

V-20

中庸熱フライアッシュセメントによるマスコンクリートのひび割れ対策

JR 東日本 東北工事事務所 正会員 ○松本 浩一
 JR 東日本 東北工事事務所 正会員 田附 伸一
 JR 東日本 東北工事事務所 正会員 餘目 祥一

1.はじめに

コンクリート構造物の大量かつ急速な施工は、セメントの水和熱に起因する温度応力等によってひび割れを発生させることが多い。今回、橋脚フーチング部の施工において約 3200m³の一括打設を行ったが、温度ひび割れ発生を検討を要するマスコンクリートの打設については、この規模の施工実績は少ない。そこで経済性、温度ひび割れ発生抑制の観点から検討し、セメントに中庸熱フライアッシュセメントを使用することとした。

本研究は中庸熱フライアッシュセメントを用いて施工した結果を基に、温度ひび割れの抑制効果を逆解析により検討したものである。

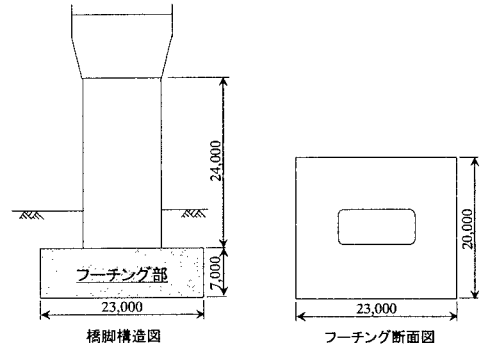


図-1 構造物の概要

2.施工概要

構造物の概要を図-1 に示す。対象の構造物は幅 23m×20m、高さ 7m の橋脚フーチング部である。マスコンクリートの温度ひび割れ発生抑制の対策と

表-1 配合表

セメントの種類	設計基準強度 (N/mm ²)	Gmax (mm)	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)				
					W	C	S	G	A
中庸熱 フライアッシュセメント	24	20	55.0	45.3	153	278	834	1044	3.2

しては、セメント種類の検討、単位セメント量の低減、リフト割りや打設回数の検討、打設時期、養生方法の検討等が考えられる。今回の施工では、これらの検討によりセメントには中庸熱フライアッシュセメントを使用し、単位セメント量の低減の考慮から設計基準強度の材齢を 28 日から 91 日とした。また打設回数の検討として、フーチング部 3200 m³を一括打設により施工した。配合表を表-1 に示す。

セメントには低熱ポルトランドセメントの使用も考えられたが、東北地方において同種のセメントを大量に使用することはコスト面で不利であった。一方、中庸熱フライアッシュセメントは普通ポルトランドセメントや高炉セメントとコスト面でほぼ同等であった。

3.施工結果

コンクリート打設時の試験結果および施工時の気象状況を表-2 に示す。打設時間は午前 9 時から翌日午前 6 時までの約 21 時間、単位時間当たりの打設量は約 150 m³であった。12 日間の養生後、型枠の脱型を行い、フーチング表面を調査した結果、温度応力が原因と考えられるひび割れの発生は確認されなかった。

表-2 施工時のコンクリート試験結果および気象データ

気象データ		コンクリート試験結果※			
天候	平均気温 (°C)	スランブ (cm)	空気量 (%)	塩化物量 (g/m ³)	コンクリート温度 (°C)
雨	9.0	9.1	4.2	0.04	15.3

※打設中の平均値を示す。

なお施工当日は天候が雨で、フーチング打設中の最高気温 12℃、最低気温 8℃で平均気温は 9℃であった。

4.解析結果

施工時および施工後のコンクリートの温度履歴から、FEM による温度解析と CP 法による温度応力解析を行った。図-2 に FEM 解析モデルを示す。初期値としてコンクリートの熱特性、力学的特性は土木学会コンクリート標準示方書³⁾に基づいた値を用い、打設温度、外気温は実際の値を用いた。また、施工後のフーチング側面上部における

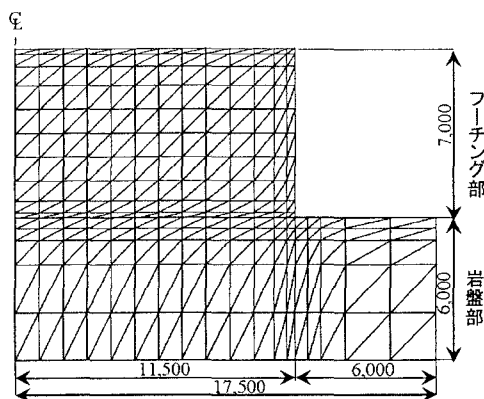


図-2 解析モデル

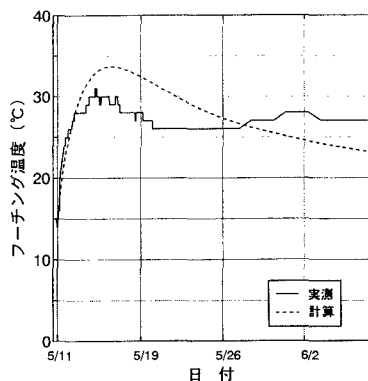


図-3 コンクリート温度履歴

温度履歴から断熱温度上昇特性を算出した。

$$Q(t) = 29.3(1 - e^{-0.403t}) \quad (1)$$

$Q(t)$: 断熱温度上昇量(°C) t : 材齢(日)

図-3は、実測および(1)式を基に計算したコンクリート温度の時系列である。実測結果は5/11から5/21までは1時間毎のコンクリート温度を、5/21以降は1日1回午前9時のコンクリート温度を示している。(1)式を用い、解析を行った結果を図-4、図-5に示す。図-4は、フーチングにおける材齢の異なる各位置の最大応力分布を示している。これよりフーチング壁面下部に他の部分より大きい温度応力が発生していることがわかる。最大値は、温度応力約1.1N/mm²で材齢21日であった。

一方、図-5はフーチングにおける材齢の異なる各位置の最小温度ひび割れ指数を示している。温度ひび割れ指数は、ひび割れの発生確率と相関関係があると言われている。図-5より温度ひび割れ指数はフーチング壁面の上部と下部に厳しい値となる傾向がみられ、最小値で材齢7日の温度ひび割れ指数1.31であった。これは温度ひび割れの発生確率にすると約15%である。施工結果では、フーチング部に温度ひび割れが発生しなかったことから、今回の施工法がマスコンクリートの打設に有効であったことが確認された。

なお、図-4、5で空白の部分は温度ひび割れ指数が2.5以上を示す部分であり、値の記述は省略している。

5.まとめ

約3200 m³の橋脚フーチング部の施工において、セメントの種類を中熱フライアッシュセメントとすることによって、経済的に温度ひび割れの発生を抑制することが可能であることがわかった。今後、同種の工事において、今回の施工および解析結果が参考となれば幸いである。

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

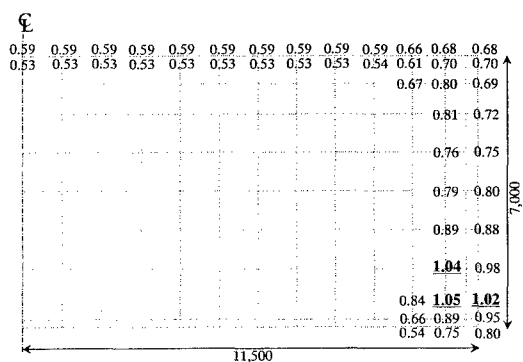


図-4 フーチングにおける最大温度応力分布 (N/mm²)

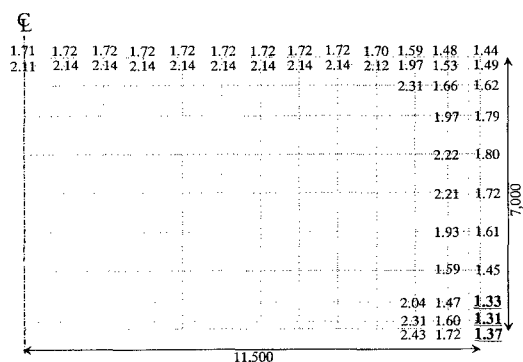


図-5 フーチングにおける最小値を示す温度ひび割れ指数