

V-166

混合セメントによるコンクリート橋脚の温度応力低減効果に関する研究

矢作建設工業 正会員 ○岩山 孝夫
 三菱鉱業セメント 正会員 藤本 泰久
 名古屋工業大学 正会員 梅原 秀哲
 名古屋工業大学 正会員 吉田 弥智

1. はじめに

最近、混合セメントを用いたコンクリート構造物が増えてきているが、混合セメントはその使用方法を十分理解して使用すれば、用途に応じてコンクリートの耐久性を向上させることが知られている。特に高炉セメントを用いた場合、化学抵抗性が増すほか、国内でも問題になっているアルカリ・シリカ反応の抑制にも効果があるといわれている。また、マッシブな構造物においても水和熱量の少ない混合セメントを用いて温度応力の低減と耐久性の向上をはかることは、可能であると思われる。本研究では、壁状橋脚を対象とし暑中施工を前提に普通セメント、高炉セメントB種、中腐熱高炉セメント、フライアッシュ混入中腐熱高炉セメントの4種類のセメントを用いて、同じ条件のもとで温度応力の比較を行い応力低減の効果について検討を行ったものである。

2. 対象構造物

本研究において対象となったモデルを図-1に示す。本構造物は、コンクリート数量約1000 m^3 のフーチング部分と約700 m^3 の壁状軀体部分からなる橋脚で、このモデルは過去に施工が行われ、同時に温度応力の検討と計測が行われたものを対象にしてモデル化したものである。

3. コンクリートの配合と断熱温度上昇

配合の決定にあたっては、設計基準強度が240 kg/cm^2 以上を満足するものとして単位セメント量300 kg/m^3 一定で配合設計を行い、その配合において練り上がり温度を30℃として、断熱温度上昇試験を行った。それらの配合と試験の結果を表-1と図-2に示す。

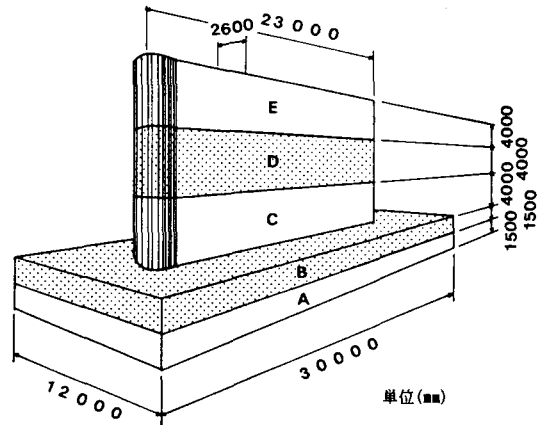


図-1 対象構造物

表-1 コンクリートの配合

(目標スランプ12cm, 目標空気量4%, 練り上がり温度30℃)

セメントの種類	セメントの略号	単位セメント量 (kg/m^3)	単位水量 (kg/m^3)	水セメント比 (%)	実測スランプ (cm)	実測空気量 (%)
普通ポルトランドセメント	N	300	162	54.0	12.5	3.9
高炉セメントB種	B	300	164	54.7	13.0	3.8
中腐熱高炉セメント	MB	300	154	51.3	13.0	3.9
フライアッシュ混入中腐熱高炉セメント	MBF	300	146	48.7	12.5	4.3

・セメント: N = 普通セメント100%
 B = 普通セメント55% + 高炉スラグ45%
 MB = 中腐熱セメント50% + 高炉スラグ50%
 MBF = 中腐熱セメント40% + 高炉スラグ40% + フライアッシュ20%
 ・骨材: 両神産砕石(20mm) + 木更津産山砂
 ・混和剤: A/E減水剤ボノリスNo.5L

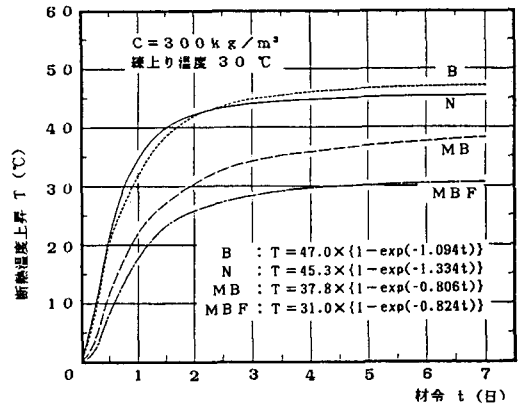


図-2 各配合における断熱温度上昇曲線

4. 温度応力解析

温度応力解析にあたっては、打設リフトを考慮した2次元FEM温度解析、並びにコンペンセーションブレン法応力解析¹⁾により計算を行った。また断熱温度上昇以外の熱特性値、物性値は、全てRC示方書²⁾に示されているものを用いた。打設温度は30℃、外気温度は25℃とした。さらに基礎地盤のヤング係数を $E_r = 0$ 、 5×10^4 および 10×10^4 kg/cm² に変えた場合も比較した。打設リフトは図-1に示すA、B、C、D、Eの5リフトとし、打設日程については実際の施工の経験より、Aリフトから順に0日、2日、12日、19日、26日とした。

5. 解析結果と考察

各ケースにおいて図-1のA～Eリフトの応力度の検討を行った結果、急激に応力度が変化するのはB、C、Dリフトの上層部であることがわかった。そこで図-3、4、5にそれぞれの代表的な応力度の経時変化を示す。Bリフトでは、温度ひびわれ指数²⁾ $I_c(N) = 2.6$ に対して、 $I_c(B) = 3.3$ 、 $I_c(MB) = 4.3$ 、 $I_c(MBF) = 4.3$ に変化している。Cリフトでは、材令8日で $I_c(N)$ と $I_c(B)$ はそれぞれ 0.8 と 0.9 になり、材令9日で $I_c(MB)$ と $I_c(MBF)$ は 1.5 と 1.7 になっている。Dリフトでは材令8日で $I_c(N) = 0.9$ 、 $I_c(B) = 1.1$ 、材令9日で $I_c(MB) = 1.6$ 、 $I_c(MBF) = 1.8$ になった。以上より暑中コンクリートにおいて、フーチング、壁体のいずれも混合セメントの使用による温度応力低減は可能であり、とくに中庸熱高炉(MB)、フライアッシュ混入中庸熱高炉(MBF)において顕著である。すなわち、低発熱セメントを用いる場合、初期強度を必要として単位セメント量を必要以上に増やし、その結果水和熱量を増大させてしまう場合があるが、本研究において単位セメント量 300kg/m³ 一定とした場合でも材令28日において設計基準強度を満足する強度が得られた上に、温度応力も低減できることが明らかとなった。

6. まとめ

本研究において対象となった壁状橋脚の暑中コンクリート施工では、単位セメント量 300kg/m³ 一定とした場合、普通セメントの配合に対し高炉セメントB種、中庸熱高炉セメント、フライアッシュ混入中庸熱高炉セメントのいずれにおいても材令28日の強度は設計基準強度を満足し、温度応力の低減が可能である。特に中庸熱高炉セメント、フライアッシュ混入中庸熱高炉セメントを使用した場合は普通セメントに比べて温度ひびわれ指数は1.5倍から2.0倍程度となり、暑中施工において有効であることが明らかとなった。

〔参考文献〕 1) 岩山、梅原、吉田：「打設リフトを考慮した温度応力の制御についての研究」

土木学会第41回年次学術講演会講演概要集

2) 土木学会：コンクリート標準示方書「施工編」

P.P.119 ~ 134, 1986

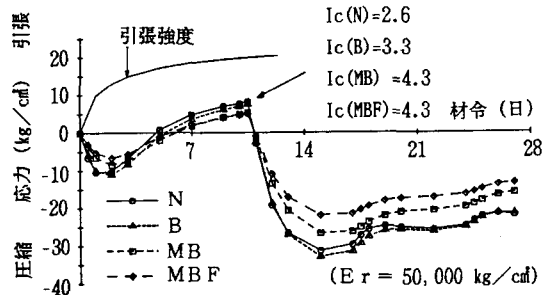


図-3 Bリフト上層での応力の比較

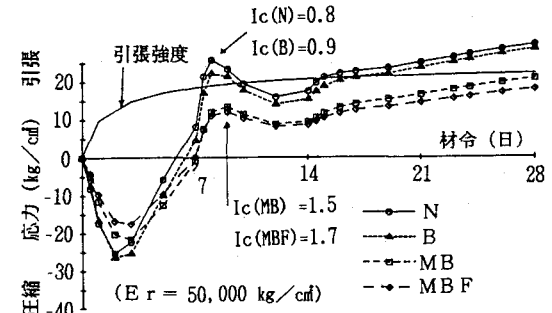


図-4 Cリフト上層での応力の比較

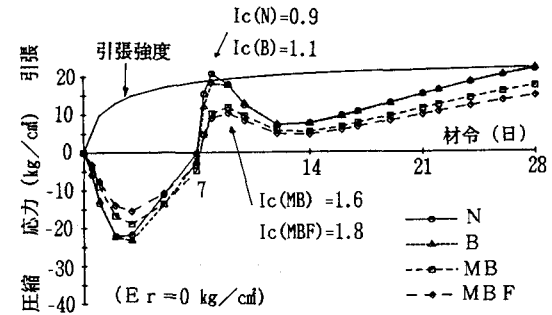


図-5 Dリフト上層での応力の比較