

湿潤保温養生マットの養生効果に関する実験的検討

清水建設株式会社
清水建設株式会社
清水建設(株)・川田建設(株)JV

正会員 ○伊藤 健一
正会員 野村 朋宏
正会員 室屋 浩幸

中日本高速道路株式会社
中日本高速道路株式会社

正会員 和崎 宏一
正会員 秋山 大輔

1. 概要

コンクリートの保温養生材としては、養生マットや発泡スチロール、ポリエチレン製気泡シートなどがあるが、近年グラスウールを特殊フィルムで密閉した湿潤保温養生マットが開発されている（写真-1.1 参照）。解析上、保温効果を評価する指標としては、熱伝達係数（ $=W/m^2\text{℃}$ ）を用いるのが一般的であるが、この湿潤保温養生マットについては不明な部分があった。今回、第二東名高速道路園田高架橋(PC 上部工) 上り線工事において、床版の保温養生材としてこの湿潤保温養生マットを適用した。適用に際し、その保温効果を明確にするために供試体を作成、熱電対により温度を計測し、そのデータをもとに 3 次元の有限要素法により温度解析を実施し、熱伝達係数を同定した。以下にその結果について述べる。

2. 実験概要

湿潤養生マットの熱伝達係数同定のための実験試験体の概要を図-2.1、写真-2.1 に示す。試験体寸法は $W=500\text{mm} \times L=1000\text{mm} \times t=300\text{mm}$ とした。側部からの熱の逸散を抑制するために側面に厚さ 50mm の硬質ウレタンフォームを設置し、その外側に合板型枠を設置した。さらに合板の外周をグラスウールで覆った。湿潤保温養生マットは上面に敷設した。

熱電対は、実験試験体の幅方向の中心断面に 3 箇所（それぞれ高さ方向で上面から 5cm、高さ方向の中心、下面から 5cm の位置）と高さ方向の中心で側面から 10cm の位置の 1 箇所、合計 4 箇所に設置した。

コンクリートの配合を表-2.1 に示す。配合は実際の床版に適用するコンクリートの配合で、セメントの内割で膨張材を $20(\text{kg}/\text{m}^3)$ 置換した配合となっている。打込んだコンクリートの試験結果を表-2.2 に示す。

表-2.1 配合

セメントの種類	スランプの範囲 (cm)	空気量の範囲 (%)	W/(C+EX) (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)					高性能 AE 減水剤 (C×%)
					W	C	EX	S	G	
N	13±2.5	4.5±1.5	43.0	43.0	148	324	20	783	1043	0.8

(注) N：普通ポルトランドセメント，EX：低添加型膨張材（一般構造型）
高性能 AE 減水剤：ポリカルボン酸系



写真-1.1 湿潤保温養生マット概要

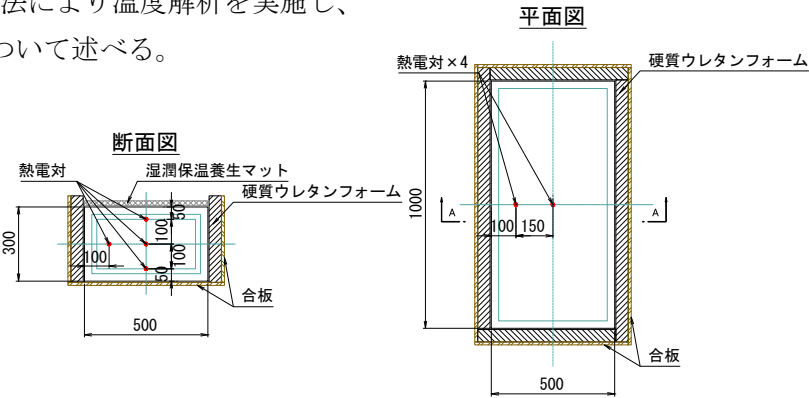


図-2.1 実験供試体概要



写真-2.1 供試体養生状況

表-2.2 コンクリート試験結果

スランプ (cm)	14.5
空気量 (%)	4.8
コンクリート温度 (℃)	20.0
外気温 (℃)	17.0

キーワード 湿潤保温養生マット，グラスウール，熱伝達係数

〒460-8580 愛知県名古屋市中区錦 1-3-7 名古屋支店土木技術部 TEL：052-201-7623 FAX：052-201-7635

3. 実験結果

温度の経時変化を図-3.1 に示す。打設後約 22 時間程度で最高温度となり、その後、温度は降下していき、材齢 10 日程度で外気温と同等の温度に収束している。また、各部位の温度を見ると中心断面では上部が最も高く、次いで中心、下部となっており、湿潤保温養生マットに十分な保温効果があることが認められる。センター中心と側部中心を比較すると、ともに同様の温度変化となっており、側面からの熱の放熱がほとんどないことが伺える。本結果を基に 3 次元の FEM 解析により、熱伝達係数の同定を行った。

4. 温度同定解析概要

同定解析における解析モデルを図-4.1 に、解析に用いた熱物性値を表-4.1、表-4.2 に示す。モデルは全体モデルとし、コンクリートの外周に硬質ウレタンフォームの物性の要素を配置した。本モデルで湿潤保温養生マット、側面（合板+グラスウール）、下面（合板）を熱伝達境界として評価した。コンクリートの断熱温度上昇特性値は事前に実施した断熱温度上昇試験の結果をもとに決定した。

同定解析結果を図-4.2 および表-4.3、表-4.4 に示す。細かい部分では若干の差異が認められるが、最高温度を含め、全体的には良く一致しており、実用上、十分に同定できていると判断できる。

このときの湿潤保温養生マットの熱伝達係数は、1.6(W/m²・℃) となっており、養生マット (5.0 (W/m²・℃)) や、発泡スチロール+湛水 (2.0 (W/m²・℃)) りと比較しても小さく、十分に保温効果があると認められる。

5. まとめ

今回グラスウールを用いた湿潤保温養生マットの保温効果について実験を行い、同定解析により、その保温効果について検討した。その結果、湿潤保温養生マットの熱伝達係数は 1.6 (W/m²・℃) となり、十分に保温効果を有していると判断できる。当該結果を基に実橋床版に当該養生材を適用している。床版には現在までひび割れは確認されていない。

参考文献

1) 土木学会：コンクリート標準示方書（2007 年制定）設計編

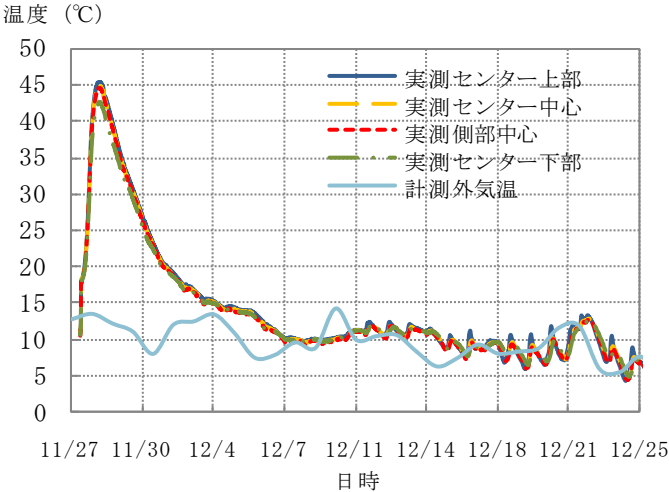


図-3.2 コンクリート温度経時変化状況

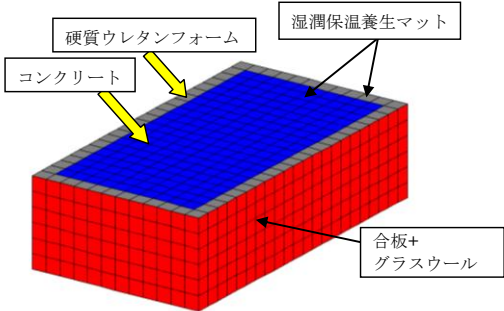


図-4.1 解析モデル

表-4.2 解析条件（熱物性値）

項目	コンクリート	硬質ウレタンフォーム
熱伝導率 (W/m・℃)	2.7	0.024
密度 (kg/m ³)	2400	20.0
比熱 (kJ/kg・℃)	1.15	0.27

表-4.1 断熱温度上昇特性

打込み温度 (℃)	Q _∞ (℃)	α	β
17.9	53.6	1.263	1.586

$$*Q(t)=Q_{\infty}(1-\exp \alpha t^{\beta})$$
 で回帰

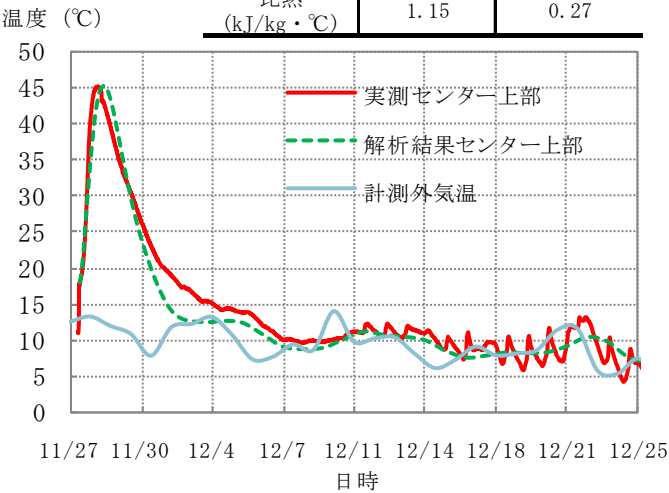


図-4.2 温度の経時変化状況

表-4.3 温度解析結果

部位	ピーク温度 (℃)	
	解析	実測
センター上部	45.3	45.2
センター中心	44.9	44.8
センター下部	42.2	42.5
側部中心	44.6	44.5

表-4.4 熱伝達係数同定結果

部位	養生材	熱伝達係数 η (W/m ² ・℃)
上面	湿潤保温養生マット	1.6
側面	合板+グラスウール	1.0
下面	合板	5.0