

榎 大林組 正員 十 河 茂 幸
榎 大林組 正員 小 島 省 三
榎 大林組 正員 山 王 博 之

1. まえがき

マッシュなRC構造物に生ずる温度応力を制御する場合、使用材料・配合・施工方法等を総合的に検討するがこれらの対策の効果を定量的に示された報告は少ない。本研究では、実施工に先だって各種マスコン対策を解析により比較検討し、その効果を引張強度に対する危険度という概念を取り入れて定量的に把握した。

2. 解析条件および方法

材料・配合・施工条件とそれらを比較するための解析条件を表-1に示す。比較のための構造モデルは、厚さ7mのベースマットで、図-1に示すように軸対称で底面は、バネ拘束とした。温度解析では、側部を断熱境界とした。解析上の比較内容は、(1)セメントの種類(case 1, 9), (2)使用材料による単位水量の差(case 1, 2, 3), (3)水セメント比の差(case 1, 4, 5), (4)養生の違い(case 1, 6, 7, 8), (5)リフト割りの差(case 1, 10, 11)で各々についてコンクリートの熱・力学的性質を設定した。なお、強度と弾性係数については、積算温度を考慮の上で発生応力と引張強度の比をひびわれ危険指数とし、比較した。強度の発現条件は、実験により求め、下記のとおりである。なお、実験値より $E=20000\sqrt{\sigma_c}$, $\sigma_t=1/10 \cdot \sigma_c$ とした。

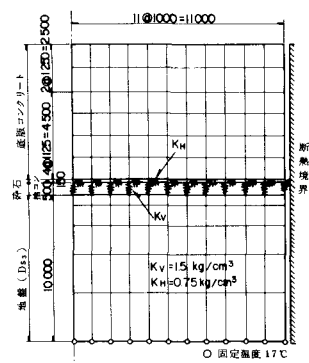


図-1 解析モデル

表-1 解析ケース一覧

MK B*..... $\sigma_3 = -49.3+60.8\text{ C/W}$				CASE	セメントの種類	単位水量 W(kg/m ³)	水セメント比 W/C(%)	養生時 熱伝達率 Kcal/mh°C	リフト数	粗骨材の 最大寸法 (mm)	空気量	経骨材率 S/A	単位量 (kg/m ³)				
$\sigma_7 = -93.5+132\text{ C/W}$													水	セメント	経骨材	粗骨材	混和剤
$\sigma_{28} = -20.5+161\text{ C/W}$				1	MK B*	150	60	7.5	2	25	4±1	4.80	150	250	914	1010	0.625
$\sigma_{91} = 39.0+179\text{ C/W}$				2		165				25	4±1	4.80	165	275	885	977	0.688
				3		180				25	4±1	4.80	180	300	856	945	0.750
N P**..... $\sigma_3 = -132+154\text{ C/W}$				4	MK B	150	40	7.5	2	25	4±1	4.40	150	375	791	1025	0.938
$\sigma_7 = -99.5+175\text{ C/W}$				5		50	25			4±1	4.60	150	300	857	1015	0.750	
$\sigma_{28} = -11.7+181\text{ C/W}$				6			25			4±1	4.80	150	250	914	1010	0.625	
				7	MK B	150	60	5.0	2	25	4±1	4.80	150	250	914	1010	0.625
				8				2.5		25	4±1	4.80	150	250	914	1010	0.625
				9						25	4±1	4.60	150	288	867	1037	0.720
				10	MK B	150	60	7.5	3	25	4±1	4.80	150	250	914	1010	0.625
				11						6	25	4±1	4.80	150	250	914	1010

解析上の熱定数を表-2に示す。

解析手法は、温度解析・応力解析とFEMで行った。

* 低熱型高炉セメントB種(スラグ量55%)

** 普通ポルトランドセメント

3. 解析結果および考察

3.1 温度上昇

図-2は、断面の各位置における温度履歴を示す。図-3は第1リフト中心での温度履歴の各caseの比較を行ったものである。最も温度上昇量が高いのはW/C=40%の配合にお

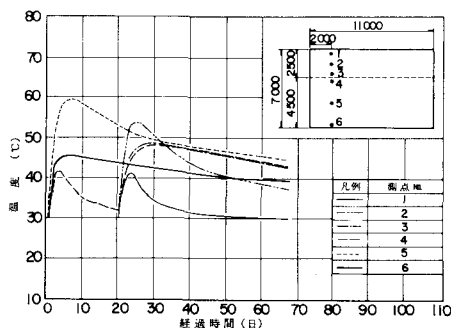


図-2 温度の経時変化(case 5)

表-2 コンクリートの熱定数

ケース	単位体積重量 (kg/m³)	単位セメント量 (kg/m³)	比熱 (Kcal/kg°C)	熱伝導率 (Kcal/mh°C)	断熱係数* T(K)	温度上昇係数 α
1	2325	250	0.26	1.9	36.3	0.713
2	2303	275	0.26	1.9	39.9	0.713
3	2282	300	0.26	1.9	43.5	0.713
4	2342	375	0.26	1.9	54.4	0.713
5	2334	300	0.26	1.9	43.5	0.713
6	2325	250	0.26	1.9	36.3	0.713
7	2325	250	0.26	1.9	36.3	0.713
8	2325	250	0.26	1.9	36.3	0.713
9	2343	288	0.26	1.9	49.4	1.040
10	2325	250	0.26	1.9	36.3	0.713
11	2325	250	0.26	1.9	36.3	0.713

* $T = K(1 - e^{-at})$

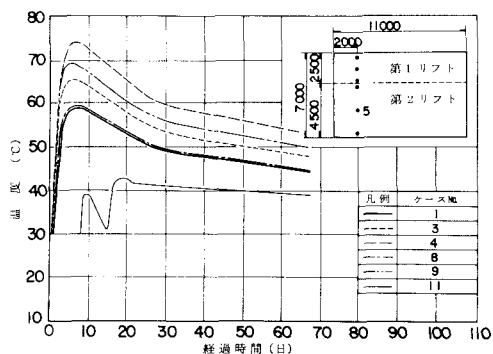


図-3 温度の経時変化(測点5)

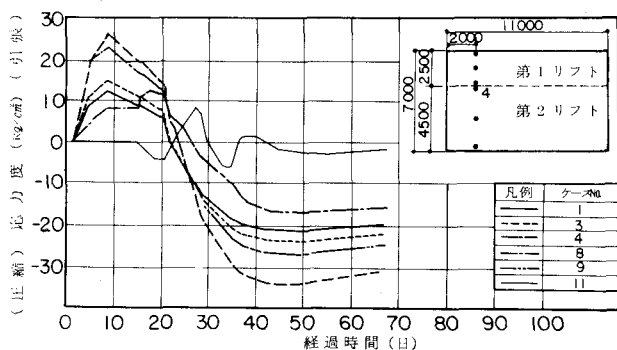


図-4 発生応力の経時変化(測点4)

る場合の約45℃である。普通ポルトランドセメントの配合は40℃近くまで上昇した。

3.2 温度応力 測点4, 5における発生応力を主な解析ケースごと図-4, 図-5に示す。発生引張応力は温度上昇の大きいcase4,9が大きいが、これらのコンクリートは引張強度も大きい。ここでは、危険指数によりひびわれに対する危険度を比較した。温度・発生応力・危険指数の経時変化をcase1,4,5の測点4で比較し図-6に示す。危険指数が最大となる場所はコンクリート表面部でコンクリート温度が最大となる時期であった。各要因別に比較した危険指数の最大値を図-7に示す。この結果、次のことがいえる。(1)単位水量が少ない程安全で、その効果は大きい。(2)W/Cが大きい程安全といえるが、比較的その効果は小さい。(3)低熱型セメントは一般に温度ひびわれ低減に効果的といわれているが、その効果は顕著に現われていない。特に外部拘束の大きい第2リフトではほとんど効果が現われていない。(4)リフト割りを多くするとひびわれ低減に効果的であるが、施工上のデメリットも多いので総合的な判断が必要であろう。(5)一般的傾向として、養生は断熱されるほどよいが、あまり断熱性が高いと逆効果になる場合が生ずる。

4. あとがき

以上の結果、応力ととらえるかぎり、温度ひびわれを低減するのに効果的な要因は、(1)リフト割り(2)養生(3)単位水量を減ずる配合(4)W/Cの大きい配合……の順でありセメントの影響は小さいことがわかった。なお、本研究は限られた条件での比較を行ったものであり、他要因についてもさらに検討が必要と思われる。

最後に、本研究にあたり東京大学名誉教授奥村敏恵先生ならびに東京互

斯関係各位に御指導・御助言をたまわった。ここに深謝します。本研究は昭和56年度吉田研究奨励金を授与されたものです。

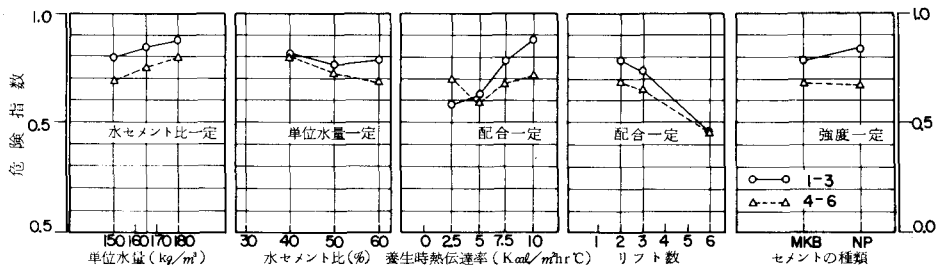


図-7 温度応力におよぼす各要因と最大危険指数

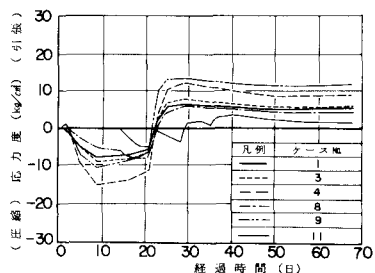


図-5 発生応力の経時変化(測点5)

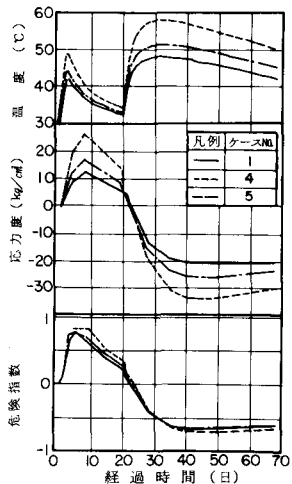


図-6 危険指数の経時変化(測点4)