

コンクリート表面の機能性塗膜がコンクリートスラブの温度上昇・蓄熱に及ぼす影響 その2

日大生産工（研） ○杉本 弘文 日大生産工 湯浅 昇
日大生産工 川岸 梅和 日大生産工 北野 幸樹

1. はじめに

本報は建物や地表面の被覆（都市・建築物の表面材や外装材）に着目し、ヒートアイランド現象緩和や室内の空調負荷低減、建物の高耐久化等に寄与する建築材料のあり方を追及することを目的としている「コンクリート表面の機能性塗膜がコンクリートスラブの温度上昇・蓄熱に及ぼす影響」に関する研究の第2報である。

前報¹⁾では、機能性塗膜によるヒートアイランド抑制効果をコンクリートスラブの温度上昇や蓄熱・放熱の観点から、機能性塗膜を施工した試験体、外断熱・内断熱試験体の比較から検討し、1) 機能性塗膜がコンクリート表面の温度を抑える特性を持っていること、2) 日中のコンクリート中央温度の高温化を抑制する効果が少なからずみられること、等が明らかになっている。

本報においては、コンクリートスラブ表面に施工した機能性塗膜の塗布厚に着目すると共に、建築物のメンテナンス、長寿命化の観点から、塗膜の保護材（塗膜表面のコーティング材）によるコンクリート屋上スラブの温度上昇や蓄熱・放熱の状況を考察し、建築外皮として機能性塗膜（塗料）がコンクリート表面あるいは躯体内部の温度変化にどの程度影響を及ぼすのかをコンクリートスラブの高温化抑制効果やヒートアイランド抑制効果の側面から検討する。

2. 実験の概要

2-1. 試験体の概要

試験体の断面を図1に示す。試験体は、①機能性塗膜を標準的な施工（3回塗：0.4mm厚）にて塗布したもの（以下、3回塗試験体と記述）、②機能性塗膜を標準的な施工（3回塗：0.4mm厚）にて塗布した上で、トップコート（表面コーティング材）を施工したもの（以下、3回塗＋T試験体と記述）、③機能性塗膜を4回塗（0.6mm厚）にて塗布した上で、トップコートを施工したもの（以下、4回塗＋T試験体と記述）、④機能性塗膜を5回塗（0.8mm厚）にて塗布した上で、トップコートを施工したもの（以下、5回塗＋T試験体と記述）、⑤外断熱工法を施した上で、機能性塗膜を標準的

な施工（3回塗：0.4mm厚）にて塗布したもの（以下、外断熱＋機能性塗膜試験体と記述）を作製する。更に比較対象として、⑥防水シートを貼っただけの試験体、⑦外断熱工法を施した試験体を作製し、計7試験体とする。コンクリートスラブは、蓄熱の影響をみるために厚さ150mm、中央で温度を測定することを考慮して480×380mmの大きさとし、側面は高性能断熱材で覆う。また、試験体は床面からの熱的影響を考慮し、床面より300mmの高さに設置した上で測定した。

2-2. 測定項目・方法

温度の測定点については前報と同様に、熱電対により表面温度、コンクリート上面・中央・下面（底面）温度、コンクリートスラブ下の空間の空気温度を1分間隔の自動計測により測定した。同時に、外界気象条件として、気温、相対湿度、日射量、風向、風速、雨量を測定した。表面温度については適宜手動計測による赤外線カメラでも確認した。測定場所は周辺の建物の陰にならないように考慮して、日本大学構内（千葉県習志野市）の4階建て建物屋上とし、測定は2010年7月中旬より開始した。

尚、本報における検討対象期間は2010年7月15日から2010年8月14日までの1ヶ月間とした（図2）。図2に気象データとして検討対象期間の気温を示す。また、検討対象期間で最も高い温度を記録した7月22日

表1 試験体に用いたコンクリートの調合表

28日強度	呼び強度	スランブ	空気量	水セメント比	最大粗骨寸法	細骨材率	単位水量	絶対容積 (l/m ³)				重量 (kg/m ³)			化学混和剤
								セメント	細骨材	粗骨材		セメント	細骨材	粗骨材	
(N/mm ²)	(N/mm ²)	(cm)	(%)	(%)	(mm)	(%)	(kg/m ³)								(kg/m ³)
21.6	24	21	4.2	60	25	48	185	97	319	353	308	836	939		2.27

表2 使用材料の概要

	日射反射率	備考
断熱材	-	ネオマフォーム（旭化成） 熱伝導率0.020 W/m・k
防水シート	41.3%	塩化ビニル樹脂系 厚さ1.5mm
機能性塗膜（S社製）	90.0%	熱伝導率は0.13 W/m・k 標準塗膜厚は0.4mm
トップコート	-	塗装の上に塗布するコーティング材

Effects of Functional Coating Applied on Concrete Slab Surfaces on the Temperature Rise and Thermal Storage of Concrete Slab PART2

Hirofumi SUGIMOTO, Noboru YUASA, Umekazu KAWAGISHI and Koki KITANO

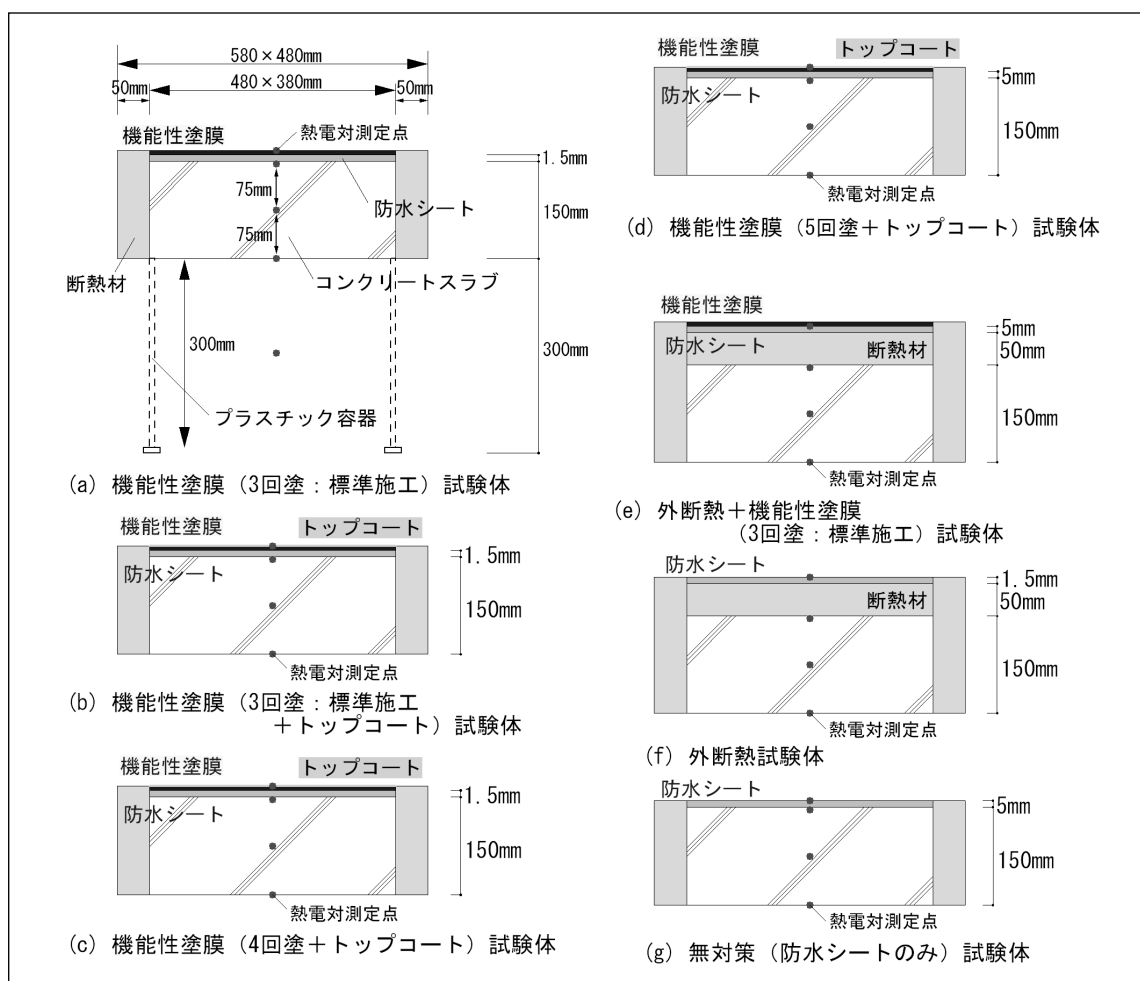


図1 試験体の概要

(最高気温：37.5℃)の7試験体のコンクリートスラブ表面温度と中央温度の推移を図3及び図4に示し、各試験体の断面の温度分布の日変化を図5に示す。

3. 結果及び考察

3-1. コンクリート表面温度及び中央温度からみた比較

図3にてコンクリートの表面温度の日変化をみると、無対策（防水シート）試験体と比較して、コンクリート表面に機能性塗膜を施工した試験体（3回塗試験体、3回塗+T試験体、4回塗+T試験体、5回塗+T試験体）は日中において温度が低く抑えられていることが分かる。また、外断熱試験体と外断熱+機能性塗膜試験体の比較においても、機能性塗膜を施工した試験体は日中の温度が5℃～7℃程度低く抑えられている。

機能性塗膜の塗布厚に着目してみると、無対策（防水シート）試験体と3回塗試験体（標準施工の試験体）を比較して、日中の表面温度が2℃～3℃程度低くなっている。また、3回塗試験体よりも3回塗+T試験体の方が、わずかに温度が低くなっており（約0.5℃）、トップコート（表面コート材）が表面の保護

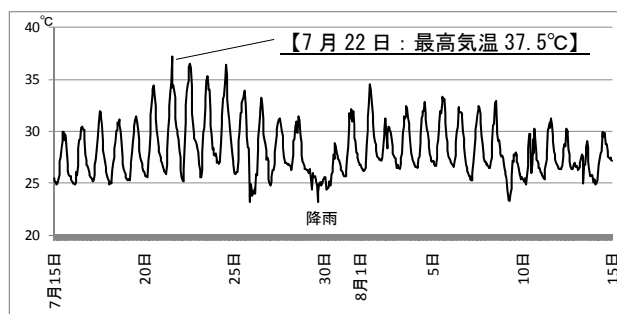


図2 検討対象期間の気温の推移

のみならず、汚れを抑え、少なからず表面の温度上昇の抑制に寄与していると考えられる。さらに、塗布厚が厚くなるほど日中の表面温度は低くなっている傾向がみられ、3回塗試験体と5回塗+T試験体を比較すると2℃程度の差異がみられる。一方、夜間及び朝方においては、無対策（防水シート）試験体と比較して、コンクリート表面に機能性塗膜を施工した試験体は0.5～1℃程度温度が高い。このことから、他の試験体と比較して機能性塗膜を施工した試験体は表面温度の日変化幅が小さい試験体であると言える。

次に図4にて、コンクリートの中央温度の日変化をみると、無対策（防水シート）試験体と比較して、

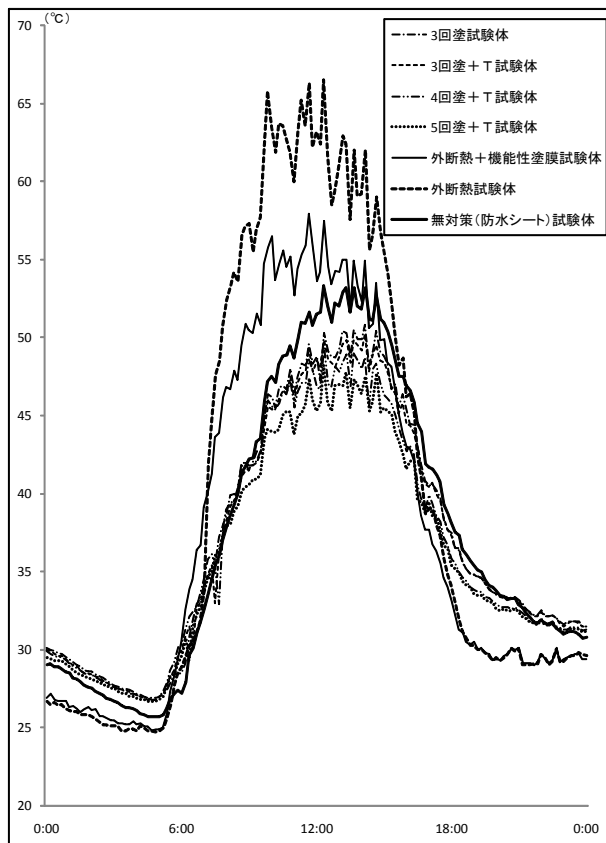


図3 コンクリートスラブの表面温度の推移 (7月22日)

コンクリート表面に機能性塗膜を施工した試験体、外断熱試験体、外断熱+機能性塗膜試験体のいずれの試験体においても温度が低くなっている。また、機能性塗膜の塗布厚に着目して、3回塗(塗布厚0.4mm)+T試験体、4回塗(塗布厚0.6mm)+T試験体、5回塗(塗布厚0.8mm)+T試験体を比較すると、3回塗+T試験体と4回塗+T試験体の日中の中央温度の差は約1.5℃、4回塗+T試験体と5回塗+T試験体の日中の中央温度の差は約0.5℃となっており、0.4mmから0.6mm間での効果が大きい傾向がある。

外断熱試験体と外断熱+機能性塗膜試験体の比較においては、中央温度の差異は殆どみられない。この2試験体に関しては、他の試験体と比較して1日の温度変化幅が小さく(約8℃)、昼夜間の温度変化も小さい(4℃~5℃程度)ことから、高い断熱効果が確認できると共に、コンクリート内に蓄積された熱の夜間放射も小さいと考えられる。

3-2. 断面温度分布からみた比較

図5より、全7試験体の2時間おきの断面温度分布の経時変化を考察する。

まず、無対策(防水シート)試験体とコンクリート表面に機能性塗膜を施工した4試験体(3回塗、3回塗+T、4回塗+T、5回塗+T試験体)に着目すると、いずれの試験体においても表面温度、コンクリート温

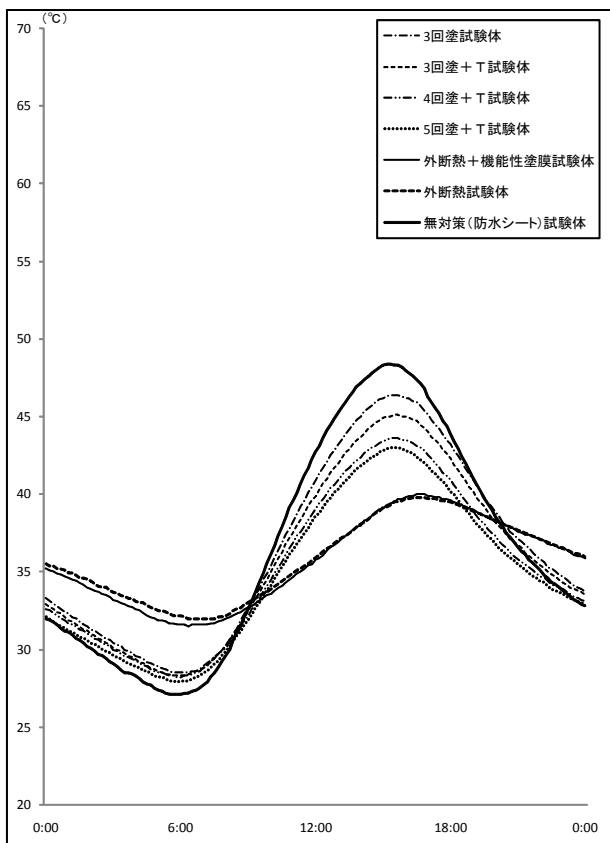


図4 コンクリートスラブの中央温度の推移 (7月22日)

温度(上面・中央・下面温度)は低くなっており、この傾向は塗布厚が厚くなるほど顕著にみられる。また、機能性塗膜を施工した試験体においては、各時間帯において表面温度とコンクリート温度の差が他の試験体に比べ小さい。時系列的に温度変化をみると、機能性塗膜を施工した試験体に関しては、16時以降は表面温度よりコンクリートの温度が高くなり、4~6時頃にかけて表面温度とコンクリート温度の差が最小となる。更に18時から24時にかけて中央温度の低下幅が大きいことから、この時間帯に日中(16時頃まで)コンクリートに蓄積された熱の放熱量が大きいと考えられる。加えて、3回塗試験体と3回塗+T試験体を比較すると、表面温度で1~2℃程度、中央温度で1℃程度、トップコートを施工した試験体(3回塗+T試験体)の方が低くなっており、試験体表面にコーティング材を塗布することにより、試験体の保護や美観性の向上のみでなく、コンクリートへの蓄熱の抑制に少なからず寄与していることが確認できる。

次に、外断熱を施工した2試験体(外断熱試験体、外断熱+機能性塗膜試験体)を比較すると、コンクリート部(上面・中央・下面温度)における温度の日変化は類似した傾向を示したが、機能性塗膜を施工した試験体(外断熱+機能性塗膜試験体)においては、表面温度の日変化幅が7℃程度低くなっている。

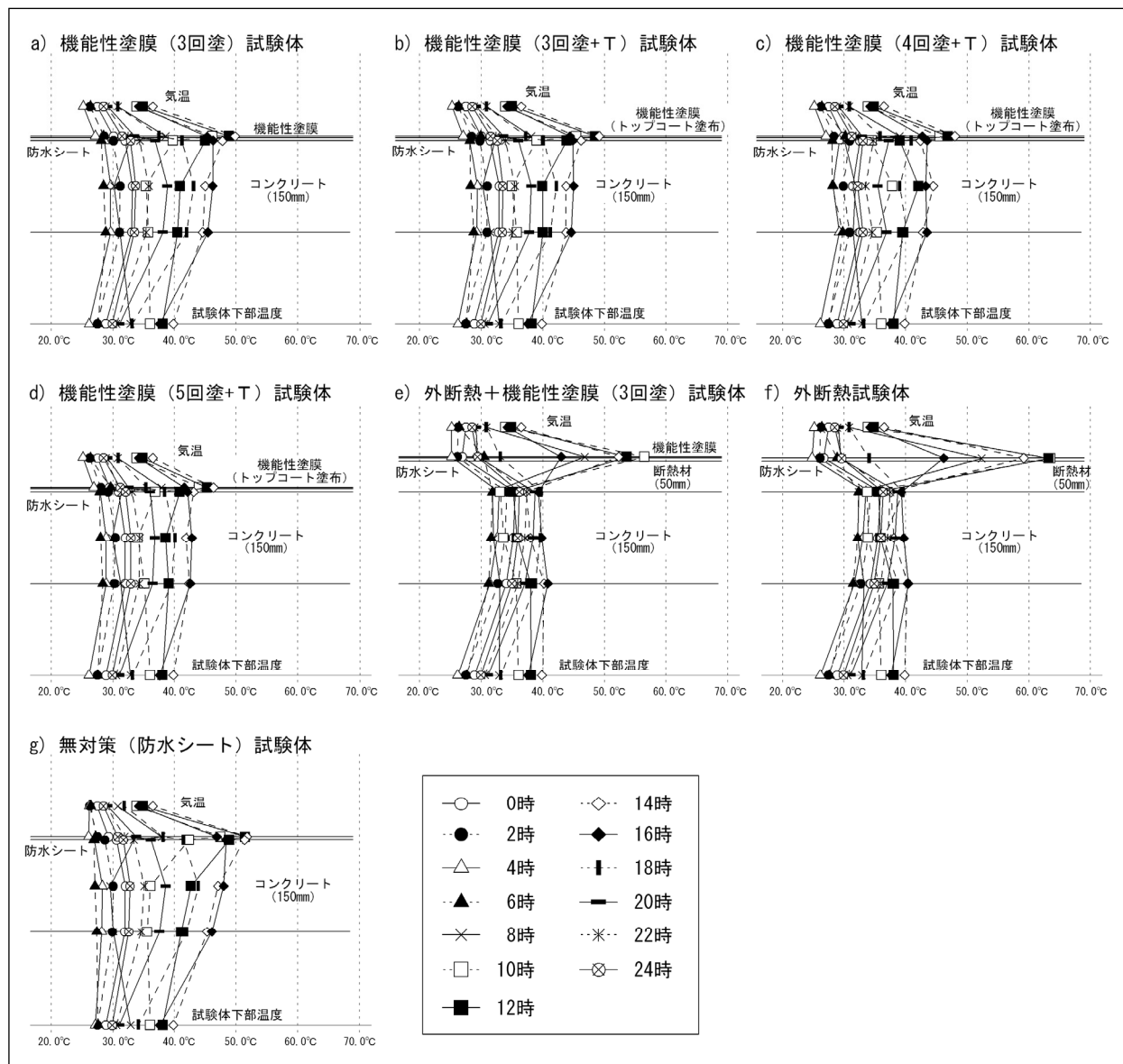


図 5 断面温度分布の日変化 (7月22日)

4. まとめ

本稿では、機能性塗膜または断熱（外断熱）を施したコンクリートスラブ試験体を用いて、夏季屋外実験を行い、塗膜の塗布厚や断熱工法の違いがコンクリートの温度上昇・蓄熱に及ぼす影響について検討した。以下に、得られた知見を整理する。

- 1) 夏季晴天日において、コンクリートスラブの外側に機能性塗膜を施工した試験体は、いずれも他の試験体に比べ表面温度が低く、機能性塗膜を塗布することにより表面温度を低く抑えられる特性を有していることが確認された。
- 2) 機能性塗膜を施工した上で、トップコート（表面コーティング材）を施工した試験体は、機能性塗膜を施工したのみの試験体に比べ、表面温度・コンクリート温度（上面・中央・下面温度）が低くなっており、トップコートを施工することにより、美観性やメンテナ

ンス性の向上のみでなく、熱を遮断する効果も少なからず得られることが確認された。

- 3) 機能性塗膜を施工した試験体においては、塗布厚が厚いほど表面温度・コンクリート温度共に低く抑えられることが確認された。特に塗布厚 0.4mm (3 回塗：標準施工) から 0.6mm (4 回塗) 間での効果が大きい傾向がみられた。

前報に引き続き本報でも機能性塗膜が表面温度を低下させる特性が確認された。機能性塗膜を施工することにより、塗膜上を通過する空気を冷やし、パッシブソーラー効果が期待できると考えられる。今後はパッシブソーラー効果の検証と共に、施工性やメンテナンスの観点からも引き続き検討を進める予定である。

既発表論文

- 1) 杉本弘文・湯浅昇・川岸梅和・北野幸樹：コンクリート表面の機能性塗膜がコンクリートスラブの温度上昇・蓄熱に及ぼす影響，日本大学生産工学部第42回学術講演会建築部会，pp. 93～96，2009年12月