

VI-3

マスコンクリートの温度ひび割れ対策に関する検討

東日本旅客鉄道㈱ 東北工事事務所 正会員○旦代 雅人

1. はじめに

現在コンクリート構造物は大型化や施工技術の高度化が進み、大量で連続的な施工が増加している。そういった現状を背景に、セメントの水和熱に起因する温度ひび割れの発生が、マスコンクリート構造物の耐久性等に大きな影響を与える。

本検討は、河川改修工事に伴う東北本線平泉・前沢間に位置する衣川橋りょう改築工事の下部工施工において、普通ポルトランドセメントを用いた際の外気温と水和熱によるコンクリート内部の温度差から発生する温度ひび割れの問題に関して、温度応力による解析とその対策について検討したのでその結果を報告する。

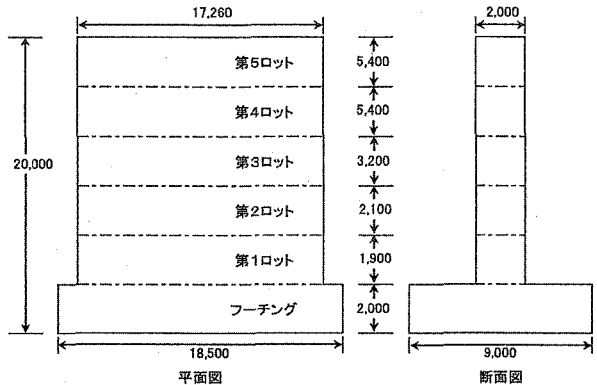


図-1 構造物の概要

2. 構造物と打設概要

本橋りょうの橋脚を図-1に示す。18.5m×9.0m、高さ2.0mのフーチング部分と、17.26m×2.0m、高さ18.0mのく体で構成されている。ロット割りは土留支保工の設置位置関係から決定した高さとなっている。1回の打設量が最大となる箇所はフーチングであり、約330m³となる。

河川改修に伴う工事のため、河川内に位置する橋脚は渇水期である冬期のコンクリート打設となる。なお、打設は12月～翌3月で、平均気温が-0.7℃～2.2℃の時期に計画した。

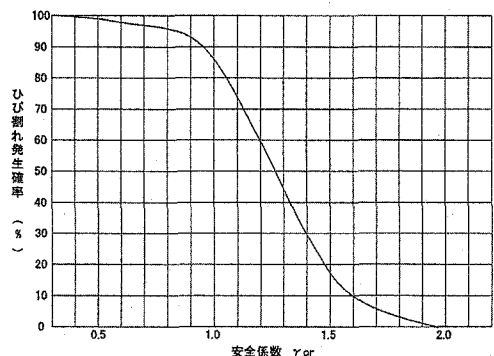
3. 普通ポルトランドセメントの温度ひび割れ指数評価

対象構造物において普通ポルトランドセメントを用いて温度応力解析を実施した。解析方法は2次元FEMによる温度解析、コンペンセンション・プレーン法（CP法）による温度応力解析で行った。解析に用いたコンクリートの力学的特性を表-1に示す。温度ひび割れ指数によって、ひび割れ発生の可能性を評価した。ひび割れ指数の評価は、図-2に示す安全係数（ γ_{cr} ）とひび割れ発生確率（%）の関係から行う。その参考値は、

- ・ ひび割れを防止したい場合 ————— 1.75 以上
- ・ ひび割れの発生をできるだけ制限したい場合 — 1.45 以上
- ・ 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 ————— 1.0 以上

セメントの種類		N
呼び強度		24
材齢		28日
28日圧縮強度 f_c (N/mm ²)		23.985
圧縮強度発現 $f_c(t) = [t/(a+bt)]^d f_{ck}$	$d(l)$	1.11
	a	4.5
(N/mm ²)	b	0.95
引張強度発現 $f_t(t) = c \cdot f_c(t)^d$ (N/mm ²)	c	0.44
	d	0.5
有効弾性係数 $E_t(t) = \alpha \cdot e \cdot f_c(t)^e$ (N/mm ²)	e	4700
	f	0.5
	a	3日～ : 0.73 5日～ : 1.0
線膨張係数(1/℃)		10×10^{-6}

表-1 コンクリートの力学的特性

図-2 安全係数 γ_{cr} とひび割れ発生確率

となり、各々のひび割れ発生確率は順に 5%、25%、85%となっている。今回の解析では安全係数を 1.0 以上に設定した。一般にひび割れ指数($I_{cr}(t)$)と安全係数(γ_{cr})の関係は $I_{cr}(t) > \gamma_{cr}$ を満足すれば合格とされている。よってひび割れ指数は最低 1.0 以上となるよう検討しなければならない。そのため、養生温度を①: 5℃、②: 10℃に分けて最小ひび割れ指数を解析した。その結果が図-3で、温度応力解析結果から求められた最小ひび割れ指数である。①の場合は 2~4 ロット目で 1.0 未満となり高い確率でひび割れが発生する結果となった。一方②の場合は 4 ロット目だけが 0.99 と 1.0 を割ったがそれ以外はすべて 1.0 以上の指数が得られ、ひび割れ発生の可能性が①の場合と比べて少ない結果となった。よって打設後の養生温度は 10℃に保つよう計画した。打設時期の平均気温は-0.7℃~2.2℃と低いため、養生シートの中をダクトヒーターを用いて 10℃に保ち、5 日間養生する計画にした。

	ひび割れ指数	
	①: 5℃	②: 10℃
フーチング	1.15	1.35
第 1 ロット	0.93	1.20
第 2 ロット	0.94	1.20
第 3 ロット	0.84	0.99
第 4 ロット	1.00	1.16
第 5 ロット	1.31	1.56

図-3 ひび割れ指数

4. 施工結果

橋脚に用いたコンクリートの配合を表-2に示す。コンクリートは午前 8 時頃から打設、施工時の天候は曇りで気温 3℃、コンクリートの打設温度は 10℃で、養生温度は 9℃~10℃を保った。施工後、

設計基準強度 (N/mm ²)	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)				
			W	C	S	G	A
24	54.9	45.2	161	293	831	1044	3.194

表-2 コンクリート配合表

コンクリート温度が低下した打設から 15 日後に橋脚のひび割れ調査を行った。図-4 が打設後のフーチング部分の表面状態である。目視で確認した結果、温度ひび割れの発生は見られなかった。

5. まとめ

コンクリートの水和熱と外気温との差による温度ひび割れは、マスコンクリートの場合特に大きな問題となる。今回のように打設前に諸条件のもとで、温度ひび割れ発生の可能性を検討・評価し、それについて対策を講じることが重要である。またこのような解析が工事を円滑に進める事前対策であると考え。

参考文献

1) 土木学会コンクリート標準示方書、施工編 (2002 年制定)、土木学会

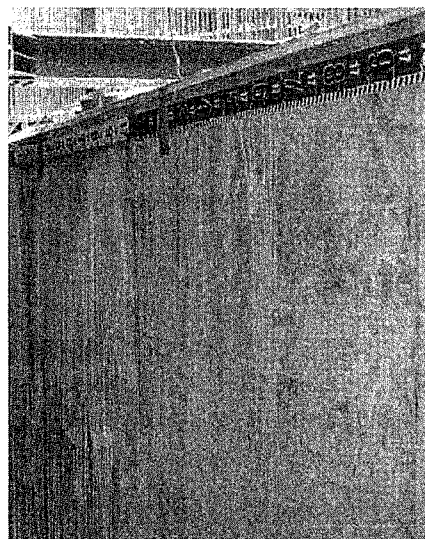


図-4 コンクリート表面状態