

高炉セメント及び水和熱抑制型膨張材を使用した温度ひびわれ抑制について

J R 東日本 東京工事事務所 正会員 堀江 雅直

J R 東日本 東京工事事務所 正会員 山内 俊幸

1. はじめに

コンクリート構造物の施工では水和熱が発生するが、特にマッシブな構造物ではこれによる体積変化が大きくひびわれが発生しやすい。今回、ボックスカルバート側壁の施工に際し、温度応力解析による温度ひびわれの検討を行い、あわせて高炉セメント及び水和熱抑制型膨張材を利用した対策を実施したので、その結果を報告する。

2. 施工概要

対象構造物は、図-1に示すようなボックスカルバートである。1ブロック長は①13.9m、②17.8mと比較的長く、外部拘束によるひびわれの発生が予想されたため、普通セメント+水和熱抑制型膨張材、または高炉セメント+水和熱抑制型膨張材を使用することになった。

なお、施工は下床版、ハンチ、側壁の順に行った。

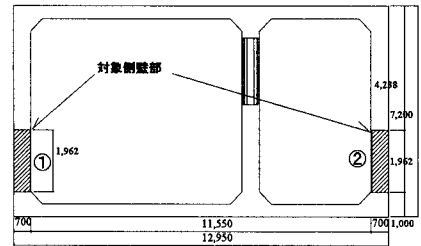


図-1 構造物概要図

3. 解析

・温度解析

温度解析は図-2のようなモデルで2次元FEMにより行った。配合としては表-1のとおり。また、施工時期が5月～6月であったことから、外気温については気温上昇を考慮して設定を行った。なお、解析条件を表-2に示す。

表-1 配合表 (kg/m³)

	セメント	水	細骨材	粗骨材	混和剤	膨張材
ケース1	274(普通)	152	975	926	0.55	---
ケース2	244(普通)	152	975	926	0.55	30
ケース3	253(高炉)	154	955	926	0.57	30

表-2 解析条件

項 目	①	②
打設温度 (°C)	22.0	22.0
外気温 (°C)	20.0~22.0	20.0~22.0
比 熱 (KCal/Kg°C)	0.30	0.31
熱伝導率 (KCal/mh°C)	2.20	2.40
熱伝達率 (KCal/m ² h°C)	6.00	6.00
断熱温度上昇量	Q=40.54	Q=37.80
$Q(t) = Q(1 - e^{-\gamma t})$	$\gamma = 1.048$	$\gamma = 0.916$

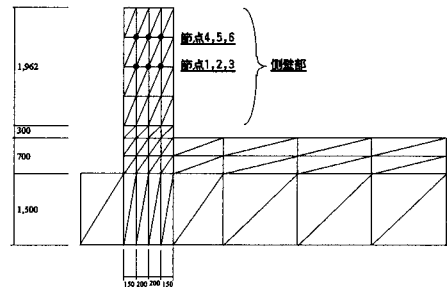


図-2 FEMモデル

・温度応力解析

温度応力解析はJ C IのCP法により行った。この際、水和熱抑制型膨張材の膨張効果については、図-3のようなケミカルプレストレスが導入されるものとして、コンクリートの引張強度の割増を行った。

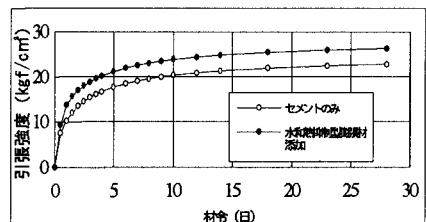


図-3 膨張効果による引張強度割増

4. 温度履歴の比較

図-4に側壁中間部（節点2）での温度履歴の解析値と測定値を示す。温度下降時において若干の違いが見られるものの、全体的には実際の温度履歴を良く表現しており、高炉セメントを使用したケース3の方がケース2に比べて最高温度において低下していることがわかる。

なお、温度下降時における違いは、側壁の1リフト高が1.962mと低く、厚さも70cmと比較的薄かったため、予想を上回った外気温の影響を受けたものと考えられる。

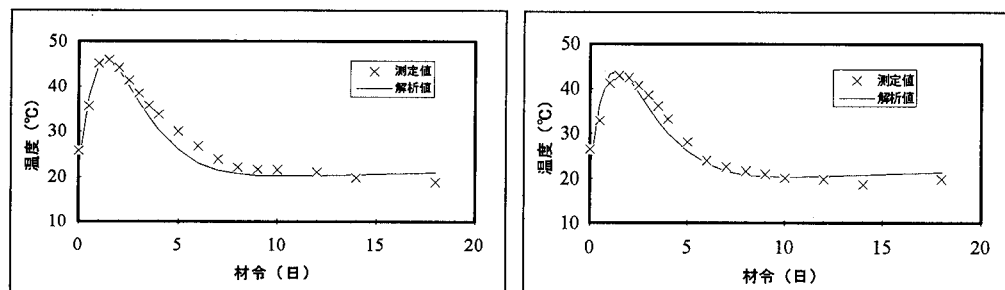


図-4 温度履歴の解析値と測定値の比較（左：ケース2，右：ケース3）

5. 温度ひびわれ解析結果

側壁中間部（節点2）での材令とひびわれ指数について3ケースの比較を図-5に示す。ケース2では指数の最小値で1.08→1.33、ケース3では1.43と上昇しており、ひびわれの発生確率も30%からそれぞれ15%、10%へと改善されている。また、実施工においてもひびわれは発生しなかった。

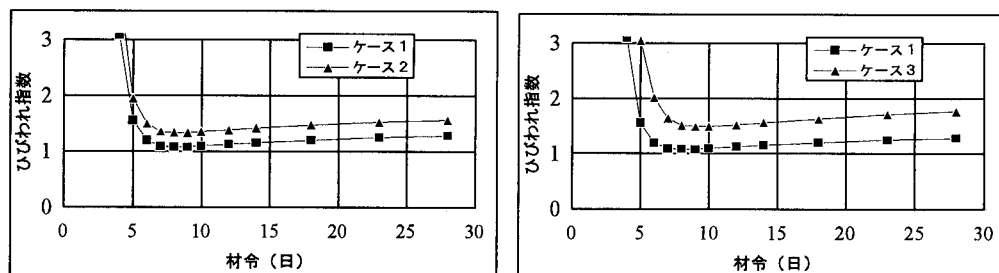


図-5 ひびわれ指数解析結果

6. 温度測定結果から特性値推定

ケース3の温度解析について測定値に合うように各変数を変化させたところ、遅延効果を5時間程度に設定した場合に最も近くなるという結果を得た。これは、高炉セメントの使用により発熱速度が鈍り、水和熱抑制型膨張材の効果発現が遅れたためではないかと考えられる。

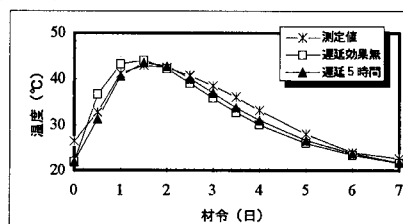


図-6 温度履歴と遅延効果

7. まとめ

今回は、高炉セメント及び水和熱抑制型膨張材の使用により良好な施工を行うことができたが、予測の際に凝結過程のメカニズムを十分に把握できたとは言い難い。今後はこのような添加材の使用にも対応できるよう、施工データの蓄積によって予測精度の向上を図っていきたいと考えている。

（参考文献） 1）コンクリート標準示方書 施工編 土木学会

2）マスコンクリートの温度応力研究委員会報告書 J C I 1985