

技術紹介

エアパイプクーリングでの温度ひび割れ対策

～丹波綾部道路曾根川橋（PC 上部工）工事～

Temperature Cracking Measures by Air Pipe Cooling

藤原 敏晃 *1
Toshiaki FUJIWARA

原 正臣 *2
Masatami HARA

藤本 翔*3
Shou FUJIMOTO

1. はじめに

本工事は丹波綾部道路におけるPC4径間連続ラーメン橋上部工事です。橋梁諸元を、表1に示します。

表1 橋梁諸元

橋梁諸元 (m)	
橋長	206.000
支間長	41.900+2@60.000+41.900
桁高	2.500~4.000
有効幅員	10.500



写真1 曾根川橋上部工事完成全景

本橋の柱頭部は、充実断面(高 4.0×幅 6.2×奥 2.5 m)のマスコンクリートとなります。そのため、セメント水和発熱による温度上昇が大きくなり、部材の内外温度差による温度ひび割れの発生が懸念されました。

そのため、温度ひび割れ対策として鉛直管φ300によるエアパイプクーリングを実施するにあたり、試験施工を実施し、得られた特性値をもとにクーリングを実施しました。本稿では、実施工での温度解析とエアクーリングの結果について紹介します。

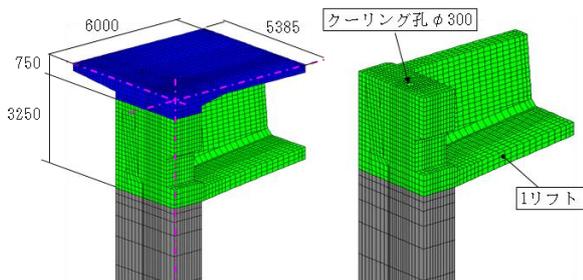


図1 3次元FEMモデル

2. 試験施工

(1) 試験概要

試験施工で用いた試験体および材料条件諸元等を図2、表2に示します。試験施工は、エアパイプクーリングの効果と実施工解析で用いるコンクリートの発熱特性値などを把握する目的で実施しました。

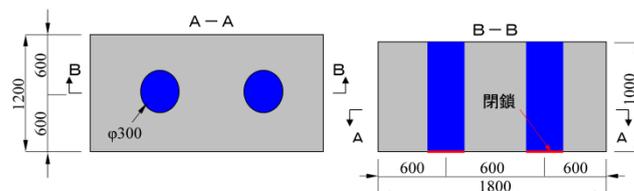


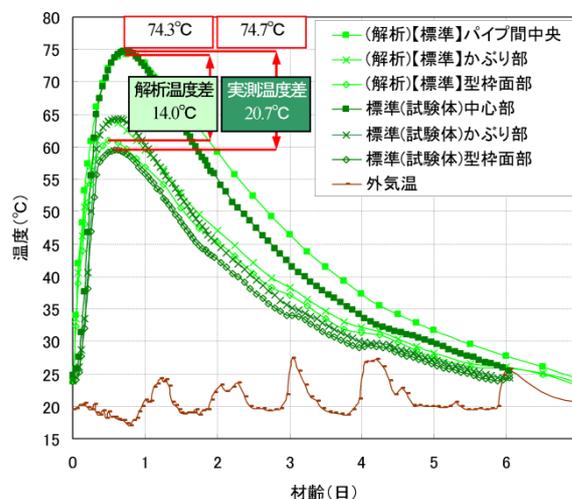
図2 供試体

表2 試験体打設コンクリートデータ

打設コンクリートデータ	
打設日	6月21日
スランブ	10.0cm
空気量	3.6%
コンクリート温度	現場到着 24.0℃
外気温	21.0℃

(2) 試験結果

以下に、【測定結果】と【解析値結果】を示します。



標準(クーリングなし)

図3 試験体温度履歴(標準)

*1 川田建設(株)西日本統括支店 (大阪支店) 事業推進部技術課 係長
*2 川田建設(株)西日本統括支店 (大阪支店) 事業推進部工事課 工事長
*3 川田建設(株)西日本統括支店 (大阪支店) 事業推進部工事課

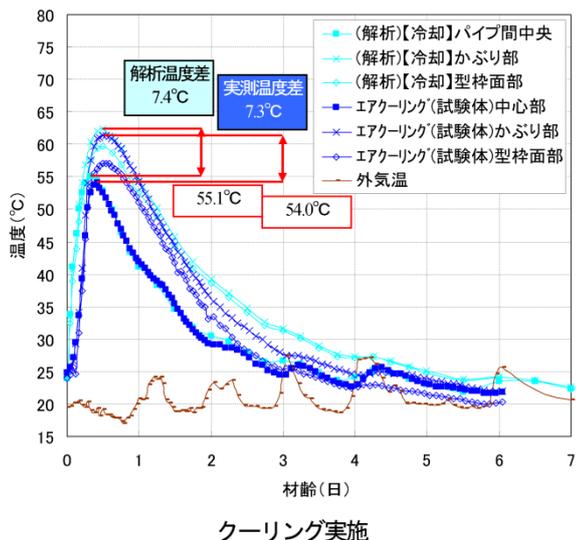


図4 試験体温度履歴（クーリング）

コンクリートの断熱温度上昇特性は、一般に(1)式で表すことができます。

$$Q(t) = Q_{\infty}(1 - e^{-rt}) \quad \dots (1) \text{式}$$

ここに、 Q_{∞} は終局断熱温度上昇量、 r は温度上昇速度に関する定数で、いずれも実験により定まる定数、 t は材齢（日）、 $Q(t)$ は材齢 t 日における断熱温度上昇量(°C)となります。

試験施工により設定した発熱特性値は以下のとおりとなります。

コンクリートの断熱温度上昇式

終局断熱温度上昇量	57
上昇速度に関する定数	4.7

標準試験体との比較により、中心部最高温度が 74.7°C に対して 54.0°C と下がっており、クーリング効果が得られていることを確認しました。また、標準試験体、クーリング試験体とも実測値と FEM 解析値はピーク時温度、内外温度差とも大きな差異がないと判断することができました。

以上より、設定した発熱特性値は、実構造物解析に用いることができるものと判断しました。

3. 実構造の FEM 解析および測定値

(1) 実構造の FEM 解析

特性値を用いた実構造物の FEM 解析を実施しました。

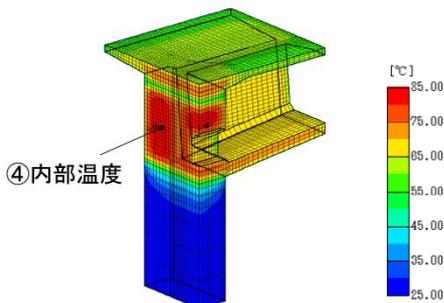


図5 温度分布図

(2) 実施工における計測結果および管理

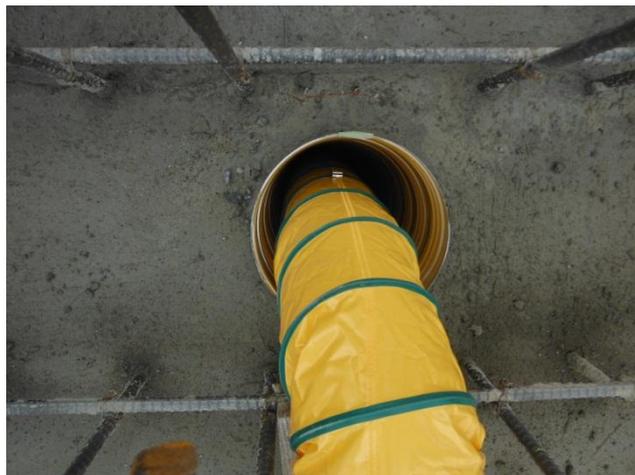


写真2 エアクーリング実施状況

以下に、【実測】値と【管理解析】値を示します。

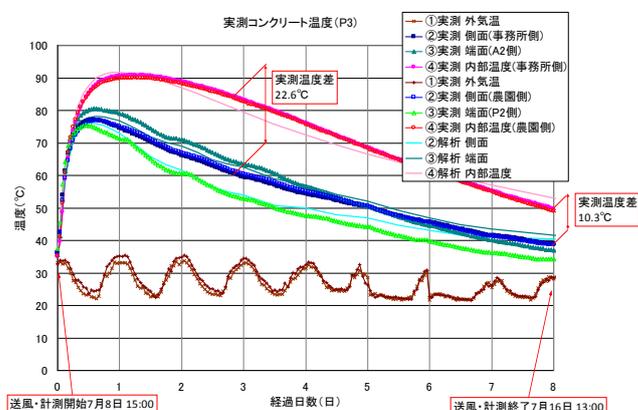


図6 温度計測結果

送風開始後 1 日経過の時点で、側面、端部の温度は管理用解析と同様に降下が始まりましたが、内部温度は管理用解析結果と比較して少し高い状態であったので、側面、端部と内部の温度差が、管理値である 15°C 以下となるまで送風を継続しました。内外温度差を 15°C 以下になったことを確認した後に型枠を取り除きました。

4. 考察および提案の実施効果について

今回、本橋で適用したエアパイプクーリングについて考察をまとめます。

- エアパイプクーリングの実施により、コンクリートの最高温度を下げるのと同時に、内外温度差が大きくなるのを抑制できることが確認されました。
- 試験結果を基に設定した発熱特性値で実施した FEM 解析結果は、実測値と概ね良い対応を示しました。
- 結果、ひび割れを抑制したコンクリートを施工することができました。

以上より、実施工において十分な管理を実施することができました。