

## アルミ製ヒートパイプを用いたクーリング工法の適用

(株)フジタ 正会員 ○高橋 直希 小島 秋 平野 勝識 日軽金アクト(株) 田川 義孝  
東日本高速道路(株) 日下 寛彦 大橋 友也

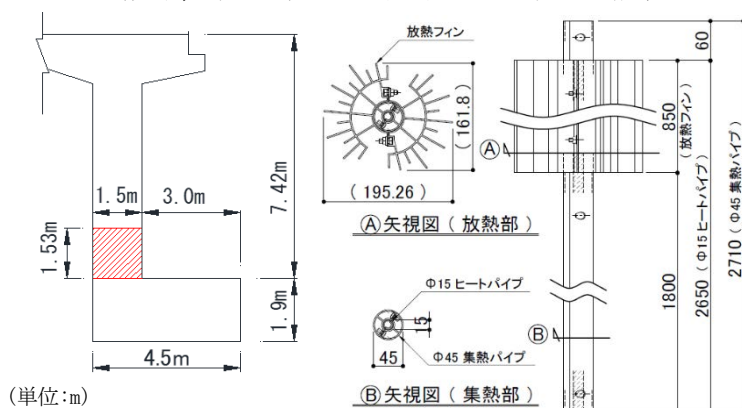
## 1. はじめに

高橋ら<sup>1)</sup>は、ヒートパイプの高い熱伝導性を生かすため、熱伝導性が高く、形状の自由度があり、かつ軽量であるアルミニウム材料を用いて、集熱性と放熱性を向上させたヒートパイプ(以下、アルミ製ヒートパイプ)を開発した。これまでに、室内実験において、コンクリート温度の低減効果を確認し、アルミ製ヒートパイプを用いた場合の解析手法を確立した<sup>2)</sup>。

本稿では、アルミ製ヒートパイプを用いたクーリング工法(以下、本工法)の実構造物への試験施工結果とコンクリート温度の低減効果およびひび割れ制御効果を示す。

## 2. 対象構造物

本工法を適用した構造物は、橋長 19.8m の PRC ポータルラーメン橋の橋台堅壁部の一部(幅約 1.5m, 高さ約 1.5m, 長さ約 14.6m)であり、フーチングに拘束されたマスコンクリートとなるため、温度応力ひび割れの発生が懸念された。適用箇所(図中の赤色ハッチング箇所)および使用したコンクリートの配合表を、図-1および表-1に示す。



(単位:m)

図-1 対象構造物

図-2 使用したアルミ製ヒートパイプ

表-1 コンクリートの配合表

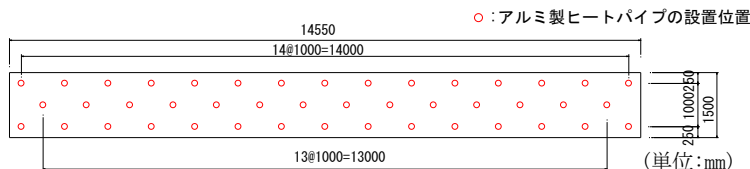
Gmax (mm)	セメント 種類	W/B (%)	s/a (%)	単体量 (kg/m <sup>3</sup> )				
				W	C	膨張材	S	G
20	BB	49.2	42.2	159	303	20	761	1073

3. アルミ製ヒートパイプによるクーリング  
および温度計測概要

## 3. 1 クーリング概要

使用するアルミ製ヒートパイプは全長 2.71m であり、φ15mm のヒートパイプと φ45mm の集熱パイプを一体化した棒状の構造とし、全長 2.71m のうち上部の 0.85m には放熱フィンを取り付けた構造とする。アルミ製ヒートパイプを、図-2 に示す。

本工法では、コンクリート打込み前にあらかじめシース管を設置する。コンクリートの打込み後、アルミ製ヒートパイプをシース管内に挿入し、シース管内を水で充填する。アルミ製ヒートパイプの挿入位置を、図-3 に示す。また、クーリングの実施状況を、写真-1 に示す。なお、クーリングの期間は 5 日間とし、クーリング終了後はアルミ製ヒートパイプを引き抜き、コンクリート内に残置したシース管内には無収縮モルタルを充填する。

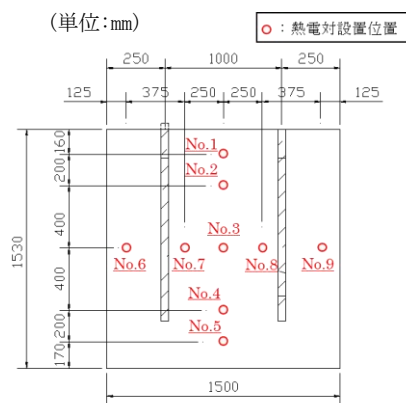


○: アルミ製ヒートパイプの設置位置

図-3 アルミ製ヒートパイプの挿入位置(平面図)



写真-1 クーリング状況



(単位:mm)

○: 熱電対設置位置

図-4 温度計測位置

キーワード ヒートパイプ, アルミニウム, 放熱フィン, クーリング工法

連絡先 〒243-0125 神奈川県厚木市小野 2025-1 (株)フジタ技術センター TEL 046-250-7095

### 3. 2 温度計測概要

温度は、熱電対により計測した。計測点数は構造物中央断面で9箇所および外気温で1箇所とした。構造物中央断面の計測位置を、図-4に示す。なお、計測期間は14日間とした。

### 4. 温度計測結果およびクーリングの効果検証

コンクリートの打込みからの温度計測結果を、図-5に示す。コンクリートの打込み温度は19.0℃であった。いずれの計測箇所においても、コンクリート温度は、打込みから1~1.5日程度で最高温度に達し、その後は徐々に低下した。コンクリートの最高温度は中央付近(No.3)で47.1℃であった。

解析値(クーリング有)と計測値の比較を、図-6に示す。ここで、解析値(クーリング有)は、施工時におけるコンクリートの打込み温度、外気温の計測値と、クーリング期間中の平均風速が1.5m/sであったことを踏まえ、既往の検討結果<sup>2)</sup>に基づいて算出したアルミ製ヒートパイプの物性値を用いた温度解析により推定した結果である。また、解析時における断熱温度上昇特性は、現場での簡易断熱容器を用いた簡易断熱温度上昇試験結果から推定した。この結果、解析値(クーリング有)と計測値は良好に一致した。

図-6の赤線は本工法を実施しなかった場合の解析値(クーリング無)である。コンクリートの最高温度は解析値(クーリング無)で53.3℃、計測値で47.1℃であり、本工法により最高温度が6.2℃低下したと考えられる。

ひび割れ指数による効果の検証は、解析値(クーリング無)と解析値(クーリング有)の比較により行った。ひび割れ指数の分布図を、図-7に示す。断面中央部のひび割れ指数はクーリングを適用しなかった場合の解析値(クーリング無)で0.85、クーリングを適用した場合の解析値(クーリング有)で1.07となり、アルミ製ヒートパイプによりひび割れ指数を改善できたと考えられる。また、適用箇所を目視観察した結果、ひび割れは認められなかった。

### 5. まとめ

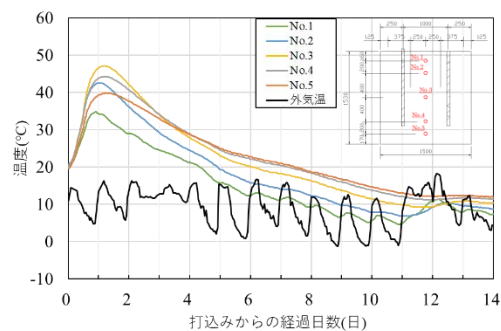
アルミ製ヒートパイプによるクーリング工法を実構造物へ試験的に適用し、得られた知見を以下に示す。

- 1) アルミ製ヒートパイプの物性値を適切に設定することで、本工法適用時のコンクリート温度を精度よく推定できる。
- 2) 本工法により、コンクリートの温度が低減し、ひび割れ指数が改善した。また、ひび割れの発生も認められなかった。

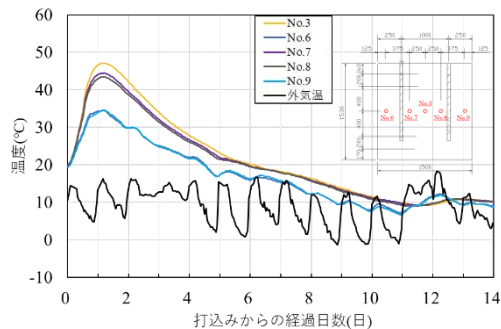
以上より、本工法がマスコンクリートの温度ひび割れ制御対策として有効であると考えられる。

### 参考文献

- 1) 高橋直希ほか：ヒートパイプとアルミニウム材料を用いたクーリングに関する検討，土木学会第75回年次学術講演会，V-68，2020
- 2) 高橋直希ほか：ヒートパイプとアルミ材を用いたクーリング工法の効果の検証と解析手法の検討，土木学会第76回年次学術講演会，V-69，2021



(a) 高さ方向(No.1~No.5)



(b) 幅方向(No.3, No.6~9)

図-5 温度計測結果

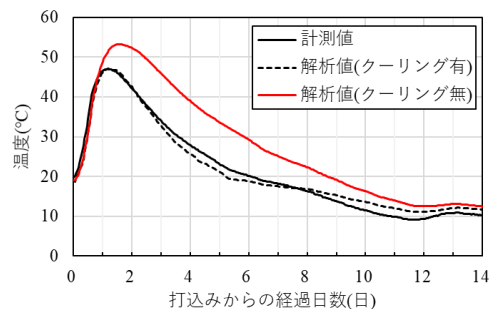
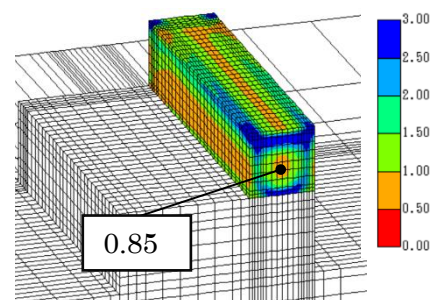
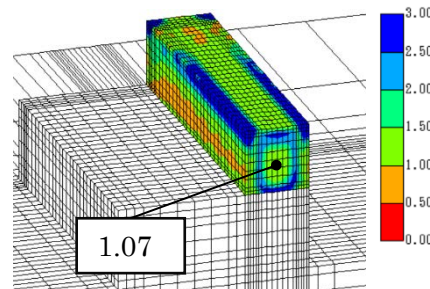


図-6 温度計測結果と温度解析結果の比較



(a) クーリング無



(b) クーリング有

図-7 温度応力解析結果(最小ひび割れ指数)