

土工アスファルト用表面保護層の配合選定について（その3） - 暴露試験結果に基づく配合の選定 -

九州電力（株）小丸川発電所建設所 正会員 粟津 善文
 九州電力（株）小丸川発電所建設所 正会員 ○内田 昌秀
 西日本技術開発（株）調査解析部 正会員 狩野 智之

1 はじめに

九州電力（株）が宮崎県児湯郡木城町に建設中の小丸川発電所（純揚水式）の上部調整池は、アスファルト全面表面遮水方式を採用しており、表層には紫外線等による遮水壁の劣化防止のため、表面保護層（アスファルトマスチック $t=2\text{mm}$ ）を施工する。表面保護層に使用するアスファルトマスチック（以下、マスチック）には、現地気象条件下で劣化が生じにくいこと、斜面において施工直後または夏期高温時（60 程度）に流動を起こさないこと、施工が可能な粘度範囲であること、また、外見上から違和感がないことなども要求される。

当地点では、数種の配合の供試体をダム建設サイトに長期間（5 年間）暴露し、主に暴露 4 年後における供試体表面観察及び室内試験を基にマスチックの配合を選定しており、本稿ではその結果について述べる。

2 配合選定の流れ

マスチックの配合選定の流れは以下に示すとおりであり、これまでにアスファルト及び添加材の選定、暫定配合の決定、室内促進劣化試験を経て、長期暴露試験結果を基に、今回マスチックの配合を選定した。

3 長期暴露試験

3.1 供試体の配合

暴露試験は、表 - 1 に示す使用材料の組み合わせについて、平成 11 年 8 月より 5 種類の配合について実施した。

なお、暴露供試体は、マスチックの性状変化を調査するための供試体（アルミ板にマスチックを塗布）に加えて、アスファルトコンクリート（以下アスコン）の上にマスチックを塗布したものとし、その性状変化を比較できるようにした。

3.2 試験内容

(1) 現地表面観察

色調、クラック、プリスタリング、厚さの変化等に目をつけて、平成 11 年度から毎年度、年 6 回実施している。

(2) 室内試験

表 - 1 使用材料の組み合わせ

配合名	アスファルト量 (%)	フィラー		繊維			軟化点調整剤
		石灰石粉	フライアッシュ	セピオライト	ガラス繊維	植物繊維	
A-1	35,38,40	○	-	-	○	-	○
A-2	35,38,40	○	-	-	-	○	○
A-3	38	-	○	-	-	○	○
A-4	35,38,40	○	-	-	○	○	○
B-1	35,38,40	○	-	○	○	-	○

アスファルト：ストレートアスファルト 60～80

軟化点調整剤：低分子量ポリエチレン

室内試験は平成 11 年度（暴露 0 年）、平成 13 年度（暴露 2 年後）、平成 15 年度（暴露 4 年後）の供試体について実施している。具体的には、現地に暴露したマスチック及びマスチックから抽出したアスファルトを対象として、電子顕微鏡観察、ダイナミックシア試験（DSR 試験）、ベンディングビーム試験（BBR 試験）、回転式粘度試験、表面組成分析、組成分析等を実施している。また、アスコンについては曲げ試験を実施している。ここでは、電子顕微鏡観察、DSR 試験、回転式粘度試験、組成分析の結果について報告する。

3.3 試験結果

(1) 現地表面観察

表 - 2 に現地暴露 4 年後の観察結果を示すが、各供試体の表面状態は暴露 2 年以降大きな変化はみられていない。以下に観察結果の要約を示す。

- ・フライアッシュを使用した配合（A-3）は色調変化が大きく、クラックの進行も顕著であり、他の配合と比較して明らかに劣化が進行している。
- ・植物繊維を使用した配合（A-2）のマスチックは厚さの減少が他の配合に比べて少なく、ガラス繊維を使用した配合は 0.5mm 程度の減少がみられた。また、ガラス繊維を使用した配合は表面に繊維が露出してきている。
- ・厚さの減少を除けば、色調変化、クラックの発生などは各配合で大きな差はみられない（A-3 配合を除く）。

(2) 室内試験

現地暴露 4 年後の供試体の室内試験結果を以下に示す。

表 - 2 表面観察結果（暴露 4 年後）

配合名	色 調	クラック	プリスタリング	厚さの減少
A-1	光沢なし、褐色化	微小であるが多数（幅1mm以下）	発生跡あり	0.5mm程度
A-2	光沢なし、やや赤褐色化	A-1より鮮明（幅1mm以下）	発生跡あり	0.5mm以下（A-1より小）
A-3	光沢なし、白色化	無数に存在（幅2mm程度）	クラックに吸収され不明	0.5mm以下（クラックに吸収）
A-4	光沢なし、やや赤褐色化	A-1より鮮明（幅1mm以下）	発生跡あり	0.5mm程度（A-1より大）
B-1	光沢なし、灰白色化	A配合より微小だが数が多い（幅1mm以下）	発生跡あり	0.5mm程度（A-1と同程度）

キーワード：アスファルト遮水壁、表面保護層、アスファルトマスチック

連絡先：〒884-0104 宮崎県児湯郡木城町大字石河内字大平 1261、Tel0983-32-4023、Fax0983-32-4037

電子顕微鏡観察

写真 - 1 に電子顕微鏡により撮影したマスチック表層部の断面写真を示す。植物繊維を使用した配合(A - 2)のマスチックは表面の凹凸が他の配合と比較して小さく、最も平滑で状態が良く、経年変化による状態変化が少ない。また、ガラス繊維を使用した配合(A-1, A-4, B-1)は、表面および断面に繊維が露出している。

DSR 試験

DSR 試験はアスファルトの複素弾性率 G^* 、及びひずみと応力の位相差 δ を測定するものである。当地点では DSR 試験で求まる $G^*\sin\delta$ を経年劣化の評価指標としており、 $G^*\sin\delta$ の未劣化から変化を各配合で比較することにより評価を行っている。図 - 2 に暴露 4 年後の $G^*\sin\delta$ と温度の関係を示すが、暴露 4 年後の $G^*\sin\delta$ は配合の違いによる有意な差はみられない。また、未劣化からの $G^*\sin\delta$ の変化についても同様である。

回転式粘度試験

図 - 3 に暴露 4 年後における動粘度と温度の関係を示すが、マスチックより抽出したアスファルトの暴露 4 年後の動粘度は配合の違いによる有意な差はみられない。

組成分析

組成分析は、アスファルトを物理的、化学的に類似した組成グループ(アスファルテン、飽和分、芳香族分、レジンの 4 成分)に分別し、その割合を求めるものである。ここでは、マスチックから抽出したアスファルトについて、組成分析を実施した。

組成分析により得られた組成のグループは、アスファルトの劣化の進行に伴い組成の移行が発生し、アスファルテン、レジン分といった高分子側の成分が多くなるが、配合の違いによる有意な差はみられなかった。

4 配合の選定

マスチックの配合については、暴露試験結果に基づき、主に以下の理由から、フィラーに石灰石粉、繊維に植物繊維を使用する A - 2 配合とすることとした。

- ・植物繊維を使用した配合は、厚さの減少する速度が他の配合に比べて小さいこと
- ・室内試験結果において、植物繊維を使用した配合とガラス繊維を使用した配合で劣化の進行度に大きな差はみられないこと

5 おわりに

今回決定した配合で表面保護層の施工を平成 17 年 3 月より、一部開始しており、現在まで良好な品質を確保できている。今後は安全にも十分注意し、工事を進めていきたい。

<参考文献>

- 1) 五十川, 草場, 狩野: 水工アスファルト用表面保護層の配合選定について(その 1), 第 55 回年次学術講演概要集 V-74, 2000.9
- 2) 粟津, 笹田, 内田: 水工アスファルト用表面保護層の配合選定について(その 2), 第 58 回年次学術講演概要集 V-734, 2003.9

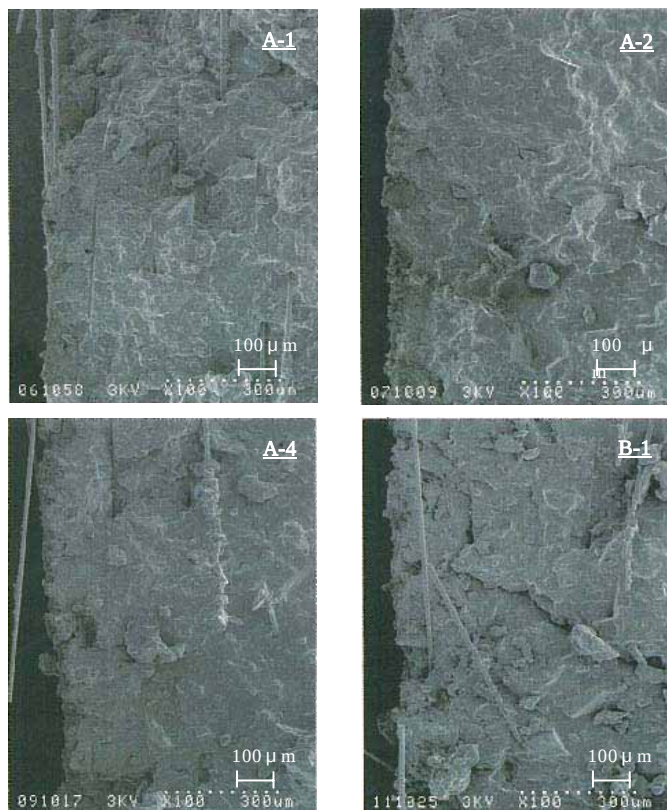


写真 - 1 電子顕微鏡写真 (暴露 4 年後)

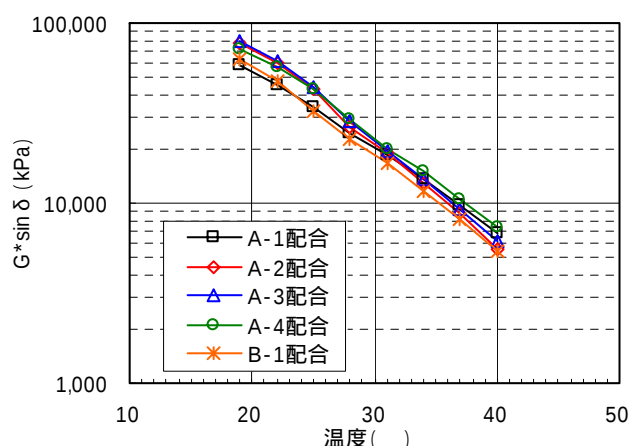


図 - 2 DSR 試験結果 (暴露 4 年後)

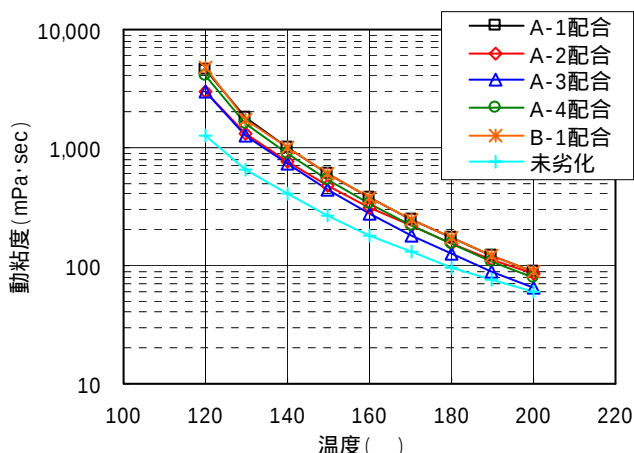


図 - 3 回転式粘度試験結果 (暴露 4 年後)