

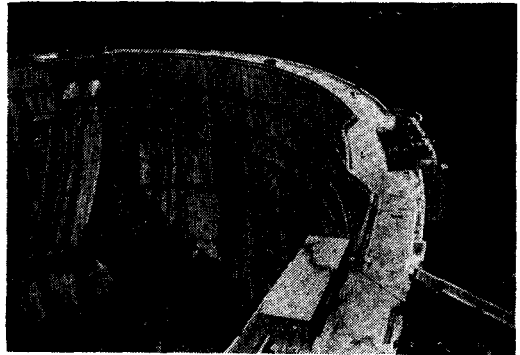
上椎葉アーチダム工事について (その一)

熊 川 信 之*

1. 緒 言

九州におけるピーク時の電力の要求はいちじるしく、これに対して在来の水力には調整能力なく、火力をピーク時に大量に運転している傾向にあつた。このピーク時の火力代用として大容量の貯水池式水力発電所の建設が強く要望されるに至り、宮崎県耳川水系最上流の上椎葉地点が選ばれた。耳川本流と支流小崎川の合流点直下の地形相迫つたV字型溪谷に、高さ 110 mのダムを築造し、有効貯水量 76 000 000 m³ の貯水池を作り、貯水をダム左岸上流約 200 m の地点より延長約 3 km の圧力トンネルにより導水し、調圧水槽で支流十根川の取水と合流せしめて、水圧鉄管 2 条で 2 台の水車に導水し、最大出力 90 000 KW を発電する水力発電所がその大要である (図-1 参照)。110 m という高いダムとする場合、その建設費は巨額となるので、型式選定に当つてはできるかぎりコンクリート容積の節約できて安全なダムを造ることが望まれる。上椎葉ダム地点はV字型溪谷に臨み、左岸一部に粘板岩が見られるが、ほとんど基礎全般にわたつて非常に厚い硬砂岩層からなつているので、アーチダムとして一応有利な地形地質を有していることが知られ、安定および経済上からも、アーチダムが採用されるに至つた。ダム工事は昭和 29 年 7 月掘削に着手し、昭和 30 年 4 月 27 日貯水を開始し、同 5 月 25 日出力 70 000 KW、同 10 月 12 日出力 90 000 KW の仮使用認可を得た。以下上椎葉アーチダム建設に当つて、種々論議

写真-1 湛水後のダム全景

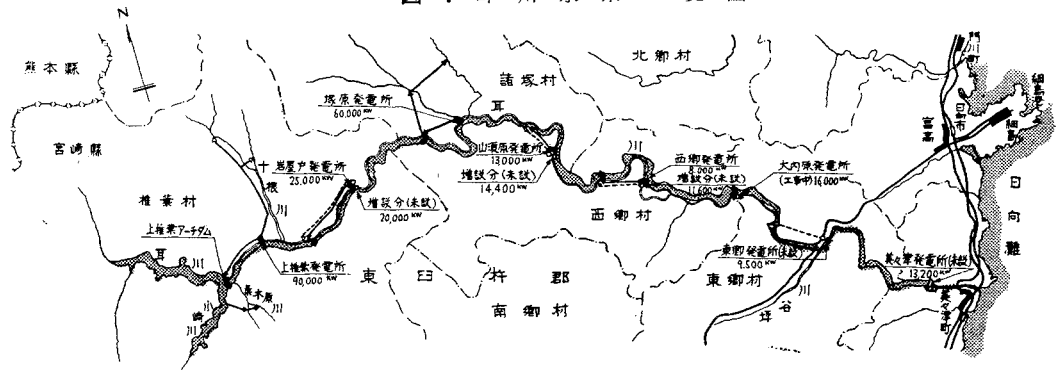


し、経験された主要なことについて、その概要を述べてみよう。

2. アーチダムの建設

(1) 一般 ダムはいわゆる定角型アーチダムで、V字型溪谷に適するものとした。ダム地点地質は、砂岩と粘板岩の互層をなしており、九州の中央部を通過して NNE~SSE に拮つている古生沈積層の一部で、その方向は N 70° E で北に向つて傾斜している。ダム基礎の上部は風化した粘板岩が存在し、アーチの基礎として直接支持せしめるにはやや脆弱感があるため、EL. 455 以上に重力式人工アバット、いわゆるスラストブロックを設けた。すなわち砂岩、粘板岩の境界部に存在する石墨、粘土などの挟層および軟弱粘板岩を取除き堅硬なる砂岩上に重力式スラストブロックを

図-1 耳川水系一覽図



* 正員, 九州電力KK顧問

築造し、アーチ部からの諸力をスラストブロック自重による下向きの力と合成して砂岩上に伝達せしめる方法をとつた。ダム頂 (EL 483) における基準円半径 142.400 m, 中心角 $114^{\circ}52'34''$, 堤頂長 341 m, 最大高 110 m である。図-2 および 図-3 にダム平面図, 展開図および最大断面図を示した。アーチクラウンにおける横断面形状は, 下流面を鉛直とし最大厚はダム底で 27.7 m, 最小厚は堤頂で 7 m である。ダムは基礎円に沿って幅 20 m のブロックに分け, 収縮継目を設けて打設し, 湛水にさきだち, この収縮継目はグラウトされた。洪水処理方式としては, 水理模型実験をもとめよう種々の型式について比較検討し, 両岸取合のスキージャンプ型余水吐 (門扉幅 9 m, 高さ 8.4 m, 4 門) を案出し採用した。ダムの応力解析については荷重試算法を利用した。わが国のアーチ

ダムは地震に対して安定性を懸念されるので, 後述の模型による振動実験その他を行い究明につとめた。設

写真-2 22号台風時における余水吐よりの越流状況 ($Q=800 \text{ m}^3/\text{s}$)

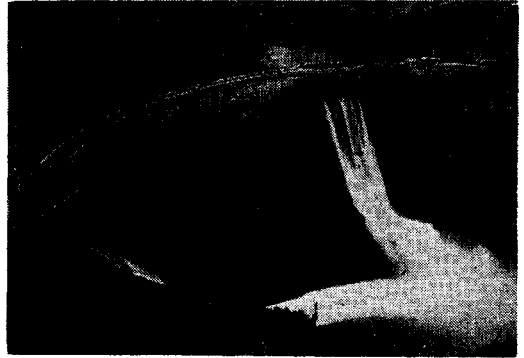


図-2 ダム一般平面図

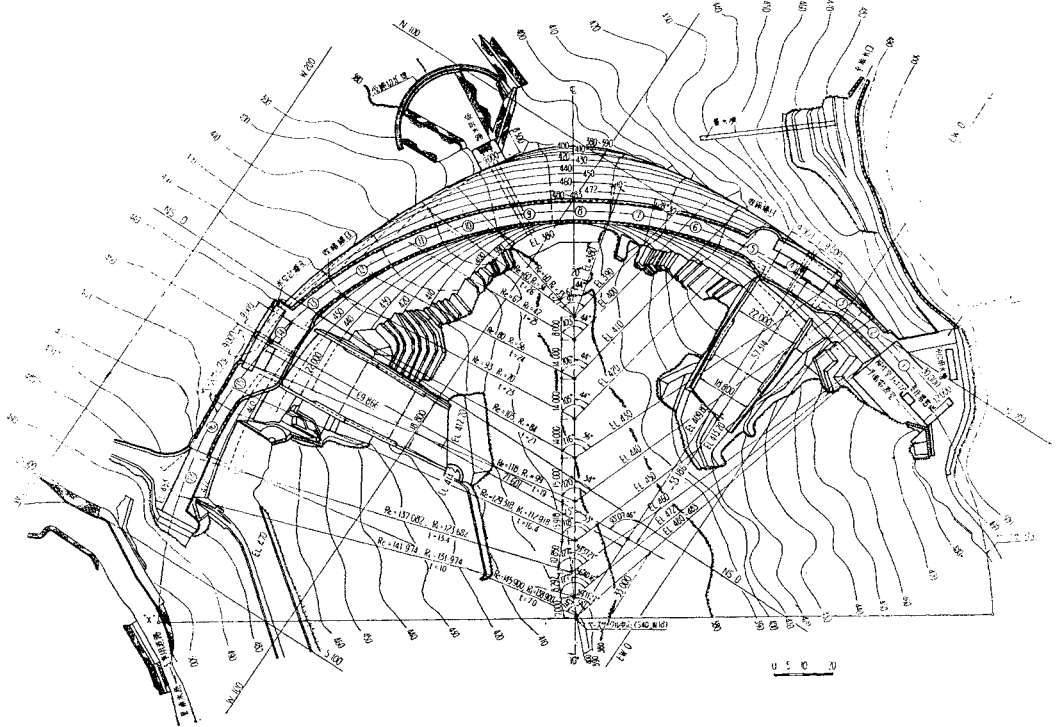
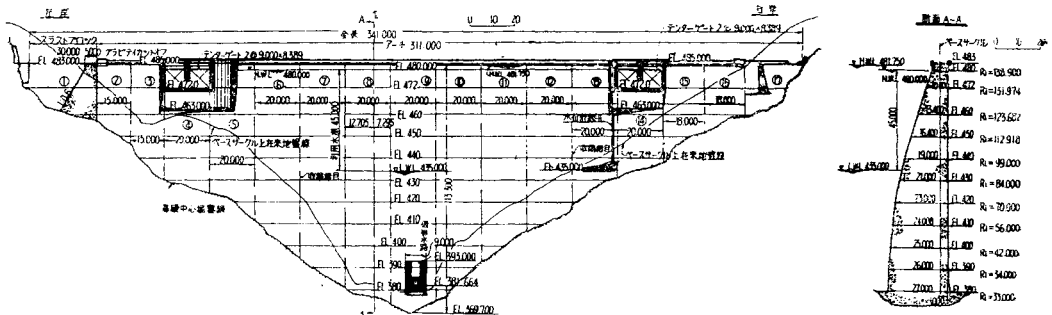


図-3 ダム展開図および最大断面図



計計算的には通常荷重外に地震時の種々の荷重条件に対してその安定を検討した。前述のスラストブロックについてはアーチ部とスラストブロックの継目をアーチアバットとして扱い、アーチ部からの諸断面力をスラストブロックにあてがいその安定性を検討した。

(2) 応力解析およびその結果 ダムの応力解析は荷重試験方法によって行つたが、ダムの形状が非対象なので、その形状の不整合性を最もよく包括し得ていると思われる5本のアーチ要素(EL. 472, EL. 450, 430, 410, 390)および5本の片持バリ要素(右岸よりそれぞれEL. 450, EL. 410, 390, 373, 410を基底とする)を撰定した。ダムの主要変位である半径方向タワミ、切線方向タワミ、および水平面内の回転の三成分についての調整が考えられるが、第一次近似値をうるための半径方向の一成分調整、次は半径、切線方向の二成分調整、半径方向、切線方向、およびよじりの三成分の調整を荷重条件およびその重要度に応じて行い応力の算定を行つた。考慮せられた荷重としては静水圧、堆泥圧、温度変化、地震時動水圧および慣性力、自動、上流面上の水の重量、揚圧力である。このうち水平荷重はアーチ、片持バリ、両要素に試算によつて分割されるが、自重、上流面上の水の重量、揚圧力などの鉛直荷重はアーチに無関係に片持バリ要素に作用するものとした。また温度変化は計算上アーチの軸長変化として取扱い、片持バリに無関係とした。その量は収縮継目が年平均気温でグラウトされ、アーチ作用が始まるとの仮定にもとづいて定められた。揚圧力係数は35%とされたが、片持バリを引張応力を無視しひびわれを考慮したので、ひびわれを生ずる場合、ひびわれの中には全水圧が作用し、その終点で設計水圧の35%下流端で0とした。荷重条件すなわち荷重の組合せおよび調整の程度を表-1のごとくとり応力解析が行われた。

許容応力については、従来の重力ダムの場合あまり

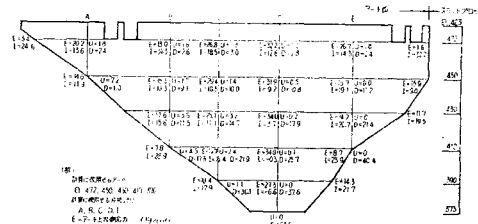
表-1 荷重の組合せおよび調整の程度

	荷重の組合せ	調整の程度
常時	(I) 静水圧, 堆泥圧, 温度降下, 自重, 上流面上の水の重量, 揚圧力	一成分
	(II) "	三成分
地震	(III) 静水圧, 堆泥圧, 温度降下, 下流向き地震および動水圧, 慣性力, 自重, 上流面上の水の重量, 揚圧力	一成分
	(IV) "	三成分
備考	(V) 谷に直角な地震慣性力および動水圧, 自重	二成分
	(VI) スラストブロックに直角な地震慣性力および動水圧, 自重	"
	(VII) 静水圧, 温度上昇, 上流向き地震慣性力および動水圧, 自重, 上流面上の水の重量, 揚圧力	一成分

ここで静水圧は(I)(II)(III)については満水位 EL. 483, (VII)については低水位 EL. 435, 堆泥圧は EL. 420とした。地震震度 k : 下流向き横方向を 0.12, 上流向きを 0.06

問題となることもなかつたが、アーチダムでは計算の結果相当大きい圧縮応力が生ずることになるので、当然許容応力度が問題となる。上椎葉ダムの許容圧縮応力については、標準供試体 $15 \times 30 \text{ cm}$ の材令 91 日のコンクリート強度を基準にして安全率を5とした。許容引張応力についてはアーチダムの設計はコンクリートの引張応力を認めずには事実上設計が不可能になることから、許容圧縮応力度の 1/10 程度を認めることにした。上椎葉ダムでは三成分調整を行つて主応力までを求め、主応力をもつて許容応力度の検討を行つた。この結果は常時において圧縮応力の最大値は 53 kg/cm^2 , 引張応力は 14 kg/cm^2 (A片持バリ基礎の下流側)に達している。A配合の91日強度の平均値から見れば圧縮応力は問題でないにしても、引張応力には多少不安があるが、これら引張応力の部分はセメントの使用量を適増した均質なコンクリートが打設され十分な引張強度の出るように考慮されている。また滑動安定の条件は一部 EL. 390 付近右アバットのよう傾半径方向アバットの採用などとともに特に検討され、内部摩擦係数 0.8, セン断抵抗強度 350 t/m^2 としてセン断摩擦係数 4 以上とした。図-4 および 図-5 は常時三成分調整の代表的計算結果を示したものである。上記諸種の計算結果から上椎葉ダムの場合について次の諸点が明らかになつた。(1) 一成分調整と三成分調整の場合の垂直応力を比較すれば、両者の間に極端な差はないが、一成分調整の応力は三成分調整のそれに比し最大値において 10~20% 大きい。(2) 地

図-4 応力図および半径方向分割荷重図
最大静荷重時応力図(三成分調整)



最大静荷重時半径方向分割荷重図(三成分調整)

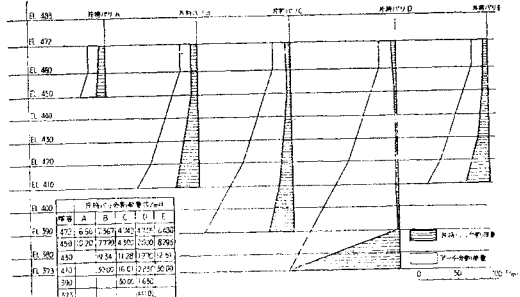


図-5 (a) 分割荷重およびタワミ図 (その一)

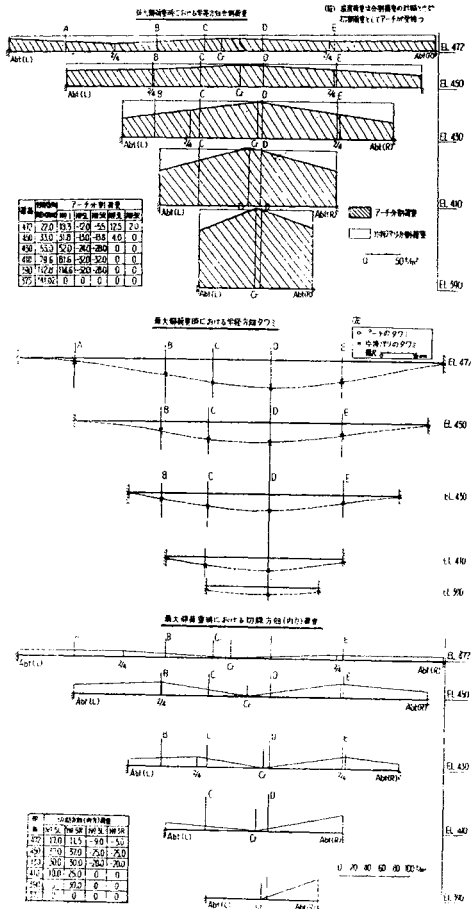
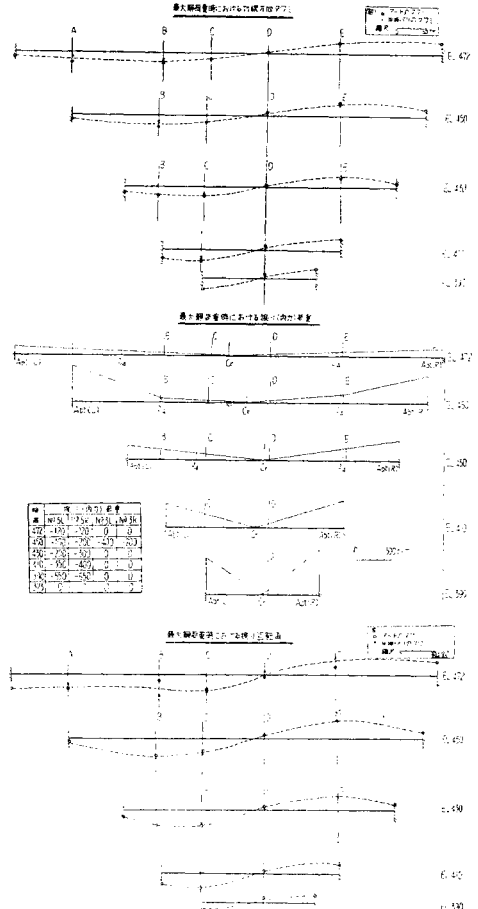


図-5 (b) 同 左 (その二)



震時の応力は常時のそれに比し 15~20% 程度大きい。(3) 谷に直角方向地震時の垂直応力は下流方向地震の場合より大きな引張応力を生ずるが、一般に考えられているほど大きな引張応力は現われず、せいぜい 5~6 kg/cm² 程度である。(4) スラストブロックに危険なアーチからの断面力を推定するため、スラストブロックに直角方向(谷に対してはほぼ 45° 方向)の地震時の応力も検討したが、谷に直角方向地震の場合と同程度であった。(5) 岩盤変形の影響を考慮に入れてアーチの計算を行う場合、コンクリートの弾性係数 E_C と岩盤の弾性係数 E_R の比 E_C/E_R が影響してくるが、一般にアーチのみを考えればその応力状態は E_C/E_R が増すにつれて、アーチクラウン上の応力はいくらか増加するが、アバットの上方側引張応力および下流側圧縮応力を減ずる傾向を生ずる。片持バリの影響を考えたダム全体の応力は、 E_C/E_R の増大にともないアーチアバットの応力を好転し、アーチアバットおよびクラウンの応力を平均化する方向になることが認められた。上椎葉ダムでは $E_C=2.1 \times 10^5$ kg/cm² として、 E_C/E_R

=0.8 から最終的に 3.0 にとられた。

(3) スキージャンプ余水吐について アーチダムの経済性を論ずる場合、まづその洪水余水吐の妥当性が大きく関係する。上椎葉地点における計画洪水量は 1800 m³/sec であるが、この洪水量に対して経済的で安全に放流しうる余水吐型式を選ぶべく種々検討された。最初中央越流方式が提案され実験も行われたが、自由落水による河床の洗掘その他の現象が不可解であるとの理由により採用されなかつた。余水吐としては将来も堤頂越流方式が最も簡易であるし、経験を積むことによつて、自由落方式も発展があると思われたが、上椎葉の場合は水量と落下高に比較になる好適例がなく、きめ手となるデータがなかつた。その他種々の代案が検討されたが、最終的にスキージャンプ方式に到着した。両岸からのスキージャンプ方式はダムの左右両接岸部より越流せしめ、2本のシュートによつて在来河川の流心部に向わせるが、途中でスキージャンプ式に空中に飛ばし、在来河川上において両シュートからのジェットを衝突させてその際生ずる攪乱に

よつてエネルギーを減殺しようとするものである。この方式に対する諸因子を決定するため水理実験が行われたが、この実験で問題とされたおもな点は(1)自由落下高さの決定、(2)両側のジェットの衝突状況その他によるエネルギーの分散程度、であつた。(2)の衝突状況についてはシュートの幅、長さ、勾配、ジャンプ台の高さおよびその放出よじれ等を種々変えて最良の結果が得られた。エネルギーの分散は流量 $1800 \text{ m}^3/\text{s}$ の場合、越流部 2%, 自由落下 6~9%, シュート 20~24%, ジェットの衝突 59~61%, 計 87~96%となつている。(1)については自由落下水による動水圧、およびその絶対値の許容範囲(シュート敷コンクリートに腐食、振動の危険をおよぼさない範囲)など未知の事項があつたが、動水圧について、ほぼ $0.4 \text{ kg}/\text{cm}^2$ 程度の平均値を推定した。これから自由落下高さ 40 m, シュートの水平となす角 55° 等の条件で最終的に監督庁で容認され、**図-6** のような設計となつた。このほか(3) approach condition 改良のためのピアー前面の形状、(4)越流頂形状の妥当性、(5)自由落下ナップの落下位置、(6)ジェット衝突点直下の河床に働く圧力、河道の切り拡げ、(7)越流係数などが実験により求められた。ダム完成後昭和 30 年 10 月 12 日この余水吐から放流実験(最大放流量 $960 \text{ m}^3/\text{s}$)が行われたが(写真-4)、その結果はきわめて良好で左岸余水吐シュート上の動水圧は $0.5 \text{ kg}/\text{cm}^2$ 程度の小さい値を示した。

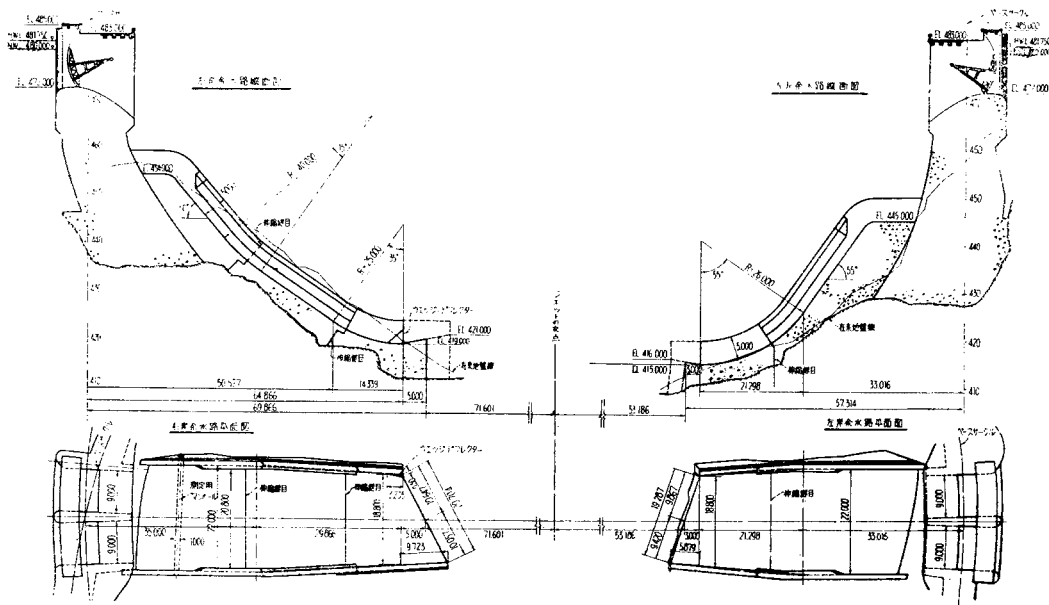
3. ダム基礎処理について

写真-3 昭.30.10.12. 放流実験時余水吐ジェット衝突状況(ダム天端より下流をのぞむ)



(1) コンソリデーショングラウト アーチダムはその構造上外力を三次元的に有効に基礎に伝達すべきものとするから、基礎岩盤は十分なる支持力を有する堅硬なものであることが必要である。上椎葉ダム地点の硬砂岩は岩質それ自体は堅硬なるもの(ショアー硬度 70~80, 圧縮強度 $2000 \text{ kg}/\text{cm}^2$ 程度)であるが、砂岩特有の小さいひびわれが不規則に発達しており、部分的に粘板岩の薄層や粘土のシームをかんでいるものがある。従つてアーチダムの基礎として当初予定された以上に入念に処理する必要が起り、次の段階で基礎仕上りがなされた。まづアーチの半径方向に $\pm 1 \text{ m}$ の

図-6 ダム余水路設計図



範囲の平面に堅硬なる岩盤線まで掘り進み、浮石除去、シームを処理してのち、コンソリデーショングラウトを基礎全面にわたって実施した。その方法はコンクリート打設に先立つて第一段階として深さ 3m、径 75mm の孔を間隔 5m ごとに基礎岩盤面に垂直にワゴンドリルで穿孔して圧力 15×25 psi でグラウトする。第二段階は深さ 7m、径 75mm の孔を前の孔の中間に同じく 5m 間隔にワゴンドリルで穿孔して圧力 35~50 psi でグラウトする。これらグラウトミルクの配合は、最初 8:1 くらいのものから徐々に濃いものが注入されるが、最も大切なことはコンクリート打設後ではやり直しや、手直しなどができないことから、グラウトの地表漏出のコーキング、清掃の手数はあるが地表から直接グラウトの注入結果を観察できるように、すべてのグラウトはコンクリート打設前に行われたことである。またこうすることによりグラウトによつて万一岩盤の移動変形があつても、コンクリートに亀裂を与える危険性が除かれるわけである。グラウト孔はすべて事前に洗滌、水圧試験を行い、地下の状況を推定してからグラウトする。吸収量が度を越える場

写真-4 ワゴンドリルによる穿孔作業状況



合は付近にさらに穿孔を追加して再びグラウトされる。第二段階のグラウト完了後基礎の清掃を行つてコンクリートを打ち、その仕上がり高が 15m 以上になれば第三段階として径 45mm、深さ 16m (岩盤内) の孔をボルツビットで穿孔して圧力 50~75 psi でいわゆる駄目押しのグラウトをして仕上げを完了する。この第三段階の注入孔は 1 ブロック当り 4~6 本を標準とした。このような施工基準に従つてグラウトを行つたが実際施工に当つては基礎のひびわれ、シームなどの存在等により適宜孔種、孔数が撰択された。実施結果は表-2 および 図-7 に示すごとくである。

表-2 コンソリデーショングラウト実績表

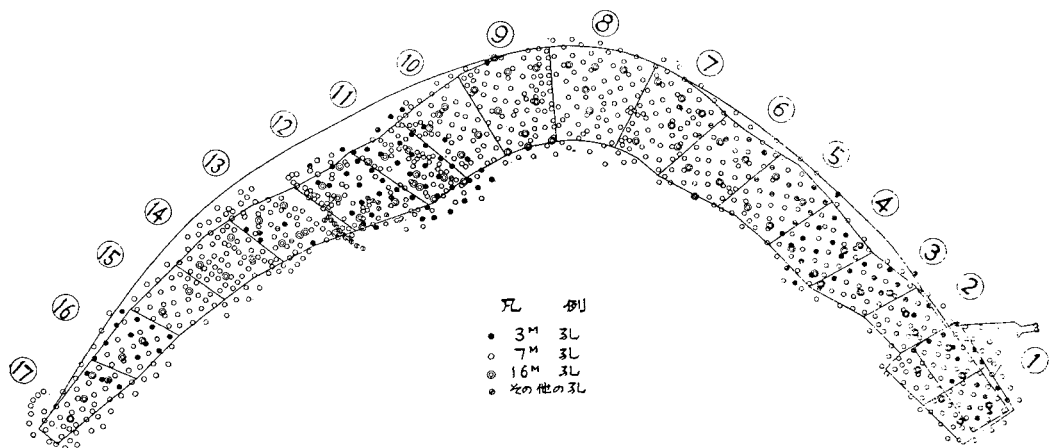
孔種	本数	延長(m)	セメント注入量(袋)	1m 当りセメント注入量(袋)
3m	140	420	143	0.33
7m	724	5 068	2 987	0.59
16m	85	1 618	1 911	1.18
その他	32	235	228	0.97
計	981	7 341	5 269	0.72

写真-5 コンソリデーショングラウト施工中



グラウト作業について少し詳細に述べてみると、ワゴンドリルで穿孔後グラウト孔内は圧力水で水洗される。通称トンボといわれる T 字型の金具がグラウトニップル (直径 2", 長さ 1m) を通してモルタルまたは硫黄で孔の上部に固定される。この T 字管からグ

図-7 コンソリデーショングラウト施工図



ラウト時と同圧力で水圧、漏水試験が行われ、グラウト孔内の内部連結、表面漏洩の有無およびグラウト開始時のグラウト濃度に関する資料などが得られる。表面漏洩のコーキングは上椎葉ダムの基礎処理で最も面倒な作業であつたが、クサビ、マキハダ、または急結剤を混入したモルタルでコーキングされた。セメント急結剤としては塩化カルシウム (CaCl₂) およびクイックウォータイトを使用してみたが後者が使用便利であつた。水圧漏水試験にはフルオレッセン (Fluorescein) なる染料を投入したが、夜間においても使用可能で表面漏洩の発見に役立つ効果的であつた。水圧漏水試験の結果異常がなければ、最初 8:1 の薄配合グラウトを開始する。過剰に入る場合は圧力を考えながら徐々に濃くするが、最終も 5:1 以下の薄配合は用いない。配合を濃くすれば圧力を高くでき、余剰水も少なく従つて強度の高いグラウト膜ができ望ましいが、あまり濃くすると逆に透透度が低下するので最終は 5:1 以上の配合で注入するのが効果的であつた。第三段階のグラウト孔は第二段階終了後穿孔するため、普通コンクリート打設中に埋込まれたケーシングを通して穿孔することが多かつた。穿孔後はグラウトニップルを埋込み堤体下流に引出し、コンクリート高が 16m 以上になつてからグラウトされた。

(2) カーテングラウト 従来重力ダムで遮水壁を作るためにカーテングラウトが行われていたが、上椎葉ダムについても上流堤踵に沿つて遮水の目的をもつて高圧のカーテングラウトが施工された。特にアーチダムはダム厚薄く基礎の接触面積が小さいため、漏水防止のために行われる高圧のカーテングラウトには特に意を用いた。このカーテングラウトはダム全体にわたり最終的には 2.5m 間隔に、ダイヤモンドドリル、またはショットドリルで穿孔しグラウトされた。グラウト孔は調査孔および中間孔の 2 種で、中間孔はさらに第一、第二、第三中間孔に分類し、それぞれステージ工法で穿孔グラウトされた。穿孔とグラウトの仕様を逐次述べると、まづ調査孔として間隔 20m、直径 65mm、深さ最小 50m を 3 段のステージに分けてショットドリルで穿孔する。この場合孔底 5m は堅岩でなければならないとした。各ステージ穿孔後、コアその他による孔内調査、シームクラックの存在、位置などを調査し、異常がなければ水圧漏水試験後、3 ステージでグラウトする。最初 2 本の調査孔の第一ステージがグラウトされたならば、ただちに中間孔の穿孔に着手する。中間孔の深さは $H/3$ (H :水深) 以上にしてしかも最少 25m 以上でなければならない。一般に中間孔はシームクラック、風化岩盤などを遮断するように穿孔し、最終孔底 5m は堅岩でなければならない。中間孔は直径 65mm のショットドリルま

たは 45mm のダイヤモンドドリルで穿孔する。第一中間孔は調査孔の中間に 2 ステージで穿孔グラウトし、順次第二、第三中間孔も同じく 2 ステージで穿孔グラウトする。孔の間隔は以前グラウトされた孔の中間、すなわち、10、5、および 2.5m 間隔になるようにし、2 個の相隣接するグラウト孔は同時に穿孔グラウトすることなくそれぞれ 1 ステージの差で進行する。なおグラウト孔の傾斜は堤踵より下流方向 2m の点に設計孔底がくるようにする。上記仕様およびグラウト圧力などを示せば表-3 のようである。カーテングラウトの注入実績は孔数 144 本、穿孔延長 5 587m、注入セメント量 3 595 袋、1m 当り 0.64 袋になつている。

表-3 カーテングラウト仕様

孔種	穿孔型式	孔 径 (m/m)	間 隔 (m)	深 度 (m)	グラウト圧力 (psi)	グラウト ステージ
調査孔	ショット	65	20	$H/3+C \geq 50$	100, 200, 300	3
中間孔	"	65	10	$H/3 \geq 25$	100, 150	2
"	ダイヤモンド	45	5	"	"	2
"	"	45	2.5	"	" 200	2

穿孔グラウト要領について若干述べると、カーテングラウトの穿孔は回転式のショットドリルおよびダイヤモンドドリルを使用するからジェット水洗の必要なく、穿孔終了後清浄な穿孔水がリターンするまで洗滌すればよい。スリーブパイプまたはケーシングに直径 2" の T 型パイプを取りつけ水圧漏水試験をグラウト時と同圧力で最少 30 秒以上行い、その注入量を測定した。カーテングラウトは岩盤がコンクリートで完全にカバーされているか、またはケーシングが岩盤深くそう入しているから BL. 12, 13, の一部を除き表面漏洩はなかつた。最初 10:1 の薄配合から開始し、注入量大なる場合には徐々に濃くし 4:1 まで変化させ、最終は 5:1 以上の薄いもので仕上げた。しかし低圧力で異常に注入量大なる場合には 1:1 まで変化させることもあつた。第三中間孔の注入量大なる場合 (隣接グラウト孔の平均値より大なる場合) には、さらにその中間 (1.25m 間隔) または注入量大なる区域を切断するよう穿孔グラウトした。すべてのカーテングラウトはグラウトされるべき位置でコンクリート高が 30m 以上になつてから開始するのを原則とした。

(3) リムグラウト ダムの両岸から迂廻して漏水が起るのを防ぐ目的で、カーテングラウトの延長として、ダムから左右両岸上流方向にそれぞれ 150m の範囲に、カーテングラウトの要領でリムグラウトを行つた。リムグラウトは間隔 2.5~20m、深さ 25~50m、直径 85mm または 65mm のショットドリルで穿孔グラウトされた。ただし左岸の仮排水トンネル上では EL. 400 まで 2 本穿孔し、トンネル工事中に傷つけられた岩盤をグラウトし強固水密性にした。これらは在

来地盤に直接穿孔したが、大体 EL. 483 付近で堅岩に達するように位置を撰定した。従つて穿孔位置は右岸において EL. 495~EL. 505, 左岸では EL. 495 付近より穿孔開始し、EL. 483 までは直接 97 mm または 83 mm のケーシングを挿入固定し、爾後の漏洩を防止した。グラウトは 10 m ごとに 100, 150 (または 200), 300 psi の圧力で 3 ステージで行われた。表一4 は注入量実績である。右岸の注入量の大きいのは

施工上の不注意により、基礎と表上との境界線付近に多量に漏洩を生じたためである。

表一4 リムグラウト実績表

場所	孔数(本)	穿孔延長(m)	注入セメント量(袋)
左岸	18	982	14 969
右岸	20	818	2 198
計	38	1 800	17 167

読者欄

学会誌へ望む

従来、土木学会誌は「非常に取りつき難い」ものとされ、われわれの周囲でもその声はよく聞かれた。すなわちわれわれ建設業にたづさわる者にとっては、もつと具体的な施工例、特に新しい工法、技術を取り入れた報告などを希望していたわけであるが、今度編集方針の画期的な改革により学会誌と論文集との二本立制になり、われわれの希望する線に沿つて編集の企画が進められるそうで、まことに喜ばしいことである。もとより、全会員が満足するよう

な理想的なる編集を期待することは不可能に近いと思われるが、「自己の意志に反して現在の会誌の在り方についてゆけない大多数の会員」のためにも、学会誌がよき指導者でありまたよき伴侶でありたきを願う。

新しい技術、施工方法等、特異な工法に関する具体的内容を主とした理解しやすい報文を主にし、できうればそれらに関する類似の施工例、もしくは文献内容の紹介、解説等を豊富に取り入れてはいかん。また工事の失敗、陥りやすい誤謬等についての学会としての意見記事も載せて貰えれば非常に有益と考えられる。

いままで、添付されている図面、写真等が小さ過ぎるため、明瞭でなかつたが、これらについてもこれを機会に考慮、善処方を願いたい。また特集号を出すような場合にも上記のごとく御配慮を戴き、その他工事に密接な関係のある新しい材料、利用方法、試験方法等についても平易な解説を随時のせられたい。

要するに工事にたづさわる者は土木学会誌さえ購読していれば、よき指針となり、新しい知識を身につけ、技術的な進歩、発達をなすうものでもありたいものである。

【准員 北川 義男】

土木技術双書

◆ 総合図書目録送呈 ◆

木橋の設計と施工 折込図表 10枚

栃木県土木部 宇都宮寿夫著
道路課長

〔A5判 242頁 上製 定価 500 円〕

コンクリート橋・鋼橋の著しい折からも、なお橋梁工学における木橋の比重は大きい。本書は関係学生・技術者に新たに木橋に対する関心を喚起すべく、桁橋その他一般に用いられている種々のタイプの橋を平易明快に説いた。

- | | | |
|---------|--------------|-----------------------|
| 河上房義 著 | 土堰堤の設計 | A5判 102 頁
定価 180 円 |
| 芳賀・杉山 著 | コンクリート用骨材 | A5判 90 頁
定価 150 円 |
| 八木原万吉 著 | コンクリート用型枠 | A5判 128 頁
定価 180 円 |
| 北川義男 著 | AEコンクリートの特性 | A5判 108 頁
定価 180 円 |
| 斎藤義治 著 | 重土工機械の組合せと能率 | A5判 110 頁
定価 180 円 |
| 谷藤正三 著 | コンクリート舗装の設計 | A5判 212 頁
定価 330 円 |
| 谷藤正三 著 | コンクリート舗装の施工 | A5判 194 頁
定価 330 円 |
| 福田秀夫 著 | ロック (開門) | A5判 140 頁
定価 250 円 |

道路工学概論

—〔共立全書〕—

建設省建設機械課長 片平信貴 著

道路に関する新法令の実際の立案者の一人である著者が、新法令に基いて道路の調査、計画、設計より施工に至る全貌を理論と実際面から平易かつ詳細に述べた学生・技術者必備の好概説書。

B6・300頁・上製 予価 400 円

東京都神田局 駿河台3の9

共立出版株式会社 振替口座番号 東京 57035 番