

寒冷地で適応できる摩耗抵抗性に優れた段差修正材の開発

ニチレキ株式会社 技術研究所

○福澤 勇輝

王 斌輝

1. はじめに

段差修正材は、**写真-1**に示す橋梁の伸縮装置や施工ジョイント、マンホール周り等の段差に、スラリー状の混合物をコテによりゼロすりつけて施工する材料である。日本では、快適な車両の走行性を提供するために広く普及している。

ただし、現在良く使用されているセメント系やアスファルト乳剤系の段差修正材は、低温期の硬化が遅く、交通開放後、早期に摩耗等の損傷が生じることが課題であった。そこで、特殊改質アスファルト乳剤を用いることで、従来品より低温硬化性に優れ、高い摩耗抵抗性を発揮する常温硬化型段差修正材を開発した。

本論文では、開発した段差修正材（以下、開発品）の施工方法、性状および現場での施工事例について報告する。



写真-1 橋梁伸縮装置前後の段差

2. 開発品の施工方法

開発品の荷姿を**写真-2**に、施工状況を**写真-3**に示す。開発品は、乳剤と骨材の2材料からなる。骨材の入った袋の中に乳剤を投入後、10秒程度混合し、それを施工面に流し込み、速やかにコテで敷きならして仕上げる。計量手間がなく、施工機械を必要としないため、容易に施工できる材料である。



写真-2 開発品の荷姿



写真-3 開発品によるマンホール段差補修

3. 開発品の性状

3.1 乳剤性状

開発品の乳剤性状を**表-1**に示す。開発品の乳剤は、混合物の摩耗抵抗性を高めるため、バインダに凝集力の高い特殊改質アスファルトを使用している。このバインダは、軟化点が87℃と従来品よりも40℃も高く、タフネス・テナシティともに15 N・m以上と高いことが特徴である。

表-1 開発品の乳剤性状

項目		開発品	従来品 (参考)
乳剤性状	20℃粘度 (mPa・s)	75	400
	針入度 (1/10 mm)	71	132
蒸発 残留分	軟化点 (°C)	87	48
	タフネス(25℃) (N・m)	23.6	5.4
	テナシティ(25℃) (N・m)	15.1	0.9

3.2 混合物性状

3.2.1 低温硬化性

アスファルト乳剤系の常温混合物は、一般的に冬期の低温環境下ではアスファルト乳剤の分解反応が遅く、硬化時間が長い。そのため、混合物の供用初期の摩耗抵抗性は低くなる。

そこで、写真-4 に示す ASTM D3910 記載のウェットトラック摩耗試験を参考に、混合物の低温条件下における硬化性を修正ウェットトラック摩耗試験で検証した。

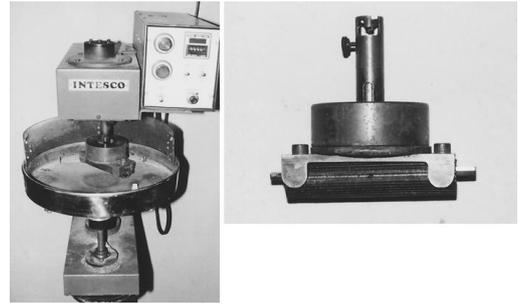


写真-4 ウェットトラック摩耗試験機

(1) 評価方法

供試体の作製条件と試験条件を表-2 に示す。供試体を低温環境下で作製し、1時間養生した後に試験を行った。摩耗量は図-1 に示すとおり、試験によって摩耗した箇所に、かさ密度が既知である砂を充填して求めた混合物の摩耗体積により評価した。

表-2 修正ウェットトラック摩耗試験条件

項目	条件
供試体作製温度	0, 5℃
供試体養生時間	1時間
試験温度	0, 5℃
載荷荷重	2.3 kg
試験時間	3分
充填用の砂のかさ密度	1.53 g/cm ³

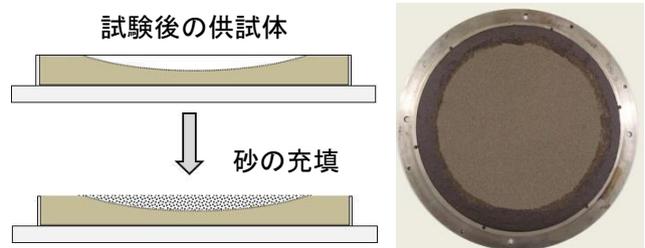


図-1 砂の充填による摩耗体積の測定

(2) 評価結果

開発品と従来品の修正ウェットトラック摩耗試験結果を図-2 に、試験後の供試体を写真-4 に示す。

- ・従来品の 5℃条件時の摩耗体積は 89 cm³、0℃条件時は 144 cm³ で混合物は全て摩耗した。
- ・開発品の摩耗体積は、0℃条件時においても 14 cm³ と少なかった。

したがって、開発品は 0℃という低温環境下でも早期に耐久性を発現する低温硬化性に優れた材料であるといえる。

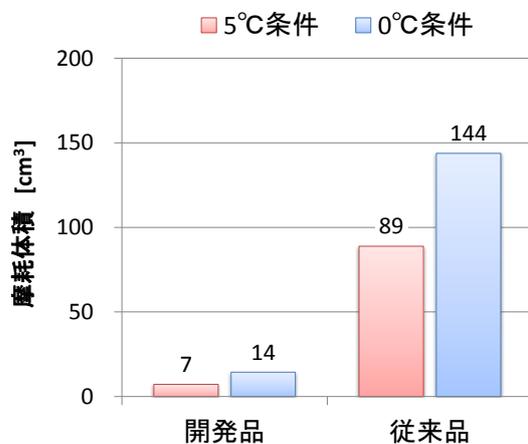


図-2 修正ウェットトラック摩耗試験結果

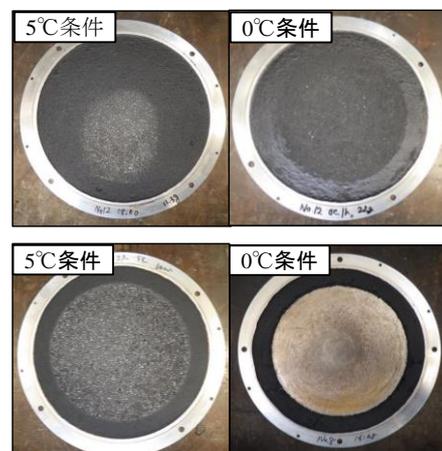


写真-4 試験後の供試体
(上：開発品、下：従来品)

3.2.2 摩耗抵抗性

段差修正材の摩耗形態は以下のように大別できる。

- ① 長期にわたる車両の繰り返し走行による摩耗
- ② 冬期におけるタイヤチェーンの打撃による摩耗
- ③ 出入り口や交差点等で生じるねじりによる摩耗

そこで、各摩耗形態を再現する試験を実施し、開発品の摩耗抵抗性を検証した。

(1) 評価方法

上記の各摩耗形態において、それぞれ表-3~5に示す条件で試験を行い、混合物の摩耗抵抗性を従来品と比較して評価した。

表-3 テーバー摩耗試験条件

項目	条件
対象となる摩耗形態	繰り返し走行による摩耗
供試体作製温度	20℃
供試体養生時間	1日
試験温度	20℃
摩耗輪種類	H-22
載荷荷重	1.0 kgf(片輪)
試験状況	

表-4 チェーンラベリング試験条件

項目	条件
対象となる摩耗形態	タイヤチェーンの打撃による摩耗
供試体作製温度	20℃
供試体養生時間	1日
試験温度	-10℃
チェーン種類	サイドチェーン
試験状況	

表-5 実車据え切り試験条件

項目	条件
対象となる摩耗形態	タイヤのねじりによる摩耗
供試体作製温度	20℃
供試体養生時間	1日
試験温度	20℃
載荷荷重	500 kgf
据え切り条件	左右45°回転
試験状況	

(2) 評価結果

摩耗抵抗性試験結果を図-3、4、5に示す。

- ・テーバー摩耗試験において、混合物が1mm摩耗するまでの摩耗輪回転数は、開発品は3000回と従来品の550回の約5.5倍であった。
- ・チェーンラベリング試験において、試験90分後における混合物のすり減り量は、開発品は0.6 cm²と従来品の7.7 cm²の約1/12であった。
- ・実車据え切り試験において、混合物が10mm摩耗するまでの据え切り回数は、開発品は210回と従来品の80回の約3倍であった。

したがって、開発品は従来品と比較し、いずれの摩耗形態でも高い摩耗抵抗性を発揮するといえる。

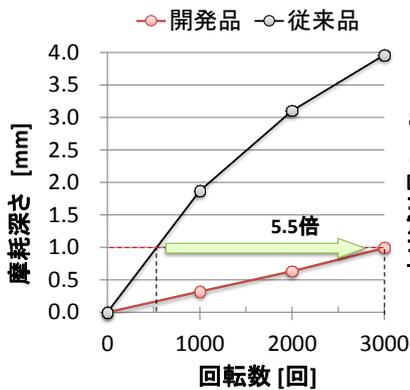


図-3 テーバー摩耗試験結果

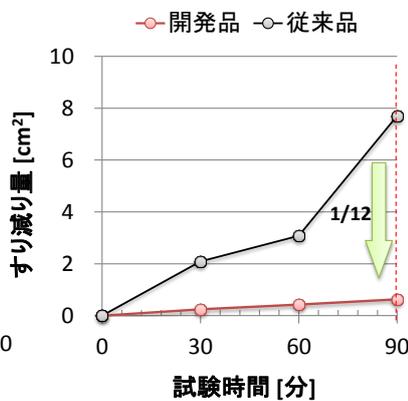


図-4 チェーンラベリング試験結果

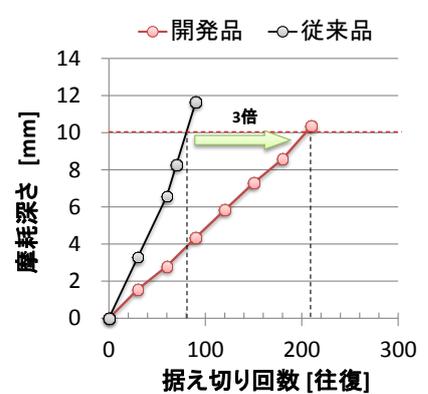


図-5 実車据え切り試験結果

4. 現場施工

複数の現道で試験施工を実施し、開発品の施工性と供用性を検証した。試験施工の概要を表-6に示す。開発品は、平成28年の冬期において、マンホール周りやポットホールといった段差のある箇所へ適用した。

表-6 開発品の試験施工の概要

項目	工区1	工区2	工区3
施工日	平成28年1月	平成28年3月	平成28年2月
施工時気温	2℃	1℃	0℃
施工箇所	青森県	岡山県	長野県
	マンホール周りの段差	マンホール周りの段差	コンクリート舗装のポットホール
			
交通区分	N4	N6	N7

4.1 施工性

いずれの工区においても、施工時の気温は0℃程度と低温条件下であったにもかかわらず、施工性は良好であり、30分程度で交通開放を行うことができた。

4.2 供用性

開発品の供用状況を表-7に示す。当該箇所は、除雪車の走行路線や重交通路線という過酷な供用条件であったが、開発品は供用2年が経過した後も、摩耗等の損傷は確認されず、良好な供用性を維持している。

表-7 開発品の供用状況

項目	工区1	工区2	工区3
供用状況			
	供用2年1ヶ月	供用1年2ヶ月	供用1年4ヶ月

5. おわりに

開発品は、室内検討および現道施工において、低温硬化性に優れ、高い摩耗抵抗性を発揮することが検証された。開発品は寒冷地においても、段差修正材として十分な効果を発揮すると考えられる。今後もこの特性を活かし、様々な箇所で適用していきたい。