

熊追発電所改造工事におけるコンクリート品質確保の取組みについて

(株)熊谷組 正会員 ○蘇 茜 (株)熊谷組 正会員 神崎 恵三
(株)熊谷組 山下 則夫 (株)熊谷組 阿部 悟

1. はじめに

電源開発 (株) 熊追発電所は、石狩川水系幾春別川上流の桂沢貯水池に面した、最大出力 4,900kw の水力発電所である。近年、ダムの再開発が脚光を浴びており、熊追発電所下流に位置する桂沢ダムが北海道開発局の実施する開発事業により、11.9m 同軸嵩上げするため、貯水池に面する既設熊追発電所は水没することとなる。このため、当発電所は、敷地嵩上げ等の改造工事（逆 T 型擁壁を発電所外周に構築し、発電所側壁の嵩上げと擁壁内の盛土を実施（図-1, 2））と最新の水車発電機の更新を行うこととしている。¹⁾

本報文は、熊追発電所改造工事における発電所側壁と逆 T 型擁壁におけるコンクリートの品質確保の取組みについて記述するものである。

2. 対象構造物の概要

逆 T 型擁壁は、寸法が最大高さ 15m、壁厚 3.1m、延長が約 160m、数量約 6,000m³ のコンクリートで、計 15 ブロック（東 8 ブロック、西 7 ブロック）に分けて施工する（図-1, 2）。

また、発電所側壁は、高さが 27.6m、壁厚 1.5m、数量約 3,170m³ の箱型のコンクリートで、計 15 リフトに分けて施工する（図-1, 3）。

3. ひび割れ抑制対策

逆 T 型擁壁と発電所側壁とも壁厚が大きくマスコンクリートによる温度ひび割れ対策が必要である。対策として、逆 T 型擁壁は、ブロック延長が 10m 以上と長いため、誘発目地を設置する。発電所側壁のうち、東西北面については軽微なひび割れの発生を許容し、施工後コンクリート外周表面を防水材で覆うことでひび割れからの漏水等を防ぐこととした。これは東西北面が施工後土中に埋設されるため、紫外線等による防水材の劣化が少ないと判断されたためである。一方、南側側壁については施工後も外気にさらされ、防水材の劣化が懸念されることからひび割れの発生を抑制する対策として誘発目地とクーリング工法を組み合わせた対策を採用することとした。

4. 事前解析

事前解析として、逆 T 型擁壁は、スパン長が長い西側 5BL (L=12.0m) を選定し、誘発目地を設置することによる効果を、発電所側壁は、12 リフトでの誘発目地とクーリング工法による効果を記述する（図-4、表-1）。

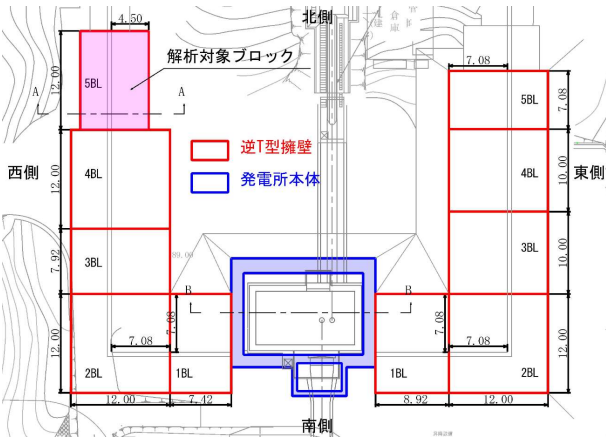


図-1 全体平面図

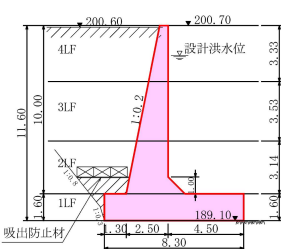


図-2 西側 5BL 擁壁

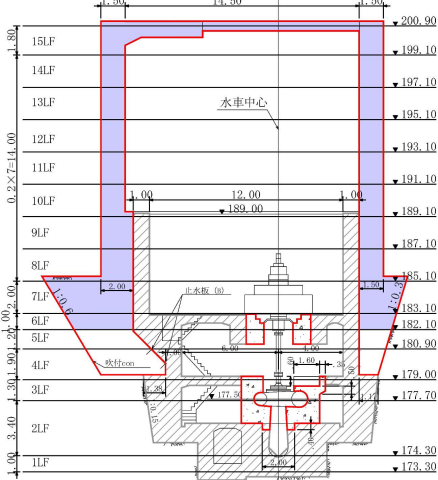


図-3 発電所本体側壁

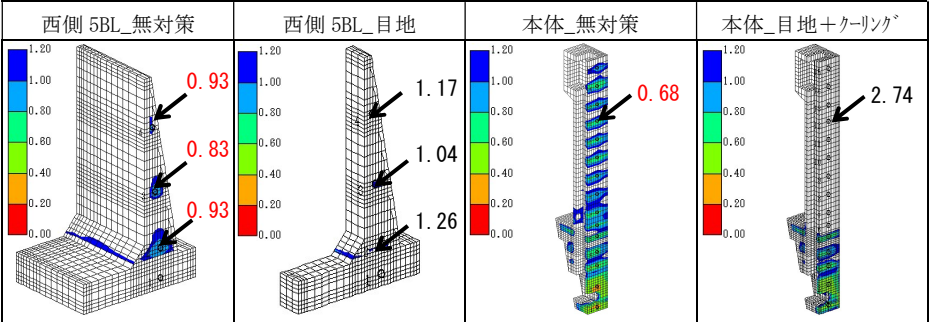


図-4 3次元 FEM 温度応力解析による予測解析結果（ひび割れ指数）

表-1 ひび割れ指数			
西側 5BL	リフト	無対策	目地
	2	0.93	1.17
	3	0.83	1.04
	4	0.93	1.26
本体	リフト	無対策	目地+クーリング ^a
	12	0.68	2.74

キーワード 温度ひび割れ、温度応力解析、マスコンクリート、注水併用エアークーリング工法

連絡先 〒162-8557 東京都新宿区津久戸町 2-1 (株) 熊谷組 土木事業本部 土木設計部 TEL03-3266-8525

図-4、表-1より、西側5BL擁壁の最小ひび割れ指数は、無対策の場合が3リフトで0.83、誘発目地設置により1.04に向上した。一方、本体側壁の最小ひび割れ指数は、無対策の場合が0.68で、誘発目地とクーリングにより、2.74（クーリング近傍位置）に向上した。

5. 注水併用エアークーリング工法の概要

今回、発電所側壁に採用したクーリングは、弊社が開発し、実用化した「注水併用エアークーリング工法」である。本工法は、冷却媒体を空気とし、クーリング管中にミストを噴霧し、水が気化する時の気化熱を利用してクーリング管中の空気の温度を低下させ、冷却効果を高めたものである（図-5）。仕様として、風速約20m/sec以上、ミスト（150ml/min、粒径100 μ m程度）を基本とする。²⁾

6. コンクリート打設状況

逆T型擁壁（西側5BL）における、誘発目地設置状況を示す（写真-1）。また、発電所側壁におけるクーリング実施状況を示す（写真-2, 3）。



写真-1 誘発目地の設置状況



写真-2 クーリング機械



写真-3 クーリング管設置状況

7. 実施工における温度計測結果

発電所本体の温度計測は、図-6に示すようにクーリング管の近傍（No. 1）と、クーリングの影響が小さいと考えられる位置（No. 2：離隔0.5m）に、いずれも打設高さのほぼ中央に熱電対を設置して行った。そして、12リフトにおいては、実施工で得られたコンクリート打設温度と外気温およびクーリング管内の温度から同定解析を実施した。

実測値とフィッティングした解析値の温度経時変化図を図-7に示す。クーリング管近傍の測点No. 1の計測値がクーリングの影響の小さい測点No. 2より16.9 $^{\circ}$ C程度の温度抑制効果を得ることが確認できた。また、フィッティング解析の結果、クーリング近傍のひび割れ指数は1.55となった。（図-8）

8. まとめ

施工時の環境条件を用いた再現解析結果は計測値とほぼ一致しており、当工法を適用する場合の解析手法が妥当であることが確認できた。コンクリート打設後4ヶ月が経過し、構造物に有害なひび割れは生じておらず、対策工法の有効性が確認された。

謝辞

最後に、ご協力いただいた電源開発株式会社をはじめ関係各位に、この場を借りて厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 有菌大樹, 高倉秀幸: 熊追発電所改造工事 計画と設計, 電力土木 No. 396, 2018
- 2) 熊谷康之, 水谷真琴, 神崎恵三, 中出剛: 壁式橋脚への注水併用エアークーリング工法の適用事例, 土木学会第71回年次学術講演会概要集, 2016

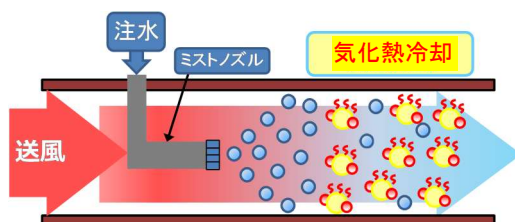
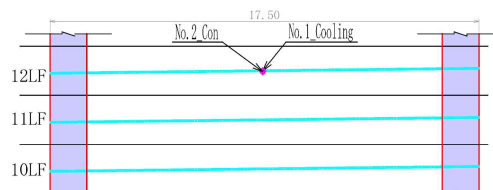
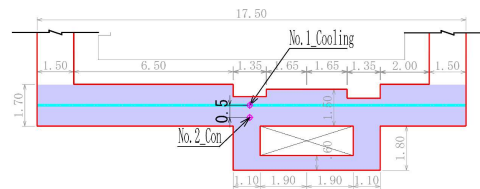


図-5 注水併用エアークーリング工法概念図



側壁縦断面図



側壁平面図

図-6 温度計測位置

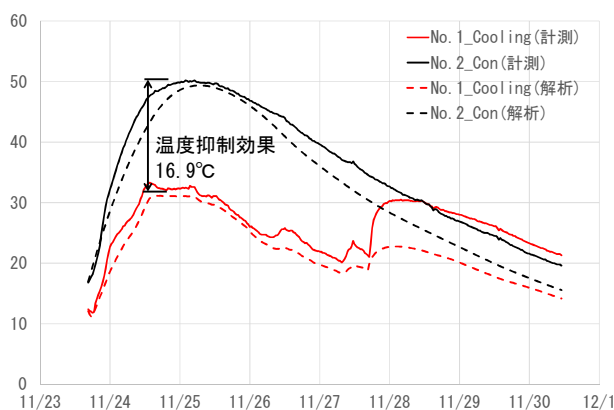


図-7 温度経時変化図

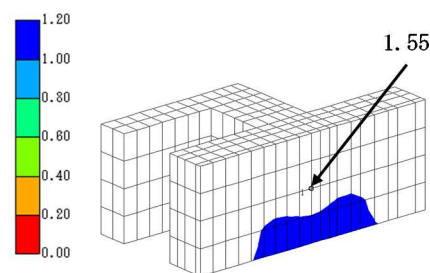


図-8 12リフト温度解析結果