

I-A351 第二東名高速道路 大井川橋下部工におけるマスコンクリート対策

(株) 錦高組 正会員 梅枝 寿臣

日本道路公団 正会員 國原 博司

(株) 錦高組 正会員 上田 高博

1. はじめに

第二東名高速道路大井川橋の下部工は上下計6車線の高規格道路を1基のT型橋脚で支える大型のPRC構造物である。このため、マスコンクリートの温度ひび割れ対策として諸検討をおこなった。また、対策効果の検証、今後の同種検討に対するデータ蓄積を目的として、橋脚上部の水平梁について、コンクリートの温度計測およびひび割れ発生状況の観測を実施した。

2. 対策上の特徴

マスコンクリート対策は、その構造特性により、以下のようないくつかの特徴を有している。

- 1) プレストレス導入に必要な圧縮強度を必要とするため、単位セメント量が多く、発熱量も大きい。
- 2) 早期強度を必要とするため、低発熱型セメントの使用が限定される。
- 3) 早期脱型した場合、脱型時の内外温度差が大きくなり、ひび割れ発生に影響を与える。
- 4) 発熱量が大きい平面、(引張)強度発現も早く、ひび割れ抵抗性が期待できる。

上記事項を考慮して数種の対策法を組み合わせ、効果・施工性・コストの総合評価により複合対策の組み合わせを決定した。

許容ひび割れ幅は、「コンクリートのひび割れ調査・補修・補強指針」(日本コンクリート工学協会)より、補修を必要としないひび割れ幅を選択し、0.2mm以下をひび割れ幅の制限値とした。

3. 対策方法

普通セメント、低発熱型セメント、ファイバーコンクリート、高性能AE減水剤、断熱型枠、外側保溫養生、パイプクーリング、プレクーリング、リフト割変更、ひび割れ誘発目地の設置等を基本対策項目とし、これらを組み合わせた複合対策案を作成した。そして、ひび割れ抑制効果およびコスト・工程の優位性等を比較検討し、表-1に示した対策方法を決定した。この時のコンクリート配合を表-2に示す。

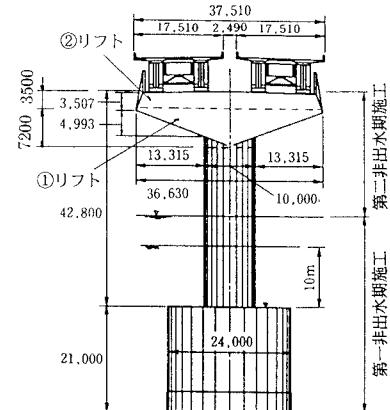


図-1. 下部工一般図

表-1. マスコンクリート対策

対策項目	効果の概要	対策方法
普通セメント	発熱量の低下により温度上昇を抑える 中心断面リフト→温度の約1/10に低減(熱伝導解析より)	●
高性能AE減水剤	単位セメント量の減少により発熱熱量を減らす 断熱型枠による外側保溫養生(ヒートアイル)による外側保溫養生(ヒートアイル)	●
断熱型枠	外側の冷却によるコンクリートの内外温度差を抑える 表面を乾燥からさらい、リフトとの温度差を低減(ヒートワールド30m使用により熱伝導率を1/10に低減、温度差発生時間も速くなる)	—
パイプクーリング	クーリングパイプを内側に設置することで温度上昇を抑え、外気温との差を低減する 内側の冷卻によるコンクリートの内外温度差を抑える(表面を乾燥からさらいにより、中心断面温度が約1/10に低減)	—
普通セメント	第1リフトと同様	●
高性能AE減水剤	第1リフトと同様	●
断熱型枠	外側の冷却によるコンクリートの内外温度差を抑える 表面を乾燥からさらい、リフトとの温度差を低減(ヒートアイル)	—
パイプクーリング	クーリングパイプを内側に設置することで温度上昇を抑え、第2リフト内外温度差(ひび割れ発生可能性を低減する) 表面を乾燥からさらい(14日間)	—
上面養生マット	外側の冷却によるコンクリートの内外温度差を抑える 表面を乾燥からさらい(14日間)	●
検討結果の概要	最大温度差発生時間(日) 内側温度(℃) 外側温度(℃) 外側温度差(℃)(W/m²)(ヒートアイル無効) 引張水干合計(W/m²)(熱伝導率(W/m²)) 温度差発生(℃)(W/m²)(ヒートアイル無効) 温度差発生(℃)(W/m²)(ヒートアイル有效) 最大温度差発生時間(日) 内側温度(℃) 外側温度(℃) 外側温度差(℃)(W/m²)(ヒートアイル無効) 引張水干合計(W/m²)(熱伝導率(W/m²)) 温度差発生(℃)(W/m²)(ヒートアイル無効) 温度差発生(℃)(W/m²)(ヒートアイル有效) 最大温度差発生時間(日) 内側温度(℃) 外側温度(℃) 外側温度差(℃)(W/m²)(ヒートアイル無効) 引張水干合計(W/m²)(熱伝導率(W/m²)) 温度差発生(℃)(W/m²)(ヒートアイル無効) 温度差発生(℃)(W/m²)(ヒートアイル有效) ひび割れ指標	1.4 5.2 5.2 -3.10(28) -4307(872) -10.5(24) 5272(103) 4.8 4.8 4.8 -5.7(0.42) -3018(612) -5.5(0.49) -2440(54) 4.7 5.1 5.1 -79 1.00 1.00 ○ ○

キーワード：マスコンクリート、下部工、逆解析、FEM 解析

〒102-8678 東京都千代田区一番町31 TEL 03-5210-2326 FAX 03-5210-2352

また、主たる対策選定時に実施したFEM解析により得られた温度応力に対し、ひび割れ指数の検討をおこない、補助対策として鉄筋補強をおこなった。

さらに、初期材令での表面付近における急激な温度降下や乾燥を避けるため、工程上可能な限り型枠を存置することとした。

4. ひび割れ観測および温度計測

1) ひび割れ観測

P4 水平梁のひび割れ観測結果を図-2に示す。発生したひび割れは、0.15mm程度のもの数本にとどまり、概ね目標値内に制御することができた。また、進行性は認められず、構造軸線方向の移動拘束がない水平梁では、プレストレスやコンクリートのクリープが収縮方向追随性を有し、内的な鉄筋応力の低減に対し優位に作用することから、供用時の耐荷力、耐久性に影響を及ぼすものではないと判断した。

2) 温度計測

対策検証のため、図-3に示す位置に熱電対を設置し、温度計測を実施した。計測結果および逆解析値（打設完了温度を実測値に修正した解析値）を図-4に示す。両者を比較すると、温度上昇量および温度下降域の勾配等はほぼ一致しており、解析の実用性が確認された。ただし、温度上昇については、土木学会標準示方書の特性式よりやや早い上昇傾向が見られたため、今後多くの事例検証が必要であるといえる。

5. まとめ

- 1) 数種のひび割れ対策を組み合わせた複合対策により、ひび割れ幅を概ね目標値（0.2mm）内に制御することができた。
- 2) 温度計測、逆解析をおこなった結果、コンクリートの最高温度および下降傾向には一致性が見られ、解析の実用性が確認された。
- 3) 温度上昇については、一部計測値と解析値の傾向に違いが見られ、解析精度の向上においては、今後より多くのデータ蓄積、解析へのフィードバックが必要である。

参考文献

- 1) 日本コンクリート工学協会：マスコンクリートのひびわれ制御指針,1991
- 2) 日本コンクリート工学協会：コンクリートのひびわれ調査・補修・補強指針,1987
- 3) 土木学会：コンクリート標準示方書（施工編）,1996

表-2. 配合表（普通セメント+高性能AE減水剤）

示方 配 合	粗骨材の 最大寸法 (mm)	スランプ の範囲 (mm)	空気量 の範囲 (%)	水セメント 比 (%)	細骨材 率 (%)	単位量(kg/m ³)				
						水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G	混和剤 (g/m ³)
	25	5.5~10.5	3~6	43.3	40.0	132	305	760	1155	1678

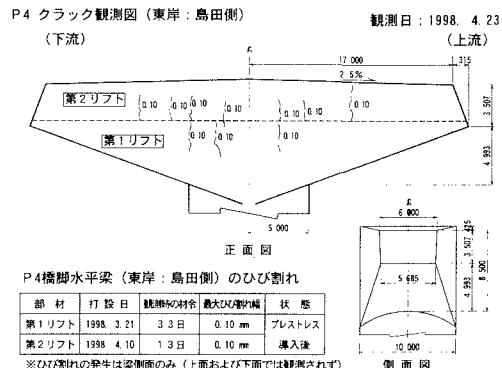


図-2. ひび割れ観測結果

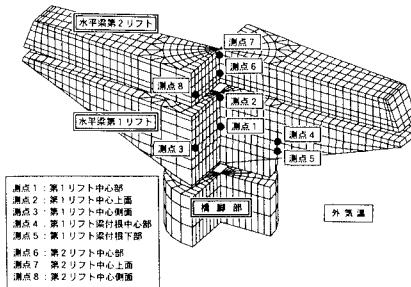


図-3. 温度計測位置

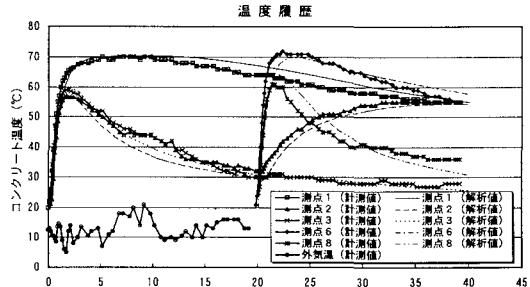


図-4. コンクリート温度履歴