

湿潤保温養生によるひび割れ抑制効果の定量評価

鹿島建設(株) 正会員 ○関 春彦 高木英知 芦澤良一 柳井修司 東洋大学 正会員 横関康祐

1. 背景および目的

マスコンクリートに発生する表面ひび割れの抑制には、適切な養生を施し、湿潤状態を保つとともに、コンクリート躯体の表面と内部の温度差を小さくして内部拘束による温度応力を緩和させることが有効である¹⁾。本報では、スラブ上面に敷設した養生マットの種類および養生期間を変えることで、湿潤および保温状態の要因が表面ひび割れの発生に及ぼす影響について実規模の試験体を用いて評価した結果を示す。

2. 実験の概要

2.1 コンクリート配合および試験体の概要

表-1 にコンクリートの配合を示す。コンクリートは、高炉セメント B 種を用いたスランプ 12cm の土木工事における標準的な配合とした。

写真-1 に試験体の寸法（養生マットの配置も併記）を示す。試験体の寸法は、長さ 9.0m、幅 2.8m、高さ 1.2m である。配筋は、主筋を D32、配力筋を D16 とし、それぞれ 250mm 間隔で配置し、スラブ上面のかぶりは 120mm とした。

2.2 実験ケース

表-2 に実験ケースを示す。本実験では、写真-2 に示す 2 種類の養生マット（以下、養生マット A および養生マット B と表記）を用いた。養生マット A は、ポリエステル不織布からなる湿潤層とウレタンフォームからなる保温層が一体化したものである。養生マット B は、吸水性アクリル繊維からなる湿潤マットとグラスウールをフィルムで密閉した保温マットで構成される。これらの養生マットを試験体の長さ 9.0m を等分する範囲にそれぞれ適用した。

2.3 実験の手順

打込みは、高さ 1.2m を、0.5m、0.5m、0.2m の 3 層に分けて行った。締固めには、Φ50mm の棒状バイブレータを用いて、挿入間隔を 50cm とし、約 10 秒間締固めを行った。仕上げには、木ごてを用いて天端の平坦性を確保した後、金ごてを 1 回かけた。養生については、打込み後から 19 時間後となる翌朝に養生マット A および B をそれぞれ敷設した。養生マット A については 1 回/日の間隔で散水し、養生マット B については敷設に併せて 1 回のみ散水した。養生期間は、養生マット A で 7 日間、養生マット B で 28 日間とし、それ以降は養生マットを撤去した。なお、コンクリートの打込みは 3 月に行い、日平均気温は 17.8℃、打込み温度は 19.0～23.9℃であった。

2.4 評価方法

(1) コンクリート温度の測定

図-1 にコンクリート温度の測定位置を示す。コンクリート温度は、

表-1 コンクリートの配合

W/C (%)	スランプ (cm)	空気量 (%)	単位量 (kg/m ³)					
			W	C	S1	S2	G	Ad
52.2	12.0	4.5	168	322	546	293	960	3.22

W:地下水, C:高炉セメント B 種(密度:3.04g/cm³, 比表面積:3750 cm²/g), S1: 砕砂(表乾密度: 2.64g/cm³, 粗粒率: 3.10), S2: 山砂(表乾密度: 2.59g/cm³, 粗粒率: 1.70), G: 砕石 2005(表乾密度: 2.66g/cm³, 実積率: 59.0%), Ad: AE 減水剤(リグニンスルホン酸塩)

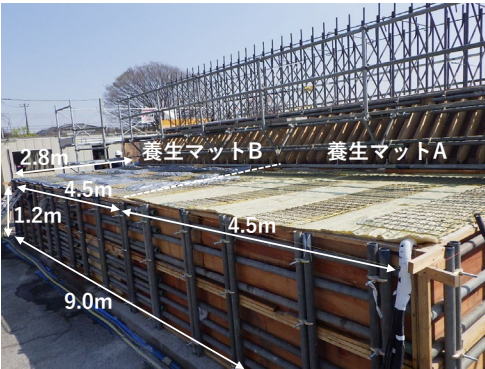


写真-1 試験体の寸法

表-2 実験ケース

ケース	敷設の時期	散水の時期
養生マット A	打込みの翌朝	1 回/日(朝)
養生マット B	打込みの翌朝	初期の 1 回のみ



写真-2 養生マットの概要

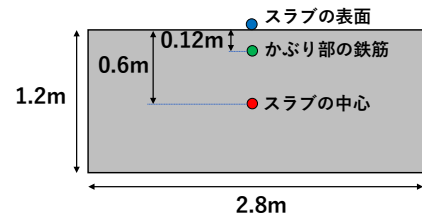


図-1 熱電対の設置箇所(スラブ断面図)

キーワード 湿潤保温養生、表面ひび割れ、温度ひび割れ、マスコンクリート、養生マット

連絡先 〒107-8348 東京都港区赤坂 6-5-11 鹿島建設(株) TEL 03-5544-1111

それぞれスラブの表面、かぶり部の鉄筋位置およびスラブの中心位置にて、熱電対を用いて測定した。

(2) 表面ひび割れの観察

表面ひび割れについては、養生マットを敷設する前および撤去した後にそれぞれ目視により観察した。

3. 実験結果

3.1 コンクリート温度

図-2 および図-3 に、それぞれ養生マット A および養生マット B を適用したコンクリートの温度履歴を示す。養生マット A を適用したケースでは、材齢 3 日においてスラブの中心温度は 48.8°C と最大となり、その後、13 日間かけて外気温に漸近した。一方で、かぶりおよびスラブの表面の温度は、材齢 3 日においてそれぞれ 37.3°C および 31.2°C と最大となり、その後、9 日間かけて外気温に漸近した。このうち、コンクリートの打込みから材齢 7 日までは、スラブ中心と表面の温度差が 16°C 以上になる結果となった。これについては、養生材の保温能力だけでなく、1 回/日の散水を材齢 7 日まで実施したことにより表層付近の温度が低下したことが影響していると考えられる。養生マットの撤去および散水を中止した材齢 8 日以降では、スラブ中心と表面の温度差は 9.0°C ～ 13.6°C となり、スラブ表面は乾燥状態となった。養生マット B を適用したケースでは、材齢 4 日においてスラブの中心温度は 53.1°C と最大となり、かぶりおよびスラブの表面の温度についても同じ材齢でそれぞれ 51.4°C および 48.1°C と最大となった。その後、19 日間かけてそれぞれ同様の温度勾配で外気温に漸近した。このうち、コンクリートの打込み完了から養生マットを敷設するまでの 19 時間では、スラブ中心と表面の温度差は一時的に 13.0°C 程度となったが、敷設後には 8.0°C 以下の温度差となった。なお、養生マット B では、敷設時に散水を 1 回のみ行ったが、養生マットを撤去した 28 日後においてもスラブ表面は湿潤状態にあった。

3.2 表面ひび割れ

打込み翌日の養生マットを敷設する前では、どちらのケースもスラブ表面にひび割れは確認されなかった。それに対して、養生マットを撤去した直後では養生マット A の範囲に幅が $0.1\sim 0.15\text{mm}$ のひび割れが確認されたが、養生マット B の範囲にひび割れは確認されなかった。図-4 に養生マット A および B を適用したコンクリートのスラブ中心と表面の最大温度差を示す。スラブ中心の最高温度では、養生マット B の方が A よりも 4°C 程度高い傾向にあるが、養生マット B の範囲ではスラブ中心と表面の最大温度差は 7.8°C と小さい結果とった。一方で、養生マット A の範囲では、材齢 4 日目でも 20.7°C もの温度差が生じており、表面ひび割れが抑制される目安となる 15°C 以下¹⁾を大幅に超えることから、この 4 日付近の材齢で表面ひび割れが発生したものと推察される。

4. まとめ

スラブ上面に敷設した養生マットの種類が表面ひび割れの発生に及ぼす影響について実験的に検討した。その結果、養生マット B のように適切な保温養生を行い、初期の散水のみで長期にわたり湿潤養生を行うことで、表面ひび割れを抑制できることが分かった。

参考文献 1) 日本コンクリート工学会；コンクリートのひび割れ制御指針，pp.94-97，2016.11.

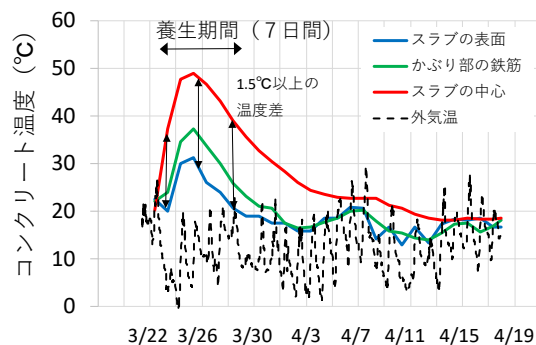


図-2 養生マット A を用いたコンクリートの温度履歴

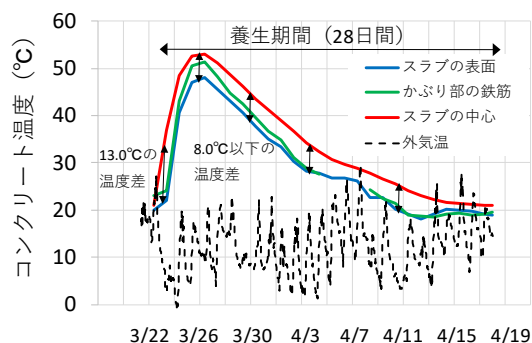


図-3 養生マット B を用いたコンクリートの温度履歴

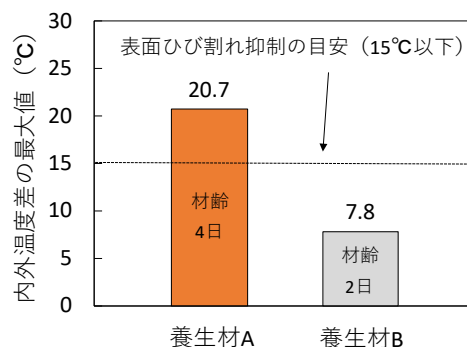


図-4 コンクリートの内外温度差
(養生マットの敷設後)