

中華人民共和国
吉林豊満ダム修復強化計画調査
事前調査報告書

平成 3 年 1 月

国際協力事業団

社調二

91-001

JICA LIBRARY



1092825(7)

22775

国際協力事業団

22775

序 文

日本国政府は、中華人民共和国政府の要請に基づき、同国吉林豊満ダム修復強化計画調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこれを実施することとなった。

国際協力事業団は、平成2年10月16日から同年10月26日（11日間）まで小林茂敏氏（建設省土木研究所コンクリート研究室長）を団長とする事前調査団（S/W協議）を同国に派遣し、要請背景内容の確認、関連資料の収集、現地踏査ならびに調査方針等内容について中国政府と協議を行い、実施細則：Scope of Work（S/W）を締結した。

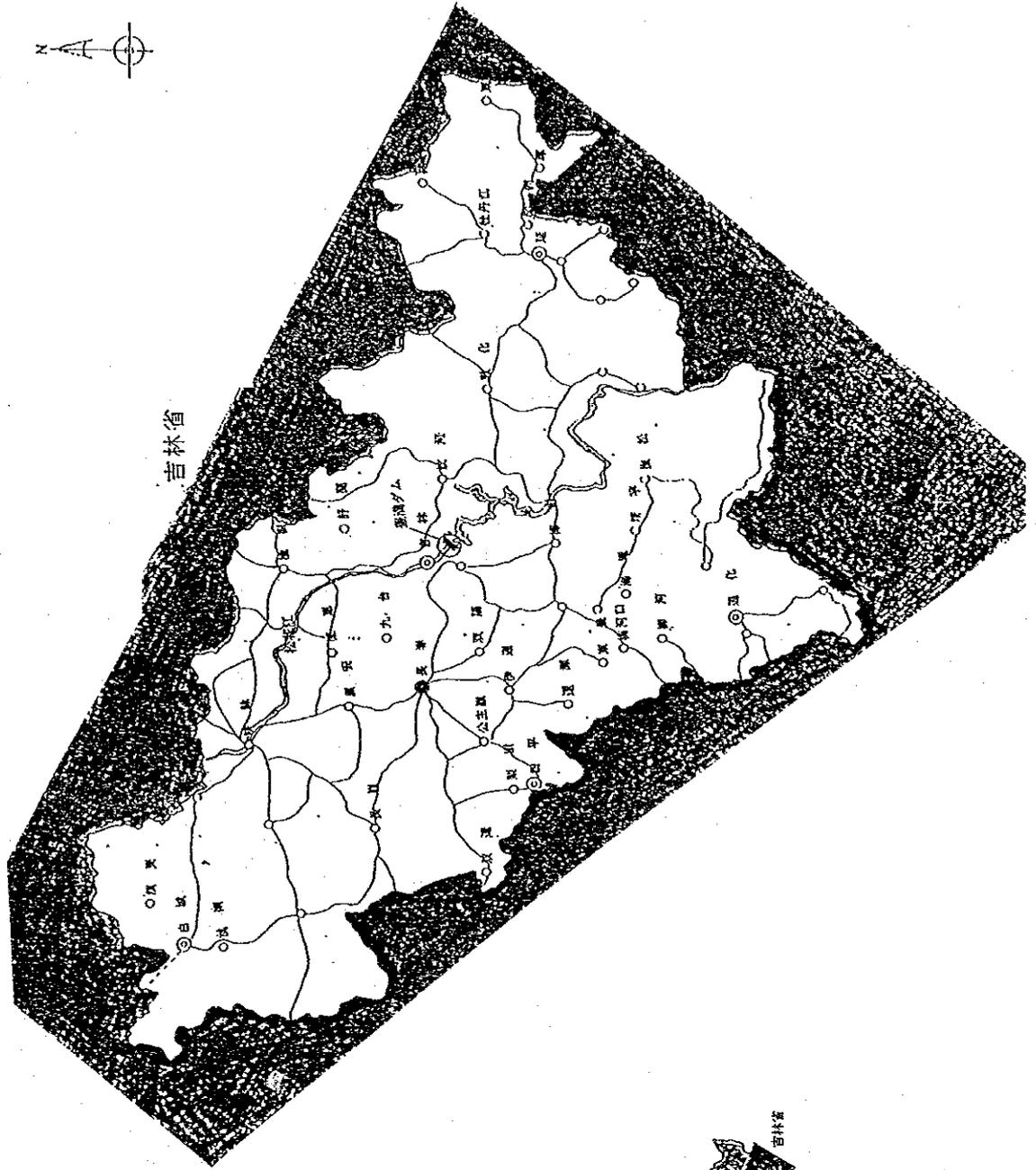
本報告書は、事前調査に引き続き実施を予定している本格調査に資するため、上記調査結果をとりまとめたものである。

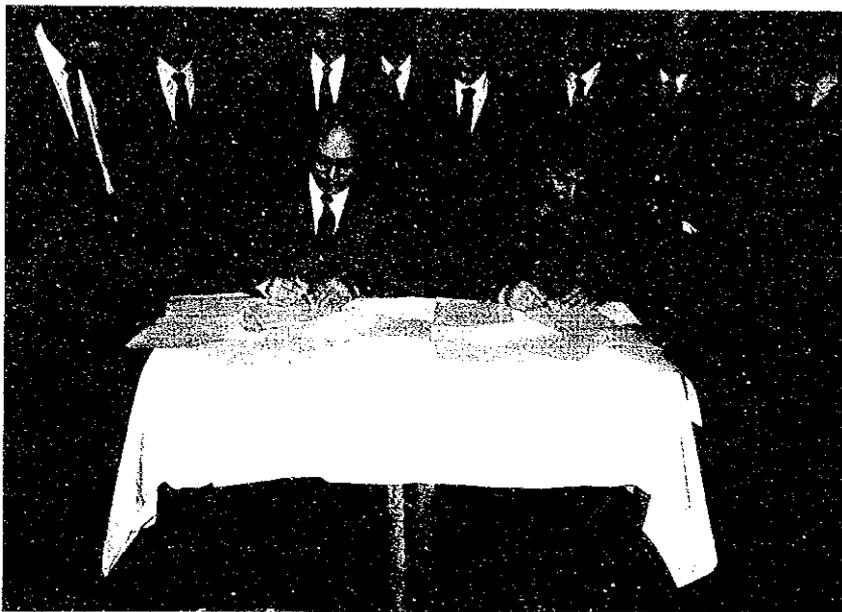
本事前調査の実施にあたり、多大なご協力をいただいた中華人民共和国政府、在中国日本国大使館ならびに関係各位に対し厚くお礼申し上げます次第である。

平成3年1月

国際協力事業団
理事 玉光弘明

地区图





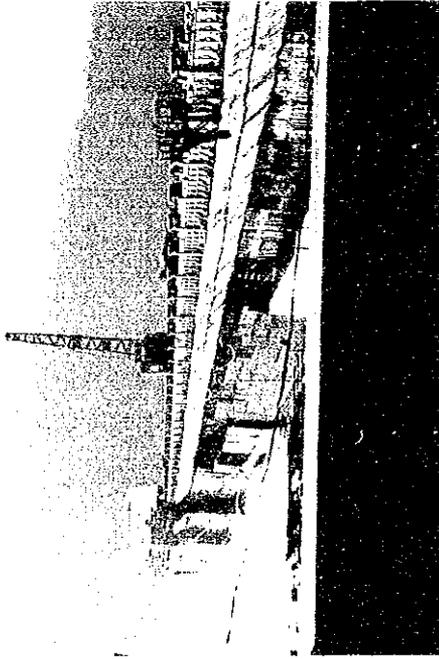
▲ 実施細則 (S/W) の署名

日本側：小林茂敏 (事前調査団長)

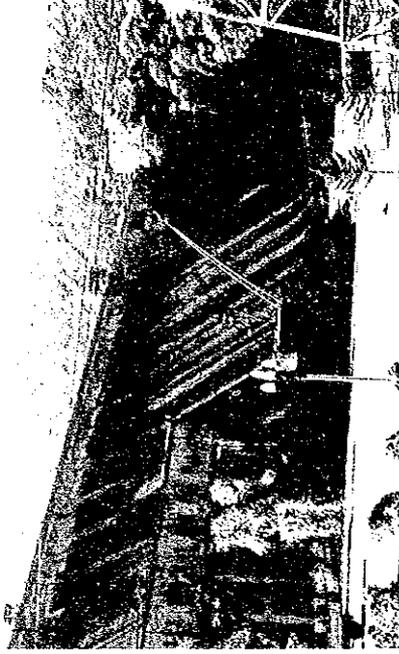
中国側：譚 艾 幸 (能源部国際合作司副司長)



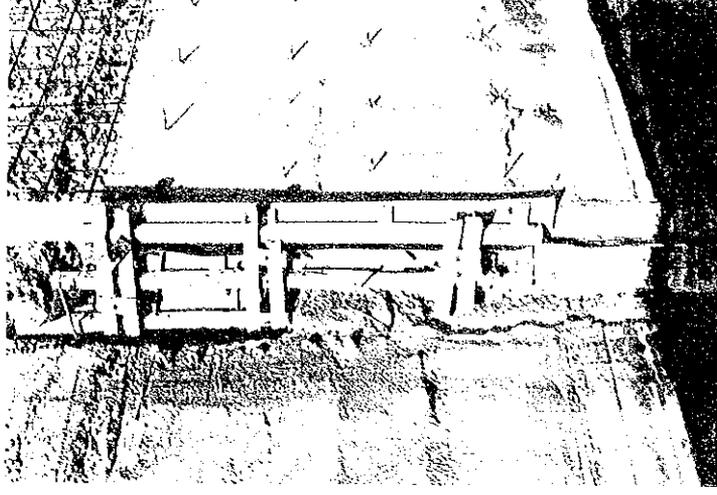
▲ 豊満ダムの全景 (下流側より望む)



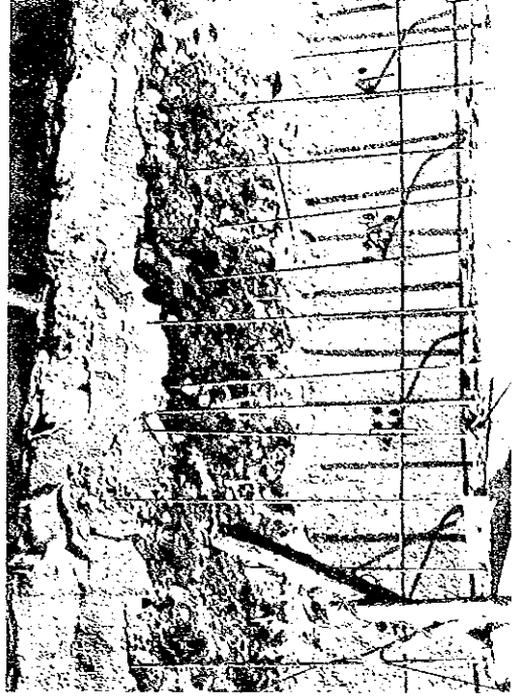
▲ ダム上流面の状況（右岸より左岸側を望む）



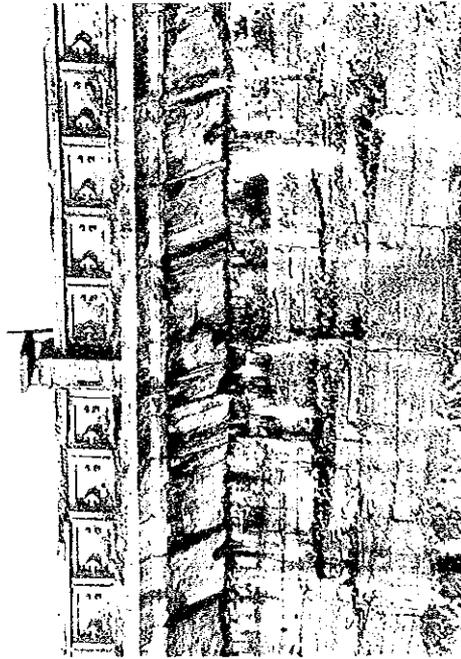
▲ ダム下流面の状況（右岸より左岸側を望む）



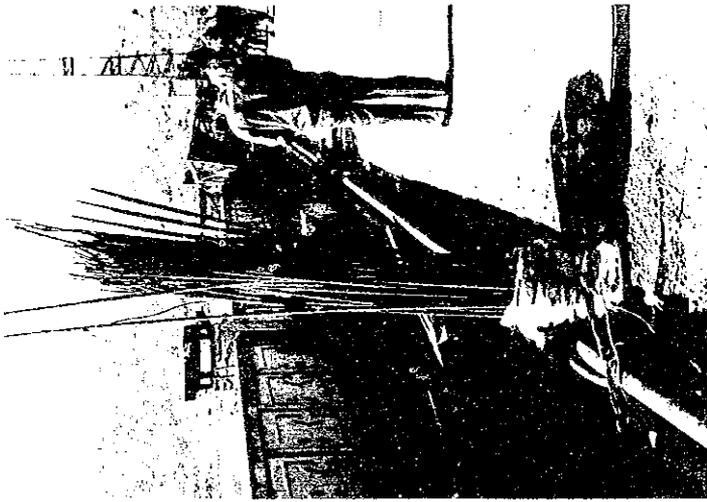
▲ ダム上流面対策工の状況
（左側は対策工前、右側は対策工後）



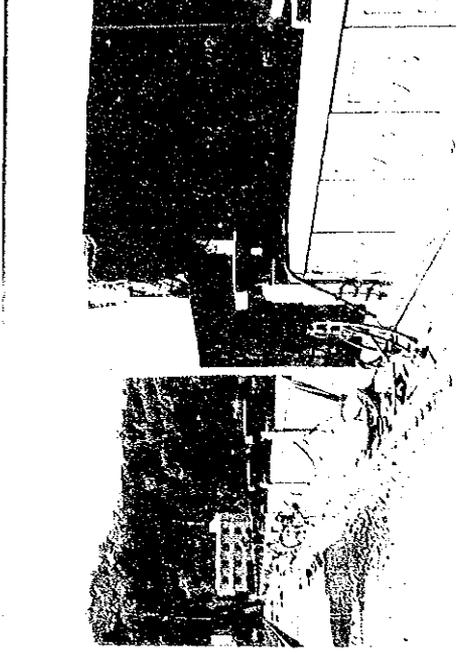
▲ ダム上流面の対策工（旧コンクリートはつり状況）



▲ ダム上流面のコンクリートの状況



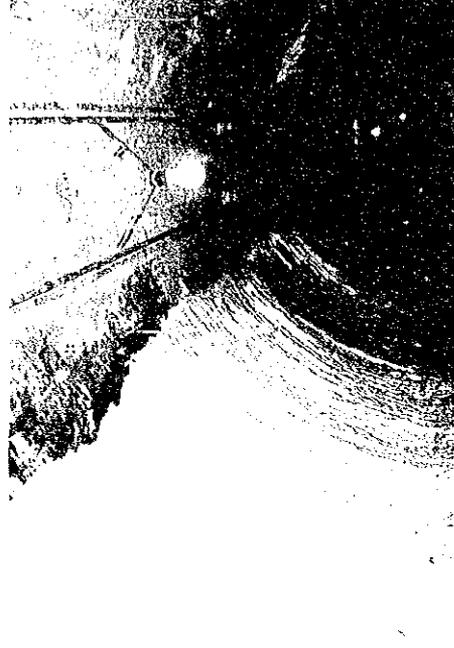
▲ ダム天端におけるアンカー試験



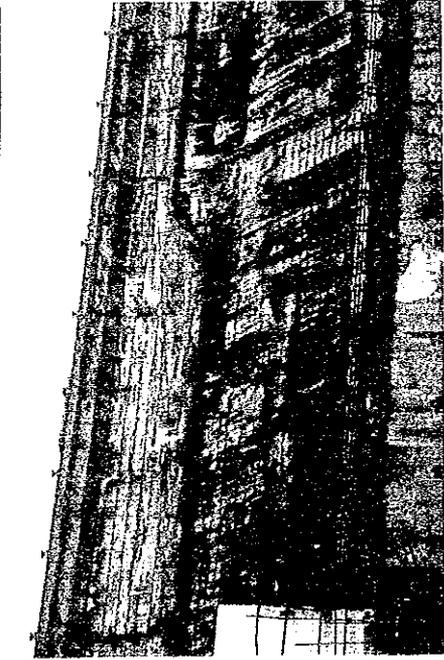
▲ ダム天端におけるコンクリートの劣化状況（特に運屋）



▲ 最下段通廊内における排水孔



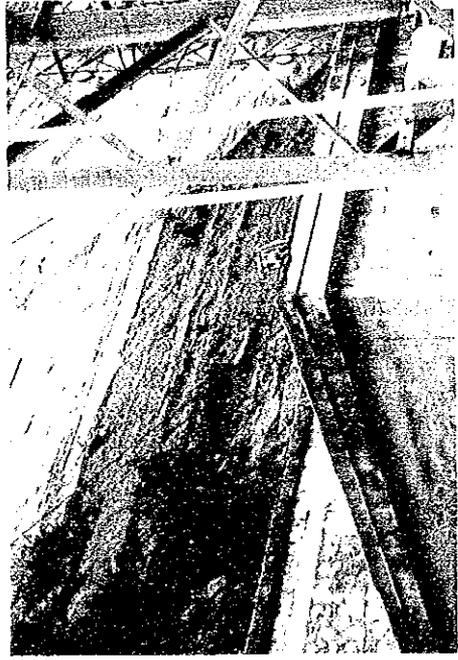
▲ 最下段通廊内における遊離石灰



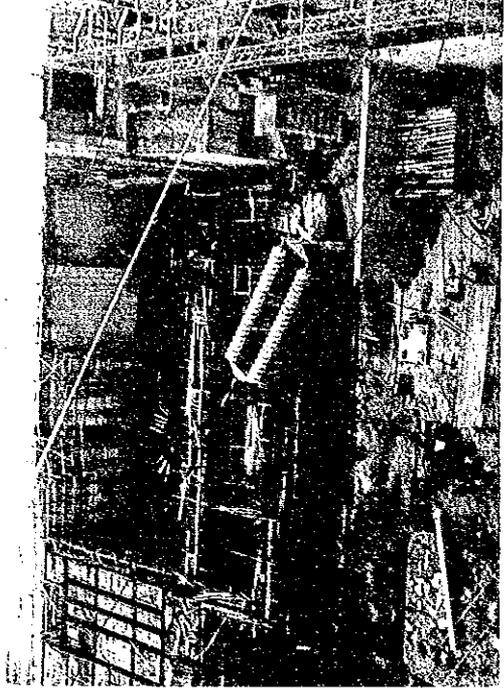
▲ 29～32ブロックの下流面の状況



▲ 1986年の洪水吐き滑落部分（テレビ映像による）



▲ 右岸変電所付近の堤体下流面の状況



▲ 増設発電所の工事状況

目 次

序 文
地 図
写 真

(総 論)

1. 事前調査の概要	1
1-1 事前調査の目的	1
1-2 事前調査団の構成	1
1-3 調査行程	1
2. 事前調査結果の概要	2
2-1 要請の背景及び経緯	2
2-2 要請の内容	2
2-3 実施細則協議の経緯及び結果	2

(各 論)

3. 調査対象地域の概要	6
3-1 調査地域	6
(1) 対象地域	6
(2) 自然立地状況	6
(3) 社会立地状況	9
(4) 行政機構	10
3-2 ダム及び関連施設の状況	10
(1) 豊満ダムの概要	10
(2) ダム施設の概要	10
3-3 ダム観測・試験状況	23
3-4 応急対策事業の現況	28
3-5 治水・利水事業の現況	38
(1) 治 水	38
(2) 発 電	39
(3) 灌漑、上・工水、舟運等	39

4. 本格調査の内容	41
4-1 本格調査の内容	41
4-2 調査の対象地域及び範囲	44
4-3 調査項目及び内容	44
4-4 調査工程	52
4-5 報告書	52
4-6 要員計画(担当分野)	53
4-7 調査実施のための必要機材	53

附属資料

1. 開発調査申請書(訳文・中文)	55
2. 協議議事録(和文)	63
3. 実施細則(和文)	69
4. 会談紀要(中文)	77
5. 実施細則(中文)	83
6. 基礎資料の賦存状況	93
7. 収集資料リスト及び情報リスト	98
8. 面談者リスト	101

1. 事前調査の概要

1-1 事前調査の目的

中華人民共和国政府の要請に基づき、下記事項を目的として事前調査が実施された。

- (1) 中華人民共和国政府との実施細則（案）の協議及び実施細則の締結
- (2) 関連資料の確認及び収集
- (3) 現地踏査

1-2 事前調査団の構成

- | | | |
|---------------|-------|-----------------------------|
| 1) 団長（総括） | 小林茂敏 | 建設省土木研究所コンクリート研究室長 |
| 2) 団員（ダム補修計画） | 鈴木秀利 | 水資源開発公団第一工務部工務課課長補佐 |
| 3) 団員（治水計画） | 山内 博 | 建設省河川局開発課係長 |
| 4) 団員（調査企画） | 伊藤富章 | 国際協力事業団社会開発調査部
社会開発調査第二課 |
| 5) 団員（施工計画） | 小島順一 | 八千代エンジニアリング(株) |
| 6) 団員（通訳） | 宮川美代子 | (財)国際協力サービス・センター |

1-3 調査行程（平成2年10月16日～10月26日＜11日間＞）

日順	月日（曜日）	行 程	調 査 内 容
1	10/16（火）	成田（10:00）～北京（13:15）	移 動（JL-781便）1）～6）団員
2	17（水）		JICA事務所、大使館表敬、打合せ 能源部表敬、打合せ
3	18（木）	北京（10:35）～長春（12:05） 長春～吉林（車両）	移 動（CJ-6142便）1）～6）団員 移 動（車両）
4	19（金）		能源部東北電業管理局表敬、打合せ （日程、S/W案、質問状提示等）、 資料収集等
5	20（土）		現地踏査（ダム流域、関連施設等） 質問状提示及び資料収集等 S/W案説明・打合せ
6	21（日）		
7	22（月）		
8	23（火）	吉林～長春（車両） 長春（17:55）～北京（19:30）	資料収集 5）団員 移 動（車両）1）～4）、6）団員 （CJ-6143便）
9	24（水）		資料収集 能源部とのS/W協議 1）～4）、6）団員
10	25（木）	吉林～長春（車両） 長春（12:50）～北京（14:20）	移 動（車両）5）団員 （CJ-6141便） 能源部とのミニッツ協議、署名 1）～4）、6）団員
11	26（金）	北京（15:00）～大阪（19:15） 大阪（20:40）～羽田（21:40）	JICA事務所、大使館報告 移 動（JL-786便）1）～6）団員 移 動（JL-130便） "

2. 事前調査結果の概要

2-1 要請の背景及び経緯

- 1) 豊満ダムは、中国東北部黒龍江上流の第二松花江にあり、吉林省吉林市から東南 24 km に位置し、治水、発電、灌漑、上・工水の確保、舟運などの多目的ダムとして昭和12年11月に旧満洲国水力発電局により着工され、その後昭和20年の終戦とともに中華民国資源委員会に引き継がれ、昭和 23 年に完成した。
- 2) しかし建設当時、資機材不足及び品質管理等に問題があったほか、経年変化、現地の厳しい気象条件によるコンクリートの劣化、近年における耐震設計基準の見直し等によるダム全体の安全度を考慮した修復及び確率洪水量の増大に対応した治水容量の見直しによる修復強化計画が必要とされてきている。
- 3) また、豊満ダムの安全性は下流の吉林市、ハルピン市等の重要な市町村に対する安全性にかかわる問題であり、事故の発生により莫大な被害を生ずることになる。
- 4) このため、中国政府は豊満ダムに対する修復強化計画の策定に関し、1989年7月、我が国政府に協力要請した。

2-2 要請の内容

1) 内容

吉林豊満ダムに対する全面的フェージビリティ調査（F/S 調査）を実施し、根本的な修復補強工事のための実施計画案を策定するとともに、現在のダムの状況に適した応急処置対策を検討することである。

2) 調査の希望期間と時期

1990年上半期 12ヶ月

2-3 実施細則協議の経緯及び結果

事前調査団は、携行した実施細則（案）を基に能源部及び東北電業管理局関係者と協議を行い、10月25日に能源部国際合作司副司長譚艾幸と小林茂敏事前調査団長との間で、実施細則及び実施細則協議に係る議事録の署名、交換を行った。

主な協議内容及び実施細則の変更点は以下のとおりである。

(1) 実施細則の変更点

1) 案件名について

「吉林省豊満ダム修復強化計画調査」とすることにより、中央政府（能源部）の管理する豊満ダムが地方政府（吉林省）の管理するものと誤解されるため、本件調査の正式名称を「吉林豊満ダム修復強化計画調査」に変更した。

2) 1. 協力の内容及び範囲 1) について

「日本側は、吉林省黒龍江上流の豊満ダム修復拡充計画調査の策定に係るフィージビリティ調査を実施する。」については、豊満ダムが地理的に松花江上流に位置することから「黒龍江上流」を「松花江上流」に変更した。

また、「修復拡充計画調査」については、恒久対策における嵩上げ案の検討を考慮して考えられたものであったが、本案件名が「吉林豊満ダム修復強化計画調査」であること、及び強化には放流能力の強化を含めて対策計画を策定するものと考えを確認し、変更しても当初内容に特に変更がないものと判断し、「修復強化計画調査」に変更した。

3) 2. 調査の内容 1) フェーズ I : 基礎調査(3) d. 及び e. について

d. 地形・縦横断測量(ダム上・下流側) e. 地形・土地利用調査については、中国側が既存のデータ及び必要な調査結果を提出するため、本調査項目及び別表 2. 4. の同項目を削除した。

4) 3. 調査期間及び工程について

調査期間については、提体コンクリートにおけるコアボーリング作業等があること、それらの作業が気候の制限を受けること、及び最終報告書(案)の検討期間が1ヶ月間を要する旨の要望があったことから調査期間を見直し、23ヶ月から24ヶ月に変更した。

5) 5. 中国側がとるべき措置について

ア. 別表 2. 2. 環境調査

中国側より本件調査における主目的は、提体の修復強化であり必要ない旨発言があったが、日本側より恒久対策計画におけるダム周辺に対する社会・自然環境調査をする必要がある旨説明し、「洪水量の変化に応じた環境調査」を行うことで双方合意された。

イ. 現地調査のために必要な通訳

一般的な日常業務に通じる通訳は中国側より提供されるが、技術的な業務あるいは会議の通訳の提供が困難であるため、日本側で用意してほしい旨要望があった。

(2) 協議経過及び議事録記載事項

1) 本調査の執行機関として能源部、実施機関として能源部東北電業管理局とすることを確認した。さらに、中国側は本格調査開始時にはカウンターパート機関として、研究機関や関係省庁で構成される豊満ダム修復強化計画連絡組を組織して対応する旨述べた。

2) 本調査の対象は、主として、

- (1) 提体コンクリートの品質
- (2) 提体コンクリート成分の溶出
- (3) 提体上流面の水上、水中部分のコンクリート表面の破損等の状況
- (4) 提体コンクリートの凍害劣化
- (5) 提体の洪水吐能力及び対策

(6) 堤体の耐震安定性

の6項目について、今後、日中双方協力して調査及び評価を行い、豊満ダムの適切な修復強化計画を策定することが本調査の目的であることを確認し、合意した。

- 3) 中国側は本調査を行うにあたり、法令の範囲において、できる限り調査に必要な資料を提出する旨表明した。(ただし、資料の入手に際しては他の部署の資料も含め能源部等の事前許可を要する。)
- 4) 中国側は現在、堤体調査(コンクリート強度、変位、たわみ、ひびわれ、漏水量等)を実施しているが、本調査を実施するにあたって必要な機材のうち、中国側が準備できない高精度の機材及びボーリング機材等を日本側で準備してほしい旨要望があった。これに対し、日本側は関係機関に伝える旨述べた。
- 5) 中国側は本調査のカウンターパートを調査期間中に、日本における技術研修に参加させたい旨要請した。これに対し、日本側は関係機関に伝える旨述べた。
- 6) 調査において得られた資料及び成果について、双方で共有することが合意された。
- 7) 成果品のうち、最終報告書(案)及び最終報告書のメインレポートは日本語(主文)に加えて、中国語の訳文をつけるよう要望があった。
- 8) 中国側より、豊満ダムの修復工事を早急に実施するため、本調査が可能な限り早急に行われるよう要望があった。

(3) その他特記事項

1) 研 修 員

中国側は本調査のカウンターパートを調査期間中に日本における技術研修(特に、本件調査に類似したダムにおける修復現場の見学及びその対策方法の計画策定等について)に参加させたい旨要望があった。

また、本調査のカウンターパート以外の人についても、中国側の費用で公的機関のダム現場等を見学したい旨の要望があり、これについては在中国日本国大使館を通じて日本の関連機関に対し紹介することができることを説明した。

2) 機 材

機材本件開発調査は従来のダム関連の開発調査のフィージビリティ調査と違い、既存のダム堤体がどのような状況であるかを総合判断することが目的である。

また、現在まで中国側が実施してきた試験・観測に加え、より精度の高い観測データを求めることが本件調査結果として要求されている。

このため、本件調査の実施に必要なかつ中国側で準備できない機材については日本側で準備してほしい旨の強い要望があった。

なお、中国側で現在実施されているコアボーリングについては機材仕様上(パーカッション方式)そのコアが十分満足するものが得られていない状況であり、日本側で準備する必要がある。

3) フォローアップ

本案件については恒久対策計画を策定するとともに、発電機のリハビリ、ダム修復計画についての応急対策等について、中国側は日本の無償を考慮しており、本調査を進めるにあたり、並行して、これらのフォローアップが必要と思われ、関係機関等の連携を十分に行いながら調査を実施する必要がある。

3. 調査対象地域の概要

3-1 調査地域

(1) 対象地域

豊満ダムは、中国東北地方吉林省の吉林市より南東に約 24 km 離れた松花江（以前は第二松花江と呼ばれていたが、現在は松花江と呼ばれている）に建設された多目的ダムである。その位置は、およそ北緯 $43^{\circ} 44'$ 、東経 $126^{\circ} 40'$ である（図-3.1 参照）。松花江は黒龍江の支川で、その流域面積は $546,000 \text{ km}^2$ である。松花江流域は中国の七大流域の最北部に位置する。東西 920 km、南北 1,070 km の流域で流路延長 1,960 km の大河川である。松花江の源泉は北朝鮮との国境にある白頭山天池に発し、4 つの支川（頭道河、二道河、輝発河、拉法河）を集め、豊満ダム地点での流域面積は $42,500 \text{ km}^2$ に達する。

ダム下流の松花江は、ほぼ吉林省の中央部を北西方向に流下し、約 400 km 地点で嫩江と合流する。黒龍江省に入ると東方に流路を変更し、黒龍江省の省都ハルビン市を流下し、ソ連との国境付近で黒龍江（アムール川）に合流する。

松花江の流域は、黒龍江、吉林、内モンゴル、遼寧の 4 つの省にまたがり、流域の土地利用は、山地 61%、丘陵 15%、平原 23.91%、湖沼 0.09% で、耕地の面積は 10 万 km^2 、人口は 4,600 万人で 30 年間に 2 倍以上に増加している。また、流域内にはハルビン、長春、吉林、チチハルなどの 135 都市を有する。

(2) 自然立地状況

松花江上流域の気候は、夏は太平洋からの季節風が吹き暑くて雨が多く、冬はシベリアからの高気圧に覆われ寒く乾燥する内陸的気候である。豊満ダム地点の 1974 年～1985 年の 12 年間の月別日平均気温は表-3.1 に示すとおりである。

また、日平均最低気温は 1 月における -19.7°C で、日平均最高気温は 7 月における 24.3°C と、年間を通しての日平均温度変化は極めて大きい。また、毎年 11 月から翌年 3 月までの 5 ヶ月間の日平均気温は零度以下となる。流域の降雨量は年平均 755 mm で、最大 $1,011 \text{ mm}$ 、最少 524 mm である。6 月から 9 月までの降雨量は、年間降雨量の 60～90% を占め、夏に雨が多い。ダム地点の流入量は、年平均 $455 \text{ m}^3/\text{s}$ で、最大は $736 \text{ m}^3/\text{s}$ 、最小は $217 \text{ m}^3/\text{s}$ である。洪水期は 6 月から 9 月で、年流入量の約 60% を占め、洪水の発生する可能性は 2～6 回/年である。

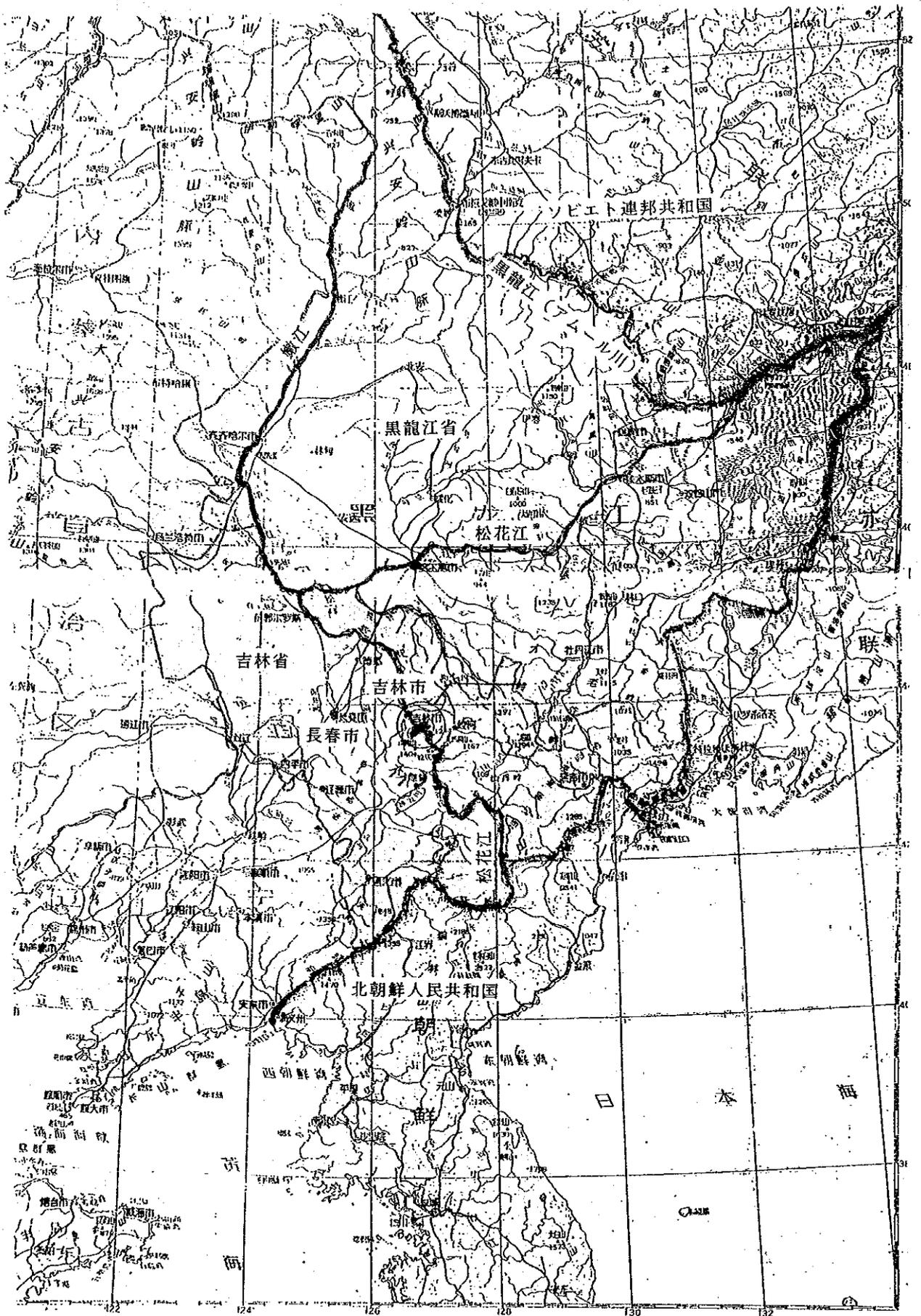


图-3.1 对象地域

表-3.1 豊満ダム地点 月別日平均気温

年 \ 月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1974	-15.1	-12.3	- 2.9	6.8	14.9	17.4	23.9	21.4	16.6	5.4	- 2.4	-12.5
1975	-13.2	-12.9	- 1.2	11.1	15.4	20.6	22.4	22.1	17.2	7.8	- 1.1	-11.2
1976	-14.3	-10.0	- 1.9	6.6	14.1	18.7	23.2	20.3	15.0	6.2	- 6.4	-13.2
1977	-19.7	-13.5	- 0.9	7.5	16.6	19.7	24.3	20.6	15.5	9.5	- 1.9	-10.7
1978	-15.7	-15.6	- 2.1	7.8	14.3	21.3	23.8	21.2	16.5	5.6	- 0.9	-11.6
1979	-13.2	-11.6	- 1.9	4.6	16.1	20.7	22.7	20.6	14.8	8.9	- 4.0	- 7.0
1980	-16.6	-12.3	- 2.3	4.5	14.9	20.6	21.8	21.7	14.4	5.6	- 0.7	-14.4
1981	-17.6	-11.7	- 1.0	9.4	13.8	19.3	23.8	20.2	15.1	7.3	- 3.7	- 8.0
1982	-14.6	- 9.7	- 1.4	10.0	14.7	20.7	23.4	23.5	15.1	8.7	- 0.6	- 9.7
1983	-12.3	-13.1	- 0.8	10.4	15.3	18.0	21.4	22.0	17.3	6.3	- 2.0	-11.2
1984	-16.5	-13.0	- 5.1	7.0	15.7	20.2	22.6	22.5	14.5	6.1	- 0.6	-10.6
1985	-17.9	-11.3	- 3.0	8.0	15.8	19.8	22.1	22.4	15.1	9.1	- 3.6	-14.1

(3) 社会立地状況

松花江は吉林省、黒龍江省を流下し、ソ連との国境付近で黒龍江に流入する。豊満ダム地点から下流の松花江流域には吉林省吉林市があり、嫩江と合流するまでの流域には吉林省の5県が点在している。合流点までの流域沿いの5県の行政面積は27,100km²、人口は約400万人である。吉林市は人口128万人（1988年）で、市内は4つの区（昌邑区、竜潭区、船営区、郊区）から構成され、行政面積は1,213km²である。吉林市は中国の人口100万人以上の都市で29番目にあっており、人口はやや増加の傾向にある。

吉林市は「化学工業の城」といわれており、全国10大企業の1つである化学工業会社がある。化学工業の主生産物は、水酸化ナトリウム4万t/年、電石（溶接用のガス）6.5t/年、化学肥料20万t/年、染料原料8千t/年である。また、熱供給発電所として火力発電所があり、発電量は水力発電合わせ96億Kwh/年となっている。他の工業として、鉄合金25万t/年、炭素13万t/年、自動車部品8,000台/年を生産している。

さらに吉林省は全国でも有数の農業省であり、特にトウモロコシの生産量は全国でも高く、吉林市は農業生産物の基地でもある。農産物として、米670万t/年、トウモロコシ85万t/年、大豆13.5万t/年が主要産物である。

豊満ダムは松花江流域の最下流端に位置するダムであり、全国の洪水防止重要都市である吉林省の吉林市、黒龍江省のハルピン市（人口236万人）を洪水から防御し、東北地方の電力の供給を行っている。

(4) 行政機構

(イ) 能源部

水利電力部が1988年に分割し、水利部と電力関係を統轄する能源部となった。能源部は、水力発電、火力発電、原子力発電といった電力など、エネルギー関係の国の行政機関である。

(ロ) 東北電業管理局（東北電力総公司）

能源部の動力関係行政機構で、東北地方の電力を管理している独立採算の法人である。管理局は瀋陽市にある。その経営管理範囲は黒龍江省電力局、吉林省電力局、遼寧省電力局、内モンゴル自治区東部電力局として130企業から構成される。

管理局の業務は、①水力発電所、火力発電所の管理、②各地区の電力局の管理、③電力業に係る鋳造、鉄鋼などの工場の管理、④その他少数の学校、設計院の管理がある。

東北電力ネットワークの発電機総容量は2,000万Kwで、900～950Kwh/年の能力を有している。

(ハ) 豊満発電所

東北電業管理局に所属する豊満ダムの発電、洪水などを管理する機関である。事務所は豊満ダム右岸直下流にあり、ダム下流の流域は豊満街と呼ばれている。豊満街には豊満発電所を運営するための工場、豊満発電所に所属する職員の住居が存在する。

豊満発電所の業務は主に発電所の管理で、東北電業管理局の指示によって年間の発生電力量がコントロールされる。また、洪水期においては、水利部に属する豊満洪水防御指揮部によって指示され洪水処理を実施する。

以上の行政機構は図-3.2に示すとおりである。

3-2 ダム及び関連施設の状況

(1) 豊満ダムの調査は、1933年、旧満洲国産業部国道局により、松花江の総合的調査から開始された。豊満ダム建設の主目的は、莫大な貯水量を利用した全満洲の生産工業に対する動力資源として700MWの発電供給であった。さらに松花江の洪水防御による170,000haの開田灌漑、飲料水、工事用水等の水資源確保、河川流量の安全による舟運がダム建設の目的であった。ダム建設工事は1937年に始まり、終戦までの第1期と終戦後のコンクリート打設と修復工事の第2期に分類され、1953年に完成した。ダム建設の経過と修復工事の概要は、それぞれ表-3.2、表-3.3に示すとおりである。

(2) ダム施設の概要

豊満ダムの貯水池諸元、及び施設諸元は表-3.4、表-3.5に示すとおりである。また、豊満ダムの三面図は図-3.3、3.4、3.5に示すとおりである。

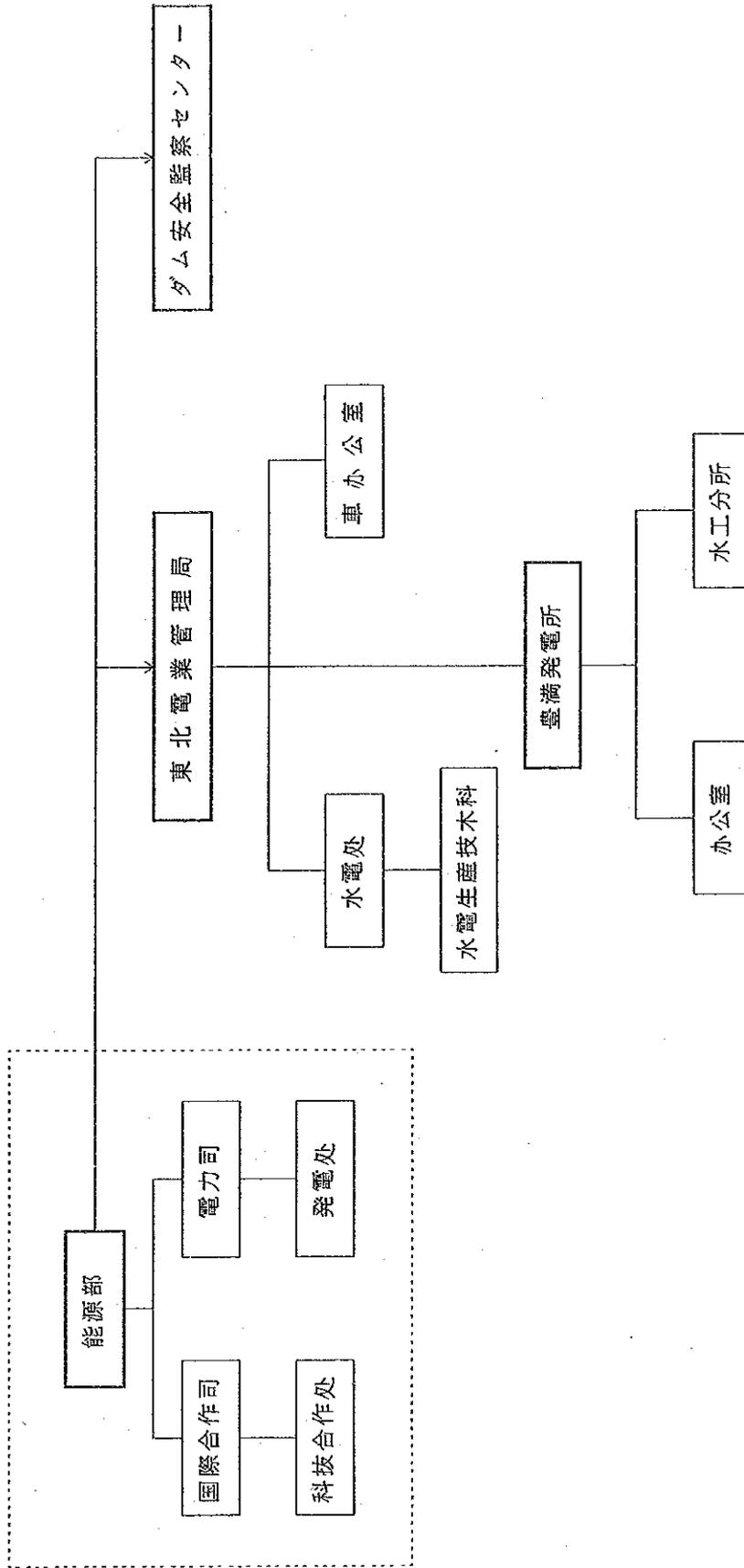


图-3.2 能源部行政機構

表一 3.2 ダム建設の経緯

年 代		項 目
建 設 第 一 期	1933年	旧満洲国産業部国道局により、松花江の総合的な調査を実施
	1935年 7月	国道局により、国道局治水利水調査実施計画を策定
	1936年	旧満洲国水力電気建設局を設立。吉林省から南東24km地点の大豊満地点に豊満水力発電所の建設を決定。吉林工事事務所の設置
	1936年～1937年	ダムサイトの地質調査を実施
	1937年11月	ダム起工式
	1938年10月	ダム定礎式
	1942年11月	湛水開始
	1943年 3月	1号機発電開始
	1945年 8月	終戦。中華民国資源委員会に引き継がれた
	1938年10月～ 1945年 8月	170.4×10 ⁴ m ³ の堤体コンクリートを打設 ダム総打設量の87.8%を完了
建 設 第 二 期	1946年～1947年	2.6×10 ⁴ m ³ の堤体コンクリート打設。ダム総打設量の89.2% を完了
	1947年	米国、カート技師の提案により、ダムの洪水防止の安全のため、越流部堤頂の1～1.5 mのコンクリートを爆破により取壊し
	1948年～1953年	堤体コンクリート25.2×10 ⁴ m ³ の打設と漏水防止、修復工事
	1953年	ダム完成

表一 3.3 ダム漏水防止と修復工事（1948年～1953年）の内容

工事期間	工事内容
1948年～1953年 にかけて	<p>(1) 3～55ブロックに対するセメントミルク注入 堤体の漏水を減少するため、ダム軸線下流側1.85mの位置で1列の防水グラウトを実施、El.220m以上に対し、2m間隔に598本、延25,931mの注入孔を掘り、1,111tのセメントを注入した。</p> <p>(2) 3～54ブロックに対する排水孔設置 ダム軸線下流側3.9mの位置に4.5m間隔で監査廊まで219本、延1,747mの排水孔を設け、堤体内の漏水を堤体外に排出させ浸食及び揚圧力の減少を図った。</p> <p>(3) 局部の漏水止めセメントミルク注入 監査廊及び作業坑内の局部漏水に対し、733個のホールを掘り、その内649本のパイプを埋設し、セメント667tの注入を行った。</p> <p>(4) ダム基礎の遮水グラウト 監査廊内でダム軸線下流側の3.5mの位置に2m間隔、深さ10～35mで575本、延12,805m、セメント量560tの遮水グラウトを行い、揚圧力の減少を図った。</p> <p>(5) ダム基礎に排水孔設置 監査廊のダム軸線4.3mの位置で、4.5m間隔、下流側に30°傾斜、310本、延3,326mの排水孔を設け、揚圧力の減少を図った。</p> <p>(6) ロックボルトの設置 ダムの一体性を強化するため、ダム下流面から直角に2～5列、Aブロックに3m貫入する長さで、間隔4.5mで梅花の形で配置した。その孔内に径100mm、長さ6mの鉄鋼を挿入し、セメントミルクで隙間を充填した。鉄鋼を挿入した本数は609本で228t、セメントは1,168tを使用した。</p>

表-3.4 豊満ダム貯水池諸元、及び貯水位

貯水池		貯水位	
流域面積	42,500 km ²	正常満水位	263.5 m
貯水池長	180 km	低水位	242.0 m
最大貯水池巾	10 km	治水制限水位	261.0 m
洪水面積	550 km ²		(6月~9月の4ヶ月間)
最大水深	75 m	洪水キリシ水位	266.5 m
貯水容量	107.8 億m ³	ダム天端標高	266.5 m
死水	27.6 億m ³	高欄標高	267.7 m
発電	53.5 億m ³	既往最高水位	266.18m (1957年)
治水	26.7 億m ³	既往最低水位	229.88m (1970年)

表-3.5 豊満ダム施設概要

項 目	内 容
1. ダム堤体	
① 形 式	重力式コンクリートダム
② ダム高	90.5 m
③ 堤頂長	1,080 m
越流部	198 m (9~19ブロック)
取水口部	198 m (21~31ブロック)
非越流部	684 m (1~8, 20, 32~60ブロック)
④ ブロック長	18 m
⑤ ブロック数	60ブロック
⑥ 縦ジョイント	A, B, C, Dの4ブロック
⑦ コンクリート量	194 万 ^m ³
⑧ 堤頂幅	非越流ブロック9 m、越流ブロック11m
⑨ 堤体勾配	取水ブロック13.5m
2. 発電所	
① 導水管	φ5.6 m (10本のうち現在使用されているのは8本)
② 取水口ゲート	6.7 m×6.7 m — 8門 (重量60 t)
③ 発電力	554×10 ³ Kw (8台)
④ 年間平均発生電力量	16億Kwh
⑤ 増設計画 (現在工事中)	85×10 ³ Kw
3. 洪水調節施設	
① 洪水吐口	12.0m×6.0 m — 11門
② ゲート	ローラゲート 50 t
③ 巻き上げ機	125 t吊り門型クレーン 2台
④ 越流標高	252.5 m
⑤ 最大放流能力	9,240 m ³ /s
⑥ 左岸放流トンネル	トンネル直径 9.2 m 呑口標高 EL.220m~EL.230m 最大放流量 1,180 m ³ /s

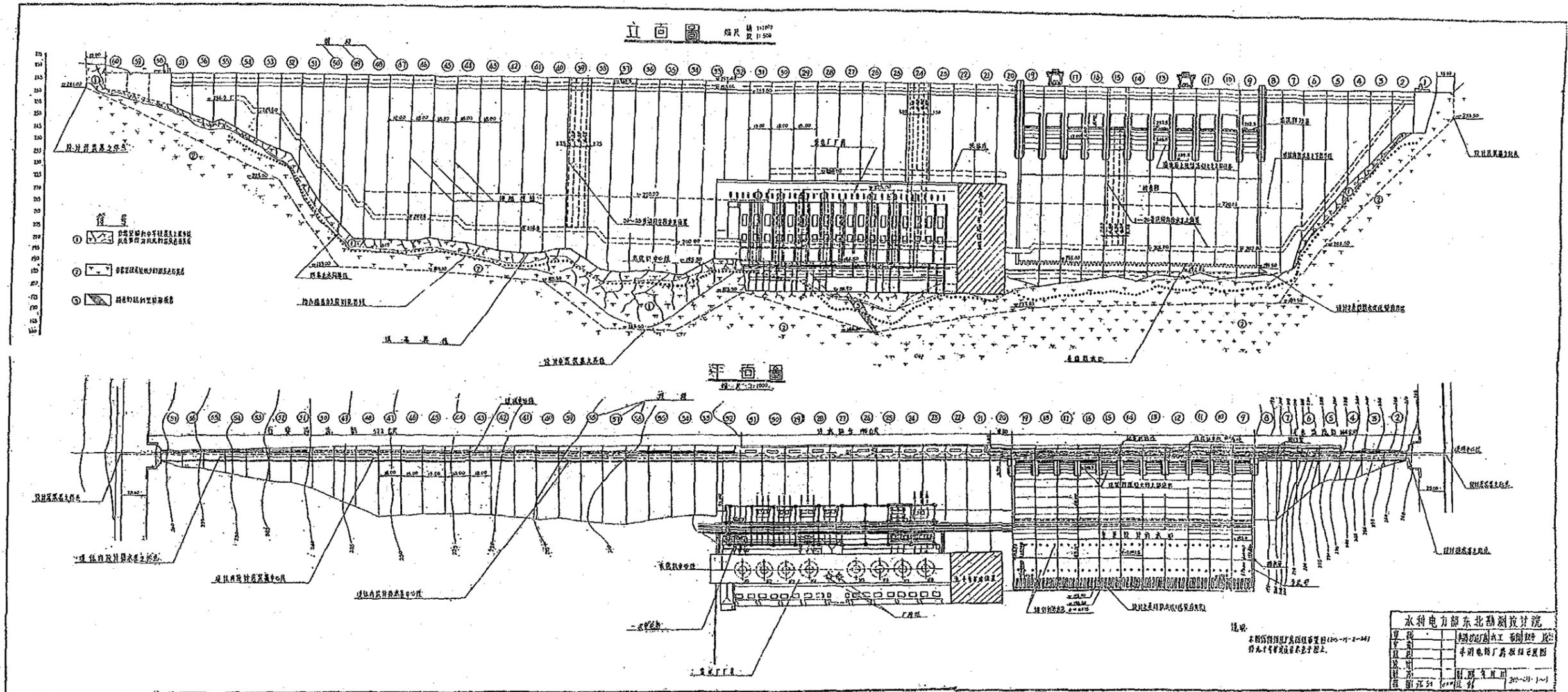


图-3.3 丰满ダム平面図、下流面図

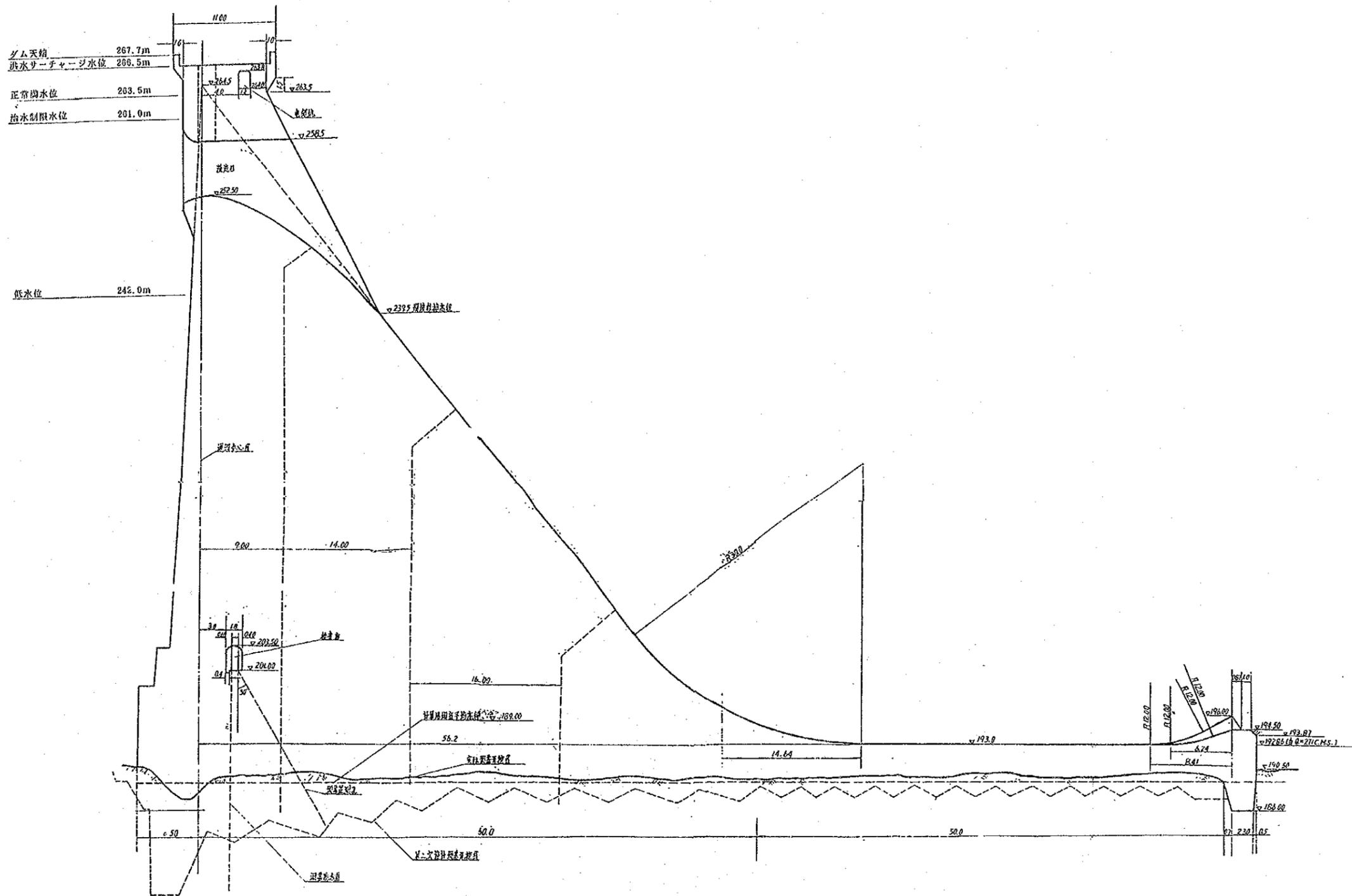


图-3.4 ダム越流部標準断面図

B-16 横断面图				图号
				比例 1:20
设计	高程表	15.6.28	校对	
校核	高程表	15.6.21	批准	
大坝抗震加固工程				丰满发电厂扩建工程

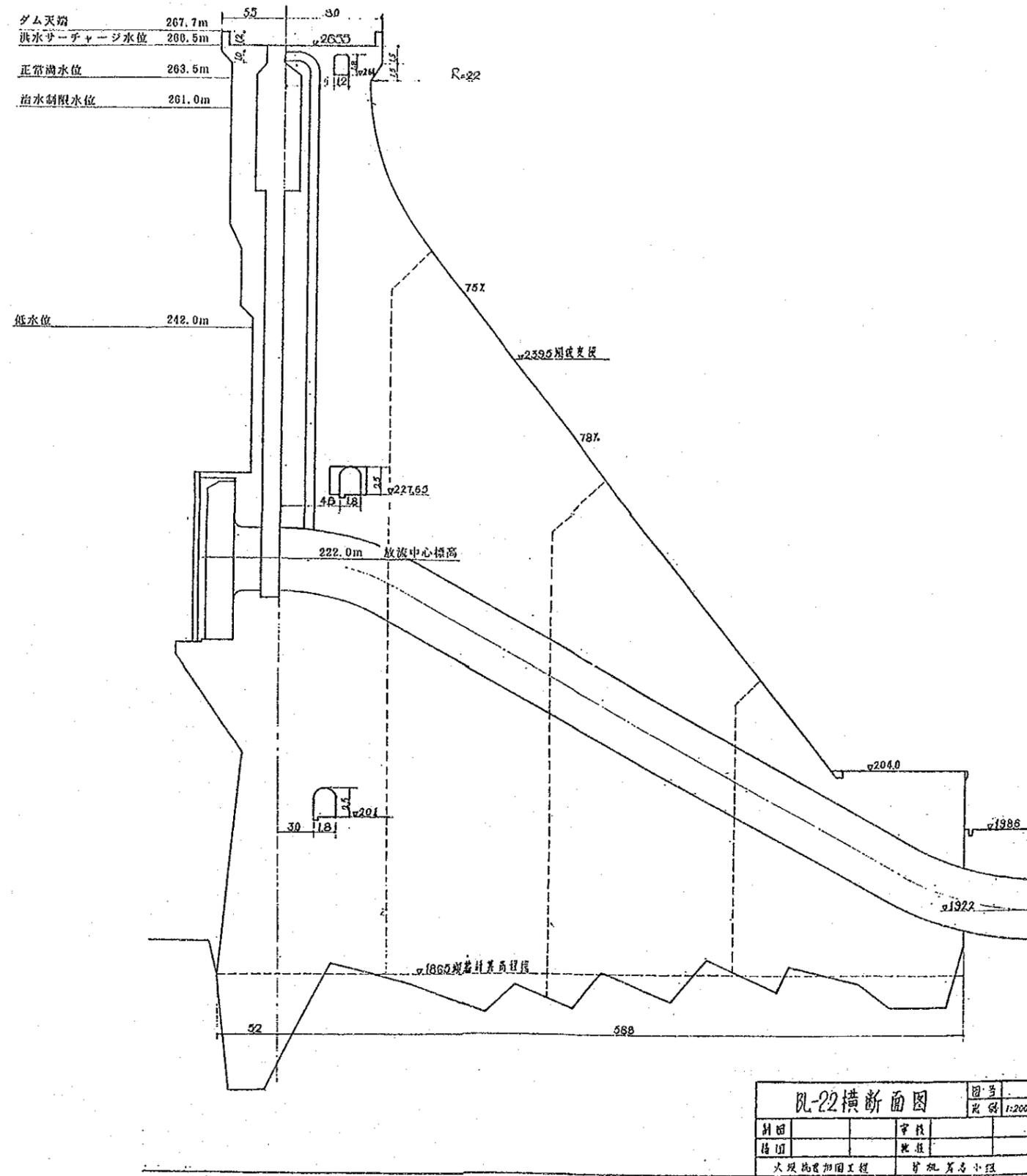


図-3.5 発電用放流管部標準断面図

3-3 ダム観測・試験状況

(1) ダム観測設備

ダムの建設時にはダム観測機材も少なかったため、簡単な観測しか行われていなかったが、1954年から組織的な観測が実施されている。実施された内容は次のとおりで、観測開始年から1985年までの観測資料の結果は、報告書「丰满大坝観測資料汇编」としてとりまとめている。観測項目及び観測地点、数量、観測年は表-3.6に示すとおりである。また、近年のデータについては丰满発電所においてとりまとめの最中であり、本格調査時には提出可能とのことである。

1) ダムの変形

堤頂の水平変位、頂部ギャラリー水平変位、ダム下流面の水平変位、頂部ギャラリーの垂直変位、堤頂の垂直変位、堤頂と基礎の傾斜、堤体のたわみ、及び横継目の開度等である。

2) 漏水

堤内排水口の漏水、ダム本体の総漏水量、堤体の揚圧力、水位、堤体基礎の揚圧力、及び揚圧力係数、また、堤体のコンクリート温度等の観測がある。

最近はこれらの観測設備について、特に堤頂通廊内にレーザー光線による堤体変位の堤体自動変位観測システムを東北観測設計院によって設置されている。

(2) 試験調査

ダム建設後、ダムの運用と管理について様々な問題が生じた。このためダムの状況を究明するため、次のような試験が実施されている。

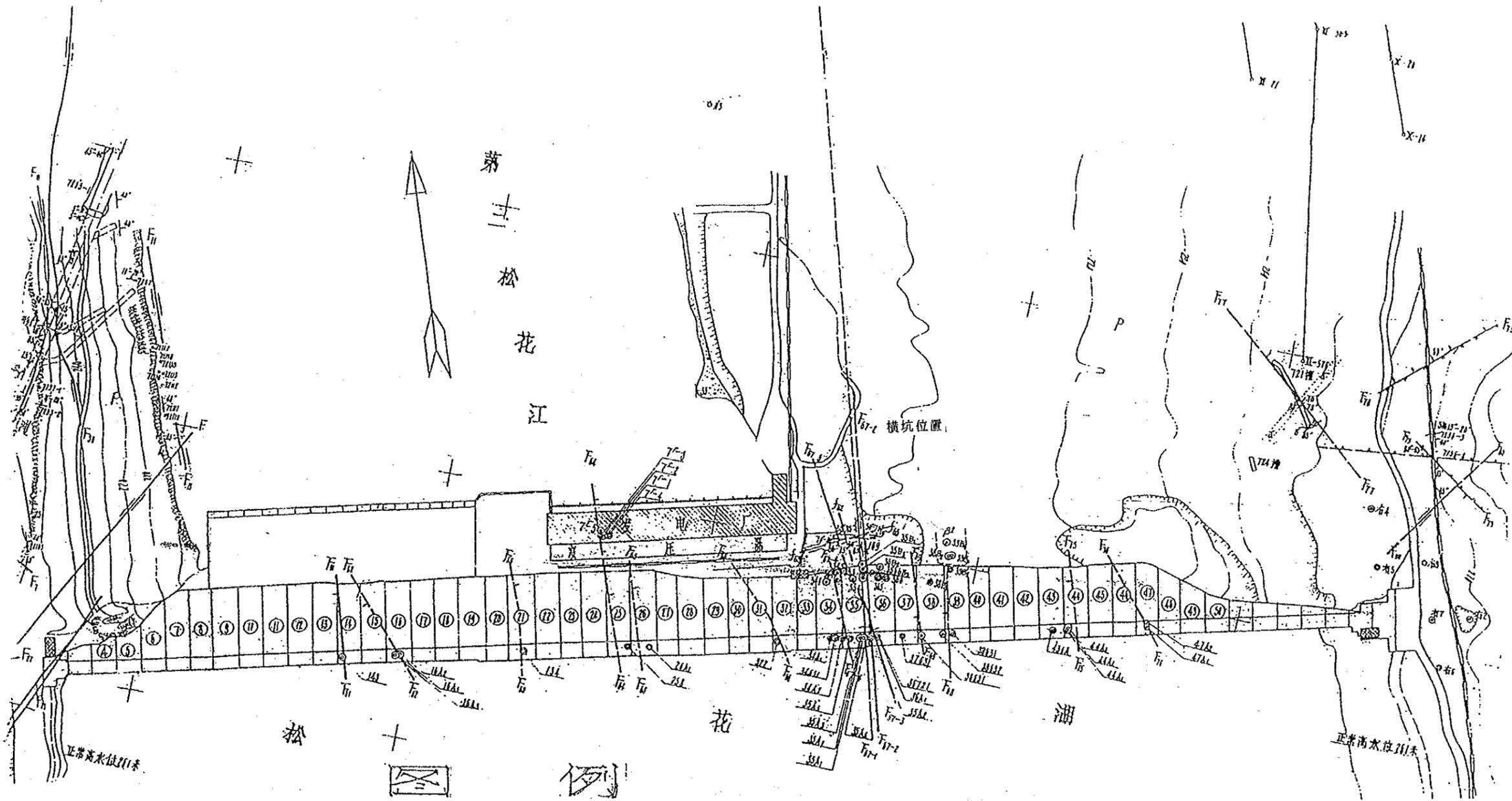
1) ダム基礎の地質に関する調査

ダムサイトの基礎岩盤は二疊紀成礫岩で、堅質、強度にも特に問題はないが、33～38ブロック部分の基礎に多層の断層が存在する。(図-3.6参照)

断層の走行は北西335度～340度であり、南西に75～85度傾斜する。このため、ダム基礎の地質条件から33～38ブロックは安全性も比較的低いと想定され、また、安定解析の根拠となる試験資料がないことから、35ブロックダム堤趾部の下流20～22mの地点に縦坑を掘り、現場せん断試験と変形試験が1972年に実施された。試験数量と試験結果は表-3.7に示すとおりである。

2) ダムコンクリートの性能に対する調査と試験

ダムコンクリートの性能に対する調査として、ボーリングコアの採取、室内試験(引張、せん断、三軸、静、動弾性係数)、ダムコンクリート現場せん断試験、アルカリ骨材反応試験、最近ではダム堤頂からアンカー試験が実施されている。これらの試験結果は、東北観測設計院でとりまとめ中であり、本格調査時に提出される。



- | | | | |
|---------------------------------|---|---|----------------------------|
| B^2 第四系灰黑色、灰绿色泥岩、砂岩、粉砂岩、砂页岩较多 | $\nabla 40^\circ$ 岩层产状 | $\frac{F_{11}}{F_{10}}$ 实测性质不明断层产状及编号 | $\frac{152}{151}$ 重力探井及其编号 |
| P 泥质页岩、灰绿色变质砂岩 | $\frac{60^\circ}{92^\circ}$ 褶皱片状挤压带产状 | F_{10} 褶皱断层段及编号 | $\frac{152}{151}$ 爆破式物探井编号 |
| S 灰绿色微晶闪长岩脉 | $\frac{F_{10}}{F_{11}}$ 褶皱平推断层产状及编号 | $\frac{5^\circ}{10^\circ}$ 与坝轴线 $\leq 30^\circ$ 倾向 $\leq 25^\circ$ 长度 ≥ 3 米以
上之缓倾前缘及背理岩层带下冲产状 | $\nabla 724$ 探槽及其编号 |
| Y_4 海西期肉红色粗粒花岗岩 | $\frac{F_{10}}{F_{11}}$ 实测逆断层产状及编号 | $\odot 35A_1$ 岩心钻孔及其编号 | $\bullet 7292$ 缓倾前缘理统计及其编号 |
| $\frac{F_{10}}{F_{11}}$ 实测岩层界线 | $\frac{15^\circ}{20^\circ}$ 实测掩埋断层产状及编号 | $\frac{2-31}{x-2}$ 电探剖面线、电探及其编号 | |

图-3.6 丰满ダムサイト地質図

3-4 応急対策事業の現況

中国側から提出された資料を要約すると以下のとおりである。

(1) 堤体コンクリートの品質

ダムのコンクリートの品質は不均一で、多量の低強度のコンクリートが存在している。1942年以前に打設した標高220m以下のコンクリート品質は良好であったが、1943年後に打設した標高220m以上の部分のコンクリート品質は、背面のテストブロックから試験した圧縮強度は $50\text{kg}/\text{cm}^2$ 以下が41.2%もあり、また、施工時の品質試験結果では表-3.8に示す記録が残っている。

堤体内には豆板やクラックが存在し、1974年に天端から下段監査廊まで設置されている18ヶ所の堤体用排水孔内で実施したボアホールカメラによると、豆板66ヶ所、クラック137ヶ所が見られ、また、丸木等の雑物も見られた。

1986年の調査によると、上下流面には豆板面積 200m^2 あったが、これには修復した面積が含まれていない。この時、調査用ボーリング5孔を実施し、コアの引張試験、せん断試験、三軸強度、静・動弾性係数の試験をした。また、アルカリ骨材反応試験によると、骨材から5種類の活性骨材が見つかった。化学分析によると、このダムの骨材はアルカリ性であることがわかったが、室内での試験によると、まだ危害的な膨脹は生ずる可能性がないほど、その反応はまだ小さい。

(2) 漏水

イ) 堤体からの漏水

ダム完成直後にはクラック、豆板及び継目からの漏水量が $16,380\text{l}/\text{min}$ に達した。

また、堤体背面に浸み出ている面積は約 $24,947\text{m}^2$ であった。その時、監査廊では水の噴射する所が多かった。ダムの漏水が多いので、コンクリート中の遊離石灰が監査廊に現れている面積は上段 383m^2 、中段 251m^2 、下段 $1,258\text{m}^2$ である。

堤体の漏水を減少させるために、1948年～53年にかけて、ダム天端から標高220m以上に対し、ダム軸下流1.85mの位置に2m間隔でグラウトを施工し、その工事量は598孔、総延長25,931m、セメント注入量1,111tである。その後も堤体グラウトを施工しており、その実績は表-3.9に示すとおりである。

これまでに施工した堤体グラウトは総延長15,156m、セメント総注入量545tである。

堤体内の排水孔は堤体中の漏水を排除し、堤体の揚圧力を下げ、浸食を減少させるため、1948年～1953年にかけてブロック3～54に排水孔を設置した。排水孔の位置はダム軸下流3.9mに4.5m間隔の1列である。また、排水孔の深さは天端から下段監査廊まで施工した工事量は219孔で、延長11,747mである。

堤体内の局所的な漏水に対しては下段監査廊、中段監査廊及び下流側にグラウトを施工した。その数量は733孔で、セメント注入量が667tである。

堤体の漏水量は何回も補修したので減少している。しかし、貯水位が上昇すると、漏水

表-3.8 建設当時の打設状況表

打設年代	重量混合比 セメント:砂:骨材	セメントの使用量 kg/m ³	水とセメントの比 %	打 設 量 (万 m ³)		コンクリートの平均耐圧強度 kg/cm ²	
				年当り量	合計の量	R _s	R _{s1}
1938				3.0°	3.0°		
1939	1 : 2.1 : 5.3	273.5	66.0	11.1	14.1	191.0	251.3
1940	1 : 2.3 : 4.9	282.9	74.3	20.4	34.5	125.7	180.4
1941	1 : 2.3 : 5.9	268.5	76.2	29.0	63.5	87.1	133.2
1942	1 : 2.0 : 5.6	265.9	75.6	50.9	114.4	69.5	109.6
1943		219.0		32.3	146.7		84.2
1944		214.4		18.2	164.9		69.5
1945				5.5	170.4		

表-3.9 堤体のボーリングによる注入実績

注入年代	フロック番号	フロック数 個	ボ-リング数 個	注入数 m	セメント量 kg	単位消費量 kg/m	セメント材料
1955	20-42	16	131	5,427.91	161,060.73	29.67	普通セメント
1956	3-55	34	80	2,086.69	71,994.29	34.50	"
1957 ~1958	20-33	8	67	2,173.75	64,761.70	29.79	"
1960 ~1962	13-45	12	48	855.93	32,410.16	37.87	"
1965 ~1966	10-49	9	22	1,044.38	62,650.19	59.99	"
1967 ~1968	13-49	8	13	618.01	28,497.73	46.11	普通セメント 膨脹セメント
1972 ~1973	23-42	7	20	700.06	50,817.30	72.59	普通セメント
1974	33-37	4	11	477.94	38,996.80	81.50	"
1989	14-19	6	38	1,771	34,295	19.36	
合計	3-55	104	400	15,156	545,484	35.99	

量は急に増加する。例えば、1985年9月に水位が262mの時漏水量651ℓ/minで、洪水期の高水位時には中・下段監査廊内の壁面の各所から水が吹き出た。1987年洪水終了後ブロック12の1号排水孔の漏水量はもともと水が滴る程度であったのが、突然601ℓ/min以上に増えた。

ロ) 基礎岩盤からの漏水

基礎岩盤のグラウトによる改良効果は低く、揚圧力の測定によると揚圧力係数が0.38～0.92であり設計値を越えていた。

ダム基礎の揚圧力を下げ、滑動抵抗と安定性を高めるため、1948年～53年にかけて下段監査廊からダム軸下流3.5mの位置で基礎岩盤へグラウトを施工した。グラウトは2m間隔で、深さ10m～35m、その数量は575孔、延長12,805m及びセメント注入量560tである。その後も基礎グラウトは施工されており、その実績は表-3.10に示すとおりである。これまでに施工した基礎グラウトは総延長9,603m、セメント注入量186tである。

ダムの基礎排水孔はダム基礎の揚圧力を下げるため、ブロック3～54までの下段監査廊のダム軸下流4.3mの位置に下流傾斜角度30度で1列設けた。排水孔は4.5m間隔で基礎岩盤中へ5mまで設置し、その数量は310孔、延長3,326mである。

これらの工事終了後、ダムの基礎の縦方向の揚圧力係数は大多数のブロックで0.2より小さくなっている。

③ 凍結融解作用による劣化

豊満地区の気温は1974年～85年の7月平均気温23.0℃、1月平均気温-15.6℃と年間月平均気温の温度差が38.6℃で酷寒地区である。また、貯水位の年間変位は約9mで、経年的には約19mの変位となる。

1963年の表面破損状況調査によると、上流面の標高238m以上の破損面積は約8,800m²で調査面積の1/3であり、特にそのほとんどが標高245mから標高260m間に分布していた。下流面における破損面積はブロック20～55区間で、6,600m²であった。また、その後1986年に実施した調査によると、上流側の破損面積が1,308m²、下流側（越流部分を除く）の破損面積が6,068m²であった。1985年から1986年にかけて調査した撮影によると、非越流ブロック38～48の下流面の破損面積は調査面積の39.0%に及んだ。破損面の特徴はコンクリートが軟化し、脆くなって崩れることを繰り返し深く進行することである。

堤内仮排水路に位置した越流面箇所は、越流面から2m深さのところに漏水と凍結融解作用のため亀裂が生じ孕み出したため、1986年に放流した時コンクリートが1,000m³流失してしまった。この時の修復工事のため、周辺の堤体コンクリートを調べたところ、滑落面に犬が入れるような空洞「狗窟」とセメントミルクがほとんど見られない豆板状のコンクリート「蜂窟」が発見され、施工時の問題も指摘されるようになった。

補修は凍結融解作用により劣化した箇所から応急処置を繰り返し施工している。その方法は上下流面の劣化コンクリートを除去し、補修のコンクリートを打設する。施工実績（表-

表-3.10 ダム基礎ボーリング注入実績

注入年代	ブロック番号	ブロック数 個	ボーリング数 個	ボーリング長さ m	注入長さ m	セメント量 kg	ユニット注入量 kg/m	材 料
1954	43	1	13	428.56	428.56	11,830	27.60	
1957	42-44	3	30	1,205.90	1,148.40	15,221.5	13.25	
1958 ~1959	15-54	14	104	3,800.28	3,751.76	75,459.5	20.11	
1961 ~1962	27-47	2	16	395.91	317.85	10,931.8	34.39	
1965 ~1968	16-47	17	64	2,619.53	2,205.83	29,194.37	13.24	
1969 ~1970	37-38	2	9	212.68	211.31	4,523.14	21.41	
1969 ~1970	35-36	2	12	565.88	472.91	11,292.20	23.88	
1971	38	1	3	105.23	91.42	1,935.2	21.20	
1972	36	1	8	231.35	154.62	3,408.43	20.04	
1973	38-39	2	7	226.03	218.11	2,683.6	12.30	
1977 ~1978	38	1	8	226.88	163.02	3,237.9	19.86	
1980	5	1	8	465.48	439.54	15,936.64	36.26	
合 計	5-54	47	282	10,483.71	9,603.33	185,654.28	19.33	

3.11、3.12)によると、補修コンクリートの種類は真空コンクリート、プレキャストコンクリート、普通コンクリート、圧力注入コンクリート、吹付けコンクリート、コンクリート打設面をエポキシモルタルで覆うなど、多種類のコンクリートが試験的に行われている。この他にも越流面にはAEコンクリート、ファイバーコンクリートを小規模な劣化面積の所へ施工している。

凍結融解対策工が現在、以下のように施工されている。

イ) 上流面の補修

1986年からの施工は堤体の劣化した部分を除去し、元断面より40cm厚く覆うコンクリートを標高245m以上について現在も引き続き実施している。鉄筋はD13cmで約30cmメッシュと差し筋を約50cmピッチに行っている。標高226m~245mの範囲には、厚さ10cmのアスファルトを施工した。ただし、この標高は普段水中となるが、1990年2月に大洪水で貯水位225.18mまで低下したため、寒中ではあったが急ぎ施工したので、品質が完全とはいえない。これは水位計設置のため、天端から直径1m(L=35m)のボーリングをダム軸下流50cmの位置で施工したところ、標高245m以下に達したところから漏水量が多くなったことから判断された。

今回の調査によると、現在補修されているコンクリートは船上からの観察ではクラックが見られなかった。しかし、打断面には施工中のモルタルが漏れているなど施工技術の改善の余地があると思われる。

ロ) 下流面の補修

下流面は現在、全体を原則的に等厚で覆うため施工中である。ただし、堤体コンクリートの良い所は薄くし、悪い所は厚くするようにしている。ブロック20~36のダム直下流には変電所があり、このため修復工事も変電所設置標高204mより約7m高い所から上部について現在工事を開始したところである。

ハ) 越流面の補修

1986年に越流面のコンクリートが流失した部分の応急復旧工事は図-3.7のように施工された。その他の越流面の腹付けコンクリート施工は、現在も引き続き工事中である。

なお、この工事は計画・設計が豊満発電所、承認発注は東北電業管理局(長春市)、施工が第6工程局(遼寧省円東市)、施工管理が豊満発電所により行われている。

補修された腹付けコンクリートには約5m間隔にクラックが発生していたが、未処理のままであった。

表-3.11 ダム堤体上流面補修実績表

補修年代	補修地点	吹砂数 --(个)	補修内容 --(主)	補修面积 (平方)	平均厚 (厚)	補修材料 (立方)	補修体積 (立方)	補修内容 --(主)
1956	5-54	25	244-264	413	0.8-1.0	188	188	利 修 3-15 堤体上流面吹砂
1956	36-54	19	242-260	277	0.8	277	277	堤体上流面吹砂
1957	2-12	10	247-252	229	0.8	58	58	"
1959	3-12	10	247-252	40	0.4	15	15	普通吹
1962-1965	44-56	12	252-264	1726	0.7-0.75	1242	1242	堤体上流面吹砂
1967	2-19	14	249-264	1018	0.75	522	522	堤体上流面吹砂
1968	45-51	4	253-265	722	0.6	463	463	堤体上流面吹砂
1974-1975	22-42	10	248-265	1826	0.8	719	719	堤体上流面吹砂
1976-1977	6-33	42	243-267	5279	0.7-0.8	787	787	堤体上流面吹砂
1979	22-52		245-263	1959		1868	1868	"
1980	33-51	23	245-262	914	0.8	286	286	普通吹
1988	3-55	53	245-266	1845	1.0	1845	1845	堤体上流面吹砂
1989	4-54	51	226-245	1210	0.1	1010	1010	堤体上流面吹砂
合 計	3-54		226-266	5187		2520	2520	

表-3.12 ダム堤体下流面補修実績表

11.5

補修年度	補修地敷	補修工程 (平米)	補修西地 (坪)	平均厚 (cm)	補修体積 (立方m)	補修方法
1956	33-38	205-220	638	1.08	692	普通吃 (170*)
1963-1965	36-54	204-241	1920	1.02	1952	特別細石投付形吃
1966	37-37	236-262	2328	0.37	852	普通吃 (170*)
1976	22-26	249-248	496	0.11	45	普通吃
	25-26	225-242	142.3	0.40	57	普通吃 (170*)
1978	20-22	199-264	1234	0.07	106	普通吃
1966	9-13	193-225	90.9	0.11	226	特別吃 (170*)
1972	9-13	193-223	46.6	0.10	28	特別吃 (170*)
1982	12-14	200-230	305	0.25	31	加高普通吃
1984	8-19	194-230	106	0.28	27	普通吃 (170*)
1987	12-14	194-219.3	1858	0.20	495	普通吃 (170*)
1988	14-15	204-252	1730	0.70	640	特別吃 (170*)
1989	2-21	204-266.5			828	特別吃 (170*)
合計	2-54	193-266.5			2262.6	

批准 市港 築削

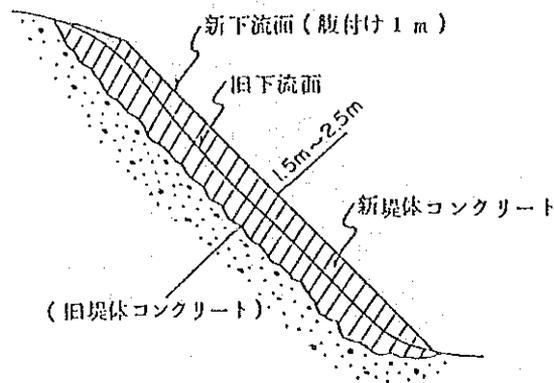


図- 3.7 越流面応急復旧工事

(4) 耐震性の調査

堤体の耐震性については次の項目が検討されている。

イ) 天端監査廊

天端監査廊にはクラックが500本あり、総延長が5,000mにも及ぶ。水平クラックが1cmほどあるものもあり、冬期には天端が3cmほど浮き上がる部分がある。

天端垂直変位は堤頂が年々高くなっている。特にブロック47~49では最も顕著で20余年35mmも上がっている。しかし、ダム基礎は高くなる傾向はない。変位は冬期に高く、夏期に低くなる。調査の結果、堤体上昇の原因は堤体上部に水平ひび割れが多数存在し、ひび割れ中の水分が冬期に凍結して膨脹し、元に戻らない変形が生ずるためであった。近年、あるブロックでは水平変位が上流側に向かう傾向が見られ、特に地質に差があるブロック34~39で顕著にあり、1976年~86年までの11年の資料によるとブロック35は11.2mm、ブロック18は7.6mmとの測定記録がある。その原因は明確でない。

天端監査廊において見られる水平クラックは上下流方向に発達しており、ブロックによっては完全に天端監査廊が分離していると思われる。

天端監査廊以上の部分を含め堤体が地震時に安定するための方法として、ブロック17とブロック18及びブロック18と19間のピアのジョイントから1.5mの位置(図-3.8)に計4本のアンカーを天端からL=40m施工し、200t/本の引張力に耐えられるようにした。また、ブロック51の1本のアンカーは基礎アンカー用に天端からL=50m施工し、600t/本の引張力に耐えられるようにした。この試験は現在施工中であり、試験に関する報告書は1991年春の本格調査までに作成される予定である。

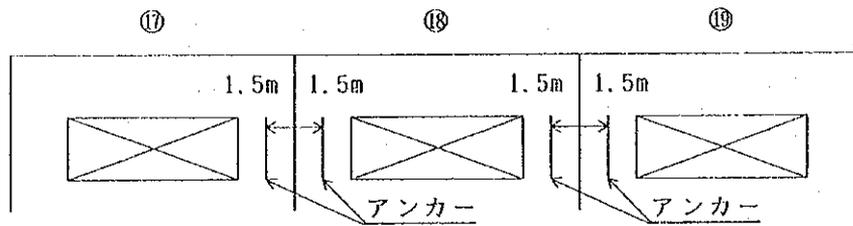


図-3.8 アンカー位置

ロ) 堤体縦ジョイント

ダム施工は上下流方向A、B、C、Dの4ブロックに分割して行われたが、低部だけがキーを設け、ジョイントグラウトされた。しかし、その他の部分はキーもジョイントグラウトも施工されなかった。このことより、ダムの上下流方向の一体性に欠けている。

上下流方向の一体化対策として、1953年に直径100mm、長さ6mの鉄筋を下流面から直角に2~5列、Aブロックに3m入れ、4.5m間隔で梅花の形に配置し、ブロックA、Bを締結した(図-3.9参照)。この工事数量は孔数628孔、延長10,831mである。

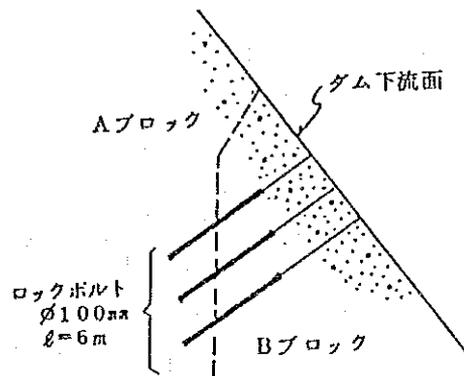


図-3.9 ABブロック鉄筋締結

ハ) ダム基礎の断層

ブロック34~36のダム基礎には断層破碎帯が分布する断層粘土の幅は1mほどで数条存在し、破碎帯の幅はダム軸方向に測ると約40mほどである。施工時には断層粘土を2m掘削して置き換えている。

ブロック34~36区間でブロック35を中心にダム堤趾部下流20mの位置でダム軸方向に延長31mの横坑により坑内でのせん断試験、地質図等の地質調査を実施した。その結果は1973年3月の試験報告書にとりまとめられている。

ダム基礎の滑動抵抗と安定性を高めるため、ブロック3~55について1948年~1953年

に基礎グラウトと基礎排水孔の設置を行った。その後、1954年～85年の間に追加グラウトとして、ブロック15、22、23、26、28、29、34、37、38、47、54に合計47孔、延長851.19m施工した。さらに1957年～83年にかけて、排水孔の深さを40孔に深め、その総深度は335.52mである。

今回の調査ではブロック34～36区間において、目視によると特に異常は見られなかった。

3-5 治水・利水事業の現況

(1) 治水

豊満ダムの上流域はほとんどが山間部であり、この地方としては比較的多雨地帯に属しており、年間の平均降雨は700mm以上である。

一方、下流部にはハルビン、吉林などの大都市を有するが、下流河道部の河床勾配は1/20,000となり、一度洪水となれば下流部では高水位が長時間継続することが特徴である。

このため、松花江流域ではこれまでに豊満ダムをはじめ約1,700の貯水池と11,000kmの堤防が築かれ、この結果、近年では洪水被害もかなり減少する傾向にあるが、下流部の河道計画が1/100年の安全度を確保する目標に対し、現在の安全率は1/20～1/50年程度であり、豊満ダムの役割は極めて重大である。

豊満ダムの洪水調節は標高261mから266.5mまでの26.7億 m^3 の容量を利用して行われる。このダムの放流設備は以下のとおりである。

- ・ クレストゲート 11門 ($840 m^3/sec \times 11 = 9,240 m^3/sec$)
- ・ 左岸放流トンネル 1門 ($1,180 m^3/sec \times 1 = 1,180 m^3/sec$)

この他に発電放流が1,000 m^3/sec あり、合わせて11,420 m^3/sec の放流が可能である。

河川の管理については水利部の所管で、豊満ダムの洪水時の操作は能源部東北電業管理局豊満発電所が直接行っている。このため洪水調節時には、流域内にある20ヶ所の雨量観測所、及び10ヶ所の水位流量観測所のほか、上流部の紅石(Honshi)ダム(重力式コンクリートダム、1988年完成)、白山(Paisan)ダム(重力式アーチダム、1986年完成)の雨量水位(流量)データを用いた洪水予測を発電所で行うと、その結果を長春市にある出先機関である豊満洪水防御指揮部(松遼水利委員会及び関係流域省である吉林省、黒龍江省で組織されている)に連絡し、その放流指示に従ってダム操作を実施している。

洪水時の放流は、①発電放流、②クレストゲート、③右岸放流トンネルの順に行うことになっており、クレストゲートが設置されたのは1953年であり、その後クレストゲートを使用した洪水を11度経験している。また、右岸放流トンネルは1979年に設置されたが、これまで一度も使用されたことがない。

ダム完成後最大の洪水は1953年8月で、最大流入量17,500 m^3/sec 、最大放流量は7,600 m^3/sec である。最近の洪水は、1986年7月から8月にかけての洪水で、この時の最大流入

量は $5,600 \text{ m}^3/\text{sec}$ 、最大放流量は $3,600 \text{ m}^3/\text{sec}$ であったが、この洪水では放流時に洪水吐き下流面で旧堤内バイパス閉塞箇所のコンクリート約 $1,000 \text{ m}^3$ が崩落し、豊満ダムの老朽化がクローズアップされることとなった。

なお、豊満ダムの放流量は一般洪水は $3,000 \text{ m}^3/\text{sec}$ 、1/100 年洪水放流量は $5,500 \text{ m}^3/\text{sec}$ 、1/1,000 年洪水放流量は $7,500 \text{ m}^3/\text{sec}$ である。

(2) 発電

豊満発電所による発電は、貯水容量の 53.5 億 t を利用して発電される。ブロック 20~33 の取水ブロックに発電用取水鉄管が埋設されており、この鉄管の径は 5.6 m で、取水中心標高は 220 m である。また、ブロック 27 には管理用発電として径 1.6 m の鉄管が埋設してある。

発電所はダム直下流の右岸にあり、水車及び発電機を中心線はダム軸線の下流 95 m の地点である。現在は主発電機 8 台及び管理用 1 台の計 9 台が稼働しており、最大出力 $554,000 \text{ Kw}$ となっている。有効落差は 67 m で、最大使用水量 $1,100 \text{ m}^3/\text{s}$ 、常時使用水量 $520 \text{ m}^3/\text{s}$ 、平均出力 $280,000 \text{ Kw}$ となっている。さらに下流地点に発電機 2 台の工事が進められている。最近の年間発生電力量は表-3.13 に示すとおりであり、1989 年は渇水年でもあったが、上流面の補修工事を実施し貯水位を下げたため、年間発生電力量は小さくなっている。また、発電所工事のため、今年の発生電力量は小さくなっており、最終的には 6.2 億 Kwh との予測である。

表-3.13 豊満発電所最近の年間発生電力量

年次	年間発生電力量
1985年	15.94 億 Kwh
1986年	25.92 億 Kwh
1987年	20.96 億 Kwh
1988年	20.07 億 Kwh
1989年	10.8 億 Kwh
1990年(9月)	4.9 億 Kwh

(3) 灌漑、上・工水、舟運等

豊満ダムの計画によると、豊満ダムの機能として、洪水時には下流への放流量を $3,000 \text{ m}^3/\text{s}$ に調節し、沿岸を洪水から防御するとともに、渇水時には平均 $450 \sim 520 \text{ m}^3/\text{s}$ を流下させ、舟運の航路の維持とともに下流の 170,000 ha の土地改良灌漑事業への灌漑補給があげられる。

現在ダム直下流 1 km の地点で、吉林市の上水道のための取水を実施しているとのことである。また、ダム貯水池内においては、豊満ダム所属の遊覧船によって貯水池内の遊覧が可能で、吉林市の観光の名所となっている。ダムの上流面付近には淡水魚の養殖を行っており、

ダム湖も有効に使われている。

このように、豊満ダムは灌漑、上・工水、舟運に寄与し、松花江流域の重要な施設である。

4. 本格調査の内容

4-1 本格調査の内容

4-1-1 目的

豊満ダムは、1937年着工、1953年完成した高さ90mの重力ダムである。完成後40年近く経過しており、また、寒冷地にあるため表面部のコンクリートが凍害等による劣化を生じているほか、建設中の資材不良等により堤体コンクリートの一部が品質不良であるという記録が残っていたり、堤体完成時には大量の漏水の生じたこと、1986年には越流部のコンクリートが一部崩壊する等の事故も生じていることから、ダムの管理者はこのダムの安全性に不安を有している。さらには、設計基準等の変更により、このダムの放流能力や耐震性についての見直しの必要にも迫られている。

したがって、本格調査の目的は、豊満ダムの堤体等の安全性を調査して知ることと、その結果に基づいて、ダムが長期の耐久性を確保するために必要な補修・補強の方法を策定することである。

4-1-2 調査の内容

調査の内容は、フェーズⅠ：豊満ダムの経緯と現況調査

フェーズⅡ：豊満ダムの補修・補強の計画の策定

の2つの部分から成り立つものとする。

フェーズⅠにおいては

- (1) 豊満ダムはどのような目的で作られ、どのような役割を為しているか、
- (2) 豊満ダムはどのように作られ、現在までにどのような挙動をし、対応が為されてきたか、
- (3) 豊満ダムの現在の状態はどのようなものであるか、
- (4) 豊満ダムの補修・補強を行う場合に適用すべき規定や各種条件はどのようなものであるか、

等について調査し、評価を行う。

これらの調査は既往の資料を集めて整理をすることによって行うが、有効な資料の得られないものについては、必要に応じて、試験・観測あるいは現地調査によって得るものとする。なお、新たに得る資料も中国側で行えるものは、できるだけ中国側で実施し、その結果を調査団に提供するものとする。

フェーズⅡにおいては、

- (1) 豊満ダムが長期の耐久性を保つために必要な補修・補強の方法、
- (2) 恒久対策が実施されるまでに必要な応急対策の方法、
- (3) これらの対策の実施方法やそれに要する費用の概算、
- (4) これらの対策のもたらす影響及びその評価、

の調査と計画策定を行う。

これらの計画作業は、フェーズⅠで得られた資料を用いて行うものとし、日・中がよく協議して、双方が納得のいく結論を出すものとする。

4-1-3 基本条件

豊満ダム関係者の最大の関心事は、堤体の安全性と補修・補強の方法についてである。したがって、フェーズⅠにおける調査及び評価は、次のような項目について重点をおいて行うものとする。

- (1) 堤体コンクリートの品質。
- (2) 堤体コンクリート成分の溶出。
- (3) 堤体上流面の水上、水中部分のコンクリート表面の破損等の状況。
- (4) 堤体コンクリートの凍害劣化。
- (5) 堤体の洪水吐き能力及び対策。
- (6) 堤体の耐震安定性。

これらの問題が取り上げられる理由や調査の方法は以下のとおりである。

(1)について

中国側は建設時の記録、過去の損傷事故や調査記録、外観的な劣化状況から、堤体コンクリートの品質が部分的に著しく低いという懸念を抱いている。しかし、ボーリング等の機器が十分でなく、得られたデータの精度が低く、そのことが適切に言えないというもどかしさも有しているようである。したがって、日本の優れた掘削機器や技術を指導し、実際にボーリングを行って試料を得ることが、まず第一に重要なことである。

なお、短期間の調査ではボーリング等にも限りがあるので、弾性波探査等も組み合わせて効率的な調査を行う工夫も必要である。

堤体挙動の異常は堤体変位の測定によっても把握できるので、測定精度の高い測量器による変位の観測結果が役立つ。

(2)について

現在の漏水量は堤体の安全性に問題となるほどの量ではない。しかしながら、中国側は漏水中に含まれる石灰分の量から推定し、堤体中の石灰分が流出し、コンクリートの品質が劣化しているという懸念を抱いている。漏水の含有成分やその量から、その量が微少で、コンクリートの品質にも影響のないことを納得のいくように技術指導する必要がある。

(3)について

豊満ダムは発電用のダムであるために、水頭を大きくする関係から貯水池水位を大きく下げるとは少ないが、過去の記録を見る限り、上流面のコンクリートの表面には打継目、その他のコンクリートの欠陥部分が存在する可能性がある。ダム水位が物理的には放水口よりも下げることができないので、水中からコンクリートの表面を撮影できる水中カメラを用意し、漏水の原因となるような大きな欠陥があるかどうかを調査する必

要がある。

(4)について

コンクリートの表面は明らかに凍害劣化を生じていると考えられる部分もある。補修されている部分もあるが、まだ残っている部分もある。また、上流面に現れているいくつかの大きなひび割れも凍害のためと結論されているが、アルカリ骨材反応ではないかどうかの確認も行い、補修対策や防止対策の検討を行う必要がある。

(5)について

現在の中国のダム設計基準に従えば、1万年確率の洪水に対処しなければならない。このため中国側と協議し、洪水処理方法について検討する必要がある、洪水量が堤体及び下流地域に及ぼす影響等を調査しなければならない。

(6)について

豊満ダムが完成後、耐震設計基準が改訂され、豊満ダムは中国の基準で言う震度8に対して耐えるように設計しなければならない。現在の堤体がこの震度に耐えられるかどうか検討しなければならない。

4-1-4 留意事項

- (1) 調査期間は24ヶ月であるが、冬期には野外作業ができないことを考慮して調査計画を立てる必要がある。

また、ボーリング、弾性波探査等の調査が得られないと補修計画もできないことを考えて、これらの調査は初年度の夏に効率的に行うことを考えなければならない。

- (2) 補修方法は各種の方法が考えられようが、上流面の水位は下げにくいこと、下流面は発電関係施設が接近していることを考慮すると、かなりの制約がある。中国側とよく協議して、最適な方法を見い出すことになる。

- (3) 中国側は通訳は用意するが、効率を上げるために重要なことを決めなければならない場合等には日本側でも用意したほうがよい。

- (4) 中国のダムであるので、設計基準等は中国の基準を尊重しなければならない。中国の基準で、我が国の基準と異なる点は次のような点である。

- i すべり摩擦等の安全率
- ii コンクリートの安全率
- iii コンクリートの圧縮試験供試体寸法
- iv 地震時の外力の計算方法
- v 応力度の表示方法（CGSでもよいと言っている）国際単位
- vi 氷圧の計算方法（豊満は無視してもよい）

- (5) 中国は各省庁の管轄範囲が複雑である。必要な資料の入手は中国側に行ってもらわなければならない。また、入手するには時間がかかることを配慮する必要がある。中国側も資料入手に協力することを表明している。

- (6) 得られた資料は日・中で共同収有することで合意を得ている。得られた資料は、できるだけ早く日本にも送り、日本の技術者のアドバイスも受けやすい体制にしておくのが望ましい。

4-1-5 調査体制

本調査を実施するにあたっては中国能源局を執行機関とし、東北電業管理局を実施機関とすることが表明されているが、作業の実務はこれらの機関のメンバーに、さらに研究機関や関係官庁を入れた調査工作団が組織され、対応できるように準備が進んでいる様子である。

4-2 調査の対象地域及び範囲

豊満ダムは吉林市より南東方向24km地点の松花江に建設された多目的ダムである。本調査の性格から判断される調査の範囲は、豊満ダム地点のみで十分と考えられるが、洪水処理能力、及び事業の経済効果の計測を重視し、豊満ダム地点より上流域は流域面積の42,500km²、下流域については豊満ダムの影響範囲を本格調査の範囲とする。

4-3 調査項目及び内容

フェーズ I : 基礎調査

4-3-1 既存資料の収集・整理

既存資料の収集・整理は次の項目について収集、整理を行うものとする。

(1) 気象・水文

気象・水文資料（雨量、流量、水位等）は中国側から入手したものを整理する。

(2) 地形、地質、地震データ

イ) 地形資料

ダムサイトからダム直下流橋梁までの地形図（1/500）が与えられるとのことである。

ロ) 地質資料

ダムサイトにおける地質調査資料としては、ダム建設前に調査したダム軸のボーリング調査結果（位置図と柱状図）（入手済み）と「吉林堰堤箇所地質報告書」昭和11年10月第二技術処 鈴木駿一郎（豊満発電所所有）及びダム堤趾部下流約20m、標高189mでダム軸方向に断層部ブロック34～36にかけて延長31mの横坑調査（横坑）内においてせん断試験実施を行った試験報告書1973年3月（豊満発電所所有、一部入手済み）がある。さらに、左右岸の地下水位も調査されている。

ダムの安定計算を行うに先立ち、既存資料を解析し、掘削面の岩級区分図を作成する。

ハ) 地震資料

地震は発生しておらず、記録はないとのことであった。

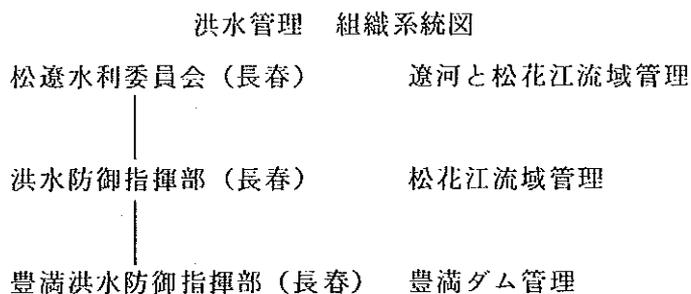
(3) 流域調査

土地利用、利水状況（灌漑、発電）、主要公共施設（鉄道、道路等）、資産、人口等を調査する。

(4) 治水、利水、洪水被害、電力供給、舟運関係

イ) 治水資料

洪水に関する管轄は水利部であり、その組織系統を示す。



豊満ダム管理方針は松遼水利委員会、吉林省及び黒竜江省が毎年協議して決めている。

流量資料は東北電業管理局が水利部から入手して、日本側へ渡すことになっている。

ロ) 豊満発電所計画書

豊満発電所計画書 1945年 電業土建科

本間徳雄、山本将雄、大野裕武、大畑活三、長谷部巖

目	次
第一章	総論
第二章	満洲河川ノ特異性
第三章	計画概要
第四章	用水量ノ決定
第五章	地質調査
第六章	位置ノ決定
第七章	構造
第一節	堰堤ノ構造及様式
第二節	高さノ決定
第三節	貯水池
第八章	堰堤ノ応力計算
第九章	出力計算
第十章	工事用設備計画
第十一章	溢流量ノ計算

第十二章 発電所ノ計算

第十三章 水叩破壊ノ原因

第十四章 工 費

附-1 使用セメントコンクリートノ性質

岩盤上ノ摩擦係数

堰堤ノ濾過値

附-2 図面目録

による計画書の原稿が豊満発電所に所有されている。

(5) 地域、分野別開発計画

(6) 施工時及び応急復旧工事資料

施工時及び応急復旧工事資料は前述の「3-4 応急対策事業の現況」に既に入手したものの概要を記載してある。

(7) 既存観測資料（変位、たわみ、ひびわれ、漏水量等）

イ) 堤体観測資料

堤体観測資料は「豊満大堤観測資料編」1954年～1985年に揚圧力、漏水量、堤体変位など詳細に観測されている。なお、1986年以降は測定項目が減ってはいるが、引き続き観測を行っているとのことである。

ロ) 堤体コンクリート調査資料

堤体コンクリート調査のために1986年天端から $\phi 10\text{cm}$ のボーリング5本を科学研究所が実施し、ダム施工品質分類を行っているとのことである。

ハ) 堆砂資料

堆砂調査は実施しておらず、資料がない。説明では堆砂が少ないとのことである。

(8) ダム及び関連施設

(9) 社会・経済資料

ダム直上流には家屋が密集している。その一部は洪水時に貯水位が上昇すれば浸水する位置にも点在していた。ダム直上流より上流には家屋がないとの説明であったが、中国側の考え方の確認が必要と思われる。

(10) 労働・建設資材価格資料

(11) その他

その他必要な資料は能源局東北電業管理局から、または同管理局を通じて入手できることになっている。資料の具体的内容については調査開始後、逐次協議することとし、中国側は調査期間中可能な限り速やかに必要な資料を提出することになっている。

4-3-2 現地調査

(1) ダム等主要施設の現況

(2) 湛水池、地質状況

- (3) 治水・利水現況（便益）
- (4) 水文・気象関連（施設現況、取得方法、解析方法等）
- (5) 社会、経済、自然環境調査（ダム上下流／河道等）
- (6) 建設材料調査

4-3-3 試験・観測

(1) 堤体コンクリート試験

イ) 堤体コンクリートの品質

堤体コンクリートの品質調査は、弾性波トモグラフィ調査とボーリングコア採取によるコンクリートの強度試験から構成される。

ダム本体のコンクリート品質は、施工年代により異なることが予想されるので、調査計画を決めるにあたり、リフトスケジュールを参考にする。また、ダム本体全体のコンクリート品質は弾性波探査により把握するものとし、調査精度向上のためにボーリングも併用して調査を行うものとする。

堤体内のクラック、豆板の状況はボーリングコア観察、弾性波探査により調査するものとする。

ボーリングコアを供試体にしてコンクリート強度試験（圧縮試験）を行うものとする。供試体は最大骨材寸法 $G_{max} = 150 \text{ mm}$ であることから、コア直径を 170 mm とする。なお、試験は中国側で行うが、コアカッターは日本製のものが必要である。

試験結果に基づき、ダム本体コンクリートの強度分布図、風化範囲図（平面図、断面図）を作成する。

調査は堤体全体を対象にし、その調査数量は次のとおりとする。

- 弾性波探査 20断層 約 3,000m
- ボーリング 12孔 約 500m

ロ) 堤体コンクリート成分の溶出

漏水の水質分析は中国側で既に実施されている。その結果を基に漏水中に含まれる遊離石灰分がダムコンクリートの品質低下に与える影響を文献等により調査する。

ハ) 堤体コンクリートの凍害劣化

堤体コンクリートの凍害劣化の測定は、堤体表面のコンクリート強度測定と目視により凍害劣化している範囲を調べる。凍害劣化の進行程度により、修復する場合にそのまま残すか除去するかの判断基準を定め、修復がダム全体で統一されたものになるようにする。

凍害防止コンクリート覆工厚さは、ダム堤体温度の表面から深さ方向の温度変化とボーリング及び修復工事の実績による凍害劣化深さ等を考慮して決める。

堤体温度の測定は上下流等状況を考慮した位置に深さ 3 m まで実施する。

- 温度測定 5 測点

(2) 堤体表面のひび割れ等調査

イ) 堤体上流面

堤体上流面は止水面として非常に重要な部分である。当ダムの上流面は凍害劣化により損傷がひどく、今日まで3-4に述べた応急対策が為されてきた。漏水の原因は主にクラックと豆板が考えられるので、その分布調査を行う。水上部分の調査は目視、水中部分の調査は水中カメラにより行う。

クラック発生原因を凍害、アルカリ骨材反応、温度応力、施工の影響等を基に解析するものとする。アルカリ骨材反応試験はボーリングコアを供試体として行う。この試験は日・中で協議し、実施は中国側が行うものとする。

ロ) ダム天端付近

上段監査廊内にはクラックが多数見られ、中国側において既に分布図が作成されている。クラックの規模によっては上下流方向の堤体表面まで達しているものもあると思われる。特に水平クラックは規模が大きく、冬期にダム天端が上昇する部分もあることから、一体となっていない様子である。クラックの分布と同時にその規模を表面観察とボーリングにより把握し、その結果をとりまとめる。

(3) 漏水観測及び堤体挙動

イ) 漏水観測

漏水観測は中国側で実施されており、その資料を整理し、堤体の状態を把握し、その結果をとりまとめる。

ロ) 堤体挙動

堤体挙動観測は中国側で実施されており、その資料を整理し、堤体の状態を把握し、その結果をとりまとめる。

4-3-4 総合診断に基づく計画策定条件の設定

上記既存調査資料の収集・分析、現地調査及び試験・観測結果に基づき総合診断を行い、総合診断の計画策定条件の設定を行う。さらに対策工を含めた評価マトリックスを作成する。

項目は次のとおりとする。

- 1) 堤体コンクリートの品質
- 2) 堤体コンクリート成分の溶出
- 3) 堤体上流面の水上、水中部分のコンクリート表面の破損等の状況
- 4) 堤体コンクリートの凍害劣化
- 5) 堤体の洪水吐き能力及び対策
- 6) 堤体の耐震安定性

4-3-5 修復強化計画

(1) 水理・水文解析

中国側から与えられた資料を基に解析を行うものとする。

(2) 治水・利水計画

イ) 治水計画

中国の設計基準変更によりダム設計洪水流量が、対象確率3,000年から10,000年へ引き上げられることになり、治水計画の検討を行う必要がある。中国側から貯水池流入量と洪水波形及び放流量の条件が与えられることになっており、これらの条件を検討し、洪水吐きの設計条件を決める。

なお、洪水吐き設計条件の検討を行うにあたっては、下流の堤防状況等を十分考慮に入れなければならない。

ロ) 利水計画

発電設備が増設されており、その関連により貯水池運用計画の検討を行う。

(3) 設計基準の見直し

イ) 堤体の安定性検討は、中国の設計基準に従って耐震設計によりその安全性の確認を行うものとする。中国の耐震設計基準が1981年に改訂され、豊満ダムに適用される設計震度が7から8へ変更になっており、新基準を満足するように安定対策工を検討する。

(4) 修復強化計画（工法比較を含む）

イ) 洪水吐きの検討

洪水吐きの設計条件に基づき、洪水吐き形状の検討を行う。

ロ) 堤体コンクリートの凍害劣化防止対策工の検討

凍害防止コンクリートには特に温度応力によるクラックが発生しないように温度応力解析に基づき、セメント、コンクリート配合、配筋及び養生等に配慮してコンクリート覆工方法を検討する。

ハ) 漏水対策工の検討

クラックについてはその発生原因の考察を行い、その結果に基づきクラック・豆板処理対策工法の検討を行う。

ニ) 上下流方向4ブロック分割に対する検討

ダム施工時には上下流4ブロックに分割したブロック工法が採用されていた。施工時の縦ジョイントは低部にだけキーを設け、ジョイントグラウトされているのみなので、上下流方向の一体性が完全でない。堤体の耐震設計は有限要素法による解析を行い、対策の必要性検討とその結果に基づく対策工の検討を行う。

ホ) 堤体コンクリート強度の検討

堤体コンクリート調査により求められた堤体各部のコンクリート強度が、耐震設計により求められた堤体各部の必要強度を満足しているかどうかを確認する。強度が不足している場合には、強度増加検討を行うものとする。

ヘ) ダム基礎岩盤の検討

ダム基礎には複数条の断層が存在し、堤体の安全性に大きく影響するブロック35を中心に地質解析された基礎岩盤強度に基づき堤体の安定性を検討する。岩盤強度が不足している場合は、その対策工の検討を行う。

(5) 応急対策の選定

前述の対策工についての検討結果に基づき恒久対策及びそのうち早急に施工を必要とする応急対策に分類する。

(6) 施設設計

前記で検討された対策工の施設設計を行う。

(7) 施工計画

修復強化工事としては既設の発電所、変電所、及び放流設備、また、貯水位も考慮した、応急対策及び恒久対策について施工計画を立案する。

(8) 費用積算

前記施工計画に基づき、応急対策及び恒久対策について積算する。

(9) 環境調査

松花江流域の社会・経済、工業等に関する調査及び貯水池内、ダム地点及び洪水氾濫地域の自然環境に関する調査を行う。

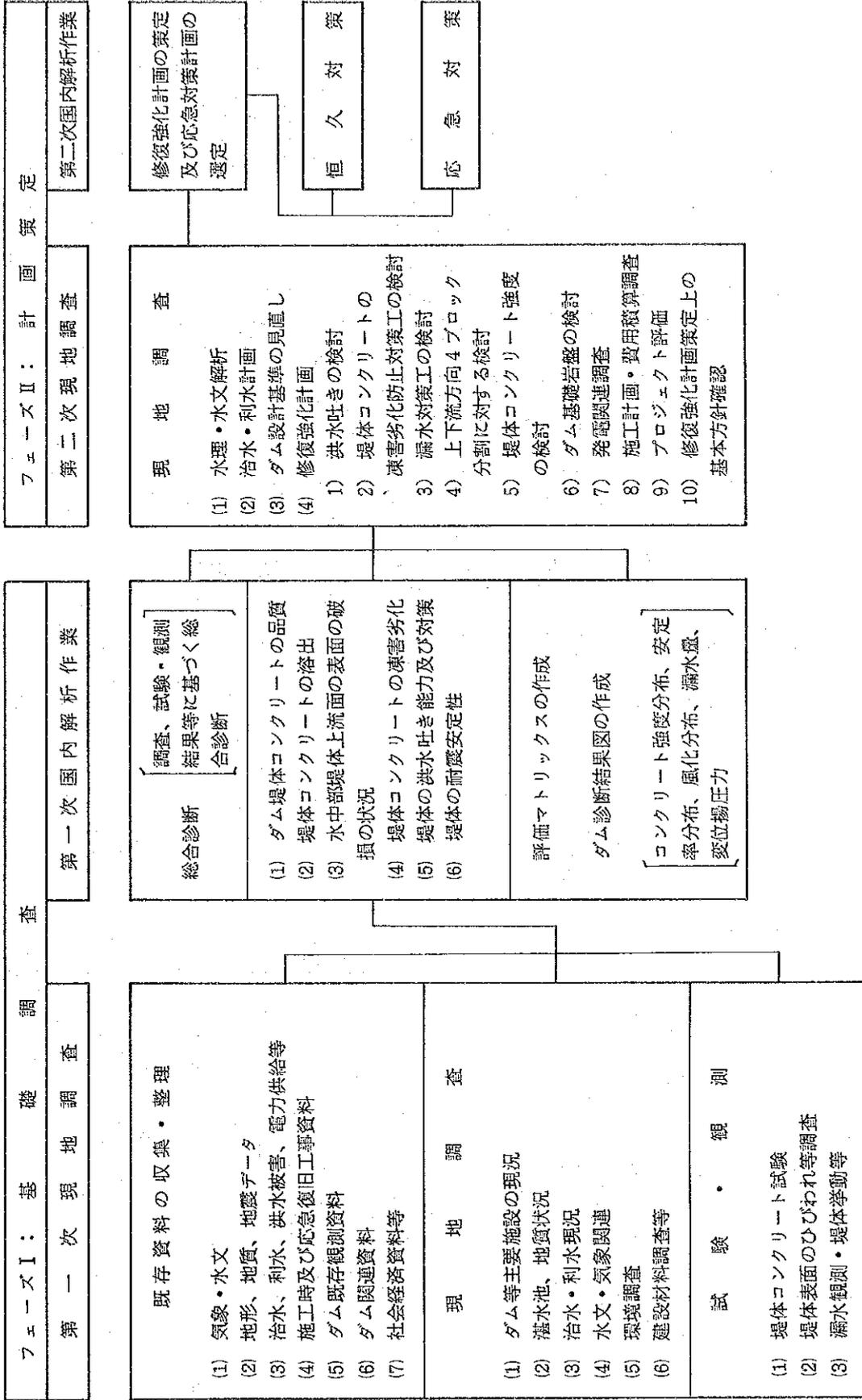
(10) プロジェクト評価

豊満ダム修復強化の評価を社会・経済に対するマクロ的効果、環境への影響、プロジェクトの経済・財務分析等の総合的な評価を行う。

(11) 実施計画

応急対策と恒久対策について実施計画を立案する。

(12) 勦告



図一 4.1 調査計画作業フロー

4-4 調査工程

本調査の計画作業期間は、現地調査開始からドラフト・ファイナル・レポート提出まで21ヶ月間とし、同レポート受理後1ヶ月以内にコメントを得て45日以内にファイナル・レポートを提出するもので、全体工程は24ヶ月である。

調査工程（案）は以下のとおりである。

作業工程（暫定案）

月数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24			
現地作業	■												■												■		
国内作業	■																										
報告書	△					△					△					△					△						
	IC/R					P/R(1)					IT/R					P/R(2)					DF/R				F/R		

IC/R：着手報告書
P/R：現地報告書
IT/R：中間報告書
DF/R：最終報告書（案）
F/R：最終報告書

4-5 報告書

次の報告書を作成し中国側に提出のうえ説明・協議を行う。

① 着手報告書

和文40部（うち中国側提出分 30部）

調査実施計画及び実施工程を内容とするもので、現地調査開始後1ヶ月以内に提出する。

② 現地報告書(1)

和文40部（うち中国側提出分 30部）

第1次現地調査終了時に提出する。

③ 中間報告書

和文40部（うち中国側提出分 30部）

第2次現地調査開始1ヶ月以内に提出する。

④ 現地報告書(2)

和文40部（うち中国側提出分 30部）

第2次現地調査終了時に提出する。

⑤最終報告書（案）

和文（サマリー）	40部（うち中国側提出分 30部）
和文（メイン・レポート）	36部（うち中国側提出分 30部）
和文（サポーティング・レポート）	6部（うち中国側提出分 30部）
和文（ベーシックデータ）	40部（うち中国側提出分 30部）

⑥最終報告書

和文（サマリー）	66部（うち中国側提出分 50部）
和文（メイン・レポート）	59部（うち中国側提出分 50部）
和文（サポーティング・レポート）	9部（うち中国側提出分 50部）
和文（ベーシックデータ）	66部（うち中国側提出分 50部）

4-6 要員計画（担当分野）

本調査は概ね以下のような専門分野による要員構成が必要と考えられる。

- ① 総 括：
- ② ダム補修強化計画：総合診断、補修方法の検討、対策工の検討
- ③ 堤 体 調 査：コンクリートの品質、クラック分布調査、凍害劣化調査
- ④ ダ ム 地 質：地質解析、弾性波探査、岩盤強度の検討、岩級区分図作成
- ⑤ 弾 性 波 探 査：弾性波探査試験、解析
- ⑥ 水 文 ・ 水 理：既存水文データ分析、洪水吐きの検討
- ⑦ 施 設 設 計：耐震設計、対策工の設計
- ⑧ 発 電 施 設：既設発電所の現況調査、対策工
- ⑨ 施 工 ・ 積 算：施工計画、概算工事費の算定
- ⑩ プロジェクト評価：事業の妥当性の評価、環境
- ⑪ ボ ー リ ン グ：コアボーリング

4-7 調査実施のための必要機材

調 査 項 目	機 材 名	数 量	仕 様
1. 堤体コア採取	(1) ボーリングマシーン	1式	孔径 200mm 用
	(2) マッドポンプ		
	(3) 掘削ツールズ（ダイヤモンドビット他）	1式	
	(4) コアカッター	1式	
2. 弾性波探査	(1) インテリジェントサイсмоグラフ	1式	
3. 堤体調査	(1) ハンディー水中テレビロボ	1式	
	(2) 堤体コンクリート温度測定機器	1式	
	(3) コンタクトマイクロストレインゲージ	1式	

附 属 资 料

附属資料1.

開 発 調 査 申 請 書

国 名：中華人民共和国

プロジェクト名：吉林省豊満ダム修復補強プロジェクト

申請機関：中華人民共和国能源局

実施機関：能源局東北電業管理局（豊満発電所）

1. 申請プロジェクトの内容

(1) プロジェクトの目的内容

本項目の目的は日本の資金と技術の援助を受けて吉林省豊満ダムに対する全面的なF/S調査を実施することにより、根本的な修復補強工事のための実施計画案を策定するとともに現在のダムの状況に適した応急処置対策を検討することである。吉林省豊満ダムは高さ90.5m、堤訂長1080mの重力式コンクリートダムで、黒龍江上流の第二松花江にあり、吉林省吉林市から東南24kmの所に位置する。（図-1参照）歴史的原因により、ダムの質は劣っており、現在まで多くの重大な欠陥が存在している。コンクリート強度は低く、ダムの一体性が劣り、堤体からへの浸透、コンクリートの溶蝕等の異常がひどく、堤体表面は凍結融解作用による破壊を受け、堤体基礎には大断層破砕帯が存在する。同時に、ダムの治水能力、耐震強度も国家の要求に達せず、ダム全体の状況は非常に心配である。しかしながら、豊満ダムの修復工事は、技術が複雑で、施工も困難であり、資金も巨額である。特に、上流面の貯水面以下の浸透防止技術は複雑であり、この方面では我が国には先進的な技術設備、施工方法、材料が不足している。豊満ダムは、元々、日本人が設計したもので、当時建設に参加した人のうち何人かは現在も健在であり、日本の各方面は豊満ダムに関心を持っている。昨年、我が部の招請により日本国際建設技術協会と新日本土木研究所は二回に亘り、専門家を豊満ダムに派遣し調査を行った。日本の専門家はダムの安全状況に関心を示し、技術援助を提供したいとの表明があった。このため全体の修復を行う前に日本の資金と技術を利用してまずF/S調査を行いたい。

(2) 優先程度と緊急程度

豊満ダムのF/S調査を行うことは修復補強工事を実現するためのキーポイントとなる。豊満ダムの安全性は松花江下流の吉林、黒龍江省両省の吉林市、ハルビン市等152の重要な都市・農村（城鎮）、10907の村（郷村）、1665万人、11万km²の土地及び2948万の農地の安全性に関わる問題であり、一旦事故が発生すれば、想像できないほどの大きな被害を生ずることになる。1986年8月7日、ダムの洪水放流の際、12号、13号越流ブロックの表面コンクリートが突然放流水に流され、コンクリート2000m³余りが流出し、局部的に400m²の空

洞ができ、最大3mほどが抉られた。修復工事をもはや先に延ばすことは出来ない。このため、ダム現在の状況からみてすぐに緊急応急対策を講じ、重大な災害の発生を未然に防止しなければならない。

(3) 調査の希望時期と期間

ダムの現在の状況からみて、1990年上半期に12ヶ月の調査を実施することを提案する。

(4) 実施計画調査終了時の本プロジェクトの費用見積もり

本プロジェクトの調査は1年で、日本側から3億円の資金援助を必要とする。調査終了後、具体的な修復強化案を提出する。全体の修復補強工事は3年かかり、毎年約4億円の費用を必要とする。我が方の資金は技術改造プロジェクト資金から支出する。

(5) 申請過程

本プロジェクトはかつて様々なルートで日本側に提出したことがあるが、種々な原因で実施できなかった。豊満ダムの歴史的な原因から考えて、再度、第三国、国際機関に申請を提出したことはなかった。現在、ダムの安全性に関し、事は重大であり、まずプロジェクトのF/S調査を実施し、更に一步充分な準備を進めることを提案する。

(6) 現在、有する地形図気象資料及びその他の資料の種類と内容

地形図は後で送付する。

2. 背景

(1) 国家開発計画の名称

豊満ダム補強工事は豊満ダム発電所技術改造プロジェクトの一部を成し、既に元の水利電力部「第7次五箇年計画」水力発電所技術改造計画に組み込まれ、現在、国家重点技術改造プロジェクトの一つに入っている。

(2) 開発計画の目的と内容

豊満ダムの状況は緊急を要するものであり、早急に修復補強処理を実施し、安全運行を保証しなければならない。その主な内容はダム堤体への浸透防止のためのコンクリート充填、堤体排水系統の整備、堤体へのプレストレス導入のためのアンカー打ち込み、上流面の浸透防止処理、上・下流面のコンクリート補強、堤高の高上げ、ダムの安全観測システムの改造等を含む。

(3) 開発計画の実施予定時期と期間

国家が既に批准した改造計画によれば、ダムの補強工事は1987年着手、91年完成の予定であるが、資金と技術方面の困難から順調には進んでいない。

(4) 本プロジェクトの国家計画に占める位置付け

本プロジェクトの緊急性より国家技術改造プロジェクトの一つになっており、非常に重視されている。

(5) 本プロジェクトへの第三国、国際機関からの援助の有無

無し

开发调查申请表

国名：中华人民共和国

项目名称：吉林丰满大坝修复加固工程

申请机关：中华人民共和国能源部

实施机关：能源部东北电业管理局（丰满发电厂）

一、申请项目的内容

(1) 项目的目的、内容：

此项目的目的是借助日本的资金和技术，对吉林丰满大坝进行全面的可行性调查，为根本性的修复加固工作制定出实施方案，并找出适应目前大坝状况的应急处理对策。吉林丰满大坝是一座混凝土重力坝，坝高90.5米，坝长1080米，位于黑龙江上游的第二松花江上，距吉林省吉林市东南24km处（见图-1）。由于历史原因，大坝质量差，至今已经存在许多重大缺陷：混凝土强度低，整体性差，坝体渗漏水及混凝土溶蚀等异常严重，坝面普遍受冻融破坏，坝基存在大断层破碎带。同时大坝的防洪能力和抗震强度均达不到国家要求，大坝整体状况令人十分担忧。然而丰满的修复工作技术复杂，施工困难，耗资巨大，特别是上游面水下防渗处理技术复杂，在此方面我国缺乏先进技术装备、工艺和材料。丰满大坝最初是由日本人设计，当年参加建设的人员中至今仍有人健在，日本方面有关各界对丰满表示关心。去年应我部邀请，日本国际建设技术协会和新土木研究所两次派专家到丰满进行考察，日方专家对大坝的安全状况表示关注，并愿意提供技术援助。因此在进入整体修复之前拟利用日本的资金和技术，首先进行可行性调查。

(2) 优先程度及紧急程度：

对丰满大坝进行可行性调查是实现修复加固工程的关键。丰满大坝的安全，关系到松花江下游吉林、黑龙江两省的吉林市、哈尔滨市等152座重要城镇，10907个乡村，1665万人口，11万平方公里的土地及2948万农田的安危，一旦失事，将会造成不堪设想的巨大损失。一九八六年八月七日大坝泄洪期间，12、13号溢流坝面大面积混凝土突然被水冲毁，冲走混凝土两千余立方米，局部坝面形成一个400平方米大坑，最大冲刷深约三米，修复工作已刻不容缓。因此，大坝目前的情况迫使我们立即采取紧急应对措施，以避免更重大灾难的发生。

(3) 希望实施调查的时间及期间：

迫于大坝目前的状况，我们建议调查在1990年上半年进行，约12个月。

(4) 当调查完毕实施计划时，此项目成本的估计：

此项目调查工作一年，需日方资助3亿日元。调查结束后将提出具体修复加固方案。整个修复加固工程预计约需三年，每年投入费用约4亿日元，我方资金将从技术改造专项资金中支出。

(5) 申请过程：

此项目曾通过不同渠道向日方提出过，但由于种种原因未被立项。考虑到丰满大坝的历史原因，没有再向第三国或国际机构提出申请。现今大坝安全事关重大，建议首先进行项目的可行性调查，为下一步工作进行充分的准备。

(6) 现有的地形图、气象资料及其种类和内容：

地形图将随后寄送。

二、背景：

(1) 国家开发计划的名称：

丰满大坝加固工程是丰满电厂技术改造工程的一个组成部分，已列入原水利电力部“七五”水电厂技术改造规划中，现列入国家重点技术改造工程之

(2) 开发计划的旨的及内容：

由于丰满大坝情况紧急，急需采取修复补强加固处理，保证其安全运行。其主要内容包括：大坝坝体防渗灌浆，完善坝体排水系统；坝体应力锚固，上游面防渗处理及上下游坝面混凝土加厚，坝顶加高，大坝安全监测系统改造等。

(3) 开发计划的实施预定时期及期间：

根据国家已批准的改造计划，大坝加固工程于1987年开工，1991年完成，但由于资金和技术方面存在的困难，工程难以顺利进行。

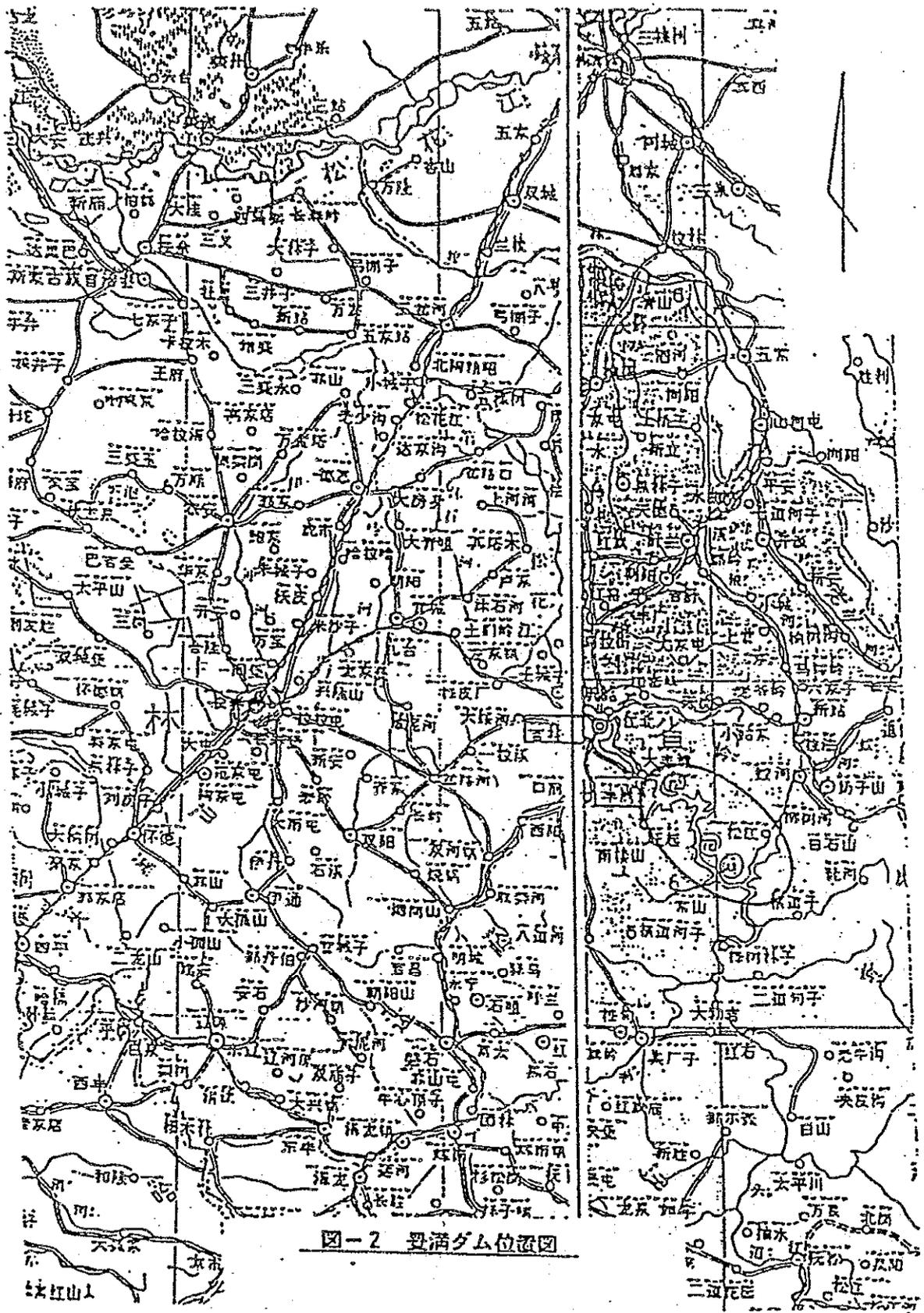
(4) 本项目在国家开发计划中的地位：

由于该工程的迫切性，此项目一直作为国家技术改造项目之一，受到高度重视。

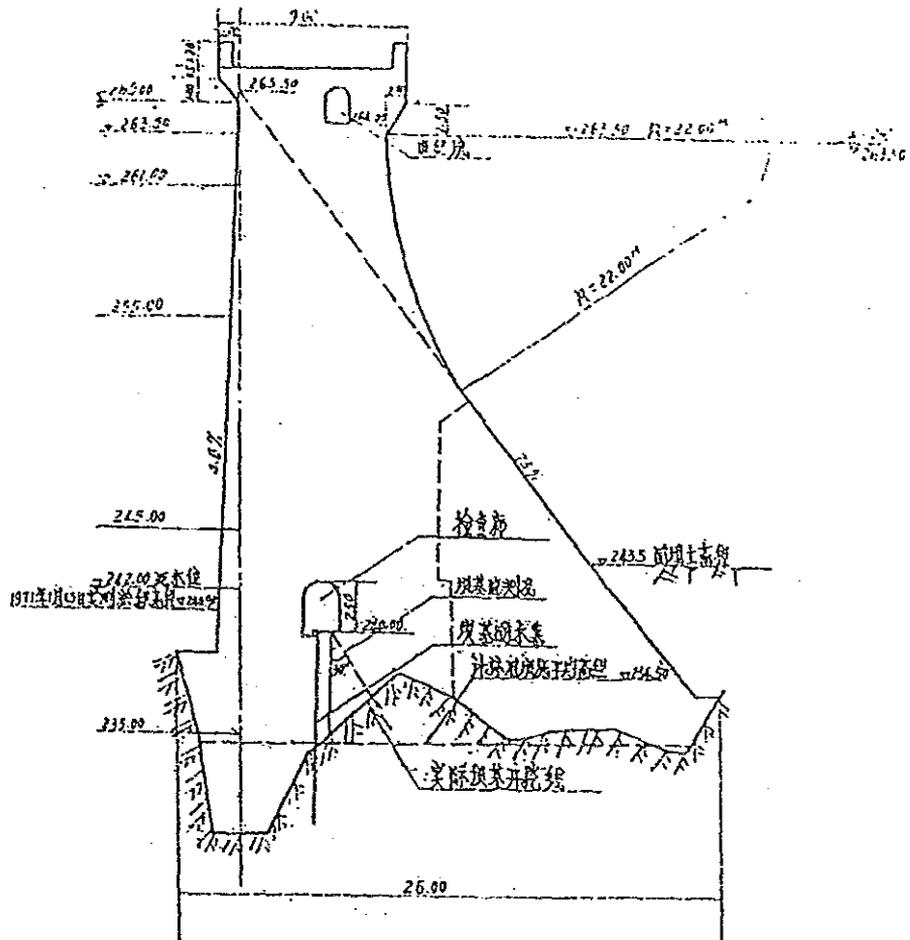
(5) 该项目国家开发计划有无第三国（或国际机构）的援助：无。



图-1 黑龙江流域图



BL-52横断面图



单位米

BL-52横断面图		图号	
		比例	1:200
设计	审核	计算	校核
绘图	会签	备注	
设计单位: 水利部成都水利科学研究所			

中華人民共和國

吉林豊満ダム修復強化計画調査

協議議事録

日本国

国際協力事業団

中華人民共和國

能源部

協議議事録

中華人民共和国エネルギー部の招請に応じて、小林茂敏を団長とする日本国国際協力事業団吉林豊満ダム修復強化計画事前調査団一行 6名は、1990年10月16日から10月26日まで、中華人民共和国を訪問した。日本国調査団は訪問期間において、実施地の現地調査を行い、中華人民共和国エネルギー部、エネルギー東北電業管理局の関係部門と有効的かつ真摯な協議を行った。協議を通じ、双方が確認した主な内容は以下のとおりである。

1. 中国側は、日本側の調査が効果的に行われるために中華人民共和国エネルギー部を本調査の執行機関とし、エネルギー東北電業管理局を本調査の実施機関とすることを表明した。
2. 調査期間については、ボーリング作業があること、作業が気候の制限を受けること及び最終報告書(案)の中国側における検討期間が1ヶ月間要する旨の要望があることを考慮して24ヶ月とした。
3. 本調査の対象は、主として
 - (1) 堤体コンクリートの品質
 - (2) 堤体コンクリート成分の溶出
 - (3) 堤体上流面の水上、水中部分のコンクリート表面の破損等の状況
 - (4) 堤体コンクリートの凍害劣化
 - (5) 堤体の洪水吐能力及び対策
 - (6) 堤体の耐震安定性の6項目について、今後協力して調査及び評価を行い、適切な修復強化計画を策定することが本調査の目的であることに合意した。
4. 中国側は、本調査を行うにあたり、必要な資料は可能なかぎり提出する旨表明した。
5. 地形調査及び土地利用調査について、中国側は必要な資料の調査結果を提出する。

N. K. 印

6. 中国側は本調査の実施に必要で中国側が準備できない高精度の機材及びボーリング機材等を日本側に準備してほしい旨要望した。

これに対し日本側は関係機関に伝える旨述べた。

7. 中国側より、中国側において現地調査に必要な通訳を用意するが、作業効率上、日本側においても通訳を用意してほしい旨要望があった。

8. 中国側は本調査に係る関係者を調査期間中に日本における技術研修に参加させたい旨要望した。

これに対し日本側は関係機関に伝える旨述べた。

9. 調査において得られた資料及び成果について、双方で共有することが合意された。

10. 最終報告書(案)及び最終報告書のメインレポートは日本語に加えて中国語の訳文をつけるよう要望があった。

11. 中国側より、早期に修復計画に着手するために、本調査が可能なかぎり早急に実施されるよう要望があった。

N.K.B

この協議議事録は、下記の2者の署名により確認されるものとする。

1990年10月25日

日 本 国
国際協力事業団
事前調査団長
小林 茂敏

中華人民共和国
能 源 部
国際合作司 副司長
譚 艾 辛

小林茂敏

譚艾辛

小林茂敏

日本側協議参加者

(1) 事前調査団

小林 茂 敏	団 長
鈴木 秀 利	ダム補修計画
山 内 博	治水計画
伊 藤 富 章	調査企画
小 島 順 一	施工計画
宮 川 美代子	通 訳

(2) 在北京日本国大使館

稲 田 修 一	二等書記官
---------	-------

W.K.P.

中方参加丰满大坝加固项目会谈人员名单

1990年10月24日 能源部

能源部

谭艾幸	国际合作司	副司长
俞力行	国际合作司	科技处副处长
杨金栋	电力司	发电处副处长
李汝明	电力司	发电处五工程师
王守谦	大坝安全监察中心	总工程师室主任

东北电业管理局

李岩	副局长
张宝光	水电处处长
孙学祝	办公室秘书

丰满发电厂

杨金诚 副厂长

记本

中華人民共和國

吉林豐満ダム修復強化計画調査

実施細則

日本国

国際協力事業団

中華人民共和國

能源部

この実施細則は、下記の2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
能源部

この実施細則は、下記の2者の署名により確認されるものとする。

1990年10月25日

日本国
国際協力事業団
事前調査団長
小林茂敏

中華人民共和国
能源部
国際合作司 副司長
譚文幸

小林茂敏

譚文幸

N.K. 江

日本国政府は中華人民共和国政府の提案に基づき、吉林豊満ダム修復強化計画調査の実施を決定し、1990年10月25日 吉林豊満ダム修復強化計画調査の実施に関する口上書を中華人民共和国と交換した。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。エネルギー部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はかる。

1990年10月25日 日本国政府が中華人民共和国政府へ発した口上書 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、国際協力事業団と中華人民共和国エネルギー部は協力の内容、範囲及び調査日程並びに協力を進めるに当たって両国政府がと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、吉林省松花江上流の豊満ダム修復強化計画の策定に係るフィージビリティ調査を実施する。

2) 日本側は、本調査の期間中、調査に参加する中国側専門家に対し現地調査業務を通じ、技術移転を行なう。

2. 調査の内容

調査は中国における現地調査と日本における国内調査により構成される。

フェーズI：基礎調査

(1) 既存資料の収集・整理

- a. 気象、水文
- b. 地形、地質、地震データ
- c. 土地利用
- d. 人口
- e. 治水、利水、洪水被害、電力需給、舟運関係
- f. 地域、分野別開発計画
- g. 施工時および応急復旧工事データ
- h. 既存観測データ（変位、たわみ、ひびわれ、漏水量等）
- i. ダム及び関連施設
- j. 社会・経済
- k. その他

N. K. 記

(2) 現地踏査

- a. ダム等主要施設の現況
- b. 湛水池、地質状況
- c. 治水・利水現況（便益）
- d. 水文・気象関連（施設現況、取得方法、解析方法等）
- e. 環境調査
- f. その他（ダム上下流／河道等）

(3) 試験・観測

- a. 堤体コンクリート試験
- b. 堤体表面のひびわれ調査
- c. 漏水観測及び堤体挙動
- d. 建設材料調査
- e. その他（水質調査、社会・自然環境調査等）

(4) 総合診断に基づく計画策定条件の設定

フェーズⅡ：計画策定

(1) 恒久対策計画

- a. 水理・水文解析
- b. 治水・利水計画
- c. 設計基準の見直し
- d. 修復強化計画（工法比較を含む）
- e. 応急対策の選定
- f. 施設設計
- g. 施工計画
- h. 費用積算
- i. 環境調査
- j. プロジェクト評価
- k. 実施計画

N.K. 記

- (2) 応急対策
 - a. 工法の確定
 - b. 施設設計
 - c. 施工計画
 - d. 費用積算
 - e. 実施計画

(3) 勧告

3. 調査期間及び工程

調査期間及び工程は別表1のとおりとする。

4. 報告書

国際協力事業団は下記の報告書（日本語で作成）を能源部に提出する。

1)着手報告書 (30部)

調査実施計画及び実施工程を内容とするもので、調査の開始後1カ月以内に提出する。

2)現地報告書 (1) (30部)

第一次現地調査終了時に提出する。

3)中間報告書 (30部)

第二次現地調査開始後1カ月以内に提出する。

4)現地報告書 (2) (30部)

第二次現地調査終了時に提出する。

5)最終報告書 (案) (30部)

調査開始後21カ月以内に提出にする。

能源部は本報告書 (案) 受理後1カ月以内に本報告書 (案) に関する意見を国際協力事業団に提出する。

6)最終報告書 (50部)

最終報告書 (案) に関する意見を受けた後45日以内に提出する。

N.K. 記

5. 中国側がとるべき措置

現地調査を円滑に実施するために、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係る全ての経費負担
- 2) 現地調査を実施にあたって別表2（現地調査業務分担）の中国側が分担する業務の実施及びそれに係る経費負担
- 3) 現地調査実施に必要な作業所及び机、椅子等備品の無償提供及び宿舎の斡旋（但し調査サイトにおいて通常の方法で借上げが困難な場合は宿舎の無償提供）
- 4) 現地調査のために必要な通訳の無償提供
- 5) 現地調査のために必要な航空機、鉄道、車両及び船舶等の手配（但し通常の方法で借上げが困難な車両及び船舶等については運転手等を含め無償提供）
- 6) 現地調査のために必要な中国国内間電話設備の提供及びそれに係る経費負担
- 7) 現地調査に必要な諸許可の手続きの実施
- 8) 調査のために必要な資料及び情報の提供
- 9) 調査のために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) 現地調査期間中の調査団員の安全の確保
- 12) 日本から持込む資機材の中国国内輸送費の負担
- 13) 日本から持込む資機材の輸入及び再輸出に必要な手続き
- 14) その他軽微な資機材等の一部経費の負担

6. 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費、旅費、宿泊費及び医療費の経費負担（上記5. (3) (5) の中国側が負担する場合を除く。）
- 2) 現地調査の実施にあたって別表2（現地調査業務分担）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) 日本から持込む資機材の日本から中国の港までの往復輸送費の負担
- 4) 上記4. の報告書の作成

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

N.K. 江

N.K. 法

作業工程 (暫定案)

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
現地作業																									
国内作業																									
報告書	△	IC/R				△	P/R(1)						△	IT/R				△	P/R(2)		△	DF/R		△	F/R

IC/R:着手報告書
 P/R:現地報告書
 IT/R:中間報告書
 DF/R:最終報告書

現地調査業務分担

作業項目	国際協力事業団	能源部
1. 既存資料収集、整理	(1)必要な資料・情報を特定する。 (2)資料・情報を整理し分析する。	詳細な資料・基礎数値等を収集し提供する。
2. 洪水流量の変化に応じた環境調査	(1)調査計画を作成する。 (2)データ解析及び予測を行う。	(1) データ収集、作成を行う。 (2) データ解析及び予測に基づき評価を行う。
3. 堤体コンクリート試験、堤体表面のひびわれ調査、漏水観測及び堤体挙動	日本側及び中国側試験・観測機材による作業方法、精度について能源部と協議の上確定し、試験・観測の指導を行う。	日本側及び中国側試験・観測用機材による試験・観測を実施する。

N.K. 25

会谈纪要

应中华人民共和国能源部的邀请，以小林茂敏为团长的日本国际协力事业团，丰满大坝修复加固计划事前调查团一行六人，于1990年10月16日至10月26日访问了中华人民共和国。日本调查团在访问期间实地考察了项目实施地点，与中华人民共和国能源部、能源部东北电业管理局等有关部门，进行了有效而诚挚的会谈。通过协商，双方确认的主要事项纪要如下：

一、为有效地配合日方开展调查，中方表明：中华人民共和国能源部是本调查互作的中方执行部门；能源部东北电业管理局是本调查的中方实施单位。

二、由于调查过程中需要进行现场作业，并受到气候限制，以及中方需要在日方提出最终报告后用一个月的研究答复时间等原因，整个调查时间需24个月。

记 S.K.

三、经双方共同研究确认本调查的重点是：

坝体砼质量；

大坝砼成分的溶蚀；

大坝上游面水上、水下部位砼表面破损等情况；

大坝砼冻融破损；

大坝防洪能力及应采取的措施；

大坝抗震稳定性。

对以上六条，双方将合作进行调查，做出评价，并制定出有效的修复和改造实施方案及措施，是本调查的目的。

四、中方表明，为实施调查互作所需的必要资料，中方将在可能的范围内向日方提供。

五、中方表明可以提供为调查内容所需的地形及土地利用调查的结论性资料。

六、为保证调查质量，中方提出：请日方提供调查所必须的，中方无力提供的高精度仪器、钻探设备等。对此，日方表示向有关方面报告。

七、为做好现场调查，提高互作效率，中方希望中、日双方均派翻译参加此项互作。

张 N.K.

八、中方希望，在调查期间内，派遣与本项目有关人员赴日本考察、进修学习。对此，日方表示向有关方面报告。

九、双方同意，共同享有调查互作中所取得的资料及成果。

十、中方希望调查中提出的最终报告书(草案)以及最终报告书的主要文件使用中、日两种文本。

十一、中方希望，调查互作应尽早开始，并力争提前结束，以便尽快采取加固措施。

本会谈纪要，经以下双方签字确认生效。

1990年10月25日

日本国
国际协力事业团
事前调查团团长

中华人民共和国
能源部
国际合作司副司长

小林茂敏

小林茂敏

谭艾幸

谭艾幸

中方参加丰满大坝加固项目会谈人员名单

1990年10月24日 能源部

能源部

谭艾幸	国际合作司	副司长
俞力行	国际合作司	科技处副处长
杨金栋	电力司	发电处副处长
李汝明	电力司	发电处工程师
王守谦	大坝安全监察中心	总工程师室主任

东北电业管理局

李岩	副局长
张宝光	水电处处长
孙学祝	办公室秘书

丰满发电厂

杨金诚	副厂长
-----	-----

N.K. 记

日本側協議参加者

(1) 事前調査団

小林 茂 敏	団 長
鈴木 秀 利	ダム補修計画
山 内 博	治水計画
伊 藤 富 章	調査企画
小 島 順 一	施工計画
宮 川 美代子	通 訳

(2) 在北京日本国大使館

稲 田 修 一	二等書記官
---------	-------

法 N.K.

