

矢作建設工業(株) 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. はじめに

施工時に発生する温度ひびわれは、コンクリート構造物の耐久性を低下させ、初期欠陥となる場合がある。したがって、施工時には施工時期、コンクリートの打設環境、配合を決定し施工計画を立案した段階で、温度ひびわれの検討を行う必要があると思われる。本研究は、打設リフトを考慮した温度応力解析により、施工時における構造物のリフト分割とその打設工程の検討から温度応力の制御効果について比較を行ったものである。

2. 解析モデルと解析方法について

対象となった構造物は壁状構造物であり、長辺並びに短辺方向に対称型であるため図-1に示すように4分の1モデルを想定し短辺方向断面を温度解析断面とし、その断面に対し垂直方向の応力を求めた。解析方法については、二次元熱伝導 FEM 解析により打設リフト毎に、熱対流境界を変化させて温度解析を行い、つぎに J C I マスコン委員会 Compensation Plane 法¹⁾²⁾により応力解析を行った。なお、解析条件を表-1に、各リフトの打設日程を表-2に示す。表-2のリフト A₁~Fは図-1に示してある。

3. フーチング部についての検討

図-1に示す様な構造物のフーチングを打設する場合、工期や工事費を考えれば一度に打設する方が良いと思われる。しかし、温度ひびわれの可能性のある場合、あるいは生コンの供給上の問題で2回以上分割して打設する必要があるとき2回目以後の打設時期をいつにするかが問題となる。そこで、A₁、A₂リフトを一回で打設する場合をCASE 1、A₁リフト打設後2日目にA₂リフトを打設する場合をCASE 2、7日目にA₂リフトを打設する場合をCASE 3とし、応力の変化と温度ひびわれ指数³⁾の比較を行った。

温度ひびわれ指数 (I_c) = $\frac{\text{コンクリートの各材令における引張強度}(f_t)}{\text{コンクリートの各材令における引張応力}(\sigma)}$

まず、フーチング部において温度ひびわれが発生すると予想されるフーチング上面付近の図-1のa₂点に着目して、図-2について考える。CASE 1では、6日後で引張応力がピークとなり、そのときの指数は1.3であった。一方、CASE 2では、A₂リ

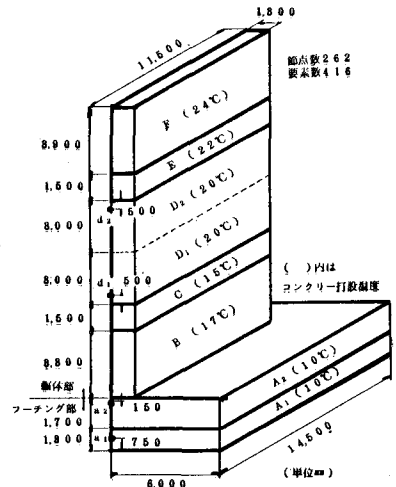


図-1 解析モデル

表-1 解析条件

	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	$T=48.5(1)$	$T=47.6(2)$
T: コンクリート温度 (°C)		
τ : 材令 (H)	$\exp(-0.563t)$	$\exp(-0.78t)$
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 C_c (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
砂地盤の単位体積重量 ρ_g (kg/m ³)	2000	2600
砂地盤の比熱 C_g (Kcal/kg°C)	0.25	0.25
岩盤の熱伝導率 λ_g (Kcal/mh°C)	1.94	1.94
熱伝達率 (Kcal/mh°C)	10	10
コンクリートの熱膨張係数 (/°C)	0.00001	
コンクリートの弾性係数 推定式		$E_c = \frac{t_e \times 10^4}{0.0761738 + 0.024121t_e}$
E_c : 有効材令における弾性係数 (kg f/cm ²)		
t_e : 有効材令 (H)		
T_i : コンクリートの温度 (°C)		
ΔT_i : 材令の増分 (H)		
	$t_e = 1/30 \sum (T_i + 10) \Delta t_i$	

表-2 打設日程

リフト	A ₁	A ₂	B	C	D ₁	D ₂	E	F
CASE 1								
1	0	0	14	18	28	28	41	50
2,4	0	2	14	18	28	28	41	50
3	0	7	19	23	33	33	46	55
5	0	2	14	18	28	30	41	50

単位 (日)

フト打設後8日で引張応力がピークとなり指数は2.6へと変化している。また、CASE 3では、 A_2 リフト打設後7日で引張応力がピークとなり指数は2.6である。つぎに、図-1のa点に着目して図-3を考える。CASE 1では引張応力は発生していないのに対しCASE 2では A_1 リフト打設後5日後に引張応力がピークとなり指数は2.5となった。また、CASE 3では A_1 リフト打設後10日でピークとなり指数は2.0となっている。以上より本構造物のフーチングの A_2 リフトにおいて分割施工の効果が見られ A_1 リフトではあまり効果が見られないことがわかった。

4. 躯体部についての検討

次に図-1の躯体部の D_1 リフト、 D_2 リフトのあわせて6 mの部分について分割の必要性の検討を行った。なお一回で打設する場合をCASE 4、 D_1 リフト打設後2日後に D_2 リフトを打設する場合をCASE 5とした。図-1の D_1 、 D_2 リフトを打設した場合Cリフト以下の拘束を受け、ひびわれが発生すると思われる D_1 リフト下方中央部に d_1 点、Eリフトの打設後に影響を受けるとと思われる D_2 リフト上部に d_2 点に着目して図-4を見ると、CASE 4では圧縮応力が打設後10日頃に引張に転じ、打設後25日頃ピークとなり指数が0.8となっているのに対し、CASE 5では打設後7日頃引張に転じ打設後25日頃ピークとなり指数は0.7となった。 d_2 点に着目して図-5を見ると、CASE 4ではEリフトの影響により打設後14日頃と25日頃に引張応力のピークが現われており、指数は0.8と1.1であった。一方CASE 5では打設後12日頃と23日頃にピークがあり指数は1.4と1.6へと変化している。以上より D_2 リフトにおいては分割が効果あると認められた。

5. まとめ

- 1) 第1回目のリフトから最終リフトまでの温度応力解析を一度に行うことによって、各リフトのブロックの分割、打設日程の温度ひびわれ対策としての検討が可能となった。
- 2) 本研究で対象とした壁状構造物においては、フーチング部において分割施工を行った場合、上層部すなわち A_2 リフトで応力の低減が見られ、躯体部においても D_1 、 D_2 リフトを分割施工した場合、 D_2 リフトにおいて十分な応力低減が見られた。
- 3) これまで、コンクリートの温度応力の低減には、コンクリートのリフトの温度上昇を低くする事に主体が置かれていたが、本研究により適当なリフト分割と打設日の選択により、温度応力の低減が可能であると考えられる。

参考文献

- 1) マスコンクリートの温度応力の計算方法とそのパソコンプログラム 1985. 11, 日本コンクリート工学協会
- 2) マスコンクリートの温度応力研究委員会 報告書 1985. 11, 日本コンクリート工学協会
- 3) マスコンクリート工場の温度応力制御の演習 1985. 11, 日本コンクリート工学協会

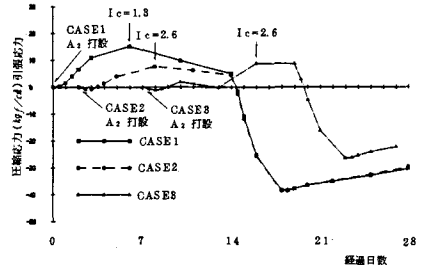


図-2 a_2 点における応力の変化

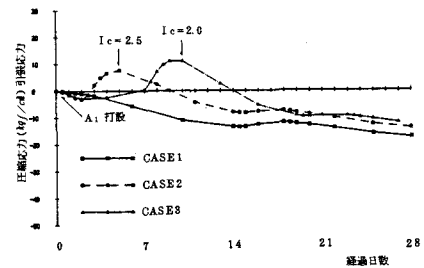


図-3 a_1 点における応力の変化

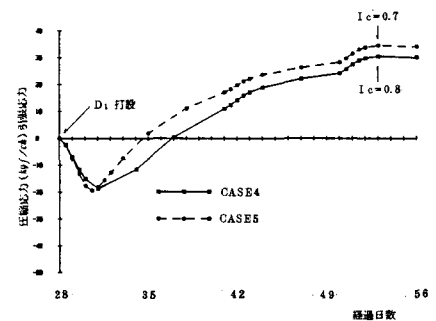


図-4 d_1 点における応力の変化

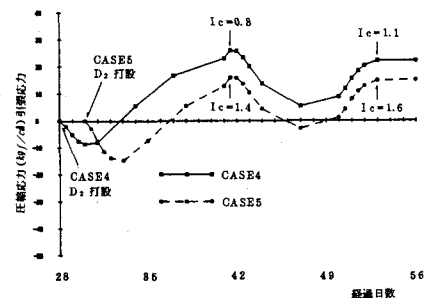


図-5 d_2 点における応力の変化