

# 鋼管・コンクリート複合構造高橋脚における温度ひび割れ対策について

日本道路公団 中部支社亀山工事事務所 正会員 建部俊典\*1 正会員 松田 光男\*1 菅 信二\*1  
 (株)竹中土木 正会員 安藤慎一郎\*2 山田 和男\*2 原田 太\*3 星川 浩樹\*3

## 1. まえがき

鋼管・コンクリート複合構造高橋脚は、省力化・急速施工・安全性および耐震性の向上を図れる新構造形式の橋脚である。同工法が採用された第二名神高速道路池山高架橋は、橋脚コンクリート内部に 1,400 鋼管を 9 本配置して、中詰めコンクリートを打設する基部（第 1, 2 リフト）を除き、中空とする構造であるが、その断面寸法は 6,200 x 7,000mm と大きい。同工法の施工事例の一部には温度ひび割れの発生が報告されており<sup>1)</sup>、温度ひび割れ対策の検討が必要とされた。

本報告は、同構造による高橋脚コンクリートへの有害な温度ひび割れ発生の制御を目的として、池山高架橋を対象に行った事前解析および施工結果と事後解析との比較から得られた知見について報告するものである。

## 2. 温度応力解析

### 2.1 事前解析

本高橋脚の施工にあたっては、文献調査および予備的に行った二次元 FEM 解析のみでは不明の点も多く、三次元 FEM 解析による事前検討を行った。解析モデルは、図 - 1 に示す対象性を考慮した 1/4 モデルである。橋脚コンクリートの 1 リフト高さは 3 m とし、全高 73.5 m、25 リフトのうち 6 リフトまでを 2 日間隔（中 1 日）で打設するものとした。

解析の組合せは、文献調査および二次元 FEM 解析に基づき絞り込んだコンクリート 2 配合（高炉セメント B 種、および中庸熱セメント）の 8 月打設および 2 月打設とした。高炉セメント B 種配合ではセメント量を 30 kg/m<sup>3</sup> 低減する場合も検討した。橋軸方向排水管設置位置の東側面は A 面、橋軸直角方向の北面は B 面、A 面の排水管設置切欠き部を C 部、コンクリート内部を D 部と称した。表 - 1 に解析の因子と水準、表 - 2 にコンクリート配合を、図 - 1 は解析メッシュを示す。

### 2.1 事前解析結果

解析結果の一部を図 - 2, 3 に示す。最小温度ひび割れ指数には中庸熱セメント使用による一定の効果が認められた。打設リフト間では図 - 2 に示す通り第 1, 2 リフトの温度ひび割れ指数が第 4, 5 リフトの 1/2 程度であり、鋼管内部への中詰めコンクリート（以下、中詰めという。）充填の影響が認められた。また、同一リフトの部位間では、図 - 3 に示す通りセメント種類に関わ

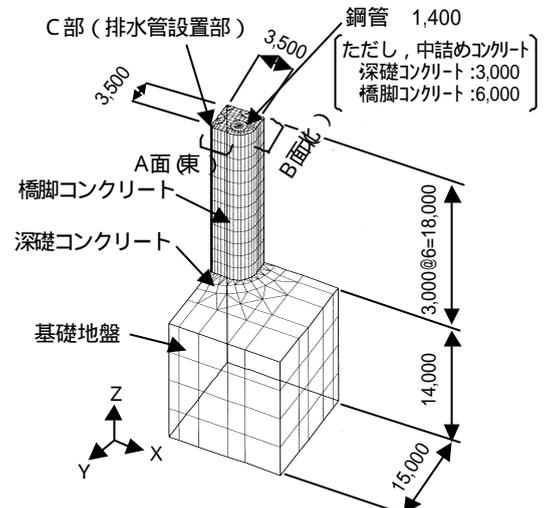


図 - 1 三次元 FEM 解析メッシュ

表 - 1 解析の因子と水準

解析方法	対象	橋脚コンクリート
解析プログラム		三次元 FEM
解析の因子と水準	セメント種類	2 高炉 B 種, 中庸熱
	打設時期	2 8月, 2月
	打設リフト高さ	1 3m
	打設間隔	1 2日
	型枠	1 鋼板
	養生方法	2 養生マット長さ 6m

表 - 2 コンクリート配合

呼び強度 (N/mm <sup>2</sup> )	粗骨材最大寸法 (Gmax) (mm)	スランプ SL (mm)	水セメント比 W/C (%)	空気量 Air (%)	細骨材率 S/a (%)	単位量 (kg/m <sup>3</sup> )				セメント種類	
						水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G		
30	20	8.0 ± 2.5	48.0	4.5 ± 1.5	42.0	160	333	746	1072	C × 1.3%	BB
30	20	8.0 ± 2.5	48.0	4.5 ± 1.5	42.0	160	333	746	1072	C × 1.3%	M

凡例 BB 高炉 B 種, M: 中庸熱

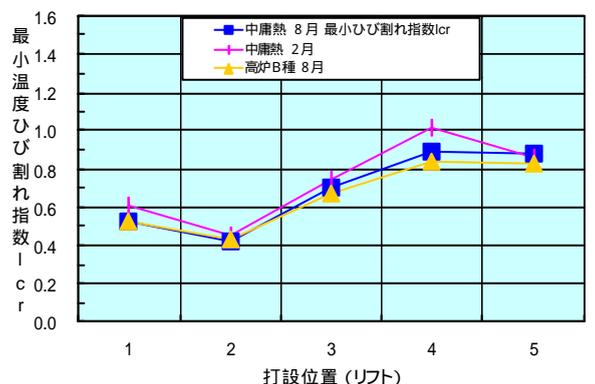


図 - 2 打設位置による最小温度ひび割れ指数の違い

キーワード: マスコンクリート, 鋼管・コンクリート複合構造, 温度応力解析

\*1: 〒519-0153 三重県亀山市西町 558 日本道路公団亀山工事事務所 TEL:05958-3-5367  
 \*2: 〒104-8234 東京都中央区銀座 8-21-1 株式会社竹中土木技術本部 TEL:03-3542-6321  
 \*3: 〒460-0003 愛知県名古屋市中区錦 1-18-22 株式会社竹中土木名古屋支店 TEL:052-231-2121

らず排水管設置部にひび割れ発生が予想された。橋軸および橋軸直角方向の表面部には中庸熱セメント使用の効果が認められ、断面内部ではいずれの条件でもひび割れ発生の可能性は低かった。また、高炉B種セメントで中庸熱と同等の効果を得るためには30kg/m<sup>3</sup>程度以上のセメント量低減が必要であることが認められた。本施工にあたっては、以上より効果とコストや材料の入手等に配慮して中庸熱セメントを用いるとともに、排水管設置部周辺には補強鉄筋を配置し、ひび割れ幅の抑制を行うものとした。

3. 施工結果

3.1 施工結果と事後解析結果との比較

図-4は、2月打設時のコンクリート最高温度の実測値と事後解析値との比較を示す。各リフトにおける最高温度は、事前解析の設定条件のうち中詰めのない鋼管の中空部温度を実測値に近づけることによってほぼ推定できた。鋼管の中空部温度は中詰め部温度に比べて低く、橋脚コンクリートに対する放熱効果が認められる。また、中詰めのある第1, 2リフトの排水管設置部、および橋軸・橋軸直角方向・コーナー面、鋼管が配置されかぶりの薄くなる部分に、最大0.2mm程度のひび割れが発生したが、ひび割れ幅の拡大は認められていない。

したがって、第1, 2リフトに生じたひび割れは、内部拘束応力による温度ひび割れと考えられ、中詰めの有無が関係していると考えられる。

3.2 鋼管中詰めコンクリートの影響

温度ひび割れに対する中詰めの有無および打設方法の変更による効果を検討した。図-5は、中詰めを従来の施工通り先行して打設する方法（以下、先行打設という。）と後打ちする方法（以下、後行打設という。）における最小温度ひび割れ指数を、第2リフト橋脚断面の部位毎（表面、内部）に、中詰め打設前後および打設回数で比較して示す。

解析の結果、後行打設の最小温度ひび割れ指数は、先行打設に比べて中詰め打設前に大きく、打設後には大きい部位と小さい部位が発生している。ひび割れ発生には中詰めの影響が明らかとなった。また、中詰めの後行打設は、打設前には一定の効果が期待できるが、打設後、橋脚コンクリート断面内部に及ぶひび割れ発生の恐れがある場合も認められ、打設方法の検討を十分に行うことが必要と考えられる。

4. あとがき

鋼管・コンクリート複合構造高橋脚における温度ひび割れ対策について検討を実施した。その結果、橋脚コンクリート断面に配置される鋼管が有効な対策を与えてくれる可能性が認められた。本構造の高橋脚は今後施工事例の増加が見込まれている。今後はより効果的な対策立案のため、施工データの蓄積を進める予定である。

謝辞：本検討にあたっては、日本道路公団中部支社「コンクリート構造物の品質管理に関する検討会」にてご指導を頂いた。

岐阜大小柳名譽教授、名古屋大田辺教授、名古屋工大梅原教授をはじめ委員の方々へ深謝申し上げます。

参考文献：1) 例えば、小林 勝、加藤敏明：ハイリッド・スリップフォーム工法の最近の展開、セメントNo.628, JUN, 1999

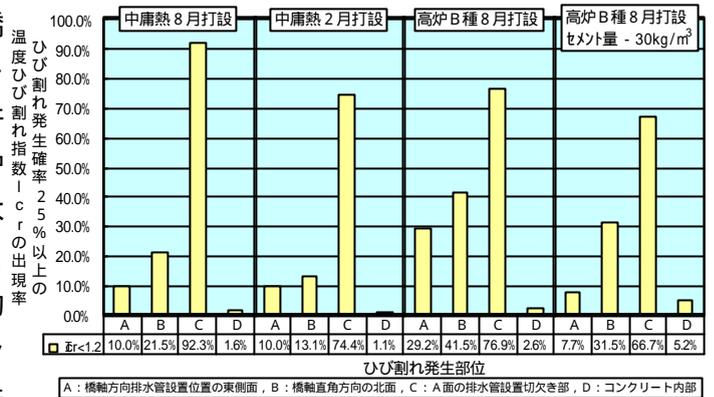


図-3 セメント種類・部位による温度ひび割れ発生確率の違い

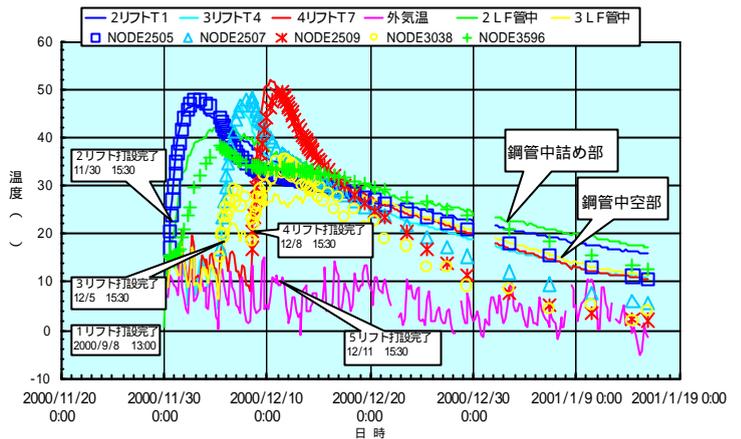


図-4 事後解析による最高温度実測値と解析値との比較

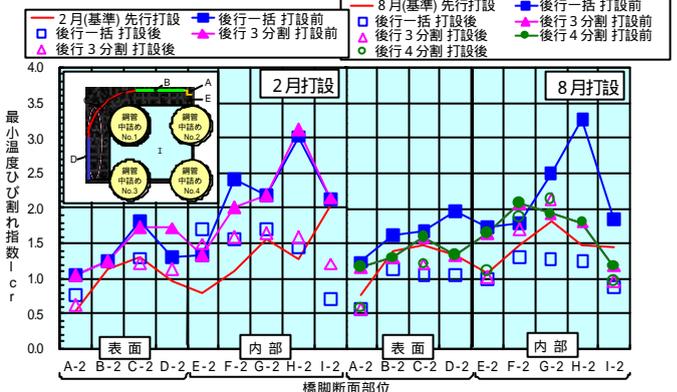


図-5 温度ひび割れ制御への中詰め打設方法の影響