

各種養生方法の熱伝達率と風速の関係についての実験的検討

石川島播磨重工業株式会社 正会員 ○師山 裕
石川島播磨重工業株式会社 正会員 塩永 亮介
石川島播磨重工業株式会社 正会員 倉田 幸宏

1 はじめに

近年、鋼橋の場所打ちコンクリート床版（以下、コンクリート床版）におけるひび割れの問題が顕在化しており、その対策が各種検討されている¹⁾。場所打ちコンクリートの耐久性は施工場所の環境に大きく左右されるため、性状の良いコンクリートを供給した場合でも養生を怠ると構造物は所定の耐久性を得られない。コンクリート床版のように部材厚が薄く外気に触れる面積が広い薄板構造においては、水和反応による発熱のピークは材齢1日程度であるため、特に若材齢時における養生が重要となってくる。また、橋梁の立地条件は高所であることが多く、山間部や都市部のビルの谷間のように地形的にも風の強い場所であることが多いため、養生時の風の影響が無視できないと考えられた。そこで著者らは、各種養生方法と風速の関係を実験により定量的に評価することを試みた。

2 実験概要

2.1 実験方法

各種養生方法の定量評価として、各種養生方法の熱伝達率算定試験²⁾を行った。

試験体は寸法が500×500×120mmのコンクリートとし、内部に埋め込んだ熱電対により温度を計測した。熱伝導を試験体下面から上面への1次元で制御するために、試験体側面は断熱材で覆い、試験体下面を温水により一定温度に加熱した（図-1）。

試験体上面には各種養生材を敷設し、断面内を定常状態とすることにより、養生方法ごとの見掛けの熱伝達率を算定した。また、風が効率良く通過するように試験体上に簡易風洞を設け、送風機で風を吹かせることにより、各種養生方法と風速の関係を定量的に評価した。なお、本実験は温湿度一定（温度20℃、湿度60%）の恒温室内で行った。

2.3 検討ケース

養生方法と風速をパラメータとし、風速は0,1,2,4m/sの4ケースとした。養生方法は橋梁床版に使用することを想定し、表-1に示す養生材を組み合わせたものとした（表-2）。表-2中で（湿潤）となっている養生方法は、湿潤養生を模擬するために、試験体上面が十分に濡れる程度に散水をした上に養生材を敷設して試験を行ったものである。

表-1 養生材の種類

養生材	材 質
ブルーシート	ポリエチレンシート
養生マット	ポリプロピレンクロス、ウレタンフォーム、ポリエチレンクロス の三層構造
気泡シート	ポリエチレン製重梱包用三層シート

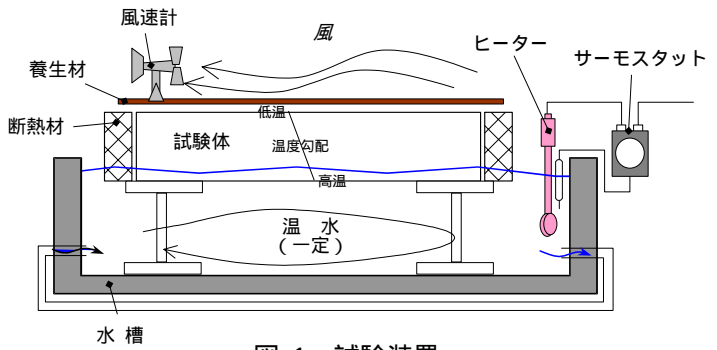


図-1 試験装置

表-2 養生方法の種類

No.	養生方法
1	無養生
2	ブルーシート
3	養生マット
4	養生マット+ブルーシート
5	養生マット(湿潤)+ブルーシート
6	気泡シート
7	気泡シート+ブルーシート
8	気泡シート(湿潤)+ブルーシート
9	気泡シート+養生マット+ブルーシート
10	気泡シート(湿潤)+養生マット+ブルーシート

キーワード：養生，熱伝達率，風速，場所打ちコンクリート床版
連絡先：〒235-8501 横浜市磯子区新中原区 1 番地 TEL：(045)759-2864 FAX：(045)759-2208

3 実験結果

3.1 評価方法

熱伝導率が λ 、内部温度が T_i 、表面の温度が T_s の試験体に、熱伝導率が物体と等しく厚さが ΔL である物体を付加した時に、物体表面の温度が外界温度 T_a に等しくなったとする（図-3）。物体表面から外界へ単位面積、単位時間あたりに流れる熱量 q_l と、試験体表面に物体を付加しない場合の熱量 q が $q_l=q$ であれば物体表面上に平板があっても物体内の熱流は変わらない。そこで、物体を含めた試験体表面の見掛けの熱伝達率 α は次式となる³⁾。

$$\alpha = \lambda / \Delta L \quad \cdots (式-1)$$

ここで、 ΔL は、 $\Delta L = t(T_s - T_a) / (T_i - T_s)$ であり、熱伝導率 λ は 2.7 W/m とした⁴⁾。コンクリート表面の温度計測は精度の良い結果を得ることは難しい。そこで本実験での表面温度 T_s は、定常状態での試験体内部の温度勾配から最小二乗法により表面の温度を推定した。

3.2 結果と考察

図-4 は定常状態における各種養生方法での試験体断面内の温度勾配である。養生方法ごとに傾きが異なり、この結果から上述の算定式により熱伝達率を算定した。

図-5 には各種養生方法の熱伝達率と風速の関係を示す。どの養生方法においても、基本的に風速が大きくなるにつれて熱伝達率も大きくなり、熱伝達率が小さい養生ほど風の影響を受けにくくなる傾向にあった。コンクリート標準示方書⁴⁾（以下、コン示）での熱伝達率の値は、養生方法の違いによって $5 \sim 8 \text{ W/m}^2$ 程度の範囲にある（無風時のみ規定）のに比べて、実験結果では無風時は同程度であったが、風速 4 m/s 時では $3 \sim 16 \text{ W/m}^2$ 程度であった。また風速 4 m/s 時でのコンクリート露出面の熱伝達率は、コン示では 20 W/m^2 前後であるのに比べて、実験結果では 54 W/m^2 となった。また、同じ養生方法でも養生材が湿潤である場合の方が熱伝達率が大きくなる傾向にあり、養生材が水分を吸収しやすい材質ほどその傾向が大きくなることも明らかとなった。このことから、養生材が水分を含んだ場合は風の影響をより受けやすくなることがわかった。

4 まとめ

今回の実験では、各種養生方法と風速の関係を養生方法の熱伝達率を算定することにより定量的に評価することができた。その結果、熱伝達率の大きい養生方法ほど風速の影響を受けやすく、同じ養生方法でも養生材が湿潤になった場合の方が熱伝達率が大きくなることが明らかとなった。解析による検討を行う際にも、今回の結果を用いることによってより現場の環境に即した検討を行うことができると考える。

参考文献 1)高瀬ほか：長支間場所打ちPC床版（中之沢橋）における温度応力に関する考察，第57回土木学会年次学術講演会 CS4-019，2002.9 2)山川ほか：熱伝達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 3)村田ほか：コンクリートの科学と技術，山海堂 4)土木学会：コンクリート標準示方書〔2002年制定〕施工編

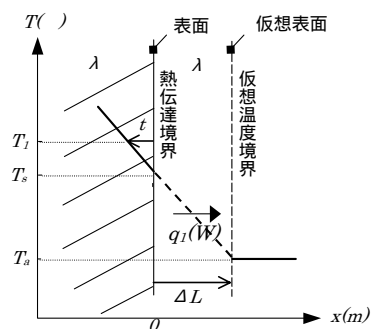


図-3 熱伝達率の算定モデル

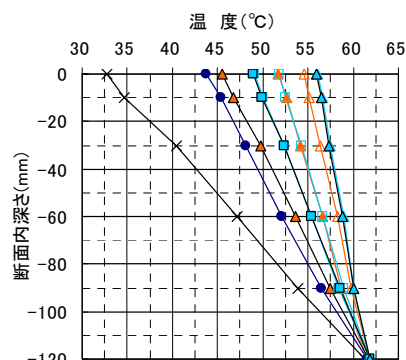


図-4 断面内温度勾配（風速 4 m/s ）

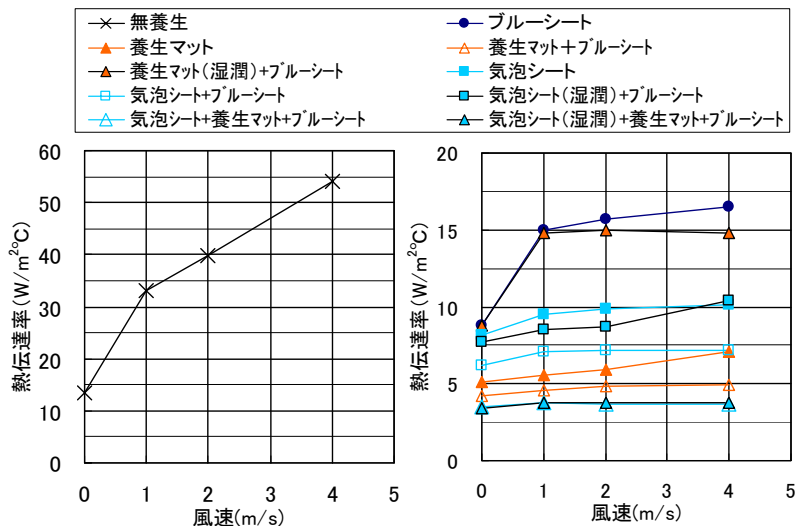


図-5 風速と各種養生方法の熱伝達率の関係