

# 橋脚補強工における温度ひび割れ防止対策

(令和2年度 1号久能高架橋橋梁補強工事) 令和2年度 1号久能高架橋橋梁補強工事



地区名  
掛川地区  
会社名  
株式会社 藤本組  
執筆者  
鈴木祥哲 (204838)

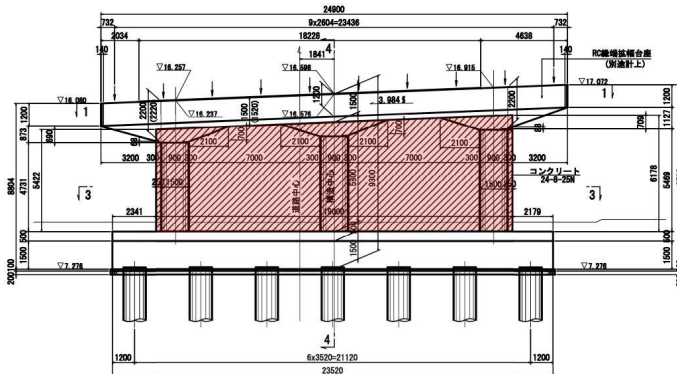
位置図

## § 1 工事概要

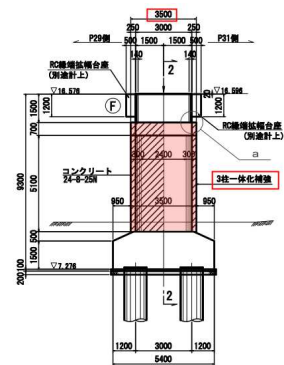
工事目的	国道1号袋井バイパス久能インター付近において、上下線ならびにランプ部の橋脚を補強し、耐震性の向上を図る工事である。		
路線名	国道1号バイパス		
工事場所	袋井市 久能 地内 (他3工区)		
工期	自 令和2年6月1日 至 令和3年2月26日		
受注金額	右表のとおり		
発注者	国土交通省浜松河川国道事務所		
受注者	株式会社 藤本組 監理技術者: 鈴木祥哲		
工事内容	橋脚補強工(3柱一体化) : N=2基(P30橋脚、P32橋脚) 橋脚補強工(RC巻立て) : N=1基(P31橋脚) 落橋防止装置工 排水施設工		

	(税抜)	
	当初	最終
契約金額	212,400,000	337,700,000

他



補強構造図(正面図)



補強構造図(側面図)

## § 2 現場における問題点

### 既設構造物による拘束に伴う温度ひび割れの懸念

- P30橋脚およびP32橋脚の補強は、既存の橋脚3柱を新たなコンクリートで巻き込んで一体化する設計となっている。3柱一体化構造の寸法は、W3.6m×H5.4~6.2m、L19.0mである。
- 構造体のコンクリートは、既設のフーチング・柱・梁に接するため、硬化時の温度変化に伴う体積変化(収縮)が拘束されることで、温度ひび割れが発生することが懸念された。

### § 3 対応策・改善点と適用結果

#### (1) 温度応力解析の実施

- ・今回施工する3柱一体化構造は、コンクリート標準示方書より「下端部が拘束された厚さ50cm以上の壁」に該当し、マスコンクリートとして取り扱うべき構造物である。
- ・マスコンクリートでは、特に温度ひび割れを「防止」あるいは「抑制」することが重要であり、構造物の用途、要求機能および要求性能が満足されるように、ひび割れ幅の抑制および発生位置の制御を行うことが必要である。
- ・そこで、「温度応力解析」による現状分析と対策立案を発注者に提案し、実施した。
- ・要求機能および要求性能は、以下の通りに設定した。

(1) ひび割れ指数 …… 1.0以上

(2) ひび割れ幅 …… 0.2mm以下

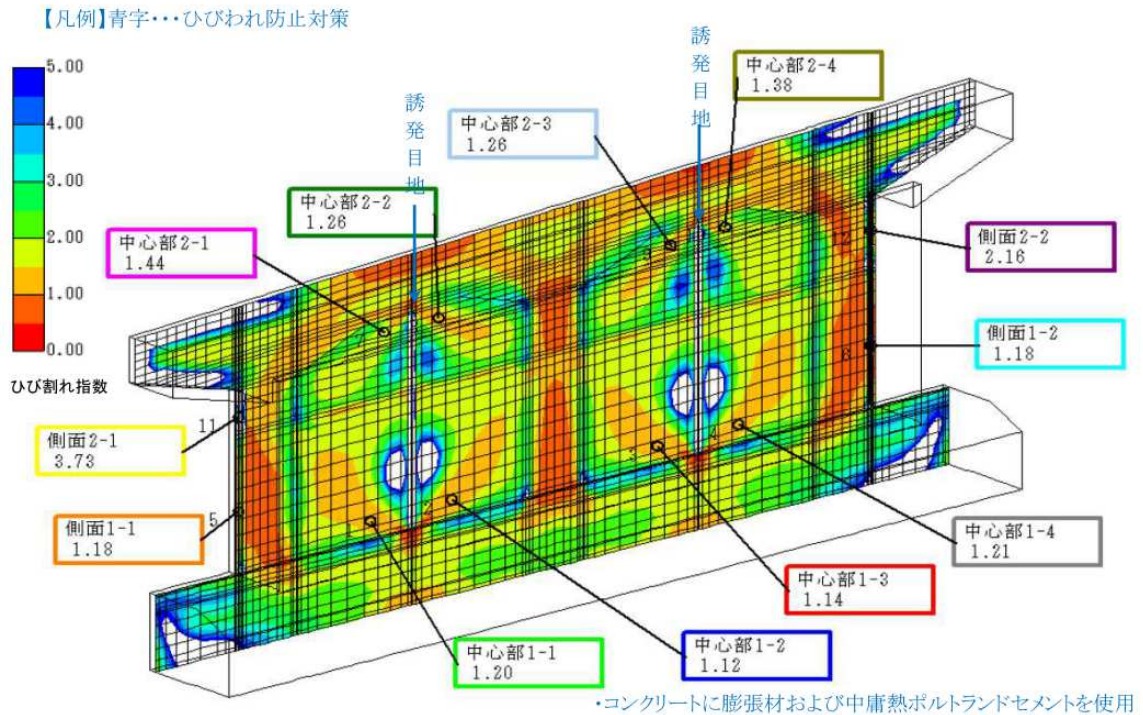


図 温度応力解析結果

## (2) 要求機能および要求性能を満足する対策工の検討

- ・コンクリートの打設時期は、温度ひび割れが発生しやすい夏季を避け、秋季に行うよう全体的な工程を調整した。
- ・当初設計のコンクリートの配合「普通ポルトランドセメント」( $\sigma_c=24\text{N/mm}^2$ )にて温度応力解析を行った結果、当初配合ではひび割れ指数が0.38～0.61となり、目標値となる1.0を大きく下回った。(ケース1)
- ・そこで次の手順で対策を検討した。

### (対策1) 膨張材の使用

コンクリートに生じる収縮ひずみをコンクリートの膨張によって補償するため、膨張材を使用した配合に変更した。膨張材は実績の多い「太平洋ハイパーエクспан」とし、配合量は標準の20kg/m<sup>3</sup>とした。

温度応力解析の結果、ひび割れ指数は0.59～2.65まで改善したが、目標値となる1.0を大きく下回り、更に対策が必要であることが分かった。(ケース2)



図 膨張材の使用

### (対策2) ひび割れ誘発目地の設置

温度応力を低減するためには、外部拘束度を小さくすることが有効である。外部拘束度は、被拘束体と拘束体とのヤング係数比などの他に、施工されるブロックの高さと目地間隔に強く依存されることが知られている。そのため、ひび割れ誘発目地により、あらかじめ断面の一部を欠損させてその部分にひび割れを誘発させることにより、拘束を受ける部材の長さを短くし、目地間の拘束度を軽減することが出来る。

ひび割れ誘発目地の間隔の目安は、1回の打込み高さの1～2倍程度とされている。そこで、誘発目地の本数は、最大の3本×2箇所=6本とした。

温度応力解析の結果、ひび割れ指数は0.82～2.99まで改善したが、目標値となる1.0は下回った。(ケース3)

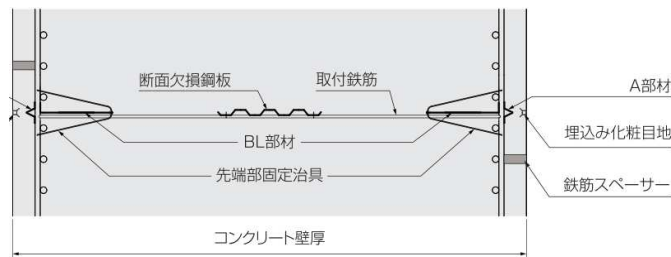


図 誘発目地の設置

### (対策3) 中庸熱ポルトランドセメントの使用

ポルトランドセメントは、普通・中庸熱・低熱・早強・超早強および耐硫酸塩の6種類が日本工業規格(JIS)に規定されている。これらのセメントの中でマスコンクリートに用いられるものうち、断熱温度上昇が小さいことに加えて温度上昇速度が小さく放熱効果によって部材の温度上昇を抑えることが出来る「中庸熱ポルトランドセメント」を使用するものとした。

温度応力解析の結果、ひび割れ指数は一部(既設中央柱の前部)を除き、全て1.0以上に改善した。(ケース4)

### (対策4) 鉄筋の適切な配置

ひび割れ指数が1.0を下回った既設中央柱の前部について、温度ひび割れ幅の検討を行った。温度ひび割れの検討は、既設中央柱の前部における当初設計D16@150の配筋条件で実施した。

その結果、ひび割れ幅は0.187mmとなり、許容ひび割れ幅 $W=0.2\text{mm}$ 以下に収まった。

### (3) 施工中の適切な管理

#### (1) コンクリート温度および外気温の計測

コンクリート打設前に、コンクリート養生温度計レコーダーを用いて、打設後のコンクリート内部・表面および外気の温度を連続的に計測・記録した。温度応力解析の結果と比較することで、養生方法の妥当性確認や改善を行うことが出来るようにした。



写真 コンクリート養生温度計レコーダの設置

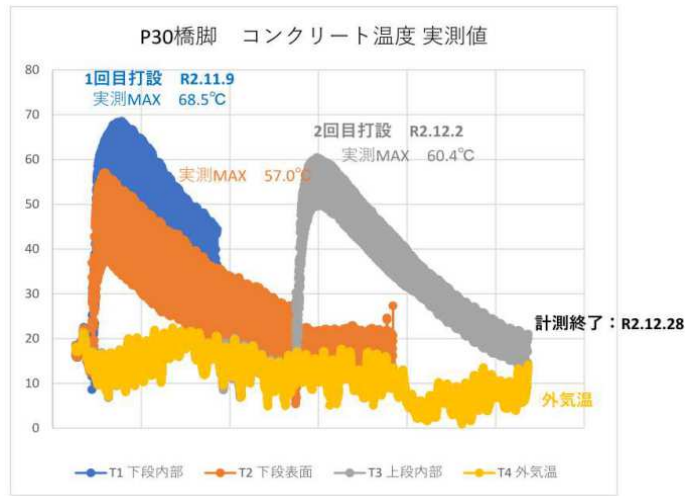


図 コンクリートおよび外気温の実測値

#### (2) 発生したひび割れの継続的な計測と原因分析

打設した3柱一体化構造について、発生したひび割れの位置およびひび割れ幅を現地および図面に記載し、継続的に計測を行って、発生したひび割れの原因分析ならびに対策の要否を検証した。

その結果、ひび割れは誘発目地の位置に $W=0.25\sim 0.95\text{mm}$ と大きく発生し、誘発目地以外での箇所では $0.10\text{mm}$ に制御できていることが分かった。また、継続計測によりひび割れの進展が無いことも確認でき、誘発目地の効果が期待通り発揮され、望ましい状態に施工が出来たと考えられる。

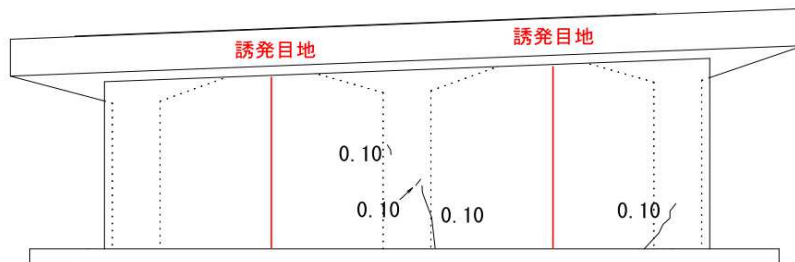


図 ひび割れ調査結果(誘発目地以外の箇所)



写真 ひび割れ調査結果(継続的な計測)

## § 4 終わりに（今後の留意点）

東海地区では、数十年前から東南海地震の発生が懸念されており、被害の軽減や被災時および復興時の交通網の確保は、ますます重要度を増している。今回のような橋梁の耐震補強工事を始め、土木構造物の品質確保には、現場での対応力やコミュニケーション力、土木工学の体系的な理解など、土木技術者の果たす役割は大きいと考えている。

しかしながら、我が国は少子高齢化の影響を受け、土木技術者の急激な減少から、担い手の育成・確保が急務となっている。このことを受け、本工事では、静岡県立掛川工業高等学校の生徒を対象に建設分野における研修会を行い、建設工事の魅力を発信するとともに、ICT機器や測量機の体験コーナーも設けて、楽しみながら土木に触れてもらうことを心がけた。このことで、土木に関する関心を少しでも学生に持ってもらえたとすれば嬉しく思う。

今後は、われわれ現役の土木技術者が更なる技術の研鑽に努めるとともに、担い手育成の観点から学生向けの研修会なども更に充実させ、土木構造物の品質確保に貢献して参りたい。

