

新北九州空港連絡橋橋脚のマスコンクリート対策

(株) 錢高組 九州支店土木部 正会員 井上 文夫
福岡県新北九州空港連絡道路建設事務所 正会員 村田 真斎
福岡県新北九州空港連絡道路建設事務所 佐々木大介
九州大学大学院工学研究科 フェロー会員 松下 博通
(株) 錢高組 土木本部技術部 正会員 秋山 博

1. はじめに

新北九州空港連絡橋は、現在建設中の新北九州空港と九州本土を結ぶ海上連絡道路橋であり、唯一のアクセス手段として重要な位置を占めている構造物である。建設に先立ち、新北九州空港連絡橋設計・施工委員会コンクリート部会（部会長：松下博通九州大学大学院教授）において海洋コンクリート構造物として、耐久性確保のため総合的検討を行った結果、施工上の対策として以下のような対策をとることとした。

- 設計耐用期間 100 年間の推定劣化深さを考慮したかぶりの決定 (10.5cm)
- 透水性型枠を用いた表面組織緻密化による塩化物イオンの浸透と中性化の抑制
- 高炉スラグ微粉末 (6000cm²/g) によるアルカリ骨材反応の抑制
- 低発熱高炉セメントと保温型枠によるマスコンクリート対策

また、第一工区 (P10～P15) ではマスコンクリートとしての挙動を把握するため計測を実施した。
第二工区 (P6～P9) ではこれらを受け、第一工区の計測の結果得られた熱伝達率等の各種パラメータを温度応力解析に反映し、マスコンクリート対策を行った。
以下では、マスコンクリート対策に関して報告を行う。

2. 温度応力解析

温度応力解析は、3 次元 F E M 解析により実施することとし、図 - 2 に示す形状を有する P9 橋脚を対象とした。表 - 1 に主要な検討条件を示す。

表 - 1 検討条件

項目	諸元
セメント種類	低発熱高炉セメント
水 / 結合材比 (%)	45%
単位セメント量 (kg)	330
断熱温度上昇 (実験値より推定)	$Q_{\infty}=33.7$ $\gamma=0.582$ (打込み温度 20 の場合)
熱伝導率 (W/m ²)	2.67
単位体積重量 (kg)	2300
比熱 (kJ/kg)	1.15
外気温 ()	実測値 (過去 6 年間の平均)
打込み温度 ()	第一工区実績より推定
表面熱伝達率 (W/m ²) (第一工区の逆解析値)	コンクリート面 : 14 型枠面 : 5.8 (合板) 保温型枠 : 2.3 (合板 + EPS)
配合強度 (N/mm ²)	47.7
圧縮強度 (N/mm ²) ¹	8.94 lnM - 25.1
引張強度 (N/mm ²) ²	0.091 f' _c
ヤング係数 (N/mm ²) ²	0.71 f' _c ^{0.46} × 10 ⁴
有効弾性係数法におけるクリープ係数 ³	温度上昇期 : 0.0 温度下降期 : 1.0

1 M は 0 を基準とした積算温度で、逆解析により推定した圧縮強度式
2 第一工区実測値による逆解析値
3 自己収縮・乾燥収縮を含んだ値

また、解析に先立ち低発熱高炉セメントを用いたコンクリートの断熱温度上昇特性を正確に把握するため、別途試験を実施して温度応力解析に反映させた。

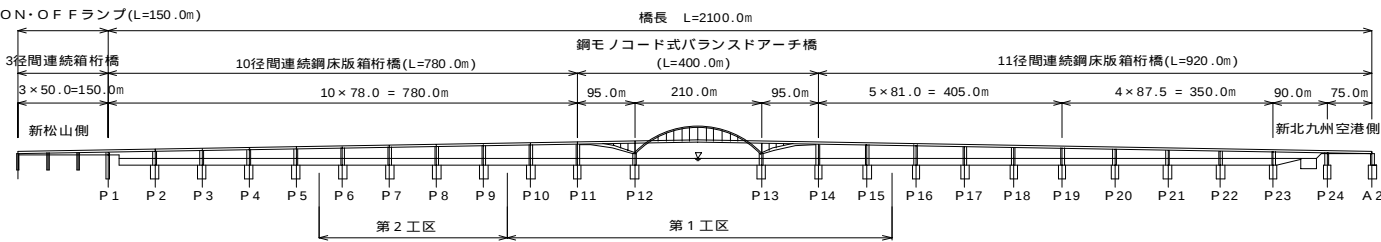


図-1 新北九州空港連絡橋全体一般図

キーワード：マスコンクリート，低発熱高炉セメント，保温型枠，温度応力解析
連絡先：〒163-1011 東京都新宿区西新宿 3-7-1 新宿パ^ークタワー 11F tel.03-5323-5761 fax.03-5323-5768

ひび割れ指数の目標値としては、感潮部で 1.0 以上、その他の部分で 0.7 以上確保することとした（感潮部は第 2・第 3 リフト）。

養生方法は、解析結果をもとに決定し、保温型枠の適用範囲は、第 2・第 3 リフトとし、14 日以上存置することとした。その他の範囲には木製型枠を適用し、14 日間を標準養生期間とした。

表 - 2 に示すように、感潮部・一般部とも目標ひび割れ指数は確保することができたが、一部でひび割れの発生も予想されたため、ひびわれが発生した場合における補修の要否の判断基準も事前に定め、許容ひび割れ幅を樹脂注入工法による補修が可能な最小ひび割れ幅から、0.2mm とした（ $<0.0035C=0.35\text{mm}>$ ）²⁾。

なお、第 5 リフトは目標ひび割れ指数をクリアしたものの、ひび割れ指数および施工性を改善するため、リフト高を調整し、実施工では 3m のリフト高に分割することとした。

3. 橋脚の施工とひび割れ調査

第二工区では前述の材料選定のほか、ブリーディングを抑制するとともに、コンクリートプラント船（CP 船）による打設におけるワーカビリティを改善するため、高性能 AE 減水剤を採用した。

また、コンクリート打設速度が頂版で約 $30\text{m}^3/\text{hour}$ 、橋脚躯体で $22\sim 25\text{m}^3/\text{hour}$ と低い上、本工事で打設するコンクリートの粘性が高く、透水性型枠による脱水も

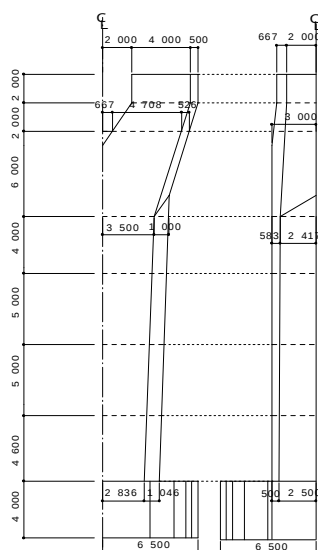


図-2 P9 橋脚一般図

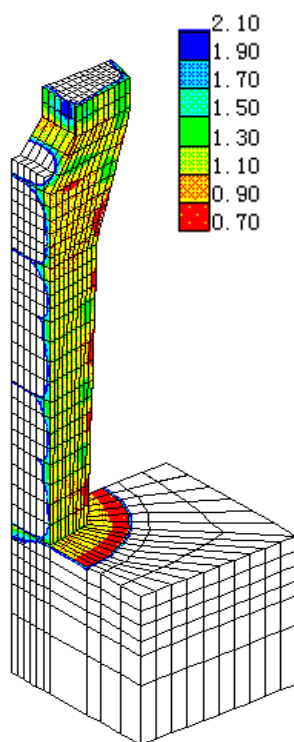


図-3 最小ひび割れ指数分布

表 - 2 P 9 橋脚解析結果

部位	最高温度		最小ひびわれ指数		最大引張応力度	
	T _{max}	材齢	I _{c,max}	材齢	σ _{t,max}	材齢
		日	—	日	N/mm ²	日
頂版	42.7	10	1.03	10	4.20	10
1 リフト	48.5	10	1.04	9	4.23	10
2 リフト	51.1	7	1.16	7	3.77	7
3 リフト	53.7	8	1.12	8	3.89	9
4 リフト	53.0	6	1.06	6	4.10	6
5 リフト	58.2	6	0.88	6	4.93	6
6 リフト	58.1	4	1.00	4	4.34	4
7 リフト	57.8	4	1.14	4	3.77	4

あり、特に夏期施工におけるワーカビリティが低下することから外気温 25℃ を目安に高性能 AE 減水剤を遅延型に変更した。

施工後のひび割れ調査結果の一例を図-4 に示す（最も顕著な P 9 東側）。

いずれの橋脚でも第 3 リフトが最もひび割れが多く見られたが、その他のリフトは本数 0～2 本程度と少なく、微細なひび割れ幅に制御できた。全橋脚での最大ひび割れ幅は、0.08mm となった。

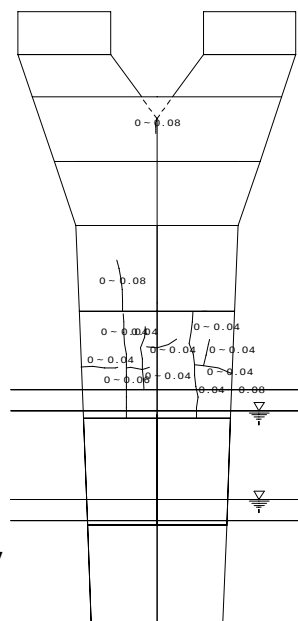


図-4 ひび割れ分布図

4. まとめ

本工事では、第一工区で得た計測データを用いて実際の条件に基づいた検討を行い、第二工区以降の後続工区に反映させた。この結果、生じたひび割れは小数で幅も小さく十分な対策効果が得られたと考えられる。

本橋での試みは、大規模で同種構造物が連続するような条件の場合には有効な手段であると考えられる。

<参考文献>

- 1) 松下, 田口, 堀切, 龍:「新北九州空港連絡橋コンクリート橋脚の耐久性設計および維持管理計画」, コンクリート工学, pp. 34-39, 1999.10
- 2) 新北九州空港連絡橋設計・施工委員会: コンクリート部会資料, 1997