

高耐久性を目指したトンネル内コンクリート舗装補修材の適用例

建設省福島工事事務所 正会員 ○ 鈴木 久
後藤 信一

1. 栗子峠（道路）の路面の特異性

一般国道13号栗子峠は、東北地方の峠道路としては、最も交通量の多い主要幹線道路であり、大型車混入率も卓越している（9,795台/日（H6）、燃費51%）。さらに冬期の気象条件も厳しく、通行車輛のチェーン装着期間も約5ヶ月間に及ぶ。本峠区間の路面の摩耗量は、他の峠道路と比べ大きく、特にトンネル内（N=6、ΣL=7、269m）では、チェーン装着した大型車が同一軌跡上を走行することから、摩耗量が異常に大きくなっており、薄層COオーバーレイの年平均摩耗量が、東北地建管内トンネルの平均が1.6mmであるのに対し、7.7mmと約5倍にのぼる。このような約5年で補修サイクルを迎えざるをえない現状から、対摩耗性に優れる材料を追求し、「西栗子TN」と「大滝第一TN」において実施した「樹脂コンクリート」、「熱硬化性明色加熱混合物」の概要と、一冬経過後の追跡調査結果について報告するものである。

2. 樹脂コンクリート（MMA樹脂）

H5年度に東栗子TNにおいて従来の薄層CO舗装に変え、高い耐流動、摩耗性、明色性、短時間での交通開放等の効果に期待し、樹脂モルタル（常温重合型メタクリル樹脂）を使用した。コストに見合った対摩耗性（早強セメントの1.1～1.6倍）が得られなかった。このことを踏まえ、メタクリル樹脂の耐摩耗性と骨材の把握力、速硬化性による交通規制時間の短縮等のメリットを否定せず、より高耐久性を目指した配合の検討を行った。

(1) 樹脂モルタルの改良

視 点	室 内 試 験 結 果 か ら	選 定 材 料
【材料】 より強度のある 骨材の使用	・耐摩耗性向上のためには、骨材粒径が大きい方が良好（10mm以上）。 ・粗骨材のすりへり減量の小さい骨材、吸水量の少ない骨材の使用。 ・摩耗の抑制には、「硬質砂岩」、「安山岩」が良好な結果。	『福島産硬質砂岩』 『岩手産硬質砂岩』 が優れている。

(2) 配合設計

上記の材料（骨材）の改良に加え、試験施工等を通し、下記の項目にも配慮し、配合を決定した。

《 検討項目 》

- ① 経済性を考慮した樹脂量の低減と表面のきめ。
- ② 端部擦りつけの作業性と仕上がり状況。
- ③ 適度な流動性、簡易フィニッシャー等で仕上がる。
- ④ 下地（薄層CO版）との十分な接着性の確保、但し、過度の樹脂率増加による材料分離は、耐摩耗性劣化。
- ⑤ 骨材の粒度分布が連続的であること。
- ⑥ 耐摩耗性の向上を図るため、主骨材（粗骨材）量を可能な範囲で多くすること。

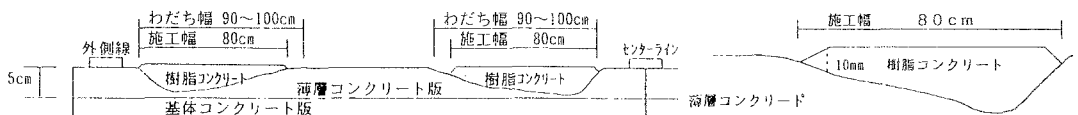
表-1 樹脂コンクリートの配合

材料	種 別	寸 法	配合率 (%)
粗骨材	硬 質 砂 岩	13～5mm	31.8
中骨材	スラグ採石	5～1.4	23.8
細骨材	スラグ採石	1.4～0.3	4.9
	硬 質 骨 材	0.7以下	12.8
	珪 砂	0.2以下	9.5
	炭 酸 C a	75μm以下	7.7
樹 脂	MMA樹脂		9.5

・配合による合成粒度は、密粒度アスコン13Tの粒度範囲をほぼ満足する粒度となっている。

(3) 施 工

施工機械については、「締め固め」、「平坦性」、「省力化」に配慮し、1台で樹脂コンクリートの混合、敷き均し、仕上げ可能な機械を開発し、施工に供した。また施工断面は、コンクリート版の切削による悪影響を懸念し、端部切削を行わず、10mm程度盛り上げ、端部擦りつけを図った。



3. 熱硬化性明色加熱混合物（SMA混合物）

（1）使用材料の特徴

エポキシ樹脂と脱色バインダの複合バインダが、可撓性を有しており、混合物としてチェーン衝撃の一部を吸収し、摩耗の低下が図れるものと、期待した。使用材料は、粗骨材（玄武岩）、天然砂、フィラーの他に耐摩耗性、明色性を確保するため、表－2に示す特殊材料を使用した。

（2）混合物の性状

配合設計は、密粒度AS（13）とSMA（STONE MASTIC ASPHALT13）の2種類についてラベリング試験を実施し、摩耗量の少ないSMAとし、バインダ量は、6.6%とした。摩耗量はMMA混合物とほぼ同程度であった。表－3に混合物の粒度及びマーシャル特性を、図－1にラベリング試験結果を示す。

（3）施 工

施工は、薄層コンクリート層を5cm除去する切削オーバーレイ工法とし、目地等のリフレクションクラック対策は、耐ひび割れ性に優れたSMA混合物を使用すること、目地がチェーンによる摩耗の弱点となりやすいことから、対策を取らなかった。

混合物の製造は、通常のアスファルトプラントにおいて実施、合材の敷き均しから締め固めまでの工程は、トンネル内施工による混合物の4tダンプの積み替え以外は、通常のAS舗装と同様の工程であり、特別の熟練しも要さず、早期の交通開放が図られた。混合物の可使時間を3時間（マーシャル供試体密度で確認）と設定したが、実際には2～2.5時間程度であった。締め固め度は約98.5%であり、混合物は十分に締め固められていた。

4. 一冬経過後路面状況

摩耗深さは、轍の位置により若干の差があるものの、過去に材料に比較しても少ない量となっている（表－4）。通常、舗設後1冬経過後は、表面のモルタル分が削られ、摩耗量が多めに出るものであるが、予想より少ない摩耗量であった。今後、砕石面が露出してきた時に一層の摩耗抵抗性を発揮するものと期待できる。SMA混合物においては、天然骨材は摩耗して平滑になっていたが、セラミック骨材は摩耗が少なく表面に突き出ているのが観察され、材料の優れた耐摩耗性が確認できた。すべり抵抗値についてもBPN値60以上が測定され、満足する結果であった。既設コンクリート版の収縮目地部、クラック部にリフレクションクラックの発生も見られず、走行性も良好であることが確認できた。

5. おわりに

トンネル内コンクリート舗装の摩耗対策として2種類の材料を施工した結果、施工後一冬経過後の調査結果であるが、どちらも有効な材料と確認できた。今後も追跡調査を実施していきたい。さらに材料の普及、市場化が図られると、価格の低下も期待できるものと思われる。

表－2 特殊材料と使用目的

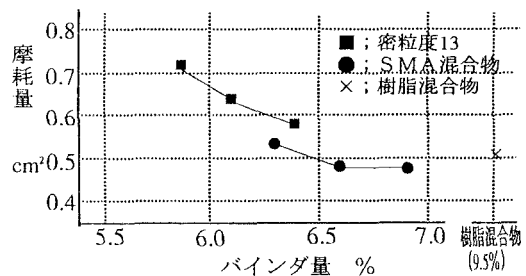
特殊材料	使用目的	内 容
バインダ	明 色 性	脱色バインダ6.5%、エポキシ樹脂3.5%の合成バインダ使用
	耐摩耗性	
骨 材	明 色 性	砕石6号を白色セラミック骨材（すり減り減量10.8%）と置換
	耐摩耗性	
顔 料	明 色 性	白色顔料を1%、フィラーと置換える
植物繊維	耐摩耗性	混合物量の0.3%を外添加

表－3 合成粒度とマーシャル試験結果

粒径mm	19	13.2	4.75	2.36	600 μ	300 μ	150 μ	75 μ
密粒度13	100	99.2	62.2	45.2	25.5	13.7	9.0	7.2
SMA	100	98.7	34.5	25.0	19.1	15.7	13.7	12.0

混合物名	OAC %	密度 g/cm ³	空隙率 %	飽和度 %	安定度 kgf	7 ϕ -値 1/10cm
密粒度13	6.1	2.354	3.2	81.6	947	38
SMA	6.6	2.385	2.9	84.2	534	36

図－1 ラベリング試験結果



表－4 一冬経過後の摩耗量の比較 (mm)

材 料	摩 耗 量	施 工 箇 所
樹脂コンクリート	4.2	西栗子TN
SMA混合物	2.8	大滝第一TN
樹脂モルタル	7.2	東栗子TN
早強セメント	9.9	東栗子TN