

実建屋でのアスファルト露出防水仕様の各部位温度の実測結果とその考察

アスファルト防水 断熱露出仕様 高日射反射率塗料
温度測定

正会員 ○工藤 勝*1 正会員 町田 繁*1
正会員 中沢 裕二*1 正会員 輿石 直幸*2

1. はじめに

アスファルト防水では熱劣化が主な劣化要因と推定されるため、アスファルト防水層の温度を継続して測定することは、その耐久性を評価するための重要なデータとなる。これまでにアスファルト防水層の劣化に関して、熱劣化温度と劣化速度の関係、高日射反射率塗料の効果¹⁾および地域別に曝露した防水層温度と気象データとの関係²⁾などが報告されている。本報では、実建屋を用いて、断熱材や高日射反射率塗料(以下、高反射率塗料)を組み合わせた複数のアスファルト露出防水仕様を施し、各部位の温度測定を半年間にわたり実測、解析した結果を報告する。

2. 試験

実建屋の屋上を防水層・断熱材・高反射率塗料を組合せたいくつかのブロックに分けて、各防水層および直下の5部屋のコンクリートスラブ上下・屋根裏・室内の温度、および気象データ(気温、湿度、風速、水平全天日射量)を測定した。(写真1)



写真1 集合住宅屋上の状況

●建物概要

- 所在地 ; 東京都足立区
- 構造 ; 鉄筋コンクリート造(RC造)
- 階高 ; 地上4階
- 防水層種別 ; アスファルト防水層(露出仕様)
- 屋上コンクリートスラブ厚 ; 120mm
- 測定期間 ; 2012年8月21日~2013年1月28日

各部屋(R-1~R-5)の防水仕様および温度センサー位置を図1~図5に示した。各温度は20分間隔で測定した。

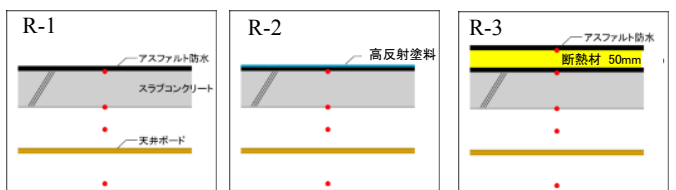


図1 既存非断熱 図2 非断熱高反射塗料 図3 断熱50mm塗料なし

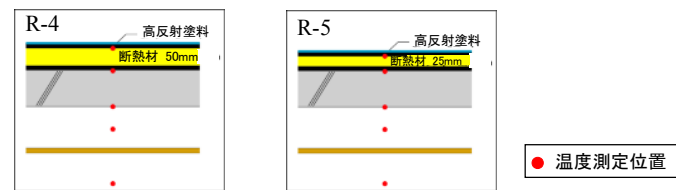


図4 断熱50mm高反射塗料 図5 断熱25mm高反射塗料

3. 結果及び考察

3.1 防水層温度と劣化の関係

図6と図7に夏期および冬期における各部屋の防水層の温度測定結果を示した。

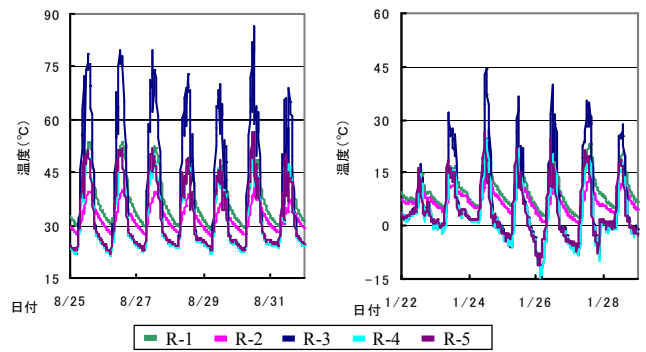


図6 防水層温度(8/25~8/31) 図7 防水層温度(1/22~1/28)

夏期においては、断熱仕様では日射により防水層温度が高くなる。塗料未塗布の50mm断熱仕様(R-3)では最高温度が80°C近い日が続くが、高反射率塗料塗布仕様(R-4)では、同じ断熱仕様であっても最高温度は50°C程度と30°C近く低い結果となった。

冬期では夏期と同様に、R-3では防水層温度は40°C程度までに達するが、R-4では25°C程度に低減されている。

夏期、冬期を通じて、高反射率塗料塗布仕様および断熱仕様の夜間の防水層温度は、非断熱仕様(R-1)よりも低く、特に断熱仕様ではその傾向が顕著であった。

図6および図7に示される温度データを温度-時間換算し積算すると防水層の熱劣化履歴を算出できる³⁾。非断熱仕様(R-1)を基準に各仕様での測定期間中における各防水層の熱劣化倍率を表1に示した。

表1 各仕様防水層の熱履歴積算値比(倍)(8/21~1/28)

	R-1	R-2	R-3	R-4	R-5
塗料	×	○	×	○	○
断熱	×	×	50mm	50mm	25mm
積算値比	1.0	0.6	2.7	0.7	0.7

高反射塗料未塗布の断熱仕様(R-3)では、2.7倍の熱劣化となり防水層寿命が著しく短くなるが、高反射率塗料を塗布することで、断熱仕様であっても0.7倍に低減される。

3.2 コンクリートスラブ温度が居住空間に及ぼす影響

図8、図9に夏期と冬期におけるコンクリートスラブ上面(以下、スラブ上面)と下面温度(スラブ下面)の1日の温度変化を示した。

非断熱仕様(R-1)は日射量の影響を受けて、1日における温度は大きく変動している。夏期には、スラブ上面は午後1時頃に最高温度52°Cに達している。そして、スラブ下面はコンクリートスラブの蓄熱により、午後7時頃に最高温度42°C

と気温より 12℃程度高い結果となった。スラブ下面は、夜間でも 40℃程度となっており、室内側の「ほてり現象」の原因となっている。これに高反射率塗料を塗布 (R-2) すると、スラブ上面とスラブ下面の最高温度は、40℃と 38℃に低減され、最高温度に到達する時刻も接近してきている。断熱仕様 (R-3～R-5) では、スラブ上下面とも 1 日の温度変化が 3℃以下と安定している。1 日のスラブ上下面の温度は 35℃以下と日中は気温よりも低く、特に R-4 は R-3 および R-5 に比較して 3～4℃低い結果となった。

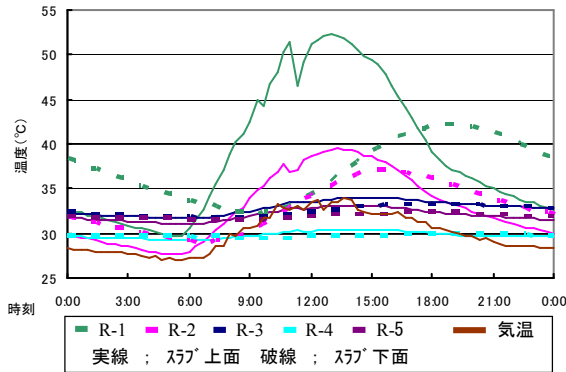


図 8 スラブ上面および下面温度 (夏期 8/27)

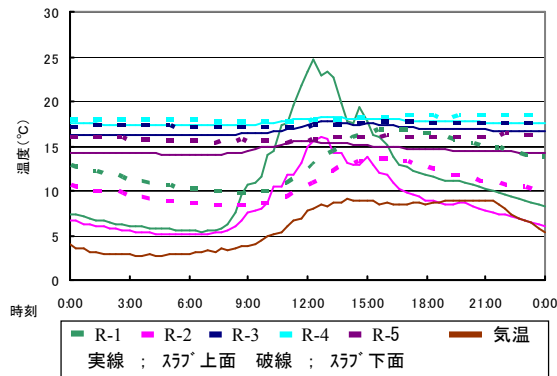


図 9 スラブ上面および下面温度 (冬期 1/24)

冬期も夏期と同様な傾向を示している。非断熱仕様 (R-1) では、スラブ上面は午前 7 時頃に最低温度が 5℃程度と気温に近い温度となり、スラブ下面も 10℃程度まで下がる。高反射率塗料を塗布した仕様 (R-2) では、スラブ上下面の温度は R-1 よりもさらに低い結果となった。断熱仕様 (R-3～R-5) では、スラブ上下面とも 1 日の温度変化は小さく、またスラブ下面の温度は 17℃程度でほぼ安定している。

スラブコンクリートの温度は室内温度に影響を与え、非断熱仕様 (R-1, R-2) では、夏期は「ほてり現象」、冬期は「冷え込み現象」を引き起こしてしまう。しかし、断熱材を組込む (R-3～R-5) ことで、コンクリートスラブの夏期での温度上昇、冬期での温度低下を抑えることができるため、居住環境の改善・省エネに効果が期待できる。

3.3 コンクリートスラブ温度が躯体に及ぼす影響

コンクリートスラブは温度により膨張・収縮するため、スラブ上下面の温度差により応力が発生する。図 12、図 13 にスラブ上下面の夏期および冬期の温度差を示した。温度差は、 $\text{温度差} = (\text{スラブ上面}) - (\text{スラブ下面})$ とした。

非断熱仕様 (R-1) では、夏期で 5℃～15℃以上、冬期で 5℃

～10℃と大きな温度差を生じている。これに高反射率塗料を塗布 (R-2) すると温度差は 1/3 程度に軽減されている。

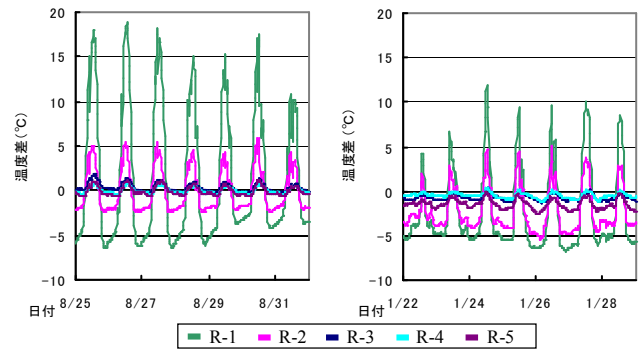


図 12 スラブ上下面温度差 (8/25～8/31)

図 13 スラブ上下面温度差 (1/22～1/28)

断熱仕様 (R-3～R-5) ではスラブ上下の温度差は、夏期で 3℃以内、冬期で 3℃以内と著しく小さくなっている。その中でも高反射率塗料を塗布した仕様 (R-4) は、スラブ上下の温度差が最も小さかった。

スラブ上下面の温度差は、断熱材を組込むこと、さらに高反射率塗料を塗布することにより、その変動幅を著しく小さくできるため、コンクリートスラブの応力緩和への効果がある。

【まとめ】

実建屋を使用した屋上防水層、コンクリートスラブ等の温度実測により、アスファルト防水断熱露出仕様で改修した場合の断熱材や高反射率塗料の効果を確認することができた。

- 1) 断熱材を組込むとその上の露出防水層はかなり高温となり、劣化が促進される。しかし、高反射率塗料を塗布する事で、露出防水層の温度上昇が抑えられ防水層の熱劣化を低減でき、防水層の延命が期待できる。
- 2) 断熱材と高反射塗料塗布を組み合わせることにより、コンクリートスラブ下面温度の夏期での温度上昇、冬期での温度低下を抑えることができるため、居住環境の改善・省エネに効果が期待される。
- 3) 断熱材と高反射塗料塗布を組み合わせることにより、屋上コンクリートスラブの年間を通じての 1 日の温度変化を小さくすることができるため、コンクリートスラブの応力緩和に効果が期待される。

【参考文献】

- 1) 町田 繁、中沢裕二、田中享二：防水材料の耐候性試験 その27 アスファルト防水層の耐候性予測方法の提案；日本建築学会大会学術講演梗概集 (北陸), 55-56, 2010.
- 2) 町田 繁、中沢裕二、田中享二：防水材料の耐候性試験 その40 アスファルト防水層の耐候性予測；試験体温度に関する考察 日本建築学会大会学術講演梗概集 (東海), 933-934, 2012.
- 3) 社団法人日本ゴム協会：設計者のための免震積層ゴムハンドブック, 理工図書, 2001.

*1 田島ルーフィング株式会社

*2 早稲田大学 教授 博士 (工学)

*1 Tajima Roofing Inc.

*2, Prof., Waseda University, Dr.Eng.