

V-360

マスコンクリートの保温養生に用いる養生材の効果に関する実験的検討

清水建設 土木本部	正会員 江渡 正満
清水建設 技術研究所	正会員 新美 勝之
東邦ガス 知多緑浜工場建設部	高木 健次
清水・大林共同企業体	野平 明伸
清水・大林共同企業体	正会員 若林 雅樹

1. はじめに

内部拘束応力が卓越するマスコンクリートの温度ひび割れを制御する場合、一般に保温養生が実施される。保温養生方法について計画する場合、どのような材料を用いるか、また何日間養生するかについて検討がなされる。すなわち、温度応力解析を事前に実施し、温度ひび割れを制御する上で目標となる保温効果の代用特性値としての熱伝達係数を設定し、それに応じた養生材を選定することになる。

特に、LNG地下タンク底版などのよりマッシブなコンクリートでは、保温性の高いすなわち熱伝達係数の小さい養生材が必要となる。保温養生材として効果があり且つ施工性に優れた材料に、エア・バッグがあり多くの構造物で適用されている。

本研究は、マスコンクリートの温度ひび割れ制御を目的として特にエア・バッグを多数枚に使用する場合に必要なエア・バッグ枚数と熱伝達係数の関係について実験的に検討したものである。

2. 実験概要

2. 1 実験装置および供試体形状

図-1に実験装置を示す。実験装置は既往の研究1)、2)を参考にし決定した。供試体形状は端部からの熱流入の影響を少なくするために、事前に熱伝導解析を行い、対角寸法60cmの正八角形、厚さは10cmとした。また、供試体下面は60℃程度の温水に接するようにし、温水は均一な温度になるように循環ポンプと温度制御付きヒータを設置した。供試体内部は複数点の熱電対を設置し、試験開始から12時間以上測定した。

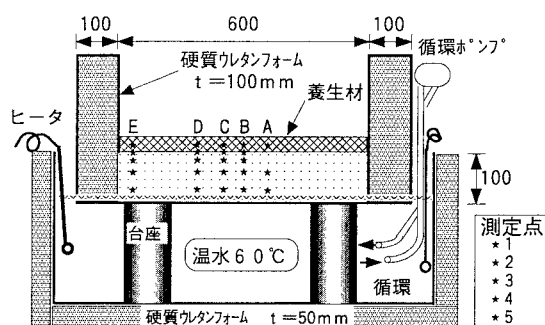
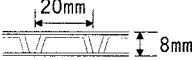


図-1 実験装置

表-1 試験ケース

試験ケース	IP・バッグの仕様	枚数
1	なし	0
2	タイプ 1 空気粒径 10mm 	2
		4
		5
		7
		9
3	タイプ 2 空気粒径 20mm 	11
		2
		4
		6
		8

2. 2 試験ケース

表-1に試験ケースを示す。養生材はエア・バッグとして2タイプ（空気粒径10mm、20mm）とした。養生材の枚数は2枚～11枚とした。

3. 試験結果および考察

3. 1 試験結果

図-2、3に温度計測結果の一例をしめす。定常状態は試験開始後約10時間で得られ、またその時の温度分布はほぼ線形であることを確認した。

表-2に熱伝達係数の計算結果を示す。なお、熱伝達係数は定常

キーワード：マスコンクリート、保温養生、温度ひび割れ制御、熱伝達係数

連絡先：〒105-8007 東京都港区芝浦1-2-3 シーバンス S 館 TEL03-5441-0559 FAX03-5441-0512

時において以下の方法で求めた。

（１）各試験ケースについて、それぞれの試験時間の中から定常とみなす時間範囲を設定し、その範囲の観測値を各計測点毎に平均する。

（２）この観測平均値を用いて、各計測断面毎に板厚方向 Z の温度勾配 $\partial \theta / \partial Z$ と試験体の表面温度 θ を最小二乗法により推定する。

（３）部材内の熱伝導率 λ は場所によらず一定（ $2.0 \text{ kcal/mh}^\circ\text{C}$ ）とする。外気温度 θ_c とし、熱流の連続条件により熱伝達係数 η は次の式で求めた。

$$\eta = \{ \lambda / (\theta - \theta_c) \} \times (\partial \theta / \partial Z) \quad (1)$$

3. 2 考察

試験の結果、エア・バッグを多数枚に使用する場合においても、枚数が増えるに従って、熱伝達係数は低下することが確認された。熱伝達係数と養生材の関係は、一般に次の式で表される。

$$\eta = 1 / \{ 1 / \beta + \sum (d / K) \}$$

ただし、 β ：物体と外気との熱伝達係数

d ：養生材 1 枚の厚さ

K ：養生材の熱伝導率

試験結果より、 β を養生材なしの結果より $8.87 \text{ Kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ とし、各ケース毎に (d / K) を求め、それを平均し試験結果を評価すると、エア・バッグ枚数を N として

$$\eta = 1 / \{ 1 / 8.87 + \alpha \times N \} \quad (2)$$

ただし、 α ：0.0574（タイプ1）

α ：0.0715（タイプ2）

となる。図-4は試験値と（2）式の計算値を示したものである。これより、計算値と試験値は比較的良好に合致しており、（2）式は熱伝達係数の評価式として妥当と考えられる。

4. おわりに

マスコンクリートの温度ひび割れ制御のための保温養生材として用いられるエア・バッグの養生効果について実験的に検討し、エア・バッグを多数枚使用する場合においても、使用量に応じて熱伝達係数は低下することや、熱伝達係数と養生材枚数の関係式を明らかにすることができた。

（参考文献）

1) 山川秀次・田辺忠顕・笠原 清：熱伝導率の試験ならびに実測例、マスコンクリートの温度応力発生メカニズムに関するコロキウム 論文集、1982.8

2) 近久博志・中原博隆・筒井雅行・桜井春輔：コンクリート構造物の熱伝導率に関する養生水の影響、コンクリート工学年次論文報告集、Vol.15、NO.1、1993

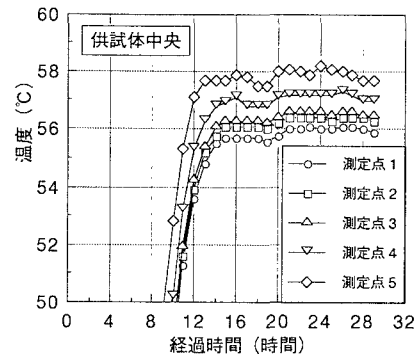


図-2 温度の経時変化

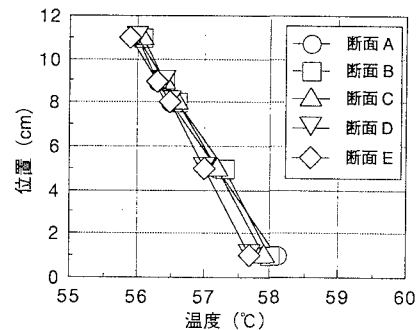


図-3 温度の断面分布

表-2 熱伝達係数の計算結果一覧

エアバッグの仕様	枚数	平均値	
		$w / \text{m}^2\text{h}^\circ\text{C}$	$\text{kcal} / \text{m}^2\text{h}^\circ\text{C}$
なし	0	10.34	8.87
タイプ 1 (空気粒径 10mm)	2	4.84	4.16
	4	3.44	2.96
	5	2.93	2.52
	7	2.24	1.93
	9	1.97	1.69
	11	1.59	1.37
タイプ 2 (空気粒径 20mm)	2	4.36	3.74
	4	2.95	2.53
	6	2.22	1.90
	8	1.76	1.51

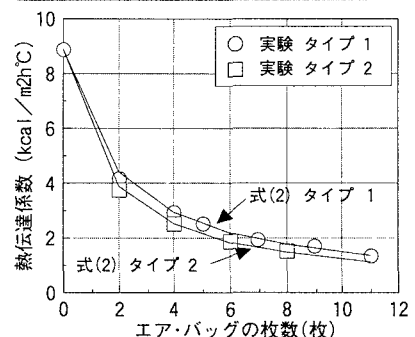


図-4 実験値と理論式の整合性