

### 既設堤体下流面に構築する大規模増厚コンクリートの最高到達温度の低減実績

国土交通省四国地方整備局那賀川河川事務所 森本修三 白川豪人 中山雅登  
鹿島建設(株) 正会員 ○切島弘貴 中川 進 小川雄一郎 重松 明

#### 1. はじめに

長安ロダムでは、洪水調節能力の向上を図るために、洪水吐ゲートを2門増設するダム施設改造工事を行っている。既設堤体を大きく2箇所切削して撤去し、その下流部に新設洪水吐の一部となる増厚コンクリートを構築する。しかし、増厚コンクリートはマスコンクリートであり、打込みを夏季に行うことから、コンクリートの最高到達温度が高くなり、有害な温度ひび割れの発生が懸念された。

本文では、温度ひび割れ発生抑制対策として行ったコンクリート最高到達温度の低減対策の実績について報告する。

#### 2. 増厚コンクリートの概要と当初計画時の温度解析

増厚コンクリートとは、既設堤体を切削し、重量が減少した堤体の上下流方向の安定性を確保するため、堤体下流面にコンクリートを増厚(腹付け)施工するものである。増厚コンクリートは、BL.9,10とBL.11,12の2箇所を構築するが、今回報告するのはBL.9,10である。施工範囲は、幅、高さともに約30mで、体積は約12,600m<sup>3</sup>である。増厚コンクリートの全景を写真-1に、断面図を図-1に示す。



写真-1 増厚コンクリートの全景

増厚コンクリートは、マスな構造体で、上流側を既設堤体に拘束される。また、現場近傍の生コン工場で製造されるJIS配合コンクリートを使用して、夏季に打ち込む予定であったことから、温度応力によるひび割れの発生が強く懸念された。そこで、2次元FEM温度解析による検証を行った。温度解析の結果を図-2に示す。

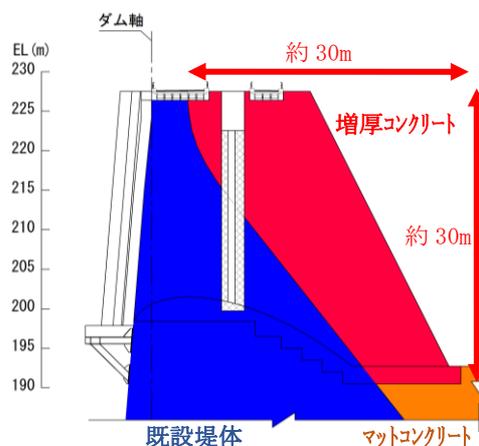


図-1 増厚コンクリート断面図

解析の結果、コンクリート最高到達温度は、7月～11月に打ち込む部分で全体的に高くなっていることが分かる。特に盛夏に打ち込む予定のEL.193.5m付近では、最高到達温度は54.3℃と比較的高い値になることが分かった。

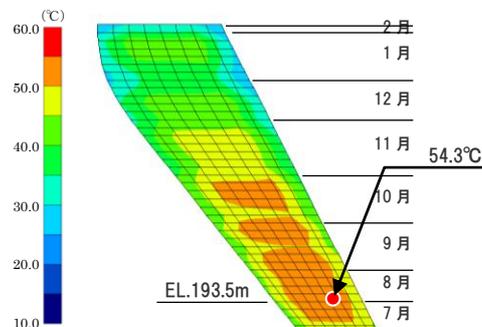


図-2 2次元FEM温度解析(当初計画)

#### 3. 最高到達温度を低減するための対策工の検討

現場の施工条件等を考慮し、コンクリート最高到達温度を低減するための対策として、①セメント種類の変更、②コンクリート打込み温度の低減を実施することとした。

これらの対策を実施することで、最高到達温度を大きく低減できると考えられる。しかし、温度ひび割れを抑制するための更なる温度低減対策として、③冷却水による湛水流水養生、④施工時期の変更も併せて検討し、追加実施することとした。

最高到達温度の低減対策一覧を表-1に示す。

キーワード ダム, リニューアル, 温度応力, 湛水流水養生, 低熱ポルトランドセメント, 液体窒素

連絡先 〒760-0050 香川県高松市亀井町1-3 鹿島建設(株)四国支店 TEL 087-839-3111

表-1 最高到達温度の低減対策の一覧

項目	当初計画	最高到達温度の低減対策
①セメント種類の変更	高炉セメントB種	低熱ポルトランドセメント
②コンクリート打込み温度の低減	-	液体窒素によるプレクーリング
③コンクリート打込み後の養生	湿潤養生	冷却水による湛水流水養生
④施工時期の変更(EL. 193.5m)	8月	10月

4. 対策工の実施内容

①セメント種類の変更による対策は、7月から11月に打ち込む部分で、高炉セメントB種を低熱ポルトランドセメントへ変更した。これにより、コンクリートの水和熱を低減させた。変更前後の配合を表-2に示す。

表-2 当初配合と変更配合

配合	セメントの種類	粗骨材の最大寸法(mm)	スランブ(cm)	空気量(%)	水セメント比 W/C (%)	細骨材率 s/a (%)	単位量 (kg/m <sup>3</sup> )				
							水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G	混和剤 A
当初配合	高炉B種	40	8.0	4.5	54.3	41.9	150	276	767	1096	1.96
変更配合	低熱				52.2		144	276	797	1110	2.76

②コンクリート打込み温度の低減対策は、液体窒素によるコンクリートのプレクーリングを実施した。液体窒素はローリーを使用して現場へ運搬し、噴射ノズルを介してアジテータ車の中に直接噴射した(写真-2)。液体窒素によるプレクーリングによって、コンクリート温度を2℃以上低減するように、液体窒素の噴射時間を調整した(2分程度)。



写真-2 液体窒素によるプレクーリング

③冷却水による湛水流水養生対策は、打込み箇所の近傍に設置したチラーにより20℃以下まで冷却した水を使用して、湛水流水養生を実施した(写真-3)。湛水流水養生は打込み直後から5日間を継続して行い、湛水深さは5cm以上とした。これにより、コンクリートの水和熱を早期に逸散させた。

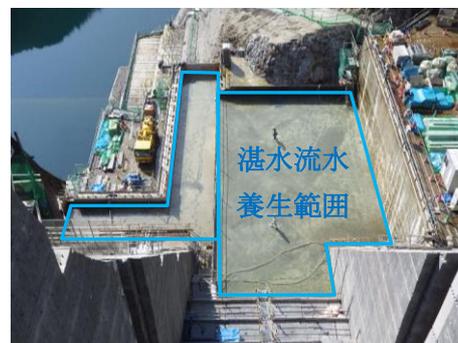


写真-3 冷却水による湛水流水養生

④施工時期の変更は、7月～2月に計画していた当初工程を、全体工程に影響を与えないよう各種工程を調整し、盛夏の打込みを避けた9月～4月へ変更した。これにより、最高到達温度が最も高いと予測されたEL.193.5mは、外気温が低い時期の10月へ変更した。

5. コンクリート温度計測結果

対策工の効果を確認するため、打込み後のコンクリート温度が最も高くなると予測されたEL.193.5mの増厚コンクリート内部に温度計を設置し、温度履歴(図-3)を計測した。

コンクリートの打込み温度は21.0℃であった。①、②の対策を実施したことから、コンクリート温度は打込み直後から緩やかに上昇し、7日後に最高温度32.3℃を計測した。これは、当初の温度解析の結果に比べ22℃の低減効果が得られたことになる。

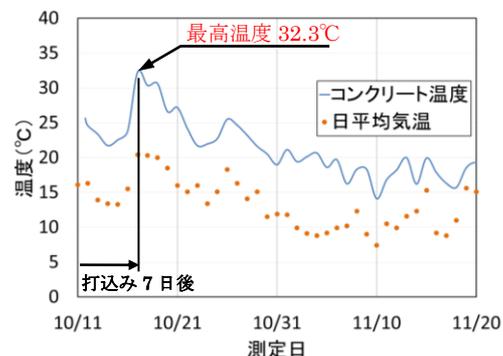


図-3 増厚コンクリート温度履歴(EL. 193.5m)

6. まとめ

長安口ダムを増厚コンクリートについて、温度ひび割れを抑制するため、コンクリートの最高到達温度に着目し、現場で対応できる全ての項目(コンクリート配合、打込み温度の低減、養生、施工時期の変更)について対策工を実施した。その結果、コンクリートの最高到達温度を大幅に低減することができた。