

高速道路トンネルの内装塗装の耐久性向上に関する検討

(株)高速道路総合技術研究所 正会員 ○沖原 穂高
 正会員 中野 清人
 正会員 山崎 哲也

1. はじめに

トンネル内装工はトンネル内の視環境を良好に保つ上で重要な役割を果たすものであるが、主流の材料であるタイルやパネルの脱落事象が度々発生し、脱落リスクの少ない材料が求められている。塗装材料は脱落リスクがなく有効な材料であるが、これまでは図-1 に示すとおり剥がれが生じる等、耐久性の観点から標準工法として採用されていない状況であった。近年、試験的に施工されている塗装による内装工について現地調査を行ったところ、塗装が剥がれている箇所については、湧水による影響等によるものと推察される事象の他に、母材側のコンクリート表面で剥離する現象が見られ、覆工コンクリートの表面状態が塗装の耐久性に影響を及ぼす可能性が確認されたため、各種素地調整を行った試験片を作製し塗装とコンクリート面との素地調整の相性について比較検討し、塗装による内装工の耐久性向上に向けた検討を行った内容を報告する。



図-1 剥がれが生じたトンネル内の塗装

表-1 素地調整の種別

素地調整種別	使用工具	使用ディスク、砥石、粒度
①	なし	なし
②	人力	繊維研磨 #80
③	ディスク サンダー	重研磨用 C-P14
④		一般研磨用 C&A-P40
⑤		ダイヤモンドホイール(コンクリート用)

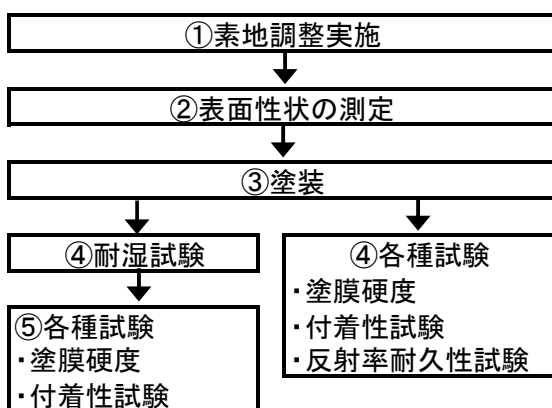


図-2 試験フロー

2. 検討内容

過年度の検討結果から素地調整が重要であることが分かってきた。しかし、コンクリートの素地調整と塗装との関係についての技術的知見が少ないことから、実際にトンネル内装塗装を施工している各メーカーにヒアリングを行い、実際に施工されている素地調整方法を把握した。それを踏まえ、実際のトンネル覆工コンクリートと同種のコンクリートを用いて、表-2 に示す5タイプの素地調整を行った供試体を作製し、図-2 のフローに示す塗装の耐久性に関連する試験を行い素地調整の効果を比較検討した。素地調整については作製者によって違いが出ないよう供試体のサイズ(200mm×100mm)に対し同じ力で5秒間の研磨を行うというルールを規定し製作した。素地調整の研磨力の強さは⑤が最も強く、次いで③、④、②の順となり、①は研磨を行わないので最も弱い。

素地調整の実施による表面性状の測定方法については、表面の強度の測定をひっかけ試験¹⁾で推定することとした。当該試験はひっかけ傷をコンクリート表面に付け、その傷幅で強度を推定する試験である。あわせて表面の凹凸の形状をレーザー凹凸試験器にて読み取り、表面状態の分析を行った。

3. 検討の結果

素地調整後の試験体の表面性状測定結果について、ひっかけ試験及びレーザー凹凸試験器にて読み取った

キーワード：トンネル 内装 塗装 リスク 脱落 落下 耐久性

連絡先 〒194-8508 東京都町田市忠生一丁目4番地1 (株)高速道路総合技術研究所 TEL042-791-1629

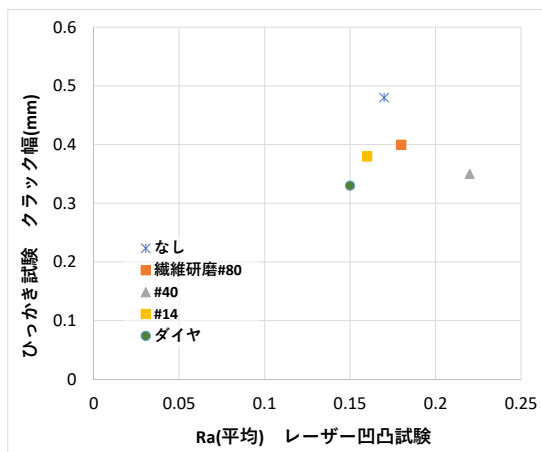


図-3 供試体表面性状測定結果

表-2 塗膜硬度・付着性に関する試験結果

素地調整種別	ひっかき硬度（鉛筆法）試験結果			付着性（クロスカット）試験結果分類		
	No.1	No.2	No.3	No.1	No.2	No.3
①	2H	2H	2H	4	5	5
②	2H	2H	2H	4	5	5
③	2H	2H	2H	1	1	2
④	2H	2H	2H	1	1	1
⑤	2H	2H	2H	1	1	1

表-3 付着性（クロスカット法）試験結果分類

結果分類	判定基準
分類0	どの格子の目もはがれない
分類1	カットの交差点における塗膜の小さなはがれ。明確に5%を上回らない
分類2	塗膜がカットの線に沿って、交差点においてはがれている。5%以上15%未満
分類3	塗膜がカットの線に沿って部分的、全面的にはがれている。15%以上35%未満
分類4	塗膜がカットの線に沿って部分的、全面的に大はがれを生じている。35%以上65%未満
分類5	分類4以上

結果を図-3 に示す。ひっかき試験については数値が小さいほど表面強度が大きい。結果として研磨砥石が粗いほど表面の脆弱部が削れ、強度が大きくなる傾向が見られた。塗膜硬度に関する測定として、塗装を行った供試体について耐湿試験として JIS K 5600-7-2:1999 耐湿性（連続結露法）に定められる試験を行ったところ、素地調整種別に関係なく“膨れ、割れ、剥がれがない。”という結果であった。耐湿試験を行った後に、K 5600-5-4:1999 引っかき硬度（鉛筆法）に定められる試験及び JIS K 5600-5-6: 付着性（クロスカット法）を行った結果を表-2 に示す。供試体については素地調整種別毎に 3 つ作製し試験を行った。ひっかき硬度試験はキズ跡が生じなかったもっとも硬い鉛筆の硬度で評価する試験であるが、素地調整方法に寄らず一定であった。しかし、表-3 に示す付着性（クロスカット法）試験結果分類で評価される付着性試験の結果については、素地調整を行っていない①のパターンもしくは軽い研磨となっている②のパターンについては試験結果の分類が分類 4 や分類 5 に区分され、はがれやすいことが確認された。塗膜の付着性と表面の形状との関連について、表面形状を測定したレーザー凹凸試験結果と付着性試験の結果を比較したところ明確な相関関係は見られなかった。

4. まとめと今後の検討方針

試験結果から、塗膜硬度については供試体の表面性状に影響しないことが確認され、供試体表面の凹凸の形状に関わらず、供試体表面の強度が小さい状態だとはがれやすくなることが確認された。要因については、供試体表面に残っている型枠剥離剤の影響やコンクリート表面の脆弱なレイタンス部による影響が挙げられる。こういった脆弱層が残っていることで塗装とコンクリート表面の接着が悪くなり、剥がれやすい状態となった可能性が推察される。久保ら²⁾の報告にも表面の脆弱部の除去状態が塗装と共通点のある表面保護工の付着耐久性に大きな影響を与えることが示されている。今後は素地調整方法の基準化に向け、現地のトンネル覆工の状態を調査し、コンクリートの素地調整が塗装に与える影響を分析していく計画である。

参考文献

- 1) 引っかき傷による表面強度推定方法，日本建築学会学術講演梗概集 A-1，pp677-678 1999 年 9 月
- 2) コンクリート表面保護工の長期耐久性に関する実験報告，コンクリート工学年次論文集，Vol23, No.2, 2001