

V-38 R Cボックスの温度応力について

J R東日本 東北工事事務所 正会員 大庭 光商
J R東日本 東北工事事務所 正会員 O 米内 昭夫

1. まえがき

R C壁状構造物は、一般に温度ひびわれが発生しやすい。多くの場合、このひびわれはコンクリート断面を貫通しているため、水密性が要求される地中構造物等においては温度応力に関する事前検討が特に重要である。

この度、2径間ボックスラーメン形式の鉄道用トンネルにおいて、J C I マスコン委員会法を用いて温度応力解析を行い、実測との比較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1層2径間のR Cボックスラーメンで1ブロックの長さは15mである。

コンクリートの打設は底版、ハンチ部、柱の順序で分割し最後に側壁と頂版を同時打設した。なお、ハンチ部と側壁の打設間隔は7週間である。

施工は、開削工法で構造物は地表下約2.0mのN値5.0程度の砂岩に直接支持されている。また、側壁部と周辺地盤との間隔は2.5cm程度となっている。

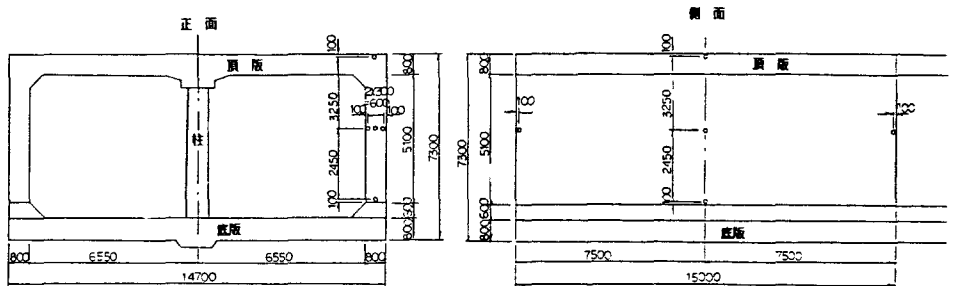


図-1 標準断面図

3. 解析

3-1 温度履歴の計算

側壁の温度履歴は、図-2に示すように二次元の有限要素法によって計算した。コンクリートの配合を表-1に、解析条件を表-2に示す。

3-2 温度応力の計算

側壁の温度応力は、コンペンセーションプレーン法を適用して計算した。図-3に温度応力の計算結果を示す。外部拘束係数は、土木学会コンクリート標準示方書により求めた。（表-3）

なお、この時のヤング係数は岩盤で6,000kgf/cm²、コンクリートで27,000kgf/cm²とした。

表-1 コンクリートの配合

設計基準強度 (kg/cm ²)	粗骨材の最大 寸法 (mm)	スランプの 範囲 (%)	空気量の範 囲 (%)	水セメント比 W/C (%)	粗骨材率 S/A (%)	単位水				
						水	セメント	粗骨材	粗骨材	混和剤
240	25	8±2.5	4.5±1	53	43.8	164	316	779	1040	0632

表-2 コンクリート温度解析条件

項	目	値
打込み温度	($^{\circ}\text{C}$)	23
底版温度	($^{\circ}\text{C}$)	15
岩盤温度	($^{\circ}\text{C}$)	15
リフト高さ	(m)	5.1
コンクリートの比熱	($\text{KCal}/\text{kg}^{\circ}\text{C}$)	0.22
熱伝導率	($\text{KCal}/\text{mh}^{\circ}\text{C}$)	2.0
単位体積重量	(kg/m^3)	2300
岩盤の比熱	($\text{KCal}/\text{kg}^{\circ}\text{C}$)	0.25
熱伝導率	($\text{KCal}/\text{mh}^{\circ}\text{C}$)	1.94
単位体積重量	(kg/m^3)	1700
断熱温度上昇式		$Q=41.65$ $T=1.079$
熱伝達率	($\text{KCal}/\text{mh}^{\circ}\text{C}$)	7.0 (脱型前) 10.0 (脱型後)
セメントの種類		普通ポルトランド
単位セメント量	(kg/m^3)	316

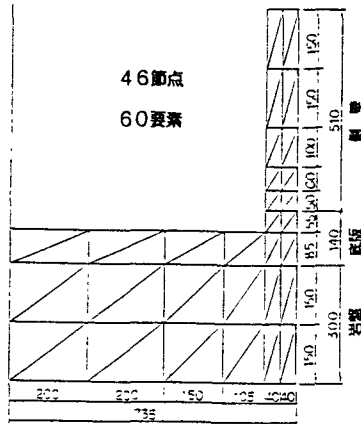


表-3 拘束度

	RN	RM1	RM2
底版	0.18	1.19	1.07
側壁	0.03	0.60	0.90

4. 解析結果と考察

4-1 温度解析

側壁の実測値とこれに対応した温度履歴計算結果を図-3示す。

最高温度は、コンクリート打ち込み後1日で生じており最大値は、計算値で46 $^{\circ}\text{C}$ 、実測値で51 $^{\circ}\text{C}$ であり5 $^{\circ}\text{C}$ 程度計算より大きくなっている。

内部温度が最大値を示した材令、最高温度以後の温度下降域の勾配は、ほぼ一致している。

4-2 応力解析

コンペンセーションプレーン法による温度応力の計算結果と引張強度の解析結果を図-4に示す。引張強度はRC示方書解説の式を用いた。

側壁部には型枠脱型時(コンクリート打設後8日)にブロック内に5本(ひび割れ幅0.1~0.3 mm)の温度ひび割れが認められた。

解析結果から、材令5日で温度応力と引張強度が同じ値となり、温度ひび割れが認められた材令8日で温度応力が引張強度を上回っており温度ひび割れ発生の予測解析方法として適当であった。

図-2 FEM温度解析モデル

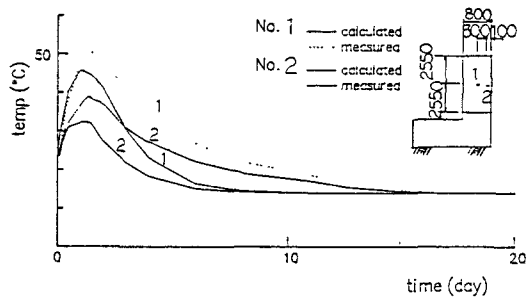


図-3 側壁部の温度履歴計算結果と実測値

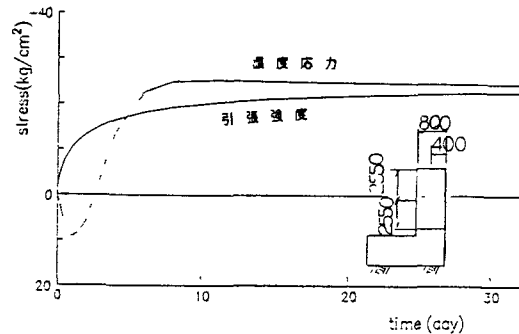


図-4 側壁部の温度応力計算結果

5. まとめ

検討対象の拘束のあるRC壁状構造物に温度ひび割れが認められたことを考えると、事前に温度応力によるひび割れ防止対策について充分検討を行い、種々の対策を講じた場合について温度応力解析を実施し、ひび割れに対する安全性を確認して施工していきたいと考えている。