

清水建設(株) 正会員 小野 定

1. まえがき

本報文は、養生方法(湛水、むしろ、ウレタンマット)および養生期間がコンクリート打込み後の温度上昇に及ぼす影響について、数値実験をもとにして検討を加えたものである。

2. 数値実験のモデル、計算因子、および水準

数値実験のモデルとしては、均しコンクリート上に打込んだ厚さ2.0mのスラブを取り上げた。解析には、1次元の熱伝導式を階差法で解いたものを使った。Tab.1に計算因子および水準が示してある。養生の検討を行なうために、Tab.2に示す53ケースについて計算した。養生方法の種類としては、湛水(A)、むしろ(B)、暴露(C)、およびウレタンマット(D)の4つの方法を取り上げ、また養生材の厚さは湛水が0.5~20cm、むしろが1~4cm、さらにウレタンマットが0.5~2cmの間で変化させた。養生期間については3~10日の8ケースについて検討した。また計算に用いた外気温は、千葉県袖ヶ浦での1975年3月18日~27日までの実測値である。

3. 数値実験の結果および考察

養生方法とその断熱効果の比較の1例がFig.2に示してある。この結果より各養生方法とも表面部の最高温度は養生を行なわない場合より1.5~6℃程度高くなっている。2cm厚の湛水養生と1cm厚のむしろ養生では、温度的には0.6℃程度の差しか認められなかった。Fig.3~5は温度上昇に及ぼす養生期間の影響を示したものである。養生期間は各養生とも、3~10日の8ケースについて検討した。養生期間が長くなるに従って、養生による表面部の断熱効果は各養生とも明らかにしている。さらに断熱効果は、湛水、むしろ、ウレタンマットの順で顕著になっており、養生を中止した場合に較べて湛水の場合で1~1.5℃、むしろで2.5~3.5℃、およびウレタンマットで4.0~5.5℃程度の断熱効果がみられる。養生終了に伴う温度低下率は、湛水の場合で21%/日、むしろで3.6%/日、およびウレタンマットで5%/日である。温度低下率と養生期間との間には $\theta = -at^2 + bt + C$ (ここに、 θ : 温度低下率, t : 日, a, b, C : 定数) の関係があった。Figs.6~8は、養生材の厚さと断熱効果との関係を示したものである。養生期間は7日である。各養生方法とも、養生材の厚さを増すことにより断熱効果は顕著となっている。湛水とウレタンマットを例にとって断熱効果を比較してみると、表面部の温度を32℃程度にまで上昇させるのに必要な養生材の厚さは湛水で15cm、またウレタンマットで1.5cmとウレタンマットを使用した場合には約1/10の厚さで十分であることがわかる。養生終了に伴う温度低下率は、養生材の厚さが厚くなるにしたがって大きくなっており、このことより養生材を厚くするにつれて養生期間を長くする必要性があることを示しているものと考えられる。マスコンクリートの養生方法を選定する際の定量的な基準を与えるものとして養生効率といったものを定義した。この係数は次のように定義したものである。養生効率(η) = $(T_s - T_0)/T_0$, ここに、 T_s : 養生を行なわないときの表面部の温度, T_0 : 養生を行なった時の表面部の温度。Fig.9に、湛水、むしろ、およびウレタンマットの養生効率の1例が示してある。この図より5mm厚のウレタンマット養生は、2cmの湛水または1cm厚のむしろ養生に較べて3倍程度の養生効率がある。マスコンクリートの養生期間を決める際の定量的な基準を与えるものとして有効養生期間といったものを設定した。これは許容引張強度以内に引張応力を制御するのに必要な温度差を ΔT として式で定義したものである。 $\eta_s = (T_m - T_0)/\Delta T$, ここに、 T_m は平均温度。Fig.12は5mm厚のウレタンマット養生の場合の1例を示したものである。Fig.10, 11は養生が平均温度上昇に及ぼす影響を示したものである。養生を行なうことによる平均温度上昇量への大きな影響はみられなかった。

Tab.2 計算ケース

養生方法	厚さ(m)	養生期間(日)	熱化率	ケース数
湛水: A	15	8	1	22
むしろ: B	4	8	1	11
暴露: C	0	0	0	1
ウレタン: D	8	12	1	19
				計53ケース

Tabl 計算定数

No	計算因子	計算ケース	CASE
1.	打込み温度 (°C)		14.5
2.	地盤温度 (°C)		10.0
3.	リフト高さ (m)		2.0
4.	コンクリートの熱的性質 比熱 (kcal/kg°C) 熱伝導率 (kcal/mh°C)		0.264 1.970
5.	地盤の熱的性質 比熱 (kcal/kg°C) 熱伝導率 (kcal/mh°C)		0.492 1.225
6.	コンクリートの単位体積重量 (kg/m³)		2366
7.	地盤の単位体積重量 (kg/m³)		1720
8.	セメントの種類		普通ポルト
9.	単位セメント量 (kg/m³)		250
10.	セメントの終局発熱量 (kcal/kg)		84.5
	実験定数 γ		0.672

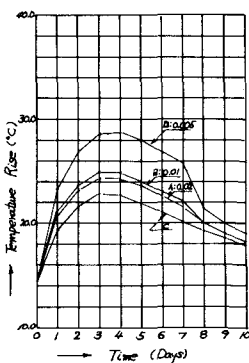


Fig. 2 養生方法と養生効果

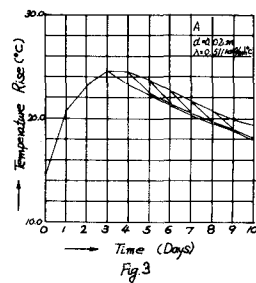


Fig. 3

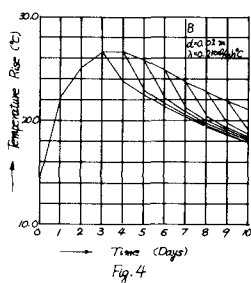


Fig. 4

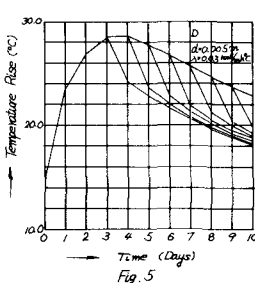


Fig. 5

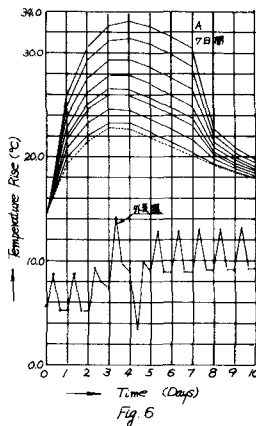


Fig. 6

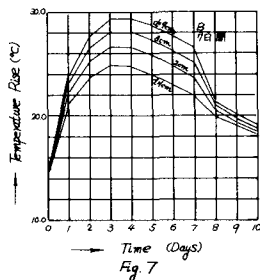


Fig. 7

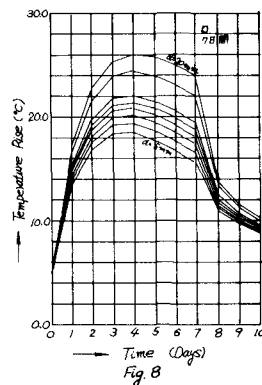


Fig. 8

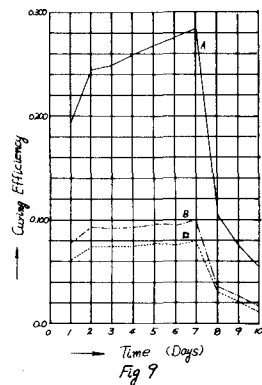


Fig. 9

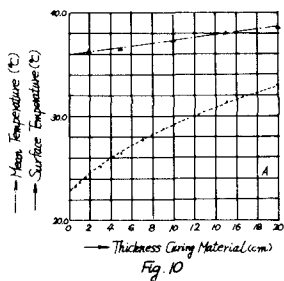


Fig. 10

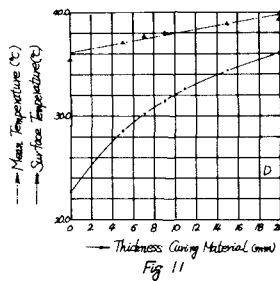


Fig. 11

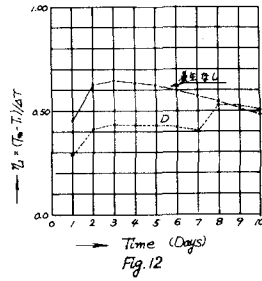


Fig. 12