

パキスタン国

カンプールダム・イスラマバード・  
ラウルピンディ導水計画調査  
報告書(要約)

昭和60年3月

国際協力事業団

開 三  
85-052

TRY



JICA LIBRARY



1031418[5]



パキスタン国

カンプールダム・イスラマバード・  
ラウルピンディ導水計画調査  
報告書(要約)

昭和60年3月

国際協力事業団

国際協力事業団	
受入 月日 '85. 4. 17	117
登録No. 11360	61.7
	SDS

## 序 文

日本国政府は、パキスタン回教共和国政府の要請に基づき、カンブールダムからイスラマバード及びラワルピンディの両市への導水に関する調査を実施することを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施した。

当事業団は 1984 年 7 月 6 日から 1984 年 12 月 9 日まで、株式会社 三祐コンサルタンツ 門脇達氏を団長とする調査団を、パキスタンに派遣した。

調査団はパキスタン回教共和国政府関係者と協議すると共に、同国の首都圏で現地調査を実施した。これらの調査結果をもとに、国内において更に解析作業を行い、本報告書が作成された。

この報告書が本プロジェクトの実施の促進に寄与し、ひいては、日本及びパキスタン両国の友好関係を深める一助となれば幸いである。

終わりに、本調査の実施に当たり、多大な御協力をいただいた関係各位に対し、衷心よりお礼申し上げる次第である。

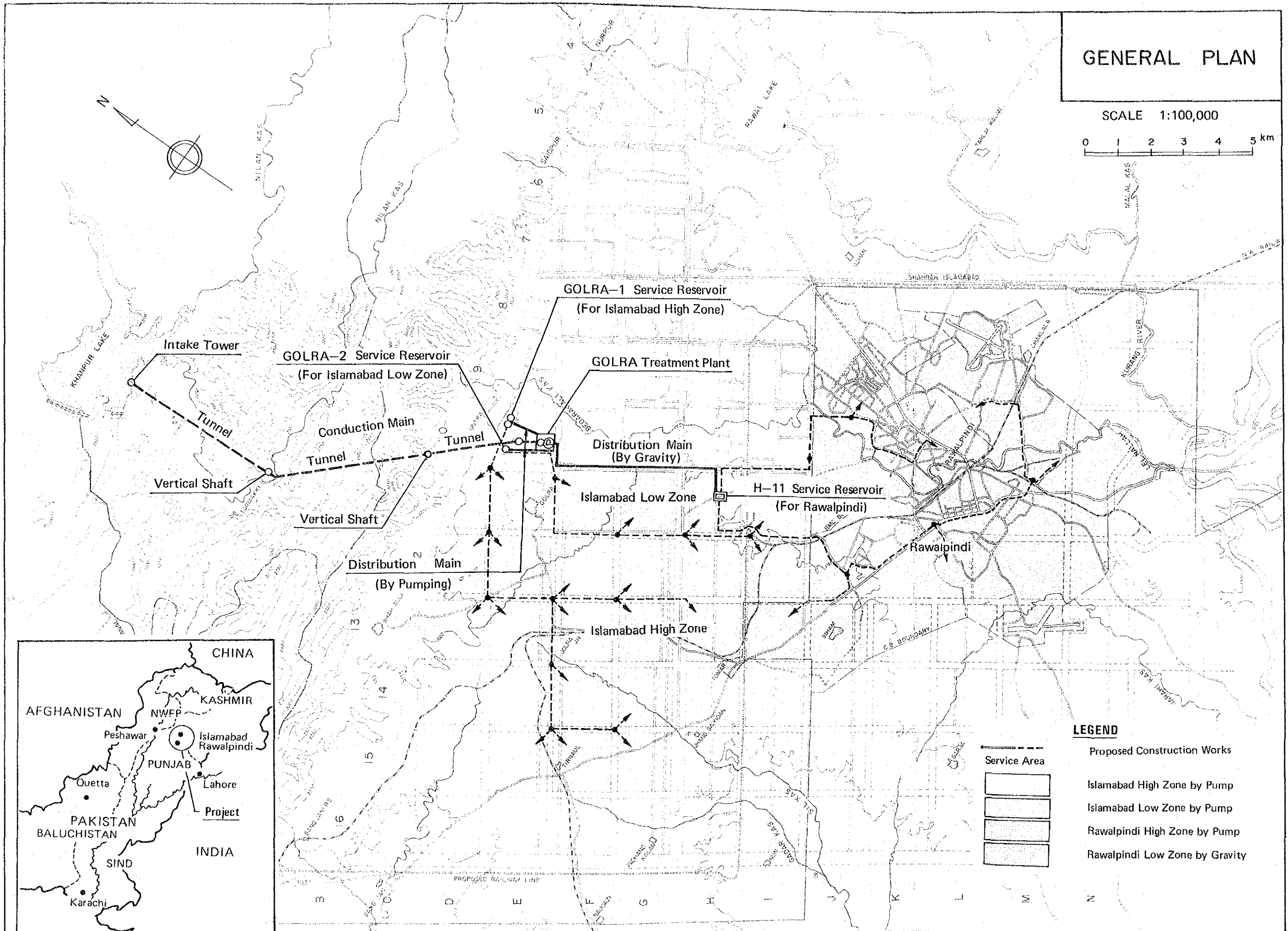
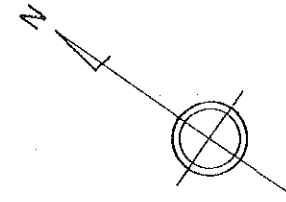
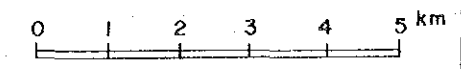
昭和 60 年 3 月

国際協力事業団

総裁 有 田 圭 輔

# GENERAL PLAN

SCALE 1:100,000



## LEGEND

- Proposed Construction Works
- Islamabad High Zone by Pump
- Islamabad Low Zone by Pump
- Rawalpindi High Zone by Pump
- Rawalpindi Low Zone by Gravity





# 目次

序 文	ページ
位 置 図	
1. 序論	1
101 報告書	1
102 調査の範囲	1
103 事業の背景	2
104 作業監理委員及び調査団等	2
2. 事業地域	6
201 位置	6
202 気象	6
203 地形及び地質	6
204 イスラマバード・ラワルピンディの都市計画	7
205 地域の社会経済状況	8
206 人口	8
207 水源及び利用可能量	9
208 現況の用水生産量と必要水量	12
209 既存左岸水路	12
210 維持管理	13
211 水道料金体系と財政	13
3. 水需要量と水源	15
301 推計人口と給水人口	15
302 水需要量	15



303	カンブールダムの水資源量	16
304	他の水源の水利用可能量	16
305	2000年における総合水収支	17
4.	比較代替案	18
401	概要と与案	18
402	カンブール用水の段階計画	18
403	比較代替案	19
404	代替案の比較	20
5.	事業計画	22
501	事業の目的	22
502	事業の範囲	22
503	事業の構成	23
504	事業の実施計画	24
505	事業実施の組織	24
506	事業費	24
507	維持管理	25
6.	事業評価	27
601	事業便益	27
602	水の価格及び料金体系	27
603	経済評価	28
604	財務的便益及び費用	29
605	財務評価	29
606	感度分析	30



7. 結論と勧告	.....	33
701 結論	.....	33
702 勧告	.....	34
表-1 イスラマバード市の計画給水人口と給水量	.....	35
表-2 ラウルビンディ市の計画給水人口と給水量	.....	36
表-3 現況及び計画の浄水量(日平均)	.....	37
表-4 各代替案の建設工事表	.....	38
表-5 事業費(1)	.....	39
表-6 事業費(2)	.....	40
図-1 イスラマバード市の浄水量と給水量	.....	41
図-2 ラウルビンディ市の浄水量と給水量	.....	42
図-3 カンプル用水導水施設模式図	.....	43
図-4 実施計画	.....	44
図-5 水道事業維持管理組織	.....	45



## 1. 序論

### 101. 報告書

この報告書は、要約書、主報告書及び付属書よりなり、現地調査、収集した資料及び事業に関連する既存レポートの検討、詳細なスタディ、パキスタン政府関係者と調査団との諸討議及び1984年11月 3日提出の中間報告書に基づいて作成した。

### 102. 調査の範囲

調査の範囲及び業務仕様の概要は次の通りである。

- 調査地域はカンブール貯水池、イスラマバード・ラワルピンディのH-I 道路までの導水路、原水受水池、浄水場、揚水機場及び配水池までとする。
- 計画年次2000年における水需要量の検討と、工業用水及びかんがい用水を考慮したカンブール貯水池の水収支計算を行う。
- 地形・地質条件を考慮し、取水工、揚水機場、トンネル、開水路、管水路、原水受水池、浄水場および配水池を含む導水施設の代替案を技術的に検討し、併せて最適でかつ低廉となる施設とするための経済評価を行う。
- 上記の比較検討結果に基づいて導水路及び付帯施設の基本設計を行う。
- 事業の実施計画とその組織、外貨・内貨別区分による事業費の積算





- 一 事業完了後の施設の維持管理に関する組織、方法及び費用を検討する。
- 一 事業の経済・財務分析と感度分析による事業の妥当性の検討。

### 103. 事業の背景

連邦政府の施策に基づいて 1961 年からパキスタンの新首都の建設が始められ、1968-69 年にカラチよりイスラマバードへ遷都が行われた。これと呼応して、イスラマバードに隣接しているラウルピンディ市は1960年代より急速に開発が進んでいる。水・電力開発公社（WAPDA）によりハロー河に建設されたカンブールダムは、イスラマバードに日量約15万トン、ラウルピンディに約32万トンの用水を供給する。

カンブール用水の導水計画は、現在までに左岸用水路終点であるニコルソンモニュメントからイスラマバード・ラウルピンディまで、及びカンブール貯水池又は左岸水路よりトンネルで両市に導水する案等の検討がなされたが、最終決定がなされないまま現在に至っている。一方本事業の水源であるカンブールダムは既に建設され、農業用水の利用が開始されている。このような現状からパキスタン政府の要請に基づき、日本政府の技術協力の実施機関である国際協力事業団が、首都開発公社（CDA）及び他の諸機関の協力を得て1984年 7月より 1985年 3月までの期間最適導水路案決定に関する実施調査を行った。

### 104. 作業監理委員及び調査団員等

この調査計画に携わった作業監理委員、在パキスタン日本大使館及び国際協力事業団イスラマバード事務所、調査団員、パキスタン回教共和国政府カウンターパート及び関係者は次のとおりである。



作業監理委員会

委員長（総括）

小林 武

日本下水道事業団計画部、計画課長

委員（水需要計画）

恒 松 浩

北海道開発庁水政課、開発専門官

委員（施設計画）

柳沢弘之

水資源開発公団埼玉合口二期建設所、工務課長

委員（導水計画）

竹村具美

建設省中部地方建設局丸山ダム調査事務所、  
調査設計課長

委員（上水道計画）

岩堀春雄

国際協力事業団、国際協力総合研修所、  
国際協力専門員

関 係 省 庁

外務省

熊代輝義

外務省経済協力局開発協力課、外務事務官

建設省

横田讓二

建設省河川局河川計画課、課長補佐（前）

横塚尚志

建設省河川局河川計画課、課長補佐

福成孝三

建設省計画局国際課、海外協力官

在パキスタン日本大使館

杉 野 明

在パキスタン大使館、公使

金蔵法義

在パキスタン大使館、一等書記官

田 口 悟

在パキスタン大使館、一等書記官



国際協力事業団

和田欽次郎  
庵原宏義  
斎藤寛志

イスラマバード事務所、所長  
社会開発協力部開発調査二課、課長  
社会開発協力部開発調査二課、課長代理

調 査 団

<u>氏 名</u>	<u>担 当 業 務</u>	<u>業 務 従 事 期 間</u>
門 脇 達	団長・総括	昭和59年 7月 2日～昭和60年 2月15日 昭和60年 3月 7日～昭和60年 3月27日
石橋真道	経済評価	昭和59年 7月 2日～昭和60年 2月15日 昭和60年 3月 7日～昭和60年 3月27日
木村凱彰	水文・用水供給 計画	昭和59年 7月 2日～昭和60年 1月31日
小坂和久	水需要計画	昭和59年 7月 6日～昭和60年 1月16日
杉 山 茂	地質・地下水	昭和59年 7月20日～昭和59年12月29日
小西純男	導水計画・トンネル	昭和59年 7月 6日～昭和60年 2月15日
浅田英紀	上水道計画	昭和59年 7月20日～昭和60年 1月31日
森 健 彦	施設計画	昭和59年 7月20日～昭和60年 2月15日
太田邦雄	建設計画・積算	昭和59年 7月 2日～昭和60年 2月15日

パキスタン政府カウンターパート及び関係者

Jan Nadir Khan : Chairman, CDA  
Mohammad Anwar : Member (Planning), CDA  
Iqbal Nawaz Khan : Inspector of Works, CDA  
A.R. Javaid : Deputy Director General (Services), CDA  
A.Q. Nonani : Director, Water and Sewerage (Maintenance),



CDA

M.K. Pasha : Director, Planning, CDA

Mohammad Habibullah : Director, Water and Sewerage (Maintenance),  
CDA

Anjum Malik : Director, Structure, CDA

Fateh Mohammad : Deputy Director, CDA

C. Ghulam Mohammad : Deputy Director, CDA

Akhtar Zeb : Deputy Director, CDA

Fida Hussain : Deputy Director, CDA

M.A. Mohammad Azam : Senior Geologist, CDA

Mohammad Aslam : Scientific Officer, CDA

Masihullah Khan : Chief Engineer, PHED, Lahore

M. Saeed Mehtab Butt : Project Director, Rawalpindi Water Supply  
and Sewerage, PHED

Ch.M. Asghar : Deputy Director, PHED

Sh.Ghulam Hussain : Mayor, Rawalpindi

Abdul Sattar Malik : Municipal Engineer, RMC

Tariq Iqbal Khan : Municipal Engineer, RMC

Makhdum Jamil Ahmad : Commander, MES(Army)

Iqbal Hussain : Deputy Commander, MES (Army)

Fazal Amin : Senior Engineer, Cantonment

N.C. Syed : Member (Water), WAPDA

M.A. Qureshi : Chief Engineer, CDO (W), WAPDA

Altafur Rehman : Chief Engineer, DMO, WAPDA

Saleem Warahi : Director, Surface Water Hydrology, WAPDA

M. Ishaq Shinwari : Project Director, Khanpur Dam, WAPDA





## 2. 事業地域

### 201. 位置

事業地域であるイスラマバード・ラウルピンディ両市は、パンジャブ州北部のポトワール高原の東北部、北緯 $33^{\circ} 29' \sim 33^{\circ} 48'$ 、東経 $72^{\circ} 49' \sim 73^{\circ} 23'$ に位置する。

### 202. 気象

マレー及びマルガラ丘陵の南麓に位置する首都地域は、冬は寒く夏は暑い、比較的温暖な気候帯に属する。雨期は夏と冬の二期があり、過去30年間の平均雨量は約 $1,100\text{mm}$ でその変化が大きく、その60%が7月から9月のモンスーンシーズンに集中する。日平均気温の最高は6月の $32^{\circ}\text{C}$ 、最低は1月の $10^{\circ}\text{C}$ 、年平均 $21^{\circ}\text{C}$ である。

### 203 地形及び地質

イスラマバード／ラウルピンディ地域は、地形及び地質から概略3つの地帯に区分される。すなわち、マルガラ山地、マレー山地の山麓部及びその他の平坦地である。

マルガラ山地はイスラマバード／ラウルピンディ地域の北方に位置し、東西方向に伸びる比較的急峻な山地である。標高は $600\text{m} \sim 1,200\text{m}$  ( $2,000 \sim 4,000\text{ft}$ ) である。山地の中央部にはハロー河が西方に向かって流下している。マルガラ丘陵の地質は中世代ジュラ紀から古第三紀始新世の石灰岩を主体とし、泥灰岩(マール)や頁岩を伴う。分布する地層は比較的強い褶曲作用や断層運動を受けており、過褶曲を伴う複雑な地質構造を示している。

マレー山地の山麓部はイスラマバードの国立公園地域のほとんどを占める標高 $540 \sim 900\text{m}$  ( $1,800 \sim 3,000\text{ft}$ ) の地域である。南西方向に流下するソーン河やク



ラング河の本支流により削られた多くの谷と、その間の比較的急峻な屋根部とにより特徴づけられる。この地域の地質は主として新第三紀中新世～第四紀更新世に属する非海性の砂岩と泥岩からなるが、ソーン河沿いの地域を除く大部分の地域には、マレー層と呼ばれる中新世の地層が分布している。

上記両山地部を除く平坦地は、イスラマバードのセクター地域やラフルピンディ市域の広がる地域である。大部分は標高480～600m(1,600～2,000ft)を示しつつ南方へゆるく傾斜する起伏のある台地状の地域である。分布する主要地質は第四紀更新世～現世の未固結堆積物であり、粘土と砂礫の互層からなる。粘土の大部分はシルト質粘土であり、再堆積した黄土(レス)と考えられている。砂礫層には開発可能な地下水が胚胎されている。堆積物は基盤岩上の旧谷部に堆積しており、その厚さは200m(650ft)を越えるところがある。

#### 204. イスラマバード・ラフルピンディの都市計画

特別市であるイスラマバードは市街地、公園及び農村部からなり、約910km<sup>2</sup>に展開している。首都開発計画に基づいて行政区域の主要な建物、特別区の建築、すなわち大統領府、議事堂、外務省、パキスタン銀行、放送局等がおおむね完了している。住居地域は8街区まで完了し、9及び10街区の建設が進行中である。公共施設及び軽工業地域は9街区まで建設中で、CDAの15ヵ年開発計画(1984～1998)に基づき11街区以降の地域の開発が進められる。

ラフルピンディ市は郡都であり、国営鉄道及びライ河により市域と軍駐屯地に二分される。首都(イスラマバード)の建設は1961年に開始されたため、1968年にラフルピンディより移転した。従って1959年より1968年までの間ラフルピンディ市は暫定首都として機能した。このことは市の開発に大きく影響し、1960年代初頭より市全域の開発が加速的に促進された。



## 205 地域の社会経済状況

調査団が実施した戸別訪問調査結果によれば、計画地域内の一家庭当たりの平均月収は約1,890 ルピーで、イスラマバード3,937 ルピー、ラワルピンディ1,495 ルピー、カントンメント1,977 ルピーである。収入階層別の分布割合は次のとおりである。

<u>収入 (ルピー/月)</u>	<u>割合 (%)</u>
500 以下	4
500 ~ 1000	22
1000 ~ 2000	38
2000 ~ 3000	18
3000 ~ 4000	10
4000 ~ 5000	4
5000 以上	4

労働人口は約 275,000人でそのうち40.5%は政府雇用、28%は自営、26.3%は民間雇用である。イスラマバードの政府雇用者は労働人口の約60%を占めている。全人口に対する労働人口の割合は約27.5%で、この値はパンジャブ州及び全国の平均とほぼ等しい。失業率の4.3 %は州及び全国の平均3.2 %及び3.1 %より若干高い。1981年の総生産額は45.5億ルピーで国全体の1.8 %に相当する。一人当たりのそれは約4,558 ルピーで全国平均の2,979 ルピーに比べ53%高い。

## 206 人 口

1972、1981及び1984年のイスラマバード市街地、ラワルピンディ市及び軍駐屯地の人口は次のとおりである。



年次	イスラマバード		ラワルピンディ	
	人口	増加率(%)	人口	増加率(%)
1972	74,000	—	598,000	—
1981	144,000	7.8	795,000	3.2
1984	206,000	12.7	888,000	3.8

## 207. 都市用水源及びその利用可能量

イスラマバード及びラワルピンディ市の現在及び近い将来の主な都市用水源はハロー、クラング及びソーン河の表流水である。カンブール、ラワル及びシムリー貯水池の貯留機能を有するこれらの河川は、飲料水及び家庭用水としてイスラマバード及びラワルピンディの全必要水量のそれぞれ60%及び80%を供給できるであろう。一方その他小河川からの表流水はイスラマバードの必要量の20%、地下水及び湧水はそれぞれ残りの20%を占めている。

### A. 貯水ダム

当初カンブールダム事業はハロー河左右岸に展開する農地31,150ha (77,000エーカー) をかんがいするために、41.8mの土堰堤と水路施設の建設を行うべく、1963年に承認を得て1967年に工事を着手した。しかしながら都市用水、両市周辺の工業用水、ワー及びタキシラ工業団地の用水需要の増大に対応するため、1973年に至り事業計画はその主目的をかんがい用水から都市用水供給に変更した。その結果、112百万トンの有効貯水量を有するカンブール貯水池は、技術的・地形・地質的に許容できるダムの高さ50.9mに変更され、次のような用水供給が計画された。





都市用水（イスラマバード）	33.00 MGD
〃    （ラワルピンディ）	69.37 〃
工業用水（ワー、タキシラ）	28.50 〃
かんがい用水（14,770ha）	55.20 〃

\* MGDは日当たり 455万トンに相当

貯水池の供給水量は、マレー及びラワルピンディの長期降雨資料に基づき算定され、年間平均流出量が有効に利用可能とされている。しかしながら平均流出量には避けることができない無効放流量成分が含まれるため、現実には2年に一回以上の水不足が生じるような計画になっていると判断される。

ラワルダムの当初計画は、ラワルピンディ及び軍駐屯地へ28.0 MGDの水を供給することであったが、1972～73年の渇水を考慮し、計画を変更して21.0 MGDとし、1979年に同容量を有する浄水場が完成した。ラワル湖は 780haの水面積を有し、高さ3.0mのゲートが余水吐上に設置され総貯水量58.6百万トン（有効貯水量46.9百万トン）を有する貯水池である。

シムリーダムはイスラマバードへの用水供給源として計画され、有効貯水量25百万トンを有する。当初計画では、ダム建設後の堆砂により減少する貯水容量を維持するために、21年後に常時管理水位を2,295ft から2,315ft に高上げる予定であったが、これに伴う水資源利用可能量増を期待して、高上げが近年中に実施される動きもある。実施後は高さ約7.6m（25ft）のゲート三門が余水吐に設置され、11.8百万トンの有効貯水量が増加されよう。

## B. 河川

貯水ダムに加えて、7カ所の頭首工がマルガラ丘陵の山麓及び首都周辺の小



河川に建設され、取水された表流水は処理された後、イスラマバード市に供給されている。1974年から1984年までの11か年間の平均取水量は、日量約40,000トンである。

### C. 地下水

1984年 8月現在のイスラマバード及びラフルビンディ市内の地下水取水井戸施設とその供給量は次表のとおりである。大部分の施設は両市の受益地内とクラング河沿いの国立公園地域にある。

管 理 主 体	水 源 名	井戸数	揚 水 量
			CU.M
<u>イスラマバード</u>			
CDA	国立公園	19	29,600
〃	旧ゴルフ場	3	3,200
〃	新 〃	3	3,600
〃	市街地	35	17,300
	<u>小 計</u>	<u>60</u>	<u>53,700</u>
<u>ラフルビンディ</u>			
RMC	—	38	27,300
PHED	ソーハンキャンプ	6	15,900
〃	その他	11	20,500
CB	CB	7	11,400
〃	MES (ARMY)	3	3,200
〃	MES (PAF)	3	3,200
	<u>小 計</u>	<u>68</u>	<u>81,500</u>
	<u>計</u>	<u>128</u>	<u>135,200</u>



## 208 現況の用水生産量と必要水量

イスラマバードの都市用水は9カ所の主要施設で浄水され、日量約147,000トンが生産されている。ラワルピンディのそれは7カ所の施設から日量約187,000トンである。地下水井戸の夏期における運転時間は8~16時間に減少する傾向にある。両市の都市用水量は、現況の生産量、給水人口及び供給レベルから次のように推定された。

種 目	イスラマバード	ラワルピンディ
	CU.M	CU.M
家庭用水	37,900	49,700
公共	33,200	14,700
商工業	23,700	29,400
軍	—	15,900
漏水、無効放流	47,300	62,600
計	142,100	172,300

## 209 既存左岸水路

左岸水路はイスラマバード・ラワルピンディ両市への都市用水、ワー及びタキシラへの工業用水及びハロー河左岸に展開する農地へのかんがい用水を導水するために、1973年から1978年までの間に水・電力開発公社(WAPDA)により建設された。かんがい用水を上流始点より約8.8km地点までの間で分水し、その下流15.6km地点でワー工業用水を分水した後は、都市用水専用水路となっている。水路の設計流量は毎秒12.5~7.9トンで、マルガラ丘陵の山麓を通過しているため、トンネル、サイホン、水路橋等、付帯構造物が多い。水路は全延長の80%がコンクリートブロックで舗装されている。



水路の大部分は石灰岩の岩盤上に建設されており、部分的に泥灰岩及び頁岩の互層の所もある。しかしながら水路の始点、モルモラッドトンネルの出口及びマルガラトンネルの入り口でかなりの土砂の堆積がみられる。この水路は、調査の結果、かんがい目的で建設されたため深いカット部があり、かつ法面保護工が施工されていないため、降雨時の土砂の流入が多く、横断排水工沿いにはパイピング現象がみられる等、改良の余地が多い。

#### 210. 維持管理

イスラマバード都市用水の維持管理は首都開発公社（CDA）が開発事業と合わせ実施しているのに対し、ラウルピンディ市では市街地は市役所、軍の駐屯地は軍技術業務部が維持管理を行い、都市用水の基幹施設はパンジャブ州政府の公衆衛生技術局が建設工事を行い、施設完了後上記機関に移管している。

#### 211. 水道料金体系と財政

両市の水道事業は財政的自立の努力を無にするような要素を持っており、それは用水の間断給水、量水計の欠如、漏水、浪費による水量損失、料金システム（均一料金）の欠点等に現れている。これらの事項が互いに関連し、悪循環となっている。現行の均一料金制度を廃止し、都市用水供給業務が財政的に健全な状況になった場合、使用水量に応じた料金体系を採用すべきである。現行の料金体系はおおむね以下のとおりである。





区 分	ラウルピンティ			イスラマバード
	RMC	MES	CB	
(1) 家庭・公共用				
メーター付	2.5	1.2(4)	4	3
メーター無	FR	FR	FR	FR
(2) 商工業用				
メーター付	5	— (6)	6	5
メーター無	FR	FR	FR	FR

(注) 単位：ルピー/1,000 ガロン

FR：均一料金制でRMC は年一括、他は月単位で家屋及びビルディングの大きさにより異なる。( ) 内数値は軍関係者以外の料金を示す。

また、1983～84会計年度の維持管理費と費用回収率は次のとおりである。

費 目	イスラマバード	ラウルピンティ	
	CDA	RMC	MES+CB
(1) 維持管理費(100万ルピー)	64.05	10.70	10.89
比率：電気料金	40.8	36.0	32.5
償却費	30.2	22.0	16.3
人件費	17.5	33.4	33.7
その他	11.5	8.6	17.5
(2) 回収率	14.0	59.0	9.4



### 3. 水需要量と水源

#### 301. 推計人口と給水人口

各目標年次における両市の推計人口は過去の人口統計、都市開発計画、適切な人口推定方法等により次表のとおり算定された。

年次	イラマバード		ラウルピンディ	
	全人口	給水人口	全人口	給水人口
1984	206,000	195,000	888,000	622,000
1990	341,000	341,000	1,046,000	837,000
1995	480,000	480,000	1,167,000	992,000
2000	621,000	621,000	1,275,000	1,148,000

#### 302. 水需要量

水需要量は末端各ユーザーでの消費水量と、水道システム全体としての無効放流量／漏水量として定義される。水の消費量に関しては本調査では生活用水、公共用水、商業用水及び工業用水、更にラウルピンディに対しては軍用水に分類された。将来の水需要量は用水供給の水準、生活水準、無効放流量／漏水量の削減、料金体系の改善等を考慮のうえ推計した。

生活用水量は家屋の規模に応じた消費水準により、2～3の水準に分類した。公共用水は政府官庁、教育施設、大使館、病院、モスク及び公園施設への給水が含まれる。将来の公共用水消費量は給水人口増に比例して、更に都市開発計画に基づき推定した。商工業用水は主としてホテル、レストラン、工場及び各種製造所を対象とし、その消費量は年間人口成長率及びGDP成長率に基づいて推計する。無効放流量及び漏水量の水量比率は、目標年2000年において20%と予測された。イスラマバード及びラウルピンディの水需要量は表-1及び表-2のように要約される。



### 303. カンプルダムの水資源量

カンプルダムに対する水需要量に関しては、都市用水の季別変動量として夏期のピーク水量として年間平均必要水量の1.25倍、冬期の最小水量として0.8倍のパターンが採用された。工業用水量については年間を通じて一定の消費水量とした。農業用水量に関しては必要水量の推定値が得られなかったため、作付率、作目、作目別の単位消費水量、有効降雨量及びかんがい効率等に基づき、詳細な消費水量計算を行った。

カンプルダムの水収支解析は貯水池への流入量、都市・工業及び農業用水量、及び貯水池からの蒸発、漏水損失等を考慮して電算処理により行った。渇水年の生起確率は、数回にわたるWAPDA及びCDAとの会議を通じて5年確率が採用された。

水収支シミュレーションは1960年から1980年までの21年間につき10日単位で行った。貯水池からの損失水量は蒸発量及び漏水量の合計として貯水池流入量の10%とした。十数ケースの水収支解析を検討した結果、カンプルダムの貯水池規模としては計画の水需要量に十分見合うものであると考えられる。しかしながら流入量が需要量に比較して少ないために、貯水位が満水位まで回復せず、現実にはほとんど毎年をわたり水不足が生じることになる。確率計算によれば、現計画需要量の75%規模の需要量が貯水池規模と流入量に見合う最適水需要量となる。換言すれば、カンプルダムに対する水資源期待量を現計画値の75%とすれば、5年に1回の確率で起こる渇水年においても、需要量に応じた水量を供給できることになる。

### 304. 他の水源の水利用可能量

カンプルダム以外の主要水源としてシムリーダムとラワルダムが挙げられる。シムリーダムは現状規模において現在の取水量を5年確率渇水年においても100%供給できる能力があり、更に将来ダムの嵩上げに伴い現取水規模(24MGD)の160%



に相当する38.4MGD の供給能力を持つことになる。ラワルゲムも同様に現状取水量を100%供給する能力があり（5年確率渇水年において）、更には80% 増の追加余力がある。

#### 305. 2000年における総合水収支

表面水及び地下水の現況及び計画の利用可能水量は表-3 に整理されたとおりである。安全利用可能水量と必要量とのバランスは、水資源開発の段階計画（phasing plan）を考慮すれば図-1 及び図-2 に示したように表現される。





#### 4. 比較代替案

##### 401. 概要と与案

カンプール用水導水の最小建設コスト案を検証するために、収集資料、既存レポートのレビュー、現地調査、都市用水供給開発方策、設計基準及び一連のパキスタン政府側との協議等を通じて総合的な比較設計を行った。カンプール用水の導水幹線の設計容量は年間平均容量としてイスラマバードに対し 150MLD (33 MGD)、ラワルピンディに対し 316MLD (69.37MGD) である。各代替比較案に対する施設の予備設計は、単に技術的・経済的見地からのみでなく、都市用水供給計画としての段階的開発計画を考慮して行った。各比較案の経済評価は、事業費、機器の取り替え費用を含む維持管理費及び便益により評価できる EIRR (経済的内部収益率) に基づいて行った。

##### 402. カンプール用水の段階計画

イスラマバード・ラワルピンディにおける都市用水は現在シムリーダム、ラワルダム、小河川の表流水取水及び湧水利用や井戸取水による地下水によって賄われている。カンプールダムは多目的の水利用計画に対して年間 3億 800万トンの供給能力があり、両市の目標年 2000 年における水需要に充分にみあう貢献をすると評価できる。計画案の評価の結果、下記に示すように 2000 年までの 3段階の開発計画案が設定された。

##### イスラマバード

段 階	年	水 生 産 量 ( 処 理 後 )		割 合	
		平均生産量	最大生産量		
		MLD (MGD)	MLD (MGD)		%
1	1986-1990	67.8 (14.9)	84.2 (18.5)		50
2	1991-1995	33.6 (7.4)	42.3 (9.3)		25
3	1996-2000	33.6 (7.4)	42.3 (9.3)		25
	計	135.0 (29.7)	168.8 (37.1)		100



## ラフルビンディ

段 階	年	水 生 産 量 ( 処 理 後 )		割 合	
		平 均 生 産 量	最 大 生 産 量		
		MLD (MGD)	MLD (MGD)	%	
1	1986-1990	142.0 (31.2)	177.5 (39.0)	50	
2	1991-1995	71.0 (15.6)	88.7 (19.5)	25	
3	1996-2000	71.0 (15.6)	88.7 (19.5)	25	
	計	284.0 (62.4)	354.9 (78.0)	100	

### 403. 比較代替案

現地調査、既存資料のレビュー及び計画基準に基づき、カンブール用水の幹線導水路とその付帯施設に対し、基本的に3つの比較代替案を提案した。

#### 比較案Ⅰ

- この比較案の目的は既存の左岸水路をフルに利用することにある。この左岸水路はかんがい、工業用水及び都市用水の多目的利用水路であり、特にその下流部は都市用水導水専用として建設されている。
- 特にラフルビンディに対する緊急の水需要に対応するため、短期間で施設の建設工事が完工しうる。
- この案での導水ルートは、既存左岸水路末端のニコルソンモニュメント付近からはじまり、原水受水池、浄水場、揚水機場をへて末端受益地までである。

#### 比較案Ⅱ

- この案では既存左岸水路の一部を利用する。
- この案の範疇で考えられるいくつかの実行可能案のうち、調査の結果比較的工事延長の短いものとして、カンブールダム直下流より導水する案が選択された。
- ハロー河の左岸より揚水された後、トンネルとパイプラインによりシャーアラディクタを経由して受益地まで導水される。

#### 比較案Ⅲ

- この案ではカンブールダムと受益地をトンネルとパイプラインで最短の延長で



結ぶ。

- 水頭の有効利用ができその結果自然流下方式による配水が最大限度期待できる
- カンプール貯水池から直接取水され、ゴルラを經由して受益地へ導水される。

上記の各比較代替案は更にいくつかの案に細分化され、合計 8つの比較案が最終的な比較の対象となった。

#### 404. 代替案の比較

工事費及び維持管理費の総括、及び EIRR を表-4 に示すと同時に下記のように整理した。また図-3 に代表的代替案の施設概念を図示した。

代替案	工事費 (100万₪-)	年間維持管理費 (100万₪-)	EIRR (%)
I-A	2,055	72	6.88
I-B	1,977	69	6.97
I-C	1,917	68	7.05
II-A	2,070	73	6.69
II-B	2,021	70	6.83
II-C	1,971	63	7.02
II-D	2,012	63	6.98
III	1,726	47	7.56

注：経済的内部収益率を算定するに当たって、配水末端施設の費用は事業費用に算入されていない。

技術的、経済的、更に施設管理の観点から、代替案 I-C及び II-Cを比較代替案 I及び IIの代表案として選択した。

検討の最終結論は以下のように要約される。

- 技術的な観点からは各比較代替案 I、II及び IIIは全てその工事の実施が実行可能である。
- 計画水供給量の50% を供給可能とする第一期工事の完了に、比較代替案 I及び



Ⅱは5年間で要するが第Ⅲ案は6年間で要する。しかしながらこの1年間の遅れは、水供給計画の段階計画に重大な支障を与えるとは考えられない。

- 比較代替案Ⅰにおける左岸用水路の運用は、かんがい用水及び工業用水の分水コントロールに起因して、都市用水供給のコントロールに技術的に困難な問題が発生する恐れがある。一方第Ⅱ及びⅢ案では、水は貯水地から直接取水されるため、都市用水の分水操作は容易であると考えられる。
- 比較代替案Ⅲでは、ラワルピンディに配水される水量の約78%が自然流下式で送水できる。このことは、第Ⅲ案に経済的な有利性を与えることは議論の余地がない。
- 第Ⅲ案が最適計画として推薦できる。
- 更に第Ⅲ案においては毎年の必要経費が最小であり、半世紀に亘る施設寿命を考慮すれば、水供給組織体のみならず末端水利用者の負担を減少させるのにつながることを特筆される。





## 5. 事業計画

### 501. 事業の目的

事業の主目的は受益地域住民に安定した都市用水を供給し、生活環境の改善を計るものである。さらには商工業の発展、学校・病院等の公共施設に対する貢献を期待し、以下の計画を樹立する。

- 1) イスラマバードは開発途上の都市であり、本事業による都市用水の供給は新都市開発計画の重要な要素のひとつである。すなわち都市用水供給は都市計画に基づき住宅及び道路建設等と平行して実施されなければならない。首都圏の一部を占めるラフルビンディ市の用水需要増加は恒常的な問題を含んでおり、両市に対する用水の安定供給は急務である。地域開発の一環としてのカンプール用水事業は地域住民のヒューマンニーズに貢献する。
- 2) 都市用水供給水準の向上、すなわち各戸給水、公共給水、商工業用水への供給水準の改善は、本事業効果の基本となるものである。1984年現在のラフルビンディ市の給水人口は全人口の70%であり、イスラマバードの100%と比べて低い。これら給水人口の約70%は各戸給水を受けている。本事業の目標年次2000年では、ラフルビンディ市の総人口の90%を給水対象とする計画である。
- 3) 上記の目的に加え、日量420,000トンの増加給水により都市用水供給の現状を改善し、無効放流、漏水の軽減を計り、合理的利水と各戸給水の量水計の設置等により分水操作の改善と水の有効利用をはかる。
- 4) 事業の他の目的は、施設の管理、会計及び料金徴収業務を装置化し、管理面及び財政面の健全化をはかるとともに、最終目標として受益者からの完全な料金徴収を実施する。

### 502. 事業の範囲

事業の範囲はカンプール貯水池に設ける取水塔、圧力トンネル、減勢工、自然



圧トンネルからなる導水路、ゴルラ浄水場、揚水機場、配水池及び配水池迄の管水路等の建設である。これらと並行して各戸給水迄の配水幹支線管路工事が別途付帯事業として実施されなければならない。

### 503. 事業の構成

#### 1) 原水導水施設

- 最大取水量 6.74 $\text{m}^3/\text{sec}$  の取水塔をカンプール貯水池内に設ける。
- 減勢工を含む 824 $\text{m}$  の圧力トンネル（直径2.40 $\text{m}$ ）、106 $\text{m}$ のコンクリート暗渠（1650 $\text{mm}$  x 2連） 11,480 $\text{m}$ の自然流下トンネル及び 650 $\text{m}$ のパイプ暗渠で構成される総延長13.1 $\text{km}$ の導水路。

#### 2) 浄水場

日最大浄水量 522,000 $\text{m}^3$ の浄水場をゴルラ地域の E-10 セクターに設ける。

#### 3) 揚水機場

- イスラマバード高位部及び低位部のそれぞれの受益地に配水するため、浄水場に隣接して揚水機場を建設する。
- 11 $\text{kv}$ の送電設備を延長25 $\text{km}$ に亘り、新設するとともに変電所を建設する。

#### 4) 配水幹線

- イスラマバード高位部に送水する口径 700 $\text{mm}$ 、2連で延長1.5 $\text{km}$ の管路の新設。
- イスラマバード低位部に送水する口径 800 $\text{mm}$ 、延長1.6 $\text{km}$ の管路の新設。
- ラフルピンディ配水池までの送水管路として口径1,500 $\text{mm}$ 、2連、延長6.5 $\text{km}$ の新設

#### 5) 配水池

- イスラマバード高位部に対し、13,000 $\text{m}^3$ 容量のPCタイプの配水池 2基の新設
- イスラマバード低位部に対し、容量16,600 $\text{m}^3$ のPCタイプ配水池 1基の新設
- ラフルピンディに対し、一基の容量 22,300 $\text{m}^3$  フラットスラブタイプ配水池 4基の新設



#### 6) 資材調達

事業実施のための機材、車輛及び事務所用器具と維持管理用機材の供給

#### 7) 技術支援

トンネルの地質調査、詳細設計と入札書類の作成、工事の施工監理を含む事業の実施に関する支援。

### 504. 事業の実施計画

全事業は都市用水供給の開発計画に基づき、14か年間に亘り、実施する。第一基事業は1987年より着工し、取水塔、第二トンネル（11.5km）を含む工事を1992年初めに完了する。従って第一期の用水供給の開始は1992年からとなり、第二及び第三期事業は1992年及び1998年に着手し、1996年及び2001年の必要給水量にみあう給水を開始する。実施スケジュールを図-4 に示した。

### 505. 事業実施の組織

事業の実施機関は首都開発公社（CDA）とし、事業の実施計画、他機関との調整、その他事業実施に関する事項を処理する。又、事業に関係する諸機関、すなわち首都開発公社、水・電力開発公社、パンジャブ州公衆衛生技術局、郡関係機関、ラワルピンディ市、工業用水受益の代表者で構成する事業調整委員会を設け、事業に関係した諸問題の処理にあたる。組織図を図-5 に示す。

### 506. 事業費

1984年 8月価格に基づく事業費は、予備費を含めて約29億 比-（493 億円）で、第一期分19.25 億比-、第二、第三期分はそれぞれ 5.58 億比- 及び4.17億比- である。外貨の総額は11.72 億比-であり、全体事業費の40% に相当する。

技術及び事務経費は1.83億比- で、詳細調査設計、施工監理及び事務的経費を含む。予備費は技術予備費10%、物価予備費は外貨分 6%、内貨分10% の年間増加



率で算定した。事業費の要約を下表に示し、詳細を表-5、表-6に示した。

単位：百万ルピー

期別、種目	外貨	内貨	計	外貨率(%)
第一期：土木工事	430.1	515.7	945.8	45.5
その他	101.6	103.4	205.0	49.6
予備費	263.9	510.3	774.2	34.1
小計	795.6	1,129.4	1,925.0	41.3
第二期：土木工事	107.0	116.0	223.0	48.0
その他	14.2	8.1	22.3	63.7
予備費	106.9	205.8	312.7	34.2
小計	228.1	329.9	558.0	40.9
第三期：土木工事	51.3	57.0	108.3	47.4
その他	6.9	5.1	12.0	57.5
予備費	89.6	207.1	296.7	30.2
小計	147.8	269.2	417.0	35.4
全体：土木工事	588.4	688.7	1,277.1	46.1
その他	122.7	116.6	239.3	51.3
予備費	460.4	923.2	1,383.6	33.3
小計	1,171.5	1,728.5	2,900.0	40.4

#### 507. 維持管理

カンブール用水事業の維持管理業務の内容は、予算及び財政運営、既存組織の機能、将来の首都圏開発の施策、その他業務の近代化及び効率的運用等が総合的に検討されなければならない。図-5に示した組織は、既存及び計画施設を最も効果的、効率的に維持管理するために提案されたものである。各種委員会の機能の概要は次のとおりである。

カンブール用水に関する水管理委員会は、各受益者別のカンブール用水の配分を決定する。渇水期におけるカンブール貯水池からの放流計画と優先順位、用水の期別変化の変更の指示、水価変更の決定その他カンブール用水の政策的な分野に関する決定等を行う。

上記委員会の監理下において首都圏都市用水維持管理委員会を設け、イスラマバード・ラワルピンディ両市共同施設に係る水の配分及び修正を決定・指示し、各消費者に対する水道料金を決定し、かつ維持管理予算の評価と業務内容の分析等を行う。





カンプール用水に関する用水供給調整委員会は、主として以下の業務と機能を分担するものとする。

- － カンプール用水に関する年間の維持管理計画を作成する。
- － 季別変化を含む年間給水計画を樹立する。
- － カンプール用水に関する水管理委員会の、配水及び放流計画の変更の決定、指示に基づき、各受益者への詳細な配水計画の決定。
- － 各共同利用施設の補修を含む、年間維持管理費の評価を行う。
- － 各上級委員会により指示された事項を含め、年報及び評価レポートを作成する。



## 6. 事業評価

### 601. 事業便益

水は生物にとって不可欠のものである。人間にとって都市用水はその本源的な効用の故に必要欠くべからざるものである。我々は飲料、料理、入浴、洗濯、清掃等の用途のために水を必要とする。

同様に、都市用水は製造業、サービス業、商業及びその他の業種にとって原料及び同様の用途目的のために無くてはならないものである。

これらの効用を経済的観点から測定するために、調査団によって訪問調査が実施された。その結果、現在の水道料金体系を含むサービスに満足している家庭ユーザー及び商工業ユーザーは千ガロンの水に対してそれぞれ6.80 $\text{E}$ -及び5.62 $\text{E}$ -を支払う意思があることが判明した。これを加重平均すると水千ガロン当たり6.49 $\text{E}$ -ということになる。カンブール用水の年間の総経済価値を算定するには、将来の或る年に消費される水の量にこの水の単位経済価値を乗ずればよい。

### 602. 水の価格及び料金体系

プロジェクト地域の世帯は平均して月に1,890 $\text{E}$ -の収入がある。同世帯は月平均4,200 ガロンの水を消費する。もし千ガロン当たり9.0 $\text{E}$ -の水価を採用すると、世帯は水道料支出として月当たり37.8 $\text{E}$ -を使うことになり、これは月収の2%に相当する。言い換えれば、提案の価格のもとにおける水道料は世帯の支払能力の範囲内に納まっている。

提案の水道料金体系はこの平均水価に基づいており、ある消費水量までは単価が低く、それ以降になると単価が水の消費の増加と共に累進的に上昇するという構造となっている。



603. 経済評価

経済評価の要約

項 目		数 値
費用回収期間		24年
割引率 0%	便 益	19,658百万円-
	費 用	6,410百万円-
	純現在価値	13,248百万円-
	便益費用比率	3.07
経済的内部収益率		6.2%

上表に示されているように、国家経済の立場からは当該事業は事業生命の中央時点で投下費用を回収し、最終的に130億円にのぼる純便益を累積する。結局便益は費用の3倍となり、経済的内部収益率は6.2%と算定される。

経済的内部収益率の当水準は水道部門事業としては標準的なものであり、従って当該事業はそれ自体としてフィージブルと判定される。決定的に重要な一つの事項は、当該事業から期待される無形便益の大きさ、規模である。

経済的内部収益率が適切には表現していないが、罹病と死亡の悲しみ及び無限に続く日々の味気ない水運びから幾世代にもわたって救われる何百万人もの人達、そしてまた、経済的内部収益率の領域外であると思われる、事業地域及び同周辺の経済的成長拡大をもたらすところの、より健康でより生産的な人々の創出、商工業の発展といった広汎な社会経済的効果に思いを致すときに、当該事業ははっきりとフィージブルであると結論づけることが出来る。



#### 604. 財務的便益及び費用

便益は消費水量に水価を乗ずることによって算定される。平均水価は千ガロン当たり 9ルピーである。1992年から1995年では日間30.4から35.9百万ガロンが、1996年から2000年までは日間48.6から59.0百万ガロンが、そして2001年からは日間70.9から73.9百万ガロンが消費されるであろう。導水、浄水及び配水のロス率はそれぞれ5%、5%及び20%と仮定した。

原水は WAPDAから千ガロンあたり2.77ルピーで購入される。供給される原水量は、1992年から1995年迄が日間51.185百万ガロン、1996年から2000年までが日間76.778百万ガロン、そして2001年以降が日間102.370百万ガロンである。

カンブール用水導水施設を建設するための資本は1985年から2000年までの建設期間にわたって投資される。同資本は国内外から借り入れる。外貨分の借款条件は年利5%、償還期間30年、据え置き期間10年である。内貨分の条件は年利11%償還期間25年、据え置き期間5年である。財務費用は貸主に返済される元本及び利子という形で発生する。

諸施設を維持管理するための費用は、給水の始まる1992年から発生し、事業生命の全期間にわたって繰り返し発生する。

#### 605. 財務評価

##### 財務評価の要約

項 目		数 値
費用回収期間		36年
割引率 0%	便 益	27,260百万ルピー
	費 用	17,040百万ルピー
	純現在価値	10,219百万ルピー
	便益費用比率	1.60
財務的内部収益率		8.6%





千ガロン当たり 9.0ME- という水価は少なくとも理論的には消費者の支払能力の範囲内にある。提案の借款条件は標準的なもので同年利率は現行のものより 3~4%低い。キャッシュ・フローの諸相は目立ったものではない。費用回収期間は36年であり、便益費用比率は1.60である。水道事業は本質的に人々の福祉を目的としており、従って収支ゼロの原則をベースとしている。6.6%という財務的内部収益率は基本的に事業生命前半の欠損を緩和するために留保されている。

#### 606. 感度分析

##### A. 経済評価における感度分析

経済評価における感度分析の要約

番号	ケース	事例	EIRR	事例	EIRR
1	フェーズIの完了遅延	A. 1年の遅延	6.1%	B. 2年の遅延	6.0%
2	建設費用の超過	A. 10%	5.9%	B. 20%	5.7%
3	需要不足	A. 10%	5.6%	B. 20%	4.9%
4	1.2.3の結合	A.1.A.2.A.3.A.	5.3%	B.1.B.2.B.3.B.	4.3%

感度分析ケース4は先行する諸ケースを纏めたものである。上表に示す通り、計算結果は第1事例及び第2事例について経済的内部収益率がそれぞれ 5.3% 及び 4.3%となった。2事例におけるように物事が悪く展開した場合、当該事業のフィージビリティは強い影響を受けるが、しかし、事業の妥当性を欠く程ではない。



## B. 財務評価における感度分析

財務分析における感度分析の要約

番号	千ガロン当たり水価 (ルピー)	年 利 率 ( % )		FIRR (%)
		外貨分	内貨分	
1	9	5	14	4.1
2	10.5	5	14	6.5
3	8	4	9	6.8
4	6.5	1	7	6.6

感度分析を行うに当たって外貨分、内貨分双方の償還及び据え置き期間は今まで通りとした。

ケース1では内貨分に対する年利率をまるまる14%と想定し、財務的内部収益率が4.1%と算定された。

この数値自体よりも問題はキャッシュフローである。2億ルピーを越えるマイナスの増分便益が13年間も連続して現れる。これは水道事業体を財務的に苦しめずにはおかない。

2番目の分析の目的は、第一のケースと同一の借款条件のもとで6%から7%の財務的内部収益率を生み出すような水価を発見することにある。分析の結果、水価を千ガロン当たり10.5ルピーにすると、6.5%の財務的内部収益率が生み出されるということが判った。いいかえると、内貨分に対する条件を緩めないで、受益者はそれを埋め合わせるために1.5ルピー余計に支払わなければならないということになる。

第3のケースでは8ルピーという水貨を与件として、6%から7%の財務的内部収益率を生み出すところの内外貨分に対する利率が捜し求められた。その結果、水価を1ルピー落とすと、財務的内部収益率の数値をそのまま保持するには外貨分及び内貨分に対する利率をそれぞれ1%及び2%削減する必要があるということが判明



した。

最後に、水価を更に 6.5 ㊦に落とすと、6.6 % の財務的内部収益率を確保するためには外貨分及び内貨分に対する利率をそれぞれ 1 %及び 7 %に低減しなければならぬということが明らかにされた。



## 7. 結論と勧告

### 701. 結論

導水施設が取水塔、圧送トンネル及び自然流下トンネル、浄水場、揚水機場、配水池及び配水管から成る最終案は、技術的に実行可能である。本代替案では、ラワルピンディ地域に配水される全水量の約 78%が自然流下方式で送水される。

施設の維持管理は他の代替案と比較して技術的にやりやすく、経済的に負担が少ない。

6.2%という経済的内部収益率水準は水道部門事業としては標準的なものであり、従って、当該事業はそれ自体フィージブルと判定される。決定的に重要な一つの事項は、当該事業から期待される無形便益の大きさ、規模である。

経済的内部収益率が適切には表現していない罹病と死亡の悲しみ及び無限に続く日々の味気ない水運びから幾世代にもわたって救われる何百万人もの人達、そしてまた、経済的内部収益率の領域外と思われる事業地域及び同周辺の経済的生長拡大をもたらすところの、より健康でより生産的な人々の創出、商工業の発展といった広汎な社会経済的波及効果を考えた場合、当該事業は十分妥当であると結論づけることが出来る。

提案の千ガロン当たり 9.0 ルピーという水価は、少なくとも理論的には消費者の支払い能力の範囲内にある。投資資本に対する提案の借款利率は、外貨分が 5%、内貨分が 11%である。後者は現行利率より 3% 低い。キャッシュ・フローの諸相は目立ったものではない。水道事業は本質的に人々の福祉を目的としており、従って収支ゼロの原則をベースとしている。6.6% という財務的内部収益率は基本的に事業生命前半の欠損を緩和するために留保されている。





702 勸 告

A. 測量及び調査

下記の測量及び調査はパキスタン政府及びコンサルタンツによって詳細設計着手前あるいは実施中に行う必要がある。

- 計画トンネル路線に沿った約 13km の間の縮尺 1/5,000 の地形図の作成
- 主要構造物周辺の地形測量と地形図の作成
- 計画トンネル路線に沿って弾性波探査、ボーリング、透水試験、地質及び地質水文調査、岩盤試験等の実施
- 主要構造物建設予定地点におけるボーリング、標準貫入試験その他物理試験の実施

B. 渇水基準年（5年に一度の割合）におけるカンプールダムの不足水量を補充するため、将来の水資源開発計画の中で最優先利水を与える。

C. 当該事業の実施と健全な水道事業体を運営するために可能な限り末端配管網の整備と量水計の設置拡充を図り、水道料金体系の確立と料金徴収率の向上を図る。

D. 投資資本の償還に関し、連邦政府は消費者の支払い能力、水道事業体の運営状況を配慮し、可能な限りの利子補給等の財政的援助を与える。



表-1 イスラマバード市の計画給水人口と給水量

項目	年次	1984	1990	1995	2000
全人口		206,000	341,000	480,000	621,000
給水人口		195,000 $\frac{1}{2}$	341,000	480,000	621,000
給水率 (%)		100	100	100	100
給水量		Unit: MLD (MGD)			
家庭用水		37.9 (8.3)	72.0 (15.8)	107.7 (23.7)	146.6 (32.2)
公共用水		33.1 (7.3)	45.2 (9.9)	61.2 (13.4)	77.5 (17.0)
商業用水		23.7 (5.2)	36.9 (8.1)	50.8 (11.2)	66.1 (14.5)
漏水及び放流		47.3 (10.4)	59.9 (13.2)	69.4 (15.2)	72.5 (16.0)
(%)		(33)	(28)	(24)	(20)
計		142.0 (31.2)	214.0 (47.0)	289.1 (63.5)	362.7 (79.7)
平均給水量		142.0 (31.2)	214.0 (47.0)	289.1 (63.5)	362.7 (79.7)
最大給水量		177.5 (39.0)	267.5 (58.8)	361.3 (79.4)	453.2 (99.6)
1人当たり日給水量		Unit: l (gal)			
家庭用水		194 (43)	211 (46)	224 (49)	236 (52)
計		728 (160)	628 (138)	602 (132)	584 (128)

注: Golra and Nurpur Shahan. の人口を除く



表-2

ラッルビンデン市の計画給水人口と給水量

項目	年次	1984	1990	1995	2000
全人口		888,000	1,046,000	1,167,000	1,275,000
給水人口		622,000	837,000	992,000	1,148,000
給水率 (%)		70	80	85	90
給水量		Unit: MLD (MGD)			
家庭用水		67.9 (14.9)	108.2 (23.8)	146.8 (32.3)	192.6 (42.3)
公共用水		16.5 ( 3.6)	20.1 ( 4.4)	22.7 ( 5.0)	25.3 ( 5.6)
商工業用水		28.6 ( 6.3)	37.7 ( 8.3)	46.1 (10.1)	55.2 (12.1)
軍関連		15.9 ( 3.5)	24.6 ( 5.4)	29.7 ( 6.5)	34.9 ( 7.7)
漏水及び放流		72.5 (15.9)	81.7 (18.0)	81.8 (18.0)	77.0 (16.9)
(%)		(36)	(30)	(25)	(20)
計		201.4 (44.2)	272.3 (59.9)	327.1 (71.9)	385.0 (84.6)
平均給水量		201.4 (44.2)	272.3 (59.9)	327.1 (71.9)	385.0 (84.6)
最大給水量		251.8 (55.3)	340.4 (74.8)	408.9 (89.9)	481.3 (105.8)
1人当たり日給水量		Unit: l (gal)			
家庭用水		109 (24)	129 (28)	148 (33)	168 (37)
計		324 (71)	325 (71)	330 (73)	335 (74)



表-3

## 現況及び計画の浄水量 (日平均)

水 源	現 況 <sup>2/</sup>	2000年	備 考
<u>イスラマバード</u>			
Shahdara H. W <sup>4/</sup>	1.4	1.4	
Nurpur H. W	0.5	0.5	
Saidpur H. W	0.6	0.6	
Golf Course (Old)	2.1	2.1	
- do - (New)	1.7	1.7	
G-10 H. W	1.9	3.8	by the end of 1986
Kuriag H. W.	-	3.2	by the end of 1986
Tube Wells in National Park Area	6.4	10.4	
Tube Wells in Sectoral Area	3.0	9.4	
小 計	17.6	32.7	
<u>ラウルピンディ</u>			
Sohan Camp T. W <sup>5/</sup>	2.8	2.8	
PHED T. W	3.6	3.6	
RMC T. W	4.8	4.8	
CB T. W	2.0	4.4	in a few years
NES (Army) T. W	0.6	0.6	
MES (PAF) T. W	0.5	0.5	
小 計	14.3	16.7	
計	31.9	49.4	

Notes: <sup>1/</sup>Unit in MGD.<sup>2/</sup>As of July, 1984.<sup>3/</sup>Production of water from storage dams are excluded.<sup>4/</sup>H. W. : Head works.<sup>5/</sup>T. W. : Tube wells.<sup>6/</sup>Firm yield from surface water is estimated based on the actual achievement of water production, taking the lowest value observed in the past 5 years.<sup>7/</sup>Firm yield from groundwater is taken as 80% of average production, taking into account the reduction of production in dry summer period.





表-4 各代替案の建設工事費

単位：百万ルビ-

Item	代 替 案						
	I-A	I-B	I-C	II-A	II-B	II-C	III
1. 原水受水池	95.0	95.0	95.0	109.9	57.7	-	-
2. 導水施設	27.4	27.4	27.4	28.1	9.4	34.4	44.5
3. トンネル	-	-	-	52.8	134.2	119.0	320.7
4. 浄水場	442.2	442.2	442.2	541.4	541.4	541.4	397.7
5. 揚水機場	218.1	263.5	263.0	266.4	267.4	239.9	146.3
6. 管水路	791.6	723.4	697.1	589.3	534.1	564.3	402.9
7. 配水池	232.5	182.3	157.4	232.5	232.5	232.5	189.4
8. 電気設備	61.3	64.0	60.6	61.6	60.4	60.6	67.8
小計	<u>1,868.1</u>	<u>1,797.7</u>	<u>1,742.6</u>	<u>1,882.1</u>	<u>1,837.0</u>	<u>1,792.2</u>	<u>1,569.2</u>
9. 技術予備費	186.8	179.7	174.2	188.2	183.7	179.2	156.9
計	<u>2,054.9</u>	<u>1,977.4</u>	<u>1,916.8</u>	<u>2,070.3</u>	<u>2,020.7</u>	<u>1,971.4</u>	<u>1,726.1</u>

注：端数整理の関係で小計欄数値に差異がある。



表-5

## 事業費(1)

(単位：百万ルーピー)

項 目	内 貨	外 貨	計	外貨率
1. 導 水 路	249.7	177.8	427.5	42
2. 淨 水 場	190.3	184.9	375.2	49
3. 揚水機場	51.6	54.1	105.7	51
4. 配 水 路	70.5	70.5	141.0	50
5. 配 水 池	112.8	77.8	190.6	41
6. 電気設備	13.8	23.3	37.1	63
小 計 (1~6)	<u>688.7</u>	<u>588.4</u>	<u>1,277.1</u>	<u>46</u>
7. 事 務 所	12.0	-	12.0	-
8. 用地買収	35.6	-	35.6	-
9. 車 輛 等	2.2	6.3	8.5	74
10. 技 術 費	31.2	116.4	147.6	79
11. 事 務 費	35.6	-	35.6	-
小 計 (7~11)	<u>116.6</u>	<u>122.7</u>	<u>239.3</u>	<u>51</u>
中 計 (1~11)	<u>805.3</u>	<u>711.1</u>	<u>1,516.4</u>	<u>47</u>
12. 技術予備費	80.5	71.1	151.6	
13. 物価予備費	842.7	389.3	1,232.0	
合 計	<u>1,728.5</u>	<u>1,171.5</u>	<u>2,900.0</u>	<u>40</u>



表-6

## 事業費(2)

(単位：百万ルピー)

項 目	第1期	第2期	第3期	計
1. 導水路	427.5	-	-	427.5
2. 浄水場	196.1	101.2	77.9	375.2
3. 揚水機場	89.4	10.4	5.9	105.7
4. 配水路	76.0	65.0	-	141.0
5. 配水池	124.6	43.0	23.0	190.6
6. 電気設備	32.2	3.4	1.5	37.1
小 計 (1~6)	945.8	223.0	108.3	1,277.1
7. 事務所	12.0	-	-	12.0
8. 用地買収	35.6	-	-	35.6
9. 車輛等	8.5	-	-	8.5
10. 技術費	121.1	17.8	8.7	147.6
11. 事務費	27.8	4.5	3.3	35.6
小 計 (7~11)	205.0	22.3	12.0	239.3
中 計 (1~11)	1,150.8	245.3	120.3	1,516.4
12. 技術予備費	115.1	24.5	12.0	151.6
13. 物価予備費	659.1	288.2	284.7	1,232.0
合 計	1,925.0	558.0	417.0	2,900.0



図-1 イスラマバード市の浄水廠と給水廠

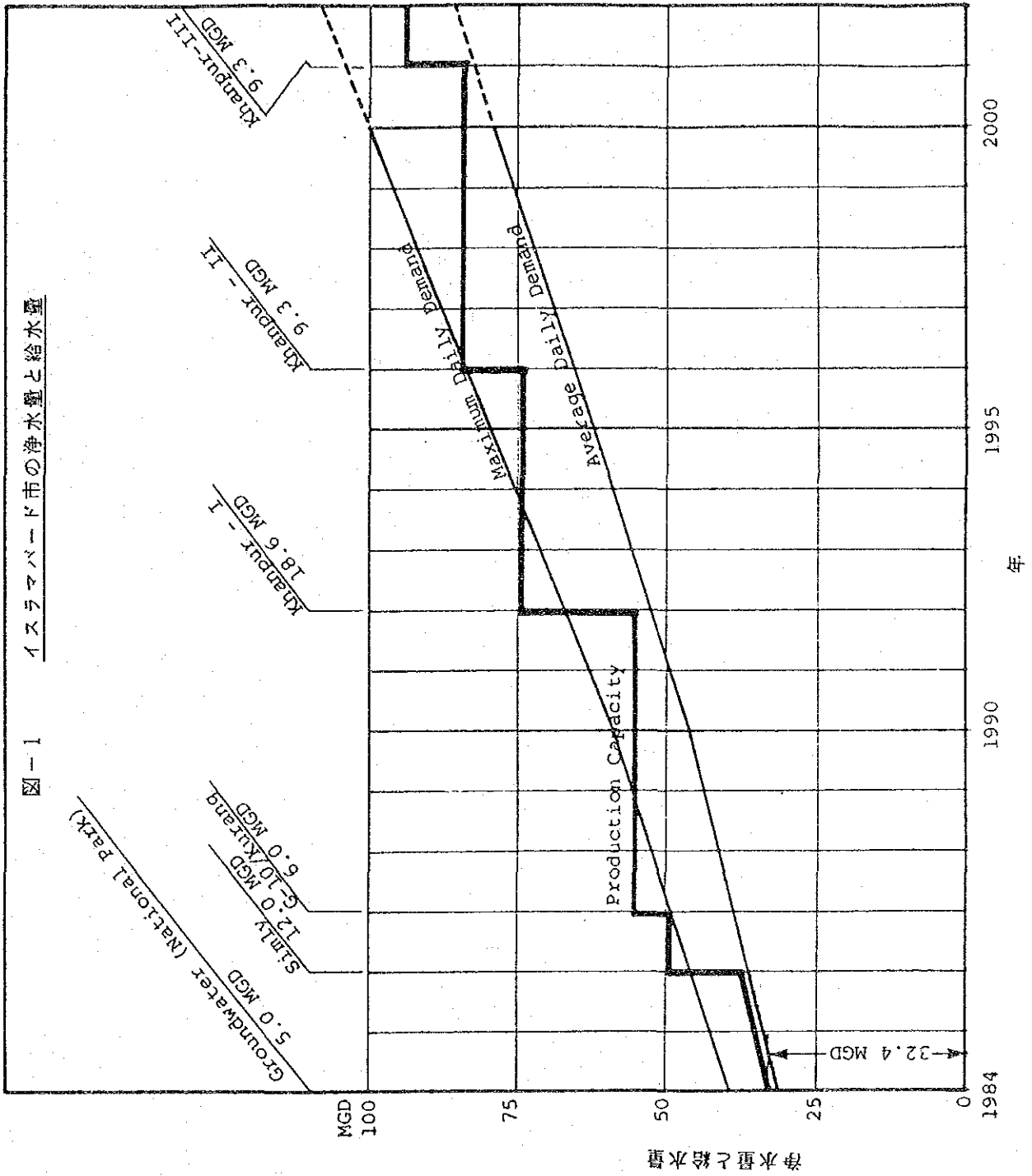






図-2 ラブレンディ市の浄水廠と給水量

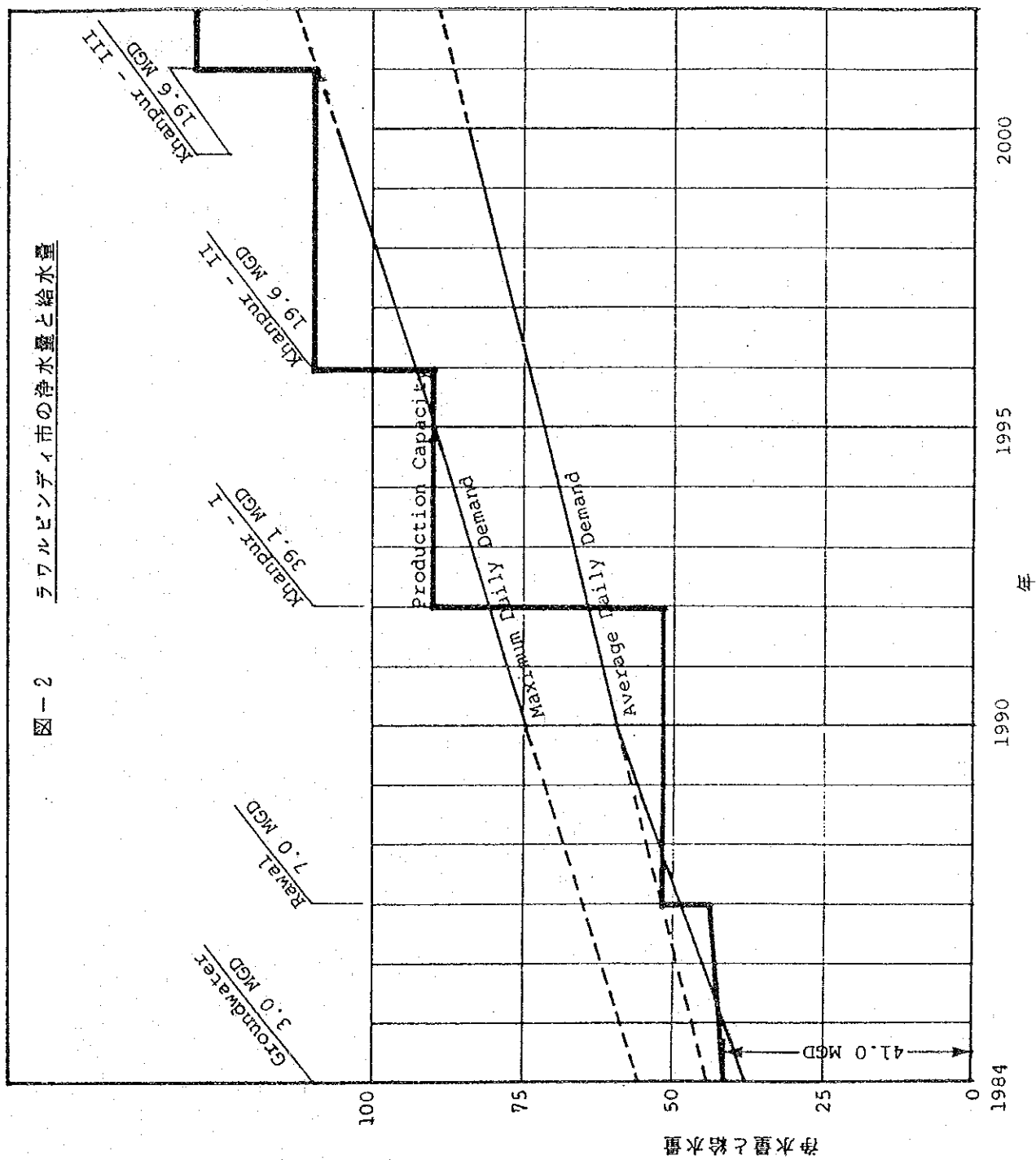


図-3 カンブール用水導水施設模式図

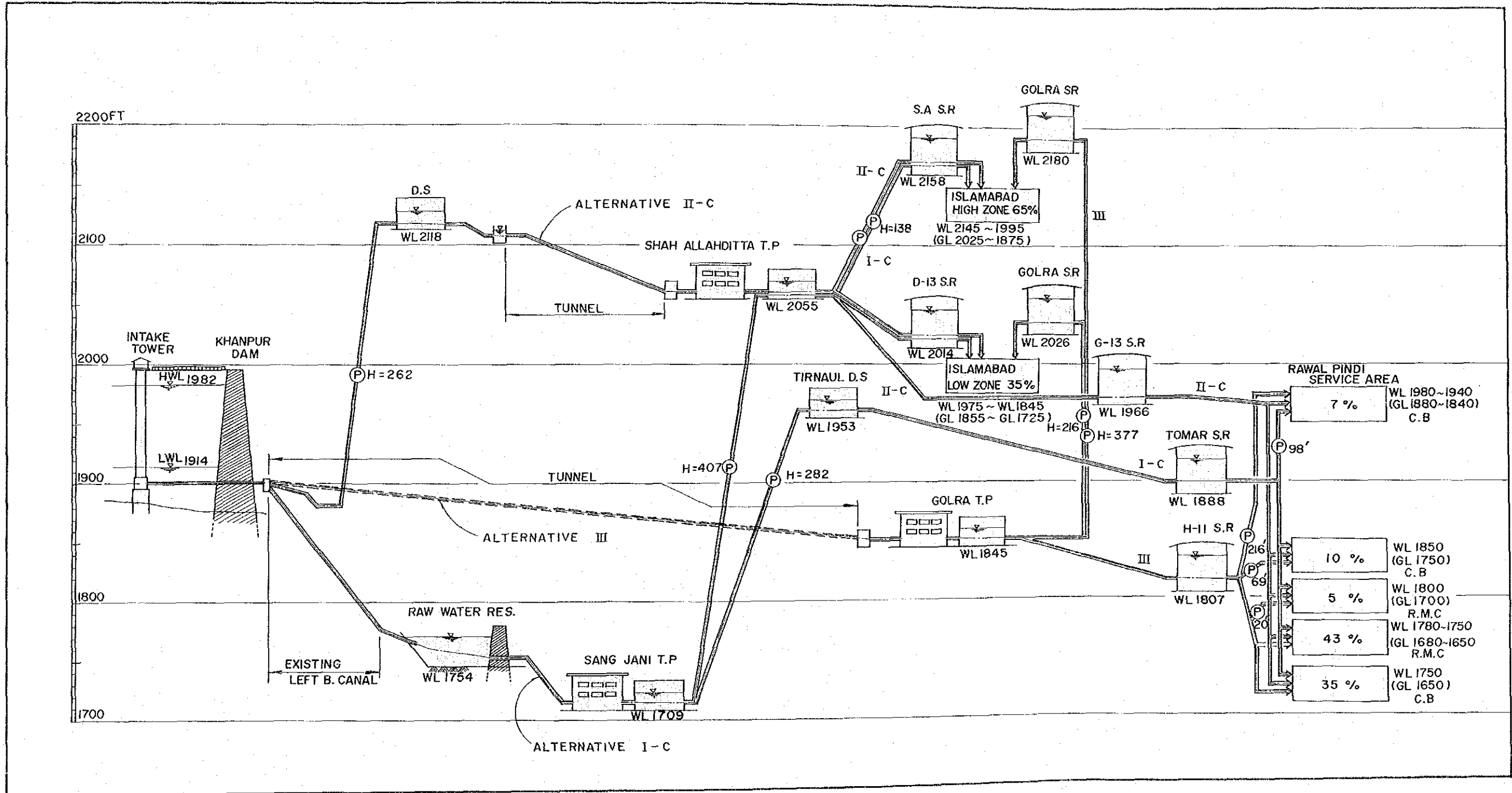


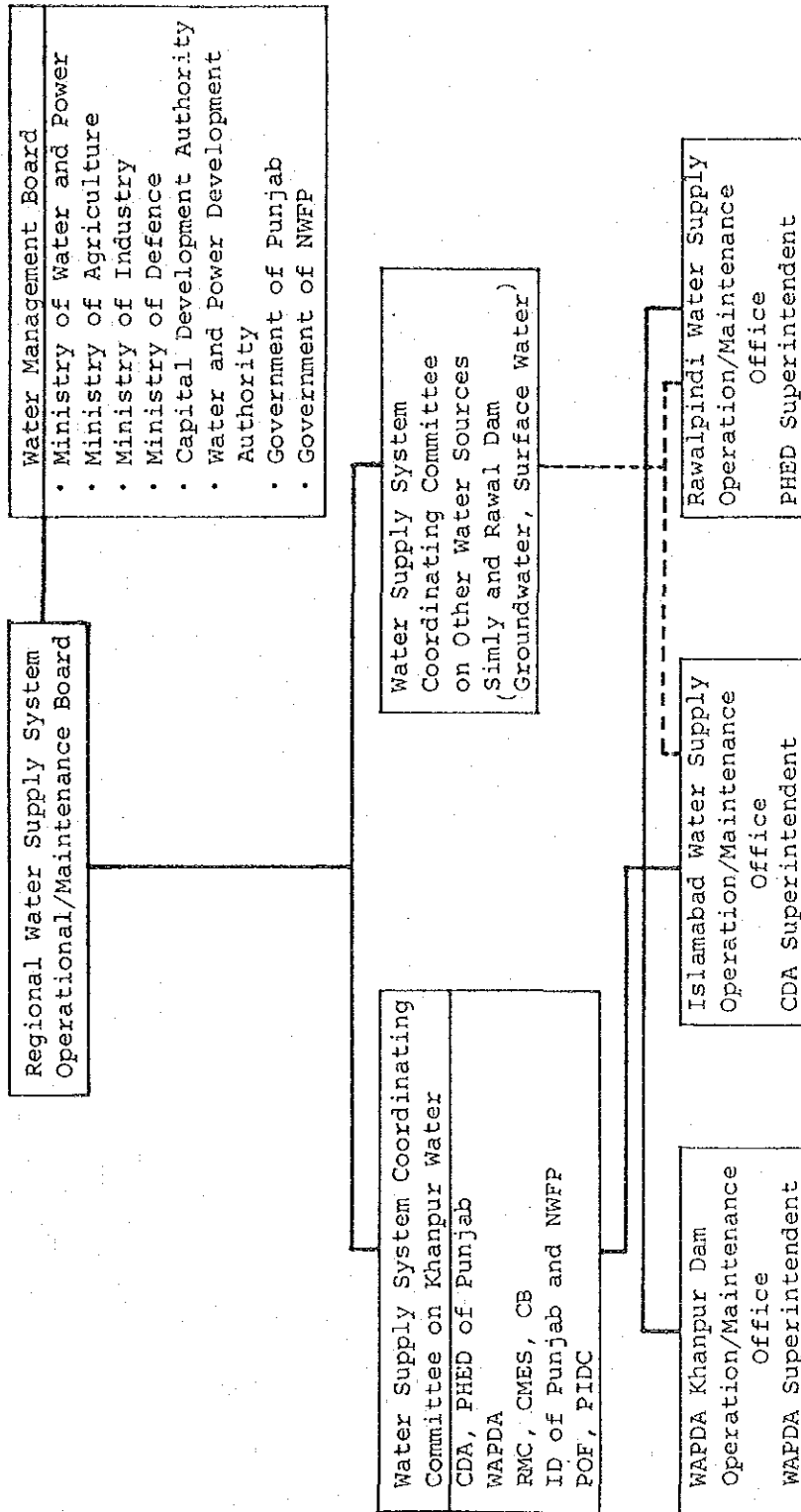


図-4 実施計画

Item	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
調査計画	=====																
詳細設計	=====	=====															
入札手続		=====	=====											=====			
建設工事																	
1. 導水路				=====													
2. 浄水場				=====													
3. 揚水機場				=====		=====											
4. 配水路					=====												
5. 配水池								=====									
6. 電気設備								=====									
7. 事務所								=====									
用地買収																	
車輛等																	
技術支援																	
事務																	
開発期別		←							←			←					→



圖-5 水道事業維持管理組織



JICA