

30 既設アーチダムの補強に関する一考察

礫砂防・地すべり技術センター ○山口 聖勝
 " 半田 博幸
 徳島県土木部砂防課 宮城 正義

1. はじめに

わが国におけるダム建設の変遷について簡単に述べると、昭和20年代後半までは重力式コンクリートダムが多く採用されてきた。その後、戦後の物資欠乏の時期には単価が上昇しても堤体積を減少させることにより経済性を追求するという観点からアーチダム、中空重力ダムへと変遷した。そして、昭和30年代後半からは大型施工機械による大量施工と、ダムサイトの近傍で得られやすい材料を利用するという方向で、単価の引き下げによる経済性を追求したフィルダムが脚光を浴びるようになり、最近では合理化施工法の研究がなされている。

このようにして建設されてきたダムの規模は、現在において上流域の土砂処理計画の見直しにより、土砂捕捉機能の向上が求められる場合には、新規ダムの投入又は既設ダムの嵩上げ等により対処している。

本報告は徳島県板野郡土成町字鈴川地先の鈴川谷に、昭和36年度に完成した高さ15.0mのアーチ式砂防ダムの嵩上げ補強方法について検討したものであり、過去の既設ダムの嵩上げ例として数多くみられる重力式ダムと異なるため、その検討内容に関し一考察述べるものである。

2. 既設アーチダムの形状

表-1にダム諸元を、図-1に現況アーチダムの形状を示す。

表-1 ダム 諸 元

ダ ム 高	15.0 m
アーチ半径	50.0 m
中 心 角	118°00'~50°25'
ダム堤頂長	131.0m (アーチ部103.0m、重力部左岸18.1m、同右岸9.95m)
天 端 厚	1.85 m
底幅(最大)	4.85 m
上流面法勾配	1:0.1
下流面法勾配	1:0.1

図-1よりアーチダムの形状は、水通し中心線から右岸10m、左岸34mのところダム底面が5.5m上がり、アーチ中心角が急激に変化している。すなわち、E.L. 131.32より上部については、右岸・左岸の中心角はほぼ同じであるが(兩岸とも59°)、E.L. 131.32付近で右岸側で急激に小さくなる(右岸約18°、左岸約45°)。

また、左岸側のダム底面の掘削線は、約1/3.2程度とアーチダムとしては非常に緩勾配となっている。

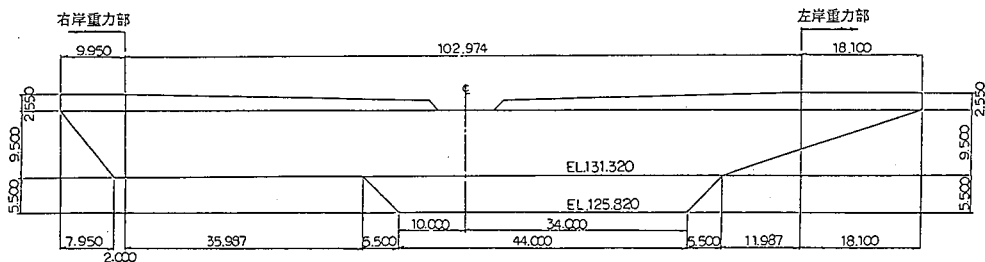


図-1 現況アーチダムの形状

基礎岩盤は、和泉層の砂岩で構成されており、所々に頁岩を挟み、全体に亀裂が多く岩級区分としてはD~C_L級である。

まず、許容応力について述べる。ダムコンクリート試験結果によれば、コンクリートの圧縮強度は、 $186 \sim 237 \text{ kg/cm}^2$ となっており、引張強度としては、その $1/10$ 程度の $18 \sim 23 \text{ kg/cm}^2$ は期待できるものと思われる。安全側の値としてこれを 18 kg/cm^2 とし安全率を常時 3、地震時 2 とすると、許容引張応力は常時 6 kg/cm^2 、地震時 9 kg/cm^2 と考えられる。

解析の結果、2ケースとも最大圧縮応力は許容応力内におさまるが、最大引張応力は水通し中心線から右岸10mの上流側ダム底面に発生し、許容応力を若干上まわる結果となった。

ここで、アーチ構造を E L. 131.32 以上と考えた場合 (ダム高 9.5 m) について応力解析を行った結果、満砂-平常時ではクラウン上流面の E L. 131.32 に最大引張応力が発生し、上記と同様許容応力を若干上まわる結果となった。

嵩上げに伴いダム堤体に発生する応力は大きくなるので、3.の検討結果より許容応力内におさまらないこととなる。

① ダム底面の応力状態及びアーチ形状を改善するために、E L. 131.32以下をプラグ構造とし、アーチ構造としてはE L. 131.32以上とする。

また、左右岩に設けられた重力部については、ダム本体からのアーチ応力に対して十分に安定性を保ち、背面の岩盤へ伝えうるか検討を行った。すなわち、

- [illegible]

— 112 —

の2点につき計算を行った。なお、②については最も危険な断面、ダム取りつけ部軸方向1.0mあたりで検討した。

その結果、前記したように現行と当時の設計手法、設計条件等に対する考え方の相違により、若干安全率を下回る結果となった。そこで、左右岸重力部を増厚することにより補強することとした。

なお、嵩上げ補強方法の検討については、アーチ式と重力式の2ケースについて行った。その結果、コンクリート量及び型枠量ともにアーチ式のほうが少なくて済み経済的であるので、嵩上げ補強方法としては、アーチ式という結果になった。

5. 嵩上げ補強後のダム本体応力解析

5.1 荷重条件

ダム本体応力解析に用いた荷重の組合せは、表-2より満砂-平常時、満砂-洪水時、未満砂-平常時、未満砂-洪水時の4ケースである。

また、解析に用いる数値は表-3のとおりである。

表-2 荷重の組合せ

荷重の組合せ	自重	静水圧	堆砂圧	地震時動水圧	地震時慣性力
満砂-平常時	○	○	○	○	○
満砂-洪水時	○	○	○		
未満砂-平常時	○	○		○	○
未満砂-洪水時	○	○			

表-3 解析に用いる数値

コンクリートの単位体積重量	$\gamma_c = 2.35 \text{ t/m}^3$
水の単位体積重量	$\gamma_w = 1.00 \text{ t/m}^3$
堆砂の水の中単位体積重量	$\gamma_s = 1.20 \text{ t/m}^3$
越流水深	1.80 m
土圧係数	$C_e = 0.30$
設計震度	$K = 0.24$
コンクリートの弾性係数	$E_c = 2.0 \times 10^4 \text{ kg/cm}^2$
コンクリートのポアソン比	$\nu_c = 0.20$
岩盤の弾性係数	$E_R = 1.0 \times 10^4 \text{ kg/cm}^2$
岩盤のポアソン比	$\nu_R = 0.20$

5.2 嵩上げ補強後のダム本体応力解析

嵩上げ補強後のダム本体応力解析は、図-3に示すようにE.L. 131.32以下をプラグ構造としアーチ構造としては、E.L. 131.32以上と考えたためダム高は10.5m、天端幅及び底幅は下流面に1.0m増厚したためそれぞれ2.85m、4.95mとして、荷重分割法により行った。

アーチ要素及び片持梁要素の構成は、図-4に示すようにそれぞれ7と14個で組まれている。ただし、E.L. 141.82以上では越流部による切欠きがあるので、アーチ作用はないものと仮定している。

応力解析の結果を表-4に示す。この表より、最大圧縮応力は満砂-平常時の13.8 kg/cm²、最大引張応力は同じ条件時の-6.1 kg/cm²となっている（未満砂-平常時では最大圧縮応力は11.9 kg/cm²、最大引張応力は-5.1 kg/cm²）。

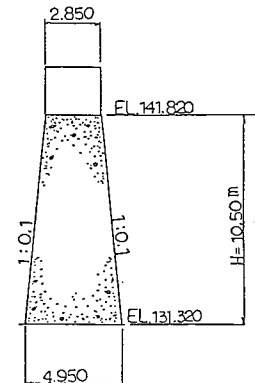


図-3 標準断面

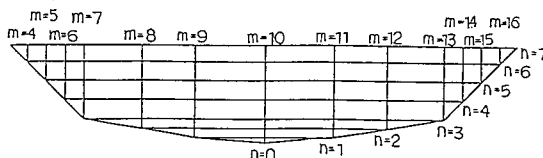


図-4 アーチ要素及び片持梁要素の構成

表-4 応力解析結果

	最大圧縮応力	最大引張応力
満砂-平常時	13.8 kg/cm ²	-6.1 kg/cm ²
満砂-洪水時	11.2 kg/cm ²	-5.1 kg/cm ²
未満砂-平常時	11.9 kg/cm ²	-5.1 kg/cm ²
未満砂-洪水時	9.2 kg/cm ²	-4.1 kg/cm ²

3.で述べたように許容引張応力としては、常時 6 kg/cm^2 、地震時 9 kg/cm^2 と考えられるので、応力的には特に問題ないことがわかる。

6. まとめ

アーチダムの形状は、ダム地点の地形によって最も重大な影響をうけ、断面の急激な変化や無理な変化は応力分布のかたよりをきたし、過大あるいは過小の応力を生ずる結果になる。

また、谷の断面が局部的に非対称の場合には、掘削及び人工アバットメントを設けるなどしてできるだけダム形状を対称とすることが望ましい。

本計画においても上記の件を考慮し、下部変化部をプラグ、両サイドを重力式アバットメントに置き換え、できるだけ対称アーチになるように嵩上げ補強を行ったものである。