

大型ボックスカルバートにおける温度ひびわれ制御対策

首都高速道路公団 正会員 田中 充夫
 住友建設株式会社 正会員 北田 郁夫
 同 上 正会員 岡 誠一
 同 上 正会員 左子 齊
 同 上 正会員 伊藤 洋

1. はじめに

温度ひびわれ、あるいは乾燥収縮ひびわれの発生が予測されるコンクリート構造物に、ひびわれを全く発生させないことは、技術的に困難であるばかりか不経済となる。そこで、ひびわれの発生は許すが、そのひびわれ幅を許容限度以下に制御することができれば対象構造物の機能および耐久性は満足されるものと判断される。このような観点から、構造物の規模・用途および使用環境などの条件、ひびわれを発生させたくない部位、あるいはひびわれが発生したときに予想される障害を考慮して、適切な制御対策を行う必要がある。今回、水密性の要求される地下道路トンネル工事において、事前の温度応力解析によりそのひびわれ幅を予測し、経済性に優れた十分な効果が期待できる対策工法として、①低発熱型高炉セメントB種（以下低発熱セメント）の使用、②ひびわれ誘発目地の設置、を行いその効果の確認・検証を行った。ここにその結果を報告する。

2. 施工概要

対象構造物は、1994年12月に開通した高速湾岸線、多摩川トンネル陸上部4連ボックスカルバートの一部である（図-1）。今回その側壁部に対し、低発熱セメントを使用し、5m間隔にひびわれ誘発目地を設置した。またこれら対策工の効果を検証するために、温度計、コンクリート有効応力計及び鉄筋計（誘発目地部）を設置した。

3. 解析

対策工の効果を実前に検証するため、温度応力解析を行った。その解析値と実測値とを併せて比較検討を行い対策効果の優位性を確認した。解析は図-2に示す解析フローとモデルに基づき実施した。また、解析条件を表-1に示す。

表-1. 解析条件

	当初計画	対策工
使用セメント	高炉セメントB種	低発熱型高炉セメントB種
密度 ρ (kg/m ³)	2335	2319
比熱Cc (kcal/kg・°C)	0.306	0.308
熱伝導率 λ (kcal/m・hr・°C)	2.0	2.0
熱伝達率 η (kcal/m ² ・hr・°C)	12	12
断熱温度上昇量 Q	45.70	27.99
スパン	L=30m 打設スパン長	L=5m 誘発目地設置間隔

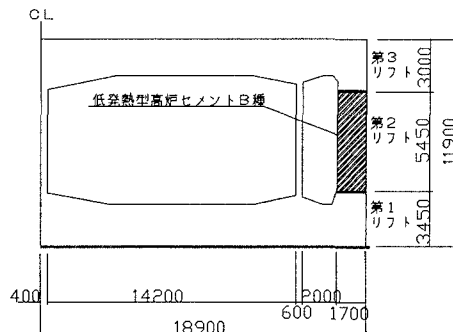


図-1. 対象構造物

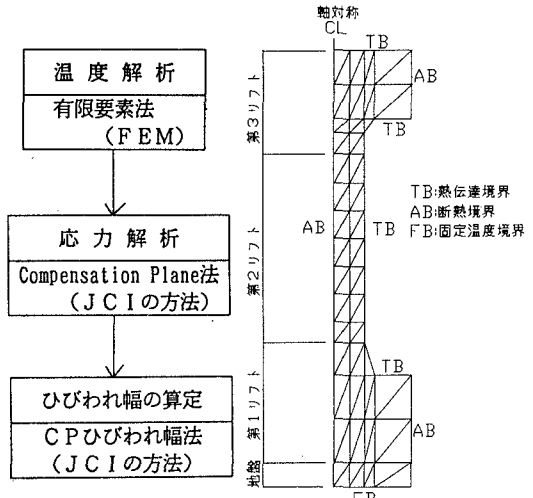


図-2. 解析フロー及びモデル図

4. 計測結果

(1) コンクリート温度

ピーク時のコンクリート温度の断面分布を図-3に示す。計測結果によるとその最高温度は42℃であり、無対策の解析値に比べて16℃程度低減されている。

(2) コンクリート応力・鉄筋応力

鉄筋応力分布を図-4に、コンクリート応力及び鉄筋応力の経時変化を図-5に示す。誘発目地間のコンクリート応力履歴は、ひびわれが誘発目地に発生するまで解析値（低発熱セメントの使用のみ）とほぼ一致している。しかし、その後計測値は解析値のように増加することなく推移し、コンクリート発生応力が各時点の引張強度を超える恐れは全くなかったといえる。またひびわれ発生後鉄筋の応力は増加し、誘発目地部分でもっとも大きくなるが、目地から50cm程度離れた部分では、コンクリートの付着によって鉄筋応力は小さくなっている。ひびわれ誘発目地の目的が、ひびわれの発生箇所を制御することから考えると当然であり、コンクリート応力の計測結果と併せてひびわれ誘発目地の効果がここで十分実証されている。

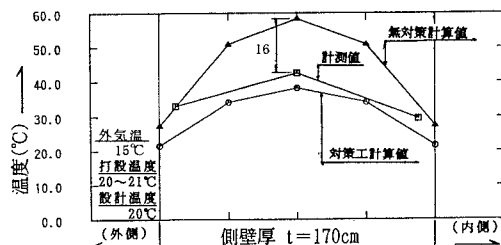


図-3. コンクリート温度断面分布(側壁中央部)

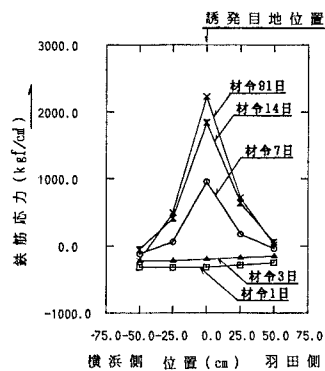


図-4. 鉄筋応力分布(側壁下部)

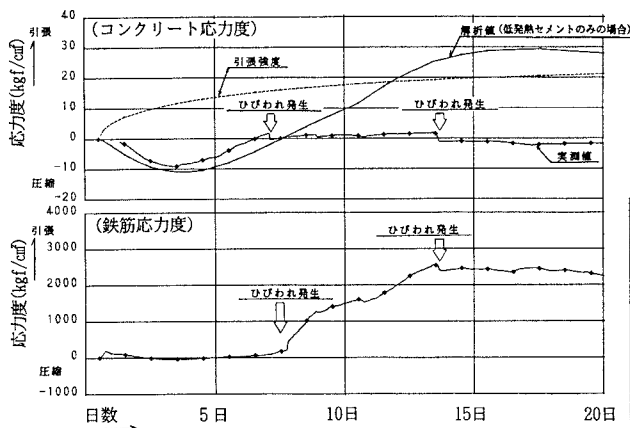


図-5. コンクリート応力・鉄筋応力経時変化(側壁中央部)

(3) コンクリートのひびわれ状況

ひびわれ幅の解析値と計測値を表-2に示す。実際に誘発目地以外で生じたひびわれ幅は、対策工に対する予測値より若干大きめの値となったものの、無対策予測値の半分程度となっている。これより、今回の対策が誘発目地以外に発生したひびわれに対しても、ひびわれ幅制御の点で十分効果を発揮したと思われる。

5. まとめ

今回、高い水密性が要求されるコンクリート構造物において、

- ①低発熱セメントの使用によりコンクリート温度の上昇を抑制し、内外拘束に伴ったひびわれ発生の防止。
- ②誘発目地設置によるひびわれの発生位置の制御及びひびわれ幅の抑制。

という2つの対策工を施し、ほぼ予測通りの効果が得られ、これら対策工の有効性を実証することができた。

【参考文献】

- 1)土木学会「コンクリート標準示方書(施工編)」, 1991
- 2)日本コンクリート工学協会「マスコンクリートのひびわれ制御指針」, 1986
- 3)日本コンクリート工学協会「マスコンクリートの温度応力研究委員会報告書」, 1992

表-2. ひびわれ幅

(mm)

	ひびわれ幅		
	解析値		計測値
	当初計画	対策工	対策工
側壁下部	0.42	0.09	0.25
側壁中央部	0.51	0.15	0.22

参考：防水性から見た場合の許容ひびわれ幅0.20mm²⁾