

## 中規模重力式ダム熱応力軽減対策

レアー工法の採用によるコスト削減

Reduction of Thermal Stress in Medium-scale Gravity Dams

Layer System Cuts Down the Construction Cost

(土木建築部 水力開発G)

水力開発地点は今や河川の最上流部に移り建設費が増高傾向にあるため、技術開発によるコスト削減が重要である。通常、中規模ダムの施工ではコンクリートの水和熱に起因する温度ひび割れの問題から、堤体を縦横断両方向に分割するブロック工法が採用されている。今回、ダム用コンクリートのセメントにフライアッシュを加えセメント量を減すことにより温度ひび割れを抑え、1回のコンクリート投設面積が広くできるレアー工法を採用し、建設コスト削減が可能となった。

(Civil & Architectural Engineering Dept.,  
Hydropower Plant Civil Engineering Group)

Recently, hydropower development sites must be sought further upstream of rivers, resulting in ever increasing construction costs. Thus developing construction technologies to reduce the costs is of critical importance. Usually, medium-scale dams are constructed in a block system to prevent thermal cracks due to heat generated by hydration, from being generated in the concrete. In the block system, the dam is constructed by placing concrete blocks one on another vertically and horizontally. In order to reduce the construction cost which is high with the block system, we have made it possible to employ a layer system by adding fly ash to the cement, to reduce the quantity of cement used in the concrete and thereby preventing thermal cracks. With the layer system, much concrete can be placed in a greater area at one time.

### 1 研究の背景

セメント、砂利、水を練混ぜたばかりのコンクリートは数時間後から固まり始め、その強さを1~3日で急増させ、その後も長期に渡り強さを増していく。そのコンクリートが固まり、強さを増す時に熱が発生する。その発熱量はセメント量にほぼ比例する。

一般に、ダムでは堤体を縦横断両方向に分割(15m×20m程度の区画)したうちの1区画(ブロック)にコンクリートを所定の高さ(2m程度)まで打込み、これを各ブロック毎に打込み時期を変えつつ下層から上層まで繰り返し打ち上がって行く(ブロック工法と

いう)。留意すべきは、各ブロックの内部は打込み後の期間によって温度が上昇しており、また、外気に晒される各ブロックの表面は気象条件によって温度が低下することが多く、その温度変化と共に膨脹・収縮を生じ、時として、ひび割れを引起こすことである(温度ひび割れという)。

この温度による膨脹・収縮を許容値内に抑え、温度ひび割れを生じないよう万全を期しつつ、1回のコンクリート打設面積をできるだけ広くして建設コストを削減したい。

今回の着目点は、①フライアッシュ(石炭火力等で排出された時に残る灰のうち炭素の少ない良質な灰)

を適当量混入することによって、強さを減らすことなくセメントの量を減らし、コンクリート発熱量を抑えることと、②ブロック工法に代えて、ダムを上下流方向に一体化した区画(15m×40m程度)にコンクリートを所定の高さ(1m程度)まで打設するレアー工法(第1図)を採用した場合のコスト削減を検討することである。



第1図 レアー工法



## 2 研究の概要

一般的にダム用セメントとして用いられている中層熱ポルトランドセメントにフライアッシュを混入したコンクリートについて、施工性、熱・強度特性試験を行うと共に、この結果に基づき中規模重力式ダムを対象とした熱伝導・熱応力解析（第2図）を実施し、温度ひび割れに対する安全性について検討を行った。

この結果、フライアッシュを混入しセメントを減らしたレアー工法を採用した場合、最も温度ひび割れが生じやすいと考えられる真夏の打設箇所、上流面の隅角部、下流面の隅角部においてもひび割れに対して安全であることが分かった。（第3図、第1表）

## 3 成果の活用

この成果は先に運転開始した赤石水力発電所の赤石ダムに採用した。その結果、レアー工法採用による上

下流方向の打ち継ぎ目の省略ならびにフラッシュの混入によるセメントの減量等によって、ダム工事費の約2%を削減することができた。また、現在工事中の奥美濃水力発電所の鞍部ダムにも採用しており、今後、中規模の重力式ダムには採用可能である。

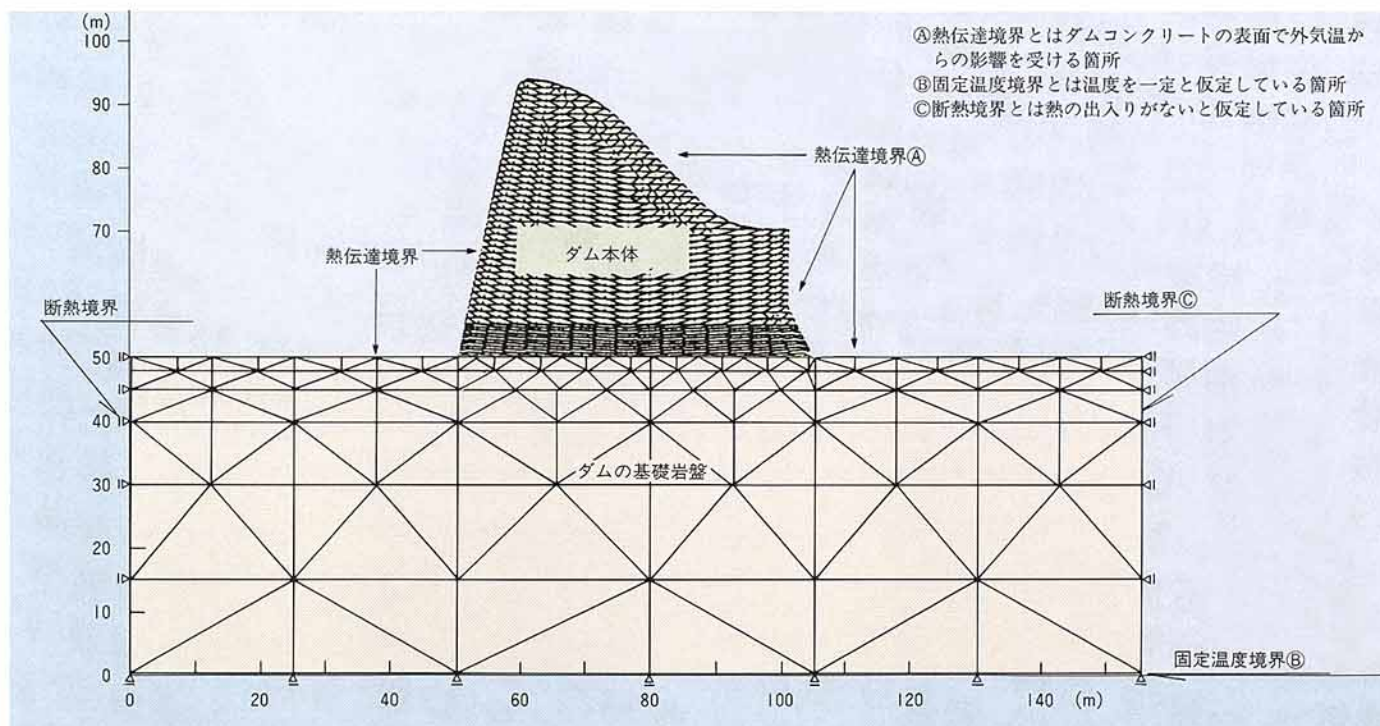
## 4 今後の展開

本解析のモデル地点に選定した赤石ダムにおける堤体温度の実測結果、ならびに現在行っている熱伝導・熱応力解析のフォロー計算の結果から、熱伝導・熱応力解析に関する各種の提言を行う予定である。

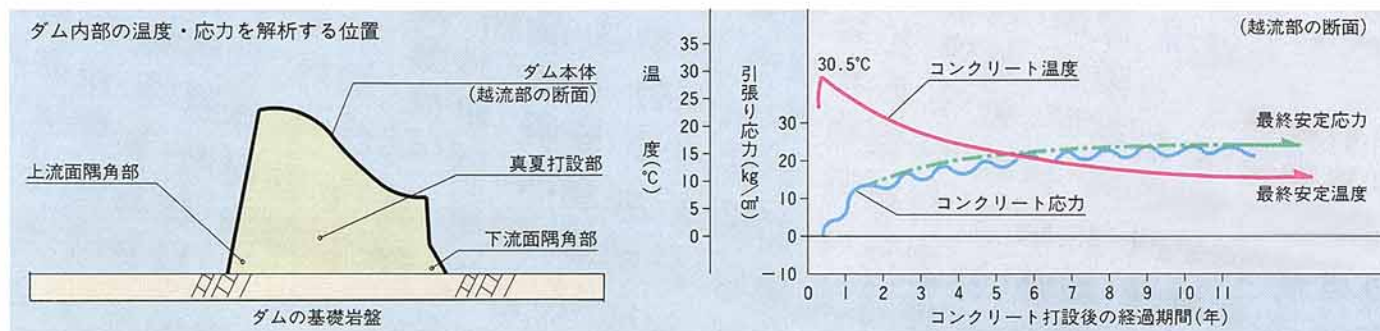
第1表 ダム堤体内の各部に生じる最終引張り応力と温度ひび割れ指数

堤体内部の位置	越流部	
	引張り応力 (kg/cm <sup>2</sup> )	温度ひび割れ指数
上流面隅角部	18.2	2.48
真夏打設部	18.3	2.11
下流面隅角部	20.0	2.59

(注) 温度ひび割れ指数≧1.5のとき、ひび割れに対し安全である。



第2図 ダムの熱伝導・熱応力解析のための要素分割と境界条件



第3図 ダム内部の真夏打設部における温度、応力の経時変化