

## 第二東名 真福寺川橋の施工 —複合構造橋脚施工とモルタル打設実験—

オリエンタル白石(株) 福岡支店	施工・技術部	○藤川 隆太
オリエンタル白石(株) 福岡支店	施工・技術部 正会員	三浦 泰博
中日本高速道路(株) 名古屋支社	豊田工事事務所	古川 和成
中日本高速道路(株) 名古屋支社	豊田工事事務所	谷口 陽一

### 1. はじめに

真福寺川橋工事は、新東名豊田東 JCT～額田 IC に建設中である真福寺川を跨ぐ長さ 429m の真福寺川橋とその前後の延長 1271m の土工部を建設する総延長 1700m の工事である。

真福寺川橋にある 4 つの橋脚のうち剛構造の P 2・P 3 橋脚では、鋼管・コンクリート複合構造橋脚を採用した。この構造は、高橋脚の設計施工の合理化を目的として開発された構造である。特徴は、φ1600 の鋼管 6 本を、主鉄筋の一部かつ中空型枠の代わりに橋脚面内に配置することと、中間帯鉄筋の代わりに高強度 PC 鋼より線 (1S21.8mm, 1S19.3mm) を連続らせん巻形状で配置している点である。これにより、施工の省力化・急速化を実現し、かつ優れた耐震性をもつ構造となる。ただし、合理化された複合構造においてもマスコンクリートとなる箇所が存在するため、施工前に温度応力解析を実施して、施工方法と養生方法および養生期間等を検討して、ひび割れを低減させる対策を実施した。

その他の橋脚では、大型の免震ゴム支承が配置され耐震性を高めている。その際、大型免震ゴム支承と橋脚を結合する沓座モルタルも大型となる。そこで、モルタル打設前に実物大の試験体を使用した施工前試験を行い、実施工に役立てた。

本稿では、複合構造橋脚のひび割れ低減対策の方法と結果、および実物大試験体を作成した沓座モルタル打設試験で得られた知見に基づく沓座モルタル打設について報告する。

### 2. 工事概要

本工事の概要を以下に示す。図-1 に橋脚断面図、図-2 に側面図を示す。

工 事 名 : 第二東名高速道路 真福寺川橋工事  
 発 注 者 : 中日本高速道路(株) 名古屋支社  
 工事場所 : 愛知県 岡崎市 奥殿町～駒立町  
 工 期 : H20. 8. 6～H26. 11. 22

上部構造 : PRC5 径間波形鋼板ウェブ箱桁ラーメン橋  
 下部構造 : RC 構造, 鋼管・コンクリート複合構造  
 基礎工 : (橋台) 場所打ち杭 (橋脚) 大口径深礎杭  
 有効幅員 : 2@10.060m

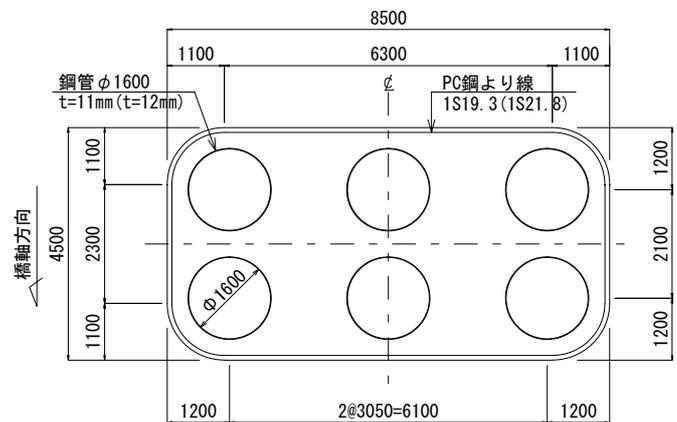


図-1 橋脚断面図

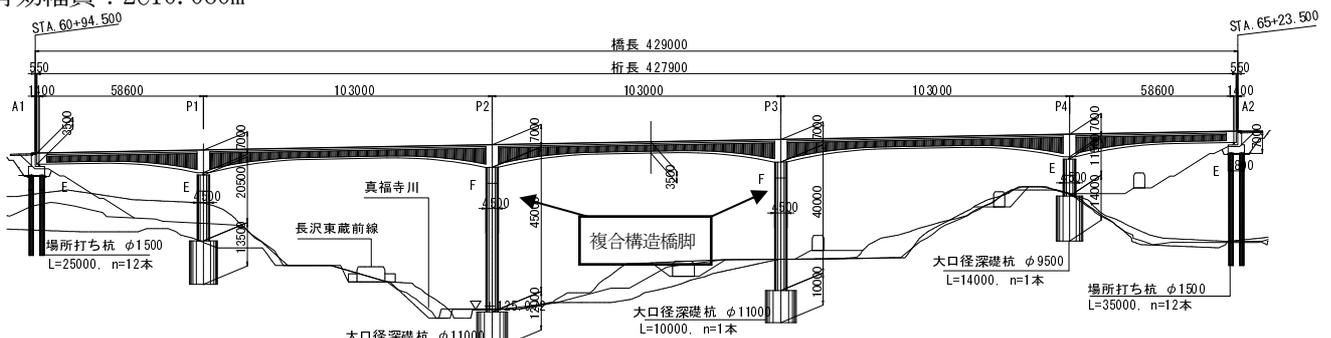


図-2 側面図

### 3. 複合橋脚の温度解析

#### 3. 1 解析方針

温度解析は、鋼管・コンクリート複合構造の鋼管内を充填する1ロット、鋼管内が空洞となる2ロットについて実施した。温度ひび割れ制御に対する目標値は、「鋼管・コンクリート複合橋脚 コンクリートひび割れ対策(案)」(日本道路公団中部支社 2002)に準拠した。許容ひび割れ幅は0.2mm以下、温度ひび割れ指数は1.0以上を目標とする。対策を講じても発生ひび割れ指数が1.0以下となる箇所には、有害なひび割れが発生しないように、ひび割れ低減対策を実施した。

#### 3. 2 ひび割れ低減対策

ひび割れ低減対策として、下記に示す3項目を実施した。橋脚の打設ロット割りには、1ロットあたり5mとして3ロットで計画した。鋼管内の充填コンクリートの分割打設とエアーケーシング、断熱養生シートの3つの対策を、温度解析を行う上では、打設ロット割、養生期間、熱伝達率というパラメータで評価した。

##### (1) 充填コンクリートの分割打設

本工事では、鋼管内の空洞がコンクリート内部の熱の放出に有効であることから、鋼管充填コンクリートを躯体コンクリート打設後に施工した。その際、充填コンクリートの硬化時の膨張力が躯体部に圧力として作用し悪影響を及ぼす。その膨張力を低減するため、スパイラル管を設置して充填コンクリートを2分割で打設し打設量を減じることで対応した。施工概要を図-3に示す。

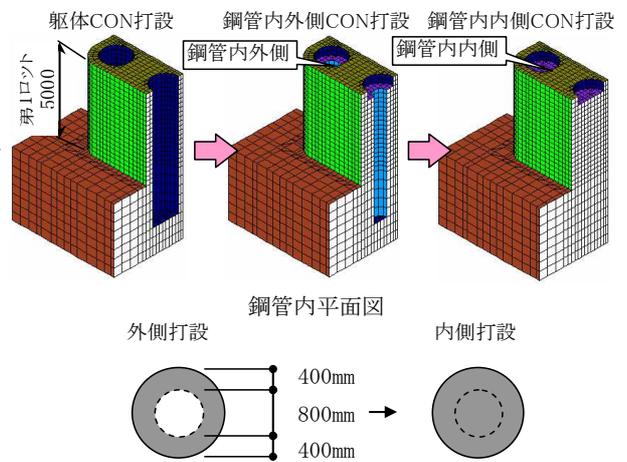


図-3 鋼管内コンクリート打設概要図

##### (2) エアーケーシング

コンクリート内部の最高温度の低減のため、各鋼管内に送風機によるエアーケーシングを実施した。

##### (3) 断熱養生シートによる養生

温度降下時の内外温度差の低減と、温度降下速度の低減を目的として、型枠養生期間に鋼製型枠の上にシートを設置し(熱伝達率6)、脱枠後も断熱養生シート(熱伝達率4)を11日間設置した。

#### 3. 3 温度応力解析結果

ひび割れ低減対策を考慮した、温度応力解析結果の経験最小ひび割れ指数コンター図を図-4に示す。

ひび割れ指数は、長辺部と短辺部のそれぞれ鋼管前面の部材厚が薄くなっている部分で小さくなっている。その部位において、ひび割れ低減対策を実施することで、ひび割れ指数が、第1ロットでは0.52から0.79に改善され、第2ロットにおいて0.77から1.03へと改善された。この対策の結果、一般断面部(鋼管中空)では、ひび割れ指数が1.0を上回った。しかし、鋼管内を充填する区間(基部、頂部)では、ひび割れ指数が1.0を下回った範囲が発生した。その対策として、標値を逸脱した範囲ではひび割れ防止ネットを部材軸方向のひび割れに対して配置した。

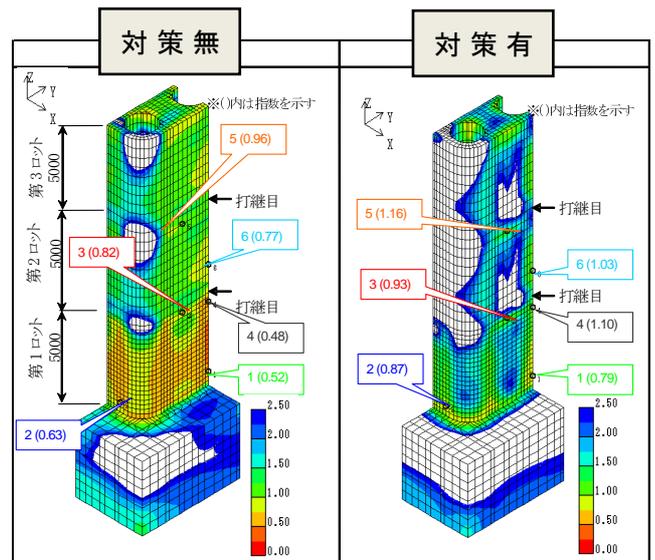


図-4 温度応力解析結果(ひび割れ指数)

#### 4. 複合橋脚の施工状況

##### 4. 1 ひび割れ対策工の実施

躯体部のコンクリート打設後、 $\phi 300$ 、風量 70ml/min のポータブルファンを各鋼管に設置し、打設直後から送風し、鋼管内の空気を強制的に循環させた。実施状況を写真-1 に示す。また、脱枠後は、断熱養生シート (NETIS : KT-070067-A) を設置した。第2ロット以降も同様の対策を実施した。

躯体コンクリート施工後、鋼管内に型枠として $\phi 800$  mmのスパイラル管を設置し、最初にスパイラル管の外側を打設し、コンクリート温度降下を確認した後、内側を打設した。スパイラル管設置状況、鋼管中詰めコンクリート打設状況を写真-2 に示す。

また、ひび割れ指数が 1.0 以下となった範囲に、ひび割れ防止ネットを鉛直方向の配置間隔を 500 mm程度で配置した。粗骨材がネットのメッシュ間も通過できるように、本工事ではメッシュ間隔が 37 mm (縦)  $\times$  37 mm (横) のひび割れ防止ネットを使用した。配置状況を写真-3 に示す。



写真-1 エアークーリング状況



写真-2 中詰コン打設状況

##### 4. 2 複合橋脚の施工結果

P2 橋脚第1ロットのひび割れ発生状況を図-5 に示す。0.06mm 幅のひび割れが長辺部中央鉛直方向に発生していた。ひび割れが発生した箇所は、解析において最も指数が小さく、実際の計測結果において最もひずみ量の大きい箇所である。ひび割れは脱枠直後に確認されたことから、温度応力による初期ひび割れと考えられる。次施工の P3 橋脚においては、P2 橋脚と同様の対策と、加えて可能な限り型枠残存期間を長くする、ひび割れ対策をおこなった。型枠設置期間は P2 橋脚が 5 日間、P3 橋脚は 17 日間とした。その結果、P3 橋脚には初期ひび割れの発生は確認されなかった。また、第2ロットについては、P2、P3 橋脚ともに初期ひび割れは確認されなかった。



写真-3 ひび割れ防止ネット設置状況

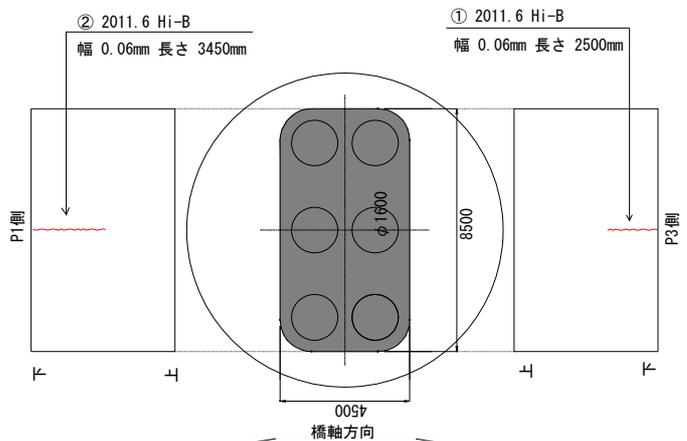


図-5 P2 橋脚ひび割れ発生状況

## 5 沓座モルタル試験施工

### 5. 1 試験概要

本工事では、A1・A2橋台およびP1・P4橋脚に、タイプB免震ゴム支承が配置される。そのうち、橋脚部ゴム支承の下沓ベースプレートは2920mm×1820mmで比較的大きい。このような大型ベースプレートと沓座モルタルとの接合面には、モルタル打設時に空気だまりが発生する恐れがあった。大きな荷重を負担する沓座モルタル部に空気だまりが発生して弱点箇所とならないよう適切な施工が求められた。

実施工に先立ち、実物大試験体を作成し充填状況を目視確認する試験施工を行った。ここでは、空気だまりの有無、発生状況を確認し、空気だまりを除去するための施策を講じて効果を確認した。

### 5. 2 試験方法

試験体には充填状況が目視確認できるように透明なアクリル板を使用し、試験体寸法は本施工と同等とした（2700mm×1800mm）。型枠および沓座補強筋等は、本施工と同様の条件で組立を行った。写真-4に試験体の外観を示す。無収縮モルタルは、プレミックスタイプを使用し、練混ぜはモルタルミキサー、打込みはモルタルポンプによる圧送打設とした。確実な充填が行えるように、モルタル打設後、予め設置しておいたロープを上下左右等に揺さぶることで、アクリル板下面の空気だまりを除去した。試験状況を写真-5に示す。



写真-4 沓座モルタル試験体



写真-5 充填試験状況

### 5. 3 試験施工結果および考察

モルタル打設中の適時、ロープにより空気だまりを除去しながら施工した結果、大きな空気だまりは発生しなかった。しかし、打設箇所中央部において注入ホース間に小さな気泡が数箇所確認された。原因は、注入ホースを充填が完了した箇所から、素早く引き抜いた際に気泡が残ることを目視にて確認した。

また、試験体底板部の段差などで、急激に無収縮モルタルが落下して充填されると、モルタル中の連行空気が多くなり、時間経過とともに上昇して気泡となることも解かった。実施工ではその対策として、①気泡除去ロープに非金属性のブラシを取り付け、効率よく空気だまりや気泡をモルタル外部へ除去する方策を実施。②段差となるアンカー孔に切り欠き（50mm×100mm）を設置して、モルタルが急激に落下するのを防いだ。

## 6. おわりに

2014年5月現在、各橋脚および上部工橋体は完成し、橋面工を施工中である。複合構造橋脚は、張出し架設時の荷重を載荷した後も有害なひび割れは発生していない。ひび割れ低減対策と初期養生が適切であったと考える。また、大型免震ゴム支承を支える沓座モルタル部においても、有害なひび割れや隙間など無く健全な状態であり、適切な施工を行う事ができた。最後になりますが、当該工事において設計・解析、施工前試験の実施、実施工にあたり、ご指導とご協力を頂いた関係各位に対し深く感謝いたします。