

報告 コンクリートの表面貼付型養生テープの開発

近松竜一^{*1}・近藤紀人^{*2}・中嶋智史^{*3}

要旨: コンクリート工事におけるせき板部を対象とした養生材料として、型枠を脱枠した後、硬化コンクリートの表面に貼付して乾燥を防ぐ養生用保水テープを開発し、その適用効果について検証した。この保水テープは、表面が多少濡れていても容易に貼付でき、また屋外に放置した状態でも3ヶ月以内であれば糊残りなく剥がすことができる。コンクリートを打ち込んだ後、早期に脱枠しても、保水テープを貼付することにより表層部に緻密な硬化組織が形成され、施工計画の自由度を高め、計画どおりの保水効果が期待できる有用な養生工法であることを確認した。

キーワード: 養生, 乾燥, 保水テープ, 表層, 硬化組織, 緻密, 汚れ

1. はじめに

養生は、コンクリートに所要の性能を付与するための重要な工種である。一般には、コンクリートの硬化過程でセメントの水和が継続されるよう温度、湿度を適切に制御する必要がある。

コンクリートは若材齢時には未だ緻密な硬化組織が形成されておらず、大気中に水分が逸散しやすい傾向にある。そこで、十分な養生期間を確保するために型枠を長く存置したり、コンクリートの表面が直接外気に曝される場合には、シートや膜剤を用いて表面を覆い保護するなど各種の対策が講じられている。

しかしながら、型枠の存置期間は全体の工期や仮設計画に及ぼす影響が大きく、一般には選択の自由度がほとんどない場合が多い。また、シートや膜剤により表面を覆う方法では、被覆効果が作業の良否に左右されるため、計画どおりの乾燥防止効果が得られていることを定量的に評価するのが難しい。

そこで、型枠に代わるせき板部の養生材料として、コンクリート表面に直接貼付して乾燥を防止する養生用保水テープ（以下、保水テープと呼称）を開発した¹⁾。

本報告は、この保水テープ工法の概要および保水テープを貼付した場合のコンクリート表層部の品質検証結果について示すものである。

2. 保水テープによる養生工法の概要

2.1 保水テープ工法の特長

この保水テープは、基材フィルム(0.08mm)と粘着剤(0.03mm)の2層から形成されている。保水テープの外観状況を写真-1に示す。

型枠を取り外した後、コンクリートの表面に保水テープを直接貼付し、大気中へ水分が逸散するのを防止する。型枠の存置期間に左右されずコンクリート構造物を所要の期間中、封緘状態に養生できることが最大のメリットである。



写真-1 保水テープの外観

*1 (株)大林組技術研究所 土木材料研究室副主任研究員 工修 (正会員)

*2 住友スリーエム(株) テープ製品事業部技術部次長

*3 住友スリーエム(株) テープ製品事業部技術部

この保水テープを用いた養生工法の特長について、以下に列記する。

(1)テープ全面に粘着剤がコーティングされており、コンクリート表面に簡単に貼付できる。

(参考;JIS Z 0237 による接着力 0.7N/25mm)

(2)強度発現の大小によらず、コンクリートが自立さえすればテープを貼付することができる。また、コンクリート表面が多少濡れた状態でも貼付できるので雨などの気象条件に左右されず、型枠の脱枠に併せて貼付作業を行える。

(3)コンクリートの表層全面にテープを貼付するので、高所など常時強風に晒される場合でもテープが剥がれることはなく、コンクリート構造物を封緘状態に保つことができる。

(4)テープ貼付による養生期間中は、対象部位より上部から垂れる鉄筋のさび汁やエフロレッセンスなどの汚れに対して表面を保護することができる。

(5)テープは白色で、日射によるコンクリート表面の温度上昇を緩和する効果が期待できる。

(6)テープに紫外線が作用すると、フィルムが劣化して、基材と粘着剤が剥離しやすくなる。貼付期間が3ヶ月以内であれば、糊残りなく剥がすことができる。

(7)テープの成分は、フィルムがポリオレフィン系、粘着剤がアクリル系であり、焼却により有害ガスが発生することはない。一般の産業廃棄物として取り扱う。

2.2 保水テープの貼付方法および状況

保水テープの貼付作業状況を写真 - 2 に示す。テープは、作業性に配慮して 600mm 巾の 50m 巻き(重量 4kg 程度)を標準としており、通常は 1人で貼付作業を行うことができる。写真 - 2 に示すように、テープを巻き戻して表面になじませれば容易に貼り付けられる。表面が濡れていても表面張力の作用で密着され、水和反応の進行によるコンクリート中の含水率の低下に伴って粘着剤が表層と接着される。

保水テープのコンクリート構造物への適用例

として、エネルギー貯蔵施設および道路用橋脚への適用状況を写真 - 3 および写真 - 4 に示す。これらは、いずれも養生期間の延長による表層部の品質向上を目的としている。なお、写真 - 4 の橋脚への適用例では、テープを断熱シートで覆い保温効果を高めている。



写真 - 2 保水テープの貼付作業状況



写真 - 3 保水テープの適用状況(その1)



写真 - 4 保水テープの適用状況(その2)

表 - 1 実験に用いたコンクリートの配合

スランブ (cm)	空気量 (%)	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	AE減水剤
12.0	4.5	62.5	45.5	165	264	828	1029	3.17

表 - 2 コンクリートの試験項目および方法

試験対象	試験項目	試験方法	準拠規準等
供試体	圧縮強度	養生方法；標準，現場封緘(テープ貼付)，現場気中 試験時期；材齢 7, 28, 91日，供試体寸法； 10×20cm	JIS A 1108-1999
コア	圧縮強度	試験体(30cm厚)から水平方向にコアを採取 両端から5cmまでの表層部をカットして成型，試験材齢 3ヶ月	JIS A 1107-1993
	透気係数	供試体寸法； 15×5cm，加圧力 1kgf/cm ²	
	透水係数	供試体寸法； 15×15cm，水圧 10kgf/cm ² ，加圧時間 10h	
	中性化深さ	コアを割裂し，フェノールフタレインの 1%エタノール溶液を噴霧	
	細孔径分布	コアを粉碎し，真空乾燥により試料を作製し，水銀圧入法により測定	

3. 保水テープによる品質改善効果の検証

3.1 実験概要

乾燥の影響を受けやすい壁厚の薄いコンクリート試験体を作製し，保水テープ貼付の有無による品質の相違について調査した。

試験体は，寸法が^W900×^D300×^H1800(容積 0.5m³)で計 2 体作製した。各試験体毎に表面，内側 50mm，中心部に熱電対を設置し，試験体の温度変動を計測した。また，試験体上面に異形鉄筋(D25)を 200mm 間隔で配筋し，養生中の汚れ付着状況を確認した。

実験には，水セメント比 62.5%で普通ポルトランドセメントを用いたレディーミクストコンクリートを使用した。コンクリートの試験配合を表 - 1 に示す。

試験体は，材齢 24 時間で型枠を脱枠した。試験体 A は直ちに側面(4 面)に保水テープを貼付し，試験体 B はそのままの状態で気中に放置した。材齢 3 ヶ月が経過した時点で保水テープを剥がし，保水テープの耐候性，糊残り等を確認した。また，試験体からコンクリートコアを採取し，細孔組織，透気・透水性，中性化深さ，圧縮強度等を調査した。これら試験項目および方法の一覧を表 - 2 に示す。

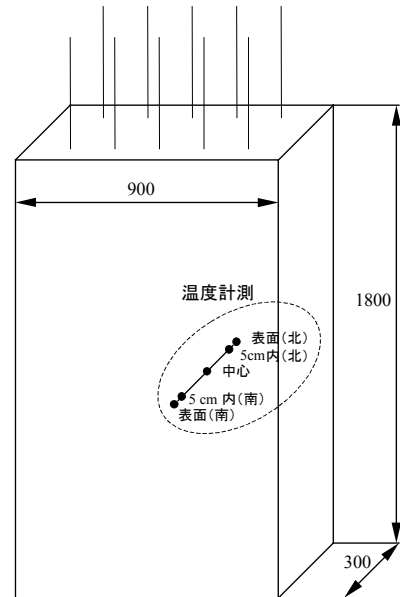


図 - 1 試験体の概要図

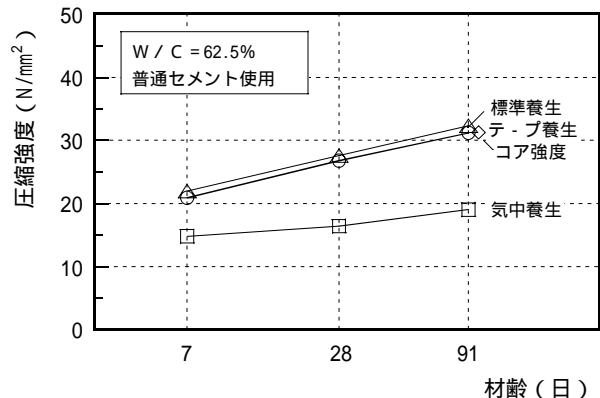


図 - 2 養生による強度発現特性の相違

3.2 コンクリート表層部の品質改善効果

(1) 強度発現特性

保水テープ貼付の有無によるコンクリートの強度発現特性の相違を図 - 2 に示す。若材齢時から気中に放置した場合は、材齢の経過に伴う強度増進が緩慢で、水分の逸散が水和反応の促進を阻害する傾向が認められる。一方、保水テープで供試体表面を覆った場合は、封緘効果により長期的な強度増進が認められ、材齢 91 日時点で約 12N/mm^2 の差が生じる結果となった。

(2) 透気係数

試験体から採取したコアの表層部(50mm)を対象に実施した透気試験結果を図 - 3 に示す。一定の空気圧力(1kgf/cm^2)を作用させた場合、養生条件により透気性状には顕著な差が生じ、保水テープを貼付することで透気係数が約 $1/25$ に低減される結果が得られた。

(3) 透水係数

試験体の表面部を水圧作用面として透水試験を実施した場合の供試体内部の透水状況を写真 - 5 に示す。試験体の表面を保水テープで被覆することにより透水性が改善される結果が明確に表れている。透水係数に換算すると、保水テープ養生した場合は $2.3 \times 10^{-11}\text{cm}^2/\text{s}$ 、気中に放置した場合は $11.3 \times 10^{-11}\text{cm}^2/\text{s}$ となり、約 $1/5$ に低減されたことになる。

(4) 中性化深さ

コンクリートコアの中性化深さを写真 - 6 に示す。材齢 24 時間で脱枠後、気中に放置した場合は、約 6mm 程度中性化しているのに対し、保水テープを貼付した場合はほとんど中性化が生じていなかった。

(5) 細孔径分布

コンクリートコア表層部の細孔構造を調べた結果を図 - 4 に示す。保水テープを貼付しない場合には表面から 50mm の範囲内で約 240 ~ 750nm の細孔量が増加する傾向が認められる。一方、テープを貼付した場合は表層部も内部とほぼ同様の細孔分布で、密実な硬化組織が形成されていることが明らかとなった。

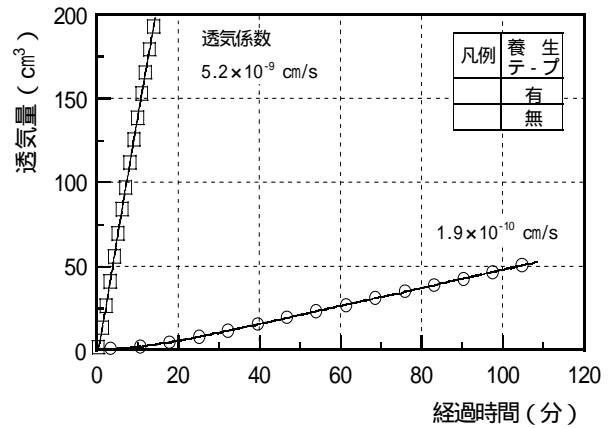
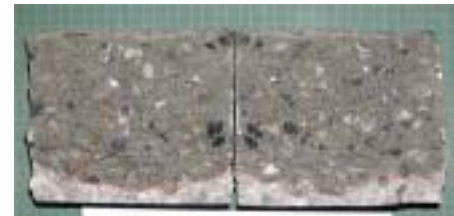


図 - 3 表層コンクリートの透気試験結果



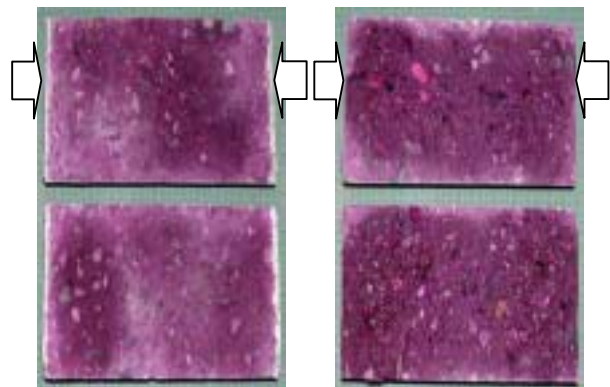
テープ無しの場合
(浸透深さ 127mm)



テープ養生の場合
(浸透深さ 56mm)

(試験条件: 水圧 10kgf/cm^2 , 10h)

写真 - 5 コンクリートコアの透水試験結果



テープ無しの場合
(中性化深さ 6.3mm)

テープ養生の場合
(中性化深さ 0.5mm)

写真 - 6 コンクリートコアの中性化深さ

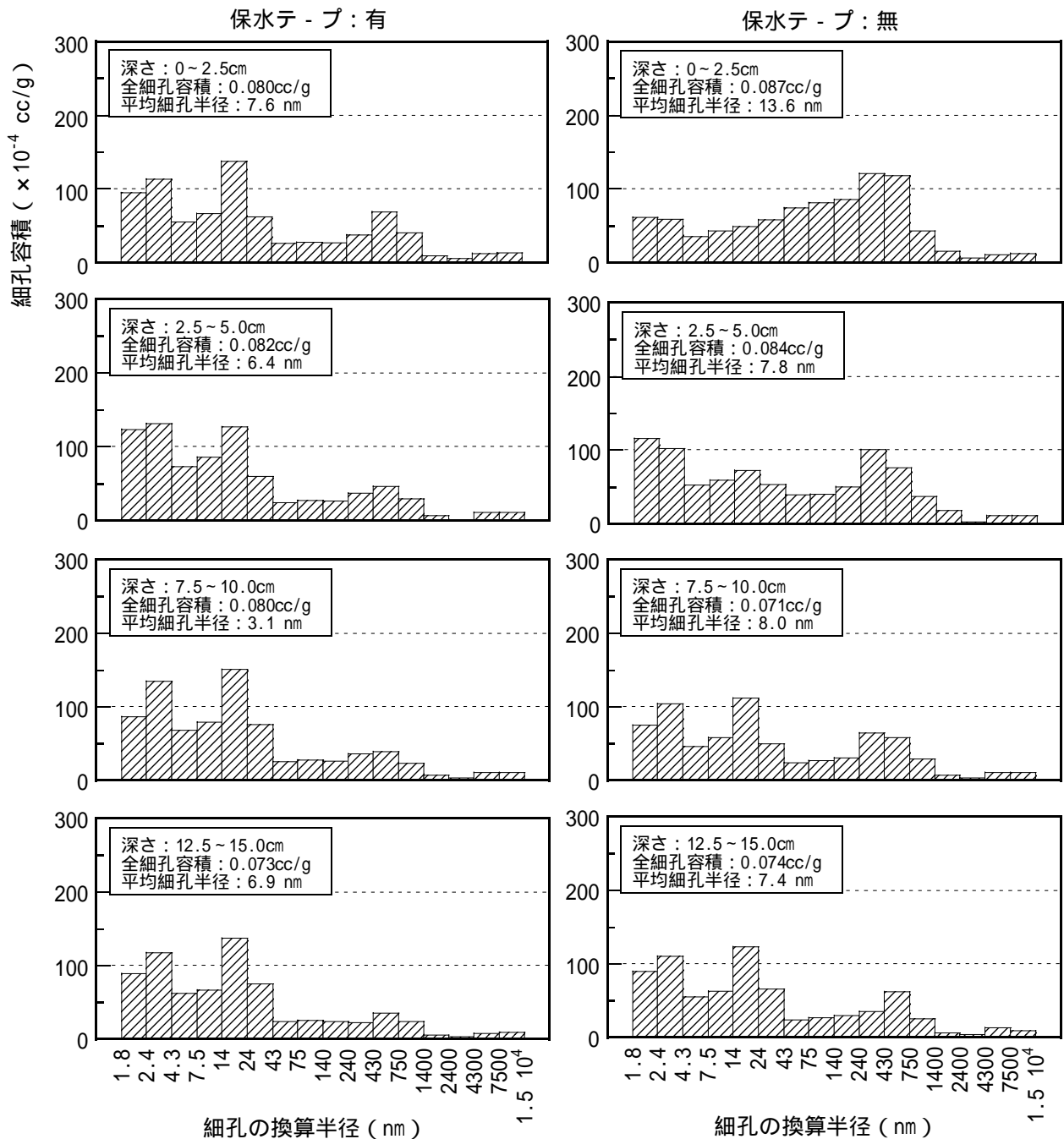


図 - 4 表層コンクリートの細孔径分布試験結果

3.3 保水テープ貼付による各種効果

(1) 汚れ防止効果

材齢3ヶ月後のコンクリート試験体の外観状況を写真-7に示す。構造物を分割して打継ぎ目を設ける場合、上部ロットで配筋した鉄筋からのさび汁や打継ぎ面からエフロレッセンスが垂れて壁面が汚れる状況が見受けられる。保水テープを貼付することにより、これら施工段階で発生する汚れを防止することができる。

(2) 表面温度上昇抑制効果

初夏の日射が強い時期に、試験体の表面部と中心部の温度を計測した結果を図-5に示す。表面に保水テープを貼付した試験体の場合、打放しの場合に比べて表面温度が約2~3小さくなっている。また、壁厚が300mmと薄いため、中心部において両者には温度差が生じ、保水テープを貼付することで、僅かではあるが温度変動が小さくなる結果となった。



写真 - 7 保水テープ貼付による汚れ防止効果
(左：錆汁による汚れ，右：保水テープ貼付)

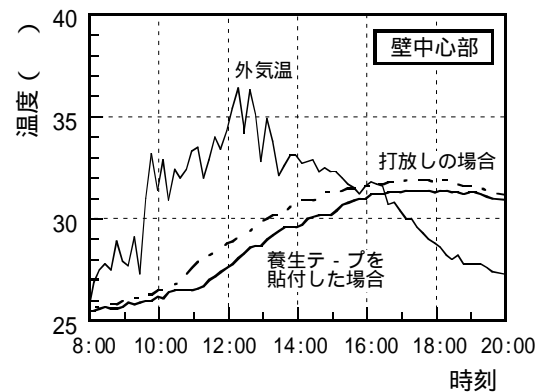
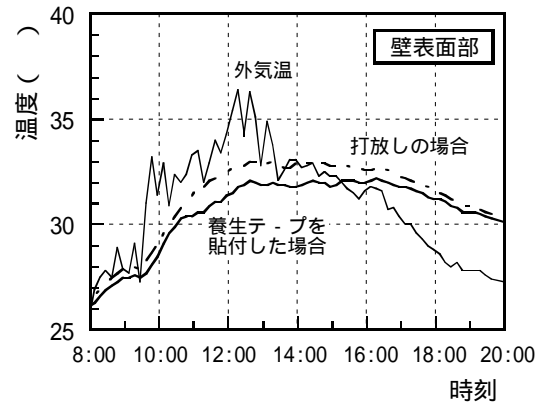


図 - 5 試験体の温度計測結果

4. まとめ

本報告の範囲内で得られた知見を以下に示す。

- (1) 脱枠直後から保水テープをコンクリート表面に直接貼付することで、大気中への水分の逸散が防止され、コンクリートの長期的な強度発現が確保される。
- (2) 若材齢時から型枠を外し気中に放置した場合、表層部では細孔径が増大し、透水・透気性とも高く、硬化組織が粗になる傾向にある。一方、保水テープを貼付した場合には、保水性が保たれ、表層部も構造体内部とほぼ同様の細孔分布で、緻密な硬化組織が形成される。
- (3) 表面貼付型保水テープによる養生工法は、鉄筋のさび汁やエフロレッセンスなどの汚れの付着防止、表面部の温度上昇低減など、二次的な適用効果も期待できる。

5. おわりに

性能規定を前提とした施工システムでは、各工種毎に要求される施工性能を明確にし、それを適正に評価する仕組みが必要とされる。保水テープを用いた養生工法は、型枠の存置期間を養生期間とリンクさせる必要がなく、施工計画の自由度を高めることができる。スリップフォーム工法などの早期に脱枠する場合や寒冷期などで長期間の養生を必要とする場合など、各種コンクリート工事への適用が期待される。

参考文献

- 1) 近藤紀人, 中嶋智史, 近松竜一: コンクリートの乾燥防止用養生テープの開発, 土木学会第56回年次学術講演会講演概要集, V-501, pp.1002-1003, 2001.10