

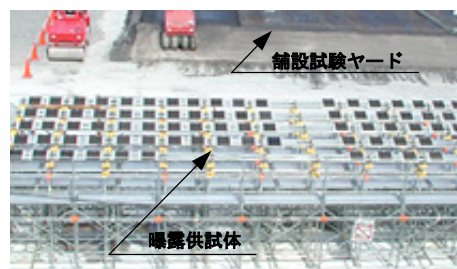
アスファルト表面遮水壁における保護層マスチック材の劣化度評価に関する一考察

北海道電力(株) 正会員 中井 雅司
 北海道電力(株) 正会員 飯塚 一人
 北電総合設計(株) 正会員 ○若本 貴宏
 鹿島道路(株) 川上 隆洋

1. はじめに

北海道電力(株)は、虻田郡京極町に純揚水式の京極発電所を建設中であり、上部調整池には、アスファルト表面遮水壁を採用することとし、遮水壁の表層には上部遮水層を保護する目的で吹付け方式の表面保護層（保護層マスチック $t=2\text{mm}$ ）を設ける計画である。表面保護層の配合設計においては、紫外線、空気、水による上部遮水層の劣化防止機能が求められ、要求性能としては、一般的に施工性、斜面安定性、付着性が挙げられる。また、京極発電所上部調整池は、我が国有数の積雪寒冷地域に位置することから、雪氷の滑落および水位変動に伴って生じる雪氷挙動による摩耗ならびに外気温低下による低温ひび割れの評価が必要となる。このため、これまで室内試験で寒冷地の使用に適した保護層マスチック（以下、マスチックという）を検討¹⁾してきており、これらの検討は、主にオリジナル状態の性状で評価したものである。なお、マスチックは長期間の供用において機能を保持する必要があるため耐久性が求められ、中でも耐候性が重要であり劣化後の性状をも加味して評価する必要がある。

本報告は、オリジナル状態の基礎的な性状に加え、劣化後の性状を考慮したマスチックの最適配合を検討するために実施した促進劣化試験および現地曝露試験（写真－1，2 参照）後の性状について述べるものである。



写真－1 現地曝露試験



写真－2 曝露供試体

2. 試験内容

(1) 劣化試験

アスファルトの劣化要因の主たるものは、紫外線、酸素、水であるが、長期間の供用により、これらがどの程度作用し劣化するのかを推測するのは極めて難しい。このため、表－1 に示す現地曝露試験（短期間）および促進劣化試験である紫外線照射試験を実施した。劣化度評価は、劣化試験後の試料を用いて SHRP バインダー試験（BBR，DSR）で相対比較することとした。なお、現地曝露試験は平成 13 年 7 月から継続実施中であるが、ここでは 1 年経過後で評価した。

(2) 使用材料および配合

試験に用いたマスチックの配合は、表－2 に示すとおりであり、バインダー40%、フィラー58.5%、流動防止として舗装用セルロース繊維の添加量を 1.5%とし、表－3 に示す粘度の異なる 3 種類のアスファルトを使用して比較検討した。なお、改質 A のアスファルトは、プラントミックス工法を想定し、St.As.80/100 をベースに軟化剤および改質剤により針入度を 150 (1/10mm) を目標に調整したもの、また、改質 B はプレミックスタイプの SBS 系の改質アスファルトを用いた。

(3) 試験方法

a. BBR 試験

BBR 試験は、バインダーの低温域（ $-40\sim 25^{\circ}\text{C}$ ）における静的粘弾性を評価する試験であり、スティフネス（以下、S 値という）と S 値の時間あたりの変化率である m 値を求めるものである。一般に BBR 試験は、バインダー単体を対象とした試験であることから、マスチックに直接適用することは材料の変形特性上問題がある。このため、ソフトウェアに改良を加え載荷時間を 4 分から 2 時間に変更することでバインダーに比べて変形係数の大きいマスチックにおいても適用できるように変更した²⁾。なお、試験温度は、既報³⁾にて報告済のアスファルト表面遮水壁の熱伝導解析から求めた表面保護層の設計最低温度 -25°C とした。

表－1 劣化試験

試験名	試験条件
紫外線照射試験	紫外線照射時間：1000 時間
現地曝露試験	曝露日数：1 年

表－2 使用材料および配合

使用材料	配合 (重量:%)
アスファルト+軟化点調整剤 ^{*1} +改質剤 ^{*2}	40.0
フィラー	58.5
舗装用セルロース繊維	1.5

※1 St.As.80/100、改質 A に使用
 ※2 改質 A に使用

表－3 アスファルトの性状

アスファルトの種類	針入度 (1/10mm)	軟化点 ($^{\circ}\text{C}$)
St.As.80/100	91	45.5
改質 A	137	42.0
改質 B	115	89.0

【キーワード】マスチック、劣化度評価、アスファルト表面遮水壁、SHRP バインダー試験、改質アスファルト

【連絡先】〒067-0033 北海道江別市対雁 2-1 北海道電力(株)総合研究所、Tel 011-343-8007、Fax 011-385-7553

b. DSR 試験

DSR 試験は、バインダーの中温域（5～85℃）における動的粘弾性を評価する試験であり、複素弾性率 G^* および位相角 δ を求めるものである。評価は、複素弾性率 G^* および位相角 δ から算出した $G^*/\sin \delta$ とし、評価温度は表面保護層の設計最高温度 60℃とした。なお、DSR 試験は、アスファルト表面遮水壁における流動形態を再現できるものではないため、斜面安定性を直接評価することは困難であるが、マスチックの劣化後の粘性を相対比較するために代用することとした。

3. 試験結果および考察

(1) S 値および m 値

BBR 試験により求めた S 値を図-1に、m 値を図-2に示す。劣化試験後の S 値は、全てオリジナル状態より大きい結果となっており、各マスチックの性状変化が伺える。また、劣化後の S 値の大小関係は、オリジナル状態と同じ傾向を示しており、改質アスファルトを用いたマスチックの S 値は、St.As.80/100 に比べて小さい結果となった。一方、m 値は S 値とは異なり、劣化するとオリジナル状態より小さくなる傾向にあった。

SHRP では一般に、S 値が小さく、m 値が大きなものほど低温ひび割れが発生しづらいとされていることから、改質アスファルトを用いたマスチックは、劣化後においても St.As.80/100 に比べて低温時の変形特性に優れており、ひび割れに対する抵抗性が大きいものと推察される。また、過去の研究成果¹⁾から、S 値と摩耗量には相関が認められ、低温時の変形特性に優れていれば耐摩耗性も向上することから、積雪寒冷地である京極発電所の立地環境下においては、改質アスファルトを用いたマスチックが望ましいと考えられる。

(2) $G^*/\sin \delta$

DSR 試験により求めた $G^*/\sin \delta$ を図-3に示す。

劣化試験後の $G^*/\sin \delta$ は、オリジナルに比べ大きくなる傾向を示した。マスチックには、アスファルト表面遮水壁の変形に対する追従性が要求されることから、斜面においてダレない程度の粘性を持った材料が好ましい。なお、別途、オリジナル状態においてスロープフロー試験を実施し、斜面安定性を満足することを確認しており、劣化試験後の $G^*/\sin \delta$ は、劣化前に比べ大きいことから斜面安定性の観点からは問題ないと考えられる。また、変形追従性（中温域）は、 $G^*/\sin \delta$ が同程度であることから各マスチックでの差はないと推察される。

4. おわりに

表面保護層としてのマスチックは、上部遮水層の劣化防止機能を保持するため、耐久性に優れた材料を選定することが重要となる。このため、京極発電所の上部調整池に用いるマスチックにおいては、BBR 試験から得られた S 値から判断すると低温時の変形特性に優れた改質アスファルトの使用が望ましいと判断されるが、現場吹付け試験における施工性、耐久性に関わる水浸安定性さらには経済性などを勘案し総合的な観点から評価する必要がある。

最後に本研究を実施するにあたり、ご指導、ご協力を頂いた北海道大学菅原照雄名誉教授をはじめ、アスファルト試験に携わっている関係者に感謝の意を表します。

【参考文献】

- 1) 中井 雅司, 飯塚 一人, 村田 浩一, 若本 貴宏: 保護層マスチック材の低温特性に関する一考察, 第57回年次学術講演会概要集, V-039, 2002年9月
- 2) 浅沼 芳雄, 中井 雅司, 若本 貴宏: アスファルトマスチックの力学性状—SHRP バインダー試験法の適用—, 土木学会北海道支部論文報告集, 第56号, 1999年2月
- 3) 神藤 謙一, 中井 雅司, 西内 達雄: 寒冷地における多層構造アスファルト混合物の設計温度の設定, 第55回年次学術講演会概要集, V-080, 2000年9月

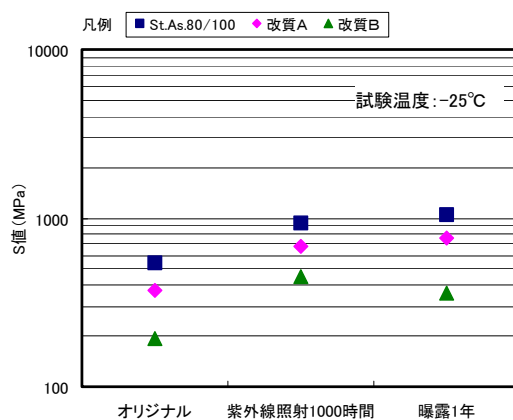


図-1 S 値 (BBR 試験)

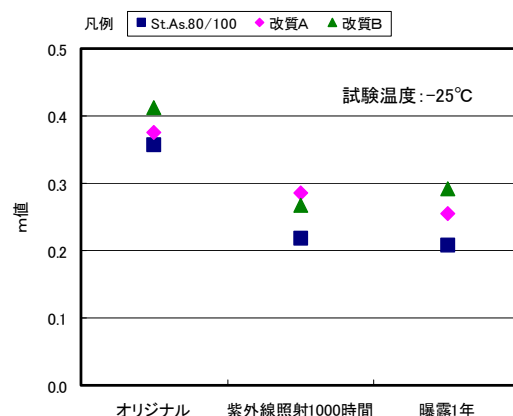
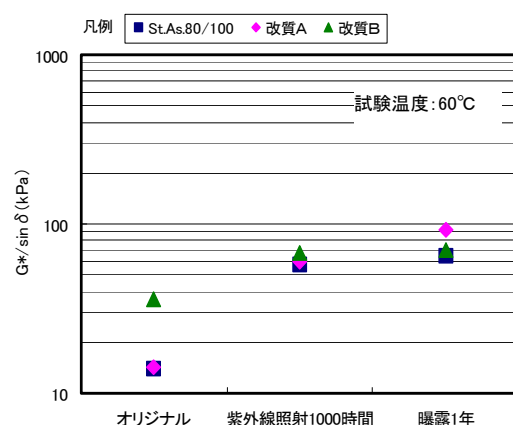


図-2 m 値 (BBR 試験)

図-3 $G^*/\sin \delta$ (DSR 試験)