

マスコンクリートの温度ひび割れ対策について

東日本旅客鉄道（株）東北工事事務所正会員 ○大場 武

東日本旅客鉄道（株）東北工事事務所正会員 有光 武

東日本旅客鉄道（株）東北工事事務所非会員 日下 郁夫

1. 目的

マッシブなコンクリート構造物を構築する際には、温度ひび割れ等の初期ひび割れを有害なひび割れ幅とならないように適切に制御する必要がある。温度ひび割れを制御するためには、パイプクーリング、水和熱の少ないセメントの使用、鉄筋比を増やす等の方法がある。一方で、温度ひび割れ対策を実施することにより、工事費増を伴うことから、コストについて検討した上で最適な対策を選定する必要がある。本稿では、養生温度、養生期間およびセメントの種類をパラメータとして温度応力解析を 4 ケース行い、ひび割れ指数の変動、および 4 ケースそれぞれのコストについて検討した結果を報告する。

2. 対象構造物

構造物は、道路橋の橋台であり断面形状と打設リフトを図-1 に示す。

3. 温度応力解析方法

3.1 解析条件

使用した解析プログラムは、ASTEA MACS（計算力学研究センター）である。コンクリートの打設場所は、岩手県釜石市であり、打設時期を、第 1 リフトが 1 月 24 日、第 2 リフトが 2 月 14 日、第 3 リフトが 3 月 14 日とした。外気温については岩手県釜石市における気象庁の観測データの平均気温を採用した。打込み温度は、土木学会コンクリート標準示方書¹⁾より、外気温+5℃とした。また、岩盤の温度は年間平均気温である 11.2℃とした。表-1 に本解析に使用した打込み温度等の入力データを示す。

3.2 解析ケース分類

養生温度と養生期間をパラメータとして表-2 のように 4 ケース分類した。ケース 1 は、温度ひび割れ対策を行わない一般的なモデルを作成し、寒中コンクリートとしての保温養生を行うことを考慮して養生温度を 10℃とし、養生期間を 7 日とした。ケース 2 は温度ひ

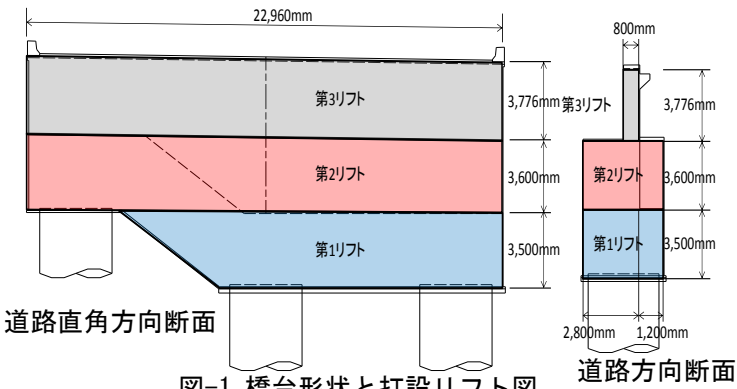


図-1 橋台形状と打設リフト図

表-1 入力データ

データの種類	ケース 1～3	ケース 4
熱伝導率(W/m℃)	2.7	
比熱(kJ/kg℃)	1.15	
打込み温度 (1/2/3 リフト)	5.96/7.40/11.33	
セメントの種類	高炉セメント	中庸熟セメント
圧縮強度(N/mm2)	24	24
スランプ値(cm)	12	8
粗骨材最大寸法 (mm)	25	20
セメント量 C (kg/m³)	293	
水 W (kg/m³)	158	161
W/C (%)	54.0	55.0

表-2 解析ケース

	ケース 1	ケース 2	ケース 3	ケース 4
養生温度	10℃	15℃	15℃	10℃
養生期間	7 日	7 日	12 日	7 日

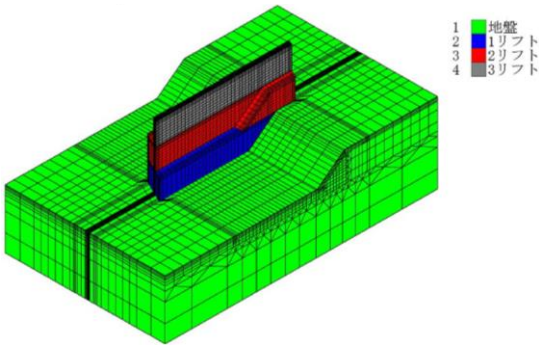


図-2 解析モデル

キーワード マスコンクリート、内部拘束、外部拘束、温度応力、温度ひび割れ、Thermal stress

連絡先 〒020-0034 岩手県盛岡市盛岡駅前通 1 番 48 号 東日本旅客鉄道(株) TEL 019-654-6942

びわれ対策として保温養生における養生温度を高く設定（15℃）し、養生期間は7日とした。ケース3は養生温度を15℃、養生期間を長く（12日）した。ケース1～3は高炉セメントを使用し、ケース4は、養生温度10℃、養生期間7日として中庸熱ポルトランドセメントを使用した。解析モデルを図-2に示す。

4. 温度応力解析結果

温度応力解析により求めた各リフトの中心断面における最小ひび割れ指数を表-3（かっこは材齢を表す）
図-3～6に示す。

表-3 各ケース最小ひび割れ指数

リフト	ケース1	ケース2	ケース3	ケース4
最小ひび割れ指数				
1	1.17 (91日)	1.27 (96日)	1.31 (99日)	1.80 (86日)
2	1.12 (31日)	1.30 (49日)	1.34 (50日)	1.80 (32日)
3	1.05 (12日)	1.16 (34日)	1.19 (34日)	1.79 (12日)

5. 考察

4ケースの解析結果について、ケース2の養生温度を高くした場合とケース3の養生温度を高くして養生期間も長くした場合を比較するとひび割れ指数は、最大で0.04しか改善されなかった。ケース4については、全てのリフトでひび割れ指数が1.75以上となり、ひび割れ発生確率が5%以下となった。また、4ケースについて温度ひび割れ幅を0.2mm以下とする場合のコスト（鉄筋材料費（ひび割れ幅の評価式より鉄筋比算出）、養生費増分とセメント材料費）について概算で算出して比較を行った結果を参考例として表-4に示す。

表-4 コストの比較

	ケース1	ケース2	ケース3	ケース4
温度ひび割れ対策費	1.00	0.85	1.25	0.89

6. まとめ

温度ひび割れには様々な対策があり、現場条件を踏まえコスト面で最適な対策を選定する必要がある。本稿では、橋台コンクリートを冬季に打設する際に、養生温度と養生期間、セメントの種類によりどの程度ひび割れ指数が変動するか、および対策にかかるコストを一例として示した。本検討では、養生温度を高くした上で鉄筋比を増やす方法（ケース2）がコスト面で最適な対策ということがわかった。また、中庸熱ポルトランドセメントの使用（ケース4）については、材料の入手が難しいという実情があり、材料手配にかかる運搬

費等を考慮するとさらにコストが上がる可能性がある。本稿が少しでも同様の現場で役に立てば幸いである。

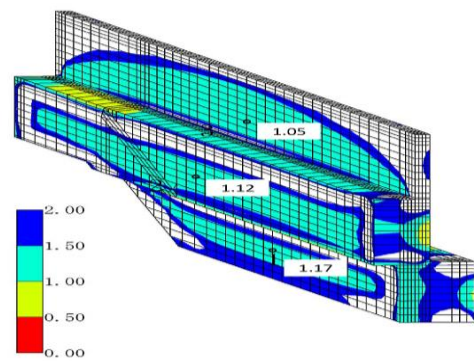


図-3 ケース1 最小ひび割れ指数

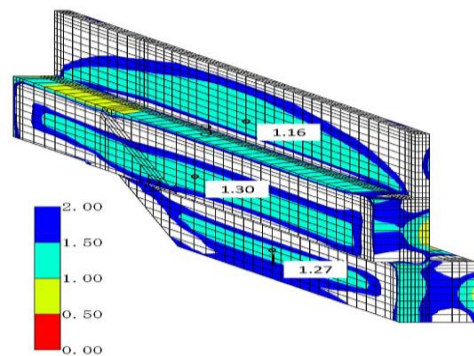


図-4 ケース2 最小ひび割れ指数

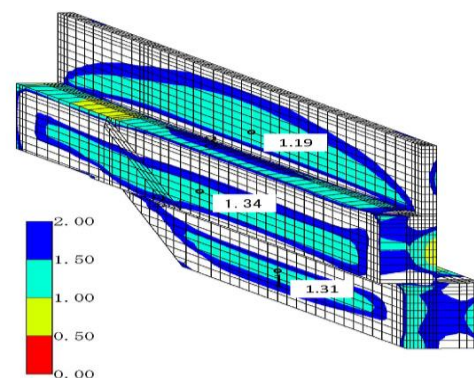


図-5 ケース3 最小ひび割れ指数

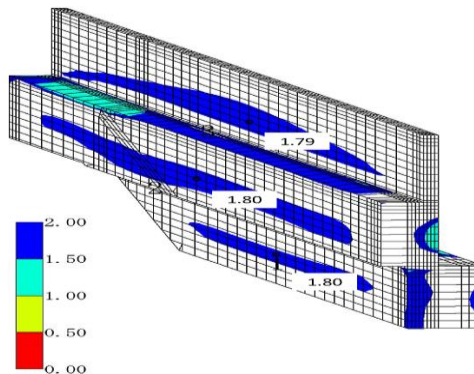


図-6 ケース4 最小ひび割れ指数

参考文献

- 1) 土木学会：コンクリート標準示方書〔設計編〕
2012年制定