

トンネル内コンクリート舗装の補修実態とダイヤモンドグライディング工法による 湿潤路面・凍結路面の摩擦抵抗改善効果について

国立研究開発法人 土木研究所 寒地土木研究所

正会員 ○井谷 雅司
同 正会員 上野 千草
同 正会員 丸山記美雄
同 正会員 木村 孝司

1. はじめに

トンネル内（以下、「TN内」と称す。）のコンクリート（以下、「Co舗装」と称す。）舗装は、供用からの時間経過に伴い路面摩擦が低下する事例が見られる。また、その対策としては、近年は、路面摩擦の改善効果や効果の持続性の観点から、白色アスファルト（以下、「As」と称す。）混合物による切削オーバーレイ（以下、「OL」と称す。）などが実施される例があるが、コストが高いことが課題であり、より安価で効果的な路面摩擦改善技術の検討が求められている。このような問題を解決するため、平成25年度より北海道開発局管内の国道231号の複数のトンネルにおいて、ダイヤモンドグライディング（以下、「DG」と称す。）工法による路面摩擦改善に関する試験施工を実施している。本報告では、開発局管内のTN内舗装の補修の実態、過年度報告した試験施工の追跡調査結果、さらに、DG工法の凍結路面対策効果に関する室内試験結果について報告する。

2. 北海道開発局管内のTN内舗装の補修実態

TN内Co舗装の表面は粗面化によるすべり防止を主な目的としてほうき目仕上げが実施される（写真-1左）。しかしながら、ほうき目部はコンクリート表面のモルタルの凹凸で構成されるため耐摩耗性は低く、供用に伴いタイヤによるすり磨き等により消失していく。その結果、供用に伴い光沢を帯びたすべりやすい路面が形成される場合がある^{1), 2)}（写真-1右）。積雪寒冷地のTN内舗装がどの程度の割合で、どのような工法で補修されているのかは、管理台帳には記録されていない場合もあり把握されていないのが実態である。そのため、TN内舗装がどのような補修が施工されているかに着目し、現地における目視調査により北海道開発局管内の63本のトンネルの実態調査を行った。図-1にTN内舗装の補修の実態調査を行った結果を示す。ここから以下のことはいえる。

- ① TN内Co舗装の約半数は何らかの原因（すべり以外にも構造的損傷の補修も含まれる）で補修されている。
- ② 補修工法はAs混合物でOLされる例が7割以上。

3. DG 工法による試験施工の追跡調査結果

国道 231 号の海岸線沿いの 4 本のトンネル（A～D）にて DG 工法による試験施工を実施した。DG 工法の詳細や DG 施工後の路面状況については既報³⁾にて報告しているため参考とされたい。本試験施工で使用したダイヤモンドブレードは、3mm 幅のブレードを 2mm ピッチに 180 枚組み合わせたもの（幅 1m）で、さらに A、C トンネルでは路面摩擦の持続性及び排水機能の強化等を目的として 5cm ピッチに 4mm 突起した大きめのブレードを配置し、縦グルーピングが切れる形状とした（写真-2）。DF テスタにて測定したすべり抵抗値の推移を図-2 に示す。A、B トンネルは、供用から 1 年経過しておりその推移も併せて示す。道路維持修繕要綱⁴⁾では“交通量の多い一般道路”においてはすべり摩擦係数が 0.25 を下回ると維持修繕が必要とされる目安とされているが、DG 施工直後においてはすべり抵抗値は大きく改善する。また、1 年経過後においては、すべり抵抗値が低下するが、安全な走行には問題ないレベルを維持しているといえる。

4. 凍結路面に対する DG 工法の効果に関する室内試験

積雪寒冷地においては TN 内において Co 舗装上に凍結路面が生成されスリップの原因となる場合がある。そこで、DG 工法の路面凍結時のすべり抵抗値の変化を確認するため、-5℃に



写真-1 左：施工直後の Co 舗装のほうき目仕上げ
右：供用に伴い光沢を帯びた Co 舗装路面

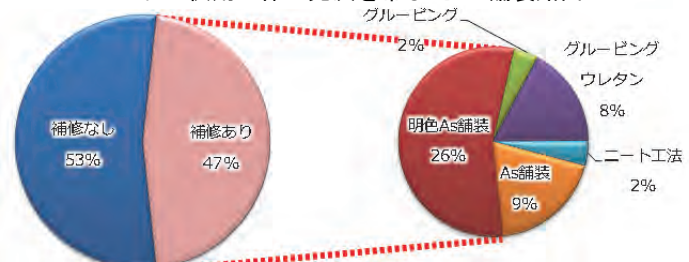


図-1 TN内舗装の補修の実態

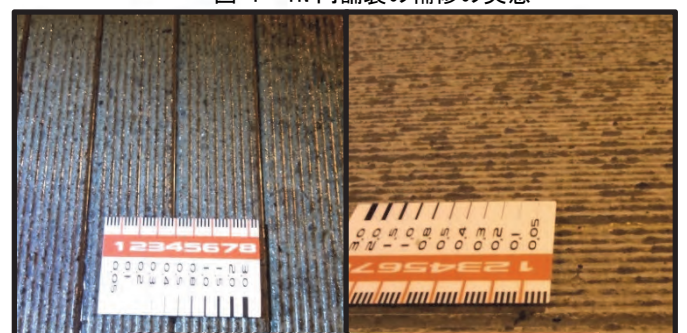


写真-2 DG工法施工後の表面の仕上がり

キーワード トンネル内舗装、コンクリート舗装、すべり抵抗値、ダイヤモンドグライディング工法、凍結路面対策

連絡先 〒062-8602 札幌市豊平区平岸 1 条 3 丁目 1 番 34 号 国立研究開発法人 土木研究所 寒地土木研究所 TEL:011-841-1747

保たれた低温室に静置した 40cm×40cm の供試体に凍結路面を水の噴霧により段階的に成長させたときのすべり抵抗値等の測定を行った。供試体の表面処理は「①ほうき目処理」、「②骨材露出 (以下、「SB」と称す.)」、「③DG 処理」、「④DG 処理+グレーピング (以下、「GR」と称す.)」の 4 種類とした。散水する水の温度は 0℃とし、きめ深さを測定する CT メータのレーザを反射させる為に白色に着色したものを使用した。また、供試体の端部からの漏水を防止するための端部処理を実施し噴霧を行った。実験フローと凍結路面作成途中の供試体の状況を図-3 に示す。

凍結路面生成に伴うきめ深さ[MPD] (CTM にて測定) と氷膜厚さ[mm] (膜厚計にて測定) の測定結果を図-4, 5 に示す。氷膜厚さはタイヤが路面にもっとも接する位置を想定し、SB, DG では露出している骨材の突端の氷膜厚さを測定している。ほうき目, SB で散水に伴い氷膜が成長していくのに対し、DG, DG+GR では氷膜厚さの成長は顕著に小さいことが確認された。また、図-6 にすべり抵抗値[RSN_{60km/h}] (DFT にて測定) の測定結果を示す。DG 工法は散水による氷膜の影響を比較的受けにくく、また DG+GR では、散水した水が GR の溝にたまる影響ですべり抵抗値が最も高く推移することが確認できた。さらに、縦方向・横方向のすべり抵抗値の違いを確認するため、BPT を進行方向に対して縦・横方向に設置し BPN を測定した結果を図-7 に示す。ほうき目においては、氷膜作成前の段階においては縦方向で高い値を示すが、それ以降は同じ値で推移する。それに対し、DG+GR では横方向で高い値で推移し続けることが確認できる。これは DG がカーブ部で車にかかる遠心力に対して有利に働くことを示唆するものである。

5. 結論

- ① 北海道開発局管内の約半数 TN 内 Co 舗装は何らかの補修が実施されており、その工法は、As の OL が多く実施されている。
- ② DG 工法施工後はすべり抵抗値は大きく改善され、1 年経過後においても $\mu_{60km/h}=0.25$ を上回るすべり抵抗値が確保されることを確認。
- ③ DG 工法は凍結路面発生時において、すべり抵抗値が比較的低下しにくいことが確認され、凍結路面対策としても有効である可能性が示唆された。

6. おわりに

TN 内 Co 舗装の路面摩擦の改善に対して、有効な解決策を検討している。DG 工法は路面摩擦の改善工法としては比較的安価であり、また、凍結路面対策としても有効である可能性が本検討により示唆された。DG 工法は、日本での施工実績が少なく、効果の検証のための追跡調査や試験施工など継続的に行う予定である。最後に、本調査にご協力を頂いた国土交通省北海道開発局の関係各位に感謝の意を表す。

【参考文献】

- 1) 森一宏, 高橋守人: 海岸付近のコンクリート舗装のすべり抵抗の要因とその対策について, 北海道開発技術研究発表会概要集 第43巻, 2000
- 2) 中村和博, 松本大二郎: 道路構造によるコンクリート舗装のすべり特性, 第68回土木学会年次学術講演会, 2013
- 3) 井谷雅司, 磯田卓也, 丸山記美雄, 熊谷政行: ダイヤモンドグラインディング工法によるトンネル内コンクリート舗装の路面摩擦改善に関する試験施工報告, 第69回土木学会年次学術講演会, 2014
- 4) 道路維持修繕要綱, (社) 日本道路協会, S53.7

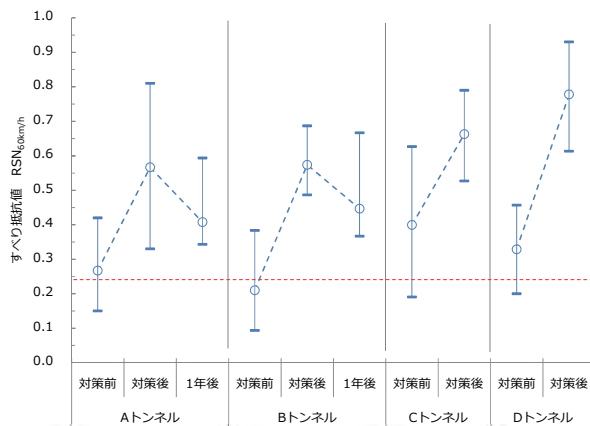


図-2 すべり抵抗値の推移

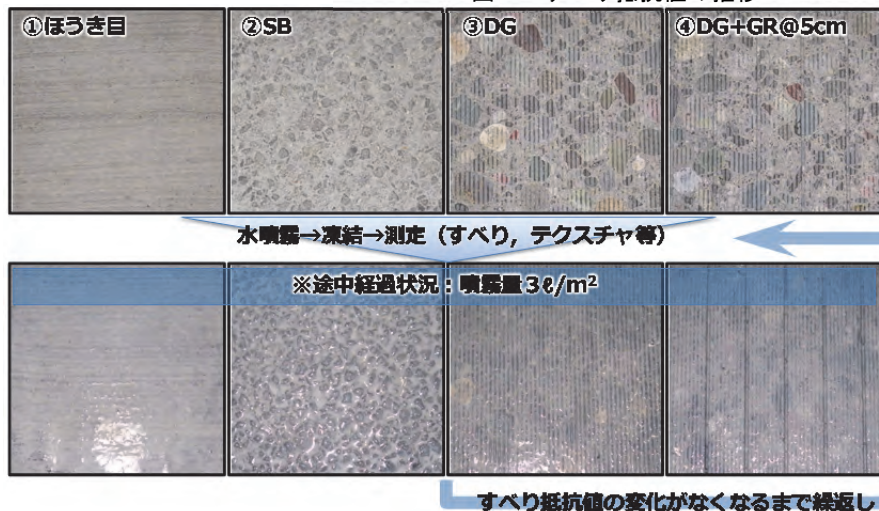


図-3 実験フローと供試体の状況

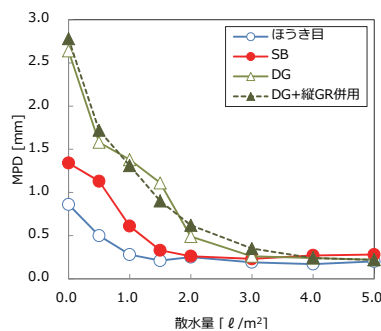


図-4 きめ深さ (MPD) の推移

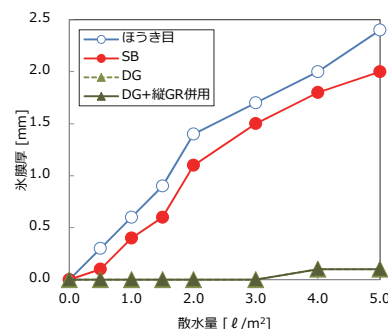


図-5 氷膜厚さの推移

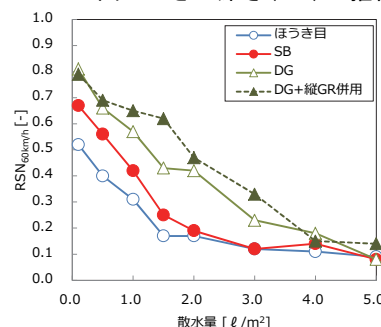


図-6 すべり抵抗値 RSN の推移

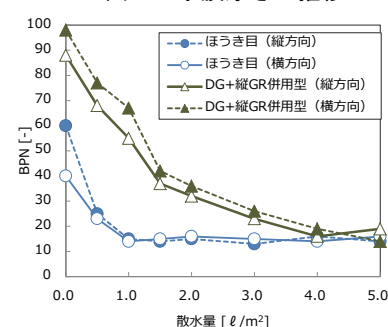


図-7 測定方向別の BPN 推移