

2-2 道路輸送計画

本調査の対象範囲から都市内交通は除いていることを冒頭で注記しておく。

(1) 旅客輸送

1) 車種別旅客輸送人キロ

都市間車種別輸送量は次の2ケースについて算定した。

ケースA；現在までの傾向が継続すると仮定した場合。

ケースB；貨物輸送においてパキスタン鉄道がこれまでより多く利用されると仮定した場合。

表2-2-1 車種別旅客輸送人キロの予測結果

Fiscal year		1980/81		1987/88		1999/00	
Case	Item	Passenger km (billion)	Share (%)	Passenger km (billion)	Share (%)	Passenger km (billion)	Share (%)
A	Motor car & Wagon	5.06	13.8	7.68	13.8	13.63	13.8
	Bus	31.53	86.2	47.84	86.2	84.28	86.2
	Total	36.59	100.0	55.52	100.0	98.91	100.0
B	Motor car & Wagon	5.06	13.8	7.66	13.8	13.54	13.9
	Bus	31.53	86.2	47.96	86.2	83.63	86.1
	Total	36.59	100.0	55.62	100.0	97.17	100.0

Note: JICA Study Team estimates

表2-2-1によればケースAとケースBの間に大差はないが、これは鉄道重視を貨物輸送のみに限定しているためである。

2) 公営セクターのバス購入計画

現在公営セクターが直面している問題はバスの不安定な供給である。表2-2-2は、バスによる州別機関別旅客輸送人キロとそのシェアである。

表2-2-2 1980/81年のバスによる旅客輸送人キロとそのシェア

Province	Organization	Passenger-km/year (million)	Share (%)
Punjab	PRTB	2,460	12.6
	Private	17,139	87.4
	Subtotal	19,599	100.0
Sind	SRTC	270	3.6
	Private	7,208	96.4
	Subtotal	7,478	100.0
NWFP	NWFP RTB	835	23.5
	Private	2,719	76.5
	Subtotal	3,554	100.0
Balchistan	-	-	-
	Private	895	100.0
	Subtotal	895	100.0
Total	Semi public	3,565	11.3
	Private	27,961	88.7
	Total	31,526	100.0

Source : Result of inter-city demand forecast in this study

Operational results of semi public sector

Note : SRTC obtained 80 new buses in 1981/82.

この表から、PRTBとNWFP.RTBがそれぞれの州で12.6%と23.5%というシェアを保っているのに比べ、SRTCはわずか3.6%と低いシェアにとどまっていることがわかる。

民間セクターが経営活動を積極的に発展、拡大していくことは極めて望ましく、また第5次5ヶ年計画の方針とも一致するものである。しかし、だからといって公営セクターが継続的赤字を理由にそのサービスを縮小したり或いは中止したりしてよいということにはならない。

民間セクターの存在理由が利潤追求という点にある限り、社会福祉の観点から公営セクターは一定のシェアを保つことが必要であろう。

このプログラムで最も重要な点は、一旦公営セクターのシェアを設定した後は、当該プランに沿って毎年必要なバスを継続的に購入することである。

そうすれば、各機関の経営が安定し、技術者や運転手の質や人数を十分考慮した上で採用することができるからである。

本調査では現状に鑑み、公営セクター各機関のシェアを次のように設定した。

1. PRTBおよびSRTC : 10%

当該地域の人口密度は比較的高く、民間セクターの積極的な投資が期待できる。

2. NWFP.RTB : 20%

当該地域の人口密度はやや低く、パンジャブ州、シンド州と比較するとあまり民間セクターの投資を多くは期待できない。

前述のシェアに基づいて、図2-2-1に従いバス購入計画を作成した。

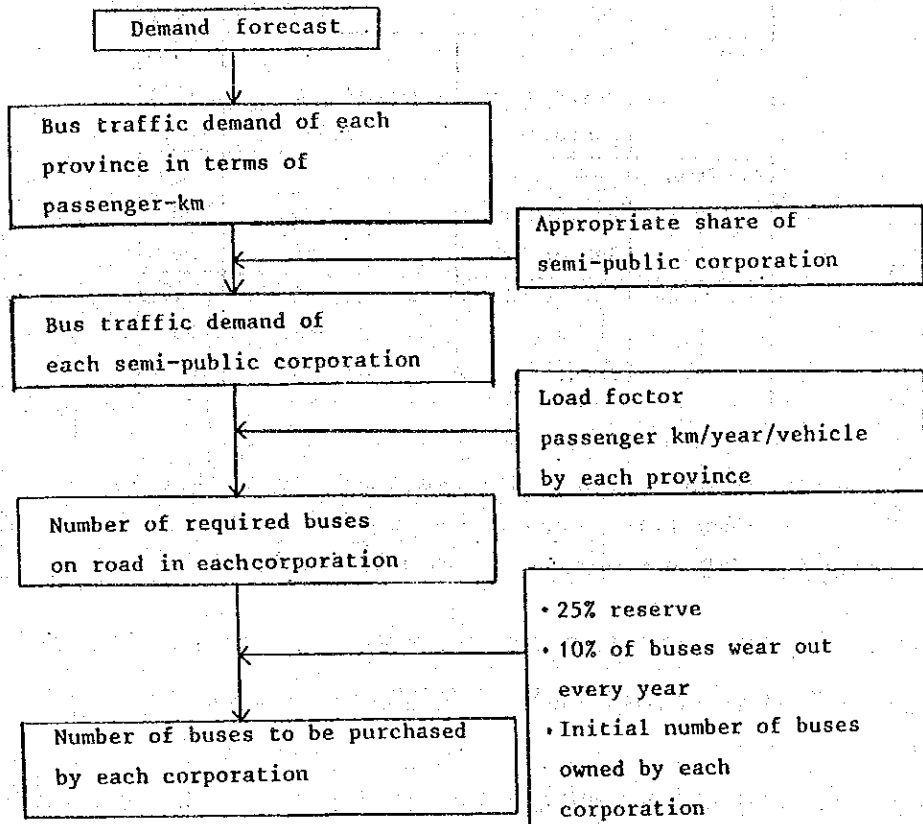


図2-2-1 バス購入プログラム作成フロー

表 2-2-3 公営セクターの必要バス台数と費用

Item Organi- zation	Fiscal year	Number of buses (vehicles)	Cost (million Rs)		
			Local	FEC	Total
PRTB	1983/84	190	105.05	55.42	160.47
	'84/85	110	60.82	32.09	92.91
	'85/86	110	60.82	32.09	92.91
	'86/87	115	63.58	33.55	97.13
	'87/88	120	66.35	35.00	101.35
	'83/84-'87/88	645	356.62	188.15	544.77
	'88/89-'99/00	1,965	1086.45	573.19	1659.64
SRTC	1983/84	85	47.00	24.79	71.79
	'84/85	40	22.12	11.67	33.79
	'85/86	45	24.88	13.13	38.01
	'86/87	45	24.88	13.13	38.01
	'87/88	50	27.65	14.59	42.24
	'83/84-'87/88	265	146.53	77.31	223.84
	'88/89-'99/00	770	425.73	224.61	650.34
NWFP	1983/84	0	0.00	0.00	0.00
	'84/85	35	19.35	10.21	29.56
	'85/86	50	27.65	14.59	42.24
	'86/87	50	27.65	14.59	42.24
	'87/88	50	27.65	14.59	42.24
	'83/84-'87/88	185	102.30	53.98	156.28
	'88/89-'99/00	830	458.91	242.11	701.02
Grand total	'83/84-'87/88	1,095	605.45	319.44	924.89
	'88/89-'99/00	3,565	1971.09	1039.91	3011.00
	'83/84-'99/00	4,660	2576.54	1359.35	3935.89

Note 1. Basis of cost estimates is shown in Table 2-2-4.

2. There is no difference between case A and B for number of buses to purchase.

表 2 - 2 - 4 費用算定根拠

(million Rs/bus)

Particulars	(A) Local	(B) FEC	(A)+(B) Total
1. Cost of chasis (CBU)	0.1611	0.2636	0.4247
2. Cost of body fabrication including sales tax	0.1818		0.1818
3. Cost of spare parts 10% of FEC 150% of initial buy of spares	0.0396	0.0264	0.0396
4. Subtotal	0.3825	0.2900	0.6725
5. Civil work-depot, machinery, major over-haul, non-commercial vehicles, working capital and contingency	0.1704	0.0017	0.1721
Total	0.5529	0.2917	0.8446

Note 1. Data is based on fleet expansion plan of KTC from 1979/80 to 1983/84.

2. Costs of civil work-depot, machinery etc. is estimated by multiplying its ratio to cost of chasis, body and spare parts given in afore said report.

(2) 貨物輸送

1) 1987/88および1999/00年の貨物輸送需要予測

将来都市間貨物輸送トンキロは表2-2-5に示すとおりである。

表2-2-5 貨物輸送需要予測結果

(million ton km)

Case Fiscal year	1980/81	1987/88	1999/00
A	16514	29952	66519
B	16514	26296	51561

- Note :
1. Case A is assumed that present tendency will continue.
 2. Case B is assumed that Pakistan railway will be utilized more for freight transport in future.
 3. This is the results of JICA study team estimates.
 4. Intra-zonal traffic is excluded from this data.

2) 大型トラックによる貨物輸送の経済分析

a) 分析方法

ここでは、貨物輸送の経済性について図2-2-2に示すフローに従って検討した。

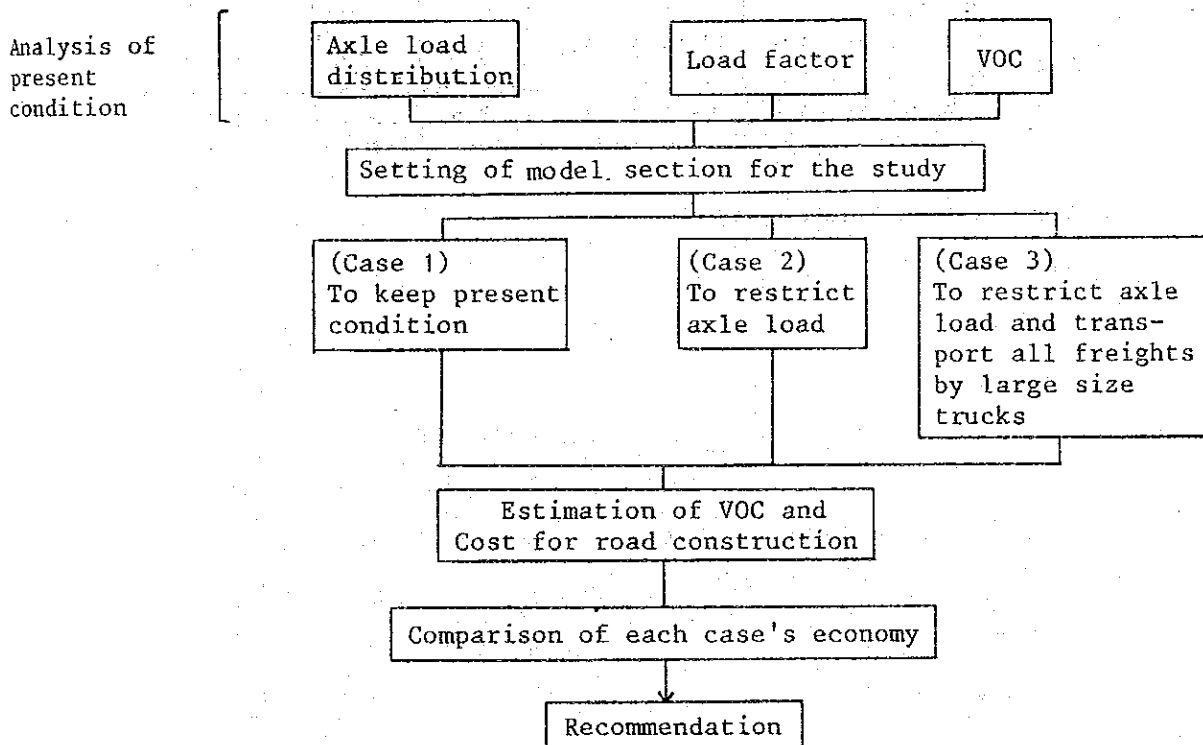


図2-2-2 貨物輸送の経済分析作業フロー

b) 現状分析

① 車種別貨物車交通量

都市間の幹線道路においては、貨物車交通量のうち2軸トラックが85～93%を占め、3～5軸の大型トラックはわずか3～5%に過ぎない。(表2-2-6参照)

表2-2-6 車種別貨物車交通量

(upper vehicles/day, lower %)

Place	Type Item	Pick up Van	2axles Truck	3axles Truck	4axles Truck	5axles Truck	Others	Total
Jhelum Bridge	Traffic volume	328	2468	76	19	4	21	2916
	Share	11.2	84.7	2.6	0.7	0.1	0.7	100.0
Sadiqabad	Traffic volume	68	2560	27	53	9	30	2747
	Share	2.5	93.2	1.0	1.9	0.3	1.1	100.0
Karachi (Super Highway)	Traffic volume	405	5106	33	229	6	10	5789
	Share	7.0	88.1	0.6	4.0	0.1	0.2	100.0
Total	Traffic volume	801	10134	136	301	19	61	11452
	Share	7.0	88.5	1.2	2.6	0.2	0.5	100.0

Source : Traffic volume survey 1982 NTRC

② 軸荷重分布

2軸トラック

2軸トラックの軸荷重分布は図2-2-3に示すとおりである。

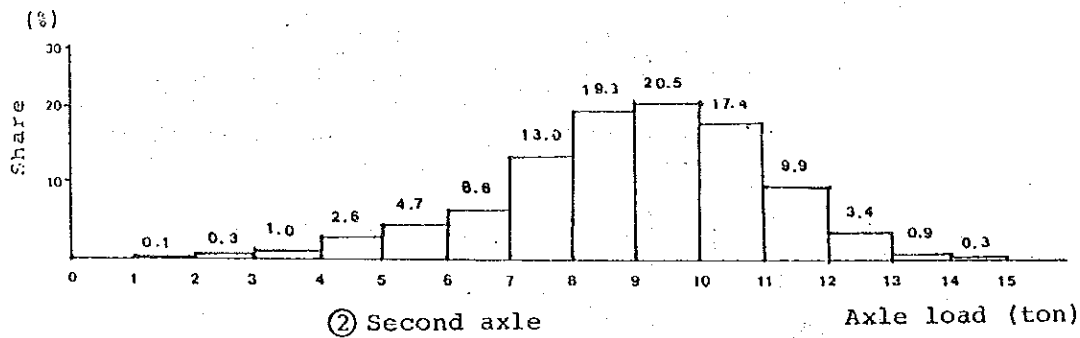
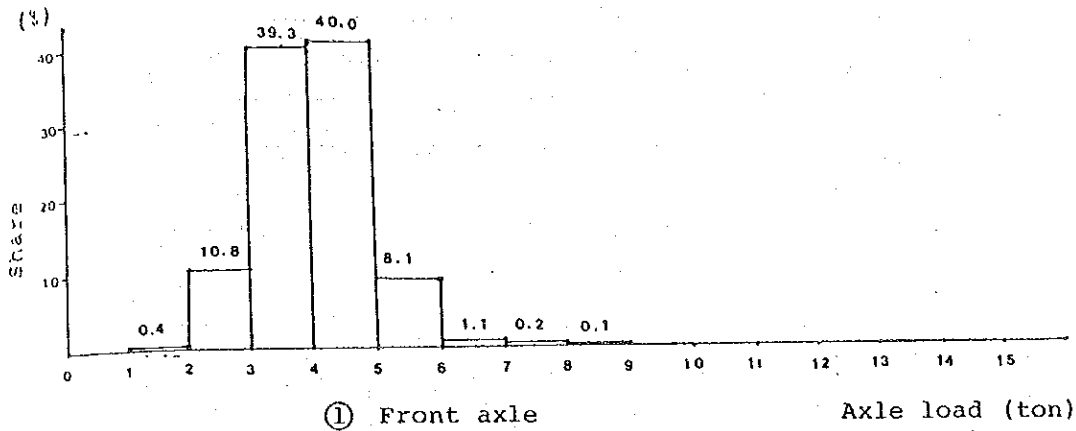


図2-2-3 2軸トラックの軸荷重分布

4軸トラック

4軸トラック(フィアットセミトレーラー)を多軸大型トラックの代表例として大型車の経済性検討を行った。多軸車両については軸荷重調査が十分ではなかったため、調査団が次の手順に沿って軸荷重分布を推定した。

- ①積載荷重分布は、2軸トラックの積載荷重分布パターンを4軸トラックの最大積載重量(20 ton)にシフトして求めた。
- ②総重量分布は、積載荷重分布に車体重量(13 ton)を上乗せして求めた。
- ③軸荷重分布は、総重量を表2-2-7に示す各軸の支持比率に分配して求めた。

表 2-2-7 軸荷重の支持比率

Axles	Front (Single)	Second (Single)	Third (Single)	Fourth (Single)	Gross (Single)
Axle loads (kg)	4593	11432	10103	9585	35713
Ratio of axle loads	0.13	0.32	0.28	0.27	1.00

Source : Axle load survey 1981 NTRC

その結果は図 2-2-4 に示すとおりである。

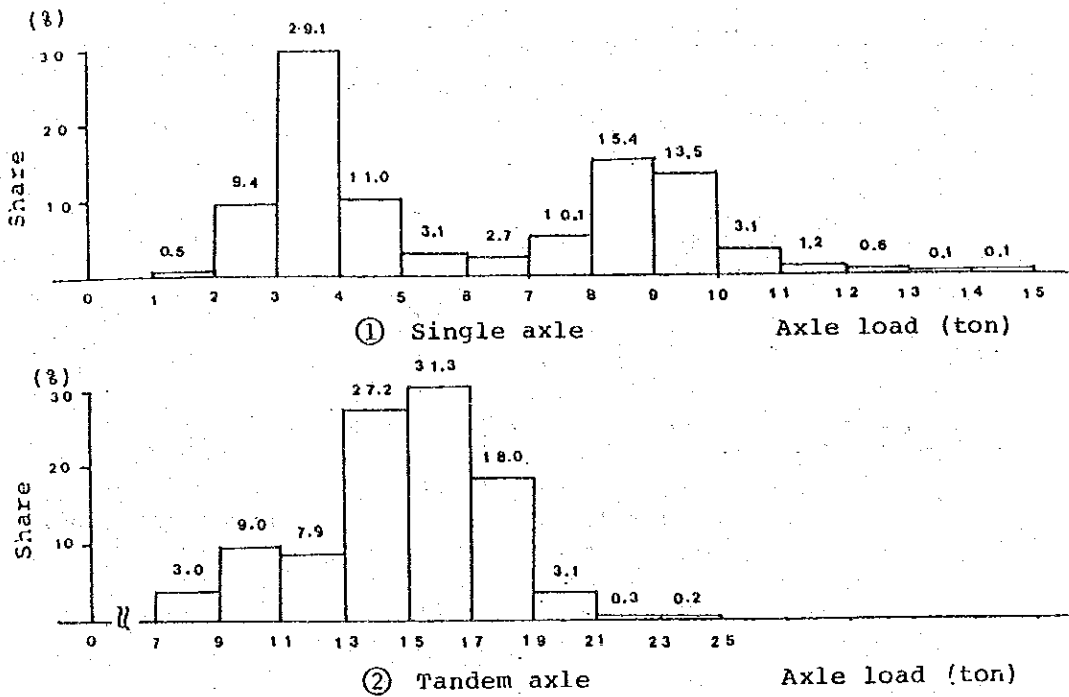


図 2-2-4 4軸トラックの軸荷重分布

最大軸荷重を単軸で10 ton, タンデム軸で18 tonに規定している国が多いが, この結果は2軸トラックの場合10 tonを越えるものが16%もあることを示している。

c) 貨物輸送の費用分析

貨物輸送の経済費用分析を次の3ケースについて行った。

ケース1

- 貨物車の車種構成割合は現状維持。
(2軸車: 96.2%, 4軸車: 3.8%)
- 軸荷重の規制は行わない場合。

ケース 2

- 貨物車の車種構成割合は現状維持。
- 最大軸荷重を単軸について 10 ton, タンデム軸について 18 ton に規制を行い, かつ厳しく施行する場合。

ケース 3

- 貨物車はすべて 4 軸車に大型化する。(フィアットセミトレーラーと同時に)
- 最大軸荷量の規制を行う場合。

道路建設費は次の条件で算定した。

- 設計寿命：20 年
- 道路延長：1 Km
- 車線数：2 車線 (舗装)
- 初年度貨物輸送需要：7,000,000 ton/年
- 年平均伸び率：0 %
- CBR : 5 %
- 舗装設計は " Road Note 29 " による。

結果は表 2-2-8 に示すとおりである。

表 2-2-8 舗装設計と建設費

Case		Subbase	Basecourse	Surface	Total
1	Thickness (mm)	280	255	165	700
	Cost (Rs/km)	-	-	-	3,459,700
2	Thickness (mm)	260	230	125	615
	Cost (Rs/km)	-	-	-	3,330,840
3	Thickness (mm)	260	230	125	615
	Cost (Rs/km)	-	-	-	3,330,840

Note : Land acquisition cost is excluded.

道路建設費は過載軸荷重にも 20 年間耐えるよう設計したケース 1 が最も高くなっている。しかしケース 3 の結果より, 多軸大型トラックを導入しても軸荷重規制を行っている限り道路建設費は増加しないことがわかる。

従って, 第一に, 最大軸荷重を単軸で 10 ton, タンデム軸で 18 ton に規制すること

を提案する。この軸荷重規制を行えば、2車線道路の建設においては129,000ルピー/Kmが節約できると考えられる。

ここでは問題を単純化して上記の値を導いたが、実際、パキスタンにおける状況はさらに複雑である。

過去に建設された道路の舗装はかなり不十分なものが多く、超過軸荷重による衝撃は道路の消耗、損傷を加速度的に早めていると考えられる。

よって、これら既存の道路の維持管理費も計算に入れると軸荷重規制は、より大きな効果が期待できるはずである。

2軸および4軸車の車両走行費は表2-2-9に示すとおりである。

表2-2-9 車両走行経済費用

Item \ Type		(Rs/ton.km)	
		2 axles truck (Bedford) Pay load: 9 ton	4 axles truck (Fiat semi trailer) Pay load: 20 ton
Fuel		0.0633	0.0415
Oil		0.0033	0.0021
Tyre		0.0151	0.0388
Maintenance	Labour	0.0084	0.0038
	Parts	0.0139	0.0284
Depreciation		0.0319	0.0580
Capital cost		0.0310	0.0635
Crew cost		0.0489	0.0220
Total		0.2158	0.2581

この結果によれば、多軸大型車による貨物輸送は2軸トラックに比較して、燃料、オイル、運転手のコストの面では経済的である一方、償却費や資本コストの面では不利であることがわかる。

各車種別データをクロスチェックした結果、これはパキスタン国で最も多用されているベッドフォード型トラックの車両価格が、その部品の55パーセントが国内生産されていることによって、他車種の価格よりも低くなっていることによるものであることがわかる。

また、重量大型建設機械の輸送等のように、大型貨物車の導入が不可欠である場合も起りうるので、経済性のみで結論を下すこともできない点も考慮する必要があるだろう。

したがって、第二の場合として、多軸大型車の導入は車両価格の経済性や運転手の就業機会への配慮が無視されることのないよう緩やかなペースで推進されることが適切である。

(3) 国内で必要となる新規車両数

国内で新規に必要なであろう車両数を次の要領で算定した。

- ① 車種別交通需要を自動車走行台キロベースで予測する。
 - ② 自動車走行台キロを1台1日当り平均走行キロで割り必要車両台数を求める。
 - ③ 毎年10%の車両が、耐用年数を過ぎたために使用不能となっていくと仮定する。
 - ④ 前年度からの使用可能車両数と当該年度必要車両数の差が新規必要車両数である。
- 結果は表2-2-10に示すとおりである。

表2-2-10 国内で必要となる新規車両数

(vehicles/year)

Case	Item Type	Number of vehicles produced in 1979/80	Number of required new vehicles		
			1983/84	1987/88	1999/00
A	Bus	1,930	4,000	5,000	8,000
	Motor car /Wagon	1,619	33,000	38,000	62,000
	Truck	5,089	7,000	8,000	18,000
	Total	8,638	44,000	51,000	88,000
B	Bus	1,930	4,000	5,000	8,000
	Motor car /Wagon	1,619	33,000	38,000	62,000
	Truck	5,089	6,000	7,000	14,000
	Total	8,638	43,000	50,000	84,000

Notes: Number of vehicles produced in 1979/80 is based on "Transport bulletin (Supplementary No.1) NTRC 1981".

Number of required new vehicles is estimated by JICA study team.

2-3 鉄道計画

2-3-1 鉄道輸送の特徴

鉄道輸送の特徴は、安全性と経済性に大別して考えることができる。これらの特徴が十分発揮できる場所には、鉄道の存在価値と発展が認められる。輸送需要が多様化し、交通需要に占める鉄道のシェアが低下する世界的傾向の中において、パキスタン国の経済および交通需要は、鉄道の有するメリットを再認識する環境条件を備えていると考えられる。

鉄道の特徴の第一は安全性である。正確に言えば安全、迅速、正確であるといえる。これらの目的のため、鉄道は地上設備と車両とが高度に結合されたシステムとして運転されている。自由度の低い車両を効率的に制御するために、地上設備により多くの機能と信頼性が要求される。

第二の特徴は経済性である。経済性は大量輸送と輸送効率からみることが出来る。鉄道の輸送システムが効率的に稼働した場合の輸送コストは極めて低く、かつ鉄道は即効的輸送の対応が可能である事を過去の実例が示している。

これら数々の特徴を可能にするため、鉄道が取り得る方策は表2-3-1に示すとおりである。

表2-3-1 鉄道輸送の方策

	Safety	Punctuality	Quickness	Mass transport	Transportation efficiency
Improving safety devices	○		○		
Increasing tractive force		○	○	○	
Increasing the number of trains				○	
Long-distance through transport			○		○
Concentration of goods stations			○		○

(1) 保安装置の改善

保安装置は駅間の閉そく装置、駅構内の連動装置およびこれらと結合して動作する列車制御装置がある。閉そく装置の改善は自動信号化として、駅連動装置の改善はCTC化、継電連動化等として、列車制御装置の改善は、ATC、ATS、車内信号化等として実施されている。一日片道の列車本数が50本前後におよぶ区間においては、自動信号化、継電連動化、ATS等が合わせて集約されている例が多い。この結果、列車の運転取扱時間が短縮し、また列車の運転時隔を短縮することが可能となる。

(2) けん引力の向上

一般に、機関車の出力の増強が実施される。この結果加速力が向上し、高速列車が可能になる。また一方では列車のけん引重量を増し、大量輸送も可能となる。出力の増強はDLけん引のまま行方場合と、電化による場合がある。電化は同じ重量の機関車で多くの貨車をけん引でき、^{*1} エネルギー効率、修繕費等の点でDLけん引より利点があるが、初期投資を伴うので線区毎に投資の効果を検討して実施に移される。

*1 電気機関車は同一重量のディーゼル機関車より20～25パーセント高い出力をもつことができる。

(3) 列車本数の増加

輸送の需要が少ない間は、単線のまま駅間隔を短縮し、閉そく区間を短縮することにより列車本数を増加することが行われる。単線のまま列車本数を過度に増加することは、待避時間の増加により平均速度の低下を来たすので、片道40本程度になると複線化が行われることが多い。列車の本数の増加が期待される線区では経済活動も活発となり、時間価値も高まり、速度向上が併せて実施されることが多い。

(4) 長距離直行輸送

列車および機関車を区間を限って運行する場合、各接続地点での機関車、客車、貨車の交換、解放、連結のための時間的損失は無視できず、輸送効率の低下に結びつくことになる。このため発地から目的地まで直行輸送を行うことが、到達時間の短縮および正確さを確保するために最善の方法である。また機関車は、場合によって客車、貨車を含め定期的運行のスケジュールを作り、極力待時間を少なくすることが輸送効率を高めるうえで重要である。

(5) 貨物取扱駅の集約

貨物を小駅に分散取扱いせず、大駅に集中して取扱いを行わせることが、貨物列車を直行輸送にするうえで必要不可欠となる。従来は、区間運転列車により貨物の小駅からの集結を行っているが、この場合ヤードで方面別列車の組成、駅別仕訳が必要となり、輸送日数の増加を伴う。このため集約駅においては直行貨物列車と集配トラックを結合させ、戸口間輸送を行うことが所要時間短縮に最も効果的である。また集約駅の数は少い程列車の運行は単純化され、効率は高められることとなる。

2-3-2 現在の輸送の課題

120年の輝かしい歴史を有するパキスタン鉄道ではあるが、現在の輸送の実態から判断すると、旅客列車が比較的順調に運転されている反面、貨物列車は設計能力を遥かに下廻って運営されていると考えられる。それらの原因は、次の事柄に集約して考えられる。

(1) 貨物列車が長大な運転時間を要している原因

1) 計画による運転時間が長い原因

- 単線、複線とも絶対閉そくであるため、列車の行違い、列車の追越しに多くの時間を必要とする。
- 機関車のけん引力が小さいため加速に時間がかかる。
- ブレーキが真空ブレーキのため減速に時間がかかる。
- 地上設備（橋梁など）の速度制限により時間が延びる。
- 貨車構造により最高速度が制限される。
- 車両性能に起因する出発準備、検査、調整等に時間を要する。

2) 列車走行中に遅延が発生する原因

- 機関車の劣化、整備不良による故障。
- ヤード、ターミナル駅における他列車の影響による待時間。
- 保守作業のための徐行による遅れ。
- 信号機光度不足（石油ランプのため）のため低速度による信号現示確認のための遅れ。
- 遅延列車の処理に関する連絡設備が不十分なための二次的遅れ。

(2) 車両の使用効率が低下した原因

- 貨物列車用機関車の非定期運用の制度
- 客車、貨車の故障
- ターミナル荷役作業に基づく貨車の滞留。
- 旅客列車の定員不足による客扱時間の遅れ。
- 旅客座席予約効率の低下。

(3) 地形的条件による制約

- 勾配による列車けん引能力の低下。
- 急勾配用特殊運転取扱。

(4) 通勤輸送との競合

- 通勤輸送の線路容量への圧迫。

2-3-3 輸送計画の構想

需要想定の結果2000年の交通需要は、旅客はケースA（現行シェア型推定）で46,662百万人キロ、ケースB（鉄動移行型推定）で47,377百万人キロと推定される。これらは1980/81年に比し、それぞれ3.1倍、3.2倍に達する。また貨物はケースAで20,188百万トンキロ、ケースBで36,357百万トンキロと推定され、同じく1980/81年に比し、それぞれ2.5倍、4.5倍に達する。

この結果Karachi～Samasata間の列車本数が、現在は片道最大で旅客18本、貨物12本であるが2000年時点では、それぞれ58本、54本に達する可能性を有し合計では112本となり、現在の輸送設備でこれらの列車を運転することは、まず不可能といわねばならない。

想定された交通需要に対応する輸送計画を考えるには大別して、

- 輸送方式の変更：主としてソフト面の変更
- 輸送設備の改善：主としてハード面の改善

が考えられる。現在の輸送の問題点を考慮すると、これら双方の調和のとれたシステムの変更が不可欠であると考えられる。

2-3-4 輸送方式の改革

(1) 列車運転方式

需要想定の結果によれば片道100本を越す列車の設定が必要となる。しかし、列車本数が増えると一列車の遅延が他の列車へ波及する頻度が多くなる。このため列車本数を減ずる努力が必要となる。また線路の保守作業等、列車の運行に影響を与える作業の総量の統制により、列車の遅延を極力抑えることが大切である。

これら列車の運行に関連する事柄をあげると次の通りである。

- けん引能力を十分に活用できる列車組成をする。
- 機関車を長距離運用とする。
- 乗務員運用を機関車運用と分離する。
- 車両運用を定期化する。
- 旅客、貨物列車の機関車運用を分離する。
- 車両の性能向上と合せて特殊運転取扱を見直す。
- 保守作業間合の設定と作業量の統制をする。

(2) 旅客輸送

旅客交通量は2000年に平均で3.1倍(人キロベース)となる。特にKarachi~Lahore間の発着は3.9倍の高い伸びが想定される。この需要に対処するためには、列車本数の増加のみではカバーできないので、一列車の容量を増加させる必要がある。このためには車両の増結又は客車一両の容量を増す方法が有力である。しかし、増結の方法はホームの延伸が必要となるので、客車の容量を増す方が得策と考えられる。

この調査では寝台定員は全体として漸増とし、大部分を座席定員の増で対応する考えとした。

長距離列車	空調装備車	1両
	寝台	$28 \times 1 = 28$ 人
	二等車	14両
	寝台	$16 \times 14 = 224$ 人
	座席	$72 \times 14 = 1,008$ 人
	合計	1,260人
短距離列車	二等車	15両

座席 $96 \times 15 = 1,440$ 人

なお、短距離通勤輸送は10%程度の立席輸送を考慮した。

旅客輸送の改善方策は次のとおりである。

- 長距離、短距離輸送の分離運用
- 長距離列車の容量増加
- 編成両数の増加、座席比率の拡大

このように計画した結果、各区間の最大列車本数は次のとおりである。

表2-3-2 旅客列車の最大運転本数(片道)

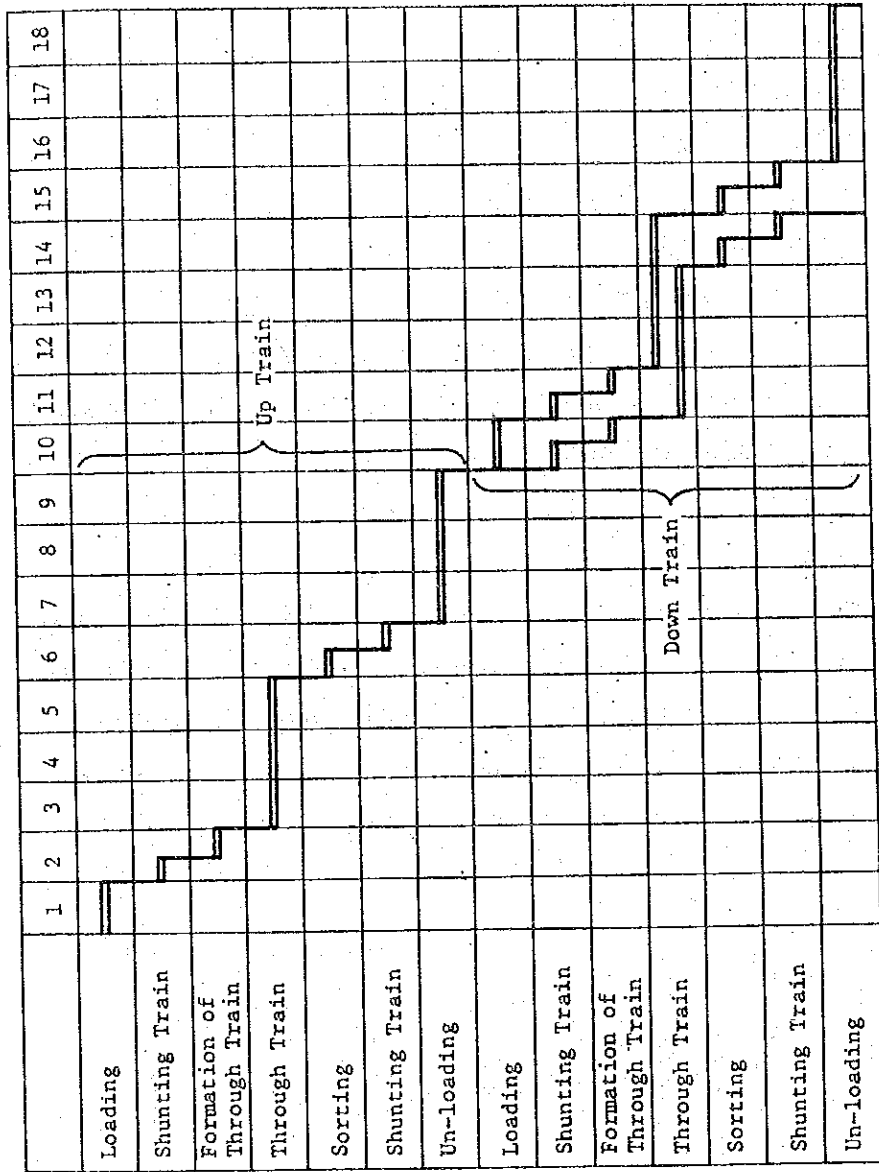
Karachi ~ Rohri	30
Rohri ~ Samasata	29
Samasata ~ Khanewal (Both Routes)	31
Khanewal ~ Lahore	23
Khanewal ~ Faisalabad	6
Khanewal ~ Sargodha	3
Lahore ~ Lala Musa	19
Lala Musa ~ Rawalpindi	8
Rawalpindi ~ Peshawar	3
Rohri ~ Quetta	5

Source: Calculation by the Study Team

(3) 貨物輸送

貨物輸送には前述したとおり数多くの問題点が存在しており、想定される4.5倍(トンキロベース)の輸送を完遂するためには抜本的なシステムの変更が必要である。このため現状の輸送がどのように行われているかを分析することも有意義であると考えられる。

図2-3-1は、現行貨物輸送における平均的貨車のTurn-Roundを推定したものである。貨車は都市間直行列車として組成される前に約2日、直行列車として走行に3日、目的地集結ヤード到着後4日の日時を要している。輸送が片道であれば14日、往復であれば18日程度のTurn-Roundを有している。Up-Countryよりの貨物は40%前後と考えられ、Turn-Roundの平均は15日程度となる。これは統計の結果とも似かよっている。



Note: Assumption based on the experience of Japanese railways.

図 2 - 3 - 1 現在の貨車の Turn-Round (推定)

この貨物輸送の着眼点は、次の3点であると考えられる。

- 鉄道によるフィーダ輸送。
- 列車走行時間。
- 取卸待機時間。

これら3点を削減することにより、貨物輸送は抜本的に改善されることが考えられる。この解決策として次の6点を推薦する。

- Karachi～Lahore間に高速列車の導入。
- 貨物集約拠点の設置。
- 拠点駅間直行列車の設定。
- 幹線における隘路の解消。
- フィーダー輸送のトラックへの転稼。
- 拠点駅における倉庫の運営。

1) Karachi～Lahore間高速列車の導入

2000年の需要想定によれば、KarachiからLahore、Faisalabad地域への交通量は、トンキロベースで全国の30%程度になると想定される。さらに将来の海運のコンテナ化時代に対処し、高速輸送体系を確立することは、陸上交通における鉄道のシェアの回復に最善の方法であるといえることができる。

a) コンテナ輸送

2000年時点でKarachiより概ね1,000km程度を越すUp-Country向けのコンテナは、ボンド貨物としてKarachi、Lahore間を高速輸送する。この際列車単位3,000トンクラスとし、高出力の電気機関車により平均速度60km/h程度で1日に4往復輸送する。1988年の海運のコンテナ化と合わせてLahoreにドライ・ポートを新設する。需要は2000年の30%程度であるので、当面は2000トンクラスのけん引で1日2往復輸送する。

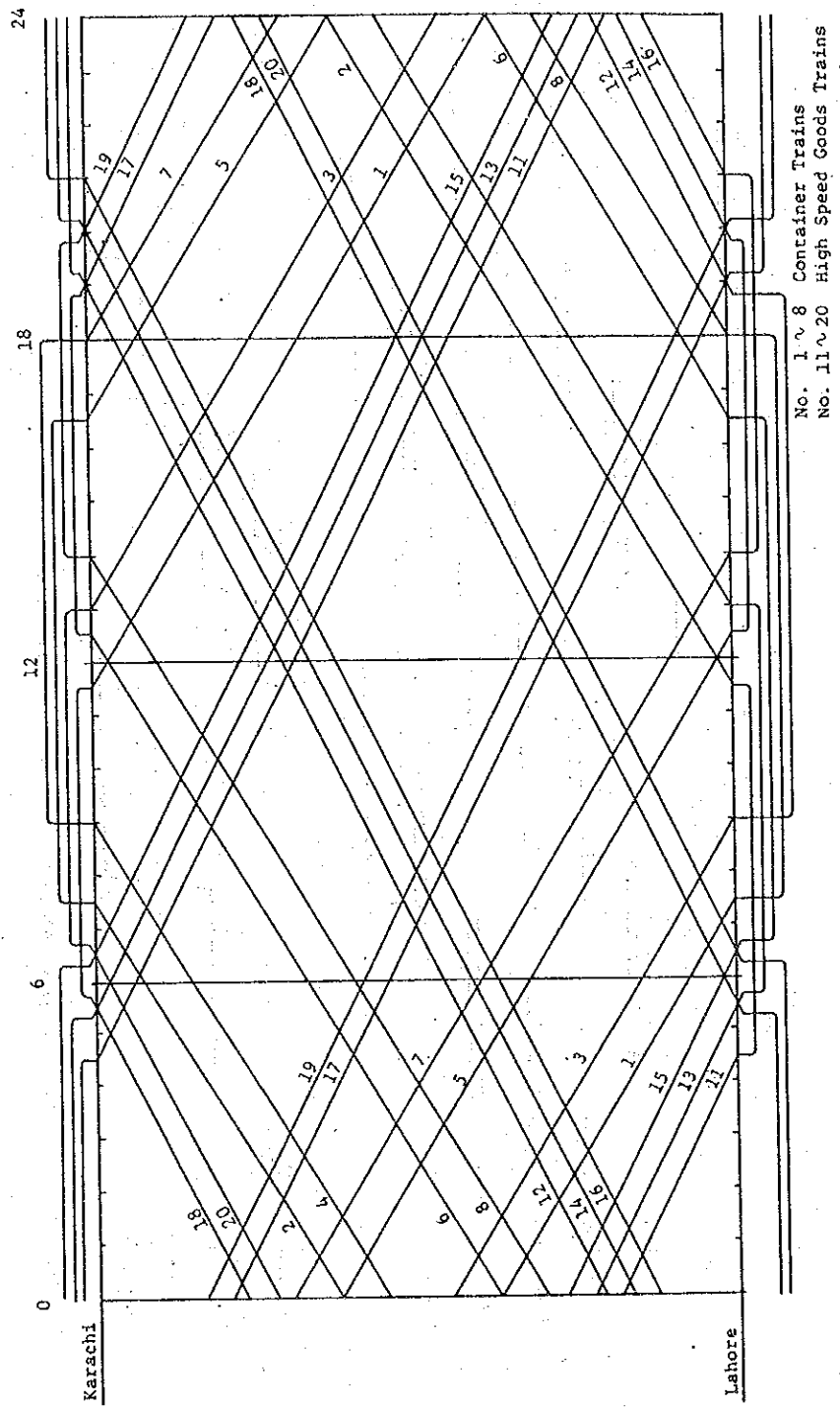
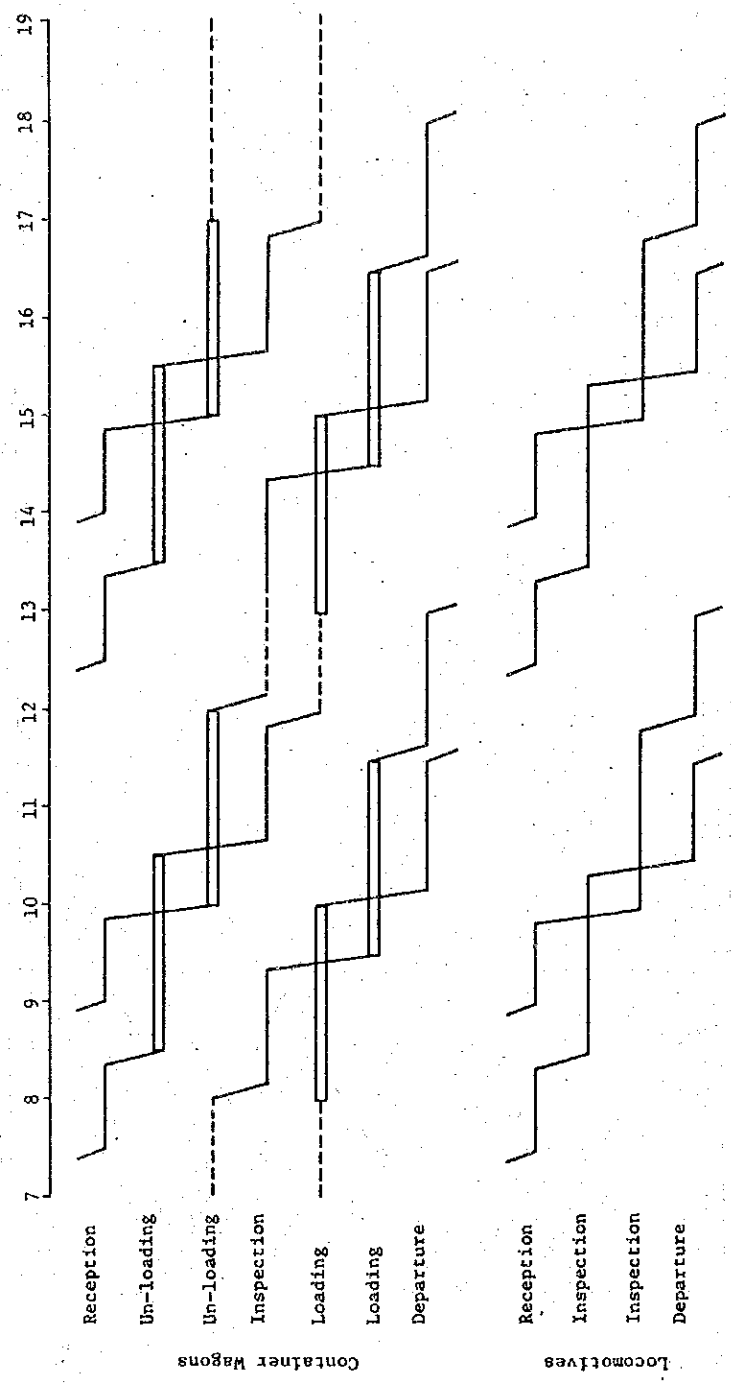


図 2-3-2 急行貨物列車ダイヤの一例



Note: Locomotive working diagram shows exclusive rotation for container trains.

図 2-3-3 コンテナ列車のターミナルでの作業ダイヤ

表 2 - 3 - 3 コンテナ列車の性能

	1988	2000
Number of containers per year (up):	45,900	135,000
Number of containers per day:	153	450
Number of trains per day (one-way):	2	4
Average number of containers loaded per train:	77	113
Maximum number of containers loaded per train:	90	126
Number of goods wagons per train:	30	42
Average gross tonnage per train to be designed:	1995	2751
Locomotives: KMR to SMA:	DL 3000 HP	EL 4000 KW
SMA to LHR;	EL 3000 HP	EL 4000 KW

Source: Calculations based on the demand forecast by the Study Team

b) 高速貨車輸送

Karachi から Lahore, Faisalabad 地区への輸送のうちコンテナの占める割合は 30%未滿であり残りは一般貨車輸送となる。このため高速貨車の固定編成による直通往復輸送を導入する。この列車はコンテナ列車と同一型機関車の共通運用により、平均速度 50 Km/h 程度で Karachi ~ Lahore 間を専用運転する。この列車の性能は表 2 - 3 - 4 のとおりとなる。

表 2 - 3 - 4 高速貨物列車の性能

(Unit: t)

	1988	2000
Annual amount of transport (up):	762,000	2,830,000
Amount of transport per day:	2,540	9,433
Number of trains per day:	2	5
Average weight of load per train:	1,270	1,887
Capacity of load per train:	1,568	2,330
Number of goods wagons per train:	35	52
Gross tonnage per train to be designed (annual mean):	2,231	3,314
Locomotives: KMR to SMA:	DL 3000 HP	EL 4000 KW
SMA to LHR:	EL 3000 HP	EL 4000 KW

Source: Calculations based on the demand forecast by the Study Team

この高速化と合わせて、貨物の到着予報を行い、貨物引取りを指定することとする。これにより貨車の Turn-Round を短縮し、図 2 - 3 - 4 (a) に示すごとく 6 日を想定することができる。なおこの列車設定により Karachi 発 Lahore, Faisalabad 地区着の半分以上の貨物はこの列車により輸送できる。また逆ルートの大半の貨物は下り便を利用して輸送することが期待できる。

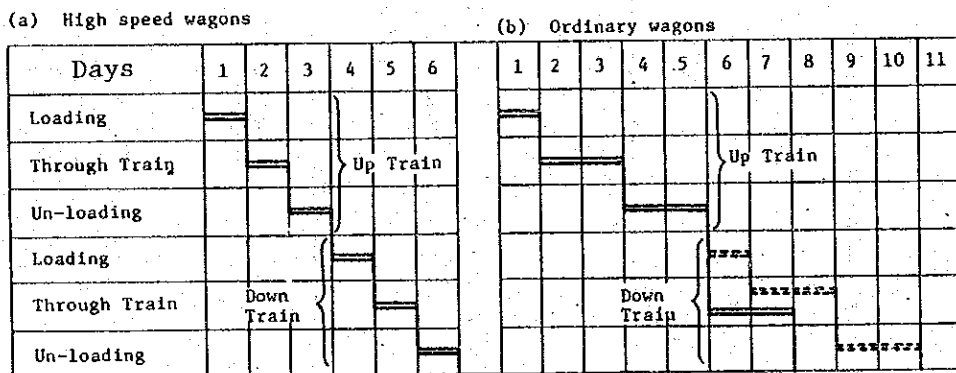


図 2 - 3 - 4 将来の貨車の Turn-Round

2) 貨物集約拠点の設置

全体の貨物量が一定である場合、貨物取扱を多くの駅で行うことは、発着駅のリンクが増大し列車運行を複雑化する。また貨物列車の組成および仕訳を多くし、輸送の所要時間を増加させる大きな原因となる。また貨物取扱駅数を過度に縮少すれば、輸送はすべて道路へ流れることとなる。

貨物の集約拠点選定の基準は次のようである。

- 鉄道輸送網の交叉点、または輸送の中心点になっている駅。
- 付近の鉄道、道路の中心となっている駅。
- 経済活動の中心地。
- 人口の多い都市。
- 貨物の集配が1日に1回以上可能な駅勢圏。
- 発送、或いは到着する貨物の量が列車を組成するに十分な量であること。

これらを参考にして、本調査では図2-3-5に示す15の貨物取扱い拠点を選定した。拠点駅の駅勢圏は半径約100kmと設定されている。

例えば肥料の輸送についてみると、各工場はこの距離以内に入っている。したがって工場に引込み線があれば、量に応じて直行列車を仕立てることが可能であり、もし引込み線がないとしてもトラックによって最寄りの拠点駅まで輸送することが可能である。

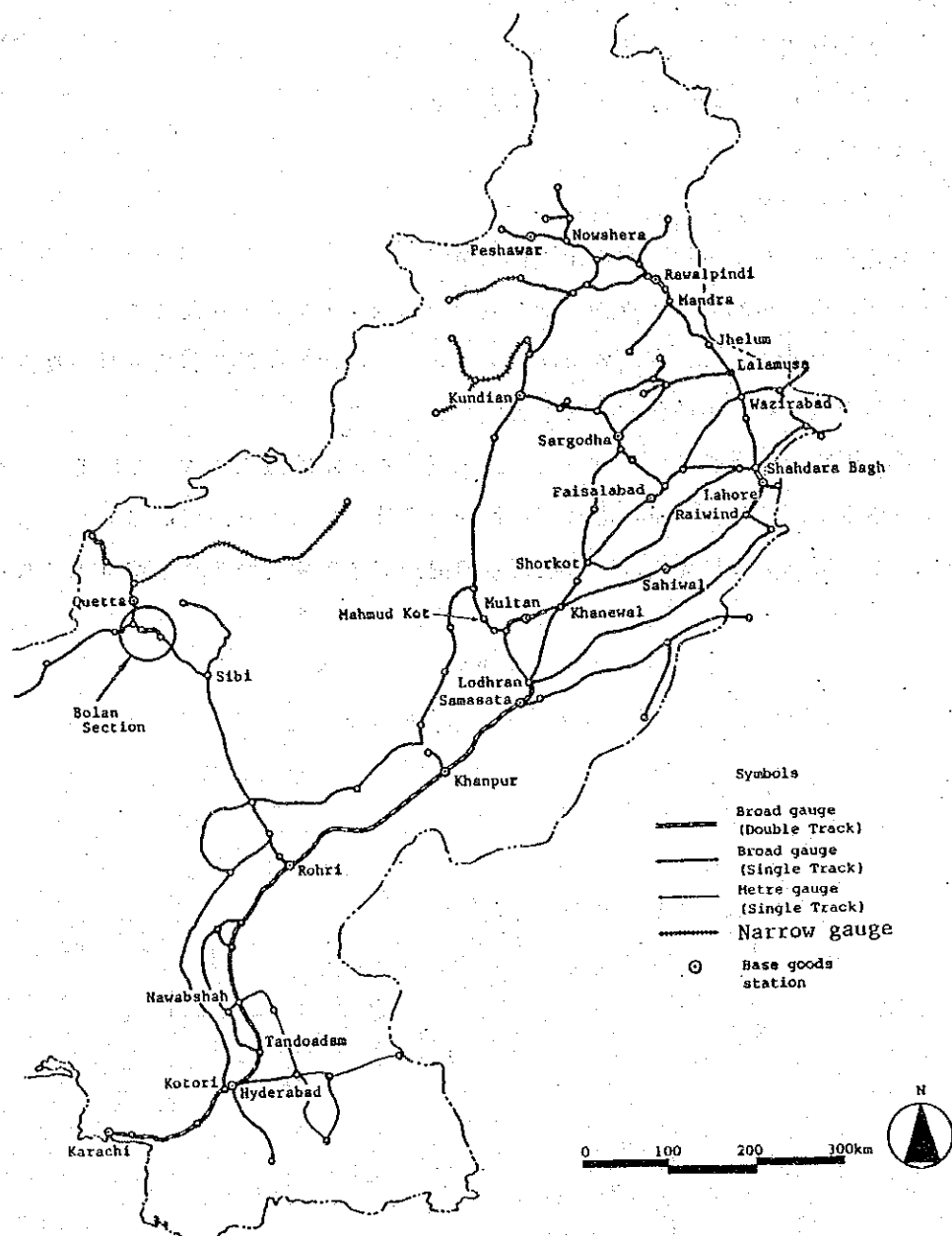


図 2 - 3 - 5 拠点貨物駅の配置

3) 拠点駅間直行列車の設定

貨物列車の所要時間は停車時間によって大きく左右される。従って發送駅出發後は無停車で目的地まで直行することが望ましい。しかしながら単線区間における行違い、機関車運用、乗務員運用、列車組成に不十分な駅での貨車の連結、解放など必要な場合には停車することとなる。これらの中で最も停車時間を要するものは貨車の連結である。特に上り列車は積荷満載の重量列車であり、列車遅延の回復運転は困難となる。

これらの事柄を考慮して列車の組成、運転整理では次の方針によることが望ましい。

- 上り列車は途中駅での連絡は可能な限り避ける。
- 単線区間での行違いは上り列車を通過させる。

この方針によりエネルギー消費率も改善されるはずである。

4) 幹線における輸送隘路の解消

直行輸送を行うにあたって、もう一つの問題は拠点間における輸送の隘路である。現在この国では、Sibi~Kolpur間の1/25, Lala Musa~Rawalpindi間の1/100の連続勾配が輸送のネックとなり直行輸送を阻んでいる。この解決策として次の方法を推薦する。

a) Sibi~Kolpur間

稀にみる急勾配のため、次のような特殊な運転を実施している。

- けん引トン数の制限のため、大部分の貨物列車がAb-i-Gum又はKolpurで分割、併合運転される。
- DLは抑速発電ブレーキを備えている。
- 機関車と積車のみではブレーキ距離が確保できないので、ブレーキ力の確保のため空車を数両連結する。
- 上り列車は前記の空車回送のためにけん引力を必要とする。
- 抑速ブレーキは発電ブレーキのみでは不十分で、機関車のみの空気ブレーキと貨車貫通の真空ブレーキを併用する。
- 車輪冷却のため途中駅で停車を必要とする。
- 真空ブレーキのブレーキ力は強力でないので、下り列車はKolpurでブレーキの検査を行う。

これらの原因により現在Sibi~Kolpur間は、走行速度が15Km/h前後と低いうえに、駅において追加の時間を必要としている。これらを解消するためには次の方策が望ましいと考えられる。

- Sibi~Kolpur間を電化する。
- 上下列車とも1,000トンけん引を確保する。
- 上下列車ともロング・ランのDLにEL2両を補機としてつける。
- 上り1,000トンけん引はDL200トン、EL2×400トンで分担する。

○下り1,000トンはELの電力回生抑速ブレーキで対応する。

b) Lala Musa～Rawalpindi間

1/125の連続勾配のため列車は1,200トンに制限され、Lala Musaにおいて分割を行っている。勾配区間はJhelum～Mandra間なので、非電化での1,800トンけん引、電化時点での2,000トンけん引は、勾配区間において補機の加勢により直行運転を実施することが、総合的にみて有利であろう。

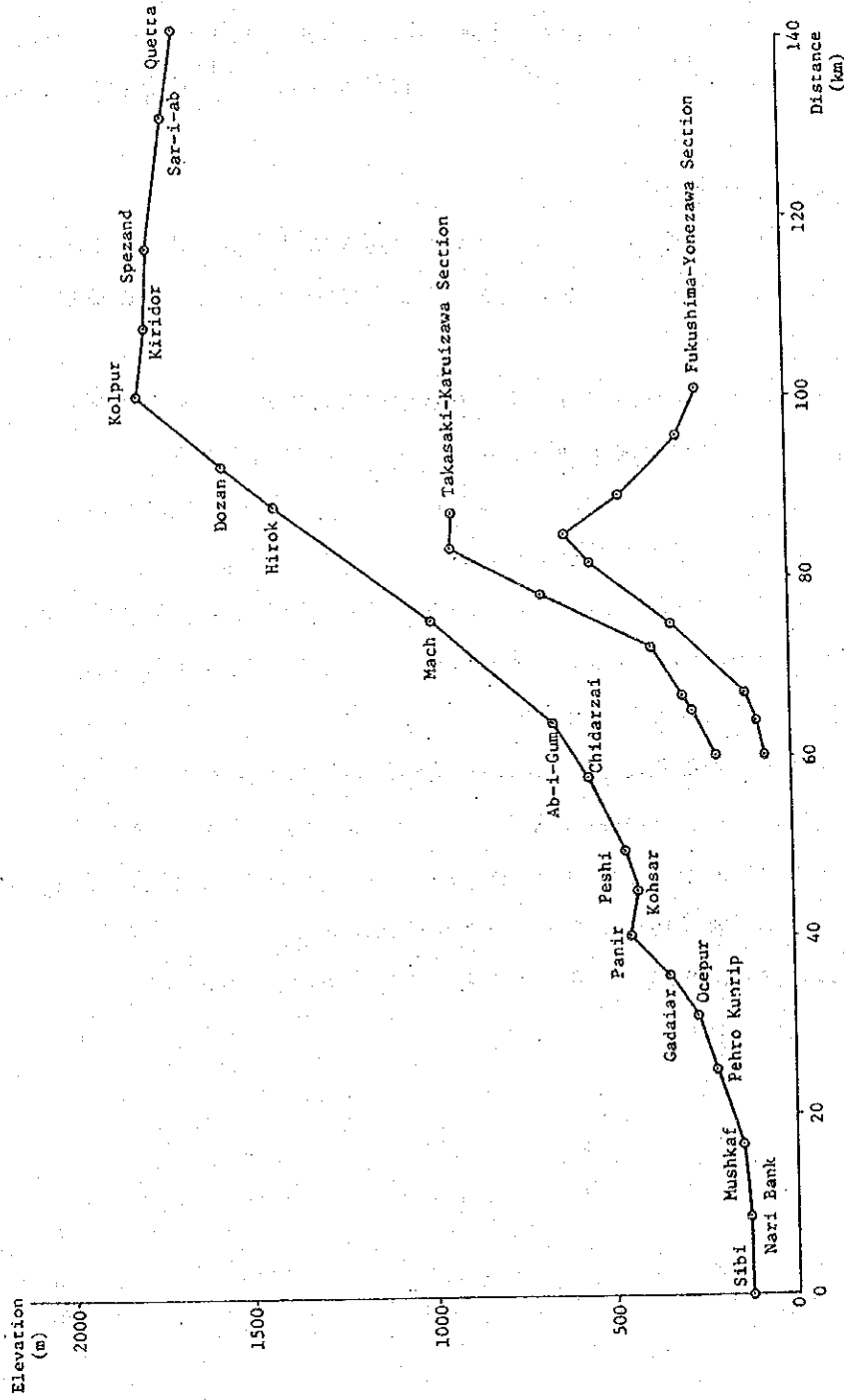


図 2 - 3 - 6 Bolan Pass の急勾配区間

5) フィーダ輸送のトラックへの転稼

貨物拠点駅への集結、あるいは配送の手段は、鉄道の区間列車による方法とトラックによる方法とがある。鉄道による方法は、各駅での貨車入換および拠点駅での組成、あるいは仕訳による時間が多くなる。

また中間駅での作業の遅延が長距離列車への遅延へと影響し、この損失は無視できないものとなる。

2000年時点での列車運転本数を考慮すれば各拠点におけるフィーダー輸送は、一部の列車本数の少ない区間を除いて、トラックに転換することが総合的にみて得策であると考えられる。

6) 拠点駅における倉庫の運営

拠点駅においては、列車からトラックへの迅速な積替えが必要となる。従来は到着の不正確な貨車に対して、トラックを待機させることは得策でなく、貨車が駅に滞留することを余儀無くされていた。

貨物列車の高速化と、拠点直行により到着予測を可能にし、その結果として貨車の滞留を削減することが、貨車の運用効率を高めるうえで不可欠である。

さらに貨車とトラックの接続に一部の荷物に対しては、拠点駅に倉庫を設けることにより貨車滞留を減少させることが望ましい。

拠点駅における倉庫機能は、トラックでランダムに到着する貨物の保管や、それらの到着貨物列車への迅速な積み込み又は積みおろしを通じて、貨物列車 Turn-Round タイムを縮小することを可能とするであろう。

併せて荷役作業の機械化により、荷役作業時間の短縮を図ることが大切である。この結果一般貨物列車の Turn-Round は図 2-3-4 (b) に示すごとく、1週間程度に短縮することが期待できる。Lahore, Faisalabad 地域からの下り貨物は高速貨物列車への転嫁が期待され、その結果一般貨物列車の多くは空車回送が多くなることが予想される。

これらの輸送方式に基づいて算出すると、貨物列車の2000年時点での列車本数は、表 2-3-5 に示すとおりとなる。

表 2-3-5 貨物列車の最大運転本数(片道)

	Alternative A	Alternative B
Karachi ~ Rohri	23 (26)	36 (41)
Rohri ~ Samasata	28 (31)	51 (56)
Samasata ~ Khanewal (Both routes)	33 (36)	55 (60)
Khanewal ~ Lahore	20 (23)	46 (51)
Khanewal ~ Faisalabad	10	6
Khanewal ~ Sargodha	4	3
Lahore ~ Lala Musa	20	26
Lala Musa ~ Rawalpindi	17	19
Rawalpindi ~ Peshawar	12	13
Rohri ~ Quetta	10	22

Note: Number of trains converted to the trains of 2000-t hauling is shown in ().

Source: Calculations based on the demand forecast by the Study Team.

2-3-5 輸送設備の増強

2000年時点に想定される列車本数は、旅客貨物を合わせて表2-3-6に示すごとくなる。ケースAは鉄道の陸上輸送に占めるシェアが現状維持の場合、ケースBは長距離鉄道依存型を示している。

列車単位の向上、積載効率の向上、区間列車の廃止などの施策により、表に示す程度の列車本数により概ね輸送を完遂することが可能と考えられる。

しかしながら、表に示す列車本数を運転するためには、やはり相当のシステム変更と設備の増強及び改良が必要となる。これらをまとめると表2-3-7に示すごとくなる。

表 2-3-6 最大列車運転本数(片道)

	Alternative A	Alternative B
Karachi ~ Rohri	53	66
Rohri ~ Samasata	56	79
Samasata ~ Khanewal	63	85
Khanewal ~ Lahore	43	69
Khanewal ~ Faisalabad	16	12
Khanewal ~ Sargodha	7	6
Lahore ~ Lala Musa	39	45
Lala Musa ~ Rawalpindi	25	27
Rawalpindi ~ Peshawal	15	16
Rohri ~ Quetta	15	27

Source: Calculation based on the demand forecast by the Study Team

表 2 - 3 - 7 輸送設備の増強および改良

項 目	内 容	区 間
線路容量の増強	自動信号化, 継電化	HDR~RWP ROH~QTA KWL~FSLD
		トクンレス, 色灯化
	複線化	LON~RWP
速度向上および 牽引力向上	電 化	KMR~KWL LHR~RWP SIB~KLR
		DL大型化
	有効長延伸	KOT, TDM, ROH等
コンテナおよび 高速貨物輸送	ターミナル改良	KMR, LHR等
駅滞留時間の 短 縮	駅改良	13集約駅
	荷役機械化	
輸送基盤整備	軌道更新 車両増備および取替	

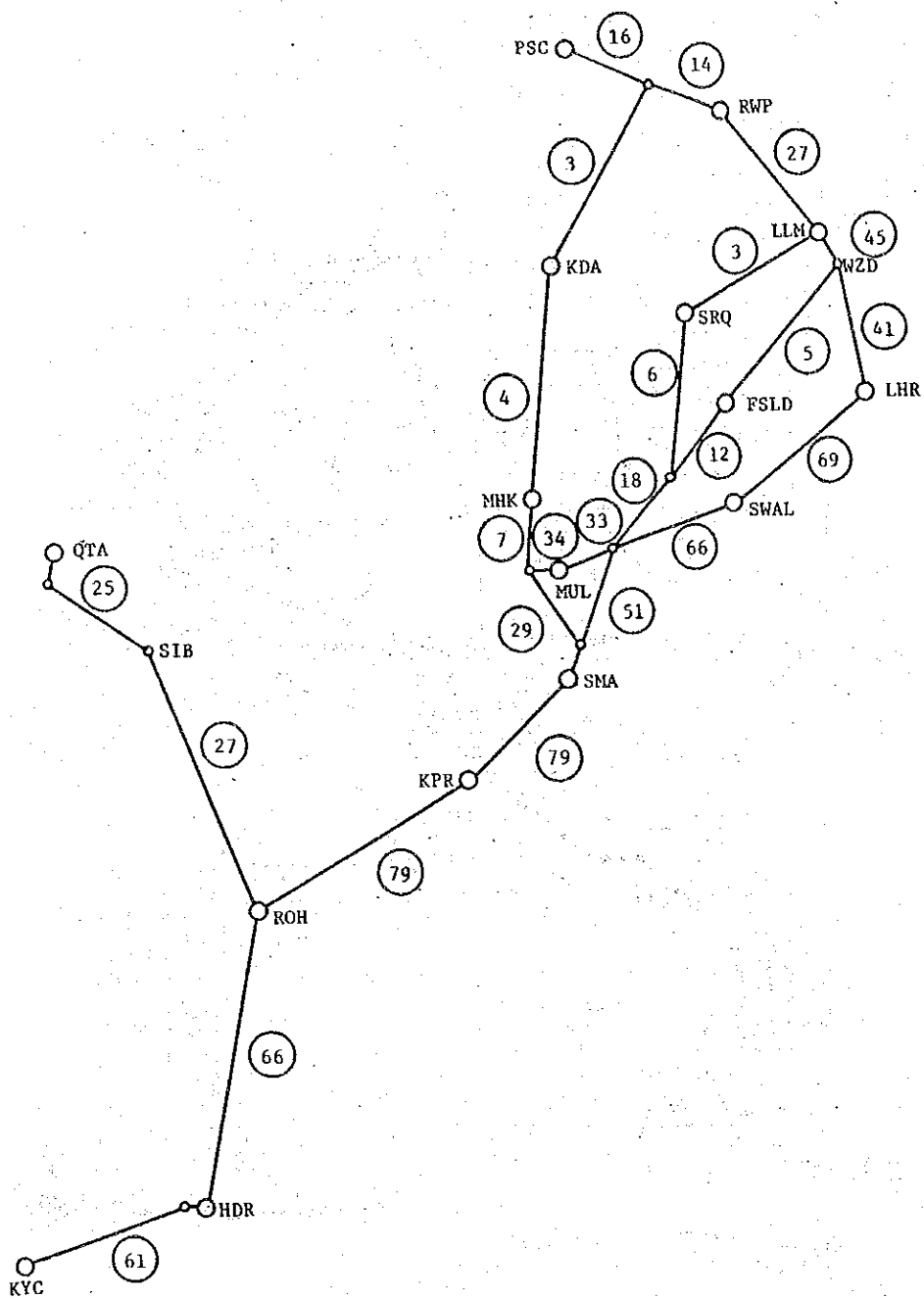


図 2 - 3 - 7 列車運転本数 (旅客, 貨物) ケース B

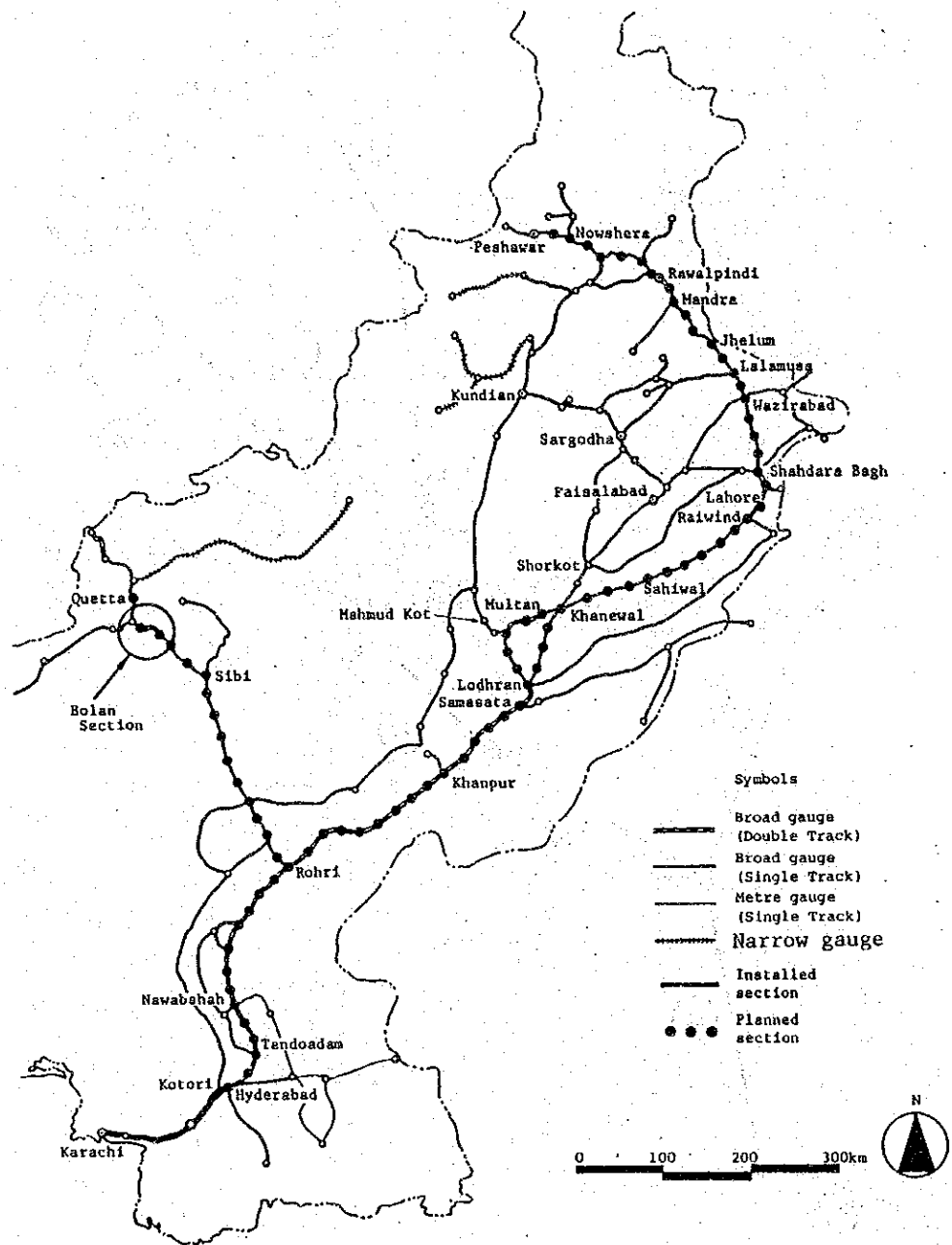


図 2 - 3 - 8 自動閉そく化および継電連動装置化 (Master Plan)

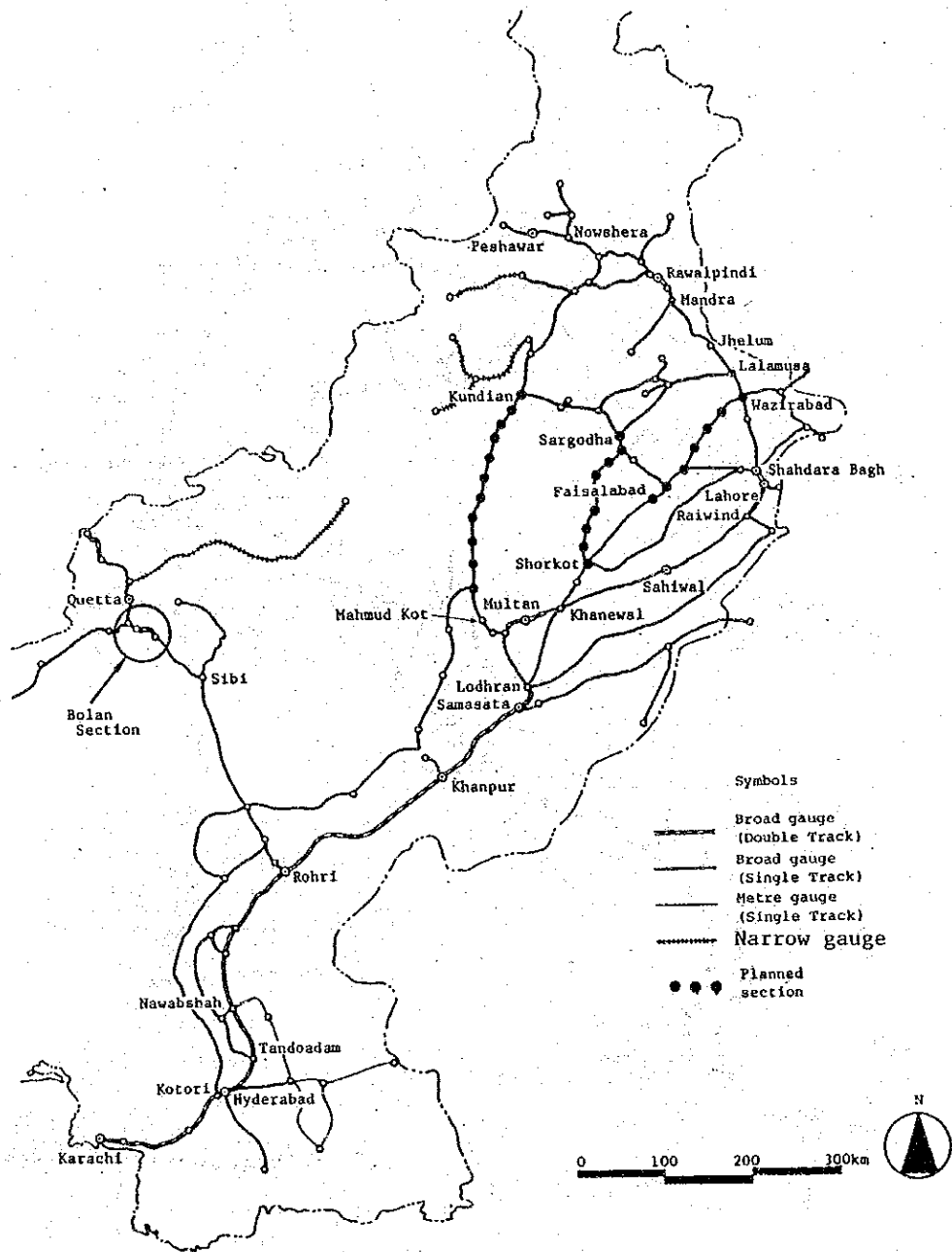


図 2-3-9 トークンレス化および色燈式信号機化 (Master Plan)

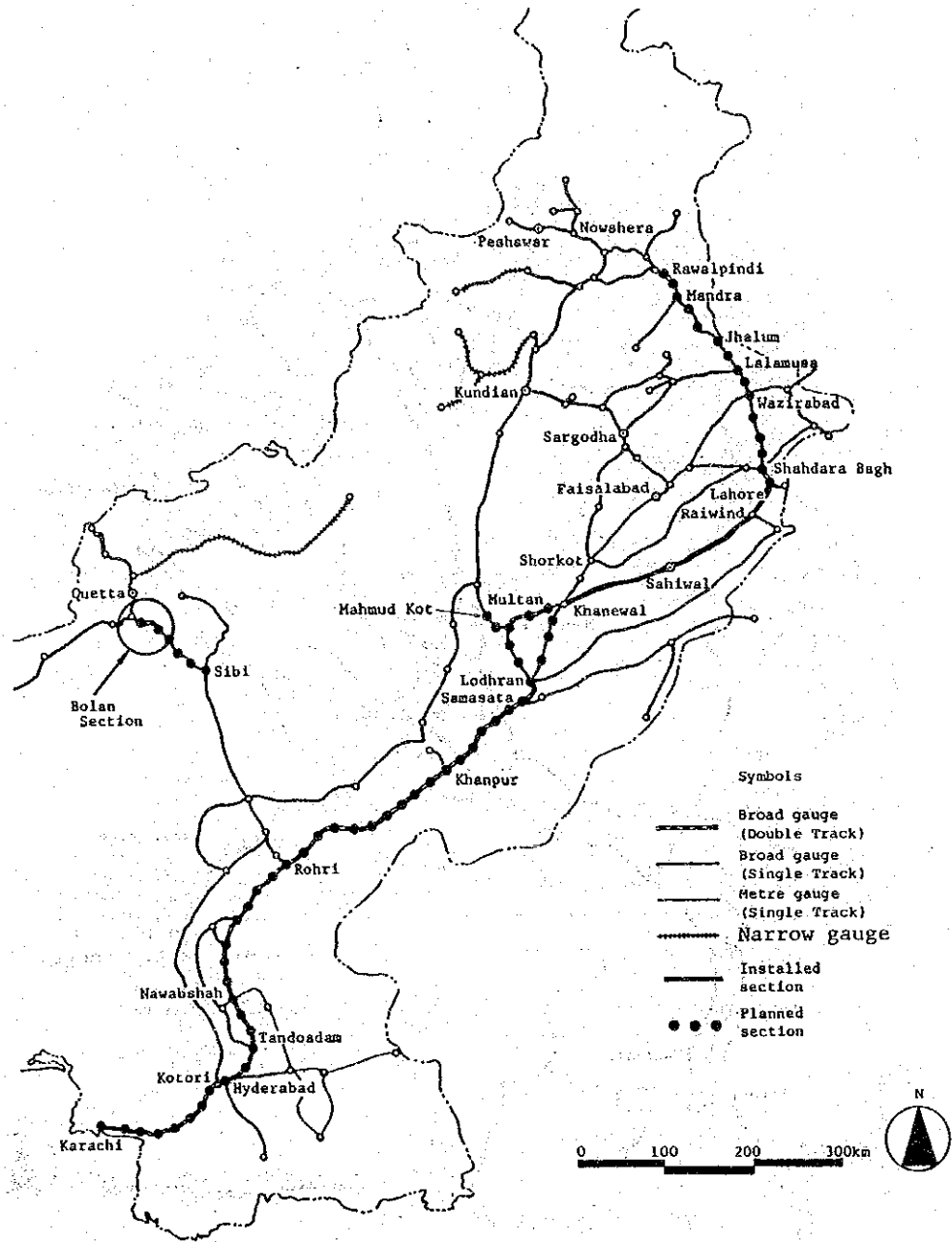


图 2 - 3 - 1.0 電化 (Master Plan)

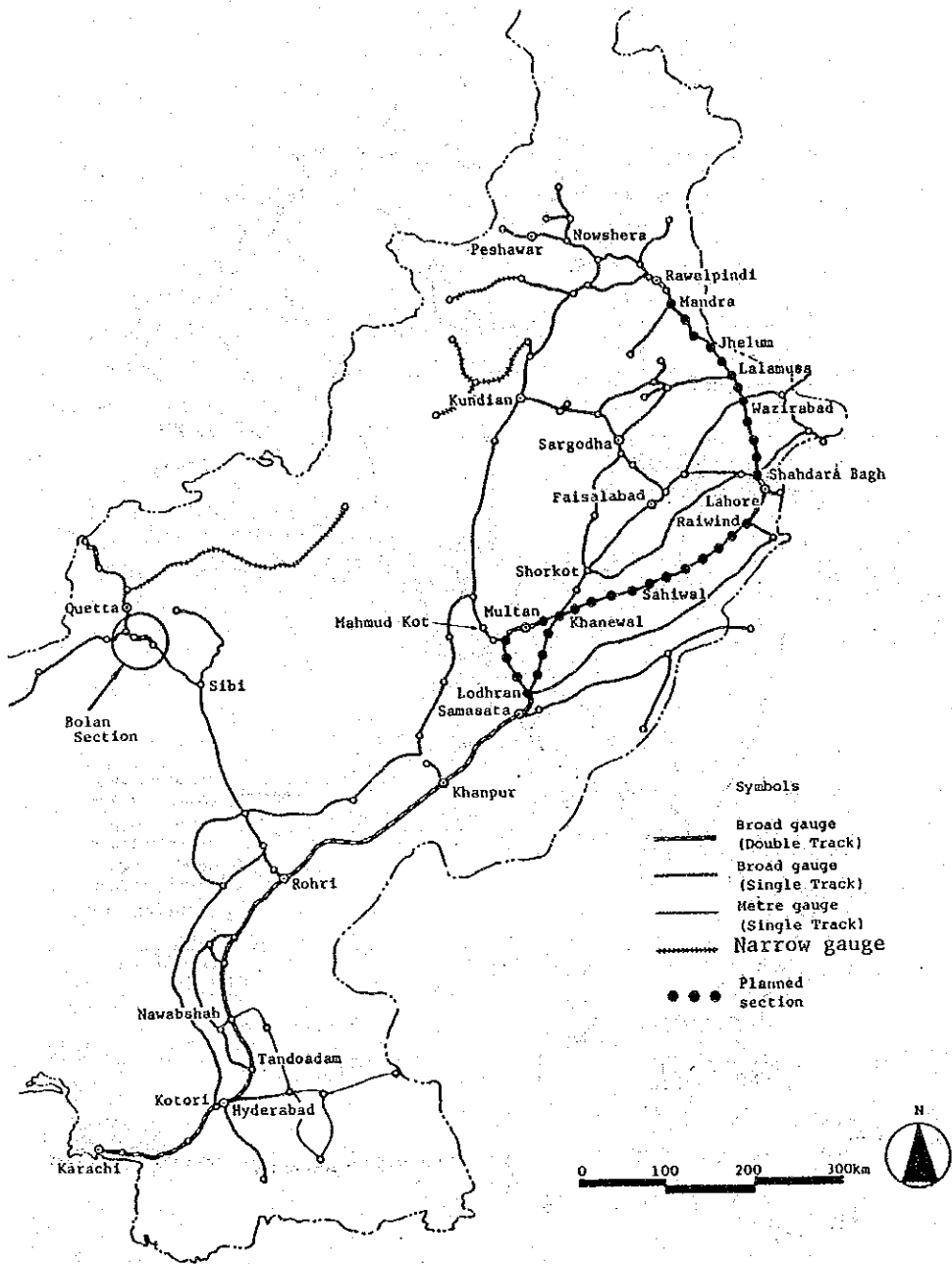


図2-3-11 複線化 (Master Plan)

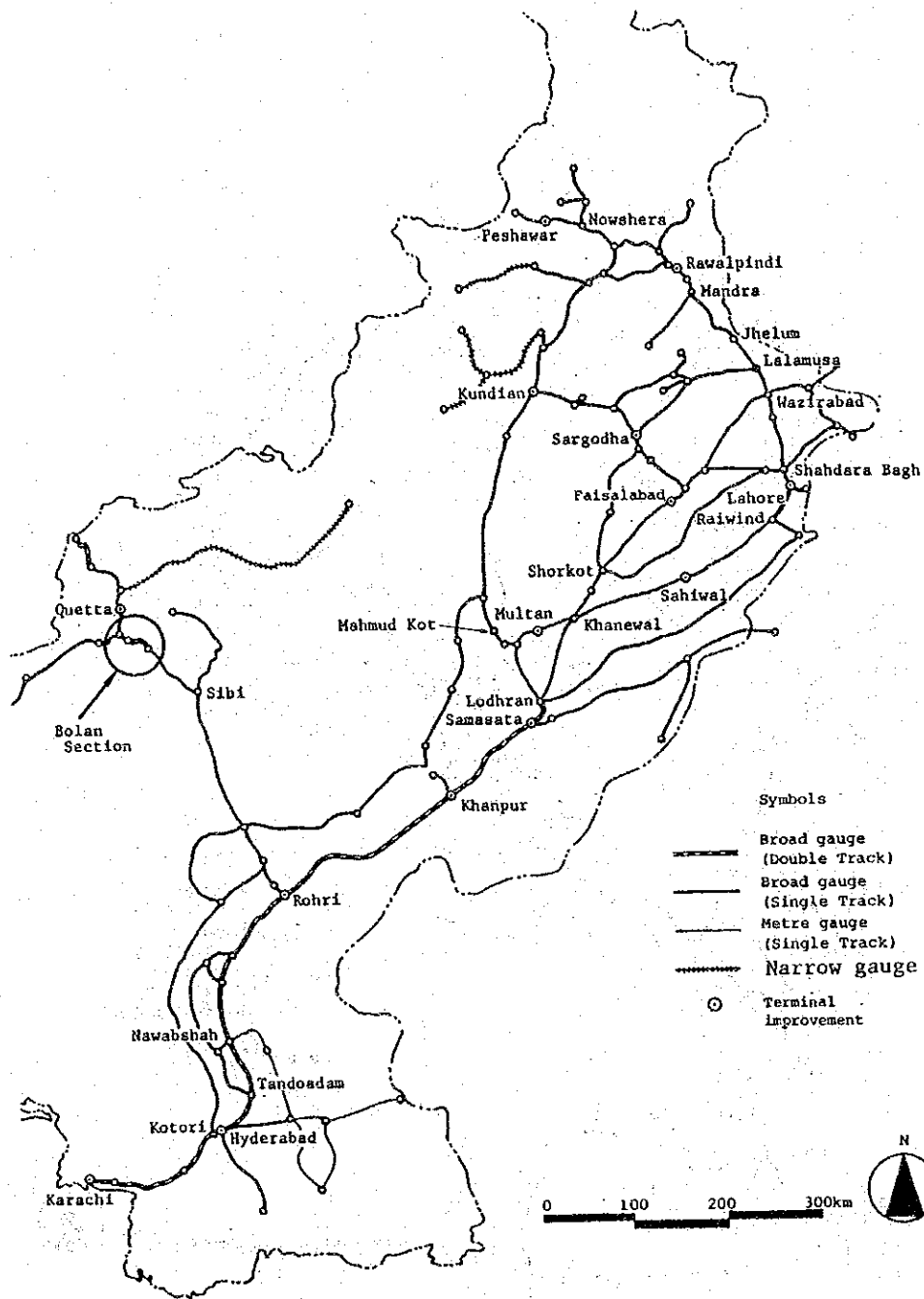


図 2 - 3 - 12 貨物ターミナル改良 (Master Plan)

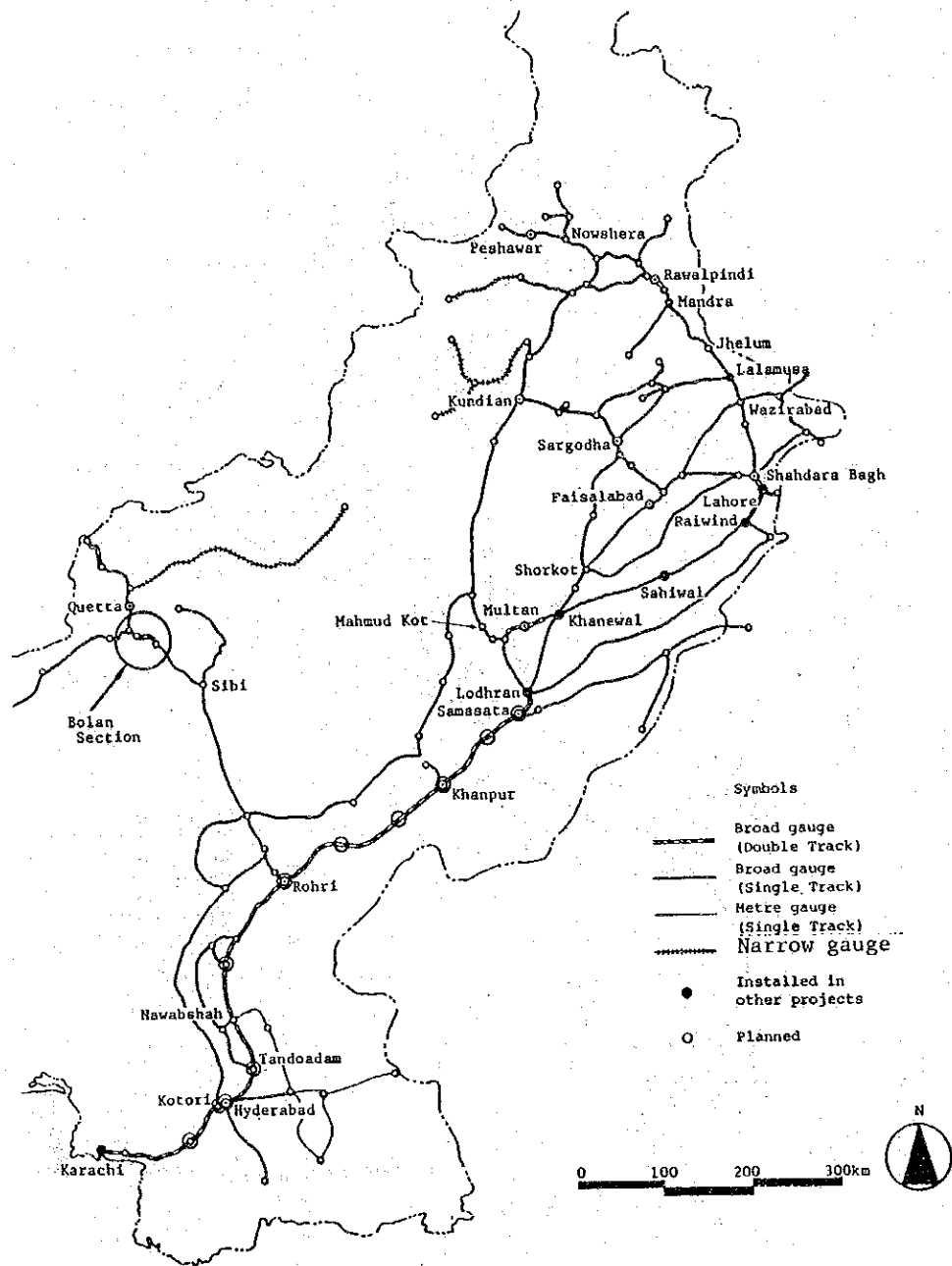


図 2 - 3 - 13 駅側線の延伸 (Master Plan)

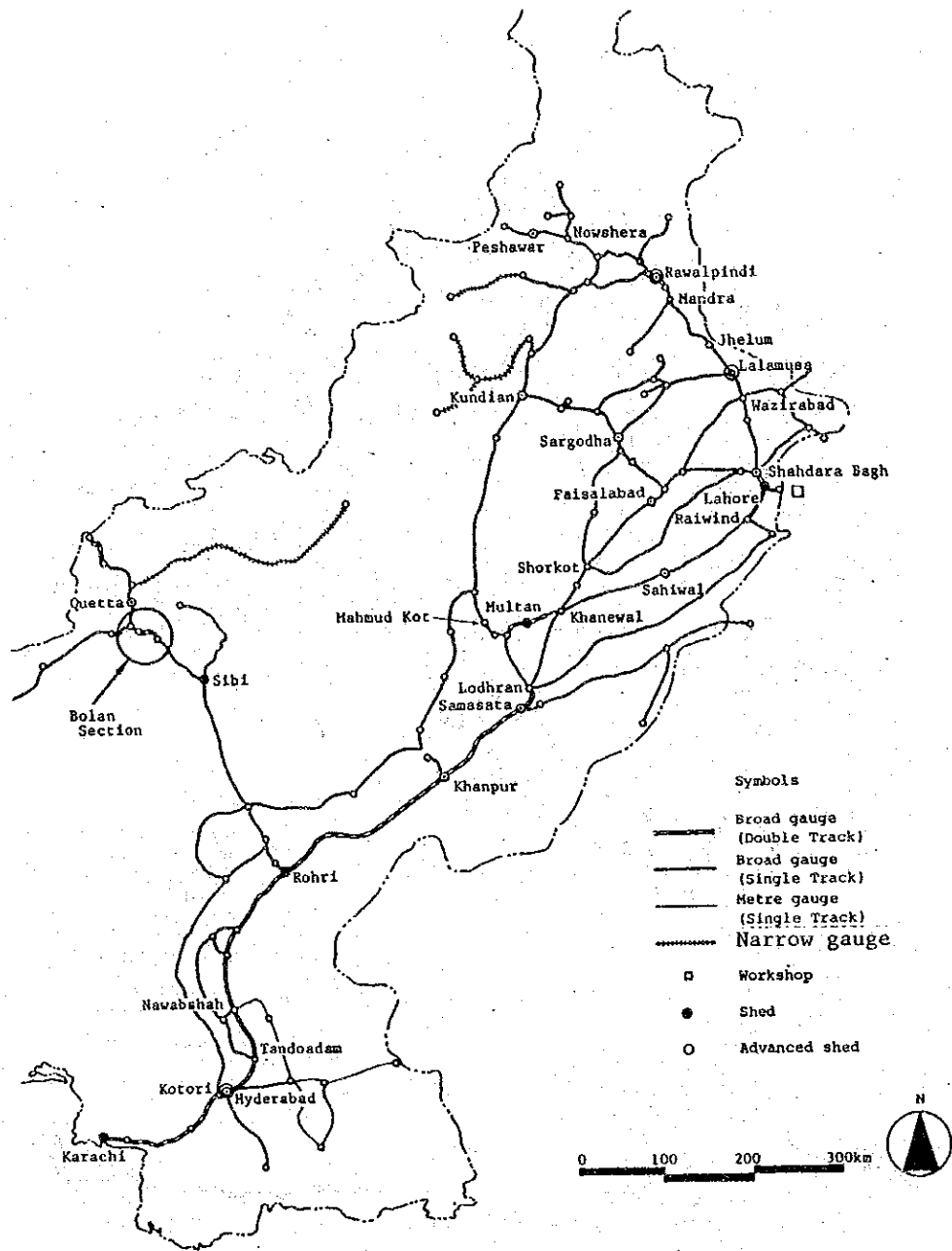


図 2-3-14. E.L. 用工場および機関区の新設 (Master Plan)

2-4 港湾計画

2-4-1 需要予測結果

1982/83および1999/00における港湾の需要予測は、過去10年間のデータに基づき、GDPとの相関により、ドライ・カーゴとリキッド・カーゴに分け、また輸出、輸入別に求めている。ドライ・カーゴの品目としては、小麦、砂糖、セメント、肥料、鉄製品、石炭、鉄鉱石、燐鉱石/硫黄、米、綿花そしてその他のドライ・カーゴの11品目があり、リキッド・カーゴの品目は原油、食用油と獣脂、石油製品そして糖蜜の4品目である。

貨物全体の増加量は、1980/81を100とした場合、1982/83は111、1987/88は165そして1999/00は299となる。(表2-4-1 港湾需要予測参照。)

全貨物量に占める輸入貨物量の割合は、将来共に過半数の値を示すが、次第にその比率は減少する。全貨物量に対する輸入の比率は、1980/81では76%、1982/83では77%、1987/88では70%、そして1999/00では65%と予測される。(表2-4-2 輸入/輸出別需要予測参照。)

ドライ・カーゴに対するリキッド・カーゴの比率は、1980/81では100%、1982/83は103%、1987/88は87%そして1999/00では114%と予測される。

ドライ・カーゴに含まれるコンテナ・カーゴの需要予測は、日本の外資埠頭公団で使われている方法を用いて行い、コンテナ化対象貨物としては、綿花、米、砂糖、鉄製品、その他のドライ・カーゴを選択した。小麦、肥料、燐鉱石/硫黄そしてセメントは、主として専用船で運搬されるバルク・カーゴであるため除外した。コンテナ貨物量は、1982/83は0.613百万トン、1987/88は1,720百万トンそして1999/00は6,196百万トンと予測され、ドライ・カーゴ中に占める割合は、1982/83では7.5%、1987/88では13%そして1999/00では30%となる。(表2-4-3 コンテナ・カーゴ予測参照。)

表 2 - 4 - 1 港灣需要予測

Commodity	Year			
	Unit 1,000 Ton			
	1980/81	1982/83	1987/88	1999/00
Dry Cargo	7,476	8,152	13,176	20,894
Wheat	308	347	527	643
Sugar	74	63	94	266
Cement	444	142	1,467	2,208
Fertilizers	1,315	1,228	1,193	2,341
Iron & Steel	442	536	630	1,735
Coal	161	504	1,360	1,360
Iron Ore	244	754	2,030	2,030
Phosphate Rock/Sulphur	191	299	278	779
Rice	1,257	1,259	1,593	2,998
Cotton	315	185	334	492
Other Dry Cargo	2,725	2,835	3,670	6,042
Liquid Cargo	7,465	8,420	11,449	23,795
Crude Oil & Petroleum	5,598	6,264	8,533	18,146
Edible Oil & Tallow	608	632	685	636
Petroleum Products	994	1,222	1,825	4,436
Molasses	265	302	406	577
Grand Total	14,941	16,572	24,625	44,689
Rate of Increase	100	111	165	299

Source: JICA Study Team

表 2 - 4 - 2 輸入/輸出別需要予測

Commodity	(000TON)			
	1980/81	1982/83	1987/88	1999/00
Imports	11,323	12,773	17,227	29,168
Dry Cargo	5,117	5,877	8,009	10,386
Wheat	308	347	527	0
Sugar	74	63	0	0
Cement	444	142	0	0
Fertilizers	1,294	1,228	1,193	2,059
Iron & Steel	442	536	0	0
Coal	161	504	1,360	1,360
Iron Ore	244	754	2,030	2,030
Phosphate Rock/Sulphur	191	299	278	779
Other Dry Cargo	1,959	2,004	2,621	4,158
Liquid Cargo	6,206	6,896	9,218	18,782
Crude Oil & Petroleum	5,598	6,264	8,533	18,146
Edible Oil & Tallow	608	632	685	636
Export	3,618	3,799	7,398	15,521
Dry Cargo	2,359	2,275	5,167	10,508
Wheat	0	0	0	643
Rice	1,257	1,259	1,593	2,998
Cotton	315	185	334	492
Sugar	0	0	94	266
Cement	0	0	1,467	2,208
Fertilizers	21	0	0	282
Iron & Steel	0	0	630	1,735
Other Dry Cargo	766	831	1,049	1,884
Liquid Cargo	1,259	1,524	2,231	5,013
Petroleum Products	994	1,222	1,825	4,436
Molasses	265	302	406	577
Imports/Total (%)	76	77	70	65

Source: JICA Study Team

表 2 - 4 - 3 コンテナター・カーゴ予測

No.	Export		Import		('000 MT)						
	82/83	87/88	99/00	Import Total	82/83	87/88	99/00	Export/Import Total	82/83	87/88	99/00
1				Total	12,773	17,227	29,168	Total	16,572	24,625	44,689
2				Total Liquid Cargo	6,896	9,218	18,782	Total Liquid Cargo	8,420	11,449	23,795
21	1,524	2,231	5,013	Crude Oil/Petroleum Products	6,264	8,533	18,146				
22	1,222	1,825	4,436	Edible Oil/Tallow	632	685	636				
3				Total Dry Cargo	5,877	8,009	10,386	Total Dry Cargo	8,152	13,176	20,894
31	2,275	5,167	10,508	Cement	142	-	-				
32	185	334	492	Coal	504	1,360	1,360				
33	1,259	1,593	2,998	Iron Ore	754	2,030	2,030				
34	-	-	643	Fertilizers	1,228	1,193	2,059				
35	0	-	282	Phosphate Rock	299	278	779				
36	-	94	266	Sugar	63	347	-				
37	-	630	1,735	Wheat	347	527	-				
38	831	1,049	1,884	Iron & Steel	536	-	-				
39				Other Dry Cargoes	2,004	2,621	4,158				
4				Total Containerizable Cargo (36,38,39)	2,603	2,621	4,158	Total Containerizable Cargo	4,878	6,321	11,533
41	69.7	69.7	69.7	Containerized Routes Share, %	64.3	64.3	64.3	Containerized Routes Share, %	66.8	67.8	67.8
42	1,586	2,579	5,140	Quantity (4x41)	1,674	1,685	2,674	Quantity (4x41)	3,260	4,264	7,814
43	30.3	30.3	30.3	Share, %	35.7	35.7	35.7	Share, %	33.2	32.5	32.2
44	689	1,121	2,235	Quantity (4x43)	929	936	1,484	Quantity (4x43)	1,618	2,057	3,719
5				Total Containerized Cargo (52+54)	309	797	2,437	Total Containerized Cargo	613	1,720	6,196
51	17.0	33.6	60.6	% of Containerization	15.7	44.5	69.9	Containerized Routes Share, % (52/42)	16.3	37.9	63.8
52	270	867	3,115	Quantity (42x51)	263	750	1,869	Quantity Other Routes	533	1,617	4,984
53	5.0	5.0	28.8	% of Containerization	5.0	5.0	38.3	Share, % (54/44)	5.0	5.0	32.6
54	34	56	644	Quantity (44x53)	46	47	568	Quantity	80	10.3	1,212

Source: JICA Study Team

2-4-2 施設および能力

パキスタンの主要港湾施設は、Karachi港とQasim港のみに存在する。1980/81の施設規模は、Karachi港は24バース延長4,365mおよび4オイルバースであり、Qasim港はIron Ore & Coal Berthが1バースおよび多目的バースは1バースである。(表2-4-4バース施設参照。)

貨物取扱能力の計算方法は下記のとおりとする。

- (1) KarachiおよびQasim港のバース総延長を算出する。
- (2) バースの m 当たり年間貨物取扱量を、ケース1およびケース2毎に経験値から推定する。ケース1は1日16時間稼動の場合であり、ケース2は1日12時間稼動の場合である。
- (3) ケース1の推定値として、バース1 m 当たり年間ジェネラル・カーゴは1,000 t/m・y、ドライバルクは2,000 t/m・yとする。ケース2の推定値として、バース1 m 当たり年間ジェネラル・カーゴは750 t/m・y、ドライバルクは1,500 t/m・yとする。
ライターワークの能力は、ジェネラル・カーゴバースの能力の50%としている。
- (4) 次に、ドライバルクを取扱うためのバース延長を、上記推定値を用いて算出し、それからバース総延長からドライバルクを取扱うためのバース長を差し引く。
- (5) 上記の差に、ジェネラル・カーゴの取扱推定値を掛けて、ジェネラル・カーゴの取扱量を求める。最後に、ジェネラル・カーゴの予測総取扱量を、上記のジェネラル・カーゴの取扱量で除して、バースの占有率を求めている。

オイルバースとIron Ore & Coal Berthの取扱能力としては、設計値を採用した。

1980/81の総取扱貨物量は14,941千トンであり、貨物取扱能力としては、ケース1の場合でKarachi港のジェネラル・カーゴ取扱能力が150%、ケース2の場合では270%となり、大幅に適正限度の100%を越えており、Karachi港の混雑を示している。(表2-4-5、2-4-6 施設能力参照。)

1982/83の施設規模は、現在施工中のOn-going Projectが部分的に完成することにより、Karachi港が4バース、延長674m増加し、Qasim港が3バース、延長600m増加する。予測総取扱貨物量は16,572千トンであり、施設能力としては、ケース1の場合でKarachi港のジェネラル・カーゴ取扱能力が109%、ケース2の場合では168%となり100%を越えるが、1980/81に較べて混雑は緩和される。

1987/88の施設能力は、On-going Project以外に新規投資を行わなければ、1982/83の施設にQasim港の3バース、延長600mが加わるのみである。一方、予測総取扱貨物量は24,625千トンとなり、Qasim港が十分に稼動した場合でも、ケース1の場合でKarachi港のリキッドバルクが135%、ジェネラル・カーゴが128%となり、ケース2の場合ではリキッドバルクが135%、ジェネラル・カーゴは225%に昇り、港湾整備への新規投資が必要となる。Karachi港にフルコンテナターミナル2バース600mと、Qasim港にオイル1バース、

小麦ターミナルおよび肥料ターミナルを建設することにより、混雑を解消する。

1999/00の予測総取扱貨物量は44,689千トンであり、1987/88以降新規投資を行わなければ、ケース1の場合でもリキッドバルクが183%、ジェネラル・カーゴが162%となり非常に混雑が予想される。このためKarachi港にフルコンテナターミナル4バース延長1,200mと、Qasim港に原油取扱い用ブイバースの建設が必要となる。(表2-4-5, 2-4-6 施設能力参照。)

2-4-3 計画の基本方針

パキスタンの港湾のマスタープラン作りは、次の項目を基準として作成した。

- (1) 需要予測に基づき、必要なプロジェクトのみを抽出した。
- (2) 既設施設の効率的利用を重視した。
- (3) 地域開発に必要と考えられるプロジェクトを抽出した。

パキスタンを代表するKarachi港、Qasim港を一つのNational Portと考えて、両港の施設を十分に効率利用するため、機能分担の考えを導入しマスタープランを作成した。主としてジェネラル・カーゴを取扱うKarachi港に於ては、著しい増加が予測されるコンテナ貨物を効率的に取扱うためのフルコンテナターミナルの建設を中心に考え、また主としてバルク・カーゴを取扱うQasim港に関しては、距離の長い進入航路の拡幅、増深の浚渫工事は、維持浚渫を除いては行わず、既設およびOn-going Projectの施設を利用すると共に、肥料ターミナルと小麦ターミナルを建設してバルク・カーゴを能率的に処理することとした。

又、豊富な漁業資源を活用して地域の開発を促進するために、バルチスタン州のGwadarに小規模港湾の建設を行う。

一方、貨物量の増加に伴って拡大する、パキスタン国籍の船舶の円滑な運営と、フルコンテナターミナルおよびバルクターミナルの円滑な運営のため、Karachiのマリンアカデミーを早急に整備、充実させることが必要である。

2-4-4 マスタープラン

2000年におけるパキスタンの海のゲイトウェイは、既設のKarachi港およびQasim港を整備することにより対応することとする。全国の港湾貨物量は、2000年時点では、現在の約3倍である45百万トンに達する。

一方両港は既に港湾に関係する諸機能、諸施設が整備されている上に、今後の港湾需要に対応できる余地を十分に残している。Karachi港は今日までパキスタンにおける最大の港として機能して来た歴史があり、また定期船の受け入れ港としての諸機能を保有して、雑貨取扱いの実績を誇っている。

一方Qasim港は、Karachi港に較べれば歴史は浅いにもかかわらず、Karachi製鉄所の原

材料製品の輸出入を中心に着実に発展を続けている。

こうした背景の中で、両港の機能をいかように分担させるかが大きな課題である。

両港の勢力圏は基本的にはほぼ同じであり、両港の物理的距離も42kmと余り離れていないことから、両港に同じ機能を分担させることも、個々の機能を分担させることも可能である。

港湾管理者の立場から見た場合、自己の管理する港の拡大整備を図ることは当然であり、何らかの調整がなければ、同じような機能を両港が保有することになる可能性が強い。しかしこうした自由競争は、港湾管理者の立場からみた場合には許されることであっても、国民経済的視点に立てば、二重投資、無駄な競争ということが生じる場合が多く、機能分担の思想を導入することが必要となる。

国民経済的視点に立てば、先述のとおり両港の勢力圏も同じであることなどから、両港は相互補完的機能の分担を原則に、サービスの向上を図ることが最も望ましいと考えられる。Planning Commissionの計画によれば、次のように、Karachi港は雑貨主体に、Qasim港はバルク・カーゴを主体に機能することを期待している。

両港の歴史的経緯、流通機能の充実状況、背後地への輸送施設を含めた諸施設の整備状況、都市形成の現状等から判断すれば、Planning Commissionの考え方は受け入れられるところである。

(1) Karachi 港

2000年までに次のプロジェクトが、港湾整備に必要と考えられる。

1) フルコンテナターミナル

需要予測によれば、2000年には約6.2百万トンのコンテナ・カーゴが取扱われる。そのため6バース、延長1,800m水深12mのフルコンテナバースをWest Wharf西方に建設する。建設費用は3,314百万ルピーと見積もられ、このうち2バースは緊急案件として、1988年までに建設される。

フルコンテナターミナルの運営は、KPTの責任で行われ、内陸向けのコンテナは、ターミナル内の接続線からパキスタン国鉄により内陸のドライポートまで運搬する。

2) ニューオイルバース

既設の老朽化したオイルバースNo2と3を撤去した後、同じ場所にニューオイルバースを建設し、年間1.0百万トンのリキッド・カーゴを取扱う。1985年に供用開始とし、このための建設費用は120百万ルピーと見積もられる。

3) 装 備

1988年のフルコンテナターミナル完成迄の間に、既設バースでのコンテナ取扱いを効率的に行うため、3.5トン吊りコンテナスプレッダー型のフォークリフトを数台確保する。

バース使用船舶からの「油による海水油濁の防止のための国際条約」(The International

Convention for the Prevention of Pollution of the Sea by Oil, 1954) などにより規制を強化するとともに、オイルスキマーを1988年迄に確保する必要がある。

4) マリンアカデミー

コンテナターミナルの円滑なる運営を確保するために、近い将来人員のトレーニングが大切な要素となる。

Karachi市のMauripurに存在するマリンアカデミーは、航海科と機関科がありトレーニングを行っている。しかしながら、教員と装備の不足から十分にその機能を発揮できていないので、早急な改善が必要である。2000年迄に必要な費用として、240百万ルピーが見込まれる。

(2) Qasim港

2000年迄に下記プロジェクトが、港湾整備に必要である。

1) バルク・カーゴターミナル

需要予測によれば、2000年には3.8百万トンのバルク・カーゴを取扱うこととなるため、独立した肥料ターミナルの建設と、多目的バースNo7を小麦ターミナルに転用する。肥料ターミナルの能力は、2341千トンの肥料及び779千トンの隣鉱石・硫黄の計3,120千トンのバルク・カーゴを取扱うと推計されている。

これらのターミナルは、アンローダー、貯蔵施設、バッキングプラントを装備し、このための費用は、746百万ルピーと見込まれる。

2) オイルバースとブイバース

需要予測から、1988年には約1.5百万トン、2000年には約14百万トンのリキッド・カーゴを取扱う。このためオイルバース1バース、年間取扱い能力3百万トンを1988年までに建設し、このための費用は158百万ルピーが見込まれる。

2000年に大量のリキッド・カーゴを取扱うために、進入航路の外側にブイバースの建設が考えられる。

港に臨接する臨海部に建設し、製品は消費地に近い内陸部の石油配分基地まで、パイプラインで運ばれる。

3) 装 備

自航ホッパー式浚渫船1隻および関連装備を、維持浚渫を独自で行うために確保する必要がある。

(3) その他の港

バルチスタン州の地域開発の中心として、小規模なジェネラル・カーゴバースを持つ漁港を、Gwadarに1988年までに建設する。

このプロジェクトには、防波護岸500m、防砂堤980m、漁業バース330m、ジェネラル・カーゴバース70m、浚渫321,000m³その他が含まれる。このための建設費用は、326百万ルピーが見込まれる。

表 2-4-4 パース施設

Port	Name of Berth	1980/81			1982/83			1987/88			1999/00		
		Berth No.	Total(L) m	Depth m	Berth No.	Total(L) m	Depth m	Berth No.	Total(L) m	Depth m	Berth No.	Total(L) m	Depth m
KPT	East Wharf	17	2,604	-10.2	17	2,604	-10.2	17	2,604	-10.2	17	2,604	-10.2
	West Wharf	7	1,254	-11.4	7	1,254	-11.4	7	1,254	-11.4	7	1,254	-11.4
	Juna Bunder Wharf	-	-	-	4	674	-9.0	4	674	-9.0	4	674	-9.0
	Full Container Terminal	-	-	-	-	-	-	2	600	-12.0	6	1,800	-12.0
	Lighter Wharf	-	507	-7.2	-	507	-7.2	-	507	-7.2	-	507	-7.2
	Oil Berth	4	854	-13.5	4	854	-13.5	2	540	-13.5	2	540	-13.5
	New Oil Berth	-	-	-	-	-	-	1	240	-13.5	1	240	-13.5
	Small Boat Harbour	-	1,194	-3.6	-	1,194	-3.6	-	1,194	-3.6	-	1,194	-3.6
PQA	Iron Ore & Coal Berth	1	279	-12.8	1	279	-12.8	1	270	-12.8	1	279	-12.8
	Marginal Wharf	1	200	-11.0	4	800	-11.0	6	1,200	-11.0	6	1,200	-11.0
	Fertilizer Terminal	-	-	-	-	-	-	1	280	-12.0	1	280	-12.0
	Wheat Terminal	-	-	-	-	-	-	1	200	-12.0	1	200	-12.0
	Oil Berth	-	-	-	-	-	-	1	240	-11.3	1	240	-11.3
	Buoy Berth	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
													One Buoy

Source: JICA Study Team

表 2 - 4 - 7 マスタープラン港湾プロジェクト

Name of Project	Location	Project Amount (Million Rs.)		
		L/C	F/C	Total
Full Container Terminal	Karachi Port	1,230	2,090	3,320
New Oil Berth	Karachi Port	40	80	120
Small Boat Harbour	Karachi Port	150	150	300
Onshore Equipment	Karachi Port	41	76	117
Offshore Equipment	Karachi Port	-	500	500
Oil Berth	Qasim Port	63	95	158
Buoy Berth	Qasim Port	390	910	1,300
Fertilizer Terminal	Qasim Port	289	201	490
Wheat Terminal Equipments & Storage	Qasim Port	140	116	256
Dredger & Equipment	Qasim Port	-	445	445
Mini - Port	Gwadar	56	270	326
Marine Academy	Mauripur	-	240	240
Jinnah Bridge Phase II	Karachi Port	150	50	200
Total		2,549	5,223	7,772

Source: JICA Study Team

2-5 海運計画

2-5-1 定期航路

定期航路におけるコンテナリゼーションは世界海運界において、もはや否定出来ない傾向である。コンテナ輸送は輸送システム全体の変革であり、コンテナ船、コンテナ自体、コンテナターミナルおよび内陸輸送機関を含め、巨大な投資を必要とする。従ってコンテナリゼーションの確立のためには、政府機関、港湾当局、海運会社、鉄道、道路輸送、港湾業者、荷主等あらゆる関係者の相互協力体制が必要である。

パキスタンにおけるコンテナリゼーションの導入は、他輸送機関への大きな影響を考慮した場合、総合的ナショナルプロジェクトとして推進されることが望ましい。

国際協力事業団がパキスタン政府の要請に基づいて実施した、パキスタン国コンテナ輸送導入計画調査報告書が1982年3月完成提出されたが、緊急計画(1987/88)として2バース、長期計画(1999/2000)として6バースのフルコンテナターミナルをKarachi港において建設することを勧告している。

コンテナターミナルの完成に合わせてフルコンテナ船を取得するプロジェクトは、本studyの港湾長期計画との関連性を考慮して、提案されたものである。一方、コンテナターミナル建設計画の遅延の可能性を考慮して、クレーン付きフルコンテナ船取得計画を代替案としてIdentifyした。

定期航路における輸送能力は、コンテナ船の導入により、著しく増大するが、パキスタンの主要定期航路における積取比率40%維持のためには、多目的貨物船の船隊整備も引き続き必要である。

UNCTAD同盟憲章条約における、いわゆる40:40:20の原則は、あくまで同盟メンバー間のプール協定等を行う場合、貿易当事国海運会社は同じshare、三国船は約20%のshareをという考え方に立って決定しようというガイドラインである。同盟コード自体は、世界の定期船トレードにおいて大きなshareを運んでいる盟外船の活動を解決するものではない。積取shareを達成するために、一挙に国営海運船隊の船腹を拡充することは、必ずしも妥当な対策ではない。船隊構成は、財政状況、経営上の視点、技術革新に対する適応性等を考慮して、慎重に検討されるべきである。

2-5-2 バルクトレード

バルク・カーゴの輸送は、国際的自由競争の原則に基づいて運営されているのが現実である。バルク・カーゴの運賃マーケットは船腹の需給関係や海上荷動量の動向によって著しく変動する。専用船の手配については、安くて安定した運賃を追求する用船者によって行われるべきである。政府が設定した積取比率をバルクトレードに導入することは運営の弾力性を奪い、用船者にとって

も、運航事業者にとっても不利益をもたらす。従って、Karachi製鉄所向けバルクキャリア（専用船）およびタンカーの取得計画は、あらかじめ積取比率を定める方法にはよらず、輸送需要に見合う全体の必要船腹量を算出する“Capacity Analysis”に基づいて、Projectの抽出を行った。

自国貨物については一定の積取比率を決めて、それが国営海運によって運ばなければならないという考え方が、目下、UNCTADにおいて論議され続けている。

専用船、タンカー、不定期船等バルクトレードにおける船隊計画の基本方針は、積取比率に基づく必要隻数の算出ではなく、経済原則に基づいて、決定されるべきである。

2-6 空港・航空計画

2-6-1 航空需要

目標年度における路線別航空需要はⅣ-2に示す方法で設定され、その結果を表2-6-1～3に示す。

表2-6-1 年間航空需要予測値(国内線)

Item Airport	Standard				Maximum	
	1987 / 1988		1999 / 2000		1987 / 1988	1999 / 2000
	Pax	Cargo	Pax	Cargo	Pax	Pax
PESHAWAR	349,460	1,152	575,741	1,896	440,755	750,176
D. I. KHAN	45,150	41	81,088	73	-	-
SAIDU SHAREF	28,950	17	48,701	29	-	-
CHITRAL	35,757	112	57,386	180	-	-
ISLAMABAD	1,209,913	12,237	1,960,096	19,811	1,463,552	2,474,451
LAHORE	1,478,807	18,538	2,410,550	30,197	1,656,866	2,799,568
FALSALABAD	106,273	363	176,589	602	-	-
MULTAN	241,885	875	407,396	1,473	-	-
KARACHI	2,373,097	34,034	4,020,397	57,619	2,528,303	4,300,720
HYDERABAD	1,850	9	1,872	9	-	-
HAMABSHAH	4,018	8	6,680	13	-	-
HOENJODDARD	30,632	106	51,232	177	-	-
SUKKUR	29,799	40	51,347	69	-	-
QUETTA	230,540	989	398,319	1,708	279,906	492,287
PANJGUR	21,226	10	36,568	18	-	-
TURBAT	55,963	116	100,578	207	-	-
PASNI	28,666	118	44,548	183	-	-
GWADAR	48,242	196	79,600	324	72,687	126,220
JIWANI	7,699	14	12,337	23	-	-
SUI	10,390	33	16,263	52	-	-

Source: JICA Team estimation

表2-6-2 年間航空需要予測値(国際線)

Item Airport	1987/1988		1999/2000	
	Pax	Cargo	Pax	Cargo
PESHAWAR	15,317	1,053	29,791	2,569
ISLAMABAD	371,802	19,730	627,768	44,472
LAHORE	99,591	6,605	185,765	17,874
KARACHI	3,425,515 *	103,457	5,913,529 *	247,800
GWADAR	4,292		6,905	

Source: JICA Team estimation * : Not included transit passenger

表 2-6-3 年間航空需要予測値(新空港)

Airport \ Year	1987 / 1988	1999 / 2000
BANNU	10,232	15,174
SARGODHA	66,612	132,156
D. G. KHAN	11,444	17,688
BAHAWALPUR	20,358	31,724
RAHIMYAR KHAN	20,402	34,804
ZHOB	4,570	6,938
SIBI	1,540	2,604
KHUZDAR	27,960	50,276
ORMARA	15,478	24,520

Source: JICA Team estimation

2-6-2 航空需要の換算

空港施設計画に用いる基礎数値としては、ICAO(国際民間航空機構)、JCAB(航空局)、FAA(連邦航空局)で勧告されているように、1988年と2000年のピーク月平均日のピーク時における交通量を用いる。

本節では1988年、2000年の年間航空需要を図2-6-1の手法に従って、それぞれ日交通量、時間交通量に換算する。換算に用いた係数、比率等は次の(1)から(7)に示すとおりである。

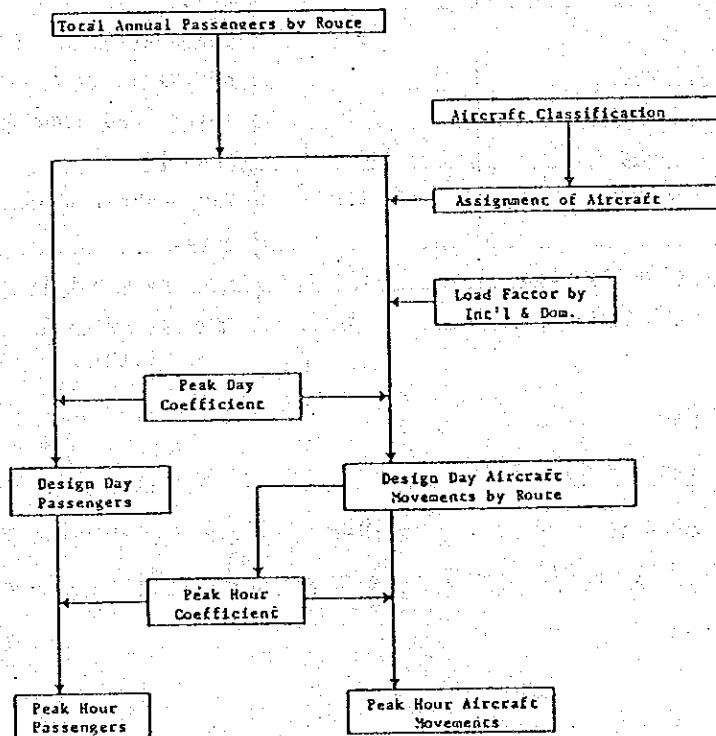


図 2-6-1 航空需要の換算フローチャート

(1) 就航機材の分類

空港計画上、パキスタンに就航する機材を形式と提供座席数により次のとおり分類する。

表 2 - 6 - 4 航空機の分類 (国内線)

Aircraft	No. of Seats	Remarks
B-747 class	500	The average No. of seats of B-747 SR (all economy)
Airbus class	320	The No. of seats of A-300 - B4 (all economy)
Twin jet class	150	The No. of seats of DC-9-80 as model aircraft of Twin jet
F27 class	50	The assumed No. of seats of this class in the future

表 2 - 6 - 5 航空機の分類 (国際線)

Aircraft	No. of Seats	Remarks
B-747 class	400	The average No. of seats of PIA's (380 seats) and other airline's B-747
Wide I	270	The average No. of seats of PIA's DC-10 (280 seats) and A300 (250 seats)
Wide II	200	The general planning value
Twin jet class	150	same as domestic
F27 class	50	same as domestic

(2) 就航機材の予測

1) 機材投入基準—国内線

路線別の投入機材は、主に前述の航空機分類と運航の採算性より設定される。

従って、国内線の機材投入基準は路線別年間旅客数に応じて次表のとおり設定した。

表 2 - 6 - 6 機材投入基準 - 国内線

Aircraft	No. of Seats	Annual PAX in one way
F27 class	50	UP TO 80,000
Twin jet class	150	80,000 - 200,000
Airbus class	320	200,000 - 600,000
B-747 class	500	600,000 -

Note : It is assumed that

- any route has more than one aircraft movement per one way, in one week
- jet routes have more than two aircraft movements per one way, in one day.

2) 機材構成比率 - 国際線

将来の国際線における機材構成比率はKarachi 空港の現状並びに世界的な航空機の開発動向をもとに表 2 - 6 - 7 のとおりとした。

表 2 - 6 - 7 目標年度における国際線の機材構成

1987/1988

(%)

aircraft route	aircraft			TOTAL
	B-747 class	Wide I	Wide II	
MIDDLE EAST & AFRICA	25	45	30	100
EUROPE	65	30	5	100
FAR EAST	70	20	10	100
INDIA	35	50	15	100

1999/2000

aircraft route	aircraft			TOTAL
	B-747 class	Wide I	Wide II	
MIDDLE EAST & AFRICA	30	45	25	100
EUROPE	75	25	-	100
FAR EAST	80	15	5	100
INDIA	45	45	10	100

(3) ピーク日係数

ピーク日係数は日本の計画基準に従い、次表のとおりとする。

表 2-6-8 ピーク日係数

Route	Domestic	International
Design day Coefficient	1 / 330	1/300

(4) ピーク時集中度

ピーク時集中度については、次に示される日本の基準により算出する。

国内線 …… $\alpha = 1.51 / A + 0.1151 (A \leq 100)$

$\alpha = 6.61 / A + 0.0641 (A \geq 100)$

国際線 …… $\alpha = 1.05 / A + 0.114$

ここに α : ピーク時集中度

A : ピーク日便数

(5) ロードファクター

ロードファクターは、PIAの1981年の国内線実績および国際空港計画に用いられる一般的な計画値を参考として、国内線80%国際線70%とした。

(6) 路線別日便数

$$\text{路線別日便数} = \frac{\text{路線別年間旅客数} \times \text{ピーク日係数}}{\text{提供座席数} \times \text{ロードファクター}}$$

(7) ピーク時便数およびピーク時旅客数

$$\text{ピーク時便数} = \text{日便数} \times \text{ピーク時集中度}$$

$$\text{ピーク時旅客数} = \text{年間旅客数} \times \text{ピーク日係数} \times \text{ピーク時集中度}$$

2-6-3 航空需要のまとめ

図2-6-1に示した手法によって計算した結果を次に要約する。

表2-6-9から12は、OD(出発・到着)別の年間旅客数、日便数、就航機材を示したものであり、表2-6-13から16は、空港別のピーク日、ピーク時の旅客数、便数を表わしたものである。

表 2-6-10 路線別年間旅客客数および日便数(国内線)

1999 / 2000

ORIGIN	DESTINATION	FEU	DSK	SRT	CIL	MP	LME	LTP	MOX	MHI	HDD	WNS	MJD	SKZ	UET	ZJC	TUK	PSI	GND	JTD	STL	PCM (Dep.)	PJA	I	F		
PUNJAB	PESHAWAR	F 1	17,345	F 4N	7,203	26,791	64,488	34,424	F 3	5,253	14,994		804									15	14	11			
		F 3																					78	78			
	D. I. KHAN	F 6C																					1				
		F 5K																					128				
	SALUD	F 6A																					1				
		F 1																					64				
	CHITRAL	F 2																					2				
		F 1																					16				
	PUNJAB	ISLAHABAD	F 3	45,257	F 4B	13,990		214,428		A 3	6,401	686,362				28,410							16				
			F 1																				78				
LAHORE		F 3	33,589				220,412		A 3	1,993	79,854	48,038				40,160						21					
		F 3																				38					
PAISALABAD		F 3					1,737	2,699	F 1N	2,699	3,828	80,604										2					
		F 2																				40					
MULHAN		F 3N	6,336	F 1	15,234		7,386	78,946	5,811	F 2C	5,811			972	2,060							9					
		F 1																				128					
KARACHI		F 3	131,091				574,781	813,447	79,818	87,808	411	2,549	21,256	20,933	119,315	15,246	40,641	16,469	32,940	4,937	4,937	38					
		F 3																				78					
SIND	HYDERABAD	F 3								435			251	155													
		F 1N																				18					
	AMARSEH	F 1N									2,677		557	78													
		F 2																				2					
	HOSAINDARO	F 1N								1,218	24,920	577	883														
		F 2																									
	SUKKUR	F 2C								2,875	20,376	243	102														
		F 3																									
	QUETTA	F 2								30,389	42,157																
		F 3																									
PANJOUR	F 1									17,698																	
	F 3																										
TIBBAT	F 1									42,156		35															
	F 3																										
PASKY	F 1									18,470																	
	F 3																										
GHADAB	F 2									39,114																	
	F 3																										
JHANT	F 3N									6,051																	
	F 3N																										
SUI	F 3N									6,207																	
	F 3N																										
YEAR DAY MOV. (ACT.)	F 1	11	2	1	2	18	21	6	9	36			2	2	8	1	3	1	2								
	F 3	154	44	44	104	104	104	44	114	84		14	14	24	44	14	44	24	24	34	44						
F-747	F 1						6		6																		
	F 3																										
Airbus	F 1						10	3																			
	F 3																										
F 777	F 1						8	12	6	7	12		2	2	5	1	2	1	2								
	F 3						104	104	114	84		14	14	24	44	14	44	24	24	34	44						

Note: V-Ready Aircraft Movement

表2-6-1-1 路線別年間旅客数および日便数(国際線)

1987/1988

Airport	Route	MIDDLE EAST & AFRICA		EUROPE		FAR EAST		INDIA		Peak day Mov.	B4	W1	W11	TJ	F27	
PIA	PESHAWAR	15,317								4W				4W		
		4W	4W													
	ISLAMABAD	176,707		163,686		11,908				6	2	2		2	2W	
		4W	2	2	2	6W	2W	2W		14W	4W	8W		4W		
		52,663								10W	2W	4W		4W		
LAHORE	2W	2W	4W						34	8	12		14	6W		
	1,337,653		115,953		219,744				22W	6W	10W					
KARACHI	4	10	12	6W	4W	2W	2	2	2	2	2					
	4,292								2W							
GWADAR																
FOREIGN CARRIER	ISLAMABAD	19,501								2W	2W					
		2W														
	LAHORE	36,396								4W	2W	2W				
	KARACHI	720,578		751,432		460,235				42	14	18	10	6W		
2		6	6	6	4	6W	4	2	2	6	2					
TOTAL	PESHAWAR	15,317								4W				4W		
	ISLAMABAD	176,707		183,187		11,908				6	2	2		2	2W	
										16W	6W	8W		2W		
	LAHORE	52,663								14W	4W	6W		4W		
2,058,231		867,385		679,979				76	22	30	10	14	6W			
KARACHI									28W	6W	10W	6W	6W			
	4,292								2W							
GWADAR																

Note: (1) The numbers in column of foreign carrier include the transit Pax.
 (2) W indicates the weekly aircraft movement.

表 2 - 6 - 1 2 路線別年間旅客数および日便数 (国際線)

1999/2000

Airport	Route	MIDDLE EAST & AFRICA		EUROPE		FAR EAST		INDIA		Peak day Mov.	B4	W1	W11	TJ	F27
PIA	PESHAWAR		29,791							6W				6W	
			6W												
	ISLAMABAD		302,777	276,255		21,947				10	4	4		2	
			2	2	2	2W				2W	2W				
			91,601						21,593						
LAHORE		2W	6W						16W	2W	8W			6W	
		2,259,204	182,558		398,843			587,221	62	18	24			20	
KARACHI		8	18	2	6W	4	2	4	4	4	6W			4W	
		6,905													
GWADAR									4W						4W
FOREIGN CARRIER	ISLAMABAD				26,789					2W	2W				
			2W												
	LAHORE								72,571	8W	2W	4W	2W		
			1,026,334	1,096,211		719,512			1,106,130	56	26	22	8	8	6W
	KARACHI		4	8	6	10	4	6	2	6W	6	8	2		
TOTAL		29,791							6W				6W		
TOTAL	PESHAWAR									10	4	4		2	
			302,777	303,044		21,947				4W	4W				
	ISLAMABAD		91,601						94,164	24W	4W	12W	2W	6W	
			3,285,538	1,278,769		1,118,355			1,693,351	118	44	46	8	20	
	KARACHI								16W		6W	6W		4W	
GWADAR		6,905							4W					4W	

Note: (1) The numbers in column of foreign carrier include the transit Pax.
 (2) W indicates the weekly aircraft movement.

表 2 - 6 - 1 3 航空輸送計畫值 (國內線)

1987/1988

Item	Passenger		Cargo		Movement		Aircraft
	Annual	Peak day	Peak hour	Annual	Peak day	Peak hour	
ALIPORE							
PESHAWAR	349,460	1,059	193	1,152	22.6	4	T jet, F27
D. I. KHAN	45,150	137	77	41	3.4	2	F27
SAIDU SHARIF	28,950	88	73	17	2.1	2	"
CHITRAL	35,757	108	94	112	2.0	2	"
ISLAMABAD	1,209,913	3,666	637	12,237	25.7	4	Aibus T jet, F27
LAHORE	1,478,807	4,481	702	18,538	36.3	6	Aibus T jet, F27
FAISALABAD	106,273	322	92	363	8.9	3	F27
MULTAN	241,885	733	142	875	19.3	4	"
KARACHI	2,373,097	7,191	984	34,034	69.3	9	Aibus, F27
HYDERABAD	1,850	6		9			
NAWABSHAH	4,018	12		8	0.3		F27
MOENJODARO	30,632	93	81	1,006	2.0	2	"
SUKKUR	29,799	90	69	40	2.3	2	"
QUETTA	230,540	699	144	989	16.6	3	"
PANJGUR	21,226	64		10	1.6		"
TURBAT	55,963	170	72	116	4.9	2	"
PASNI	28,666	87	73	118	3.3	2	"
GWADAR	48,242	146	84	196	3.3	2	"
JIWANI	7,699	23		14	0.6		"
SUI	10,390	31		33	0.9		"

表 2 - 6 - 1 4 航空輸送計畫值 (國內線)

1999/2000

Item Airport	Passenger		Cargo		Movement		Aircrafts
	Annual	Peak day	Peak hour	Annual	Annual	Peak day	
PESHAWAR	575,741	1,745	291	1,896	10,634	29.1	5 T jet, F27
D. I. KHAN	81,088	246	98	73	1,927	5.3	2 F27
SALDU SHARIF	48,701	148	83	29	1,250	3.4	2 "
CHITRAL	57,386	174	86	180	1,460	4.0	2 "
ISLAMABAD	1,960,096	5,940	930	19,811	13,294	36.4	6 Airbus, F27
LAHORE	2,410,550	7,305	1,102	30,197	15,434	42.3	6 B-747 Airbus, F27
FAISALABAD	176,589	535	150	602	3,336	9.1	3 T jet, F27
MULTAN	407,396	1,235	230	1,473	7,766	21.3	4 "
KARACHI	4,020,397	12,183	1,644	57,619	27,790	76.1	10 B-747, Airbus T jet, F27
HYDERABAD	1,872	6		9			
NAWABSHAH	6,680	20		13	104	0.3	F27
MOENJODARO	51,232	155	72	177	1,564	4.3	2 "
SUKKUR	51,347	156	68	69	1,720	4.7	2 "
QUETTA	398,319	1,207	246	1,708	6,204	17.0	3 T jet, F27
PANJGUR	36,568	111	86	18	834	2.3	2 F27
TURBAT	100,578	305	98	207	2,658	7.3	2 "
PASNI	44,548	135	94	183	938	2.6	2 "
GWADAR	79,600	241	93	324	2,033	5.6	2 "
JIWANI	12,337	37		23	312	0.9	"
SUI	16,263	49		52	416	1.1	"

表 2 - 6 - 1 5 航空輸送計畫值 (國際線)

1987/1988

Item Airport	Passenger		Cargo		Movement		Aircraft
	Annual	Peak day	Annual	Peak hour	Annual	Peak day	
PESHAWAR	15,317	51	1,053		208	0.6	T jet
ISLAMABAD	371,802	1,239	19,730	298	3,022	8.3	B-747 WIDE-I, T jet
LAHORE	99,591	332	6,605	212	728	2.0	B-747 WIDE-I, T jet
KARACHI	3,425,515*	11,418	103,457	1,452	29,196	80.0	B-747, WIDE-I WIDE-II T jet
GWADAR	4,292	14			104	0.3	F27

*: Not include transit passenger

1999/2000

Item Airport	Passenger		Cargo		Movement		Aircraft
	Annual	Peak day	Annual	Peak hour	Annual	Peak day	
PESHAWAR	29,791	99	2,569		312	0.9	T-jet
ISLAMABAD	627,768	2,093	44,472	446	3,858	10.6	B-747 WIDE-I T jet
LAHORE	185,765	619	17,874	262	1,248	3.4	B-747 WIDE-I WIDE-II T jet
KARACHI	5,913,529*	19,712	247,800	2,419	43,902	120.3	B-747 WIDE-I WIDE-II T jet
GWADAR	6,905	23			208	0.6	F27

*: Not include transit passenger

表 2 - 6 - 1 6 航空輸送計画値 (新空港)

1987/1988

Item Airport	Passenger			Movement			Aircraft
	Annual	Peak day	Peak hour	Annual	Peak day	Peak hour	
BANNU	10,232	31		312	0.9		F-27
SARGODHA	66,612	202	74	2,190	6.0	2	"
D.G. KHAN	11,444	35		312	0.9		"
BAHAWALPUR	20,358	62	54	730	2.0	2	"
RAHIMYAR KHAN	20,402	62	54	730	2.0	2	"
ZHOB	4,570	14		104	0.3		"
SIBI	1,540						"
KHUZZAR	27,960	85	74	730	2.0	2	"
ORNARA	15,478	47	41	730	2.0	2	"

1999/2000

Item Airport	Passenger			Movement			Aircraft
	Annual	Peak day	Peak hour	Annual	Peak day	Peak hour	
BANNU	15,174	46	40	730	2.0	2	F-27
SARGODHA	132,156	400	106	3,650	10.0	3	"
D.G. KHAN	17,688	54	47	730	2.0	2	"
BAHAWALPUR	31,724	96	84	730	2.0	2	"
RAHIMYAR KHAN	34,804	105	91	730	2.0	2	"
ZHOB	6,938	21		208	0.6		"
SIBI	2,604	8		104	0.3		"
KHUZZAR	50,276	152	75	1,460	4.0	2	"
ORNARA	24,520	74	64	710	2.0	2	"

2-6-4 必要施設規模

本章では前章で求められた航空需要予測値をもとに、ICAO、JCAB、FAA等の関連基準に従って、空港諸施設の必要規模を決定するものである。

(1) 滑走路

各空港の必要滑走路長は、予測就航機材によって決定される。

- 1) 将来、B-747あるいはエアバスが就航する主要空港については、ICAOの基準を用いて、当該空港の標高、温度で最大ペイ・ロードでの離着陸ができるかどうかについて調べた。
- 2) 双発ジェットが乗り入れるものとした空港では既に、より長い滑走路長を必要とするB-707用の滑走路を有しており、将来の双発ジェット就航に対する問題はない。
- 3) 将来F-27が就航する空港の滑走路はFAAの基準によれば2,000m(6,500FT)必要となる。しかしながら、現在2,000m未満でF-27が就航している空港については、現況の滑走路長で十分と判断した。なお、Gwadar空港については国際線が乗り入れるため、滑走路長を2,000mに延長するものとした。

(2) 誘導路

Karachi, IslamabadおよびLahore空港では、1988年以降、計器飛行方式による着陸回数が4便/時を越え、またワイドボディ機の就航が頻繁となってくる。このため、1988年には、平行誘導路の設置が必要となる。

(3) エプロン

1) 必要バース数の算定法

目標年度における必要バース数の算定法を次に示す。

$$S = T_i / 60 \times N_i \times 1.2 + \alpha$$

ここに S : エプロン必要バース数

T_i : エプロン占有時間(分)

N_i : ピーク時着陸回数

α : 不測の事態に対処するための最大就航機材用の予備バース

(10バース毎に1バース確保する)

2) エプロン占有時間

遅延を考慮したエプロン占有時間は、表2-6-17のとおりとする。

表 2-6-17 エプロン占有時間

(minutes)

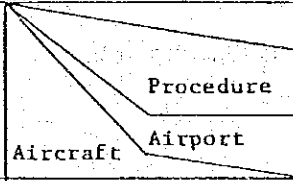
Flight or Airport		Occupancy time	
		L jet *2	Others
Dom	Primary Airport *1	80	55
	Others	70	45
Int'l	PIA	130	70
	Foreign Carrier	70	

Notes: (1) Primary Airports-Karachi, Islamabad, Lahore, Peshawar, Quetta
 (2) L jet- B-747, Airbus class

3) エプロンの形状

エプロンの形状はエプロン上の航空機の翼幅・全長・駐機方式等を考慮して、表 2-6-18 のとおりに設定する。

表 2-6-18 必要エプロン形状 (meters)

Dom / Int'l	 Aircraft Procedure Airport	Width	
		Nose-in / Push-out	Self Maneuvering
		KARACHI, ISLAMABAD LAHORE	Other
Dom	B-747, Airbus	70	-
	Twin Jet	45	60
	F-27	-	50
Int'l	B-747, Wide I	70	-
	Wide II	60	-

*: Each figure includes the clearance between each aircraft.

(4) 旅客ターミナルビル

旅客ターミナルビルの所要規模は、ピーク時旅客数にピーク時旅客 1 人当り床面積を掛けることにより算出する。

各空港におけるピーク時旅客 1 人当り床面積は日本の基準およびパキスタンの送迎客比の高いことを考慮して、国内線では 15 m²、国際線では 35 m²と設定する。(ICAO は明確な基準をもっていない。いくつかの先進国は日本の基準と同様の基準を採用している。)

また、国際線のトランジット旅客に対しては、これを 10 m²とする。

(5) 貨物ターミナルビル

マニュアルハンドリングシステムの場合、日本ではエアライン事務所および代理店事務所の貨物取扱いに必要とされる面積を表2-6-19のとおりとしている。

表2-6-19 貨物取扱面積

	Airline office	Agency office
Dom.	0.067	0.02
Int'l	0.166	0.06

従って、同表の値に貨物取扱量を乗じることにより、所要面積が算出される。

(6) 駐車場

駐車場所要面積は次式により求めるものとする。

$$A = P \times C \times L$$

ここに A : 駐車場所要面積

P : ピーク時旅客数

C : ピーク時旅客1人当り駐車台数

(日本およびFAAでは0.8)

L : 1台当りの面積

(付帯施設を含めた一般的な計画値として35 m²)

(7) 航空保安施設

航空保安施設には、無線施設・管制施設・通信施設・気象施設・照明施設が含まれる。

航空保安施設の計画は、国際標準、即ちICAO標準および勧告方式に従って、各空港、航空路別に行った。なお上記の基準に示されていない詳細なものについては、日本の基準によるものとした。

主要な航空保安施設の計画方針は次に述べるとおりである。

1) レーダー進入管制

レーダー進入管制は計器飛行方式(IFR)による年間の運航回数が10,000回を越える場合に導入される。レーダー進入管制には、ASR/SSRおよび、それと直結した管制卓が必要となる。

2) CAT-I・ILS/CAT-I照明施設

CAT-I用の無線施設、照明施設は、ターボジェットが定期便として就航する空港に適用するものとする。

CAT-I用の施設としては、次のようなものがあげられる。

- ILS CAT-I
- 進入灯 CAT-I
- VASIS
- 滑走路灯
- 滑走路末端灯
- 過走帯灯
- 誘導路灯
- その他

アウターマーカーが、地形上あるいは経済的な理由により設置できない場合には、DMEをILSに併設する。

3) CAT-II・ILS/CAT-II 照明施設

CAT-II用の航空保安施設は、混雑のひどい国際空港でこれによって相当の経済的な便益や航空機の安全運航が期待される場合設置される。CAT-II用の施設は次のものからなる。

- ILS CAT-II
- 進入灯 CAT-II
- VASIS
- 滑走路灯
- 滑走路末端灯
- 過走帯灯
- 滑走路中心線灯
- 接地帯灯
- 誘導路灯
- 誘導路中心線灯
- その他

4) VOR/DME

定期便が就航する空港にはVOR/DMEを設置する。ただし、年間の運航回数が3,000回を越えない場合や空港から40NMの範囲内に位置するVOR/DMEやVORTACにより問題なくインターセプトできる場合には、VOR/DMEの代わりにNDBが使用される。

2-6-5 空港整備計画

前章で述べた必要施設規模と既存施設についての情報に基づき、各空港の整備計画即ち配置計画、舗装設計、概算事業費の算出を行った。

(1) 計画の方針

計画の方針は、次に示すとおりである。

- (a) Karachi 国際空港は、2000年には年間旅客1,000万人に達し、国際空港としてパキスタンの主要な玄関、あるいは国内線の核として重要な役割を果たすことになる。

従って、ターミナル施設は、将来の需要に対して抜本的に改善する必要がある。主滑走路は絶えず離着陸のために使用しており抜本的な改修が困難であるため、副滑走路を延長・補強し、さらに誘導路を設置した後に主滑走路を改修する必要がある。

- (b) Islamabad 空港および Lahore 空港は、2000年には年間260万人の旅客が見込まれ、Karachi 国際空港に次ぐ重要な国際空港であり、またパキスタン北方の基幹空港でもある。従って、これらの空港整備計画は、他空港よりも優先して行う必要がある。

現在のターミナル地域は、将来の拡張あるいは、機能の円滑化の観点から移設する必要がある。

Lahore 空港の現在の滑走路強度は、不足しているが全面閉鎖を行わずに改修を行うことは困難である。このため、平行滑走路を新設し、現在の滑走路を平行誘導路に変えることが提案される。

新ターミナル用地としては、Islamabad 空港では北側地区、Lahore 空港では東側地区が適している。

Islamabad 空港での平行誘導路の新設は、航空機の待機時間を減ずるために有効である。

- (c) Nawabshah 空港は、国内線・国際線を問わず Karachi 空港の代替空港として整備されることが望ましい。

- (d) その他の空港についても、航空交通量の増加や機材の大型化に見合うよう、滑走路や誘導路を嵩上補強する必要がある。また、舗装強度が将来的に問題ない場合でも、強度低下を防ぐ意味で、また不陸整正の意味で嵩上舗装する必要がある。

- (e) 航空需要の少ないローカル空港でも、シビルミニマムの観点から空港を新設する必要がある。これについては、F-27クラスの航空機に対応した規模を考えている。

(2) 整備計画

- (a) 各空港の整備計画の概要は、表2-6-20に示すとおりである。

- (b) 主要空港の最大需要に対する整備計画は、単に参考のために作成されたものである。

表 2 - 6 - 2 - 0 空港整備計画

The values in each column indicates airport master plan in the year of PRESENT / 1985 / 2000

AIRPORT	RUNWAY	TAXIWAY	APRON	CAR PARKING	PAK TERMINAL BLDG.	CARGO TERMINAL BLDG.
PESHAWAR	2,750 m / Ditto / Ditto	840 m / Ditto / Ditto	214-217 / Ditto / Ditto	31,280 m ² / 34,000 m ²	5,000 m ² / 30,350 m ² / 11,720 m ²	
			117-27 / Ditto / Ditto	DOM. / 5,100 / 5,150 INT'L. / 5,880 / Ditto	DOM. / 2,000 / 5,370 INT'L. / 7,330 / Ditto	2,500 m ² / Ditto
D. I. RAJ	1,800 m / Ditto / Ditto	260 m / Ditto / Ditto	217-27 / Ditto / Ditto	1,600 m ² / Ditto	1,200 m ² / Ditto	
			217-27 / Ditto / Ditto	1,600 m ² / Ditto	1,200 m ² / Ditto	
SALUD SHARIF	1,830 m / Ditto / Ditto	75 m / Ditto / Ditto	217-27 / Ditto / Ditto	1,600 m ² / Ditto	1,200 m ² / Ditto	
			217-27 / Ditto / Ditto	1,600 m ² / Ditto	1,200 m ² / Ditto	
CHITRAL	1,820 m / Ditto / Ditto	75 m / Ditto / Ditto	217-27 / Ditto / Ditto	1,600 m ² / Ditto	1,200 m ² / Ditto	
			217-27 / Ditto / Ditto	1,600 m ² / Ditto	1,200 m ² / Ditto	
ISLAMABAD	2,750 m / 3,200 m / Ditto	900 m / 3,140 m / Ditto	217-27 / 217-27 / Ditto	19,000 m ² / 26,180 m ² / 38,550 m ²	8,300 m ² / 33,890 m ² / 29,540 m ²	2,250 m ² / 5,520 m ² / 11,770 m ²
			DOM. / 318-747 / 418-747 / 317-27 INT'L. / 317-27 / 317-27	DOM. / 17,840 / 26,040 INT'L. / 8,340 / 32,490	DOM. / 2,550 / 31,950 INT'L. / 10,450 / 15,610	
LADAKH	2,750 m / 3,250 m / Ditto	3,070 m / 4,105 m / Ditto	217-27 / 217-27 / Ditto	3,300 m ² / 23,400 m ² / 38,200 m ²	4,500 m ² / 37,850 m ² / 25,700 m ²	3,100 m ² / 6,650 m ²
			DOM. / 318-747 / 418-747 / 217-27 INT'L. / 317-27 / 317-27	DOM. / 19,640 / 30,860 INT'L. / 3,940 / 7,340	DOM. / 10,550 / 16,500 INT'L. / 7,420 / 9,370	
TAISALABAD	2,750 m / Ditto / Ditto	483 m / Ditto / Ditto	217-27 / Ditto / Ditto	3,430 m ² / Ditto / 4,200 m ²	818 m ² / 2,380 m ² / 2,250 m ²	800 m ² / Ditto
			217-27 / Ditto / Ditto	3,430 m ² / Ditto / 4,200 m ²	818 m ² / 2,380 m ² / 2,250 m ²	
MIRAN	2,750 m / Ditto / Ditto	3,800 m / Ditto / Ditto	217-27 / Ditto / Ditto	2,500 m ² / 3,980 m ² / 6,440 m ²	1,050 m ² / 2,130 m ² / 3,450 m ²	30 m ² / 2,000 m ² / Ditto
			217-27 / Ditto / Ditto	2,500 m ² / 3,980 m ² / 6,440 m ²	1,050 m ² / 2,130 m ² / 3,450 m ²	
KARNALI	3,200 m / Ditto / Ditto	5,070 m / 6,710 m / Ditto	217-27 / 217-27 / Ditto	15,000 m ² / 48,210 m ² / 33,760 m ²	27,800 m ² / 67,970 m ² / 217,330 m ²	7,500 m ² / 26,350 m ² / 61,050 m ²
			DOM. / 418-747 / 217-27 / 217-27 INT'L. / 317-27 / 317-27	DOM. / 27,450 / 46,030 INT'L. / 40,640 / 67,730	DOM. / 24,740 / 24,660 INT'L. / 53,210 / 67,660	
HYDERABAD	2,350 m / Ditto / Ditto	150 m / Ditto / Ditto	217-27 / Ditto / Ditto	1,400 m ² / Ditto / Ditto	6,940 m ² / 13,810 m ²	
			217-27 / Ditto / Ditto	1,400 m ² / Ditto / Ditto	6,940 m ² / 13,810 m ²	
MADRAS	2,750 m / Ditto / Ditto	175 m / 4,186 m / 3,405 m	217-27 / Ditto / Ditto	4,000 m ² / Ditto / Ditto	500 m ² / 1,200 m ² / Ditto	
			217-27 / Ditto / Ditto	4,000 m ² / Ditto / Ditto	500 m ² / 1,200 m ² / Ditto	
MELAPUR	1,940 m / Ditto / Ditto	230 m / Ditto / Ditto	217-27 / Ditto / Ditto	1,400 m ² / Ditto / Ditto	225 m ² / 1,200 m ² / Ditto	
			217-27 / Ditto / Ditto	1,400 m ² / Ditto / Ditto	225 m ² / 1,200 m ² / Ditto	
MUMBAI	2,750 m / Ditto / Ditto	600 m / Ditto / Ditto	217-27 / Ditto / Ditto	2,400 m ² / 4,030 m ² / 6,890 m ²	5,800 m ² / Ditto / Ditto	90 m ² / 150 m ²
			217-27 / Ditto / Ditto	2,400 m ² / 4,030 m ² / 6,890 m ²	5,800 m ² / Ditto / Ditto	
PUNJAB	1,840 m / Ditto / Ditto	110 m / Ditto / Ditto	217-27 / Ditto / Ditto	1,400 m ² / Ditto	340 m ² / 1,200 m ² / Ditto	
			217-27 / Ditto / Ditto	1,400 m ² / Ditto	340 m ² / 1,200 m ² / Ditto	
TAMIL	2,750 m / Ditto / Ditto	370 m / Ditto / Ditto	217-27 / Ditto / Ditto	1,400 m ² / Ditto	240 m ² / 1,200 m ² / Ditto	
			217-27 / Ditto / Ditto	1,400 m ² / Ditto	240 m ² / 1,200 m ² / Ditto	
PUNJAB	2,750 m / Ditto / Ditto	150 m / Ditto / Ditto	217-27 / Ditto / Ditto	1,400 m ² / Ditto	220 m ² / 1,200 m ² / Ditto	
			217-27 / Ditto / Ditto	1,400 m ² / Ditto	220 m ² / 1,200 m ² / Ditto	
GUJARAT	1,500 m / 2,000 m / Ditto	333 m / Ditto / Ditto	217-27 / Ditto / Ditto	1,400 m ² / Ditto	150 m ² / 1,200 m ² / Ditto	
			217-27 / Ditto / Ditto	1,400 m ² / Ditto	150 m ² / 1,200 m ² / Ditto	
GUJARAT	1,540 m / Ditto / Ditto	300 m / Ditto / Ditto	217-27 / Ditto / Ditto	1,400 m ² / Ditto	140 m ² / 1,200 m ² / Ditto	
			217-27 / Ditto / Ditto	1,400 m ² / Ditto	140 m ² / 1,200 m ² / Ditto	
MUMBAI	1,500 m / Ditto / Ditto	130 m / Ditto / Ditto	217-27 / Ditto / Ditto	1,400 m ² / Ditto	140 m ² / 1,200 m ² / Ditto	
			217-27 / Ditto / Ditto	1,400 m ² / Ditto	140 m ² / 1,200 m ² / Ditto	
MUMBAI	1,500 m / Ditto / Ditto	130 m / Ditto / Ditto	217-27 / Ditto / Ditto	1,400 m ² / Ditto	140 m ² / 1,200 m ² / Ditto	
			217-27 / Ditto / Ditto	1,400 m ² / Ditto	140 m ² / 1,200 m ² / Ditto	
MUMBAI	1,500 m / Ditto / Ditto	130 m / Ditto / Ditto	217-27 / Ditto / Ditto	1,400 m ² / Ditto	140 m ² / 1,200 m ² / Ditto	
			217-27 / Ditto / Ditto	1,400 m ² / Ditto	140 m ² / 1,200 m ² / Ditto	

2-6-6 航空保安施設の整備計画

航空保安施設の計画方針を次に示す。

- (1) 航空保安施設は、将来予想される運航形態に合致し、かつ国際的に認められた標準や将来の機器開発動向をも考慮して計画する。
 - (2) 旧式の施設については、性能が悪く、また信頼性に欠けるため、新しいものに置き換える。
 - (3) 安全かつ秩序ある航空機の運航を促進するための新規施設についても、積極的に計画する。これにより遅延、無駄な燃料消費あるいは代替空港へのフライトなどを最小限に押えることができる。
 - (4) 主要な国際航空路G2, G52, A1, G72のVOR/DME, 遠隔操作VHF対空通信施設は国際的レベルまでグレードアップする。
 - (5) ターミナル用のASR/SSRが完全に稼働状態にはいった次の段階として、パキスタン空域における安全かつ効率的な航空機の運航をはかるために、航空路管制施設、例えばARSR/SSR, さらにそれらに関連したVHF/HFの通信網が必要となる。
 - (6) 固定および対空通信施設については、既存の機器が老朽化していること、また、それらのカバレッジが狭いことに起因する通信の困難さを改善するため、新機器の導入を計画する。航空通信施設には、ATS直接通話回路、国際航空固定通信網(AFTN)、自動メッセージ交換機、VHF/UHF対空無線およびUHF/VHFリンクが含まれる。
 - (7) 飛行情報センター・航空交通管制部、あるいは捜索救難調整本部等のビルが、航空交通業務の近代化のために必要である。
 - (8) 高度に発達した機器に対する慣熟のための訓練施設や、機器の保守のための集中整備センターが必要となる。
 - (9) 主要な空港、特に、航空交通の輻湊した管制圏においては、安全かつ効率的な運航を促進するため、ASR/SSRが必要となる。
 - (10) 主要な空港においては、精密進入CAT-I(CAT-I・ILS/CAT-I・照明施設)を1983年～1988年に設置する必要があるが、将来ともターボジェットが就航しないローカル空港においては、NDB, VOR/DMEを用いた非精密進入とする。
 - (11) 1989年～2000年に主要な空港においては、CAT-IがCAT-IIまでグレードアップされることとなる。

この段階でも、将来ともターボジェットが就航しない空港においては、非精密進入が適用されるものとする。
 - (12) 1983年～1988年に設置される機器のうちアンテナやケーブルのような剛性部品以外は、耐久性の観点から、その後10年以内に取り換える必要がある。
- 航空保安施設計画の概要を、表2-6-2.1～2.2に示す。

表 2 - 6 - 2 1 航空保安施設設計圖

X : EXISTENCE
 O : PLAN(New / Upgrade / Replacement)

No.	AIRPORT NAME	PHYSICAL CHARACTERISTICS	RADIO AIDS						COM.				LIGHTING AIDS				REMARKS		
			ASR / SSR	TLS	VOR	DME	T-DME	NDB	OTHERS	COM.	ALS	RHL	VASIS	TWL	APRON	RVR			
1	PESHAWAR																		GCA is available
2	D.I.KHAN																		
3	SAIDU SHAKIF																		*By DAC
4	CHITRAL																		
5	ISLAMABAD																		
6	LAHORE																		(1) Cnt.-I not available (2) available (3) 2BarVASIS
7	FAISALABAD																		(4) Cnt.-I Not Available *By DAC
8	MULTAN																		(5) Ditto *By DAC
9	KARACHI																		
10	HYDERABAD																		

2-6-7 機材計画

路線別のピーク日離着陸回数をもとに、PIAで今後必要とされる機材数を表2-6-23に示した。なお、これは機材別の年間運航時間および路線別の運航時間を考慮して算出したものである。

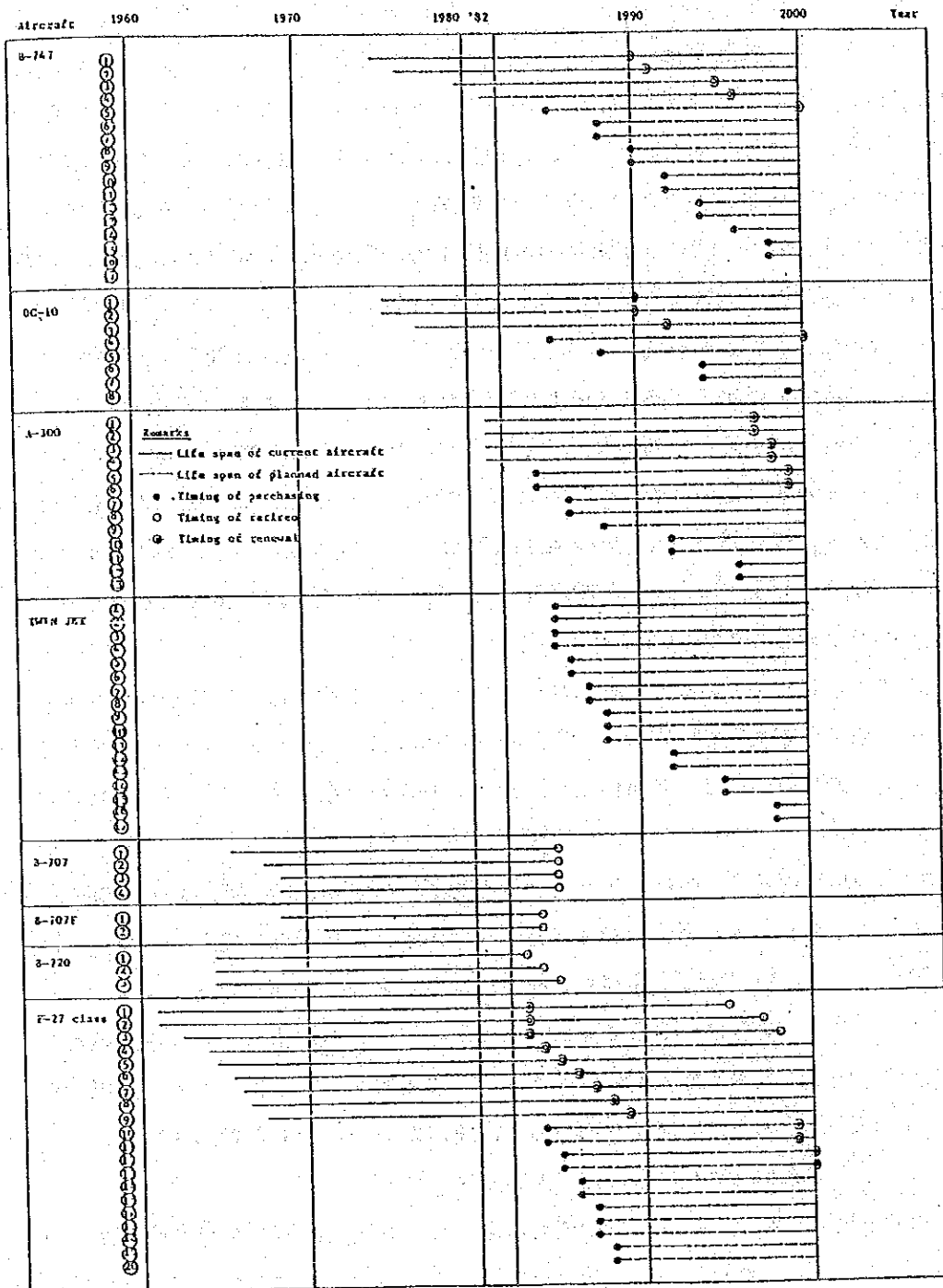
PIAでの航空機の耐用年数を平均15年と仮定すれば、2000年までのPIAの機材保有計画は、表2-6-24に示すとおりとなる。

表2-6-23 将来の機材数

Type of Aircraft	Year		1982		1988		2000		Remarks
	1982	1988	1982	1988	2000	2000	2000		
B-747	3 (4)	Int'l	7		13	16			
		Dom.	-	7	3	(17)			
DC-10	3	Int'l	3		6				
		Dom.	2	5	2	8			
A-300	4	Int'l	6	8	10	12			
		Dom.	2	(9)	2	(13)			
B707/720	7	Int'l	-		-			and 2	
		Dom.	-	-	-	-		Freighters	
Twinjet	-	Int'l	10		13	16			
		Dom.	1	11	3	(17)			
F-27	9	Int'l	1	19	1	16			
		Dom.	19	(20)	15	(17)			
TOTAL	26 and 2 Freighters	Int'l	27	50	43	68			
		Dom.	24	(52)	25	(72)			

Note : Mark () indicate the number including spare aircraft

表 2-6-24 PIAの機材保有計画



2-7 その他

2-7-1 内陸水運

輸送手段としての、インダス川や主にパンジャブ州とシンド州に集中している運河網の利用可能性について意志決定するために、それに関連した諸研究が過去に行われている。

これらの研究の結果によると、内陸水運の輸送コストは、物理的、工学的要因を考えなければ、他の輸送モードに較べて低いとされている。同時に、予想されるエネルギーコストの増大を考えると、内陸水運は他の輸送モードに較べてより経済的であろう。

しかしながら、これらの研究により指摘されたたくさんの重大な問題や、担当官庁によって取上げられるべき多くの争点がある。それは、次のようなことである。

- (1) 多くの橋には十分な空間がなく、最高水位になった時に、橋との間に余裕がない。
- (2) 内陸水運の導入を妨げる多くの障害物がある。それらは、低い橋、水門、せきそしてダムなどである。例えば、a) Lahore の郊外では、3 km 毎に橋があり、80 km 毎にダムがある。
b) Peshawar から Karachi へ送られる商品は、少なくとも4回積み替えなければならない。
c) 水門が平均して1.3-1.6 km 毎にある。
- (3) 川の水は雨や山で溶けた雪から成っているので、夏の水量は冬よりもかなり多くなる。従って、水位の変動は非常に激しく、コースが季節毎に移動する。また、春の間水深が十分ではなく、運河の中には航行可能なのが数ヶ月しかない所もあるということに注目しなければならない。
- (4) いくつかの鉄道や道路は、川や運河の上を通っている。その理由は、これらは航行するという考えを入れずに建設されたからである。
- (5) 浸水している地域では、運河の勾配の安定性が重要な問題になっている。
- (6) インダス川の航行は、決して楽なことではない。その理由は、多くの危険が存在するからである。例えば洪水、嵐、不十分な水深そして浅瀬などが航行にとって障害となっている。

ここまで述べたように、商品を国の南北に運ぶための定期的な輸送機関として、川や運河を利用するには、取除かなければならない障害物が多すぎる。

内陸水運を確立するためには、川や運河にあるたくさんの障害物を取り除くための多大な投資が必要である。即ち、航行可能にするためには、運河の広大な改造が必要とされる。このことは航行計画を非常に高価で不経済なものにすることになる。

このために運河網は輸送手段としてこれまで利用されていない。現在まで、水は灌漑用水や水力発電のための重要な資源として広く利用されてきた。とりわけ、灌漑においては重要な役割を果たしてきた。即ち、果物、さとうきび、たばこなどの作物の生産に不可欠なものである。運河は、全灌漑地域の約73%を数える主要な要素である。いい換えれば、運河網は、一連のせき、水門や、灌漑用に決められた運河に流れをコントロールできるような装置を必要としている。

従って、インダス川や多くの運河について、進行中あるいは今後予想される内陸水運のプロジェクトはない。結論として、関係各省と密接な調整を計って、上記で述べたようなことすべてについて徹底的な研究がなされることを提案する。

2-7-2 POL輸送のためのパイプライン

年間約5%成長というミクロの交通需要予測の結果により、パンジャブ州とNWFPの2つの地域で消費されるPOL生産物の量は、1999/2000年には約650万トンになると推定されている。次のような試算を試みる。もし前述の需要が、新しい精製所がPQAの近くに建設され、POL生産物の輸送のためにパイプラインは精製所からMultanターミナルまでひかれるという仮定に見合うのならば、現在あるパイプラインと平行に走るとして、長さは870kmになると推定される。

そのような仮定のもとに、ターミナルにおけるポンプ・ステーションと貯蔵施設を含めて、新しいパイプライン建設のおおまかなコストは、約14.4億ルピーになるだろう。

しかしながら、現在の段階では、具体的な計画や詳細な研究はなされていない。従って、精製所とそれを結ぶパイプラインの必要性に関する特別の研究が注意深くなされなければならない。またもしその必要性が正当化された場合、実行の決定がなされる前に、フィージビリティ・スタディが必要である。その理由は、パイプライン建設は、新しい精製所と密接に結びついているからである。

第6次5ヶ年計画期間に、NWFPやパンジャブ州へPOL生産物を輸送するためのパイプラインの拡張や新規建設の必要性に関しては、現在のパイプラインは、輸送能力が年間4百万トンなので、1987/88年には約3百万トンになるであろう需要を十分カバーできると推定されている。

3 プロジェクト予備評価

3-1 総論

3-1-1 目的およびアプローチ

本調査におけるプロジェクト予備評価の主な目的は、マスタープランや実施計画を準備するに際しての意志決定に重要な指標を提供することである。

プロジェクト評価のアプローチとしては、基本的に次のような立場をとることとする。

- (1) プロジェクトのうちその妥当性や相対的重要性を論じるのに経験的な議論だけでは不十分なので、さらにその主要な費用便益項目が一応信頼できる範囲で計測しうるものを対象として、計量的な経済分析（時に財務分析）を施すものとする。また、かなりの不確定要素を伴う重要プロジェクトに対しては感度分析をつけ加える。
- (2) 同種のプロジェクトが多数存在する場合には、典型化したプロジェクトのそれぞれに対してスクリーニング分析を施すものとする。実際には、道路プロジェクトやいくつかの鉄道プロジェクトがこれに該当する。
- (3) 便益が計量化する性質ではない、あるいはデータが有用でないプロジェクトについては、経験的視点から記述的な評価がなされるものである。その際重要な側面のひとつは安全性であり、これは同時に交通システム開発における前提条件でもある。

なお、本調査におけるプロジェクト評価は計画という目的に照らして十分な程度に当該プロジェクトの位置づけを提示するのにとどめるもので、詳細な分析までは到達し得ない。従って、本調査において提案されているプロジェクトについて、それが実施にこぎつけられるまでには別途ファイジビリティ調査が必要となることはいうまでもない。

3-1-2 方法論および報告形式

各モードもしくは各プロジェクトに特有な方法論についてはその関連箇所ですべて説明を行うものとして、ここでは共通して用いられる方法論について紹介することにとどめる。

本調査において頻繁に用いられる費用便益分析の決定基準は、内部収益率である。内部収益率とは、プロジェクトの純現在価値がゼロとなるような割引率を求めるものである。そのような割引率が内部収益率（IRR） r と呼ばれ、資本の機会価値率 r よりも高い IRR を持つプロジェクトが妥当だとみなされることになる。数式に表現すると IRR 基準は

$$\sum_{t=1}^N \frac{B_t - O_t}{(1+r)^t} - \sum_{t=1}^N \frac{K_t}{(1+r)^t} = 0$$

となり、ここに B_t は t 年における便益、 O_t は同じく運行費用、 K_t は資本投資そして N は Pr

プロジェクト寿命をそれぞれ指す。IRRの財務的な意味としては、そのプロジェクトが借り入れ金を返済しつつ払い得る最大の利子率と表現することができる。

経済分析の費用と便益を算定するにあたっては、国境価格が採り入れられる。費用や便益の市場価格は各種の貿易・非貿易財に分解されて、適切な変換係数を利用して国境価格に変換される(一例として標準変換係数の算定が表3-1-1に示してある。)国際市場価格が確認できない残余部分については、それを十分小さな構成比にまで下げた後に、標準変換係数を乗じることによって国境価格に変換できる。また、労働の国境価格は、その限界生産性に消費変換係数を掛けて求めることができる。

互いに排他的なプロジェクトを比較する場合には、「差分」費用便益分析が適用される。2つのプロジェクトの差をとった費用便益フローを持つ仮定上のプロジェクトに対して計算したIRRが資本の機会価値率を上回る場合に、その上回った方のプロジェクトが他に対して優位と判断されるのである。費用便益分析には状況に応じてさらに工夫をこらしてあり、具体的にはその都度検討を加えることとする。

本調査のプロジェクト予備評価の結果について、以下にアプローチ、方法論そして主要な結果についての要約を載せる。各プロジェクトの予備評価のより具体的な記述は、プロジェクトリストの該当箇所に載せることにする。

表3-1-1 貿易統計(全品目)

Estimation of Standard Conversion Factor

$$SCF(c) = \frac{M(c)+X(c)}{(M(c)+M(c))+(X(c)-D(c))}$$

- M(c): Value of imports
- X(c): Value of exports
- T(c): Value taxes on imports
- D(c): Value taxes on exports

$$SCF = \sum_c SCF(c)/N$$

N: Number of observed years

Calibrating the above formula based on the data in the Table 3-1-1

$$SCF = 0.851$$

(Million Rupees)

Year	Value of imports M(c)	Value of exports X(c)	Value taxes on imports T(c)	Value taxes on exports D(c)
1976-77	23,012.2	11,293.9	6,074.2	130.4
1977-78	27,314.7	12,980.4	8,251.3	146.5
1978-79	36,388.1	16,925.0	10,063.7	279.8
1979-80	46,929.1	23,410.1	12,041.1	445.8
1980-81	53,543.7	29,279.5	13,354.8	706.5

Source: Central Board of Revenue, Statistical Bulletin.

3-2 道路プロジェクトの予備評価

3-2-1 道路プロジェクト最適実施時期の決定

プロジェクト予備評価の一環として、道路プロジェクトの最適実施時期を決定するための指標を与えるためにROPOTTと呼ばれるシステムが開発された。このモデルは、経済価格による限界便益費用比に基づいてプロジェクト実施時期を検討するものである。それによると、あるプロジェクトの現在価値もしくは内部収益率が最大となる時点をもってそのプロジェクトの最適実施時期は規定される。こうしたシステムティックな基準を用いてのモデルの目的は、便益が費用を十分償いそうなプロジェクトを抽出することにある。純便益が時間の経過に伴って単調増加していくようなプロジェクトについては、限界便益費用比が最適実施時期を示唆するのである。この方法は初年度収益率テストとしてもよく知られており、パキスタンにおける道路プロジェクトはこの方法の適用条件をよく満たしている。初年度収益率テストでは、まず、限界便益費用比 (r_1) を計算し、それを適切な割引率 (資本の機会価値率) (\hat{r}) と次のように比較するのである。

- (1) もし $r_1 < \hat{r}$ ならば、時期尚早、
- (2) もし $r_1 > \hat{r}$ ならば、躊躇し過ぎ、そして
- (3) もし $r_1 = \hat{r}$ ならば、最適実施時期。

モデルの構造を説明すると、次のようになる。今、交通量 (X_t) が時間 (t) につれて増加しており、またプロジェクトの便益が単位費用節約 (b) に関係するとすると、総便益 (Bt) は $Bt = bXt$ として与えられる。

一方、総運行費用 (Ct) は、年間単位維持費 (a) を用いて $Ct = aXt$ と表わすことができる。これらから道路の初期投資 (K_0) を減じることによって、プロジェクトの純現在価値 ($Z(i)$) は

$$Z(i) = \sum_{t=i}^{N+i} \frac{(b-a)Xt}{(1+\hat{r})^t} - \frac{K_0}{(1+\hat{r})^{i-1}}$$

となる。ここに N はプロジェクト寿命、 \hat{r} は割引率 (資本の機会費用率) として i はプロジェクトの実施年度を示す。プロジェクトの最適実施時期は先述のように、その純現在価値が最大となる時点である。その年度を i と呼ぶことにすると、最適条件は

$$Z(i-1) < Z(i) \geq Z(i+1)$$

と表現することができ、これを分解して

$$\begin{cases} Z(i) - Z(i-1) > 0 \\ Z(i) - Z(i+1) \geq 0 \end{cases}$$

と書いても同じである。

さて、

$$Z(i) - Z(i-1) = \left\{ \sum_{t=i}^{N+1} \frac{(b-a)X_t}{(1+r)^t} - \frac{K_0}{(1+r)^{i-1}} \right\} - \left\{ \sum_{t=i-1}^{N+i-1} \frac{(b-a)X_t}{(1+r)^t} - \frac{K_0}{(1+r)^{i-2}} \right\}$$

$$= \frac{-(b-a)X_{i-1} + \hat{r}K_0}{(1+\hat{r})^{i-1}}$$

となり、一方で

$$Z(i) - Z(i+1) = \left\{ \sum_{t=i}^{N+1} \frac{(b-a)X_t}{(1+r)^t} - \frac{K_0}{(1+r)^{i-3}} \right\} - \left\{ \sum_{t=i+1}^{N+i+1} \frac{(b-a)X_t}{(1+r)^t} - \frac{K_0}{(1+r)^i} \right\}$$

$$= \frac{(b-a)X_i - \hat{r}K_0}{(1+\hat{r})^i}$$

と変換できる。従って、最適条件は

$$\begin{cases} -(b-a)X_{i-1} + \hat{r}K_0 > 0 \\ (b-a)X_i - \hat{r}K_0 \geq 0 \end{cases}$$

すなわち

$$\frac{(b-a)X_{i-1}}{K_0} < \hat{r} \leq \frac{(b-a)X_i}{K_0}$$

と書き直すことができるのである。

$$(b-a)X_{i-1} = B_{i-1} - C_{i-1}$$

および

$$(b-a)X_i = B_i - C_i$$

であるから、初年度収益率 r_1 (純便益 $B_i - C_i$ の初期投資 K_0 に対する比) が割引率 \hat{r} に等しいか越えた直後の年度が、そのプロジェクトの最適実施時期ということになる。またこの式からうかがえるように、こうした議論は $X_{i-1} < X_i$ の時にのみ行えるのであって、いかえると交通量 X_t が単調増加であることが、このモデルの適用条件なのである。

道路プロジェクトの最適実施時期テストを応用するにあたって、この基本モデルは次に紹介するようにさらに拡大することとする。

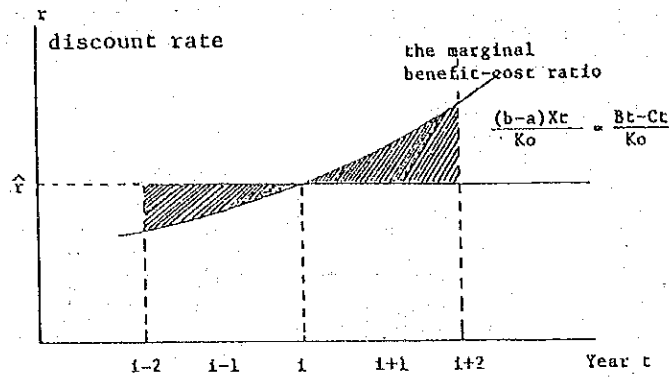


図 3-2-1 道路プロジェクトの最適実施時期

3-2-2 適用方法と推計結果

(1) 適用方法

道路プロジェクトの予備評価を図 3-2-2 のフローに従って実施した。本調査の道路ネットワークは 208 リンクで構成される。予備評価は、2 ケース (Case A, Case B), 2 目標年次 (1987/88, 1999/00) についてそれぞれ実施する必要があるため、都合 832 プロジェクト (= 208 × 4) が評価対象になる。フローに示す予備評価システムを開発し、プロジェクト別に IRR, B/C および NPV を推計した。さらに、最適着工時期を前節で述べた方法により検討した。

予備評価に適用されたデータと仮定は次の通りである。

- (i) with/without シナリオを比較することにより VOC の差と時間差を求め、便益ストリームを得た。プロジェクトライフは 20 年とした。
- (ii) VOC は 1981 年に MOC が準備したものを適用した。これは、走行速度の関数として車種別、道路改良の有無別に市場価格で VOC が費用項目別に推計されている。従って、市場価格を経済価格に変換するとともに、地勢、路面状態に応じた修正が必要であった。
- (iii) 車種別の時間価値は、乗用車、バス、トラックがそれぞれ、5.89, 56.26, 10.70 ルピー/時である。トラックの時間価値は乗員と貨物の双方を考慮している。
- (iv) 道路プロジェクトの工期別予算配分は工事規模により次の様に設定した。

Year	1	2	3	4 (%)
Investment Cost < 200MRs	30	50	20	
Investment Cost > 200MRs	20	35	35	10

次期5ヶ年計画の候補プロジェクトは、1983/84年に工事開始とし、その他は1993/94年に工事開始するものとした。

(V) 初年度収益率を最適着工時期の検討のために計算した。

(VI) B/C, NPVの計算では、パキスタンにおける資本の機会費用を考慮して社会的割引率を12%と仮定した。

(2) 推計結果

表3-2-1に、評価システムの出力例を示す。道路プロジェクト別に、IRR, 割引後便益, 割引後費用, B/C, NPV, B/Cから見た優先順位, 費用配分, フェージング後の初年度収益率, および最適着工時期が示されている。

割引率を変えて感度分析した後に、これらの情報が、道路プロジェクトの優先順位策定と次期5ヶ年計画の年度別予算配分に適用された。

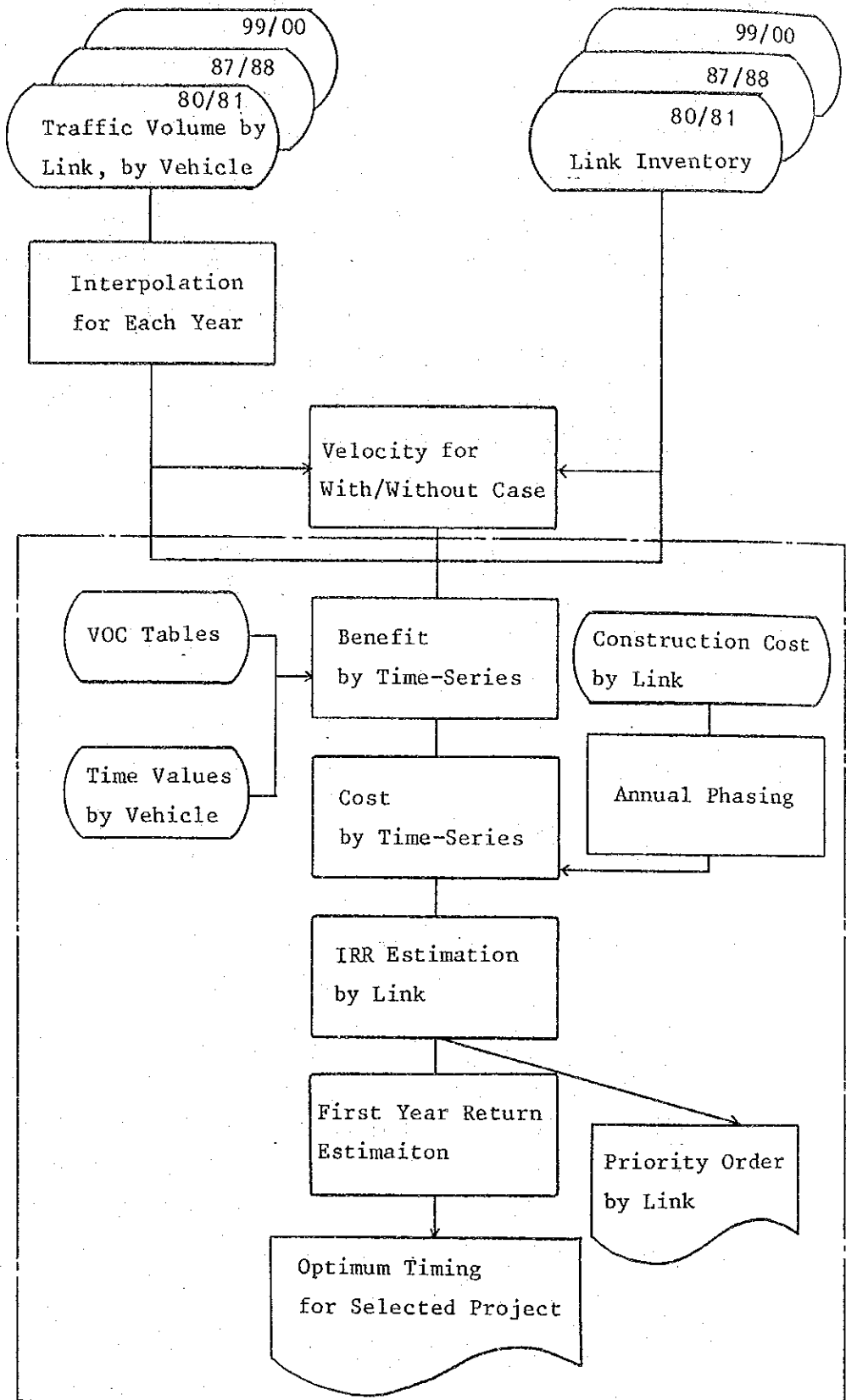


図 3 - 2 - 2 道路プロジェクト予備評価フロー

表 3-2-1 道路プロジェクト評価システムの出力例

SEQ LINK-NO	LENGTH	1987/88 PLAN				CONSTRUCTION COST				1ST Y.R. TIMING	OPTIMUM TIMING			
		IRR	BENEFIT	COST	B/C	B-C	PRIORITY	1ST	2ND			3RD	4TH	
1	52001	160	46.9	3763.53	479.99	7.84	3283.54	15	195.42	341.98	341.98	97.71	0.54	83/84
2	52002	15	70.0	643.75	51.76	12.44	591.99	3	30.10	50.17	20.07		0.93	83/84
3	52003	55	42.8	1197.89	186.45	6.42	1011.44	21	75.91	132.84	132.84	37.95	0.49	83/84
4	52004	38	33.6	491.49	122.82	4.00	368.68	65	71.43	119.05	47.62		0.27	83/84
5	52005	68	41.7	1576.34	261.74	6.02	1314.60	30	106.56	186.48	186.48	53.28	0.48	83/84
6	52006	132	54.1	3619.52	35.15	10.80	3284.38	7	156.45	238.79	238.79	68.22	0.70	83/84
7	52007	22	49.6	819.34	105.11	7.80	714.23	16	61.13	101.88	40.75		0.50	83/84
8	52008	109	31.2	1467.30	344.29	4.26	1123.01	55	140.17	245.30	245.30	70.08	0.18	83/84
9	52009	13	0.0	0.0	19.33	0.0	-19.33	173	11.24	18.73	7.49		****	****
10	51001	48	40.2	282.53	90.54	3.12	192.00	85	52.66	87.76	35.10		0.47	83/84
11	51002	100	33.2	469.76	184.42	2.55	285.34	99	75.08	131.39	131.39	37.54	0.48	83/84
12	51003	12	41.4	122.59	22.72	5.40	99.87	38	13.21	22.02	8.81		0.26	83/84
13	51004	70	37.8	478.01	129.24	3.70	348.77	73	52.62	92.08	92.08	26.31	0.43	83/84
14	51005	18	10.4	114.20	125.66	0.91	-11.46	144	73.08	121.80	48.72		0.13	84/85
15	51006	75	60.2	1026.45	120.98	8.48	905.48	10	70.36	117.26	46.91		0.65	83/84
16	51007	44	49.9	1360.93	160.41	8.48	1200.52	11	65.31	114.29	114.29	32.65	0.64	83/84
17	51008	13	81.2	221.34	19.81	11.17	201.53	5	11.52	19.20	7.68		1.24	83/84
18	51009	79	56.4	1136.29	149.67	7.59	986.63	17	60.93	106.63	106.63	30.47	0.88	83/84
19	51010	40	41.4	574.71	131.64	4.37	443.07	52	53.59	93.79	93.79	26.80	0.58	83/84
20	51011	37	54.5	996.79	125.96	7.91	870.83	13	73.26	122.09	48.84		0.63	83/84
21	51012	130	43.9	1311.11	201.79	6.50	1109.32	20	82.16	143.77	143.77	41.08	0.45	83/84
22	51013	67	33.9	2437.50	570.73	4.27	1866.78	54	232.36	406.63	406.63	116.18	0.33	83/84
23	51014	52	32.5	578.70	138.59	4.18	440.10	62	56.43	98.75	98.75	28.21	0.29	83/84
24	51015	15	18.8	314.99	178.36	1.77	136.63	121	72.62	127.08	127.08	36.31	0.13	83/84
25	51016	52	17.3	723.06	453.14	1.60	269.92	125	184.49	322.85	322.85	92.24	0.13	84/85
26	51017	38	27.6	829.01	272.50	3.04	556.52	86	110.94	194.15	194.15	55.47	0.26	83/84

3-3 鉄道プロジェクトの予備評価

3-3-1 アプローチ

鉄道プロジェクトの種類は、電化、軌道や駅の整備、信号改良、車両供給等非常に多岐にわたる。それに対応して、予備評価のアプローチとしても「差分」費用便益分析、限界便益費用分析、費用比較分析をして記述的分析などと多彩にならざるを得ない。

よりわかりやすくするために、応用された手法の説明は、次節の主要結果の報告と併せて随時行うこととする。

3-3-2 方法論および主要な結果

(1) 電化

ディーゼル運行との比較において電化がもたらす主要な便益の中には、エネルギー効率の向上、機関車維持費の低減、線路容量の拡大などが含まれ、特に勾配区間での特性が良くなることが注目される。パキスタンの場合数値でいうならば、EL（電気機関車）のエネルギー費用はDEL（ディーゼル電気機関車）の財務価格で62%、経済価格で53%である。同時に、ELの維持費は走行1万km当りEL新車購入価格の0.6%であるのに対して、DELの場合は同じくDEL新車購入価格の1.9%にもおよぶ。

パキスタンにおいてはいくつかの区間が電化の候補として議論にのぼるのであるが、予備評価の一環として最初に、任意の平地複線区間における電化の最適投資時期をテストするモデルを構築する。地上電化設備の開発および維持費、ELあるいはDELの取得および維持費そして電気をディーゼルのエネルギー費用を計量化して、このモデルは与えられた条件下における電化プロジェクト最適実施時期を列車本数として提示する。限界便益費用比については、既に3-2-1節で検討済である。

表3-3-1および図3-3-1が、それぞれ表あるいはグラフ形式でモデルの結果を示している。一方、候補区間の1999/2000年における列車本数とそのうちの貨物列車のシェアは、次のように予測されている。

	(列車本数)	(貨物列車のシェア)
Kiamari - Rohri	122-132	51-55 %
Rohri - Samasata	158	63 %
Samasata - Khanewal via Chord	101	80 %
Samasata - Khanewal via Loop	58-68	34-41 %
Lahore - Lala Musa	82-90	61-58 %

鉄道プロジェクトの割引率（資本の機会価格率）はおよそ12%と想定されており、表3-3-1よりこれら5つの区間はひとつの例外を残して1999/2000年までには電化が妥当となることが理解される。これらの電化プロジェクトは表3-3-1に示された列車本数に達する時に実施されるのが望ましいのであるが、そうでなければその後できるだけ早い時期に実施されるように提案される。

こうした交通量という要素に列車運行上の視点を加味するならば、Samasata-Khanewal間のChord線は比較的早い時期に電化することが提案される。Samasata-Khanewal間のLoop線の方は1999/2000年までに電化が正当化されるような交通量には達する見込みはないのであるが、この区間の電化はやはり列車運行上の視点から望まれるもので、Loop線とChord線の電化を一对のプロジェクトとしてとらえる必要がある。なお、Sher Shah-Mahmud Kot間の電化も列車運行上の視点から提案されており、Mahmud Kotから石油製品を積載したタンク車の運行の迅速化をねらいとしている。

Sibi-Kolpur間およびLala Musa-Rawalpindi間の電化については、そのプロジェクト条件が平地の複線区間という電化最適実施時期テストモデルの適用条件にあてはまらないため、個別に検討することになる。これは電化とディーゼル運行という2つの互いに排他的なケースの間の「差分」費用便益分析という形をとる。これら2つの区間は相対的に交通量の少いところで、電化地上設備の開発費に対して電化の通常の恩恵を十分こうむることはできないように一見して見うけられる。しかしながら、勾配区間で特に望ましい特性を発揮するELにより、これらの区間を電化すれば、もし仮にディーゼル運行を続けていく場合に必要になるであろう補機のいくつかを節約できるようになる。Sibi-Kolpur間の電化プロジェクトを第6次計画期間中に実施したとして「差分」費用便益分析を施すと、IRRは10.9%と計算された。このプロジェクトにはバルチスタン地域の開発促進といった副次的効果も期待できるものの、この段階ではプロジェクトが妥当であるとは確信しえない。ところで、この区間の急な勾配を利用して回生ブレーキを導入するのであれば、相当量の電気が節約できるものと考えられる。表3-3-2は、回生ブレーキ導入の場合のこの区間の電化プロジェクトの対ディーゼル運行継続に対する比較費用フローである。結果としてIRRは12.5%と求められ、このプロジェクトの妥当性が十分であることが明らかにされたことになる。従って、Sibi-Kolpur間の電化プロジェクトは、回生ブレーキをシステムに組み入れた上で第6次計画期間中に実施することが提案される。

Lala Musa-Rawalpindi区間は第8次計画期間中の電化が提案されているのであるが、このプロジェクトもまたエネルギーや補機の節約をもたらすことが期待できる。「差分」費用便益分析の結果IRRが16.0%と判明しているところから、第8次計画期間中にこの区間を電化することはディーゼル運行を続けるより有利だと考えられる。

表 3 - 3 - 1 平地複線区間における電化の最適実施時期

Discount Rate (%)	Share of Goods Trains (%)					
	80	70	60	50	40	30
14	75	78	80	83	88	92
12	67	69	72	75	79	83
10	58	60	63	65	70	73
8	49	51	53	55	59	62

Note: Number of trains for both ways

Source: Study Team

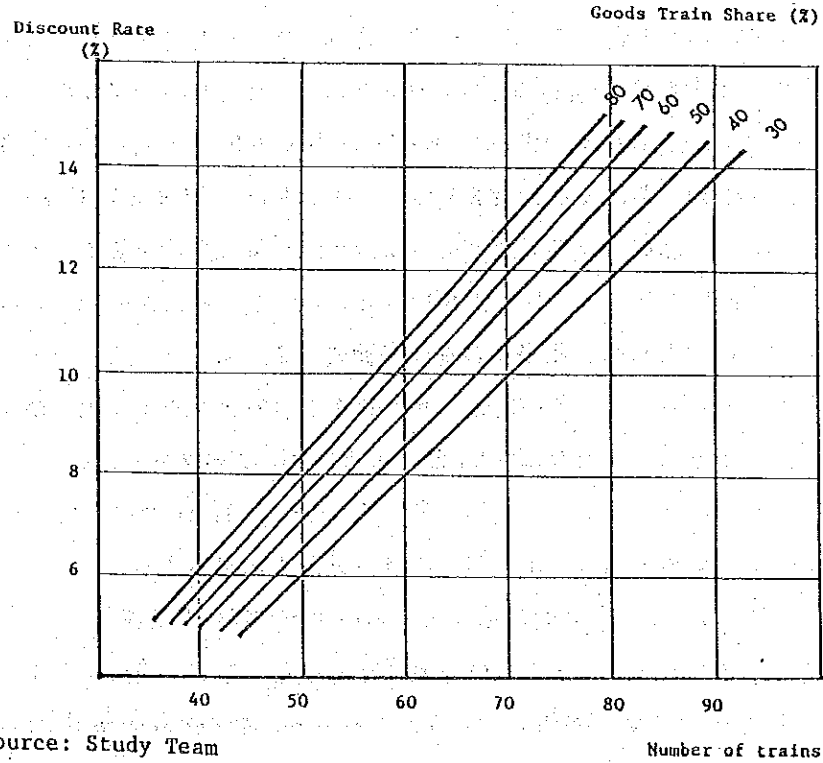


図 3 - 3 - 1 平地複線区間における電化の最適実施時期

表3-3-2 Sibi-Kolpur プロジェクトの比較費用フロー（回生ブレーキ導入の場合）

(Million Rupees)

Year	Electrification				Diesel		
	Ground Equipment	EL	Electricity	Total	DEL	Diesel	Total
1	89.79	-	-	89.79	-	-	-
2	209.98	183.78	-	393.76	298.98	-	298.98
3	1.20	21.84	3.98	27.02	23.88	11.35	35.23
4	1.20	21.99	4.57	27.77	40.89	12.54	53.43
5	1.20	22.15	4.98	28.33	41.70	13.77	55.47
6	1.20	22.31	5.08	28.59	25.89	14.13	40.02
7	1.20	22.46	5.50	29.16	59.52	15.40	74.92
8	1.20	22.62	5.91	29.74	44.12	16.71	60.83
9	1.20	22.78	6.34	30.32	28.32	18.05	46.37
10	1.20	22.94	6.47	30.60	45.33	18.53	63.86
11	1.20	23.09	6.91	31.20	46.14	19.94	66.08
12	1.20	23.25	7.35	31.80	30.33	21.39	51.72
13	1.20	23.41	8.10	32.71	63.96	23.78	87.74
14	1.20	23.56	8.58	33.34	48.56	26.25	74.81
15	1.20	23.72	9.00	33.93	32.75	27.81	60.57
16	1.20	3.46	9.00	13.66	16.55	27.81	44.36
17	1.20	3.46	9.00	13.66	16.55	27.81	44.36
18	1.20	3.46	9.00	13.66	16.55	27.81	44.36
19	1.20	3.46	9.00	13.66	16.55	27.81	44.36
20	1.20	3.46	9.00	13.66	16.55	27.81	44.36
21	1.20	3.46	9.00	13.66	16.55	27.81	44.36
22	1.20	3.46	9.00	13.66	16.55	27.81	44.36
23	Δ119.91	Δ179.49	-	Δ299.40	Δ275.23	-	Δ275.23

Source: Study Team

(2) ターミナルおよび駅の整備

列車運行の刷新的なプログラムの実現へむけて、ターミナルや駅の整備プロジェクトが2、3提案されている。そのうちのひとつは、3,000トンけん引の導入である。このプログラムでは荷車104両がけん引されるため、Karachi市およびLahoreにおけるターミナルの改良、そしていくつかの途中駅における側線の延長や改良などが必要となる。このような整備の初期費用は5,600万ルピーである一方、このプログラムに必要な3,000馬力ELの30両の調達費用は、もしこのプログラムが実施されなければ必要となるであろう2,000馬力のEL44両の調達よりも、およそ1億7,800万ルピーだけ安い。このような費用比較に加えて列車本数の減少といった他の効果も考慮するならば、3,000トンけん引プログラムは推奨され得るものである。

コンテナ輸送は鉄道にもたらされるいまひとつの刷新的なプログラムであり、Lahoreドライポートの整備が必要となる。このプロジェクトは、IRRにして14.3%を示して既に妥当性が確認された複数モード共通のコンテナ化プログラム(3-4-1節参照)の一環として位置づけられるものであり、逆にこれはコンテナ化プログラムの前提条件ともいべきプロジェクトである。同様に、拠点駅整備による鉄道輸送促進プログラムに関して、貨物ターミナルの改良プロジェクトが必要となる。このプロジェクトのねらいは、発着線や荷役線を改良することによって拠点駅の貨物取扱い能力を増強しようというところにある。鉄道輸送促進プログラムはマスタープラン代替案のケースBとして既に評価・採択されたものであり、このプロジェクトはそのための前提として必要である。

(3) 信号改良

信号改良プロジェクトの目的は、第一により信頼性の高いシステム導入により列車運行の安全性を確保することであり、次により敏速な閉そくシステム等の設置により平均列車速度を上げることである。信号改良計画の評価基準は、表3-3-3を参照しながら次のようにまとめることができる。

最優先されるのは、幹線の単線区間における信号改良である。急速に増加する交通量にむけてこのような区間の安全性を高めかつ線路容量を増すために、3-bシステムは4-CK改良しなければならない。そのうち特に交通量の多い区間については、第6次計画期間中に改良プロジェクトを実施する必要がある。次に重要となるのは幹線の複線区間で、やはり3-bシステムから4-cシステムへの改良が必要である。それに続いては支線のうち最も交通量の多い区間の3-aないし3-bから4-cへの改良であり、次いでその他の主要支線を2-aないしは2-bから3-bへ改良するプロジェクトが挙げられる。

表 3 - 3 - 3 列車制御システムの主な構成

Interlocking Systems	Block Working Systems		
	Token Block	Tokenless Block	Automatic Block Signalling
Standard-I	1-a	1-b	1-c
Standard-II	2-a	2-b	2-c
Standard-III	3-a	3-b	3-c
Relay Interlocking	4-a	4-b	4-c

(4) その他

その他のプロジェクトに含まれる中に、実際には提案された予算のかなりのシェアを占る、軌道工事や車両の調達がある。軌道更新や車両供給のプログラムは、施設現況を十分に考慮に入れた上で前述のように説明された各種のプロジェクトが十分に効果を発揮するよう組まれている。最後に線増の必要性についてであるが、これは単線区間の線路容量 n による。単線区間の線路容量は、駅間走行時間 $(\frac{1}{2}(\frac{1}{V_1} + \frac{1}{V_2}))$ 、閉そく取扱時間 t 、および線路利用率 f の関数として、

$$n = \frac{1,440 f}{\frac{1}{2}(\frac{1}{V_1} + \frac{1}{V_2}) + t}$$

と表わされる。運行状況改善の進捗などいくつかの不確定要素が存在するため将来の単線線路容量を正確に決定することはできないが、パキスタンの場合日当り列車本数が 50 本を越える区間は一応線増プロジェクトの可能性を検討してみる必要がある。現在の運転状況や将来の方針等をもとに、Karachi から Rawalpindi までの幹線は完全に複線化することを提案する。