

## 湯の山かもしか大橋上部工工事の施工

(株) 日本ピーエス 正会員 ○北出 拓  
 (株) 日本ピーエス 澤田 亮二  
 川田建設(株) 山崎 孝良  
 三重県 尾市 知己

キーワード：PC3径間連続ラーメン箱桁橋，非対称張出し，たわみ管理，温度ひび割れ

### 1. はじめに

一般県道湯の山温泉線は、近鉄湯の山温泉駅付近から、温泉街のある湯の山地区を抜けて国道477号(旧鈴鹿スカイライン)に至る道路である(図-1参照)。当路線は湯の山地区にとって唯一の生活道路であるが、湯の山温泉の観光道路でもあり、観光シーズンには観光客の車でしばしば渋滞が発生している。また、湯の山地区は緊急時や災害発生時に迂回路が確保されていないことから孤立する恐れがあり、事実、平成20年9月の豪雨災害では約1週間に渡り、地域が孤立して混乱を招いた。

上記のことから、湯の山かもしか大橋は渋滞の解消と災害時における住民や観光客の安全を確保するため、湯の山地区から国道477号(旧鈴鹿スカイライン)に直接アクセスするバイパスとして、平成21年度に事業化され、平成30年8月に供用開始したものである。

本稿では、湯の山かもしか大橋における「たわみ管理」と「温度ひび割れ対策」の取組みについて報告する。



(1) 三重県全図



(2) 湯の山かもしか大橋周辺  
 図-1 位置図

### 2. 工事概要

本橋の工事概要を以下に示す。また、断面図を図-2に、全体一般図を図-3に示す。

工事名：一般県道湯の山温泉線 湯の山大橋(仮称)上部工工事  
 発注者：三重県 四日市建設事務所  
 施工者：日本ピーエス・川田建設特定建設工事共同企業体  
 工事箇所：三重県三重郡菟野町大字菟野地内  
 工期：平成27年12月21日～平成30年8月13日  
 構造形式：3径間連続PCラーメン箱桁橋  
 橋長：269.0m  
 支間長：86.0+116.0+67.0m  
 有効幅員：9.0m  
 架設工法：張出し架設，吊り支保工架設

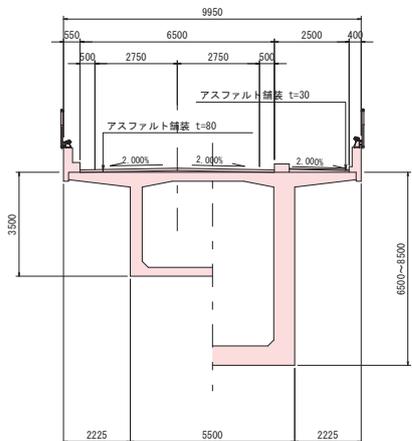


図-2 断面図

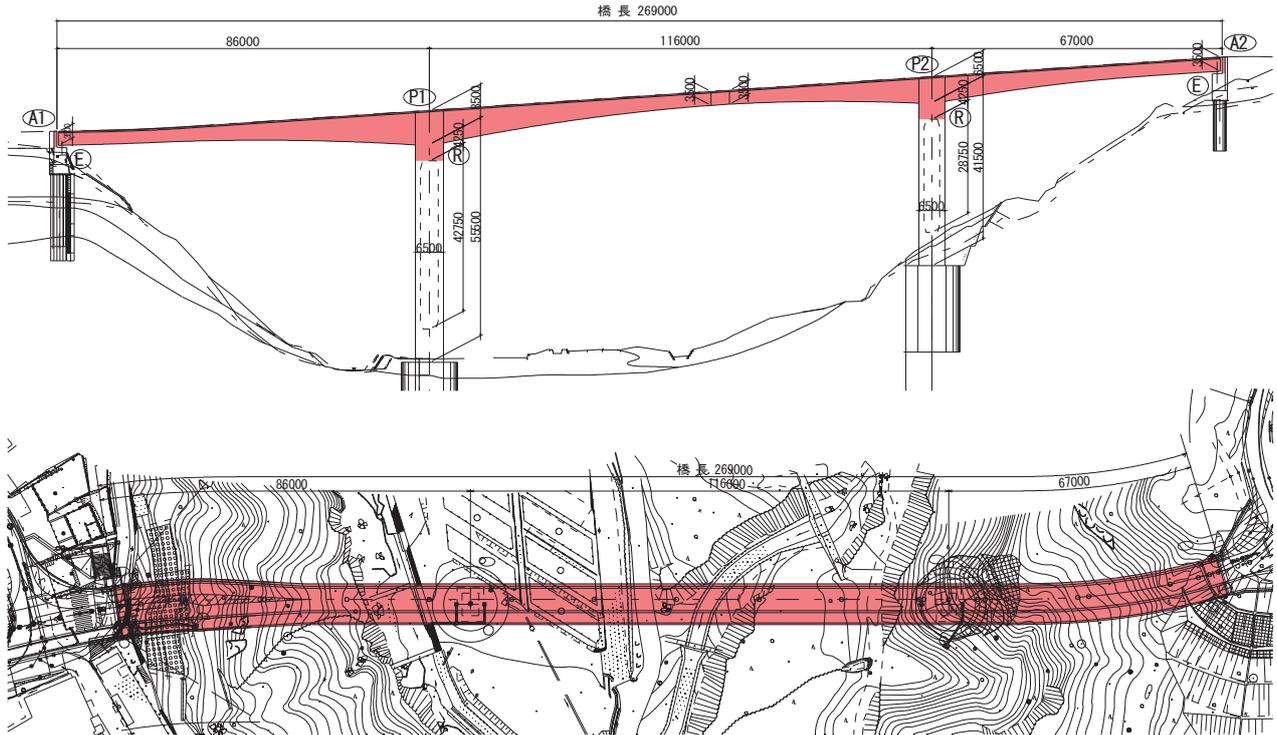


図-3 橋梁一般図

### 3. たわみ管理

本橋は高橋脚かつ中央径間が116mと長いことに加え、非対称張出し、幅員変化、平面曲線を有しているため、張出し施工時に誤差が大きくなる可能性の高い「たわみ管理」が重要な課題であった。以下に、計画と実施工の誤差を最小化するために本橋で実施した「たわみ管理」の精度向上対策について記述する。

#### 3.1 実使用コンクリートの物性値によるたわみ計画

たわみ計画に用いる弾性係数、単位体積重量、クリープ係数等のコンクリートの物性値は、一般的に設計値を用いるが、本施工では実際に使用するコンクリート配合の供試体により各種試験を実施して得られた数値を使用した。

ただし、下部工の物性値や基礎の回転バネ等については、施工範囲外であったことから設計値を使用した。

#### 3.2 施工中の主桁・橋脚の挙動計測

主桁の施工サイクル毎の鉛直変位は、測点が増加しても効率よく全測点が精度よく計測できる自動追尾型トータルステーション（以下 TS）を使用した（写真-1、2 参照）。

また、日射の影響により主桁の上床版が暖められることで、温度差が生じることで「たわみ」が発生する。この影響をキャンセルするため、主桁の上・下床版に温度センサーを設置した。今回の計画では、温度差 5℃を想定したたわみ量を基準に、測定した温度差のたわみ量を算出した。

下部工には、上端部と下端部に傾斜計を設置して、橋脚の倒れから橋脚剛性と基礎の回転バネを逆計算で算出した（写真-3、



写真-1 トータルステーション



写真-2 計測用プリズム

図-4 参照)。この物性値は、たわみ計画の補正時に使用した。

①TS を用いた測定は、施工ステップ毎の型枠組立時、コンクリート打込み時、緊張時に実施した。

②傾斜計を用いた橋脚の倒れ測定は、片側の張出しコンクリートを打込み時点で行った (図-4 参照)。橋脚剛性と基礎の回転バネの算出方法は、以下のとおりとなる。

$$\theta_1 - \theta_2 = P \cdot L \cdot H / E I$$

$$K \theta = P \cdot L / \theta_2$$

より、橋脚剛性 E および  $K \theta$  を算出した。

E : 橋脚剛性 (弾性係数)

I : 橋脚の断面 2 次モーメント

$\theta_1$  : 基礎の回転角と橋脚自体の変形の合成角

$\theta_2$  : 基礎の回転バネによる回転角

P : コンクリート自重

L : 張出し長

H : 橋脚高さ

$K \theta$  : 基礎の回転バネ定数

### 3.3 挙動計測を反映した「たわみ計画」の補正管理

たわみ計画の補正実施時期については、計画高さ ±10mm を超過したブロックが連続した時点とした。今回は、張出しブロック数の多い P1 橋脚の施工において、15 ブロック完了時点で計画高さの ±10mm を連続して下方に超過したため補正を行い、16 ブロック以降の施工に適用した。

P2 橋脚においては、±10mm を連続して超えなかったため補正は実施していない。

図-5 に補正も含めた「たわみ計画」と実際の施工値を比較したグラフを示す。

以上の対策を実施した結果、精度の高いたわみ管理を実現することができた。

## 4. 柱頭部温度ひび割れ対策

柱頭部の温度ひび割れ対策は、柱頭部をモデル化した 3 次元 FEM 温度解析を実施し、コンクリートの種類や打込みに伴うひび割れリスクの検討を行った。なお、コンクリート打込み分割数は、施工性、打設量を考慮して 3 分割とした。また、打ち込み時のコンクリート温度は、「マスコンクリートのひび割れ制御指針 2008」に準拠し、外気温 +5°C とした (表-1 参照)。

### 4.1 コンクリート種類の比較

コンクリートの種類としては、早強コンクリートと普通コンクリートで解析を実施した。その結果、早強コンクリートを用いると 100°C 近くなる箇所が発生するのに対し、普通コンクリートでは早強コンクリートと比較して 10~12°C 低い結果となった。また、主応力も早強コンクリートより普通コンクリートの方が引張応力を 1~2N/mm<sup>2</sup> 程度小さくできることが分かった。このため、普通コンクリートを使用することとした。それぞれの温度履歴最大値コンターを図-6 に示す。



写真-3 桁内傾斜計

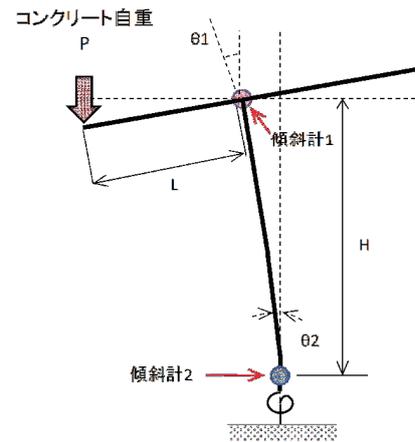


図-4 傾斜図

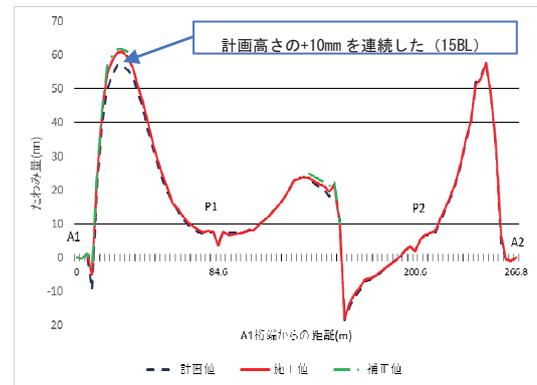


図-5 たわみ管理の比較グラフ

表-1 打ち込み時の外気温とコンクリート温度

	打込日	外気温 T (°C)	コンクリート温度 T+5 (°C)
柱頭部1リフト	2016/9/3	23.7	28.7
柱頭部2リフト	2016/9/24	21.9	26.9
柱頭部3リフト	2016/10/14	17.6	22.6

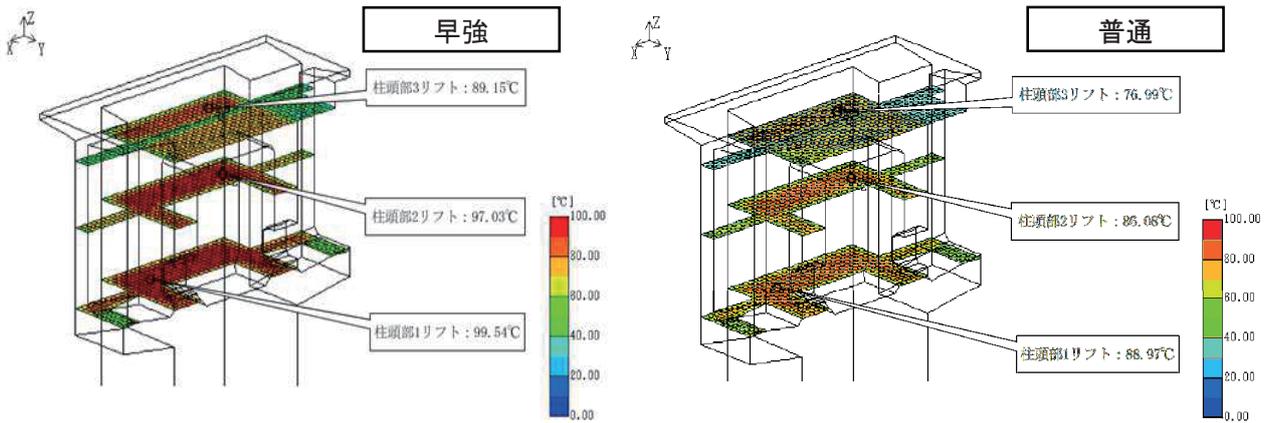


図-6 各コンクリートの温度履歴最大値コンター図

4.2 分割打込みに伴うひび割れ対策

FEM温度解析の結果、普通コンクリートを使用してもひび割れ指数が低く、ひび割れ発生確率が高い箇所が確認された。このため、ひび割れ発生確率50%となるひび割れ指数1.0を目安に、それ以下となる範囲にひび割れ抑制対策を実施した。

対策方法は、D13~D25の鉄筋をP1柱頭部2,200kg、P2柱頭部4,500kg追加で配置した。

この結果、実施工では有害なひび割れが観察されることなく良好であった。

図-7に、P1柱頭部

の各点において最小ひび割れ指数を抽出したコンターを示す。

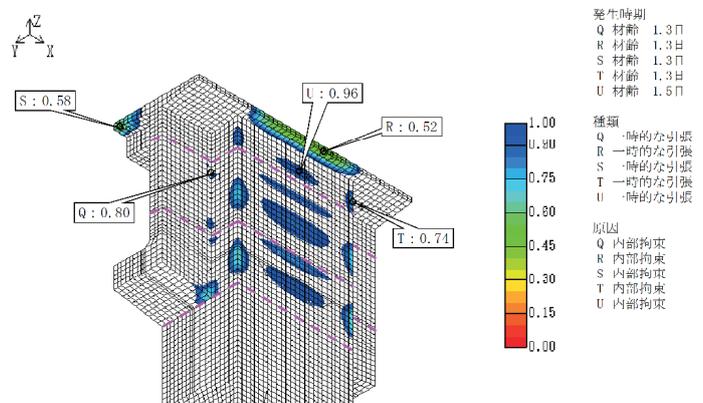


図-7 最小ひび割れ指数

5. おわりに

湯の山かもしか大橋は、平成30年8月に本体工事を終え、無事竣工した(写真-4参照)。

本橋は渓谷に位置し狭窄部での厳しい施工条件であったが、事故災害はなく工事を完成することができた。最後に本橋を施工するにあたり、多大なご指導、ご協力をいただいた関係者各位に感謝の意を表します。

本報告がPCラーメン箱桁橋施工の類似工事の参考になれば幸いである。



写真-4 完成写真