

第8章 電 氣 機 器

第 8 章 電 気 機 器

8.1 主 要 機 器

黄浦発電所は基準有効落差 28.8m、最大使用流量 $1,000\text{m}^3/\text{s}$ 、発電所出力 250 MW で計画される。

この開発規模に対応して、保守運用、信頼性、河川維持流量 $70\text{m}^3/\text{s}$ 放流等を考慮し主機台数は 4 台とし、64.9 MW の立軸カブラン水車、70.5 MVA の同期発電機および 141 MVA の主要変圧器 2 台に依り構成する。また発電所の結線方式は低圧同期方式とする。その概要を図 8 - 1 に示す。

8.2 開閉所機器

屋外開閉所は安全性、信頼性、経済性が良く、かつ保守運用に優れた GIS 形 (SF₆ ガス絶縁開閉装置)、220 kV 母線は単母線方式とし、1 回線の送電線に接続される。なお、将来計画される予備 1 回線分の敷地を考慮した。その設備の概要を図 8 - 2 に示す。

8.3 制 御 方 式

灌坑発電所から遠方制御による運転が可能とするが、この実施については黄浦発電所実地設計時に検討する必要がある。

黄浦発電所電気設備概略諸元

発 電 所 出 力	250,000 kW
水 車	
形 式	立軸カブラン水車
台 数	4 台
基準有効落差	28.8 m
使 用 水 量	$250\text{m}^3/\text{s}$
最 大 出 力	64,900 kW
回 転 速 度	120 rpm
発 電 機	
形 式	三相交流同期発電機
台 数	4 台
出 力	70,500 kVA (力率 0.9 遅れ)
周 波 数	50 Hz

主 要 变 压 器
形 式
台 数
容 量
電 压
開 閉 所 機 器
形 式
母 線 接 続 方 式
接 続 回 線 数

三相屋外油入変圧器

2 台

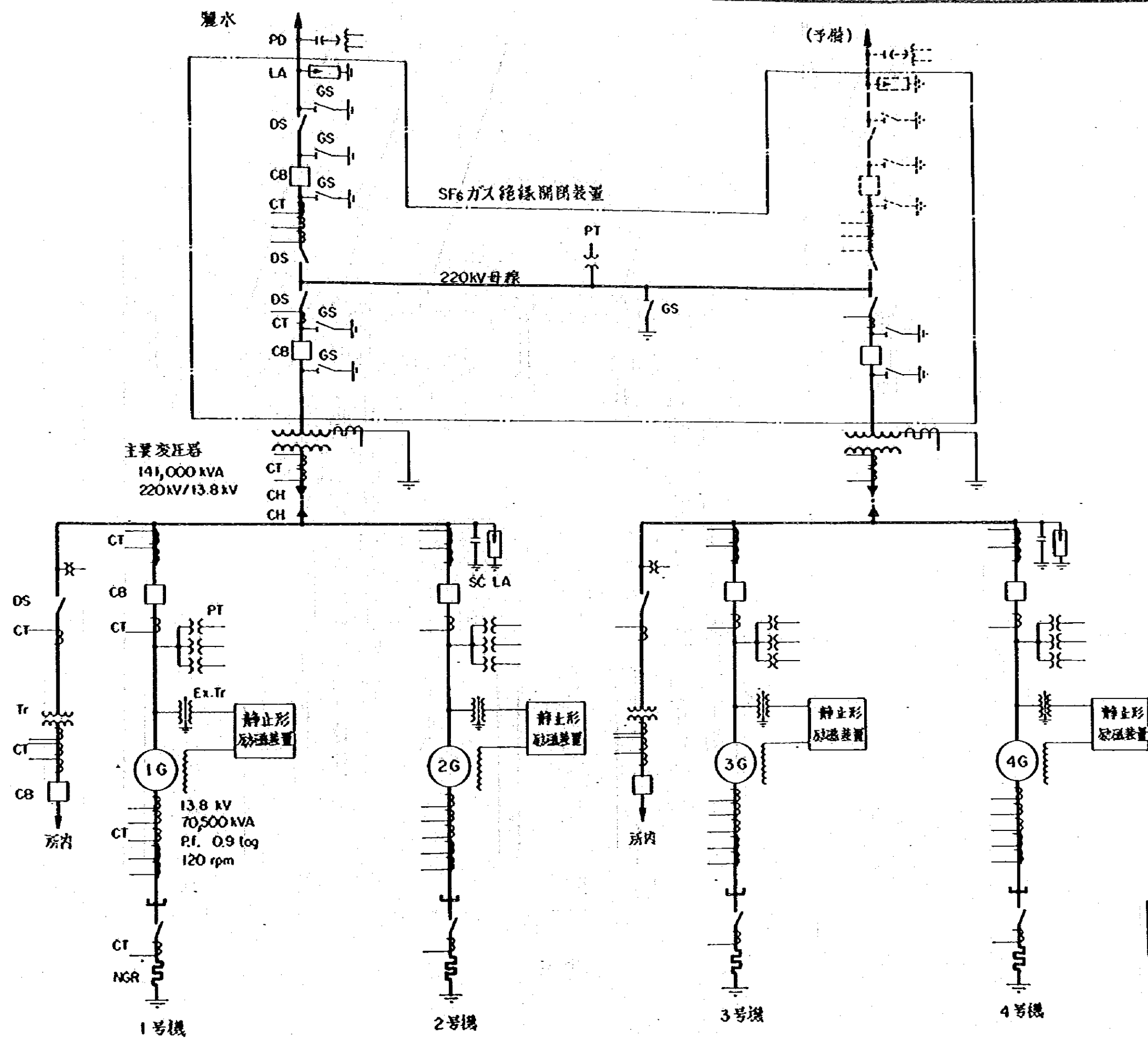
141,000 kVA

13.8 kV/220 kV

屋外用, SF₆ガス絶縁開閉装置

単母線方式

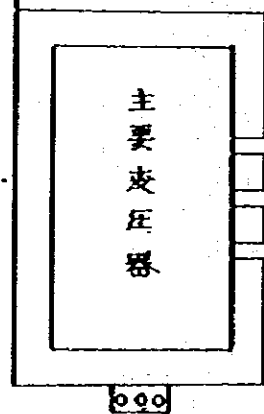
1 回線



記号

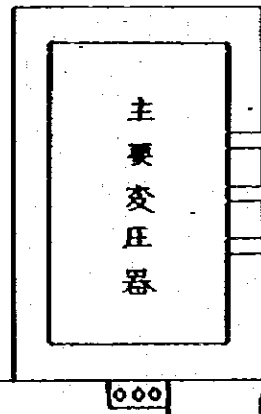
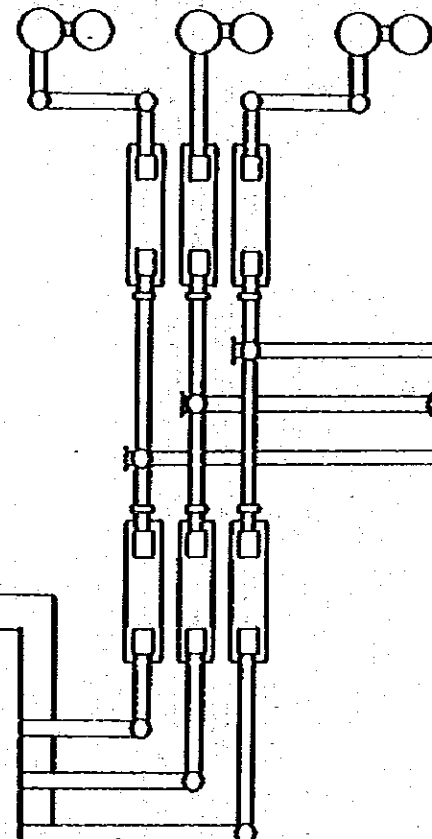
CB :	しゃ断器
DS :	断路器
GS :	接地断路器
PD :	コンデンサ型計器用変成器
PT :	計器用変圧器
CT :	交流器
LA :	避雷器
CH :	ケーブルヘッド
SC :	コンデンサー

43.15



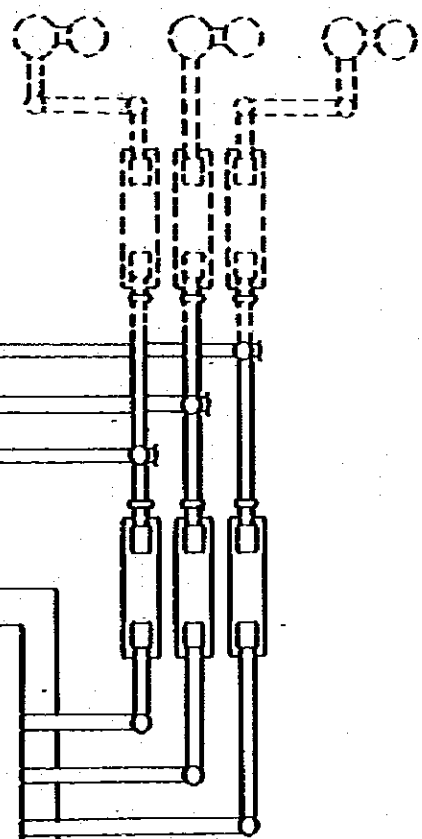
主要変圧器

000



主要変圧器

000

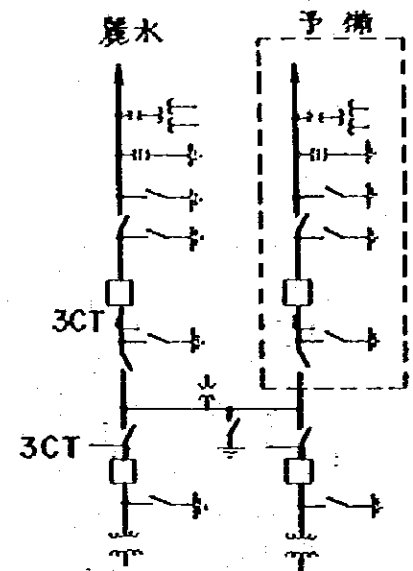


48.5



麗水

(予備)



進入路

麗江水力發電廠設計圖
黃浦發電所
屋外開閉所 平面圖

圖 8 - 2

第9章 電力系統計画, 送変電, 通信設備

第9章 電力系統計画・送変電、通信設備

9.1 電力系統計画

黄浦発電所の開発地点は、計画中の滄坑発電所の下流約25kmに位置しており、その発生電力は滄坑発電所と併せ華東電力系統に供給し、杭州、上海等の電力需要に対応する計画である。

したがって、黄浦発電所の送電計画は上流の滄坑発電所と合わせて計画した。

滄坑発電所の送電計画は黄浦発電所（最大出力250MW）の計画を見込み、2000年の電力需要想定を基本として策定している。

以上のことから黄浦発電所の送電計画は、滄坑発電所の送電計画で検討したように新設が予定されている麗水変電所に引込む方法で検討することとした。

図9.1に系統構成を示す。

9.1.1 送電計画の選定

滄坑発電所の送電計画では、麗水に500kV昇圧変電所（1,200MVA）を新設し、ここから茂熊変電所（杭州市）まで500kV送電線で送電するものであり、変圧器容量・送電容量とも黄浦発電所の送電に充分対応できるよう計画されている。

一方、中国側で別途建設を計画している温州変電所～黄浦発電所間220kV送電線は、現在独立している温州地区の電力系統を華東電力系統と連系するものとして有効な設備であるが、これを黄浦発電所の電源線として臨海～金華～富春江経由で杭州市方面に送電することは、送電容量の面から不可能である。

このため、黄浦発電所の送電計画としては、麗水変電所に送電することを基本とした。

なお、温州地区の電力系統を強化するためにも温州変電所～黄浦発電所～麗水変電所を連系することが、有効なものとなる。

以下麗水変電所まで送電する各案について検討した。なお電圧については送電距離が最大で61kmであること及び麗水変電所の変圧器が500/220kVであることから220kVを選定した。

(1) 麗水変電所へ直接送電する案

表9-1に示すとおりA案はLGJJ300mm²×2導体の送電線で建設費は安いが経済性の面で劣っている。

B案はLGJJ400mm²×2導体の送電線で建設費ではA案を上回っているが、経済性の面で優れており、特にkW値の損失を除いた経済性ではC案よりも有利なものとなっている。

C案はLGJJ500mm²×2導体の送電線で建設費が最も高く、経済性の面ではB案より若干優れているものの大差はなく、kW値の損失を除いた場合の経済性でB案に劣っている。

(2) 滄坑発電所を経由して麗水（変）へ送電する案

黄浦発電所～滄坑発電所間の送電距離は25kmで、これのみでは建設費、経済性とも他案よ

り優れているが、表9-1のD案に示すとおり灌坑(発)～麗水(変)間46kmにLQJJ 400 $\text{mm}^2 \times 2$ 導体の送電線1ルートを増設する必要がある、これらを総合すると建設費、経済性ともに他案より劣るものとなる。

9.1.2 系統解析

系統解析については、B案を基本案として灌坑発電所と総合的に解析しており、A・C・D案については解析していないが、結果はほぼ同様と判断される。

したがって、系統解析における電圧・潮流・安定度については、日本国、国際協力事業団より中華人民共和国に提出した甌江水力発電開発計画(灌坑地点)、最終調査報告書(1983年7月)に示したものと同一である。

9.1.3 経済性の検討

表9-1に示すとおり、建設費はA案が最も安く、次いでB案、C案、D案と高くなっているが、経済性の面ではC案が有利であり、B案、A案、D案の順となっている。しかし、C案とB案の差は僅少であり、送電損失のPW価値を除いた場合は逆転している。

また、C案がLQJJ 500 mm^2 の電線を使用しているのに対し、B案はLQJJ 400 mm^2 であり、中国国内における汎用性の面で400 mm^2 電線が有利である。

以上を総合すると、経済性の面ではB案が有利であると判断される。

9.1.4 結 論

黄浦発電所の開発に伴って必要な電力系統としては下記の計画を選定する。

- (1) 黄浦発電所より麗水変電所までLQJJ 400 $\text{mm}^2 \times 2$ 導体・220kV・1回線送電線を1ルート建設し、麗水変電所220kV母線に接続する。
- (2) 麗水変電所以北については、灌坑発電所の系統計画と併せ杭州・上海方面に送電する。

9.2 送電計画

9.2.1 送電線の概略設計

(1) 基本事項

黄浦発電所の発生電力は電力系統計画で述べた通り、灌坑発電所計画の一環として建設が予定されている麗水変電所に220kVで送電し、ここで500kVに昇圧して、杭州市近傍炭窯変電所(余杭県)に送電することとした。

送電計画は経済性、信頼性並びに中国の設計基準を勘案して、黄浦～麗水間を220kV 1回線1ルートとした。また送電線の設計は中国の「架空送電線路技術規程」(SDT3-79)を基本として行うこととした。

(2) 概略設計の概要

(a) 送電線ルート

黄浦～麗水間の 220kV 線路における基本的走向は東南から西北に向うものである。経過地のうち、麗水変電所付近約 1km の丘陵地帯、水田地帯以外は浙江省南部に位置する山岳地帯で標高 1000m 以下の重着氷地域である。

このため線路の信頼性、施工性、保守性を考え、出来るだけ高山を避けた図 9.2 に示すルートを選定したもので、この間、鉄道、大河川等主要横断所、人家密集地はなく、ルート選定に大きな制約はないと思われる。

(b) 電線・架空地線

電線サイズは送電容量、経済性、コロナ障害、気象条件等を比較検討し、さらに中国の製造条件も加味して決定した。

経過地は重着氷地帯を通過するため、強力型の鋼心アルミより線 LOJJ-400^{EA} 2 導体とした。架線設計では最大使用応力時（気温 -5℃、風速 15m/s、着氷厚 20mm）、破断応力 31kg/mm² を超過しない 36%（5500kg）として検討を進めた。常時応力（気温 15℃、無風）は破断応力の約 15% と比較的低いこと並びに重着氷地帯のためダンパーの損傷が予想されることから、ダンパーは取付けず、アーモロッドを取付けることとした。また架空地線は中国の基準に従い亜鉛メッキ鋼より線 OJ-70^{EA}、2 条を設置することとした。

(c) 絶縁設計

絶縁設計は系統最高電圧を 252kV とし、経過地の標高 1000m 以下、有効接地系として検討した。

塩害は黄浦地点で海岸より約 80km の距離にあり、送電線ルートは内陸部を経過することから影響ないと判断されるので、開閉サージ耐力が絶縁を決定する要因となる。

この結果、255mm² 懸垂碍子（XP-12.6）13 個、標準絶縁間隔 1.9m、開閉サージ絶縁間隔 1.45m、常時運転時間隔 0.55m とした。

(d) 耐雷設計

経過地における年間襲雷日数は中国の資料によると 60 日/年と非常に多い。この値を基準にして考えると、送電線亘長 100km 当り年間約 120 回の雷撃を受けると推定されることから、架空地線は 2 条設置するとともに、電線に対し遮へい角を 14 度以下として概ね 100% 遮へいが可能なよう配慮した。

(e) 支持物

支持物は送電線が山岳地帯を通過し、しかも重着氷地域であることから、機械的な信頼度の高い自立式 1 回線酒杯形アングル鉄塔を使用することとした。標準的な支持物の形状、寸法を図 9.3 に示す。

支持物設計における主要載荷気象条件は以下の通りとした。

最大着氷時			最大風速時		
気温 (°C)	風速 (m/s)	氷厚 (mm)	気温 (°C)	風速 (m/s)	氷厚 (mm)
-5	15	20	15	30	0

(3) 送電線の設備概要

本計画の送電線設備の概要は次のとおりである。

項目	区間	黄浦(発)～麗水(受)
亘 長 (km)		61
電 圧 (kv)		220
電 気 方 式		交流3相3線式 50Hz
回 線 数		1
ル ー ト 数		1
電 線		LQJJ-400mm ² , 2導体
均 線		QJ-70mm ² , 2条
母 子		255mm懸垂母子(XP-12.6) 13ヶ連結
鉄 塔		1回線水平配列, 酒杯形鉄塔
送 電 容 量		約370MW(at 70°C)

9.2.2 変電設備の概略設計

(i) 基本事項

本計画の変電設備は浙江省における2000年までの電力需要想定をもとに澧坑、黄浦両発電所を統合して検討を行ない、澧坑発電所計画の一環として建設が予定されている麗水変電所を増設することとした。

変電所の設計は中国の「変電所設計規程」(SDJ2-79)を基本に行うこととし、電力需要の推移、系統運用、系統構成、安定度、電圧変動、潮流解析、故障計算、既設設備との総括協調等の技術的内容を検討すると共に、経済性や地域性を勘案した。その計画概要を図9.4に示す。

(a) 母線構成

母線構成は既計画に合せ、信頼度の高い1½GB方式を採用することとした。

(b) 変電機器仕様

変電機器の基準絶縁強度は 220kV, BIL945kV とした。これを超える系統の異常電圧は避雷器および線路引込口ギャロップにより保護するものとした。また、機器および母線の耐塩害設計は、内陸部に位置することから考慮しないものとした。

(i) シャ断器

既設の浙江省系統のインピーダンス・マップを基に 2000 年における系統構成を考慮して 220kV 母線における故障計算を行い、シャ断容量を決定した。

(ii) その他

麗水変電所の主要変圧器容量、電圧調整設備、所要敷地は澧坑発電所計画において、本計画分も合せて考慮されているため、新たな増容量化並びに敷地は必要としないものとした。

(2) 概略設計の概要

本計画の変電設備は黄浦発電所からの 220kV 送電線 1 回線の引出設備の増設のみを考慮した。その概要は次のとおりで図 9.5, 図 9.6 にこれらを示す。

(220kV 送電線引出設備)

シャ断器 220kV 63KA 2 台

9.3 通信設備

9.3.1 設計条件

通信設備の概略設計の基本となる条件は下記の通りである。

- (1) 黄浦発電所は澧坑発電所から遠方制御による運転が可能とするが、制御箇所については、実施計画時検討の上決定する。
- (2) 黄浦発電所への給電指令は上海にある統調変所より発せられる。
- (3) 給電指令方法としては、給電用専用電話 (Party-line 方式) 及び黄浦発電所から伝送される給電情報の表示等を利用する。
- (4) 黄浦～麗水間送電線の保線員は麗水 (変) 及び黄浦 (変) に常駐するものとし、送電線巡視中麗水 (変) 及び黄浦 (変) と連絡出来るものとする。
- (5) 黄浦～麗水間送電線には故障点検定装置を設置し、事故時の迅速な対応が可能とする。
- (6) 本計画に必要な情報量から考えると、通信回線の構成は SHF 無線回線とし、さらにオ 2 ルートとして黄浦～麗水間に電力線搬送回線を新設する。

9.3.2 概略設計

上記設計条件に基づき、以下本計画に必要な通信設備を設計する。

(i) SHF 無線設備

給電指令用及び業務用電話回線、給電用及び遠方制御用情報伝送回線、系統保護用信号伝

送回線並びに送電線故障点検定回線を構成するため、黄浦～漣坑間に SHF 無線設備を新設し、漣坑～麗水～上海間は既設 SHF 無線設備を使用する。

なお、新設区間については、実施計画時、現地調査を行なう必要がある。

(2) 電力線搬送設備

黄浦～麗水間に SHF 無線回線の旁 2 ルートとして電力線搬送回線を新設し、給電電話回線及び遠方制御用情報伝送回線を構成する。

(3) 系統保護用信号伝送設備

本計画により建設される黄浦～麗水間（220kV 1 回線）送電線には方向比較方式及び転送遮断方式の系統保護用信号伝送装置を設置する。

(4) 給電用及び遠制用情報伝送設備

黄浦発電所の給電情報（テレメータ、スーパービジョン）を上海の総調度所へ伝送するため、黄浦（発）及び上海に情報伝送装置の送信装置及び受信装置をそれぞれ設置する。また、遠制用として黄浦（発）及び漣坑（発）に情報伝送装置の送受信装置をそれぞれ設置する。

(5) 移動無線通信設備

送電線の保線作業時、黄浦（発）及び麗水（受）に常駐する保線員と送電線沿線を移動する保線員との間の通信連絡手段として VHF 方式による移動無線回線を構成する。

このため VHF 基地局を黄浦発電所に設置する。

(6) 送電線故障点検定設備

黄浦～麗水間送電線にサージ受信方式の送電線故障点検定装置を設置する。

(7) その他

(a) 給電指令用電話設備

黄浦発電所に Party-line 方式の電話機を設置し、漣坑発電所新設時に設置される給電電話網と接続する。

(b) 業務用電話設備

黄浦発電所に自動交換機を設置し、漣坑発電所の自動交換機と接続する。

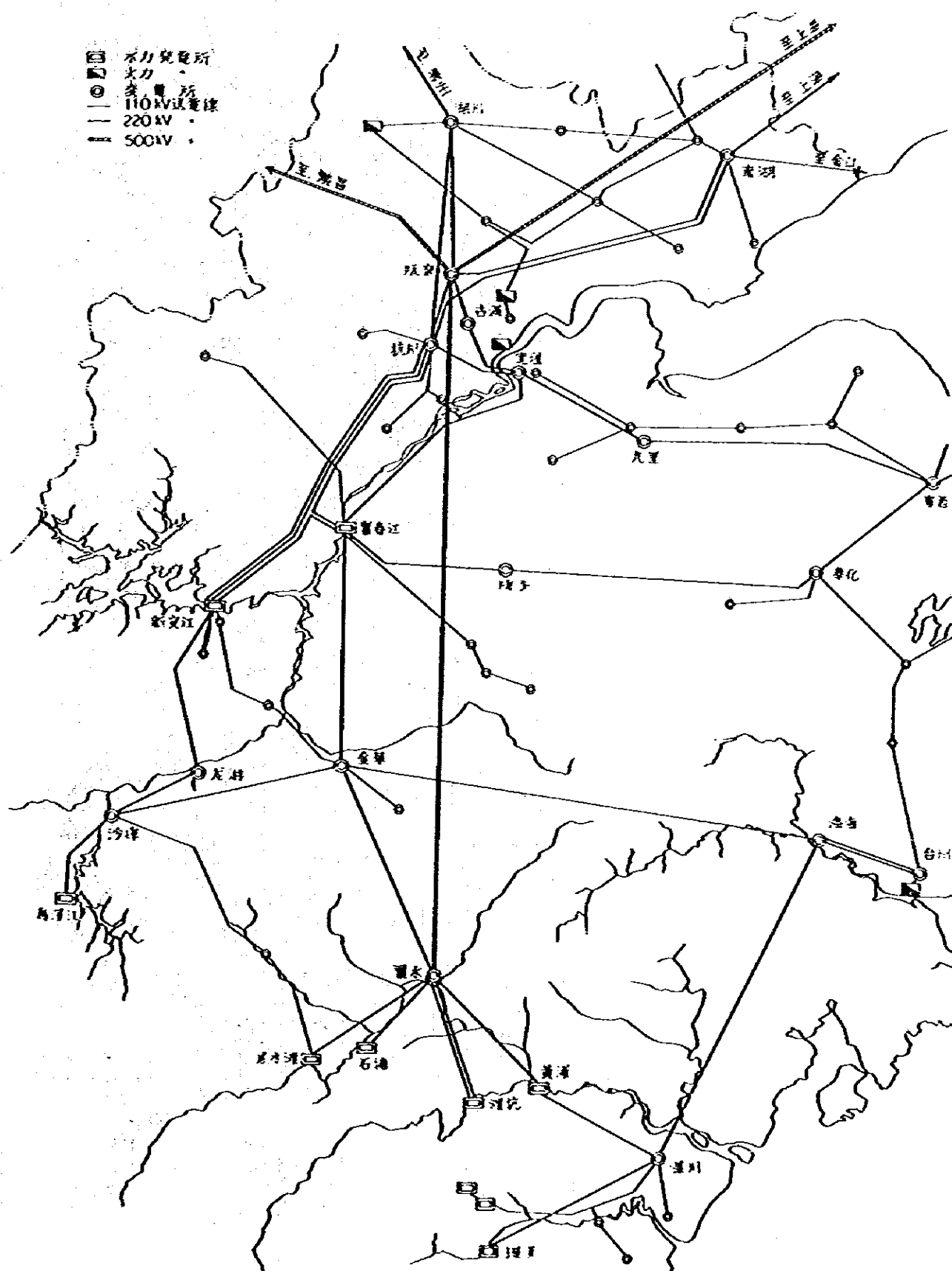
(c) 所内運転指令用電話設備

発電所内の保守員相互及び運転指令室と現場保守員との通話を確保するため拡声器呼出方式による所内運転指令用電話設備を設置する。

(d) 通信用電源設備

上述の各通信設備の電源は直流供給となるため、通信用電源設備としては一般的に使われている整流器と蓄電池を組合せた浮動充電方式とする。

图9-1 浙江省电力系统概要(2000年)



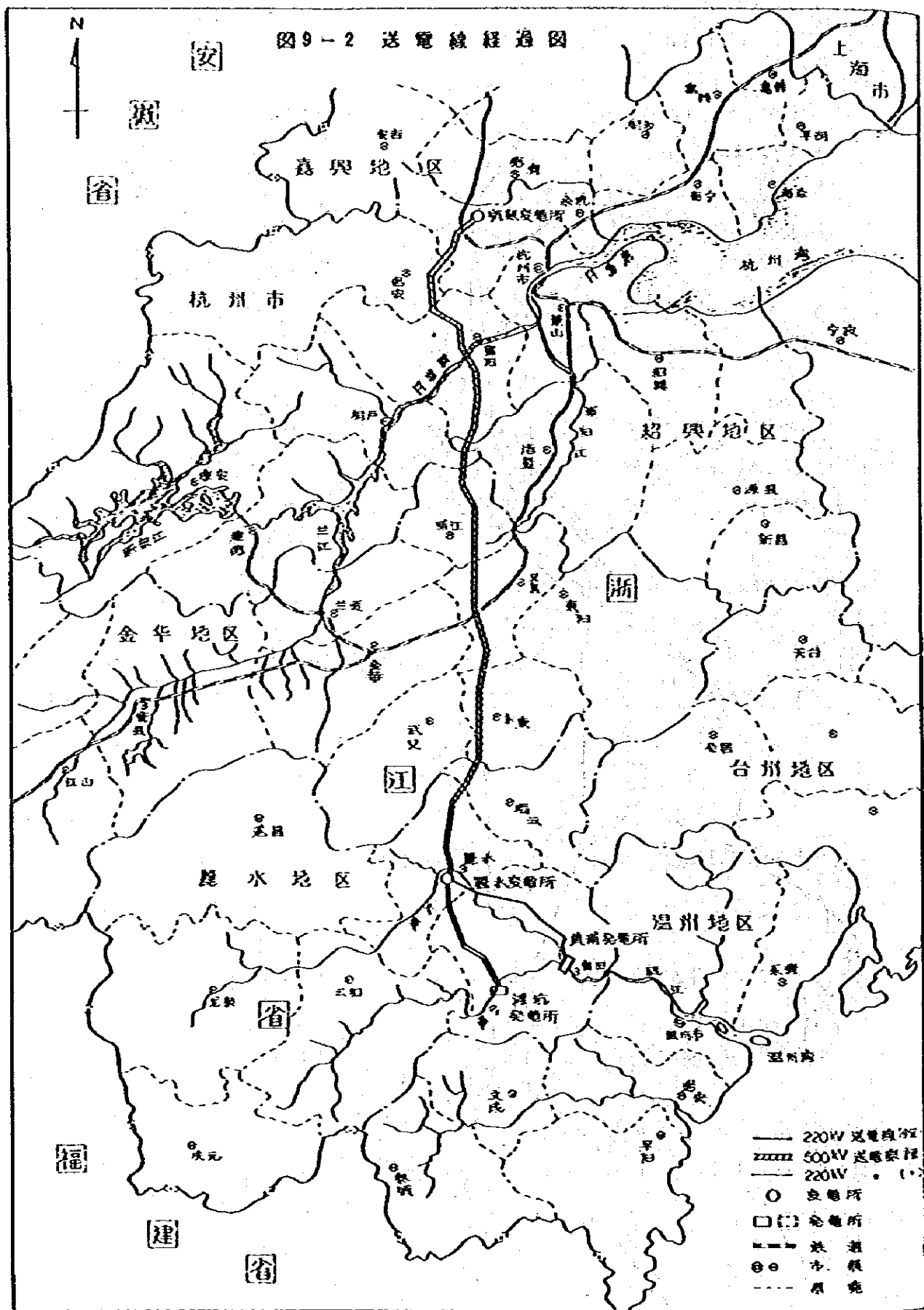
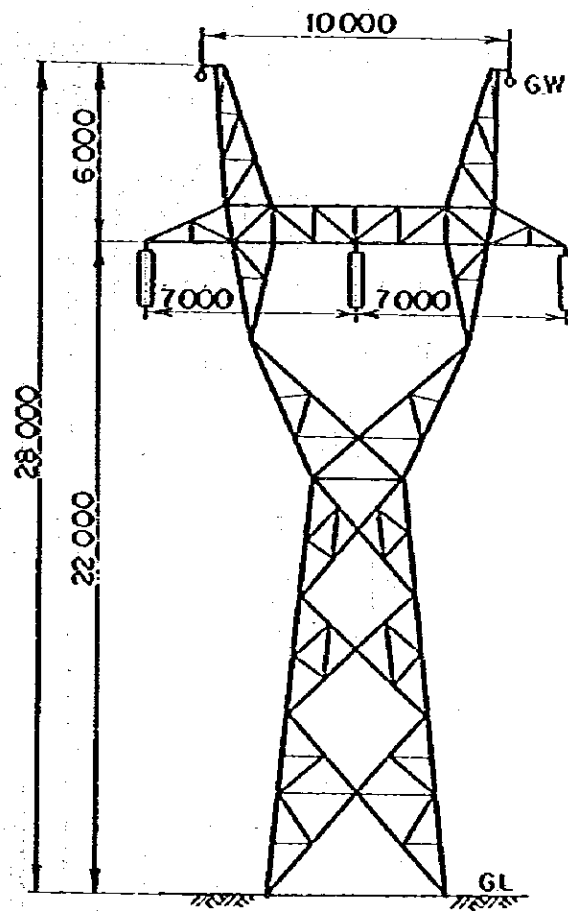


图 9 - 3 標準懸垂鉄塔図 (単位 ; mm)

220kV 1cc1 標準懸垂鉄塔



9-4

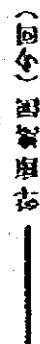


图9-5 麗水變電所機器配置圖

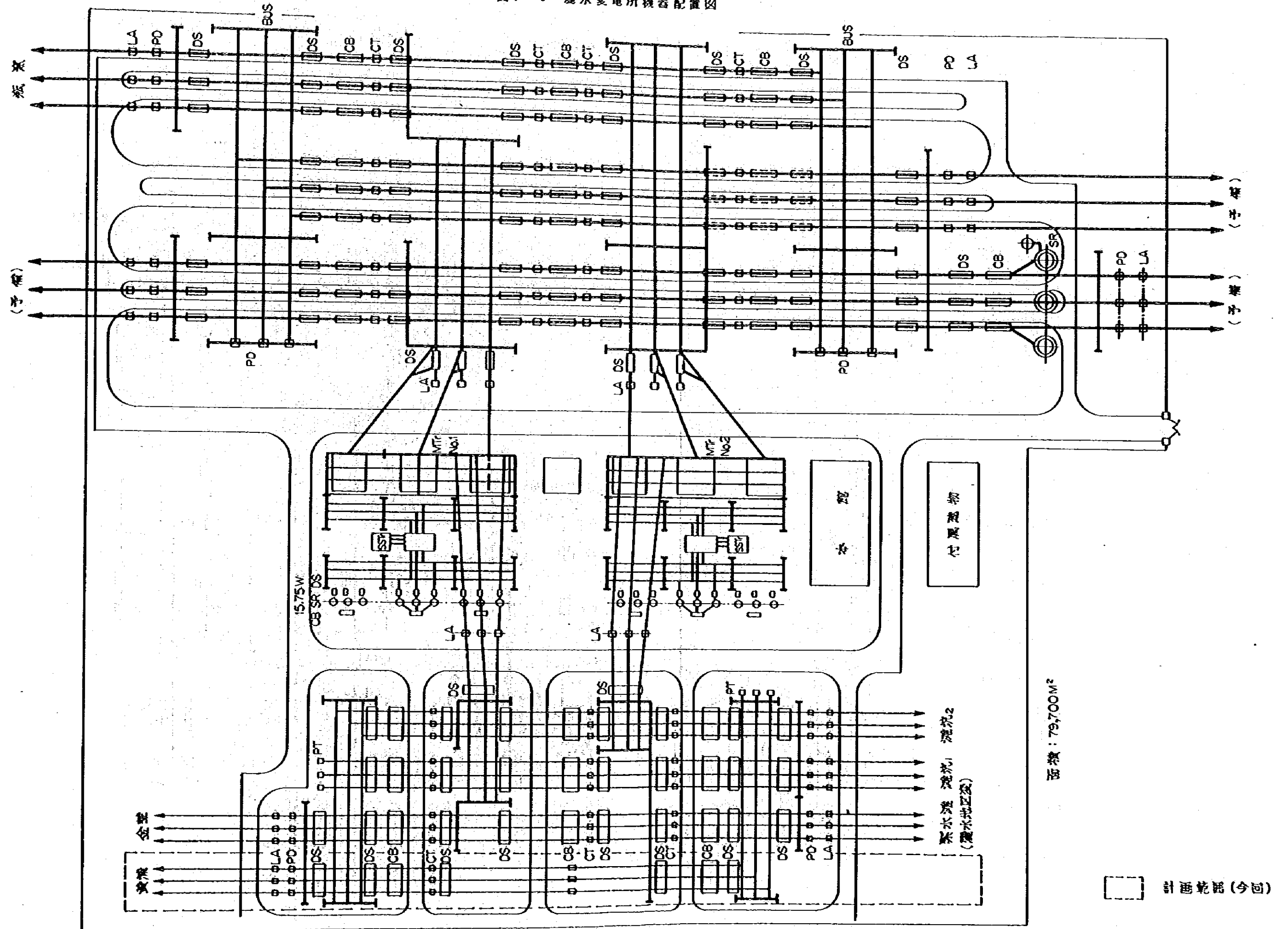
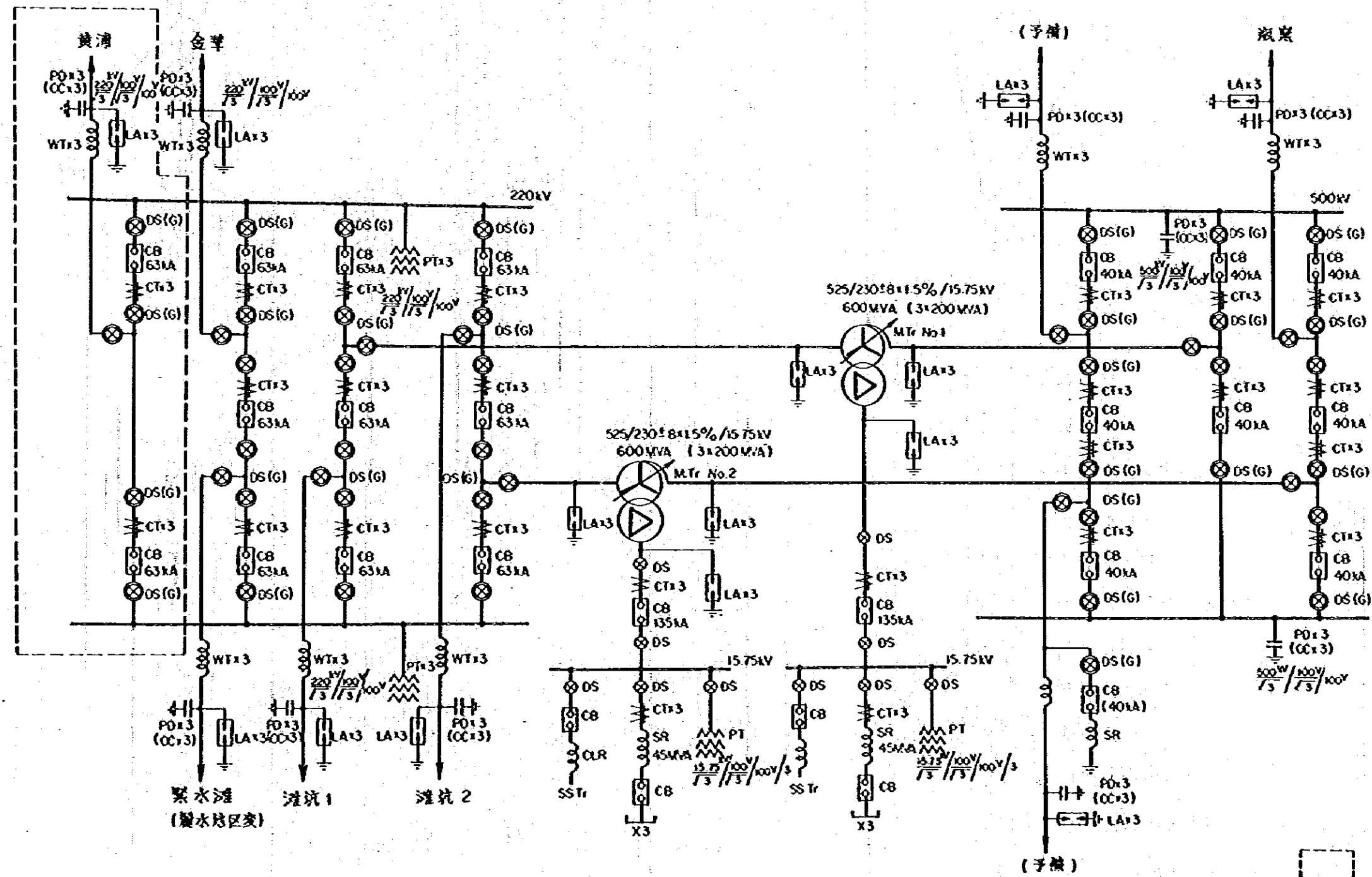


图9-6 麗水变電所單線結線圖



計画範圍 (今回)

图9-7 通信設備概要圖

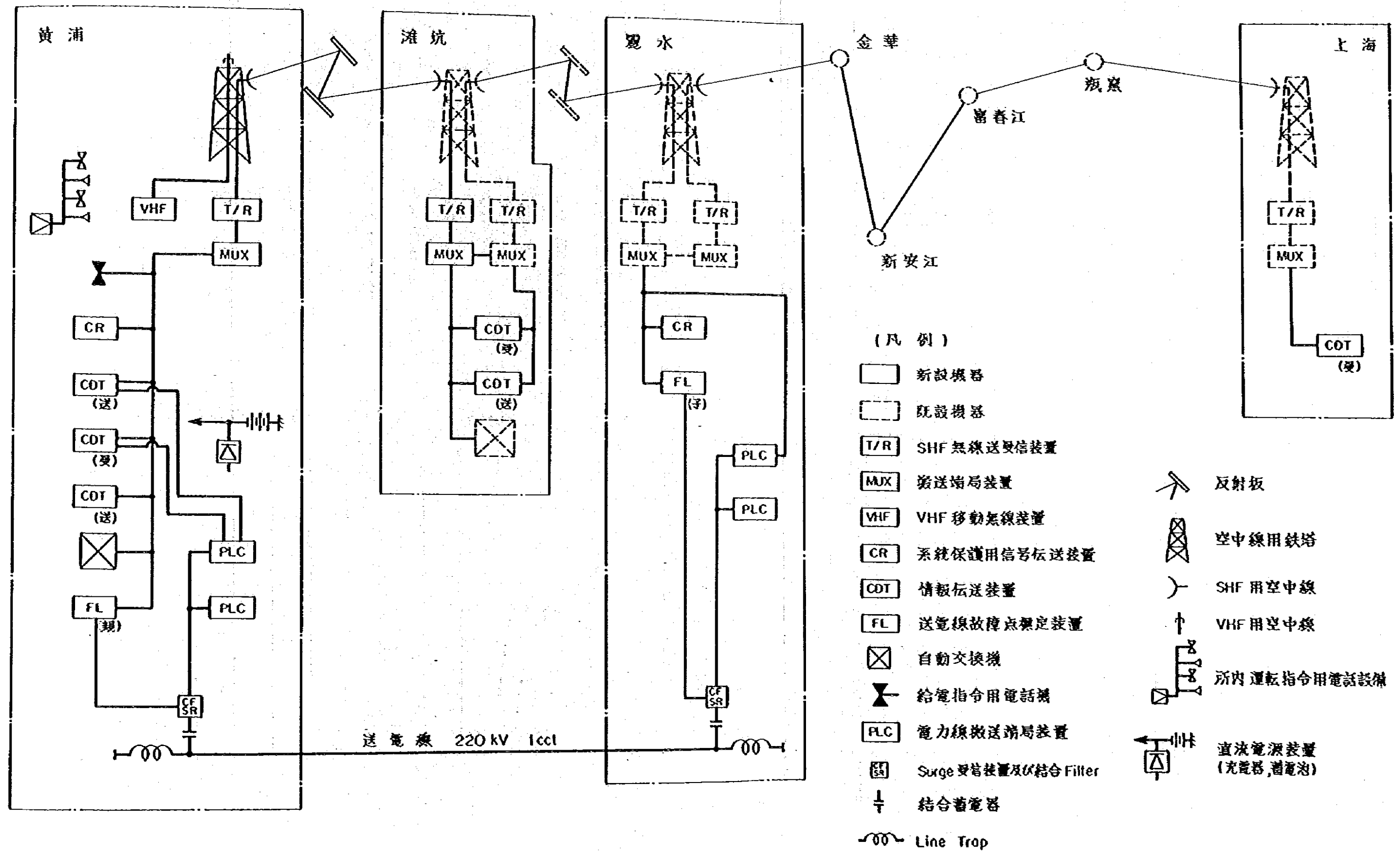


図9-9 マイクロ(SHF)回線構成図

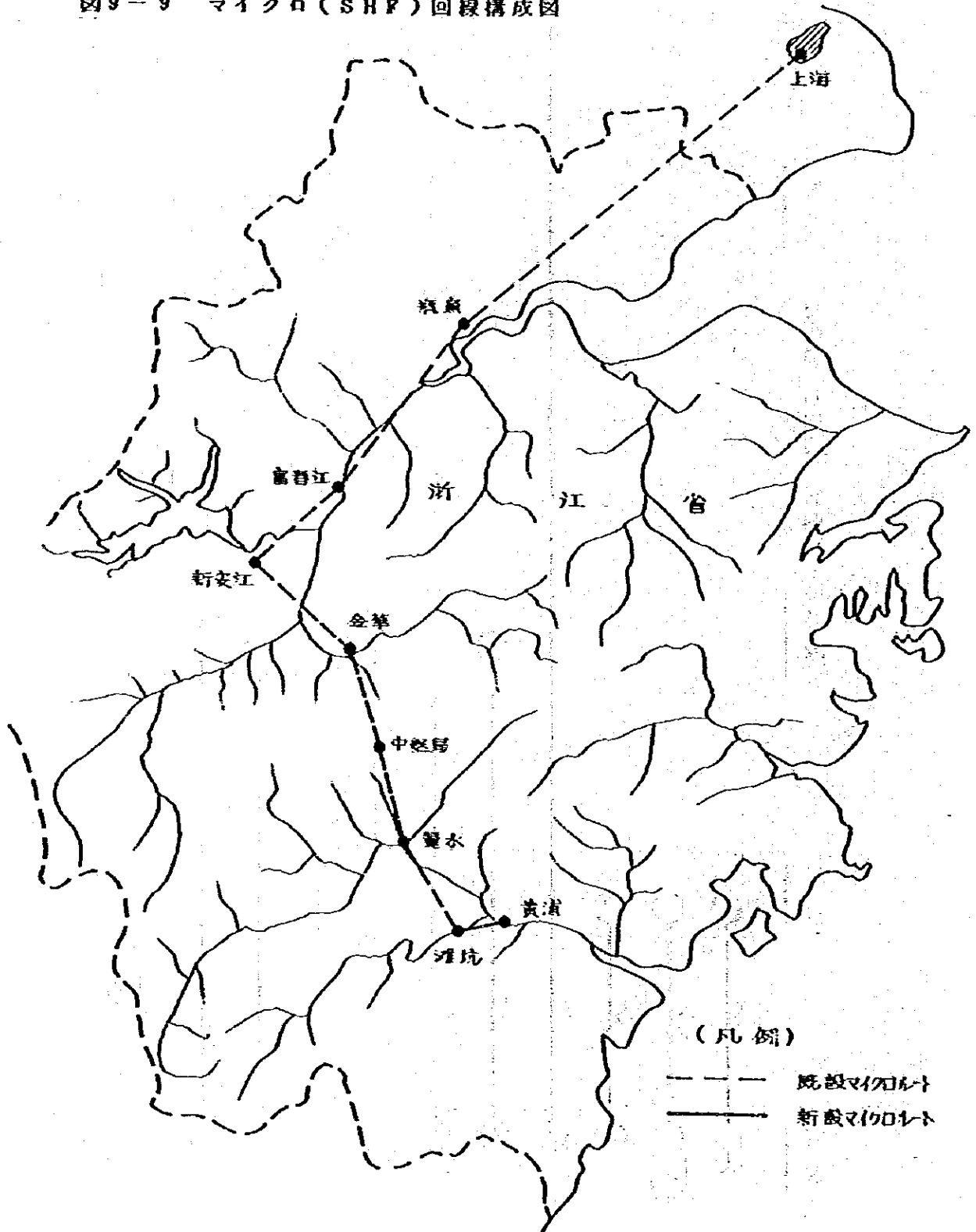


表 9-1-1 送電線路の建設費と送電率の比較

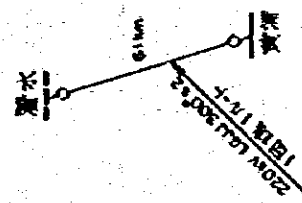
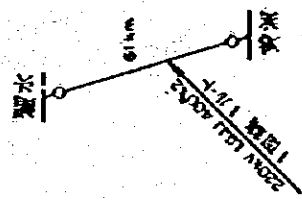
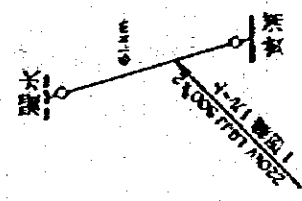
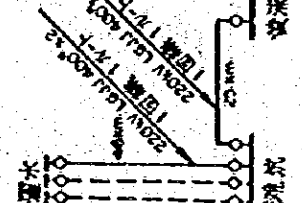
送電線路の建設費	A	B	C	D	備 考
送電線路の概略図					
建設費(千円)	16,998	19,560	22,122	24,940	B案計算例
送電線路	14,518	17,480	19,642	19,880	全区間山地とした。 280千円×61km=17,080千円
変電(閉鎖)設備	2,480	2,480	2,480	4,960	1,240千円×2引出回線=2,480千円
送電損失電力(kW)	5,160	3,840	3,180	4,840	$3 \times \frac{29,000}{220 \times 0.95} \times 2.86 \times 10^{-3} \times 0.007 (1 + 0.004 \times 430 - 20^\circ C) \times 2.86 \times 10^{-3} \times 61 \text{ km}$
送電損失電力量(kWh)	12.160×10^3	9.050×10^3	7.490×10^3	8.030×10^3	3,840kW×0.269×8,760時間
年経費(千円)	1,133	1,296	1,460	1,640	
送電線路	928	1,091	1,255	1,270	17,080千円×0.0639
変電(閉鎖)設備	205	205	205	370	1,240千円×0.066+1,240千円×0.0994
送電損失年経費(千円)	1,580	1,176	974	1,296	
kW 価値	908	676	560	852	3,840kW×176円/kW
kWh 価値	672	500	414	444	9,050kWh×0.0553円/kWh
年経費合計(千円)	(1,805) 2,713	(1,796) 2,472	(1,874) 2,434	(2,084) 2,936	()内は送電損失のkW価値を含まない場合
備 考					

表9-2 通信設備一覽

品 名	仕 様	黄 浦	澁 坑	麗 水	上 海
S HF 無線送受信装置	7,000MHz, 現用予備方式 出力 1W 120CH容量 PCM方式 17M b/s	1	1		
搬送局装置	PCM方式	1	1		
S HF 空 中 線	直径 3m Parabolic type	1	1		
空 中 線 用 鉄 塔	高さ 40m	1	1		
導 波 管	楕 円 型	60m	60m		
反 射 板	6m X 8m	2			
系統保護用信号伝送装置	伝送速度 200bit/sec	1		1	
情報伝送装置	伝送速度 600bit/sec 200bit/sec	2 1	1 1		
V HF 移動無線装置 (基 地 局) (移 動 局)	150MHz, Press talk方式 出力 25W 出力 25W	1 5			
送電線故障点検定装置	Surge 受信方式	1 個		1 個	
Surge 受 信 機	3 相受信方式				
高周波塞流線給	220kV, 300A/H, 1,200A	1		1	
電力線搬送装置	出力 5W, 1CH type	2		2	
給電指令用電話機	Party-line方式	1			
自 動 交 換 機	容量 100L	1			
所内運転指令用電話設備	出力 300W Handset 30台 Speaker 30台	1			
充 電 器	DC 48V 200A	1			
蓄 電 池	1,000AH	1			

第10章 工事工程・施工および工事費

第 10 章 工事工程・施工および工事費

10.1 基本事項

10.1.1 工事工程・施工に対する条件

(1) 交 通

青田よりダムサイトまでの甌江左岸道路、灌坑発電所工事のため新設した渭溪荷揚場よりダムサイトまでの甌江右岸道路はいずれも整備されており、交通の便はよい。

燃大品あるいは重量物は、前記渭溪荷揚場において荷揚げする。

(2) 工事用資材・機械

水車・発電機、変圧器等発電所の電気機器、通信設備の諸資材機器、セメント、木材、ゲート、水圧鉄管用鋼材は輸入する。

灌坑発電所工事施工のため、輸入した大型施工機械のうち明り掘削・コンクリート打設用機械、荷揚機械等は整備のうえ、この工事に流用するものとする。また、砂機掘削用機械等は新たに輸入する。

これら流用・購入機械（いずれも輸入品）を表 10-1 に示す。

(3) 工事用電力

必要な電力は、灌坑発電所工事用として設けた温州～灌坑送電線より受電する。

(4) ダムの盛立材料

洪水吐・取水口・発電所の掘削の罫、ずりは右岸のダム上・下流に放置し、ダム盛立時このうちの良質の岩ずりをロック材として使用する。コアの材料は左岸の石臼地区より採取し、フィルタの材料は河床砂礫より採取する。

10.1.2 工事積算の条件、区分

工事費は、準備工事、土木建築工事、電気機器、補償、送電、工事監理、予備費、税金および建設中利子等この工事实施に必要な全ての費用を計上した。

(1) 準備工事

建設基地の敷地造成・建物費等の他、小溪右岸の付替通路工事等を内貨分費用として計上した。

(2) 土木・建築工事

(a) 土木工事数量

工事数量は第 7 章で述べた概略設計を基とした。

(b) 単 価

各工種の単価は、中国側より提供をうけた単価およびこれを基として日本国内の類似の施工条件における経験価から定めた。

(c) 輸入施工機械

表 10-1 に示す輸入施工機械の償却費・部品費・整備費は、これら機械を使用する工種の単価に含まれる。機械の輸入港から現地までの運搬費（内貨）も単価に含まれる。

(d) 輸入資材

セメント・木材・鋼材等の購入費（外貨）は、これ等を使用する工種の単価に含まれる。

(3) 電気機器

電気機器の据付費（内貨）には運搬費を含む。

(4) 送変電・通信

送変電（内貨）には、黄浦発電所より丽水変電所に至る送電線新設費を計上した。通信費には、黄浦発電所を澄坑発電所より遠方制御するのに必要な費用も含まれる。

(5) 補償費

補償費は、水没移民、田畑および大溪付替道路工事費を含む補償にかかる総費用であって中国側より提供をうけた金額を計上した。

(6) 工事監理

工事監理（内貨）には、土木・建築工事および送変電工事の施工にかかわる職員の費用は含まれていない。この費用は、(2)土木建築工事および(4)送変電工事の費用に含まれる。

(7) 予備費

準備工事・土木建築工事・送変電工事および丽水周辺の補償費にかかわる予備費をこの項に計上した。

(8) 建設中利子

建設中利子は表 10-3 に示す所要資金に基づいて積算した。利率は内貨に対し年 3%，外貨に対し年 9%とした。

(9) 換算レート

換算レートは、1 US \$ = 1.704 元である。

10.2 工事工程

工程を図 10-1 に示す。

右岸に設ける開きと仮排水路への転流までには、洪水吐・取水口・発電所等の明り掘削（数量約 380 万 m³）、洪水吐越流部コンクリートの打設、洪水吐ゲートの一部据付のみならず、取水口コンクリートおよび発電所の左岸斜側壁コンクリートも打設し、転流翌年の洪水期における発電所周辺作業に支障を与えないようにしなければならない。これらから転流の時期は第 3 年目の秋となる。

洪水吐ゲートは、転流までに極力据付けを終了させるようにするが、ピアコンクリートの打立りととの関係から転流までの据付けが不可能である中央部分のゲートは、転流後の第 3 年目～

第4年目および第4年目～第5年目の渾水期にクローラクレーンを使用して掘付ける。

ダム基礎砂礫層に設けるコンクリート地下連続壁の施工は転流後に行う。連続壁の高さは最大約55m、面積は約8,600㎡であるため、掘削には大型油圧式クラムシェル3台を使用し、連続壁の施工は約半年で終了させる。

連続壁およびグラウチング終了と同時にダムの盛立を開始し、第5年目の秋までに盛立を終了させる。

発電所の電気機器の掘付けには約1.5年を必要とし、また、前にも述べたように発電所の側壁コンクリートは、第4年目の出水期までには標高35m以上とする必要があるため、これらの条件を考慮して発電所の掘削・コンクリート・建築工事を施工する。

送電線は貯水開始までに竣工させる。

第5年目の秋、貯水を開始するが、ダムの安全上、初期貯水速度は1日当り1m以下とする。

貯水位が低水位に達するのを待って1号機の有水試験を開始し、第6年目の年頭に運転を開始する。

以上のことから、この工事は、準備工事の着手から竣工まで6ヶ年を必要とするとした。

10.3 工事費と資金計画

工事費を表10-2に示す。工事費のうち、土木建築工事費・送変電工事費の内訳などを付録10-1、10-2、10-3に示す。また、電気機器工事費の内訳は付録8-1に示す。

資金計画を表10-3に示す。

図 10 - 1 黄 浦 発 電 所 工 事 工 程

長 流											
工 事 区 分		工 種	単 位	数 量	第 1 年 目 (1994 年)	第 2 年 目 (1995 年)	第 3 年 目 (1996 年)	第 4 年 目 (1997 年)	第 5 年 目 (1998 年)	第 6 年 目 (1999 年)	備 考
準 備 工 事			式	1							
河 流 処 理		開き、掘削	m³	160,000							
		二次締切盛立	■	740,000							
ダ ム	掘 削	■	60,000								
	盛 立	■	1,480,000								
	基礎処理	式	1								
洪 水 吐	掘 削	m³	2,130,000								
	基礎処理	式	1								
	コンクリート	m³	160,000								
	ゲート	t	2,250								
取 水 口	掘 削	m³	1,170,000								
	基礎処理	式	1								
	コンクリート	m³	130,000								
	ゲート	t	300								
水 圧 管 路		鉄 管	■	800							
発 電 所	発 電 所	掘 削	m³	660,000							
		コンクリート	■	99,000							
		建築	式	1							
	放 水 庭	ゲート	t	200							
		掘 削	m³	470,000							
	開 閉 所	コンクリート	■	4,000							
掘 削		m³	27,000								
舟 運 設 備	コンクリート	■	3,000								
	掘 削	m³	890,000								
	コンクリート	■	19,000								
電 気 機 器		巻 上 機 等	式	1							
送 電 線			■	1							

表 10-1 土木・建築工事に用いる機械

区 分	機 械 名	仕 様	数 量
転 用	ブルドーザー	44 t	4
	・	32 t	5
	・	21 t	5
	湿地ブルドーザー	16 t	2
	ホイールローダー	9.6 m ³ (山積)	4
	トラクターショベル	2.7 m ³ (平積)	5
	油圧バックホー	1.2 m ³ (・)	3
	・	1.0 m ³ (・)	4
	・	0.35 m ³ (・)	2
	ダンプトラック	45 t 積	25
	振動ローラー	13.5 t	3
	エアコンプレッサー	150kW, 27m ³ /min	5
	水中ポンプ	φ 200 mm	15
新 規 購 入	クローラドリル	φ 75 mm	20
	ポータブルコンプレッサー	175PS, 17m ³ /min	12
	ポンプクリート (定置式コンクリートポンプ)	30m ³ /h	4
	コンクリート吹付機	30m ³ /h	5
	トラックミキサ	6m ³	10
	モータグレーダ	ブレード巾= 3.7 m	2
	クラムシユル	80 ~ 100 cm	3
	チ ェ ル	9 t	3
	クローラクレーン	50 t	3
	・	35 t	3

表 10 - 2 (1) 工 事 費

1982年時点価格

エスカレーション考慮しない

項 目	工 事 費 (単位: 元)			備 考
	内 貨	外 貨	計	
1. 準 備 工 事	15,000,000	1,000,000	16,000,000	
2. 土 木 ・ 建 築 工 事				
(1) 河 流 処 理	9,620,000	1,900,000	11,520,000	
(2) ダ ム	21,500,000	5,500,000	27,000,000	
(3) 洪 水 吐	38,700,000	14,300,000	53,000,000	
(4) 取 水 口	24,700,000	10,300,000	35,000,000	
(5) 水 圧 管 路	0	0	0	
(6) 発 電 所	34,360,000	12,040,000	46,400,000	
(7) 舟 運 設 備	13,520,000	3,480,000	17,000,000	
(8) 魚 道	2,300,000	700,000	3,000,000	
小 計	144,700,000	48,220,000	192,920,000	
3. ゲ ー ト ・ 鉄 管 等				
(1) 河流処理閉そくゲート	360,000	120,000	480,000	
(2) 洪水吐ゲート	9,270,000	2,730,000	12,000,000	
(3) 取水口ゲート	2,040,000	960,000	3,000,000	
(4) 水 圧 鉄 管	2,400,000	600,000	3,000,000	
(5) 放水口ゲート	1,230,000	370,000	1,600,000	
小 計	15,300,000	4,780,000	20,080,000	
4. 電 気 機 器	10,600,000	96,700,000	107,300,000	
5. 送 変 電 ・ 通 信	17,700,000	2,000,000	19,700,000	
6. 積 債 費	201,000,000	0	201,000,000	
7. 工 事 監 理	16,000,000	2,600,000	18,600,000	
8. 予 備 費	28,700,000	5,700,000	34,400,000	
9. 税 金	42,000,000	0	42,000,000	
計	491,000,000	161,000,000	652,000,000	
10 建 設 中 利 子	48,000,000	40,000,000	88,000,000	利率: 内貨3% 外貨9%
合 計	539,000,000	201,000,000	740,000,000	

表 10 - 2 (2) 工 事 費

1982年時点価格

エスカレーション考慮しない

項 目	工 事 費 (単位: 10 ³ U.S\$)			備 考
	内 貨	外 貨	計	
1. 準 備 工 事	8.8	0.6	9.4	
2. 土 木 ・ 建 築 工 事				
(1) 河 流 処 理	5.7	1.1	6.8	
(2) ダ ム	12.6	3.2	15.8	
(3) 洪 水 吐	22.7	8.4	31.1	
(4) 取 水 口	14.5	6.0	20.5	
(5) 水 圧 管 路	0	0	0	
(6) 発 電 所	20.1	7.1	27.2	
(7) 舟 運 設 備	7.9	2.1	10.0	
(8) 魚 道	1.4	0.4	1.8	
小 計	84.9	28.3	113.2	
3. ゲ ー ト ・ 鉄 管 等				
(1) 河 流 処 理 閉 鎖 ゲ ー ト	0.2	0.1	0.3	
(2) 洪 水 吐 ゲ ー ト	5.5	1.5	7.0	
(3) 取 水 口 ゲ ー ト	1.2	0.6	1.8	
(4) 水 圧 鉄 管	1.4	0.4	1.8	
(5) 放 水 口 ゲ ー ト	0.7	0.2	0.9	
小 計	9.0	2.8	11.8	
4. 電 気 機 器	6.2	56.7	62.9	
5. 送 変 電 ・ 通 信	10.4	1.2	11.6	
6. 補 償 費	118.0	0	118.0	
7. 工 事 監 理	9.4	1.5	10.9	
8. 予 備 費	16.8	3.4	20.2	
9. 税 金	24.6	0	24.6	
計	288.1	94.5	382.6	
10. 建 設 中 利 子	27.9	23.5	51.4	利率: 内貨3% 外貨9%
合 計	316.0	118.0	434.0	

表10-3 黄浦工事年度別所要資金

1982年価格

単位：1,000 元

エスカレーション考慮しない

() 1×10^5 U.S \$

工 事 区 分		金 額	第 1 年 目	第 2 年 目	第 3 年 目	第 4 年 目	第 5 年 目	第 6 年 目	備 考
①	準 備 工 事 (内貨)	15,000	7,000	5,000	1,500	1,500			
	同 上 (外貨)	1,000	1,000						
②	土木・建築工事 (内貨)	160,000	9,900	34,600	51,500	32,700	19,700	11,600	
	同 上 (外貨)	53,000	16,000	12,000	21,800	9,100	2,000	△ 7,900	
③	電 気 機 器 (内貨)	10,600				1,300	6,400	2,900	
	同 上 (外貨)	96,700		7,500	2,200	33,600	8,000	45,400	
④	送電・通信 (内貨)	17,700			1,200	10,300	6,200		
	同 上 (外貨)	2,000			200		1,800		
⑤	補 償 費 (内貨)	201,000	20,100	60,300	60,200	40,200	20,200		
⑥	工 事 監 理 (内貨)	16,000	4,000	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	
	同 上 (外貨)	2,600	300	500	600	600	500	100	
⑦	予 備 費 (内貨)	28,700	2,900	4,400	5,500	3,800	6,800	5,300	
	同 上 (外貨)	5,700	1,500	1,100	2,100	1,000			
⑧	税 金 (内貨)	42,000	2,500	2,100	4,600	22,000	10,800		
小計	内 貨	491,000	46,400	108,800	126,900	114,200	72,500	22,200	
	外 貨	161,000	18,800	21,100	26,900	44,300	12,300	37,600	
⑨	建設中利子 (内貨)	48,000	700	3,000	6,600	10,200	13,000	14,500	
	同 上 (外貨)	40,000	900	2,600	4,800	8,000	10,600	13,100	
計	内 貨	(316.0) 539,000	(27.6) 47,100	(65.6) 111,800	(78.3) 133,500	(73.0) 124,400	(50.1) 85,500	(21.4) 36,700	
	外 貨	(118.0) 201,000	(11.7) 19,700	(13.9) 23,700	(18.6) 31,700	(30.7) 52,300	(13.4) 22,900	(29.7) 50,700	

註) 1. U.S\$ = 1.704 元

第11章 環 境

第11章 環 境

本章では、当計画に係わるダム・発電所・貯水池・送電線および関連工事の施工および運用が、立地地域周辺の自然および社会環境へ与える影響を予測し、講ずべき対策を前提とした総合評価を行う。

当計画は、甌江支流小溪に計画されている灌坑地点と密接な関係があるため、本章では主として黄浦地点の環境影響について述べると共に、必要と思われる項目については灌坑・黄浦両地点の総合評価を行うものとする。

中華人民共和国では、1979年から試行されている環境保護法に基づき、1981年3月に国务院から「国民経済調整期における環境保護活動の強化に関する決定」が公布され、大型水利施設は環境アセスメントの後でなければ着手してはならないこととなるなど、環境に対する問題意識がようやく浸透し始めた状況にあり、水力発電所設置に係わる環境影響予測調査は今回が恐らく初めての事例と思われる。これに加え、環境問題が多分野にわたるため行政上の障害もあり、客観的・定量的評価に耐え得る十分な資料を収集できなかった部分が残されている。

従ってここでは入手資料の範囲内で極く概略的な環境影響予測を実施することとし、環境に関連する一般状況、自然および社会環境の現状と影響予測、多目的ダムとしての効果予測および総合評価について述べ、あわせて今後必要となる追加調査を勧告することとする。

11.1 一般状況

11.1.1 気 候

本計画地点は中華人民共和国の華東地区と呼ばれる地域に属する浙江省の東南部に位置し、大陸性気候と海洋（東支那海）の影響を受け、四季の変化と乾期・雨期の明瞭な気候となっている。

中国の気候区分（中華人民共和国気候図集 1978 年）によれば甌江流域は気候帯（I 北温帯～K 南熱帯およびII 高原気候区域の10段階）でV 中熱帯に属し、気候大区（A 湿潤～D 乾燥）でA 湿潤（最大可能蒸発量が降水量より多い）に属し、VA₁ 甌江閩江・南嶺区となっている。ちなみに上海・杭州はNA₁ 江北区である。

年平均気温は16℃程度であるが、冬期（1月）の平均最低温度3℃、夏期（7月）の平均最高温度34℃と寒暖の差が著しい。相対湿度は年間を通じて70～80%と高い。年間降水量は1,600 mm（盆地）～1,800 mm（海岸寄の山地）であり、海洋と地形の影響で中国の中でも多雨地帯のひとつに数えられている。

11.1.2 地 形

浙江省は丘陵や山地が総面積の70%を占め、西南部が高く東北方向へ向う程低くなっており、

総面積約10万 km^2 が地形的に5つの区域(浙北平原、中部金衢盆地、浙西低山丘陵、浙東低山丘陵、浙南山地)に分類されている。本計画地点は浙南山地に属し、海拔1,000 m以上の山峰が連続と続き、山間の峡谷は深く切れ込み南および北雁蕩山に代表される奇峰の景勝地が多い。本地点の上流域にある龍泉・遂昌・雲和等の県は、浙江省でも有数の林区を形成している。

本省の河川と山脈はほぼ南北方向に並行するものが主であり、時にこれに直角方向に山脈を横断する河川がある。河川のほとんどはその源を西部山地に発し、大小の盆地を穿ちながら東流して海に注ぐ。本計画地点の瓊江は錢塘江(流路長410 km、流域面積42,000 km^2)に次ぐ省内第二の大河川であり、流路長約320 km、流域面積18,000 km^2 を有する。百山祖(標高1,857 m)に源を発し、初めは龍泉溪と称し、途中松陽溪、好溪等の支流を合せ、麗水盆地でそれまでの東北方向から東南方向へ向を変えると共に大溪と名前を変え、青田付近で本水系最大の支流である小溪を合せ、さらに瓊江と名を変えて温州市で楠溪を合流させた後東支那海へ注ぐ。

本省の河川は一般に急流で河谷が深いため、山地河川の特色として水力資源が豊富であり、新安江・富春江等の大型水力発電所のほか、農村電化用の小型水力発電所も多く見られる。

11.1.3 自然度

本地域は、気候条件に恵まれているため潜在自然植生は極めて豊かであり、従って土壌や動物を含む自然度も本来高いものと考えられる。しかし、棚田や段々畑を含む傾斜に近い農地開墾と森林の過伐およびこれらに伴う表土流失のため、周辺地域の現在の自然度は非常に低くなっている。本計画地点周辺は伐採木を筏として搬出することが容易なため、特に森林が過伐されたもののようである。黄湾計画地点周辺は、滝坑地点に比し交通の便が良く平地も多いため、自然度はさらに低くなっている。

このように、本来自然度の高い地域が既に人為的な改変を多分に受け生態系の平衡が冒されていることは、本計画に関する自然環境への影響を予測する上で、十分留意すべき点と考えられる。

11.1.4 社会状況

本地域周辺は典型的な農山村地域であり、産業の中心は農林業である。浙江省は一般に気候と水利に恵まれ、米の二期作と麦類の夏作で単位耕地面積当りの食糧収量は全国一と言われており、本地域周辺もその例外ではない。また山地は木材・竹・茶・柑橘類などの林業果樹用地として高度な利用がなされている。青田は全国的に有名な石刻工芸品の産地であり、瓊江河口温州市は杭州・寧波と並ぶ浙江省でも有数の重要都市であると共に、天然の良港として海上交通の要所となっている。麗水は周辺地域の中心地として各種軽工業が盛んである。省内でも有数の重要交通路である金華-麗水-温州を結ぶ自動車道路が本地点を通過している。

当計画に関連する行政区画は 浙江省の麗水地区と呼ばれる地域の内、雲和・麗水・青田各県

であり、水没域はほとんど青田県内となる。なお、当行政区画は甌水地区の下流に隣接する温州地区にも密接な関連を有する。

11.2 自然環境

11.2.1 景 観

中国における景観に対する考え方あるいは自然景観と人工物のあり方に関する評価基準は、中国以外の国のそれと必ずしも同一ではない。例えば景勝の地と言われる山地において、自然をあるがまま観賞するのではなく、必ず建築物や刻字等の人工物を設け、人間との対比において自然を観賞する傾向にある。ここでは従って上記の如き中国における景観の評価基準により本計画の影響を評価する。

黄浦計画は高さ 50m、長さ 380 m のロックフィルダムとその上流に長さ約 63 km、面積約 49 km² に及ぶ長大な人造湖を造成するものであり、景観への影響が懸念される。しかしながら、ダムは工事のために掘削した岩ずりや周辺地域から採取する材料を利用したロックフィル型式であり、長さに比し高さが低いため、違和感と威圧感が少ないこと、洪水吐・発電所等のコンクリートおよび鋼構造物は主要道路の対岸である右岸側に配置されるため景観上の影響が少ないこと、貯水池は V～U 字谷を堰止めるので、ダム付近を除けば現状河川形状を大きく改変するものではないこと等から、本計画の景観上の影響はわずかなものと想定される（巻頭の完成予想図参照）。また貯水池の利用水深も 4 m と少ないため、水位低下の場合の見苦しさも少ない。これらのことは既設富春江貯水池の場合からも類推できる。

なお、ダム・発電所周辺の掘削法面が長大となり、水没付替道路の掘削も大量となるので、これらの修景緑化については景観上十分な配慮が望まれる。

11.2.2 植 生

計画地域周辺において植物の貴重種は現在までに特に報告されていないが、今後専門の研究者による調査を実施し、必要に応じ移植等の対策を講ずるのが望ましい。

人工衛星 LANDSAT の spectrum 情報と今回実施した縮尺 1/1 万の航空写真測量結果から remote sensing 手法により得られた地表分類結果は表 11-1 に示すとおりである。これによれば、甌江流域（黄浦地点流域＝13,445 km²）では森林が全面積の 78% を占め、その内訳は樹林の多い部分 32%、樹林の少ない草地・裸地が 16%、日蔭となって分類不能の部分 52% である。黄浦貯水池による水没地域は河川敷や農地が多いため、森林面積は 13% と低く、樹木の多い部分は極くわずかである。水没による森林の損失は 6 km² で甌江流域の森林の 0.1% 以下である。

本地点の潜在植生を把握するため、吉良（1949）の温量指数により植生帯を推定する。気候的にみた自然植生帯は月平均気温をもとに算定した温量指数と次表のような関係があるとされている。

温 量 指 数 (m・d)		気 候 帯	植 生 帯
暖かさの指数	寒さの指数		
240 から 180		亜 熱 帯	亜熱帯降雨林
180 から 85	-10から-15以上	暖 温 帯	照 葉 樹 林
	-10から-15以下	(暖 温 帯)	暖帯落葉樹林
85 から (45 ~ 55)		冷温帯(温帯)	落葉広葉樹林
(45 ~ 55) から 15		亜 寒 帯	常緑針葉樹林

但し、暖かさの指数：植物の生育温度を月平均温度 5°C 以上とみなし、各月の平均気温から 5°C を引いて 1 年間合計した値。

寒さの指数：月平均気温 5°C 以下の月について、5°C からの開きをマイナスで表わして合計した値。

m・d : month degree

ここで本計画地点の温量指数を「中華人民共和国気候図集 1978 年」の月平均気温より求めると、暖かさの指数は 146、寒さの指数は 0 (月平均気温がすべて 5°C 以上のため) となり、上表から気候帯は暖温帯、植生帯は照葉樹林と推定される。ちなみに杭州では温量指数が 132 および -2 であるが、同じく暖温帯・照葉樹林である。但し本地点の場合、冬期 (1 月) の平均最低温度が 3°C と低いことおよび降雪日数が年間 25 日以上あることもあって、落葉広葉樹も多く見られる。

工事区域の植生保護の観点から、施工に当っては下記の対策を講ずることが望ましい。

- 地形掘削、骨材採取、捨土等の土工量を最小限に抑制する。
- 掘削法面、土捨て場、仮設備用地等は完成後修景緑化を施す。

11.2.3 動 物

陸生動物については現在までの所、貴重種の存在を含め特に問題となるものは報告されていないが、今後専門の研究者による調査を実施し、必要に応じ適切な対策を講ずることが望ましい。

水生動物、中でも魚類については中国側の調査結果から次のことが判明している。

- 瓠江下流部の青田県付近は水産資源が豊富である。
- 特にアユ (香魚) が経済魚として有名である。アユの産卵は、小溪の出口付近 (湖辺 ~ 仁宮) および四都 (青田下流で瓠江に合流する支流) の出口付近 (溪口 ~ 油竹) でそれぞれ降霜の前後 (10 ~ 11 月頃) に行われる。
- アユは浙江省の他の河川にも見られるが、瓠江には特に多い。

○アユの魚法は釣および網による。

○アユの一般的性質は日本のものと同様である。

一般にアユは、河川の下流域の小石に砂の混った浅瀬で秋に産卵し、2週間内外で孵化し、稚魚はすぐに海に出て冬を過す。春に河川の水温が海と同程度になると川を溯上し、主として河川の中流部で成長する。餌となる藻類が豊富な河床に小石のある清浄な浅瀬が夏の生活場所となる。秋には下流へ下り、産卵後大部分が寿命満1年で死ぬ。

このようなアユの性質を考慮すると、先の四都（溪口～油竹）は下流の支流のため、本計画の影響はほとんどないが、小溪（湖辺～仁宮）で産卵するものについては本計画の影響が極めて強い。即ち、仮に黄浦ダムに魚道が設置されないか、設置されても十分な機能を発揮できない場合には、春の稚魚の溯上がダムで阻止され、生育、産卵に支障を来すし、仮に魚道が有効に機能しても、小溪は黄浦貯水池で水没しているので、アユは更に支流で生育・産卵せざるを得ないが、その可能性は不明である。また浚坑、黄浦両計画による水温低下の影響もある。

以上の通り、本計画が水性動物、特にアユの内で小溪に棲息するものに対し悪影響を与えることは不可避と考えられる。従って、今後専門の研究者による詳細な実態調査と影響予測を行ない、対策を講ずる必要があるものと考えられる。

因みに中国国务院から1979年2月に公布された「水産資源繁殖保護条例」によれば、淡水魚として22種の魚類が重点保護種に指定されているが、アユ（香魚）は含まれていない。一般に水産部門と水利管理部門が協議し、水域環境の保全に努めることとしている。

なお本件に関しては、本計画がもたらす多大な便益に伴う止むを得ざる社会損失として位置づけることにより、社会的に問題となる恐れはないとの判断が華東勘测设计院にあり、また漁業を専管する浙江省水産局でも基本的反対の立場にはないことを付記する。

11.2.4 水 質

当計画の実施による河川水質の変化を予測するため、1981年12月から1982年12月までの1年間、浚坑・黄浦両ダム地点の河川水質について、主として日本から供与した資機材を用い華東勘测设计院により測定が行われた。測定頻度は2～3回/月である。

測定結果は表11-2に示す通りであり、黄浦ダムサイトの河川水は表11-3に示す日本の水質基準（河川）に照してもAA級に相当し、極めて清浄である。上流には多くの人口が居住し、耕地が多いにも拘わらず、このように水質が清浄な理由として、次のことが指摘できる。

- 流域の広さおよび豊富な流量に比し、大規模な工場汚濁源がないこと。
- 大規模な家畜飼育や耕地・山林への化学肥料の大量使用がないこと。
- 下水道がなく完全な有機農法が実施されており、汚濁源を外に出さない閉鎖循環系(closed cycle)が形成されていること。
- 河川勾配が緩く河川幅が広いこと、曝気による自浄作用が機能していること。

以上の如き水質の現況に対し、本計画の実施により生起する可能性のある水質上の問題点としては、貯水池内に栄養塩類が蓄積され藻類が異常に増殖する富栄養化現象あるいは逆の貧栄養化現象。貯水池に温度層が形成され中下層の冷水を放流する水温問題。洪水時に貯水池へ流入する濁水中の懸濁物が沈降せず洪水後も長期にわたり濁水を放流する濁水の長期化現象等が考えられる。

(i) 富栄養化現象

富栄養化現象については温帯の湖を対象とした坂本の分類および Vollemer 等の分類があり、いずれも流入塩類の量と貯水池の交換率を基に富栄養化現象の有無を推定することとしている。まず坂本の分類によれば次表のようである。

貯水池規模	栄養塩負荷量		
	小	中	大
$\alpha \leq 30$	A ~ B	B ~ C	C
$30 < \alpha \leq 100$	A ~ B	A ~ B	A ~ B
$\alpha > 100$	A	A	A

但し、 α ：池水の年間交換回数の指標（年間総流入量／貯水池総容量）

A：問題の発生する恐れがほとんどない

B：ある程度問題の生ずる恐れがある

C：問題の生ずる恐れがある

栄養塩負荷量：次表により大・中・小を判定する。

栄養状態	全窒素 (mg/L)	全磷 (mg/L)	栄養塩負荷量
貧栄養	0.02 ~ 0.2	0.002 ~ 0.02	小
中栄養	0.1 ~ 0.7	0.01 ~ 0.03	中
富栄養	0.5 ~ 1.3	0.01 ~ 0.09	大

黄瀬ダムサイトの全窒素および全磷の測定値は付録 11-2 に示すとおり測定誤差のため過大となっていると考えられるので、次表の如く日本で通常用いられている「山地流出の排出量原単位」から求める。

項 目	単 位	全窒素	全 磷	BOD	COD	備 考
排出量原単位	kg/ha年	243.8	21.5	307.3	1,363	C.A = 13,445 kg Q = 141.1 億m ³ /年
平均濃度	mg/L	0.23	0.020	0.29	1.30	
同測定値(参考)	mg/L	(1.60)	(0.08)	(0.8)	(1.1)	

上記の値によれば栄養塩負荷量は小～中であり、 α の値は年間総流入量 141.1 億 m³貯水池総容量 6.99 億 m³から $\alpha = 20.2$ である。従って本地点の富栄養化現象は B、即ち「ある程度問題の生ずる恐れがある」こととなる。

次に Vollenweider の分類によれば図 11-1 に示すように富栄養と貧栄養の境界を成す Dangerous と Permissible の 2 本の線の中間に位置する。従って坂本の分類と同様、富栄養化現象発現の可能性は半々である。

しかしながら、既設の富春江発電所の例等を総合勘案するならば、本地点における富栄養化現象は恐らくないものと判断される。

なお、新安江発電所で発生しているものと考えられている貧栄養化現象が灌坑計画の場合発生する恐れがあるが、黄浦計画については、貯水池の水深が浅く池水の交換回数も比較的多いので、その可能性は少ないものと考えられる。

(2) 水温問題

日本の場合、通常、貯水池の規模が前記の α の値で 30 以下のものは、夏期における貯水池内温度層の形成により冷水を放流する可能性が高いとされている。本地点では $\alpha = 20.2$ であるが、水深も比較的浅く、夏期における流入量が多いため、温度層は形成しない可能性が高いが、上流灌坑計画の冷水放流が流入した場合の挙動については、定量的解析により推定する必要がある。

冷水放流の影響を最も強く受けるのは前述したアユを初めとする魚類ないし漁業と思われるが、前述の通りこの問題は今後詳細な調査により解決すべきものである。

水温問題は、今後具体的な運用計画が確定した段階で、下流の水温上昇を含め詳細な simulation を実施した上、将来計画を含む下流利水状態を勘案して、仮に必要であれば表面取水設備で対応することも可能である。従って水温問題は本計画に対し決定的悪影響を及ぼさないものと判断される。

(3) 濁水の長期化

日本における経験によれば、水温問題と同じく α の値が 30 以下の場合、洪水時に流入した濁水の懸濁物が温度層との関連で沈降せず、洪水後も長期にわたり濁水を放流する可能性が高いとされている。本地点では $\alpha = 20.2$ であり、その可能性があるが、灌坑計画との関連で今後詳細な定量的解析を行う必要がある。なお、青田下流の温溪から下流は感潮河川であ

って常時濁水状態にあること、当地の習慣として生水を直接飲用には供さないこと等から、濁水の影響が社会的問題となることは少ないものと想定される。濁水の影響は、濁水中の粘土分が石に付着しアユの餌となる藻類の発生を阻害することから、魚類へ及ぶ可能性があるが、今後の詳細な調査により解決すべきものと考えられる。

濁水の長期化問題は水温と同じく今後詳細な simulation を実施した上、下流利水への影響を判断すべきであるが、これが本計画の実施に決定的悪影響を及ぼすことはないものと判断される。

11.3 社会環境

社会環境については、調査団が入手し得た資料が少なく、中国の政治・経済・文化等の社会情勢が急激に変動中であるため、本計画の実施に与える影響を正確に予測評価することは困難である。従ってここでは極く一般的に考察を加えるに止め、最終的な評価は今後の詳細調査以降に委ねることとする。

11.3.1 人 口

1980年の人口および人口密度は、表11-4に示すとおり、雲和県25万人(=91人/㎢)、青田県44万人(=173人/㎢)、麗水県28万人(=180人/㎢)合計98万人(=141人/㎢)であり、浙江省全体の383人/㎢に比し人口密度が低い。しかし、平地が少ない山間地の割合は多いと言える。また1978年から1980年の年平均複利人口増加率は、雲和県1.65%、青田県1.91%、麗水県1.30%、3県全体で1.67%であり同時期の全国平均1.27%に比しいずれも高い。しかし1979年から1980年への伸率は前年より急激に低下しており、人口抑制策の浸透度合を示している。

一方、本計画に伴う水没移転民は58,000人と想定されており、上記3県の人口(1980年で98万人)の5.9%に相当する。この値は上記の3県全体の人口増加率1.67%の3.5年分に等しく、仮に過去の人口増加に何らかの生産性向上で対応し得たとすれば、過去3~4年に払ったと同様の努力により、水没移転および耕地面積減少に対応し得る見通しとなる。ただしこれは、人口面から水没移転を巨視的に見た場合のみ妥当性を有しており、11.3.7に述べるような問題がある。

11.3.2 産業活動

雲和・青田および麗水各県の1980年における産業状況は表11-5に示すとおりである。3県合計の就業人口は30.7万人で、その内訳は工業11%、農業89%となっており、圧倒的な農業地帯である。これに対し生産額は3.0億元で、工業53%、農業47%となり、就業人口1人当り生産額にすれば工業4,800元/人、農業520元/人と9倍の開きがある。これは農業生産額

に自家消費分が含まれていないこともひとつの原因と思われる。3県合計の全人口1人当り生産額は300元/人で、全省平均の720元/人と比較すれば1/2以下と低いが、全国平均の1人当り平均国民所得347元/人(1979年)から見れば、農業地帯としてはむしろ恵まれていると言える。

表11-5によれば雲和県、麗水県、青田県の順に林業の比率が高く、3県合計では全農業生産額の9.2%を占め、全国平均の3.1%と比較しても高い値を示している。副業はそのほとんどが人民公社の「隊営工業」によるものと推定され、青田県の30.6%のように工業生産高が低い程、副業が多くなる傾向を示している。漁業は瓊江が水産資源豊富な河川と言われる割には生産額が低く、3県合計では0.15%で全国平均の1.3%よりかなり低い。このように本地域の農業構造は山地が多いことを反映して林業および副業の比率が高く、漁業は意外に低調である。

雲和・青田両県と麗水県の生産性(就業人口1人当り生産額)を比較すると、農業については前者の473元/人に対し、後者が613元/人と約1.3倍なのに対し、工業は前者の3,300元/人に対し後者が7,100元/人と倍以上の開きがある。このことは、本計画に伴う水没移転が雲和・青田両県から麗水県へ向うとした場合、生産性の良い工業部門へ直接または間接的に移動することが望ましいことを示唆している。

11.3.3 交 通

本計画地点周辺の交通の現況は、瓊江左岸に沿う麗水と温州を結ぶ主要幹線である自動車道路と小溪右岸沿いに澧坑ダムサイト経由で白岩(北山)に至る道路および瓊江本流および小溪の舟運・流筏並びに渡し場(人渡)が主たるものである。上記の内、麗水と温州を結ぶ道路の交通量は表11-6に示すとおりであり、道路状況は2車線一部簡易舗装で、急峻な地形が多いため線形が未整備な上、法面の崩落が多い。

本計画が上記の交通の現況に与える影響は次の通りである。道路については水没範囲が付替えられ、結果的に改良がなされるものと考えられる。その範囲は、最低でも本計画の満水位(標高38m)以下の部分、即ち麗水-温州路線42km以上、白岩路線約20km以上およびその他支流分8km以上で、これらは満水位からの遶正余裕および背水影響を考慮すれば、さらに延長されることとなろう。また舟運・流筏は11.3.6水系利用に述べるとおりであり、渡し場(人渡)については貯水域内(小溪12ヶ所、大溪26ヶ所)および下流のものに関し、それぞれ水没および発電放流の影響があるので、必要な対策を要する。

交通に関しては、道路の付替え等適切な対策が施されることを前提にすれば、本計画が決定的な影響を与えることはないものと考えられる。

11.3.4 公共施設

(1) 教育施設

各県の学校数、学生数および職員数は表 11-7 に示すとおりである。人口あたり小学生数は、雲和・青田両県および麗水県についてそれぞれ 6.4 人および 7.0 人に 1 人でほぼ等しく、全国平均の 6.6 人に 1 人とも等しいが、人口あたり中学生数は同じく 27.3 人および 19.0 人に 1 人と差が見られ、全国平均の 16 人に 1 人にくらべても雲和・青田両県は中学の就学率が低い。これは中国の学制上、中学が初級と高級に分れており、雲和・青田両県では高級中学の定員が少ないこと等の原因があるものと考えられる。

本計画に伴う移転が雲和・青田両県から麗水県へ向う場合、中学校以上への就学機会が増大する可能性があるが、そのためには水没移転人口 58,000 人に対し、少なくとも 8,300 人の小学生および 3,100 人の中学生用の教育施設を設ける必要がある。また、残存地域の教育施設に対する配慮も必要である。

(2) 医療施設

表 11-7 に示すとおり、雲和・青田両県および麗水県の人口当り医師・看護職員数はそれぞれ 433 人および 230 人に 1 人と差があり、病床数もそれぞれ 814 人および 382 人に 1 床で雲和・青田両県の医療水準の遅れが目立っている。

水没移転民に対し麗水県の平均医療水準を提供するためには、医師・看護職員数 250 人、病床数 150 床の規模の医療施設が必要であり、教育施設と同様に残存人口への配慮も必要となる。

11.3.5 土地利用

浙江省は一般に山地が多く、「山 7 水 1 田 2」の常用句で表現されている。甌江流域では表 11-1 に示すように森林 78%, 農地 21% で集落、河川敷等は 1% に過ぎず、浙江省の中では特に森林が多い。農地の内、平均約 1/4 傾斜地が約 3/4 である。灌坑流域を除く黄浦流域でもこの傾向は同様であり、森林 76%, 農地 23% 等となっている。黄浦貯水池区域では河川沿の低標高部のため、集落、河川敷の比率が 15% と多くなり、農地も 49% で森林は 13% となっている。

本計画完成後は黄浦貯水池区域がすべて池となるため、流域の土地利用が変化するが、黄浦貯水池水没面積が、流域面積の 0.5% 程度のため、全体から見ればほとんど影響がない。

これら土地利用の現況および影響に対する評価および対策は 11.3.7 水没移転の項に示す。

11.3.6 水系利用

(1) 漁業

1976 年から 80 年における青田県の漁獲高は約 90t 年でその内アユ（香魚）は 1976 年 51t、1977 年 2.8 t と近年の乱獲および工場汚染で減少している。河ガニは 1980 年で 251~301t、ウナギ 5~10t である。しかしながら雲和・青田および麗水各県の漁業生産高は表 11-5 に

示すとおり、1980年で21万元（自家消費除く）であり、全農業生産額の0.1%と僅くわずかである。また漁業の多くは甌江本流で行われており、11.2.3で述べたアユを除けば、本計画が漁業に及ぼす影響は少ないものと思われる。

なお、本地点において漁業権の設定はないが、漁業は省水産局の統一的指導下であり、本計画の進展に合せ調整が必要となる。現在までのところ、水産局は本計画の実施に基本的反対の意向は見せていない。

(2) 工業用水・生活用水

本地点周辺の工業用水および生活用水の取水状況は工事中のものを含め表11-8に示すとおりである。

本計画の上流に位置する麗水水道への影響は、当該取水水位が標高47.8mと本計画の満水位より十分高いので、通常の場合、特に問題ないものと考えられる。黄浦貯水池による影響を直接受けると考えられる麗水～黄浦ダム地点間の用水（0.7～0.8万t/日）については、水没移転に直接または間接的に関連するので、水没補償として対策を講ずべきである。

本計画による下流利水に対する量的な問題はない。即ち、青田の水道は夏期最大0.035m³/sの取水量であり、温州の工業・生活用水用に温州市山根で取水する「甌江翻水ポンプ工場」（工事中）でも15m³/sの予定である。一方、本計画完成後の黄浦ダムサイト流量は図11-2に示す通り、湧水量が150m³/s（現状20m³/s）に改善されるので、上記の利水量は十分確保される。同様に取水水位についても問題はない。

次に質的な問題は11.2.4で述べたとおり、水温低下および濁水の長期化の恐れがあるが、上記利水に対し決定的な問題とはならないものと考えられる。

(3) 舟運・流筏

本計画地点では、道路のない場所があることと経済効率の面から、上流域の農・林産物資を下流温州方面へ舟運や筏により、主として人力と風力で運搬するものが多い。

1980年における舟運・流筏量の調査結果を表11-9に示す。これらの値は、現在甌江上流に建設工事中の緊水滩地点の場合の舟運186,000t/年（本地点は約78,000t/年と推定される）および流筏250,000m³/年（本地点は約920,000m³/年と推定される）に比較し、舟運は少いが流筏は多いことが分る。

ダムの完成により、貯水池内の水面が平坦になるため下りの人力運行が困難になるほか、ダム高さが50mと高いので流筏の通過が困難となること、および発電・洪水吐放流によりダム下流の航行に支障を来すこと等の影響が考えられる。従って貯水池末端付近の麗水からのトラック輸送に切替えることも対策のひとつと考えられる。いずれにせよ、舟運・流筏については緊水滩地点の実績を見極めて具体的対策を決定すべきである。

また、工事中の舟運・流筏の確保（仮排水路を利用）および発電放流の影響等についても配慮する必要がある。

現計画では舟運確保のため、最低 $70 \text{ m}^3/\text{s}$ の発電運用を行うこととしている。

(4) 遺跡・文化財

本計画の直接影響範囲にある考古学的・歴史的遺跡および文化財としては、黄浦貯水域内の「石門洞」が唯一のものと考えられる。これは甌江本流株坑付近の右岸に合流する小支流が合流直前で本流の急崖を高度差 120 m の滝となって落下する場所であり、明時代の宰相劉基が文成県（青田県に南隣する県）に読書塾を開く傍ら、避暑地としてここに起居したと言われ、洞窟、観瀑亭、石碑等を有する有名な観光地となっている。

浙江省測繪局作成の 1 万分の 1 航測地形図によれば、石門洞は標高 $30 \sim 50 \text{ m}$ の範囲にあり、黄浦貯水池（満水位標高 38 m ）の影響はまぬがれない。対策としては、貯水池の入江を高さ 20 m 長さ 50 m 程度の堤防で仕切り、内水排除により水没を避ける方法を含め、各種考えられるので、実施に先立ち詳細に検討することが望ましい。

計画の進展に伴い、石門洞を含め歴史的遺跡および文化財に関し専門の研究者による詳細な調査を実施し、必要な対策を講ずべきである。

なお、本計画完成後には温州方面を含む近隣地区の観光施設として活用することが期待される。

(5) 安全性

本計画の発電放流量は最小 $70 \text{ m}^3/\text{s}$ から最大 $1,000 \text{ m}^3/\text{s}$ まで大巾に変化し、原則として毎日ピーク発電運用が行われる。さらに洪水時のゲート放流がなされる場合がある。これらの放流による下流河川水位の変化は、放流条件および河川条件（断面、形状、勾配、感潮等）が詳細に判明した段階で、不定流計算により数値解析し、定量的な影響予測を実施すべきである。

上記の予測結果に基づき、警報体制を整備する等、しかるべき保安対策を講ずべきである。

11.3.7 水没移転

本計画による水没移転人口、水没耕地面積および補償費総額は表 11-10 に示す通りであり、満水位 38 m に対応する数値はそれぞれ $58,000$ 人、 $1,153 \text{ ha}$ および 2.01 億元である。補償物件は、 1980 年時点の、可能性調査としては十分な精度を有する実地調査に基づくものである。補償費用は移転先の土地造成、家屋新設、公共施設建設および周辺整備等の費用ならびに道路付替費用を含み、最近整備された土地収用法等の法令と緊水淹地点の実例を考慮して、華東勘測設計院で算定したものである。

但し上記数値は満水位の標高で水平に算定したものであり、背水影響と冠水確率による補償範囲（中国では一般に住居移転は 20 年確率、耕地は 5 年確率とされている）とした場合、上記数値はさらに増加する傾向にある。

このように大規模な水没移転が実際に可能かどうかは本計画の実現可能性を大きく左右する

ので、補償窓口である省および県等の地方政府との間で事前協議を実施し、移転に係る概略計画を樹立しておくことが望ましい。しかしながら、現在までの所、緊水灘地点その他がそうであったように事前の概略計画は立っていない。

ここで現在までに実施された同種の計画の補償実績を見れば次のようである。新安江発電所（662.3MW、1957年1号機運転開始）の場合、洪水面積580km²に対し20～30万人の水没移転があり、主として隣接する江西省へ代替地を求めたとのことである。また現在工事中の緊水灘地点（200MW）の場合は、水没耕地面積1,120ha、水没移転2.1万人であり、現在、県人民公社等地方機関と水利電力部の間で主として補償条件面の交渉が実施されており、移転先は麗水県の大港頭付近と言われている。

以上に対し本計画（250MW）は洪水面積約49km²、水没耕地面積1,153ha、水没移転5.8万人であって新安江の1/2の発電規模に対し1/3～1/12の補償規模、緊水灘と同程度の発電規模に対し2～3倍の水没移転となっている。また灌坑計画に比し発電規模は小さいが、補償規模はむしろ大きい。従って、本計画にとって水没移転の問題が極めて重要であることが明らかである。

一方中国における計画推進手続として、中央の議決機関で計画の実施が承認され、その決定が地方政府に伝達された後初めて、具体的な補償交渉に入ることとしているため、事前に水没移転概略計画を策定することが難しい情勢にある。

以上の諸点から、本計画に関する水没移転は、従来の実績に沿って進展し得るとの前提条件を置けば、本計画の可能性を決定的に否定するものではないと言える。しかしながら移転先として、貯水池周辺や雲和・青田両県内は収容力に乏しく、麗水周辺の河川沿いの未開拓地が与えられることが予想されるものの、具体的な移転先の目途が立つまでは本計画の可能性に不安定さを残すこととなる。従って可及的速やかに水没移転概略計画を立案し、本計画の可能性を早期に確証する必要がある。

11.4 多目的ダムの効果

上記各項では主として本計画が環境に与える負の影響について述べたが、本項では発電利水目的として設置される灌坑および黄湾ダムがもたらす多目的ダムとしての副次効果について考察する。この効果は本計画が中国の国家基本建設投資の一環として実施される場合に、単に電力設備の増強にと止まらず、治水・利水および地域経済への波及効果を有する社会開発投資の性格を兼ね備えるものとして、投資の優先順位を高めるものである。

11.4.1 治水効果

灌江貯水池は年間流入量38億m³の56%に及ぶ21億m³の有効容量を持ち、洪水を含む流入量を僅力貯留調整するので、結果的に治水効果を有している。一方、黄湾貯水池は年間流入量141

億 m^3 に対し有効容量は1.8億 m^3 で1.3倍と小さく、最も効率の良い発電運用を行う目的で第6章に示す高水位運用とした場合、治水効果はほとんど期待できない。但し、洪水時のピーク流量および発生日時が上流地点における流量観測・ダム操作等から十分正確に予測可能な場合には、黄浦ダムを予備放流し有効容量1.8億 m^3 を使用して下流のピーク洪水量を削減できる可能性がある。

以上のことから、現段階では黄浦計画による治水効果額の算定はせず、滝坑計画報告書において試算した治水効果額3.1億元をもって滝坑・黄浦両計画による治水効果額とみなすものとする。

11.4.2 利水効果

滝坑・黄浦両計画の完成により青田県境付近の流況は現状に対し、図11-2および下表のように改善される。

流 況	現 状 (m^3/s)	調整量 (m^3/s)	完成後 (m^3/s)
35日流量	1,100	-180	920
豊水量(95日流量)	420	50	470
平水量(185日“)	150	100	250
低水量(275日“)	65	135	200
渇水量(355日“)	20	130	150

同地点で最小限必要な利水流量は、黄浦計画の最小放流量として主に舟運の確保のために付与されている70 m^3/s であるが、上表のとおり、両計画により十分確保されている。但し、このことは既に滝坑計画により確保されていたものであり、黄浦計画で新たに付加されるものではない。しかし、黄浦計画により利水補給がより確実になされるので、本計画は滝坑計画の利水効果を補完するものである。

以上から、滝坑計画報告書において試算した利水効果額2.7億元をもって滝坑・黄浦両計画の利水効果額とみなすものとする。

11.4.3 社会経済への波及効果

治水・利水効果以外にも、本計画の建設および運用に伴い、全国レベルおよび地域経済レベルの波及効果が考えられる。

国レベルでは、1単位の電力を得るために投入される化石エネルギーの量が水力発電は火力発電の1/20～1/30と言われており、水力である本地点を開発することにより、国全体のエネルギー効率が改善されること。国内資源である水力を開発することにより、石炭・石油等

を相当分輸出に振向けることが出来、国際収支の改善に寄与すること。○水力発電は初期投資は大きいが運転費用が少ないため発電原価が長期に安定しており、将来の国際的エネルギー価格の上昇に対し極めて有利であること等の効果がある。

地域経済への波及効果としては、○工事の性格上多くの非熟練労働力が必要となり、工事中の雇用機会の増大が期待出来ること。○石材・機械部品等現地調達可能な資機材産業、食糧・衣料等の消費材産業およびこれらの流通業が工事中および運用時に活況を呈するようになること。○工事中の地域経済に対する需要増および技術移転が地域経済の構造を改善すること等の効果が考えられる。

これら国および地域経済への波及効果は、今後計画の進展に応じ、エネルギー分析および産業連関分析等の手法を用い定量的に把握し、政策決定上の判断材料に供すべきである。

11.5 総合評価

黄浦水力発電計画が周辺地域の自然および社会環境に与える影響には上記のとおり各種のものが想定されるが、このうち水没移転、魚類および水質の3件が主要な問題点と考えられる。今回の調査段階で得られた環境の現況に関する基礎資料は必ずしも十分なものではないため、環境に与える影響を正確に予測し難い点がある。しかしながら、現在までに得られた所見を総合するならば、適切な対策を講ずることにより、本計画の実施が環境に対し決定的な悪影響を与え、それが社会的に問題となることは避けられる見通しが強い。一方、浚坑・黄浦西計画の実施が治水・利水面の効果を始め、社会開発投資としての副次効果をもたらすことが認められる。

本計画の今後の進展に合せ、水没移転、魚類および水質を中心にさらに精度を上げた自然および社会環境の現況把握、影響予測および対策措置を実施する必要がある。

11.6 追加調査

本可能性調査終了後、下記のとおり詳細な調査および検討を実施する必要がある。

11.6.1 現況調査

- ① 貴重種を含む計画地点周辺の植生実態調査
- ② 貴重種を含む計画地点周辺の陸生および水生動物実態調査
(特にアユを中心とする魚類の実態調査)
- ③ 計画地点の河川水の水質調査(概観)
(特に微量な窒素および磷の分析)
- ④ 計画地点周辺の遺跡・文化財に関する調査
- ⑤ 計画地点下流域全体の洪水被害調査

⑥ 計画地点下流全体の塩水遡上被害調査

11.6.2 影響予測

- ① 貯水池造成による背水影響を含む水没に伴う動植物および遺跡・文化財に対する影響の予測
- ② 貯水池の運用および放流に伴う水質および下流水位変動の数値予測(simulation)ならびにこれらが自然および社会環境に与える影響の予測
- ③ 本計画の洪水時運用に伴う下流洪水被害軽減額の予測
- ④ 本計画の運用に伴う下流利水効果額の予測
- ⑤ 社会経済への波及効果額の予測

11.6.3 対策措置

- ① 水没移転者および残存者への対策
- ② 貯水池運用および放流に対する利水・舟運・漁獲・漁業および安全面等への対策
- ③ 水没に伴う動植物、遺跡・文化財等への対策
- ④ 工事中の諸対策

図 11-1 Vollenweider のリン負荷と平均水深 / 滞水時間の相関図

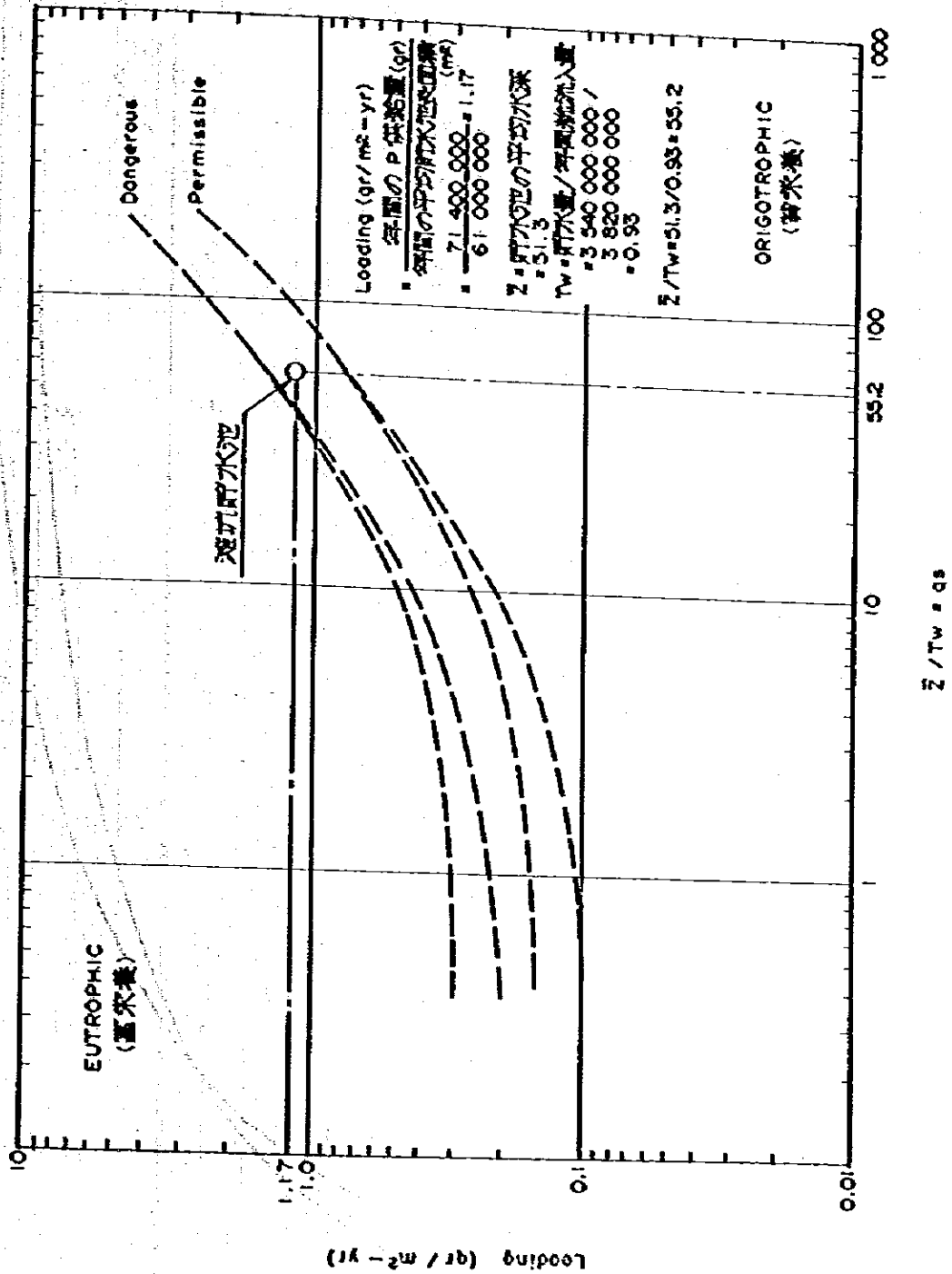


図 11-2 堤抗ダム完成後の流況変化

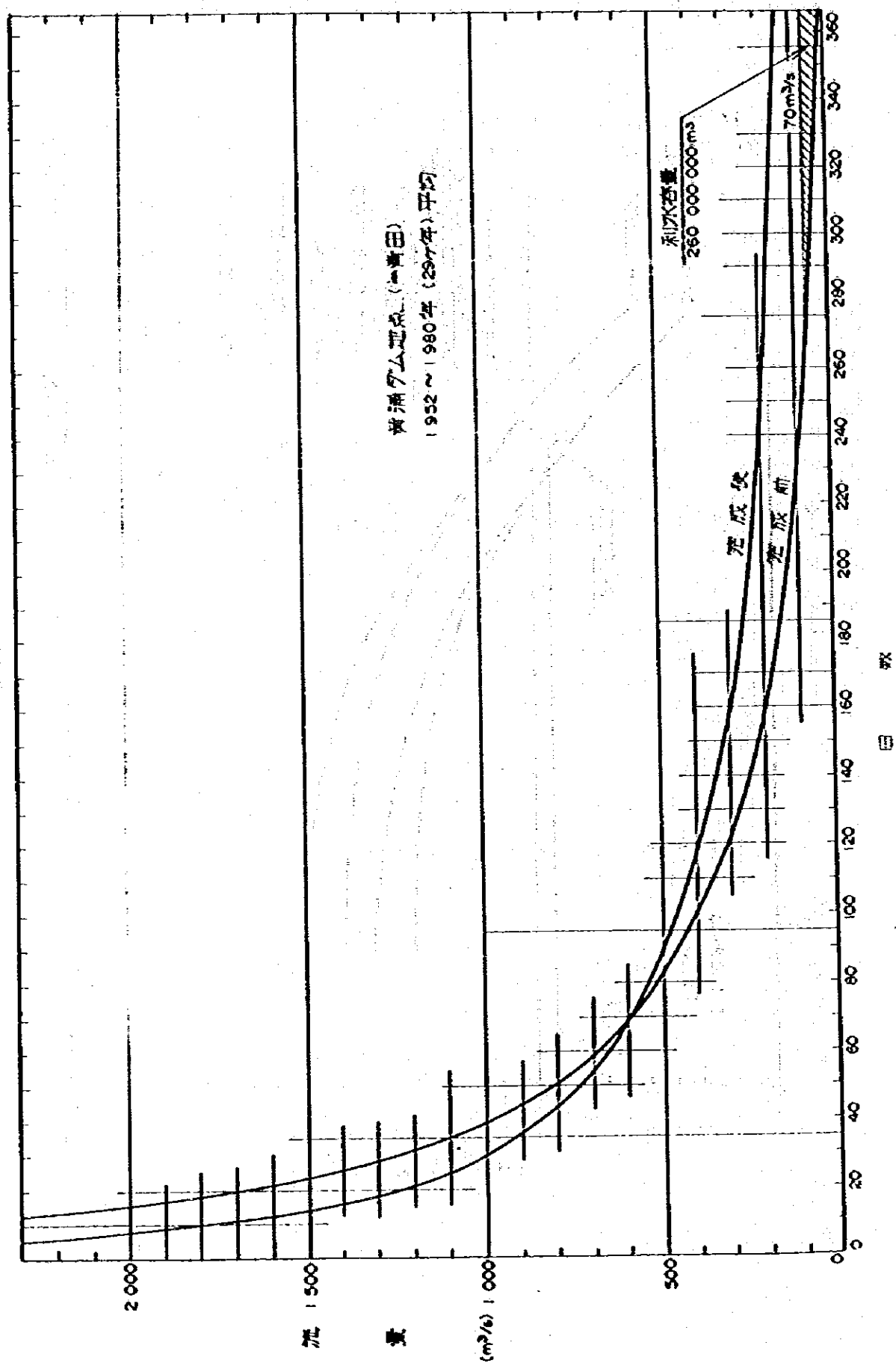


表 11-1 地 表 分 類 (1)

(単位: 千, %)

項 目	甌 江 流 域		黄 浦 流 域		黄浦貯水域 (現 状)
	現 状	完 成 後	現 状	完 成 後	
集 落	83 (0.62)	77 (0.57)	73.9 (0.73)	70.8 (0.70)	3.1 (6.30)
流 水 敷	26 (0.19)	20 (0.15)	21.3 (0.21)	16.8 (0.17)	4.5 (9.14)
河 原	66 (0.49)	50 (0.37)	55.7 (0.55)	44.7 (0.44)	11.0 (22.24)
池	0 (0.00)	119 (0.88)	0.0 (0.00)	49.4 (0.49)	0.0 (0.00)
農 地 (平 地)	725 (5.39)	707 (5.26)	651.0 (6.43)	640.7 (6.33)	10.3 (20.75)
農 地 (傾斜地)	2,060 (15.32)	2,025 (15.06)	1,670.5 (16.50)	1,656.3 (16.36)	14.2 (28.74)
森 林	10,486 (77.99)	10,449 (77.71)	7,651.6 (75.58)	7,645.3 (75.52)	6.3 (12.77)
計	13,445 (100)	13,445 (100)	10,124 (100)	10,124 (100)	49.4 (100)

注1) 上段は面積 ()内は比率を示す。

注2) 「甌江流域」は黄浦計画全流域を示し、その内「完成後」は灌坑・黄湾両計画完成後を示す。「黄浦流域」は「甌江流域」から灌坑計画を差引いたもの示し、その内「完成後」は黄湾計画完成後を示す。

地 表 分 類 (2)

(単位：%)

森 林 の 内 訳	甌江流域	黄浦流域	黄浦貯水域
	(現状)	(現状)	(現状)
樹 木 多	32.1	27.2	0.9
樹 木 少	16.3	17.0	49.0
陰・暗 注)2	30.3	29.6	3.5
陰・明 注)3	21.3	26.3	46.6
計	100	100	100

注)1 地表分類(1)，(2)は人工衛星 LANDSAT の情報を remote sensing 手法により解析したものである。

注)2 太陽光の当たらない陰の部分で比較的暗い部分

注)3 太陽光の当たらない陰の部分で比較的明るい部分

表11-2 水質測定結果

項 目	単 位	澁坑ダム地点		黄浦ダム地点	
		観測値	平 均	観測値	平 均
水 深	m	1.0~2.7	1.8	4.0~10.0	7.0
採水水深	m	0.2~0.6	0.4	0.8~2.0	1.4
気 温	℃	6~31	19.6	4.0~28.5	18.0
水 温	℃	9~29	19.0	7.9~30.5	19.0
濁 度	度	1~49	5.1	1~23	6.0
導 電 率	注)1	20~41	30.0	28~57	40.9
pH	—	7.2~8.4	7.9	6.7~8.6	7.7
BOD	mg/L	0.1~2.5	0.6	0.3~1.6	0.8
COD	mg/L	0.3~2.2	1.1	0.4~2.2	1.1
SS	mg/L	0.2~39	4.6	1.6~18.2	6.3
DO	mg/L	6.9~11	9.2	6.7~11.3	9.0
全 磷	mg/L	0.02~0.16	0.08	0.03~0.15	0.08
全 窒 素	mg/L	1.00~1.85	1.43	1.1~2.16	1.60

注)1 導電率の単位はmicro-mho/cmである。

注)2 測定期間は1981年12月13日~1982年12月3日

注)3 全磷および全窒素の測定値は測定誤差のため過大な値を示している。

表 11-3 日本における水質基準

〔河川に対して〕

水域の種類	AA	A	B	C	D	E
BOD ₅ (mg/L)	1 以下	2 以下	3 以下	5 以下	8 以下	10 以下
DO (mg/L)	7.5 以上		5 以上		2 以上	
SS (mg/L)	25 以下			50 以下	100 以下	注)
pH	6.5 ~ 8.5				6.0 ~ 8.5	

〔天然湖沼および貯水量 1,000 万 m³ 以上の人工湖に対して〕

水域の種類	AA	A	B	C
COD (mg/L)	1 以下	3 以下	5 以下	8 以下
DO (mg/L)	7.5 以上		5 以上	2 以上
SS (mg/L)	1 以下	5 以下	15 以上	注)
pH	6.5 ~ 8.5			6.5 ~ 8.5

注) どみなどの浮遊が認められないこと

表11-4 人口變動狀況

項 目	單 位	雲和縣	青田縣	小 計	麗水縣	合 計
面 積	km ²	2,791	2,567	5,350	1,577	6,935
戶 數	戶	51,696	96,470	148,166	64,269	212,435
人 口	人	244,688	427,801	672,489	275,869	948,358
1978年	人	244,688	427,801	672,489	275,869	948,358
1979年	人	249,050	438,014	687,064	280,158	967,222
1980年	人	252,828	444,306	697,134	283,088	980,222
人口增加率 1978~1979	‰	1.78	2.39	2.17	1.55	1.99
1979~1980	‰	1.52	1.44	1.47	1.05	1.34
注) 1 1978~1980	‰	1.65	1.91	1.82	1.30	1.67
人 口 密 度 1978年	人 / km ²	88	167	126	175	137
1979年	人 / km ²	89	171	128	178	139
1980年	人 / km ²	91	173	130	180	141

注) 1 年平均復利增加率を示す。

注) 2 華東院提出資料H08C-4-4-1より作成

表 11-5 産 業 状 況 (1)

(1980年)

項 目	単 位	雲和県	青田県	小 計	麗水県	合 計
事業所数	ヶ 所	91	384	475	212	687
工 業	"	48	330	378	176	554
農 業	"	43	54	97	36	133
就業人口 ^{注)2}	人	67,024	140,424	207,448	99,352	306,800
工 業	"	6,270	14,100	20,370	12,658	33,028
農 業	"	60,754	126,324	187,078	86,694	273,772
年生産額	万 元	6,885	8,727	15,612	14,361	29,973
工 業	"	3,151	3,603	6,754	9,049	15,803
農 業	"	3,734	5,124	8,858	5,312	14,170
農業 ^{注)3}	"	2,178	2,436	4,614	3,287	7,901
林 業	"	474	329	803	506	1,309
牧 畜 業	"	387	788	1,175	866	2,041
副 業	"	694	1,568	2,262	636	2,898
漁 業	"	1	3	4	17	21
就業人口当り 年 生 産 額	元 / 人	1,027	621	753	1,445	977
工 業	"	5,026	2,555	3,316	7,149	4,785
農 業	"	615	406	473	613	518

注)1 華東院提出資料H08C-4-4-2より作成

注)2 工業には全職員数を含む。農業には労働力(1.0~0.5(14~5才の子供等)を考慮している。

注)3 狭義の農業(種植業)を指す。

産業状況(2)

(単位：%)

地 域	農 業	林 業	牧畜業	副 業	漁 業
雲 和 県	58.3	12.7	10.4	18.6	0.03
青 田 県	47.5	6.4	15.4	30.6	0.06
小 計	52.1	9.1	13.3	25.5	0.05

麗 水 県	61.9	9.5	16.3	12.0	0.32
合 計	55.8	9.2	14.4	20.5	0.15

全国平均(参考)	64.3	3.1	14.2	17.1	1.3
----------	------	-----	------	------	-----

注) 1 華東院提出資料 H08C-4-4-4より作成

注) 2 農業は狭義の農業(種植業)を指す。

注) 3 本表は広義の農業に占める各産業の年生産額の比率を示す。

表 11-6 道 路 公 通 量

区 間	距 離 (Km)	最 大 日 運 輸 量	
		人 (人/24時間)	貨物 (t/24時間)
金 華 ～ 麗 水	122	4,414	3,007
麗 水 ～ 青 田	76	3,144	2,690
青 田 ～ 溫 州	55	3,474	2,440

注)1 華東院提出資料 HO8C-4-4-3 による。

注)2 交通機関は浙江省自動車運輸公司およびその分公司による。

表11-7 教育施設・医療施設

(II) 教育施設

(1980年)

項 目	単 位	震和県	青田県	小 計	巖水県	合 計
大 専						
学 校 数	校	—	—	—	—	—
学 生 数	人	—	—	—	1	1
教 職 員 数	人	—	—	—	772	772
中等専門学校					175	175
学 校 数	校	—	—	—	—	—
学 生 数	人	—	—	—	5	5
教 職 員 数	人	—	—	—	1,708	1,708
農 業 中 学					307	307
学 校 数	校	3	—	3	—	3
学 生 数	人	529	—	529	—	529
教 職 員 数	人	23	—	23	—	23
普 通 中 学						
学 校 数	校	17	62	79	43	122
学 生 数	人	9,577	15,966	25,543	14,928	40,471
人 口 / 学 生 数	人 / 人	26.4	27.8	27.3	19.0	24.2
教 職 員 数	人	465	798	1,263	942	2,205
小 学						
学 校 数	校	920	1,144	2,064	487	2,551
学 生 数	人	38,054	70,240	108,294	40,397	148,691
人 口 / 学 生 数	人 / 人	6.6	6.3	6.4	7.0	6.6
教 職 員 数	人	1,618	2,721	4,339	1,768	6,107
人 口	人	252,828	444,306	697,134	283,088	980,222

注) 専東院提出資料H08C-4-4-3より作成

(2) 医 療 施 設

(1980 年)

項 目	單 位	雲和縣	青田縣	小 計	麗水縣	合 計
醫 師	人	224	260	484	396	880
看 護 職 員	人	587	540	1,127	833	1,960
計	人	811	800	1,611	1,229	2,840
人口/醫師・看護職員	人 / 人	312	555	433	230	345
病 床 數	床	426	430	856	742	1,598
人 口 / 病 床 數	人 / 床	593	1,033	814	382	613
人 口	人	252,828	444,306	697,134	283,088	980,222

注) 華東院提出資料 H08C-4-4-3 1 5 作成

(参考) 全国平均值

人口/醫師看護職員 = 9.8 億人/280 万人 = 350 人/人 (1980 年)

人口/病床數 = 9.7 億人/193 万床 = 500 人/床 (1979 年)

浙江省平均值

人口/病床數 = 3,827 万人/6.9 万床 = 555 人/床 (1980 年)

表 11-8 工業および生活用水

名 称		(1980年)						
単 位	取水河川	取水地点	取水位	供給人口	季 節	取 水 量		
			m	万 人	注) 1	万m ³ /日	m ³ /s	
麗 水 水 道	瓊 江	西山背	47.8	4.6	1	0.8	0.093	
					2	1.0	0.12	
					3	1.1	0.13	
					4	1.0	0.12	
麗水～黄浦ダム地点 (瓊江より取水の主要用水)					1	0.7	0.081	
					2	0.8	0.093	
					3	0.8	0.093	
					4	0.7	0.081	
以上小計					1	1.5	0.17	
					2	1.8	0.21	
					3	1.9	0.22	
					4	1.7	0.20	
青 田 水 道 (黄浦ダム地点下流)	瓊 江	青 田	7.6	2.7	1	0.2	0.023	
					2	0.2	0.023	
					3	0.3	0.035	
					4	0.2	0.023	
温州市水道公司	三溪河	浄水河 蔣家橋	4.8	34.59	1	4.0	0.46	
					2	4.5	0.52	
					3	4.5	0.52	
					4	3.8	0.44	
温州市大規模工場・ 生 活 用 水 量						3.7～ 4.5	0.43～ 0.52	
以上小計 (温州市)						8.2	0.83	
瓊江翻水ポンプ場 (工事中)	瓊 江	温州市 山 根				129.6	15	

注) 1 季節 1 (=1～3月), 2 (=4～6月), 3 (=7～9月), 4 (=10～12月)

注) 2 華東院提出資料 H08C-4-4-3より作成

表 11-9 舟運および流筏量

(黄浦ダムサイト 1980年)

	1～3月	4～6月	7～9月	10～12月	平 均
人員輸送 (人/日)	240	160	160	140	175
貨物輸送 (t/日)					
上り	59	52	75	37	56
下り	349	527	304	313	373
木材流筏 (m ³ /日)	2,687	3,576	2,311	716	2,323
竹 流 筏 (本/日)	4,600	2,900	1,800	1,500	2,700

注)1 最大日運輸量を示し、各値は同時に発生するとは限らない。

注)2 最大舟型 12t級であり、長さ 15.8m、巾 3.1m、深さ 1.05m

注)3 華東院提出資料 HO8C-4-4-4 より作成

注)4 貨物舟運の年間量は上表の最大量の平均値から

$$1/2 \times (56 + 373) \times 365 \text{ 日} \approx 78,000 \text{ t/年}$$

同じく木材および竹の流筏の年間量は竹 1本当り 1 m³と仮定すれば

$$1/2 \times (2,323 + 2,700) \times 365 \text{ 日} \approx 920,000 \text{ m}^3/\text{年} \text{ と推定される。}$$

表 11-10 水位別水没補償物件および補償費

水 位	移転人口	耕地面積	補 償 費	補償費／移転人口
m	人	ha	万元	元／人
35	49,200	987	17,100	3,480
38	58,000	1,153	20,100	3,470
40	68,600	1,380	22,900	3,340

注) 華東院提出資料 H09C-4-6 より作成

表 11-11 青田県洪水被害実績

項 目	単 位	1952年7月20日	1962年9月6日	1969年9月28日
洪水ピーク流量	m ³ /s	20,400	16,100	15,800
工業損失額	万元	(42) 注)1	21.2	(16) 注)2
農業損失額	万元	(59)	(28)	(23)
計	万元	101	49	39
冠水農地面積	ha	3,730	1,770	1,430
損失食糧	t	1,400	670	540

注)1 1952年および1969年の工業損失額は無統計のため、1962年の値に対し冠水農地面積の比で推定した。

注)2 農業損失額は損失食糧に対し、米の1979年公定小売価格0.42元/kgを乗じて推定した。

注)3 華東院提出資料 H09C-4-7 より作成

第12章 經濟評估・財務分析

第12章 経済評価 財務分析

12.1 経済評価

(i) 評価方法

水力開発計画の経済評価は、当該計画の着工時点から発電所の運転終期に到るまでの全ての費用の現在価値換算された累積額を、それと同等の用役を提供する火力発電計画の総費用の現在価値換算された累積額と比較することによって行なわれる。この場合、現在価値換算された火力発電計画の総費用は、これに対応する水力開発計画の“費用”に対して“便益”と称され、次の2通りの係数が算出されることとなる。

- 便益と費用のそれぞれの現在価値換算額が等しくなるような等価割引率（所謂、経済的内部収益率—IRR）

- 基準として設定された割引率の下における便益／費用比率

発電計画等の実施に要する費用は主として公共財政の支出に依存するものであり、発現する効果は公共の福祉や国家経済の発展に寄与するものであるから、これら計画の経済性評価のために用いられる割引率（数値的には利子率と同じ）は単なる商業的利率を引用したものでなく、社会的観点に立ったもの—社会的時間選好率（社会的割引率）—でなければならず、このような割引率は、各国それぞれの事情に応じて政府の社会政策や将来の経済発展の見通し等に基づいて独自に決定されるべきものとされている。現在、このような社会的割引率として、年率10%を適用している国が多いが中国では具体的な数値は公表されていない。従って、本計画の経済評価においては、内貨に対しては利率3%とし、外貨に対しては政府借款（利率2～4.5%）または輸出入銀行の融資（利率9%程度）あるいは両者の協調融資ができるものとの予定のもとに年率5%の割引率を適用するほか、国際的な参考基準として年率10%の割引率を考えるととする。

(ii) 前提条件

経済評価は以下の前提条件の下に行なわれる。

- (i) 建設費、運転維持費、燃料費等は、全て1982年価格とし、これに基づいて経済評価を行なう。

- (ii) 上記分析の精足として、次の各場合についての感度分析を行なう。

- 黄浦計画の建設費を増減各10%とした場合
- 燃料費の増減を年率各1%とした場合

- (iii) 耐用年数は水力50年、火力25年とする。

- (iv) 現在価値換算は、建設費見積年である1982年初とする。

- (v) 電気機器の取替え（代替火力発電所については発電所全体）は、運転開始後25年目に完了するものとする。取替期間は黄浦計画5年間、代替火力4年間である。

(3) 諸元係数

経済評価のための、黄浦および代替火力の諸元、係数は次表に示すとおりである。

項 目	黄 浦	代替火力
黄浦保証尖頭出力	193 MW	
設備出力	250 MW	230 MW 注1)
年間発電量	846 GWh	939 GWh 注2)
（基本電力量）	(390 GWh)	(433 GWh)
（二次電力量）	(456 GWh)	(506 GWh)
所内消費率		
KW消費率	0.3 %	7.5 %
KWh消費率	0.3 %	9.0 %
送電損失率		
KW損失率	3.2 %	3.0 %
KWh損失率	1.7 %	3.0 %
事 故 率	0.5 %	4.0 %
補 修 率	2.0 %	8.0 %
代替火力燃料費		
基本電力量		0.0506 元 / kWh
二次電力量		0.0406 元 / kWh

注1) kW調整率：

$$\frac{\text{黄 浦 } (1-0.003)(1-0.005)(1-0.02)(1-0.032)}{\text{代替火力 } (1-0.075)(1-0.04)(1-0.08)(1-0.03)} = 1.1875$$

$$\text{代替火力設備出力：} 193 \text{ MW} \times 1.1875 = 230 \text{ MW}$$

注2) kWh調整率：

$$\frac{\text{黄 浦 } (1-0.003)(1-0.017)}{\text{代替火力 } (1-0.09)(1-0.03)} = 1.1103$$

$$\text{代替火力発電量} : 846 \text{ GWh} \times 1.1103 = 939 \text{ GWh}$$

$$\text{基本電力量：} 939 \text{ GWh} \times 390 / 846 = 433 \text{ GWh}$$

$$\text{二次電力量：} 939 \text{ GWh} \times 456 / 846 = 506 \text{ GWh}$$

(4) 黄浦計画および代替火力の総費用

(i) 経済評価に用いられる工事費は、水力、火力とも輸入税や建中利子を含まない採工事費でなければならない。黄浦計画の建設期間中の年度別工事費と、その中に占める電気機器

の費用は以下のとおりである。

年	年度別工事費	単位：10 ⁶ 元
		(内、電気機器)
1994	62.7	—
1995	127.8	7.5
1996	149.2	2.2
1997	136.5	34.9
1998	74.0	14.4
1999	59.8	48.3
計	610.0	107.3

また、代替火力の建設単価は、滝坑計画の際1,334元/kWと見積られていた(907×10⁶元/680MW=1,334元/kW)。従って、黄浦代替火力の建設費は次のとおりである。

$$230,000 \text{ kW} \times 1,334 \text{ 元/kW} = 307 \times 10^6 \text{ 元}$$

従って、滝坑代替火力建設費907×10⁶元の年度別支出割合を適用して、黄浦代替火力の年度別支出について以下の結果が得られる。

年 順	滝坑代替火力年度別資金	比率	単位：10 ⁶ 元
			黄浦代替火力
初年度	17	2%	6
2年目	236	26%	80
3年目	521	57%	175
4年目	133	15%	46
計	907	100%	307

(ii) 運転維持費は、建設費に対して水力の場合は1.14%、火力の場合は3%と見積られる。

従って、各発電計画の運転維持費は次のとおりとなる。

$$\text{黄 浦 計 画} : 610 \times 10^6 \text{ 元} \times 0.0114 = 7.0 \times 10^6 \text{ 元}$$

$$\text{代替火力計画} : 307 \times 10^6 \text{ 元} \times 0.03 = 9.2 \times 10^6 \text{ 元}$$

(iii) 代替火力のkWh当りの燃料費は、滝坑計画の報告書に示すように、基本電力量について

0.0506 元、二次電力量について 0.0406 元である。従って、黄浦代替火力の燃料費は次のとおりとなる。

基本電力量燃料費：433 GWh $\times$ 0.0506 元 = 21.9×10^6 元

二次電力量燃料費：506 GWh $\times$ 0.0406 元 = 20.5×10^6 元

計 42.4×10^6 元

(Ⅳ) 電気機器を取替える際、機器すべてを取替える（火力の場合は発電所全体）設備更新ということは現実にはあり得ないが、比較計算の簡単化のため、擁坑計画の場合と同様に、黄浦計画の場合も全て取替えを行なうものとする。電気機器の取替えは、発電所の運転開始後 25 年目に完了するものとし、取替期間は黄浦 5 年間、代替火力 4 年間とする。

(5) 経済的内部収益率 (IRR)

以上の総費用に基いて算出された黄浦計画の経済的内部収益率は次のとおりである。（表 12-1）。

黄浦計画経済的内部収益率：10.2 %

(6) 便益／費用比率 (B/C)

また、算出された黄浦計画の便益／費用比率は以下のとおりである（表 12-1）。

割引率 5 % の場合 1.59

割引率 10 % の場合 1.02

(7) 感度分析

最近における世界経済およびエネルギー市場における非予測性の高まりを考慮し、以下の点について感度分析を行った。結果は図 12-2 および図 12-3 に示すとおりである。

(ⅰ) 黄浦発電所工事費の増減各 10 % の場合の経済計算

(ⅱ) 燃料費の増減各 1 % / 年とした場合の経済計算

(8) 結 論

黄浦計画の経済的内部収益率 10.2 % は社会的割引率のほゞ国際的標準である 10 % を上回るものであって、割引率 5 % および 10 % としたときの便益・費用比 (B/C) は、それぞれ 1.59 および 1.02 である。よって黄浦計画は経済的見地から見て充分な可行性を有する計画であると考えられる。

12.2 財務分析

(ⅰ) 分析の方法

ピーク時の発電原価は、ベース時の発電原価より高い。擁坑計画の場合にならって、黄浦計画の財務分析も、当該発電所の発電原価が、通常の資金の調達条件を前提としても、系統のピーク、ベースの構成比を考慮した系統の売電単価よりもどの程度割安であるかを以下に示し、

これをもって財務分析にかえる。

なお、インフレーションや金利の動向を予測することが困難な経済情勢を考慮し、これらについて若干の感度分析を行う。

(2) 前提条件

- (i) 工事期間中の工事費のエスカレーションは外貨分についてのみ適用し、年率5%とする。
(ii) 建中利子は、外貨分年率9%、内貨分年率3%とし、建設期間中、別途支払われるので単利計算とする。
(iii) 黄浦発電所の運転開始時点におけるエスカレーションおよび建中利子を含む総工事費は以下のとおりである。

外貨分	① 1982年時点工事費	161.0×10^8 元
	② エスカレーション	171.0×10^8 元
	③ 建中利子	77.7×10^8 元
	小 計	409.7×10^8 元
内貨分	④ 1982年時点工事費	449×10^8 元
	⑤ 1982年時点税金	42×10^8 元
	⑥②に対する税金	44.8×10^8 元
	⑦ 建中利子	51.3×10^8 元
	小 計	587.1×10^8 元
総工事費		996.8×10^8 元

- (iv) 工事費は全額融資をうけるものとし、融資条件は以下のとおりとする。

外貨分	金 利	年率 9%
	償還期間	運転開始後 30 年
	償還方法	元利均等払
内貨分	金 利	年率 3%
	償還期間	運転開始後 50 年
	償還方法	元利均等払

- (v) 運転開始後のエスカレーションは考慮しない。運転開始後 25 年目に発生する電気機器の取替費用は、外貨分 213.2×10^8 元、内貨分 3.2×10^8 元、計 216.4×10^8 元を計上し、その耐用年数は 25 年とする。

- (vi) 各年の運転経費（修繕費・人件費）は、総工事費から税金相当分および建中利子を差引いた額（ 781×10^8 元）の 1.14%（ 8.9×10^8 元）とする。

- (vii) 各年の一般管理費は、灌坑計画のそれ（総工事費から税金と建中利子を差引いた額 $1,226 \times 10^8$ 元に対して 3×10^8 元）に比例した額とする。従って $3 \times 10^8 \times 781 / 1,226 = 1.9 \times 10^8$ 元となる。

(3) 50年間平均発電原価

上述の前提条件にもとづき、黄浦発電所の50年間平均発電原価を試算した結果は、表12-2のとおりである。

(4) 評 価

黄浦発電所の発電原価は、表12.2にみるとおり、50年間平均で0.076元/kWhとなる。

これに対して華東系統の1977～1979年の系統内総合売電単価の実績値は、販売電力量1kWhあたり0.072元であり、送電損失率等を9%としてこれを発電端に換算すると、0.066元となる。したがって、仮に系統経費の構成比を発電コスト（配賦率）70%その他のコスト30%として系統全体の平均発電端売電単価を求めると、0.046元/kWhとなる。更にこれを1982年の平均売電単価と見做し、以降年率1%で上昇するものとして、黄浦発電所運転開始50年間について系統の平均売電単価を求めると表12-2に示すように0.071元/kWhとなる。

したがって、上記の売電単価に比べて、黄浦発電所の発電原価0.076元/kWhは割高である。

しかしながら、上記の売電単価をピーク対応部分とベース対応部分にわけて考えるならば、黄浦発電所の発電原価は決して割高ではない。何故なら、系統の50年間平均発電端売電単価0.071元/kWhの構成は次のとおりとなる。

ベース部分 売電単価	◇ 0.059元/kWh
ピーク部分 売電単価	◇ 0.116元/kWh

いま、黄浦発電所の基本電力量390GWh、二次電力量456GWhが上記の売電単価で販売されるものと仮定すると、黄浦発電所のkWh当り売電単価は、以下に示すように0.085元/kWhとなる。

基本電力量	390 GWh	$\times 0.116$ 元/kWh	$= 45.24 \times 10^8$ 元
二次電力量	456 GWh	$\times 0.059$ 元/kWh	$= 26.90 \times 10^8$ 元
計	846 GWh		72.14×10^8 元
黄浦発電所平均売電単価	$\frac{72.14 \times 10^8 \text{ 元}}{846 \text{ GWh}} = 0.085 \text{ 元/kWh}$		

即ち、黄浦発電所の50年間平均発電原価は、同発電所のkWh当り売電単価を約11%
 $(\frac{0.076}{0.085} = 0.89)$ 下廻るものである。

(注) ◇ ベース部分およびピーク部分売電単価

a) 送配計画の報告書に示したように、系統の主力である石炭火力について、ピーク負荷運転時と平均的な設備利用率で運転した場合の発電原価の比は次のとおりである。

ピーク負荷運転時発電原価 0.118元/kWh……………⑤

平均的負荷運転時発電原価 0.060 元/kWh.....⑩

$$\text{従って, } \textcircled{a} / \textcircled{⑩} = \frac{0.118}{0.060} = 1.97$$

b) 系統の 50 年間平均発電端売電単価 (0.071 元/kWh) の構成を, 日電力量比でベース部分 80%, ピーク部分 20%と仮定すると, ベース部分およびピーク部分の売電単価は次式により得られる。

$$0.8x + (0.2 \times 1.97x) = 0.071 \text{ 元/kWh}$$

$$x = 0.059 \text{ 元/kWh} \dots\dots\dots \text{ベース部分売電単価}$$

$$0.059 \times 1.97 = 0.116 \text{ 元/kWh} \dots\dots\dots \text{ピーク部分売電単価}$$

(5) 感度分析

最近の世界経済におけるインフレーションや金利の流動性を考慮し, 前提条件であるエスカレーションおよび金利に変動巾を与えて, 50 年間平均発電原価について感度分析を行った。結果を図 12-4 に示す。

感度分析に用いた変動要素は以下のとおりである。

Case-1 エスカレーション (外貨のみ) 年率 3% の場合

① 外貨分金利年率 3%

② " 6%

③ " 9%

Case-2 エスカレーション (外貨のみ) 年率 5% の場合

④ 外貨分金利年率 3%

⑤ " 6%

⑥ " 9%

Case-3 エスカレーション (外貨のみ) 年率 7% の場合

⑦ 外貨分金利年率 3%

⑧ " 6%

⑨ " 9%

但し, 内貨分エスカレーションは 0%, 金利年率は一律 3% とする。

图 12-1 B/C — 割引率

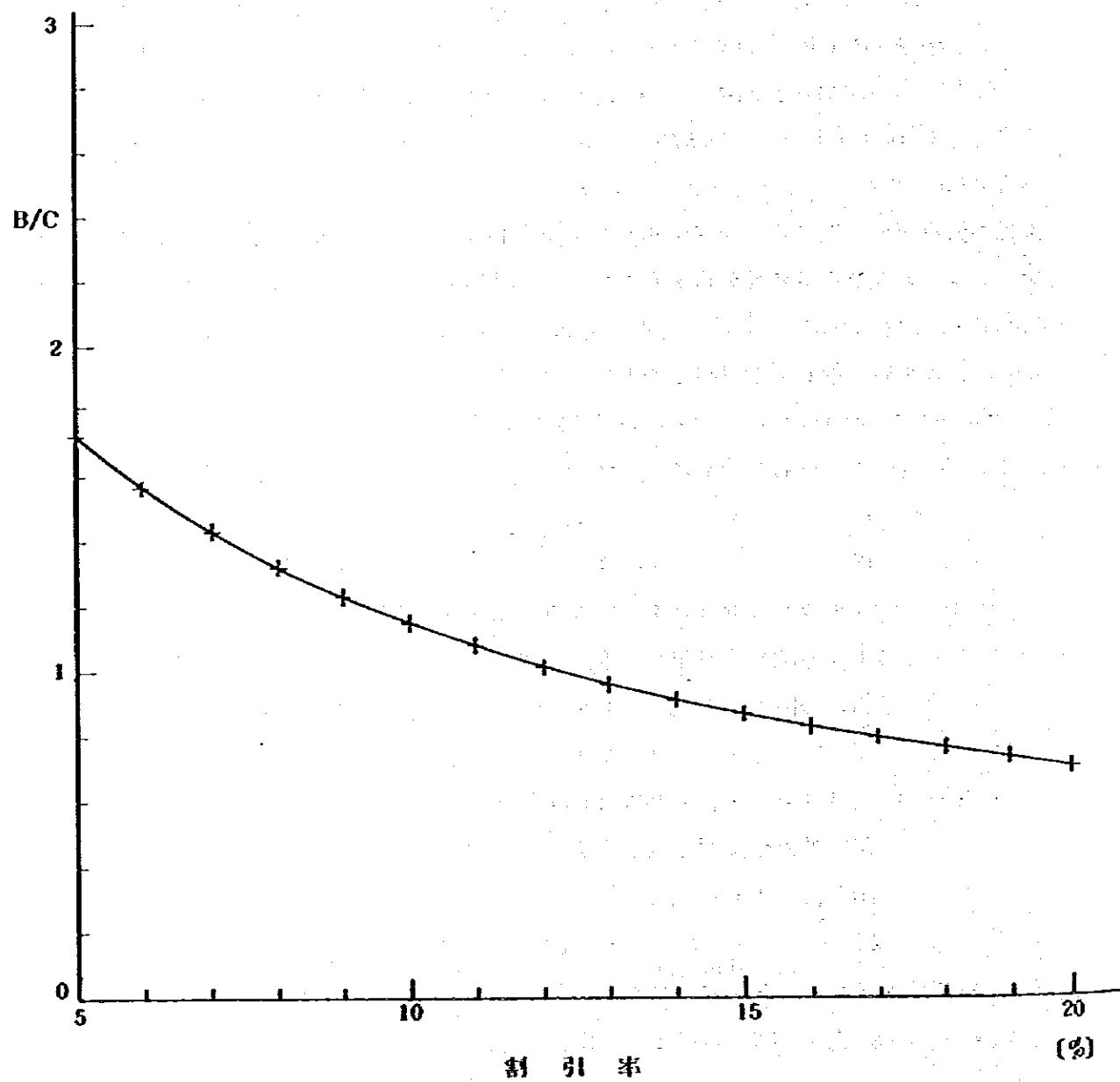
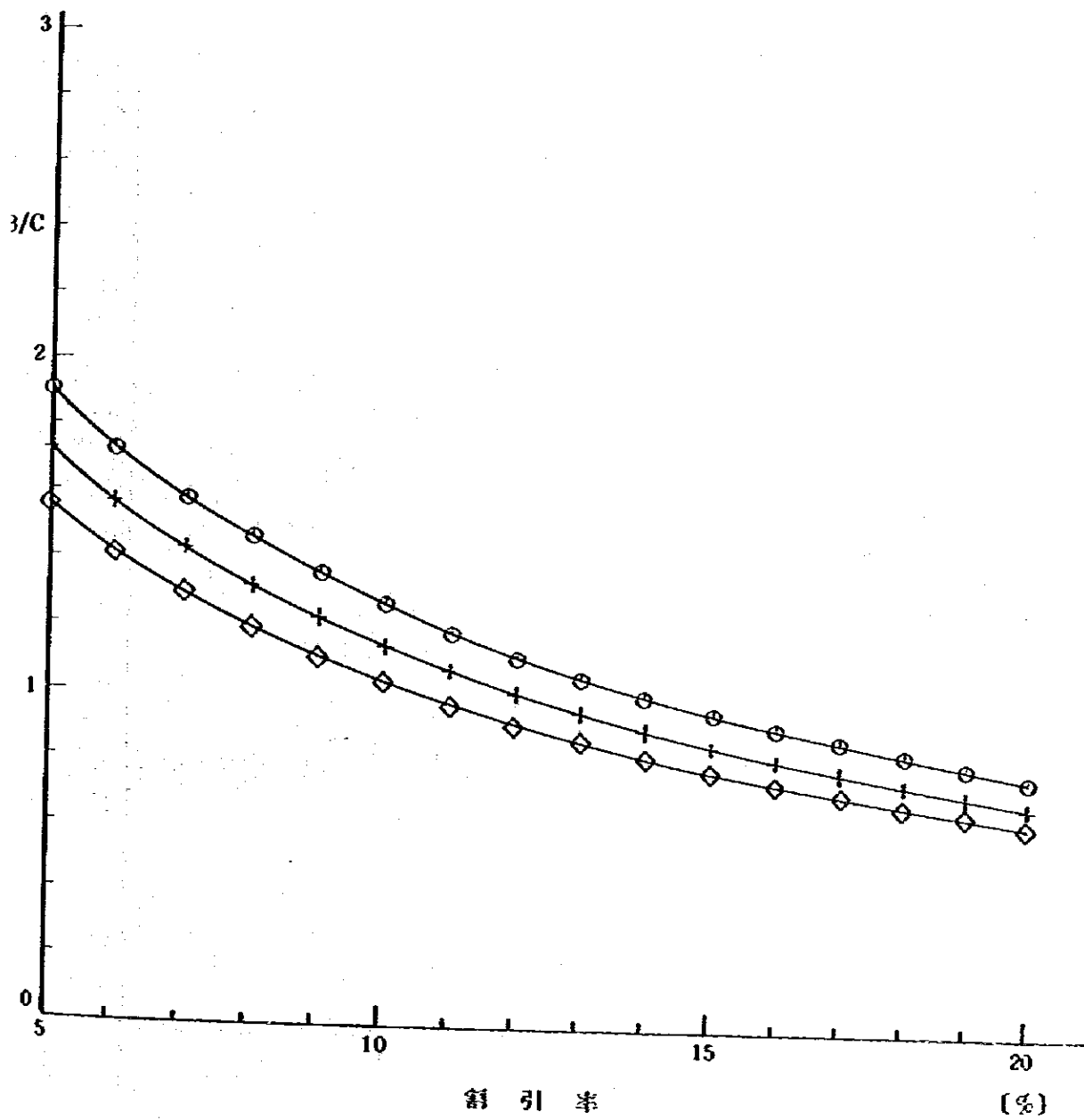


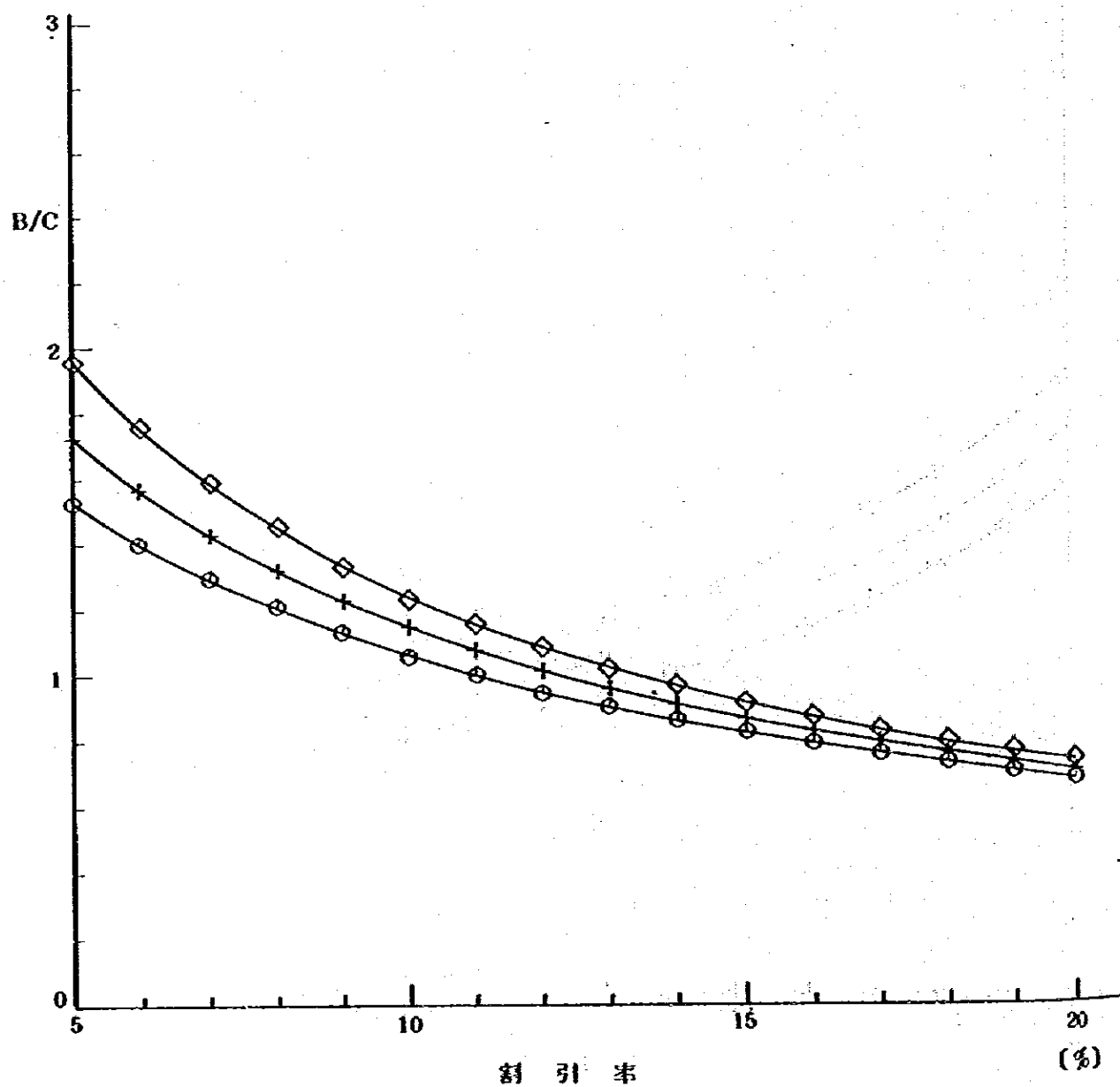
図 12 - 2 黄浦発電所工事費の増減各 10 % の場合の経済計算



—○— MODE 1
 —+— MODE 2
 —◇— MODE 3

	費用	便益 (%)
MODE 1	-10.0	0.0
MODE 2	0.0	0.0
MODE 3	+10.0	0.0

図 12 - 3 燃料費の増減各実質 1 %/年 とした場合の経済計算



—○— MODE 1
—+— MODE 2
—◇— MODE 3

燃 料 費
MODE 1 - 1 %/年 (実質)
MODE 2 0 % 年 (実質)
MODE 3 + 1 % 年 (実質)

図 12-4 黄浦発電所 50 年間平均発電原価

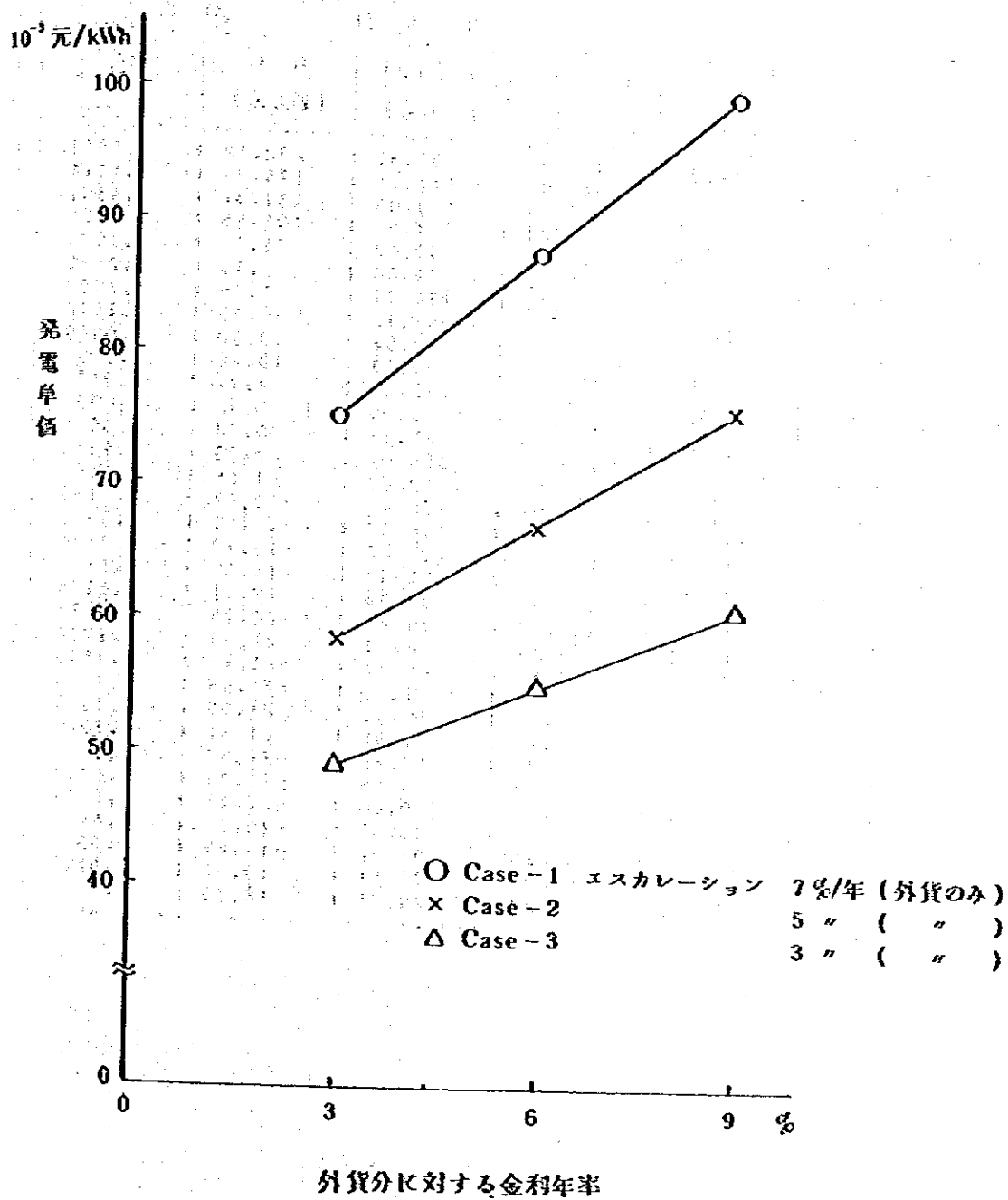


表12-1 内部收益率 (IRR) の計算

割引率 (%)	黄浦総 投資額 (百万元)	代替火力総 投資額 (百万元)	便益 - 費用		分析	
			費用 (C) (百万元)	便益 (B) (百万元)	B - C (百万元)	B / C
5.0	717.30	614.00	373.28	595.41	222.12	1.5951
5.5	717.30	614.00	342.90	518.26	175.36	1.5114
6.0	717.30	614.00	315.69	453.06	137.37	1.4351
6.5	717.30	614.00	291.22	397.68	106.46	1.3656
7.0	717.30	614.00	269.13	350.42	81.29	1.3020
7.5	717.30	614.00	249.12	309.88	60.76	1.2439
8.0	717.30	614.00	230.94	274.97	44.04	1.1907
8.5	717.30	614.00	214.36	244.76	30.40	1.1418
9.0	717.30	614.00	199.22	218.52	19.30	1.0969
9.5	717.30	614.00	185.36	195.63	10.28	1.0554
10.0	717.30	614.00	172.63	175.60	2.97	1.0172
10.2	717.30	614.00	167.84	168.29	0.46	1.0027
10.3	717.30	614.00	165.50	164.78	-0.72	0.9956
10.5	717.30	614.00	160.93	158.01	-2.93	0.9818
11.0	717.30	614.00	150.16	142.50	-7.66	0.9490
11.5	717.30	614.00	140.22	128.79	-11.43	0.9185
12.0	717.30	614.00	131.03	116.63	-14.40	0.8901
12.5	717.30	614.00	122.54	105.82	-16.72	0.8636
13.0	717.30	614.00	114.67	96.18	-18.49	0.8388
13.5	717.30	614.00	107.37	87.56	-19.81	0.8155
14.0	717.30	614.00	100.60	79.84	-20.75	0.7937
14.5	717.30	614.00	94.30	72.91	-21.39	0.7732
15.0	717.30	614.00	88.45	66.68	-21.77	0.7539
15.5	717.30	614.00	83.00	61.05	-21.95	0.7356
16.0	717.30	614.00	77.93	55.98	-21.95	0.7183
16.5	717.30	614.00	73.20	51.38	-21.81	0.7020
17.0	717.30	614.00	68.78	47.22	-21.57	0.6865
17.5	717.30	614.00	64.67	43.44	-21.23	0.6717
18.0	717.30	614.00	60.82	40.00	-20.82	0.6577
18.5	717.30	614.00	57.22	36.87	-20.36	0.6443
19.0	717.30	614.00	53.86	34.02	-19.85	0.6315
19.5	717.30	614.00	50.72	31.41	-19.31	0.6193
20.0	717.30	614.00	47.77	29.03	-18.75	0.6076

● — I.R.R (HYOROPCHER)

表 12-2 黄浦計画の発電原価と平均売電単価

項 目	内 訳	計
黄浦計画総費用 (10 ⁶ 元)		
1) 裸建設費 } (100%償却)	内貨分 535.8 + 外貨分 332.0	= 867.8
2) 建中利子 }	内貨分 51.3 + 外貨分 77.7	= 129.0
3) 運開後支払利息	(裸建設費) (賦金率) (年数) (元本)	
内 貨	$535.8 \times 0.03886 \times 50 - 535.8$	= 505.4
外 貨	$332.0 \times 0.09734 \times 30 - 332.0$	= 637.5
4) 運転維持費	8.9×50 (年)	= 445.0
5) 一般管理費	1.9×50 (年)	= 95.0
6) 電気機器取替費	(賦金率) (年数)	
内 貨	$3.2 \times 0.0574 \times 25$	= 4.6
外 貨	$213.2 \times 0.1018 \times 25$	= 542.6
費用合計		3,226.9
50年間総発電量 (Qwh)	$846 \text{ Qwh} \times 50$ (年)	= 42,300
50年間平均発電原価 (元/kWh)	$3,226.9 \times 10^6 \text{ 元} / 42,300 \text{ Qwh}$	= 0.076
7) 1982 年発電送電電気料金単価 (元/kWh)	(配賦率) (総合損失率) $0.072 \text{ 元/kWh} \times 0.70 \times (1 - 0.09)$	= 0.046
8) 黄浦運開時の同上単価 (元/kWh)	$0.046 \times (1 + 0.01)^{15}$	= 0.055
9) 運開後 50 年間の系統 平均売電単価	$0.055 \times \frac{(1 + 0.01)^{50} - 1}{0.01} \cdot \frac{1}{50}$	= 0.071

—— 付 録 ——

目 次

第3章 水 文	3-1
3.1 河床変動解析	3-1
第4章 地 質	4-1
4.1 ボーリング成果一覧表	4-1
第6章 開発計画	6-1
6.1 電力量計算手法	6-1
6.2 最速計画の電力量計算結果	6-3
6.3 貯水池の背水計算	6-17
第7章 主要構造物	7-1
7.1 黄浦発電所右岸設置案と左岸設置案の比較	7-1
第8章 電気機器	8-1
8.1 発電所主要機器	8-1
8.2 開閉所機器	8-1
第10章 工事工程・施工および工事費	10-1
10.1 準備工事費内訳	10-1
10.2 土木・建築工事費内訳	10-2
10.3 送変電・通信工事費内訳	10-25
第11章 環 境	11-1
第12章 経済評価・財務分析	12-1
12.1 財務的内部収益率	12-1

第3章 水 文

3.1 河床変動解析

ダム築造による影響の評価のため、洪水によって河床にどのような変動を与えるかを河床変動解析によって推定する。

ただし、中国側提供資料には、河床変動実測資料や近傍類似河川の堆砂実測資料がないことから計算条件等の検証が行えない。

そこでダム築造前、ダム築造直後および満砂状態（洪水吐クレストまで堆積した満砂の状態）の三通りについての河床変動の解析結果を比較検討することによって、ダム築造後の河床変動の概略予測および変動傾向の推定を行なう。

その項目としては

- 貯水池上流区域の堆積の傾向
 - ダム築造による河床への影響範囲の推定
 - 堆砂傾向を支配するような大きな河床変動を生じる区間の検討
- などが掲げられる。

3.1.1 河床変動の理論的解析

(1) 河床変動計算法

河床変動理論による一般的な計算法として確立されているものは、流砂の不均衡に基づく断面間の平均的な変動である。

実際の河床変動にはこの他に、定量的な取扱いが困難な砂堆、砂洲の形成・移動による変動や局所的な変動が加わる。

(2) 計算手順

河床変動計算は、不等流計算と流砂量計算を組合せたものである。まず定められた初期河道条件で不等流計算を行ない、各断面の水理量（摩擦速度 U_{*} 、平均流速 u ）を求める。次に適当な流砂量式から各断面毎の流砂量を計算する。そして流砂の連続式からある時間 (ΔT) の河床変動量 (ΔZ) を求める。以下このプロセスを繰り返すことにより任意の時間の変動河床高が得られる。

(3) 河川の流砂量式

流砂量式としては多くの公式がある。しかし実際の河道が流水断面の不規則性や河床土砂の不均一性など複雑な境界条件をもっているため、いずれの公式も運動機構のモデル化ないし次元解析的手法と流砂実測値とを関連づけたものが基礎を成している。

(4) 河床変動計算で考慮すべき事項

実際の河床変動計算では、流砂量の計算に際し常に対象河川の諸状況（河床粒度、上流河道の状況等）や流砂量などの実測資料を検討する必要がある。そして、流砂量式の係数値を定めるなどして精度の向上を図る。

さらに、自然河川の変動実績や貯水池の堆砂こう配等の実測堆砂資料があれば計算条件の妥当性の検証、修正が行え、精度の向上を図ることができる。

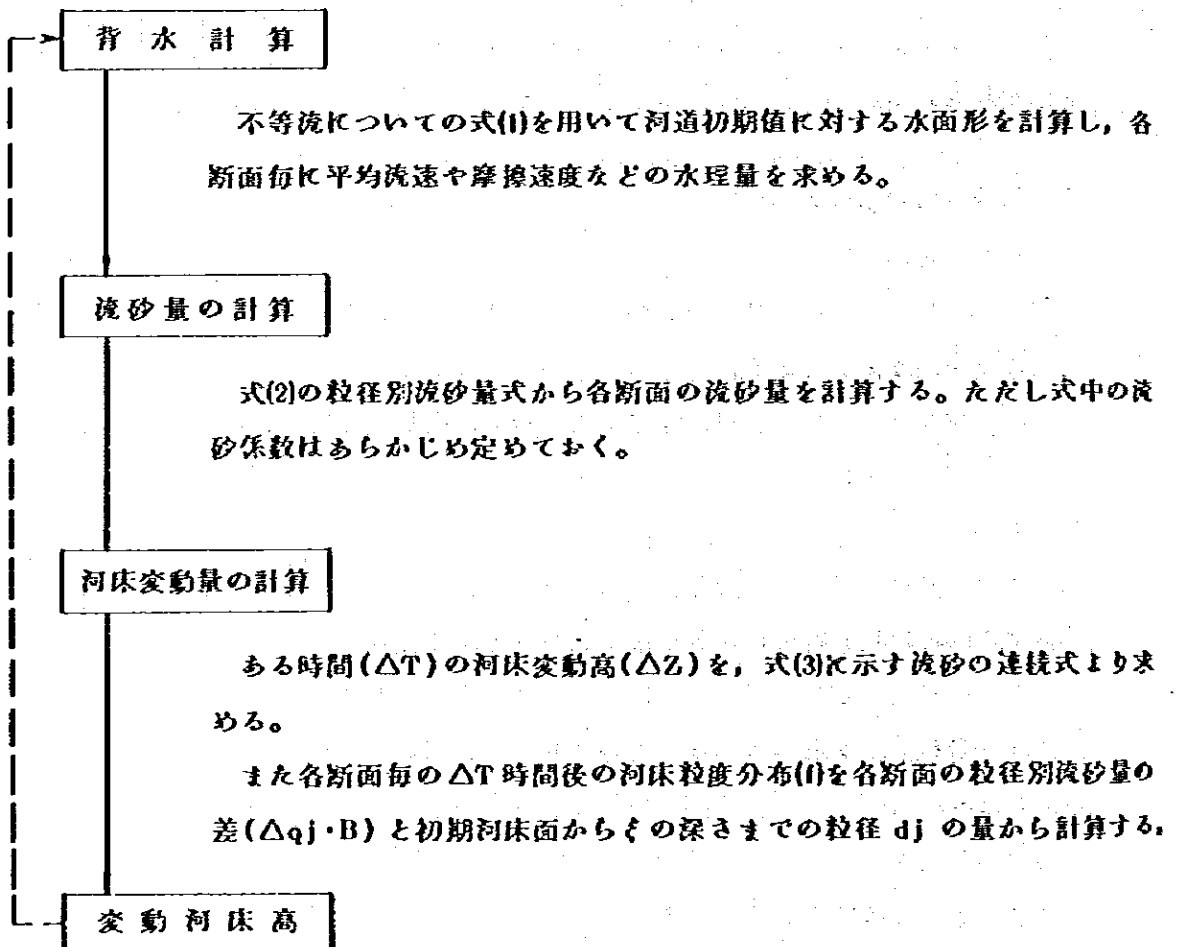
(5) 河床変動計算の目的

河床変動計算は以上のようにいろいろな問題をもっているので、変動の傾向ないし特性を調べたり、河床形状の近似予測を行なうものである。

3.1.2 計算手法

本計算に用いる解析法は、全流砂量の算定のための流砂量式を使い、時間経過による変動した河床の粒度分布変化が考慮されたものである。

計算手順および計算式は、以下の通りである。



初期河床高 Z_0 に上述の ΔZ を加え、 $Z = Z_0 + \Delta Z$ を次のステップの河床高として同様の計算を繰返すことにより、任意時間の変動河床高とその河床粒度を求める。

(注) 洪水によって時間的に変化する各断面の水理量は、不等流の流量を時間的に変化させたものとする。

a. 不等流計算式

$$\Delta H = H_{i+1} - H_i$$

$$= Z_i - Z_{i+1} + \alpha \frac{Q^2}{2g} \left(\frac{1}{A_i^3} - \frac{1}{A_{i+1}^3} \right) - \frac{1}{2} \left(\frac{1}{R_{i+1}^{4/3} A_{i+1}^2} + \frac{1}{R_i^{4/3} A_i^2} \right) n^2 \cdot Q^2 \cdot \Delta L_i$$

ここに(1)

H : 水深

i : 下流端測点よりの断面番号

Z : 河床高

A, R : 流積, 径深

n : manning の粗度係数

$Q, \Delta L$: 流量, 区間距離

b. 流砂量式

$$q_j = 1.4 \cdot \alpha_j \cdot f(d_j) \cdot d_j \cdot U_* \quad \dots\dots\dots(2)$$

ここに

q_j : 粒径 d_j の砂礫の単位時間, 単位幅当たりの流砂量 ($g/sec/cm$)

α_j : 流送土砂礫の粒度およびその補給量に関係し, 実河川資料によって定められる係数で「流砂係数」と呼ぶ。

$f(d_j)$: 粒径 d_j が河床表層に分布する割合

U_* : 摩擦速度 $U_* = \sqrt{g \cdot R \cdot I_e}$ (cm/sec)

g : 重力加速度 R : 径深 I_e : 水流のエネルギー勾配
 $= n^2 u^2 / R^{4/3}$

c. 流砂の連続式

$$\Delta Z / \Delta T + \frac{1}{B(1-\lambda)} \cdot \frac{\Delta(q_T \cdot B)}{\Delta L} = 0 \quad \dots\dots\dots(3)$$

ここに

ΔZ : 流砂の不均衡に基づく区間河床の平均変動高

B : 河床幅

λ : 河床砂礫の空隙率

q_T : 計算断面の単位時間, 単位幅当たりの全流砂量 $q_T = \sum_{j=1}^i q_j$

3.1.3 計算条件

(1) 計算対象区間

- ・対象区間は、中国提供資料による黄浦ダム地点から上流61.6kmまでである。

(図③-1, 表③-1参照)

なお、雨水はダム地点より約65kmに位置するため対象区間には含まれない。

- ・計算に用いる測点数は52である。これは実測河床横断面の断面のうち1976年と1981年に測量された断面で、1957年に測量された断面は除いた。これは測点位置が前者のものと異なり、河床変動傾向を把握することができないとみられるためである。

(2) 洪水波形

- ・想定した洪水波形は、ピーク流量が対数ピアソンⅢ型分布により求めた $19,300\text{ m}^3/\text{s}$ 、 $13,700\text{ m}^3/\text{s}$ の20年および5年確率洪水量の二種類の波形である。
- ・黄浦ダム地点流量の時間変化は、黄浦地点既往最大洪水($Q_{\max}=20,400\text{ m}^3/\text{s}$, 1952年7月)の流量をピーク流量の比率により縮小したものである。(図③-2, 図③-3)
- ・支川流入量は、流域比換算により求める。(図③-4, 表③-2参照)
- ・なお、滝坑ダムの洪水調節効果については考慮しない。
- ・また支川流入量の時間変化は、黄浦地点流量を流域比によって配分したものである。

(3) 下流端測点の水位条件(ダム築造前の場合)

不等流計算に用いる下流端測点の水位は、中国提供資料の黄浦ダム地点河川水位～流量自線とする。

(4) 下流端測点の水位条件(ダム築造後の場合)

不等流計算に用いる下流端測点の水位は、満水位の38mとする。これはほとんどの河床変動が生じる期間が豊水期(3月～9月)であり、貯水池運用の検討の結果、豊水期の水位はほぼ満水位にあることによる。なお満水位38mは経済比較の検討による最適満水位である。

(5) 計算に用いる断面

計算に用いる断面は、台形断面に置換した。その理由は以下の通りである。

- 断面形としては、計算を容易にするため一般には長方形断面が用いられる。しかし、計算対象区間の河川こう配は緩いことや洪水の流量変化が大きいことを考え、水面幅の変化を計算に考慮する必要がある。
- 計算にあたって、河道のわん曲部や河幅の変化が大きい場合などでは、有効通水断面について考慮する必要がある。

(6) 計算に用いる河床表層の粒度分布

黄浦ダム砂礫材料調査(中国提供資料Ⅷ-4)のうち、黄浦ダム上下流5ヶ所の河床砂礫粒度試験結果(表③-3)の平均値を用いる。この平均粒度分布を図③-5に示す。

なお自然河川、および黄浦貯水池のように流入量に比べて貯水容量の小さい「混合型」の

貯水池では、河床変動は wash load によりほとんど影響を受けない。したがって、分布割合の少ない微細粒径は代表粒径に含めない。

計算に用いる粒度分布は、上記の試験結果をもとに次の通りとする。

粒径 d (mm)	0.015	0.03	0.05	0.2	0.8	2	5	8	10	15
分布 f (%)	2	8	10	6	5	10	25	17	8	9

(7) 「流砂係数」値

流量～浮流砂濃度の相関（図③-6）、浮流砂粒度試験結果（表③-4）とその平均粒度分布（図③-7）および上述の河床砂礫の平均粒度分布を用いて、各粒径毎の摩擦速度～流砂係数相関を定める。

(8) 粗度係数

計算に用いる粗度係数は、塔下地点および黄湾ダム地点の河川水位～流量から求めた $n = 0.031$ とする。このときの流量条件は、黄湾地点で各年最大の日流量の 29 ケ年平均 ($Q = 8,100 \text{ m}^3/\text{s}$) である。

3.1.4 計算結果

洪水波形を用いた逐次計算を前述の諸条件ならびに諸計算式により行なった結果は、次の通りである。

○図③-8、図③-9

ダム築造前とダム築造直後における河床変動計算中のピーク流量時の河床高の比較。

○図③-10、図③-11

ダム築造前とダム築造後の流砂状態における河床変動計算中のピーク流量時の河床高の比較。

以上の計算結果の比較を要約すると、次の事項が考察される。

(1) 貯水池上流区域の堆積の傾向

本計算におけるダム築造前後の河床高を比較すると、貯水池末端付近での堆砂面の発達や顕著な堆砂段丘の形成はなく、河床上昇の傾向はみられない。（図③-8～図③-11参照）

(2) ダム築造による河床変動への影響範囲

ダム築造直後および流砂状態のいずれも、ダム上流 45km～50km 付近より上流はダム築造による影響がなく、自然河道とほぼ同様な区間である。

したがってダム築造による河床変動への影響範囲は、ダム地点上流 45km～50km 付近までである。（図③-8～図③-11参照）

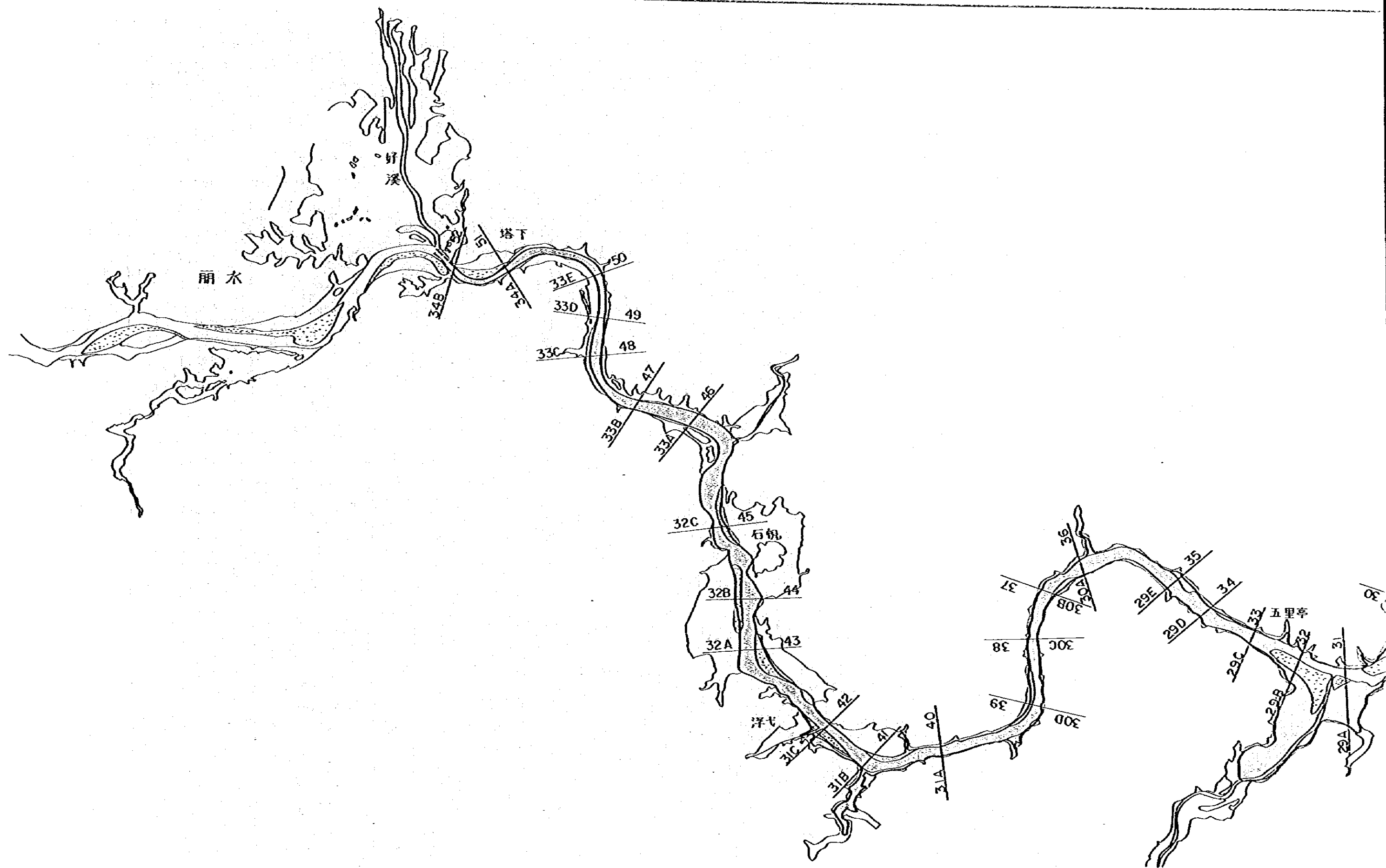
(3) 堆砂傾向に支配的な区間

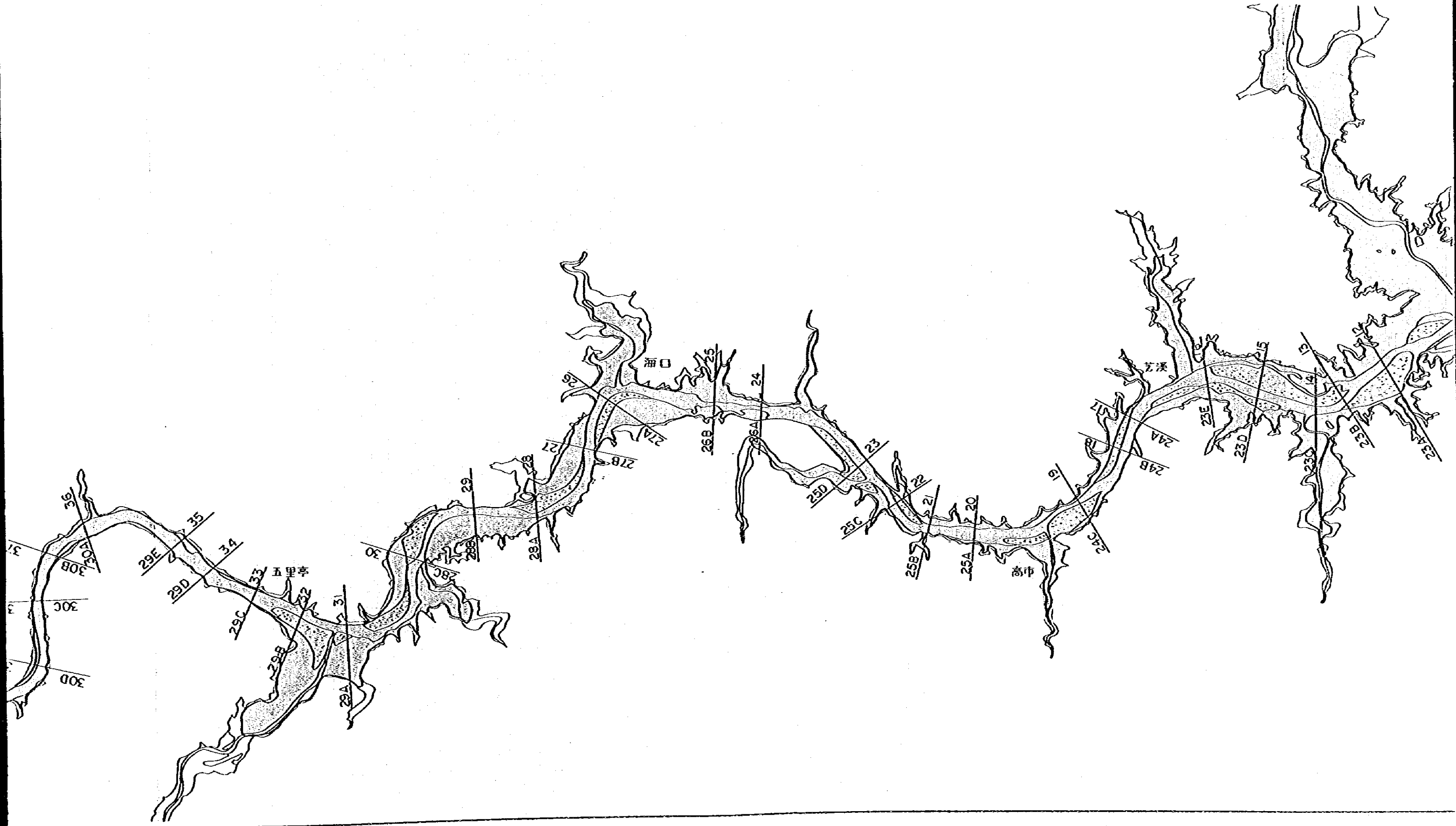
ダム築造前と築造直後の比較(図③-8, 図③-9)によると, ダム地点上流32km~43km付近は, 堆積傾向がみられる。この区間は, ダム築造前と清砂状態の比較(図③-10, 図③-11)でもほぼ同じ変動傾向にあることから, 堆砂傾向に支配的な区間であると考えられる。

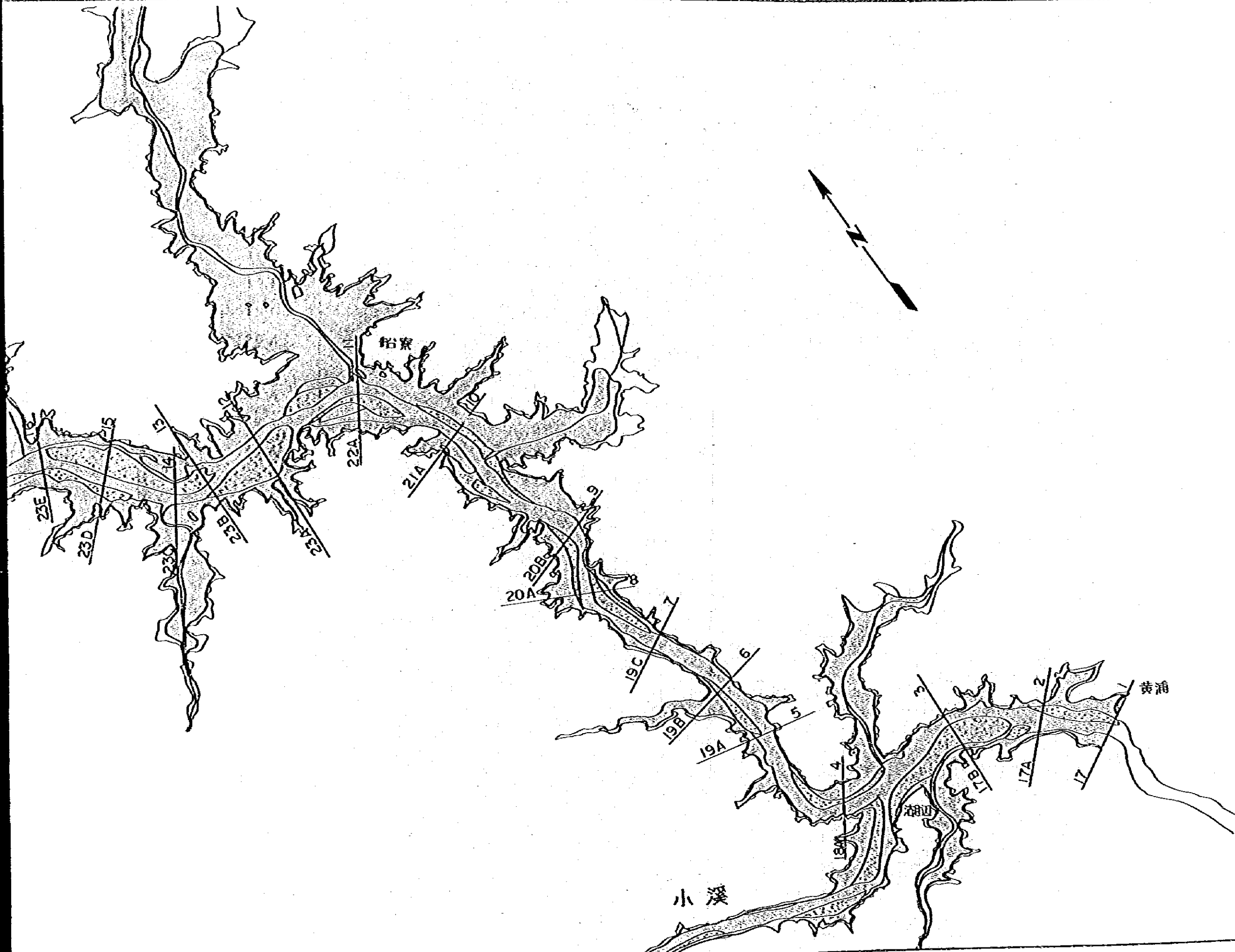
因みにこの区間は, 三角洲を形成するような大きな支川が合流し, 計算対象区間内では比較的河幅の広い区間である。

添 付 図 表

図③-1	黄浦貯水池測点位置図	
表③-1	大溪河川縦断表	
図③-2	黄浦地点 20 年確率洪水波形	
図③-3	同	5 年確率洪水波形
図③-4	黄浦ダム流域分割	
表③-2	大溪確率洪水支川流入量	
表③-3	黄浦ダム砂礫材料試験結果	
図③-5	河床砂礫の平均粒度分布	
図③-6	流量～浮流砂濃度相関（圩仁地点）	
表③-4	浮流砂粒度試験結果（圩仁地点）	
図③-7	浮流砂の平均粒度分布	
図③-8	ダム築造前後の変動河床縦断	20 年確率洪水ピーク時(1)
図③-9	同	5 年確率洪水ピーク時(1)
図③-10	同	20 年確率洪水ピーク時(2)
図③-11	同	5 年確率洪水ピーク時(2)







凡 例

—— 標高 38m
 —— 標高 50m

17 1
 (右岸側) (左岸側)
 ↳ 測点番号
 河床横断面図 (中国提出資料)
 の断面番号

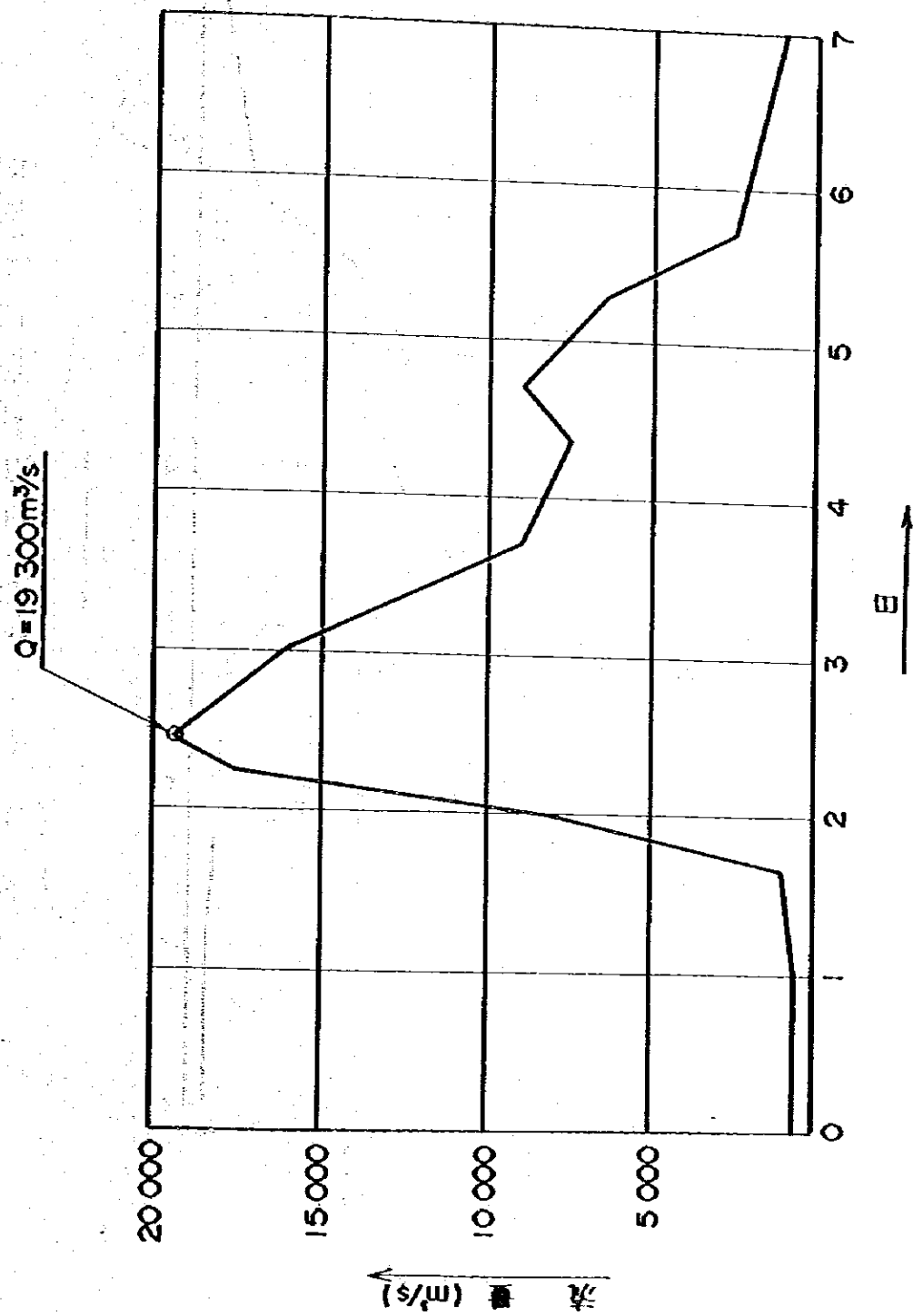
0 3km

瓊江水力発電開発計画	
黄 浦 貯水池	
測 点 位 置 図	
④ ③-1	

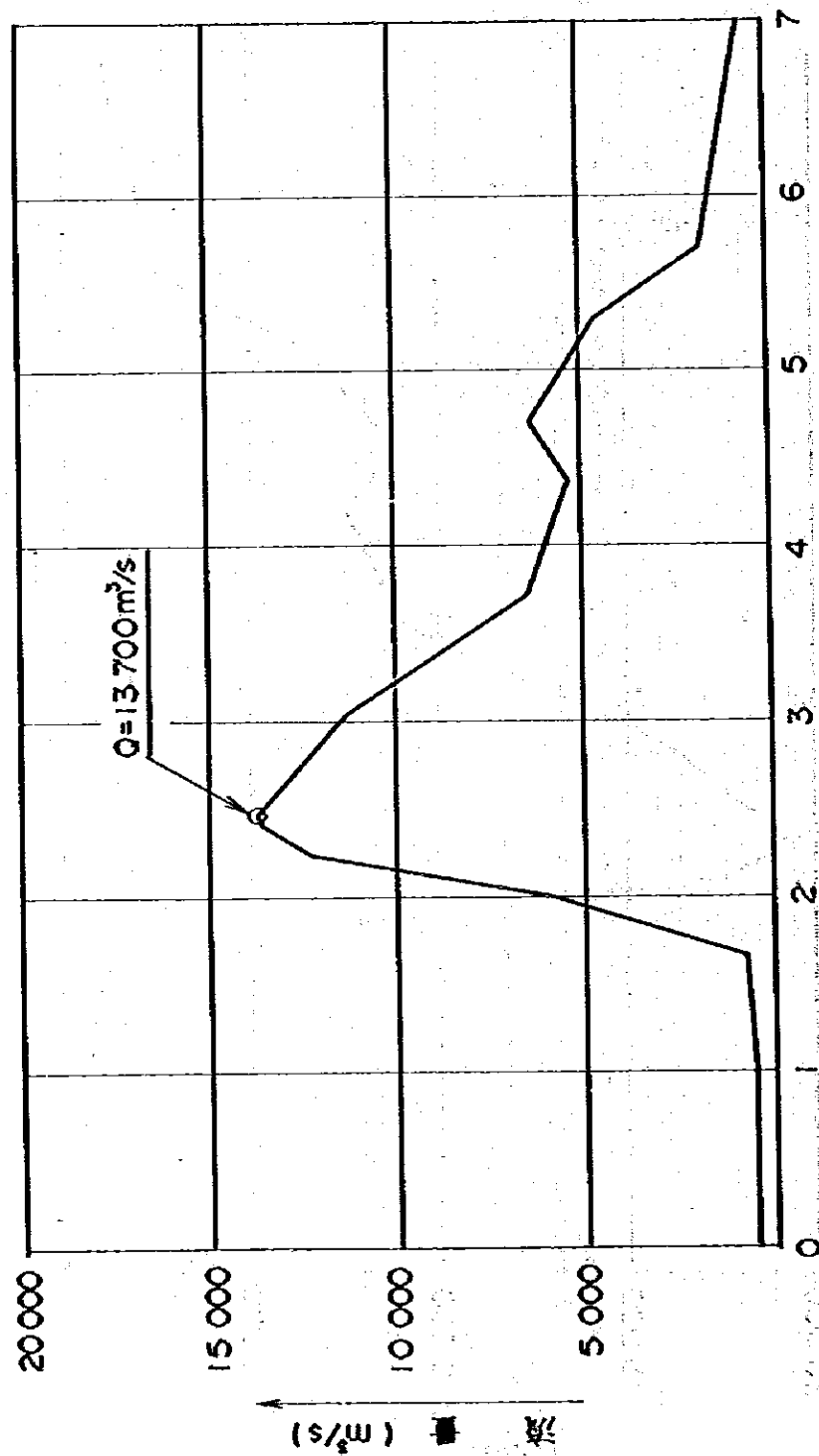
表③--1 大溪河川綫断面表

測点番号	中国資料番号	区間距離 (m)	累加距離 (m)	最深河床高 (m)
1	17	0	0	2.3
2	17 A	880	880	2.3
3	17 B	1,260	2,140	2.4
4	18 A	1,880	4,020	0.7
5	19 A	1,940	5,960	3.7
6	19 B	980	6,940	3.2
7	19 C	1,120	8,060	5.7
8	20 A	1,300	9,360	1.8
9	20 B	960	10,320	7.3
10	21 A	2,180	12,500	9.2
11	22 A	1,400	13,900	5.7
12	23 A	1,720	15,620	12.2
13	23 B	820	16,440	13.3
14	23 C	500	16,940	10.1
15	23 D	1,060	18,000	14.6
16	23 E	840	18,840	8.6
17	24 A	1,420	20,260	10.8
18	24 B	580	20,840	10.4
19	24 C	1,220	22,060	13.8
20	25 A	2,040	24,100	15.8
21	25 B	780	24,880	16.5
22	25 C	740	25,620	18.5
23	25 D	880	26,500	16.4
24	26 A	2,100	28,600	16.7
25	26 B	800	29,400	19.4
26	27 A	1,980	31,380	20.1
27	27 B	920	32,300	19.6
28	28 A	1,600	33,900	20.3
29	28 B	1,000	34,900	16.7
30	28 C	1,280	36,180	24.2

测点番号	中国資料 断面番号	区間距離 (m)	累加距離 (m)	最深河床高 (m)
31	29 A	2,080	38,260	25.1
32	29 B	780	39,040	23.5
33	29 C	840	39,880	23.5
34	29 D	860	40,740	24.1
35	29 E	700	41,440	24.7
36	30 A	1,660	43,100	26.0
37	30 B	740	43,840	24.6
38	30 C	760	44,600	23.0
39	30 D	1,060	45,660	19.0
40	31 A	1,980	47,640	25.4
41	31 B	1,200	48,840	27.2
42	31 C	860	49,700	29.3
43	32 A	1,700	51,400	31.8
44	32 B	820	52,220	31.9
45	32 C	1,300	53,520	28.5
46	33 A	2,120	55,640	33.3
47	33 B	980	56,620	32.6
48	33 C	1,120	57,740	32.8
49	33 D	620	58,360	35.3
50	33 E	700	59,060	32.3
51	34 A	1,640	60,700	33.7
52	34 B	900	61,600	33.6

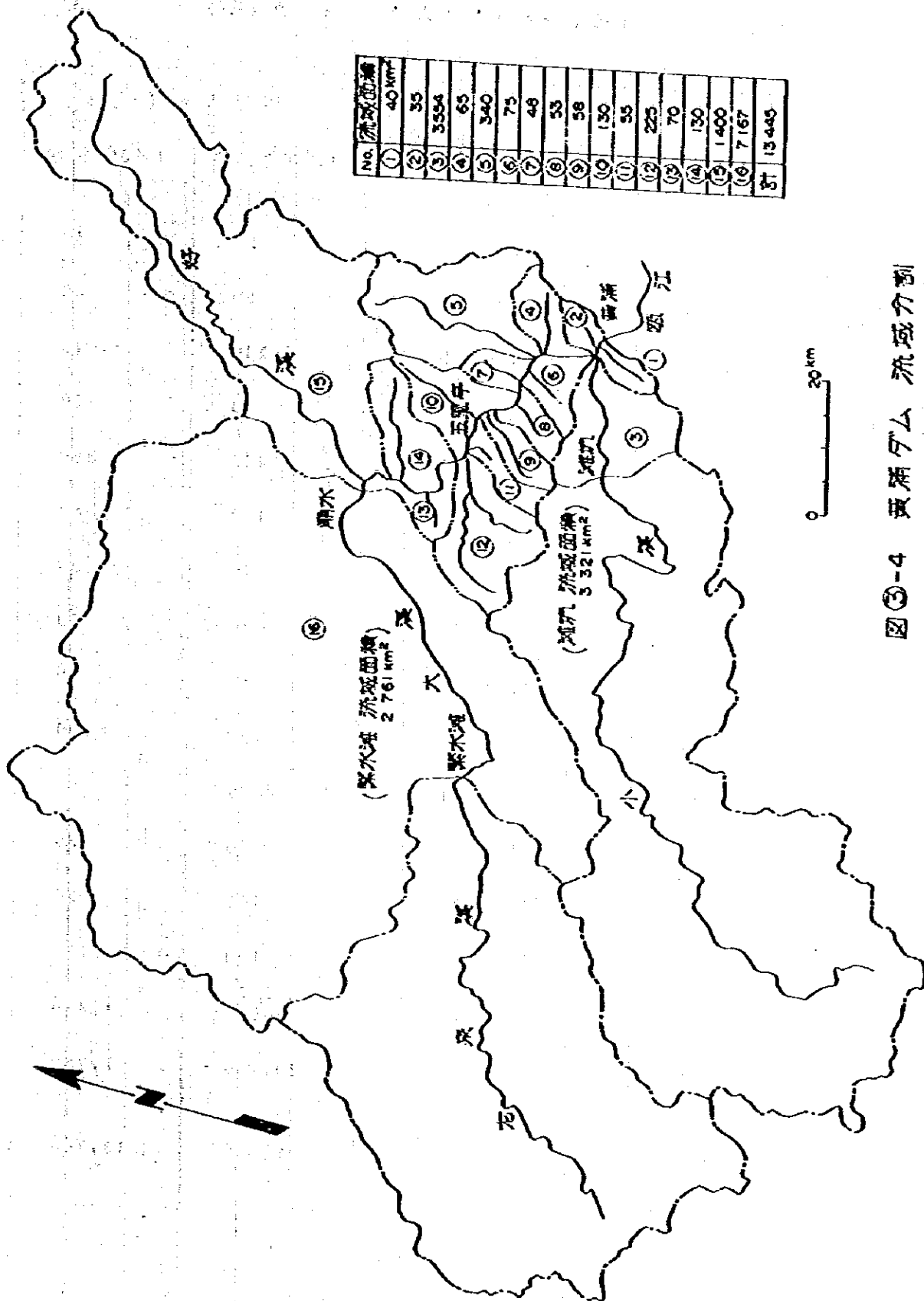


图③-2 黄浦地点 20 年確率洪水波形



目

图③-3 黄浦地点 5年確率洪水波形



No.	流域面积
①	40 km ²
②	35
③	3554
④	65
⑤	340
⑥	75
⑦	48
⑧	53
⑨	58
⑩	130
⑪	55
⑫	225
⑬	70
⑭	130
⑮	1400
⑯	7167
計	13445

图③-4 黄浦大坝流域分割

表③-2 大溪確率洪水支川流入量 —ピーク流量時—

支川No	流域面積 (km ²)	支川合流点	支川流入量 (m ³ /s)	
			1/20年洪水	1/5年洪水
		測点 測点		
①	40	2 ~ 3	60	40
②	35	3 ~ 4	50	40
③	3,554	3 ~ 4	5,140	3,640
④	65	9 ~ 10	90	70
⑤	340	11 ~ 12	490	350
⑥	75	14 ~ 15	110	80
⑦	48	16 ~ 17	70	50
⑧	53	19 ~ 20	80	50
⑨	58	22 ~ 23	80	60
⑩	130	25 ~ 26	190	130
⑪	55	30 ~ 31	80	60
⑫	225	31 ~ 32	320	230
⑬	70	42 ~ 43	100	70
⑭	130	45 ~ 46	190	130
⑮	1,400	52 ~	2,000	1,420
残	7,167	52 ~	10,250	7,280
計	13,445		19,300	13,700

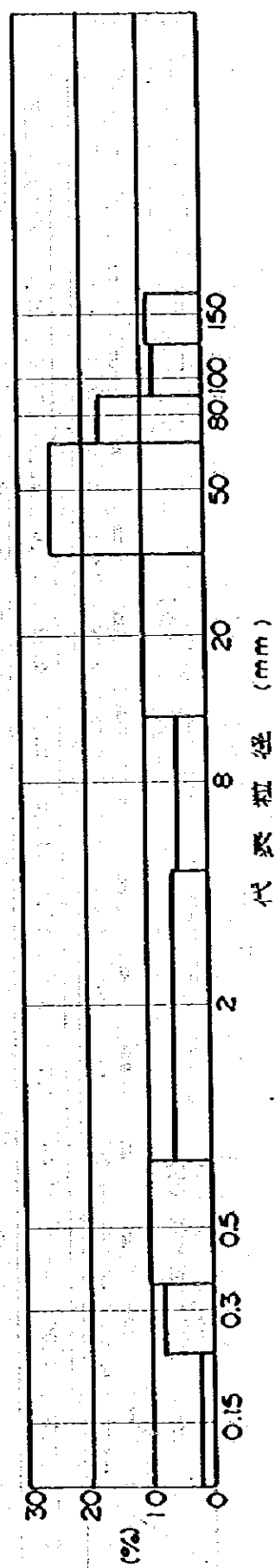
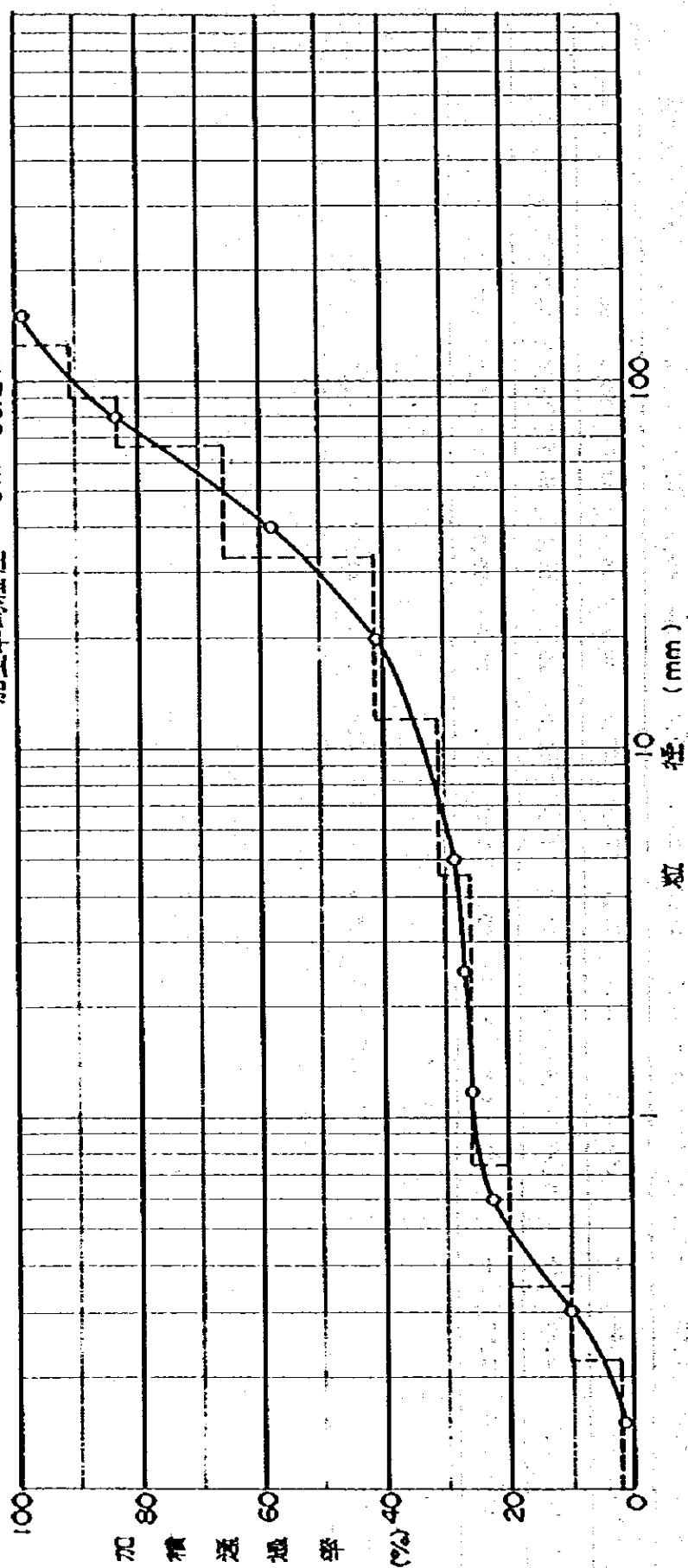
表 3-3 砂 漿 材 料 試 驗 結 果

	比 重		吸 水 率 (%)		粒 度 (%)											配 比
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	
	-4.76	+4.76	-4.76	+4.76	0.149	0.297	0.59	1.19	2.38	4.76	19.1	38.1	76.2	150		
湖 边	2.55	2.56	-	1.46	2.3	8.1	17.6	21.0	22.1	23.8	36.6	52.6	77.6	97.0		砂 4 地 点 上 流
水 南	2.58	2.55	-	1.34	1.5	12.0	24.7	28.2	29.4	31.2	45.0	62.5	85.0	98.6		砂 4 地 点 下 流
東 門 外	2.60	2.54	-	1.45	1.5	11.7	23.4	28.4	29.3	30.9	46.5	63.0	86.3	98.7		" "
前 坡	2.55	2.59	-	1.50	1.9	8.5	15.3	17.6	18.3	19.1	27.6	45.0	79.6	99.7		" "
坪 仁	2.57	2.55	-	1.38	0.8	10.3	29.9	34.7	35.3	36.5	50.2	67.8	89.0	100		" "
平 均					1.6	10.3	22.6	26.0	26.9	28.3	41.2	58.2	83.5	98.8		

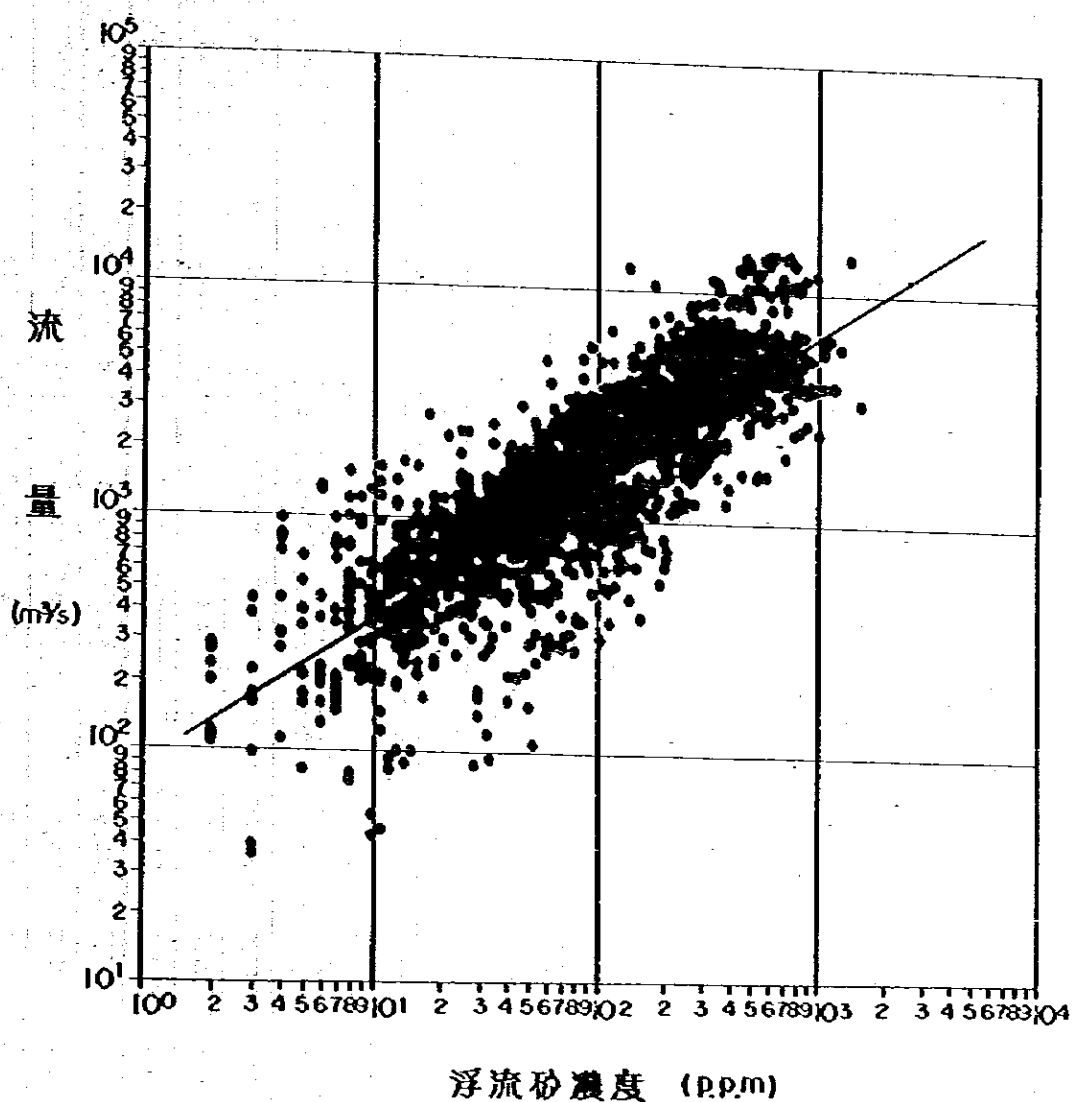
図③-5 河床砂礫の平均粒度分布

・ 黄瀬ダム砂礫材料試験 5 地点の平均

・ 加重平均粒径 $d_m = 50.2 \text{ mm}$



図③-6 坪仁地点流量～浮流砂濃度の相関
(データ使用期間 1957～1960年, 1963～1967年, 1971～1980年)



$$\text{Log}_{10} Q = 0.634 \text{ Log}_{10} C + 1.940$$

$$C = 10^{\frac{1}{0.634} (\text{Log}_{10} Q - 1.940)}$$

Q : 流量 (m³/s)

C : 浮流砂濃度 (P.P.m = g/cm³)

表③—4 河流砂粒度試驗結果（坪仁地点）

測定日	沉量 (m^3/s)	加 級 通 過 率 (%)										50% 粒徑 (mm)	平均 粒徑 (mm)	最大 粒徑 (mm)
		0.005	0.010	0.025	0.050	0.080	0.100	0.250	0.500	0.800	1.00			
1959.5.12	1,300	26.0	33.0	45.2	56.0	66.4	73.0	92.8	99.0	100		0.034		0.580
27	4,890	21.2	25.1	34.0	45.4	58.0	66.5	96.7	99.7	100		0.061		0.570
6.14	3,680	11.2	14.0	20.0	27.6	36.6	44.6	92.4	98.8	100		0.109	0.115	0.64
7. 7	4,900	15.7	18.8	25.6	36.6	46.6	51.8	79.2	97.5	100		0.094	0.146	0.77
9. 5	14,600	12.7	17.5	24.4	31.5	62.0	73.0	97.2	100			0.064		0.293
1960.6.15	10,600	11.7	16.0	26.0	38.0	48.2	55.8	88.5	99.0	100		0.085	0.115	0.56
16	9,300	16.0	21.9	33.2	46.1	58.0	63.7	89.0	99.4	100		0.060	0.103	0.65
1963.9.12	3,840	18.4	21.3	27.6	36.2	48.4	58.0	93.2	99.8	100		0.083	0.099	0.54
	7,820	14.9	18.0	25.6	33.6	42.6	50.0	95.0	99.9	100		0.100	0.100	0.61
	6,390	23.5	27.9	36.0	47.8	57.3	65.6	94.4	99.5	100		0.056	0.086	0.64
1964.5.30	5,630	14.2	21.8	32.0	41.0	56.5	66.0	95.0	100			0.069	0.076	0.422
6.19	5,630	3.5	7.0	12.0	16.8	22.8	33.5	86.8	99.3	100		0.110	0.141	0.537
21	10,700	11.6	16.5	23.3	32.3	42.0	50.4	91.3	99.4	100		0.099	0.109	0.537
1965.4.18	3,340	4.5	11.0	22.0	33.5		59.5	92.0	98.0	100		0.089	0.110	0.863
6.19	5,220	4.0	6.0	10.5	17.5		34.0	79.5	95.5	100		0.149	0.178	0.742
1966.6.17	5,570	3.5	6.3	13.2	21.4		42.2	71.6	92.8	100		0.125	0.184	0.795
9. 8	4,880	4.7	7.3	12.4	21.6		43.9	89.9	99.8	100		0.122	0.132	0.668
1967.6.20	5,260	6.5	11.3	20.3	28.6		76.9	90.2	98.7	100		0.071	0.098	0.64
23	6,220	5.5	9.1	15.2	23.6		57.6	79.7	96.7	100		0.087	0.148	0.77
平均												0.088	0.121	0.62

図③-7 浮流砂の平均粒度分布

- ・ 坪仁地点 粒度試験結果で平均粒径の平均に最も近い試料
- ・ 平均粒径 $d_m = 0.115 \text{ mm}$ 1960.6.15 採取 $Q = 10600 \text{ m}^3/\text{s}$

