

第4章 ダムの概略設計

4.1 ダム位置、形式及び基本配置

ダム建設地点は中華人民共和国、内蒙古自治区を流れる窟野河の支流、東西2本の烏蘭木倫河の合流点から下流約150mに位置し、河床幅は170mから200mと調査地域周辺では最も狭い地点に位置している。

転龍湾ダムの形式は、ダム計画地点周辺の地質状況とダム建設材料の分布等を考えアースフィルダム(Earth Fill)形式を中心に検討した。ダムの基本的な配置については現地踏査及び各種地質調査結果を踏まえて決定した。その内容は以下の通りである。

転龍湾ダム地点の河道部左岸はダム基盤と成るジュラ(Jurassic)紀の堆積岩の風化層が露頭しているが、この岩帯の最高標高は EL. 1,215.0m(転龍湾ダム天端の計画標高 EL. 1,244.0m)と低く、東北東へ約400mの地点で河床高とほぼ同じ標高 EL. 1,186.0mに推移している。

また、ダム軸沿いに深さ約20mから70mの風成砂(埋没段丘堆積物並びに風積堆積物)に覆われ、その粒径は均一で小さく、ダム本体を不透水層に敷設する地質状況から考えて、この層は上下流方向への透水性の問題がある。

Pre/FS時の左岸側ダム軸は東北東方向へ延長していたが、実際はこの方向にはアバットメントとしての十分な岩基盤が存在しない。このため右岸ダム軸上のダムアバットメントを基点(計画ダム軸と標高1,244.0mの交点)として北北東方向にダム軸を延長することによりダム左岸(上流側)に対しての止水処理工の減少だけでなく、上下流方向へ約500mの浸透路長を期待することできる。また、ダム本體工事に関わる掘削土量の減少さらに基礎処理工事の減少にも繋がる。(図4.1.1を参照)

4.2 土木施設

4.2.1 概略設計の基本方針

当転龍湾ダム計画は鉞区への水供給が主目的である。ダム周辺の流砂堆砂状況から考えて出来る限りダム本體の機能を長く保持させる為に、将来貯水池内に堆積する堆砂を排砂する施設が必要である。これによりダム右岸上流に排砂取り入れ口を設け、仮締め切り時に使用した仮排水路トンネルを排砂トンネルへ転用しダム下流へ排砂する。排砂施設としてダム上流河床に直径1.2mのスリットパイプ(Slit pipe)の敷設を検討している。

石炭採掘施設への水供給については、同じくダム右岸側に取水口を設置しダム下流まで圧力式取水トンネルを使用し、以降パイプライン(Pipe line)を介し自流にて石炭採掘施設へ送水する。(表4.2.1参照)本ダム及び関連土木施設の主要緒元は要約の主要構造物緒

元に示す。また、関連図面は図 4.2.1、図 4.2.2、図 4.2.3 に示す。

表 4.2.1 本ダム及び関連土木施設

構造物名所		形式	
1.	本ダム	中央遮水壁ゾーン(層)式アースフィルタイプ° (Earth fill type)	
2.	洪水吐	地上型ゲート調整式	
3.	仮排水トネル兼排砂トネル	門扉上流:圧力式	門扉下流:自流式
4.	取水トネル兼発電用圧力トネル	門扉上流:圧力式	門扉下流:圧力式
5.	発電所	地上式	横軸フランシス(Francis)型水車
6.	放水庭及び門扉	地上式	スルースゲート(Sluice gate)
7.	変電、送電設備	屋内型変電設備	420kW
8.	排砂門扉	圧力式	円弧型門扉
10.	取水門扉	圧力式	スルースゲート(Sluice gate)

4.2.2 ダム

(1)ダム形式

黄河水利委員会上中游管理局により実施された Pre-F/S 調査での計画では、ダム基礎の地質条件よりダム本体のゾーニングのうち遮水層は傾斜型を採用し、ゾーンタイプ (Zone type) のアースフィルを計画している。前述したようにダム計画地点の左岸側の地質は風成砂(埋没段丘堆積物並びに風積堆積物)により形成されており、ダム建設後のこの風成砂と堤体自体の沈下に伴う遮水層への影響から考えて、遮水層の形状を中央遮水壁形式に変更することが適切と判断される。

今調査段階で実施した現地調査と材料調査の結果、硬質なロック材及び良質かつ豊富な砂礫材料はダム予定地近傍には期待できない。コア(Core)上下流側のシェル(Shell)材はダム基礎及び斜面掘削で発生する泥質岩と砂岩を主とした軟岩を転圧した層が経済的に優位であるので、中央遮水壁形式のゾーン(層)式アースフィルダム(Earth fill dam)を推奨する。

(図 4.1.2、図 4.1.3 を参照)

(2)ダム基礎処理

ダム地点の基礎地質状況を考慮し、右岸から左岸にかけての約 740m 区間に存在する泥質岩と砂岩の互層部については、十分な遮水性を確保するためにダム基盤面からダム縦断方向に 2.5m 間隔で深さ 25.0m のカーテングラウチング(Curtain grouting)と及び遮水壁底面(幅方向)に 5.0m 間隔の深さ 5.0m のブランケットグラウチング(Blanket grouting)を実施する。

さらに、これらの区間より左岸側約 1,200m の風成砂層区間については、掘削面より、

斜面部で 10.0m 深、水平部で 0.9m 深の範囲でソイルセメント(Soil cement)によるダム基盤の地質改良を行い地盤の安定化を計る。使用するソイルセメントは砂とセメント(Cement)と水の混合比を検討し強度と温度収縮の点から経験的に 8%~10%のセメントを砂に添加したものを採用する。

また、この区間に関しては風成砂層の遮水性を改善並びに保持する為、前記ソイルセメント層を建設基盤とした深さ 50m の連続地中壁を計画する。(図 4.1.3 を参照)

長さ(範囲)は、透水係数 $10^{-3} \sim 10^{-4} \text{cm/sec}$ の風成砂層内での浸透路長を経験的に 500m 程度を保持できる地形まで延長する事とする。この浸透路長については、多少の浸透漏水は許容するものの、パイピング(Piping)等によるダム本体の破壊に至らない程度を判断基準とするが、将来三次元浸透流解析などで確認する必要がある。

4.2.3 洪水吐

洪水吐は地上(開削式)を推奨する。洪水吐の形式について Pre-F/S 時において黄河水利委員会上中游管理局によりトンネル式と地上式の併用案が検討されている。ダム右岸側に洪水排水トンネルを設置するのは可能と考えるが、地形調査ならびに地質調査結果より右岸の岩質は軟岩で風化しやすく、運転時トンネル内よりかかる内部応力を伝達させるためには信頼性に欠ける。更に、トンネル式は洪水時の閉さくによる危険度が高いことから地上式が推奨される。

地上式洪水吐の位置は、以下の二案がある。

(1) 左岸案(中国側 Pre-F/S 案)

洪水吐の左岸計画位置は舌状尾根沿いに配置する案である。地質調査結果によると、この尾根の基盤岩部の最高標高は EL.1,215.0m である。しかし、この基盤岩部は下流方向約 400m で河床標高に推移しており、ダム計画位置と計画高さ(標高)の関連から考えてもこの基盤岩部に設置することは困難である。

(2) 右岸案(調査団案)

洪水吐の右岸計画位置は地形調査と地質調査報告書の結果から考えて、非常に急峻な地形をなしており、斜面崩壊の保護の目的で右岸を大幅に整形する必要がある。これによって洪水吐の場所が確保できる事と共に構造物に対しての地山の安定性も期待できる。尚、斜面保護については右岸側のみならず左岸側の風成砂層についても、掘削された面には格子枠型斜面保護工を適用する(図 4.1.4、図 4.2.4 参照)

地上式洪水吐の取水方法は非門扉式を検討したが、2,000 年超過確率洪水におけるダム下流への放流量 $3,900 \text{m}^3/\text{sec}$ を放流するためには、越流水深:5.0m そして越流長:190.0m

の横越流堰を設けなければならない。しかしながら、右岸はダム軸より上流約 150m に沢が発達しており横越流堰のように越流幅の広い形式を設けることは困難であるので門扉式洪水吐を採用する。洪水吐の諸元は以下の通りである。(図 4.2.1 参照)

洪水吐天端標高	:	1,244.00m
洪水吐流入部	:	40.5m 幅 x 16.0m 長
洪水吐ゲート部	:	13.5m 幅 x 3 門 x 30.0m 長
鋼製円弧型門扉	:	13.5m 幅 x 14.0m 高 x 3 門
導水路部	:	40.5m 幅 x 163.0m 長
傾斜部	:	40.5m 幅 x 221.0m 長
減勢工部	:	40.5m 幅 x 110.0m 長

4.2.4 排砂トンネル

排砂トンネルは、ダム建設時に使用された仮排水路トンネルを転用する計画とし、その機能は、ダム上流（貯水池）内に堆積する堆砂を出来るだけダム下流側へ排出する事と洪水排水である。排砂トンネルは、トンネル入り口から放射状に延びた鋼製スリットパイプ（1.2mφ）と圧力式円弧型門扉により構成される。排砂は圧力式円弧型門扉の制御により行われ、運転後の保守点検のため、監査廊をトンネル内に設置する。(図 4.2.2 参照)

4.2.5 給水用取水口

鉾区へ給水するための取水口は、ダム右岸 150m 上流、標高 1,216.0m に取水口を敷設しダム下流部までトンネルで送水を行う。給水用トンネル下流には、小水力発電所を設置し、発電後の水は放水庭兼減勢池の左岸側に設けられた取水設備を介し、直径 1.0m の給水用管路によりダム右岸から左岸に送られ左岸沿いに鉾区まで重力流にて送水される。中国側の計画ではダム地点から鉾区までの送水延長距離は 12.3km と長く保守点検の為、点検用マンホールを 250m 毎に設置する事とする。(図 4.2.3 参照)

4.2.6 発電施設

ダム及び関連施設が消費する電力を補うため、小水力発電所を計画する。発電用水は給水用圧力トンネルを経由し有効落差 47.5m、設計取水量 1.0m³/sec を利用して設備容量 420kW の水力発電を行う。(図 4.2.3 参照)

主な発電施設は以下の通りである。

- －水車（横軸フランシス型）
- －発電器
- －変電設備

4.2.7 ダム代替案（小ダム案）の検討

本計画調査における転龍湾ダムは黄河水利委員会黄河上中游管理局により計画された開発規模（大ダム案）に準じ検討している。しかしながら、ダム計画地点の地盤地質状況が大型ダムの建設に非常に不利であることから大幅な建設事業費の増大が想定され、経済・財務面の妥当性が危ぶまれる事から開発規模と建設費の比較を代替案（小ダム案）について検討する。現段階に於ける計画規模から考えると転龍湾ダムの有効貯水量は約 1.1 億 m^3 が見込まれており、中国側が計画した鉅区へ給水するための設計送水量は 80,000 m^3 /日である。代替案の検討は以下の通りである。

(1) 小ダム案、ダム形式の検討

ダム地点右岸の地質状況は、泥質岩と砂岩の互層と細粒砂岩の堆積岩(軟岩)により形成され、露岩部については風化が発達している。しかしながら、それらの地形状況は急峻な地形を呈しているが、全般的に安定している。ダム地点河道部は、深さ約 5m まで砂と礫から成る河床堆積物に覆われているが、それ以降は砂岩、泥灰岩さらに深い所では夾炭層が形成されている。ダム地点左岸の地質状況は、標高 1,217.0m から標高 1,237.0m は風積堆積物に覆われている。また、小ダム案の左岸側着岩部と想定している範囲に限っては、標高 1,217.0m 以下に泥質岩、砂岩及び細粒砂岩が分布しておりダム地点右岸の地質状況とほぼ同じである。ダム規模の大小に関わらず、着岩部の基礎処理は必要であるが大ダム案での広範囲に渡る基礎処理に比べると最小限度の基礎処理によりダム建設の現実性が高くなると言える。ただし、軟岩基盤であるためダム基盤に働く水平方向の剪断力を考慮し、多少ダムの基礎幅を拡幅しなければならないが、洪水吐をダム上に容易に設置できることから重力式ダムが推奨される。(図 4.2.4 参照)

(2) 小ダム案の規模

小ダム案における設計洪水流量は水文解析の結果から 9,500 m^3 /sec が採用される。ダム左岸の岩基盤分布状況と、設計洪水量を踏まえて検討するとダム越流部延長 220.0m、越流部天端標高 1,206.0m そして非越流堰天端標高 1,213.5m となる。非越流堰天端標高付近での岩帯の最高標高は 1,217.0m であるが、ダムアバットメント(Dam abutment)の着岩部水平力に対する岩盤自体の剪断力と越流水深を考慮し非越流堰天端標高を 1,213.5m に設定した。洪水時における越流水深は 6.0m である。(図 4.2.5 参照)

(3) 設計取水量の検討

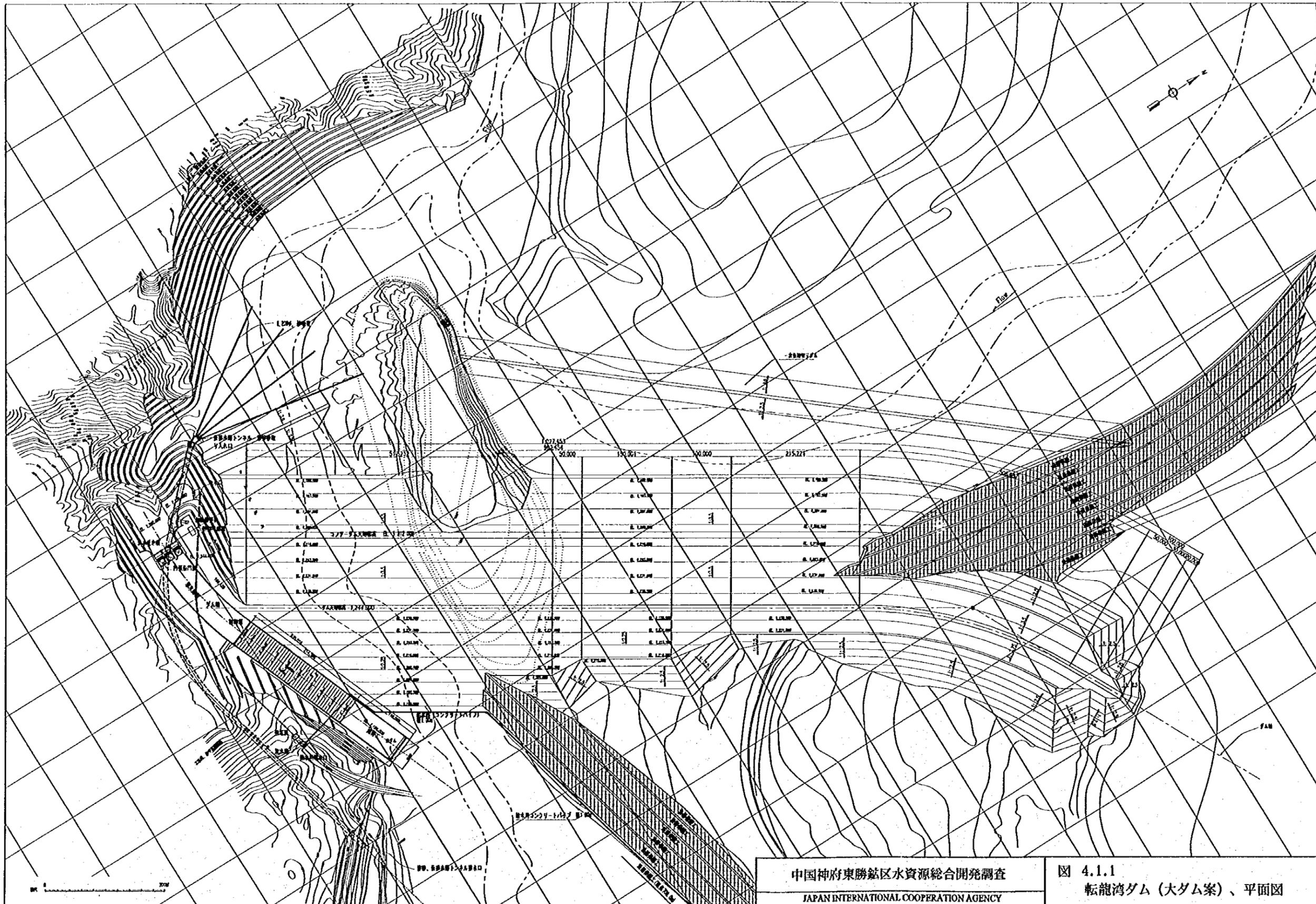
中国側の計画では、当プロジェクト(Project)の一日当たりの鉅区への計画送水流量は 80,000 m^3 /日、設計取水量は約 1 m^3 /sec と算定される。小ダム案にすることにより利水容

量は 548 万 m^3 に減少し、この利水容量は大ダム案での年計画取水量 2,920 万 m^3 の 18% に相当する。

Pre-F/S の検討結果を用いて、転龍湾ダム地点における 95% の保証率で取水可能な年間流量を算定すると約 900 万 m^3 (清水換算) となる。この流量は日、月の単位で変動するが、日量 80,000 m^3 の計画給水量に対して約 10% から 40% の流量を供給できる流量である。出水期で一番大きな月は 3 月、4 月の融雪期であり、この時期の流量を無駄なく利用するために調整池が必要となる。概ね上記 548 万 m^3 の利水容量が確保できるものと仮定すれば、日量 80,000 m^3 の約 30% にあたる 24,000 m^3 /日の水を供給できるものと見込まれる。

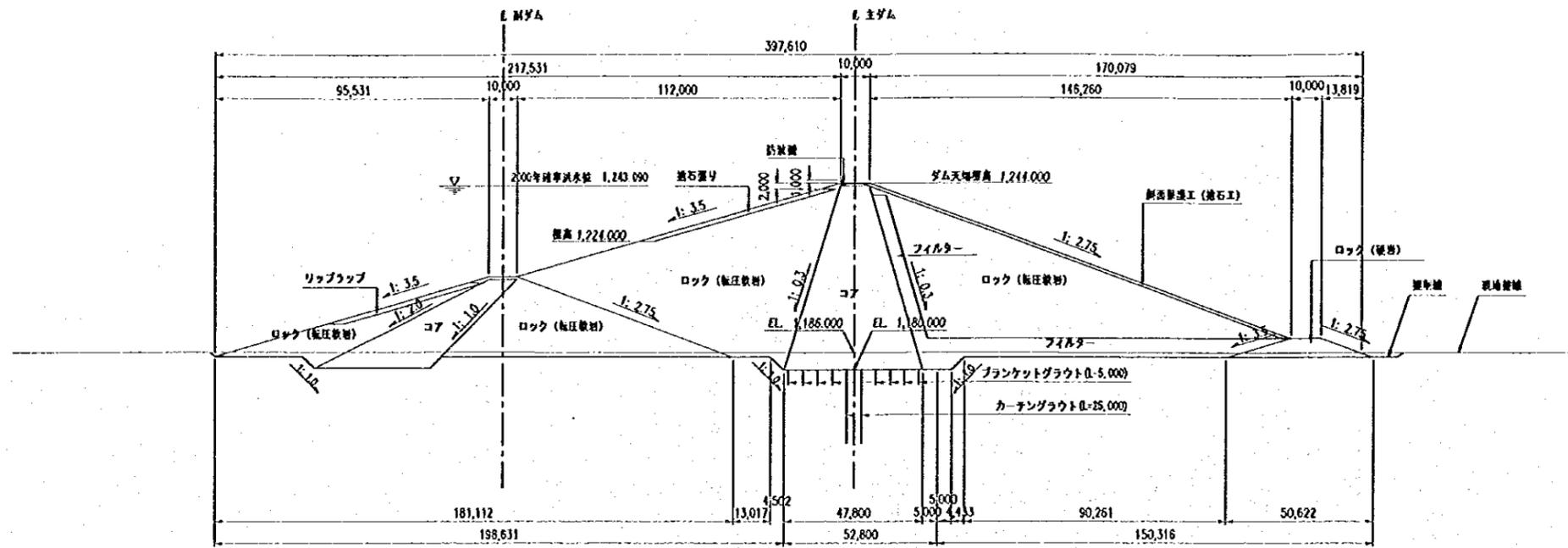
しかし、転龍湾ダム地点での流域から流れ込む土砂量は約 1000 万 m^3 /年であり、計画の取水口の敷高までの容量に相当する。土砂排出について対策を施さない場合、この容量を将来も確保することは難しい。従って利水安全度を高めるために、現在稼動中あるいは将来開発する鉱区周辺に点在する露天掘りのピットを調整池として活用することが考えられる。仮に 1ヶ所の調整池の容量を 100 万 m^3 (500m 延長 x 100m 幅 x 20m 深) とすると、必要な調整池数は 5ヶ所程度と考えられる。

第4章 添付図

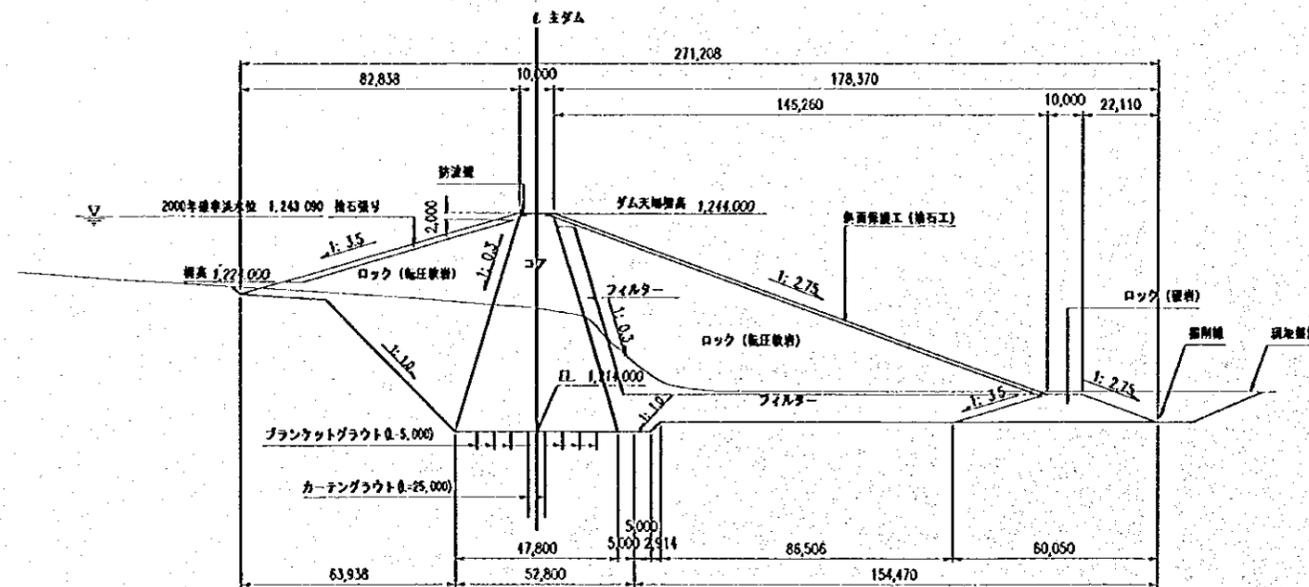


中国神府東勝鉱区水資源総合開発調査
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

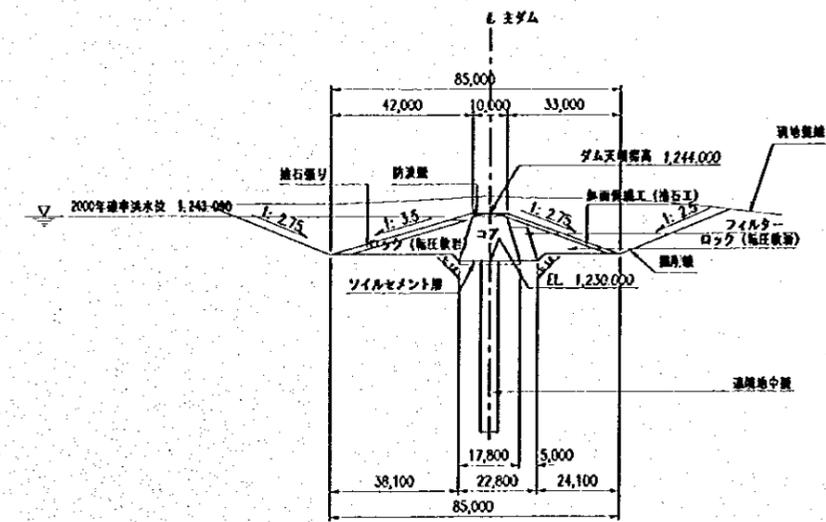
図 4.1.1
 転龍湾ダム (大ダム案)、平面図



ダム A-A 断面図



ダム B-B 断面図



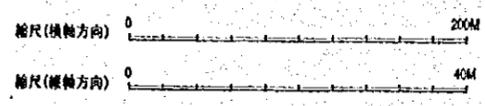
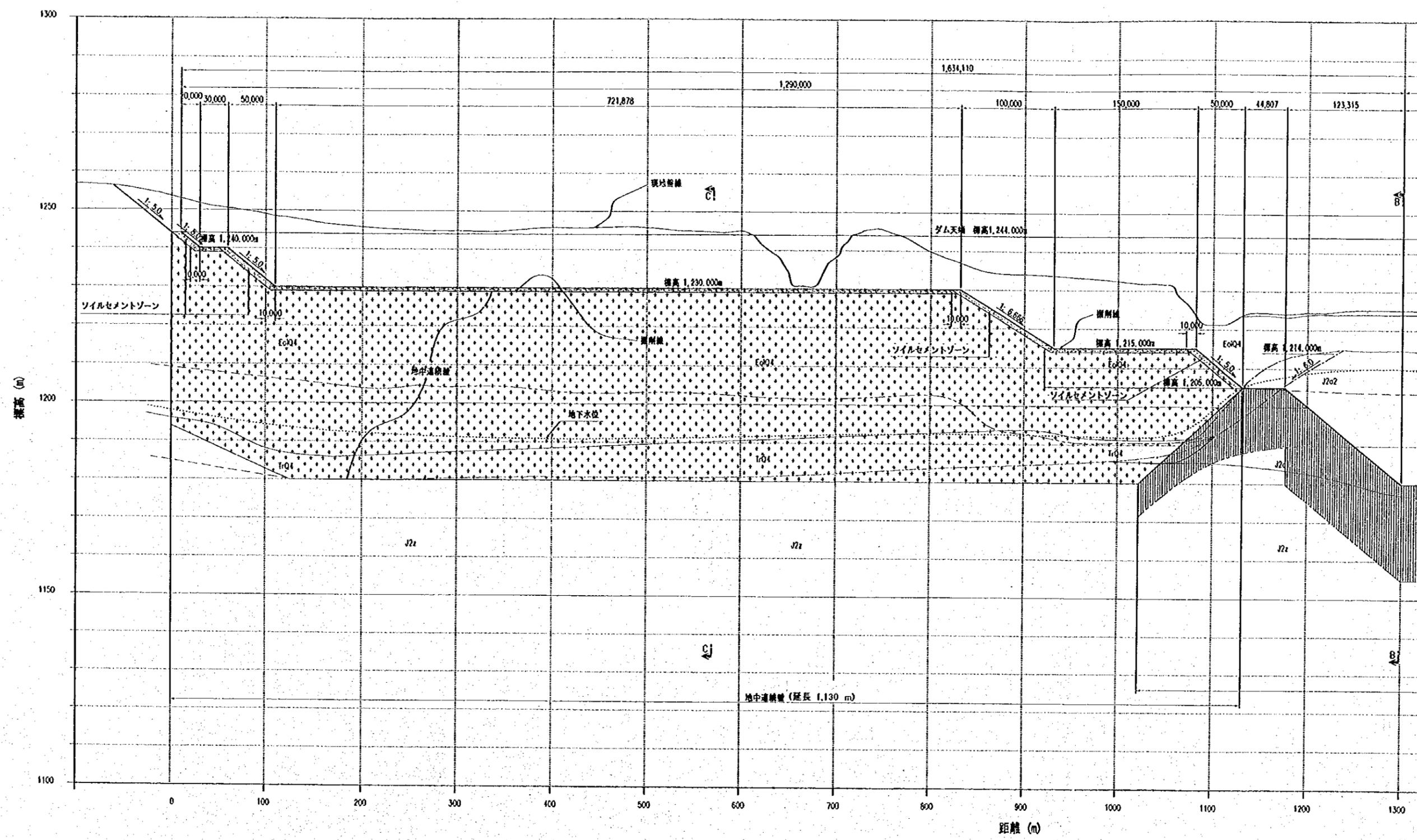
ダム C-C 断面図

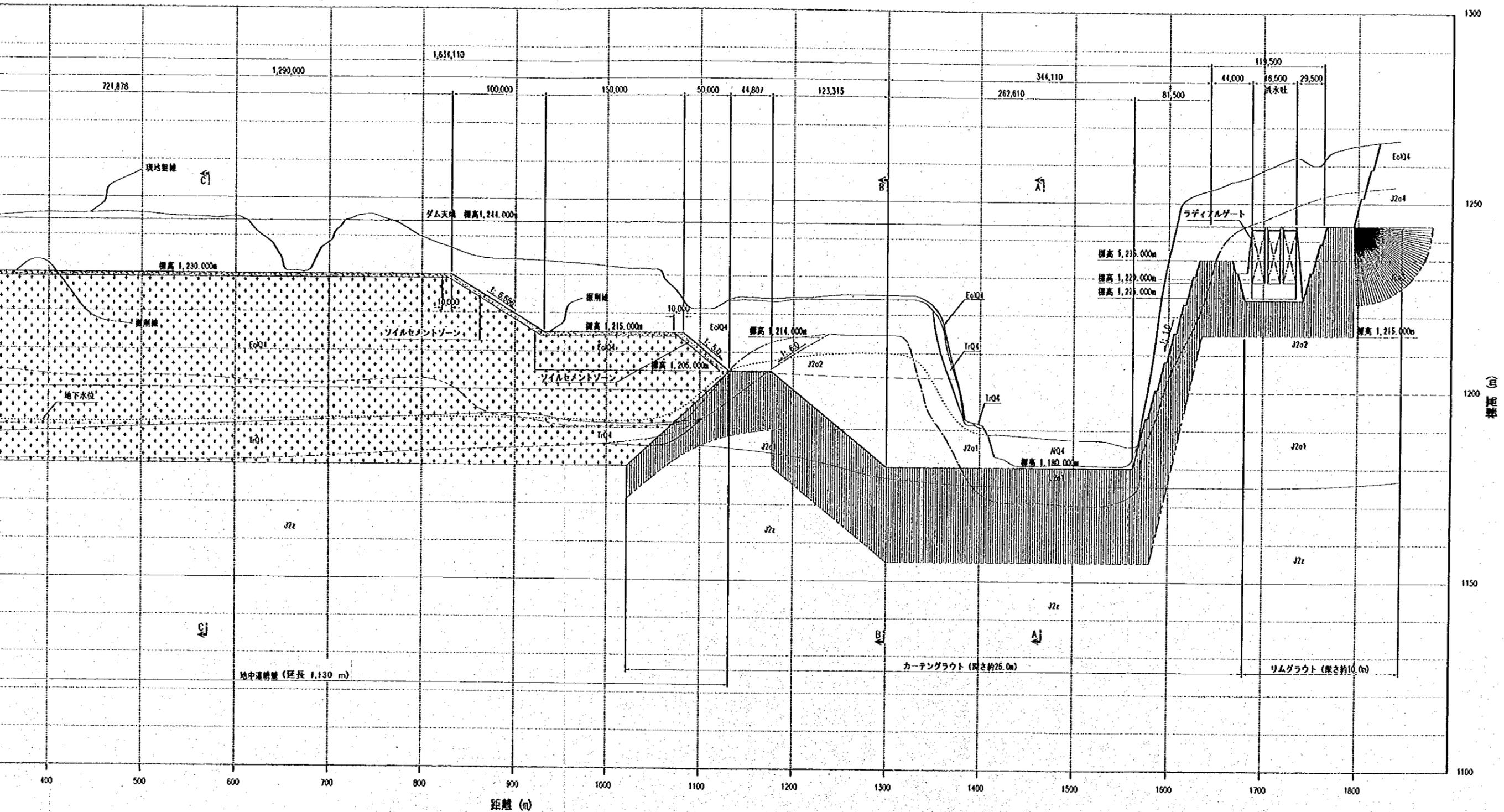


中国神府東勝鉱区水資源総合開発調査

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

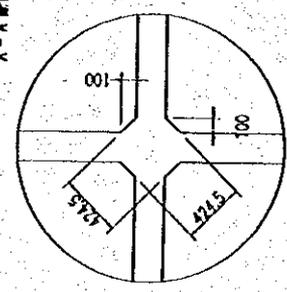
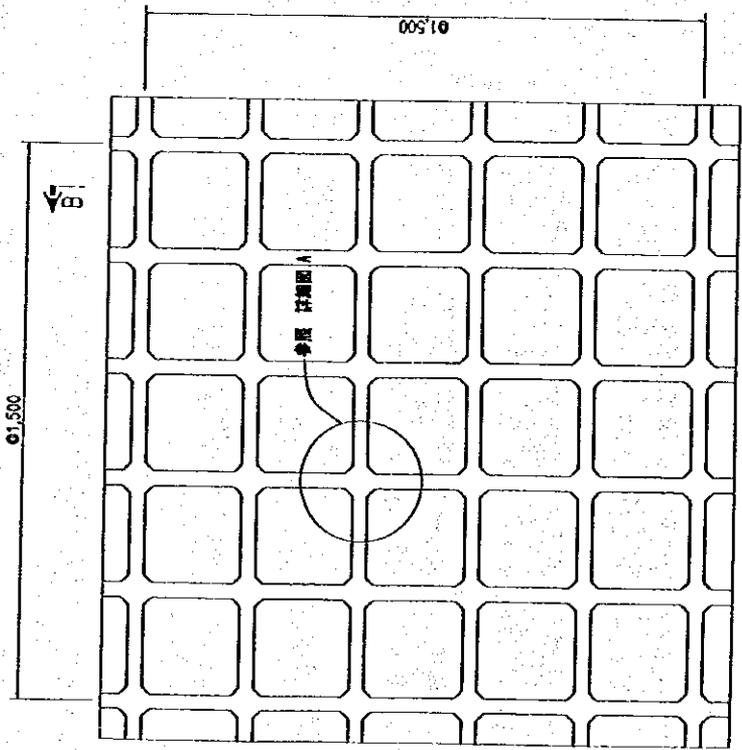
図 4.1.2
転龍湾ダム (大ダム案)、断面図



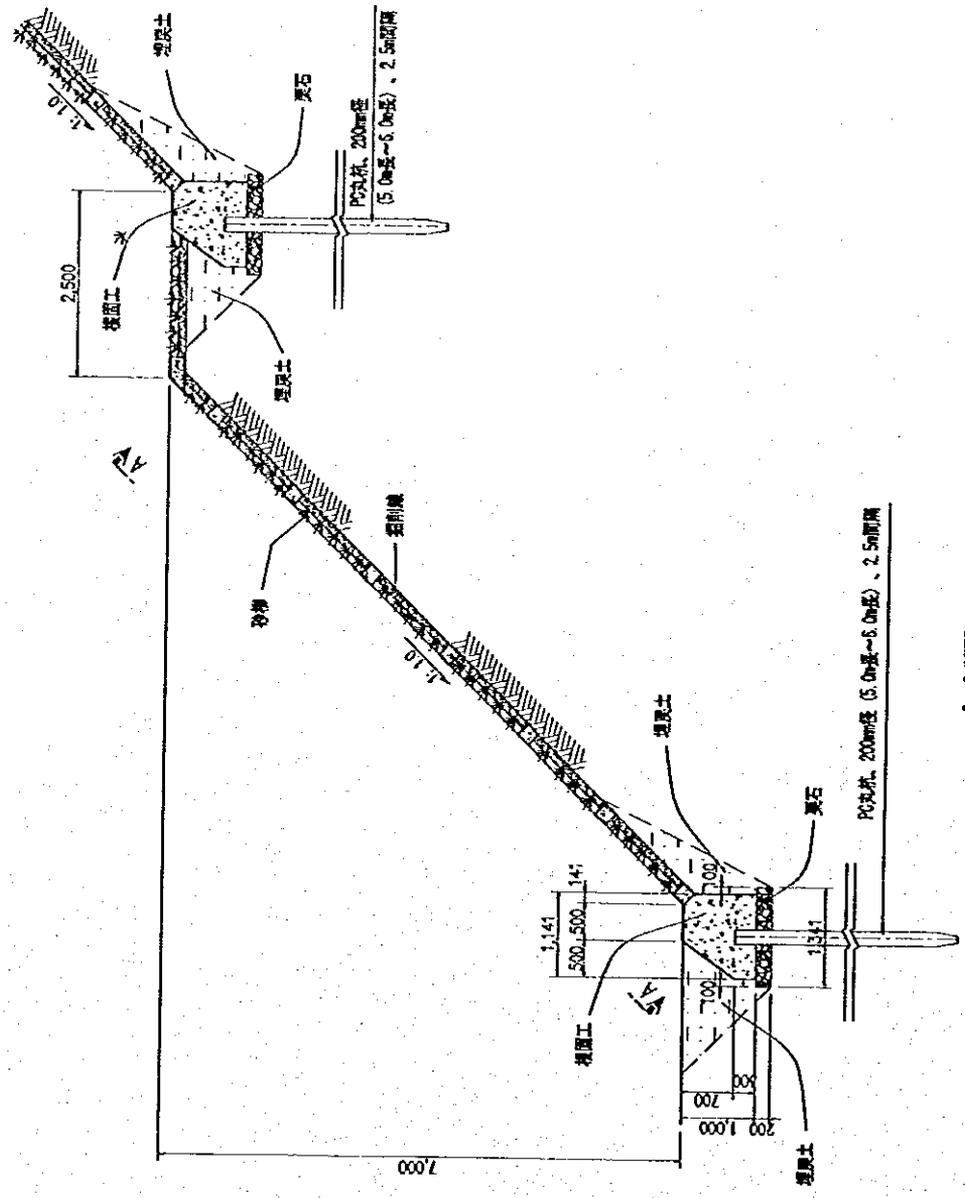
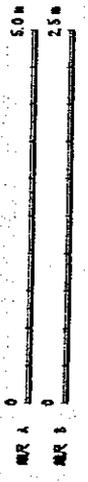


中国神府東勝鉱区水資源総合開発調査
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

図 4.1.3
 転龍湾ダム (大ダム案)、縦断図



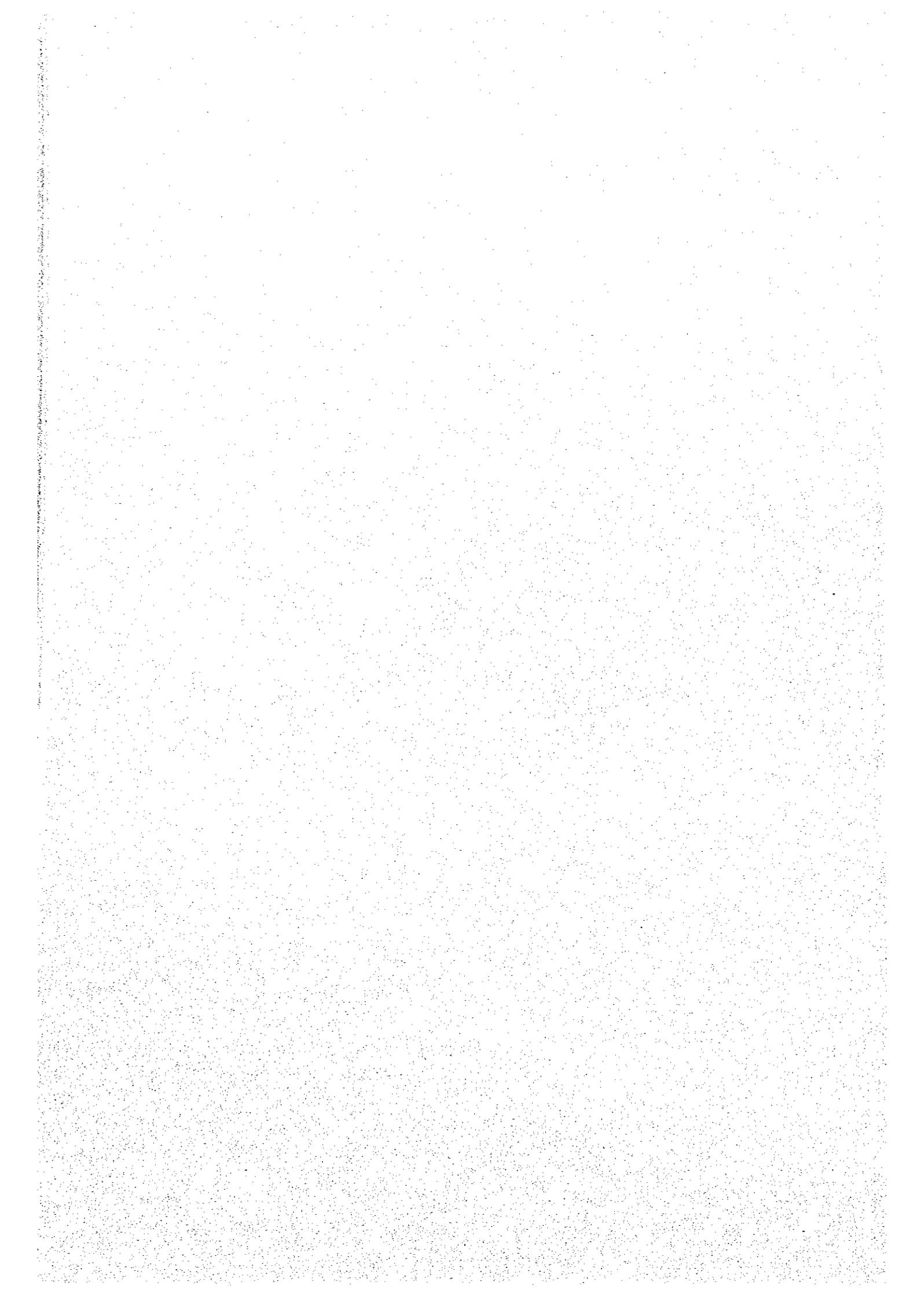
詳圖 A 圖 A

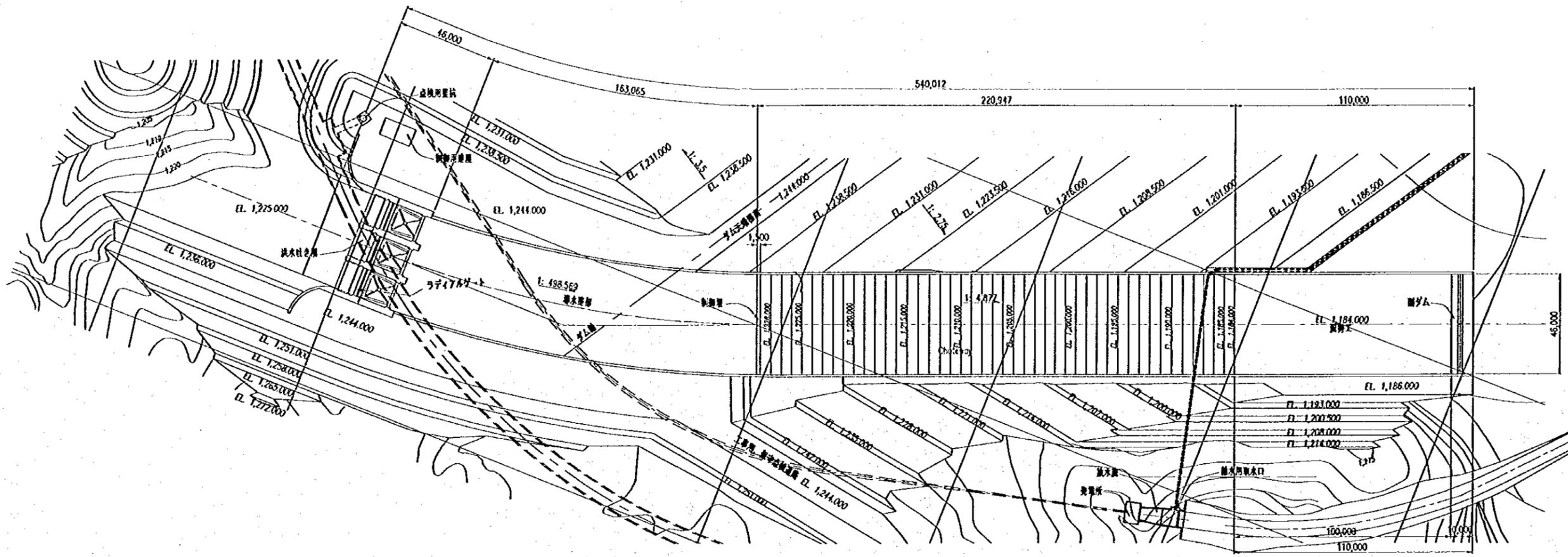


詳圖 B 圖 B

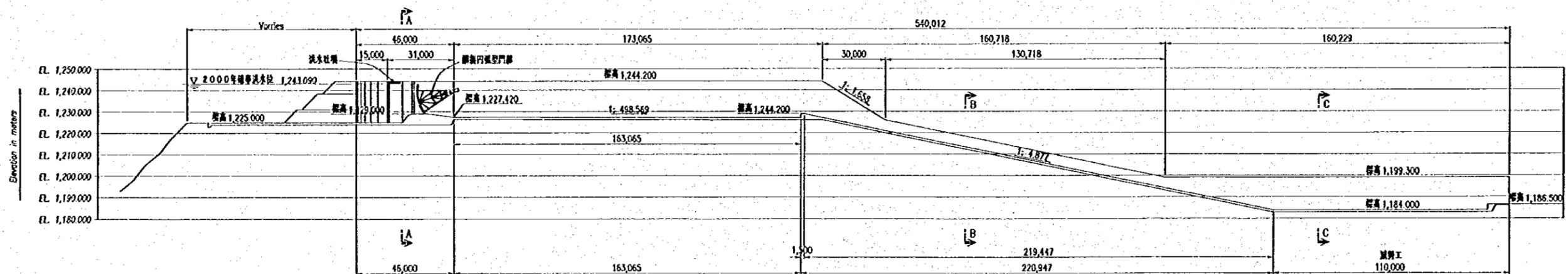
中國神府東勝絨區水資源綜合開發調查
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

圖 4.1.4 格子桿型斜面保護工

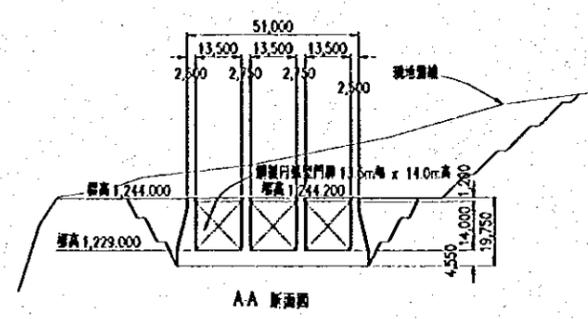




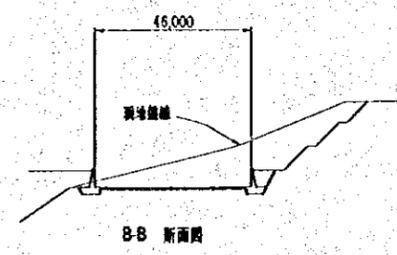
平面图



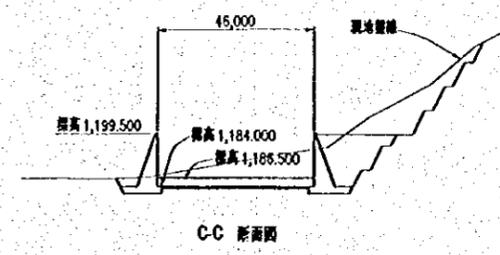
縦断面



AA断面



BB断面

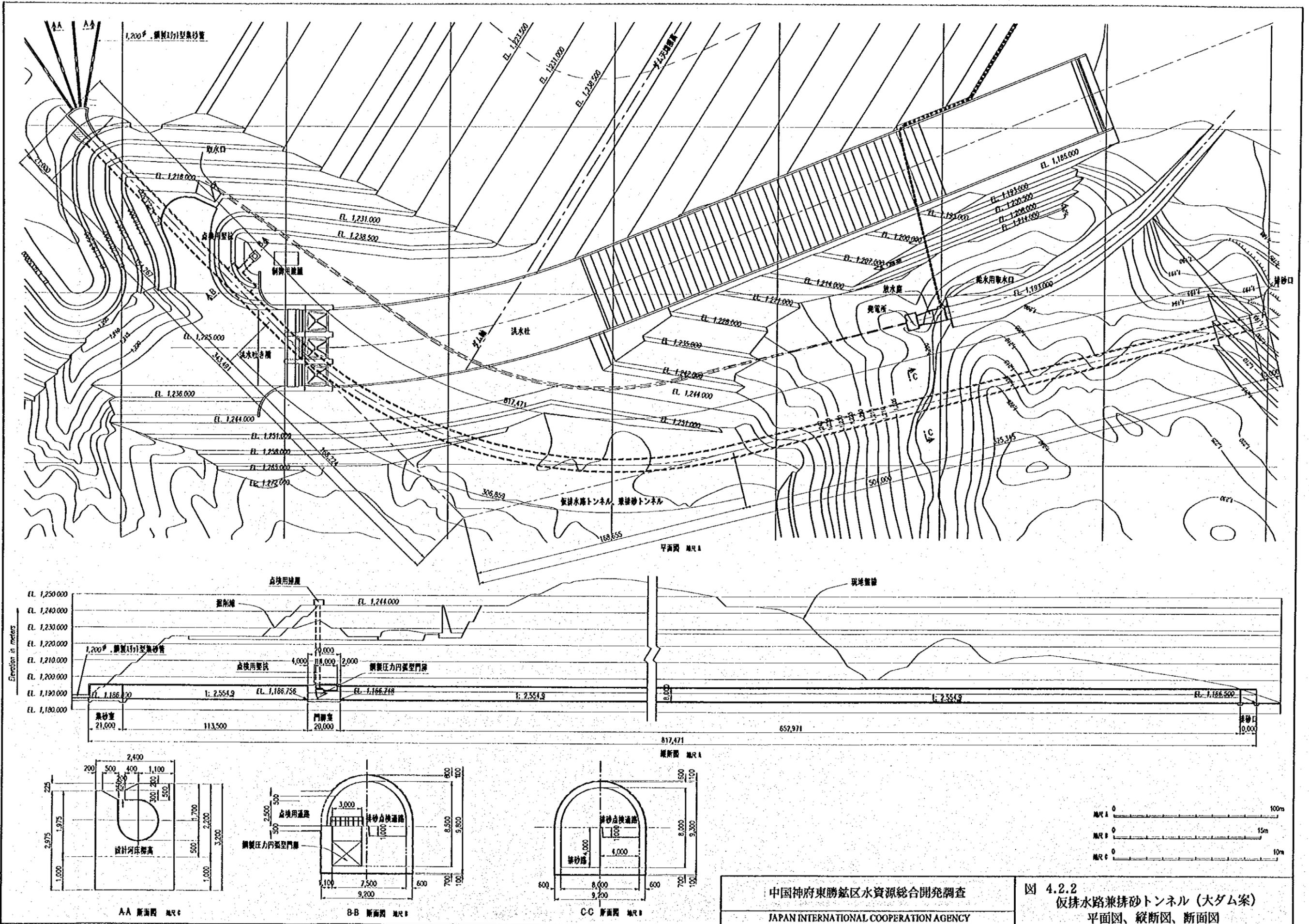


CC断面



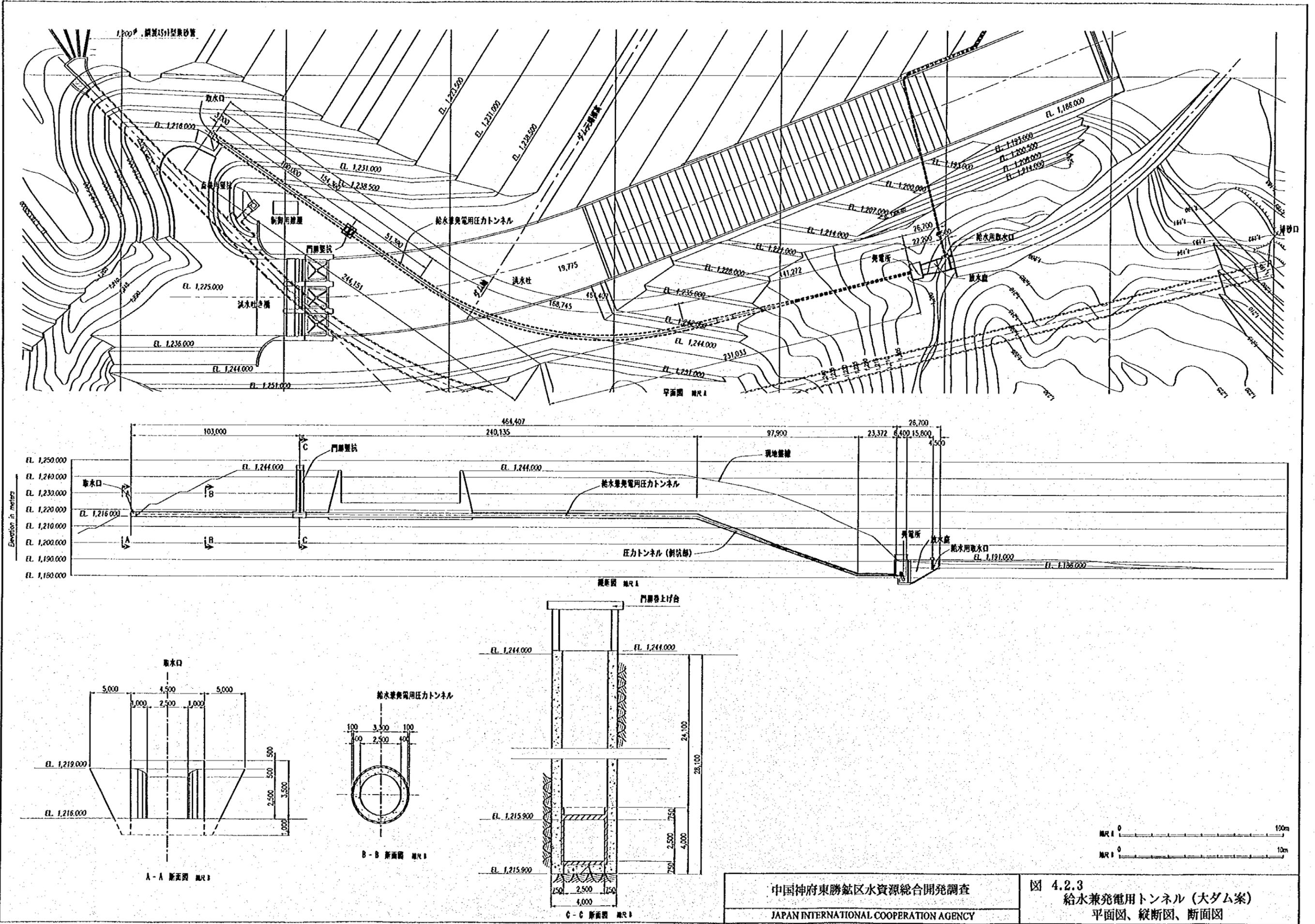
中国神府東勝鉅区水資源総合開発調査
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

図 4.2.1 洪水吐 (大ダム案)
 平面図、縦断面図、断面図



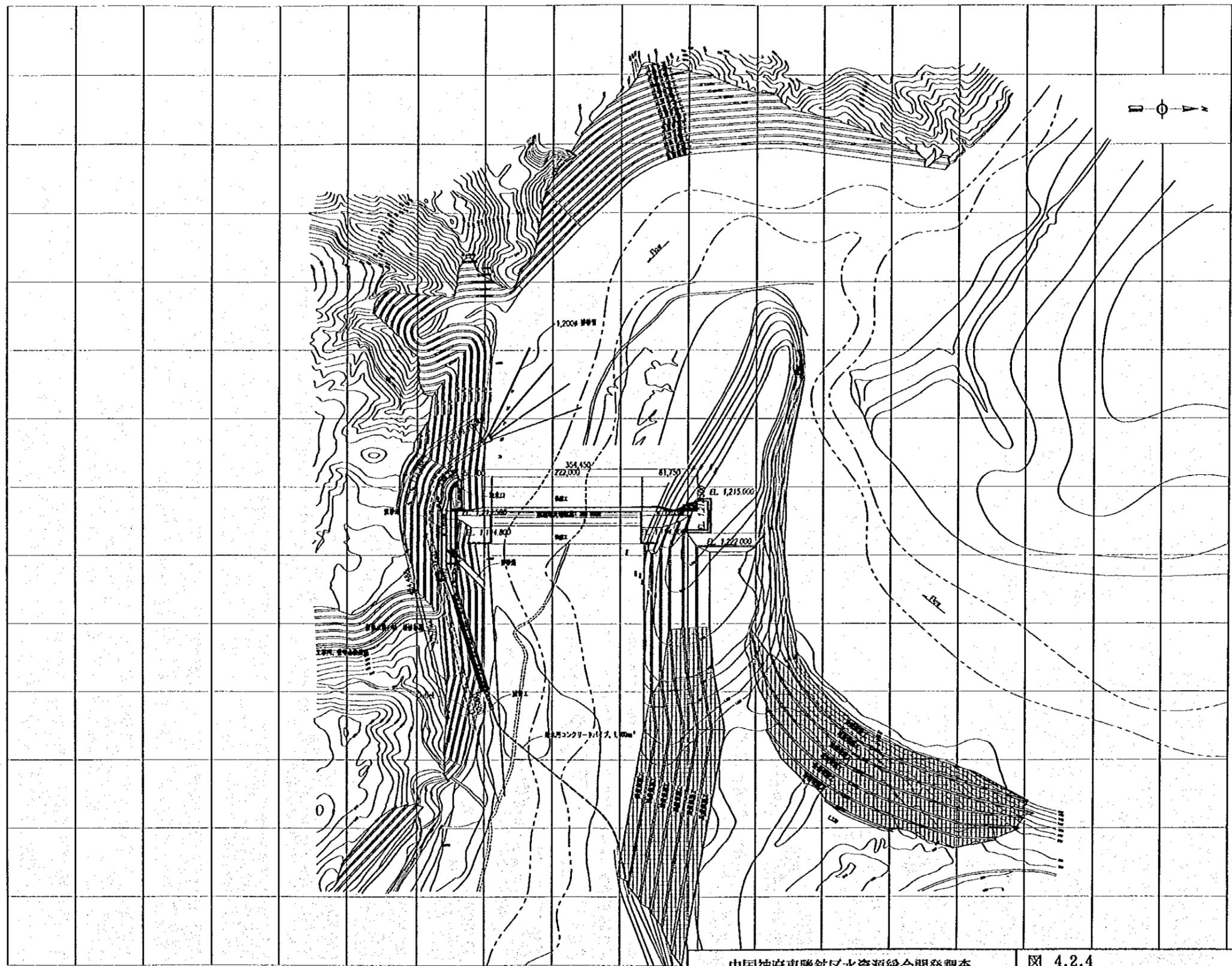
中国神府東勝銘区水資源総合開発調査
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

図 4.2.2
 仮排水路兼排砂トンネル (大ダム案)
 平面図、縦断図、断面図



中国神府東勝鉱区水資源総合開発調査
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

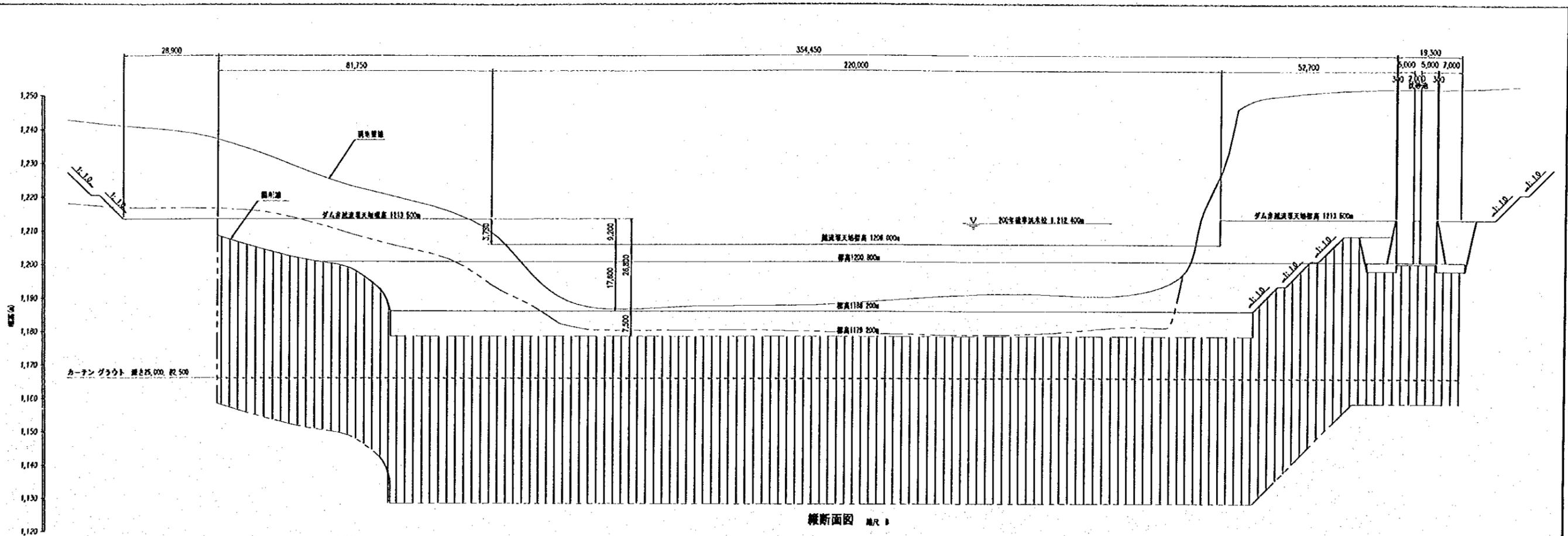
図 4.2.3
 給水兼発電用トンネル (大ダム案)
 平面図、縦断面図、断面図



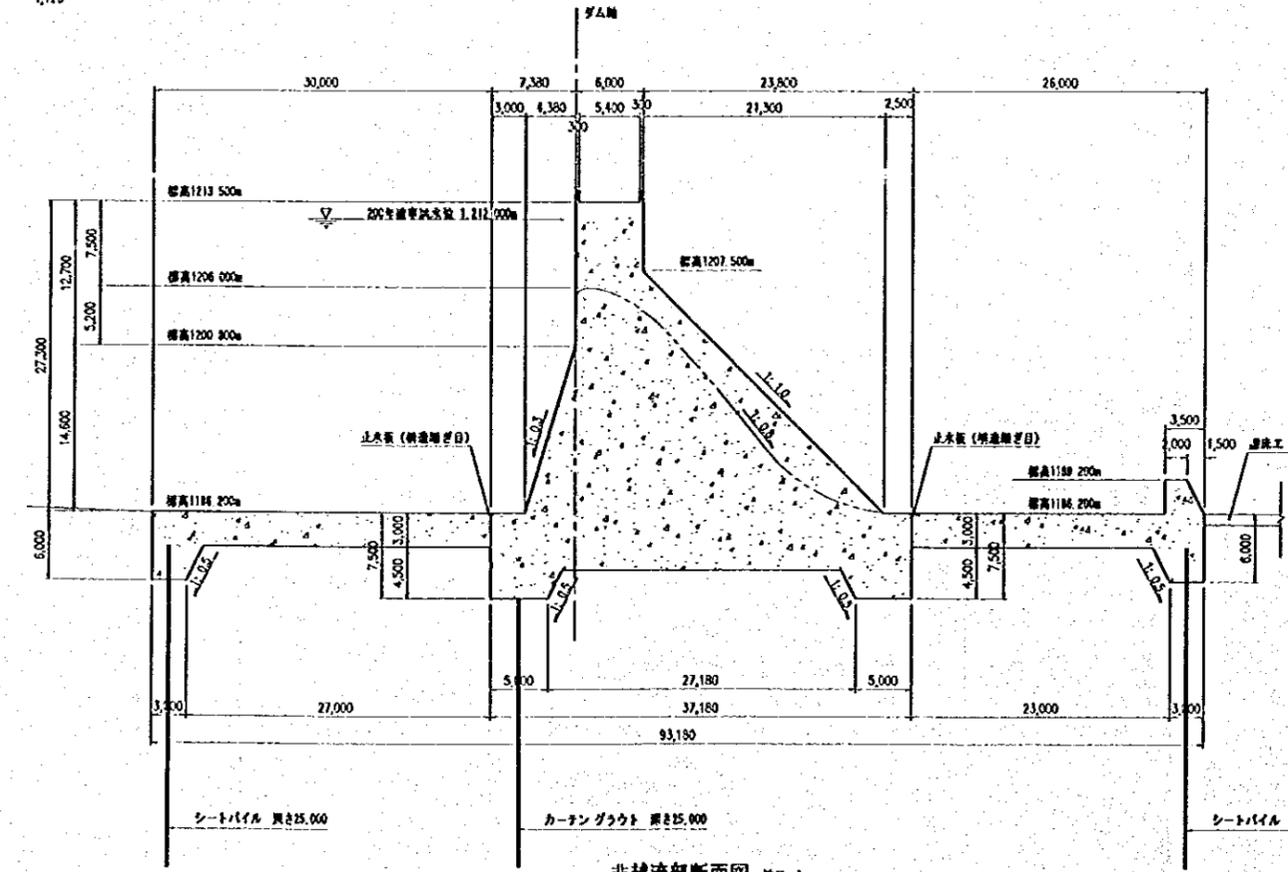
中国神府東勝鉱区水資源総合開発調査
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

図 4.2.4
 転龍湾ダム (小ダム案)、平面図

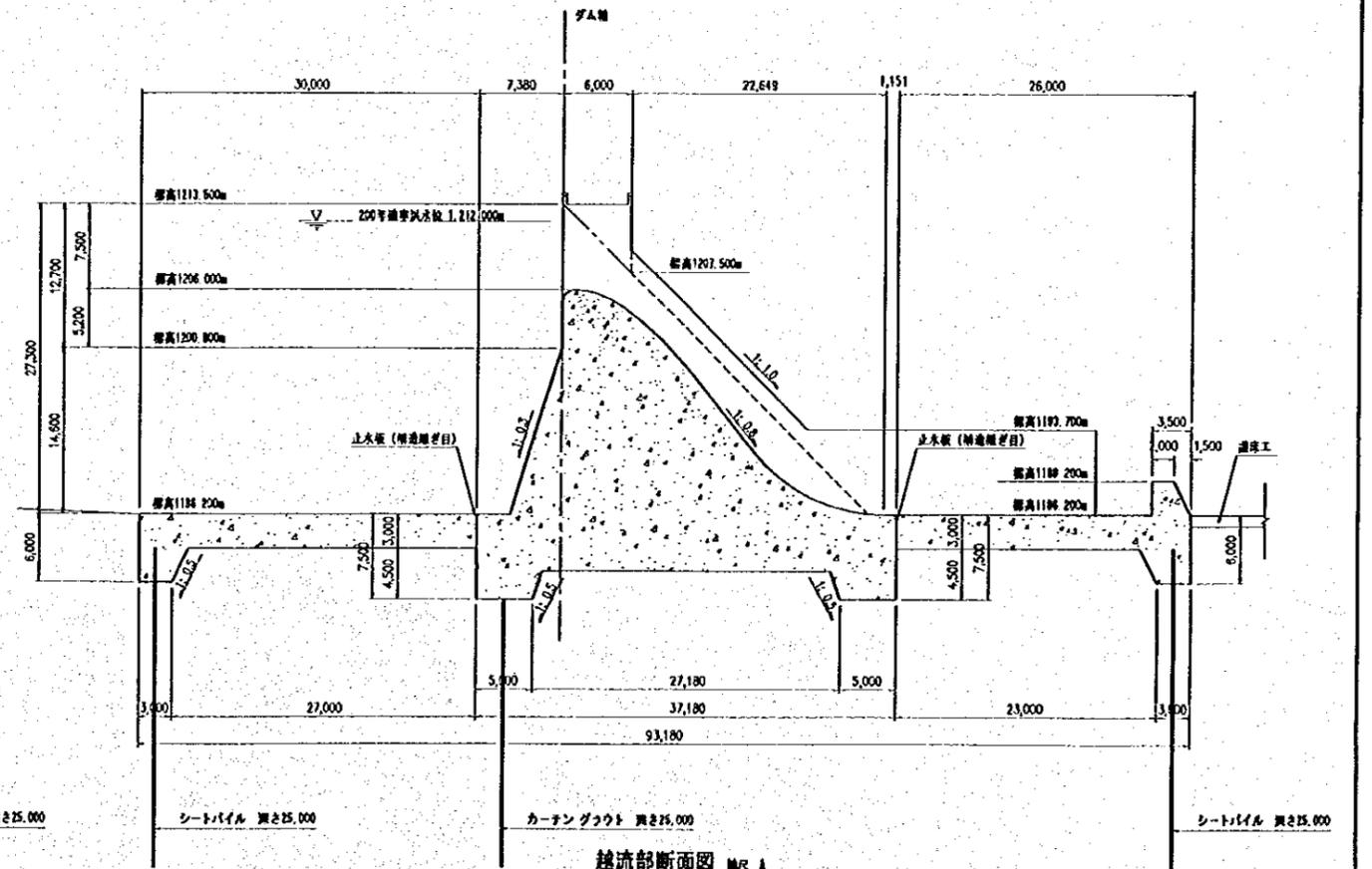
0 1000 2000



縦断面図 縮尺 1/500

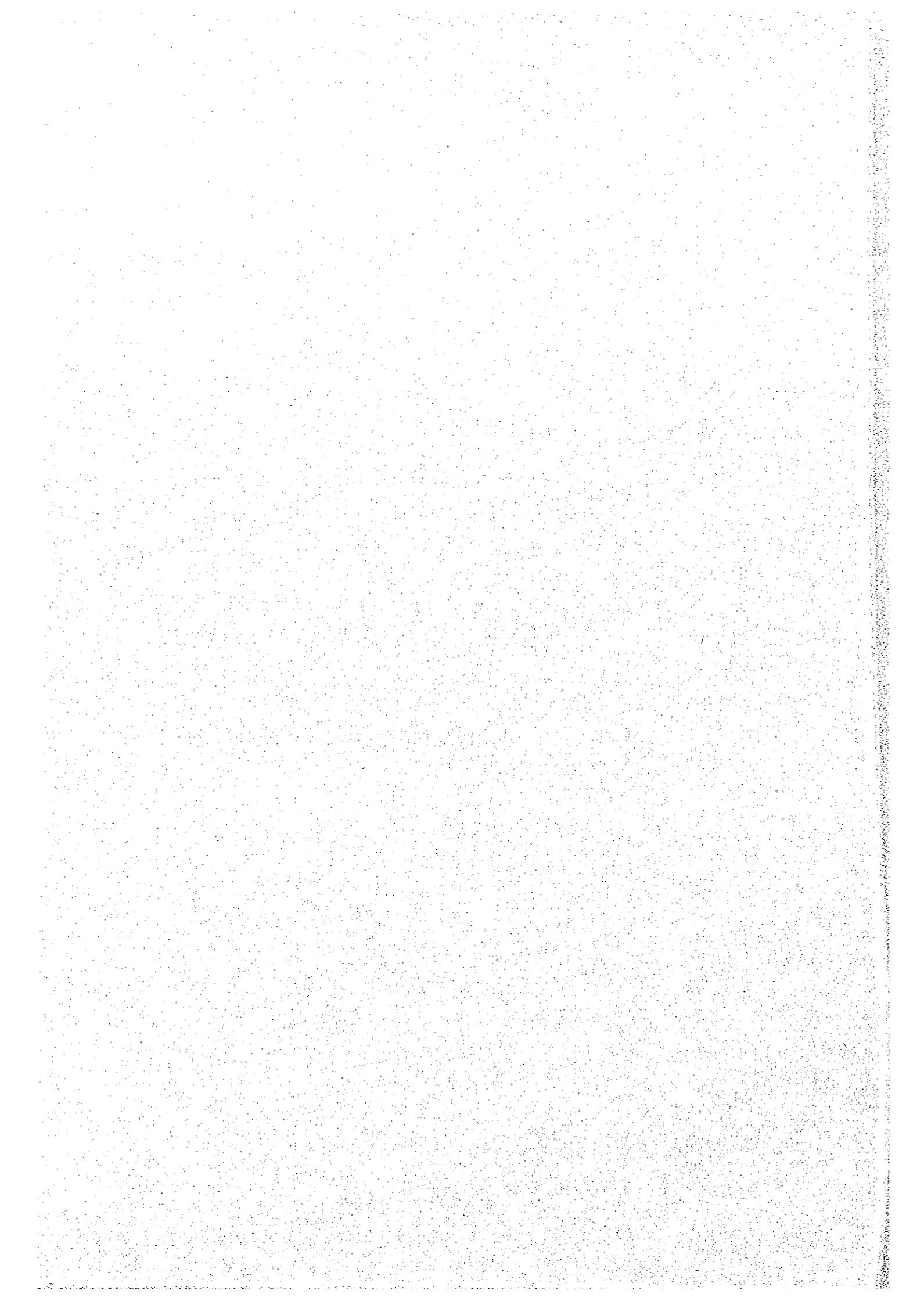


非越流部断面図 縮尺 1/100



越流部断面図 縮尺 1/100





第5章プロジェクト実施計画とその工事工程

5.1 プロジェクトの概要

転龍湾ダムは黄河水利委員会黄河上中遊管理局が計画した開発規模に準じてアースフィル型ダム(earth fill type dam)を推奨する。ここではこのダムを大ダム案と仮称しその諸元を以下に示す。

5.1.1 大ダム案

(1) 本ダム

型式	: 中央遮水壁式ゾーンタイプアースフィルダム(zone type earth fill dam)
堤頂標高	: E.L. 1244.0
堤頂長	: 1,634.0m
堤体積	: 7,027,600 m ³ (ソイルセメント(soil cement)盛土を含む)

(2) 貯水池

集水面積	: 1,941 km ²
常時満水時の湛水面積	: 19.2 km ²
総貯水容量	: 4.30 億 m ³
有効貯水容量	: 1.15 億 m ³
常時満水位	: 1,238.0 m
サーチャージ(校核)洪水水位	: 1,243.1 m (1/2,000 年確率洪水)
設計洪水水位	: 1,240.3 m (1/100 年確率洪水)
堆砂容量	: 3.15 億 m ³ (30 年後の堆砂容量)

(3) 洪水吐

型式	: 水門扉付地上開水路
ゲート敷標高	: E.L. 1229.0
ダム設計洪水流量	: 3,900m ³ /s
サーチャージ(校核)洪水流量	: 17,100 m ³ /s (1/2,000 年確率洪水)
設計洪水流量	: 10,900 m ³ /s (1/100 年確率洪水)
水門設備	: 鋼製円弧型門扉, 13.5m 幅, 14.0m 高, 3 門

(4) 仮排水トンネル・排砂トンネル

口径	: 8.0m
掘削	: 9.0m

内径	: 8.0m
全長	: 818m
水門設備	: 鋼製高圧門弧型門扉, 3.0m 幅, 3.0m 高, 1 門

(5) 給水トンネル

口径	: 2.5m
掘削	: 3.1m
内径	: 2.5m
水平部(導水路)	: 344m
傾斜部(水圧鉄管路)	: 98m
水平部(水圧鉄管路)	: 24m
水門設備	: 高圧型門扉, 2.8m 幅, 2.7m 高, 1 門

(6) 発電所、放水路

水車形式	: 横軸フランシス(Francis)型
放水底門扉	: 圧力型方形門扉、1 門
給水管型式	: 埋設型ヒューム管(hume pipe)
内径	: 1.0m
総延長	: 12.3km

5.1.2 小ダム案

大ダム案の建設地点の地質の状態が非常に悪く、基礎処理並びに斜面安定化に多大の費用が必要となる。そこで、鉾区への計画給水量は大幅に低下するが、ダムの規模を縮小して建設費用を削減できる仮称小ダム案についても経済妥当性の検討を行った。

但し、この小ダム案は乾期中、貯水容量が小さいので鉾区への安定給水が困難となる為、現在、稼働中の採炭プラントの周辺に点在している露天掘りのピットを下流・調整池として活用する等の対策を必要とする。

小ダム案の諸元は以下の通りである。

(1) ダム

形式	: コンクリート重力式ダム, 無門扉
堤高	: 非溢流部 (27.0m)、溢流部 (20.0m)
非溢流部	: E.L. 1213.0
溢流部	: E.L. 1206.0
堤頂長	: 354.5m

溢流部延長 : 220.0 m
堤体積 : 115,600 m³

(2) 貯水池

集水面積 : 1,941 km²
常時満水時の湛水面積 : 3.1 km²
総貯水容量 : 1,847 万 m³
有効貯水容量 : 548 万 m³
常時満水位 : 1,206.0 m
サーチャージ(校核)洪水位 : 1,212.2 m (1/300 年確率洪水)
設計洪水位 : 1,210.8 m (1/50 年確率洪水)

(3) 仮排水トンネル・排砂トンネル

口径 : 8.0m
掘削 : 9.0m
内径 : 8.0m
全長 : 460m
水門設備 : 鋼製円弧型門扉, 4.5m 幅, 3.0m 高, 1 門

(4) 給水設備

給水管型式 : 埋設型ヒューム管
内径 : 1.0m
総延長 : 12.3km

5.2 プロジェクト実施計画とその工事工程

5.2.1 概要

大小ダム案の概略工事工程表を夫々図 5.2.1、図 5.2.2 に示す。

同工事工程表は、以下の気象条件を勘案し作成した。

11 月中旬～3 月中旬 : 寒冷な為、明りの盛土、コンクリート打設作業は中止とする。明り及びトンネル内の掘削作業は継続とする。トンネル内のコンクリート打設作業も継続とする。

7 月～8 月 : 雨期中の降雨量が最も多い月であるので施工可能日数を半減する。

詳細設計以降の全体工期は以下の通り見積もられた。

(1) 大ダム案

コンサルタントサービス(consultant service)契約の締結後、竣工まで8年10ヶ月が必要である。

その内容としては、

・測量	: 2ヶ月 (実作業は4ヶ月)
・詳細設計	: 10ヶ月
・入札から契約締結まで	: 12ヶ月
・仮設工事	: 6ヶ月 (実作業は10.5ヶ月)
・ダム及び付帯工事	: 6年4ヶ月
合計	: 8年10ヶ月

上記の通り大ダム案のダム建設工事期間が通常のものとは比べや長期に亘っているのは、主ダムの盛立開始時点までに下記のような膨大な量の掘削作業が必要となるからである。

構造物	全地山掘削量 (m ³)	乗率 (%)	事前地山掘削量 (m ³)
・ 右岸斜面掘削工			
明り土砂掘削	612,000	35	214,000
明り軟岩掘削	2,572,500	35	900,000
・ 二次締切工			
明り軟岩掘削	753,800	100	753,800
明り硬岩掘削	376,900	100	376,900
・ 主ダム			
明り土砂掘削	1,507,600	75	1,055,000
明り軟岩掘削	263,900	100	263,900
・ 洪水吐			
明り軟岩掘削	26,000	100	26,000
明り硬岩掘削	490,000	50	245,000
合計	6,602,700		3,834,600

(2) 小ダム案

・測量	: 2ヶ月 (実作業は4ヶ月)
・詳細設計	: 10ヶ月
・入札から契約締結まで	: 12ヶ月
・仮設工事	: 6ヶ月 (実作業は10.5ヶ月)

・ダム及び付帯工事	: 6ヶ月
合計	: 8年6ヶ月

- 小ダム案についても大ダム案同様、全体工事期間が長期に及んでいる。その理由として、
- (1)掘削量は大ダム案と大差が無い。
 - (2)半川締切りによるダム工事となるのでダム本体のコンクリート打設期間が約 2 倍必要になってくる。
 - (3)湛水開始後、排水設備の据付期間として6ヶ月を必要とする。
- 等が挙げられる。

5.2.2 コンサルタントの選定

一般にローン (loan) 調達交渉が成立した後、コンサルタントの選定が実施される。この場合、コンサルタントは、通常融資機関の承認を受ける事が義務付けられる。

5.2.3 測量と詳細設計

コンサルタントは、下記の測量や各種の調査作業を実施し、これらの調査結果に基づき詳細設計を行う。

- ・地形測量
- ・地質調査
- ・水文地質調査
- ・物理探査
- ・ボーリング (Boring) 調査
- ・盛立材料調査
- ・骨材調査
- ・原石山調査
- ・地下水調査
- ・電源調査
- ・道路調査
- ・連続地中壁・ソイルセメント設計調査
- ・自然・社会 (移住移転) 環境影響調査

5.2.4 請負業者の選定

(1) 事前資格審査

当建設プロジェクト (Project) は、

- ・ダムの盛立量が非常に多い。

- ・大規模掘削工事を短期間で終了させることが必要である。
- ・連続地中壁やソイルセメントを用いた特殊な基礎処理工が必要となる。
- ・砂丘の斜面保護工のような豊富な経験を要する作業が含まれる。
- ・ダムの安全性を保証する為には厳しい品質管理や施工監理が必要である。
- ・盛土材やコンクリート骨材は何れも遠距離からの輸送となるので多数の運搬機械〔ダンプトラック (Dump Truck)〕を必要とする。
- ・寒冷地での施工である。
- ・軟質泥岩や砂岩の中に直径 9.0m のトンネルを掘削することが必要となる。

等の理由と国際的融資機関の参加が予想されることから国際競争入札方式 (ICB) が推奨される。

本入札に先立ち応札適格者を選定する事前資格審査を実施する。事前資格審査書類の作成と評価作業は一般にコンサルタントが代行し、詳細設計作業と平行して実施される。

(2) 本入札

詳細設計により工事内容が確定次第、入札書類の作成がコンサルタントにより開始される。融資機関から入札書類の承認を受けた後、入札告示を行う。開札後、コンサルタントにより入札書類の評価が行われ、融資機関の承認を受けた後、請負業者との間で契約が締結される。

5.2.5 用地補償と移住

竣工年度の 2 年前の 2007 年 12 月末までには総ての用地の補償と取得並びに移住を完了させておくことが望まれる。

5.2.6 付帯設備の建設

ダム区域送電設備、給水設備、給熱設備、水文・環境等の観測設備、消防施設、交通設備、洪水防御通信設備等の付帯設備の建設は、仮設工事が開始される 2003 年頭初から 3 カ年で完了する工程とした。これ等の工事は国内競争入札 (LCB) が推奨される。

5.2.7 鉄道移設計画

ダム左岸部の堤体基礎掘削及び盛土作業に支障を来たさぬ様、可能な限り早期の鉄道移設工事の完了が望まれる。移設工事の概要は包神鉄道設計部門により以下の通り計画されている (参照 Pre-F/S, 第 8 章)。

- ・鉄道移設全長 : 6,036m
- 内訳
- トンネル部 : 1,300m

特大橋	: 550m
盛土、掘削部	: 4,186m
・駅の関連施設の改修工事	: 2 駅 (転龍湾駅、巴図塔駅)
・防護工事	: 3,000m
	路盤及び橋桁下の排水管の防護と締固め
	鉄道路盤の汚染防止護岸工事
	橋桁下の排水管基礎の石積みによる斜面保護

鉄道移設工事の中で大きな比重を占めるトンネル工事工程は 3 ヶ年と見積られる。

・準備工	: 1 ヶ月
・坑口開削工	: 2 ヶ月
・トンネル掘削工	: 15 ヶ月 (90m/月として)
・コンクリート工	: 11 ヶ月 (120m/月として)
・注入工	: 3 ヶ月 (500m/月として)
・バラスト (Ballast) 敷工	: 2 ヶ月 (700m/月として)
・レール (Rail) 敷設工	: 2 ヶ月 (700m/月として)
合 計	: 36 ヶ月

移設工事は包神鉄道の直営工事によって遂行されよう。

5.2.8 大ダム案の施工とその付帯工事

(1) 仮設備工事

仮設工事は請負工事契約成立後の 2003 年 1 月より開始する。

仮設工事の概要は以下の通りであり、その配置を図 5.2.3 に示す。

・仮設道路の建設 (有効幅員 6.0m、2 車線)

国道よりダムサイト (Dam Site) まで : 25km

ダム現場内 : 10km

所要工期としては 10.5 ヶ月計上、但し、大型建設機械の乗込みは、工事開始後、6 ヶ月で可能となろう。

・工事用送電線の建設 (35kV)

既設送電線よりダムサイトまで : 5km

所要工期としては 6 ヶ月計上

・工事用各種建物の建築

工事用建物 (管理棟、宿舎、倉庫等) : 13,000m²

臨時建物 (概算) : 55,000m²

生産及び生活用の各種建物（ダム管理）： 5,000m²

所要建築期間としては、8.5ヶ月計上するものとするが6ヶ月目からは居住可能となる。

(2) 主要工事

仮設道路の建設が開始されてから6ヶ月後には大型建設機械のダムサイトへの乗り込みが可能となり、

- ・ダム右岸斜面の掘削工事と
- ・仮排水トンネルの掘削工事

から本格的なダム建設工事が開始可能となる。主ダムとその付帯工事は、図 5.2.4 に示す如き手順で遂行される。

建設用材料岩石・盛土材及びコンクリート用骨材の採取候補地として図 5.2.5 に示す区域が推奨される。

砂質土の基礎地盤改良工法は、ソイルセメント工法が推奨される。

まず、ダムサイト付近に混合ヤード (yard) を設け、そこで、掘削土砂に重量比 7%の割合で普通ポルトランドセメント (Portland cement) を散布する。散布作業はホイローダー (wheel loader) で行い人力により S 均一な厚さになるよう敷均しを行う。その後、スタビライザー (stabilizer) により攪拌し均一な混合状態を得る。

混合ヤードでできたソイルセメントは、油圧ショベル (shovel) でダンプトラックに積み込みダムサイトに運搬、一層の仕上り層が 30cm になるよう敷均しを行い、タイヤローラー (tire roller) で 8 回以上転圧を行う。

水平部分の仕上り厚は 3 層 90cm とする。法面については法面バケット (bucket) で転圧整形を行う。

主たる工事の 1 班当りの月間進捗の目安は以下の通りとする。

・トンネル

掘削工	: 90m/月
コンクリート巻立工	: 120m/月
グラウト (grout) 注入工	: 900m/月

・明り掘削

土砂	: 30,000m ³ /月
軟岩〔リッパー (ripper) 施工〕	: 20,000m ³ /月
硬岩 (発破工)	: 15,000m ³ /月

・ダム盛土

コア (core)	: 45,000m ³ /月
-----------	---------------------------

フィルター (filter)	:	11,000m ³ /月
軟岩〔ランダム (random)〕	:	34,000m ³ /月
捨石張り (リッピラップ)	:	100,000m ³ /月
・ <u>連続地中壁 (SMW)</u>	:	1,500m ² /月
・ <u>明りコンクリート打設</u>		
単独作業	:	12,000m ³ /月
平行作業	:	6,000m ³ /月
・ <u>ボーリング (boring)</u>		
ロータリー (rotary)	:	300m/月
パーカッション (percussion)	:	2,100m/月
・ <u>グラウト注入</u>		
コンソリデーション (consolidation)	:	1,000m/月
カーテン (curtain)	:	600m/月
・ <u>コンクリート吹付け工</u>	:	900m ³ /月
・ <u>鋼矢板 (建込み深さ 13m の場合)</u>		
建込み	:	3,000m ² /月
引抜き	:	4,500m ² /月
・ <u>プレキャスト (Pre-cast) 法枠工</u>	:	1,500m ² /月

5.2.9 小ダム案の施工とその付帯工事

(1) 仮設備工事

小ダム案の仮設備工事は、大ダム案と概ね同様である。

(2) 主要工事

仮設道路の建設が開始されてから 6 ヶ月後には大型建設機械のダムサイトへの乗り込みが可能となり、

- ・ダム右岸の掘削工事と
- ・仮排水トンネルの掘削工事

から本格的なダム建設工事が開始できる。コンクリートダムとその付帯工事は図 5.2.6

に示す如き手順で遂行する。この小ダム案は、大ダム案と異なり半川締切工法により河流通理を行う。先ず、右岸側に鋼矢板建込みによる一次仮締切ダムを築堤しその内側でコンクリートダムの打設作業を行う。その完成を待って一次仮締切ダムを撤去しつつ左岸側に同様な二次仮締切ダムを築堤し、その内側で残りのコンクリートダムの打設作業を行うという手順でコンクリートダムを完成させる。左岸側のダムのコンクリート打設中は、右岸側ダムの非溢流部の中に複数の導水路を開孔しておき、その中に河流水を通す事によってダム上流側の水位の上昇を抑え二次仮締切ダムの高さを低く押える計画とする。

5.2.10 機械・電気設備の調達方法

機械・電気設備は、国際競争入札(ICB)による調達が推奨される。

(1) 大ダム案

1) 水路鋼構造物

- ・余水吐水門扉 : 円弧型門扉、13.5m 幅、14.0m 高、3 門
- ・鋼製角落し : 13.5m 幅、1.5m 高、10 本
- ・高圧水門扉 : 円弧型門扉、4.5m 幅、3.0m 高、2 門
- ・鋼製角落し : 4.5m 幅、1.5m 高、6 本

2) 発電設備

- ・固定スクリーン (Screen) : 2.5m 幅、1.5m 高、1 式
- ・入口弁 : 直径 500mm、電動蝶型弁、1 基
- ・水車 : 450kW、横軸、フランシス (Francis) 型、1 基
- ・吸出管 : 1 本
- ・放水路水門 : スピンドル付スライド型 (slide type with spindle)、1.5m 幅、1.0m 高、1 門
- ・発電機 : 600kVA、1 基
- ・変圧器 : 600kVA、1 基
- ・屋外変電所 : 20kV、1 式

尚、新設発電所より採炭場までの永久送電線(20kV×12.3km)の調達は、国内競争入札(LCB)が推奨される。

(2) 小ダム案

水路鋼構造物

- ・取水口水門扉 : ローラー (roller) 型門扉、2.0m 幅、1.0m 高、2 門
- ・土砂吐水門扉 : ローラー型門扉、1.0m 幅、1.0m 高、2 門
- ・高圧水門扉 : 円弧型門扉、4.5m 幅、3.0m 高、1 門
- ・鋼製角落し (土砂吐用) : 4.5m 幅、1.5m 高、3 本

5.2.11 プロジェクトを遂行する為の現場組織

プロジェクトの運営と管理業務の組織としては図 5.2.7 に示す如きものが推奨され、職員の必要総数は約 80 名と見積られる。

この組織の主たる業務内容は以下の通りである。

- ・ 水没地の補償、用地の取得と移住
- ・ 環境保全
- ・ 資金管理
- ・ 出来高管理
- ・ 機材の調達
- ・ プロジェクト計画
- ・ 測量
- ・ 詳細設計
- ・ 施工計画
- ・ 工事費用の積算
- ・ 入札図書を作成、評価と契約
- ・ 工事監理
- ・ 技術者の教育と訓練
- ・ 竣工図書の作成
- ・ 運転維持手引き書の作成
- ・ 貯水池運営管理手引き書の作成
- ・ 鉄道移設とダム区域送電線他の監理業務

5.2.12 コンサルタントサービス業務

プロジェクトを円滑に運営しかつ監理していく為に、一般にコンサルタントグループの雇用が考えられる。このコンサルタントグループの主たる業務内容は、

(1) 測量、詳細設計段階

- ・ プロジェクト計画規模の再検討
- ・ 実施測量や各種調査資料の収集とその分析
- ・ プロジェクトを構成する全構造物の詳細設計
- ・ 施工計画の立案
- ・ 建設工事費用の積算
- ・ 予備資格審査書の作成、入札の立会と評価
- ・ 入札書の作成、入札の立会、評価と契約交渉の立会
(土木建築工事の発注と機電設備の調達)

(2) 工事監理段階

- ・ 工事監理（品質管理、施工管理、出来高管理、安全管理）
- ・ 建設資金の管理
- ・ 技術者の教育と訓練（特に環境保全関係者や発電業務従事者）

(3) プロジェクトの完成段階

- ・ 竣工図書の作成
- ・ 運転維持管理手引き書の作成
- ・ 貯水池運営管理手引き書の作成

等である。

コンサルタント費用の削減と中国側への技術情報の移転を図る観点から、

- ・ 外国人コンサルタントグループ： 154 人/月
- ・ 中国側コンサルタントグループ： 385 人/月

程度の人員が類似工事では見積もられている。

5.2.13 プロジェクト建設費用の積算

(1) 積算条件

プロジェクトの建設とその関連工事やサービスにかかわる費用については、下記の条件と仮定の下に費用の積算を行った。

1) 為替の換算率は、現地調査時点（1999年10月）の

1.0US\$=8.0RMB（人民元）

とする。日本円に対する換算率についてはその変動が大きいかつ、1999年の3月からは東京三菱銀行が新聞紙上で公表していないので換算率の設定は行わない。従って、総ての費用の積算はUS\$単位とする。

2) 積算は、国際競争入札(ICB)による調達を前提とし、近年の東南アジアにおける類似工事の契約単価を基礎に行った。

3) 主要建設工事や機械・電気設備の調達は、国際競争入札(ICB)契約とする。

尚、補償費の中の

- ・ ダム区域送電設備
- ・ 給水設備
- ・ 給熱設備
- ・ 水文及び環境等の観測設備
- ・ 消防施設
- ・ 交通設備
- ・ 洪水防御設備

・鉄道移設工事

については、融資機関の承認の下に国内競争入札(LCB)契約とする。

又、総ての仮設工事、即ち、

・仮設道路

・工事用送電線

・工事用建物（管理棟、宿舎、倉庫等）

についても国内競争入札(LCB)契約とする。

これ等の費用の積算は、1994年10月に水利部黄河委員会黄河上中游管理局が試算したもの(Pre-F/S)に中国の物価上昇率を乗じて1999年12月末時点にスライド(slide)した数値を用いた。

4) 水没地補償費（人家、田畑、土地利用権、植木等）や移住費については上記(3)と同じ条件の下で求めた数値を用いた。

5) ダムサイト、各種プラント(plant)用敷地及びダム盛立用材料の採取地の取得費についても上記(3)と同じ条件の下で求めた数値を用いた。

6) 環境影響補償費については上記(3)の水没地補償費に含まれている。

7) 管理費については、水利部黄河委員会黄河上中游管理局が設定した2.72%とする。

この対象となる費用は

補償費+仮設費+直接工事費

である。

8) 物価上昇率については、

・外貨：1.20%/年〔国際協力銀行（JBIC）の基準〕

・内貨：3.03%/年（水利部黄河委員会黄河上中游管理局が設定）

を適用する。

9) 予備費

予備費については

・外貨：10%〔国際協力銀行（JBIC）の基準〕

・内貨：10%/年（水利部黄河委員会黄河上中游管理局が設定）

この費用の対象となる費用は、

補償費+仮設費+直接工事費+管理費+物価上昇

である。

10) コンサルタントサービス

下記の月額報酬を基礎として算定した。

・外国人コンサルタント：US\$23,000/人・月

（この金額の中には、給与、手当、宿泊費、航空運賃、諸経費が含まれている。）

・中国側コンサルタント：US\$4,600/人・月

(この金額は上記(7)の管理費の中に含まれている。)

その詳細は、表 5.2.1、表 5.2.2 に示される通りである。

11) 建中金利

建設期間中の金利は

- ・ 外貨：2.00%/年（調査団による推定）
- ・ 内貨：7.00%/年（中国に於ける調査団による調査結果）

と仮定する。

12) 外貨、内貨の配分率

外国よりのローン（Loan）調達によって建設された中国内プロジェクトの外貨、内貨の配分率は、

外貨：35%

内貨：65%

程度となっており、この値を用いた。

5.2.14 プロジェクト建設費用

プロジェクト建設費用は、

- ・ 補償費
- ・ 仮設費
- ・ 直接工事費
- ・ 管理費
- ・ 物価上昇準備金
- ・ 予備費
- ・ コンサルタント費
- ・ 建中金利

より構成され、その規模は

・ 大ダム案：272,689 千 US\$

・ 小ダム案：63,121 千 US\$

とされている。

大ダム案、小ダム案の建設費用を総括すると表 5.2.1、表 5.2.2 に示す通りとなる。これ等の費用の内、直接工事費の算出根拠を表 5.2.3、表 5.2.4 に示す。

5.2.15 ローンによる外国からの調達設備

国際競争入札(ICB)契約によって調達が推奨される機械・電気設備計画を表 5.2.5、表 5.2.6 に示す。

5.2.16 年度別支出計画

図 5.2.1 と図 5.2.2 の概略工事工程を基に大ダム案と小ダム案の年度別支出金額を集計して表 5.2.7、表 5.2.8 に示す。この支出計画は外貨・内貨とに分割して作成されている。これ等を総括したものが表 5.2.9、表 5.2.10 である。

