

低温性能を改善した樹脂系補修材の開発

(株)NIPPON 総合技術部 技術研究所 ○ 吉田 雅義
 ショーボンド建設(株) 補修工学研究所 瘡師 英利
 (株)NIPPON 技術企画室 技術管理グループ 大西 啓之

1. はじめに

舗装の維持修繕ストックの増大に伴い、効率的で費用対効果の高い補修工法が望まれる中で、特に路面のひび割れ補修は、舗装下部層の損傷を抑制する延命策として有効な補修工法である。一般的な補修材としては加熱アスファルト系シール材(以下、加熱As系シール材)があるが、浸透不足に伴うひび割れの再発が課題となっている。そのため、浸透性に優れた樹脂系の補修材も商品化されているが、低温時における硬化時間が長いことや低温脆化に伴うひび割れの再発が課題となっている。本検討は、樹脂系補修材に関しての低温時における硬化速度と伸縮性について改良を行ったものであり、その性状と使いやすさを改善するために工夫したパッケージについても報告するものである。

さらに、同一の樹脂を使用して、樹脂系モルタル補修材についても検討を行い、低温特性に優れた角欠け・段差補修材を開発したため、併せて報告する。

2. ひび割れ補修材について

表-1 ひび割れ補修材の課題と検討方針

項目	課題		検討方針
	加熱As系シール材	樹脂系従来品	
①交通開放(硬化)時間が長い	-	○(特に冬季)	硬化時間の短縮
②早期にひび割れが再発する	○	○	伸縮性の向上
③浸透深さが浅い	○	-	粘性の確保
④補修箇所が汚い	○	△	滲みの防止
⑤準備に手間と時間を要す	○	○	施工の簡便化

※該当するものに○

2-1. 課題と検討方針

一般的に使用されているひび割れ補修材の課題は表-1に示すとおりであり、これらの課題について改良検討を行った。

2-2. 開発品の概要

(1) 低温時における硬化時間

樹脂系補修材の低温時における硬化時間の短縮には、低温でも硬化が速いメタクリル系の樹脂を選定することで改善した。補修材の温度と硬化時間の関係は、図-1に示すとおりであり、いずれの温度域においても従来品と比較すると硬化時間が大幅に短縮され、5℃においても60分以内で硬化する。これにより、速やかな交通開放が可能となった。

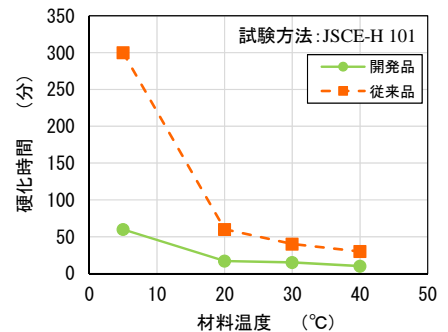


図-1 温度と硬化時間の関係

(2) 硬化促進剤の添加による硬化時間の更なる短縮

開発品の硬化時間は大幅に短縮したが、実際の補修現場においては氷点下の施工も考えられる。このため、低温域においてさらに硬化を促進できる添加剤を検討した。検討方針は寒冷期限定の対策のため、開発品に追加添加できる方法とした。硬化促進剤を使用した際の硬化時間は図-2に示すとおりであり、主剤に対して1.0%を添加することで、5℃の硬化時間は開発品の半分となり、-5℃でも硬化することが確認された。

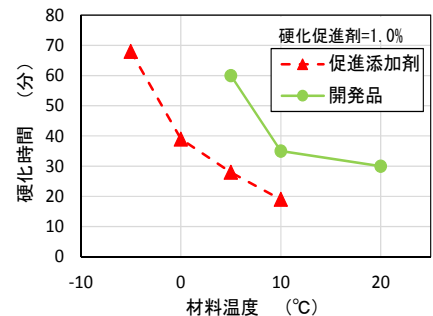


図-2 硬化促進剤使用による硬化時間

(3) 低温時における伸縮性

樹脂系補修材の低温時における伸縮性の低下には、メタクリル樹脂の中でも伸縮性の高い樹脂を選定することで改善した。引張試験による伸び率の結果は、**図-3** および**写真-1** に示すとおりであり、5℃の伸縮性が大幅に改良された。

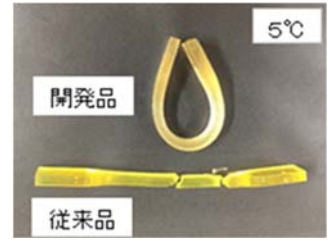
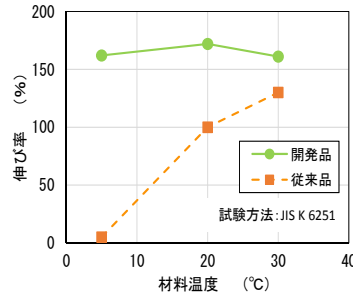


写真-1 伸縮状況

図-3 温度と伸び率の関係

(4) 浸透深さと補修箇所が目立ちにくさ

5℃における各補修材のひび割れ浸透深さをひび割れ幅毎に比較すると**図-4** に示すとおりであり、加熱 As 系シーラ材と比較すると低温時においても、樹脂系は大幅に浸透しやすいことが判る。目立ちにくくすることに関しては、透明性の高い樹脂を選定することで改善した。また、選定した樹脂はチクソ性が高いため、浸透深さを確保しつつにじみも抑制し、補修跡をさらに目立ちにくくした。樹脂注入部のにじみ状況は**写真-2** に示すとおりである。

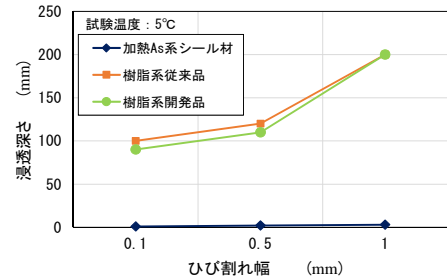


図-4 ひび割れ補修材の浸透深さ

(5) 既設面との接着性

ひび割れ再発の要因として、既設路面との接着性が悪く、補修材が剥がれるために再発することがある。また、ひび割れ内部は湿潤状態の場合が多いため、湿潤面での引張接着強度を改良した。その結果は、**図-5** に示すとおりであり、アクリル成分の配合調整により従来品の1.3倍の接着性を確保している。

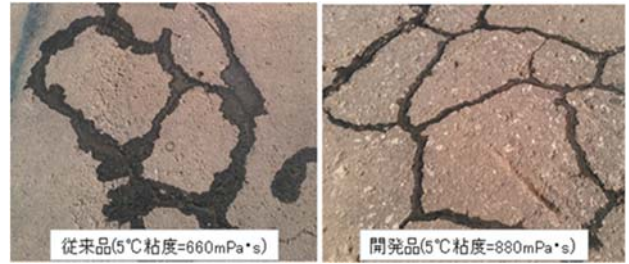


写真-2 樹脂の粘性と注入部のにじみ

(6) 施工の簡便化

樹脂系補修材を選定することで材料を熔融する手間と時間を削減したが、更なる簡便化を図るため、**写真-3** に示すとおり、予め計量済みの混合容器(300cc/本)を用い、そのまま注入できるように先端にノズルを付けた。使用方法は**図-6** に示すとおり、主剤と硬化剤を現地で混合し、注入するだけである。容器内にビー玉を入れることで硬化剤の適正な混合を1分間でできるようにした。

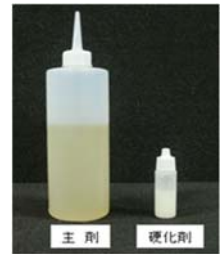
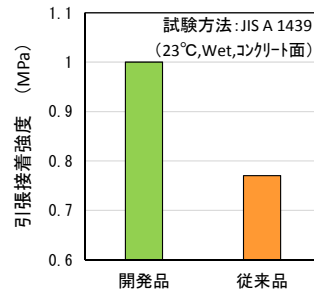


写真-3 開発品の容器

図-5 引張接着強度の比較



図-6 開発品の使用方法

2-3. ひび割れ補修材の施工事例

ひび割れ補修材の施工事例は**図-7** に示すとおりであり、玉砂利などの景観舗装でも、補修箇所が目立ちにくいことがわかる。



図-7 ひび割れ補修材の施工事例

3. 角欠け・段差補修材について

3-1. 課題と検討方針

近年、道路舗装に伴う騒音や振動の苦情が多くなる中で、段差や角欠けなどを補修する材料が製品化されているものの、施工厚さが薄いことによる破損が多い。樹脂系補修は比較的耐久性があるものの、前項と同様に低温時の硬化速度、既設路面との接着性や追従性などに課題があるものが多い。このため、前項で開発した樹脂を使用し、樹脂モルタル補修材を検討した。開発品の要求性能は、アスファルト舗装の段差すり付けやコンクリート構造物の角欠け補修に適用することを目的に表-2 に示す性能を目標とした。

3-2. 開発品の概要

3-2-1. 硬化時間の短縮

硬化時間は、図-8 に示すとおりであり、材料温度に応じて硬化剤の量を変えることで調整可能とした。そのため、冬季を想定した5℃の環境下においても、50分程度での早期交通開放が可能である。

3-2-2. 硬化物の性状

開発品の硬化物の物性は表-3 に示すとおりである。

(1) 強度

圧縮・曲げ強度は、圧縮強度 36.8MPa、曲げ強度 18.9MPa であり、一般的なコンクリートの圧縮強度以上で、曲げ強度は3倍以上である。

(2) 接着性

接着強度は、コンクリート舗装面では 2.33MPa、アスファルト舗装面では 1.31MPa であり、タックコートの約2倍である。また、床版上面増圧工法の規格である 1.0MPa 以上を満足している。

(3) たわみ性および変形追従性

樹脂モルタル補修材単体のたわみ性は、曲げ破断ひずみが 9.8×10^{-3} であり、グースアスファルト混合物以上のたわみ性を有する。また、変形追従性は、図-9 に示すとおりであり、幅 5cm、厚さ 5mm の供試体を作製し、ホイールトラッキング試験機を用いて評価した。その結果、開発品は写真-4 に示すとおり、舗装面の 5mm の変形に追従し、ひび割れることなく良好な状態であることが確認された。このことから、開発品は、補修部の損傷を抑制し、補修効果を長時間持続することができると思われる。

(4) 安全性と意匠性

すべり抵抗値(BPN)は、すべり止め骨材を散布することで 85 となり、車道の規格値 60 以上を満足している。色合いは、顔料を添加しグレーとブラックの2色とした。このため、コンクリート舗装や構造物、アスファルト舗装でも適用することができる。また、必要に応じて顔料を変更することで他種カラー化も可能である。

表-2 開発品の要求性能および目標値

要求性能	目標項目	開発目標値
強度	コンクリートの圧縮強度以上	20MPa以上
接着性	床版上面増厚工法の基準以上	1.0MPa以上
たわみ性	グースAs混合物の曲げ破断ひずみ	8×10^{-3} 以上
変形追従性	薄層でAs混合物と同様の変形	WT試験でひび割れないこと
安全性	すべり抵抗値	BPN60以上
交通開放時間の短縮	硬化時間	5℃で60分以内
簡便性	混合機材なしで製造可能	袋内混合、計量手間なし
意匠性	Con面、As面に使用して目立ちにくい	グレーとブラック色

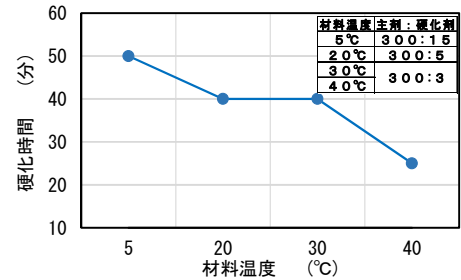


図-8 温度と硬化時間の関係

表-3 硬化物の物性

試験項目	測定値	試験方法
圧縮強度 (MPa)	36.8	JIS R 5201
曲げ強度 (MPa)	18.9	
接着強度 (MPa)	Con面 2.33	建研式引張接着試験
	As面 1.31	
曲げ破断ひずみ ($\times 10^{-3}$)	9.8	舗装調査試験法便覧B005 (-10℃)
すべり抵抗 (WET)	(BPN) 85	舗装調査試験法便覧S 021-2

開発品(幅5cm、厚さ5mm)



図-9 開発品供試体(断面)



写真-4 変形追従状況

3-2-3. 簡便性の向上

荷姿は、写真-5 に示すとおりであり、簡便性向上のため計量済みパッケージとした。硬化時間を調整するための硬化剤以外の計量手間はなく、樹脂液と骨材を手揉み混合するだけで作製可能であり、特別な混合機材を準備する必要がない。このため、事務所や維持修繕作業車等に常備しておくことで、補修箇所を発見した時点で速やかな補修作業の実施も可能である。



写真-5 開発品の荷姿

3-2-4. 施工手順

施工手順は、写真-6 に示すとおりである。補修箇所の破損部分や埃などを除去し、次に、樹脂モルタルを作製する(①~④参照)。補修箇所に開発品を投入し、金ゴテで整形する(⑤参照)。必要に応じて、すべり止め用骨材散布を行う(⑥参照)。所定の硬化時間経過後に交通開放する。施工時における特長は、付着強度が確保できるようなインダマー量を調整しているため、施工面へのプライマー塗布が必要ない点と、インダマーの粘性を調整しているため、投入や敷均し・仕上げが容易に行える点である。



写真-6 開発品の施工手順

3-3. 角欠け・段差補修材の施工事例

角欠け・段差補修材の施工事例は図-10 に示すとおりであり、角欠け補修、段差補修ともに仕上がり面が良好であることがわかる。

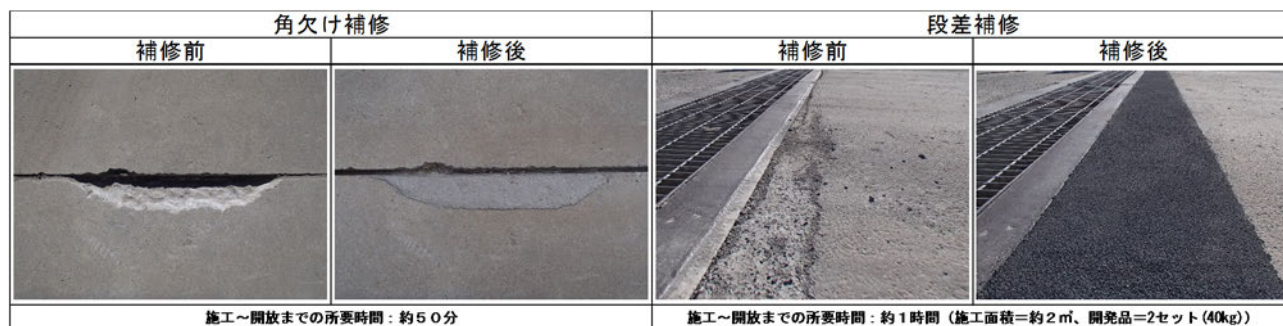


図-10 角欠け・段差補修材の施工事例

4. おわりに

開発した補修材はメタクリル系樹脂を活用することで、低温時の硬化時間を大幅に短縮することができ、低温での伸縮性も優れていることから耐久性においても改良することができた。さらに、硬化促進剤を添加することで、氷点下でもおよそ1時間で硬化するため、速やかに交通開放することが可能となった。

本補修材料は実路への適用開始から2年が経過しており、従来の樹脂系補修材と比較して、高い耐久性が確認されている。しかし、商品化され使用者の用途が広がると、多様な要望もあるため、今後は更なる改良改善に取り組んでいくことで、舗装の長寿命化対策の一翼を担う商品となることを期待する。