

(V-43) 水和熱抑制型膨張材の
ひびわれ抑制効果について

J R 東日本 東京工事事務所 正会員 菅野 貴浩
J R 東日本 東京工事事務所 正会員 古谷 時春
J R 東日本 東京工事事務所 正会員 今井 政人

1. はじめに

マッシブなコンクリート構造物においては、そのセメントの水和熱に起因する温度応力が少なからず発生する。この温度応力に起因するひびわれは、耐久性、水密性、美観の点で構造物に大きな影響を与える場合が少なくない。今回、側壁部が厚い（1.5 ～ 2.0 m）RCボックスカルバートの施工に際し、水和熱抑制型膨張材の温度ひびわれ抑制効果について解析的に評価し、実施工との比較を行うことによってその有効性についての検討を行ったので報告する。

2. 施工概要

検討を行った構造物は図-1に示すような鉄道用RCボックスカルバートである。1ブロックの長さが20mで、側壁部の厚さが1.5～2.0mと厚く、温度ひびわれ発生の危険性が高く、水和熱抑制型膨張材の使用を行った。今回の解析及び測定はその側壁部について行った。なお施工は下床版、ハンチ、側壁部、上床版の4段階で行った。

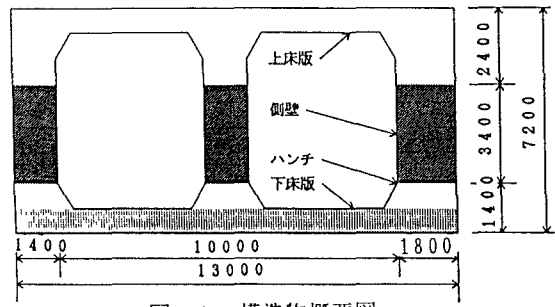


図-1 構造物概要図

3. 解析

(1) 温度解析

温度解析は図-2のようなモデルで二次元FEMにより行った。配合については水和熱抑制型膨張材の使用の有無により、表-1のケース1、節点1、2、3の二つのケースについて検討した。なお解析条件を表-2に示す。

表-1 コンクリートの配合

	セメント	水	細骨材	粗骨材	混和剤	混和材 (水和熱抑制型膨張材)
ケース1	259	153	824	1078	0.7	30
ケース2	289	153	824	1078	0.7	0

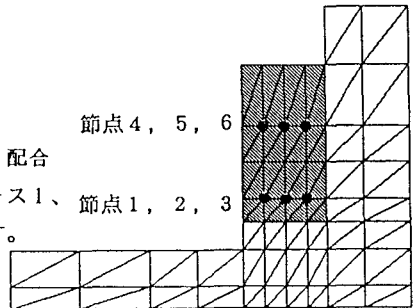


図-2 FEM温度解析モデル

表-2 温度解析条件

項 目	値
打設温度 (°C)	21
外気温度 (°C)	15
比熱 (KCal/Kg °C)	0.30
熱伝導率 (KCal/mh °C)	2.30
熱伝達率 (KCal/m² h°C)	10
断熱温度上昇量	Q = 42.19 (44.69)
Q (t) = Q (1 - e ^{-t})	τ = 1.105 (1.105)
※ () はケース2の場合	

(2) 温度応力解析

温度応力解析はJCIのCP法により行った。この際、表-1のケース1の水和熱抑制型膨張材の膨張効果については次の方法により考慮した。

$$\varepsilon = K \cdot \Delta T$$

$$\therefore \Delta T = \varepsilon / K$$

ここで、 K : 熱膨張係数 (= 0.00001)

ε : 水和熱抑制型膨張材の自由ひずみ

ΔT : 膨張効果の換算温度上昇量

表-3 拘束度

RN	RM1	RM2
0.6	1.1	1.7

すなわち、温度解析により求まる各節点の温度データに上の換算温度上昇量を加算して、混和材の膨張効果を表現した。ここで ε については、1989年に当社で試験したデータを使用した(図-3)。なお解析に用いた拘束度を表-3に示す。

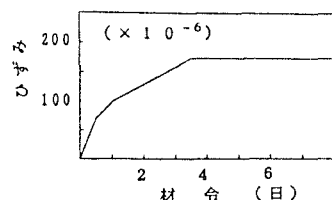


図-3 膨張材の自由ひずみ

4. 解析結果と考察

(1) 温度解析

図-4に側壁下部(節点2)、上部(節点5)の解析による温度履歴を示す。これより、ケース1の方がどちらの節点でも最大温度上昇量が、 2.5°C 程度小さく、水和熱抑制型膨張材の有効性が認められる。次にケース1における節点2、5について実測値との比較を図-5に示す。これによると節点5における温度降下に若干の違いが見られるが、全体的には、実際の温度履歴を比較的良く表現していると言える。

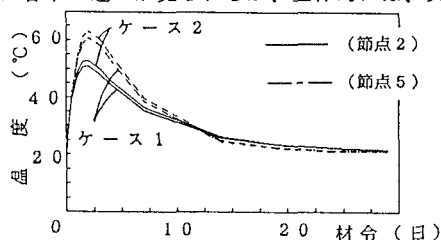


図-4 解析による温度履歴の比較

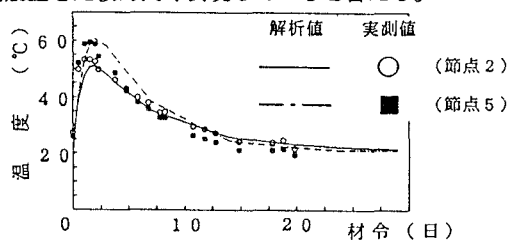


図-5 温度解析結果と実測値との比較

(2) 温度応力解析

次にケース1、2において側壁下部(節点1,2,3)、上部(節点4,5,6)のひびわれ指数の比較を図-6に示す。これよりひびわれ指数において、ケース1の方が平均で0.4程度の上昇が見られ、温度ひびわれの発生確率が低いことが予想され、水和熱抑制型膨張材のひびわれ抑制効果が確認された。

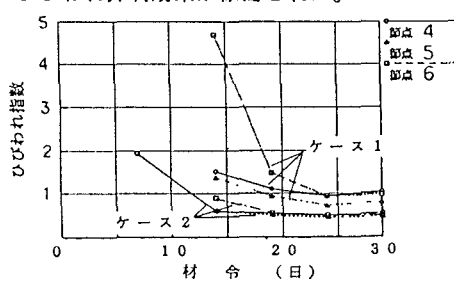
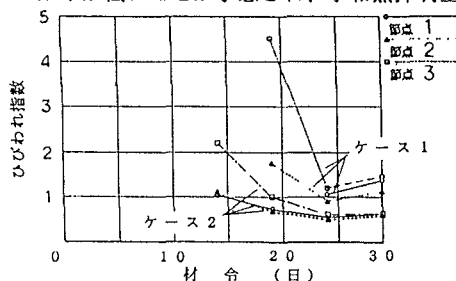


図-6 ひびわれ指数解析結果

5. 実施工との比較

図-7に実施工後の側壁部のひびわれ状況を示す。ひびわれは8日後に発生し、32日後には略図のようになった。これより、水和熱抑制型膨張材のひびわれ抑制効果は解析的には認められたが、完全なひびわれ抑制にはまだ不十分であったと言える。

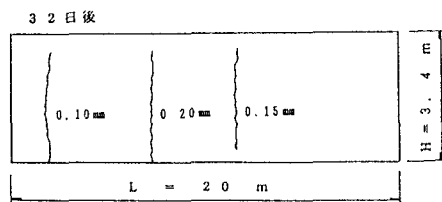


図-7 実施工後のひびわれ状況

6. まとめ

今回の解析により、マスコンクリートにおける水和熱抑制型膨張材のひびわれ抑制への効果の確認が出来た。しかし実施工との比較からして、これだけではなお完全なひびわれ抑制には至っておらず、今後、温度ひびわれを完全に抑制する必要がある場合には、水和熱抑制型膨張材の使用に加え、1ブロック長の検討、施工方法・養生方法の工夫等が必要であるものとする。