

軍艦島構造物の屋上防水層調査

(その2) アスファルト防水層の分析

正会員 ○鈴木 崇裕* 正会員 古賀 一八**
正会員 中沢 裕二* 正会員 工藤 勝*
正会員 神谷 慎吾* 正会員 島村 浩行*
正会員 佐々木 健一* 正会員 八木 裕明*

軍艦島 陸屋根 アスファルト防水
劣化調査

1. はじめに

前報^{*1}では軍艦島構造物の屋上防水層について目視調査並びに軍艦島構造物の屋上アスファルト防水層に使用された防水工事用アスファルトとアスファルトルーフィングの物性を過去の公的な仕様書の歴史的な変遷を基に推測した。本報ではこれらの防水層の分析結果を報告する。

2. 目的

防水工事用アスファルトについては劣化の目安として用いられる針入度を測定し、これを耐久性総プロ法^{*2}の調査による針入度変化の傾向の推定に当てはめて劣化度合いを判断した。また、アスファルトルーフィングは単位面積質量を測定し、どのような製品が使われていたのかを推測することを本報の目的とした。

3. アスファルト防水層の分析試験

1) アスファルト防水層の外観観察

採取した防水層の表面状態および断面を目視観察した。

2) 防水工事用アスファルトの分析

採取した防水層に赤外線ランプを当てて加熱しながら、皮スキで工事用アスファルトを削り取り金属容器に入れた。これをできるだけ低温で溶解して軟化点測定用リングに流し込み、JIS K 2207(石油アスファルト)により針入度を測定した。アスファルトの組成分析はTLC-FID法により「アスファルテン」「レジジン分」「芳香族分」「飽和分」の割合を測定した。

3) 基材試験

JIS A 6005(アスファルトルーフィングフェルト)に準じた抽出装置により、所定の大きさに裁断した試験片から基材を抽出し、この状態観察、基材層数と種類を判定した。また、単位面積質量と厚さについては、比較的形状を保ち減耗の少ない基材を選択して測定した。

4. 分析試験結果

4-1. アスファルト防水層の外観観察

いずれの防水層もアスファルト層に亀裂が発生し、硬く脆く劣化が進行している状況だった。また、断面観察から薄いラグ原紙を基材としたフェルトに近いルーフィングが複数層使用されていたことが分かった。



写真1 30号棟防水層



写真2 14号棟防水層



写真3 30号棟防水層断面



写真4 14号棟防水層断面

4-2. 防水工事用アスファルトの分析

各防水層の針入度・軟化点測定結果を表1、組成分析結果を表1、図1に示す。一般的に、アスファルトの劣化が進むと針入度は小さくなり軟化点は高くなる。また、組成分析では劣化前と比較してアスファルテン・レジジン分が増加し、芳香族分・飽和分が減少する。本試験結果では、経年数が最も短い3号棟のアスファルテンが最も多く、経年数の長い19号棟はアスファルテンが少なくレジジン分が多い。また、30号棟と65号棟は針入度・軟化点・組成分析結果が似ていることが分かった。

表1 防水工事用アスファルトの分析結果

防水層	建設年(年)	経年数(年)	物性値		組成分析 (wt.%)			
			針入度(0.1mm)	軟化点(°C)	飽和分	芳香族分	レジジン分	アスファルテン
3号棟 シカ-下非露出	1959	56	1	159	1.8	3.4	37.2	57.6
14号棟 階段 非露出	1941	74	3	122.5	10.1	11.5	37.8	40.6
19号棟 シカ-下非露出	1932	83	1	110.5	6.0	8.4	63.9	21.7
30号棟 シカ-下非露出	1916	99	4	137	2.8	2.2	49.6	45.4
65号棟 非露出下層	1949	66	4.5	124.5	4.0	3.1	45.4	47.5
テスト 60/60			60.5	50.0	4.8	47.1	35.6	12.5
工事用3種アスファルト			26.5	104.5	11.0	20.3	26.9	41.8

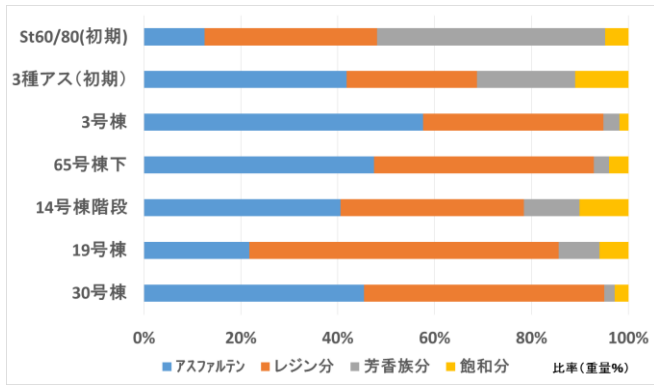


図1 防水工事用アスファルトの組成分析結果

4-3. 基材試験

抽質された基材はすべてラグ原紙だった。基材は経年劣化により軟弱化し、減耗があり形状が崩れているものもあった。

	基材の状況						単位質量と厚さ	
	表側			裏側			単位質量 (g/m ²)	厚さ (mm)
3号棟 経年数 56年							Fe-2 141.4	Fe-2 0.38

図2 3号棟のルーフィング基材

	基材の状況						単位質量と厚さ	
	表側			裏側			単位質量 (g/m ²)	厚さ (mm)
19号棟 経年数 83年							Fe-1 216.7	Fe-1 0.51
							Fe-2 263.9	Fe-2 0.50

図3 19号棟のルーフィング基材

	基材の状況						単位質量と厚さ	
	表側			裏側			単位質量 (g/m ²)	厚さ (mm)
30号棟 経年数 83年							Fe-3 129.9	Fe-3 0.35
							Fe-4 140.4	Fe-4 0.38

図4 30号棟のルーフィング基材

5. まとめ

本試験による分析結果から、以下の通りに推測した。

5-1. アスファルトルーフィング

本試験にて分析したアスファルト防水層はラグ原紙を基材としたアスファルトルーフィングもしくはアスファルトフェルトが使われた3層もしくは4層仕様と思われる。使用されたラグ原紙の単位面積質量は約 130~260g/m²であり、現行のアスファルトルーフィング 1500 の原紙の単位面積質量 (340g/m²) 以下のものが使用された。

5-2. 防水工事用アスファルト

前報で報告した防水工事用アスファルト規格の変遷と本試験結果から、施工が昭和期にあたる 14、19、65 号棟に使われた防水工事用アスファルトの初期物性値は針入度 20~30 前後、軟化点 100℃以下のアスファルトが使われたと思われる。3号棟はアスファルテン量が60%近くあり、現行の3種アスファルトよりも多いことから軟化点 100℃以上のアスファルトが使用された可能性がある。当時の JASS8 によれば、3号棟の防水工事用アスファルトは【アスファルトコンパウンド：針入度 (25℃ 100g 5秒)：15~25、軟化点 (環球式) 100℃以上】に該当する。

耐久性総プロの調査対象物件では工事用アスファルトの針入度の初期値は 20~30 と考えられており、本試験で扱ったアスファルトの針入度の初期値と同程度である。そこで、総プロのアスファルト針入度経年変化を示すグラフの最良値・最硬化値の曲線を延長し、本試験による測定結果をプロットしたところ、14、65、30号棟は最良値と最硬化値の間に入った(図5)。他のアスファルトと組成分析結果の傾向が異なる 19号棟、他よりも針入度の初期値が小さい可能性がある3号棟は最硬化値の下方に外れた。これらは、経年数が長い工事用アスファルトの針入度変化に関して有用な情報になると考えられる。

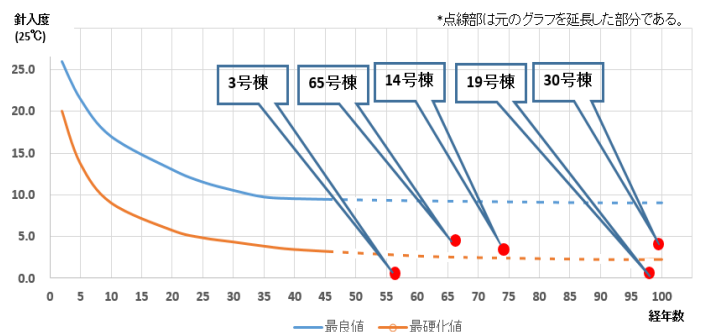


図5 耐久性総プログラフと本試験針入度結果の関係

参考文献

- *1 「軍艦島建造物の屋上防水層調査 (その1) 目視調査と材料の推測」 日本建築学会梗概集 (2016年8月)
- *2 (財) 国土開発技術研究センター編; 「建築防水の耐久性向上技術」 1986年 技法堂出版

*アスファルトルーフィング工業会

**福岡大学

*Asphalt Roofing Manufacturers Association

**Fukuoka University