

中華人民共和國
北江飛來峽多目的ダム建設計画調査
最終報告書
要約
87・10
国際協力事業団
開

中華人民共和國

北江飛來峽多目的ダム建設計画調査

最終報告書

要約

1987年10月

国際協力事業団

開 二
87-092
87-092

中華人民共和國

北江飛來峽多目的ダム建設計画調査

最終報告書

要 約

JICA LIBRARY

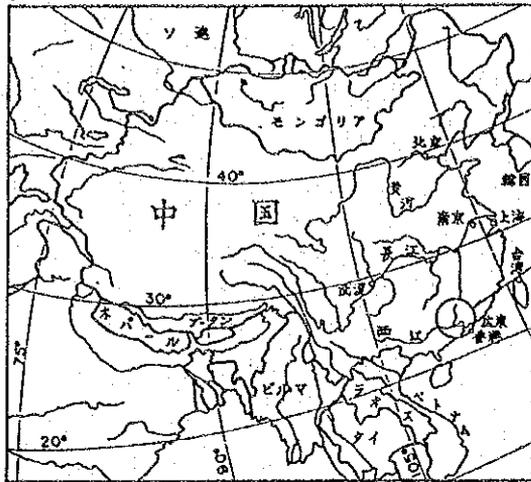


1041213[8]

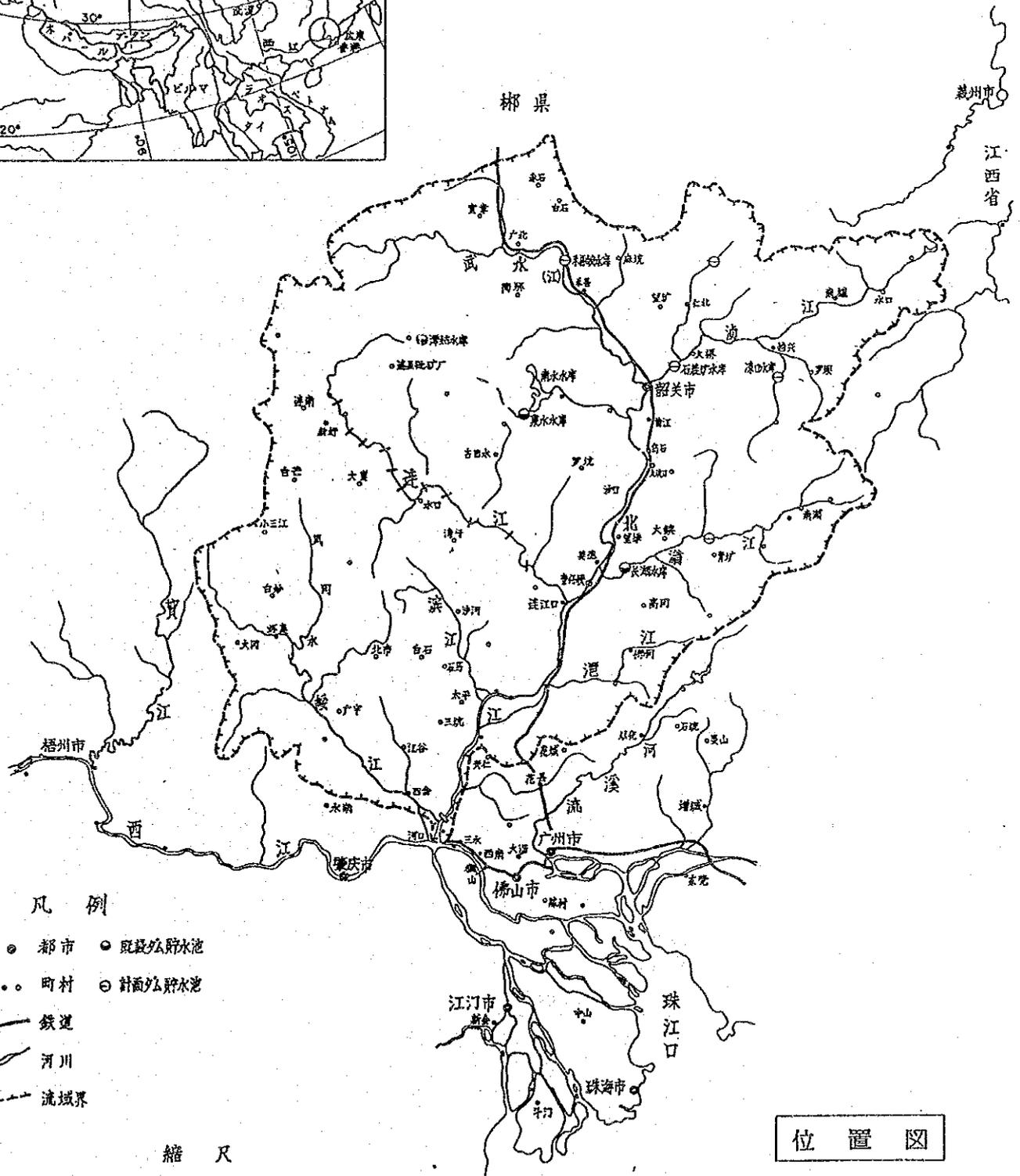
1987年10月

国際協力事業団

国際協力事業団	
受入 月日 '88. 2. 18	105
登録No. 17198	61.7
	SDS

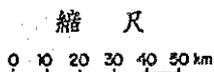


対象地域



凡例

- 都市
- 既設貯水池
- 町村
- ⊙ 計画貯水池
- 鉄道
- 河川
- - - 流域界

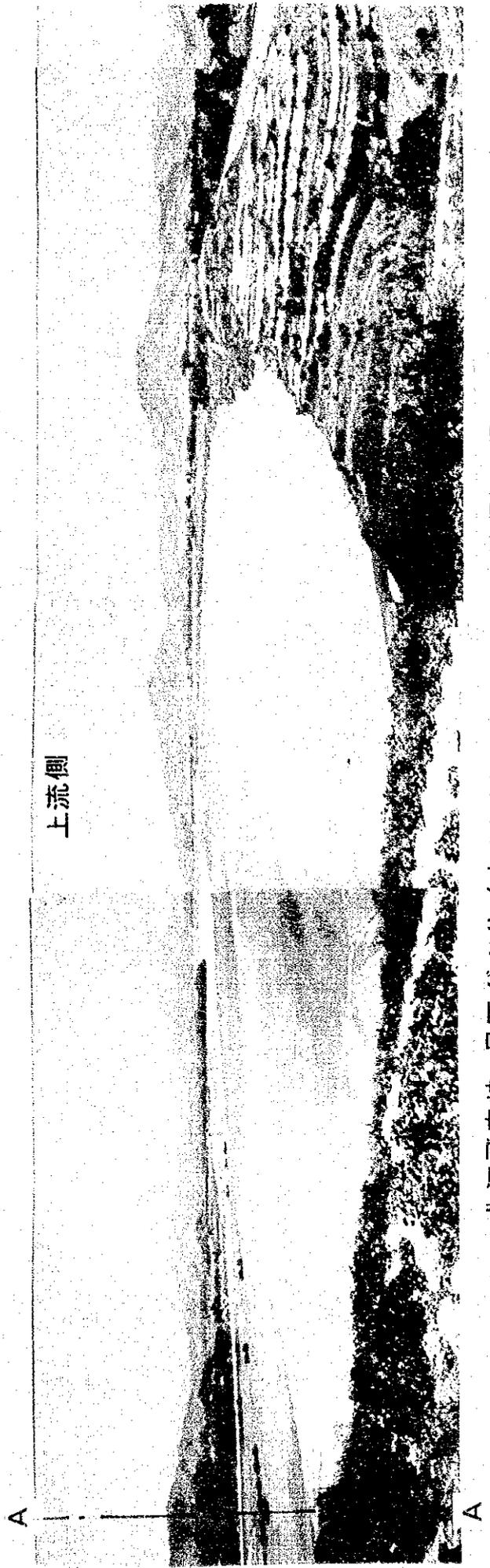


位置図

下流側



上流側



北江飛来峡・昇平ダムサイト(左岸側からの眺め、1986年9月22日撮影)

序 文

日本国政府は、中華人民共和国政府の要請に基づき、同国南東部を流れる珠江の第二の支流である北江に於ける飛来峡多目的ダム建設計画のフィージビリティ調査を行うことを決定し、これを国際協力事業団が実施した。

事業団は、日本工営株式会社津田誠氏を団長とする調査団を1986年6月から10月まで同国へ派遣し、中華人民共和国政府関係機関の協力を得て現地調査を実施した。

同調査団は、現地調査結果をもとに日本国内にて解析・検討作業を行い、ここに最終報告書提出の運びとなった。

本報告書が中華人民共和国の水資源開発に寄与するとともに、日中両国間の友好親善の促進に役立つならば、これに勝る喜びはない。

最後に、今回の調査実施にあたり多大の御協力をいただいた中華人民共和国政府関係機関、在中華人民共和国日本国大使館、在広州日本国総領事館、外務省、建設省及び通商産業省の関係各位に対してここに深甚なる謝意を表するものである。

1987年10月

国際協力事業団

総 裁

津田 圭輔

目 次

位 置 図

北江飛来峡・昇平ダムサイト写真

序 文

第1章 緒 論	1
1.1 根 拠	1
1.2 調査作業実施経過	1
1.3 技術移転	2
第2章 計画地域の現況	4
2.1 位置・地形・地質	4
2.2 気象・水文	5
2.3 社会経済	7
第3章 多目的ダム計画概要	11
3.1 洪水調節計画	11
3.2 舟運計画	19
3.3 発電計画	21
3.4 貯水池運用計画	27
3.5 主要構造物諸元	29
第4章 環 境	34
4.1 自然環境への影響	34
4.2 社会環境に関する考察	35
4.3 環境に及ぼす影響に関する所見	36
第5章 施工計画及び事業費	37
5.1 施工工程及び主要機械設備	37
5.2 事業費	41
第6章 経済評価及び財務分析	49
6.1 経済評価	49

6.2	財務分析	55
第7章	総合評価	61
7.1	技術的評価	61
7.2	経済的・財務的評価	61
7.3	間接便益	62
7.4	総合評価	62

添付図面

1	一般平面図	I-1
2	ダム縦断面図	I-2
3	ダム標準断面図	I-3
4	コンクリート重力式ダム越流部(洪水吐)平面図及び標準断面図	I-4
5	コンクリート重力式ダム越流部(洪水吐)右岸側壁平面図及び縦断面図	I-5
6	閘門平面図、縦断面図及び標準断面図	I-6
7	発電所及び開閉所一般平面図	I-7
8	発電所標準断面図及び縦断面図	I-8
9	転流工計画平面図及び標準断面図	I-9

第1章 緒 論

1.1 根 拠

日本政府は、中華人民共和国政府の要請に基づき、同国広東省における北江飛來峡多目的ダム建設計画調査を行うことを決定し、その調査を国際協力事業団が実施することとなった。

国際協力事業団は、1985年12月9日より12月20日までの12日間にわたり事前調査団を現地に派遣し、現地調査および資料収集を行い、あわせて本格調査実施のために日本及び中国政府の取るべき措置と本格調査の枠組みを規定した「実施細則」について協議を行った。

その結果、国際協力事業団と中華人民共和国水利電力部は「実施細則」及びその「協議議事録」に合意し、1985年12月19日調印した。その諸作業実施の二大目的は下記の二点である。

- (1) 日本側は中国側との密接な協力の下、本計画の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。

なお、調査開始より最終報告書提出までの全調査期間は概ね18ヵ月間とすることにも合意された。

この合意事項に基づき国際協力事業団は、13名の専門家より成る調査団を編成し、1986年6月4日より随時調査団員を現地に派遣し本件の調査を開始した。

1.2 調査作業実施経過

調査団および珠江水利委員会は上記「実施細則」の合意事項を遵守し、相互の密接な協力の下、1986年6月4日より現地作業を開始した。

調査団は同年7月3日「着手報告書」を提出すると共に、中国側実施機関の「珠江水

利委員会」との密接な共同作業により、同年9月末までに第一次現地調査を終了し、10月6日「現地報告書」を提出した。

調査団は更に10月18日まで現地で実施された第一次現地調査の結果得られた諸調査資料に基づき、その解析・諸計算・治水・舟運・発電計画及び概要設計・施工計画・概略工事費積算の作業を1987年2月上旬まで東京において実施し、その結果を「中間報告書」として、1987年2月17日提出した。また同年2月21日より3月16日まで第二次現地調査を実施し、この結果を「第二次現地調査実績報告書」として提出した。

更に上記第二次現地調査によって得られた資料をも加えて東京で洪水調節計算を追加して実施し、その結果ダムおよびその他の構造物の概略設計を修正した。またそれに基づいて算出された工事数量を元として施工計画も修正し、総事業費の積算を実施した。別途収集された経済・財務に関する諸資料を加えて、本プロジェクトの経済評価・財務分析・借款償還能力の検討を行った。またその結果および本プロジェクト実施による社会的効果に基づいて本プロジェクトの総合評価を行った。

上記の結果を取りまとめて「最終報告書(案)」・「要約書」および「資料集」を作成し、1987年8月中旬中国側と協議の結果、若干の部分的修正をした上「最終報告書」として10月末日までに提出することで双方は同意した。

本「最終報告書」・「要約書」および「資料集」は上記の経緯を経て、ここにフィージビリティ・スタディ(可能性研究)の最終の報告書類として中国側に提出され、本件の作業遂行はこれを以て完結されたものである。

なお、上記各段階の報告書提出時に調査団は中国側とその都度密接な協議を行い、双方の同意事項を夫々「協議議事録」に記載し、双方の代表が調印した。

1.3 技術移転

本プロジェクトの第一次および第二次現地調査期間を通じて珠江水利委員会は、調査団員の各の専門分野に対応した幹部職員および実務要員総数21名を任命し、調査団は、相互緊密な協力作業を通じて技術移転を行った他、計画手法・経済評価・水車型式比較等の重要な8個のテーマについて、6回にわたってセミナーを開催した。各のセミナーには毎回40~50名の参加者があり熱心な質疑応答が行われた。

また各の専門団員は各カウンターパートと、日本および中国の諸技術基準の比較検討を行い、意見の交換を行って、本プロジェクトの計画・設計について誤り無きを期した。

第2章 計画地域の現況

2.1 位置・地形・地質

本計画地点は広東省広州市の北方、直線距離で約90kmの所に位置し、緯度は北緯約23°-46'、経度は東経約113°-11'の所にある。

北江は珠江水系第二の支川で、珠江本流との合流点(三水附近)までの流域面積は46,700km²、幹川流路延長は約468kmである。流域面積の一部は湖南省及び江西省に入るが92%は広東省にあり、北部の南嶺山脈の最高峰画眉山(標高1,673m)に源を發し、略々南流して三水に至る。流域の約90%は山地及び標高50m以上の低い丘陵地帯であり、飛來峡より下流部は平野が開け広大な珠江デルタに連る。ダム下流約10kmの飛來峡および上流約30kmの盲仔峡を除くと、韶關市下流の河谷は500~700mと広く、兩岸に若干の沖積平野・河岸段丘がありほとんど農耕地となっている。ダム予定地点上・下流の河床勾配は約1/3,000~1/4,000の緩やかな勾配となっている。

本プロジェクト地域を含む北江流域は、中国の地質構造区分上中国南西部に広がる華南褶曲帯に属し、主に原生代震旦系~古生代三疊代系の堆積岩類と中生代の火山岩及び花崗岩などから成る。

このうち、比較4ダム候補地点~貯水池を含む地域(清遠~英德)を構成する基盤岩類は、主に江口より下流の飛來峡周辺および大庾峡付近より上流に分布する原生界(震旦系)~古生界(石灰系~デボン系)の堆積岩類と、江口~大庾峡及び連江口付近に分布する中生界ジュラ紀~白亜系(燕山三期~四期)の花崗岩類より成る。また、北江沿いの低地部には、これらの基盤岩を覆って第四系の未固結堆積物(段丘・現河床堆積物等)が平坦面を形成して分布し、特に白庾より下流及び英德盆地では広く發達する。

昇平ダムサイトは、河床巾が約700mで右岸側に比高4~5mの平坦な段丘面が巾700~800mにわたって広がる盆地状の開けた谷よりなり、周辺山地は孤立丘が点在する標高180m以下の丘陵地よりなる。

ダムサイトの基盤岩は、主に燕山四期(白亜紀)の細中粒黒雲母花崗岩よりなり、特に兩岸丘陵地では風化が著しく、粘性化~マサ状化した全風化部が深度20~30m付近まで分布する。また、河床部及び右岸段丘面下には、花崗岩を覆って礫・砂・粘土層等からなる現河床堆積物や段丘堆積物等が10~30mの厚さで分布する。

ダムの基盤として、重力式コンクリートダムや発電所が計画される河床部では、強度的に弱風化花崗岩が対象となり、基礎掘削線は最深部で標高-15m程度と考えられる。また、弱風化以深の岩盤の透水性はほとんど10ルジオン以下であり、通常のセメントグラウチングによる止水処理が可能と判断される。

フィルダムが計画される右岸段丘では、最上部に分布する厚さ10~20mの粘土層が直接の基礎となる。一般に粘土層は、ダムの基礎として沈下や支持力不足による滑動が問題となるが、ダムの規模及び粘土層の性状等からすれば、ダムの上・下流勾配を緩くし、盛立て速度を遅くする等の適切な設計・施工上の配慮をすることにより、粘土層を基礎としてフィルダムの築造は可能と判断される。ただし、粘土層の下位には、透水性の高い砂・礫層(層厚10~20m)が分布するため、適切な止水処理が必要である。

また、兩岸アバット部のフィルダムの基礎は粘土化~マサ状化した全風化花崗岩よりなるが、粘土層に比べて強度が大きくダム高も低くなることから、支持力については特に問題はないと判断される。

なお、全風化花崗岩は過大な透水性を示さない($k = 10^{-4} \sim 10^{-5} \text{cm/sec}$)が、地下水位やパイピングの問題等を考慮した適切な止水処理が必要である。

2.2 気象・水文

北江流域は亜熱帯気候区に属し一般的に高温多湿である。流域内5地点の単純平均で見ると年平均気温は約20°Cで、北部で約19°C、南部で約21°Cである。最も暑い7月の平均気温は28°C~29°C、最も低い1月の平均が12°C~13°Cで、最低気温は3.0°Cで結氷は見られない。

流域内の最近10年の月別平均雨量は次表の如くで、年雨量は平均1,889mmである。

表 2.1 最近10ヶ年の月別平均雨量(1970~1979, 10観測所平均)

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
雨量 (mm)	64	56	114	249	382	317	181	217	120	98	39	52	1,889

雨期は4月～8月で、この間の雨量は年雨量の71%に達する。この降雨は前線性降雨で大きな洪水をもたらす。7月～10月の降雨には台風によるものが含まれるが、海岸より離れているため大きな洪水を引き起こすことはほとんど無い。前線性降雨で大洪水をもたらした雨量記録を見ると、2～3日継続した降雨の後3～4日は余り降雨が無く、更に2～3日激しい降雨があるというパターンがほとんどである。流域面積がダム計画地点で約34,000km²と大きいので、上記の二回の降雨の最も大きいものが洪水となっていることが判る。

年降雨量は南部程多く、また西部が東部より多い傾向を有している。流域の各地の年平均日照時間は1,500～1,900時間もあり、農業や植生には最適である。

北江は、北部から武水・滙江・滙江・連江・滙江・滙江等の支川を有しており、夫々本流との合流点近くに測水所があり、北江本流の横石・石角の二測水所と共に1953年から1981年までの測水記録がある。これ等各測水所の流況を示すと次の如くである。

表 2.2 北江各観測所の流況変化(1953～81年の統計)

河川	観測所	流域面積 (km ²)	最大年平均 流量(m ³ /s)	年平均流量 (m ³ /s)	最小年平均 流量(m ³ /s)	最大年平均
						最小年平均
滙江	滙湾	6,764	342	190	67	5.1
武水	犁市	6,976	337	189	72	4.7
滙江	花崗	4,730	273	159	45	6.1
連江	高道	9,007	584	329	138	4.2
北江	横石	34,013	1,890	1,100	400	4.7
滙江	大石峡	472	36	21	15	2.4
滙江	珠坑	1,607	109	75	46	2.4
北江	石角	38,363	2,290	1,330	516	4.4

上表にみる如く、豊水年と渇水年との比はかなり大きい。本昇平ダム計画地点の長年平均流量は約1,110m³/secで年量約351億m³となる。

計画地点に最も近い横石測水所(上流約3km)での年平均流況は次表の通りである。

表 2.3 横石 (CA = 34,013km²) の流況 (1970 ~ 1979年の平均, m³/s)

年最大 流 量	35日流量	95日流量	185日流量	275日流量	355日流量	年最小 流 量	年合計 (億 m ³)
8,455	2,687	1,329	692	419	255	208	367

北江地域では、1952～53年頃から流量観測データが整備されているので、降雨を介在することなく直接流量データを使用し水文解析を行うことが出来る。したがって、各種水文資料の他、洪水波形の観測記録 28個等を本治水計画の水文解析に使用した。

尚、横石における 1970～1979 の 10年間の月平均流量は下表の如くである。

表 2.5 横石での月平均流量 (単位 : m³/sec)

流域面積 : 34,013km²

年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平均
1970	304	352	762	2,050	2,416	2,621	1,514	1,110	1,319	1,156	551	694	1,242
1971	410	373	320	651	2,015	2,268	1,325	1,495	836	383	332	292	895
1972	249	363	253	1,426	3,343	1,653	474	976	466	389	905	807	943
1973	1,424	613	632	3,267	4,998	3,482	2,257	2,222	1,810	872	605	433	1,890
1974	339	609	368	956	2,011	2,500	2,029	747	429	615	489	295	951
1975	515	1,370	1,982	2,446	5,088	2,642	1,278	1,237	731	1,350	861	683	1,685
1976	408	451	674	2,040	2,518	2,796	1,958	1,212	567	761	733	333	1,205
1977	415	317	168	1,243	1,614	2,656	1,242	1,164	576	557	268	236	872
1978	543	403	984	1,652	3,175	2,842	765	922	481	531	353	243	1,077
1979	238	432	1,066	1,280	1,797	1,359	877	1,098	1,243	380	306	243	861
平均	484	528	659	1,701	2,897	3,512	1,372	1,218	846	700	541	426	1,162

2.3 社会経済

広東省は中国東南部に位置し面積 21.2万平方km、人口 6,253 万人 (1985年) で、気候は亜熱帯に属する。北部に位置する南嶺山脈は華中との境をなし、南部には中国第3の河川である珠江流域沿いに平野が、河口には華南の経済の中心地である珠江デルタが広がっている。

1984年の広東省の地域社会総生産額は857.1億元で、そのうち工農業総生産は375.1億元である。また、国民収入は397.4億元である。

産業の中心は農業で、全省の耕地面積は4,657万畝(約31,000平方km)である。主要な作物は、米、甘しょ糖、落花生、養蚕であり、特に米は珠江デルタを中心に年2回収穫され、中国の主要稲作地域となっている。1984年の農業総生産額は275.99億元で人口の約80%が農業に従事しており、経済開発において農業部門の発展は不可欠である。また海岸線が長く、河川も多いため漁業も盛んである。

工業部門は軽工業が中心であり、食品、紡績、製紙、機械、石油などが主要部門である。特に製糖、果物の缶詰等の食品加工、絹織物など農業生産物を原料とする農業関連工業がさかんである。1984年の工業総生産額は490.1億元、うち軽工業総生産額が304.37億元で62.1%を占め、重工業総生産額が185.79億元で37.9%を夫々占める。

広東省は、黄埔港、広州港など良港に恵まれ沿岸航路の中心となっている。また、珠江流域等の内水航運も物資の移動に利用されており、内陸航路総延長11,195km、1985年の水運量6,026万トンで全省の専業運輸部門貨物輸送量の59.5%を占めている。また、道路の総延長は63,790km、鉄道も京広鉄道など総延長846kmであり、交通基盤の整備が進められている。

省内には、鉄、鉛、亜鉛、錫、タングステン、硫鉄鉱、石灰石が埋蔵されており、鉱物資源には恵まれている。また、広東省の既設発電所の電力総設備容量は1985年現在で1,826MW(うち水力790MW、火力1,036MW)である。1985年の全省の年間需要電力量は113.4億KWHであり、これに対し年間供給電力量は92.1億KWH(うち水力29.9億KWH、火力62.2億KWH)で21.3億KWHが不足している。

広東省は、古くから対外貿易の中心地として栄えてきたが、現在も中国における対外貿易の主要な地位をしめており、1984年の輸出貿易総額は24.2億ドルに達している。また近年、経済近代化政策により、深圳、珠海、汕頭の三地区が経済特区として指定され、外資、先端技術の導入をはかっている。また、全省で農業の近代化、工業の振興がはかられ、それにともない石炭や電力等のエネルギー開発、輸送手段など社会経済基盤の整備が進められている。

第6次5ヶ年計画(1981-1985)において、京広線の衡陽-広州間電化・複線化、黄埔港

整備、道路整備等が進められ、1986年からの第7次5ヶ年計画においても広州 - 深圳間高速道路など引き続き交通基盤の整備が重視されている。さらに、沙頭角(深圳)火力発電所建設計画や水力開発も計画されている。

計画対象地域である北江流域は、江西省、湖南省、広東省にまたがり、うち広東省が92%を占め、広州市(花県、清遠県等)、韶関市、四会県、三水県等がふくまれる。北江流域内の人口は714万人で、そのうち85%にあたる610万人が農業に従事している。農業は主要産業で流域面積の9.5%にあたる666.6万畝(4,400平方km)が耕地で、うち8割強が灌漑されている。1979年以來の経済近代化政策により流域農村部においても人民公社が解体され、請負い制(生産管理制)が導入された。耕作の自由化が進み経済作物の生産が増加し、従来の主要農産物である米以外に甘しょ糖、落花生、養魚など生産の多様化が進んだ。さらに、商業の自由化の進展により、都市部などにおける自由市場に出荷する農家も増加している。流域の耕地については堤防の建設により洪水の被害が軽減されているが、治水安全度が低く引き続き現在も建設が進められている。現在でも100年に1度のような洪水が生ずると巨額な被害を生ずる恐れがある。農家の収入は毎年増加しつつあり、生活水準の上昇に伴い物資の移動が活発になっている。また、都市部においても自主権を付与された企業の設立が相次ぎ工業、商業、運輸業等の生産額も増加している。これら農村・都市の発展に伴い輸送手段、用水供給、電力供給などの社会経済基盤の整備が課題となっている。

流域の中心地である韶関市は、豊富な鉱物資源を利用した鉄鋼・金属をはじめ機械セメント工業などの重工業が発展している他、木材、精米、搾油、煙草等の生産もさかんで省内有数の工業都市となっている。また、北江の下流域に位置する広州市は全省の政治、経済、文化、交通の中心で、人口の集中が進み(約320万人)、都市機能の整備が課題となっている。

流域の交通手段は、北京 - 広州を結ぶ京広線、韶関から広州及び各県を結ぶ道路、河川航路が中心で、韶関 - 三水間の河川航路は256kmあり、50~100tの船舶が航行している。主に上流から石炭、セメント、木材を広州市や仏山市等下流の都市に輸送している。また、流域内には灌漑、発電用の既設のダムがあるが、包蔵水力の一部を開発しているにすぎない。電力は主として韶関市、広州市に送られているが、膨大な潜在需要の

ため深刻な電力不足に悩まされており、これが工業部門の総生産の伸びを制約する一大要因となっている。

上記洪水の被害を未然に防止し深刻な電力不足を緩和するため、本プロジェクトが必要とされる所以である。

第3章 多目的ダム計画概要

3.1 洪水調節計画

3.1.1 洪水調節計算

本飛来峡ダムの洪水調節計画に当たっては、次の手順に従って計算及び計画を実施した。

- (1) 1952~53年以降30年の日水位観測記録の検討(上・下流10カ所)
- (2) 各測水所における水位~流量曲線の検討
- (3) 日流量換算記録の検討
- (4) 各年最大洪水及び流出パターンの異なる洪水28コの選択・パターン分類
- (5) 洪水ピーク流量の確率解析(5種類)
- (6) 実績ハイドログラフの各確率規模への引伸し(ピーク流量及び総量)
- (7) 洪水調節に対して条件の悪い基本洪水ハイドグラフ群の選択(6コ~8コ)
- (8) 洪水流出電算モデル(貯留関数法)の作成・検証及び確定
- (9) 静水貯留法による洪水調節計算(単一流入波形)
- (10) 動水貯留法による洪水調節計算(単一流入波形)
- (11) 上流域を8流域に分け、8流域の洪水の合成電算モデルの作成・検証及び確定
- (12) (9)によって選んだ最悪洪水2コに対する動水貯留法(近似不定流計算法)に基づく洪水調節計算

上記解析の結果、ダム直前洪水位が最高となるのは、1968年6月型の洪水に、上記(12)の動水貯留法を適用した場合であることが判明した。本飛来峡の洪水調節目標である1/300年確率洪水のダム直前最高水位はEL.33.7mである。

上記水位に、計算過程の不確定要素に対する安全及び規定のダム余裕高を加えて、コンクリート重力ダムの堤頂標高はEL.36.30m、フィルダムの堤頂標高はEL.37.00mとした。

上記の中の主要な結果を示すと以下の通りである。

(1) 確率洪水量

表 3.1 確率洪水量

確率年	昇平ダム 34,013 km ²				区間 4,350 km ²				石角 38,563 km ²			
	Q _p	W ₃	W ₇	W ₁₅	Q _p	W ₃	W ₇	W ₁₅	Q _p	W ₃	W ₇	W ₁₅
1/10,000	28,700	68.6	126	206	6,570	12.6	22.0	37.9	29,800	73.6	142	234
1/1,000	24,100	56.8	105	170	5,510	10.3	18.5	31.9	25,000	61.4	117	195
1/500	22,700	53.2	98.0	159	5,180	9.69	17.5	30.0	23,500	57.7	110	183
1/300	21,600	50.5	92.8	151	4,950	9.26	16.7	28.7	22,400	54.7	104	174
1/200	20,700	48.5	88.6	145	4,730	8.88	16.0	27.5	21,500	52.4	100	166
1/100	19,200	44.7	81.9	134	4,380	8.29	15.0	25.6	19,900	48.5	92.5	154
1/50	17,700	40.8	74.4	122	4,040	7.66	13.8	23.6	18,300	44.4	84.3	141
1/20	15,500	35.4	64.3	106	3,540	6.77	12.2	20.7	16,100	38.6	73.6	122

注1) ピアソンⅢ型分布による(可行性研究報告による)

2) Q_p:ピーク流量(m³/s)

W₃:3日間洪水量(億m³)

W₇:7日間洪水量(億m³)

W₁₅:15日間洪水量(億m³)

3) 区間:昇平ダム~石角基準点間の残流域 4,350km²を示す。因みに、この面積は石角基準点に対して 0.11 の比率を占める。

4) 昇平ダムと横石水文站の面積の比は 1.0025 (0.25%) であるから、流域面積比等の補正はせず、水流量は横石の値をもってダムの値としている。

(2) 静水貯留法による計算結果

1968年6月(甲)型洪水に対する 1/50年、1/100年、1/300年確率のときの計算を下表に示す。また、その計算書及び洪水調節流量図を表 3.2 および図 3.5 に示した。

1/50年 (Q_{Max} = 17,700m²/s)

洪水名	最高貯水位(米)	相応庫容(億立米)	防共庫容(億立米)	水庫最大流量(億立米)
1964年6月	29.39	10.32	8.35	13,000
1966年6月	29.08	9.87	7.90	13,000
1968年6月(甲)	29.39	10.33	8.36	13,000
乙)	29.36	10.28	8.31	13,000
1974年6月	29.32	10.21	8.24	13,000
1975年5月	28.94	9.67	7.70	13,000
1982年5月(乙)	28.28	8.71	6.74	13,000
計画	29.38*	10.32	8.35	13,000

1/100年 (Q_{Max} = 19,200m²/s)

最高貯水位(米)	相応庫容(億立米)	防共庫容(億立米)	水庫最大流量(億立米)
30.00	11.64	9.67	15,500
30.00	11.58	9.61	15,500
30.00	11.80	9.83	15,500
30.00	11.45	9.48	15,500
30.00	11.42	9.45	15,500
30.00	11.30	9.33	15,500
29.69	10.76	8.79	15,500
29.90	11.85	9.90	15,500

1/300年 ($Q_{Max} = 21,600m^3/s$)

洪水名	最高貯水位 (米)	相応庫容 (億立米)	防共庫容 (億立米)	水庫最大流量 (億立米)
1964年6月	31.97	16.04	14.07	16,000
1966年6月	32.11	16.37	14.40	16,000
1968年6月(甲)	32.14	16.46	14.49	16,000
〃(乙)	31.86	15.83	13.96	16,000
1974年6月	31.97	16.03	14.06	16,000
1975年5月	31.49	15.08	13.11	16,000
1982年5月(乙)	31.04	14.19	12.22	16,000
計 画*	32.30	16.56	14.59	16,000

* 中国側原計画案

(3) 動水貯留法による計算結果

飛来峡ダム計画における洪水調節計算は、水平湛水を前提とする上記静水貯留法では現象を的確に把握できないことから、貯水池内の水面勾配を考慮した動水貯留法でも検討することとした。計算方法は不定流計算とし、第二次現地調査時に中国側から提供のあった追加詳細資料に基づき、貯水池内流入を北江本流、潯江支流、連江支流および残留区間に分け、更に区間を5小支流域に代表させた。各流域のハイドログラフを適切なタイムラグの仮定のもとで貯水池ハイドログラフに合成し洪水調節計算を行った。その結果は下の表3.2の如くなった。

表 3.2 動水貯留による洪水調節計算結果

洪水	確率	昇平ダム築造前		昇平ダム築造後	
		ダムサイト 最高水位 $H_{D max}$	ダムサイト ピーク流量 $Q_{D max}$	ダムサイト 最高水位 $H_{D max}$	ダムサイト ピーク流量 $Q_{D max}$
1968年 6月型	1/50年	22.4m	m^3/s 15,900 *1(17,700)	30.5m	m^3/s 13,000
	1/100	23.0	17,300 *1(19,200)	31.1	15,500
	1/300	23.7	19,400 *1(21,600)	*2(32.1) 33.7	16,000
1982年 5月型	1/50年	22.7	16,600 *1(17,700)	29.8	13,000
	1/100	22.2	18,100 *1(19,200)	30.4	15,500
	1/300	24.0	20,300 *1(21,600)	*2(32.1) 32.7	16,000

*1 ()内は横石確率
洪水量
*2 ()内は静水貯留
による計算水位

表 3.4 洪水調節計画の諸元

項 目	諸 元	備 考
計画規模 (確率)	1/300年確率	
ダ	ダム最大流入量	24,700 m ³ /s 貯水池流入端における同時最大
	ダム最大放流量	16,000 m ³ /s 3段階放流 13,000→15,500→16,000 m ³ /s
	校核洪水位	EL. 34.30 m 1/10,000年確率
	設計洪水位	EL. 34.25 m 1/1,000年確率
	サーチャージ水位	EL. 34.20 m 防共洪水位 1/300年確率
	常時満水位	EL. 24.00 m
ム	洪水調節容量	18.7 億m ³ 1968年6月型 1/300 EL. 34.2 ~ EL. 20.00 (動水容量)
	予備放流容量	2.33 億m ³ EL. 24.00 ~ EL. 20.00 (静水容量)
遊 水 池	最 高 水 位	EL. 21.95 m
	調 節 容 量	4.41 億m ³
	湛 水 面 積	81.5 km ²
(石 角 流 ク 量)	調 節 前	22,400 m ³ /s
	調 節 後	18,800 m ³ /s

(2) 設計洪水位と校核洪水位

中国の規範にあつては、設計洪水位(1/1,000)、校核洪水位(1/10,000)は共に貯留効果を見込んでの決定が許容されていることから、設計洪水位、校核洪水位の決定は、洪水時満水位(34.20m)状態でのゲート開度状況からゲート全開に至るまでの所要時間内における水位上昇量によって決定する。計算結果によれば水位は設計洪水位、校核洪水位でそれぞれ4cm及び8cm上昇する。したがって計画設計洪水位、校核洪水位はそれぞれEL.34.25m,EL.34.30mとする。

(3) 貯水池背水

動水貯留法による洪水調節計算では、ダム築造後の英徳水位(背水位)は、1/100年確率洪水において約1.6m築造前より上昇する。また中国政府規範に基き静水貯留法により、1/5年及び1/20年確率洪水の背水位を計算すれば次の表3.5の如くである。

表3.5 貯水池内背水影響(洪水調節水位、最大流入量時)

断面番号	1/5年 Q 11,900m ³ /s		1/20年 Q 15,500m ³ /s		名 称	累加 巨為
	築造前	築造後	築造前	築造後		
5 - 1	20.77	*21.58	22.30	*23.24	昇平ダムサイト	0.0 km
6	20.85	21.64	22.38	23.30	中心村	0.0
7	21.13	21.86	22.67	23.67	宝興村	3.17
0	21.50	22.22	23.01	23.90	横石水文站	5.31
10	22.50	23.07	24.10	24.79	下望村	8.61
10 - 1	22.99	23.49	24.66	25.29	鳴坑口	10.46
11	23.28	23.77	25.06	25.66	大船狭	12.31
12	23.53	24.00	25.41	25.79	香炉狭	14.65
12 - 1	23.67	24.13	25.57	26.14	磨刃坑	15.55
14	24.22	24.62	26.14	26.64	坊角口下	18.46
15	24.89	25.04	26.59	27.04	〃 上	20.73
15 - 1	24.96	25.29	26.87	27.29	沙頭	22.04
16	25.41	25.69	27.31	27.69	高洲布	24.38
17	**25.89	25.94	27.80	28.13	皇城口	27.06
18 - 1	26.53	26.73	**28.45	28.73	連江口下	29.85
19			28.61	28.89	連江口上	30.19
20			30.06	30.26	貧水坑	32.19

上記洪水調節計画に基づき、貯水池の容量配分図と河道流量配分図を作成すると次の図3.1及び図3.2の如くなる。

3.1.4 貯水池堆砂

(1) 浮遊土砂量

本計画では、1954年以降81年まで6ヶ所の測水所で測定された浮遊砂量の測定記録があり、横石では $88\text{m}^3/\text{km}^2 \cdot \text{年}$ の浮遊砂量となっている。また浮遊砂と河床砂の粒度分布も調査されており、浮遊砂の平均粒径は 0.083mm 、河床砂は 0.96mm である。

調査団は、広東省観測設計院が1975年に実測した河床縦断図及び珠江水利委員会が1984年に実測した河床縦断図とを重ね合わせて照合した結果、この9年間に河床は全般的にほとんど変化していないことが解った。この事実は、自然状態下では浮遊砂も掃流砂もこの区間では供給と流出がバランスを保っていることを示すものと考えられる。

また浮遊砂の粒径が河床砂に比較して極めて小さいため、若し浮遊砂の粒径の中、河床堆積砂の最小粒径以上の砂が全量河床に堆積すると仮定しても、浮遊砂全量の15%にしか当たらない。従って年間横石通過浮遊砂量 299万 m^3 から計算しても、年堆砂量は最大約 45万 m^3 と見られる。

一方浮遊砂の沈降速度と河水の流速を基としてストークス公式等を適用して計算すると、1/5年確率洪水程度の流量に対しては 0.3mm 以下の砂は 35km 以上浮遊することになり、盲仔峡よりダム地点までの 33km を超えるため 0.3mm 以下の浮遊土砂はそのまま流下するものと考えられる。この考え方に立てば浮遊砂量の粒度分布から見てその5%しか堆砂しないものと考えられる(年間約 15万 m^3)。

(2) 掃流砂

計画で考えられる河川の区間の河床勾配は約 $1/3,000 \sim 1/4,500$ と緩かであるため、乾期における掃流砂量は極めて小さいものと推定される。北江では掃流砂量測定の記録は無いが通常の河川では浮遊砂量の10%以下と推定される。従って問題となるのは、洪水期の大流量による掃流砂量であろう。

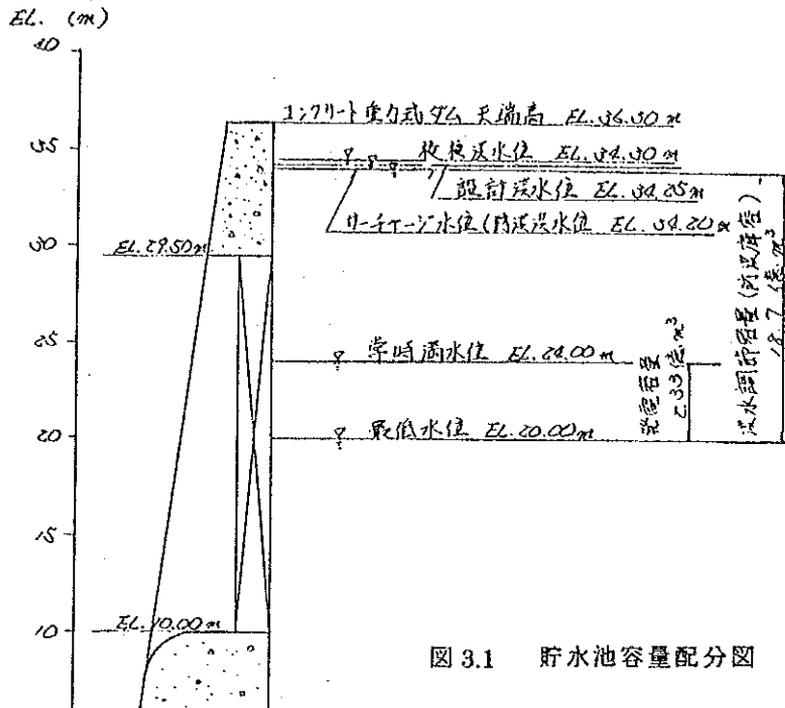
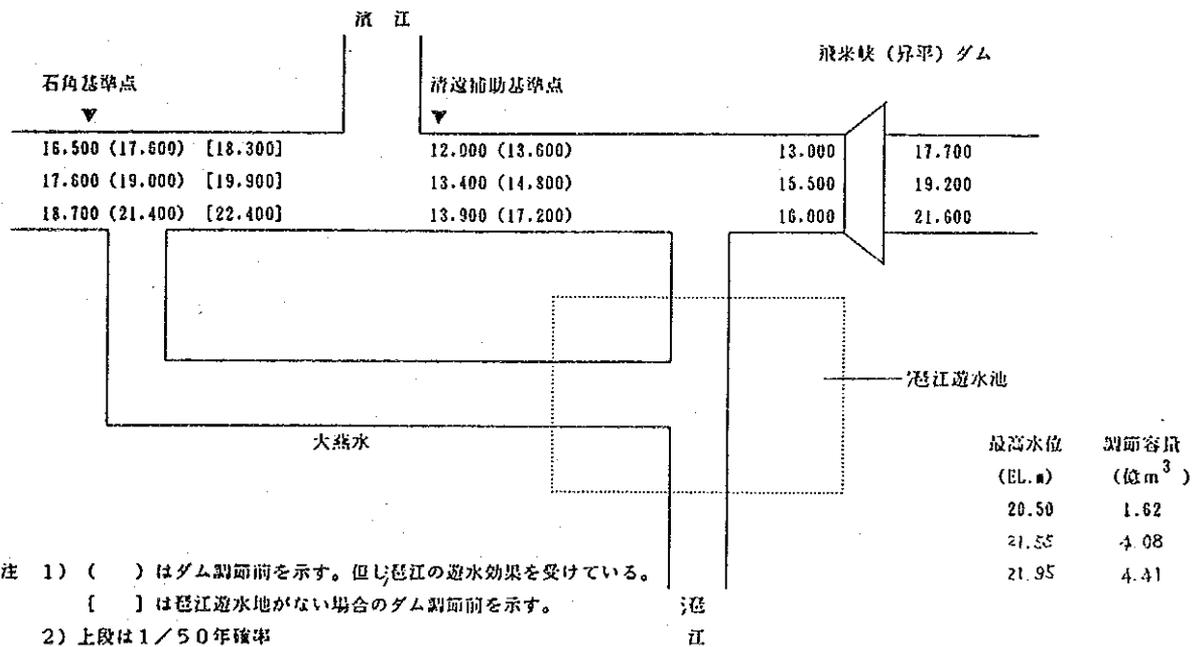


図 3.1 貯水池容量配分図



注 1) () はダム調節前を示す。但し瀬江の遊水効果を受けている。
 [] は瀬江遊水地がない場合のダム調節前を示す。

2) 上段は 1/50 年確率
 中段は 1/100 年確率
 下段は 1/300 年確率

3) 貯留容量による。

図 3.2 河道流量配分図

この河の年平均の掃流力よりカリンスキー・ブラウン公式に基づいて年間総掃流砂量を算出した結果は、自然状態で約 80 万 m^3 、ダム築造後約 7 万 m^3 となり、その差 73 万 m^3 が理論的には堆砂することとなる。しかしこの量は (1) に述べた浮遊砂の中、河床に一旦堆積したもののウォッシュ・ロードをも含むものである。

またこれ等の掃流土砂がダム近傍に次第に堆積した場合、洪水の度に余水で標高 10m の越流堤を越えて下流に排砂されると考えられるので、ダム直上流には堆砂による問題は生じないものと考えられる。背水計算の結果から判断すると、盲仔峡より上流は洪水時の自然水位とダム築造後の水位はそれ程変化せず、従って浮遊砂・掃流砂の状態も自然状態より急に悪化する要因は少く、将来この区間の堆砂が洪水位を上昇させる現象はほとんど生じる恐れは無いものと考えられる。

(3) 貯水池内堆砂

ダム築造後堆砂を生じ始めるのは背水計算の結果から見て盲仔峡下流出口附近からと考えられる。また支川では連江の下流河床に堆砂すると考えられる。

今仮に年間 73 万 m^3 のウォッシュ・ロードが毎年全量貯水池内に堆砂すると仮定すると、発電低水位 EL. 20m 以下の死水量 1.99 億 m^3 を水平に埋め尽くすものとして約 270 年分の堆砂量に対応する。また万一、浮遊砂の堆積量を最大の 45 万 m^3 /年とし、これとウォッシュ・ロード 73 万 m^3 が別途堆砂すると仮定しても年平均 118 万 m^3 であり、低水位まで埋没するには約 170 年となる。

勿論堆砂は水平に堆積する訳ではないので一部は標高 20m 以上の有効貯水量を削減することはあると考えられるが、盲仔峡出口の河床標高は約 EL. 13m であり、堆砂が低水位 EL. 20m を越えるには相当の長年月がかかるものと推定される。

3.2 舟運計画

舟運計画は中国側で立案されたもので、現在の 50～100t 級船舶の通行を将来 500t 級の船まで通行できるようにするもので、1980 年の年間約 113 万 t の貨物量が紀元 2000 年には 248 万 t、紀元 2020 年には 480 万 t となると想定している。

そのため、現計画ではダム下流保証流量として、150 m^3/s を計画しており、将来 200 m^3/s とすることも検討している。中国側より示されたロックの基本寸法は最小水深

3m、幅 16m、長さ 190mである。これに基づいて構造物の概略設計を実施した。なお、発電計画にはこのロック運用による損失流量を年平均 $8\text{m}^3/\text{sec}$ として差引くものとする。

3.3 発電計画

3.3.1 電力系統

本飛来峡発電所の完成後、その電力は広東省幹線送電網(図3.4参照)に連繋し、省内最大の電力消費地である広州市に供給される予定である。なお、1985年に広西壮族自治区と広東省の夫々の送電網は連結されたが、広東省への電力融通はまだ行われていない。

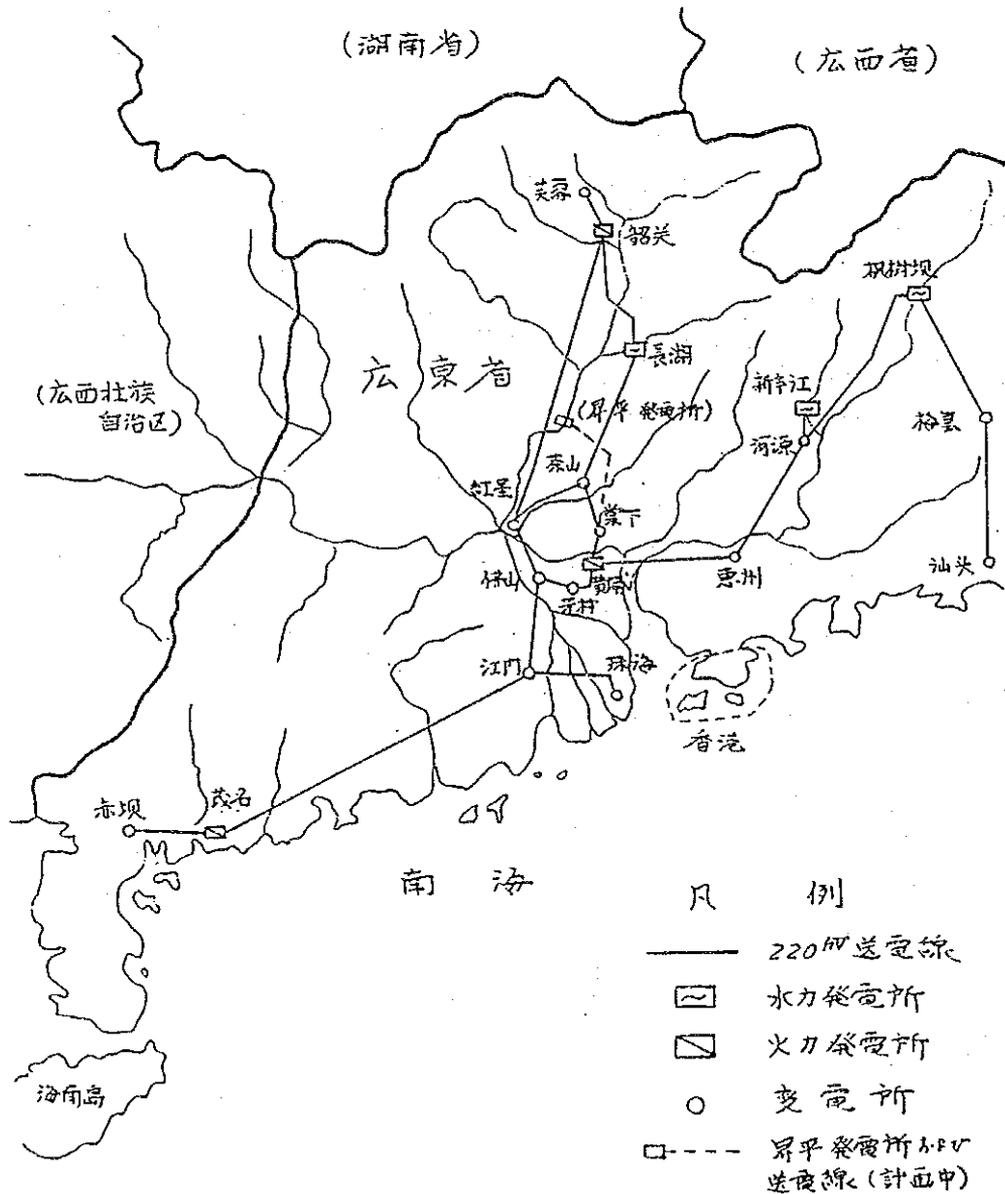


図3.4 広東省送電線網図(幹線)

3.3.2 需要予測と需給バランス

(1) 需要予測

将来の電力需要は、供給範囲を広東省とし、省内の農工業総生産は今後も順調に増大するものとして、2000年までについて想定した結果、尖頭負荷および年間電力量の対前年増加率は下表の如く想定される。

表 3.5 尖頭負荷及び年間電力量の対前年増加率

項目 \ 増加	1985年 ～ 1990年	1991年 ～ 1995年	1996年 ～ 2000年
尖頭負荷 (KW)	7.2%	8.8%	6.2%
年間電力量 (KWh)	6.7%	7.8%	6.2%

この増加率を用いて最大需要の発生する毎年9月における最大負荷及び年間電力量の2000年までの年別展開を行った結果は、表3.6に示す通りである。

表 3.6 年別最大負荷及び年間電力量

年	最大負荷 (MW)	年間電力量 (億 KWh)
1985	1,890	113.4
1990	2,680	157.0
1995	4,090	229.0
2000	5,520	309.0

(2) 需給バランス

1985年現在の広東省(海南島を除く)の電力系統に含まれる既設供給力は、25MW以下の小規模のものを除き水力790MW、火力1,036MW、合計1,826MWである。

現在の広東省における電力需要は、KW、KWh共に供給力を上回っており、電力不足は深刻な状況にある。このような状況から、1980年以来香港中華電力公司より電力購入が行われており、1984年の実績では最大電力で140MW、電力量で7.4億

KWhであった。ここ当分の間はこの電力購入は必要であり、その最大電力は200 MWと予想される。

今後2000年までに開発が予定されている広東省内の水力、火力および原子力発電所は、表3.7の通りである。

表 3.7 広東省内の発電所開発計画

種別 地点および 運開期間	水 力	火 力	原子力
沙 角 (1988)		200 MW	
中規模水力 (1988~90)	148 MW		
大 亞 湾 (1995~96)			720 MW
昇 平 (1995~97)	174 MW		
沙角増設 (1998)		600 MW	

前項で予測した2000年までの9月における最大負荷と電力量に対し、上表の新設予定の供給力を加えて需給バランスをみると、表3.8(1)~3.8(2)に示す通りである。

以上の通り、広東省の電力供給力の不足は年々増大し、その不足分は西江上流部で今後開発される天生橋第1、第2、岩灘等からの電力融通を期待せざるを得ない状態である。

表 3.8(1) 広東省電力網電力需給バランス(9月)

年	需要電力 (MW)			供給電力 (MW)			不足電力 (MW)
	最大負荷	予備力	計	火力	水力	計	
1985	1,890	189	2,079	790	1,036	1,826	253
1990	2,680	268	2,948	938	1,236	2,174	774
1995	4,090	409	4,499	782	1,596	2,578	1,921
2000	5,520	552	6,072	1,112	2,556	3,668	2,404

表 3.8(2) 広東省電力網電力需給バランス(9月)

年	需要電力量 (億 KWh)	供給電力量 (億 KWh)			不足電力量 (億 KWh)
		水力	火力	計	
1985	113.4	29.92	32.16	92.08	21.32
1990	157.0	34.76	74.16	108.92	48.08
1995	229.0	37.96	95.76	133.72	95.28
2000	309.0	40.65	153.36	194.01	114.99

上述のように広東省内の深刻な電力不足(KW及びKWh共)は今後共長期にわたって継続する見通しであるので、本飛来峽発電所で発電された電力(ピーク174MW及び年間電力量627GWh)は総て消費されるものと考えられる。

3.3.3 発電計画

本プロジェクトの貯水池運用は洪水調節及び舟運のための運用を優先して行うため、その制約条件と利用可能流量とからその最適規模を検討した。その結果は次の表3.9及び図3.5、図3.6に示す如く174MWが最も経済的と判断された。

表 3.9 水車の台数別経済性比較

項 目 \ 案	2 台案	3 台案	4 台案	5 台案
最大出力 (MW)	87	130.5	174	217.5
正常貯水池水位 (m)	24			
下流保証流量 (m ³ /s)	150			
年間発電利用水量 (10 ⁶ m ³)	18.267	22.877	25.692	27.794
河水利用率 (%)	50.2	62.8	71.2	76.3
年平均取水水位 (m)	23.721	23.328	22.779	22.213
年平均放水水位 (m)	11.809	11.831	11.851	11.876
年平均落差 (m)	11.912	11.497	10.928	10.338
年平均発電効率 (%)	88.6	87.3	85.9	83.6
年間発生電力量 (10 ⁶ KWh)	518.74	619.65	659.13	650.63
発電工事費 (10 ⁶ 元)	186.993	234.925	273.607	314.783
年便益 B (10 ⁶ 元)	59.541	78.220	92.597	103.617
年経費 C (10 ⁶ 元)	28.210	35.441	41.276	47.488
超過便益 B - C (10 ⁶ 元)	31.331	42.779	51.321	56.129
便益費用比 B/C	2.111	2.207	2.243	2.182

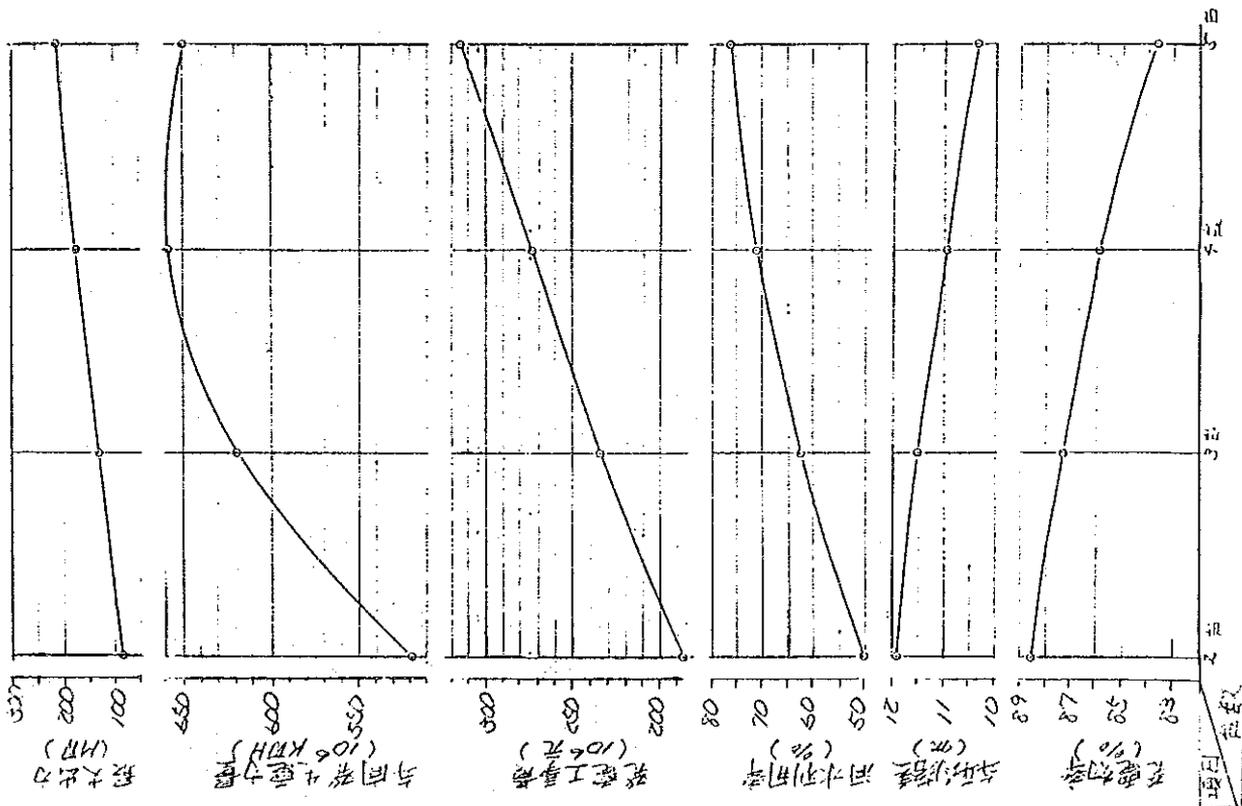


図 3.5 開発規模の諸元

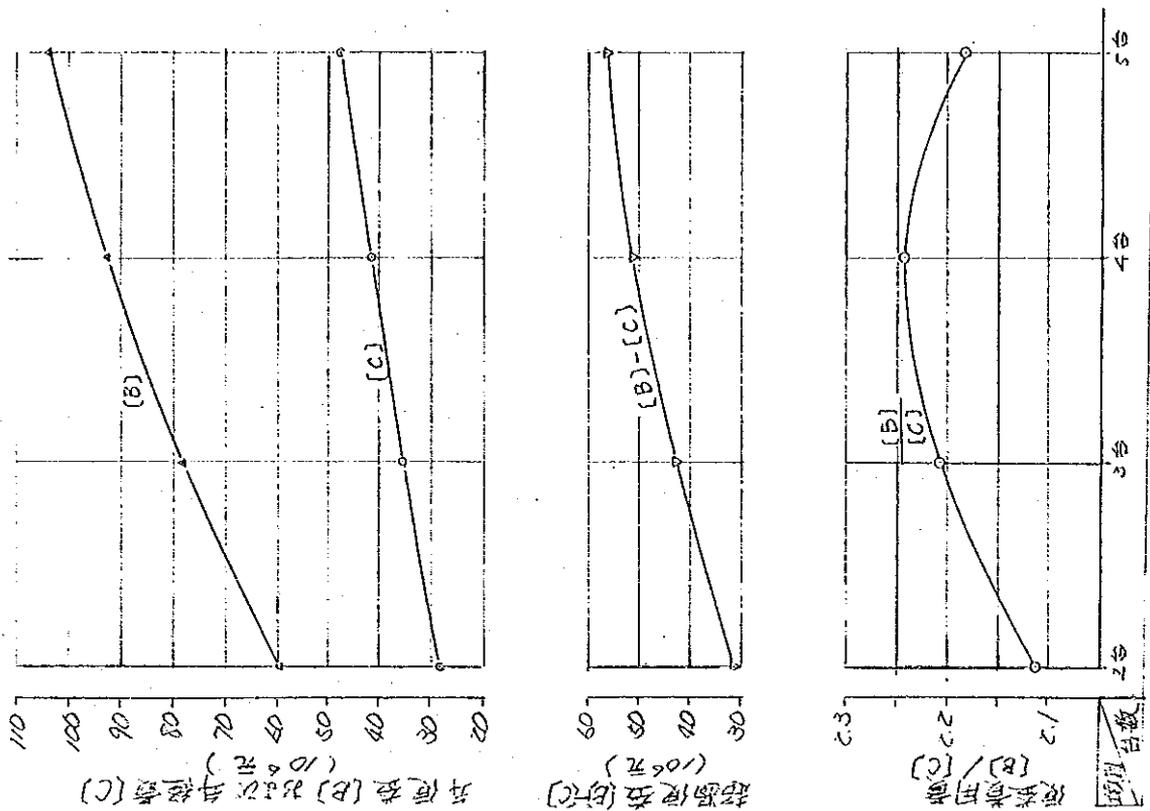


図 3.6 開発規模の経済比較

また水車型式としては低落差・大流量であることから立軸カブラン型水車とバルブ型円筒水車の場合の経済比較を行った結果、バルブ型の方が経済的であるとの結果を得たので、これに基づいて概略設計を実施した。

3.4 貯水池運用計画

飛来峽多目的ダムのは、治水・舟運・発電の優先順位となっている。貯水池運用については、洪水期・非洪水期の別及び治水・舟運や発電の関係より検討した。

3.4.1 洪水期(4月～8月)

予備放流及び洪水調節計画により基本的に運用される。

(1) 予備放流

本計画では、発電用常時満水位を標高 24m としているが、上流の英徳県域における水位が 25m を越えぬようにするため、洪水流入時に貯水位を徐々に 20m まで下げる事となっている。即ち

流入量 (m ³ /sec) Q	貯水位水位 (EL. m)
$Q \leq 2,480$	24.0
$Q = 3,250$	23.0
$Q = 3,710$	22.0
$Q = 4,000$	21.0
$Q \geq 4,200$	20.0

従って流入量の増加に応じて、それに貯水量を加えた水量を下流舟運などの安全を考慮し放流しなければならない。

流入量 2,480m³/s より 4,200m³/s への急増立上り時間が約12時間以上の一般洪水のときは、安全に貯水位を低下させることが出来る。ただし、特殊な立上り時間、約6時間となれば最大 6,000m³/s の予備放流を約17時間前より行う必要がある。予備放流開始時間を十分な時間的余裕を持って予測するためには、貯水池上流流入量、雨量などの観測設備、通報設備を完備すると共に、下流舟運などの安全のための警備設備などが必要である。

(2) 予備放流

非洪水期にても、流入量 $2,480\text{m}^3/\text{s}$ 以上のときは、前記洪水期の予備放流に準じて貯水池運用を行う。

(3) 洪水調節

3.1 節洪水調節計画に示す通り、3段階放流を基準とした運用計画である。しかし、貯水池内に流入する洪水量と下流残流域の支川よりの洪水を併せ検討し、最終目的地の目標洪水流量を制御することが重要となる。またこのため洪水量の予報、予測設備を設置する必要がある。

このため下記諸設備を管理設備として考慮した。

- | | |
|-----------------|-----------------------------|
| 1) 水位テレメーターシステム | 貯水池上流紹関他 5ヶ所
ダム下流清遠他 4ヶ所 |
| 2) 雨量テレメーターシステム | 上流 6ヶ所、ダム下流 3ヶ所 |
| 3) 警備設備 | ダム～清遠間約 30km、15ヶ所 |

3.4.2 非洪水期(9月～3月)

主に流入量が、発電最大使用水量以下であるので発電効率及び舟運安全運行の基本により運用される。つまりできるだけ常時満水位近くで運用する。

(1) ピーク発電

下流舟運、その他に支障とならない保証流量 $150\text{m}^3/\text{s}$ をベース運転とし、下流水位上昇下降を約 $1\text{m}/\text{時}$ 以下、且つ舟運に支障がない最大流速 $2\text{m}/\text{s}$ 以下を確保し乍ら、ピーク発電運用を行う。

飛来峡発電所は、洪水期にはピーク発電を行うように計画されている。従って下流の流量は保証流量 $150\text{m}^3/\text{sec}$ より最大は約 $2,000\text{m}^3/\text{sec}$ に急増する。若し4台の水車を数分置きにフル稼働させると、下流の流速は、 $1.00\text{m}/\text{sec}$ から $1.85\text{m}/\text{sec}$ に増加し、水位は急速に 3.7m も上昇することとなる。この流速は船舶運航可能な通常 $2\text{m}/\text{sec}$ の流速以内であるが、この急激な水位上昇は船舶に対して危険であると考えられるので、水位上昇速度を自然洪水増水速度の $1\text{m}/\text{時間}$ 程度に抑えるように考えると、 174MW ピーク到達前約 3.5時間必要で、急減についても同様と考えると洪水

期におけるピーク発電量は低下する。

水位上昇、下降速度、1m/時間はかなり急速な水位上昇であり、下流飛来峽出口までの事前警報が始動時・停止時共に必要と考えられる。

3.5 主要構造物諸元

上記計画によって決定したダム高・所要放流量・発電施設・ロック寸法等に基いて、計画地点の地形・地質・建設材料等を考慮し、中国及び日本の設計基準を満足する如く概略設計を行った結果は添付図面に示す通りで、その主要構造物の諸元は以下の通りである。

1) 貯水池

流域面積	34,097 km ²
年間総流出量	351 億 m ³
総貯水容量	17 億 m ³
有効貯水容量 (洪水調節容量)	14.59 億 m ³
〃 (発電容量)	2.33 億 m ³
常時満水位	EL. 24.00 m
設計洪水位	EL. 34.25 m
校核洪水位	EL. 34.30 m

2) ダム

(a) フィルダム(本ダム)

形式	均一型フィルダム
天端標高	EL. 37.00 m
堤頂長	1,349 m
堤頂幅	7 m
法面勾配 (上流)	1 : 3.5
(下流)	1 : 2.5
堤体積	3,568,000 m ³

(b) フィルダム(副ダム)

形 式	均一型フィルダム
天端標高	EL. 37.00 m
堤 頂 長 (副ダム 1)	154 m
(副ダム 2)	294 m
(副ダム 3)	153 m
(副ダム 4)	177 m
堤 頂 幅	7 m
法面勾配 (上 流)	1 : 3.5
(下 流)	1 : 2.5
堤 体 積 (副ダム 1)	81,000 m ³
(副ダム 2)	465,000 m ³
(副ダム 3)	157,000 m ³
(副ダム 4)	162,000 m ³

(c) コンクリートダム(非越流部)

形 式	重 力 式
天端標高	EL. 36.30 m
堤 頂 長	75 m
堤 頂 幅	7 m
法面勾配 (上 流)	鉛 直
(下 流)	1 : 0.70
堤 体 積	111,000 m ³

3) 洪水吐

形 式	台形ゼキ型(オリフィス式)
越流頂天端標高	EL. 10.00 m
堤 頂 長	276.5 m
門 扉	ラジアルゲート 16門 (高さ 20 m、幅 14 m)

設計洪水流量 (1,000年確率)	24,100m ³ /sec
校核洪水流量 (10,000年確率)	28,700 m ³ /sec
コンクリート体積	381,000 m ³

4) 発電所

形式	河床式
長さ	123 m
幅	88 m
高さ (基礎地盤から天井まで)	60 m
水車	バルブ型円筒水車 4台
発電時貯水池側最高水位	EL. 24.000 m
発電時放水路側最高水位	EL. 13.500 m
発電時貯水池側最低水位	EL. 20.000 m
発電時放水路側最低水位	EL. 9.850 m
コンクリート体積	276,000 m ³

5) 閘門

形式	単室船閘式
長さ (船槽)	190m
幅	16m
閘門 (船槽) 内最小水深	3m
	(シル高 EL. 6.850m)
運航時貯水池側最高水位	EL. 24.000m
運航時貯水池側最低水位	EL. 20.000m
運航時閘門 (船槽) 内最高水位	EL. 24.000m
運航時閘門 (船槽) 内最低水位	EL. 9.850m
運航時下流河川最高水位(5年確率洪水流下時)	EL. 20.360m
運航時下流河川最低水位	EL. 9.850m
コンクリート体積	281,000m

6) 転流工

(a) 転流水路

形式	台形開水路式
水路幅	低幅 200m
長さ	2,250m
設計対象流量 (20年確率洪水)	15,500m ³ /sec
掘削量	5,080,000m ³

(b) 仮締切ダム

i. 一次(河床部)

形式	均一型フィルダム
堤高	15.4m(上流側)、14.7m(下流側)
堤長	1,900m
堤体積	1,560,000m ³
基礎止水工(シートパイル)	57,000m ²

ii. 二次(転流工部)

形式	均一型フィルダム
堤高	16.1m(上流側)、15.0m(下流側)
堤長	1,200m ³
堤体積	710,000m ³
基礎止水工(シートパイル)	28,000m ²

なお、上記概略設計において中国側原案と異なった主要な点は以下の6点である。

(1) 非越流部堤体

動水貯留法による洪水調節計算の結果に基づき、設計洪水位にダム余裕高を加えた結果、コンクリート重力ダムの堤頂標高はEL. 36.30m、フィルダムの堤頂標高はEL. 37.00mとした。これは中国側原案より夫々1.80m及び2.50m高い。

(2) 越流部堤体

中国側で実施された水理模型実験で、中国側原案による越流巾(ゲート14門×14m-196m)では洪水吐越流堤の両端部で越流水の縮流が著しく、また越流堤上下

流の水位差が極めて小さいことから、ゲート半開時にゲート背面に渦流によるゲートの振動の発生のおそれがあることが観測された。これらの現象を考慮して必要な放流能力を確保するため、中国側原案の越流堤頂標高EL. 8.5mを1.5m上げてEL. 10mとし、また越流巾を増加して16門×14m=224mとした。

(3) 転流工

転流工の配置・寸法等は中国側原案通りとした。中国側基準によると設計洪水量は20年確率洪水量である。工事中の越流のリスクを避けるために、施工能力は経済性が許す限り工期を出来るだけ短縮しうる様十分な配慮がなされるべきである。仮締切工の基礎止水工については、原案の定噴射グラウト工よりも確実に工期が早いと考えられている鋼矢板工法とした。この鋼矢板は、工事完了後は引き抜いて再び他の工事に転用可能であり、長い目で見ると経済的となる。

(4) 発電所

水車型式を原案の立軸カプラン型よりバルブ型円筒水車4台に変更したことにより、発電所全長は原案の176mから123mと53m短縮できた。また開閉所への連絡道路は、原案では発電所放水路右岸導流壁上に約400mの橋梁を設ける案であったが、今回はロックの右岸側の擁壁の頂部を拡巾して連絡道路とする方が経済的で管理し易いのでこの案に変更した。

(5) 舟運用ロック

開門の配置及び基本諸元は原案通りであるが、開室擁壁については、原案のシェル型(鉄筋コンクリート二重壁内側に土を詰める案)を、構造及び施工の単純化のため重力式コンクリート擁壁に変更する案とした。またロックと発電所の間に貯水池上流に向って設けられる導流堤は、原案では盛土堤となっていたが、経済性と発電所の保守の安全性の観点からコンクリート隔壁として設計した。

(6) フィルダム基礎止水工

右岸フィルダム止水工は原案ではコンクリート壁止水工となっているが、確実性・安全性の観点から砂礫層まで掘って土質心壁を基礎岩盤まで着ける構造とした。

第4章 環 境

4.1 自然環境への影響

貯水池によるダム放流水の水温低下や濁水貯留の長期化は、本プロジェクトの場合、正常満水位以下の総貯水量4.8億 m^3 に対し、年間平均流入量は351億 m^3 で年間貯水回転率は約73倍強にもなるので発生する恐れはほとんど無いと考えられる。濁水が成層を形成し易い豊水期(4月~7月)には、本ダムの流入量は極めて大きく平均3日に1回貯水池の水が入替わることとなり、乾期(10月~3月)でも約10日で入替わることとなるので、上記冷水・濁水の問題は余程の異常が無い限り発生し難いものと考えられる。

本計画地点の現在の北江の水質は極めて清浄である。将来富栄養化の問題が生ずるかどうか考察したが、有機質や窒素量の含有量は現在極めて小さく栄養塩の供給量は極めて少ないと見られる。将来上流域の過度の工業化や生活モードの変化で余程の急増が無い限りほとんど問題無いと考えられる。この問題はしかし今後定期的に河川水質の分析調査を継続実施することが望ましい。また工事中の一時的汚濁やダム築造後の浮遊物・塵埃の処理には十分な対策を実施することが望ましい。

本計画地域には天然記念物等に該当する動・植物も無く、若令の二次林のみで保安林・保護林に指定されている所も無い。

水域生態系の魚介類については中国側の調査によって北江の中・下流域に数種類の回遊性魚類の生息が明らかにされているが、その生息範囲は主として西江との合流点(三水附近)附近の下流一帯が多く、極く一部が清遠附近まで溯上することが知られている。また飛来峡より上流域にはこれ等の産卵地は無いとされている。ただ本計画の発電所はピーク発電を行う計画であるので、ダム直下流数kmの範囲では流況の変化による水域生態系に若干の影響は免れないかも知れないが、全流域からみると微々たるものと考えられる。

本計画の水没予定地及びその周辺には、石炭或るいは金属鉱物の埋蔵は知られていない。

4.2 社会環境に関する考察

本ダム計画地点下流には、峡谷美を誇る飛来峡の他、古い歴史を持つ飛来寺及び飛霞古洞等の名勝・旧蹟が存在するが、何れもダム地点より約10km下流で水没には関係無く、乾期においても舟運のため貯水池操作によって150m³/sec常時保証水量を放流する計画であるので、観光の美観を損なうことは無いと考えられる。また対岸に渡る舟や下流より溯上する観光船にとってもほとんど影響は与えないものと考えられる。その他水没地内には史蹟・名勝等は無い。

調査団は本計画地域周辺の英徳及び清遠の二県につき1980~82年の3ヶ年の主要疾病の罹患数・死亡者数の資料を検討したが、水系伝染病の中で貯水池の出現と関係が大きいものはマラリヤと住血吸虫病のみである。

マラリヤの発生患者数は英徳県で1980年に29人、81年に54人で死亡者はいない。マラリヤ蚊(*Anopheles*, sp.)は80種以上もあり、この地方のマラリヤ蚊の種については判然としないが、通常夏季に産卵繁殖する。本計画の貯水池は夏季には洪水放流のため3日に1回平均で貯水が入替わするため、水の滞留期間が極めて短いので蚊の繁殖に適していないものと考えられる。聞き込み調査でも近隣の既設貯水池周辺で今まで建設後マラリヤの発生が急増した例は無いとの事であった。従って本ダムによる影響はほとんど無いものと考えられる。しかし今後共本貯水池周辺でのマラリヤ患者発生数は毎年注意深く調査して置くことが望ましい。

住血吸虫病患者の発生はずっと以前には英徳県・清遠県でも報告されたことがある由であるが、近年では1人の発生も無いとのことである。1980年中国で実施された中間宿主(ミヤイリ貝、*Oncomelania* sp.)の分布調査によれば、本計画地域周辺一帯にはミヤイリ貝は発見されず、従って住血吸虫病の汚染可能地域にも指定されていない。また今回の聞き取り調査でも近隣の既設ダム周辺に住血吸虫の問題は全然発生していないことから判断して、本昇平ダム建設による発生または増加の可能性はほとんど無いものと考えられる。

4.3 環境に及ぼす影響に関する所見

以上の諸点について本計画が周辺の自然環境及び社会環境に及ぼす影響について極く概略な考察を行った結果、本プロジェクトの影響はその実現の価値に重大な支障を与える程大きいものは無いと考えられる。

第5章 施工計画及び事業費

5.1 施工計画

5.1.1 基本方針

本プロジェクトの諸構造物の配置、工事数量の規模及び早期完成による経済性等を考慮し、中国側原案より約1年発電開始を早めることを検討した結果、若干の大型機械類の導入を計れば、無理なく約9ヵ月短縮可能であると判断された。

その主要なものは13.5t走行式ジブクレーン(75mブーム)、32tダンプトラック、5mローダ、1.5m³×3台のバッチャープラント、パイプロハンマー等である。これ等諸機械の容量・所要台数を検討し、主として本工事の施工工程を短縮して、約9ヵ月発電開始を早める如く立案した。

5.1.2 施工計画立案の前提条件

(1) 資機材の輸送

計画現場は広州・韶関等よりの道路・橋梁の条件が劣っており、大量の資材・大きな重量物等の現場への運搬は主として左岸を走っている京広鉄道、または北江の舟運(50~100t/隻)に頼るのが良策と考えられる。幸い京広鉄道は既に複線化工事を開始しており、本飛来峡ダム着工までには完了するものと考えられる。その場合現場沿いの旧線路は引込線として利用出来ることから、本計画の輸送は主として鉄道に依ることとし、大重量物・大寸法のものとは舟運によるものとする。

(2) 施工機械・設備

施工機械・設備については中国で調達可能なものは中国産のものを使用し、調達困難な一部大型機械・設備についてのみ外国産のものを考慮した。

(3) 工事電力供給

工事用電力供給は、清遠県源澤区七星崗変電所より約30kmの送電線を設置し、現場左岸に仮設受電変電所6000KVAを設けるものとする。

(4) 骨材及び土質材料

1) 砂材料はダム直上流の夾州より採取し、洗浄の上使用する。

- 2) 粗骨材は、右岸導流工工事用には右岸の板塘原石山より、本工事用には左岸の大崗嶺原石山より採取するものとする。
- 3) 土質材料は、第1期仮締切用には左岸大崗嶺原石山表土を用いるものとし、左岸のフィルダム用には左岸ダム上流横石より、更に右岸のフィルダム用には右岸II-6地区より採取する。
- 4) 掘削土砂及び岩石の石屑は仮締切用盛土材料や転流工盛土材料としてできるだけ転用する計画とする。

(5) 年間稼働時間

年間稼働日数は降雨日数及び労働者の休日を考慮して、掘削・コンクリート工事は平均25日/月;盛土工事は22日/月とした。また1日の労働時間は原則として12時間/日2交代とし、実稼働時間は20時間/日としたが、工程の許す限り夜間作業は避けることとした。

(6) 土捨場

右岸はダム上流約1.5kmの夾州山裾の凹地を主要土捨場とし、左岸はダム上流約1.5kmの川沿いの用地を主要土捨場とする。

5.1.3 工事工程

上記方針及び前提条件に基づいて施工計画を立案した結果、表5.1に示す主要機器を以て施工すれば、表5.2に示す工事工程で施工可能であると判断された。

表 5.1 主要機械一覧表

使用機械名	仕様	輸入	国内調達	計	備考
ブルドーザー	32t	5台		5台	
〃	21t		14台	14台	
ダンプトラック	32t	12台		12台	
〃	20t		17台	17台	
〃	11t		36台	36台	
ホイールローダーショベル	5m ³	5台		5台	
ローディングショベル	4m ³	3台		3台	
トラックターショベル	2.2m ³		5台	5台	
タンピングローラー	20t	2台		2台	
振動ローラー	8t	2台		2台	
油圧ブレーカー	800kg級	3台		3台	
バックホー	0.6m ³		3台	3台	
クラムシユル	2.0m ³		3台	3台	
クローラードリル	10m ³ 級		15台	15台	
パッチャープラント	4.5m ³	3基		3基	
コンクリート運搬車	120PS	4台		4台	
走行式ジブクレーン	13.5t	4台		4台	ブーム75m
コンクリートポンプ車	30m ³ /h		1台	1台	
杭打機		2台		2台	ハイパハンマー
クローラークレーン	35t		3台	3台	
定置式コンプレッサー	150kw		6台	6台	
骨材製造設備	右岸100t/h		1式	1式	砂は川砂
	左岸300t/h		1式	1式	を使用
トラックミキサー	3.0m ³		3台	3台	
ポンプ浚渫船	120m ³ /h		3隻	3隻	
ドレッチャー船	120m ³ /h		2隻	2隻	
グラブ浚渫船	100m ³ /h		2隻	2隻	

表 5.2 飛來峡多目的ダム建設工事工程表

項目	数量	単位	第1年目 (1989年)	第2年目 (1990年)	第3年目 (1991年)	第4年目 (1992年)	第5年目 (1993年)	第6年目 (1994年)	第7年目 (1995年)
基礎工事	1	式							
掘削	4,300.000	m ³							
コンクリート打設	89.000	m ³			第1期転流			第2期転流	
第一期掃切工事	1,197.000	m ³							
第二期掃切工事	714.000	m ³							
第一期掃切撤去	1,197.000	m ³							
コンクリート	1,925.000	m ³							
基礎掘削	25.000	m ³							
基礎処理	497.000	m ³							
コンクリート打設	1,570.000	m ³							
基礎掘削	8.000	m ³							
基礎処理	4,434.000	m ³							
立	7.900	t							
ゲート機器据付	680.000	m ³							1号機発電開始
基礎掘削	16.000	m ³							2号機発電開始
基礎処理	276.000	m ³							3号機発電開始
コンクリート打設	1.000	m ³							4号機発電開始
基礎掘削	3.200	m ³							
基礎処理	388.000	m ³							
基礎掘削	6.000	m ³							
基礎処理	281.000	m ³							開門通行開始
コンクリート打設	1.000	m ³							
ゲート機器据付	58.000	m ³							
立	1.000	m ³							
コンクリート打設	1	式							
変圧器据付	1	式							
機電設備据付	1	式							

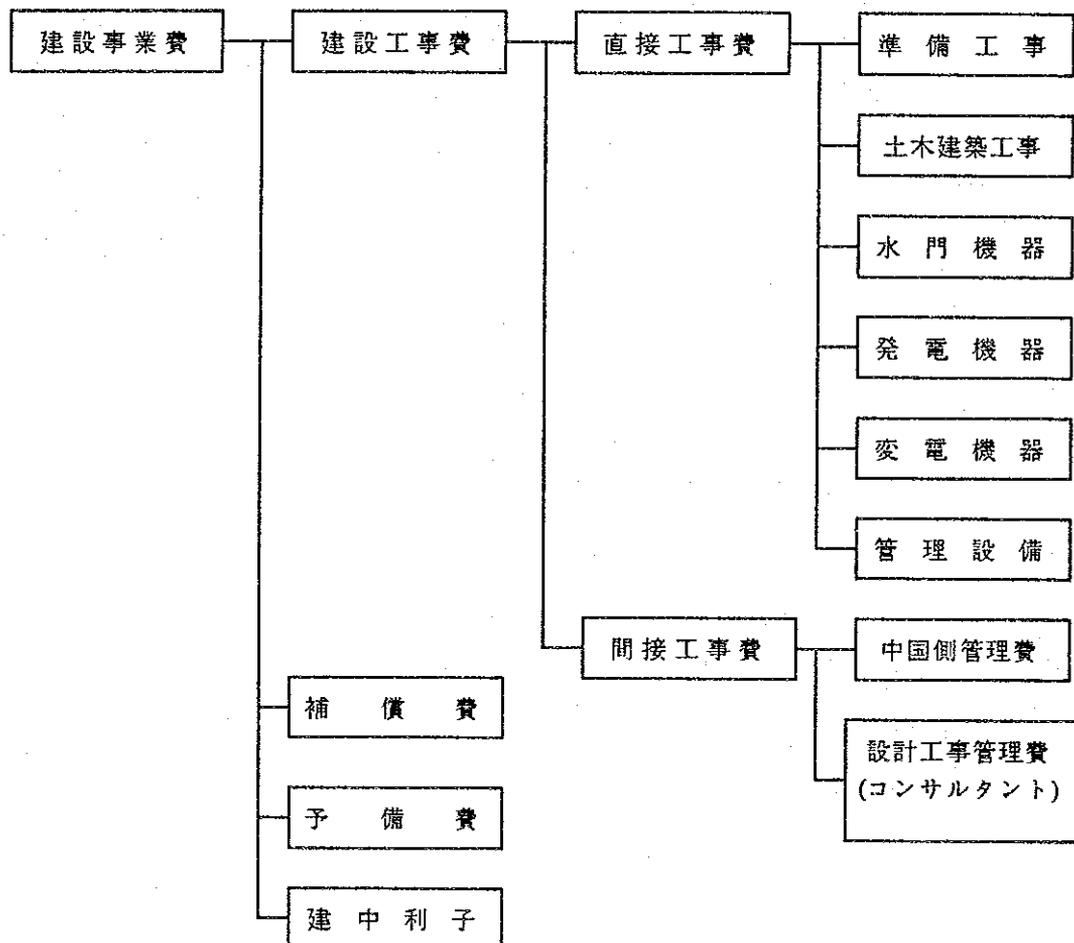
5.2 事業費積算

5.2.1 積算条件

建設事業費の科目分類は下図に示す如く、建設工事費、補償費、予備費および建設工事中利子に分類し、建設工事費は直接工事費と間接工事費に大別される(着手及び現地報告書参照)。

直接工事費は更に準備工事、土木建築工事、水門機器、発電機器、変電機器、管理設備に大分類される。

間接工事費は中国側管理費及び設計工事管理費(技術費)よりなる。



(1) 積算方法

中国内調達 of 建設機械、資材を使用した場合は中国側提供資料に基づき 1986 年の市場価格で積算し、輸入機械、資材については同年の日本価格を準用し積算した。

1) 直接工事費は数量に単価を乗じて算出した。

2) 間接工事費

・中国側管理費——中国側提供の率及び算定値による。

・設計工事管理費——建設工事費の5%を計上

3) 補償費

補償費は、移転補償費、及び防護工事について計上する。

4) 予備費

予備費は、物理的予備費10%、価格予備費年率4%とする。

5) 建設中利子

建設中利子は、内貨については無利子とし、外貨については3.00%とする。

6) 換算レート

換算レートは、1US\$=160円=3.6元とする(1元=44.5円)。

(2) 単 価

単価の積算は下記基準による。

1) 労務費=労務歩掛労務単価

労務単価は、全職種平均4.3元/人・日(基準2.86+手当1.44)とする。

労務歩掛は、日本類似歩掛を用いる。

2) 材料費

主要材料につき中国側提供の単価および日本国内単価より検討する。

3) 機械費

中国にて調達可能と考えられるものは中国側提供損料を適用し、輸入機械類については日本よりの輸入基礎価格と中国機械損料率を準用し算定する。

(3) 電気関係

国際的一部技術援助、提携により中国にて生産するときの各単価は、以下のようにした。

		(内貨)		(外貨)	(内貨)
1)	水車	12,000元/t	}	+技術援助25%+輸送・据付13%	
2)	発電機	10,000元/t			
3)	天井クレーン	7,000元/t			
4)	変圧器	20元/KVA			
5)	開閉器その他	9元/KVA			

(4) ゲート機器関係

中国にて生産するものとして各単価は下記の通りとした。

		(内貨)		(内貨)	
1)	ゲート	3,100元/t	}	+輸送・据付15.7%	
2)	ガイド(埋設金物)	3,000元/t			
3)	クレーン巻上機	4,000元/t			

5.2.2 建設事業費

前記積算条件と概略設計の工事数量に基づき建設事業費を積算した結果は表 5.3 ~ 5.4 に示す如くで、年度別所要資金は表 5.5 に示す通りである。

表 5.3 工 事 費 (単位:元)

1986年時点価格
エスカレーション考慮しない

項 目	工事費 (単位:千元)			備 考
	計	内 貨	外 貨	
I. 建設工事費	568,700	300,750	267,950	
I. 直接工事費	525,600	283,950	241,650	
(1) 準備工事	113,400	82,900	30,500	
導流工工事	63,700	33,220	30,500	輸入機械購入費を含む
施工用仮道路	6,900	6,900	-	
施工用仮建物	11,900	11,900	-	66千m ² ×180元/m ² ≒11,900千元
施工用送配電線工事	2,500	2,500	-	配電線 1,125千元 変電所 660千元 その他 715千元
調査工事	7,500	7,500	-	中国提供
その他仮設工事	20,900	20,900	-	[(1)準備工事+(2)土木工事]×7%
(2) 土木工事	251,700	151,650	100,050	
1) 主体建設工事	207,600	107,550	100,050	
ダム	117,300	33,500	83,800	
発電所	55,400	44,000	11,400	
屋外開閉所	700	650	50	
閘門	34,200	29,400	4,800	
2) 運搬設備工事	3,500	3,500	-	中国提供
3) 技術整備 施工機械移転費	24,000	24,000	-	[(1)準備工事+(2)土木工事]×7.5% 調査工事を除く
4) 請負業者の現場・ 一般管理その他費用	14,400	14,400	-	[(1)準備工事+(2)土木工事]×4.5% 調査工事を除く
5) その他建設工事	2,200	2,200	-	[(1)主体建設+2)運搬整備]×1%
(3) 水門機器	45,500	33,500	12,000	
1) 機器製作費用	39,300	27,300	12,000	
ゲート(門扉)	21,500	27,300	12,000	
ガイド(埋込金物)	8,200			
クレーン及び巻上機	9,600			
2) 輸送・据付費	6,200	6,200	-	
(4) 発電機器	103,000	9,700	93,300	
1) 水車・発電機器	74,500	-	74,500	
2) 技 術 料	18,800	-	18,800	
3) 輸 送 据 付	9,700	9,700	-	

表 5.3 つづき

項 目	工事費 (単位: 千元)			備 考
	計	内 貨	外 貨	
(5) 変 電 機 器	7,000	1,200	5,800	
1) 変 電 機 器	5,800	-	5,800	
2) 輸送据付	1,200	1,200	-	
(6) 通 信 ・ 管 理 設 備	5,000	5,000	-	
2. 間 接 工 事 費 (管 理 費)	43,100	16,800	26,300	
1) 中 国 側 管 理 費	16,800	16,800	-	
建 設 管 理 費	2,400	2,400	-	
生 産 準 備 費	4,200	4,200	-	
設 計 及 び 水 理 実 験	10,200	10,200	-	
2) 設 計 工 事 管 理 費	26,300	-	26,300	
II. 補 償 費	157,990	157,990	-	
(1) 補 償 費	119,440	119,440	-	
(2) 防 護 工 事	38,550	38,550	-	
III. 予 備 費	266,749	167,562	99,187	
(1) 物 理 的 予 備 費	72,669	45,874	26,795	
(2) 価 格 予 備 費	194,080	121,688	72,392	
IV. 建 設 中 利 子	81,017	-	81,017	
合 計	1,074,456	626,302	448,154	外貨比率41.7%

表 5.4 工 事 費 (単位: US\$)

1986年時点価格
エスカレーション考慮しない

項 目	工事費 (単位: 百万US\$)			備 考
	計	内 貨	外 貨	
I. 建設工事費	158.0	83.5	74.4	
1. 直接工事費	146.0	78.9	67.1	
(1) 準備工事費	31.5	23.0	8.5	
導流工工事	17.7	9.2	8.5	
施工用仮道路	1.9	1.9	-	
施工用仮建物	3.3	3.3	-	
施工用送配電線工事	0.7	0.7	-	
調査工事	2.1	2.1	-	
その他仮設工事	5.8	5.8	-	
(2) 土木工事	69.9	42.1	27.8	
1) 主体建設工事	57.7	29.9	27.8	
ダム	32.6	9.3	23.3	
発電所	15.4	12.2	3.2	
屋外開閉所	0.2	0.2	-	
開門	9.5	8.2	1.3	
2) 運搬設備工事	1.0	1.0	-	
3) 技術整備 施工機械移転費	6.7	6.7	-	
4) 請負業者の現場 一般管理・その他	4.0	4.0	-	
5) その他建設工事	0.6	0.6	-	
(3) 水門機器	12.6	9.3	3.3	
1) 機械製作費	10.9	7.6	3.3	
ゲート(門扉)	6.0	7.6	3.3	
ライフ(埋込金物)	2.3			
クレーン及び巻上機	2.6			
2) 輸送・据付費	1.7	1.7	-	
(4) 発電機器	28.6	2.7	25.9	
1) 水車・発電機器	20.7	-	20.7	
2) 技術料	5.2	-	5.2	
3) 輸送・据付	2.7	2.7	0	

表 5.4 つづき

項 目	工事費 (単位: 百万US\$)			備 考
	計	内 貨	外 貨	
(5) 変 電 機 器	1.9	0.3	1.6	
1) 変 電 機 器	1.6	-	1.6	
2) 輸 送 ・ 掘 付	0.3	0.3	-	
(6) 通 信 ・ 管 理 設 備	1.4	1.4	-	
2. 間 接 工 事 費 (管 理 費)	12.0	4.7	7.3	
1) 中 国 側 管 理 費	4.7	4.7	-	
建 設 管 理 費	0.7	0.7	-	
生 産 準 備 費	1.2	1.2	-	
設 計 及 び 水 理 実 験	2.8	2.8	-	
2) 設 計 工 事 管 理 費	7.3	-	7.3	
II. 補 償 費	43.9	43.9	-	
(1) 補 償 費	33.2	33.2	-	
(2) 防 護 工 事	10.7	10.7	-	
III. 予 備 費	74.1	46.5	27.6	
(1) 物 理 的 予 備 費	20.2	12.7	7.5	
(2) 価 格 予 備 費	53.9	33.8	20.1	
IV. 建 設 中 利 子	22.5	-	22.5	
合 計	298.5	174.0	124.5	外貨比率41.7%

第6章 経済評価及び財務分析

6.1 経済評価

6.1.1 便 益

本プロジェクトは治水・舟運・発電の三つの機能を持っているので、プロジェクト実施により生ずる3分野の便益を下記の手法に基いて算定した。なお、便益はすべて1986年の価格水準で算定した。

(1) 治水便益

過去最大の1915年洪水(再起確率約200年)によって生じた大被害の記録及びその後の追跡調査によって得られた被害が、中国側の調査で1981年価格で32.9億元と見積られている。現在は下流に1/100年確率洪水を防御する堤防が1987年に完成する予定であるので、100年以下の洪水に対しては被害軽減便益は本ダムプロジェクトでは生じないものとした。

また本飛来峡ダムでは1/300年確率洪水まで調節できるので、本プロジェクトによる洪水被害軽減額は、1/100年～1/300年洪水被害軽減額とした。

将来の洪水被害額は土地利用の高度化及び資産の増加を考慮し、毎年の被害額増加伸び率を乗じて算出した。

上記の結果算定された治水便益額を表6.1に示した。

(2) 舟運便益

本ダム築造前と後とではダム下流の舟運に対する状況はほとんど変わらないので下流では舟運便益は生じない。ダム上流においては、貯水池の出現により約100kmの水深の深い航路ができることになる。今までの河水の流速がほとんど0となるための変化は、上りと下りで略相殺されるので流速の変化による便益も生ずることは無い。ただ築造前蛇行している河の流心沿いにあった航路と貯水池内を略直線的に選べる航路とでは、片道約15km航路長が短くなる(30km/1往復)。

これによって1往復約3.4時間運航時間が節約となり、人件費及び燃料費に節約便益を生ずる。ただし、人件費節約分はロック通過時間を1往復2時間差引くと1.4時間/1往復に過ぎず、0.034元/tと算定された。一方燃料費の節約便益は0.556元/tと算定されたので合計0.59元/tが年間の舟運便益となる。1980年における貨物輸送実績は

表 6.1 年度別治水經濟效益

單位：千元

年	広州市	農村部	合計
1996	45,740	12,091	57,831
1997	48,942	12,538	61,480
1998	2,368	13,002	65,370
1999	6,034	13,483	69,517
2000	59,956	13,982	73,938
2001	62,954	14,401	77,355
2002	66,102	14,833	80,935
2003	69,407	15,278	84,685
2004	72,877	15,736	88,613
2005	76,521	16,208	92,729
2006	80,347	16,694	97,041
2007	84,364	17,195	101,559
2008	88,582	17,711	106,293
2009	93,011	18,242	111,253
2010	97,662	18,789	116,451
2011	102,545	19,253	121,898
2012	107,672	19,934	127,606
2013	113,056	20,532	133,588
2014	118,709	21,148	139,857
2015	124,644	21,782	146,426
2016	130,876	22,435	153,311
2017	137,420	23,108	160,528
2018	144,291	23,801	168,092
2019	151,506	24,515	176,021
2020	159,081	25,250	184,331
2021	167,035	26,008	193,043
2022	175,387	26,788	202,175
2023	184,156	27,592	211,748
2024	193,364	28,420	221,784
2025	203,032	29,273	232,305
2026	213,184	30,151	243,335
2027	223,843	31,056	254,899
2028	235,035	31,988	267,023
2029	246,787	32,948	279,735
2030	259,126	33,936	293,062
2031	272,082	34,954	307,036
2032	285,686	36,003	321,689
2033	299,970	37,083	337,053
2034	314,969	38,195	353,164
2035	330,717	39,341	370,058
2036	347,253	40,521	387,774
2037	364,616	41,737	406,353
2038	382,847	42,989	425,836
2039	401,989	44,279	446,268
2040	422,088	45,607	467,695
2041	443,192	46,975	490,167
2042	465,352	48,384	513,736
2043	488,620	49,836	538,456

注. 1986年價格

113万tで、中国側の計画では紀元2000年に248万t、2020年には480万tに達すると想定している。これは1980～2000年の20年で年率4.01%の伸び、それ以降3.36%の伸びであり、経済成長率から見て妥当と見られる。

平均積載率を65%として、本地点を通航する往復の船腹量を算出し、その重量トン当たり0.59元の経済便益を算出すると表6.2に示す金額となる。ただし、現在と同じ50t～100t級の船のロック通過能力は年間最大700万tに制約されるので紀元2019年以降は700万tの船腹量で一定とした。

また、1996年実施予定の連江下流17kmの航道整備事業と2ヶ地点における舟運用ダムの建設が不要となりこの舟運用ダムの建設費(経済価格)を本プロジェクトによる節約コストとして舟運便益とすると23,324千円の便益が1996年に発生する。

(3) 発電便益

飛来峡プロジェクトの発電による便益は、最も低廉な代替発電所の費用により見積る。本検討では20万kw規模の石炭専焼火力発電施設を代替施設として採用した。

上記の代替施設にもとづき、Kw価値とKwh価値を以下のように算定した。Kwh価値算定にあたっては割引率を資本の機会費用と等しい10%とした。

(a) Kw価値

火力発電所建設単価(元/Kw)	2,000
耐用年数(年)	20
資本回収係数(10%、20年)	0.1175
資本回収費(元/Kw)	235.0
修理費(元/Kw):建設費の1.6%	32.0
人件費(元/Kw):建設費の0.18%	3.6
一般管理費(元/Kw):建設費の0.3%	6.0
その他(元/Kw):建設費の0.24%	4.8
合 計	281.4元/Kw
補正係数 $\angle 1$	1.195
Kw価値(元/Kw)	336

(b) Kwhの価値

修理費(元/Kwh):(建設費の0.4%)÷年間運転時間(2,920hrs) 0.003

燃料費(元/Kwh) 0.070

石炭価格(元/t) 151

使用量(gr/Kwh) 462

合計 0.073元/Kwh

補正係数 /2 1.051

Kwh価値(元/Kwh) 0.077

備考: /1, /2

水力・火力の損失率	Kw価値 (%)		Kwh価値(%)	
	水力	火力	水力	火力

送電損失	-	-	-	-
補修	0.4	10.0	-	-
事故による停止	0.5	2.5	-	-
所内電力	0.5	6.0	0.2	5.0

$$\text{Kw価値} : \frac{(1-0.0)(1-0.004)(1-0.005)(1-0.005)}{(1-0.0)(1-0.1)(1-0.025)(1-0.06)} = 1.195$$

$$\text{Kw価値} : \frac{1-0.002}{1-0.05} = 1.051$$

飛来峽発電所の設備容量は174,000Kwであるが、過去10年間の流量データから計算すると年間90%保証尖頭出力は114,500Kwであるので、Kw価値による年間の経済便益は、38,472千元/年なる。

飛来峽発電所の年間発生電力量は627百万Kwhである。広州市をはじめとする需要地での電力需給の逼迫状況に鑑み、すべて一次電力価値とすると発電電力量便益は48,279千元/年となる。従って、Kw価値、Kwh価値を考慮した全発電便益は1986年価格で86,751千元/年となる。

(4) 全便益

評価期間中の治水、舟運及び発電便益を表6.2に示す。2000年時点における全便益は約162百万元に達する。

表 6.2 経済費用及び便益表

単位：千元(1986年価格)

年	便 益				費 用				B - C
	電力	治水	ロック	合計 (B)	工事費/更新費	維持管理費	逸失便益	合計 (C)	
1986	-2	0.0		0.0	38420.0	*1		38420.0	-38420.0
1987	-1	0.0		0.0	38420.0	*1		38420.0	-38420.0
1988	0	0.0		0.0	56917.0	*1	80130.0	137047.0	-137047.0
1989	1	0.0		0.0	45959.0		2320.0	48279.0	-48279.0
1990	2	0.0		0.0	119339.0		2320.0	121659.0	-121659.0
1991	3	0.0		0.0	58760.0		2320.0	61080.0	-61080.0
1992	4	0.0		0.0	150036.0		2320.0	152356.0	-152356.0
1993	5	0.0		0.0	184401.0		2320.0	186721.0	-186721.0
1994	6	46980.0	51195.0	1170.0	99345.0	2680.0	2320.0	55620.0	43725.0
1995	7	86751.0	54408.0	1217.8	142376.8	2680.0	2320.0	18345.0	160721.8
1996	8	86751.0	57831.0	24591.9	169173.9	2680.0	2320.0	5000.0	164173.9
1997	9	86751.0	61480.0	1319.8	149550.8	2680.0	2320.0	5000.0	144550.8
1998	10	86751.0	65370.0	1374.1	153495.1	2680.0	2320.0	5000.0	148495.1
1999	11	86751.0	69517.0	1430.2	157698.2	2680.0	2320.0	5000.0	152698.2
2000	12	86751.0	73938.0	1488.6	162177.6	2680.0	2320.0	5000.0	157177.6
2001	13	86751.0	77355.0	1549.3	165655.3	2680.0	2320.0	5000.0	160655.3
2002	14	86751.0	80935.0	1613.1	169299.1	2680.0	2320.0	5000.0	164299.1
2003	15	86751.0	84685.0	1679.1	173115.1	2680.0	2320.0	5000.0	168115.1
2004	16	86751.0	88613.0	1748.2	177112.2	2680.0	2320.0	5000.0	172112.2
2005	17	86751.0	92729.0	1819.6	181299.6	2680.0	2320.0	5000.0	176299.6
2006	18	86751.0	97041.0	1893.9	185685.9	2680.0	2320.0	5000.0	180685.9
2007	19	86751.0	101559.0	1971.8	190281.8	2680.0	2320.0	5000.0	185281.8
2008	20	86751.0	106293.0	2052.6	195096.6	2680.0	2320.0	5000.0	190096.6
2009	21	86751.0	111253.0	2137.0	200141.0	2680.0	2320.0	5000.0	195141.0
2010	22	86751.0	116451.0	2224.9	205426.9	2680.0	2320.0	5000.0	200426.9
2011	23	86751.0	121898.0	2316.3	210965.3	2680.0	2320.0	5000.0	205965.3
2012	24	86751.0	127606.0	2411.3	216768.3	2680.0	2320.0	5000.0	211768.3
2013	25	86751.0	133588.0	2510.5	222849.5	2680.0	2320.0	5000.0	217849.5
2014	26	86751.0	139857.0	2613.1	229221.1	6650.0	2320.0	11650.0	217571.1
2015	27	86751.0	146426.0	2720.5	235897.5	2680.0	2320.0	5000.0	230897.5
2016	28	86751.0	153311.0	2832.0	242894.0	2680.0	2320.0	5000.0	237894.0
2017	29	86751.0	160528.0	2948.2	250227.2	2680.0	2320.0	5000.0	245227.2
2018	30	86751.0	168092.0	3069.2	257912.2	2680.0	2320.0	5000.0	252912.2
2019	31	86751.0	176021.0	3194.9	265966.9	2680.0	2320.0	5000.0	260966.9
2020	32	86751.0	184331.0	3325.8	274407.8	2680.0	2320.0	5000.0	269407.8
2021	33	86751.0	193043.0	3462.1	283256.1	2680.0	2320.0	5000.0	278256.1
2022	34	86751.0	202175.0	3604.3	292530.3	2680.0	2320.0	5000.0	287530.3
2023	35	86751.0	211748.0	3751.8	302250.8	2680.0	2320.0	5000.0	297250.8
2024	36	86751.0	221784.0	3905.0	312440.8	123215.0	2320.0	128215.0	184225.8
2025	37	86751.0	232305.0	4065.7	323121.7	2680.0	2320.0	5000.0	318121.7
2026	38	86751.0	243335.0	4130.0	334216.0	2680.0	2320.0	5000.0	329216.0
2027	39	86751.0	254899.0	4130.0	345780.0	2680.0	2320.0	5000.0	340780.0
2028	40	86751.0	267023.0	4130.0	357904.0	2680.0	2320.0	5000.0	352904.0
2029	41	86751.0	279735.0	4130.0	370616.0	2680.0	2320.0	5000.0	365616.0
2030	42	86751.0	293082.0	4130.0	383943.0	2680.0	2320.0	5000.0	378943.0
2031	43	86751.0	307036.0	4130.0	397917.0	2680.0	2320.0	5000.0	392917.0
2032	44	86751.0	321689.0	4130.0	412570.0	2680.0	2320.0	5000.0	407570.0
2033	45	86751.0	337053.0	4130.0	427934.0	2680.0	2320.0	5000.0	422934.0
2034	46	86751.0	353164.0	4130.0	444045.0	6650.0	2320.0	11650.0	432995.0
2035	47	86751.0	370058.0	4130.0	460939.0	2680.0	2320.0	5000.0	455939.0
2036	48	86751.0	387774.0	4130.0	478655.0	2680.0	2320.0	5000.0	473655.0
2037	49	86751.0	406353.0	4130.0	497234.0	2680.0	2320.0	5000.0	492234.0
2038	50	86751.0	425836.0	4130.0	516717.0	2680.0	2320.0	5000.0	511717.0
2039	51	86751.0	446268.0	4130.0	537149.0	2680.0	2320.0	5000.0	532149.0
2040	52	86751.0	467695.0	4130.0	558576.0	2680.0	2320.0	5000.0	553576.0
2041	53	86751.0	490167.0	4130.0	581048.0	2680.0	2320.0	5000.0	576048.0
2042	54	86751.0	513736.0	4130.0	604617.0	2680.0	2320.0	5000.0	599617.0
2043	55	86751.0	538456.0	4130.0	629337.0	2680.0	2320.0	5000.0	624337.0

注. * 1 : 鉄道影響費用を含む

6.1.2 経済費用

経済費用は財務費用から移転費用を差し引いたものとし、1986年価格水準で算定した。移転費用は中国における税金、補助金等を考慮し財務費用の5%とする。経済費用は建設費、設備更新費、維持・管理費並びに逸失便益で構成される。このうち、逸失便益は貯水池内水没農地の逸失便益と付け替え道路、付け替え送電線の建設費より成る。水没地の逸失便益は1/300年確率洪水位までの逸失便益とした。算定された経済費用のキャッシュ・フローを表6.2に示す。

6.1.3 経済評価

(1) 経済内部収益率

経済評価は上記の如く算出された便益及び経済費用にもとづいて内部収益率(EIRR)を計算すると13.9%となり、本プロジェクトは経済的に健全であると判断される。

(2) 感度分析

次に、プロジェクトの前提条件等の変化が経済内部収益率(EIRR)に及ぼす影響の度合いを確かめるため、種々のケースについて感度分析を行った。

ケース	EIRR (%)
基準ケース	13.9
ケース1 工事費 20%増加	12.3
ケース2 工事費 20%減少	16.0
ケース3 便 益 20%減少	12.0
ケース4 便 益 20%増加	15.6
ケース5 珠江水利委員会算定の鉄道影響費用で算定した場合	14.7
ケース6 ケース1とケース3との組み合わせ	10.6

上記の通り、建設費20%増かつ便益20%減の悪条件を仮定した場合でも、EIRRは10.6%と資本の機会費用を上回り、従って十分健全であると判断される。

6.2 財務評価

6.2.1 収入

本プロジェクトは i) 治水、ii) 舟運、iii) 発電の3目的を持つが、このうちプロジェクトの運営により収入を得られるのは舟運及び発電のみである。

(1) 電力収入

飛来峡発電所で発電された電力は送電網を通じて広州市を主とする広東省内需要地へ供給される。本プロジェクトの事業主体が得られる電力収入は以下の前提条件にもとづいて算定した。

- a) 飛来峡発電所における年間発生電力量は発電施設建設スケジュールにもとづき、初年度(1994年)は338.6Gwh 以後は627Gwhとする。販売量は発生電力量から送変電損失及び所内使用分の和、10%を差し引いたものとする。
- b) 将来の電力料金は現行料金 0.094 元/Kwh(1985年時点、1986年価格)及び上昇率にもとづき算定する。1986年以降の上昇率は過去のトレンドにもとづき、2020年迄は4%/年とし、それ以降は上昇率0とする。
- c) 電力販売総収入を発電側、7、送配電側、3の比率で配分するものとし、山元発電所の収入を算定した。

評価期間中の電力販売収入を表 6.2 に示す。

(2) ロック通過料金収入

飛来峡ダムのロック通過料金収入を以下の前提条件にもとづいて算定した。

- a) 中国国内の既存ロックの通過料金にもとづき飛来峡ロックの通過料金は 0.15 元/トンとする。
- b) 通過船腹量は 6.1.1 節 (2) に述べた船腹量と同じである。将来船形の 500 t/隻までの大型化が実現すればこのロックの年間通船能力は約 1,200 万トンとなるが、その大型化のメリットは本プロジェクトとは別であるので考慮しないものとする。
- c) 総収入

本プロジェクト事業主体の総収入は表 6.3 の通り、2000年時点の年間総収入は約 67.2 百万元に達する。

6.2.2 支出

支出はi)初期投資額(工事費)、ii)設備更新費、iii)維持管理費である。このうち、初期投資は直接工事費、補償費及び技術管理費より成る。予備費については物理的予備費を初期投資額の10%とし、物価予備費は価格上昇率を2020年迄は4%/年、以降は0と仮定して計算した。工事費の内訳を表6.4、支出のキャッシュ・フローを表6.3に示す。

表 6.3 財務費用及び収入

単位：千元

年	収 入				支 出				
	電力収入	ロック収入	合計 (R)	工事費 (うち補償費)	更新費	維持、管理費	合計 (C)	(R - C)	
1986	-2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
1987	-1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
1988	0	0.0	0.0	0.0	35269.0	14,210.0	35269.0	-35269.0	
1989	1	0.0	0.0	0.0	54419.0	0.0	54419.0	-54419.0	
1990	2	0.0	0.0	0.0	163494.0	16,536.0	163494.0	-163494.0	
1991	3	0.0	0.0	0.0	161186.0	85,932.0	161186.0	-161186.0	
1992	4	0.0	0.0	0.0	204435.0	17,885.0	204435.0	-204435.0	
1993	5	0.0	0.0	0.0	336690.0	81,269.0	336690.0	-336690.0	
1994	6	28573.7	198.3	28772.0	72923.0		3858.4	76782.4	-48010.4
1995	7	55030.9	206.4	56237.3	-34977.0		4013.7	-30963.3	86200.6
1996	8	57232.1	214.9	57447.0			4174.3	4174.3	53272.7
1997	9	59521.4	223.7	59745.1			4341.3	4341.3	55403.8
1998	10	61902.3	232.9	62135.2			4515.0	4515.0	57620.2
1999	11	64378.4	242.4	64620.8			4695.6	4695.6	59925.2
2000	12	66953.5	252.3	67205.8			4883.4	4883.4	62322.4
2001	13	69631.6	252.3	69883.9			5078.7	5078.7	64805.2
2002	14	72416.9	252.3	72669.2			5261.6	5261.6	67367.4
2003	15	75313.6	252.3	75565.9			5493.1	5493.1	70072.8
2004	16	78326.1	252.3	78578.4			5712.8	5712.8	72665.6
2005	17	81459.1	252.3	81711.4			5941.3	5941.3	75770.1
2006	18	84717.5	252.3	84969.8			6179.0	6179.0	78790.8
2007	19	88106.2	252.3	88358.5			6426.2	6426.2	81932.3
2008	20	91630.4	252.3	91882.7			6683.2	6683.2	85199.5
2009	21	95295.6	252.3	95547.9			6850.5	6850.5	88597.4
2010	22	99107.4	252.3	99359.7			7228.5	7228.5	92131.2
2011	23	103071.7	252.3	103324.0			7517.6	7517.6	95806.4
2012	24	107194.6	252.3	107446.9			7818.3	7818.3	99628.6
2013	25	111482.4	252.3	111734.7			8131.0	8131.0	103603.7
2014	26	115941.7	252.3	116194.0		20990.9	8456.2	29447.1	86746.9
2015	27	120579.4	252.3	120831.7			8794.4	8794.4	112037.3
2016	28	125402.6	252.3	125654.9			9146.2	9146.2	116508.7
2017	29	130418.7	252.3	130671.0			9512.0	9512.0	121159.0
2018	30	135635.4	252.3	135887.7			9892.5	9892.5	125995.2
2019	31	141060.8	252.3	141313.1			10286.2	10286.2	131024.9
2020	32	146703.2	252.3	146955.5			10699.7	10699.7	136255.8
2021	33	146703.2	252.3	146955.5			10699.7	10699.7	136255.8
2022	34	146703.2	252.3	146955.5			10699.7	10699.7	136255.8
2023	35	146703.2	252.3	146955.5			10699.7	10699.7	136255.8
2024	36	146703.2	252.3	146955.5			10699.7	10699.7	136255.8
2025	37	146703.2	252.3	146955.5		492122.6	10699.7	502822.5	-355667.0
2026	38	146703.2	252.3	146955.5			10699.7	10699.7	136255.8
2027	39	146703.2	252.3	146955.5			10699.7	10699.7	136255.8
2028	40	146703.2	252.3	146955.5			10699.7	10699.7	136255.8
2029	41	146703.2	252.3	146955.5			10699.7	10699.7	136255.8
2030	42	146703.2	252.3	146955.5			10699.7	10699.7	136255.8
2031	43	146703.2	252.3	146955.5			10699.7	10699.7	136255.8
2032	44	146703.2	252.3	146955.5			10699.7	10699.7	136255.8
2033	45	146703.2	252.3	146955.5			10699.7	10699.7	136255.8
2034	46	146703.2	252.3	146955.5			10699.7	10699.7	136255.8
2035	47	146703.2	252.3	146955.5		26560.2	10699.7	37259.9	109695.6
2036	48	146703.2	252.3	146955.5			10699.7	10699.7	136255.8
2037	49	146703.2	252.3	146955.5			10699.7	10699.7	136255.8
2038	50	146703.2	252.3	146955.5			10699.7	10699.7	136255.8
2039	51	146703.2	252.3	146955.5			10699.7	10699.7	136255.8
2040	52	146703.2	252.3	146955.5			10699.7	10699.7	136255.8
2041	53	146703.2	252.3	146955.5			10699.7	10699.7	136255.8
2042	54	146703.2	252.3	146955.5			10699.7	10699.7	136255.8
2043	55	146703.2	252.3	146955.5			10699.7	10699.7	136255.8

6.2.3 財務評価

(1) FIRR

本プロジェクトの財務的内部収益率(FIRR)は6.7%と算定された。この数字は必ずしも高いものではないが、本プロジェクトの最優先目的である治水事業からの収入がまったくない事を考慮すると、妥当な水準と考えられる。

(2) 借入れ金返済能力

所要資金のうち、内資分は政府資金により賄なわれる(無利子、無返済)ものとし、外資分は下記の条件で融資を受けるものと仮定した。

- ・ 融資額 333,761千元
- ・ 利子率 3.00%/年
- ・ 返済期間 30年(支払猶予期間10年を含む)

表6.5に返済予定とともに、年間及び累積収支を示す。表の通り、累積収支は1995年には早くも黒字に転じ、本プロジェクトの返済能力には問題がない事を示している。

(3) 感度分析

次に、プロジェクトの前提条件等の変化がFIRR及び借入れ金返済能力に及ぼす影響を確かめるため、種々のケースについて感度分析を行った。

ケース	EIRR (%)	返済可能性
基準ケース	6.7	可
ケース1 工事費 20%増加	5.5	可
ケース2 工事費 20%減少	8.2	可
ケース3 電力料金上昇率3%/年	5.2	可
ケース4 ケース1とケース3との組み合わせ	4.0	可

上記の通り、FIRRの水準は高くないものの、借入れ金の返済能力はケース1からケース4まですべてのケースについて保証される。

表6.4 工事費内訳 (財 務)

単位:千元

項 目	合 計	内 貨	外 貨
1. 工事費	568,700	300,750	267,950
a. 直接工事費	(525,600)	(283,950)	(241,650)
b. 間接費	(43,100)	(16,800)	(26,300)
i) 中国側管理費	(16,800)	(16,800)	(0)
ii) 設計・工事管理費	(26,300)	(0)	(26,300)
2. 補償費	157,990	157,990	0
a. 水没補償費	(119,440)	(119,440)	(0)
b. 輪じゅう工事費	(38,500)	(38,550)	(0)
3. 予備費	266,749	167,562	99,187
a. 数量予備費	(72,669)	(45,874)	(26,795)
b. 価格予備費	(194,080)	(121,688)	(72,392)
合 計	993,439	626,302	367,137

表 6.5 ローン返済計画

単位：千元

年	支払猶予期 間中利子	維持 管理費	更新費	元利 返済	収入	年収支	累積収支
1989	-802.0	0.0		0.0	0.0	-802.0	-802.0
1990	-3855.0	0.0		0.0	0.0	-3855.0	-4657.0
1991	-4509.0	0.0		0.0	0.0	-4509.0	-9168.0
1992	-6188.0	0.0		0.0	0.0	-6188.0	-15354.0
1993	-10854.0	0.0		0.0	0.0	-10854.0	-26008.0
1994	-10953.0	-3859.4		0.0	28772.0	13959.6	-12048.4
1995	-11014.0	-4013.7		0.0	56237.3	40209.8	28161.2
1996	-11014.0	-4174.3		0.0	57447.0	42258.7	70419.9
1997	-11014.0	-4341.3		0.0	59745.1	44389.8	114809.7
1998	-11014.0	-4515.0		0.0	62135.2	46806.2	161415.9
1999		-4695.6		-29371.0	64620.8	30554.2	191970.1
2000		-4883.4		-28820.3	67205.8	33502.1	225472.2
2001		-5078.7		-28269.6	69883.9	36535.6	262007.8
2002		-5281.8		-27718.9	72689.2	39668.5	301878.3
2003		-5493.1		-27188.2	75665.9	42904.6	344580.9
2004		-5712.8		-26617.5	78578.4	46248.1	390829.0
2005		-5941.3		-26066.6	81711.4	49703.3	440532.3
2006		-6179.0		-25516.1	84989.8	53274.7	493807.0
2007		-6426.2		-24965.4	88358.5	56966.9	550773.9
2008		-6683.2		-24414.6	91882.7	60784.9	611558.8
2009		-6950.5		-23863.9	95547.9	64733.5	676292.3
2010		-7228.6		-23313.2	99359.7	68818.0	745110.3
2011		-7517.6		-22762.5	103324.0	73043.9	818154.2
2012		-7818.3		-22211.8	107446.9	77416.8	895571.0
2013		-8131.0		-21661.1	111734.7	81942.6	977513.8
2014		-8456.2	-20990.9	-21110.4	116194.0	65636.5	1043150.1
2015		-8794.4		-20559.7	120831.7	91477.0	1134827.7
2016		-9146.2		-20009.0	125654.9	96499.7	1231127.4
2017		-9512.0		-19458.3	130671.0	101700.7	1332828.1
2018		-9892.5		-18907.6	135887.7	107087.8	1439915.7

注. 借入れ対象は工事のうち外貨分。条件は年利率

3%、返済期間 30 年 (返済猶予期間 10 年を含む)

第7章 総合評価

7.1 技術的評価

飛来峡多目的ダムの目的とする治水・舟運・発電の機能は、ダムを若干高くすることにより所期の通り発揮できることが今回の調査によって確認された。洪水調節については、横石地点に於る1/50年確率洪水を下流清遠地点に於て1/20年確率洪水量に、同じく1/100年確率洪水を清遠地点に於て1/50年確率洪水量に、また1/300年確率洪水を下流石角基準点に於て1/100年確率洪水量に夫々軽減できることが立証された。

舟運については、乾期保証流量 $150\text{m}^3/\text{sec}$ を10カ年に17日を除いては確保できることが明らかになった。また、若し必要であれば10カ年で71日を除き保証流量を $200\text{m}^3/\text{sec}$ とすることも可能である。ただしその場合は年平均発生電力量が約1.6%(約10百万KWh)減少する。

発電については、年平均発生電力量627百万KWhが得られ、年間平均290日は174MWを3時間或いはそれ以上供給できることが確かめられた。乾期の中の75日間は下流の舟運の安全のため水位上昇速度を 1m/hr 以下に制限するためフル発電できない日も生ずるが、75日間の平均で見れば1日当り約1.7時間はピーク電力を供給できる。

ダム・舟運用ロック・発電所等必要な諸構造物については、その基礎の地質等より判断して適切な基礎処理を行い且つ適切施工を行えば構造的に十分安全であると判断された。また砂利・砂・岩石材料・土質材料等現場より夫々数km以内の地区で良好な材料が十分な量得られることも確認された。

7.2 経済的・財務的評価

第6章に詳述した如く、本計画の便益は洪水調節及び発電によるものが極めて大きく、船運の便益はそれに較べれば小さい。1994年の便益発生時より50年間の経済寿命を考慮すると、その経済的内部収益率は13.9%に達する。また電力は第3章にのべたように広東省では長期にわたって需要に不足する状態であるので、本飛来峡発電所での発生電力量は昼夜を問わず全部有効に消費されることとなる。また夜間ピーク時の電力を負担することができ、ピーク電力不足を一部緩和することにも貢献できる。特に最大消費地広州市までの送電距離が約70kmと短いことから、送電ロスも少なく他の遠方の発電所より有

利である。

一方財務分析の結果、その内部収益率は6.7%と稍低いものの、外貨部分の償還計画に見る如く、年利3.00%、10年据置期間を含む30年償還の条件下では、電力収入で十分余裕のある返済が可能である。多目的ダムとして発電を含めた財務的效果は大きい。

7.3 間接便益

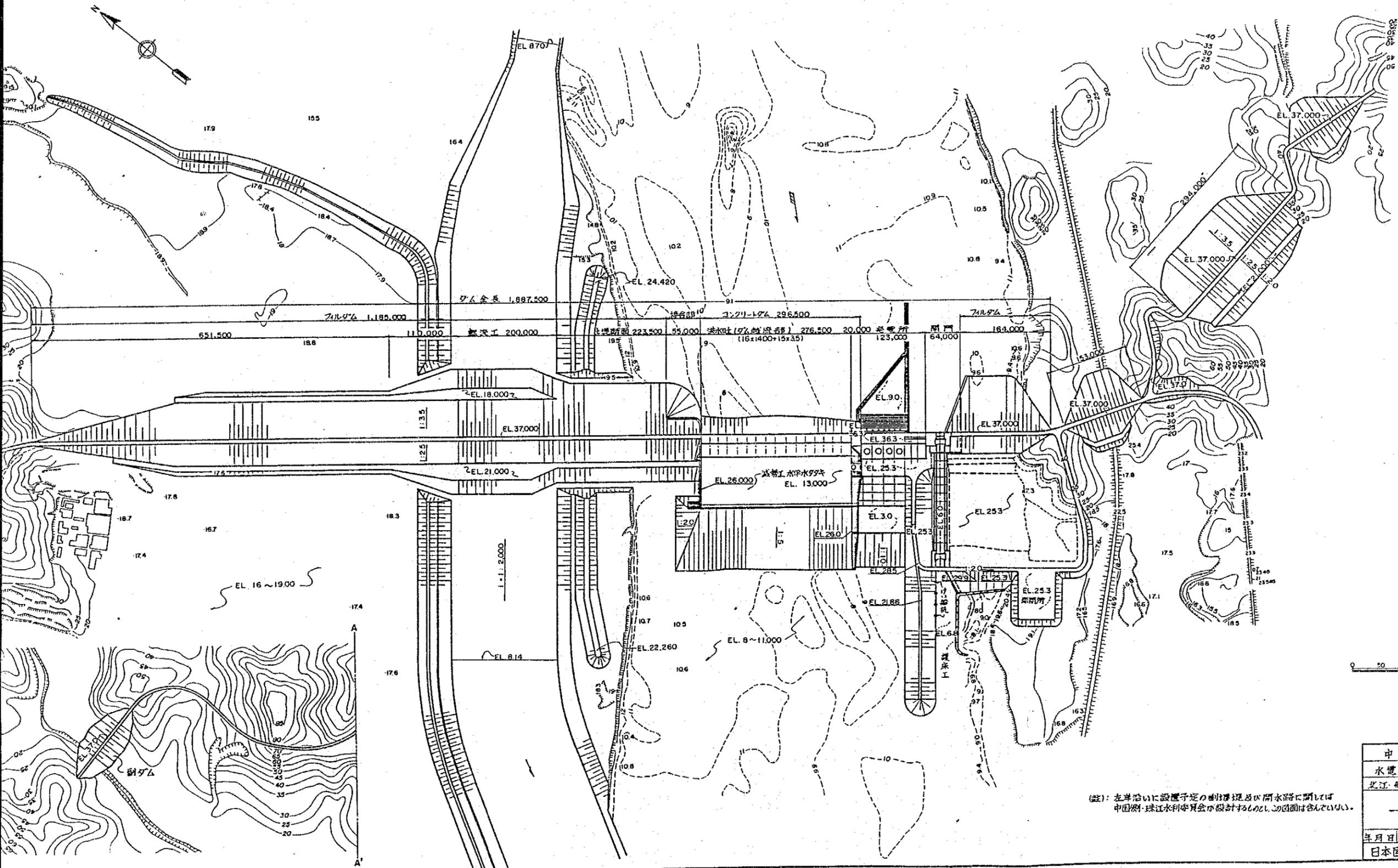
本計画の建設遂行及びその実現による間接的便益も以下の諸点に於て大きいものがあると考えられる。

- (1) 本建設計画では若干の大型機械を用いて効率的施工を計画した。これは将来中国の中規模・大規模なプロジェクトにも応用できるものと考えられる。
- (2) 本プロジェクトの実施により、本計画地域周辺の労働力を吸収し、雇傭機会を約6年にわたって増加させることとなる。また本プロジェクトの施工を通じて多数の熟練労働者も養成され、それによって次の類似工事に就職する雇傭機会も増進することとなろう。また一時的ではあるが本プロジェクト工事は周辺地域の産業・経済に良い刺激を与えるものと思われる。
- (3) ダム完成後は山紫水明の観光地として、また一般人民のレクリエーションの地として庶民に潤いを与えることに大きく役立つことと思われる。

7.4 総合評価

上述の如く本計画は適正良質な施工及び確実な工期を確保すれば所期の機能を発揮し、且つ直接的経済効果も多大である上に、技術向上やレクリエーションの場の提供の如く金銭では評価し得ない社会的好結果をもたらすものとして高く評価される。

添付図面

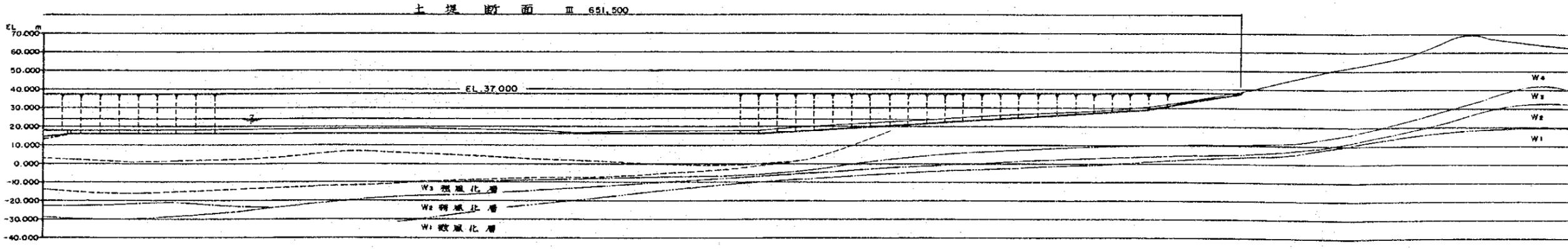
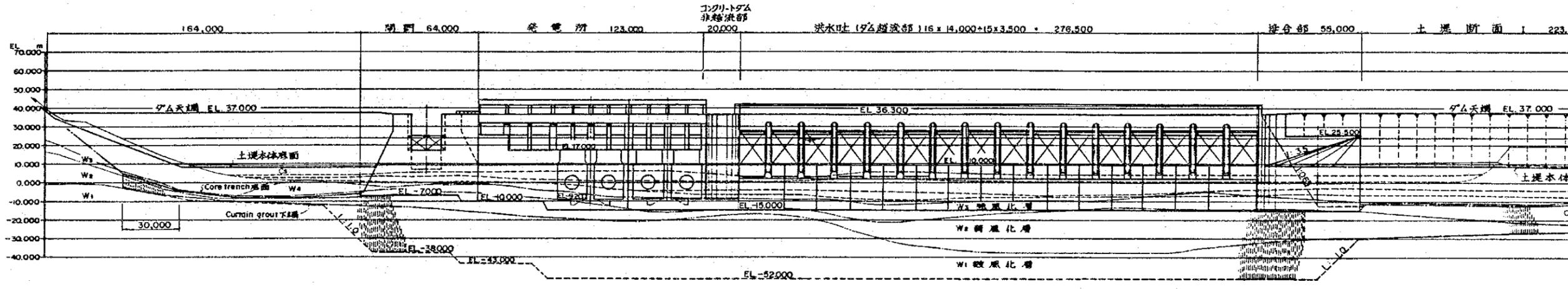
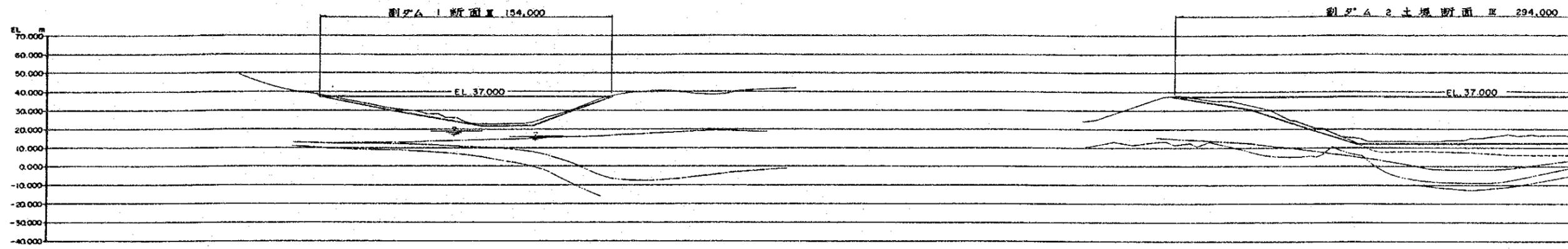


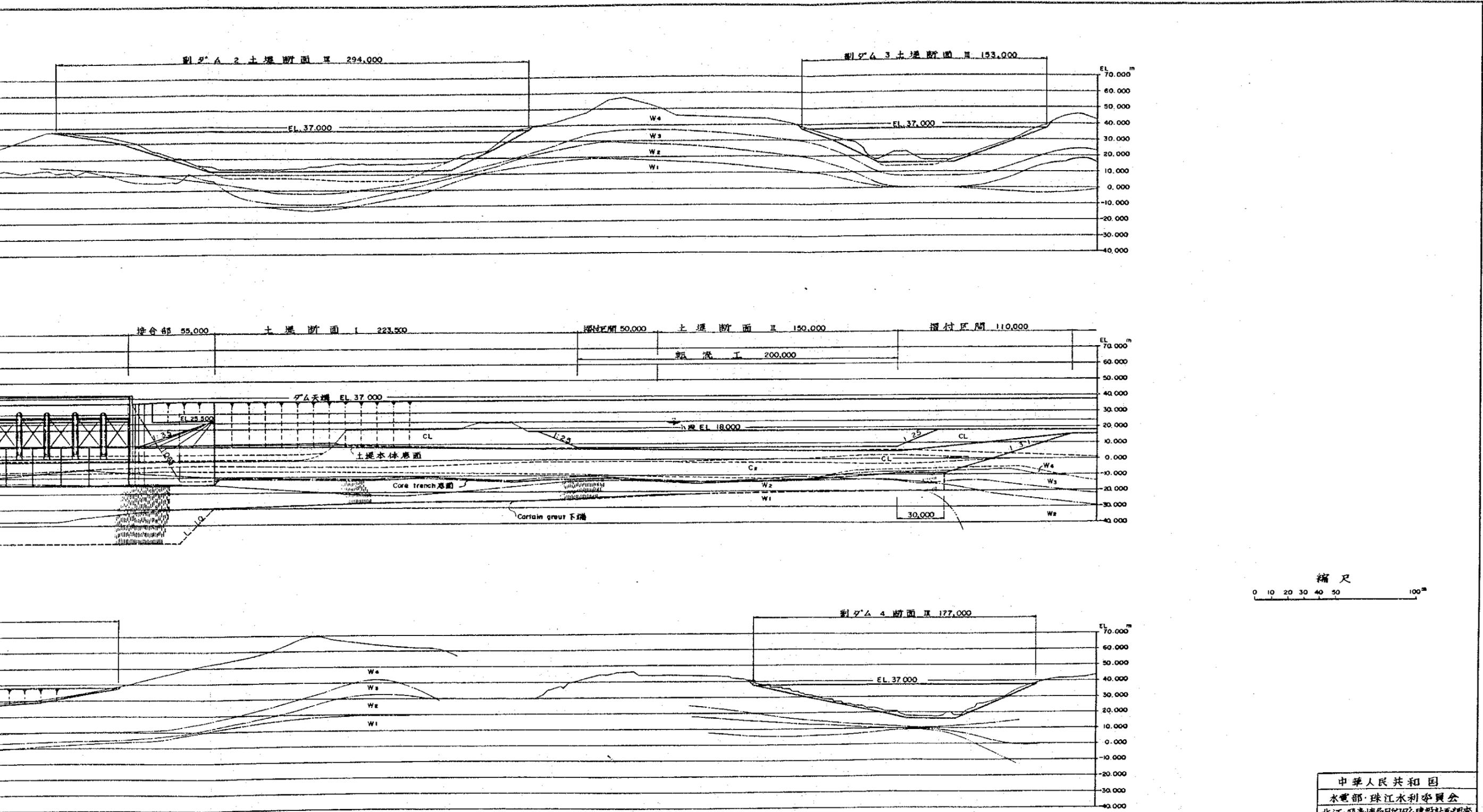
中華人民共和國
水電部珠江水利委員會
北江龍水庫多目的水庫設計圖冊

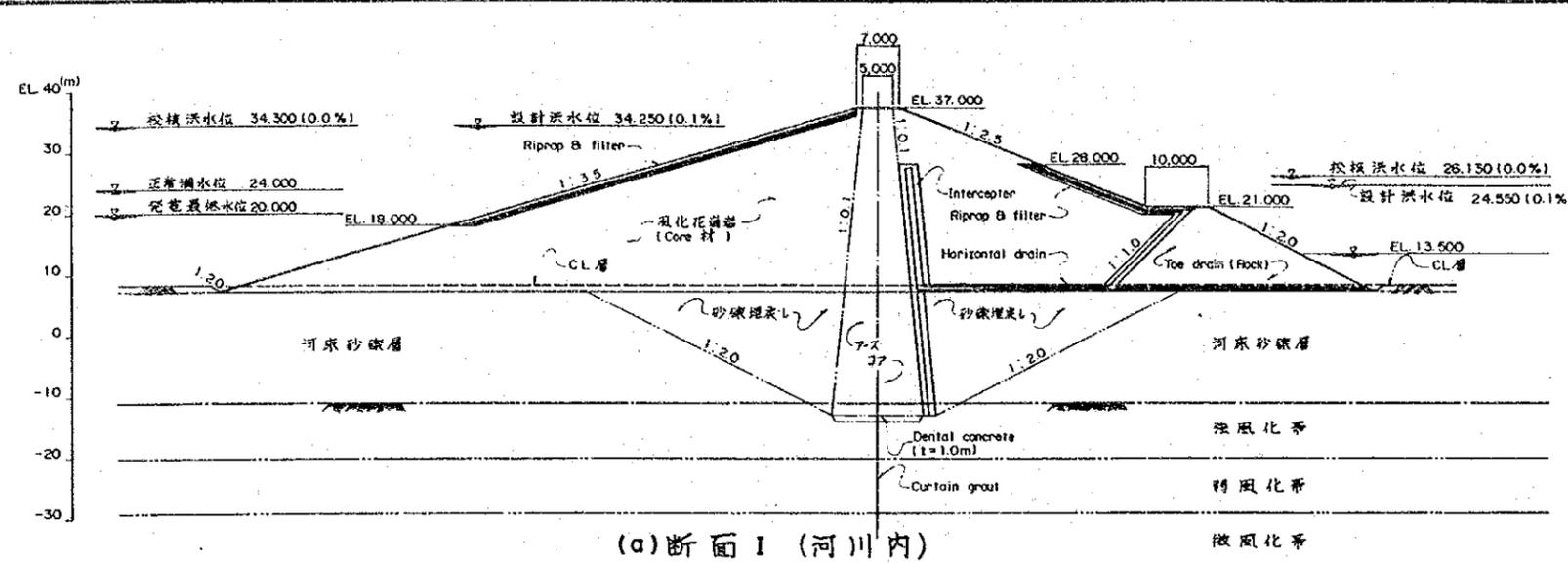
一般平面圖

年月日 1987年10月 圖面種類 1
日本國・國際協力事業團

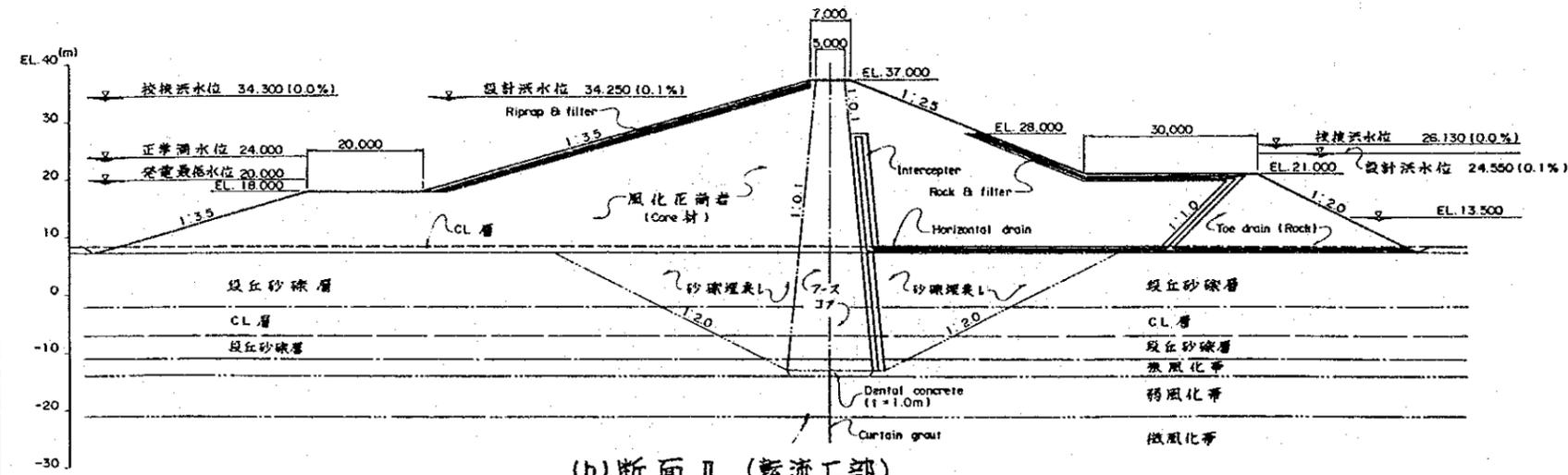
(註)：左岸沿いに設置予定の副壩堤及び開水路に關しては
中國側・珠江水利委員會が設計するものとし、この図面は含んでいない。



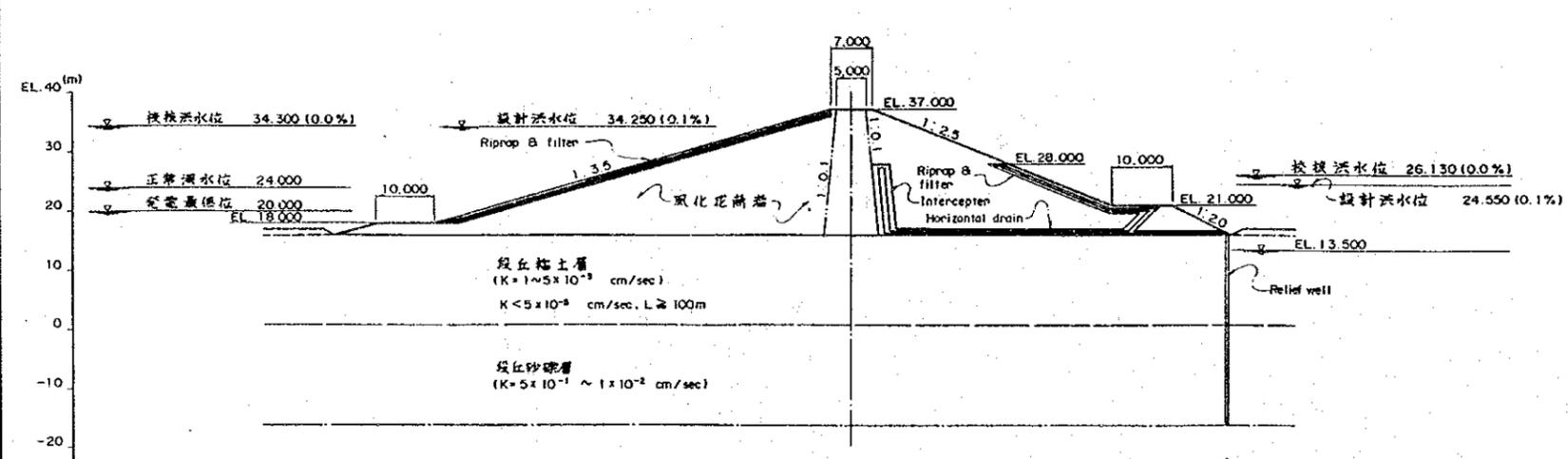




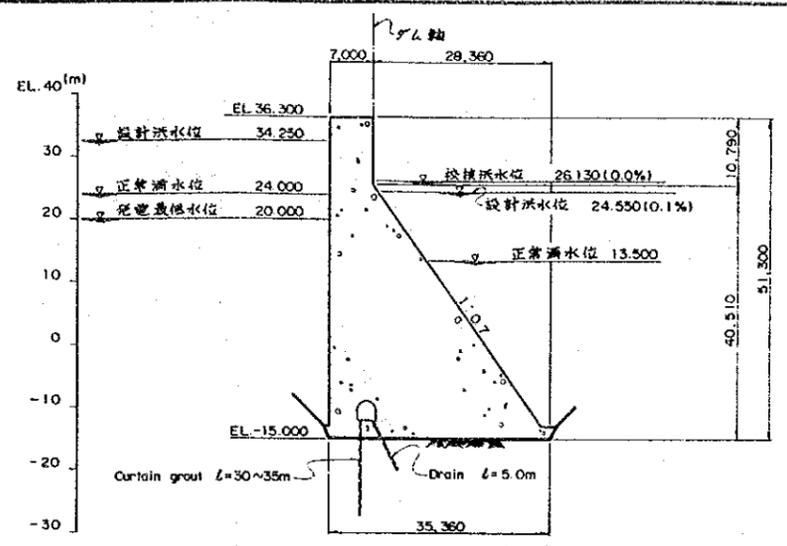
(a) 断面 I (河川内)



(b) 断面 II (転流工部)



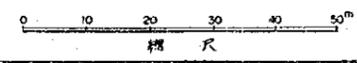
(c) 断面 III (右岸段丘基部及び副堤)



コンクリート重力式ダム標準断面図

土質定数

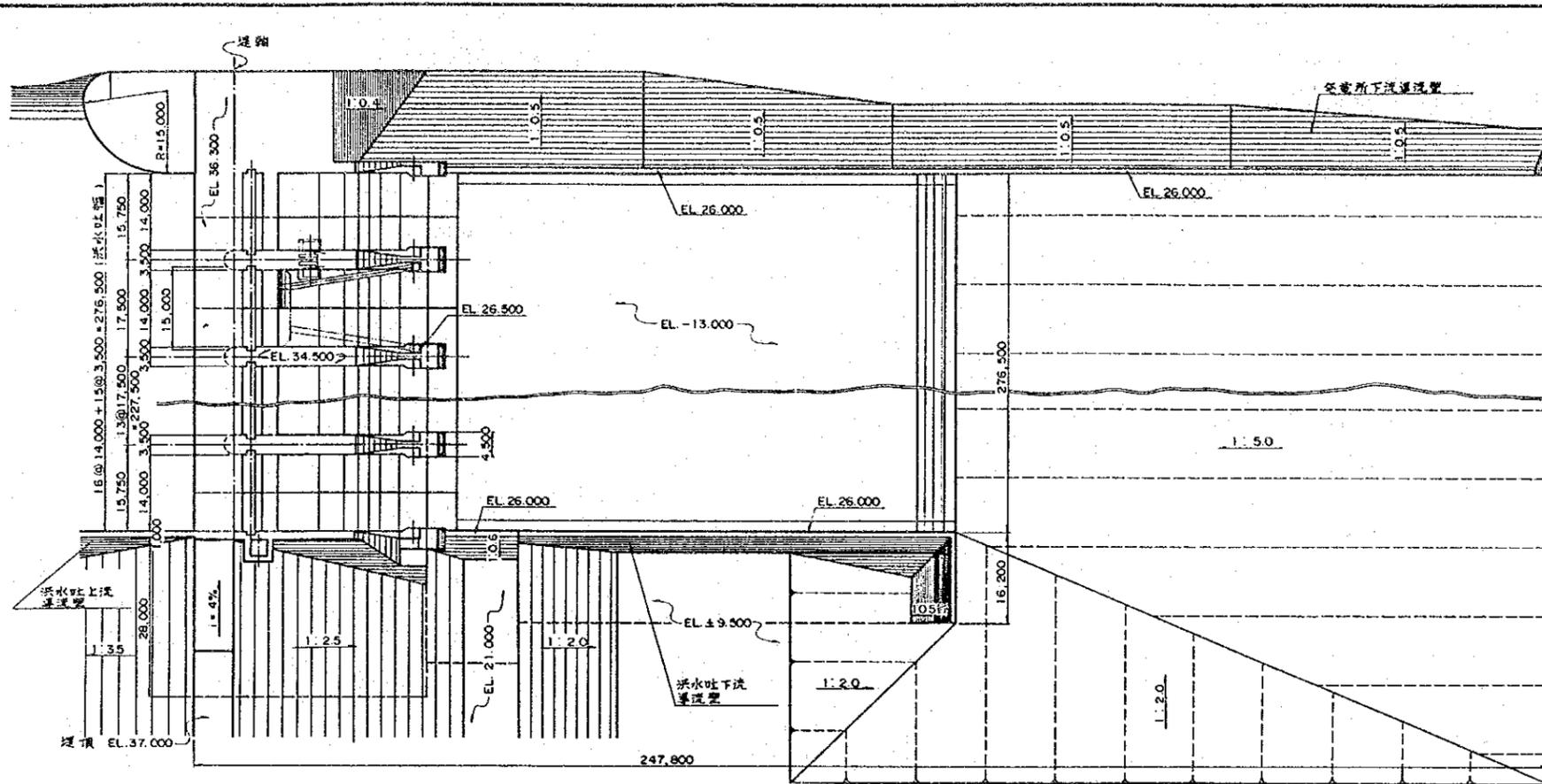
項目	基礎地盤		盛土材		
	堆砂 (S細砂中砂)	壤土粘土	風化花崗岩	Filter	Riprap, Toe drain
比重 GS	2.65	2.69	2.64	2.65	2.67
含水比 W (%)	23.0	26.0	17.0	10.0	4.0
乾燥密度 ρ_d (t/m ³)	1.65	1.55	1.67	1.65	2.00
湿潤密度 ρ_t (t/m ³)	2.03	1.95	1.95	1.80	2.08
飽和重量 ρ_{sat} (t/m ³)	2.03	1.95	2.04	2.03	2.25
粘着力 C_u, C_c (kg/cm ²)	0	0.4	0.2	0	0
内部摩擦角 ϕ_{uu}, ϕ_{cu} (°)	33°	(0.36) 19.8°	25°	33°	43°
粘着力 C' (kg/cm ²)	0	0.1	—	0	0
内部摩擦角 ϕ' (°)	33°	30°	—	33°	43°
透水係数 K (cm/sec)	2.5×10^{-4}	4×10^{-3}	1×10^{-5}	1×10^{-3}	Freedrain



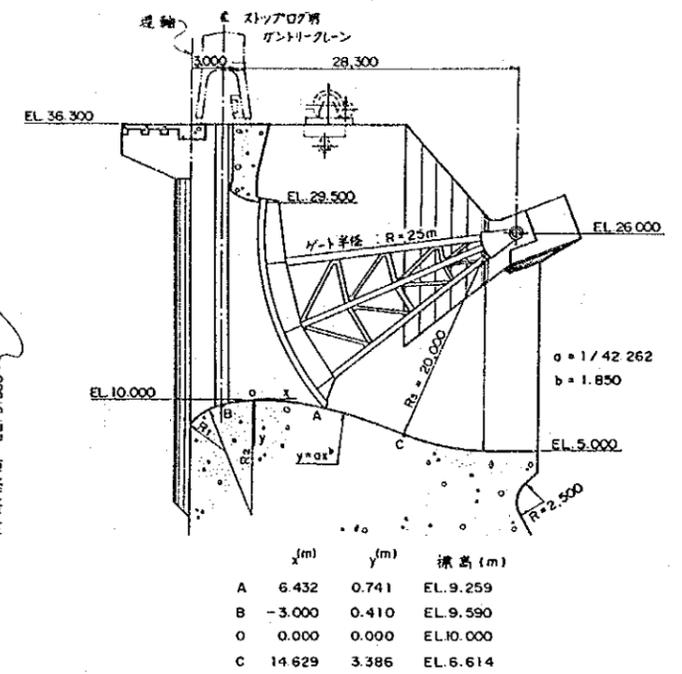
中華人民共和國
 水電部・珠江水利委員會
 北江流域某多目的ダム建設計画調査

ダム標準断面図

年月日 1987年10月 図面番号 3
 日本国・国際協力事業団

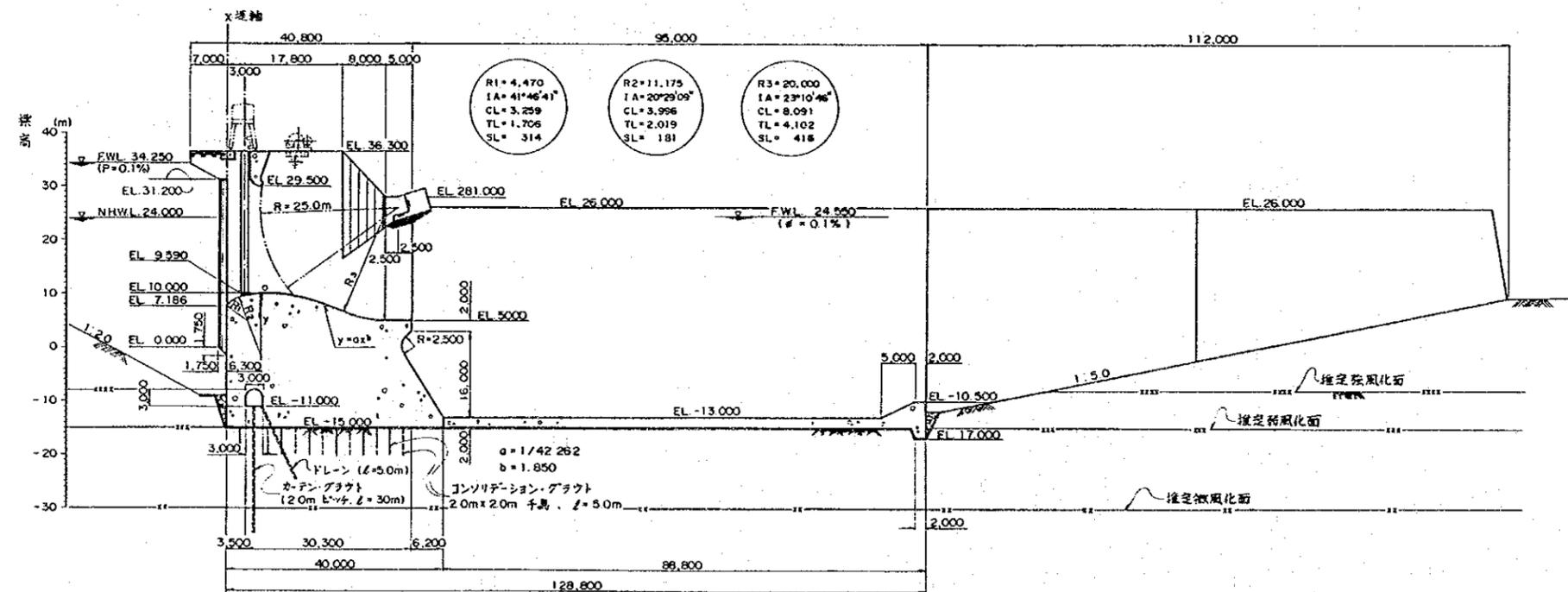


洪水吐平面図 縮尺 A



堤頂詳細図 縮尺 B

	x(m)	y(m)	標高(m)
A	6.432	0.741	EL. 9.259
B	-3.000	0.410	EL. 9.590
O	0.000	0.000	EL. 10.000
C	14.629	3.386	EL. 6.614



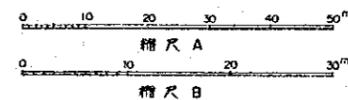
洪水吐縦断面図 縮尺 A

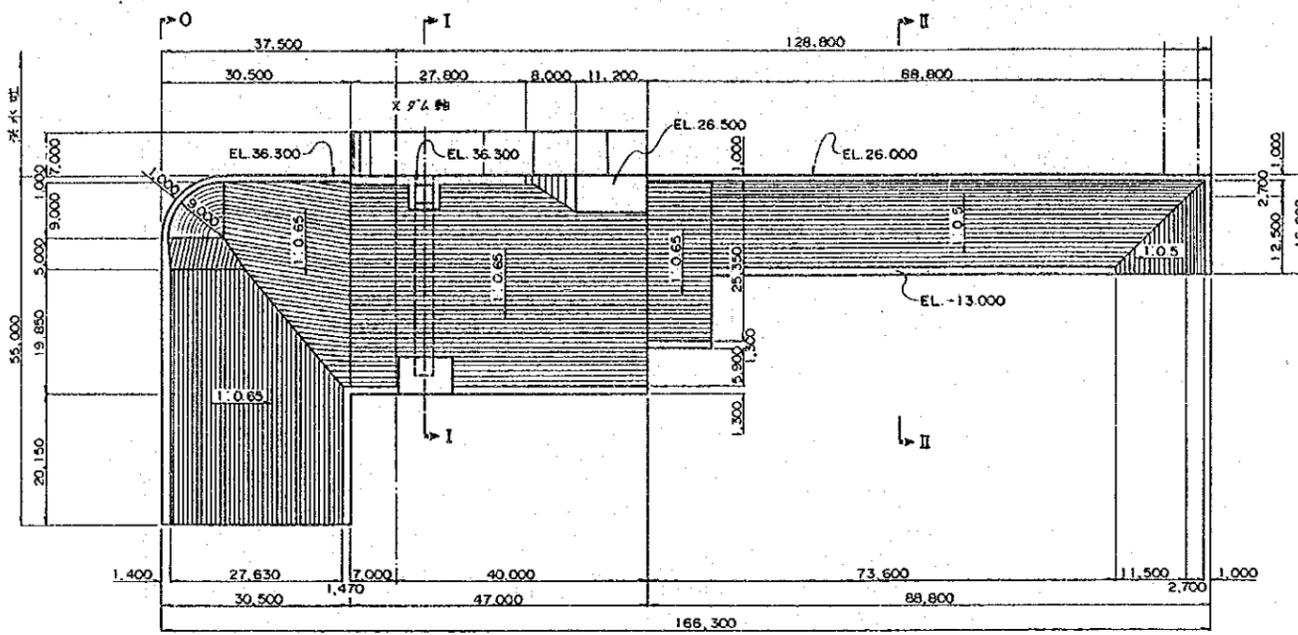
洪水吐諸元	
ゲート型式	ラゲルゲート
ゲート門数	16門
ゲート巾	14.0m
ゲート高	20.241m
調整下流標高	EL. 29.500m
越流堤頂	EL. 10.000m

注記

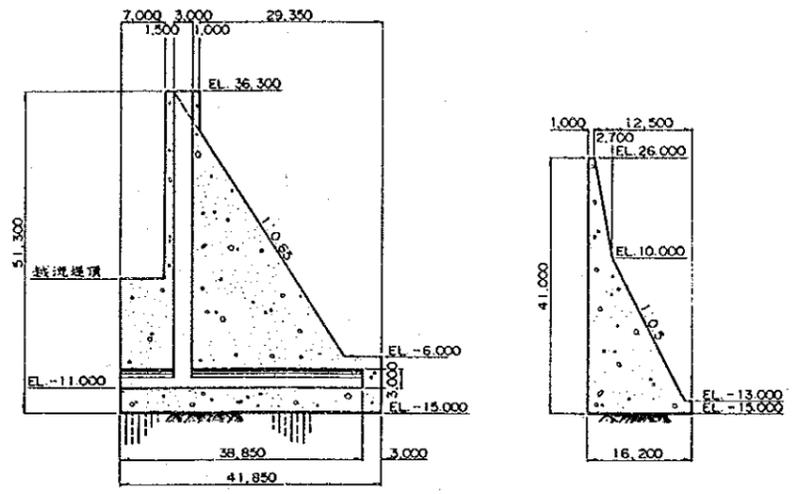
1) 洪水吐上・下流運送装置は、図面 NO.5 にその詳細を示す。

中華人民共和国	
水電部・珠江水利委員会	
北江・解凍堤多目的ダム建設計画調査	
コンクリート重力式ダム越流部(洪水吐)	
平面図及び標準断面図	
年月日	1987年10月
図面番号	4
日本国・国際協力事業団	



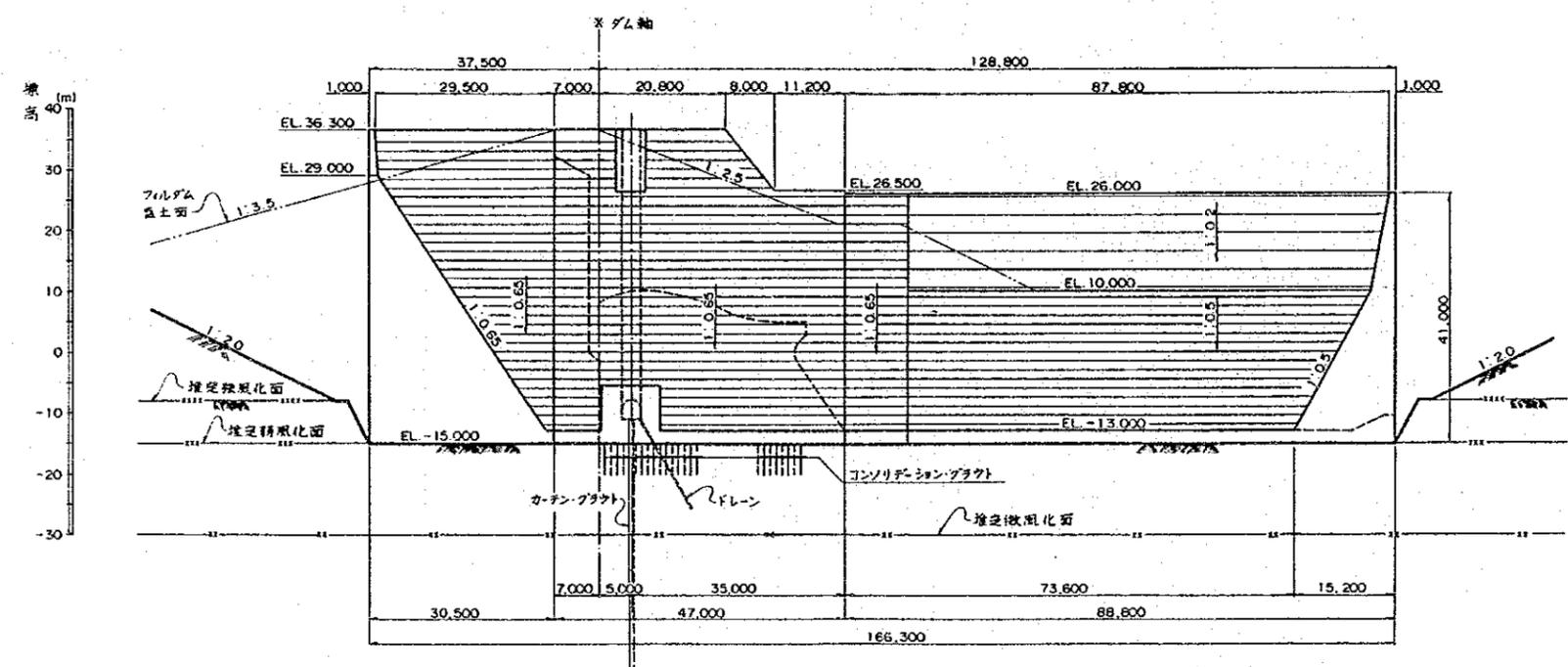


平面図

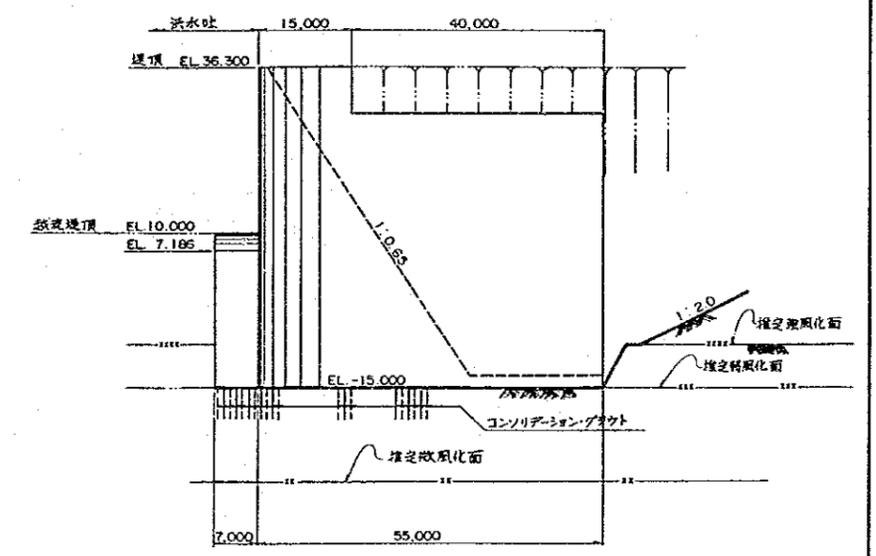


断面 I-I

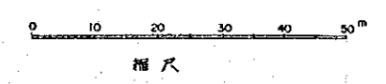
断面 II-II



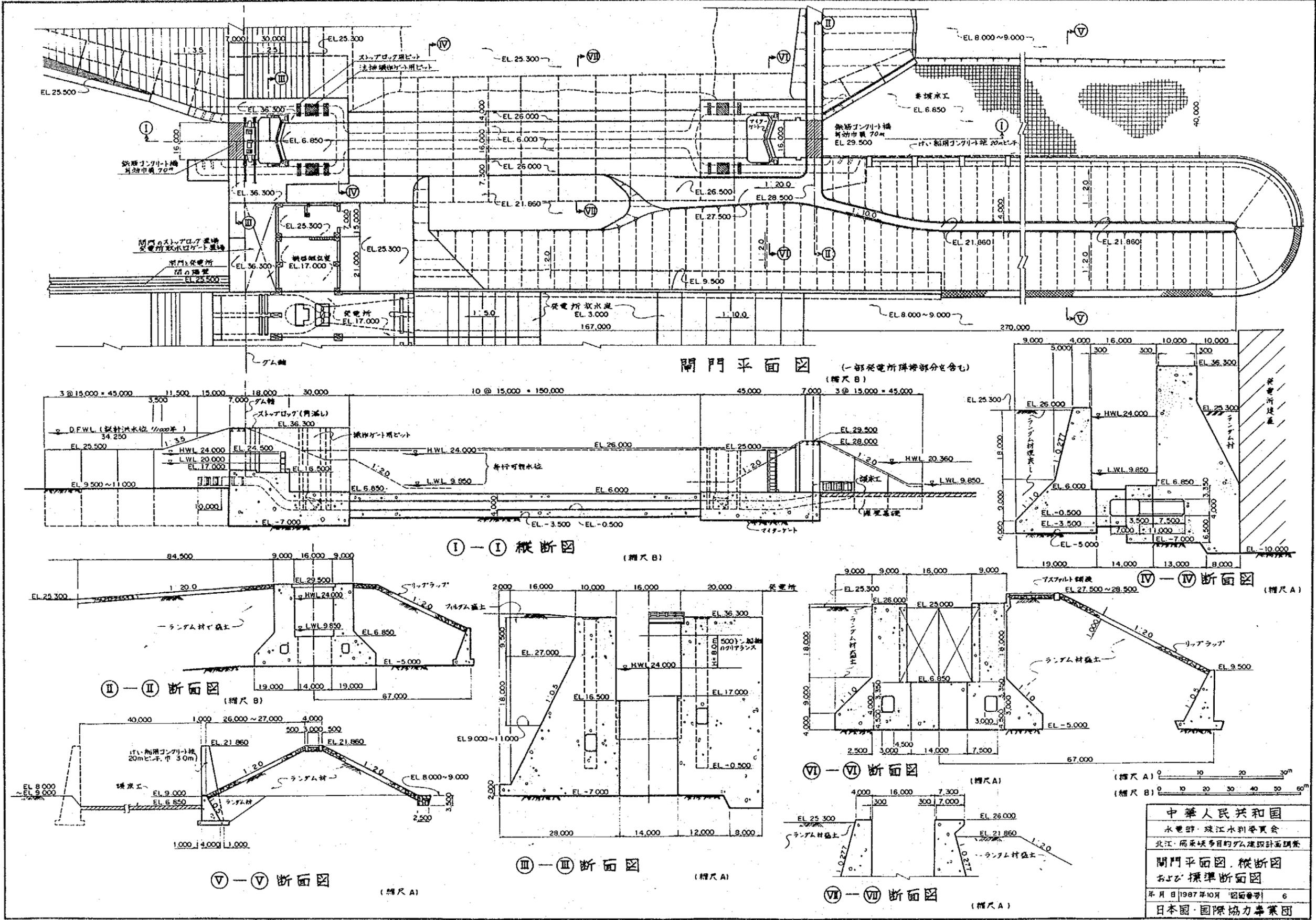
側面図



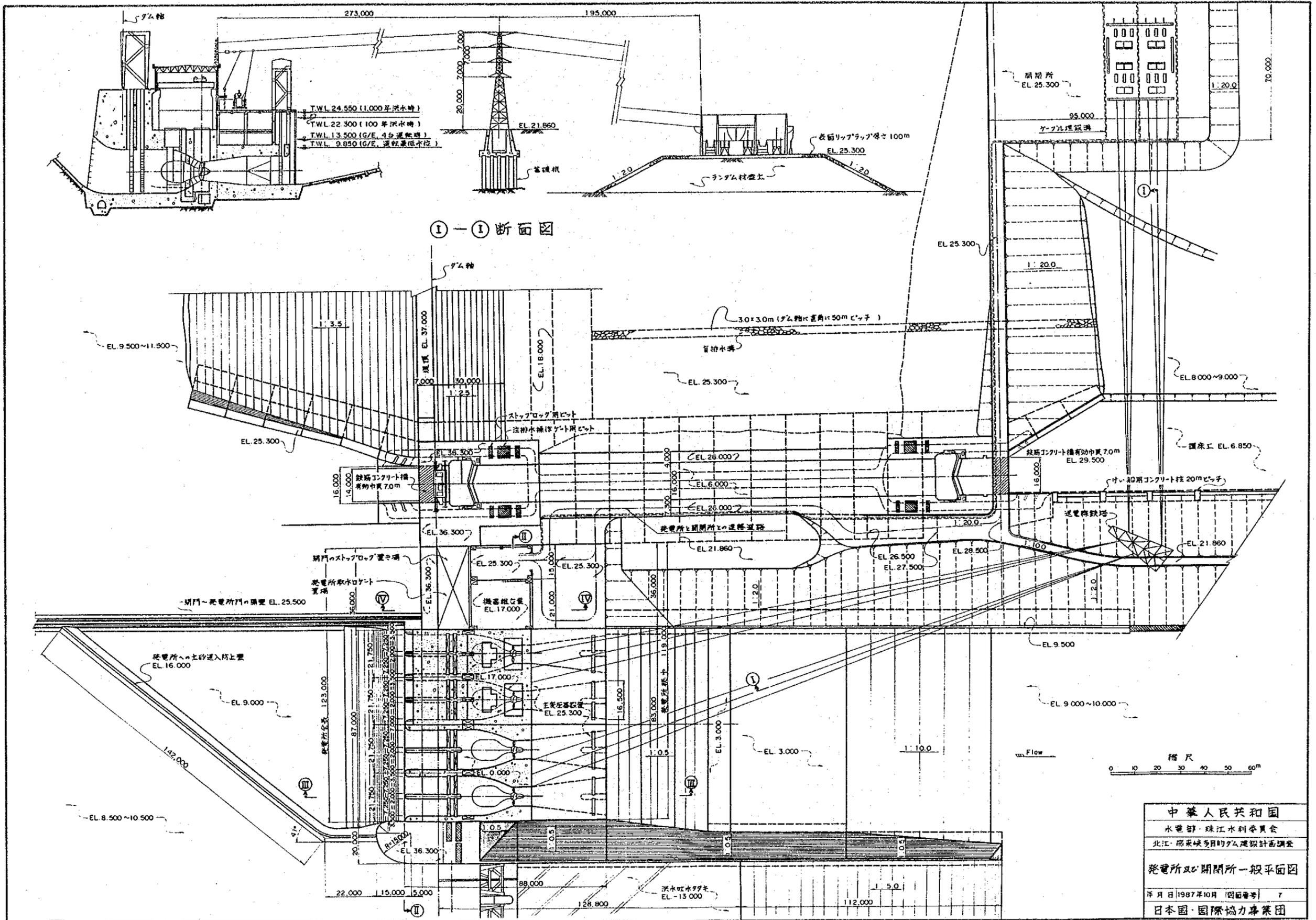
正面図(断面0-0)



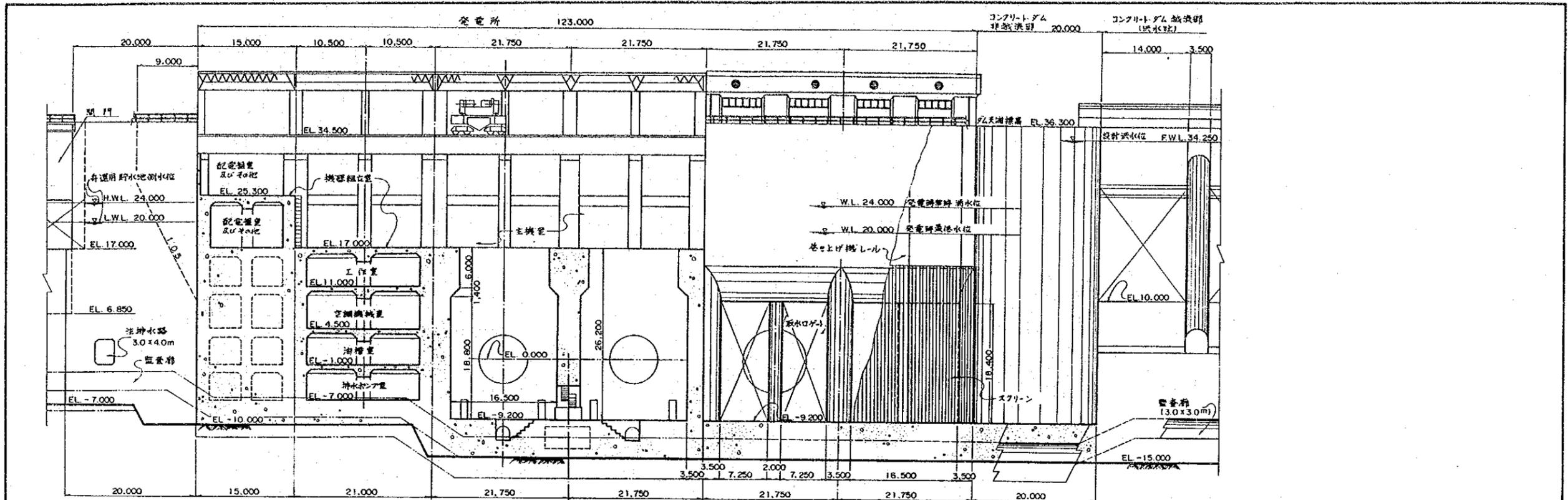
中華人民共和國
 水電部・珠江水利委員會
 北江・雁來峽多目的ダム建設計画調査
 コンクリート重力式ダム越流部(洪水吐)
 右岸側壁平面図及び縦断面図
 年月日 1987年10月 図面番号 5
 日本国・国際協力事業団



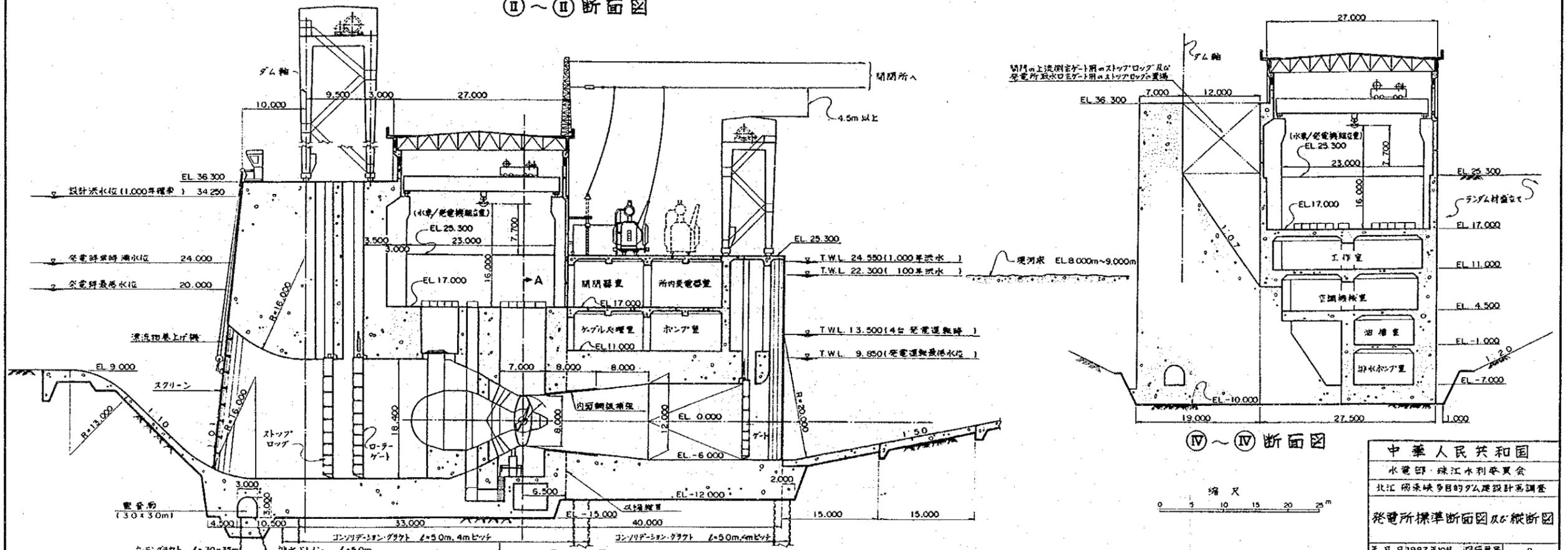
中華人民共和國
水電部・珠江水利委員會
北江・屈家峽多目的ダム建設計画調査
閘門平面図、縦断面図 および標準断面図
年月日 1987年10月 図面番号 6
日本國・国際協力事業団



中華人民共和國
 水電部・珠江水利委員會
 北江・韶關峽多目的ゲム建設計画調査
 發電所及び開閉所一般平面図
 年月日 1987年10月 図面番号 7
 日本國・國際協力事業團

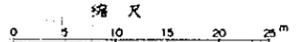


II-II 断面図

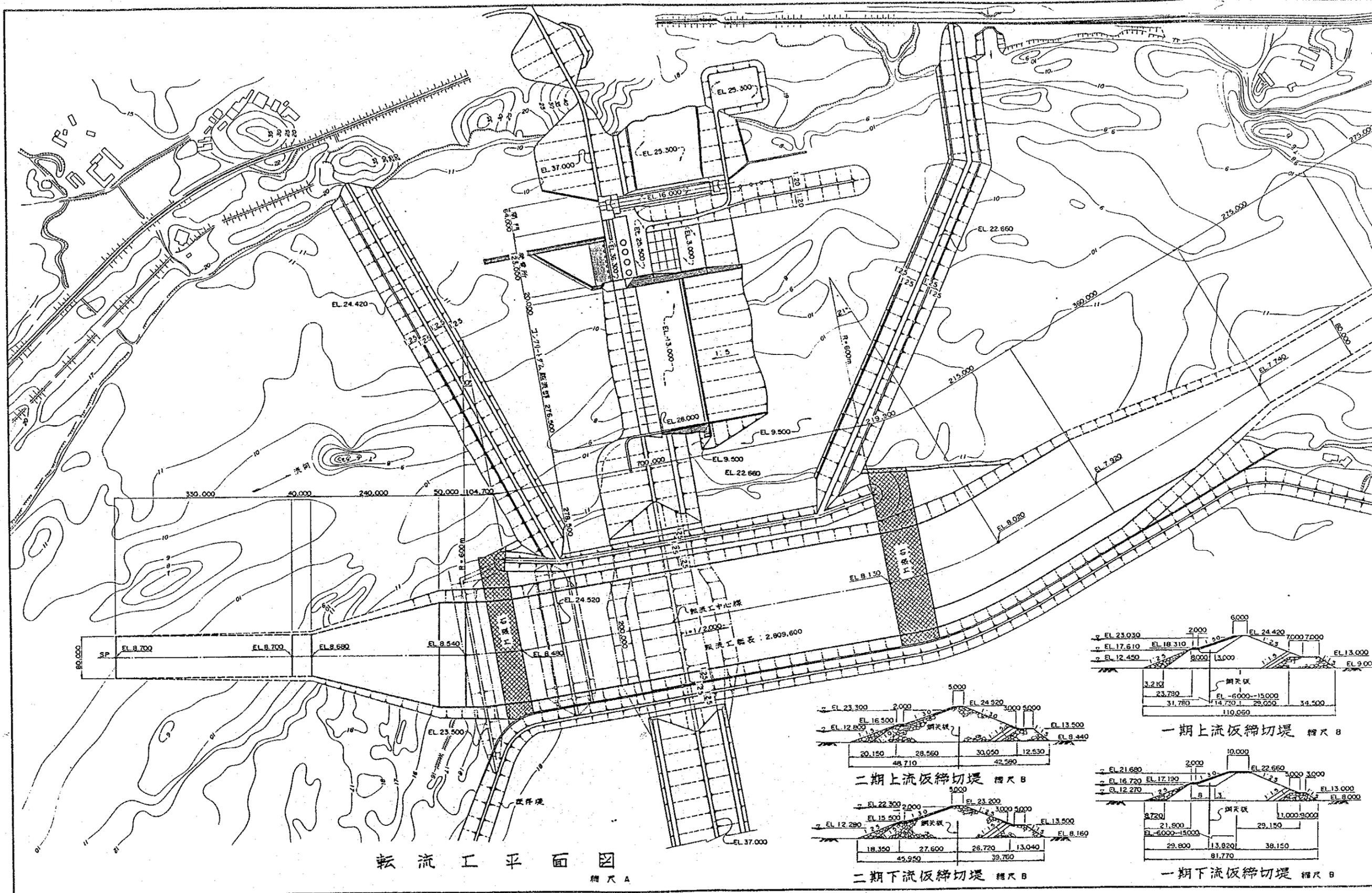


III-III 断面図

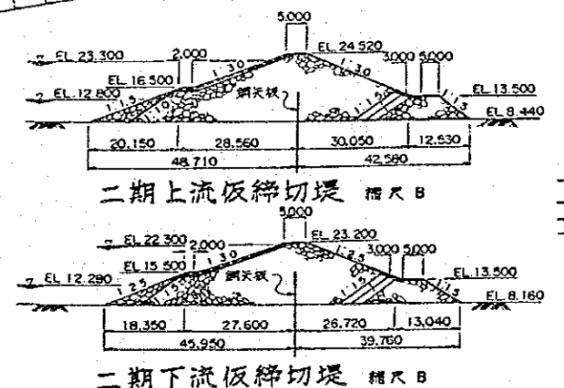
IV-IV 断面図



中華人民共和國
 水電部・珠江水利委員會
 北江 飛來峽多目的ダム建設調査
 発電所標準断面図及び縦断面図
 年月日 1987年10月 図番号 8
 日本國・國際協力事業団

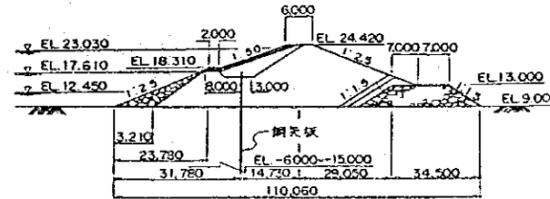


轉流工平面圖 縮尺 A

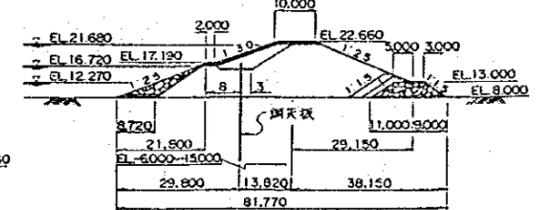


二期上流板箱切堤 縮尺 B

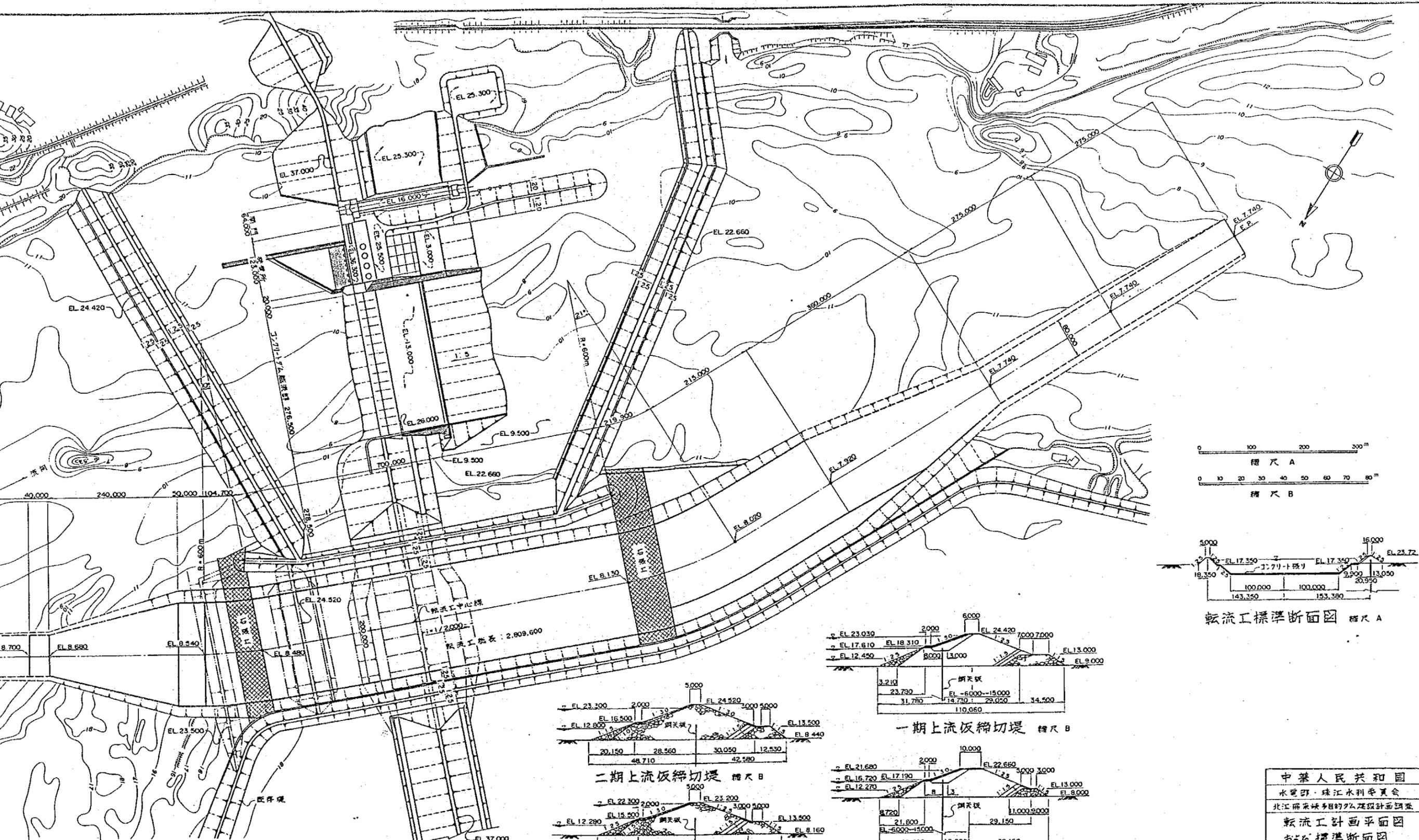
二期下流板箱切堤 縮尺 B



一期上流板箱切堤 縮尺 B

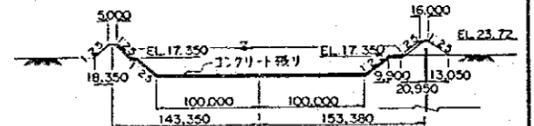
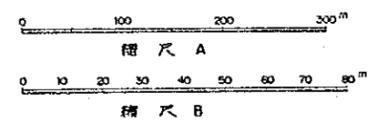


一期下流板箱切堤 縮尺 B

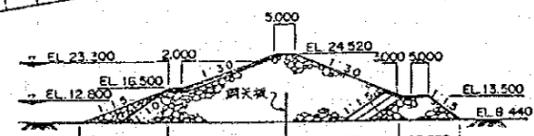


轉流工平面圖

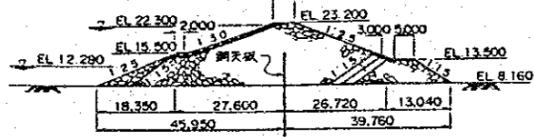
縮尺 A



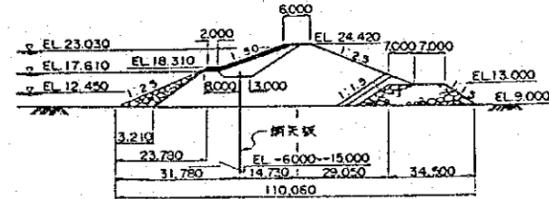
轉流工標準断面圖 縮尺 A



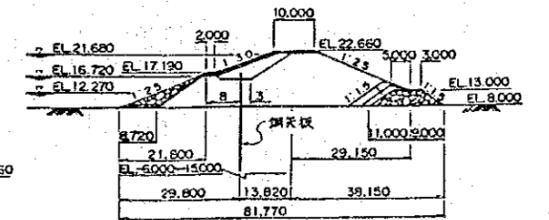
二期上流反綽切堤 縮尺 B



二期下流反綽切堤 縮尺 B



一期上流反綽切堤 縮尺 B



一期下流反綽切堤 縮尺 B

中華人民共和國
 水資源·珠江水利委員會
 北江龍萊堤多目的工程設計圖
 轉流工計畫平面圖
 縮尺標準断面圖
 年月日 1987 年 10 月 圖號 粵 9
 日本國·國際協力事業團

JICA