

コンクリート橋脚の温度応力に関する研究

日本道路公団 大阪建設局 田中 敏幸
 矢作建設工業㈱ ○正会員 岩山 孝夫
 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. まえがき

近年、コンクリート構造物の大型化及び打設能力の向上は、セメントの水和熱に起因する温度応力を大きくしている。またコンクリート構造物の耐久性においても、温度応力によって材令初期に発生したひびわれや、過大な内部応力は無視できない問題となっている。このような中で、この度実際のコンクリート橋脚の温度応力を計測する機会を得たので、最近公表されたJCIマスコン委員会法¹⁾を用いて温度応力の実測と解析の比較を行った。以下その成果を報告する。

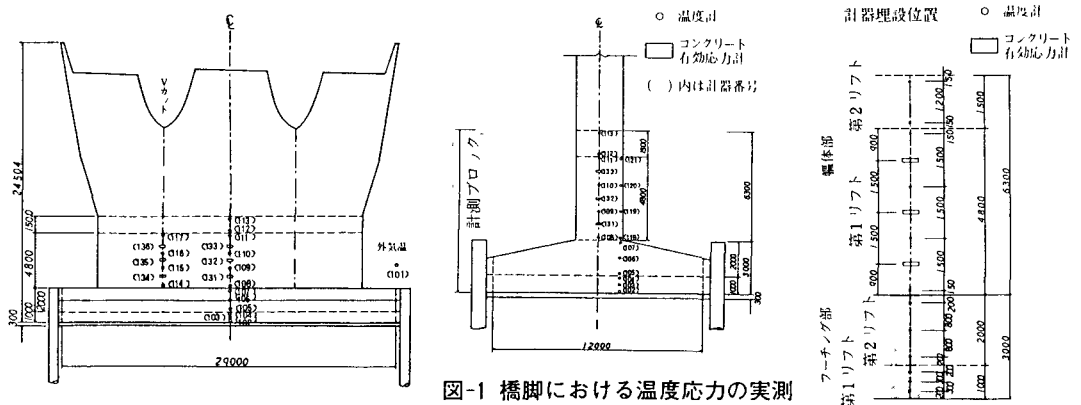


図-1 橋脚における温度応力の実測

2. 計測と解析の概要

本研究において対象となった橋脚と計測機器の配置を図-1に示す。計測ブロックはフーチング部から9.3 mの所までとし、打設リフトは4リフトである。解析モデルを図-2に示す。二次元FEM解析により、発熱体を4ブロックとし、リフトごとに対流境界を変化させて計算を行った。また解析に用いた計算条件については表-1、表-2に示すものを用いた。なお、断熱温度上昇量については現場と同配合のコンクリートを用いて実験より求め、弾性係数については有効弾性係数²⁾を用いた。

3. 実測値と解析値の比較

一般の構造物の施工にあたっては、鉄筋の継手、打設能力、

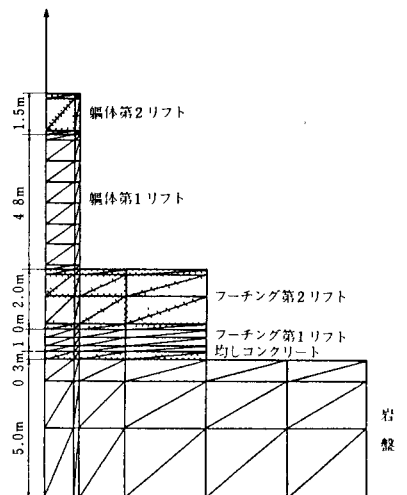


図-2 温度応力解析モデル

表-1 温度解析における計算条件

	フーチング部	躯体部
打ち込み温度 (°C)	20	25および30
断熱温度上昇式		
T:コンクリート温度 (°C)	$T=44.5(1-\exp(-0.852t))$	$T=43.6(1-\exp(-0.899t))$
t:材令 (日)		
コンクリートの単位体積重量 ρ_c (kg/m ³)	2300	2300
コンクリートの比熱 Cc (kcal/kg°C)	0.31	0.31
コンクリートの熱伝導率 λ_c (kcal/mh°C)	2.50	2.50
岩盤の単位体積重量 ρ_r (kg/m ³)	2600	2600
岩盤の比熱 Cr (kcal/kg°C)	0.25	0.25
岩盤の熱伝導率 λ_r (kcal/mh°C)	1.94	1.94
熱伝達率 (kcal/mh°C)	10	10

表-2 応力解析における計算条件

	フーチング部	躯体部
コンクリートの熱膨張係数 (γ)	0.00001	0.00001
コンクリートの弾性係数式 E c 有効材令における弾性係数 (kgf/cm ²)	$E_c = \frac{t_c}{0.0761738 + 0.024121t_c} \times 10^4$	$E_c = \frac{t_c}{0.0761738 + 0.024121t_c} \times 10^4$
t _c :材令 (日)		
コンクリートの弾性係数 (kgf/cm ²)	3000000	3000000
岩盤 (基礎地盤) の弾性係数 (kgf/cm ²)	7500	—

型枠及び支保工等の問題より、構造物をいくつかの打設リフトに分けて施工される場合が多い。したがって、解析においても各リフト相互の温度と剛性の変化による影響を考慮する必要がある。

初めに、温度変化について実測値 (図-3) と解析値 (図-4) を比較する。実測値では前のリフトの上層部が次のリフトの影響を受け再び温度上昇を始めており、またフーチング部と

躯体部では、部材最小寸法及び対流境界の違いから、温度の下り方が躯体部の方が大きいことかわかる。これに対して解析値の方も上記の傾向をよく表わしている。

次に、図-5に躯体第1リフトの応力の変化を示す。実測値に比べ解析値の方が引張・圧縮共に最大値が若干大きいものの圧縮応力の最大値が材令3日頃に現われ、材令10日頃に圧縮側から引張側に転じる傾向は良く示されている。ここでも、躯体第1リフトの上層部が躯体第2リフトの影響を受け、材令4日頃から再び圧縮応力が増加しており、解析値もこの傾向を表わしている。

4. 結 論

本研究において、打設リフトを考慮した温度解析は実測値の傾向を十分表わしており、また、応力解析においても、実測値との差は多少はみられるものの、実測値の傾向を良く表わしていることが明らかとなった。

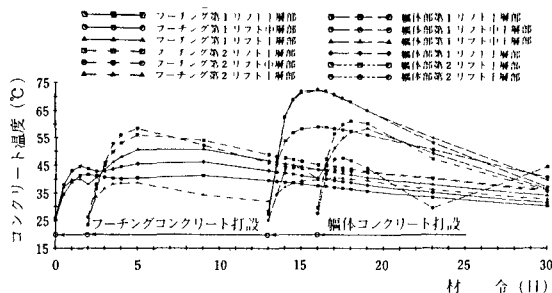


図-3 橋脚における内部温度の実測値

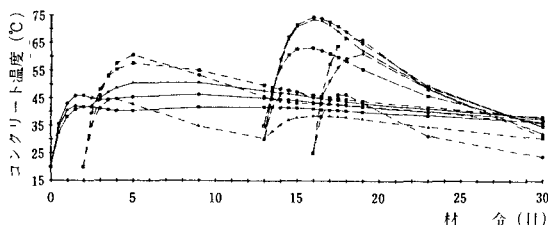


図-4 橋脚における内部温度の解析値

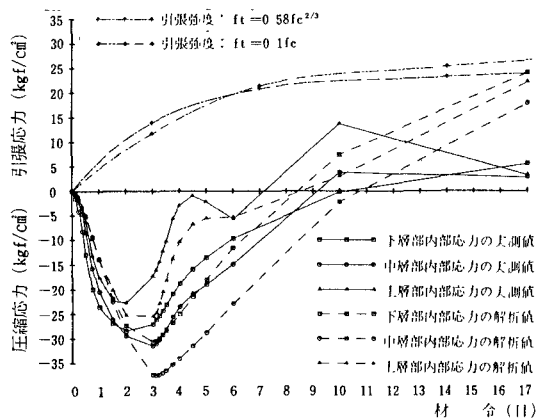


図-5 躯体部第1リフトにおける温度応力