

U型擁壁における温度ひび割れ抑制対策適用事例

(株)熊谷組 正会員 ○ オンマージン (株)熊谷組 正会員 神崎 恵三
(株)熊谷組 正会員 蘇 茜

1. はじめに

マスコンクリートである U 型擁壁道路構造物の側壁部において、温度ひび割れの発生が懸念された。このため、事前解析によりひび割れ対策を選定して施工を行った。さらに、実施工では温度計測を実施し、温度履歴結果を元に再解析を行い、対策の有効性を検証した。これらについて報告する。

2. 対象構造物の概要

対象となる U 型擁壁構造物は、最大高さ約 10.8m、最大壁厚 1.2m、延長 23.5m で、8 リフトに分けて施工する (図-1, 2)。コンクリート配合を表-1 に示す。コンクリート打設時期が夏季に予定されているリフトもあり、事前に 3 次元 FEM 温度応力解析を実施し、ひび割れ指数が 1.0 を下回る箇所について対策を講じることとした。

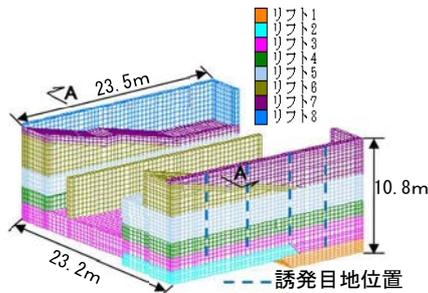


図-1 モデル図

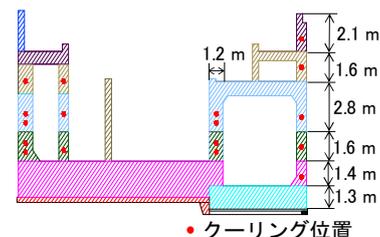


図-2 A-A 断面図

表-1 コンクリート配合

| 配合区分 | W (kg/m ³) | C (kg/m ³) | W/C (%) |
|------------|---------------------------|---------------------------|------------|
| BB24-12-20 | 163 | 299 | 54.5 |

3. 事前解析

ひび割れ対策として、誘発目地を全側壁に約 5m ピッチ (図-1) と、当社開発技術である「注水併用エアークーリング工法」を選択した (図-2)。2 つの対策を組み合わせ、全リフトにおいて事前解析を実施した。6 リフトに着目すると、最小ひび割れ指数は無対策の場合 0.66 で、2 つの対策により、1.23 に向上する事が分かった (図-3, 表-2)。

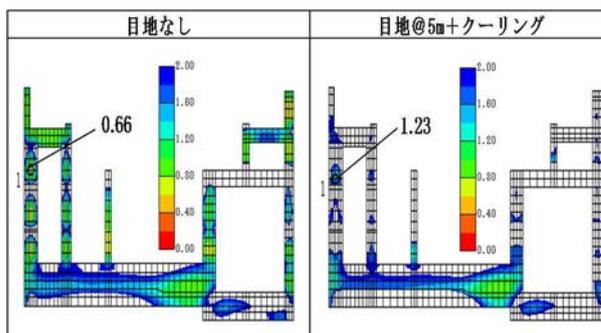


図-3 3次元 FEM 温度応力解析による予測解析結果 (ひび割れ指数)

表-2 ひび割れ指数

| リフト | ひび割れ指数 | |
|-----|--------|-------------|
| | 目地なし | 目地@5m+クーリング |
| 1 | 1.85 | 1.95 |
| 2 | 1.39 | 1.40 |
| 3 | 0.69 | 1.22 |
| 4 | 0.52 | 1.38 |
| 5 | 0.66 | 1.28 |
| 6 | 0.66 | 1.23 |
| 7 | 0.53 | 1.54 |
| 8 | 0.77 | 1.77 |

4. 注水併用エアークーリング工法の概要

注水併用エアークーリング工法とは、温度応力によるひび割れ対策として、従来のエアークーリング工法に注水を併用した新しいクーリング工法である。送風しているクーリング管中にミストを噴霧し、気化熱を利用して管内の空気温度を低下させ、冷却効果を高めたものである (図-4)。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。¹⁾

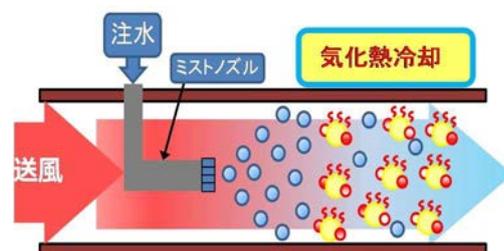


図-4 注水併用エアークーリング工法概念図

5. 施工状況

誘発目地とクーリング管 (ϕ 65mm) の設置状況を写真-1 に示す。また、クーリングに使用する送風機と注水状況を写真-2 に示す。



写真-1 誘発目地設置状況 (6 リフト)

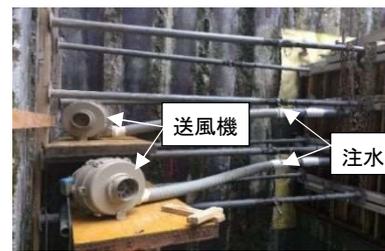


写真-2 送風機設置状況 (6 リフト)

キーワード 温度ひび割れ, 温度応力解析, 注水併用エアークーリング

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

6. 実施工における温度計測

温度計測位置を図-5に示す。コンクリート打設から一週間、温度計測を実施した。計測は5か所（①クーリング管近傍、②クーリング管から500mm離れ、③クーリング管入口、④クーリング管出口、⑤外気温）において実施した。

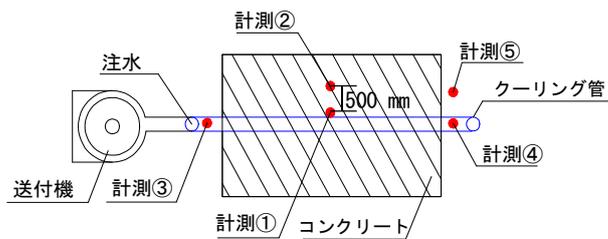


図-5 温度計測位置（縦断面図）

7. フィッティング解析の実施（6リフト）

図-6に温度計測値の経時変化図を示す。実測の温度経時変化①と②にフィッティングさせるためコンクリート打設温度やクーリングの熱伝達係数を見直して再解析を行ったところ、熱伝達係数を60にした場合に、実測の温度経時変化と同じような挙動を示す事が分かった（図-6の赤点線と黒点線）。クーリングの影響が及ばない箇所のコンクリート最高温度は約56℃まで上昇するのにに対し、クーリングの効果により、約24℃の温度抑制効果がある事が分かった。

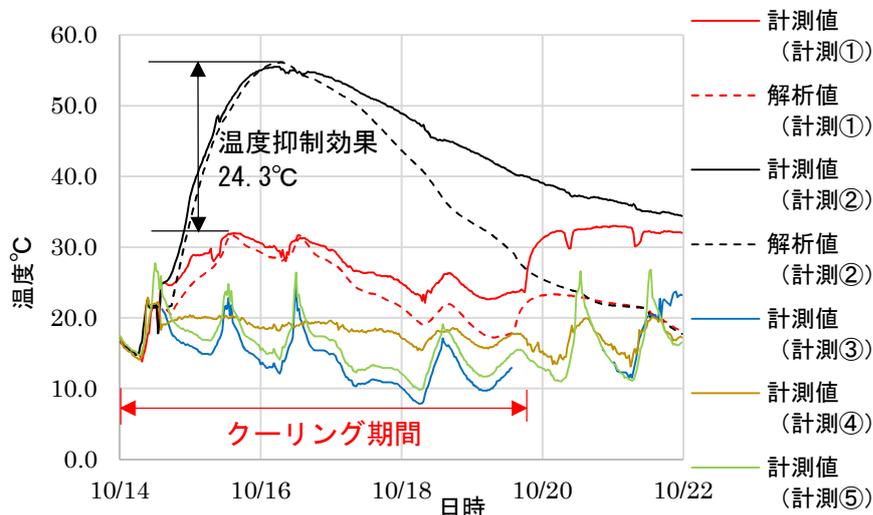


図-6 温度経時変化図

フィッティング解析結果を元に3次元FEM温度応力解析を実施したところ6リフトの最小ひび割れ指数は1.03と最大温度は56.13℃となり、ひび割れ指数は1.0以上であることを確認した（図-7）。全リフトの最初ひび割れ指数を示す（表-3）。

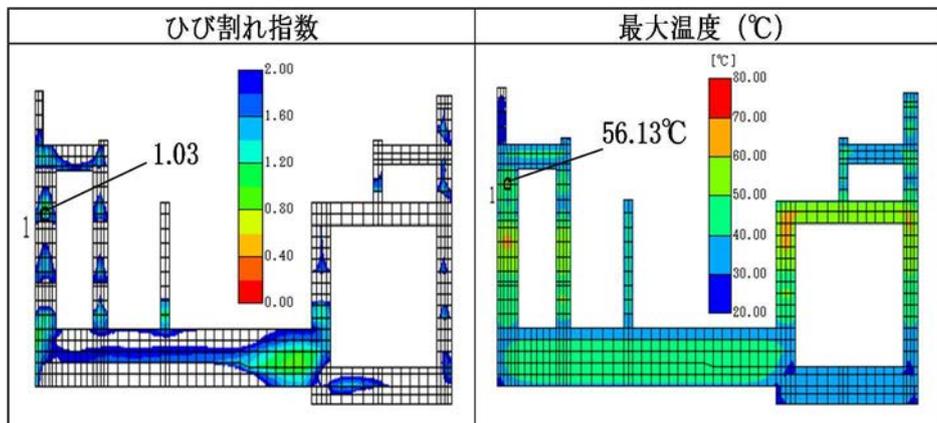


図-7 3次元FEM温度応力解析によるフィッティング解析結果（ひび割れ指数と最大温度）

表-3 ひび割れ指数

| リフト | ひび割れ指数 |
|-----|--------|
| 1 | 1.87 |
| 2 | 1.40 |
| 3 | 1.12 |
| 4 | 1.15 |
| 5 | 1.23 |
| 6 | 1.03 |
| 7 | 1.21 |
| 8 | 1.81 |

8. まとめ

実際の温度計測結果を元に、注水併用エアクーリング工法の熱伝達係数などの諸条件を見直して再解析（フィッティング解析）したところ、温度実測値と近い値を再現することができ、最小ひび割れ指数が1.0以上であることが確認できた。実際の構造物を調査したところ温度ひび割れは発生しておらず、今回の検討及び対策の有効性が実証されたといえる。

参考文献

- 1) 蘇 茜, 神崎 恵三, 山下 則夫, 阿部 悟: 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, 第75回年次学術講演会概要集, 2020