

中華人民共和国  
遼寧省大凌河白石ダム建設に関する  
事前（予備・S/W）調査報告書

平成7年9月

JICA LIBRARY



J 1130195 (9)

国際協力事業団

遼寧省大凌河白石ダム建設に関する事前（予備・S/W）調査報告書

平成7年9月

05  
61.7  
AFA  
RARY

農 調 農
J R
95 - 29







中華人民共和国  
遼寧省大凌河白石ダム建設に関する  
事前（予備・S/W）調査報告書

平成7年9月

国際協力事業団



1130195 (9)

## 序 文 (案)

日本国政府は、中国政府の要請に基づき、同国の遼寧省大凌河白石ダム工事に関する実験計画にかかる調査を実施することを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施することとなりました。

当事業団は、本格調査に先立ち、本調査の円滑かつ効果的な実施を図るため、平成7年4月6日から4月20日までの15日間にわたり、農林水産省構造改善局建設部水利課課長 船野龍平氏を団長とする事前（予備）調査団を現地に派遣しました。

同調査団は、国政府関係者との協議並びに現地踏査を行い、要請背景・内容等を確認しました。

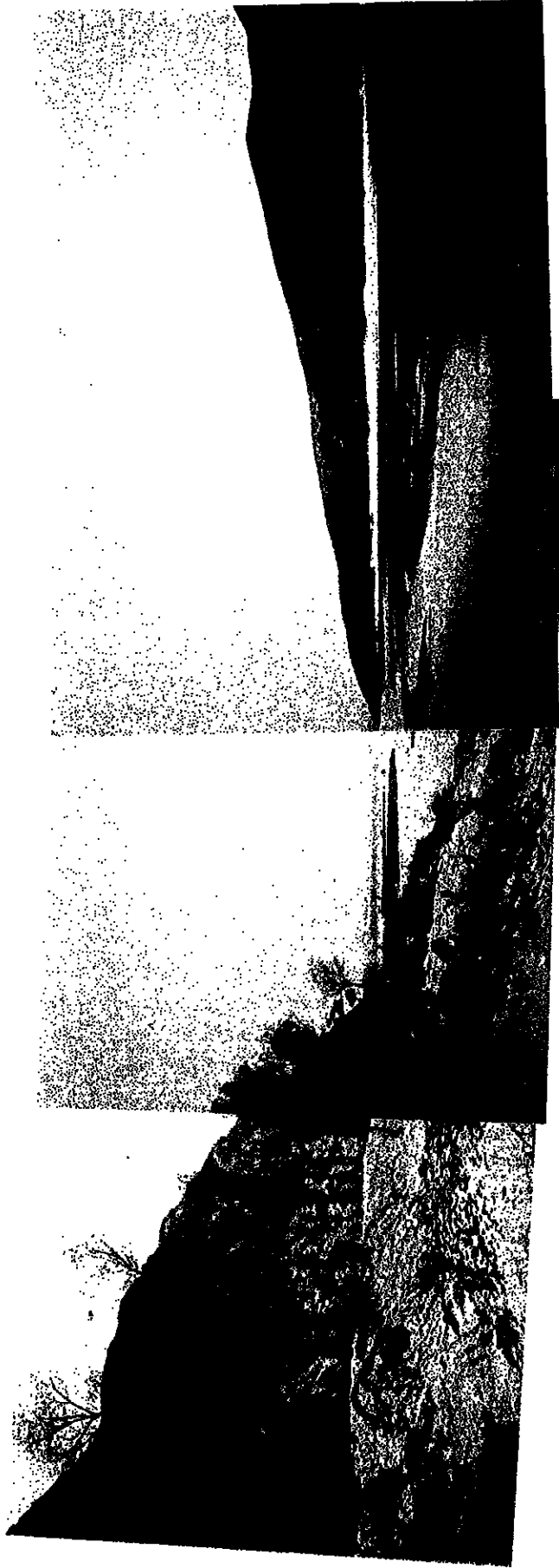
さらに、平成7年9月19日から9月29日までの11日間にわたり、農林水産省構造改善局計画部資源課地質官 宮島吉雄氏を団長とする事前調査団を現地に派遣し、中国政府関係者との協議並びに現地踏査を行い、本格調査に関する実施細則（S/W）に署名しました。

本報告書は、本格調査実施に向け、参考資料として広く関係者に活用されることを願い、とりまとめたものです。

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

平成7年10月

国際協力事業団  
理事 亀若 誠



白石ダムサイトの遠景

下流より白石ダムサイトを望む。

河床幅は約360mあり、厚さ5m程の河床砂礫が堆積している。





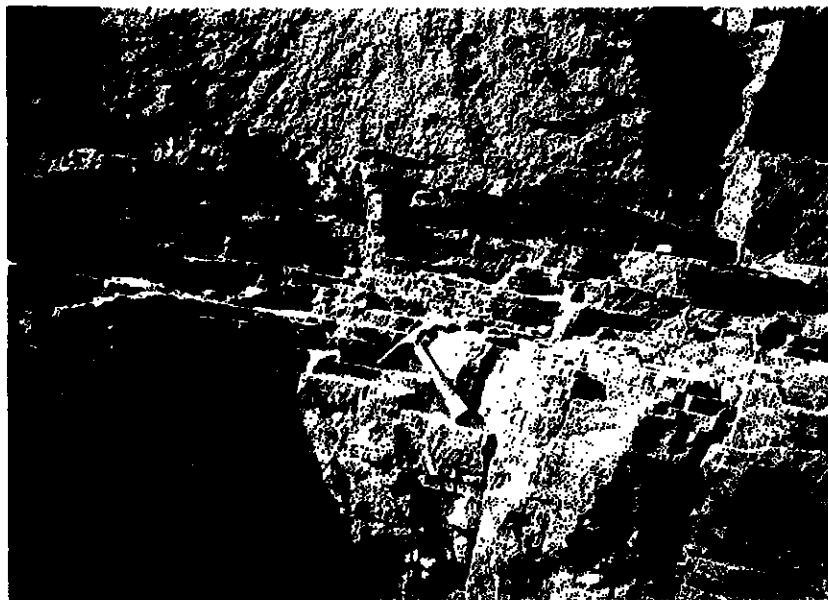
白石ダム左岸

写真中央部に掘削中の横坑及びズリ（灰色の部分）がみられる。  
現ダム軸の上流には、旧ダム軸での掘削跡がある（写真左側）。



白石ダム右岸の岩盤状況

白石ダムの基礎岩盤は玄武岩質安山岩よりなり、両岸アバット部に露出している。高角な節理と低角な節理が発達しており、節理に沿って剝離したブロックは、崖壁を形成している。



#### 玄武岩質安山岩の節理の状況

低角な節理は溶岩の流理に沿って発達しており、節理面は上流へ緩く傾斜している。風化部では、板状に割れやすい性質をもっている。

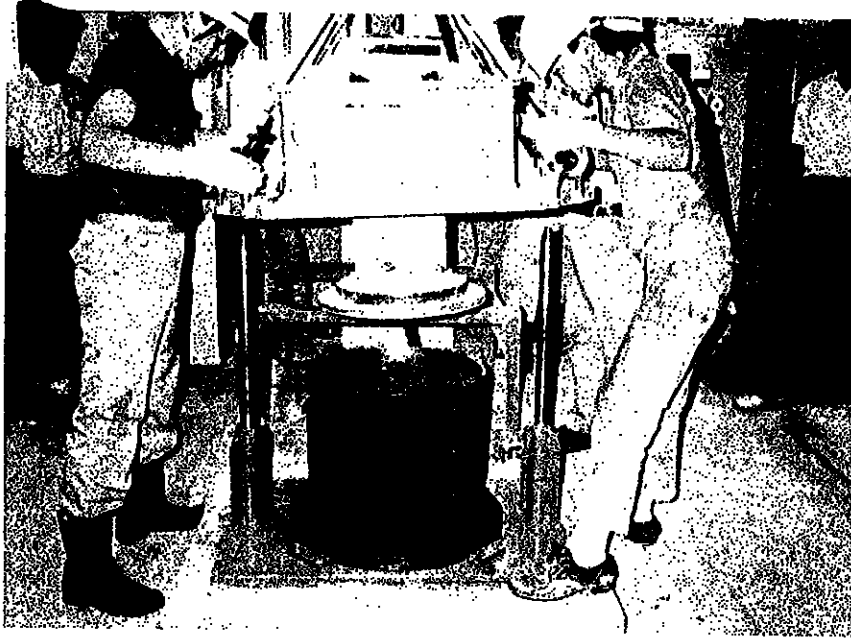


玄武岩質安山岩の節理の状況



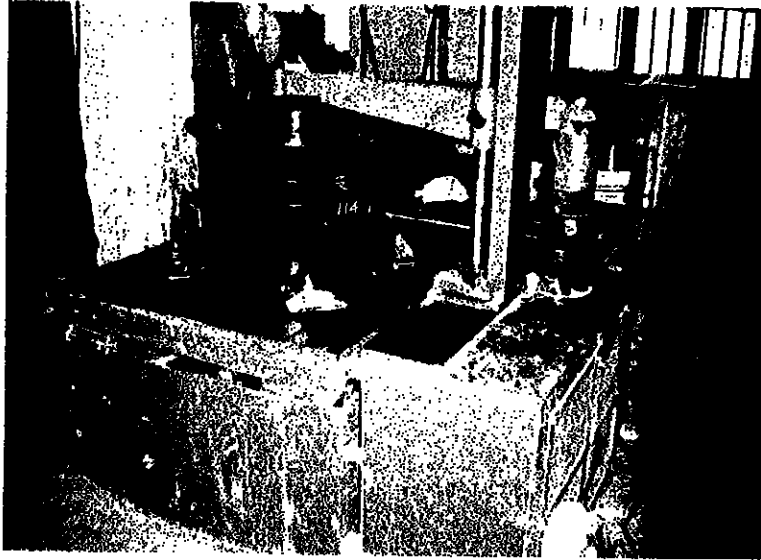
F11断層

河床方向に平行の走行でほぼ垂直な傾斜をもつ断層である。断層面には固く固結した緑色の断層粘土がみられる。



RCDコンクリートの大型供試体の作製状況

観音閣ダムのRCDコンクリートの大型供試体試験は、日本国内において実施されている。



日本製大型V C試験機（遼寧省水利水電科学研究所）  
この試験機を使用して観音閣ダムのRCDコンクリートの  
配合試験を行っている。



中国製小型V C試験機（遼寧省観音閣ダム工事現場）  
観音閣ダムの工事現場には、日本製大型V C試験機が1台、  
中国製小型V C試験機が4台設置されており、RCDコン  
クリートの試験を実施している。



白石ダムサイト (大凌河下流より上流をのぞむ)



白石ダムサイト (左岸階段状部は、断念したフィルダム工事のなごり)



観音閣ダム建設現場



水没する寺（恵寧寺）





遼寧省水利學校施設



M/M署名



# 目 次

序 文  
調査対象地域図  
現地写真集  
用語表

## 事前調査（予備）編

1. 調査団とその構成	1
1-1. 調査の目的	1
1-2. 調査団の構成	1
1-3. 調査日程	2
1-4. 調査団の訪問先及び主要面談者	3
2. プロジェクトの背景と先方試験施設等の現状	5
2-1. プロジェクトの背景	5
2-2. 先方試験施設等の現状	5
(1) 水理模型実験	5
(2) コンクリート試験	7
(3) 原位置岩盤剪断試験	10
(4) 白石ダムにおける地質及び骨材の調査	12
(5) 環境分野での取組	16
3. 中国側との協議経過及び結果	18
4. 中国遼寧省大凌河白石ダム工事に関する実験計画の基本方向	19
4-1. 事前調査結果のまとめ	19
4-2. 実験実施の基本方向	20
(1) 水理模型実験及び運用計画	20
(2) コンクリート試験	23
(3) 原位置岩盤剪断試験	24
(4) その他の調査	24
(5) 環境	25
5. 本格調査実施において留意する事項、その他	26
5-1. 調査実施上の留意事項	26
5-2. 各資料の整備状況	27
5-3. 必要と考えられる調査用資機材リスト	27
参考資料	
1. M/M	35
2. 中国側関係組織図	42
3. 中国側の希望スケジュール	43
4. 白石ダム追加試験計画実施案	44

## 事前調査 (S/W) 編

1. 調査団とその構成 .....	59
1-1. 調査の目的 .....	59
1-2. 調査団の構成 .....	59
1-3. 調査日程 .....	60
1-4. 調査団の訪問先及び主要面談者 .....	61
2. 中国側との協議結果 .....	63
2-1. 実施細則協議経緯 .....	63
2-2. 実施細則協議結果のまとめ .....	65
2-3. 貸与要望機材 .....	65
3. 本格調査に際し留意する事項 .....	70
3-1. 調査開始前 .....	70
3-2. 本格調査 .....	70
参考資料	
1. 実施細則 (S/W) .....	75
2. 協議議事録 (M/M) .....	82

## 事前調査(予備)

### 1. 調査団とその構成

#### 1-1 調査の目的

中国政府の要請に基づき、我が国が1990年12月から1993年3月迄に実施した遼寧省遼河三角州農業資源総合開発調査に引続き、同調査で計画された白石ダムの水理諸元を決定するための実験を行い、先のF/Sを補完するものである。今回は本件について先方政府の意向並びに本格調査の具体的な調査内容を確認することを目的とする。

#### 1-2 調査団の構成

総括 Leader	船野 龍平 Mr. Ryuhei FUNANO	農林水産省構造改善局水利課 課長
調査企画 Coordinator	魚屋 将 Mr. Masaru UOYA	国際協力事業団農林水産開発調査部 計画課
ダム計画 Dam Planning	森 繁 Mr. Shigeru MORI	北海道開発庁北海道開発局農業水産部 農業設計課 課長補佐
地質 Geotechnics	小徳 基 Mr. Motoi KOTOKU	農林水産省北陸農政局計画部 資源課 地質官
通訳 Interpreter	宮川 美代子 Ms. Miyoko MIYAGAWA	国際協力センター

1-3 調査日程

日順	月日	曜日	調査日程	宿泊地	調査内容	備考
1	4月6日	木	成田→ 北京	北京	NH-905 NRT 10:10-13:50 BJN JICA・大使館表敬	森団員：NH-905 NRT 10:10-13:50 BJN 合流
2	4月7日	金		北京	a.m. 水利部表敬 p.m. 水利水電科学研究院視察 灌排ヒソ-視察	
3	4月8日	土	北京→ 長春	長春	北京→長春（飛行機） 東北勘測設計研究院視察	
4	4月9日	日		瀋陽	長春→瀋陽（車両）	
5	4月10日	月		瀋陽	a.m. 瀋陽領事館表敬、 遼寧省水利電力庁と協議 p.m. 遼寧省水利水電研究所視察	
6	4月11日	火		瀋陽	瀋陽→本溪→瀋陽 観音閣ダム視察	
7	4月12日	水		北票	瀋陽→北票	
8	4月13日	木		北票	現地調査（白石ダムサイト）	
9	4月14日	金		瀋陽	北票→瀋陽	
10	4月15日	土		瀋陽	休日	
11	4月16日	日		瀋陽	団内打ち合せ	
12	4月17日	月		瀋陽	M/M協議	
13	4月18日	火		瀋陽	a.m. M/M署名 p.m. 瀋陽領事館報告	
14	4月19日	水	瀋陽→ 北京	北京	a.m. 瀋陽→北京 p.m. 水利部・国家科技委報告	
15	4月20日	木	北京→ 成田		a.m. JICA・大使館・OECF報告 NH-906 BJN 15:30-20:10 NRT	

#### 1-4 調査団の訪問先及び主要面談者

##### 遼寧省水利庁

曲 利正 庁長  
楊 社 副庁長  
王 東茂 科技教育外経處 副處長

##### 遼寧省水資源開発総公司

武 永存 総経理  
徐 曉剛  
丁 麗萍

##### 遼寧省水利水電科学研究所

錢 佩傑 所長  
干 振洲 副所長  
統 振嘉 副所長

##### 遼寧省水利学校

周 凱 校長

##### 遼寧省水利水電勘测設計院

李 貴智 副院長  
馮 嘉謨

##### 遼寧省水利水電設計研究院

慈 常志 院長  
孫 伝紳 総工程師

##### 遼寧省科学技術委員会

王 永保 副主任  
朴 明哲 国際合作處副處長

##### 水利部

鄭 如剛 国際合作司副司長  
章 凌 国際合作司科技合作處  
吳 濃梯 国際合作司科技合作處

##### 国家科学技術委員会

蔡 志平 国際科技合作司

##### 中国水利水電科学研究院（北京）

張 啓舜 副院長  
劉 之平 水力学研究所副所長  
匡 尚富 泥沙研究所所長

曹 文洪 泥沙研究所

干 驍中 結構材料所

水利部松遼水利委員会（長春）

王 成梓 国際合作處處長

苑 潤驍 科学研究所水力学及泥沙研究室主任

趙 長海 水利科学研究院院長

徐 学策 東北勘测設計研究院副院長

王 徳庫 東北勘测設計研究院科研院副主任

灌溉排水センター

平田 四郎 団長 他

日本国大使館

貞岡 義幸 参事官

原川 忠典 二等書記官

駐瀋陽総領事館

大和 滋雄 総領事

畔津 知朗 領事

J I C A 中国事務所

新保 昭治 所長

大喜多隆司 所員

湯 樺 所員



## 2. プロジェクトの背景と先方試験施設等の現状

### 2-1 プロジェクトの背景

中国政府の要請に基づき、我が国は、遼河三角洲農業資源総合開発計画に関する基本計画（M/P）を1993年3月に策定した。その中で最優先事業のひとつである白石ダム建設計画について、技術的・経済的妥当性の検討を行うことを目的としてフィージビリティ調査（F/S）を実施した。白石ダム建設計画は、大凌河水系の利用可能水源を新たに開発して遼河三角洲西部地域に農業用水及び大凌河中下流域の都市生活・工業用水を供給することを目的のひとつとする。またその他洪水調節効果も含めた多目的な目標を定めている。

一方、ダム建設予定の大凌河流域は19世紀半以降の大量の移民による大規模な開拓と森林伐採のため、多量の土砂が流出している。このため白石ダムを建設するにあたっては、上流域から貯水池に流入する大量の土砂の処理が最大の問題となり水理模型による排砂、洪水調節、下流域への安定した水供給等を考慮した、最適ダム形式の決定を目的とする諸実験を行う必要性がF/S調査により勧告された。

これらを踏まえ中国政府は1993年9月、我が国に対して白石ダムの水理諸元を決定するために必要な実験（水理模型実験等）を行い、水理資料をとりまとめることを要請してきた。

### 2-2 先方試験施設等の現状

#### (1) 水理模型実験

##### 1) 遼寧省水利水電科学研究所

本研究所には2か所の室内水理実験室がある。1か所は研究所内にあり、試験室の広さは730㎡（48m×15.2m）、ポンプを4台有し、合計最大能力は230ℓ/sである。その他、模型製作室、制御室、計器室が配置されている。

もう1か所は、遼寧省水利庁直属の水利学校内にあり通常は教育用施設として利用されている。広さは1080㎡（60m×18m）、ポンプ4台有し、合計最大能力は324ℓ/sである。ポンプについては、さらに4台設置可能であり実験用水量の増量は可能である。

測定器については、プロベラ式流速計のみによる流速の測定など、全般に旧式のものが多く、計測精度に課題がある。

これら実験施設を利用した模型実験の実績は表1に示すとおり、1961年から1994年の33年間に26のダムの水理模型実験を実施しており、一般的な水理模型実験に対して十分な経験と技術を有しているものと判断される。

しかし、ダム貯水池内の土砂の堆積に関する実験等は、実施経験がなく現段階の技術水準では本研究所での実施は難しい。

表1 遼寧省水利小電科學研究所的部分水理模型實驗的実績

辽宁省水利水电科研所做过的部分水工模型试验

序号	年代	坝名 ダム名称	坝高 (M)	坝长 (M)	总库容 (万M <sup>3</sup> )	溢流形式 溢流形式	消能形式 消能形式	设计泄流量	比例尺
1	1961	上寺	13.0	610	1120	实用断面堰 实用	挑流 挑流	295	1:40
2	1961	红山	31.0	1174	25600	宽顶堰 宽顶	挑流	1615	1:70
3	1962	铁甲	24.0	577	23400	宽顶堰	底流	894	1:60
4	1962	建凌				实用式矩形断面堰	底流	2210	1:80
5	1963	英守	16.6	630	1096		底流	340	1:50
6	1963	清河	39.6	1622	97100	实用断面堰	底流	3140	1:80
7	1964	南城子	30.0	550	20600	宽顶堰	挑流	710	1:60
8	1971	榛窝	51.5	532	79100	实用断面堰	挑流	15300	1:60
9	1972	柴河	40.5	973	56500	改良式梯形堰 改良	底流	600	1:50
10	1974	转角楼	24.4	197	13560	宽顶堰	挑流	375	1:40
11	1975	金家				实用断面堰	挑流	155	1:50
12	1975	海日苏闸				宽顶堰	底流	4116	1:80
13	1977	碧流河			84700	实用断面堰	挑流	4650	1:60
14	1981	大伙房	48.0	1366	20100	实用断面堰	挑流	4800	1:100
15	1983	二道河	44.5	370	9100	实用断面堰	挑流	1342	1:60
16	1983	二道河	36.2	222	3176	梯形与实用堰 梯形	底流	348	1:30
17	1983	木家	18.0	278.3		实用断面堰	面流	3440	1:90
18	1984	松树	25.1	280	9864	驼峰堰 驼峰	挑流	1076	1:60
19	1984	浑河闸				宽顶堰	底流	4190	1:40
20	1985	宫山嘴	32.9	457.5	12040	实用断面堰	底流	3610	1:30
21	1986	关门山	58.5			威斯I形曲线堰 威斯	挑流	664.5	1:60
22	1987	石门	46.7	338	10200	实用断面堰	挑流	2728	1:30
23	1988	龙屯				梯形堰	底流	1770	1:70
24	1990	东风	56.0	757.25	12650	驼峰堰	挑流	2758	1:80
25	1993	阎王鼻子	22.0	390	19700	实用断面堰	面流	2536	1:100
26	1994	石佛寺			12230	宽顶堰	底流	11700	1:100

## 2) 東北勘测設計研究院

室内水理実験室を2棟(1800㎡、3050㎡)有しており、ポンプ設備も十分な能力(1250ℓ/s、1400ℓ/s)を持っている。

実験実績は、中国東北部の各県に跨がる中規模プロジェクトを中心に実施しており、松花河の白山、豊満、紅石ダム、紅水河の大藤峡、大化ダム、その他太子河、鴨緑河の多数のダムの実験、さらにネパール、イラン、アルジェリアなどの海外のダムの実験も実施している。

特に河川の堆砂と改修分野においては、東北地方の研究の中心として位置づけられ、設計および研究成果が活用されている。

以上、施設、技術、実績から水理模型実験、堆砂、排砂実験の本研究施設での実施は可能である。

## 3) 中国水利水電科学研究院

中国の水利、発電に関するダム、発電機、地質、灌漑排水などの総合的な研究施設であり、水理に関しては水力学研究所、堆砂に関しては泥砂(堆砂)研究所の専門の研究所が設けられている。

水力学研究所は、室内水理模型実験室(3室合計面積5100㎡)、野外水理実験室(12600㎡)を有しており、ポンプ設備も最大1500ℓ/sの能力がある。さらにキャビテーションの実験のための高速循環水路(最大流速30m/s)、真空実験水路などの施設も有しており、技術的レベルは高い。

泥砂(堆砂)研究所は、室内実験室(3室合計面積3200㎡)、簡易実験室(3室合計面積4000㎡)を有し、各種の先進的な計測機器も備えられている。

両研究所においては、黄河、長江などの大河川の国家的プロジェクトの水理的課題、堆砂問題の解決を図るため、実験研究を進めてきており、高度な施設と技術力を有している。

## (2) コンクリート試験

### 1) 中国水利水電科学研究院(構造材料研究所)

中国水利水電科学研究院構造材料研究所では、コンクリートダム等の水工関係施設の材料や構造に関する試験・研究を行っており、67人の職員(うち技術者は46人)と5つの試験室を有している。これらの試験室においては、高圧三軸圧縮試験機等を使用して、コンクリートの力学性、熱力学性、変形、耐久性等の試験や、混和材料、フライアッシュ、碾圧コンクリート(振動ローラー締め固めコンクリート)やその他の特殊コンクリートの研究を行っている。

中国では、RCD工法やRCC工法等の碾圧コンクリートダムに関する研究を1978年から開始し、表2に示すとおり、現在までに十数箇所の碾圧コンクリートダムを完成させている。日本において実用化されたRCD工法についても3~4箇所のダムにおいて現在施工中である。これらの研究の成果は、「コンクリート現代技術叢書、碾圧コンクリート、姜福田編著

(中国鉄道出版社、1991)」として出版されている。

表2 中国における既設の碾压コンクリートダム

工程名称	碾压混凝土建筑物		施工日期	混凝土总量 (m <sup>3</sup> )
	名称	规格 (m)		
铜街子水电站	牛日溪沟一号坝	坝高27.5, 坝顶长57	1984年5月	14000
	左岸1~4号坝	坝高59, 坝顶长70.7	1986年2月	106200
沙溪口水电站	开关站挡墙	287×11.5×8	1985年1月	23000
葛州坝水电站	闸导墙	60×10×1.8	1984年12月	891
坑口水电站	重力坝	坝高56.8, 坝顶长122	1985年11月	60000
岩滩水电站	重力式围堰	堰高58.7	1988年2月	300000
天生桥二级水电站	溢流坝段	坝高58.7	1987年4月	220000
隔河岸水电站	上游围堰	堰高45	1988年2月	100000
龙门滩水电站	重力坝	坝高57.8	1988年	101000
马回水电站	重力闸坝	闸坝高12	1988年3月	46000

また、本研究所では、コンクリートダムに発生する亀裂に関する研究も行っている。コンクリートの亀裂は、気象条件が激しい東北地方の多くのコンクリートダムにおいて特に問題となっており、温度応力による亀裂の発生や浸透水の凍結融解による亀裂の拡大等により漏水が生じているダムもある。碾压コンクリートダムでも同様な問題が生じている。

その対策として、セメント使用量の制限や気温によるコンクリートの打ち込み規制等を行うとともに、問題の生じたダムについては、堤体上流側にアスファルトを張り付け漏水の防止を図ることが行われている。

しかしながら、コンクリートダムの亀裂の抑制は難しく、現在80%以上のコンクリートダムで亀裂が発生し、亀裂処理技術が今後重要となってくると考えられている。

## 2) 東北勘测設計研究院

本研究院では、東北地方の白山ダム、豊満ダム、水豊ダム、桓仁ダム、云峰ダム（いずれもコンクリートダム）を含む多くのダム等の水利工事の試験・研究と工事テストを実施している。水工材料の試験研究室には、圧縮試験や凍結融解試験等のコンクリート試験のための施設を備えており、コンクリート関係の試験・研究については実績があるものと考えられる。

### 3) 遼寧省の各施設

遼寧省では、「水利水電科学研究所」及び「水利学校」にコンクリートの試験・研究施設が整えられている。また、現在施工中の観音閣ダム工事現場においても施工管理のためのコンクリート試験施設が備えられている。観音閣ダムは、日本の技術協力によりRCD工法による施工が行われているダムである。

#### ① 水利水電科学研究所

本研究所の材料試験室にはセメントの物理力学試験、骨材試験、コンクリートの力学強度、抵抗性、凍結耐久性等の試験のために必要な施設をほとんど備えている（圧縮試験機、油圧式万能試験機、透水試験機、剪断試験機、凍結融解試験機、ロサンゼルス試験機等）。日本製の大型VC試験機も設置しており、観音閣ダムのRCDコンクリートの配合試験は本研究所で行っている。

ただし、セメント及びコンクリートの熱的性質の試験機材及びRCDコンクリートの大型供試体試験（内径48cm、高さ40cmのモールド中に突き固めたコンクリートを振動機により締め固め、養生後これから直径15cmの供試体をくり貫き、各種試験に供する）のための機材はもっていない。このため、観音閣ダムのRCDコンクリートの断熱温度上昇試験及び大型供試体試験については、セメントや骨材等の材料を日本へ輸送し、日本国内で実施している。

また、観音閣ダムにおけるコンクリートの温度規制については、温度応力解析は実施せず、日本の玉川ダムの事例に基づいて、コンクリートの打ち込み温度を20～22℃以下に規制するとともに、混練水の冷却及び夏期の夜間打設、粗骨材への散水の処置を行っている。また、保温のため、コンクリート型枠の内側に厚さ5cmの発泡スチロールを設置している。しかしながら、冬期には外気温が-30℃、コンクリート内部の温度が+30℃となるなど日本に比較して気象条件が激しいため、コンクリート1万㎡に1本の割合で亀裂が生じており、現在までに約130本が確認されている。施工期間中に生じる亀裂は横断方向で垂直のものが多く、越冬中に生じる亀裂は表面近くの水平または垂直のことが多い。

このため、白石ダムでは、コンクリートの亀裂発生抑制のためのコンクリートの熱的性質の試験及び温度応力解析に基づく温度規制を行う必要があるが、遼寧省は、これらの試験・解析のための測定機、コンピュータ等の施設及び解析技術をもっていないとしている。

#### ② 遼寧省水利学校

圧縮試験機や土質試験機等が整備されており、コンクリートや土質の試験・実習を行えるようになっている。

#### ③ 観音閣ダム工事現場

観音閣ダム工事現場では、バッチャープラントの横にコンクリート試験室が設置され、大型VC試験機（日本製）、小型VC試験機（中国製）、ロサンゼルス試験機、油圧式万

能材料試験機等の機材により、コンクリートの各種試験を行っている。

パッチャープラント（日本製）は2基あり、240m<sup>3</sup>/時間/基の能力を有し、最大で1日20時間稼働している。1993～1994年のコンクリート打設量は30～40万m<sup>3</sup>/年であり、主にRCD工法により施工している。堤幅15mまではRCD工法で行ってきたが、現在は堤幅が狭まってきたため、在来工法によるコンクリート打設を行っている。

### (3) 原位置岩盤剪断試験等の岩石試験

#### 1) 中国水利水電科学研究院（岩土工程研究所）

本研究院の中で地質に関連した調査・研究は、岩土工程研究所が行っており、6つの研究室に80人（うち技術者は62人）の職員を有し、大型三軸圧縮試験機等を使用し岩石力学に関する現場試験及び室内試験を行っている。

原位置岩盤剪断試験等については水利部の出先機関が実際の試験を行っている。本研究所では出先機関に対し技術的な指導を行うとともに、大規模である等の理由により出先機関で手におえない試験については本研究所において試験を行っている。また、大型のダムでは、現場に試験所を設置する場合もある。

最近では、漫湾ダム（雲南省）、東風ダム（貴州省）、季家峽ダム（陝西省）等のコンクリートダムでの岩石試験を本研究所で行っている。

原位置岩盤剪断試験等の岩石試験の技術基準として、水利部より「水利水電工程岩石試験規定」が公表されており、各種試験の実施方法について細かく記載されている。原位置岩盤剪断試験については、剪断荷重を水平方向に載荷する方法（平推法直剪試験）と剪断面より斜め12～17°の方向から載荷する方法（斜推法直剪試験）の2種類を行っている（図1）。

#### 2) 東北勘测設計研究院

本研究院では、コンクリート試験と同様に東北地方のダム等における岩石関係の試験・研究を行っている。試験室には、大型三軸圧縮試験機や一面剪断試験機等の試験機材が備えてある。

原位置岩盤剪断試験の方法は、日本の方式を基本としており、剪断荷重は剪断面より斜め15°または水平方向から載荷し、ロック剪断試験及びブロック剪断試験の2種類を行っている。供試体の大きさは100×100×50cmを基本としている。

本研究院による原位置岩盤剪断試験は、最近では荒溝ダム（黒龍江省）や観音閣ダム等において実施している。

#### 3) 遼寧省水利水電科学研究所

本研究所では、遼寧省内のダム等における原位置岩盤剪断試験等の各種岩石試験を行っている。本研究院の所有する原位置岩盤剪断試験用機材のリストを表3に示す。

图1 中国における原位置岩盤剪断試験の方法  
 (「水利水电工程岩石試驗規程—岩石強度試驗(水利部)」より)

① 平推法直剪試驗

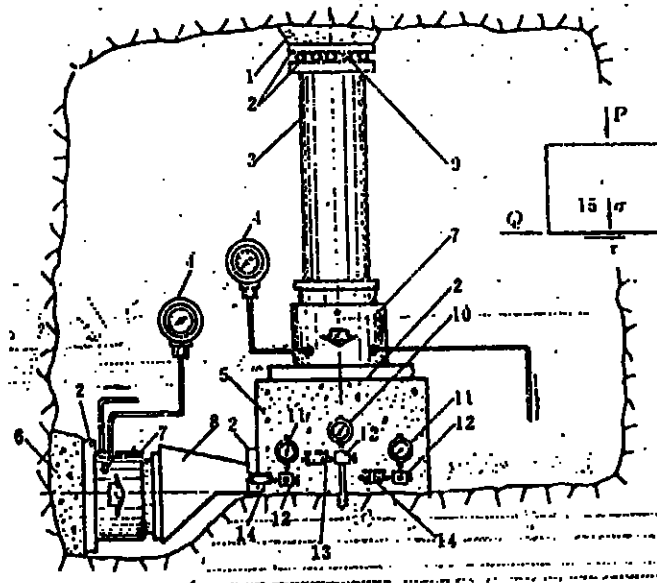


图 5-1-1 平推法混凝土/岩体抗剪强度試驗安装示意图  
 1—砂袋顶板; 2—钢板; 3—传力柱; 4—压力表; 5—混凝土试体; 6—混凝土后座; 7—液压千斤顶; 8—传力顶头; 9—滚轴排; 10—相对垂直位移测表; 11—绝对垂直位移测表; 12—测量标头; 13—相对水平位移测表; 14—绝对水平位移测表; 15—试体受力简图

② 斜推法直剪試驗

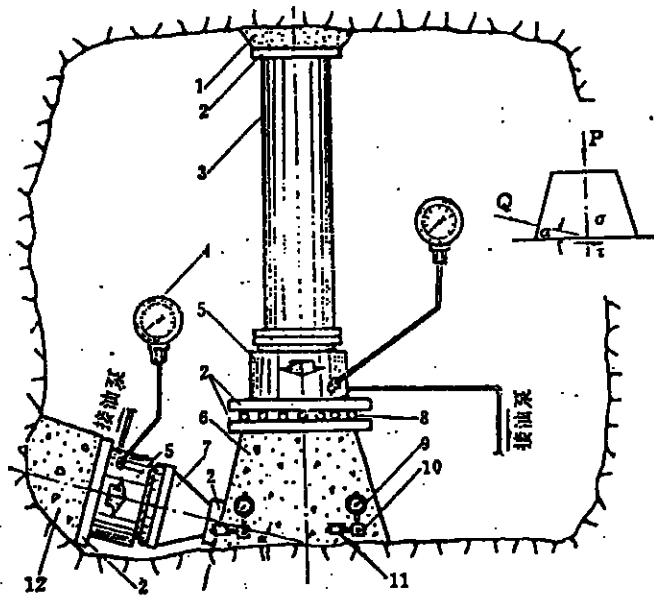


图 5-1-4 斜推法混凝土/岩体抗剪强度試驗安装示意图  
 1—砂袋顶板; 2—钢板; 3—传力柱; 4—压力表; 5—压力千斤顶; 6—混凝土试体; 7—传力顶头; 8—滚轴排; 9—垂直位移测表; 10—测量标头; 11—水平位移测表; 12—混凝土后座

本研究院では、水利部から公表されている「水利水電工程岩石試験規定」に従って原位置岩盤剪断試験を実施しているが、これまでは、斜推法直剪試験よりも平推法直剪試験を行うことが多かったとしている。

観音閣ダムにおける原位置岩盤剪断試験については、上記東北勘测設計研究院以外に本研究所でも試験を行っている。その試験では、ロック剪断試験（4箇所）とブロック剪断試験（4箇所）の2種類実施しており、15°の角度で剪断荷重をかけている（斜推法）。その計測結果によれば、ほとんどの試験において供試体の浮き上がりが生じており、剪断面に引張応力が働いて低めの剪断強度の値が得られているものと推察される。また、ロック剪断試験の方がブロック剪断試験より概ね高めの剪断強度が得られている。

表3 水利水電科学研究院が所有している原位置岩盤剪断試験用機材

機材名	仕様	数
載荷装置類 油圧ジャッキ 油圧ジャッキ 油圧ジャッキ 支柱 スライド板 スライド板 載荷板	200ト	1台
	100ト	1台
	50ト	1台
	シーム鋼管,6インチ,肉厚0.5cm	3本
	大	1組
	小	1組
	45#鋼25mm厚	13枚
計測機器類 変位計 変位計 圧力計 圧力計 圧力計	千分計,5mmストローク	2台
	百分計,10mmストローク	12台
	1,000kgf/cm <sup>2</sup>	3台
	100kgf/cm <sup>2</sup>	2台
	50kgf/cm <sup>2</sup>	2台

#### (4) 白石ダムにおける地質及び骨材の調査

##### 1) 遼寧省による調査

白石ダム建設計画に関して、国際協力事業団によるフィージビリティ調査の後、遼寧省により表4に示すような地質調査や骨材調査が実施されている。

また、遼寧省では、今後の予定として、池敷斜面の崩壊、断層や地震、底角な構造面、グ



ラウチング等に関する調査を計画している。

以下にこれまでの調査の主な概要を示す。

### ① ダムサイトにおける断層破碎帯、節理

本ダムサイトにみられる断層は燕山運動により形成されたものであり、おおよそNW-S E方向の走向をもち、NE方向へ70~80°で傾斜している。これらの断層は、断層面が高角であり、個々の断層では破碎部の幅が薄く浸透性も低いため、築堤上ほとんど問題としないと考えている。

断層が交差している部分には破碎帯が発達しており、岩石は風化・細片化し、褐色に変色している。この断層破碎帯が築堤上の問題となる。旧ダム軸（現在のダム軸より90~110mほど上流）では、F 8断層とF 9断層の交差部に幅24mの破碎帯が、F 17断層とF 19断層の交差部に幅33mもの破碎帯がそれぞれ形成されており、1959~1961年頃に行われた旧ダム建設の際に問題となっている（図2）。これらの破碎帯は下流（現ダム軸方向）にいくに従って規模は小さなものとなると考えられている。

現ダム軸において、弾性波探査によって把握された低速度帯は、風化帯または断層破碎帯である可能性はあるが、地質ボーリング等の調査を現在実施している最中である。

断層以外の縦方向の亀裂は、表層の風化によるものであり、深部になるに従って亀裂面は密着したものとなるため、築堤上特に問題とはならない。

ダムの基礎岩盤である玄武岩質安山岩には低角の節理がみられ、この節理に沿って板状、ブロック状に割れやすくなっている。新鮮な岩の露頭やボーリングコアの新鮮部では、この節理は密着しており相当の強度をもつようである。

### ② 地下水

地下水位は、上下2層あるとしており、上位の水位は、アバット部でG L. - 3 m程度、河床部でG L. - 0.5~2.0mである。下位の地下水はアバット部でG L. - 8~10mの位置に水位があるレッカ水であり、堤体の設計には後者の水位を用いている。

### ③ 骨材

骨材はダム軸から下流約1 kmの地点に分布する河床砂礫から必要量を確保できるとしている。礫の岩種は玄武岩、安山岩、頁岩等よりなっているが、細骨材にしては粗骨材が少なく、針片状岩石を含むという特徴をもっている。針片状岩石の岩種は頁岩であるが、中国の骨材の基準では針片状岩石の含有率は15%以下とされているのに対し、これまでの調査では本骨材には平均して14.2%含まれていることが明らかにされている。

骨材に含まれている頁岩の強度が低いこと、また、上流から近いところで採取するため礫が丸くなく、淘汰されていないことより骨材の強度が不足しているのではないかと考えられている。安山岩では新鮮部で1000kgf/cm<sup>2</sup>、風化部で500~600kgf/cm<sup>2</sup>程度の圧縮強度があることが明らかにされているが、頁岩の強度試験は行われていない。

表4 白石ダムにおいて1993年12月～1995年4月に実施された地質関連調査

調査項目	地形図作成		ピット掘削		地質ボーリング		岩石試験	水分析	探井		電気探査	電気検層	透水試験
	面積	縮尺	地点数	数量	孔数	延長			孔数	延長			
流域再調査	625km <sup>2</sup>	1/10万	15地点	45m <sup>3</sup>									
ダムサイト調査 ダム軸	1.5km <sup>2</sup>	1/1千	35地点	200m <sup>3</sup>	6孔	440.36m	6試料				測線 1,200m	96孔 200m	58 18
その他					22孔	721.10m		4試料					
池敷調査 崩壊地3箇所	8.0km <sup>2</sup>	1/1万			10孔	152.10m							
分水嶺調査	18.0km <sup>2</sup>	1/1万	24地点	96m <sup>3</sup>				2試料					
天然骨材調査 初期調査	10.0km <sup>2</sup>	1/5万	10地点	60m <sup>3</sup>									
評価調査	20.0km <sup>2</sup>	1/5千	22地点	231m <sup>3</sup>	32孔	192.00m	48試料	50試料	10孔	50m			
人工骨材調査 (採石場)	1.0km <sup>2</sup> 0.5km <sup>2</sup>	1/1万 1/5千	15地点	60m <sup>3</sup>			6試料						
緩傾斜構造面調査	2.0km <sup>2</sup>	1/1千	10地点	20m <sup>3</sup>			6試料						
ダムサイト地形図作成	18.0km <sup>2</sup>	1/1万	10地点	40m <sup>3</sup>						3孔	140m		
探洞													

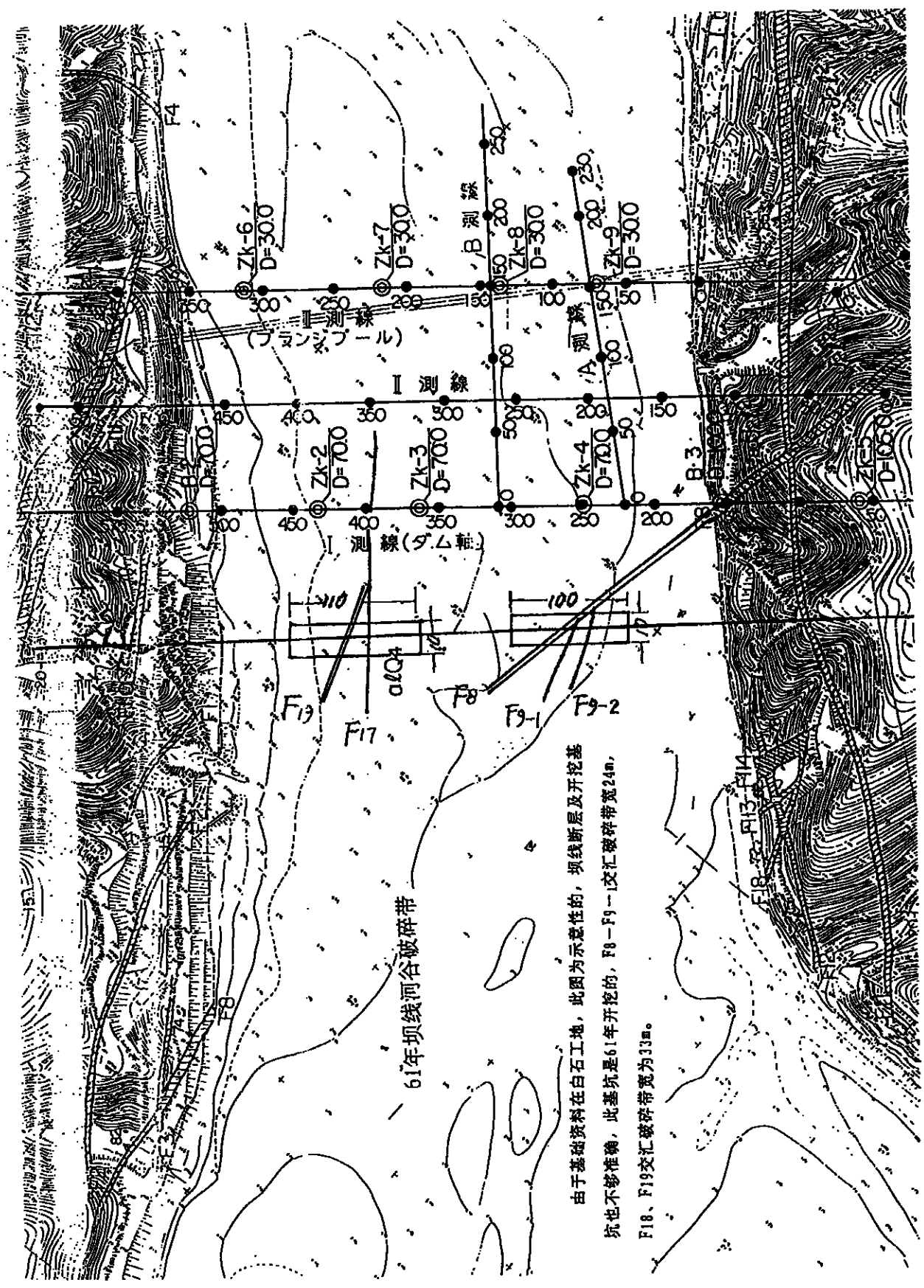


图2 旧ダム建設時に確認された断層破碎帯

由于基础资料在白石工地，此图为例性的，坝线断层及开挖基坑也不够准确，此基坑是61年开挖的，F8-F9-1交汇处破碎带宽24m，F18、F19交汇处破碎带宽为33m。

その他の骨材採取場も現在探している最中である。

## 2) 本調査団による白石ダムサイト現地調査

現地調査は1995年4月13日に行われ、ダム軸右岸アバット部においてダム基礎岩盤である玄武岩質安山岩の状況等を確認することができた。

右岸アバット部には、風化～弱風化の玄武岩質安山岩が崖を形成して露出している。玄武岩質安山岩の風化部は節理に沿ってブロック状に崩れやすく、こぶし大～人頭大の礫が崖錐を形成している。節理は節理面が高角のものと低角のものがある。低角の節理は溶岩の流理に沿って形成されており、8°程の角度で上流へ傾斜している。風化部では板状に割れやすく、ハンマーの打撃で容易に剥がれてくるが、弱風化部分では密着しており、ハンマーの強い打撃でようやく剥がれる程度である。垂直方向の節理は、間隔～1m程度で良く発達しており、新鮮な部分では密着している。

旧ダムの建設時に掘削された仮排水トンネルの入り口においてF11断層が確認された。F11断層が河道に平行な走向でほぼ垂直な傾斜をもつ断層であり、断層面には厚さ10cm程度の緑色の断層粘土が固く固結しているのが認められた。

現地調査時点では、ダム軸両岸アバット部で横坑を掘削中であつた。横坑は、標高100～105mに右岸に2坑（長さ40m、30m）、左岸に1坑（長さ55m）が掘削される計画である。

白石ダムの流域は、丘陵地及び沖積低地よりなっている。これらは、畑、草地、荒地地となっており、林地は少なく、ガリ侵食を受けているところが多い。

## (5) 環境分野での取組

移民、植林等環境分野での取組について、高広栄（北票市人民政府副秘書長）等から下記聴取した。

### 1) 移民について

最新のデータでは、ダム建設により影響を受ける住民は下記の通り。

水没の影響を受ける村落（全没するところはない）

8郷  
25村  
80集落

移民予定人数

18,600人（5,170戸）

基本方針としては、現在居住しているところから上流側に移動させる。住宅については、原則として現在居住しているものより質のよいものを提供する。企業については、現在と同規模のものをつくる（タイヤ工場がある）。

農地については、下記の通り行き渡るように整備する計画。

移民後の農地割り当て予定面積

}	耕地	2 ムー／人
	果樹園	1 ムー／人
	林地	1 ムー／人

合計約80,000ムーの土地を準備する計画。(1 ムー=0.067ha)

これら土地の造成は、一部93年から着手している由。

2) 植林について

北票市としてすでに、3年間にわたり土砂流出を食い止める目的で、大凌河上流に植林を実施してきている。今後4年間は継続することになっている。

水利庁の中にも植林を監督する部署があり、協力して実施している。

3) その他

ラマ教寺院：高い地点に移す案と、現在の位置から動かさず周囲を堤防で囲む案の二つがある。地元住民からは後者の意見が強い。

鉄道、高圧線：鉄道は瀋陽鐵路局が、高圧線に関してはその目的に応じて提供電局、能電局が担当するが、具体的にどのようにするかは、詳細不明。

### 3. 中国側との協議経過及び結果

(1) 4月10日

中国側から白石ダム追加試験計画実施案の説明があった。(実施案中の各実験完了目標は中国側の希望日時)

本実施案並びに関連事項について質疑応答を行い、調査団から中国側に必要な資料データの提出および準備を要請した。

(2) 4月17日

現地踏査及びこれまでの中国側からの説明等を踏まえ、調査団M/M(案)を提示し、内容について説明した。その結果中国側は、特に大きな内容の変更・修正の要請も無く、M/M内容に基本的に合意するとのコメントであった。

ただ、日本で行うシュミレーションに、中国側から研修員の受け入れについての要請があり、M/Mに明記することとした。研修員の受け入れについては、C/Pの日本での研修費用を開発調査の枠の中で予算措置することはできないことを説明し、中国側が強く希望する場合、諸費用は全て中国側の負担となることを説明した。中国側は今後検討すると回答した。

(3) 4月18日

日本側調査団船野 龍平団長と中国側水利庁曲 利正庁長の間で協議議事録に署名が行われた。

(4) 協議の結果

協議の結果は別添協議議事録を参照。その他、議事録に記載する必要は無いと判断された点、並びにその他確認事項は下記の通り。

- 1) 実施細則(S/W)の概要についてはこれまでの開発調査と基本的に同じであることを説明した。遼寧省水利庁は、本件で開発調査案件が3件目であり、技術協力のスタイルも理解していることもあり、特に実施細則(案)を今回日本側から提示するなどの要請は無かった。
- 2) 白石ダムの建設については、すでに円借款案件となっており、早期に工事着工できるように本調査ができるだけ早く実施されることを希望する旨中国側から要請があった。
- 3) 環境分野での諸問題に関しては、中国側も強い問題意識をもって取り組んでいることがわかったため、特にM/Mに関連事項を明記する必要は無いと判断した。

## 4. 中国遼寧省大凌河白石ダム工事に関する実験計画の基本方向

### 4-1 事前調査結果のまとめ

- (1) 本案件は、先の遼寧省遼河三角洲農業資源総合開発計画調査の中の、白石ダム建設計画に関するフィージビリティ調査報告書の中で勧告された、白石ダム建設に関する諸実験計画のための事前（予備）調査である。
- (2) 白石ダム建設予定の大凌河流域は、人口の約80%が農民であり、今後の農業開発においては水資源確保が重要である。また、同地域は省内でも貧しい地域であり、工業用水並びに生活用水の確保が地域発展に不可欠である。さらに、過去に大きな洪水氾濫を経験し、特に昨年、大規模な洪水となり、多くの死者及び被害がでている地域でもある。このため、年間降水雨量の約80%が6月から9月に集中する気象条件に対処し、水資源の確保及び洪水の防御を目的とした白石ダムの建設により、遼寧省西部の阜新、北票、義件、錦州に約1.69トンの工業用水及び生活用水、遼河三角洲地域へ4.6億トンの農業用水が供給可能となる。このように、本地域の安全性の確保、安定的発展のため、白石ダムの建設は非常に重要である。
- (3) このような背景を踏まえ、今回白石ダム建設に関する諸実験の実施可能性について、中国側関係機関と協議及び施設視察したが、結論として、カウンターパート機関である遼寧省水利庁関係の施設の活用が最も望ましいと判断する。理由としては、①白石ダムに関する自然状況、地域の社会状況など情報を豊富に有すること、②観音閣ダム建設の実績があること、③白石ダムの施工主体であり、実験の結果に基づく一元的な設計の必要があること、などがある。
- (4) 中国水利水電科学研究院（北京）、東北勘测設計研究院（長春）など他にも水利関係の研究機関があり、各種実験の委託実施は技術的に可能であるが、いずれも独立採算の企業的立場にあり、事実上民間のコンサルタントと同じである。したがってこれら機関は、必要あれば調査を委託する現地再委託業者との位置付けがふさわしいと考える。実際、中国の他の省、市などが研究および実験を委託する場合は、納期／精度などを含む委託契約を結び、契約金額をきめているとのことである。
- (5) 遼寧省の水利庁はすでに、白石ダムと同じRCD工法の観音閣ダムの建設経験があり、観音閣ダム以外にも6箇所のダムを建設し管理運営している。各実験に対する問題点の認識も深く、一部調査用機材があれば、彼らだけで十分実施可能であると思われる。但し、本件は物理的な実験のみならず、コンピューターを使ったシミュレーションなど、高度な技術を駆使する部分もあり、物理的な実験とそれらコンピューターによる解析を結び付け、最適なダム設計及び運用方式を検討する点、コンクリート関係の実験において、中国側の基準とは異なるいわゆる国際的な実験方法を用いること並びにダム基礎地盤は比較的良好と考えられるが、既存の調査は部分的であり、ダム堤体の相当部分をカバーする調査が必要であること等もあり、これらの点において日本側の技術協力が必要であることを確認した。また、環境分野の諸問題についても、水

利庁と地元政府が協力し、住民移転計画を策定する等真摯に取り組む姿勢が見られた。

- (6) 今後、S/W調査に併せて、模型実験の詳細スケジュール及びダム運用の為の排砂・利水シミュレーション、並びにそれら実施方法を決定する必要がある。また、今回中国側から貸与の要望のあった調査用機材については、その必要性を検討し、必要機材について中国国内の製品と外国（日本と含め）製品の価格、仕様等比較を行い選定する必要がある。

#### 4-2 実験実施の基本方向

##### (1) 水理模型実験及び運用計画

白石ダム流域面積は、17,694km<sup>2</sup>であり大凌河流域の76%を占める。流域内は植生の乏しいハゲ山とガリ浸蝕の激しい耕地が大半を占め、洪水時に大量の土砂が流出する。このため、白石ダムの建設計画に当たっては、この流入土砂（浮遊砂）の対策が大きな課題となっている。F/S調査では、土砂の流入状況、排砂状況を数値シミュレーションにより再現し、洪水時にダムの底部に設けられた底孔と堤頂部の洪水吐から浮遊砂を排出し堆砂を抑制するとともに、利水容量を確保する最適ダム運用計画を提案している。さらにF/S調査において、これらの数値シミュレーションの確認のための堆砂模型実験、及び洪水吐、底孔の設計のための水理模型実験を実施するよう勧告している。

- 1) これを受け、遼寧省政府は以下のような内容の実験計画に対する技術協力を日本国政府に要請してきた。

##### ① ダム堤体水理模型実験

(目的) ・全体放流量の検証及び減勢状況の検証

- ・底孔の配置を分散させた場合と、集中させた場合の洪水放流能力と減勢効果を比較し、最適な底孔のレイアウトの決定
- ・越流面の曲線形状、底孔の形状の修正、及び減勢工の放流角度の確定
- ・堰柱形状（長さ、下流部分形状など）の確定

(内容) ・5年、10年、20年、100年、500年、5000年の確率洪水量について、水位、圧力、流速、流量等の測定を行い、分析を行う。

(期間) 1995年7月完了希望

##### ② ダム断面抽出模型実験（下流部移動床）

(目的) ・越流部と底孔の形状の修正と減勢工の放流角度の詳細修正

- ・減勢池と深度を確定し、ダムの安全を検証

(内容) ・5年、10年、20年、100年、500年、5000年の確率洪水量について、水位、圧力、流速、流量等の測定を行い、分析を行う。

(期間) 1995年8月完了希望



### ③ 堆砂模型実験

(目的) ・排砂構造物の規模、配置、構造の確定

- ・ダム運用による土砂の流動状況の検証と主要構造物への影響の検証
- ・ダムの運用方式の違いによる貯水池内の堆砂形状を確定し、これを基にした最適ダム運用方式の検討

(内容) ・底孔の配置(集中型、分散型)別に、洪水を貯水した場合と洪水時に排砂を行う場合のそれぞれの実験を行い、ダム運用方式と底孔の配置を選定

- ・選定した運用方式、配置模型により、長期間(100年)の堆砂発達実験を行い、貯水池容量の変化、高水敷の高さの変化、貯水池の排砂状況、背水状況を検討
- ・2種類の底孔の配置(集中型、分散型)別に堤体上流側の水流の状況、堆砂、排砂の状況を検討

(条件) ・異なったダム運用方式別に、100年間運用した場合の本川、支川の堆砂発達過程を検討

- ・堆砂形態別に各確率洪水時の背水の測定
- ・放流、排砂構造物と発電取水口の合理的配置の検討
- ・ダム上流側の土砂の洗掘、堆砂の形状と河床形状の測定
- ・ダム上流側の基本断面における流速と含砂量分布の測定
- ・模型は相似条件を満たした合理的な設計

(期間) ・1995年12月完了希望

### ④ 最適ダム運用方式の検討

(目的) 利水容量を確保するための貯水と排砂のための放流という矛盾を解決する最適なダム運用方式を選択し、ダムの寿命を延ばすとともに、貯水効率の向上を図る

(内容) 堆砂模型実験の結果を基に、先進的数学模型を作成し、運用方式別の土砂の数値シミュレーションを行い、最適ダム運用方式を決定

(期間) 1996年 8月完了希望

以上の要請内容は遼寧省政府が調査団に提出した文書を翻訳したものであり、遼寧省側の意向をそのまま記した。なお、F/S調査時に貯水池上流部の金嶺寺鉄橋の洗掘に関する模型実験が勧告されていたが、鉄橋は貯水池上流へ移転されることから実験の必要がないことを確認した。

2) 調査団は各研究機関の実験設備の視察結果を踏まえ、本要請内容について遼寧省政府と協議を重ねた。

協議の焦点となったのは、堆砂模型実験の実施の必要性和実施主体であった。

調査団は、模型対象貯水池が50kmと長大であり実験施設の制約を受けること(1:100)の模型でも500m必要)、実験する対象土砂の50%粒径が0.02mmと微細であり相似材料の選定が困難であること、したがって定量的再現性に疑問があること、浮遊砂は洪水時に放流と同時に排出され確実な放流の確保により堆砂は軽減されること、貯水池全体の流入土砂の状況は数値シミュレーションで十分解析可能であることなどから必要性に疑問があることを主張した。また、実施するとしても遼寧省の実験施設では設備、技術、経験の面から実施困難であり、中国国内の北京、長春の実験施設、あるいは日本国内での実施を主張した。

これに対して遼寧省政府は、ダム設計を遼寧省水利庁水利水電科学研究所において行なうため、実験との一貫性が必要であること、他所の実験施設を利用した実験では時間的ロスが生じ、早期ダム着手のため工期的な問題があることなどから、基本的には遼寧省において実施したい旨主張した。

しかし、設備、技術面を考慮した場合、一般的な水理模型実験(ダム堤体全体水理模型実験、ダム断面抽出模型実験)については遼寧省で実施可能であるが、堆砂模型実験については実施困難と判断し断念すること、ただし堆砂模型実験に代わるものとして流入土砂の流動状況及びダムの運用のための排砂、利水シミュレーションについて、日本の先進的な手法により解析することとし、このシミュレーションソフトの開発、運用、貸与を通じて技術移転を希望するとの変更要請があった。

以上の協議を踏まえ調査団は水理模型実験の基本方向を以下のように決定した。

- ・水理模型実験と設計は一体不可分であり、設計を行なう遼寧省が実施することが望ましい。
- ・遼寧省においては今後もダムの建設計画があり、水理模型実験に対する技術協力は、遼寧省のダム設計技術水準の向上に多大な貢献が期待できる。
- ・水理模型実験を実施する施設条件は満たされていると考えられるが、実験精度の向上のためには、実験全般にわたる総合的な技術指導と、測定計器などの器材の支援が必要である。
- ・堤体の詳細設計に必要な水理模型実験(ダム堤体全体水理模型実験、ダム断面抽出模型実験)を優先し、堆砂模型実験は行なわない。
- ・堆砂、排砂については堆砂模型実験に代わるものとして、数学モデルによる数値シミュレーションを行うこととし、ダム運用シミュレーションと合わせて日本側が行なう。なお、ソフト開発、運用に関する技術移転は派遣された研修員を通じて行なうこととなるが、開発したシミュレーションソフトの貸与問題を含め詳細についてはS/W調査において協議決定する。
- ・実験に必要な機材については、別紙の通り要望があったが、その必要性及びその他不足機材は、遼寧省政府が実施する水理模型実験に必要な超音波レベル計(減勢池河床変動状況の測定など)と電磁流速計(現在プロベラ式流速計を使用しており精度に問題あり)であった。

(2) コンクリート試験

白石ダムではRCD工法による施工が計画されているが、今後、白石ダムの設計・施工にあたり必要となるコンクリートに関連した試験を表5に示す。

遼寧省では、RCD工法について観音閣ダムにおける試験・施工の経験を有し、また試験設備も整っていることより、RCDコンクリートの試験に関しては、一部の試験を除き、実施可能であると考えられる。

表5 白石ダムにおいて必要なコンクリート関連試験

試験の名称	試験内容
①コンクリート配合試験	コンクリートの適正な配合を決定するための試験（大型供試体試験を含む）
②耐摩耗試験	含砂水流に対するすりへり強度の測定
③コンクリートの強度試験及び熱力学試験	温度応力解析等に必要コンクリートの強度特性及び熱定数（熱拡散率、熱伝導率、比熱、断熱温度上昇曲線）を求めるための試験
④コンクリートクラックの抑制対策にかかる試験	温度応力解析、温度規制方針の検討等

遼寧省で現在のところ技術の欠如及び機材の不足等により実施が困難としている試験は、上記表のうち、①の中で大型供試体試験、②の試験、③の中でコンクリートの熱力学試験及び④の試験である。

これらのうち、④以外は、日本から技術協力をを行い必要な機材を整えることにより、遼寧省が主体的に実施することが可能な試験であると考えられる。日本においてこれらの試験を行う場合には、セメント等の材料を遼寧省から日本へ輸送する必要があり、試験の迅速な実施に支障をきたす場合も考えられる。また、これらの試験に使用される機材は、白石ダムのみならず他のコンクリートダム建設にも利用できる汎用性の高いものである。遼寧省から日本側に要望があったコンクリート試験用機材を表6に示す。

現在建設中の観音閣ダムでは、厳しい気象条件であるために、コンクリートの亀裂発生の問題が生じている。白石ダムでも観音閣ダムと同様な気象条件、施工方法のもとで築堤することとなり、コンクリートの亀裂抑制のための検討・対策は不可欠である。このため、④のコンクリートの亀裂抑制対策については、RCD工法の実施経験を十分に有する日本側が主体となっ

て試験を行うことが適当であると考えられる。遼寧省側は、解析に必要な気象資料等の基礎資料の収集・整理を行うこととする。

なお、中国東北地方においてコンクリートダムの亀裂対策は重大な問題となっているため、白石ダム以外のダムについても本試験で得られる成果・手法を活用できるように、本試験の実施にあたっては、遼寧省に対して解析用機材や解析プログラムソフトの提供を含めた技術移転を行えるよう配慮する必要がある。

### (3) 原位置岩盤剪断試験

遼寧省（水利水電科学研究所）では既設のダムにおいて本試験の実施経験があるため、白石ダムについても遼寧省側で本試験を実施することが可能であると考えられる。ただし、以下の2点について、日本側の技術協力を行う必要がある。

- ① 観音閣ダムにおいて遼寧省が行った原位置岩盤剪断試験の結果等からみて、遼寧省による本試験の実施方法では剪断前に引張応力が働き、岩盤が実際に有している剪断強度より低めの値が測定される可能性がある。このため、白石ダムにおいて本試験を適切に実施するために、試験方法について日本側より技術協力を行うことが必要である。
- ② 白石ダムにおける試験の実施にあたっては、ダム基礎基盤が堅固な岩盤であるため大きな剪断荷重が必要であり、また、十分な精度の測定を行う必要があるが、遼寧省が現在所有している本試験用機材はそのための能力が不足していると考えられる。このため、機材の補強・更新を行う必要がある。遼寧省から日本側に要望があった本試験用の機材は表6に示す。

### (4) その他の調査

今回遼寧省から要請のあった調査以外に、白石ダムの築堤上特に問題になると考えられる事項について以下に記述する。これらについては遼寧省が既に調査を進めているものもある。本実験調査の実施にあたっては、これらの調査の進捗状況・結果を十分に把握するとともに、日本側からの技術協力を必要とする事項もあると考えられる。

#### 1) 骨材の試験

現在予定されている骨材採取場では、頁岩よりなる針片状岩石が相当量混入しており、コンクリートの性質に悪影響を与えることが懸念される。このため、RCDコンクリート用及び外部コンクリート用としての骨材の適合性について試験を行っていく必要がある。

#### 2) ダム敷河床部の調査

ダム敷河床部には複数の断層が分布していることが予想されること、及び、現ダム軸上流で1959～1961年頃に施工された旧ダムの基礎掘削において幅24～33mの断層破碎帯2箇所が確認されていることより、現ダム軸においても断層破碎帯等の弱部が存在する可能性がある。弱部の規模が大きな場合には、堤体の設計にも影響を与えることとなるため、弱部の有無及び規模について早急に確認する必要がある。ただし、地表露頭において観察される個々の断層は、規模が小さく、単独ではダム建設に大きな影響を与える可能性は低いと思われる。

また、ダム軸のうちダム基礎岩盤が厚さ5m程度の河床砂礫に覆われている部分が約360mあるが、この部分の岩盤状況については、地質ボーリングや縦抗の試掘以外に調査時点での直接の確認は困難である。

現在のところ、ダム軸における地質ボーリングの数量が不足しているため、今後さらに地質ボーリングを追加するとともに、斜めボーリングについても検討する必要がある。また、堤趾部における基礎岩盤状況の確認も重要である。

地震探査や電気探査等の物理探査による調査も有効と考えられるが、河床内で長い測線を設ける必要があり、豊水期には、実施が困難である。また、冬季には、河川水及び表層部が凍結するため、地震探査では低速度層（帯）の正確な把握は困難となる場合も想定される。このため、物理探査の実施にあたっては十分に有効性、作業性、調査精度等を検討する必要があるが、地質ボーリングとの組合せにより更に有効となる。

遼寧省から日本側に要望があった地質調査関連機材を表6に示す。

### 3) 玄武岩質安山岩の底角な節理の調査

ダム基礎岩盤である玄武岩質安山岩には、高角及び低角の節理が見られる。このうち低角な節理は、ダム軸にほぼ平行な走向をもち、上流側へ緩く傾斜している。低角な節理、弱線はコンクリートダムの安定性に大きな影響を与えるため、ダムの設計や基礎掘削線の確定にあたり、この節理の分布、強度について十分に調査する必要がある。遼寧省側でもこの問題の重要性については十分に認識しているようである。

### 4) 池敷周辺の侵食・崩壊対策

池敷周辺は、なだらかな丘陵地が広がっているが、林地は少なく、畑、草地、荒れ地となっている。豪雨時には、ガリ侵食や小崩壊が生じ、貯水池内に土砂が流入しているようである。また、ダム完成後の貯水時には波浪による湖岸の侵食が生ずる可能性もある。このため、斜面の侵食・崩壊対策の検討が必要である。

### (5) 環境

中国側関係者は、環境分野での取組を重要視し、真摯に取り組んでいるようであるが、今後計画の実行においては手放しで中国側に任せておくのではなく、日本側としても注意していく必要がある。

次回のS/W調査においては、S/Wそのものに明記する必要はないが、同協議議事録には、環境問題に対する中国側の取り組み状況を記すことも検討するべきと考える。

また、本格調査においても、環境分野の団員を配置し、アドバイザー的立場から中国側の実施体制に適宜助言する必要もあると史料する。

## 5. 本格調査実施において留意する事項、その他

### 5-1 調査実施上の留意事項

#### (1) 水理模型実験

1996年末の白石ダム本体着工を目標に、遼寧省水利水電科学研究所は基本設計を進めており、洪水吐、底孔の配置もF/S調査時の概略設計とは異なったものとなっている。このため、実験計画を立てるにあたっては、基本設計の進捗状況、設計内容について確認する必要がある。

水理模型実験（ダム堤体全体水理模型実験、ダム断面抽出模型実験）については、遼寧省側で実施可能であるが、実験精度の向上を図るため、実験計画、模型製作、計測技術に関する日本側の技術協力の必要性について、遼寧省側と十分な協議が必要である。

流入土砂の流入動向、排砂動向の数値シミュレーションは、ダムの運用計画のシミュレーションと密接な関わりを持つばかりでなく、前段の水理模型実験に基づくダム設計の結果とも関連してくる。このため、遼寧省側の設計思想の的確な把握はもちろんのこと、日本側の技術協力を確実なものとするためにも定期的な協議、作業状況の確認が必要である。

また、数値シミュレーションに関しては、模型実験に代わるものとして位置付けられていることから、より精度の高いものが求められている。このため、F/S調査以降のデータの収集、活用を図るとともに、新たなソフトの開発を行なうなど遼寧省側の意向を十分にふまえた実験計画の協議が必要である。

さらに、遼寧省側が求めている技術協力は、プログラムの作成から計算までの一連の技術の習得と、ソフトの貸与を通じた総合的なシミュレーション技術の移転であり、このための研修員の派遣時期、派遣人数、ソフトの取扱いについてS/W調査時、及び本格調査開始後、遼寧省側と十分な協議が必要である。

#### (2) 原位置岩盤剪断試験、コンクリート試験

本格調査の実施にあたっては、以下の点についてさらに遼寧省と確認・協議する必要がある。

- 1) 本格調査の対象範囲、試験数量、試験方法等試験の具体的な実施内容を決定する。原位置岩盤剪断試験や骨材の採取等の現地調査については、その実施位置についても決定する。
- 2) 本格調査の実施スケジュールについては、堤体の設計・施工時期に間に合わせるとともに、遼寧省が既に計画している地質調査等の各種調査の実施予定時期との調整を行う。本格調査を円滑に実施するため、遼寧省が計画している調査のうち本格調査に関連するものについて、その実施予定時期や内容の見直しを遼寧省に要請することも考えられる。
- 3) 前記「4-2、(4)その他の調査」の1)~4)に示した調査について、日本側の技術協力の必要性について確認し、必要に応じて試験の実施方法について協議を行う。
- 4) 遼寧省が日本からの貸与を要望している機材のリストを表6に示すが、これらの中には特殊な機材もあるため、本格調査の実施にあたって各機材の必要性を十分に検討したうえで、

貸与する機材及び数量について遼寧省側と協議し、決定する必要がある。

## 5-2 各資料の整備状況

### (1) 水理模型実験

表6に示す各実験の記録は残っているとのことである。

### (2) コンクリート試験

白石ダムのコンクリートの試験については、これまでに以下に示す試験の資料を収集している。

#### ① 国際協力事業団によるフィージビリティ調査

各材料の配合比を変えたコンクリート供試体を作製し、圧縮試験を行っている。しかしながら、一般的にはダムコンクリートに比較してセメントの配合比が高いため、試験結果の評価には問題が残っている。

#### ② 遼寧省による1988年の骨材調査

ダムサイト上下流に分布する河床砂礫を対象に実施しており、調査ボーリング26孔、試掘縦坑7坑などを掘削して調査するとともに、骨材試験を行っている。

#### ③ 遼寧省による1994年の骨材調査

天然骨材（河床砂礫）及び人口骨材の調査を行っており、調査ボーリング32孔、試掘縦坑37坑の掘削を行い、骨材試験を実施している。

### (3) 原位置岩盤剪断試験

白石ダムについては、1961年に旧ダム軸（現ダム軸より上流）において原位置岩盤剪断試験が行われている。しかしながら、試験の精度が低かったため、現在のダムの堤体設計にはそのデータを使用していない。この試験では、基礎岩盤としてかなり低めの純剪断強度が得られている。

また、ダム基礎岩盤から採取された岩石試料による室内試験が実施されており、1988年に12試料で、1994年に6試料でそれぞれ圧縮強度等が求められている。1994年の試験では、剪断試験も行われている。

## 5-3 必要と考えられる調査用資機材リスト

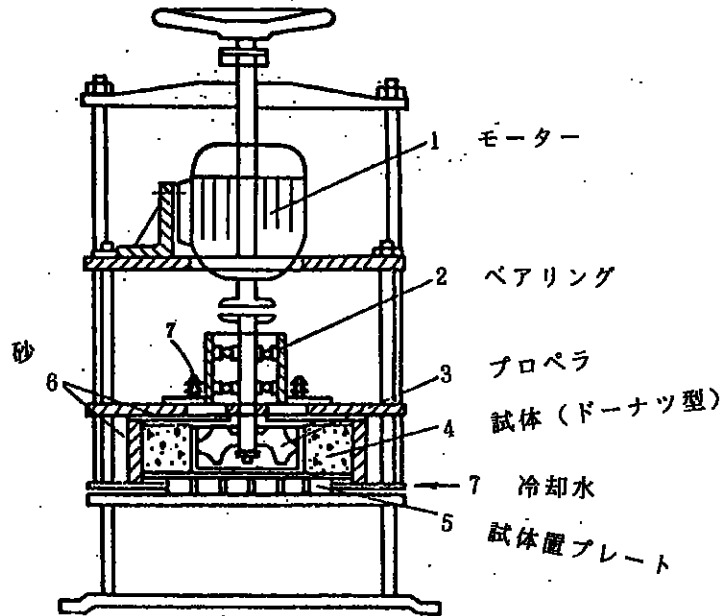
遼寧省が日本からの提供を要望している機材のリストを表6に示すが、その提供にあたっては上記のとおり十分に検討する必要がある。

表6 遼寧省より日本に要望のあった調査用機材のリスト

機材名	仕様	数量	要望理由等についての遼寧省側の意見
原位置岩盤剪断試験用機材	岩盤カッター 電動 ボーリンググマシン φ20~50mm, l=500mm	2台 2台 5セット	作業時間の短縮及び故障した場合の予備のためそれぞれ2台必要。
	油圧ジャッキ/ロードセル 50トン 100トン 200トン 300トン	2セット 2セット 2セット 2セット	荷重の違いにより精度が異なるため、荷重に応じたジャッキ/ロードセルが必要。また、剪断荷重の載荷時は供試体が回転しないようにそれぞれ別の荷重で2台のジャッキが必要。
	電気式変位計 精度0.01mm ストップ10mm	8セット	試験には4個使用し、4個は予備。
	電気式変位計 精度0.001mm ストップ5mm	6セット	試験には4個使用し、2個は予備。
	載荷変位記録計 6成分電圧パルスコナー	2セット	同時に11成分(変位8成分、荷重3成分)の記録が必要であるが、中国の記録計では1台で6成分記録するため2台必要。
地質調査用機材	地震探査用機器	2式	ダム基礎岩盤の風化帯や弱部の確認に使用。 現在所有している測定機は壊れており、スペアパーツが手に入らないため修理不可能。
	電気探査用機器	2式	ダム基礎岩盤の風化帯や弱部の確認に使用。
	孔内検層用機器 電気、超音波、水温、流速	2式	電気、超音波、水温、地下水流速等の各種検層を同時に計測できる機器を要望。
コンクリート試験用機材	コンクリート供試体モールド 同上用平面バイプレーター	3個 1台	RCDコンクリートの大型供試体による試験に使用。 (別添写真参照)
	コア抜きカッター 同上用ビット	1台 10個	
	すりへり試験機	1台	コンクリートの含砂水流に対するすりへり強度を比較するための試験に使用。(別添図 a 参照)
	熱拡散率測定機	1台	コンクリートの熱的性質の試験に使用。 (別添図 b ~ e 参照)
	熱伝導率測定機 比熱測定機 断熱温度上昇曲線測定機	1台 1台 1台 1台	



図a すりへり試験機



1—马达，2—动轴，3—叶轮，4—圆环试件，5—试件托盘，6—隔砂防护层，7—冷却水

图 5.0.17-1 冲刷仗示意图

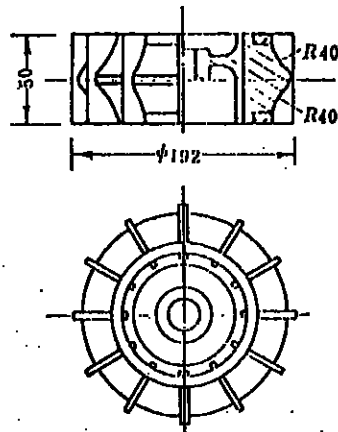


图 5.0.17-2 冲刷仗叶発結陶尺寸  
(単位：毫米)

图b 热扩散率测定机

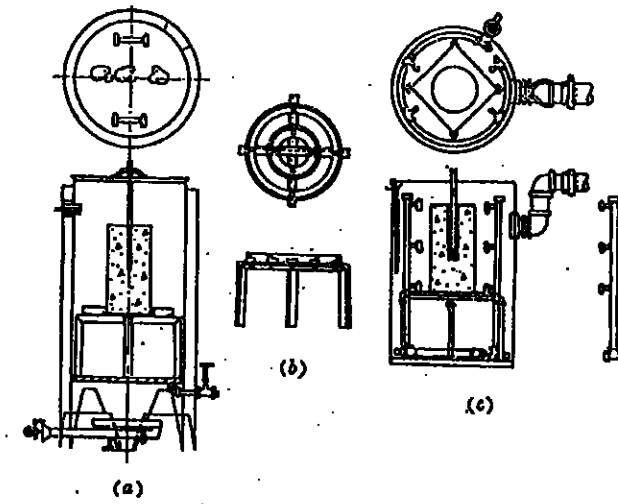
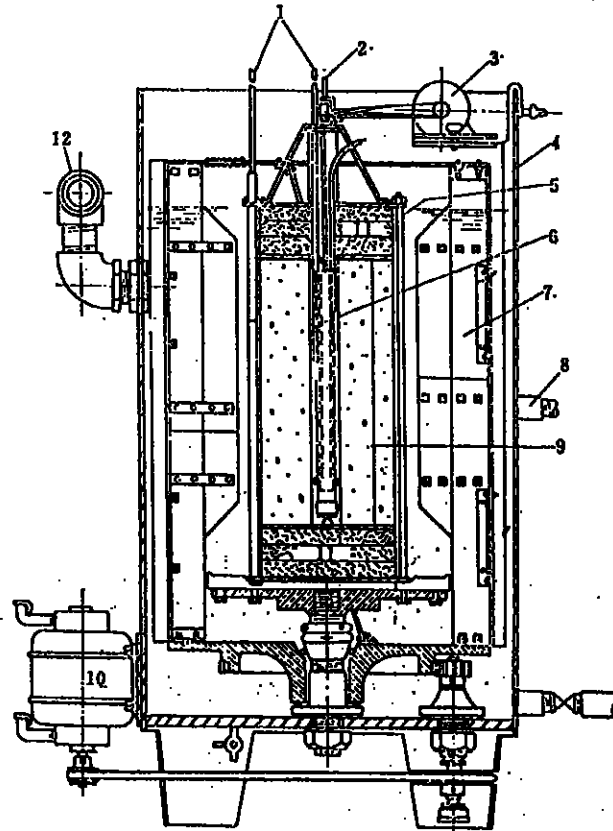


图 5.0.18-1 混凝土温度仗示意图

(a)加热桶、(b)试件架、(c)冷却桶

图c 热传导度测定机



1—温度计, 2—搅拌器轴, 3—搅拌器马达, 4—冷却桶, 5—试件架,  
6—加热器, 7—搅拌叶片, 8—进水管, 9—橡皮垫板, 10—马达,  
11—软木, 12—出水管

图 5.0.19-1 热仗示意图

图d 比热测定机

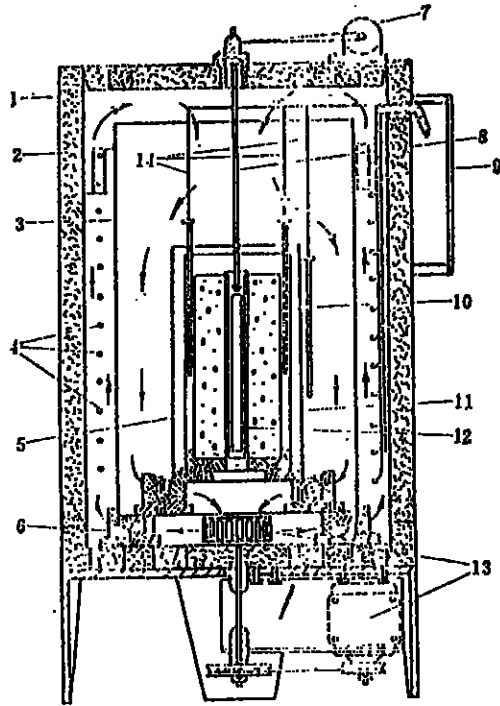


图 5.0.20 绝热量热器示意图

1—保温箱；2—隔热材料；3—圆锥形空气管；4—加热丝；5—隔离箱；6—软木垫块；7—搅拌器马达；8—温度计；9—控制箱；10—2.5厘米空气层；11—试样桶；12—加热器；13—鼓风机及马达；14—温度计

图e 断热温度上昇曲线测定机

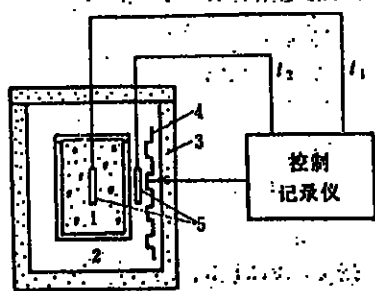


图 5.0.22 绝热温升测定仪工作原理图

1—混凝土试件；2—绝热层；3—保温隔热层；4—加热器；5—测温元件



## 参 考 資 料

1. M/M
2. 中国側関係組織図
3. 中国側の希望スケジュール
4. 白石ダム追加試験計画実施案



1. M/M

中華人民共和国  
遼寧省大凌河白石ダム工事に関する実験計画  
事前（予備）調査

協議議事録

1995年4月18日

日本国際協力事業団  
中華人民共和国遼寧省水利庁

中華人民共和國遼寧省水利庁（以下、「中国側」という。）の招請に応じて、中国遼寧省大凌河白石ダム工事に関する実験計画調査（以下、「本格調査」という。）にかかる日本国国際協力事業団の事前（予備）調査団（以下、「調査団」という。）は、1995年4月6日から20日まで、中華人民共和國を訪問し、本格調査の実施可能性について、中国側関係者と友好かつ真摯な一連の協議を行った。

両者は、関連事項に関し討議を行い、下記に示す本格調査の骨子について基本的に合意した。

## 1 総論

- 1-1 本格調査においては、各種実験の実施、実験の結果の総合的な解析、白石ダムの一元的な設計について、それぞれ高度な技術が必要である。
- 1-2 各種実験の実施においては、白石ダムにかかる自然状況などの情報を豊富に有していること、観音閣ダム建設の実績があること、並びに白石ダム設計及び施工主体であることから、原則として中国側が主体的に調査を実施する。
- 1-3 日本側は、本格調査の円滑な実施のために以下の技術協力を行う。
- (1) 本格調査の総合監理
  - (2) 中国側で実施が困難な実験の支援
  - (3) 中国側が主体となって実施する実験の支援

## 2 水理・土砂模型実験

- 2-1 ダム堤体全体水理模型実験（実験A）、ダム断面抽水理模型実験（実験B）
- 2-1-1 実験Aは、洪水吐と底孔の設計諸元を確定するため、その水理機能を調査し設計形状の妥当性を検討する目的で実施する。  
実験Bは、越流部及び底孔の水理機能調査の精度向上と減勢部の安全性を検証する目的で実施する。
- 2-1-2 実験A・Bについては、一部機材の補強により中国側で実施することが可能であることを調査団は確認した。
- 2-1-3 中国側は、実験A・Bに必要な機材として、下記のもので日本側から提供されることを要望した。

機 材 名	数 量
1 超音波式レベル計	1 台
2 電磁流速計（直角2方向成分）	3 台

調査団は、上記要望を日本国政府に伝える旨述べた。

AG

ゆ



- 2-2 土砂模型実験（数値シミュレーション）（実験C）
- 2-2-1 貯水池内へ流入する土砂の動向、堆砂の状況、最適なダム運用方式を検討する目的で数値シミュレーションを実施する。
- 2-2-2 実験Cについては、日本側で実施する。

3 原位置岩盤剪断試験（実験D）

- 3-1 ダム堤体の設計に必要なダム基礎岩盤の剪断強度を求めることを目的として実施する。
- 3-2 実験Dについては、一部機材の補強により中国側で実施することが可能であることを調査団は確認した。
- 3-3 中国側は、実験Dに必要な機材として、下記のもので日本側から提供されることを要望した。

機材名	数量
1 岩盤カッター	2 台
2 ボーリングマシン	2 台
3 ボーリングビット（φ20mm～50mm、ℓ500mm）	5 セット
4 油圧ジャッキ／ロードセル(50t)	2 セット
5 油圧ジャッキ／ロードセル(100t)	2 セット
6 油圧ジャッキ／ロードセル(200t)	2 セット
7 油圧ジャッキ／ロードセル(300t)	2 セット
8 電気式変位計（精度0.01mm、ストローク10mm）	8 セット
9 電気式変位計（精度0.001mm、ストローク5mm）	6 セット
10 載荷変位記録計（6成分 x-yペンレコーダ）	2 セット

調査団は、上記要望を日本国政府に伝える旨述べた。

- 3-4 原位置岩盤剪断試験の実施にあたり、ダム基礎岩盤の全体状況を把握するために、中国側は、下記のもので日本側から提供されることを要望した。

機材名	数量
1 地震探査用機器	2 式
2 孔内検層用機器（電気・超音波・水温・流速検層）	2 式
3 電気探査用機器	2 式

調査団は、上記要望を日本国政府に伝える旨述べた。

#### 4 各種コンクリート試験

##### 4-1 コンクリート配合試験（実験E）、耐摩耗試験（実験F）

4-1-1 コンクリートの適正な配合を求める目的で実施する。

4-1-2 実験E・Fについては、一部機材の補強により中国側で実施することが可能であることを調査団は確認した。

4-1-3 中国側は、実験E・Fに必要な機材として、下記のもの日本側から提供されることを要望した。

<u>機材名</u>	<u>数量</u>
1 コンクリート供試体モールド（φ48cm, h40cm）	3 個
2 同上用平面バイブレーター（φ48cm用）	1 台
3 コア抜きカッター（スローφ100cm）	1 台
4 同上用ビット（φ150mm, ℓ 500mm）	10 個
5 すりへり試験機	1 台

調査団は、上記要望を日本国政府に伝える旨述べた。

##### 4-2 コンクリート強度試験及び熱力学試験（実験G）

4-2-1 温度規制方針の検討に必要なコンクリートの強度特性・熱的性質を求めることを目的として実施する。実験Gにより得られる結果は、実験Hの基礎資料とする。

4-2-2 実験Gについては、一部機材の補強により中国側で実施することが可能であることを調査団は確認した。

4-2-4 中国側は、実験Gに必要な機材として、下記のもの日本側から提供されることを要望した。

<u>機材名</u>	<u>数量</u>
1 熱拡散率測定機	1 台
2 熱伝導率測定機	1 台
3 比熱測定機	1 台
4 断熱温度上昇曲線測定機	1 台

調査団は、上記要望を日本国政府に伝える旨述べた。



4-3 コンクリートクラック抑制対策にかかる試験（実験H）

4-3-1 ダム堤体のクラック発生を抑制するため、コンクリートの温度応力解析を行い、温度規制方針を検討することを目的として実施する。

4-3-2 実験Hのうち、各種データの収集・整理は中国側で実施し、同データの解析及びコンクリートの温度規制方針の検討については、日本側で実施する。

5 実験の具体的な実施

各種実験の具体的な実施内容については、本格調査開始時点に日中双方が協議するものとする。

6 その他

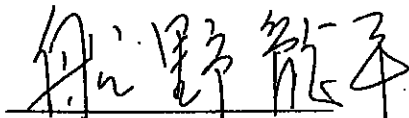
下記の2実験において中国側より研修員の受入れの要望があり、調査団はこれを日本政府に伝える旨述べた。

(1) 実験C

(2) 実験H

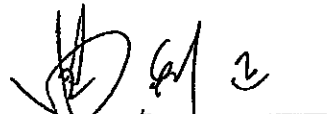
この議事録は、次の二者の署名により確認する。

日 本 国  
国際協力事業団  
事前（予備）調査団長

  
\_\_\_\_\_

船野 龍平

中華人民共和國  
遼寧省水利庁  
庁 長

  
\_\_\_\_\_

曲 樹 良

会議参加者名簿  
(事前(予備)調査団側)

団 長 船野龍平 農林水産省構造改善局建設部水利課課長

ダム計画 森 繁 北海道開発庁北海道開発局農業水産部農業設計課課長補佐

地 質 小徳 基 農林水産省北陸農政局計画部資源課地質官

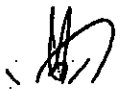
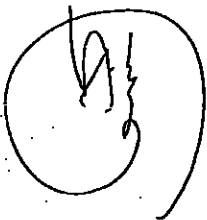
調査企画 魚屋 将 国際協力事業団農林水産開発調査部計画課

通 訳 宮川美代子 財団法人日本国際協力センター



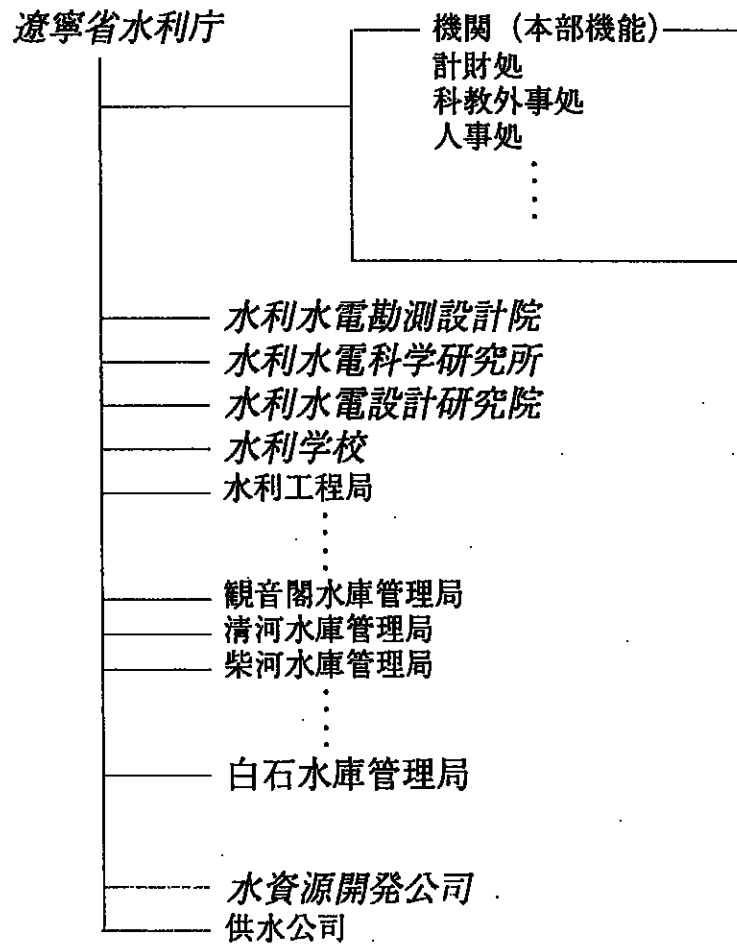
## 中方参加会谈人员名单

曲利正: 辽宁省水利厅 厅长  
武永存: 辽宁省水资源开发总公司 总经理  
林家骅: 辽宁省水资源开发总公司 顾问  
张芝喃: 辽宁省水资源开发总公司 顾问  
冯明璋: 辽宁省水资源开发总公司 副总工程师  
丛 惠: 辽宁省水资源开发总公司工程部 副部长  
徐晓刚: 辽宁省水资源开发总公司 工程师  
刘振声: 辽宁省水资源开发总公司 翻译  
丁丽平: 辽宁省水资源开发总公司  
王东茂: 辽宁省水利厅科教外事处副处长  
张成文: 辽宁省水利厅科教外事处副处长  
慈常治: 辽宁省水利水电勘测设计研究院 院长  
孙传绅: 辽宁省水利水电勘测设计研究院 总工程师  
蔡大信: 辽宁省水利水电勘测设计研究院 副总工程师  
宋纯玉: 辽宁省水利水电勘测设计研究院 设计二室主任工程师  
冯嘉谟: 辽宁省水利水电勘测设计研究院 高级工程师  
续振家: 辽宁省水利水电科学研究所副所长兼总工程师  
贾贵茂: 辽宁省水利水电科学研究所 技术室主任  
张洪鹏: 辽宁省水利水电科学研究所 材料研究室主任工程师  
闫铁奎: 辽宁省水利水电科学研究所 水工试验室主任



2. 中国側關係組織図

中国側關係機關組織図



3. 中国側の希望スケジュール

年	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
1. 工事工程 施工準備 仮橋切 ダム基礎掘削 堤体コンクリート打設 ゲート及開閉機構え付け 発電所工程										
2. 調査工程 F/S 追加試験調査 事前調査 水理模型実験 最速ダム運用方式研究 岩盤剪断試験 コンクリート配合比試験 コンクリート熱力学性能試験 ダム温度コントロール計算										
3. 設計工程 初步設計 詳細設計 施工図設計										
4. その他 移民 植林 鉄道移設 文化物保護										

□ 計画  
 ■ 実施済

中国側の希望スケジュール (1995.4.現在)

## 白石水库追加试验计划实施意见

### 辽宁省水利厅

一九九五年四月

#### 1、概述:

##### 1.1 工程概况

白石水库位于辽宁省北票市大凌河中下游，坝址距北票47km，距义县60km(均为公路距离)。水库控制流域面积17694km<sup>2</sup>，占大凌河流域面积的76%。水库按500年一遇洪水设计，5000年一遇洪水校核，最大库容16.1亿m<sup>3</sup>，调节水量6.29亿m<sup>3</sup>。大坝为混凝土重力坝，坝顶长565m，最大坝高48.7m。电站装机8750KW。主要工程量包括土石方开挖及填筑162万m<sup>3</sup>，混凝土浇筑86万m<sup>3</sup>。水库淹没房屋44.2万m<sup>2</sup>；淹没土地6.4万亩，林地4.88万亩，迁移人口1.66万人；淹没公路108.2km，铁路12km(含大型铁路桥及铁路站场各一座)以及地上地下文物46处。工程总投资17.15亿元人民币(94年价格水平)，其中拟利用第四批日本海外协力基金贷款79.15亿日元，配套内资10.13亿元。

白石水库建成后，将改变大凌河流域无控制性骨干工程的状况，使下游义县、锦县县城、辽河油田及两岸农田的防洪标准由目前的不到二十年一遇提高到五十年一遇，沈山、锦承铁路的防洪标准也将大幅度提高。水库将向辽宁西部缺水城市阜新、北票、



义县、锦州提供工业及城市生活用水1.69亿 $m^3$ ，并将向辽河三角洲地区提供4.6亿 $m^3$ 的灌溉用水。

### 1.2 前期工作进展情况

白石水库前期工作从一九八八年开始，经过中日双方的共同努力，已取得了可喜的进展。《白石水库项目建议书》已由国家计委于1988年批复；《白石水库可行性研究报告》已于1993年通过水利部审查，并于1994年通过中国国际工程咨询公司评估。国家计委已口头允诺最近即可批复《白石水库可行性研究报告》。

白石水库的建设资金也已基本落实。白石水库已被中日双方列入使用第四批日元贷款前三年项目计划，并初步确定贷款额度为79.15亿日元。国家计委已将白石水库列入国家“九、五”计划。国家开发银行已初步允诺将为白石水库提供部分政策性贷款（4亿元人民币左右）。辽宁省政府已将白石水库列为省“九、五”重点项目，内资自筹计划（约6亿元）已经落实。

### 1.3 工程总体计划

白石水库的设计工作将于1996年底以前全部完成。施工准备工作将于1996年初开始进行。1997年春天主体工程开工，修筑一期围堰，同时进行右岸坝基开挖及大坝砼浇筑。1998年汛后导流，修筑二期围堰，同时进行左岸基础开挖。1999年春天开始浇筑左岸坝体混凝土。2000年落闸蓄水，2001年竣工。

## 2、追加试验的目的、内容及要求

根据日本国际协力事业团1993年3月提出的《白石水库建设计划可行性研究报告》，由于大凌河是多泥沙河流，为了给下阶段优化设计工作提供依据，建议对水工及泥沙模型试验等四个课题进行研究。现将这四项试验研究的目的、内容及要求分别叙述如下。

### 2.1 水工及泥沙模型试验

#### 2.1.1 大坝整体水工模型试验

##### (1) 目的：

- 1)、验证大坝泄量及表孔、底孔挑流消能情况
- 2)、比较底孔不同布置方案(分散布置与集中布置)的泄洪及消能效果，选择最优布置方式；
- 3)、对溢流面曲线及底孔形状进行修正，并确定最优挑角；
- 4)、确定闸墩长度及尾部形状。

##### (2) 内容及要求

采用不同频率的洪水(5年、10年、20年、100年、500年、5000年，进行放流试验，测出有关数据(水位、压力、流速、流量等)，进行分析计算。

##### (3) 完成时间：1995年7月

#### 2.1.2 大坝断面水工模型试验(动床)

(1) 目的:

- 1)、进一步修正溢流坝及底孔的断面形状及挑射角;
- 2)、确定冲刷坑位置及深度,并验证对大坝安全的影响。

(2) 内容及要求:用不同频率的洪水做放流试验,测出有关数据,进行分析计算。

(3) 完成时间:1995年8月

### 2.1.3 泥沙模型试验

(1)目的:

- 1)、确定排沙建筑物的规模、布置及结构形式;
- 2)、验证泥沙运动对水库运用及枢纽建筑物的影响;
- 3)、确定不同的水库运用方式对水库淤积形态的影响,为下一步水库运用方式的优化研究提供依据。

(2) 内容:

1)、通过两种运用方式(完全蓄洪运用与大洪水排沙运用)及两种枢纽布置方案(集中布置与分散布置)的对比试验,研究选定水库的运用方式及枢纽布置方案,对推荐方案进行长时期(100年)淤积发展过程试验,以研究库容变化、滩槽高程演变、水库排沙情况及库区水面线等;

2)、研究两种枢纽布置方案的坝前水流形态及泥沙冲淤变化。

(3) 要求:

1)、水库采用不同运用方式，干支流淤积发展形态及淤积过程(运用100年)均予研究；

2)、要对不同淤积水平年、不同频率洪水的库水面线进行实测；

3)、应对枢纽泄流排沙建筑物及电站进水口的合理布置进行研究；

4)、测出坝前泥沙冲淤形态及河势；

5)、测出坝前典型断面流速及含沙量分布；

6)、模型设计合理，满足各种“相似”要求。

(4) 完成时间:1995年12月

## 2.2 水库运行方式优化研究

(1)目的: 选择最优的水库运用方式，合理解决蓄水与排沙的矛盾，达到既延长水库寿命又增加水库调节水量的目的。

(2)内容: 在泥沙模型试验的基础上，研制先进的数学模型，并利用它对不同运用方式下的水库泥沙运动进行仿真模拟。在此基础上，找出最优的运用方式。

(3)完成时间:1996年8月

## 2.3 坝址基础岩石现场大型剪力试验及砗试验

### 2.3.1 现场大型剪力试验

(1)目的:

为白石水库大坝稳定计算提供可靠的原始参数。

(2)内容:

- 1)、基岩弹性模量及变形模量试验
- 2)、大坝基础砼与岩石之间抗剪断试验及抗剪试验
- 3)、岩石缓倾角节理面之间抗剪断试验及抗剪试验

(3)技术要求:

- 1)、试验过程中必须满足“岩石试验规范”要求
- 2)、抗剪断试验垂直正应力各级为: 12、9、6、3(kg/cm<sup>2</sup>)
- 4)、提出弹性模量、变形模量、抗剪断参数( $f'$ ,  $c'$ ), 及抗剪参数( $f$ );

5)、大坝基础砼标号 R90 200# S6 D100

(4)完成时间: 1995年10月

### 2.3.2 各种砼试验

(1)大坝砼配比试验

提出多个不同部位砼的配比资料, (95年12月底前完成), 包括:

- 1)、溢流面及底孔;
- 2)、闸墩;
- 3)、上游面水位变化区、水下砼、水上砼;

4)、坝基础;

5)、坝体内部砼

(2)砼的力学性能及热力学性能试验

目的:为大坝温控计算提供基本数据,并提出计算公式(96年3月底前完成)。

主要项目:

1)、砼弹模;

2)、砼抗压;

3)、砼抗拉;

4)、砼拉应变;

5)、砼绝热温升曲线

(3)抗磨混凝土试验

找出抵抗泥沙磨蚀的掺合材料。96年5月完成。

2.4 实施有关防止砼裂缝对策的试验研究

2.4.1 大坝温控计算及设计

(1)基本资料搜集

①气象气温

②地下水温、地温、河水水温

③寒潮情况

④日照小时

(2)大坝温控计算

①计算基本数据准备工作

②大坝温控计算，采用计算机程序(平面有限元法)

挡水坝段、溢流坝段、底孔坝段等为计算断面

(3)大坝温控设计

①确定入仓温度

②确定基础温差

③上下温差

④内外温差

⑤上下游坝面越冬水平裂缝的计算研究

⑥确定大坝制冷容量

⑦研究解决温控具体方法

以上工作96年5月底前完成

2.4.2 大坝保温设计及保温材料的研究

①确定不同部位的保温材料厚度

②计算保温材料总量

以上工作96年8月底前完成

2.4.3 坝面限制砼裂缝的结构设计

该项工作96年8月底前完成。

# 白石ダム追加試験計画実施案 遼寧省水利庁

1995年4月

## 1. 概要

### 1-1 プロジェクトの概況

- ・白石ダムの位置 : 遼寧省北票市大凌河中下流  
北票市より47km } 道路距離  
義県より 60km }
- ・ダム流域面積 : 17,694km<sup>2</sup> ← 大凌河流域面積の76%
- ・ダム設計基準 : 500年確率
- ・ダム校核基準 : 5000年確率
- ・ダム最大容量 : 16.1億m<sup>3</sup>
- ・調節水量 : 6.29億m<sup>3</sup>
- ・形式 : コンクリート重力ダム
- ・堤長 : 565m
- ・最大堤高 : 48.7m
- ・発電設備容量 : 8,750kw
- ・土・石の掘さく盛土量 : 162万m<sup>3</sup>
- ・コンクリート打設量 : 86万m<sup>3</sup>
- ・水没家屋 : 44.2万m<sup>2</sup>
- ・水没土地 : 6.40万ムー
- ・水没林地 : 4.88万ムー
- ・移民 : 1.66万人
- ・水没道路 : 108.2km
- ・水没鉄道 : 12km (大型の鉄橋と駅を各1ヶ所含む)
- ・地上・地下の文化財 : 46ヶ所
- ・投資総額 : 17.15億元 (1994年価格)
  - このうち { 第四次円借 : 79.15億円
  - { 内貨 : 10.13億元



白石ダムが建設されると、大凌河流域の重要な工事が出来上がることになり、下流の義県、錦県都市部、遼河油田、及び兩岸の農地の洪水防御基準は、現在の20年確率に満たないものが、50年確率に上がり、瀋山、錦承鉄道の洪水防御基準も大幅に上がる。ダムは、遼寧省西部の水が不足している都市、阜真、北票、義県、錦州に対して1.69億 $m^3$ の工業用水、生活用水を供給し、また、遼河三角洲地区へ4.6億 $m^3$ のかんがい用水を供給することになる。

### 1-2 準備作業の進展情況

白石ダムの準備作業は1988年から開始し、日中双方の努力により喜ばしい成果が得られている。「白石ダムプロジェクト提言書」は、1988年に国家計画委員会より、それに対する回答を受け、「白石ダム可行性研究報告」は、1993年に水利部の審査により採択され、更に1994年には中国国際工程咨询公司（工事コンサルタント会社）が、これに対し評価を行った。また国家計画委員会は「白石ダム可行性研究報告」に対し、近日中に回答をすると口頭で伝えてきている。

白石ダムの建設資金は既に基本的に確保されている。白石ダムは日中双方により第四次円借款の前期三年のプロジェクトにされており、現在借款額は、とりあえず79.15億円と決まっている。国家計画委員会は白石ダムを国家“九・五”計画の中に組み込んでいる。国家開発銀行は白石ダムに4億元程度の政策借款を提供することを承諾している。また遼寧省政府は白石ダムを省の“九・五”計画の重点プロジェクトとして、約6億元の自己調達分の資金を確保している。

### 1-3 プロジェクトマスタープラン

1996年末までに 白石ダムの設計完了

1996年初めに 施工準備開始

1997年春 主要工事着工、一次締切り建設と同時に右岸側のダム基礎の掘さく及び堤体のコンクリート打設を行う。

1998年 増水期後、転流工、二次締切りと同時に左岸側の基礎を掘さくする。

1999年春 左岸の堤体コンクリート打設開始。

2000年 ゲートを閉め貯水開始。

2001年 竣工。

## 2. 追加試験の目的と内容と条件

1993年3月に提供された日本国際協力事業団の「白石ダム建設計画可能性研究報告」では、大凌河は含砂量の多い河川であるので、次の段階における設計の根拠とするために水理及び土砂模型試験等四つの課題の検討を行うことを提言している。この四項目の試験研究の目的、内容、条件はそれぞれ次に示すとおり。

### 2-1 水理、土砂模型試験

#### 2-1-1 ダム堤体水理模型実験

##### (1) 目的

- 1) 全体放流量の検証及び減勢状況の検証
- 2) 底孔の配置を分散させた場合と、集中させた場合の洪水放流能力と減勢効果を比較し、最適な底孔レイアウトの決定
- 3) 越流面の曲線形状、底孔の修正、及び減勢工の放流角度の確定
- 4) 堰柱形状（長さ、下流部形状など）の確定

##### (2) 内容

5年、10年、20年、100年、500年、5000年の確率洪水量について、水位、圧力、流速、流量等の測定を行い、分析を行う。

##### (3) 期間

1995年7月完了希望

#### 2-1-2 ダム断面抽出模型試験（下流部移動床）

##### (1) 目的

- 1) 越流部と底孔の形状の修正と減勢工の放流角度の詳細修正
- 2) 減勢池の位置と深度を確定し、ダムの安全を検証

##### (2) 内容

5年、10年、20年、100年、500年、5000年の確率洪水量について、水位、圧力、流速、流量等の測定を行い、分析を行う。

##### (3) 期間

1995年8月完了希望

### 2-1-3 堆砂模型試験

#### (1) 目的

- 1) 排砂構造物の規模、配置、構造の確定
- 2) ダム運用による土砂の流動状況の検証と主要構造物への影響の検証
- 3) ダムの運用方式の違いによる貯水池内の堆砂形状を確定し、これを基にした最適ダム運用方式の検討

#### (2) 内容

- 1) 底孔の配置（集中型、分散型）別に、洪水を貯水した場合と洪水時に排砂を行う場合のそれぞれの実験を行い、ダム運用方式と底孔の配置を選定。また、選定した運用方式、配置模型により、長期間(100年)の堆砂発達実験を行い。貯水池容量の変化、高水敷の高さの変化、貯水池の排砂状況、背水状況を検討
- 2) 2種類の底孔の配置（集中型、分散型）別に堤体上流側の水流の状況、堆砂、排砂の状況を検討

#### (3) 条件

- 1) 異なったダム運用方式別に、100年間運用した場合の本川、支川の堆砂発達過程を検討
- 2) 堆砂形態別に各確率洪水時の背水の測定
- 3) 放流、排砂構造物と発電取水口の合理的配置の検討
- 4) ダム上流側の土砂の洗掘、堆砂の形状と河床形状の測定
- 5) ダム上流側の基本断面における流速と含砂量分布の測定
- 6) 模型は相似条件を満たした合理的な設計

#### (4) 期間

1995年12月完了希望

### 2-2 最適ダム運用方式の検討

#### (1) 目的

利水容量を確保するための貯水と排砂のための放流という矛盾を解決する最適なダム運用方式を選択し、ダムの寿命を延ばすとともに、貯水効率の向上を図る

#### (2) 内容

堆砂模型実験の結果を基に、先進的数学模型を作成し、運用方式別の土砂の数値シュミレーションを行い、最適ダム運用方式を決定

#### (3) 期間

1996年8月完了希望

## 2-3 ダムサイト基礎岩盤の現地大型剪断力試験及びコンクリート試験

### 2-3-1 現地大型剪断力試験

#### (1) 目的

白石ダム堤体の安定計算のために信頼できる生のパラメータを提供する。

#### (2) 内容

- 1) 基礎岩盤の弾性係数と変形係数試験
- 2) ダム堤体基礎コンクリートと岩盤との間の“抗剪断試験”と“抗剪試験”
- 3) 岩盤の安定傾斜角節理面間の“抗剪断試験（剪断強度を求める試験）”と“抗剪試験（剪断された岩盤をもとにもどして同じ試験をやる）”

#### (3) 技術条件

- 1) 試験は“岩石試験規範”（基準）に沿って行う。
- 2) “抗剪断試験”の垂直正応力は、12、9、6、3 (kg/cm<sup>2</sup>) とする。  
各種試験では全て水平方向。
- 3) 弾性係数、変形係数、抗剪断パラメータ ( $f'$ 、 $c'$ )”、“抗剪パラメータ ( $f$ )”を求める。
- 4) ダム堤体基礎コンクリートナンバー R90 200# S6 D100

(4) 1995年10月に完了。

### 2-3-2 各種コンクリート試験

#### (1) 堤体コンクリート配合比試験

堤体について以下のコンクリート配合比を求める（1995年12月末までに完了）。

- 1) 越流面と底孔
- 2) 堰柱
- 3) 上流面の水位が変化する箇所、水面下コンクリート、水面上コンクリート
- 4) ダム基礎コンクリート
- 5) 堤体内部コンクリート

#### (2) コンクリート力学性能及び熱力学性能試験

目的：ダムの温度制御計算に必要な基礎データを提供し、計算式を求める（1996年3月末までに完了）。

##### 主な項目

- 1) コンクリート弾性係数
- 2) コンクリート圧力抵抗
- 3) コンクリート引っ張り抵抗
- 4) コンクリート引っ張り応力変化

5) コンクリート“絶熱温昇曲線”(断熱温度上昇曲線)

(3) 抗磨耗コンクリート試験

土砂磨耗に強い材料を捜す。1996年5月完了。

2-4 コンクリートクラック防止対策に関する試験・検討の実施

2-4-1 ダム温度制御計算と設計

(1) 基礎資料の収集

- ① 気象、気温
- ② 地下水温、地温、河川水水温
- ③ 寒潮(寒流)情況
- ④ 日照時間

(2) ダム温度制御計算

- ① 基礎データ計算の準備作業
- ② ダム温度制御計算にはコンピュータープログラム(平面有限元法=FEM)を用い、止水部、越流部、底孔部等を計算断面とする。

(3) ダム温度制御設計

- ① 注入時温度の決定
- ② 基礎温度の決定
- ③ 上下の温度差
- ④ 内外の温度差
- ⑤ ダム上流面と下流面の越冬時の水平クラックの計算研究
- ⑥ ダムのクーリング容量の決定
- ⑦ 温度制御の具体的方法の検討

以上の作業は1996年5月末までに完了。

2-4-2 ダム保温設計及び保温材の研究

- ① 各部位の保温材の厚さを決定
- ② 保温材の総量を計算する。

以上の作業は1996年8月末までに完了。

2-4-3 ダム面のコンクリートクラック抑制構造の設計

本作業は1996年8月末までに完了。

## 収集資料リスト

- 1 白石水庫工程環境影 報告 (報批稿)  
(遼寧省水利水電勘測設計研究院 1993年10月)
- 2 遼寧省觀音閣水庫樞紐工程  
(遼寧省觀音閣水庫建設管理局 1994年)
- 3 白石水庫・日本專家要求提供地質資料 編  
(遼寧省水利水電勘測設計研究院 1995年4月、コピー)
- 4 混凝土現代技術叢書・碾圧混凝土  
(姜 福田編 中国鉄道出版社 1991年、コピー)
- 5 水利水電科学研究院・岩土工程研究所  
(紹介パンフレット、カラー)
- 6 水利水電科学研究院・泥沙研究所  
(紹介パンフレット、カラー)
- 7 水利水電科学研究院・水力学研究所  
(紹介パンフレット、カラー)
- 8 BRIEF INTRODUCTION OF THE RESEARCH INSTITUTE OF WATER RESOURCES  
AND HYDROPOWER, LIONING PROVINCE, PRC  
(RESEARCH INSTITUTE OF WATER RESOURCES AND HYDROPOWER, LIONING PROVINCE, PRC  
MARCH 1995)
- 9 觀音閣水庫 基岩体斜推直剪・試験報告  
(遼寧省水利水電科学研究所 編纂年不詳、コピー)
- 10 水利部松遼水利委員会科学研究院の紹介  
(紹介パンフレット、日本語、コピー)

## 事前調査(S/W協議)

### 1. 調査団とその構成

#### 1-1 調査の目的

現地踏査及び補足資料・情報収集を行い、実施調査のS/W協議・署名を行うことを目的とする。

#### 1-2 調査団の構成

調査団員氏名	担当業務	所属
宮島 吉雄	総括/ダム地質	農林水産省構造改善局計画部資源課 地質官
蘭 嘉宜	ダム計画	農林水産省構造改善局建設部設計課 農業土木専門官
安楽 敏	ダム施工	農林水産省関東農政局建設部設計課 農業土木専門官
魚屋 将	調査企画	JICA農林水産開発調査部計画課
松丸 亮	実験設備	(株)パシフィックコンサルタンツ インターナショナル水資源・環境事業部
宮川 美代子	通訳	(財)日本国際協力センター

1-3 調査日程

順	月日	曜	調査日程	調査内容	宿泊地	備考
1	9/19	火	移動、表敬	東京 10:10→13:25 北京(NH-905) JICA事務所、大使館表敬	北京	
2	9/20	水	移動、表敬、 打合せ	北京 12:05→13:05 瀋陽(MU-5938) 領事館表敬、水利庁打合せ	瀋陽	
3	9/21	木	移動 現地調査	瀋陽→朝陽(車輛) ダム建設予定地(原位置剪断試験 予定地等の確認)	朝陽	
4	9/22	金	現地調査、 移動	ダム建設予定地 朝陽→瀋陽(車輛)	瀋陽	
5	9/23	土	資料整理	観音閣ダム視察	〃	
6	9/24	日	資料整理		〃	
7	9/25	月	協議	実験実施予定施設視察 S/W協議(第1回)	〃	
8	9/26	火	協議	S/W協議(第2回) 大房ダム視察	〃	
9	9/27	水	協議・署名 報告	午前：S/W協議(第3回) 午後：S/W署名、領事館報告	〃	
10	9/28	木	移動 報告	瀋陽 09:15→10:25 北京(CJ-6391) 午後：水利部、科技委報告	北京	
11	9/29	金	報告 移動	午前：大使館、JICA事務所 報告 北京 15:00→20:00 東京(NH-906)		



1-4 調査団の訪問先及び主要面談者

遼寧省水利庁

曲 利正 庁長

楊 社 副庁長

張 成文 科技教育外経處 副處長

王 東茂 科技教育外経處 副處長

遼寧省水資源開発総公司

武 永存 総經理

丁 麗萍

遼寧省水利水電科学研究所

錢 佩傑 所長

賈 貴茂 主任

干 振洲 副所長

統 振嘉 副所長

遼寧省水利水電設計研究所

慈 常治 院長

孫 伝紳 総工程師

遼寧省科学技術委員会

張 慶存 国際合作處副處長

白石ダム建設管理局

王 永鵬 局長

李 鋒德 副局長

陸 殿閣 副局長

大伙房ダム建設管理局

徐 東風 局長

水利部

劉 建明 国際合作司經濟合作處 處長

利 戈 国際合作司經濟合作處

祝 瑞祥 規画計画司外資項目處 副處長

国家科学技術委員会

姜 小平 国際科技合作司

日本国大使館

原川 忠典 二等書記官

駐瀋陽總領事館

大和 滋雄 總領事

畔津 知朗 領事

JICA中国事務所

熊岸 健治 所長

藤田 廣己 次長

大喜多隆司 所員

高 翔凌 所員

海外經濟協力基金（北京事務所）

坂本 威午 常駐代表

## 2. 中国側との協議結果

### 2-1 実施細則協議経緯

調査団から実施細則の内容を項目別に説明した。

#### (1) コンクリート耐摩耗試験

当初中国側に送付した実施細則（案）では、実験Fとして表記していたが、その後日本側で検討した結果本件では必要ないと判断される旨説明し、実施細則から削除することを提案した。中国側はこれを了承し実験Fを削除し、以下の実験G、Hをそれぞれ実験F、Gとすることで双方合意した。

#### (2) 報告書

中国側より報告書を英文または中国語にて作成することの強い要望があった。これに対し、調査団から国家科学技術委員会と日本国政府との間では、日本語にて作成することで決まっていると聞いていることを説明した。中国側は実施細則は、そのままでもよいが、右要望を議事録に残すことを要望し、調査団も日本語で作成するより、技術移転効果が高いと考えこれを議事録に記すことを了承した。

#### (3) 研修員の受入

中国側から研修員の受入について要望があり、議事録に明記した。中国側は3名程度を希望しているとのことだが、原則として開発調査案件は年間1名の枠しかないことを説明した。

#### (4) 調査期間

調査開始を現在の予定より早めることを中国側は要望した。これに対し調査団は、機材調達等に時間を要することを説明し早くても来年2月から3月になることで双方了解した。全体調査期間についても、日中双方で協力しできる限り短縮することが望ましいことを双方確認した。

#### (5) 調査期間中の技術検討会議

調査期間中に日・中専門家の会議及び技術交流会議の類の日本での開催について中国側から要請があった。これに対し調査団は、調査の主体及び現場は中国であり、日本で開催する意味は薄く、また開発調査予算の中で中国側専門家を日本に招く費用はとれないことを説明した。一方、技術移転セミナーを開催することは可能であるし、本案件の内容から鑑み、異議も大きいと説明し、中国側も了解した。セミナー開催については、時期、内容、出席者等詳細は、本格調査開始後日本側調査団と改めて検討することとした。

#### (6) その他

##### ① 中国側が実施する実験に対する日本側の支援

ダム堤体全体水理模型実験、ダム断面抽出模型実験、コンクリート配合試験等の中国側が主体となって実施する実験については、中国側と協議したところ、中国の基準に乗っ取って中国側で実施できるとのことであり、また水利水電科学研究所等においてこれまで水理模型

実験を実施してきていることから、現時点では特段の技術的協力は必要ないと思われる。

なお、中国側は、この分野での研修員の受け入れを要望している。

② 堆砂・排砂数値シミュレーションに関する技術協力

中国側は、ソフトの提供を含めた技術移転を希望したが、ソフトの提供は不可能である旨説明し、先方も了解した。但し、中国側は研修員を派遣しシミュレーション技術を修得させることを希望している。

③ コンクリート温度規制方針の検討に関する技術協力

中国側は解析ソフトの提供を含めた技術移転を希望したが、ソフトの提供は不可能である旨説明し、先方も了解した。但し、中国側は研修員を派遣し温度規制方針の検討のための技術を習得させることを希望している。

## 2-2 実施細則協議結果のまとめ

- (1) 実施細則については、協議の結果、殆ど当初の対処方針案通りの内容にて、9月27日無事署名を行った。
- (2) 白石ダム建設予定地区では、建設資材等の運搬用道路の建設が進み、水・電気も通じて、本格的なダム建設の準備は着々と進行していた。原位置剪断試験用の横坑も掘削済であった。現地試験実施の場合、付近に宿泊施設も建設中であり、日本側専門家もここに滞在することが可能と考える。
- (3) 各試験の実施については、一部付帯施設の整備を行い、水利庁隣接の研究所にて主に実施することが可能である。市外の水利学校にも十分なスペースと施設があり、試験実施については条件がかなり整っているようである。
- (4) 中国側専門家の技術レベルは非常に高く、また早期に実験を完了しダム工事を開始したい強い希望があるところから、本格調査においては、器材の調達等をスムーズに行い、調査全体のスケジュールをできる限りコンパクトにすること検討されたい。
- (5) 白石ダムの建設は、中国側が主体的に行うものであるが、工期短縮だけを目標とし、コンクリート配合、打設等に技術的な無理が生じないように、日本側専門家から本格調査を通じて、適切な助言・提言がなされることが望まれる。

## 2-3 貸与要望機材

### (1) 原位置岩盤剪断試験実施箇所

岩盤剪断試験を実施する横坑は右岸ダムセンターに1ヶ所、右岸上流側に1ヶ所、左岸センターに1ヶ所の計3坑が掘削済みであった(標高103~105m)。このうち右岸側の2坑について確認したところ、両坑共無支保状態で、ダム基礎として想定している中国側のいう“弱風化岩、微風化岩”、日本でいうCHクラス(一部CMクラス)の岩盤中を掘削してあり、原位置岩盤剪断試験が十分可能であることを確認した。

横坑の地質展開図も作成されていたが、水利庁技術者によれば概略のデータにより作成したもので、今後詳細に検討するとのことであった。

岩盤剪断試験は各坑で3~4ヶ所程度、岩盤区分の2タイプ(弱風化岩、微風化岩)について実施したいということであったが、その箇所数、位置等については本格調査において中国側に確認することが望ましい。

### (2) 各種実験の実施予定箇所及び貸与予定の実験機材

設置場所として想定される、遼寧省水利水電科学研究所及び遼寧省水利学校を訪問し、貸与機材の設置環境、実験実施能力等の確認を行った。

調査を通じ、中国側は水利水電科学研究所を主たる実験場として位置付け、水利学校で必要に応じて実験を行うつもりであることが判明した。両施設共に、各種機材の設置スペースは確

保されている。実験の実施に際し安定的な供給が必要とされる、電気と水についても両施設共に電気が安定的に供給される優先施設（220V、50Hzと380V動力用）となっていることから問題の生じる恐れは少ない。

両施設共に、RCD用大型供試体作成装置とコンクリート断熱温度上昇測定装置の設置にあたっては、設置条件を満足するために若干の追加工事（後述、機材設置の条件参照）が必要であると判断された。現状のみを考慮した場合、実験の実施に際して精密な作業が要求される、コンクリート断熱温度上昇測定装置の設置場所は、恒温室があり、専門の知識を持つスタッフ（教官）のいる水利学校が有利ではないかと考えられるが、必要な条件を満たすことにより水利水電科学研究所で実施することでも問題はないと思われる。

水電科学研究所及び水利学校共に多くの水理模型実験、コンクリート試験、岩盤試験を行っており、貸与する機材を用いての実験実施能力も十分であると判断される。さらに、各実験施設共、白石ダムの実験を最優先に考えており、日本側が実験機材を貸与することで白石ダム設計に向けた実験が開始されるものと思われる。

日本で実施する実験（解析作業、シュミレーション）に必要な資料も中国側に存在する事が調査、協議を通じて確認された。なお、中国側が用意すべき必要資料の主なものを口頭で伝えたところ、必要資料を本格調査時に改めて文書でリストアップしてほしい旨の要請があった。

### (3) 機材設置の条件

RCD用大型供試体作成装置と断熱温度上昇測定装置を貸与するあたり、断熱温度上昇測定装置については下記の設置条件を満たすよう口頭で要請した。

#### 設置に必要な条件

- ・設置する部屋に安定して電力及び水が供給されること。
- ・コンクリートを練混ぜる部屋がある程度温度管理できること（エアコン程度）。
- ・練混ぜ後すぐに装置に入れなければならないので、装置を設置する部屋と練混ぜを行う部屋が近接していること。

#### 望ましい条件

打ち込み温度の管理を行うために、セメント、骨材、水の温度管理を行う必要があることから、セメント、骨材、水の温度管理を行う恒温室の設備があることが望ましい。

また、RCD用大型供試体作成装置設置のために中国側が用意する施設として、図-Aを渡し、装置設置のための基礎工事、架台製作、ホイストの設置等装置設置にかかる工事を機材到着までに中国側で実施する工事として要請し、中国側はそれを了解した。

### (4) 貸与する実験機材について

#### 超音波レベル計

現在中国側では所有していない。

水理模型実験に適する小型高性能（分解能：0.5mm以下）なものの貸与が必要である。

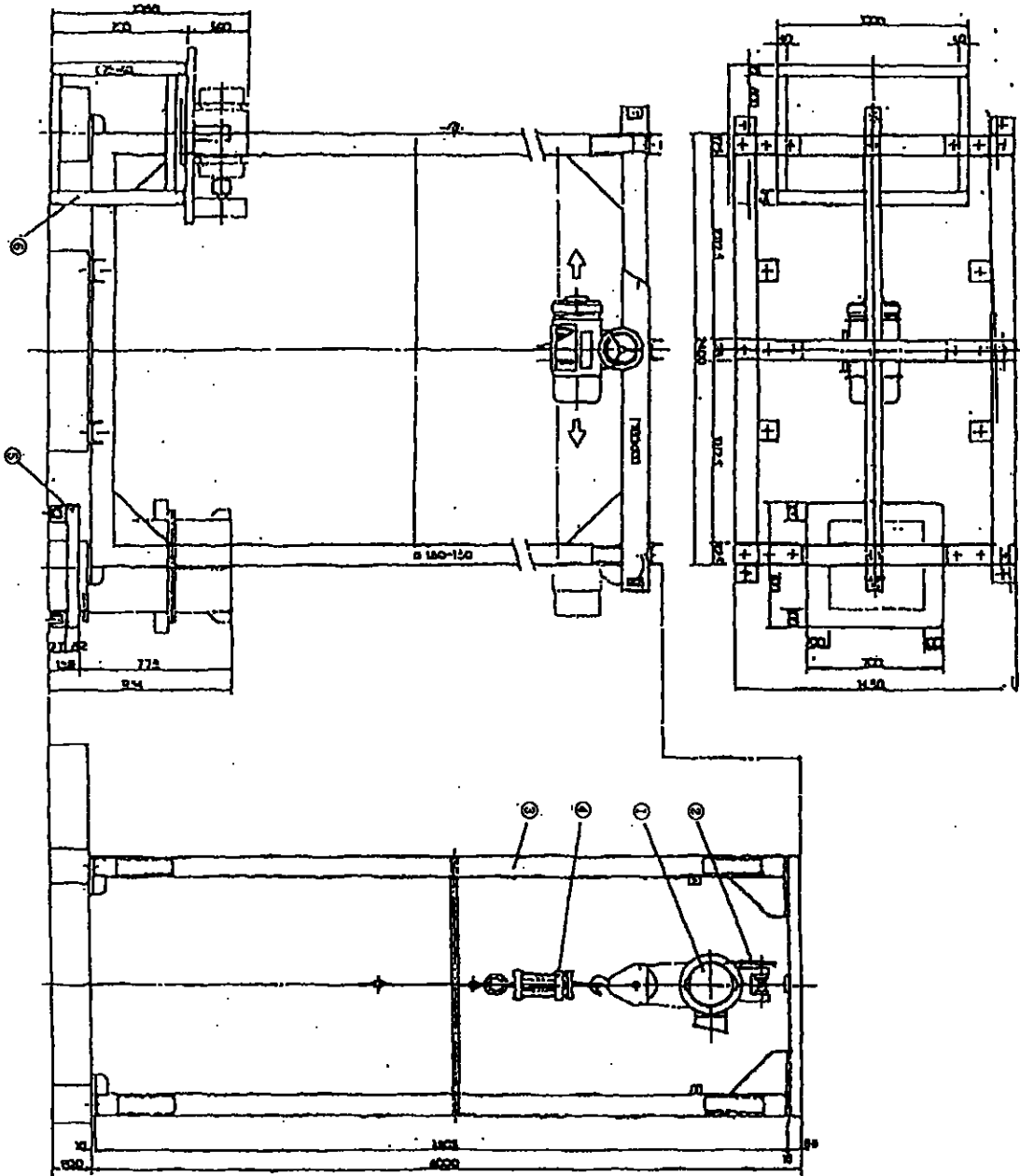
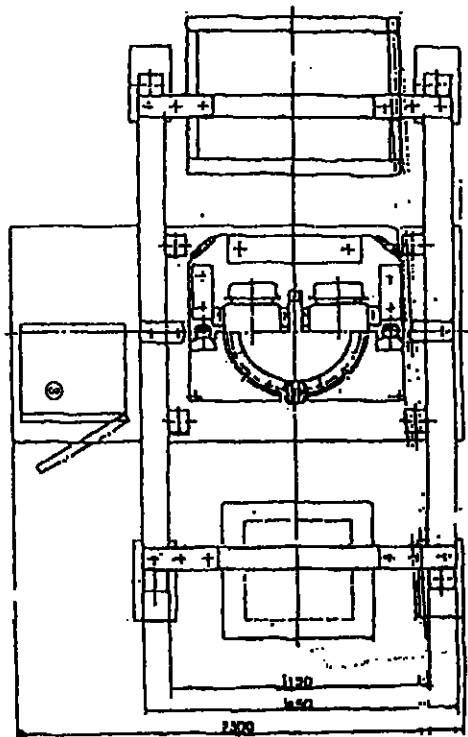
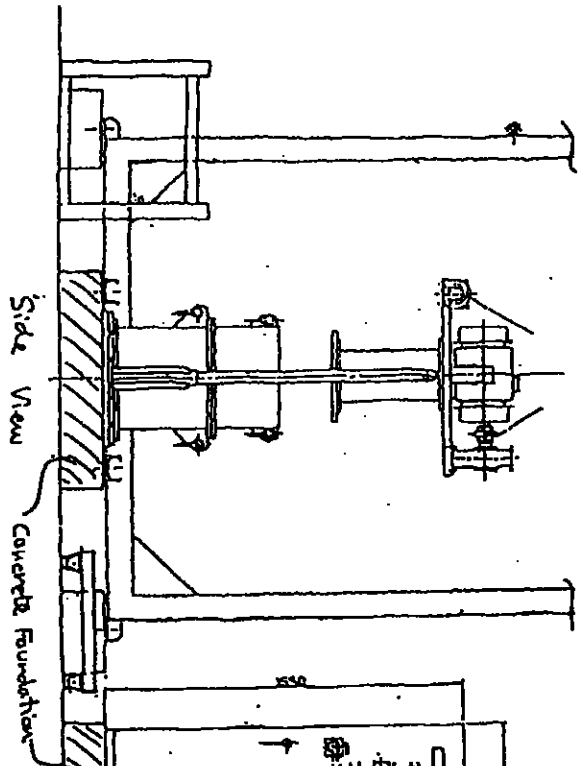


図-A (2/2)

6	加振装置	1式		
5	モータ台車	1式		
4	■	1式		
3	■	1式		
2	■	1式		
1	電動ホイス	1式		
	コンクリート	■		
				/

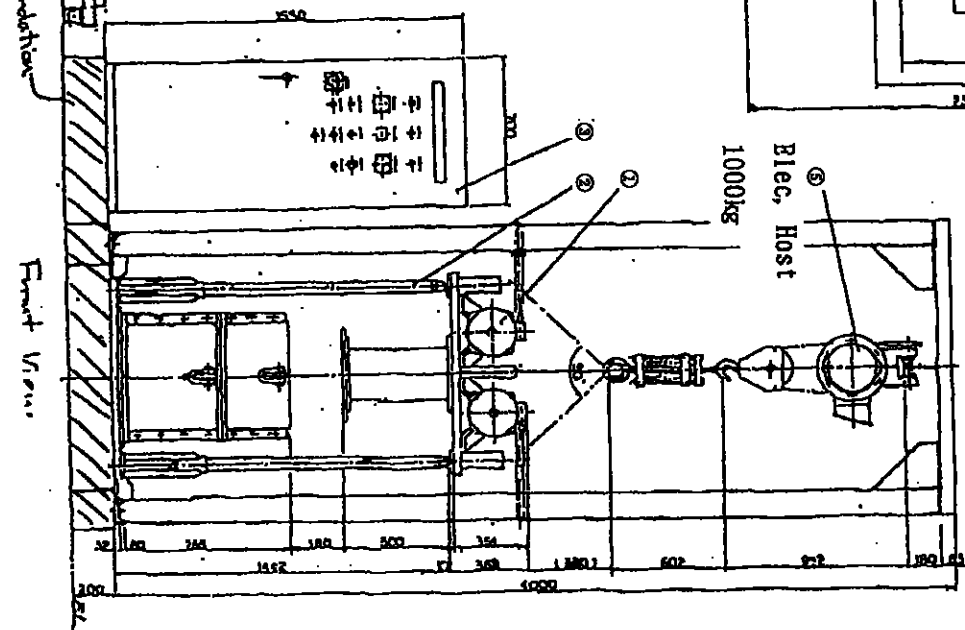


Plan View



Side View

Concrete Foundation



Front View

Elec. Host  
1000kg

図-A (1/2)

5	■	1式	
3	■	操作盤	1式
2	■	支持枠	1式
1	■	加振装置	1式
	■	コンクリート	
	■	全体外觀図	



### 電磁流速計

現在中国側で所有しているものは維持管理状況は良好であるが、旧型で精度が落ちる。そのため水理模型実験に適する検出部が小型で流れを乱すことがないもので、2成分測定可能な装置なものの貸与が必要である。

### 岩盤カッター

ダムサイトで使用するため、電気の供給に不安がある。そのためエンジン付きのタイプが適当である。

### ボーリングマシン

岩盤試験とコンクリート試験で共用する予定である。従って、ダムサイトでの使用時の電気の供給不安対策のためエンジン付きのタイプが適当である。

交換用のビットは岩盤用とコンクリートコア用を用意する必要がある。

### ジャッキ等原位置試験器一式

ジャッキ、ロードセル、球座、支柱、載荷盤等を個別にそろえ貸与するのではなく、縦横2m四方の横坑内での原位置岩盤試験用機材一式としてそろえて貸与することで実験の実施に支障をきたさない。

なお、載荷変位と荷重を同時にモニタリングする必要があるため、ロードセルは載荷変位記録計（データロガー）につながるものでなければならない。

### 電気式変位計

小型のひずみゲージ式変位計で、測定精度0.001、ストローク50mm～30mm程度。アナログ出力を変換するため、載荷変位記録計との相性があり、同一のメーカーであることが望ましい。

### 載荷変位記録計

岩盤の変位と、荷重を同時にモニタリングするため最低でも15ch程度の入力端子が必要である。豊富な演算機能は必要ないが、プリンタによる出力機能と、2点程度のモニタリングのための表示装置は必要である。

### 地震探査用機器

ダムサイト地点の広い河床をカバーするために24ch程度の弾性波測定装置を貸与する必要がある。

### RCD用大型供試体作成装置

RCD用コンクリート配合設計に供する大型供試体作成のためには、できる限り施工条件に近い方法での供試体作成が望ましい。そのため、上面から締固めを行うタイプの大型供試体作成装置を貸与する必要がある。

### 断熱温度上昇装置

コンクリートの断熱温度上昇の測定は、ダムの温度応力解析のもっとも基礎となるデータである。そのため、測定温度精度が高く、温度制御感度が良いものを測定に使用する必要がある。

### 3. 本格調査に際し留意する事項

#### 3-1 調査開始前

機材調達を迅速に進めると共に、中国側に引き取り準備のため、前広に機材の輸送予定を連絡すると共に、通関書類等を早めに送付しておく必要がある。

また、各機材の設置箇所の整備状況を確認しておくことが必要である。特に、大型供試体試験装置設置箇所には、クレーンの設置が必要となっており、中国側にて準備することになっているが、輸送前に確認を要する。

#### 3-2 本格調査

(1) 白石ダムの建設は洪水防御の観点からもできるだけ早期に行われるべきである。調査工程も、中国側と協力し、できるだけ短縮することを検討する必要がある。また、現地調査開始前に、諸データ整備等中国側に作業依頼をしておく、または、すでに準備したデータを検証する必要がある。

(2) 日本にて行うシミュレーション等においては、中国側への技術移転にも十分配慮する必要がある。

(3) 遼寧省水利庁側が実施する実験について

水利庁側の説明では、実験は主に水利庁に隣接する水利水電研究所で行い、瀋陽市郊外の水利学校はあくまでサブとする意向であり、今後実施する各種実験等への対応はどちらも問題はないと考えられるが、特にダムコンクリートに関する試験については、ダムの施工性、安全性に直接影響を及ぼすものであり、相当丁寧な実験を行う必要があることから、実験に対する環境がより良好と身受けられた水利学校の方が望ましいと考える。

無論、このことは今回の調査時点での感想であることから、本格調査時点で中国側とコンクリート試験の重要性を再確認した上より十分な体制を整えている施設での実施を行えば問題はないと考える。

(4) ダム建設予定地での対応状況

ダム建設予定地では既に中国側がダムサイトまでの工事用道路の取り付け工事（既存の道路の拡幅・舗装、左岸側への連絡橋梁の新設）に着手しており、本格調査及びダム本体工事着手の準備は整いつつあると考える。

今回の調査を通じて感じた中国側のダム施工についての姿勢は、「日本側の協力により完成しつつある観音閣ダムの施工を通じ、遼寧省（中国側）は十分RCD工法のノウハウを会得しており、白石ダムについても即対応可能である。」というものであったが、それを踏まえて白石ダムでのダム施工について今後中国側に留意を求める点は以下のとおりである。

- ① 本ダムサイトは観音閣ダムと異なり、ダム下流に平坦なスペースが少ないと見受けられることから、コンクリート骨材のプラントストックパイル及びバッチャープラント等ダム施工の主要施設のレイアウト等に工夫が必要と考える。特に施工性に利点があるRCD工法の場合、バッチャープラントからダム本堤までのトラック輸送ルートの確保がコンクリート打設の施工性に大きな影響を及ぼすものと考えるので、骨材生産能力、バッチャープラント能力等を総合的に勘案した打設計画の立案が重要と考える。
- ② 観音閣ダムと異なる点では、白石ダムは堤体内に多くの底孔等鋼構造物を設置しつつの本堤工となり、特に中国側がダムの早期完成を重要視しているため、施工計画を十分検討する必要があると考える。

(5) ダムコンクリートについて

1993年に実施したF/S調査では、RCD工法により本体コンクリートを打設することとしているが、今回の協議の中で、中国側は「施工性を考慮しRCC工法での打設を検討している。」との説明があった。

日本側としては今回の協議事項でもなく、また中国側の検討内容も不明であったことから、「打設工法の変更は今後実施予定のコンクリート試験の内容が変わってくる恐れがあるので十分検討していただき、中国側はダムの早期完成を目指しているようでもあるので、そのためにも日々も安全に留意され手戻りのないよう慎重な検討を行っていただきたい。」とのコメントを述べるに留めた。

このため、本格調査を実施するに当たって十分中国側とダムコンクリートの考え方について検討を行った上で必要なコンクリート試験の内容を決める必要があると考える。

ただし、最終的に中国側がRCD工法又はRCC工法のいずれの工法を採用しても、両工法のダムコンクリート共基本的な性格は貧配合ゼロスランプコンクリートであることから、今回合意した本格調査項目は貸与する実験機材も含めてすべて有効なものとなることには問題はないものと考えられる。

また、F/S調査では「ダム堤体の形状からRCD工法が有利。」とされ、中国側もこれを基本に検討を進めているようである。しかし、白石ダムの堤体形状等の条件を考慮するとRCD工法が有利となるのは理解できるが、中国側が強く主張している、RCD工法の施工経験を有する観音閣ダムと同様以上の施工性を白石ダムに求めるのは次の理由から疑問がある。

① 堤体の形状が観音閣ダムと白石ダムを比較した場合、

堤体積	観音閣ダム	白石ダム	=約180m <sup>3</sup> : 60万m <sup>3</sup>
堤長			=約1000m : 約570m
堤高(RCDコンクリート打設可能高さ)			=60m : 40m

であり、明らかに堤体コンクリート(RCDコンクリート打設可能量)が観音閣ダムに比べ白石ダムは少なく、観音閣ダムと同程度の施工性を期待するのは難しいと考えられること

② 白石ダムは観音閣ダムと異なり排泥のための底孔を堤体の河床部の大半に設置することとしており、これら鋼構造物を考慮したダムコンクリートの打設に対してRCD工法のメリットが十分生かせるかどうか疑問であり、少なくとも観音閣ダムと同様の評価は難しいと考えられること

さらにRCDではなくRCCコンクリートでのダム施工を考えているとなると、施工性が落ちるのみならずダム本堤の水密性等にも懸念があり、この観点からも打設方法の検討を十分行う必要があると考える。

なお、これらの点については、F/S報告書においても「RCD工法で打設する計画とする。ただし、呑口部や内張管下側を含め底孔部分の打設工法は今後も検討を続ける必要がある。」とコメントされており、今後の白石ダム施工の重要な検討課題であると考えられ、事前に十分な検討が必要であると考ええる。

### 参 考 資 料

1. 実施細則 (S/W)
2. 協議議事録 (M/M)



1. 実施細則 (S/W)

中 華 人 民 共 和 国 遼 寧 省  
大凌河白石ダム工事に関する実験計画調査

実 施 細 則

1995年9月27日

日 本 国 国 際 協 力 事 業 団  
中 華 人 民 共 和 国 遼 寧 省 水 利 庁

日本国政府は、中華人民共和国政府の提案に基づき、遼寧省大凌河白石ダム工事に関する実験計画調査の実施を決定し、1995年9月27日中国遼寧省大凌河白石ダム工事に関する実験計画調査の実施に関する口上書を中華人民共和国政府と交換した。

日本国政府による技術協力の実施機関である国際協力事業団は、日本国内において施行されている法律及び規則に従い本調査を実施する。

遼寧省水利庁は中華人民共和国政府の本調査に関する担当機関として、中華人民共和国において施行されている法律及び規則に従い中華人民共和国政府関係機関の調整を行うとともに、国際協力事業団が派遣する調査団と協力して本調査の円滑な実施を図る。

1995年9月27日日本国政府が中華人民共和国政府に発した口上書5.及び中華人民共和国政府の口上書による回答に基づき、国際協力事業団と遼寧省水利庁は協力の内容、範囲及び調査工程、並びに協力を進めるにあたって両国政府が取るべき措置等の詳細について本実施細則を定めた。

### 1 協力の内容及び範囲

- (1) 日本側は、中国側と協力して、遼寧省大凌河白石ダム工事に関する実験計画調査を実施する。
- (2) 日本側は、本調査の期間中、調査に参画する中国側専門家に対し、調査業務を通じ技術移転を行う。

### 2 調査対象地域

本調査の調査対象地域は、遼寧省大凌河の白石ダム建設予定地点及び同ダムの流域、貯水予定水域とする。

### 3 調査の内容

既に1993年3月に終了した遼寧省遼河三角州農業資源総合開発計画調査の白石ダム建設にかかるフィージビリティ調査の中で必要性が勧告された諸実験について、実験の内容・手法を検討し実験を実施し、ダム建設の諸元を調査する。

本調査は、中国における現地調査と日本における国内作業により構成され以下の実験及び解析を実施する。

#### A ダム堤体全体水理模型実験

目的：洪水吐と底孔の設計諸元を確定するため、その水理機能を調査し、設計形状の妥当性を検討する目的で実施する。

- 1) 実験計画を作成する。
- 2) 水理模型を製作する。
- 3) 実験を実施する。
- 4) 実験結果を分析する。
- 5) 設計諸元を検討する。

⑤

林



## B ダム断面抽出水理模型実験

目的：越流部及び底孔の水理機能調査の精度向上と減勢部の安全性を検証する目的で実施する。

- 1) 実験計画を作成する。
- 2) 水理模型を製作する。
- 3) 実験を実施する。
- 4) 実験結果を分析する。
- 5) 洪水吐、底孔の最適形状を検討する。
- 6) 設計諸元を検討する。

## C 土砂模型実験（数値シミュレーション）

目的：貯水池内へ流入する土砂の動向、堆砂の状況、最適なダム運用方式を検討する目的で数値シミュレーションを実施する。

- 1) 数値シミュレーションを実施する。
- 2) ダム運用シミュレーションを実施する。
- 3) それぞれのシミュレーション結果を整理し、検討・協議する。

## D 原位置岩盤剪断試験

目的：ダム堤体の設計に必要なダム基礎岩盤の剪断強度を求めることを目的として実施する。

- 1) 実験方法に関して協議する。
- 2) 実験を実施する。
- 3) 実験結果を整理する。
- 4) 実験結果を解析する。

## E コンクリート配合試験

目的：コンクリートの適正な配合を求める目的で実施する。

- 1) コンクリートの配合を決定するために必要な諸実験を実施する。
- 2) 実験結果を分析する。
- 3) コンクリート配合を検討する。

## F コンクリート強度試験及び熱力学試験

目的：温度規制方針の検討に必要なコンクリートの強度特性・熱的性質を求めることを目的として実施する。実験Fにより得られる結果は、実験Gの基礎資料とする。

- 1) 断熱温度上昇試験を実施する。
- 2) 実験結果を整理する。
- 3) 既往データ及び実験結果を解析する。

## G コンクリートクラック抑制対策にかかる試験

目的：ダム堤体のクラック発生を抑制するため、コンクリートの温度応力解析を行い、温度規制方針を検討することを目的として実施する。

- 1) 既往データの解析及び実験データを解析、検討する。
- 2) 解析、検討結果を協議する。

なお、進捗報告書について、説明・協議を行うとともに必要に応じて、補足資料収集及び補足現地調査を行う。

また、最終報告書（案）について説明・協議する。

①

②

#### 4 期間及び工程

調査期間及び工程は、別表-1のとおり概ね15ヵ月とする。(ただし、機材の調達期間等は含まない。)

#### 5 報告書

国際協力事業団は、次の報告書を遼寧省水利庁に提出する。

(1) 着手報告書 30部

調査実施計画と実施工程を内容とするもので、調査の開始時に提出する。

(2) 進捗報告書(1) 30部

原位置剪断試験調査終了時に、並行実施する他の実験の進捗状況も併せて記述したものを提出する。

(3) 進捗報告書(2) 30部

コンクリート配合試験、コンクリート強度・温度規制検討試験調査終了時に、並行実施する他の実験の進捗状況も併せて記述したものを提出する。

(4) 最終報告書(案) 30部

第一次、及び第二次調査結果を内容とするもので、国内作業終了後に提出する。遼寧省水利庁は、本報告書(案)受理後1ヵ月以内に、これに対する意見を国際協力事業団に提出する。

(5) 最終報告書 50部

最終報告書(案)に対する意見を受けた後1ヵ月以内に提出する。

#### 6 中国側がとるべき措置

現地調査を円滑に実施するため、中国側は中華人民共和国において施行されている法律及び規則に従い以下の措置をとる。

(1) 中国側専門家、事務職員及び作業員等の提供、及びそれにかかわるすべての経費負担

(2) 現地調査を実施するに当たって、別表-2の中国側が分担する業務の実施及びそれにかかわる経費負担

(3) 現地調査に必要な作業所及び机、椅子等備品の無償提供、及び宿舍の斡旋(ただし、調査サイトにおいて通常の方法で借り上げが困難な場合の宿舍の無償提供)

(4) 現地調査のために必要な通訳の無償提供

①

林

- (5) 現地調査のために必要な航空機、鉄道、車輛及び船舶等の手配（ただし、通常の方法で借り上げが困難な車輛及び船舶については、運転手等を含め無償提供）
- (6) 現地調査のため必要な中国国内電話設備の提供、及びそれにかかわる経費負担
- (7) 現地調査に必要な許認可の手続きの実施
- (8) 現地調査のため必要な資料及び情報の提供
- (9) 現地調査のため必要な資料の中国から日本への移送許可
- (10) 現地調査期間中、調査団員に病気、怪我が発生した場合の病院の手配
- (11) 現地調査期間中、調査団員の安全の確保
- (12) 日本から持ち込む資機材の中国国内輸送費の負担
- (13) 日本から持ち込む資機材の輸入及び再輸出に必要な手続き及び非課税処理の実施
- (14) その他の軽微な資機材等の一部経費負担

7 日本側がとるべき措置

日本側は、調査に当たって以下の措置をとる。

- (1) 日本側調査団員の技術費、渡航費、現地調査期間中の食事、旅費、宿泊及び医療費の経費負担（上記6（3）、（5）の中国側が負担する場合を除く。）
- (2) 現地調査を実施するに当たって別表-2の日本側が分担する業務の実施、及びそれに係る経費負担
- (3) 日本から持ち込む資機材の日本から中国の港又は空港までの往復輸送費の負担
- (4) 上記5の報告書の作成

- 8 本実施細則に定めていない事項については、本調査期間中両者で協議して定めるものとする。

この実施細則は、次の二機関により、合意されるものである。

日本国国際協力事業団

中華人民共和国遼寧省水利庁

宮島吉雄

水利社

日本国 国際協力事業団 事前調査団長

中華人民共和国 遼寧省 水利庁副庁長

宮島

調査工程表 (暫定案)

項目	月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1. 調査工程																					
試験用機材の調達				△																	
水理模写実験																					
約同F/Sのレビュー																					
ダム堤体全体水利模写実験																					
ダム断面抽出水利模写実験																					
堆砂、排砂シミュレーション																					
壁位置算盤打筋試験																					
壁位置算盤打筋試験結果分析																					
コンクリート配合試験																					
コンクリート強度、湿量増加試験結果分析																					
コンクリート強度、湿量増加試験結果分析																					
2. 報告書																					

注) 日本国にて実施  
中国国にて実施

12/12

12/12

別表-2

## 現地調査に関する業務分担

実験項目	日本側	中国側
Aダム堤体全体水理模型実験	必要に応じて中国側実験への助言を行う	1) 実験計画の作成 2) 水理模型の製作 3) 実験の実施 4) 結果の分析 5) 設計諸元の検討
Bダム断面抽出水理模型実験	必要に応じて中国側実験への助言を行う	1) 実験計画の作成 2) 水理模型の製作 3) 実験の実施 4) 結果の分析 5) 設計諸元の検討
C土砂模型実験	貯水池内へ流入する土砂の動向、堆砂の状況、最適なダム運用方式を検討する目的で数値シミュレーションを実施する。	基礎データの提供
D原位置岩盤剪断試験	1) 実験方法に関する助言 2) 実験結果の解析	1) 実験の実施 2) 実験結果の整理 3) 実験データの提供
Eコンクリート配合試験	必要に応じて中国側実験への助言を行う	1) 実験の実施 2) 結果の分析 3) 配合の検討
Fコンクリート強度試験及び熱力学試験	既往データ及び実験データの解析	1) 断熱温度上昇試験の実施 2) 実験結果の整理 3) 既往データ及び実験結果の提供
Gコンクリートクラック抑制対策にかかる試験	1) 実験Fデータの解析 2) コンクリートの温度規制方針の検討	

2. 協議議事録 (M/M)

中 華 人 民 共 和 国 遼 寧 省  
大凌河白石ダム工事に関する実験計画調査  
実 施 細 則 協 議

協 議 議 事 録

1995年9月27日

日 本 国 国 際 協 力 事 業 団  
中 華 人 民 共 和 国 遼 寧 省 水 利 庁

中華人民共和国遼寧省水利庁（以下、「中国側」という。）の招請に応じて、中国遼寧省大凌河白石ダム工事に関する実験計画調査（以下、「本格調査」という。）にかかる日本国国際協力事業団の事前調査団（以下、「調査団」という。）は、1995年9月19日から9月27日まで、中華人民共和国を訪問し、本格調査の実施細則について、中国側関係者と友好かつ真摯な一連の協議を行った。

両者は、関連事項に関し協議を行い、下記に示す本格調査の骨子について基本的に合意した。

- 1 中国側が日本側から提供されることを要望した機材について検討した結果、別添の実験機材の貸与が可能であることを調査団は確認し、中国側もこれを了承した。
- 2 中国側から研修員の受け入れの要望があり、調査団はこれを日本国政府に伝える旨述べた。
- 3 設置にかかる経費は中国側が負担する。ただし、設置について専門的助言が必要と判断される場合は日本からの専門家を派遣するものとする。
- 4 中国側から本調査にかかる報告書については中国語または英語にて作成する旨強い要望があり、調査団はこれを日本国政府に伝える旨述べた。

この議事録は、次の二者の署名により確認する。

日 本 国  
国際協力事業団  
事前調査団長

宮島 吉雄

宮島 吉雄

中華人民共和国  
遼寧省水利庁  
副 庁 長

楊 社

楊 社

別添

## 貸与可能な実験機材

機 器 名	仕 様 ・ 規 格	数 量	単 位	備 考
水理模型実験 (実験A、実験B)				
超音波式レベル計		1	台	
電磁流速計	直角2方向成分	3	台	
原位置岩盤剪断試験 (実験D)				
岩盤カッター	ブレード径30cm用	1	台	
ボーリングマシン		1	台	
ボーリングビット	直径20mm~50mm, L=500mm	3	セット	
油圧ジャッキ/ロードセル	100t	1	セット	
油圧ジャッキ/ロードセル	200t	2	セット	
電気式変位計	精度0.001mm, ストローク30mm	12	セット	
載荷変位記録計	13成分, モニター・プリンター付き	1	セット	
球座、鋼製支柱等		1	セット	
地震探査用機器	弾性波	1	セット	
コンクリート配合試験 (実験E)				
コンクリート供試体モールド	直径48cm, h=40cm	3	個	
同上用平面バイブレータ	直径48cm用	1	台	
コア抜きカッター用ビット	直径150mm, L=500mm	5	個	岩盤カッターに接続
コンクリート強度試験及び熱力学試験 (実験F)				
断熱温度上昇曲線測定器		1	台	





## 会議参加者名簿(日本側)

団 長	宮島 吉雄	農林水産省構造改善局計画部資源課地質官
ダム計画	蘭 嘉宜	農林水産省構造改善局建設部設計課農業土木専門官
ダム施工	安楽 敏	農林水産省関東農政局建設部設計課農業土木専門官
実験設備	松丸 亮	(株) パシフィックコンサルタンツインターナショナル 水資源・環境事業部
調査企画	魚屋 将	国際協力事業団農林水産開発調査部計画課
通 訳	宮川 美代子	財団法人日本国際協力センター

①

②

### 参加会议中方人员名单

姓名	单位	职务
武永存	辽宁省水资源开发总公司	总经理
丛惠	" "	工程部副部长
闫铁奎	辽宁省水利水电科学研究所	水工室副主任
续振嘉	" "	副所长
贾贵茂	" "	科研办主任
刘宇聪	辽宁省水利水电勘测设计院	设计三室主任
宋纯玉	" "	设计三室总工
唐与	" "	高级工程师
孙传绅	" "	设计院总工
杨殿臣	" "	工程师
张成文	辽宁省水利厅科教外事处	副处长
张宏鹏	辽宁省水利水电科学研究所	高级工程师
林家骅	辽宁省水资源开发总公司	高级顾问
张芝晔	辽宁省水资源开发总公司	高级顾问







JICA

11E