-5-2 DEL換算両数の算出

Table 4-11 算出の基礎となるDELおよびSLの日車キロはパキスタン国鉄から提供された資料“Performance Review”“Pakistan Railways Year Book”および“運転日報”によった。

また、既存のSL両数をDEL両数に換算するため、一般的に次式を用いた。

$$\text{DEL換算両数} = \text{現在使用中のSL数} \times \text{換算係数} (2/3)$$

ここに、換算係数(2/3)は、“Locomotive Study”における換算例を参考とした。

Table 4-8 Engine km/day (Performance Review 31 March 1982)

Unit: km/day

Kind of train	DEL	SL	Remarks
Passenger	464.6	169.9	Target = 579.0 for DEL
Mixed	253.1	188.0	
Goods	231.7	67.1	Target = 290.0 for DEL
Total	326.2	148.6	Total is incl. Shunting & Dept.

Table 4-9 No.s of train/year (Pakistan Railways Year Book 1981)

Kind of train	Hauled by DEL	Hauled by SL
Passenger	103,855	26,475
Mixed	4,645	20,528

Table 4-10 Present Nos. of Locomotive in Service  
(Operation Daily Report 29 March 1982)

Kind of train	DEL	SL	Total
Passenger & Mixed	165	80	245
Goods	168	62	230
Shunting & Dept.	59	163	222
Total Nos. in Service	392	305	697
Nos. of Allotment	471	381	852

Table 4-8～4-10 の数値より旅客列車および混合列車に使用される DEL, SL の数は次のように求めることができる。

$$\begin{array}{l}
 165 \times 103,855 / (103,855 + 4,645) \approx 158 \text{ 両 旅客用} \\
 165 \times 4,654 / (103,855 + 4,645) \approx 7 \text{ 両 混合用} \\
 80 \times 26,475 / (26,475 + 20,528) \approx 45 \text{ 両 旅客用} \\
 80 \times 20,528 / (26,475 + 20,528) \approx 35 \text{ 両 混合用}
 \end{array}
 \left. \begin{array}{l} \\ \\ \\ \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{DEL} \\ \\ \text{SL} \end{array}$$

Table 4-11 Calculated Nos. of Locomotives in Service

Kind of train	DEL	SL	Total
Passenger & Mixed	165	80	245
(Passenger)	(158)	(45)	(203)
(Mixed)	(7)	(35)	(42)
Goods	168	62	230
Shunting & Dept.	59	163	222
Total Nos. in Service	392	305	697
Nos. of Allotment	471	381	852

旅客及び貨物列車に使用されるDEL数は、運用効率を25%向上を見込んで決定したが、混合列車については列車の性格から向上が困難のため、そのままとした。また入換及び区間運転用のDELについては詳細がはっきりできないので、“Locomotive Study”に示されている値を採用した。

以上の条件によってTable 4-11を換算したのがTable 4-12である。

Table 4-12 Nos. of Locomotive in Terms of DEL

Kind of train	DEL	SL・Conv.	Total
Passenger & Mixed	126	54	180
(Passenger)	(119)	(30)	(149)
(Mixed)	(7)	(24)	(31)
Goods	126	42	168
Shunting & Dept.	59	108	107
Total	311	204	515

Table 4-12 は 1981/2 年の機関車けん引輸送をすべて DEL で行ったと仮定した場合に必要とされる DEL は数を示す。

なお、運用効率 25% 向上については、次の理由により概ね妥当であって実現可能な数値と判断した。すなわち、

- (a) 世銀によって提示された旅客列車および貨物列車けん引用 DEL の日車キロの目標値は実績値を 25% 上回ったものであること。(Table 4-8 参照)
- (b) パキスタン国鉄作成による "Locomotive Study" において 25% の運用効率向上を前提として DEL の必要数が算出されていること。

#### 4-5-3 DEL 基本両数

将来必要とする DEL 両数を算出するための基本両数を Table 4-13 に示す。

Table 4-13 Basic number of DEL's

Kind of train	Nos. of Loco. in terms of DEL
Passenger & Mixed	180
(Passenger)	(149)
(Mixed)	( 31)
Goods	168
Shunting & Dept.	167
Pilot	23
Total	538

#### 4-5-4 今後必要とする DEL 数

輸送力増強の手段としては、

- (a) 列車数の増加
- (b) 1 編成当りの車両数の増加

が考えられ、一般的には輸送需要、投資効果などの総合的な判断の上にならって、これらが単独に、或は同時に実施される。ここでは(a)を前提として 5 年毎の想定輸送量の伸び率 (Table 4-7) に比例して機関車の必要数が増加するものとした。

ただし、入換及び区間運転用および先導用の機関車については特別な用途であり、運用地域も限定されるため、全国的な想定輸送量の伸びに比例して必要数が増加するとは考えられないので、これらの機関車については 2000 年時点において現在の 10% 増加するものとして算出

した。

以上の条件により算出した必要機関車数を Table 4-14 に示す。

Table 4-14 The No. of Locomotives to be Required

Years	Passengers (incl. Mixed)	Goods	Shunting & Dept.	Pilot	Total	Grand total incl. 15 % ineffectives
1980/1981	180	168	167	23	538	619
			190			
1985	208	225	195		628	722
1990	241	257	200		698	803
1995	275	293	205		773	889
2000	313	334	209		856	984
2005	356	381	213		950	1093
2010	406	434	217		1057	1216
2012	426	455	219		1100	1265

#### 4-6 機関車導入計画

Table 4-14 の機関車の必要数に対し、現有機関車を次の条件により淘汰するものとした。

- (a) DELについては新製後30年で廃車する。
- (b) SLについては殆どが経済寿命を大中を超えているが、全体の機関車保有数を考慮しつつ、経年の長いものから逐次DELに置換える。

一方、機関車の新製を1986年から開始し、初年度5両、第2年度8両、第3年度10両、第4年度16両、第5年度(1990年)以降25両とし(詳細は第6章参照)、必要両数との過不足を算出するとTable 4-15を得る。

Table 4-15 Locomotives Introduction Plan

Years	Necessary No. of DEL's	New DEL's to be Produced	To be deleted		Actual Allotment of DEL's*	Balance
			Existing DEL's	SL's (conv. DEL's)		
1980/1981	619	—	—	—	724	+105
1985	722	import 38 + 30	18	—	774	+52
1990	803	64	107	77 (51)	680	-123
1995	889	125	158	77 (51)	546	-343
2000	984	125	86	77 (51)	584	-400
2005	1093	125	68	77 (51)	590	-503
2010	1216	125	34	73 (49)	632	-584
2012	1265	50	—	—	682	-583
Total	—	682	471	381 (254)	—	—

\* SLのDEL換算両数を含む

#### 4-7 工場規模の検討

以上の検討結果から本プロジェクトにより建設すべき工場の規模は次の2つの観点から検討される。

- (a) 輸送需要の増加がないと考えた場合の機関車の新製工場の規模はどうか。つまり工場完成時に所有すべき機関車(D E L, S L)の老朽淘汰のみを行なうために必要な最小限の工場規模はどうあるべきか。
- (b) 将来見込まれる輸送量の増加に対応する機関車を供給するために新たな設備投資を必要としないか。或は2交替体制の導入など製造方法の変更により対応可能であるか、いいかえれば工場の設備規模は過小に計画されていないか、ということである。

まず、最小の規模は次のように算出できる。

1985年時点のD E L必要両数は722両であるが、実際の配置両数はD E L換算で774両となる。(Table 4-15)

したがって、輸送需要が1985年水準のまゝ推移するとすれば、同年における52両の余裕と1982年に導入された38両およびその後の30両の新製機関車を考慮して、

$$774 - (52 + 38 + 30) = 654 \text{ 両}$$

の機関車を2012年までに淘汰することが必要である。したがって、工場の設備能力は15%の余裕を考慮し、日勤勤務において、

$$654 \div (2012 - 1985) = 24.2 \approx 25 \text{ 両/年}$$

と計画するのが妥当と判断される。

また、輸送量が第3章の想定にしたがって増加する場合についてみると、輸送量の増加分に対して必要な機関車は、

$$1265 - 722 = 543 \text{ 両}$$

であり、このため必要な生産両数は15%の余裕を見込むと、

$$543 \div (2012 - 1985) \times 1.15 \approx 23 \text{ 両/年}$$

となる。年間23両の増産は、年産25両の設備能力に対し、2交替体制の導入などにより充分対応が可能である。

将来における実際の輸送需要量は、パキスタン国の社会、経済情勢の変化、国家開発計画、或はパキスタン国鉄の改善計画の進捗の状況などにより変化すると想定されるが、以上の検討結果により年産25両の工場規模は概ね妥当であると考えられる。

## 5. 機関車国産化計画

### 5-1 国産化目標

#### 5-1-1 国産化推進方策

国産化は次に示すように計画的、段階的に行うものとする。

- (1) 段階的国産化計画の骨子を Table 5-1 に示す。

国産化対象機種は 2000 P S 級ディーゼル電気機関車とした。

Phase I, Part 1 は、完全ノックダウンの段階であるが、既にパキスタン国鉄で実施中である。したがって、本プロジェクトでは Phase I, Part 2 より、Phase II, Part 1 までを取り扱う。

- (2) 機関車製造工場の建設は、Minimum in-house の考え方にたち、国営および民間企業の設備の利用をはかり、極力、製造工場設備の投資を少くするとともに、機関車の構成部品も国内での調達をはかる。

- (3) 機関車構成部品で、現在国産化されていないが、将来国産化の可能性があるものを取りあげて検討した結果を Table 5-2, 5-3 に示した。

Table 5-2 はパキスタン国鉄の現有設備、技術で製造可能と考えられるもの Table 5-3 は国産化のために設備および技術を外国から導入する必要があると考えられるものである。なお、表中の国産化年度は目標として記入したものである。

目標にしたがって円滑に国産化を進め、国産化の効果を高めるためには今後、パキスタン国にて研究、試作、設備の改善、新設および外国製造業者との技術提携などを行い、技術水準、品質向上、費用の低減をはかることが望ましい。

#### 5-1-2

国産化目標の詳細を以下に述べる。

- (1) 第1年目

- (a) 主台枠と車体

主台枠と車体の Sub assembly は輸入とする。以後の機関車々体の製造は機関車製造工場で行なうものとする。(溶接、機械加工、塗装、配管、配線、ぎ装、試験等)

連結器、緩衝器、車体部品(手摺、踏段、扉、排障器、タンク、空気溜、窓等)は国産とする。

- (b) 台車

台車枠の Sub assembly は輸入とする。以後の台車枠の製造は機関車製造工場で行なうものとする。(溶接、焼鈍、塗装、機械加工、ぎ装、試験等)

車軸，軸箱，ギヤケース，ブレーキシュー／ヘッド，砂箱，ブレーキ装置等は国産とする。

(c) 各種部品

空気ブレーキ機器は輸入とする。蓄電池，フィルタ，安全ガラス，ゴムホース，型ゴム，消火器，ゲージ／メータ，電気扇風機，パイプ／チューブ，歯車／ピニオン，ボルト／ナット等は国産とする。

(d) 制御器

制御器は輸入とする。

(e) 回転機

主発電機は輸入とする。

主電動機と補助発電機については，構成部品は輸入又は部分国産とし，組立，試験，取付はパキスタンで行うものとする。

(f) ディーゼルエンジン

ディーゼルエンジンは輸入とする。連結と機関車々体への組込みは機関車製造工場で行なうものとする。

(2) 第2年目

(a) 主台枠，車体及び台車枠

主台枠，車体及び台車枠は，完全国産とする。

(b) その他

(a)以外のものは，第1年目と同じとする。

(3) 第5年目

(a) 各種部品

コイルバネ，ラジエーターコア，ラジエーターファン，補助歯車箱，ボルト／ナット，タンブラースイッチ，ブザー，プロペラシャフト，防振ゴム，フロアー等は国産とする。

(b) その他

(a)以外のものは，第2年目と同じとする。

(4) 第10年目

(a) ディーゼルエンジン

ディーゼルエンジンの組立，試験及び部品の部分製作は国内作業とする。

(b) 空気ブレーキ機器の組立，試験及び一部の部品の製作は国内作業とする。

(c) 回転機

主発電機の組立，試験は国内作業とする。

(d) その他

(a)～(c)以外は，第5年目と同じとする。

### 5-1-3 国産化目標

国産化率を次のように定義して、国産化目標を定めた。

$$\text{国産化率(\%)} = \frac{\text{輸入機関車価格} - \text{輸入部品価格}}{\text{輸入機関車価格}} \times 100$$

Table 5-2, 5-3 にもとづいた国産化目標は次のようになる。

Target of Domestic Production

	Phase I Part 2	Phase II Part 1		Phase II Part 2
Year of domestic production	1	2	5	10
Ratio of domestic production (%)	20	30	35	50

### 5-2 機関車生産年次計画

国産化深度計画にもとづき、生産に必要な要員の採用と養成、技術の習得と習熟を考慮して生産年次計画を作成した。

生産初年度は Phase I, Part 2 の範囲、2年目以降は Phase II, Part 1 の範囲とし、5年目で25両/年、生産に達するものとした。計画の詳細は 6-3 組織・運営を参照のこと。

Year	1	2	3	4	5	6	7	8
No. of units	5	8	10	16	25	25	25	25

Time Schedule は Fig. 7-1 に示す。

Table 5-1 Outline of Progressive Programme of Domestic Production

Item No.	Phase Description Part	Phase I		Phase II		Remarks
		Part 2	Part 1	Part 1	Part 2	
1	Body Underframe	Partial manufacturing of underframe	Fabrication of underframe	→	ditto →	
	Body	Partial manufacturing of body	Fabrication of body	→	ditto →	
	Piping	All piping works	→ ditto →	→	ditto →	
	Wiring	Wiring works except control cubicle	All wiring works	→	ditto →	
	Assembling	Assembling of whole locomotive	→ ditto →	→	ditto →	
	Painting	Whole painting including under coat	→ ditto →	→	ditto →	
2	Bogie Bogie frame	Partial manufacturing of bogie frame	Fabrication of bogie frame	→	ditto →	
	Assembling	Assembling of bogie	→ ditto →	→	ditto →	
3	Various component Brake equipment	Procurement	→ ditto →	→	Assembling and partial manufacturing	
	Radiator, Gear, Wheel, Axlebox, etc.	Progressively local production	→ ditto →	→	ditto →	
4	Controlling equipment	Procurement	→ ditto →	→	ditto →	

Item No.	Description	Phase I		Phase II		Remarks
		Part	Part 2	Part 1	Part 2	
5	Electrical Rotating machine Main alternator		Procurement of main alternator complete,	→ ditto →	Assembling of main alternator	
			Assembling and partial manufacturing	→ ditto →	→ ditto →	
			Procurement of diesel engine complete	→ ditto →	Assembling and partial manufacturing of engine and its accessories	
6	Engine					

Note: 1. Abovementioned work shows working contents to be done by Pakistan Railways.

Table 5-2 Parts and Materials of Domestic Production

Category 1

o Start domestic production  
\* Need for trial production

Parts/Materials		Programme of Domestic Production		Manufacturer
		- 2 years	- 5 years	
Steel plate	Underframe, Carbody, Bogie Frame	o		P.R. (Loco./Factory)
	Cab, Engine Hood, Fuel Tank	o		— do —
	T/M Gear Case	o*		— do —
	Sand Box	o		— do —
	Brake Rigging	o		— do —
	Step	o		— do —
	Hand Rail	o		— do —
	Door	o		— do —
	Water Tank	o		— do —
	Fuel Tank	o		— do —
	Window Sash	o		(Carriage/Factory)
	Cow Catcher	o		(Loco./Factory)
Air Reservoir	o*		— do —	
Forging, Casting & Machining	Coupler	o		P.R. (Moghalpura W/S)
	Buffer	o		— do —
	Coil Spring		o*	— do —
	Brake Shoe	o		— do —
	Shoe Head	o		— do —
	Shoe Cotter	o		— do —

Parts/Materials		Programme of Domestic Production		Manufacturer
		- 2 years	- 5 years	
Forging, Casting & Machining	Axle	o*		HFF and HMC
	Axle Box	o		— do —
	Center Pin	o		— do —
	Aux. Gear Box		o*	Public/Private Sector
	Pully	o		P.R. (Loco./Factory)
	T/M Gear	o*		Public/Private Sector
	Bolt, Nut	o	o*	— do —
Piping, Wiring, etc.	Pipe/Tube	o		Public/Private Sector
	Pipe Joint	o		— do —
	Window Glass	o*		— do —
	Light Fitting	o*		— do —
	Electric Fan	o		— do —
	Packing	o		— do —
	Tumbler Switch		o	— do —
	Buzzer		o	— do —
	Fire Extinguisher	o		— do —
	Gauges/meters	o	o*	— do —
	Rubber Hose	o*		— do —
	Shaped Rubber	o*		— do —
	Filter	o		— do —
Assembling	Wheel Set	o		P.R. (C.D.L. W/S)

Table 5-3 Parts and Materials for Domestic Production

Category 2

o Start domestic production  
\* by technical Cooperation

Parts/Materials	Programme of Domestic Production		Manufacturer
	- 5 years	- 10 years	
Radiator Core	o*		Private/Public Sector
Radiator Fan	o*		-- do --
Propeller Shaft	o*		-- do --
Anti-vibration Rubber	o*		-- do --
Electric Cable/Wire		o*	-- do --
Main Alternator		o*	-- do --
Traction Motor	o*		-- do --
Auxiliary Generator	o*		-- do --
Air Brake Equipment		o*	-- do --
Diesel Engine		o*	-- do --
Blower	o*		-- do --

### 5-3 機関車製造技術の転移

機関車製造技術の転移は、書類と人により行われる。今回の計画は次のとおりである。但し、機関車工場以外で国産化される部品の技術転移は本プロジェクトに含まれていない。

#### 5-3-1 図面および書類

(1) 組立用図面

機関車の組立、配線、配管組立用の図面一式

(2) 製作用図面

機関車製造工場で作成する部品の製作用図面一式

(3) 特殊工具および治具の図面

機関車製造工場で機関車の組立および部品の製作に必要な特殊工具および治具の図面ならびに試験、検査用マニュアル一式

(4) 試験、検査用マニュアル

機関車製造工場で作成する機関車および部品の試験、検査用マニュアル一式

(5) 組立および製作用マニュアル

機関車製造工場で作成する機関車および部品の製作マニュアル一式

(6) 購入部品の購入仕様書

機関車製造工場で購入する部品の購入仕様書一式

#### 5-3-2 製作用治具および特殊工具

機関車製造工場で、機関車の組立および部品の製作に必要な製作用治具および特殊工具（簡易な治具は除く）一式

#### 5-3-3 技術者、技能者の教育

技術および技能の転移はパキスタン国の技術者、技能者の外国への派遣と外国技術者のパキスタン国への派遣によって行なう。

詳細計画は、6-4教育に示す。

### 5-4 部品の国産化

本報告書では部品国産化について対象部品と目標年度をきめているが、実現するために、

- (1) 国産化した場合の価格が適切で競争力のあること。
- (2) 国産部品の性能、品質が充分であることを試作、試験、実用試験により確認すること。
- (3) 技術提携を要するものについては、提携先の選定と交渉を行うこと。
- (4) 国産化部品の担当業者の選定と具体化計画の作成などが必要である。

## 6. 機関車製造工場建設計画

### 6-1 計画の前提と概要

#### 6-1-1 機関車製造工場の任務

機関車製造工場の任務は、ディーゼル電気機関車（将来は電気機関車）の製造、組立を行うことである。この目的に沿うために製造工場内に収容すべき主要機関は次のとおりとする。

- (a) 管理事務所
- (b) 機関車製造工場
- (c) 治具・工具の新製ならびに機械・電気施設の保守工場
- (d) 資材倉庫

#### 6-1-2 機関車製造作業の範囲

この製造工場で実施する機関車製造作業の範囲は、5-1 機関車国産化の目標から下記のとおりとする。

- (1) 車体・主台枠  
鋼材の切断・加工・溶接から最終組立て、塗装まで。
- (2) 台車  
鋼材の切断・加工・溶接・組立て・焼鈍・機械加工から最終組立てまで。
- (3) 主電動機・輪軸  
台車への組みつけ
- (4) 配線・配管  
配線・配管素材の切断・加工から現車への取り付け
- (5) エンジン・主発電機  
連結・心合せ・現車への組みつけ。
- (6) 補助発電機・制御器・制動機器および放熱器  
現車への取り付け。
- (7) 機関車の総合組立て、調整・検査・試運転

#### 6-1-3 補助作業の範囲

この製造工場で実施する補助作業は下記のとおりとする。

- (1) 製造工場内の機械および電気設備ならびに建物の保守
- (2) 機関車の製造作業で使用する治具・工具・取付具等の修繕と製造
- (3) 電力の受電と配電

- (4) アセチレンガスおよび圧縮空気の発生
- (5) 天然ガス導入
- (6) 給水の処理と配水
- (7) 作業排水の処理と再生
- (8) 汚水の処理
- (9) 塵埃の焼却

#### 6-1-4 製造工場の規模

機関車製造工場の規模の決定は、4および5で述べたように、日勤作業で年間25両の機関車の製造が可能な設備能力をもつものとして行うとともに、将来の製造両数の増加にも十分対処できるように、機関車の最終組立て、ぎ装作業場に十分な余裕をもたせた計画とする。

本計画では、鋼材の切断からブロック組立ての作業までと、機械加工作業とを2交替作業で行えば、将来の生産両数の増加に十分対応できるものと考えた。このことは、機械およびプラントを最も多く必要とする加工作業の設備を最小にして、最大の効率を発揮させ得ることになり、工場設備の最小化の点からも合理化と考えた。

#### 6-1-5 資材貯蔵能力

資材の貯蔵のための倉庫および屋外貯蔵ヤードの規模は、およそ1箇年の機関車製造に対応できる貯蔵能力を持つものとする。

エンジン・電気機器・補助機器・電線・管・薄鋼板ならびに室内ぎ装品は屋内貯蔵とし、この倉庫には、エンジン等の重量品の取り扱いのために天井走行クレーンを計画する。厚鋼板・型鋼は屋外貯蔵ヤードに貯蔵し、これに15 Tonヤードクレーンを計画する。なお、資材貯蔵量の増加は在庫、保管スペースの増加となるほか保管コスト増を招くので、極力圧縮する様運営することが望ましい。

### 6-2 機関車製造工場計画

#### 6-2-1 製造工場の位置

製造工場の位置はFig 6-1に示すとおり、ノーシェラ北方約12 kmのバラバンダ地区とし、この製造工場と周辺環境の詳細をFig 6-2に示す。

## 6-2-2 製造工場配置計画

製造工場は、現在の鉄道本線に沿って配置し、工場への側線の引込みは、本線より直接分岐する計画とし、製造工場構内規模の決定は、既設の66kV送電線とSUIガスの支障移転をさげるとともに、将来の工場の北側と南側の用地は従業員のための宿舎用地として、西側の塀の外方の用地は将来の工場用地拡張のための余地とした。更に、今回の計画では、製造工場用地内の主作業棟の西側に将来の工場施設建設のための余地を十分残しており、更に軌道配線にも拡張余地への配線を十分考慮した。

また、製造工場従業員ならびに資材搬入貨物自動車の入出は、現在の国道から直接製造工場中心部に対して行える様に、しかも管理棟、従業員用の食堂、休憩室、診療所等も歩行距離が出来るだけ少なくて済む様に主作業棟に近接して計画した。

### (1) 機関車製造の作業流れ

主作業棟内における部品の取扱回数とその運搬距離を出来るだけ少くするように、しかも作業が直線的に流れるように考えて、天井走行クレーンを使用して、車体・主台枠を移動する作業方式を採用した。

主作業棟内における機関車製造の作業流れをFig6-4に示す。すなわち、主棟は3棟から成り立っていて、中央棟に鋼板の加工、ブロック組立作業場、機械加工作業場および部品倉庫を配置して、この中央棟から両側の組立て作業棟へ部品を流すように計画した。

### (2) 設備規模決定の前提

#### (a) 機関車製造主棟

6-1-4で述べたように、工場主棟の規模は、日勤勤務作業で年間25両の機関車の製造が可能な規模とした。機関車の最終組立、ぎ装作業場は12両の機関車の収容ができる広さとした。主棟は3棟から成り立っており、全長324m、幅員74mの規模とした。台車組立場に隣接して、この主棟内に、治具・工具の新製ならびに機械施設の保守工場を収容する計画とした。

#### (b) 管理事務所

管理事務所には、生産管理部門と純間接部門を収容し、外部からの出入の便と、工場現場との連絡を考えて、工場棟に近接して平行に配置した。

#### (c) 技能者養成設備

パキスタン政府およびパキスタン国鉄の訓練学校終了者に対して、ディーゼル機関車製造に必要な特殊技能を研修実習させるために現存のパキスタン国鉄の訓練学校、又は公立の訓練学校に実習設備を充実する。

実習内容は次のとおりとする。

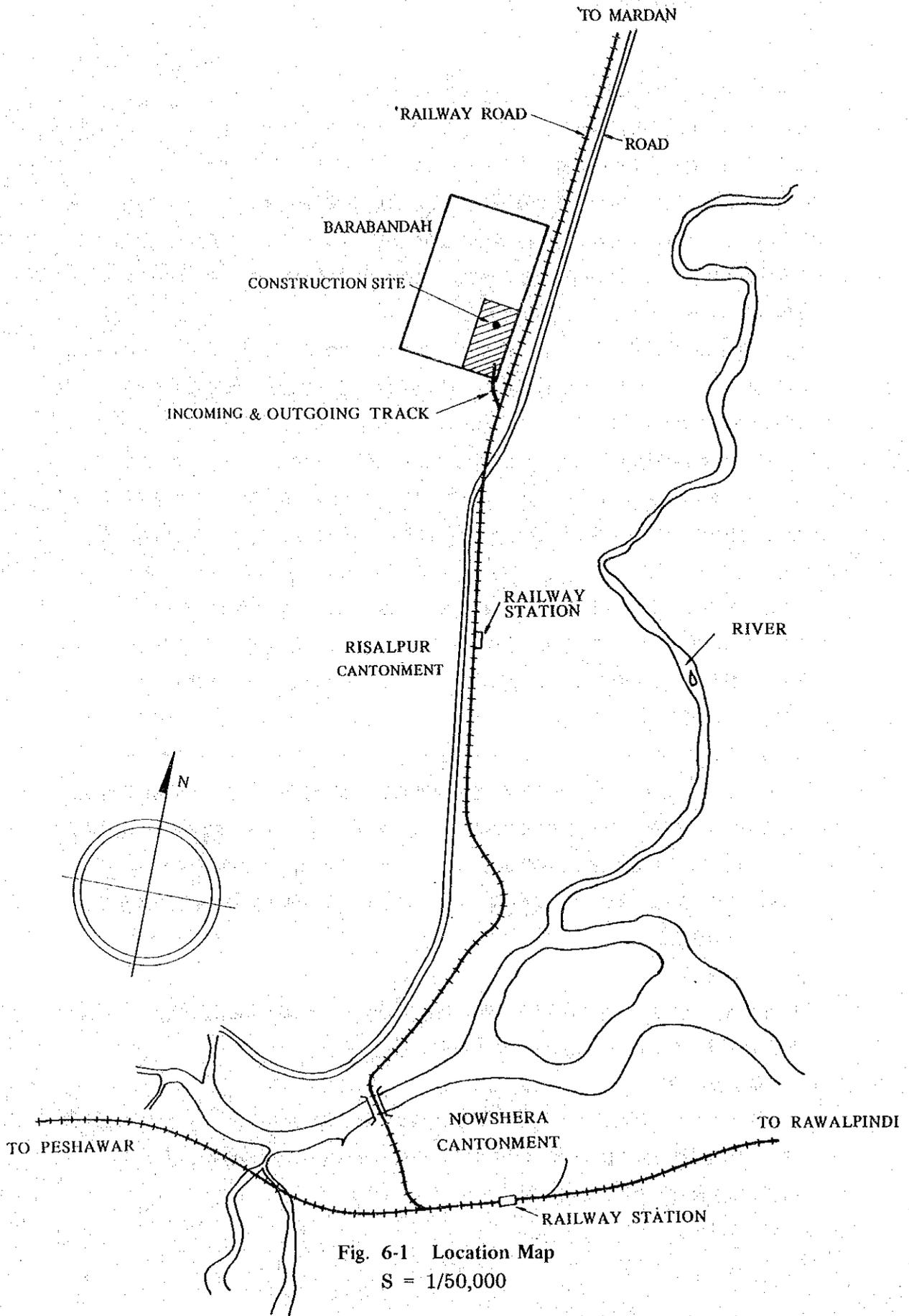


Fig. 6-1 Location Map  
 S = 1/50,000



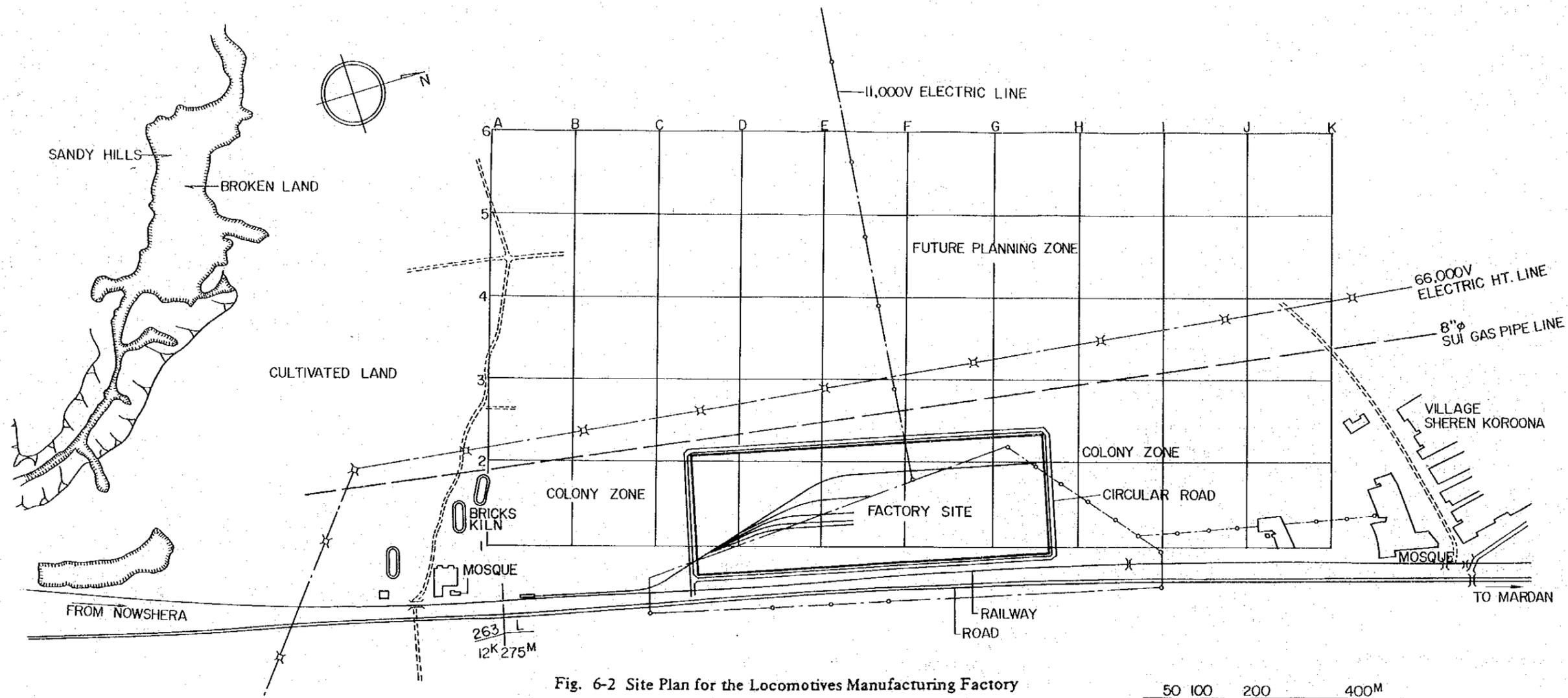
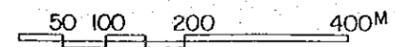


Fig. 6-2 Site Plan for the Locomotives Manufacturing Factory









基本実習  
 機械（機械加工，旋盤，フライス盤，形削盤）  
 溶接・製作（半自動溶接，ガス切断，鋼板の剪断）  
 電工・回転機（端子加工・組立締付）  
 検査・試験（回路の実習，測定技術）

(d) その他

上述のほか，工場従業員の入出門等の勤務管理施設，食堂，休憩室，診療所等の厚生施設，車庫，倉庫等は従業員数および機関車の製造両数に対応する規模として計画する。

(3) 設備規模

Fig6-3の配置計画にもとづいて，設備規模の概略を下記に示す。

(a) 用地面積 154,100 m<sup>2</sup>

(b) 建物床面積（用途別）

主作業場	23,382 m <sup>2</sup>
補助作業場	1,275 m <sup>2</sup>
倉庫	570 m <sup>2</sup>
事務所	4,726 m <sup>2</sup>
厚生施設	1,527 m <sup>2</sup>
動力室（含水处理）	716 m <sup>2</sup>
車庫	819 m <sup>2</sup>
その他	25 m <sup>2</sup>
計	33,040 m <sup>2</sup>

(c) 軌道

屋内軌道	840 m
屋外軌道	2,100 m
分岐器	10 箇

6-2-3 主要設備計画

1. 機械およびプラント

(1) 機関車製造用機械およびプラント

機関車製造用機械およびプラントは次のとおりとする。

- 鋼板・型鋼の切断・成形・機械加工等の機械
- 車体・主台枠の部分組立のための溶接治具
- 台車枠・主台枠の機械加工設備
- 鋼板の表面処理設備（燐酸処理，グリットブラスト，塗装，乾燥等）
- 検査試験設備（磁気探傷，超音波探傷，電気試験等）

(f) 天井走行クレーン，搬送機械，仮台車

(2) 補助作業機械

製造工場の全般的作業の面で機関車製造作業に対して間接的役割をもつ機械およびプラントは次のとおりとする。

(a) 機械・電気設備の保守および工具・治具の新製・修繕のための機械

(b) 構内運搬および用品の荷役用機械

(3) 共用設備

(a) 天然ガス配管設備

加熱作業用のガス配管は，既設の天然ガス配管より分岐し，屋外は地下埋設，屋内は地上架設とする。

(b) アセチレンガス発生炉および配管

鋼板・鋼材のガス切断用のアセチレンガスの配管は発生炉より各作業場へと設備し，屋外は地下埋設，屋内は地上架設とする。

(c) 空気圧縮機および空気配管

作業用の圧縮空気の発生のために計画する。空気管は，屋外は地下埋設，屋内は地上架設とする。

(d) 深井戸

工場用水としては，地下水を使用し，貯水は地下水槽，高架水槽の併用方式とする。その容量は住居地区への供給も可能とする。また，この地区の地下水は飲用不通のため水処理設備を設ける。

(e) 作業用排水再生処理設備

水資源の節約を考え，作業用水の再利用をはかる。

2. 土木および建物

(1) 軌道

(a) 車両と建築の定規

製造工場の諸施設の計画に適用する。車両と建築の定規は Fig6 - 5 に示すものによる。

(b) 施工基面

施工基面の高さは，軌条の上面より 400 mm 下がりとする。

路盤は表土を約 500 mm すき取って良質な路盤材を盛り土して構築する。

(c) 軌道中心間隔

製造工場内軌道の最小間隔は 5 m 以上とする。

(d) 最小曲線半径

製造工場内軌道の最小曲線半径は 300 m 以上とする。

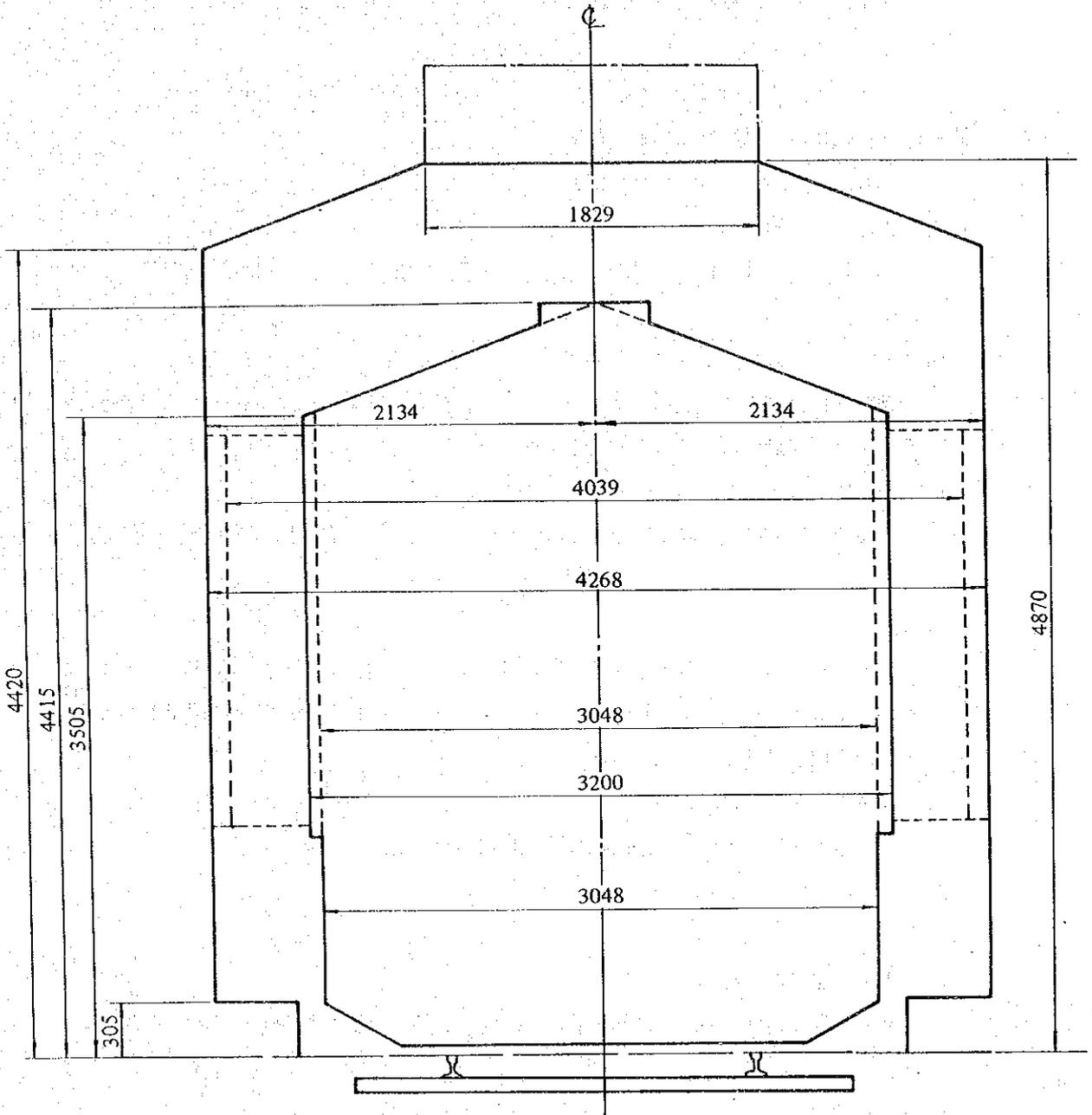


Fig. 6-5 Rolling Stock and Construction Gauge

(c) 軌道構造

軌道構造は碎石道床、コンクリート枕木、37kg/m軌条、道床厚さ15cmを標準とする。

(f) 分岐器

分岐器は、本線よりの分岐はNo.1-2、製造工場構内はNo.8 1/2片開きを使用し、おもり付、転換器により操作されるものとする。

(2) 土 木

(a) 排水溝

降雨水の排水は排水溝（地下埋設）より直接河川へ放流する。

(b) 給水管

製造工場内の作業用水は高架水槽から地下埋設管により必要箇所へ配水される。

(c) 境界壁

製作工場周囲は、煉瓦壁により外部と隔離する。

(d) 検査坑

主作業棟の機関車最終組立線、組立完了車の最終調整、試験庫および入換機関車庫には側坑付きの検査坑を設ける。

(3) 建 築

(a) 道 路

各建物間には構内通路を設け、製造工場外周部に周回道路をめぐらし、住居地区と分離する。

(b) 作業棟

主作業棟、補助作業棟は主要構造を鉄骨造とし、床は使用目的別に耐圧強度のある構造とする。また、壁体は鉄筋コンクリート造、又は煉瓦造を主体とする。騒音を発生する作業場は防音・遮音構造とし、粉塵をきらう作業場は防塵構造とし、いずれも、他作業場から隔離する。

屋根構造は、特に高温対策として断熱材の使用を考える。更に、保守費の低廉な材料、工法を採用する。

(c) 管理事務所その他棟

管理事務所、厚生施設および動力室等は鉄筋コンクリート造または煉瓦造を主体として計画し、用途別の使用強度に耐える材料を採用する。

管理事務所および変電所制御室には空気調和設備を設置する。

(d) 基 礎

建物基礎、機械基礎の構造・工法はボーリングによる地耐力測定後に決定するものとする。

### 3. 電力設備

製造工場設備に安定した信頼性のある電力を供給するために、WAPDAより50Hz、3相132kVの電力を2回線受電する。

製造工場の受電点には、変電所を設け、ここで132kVを11kVに降圧して製造工場内に配電する。製造工場内数箇所に変電設備を設け、3相230-Y/400Vの低圧に降圧して各動力および照明設備に電力を供給する。

#### (1) 変電所設備

- (a) 3相132kV 2回線を受電し、1回線が停電しても、他の回線から給電される設備とする。
- (b) 機器の構成は132kV受電設備、変圧器設備、11kV配電設備および付属装置とし、変圧器は油入型とする。
- (c) 132kV変電設備は屋外設備とし、受電盤、配電盤、操作盤は建物内に設置する。
- (d) 変電所には操作員を置き、機器類の監視および操作を行なう。

#### (2) 配電線路

構内用高圧配電線路は11kV、50Hz、3相3線式で環状配電方式とし、WAPDAの送電系統の停電および製造工場内の配電設備の事故に備えたものとする。高圧配電線路は地中ケーブル式とし、構内の各変電設備に電力を供給する。

屋外の低圧配電線路は地中ケーブル式とし、直接埋設式またはコンクリートトラフあるいは管路内に収容して各建物ならびに機械設備および屋外諸設備に電力を供給する。各負荷への低圧電源は230-Y/400V、50Hz、3相4線式で配電する。

#### (3) 構内変電設備

11kVで配電される電圧を230-Y/400Vに降圧し、各負荷に低圧電力を供給する設備であり、配電用変圧器、低圧配電盤および付属設備により構成される。

#### (4) 非常用発電設備

一般電源が停電した時、ディーゼルエンジン式交流発電機より製造工場の管理運営および保安上重要な設備構内の保安用照明設備ならびに消火、防災設備に電力を供給する。発電機の電気方式は230-Y/400V、50Hz、3相4線式とする。

#### (5) 構内照明設備

夜間の作業員の歩行や自動車および作業車等の交通の安全ならびに盗難等の保安と簡易な屋外作業等のため、ポールライトによる構内照明を設備する。

### 4. 通信設備

通信設備は、製造工場の管理運営を能率良く行なうために、設備されるもので電話設備、構内拡声放送設備、電気時計設備および火災警報設備等の設備を設ける。

#### (1) 電話設備

製造工場内の各事務室相互間の連絡および一般外部の電話加入者との間の通信の為に電子式自動交換機（EPABX）を管理棟の通信機器室に設置し、各事務室に電話器を置く。更に工場内を警備のため巡回する警備員と守衛室との連絡のために構内の数箇所に電話ボックスを設置する。

RISALPUL - RASHKAI 間の鉄道本線上から製造工場への引込線を分岐するに伴い、同線区の閉そく並びに列車運転の連絡の為に両駅、てこ扱所および管理事務所に列車運転指令電話を設置する。

#### (2) 構内拡声放送設備

拡声放送設備は製造工場内の一般の高声放送設備として設置すると共に、工場内を巡回する警備員との緊急指令設備としても利用するために設ける。主増幅器、クロホン付操作卓およびスピーカー群により構成される。

主増幅器は通信機器室に設置し、操作卓は管理事務所および守衛室に置く、また、スピーカーは各事務所、各作業場および屋外数箇所に設ける。

#### (3) 電気時計設備

電気時計設備の主制御装置は通信機器室に設置し、子時計を各事務所、各作業場および屋外の数箇所に設置し、作業時間の統一をはかる。

#### (4) 火災警報装置

火災警報装置は消火設備と連けいさせることとし、集中警報盤を消防員詰所および守衛室に設置し、各建物には受信盤および警報ベルを設ける。また、各事務所、各作業場には火災感知装置または通報押釦スイッチを設置する。

#### 5. 製造工場用引込線分岐設備

製造工場用引込線を分岐するために、鉄道本線上に手動式の双動型分岐器を設け掛員を配置する。この、てこ扱者は、分岐器の操作のほか隣接する両駅と列車運転指令電話により連絡をとり通券の発行および受け取りを行なうとともに列車運転士に発車の合図を行なうこととする。

#### 6-2-4 将来の電気機関車製造のための付加設備

機関車製造工場において将来、電気機関車の製造のために付加すべき設備としては、機関車製造のための設備はディーゼル機関車の場合と同じもので問題はないが組立完了後の試験、即ち、試運転、検査、調整のため下記設備が必要である。

##### (1) 試運転線

Fig 6-6 に示すように試運転線を現在の鉄道本線沿いに布設する。有効長さは約1,000 mあれば十分と考えられる。

##### (2) 電車線路設備

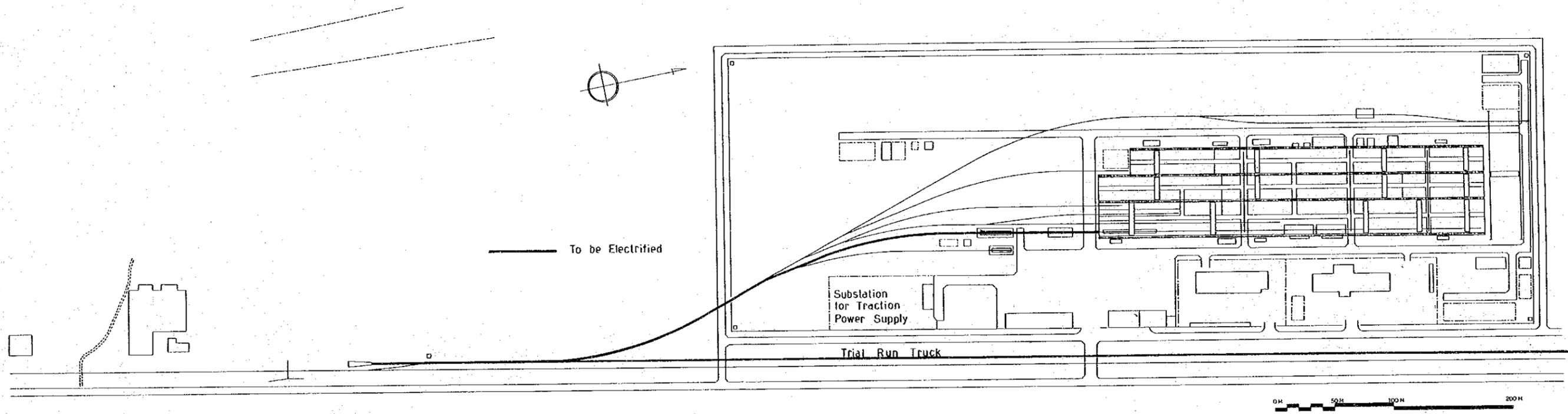


Fig. 6-6 Additional Facilities for Manufacturing of Electric Locomotive



試運転線，完成車の最終調整検査庫内および同検査庫から試運転線に乗り入れるための線路に架空トロリー線を設備する。

検査庫内および屋外のトロリー線を電氣的に区分するために開閉器を設置する。

### (3) き電用変電設備

機関車の試運転のための電車線路に单相，25 kV，50 Hz の駆動用電力を供給するために変電設備を設ける。き電用変圧器を設置する。同変電設備は受電変電所用地内又は電化する線路の付近の予備地に設置することとする。

### (4) 最終調整・検査庫内設備

この検査庫は今回のプロジェクトで建設されるが，将来の電気機関車の製造にそなえて，庫内に架空トロリー線の架設を考慮した建物の高さおよび入口高さで計画した。

将来は，電気機関車のパンタグラフ等の屋根上機器の調整，検査試験のためにつり足場を設備する必要がある。

## 6-3 組織・運営

### 6-3-1 組織

#### (1) 組織決定方針

機関車製造工場の組織は独立製造工場としての機能を発揮できるように次の方針で検討した。

- (a) General Manager の統かつ下に全組織が属する。
- (b) 現場部門と管理部門を区分する。
- (c) 検査・試験部門は General Manager の直接統かつ下におく。
- (d) 製造工場の設備，機械類を保守管理する保守部門を設ける。

ただし，技能者養成のための教育訓練には製造工場附近にある政府の教育施設を利用することとし，製造工場には教育施設を附属させたい。

#### (2) 組織

組織決定方針にもとづいて作成した組織を Fig6-7 に示す。

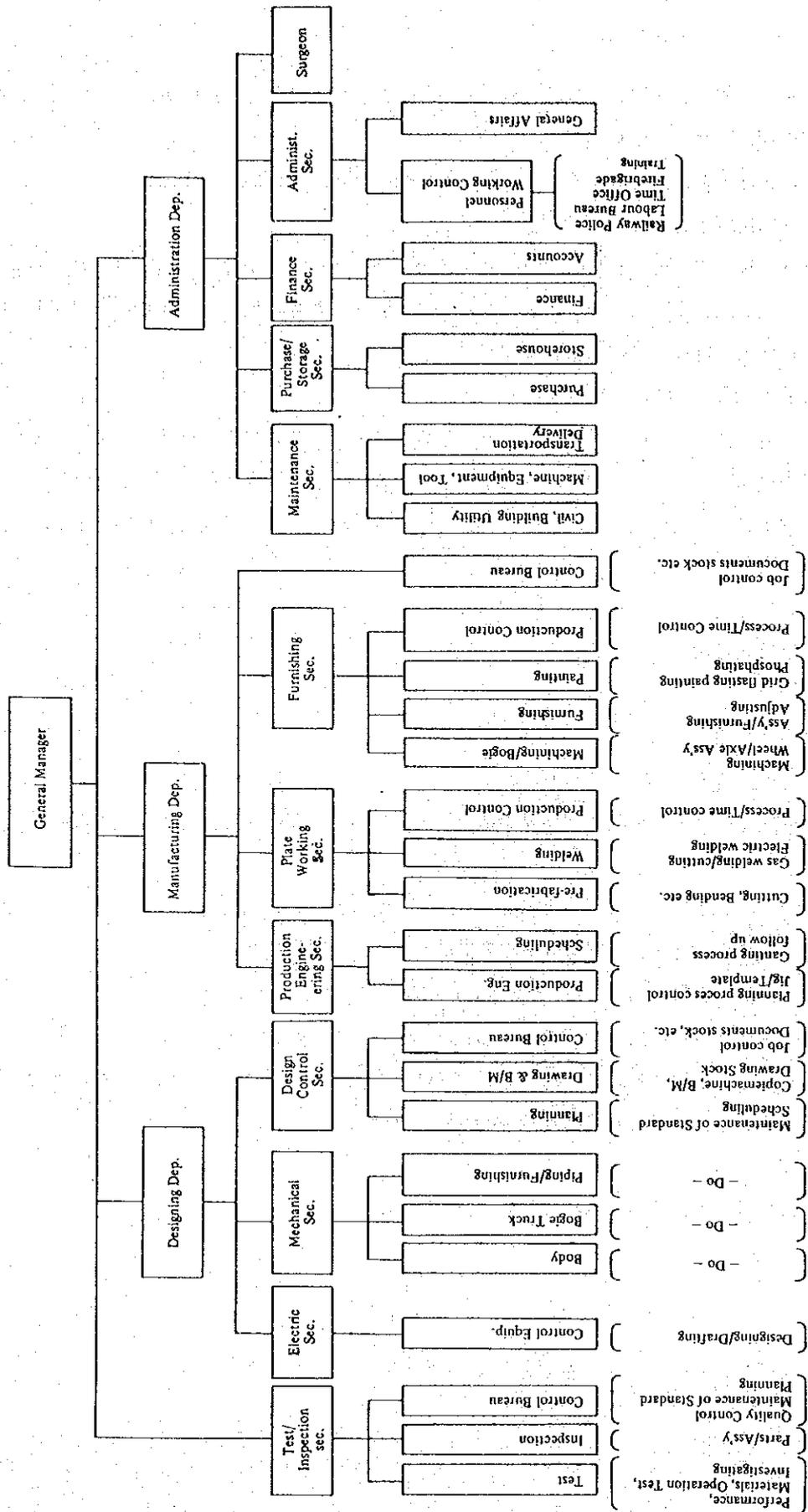


Fig. 6-7 Organization for Locomotive Factory

### 6-3-2 要 員

(1) 要員は次のようにして算出した。

(a) 直接作業者の人員は次式で求めた。

$$\text{人 員} = \frac{\text{負荷工数 (生産両数} \times \text{1両当りの生産所要時間)}}{\text{1人当り能力工数}}$$

1両当りの客車にて：生産所要時間は外国とパキスタン国との生産性を類推して求めた。

(b) 管理部門の人員

職務分析の手法を用い、組織を構成するに必要と考えられる人員を配分して求めた。

(c) 生産開始時の要員

生産立上り時期では安定生産時に比べ、多くの要員が必要である。この算定はパキスタン国鉄 Carriage Factory の生産実績を類推して行った。

(2) 要員算定

(1)により人員を算定し、更に職務に応じてGrade(S・A・B・C・D・Eの6区分)を定めた。

算定結果は生産台数2.5両/年の場合、889名である。

要員はTable 6-1に、各 Department および Section に対する要員はTable 6-2、6-3に、技術者の専門別に区分した要員をTable 6-4に、技能者の職種別要員をTable 6-5に示した。

なお、参考のため、Table 6-6を添付した。

Table 6-1 Personnel for Loco. Factory

Grade	R.N.S.P.	Out-turn 25 No.s/year		
		Staff	Labour	Total
S	20 - 21	2	-	2
A	18 - 19	13	-	13
B	15 - 17	27	-	27
C	11 - 14	78	-	78
D	5 - 10	125	356	481
E	1 - 4	175	113	288
Grand Total		420	469	889

Table 6-2 List of Staff/Labour (1)  
(Out-Turn 25 No.s/Year)

No.s of persons	Staff and establishment							Labour			Total
	S	A	B	C	D	E	Total	D	E	Total	
1. General Manager	1						1				
2. Administration Dept.		1					1				
Surgeon		1	1		7	5	14				
Administration Sec.		1					1				
General Affairs			1	2	4	13	20				
Personnel Working Control											
Firebrigade				1	9	10	20				
Time Office				1	4	5	10				
Labour Bureau			1	2	4	3	10				
Railway Police				1	5	14	20				
Training				1	2	1	4				
Finance Sec.		1					1				
Account			1	3	7	9	20				
Finance			1	2	4	3	10				
Purchase/Storage Sec.		1					1				
Storehouse			1	2	4	18	25				
Purchase			1	2	5	2	10				
Maintenance Sec.		1					1				
Transportation			1	2	7	12	22				
Delivery											
Machine Equipment, Tool			1	2	3	10	16				
Civil Building Utility			1	2	3	10	16				

Table 6-2 List of Staff/Labour (2)  
(Out-Turn 25 No.s/Year)

No.s of persons	Staff and establishment							Labour			Total
	S	A	B	C	D	E	Total	D	E	Total	
3. Manufacturing Dept.	1						1				
Control Bureau			1	1	3	5	10				
Furnishing Sec.		1					1				
Production Control			1	4	4	3	12				
Painting			1	1	2	2	6	19	6	25	
Furnishing			1	6	2	3	12	106	34	140	
Machine/Bogie			1	3	2	2	8	43	16	56	
Plate Working Sec.		1					1				
Production Control			1	4	4	4	13				
Welding			1	5	3	3	12	115	33	148	
Pre-fabrication			1	5	3	3	12	73	27	100	
Production Engineer- ing Sec.		1					1				
Scheduling			1	3	3	3	10				
Production Eng.			1	6	6	3	16				

Table 6-2 List of Staff/Labour (3)  
(Out-Turn 25 No.s/Year)

No.s of persons	Staff and establishment							Labour			Total
	S	A	B	C	D	E	Total	D	E	Total	
4. Designing Dept.		1					1				
Design Control Sec.			1				1				
Control Bureau				1	2	2	5				
Drawing & B/M				1	2	3	6				
Planning			1	1	1	2	5				
Mechanical Sec.		1					1				
Piping Furnishing				1	2	2	5				
Bogie frame			1	1	2	2	6				
Body			1	1	2	2	6				
Electric Sec.		1					1				
Control Equip.			1	1	2	2	6				
5. Test/Inspection Sec.		1					1				
Control Bureau				2	2	2	6				
Inspection			1	4	5	6	16				
Test			1	4	5	6	16				
Administration Dep.Total	G.M.										
	1	6	10	23	68	115	223				223
Manufacturing Dep. Total	1	3	10	38	32	31	115	356	113	469	584
Designing Dep. Total		3	5	7	13	15	43				43
Test/Inspection Sec.Total		1	2	10	12	14	39				39
Grand Total	2	13	27	78	125	175	420	356	113	469	889

Table 6-3 Number of Engineers by Specialty

(1) Engineer Classification (Grade A to C)

Divisions	Mechanical	Electrical	Civil engineering & building	Production control	Production technology						Total
					Plate working	Welding	Mechanical	Painting	Assembling	Electrical	
Design	7	3									10
Inspection	5	6									11
Production engineering				12							12
Manufacturing division				10	7	6	4	2	7	2	38
Maintenance	3	2	2	3							10
Total	15	11	2	25	7	6	4	2	7	2	81

(2) Grade/Specialty (Engineer)

		Years of experience		
		Graduate of University	Graduate of College	Graduate of Vocational school
Grade A	R.N.S.P. (18 - 19)	15 -	20 -	-
Grade B	R.N.S.P. (15 - 17)	7 -	15 -	-
Grade C	R.N.S.P. (11 - 14)	2 -	5 -	8 -

Table 6-4 Number of Artisans by Trade

(1) Number of artisans

Trade		Out-turn 25 No.s/year		
		D	E	Total
Plate work	Preparation	73	27	100
Welding	Welding	61	13	74
	Welding assembling	54	20	74
Sub Total		188	60	248
Assembling	Wiring	37	12	49
	Piping	37	12	49
	Assembling (Body, Bogie)	32	10	42
Painting		19	6	25
Mechanical		43	13	56
Sub Total		168	53	221
Total		356	113	469

(2) Qualification of artisans by grade

Grade	Year of experience		Note
	Graduate of high school	Graduate of middle school	
D	5 -	10 -	R.N.S.P 5 - 10 Skilled Labour
E	1 -	1 -	R.N.S.P 2 - 4 Semi-skilled Labour  R.N.S.P 1 Un-skilled Labour

Table 6-5 Personnel for Loco. Factory/Carriage Factory

	P.R. P.C.1 Proforma Loco factory	JICA F/S Locomotive Factory	Carriage factory
Planned out-turn per year	25 Locos	25 Locos	150 Cars
Skilled labour	320 (58.2%)	356 (75.9%)	1,357 (58.6%)
Semi-skilled labour	—	113 (24.1%)	593 (25.6%)
Un-skilled labour	230 (41.8%)		366 (15.8%)
Total labour	550 (100.0%)	469 (100.0%)	2,316 (100.0%)
Labour	550 (56.6%)	469 (52.8%)	2,316 (83.2%)
In-direct section	421 (43.4%)	420 (47.2%)	469 (16.8%)
Total	971 (100.0%)	889 (100.0%)	2,785 (100.0%)

(3) Calculation of manpower at production startup

The personnel for the locomotive factory was determined on the assumption that the skillness (for total manpower of staff and labour) at production startup was 80% in the Carriage Factory.

	Year	1	2	3	4	5	6	7	8
	Production		5	8	10	16	25	25	25
Manpower	Labour	300	500	500	597	673	548	493	469
	Staff	315	320	340	370	420	420	420	420
	Total	615	820	840	967	1,093	968	913	889

Fig. 6-8 Personnel of Loco. Factory (Out-Turn 25 Nos./Year)

Fig. 6-9 Out-Turn of Loco. Factory (Out-Turn 25 Nos./Year)

Fig. 6-10 Staff Position of Carriage Factory Islamabad  
(Administration & Workshop Combined)

Fig. 6-11 Out-Turn record of Carriage Factory Islamabad

Fig. 6-12 Study of Productivity in Loco. Factory (Out-Turn 25 Nos./Year)

Fig. 6-13 Study of Productivity in Carriage Factory

Details are shown in the above Figures.

Year	Labour	Staff	Total
1	300	315	615
2	500	320	820
3	500	340	840
4	597	370	967
5	673	420	1,093
6	548	420	968
7	493	420	913
8	469	420	889

Personnel

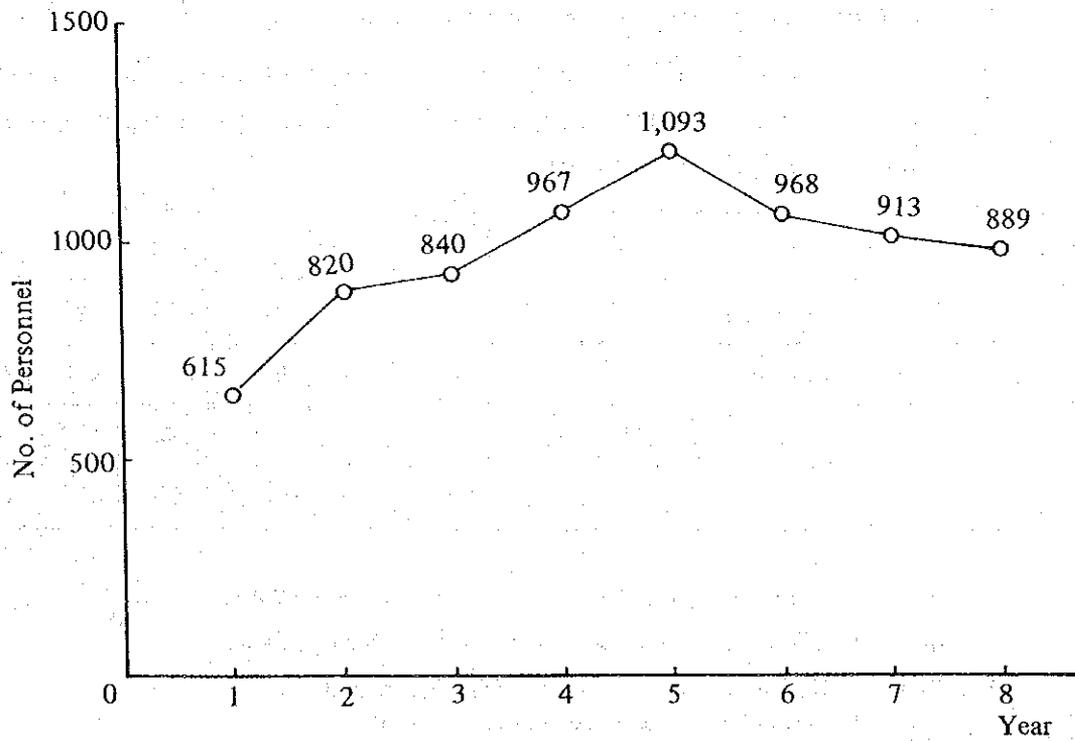


Fig. 6-8 Personnel of Loco. Factory  
(25 No.s/Year)

Year	Out-turn	Cumulative No.s
1	5	5
2	8	13
3	10	23
4	16	39
5	25	64
6	25	89
7	25	114
8	25	139

Out-turn

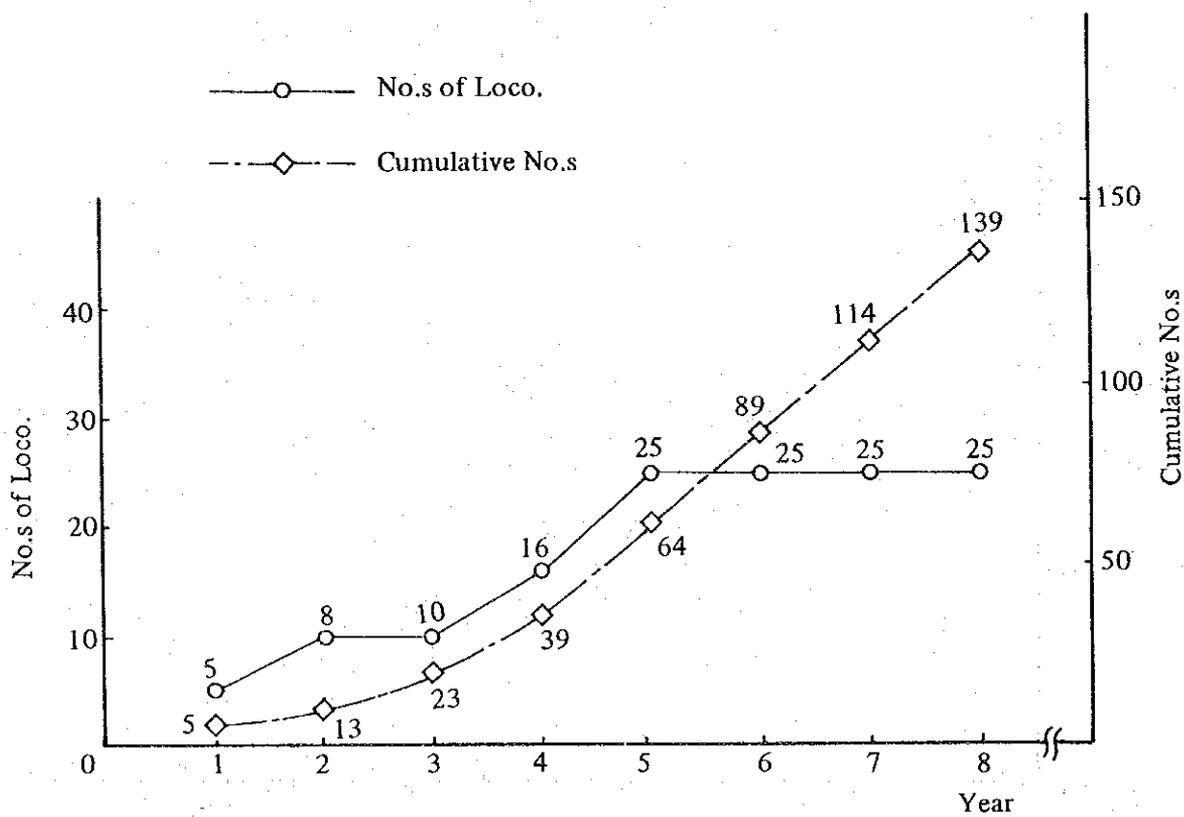


Fig. 6-9 Out-turn of Loco. Factory  
(25 No.s/Year)

S.No.	Year	Sanction Strength	On roll
1	December, 1971	934	628
2	December, 1972	1107	791
3	December, 1973	1135	833
4	December, 1974	1135	845
5	December, 1975	1954	1658
6	December, 1976	2862	2200
7	December, 1977	3930	2251
8	December, 1978	3930	2670
9	December, 1979	4250	2680
10	December, 1980	4037	2817
11	December, 1981	4037	2847

Staff Position On-roll

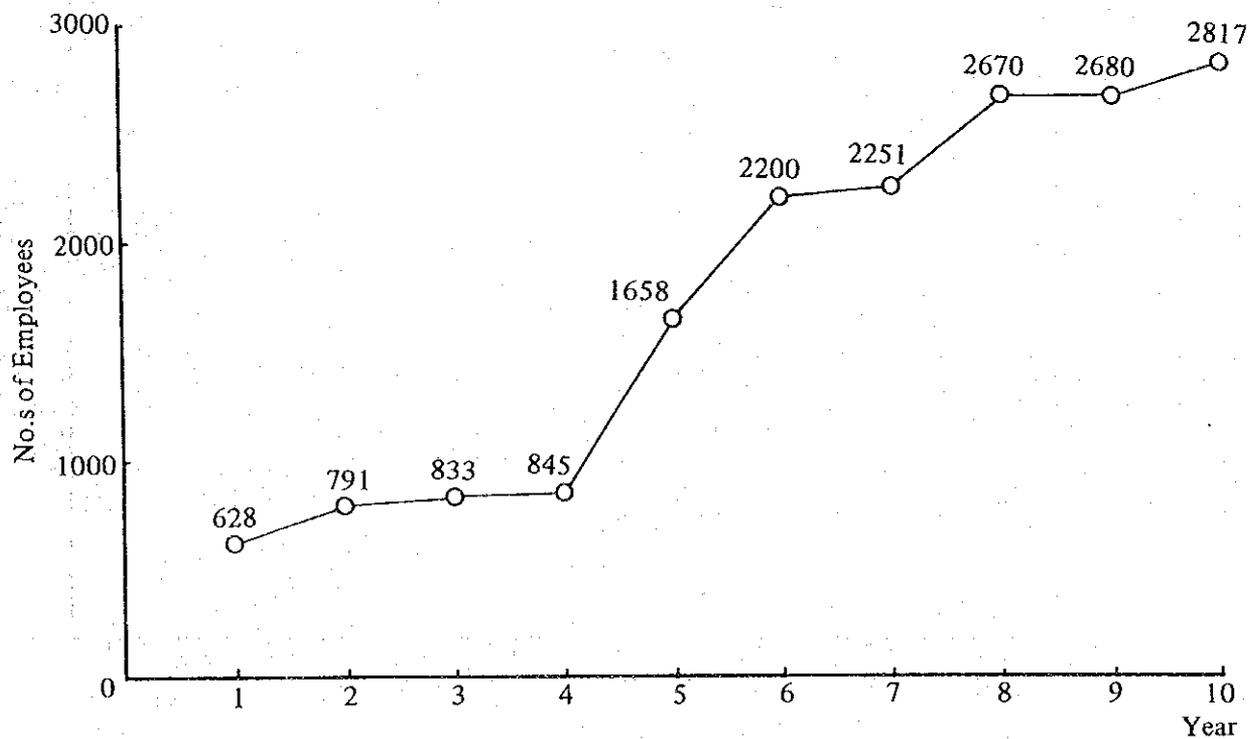


Fig. 6-10 Staff Position of Carriage Factory Islamabad  
(Administration & Workshop Combined)

Year	P.R. Carriages Out-turn of carriage factory	*Moghalpura workshops	B.R. carriages
1971-72	13		
1972-73	24		
1973-74	13		
1974-75	52		
1975-76	55	25	
1976-77	100	25	
1977-78	75	25	25
1978-79	43	44	107
1979-1980	135 (Physical O/Turn 102) P/Car 8=32 P/Van 3=12	44	27
1980-81	104 (Physical O/Turn=95) WFCN = 1.2 WGS	10	22
1981-82	103 (Upto the end of March)	5	TPP

\* Out-turn of carriage Factory is 50%

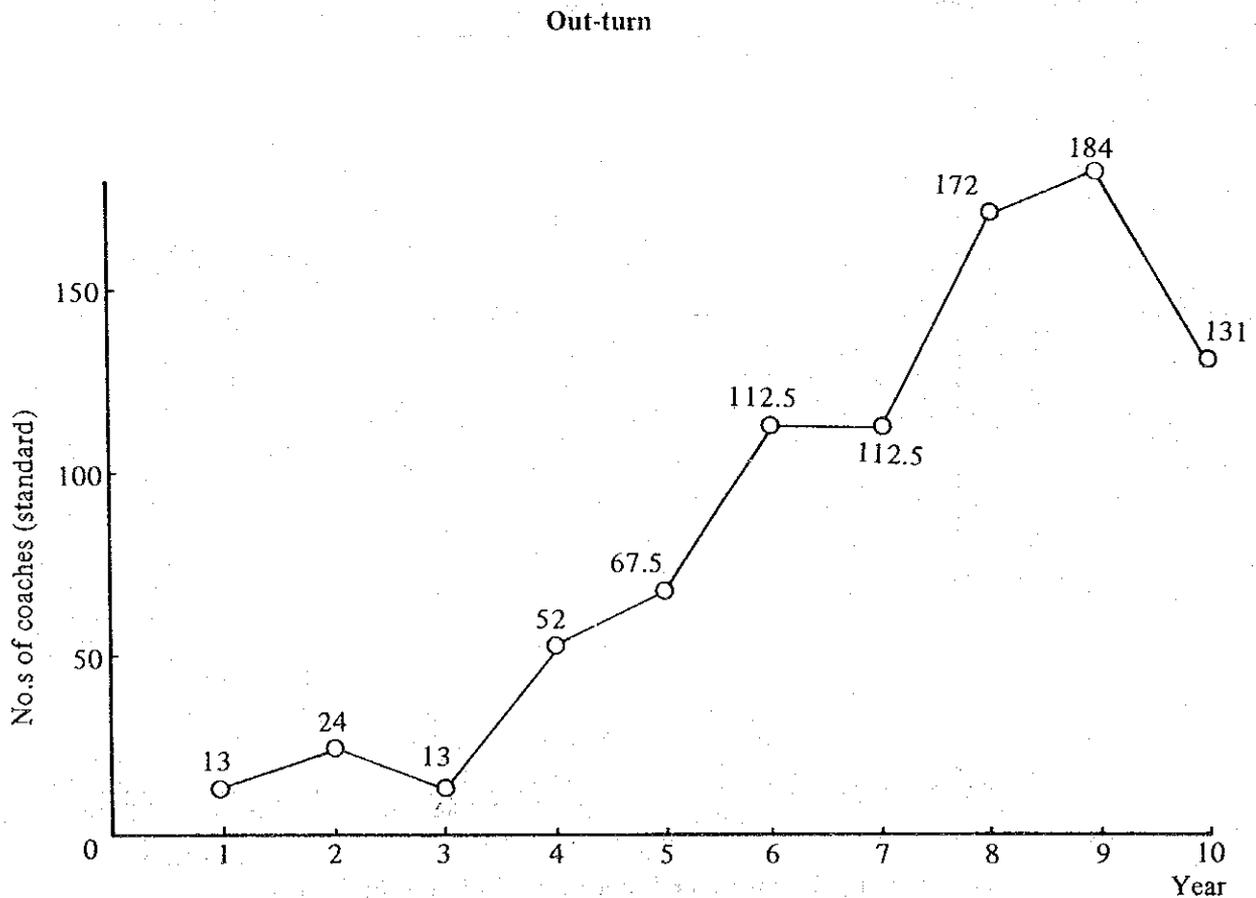


Fig. 6-11 Out-turn Record of Carriage Factory Islamabad

(1) Out-turn/Personnel

Year	Out-turn		Personnel		Personnel Out-turn $C=(B)/(A)$
	No.s/ Year	Cumulative (A) No.s	No.s/ Year	Cumulative (B) No.s	
1	(5)	(5)	(615)	(615)	(123)
2	8	8	820	820	102.5
3	10	18	840	1,660	92.2
4	16	34	967	2,627	77.3
5	25	59	1,093	3,720	63.1
6	25	84	968	4,688	55.8
7	25	109	913	5,601	51.4
8	25	134	889	6,490	48.4

(2) Learning Curve

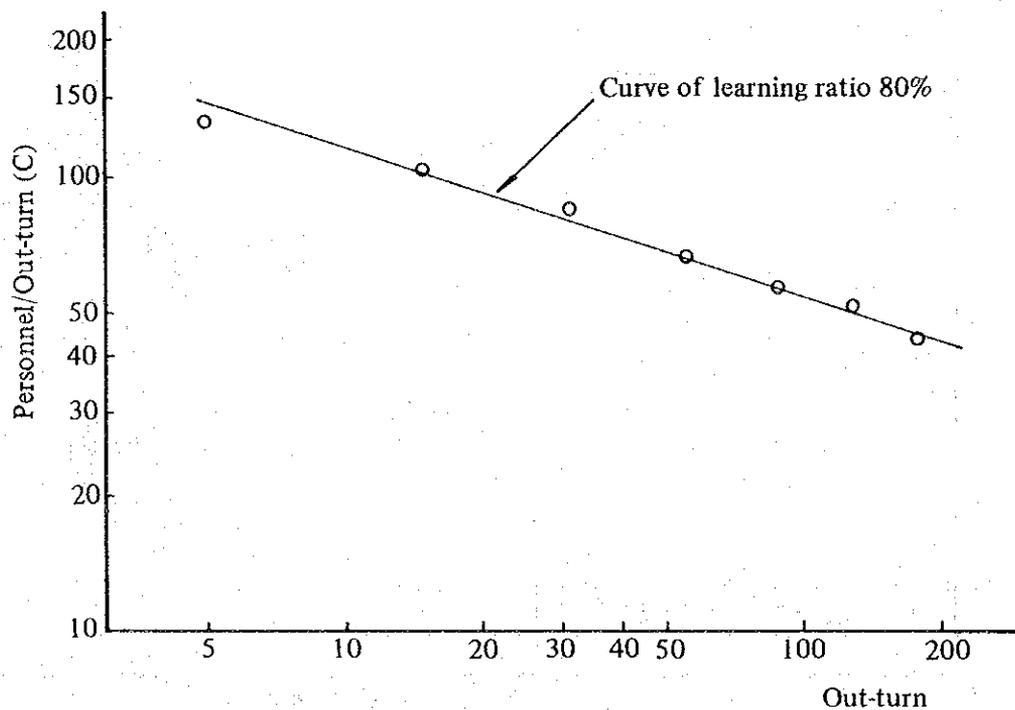


Fig. 6-12 Study of Productivity in Loco. Factory  
(Out-turn 25 No.s/Year)

### Learning Analysis of Carriage Factory Islamabad

Year	Out-turn		On-roll		On-roll/ Out-turn $C=(B)/(A)$
	Nos./year	Total (A)	Nos./year	Toal (B)	
1	13	13	628	628	48.3
2	24	37	791	1,419	38.4
3	13	50	833	2,252	45.0
4	52	102	845	3,097	30.4
5	67.5	169.5	1,658	4,755	28.0
6	112.5	282	2,200	6,955	24.6
7	112.5	394.5	2,251	9,206	23.3
8	172	566.5	2,670	11,876	20.9
9	184	750.5	2,680	14,556	19.4
10	131	881.5	2,817	17,373	19.7

Lerning Curve

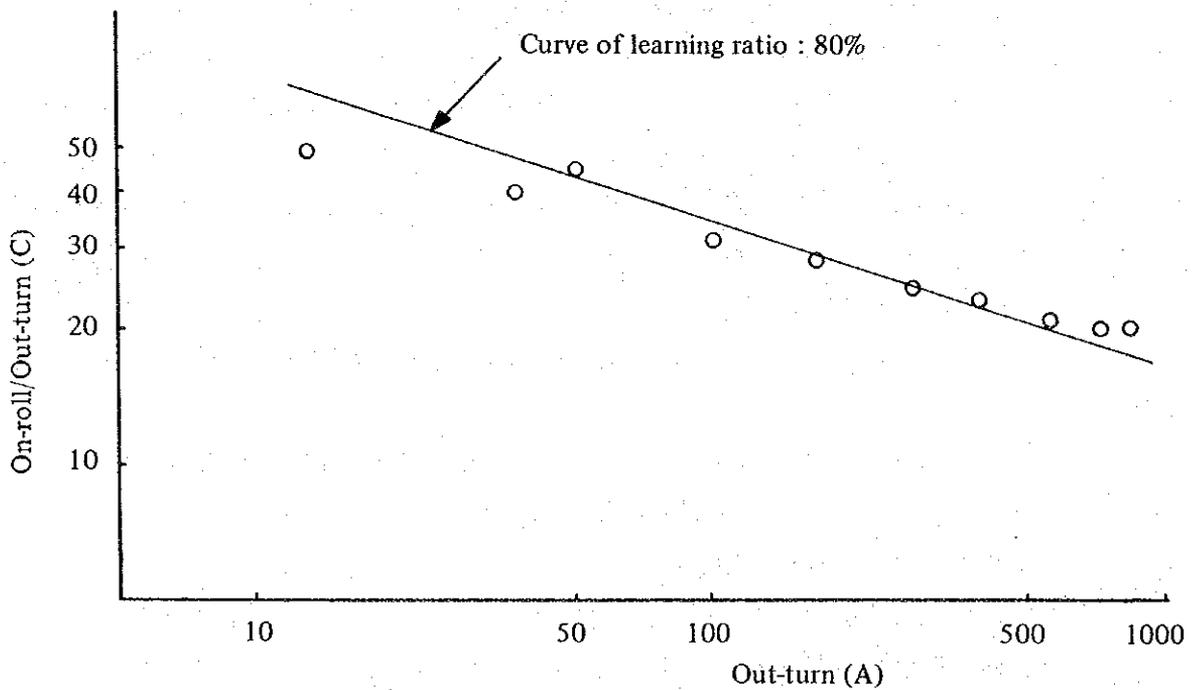


Fig. 6-13 Study of Productivity in Carriage Factory

### 6-3-3 運 営

#### (1) 工場生産開始時の運営

生産開始前の予備項目として下記事項をパキスタン国鉄で準備する必要がある。

##### (a) 特殊工具・治工具の準備

特殊工具・治工具は外国より購入する。簡易のものは機関車メーカーとの技術契約により図面供与をうけ、事前に製作すること。

##### (b) 人員の確保と訓練

運営に必要な人員を確保すること。事前技能訓練により能率の向上をはかることができる。教育訓練については6-4と7-3の教育を参照のこと。

##### (c) 外注品・購入品の手配準備

パキスタン国内で調達するものについては、購入仕様書の作成、メーカーの選定ならびに事前打合せを行う。また必要に応じて性能の確認、試作を行う。

##### (d) 生産計画と手配業務

生産のための管理を確立する。

##### (e) 図面・製作および試験マニュアル

機関車メーカーとの技術契約により図面マニュアル等を整備する。

##### (f) 初年度分機関車用部品5両分の準備

初年度は、不確定要素が大きく、問題の発生が多いのが一般である。また、技術・技能の習得も段階的に行うのが望ましい。

このため、初年度は国産化深度化計画のPhase I, Phase II に相当する5両分の部品を本プロジェクトの計画にくみこむことが妥当と考えられる。

##### (g) 工場全般の運営指導

本プロジェクトでは生産開始の前後約1.5年に亘り、機関車製造専門家による生産指導を行うことにした。(7-3教育参照)

さらに、本プロジェクトには含めていないが、製造工場全般の運営指導のため国外専門家(3名程度)を2~3年間受け入れることが効果的と考えられる。

上記の実施計画をFig 5-1に示してある。

#### (2) 生産計画

年次別生産計画は5-2に示した。

## 6-4 教育

### 6-4-1 教育計画

本プロジェクトに対して次の様に計画した。

#### (1) 訓練指導者の養成（国外での実習）

パキスタン国鉄では、既に客貨車の製造、機関車の修繕、保守を行っているが、機関車の製造に対しては新しい分野の技術、技能が必要になるので、指導者を外国で実務取得させる。（技術者および技能者）

#### (2) 養成訓練

新たに技能労働者になるものに対する教育訓練を従来のパキスタン国鉄の教育訓練に機関車製造に関する新分野を加えて行う。今回の機関車製造工場建設にあたっては多数の人員を養成することになる。

#### (3) 向上訓練

養成訓練を受けた作業員、その他、既に相当程度の技能を有する作業員に対して、その有する技能の程度に応じて機関車製造に必要な技能を追加して習得させることによってその能力を向上させるための訓練である。

#### (4) 生産開始時点での生産指導

機関車の生産開始に合わせて、外国技術者がパキスタン国の機関車製造工場において生産指導を行う。

(2)、(3)項についてはパキスタン政府およびパキスタン国鉄附属の教育施設で永続的訓練を実施する。

### 6-4-2 教育訓練の内容

#### (1) 訓練指導者の養成

パキスタン国鉄技術者、技能者を外国に訓練のため派遣する。この詳細を Table 6-6 に示す。

#### (2) 養成訓練

新設の機関車製造工場の必要要員の養成訓練はパキスタン国鉄既存の教育施設で行う。

操業開始時の必要要員は約 600 名（直接作業員、管理部門要員を含む）に達するので計画的訓練が必要である。

#### (3) 生産開始時点での生産指導

国外より技術者を機関車製造工場に招いて生産指導を行うもので、この詳細は Table 6-6 に示す。

#### (4) 向上訓練

養成訓練を受けた作業者および政府職業訓練学校（High School卒後2年間教育）卒を対象とし、これらに機関車製造工場における生産に必要な特殊技能について訓練するものである。

訓練の内容は、基本教育、実習を経て、下記の専門技能を習得させる。

溶接・製缶

電 工

機 械

検査・試験

養成訓練、向上訓練の教育内容をTable 6-7に示したが、詳細教科課程は本Tableをもととしてパキスタン国鉄で計画する必要がある。

Table 6-6 Training Programme

(1) Training of Pakistan Engineers and Technicians in Foreign Country

Item		Description	Persons concerned	Man x period (MAN-MONTH)
1	Design	Design and standard	B	1 x 3
	Drafting	Drafting, arrangement of production	C	1 x 3
2	Production as a whole	Production technology, production control	A	1 x 6
			B	1 x 6
3	Welding	Welding of parts, welding of large parts	C	1 x 3
			D	1 x 3
4	Plate working	Preparation, plate working and assembling	C	1 x 3
			D	1 x 3
5	Assembling	Assembling and fitting	C	1 x 3
			D	1 x 3
6	Machining	Machining of parts, machining of bogie frame	C	1 x 3
			D	1 x 3
7	Piping	Pipe bending and cutting, installation of piping	C	1 x 3
			D	1 x 3
8	Wiring	Preparation of wiring, wiring of locomotives	C	1 x 3
			D	1 x 3
9	Inspection and test	Test of electric circuit, parts test, overall test	B	1 x 3
			C	1 x 3
10	Rotating machine	Assembling of rotating machine	C	1 x 3
			D	1 x 3

(2) Production Guidance at Production Start

Item		Description	Leader	Man x period (MAN-MONTH)
1	Overall control	Production as a whole	E	1 x 12
2	Design	Design, preparation for production	E	1 x 12
3	Production as a whole	Production technology, production control	E	1 x 6
4	Welding	Welding	T	1 x 9
5	Plate working	Plate working, preparation	T	1 x 9
6	Assembling	Assembling and fitting	T	1 x 9
7	Machining	Machining	T	1 x 9
8	Piping, wiring	Piping, wiring	T	1 x 9
9	Rotating machine	Test and inspection of rotating machine	T	1 x 6
			E	1 x 6
10	Controller	Assembling of control circuit	T	1 x 9
11	Inspection	Inspection and quality control, test of locomotives	E	1 x 9
			E	1 x 9
12	Maintenance	Maintenance system of mechanical and electrical facility	E	1 x 9
			T	1 x 9

Total 132 men-month

Note : E = Engineer  
T = Technician

Table 6-7 Outline of Training Curriculum

Trade of training	Job	Lessons	Practices	Remark
Mechanical drawing	Preparing of parts drawing and assembly drawing. Plate layout, cutting plan and weight calculation of materials	Mechanical drawing, Machine element, Strength of materials, Structure of diesel electric locomotive.	Mechanical drawing Preparation of shop drawing, dies and bill of materials	
Electrical drawing	Drawing of electrical instruments Preparation of wiring diagram	Electrical drawing, Electrical engineering strength of materials. Structure of diesel electric locomotive.	Drawing of control panel Wiring diagram	
Electrical outittings and wiring	Wiring of main and control circuit Out-fitting and adjustment of electrical instruments	Structure of diesel electric locomotive, Strength of materials, Drawing and outittings of electrical instruments	Preparation of detailed wiring chart Wiring and adjustment of electrical instruments	Model of circuit
Welding	Welding of under-frame, bogie frame, body and parts	Drawing, Strength of materials, Welding method, Structure of diesel electric locomotive.	Fillet welding and butt welding, Manual welding, semi-automatic welding and gas cutting.	
Outittings of pipes	Piping for air, vacuum, water, oil and electricity. Fixing, inspection and adjustment of valves in these connections.	Structure of diesel electric locomotive. Strength of materials, Drawing and outittings of piping.	Cutting and bending of pipes. Fitting of valves and pipes. Test of pipings and their fixtures	
Machining	Machining of bogie frame and locomotive's parts. Estimate of work time	Structure of diesel electric locomotive, Machine elements, Machining method, Strength of materials and drawing. Machining by machine tools with numerical control.	Machining by lathes and milling Machines.	Models of control for machine tools

Trade of training	Job	Lessons	Practices	Remark
Inspection	Performance test of locomotive. Inspection of parts. Quality control and quality assurance.	Structure of diesel electric locomotive. Machine elements, Strength of materials, Electric engineering preparation of electric circuit drawing. Measuring method	Mesuring and test of materials and parts Wiring and test of electrical instruments. Performance test of Locomotive.	Measuring instruments  Test machines and equipments.

Note: 1. Objectives for education and training for graduates from governmental training institute.

2. Training Period for freshmen 1 year  
for improved technology 3 months

#### 6-5 建設工程

機関車製造工場の操業開始時期を考慮して、今後に行われる詳細設計はこれに引き続く。工事契約、建設工事の工程をTable 6-8に示す。

Table 6-8 Time Schedule for Construction of Loco. Factory

Item	Year	1983	1984	1985	1986	1987
Preliminary Design		=====				
Detailed Design			Machinery & Electricity Civil and Building			
Land			Acquisition			
Development			Earth Work Road, Electricity			
Track Installation				Side Track		
Civil Work				Purchasing of Imported Material Construction of Factory		
Machinery and Electricity				Purchasing of Machinery and Plant Installation		
Colony				Construction of Colony		