

パイプクーリングを利用したひび割れ抑制に関する研究

法政大学大学院	○井上	一成
法政大学大学院	松下	裕輔
法政大学大学院	正井	資之
法政大学工学部	溝渕	利明

1. はじめに ダム等におけるパイプクーリングは、マスコンクリート構造物内の熱除去を目的としたものであり、これまではひび割れを抑制することに主眼をおくよりもむしろ堤体内の熱を急速に除去して施工継目の処理を目的に行われてきた。本研究では、パイプクーリングの実施によりコンクリート内部で温められた水を利用して表面部を温めるという方法を用いて、コンクリート内外温度差を軽減させ、内部拘束応力を緩和させ、表面ひび割れを抑制することについて検討を行っている。本報文では、この方法での最適条件を選定するためのパイプの配置間隔、流速などの条件について温度応力解析を行った結果について報告するものである。

2. 解析方法 本検討では、重力式コンクリートダムで適用した場合を想定した。解析では図-1 に示すようにダムの一部をモデル化することとし、幅 15m、高さ 10m、奥行き 30m の既設コンクリート上にリフト厚 2m で 3 リフト層状打設した場合とした。リフトスケジュールは 1 週間間隔とした。また、コンクリートの下流側には、あらかじめ内部にクーリングパイプを埋設した厚さ 15cm のコンクリート製プレキャスト板を設置するものとした。解析モデルのメッシュレイアウトを図-2 に示す。パイプは図-3 に示すようにリフト内とプレキャスト板を結んだ配管となっており、リフト内で温められた水をプレキャスト板に通水するようなレイアウトとなっている。また、図-4 にプレキャスト板内部でのパイプレイアウト例を示す。本解析では、中庸熱ポルトランドセメントを用い、単位セメント量は本方法の効果を確認するために 300kg/m^3 とした。また、打込み温度は 25 とした。熱物性値及び力学的特性値については、土木学会コンクリート標準示方書を参考とした。クーリング水の通水温度は 5 、パイプ内径は 2.5cm とした。本解析での検討ケースは、コンクリート部材内部のパイプの配置間隔を 0.5m ~ 1.5m、プレキャスト板内部のパイプの配置間隔を 0.3m ~ 2.0m 間隔、クーリング水の流速を 10cm/s ~ 70cm/s とし、計 120 ケースについて温度応力解析を行った。

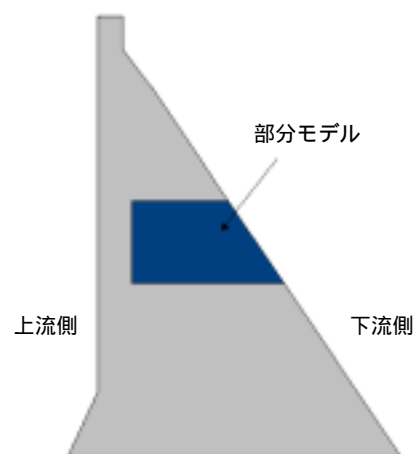


図-1 構造物の概要

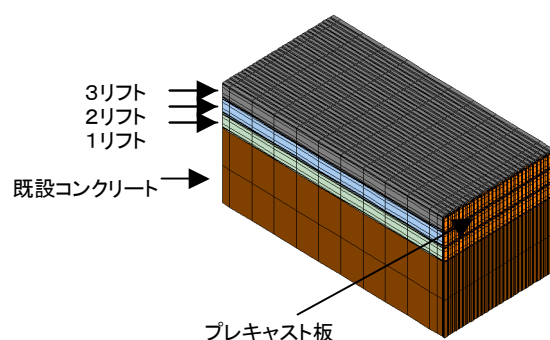


図-2 解析モデル（部材内パイプ間隔 1.5m、プレキャスト板内パイプ間隔 0.3mの場合）

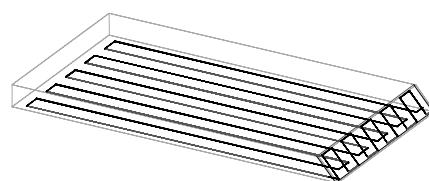


図-3 パイプレイアウト



図-4 プレキャスト板内部パイプレイアウト

キーワード：パイプクーリング、温度応力、内部拘束応力、プレキャスト板

連絡先：〒184-8584 東京都小金井市梶野町 3-7-2 法政大学工学部土木工学科 TEL：042-387-6286

3. 解析結果と考察 堤体表面と部材中央部との内外温度差を図-5 に示す。図-5 より通水開始直後から内外温度差は小さくなる結果となった。また、クーリング水の流速の増加により内外温度差の減少速度も増加する結果となった。ただし、速度を 20cm/s 以上とすると通水後 130 日前後で部材表面部よりも部材中央部の方が温度が低くなり、部材内の過冷却を招く場合も考えられることから、本検討においては流速を 20cm/s 以下とすることとした。次に、流速 10cm/s において、プレキャスト板内のパイプ間隔を変化させた場合の部材表面部でクーリングしないケースを 100 とした時の各ケースの応力比を図-6 に示す。図-6 よりプレキャスト板内のパイプ間隔を小さくするほど表面部の引張応力が低減される傾向にあった。また、部材内パイプ間隔を変化させた場合の部材表面部の応力比を図-7 に示す。図-7 より部材内のパイプ間隔を変化させても表面部の応力にほとんど影響していないのがわかる。したがって、今回実施した検討範囲内ではパイプ間隔を 1.5m としても十分表面部の応力緩和に効果があると考えられる。図-7 に示した各ケースでのひび割れ指数は図-8 に示すように部材内で温まった水を表面部に通水することにより、部材表面部のひび割れ指数は増加し、温度ひび割れの抑制に対して効果があるといえる。

4. 結論 マスコンクリート構造物において、パイプクーリングを用い部材内で温められた水を利用し、表面部を温めるといった方法を実施することによって、内部拘束応力を軽減させ、引張応力を軽減させることにより表面ひび割れを抑制する可能性のあることが明らかとなった。今後は、実構造物での適用を考慮した検討をさらに行っていく予定である。

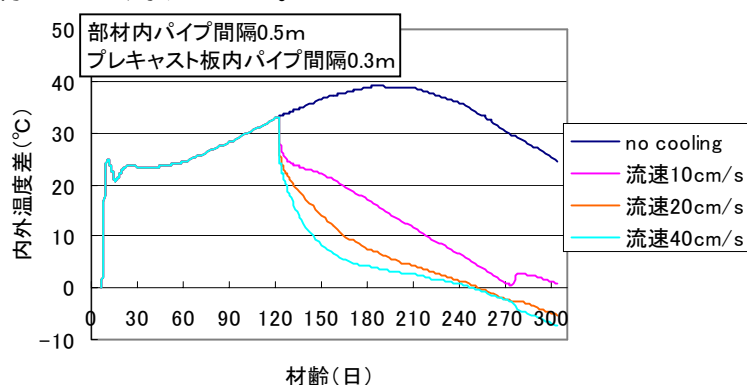


図-5 内外温度差

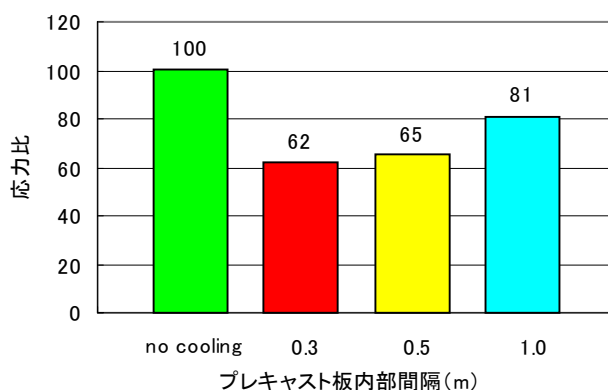


図-6 表面部の最大応力

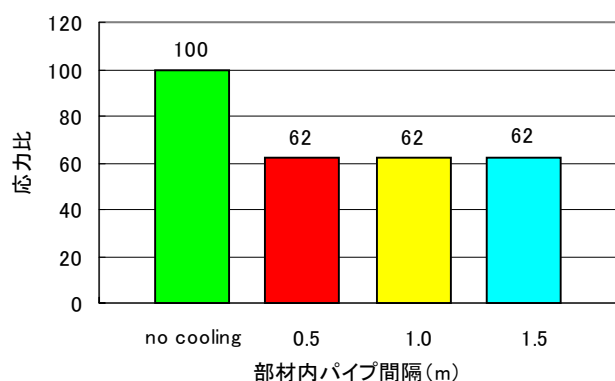


図-7 表面部の最大応力

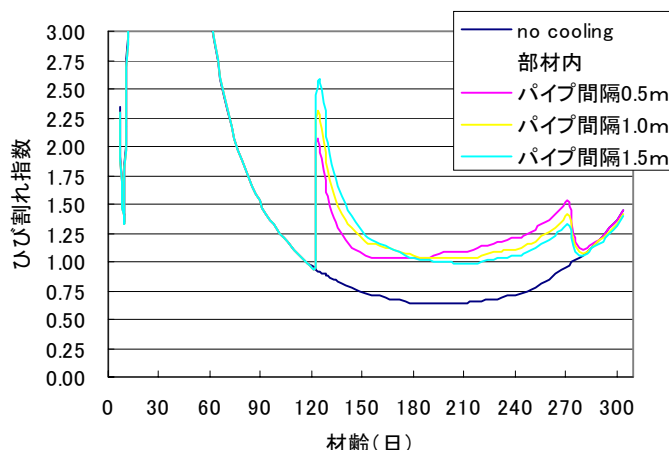


図-8 表面部のひび割れ指数

参考文献

- 1) 石岡英雄ほか：マスコンクリートのパイプクーリングによる温度応力の抑制，コンクリート工学年次論文報告集，Vol.9 No.2，pp.55-60
- 2) 田辺忠顕ほか：マスコンクリートのパイプクーリングによる熱除去効果の解析，コンクリート工学年次論文報告集，Vol.7，pp.37-40