

2.5 漏水の原因

十三陵揚水計画下池として本貯水池を利用する場合、これまでの調査、観測結果から貯水池からの漏水は確認されており、今後において水位低下を避けるためにはその原因を解明し、何らかの漏水防止対策を行なう必要がある。

一般に貯水池の漏水の原因として考えられるのは、ダム、河床および湛水池基盤岩の何れかである。ダムからの漏水については、1970年に実施した地中壁による止水効果は、その後の下流地下水位の低下で確認されている。またこれまでの現地調査ではダム周辺の地表では漏水は確認されていないので、改良工事後の十三陵ダム及び基盤からの漏水が貯水池水位低下の原因となるような漏水に結びつくことは考えられない。

一方、貯水池の河床は厚さ60m～100mの河床堆積物で覆われ、今回入手したボーリング調査、地下水位観測結果をみると、地下水の勾配が貯水池上流側の旧河道に向けて下がっているため貯水池水位低下時に旧河道に向けて大量の漏水が生じていることは考えられる。

旧河道は上流の翠花山と大宝山の間幅2,500mで、下流の大宮門地帯は幅900mである。旧河道の沖積層は主に砂や礫からなり、その深さは約100mにおよぶことが調査で判明している。大宮門旧河道からの漏水量は概算値で自然流入量の50～75%にも及び大量の漏水が生じる可能性はあるものと十分推測される。

漏水の可能性のある基盤岩としては、先カンブリア紀の石灰岩、ドロマイト、カンブリア紀の石灰岩が考えられる。このうち、カンブリア紀の石灰岩は上流締切ダム左岸付近と地下発電所の下部にかけて分布しているが、石灰岩の分布範囲が比較的小さいことと、発電所付近の水位観測結果から考えると、例え漏水があったとしてもその量はあまり大きくないものと推察される。

以上検討の結果、十三陵貯水池からの大量の漏水の主な原因は、旧河道の河床砂礫層からのものであることが明白である。

2.6 漏水防止対策

(1) 考えられる対策

揚水下部調整池としての機能を果たすためには、貯水池より旧河道へ流れる漏水を遮断する漏水対策が必要となる。大宮門旧河道への漏水対策として、どの位置で漏水経路を遮断するかが問題となる。これまでの貯水池の機能を生かすことを考え

るならば、旧河道下流大宮門地点または貯水池終端付近であり、揚水の下池のみの機能に限定するならば貯水池内に締切ダムを作る場合が考えられる。これら3案について検討した結果、大宮門案は河床砂礫が104mと厚く技術的、経済的にも実施は困難であり、また地下水の遮断によって旧河道下流の地下水位の低下を伴うため、下流域利水そして周辺環境に与える影響が大きい。

一方、貯水池終端付近は河道幅が2,500mにもおよび河床砂礫層も厚く経済性は悪い。従って、中国側で検討を進めている貯水池内にダムを作る案は妥当であると判断される。

(2) 漏水対策工法について

上流締切ダムは堤高9m、堤頂長1,003m、上下流勾配1:2.5のフィルタイプダムで堤体中央部に厚さ60~100cmの鉄筋コンクリート内部遮水壁を設ける構造である。ダムの基礎は60mにもおよび河床堆積層であるため、鉄筋コンクリート遮水壁の直下全面にコンクリート連続地中壁を設けて止水する。また、洪水時には堤頂を越流することを許容させるため、堤体上流面はリップラップ、下流面はコンクリートブロック(1.5×1.5×0.3m)による法面保護工を設けている。(図-2.9、図-2.10参照)

設計洪水量は100年確率洪水量2,200m³/sが設定されている。既往最大洪水は1890年の2,000m³/s(推定値)とされている。以下に中国側で実施した上流締切ダムの基本設計に対する技術評価について述べる。

(a) 構造

鉄筋コンクリート内部遮水壁は土質材料が遮水材料として使用され始めた1930年代以前のフィルダムの多くで採用されていた。例えば、1925年に建設されたアメリカのTietonダムは堤高65m、堤頂長280mで遮水壁の厚さは61~152cmである。この種のダムはこれまでに世界でも60例以上ある。中国ではこのタイプのダムの建設実績をもっている。

コンクリート遮水壁は高い剛性を有するため、一般に堤体または基礎の沈下、伸縮継目の処理など施工が繁雑であるが、鋼板遮水壁より耐久性および経済性に勝れていることなどの理由で採用されている例が多い。最近日本では主に越流タイプのコファードダムに合成ゴムシートを遮水壁とするダムも作られている。

本計画での上流締切ダムは河幅が1,000mと広く、ダム高は9mでダムという

より堤防に近い構造物である。従ってコンクリート遮水壁にかかる最大水圧に対
するダム頂の変位は最も厳しい条件下でも非常に小さい。

(b) 越流条件について

設計洪水量 $2,200\text{ m}^3/\text{s}$ の洪水が継続する場合、上流水位が下流水位とバランス
するのに要する時間は以下のようなになる。

設計洪水量 $2,200\text{ m}^3/\text{s}$ がダムを越流した場合の貯留時間

下池水位(m)	容量(MCM)	区間容量(MCM)	時間(区間)	時間(累加)
EL. 85 まで	7.64	7.64	58 min	58 min
EL. 85 ~88	11.70	4.05	31	89
EL. 88 ~89.5	13.70	2.05	16	105
EL. 89.5 ~90	14.33	0.63	5	110

下池は通常白河堡からの補給で最低水位EL. 85m以下にはなり得ないが、最悪
のケースを考えた場合は110分で上下流の水位がバランスし、締切ダムは潜り堰
となる。この時の越流流速は 1.7 m/s 、越流水深は最大 1.3 m 程度である。

(c) 越流時の掃流力によるダムの安定について

計画洪水量 $2,200\text{ m}^3/\text{s}$ 、ダム越流水深 1.3 m 、流速 1.7 m/s でダム天端を越流
する場合の掃流限界粒径は 6.6 cm であり、上流側リップラップ、下流側コンク
リートブロックは限界掃流力に対しては十分安定している。十三陵ダムは総容量
 81 MCM で EL. 90m以上で約 60 MCM の容量を有している。上流締切ダムの地点では
河幅も $1,000\text{ m}$ あり、さらに上流は河幅が広がり $2,000\text{ m}$ 以上にもなる。

仮に $2,200\text{ m}^3/\text{s}$ の洪水が 3時間継続した場合の水位の上昇は約 6 m である。

従って、この間の水位上昇速度は 2 m/h となり、揚水発電所の調整池の
draw down に比べても小さく、前述したダムの越流流速 1.7 m/s ではダムが破壊
することは考えられない。もし、下流水位がなく上流水位がEL. 90mの時に、な
んらかの原因でダムが破壊した場合、堤高が低く堤長の長いダムでは、堤防の決
壊のように部分的な破壊は生じるが、ダムが一挙に破壊して貯留された水が段波

となって下流に流れることは考えられない。

以上検討の結果として、上流締切ダムの設計については以下のことが言える。

- ① 内部遮水壁にかかる水圧は渇水期には上流側<下流側となり、最大水位差は9 m程度と予想されるが、遮水壁は上下流をロックで締め固めて固定されているので撓みは非常に小さくダム頂の上下流方向の変位は問題にならない。
- ② 洪水時の越流水深は設計洪水量2,200 m³/sの時に1.3mで、越流流速は1.7m/sとかなり遅いため、ダム上下流のリップラップ、コンクリートブロックの押さえがあれば掃流力によるダム表面の破壊は考えられない。

しかし、その頻度は極めて少ないが洪水時にはダム頂を越流タイプであるため、施工に当たっては以下の点について特に注意する必要がある。

— 鉄筋コンクリート内部遮水壁

- ・連続地中壁との継目の部分のコンクリートに不等沈下、とくに基礎の砂礫層表面の十分な締め固め。
- ・遮水壁のコンクリートブロックの継目の処理。

— 法面保護工

- ・堤体の締め固めは勿論、下流側コンクリートブロックの不等沈下が生じないような配慮。
- ・越流時の偏流の原因となる堤体天端の不陸の処理。
- ・ブロック背面のトランジション材の選別。

以上、中国側の上流締切ダムの基本設計は堤高も低く、中国での実績もあるので、施工について上記の点に充分注意すれば特に問題はないものと思われる。

(3) 下池機能の保証

揚水発電計画下部調整池としての十三陵ダムはダム上流1,500mに基岩に達する地中壁をもつ締切ダムを築造することによって、総貯水容量13.6MCMの貯水池となる。渇水期の通常運用水位はEL. 85~88m（容量4.05MCM）であり、揚水必要容量3.81MCMを十分満足する。渇水期の運用最高水位はEL. 89.5mで、EL. 88~89.5mの間の容量2.05MCMは蒸発その他漏水等の損失に充当される。

なお、近年のように渇水が続いた場合には、BL. 88m以上に水位を確保するために、白河堡導水路より渇水補給が行われる。白河堡ダムは貯水容量99MCMで年平均流入量6.33 m^3/s を調整する。十三陵貯水池への導水路は最大4.24 m^3/s の導水が可能であり、必要に応じて補給される。白河堡ダム地点の流況から推察すると、渇水量が4.7 m^3/s 程度であり、それに有効貯水容量99MCMの補給を考察すると取水地点において約10 m^3/s まで保証される。(図 2-11 白河堡導水路略図参照)。

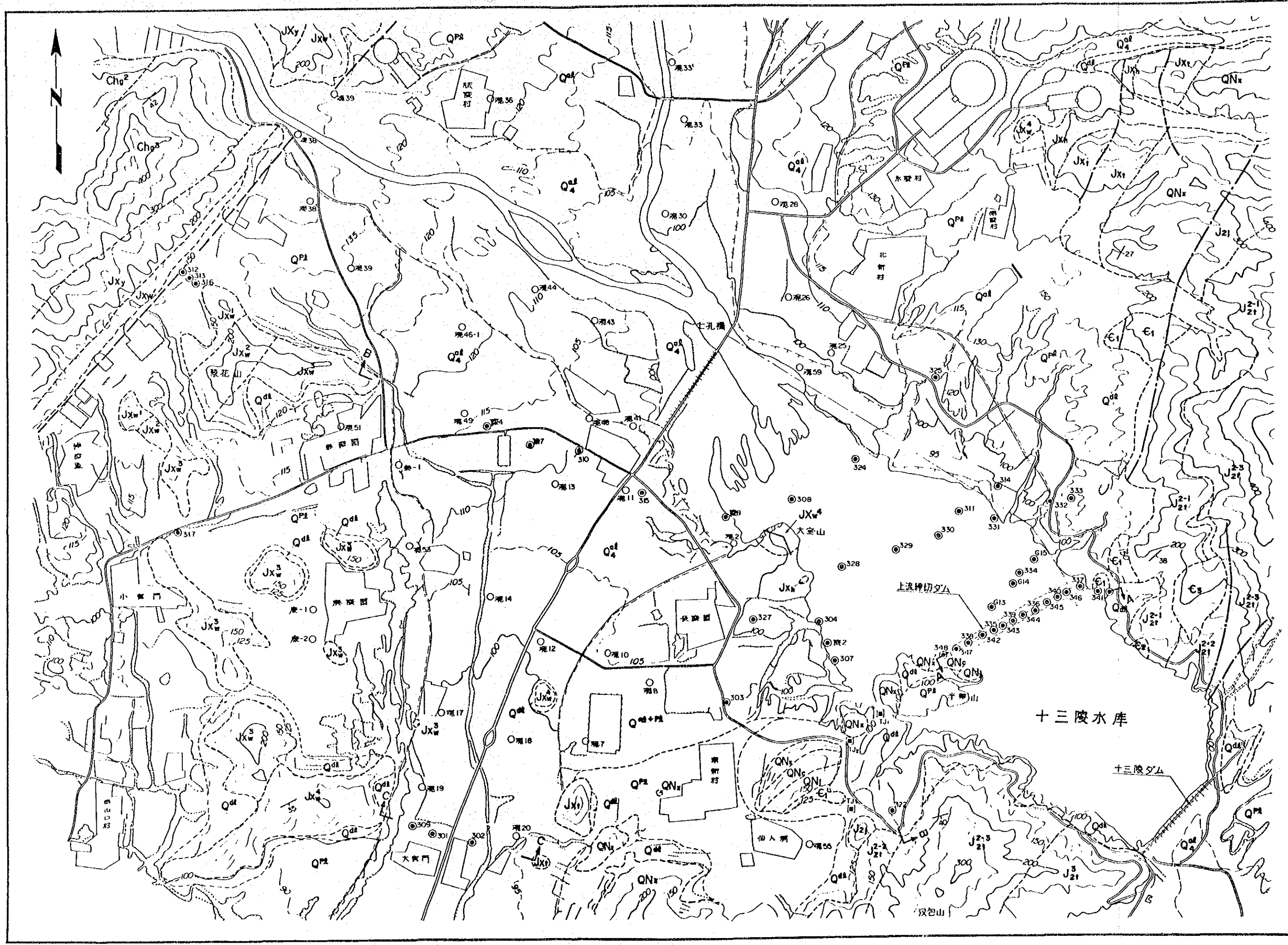
2.7 まとめ

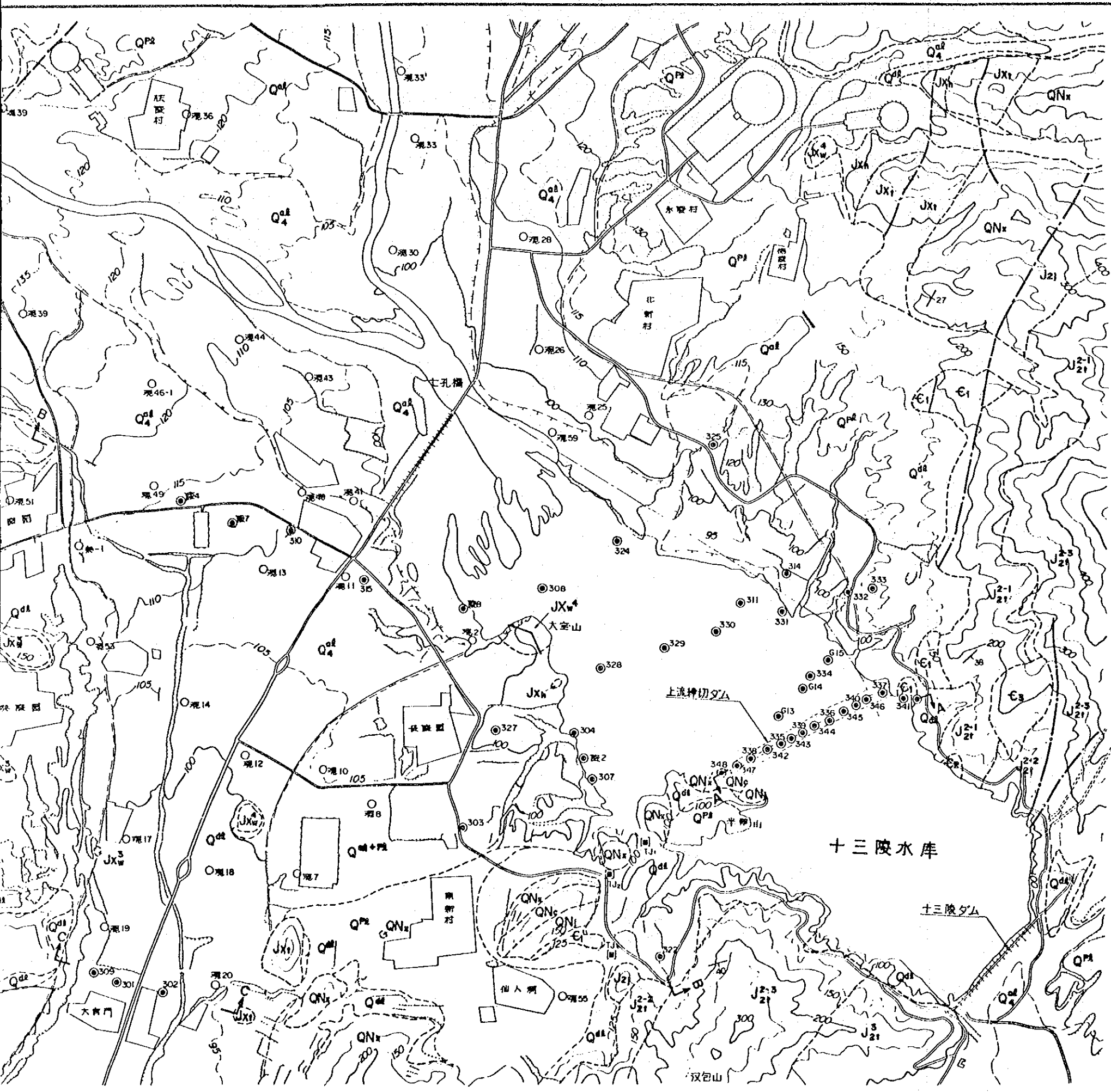
現地調査および入手資料を分析した結果、貯水池からの漏水原因は主として貯水池上流の旧河道からの漏水であり、1970年に実施された既設十三陵ダムの漏水対策工事の効果はその後の地下水位観測結果で確認されている。旧河道からの漏水は地下水の調査結果でも確認され、その量は貯水池流入量の26.2MCMの42~95%と試算される。

漏水対策工の位置は揚水の下池の機能に限定すれば、技術的にも経済的にも、河幅が狭く河床堆積砂礫が浅い十三陵ダム上流約1,500mの現位置が妥当である。

上流締切ダムは高さ9m、堤長1,003mの鉄筋コンクリート中央遮水壁型ロックフィルダムで、河床部分は深さ60mのコンクリート連続地中壁で設計されている。

本ダムは洪水時に非常に少ない頻度で越流することもありうるため、遮水壁、遮水壁と地中壁の接合部および越流部法面などの施工には特別な配慮が必要であるが、堤高が低くたとえ越流してもこのタイプのダムは実績もあり、とくに地中壁については十三陵ダム、本計画の放水口などを含めて、中国で数多く実施し成功しているので問題は無いと考えられる。





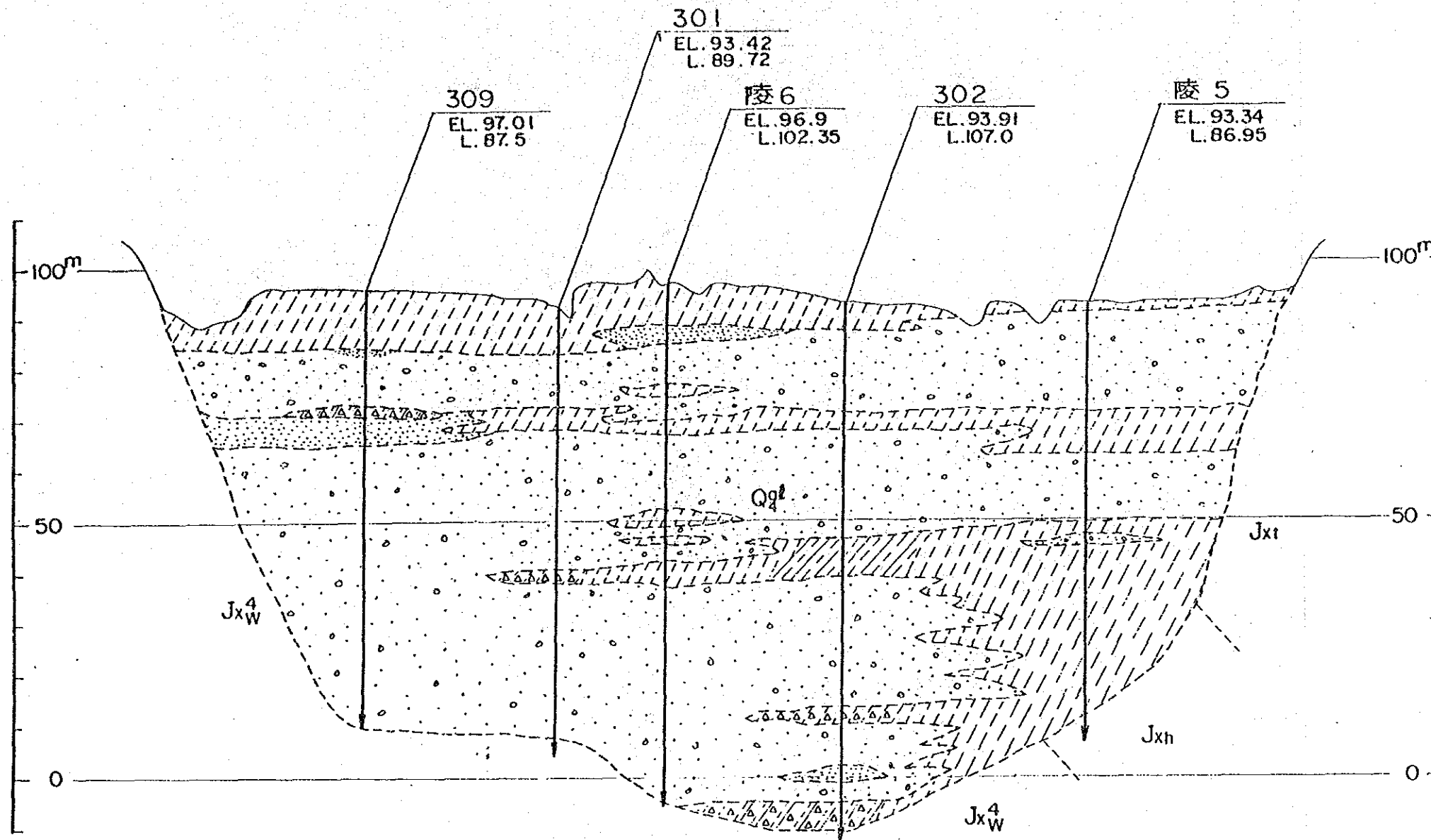
凡 例

第四紀	Qd4	沖積層(砂礫)	JXw2	苦 灰 岩
	Qd3	洪積層(含礫シルト)	JXw1	苦灰岩(含燧石)
	Qd2	崖錐堆積物(含礫粘土)	JXy	苦灰岩(含礫)
ジュラ紀	J21	安 山 岩	Ch3	珪質苦灰岩
	J21-3	複成礫岩	Ch2	石灰質苦灰岩
	J21-2	安 山 岩		40 地層の走向, 傾斜
	J21-1	安山岩質礫岩		地質境界
カンブリア紀	J21	凝灰質礫岩		断 層
	C3	苦灰岩質石灰岩		推定断層
	C2	鱗状石灰岩		洪積台地前縁
	C1	石灰岩(豹皮状)		段 丘 崖
青白口紀	QNj	苦灰岩質石灰岩	308	調査ボーリング
	QNc	石 英 砂 岩	7	地下水位観測孔
	QNx	頁岩(細粒砂岩挟在)	TJ1	調査立坑
蕨 県	JXr	苦灰岩質石灰岩(含燧石)		断面位置 A A
	JXh	粘板岩, 頁岩		
紀 伊 半 島	JXw4	苦灰岩質石灰岩		
	JXw3	苦灰岩(含石英脈)		



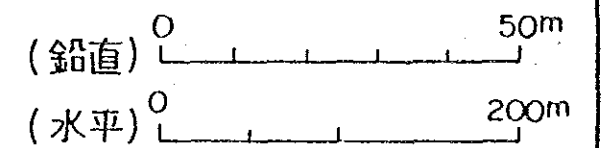
十三陵揚水発電開発計画
 十三陵貯水池地質平面
 図-2.1 年 月

C - C 断面



凡例

- Q₄^{al} [diagonal lines] 沖積層シルト
- Q₄^{al} [diagonal lines with dots] 沖積層シルト(礫含む)
- Q₄^{al} [diagonal lines with small dots] 沖積層・砂質シルト
- Q₄^{al} [diagonal lines with larger dots] 沖積層・砂質シルト(礫含む)
- Q₄^{al} [stippled pattern] 沖積層・砂
- Q₄^{al} [stippled pattern with larger dots] 沖積層・砂礫
- [diagonal lines] Jxt 苦灰岩質石灰岩
- [horizontal lines] Jxh 粘板岩・頁岩
- [diagonal lines] Jxw 苦灰岩質石灰岩
- [bracket symbol] 調査ボーリング



十三陵揚水発電開発計画
旧河道大宮門地質断面
(C-C 断面)

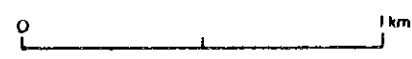
図-2.2 年月



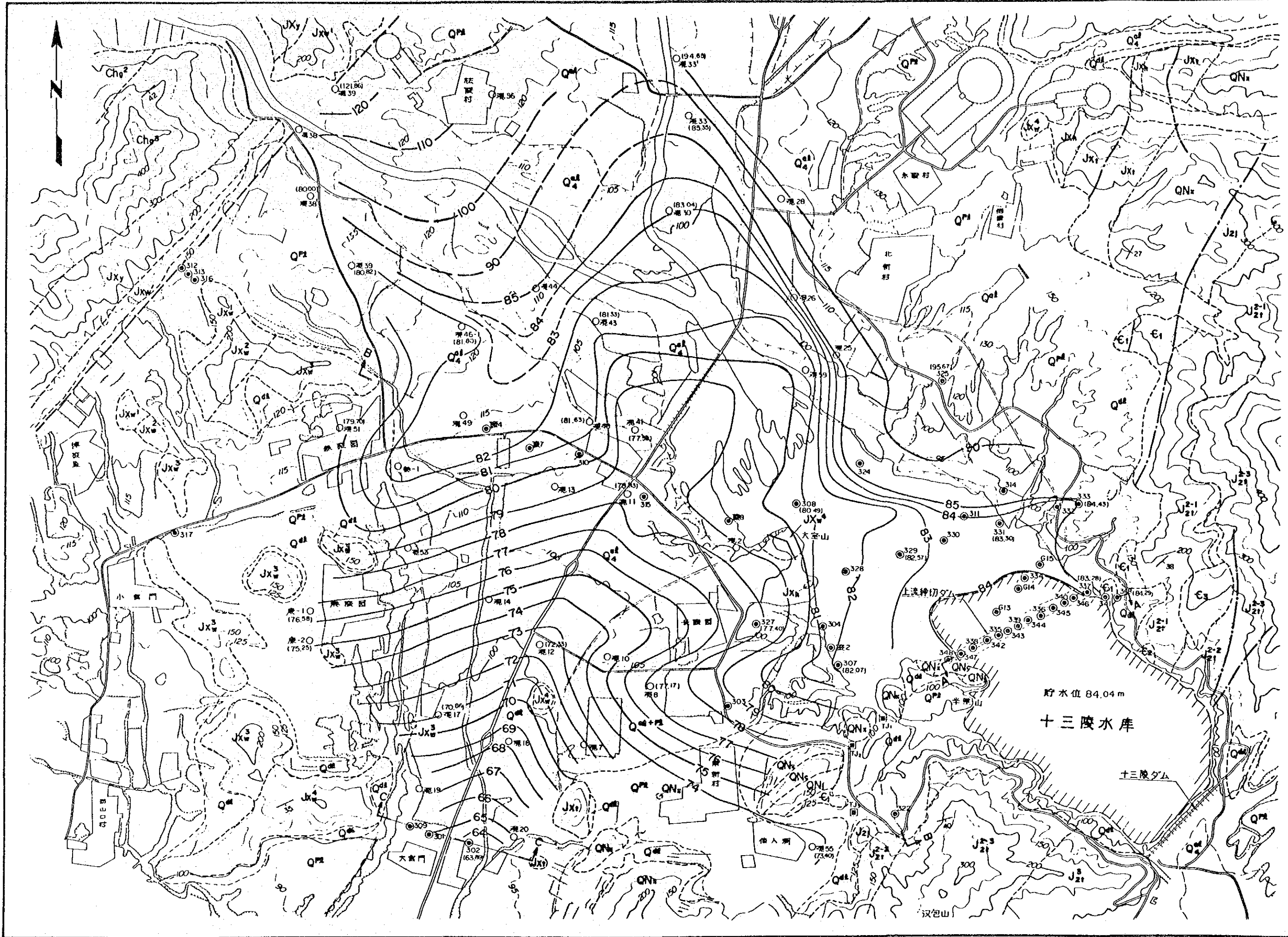


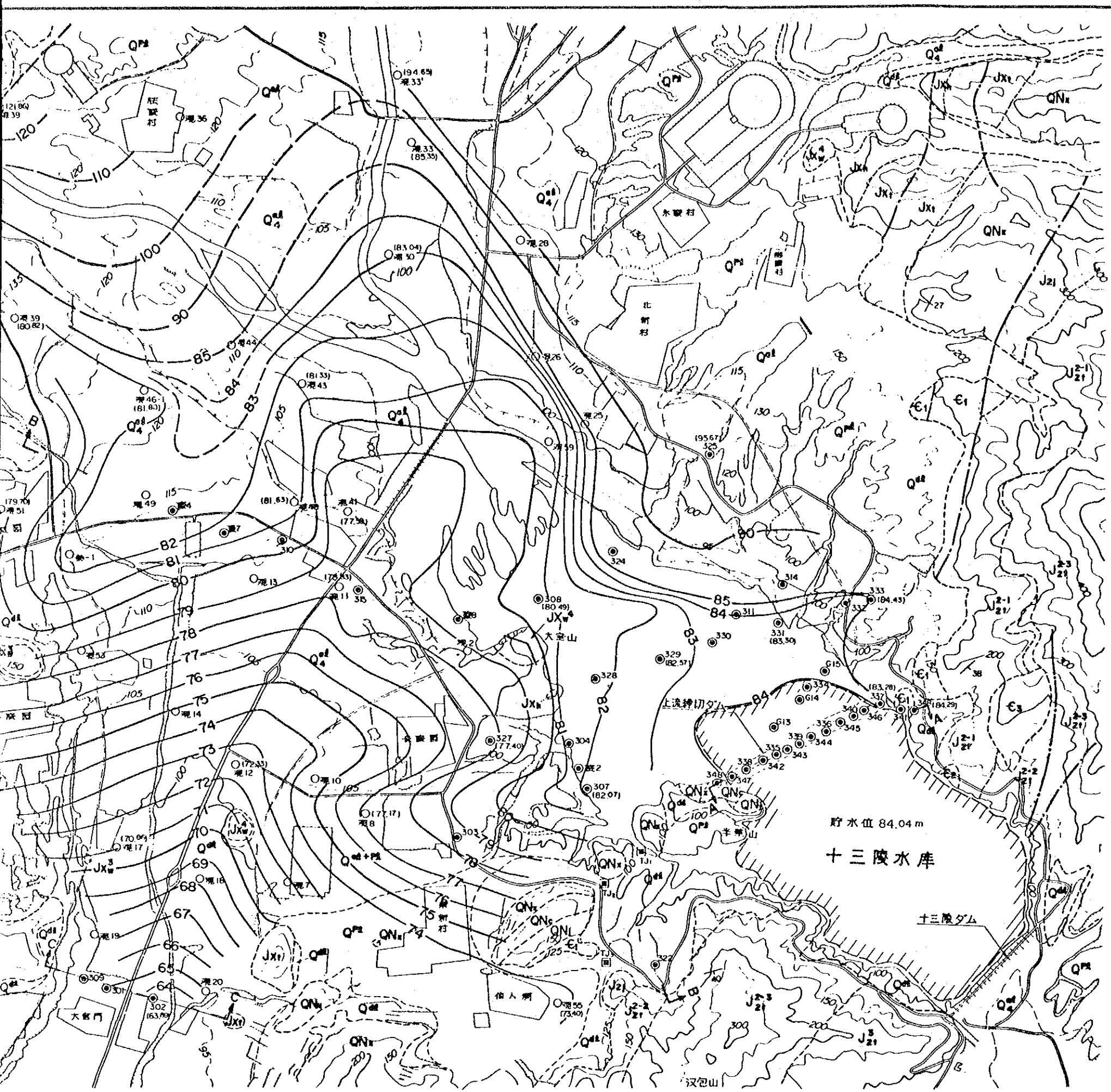
凡 例

第四紀	Qp4	沖積層(砂礫)	JXw2	苦灰岩
	Qp3	洪積層(含礫シルト)	JXw1	苦灰岩(含燧石)
	Qd2	崖錐堆積物(含礫粘土)	JXy	苦灰岩(含礫)
ジュラ紀	J2-3	安山岩	Ch3	珪質苦灰岩
	J2-2	複成礫岩	Ch2	石灰質苦灰岩
	J2-1	安山岩	40	地層の走向, 傾斜
カンブリア紀	J2-1	安山岩質礫岩	—	地質境界
	J2-1	凝灰質礫岩	—	断層
	ε3	苦灰岩質石灰岩	—	推定断層
	ε2	鱗状石灰岩	—	洪積台地前縁
	ε1	石灰岩(豹皮状)	—	段丘崖
青白口紀	QNj	苦灰岩質石灰岩	⊙308	調査ボーリング
	QNc	石英砂岩	○307	地下水位観測孔
	QNx	頁岩(細粒砂岩挟在)	⊠TJ1	調査立坑
熊 県	JX1	苦灰岩質石灰岩(含燧石)	—	基盤等高線 (20:基盤標高20m)
	JXh	粘板岩, 頁岩		
	JXw4	苦灰岩質石灰岩		
	JXw3	苦灰岩(含石英脈)		



十三陵揚水発電開発計画
 十三陵貯水池周辺
 岩盤等高線
 図-2.3 年 月





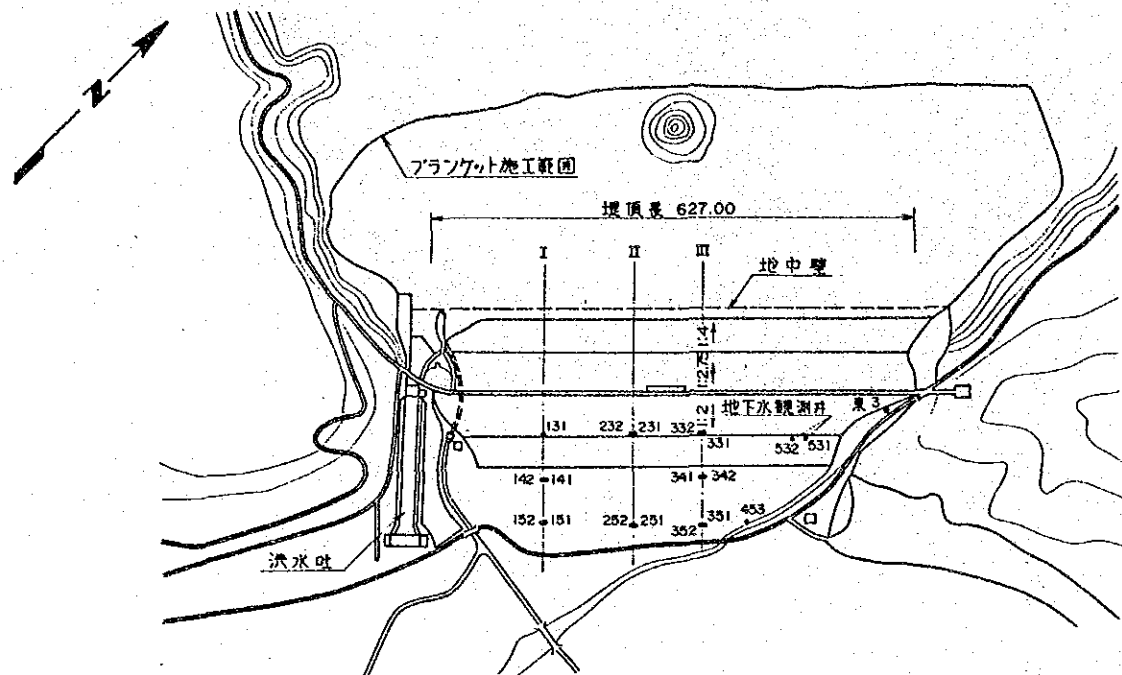
凡 例

第四紀	Q _{p2} ² 沖積層(砂礫)	JX _w ² 苦灰岩
	Q _{p2} ¹ 洪積層(含礫シルト)	JX _w ¹ 苦灰岩(含燧石)
	Q _{d2} 崖線堆積物(含礫粘土)	JX _y 苦灰岩(含礫)
ジュラ紀	J ₂ ¹ 安山岩	Ch ₃ ³ 珪質苦灰岩
	J ₂ ²⁻³ 複成礫岩	Ch ₃ ² 石灰質苦灰岩
	J ₂ ² 安山岩	40 地層の走向, 傾斜
	J ₂ ¹ 安山岩質礫岩	— 地質境界
	J ₂ 凝灰質礫岩	— 断層
カンブリア紀	ε ₃ 苦灰岩質石灰岩	— 推定断層
	ε ₂ 鱗状石灰岩	— 洪積台地前縁
	ε ₁ 石灰岩(豹皮状)	— 段丘崖
青白口紀	QN ₁ 苦灰岩質石灰岩	◎ ³⁰⁸ 調査ホ-リング
	QN _c 石英砂岩	○ ⁶⁷ 地下水位観測孔
	QN _s 頁岩(細粒砂岩挟在)	□ ^{TJ} 調査立坑
燕 蓟 系	JX ₁ 苦灰岩質石灰岩(含燧石)	70 地下水位等高線(70: 標高70m) 1988年12月30日時点
	JX _n 粘板岩, 頁岩	● ¹⁰ 地下水位観測孔 (69.35) 及び地下水位
	JX _w ⁴ 苦灰岩質石灰岩	○ 滲水域(推定)
	JX _w ³ 苦灰岩(含石英脈)	

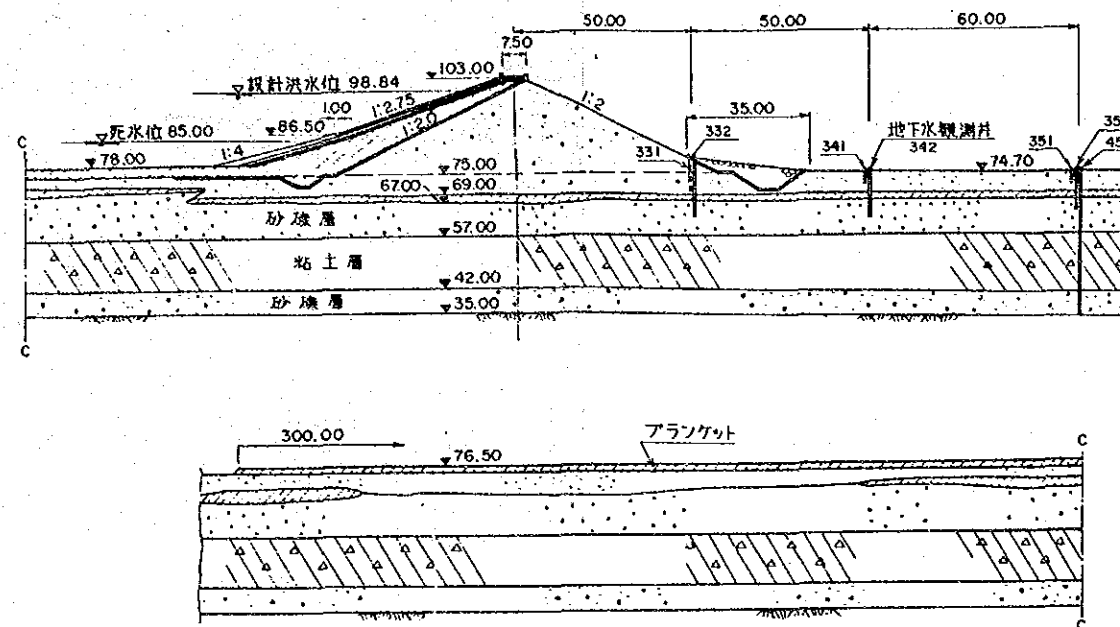


十三陵揚水発電開発計画
 十三陵貯水池周辺
 地下水位等高線(1988年12月30日)
 図-2.4 年 月

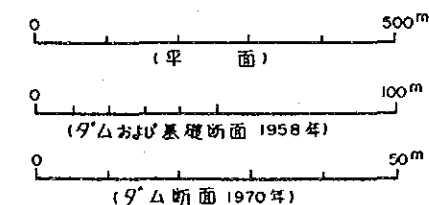
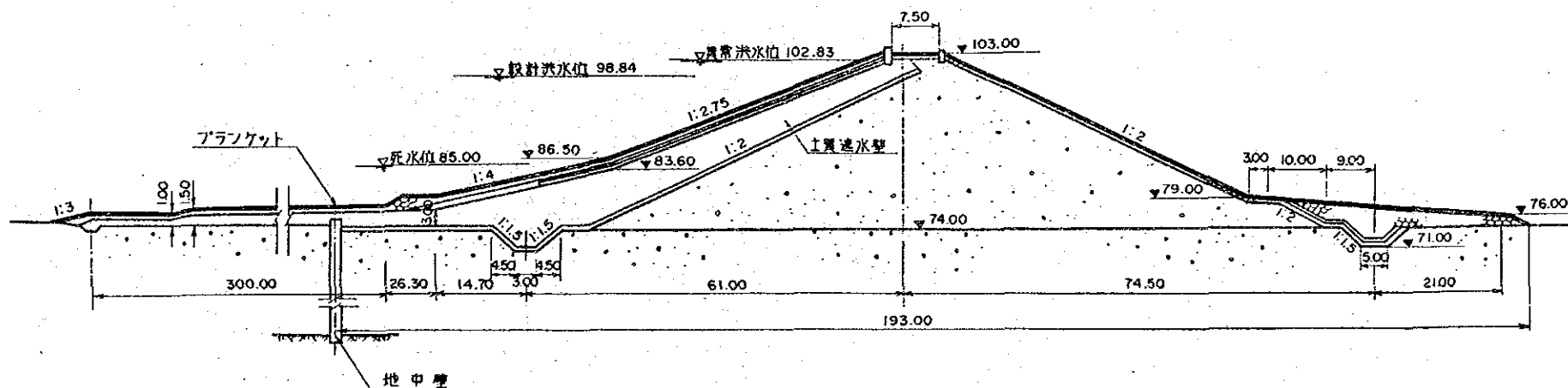
十三陵ダム平面



十三陵ダムおよび基礎断面 (1958年)



十三陵ダム断面 (1970年)



十三陵揚水発電開発計画	
下部調整池	
十三陵ダム平面および断面	
図-2.5	199年 月 日

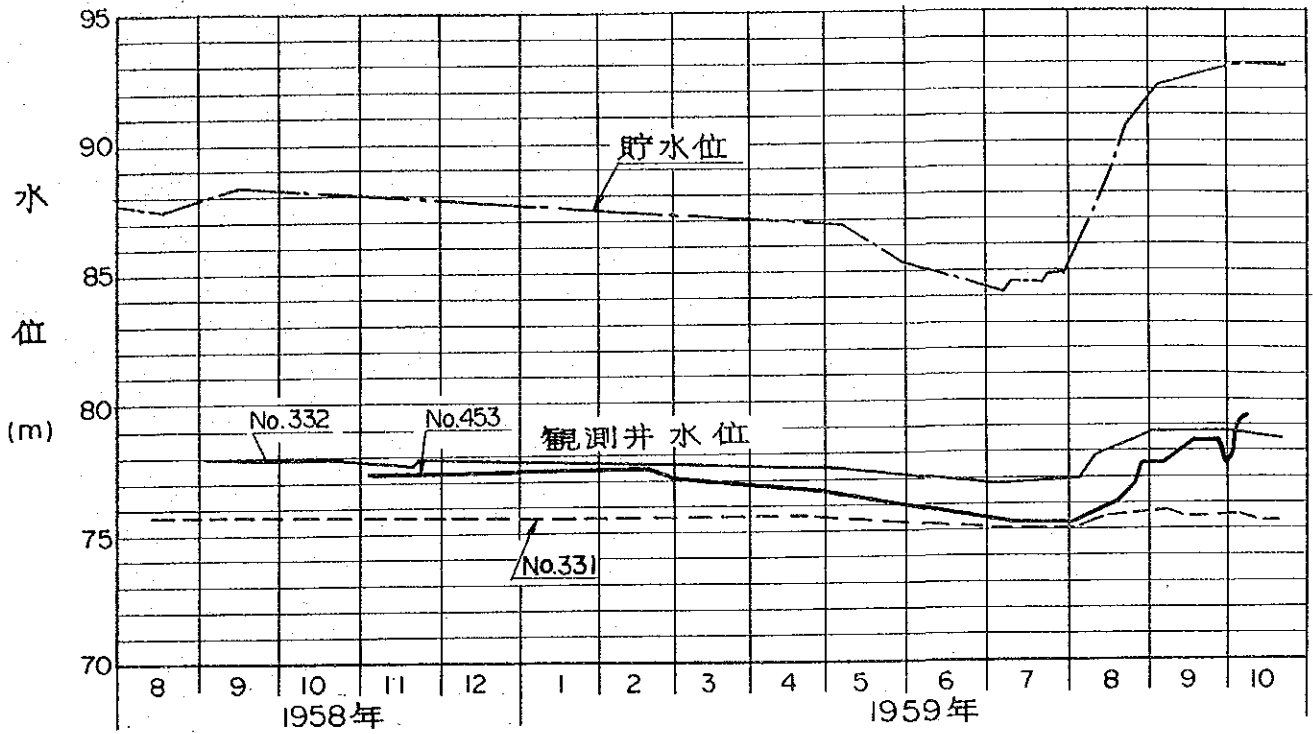


図-2.6 貯水位及び地下水位の関係（1958～1959年）

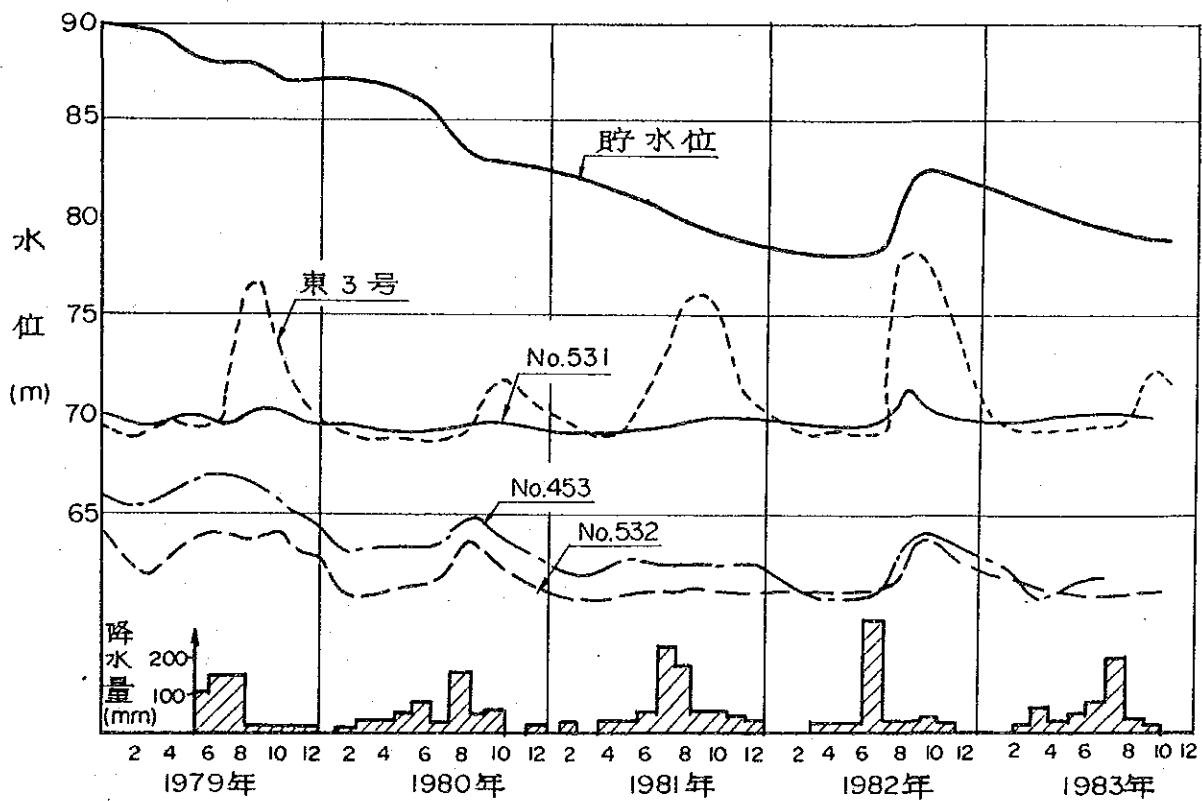


図-2.7 貯水位及び地下水位の関係（1979～1983年）

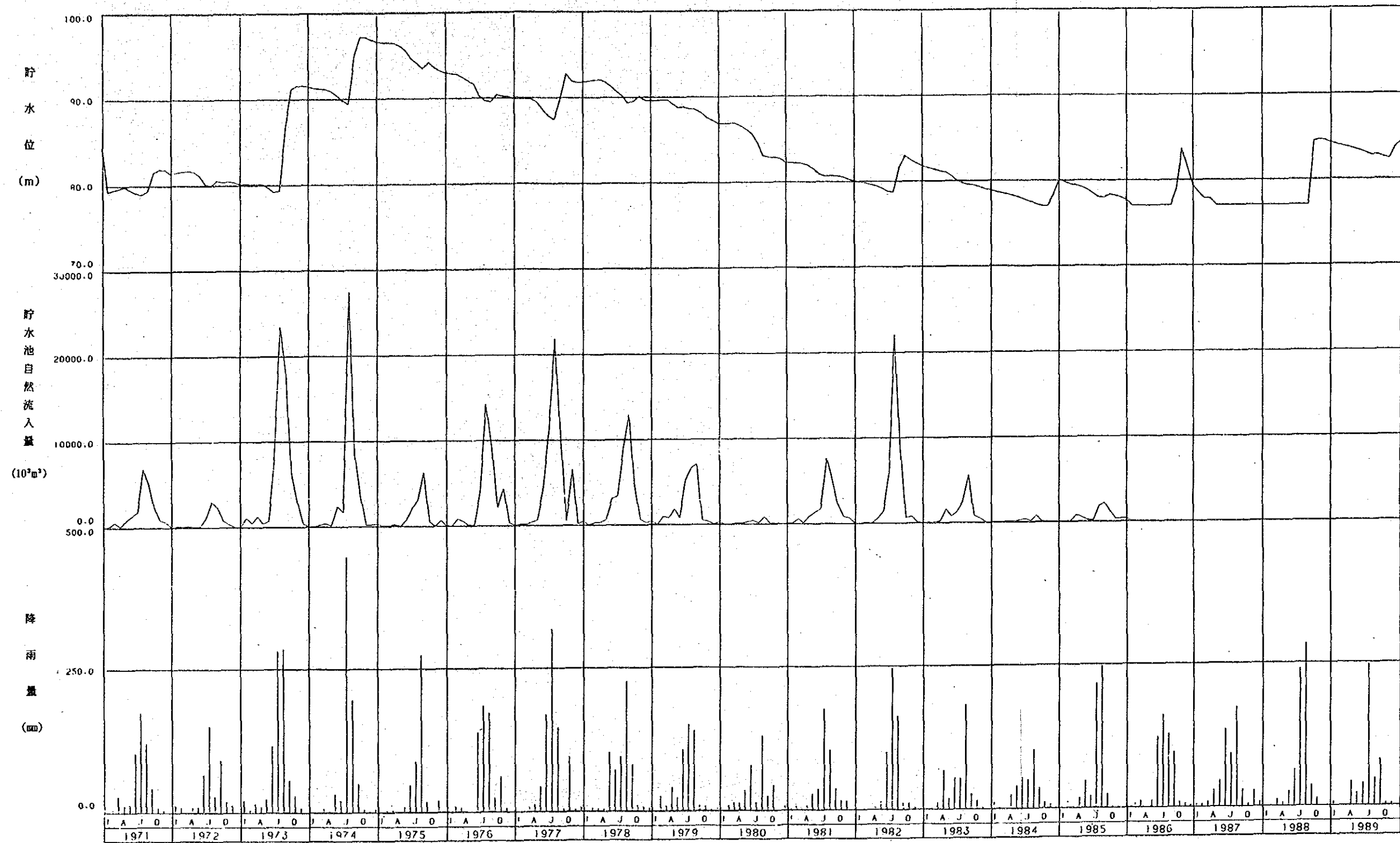
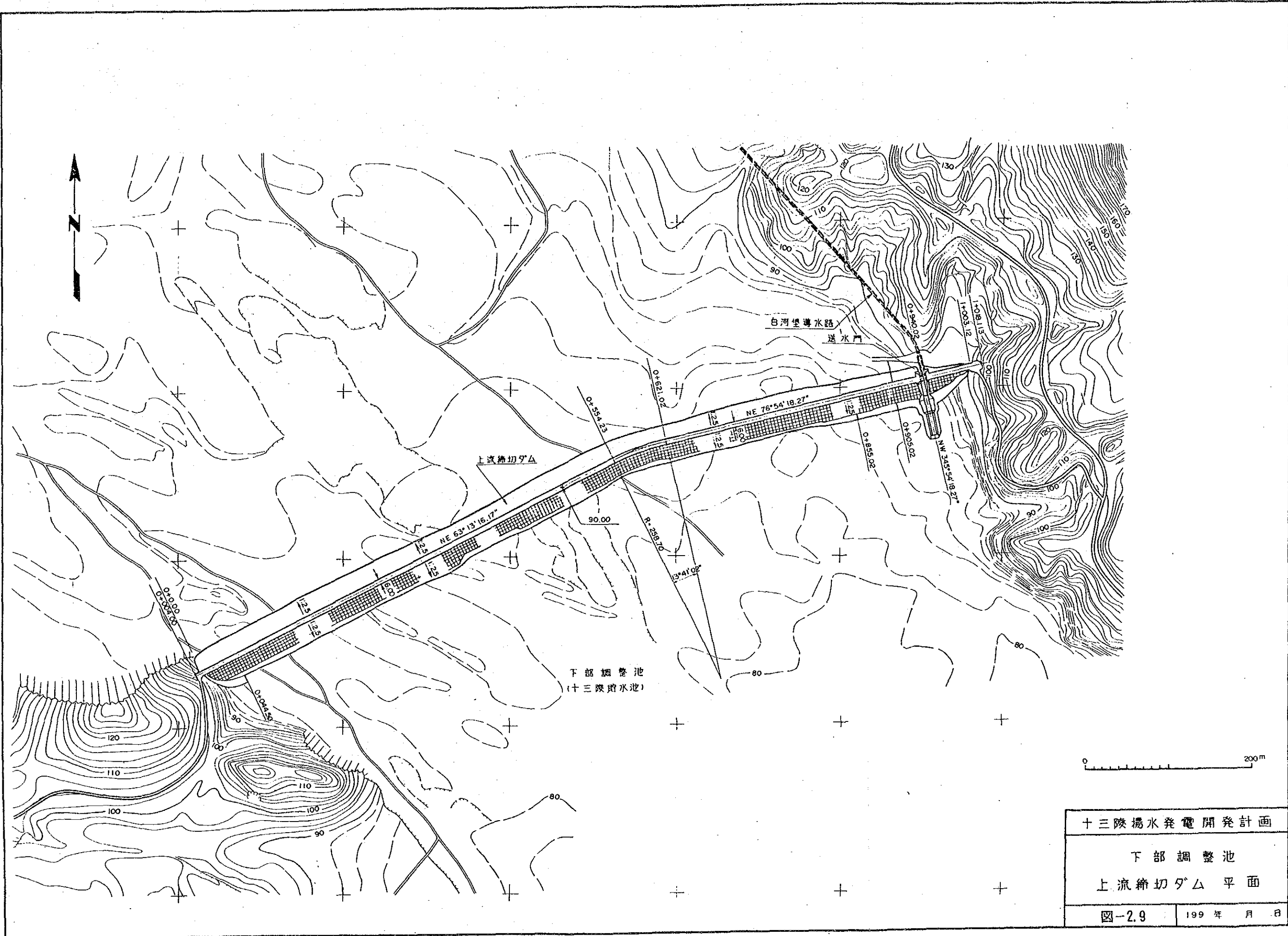


図-2.8 十三陵貯水池運用実績

*data not available

*data not available

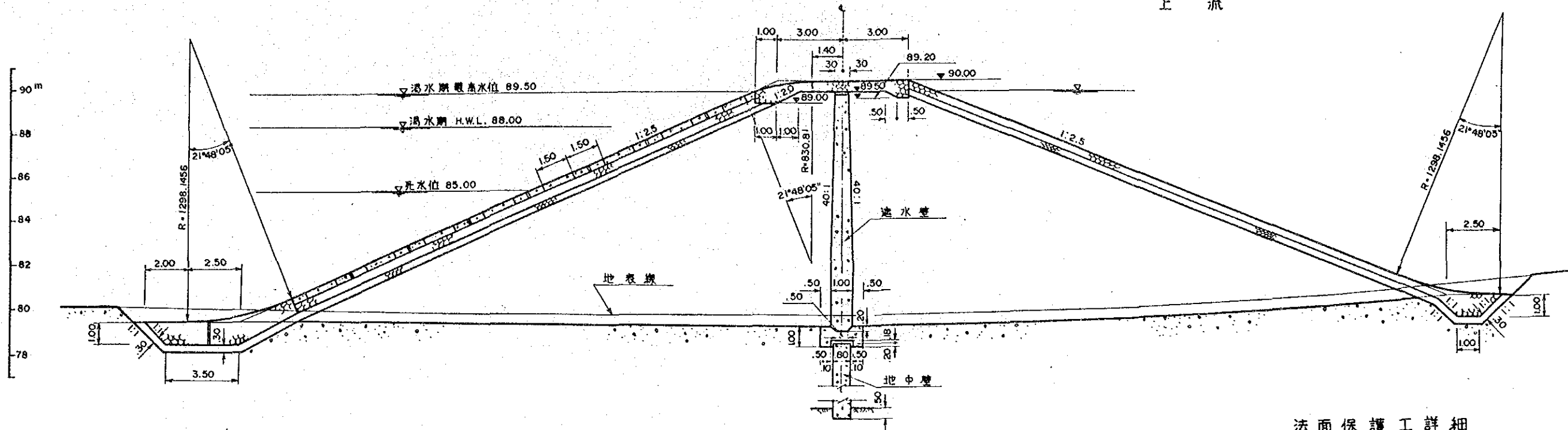


十三段揚水発電開発計画	
下部調整池 上流締切ダム 平面	
図-2.9	199 年 月 日

標準断面

下流

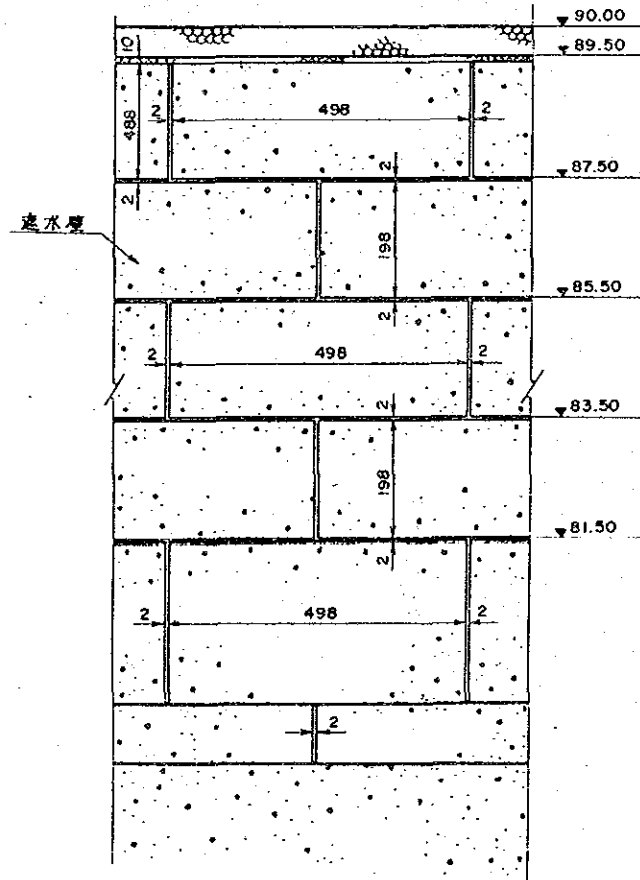
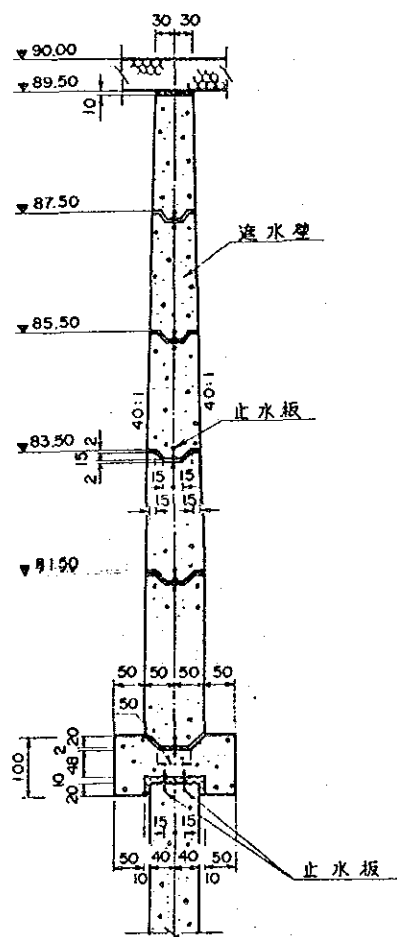
上流



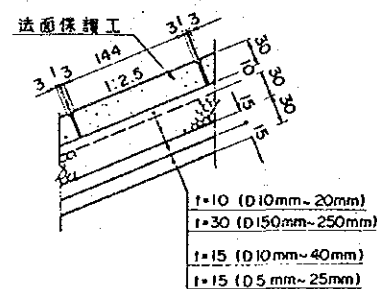
遮水壁断面

遮水壁正面

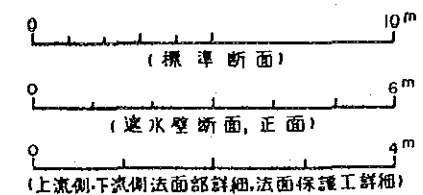
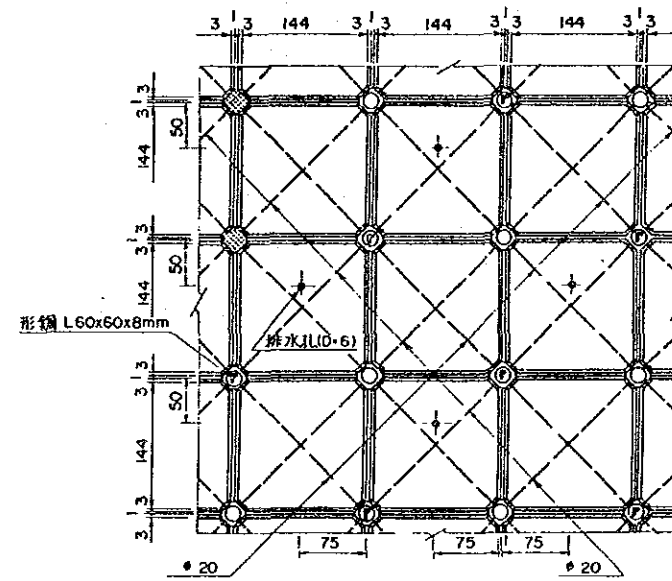
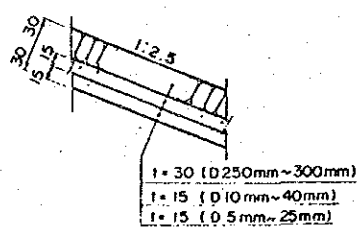
法面保護工詳細



下流側法面部詳細



上流側法面部詳細



十三陵揚水発電開発計画

下部調整池
上流締切ダム断面および詳細

図-2.10 199年 月 日

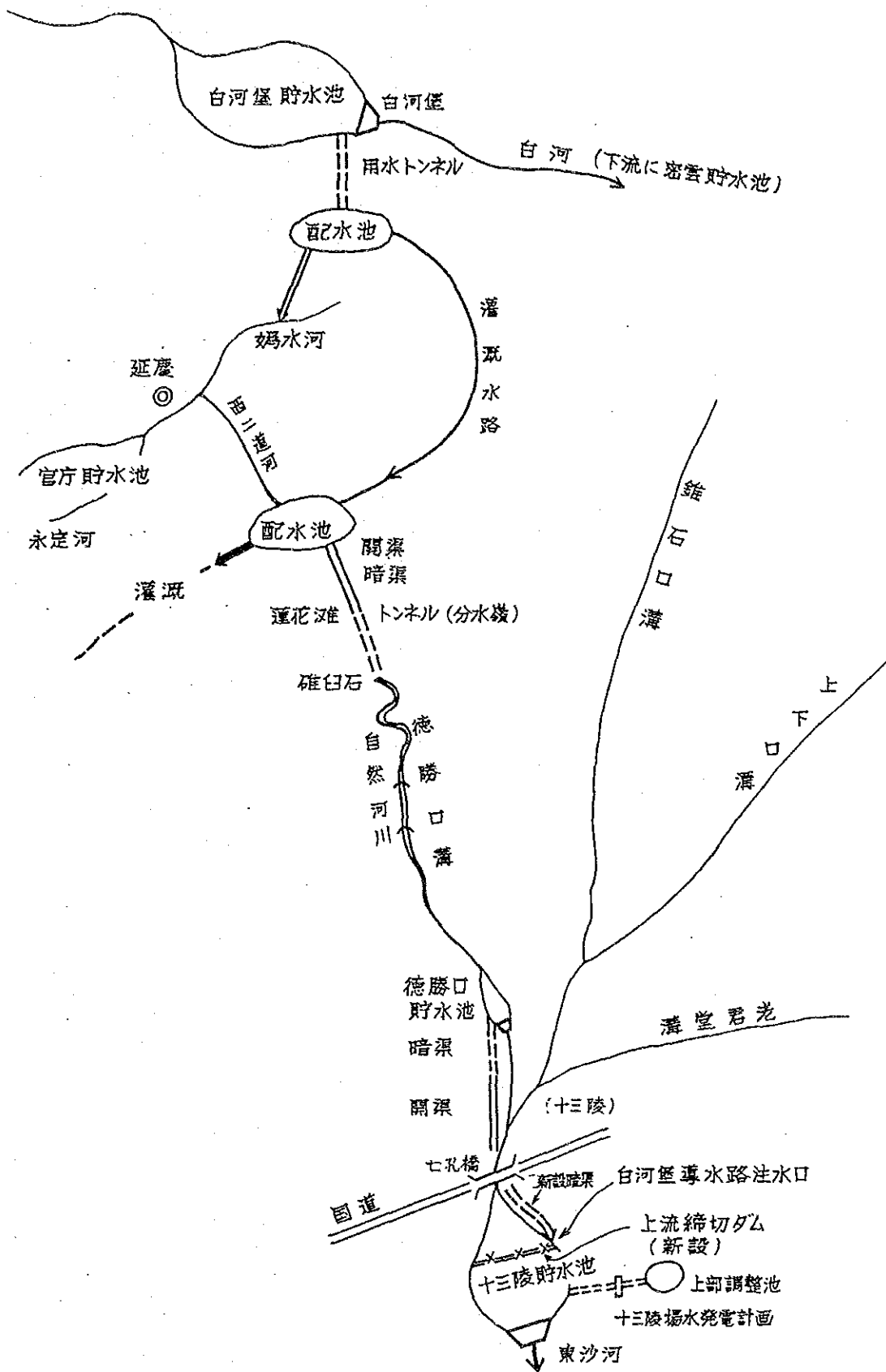


図-2.11 白河堡導水路略図

3. 地下発電所掘削管理システムに関する調査

3.1 地質調査および発電所構造物配置

本計画における地下発電所周辺には、図-3.1に示すように主変圧器室、ドラフトゲート室及び種々機能トンネルが集中して配置されており、大規模地下構造物群が構成されている。これら地下構造物群はすべて、断層が発達しておらず比較的亀裂の少ない礫岩を選択してその岩塊の中に配置されており、土木地質の観点からは妥当な地点選定と結論できる。

地質調査はボーリング及び調査横坑により実施されており、かなり明確となっている(図-3.2参照)。ボーリングコアによる岩石試験や現位置岩盤試験も充分実施されており、岩石や岩盤の工学的性質を充分把握することが可能である。また、大規模空洞の安定性を支配する要因の一つである地山応力についても調査横坑内で測定されている。これらの調査結果に基づき発電所空洞のレイアウトが決定されており、妥当であると考えられる。しかし、調査横坑はEL. 210mのレベルに掘削されており、発電所アーチ部天端標高(EL. 64.9m)より約145m上方に位置している為、ここでの調査結果は発電所レベルでの地質状況や岩盤の工学的性質等を必ずしも代表するものではないと考えられる。一方、既に掘削中の換気トンネルは発電所頂設導坑に通じ、そのまま継続して発電所アーチ部の掘削が行われる為、その掘削が完了すれば発電所位置での地質状況が明確になるものと考えられる。同時にこの頂設導坑内あるいは周辺トンネル内で岩盤変形あるいは強度試験を実施することが可能である。従って、調査団は今後行われる詳細設計に向けて以下の調査、試験項目を中国側で実施すべく勧告する。

- ① 平板載荷試験による現位置岩盤変形試験
- ② 岩盤剪断試験あるいはブロック剪断試験による岩盤強度試験
- ③ 岩盤内地山応力測定による主応力の方向と大きさの確認

3.2 基本設計および空洞安定性に関する評価

発電所、主変圧器室等の構造設計に関しては中国側で基本設計を完了しており、本調査では基本設計について技術評価を実施した(図-3.3~3.6参照)。

発電所及び主変圧器室空洞は共に「かまぼこ型」の断面形状であり、ロックボルトと金網入りの吹き付けコンクリートにより岩盤補強を行い、これで最終覆工としている。現在までに得られている地質結果が発電所位置においても適用しうるならば、本

設計は充分妥当であると結論できるが、仮に地質条件が想定した条件と大幅に異なり、強度、変形特性共に悪ければ断面形状として「きのこ型」を採用し、アーチコンクリート及び側壁コンクリートを設置して空洞の永久的な安定性を確保すべきである。特にクレーン支持コンクリート桁に関しては、PC鋼線により緊張してクレーンの荷重を支持し得たとしても、岩盤条件によっては極めて不安定となり、危険である。従って、本設計については今後更に詳細な地質状況の把握と、岩盤力学的な検討が必須である。本方法を採用する場合には地質状況の変化に対応できるよう対策案を準備しておくことを推奨する。例えば、PC鋼線の増し打ちは勿論のこと、桁を支持するためのコンクリート柱の設置やコンクリート側壁の設置等が考えられる。

ドラフトゲート室を別空洞としてそこに4門の高圧スライドゲートを設ける計画となっているが、これらゲートを主変圧器室内に設置することにより、ドラフトゲート室空洞を省略することも可能である。この場合、主変圧器室空洞は若干延長が大きくなるが、構造的にも機能的にも特に問題はないと考えられる。このことにより掘削量及びコンクリート量の削減と、工程の緩和に寄与するものと思われる。

発電所内への地下水の湧水処理の為に排水工が必要である。特に本計画では吹き付けコンクリートによる永久覆工が考えられていることから、排水処理対策は重要である。現設計で計画されているように、発電所、主変圧器室及びドラフトゲート室を取り囲む排水トンネルの設置は妥当であると思われる。また、湧水が特に多いようであれば、排水トンネルから更に排水ボーリングを設け、積極的に集水して地下水位を下げ、吹き付けコンクリート覆工に外水圧が作用しないようにすることが必要である。

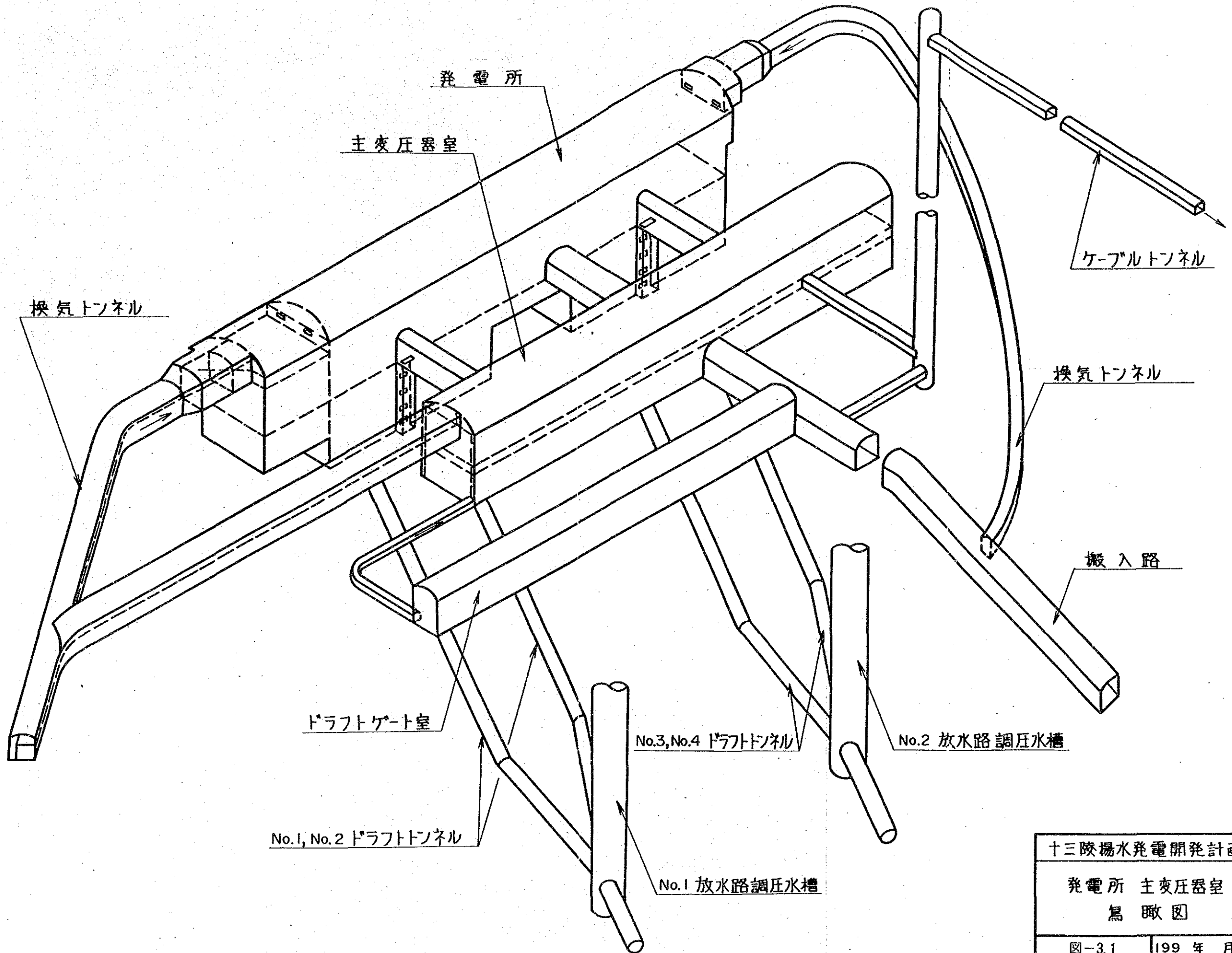
本調査では発電所及び主変圧器室の大規模地下空洞としての安定性を評価するために、有限要素法による応力、変形解析を実施した。本解析では岩盤のマスとしての剪断破壊領域の検討と同時に、卓越する亀裂面を仮定し、この亀裂面上での滑り破壊を生じる領域についても検討を行った。また、初期条件としての地山応力については、実測結果に基づいて側圧係数を2.0とした。更に、比較参考の為に、側圧係数1.0及び0.5のケースについても解析を行い、初期地山応力条件による空洞安定性に与える影響について評価した。

解析結果によると、図-3.7及び3.8に示す通り掘削時の空洞変形(側壁部岩盤のはらみ出し)は最大で約30mm程度であり、また剪断破壊領域も大きく発生しないことが予想された。一方、亀裂面上での滑り破壊領域は広範囲に発生し、側圧係数2.0の場

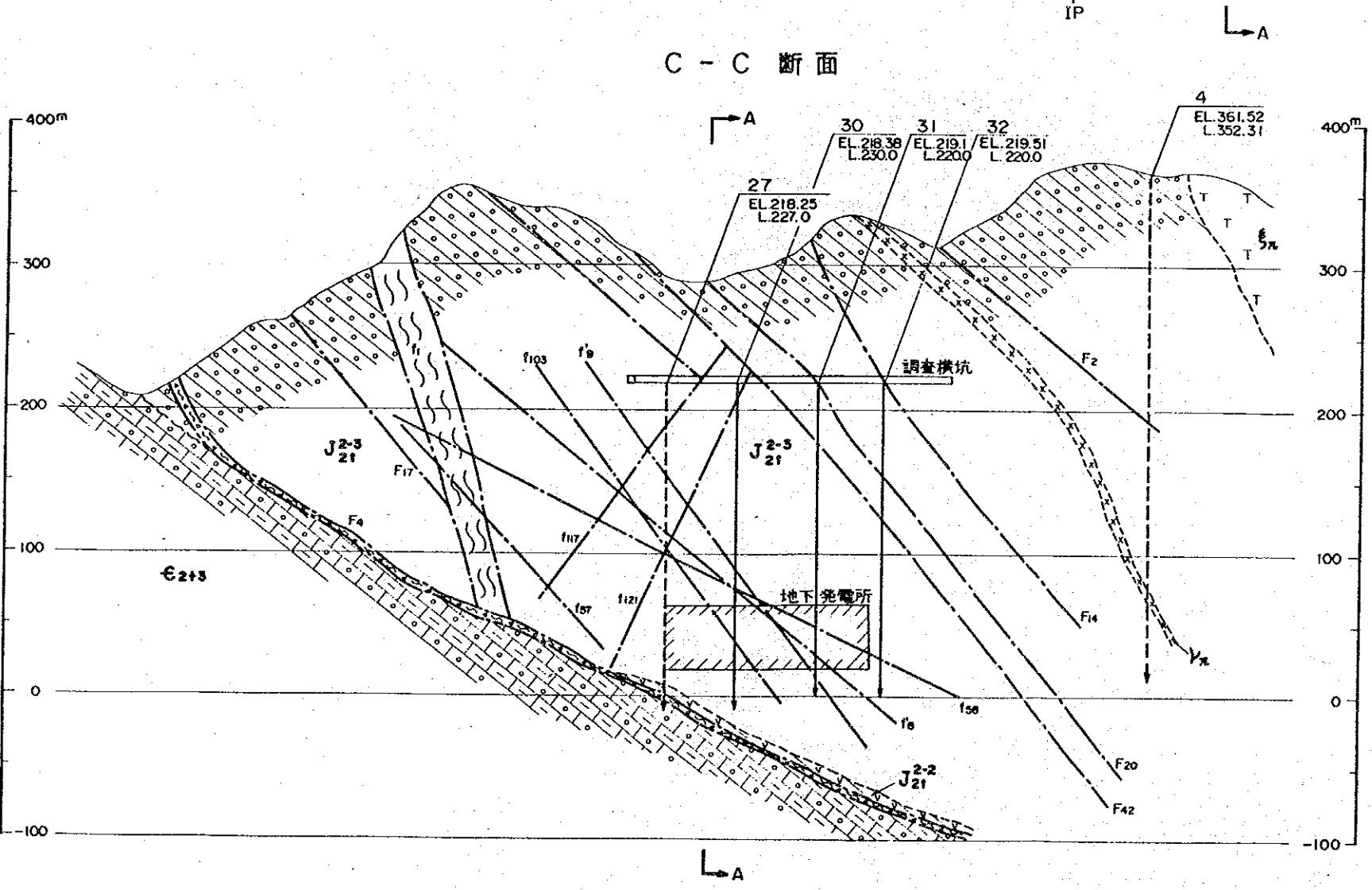
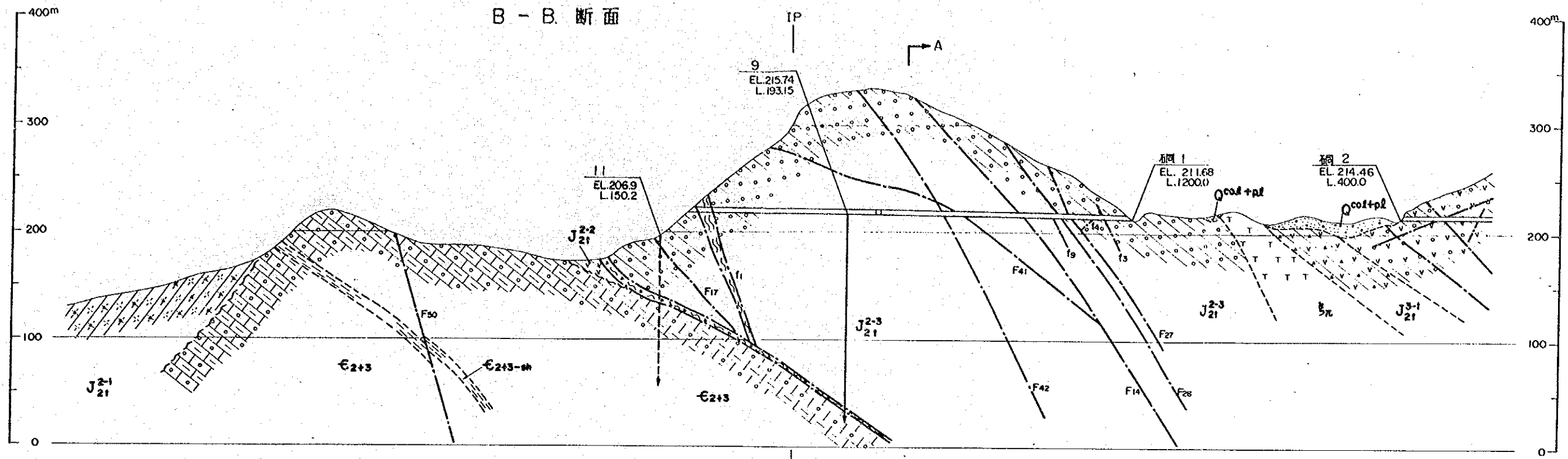
合には発電所と主変圧器室空洞間で連続してしまう程度に広がることが判明した。しかし、この領域では発電所に対し亀裂面は差し目となり、空洞の安定性には特に問題とならないと予想される。また、このような破壊形態に対してはロックボルトが充分その効果を発揮するものと期待できる。これら解析結果の評価、検討により現設計で計画されているロックボルト、吹き付けコンクリートによる岩盤補強工は現時点での地質、岩盤条件が成立する限り妥当であると言える(図-3.9参照)。しかし、発電所レベルでの地質条件が現在想定しているよりも悪いと判断される場合には、現設計の岩盤補強工では空洞安定性を確保することが難しく、図-3.10 に示すようなアーチコンクリートと側壁コンクリートにより岩盤を保護するいわゆる「きのこ型」を採用すべきものと考えられる。

3.3 計 測

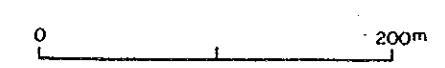
発電所及び主変圧器室空洞の掘削段階では、計測を十分に、定常的にまた精度良く実施し、計測結果に基づいた掘削施工管理を行うべきである。現設計での計測基本計画は必要且つ充分であり、妥当であると言える。



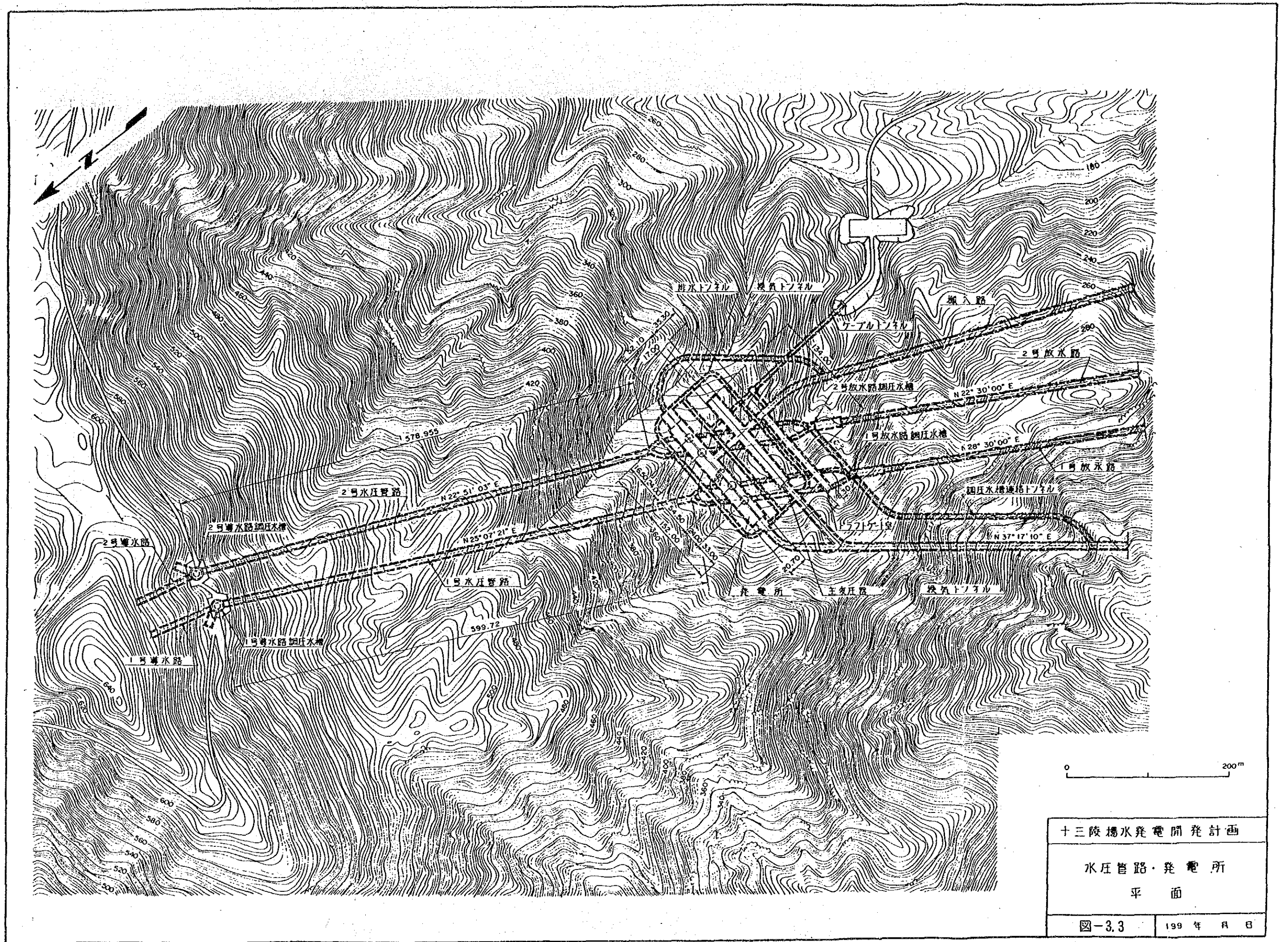
十三陵揚水発電開発計画	
発電所 主変圧器室 鳥瞰図	
図-3.1	199年 月 日



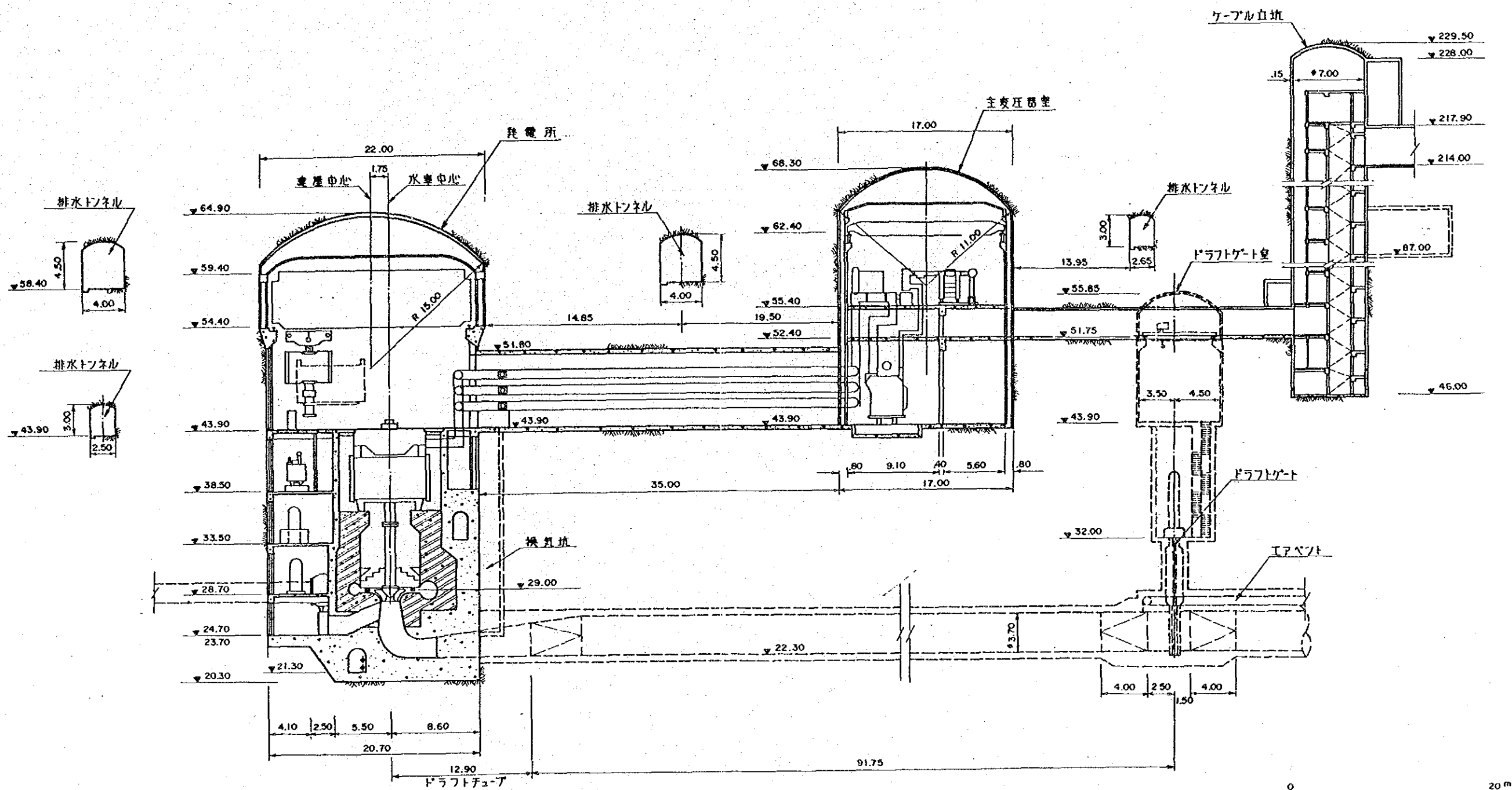
- 凡例
- | | | |
|--------|-----------------------------|-----------------|
| 第四紀 | Q_{col+pl} 崩積土, 洪積層 | --- 地質境界 |
| ジュラ紀 | J_{21}^{2-3} 複成礫岩 | - - - 断層 |
| | J_{21}^{2-2} 安山岩, 安山岩質角礫岩 | --- 断層破碎帯 |
| | J_{21}^{2-1} 凝灰岩, 凝灰角礫岩 | --- 圧縮性破碎帯 |
| カンブリア紀 | C_{2+3} 鱗状石灰岩 (泥質部除外) | --- 調査横坑 |
| | C_{2+3m} 石灰質頁岩 | --- 調査ボーリング |
| | ξ_{π} 正長斑岩岩脈 | --- 調査ボーリング(投影) |
| | ν_{π} 輝綠玢岩岩脈 | |



十三陵揚水発電開発計画
 発電所地質断面
 (B-B, C-C 断面)
 図-3.2 年 月

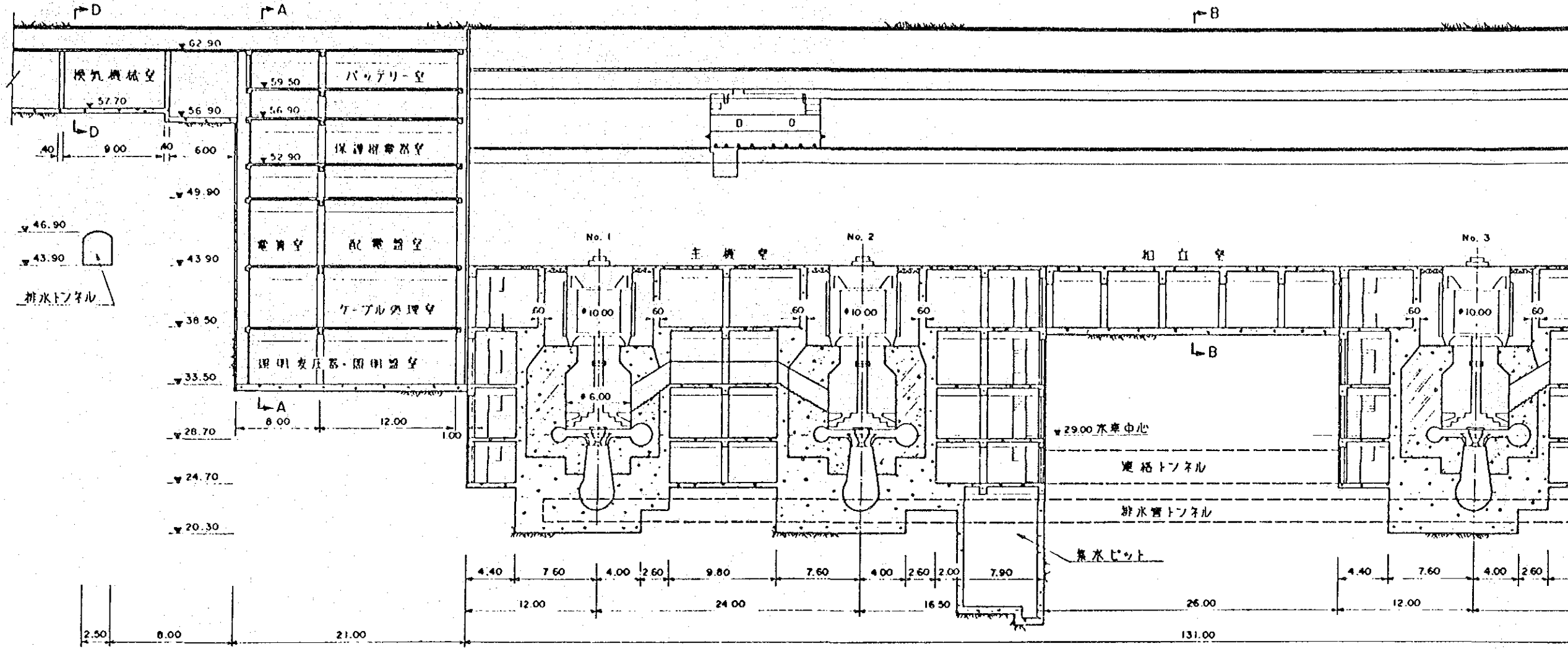


十三陵揚水発電開発計画	
水圧管路・発電所 平面	
図-3.3	199年 月 日



十三陵揚水発電開発計画	
発電所・主変圧器室 横断面(水車中心)	
図-3.4	199 年 月 日

縦断面

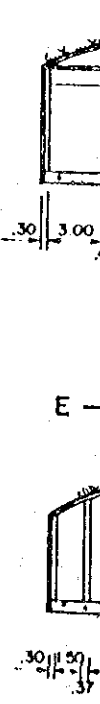
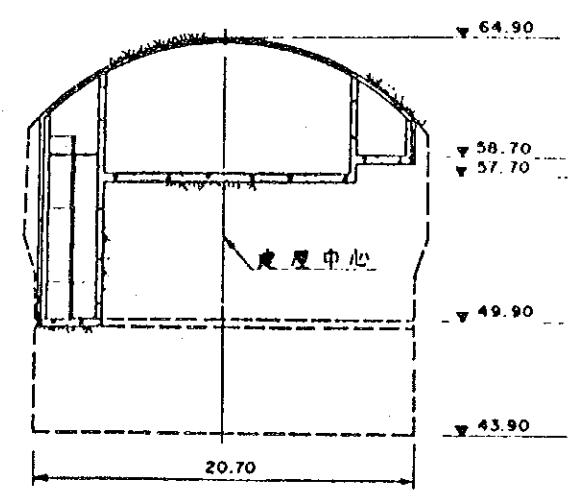
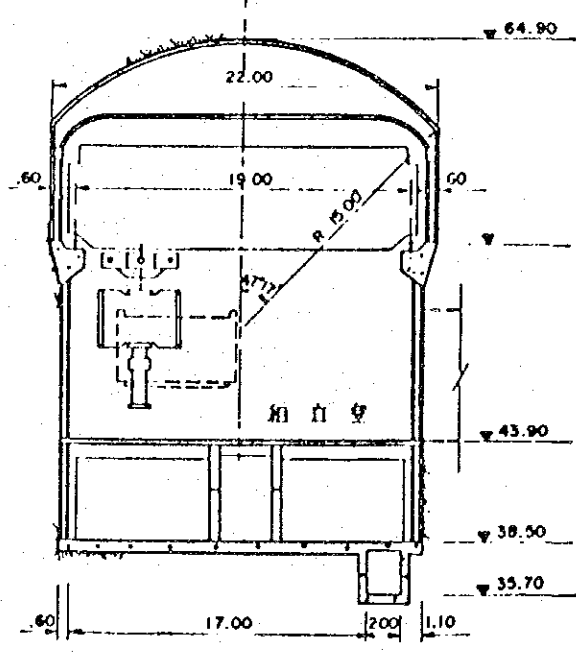
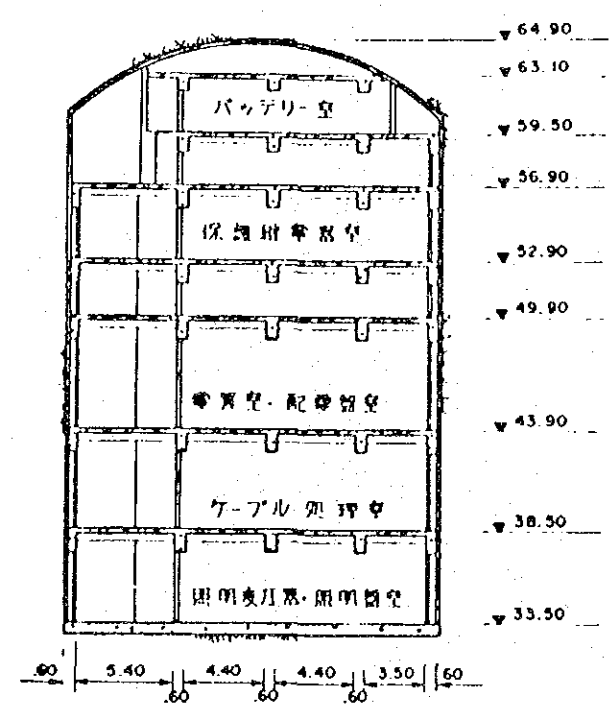


A-A 断面

B-B 断面

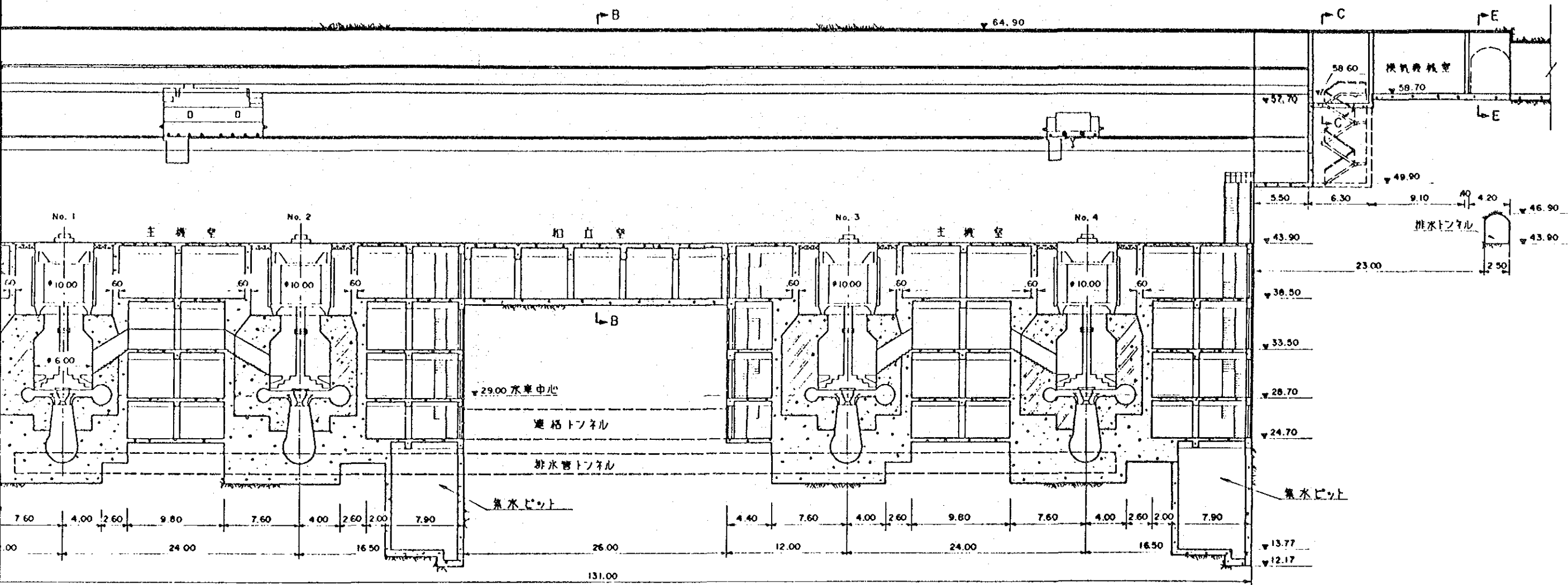
C-C 断面

D-

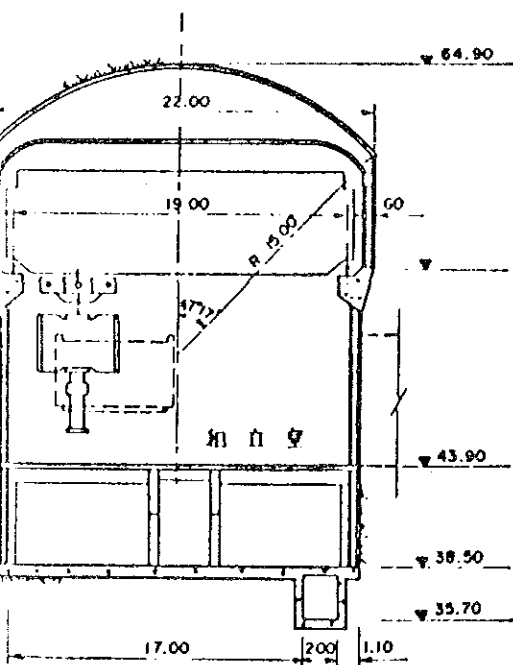


E1102

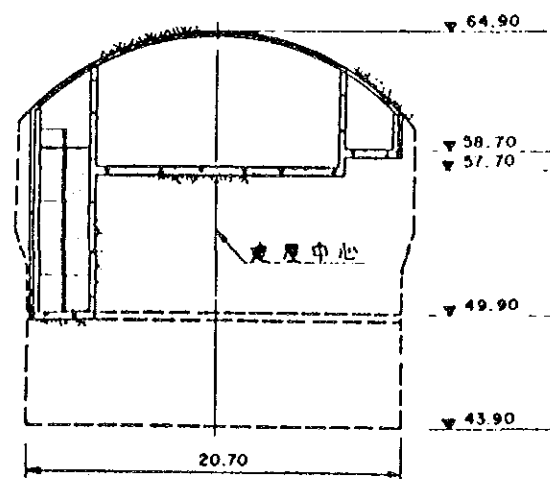
縦断面



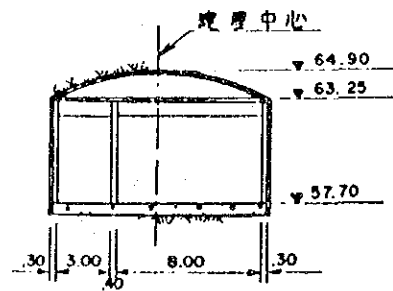
B-B 断面



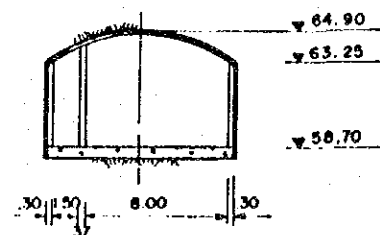
C-C 断面



D-D 断面



E-E 断面

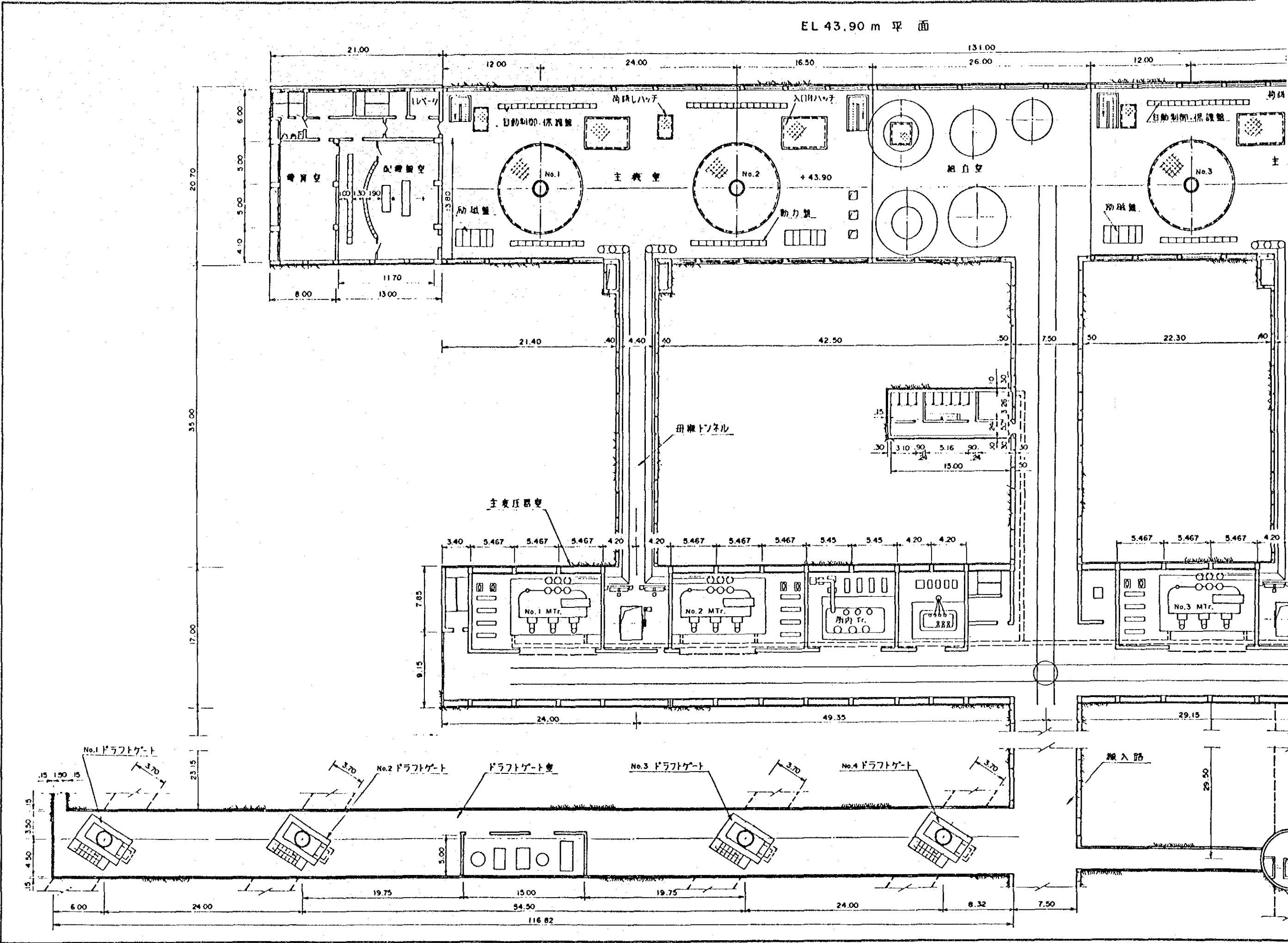


十三陵揚水発電開発計画

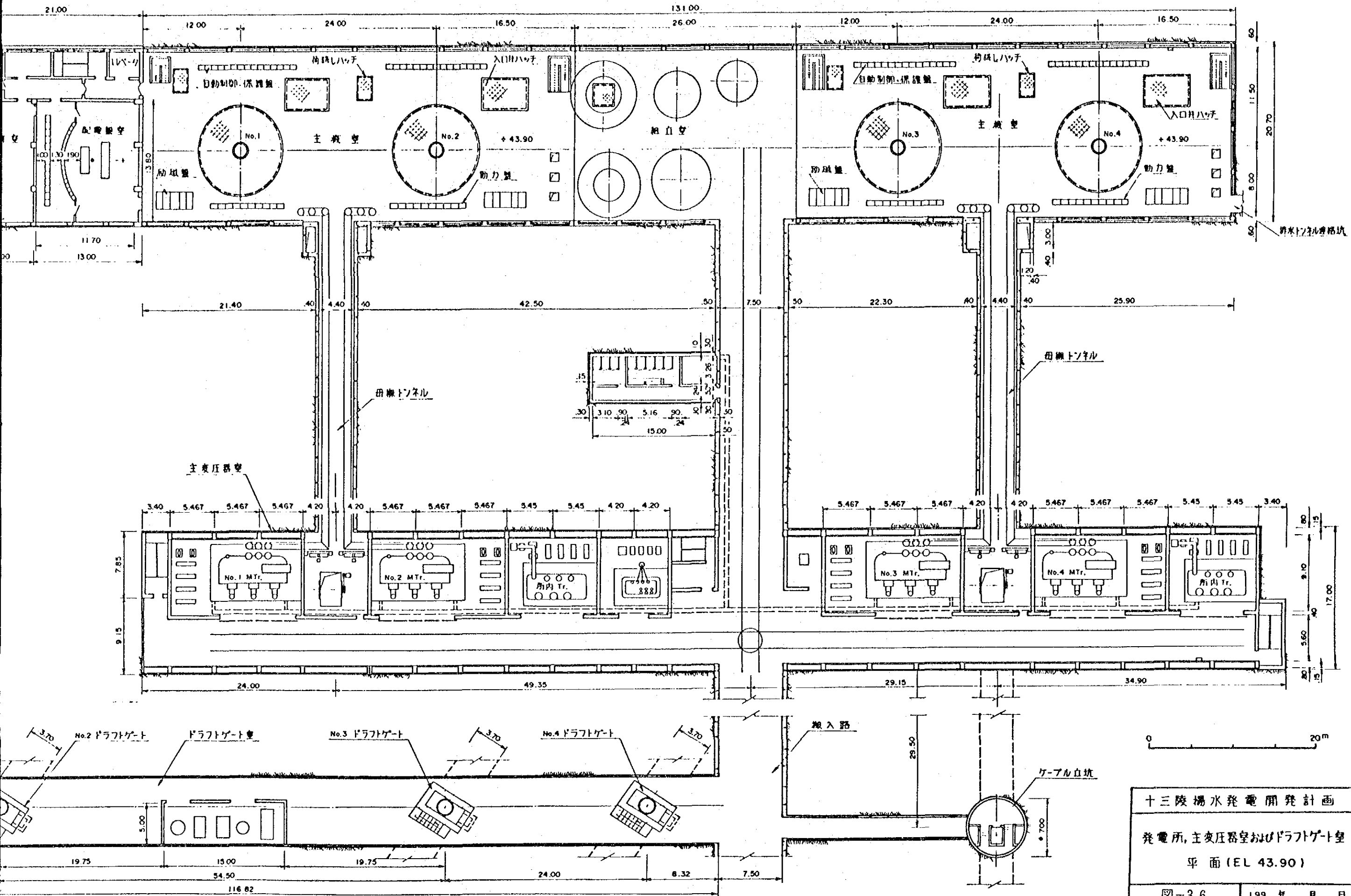
発電所
縦断面および横断面

図-3.5 199年A日

EL 43.90 m 平面



EL 43.90 m 平面



十三陵揚水発電開発計画
 発電所、主変圧器室およびドラフトゲート室
 平面 (EL 43.90)
 図-3.6 199 年 月 日

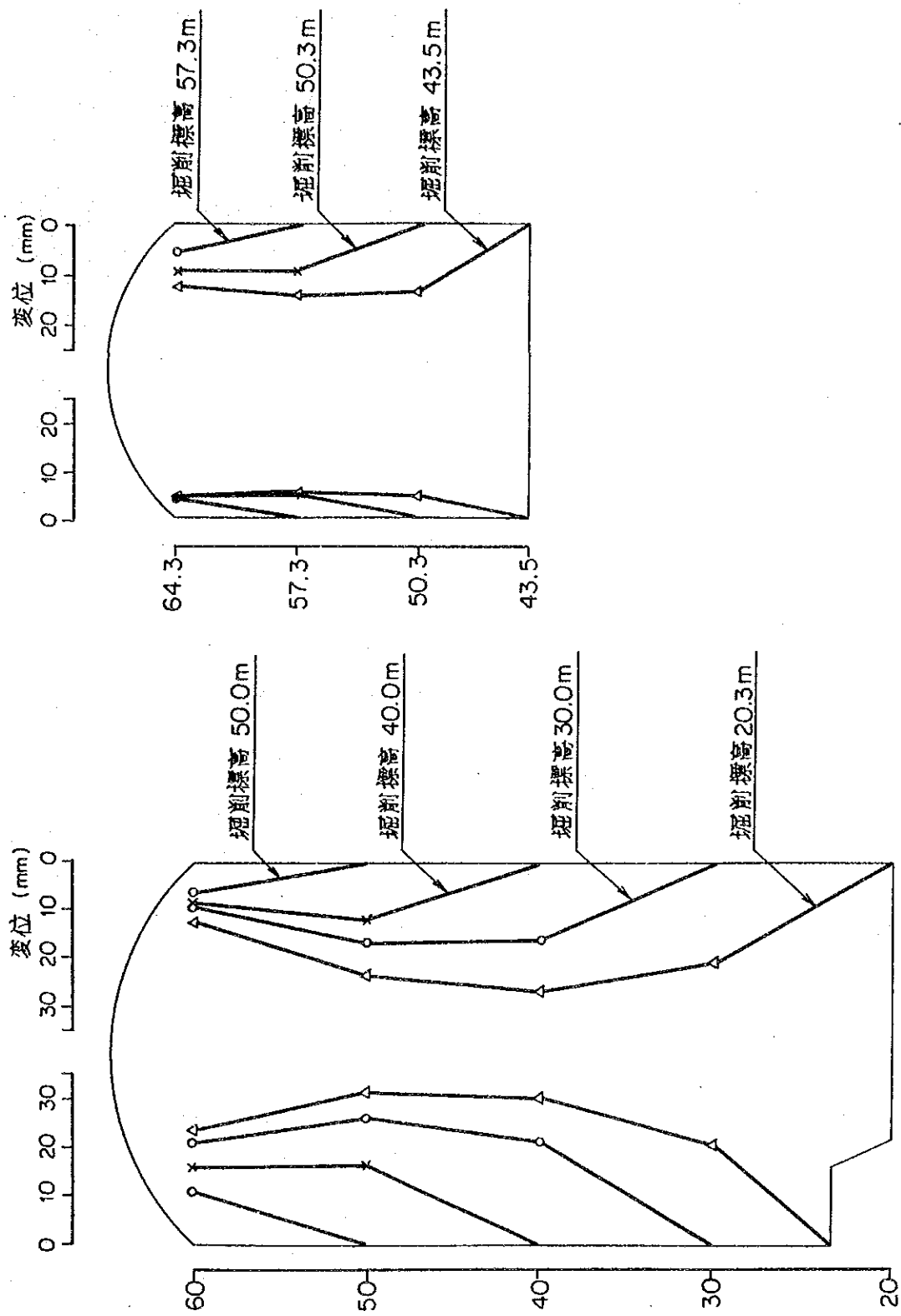


図-3.7 側壁部岩盤のはらみ出し量 (ケース1 : $\lambda = 2.0$)

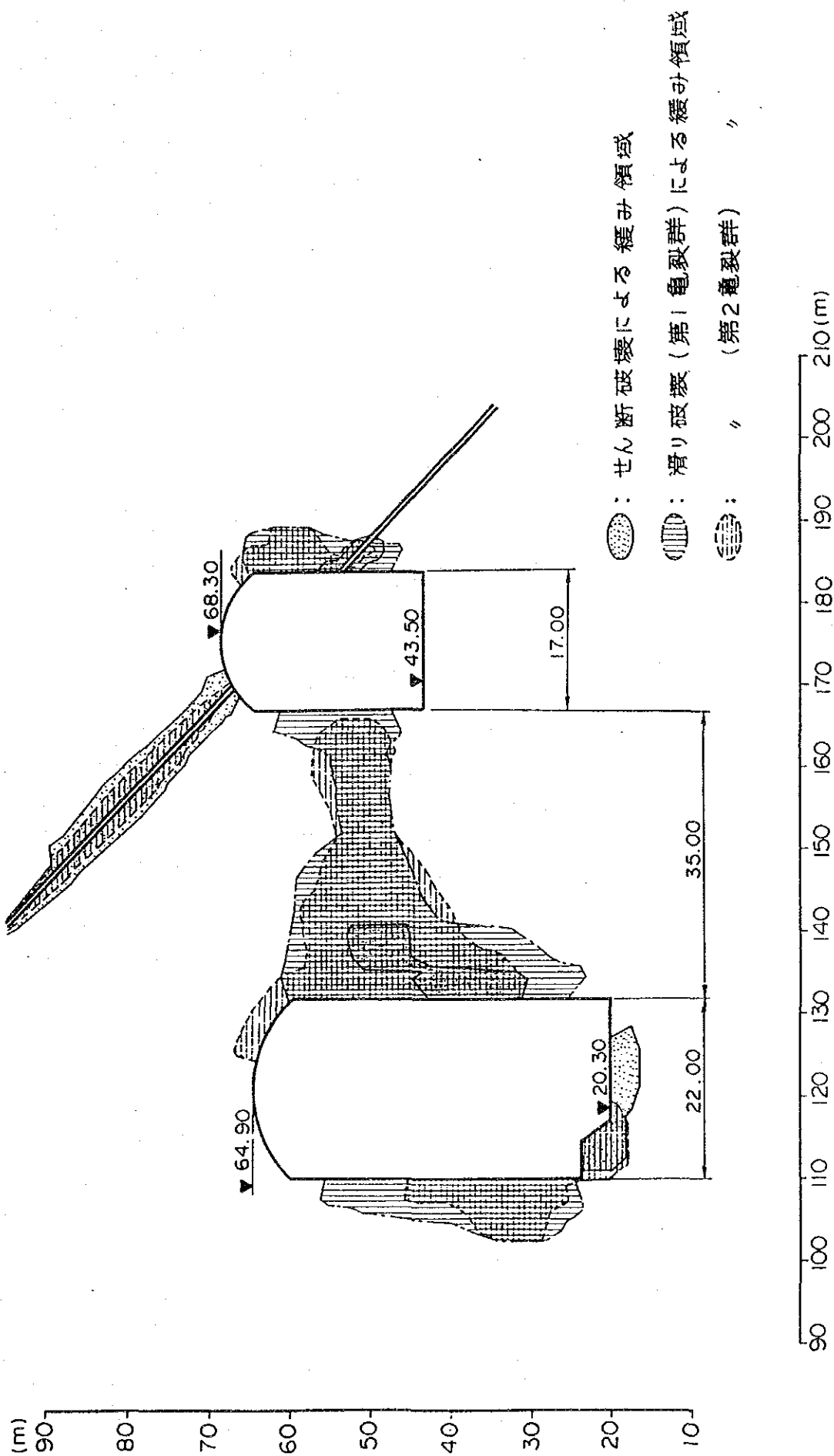
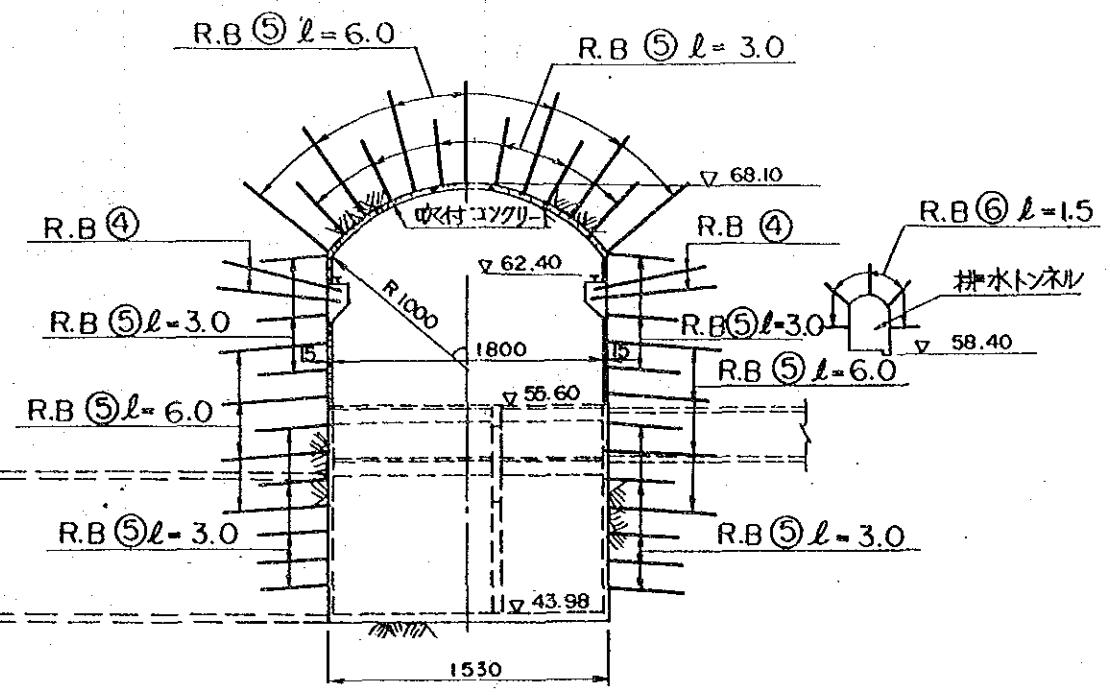
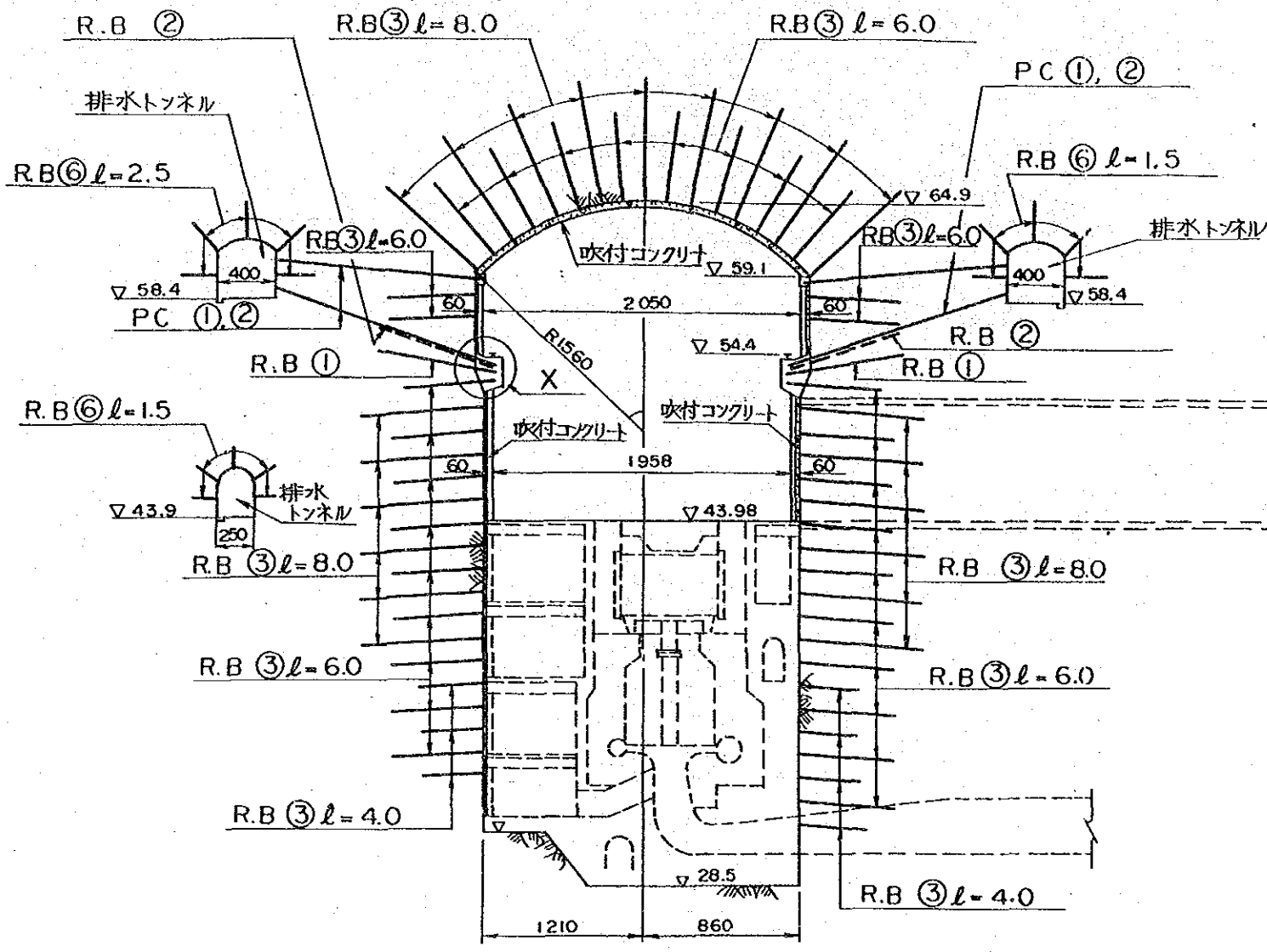


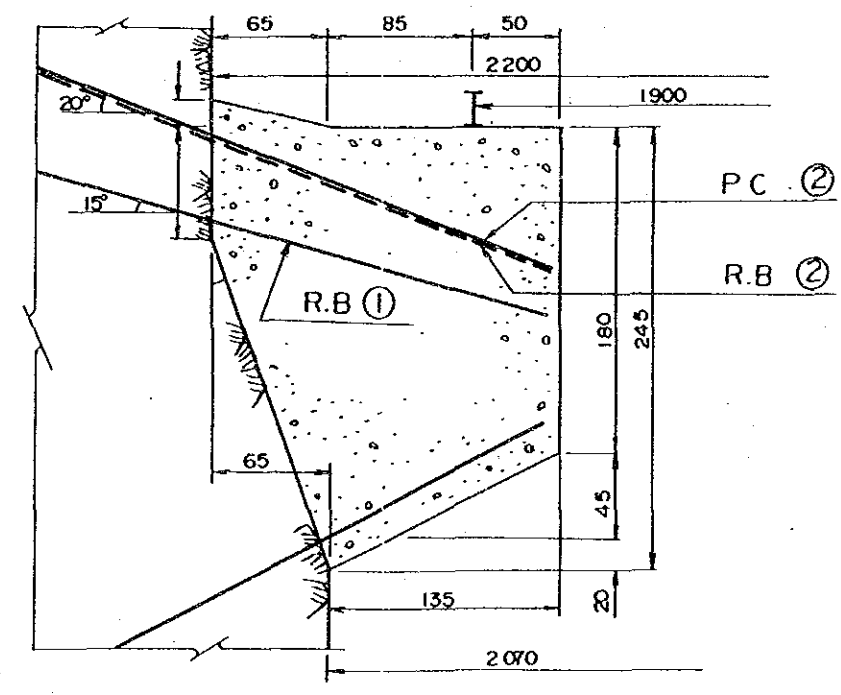
図-3.8 最終掘削時緩み領域図 (ケース1 : $\lambda = 2.0$)

発電所

主変圧器室



X 詳細



0 20m

位 置	番 号	P C 鋼 線				ロ ッ ク ホ ル ト			吹 付 コ ン ク リ ー ト	金 網	
		直 径 (mm)	長 さ (m)	荷 重 (T)	間 隔	直 径 (mm)	長 さ (m)	間 隔 (m)		直 径 (mm)	間 隔 (cm)
発 電 所	①	36	13.5	40	@'1.5	32	8	@'1.5	15	10	20x20
	②	36	15.5	40	@'1.5	32	8	@'0.75			
	③					28	4, 6, 8	@x@'3.0x1.5			
主 変 室	④					28	6	@'0.75	15	10	20x20
	⑤					25	4, 6	@x@'3.0x1.5			
排 水 ト ン ネ ル	⑥					20	1.5, 2.5	@x@'2.0x2.0			

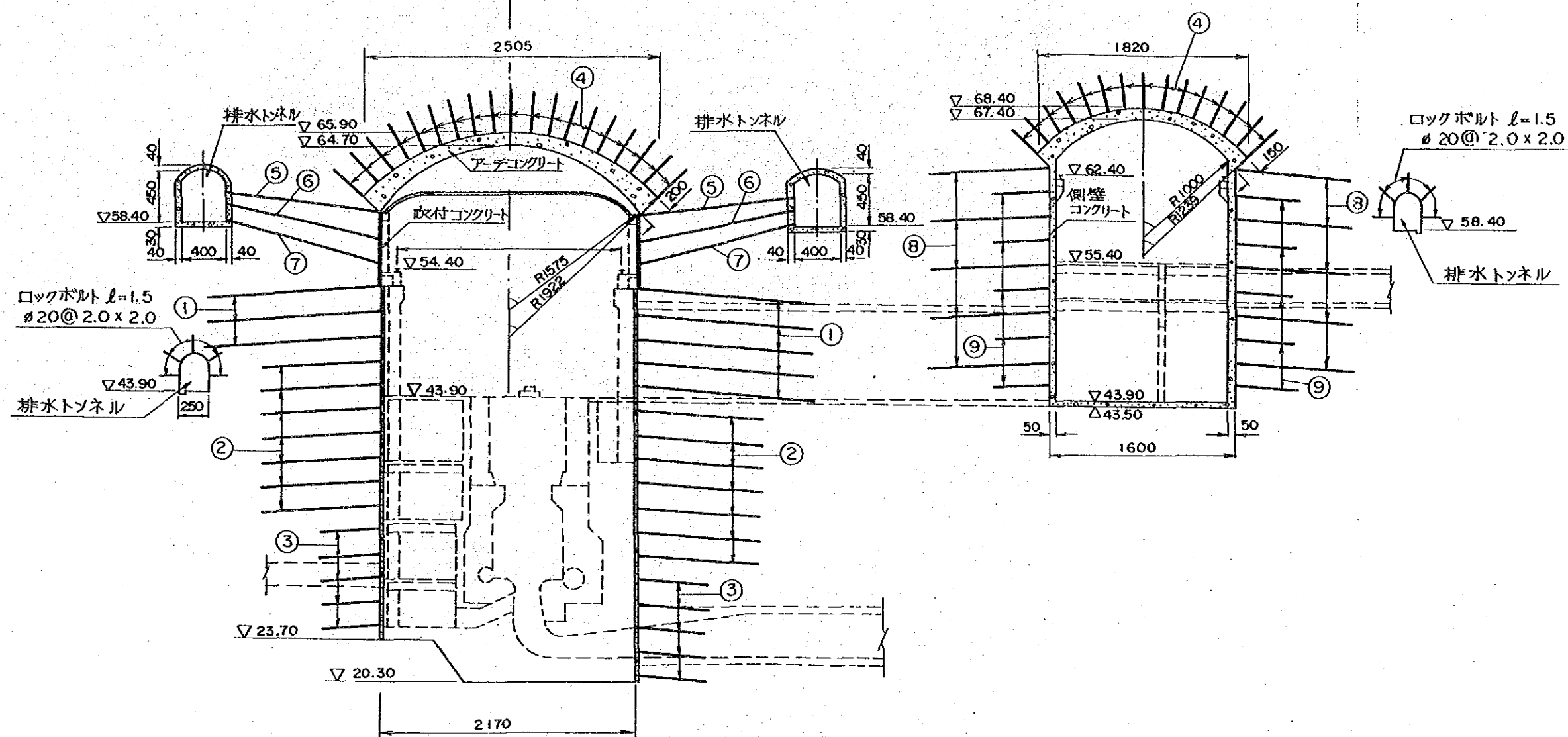
@ 横断面内間隔

@' 縦断面方向間隔

十三陵揚水発電開発計画
 発電所・主変圧器室
 岩盤補強工
 (ロックボルト, 全断面吹付コンクリート工法)
 図-3.9 年 月

発電所

主変圧器室



番号	種別	直径 (mm)	長さ (m)	荷重 (T)	間隔 (m) (m)
①	PC 鋼線		13	30	2.0 x 2.0
②	〃		10	20	〃
③	ロックボルト	25	3		〃
④	〃	25	3		1.5 x 1.5
⑤	PC 鋼線		12.7	50	2.0 x 2.0
⑥	〃		12.8	50	〃
⑦	〃		13	50	〃
⑧	〃	28	10	20	4.0 x 1.0
⑨	ロックボルト	25	5		4.0 x 2.0

0 20m

十三陵揚水発電開発計画
 発電所・主変圧器室
 岩盤補強工
 (アチコンクリート・側壁コンクリート工法)
 図-3.10 年月