

# 重力式コンクリートダムの温度応力に打設速度が及ぼす影響

コンクリートダムの建設工期短縮を目指して

## Influence of Placing Speed for Thermal Stress in Concrete Gravity Dam

Aiming at Shortening of Period in Concrete Dams Construction

(電力技術研究所 構築G)  
(土木建築部 水力G)

(Electric Power Research & Development Center, Construction Engineering Group)  
(Hydro Power Plant Group, Civil and Architectural Engineering Department)

重力式コンクリートダムを対象に、コンクリートの打設厚さの違いによる施工速度の差異が堤体内に発生する温度応力に及ぼす影響について、有限要素法を用いた温度応力解析により検討した。その結果、低発熱のコンクリートを用いた場合、打設厚さが厚く施工速度が速いほど温度応力上有利であり、ダムの建設工期の短縮が可能であることを示した。

It is considered that the influence of difference at placing speed which related placing thickness on thermal stress in concrete gravity dam by thermal stress analysis which used finite element method. As a result, it is shown to be advantageous on thermal stress, and to be able to shorten the construction term of the dam by fast placing speed that related placing thickness when the concrete of low heat is used.

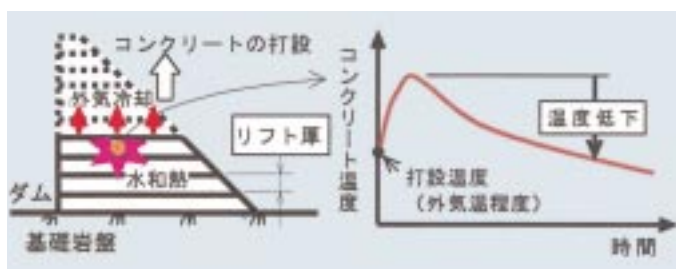
### 1

#### 研究の背景と目的

重力式コンクリートダムは、第1図に示すとおり、コンクリートをあるリフト厚（打設厚さ）で層状に打設し建設される。第2図に打設したコンクリートの温度変化を示す。外気温程度の温度で打設されたコンクリートは、硬化の過程で発生する水和熱により温度上昇し体積膨張する。最高温度に達した後、コンクリートは外気による冷却を受けゆっくり温度低下し体積収縮しようとする。しかしこの体積変化が、基礎岩盤や周囲のコンクリートによる拘束（外部拘束）や、コンクリートの温度低下量の分布が不均一であることによ

る拘束（内部拘束）を受け、コンクリートに引張応力が生じ、ひび割れが発生する可能性がある。コンクリートの温度低下量の分布に対する外部拘束と内部拘束による引張応力の発生とひび割れの発生状況を、第3図に示す。この引張応力はコンクリートの温度変化によって生じるため温度応力と呼ばれ、ダムにひび割れを発生させる可能性がある。このため温度応力は、ダムの安全性の確保において極めて重要な問題である。

経済的な重力式コンクリートダム建設のためには、コンクリートのより速い打設により、ダムの建設工期の短縮が望まれる。しかし、打設速度の向上はダムの温度上昇をもたらすため、打設速度が温度応力に及ぼす影響を把握する必要がある。



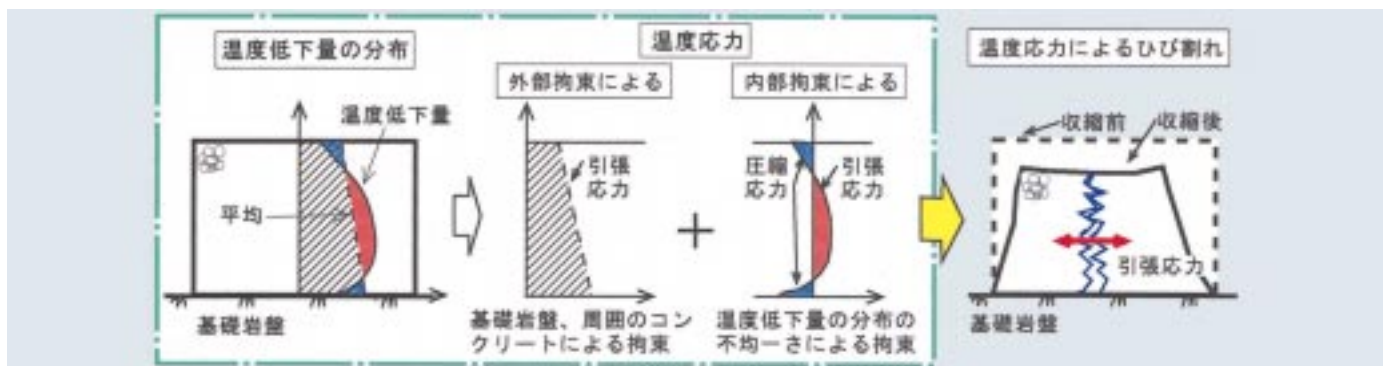
第1図 重力式コンクリートダムの建設

第2図 コンクリートの温度変化

### 2

#### 研究の概要

ダム高100m級の重力式コンクリートダムを対象に、有限要素法を用いた温度応力解析を、コンクリートの打設スケジュールや気象条件などの施工条件を詳細に考慮して実施した。リフト厚は一般的なリフト厚0.75mとそれより厚い場合とし、リフト厚の違いによ

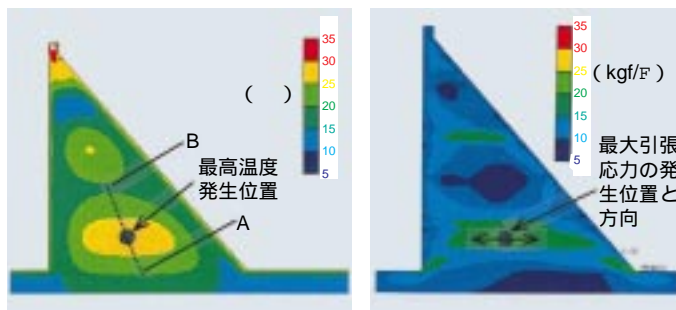


第3図 コンクリートの温度低下量の分布による引張応力とひび割れの発生状況

る打設速度の差異が、ダムの温度応力に与える影響とその理由について検討した。なおリフト厚は、ダムの規模や打設設備の能力からも制限されるものである。コンクリートは低発熱タイプで、内部用コンクリートの断熱状態での最高温度上昇量は、13 程度のものである。

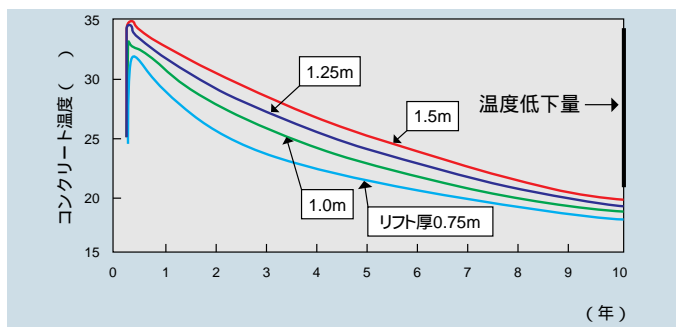
### 3 研究の成果

第4,5図に、温度応力解析により求めたダム打設終了時の温度分析と打設開始10年後の応力分布を示す。ダム内部の温度が高い範囲に大きな引張応力が生じている。最高温度と最大引張応力の発生位置を図中に印で示す。この位置はコンクリートの打設温度が最も高くなる夏場に打設したところである。この位置での温度と引張応力の経時変化を第6,7図に示す。第6図のコンクリートの最高温度はリフト厚が厚いほど高いが、低発熱のコンクリートを用いているためその差は

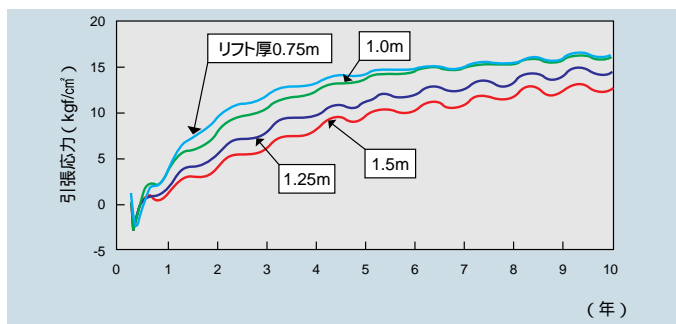


第4図 温度分布の例  
(リフト厚1.0m、打設終了時)

第5図 応力分布の例  
(リフト厚1.0m、10年後)



第6図 コンクリート温度の経時変化



第7図 引張応力の経時変化

小さく、最高温度到達時から打設開始10年後の温度低下量はリフト厚によらず同程度である。このため、外部拘束による引張応力はリフト厚によらず同程度といえる。しかし第7図の引張応力はリフト厚が厚いほど小さい。

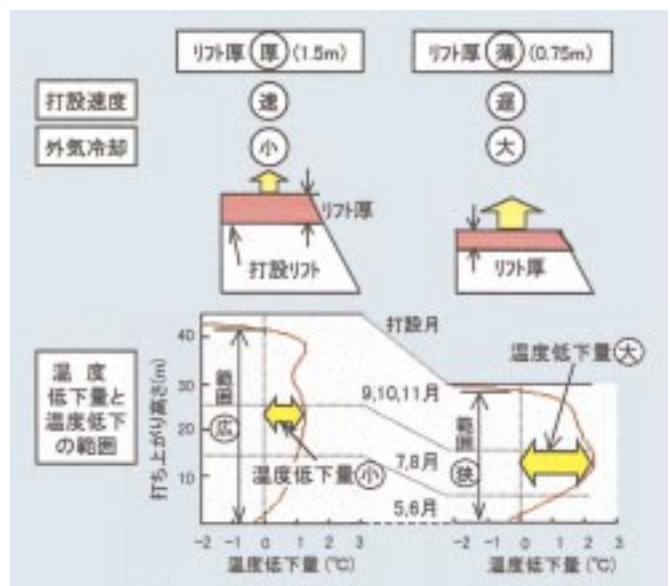
この理由を明らかにするため、第8図に最大引張応力が発生する位置付近のダム中央部の打ち上がり高さ方向(第4図中のAB線上)の温度低下量の分布を示す。リフト厚が厚く打設速度が速いほど、打設リフトが外気により冷却されにくいことと、外気温の季節変化によるコンクリートの打設温度の打ち上がり高さ方向の変化が小さいことより、温度低下量が小さいとともに、打ち上がり高さ方向の変化が広い範囲で小さい。よってリフト厚が厚く打設速度が速いほど内部拘束による引張応力が小さくなる。このため第7図の引張応力はリフト厚が厚いほど小さい。

以上、低発熱タイプのコンクリートにより重力式コンクリートダムが打設される場合に、リフト厚を一般的な厚さである0.75mより厚くしても、温度応力上問題ないことを明らかにし、ダム建設工期の短縮が可能であることを示した。

本研究により対象とした工法による重力式コンクリートダム建設の場合に、リフト厚が厚く打設速度が速いほど温度応力上有利であり、従来に比べ建設工期の短縮が可能であることとその理由を温度差の分布と温度低下量から明らかにした。

### 4 今後の展開

本研究成果を重力式コンクリートダムの施工に反映させ、ダムの建設工期短縮や建設コスト削減に資する。



第8図 温度低下量の分布のリフト厚による比較  
(最高温度到達後0.5~1年間)