

佐久間ダム(電源開発KK提供)

佐久間ダム
堤高: 150 m
総貯水量: 3億3,000万 m³
最大出力: 350,000 kw
流域面積: 3,872 km²
基礎岩盤: 花崗岩
所在: 静岡県船田郡佐久間町
(天竜川水系)
竣工: 昭和31年6月

今後の ダム建設と 地質調査

新しい水力地点の開発計画

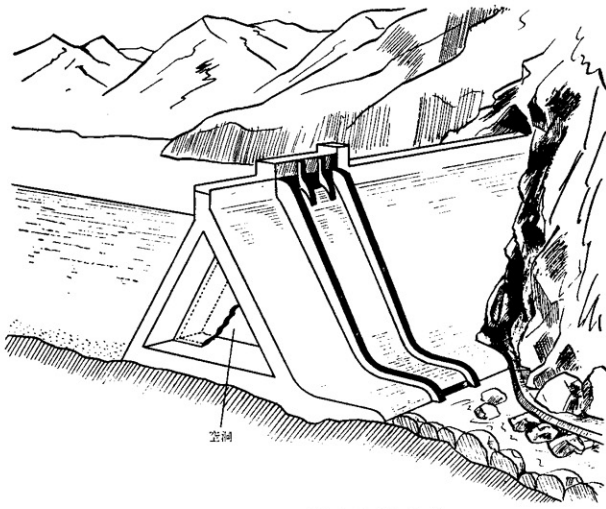
昭和37年度を目標として策定された新長期経済計画中のエネルギー部門に関しては、昨年末に電源開発調整審議会で水力438万kwを32~37年の6か年間に開発することが決定され、昭和32年3月現在における既設水力部門の設備能力960万kwに対し、45%の増設が実施されることになった。

一方、昭和50年度を目標とした電力需給の想定が経済審議会のエネルギー部会に提出されたが、これによればその時の需給に応ずるためには、新たに水力発電1,440万kw、火力発電960万kw、原子力発電800万kwを建設しなければならないとされている。

既に着工され、目下盛んに工事が行われている水力発電所の設備能力は合計330万kwであるが、上記の計画に従えば、昭和50年までに約1,100万kwの水力発電所が建設されることになる。昭和31年度に行われた第4次包蔵水力調査の中間発表によると、未開発水力資源として3,600万kw程度が推定されているが、そのうちの約4割に当る包蔵水力が昭和50年までに順次開発されることになる。

大貯水池式ダムと建設費の軽減

水力地点の開発について、従来はベースを水力に、ピーク時を火力に依存する水主火従方式を採ってきた。しかし、最近導入された新鋭火力発電所では、もっぱら熱効率の関係から24時間稼働が行われるために、ベースを火力におき、ピーク時を水力に依存する火主水従の傾向が現われた。この



ホロードムの概念図

ことは同時に 発電コストの高価な水力の使用を可能にしたことにもなる。

一般に水力発電 ことに調整能力をもつ大規模貯水池式の発電では 膨大な工事費のほかにも工事費の15%に達するといわれる多額の水没補償費を加算せねばならぬので 発電原価が非常に高くなる。火主水従方式となっても水力電気原価を無制限に上昇させるわけにはいかないので 建設費をいかに低減させるかということが工事関係者の間で真剣に考えられ その結果新様式ダム採択や 新式強力な土木機械の使用などの点において それぞれ着々と合理化が行われ 工期の短縮化をもたらすまでに至った。

このような建設費の軽減策に発した土木技術の進歩に対応して 電源関係の地質調査の内容にも幾多の影響が現われている。

新しい型のダム

従来ダム建設といえば 大半は重力ダムのことであ

った。基盤の岩石に支持力があり 断層などの漏水を起す心配がなければ 重力ダムは大抵のところどころに造ることができたから ダムの地質調査は余り困難な問題に直面することが少なかった。しかし 最近計画される大きなダムは 建設原価を低廉に押さえるために コンクリート使用量の比較的少ないホロー式またはアーチ式を採用する向傾が生じたので 地質調査もこれらの新式ダムに適応した検討が必要となり 簡単には済まされなくなってきた。

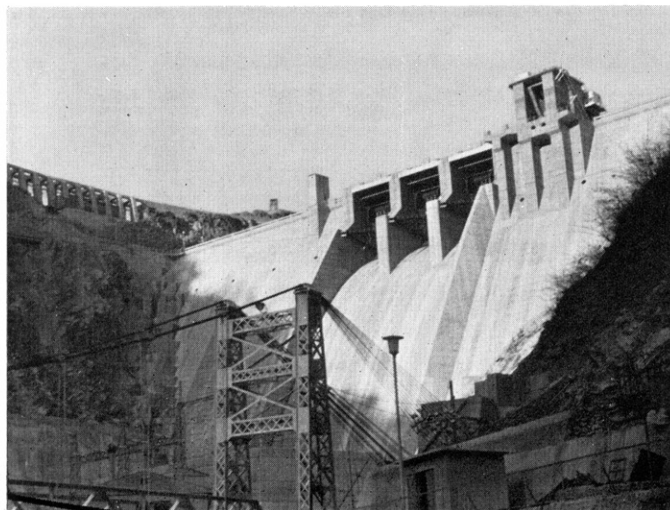
以上 この新しい型式のダムの解説を兼ねて ダム地点の地質がいかに設計・工事に影響を及ぼすかという点を紹介してみよう。

ホロードム

これは重力ダムの内部をくり抜いた形のダムで ダム本体は幾つかのブロックに分かれ そのブロックの内部に空洞が設けてある。重力ダムと違って 階段状に基礎岩盤を切取ってその上に1ブロックのダム体を設け コンクリート部分の構造的強度を利用して 水力などの外力を押さえようというのが特長である。

わが国では昭和32年10月に竣工した大井川中流の井川ダム(ダム高103m)において 初めてこの様式が採用され 続いて吉野川上流の大森川ダム(ダム高72m)が工事中であるが 今後は重力ダムに代ってこの様式が採用される可能性が多くなるであろう。

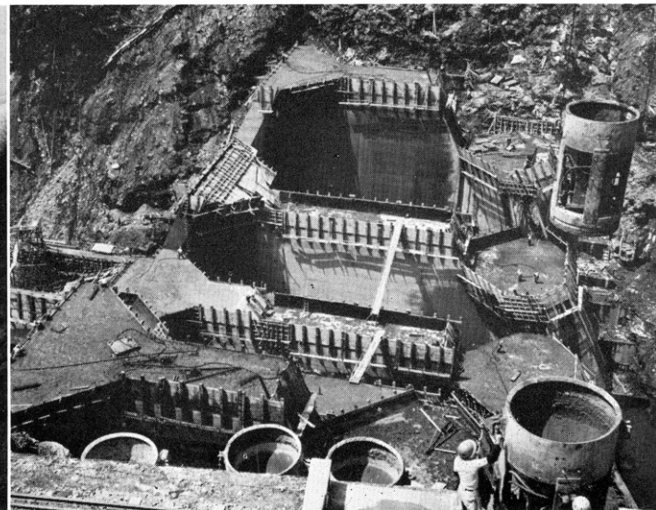
井川地点の地質は 中生層と推定される砂岩と粘板岩との互層を主とし 所々に千枚岩・チャート・珪質粘板岩がはさまれ 小さな破砕帯がダム中心線をわずかにはずれ川を横断して走っているという状況にあ



井川ダム
(ホロー式)

(中央に越流式洪水吐けがあって 毎秒2,400万m³を処理する)

高さ: 103.6m 総貯水量: 1億5,000万m³
最大出力: 62,000kw 流域面積: 459km²
地質はいわゆる時代未詳中生層の砂岩 粘板岩の互層
所在: 静岡県安倍郡井川村(大井川水系)
竣工: 昭和33年10月 所属: 中部電力K.K.



建設中の大森川ダム(ホロー式) 33.7.1 現在
〔四国電力K.K.提供〕

る。谷はV字非対称型で 右岸側は急斜面 (55°) をなして上記の地層が多少風化して露出し ややゆるやかな左岸側の斜面 (40°) には厚い表土が上記の地層を覆っている。谷底の砂利層はわずかに 2~3m で その下も全く同じような地層である。このような地質・地形状態にある場所には 従来は重力ダムが採用されており ここにも当初は重力式ダムが計画されていたのであった。

このダムがホロー式に切替えられたために使用したコンクリート量は 空洞部直下の風化されやすい岩盤を被覆するのに要したコンクリートをも含めて 当初の計画の約 80% の量で済み 空洞直下の部位はダムコンクリート打設と無関係の位置であるから 基礎強化のためのグラウト工事が この場所を利用してダムコンクリート打設中にも並行して実施され 工期を3ヵ月早めることができた。もし基礎岩盤が充分堅硬で欠陥のない地質であったならば さらにコンクリート量の節約と工期の短縮ができたであろう。

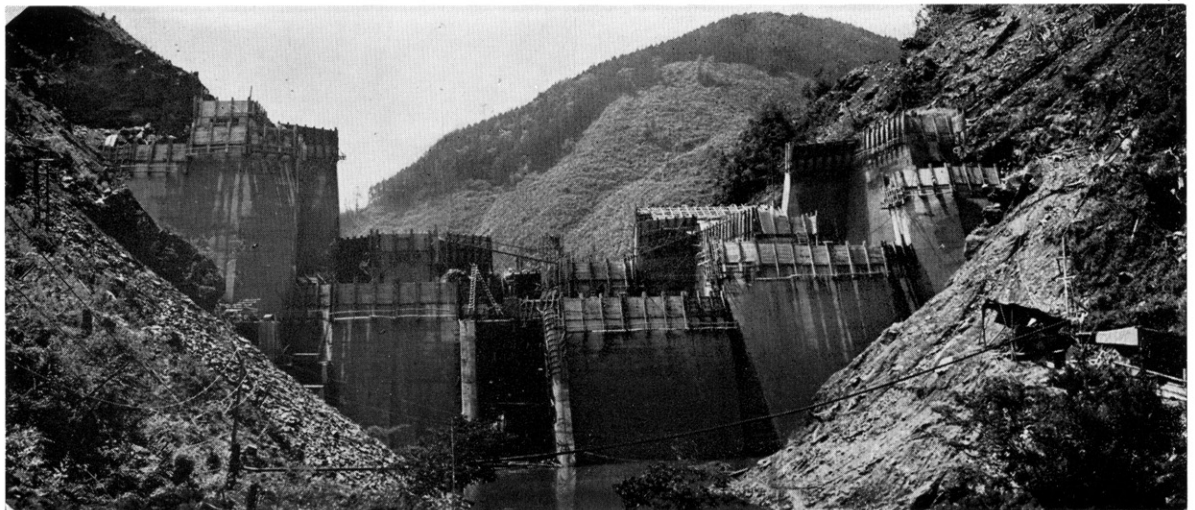
地質および地形の観点に立ってホローダムを採用する基準を述べると 堤高に対して谷幅が比較的ひらけた地勢の箇所に有利であり 空洞部直下の地面に水圧による滲透水の湧出がないと思われる地質のところのぞましく したがって地盤の透水性の検討・断層の走り具合などに関し 慎重な調査が必要となる。また両斜面の風化深度を見極めて掘さく面の決定に万全を期し もし堤体を形成する各ブロックが歪を起すような滑動・変形などを生じやすい岩盤 (たとえば蛇紋岩・千枚岩などの) 場合には できるだけ避けるか もし

くは撤去して コンクリートで置き換えて合をこしらえるなどの対策が必要である。要するに 重力ダムのようにただ堤体の自重で水圧を押しさえるという原始的な構造物と異なり ホローダムは数理計算で固めたいかにも近代的構造物らしい繊細なものである点に注目して 地質の検討を行わねばならない。

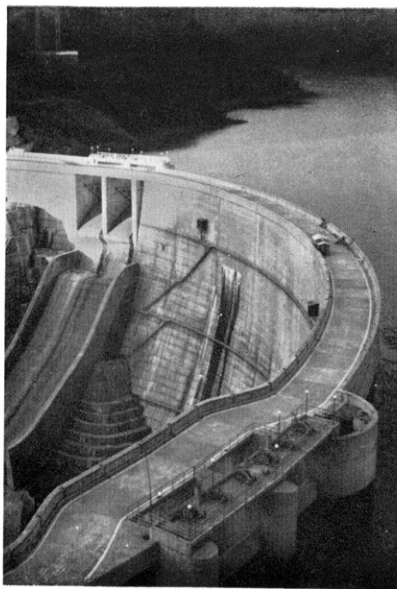
アーチダム

アーチ式というダム型式が 財政状態がわが国に類似したイタリア・フランスで輝かしい発展を遂げていることは 工費の廉価である点に一つの特長がある。わが国では 洪水量が河幅に比し著しく大きいことと地震に対する設計上の不安があったために 従前には採用されなかったものである。しかし 昭和31年に耳川上流に上椎葉ダム (ダム高 110m) 昭和31年に日置川に殿山ダム (ダム高 64.5m) が竣工して以来なじみ深いものとなり 現在工事中的阿武川の佐々並ダム (ダム高 62m) 黒部川の黒部川第四ダム (ダム高 182m) など 今後ますますこの様式が採用される機運となった。上椎葉ダムの場合に 同じ地点へ重力ダムを建設する場合と比較して コンクリート量がわずか 42% で足りたように 堤体の体積を極度に節減できるので 開発費を少しでも節約しようという要請に応じられる特色が一層この様式の普及を促し 技術研究を進展させつつある。

さて コンクリート量を節減できるとはいえ ダムサイトの谷幅が狭く その断面形がU字谷に近く (谷幅: 堤高=1:0.4 が経済的限度) かつ両斜面の岩盤が硬砂岩・チャート・花崗岩・アプライトなどのようにとくに堅硬で均一性がある場合以外には この様式の



大森川ダム えん堤コンクリート打設状況 33.7.17 現在 (四国電力 K.K. 提供)
 堤高: 72m 総貯水量: 19,120,000 m³ 最大出力: 11,800 kw 流域面積: 21.5 km²
 所在: 高知県土佐郡本川村 (吉野川水系) 竣工予定: 34年4月



上 椎葉ダム
(アーチ式)
このダム独特のスキージャンプ式洪水吐けがみえる
堤高: 110 m
総貯水量: 7,600万 m^3
最大出力: 90,000 kw
流域面積: 119.3 km^2
地質はいわゆる「時代未詳中生層の硬砂岩で粘板岩をはさむ」
所在: 宮崎県東臼杵郡椎葉村〔耳川水系〕
竣工: 昭和30年
所属: 九州電力K.K.

ダムは建設に著しい困難を伴うので アーチダムの設計に適した地点はそう各地に存在するものではない。

しかしながら地質条件に多少の欠陥があっても そのダム予定地点が経済的に有利であれば その欠陥も充分補うに足る基礎岩盤の改造工法を施して 建設するという傾向が多くなってきた。すなわち基礎岩盤内に堤高の半分またはそれ以上の深度にまでセメントを圧入して(グラウト工法……最大圧力 60~80 kg/cm^2)当初 1×10^{-3} cm/sec の透水係数であった地盤を 2×10^{-7} cm/sec にまで固結化した例があり また断層・節理・粘土のはさみなどに対しては これを徹底的に掘り削って コンクリートブロックに置き換えたりすることは日常茶飯事である。また地山がコンクリートよりも柔らかく 場所によっては弾性係数がその $\frac{1}{10}$ しかないような場合に アーチの端面にサドルをつけて

コンクリート岩盤との接触面に作用する応力を所望の大きさにする例が 外国で行われている。

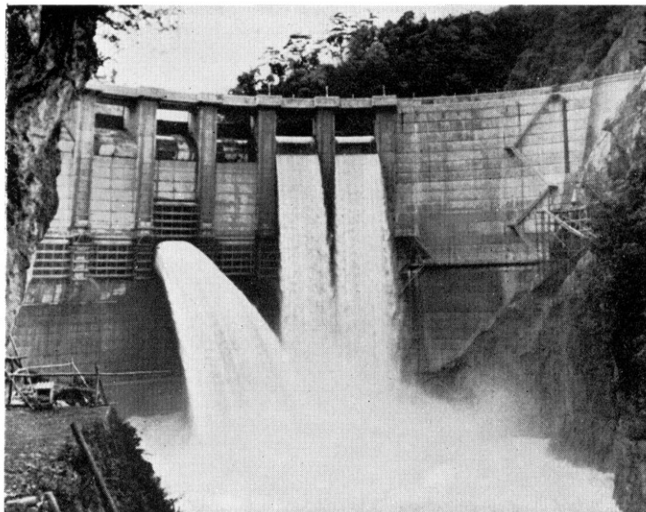
結局 アーチダムも数理計算の上に立った近代的構造物であるから そのダムサイトの地質調査に際しては 端面に接する岩盤の種類の検討・岩盤の弾性係数の測定・断層・節理・粘土のはさみの存否など およそ“地山の安定”に関係あると思われる事項について綿密な資料を充分に取りそろえる必要がある。

今後のダム調査の傾向

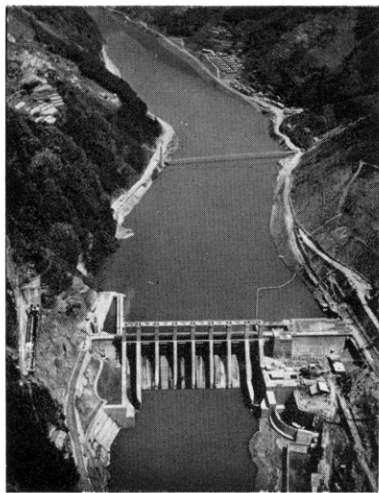
ダムサイトの地質調査は 新鮮な岩盤に達するまでの風化層の厚さ 基礎岩盤の強さ 漏水や堤体の滑动ひいては崩壊の原因となる断層・節理・岩脈などの分布 地下水に触れて理化学的変化を起すような岩層(蛇紋岩・石灰岩・千枚岩・頁岩など)の分布を究明することが目的である。このために 最初地表調査により 次いで試錐や横坑・堅坑・河底トンネルによる調査を行って ダムサイトの地質状況を図上に表現しそれによってダムの設計や作業の段取りや建設費の見積りが行われる。

理論数式を用いて精密な計算がなされ それによって設計が行われる新様式のダムの登場は 以上の調査をさらに厳密に寸分の狂いも許されぬというきびしい条件のもとで行うこと以外に さらに岩盤の堅さなどのいわゆる“岩石の物理性”を定量的に表現するという題目が新しくつけ加えられた。

したがって今後のダムサイトの調査に当っては 単なる地表調査以外に“岩石の物理性”たとえば岩石の

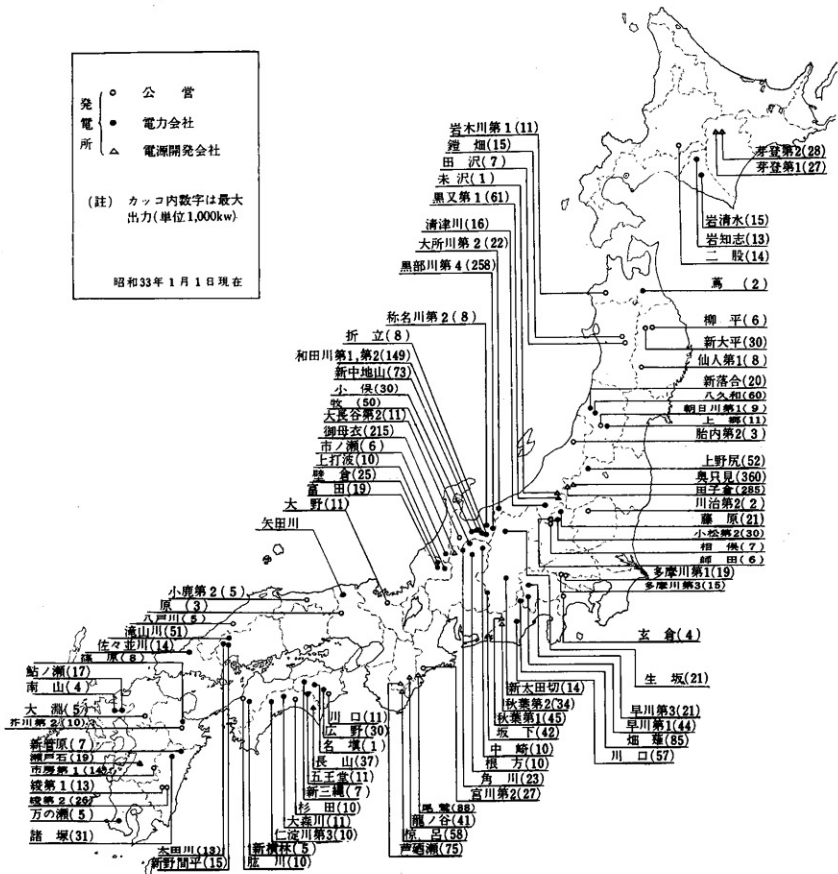


完成した殿山ダム(アーチ式) 堤高: 62 m 最大出力: 15,000 kw 総貯水量: 30,643,000 m^3 地質は時代未詳中生層中の礫岩 所在: 和歌山県西牟婁郡大塔村〔日置川水系〕
工事中の殿山ダム (関西電力K.K.提供)



秋葉ダム (電源開発 K.K. 提供)
重力ダム 33.7.15 完成
静岡県静岡市駿河区

発電所
 ○ 公営
 ● 電力会社
 △ 電源開発会社
 (注) カッコ内数字は最大出力(単位1,000kw)
 昭和33年1月1日現在



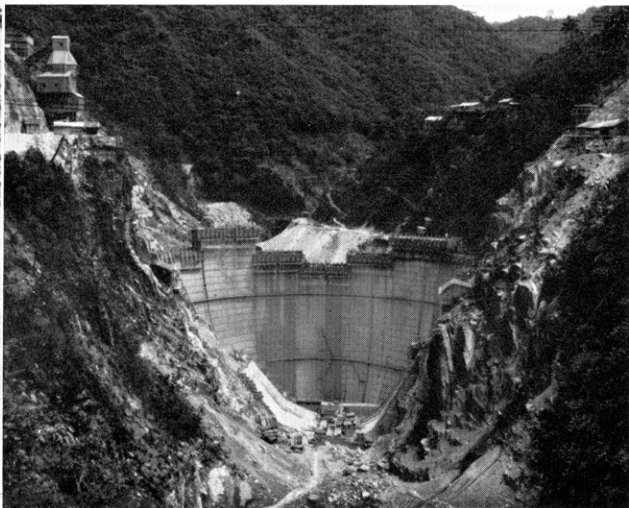
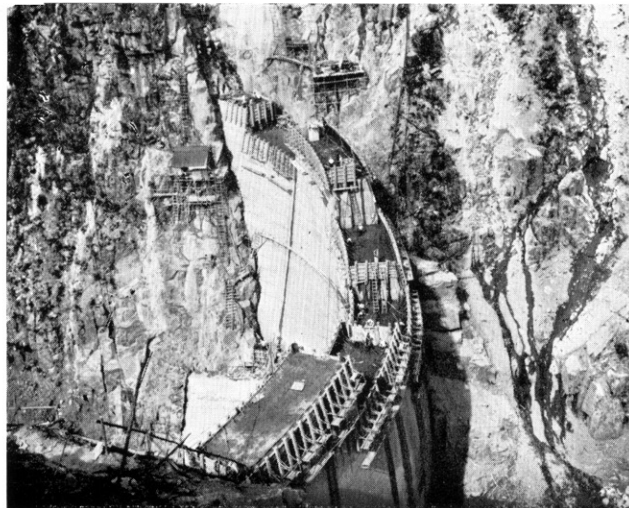
堅さ 弾性係数 透水性の理論的取扱いや 野外または室内実験で出された数値が実際と比較してどの程度の誤差をもつものか さらに新しいしかも簡易な測定法など 多くの未解決の問題を処理せねばならない状況下にある。

地質調査所でも 今後はダムの基礎岩盤の数理的取扱いについて 室内や野外で実験的に また理論的に研究を行い 進んで土木地質学の発展のために寄与しなければならない。

しかし その一面とともに 他方 多くのダムサイトの地質的背景 すなわち過去から現在に至るまでの

地球の歴史を通じて営まれ 繰り返された多くの地質現象の痕跡を細かく解析し それに統計的 広域的な処理を行って その結果が将来ダム予定地点の予察を行う場合に その地点の地質状態を判定するためのよい資料とすることができるように努めている。

(地質部 応用地質課)



〔左岸側から望む 33.6.20〕 工事中の佐々並川ダム(ドーム型アーチダム) 〔下流側から望む〕 (中国電力 K.K. 提供)

計画堤高: 62m 最大出力: 14,200kw 総貯水量: 2,010万m³ 流域面積: 91.45km² 地質: 半花崗岩 このダムは通称ドーム型アーチダムと呼ばれ 洪水時に 700m/secの水をダム中央から越流させるため ダムの天端を下流側に張り出させてダム基礎から遠く離し 落水による基礎の侵蝕を防ぐように作る。堤の厚さは下部で 8.8m 上方で 2.5m という薄肉アーチダムの典型的なものである。
所在: 山口県阿武郡旭村 阿武川水系 竣工予定: 昭和34年5月