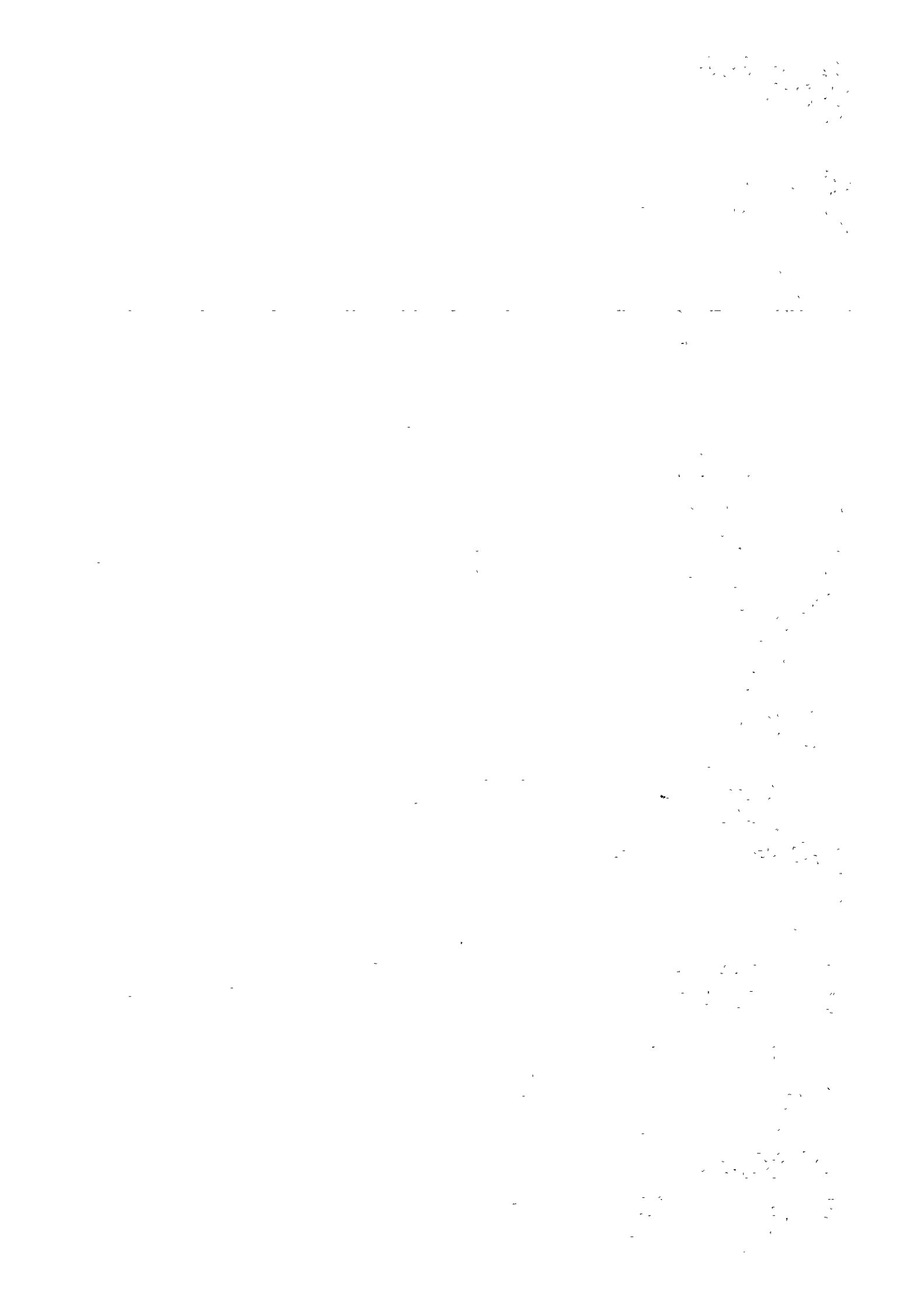


中華人民共和國
五強溪水力發電開發計畫
調查報告書

1980年10月

國際協力事業團

鉦計画
C R (J)
80-126



JICA LIBRARY



1034090[9]

国際協力事業団	
法人 番号	284.38.271
	2105
登録No.	14057
	643
	MPP

ま え が き

日本国政府は、昨年12月大平総理訪中の際、対中国円借款として500億円のプレッジを行った。

本予備調査団は、当該円借款対象プロジェクトの一つである五強溪水力発電所建設計画に関し、プロジェクト借款の前提となるフィージビリティ調査及び基本設計は中国側にて完了済であるが、その技術的・経済的妥当性を確認するとともに、実施工程、工数、所要資金等の検討を行うことを目的とした。

調査団は飯島 滋氏（通商産業省、資源エネルギー庁公益事業部水力課長）を団長とする8名の構成により、昭和55年1月19日から2月4日までの17日間に亘り、本計画に関して主に電力工業部と協議検討を行うとともに、四川省において東方電気工場、都江堰を、又湖南省において五強溪ダムサイト及び柘溪水力発電所の現地調査を行った。

本調査報告書は、現地調査及び収集資料の検討結果をとりまとめ、資料としてすでに中国側で実施済の基本計画書を追加したものであり、今後の調査等に際し有意義なものとなることを期待するものである。

おわりに、調査に際して多大の御協力をいただいた中華人民共和国政府関係者、在中国日本大使館、外務省及び通商産業省の関係各位に対し、心から謝意を表す。

昭和55年10月

目 次

I. 調査団の構成	1
II. 調査日程	2
III. 訪問機関及び内容	3
IV. 調査結果	5
資 料 1	11
(I) 五強溪水力発電事業の概要	12
(II) 五強溪水力発電事業の内訳及び事業費の積算	14
(III) 五強溪水力発電事業借款計画表(案)	16
(IV) 事業費積算の内訳	17



I. 調査団の構成

飯島 滋	団 長	通商産業省・資源エネルギー庁 公益事業部水力課長
松本 好隆	外 交	外務省・経済協力局 開発協力課班長
上金 孝平	技術協力 政 策	通商産業省・通商政策局 経済協力課課長補佐
中原 通夫	資金協力	海外経済協力基金 調査開発部長
佐藤 文三	経済、財務 評 価	海外経済協力基金・調査開発部 開発第2課課長代理
大橋 英雄	業務調整	国際協力事業団・鉱工業計画調査部 鉱工業計画課課長代理
久野 守一	電気機械	電源開発(株)工務部建設室長
篠原 淑郎	建設土木	国際協力事業団・土木設計部長代理

現地にて在中日本大使館から丸山書記官が同行。

II. 調査日程

日順	年月日	曜日	行程	交通手段		宿泊地	調査内容
1	55.1.19	土	東京→北京	CA926	北京	出発	
2	20	日			"	電力工業部とスケジュール打合せ	
3	21	月			"	電力工業部と打合せ, 大使表敬	
4	22	火	北京→成都	CA641	成都	移動	
5	23	水			"	徳陽東方電機工場視察	
6	24	木			"	都江堰かんがい工事視察	
7	25	金	成都→長沙	CA457	長沙	移動	
8	26	土	長沙→桃源	バス	桃源	電力工業部長沙勘测設計院と打合せ	
9	27	日	桃源→五強溪ダムサイト	バス・船	"	五強溪ダムサイト視察	
10	28	月	桃源→拓溪水電発電所→長沙	バス	長沙	拓溪水力発電所視察	
11	29	火	長沙	鉄道	中車	電力工業部長沙勘测設計院と打合せ	
12	30	水	北京		北京	移動	
13	31	木			"	電力工業部と打合せ, 国家基本建設委員会表敬	
14	2.1	金			"	電力工業部と打合せ	
15	2	土	北京→東京(飯島・松本) 上金・大橋	CA925	"	(4名帰国)	
16	3	日			"	"	
17	4	月	北京→東京(篠原 佐藤・久野)	JL782	/	(3名帰国)	

Ⅲ. 訪問機関及び内容

訪問先	訪問目的	会談相手方	調査団 訪問者	会談要旨及び特記事項
電力工業部	五強溪水力発電所開発計画に 関する ① 全体計画 ② 年度別資金、工事量、資 機材の計画の積算について の討議。	李代耕 電力工業部副部長 李 鼎 副部長 游吉寿 計画司副司长 程学敏 外事局総工程師 周玉崑 水電建設総局工程師 他15名	団員全員 在北京大使 館 丸山書記官	円借款の対象としての五強溪水力発電所開 発計画に関し、中国の電力工業部が作成し た計画書等について全体計画の把握、年度 別諸項目の積算根拠について技術的な確認 と費用、単価の妥当性を検討した。
国家開発委員会	鉄道、港灣、水力の三チーム 合同で、胡北一 副主任を表彰	胡北一 副主任（大臣級） 他15名程度	団員全員	円借款を早期に実施するため、2月中に交 換公文を結び、3月中に基金とL/Aを締結 する計画で調査団としても大いに頑張っ てほしい旨強い要望があった。
東方電機工場 (成都市)	中国二大重電機工場を視察 し、技術水準能力等を確認 する。	陶 氏 副所長	団員全員 丸山書記官	30万kWの水車発電機の製造が可能とのこ とで、17万kWの水車発電機を2台製造中 であった。同行専門家の話では、技術水準 は比較的高いもので、稼働率を別にすれば、中 充的な能力があると思われる。しかし、中 国全体の電力開発計画からみれば設備能力 をもっと増大する必要がある。

中国五强溪水力發電予備調查

	1/20(日)	21(月)	23(水)	24(木)	26(土)	27(日)	28(月)	31(木)	2/1(金)
李代耕		電力工業部副部長							
李勳									
游哲存		計画司副局長							
程子斌		外務局總工程師							
孫國祿		外務局院長							
陳龍祥		計画司工程師	◎						
彭光遠		國家基本建設委員會工程師							
周玉崑		電力工業部水電建設總局工程師	◎						
佟仁杰		副署	◎						
胡崇鑾			◎						
丁正伊		伍漢水電所總工程師							
郭弔庭		長							
梁純承		湖南省電力工業局工作人員							
張文能		政府外務部公署課長							
張啓博		建設委員會工程師							
吳仁榮		電力工業部中南勘测設計院副總工程師							
陶煒		電力工業部中南勘测設計院副總工程師							
曹維基		電力工業部計画司副院長	◎						
耿毅		外務局工程師							
陳道周		水電建設總局設計院總工程師							
張壽五									
馮子仁									
譚請勇		第八工程局總工程師							
林祥文									
馮亮奎									
陸真									
真學述			◎						

◎成都勘测設計院總工程師

◎女性

Ⅳ. 調 査 結 果

1. 五強溪プロジェクト開発計画の経緯

五強溪水力発電所は長江の支流、洞庭湖に流入する沅水本流の下流部にあり、常德市の上流130 km、沅陵の下流73 kmに位置する。この地点開発の主目的は発電を主とするが、その外、洪水調節、舟航改善、灌漑等を含む総合開発計画である。

五強溪プロジェクトは、1952年より調査計画を開始し、1956年に沅水流域計画報告書を作成し、この中で五強溪水力発電所を最優先プロジェクトに選定した。次いで、1960年3月水電部および湖南省委員会はダムサイト選定委員会を組織し、場五廟をダムサイトに決定した。1970年10月上流支流の西水に風灘水力発電所の建設が開始されたので、五強溪計画も改変せざるを得なくなった。1975年3月、同上委員会は、ダムサイトに対して再び調査、計画を実施し、場五廟を改めてダムサイトに選定した。

1979年10月電力部第8工程局設計院、すなわち現在の中南勘测設計院は初步設計報告書を提出した。1979年12月電力部及び湖南省はこの審査を完了し、同時に国家基本建設委員会の審査批准を受けた。

審査を受けた現計画の規模および諸元は次のとおりである。

- 1. 設 備 出 力 150 ~ 175 万 kW
- 保 証 出 力 39.3 万 kW
- 年間発生電力量 71 ~ 74.7 億 kWh
- 利 用 時 間 4,730 ~ 4,270 時間

この発電所は、湖南省電力網に投入される予定で、目下の湖南省の電力不足改善に役立つことになる。同時に長江の葛州壩水力発電所(271万kW)を包括する湖北電力網との連繫によって湖北、湖南の電力の有機的配分に大きな役割を果たすことになる。

- 2. ダム正常満水位 EL.120 m
- 総貯水容量 57.4 億 m³
- 洪水調節容量 41 億 m³
- 洪水時制限水位 EL.116 m
- 調節洪水位(制限洪水量 $Q = 18,000 \text{ m}^3/\text{s}$) EL.128.4 m

これによって、尾閘地区の159万亩(10.6万ha)の農地、106万人に対して、5~10年に1回起きている洪水被害を20年1回に軽減することができる。

3. 沅水は湘西地区の水上交通の大動脈で、船舶航行頻度は多い。しかし瀬が多く、また急流部が多いので、洪水期には水上交通は制限を受けている。貯水池造成後は背水は大江口まで達し、その中の瀬、および急流部は全部埋没され航行は自由となる。また下流部の最大洪水流量は $390\text{ m}^3/\text{秒}$ になるので、下流部の航行も大巾に改善される。これらダム上下流の航行改善区間は約 240 km に達する。年間計画船貨運搬量は 250 万 t 、木材 30 万 m^3 で、 500 t 級船舶が航行可能となる。

2. 湖南省電力需給の現状および将来計画

2.1 地区電力事情

1978年末の湖南省地区の 500 kW 以上の発電設備の総容量は 223.97 万 kW で、この内訳は水力 120 万 kW 、火力 103.97 万 kW である。年間発電量は 89.68 億 kWh で、 33.86 億 kWh は水力で、残りの 55.82 億 kWh は火力発電である。最高負荷は 142 万 kW で、主な消費産業は、化学、冶金、機械、石炭等の鉱工業と農業である。

送電系統としては 220 kV 系統 894.3 km 、 110 kV 系統 2833.4 km が敷設されている。

2.2 需電量および負荷予測

湖南省の電力需要の年平均増加率は1958～1965年 31.5% 、1966～1970年 18.1% 、1971～1975年 10.8% 、1976～1980年 9.3% である。これをベースとして今後の伸びは1981～1985年 10.5% 、1986～1990年 9% 、1991～1995年 9% と推定される。

今後の予想負荷および電力量は次表のように見込まれている。

	1980	1985	1990	1995
負 荷 (万 kW)	186	310	490	760
電 力 量 (億 kWh)	106	175	270	420

2.3 電力供給増加計画

水力発電所建設計画は次のとおりである。

1985年以前 馬跡塘(5.4 万 kW)、逢 田(5 万 kW)
東 江(50 万 kW)等

1985～1995年 敷溪口(28 万 kW)、江 垭(26 万 kW)
小東江(3 万 kW)、五強溪(150 万 kW)
凌津灘(19.8 万 kW)、洪 江(10 万 kW)
碗米坂(40 万 kW)等

火力発電所建設増設計画は次のとおりである。

1979～1983年 金竹山増設(25万kW), 鯉魚江増設(15万kW)

1983～1985年 来阻1期(60万kW)

1985～1995年 来阻2期(60万kW)

2.4 電力需給計画

1986年 五強溪2×30万kW運転開始の場合は、湖南省発電設備容量は466万kWとなり、系統需給はバランスがとれるが、五強溪が間に合わない場合は、冬季電力ならびに電力量不足は32.1万kW, 28.8億kWhとなる。

1987年 五強溪3×30万kW運転開始の場合は、湖南省発電設備容量は589万kWとなり、系統需給はバランスがとれるが、五強溪が間に合わない場合は、冬季電力および電力量不足は34.7万kW, 41.2億kWhとなる。

1990年 湖南省発電設備容量は688.7万kWとなるが、これは五強溪が全完成と見た場合で、当該発電所が間に合わない場合は、冬季電力および電力量不足は58.4万kW, 74.2億kWhとなる。

2.5 送電線建設計画

湖南省地区においては、1985～1990年に五強溪(150～175万kW), 来阻(120万kW)の2大水火力発電所の建設が完了する予定である。この場合、送電系統の整備が行われ、送電圧は500kVとする。五強溪水力発電所はこの500kV送電網の中の五強溪—常德—株州(310km), 五強溪—桜邸—株州(340km)の系統に組み入れられるが、この送電網は1990年前後には湖北電力網と連繫され、両省に亘る電力融通を実施する予定である。

3. 全体事業計画

3.1 水文

(1) 水文・気象

沅水は貴州省東南部に発し、常德、徳山漚を経て洞庭湖に流入する全長1,050km, 総落差1,035m, 流域面積90,000km²をもつ洞庭湖4大河川の一つである。ダムサイトは河口上流143kmで、その位置での流域面積は83,800km²で総流域面積の93%を占める。沅水流域は温湿多雨で四季がはっきりしており、年平均気温は14～17°Cで、ダムサイトにおける平均気温は16.1°Cである。

流域内の年平均降水量は1,000～1,730mmで、一般的に上流より下流に向かって増加する傾向をもっている。年平均雨天日数は148～197日である。ダムサイトにおける年平

均降雨量は 1,724 mm で実測最大日降雨量は 191.3 mm である。

流域内には水文気象観測所が多く、その観測年数は長く、資料は比較的整備されている。1924 年から常德において水位観測がなされ、1927 年からは流量観測が始められた。ダムサイト下流および 2.3 km 下流の纜子湾および王象河観測所における 1953～1957 年および 1956～1976 年の水位、流量資料があり、これらの平均流量についての相関関係より、ダムサイトにおける 1925～1976 年の 52 年間の月平均流量が整備されている。

河水は主として降雨によるものであって、年間流入量は 4 月～8 月に集中しており、年流入量の 69.5% がこの期間に流入する。そのうち 5 月が最大で、年平均の 18% を占めている。ダムサイトにおける年平均流量は $2,060 \text{ m}^3/\text{秒}$ 、年流入量 649 億 m^3 で、年平均比流量は 24.6 ㍉/秒/km^2 である。

毎年春の終り頃から、熱帯性低気圧が南中国をおそい始め沅水流域に強い雨をもたらすようになるが、更に熱帯性低気圧が強くなると共に、北方に発生する高気圧によって長江流域で抑止され、梅雨前線を形成して、沅水流域に大雨をもたらす。これは 6、7 月に発生するが、これは雨量強度が大きい。また降雨時間の長い雨を降らせる。これがこの時期の洪水の要因となるが、年最大洪水は主として 4 月～8 月に発生し、9 月以降 3 月までは減水期となる。歴史に残るような洪水は 6 月～7 月に発生しているが、この時期の洪水はピーク流量が大きい多山洪水である。8 月以降のものはピーク流量の小さい一山洪水である。1 回の洪水の平均時間は大洪水で 10～14 日、中洪水で 7～9 日である。

五強溪貯水池は、洪水量に対して容量が小さく、調節能力が不足しているため、ピーク流量および洪水経続時間はダムの安全に重要な影響をおよぼす。従って、沅水洪水特性と尾閘地区の防洪需要の分析を慎重に検討した。ダムサイトにおける設計洪水量の確率を求めるについては、年最大流量と 3 日連続、7 日連続、および 11 日連続流入量をそれぞれ統計的に求めた。

歴史的洪水としては、1766・1834・1878・1911 および 1912 年のものを採用したが、これは数回に亘って実施された。洪水調査および考証作業から実証されたものである。1 例を挙げれば、1766 年の洪水については、沅陵付近の調査から 7ヶ所の石に残った洪水痕跡から求めた。

これらの歴史的洪水および 1925～1976 年の洪水観測データに基づき統計処理をして、ダムサイトの設計洪水量および流入量を得たが、その結果は下表のとおりである。

	確 率	0.01%	0.1%	1%
ダム建設前	洪水量 (m^3 /秒)	60,700	50,600	39,900
	3日間流入量 (億 m^3)	127	104	81
ダム建設後	洪水量 (m^3 /秒)	69,300	57,700	45,600
	3日間流入量 (億 m^3)	133	109.5	85.1

貯水池造成後は、洪水波の伝播速度、流出条件が変わることによって、同じ洪水波が襲来した場合は、造成前に比べて条件が悪くなる。従って、ダムの設計洪水を決定するについては安全側から観て、貯水池造成後のものを採用しなければならない。

また、中国の多くの河川で問題になる流砂については、沅水上流は高山、峡谷が多いが、中下流部はなだらかである上、植生状況が良好であるため、流水の含砂量は少ない。統計的に、平均含砂量は $0.258 \text{ kg}/m^3$ 、平均流砂率 $513 \text{ kg}/\text{秒}$ 、年平均流砂量 $1,620 \text{ 万 t}$ 、比流砂量 $0.0061 \text{ kg}/\text{秒}/\text{km}^2$ である。

3.2 地 質

(1) 流域および貯水池地質

A. 流域地質および地震

流域および貯水池範囲は航空写真、地質調査資料、貯水池の調査資料を含めて、5万分の1の地質平面図を $2,692 \text{ km}^2$ の範囲について作成した。

五強溪貯水池は、沅水に造成されるが、下流部の平坦部は、新華夏系の第1級雪峰構造隆起帯である。南北は雪峰をはさんで、武陵両大複式背斜の間にある。貯水池正常満水位 120 m で湖面面積は 355 km^2 であるが、五強溪溪谷は主として、相対的に不透水性の板溪群の砂質頁岩からなっており、沅麻盆地は、白亜系の赤色礫岩からなっている。貯水池背水末端には古世代及び中世代地層が露頭しているところがある。

流域内には、間欠的な隆起がしばしば発生しているが、新世代には隆起速度は衰弱している。しかしサイト付近には、起震源または誘発地震を起し易い地質構造は発見されていない。最近の世界の地震活動分類表では、この地域は震度の低いまた頻度の少ない地域となっている。

国家地震局が1977年5月発行した中国地震震度区域図 ($1/300 \text{ 万}$) と、その説明によれば、五強溪サイトは基本震度6の範囲内にあるとされている。1979年10月の広東省地震局の発表によれば、五強溪に対しては基本震度7にした方がよいと云っている。

(2) 貯水池地質

A. 浸透

貯水池は底および周辺は、相対的に不透水性岩層から成っており、オーバートッピングするような底所あるいは断層構造を通して溶蝕の進むような岩石はない。これより貯水池からの浸透による流失はないと判断される。

B. 堆砂

流域内の植生状況は比較的良好で、雨水保持も良い。年平均流砂量は1,620万t、平均含砂量 0.258 kg/m^3 であるが風灘貯水池が既に堆砂を始めているため、上流支流の西水の来砂は少なくなる。こゝでは固体の混入は比較的小さいので、貯水池の正常運用には支障ない。

C. 貯水池内鉱区

湖南省地質鉱産部門提供資料によれば、貯水池満水面120m以下には、現在のところ重要経済意義があり、開発価値のある鉱区は未だ発見されていない。

D. 貯水池湖岸安定

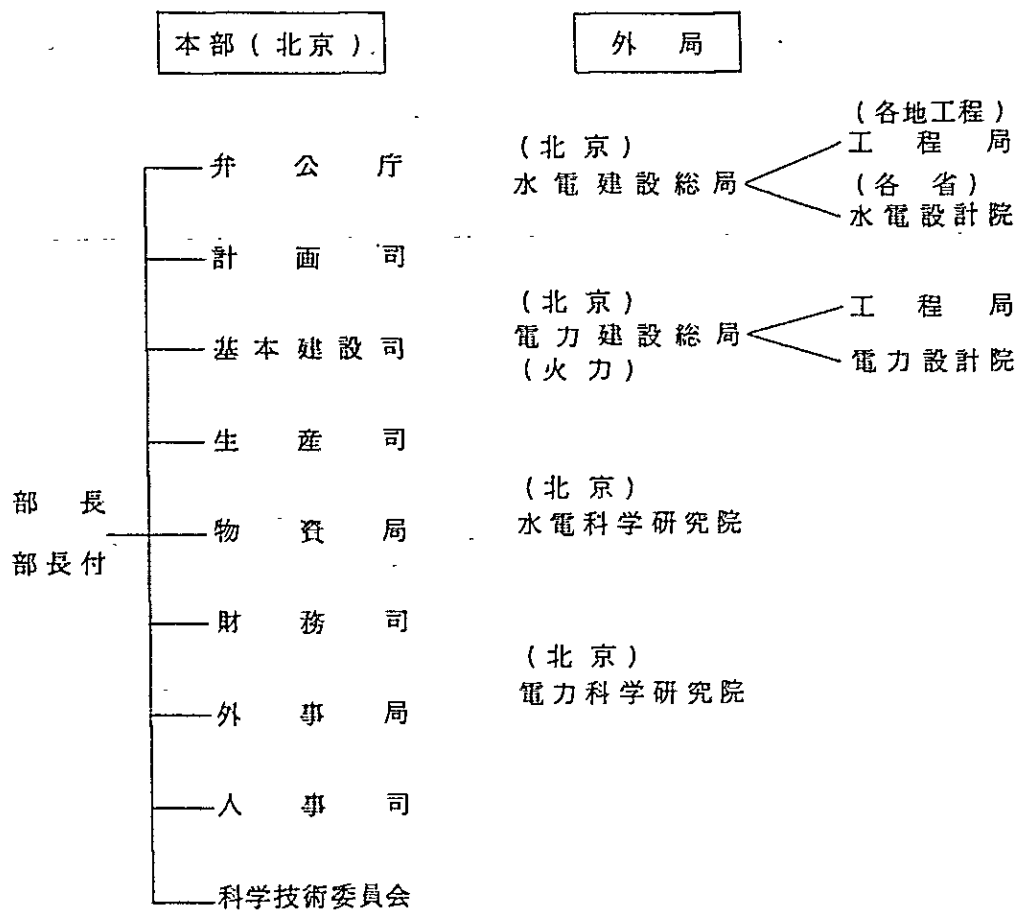
現在調査中であるが、重大な問題は発見されていない。ダム付近の湖岸についてはダムサイト左岸5号沖沟から雷田まで、雷田—譚子溪、譚子溪—卡洞。





資料 1

中華人民共和國電力工業部組織圖



(1) 五強溪水力発電事業の概要

項 目	名 称	単 位	数 量	備 考
事業の効果	1. 発 電			
	発電出力	万kW	150~175	
	保証出力	"	39.5	
	平均年発生電力量	億kWH	71.0~ 74.7	
	平均年発電時間	時間	4,730~ 4,270	
	2. 洪水防禦			
	受益人口	万人	106	20年確率洪水時
	受益耕地	万m ²	15,769	"
	3. 航路改善効果	km	240	上流110km, 下流130km
	水文条件	1. 流域面積	km ²	83,800
2. 年総流入量		億m ³	649	過去52年平均
3. 年平均流量		m ³ /s	2,060	
4. 最小流量		"	198	1957年
5. 1000年確率洪水		"	57,700	10000年確率洪水流量 69,300 m ³ /s
6. 平均温度		度C	16.1	月平均最高29.8℃, 最低1.8℃
7. 年平均降水量		mm	1,724	
貯水池特性	1. 常時満水位	m	120.0	標 高
	2. 最低水位	"	96.0	
	3. 洪水最高水位	"	132.81	1/10000年洪水時
	4. 洪水期制限水位	"	116.0	
	5. 湛水面積	km ²	355.0	
	6. 発電有効貯水容量	億m ³	43.0	標高96m~120m
	7. 洪水調節容量	"	41.0	標高116m~128m
	8. 死水容量	"	14.3	
	9. 貯水池調整率	%	6.6	
ダム諸元	1. 型 式	重力式コンクリートダム		
	2. ダム頂標高	m	134	

項目	名称	単位	数量	備考
ダム諸元	3.ダム高	m	104	
	4.ダム長	m	785	
	1.水車			
	ユニット容量	万kW	31~35	5台
	設計水頭	m	57.0	最高77.0, 最小44.5
	2.発電機			
	ユニット容量	万kVA	34.3~40.0	5台
	3.送電線			
	送電長	km	650	北線310km, 南線340km
	電圧	kV	500	
通航施設	設計船重量	t	2×500	ロック式
工事量	掘削土量	万m ³	2,470	ダム基礎, アクセス道路等全合計
	コンクリート量	万m ³	486.7	"
	セメント量	万m ³	94	他にフライアッシュ26万m ³
	鉄筋・鋼材	万t	13	鉄筋5.78万t, 鋼材7.22万t
	木材	万m ³	13	
	ピーク時労働者数	人	15,000	
	工事期間	年	約7	
総投資額	億円	2,213	水没移転費含まず, 換算レート 150円/元	

(II) 五強溪水力発電事業の内訳及び事業費の積算

1. プロジェクトの分割

準備工事 1 期	道路、宿舍等、現地乗込み及び本仮設工事のための準備工事
2 期	ダム・発電所本体工事準備のための施工仮設備工事
本体工事 1 期	第一次河川締切による右岸側ダム工事
2 期	第二次河川締切による左岸側ダム・発電所等の工事
発電機器 1 期	全 5 台のうち初めの 3 台分
2 期	“ 後の 2 台分
送電線 1 期	北側送電線工事
2 期	南側送電線工事
技 術 費	

2. 1979 年度事業の内訳

- 1) 対外交通道路 (掘削数量 480 万 m^3 , 盛土 400 万 m^3)
 - (イ) 慈 利 ←→ 五強溪 建設資材輸送用 130 km, うち 60 km 舗装済, 15 km は 7 m に拡幅必要.
 - (ロ) 桃 源 ←→ 朧 沱 生活物資輸送用 40 km 新設.
 - (ハ) 茶庵卦 ←→ 五強溪 生活物資輸送用 38 km, うち 11 km は基礎工事済.
- 2) 沅水大橋基礎工事 ($l = 320 m$)
- 3) 工事現場内道路及び小橋 2 本
- 4) 施工用変電所までの道路
- 5) 埠頭 (渡し, 荷積却し) の建設 (最大 300 t)
- 6) 慈利駅荷卸用引込線, 荷揚場, 倉庫建設
- 7) 倉庫, 建物の建設 (9,000 m^2)
- 8) 臨時建物 (10,000 m^2)
- 9) プレハブ (30,000 m^2)
- 10) 対外通信工事, 茶庵卦 ←→ 五強溪 50 km.
- 11) 小型コンクリートプラント

3. 1979' 1980' 年外貨費用(準備工事) (単位:千ドル) (240円/\$)
(150円/元)

	79'	80'	計
施工機械	40,390	65,030	105,420
主要資材	15,050	5,160	20,210
施工施設	4,950	3,400	8,350
技術費	3,250	2,750	6,000
計	63,640	76,340	139,980

4. 1979' 1980' 事業費積算の考え方

- 1) 中国案に対し、準備工事の施工に不要・不急なものは、削除又は後年度に繰延べた。
- 2) 外貨は、輸入するもののみとした。木材は必要量の75%輸入、セメントは少量につき全量国内調達とした。
- 3) 積算価格はFOB価格にスペアパーツ10%、船賃保険料20%を見込みCIF価格とした。
- 4) Price escalation, Physical contingencyは、上記金額に含まれていない。
- 5) 技術費は、技術協力内容未定であるので継続の必要性を考慮して中国案の2.5年分を初年度分として計上した。

5. 問題点

- 1) Projectの外貨費用5.3億ドルは、やゝ低目の見積りの感じもするので、今後の調査設計進捗にあわせて一部見直しの必要があろう。
- 2) 発電規模について、unit数は5台と決めているが、unit容量については、今後技術検討の上で決められる。検討対象規模としては150万kW~175万kWである。
- 3) 送変電設備については、これからルート選定等調査、設計が行われる。
- 4) 技術協力の内容及びコンサルタントの雇用については、電力工業部で検討中である。
- 5) 外貨5.3億ドルの中には、エスカレーション、数量増のための予備費は含まれて健ない。

(Ⅲ) 五強溪水力発電事業借款計画表(案)

(単位:千ドル)

年 事項	79	80	81	82	83	84	85	計	
施工機械	40,390 準備工事 1 期	65,030 準備工事 2 期	8,000 本体工事 1 期右岸側		1,580 本体工事 2 期左岸側			115,000	
主要資材	15,050	5,160	27,500		82,290			130,000	10,000千ドル施 工機械へ振替え。
施工施設	4,950	3,400	3,650					12,000	
主要電機器				90,000 3 台分		60,000 2 台分		150,000	
送変電施設			55,000 北側線		55,000 南側線			110,000	
技術費	3,250	2,750		4,000		3,000		13,000	
計	63,640	76,340	94,150	94,000	138,870	63,000		530,000	

(IV) 事業費積算の内訳

1) 施工機械の内訳

番号	名称	規格	単価 ×10 ⁶ 円	一期工事		二期工事		計		二期以降 数量	
				数量	金額 ×10 ⁶ 円	数量	金額 ×10 ⁶ 円	数量	金額 ×10 ⁶ 円		
1	汽車類			50	3,234	50	3,234	100	6,468.0		
				輛		輛		輛			
				25	867.9	25	867.9	50	1,735.8		
				輛		輛		輛			
				40	512.2	40	512.2	80	1,024.4		
				輛		輛		輛			
				30	273.2	30	273.2	60	546.4		
				輛		輛		輛			
				40	528	40	528	80	1,056	40	
				輛		輛		輛		輛	
				5	62.7	0	—	5	62.7	5	
				輛		輛		輛		輛	
				5	13.2	0	—	5	13.2	5	
輛		輛		輛		輛					
10	27.7	0	—	10	27.7	10					
輛		輛		輛		輛					
5	22.4	5	22.4	5	22.4	10	44.8				
輛		輛		輛		輛					
3	38.4	2	25.6	2	25.6	5	64.0				
輛		輛		輛		輛					
3	23.6	2	15.8	2	15.8	5	39.4				
輛		輛		輛		輛					
1	19.8	1	19.8	1	19.8	2	39.6	8			
輛		輛		輛		輛		輛			
5	58.1	10	116.2	10	116.2	15	174.3	5			
輛		輛		輛		輛		輛			
2	コンプレッサー			2	97.7	2	97.7	4	195.4	2	
				台		台		台		台	
				2	42.2	2	42.2	4	84.4		
				輛		輛		輛		輛	
				10	85.8	0	—	10	85.8		
輛		輛		輛		輛		輛			

番号	名称	規格	単価 ×10 ⁶ 円	一期工事		二期工事		総計		二期以降				
				単位	数量	金額 ×10 ⁶ 円	単位	数量	金額 ×10 ⁶ 円	単位	数量			
3	ポンプ	規格待定	1.056	台	10	10.6	台	20	21.1	台	30	31.7	台	28
4	クレーン 1. トラクタクレーン	6T	11.748	台	5	58.7	台	0	-	台	5	58.7	台	-
		10T	16.896	台	5	84.5	台	5	84.5	台	10	169.0	台	-
		25T	39.6	台	2	79.2	台	2	79.2	台	4	158.4	台	-
		40T	63.1	台	1	63.1	台	0	0	台	1	63.1	台	1
		90T~120T	132	台	0	0	台	0	0	台	0	0	台	1
5	2. 固定クレーン	100T	46.2	台	0	0	台	1	46.2	台	1	46.2	台	0
		B=800-1,200%	0.2376	米	1,000	237.6	米	7,000	1,663.2	米	8,000	1,900.8	米	0
6	陸上輸送機 1. トラクター 2. トレーラー	40T~60T	100.32	台	2	200.6	台	0	0	台	2	200.6	台	2
		30T~40T	15.84	台	2	31.7	台	3	47.5	台	5	79.2	台	0
7	水上運搬船	240HP	22.44	艘	1	22.4	艘	1	22.4	艘	2	44.8	艘	2
		100T 吃水1.2m	21.52	台	2	43.0	台	2	43.0	台	4	86.0	台	0
		100客位(吃水1.0m)	26.268	台	1	26.3	台	0	0	台	1	26.3	台	1
8	搾機 機 1. プルトーザー	320HP	52.8	台	3	158.4	台	3	158.4	台	6	316.8	台	0

番 号	名 称	規 格	単 価 ×10 ⁶ 円	一 期 工 事			二 期 工 事			計			二 期 以 降			
				単 位	数 量	額 金 ×10 ⁶ 円	単 位	数 量	額 金 ×10 ⁶ 円	単 位	数 量	額 金 ×10 ⁶ 円	単 位	数 量	単 位	数 量
		220H	34.716	台	20	694.3	10	347.2	30	1,041.5	0	0				
		水下推土机(水深10m)	44.352	◇	0	—	0	—	—	—	0	0				
	2. ローター	8 m ² 轮胎式	121.44	◇	0	—	1	121.4	1	121.4	1	1				
		5 ~ 6 m ²	75.37	◇	10	753.7	5	376.8	15	1,130.5	0	0				
		1.5 m ²	13.86	◇	4	55.4	0	—	4	55.4	0	0				
	3. シャベル	4 m ² 全液圧正	133.45	◇	2	266.9	2	266.9	4	533.8	1	1				
		1 m ² ◇	32.82	◇	2	65.6	2	65.6	4	131.2	0	0				
	4. 岩盤清掃機	◇	17.69	◇	0	—	2	35.4	2	35.4	3	3				
	5. ボーリングマシン	φ 250 mm	31.02	◇	0	—	5	155.1	5	155.1	5	5				
		大口径φ-2,000 mm	58.08	◇	—	—	—	—	—	—	—	—				
	6. ボーリングマシン	φ 150 ~ 240 mm	35.64	◇	10	356.4	5	178.2	15	534.6	5	5				
	7. ジャンボ	2 臂 ~ 4 臂	264	◇	—	—	—	—	—	—	—	—				
	8. ダイナマイトローディング		7.13	◇	—	—	1	7.1	1	7.1	1	1				
	9. ボーリングマシンアンカー		31.15	套	—	—	1	31.1	1	31.1	—	—				
	10. グラウトマシン	100 型	2.11	台	3	6.3	0	—	3	6.3	12	12				
		300 型	4.75	◇	1	4.8	0	—	1	4.8	14	14				
		深漿机 5 ~ 6 号	1.58	◇	4	6.3	0	—	4	6.3	21	21				
		◇ 50 ~ 200 号	3.04	◇	0	—	0	—	0	—	5	5				
	11. 水平ボーリングマシン		26.4	◇	0	—	0	—	0	—	—	—				
9	コンクリート施工機械															
	1. コンクリートバケット	6 m ³ 立収	3.168	台	0	—	10	31.7	10	31.7	30	30				
	2. ケーブルクレーン	20 T 跨距 900 ~ 1,000 m	1,188.0	◇	0	—	4	4,752.0	4	4,752.0	0	0				

番号	名称	規格	単価 ×10 ⁶ 円	一期工事		二期工事		計		二期以降		
				単位	数量	金額 ×10 ⁶ 円	数量	金額 ×10 ⁶ 円	数量	金額 ×10 ⁶ 円	単位	数量
	3. バイブレーター		28.51	台	0	—	5	142.6	5	142.6		5
	4. オンタイヤークレーン		2.64	輛	0	—	5	13.2	5	13.2		5
	5. ウォータージェット		3.43	台	0	—	0	—	—	—		10
	6. ショットクリートガン	工作高底1.0m	27.7	套	0	—	1	27.7	1	27.7		0
10	コンクリート系統											
	1. パッチャープラント	240 m ³ /時	198.0	坐	0	—	2	396	2	396.0		0
	2. 移動式パッチャープラント	160 m ³ /時	145.2	々	1	145.2	1	145.2	2	290.4		0
	3. コンクリート車	50 m ³ /時	72.6	々	2	145.2	0	—	2	145.2		0
		6 m ³	10.65	台	5	32.3	5	32.3	10	64.6		0
11	骨材プラント											
	1. 砂製造プラント	全自動	99.0	套	0	—	1	99.0	1	99.0		0
	2. 砂利プラント	破石直径1.0M	6.6	台	0	—	2	13.2	2	13.2		0
12	クレーニングシステム											
	1. クレーニング設備	800万大キ/時	76.6	套	0	—	1	76.6	1	76.6		0
	2. 砕水機	2 T/時	5.676	台	0	—	5	28.4	5	28.4		10
13	鋼管加工場(パイプ加工場)	待 定	920	套	0	—	0	—	0	—		1
14	機械修配設備(機械修理設備)	待 定	240	台	—	120	—	120	—	240		0

番号	名称	規格	単価 ×10 ⁶ 円	一期工事		二期工事		総計		二期以降	
				数量	金額 ×10 ⁶ 円	数量	金額 ×10 ⁶ 円	数量	金額 ×10 ⁶ 円	数量	金額 ×10 ⁶ 円
15	施工動力設備	500千瓦	26.4	0	-	2	52.8	2	52.8		0
		100千瓦	9.50	1	9.5	1	9.5	2	19.0		
16	御量試験設備	待定		20	15.4	30	23.1	50	38.5		50
17	制御設計試験及水文予報設備 設備配件費(機械のスベアパーツ費用)				92.4		138.6		231.0		
	小計				107.8		161.7		269.5		
	合計				9,692.7 千ドル (65,030)		15,607.2 千ドル (65,030)		25,299.9 千ドル (105,416)		

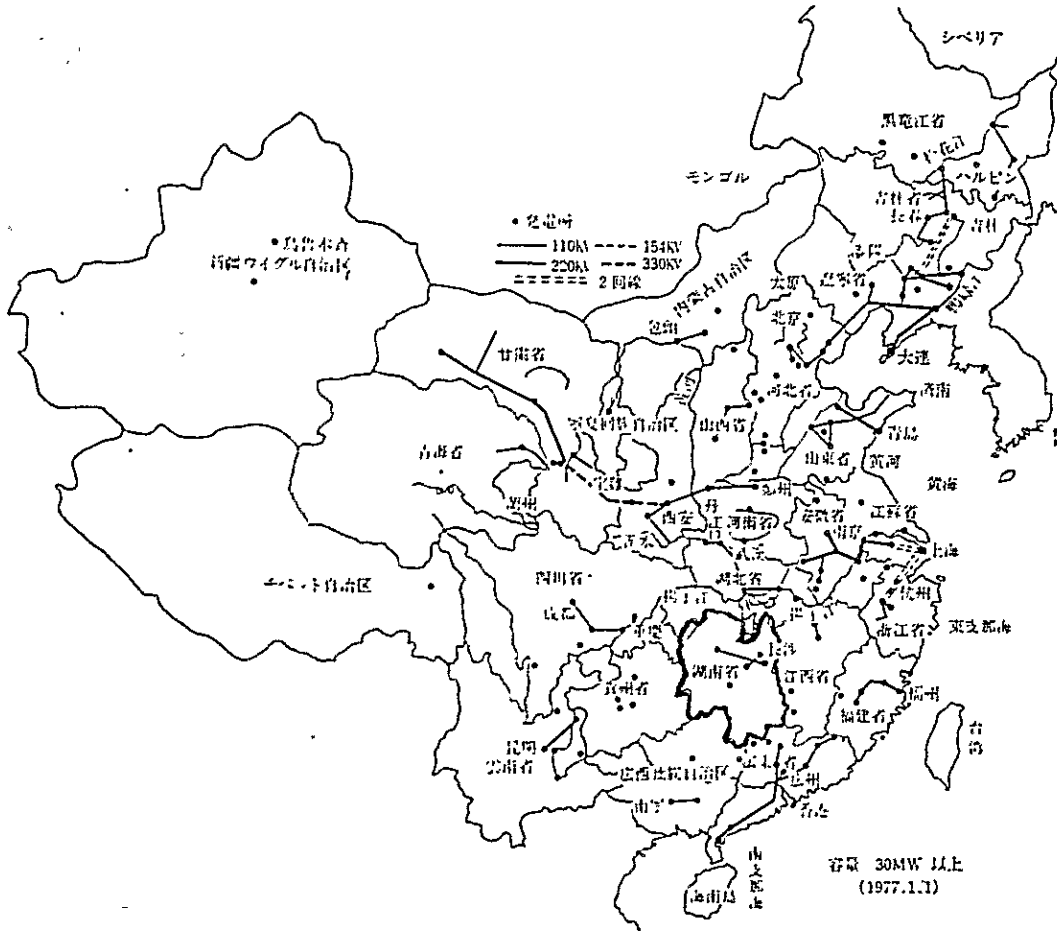
2) 主要資材の内訳

	数			単価 CIF(円)	投資額 百万円, ()内値は千ドル			81年度以降輸入数量		輸入分合計数量	備考
	単位	1979	1980		1979年度	1980年度	1979'+1980' 計	数量	%		
		1期分	2期分		計						
1 鋼筋	t	5,520	3,040	90,000	497 (2,071)	273 (1,138)	770 (3,209)	240	85	57,800	
2 鋼材	t	20,500	5,300	100,800	2,066 (8,608)	534 (2,225)	2,600 (10,833)	400	64	72,200	
3 木材	万m ³	2.28	0.94	46,000	1,049 (4,371)	432 (1,800)	1,481 (6,171)	6.53	67	9.75	Project 合計必要量13万m ³
4 セメント	t	0	0	15,600	0	0	0	658,000	100	658,000	Project 合計必要量 940,000 t
計					3,612 (15,050)	1,239 (5,163)	4,851 (20,213)				

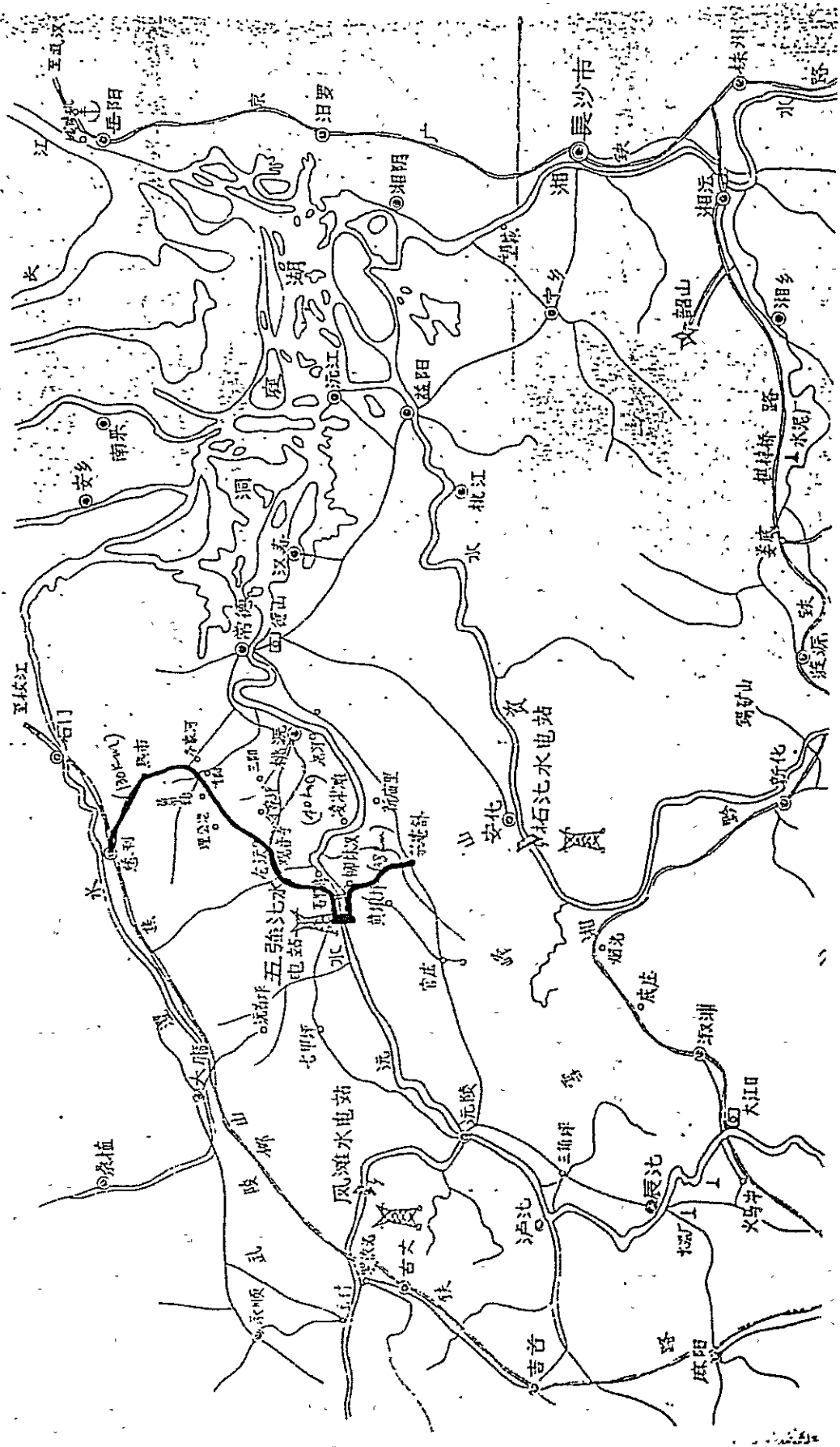
3) 施工施設の内訳

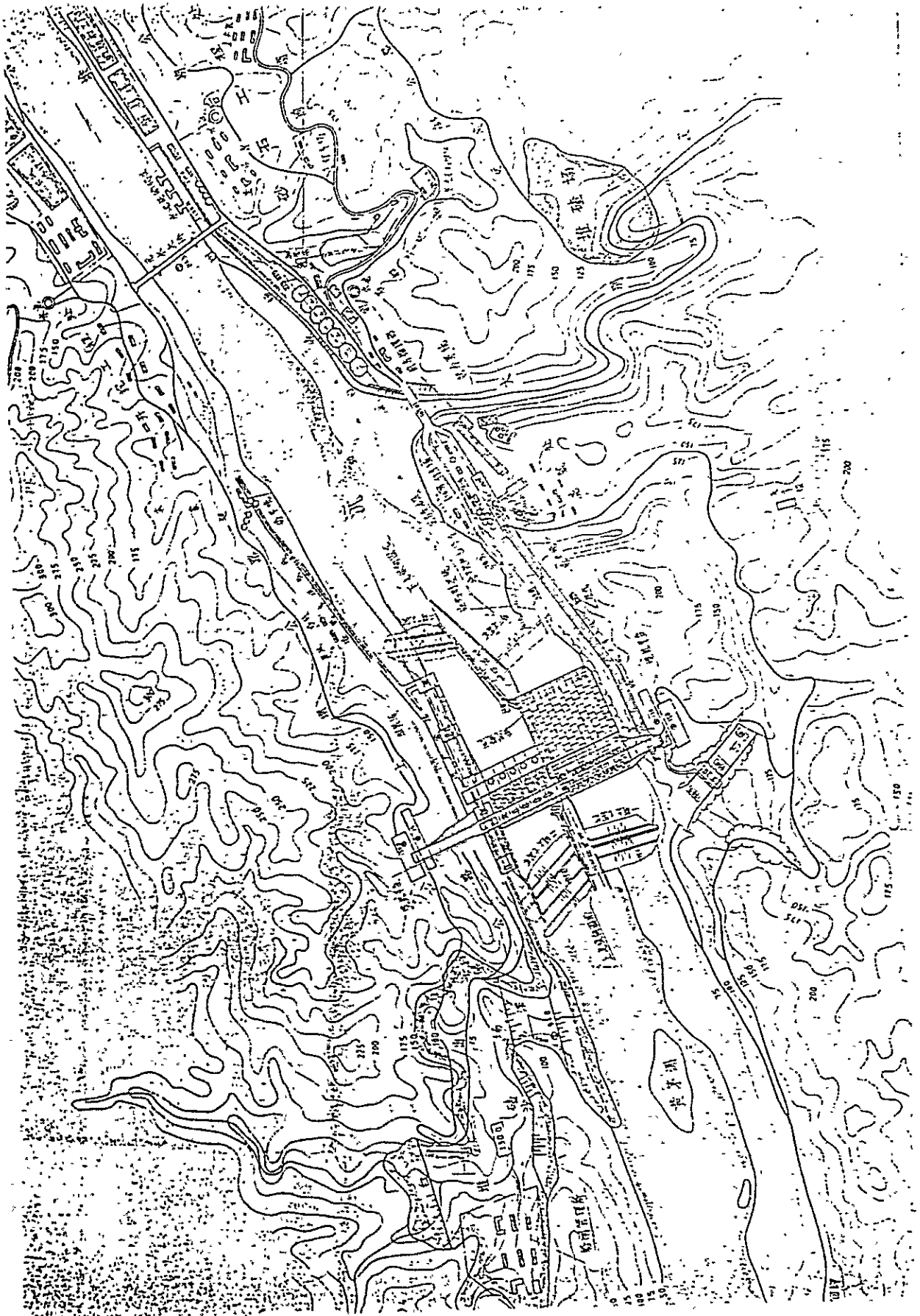
	数			単価 CIF(円)	投資額 百万円, ()内値は千ドル			81年度以降輸入数量		輸入分合計数量	備考
	単位	1979	1980		1979年度	1980年度	1979'+1980' 計	数量	%		
		1期分	2期分		計						
ア レ ハ ブ	m ²	30,000	20,000	37,200	1,116 (4,650)	744 (3,100)	1,860 (7,750)	0	0	50,000	
型 枠	m ²	4,000	4,000	18,000	72 (300)	72 (300)	144 (600)	49,360	86	57,360	
計					1,188 (4,950)	816 (3,400)	2,004 (8,350)				

図-1 中国の電力系統図



五强溪水电站地理位置示意图





資料 2

湖 南

源 水

五強溪水力發電所
基本計畫

一九八〇年一月

中華人民共和國電力工業部
中南測量調查設計院

五強溪水力発電所基本計画

目 次

第1編 総合説明

第2編 水利気象

第3編 工程地質

第4編 水力エネルギー計画と貯水池

第5編 中樞配置及び水工建築物

第6編 水力機械および電気工事

第7編 施工組織の設計と総概算

第 1 編 總 合 說 明

目 次

第 1 章 緒 言	1 - 1
第 2 章 水利気象	1 - 3
第 3 章 工程地質	1 - 6
第 4 章 水力エネルギー計画	1 - 12
第 5 章 中樞配置選択	1 - 19
第 6 章 動力電機	1 - 23
第 7 章 施工及び概算	1 - 24
第 8 章 結 論	1 - 31
付 録 工程特性表	1 - 32

第1章 緒 言

五強溪水力発電所は、源水の中・下流部に位置し、源水本流における階段式開発計画のうち下流より二番目の位置に建設する発電所である。また、これは発電を主目的とし、洪水防止および水運などの総合的効果をもかねそなえる、重要な工事である。これは我が国の最近の計画建設における大型水力発電工程のひとつである。

五強溪水力発電所のダム所在地は、五強溪峡谷の出口から上流6kmの、源陵県内にあり、源陵県内の県都から73km、常德から130kmの位置にある。ダム位置における流域面積は、83800km²で、流域総面積の93%を占める。

五強溪水力発電所は1952年から測量調査、設計作業が行なわれ、20年余り経た現在、多くの資料が集まっている。あわせて52年間の完全な水文資料および実地の調査にもとづく過去の洪水資料がある。

ダムサイトの地層は、震旦系の板溪群の砂岩、石英岩、板岩および千枚岩で、岩性は硬い。地形地質条件は良好で、高いダムを建設するための自然条件をそなえている。

1956年に源水流域計画報告書が提出され、五強溪水力発電所が第一期工事として選ばれた。1960年3月に水利電力部および湖南省委員会からなるダム地点選定委員会が組織され、楊五廟をダム位置に選定した。1970年10月、上流にある支流の酉水風灘水力発電所の建設が着手に及び、五強溪水力発電所の工事規模はいくらか変更された。1975年3月に水利電力部と湖南省は、共同して指定地を再調査したが、再び楊五廟にダムサイトが選ばれた。1979年10月、電力工業部第八工程局設計院、すなわち現在

の電力工業部中国南勘测设计院が初歩設計報告を提出した。1979年12月、電力部が湖南省と連合して審査を行ない審査合格を国家建設委員会に報告した。

現在、審査により決定した工事規模およびその諸元は：

1. 五強溪水力発電所設備は150～175万kW、保証出力39.3万kW、年間発電量71.0～74.7億kWh、利用時間4270～4730時間で、発電所が操業過程に入り湖南省の電力網にのると、現在の湖南省の電力不足の状況は改善され、同時に長江の葛洲坝水力発電所網と連係すれば高い補完効果を発揮する。
2. 貯水池の正常貯水水位は120m、貯水池総容量57.4億 m^3 である。貯水池の洪水防御容量は41億 m^3 、洪水防御高水位は128.4mである。貯水池は尾閘地区から近く、この地区の洪水防御に有効である。尾閘地区の159万畝の農地、106万の人々の洪水防御標準周期を5～10年から20年にすることができる。必要に応じ、西洞庭湖の堤防の洪水分流の働きを一部分担することができる。(註1 中国畝=6.667a)
3. 源水は湘西(湖南省西部)の水上交通運輸の大動脈で、水路は発達しているが、早瀬が多く流れが急で、洪水期には水が不足するため運航に支障をきたす。貯水池が建設されたのちは、上流の貯水池から大江口まで迴水し、ダム区の早瀬はすべて水没する。下流における最濁水量を390 m^3 秒まで高めることができ、下流の通航水深を増すことができる。あわせて上・下流の航路240kmを改善することができる。ダム通過設計年間貨物輸送量250万t、木材30万 m^3 で、500t級の船舶が通過できる様になる。

審査、意見をもとづき、基本計画に対し部分的な修正と調整を加え、こ

の基本計画報告を提出した。

一 中枢配置、施行導流および構造物の設計と基礎的処理の詳細は、今後の更なる、設計、試験および研究を経てのち具体的に制定する。

第2章 水 利 気 象

源水は洞庭湖に注ぐ四つの川のひとつで、流域は南北に長く、東西にせまくなっている。流域内の大部分は山地で、地勢は西南が高く東北が低い。

源水の源は貴州省の東南部で、常德の徳山から洞庭湖に注いでいる。発源地から河口まで全長1,050 km、総落差1,035 mである。源水の総流域面積は9万 km²である。ダム地点は河口からさかのぼって143 kmの所に位置し、流域面積は83,800 km²で、総流域面積の93%を占める。

源水の流域は東アジア季節風帯にあり、亜熱帯の暖く湿った気候に属し、温暖湿潤、多雨で四季がはっきりしている。冬と夏の二季が長く、各三ヶ月余りである。春と秋は短く各二ヶ月余りである。流域内の年間平均気温は14℃～17℃の間でダムサイトの多年平均気温は16.1℃である。

流域内の降雨量は豊富で、年平均降雨量は1,000～1,730 mmの間である。通常上流から下流へ下るに従いだいに増加し、年平均雨天日数は約148～197日である。ダム地点の年間平均降水量は1,724 mmで、実測された最大一日雨量は191.3 mmである。

流域内には水利気象観測所が平均して配置され、観測年限も長く、資料も比較的完全である。早くは1924年に常德において水位の観測が行われ、1927年からは流量の測定が行われている。ダム地点の下流2 kmおよび23

kmの観子河と王家河の水利観測所では、それぞれ1953~1957年と1956~1976年の水位、流量の資料を持っている。各観測所の月平均流量を補完すると、ダムサイトの1925年から1976年に至る52年間の月、年平均流量の資料が得られる。

流れの主な水源は降雨である。年間流量は主に4月~8月に集中し、年流入量の69.5%を占めている。このうち5月が最も多く、年流入量の18%を占める。ダムサイトの年平均流量は2,060 m³/秒、年間流入量は649億m³、平均流出係数は24.6 t/秒/km²である。

毎年春と夏の境に、熱帯環流が我が国の南部にはり出し、源水流域では豪雨がしだいに多くなる。熱帯環流が強くなるにつれ、南北の気流が長江流域でぶつかり、梅雨前線を形成するが、源水流域はちょうどその主な降雨地帯に位置する。従って、7月には、範囲が広く、激しく、長時間の豪雨がしばしば発生し、これが、増水期の洪水の主な原因となっている。年間で最大の洪水は4月から8月上旬の増水期に発生する。9月から翌年の3月までは渇水期である。歴史上の大洪水は多く6月から7月の間に発生しており、洪水はほとんどが、ピーク流量が大きく流入量が多く、長時間におよぶ複峰形式である。8月以降の洪水の多くはピーク流量が大きく、流入量の少ない単峰形式である。一回の洪水の平均期間は、大洪水では10~14日、中位の洪水では7~9日である。

五強溪ダムは貯水容量が比較的小さく、調節能力も劣っているが、洪水のピーク流量が大きい短時間の洪水は、ダムの安全に対して重要な要素となる。そのうえ源水の洪水の特性の分析と下流の尾閘の洪水防御の必要性を考慮しなければならない。従ってダム地点で設計洪水の頻度計算を行う時、年最大流量および三日、七日、十一日の洪水量を統計した。

採用した歴史的洪水の年は：1766、1834、1878、1911、1912の各年である。これは数度におたる洪水調査および考証作業を経て決定されたもので、かなり信頼できるものである。たとえば1766年の洪水に対しては、源陵附近での調査で七ヶ所の石に洪水の痕跡を発見している。

歴史的洪水と1925年から1976年に到る洪水にもとづき、頻度計算を行ない、ダム地点の設計洪水波の波高、および流入量の値を得た。以下の表に示す。

頻 度		0.01	0.1	1
ダム建設前	ピーク流量 (m ³ /秒)	60.700	50.600	39.900
	洪水量 (億m ³ ・三日)	127	104	81
ダム建設後	ピーク流量 (m ³ /秒)	69.300	57.700	45.600
	洪水量 (億m ³ ・三日)	133	109.5	85.1

ダムが建設されてのち、新しい流れができたり、合流したりすることによって条件が変化する。洪水の来る条件が同じであれば、ダム建設後の洪水は通常ダム建設前に比べて悪くなる。安全という立場から、中枢設計洪水の中で、ダム建設後の洪水を計算した。

源水上流は高山峡谷が多く、中、下流は山地と丘陵である。地表は植物の生育が良好で河流の泥や砂の含有量は多くない。統計によると、多年平均砂含有量は0.258 kg/m³で、多年平均砂運搬率は513 kg/秒である。多年平均砂運搬量は1.620万tで、水による侵蝕係数は0.0061 kg秒/kgである。

第3章 工程地質

1. 区域および貯水池工程地質

(1) 区域の地質および地震

区域および貯水池の範囲内では、航空写真を利用し、区域の地質観測資料をあつめ、これを貯水池自体の問題と結びつけ、2,692 km²の範囲で5万分の1の地質図に書き入れた。

五強溪ダムは源水の下流部に位置し、新華夏系第一級雪峰構造隆起帯に属している。南北は雪峰—武陵の二大複式背斜の間にはさまれている。貯水池の貯水位が120 mのとき、約355 km²の貯水池水面積となる。五強溪峡谷は、主に比較的不透水性である板溪群砂頁岩からなり、源麻盆地には白堊系の紅色砂礫岩が分布している。貯水池の末端のみ古生代から中世代の地層が露出している。

区域内は、間歇性の隆起がおこっていたが時代が下るにつれ隆起の速度はしだいに落ち、差異性の変動が明瞭でなくなり、地洼（東アジア型盆地ともいう。）余動期に属している。中樞付近では、未だ地震のエネルギーをもったり、地震の発生する地質構造は発見されていない。近頃、外郭の地震活動はいずれも中、弱震形式でエネルギーを開放しており、強さは小さく、頻度もまれである。

国の地震局が1977年5月に出版した三百万分の一の〈中国地震マグニチュード区画図〉およびその説明書によれば、五強溪水力発電所区はマグニチュード6度の範囲内にあるといっている。1979年10月広

東省地震局が五強溪水力発電所地区に対し地震のマグニチュードの再調査を行ない、マグニチュードを7度と定めた。

(2) 貯水池工程地質

- ① 貯水池漏れ：貯水池の底および周辺はほとんどが比較的不透水性の岩層で、近隣の谷の低い峡谷に通じたり、カルストの通路や断裂構造に滲透する可能性はない。従って、貯水池は漏れの心配はない。
- ② 堆積：流域内は地表をおおう植物が比較的繁茂しており、水、土の保持は良好である。多年平均砂運搬量は1,620万t、多年平均砂含有量は0.258 kg/m³である。鳳凰貯水池はすでに蓄積を少なめにしているが、なお支流の酉水から来る砂をせきとめ蓄積することができる。流水の固体含有量は少なく、貯水池の正常な使用に影響を与えるまでに到っていない。
- ③ ダム区の地下資源：湖南省の地質鉱産部門の提供する資料にもとづけば、貯水池の貯水位が120m以下でも、重大な経済的意義と探掘価値のある地下資源は発見されていない。
- ④ 貯水池の岸辺の斜面の安定：調査の過程ではまだ重大な問題は発見されていない。ダムの近くの岸は、ダムサイトの左岸の5号洗掘溝より上の雷回まで、雷回から潭子溪まで、潭子溪から卡洞までと、洞庭溪溪口等の岸辺の斜面の安定問題は、今後の専門課題の実地調査と研究にゆだねる。
- ⑤ 貯水池の地震：貯水池は面積と容量が大きく深く、またダムに水没した断裂構造も比較的多い。龍溪一帯にはなお歴史地震の記録が残っている。貯水池の運行状況を監視し、地殻活動の法則を理解して、貯水池と発電所の安全運行に役立てるため、貯水前に地震観測所を設立

することが提案されている。

2. ダムサイトの工程地質

ダム区では、1.5 km²の $\frac{1}{1,000}$ 地質詳測、岩心ボーリング159孔計10,672 m、透水試験134孔計1,174段、横坑74個計4,279 m (河底の横坑140.5 mを含む)、縦坑7,500 m²、孔内の写真および室内、外におけるさまざまな基礎岩盤試験等がすでに完了している。

(1) 地質概況

① 地形：楊五廟ダムサイトは五強溪峡谷の出口上流6 kmに位置し、常水位は標高49 m、水面の広さ300～390 m²で、右側に幅約220 m、水深1～3 mの浅水区がある。覆蓋層はない。河中には縦方向の岩石が断続的に露出しており、洪水期には水面から2～3 mの高さに露出する。左側は幅45～70 m、水深4 m前後、覆蓋層の厚さ9～11 mの主河道で、基礎岩盤面は最も低い所で高さ34 m前後である。右岸には本流にはほぼ平行して発達した小別溪がある。

② 地層および岩性：ダムサイトの地層は第四系覆蓋層を除いて、すべて前震旦系板溪群の砂岩、石英岩、板岩および千枚岩で軟い部分と硬い部分が交互になっており、“次復理”式構造の特徴を備えている。砂岩および石英岩の抗压強度は1,000 kg/cm²以上である。板岩および千枚岩は300～500 kg/cm²である。

地質調査で明らかになった事は、P₁からP₄までの岩組で、厚さ約498 mの岩層中には、各種の軟弱挟層が全部で13.5層ありその厚さを合わせると5.87～12.51 mで岩層の厚さの1.18～2.51

を占める。この中で工事に比較的不利なものは、厚さ50 cm以上の7層(BN₅₃₁、BN₅₂₁、BN₅₁₂、BN₅₁₁、f₁、F₁₁₅、F₁₂₁)で、厚さを合わせると2.92～5.85 m、挟層の厚さの約50%を占める。

- ③ 地質構造：ダムはF₃₇断層に破壊された、南西へ傾斜した五強峽背斜の南翼に位置する。背斜軸部はダムサイトの左岸の、河岸から150～200 mの所にある。ダムの基盤となる岩層は北東へ向かって65～80度を走り、南東に傾斜している。傾斜角は40～55度である。河に平行して走り、河の右岸に向かって傾斜している。

ダム地区では、東北東、北北西、北東および西北西の四つの断裂が発達しつつある。地質構造運動の圧力と破壊を何度も受け、ある断裂は後期構造によって利用、改造あるいは破壊を加えられ、前期構造も後期構造を制約することにより、各種の構造の構造面に、度重なる活動の複雑な性質、硬弱層不良を呈しており、とりわけ左岸に断層が集中し、複雑な工程地質条件を作っている。

- ④ 水文地質：ダム地区には2つのタイプの地下水が存在する。覆蓋層中のものは孔隙水といい、河床の砂礫層の滲透係数は36～90 m/昼夜である。基礎岩盤中のものは裂隙水といい、地下水位は、右岸が地表下30～40 m、左岸が地表下40～80 mで、F₃₇断層以北の水位が高くなっている。

基礎岩盤の滲透特性としては、圧水試験による測定の結果得られた相対不透水層(単位吸水量<0.01 ml/分)の深さは、左岸が地表下65～80 m、右岸が35～60 mである。河床では120～190 mの深さに達し、P₁₃₁岩組の透水性が比較的強く、一部では不透水層の深さは更に深くなっている。

ダム基礎岩盤体の漏れは主に層と層の間の裂隙および層と層の間の破碎帯に沿って層に従って滲透するものである。二番目は断層およびその影響を受けた地帯、その次は節理の密集帯である。

(2) ダムサイトの主な工事現場の地質問題

① ダム基礎の滑動防止安定

ダム基礎の滑動防止安定の滑移形式は、主にダム基礎コンクリートと基礎岩盤との接触面の制御である。局部地点は、緩傾角の節理浅層滑移面の支配を受ける可能性がある。岩層面と反傾向節理面で組成される稜体の滑移問題は、反傾向節理が発育せず、長く伸延しないことにより、浅層の滑移を制御する条件を作ることがない。

試験結果の分析にもとづき、総合剪断力指標を出すと：左岸 $P t_1^1$ から $P t_1^2$ 、 $f = 0.60$ ；河床 $P t_2$ および $P r_1$ 、 $f = 0.67$ ；右岸 $P t_3$ 、 $f = 0.65$ である。

② 左岸岸辺の複雑な工程地質

左岸のダム先端は近くの岩層は河床に向かって傾斜しており、軟弱挟層が多く、五強峽背斜軸部と接近している。東北東グループおよび北北西グループの2組の顕著な断層の交差によって分断されている。岩体は強烈な破壊をこうむっている。節理裂隙は十分発育しており、河谷は深く、河岸の斜面は荷重がなくなり、長期にわたる風化および重力の作用のもとで、河辺の斜面表層部の岩体は蠕動変形を起こしている。このうち3号、4号、5号および6号の変形区域は、ダムの尖端部分に接近し、蠕動してゆるくなった岩体は約40万 m^3 である。

重要視すべきなのは5号洗滌溝と、 F_{34} 断層の間および F_{34} と F_{31} 断層の間の岩体で、いずれもすでに三面に分断されている。また軟弱

挟層が底床で、たとえば岩層の斜面の下部が切断されたならば、挟層が滑床となり、三面に切割され、空に面した一面は完全に滑斜面の条件を構成する。

③ ダム基礎の滲透および浸透防止

ダム基礎岩盤体に裂隙が発育すると、滲透性は強くなり、相対的に不透水層は深く埋蔵される。また、層の面および断裂帯に沿って、河流に従った滲透が主になる。

浸透防止処理を研究するため、三組のコンクリート流し込み試験を行った。全部で23孔、1.190 mで、これによりコンクリートのカーテンにより滲透防止法を採用することが可能であり、有効であることが証明された。岩層が河流と平行して走っているため、層に沿って滲透性が大きく、抗水層の埋蔵場所が深く、滲透防止処理工事量は大きくなる。カーテンの深さおよび配置については、まだなお試験、研究が必要とされる。幅の広い泥化挟層、破砕挟泥層、断層破砕帯に対しては、必要に応じて専用の措置を取り、滲透防止の強化に努めるべきである。

3. 築造材料

1956年以來、ダムサイトの上、下流および隣接地区で、異なるクラスにおける各種天然建築材料についての大量の調査、実地調査、試験が前後して行われ、その結果が表明した。

(1) 天然砂、礫料

ダムサイトの上流16～36 kmの範囲内には、砂41万 m^3 、礫190

万 m^3 が存在する。ダムサイトの下流8～8.1kmの範囲内には、砂466万 m^3 、礫1.748万 m^3 が存在し、通常、要求されている質に適合するが、“級配”が悪く、産地が分散している。産地の集中している地区は、ダムの下流8.1kmの桃源源水河床の右岸に寄った所にある双洲灘で、天然砂、礫を採用する場合には、双洲料場を採用するよう提案する。双洲料場には砂216万 m^3 、礫728万 m^3 が存在する。

(2) 人口砂、石料場

ダムサイトの右岸の下流2kmの紅砂溪一帯には、ダムサイトのPt₁からPt₂に相当する岩組が分布している。主な岩石は、石英岩、石英砂岩、長石石英砂岩、砂質板岩、板岩で、このうち板岩が1～2割を占める。調査の結果有効埋蔵量は1.383万 m^3 で、設計の要求を満足させることができる。

料場の岩石の風化は5～15mの厚さに達し、予想剥離量は300万 m^3 近くである。

天然砂、礫料の運搬距離が遠いため、比較した結果、人工砂石料を用いる事をすすめる。施工初期段階では少量の天然砂礫料の採用も可能である。

第4章 水力エネルギー計画

1 総合効果

五強溪水力発電所は発電を主とし、加えて洪水防御および航運等の総合効果をそなえた設計である。

(i) 発 電

五強溪水力発電所は源水の下流、湖南省源陵県県境に位置し、常德から直線距離で75 km、長沙からは120 km、湖北の宜昌葛洲坝水力発電所から212 kmの所にある。発電所が建設されてからは主に湖南省に電気を供給し、あわせて湖北の電力網とつながることになる。

湖北省の1978年の実際電力負荷は、140万kw、発電量は90億kwh（水力発電34億kwh、火力発電56億kwh）であった。不完全な統計によると、1987年末の湖南省全体の電力使用設備の容量は585万kwに達し、これに対し、発電設備容量はわずか224万kw（このうち水力発電は120万kw）となる。これは電力使用設備の容量の38%である。電力使用設備の予備と同時率を考慮しても、渇水期の電力使用負荷は95kw足りず、全省で約35億kwhの電力が不足する。

湖南省の電力系統計画と将来の予想によれば、1990年の負荷は490万kw、電力需要量は270億kwh、1995年の全省電力負荷は769万kw、電力需要量は420億kwhとなる。

全省の工業、農業の急速な発展にともない、電力の供給と需要の間の矛盾は日増しに深刻となって来る。湖南は石炭資源が少ないため、五強溪水力発電所を建設し、系統中の中心発電所とし、出来る限り早急に湖南省の電力不足を解決することが要求される。発電所の発電機容量は150～175万kw、保証出力は39.3万kw、年発電量は71.0～74.7億kwh、利用時間4,270～4,730時間で、湖南省が計画、建設する最大の水力発電所として、また中南地区に大電力網をうちたてるための条件をととのえている。

(2) 洪水防止

貯水池下流の尾閘地区は159万畝の田畑があり、106万の人口を有するが、それらは全て堤防によって保護されている。尾閘は洪水災害が頻繁に起こり、1925年以來大洪水災害が全部で8回発生しているが、これは平均すると五年に一度の割合である。解放後には堤防の大規模な修理建設が行われ、洪水防止能力が以前に比べてだいぶ高まったとはいえ、尾閘の千瀉と泥砂の堆積のために、当面の洪水防御標準は依然として5～10年周期にとどまっている。

五強溪水力発電所建設後は、貯水池の洪水防御容量は41億 m^3 となり、このうち23億 m^3 が下流の尾閘の洪水防止標準を20年周期に高める。尾閘の千瀉区は基本的には分流して洪水を防御することがないので28.9万畝の田畑と17.8万人の臨時水没および遷移を減少させることができる。このほか18億 m^3 を貯水池の臨時滞洪容量とし、必要に応じて西洞庭湖区域の洪水分流の一部をになわせることができる。

(3) 航 運

源水は湘西（湖南省西部）の水運交通の大動脈である。例年の貨物最高運輸量は74.2万t、下りの物資が主で80多前後を占める。例年の木材の最高流し輸送量は82.7万 m^3 であったが、湘黔（湖南省—貴州省）鉄道の開通により、流し輸送量が減少し、1976年にはわずか40万 m^3 になった。

交通運輸および林業部門の意見にもとづき、五強溪水力発電所の年間ダム通過貨物運輸量は250万t、そのうち下りは200万tに決められた。木材は30万 m^3 である。

・貯水池が建設されてのち、大江口まで水が戻り、長さ218kmのダム

区の早瀬は全て水没する。下流の、常德に至る130 kmは、洪水時の流量が390 m³/秒に増し、航路の補修と合わせると航路の深さは1.5～1.8 mに達する。これは洞庭湖の航路基準と合致し、上、下流航路240 kmが改善できる。将来、船舶のダム通過積載量に二隻の500 t船舶を採用した。

2. 正常貯水位の選択

正常貯水位の選択は、主にダム区の人々の移動および土地の水没状況もとづき、あわせて鳳凰水力発電所、辰溪県都と湘黔鉄道の影響、および上流における階段式の接続等の要素を重点的に考慮し、115、117.5、120、122.5および125.0 m等の計画を検討した。各計画の主な経済指標は次の表のとおり。

各計画の主要な経済指標の比較表

項 目	単 位	正 常 貯 水 位 (m)				
		1150	117.5	120.0	122.5	125.0
死 水 位	m	9300	9450	9600	9750	9900
貯水池総容量	億 m ³	44.00	50.20	57.40	65.40	74.20
発電機容量	万 kW	150.00	165.00	180.00	195.00	210.00
保証出力	万 kW	32.80	53.90	39.30	42.80	46.20
年 発 電 量	億 kWh	67.10	71.30	75.70	80.20	84.90
利 用 時 間	時間	4,470	4,310	4,200	4,110	4,040
移 動 人 口	万人	14.80	16.10	17.46	18.80	20.30
水没する土地	万亩	6.07	7.19	8.66	10.26	11.99
コンクリート工事量	万 m ³	374.00	391.0	410.00	429.00	447.00
総 投 資	億元	12.67	13.16	13.72	14.13	14.56

発電効果、ダムの調節機能の増加、上流の愿皮溪ダム地点との接続という点で、正常貯水位は高ければ高いほど有利であるが、水没による損失も大きくなる。正常貯水位を高めることは、上流の鳳灘水力発電所の損失する電力が、下流の建設の待たれている凌津灘水力発電所によって増加する電力よりはるかに少なくすることに対しても有利である。

当面の水没と住民移動という問題を軽減するために、基本計画では正常貯水位を120 mに定めダム死水位は96 mに選定した。

3 発電機容量の選択

五強溪水力発電所は1986年前後に操業を開始する見込みである。基本的に湖南省に電力を供給すると同時に、湖北の葛洲坝水力発電所と電力網をつなぎ、水力発電所の補完効果をおさめるようにする。設計水準年は1995年を採用し、電力総需要量420億kWh、電力負荷は760万kWである。

五強溪貯水池は、年水量は多いが貯水池の調節機能が悪く、貯水池の調節容量は年水量のわずか6.6%を占めるにすぎない。豊水期には、大量の季節性の電気エネルギーを有する。また一方、五強溪水力発電所は源水の下流に位置するため、上流の本、支流に貯水池を建設することによって、五強溪水力発電所の水力エネルギー効果を増大させることになる。

以上の特徴にもとづき、五強溪水力発電所の発電機容量につき、数種の組み合わせ案を選んだ。水力エネルギー指標の計算は以下に示す。

発電所の各組合わせにおける保証出力総合表

水力発電所名称		五強溪	臥龍	碗米坡	卯洞	
正常貯水位	m	120	205	298	438	
発電所組み合わせ方案	臥龍+五強溪	万kW	39.3	12.1		
	碗米坡を投入	"	47.2	22.8	13.4	
	卯洞を投入	"	49.2	26.0	17.8	4.0
	母 糸	"	57.5			

五強溪水力発電所における発電機容量別水力エネルギー指標

発電所 組み合わせ	項 目	単位	異なる発電機容量 (万kW)			
			5×30= 150	6×30= 180	7×30= 210	8×30= 240
臥龍+ 五強溪	年電力量	億kWh	72.7	76.9	79.7	81.6
	利用時間	時間	4,950	4,270	3,800	3,400
碗米坡+臥 龍+五強溪	年電力量	億kWh	75.8	79.9	82.6	84.2
	利用時間	時間	5,050	4,440	3,930	3,510
中都+三板 溪+碗米坡 +臥龍+五 強溪	年電力量	億kWh	77.6	81.6	84.1	85.6
	利用時間	時間	5,170	4,540	4,000	3,560

計算の結果によると、発電機容量の拡大にともない、上流に階段が増え、五強溪水力発電所の水力エネルギー効果も増大し、保証出力は操業開始時の39.3万kWから、最終的には57.5万kWまで増加する。上流に階段が増え、五強溪自体が発電機容量を増加していくに従い、それによって獲得される電力エネルギー効果の増値はしだいに減少し、発電機利用時間故は少なくなっていくことを指摘しなければならない。

水力発電所群の補完調節と電力電気量平衡にもとづけば、設計負荷水準

年において、五強溪水力発電所の発電機容量は150万kWで十分間に合わせる事ができる。150万kWから180万kWに増加すると、19.8万kWの火力発電容量を代替でき、発電量は4.2億kWh増加し、毎年石炭30万tが節約できて、これは明らかに有利である。発電機容量を180万kWから210万kWまであげると、9.9万kWの火力発電容量を代替、石炭20万tを節約できるが、償却年限が19.2年なので、経済的に不合理である。

以上の分析によれば、五強溪水力発電所の発電機容量は180万kWが有利である。中樞配置の面での困難を減少させるため、発電機は五台、機軸一つの容量は30-35万kW、水力発電所の発電機総容量は150~175万kWにすることが1979年12月の審査で確定した。

4. 貯水池建設による水没とその処理

(1) 水没による損失

五強溪貯水池の正常満水位が120mの時、水域面積は355km²、周囲の長さは約255kmである。貯水池による水没地域は、源陵、濫溪、辰溪、麻陽、淑浦の五県の50の人民公社、335の生産大隊、1650の生産隊に及ぶ。

20年周期の洪水を標準とすると(ダム水位123.7m)、17.46万人の移住となる。このうち農業人口11.94万人、非農業人口5.52万人である。

2年周期の洪水を標準とすると(ダム水位120m)、水没する耕地は8.78万畝、このうち水田が7.75万畝、乾田が1.03万畝(訳者注: 1中国畝=6.667a=6722日本畝)である。

この他、なお大小の工場鉞山企業58、道路360kmおよび電線、電話等が水没することになる。

(2) 処 理

農民の移住については、1979年に各県毎に移住先について初歩的な調査、計画を行った。農村における移住者は11.94万人で、その土地で後方に移動する者は4.37万人、それぞれの県内に落ち着く者7.57万人である。町や村の再建計画は次の通りである。源陵県都は約1km後退した教場坪へ、澁溪県都は本来の位置から9km離れた白沙へ、浦市鎮(町)はその土地で後方に移動する。辰溪城の移転は後方移動か遠方へ移るか現在比較検討中である。

鉞工場企業は、一部少数の大型工場企業が遠方へ移転するのを除き、一般の中小鉞工場企業は県都の移転に追随するかあるいはその土地で後方に移動する。道路、電信電話、送電線はいずれもその土地で改線する。

第5章 中枢配置の選択

ダムサイトにおいてはダム軸線の置ける範囲が非常に限られており、地質条件から、左岸5#洗掘溝と右岸16#~17#洗掘溝の間をダム軸線とするのが最も有利である。

ダムサイトの自然条件、水力発電所の規模および要求に基づき、研究の結果重力ダム方式を採用することに決定した。

源水は洪水流量が大きく、それに対して貯水池の容量が小さいので、洪水調節後ピーク流量を大幅に削減することができない。また、ダムサイトの河

床の広さはわずか三百余メートルしかないため、中樞配置における問題の中心はいかに合理的に放水用の構造物、発電所の建物および船舶通航用水門を配置し、互いの協調性、運行の安全性、施工の便利さ、工程の経済性等の目的を達するかにある。

中樞配置案の選択は、二つの段階に分けて行う。通常第一段階における研究検討は；

- (1) 河床左側は系水主航路。上流の貯水池区は良好な船舶停泊区である。運行の安全性と便利さを考慮して、三級船舶通航用水門を採用する。左岸に配置するのが適当である。
- (2) 小別溪を利用し非常洪水放水路を配置するのが良い。
- (3) 建物と通航用水門は離して配置するのが最も良い。別々の岸に設け、互いに妨害を与えない様にすると運行に有利であり、かつコイルアウトに便利である。
- (4) 越流式の案は、全河床洪水放水で、緊密な配置をとり、土石や石の掘削がいくらか省ける点が有利である。しかし、機械組が大きく、水頭が低いため、大きな鋼管を堤内に埋設する必要や、跨度度の大きい越流式の建物等が、構造、施工および運行の面で複雑になるなどの問題が起こるため、採用には不適當である。
- (5) 小別溪を利用する案は、全河床の洪水放水において単位幅流量を減少させることができ、基礎坑工程量が最小で、ダムの構造も簡略化することができる。しかし小別溪は断面が小さいため、導水溝および圧力前池を大量に掘削する必要がある。各案の中で総工事量が最大で、施工障害も大きく、発電迄の期間が延びるため、この案も採用できない。

第一段階の検討を終え、第二段階では以下の二つの基本案を集中

的に研究検討した。建物を一列に河床の右側のダム後方に配置し、越流堤を左側に配置する右岸建物案と、発電所の建物を一列に河床の左側のダム後方に配置し、越流堤を右側に配置する左岸建物案で、通航用水門はいずれの場合も左岸に配置する。越流ダムは10孔で、小別溪には三孔の非常越流路を配置する。発電容量は150万kWで、5台の機械組である。左岸に発電所を配置する案では、通航用水門と発電所の建物は立体交差する様配置する。

主体建築物の工事量表

項 目	単 位	右岸に発電所を建設する場合	左岸に発電所を建設する場合
土 石 の 掘 削	万 m ³	733	759
土 石 の 埋 め 戻 し	"	37	40
コ ン ク リ ー ト	"	419	455
鉄 筋	万 t	3.8	4.17
金 属 構 造	"	1.9	1.88
固 結 流 し 込 み	万 m	14.6	13.4
コンクリートカーテン流し込み	"	13.4	16.1

左岸に建物を配置する案は、中枢配置が協調的で、水流条件が良く、ニールアウトに便利で、施工妨害が少ない。運行条件も良い。しかし、初期段階での施工が緊迫しているため、施工導流を三期に分ける必要があり、第一台目の機械組が発電する迄の時間が相対的に遅延する。

右岸に建物を配置する案は、施工導流が二期に分かれるため、バランスのとれた施工を組織するのに有利である。一期の基礎坑越流ダムの工程は相対的に単純で、当面の施工準備状況に適しており、施工進捗は保証できる。第一台目の機械組が発電する迄の時間は、右岸に建物を建設する場合よりも早い

見込みである。工程が左岸に集中すると、施工後期の妨害が大きく、進度に影響を及ぼす。中樞配置、水流条件、コイルアウト、運行条件等は右岸案に及ばない。建物、通航用水門を立体交差にすることも、建造物の構造と施工の複雑性を増す。

上に述べたことをまとめると、長期にわたる運行上の安全、それに当面の施工の便宜を考慮し、1979年10月の基本計画報告は右岸案を基本計画の採用案として推薦した。

1979年12月、電力工業部は湖南省と、五強溪水力発電所基本計画に対し審査を行い、あわせて国家建設委員会に認可を申請した。二つの案はいづれも可能と思われるが、左岸案は、施工の配置に便利で、二期導流の採用が可能であり、工期は右岸案に比べて短く、早目に発電することが可能である。それに対し、右岸案は、配置には協調性があるが、施工導流の点で左岸案にふとり、施工進度は左岸案に比べ遅くなる。従って建設速度を早めるために左岸案を採用することに決定し、残る欠点、たとえば越流時の下流の水力条件、通航用水門とその据付場所の立体交差等の要求に対しては、次の段階で試験研究を重ね、配置を調整し、改善を加えることとする。

第 6 章 動 力 電 機

五強侯水力発電所は一台の容量が30～35万kWの水力タービン発電機を五台すえつけている。発電機の総容量は150～175万kW、保証出力39.3万kW、年発電量71～74.7億kWh、年利用時間4270～4730時間である。

スローイン系統の電圧は500kVでコイルアウトは三回で二回は長沙、株州、湘潭および澧源邵陽地区に送られ、環状網を形成する。一回は予備用である。

発電所はシステムの調圧、周波数調整、位相調整をになっている。

発電機と主変圧器には単位結線を採用した。電気主結線には“二階半”結線方案を採用し、500kVコイルイン五回、コイルアウト三回である。

発電機は、アンブレラ構造を採用し、これは全部で五台である。空気冷却は、定格容量30～35万kW、定格電圧18.0kVあるいはそれ以上で、発電機の引出母線には全速式離相自閉母線を採用した。

変圧器は、五組の单相（あるいは三相）二巻強油循環水冷式を採用した。定格容量は360,000～450,000kVA、定格電圧は550/18.0kVである。

発電所用変圧器は、三相3,200kVA、18/6.3kV変圧器五台を採用し、それぞれを機械組に接続した。

500kVの開閉所は発電所とダムの間配置し、SF₆全閉ユニット電器の採用を考慮している。

水力タービンは、製造部門との研究の結果、混流式水力タービンを全部で五台採用した。水力タービンの最終的形態、機械一つの容量および相応するパラメータの選択は、製造部門と更に検討のうちに確定する。レボルバーの製造運輸案については、もう一步の研究が待たれる。

発電所の主構造物内には2台の、主吊りフックの起重量が630~700トンの単スキップ(単小車)天井移動電気クレーンを設けた。

それぞれの機械組には、電気水圧调速器が設けられ、全建物にはエアークンプレッション系統、オイル系統、給排水系統、測量系統および通気空調系統が設置され、発電所の運行が経済的かつ合理的に、高い安全性のもとで行えるようにしている。

発電所の管理には、一対一の弱電操作方式を採用し、集中コントロール室には、リターンプレートおよび操業台を設け、建物全体の主要な設備に対し集中コントロールおよび監視を行う。建物全体の各設備の運行に関する主要な信号も集中コントロール室に送られる。ミニタイプの計算機を採用し、発電所全体に対しクラス別の管理を行って、全自動化を計る。

第7章 施工および概算

1 対外交通

施工における対外交通運輸には陸路と水運を連結する案を採用した。

- (1) 道路：下流の兩岸に三本の道路を建設し、幹線道路と連結する計画である。このうち左岸の慈利からダムサイトまでが主要な輸送線である：
 - ① 右岸の茶五道路は常德から溧陵へ通じる幹線道路上の茶庵舖を起点として、長さ38 Kmの三級道路を建設し、ダムサイトへ至らせる(道基幅8.9 m、路面幅8.0 m)。
 - ② 左岸の桃五道路は、桃源泉からダムサイトまで建設する。長さ75 km。従来から有る簡易道路を利用し、その一部を拡張改設して三級道

路とする。

- ③ 枝柳鉄道の慈利駅を起点としてダムサイトまで道路を建設する。長さ131 km、一部桃五道路および慈利から添家河段道路のほかは、37 kmの道路を建設、拡張しなければならない。
- (2) 水運：コンクリートおよび粉石炭40%を、貯水池沿岸の辰溪県から、190 km水運しダムサイトに至る。設備機械は長江、洞庭湖を経、源水をさかのぼって工事現場へ水上運送される。

2. 施工導流

河床地形の特徴にもとづき、分期導流方式を採用する。導流洪水流量の標準は、実測に基づき20年周期25,900秒 m^3 で計画し、年間施工の便を計った。導流施工は二期に分かれる；

第一期は右岸を囲み、河床の断面を60%せはめる。通航はもとの左側の主航道に施工する。基礎坑は洪水越流路および永久放水孔のあるダムの一部を含む。越流ダム内には19個の5×20 mの大型導流底孔を致設する。孔底の高さは47.0 mである。ダム体のコンクリート流し込み70 m以上に達してから左岸の基礎坑を囲む。右岸を施工すると同時に、左岸の岸斜面を掘削する。

第二期は左岸の建物および通航用水門を囲み、右岸の越流ダムの底孔から放水し、左岸の基礎坑コンクリートと右岸のダムのコンクリートを同時に上昇させ、そのまま貯水発電に至る。

縦向き of 越流ダムを囲むにはコンクリート重力式を採用する。上下流では横向き of ダムを囲むが、いずれにも土石囲みを採用する。

導流施工の期日を分ける際の臨時通航措置は：第一期はまず右岸の越流ダムを囲むので、左側に残った主河道を航路とすることができる。しかしもとの河床断面は60%縮小される。それに応じて流速も増し、本来の航運条件と異なってくるので、“絞漕”設備を設け通航条件を改善する必要がある。第二期には、河床の中間のダム体内の放水底孔を利用して臨時の水門とする。平常時は通航に使用するが、増水期には導流を兼ねる。水門の寸法は150×10m(長さ×幅)、吃水深1.8m、最大通航流量は600m³/秒である。施工期の通航に与える影響を考慮すると、一部の貨物輸送量に関しては、施工期間中鉄道を使用できるか研究する。臨時通航条件に関しては、今後模型試験により確定する。

5. 主体工事の施工

(1) 土石の掘削。左岸に発電所建屋を建設する突では土石掘削の総量は935万m³である。地形地質条件を考慮し、施工の安全を保障する点で、大型機械による作業が便利である。上から下へ向かって左右両岸で同時に施工を始め、上下流は分けて中間に向けて作業する方法をとる。碎石には4-8m³の積み込み機を用い、4m³のショベルを組み合わせて碎石の積み込みに使用し、20-32tのダンプカーでの輸送を主とする。

碎石捨ての計画としては、2期の仮締切用土石100万m³を除き、右岸の基礎坑Pt、石英砂岩は玉石として80万m³利用するが、そのほかは全て外へ運びすてる。左岸は上流の白砂溪捨場が主で、約650万m³を捨てることができる。右岸は上流の雷回坪から辰塘溪一帯の河原に、600万m³を捨てることができる。下流の右岸の大別溪出口から小床溪

までの河原には70 m以下の高さで350万 m^3 を捨てることのできる(具体的な施工の段取りにもとづけば、下流に捨てないことが望ましい)。ここはダム地点から10~8.0 km離れている。

(2) コンクリート工事のコンクリート総量は約459万 m^3 である。

ダムのコンクリートは304万 m^3 、高さ50 m以下の堤体部分には20 tダンプカーでコンクリートを直接打ち込む。高さ50 m以上の堤体のコンクリートを打ち込みには、跨ぎ既900 mの20~23 tの平造式快速ケーブルクレーン4台と6 m^3 のコンクリート打ち込みワクを採用した。

水門のコンクリートは95万 m^3 使用する。各水門の高さは一律でなく、高さの差が大きい。加えて左岸の掘削が深く工事量が大きいのので、コンクリート流し込みの支障をきたす。従って船給用水門では前期コンクリートにコンクリートミキサー車あるいは20 tダンプカーを用いてコンクリートを選び直接ワクに流し込む。後期には高さ75 mに機関車輸送線を設け、3 m^3 のバケット付きの10/25トンクレーン4台と組み合わせてコンクリートを打ち込む。

建物用のコンクリート43.0万 m^3 の流し込みは、3 m^3 バケット付きのケーブルクレーンを利用するほか、10 tの“高架門破”2台を選んで補助とする。

4. 主要な補助事業

(1) 砂石材の加工系統

コンクリート骨材には人工砂石材を使用する。紅砂溪採石場はダムサイ

トの右岸下流 2.5 km の椶子湾紅砂溪内にあり、岩石は灰白色の石英岩および紫色の石英砂岩が主で、面積は 30 万 m^2 である。高さ 130 m 以上の有効埋蔵量は 1,350 万 m^3 で、要求されるコンクリート骨材 500 万 m^3 を満足させることができる。

紅砂溪採石場は中樞コンクリートの需要にもとづき、初段階として高さ 115 m、面積 16~18 万 m^2 を開墾すると、有効開墾量 600~800 万 m^3 、覆蓋層剝離量は 160~180 万 m^3 となる。採石場の最高開墾強度は 15.6 万 m^3 /月である。

砂石料の加工系統の粗砕、ふるい分け、砂製造および半成品堆積所などはダムサイトの下流 1,300~1,600 m の源水河岸および紅砂溪口付近に配置する。製品の堆積場は源水の河辺の台地上においた。

人工砂石材が生産段階に入る前は、天然砂石を一部使用する必要がある。とりあえず、ダムサイトより下流 1.4 km の馬鞍洲を選び、臨時採掘場とする。ここの埋蔵量は 103 万 m^3 で、前期の臨時工程におけるコンクリートの月最高平均強度 3 万 m^3 の要求を満たすことができる。

(2) コンクリート練り混ぜ系統は左・右岸の二つの系統に分ける。

右岸のコンクリート系統は、主にダム、建物および小別溪の工程に供される。生産能力毎時 240 m^3 のミキサータワー 2 基を採用し、大・小別溪の間に配置する。

左岸系統は、主にロック用コンクリートに供される。生産能力毎時 160 m^3 のミキサータワー 2 基を採用し、ダムサイトより下流 700 m の 7 井洗掘溝の左側に配置する。骨材は紅砂溪採石場から源水大橋を経て左岸の堆積場までベルトコンベアーで送られる。

5. 施工配置

五強溪水力発電所のダムサイトは五強溪峡谷の出口から上流6 kmに位置する。兩岸は地勢がけわしく、河岸は切りたつて狭く、平地や台地が少ない。従つて施工配置における困難が多い。

建屋の施工における総建築面積は約61万 m^2 である。

コンクリート及び砂石系統は紅砂溪人工砂石材場に隣接する。ダムサイト下流1.0 kmの大別溪口および親子滝一帯に配置する。その他の各補助事業は、ダムサイトの下流2～6 kmの沿岸の台地に均等に分散させて配置する。

生活区は、ダムサイトの下流6 kmの大伏角の茶山丘陵地帯に集中させて配置する。町村計画にもとづいて配置し、水力発電基地の一つとする。

6. 施工進捗

施工の準備工程は、二年前後で完成させる計画である。1980年の第2四半期に開始し、1982年に完成させる。左右の岸に對外道路を建設し、源水大橋と大・小別溪に橋をかけ、車を通す。水運ふ頭および初期の砂石材系統を建設する。施工家屋を60多以上建設して、現場の職員、労働者の居住及び生産に供する。風、水、電気系統と通信網を完成し、積極的に各施工設備の購入契約を行なう。

第一期右岸基礎坑工程。1981年末より1982年の増水期前に右岸の基礎坑越流ダム囲い工程を実施し、同時に兩岸の土石掘削を開始する。

1982年に右岸の基礎坑および左岸斜面の大掘削を行なう。掘削強度は

最高に達し、年掘削量 $342m^3$ 、月最高平均強度は $33.6万m^3$ となる。

1982年の増水期ののち、右岸ダムのコンクリート流し込みを開始し、1983年増水期までに二期基礎坑導流放水ができる所まで流し込みを進める。コンクリートの月最高流し込み強度は $17.5万m^3$ 、年強度は $74.4万m^3$ である。

第二期の左岸基礎坑工事は、1983年の増水期後から1984年の増水期前までに、左岸基礎坑越流ダム囲いの建設を行なう。それとともに基礎坑開発とコンクリートの流し込みを行ない、1984年にはコンクリート流し込みが最高に達する。この時の年流し込み量は $157.8万m^3$ 、月最高平均強度は $14万m^3$ である。1986年には第一台目の発電機が、1988年には五台の発電機全てが完成する。

7. 概算費用

関係規定にもとづき、設備価格および材料単価等の標準を計算する。五強溪水力発電所の総投資額は 14.76 億元である（貯水池による水没処理補償費を含まない）。

第 8 章 結 論

1. 五強溪水力発電所は発電を主とし、洪水防止および水上運輸等を兼ねた多目的ダムである。主体工事は土石の掘削 9 3 5 万 m^3 、コンクリート 4 5 5 万 m^3 、総投資額 1 4. 7 6 億元（貯水池による水没処理補償費を含まず）で、技術、経済指定目標のすぐれた水力発電所である。
2. 五強溪水力発電所の正常貯水位には 1 2 0 m、洪水防止貯水池容量 4 1 億 m^3 を推薦した。このうち 1 8 億 m^3 は臨時の洪水貯水容量で、洞庭湖が分流して洪水防止を行う必要のある時にはじめて流用する。洪水防止制限水位は 1 1 6 m、洪水防止最高水位は 1 2 8 4 m である。ダムによって水没する田畑は 8. 7 8 畝、移住人口は 1 7. 4 6 万人である。
3. 五強溪水力発電所の発電機は 1 5 0 ~ 1 7 5 万 kW、保証出力 3 9. 3 万 kW で、年間発電量は 7 1. 0 ~ 7 4. 7 億 kWh となり、将来湖南省電力網の中心発電所となり、あわせて湖北と電力網をつなぎ、当面の深刻な電力不足の解決に重要な役割を担うと同時に、湖南の四つの現代化建設を促進することとなる。
4. 五強溪貯水池は、有効に源水を制御し、尾閘の 1 5 9 万畝の田畑と 1 0 6 万の住民の洪水防止標準を高めて、本来 5 ~ 1 0 年周期であるのを 2 0 年周期にまで向上させ、西洞庭湖の洪水分流の役割をにない、洞庭湖の商品穀物基地の建設を促進させるのに有利に働く。

5. 源水は52年間にわたる水利系統、水利気象の比較的完全な資料が整備されている。ダムサイトでは二十数年間にわたり測量設計作業が行われ、地質問題はすでに調査によって明らかになっており、100余mのコンクリートダム建設の条件がととのっている。
6. 自然条件、運行の安全、施工の便宜、工事の経済性等の総合検討に基づき、中樞配置は左岸に設置する案を推薦する。
7. 五強溪水力発電所の工事は規模が大きく、技術が複雑で、各方面に条件、制限があるため、基本計画段階で水力エネルギー計画、中樞配置、導流施工等主要な問題に対し、重点的に全面的な論証を行い、あわせて必要な試験研究作業を行った。関係する基礎岩盤、水力学等は、更に一步進んで試験および基礎処理を行い、建築物の構造応力分析およびその他の技術科学研究等は、技術設計段階での研究が待たれる。
8. 五強溪水力発電所は大型の工事であり、初めて外資導入によって建設される水力発電所である。地理的には適当な場所にある。湖南は電力需要が切迫しているので、いかに建設の速度を早めるかが非常に重要な問題である。

現在の施工水準は四つの現代化建設の要求を満足させる水準には達していない。従って、海外の進んだ技術、大型プラントおよび大型施工機械設備を導入して施工の速度をはやめ、設計および施工管理水準を向上させ、一日も早く発電所を建設させることを提案する。

附 録 工 程 特 性 表

1. 中 枢 水 利 特 性

番号	名 称	单 位	数 値	備 考
1	流 域 面 積			
	全 流 域	平方キロ	99.000	
	ダム地点以上	平方キロ	83.800	
2	利用 水文系列年限	年	5 2	
3	多年平均年径流量	億 m^3	649	ダム地点
4	代 表 的 流 量			
	多年平均流量	秒 m^3	2060	
	実測最大流量	"	27,000	1969・7・17
	実測最小流量	"	198	1957
	調査による歴史最大流量	"	41,700	1766年
	設計洪水流量 (P=0.1%)	"	57,700	ダム進入洪水にともなう計算
	比較洪水流量 (P=0.01%)	"	69,300	"
	施工期導流流量	"	25,900	
5	汎 水 量			
	実測最大洪水量 (三)	億 m^3	49.7	1969・7・16~18
	設計洪水量 (三) (P=0.1%)	"	109.5	
	比較洪水量 (三) (P=0.01%)	"	13.5	
6	泥 砂			
	年平均砂運搬量	万 t	1,620	
	実測最大砂含有量	kg/m^3	4.39	
	ダム地点多年平均砂含有量	"	0.258	
7	水 位			
	ダム地点最低水位	m	48.5	
	ダム地点最高水位	"	66.8	実測流量 Q=27,000秒 m^3
		"	73.4	調査による歴史流量Q=41,700"
8	気 象			
	最高気温中最も高い気温	℃	41.1℃	1972年8月27日
	最低気温中最も低い気温	"	-9.5℃	1956年1月23日
	月平均最高気温	"	29.8℃	1961年7月
	月平均最低気温	"	1.8℃	1976年7月
	ダム地点多年平均気温	"	16.1℃	1952年12月
	多年平均相対湿度	%	85	
	年平均降水量	mm	1,724	

2. 貯水池特性

番号	名 称	单 位	数 量	備 考
1	貯水池水位			
	堤頂高程	m	134.00	
	正常貯水位	"	120.00	
	死水位	"	96.00	
	比較洪水位 (P=0.01%)	"	132.81	
	設計洪水位 (P=0.1%)	"	131.23	
	増水期制限水位	"	116.00	
	洪水防止高水位(一)	"	128.40	41億洪水防止ダム容量
	洪水防止高水位(二)	"	123.70	23億洪水防止ダム容量
2	正常貯水位時の貯水池面積	ka	355	
3	貯水池容量			
	正常貯水位時貯水池容量	億 m ³	57.4	▽120m
	洪水防止貯水池容量(増水期上・下制限水位間)	"	410	▽116~128.4m
	調節貯水池容量(正常貯水位と死水位の間)	"	430	▽120~96m
		"	14.4	▽96m
4	貯水池容量係数(有効貯水池容量/平均流出量)	%	6.6	
5	調節特性	季節調節		
6	径流利用程度	%	87.4	

3. 中樞放流流量および相応下流水位

番号	名 称	单 位	数 量	備 考
1	設計洪水時最大放流流量	秒 m ³	41200	
	相応下流水位	m	▽73.20	
2	比較洪水位時最大放流流量	秒 m ³	53000	
	相応下流水位	m	▽77.4	
3	増水期最小調節流量	秒 m ³	440	
	相応下流水位	m	▽49.23	

4. 総合利用効果

番号	名 称	単 位	数 量	備 考
1	発 電			
	発電機容量	万 kW	150~175	
	保証出力	"	39.3	
	平均年発電量	億kWh	71.0~74.7	
	年利用時間量	億kWh	4,730~4,270	
2	洪水防止(尾閘地区)			
	下流保護人口	万人	106	
	下流保護耕地	万亩	159	
	下流洪水防止標準	年	20	
3	源水本・支流改善航路	km	240	(上110 下130)

5. 水没損失

番号	名 称	単 位	数 量	備 考
1	水没農田(P=50%)	万亩	8.78	
2	移動人口(P=5%)	万人	17.46	
3	水没道路	km	360.00	
4	送電線(110KV)	"	5.00	
5	水没電信線		1,539.00	
6	水没工場数山企業	個	58.00	(このうち大中型約18個)

6. 主要建築物および設備特性

番号	名 称	単 位	数 量	備 考
1	ダム 型式 堤頂高程 最大堤高さ 堤頂長さ	 m m m	重力ダム 134 104 785	
2	放水建築物 型式 堰頂高程 越流部分長さ 単一幅流量 エネルギー減少方法 ゲート	 m m	孔口式 河床小別径 ▽104 ▽108 195 60 187 187 195 191 底流エネルギー減少 河床 10-15×18 小別径 3-15×18	P = 0.1% P = 0.01% 扉-幅×高 扉-幅×高
3	取水設備 取水口底部高程 取水口ゲート寸法 鋼管直径	 m mm m	 750 9×14 110~110.9	(幅 × 高)
4	発電所建物 型式		ダム後方式	
5	変電所 型式 面積	 mm	戸内全閉結 244×16	(長 × 幅)
6	水力発電所主要設備 (1) 水力タービン 台数 型式 水力タービン出力 最大落差 最小落差 設計落差	台 万kW m m m	5 混流式 31~35 77.0 44.5 57.0	(完成時)わずかな誤差あり

番号	名称	単位	数量	
6	(2) 発電機 台数 定格容量(力率0.875) 定格電圧	台 KV A KV	5 34.3~40.0万 18或以上	
	(3) 発電所内クレーン ブリッジクレーン (跨ぎ幅30~33.5)	台	2台 630~700T	
7	送電線 電圧 回路数	KV 回路	500 3回路	
8	通航建築物 型式		船首ゲート	
	年貨物運搬量	万 T	250(200)	
	年木材運搬量	万 m ³	30	
	設計堤通過標準船(陸)型	T	2×500	
	上流最高通航水位	m	12.4	9.6.7 下流相応水位
	上流最低通航水位	m	9.8.5	▽5.7.8.0 下流相応水位
	下流最高通航水位	秒 m ³	10.000	▽4.9.1.0
	下流最低通航水位	"	3.9.2	
	ゲート通過流量	"	1.7.3	
ゲート通過時間	分	4.4.6		

7. 施工特性

番号	名称	単位	数量	備考
1	工 程 量			
	土 石 開 発	万 m ³	2,470	(対外交通および施工臨時建築工程を含む)
	土 石 埋 め 戻 し	"	37	
	コンクリートおよび鉄筋コンクリート	"	486.7	(施工臨時建築工程を含む)
	鉄 筋	万 T	5.78	
	鋼 材	"	7.22	
	固結コンクリート流し込み コンクリート流し込み	万 "	156 134	
2	輸 入 材 料			
	木 材	万 m ³	13	
	セメントおよび粉末石炭灰	万 T	120	セメント94万T 粉末石炭灰26万T
	鉄 筋 お よ び 鋼 材	"	1300	
3	現 地 材 料			
	土 料	万 m ³	40	施工導流および堰囲み用
	石 料	"	77	"
4	労働者クレスト数	人	15,000	
5	施 工 用 電		20,000	3 0 0 0
6	施 工 期 限	年	7年	第一台目の機械組の発電 (準備2年を含む)
7	投 資 総 額	万元	147,567	ダムによる水没処理設備費を含まず

第 2 編 水利気象

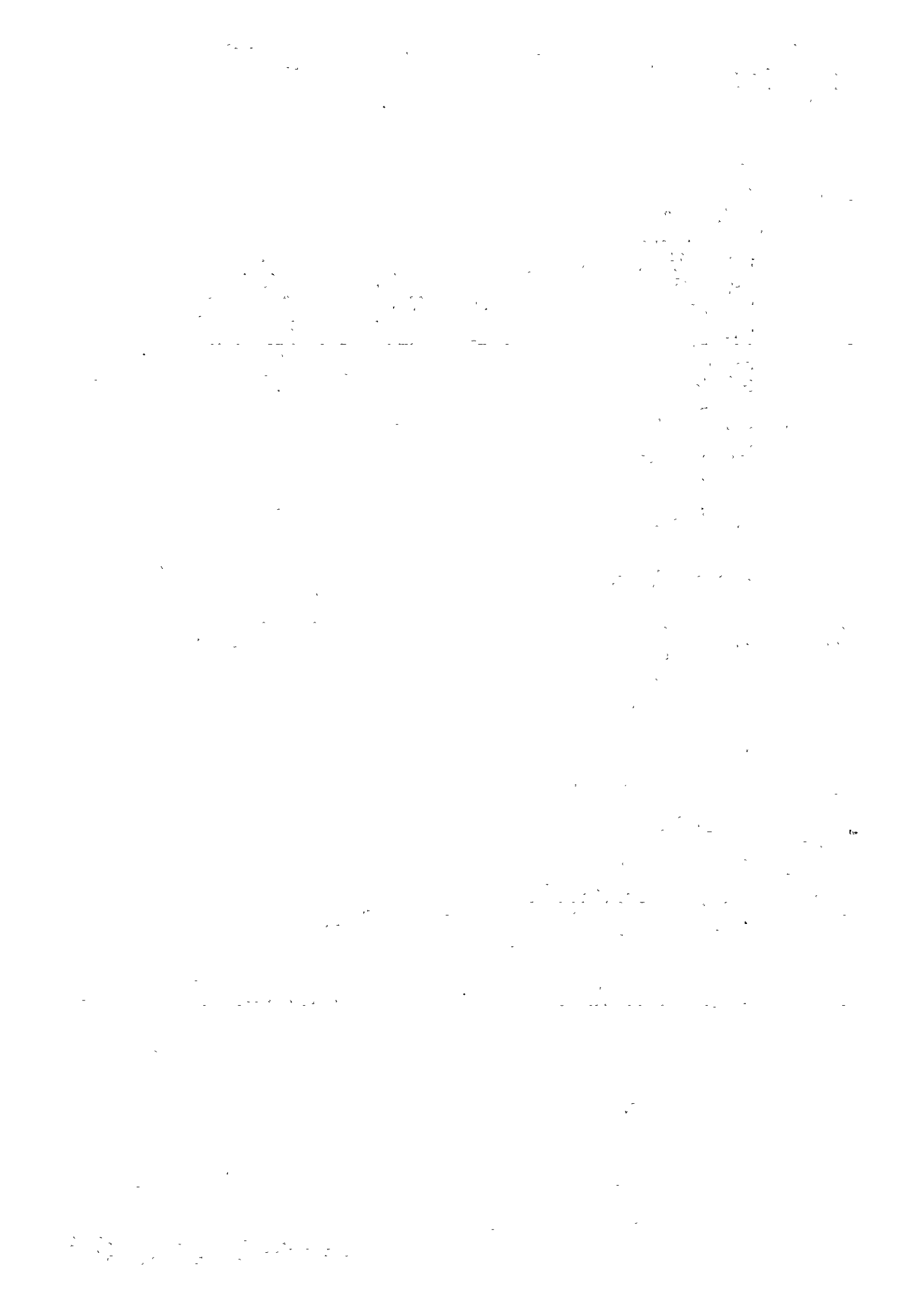
目 次

第 1 章	流域概況	2-2
第 2 章	気候の特性と豪雨の分析	2-3
1.	気候の特性	2-4
2.	豪雨の分析	2-9
第 3 章	年間流量計算	2-11
1.	水利試験と資料改編状況	2-11
2.	年間流量系列の補正延長と統計	2-12
第 4 章	洪水に対する設計	2-15
1.	実測資料	2-14
2.	洪水歴史の調査と考証	2-14
3.	洪水の特性	2-18
4.	ダム地点の洪水に対する設計	2-20
5.	ダム流入洪水設計	2-23
6.	下流の尾閥における洪水防止設計	2-26
第 5 章	泥 砂	2-27
附 図		



付 図 目 次

番号	図 名	整 理 番 号
1	源水流域図	源五-総-402-1
2	源水流域歴年平均降水量分布図	源五-総-402-2
3	源水流域1961~70年一日降水量 ≥ 50 mmの総日数分布図	源五-総-402-3
4	五強溪ダムサイト(揚五廟)水位流量曲線図	源五-総-402-4
5	源水源陵、常德、桃源~澧子河月平均流量相関図	源五-総-402-5
6	源水五強溪ダムサイト年平均流量強度曲線	源五-総-402-6
7	源水五強溪ダムサイト1954、1969、1970年典型年洪水過程線	源五-総-402-7
8	源水源陵~澧子河(王家河)-常德最大流量相関図	源五-総-402-8
9	源水源陵~澧子河(王家河)-常德 三日間の洪水量相関図	源五-総-402-9
10	源水源陵~澧子河(王家河)-常德 七日間の洪水量相関図	源五-総-402-10
11	源水源陵~澧子河(王家河)-常德十一日間の洪水量相関図	源五-総-402-11
12	源水五強溪ダムサイトのピーク流量、流入量相関図	源五-総-402-12
13	源水五強溪ダムサイト年最大流量、三、七、十一日間の洪水量強度曲線	源五-総-402-13
14	源水常德発電所年最大流量、三、七、十一日間の洪水量強度曲線	源五-総-402-14
15	源水五強溪貯水池ダム流入最大流量、三日間の洪水量強度曲線	源五-総-402-16
16	源水五強溪貯水池下流ダム流入年最大流量、三日間の洪水量強度曲線	源五-総-402-17
17	源水五強溪貯水池ダム流入計画洪水過程線 常德、ダムサイト、下流区間の計画洪水過程線 (P=2%, 1954年典型)	源五-総-402-18
18	常德、ダムサイト、下流区間の計画洪水過程線 (P=3.3%, 1954年典型) 常德、ダムサイト、下流区間の計画洪水過程線 (P=5%, 1954年典型)	源五-総-402-19



第 1 章 流 域 概 況

源水は洞庭湖水系の四水のひとつで、北緯 $26^{\circ}\sim 30^{\circ}$ 、東経 $107^{\circ}\sim 112^{\circ}$ の間に位置する。流域の東側は雪峰山で資水と隔てられ、西側は梵淨山を間に烏江と隣合い、南側は苗嶺を隔てて柳江と流れを分かち、北側は武陵山を間に溇水とべだたっている。流域の形状は、南北に長く東北に狭い、西南から東北に向って傾いた矩形をしている。流域内の大部分は山地で、地勢は通常西、南部および西北部がやや高く、東部および東北部がやや低くなっている。

源水は貴州省東南部に源を発し、南北2つの源がある。南は雲霧山から流れ出し、馬尾河と呼ばれる。北の発源地は麻江と福泉の間の大山上で、これは安江と呼ばれる。2つの川は溇河口で合流後溇水江と名を変える。溇水江は東に曲って流れ、沅水、澧水を併呑してはじめて源水と呼ばれるようになる。源水は東南に折れて洪江に至り巫水と合流して北に向きを変え、大江口、辰溪、溇陵を通り、澧水、武水、酉水と併呑し、そのうち東北に折れ、五強溪から徳山に至って洞庭湖に注ぐ（付図源五 - 総 - 402-1 源水流域図を参照）。源水は源から徳山に至るまで全長1,050 km、総落差1,035 mで、河岸湾曲係数は2.0である。常德の徳山上流の流域面積は90,000 km²、楊五廟ダム地点は徳山の上流143 kmの所にあり、制御面積は83,800 km²、全流域面積の93%を占める。

源水の河川網は羽毛状に分布している。比較的大きな支流として、沅水、武水、辰水および溇水がいずれも左岸にある。小さな支流としては澧水、巫水、沅水がいずれも右岸に有り、左岸の支流面積は右岸の約2倍である。

主要な各支流の状況は下表に示した。

名称	流域面積 (km^2)	長さ (km)	河口から徳山ま での距離(km)	支流の河口の高 さ (m)	総落差 (m)
涇水	6,500	220	543	201.7	272.3
澗水	11,000	410	501	178.7	514.0
巫水	4,100	210	479	164.5	435.5
潁水	3,400	117	358	122.1	363.1
辰水	7,400	295	317	112.4	587.6
武水	3,800	172	255	99.3	350.7
西水	20,000	440	227	88.3	661.0

第2章 気候の特性と豪雨の分析

流域内の気象観測所網の分布は比較的平均しており、観測項目としては：気温、降雨、湿度、蒸発、風力、風速等がある。観測の最も早く始まった観測所は芷江（1936年より）、源陵（1936年より）で、遅い観測所でも1960年から観測を始めている。長期にわたる（観測所設立から1970年まで）資料と、短期間（1961年前後から1970年まで）の資料によれば、気象に関する値はそれほど変化がない。今回は、気象部門が設置した42の気象観測所の資料を用い、流域の気象に関する統計を行った。ダム地点には気象観測所が無いので、付近の梟子河、五強溪、王家河の三つの観測所の1953-1976年の資料を流用した。このうち水温に関する一項目は一部の年について源陵観測所の資料を流用した。

1. 気象特性

源水流域は亜熱帯季節風気候に属し、流域内は温暖湿润多雨で、四季の区別がはっきりしている。平均気温の観測により季節区分の基準を作った。毎年春季は大体3月20日から5月31日まで、夏季は6月1日から9月20日まで、秋季は9月21日から11月30日まで、冬季は12月1日から3月19日までである。冬と夏は各三ヶ月余り、秋と春は各二ヶ月余りである。

(1) 気 温

流域の各地における年平均気温は14℃-17.2℃の間で、上流が最も低く、中流が最も高い。西から東へとしたいに上がる傾向がある。年間では一月が温度が最も低く、平均気温は3.4℃-6.1℃である。七月が最も高く、平均気温23.4℃-28.5℃である。

最低気温中最も低いものは一月に多く現れる。どの地点でも-5℃以下で、上流が最も低く、麻江では1970年1月6日に-10.4℃の低温を記録した。

最高気温中最も高いものは7月から9月の間に現れ、8月が最も多い。上流は気温が比較的 low、福泉、麻江、丹寨などはどこも35℃以下である。それに対し中流の新晃、铜仁、麻陽、盘溪、古丈などはいずれも40℃以上である。1953年8月には铜仁で42.5℃を記録したことがある。

一年の気温の変化には規則があり、一月以后、気温はしたいに上昇し、3-4月が上昇の度合が最も激しい。7月に普通最高値を記録する。8月も高温が続き、10月、11月に至ると明らかに下降する。

(2) 相対湿度

流域の相対湿度は差が少なく、各地の年平均相対湿度は77% - 85%の間である。湿度の高い地域は流域の「南部」と「北部」に分かれる。北部は、古丈、花垣、吉首を中心とした地方で、年平均相対湿度は83%に達する。南部の中心の錦屏は85%に達し、中部の銅仁、麻陽、辰谿、溆浦一帯はどこも80%以下である。

一年の相対湿度は春の末から夏の初めおよび秋の末から冬の初めが最も高い。1月と9月が最も低い。

一年の最小相対湿度は普通5 - 20%の間で、それぞれの観測所の最小相対湿度は5%以下である。

(3) 降雨量

流域内の年平均降雨量は1,000 - 1,730 mmの間で、北部の降雨量が最も多く、中部の西密りの地区の降雨量が最も少ない。

高い降雨量を記録する中心地は北部の古文と南端の丹梁、降水量の少ない中心地は鎮遠、施秉、施洞付近である（附図源五-総-402-2を参照）。

雨の降り方は不均等で、最多月と最少月の雨量の差は200 mm以上に達する。春、夏に雨量が多く、秋、冬は少ない。毎年4 - 8月の雨量が年間雨量の65%を占める反面、12 - 2月はわずか9.1%を占めるにすぎない。

年間の雨量の変化は季節風の進退と密接な関係がある。春になって、亜熱帯高気圧が北に張り出し、海の暖かく湿った空気が本流域に侵入して来るに従い、雨量が増加し、流域の東南部および本流以東から下流に沿った地域の3月の雨量は100 mm以上になる。4月には各地の雨量は、

100 mmを超え、ある観測所では200 mm前後に達する。5月に入ると暖かくて湿った気団の勢力が増し、本流域は寒気団と暖気団の張り合う地帯となり、雨が多くなり、雨量が増す。このうち南部のほとんどの観測所では月間雨量が1年中で最高値の200 - 250 mmの間に達する。これは年間雨量の約15%にあたる。その他の観測所では、6、7月に年間月最高値を示すようになる。8月に入ると、亜熱帯高気圧が更に張り出し、雨の降る地域は流域以北および華北地区に移るため、本流域の9月の雨量は目に見えて減少する。10月には、極地の前線が南へ移動し、冷い空気が南下するため、しばしば苗嶺一帯に停滞前線を形成して、雨量と雨の日は9月に比べいくらか増加する。11月に入ると極地の気団の勢力が増強し、しだいに本流域に影響するようになるので、本流域が冬季に入ると、雨量が非常に減少し、1月には最小値を記録する。雷山、福泉、都勻、施秉等の観測所ではわずか20 mm前後、その他の各観測所では多い所でも50 mm以下である。

(4) 降雨日の分布

流域内の各観測所の年間降雨日数は約148日 - 197日である。数値の高い中心地は流域南部で、福泉、台江、三穗、錦屏、靖県、通道以南の降雨日はいずれも180日を超え、丹寨では197日に達する。数値の低い中心地は源陵、滄溪、辰溪で、降雨日は160日に達しない。1年のうちで降雨日の最も多い月は5月で、17 - 20日、最も少ない月が9月でわずか8 - 13日である。豪雨(P日 \geq 250 mm)の降雨日の分布、年間の降雨日の分布には明らかな差があり、総日数は12日から52日の差がある。数値の高い中心は流域北部で、低い中心地は流域中部の施秉、鎮遠、新晃一帯である(付図源5 - 総 - 402 - 3 参照)。

(5) 水面蒸発

直径80 cmの蒸発器で観測した結果によれば、流域の各地の年平均蒸発量は680 mmから1,360 mmであった。その分布としては、通常上流が少なく、中、下流が多い。一年間の蒸発は夏季が最大で、冬季が最小である。月最大蒸発量は263 mm（源陵1966年8月）、月最小蒸発量は9 mm（吉首1957年1月）であった。

(6) 風力、風向

流域の平均風速は0.7 m/秒から2.9 m/秒である。上流の城歩、靖県、麻江、丹寨の平均風速が2.0 m/秒である以外は、その他の各観測所ではいずれも2.0 m/秒以下である。龍山、吉首、古丈、保靖、鳳凰、松桃、銅仁、嶺朶、鎮遠、錦屏、劍河等の観測所の平均風速はわずか1.0 m/秒前後である。流域内の大多数の観測所では、年間を通して北風、東北風が主で、風向は季節によって顕著に変化する。冬季は東北の風が多く吹き、夏季は西南の風が多い。しかし、風向も局部地形の影響を受ける。たとえば来鳳は1年中どの月も西南の風が多く吹き、溆浦は北北東の風が多い。

定時最大風速はどの月にも平均して現われる。風向は東北風あるいは西南風が多く、古丈、来鳳の最大風速は1.0 m/秒に達しない。花垣、源陵の最大風速は2.0 m/秒前後に達する。

ダム地点の各気象観測値は下表参照：

五強溪ダム地点の気象要素特徴値表

項 目	特 徴 値	出 現 時 期
多年平均気温	16.1℃	
多年平均最甚月気温	27.8℃	7月
月平均最高気温	29.8℃	1961年7月, 1970年7月
月平均最低気温	1.8℃	1954年12月
最も高い最高気温	41.1℃	1972年8月27日
最も低い最低気温	-9.5℃	1956年1月23日
平均相対湿度	85%	
最小相対湿度	15%	1961年4月2日
平均風速	1.4 m/秒	
最多風向	N E	1 2 3 4 9 10 11 12. (月)
	S W	5 6 7 8 (月)
定時最大風力及び風向	17 m/秒、E	1956年4月9日
年間平均降水量	1724 mm	
年平均降水日数	175.1日	
実測最大一日雨量	191.3 mm	1967年6月18日
実測最大三日雨量	302.8 mm	1967年5月18日-20日
最大日蒸発量	13.3 mm	1959年7月31日, 8月30日
最大月蒸発量	250.5 mm	1959年7月
年平均水温	18.1℃	
最高水温	34.2℃	1960年8月15日
最低水温	1.4℃	1956年1月21日

2. 豪雨の分析

流域の豪雨は3-10月に発生し、5-7月に最も現れる。広範囲で長時間の豪雨は通常6-7月に発生する。地域豪雨は発生する季節により、前期に(5-7月)には東南、後期(6-8月)には西北という傾向がある。

流域の豪雨の一日の雨量は100mm以下である。1日最大面積雨量は62mm(1969年7月16日)、観測地点雨量は325mm(番溪観測所1970年7月12日)である。3日最大面積雨量は115.7mm(1958年7月12日-14日)、観測地点雨量は446.2mm(官庄1967年5月18-20日)である。

流域豪雨(面平均雨量 ≥ 50 mm)の時間は通常1日、最も長く続いたもので4日である。長期間豪雨は歴史的には、遠く1571年の大水は、辰溪、墟溪、源陵県誌の記録には、「5月27日から降り出した長雨は6月4日まで降り続き……」とある。近年では、1931年の大水は、源陵県誌の記録には、「7月5日の豪雨は、7昼夜にわたり……」とか、辰溪県誌の記録には、「7月23日から27日まで土砂降りの雨が続き、昼夜上がることなく……」とある。また、1935年の大水は、源陵県誌の記録に、「6月上旬に長雨が続き、10日には雨勢はますますはげしくなって降り続き、15日には前より更にひどくなって、4昼夜降り続いてから上がった……」とある。これらを見ると本流域で大豪雨が発生した時は、その期間がいずれも長いことがわかる。

豪雨の分布地区は、大体、全流域、中下流、中流、中上流等の4つに分けられる。中下流に豪雨が多く、強さもまた激しい。そのうちしばしば澄

水、湘江が同じ雨帯に入る。豪雨は通常北から南へ向うか、あるいは西北から東南に向かう。豪雨の中心地は多くは北部の源陵、古丈、および南部の雷山、丹寨一帯である。

上に述べた豪雨の発生する季節と場所の変化は、気象にその原因がある。毎年春の末から初夏にかけて、東アジア高層の西風環流が弱まって北上し、熱帯環流が我が国の南部を支配し始めると、低空の偏北気流と偏南気流が兩嶺以北一帯で張り出すようになる。源水流域は主な雨帯の北側に位置して、豪雨はしだいに増加する。熱帯環流の勢力が強まり、低空の偏北気流と西南の暖かく湿った気流が長江流域で張り合って梅雨前線を形成し、源水流域はちょうどこの梅雨前線の主要な雨帯に位置することになる。従って、しばしば広範囲で、強力かつ長期間の豪雨が発生する。7月中旬から西風環流が北上し、熱帯環流が完全に本流域を支配すると、雨帯は長江淮河以北に移り、源水流域では豪雨の発生がほとんどなくなる8月中旬以降は熱帯環流が南下し始め、北方の冷い空気が南下するので、長江中流では豪雨の発生はあっても、季節風が退くので、広範囲で長期間の豪雨が発生しにくくなる。

湖南省の気象台の分析にもとづけば、湖南省各地に雨を降らせる気象要因は気圧の谷、低気圧のうず、不連続線等の西風帯系統である。東風帯系統の台風、東風波等の影響は少い。

今回は、源水流域で、大洪水を引き起こした14の豪雨資料を分析し、豪雨日に影響を与えた系統および配置状況を示した。以下の通りである。

14の豪雨の降雨過程(5日)の中で、強く、広範囲にわたる豪雨は、その700mmbの影響系統はみな低気圧である。

源水流域の降雨に影響を与えた系統の配置表

700mmb 系 統	気圧の谷		不 速 統 線				低気圧のうず		その他	合 計
	寒 冷 前 線	停 滯 前 線	寒 冷 前 線	停 滯 前 線	波 動	(気 圧) の 谷	停 滯 前 線	波 動		
日 数	1	2	4	18	1	2	8	7	9	52

源水流域の1949年5月24日～6月11日、1954年7月20日～8月4日、1969年7月10～17日、1970年7月8日～12日の4回の大豪雨の成因について分析を行うと、基本的な天気系統は梅雨前線系で、高層では低気圧のうずが不連続線に沿って移動し、地表では寒冷前線あるいは停滞前線があらわれる。

第 3 章 年間流量計算

1. 水利試験と資料の改竄

本流域に最も早く設立された水利観測所は常德観測所で、1924年10月に水位の観測を開始し、1927年に流量の観測を開始した。1939年以後は、本流と主な支流に錦陽、源陵、桃源、芷江、錦屏、洪江、保靖等の水利観測所が設立された。解放後、本・支流に更に多くの水利、水位観測所が増設され、基本的に本支流の水文要素の変化をカバーし、試験、改竄の成果と質は年毎に高まった。

ダム軸線の下流190mの個所では、1959年～1962年に水位が

観測されている。ダムの下流 2 km と 2.3 km の穉子湾と王家河の両水文観測所には、おのおの 1953 - 57 年と 1956 - 76 年の水位、流量の資料がある。両観測所とダム地点は集水面積の差が 1 % 以内で、この間には大きな支流は流れ込んでいないため、この両観測所の資料は直接ダム地点に使用することができる。ダム地点の水位～流量関係曲線は、付図源五 - 総 - 402 - 4 に示した。ダム地点の上、下流の源陵、桃源、常德水文観測所はいつでも長期間の実測水文資料を持ち、これはダム地点系列の延長に用いることができる。その他、貯水池地区の本・支流には更に大江口、浦市、陶伊、思蒙、河溪、高刷頭等の水文観測所の資料がある。

水力発電所設計で主に依拠する源陵、穉子湾、王家河、常德の 4 つの観測所の流量資料に対しては、再度詳しく考察を行い、査定し、精度の高い資料を選んで改編に用い、計算の根拠とした。

2. 年間流量系列の補正延長と統計

穉子湾、王家河における実測年限は長くないため、源陵、桃源、常德観測所の月平均流量と関係づけて、補正延長を行ない（各観測所の月平均流量相関図は、付図源五 - 総 - 402 - 5 を参照）、これによりダム地点の 52 年間（1925 - 76 年）の月、年平均流量系列を求めることができた。付表Ⅱ - 1 を参照。この中で、1925 年 - 1939 年 1 月は常德から補完し、1939 年 2 月 - 1948 年 12 月、1950 年 1 月 - 1952 年 12 月は源陵から補完し、1949 年 1 月 - 12 月は桃源から補正した。源陵、常德観測所では解放前の一部の月の観測資料が欠けており、近くの流域の観測所の流量あるいは雨量によって補正したのであまり正確ではな

い。

ダム地点の流量系列の変化を分析するため、52年間の流量資料を、長、短両期間に分けて多年平均流量を統計した。以下に示す。

期 間	1925-1976	1951-1976
多年平均流量(秒 m^3)	2060	1950

上の表から、1951-76年の間は水量が枯渇し、1925-50年の間は豊水だったことがわかる。また1925年-76年の長期間の資料は、湛水期を含んでいるだけでなく豊水期も含んでおり、一定の典型となり得る。長期間の資料統計にもとづき、ダム地点の多年平均水量649億 m^3 が得られる。各年と年の流量の差は少なく、多水年と涸水年の平均流量の比はわずかに2.8倍である。1925-1976年の年平均流量系列は、 $P = \frac{m}{n+1} \times 100$ の公式によって、各年の経験頻度を計算し、P-III型線を用いて(頻度曲線は付図源五-総-402-6参照)。得られた統計パラメータおよび各頻度、年平均流量値は以下の表に示す通りである。

多年平均流量 (秒 m^3)	C_v	C_s	各頻度(%)年平均流量(秒 m^3)								
			1	2	5	10	20	50	90	95	99
2060	0.26	2 C_v	3,600	3,300	3,010	2,760	2,490	2,020	1,420	1,280	1,030

太陽暦年と水文年(その年の4月から翌年3月まで)の流量パラメータと特徴値を比較すると、同一であるので、設計に使用する際の便宜を計り、以下すべて水文年によって統計を行う。

正確に出力を計算し、臥流階段式流量系列との一致をはかるために、精密度の高い1951-76年の流量資料を選び、旬間平均流量を計算した(結果は附表II-2参照)。このほか、年平均流量の多少にもとづき、

また年間の流量配分の特徴を考慮して、1951年-76年系列の中から、1952-53、1962-63、1956-57年をそれぞれ豊水年、中水年と渴水年の典型年として選び、その年間の配分統計を下の表に示した。

年別	年平均流量 (t/d)	年流量係数 t/d	各 月 平 均 配 分													備 考
			4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3		
豊水年	2060	246	105	180	177	142	81	57	60	49	28	27	35	54	1952-53年 の統計をもとづく	
中水年	1950	233	121	198	167	139	85	50	50	50	28	24	33	55	1956-57年 の統計をもとづく	
豊水年	2500	309	1952年										1953年			
			66	188	118	125	146	70	81	33	20	16	24	95		
中水年	1900	227	1962年										1963年			
			76	233	212	122	80	43	50	63	40	17	24	20		
豊水年	1400	178	1956年										1957年			
			122	273	149	61	82	35	22	20	11	22	51	43		

上の表から次のことがわかる。ダム地点の年間各月流量の配分は不均等で、水量は増水期の各月に集まっている。4-8月の平均水量は年総水量の69%を占める。12-2月の水量は年総水量のわずか9%を占めるにすぎない。最大月平均流量は最小月平均流量の5.4倍である。

鳳漣貯水池の建設によって、鳳漣階段式のダム地点の流量に与える影響を考慮すると同時に、1951-76年の、鳳漣貯水池によって調節されたのちのダム地点の旬間平均流量を計算した(すなわちダム地点の平均流量から自然条件下の高砌頭の旬間平均流量を引き、それに鳳漣によって調節されたのちの高砌頭の旬間平均流量を加える)。結果は付表II-3を参照。

第 4 章 洪水に対する設計

1. 実測資料

源陵、高碓、筏子湾、王家河等の主要観測所は、1956年以前には中、低水には流速儀を、高水には浮標を用いて流れを測った。浮標系数は分析が済んでおらず、一律に0.85を採用していた。1957年より流量試験の結果の質が向上し、実測流量の水位の幅が年を追って増え、高水に多く流速儀を用いて観測を行うようになった。1960年以後は浮標系数は全て分析によって定められた。各観測所の観測は安定し、制御状態も良好である。水位～流量関係を示す点は緊密に分布している。1957年以前の数年間は、実測流量の精密度が低く、精密度の高い実測資料を選んで、単一水位～流量曲線を確定して流量を改編したことを除いては、通常年毎に単一線を定めて改編するので高水延長幅が小さい。このため質の高い結果となる。

常德観測所は洞庭湖の戻り水を受け、かつ1957年以後は実測流量が無いため、改編の結果の精密度は低い。

2. 歴史洪水の調査と考証

源水流域の歴史洪水は、1955年から6回の調査を行った。調査の範囲は全流域に及び、それによって源水本流で1369、1766、1834、1844、1878、1911、1912年等14の年の歴史洪水資料を調査し

た。これと同時に史誌文献資料約4,500余冊を調べ、西暦紀元276年
 以来の洪水災害記録を収集し、源水本流の歴史大水発生年188年を得た。
 大量の史誌と調査した歴史洪水資料を総合して分析論証を行った結果、源
 水本流に非常に大きい洪水が五回発生したことを得た。その年およびピー
 ク流量(ダム地点)は以下の表に示す。

年	1189	1369	1571	1618	1766
流量(秒 m^3)	48,700	言い伝えがあるだけ で流量は定め難い。	43,300	43,000	41,700

このうち明の洪武年(1369年)は洪水の伝説や歌謡が多く、たび重
 なる調査を行ったが、当地の住民の洪水に対する証言は様々で差が大きい
 ため、流量を定めることは難しい。

1776年の洪水は、源陵上・下流30余kmの範囲内で、7ヶ所の石の
 上に痕跡を刻んでおり、洪水の流量を定める根拠となっている。

1189、1571、1618の各年の洪水の、史誌の中に記載されている
 洪水災害状況および洪水による水没相対位置は、洪水位を推算する根拠と
 することができる。

この200年来、すなわち1766年以後の、信頼できる調査考証によ
 る、大洪水の年およびピーク流量(ダム地点)は下の表の如くである。

年	1831	1848	1833	1834	1844	1878	1911	1912
流量(秒 m^3)	38,200	38,100	37,900	37,300	34,500	34,000	33,500	33,000

上に述べた大洪水は、あるものは史誌に記録され、あるものは石に痕跡
 を刻んでいる。

ダム地点の上・下流の洪水調査は、源陵区間が最も信頼性があり、第二に王家

河区間が信頼性がおける。この2区間の歴史洪水水位はいずれも水利観測所の基本水尺断面で換算し、それから観測所の水位流量関係曲線にもとづき、各年の歴史ピーク流量を類推して求める。源陵、王家河観測所の水位と流量の関係は安定しており、曲線外延部分は実測変幅の40%、2-3%である。これにより出されたピーク流量は、一定の精密度を示している。ダム地点における歴史洪水が少ないため、源陵と王家河のピーク流量と相関させて、ダム地点に欠けている歴史洪水流量を補完した。

調査考証により、1766年の洪水を基準とし、調査、考証により洪水を特大、大の2クラスに分け、その再発時期を定めた。下の表の如くである。

特大洪水再発時期計算表

洪水年	1189年より起算		1369年より起算		1571年より起算	
	順番	N(年)	順番	N(年)	順番	N(年)
1369	1	788	1	608		
1189	2	394				
1571	3	263	2	304	1	406
1618	4	197	3	203	2	203
1766	5	158	4	152	3	135

大洪水再発時期計算表

洪水年	1766	1851	1848	1833	1834	1844	1873	1911	1912
洪水順番	1	2	3	4	5	6	7	8	9
再発時期N(年)	211	106	70	53	42	35	30	26	23

地方誌の連続性と信頼性にもとづき、分析を行なう。1766年の洪水

の再発生期には、1571年から現在(1976年)の時期を用いる。この時期の間(406年間)では、1766年の洪水の前には1571、1681年の洪水が発生しているだけで、従って再発生期は135年である。

1766年以後の大水に対しては、洪水量が小さく、頻繁に発生しており、遡ってみると、遡滞した可能性が大きいため一律に1766年を採用した。現在(1976年)までの間、各年の洪水の大小や順番にもとづいてその再発生時期を確定している。

五強溪ダム地点で採用した歴史洪水の結果は下に記した。

年、月、日	最高水位 (黄砂の水面を) 基準とするm	最大流量 (秒m ³)	再発生期 (年)	備 考
1766・6・28		(41,700)	135	1766, 1834, 1912 等の流量は河床の調査 流量から推定した。
1834・6・24		(37,300)	42	
1878・6	60・99	34,000	30	
1911・7・13	60・79	35,500	26	
1912 6・19		(33,000)	23	

3 洪水特性

本流域の洪水は全て豪雨により形成される。豪雨の季節的特徴、場所時間の変化と豪雨の状況とは一致し、毎年4-8月が増水期、年最大洪水多発生時期は4月中旬~8月で、5-7月に発生することが最も多く、80%前後を占める。1925~76年の50年間に実測された洪水の季節配分の状況は以下のようなものである。

調査と史誌の記録によれば、歴史洪水の発生する季節と実測された洪水とは基本的には一致するが、ある年の最大の洪水は10月中、下旬に発生してい

発生月		4	5	6	7	8	9	合計
年最大洪水								
水位のピーク	出現回数	2	12	13	16	6	1	50
	%	4	24	26	32	12	2	100
三日間の 洪水量	出現回数	3	17	12	15	2	1	50
	%	6	24	34	30	4	2	100

る。たとえば1820、1844、1860、1889年等である。本流域での大洪水は梅雨時期に発生することが最も多い。梅雨の終わる時期は通常7月中旬以前だが、環流の勢力が異常なため、梅雨の終わる時期がのびる年もある。たとえば1954年の洪水においては、最大流量は7月30日に記録されている。従って、天気の成因の分析にもとづき、実際の資料統計と結びつけた結果、8月1日を、洪水の前期、後期の境にするのが適当である。

洪水の出所は流域性、上中流および中下流の3つの地区に分けられる。中下流に水源がある場合が最も多い。調査資料から、1931年と1949年の洪水は基本的には流域性の洪水に属し、史誌の記載の分析にもとづけば、1189年および1766年の洪水もまた流域性洪水に属している。実測されている1970年の洪水は上流水源の典型に属し、歴史上の1571、1848(7月)年等の洪水も上中流洪水に属する。中下流洪水では、実測されている1954、1969年の洪水が典型で、そのほかは1369、1878、1911、1912、1935、1938年等に調査された洪水や、歴史に残っている1618年の洪水がいずれも中下流洪水に属している。実測による1970、1954、1969年の洪水過程線は図源五-総-402-7参照。

本流の段階式開発状況と結びつけ、1954-76年のダム地点の各期

間の最大洪水量を統計した。地区組成は下に示す通り。

流域 ハニセテツ 地区	平均			最大			最小		
	3日間	7日間	11日間	3日間	7日間	11日間	3日間	7日間	11日間
西水支流	25.9	25.5	24.8	73.4	62.2 (1963年)	57.4	26	5.0 (1966年)	6.2
源水本流	74.1	74.5	75.2	97.4	95.0 (1966年)	93.8	266	37.8 (1963年)	42.6

ダム地点における1回の洪水平均時間は、大洪水で10～14日、中等洪水で7～9日である。

4. ダム地点の洪水に対する設計

五強溪貯水池は相対的に貯水池容量が小さく、調節能力がおとるが、ピークと短時間の洪水量に対するダムの安全性、安定の役割りをにになっている。従って、ダム地点で洪水を考える時、ダムの調整できる洪水の過程（ピーク、短時間の洪水量）を制御できるものとみなすべきである。同時に源水の洪水特性と下流の洪水防止の必要および結果の検討に便利であることを考慮し、今回、ダム地点およびその上流の源陵、下流の常徳の3ヶ所の各年突測最大流量と、3日、7日、11日間の洪水量系列を統計し、あわせてそれぞれに補正延長を行い、3地点がいずれも50年間（1925～44、47～76年）の洪水系列が見られるようにした。3地点の各時期における洪水および歴史洪水のグループは次の通り。

源陵観測所：最大流量系列グループ：1931、1933、1935、1939～76の各年は当観測所の資料（途中1945～46年の資料を欠く。1931、

1933、1935、1949年等は当観測所の洪水調査の結果)である。

1926、1938年は王家河浦市の洪水調査結果から関連づけて補完した。その他の年はすべて常德～源陵から補完した。年最大3、7、11日間洪水量は、各年の実測の他は全て常德～源陵から補完した。源陵～親子湾(王家河)。常德の最大流量と3、7、11日間の洪水量相関図は、付図源5-総-402-8～源5-総-402-11参照。

歴史洪水1766、1834、1844、1911、1912年の各年最大流量は全て本観測所洪水調査水位を用いて推算したものである。各期間の歴史洪水量は本観測所のピーク水量から相関させて求めた。

常德観測所：1925、1927-30、1932、1934、1936-37、1950-76年の最大流量と洪水量はいずれも当観測所の結果である。1926、1931、1933、1935、1938年は、ダムが潰れたため、前の4年の最大流量は王家河の洪水調査を用い、補正することによって得た。1938年は浦市の資料から補完し、堤防を切った洪水量を適当に修正した。1949年の年最大流量は直接、桃源の資料を使用し、洪水量は桃源の洪水量を面積比に従って修正した。このほか、その他の各年の最大流量と洪水量はいずれも源陵から源陵～常德の資料によって補完した。

歴史洪水1766、1834、1912年における最大流量は、源陵洪水調査資料を用い、1878、1911年に関しては王家河の洪水調査資料を用いた。また源陵～親子湾(王家河)～常德を用いて最大流量を補完し、洪水量は一律に本観測所のピーク流量を用いて得た。

ダム地点(親子湾、王家河観測所)：1953-76年は実測資料である。1925-52年の各年は源陵、常德観測所の洪水資料にもとづき、関連づけ補完した。このうち、1925、1927-30、1932、1934、1936

— 37 の各年の最大流量と洪水量は常德から、1938 ~ 44、1947、1948、1950 ~ 52年は源陵の資料からである。このほか、1926、1931、1933、1935、1938年には常德で堤防が決壊したため、前の4年の最大流量は直接王家河の洪水調節結果から流用し、1938年は浦市の洪水調査資料から補完した。洪水量は常德を修正したのちのもので、常德～梶子湾の洪水量と対照して求めた。1949年の最大流量は、源陵洪水調査資料から対照して補完したもので、洪水量は常德の洪水量（桃源の資料を流用）から関連づけて求めた。

ダム地点の歴史洪水のピーク流量は、1878、1911年のものは王家河洪水調査の結果、1766、1834、1912年は源陵洪水調査資料から源陵～梶子湾と関連づけて求めた。洪水量は当観測所のピーク流量、流入量から関連づけて（付図源五-総-402-12 参照）得た。（ダム地点洪水系列は付表Ⅱ-4 参照）。

調査と考証にもとづいて分析すると、以上の3地点の歴史洪水資料は、大きさと発生状況によって2つに分けられる。1925-76年の洪水系列の実測および補正とともに、 $P = \frac{M}{N+1} \times 100\%$ と $P = \frac{m}{n+1} \times 100\%$ の公式にもとづいて各年の洪水頻度を計算、記入し、歴史洪水と重なるはじめのいくつかの実測洪水に対しては、修正を行い、P-Ⅲ型線を採用して、各観測所の年最大流量、3日、7日、11日間の洪水量の統計パラメータを確定した。その結果を各ステーションと上下流のを合わせて見た所、基本的に正しいことがわかった。これによりダム地点、源陵および常德観測所の各設計頻度における洪水量ピーク水量値を出した（付表Ⅱ-5、付図源五-総-402-13、源五-総-402-14 参照）。

5. ダム流入洪水設計

ダム地点より130km上流の西水支流に鳳巖水力発電所が建設されているので、五強溪の洪水設計には必ず支流の階段式による影響を計算に入れ、別々に計算しなければならない。本支流の洪水設計については、本流の洪水と支流の階段式洪水の組合わせを更に研究する。

支流の鳳巖（高脚頭を代表とする）の洪水設計はすでに確定している。今回は本流の洪水（ダム地点の洪水から高脚頭の自然の流水を引く）の大きさと周期の問題について重ねて分析する。本流の流水量が比較的少なかった1963年7月8日-10日、1969年9月4日-9日の2度の洪水過程をもとに、マステンゲン法と河長補正法を用いて鳳巖～五強溪（王察河）部分の通水路の貯水関係を分析したが、この部分の河川の洪水に対する拡散作用は小さい（マステンゲン法の流量比重因数 $\alpha = 0.45$ 、自然河川の部分の長さ $L \geq 8$ ）。支流の洪水が下流に伝播する際の変形は小さく、ピーク流量消滅平均は3日以内である。計算を簡便にするために、ダム地点の洪水過程が次の部分におとろえて移る際の伝播時間における洪水過程を、本流の水流入過程とする。これにより、1954、1956-1976年の計22年間の本流最大流量、3、7、11日間の洪水量の資料が得られた。このうち、1954年の高脚頭資料は上流の保靖観測所から流用して補った。本流とダム地点および源陵の洪水ピーク流量の相関をそれぞれグラフにしたが、本流と源陵の関係は良好である。これにもとづき、1766、1834、1911、1912年の本流の歴史洪水および1925年以来観測の欠けている年の洪水資料を補完し、50年間の洪水系列を組成した。幾度の分析、上下流における結果の対照検査を通して、本流洪水の統計パラ

メータと各頻度における洪水のピーク流量、流入量の値を確定した(付表Ⅱ-5参照)。

五強溪の正常高水位は120mだが、堆積の影響を考慮すると、20年周期の洪水の時、本流は大江口付近まで水が戻り、支流の酉水は臥龍水力発電所まで水が戻る。貯水池建設後は、新しい流れが生まれたり、合流の条件が変わるため、自然河川道の貯水作用がなくなる。同じ洪水条件で、貯水池建設後、洪水は普通建設前よりも劣悪なものとなる。中樞洪水設計では、ダム流入洪水を考慮する必要がある。

五強溪のダム流入洪水は、主に支流の酉水のダム流入洪水と本流のダム流入洪水の組み合わせたものである。今回の計算には、本流の蒲市、源陵、王家河、支流の武水の河溪および酉水の高礮頭等の観測所における水文資料を選んで用い、ダム流入洪水を分析研究した。上に述べた本支流のダム流入ステーションの集水面積の総和はダム地点の集水面積の約89%を占め、ダム流入水量を基本的に制御した。

ダム流入洪水の計算は多くの方法を用い、比較して、最終的には流量合成法を用いてダム流入洪水の結果を計算した。支流の酉水のダム流入洪水は臥龍の洪水で代表させたため、流量合成法は実際には本流のダム流入洪水を求めることである。

支流の臥龍における自然洪水と本流のダム流入洪水を同時に加えると、五強溪の単一ヒナ段のダム流入洪水が得られる。また、ダム地点の洪水とともに資料を作り関連づけて延長系列を挿補し(付表Ⅱ-6)、頻度統計を行い、ダム流入設計最大流量と3日間の洪水量を出す(付図源五-総-402-16、付表Ⅱ-5参照)。

階段式の組合せによるダム流入洪水設計；まず本、支流のダム流入洪水

設計を求めてからその組合わせを分析する。本流のダム流入洪水設計は、前に述べた本流ダム流入洪水を、本流洪水と関連づけることにより、延長系列を補正し、頻度計算を行って得る（付表Ⅱ-5、付函源五-総-402-17）参照；支流ダム流入洪水設計については、鳳灘貯水池はまだダム流入洪水が考慮されておらず、かりにこのダム地点設計洪水をダム流入設計洪水としている。それから本流の洪水（1970年洪水を代表とする）と支流の洪水（1969年の洪水を代表とする）の劣悪な状況にもとづき、本流（あるいは支流）のダム流入洪水と五強溪ダム流入洪水に同じ頻度を採用し、支流（あるいは本流）を相応するダム流入洪水設計となし、ピーク流量と3日間の洪水量を目標として、それぞれ本、支流の典型を引き延し、最後に本流のダム流入洪水設計を鳳灘貯水池が調節した支流と相応するダム流入洪水設計を加え（あるいは鳳灘貯水池の調節する支流のダム流入洪水設計と本流の相応するダム流入洪水設計を加える）て得る。ダム流入洪水設計の過程線は付函源五-総-402-18を参照。

下に述べる各典型年洪水で、1954、69年の洪水は中、下流一帯に集中している。支流の洪水は、鳳灘で洪水調節が行われてのちは、その激しさの匹合はいくらか軽減する。それに反し70年の洪水は主に本流の上、中流から来るので、洪水防止効果はあまり良くない。従って、工程の安全上、1970年の洪水を設計上の典型として採用した。

ダム流入洪水計算に関しては、方法自体がまだ完成されておらず、現在の結果は、現段階での応用に供する。この項の作業は技術設計段階で更に研究を行ない、結果を補足し提出しなければならない。

ダム流入洪水設計の結果果

典型 頻度(%) ダム流入 設計洪水		1954年		1969年		1970年	
		0.01	0.1	0.01	0.1	0.01	0.1
単一階段式:	Q _m	69,500	57,000	69,300	57,700	69,300	57,700
	W ₃	133.0	109.5	133.0	109.5	133.0	109.5
階段式組合せによる運行	Q _m	64,800	54,400	66,400	54,800	69,300	57,700
	W ₃	133.1	109.5	133.2	109.8	133.0	109.5
考		a、1970年以降階段式の洪水は全て下流に放水されたので、直接単一階段式の結果を採用した。					

6 下流の尾閘における洪水防止設計

五強溪水力発電所は源水尾閘の洪水防止任務を担っている。尾閘の洪水防止要求にもとづき、下流の洪水防止標準コントロールステーションである常德における洪水設計およびダム下流より常德に至る区間の洪水を計算し、あわせて典型年法を用いて設計条件の下で下流洪水の地区組成を計算した。

常德ステーションにおける最大設計流量、各期間の洪水量の計算ですでに前述した。この典型過程線の選択は現在ある資料の条件にもとづき、洪水の地区や源、河川道の安全放水量、洪水過程線の持続時間および湖区における影響の要素等を考慮して総合的に決定した。分析によれば、常德ステーションの1954年における洪水の水量は、主に流域の中・下流から来たもので、洪水過程としては、連続して多くのピークが来、持続時間も長く（流量18,000秒^mが7日間持続）、11日間の洪水量が116.6億^m（50年間の系列の中で第一位）に達した。この期間、洞庭湖の水位が高かったため、源水に対する影響も深刻だった。これらの不利な要素を考慮し

た上、1954年の洪水を典型として採用し、また3、7、11日間の洪水量と頻度にもとづき（ $P=0.5、1、2、3.3、5\%$ ）、制御、引き延ばしを行い、洪水防止標準コントロールステーションの洪水設計過程線とした。このほか、異った典型年における洪水の防御貯水池容量を計算するために、下流洪水の1969年、上流洪水の1970年の洪水を選択し、上にのべた引き延ばしの大原則にもとづき、常德ステーションの洪水設計過程線を引いた。

ダム下流から常德区間の洪水は、ダム地点（梔子河あるいは王家河ステーション）の洪水過程にもとづき、河川道貯水曲線法を用いて、常德ステーションまでを積算し、常德における実測過程から引いて得る。常德では、1957年以後流量の実測資料が無いため、区間洪水の積算結果の精密度は高くない。今回は区間における最大設計流量を計算したにすぎない。

設計条件下における常德ステーションの洪水の地区組成問題を解決するために、典型年同倍率増幅方法、すなわち常德ステーションにおける各典型年設計洪水ピーク量の倍率値にもとづき、ダム地点と区間の洪水過程をそれぞれ引き延ばし、典型年における各地区の洪水設計過程線とする方法を採用した。（付図源五-総-402-19参照）

第 5 章 泥 砂

源水上流には高山峡谷が多く、中・下流は山地と丘陵が交互し、植物が地表をおおう状態も良く、河流の泥砂含有量は多くない。ダム地区の各観測所の中では、本流の源陵ステーションが最も早く砂の測量を行っている。1951-54、1956-65年は、泥砂の資料を有する。鏡子湾、王家河観測所ではそれぞれ1953、1956年に砂の測量を開始している。大江口観測所では1953-57年における泥砂の資料を有する。1959年には上流の安江ステーションで砂の測量を開始している。支流の高脚頭、河溪、陶伊均などのいくつかのステーションはいずれも1957年以降、泥砂に関する資料を持つようになった。測定項目の主なものは、懸移質単沙と砂運搬率で、推移質測定は無く、顆粒等級分析は1965年以後ダム区では安江と王家河の2ステーションで行われているだけである。測定器は横式サンプル採取器が多く使用されている。サンプルを取る方法、砂運搬率測定は各観測所とも固定垂線に定比混合あるいは積点法を用いる。単沙の測定は、固定垂線上で一点、二点あるいは三点法を用いてサンプルを取る。資料の改編には普通単沙～断沙関係曲線法を採用する。

今回の計算には湖南省水分器観測所の水分年鑑に示された泥砂の資料を採用した。この中の源陵、鏡子湾観測所の流量資料に関しては1960年に原長沙勘測設計院（＝原長砂測量調査設計院）が改編した数年間の砂運搬率を採用し、計算訂正を行った。資料系列を拡張するため、源陵～王家河～桃源、保靖～高脚頭の月砂運搬率にもとづき、五強溪ダム地点の1953-76年の間の24年間の年平均砂運搬率系列を補完した。統計によ

り、多年平均砂含有率 0.258 kg/m^3 、多年平均砂運搬率 513 kg/秒 、多年平均砂運搬量 1.620 万 t 、水による侵蝕系数 0.0061 秒 kg/km (付表Ⅱ-7 参照) を得た。統計パラメータおよび各設計頻度の年平均砂運搬率は下に示した。

多年平均 砂運搬率 (秒kg)	Cv	Cs	各頻度(%)における年平均砂運搬率(秒kg)									
			1	2	5	10	20	50	75	90	95	99
513	0.55	2.5Cv	1430	1270	1060	887	713	451	308	221	180	133

比較すると、王家河ステーションの月、年の懸移質泥砂顆粒等級の結果に関し、その年の年平均顆粒等級と増水期の顆粒等級は差が大きい。従って、年平均顆粒等級資料を増水期の泥砂等級状況に代用する。

源水の泥砂含有量は比較的少なく、測定、改算の方法にも問題がある。従って、上・下流、貯水池に入り、出る間では、長い間では砂量が不均衡な状態になってくる。これらの問題は、今後資料を集めた上での修正が待たれる。

ページ 附表番号

- 2-27 Ⅱ-1 ダム地点歴年月平均流量表(単位:秒 m^3)
- 2-28 続 Ⅱ-1 ダム地点歴年月平均流量表(単位:秒 m^3)
- 2-29 # Ⅱ-1 ダム地点歴年月平均流量表(単位:秒 m^3)
- 2-30 Ⅱ-2 ダム地点1951~76年旬間平均流量表
- 2-31 続 Ⅱ-2 ダム地点1951~76年旬間平均流量表
- 2-32 # Ⅱ-2 ダム地点1951~76年旬間平均流量表
- 2-33 # Ⅱ-2 ダム地点1951~76年旬間平均流量表
- 2-34 Ⅱ-3 臥漕を経て調整後のダム地点における1951~76年旬間平均流量表(秒 m^3)
- 2-35 続 Ⅱ-3 臥漕を経て調整後のダム地点における1951~76年旬間平均流量表(秒 m^3)
- 2-36 # Ⅱ-3
- 2-37 # Ⅱ-3

p 2-33 (付表Ⅱ-4) 以下は表に直接書き入れた。

ダム地点歴年月平均流量表 (単位 : 秒 m³)

附表五-1

年	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	十一	十二	平均
1925	349	666	1,190	823	3,360	1,060	862	1,230	1,120	1,460	2,070	484	1,220
1926	340	825	1,420	1,440	4,650	6,040	7,900	2,740	2,100	1,640	2,010	1,260	2,610
1927	564	1,110	1,510	2,850	5,380	3,270	7,090	1,900	1,600	1,740	597	458	2,340
1928	328	464	828	1,000	2,430	2,290	1,890	2,680	877	493	304	269	1,150
1929	338	445	729	1,030	4,510	6,020	4,960	4,120	1,250	1,240	876	451	2,160
1930	534	871	1,600	4,690	1,940	7,410	1,140	1,440	2,160	1,810	1,460	1,000	2,170
1931	464	567	907	2,020	3,650	6,390	10,500	5,890	1,600	1,000	720	789	3,120
1932	792	1,600	1,560	2,110	5,760	3,290	3,860	2,820	2,980	1,620	1,370	677	2,370
1933	723	1,040	887	2,150	6,720	8,730	2,840	978	1,050	3,260	1,230	845	2,540
1934	434	684	1,400	2,770	3,510	4,530	1,360	1,140	1,400	1,560	2,230	527	1,800
1935	602	2,360	1,440	1,810	3,390	6,080	5,620	1,870	1,480	4,000	3,450	1,560	2,890
1936	746	1,020	853	3,880	4,200	3,590	2,230	1,930	1,000	412	553	428	1,700
1937	420	759	898	1,610	4,600	4,610	1,860	3,950	1,440	2,640	2,550	669	2,170
1938	648	916	1,610	1,700	3,170	6,040	2,370	1,650	1,780	1,960	756	447	1,920
1949	364	1,450	1,760	3,080	3,370	2,970	3,880	1,460	669	661	778	293	1,740
1940	280	524	2,380	1,930	2,600	2,310	2,040	1,720	772	1,660	525	468	1,430
1941	410	611	908	1,250	3,090	708	737	3,800	2,090	709	1,220	1,220	1,400
1942	734	423	1,080	2,980	2,740	5,810	4,610	2,110	926	1,000	1,220	463	2,070
1943	339	835	1,270	1,760	5,560	3,520	5,390	5,360	2,860	8,940	2,660	1,150	2,690

各地点历年月平均流量表 (单位: 秒³)

续附表-1

年	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	十一	十二	平均
1944	1,020	2,270	1,730	3,090	3,710	8,280	3,290	1,610	3,060	7,300	2,510	684	3,210
1945	577	591	1,050	1,740	1,820	1,930	5,230	5,060	1,020	338	432	698	1,770
1946	299	196	1,370	2,220	4,710	8,870	3,450	3,050	1,690	744	649	517	2,310
1947	517	505	831	1,880	3,490	2,710	2,110	2,150	2,230	901	840	615	1,560
1948	816	1,430	3,260	3,580	7,910	4,330	5,240	1,880	1,050	1,110	600	671	2,660
1949	892	1,310	1,630	3,580	6,410	10,600	4,240	943	989	1,360	1,240	781	2,830
1950	917	1,180	1,510	2,850	3,900	4,190	3,320	1,850	3,430	1,690	1,130	700	2,220
1951	411	437	919	4,130	3,660	1,390	3,180	521	630	1,310	655	1,080	1,570
1952	595	1,060	2,410	2,040	5,830	3,650	3,830	4,520	2,810	2,530	1,020	614	2,580
1953	508	749	2,950	2,490	3,730	3,000	1,900	938	1,040	2,340	2,390	800	1,910
1954	1,380	985	932	3,690	6,170	7,010	9,510	5,320	872	586	347	399	3,120
1955	340	519	1,120	1,460	5,490	5,650	1,730	2,090	945	396	1,160	333	1,770
1956	357	616	926	2,400	6,610	2,660	1,090	1,470	618	390	362	203	1,480
1957	383	906	768	2,940	4,120	2,760	2,480	3,480	441	408	732	1,300	1,730
1958	641	744	1,010	1,560	6,130	2,270	4,010	3,230	1,730	1,930	549	321	2,030
1959	330	1,580	2,080	2,340	4,380	4,760	1,840	690	437	408	1,040	748	1,720
1960	519	540	1,370	1,570	3,090	3,610	3,580	819	466	282	691	341	1,410
1961	255	469	2,310	4,170	2,030	2,770	896	1,120	555	1,080	2,680	853	1,600
1962	845	471	1,070	2,180	5,310	4,820	2,770	1,820	978	1,150	1,440	905	1,990

ダム地点 歴年月平均流量表 (単位 : 秒・m³)

標附及Ⅱ-1

年	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	十一	十二	平均
1963	385	542	463	2,520	3,980	1,630	2,950	2,040	320	1,120	2,480	1,470	1,670
1964	1,130	1,110	2,610	6,300	4,060	5,330	1,980	2,110	1,280	1,190	918	454	2,370
1965	454	465	938	2,910	4,230	3,650	2,050	2,300	1,260	2,330	1,270	1,130	1,920
1966	630	984	587	2,980	2,510	3,790	4,530	608	323	1,030	499	346	1,570
1967	295	762	1,250	2,260	6,940	5,360	2,450	2,890	1,890	1,420	1,560	936	2,340
1968	633	684	2,490	3,870	3,440	3,860	4,650	2,190	2,000	997	1,610	782	2,270
1969	950	512	924	1,530	3,880	3,420	7,460	4,710	2,040	1,220	1,530	481	2,400
1970	418	858	1,070	3,100	6,200	2,050	6,620	1,120	2,000	659	501	891	2,200
1971	700	1,030	928	2,640	4,500	5,660	1,490	1,670	1,030	741	589	311	1,770
1972	336	674	1,040	3,160	4,130	2,420	698	293	1,260	2,640	2,610	792	1,670
1973	954	1,560	1,170	3,920	4,460	5,870	2,390	2,110	3,380	818	522	319	2,280
1974	345	651	494	2,550	3,760	3,380	5,560	1,440	624	1,100	315	295	1,720
1975	295	378	659	2,680	7,550	4,170	1,150	945	788	689	1,600	610	1,800
1976	337	578	1,030	2,520	4,620	5,160	4,080	992	844	1,380	1,600	550	1,980

ダム地点一九五二～七六年度平均流量表

附表II-2

年	月			一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	十一	十二
	上	中	下												
1951	上	450	335	549	2,110	5,930	941	1,100	678	463	2,110	494	2,210		
	中	403	393	938	1,990	3,800	3,160	5,940	463	925	1,080	541	602		
	下	383	618	1,240	8,280	1,480	1,580	2,550	435	517	805	929	515		
1952	上	661	1,200	3,950	1,590	7,870	7,410	848	2,020	3,320	1,620	774	907		
	中	540	727	2,030	1,990	3,230	1,880	8,990	3,850	2,030	4,680	610	544		
	下	584	1,270	1,350	2,560	6,350	1,660	1,850	7,400	3,090	1,710	1,680	412		
1953	上	384	780	2,160	1,770	3,280	2,650	1,880	663	1,040	742	3,620	660		
	中	361	669	2,810	3,220	1,980	2,540	1,350	627	1,540	3,330	2,520	550		
	下	756	814	3,750	2,490	5,720	3,820	2,410	1,470	545	2,880	1,040	1,150		
1954	上	927	777	1,330	2,580	5,400	4,960	7,050	1,000	1,390	761	449	395		
	中	1,710	1,080	805	5,220	3,400	6,220	8,370	4,040	744	584	297	464		
	下	1,490	1,130	683	3,280	9,390	9,840	12,800	2,190	480	431	295	345		
1955	上	329	439	597	2,370	4,170	2,780	1,560	1,210	1,330	441	603	354		
	中	348	620	646	757	2,550	4,270	792	2,030	841	296	2,290	303		
	下	342	620	2,020	1,260	9,370	9,910	2,730	2,940	668	464	538	341		
1956	上	397	707	616	2,990	3,310	3,110	1,670	979	770	447	484	212		
	中	350	610	1,120	2,160	7,410	2,830	876	793	664	439	364	192		
	下	327	522	1,040	2,150	8,900	2,930	763	2,470	422	294	239	206		
1957	上	204	1,240	735	1,570	3,840	1,240	4,150	6,900	516	395	746	1,650		
	中	318	735	705	2,450	4,610	2,400	1,700	2,760	435	299	452	1,390		
	下	604	701	856	4,800	3,920	4,650	1,680	1,030	376	519	1,000	889		

ダム地点一九五二～七六年年平均流量表

続附表Ⅱ-2

年	和月			一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	十一	十二
	上	中	下												
1958	上	651	773	715	1,630	7540	953	951	5840	967	710	678	549		
	中	817	746	561	1,690	7,480	1,870	7,500	1,610	2,440	3,420	529	302		
	下	489	706	680	1,360	3,610	3,990	3,620	4,140	1,770	1,690	439	313		
1959	上	345	1,240	1,640	2,820	2,040	5,570	4,020	365	312	581	1,290	919		
	中	303	1,300	2,840	2,650	6,760	5,290	1,080	1,300	275	554	789	663		
	下	342	2,350	1,780	1,540	4,350	3,430	549	426	724	317	1,050	668		
1960	上	561	505	1,190	1,230	2,020	3,150	3,530	1,040	382	267	662	470		
	中	520	460	1,590	1,830	3,570	2,210	5,770	894	678	232	923	299		
	下	479	667	1,330	1,670	3,630	5,480	1,620	551	340	341	488	262		
1961	上	268	301	2,500	1,240	1,610	4,180	1,050	1,130	653	545	1,940	890		
	中	263	487	1,720	5,030	2,220	3,300	1,100	1,480	463	333	3,730	874		
	下	235	656	2,670	6,240	2,240	832	571	794	529	2,250	2,360	796		
1962	上	749	509	748	1,330	5,840	4,490	6,230	1,300	797	419	2,830	587		
	中	995	465	1,190	3,440	3,680	2,790	1,640	2,870	1,130	2,360	627	1,290		
	下	795	432	1,260	1,760	6,300	7,180	649	1,320	1,000	700	872	848		
1963	上	496	355	409	591	6,000	2,760	1,570	3,140	340	692	857	2,340		
	中	360	496	485	2,740	4,980	898	6,500	1,360	279	2,130	3,090	1,420		
	下	308	859	492	4,220	1,240	1,230	967	1,650	340	587	3,500	706		
1964	上	806	762	3,110	6,100	5,240	1,760	4,370	2,470	1,570	755	1,590	462		
	中	1,560	1,220	2,010	7,270	4,590	5,210	822	2,480	1,270	648	732	436		
	下	1,020	1,380	2,710	5,520	9,040	872	988	1,430	2,090	433	464			

ダム地点一九五...~七六年年平均流量表

統計表Ⅱ-2

年	旬			一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	十一	十二
	上	中	下												
1965	上	519	383	666	1,020	2,930	6,510	4,260	1,520	971	3,730	1,760	610		
	中	492	542	601	2,430	7,180	2,910	1,300	4,470	2,250	2,410	1,110	1,470		
	下	559	472	1,490	4,480	2,730	1,540	720	1,210	556	993	952	1,300		
1966	上	680	632	734	2,020	2,130	5,390	4,940	767	436	516	722	263		
	中	522	848	466	2,930	2,000	2,160	8,000	556	309	1,330	432	318		
	下	683	1,500	564	4,000	3,310	3,830	1,010	694	225	1,560	344	479		
1967	上	348	419	1,100	1,190	9,900	2,070	3,670	2,110	1,470	2,050	1,630	1,420		
	中	89	894	918	2,530	7,190	3,470	1,870	3,430	1,680	1,380	1,560	707		
	下	253	10,30	1,720	3,040	4,030	10,600	1,670	3,120	2,330	878	1,480	708		
1968	上	672	903	816	1,410	2,410	1,710	3,830	1,130	1,480	1,160	2,870	673		
	中	499	613	2,320	6,070	3,670	4,190	5,580	2,710	2,020	1,130	915	917		
	下	718	519	4,160	4,130	4,170	5,670	4,530	2,660	2,500	727	1,030	759		
1969	上	625	581	430	1,340	1,840	1,960	9,040	2,990	4,500	462	2,040	586		
	中	1,400	497	437	734	3,820	2,640	1,200	7,710	1,020	564	1,540	466		
	下	837	443	1,820	2,520	5,570	5,670	2,640	3,550	609	2,510	1,020	401		
1970	上	375	531	1,080	4,270	9,490	4,560	4,360	1,480	1,740	947	434	1,500		
	中	426	866	1,140	2,240	6,300	1,860	12,300	1,060	1,560	513	567	727		
	下	449	1,200	991	2,790	3,110	2,150	3,510	845	2,690	529	501	486		
1971	上	405	544	1,020	2,200	2,550	8,580	3,090	868	1,040	1,200	830	286		
	中	806	1,320	729	3,130	3,370	3,140	907	2,260	1,370	496	593	279		
	下	771	1,270	1,030	2,590	7,300	5,260	563	1,850	661	542	344	364		

ダム地点一九五二～七六年年平均流量表

様附表Ⅱ-2

年	旬			一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	十一	十二
	上	中	下												
1972	上	406	480	611	2,520	4,610	2,030	1,200	361	304	2,200	3,300	847		
	中	351	689	1,020	1,960	4,080	1,970	454	298	960	4,060	2,980	583		
	下	258	873	1,460	5,010	3,750	3,250	463	228	2,520	1,750	1,540	933		
1973	上	695	769	997	3,360	4,150	4,320	2,290	1,830	1,960	1,020	524	353		
	中	888	2,290	1,630	5,260	5,270	3,870	2,050	2,940	5,880	630	594	319		
	下	1,250	1,650	914	3,150	4,930	9,420	2,790	1,600	2,310	804	448	288		
1974	上	265	702	561	868	4,080	1,700	7,360	1,490	617	2,010	309	275		
	中	295	677	543	2,140	2,490	1,500	6,660	1,570	429	947	298	326		
	下	463	555	390	4,650	4,620	6,950	2,910	1,280	825	427	336	287		
1975	上	299	354	791	560	8,240	3,580	1,890	662	675	690	1,090	688		
	中	299	417	661	2,110	8,240	6,790	993	1,560	775	871	2,930	722		
	下	288	360	537	5,580	6,290	2,140	613	641	853	521	776	436		
1976	上	333	702	551	1,180	5,530	4,760	4,460	820	1,330	435	1,340	628		
	中	294	466	1,430	3,090	3,450	4,580	5,540	1,460	709	1,580	2,550	582		
	下	379	566	1,110	3,290	4,850	6,140	2,400	724	490	2,050	907	461		

原灘を控へて調節後のダム地点における一九五一～七六年度平均流量表（秒³）

附表II-3

年	旬			一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	十一	十二
	上	中	下												
1951	上						2,107	5,774	1,388	988	678	522	2,025	551	2,245
	中						1,994	3,580	3,050	5,302	472	866	1,129	586	665
	下						7,656	1,766	1,491	2,550	426	606	869	912	599
1952	上	693	1,247	4,067	1,590	6,753	7,414	873	2,020	3,320	1,620	774	996		
	中	634	817	2,157	1,810	3,230	2,191	8,446	3,850	2,030	4,681	617	619		
	下	679	1,349	1,512	2,633	6,350	1,874	1,847	7,400	3,090	1,708	1,694	495		
1953	上	471	876	2,299	1,879	3,415	2,814	1,780	663	1,040	703	3,618	730		
	中	453	759	2,942	3,221	1,984	2,558	1,058	627	1,544	3,302	2,522	628		
	下	847	894	3,800	2,364	5,288	3,356	2,292	1,471	612	2,884	1,075	1,215		
1954	上	997	887	1,470	2,584	5,004	4,950	7,050	10,000	1,391	659	491	405		
	中	1,792	1,190	935	4,688	3,242	6,220	8,570	4,043	792	562	385	487		
	下	1,589	1,210	841	3,148	9,390	9,840	12,800	2,192	556	448	377	409		
1955	上	406	514	737	2,546	5,130	3,106	1,560	1,095	1,330	484	654	473		
	中	423	605	776	757	2,279	4,243	1,002	2,030	841	363	2,317	434		
	下	424	700	1,998	1,260	8,652	9,408	2,604	2,936	668	500	629	479		
1956	上	545	726	616	2,810	3,308	5,115	1,511	877	770	412	538	341		
	中	515	610	1,120	2,268	6,182	3,056	737	793	664	430	461	331		
	下	504	522	1,040	2,222	8,900	2,306	655	2,470	466	349	355	349		
1957	上	357	1,135	758	1,568	3,197	1,584	4,150	6,900	577	484	815	1,482		
	中	416	746	835	2,427	4,666	2,391	1,912	2,764	508	419	567	1,034		
	下	577	756	1,014	4,244	3,861	4,309	1,470	1,050	470	579	757	959		

原灘を擇て調節後のダム地点における一九五〇～七六年度間平均流量表（秒³）

続表Ⅱ-3

年	月			一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	十一	十二
	上	中	下												
1958	上	701	883	828	1,634	6,312	1,251	1,294	3,840	967	710	678	430		
	中	879	857	691	1,687	7,480	1,936	7,157	1,610	2,437	3,420	560	396		
	下	589	813	1,838	1,361	3,703	3,535	3,625	4,140	1,774	1,687	501	407		
1959	上	448	1,265	1,784	2,326	2,480	5,184	4,025	478	433	467	906	989		
	中	423	1,292	2,972	2,318	6,676	5,294	1,290	1,135	408	442	658	738		
	下	468	2,427	1,866	1,993	3,744	3,257	642	523	643	397	836	758		
1960	上	631	615	1,330	1,230	1,962	2,877	3,530	1,040	437	361	544	541		
	中	600	570	1,716	1,712	3,588	2,042	5,770	940	499	332	746	410		
	下	579	747	1,487	1,784	3,667	4,687	1,620	629	405	378	523	376		
1961	上	394	450	2,587	1,628	1,910	3,912	660	1,082	702	542	1,940	995		
	中	401	648	1,907	4,967	2,220	3,148	816	1,311	576	596	3,730	949		
	下	380	835	2,496	6,012	2,242	911	590	809	466	2,084	2365	866		
1962	上	819	619	888	1,330	4,712	4,490	6,230	1,076	822	466	2834	657		
	中	1,075	575	1,320	3,357	3,679	2,793	1,834	2,874	1,105	2,313	607	1,278		
	下	895	512	1,418	1,741	6,300	7,180	678	1,320	1,000	700	907	1,005		
1963	上	566	446	544	591	6,000	2,630	1,421	3,100	357	568	857	2,449		
	中	440	606	615	2,125	4,980	1,163	6,500	1,360	340	2,126	3,094	1,495		
	下	408	944	650	3,607	1,370	1,114	1,007	1,650	387	587	3,508	776		
1964	上	876	872	3,214	5,255	5,240	1,760	4,370	2,426	1,570	755	1,590	532		
	中	1,640	1,335	2,168	6,936	4,590	5,210	1,032	2,478	1,270	648	732	511		
	下	1,120	1,459	2,823	5,520	2,500	9,040	702	1,430	988	2,090	468	534		

扇灘を控て調節後のダム地点における一九五〇～七六年度間平均流量表(秒³)

表附録Ⅱ-3

年	月			一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	十一	十二
	上	中	下												
1965	上	589	493	801	1,818	3,055	5,792	4,075	4,059	971	3,730	1,758	682		
	中	575	652	731	2,427	6,953	3,124	1,275	1,210	2,250	2,408	1,135	1,522		
	下	456	557	1,648	3,678	3,142	1,923	743	850	556	993	983	1,367		
1966	上	750	748	874	1,867	2,300	5,012	4,243	1,471	507	304	722	358		
	中	616	938	596	2,935	1,998	2,172	8,209	545	426	1,048	456	420		
	下	784	1,666	722	3,934	2,664	3,654	1,066	2,110	361	1,211	408	567		
1967	上	453	535	1,240	1,274	8,672	2,178	3,670	2,110	1,475	2,053	1,630	1,495		
	中	413	913	1,048	2,438	7,190	3,358	1,874	3,432	1,878	1,380	1,564	782		
	下	390	957	1,797	3,136	4,030	10,590	1,869	3,124	2,329	878	1,515	788		
1968	上	742	1,013	956	1,762	2,494	2,065	3,592	1,130	1,461	1,162	2,866	743		
	中	579	723	2,433	5,534	3,520	4,634	5,044	2,714	2,020	1,130	915	992		
	下	820	599	3,727	3,766	4,170	5,632	4,530	2,659	2,500	722	1,065	829		
1969	上	695	690	559	1,337	1,950	2,217	9,040	2,955	3,500	526	2,038	656		
	中	1,479	607	587	734	3,605	2,474	11,200	7,710	1,020	620	1,537	546		
	下	937	554	1,937	2,044	5,079	5,449	2,680	3,550	634	2,364	1,055	498		
1970	上	470	696	1,220	4,274	8,650	4,560	4,344	1,477	1,743	947	474	1,566		
	中	524	984	1,270	2,245	5,912	1,895	12,240	1,060	1,560	548	519	802		
	下	562	1,180	1,149	2,793	3,111	2,135	3,508	845	2,690	502	536	556		
1971	上	483	654	1,160	2,202	2,469	8,310	3,089	888	1,040	1,200	830	358		
	中	878	1,435	859	2,923	3,302	2,128	1,117	2,007	1,370	496	593	368		
	下	971	1,350	1,188	2,624	6,668	4,841	591	1,851	661	542	392	437		

風速を控て調節後のダム地点における一九五二～七六年旬間平均流量表（秒 m^3 ）

続附表Ⅱ-3

年	旬			二	三	四	五	六	七	八	九	十	十一	十二
	上	中	下											
1972	上	487	541	751	2,424	3,942	2,108	1,432	389	383	2,202	3,300	917	
	中	451	766	1,150	2,226	3,811	2,209	510	372	549	4,057	2,984	658	
	下	376	953	1,425	4,768	3,750	2,925	462	342	2,347	1,747	1,576	1,003	
1973	上	768	879	1,137	3,336	4,153	4,321	2,442	1,829	1,957	1,020	599	468	
	中	965	2,402	1,765	4,060	5,270	3,870	2,052	2,941	5,880	635	674	443	
	下	1,348	1,731	1,072	3,151	4,954	2,420	2,638	1,603	2,310	856	548	426	
1974	上	420	734	561	868	3,594	1,778	7,390	1,377	654	2,010	379	359	
	中	451	677	543	2,021	2,406	1,424	6,660	1,402	478	947	359	413	
	下	648	655	390	4,451	4,287	6,950	3,190	1,230	739	437	399	388	
1975	上	390	479	778	560	7,781	3,576	1,890	649	734	690	1,090	758	
	中	413	562	674	2,107	8,241	6,790	1,203	1,332	703	871	2,928	797	
	下	421	495	539	4,611	6,290	2,140	643	654	853	521	811	506	
1976	上	416	810	691	1,180	5,112	4,760	4,465	820	1,277	496	1,340	698	
	中	394	576	1,560	2,955	3,154	4,579	5,540	1,460	700	1,476	2,553	657	
	下	448	646	1,268	3,121	4,640	6,140	2,396	777	533	2,051	942	536	
1977	上	498	626	792										
	中	477	1,197	1,002										
	下	567	979	1,837										

源水五強溪ダム地点（梶子灣、王家河）歴年最大流量、洪水量系列表

附表II-4

ピーク流量：砂^m 洪水量：億^m

年	ピーク時		ピーク流量 Qmax	費	料	3日間の洪水量		7日間の洪水量		11日間の洪水量		費	料
	月	日				期間	W3	期間	W7	期間	W11		
1189	6	22	(48,700)	傾度県誌に基く考証		期間	996	期間	1922	期間	2515	本冊所ピーク量と相関する(詳細は相関図および説明を見よ)	
1369				辰淡県誌に基く考証で量を定めた。傾度県誌の記載を傍証とした。			88.7		1705		2230	"	
1571	7	17	(43,300)	傾度折尾に基く考証。辰淡県誌を傍証とする。			88.2		1695		2215	"	
1618			(43,000)	傾度洪水調査(石川刻)			855		1642		2180	"	
1766	6	28	(41,700)	傾度洪水調査(石川刻)			76.3		1458		1936	"	
1831			(38,200)	傾度県誌考証			75.7		1445		1920	"	
1833			(37,900)	"			74.5		1422		1890	"	
1834	6	24	57,300	傾度洪水調査(石川刻)			62.6		1184		1575	"	
1844	10	19	(34,500)	傾度下流の洪水調査(石川刻)			761		1453		1930	"	
1848			(38,100)	傾度下流の洪水調査(石川刻)			67.9		1289		1715	"	
1878			34,000	王家河洪水調査			668		1270		1687	"	
1911	7	13	33,500	"			658		1248		1660	"	
1912	6	19	33,000	傾度洪水調査			205	58-14	389	58-18	560	常徳からの補正	
1925	5	13	10,200	常徳からの補正		7.7-9	607	69-15	1073	629-79	1397	"	
1926	7	3	30,200	王家河からの補正			19.6	7.4-10	788	7.3-13	95.8	"	
1927	7	7	25,200	常徳からの補正								"	

源水五強溪ダム地点（梶子灣、王家河）歷年最大流量、洪水係系列表

統制表Ⅱ-4

ピーク流量：秒^m 洪水量：億^m

年	ピーク時		ピーク流量 Qmax	資料	5日間の洪水量		7日間の洪水量		11日間の洪水量		資料
	日	月			期間	W ₅	期間	W ₇	期間	W ₁₁	
1928	8	5	7,850	常徳からの補正	5.26-28	168	8.5-9	331	8.3-13	44.1	常徳からの補正
1929	8	8	15,600	"	8.7-9	318	8.6-12	60.0	8.3-13	75.0	"
1930	6	17	22,000	"	6.15-17	47.1	6.15-21	88.9	6.15-25	122.0	"
1931	7	29	30,300	王家河洪水調査	7.28-30	62.3	7.25-31	108.8	7.7-17	137.0	"
1932	5	28	16,300	常徳からの補正	5.14-16	29.9	5.14-20	57.5	5.12-22	82.9	"
1933	6	19	31,000	王家河洪水調査	6.18-20	61.8	6.15-21	118.7	6.11-21	151.0	"
1934	6	26	14,200	常徳からの補正	6.25-27	29.5	6.21-27	56.0	6.19-29	75.8	"
1935	7	1	30,500	王家河洪水調査	6.30-7.2	52.3	6.25-7.1	103.9	6.24-7.4	138.0	"
1936	5	8	13,200	常徳からの補正	5.8-10	28.8	5.8-14	51.1	5.3-13	64.5	"
1937	5	30	16,200	"	5.28-30	33.9	5.26-6.1	58.8	3.11-21	74.2	"
1938	6	17	25,700	源水からの補正（源水からの調査資料からの補正）	6.16-18	51.6	6.14-20	82.7	6.9-19	120.0	"
1939	6	18	15,300	源水からの補正	5.23-25	21.2	5.19-25	42.5	5.19-29	55.0	源水からの補正
1940	6	28	8,520	"	5.17-19	19.8	5.15-21	34.7	6.22-7.2	47.0	"
1941	8	7	10,300	"	5.12-14	18.1	5.11-17	31.5	8.27-9.6	45.0	"
1942	7	2	18,500	"	7.1-3	42.0	6.29-7.5	68.2	6.25-7.5	81.0	"
1943	8	27	29,400	"	5.27-25	50.7	5.24-30	85.2	5.24-6.3	103.6	"

源水五強溪ダム地点(櫃子灣、王家河)歴年最大流量、洪水量系列表

続附六二一四

ピーク流量：仲原 洪水量：巨野

年	ピーク時間		ピーク流量 Qmax	資料	3日間の洪水量		7日間の洪水量		11日間の洪水量		資料
	月	日			期間	W ₃	期間	W ₇	期間	W ₁₁	
1944	6	9	17,500	源段からの補正	6.22-24	43.6	6.20-26	89.4	6.18-28	118.7	源段からの補正
1947	5	8	9,350	"	5.7-9	21.0	5.7-13	39.0	5.7-17	54.5	"
1948	7	3	18,400	"	7.2-4	33.9	5.16-22	61.1	5.17-27	93.0	"
1949	6	6	26,500	源段洪水調整資料からの補正	6.6-8	55.2	6.5-11	113.5	6.1-11	143.3	視察資料からの補正
1950	9	4	10,800	源段資料からの補正	5.28-30	20.6	5.25-31	34.8	5.21-31	50.0	源段からの補正
1951	4	28	19,100	"	4.28-30	42.1	4.26-52	73.3	4.26-56	95.5	"
1952	8	25	22,500	"	7.11-13	47.0	7.11-17	73.1	7.10-20	81.0	"
1953	6	27	14,800	櫃子灣越州所沢調整資料	6.27-29	21.9	5.23-29	38.3	5.22-61	55.5	櫃子灣調整資料
1954	7	30	24,200	"	7.30-8.1	55.7	7.26-8.1	110.5	7.24-8.3	154.1	"
1955	5	30	18,900	"	5.29-31	39.1	6.20-26	70.4	6.18-28	96.5	"
1956	5	30	10,400	"	5.29-31	35.2	5.25-31	52.5	5.22-6.1	87.1	"
1957	8	9	12,500	"	8.8-10	21.2	8.4-10	45.8	8.3-13	66.3	"
1958	7	15	17,400	王家河調整資料	7.15-17	33.7	7.15-21	65.8	5.5-15	84.8	王家河調整資料
1959	6	4	13,200	"	6.3-5	25.9	5.13-19	47.9	5.12-22	66.8	"
1960	7	10	22,400	"	7.10-12	34.8	7.9-15	59.0	7.9-19	69.8	"
1961	4	19	12,200	"	4.19-21	26.8	4.18-24	50.4	4.18-28	74.2	"

源水五強溪ダム地点（梶子湾、王家河）歴年最大流量、洪水型系列表

松浦表Ⅱ-4

ピーク流量：秒m³ 洪水量：億m³

年	ピーク流量		ピーク流量 Qmax	材	3日間の洪水量		7日間の洪水量		11日間の洪水量		材
	月	日			期間	W ₃	期間	W ₇	期間	W ₁₁	
1962	5	29	19,600	王家河実測資料	5.28-30	38.2	5.28-6	62.0	6.24-7.4	79.9	王家河実測資料
1963	7	12	20,000	"	7.11-13	33.7	7.9-15	53.4	7.9-19	63.1	"
1964	6	19	17,500	"	6.25-27	34.5	6.25-7.1	66.4	6.15-28	93.0	"
1965	7	6	18,200	"	6.3-5	34.9	5.13-19	51.5	5.10-20	65.7	"
1966	7	13	17,400	"	7.12-14	36.9	7.9-15	70.5	7.8-18	86.0	"
1967	5	5	18,500	"	5.5-8	39.4	5.2-8	74.6	6.19-29	105.3	"
1968	7	20	12,800	"	4.18-20	26.2	4.17-23	50.0	7.15-25	70.9	"
1969	7	17	27,000	"	7.16-18	49.7	7.13-19	77.5	7.10-20	107.2	"
1970	7	15	23,400	"	7.14-16	49.9	7.11-17	87.9	7.11-21	113.6	"
1971	5	31	13,900	"	6.5-7	31.3	5.31-6.6	58.9	5.29-6.8	93.7	"
1972	5	8	9,520	"	5.7-9	19.8	5.5-11	38.8	5.5-15	52.2	"
1973	6	24	15,800	"	6.22-24	32.3	6.21-27	68.3	6.19-29	89.4	"
1974	7	1	21,700	"	6.30-7.2	40.4	6.27-7.3	66.1	6.24-7.4	87.6	"
1975	6	11	15,800	"	6.10-12	27.2	5.7-13	55.9	5.3-13	87.5	"
1976	5	2	10,600	"	4.30-5.2	22.9	4.30-5.6	42.6	6.18-28	62.5	"

源水五強溪貯水池水・支流主要観測所およびダム流入洪水強度分析結果表

流量 (Q m) : 秒^m 洪水量 (W) : 億^m

観測所名	西水風速		本流 (西水を除く)		谷枝観測所			ダム地点(種子村観測所)			電色観測所			本流ダム流入		ダム流入				
	Q m	W _J	Q m	W _J	Q m	W ₁	W ₂	W ₁₁	Q m	W ₃	W ₇	W ₁₁	Q m	W ₃	W ₇	W ₁₁	Q m	W ₃	W ₇	
平均値	0.460	1.35	14,800	3.00	17,000	332	600	810	10,400	365	675	900	18,600	391	720	960	16,500	302	21,000	383
Cv	0.46	0.49	0.42	0.42	0.39	0.39	0.39	0.38	0.39	0.39	0.40	0.40	0.37	0.37	0.39	0.39	0.42	0.42	0.39	0.39
C _s -C _v	35	35	2.7	2.7	2.5	3	35	3.5	2.5	3	35	3.5	2.5	3	35	3.5	2.6	2.7	25	3
P%																				
0.01	37,000	62.6	53,000	109	54,100	115	219	287.5	60,700	127	253	337.5	58,600	129	263	350	59,200	0.7	69,300	1,330
0.1	29,400	49.3	44,200	89.3	44,700	95.0	178	235	50,600	104	205	273.6	49,100	107	214	285	48,700	9.00	57,700	1,095
0.5			37,300	75.3	40,100	80.4	149	197	43,400	88.3	171	227.7	42,200	91.1	179	238	41,300	76.5	49,600	928
1	21,700	35.8	34,200	69.3	36,900	73.7	136	181	39,900	81.0	156	207.9	39,000	84.1	164	218	37,800	69.7	45,600	851
2			30,900	62.7	33,800	67.1	123	163.7	36,600	72.7	140	197.2	35,900	76.6	148	197	34,300	63.2	41,800	775
5			26,600	54.0	29,400	57.8	105	140.2	31,800	63.5	120	160.2	31,400	66.5	126	168	29,600	54.3	36,300	667
10			23,100	46.8	25,800	50.5	91.2	122.3	28,000	55.5	105	137.7	27,700	58.7	109	146	25,800	47.2	31,900	583
20			19,400	39.3	22,100	42.8	76.8	102.8	23,900	47.1	86.4	115.2	23,800	49.7	92.3	123	21,600	39.6	27,500	494

源水五強溪貯水池ダム流入最大流量、3日間の洪水量系列表

附表II-6

最大流量 (Qmax) : 秒 m^3 3日間の洪水量 (w_3) : 億 m^3

年	ピーク出現時間		最大流量 Qmax	年	ピーク出現時間		最大流量 Qmax	年	期	3日間の 洪水量 w_3	備考	
	月	日			月	日						
1763			(47,300)	1949			(30,100)	1766		(898)	(57.9)	表中の括弧内の数字 は補正 補正相関公式 Qダム流入-1.35Q限度 W ₃ ダム流入-1.049W ₃ 単位
1834			(42,300)	1950			(12,300)	1834		(782)	(21.6)	
1878			(38,600)	1951			(21,700)	1878		(71.3)	(44.2)	
1911			(38,000)	1952			(25,500)	1911		(70.1)	(49.3)	
1912			(37,500)	1953			(16,000)	1912		(69.0)	(23.0)	
				1954			(27,500)				(58.5)	
1925			(11,600)	1955			(21,500)	1925		(21.5)	(41.0)	
1926			(34,300)	1956			(18,600)	1925		(63.7)	(36.9)	
1927			(28,600)	1957	8	9	13,900	1927	878-108	(52.0)	26.2	
1928			(8,910)	1958	7	15	19,900	1928	714.20-17.20	(17.6)	33.2	
1929			(17,700)	1959	6	3	16,900	1929	630-60	(33.4)	27.9	
1930			(25,000)	1960	7	10	24,700	1930	798-128	(49.4)	36.8	
1931			(34,400)	1961	4	18	12,700	1931	4180-210	(65.4)	27.5	
1932			(18,500)	1962	5	28	21,700	1932	5271.6-301.6	(31.4)	40.6	
1933			(55,200)	1963	7	11	22,200	1933	710.15-131.5	(64.0)	35.6	

源水五強溪貯水池ダム流入最大流量、3日間の洪水量系列表

年	ピーク出現時間		最大流量 Qmax	年	ピーク出現時間		最大流量 Qmax	年	期間	3日間の 洪水量 W ₃	年	期	3日間の 洪水量 W ₃	備	考
	月	日			月	日									
1934			(16,100)	1964	6	18	18,900	1934		(310)	1964	4.9.4-12.4	35.1		
1935			(34,600)	1965	7	6	24,600	1935		(54.9)	1965	6.2.16-5.16	34.8		
1936			(15,000)	1966	7	12	18,900	1936		(30.2)	1966	7.1.15-14.5	38.2		
1937			(18,400)	1967	5	4	(22,100)	1937		(35.6)	1967	5.4.4-7.4	(41.5)		
1938			(29,200)	1968	7	20	(15,000)	1938		(54.1)	1968	4.16.18-19.18	26.8		
1939			(17,400)	1969	7	16	34,300	1939		(22.2)	1969	7.1.6.4-19.4	50.2		
1940			(9,670)	1970	7	14	(25,400)	1940		(20.8)	1970	7.1.2.16--15.16	(53.9)		
1941			(11,700)	1971	5	30	14,700	1941		(19.0)	1971	6.4.17-7.17	34.1		
1942			(21,000)	1972	5	7	10,600	1942		(44.1)	1972	5.6.8-9.8	20.4		
1943			(33,400)	1973	6	24	(17,100)	1943		(53.2)	1973	6.2.3.19-26.19	(33.7)		
1944			(19,900)	1974	6	30	26,500	1944		(45.7)	1974	6.2.9.23-7.2.23	43.2		
1947			(10,600)	1975	6	10	18,700	1947		(22.0)	1975	5.9.19-12.19	29.0		
1948			(20,900)	1976	5	1	10,000	1948		(35.6)	1976	9.1.4-5.2.14	23.0		

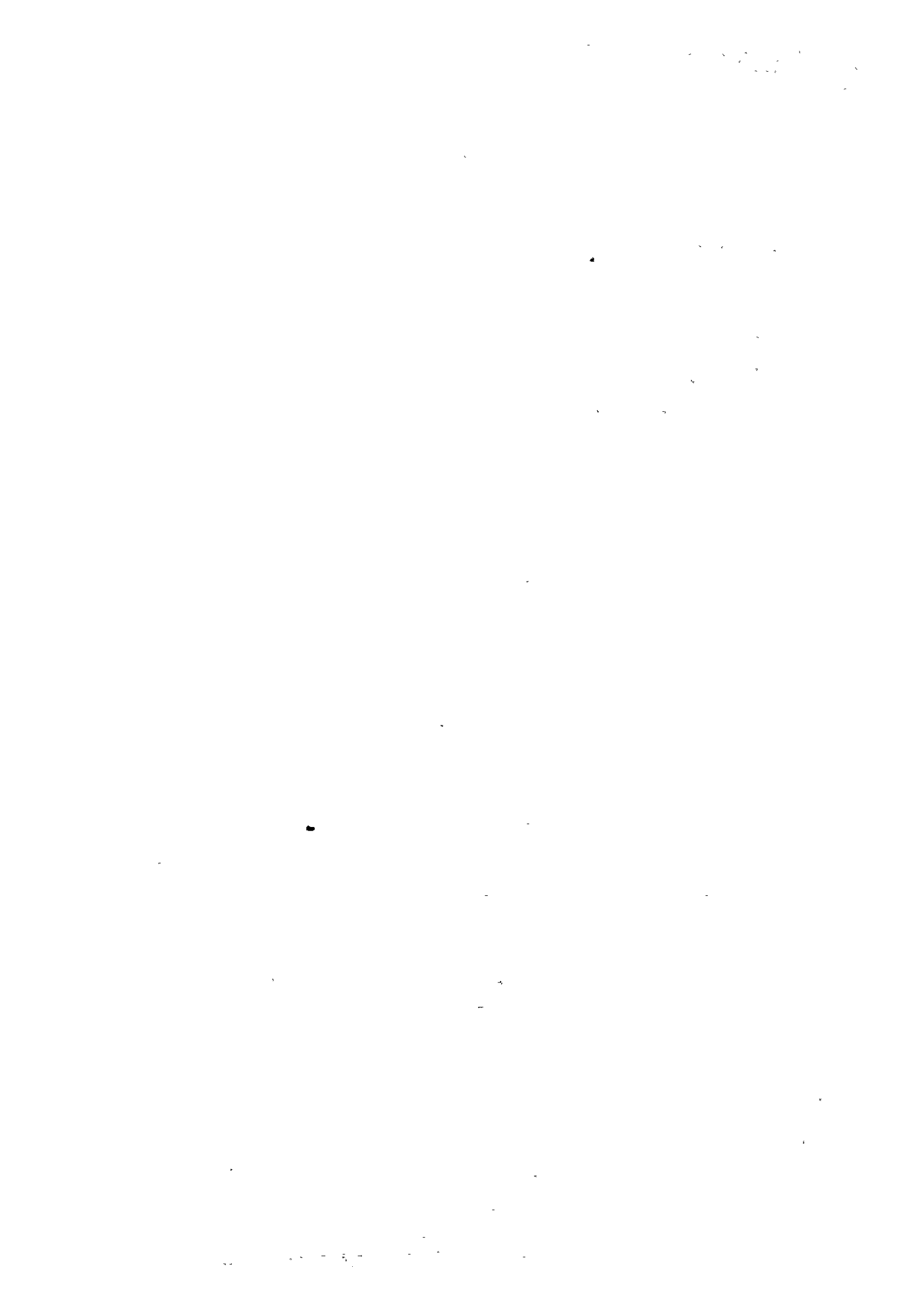
統附六五-6

最大流量 (Qmax) : 秒m³ 3日間の洪水量 (W₃) : 億m³

五強溪ダム地点(梶子灣、王家河磯測所) 1953~76年月砂運搬率表

附表II-7

年	月平均砂運搬率 (kg/秒)												年平均砂運搬率 (10 ⁴)		備考
	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月	年平均	速搬率	
1953	9.50	9.00	2.18	1.41	1,150	1,630	309	30.8	23.8	4.48	9.35	0	338	1,070	
1954	1.01	5.23	3.39	4.44	2,290	3,030	6350	1,800	681	3.46	0.391	7.40	1,170	3,690	
1955	1.45	8.92	4.53	8.20	1,970	3,010	694	488	28.7	3.66	1.31	0.83	538	1,700	
1956	0	0.234	3.82	3.31	2,860	319	102	2.48	17.8	4.10	0.049	0	527	1,030	
1957	0	0.335	2.64	6.19	695	585	1,200	1,050	0	3.51	2.30	8.78	354	1,120	
1958	8.83	8.72	8.97	6.61	1,688	604	2,000	87.6	10.5	3.55	2.72	1.47	481	1,520	
1959	1.69	4.92	7.02	2.04	818	2,080	320	4.42	53.6	4.77	2.25	5.71	304	950	
1960	1.75	3.60	5.50	1.11	853	1,200	2,240	20.2	19.3	9.08	2.21	6.03	396	1,250	
1961	1.75	2.17	1.63	7.61	690	523	592	2.42	4.27	8.17	2.79	4.99	1.69	532	
1962	1.60	1.54	2.96	1.63	2,530	3,200	654	2.43	5.57	7.83	1.63	8.29	595	1,880	
1963	0.373	4.00	2.37	7.11	1,470	477	2,650	1,420	37.6	1.16	1.91	5.17	599	1,890	
1964	1.63	1.23	1.33	2,060	583	3,210	508	2.74	1.89	4.21	1.19	2.04	582	1,840	
1965	1.64	2.72	5.69	5.85	1,760	1,160	2,600	87.4	2.67	1.98	8.42	1.31	634	2,000	
1966	1.68	2.15	0.568	3.82	2.87	1,330	2,410	9.68	1.74	5.02	2.93	0.437	378	1,190	
1967	0.181	10.4	5.73	2.48	3,430	3,610	522	5.57	8.72	8.46	2.67	10.5	723	2,280	
1968	0.805	3.90	2.51	7.66	632	887	1,300	3.14	4.44	1.66	1.57	4.63	398	1,260	
1969	1.80	2.94	5.94	1.50	1,520	9.61	6,270	1,700	7.98	6.98	5.65	1.89	980	3,090	
1970	1.01	7.97	8.54	5.04	2,350	1,170	5,390	2.35	3.58	9.77	2.60	1.51	831	2,620	
1971	2.99	2.60	1.11	1.91	2,430	2,520	215	1.67	3.5.9	1.07	3.42	1.02	471	1,480	
1972	0.671	3.35	3.27	6.65	1,280	545	152	2.85	2.46	4.18	8.28	2.57	275	867	
1973	5.63	4.55	1.38	8.36	9.67	3,450	323	1.86	6.24	3.48	1.51	0.371	510	1,610	
1974	3.05	8.53	4.95	5.44	1,350	1,570	2,570	7.65	9.29	1.17	2.00	1.27	526	1,660	
1975	0.250	2.82	8.01	6.05	1,880	1,400	103	6.95	1.67	1.61	8.96	1.13	551	1,110	
1976	0.999	9.57	1.83	5.67	1,200	2,030	628	8.30	4.17	6.79	4.65	1.37	374	1,180	
多年平均	4.88	1.10	5.81	4.81	1,500	1,680	1,640	4.48	1.41	9.20	5.94	8.57	513	1,620	



第 3 編 工 程 地 質

目 次

第 1 章	地質の実地調査の経過	3-1
第 2 章	区坎地質及び貯水池工程地質	3-2
1	区坎地質の概況	3-2
2	貯水池工程の地質	3-6
第 3 章	ダムサイト工程の地質	3-12
1	地 形	3-12
2	地層の岩性	3-13
3	地質構造	3-27
4	水文地質	3-40
5	ダムサイトの主な工程地質問題	3-44
第 4 章	各水工構造物工程地質	3-68
1	大堤防基礎	3-68
2	発電所	3-70
3	中樞放水工程地質	3-71
4	水上運輸ダム通過構造物工程地質	3-72
5	河床施工導流ダム工程地質	3-74

第5章	天然建築材料	3-75
1.	砂、礫	3-75
2.	人工砂石	3-78
3.	土	3-81
第6章	結論及び今後の作業についての所見	3-82
1.	結 論	3-82
2.	今後の作業についての所見	3-84



付 図 目 次

番号	名 称	編 号
1	源水揚五期ダムサイト地質図(1:1000)	源五-総-403-2
2	源水揚五期ダムサイト総合地質柱状図 (1:1000)	源五-総-403-3
3	源水揚五期ダムサイトダム軸線工程地質横 断面図(1:1000)	源五-総-403-4
4	源水揚五期ダムサイト建物工程地質横断面 図(1:1000)	源五-総-403-5
5	源水揚五期ダムサイト消力池工程地質横断 面図(1:1000)	源五-総-403-6
6	源水揚五期ダムサイト基礎岩盤透水性横断 面図(1:1000)	源五-総-403-7
7	源水揚五期ダムサイト0-80m工程地質 横断面図(1:1000)	源五-総-403-8
8	源水揚五期ダムサイト左岸航行用水門工程 地質断面図(1:1000)	源五-総-403-11
9	源水揚五期ダムサイト右岸工程地質縦断面 図(1:1000)	源五-総-403-13
10	源水揚五期ダムサイト上流囲堰工程地質横 断面図(1:1000)	源五-総-403-14
11	源水揚五期ダムサイト下流圍堰工程地質横 断面図(1:1000)	源五-総-403-15
12	源水揚五期ダムサイト圍堰工程地質縦断面 図(1:1000)	源五-総-403-16
13	源水揚五期ダムサイト右岸開口工程地質横 断面図(1:1000) I、II	源五-総-403-20
14	源水五強溪発電所天然建築材料産地分布図 (1:200000)	源五-総-403-27



第 1 章 地質の実地調査の経過

1952年から1956年に源水流域における計画をおしすすめ、五強溪ダムを源水開発の第一期工程として推薦した。そのダム区域は、上流は硃紅溪より下流は五強溪峡谷口に至り、長さ5.0 kmの峡谷から楊家洞、辰塘溪、五強溪の3つのダムサイトを選び、比較実地調査を行なった。50 kmにわたるダム地区の地質調査を2.5万分の1で表わし24 kmにわたるダムサイトの測図を1万分の1で表わし3.5 kmのダムサイトの測図を5千分の1で表わし、岩心ボーリング調査(コアドリル)1,395 m、および、礫坑調査作業を終えた。

1956年11月より、五強溪ダム地区の初歩設計実地調査を行なったが、測量調査により、五強溪ダムサイトの河床の左側に深い溝があり、施工がかなりむずかしいことが判明。1957年初め、ダム地区内に河水が比較的浅い楊五廟ダムサイトを加え、比較した。

1958年7月より、楊五廟、五強溪の両ダムサイトにおいて集中して詳細な実地調査を行ない比較した。両ダムサイトに通過河底平洞を掘り、河床の問題を明らかにした。

1960年3月、現場においてダムサイトの選択を行なった。総合的に比較検討した後コンクリート、積石、どちらにしても楊五廟のダムサイトは五強溪ダムサイトに比べて、かなり多くの優秀点があることを認め、楊五廟ダムサイトを今後の設計施工の対象とすることにした。

その後、上流の源水支流の酉水風産水力発電所の建設により、五強溪水力発電所の正常貯水位がかなり降下した。よって楊五廟、五強溪の2つのダム

サイトに対して補充測量比較作業を行なった。

1975年3月、ダム地点を再調査し、工程のダム基礎処理を確実にさせ、施工も容易で、工期も短縮するため、楊五廟ダムサイトを選んだ。

源水河流に建設することを計画して以来、20数年の工程地質測量を経て、1979年3月に完了した。区域および、貯水池の範囲内で、航空測量写真を利用し、区域の測量の地質資料を集め、貯水池に関する問題と結びつけるため、2,692幅を5万分の1の地質図に描き、20万分の1の区域及び貯水池工程地質図を作成した。

選定した楊五廟ダムサイトについてすでに次のような調査を終えている。5幅の2千分の1の地質測図。1.5幅の千分の1の地質詳測図。岩心ボーリング159孔、計10,670m。圧水試験134孔、計1,174段。抽水試験6孔、計7段。潜穴74コ、計4,280m（河床左側河底の鉞坑長さ140.5mをふくむ）。灌孔9コ、計157m。構坑7,500m²。孔内カメラ11孔、460m。孔内テレビカメラ3孔、234m。コンクリート流し込み試験3組、23孔、1,190m。管湧試験5組。岩石物理（圧縮）試験373組。及び、室内、現場岩石、コンクリート／岩石切断試験、岩石弾性（変形）、係数測定及び化学、薄片分析、水化学分析などの試験作業。

第2章 区域の地質及びダム工事区域の地質

1 区域の地質概況

(1) 五強溪水力発電所は源水の中・下流域にある。ダムサイトの下流は常

(徳)、桃(源)の断拗盆地の丘陵地区にある。その上流より硃紅溪にいたる地帯は、低い山の隆起する峽山地形に属する。これを五強峽という。硃紅溪より上流は、源(陵)、麻(陽)の盆地低山丘陵地形となっている。

五強峽峡谷区は、前震旦系の板溪群海相からなる次複理式(建造)浅部変質岩系が構成する基底褶曲を露出している。ダムサイトの基礎岩盤は、板溪群五強溪組岩層に属し、灰緑色、^赤蘇芳色、また灰白色の砂岩、石英岩砂岩、石英岩狭薄層板岩、千枚岩などにより組成される。厚さ1,000m、峡谷の上、下流の盆地の大部分は、白垩系陸相砂屑岩が分布し、貯水池末端及び近隣地区では、カンブリア系、上古生界がジュラ系の浅海組及び陸相と交替する石灰岩、及び石灰含有地層が分布している。燕家坪と剪市より下流ではなおまだ第3期の陸相砂屑岩が堆積している。桃源より下流、洞庭湖に入るところは、第4期の堆積地区である。

大地構造：本区は江南台背斜にある。南北は雪峰——武陵二大背斜に挟まれている。東部は、中生代の常一桃断拗盆地に接している。貯水池の上端は源一麻断拗盆地の中にある。桃源、常德以東は新生代沈降地区の洞庭湖の陥没の範囲内に入る。或いは、東南地窪の西北縁、江南地窪の西段とも呼ばれる。貯水池は雪桂地窪から東北端におよび、ダムサイトは五強峽地窪上にある。

区域の構造形体は、新華夏系第一級雪峰構造隆起帯に属する。「その北端と湖南、貴州の境界、および湖北西南部とその他の諸山脈の北端は全て、しだいに北東ないし東北東方向へ湾曲している。」本区はちょうど北西へとびだしている湾曲弧形構造地帯に位置する。「八面山弧形構造」あるいは「湘(湖南省の別名—訳者)西北連合弧形構造」などと呼ぶ人

もいる。五強峽は、この弧形構造の東北端にあり、主な構造線は東北東方向の線型の緊密な褶曲と衝断層となっている。南より北へ平行な斜めの列は、背斜が急で向斜がゆるやかな褶状褶曲と衝断層を形成し、峡谷の地形をつくりだしている。後期の北東方向の構造は主に断裂系統が主であり、しだいにこの褶曲の拡張により広がった翼部を加えつつある。貯水池のある源麻盆地丘陵地区は、この弧形構造の北西にとびでたアーチ形に湾曲した中段部分であり、北東方向の華夏式構造が主となっている構造線である。ダムサイト下流の常桃盆地は新華系構造がみられる。つまり下第三系褶曲と規模のかなり大きな圧扭性断裂ができています。常德の太陽山は東は馬家衝から南西に河状にそって桃源に至る断裂、太陽山以西及び桃源の境の望陽山一帯は新華夏系派生の次一級の回転構造がみられる。その規模はかなり小さく、影響範囲も狭い。

ダム付近には、実際の調査によれば、2つのかなり大きな断層、即ちF₇₃の断層及び、燕家溪断層がある。この2つの断層の間にさらに五強溪ダムサイトのF₉断層と楊五廟ダムサイト左岸のF₁とF₃₇断層がある。後者の規模は前者に劣る。

- (2) 本区の新構造運動は上昇現象が顕著であることのあらわれである。峡谷地区は10級の侵蝕台地と古い平面により構成された多層地形で河すじは比較的まっすぐで谷は奥深くその壁面は切りたち、険しい「U字型」溪谷となっている。河流は瀬と淵が交互になっており、峡谷出口の牧馬溪の淵は水深約50m、淵の低部の高さは洞庭湖水面より30m低くなっていて、海水面に近く、河床の縦断面の傾斜度は大きい。河床には岩礁が林立し、洪水時には水面より2~3m露出する。これはもとの河床が上昇し、水が低い方へ流れることによる。主流の両側の洗掘溝

及び支流の出口は険しい谷となり、水位が急に下降する。現在、河流は依然として水流降下が主となっており、構造制御侵蝕谷に属する。この流域は上流から黔城鎮—洪江鎮—沙湾—安江鎮の下流5 Km、源水河谷の兩岸及び支流付近にそって第四紀氷河のあとが見られる。

区域の地形観測の資料にもとづく各級の台地(平坦面)の比高と高度は表1に示す。

表1 源水河各級台地標高と高度表

級別	X	K	Ⅳ	Ⅴ	Ⅵ	V	Ⅳ	Ⅲ	Ⅱ	I
標高(米)	300 -350	230 -250	200	150	125	100	50	25	15	10
海拔高度(米)	350 -400	280 -300	250	200	175	150	100	75	65	60

以上の事実は次のことを証明している。第四紀以来すべての活動の傾向は断続的な隆起である。低級台地では隣接するものの標高の差は比較的小さい。隆起の速度は相対的に減少しており、第四紀末期以来上昇速度は緩やかになっていく傾向にある。

広範囲にわたる調査によれば、峡谷より下流の桃源までの間は単斜式の掀斜上昇地塊となっている。すでに得られた資料によれば、新生代に形成された洞庭湖の陥没と第四系の堆積は桃源より下流ではじまる。よって第四紀以降の洞庭湖の陥没沈降区と西部の上昇地塊は異ったもので、それは桃源より下流で区分される。

総じて地形の特徴から観察することの区は継続的な全体上昇を行ない、最近では上昇の速度が弱まっており、安定する傾向にある。

(3) 歴史上の地震について、記録によれば周辺地区の常德、桃源、源陵、

澁溪、淑浦、辰溪などの県では、西暦805年(?)から1000年余りの間に28回の地震がおこった。そのうち1631年8月14日と9月1日に前後してダムサイトの東北110kmの常德太陽山地区で6.5級の地震がおこった。ダム区の西南90kmの澁溪では5級の地震がおこっている。これは詳しく記載されているが、その他のいくつかの地震は小さなもので、詳しい記録がなく、考証はむずかしい。

五強溪水力発電所の周辺地区の歴史上における地震の等震線図によれば、ダムサイトは五度の範囲内にある。またダム区の源陵、澁溪、辰溪一帯は6度から7度の範囲内にある。

最近の地震活動情況：調査と観測所網の記録によれば、ダム区付近には2回地震があった。1953年10月、ダム区の東北約20kmの龍潭水、観音寺、大沢溪、楊家溪一帯に4度に相当する有感地震があった。長江三峡地震観測所の記録によれば、1964年7月1日、麻伊沱の西北、楊五廟ダムサイトから西北約11kmのところで2.25級の地震があった。

省地震観測所の記録によれば、ダム区の周囲では、1971年3月12日と1972年3月21日に桃源熱水坑付近で2.3級と1.8級の地震があった。1973年5月1日と同年7月13日に黄石貯水池末端及び景龍橋一帯で1.0級と1.3級の地震があった。みなダム区からかなり遠い位置にある。

1977年2月、広州地震大隊が主編した「中国大地構造概要」によれば、本区は「湘桂地槽中強震区」に位置する。現在、地槽余動期にあり、地震活動は小さく、その頻度も低い。これは新構造運動の差異性が小さく、全体性が強いということと関係があると思われる。五強溪発

電所はこの区の「常德—貴定構造中強震帯」にある。この一帯の特徴は「構造線は北東方向で、一連の北東方向の断裂と新生代地窪盆地（たとえば洞庭地窪、桃源地窪、源麻地窪など）によりできており、地震活動の水準は低い。最大のものは常德（太陽山）で1631年におきた6.5級の地震で、ほとんどの地区はみな中弱震形式でエネルギーを放出している。地震活動は、東北から西南へ、規則的な定方向移動を示している」よって、最近の地震活動はみな弱震に属する。

国家地震局が1977年5月に編纂出版した300万分の1の「中国地震マグニチュード区画図」では、五強溪水力発電所は6度の範囲内にあった。

ダム区地震基本裂度は、かつて地震部門で何度も研究されくりかえし鑑定された。広東省地震局の1979年10月の調査で出した結論によれば、基本裂度は7度である。

2. 貯水池工程地質

五強溪ダムは源水の中下流域に位置する。ダムの正常貯水位を120 mとするとき、本流は辰溪より上流の沙堆まで、長さ約200 kmに及び支流は、武水では瀘溪の翠溪、酉水は鳳溪水力発電所の放水とつながるところまで及ぶ。貯水面積約355 km²、容量57億m³、ダム前部の最大水深85 m、貯水池所在地区の地形、地表の形態、地質構造の特徴により、貯水池区を2つに分けることができる。

第一段：ダムサイトより硃紅溪までの長さ約50 kmは峡谷区となっている。兩岸は高い山がそびえ、河すじは平坦、直線状で狭い。瀬と淵が複

雑に入りこんでおり、有名な清浪灘(瀨)はこの区域中にある。兩岸は発達した侵蝕台地で、谷が鋭くえぐられ、急峻な山壁がならぶ。基礎岩盤は前震旦系の板溪群で、厚さ4,000 mに及び、浅変質作用を受けた浅海相の泥、砂が堆積してできた千枚岩、砂質板岩、板岩、砂岩、石英岩、長石石英砂岩などである。岩相、岩性はかなり複雑で、規則性が明確でなく、みな不可溶岩であり、複理式の典型で複理式構造の特徴がある。主な構造線は東北東から北東方向である。

第二段：硃紅溪上流より貯水池後部末端までの長さ約150 kmである。源(陵)辰(溪)盆地に属す。低山丘陵區で谷はひらけ、兩岸には発達した台地があり、山壁は比較的ゆるやかである。

硃紅溪から越溪に至る劉家灘は、白堊系湖相の碎屑が堆積した赤褐色から赤紫色の塊状の礫石、泥質粉砂岩、砂質泥岩、砂礫岩などからなり、厚さ2,300 m以上に達する。劉家灘から貯水池後方部には部分的に下部古生代地層が露出しており、また一部、炭酸塩系の岩石が露出していて、岩石の中には溶け洞穴があいているものも見られる。しかしこの貯水位は現在の河床の第一級台地内にある。

この主な構造線の方向は北東方向で、烏宿、硃紅溪、浦市、辰溪などの断裂、及び北北東方向で砂堆の断裂などがある。

貯水池所在地區の特徴にもとずいて、くりかえし調査し、分析した結果得られた貯水池区の工程地質問題について次にのべる。

(1) 漏れ

五強溪貯水池区は多く板溪群を基底とする地帯であり、相対的に水を通さない砂頁岩系を貯水池の底としている。貯水池の後方部は岩石溶解が進んだ炭酸塩類の岩石が露出しているが、貯水池の水位はわずかに

現在の河床の第一級台地内で変化しているにすぎず、貯水池岸の分水嶺は広く、その最低標高は200m前後で、側面の谷へ通ずるひくい溝口はない。よって貯水池から側面の谷へ漏水する可能性はない。

(2) 堆 積

貯水池区の第四系台地の沈澱堆積土砂層以外に池岸斜面にはそれほど厚くない堆積がある。その他、緊密な地層の分布がある。流域内には植物がおい茂り、土も水はけがよい。測定によれば、河流多年平均砂運搬量は、約1,620万t、洪水期の平均砂含有量は0.25kg/m³である。現在鳳産貯水池はすでに貯水されているので、支流の酋水の砂の量は減少している。よって流水の固体含有量はかなり少ない。計画では工事期間中の流水の中の固体による堆積は、貯水池の正常使用をさまたげないと考えられる。

(3) 貯水池区の鉍石産出

関係部門の提供する資料によれば、埋もれてしまう重要な鉍山は源辰の客頭 - 白坪鉍区の金剛石砂鉍で、埋蔵量1万carat。蘆溪浦市から五里洲に至る段望曲鉍区は推定埋蔵量2万caratである。区内には22の鉍区があり、磷、石灰、耐火泥土、アルミニウム、銅、石灰石、亜鉛、金剛石などを含む鉍山がある。調査によれば、これらの鉍山の埋蔵量は多くなく、そのうえ大部分はみなダムの正常満水位の上であり、直接埋もれてしまうことはない。鉍山の中には貯水池の貯水後、埋没する鉍山、あるいはその影響を受ける鉍山もあるので、あらかじめ採掘するか、その他の保護措置を考えなければならない。

(4) 貯水池岸斜面の安定

貯水池岸斜面の安定は調査資料によれば、ダムサイト上流より洞庭湖

の溪口までの長さ約0.8 kmの範囲内、ダム近くの左岸斜面に数ヶ所安定性のかなり劣る地域がある。

① 楊五廟のダムサイト5号洗掘溝上流より雷廻に至る左岸斜面の長さ約2.5 kmは五強峽の背斜、岸の斜面を経て、斜面の岩層を組織するのは砂岩狭板岩と千枚岩である。60～80度の方向で、河床（南東）へ傾く。傾角は20度（局部）から60度に至る。斜面に沿っており、傾斜度は35～50度。表面はくずれた斜面によっておおわれ、わずかに河岸の斜面脚部、洗掘溝底に基礎岩盤が露出しているところがある。岩層は強い構造圧力及び、近代になって物理的地質作用を受け、転換、破壊、蠕動し、岩体がゆるんでおり、斜面の安定性がかなり劣る。

② 電廻から潭子溪の岸斜面、長さ約1 kmその中でも長さ150 m、標高50～140 mの斜面は、地形に異常があり、陥没しており、斜面脚部に斜面がくずれた堆積があるが、基礎岩盤はまだ見えない。たぶん垂直な山斜面の拡大節理と層面及び軟弱な挟層とによってくずれたものと考えられるので、さらに実地調査を行い、その範囲と影響とを調べる必要がある。

③ 潭子溪から卡洞に至る、長さ10 km前後は、もとの辰塘溪ダムサイトである。河岸から岸斜面は、石英岩、長石石英砂岩、石英岩、石英砂岩、狭板岩などの岩層でなりたっていて、岩層の方向は河の流れと斜めに交わり、河床は向斜軸となっている。傾角は20～30度である。従来の実地調査線は左岸の岩層を、河の流れに沿って走り、河床に傾き、傾角は30度前後であり山の斜面の斜度とその値に近い。さらに断層分断がある。調査により35 m以内がすべて破砕帯で、50 mの範囲内は、

完全な基礎岩盤がない。また斜面に沿って傾角の大きい亀裂があり、あきらかに安定性に劣る。しかし、規模は大きくなく、影響力は小さいとみられる。

- ④ ダムサイトの上流 8 km の左岸洞庭溪口に小さな地すべりが見られる。長さ約 150 m、高さ 55 m から 110 m で、地層にそって地すべりしている。概算体積およそ 10 余万 m^3 。しかし、現在は安定する傾向にあり、今後の貯水池の運用に影響はないと考えられる。

硃紅溪上流の源麻盆地は貯水池中間部と後方部にあり、白亜紀紅層分布地区で、岩層の多くは上流に傾いている。傾角 30 度前後。局部的に地くずれ、地すべりがみられる。本流の横石處左側の藍家湾は、ダムサイトから 5.5 km のところで、1952 年春の雨季に長さ約 500 m、高さ約 100 m、総量 100 万 m^3 に達するかなり大きな規模の地すべりがあつた。

総体的にみて、貯水池岸の安定性は基本的にかなりよい。しかし、ダム区に近い左岸斜面の安定性の問題及び、将来人々が移住する山の斜面、その住居設置地区斜面の安定性の問題はさらに工事の中で、関係部門において積極的に調査解明していかなければならない。

⑤ 貯水池区の地震について

五強溪貯水池の面積及び容量はかなり大きく、水深も深く、貯水池区で埋れる断層はかなり多い。貯水池底の岩層の水の圧力の負荷が増加し、水の浸透力が増し、岩体孔隙水圧力と水の循環速度が増し、断層面の潤滑性が増し、摩擦係数が低下すると、地応力の変化をおこし、ついでに、貯水池の地震を誘発する。貯水池区の藍溪で 1931 年に 5 級の地震がおこっている。貯水池ももとの地震発生構造に対して、