

鹿島建設技術研究所 正員 宇田川 玲子
鹿島建設技術研究所 正員 村山 八洲雄

1. まえがき マスコンクリートを施工する場合、温度ひびわれの防止や制御の観点から、事前にコンクリートに生じる温度応力を定量的に把握しておくことが重要である。著者らは、先に新旧打継部を対象にした温度応力の解析法を提案し、これによって実用上十分な精度で評価できることを実験で確認した。

一方、タンク底版やケーソン底版のような、構造体としては単純であるが、旧層が若材令の状態で幾層も層打ちされるマスコンクリートの施工が増えている。そこで、この種の構造物の温度応力に関する一般的な状況把握の資料とするため、上記解析手法を応用して施工手順を変えたパラメータ解析を行い、発生する温度応力の特徴と評価時の留意点を調べた。

2. 解析条件 砂質土上に構築されるコンクリートスラブを対象にして、スラブの伸縮に対して地盤の抵抗はないものとした。そして、スラブ面の中央部について図-1のようにモデル化し、図-2に示す8種類の施工手順につき、表-1、2の条件下で解析を行った。

コンクリートは、設計基準強度 240 kg/cm^2 で普通セメントを使用した場合を想定した。圧縮強度 σ_{ck} と弾性係数の有効材令による変化及びクリープ係数はCEB指針に準じて設定し、引張強度 σ_{ctm} を $0.65 \sigma_{ck}^{2/3}$ とした。

また、地盤の熱定数は砂質地盤としての中庸的な値を設定した。

3. 結果の考察 解析結果の例として、3層打3日間隔の温度経時変化及び応力経時変化を図-4、5に示す。また引張応力度 σ とその材令での引張強度 σ_{ctm} に95%の信頼限界として0.7を乗じたものとの比 $(\sigma/0.7\sigma_{ctm})$ をとって比応力度と定義する。

図-6は各施工ケースにおいて最大比応力度が発生する時の応力度分布を示したものであるが、これより、引張応力度は必ずしも最新のコンクリートばかりでなく、既設のコンクリートに対しても厳しい場合のあることがわかる。

大きな比応力度が生じる場所は総じて完成系スラブの上部と下部に集中し

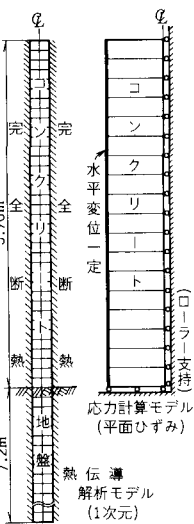


図-1 解析モデル

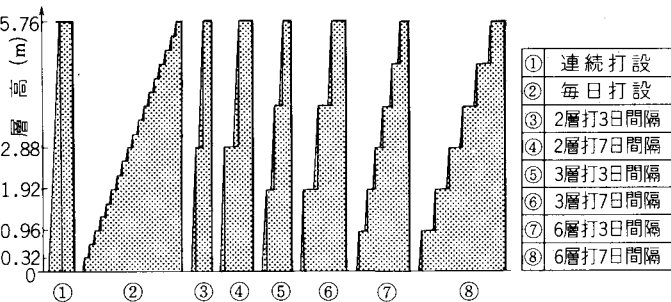


図-2 打設方法

表-1 解析条件

コンクリート	強度 (kg/cm^2)	240
	単位セメント量 (kg/m^3)	280
	比熱 ($\text{kcal/kg}^\circ\text{C}$)	0.25
	熱伝導率 ($\text{kcal/mh}^\circ\text{C}$)	2.00
セメント	単位体積重量 (kg/m^3)	2,300
	発熱量 (kcal/kg)	100
	時定数 (L/hr)	0.05
地盤	比熱 ($\text{kcal/kg}^\circ\text{C}$)	0.45
	熱伝導率 ($\text{kcal/mh}^\circ\text{C}$)	1.50
	単位体積重量 (kg/m^3)	1,800

表-2 打設条件

層厚 (m)	5.76
打設速度 (m/hr)	0.13
打設温度 ($^\circ\text{C}$)	25
外気温 ($^\circ\text{C}$)	20
地中温度 ($^\circ\text{C}$)	18
熱伝達率 (大気中) ($\text{kcal/mh}^\circ\text{C}$)	30
温度が常に 18°C となる地中深さ (m)	7.2

ている。そのため、これらの部分について最大比応力度の大きさと、1以上の比応力度が生じる期間を材令で示すと表-3のようになる。一方、応力度の経時変化を調べると、それは上部(○印)では模式的に図-3(a)のように、新コンクリート層の特徴と単一層内中央部の特徴とが重畳したものとなっている。下部(●印)では、図-3(b)のように旧コンクリート層と単一層内の端部が重畳したもの、または、図-3(c)のように旧コンクリート層と単一層内中央部が重畳したものとなっている。

したがって、この種のマスコンクリートの温度応力の評価は目的に応じ、次の2点に分けて行う必要がある。

(1) 完成時に残留する引張応力度に着目する場合は、表-3の比応力度のうち主としてスラブの上部に発生する○印の比応力度の大小で評価する。

(有利な施工順序; ①毎日打設
②3層打3日間隔
③6層打3日間隔)

(2) 施工中にひびわれが発生するかどうかに着目する場合は、新コンクリートだけについての評価では不充

分で主としてスラブの上部(○印)または下部(●印)に発生する比応力度のうち大きい方の値の大小で評価する。

(有利な施工順序;
①毎日打設
②6層打3日間隔
③2層打7日間隔)

なお、早強セメント、フ

ライアッシュセメントを用いた場合も比応力度の大小に差はあるものの、図-3~6、表-3の傾向は同様であった。

(1) 第35回年次学術講演会
V-91「セメントの水和熱に起因する温度応力に関する実験的研究」
(2) 鹿島建設技術研究所年報
第28号「セメントの水和熱に起因する温度応力の解析手法に関する研究」

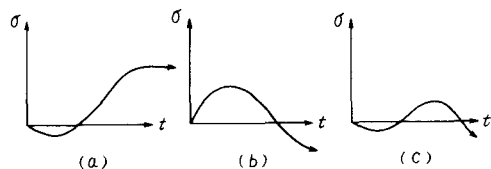


図-3 応力経時変化模式図

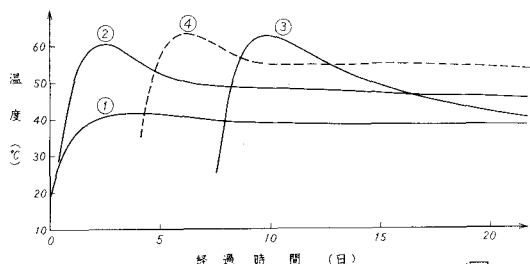


図-4 各部温度の経時変化 (case 5) 第3層 (3日間隔) 第2層 (3日間隔) 第1層 (3日間隔)

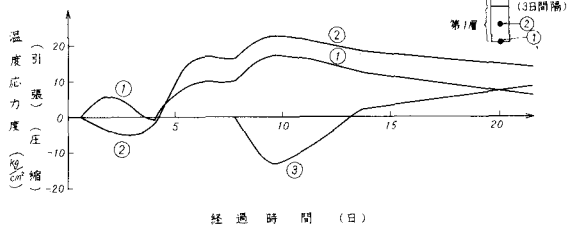


図-5 クリープの影響を考慮した時の温度応力の経時変化 (case 5)

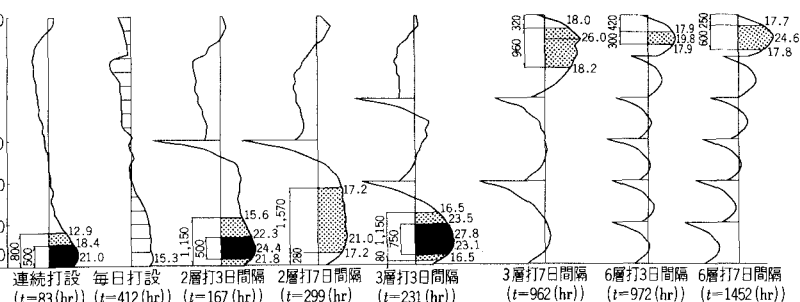


図-6 最大比応力度発生時応力分布

表-3 最大比応力度及び発生材令

	最大比応力度				着目する層の材令(日) ○:最上層, ●:最下層(第1層)			
	0	0.5	1.0	1.5	0	10	20	30
0.3m (毎日)			●				●(○)	
1m 3日			●	○	●	←	←	○
(6層) 7日			●	○	●	←	←	○
2m 3日				○		●	←	○
(3層) 7日				○		●	←	○
3m 3日				○		●	←	○
(2層) 7日				○		●	←	○
6m (連続)				●		●	←	○