

# 橋脚の打ち替え施工における温度ひび割れの検討 ～温度ひび割れ制御鉄筋の配置～

Examination of temperature crack at substitution construction of Concrete pier

有馬 直秀  
Naohide ARIMA

川田工業(株)橋梁事業部技術本部  
富山技術部設計課

土居 荷衆  
Kasyuu DOI

川田工業(株)橋梁事業部工事本部  
富山工事部工事課総括工事長

吉田 順一郎  
Junichiro YOSHIDA

川田工業(株)橋梁事業部生産本部  
富山工場次長

富山県神通川の下流に架かる有沢橋（昭和47年架設）は、上部工が7径間下路式トラス構造で下部工がT形橋脚の形式を有する橋梁で、本工事では、P6橋脚（梁部および柱部）の打ち替えを行いました。本工事では、道示改訂（耐震設計編，H14.3）によるレベル2地震動への対応と、アルカリシリカ反応による劣化が著しい橋脚の将来的な維持管理を考慮し、予防保全の観点から橋脚の打ち替えが最良の方法と判断されました。なお、橋脚取壊し時において、梁部のスターラップ筋の破断も確認されました。本橋脚は、マスコンクリートに該当することから、セメントの水和熱によるひび割れを考慮する必要がありました。本橋脚の場合、部材表面では、中心部の温度上昇時に内部拘束による引張応力が作用し、ひび割れの可能性があり、部材内部では、下部の拘束により温度降下時の収縮変形が拘束され、引張応力による貫通ひび割れが発生しやすくなります。そこで、この対策方法として温度ひび割れ検討を行い、ひび割れ制御鉄筋を配置して対応することとしました。ここではこれらの検討結果を紹介するものです。

## 温度解析

### (1) 解析方法

温度解析および応力解析は、三次元FEM解析（ASTEAMACS）を使用し、現場での施工ステップから柱部と梁部の打ち継ぎを考慮した解析を採用しました。

### (2) 解析モデル

XY方向中心軸とした1/4の三次元モデルとしました(図1)。

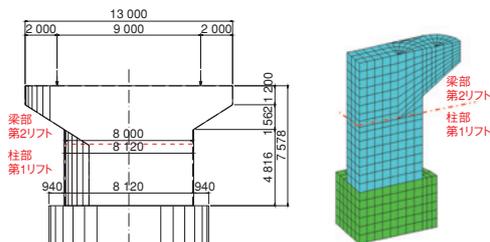


図1 P6橋脚および解析モデル

### (3) 配合条件

高炉セメント 30-8-25BB， W/C=48.5%， 膨張材：有。

### (4) 温度解析結果

温度解析の結果として、温度分布図を図2に、最高発生温度、最大引張応力、最小ひび割れ指数を表1に示します。

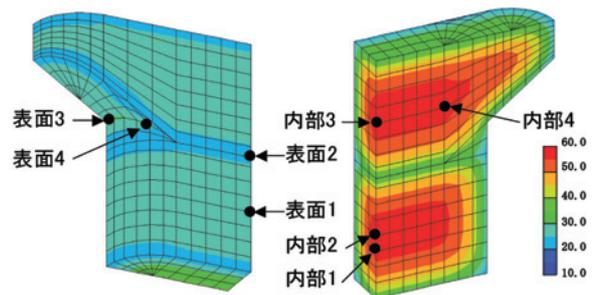


図2 温度分布図（左図：橋脚表面，右図：橋脚内部）

表1 最高発生温度，最大引張応力，最小ひび割れ指数

打設リフト	着目箇所	最高発生温度(°C)	最大引張応力(N/mm <sup>2</sup> )	最小ひび割れ指数	着目箇所	最高発生温度(°C)	最大引張応力(N/mm <sup>2</sup> )	最小ひび割れ指数
柱部	表面1	28.03	1.72	1.10	内部1	57.15	3.13	0.77
	表面2	22.38	2.62	0.72	内部2	56.35	3.10	0.77
梁部	表面3	30.99	1.29	1.48	内部3	56.93	2.74	0.93
	表面4	22.80	2.30	0.70	内部4	56.71	2.93	0.87

表1より、橋脚表面におけるひび割れ指数が橋脚内部より小さな値となっていますが、図3から橋脚表面に発生する引張応力は、時間の経過とともに小さくなり、ひび割れが生じても耐久性に影響がない微細なひび割れと判断されました。これに対し、橋脚内部については、図4からコンクリート打設後も継続的な引張応力が作用し、外部拘束（ケーソン）により部材を貫通するひび割れが生じる可能性がある判断されました。そこで今回は、内部のひび割れ指数に着目し、ひび割れ検討を行うこととしました。

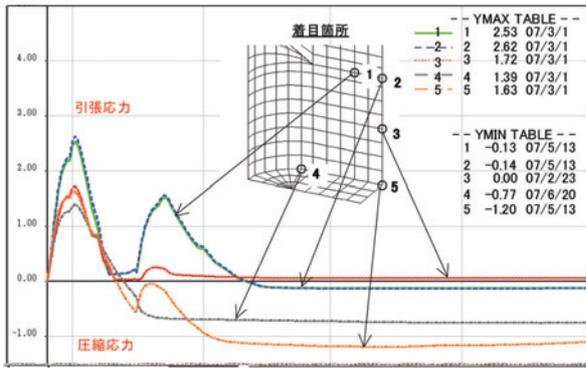


図3 橋脚表面(柱部)-時系列による応力図

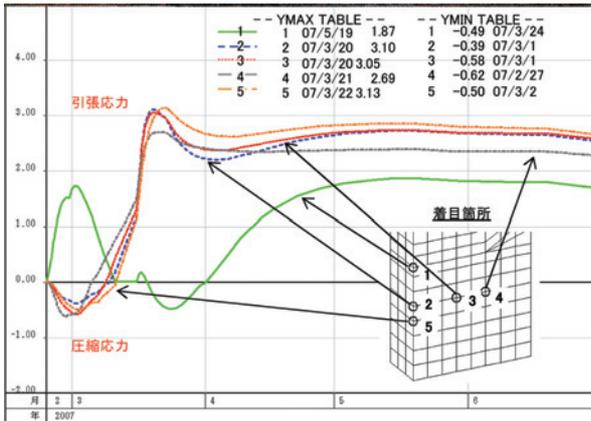


図4 橋脚内部(柱部)-時系列による応力図

表4 配筋 (梁部)

	配筋	列数	As(cm <sup>2</sup> )	幅(cm)	A(cm <sup>2</sup> )	As/A	
既設鉄筋②	D29@250	2列	51.39	312	31200	0.16	
制御鉄筋①	D22@150	3列	77.42	312	31200	0.25	
制御鉄筋②	D29@250	2列	51.39	312	31200	0.16	必要鉄筋比
							Σ 0.57% >0.54%

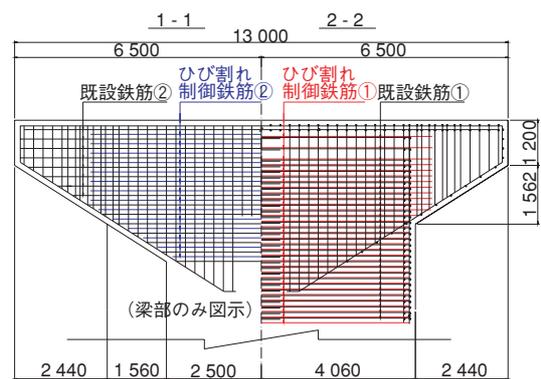
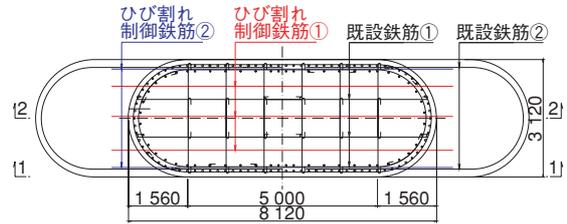


図5 ひび割れ制御鉄筋配置図

## 温度ひび割れ対策

一般的な配筋の構造物における標準的なひび割れ指数についての評価を表2<sup>1)</sup>に示します。今回の解析結果では、ひび割れ指数が1.0以下となることから、表2(4)に基づき解析結果のひび割れ指数と許容されるひび割れ幅(耐久性または防水性からみて補修を必要としないひび割れ幅=0.2 mm<sup>2)</sup>)から必要鉄筋比を算出し、鉄筋によるひび割れ制御を行うものとしました。必要鉄筋比は表3、表4のとおりであり、検討結果から図5に示したひび割れ制御鉄筋を配置しました。

表2 コンクリートのひび割れ指数の評価

コンクリートの温度ひび割れの評価	ひび割れ指数
(1) ひび割れを防止したい場合。	1.75以上
(2) ひび割れの発生を出来るだけ制限したい場合。	1.45以上
(3) ひび割れの発生を許容するが、ひび割れ幅が過大とならないように制限したい場合。	1.00以上
(4) ひび割れ指数が1.0以下の場合には、有害なひび割れとならないように、適切な量の鉄筋を配置する。	

表3 配筋 (柱部)

柱部	配筋	列数	As(cm <sup>2</sup> )	幅(cm)	A(cm <sup>2</sup> )	As/A	
既設鉄筋①	D25@150	4列	135.12	312	31200	0.43	
制御鉄筋①	D22@150	3列	77.42	312	31200	0.25	必要鉄筋比
							Σ 0.68% >0.65%



ひび割れ制御鉄筋の配置 (柱部) 完成写真 (P6橋脚)

## おわりに

今回の施工にあたり行った温度解析によるひび割れ制御鉄筋の配置は、橋脚へのひび割れの発生も認められず、有効な方法であったと考えられます。

最後に、今回の施工にあたり、富山県富山土木センター施設管理課並びに佐藤工業(株)の関係者には、ご指導、ご協力を賜り、厚くお礼申し上げます。

## 参考文献

- 1) 土木学会：コンクリート標準示方書(施工編)，pp42-43, 2002.
- 2) 社団法人日本コンクリート協会：コンクリートのひび割れ調査、補修・補強指針，pp61, 2003.