

発電用水路におけるアスファルト混合物の舗設

Construction of Pavement in the Waterway of Power Plant

北海道電力(株) 正員 村田 浩一 (Koichi Murata)
 北海道電力(株) 鹿山 幸人 (Yukihito Kayama)
 北電総合設計(株) 正員 岡島 尚司 (Naoji Okajima)
 道路工業(株) ○正員 山本 健一 (Kenichi Yamamoto)

1. はじめに

土砂混入量の多い水路では、主に敷部に洗掘摩耗を受け、その程度が拡大すると構造物自体の機能性および安全性が損なわれるため補修が必要となる。損傷箇所の補修材料としては、一般的にコンクリートが使用されているが、はつり作業や養生のために停電期間が長期化する場合が多く、近年セメント系、ポリマー系、樹脂系などの新材料による補修実績が増えている。しかしながら、これらの新材料は高強度なものが多く、既設コンクリートとの剛性の差に起因すると考えられる剥離事例が報告されていることから、信頼性・経済性に優れた新しい補修材料の開発が期待されている。

このような背景から、著者らは①コンクリートに比べ薄層での施工に適しており、はつり作業の省力化が可能、②養生を必要としない、③変形追従性に優れるといった特徴を有するアスファルト混合物に着目し、水路補修材への適用性について種々の研究^{1),2)}を実施しており、アスファルト混合物が水路敷部における洗掘摩耗の原因である掃流作用に対して優れた抵抗性を有していることなどを明らかにしている。本報は、実水路における摩耗抵抗性の確認、施工効率の検証、施工における課題の抽出などを目的として、北海道電力(株)真敷別発電所導水路内において平成15年10月に実施した試験施工の結果についてまとめたものである。

2. 試験施工の概要

試験施工は、上川郡上川町字層雲峡国有林内にある真敷別取水堰と上川郡上川町字白川にある真敷別発電所を結ぶ導水路内において実施した(図-1参照)。真敷別発電所導水路は延長約7.8km、勾配およそ1/1,000の2R馬蹄形断面(図-2参照)を有する無圧トンネル(一部、蓋渠および開渠)であり、最大取水時には発電用水が流速2.7m/sec程度で流れる。

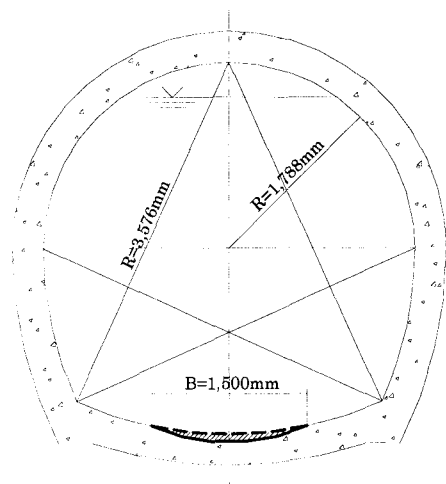


図-2 真敷別発電所導水路標準断面

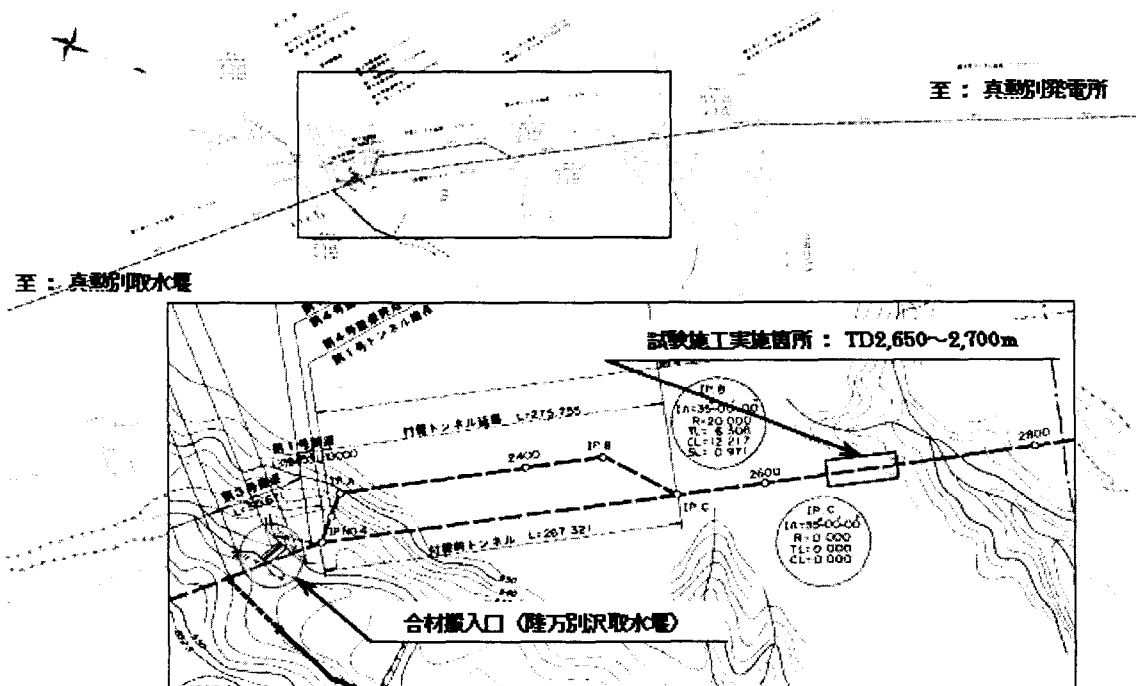


図-1 試験施工箇所位置図

真敷別発電所導水路においては、特に敷部中央 1.5m が摩耗洗掘されており、摩耗量は最大で 30mm 程度となっている。本試験施工では、アスファルト混合物を用いて TD2,650~2,700m 区間の補修を行った。なお、試験施工区間直下流では同時期に高炉スラグ系特殊モルタル（以下、特殊モルタルという）による補修を実施しており、実水路における摩耗抵抗性について比較検討が容易な環境となっている。

アスファルト混合物の舗設方法は、図-3 に示すとおりである。最初に補修範囲の端部に 3cm カッターを入れたのち、端部から中央に向かって 30cm 程度面削りを行い摩耗面と擦り付ける。その後、コンクリート屑の処理、高圧水による洗浄を行い、表面を乾燥させたのちアスファルトを舗設する。

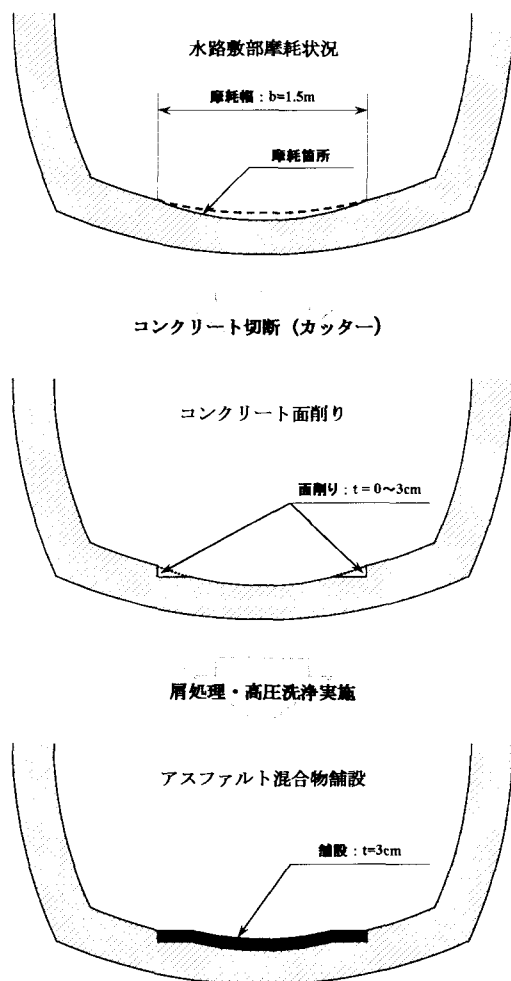


図-3 施工概略図

(1) 使用材料

本試験舗設に使用した材料を表-1 に示す。

アスファルトの選定にあたっては、著者らの既往の研究¹⁾により、ストレートアスファルトを使用したアスファルト混合物よりも、改質アスファルトを使用したものの方が掃流作用に対する摩耗抵抗性が大きくなることが明らかとなっているため、本試験施工では北海道において使用実績の多い改質アスファルトである SBS 系改質アスファルト (II 型適合) を使用することとした。

骨材およびフィラーに関しては、真敷別発電所付近で一般的に使用されているものを選定した。

表-1 使用材料一覧

種別	材料名	備考
バインダー	改質アスファルト	SBS 系, II 型適合
骨材	6号砕石	上川郡和寒町産
	7号砕石	上川郡当麻町産
	粗目砂	上川郡愛別町産
	細目砂	厚田郡厚田村産
フィラー	石粉	様似郡様似町産

(2) アスファルト混合物の配合

著者らの既往の研究¹⁾により、アスファルト量が多いほど掃流作用に対する摩耗抵抗性が大きくなることが明らかとなっている。しかしながら、過度にアスファルト量が多くなると施工性が悪くなるほか、運搬時の振動により骨材が沈み材料分離を起こすため、アスファルト量の設定に際しては実際に合材を積んだ車両を 1 時間程度走行させて、材料分離の有無を確認し 9% とした。

骨材粒度は、北海道において表層用混合物として使用実績の多い密粒度アスファルト混合物 13F の骨材粒度を参考に設定した。骨材粒度を図-4 に示す。

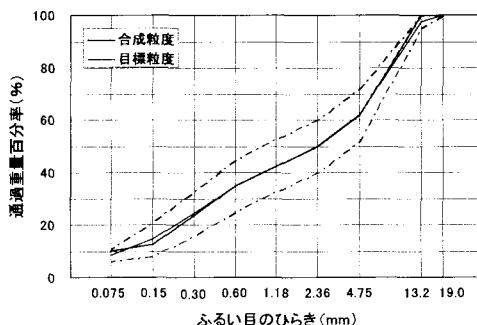


図-4 骨材粒度分布

(3) 摩耗抵抗性の確認

本試験施工で舗設するアスファルト混合物の摩耗抵抗性について評価を行った。評価は砂礫や流水による摩耗作用を再現可能な掃流式摩耗試験により行うこととし、アスファルト混合物のほか、最も一般的な補修材料であるコンクリート ($\sigma_{28}=27.6\text{N/mm}^2$) および隣接区間において補修材として使用される特殊モルタルについても試験を実施し比較検討を行った。ただし、特殊モルタルについては補修では普通型を使用するのに対し、速硬型を用いて材齢 14 日で試験を実施した (図-5 参照)。

掃流式摩耗試験は、半円環状の供試体 (内径: 130mm,

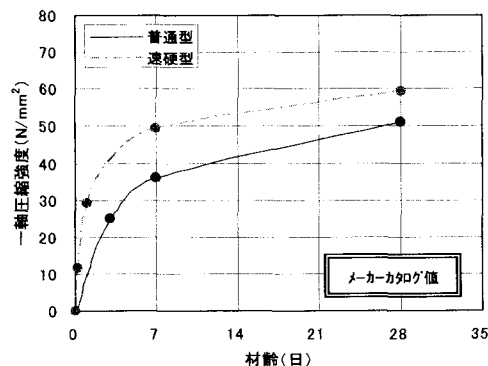


図-5 特殊モルタルの圧縮強度

外径：250mm，幅：100mm，摩耗面面積：204.2cm²)を用いて，供試体の内側に2号硅砂 2kg および水を満たし，供試体中心軸と回転軸を同一にするスクリューで攪拌回転（回転数：1,440rpm）させることにより，流速約9m/secの掃流作用を与え，単位摩耗量（単位面積あたりの摩耗容積）を求めるものである。なお，試験時間は6時間とし，試験温度は水路内の平均的な温度と考えられる15℃とした。

図-6に掃流式摩耗試験の結果を示す。アスファルト混合物の単位摩耗量は特殊モルタルと同程度であり，コンクリートと比較すると58%程度しか摩耗していない。このことから，アスファルト混合物の舗設により補修サイクルの1.7倍程度の延伸が期待される。

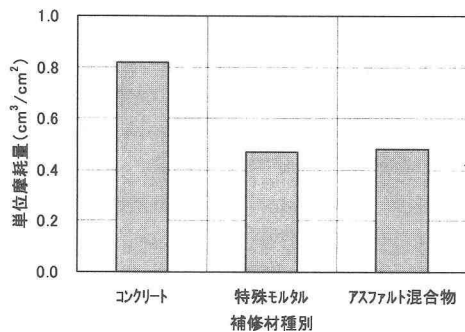


図-6 掃流式摩耗試験の結果

3. 舗設試験

真敷別発電所導水路における試験施工に先立ち，北海道電力(株)総合研究所構内（以下，総合研究所という）において，水路敷部を模擬した模型（R=3m，写真-1参照）により，舗設方法の確認や既設コンクリートとの付着性評価などを目的とした舗設試験（実施時期：10月上旬，外気温：15℃）を実施した。

(1) 合材温度低下速度の確認

試験施工実施にあたっては，水路内温度が15℃程度と低く施工中の合材温度低下が懸念されたほか，施工時期が10月下旬であるためプラントから導水路までのおよそ1時間の運搬過程においても合材の温度低下が懸念された。このため合材の温度低下を防ぐため，保温箱（写真-2参照）を用意し，総合研究所からおよそ1時間の距離に位置するプラントから合材を運び舗設試験を実施した。温度計測の結果，プラント出荷時の合材温度185℃は，総合研究所到着時で180℃，およそ2時間の舗設試験終了後でも170℃あったことから，保温箱の使用により適性な施工温度を維持できることが確認できた。

(2) 敷き均し方法の確認

真敷別発電所導水路は，通常のアスファルトフィニッシャーで敷き均しを行うには狭隘な断面形状であるため，本試験施工においては，人力で敷き均しを行うこととした。シミュレーションの結果，導水路敷部の曲面に沿って敷き均しを行うためには，通常のレーキでは横から敷き均す必要があり，導水路内では困難が予測されたため，曲面を有するレーキを作製することとした。

(3) 締め固め方法の確認

締め固めにあたっては，敷き均しと同様に通常のローラーによる転圧は困難であると考え，小型振動コンパク



写真-1 水路敷部模擬模型



写真-2 保温箱外観

タにより締め固めることとした。その結果，敷部が曲面であることから締め固め方向が横断方向に限られ，端部から中央部に向かって締め固める際に，合材の流動が起これることが明らかとなった。このためコンクリート切断面とアスファルト混合物の界面が将来的に弱点になると予測されたことから，アスファルトにゴム，高分子エストラマーおよび粘着剤を加えた常温で自己粘着性を有するテープ状成型目地材（幅：30mm，厚さ：5mm）を用いて止水対策を施すこととした。

(4) 付着性に関する検討

別報にて詳細を報告するが，舗設試験実施後，コア採取した供試体を用いて直接引張試験を実施し，コンクリートとの付着性について検討した。その結果，適切な表面状態で舗設を実施することで，コンクリート同士と同等以上の付着強度が得られることが明らかとなった。

4. 試験施工

試験施工の概要を表-2に示す。

表-2 試験施工概要

工種	仕様	単位	数量	備考
コンクリート切断	t=3cm	m	103	
コンクリート面削り	t=0~3cm	m ²	31	W=30cm
コンクリート面清掃		m ²	75	
アスファルト舗設	t=3cm	m ²	75	

(1) 舗設の概要

舗設の施工サイクルを図-7に示す。合材は，プラントにて保温箱に直接積み込まれた後，導水路への搬入口である陸万別沢取水堰まで40km程度運搬され，クレーンにて水路内で待機しているトラックに積み替えられた

所要時間(min)	60	120	180
合材運搬 (1名)	運搬運搬(1名)	合材供給(1名)	合材供給(1名)
敷き均し (8名)	バーナー	手置加熱(4名)	表面仕上げ付(6名) 成型目地(2名)
	スコップ	敷設(4名)	
	レーキ	敷設(4名)	
	コテ	敷設(4名)	表面仕上げ付(6名) 成型目地(2名)
目地材 設置		成型目地(2名)	
締め締め (2名)		敷設(2名)	

図-7 施工サイクル

後、坑内運搬 400m を経て舗設に使用された。水路内では合材の取水設備への到着を機に、舗設範囲内をバーナーで予備加熱し付着面を乾燥させた。合材到着後は、保温箱から舗設箇所までのスコップ運搬に3名、レーキによる敷き均しに1名、コテによる表面均しに2名、付着面の加熱および表面均し補助のためのバーナーに2名、締め固めに2名の人員配置を基本に舗設を行った。敷き均し終了後は、敷き均し要員が表面仕上げや成型目地を行い、舗設を完了した。

舗設に際しては当初懸念されていた付着面の水分状態も容易に乾燥状態にすることができ、表面性状についても良好であったことから、アスファルト混合物の水路補修材への適用は十分可能であると考えられる。

なお、本試験施工においては、1サイクル分 2t の合材を用いて、およそ1時間で 20m² 舗設したが、保温箱を1台しか用意しなかったため、1日2サイクルしか舗設出来なかった。電力の安定供給・環境保全の観点から工事期間の短縮が望まれているため、保温箱を複数台用意するなどの対策を講じ、施工効率の向上を図ることが必要と考えられる。

(2) 水路内における舗設の課題

水路内におけるアスファルト混合物舗設にあたって、本試験施工により明らかとなった課題を以下に列挙する。

- ・アスファルト量の設定に際して、より簡易な手法の開発が必要である。

- ・合材の供給量が少ないことから、プレミックスタイプのアスファルトを使用するとコスト面で不利になるため、プラントミックスタイプアスファルトの適用を検討する必要がある。
- ・人力による敷き均しだったうえに、既設コンクリート面が平坦ではなかったことから、舗設厚さの管理が困難であり、本試験施工においては 30mm の設計に対し平均 43mm 舗設されていた。
- ・狭隘箇所での舗設だったことから、ガソリンエンジン（小型振動コンパクタ）の使用により一酸化炭素濃度の上昇が確認されたため、動力の変更・換気設備の充実などの対策が求められる。
- ・表面仕上げ時のバーナーによる再加熱により、アスファルト分の燃焼が認められたため、再加熱方法の変更、表面仕上げ時期の変更などの対策が必要である。

5. おわりに

本報告においては、アスファルト混合物の水路補修材への適用性評価を目的として、実水路における試験施工を実施した。アスファルト混合物の舗設にあたっては、付着面を容易に乾燥状態にでき、表面性状も良好だった。施工速度に関しても 80m²/日 (20m²/回×4回) 程度が期待できることから、アスファルト混合物の水路補修材への適用は十分可能であると考えられる。

今後は、試験施工により明らかになった課題の解決、追跡調査による摩耗抵抗性の検証など実用化に取り組む予定である。

【参考文献】

- 1) 横辻 宰, 村田 浩一, 岡島 尚司: アスファルト混合物の水路補修材への適用性 - 耐摩耗性に関する検討 -, 土木学会北海道支部論文報告集, 第 59 号, V-4, pp712-715, 2003.2.
- 2) 中井 雅司, 村田 浩一, 岡島 尚司, 若本 貴宏: 無転圧アスファルト混合物の水路補修材への適用 - 流動性評価試験による配合の検討 -, 土木学会第 57 回年次学術講演会 V-38, 2002.9.

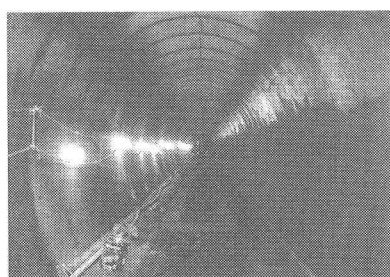


写真-3 水路内状況（舗設前）

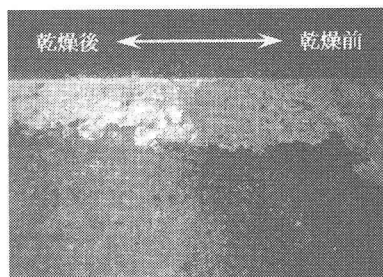


写真-4 付着面状況

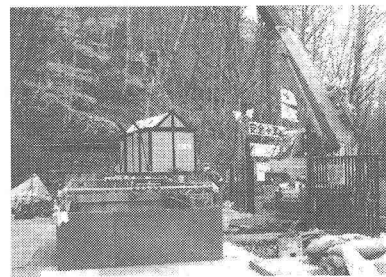


写真-5 合材搬入状況

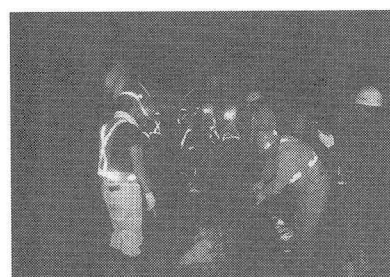


写真-6 舗設状況

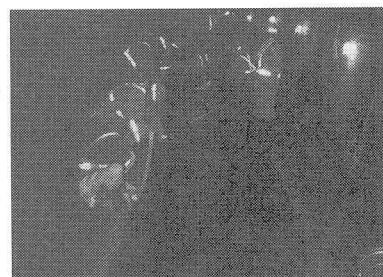


写真-7 成型目地状況



写真-8 水路内状況（舗設後）