

防水材料の耐候性試験 その46 アスファルト防水層の耐候性予測：防水層温度の測定

防水材料 耐候性 屋外暴露
防水層温度 高日射反射率塗料 促進試験

正会員 ○中沢 裕二* 正会員 町田 繁*
正会員 竹本 喜昭** 正会員 松村 宇***
正会員 高根 由充**** 正会員 清水 市郎*****
正会員 富板 崇***** 正会員 田中 享二*****

1. はじめに

防水材料促進耐候性試験方法小委員会では、防水材料の屋外暴露と促進劣化試験の相関を解明するために2002年から屋外暴露試験を継続している。現在までに、アスファルト防水は熱劣化が主な劣化要因との結果¹⁾となり、そのため、アスファルト防水層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に重要なデータとなることが判明した。前報^{2,3)}では、2010年6月から1年間、旭川、銚子、宮古島の3地点で測定したアスファルト防水層の温度と各地点の気象データとの相関性と、特に露出断熱防水層の夏季における温度上昇を抑える機能を有する屋根防水用高日射反射率塗料(以下「高反射率塗料」と略す)の温度抑制効果を報告した。その結果、高反射率塗料の温度抑制効果が確認された。また、アスファルト防水層の温度と各地点の気象データとの相関性については、各地ごとでは気温と全日射量との相関が得られたが、全国一律での推定精度の高い相関が得られなかった。本報では水平面にブラックパネル温度計を設置して、防水層温度との相関性⁴⁾を検討した結果を報告する。

2. 試験

2.1 暴露試験体

暴露試験体の構成を図1、2及び表1、2に示した。

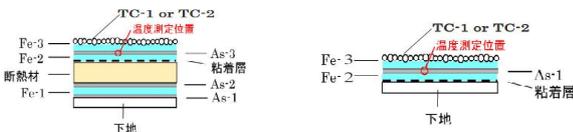


図1. DI-2 試験体構成図 (砂付き断熱露出仕様) 図2. D-4 試験体構成図 (砂付き非断熱露出仕様)

表1. 暴露試験体一覧

記号	材料
下地	コンクリート板 60×300×300 JISA5371 アスファルトプライマー塗り (0.2kg/m ²)
As	防水工用アスファルト (1.0~1.2 (As-3) kg/m ²)
Fe-1	アスファルトフィング 1500 アスファルト流張り
断熱材	防水工用ポリウレタンフォーム (面材付き) : 40mm 厚さ
Fe-2	部分粘着層付き改質アスファルトフィングシート(非露出複層用)張付け
Fe-3	砂付きスリッチルフィング アスファルト流張り
TC	TC-1 : 一般塗料塗り *2 TC-2 : 高反射率塗料塗り *3

*2、*3 : 仕上げ塗料の日射反射率は表2.による。

表2. 各塗料の日射反射率 (初期値)

	近赤外領域(780-2500nm)	全波長領域(300-2500nm)
一般塗料*1	54.5%	54.9%
高反射塗料*2	76.9%	69.8%

2.2 防水層温度測定点と気象データ測定項目

暴露試験体及び屋外暴露地域・期間を表3.に示した。

表3. 屋外暴露地域及び期間

地域	位置	暴露期間
N : 寒冷地域	旭川 : 北海道立北方建築総合研究所	2012年7月4日 から4ヶ月間
C : 温暖地域	銚子 : (財)日本ウエザリングテストセンター	
S : 亜熱帯地域	宮古島 : (財)日本ウエザリングテストセンター	

アスファルト防水層の温度測定位置を図1.および2.に示した。防水層温度は10分間隔で測定した。気象データは、北海道立総合研究機構北方建築総合研究所および日本ウエザリングテストセンターの測定データにより、測

定項目を表4.に示した。ブラックパネル温度計については、各地の所在地緯度から5°を減じた勾配で設置された既設のブラックパネル温度計(以下BP温度(勾配)と略す)のものに加えて、図4.に示したように、コンクリートブロック上に約20mm浮かして水平面に設置して(以下BP温度(水平)と略す)測定した。なお、温度および風速については、1時間平均、水平面全日射量については1時間積算値に換算した。

表4. 測定気象データ項目

測定気象データ	測定間隔(分)		
	旭川	銚子	宮古島
水平面全日射量(積算値)			
気温(最高、最低、平均)			
風速(最高、最低、平均)	10分毎		60分毎
ブライバ 初温度(勾配=緯度-5°)			
ブライバ 初温度(水平面設置)			

※ 宮古島の測定気象データは欠測値が多かったため、ブラックパ 初温度計以外は宮古島地方気象台のデータを使用した。



BP温度(勾配)計 BP温度(水平)計
図4.ブラックパネル温度計の写真

3. 試験結果

3.1 防水層温度とBP温度(水平)測定結果

各暴露地域別の防水層温度とBP温度(水平)の測定結果について図5.~図8.に示した。

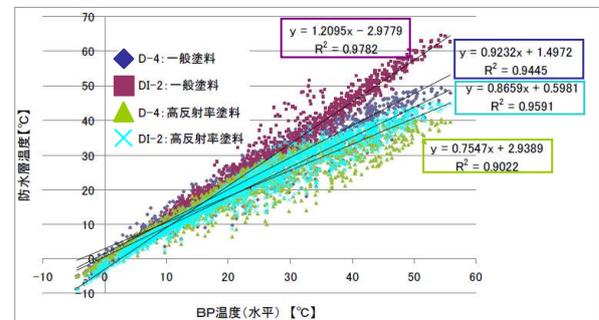


図5. 防水層温度とBP温度(水平) : 旭川

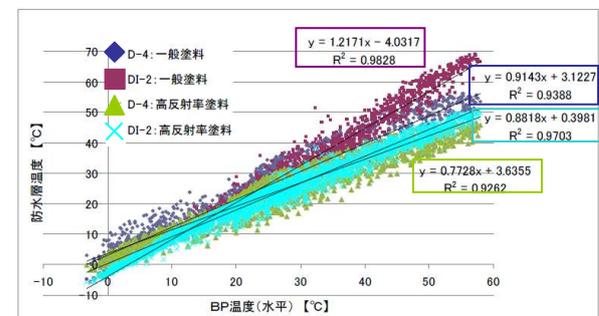


図6. 防水層温度とBP温度(水平) : 銚子

3.2 BP温度(勾配)とBP温度(水平)測定結果

各暴露地域別のBP温度(勾配)とBP温度(水平)の測定結果について図9.に示した。

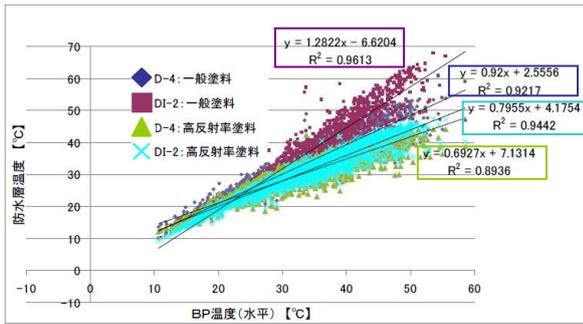


図7. 防水層温度とBP温度(水平): 宮古島

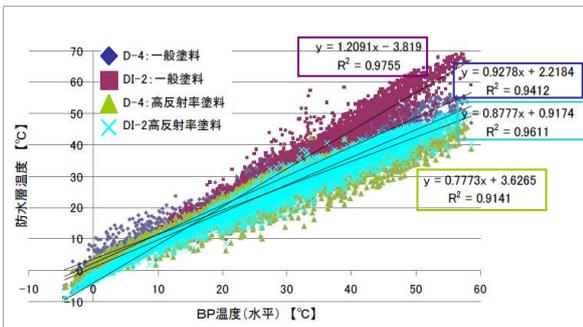


図8. 防水層温度とBP温度(水平): 3地点統合

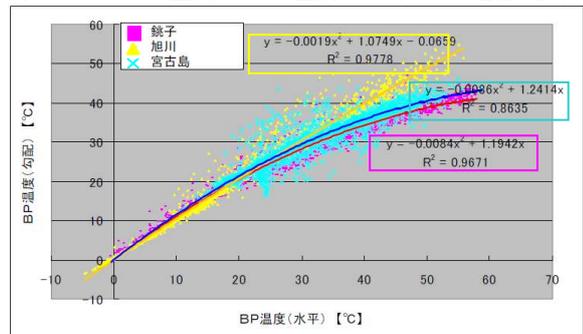


図9. BP温度(勾配)とBP温度(水平)の関係

4. 考察

4.1 防水層温度

図5～図8に示した回帰直線式を用いて、BP温度(水平)を60℃とした場合の防水層推定温度を表5に示した。

表5. 回帰直線式から推定した防水層温度【℃】

	旭川	銚子	宮古島	3地点統一
D-4:一般塗料	57	58	58	58
DI-2:一般塗料	70	69	70	69
D-4:高反射率塗料	48	50	49	50
DI-2:高反射率塗料	53	53	52	54

一般塗料を用いた場合、断熱露出防水(DI-2)の温度は露出防水(D-4)に比較して11～13℃上昇する。高反射率塗料を用いた断熱露出防水の温度は一般塗料を用いた断熱露出防水に比較して19～21℃程度低くなり、一般塗料を用いた露出防水よりも低くなるものと推定される。

4.2 防水層温度とBP温度(水平)の関係

BP温度(水平)から防水層温度を推定するため、推定の確からしさは、図10に示した防水層の実測温度を目的変数とし、BP温度(水平)を説明変数として回帰分

析を行い、70℃劣化相当時間に変換し³⁾、それらの防水層実測温度の70℃劣化相当時間との誤差にて評価した。

$$\begin{aligned} \text{防水層実測温度} &= (\text{変換}) \rightarrow 70^\circ\text{C劣化相当時間} \dots \dots \dots (1) \\ \text{BP温度(水平)} \rightarrow \text{防水層温度推定} &= (\text{変換}) \rightarrow 70^\circ\text{C劣化相当時間} \dots \dots (2) \\ \text{推定の確からしさ(誤差)} &= (1) \text{と}(2) \text{の積算値の差異} [\%] = (2)-(1)/(1) \times 100 \end{aligned}$$

図10. 推定値の確からしさ算出方法

表6に各試験体の推定の確からしさを示した。また、前報³⁾で報告した防水層の実測温度を目的変数とし、気温と水平面全天日射量を説明変数として重回帰分析を行った推定の確からしさを()内に示した。

表6. 各試験体の推定の確からしさ

		旭川	銚子	宮古島
D-4:一般塗料	地域別	0.1%(-2.9%)	-2.4%(-5.3%)	-2.8%(-1.1%)
	統一	8.9%(-10.1%)	-5.7%(-22.0%)	-3.4%(14.6%)
DI-2:一般塗料	地域別	-5.2%(-7.0%)	-9.3%(-2.5%)	-5.3%(-1.8%)
	統一	-12.3%(-29.8%)	-10.3%(-17.9%)	-5.0%(25.1%)
D-4:高反射率塗料	地域別	1.4%	1.5%	-1.4%
	統一	16.6%	3.1%	-7.1%
DI-2:高反射率塗料	地域別	3.0%(-4.7%)	3.3%(-3.0%)	-0.7%(-0.2%)
	統一	10.4%(-15.6%)	6.8%(-14.9%)	-4.4%(13.0%)

前報⁴⁾では、地域別の係数の場合は、比較的良好な相関を示したが、3地点統合係数では、最大で約3割の誤差を生じた。しかし、本報で報告した、BP温度(水平)を説明変数として回帰分析を行った誤差は、3地点統合係数で旭川で最大16.6%と半減し、比較的良好な相関を示した。

4.3 BP温度(勾配)とBP温度(水平)の関係

前報⁴⁾の検討時は、既設のBP温度(勾配)からの防水層温度の推定は相関性に乏しいとの報告を行った。その要因を探るため、BP温度(勾配)とBP温度(水平)の関係を検討した。今回の結果(図9)から、旭川では両者は直線に近い近似を示したが、銚子及び宮古島では、特に高温時にBP温度(勾配)がBP温度(水平)に比して、低温となることが確認された。このことが、既設のBP温度(勾配)からの防水層温度の推定は特に高温時に相関性に乏しい要因となったものと推定された。

5. まとめ

アスファルト防水層耐久性評価のための防水層温度の推定には、

- ① BP温度(水平)の測定が有効と判断された。
- ② 高反射率塗料の使用がアスファルト断熱露出防水の耐久性の向上に有効と判断された。

次報で、気象データからBP温度(水平)の推定を行う。今後は、断熱材の厚さや高反射率塗料の性能変化による、防水層温度の推定についての検討が必要と想定される。

【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) 中沢裕二、町田 繁、竹本喜昭: 防水材料の耐候性試験 その39 アスファルト防水層の耐候性予測; 日本建築学会大会学術講演梗概集(東海), 931-932, 2012
- 3) 町田 繁、中沢裕二、竹本喜昭: 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; 日本建築学会大会学術講演梗概集(東海), 933-934, 2012
- 4) 富板崇, 日本建築学会構造系論文報告集, 第395号, 13-20, 1989

*アスファルトルーフィング工業会

**清水建設 博士(工学)

***北海道立総合研究機構 北方建築総合研究所

****日本ウエザリングテストセンター 博士(工学)

*****建材試験センター

*****九州大学大学院芸術工学研究院 教授・工博

*****東京工業大学 名誉教授・工博

*Asphalt Roofing Manufacturers Association

**Shimizu Corporation, Dr.Eng.

***Hokkaido Research Organization Northern Regional Building Research Institute

****Japan Weathering Test Center, Dr.Eng.

*****Japan Testing Center for Construction Materials

*****Prof. Kyushu Univ. Facult. of Design Dept. of Environmental Design, Dr.Eng.

*****Prof. Emeritus, Tokyo Institute of Technology, Dr.Eng.