

型枠とシート材を組み合わせた養生方法の熱伝達率の推定

飛島建設 正会員 ○小林 剛
 飛島建設 正会員 槇島 修
 飛島建設 正会員 川里麻莉子

1. はじめに

コンクリートの内部拘束による温度ひび割れの抑制には、部材の内外温度差の低減を目的とした保温養生が効果的である。一般的な保温養生としては、断熱型枠の適用や、型枠取外し後に保温効果を有するシート材を設置する方法などがある。土木学会コンクリート標準示方書（以降、示方書と示す）では、養生方法に応じた熱伝達率の参考値が示されており¹⁾、養生方法の違いによる保温効果を解析的に評価できるようにになっている。

示方書に示される熱伝達率の参考値は、屋外環境において一定の風（風速 2～3m/s）が考慮されており、風速の増加に伴い、熱伝達率が増加することが示されている。そのため、示方書に示されていない養生方法を行う場合には、風を考慮した熱伝達率を定量的に取得することが求められる。

本研究では、保温養生の方法として、型枠とシート材を組み合わせた場合の熱伝達率を取得することを目的として、コンクリート試験体の温度計測と同定解析を行った。実験は無風環境下で行い、熱伝達率を同定した。また、風を考慮した場合の熱伝達率は、既知の値を参考に推定する方法を検討し、その妥当性について考察した。

2. 実験概要

実験に適用したコンクリートは、普通ポルトランドセメントを用いた呼び強度 24N/mm²、スランブ 12cm の一般的な配合とした。表-1 にコンクリート配合を示す。評価の対象とする試験体は、型枠材に合板を用い、寸法を W900mm×D900mm×H800mm とし、試験体の中心部と表面部（型枠面から 14mm）の 2 箇所温度計測を行った。本実験では、型枠面の状態の違いを実験要因とし、型枠のみのケース（名称を以降、「合板」と示す）と、型枠の外周に気泡緩衝材を設置したケース（名称を以降、「気泡シート」と示す）と、

型枠の外周に保温効果の高い三層構造のポリエチレン製のシート材を設置したケース（名称を以降、「保温シート」と示す。図-1 を参照）の 3 水準を設定した。熱伝達率の算出にあたっては、温度計測値と温度解析値が一致するように同定解析を行った。

3. 実験結果と考察

3-1 コンクリートの温度計測

試験体の内外温度差が最大となる各計測点の温度を表-2 に示す。各計測点における内外温度差は、「合板」、「気泡シート」、「保温シート」の順に大きく、型枠面の外周へのシート材の設置により、保温効果が向上することを確認した。

3-2 風を受けない条件における熱伝達率の同定

本実験で得られた熱伝達率は、「合板」の場合 5.2W/m²°C、「気泡シート」の場合 4.0 W/m²°C、「保温シート」の場合 3.2 W/m²°Cとなった。各実験ケースの温度計測値と同定値を用いた温度解析値を図-2～図-4 に示す。温度計測値と同定値を用いた温度解析結果は、概ね一致していることが確認された。

本実験で得られた熱伝達率は、型枠面の外周に風よけのシートを設置するなどの遮風を行う場合、温度解析に活用できると考えられる。

表-1 コンクリートの配合

水セメント比 (%)	細骨材率 (%)	単位量 (kg/m ³)				
		水	セメント	細骨材	粗骨材	混和剤
58.9	46.0	172	292	835	1007	3.65

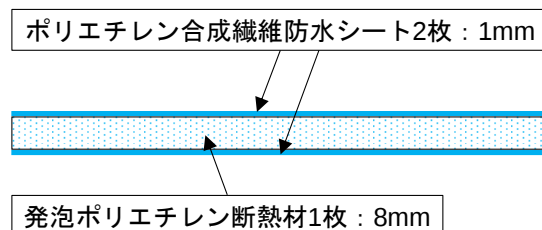


図-1 保温シートの断面の概要図

キーワード 熱伝達率、温度ひび割れ、シート材、遮風

連絡先 〒270-0222 千葉県野田市木間ヶ瀬 5472 飛島建設(株)技術研究所 第三研究室 TEL04-7198-7577

3-3 風を受ける条件における熱伝達率の推定

示方書に示されている合板の熱伝達率の参考値は $8.0 \text{ W/m}^2\text{°C}$ であり、本実験で得られた合板の熱伝達率である $5.2 \text{ W/m}^2\text{°C}$ に比べ、1.54 倍大きい。このことから、他の実験ケースにおいても風の影響によって同様の比率で変化が生じると仮定し、熱伝達率を推定した。風を受ける条件における熱伝達率を表-3 に示す。熱伝達率は、「気泡シート」の場合 $6.2 \text{ W/m}^2\text{°C}$ 、「保温シート」の場合 $4.9 \text{ W/m}^2\text{°C}$ と推定された。

なお、示方書では、エアバッグ（本件では、気泡シートと示している）の設置枚数に応じた熱伝達率の参考値が示されており、2 枚の場合 $6.0 \text{ W/m}^2\text{°C}$ 、3 枚の場合 $4.0 \text{ W/m}^2\text{°C}$ 、4 枚の場合 $2.0 \text{ W/m}^2\text{°C}$ とされている。このことから、気泡シートを 1 枚設置した場合の熱伝達率は $8.0 \text{ W/m}^2\text{°C}$ と推定され、この値は、示方書に示される合板の参考値と一致した。そのため、気泡シートを 2 枚設置した場合の熱伝達率と合板と気泡シートを組み合わせた熱伝達率は同じ $6.0 \text{ W/m}^2\text{°C}$ と考えられる。これは、合板と気泡シートを組み合わせた熱伝達率の推定値 $6.2 \text{ W/m}^2\text{°C}$ と概ね一致した。

このことから、無風環境下で得られた熱伝達率に一定の比率を乗じる方法は、一定の風を受ける条件の熱伝達率を推定する方法として妥当なものであると考えられる。この結果から、「保温シート」の熱伝達率の推定値についても、実務的に問題のない値であると判断できる。

4. まとめ

型枠とシート材を組み合わせた試験体の温度計測と同定解析により、以下の知見が得られた。

- 1) 型枠面の外周へのシート材の設置による保温効果を確認した。
- 2) 風を受けない条件の熱伝達率が明らかとなり、型枠面の外周に風よけのシートを設置するなどの遮風を行う場合に活用できると考えられる。
- 3) 示方書に示される熱伝達率の参考値と比較することで、風を受ける条件の熱伝達率を推定し、得られた結果は、実務的に妥当なものであると考えられる。

参考文献

- 1) 土木学会：2012 年制定 コンクリート標準示方書 [設計編]，pp.308，2013.3

表-2 内外温度差が最大となる各計測点の温度

実験ケース 名称	温度 (°C)		
	中心部	表面部	内外温度差
合板	48.0	41.4	6.6
気泡シート	50.0	43.7	6.3
保温シート	51.1	45.7	5.4

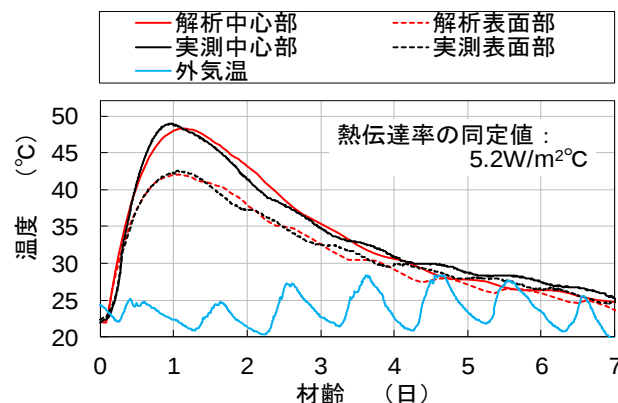


図-2 温度計測値と温度解析値「合板」

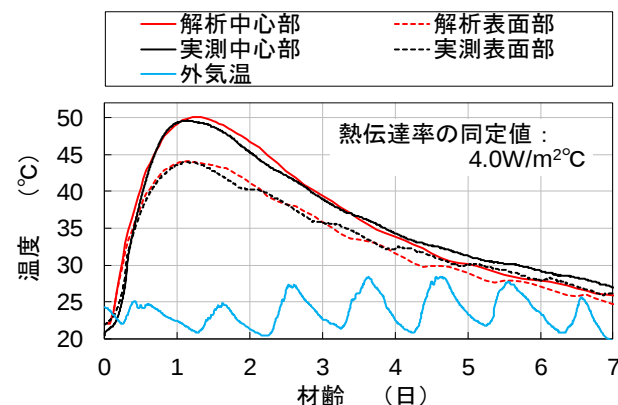


図-3 温度計測値と温度解析値「気泡シート」

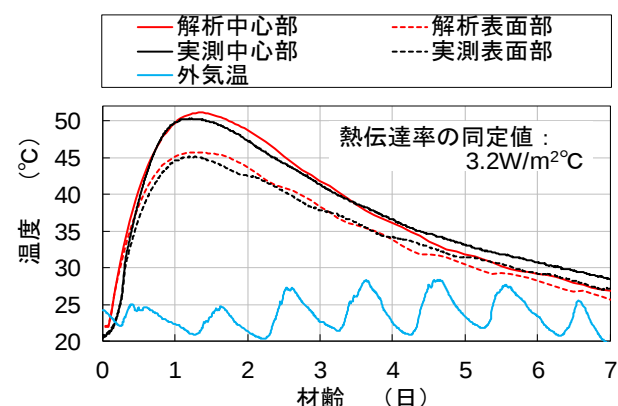


図-4 温度計測値と温度解析値「保温シート」

表-3 各水準の熱伝達率の同定結果と推定値

実験ケース 名称	熱伝達率 ($\text{W/m}^2\text{°C}$)	
	同定値	推定値
	風を受けない条件	風を受ける条件
気泡シート	4.0	6.2
保温シート	3.2	4.9