



中華人民共和國  
社会開発調査部

報告書

要約





国際協力事業団  
インドネシア共和国  
公共事業省  
水資源総局

インドネシア共和国  
チウジュン-チドリアン  
水資源総合開発計画調査

## 最終報告書

要約

JICA LIBRARY



1119975(9)

27747

平成7年2月

日本工営株式会社

インドネシア国  
チウジュン-チドリアン水資源総合開発計画調査

英文報告書の構成

- Volume I : Executive Summary
- Volume II : Main Report
- Volume III : Supporting Report
1. Present Socio-economic Conditions in the Study Area
  2. Hydrological Study
  3. Water Resources Study
  4. Preliminary Design and Environmental Investigation of Pasir Kopo Dam
  5. Topographic Survey for Karian-Serpong Conveyance System
  6. Geological Investigation for Karian-Serpong Conveyance System
  7. Karian-Serpong Conveyance System
  8. Environmental Impact Analysis
  9. Construction Plan and Cost Estimate
  10. Financial and Economic Analyses
  11. Reference Drawings Prepared by the Previous Studies and Projects
- Volume IV : Data Book
- A. Topographic Maps Produced by the Study
  - B. Hydrological Data in the Ciujung and Cidurian River Basins
  - C. Geotechnical Data along the Karian-Serpong Conveyance System

和文報告書の構成

1. 最終報告書 要約

通貨換算率

本調査においては、次の通貨換算率を用いた。

Rp. 2,177 = US\$ 1.00 = ¥ 100

1994年8月現在

国際協力事業団

27747

## 序 文

日本国政府は、インドネシア国政府の要請に基づき、同国のチウジュンーチドリアン水資源総合開発計画調査にかかるフィージビリティ調査を行なうことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施いたしました。

当事業団は、平成5年6月から平成6年3月までの間、5回にわたり日本工営株式会社の和田勝義氏を団長とし、同社及び株式会社パスコインターナショナルより構成される調査団を現地に派遣しました。

調査団は、インドネシア政府関係者と協議を行なうとともに、計画対象地域における現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終りに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成 7 年 2 月

国際協力事業団  
総裁 藤田 公 郎



平成 7 年 2 月

国際協力事業団

総裁 藤田公郎 殿

## 伝 達 状

インドネシア国チウジュン-チドリアン水資源総合開発計画調査の最終報告書を提出いたしますので、よろしくご査収願います。

本報告書には、ジャボタベック地域および北バンテン地域における水供給を主目的としてチウジュン川およびチドリアン川に計画されたカリアンダム、パシルコボダム、チラワンダム、タンジュンダムおよびカリアン貯水池と現在建設中のスルボン浄水場を結ぶカリアン-スルボン導水システムならびにチウジュン川中流域河川改修事業からなる水資源総合開発計画調査の調査結果を記述しております。

本報告書は、要約、主報告書、付属報告書および資料集から構成されております。要約は調査結果の概要、主報告書は各専門分野の調査結果および同水資源開発計画の詳細、付属報告書には各専門分野で実施された調査の内容、方法および基礎資料を記載しました。また、資料集には、現地調査において実施した基礎調査により得られた資料を掲載しております。

本報告書を提出するにあたり、全調査期間にわたり、多大なご支援とご助言を賜った貴事業団、駐インドネシア日本大使館、ならびにインドネシア政府諸機関の関係者各位に対し、心から感謝の意を表するものであります。本調査の結果がインドネシアの今後の発展のために少しでも貢献できることを切に願う次第であります。

和 田 勝 義

チウジュン-チドリアン水資源総合開発計画調査団長





## インドネシア国 チウジュン-チドリアン水資源総合開発計画調査

### 調 査 概 要

調査期間 : 平成5年6月-平成7年2月  
受け入れ機関 : 公共事業省 水資源総局

1. 背 景 : ジャカルタ市、ボタベック地域およびバンテン地域を含む調査対象地域は、急激に都市化および工業化が進んでおり、現在の19百万の人口は、2025年には50百万人になるものと予測されている。増加が予測される上工水需要に対処するため、調査対象地域の東端に位置するチタルム水系および西端に位置するチウジュン川およびチドリアン川を同地域の水源として水需要を賄う "Balanced Water Supply" を基本方針に本計画調査が実施された。

また、インドネシア政府は、本調査と平行して表流水および地下水を対象としてジャボタベック地域、バンテン地域およびカラワン/ブルワカルタ県域に対する水供給基本計画調査 (JWRMS) を実施した。このため、調査の実施に際しては、JWRMSの調査結果との整合性に留意し、計画検討を行なった。

2. 目 的 : 西部ジャワ州に位置するチウジュン川およびチドリアン川流域の2025年を目標年次として、カリアンダム、パシールコボダム、チラワンダムおよびタンジュンダム計画および同流域からジャカルタ市近郊スルボン浄水場までの都市・工業用水供給のための導水システムからなる水資源総合開発計画を策定する事を目的としている。

3. 調査対象地域 : 附図-Aに面積9,489 km<sup>2</sup>を有する調査対象地域の概要を示す。

4. 計画概要 : 世銀調査により策定された2025年を目標年次とする水供給基本計画では、チウジュン川およびチドリアン川水資源開発の主たる役割を、セララン県、タンゲラン県およびジャカルタ市への上工水供給および既存灌漑地域への水供給と位置づけている。また、同調査は将来の水需要および水資源開発に関し、過去の傾向に基づくシナリオ (A)、高い経済成長率および現在地下水の大量利用から引き起こされている種々の問題解決のため主水源を地下水から表流水への転換を図るシナリオ (C) の2案を設定し、今後の経済開発動向および水需要の変動に対応して開発・管理を行なう事を提言している。

本計画調査は、水収支解析を通して基本計画および既存計画の見直しを行い、チウジュン川およびチドリアン川に位置するカリアンダム、パシールコボダム、チラワンダム、タンジュンダムおよびカリアン-スルボン導水路からなる水資源総合開発計画を策定した。附図-Bにセララン県、タンゲラン県およびジャカルタ市への上工水供給計画を示す。尚、同図に示される様にジャカルタ市への上工水供給は、2015年に開始する様計画されている。

カリアン貯水池およびスルボン浄水場を結ぶ導水路 (附図-C参照) は、各貯水池からバルンパンジャンまでを重力式導水方法、また同地点からスルボン浄水場までを圧送式導水方法を採用し、導水システム計画 (附図-D参照) を策定した。尚、導水システムは、水資源開発計画に合わせ段階実施を提言した。

さらに、チウジュン川中流域河川改修計画の対象地域である既存のパマラヤン堰からランカスピトン間は、近年の工業化・都市化に伴い洪水被害ポテンシャルが飛躍的に増大しており、同地区に対する河川改修事業の実施を併せて提言した。

上記の各ダム、導水システムおよび河川改修事業の主要諸元を、附表-Aに示す。

5. 事業費 : 事業費は以下の仮定および条件に基づき、附表-Bの通り算定した。

- 1) 材料費、労務費および工事機械費は1994年8月価格に基づく。
- 2) 外貨交換比率は、1994年8月時点での1円=Rp.21.77、1ドル=Rp.2,177とした。
- 3) 工事単価は、内貨および外貨に分けて算定し、ルピア表示とした。
- 4) 事業費は、a) 工事費、b) 金銭補償および移転地建設費用からなる用地費および補償費、c) 設計費、d) プロジェクト運営費、e) 税金、f) 物理的予備費、g) 価格上昇に対する予備費、h) 工事期間中の金利およびi) 維持管理費にわけて算定した。

6. 評価

6.1 経済評価 : 経済評価のための経済便益と建設費は、次の条件に基づき算定した。

- 1) 上工水供給の経済便益は、原水単価および浄水単価に対する世銀調査結果に基づき、現在の水道料金の60%と仮定した。
- 2) 河川改修工事の便益は、現在の社会経済状態での洪水防御対象地域内での年平均洪水被害軽減額とした。
- 3) 財務費用は市場価格を反映した実勢費用であり、経済費用は経済的実質費用であることから、各開発事業の経済価格は、主要工事項目ごとの財務建設費用に変換係数を乗じて算定した。

各開発事業の経済性は、次の条件に基づく経済内部収益率 (EIRR) により評価を行った。

- 1) プロジェクトの耐用年数は50年間とした。
- 2) 費用と便益は1994年8月時点の価格で算定した。
- 3) 外貨交換比率は、1994年8月時点での1円=Rp.21.77、1ドル=Rp.2,177とする。
- 4) 維持管理費は、土木工事費の1.0%および鋼構造物工事費の0.5%の合計として算定した。また、ポンプおよび水門の耐用年数を25年と仮定した。

以上の条件で、第1期事業 (カリアンダムおよび導水路の建設、河川改修工事) および第2期事業 (導水路の一部、パシールコボダム、チラワンダムまたはタンジュンダムの建設) を含む全体事業の各々の経済内部収益率は、次表に示す様に高い経済性を示した。

開 発 事 業	経済内部収益率 (%)	
	シナリオ (A)	シナリオ (C)
上工水供給のための水源開発事業		
第1期事業	16.1	20.2
開発事業全体	21.7	24.2
河川改修事業		13.4
水源開発事業 (第1期) + 河川改修事業	16.0	19.8
水源開発事業 (第2期) + 河川改修事業	21.3	23.7

また、原水単価を上工水供給のための水源開発事業に係わる財務費用および上工水需要に基づき、割引率を9%と仮定して、下表に示す様に算定した。

開発事業	原水単価 (Rp./m <sup>3</sup> )	
	Scenario A	Scenario C
第1期事業	360	267
開発事業全体	265	283

現在の水道料金の原水単価 (1m<sup>3</sup>当りRp. 600) と上記の原水単価を比較すると、提案したダム計画およびカリアン-スルボン導水路システムは、経済的に有利であると評価される。

6.2 環境影響評価 : 環境影響項目の内、水資源開発事業の実施に伴う住民移転 (シナリオ (A) : 3,755世帯/20,850人、シナリオ (C) : 7,159世帯/40,120人) が、計画の実施可能性を左右する最も重大な事項であることが判明した。一方、全移転人口の約10%の移転住民に対し実施した意向調査結果によれば、80%以上の住民は移転地が近傍にあれば移転に同意しており、また他の住民も適切な移転計画が提示されれば、移転に同意するものとの結果を得た。

上記の点から移転候補地の検討を行った結果、カリアンおよびバシールコボダム計画については、適当な移転地があるもののタンジュンおよびチラワンダム計画については、候補地が丘陵部に位置し、現在の農業地に匹敵する代替地は近傍には存在しない事が判明した。しかし、これらのダム計画地点の近傍地域は、著しい都市化および工業化により社会経済的に変貌しつつあり、同ダム計画の導入が予定される2014年もしくは2015年時点での住民の生活形態、生活レベル、収入等も大きく変化するものと想定される。このため、これらのダム計画の実施にむけて、代替地による移転補償の考え方から新たな補償方法の模索が必要と考えられる。この点から、今後2025年に至るまで提案した各計画を成功させ且つ移転を適正に実施するため、以下の機能を有した機関の設置を提案した。

- 1) 継続的社会経済調査および移転住民の移転に対する要望を把握するためのモニタリング
- 2) 現実的且つ住民の意向を反映した移転計画の策定、および
- 3) 円滑な住民移転の実施。

7. 実施計画 : カリアン-スルボン導水路を含むチュウジュン-チドリアン水資源総合開発計画の行動計画を附図-Eに示す。

第1段階 : カリアン多目的ダム、チウヤトンネルおよび導水路 (KSCS I) ならびにバマラヤン堰-ランカスピトゥン間のチュウジュン川中流域河川改修工事を第1期事業として実施する。

第2段階 : 2000年人口動態調査結果および第1期事業実施後の水需要の変化等を含む水需要資料に基づく水資源開発計画の見直しおよびバシールコボダムの容量の決定のための計画調査を実施する。同調査結果に基づき第3段階での開発を実施するものとする。

#### 8. 提言

- 1) 水収支解析結果および近年発生した洪水被害状況を鑑み、また第1期事業の高い経済性を考慮し、その早期実施が提案される。
- 2) 本第1期事業実施のための浄水および給水側関連機関との調整が、主管官庁である水資源総局に対し提言される。
- 3) 住民移転は最重要項目の一つであり、円滑に実施するための環境モニタリングおよび管理部門の設置が提言される。

表-A 提案された構造物の主要諸元

Main Features	Karian	Pasir Kopo Dam		Cilawang	Tanjung
	Dam	A	C	Dam	Dam
I. Dam scheme					
1) Catchment area (km <sup>2</sup> )	288	172	172	93	280
2) Dam type	Rockfill	Rockfill	Rockfill	Rockfill	Rockfill
3) Dam crest level (EL. m)	72.5	97.0	106.5	81.0	60.5
4) Flood high water level (EL.m)	69.9	94.2	103.7	78.5	59.5
5) Normal high water level	67.5	90.5	100.5	75.6	56.5
6) Low water level	46.0	80.0	80.0	66.5	50.0
7) Dam height (m)	60.5	52.0	61.5	36.0	35.5
8) Reservoir area (ha)	1,740	640	920	1,056	2,487
9) Effective storage volume (mil. m <sup>3</sup> )	219.0	44.5	112.6	62.0	120.0
10) Embankment volume of main dam (mil. m <sup>3</sup> )	1.23	0.42	0.70	0.42	8.39
11) Design flood discharge (PMF)					
a) Inflow	3,400	3,300	3,300	1,700	3,098
b) Outflow	2,670	1,760	1,430	1,230	727
12) Spillway gate					
a) Type	Radial gate	overflow type	overflow type	Radial gate	overflow type
b) Nos.	2			2	
c) Height	12.5			9.5	
d) Width	12.5			9.0	
13) Side overflow spillway weir (m)	50.0	125.0	125.0	20.0	-
14) Flood control volume against 10-year probable flood (mil. m <sup>3</sup> )	33.5	-	-	-	-
Main Features	Description				
II. Karian-Serpong conveyance system					
1) Length (km)					
a) KSCS I	36.5				
b) KSCS II	19.3				
c) KSCS III	11.9				
d) Cilawang canal	17.1				
e) Tanjung canal	4.3				
2) Type of conveyance					
a) KSCS I&II and Cilawang & Tanjung Canal	gravity conveyance				
b) KSCS III	pumping-up and pipeline				
3) Maximum flow capacities (m <sup>3</sup> /s)					
a) KSCS I	12.4				
b) KSCS II	13.8				
c) KSCS III	6.0				
d) Cilawang canal	4.1				
e) Tanjung canal	9.7				
III. River improvement works					
1) River length to be improved (km)	18.20				
2) Improvement method	Provision of river dredging, short-cut channel (4 km) and flood dyke				
3) Design discharge					
a) Design scale	10-year probable flood discharge				
b) Design discharge	1,100 m <sup>3</sup> /s with retardation of flood peak discharge in the Karian reservoir				
4) Earth work volume					
a) Embankment volume (mil. m <sup>3</sup> )	0.60				
b) Excavation volume (mil. m <sup>3</sup> )	1.40				
c) Dredging volume (mil. m <sup>3</sup> )	0.67				

表-B 開発事業費

**First Phase Development**

(Unit : million Rp)

Description	Karian Dam		Ciuyah Tunnel		KSCS I		River Improvement		Total	
	FC	LC	FC	LC	FC	LC	FC	LC	FC	LC
<b>I. Basic Cost</b>										
1) Preparatory Works	11,032	7,266	469	205	10,703	8,799	2,659	2,541	24,863	18,811
2) Civil Works	87,765	34,892	10,277	4,383	97,002	59,854	17,862	11,392	212,906	110,521
3) Metal Works	11,390	1,266	2,021	225	1,894	211	0	0	15,305	1,702
4) Engineering Service	15,426	3,908	1,787	433	15,344	6,198	2,873	1,254	35,430	11,793
5) Administration	0	7,681	0	879	0	8,923	0	1,723	0	19,205
6) Compensation Cost	0	58,714	0	0	0	6,266	0	1,926	0	66,906
7) Tax (PPN)	0	17,295	0	1,980	0	20,001	0	3,858	0	43,133
Sub-total	125,613	131,021	14,554	8,105	124,943	110,251	23,394	22,694	288,504	272,072
<b>II. Contingency</b>										
1) Physical Contingency	12,561	13,102	1,455	811	12,494	11,025	3,503	3,404	30,014	28,342
2) Price Escalation	21,647	53,483	2,738	4,506	22,728	57,850	4,061	11,144	51,173	126,982
Sub-total	34,208	66,585	4,193	5,316	35,222	68,875	7,563	14,548	81,187	155,324
<b>III. Interest During Construction</b>	14,946	0	1,534	0	13,813	0	2,869	0	33,162	0
<b>Total</b>	174,767	197,606	20,281	13,422	173,978	179,127	33,826	37,242	402,853	427,396
<b>Grand Total (FC+LC)</b>		372,373		33,703		353,105		71,068		830,249

**Second Phase Development (IIA) in Scenario A**

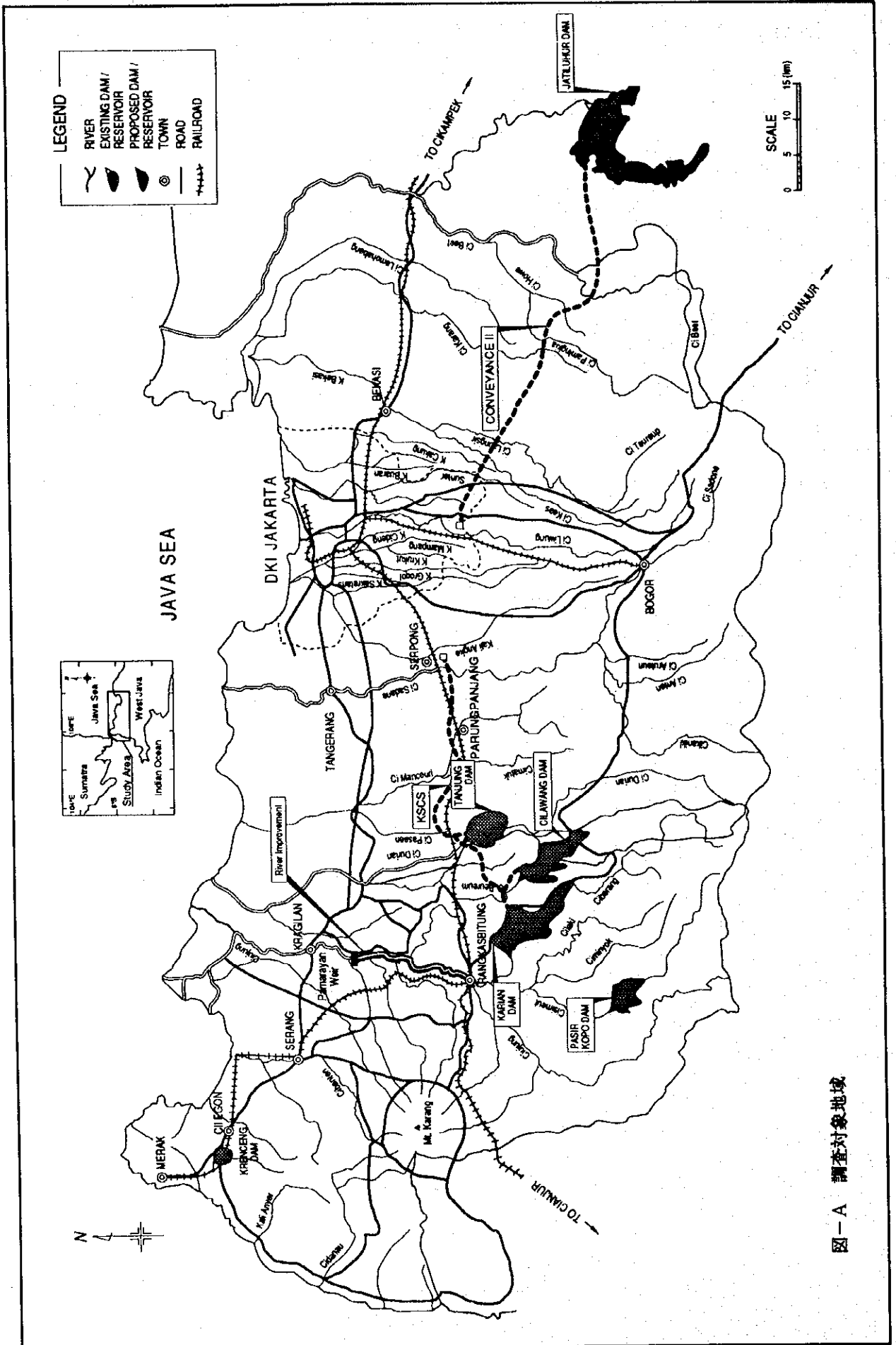
(Unit : million Rp)

Description	Posir Kopo Dam		Cilawang Dam		KSCS II&III Cilawang Canal		Total	
	FC	LC	FC	LC	FC	LC	FC	LC
<b>I. Basic Cost</b>								
1) Preparatory Works	5,936	3,255	10,217	5,154	8,763	7,602	24,916	16,011
2) Civil Works	43,704	19,573	33,116	13,926	89,475	55,635	166,295	89,134
3) Metal Works	9,185	1,021	7,483	831	49,941	5,549	66,609	7,401
4) Engineering Service	8,236	2,146	7,114	1,792	20,745	6,191	36,095	10,129
5) Administration	0	4,134	0	3,536	0	10,848	0	18,518
6) Compensation Cost	0	20,138	0	25,226	0	1,270	0	46,634
7) Tax (PPN)	0	9,306	0	7,963	0	24,390	0	41,659
Sub-total	67,061	59,573	57,930	58,429	168,924	111,485	293,915	229,486
<b>II. Contingency</b>								
1) Physical Contingency	6,706	5,957	5,793	5,843	16,892	11,149	29,391	22,949
2) Price Escalation	17,890	50,692	15,454	49,719	45,064	94,866	78,408	195,277
Sub-total	24,596	56,649	21,247	55,562	61,956	106,015	107,799	218,226
<b>III. Interest During Construction</b>	8,228	0	7,578	0	16,998	0	32,804	0
<b>Total</b>	99,884	116,222	86,756	113,990	247,879	217,500	434,518	447,712
<b>Grand Total (FC+LC)</b>		216,106		200,746		465,378		882,230

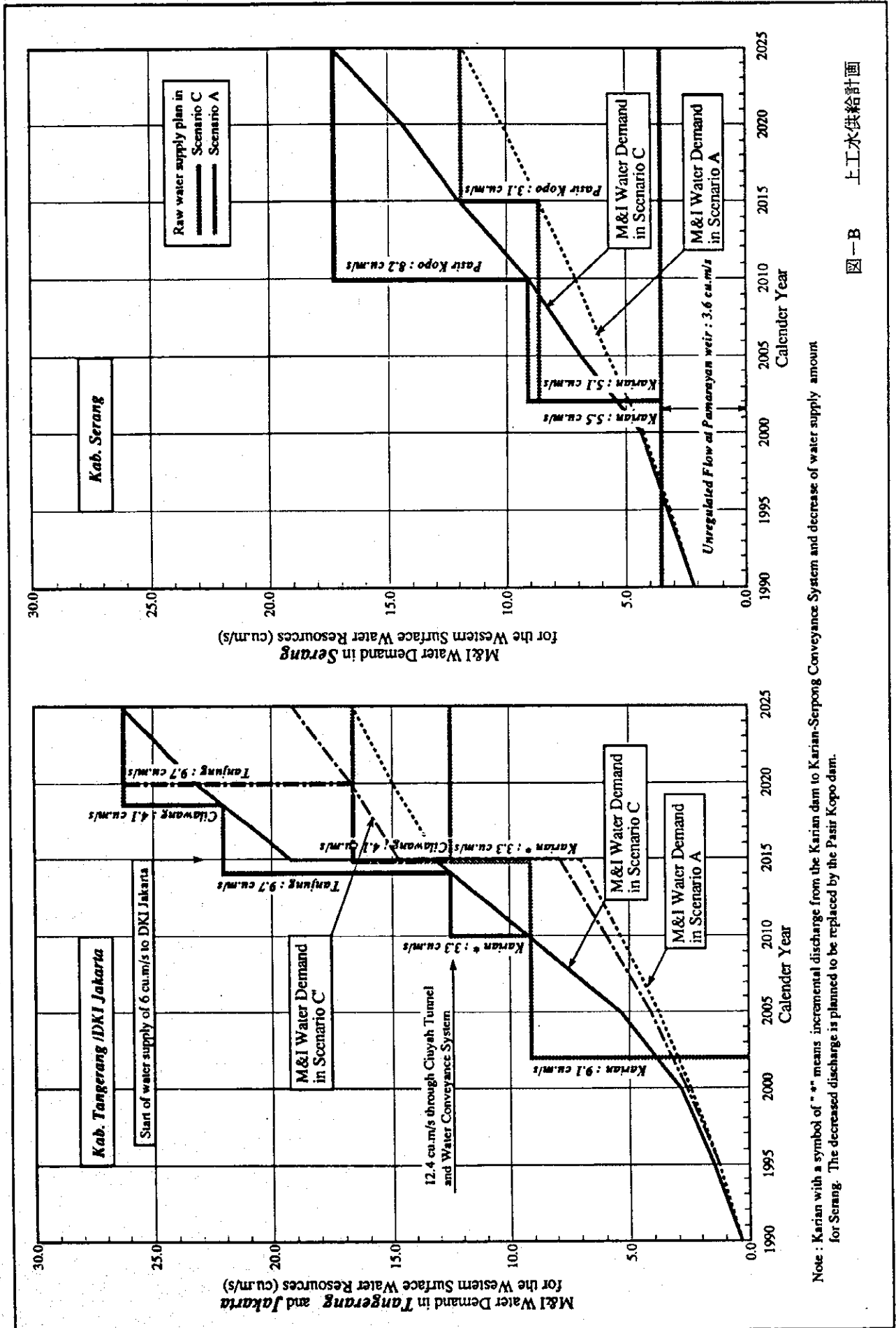
**Second Phase Development (IIC) in Scenario C**

(Unit : million Rp)

Description	Posir Kopo Dam		Tanjung Dam		Cilawang Dam		KSCS II&III Tanjung Canal		Cilawang Canal		Total	
	FC	LC	FC	LC	FC	LC	FC	LC	FC	LC	FC	LC
<b>I. Basic Cost</b>												
1) Preparatory Works	5,936	3,255	27,531	14,590	10,217	5,154	7,741	7,371	6,708	4,977	58,133	35,347
2) Civil Works	55,063	19,573	265,468	107,442	33,116	13,926	78,946	46,846	25,136	17,730	457,729	205,517
3) Metal Works	11,860	1,021	2,352	261	7,483	831	49,828	5,537	269	30	71,792	7,680
4) Engineering Service	10,200	2,146	41,349	17,121	7,114	1,792	19,112	5,378	4,496	2,046	82,272	28,484
5) Administration	0	4,835	0	20,882	0	3,536	0	9,813	0	2,743	0	41,810
6) Compensation Cost	0	33,579	0	89,246	0	25,226	0	1,512	0	171	0	149,734
7) Tax (PPN)	0	10,905	0	47,611	0	7,963	0	22,076	0	6,139	0	94,695
Sub-total	83,059	75,315	336,700	297,154	57,930	58,429	155,627	98,533	36,609	33,836	669,926	563,267
<b>II. Contingency</b>												
1) Physical Contingency	8,306	7,532	33,670	29,715	5,793	5,843	15,563	9,853	3,661	3,384	66,993	56,327
2) Price Escalation	22,158	64,088	87,009	246,096	15,454	49,719	41,517	83,845	9,766	28,792	175,903	472,540
Sub-total	30,464	71,620	120,679	275,812	21,247	55,562	57,079	93,698	13,427	32,176	242,896	528,867
<b>III. Interest During Construction</b>	10,159	0	54,960	0	7,578	0	15,639	0	3,145	0	91,481	0
<b>Total</b>	123,682	146,935	512,339	572,965	86,756	113,990	228,345	192,231	53,180	66,012	1,004,302	1,092,134
<b>Grand Total (FC+LC)</b>		270,617		1,085,304		200,746		420,577		119,192		2,096,436

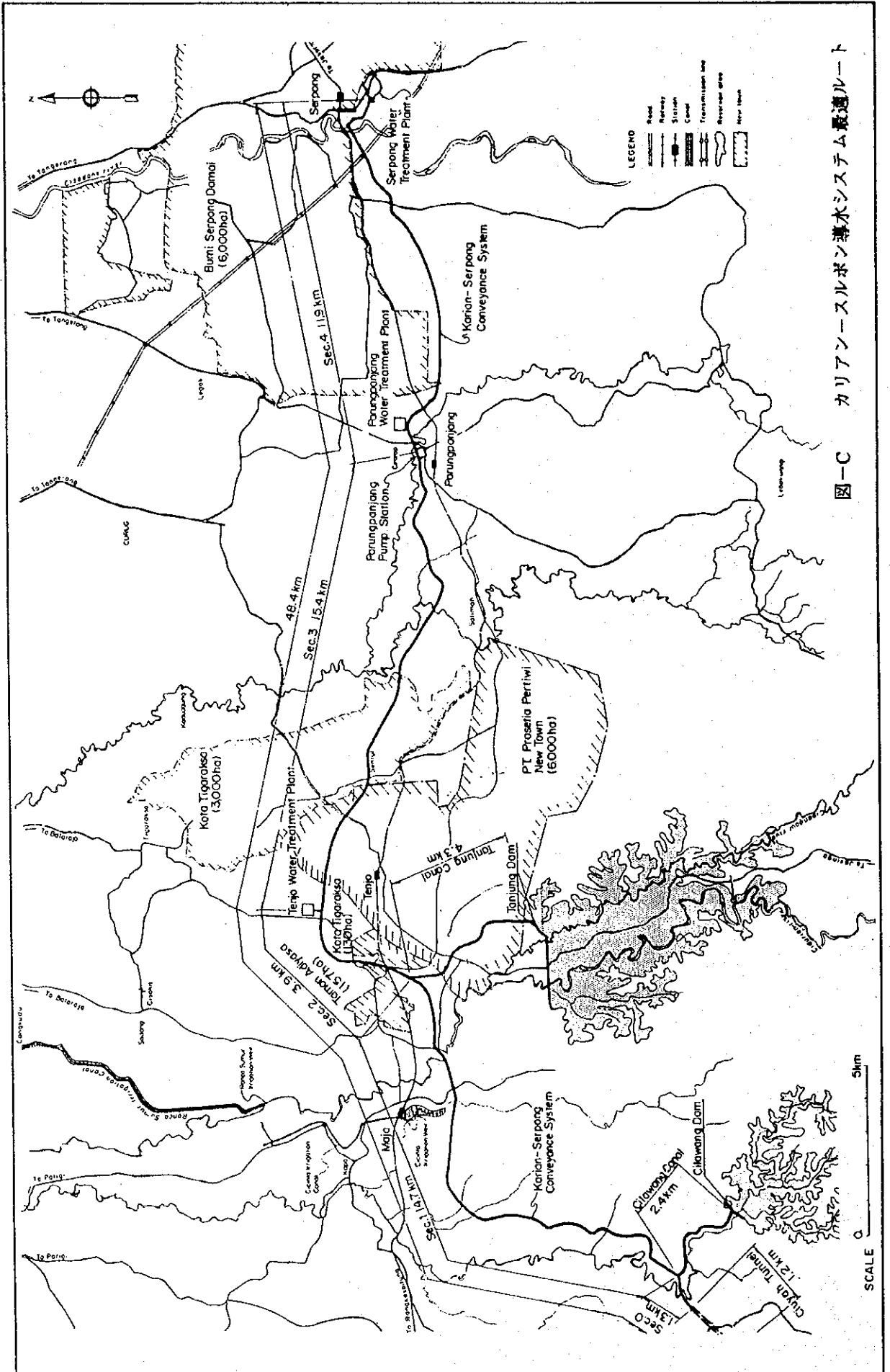


図一A 調査対象地域



Note : Karian with a symbol of "\*" means incremental discharge from the Karian dam to Karian-Serpong Conveyance System and decrease of water supply amount for Serang. The decreased discharge is planned to be replaced by the Pasir Kopo dam.

図一B 上工水供給計画



図一C カリアン-スルボン導水システム最速ルート



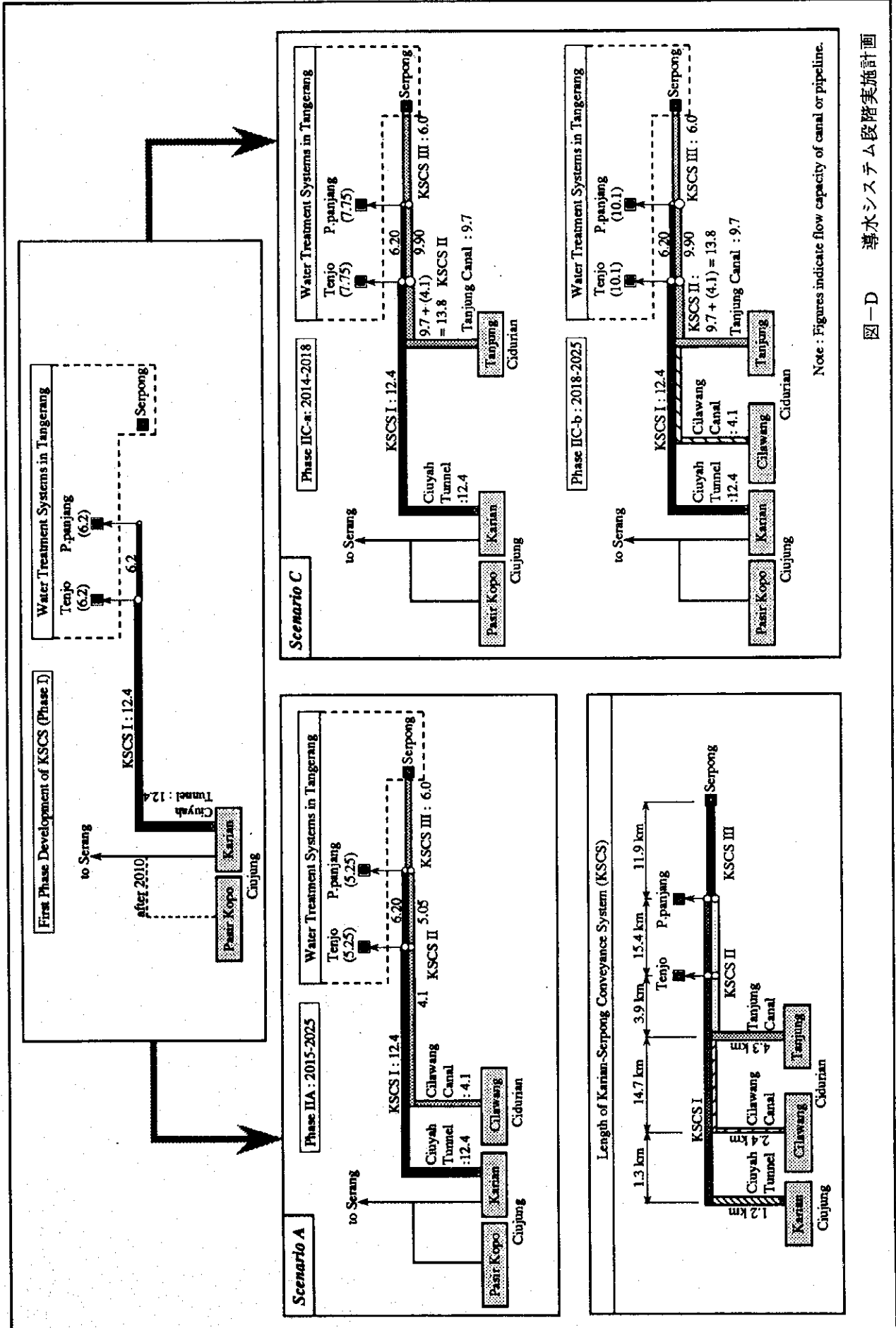
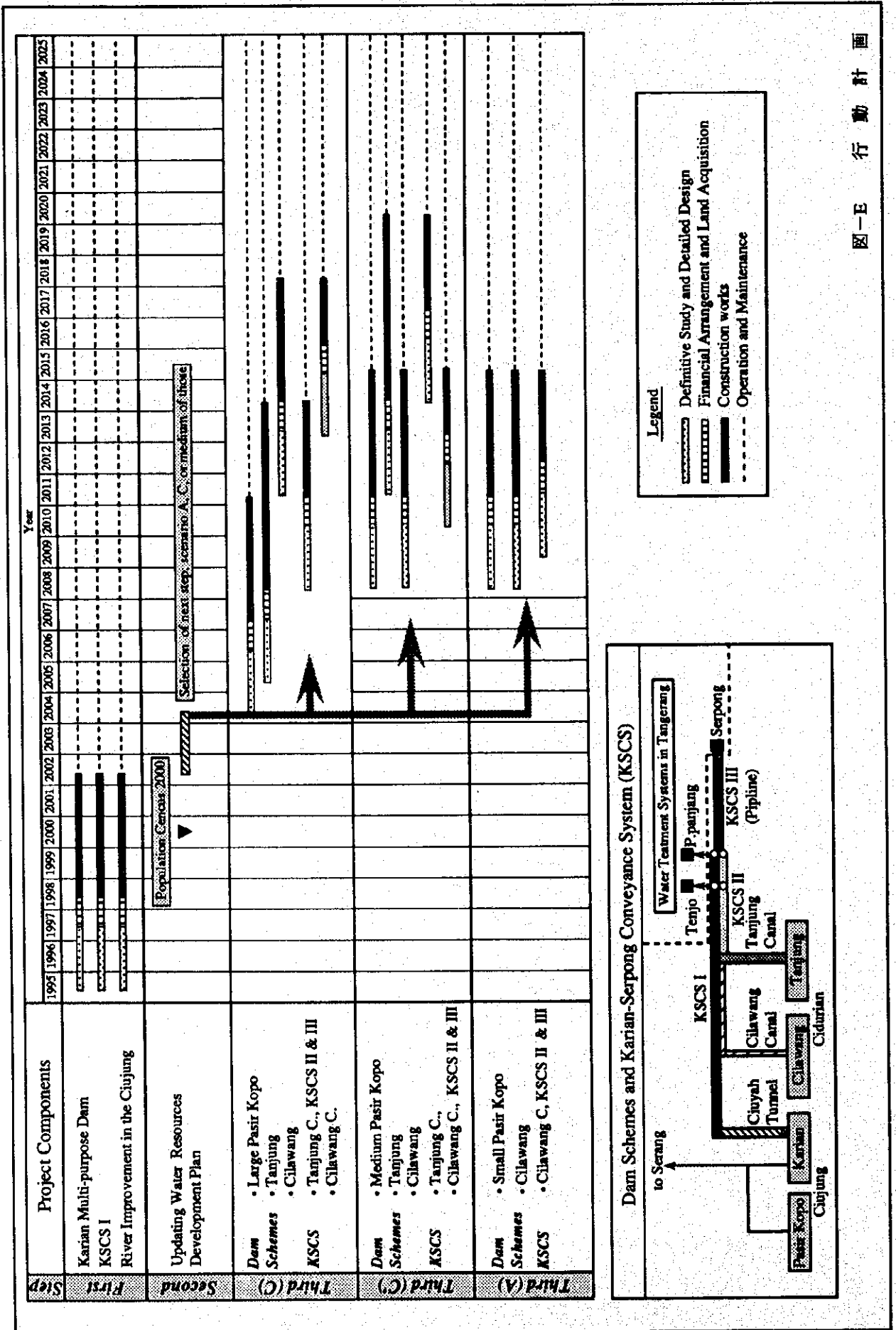


図-D 導水システム段階実施計画



図一E 行動計画

チウジュンーチドリアン水資源総合開発計画調査  
最終報告書 要約

目 次

1.	序 論	1
2.	調査対象地域の概要	2
2.1	地 形	2
2.2	地 質	2
2.3	気象・水文	2
2.4	社会・経済	3
3.	水資源開発計画	4
3.1	将来水需要予測	4
3.2	既存4ダム計画の見直し	5
3.3	水資源開発計画	6
3.4	導水路段階実施計画	7
4.	カリアンスルボン導水路システム	9
4.1	最適導水路ルートを検討	9
4.2	施 設 設 計	10
5.	環境影響調査	11
6.	組織・体制	13
6.1	環境モニターリングおよび管理部門の設置	13
6.2	濁水調整委員会の設置	13
7.	事 業 費	14
7.1	主要工事項目	14
7.2	事 業 費	15
8.	経 済 評 価	17
9.	実 施 計 画	20
10	提 言	21
10.1	提 言	21
10.2	詳細設計での主要検討項目	21

附 表

1. ジャボタベック地域水資源管理計画による水需要予測結果
2. カリアン-スルボン導水路システム主要構造物諸元
3. 移転候補地
4. 提案された構造物の主要諸元
5. チウジュン-チドリアン水資源総合開発計画 事業費
6. 第1期事業資金配分計画 (1/2)
7. 第1期事業資金配分計画 (2/2)
8. 第2期事業資金配分計画：シナリオ (A) (1/2)
9. 第2期事業資金配分計画：シナリオ (A) (2/2)
10. 第2期事業資金配分計画：シナリオ (C) (1/3)
11. 第2期事業資金配分計画：シナリオ (C) (2/3)
12. 第2期事業資金配分計画：シナリオ (C) (3/3)

附 図

1. 調査対象地域
2. ジャボタベック地域水資源管理計画による水需要予測手法
3. 2025年における水供給計画
4. 水資源開発計画
5. カリアン-スルボン導水路システム 段階実施計画
6. カリアン-スルボン導水路システム 代替ルート (カリアン貯水池-スルボン浄水場)
7. カリアン-スルボン導水路システム 代替ルート (バルンパンジャン浄水場-ジャカルタ市域)
8. カリアン-スルボン導水路システム 最適ルート
9. カリアン-スルボン導水路システム 導水路縦断計画
10. カリアン-スルボン導水路システム 導水路横断計画
11. チウヤトンネル取水施設 配置図
12. チウヤトンネル取水施設 構造図

13. チラワン取水施設 配置図
14. チラワン取水施設 構造図
15. タンジュン取水施設 配置図
16. タンジュン取水施設 構造図
17. タンジュン水路およびチラワン水路縦断計画図
18. カリアン-スルボン導水路システム 横断計画図 (1/2)
19. カリアン-スルボン導水路システム 横断計画図 (2/2)
20. チドリアン川 サイフォンNo.3 構造図
21. チサダネ川水管橋構造図
22. バルンパンジャンポンプ場 配置図
23. バルンパンジャンポンプ場 構造図
24. 移転候補地 (レバック県)
25. 移転候補地 (ボゴール県)
26. 移転候補地 (パシールコボ地域)
27. 計画および実施に係わる関連組織
28. 濁水管理概念図
29. カリアンダム 施設配置図
30. カリアンダム堤体および洪水吐
31. チラワンダム 施設配置図
32. チラワンダム堤体および洪水吐
33. タンジュンダム 施設配置図
34. タンジュンダム堤体および洪水吐
35. 河川改修平面計画図
36. 河川改修縦断計画図
37. パシールコボダム 施設配置図：シナリオ (A)
38. パシールコボダム 施設配置図：シナリオ (C)
39. パシールコボダム 施設構造図：シナリオ (A)
40. パシールコボダム 施設構造図：シナリオ (C)
41. 行動計画
42. 1993年洪水氾濫域図



## 最終報告書 要約

## 1. 序 論

インドネシア政府は、チウジュン—チドリアン水資源総合開発計画調査に係わる技術援助を1991年12月に日本政府に要請した。本要請に基づき日本政府は同調査の実施を決定し、国際協力事業団は事前調査団をインドネシアへ派遣し、1992年12月にその調査範囲を規定したS/Wを締結した。

チウジュン—チドリアン水資源総合開発計画調査の本格調査は、1993年6月に開始され、インドネシア側担当官庁である水資源総局より派遣されたカウンターパートと協力のもと1995年3月に完了した。本調査は、2025年を目標年次として西部ジャワ州に位置するチウジュン川およびチドリアン川流域の既存ダム計画（カリアン、パシルコボ、チラワンおよびタンジュンダム）を見直し、これらのダム計画からなる水資源開発計画を策定し、また同流域からジャカルタ近郊への都市・工業用水供給のための導水システム計画に係るフィージビリティ調査を実施し、これらダム計画および導水システム計画から成るチウジュン—チドリアン水資源総合開発計画を策定する事を目的としている。また本調査を通じインドネシア側カウンターパートに技術移転を行う事も目的の一つである。

一方、本調査と平行して、インドネシア政府は世界銀行の資金援助によりジャボタベック地域の上工水供給基本計画策定を目的としたジャボタベック地域水資源管理計画（JWRMS）を実施した。本調査の実施に当たっては、JWRMS調査団と十分連携をとるとともに策定されたジャボタベック地域の上工水供給基本計画を十分考慮した上で、チウジュン川およびチドリアン川流域の水資源総合開発計画調査を実施した。

最終報告書は、本要約および英文報告書（4分冊）から構成されている。本要約は、調査の結果およびチウジュン川ならびにチドリアン川流域における水資源開発総合計画の概要を記述している。また、英文報告書は、Executive Summary（要約）、Main Report（主報告書）、Supporting Report（付属報告書）、Data Book（資料集）から構成されている。主報告書は、各専門分野の調査結果および同水資源開発計画を詳細に述べている。また、各専門分野で実施された調査の内容、方法および基礎資料は付属報告書にまとめられている。資料集には、測量調査により作成された地形図、水文資料および土質調査資料を掲載している。

## 2. 調査対象地域の概要

### 2.1 地 形

附図-1に示す調査対象地域は、9,489 km<sup>2</sup>を有し、東経105°48'–107°28'、南緯5°50'–7°11'に位置している。同地域の北部および西部はジャワ海、南部は1300mから2200mの山地に囲まれている。チウジュン川およびチドリアン川は調査対象地域の西部に位置し、南部の2000mの山地部に水源を有している。同流域の流域面積は、各々1850 km<sup>2</sup>および865 km<sup>2</sup>であり、対象ダム計画であるカリアンダムおよびパシールコボダム地点はチウジュン川流域、チラワンダムおよびタンジュンダム地点はチドリアン川流域に計画されている。

カリアン貯水池とスルボン浄水場を結ぶカリアン-スルボン導水システムは、調査地域南部の標高30 mから60 mの丘陵地域に敷設されている既存の鉄道沿いに計画されている。同導水システムは、スルボン浄水場へ至るまでの区間でチブルム川、チドリアン川、チマトック川、チマンチュウリ川およびチサダネ川を渡河する事となる。

### 2.2 地 質

調査地域の地質は、第4紀完新世の堆積物、第4紀更新世の段丘堆積物、第3紀中新世から鮮新世の火山堆積岩、第3紀中新世の火山から構成される。第3紀中新世から第4紀更新世の堆積層は、主として砂岩および火山堆積物からなる層に分類され、これらの層の間には火砕岩から成るグンテン層が存在する。流域南部の火山は、第3紀中新世に噴火もしくは貫入した玄武岩、火山角礫岩、安山岩から成り立っている。

### 2.3 気象・水文

調査地域は熱帯雨林気候に属し、その気象は11月から4月までの乾季および5月から10月までの雨季に特徴付けられる。チウジュン川およびチドリアン川の年間雨量は、平地部の1500mmから山間部での4000mmであり、その80%は雨期に集中している。

チウジュン川およびチドリアン川に設置されているランカスピトゥン流量観測所およびコマジャ流量観測所の1970年から1993年の資料によれば、同流域内の主要地点およびダム地点における年平均流量は、次の通り推定される。



地点名	河川名	流域面積 (km <sup>2</sup> )	年平均雨量 (mm)	年平均流量 (m <sup>3</sup> /s)
パマラヤン堰	チウジュン川	1,451	2,957	97.8
ランカスピトラン観測所	チウジュン川	1,383	2,988	94.2
カリアンダム地点	チウジュン川	288	3,498	23.0
パシムコボダム地点	チスマット川	172	3,101	12.2
ランチャスムール堰	チドリアン川	376	3,445	25.3
コボマシヤ観測所	チドリアン川	304	3,553	21.1
チラワンダム地点	チブルム川	93	3,558	6.5
タンジュンダム地点	チドリアン川	280	3,673	20.1

一方、近年渇水時の流量は、次表に示す通りである。

地点名	河川名	流域面積 (km <sup>2</sup> )	1972	1977	1982	1983	1991
パマラヤン堰	チウジュン川	1,451	2.4	7.9	3.4	4.5	5.0
ランカスピトラン観測所	チウジュン川	1,383	2.3	7.6	3.3	4.3	4.8
カリアンダム地点	チウジュン川	288	0.6	1.9	0.8	1.1	1.2
パシムコボダム地点	チスマット川	172	0.3	1.0	0.4	0.6	0.6
ランチャスムール堰	チドリアン川	376	1.0	2.8	0.8	1.8	0.1
コボマシヤ観測所	チドリアン川	304	0.8	2.3	0.7	1.5	0.1
チラワンダム地点	チブルム川	93	0.3	0.7	0.2	0.5	0.03
タンジュンダム地点	チドリアン川	280	0.8	2.2	0.7	1.4	0.1

上記を含む24年間の各年日最小流量に基づき算定されたパマラヤン堰およびランチャスムール堰地点の10年確率渇水流量は、各々3.6 m<sup>3</sup>/sおよび1.1 m<sup>3</sup>/sと推定される。

## 2.4 社会・経済

調査地域（面積9,489 km<sup>2</sup>）は、ジャカルタ市、ボゴール市および西ジャワ州に属する6県にまたがっており、その土地利用は、居住地／工業用地（1,763 km<sup>2</sup>）、米作地（3,335 km<sup>2</sup>）、畑作地（3,688 km<sup>2</sup>）および森林／その他（703 km<sup>2</sup>）となっている。1990年現在の地域人口は19百万人、また将来人口は2025年には約50百万人になるものと推定される。地域総生産（GRDP）は次表に示す通りであるが、近年の工業化により、GRDPに占める工業部門の割合は30%を越えている。

（単位：Rp.10<sup>9</sup>）

インド 全体	西ジャワ州	ジャボタベック地域					北バンテン地域		
		ジャカルタ市	ボゴール市	ボゴール県	タラウ県	ブカ県	セラン県	パカパカ県	パンダラ県
113	17.8	13.7	0.2	1.4	1.3	0.87	1.1	0.3	0.3
(7.1)	(8.3)	(7.3)	(7.0)	(9.5)	(10.8)	(8.5)	(11.9)	(13.0)	(6.5)

註) 括弧内は1983年からの経済成長率。

### 3. 水資源開発計画

#### 3.1 将来水需要予測

世銀調査 (JWRMS) が実施した将来水需要予測においては、今後の経済開発動向が重要となる点から、過去のトレンドに基づくシナリオ (A)、高い経済成長率および現在地下水の大量利用から引き起こされている種々の問題解決のため主水源を地下水から表流水への転換を図るシナリオ (C)、また低い経済成長率を想定したシナリオ (B) の各シナリオを設定し、これに対し将来2025年までの水需要を算定している。

本調査では、世銀調査において適用された方法論および使用された資料の見直しを行い、同調査結果は妥当なものとして判断し、水資源開発計画の検討に適用した。尚、附図-2に水需要予測手法、附表-1に各シナリオに対するジャボタベック地域および周辺地域における上工水需要予測結果を示す。

また、世銀調査 (JWRMS) は、本調査の対象河川であるチウジュン川およびチドリアン川に計画されている4ダムおよび導水システムの建設により、セラン県、タンゲラン県およびジャカルタ市における上工水供給および既存灌漑地域への水供給を提言している。これらの地域における上工水需要は、次の様に推定される。

		(m <sup>3</sup> /s)								
		セラン県			タンゲラン県			ジャカルタ市		
西暦年		表流水	地下水	総需要	表流水	地下水	総需要	表流水	地下水	総需要
シナリオ (A)	1990	2.2	2.6	4.8	2.3	4.4	6.7	9.0	15.1	24.1
	2000	4.3	4.0	8.3	4.4	6.4	10.8	12.2	16.8	29.0
	2010	7.1	6.0	13.1	7.3	8.5	15.8	18.2	17.6	35.8
	2025	11.8	8.2	20.0	12.5	10.9	23.4	26.0	17.7	43.7
シナリオ (C)	1990	2.2	2.6	4.8	2.3	4.4	6.7	9.0	15.1	24.1
	2000	4.4	4.0	8.4	4.8	6.7	11.5	18.9	14.8	33.7
	2010	9.1	5.0	14.1	11.1	7.9	19.0	36.0	11.1	47.1
	2025	17.3	5.3	22.6	22.2	8.4	30.7	42.1	10.1	52.2

世銀調査 (JWRMS) は、上記の各地域の上工水需要の内、セラン県においては表流水に対する需要量の全量、タンゲラン県についてはチサダネ川からタンゲラン市において取水される 2 m<sup>3</sup>/s を除く全量およびジャカルタ市については表流水需要の内 6 m<sup>3</sup>/s (2015年以後導水) をチウジュン川およびチドリアン川から供給する様計画している。

一方、チウジュン川およびチドリアン川に流域内の既存のチウジュンおよびランチャスモール灌漑地域における水需要は、1970年から1993年までの降雨資料および気象資料ならびに作付け体系に基づき算定した。1990年および2025年時点における水需要は、次の仮定に基づき推定した

- (1) 灌漑面積は急増する人口に対する居住地面積の増加により、今後徐々に減少する。

- (2) 作付け体系は、都市域内人口の増加に伴う野菜作物に対する供給のため今後野菜の生産の増加が作付け率の上昇および水資源の有効利用の点で期待される。

上記に基づき算定された1990年および2025年における灌漑用水需要量は、以下の通りである。

項 目	チウジュン		ランチャスマール		
	1990	2025	1990	2025	
シナリオ (A)	灌漑面積 (ha)	22,988	18,862	10,805	9,312
	作付け率 (%)	168	197	142	171
	年平均水需要 (m <sup>3</sup> /s)	12.6	10.4	4.7	4.2
シナリオ (C)	灌漑面積 (ha)	22,988	18,862	10,805	8,873
	作付け率 (%)	168	223	142	197
	年平均水需要 (m <sup>3</sup> /s)	12.6	10.1	4.7	3.8

註) 水需要は、1970年から1993年の平均値。

### 3.2 既存4ダム計画の見直し

水文調査において収集された24年間（1970-1993）の流量資料および水需要予測結果に基づき、世銀調査（JWRMS）により策定された水供給基本計画の見直しを行った。水供給基本計画の供給基準（上工水：10年渇水、灌漑：5年渇水）に基づき、カリアンダム、パシールコボダム、チラワンダムおよびタンジュンダムの計画に対する見直し基準を設定した。特に、検討に際しては、世銀調査が1950年から1979年水文資料により行われており、1980年代以後の渇水資料が計画に反映されていない事から、これらの渇水資料を含む1970年から1993年までの実績流量資料に基づいた。

#### (1) 上工水供給単目的ダム

24年間の第2位渇水年を対象として計画供給量を評価する（チラワンダム）。

#### (2) 上工水および灌漑用水供給多目的ダム

24年間の第5位渇水年を対象として計画供給量の全量、また第2位渇水年を対象として乾季灌漑供給水量を減少し、上工水供給量を満足する（カリアン、パシールコボおよびタンジュンダム）。

上記基準に基づき、世銀調査により提案された水供給計画基本計画であるA5およびC5各案に対し見直しを行った。この結果、附図-3に示す2025年時点での水供給計画を策定した。

A5案においては、1980年代の渇水資料を加えて評価した結果、基本計画において提案されたカリアンおよびチラワンダムの組み合わせでは5年渇水時においても不足水量が生じる事となった。このため、2025年での上工水需要量を満たすためには、小規模のパシールコボダムが必要である事が判明した。

C5案においては、上工水需要量がA5案に対し、セラン県で1.5倍、タンゲラン県で1.8倍となる事から、カリアン、パシールコボ（最大開発）、チラワンおよびタンジュンダムの実施が必要となる。

尚、上記計画は10年渇水時においては、既存灌漑システムでの水需要を規制することにより上工水需要量を満たすものと仮定して検討された。このため、シナリオ（A）では乾季需要量の約30%、シナリオ（C）では約50%の配分量となる。この結果、年間平均供給水量は、チウジュン灌漑地区でシナリオ（A）で $6.4 \text{ m}^3/\text{s}$ 、シナリオ（C）で $7.1 \text{ m}^3/\text{s}$ となる。また、ランチャスムール地区ではシナリオ（C）で $3.3 \text{ m}^3/\text{s}$ の供給量となる。

### 3.3 水資源開発計画

水資源開発計画策定においては、前述の各ダムの導入年次の検討を行った。検討に際しては、現況チウジュン川およびチドリアン川における流況把握のため、10年渇水流量を既存のパマラヤン堰（チウジュン川）およびランチャスムール堰（チドリアン川）地点において算定した。

この結果、同地点での10年渇水流量は、各々 $3.6 \text{ m}^3/\text{s}$ 、 $1.1 \text{ m}^3/\text{s}$ とセランおよびタンゲラン両県の1995年から2000年までの上工水需要量までしか賄えない事が判明した。また、ランチャスムール堰からタンゲラン市へ至るチドリアン水路からの水供給は水質の点で問題があり、上工水供給基本計画においては提案されておらず、今後同県での水供給は一層逼迫するものと考えられる。

上記の点から、カリアンダムおよび導水路建設は、両県への水供給が可能な点で最優先となるものと考えられる（附図-4参照）。F/S後の詳細設計（2年）、建設資金の手当て/用地買収（1年）および建設工事期間（4年）を仮定し、同ダムの導入年次を2002年とした。尚、住民移転は、工事開始までに移転住民の合意の取得および各構造物地点での住民移転を実施し、貯水池対象地域については湛水前までに移転を完了する計画である。

他のダム計画に関しては、A5およびC5の各案について、供給能力および水需要を勘案し以下の導入計画を策定した（附図-4参照）。

#### (1) A5案

カリアンダムの供給能力は2015年までのセラン県およびタンゲラン県の上工水需要量を満たす事は可能であるが、2015年以後に予定されているジャカルタ市への導水量 $6 \text{ m}^3/\text{s}$ を加えると、不足水量が生じる。このため同年にパシールコボダムを導入し、カリアンダムからタンゲラン県への供給水量を $9.1 \text{ m}^3/\text{s}$ から $12.4 \text{ m}^3/\text{s}$ へ増量する。またチラワンダムについても同年の導入を行い、2015年以後のタンゲラン県における水需要量の伸びに対処するものとする。

## (2) C5案

カリアンダム の供給能力は2010年までのセラン県およびタンゲラン県の上工水需要量を満たす事は可能であるが、2010年から2014年におけるタンゲラン県での不足水量および2010年以後のセラン県での不足水量を補うためパシールコボダムを2010年に導入する必要がある。また、2014年以後のタンゲラン県および2015年に導水を開始するジャカルタ市への上工水供給のため、順次タンジュンダム（2014年）およびチラワンダム（2018年）を導入し、対応を図るものとする。

## (3) シナリオ（A）からシナリオ（C）への移行

現在の調査対象地域の経済開発、特に工業化および都市化、対象地域を横断する高速道路の貫通およびセラン市近郊での港湾建設、また地下水に関連する種々の問題解決のための表流水への転換等を考えると、今後の上工水需要は、シナリオ（A）からシナリオ（C）へ移行しながら増加するものと考えられる。この場合、シナリオ（A）で提案されているカリアン、パシールコボおよびチラワンダムに加え、タンジュンダムの実施が必要となる。一方、タンジュンダムについては、住民移転に関し、移転候補地が近傍にはない事から、実施に際しては困難さを伴う事が予測される。このため、実施のための適切な移転計画策定のため時間を要するものと考えられる。附図-4に示される様に、シナリオ（A）からシナリオ（C）の移行時期を2015年以後と仮定すると、タンジュンダムの導入は遅くとも2020年には必要となるものと考えられる。

## 3.4 導水路段階実施計画

調査対象地域の水需要は、今後JWRMSにより想定されたシナリオ（A）およびシナリオ（C）の間を推移しながら増加するものと考えられる。このため、先に述べた水資源開発計画に合わせ導水路を建設する事が提案される。

上工水供給基本計画においては2015年にジャカルタへの導水開始が提案されているが、チサダネ川の将来水質の悪化に対し適切な対処がなされればチウジュンーチドリアン川水系からの導水量も異なってくるものと考えらる。また、地下水から表流水への水利用形態の転換、農業用地の減少に伴う農業用水量の減少等、今後水資源開発を実施しながら継続的にモニターすべき事項も多い。

上記の点を鑑み、ジャカルタ水供給開始までの2014/2015年を目標年次とする第1期計画、同年以後2025年を目標年次とする第2期計画に分けて計画検討を行った。附図-5に段階実施計画を示す。

第1期計画は、シナリオ（C）において2014年までの水需要を満たすために必要となるカリアンダム（2002年導入）を水源としてカリアンダムからパルンパンジャンに至る計36.5 kmの導水路建設（最大容量：12.4 m<sup>3</sup>/s）によりタンゲラン県への水供給を行う計画である。

尚、上記第1期計画案の検討に際しては、シナリオ（A）における2015年時点でのタンゲラン県の水需要7.0 m<sup>3</sup>/sに相当する容量を持った比較的小規模の導水路を第1期計画とする代替案についても検討を

行った。しかし、1) 今後の水需要がシナリオ (A) からシナリオ (C) に推移した場合には、同代替案は2010年前後で第2期工事を開始する事となり結果的に建設費 (現在価値) が高くなる事、2) 提案した第1期計画はダム開発と合わせて導水路建設が可能と成り、水需要の変化に柔軟な対応が可能となる事、および3) シナリオ (A) およびシナリオ (C) の2014/2015年までの水需要を満足することができ、水資源開発計画の見直しのため適切な期間が確保できる事から上記案を提言した。

第2期計画においては、各シナリオに沿って、シナリオ (A) の場合にはチラワンダムおよびチラワン水路、シナリオ (C) の場合にはチラワンダム/チラワン水路およびタンジュンダム/タンジュン水路の建設により将来水需要に対処する計画である。

#### 4. カリアン-スルボン導水路システム

##### 4.1 最適導水路ルートのご検討

カリアン貯水池からスルボン浄水場間の地形を考慮し、附図-6に示す4代替ルート案を設定した。これらの代替ルート案の地形特性および導水路延長は、以下の通りである。

代替ルート	地形特性	距離延長(km)
N-1	バルンバンジャン近傍に至るまで、標高50mから40mの等高線の北端に沿ったルート	47.1
N-2	バルンバンジャン近傍に至るまで、標高50mの等高線の北端に沿ったルート	47.2
N-3	N-2ルートの南側に位置し、N-2ルートより距離延長を短くしたルート	46.2
S-1	既存鉄道の南側に位置し、標高40mから60mの丘陵地帯を経由するルート	45.7

上記の代替ルート案の配置においては、用地補償問題を極力小さくする様、既存の町、村および計画もしくは実施中の宅地開発地域（Bumi Serpong Damai およびTigaraksa New Town 計画）を避けて検討を行った。

上記の選定に際しては、水路の建設費を最小とする案を最適案として比較を行った。この結果、N-2ルートが最適案として選定された。尚、建設費の算定においては、チサダネ川右岸まで重力式導水方法を維持管理の簡易さから選定した。また導水路形状は建設後の水質汚濁、水路からの漏水、建設費等を考慮し、RC矩形水路を選定し、水路勾配との組み合わせで検討を行った。

一方、N-2ルート案の内、バルンバンジャンからスルボン浄水場に至る区間の単位流量当たりの導水路建設費は、重力式導水方法を採用したため同区間に位置する標高約60mの丘陵地を掘削する事となり、他の区間の建設費に比べて多大となる事が判明した。また、この区間にポンプ圧送式の導水方法を適用した場合には、単位流量当たりの建設費が重力式に比べ50%となる事から、この区間については、ポンプ圧送式の導水方法を適用する事とした。

また、現在建設中のスルボン浄水場は、ジャカルタ市内に建設が予定されているR.4配水場およびルバックブルス配水場へ送水する様計画されている。これらの配水場の位置およびバルンバンジャン浄水場位置を考慮し、バルンバンジャン浄水場からこれら配水場への導水/送水ルートに関し、最適ルートの検討を行った。検討においては、附図-7に示す様に、5代替ルートを導水施設の建設費およびポンプの維持管理費に基づき比較を行った。結果として、建設中のスルボン浄水場を経由し、同じく建設中の送水パイプライン沿って送水するルートが最適案として選定された。

最終的に選定された導水路ルート、導水路の縦断および横断計画は、附図-8から10に示す通りである。

#### 4.2 導水路施設設計

導水路に係わる概略設計は、主要構造物である1) 各ダムもしくは貯水池内に設置する取水施設、2) 導水路（開水路およびパイプライン）、3) 河川横断構造物（サイフォンもしくは水管橋）、4) バルンバンジャンポンプ場、および5) その他関連構造物に対し実施した。主要構造物の諸元を附表-2、構造図を附図-11から23に示す。



## 5. 環境影響調査

環境影響調査（ANDAL）は、公共事業省が設置する環境委員会により承認された環境影響調査の仕様書に基づきカリアンダム、チラワンダムおよびタンジュンダム計画、カリアン-スルボン導水システムならびにチウジュン川中流域河川改修により影響を受ける地域に対し実施した。一方、パシールコボダム計画については、本調査団が実施した現地踏査、資料収集および解析により予備的環境影響評価を行なった。

上記調査結果から、環境影響項目の内、各貯水池、カリアン-スルボン導水システムならびにチウジュン川中流域河川改修事業の実施に伴う住民移転が計画の実施可能性を左右する最も重要な事項であることが判明した。次表に各計画の実施により影響を受ける村落数、所帯数および移転住民数を示す。

プロジェクト	シナリオ (A)				シナリオ (C)			
	面積 (ha)	村落数	所帯数	人口	面積 (ha)	村落数	所帯数	人口
カリアンダム	1,740	26	2,055	12,124	1,740	26	2,055	12,124
チラワンダム	1,056	16	639	3,706	1,056	16	639	3,706
タンジュンダム	-	-	-	-	2,487	28	2,469	15,060
パシールコボダム	640	11	846	3,810	920	18	1,781	8,020
導水路	260	16	117	632	260	16	117	632
河川改修	71	16	98	578	71	16	98	578
合計	3,767	85	3,755	20,850	6,534	120	7,159	40,120

上表に示される様に、移転所帯数および人口は、シナリオ (A) で3,755所帯および20,850人、シナリオ (C) で7,159所帯および40,120人となる。

全移転人口の約10%の移転住民に対し実施した意向調査結果によれば、80%以上の住民は移転地が近傍にあれば移転に同意しており、また他の20%の住民も適切な移転計画が提示されれば同意するものと判断される。

この点から移転候補地（附表-3および附図-24から26参照）の検討を行った。検討結果は以下に示す通りである。

プロジェクト	居住地面積	農業地面積	合計	(単位：ha)	
				移転候補地	現況土地利用
カリアンダム	229	1,190	1,419	1,550	農園
チラワンダム	23	735	758	570	同上 (丘陵)
タンジュンダム	518	1,969	2,487	6,639	同上 (丘陵)
パシールコボダム	83	644	727	4,100	農園
導水システム	4	133	137	-	-
河川改修	3	104	107	-	-

上表に示される様に、タンジュンダム計画およびチラワンダム計画の移転候補地は丘陵部に位置し、

現在の農業地に匹敵する代替地は近傍には存在しない。この点から、現行の代替地による移転補償の考え方を適用は難しいものと判断される。一方、これらの近傍地域は、著しい都市化および工業化により社会経済的に変貌しつつあり、同ダム計画の導入が予定される2014年もしくは2015年時点以後での住民の生活形態、生活レベル、収入等も大きく変化するものと想定される。このため、これらのダム計画の実施にむけて、代替地による移転補償の考え方から新たな補償方法の模索が必要と考えられる。

この点から、今後2025年に至るまで提案した各計画を成功させ且つ移転を適正に実施するため、以下の機能を有した機関の設置が必要である。

- 1) 継続的社会経済調査および移転住民の移転に対する要望を把握するためのモニタリング
- 2) 現実的且つ住民の意向を反映した移転計画の策定、および
- 3) 円滑な住民移転の実施。

## 6. 組織・体制

### 6.1 環境モニタリングおよび管理部門の設置

今後チウジュン川およびチドリアン川における水資源開発計画を実施する上で必要となる検討作業および関連する組織を附図-27に示す。同図に示す様に、計画および実施ならびに建設された施設の維持管理は、水資源総局の管轄内で実施され、また関連機関との調整も同局のもとで行う事となる。一方、環境モニタリングおよび管理は今後の計画実施に際し重要項目の一つであり、また2025年までの30年間に渡り実施する事を考え併せると、環境モニタリングおよび管理部門（EMMU）の設置が提案される。本EMMUは、チウジュン川およびチドリアン川を管轄している水資源総局バンデグラン管轄事務所に設置する実施機関としての環境部（EU）および関連省庁（水資源総局、西ジャワ州政府、林業省、国家土地局、環境省ならびに農業省等）から構成され、決定機関としての役割を有する環境モニタリングおよび管理委員会（EMMC）から構成される。

本EMMUは、以下の作業範囲を包括する事となる。

- 1) 提案された計画に関連する環境全般にわたるモニタリングおよび管理
- 2) 環境モニタリングおよび管理に関連する制度に係わる調整
- 3) 住民移転および補償の実施および管理
- 4) 住民移転および補償実績に対する評価
- 5) 移転住民のニーズのモニタリング
- 6) 適切且つ適正な移転および補償方法の検討

### 6.2 渇水調整委員会の設置

本水資源開発計画は上工水に対しては10年渇水を基準渇水とし、また灌漑用水供給は5年渇水を基準渇水として策定されている。このため、5年渇水を越える渇水が発生した場合には、灌漑用水供給に対する規制が必要となる。このような状況下で水利用者間の争いを防ぐため、渇水調整委員会の設置がカリアンダムの建設に備え提案される。

附図-28に渇水管理の概念図を示す。同図に示す様に、バンデグラン管轄事務所に水文および取水資料を収集・解析し、各雨期および乾季毎の水配分計画（案）を作成し、関連機関からなる渇水調整委員会がこれを承認する。また、実際のダム運用段階において、本水配分計画に調整の必要が生じた場合には、バンデグラン管轄事務所は渇水調整委員会を召集し、計画の変更を行う事となる。

## 7. 事業費

## 7.1 主要工事項目

提案される計画の主要諸元を附表-4に示す。また、主要工事項目である土工事（掘削および盛土）ならびにコンクリート工事の工事数量を次表に示す。

(単位：百万m<sup>3</sup>)

プロジェクト	土工事		コンクリート工事	
	掘削工事	盛土工事		
第1期工事	カリアンダム	0.26	1.23	0.05
	KSCS I	3.42	1.34	0.16
	河川改修	2.07	0.60	-
	合計	5.75	3.17	0.21
第2期工事	バシールコボダム	0.48	0.50	0.09
シナリオ (A)	チラワンダム	0.18	0.40	0.04
	KSCS II&IIIおよびチラワン水路	0.94	0.15	0.12
	合計	1.60	1.05	0.25
第2期工事	バシールコボダム	0.55	0.80	0.09
シナリオ (C)	タンジュンダム	0.58	8.00	0.04
	KSCS II&IIIおよびタンジュン水路	1.01	0.25	0.11
	チラワンダム	0.18	0.40	0.04
	チラワン水路	0.44	0.11	0.05
	合計	2.76	9.56	0.33

上記工事数量は、カリアンダム、チラワンダムおよびタンジュンダム計画ならびに河川改修については既存計画に基づき、またバシールコボダムについては、本調査で実施した主要構造物に対する予備設計、カリアン-スルボン導水システムは概略設計に基づいて算定されている。附図-29から40に各ダムおよび河川改修の計画概要を示す。

一方、提案プロジェクトは次表に示す様に、段階的に実施するよう計画されている

(単位：百万m<sup>3</sup>)

プロジェクト	実施時期	期間 (年)
第1期工事	カリアンダム、KSCS Iおよび河川改修	1995-2002 7 (4)
第2期工事	バシールコボダム	2008-2015 7 (4)
シナリオ (A)	チラワンダム	2008-2015 7 (4)
	KSCS II&IIIおよびチラワン水路	2008-2015 6 (3)
第2期工事	バシールコボダム	2004-2011 7 (4)
シナリオ (C)	タンジュンダム、KSCS II&IIIおよびタンジュン水路	2005-2014 9 (6)
	チラワンダムおよびチラワン水路	2011-2018 7 (4)

註) 期間は括弧内の工事期間の他、詳細設計 (2年) および資金の手当て (1年) を含む。

## 7.2 事業費

事業費は以下の仮定および条件に基づき算定した。

- 1) 材料費、労務費および工事機械費は1994年8月価格に基づいた。
- 2) 外貨交換比率は、1994年8月時点での1円=Rp.21.77、1ドル=Rp.2,177とした。
- 3) 工事単価は、内貨および外貨に分けて算定し、ルピア表示とした。
- 4) 用地費および補償費は、金銭補償および移転地建設費用からなる。
- 5) 設計費は、詳細設計および工事期間中の施工管理を含め算定した。またその費用は、建設費に対する比率により算定し、外貨分の14%および内貨分の9%とした。
- 6) プロジェクト運営費は、建設費の5%とした。
- 7) 税金は、建設費および設計費の費用合計の10%とした。
- 8) 物理的予備費は、建設費、用地/補償費、設計費、プロジェクト運営費および税金の費用合計の10%とした。但し、河川改修事業については、河道の変化等の不確定要素を勘案し15%とした。
- 9) 価格上昇に対する予備費は、外貨分3%、内貨分8%とし、第1期工事の終了する2002年まで上昇するものと仮定した。従って、2002年以後は、その不確定性を勘案し上昇率は0%とした。
- 10) 工事期間中の金利は、海外経済協力基金を想定し、利子率2.6%とした。
- 11) 維持管理費は、土木工事費の1%、鋼構造物に対しては0.5%とした。

上記の条件に基づき算定された事業費を附表-5および次表に示す。

		(単位：百万ルピア)		
開 発 事 業		外 貨	内 貨	計
第1期工事	カリアングム、KSCSIおよび河川改修			
	1) 建設費	253,074	131,034	384,108
	2) 設計費	35,430	11,793	47,223
	3) プロジェクト運営費	0	19,205	19,205
	4) 用地費および補償費	0	66,906	66,906
	5) 税金	0	43,133	43,133
	小 計	288,504	272,072	560,576
	6) 物理的予備費	30,014	28,342	58,356
	7) 価格上昇	51,173	126,982	178,156
	小 計	81,187	155,324	236,511
	8) 建中金利	33,162	0	33,162
	合 計	402,853	427,396	830,249

(単位：百万ルピア)

開 発 事 業		外 貨	内 貨	計
第2期工事 シナリオ (A)	バシールコボダム、チラワンダム KSCS II&IIIおよびチラワン水路			
	1) 建設費	257,820	112,546	370,366
	2) 設計費	36,095	10,129	46,224
	3) プロジェクト運営費	0	18,518	18,518
	4) 用地費および補償費	0	46,634	46,634
	5) 税金	0	41,659	41,659
	小 計	293,915	229,486	523,401
	6) 物理的予備費	29,391	22,949	52,340
	7) 価格上昇	78,408	195,277	273,685
	小 計	107,799	218,226	326,025
	8) 建中金利	32,804	0	32,804
	合 計	434,518	447,712	882,230
第2期工事 シナリオ (C)	バシールコボダム、タンジュンダム、KSCS II&III 、タンジュン水路、チラワンダムおよびチラワン水路			
	1) 建設費	587,654	248,544	836,198
	2) 設計費	82,272	28,484	110,755
	3) プロジェクト運営費	0	41,810	41,810
	4) 用地費および補償費	0	149,734	149,734
	5) 税金	0	94,695	94,695
	小 計	669,926	563,267	1,233,192
	6) 物理的予備費	66,993	56,327	123,319
	7) 価格上昇	175,903	472,540	648,443
	小 計	242,896	528,867	771,763
	8) 建中金利	91,481	0	91,481
	合 計	1,004,302	1,092,134	2,096,436

上表に示す様に、提案プロジェクトを実施するため、今後の30年間にシナリオ (A) でRp.1,712x10<sup>9</sup>、シナリオ (C) でRp.2,927x10<sup>9</sup>の資金が必要となる。附表-6から12に資金配分計画を示す。

## 8. 経済評価

経済評価のための経済便益と建設費は、次の条件に基づき算定した。

- (1) 上工水供給の経済便益は、世銀調査が解析した原水および浄水単価に基づき、原水単価を現在の水道料金の60%と仮定する。
- (2) 河川改修工事の便益は、現在の社会経済状態での洪水防御対象地域内での年平均洪水被害軽減額とする。
- (3) 野菜作物への転換による作付け率の上昇に伴う収益の増大が灌漑便益と考えられる。しかし、同案は、未だ確固とした農業開発計画に基づいて詳細な検討が必要である。この点を鑑み、経済評価においては、灌漑便益は本開発事業の便益には計上しないものとする。
- (4) 財務費用は市場価格を反映した実勢費用であり、経済費用は経済的実質費用であることから、開発事業の経済価格は、全章で算定した財務費用に資機材および労働者の潜在価格等を勘案し、各主要工事項目に対し算定した変換係数を乗じて算定する。

プロジェクトの経済性は、経済内部収益率（EIRR）および次の条件に基づき評価を行った。

- (1) プロジェクトの耐用年数は50年とする。
- (2) 費用と便益は1994年8月時点の価格で算定する。
- (3) 外貨交換比率は、1994年8月時点での1円=Rp.21.77、1ドル=Rp.2,177とする。
- (4) 維持管理費は、土木工事費の1.0%および鋼構造物工事費の0.5%の合計とした。また、ポンプと水門の耐用年数は25年を仮定した。

以上の条件で、第1期事業（カリアングムおよび導水路の建設、河川改修工事）および第2期事業（導水路の一部、パシールコボダム、チラワンダムまたはタンジュンダムの建設）を含む全体計画のそれぞれの経済内部収益率を下表のように算定した。

開 発 事 業	経済内部収益率 (%)	
	シナリオ (A)	シナリオ (C)
上工水供給のための水源開発事業		
第1期事業	16.1	20.2
開発事業全体	21.7	24.2
河川改修事業		13.4
水源開発事業 (第1期) + 河川改修事業	16.0	19.8
水源開発事業 (第2期) + 河川改修事業	21.3	23.7

全体計画の経済内部収益率は、21.7%から24.2%と高い経済性を示した。また2010年までの上工水需要量を賄うシナリオ (C) と、2015年までを賄うシナリオ (A) の第1期開発事業の経済内部収益率はそれぞれ16.1%と20.2%であった。一方、河川改修工事の経済内部収益率は、13.4%であった。

また、原水単価を、ダムおよび導水路建設に係わる財務費用と上工水需要予測結果から、割引率を9%として、下表の様に算定した。

開発事業	原水単価 (Rp./m <sup>3</sup> )	
	Scenario A	Scenario C
第1期事業	360	267
開発事業全体	265	283

現在の水道料金の1m<sup>3</sup>当りRp. 600および上記の原水単価を比較すると、提案したダム計画およびカリアン-スルボン導水路システムは、経済性が高いものと評価される。

上記の評価に加えて、以下の条件に基づき感度分析を行なった。

- (1) 本調査で実施した水収支解析結果から2000年以前には水不足は深刻となるものと想定されるため、第1期事業は、2002年までに終了させる事を提言している。一方、近年のインドネシア国内では工事請負業者選定の遅れ等から工事期間が長期化の傾向にある。このため、業者選定の遅れを加味して1年の工事期間の延長を仮定した。
- (2) 本調査では、建設期間中の金利の算定を海外経済協力基金を想定して、2.6%とした。一方、世界銀行あるいはアジア開発銀行の融資を想定すると約8%の金利となり、財務的事業費の上昇が考えられる。

上記の条件に基づき算定した内部経済収益率および原水単価は、次の通りである。



開 発 事 業	経済内部収益率 (%)		原水単価 (Rp./m <sup>3</sup> )	
	シナリオ (A)	シナリオ (C)	シナリオ (A)	シナリオ (C)
第1期事業 (水源開発)	16.0	20.1	379	284
第1期事業 (水源開発+河川改修)	15.9	19.6	-	-
開発事業全体 (水源開発)	20.9	23.2	286	311
開発事業全体 (水源開発+河川改修)	20.5	22.7	-	-

上表に示される様に、1年の工事期間の延長により便益発生が遅れたとしても、内部経済収益率で約1%以下の影響であることが判明した。また、工事期間延長および工事期間中の金利に対する利子率の上昇による財務費用の増大ならびに便益発生が遅れにより、1 m<sup>3</sup> 当たりRp.20 からRp.30の原水単価の上昇するものと推定される。

## 9. 実施計画

カリアン-スルボン導水路を含むチウジュン-チドリアン水資源総合開発計画の行動計画を附図-41に示す。

### (1) 第1段階

第1期事業においては、次の水資源開発事業を実施するものとする。

- a) カリアン多目的ダム（セラン県およびタンゲラン県水供給およびチウジュン川流域治水）
- b) チウヤトンネル（延長1.2 km）
- c) KSCS I（延長35.3 km、鉄筋コンクリート矩形水路）
- d) パマラヤン堰とランカスピトゥン間のチウジュン川中流域河川改修工事

上記の各開発事業は、セラン県およびタゲラン県において2000年前に予想される水不足の発生および1993年の洪水被害状況（附図-42参照）ならびに近年の経済開発に伴うチウジュン川沿いの地域における洪水被害ポテンシャルの増大から緊急事業として実施する必要があるものと考えられる。このため、本調査終了後のこれら事業の即時実施を提言している。

### (2) 第2段階/第3段階

本調査により算定した水需要は種々の仮定に基づき推定されており、水資源開発の実施と平行して見直しが必要と考えられる。この点から、2000年人口動態調査結果ならびに第1期事業実施後の水需要実績等の資料に基づく水資源開発計画の見直しのための調査を第2段階で実施する計画である。

上記調査は、カリアンダム計画の実施後に必要となるパシールコボダムの容量の決定およびその後の水資源開発計画（第3段階）を策定する事を目的としている。

## 10. 提 言

### 10.1 提 言

- (1) 水収支解析結果および近年発生した洪水被害状況を鑑み、また第1期事業の高い経済性を考慮し、その早期実施が提案される。
- (2) 本第1期事業実施のための給水側関連機関との調整が、主管官庁である水資源総局に対し提言される。
- (3) 住民移転は最重要項目の一つであり、円滑に実施するための環境モニタリングおよび管理部門（EMMU）の設置が提言される。尚、同EMMUは、チウジュン川およびチドリアン川を管轄している水資源総局バンデグラン管轄事務所に設置する環境部（EU）および関連省庁（水資源総局、西ジャワ州政府、林業省、国家土地局、環境省ならびに農業省等）から構成される環境モニタリングおよび管理委員会（EMMC）から構成されている。

### 10.2 詳細設計での主要検討項目

以下の点に留意して、F/Sの見直し、基本設計および詳細設計の実施ならびに入札書類を作成する。

#### (1) 基本設計および詳細設計

##### a) 水資源開発計画の見直し

1994年渇水は、近年渇水の中でも主要な渇水と考えられる。このため、同年の水文資料に基づくカリアンダム開発容量の見直しが必要と考えられる。

##### b) 導水路ルート調整

導水路沿いにおいては、年々民間資本による工業開発および宅地開発が実施されており、今後の開発動向を確認すると共に、これに基づきルートの最終調整を行う必要がある。

##### c) 河川改修

1993年洪水では、対象とする中流域だけでなく、パマラヤン堰下流域においても、既存堤防の決壊および排水不良から洪水が長期化し、多大な被害を被った。また、近年中下流域は開発が進み、洪水被害ポテンシャルも増大している。詳細設計においては、基本設計段階で下流域を含め基本計画の見直しを行ない、これに基づき詳細設計を実施する必要がある。

d) ダム基礎に関する詳細地質調査

特にダム基礎に透水係数が高い部分（ $10^3$ のオーダー）が存在する事が報告されており、十分な地質調査を実施し、この層の存在を確認すると共に、適切な基礎処理方法を検討する必要がある。

c) 建設材料調査

現設計では、ダム堤体のロック材を約30km離れた原石山を開発し調達する計画となっている。詳細設計段階では、さらに詳細な建設材料調査を実施し、ダムおよび主要構造物の最適化を行う必要がある。

(2) 環境調査および移転計画の策定

特に、移転問題に着目してAMDALを実施する。また、この結果に基づき詳細かつ適切な移転計画を作成する必要がある。検討項目は、以下の通りである。

- a) 全移転対象住民への意向調査
- b) 移転に対する住民のニーズの調査
- c) 移転補償方法の検討
- d) 移転候補地の適性調査（土地利用別適性調査）
- e) 移転後の問題点の抽出／対応策の検討
- f) 移転計画の作成
- g) 環境モニタリングおよび管理部門に関する体制・制度および組織ならびに機能、所要施設、予算の検討