

モルタル吹付工の劣化とその対策工に関する一考察

中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋（株） 正会員 ○西本 朝彦
 中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋（株） 正会員 山崎 充
 中日本高速道路（株） 非会員 岩崎 真二郎

1. はじめに

のり面をモルタルやコンクリート等で吹付けて被覆する工法は、地山の風化や浸食防止等を目的とした保護工である。吹付工法は、施工性が良く比較的安価であるため、昭和 40 年代から多くの施工実績があり、現在でも施工されている。しかし、施工から 40 年以上が経過したモルタルおよびコンクリートで吹付けされたのり面（以下、「吹付のり面」という。）では、環境条件や経年による劣化が問題となっている。本報告は、劣化が著しい吹付のり面の現地調査を基に、劣化要因の推案および対策工の検討事例を報告するものである。

2. のり面の概要

調査を実施したのり面の展開図を図 1 に示す。のり面は、トンネル坑口の上部に位置する切土のり面である。建設当時の昭和 53 年には大規模な地すべりが発生し、その後対策工が検討され、昭和 55 年に対策工事が完了した。今回調査を行ったモルタル吹付は、地すべり対策工事の一環として昭和 54 年に施工されたものである。

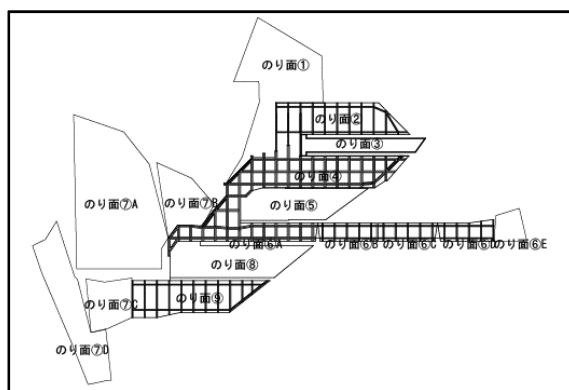


図 1 調査のり面の展開図

3. 調査内容

本調査で実施した調査内容および目的を以下に示す。

- (1) 目視調査：モルタル吹付表面の亀裂・劣化状況の確認。
- (2) 打音調査： $1\text{m}^2 \sim 4\text{m}^2$ を 1 ブロックとし、ハンマー打撃によりモルタル吹付の劣化状況を確認。評価方法は、音の違いにより、良好・やや不良・不良の 3 段階区分とした。
- (3) コア抜き調査： 100m^2 に 1 箇所程度の割合で 30 箇所を採取。吹付モルタル内部の状況、吹付背面の空洞および地山の状況を確認。

4. 調査結果

各調査の結果を以下に記す。

- (1) 目視調査：日当たりが良い範囲で吹付表面の剥離が発達し、剥落が生じている（写真 1）。
- (2) 打音調査：打音は濁った低い音が主体である。のり面全体の 27% が良好、やや不良・不良箇所は 73% に上る。
- (3) コア抜き調査：形状は、短柱状（10cm 以下）～片状（数 cm）を成す。原因としては、表面剥離・浮きの進行および施工時の重ね吹きにより不連続面が生じたものと推察。背面の空洞は 30 箇所中、12 箇所が $1\text{cm} \sim 3\text{cm}$ の空洞を確認。その他の箇所は、地山に密着。背面地山の風化の程度は小さい。

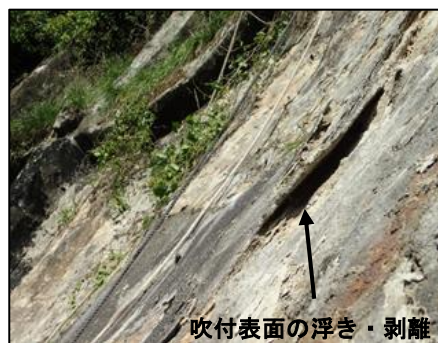


写真 1 吹付の表面状況

5. 劣化要因の推察

吹付のり面は、施工時の重ね吹きやリバウンドの付着等により、吹付内部に不連続面が形成されやすい。

キーワード モルタル・コンクリート吹付、のり面保護工、切土のり面、表面剥離

連絡先 〒920-0025 金沢市駅西本町 3-7-1 TEL 076-264-7872 FAX 076-264-7878

その不連続面の亀裂や空隙に水が供給され、寒冷・湿潤の条件下で凍結融解が繰り返されることにより表面剥離を生じることが考えられるため、調査箇所近傍の気温の調査を行った。

気象庁の長野県飯田観測所の気温データ(図2)によると、2017年の最低気温は、1月25日に-8.5℃を記録し、同日の最高気温は5.9℃を記録している。また、最低気温が0℃以下を記録した日は1月～3月、11月～12月の5ヶ月間で110日に上ることが分かった。

本のり面の劣化は、吹付の表層での剥離が著しく、日当たりの良い範囲で進行していること、また採取したコアも短柱状～片状であり、亀裂や空隙に水が供給されやすい状況であることから、劣化要因は凍結融解の繰り返しによるものと推察される。

6. 対策工の検討

吹付のり面の補修補強対策を検討するにあたり、のり面の劣化状況、施工環境、景観・自然環境、経済性、第三者被害、その後の点検・維持管理といった点に配慮した上で、適切な材料・方法を組み合わせ、低下した性能を元通りに回復させる対策工を選定する必要がある。

本のり面においては、吹付自体の劣化および剥離の防止に対する対策が必要であり、表1に示した工種では、増厚吹付工および表面被覆工が該当する。両工法を比較し検討を行った結果、耐荷性においても優れる増厚吹付工を採用した。その中でも、非金属繊維の混入により強度・じん性等を増加させることで、凍結融解への耐久性の向上が期待でき、既設吹付や地山との密着性を確保するためのせん断ボルト・補強鉄筋の併用と、吹付背面への空洞注入も可能な繊維補強モルタル吹付工を採用した。

7. まとめ

冒頭でも述べたとおり、モルタル・コンクリート吹付のり面は、地山の風化や浸食防止等を目的としたのり面保護工であり、のり面からの土圧に対する抵抗力は期待されていない。そのため、背面地山の風化が進行すると、吹付が土圧を支えきれなくなり滑動が発生する。また、土圧が作用するようになると、道路本線への影響を招くことになる。吹付のり面の表面の劣化や変状は、比較的容易に目視確認ができるが、背面地山の状態を確認することは困難であるため、定期的に劣化調査や密着性調査を実施することを提案する。

吹付のり面の維持管理を効率的に行うために、のり面の劣化要因や性能低下の程度を点検・調査により評価し、性能低下や環境に応じた適切な対策工を選定することが重要である。また、このような点検・調査・評価・対策といった一連の維持管理作業を継続的に行い、結果を記録し、将来の維持管理に反映させることが、のり面の健全性および道路の安全性の確保につながると考える。

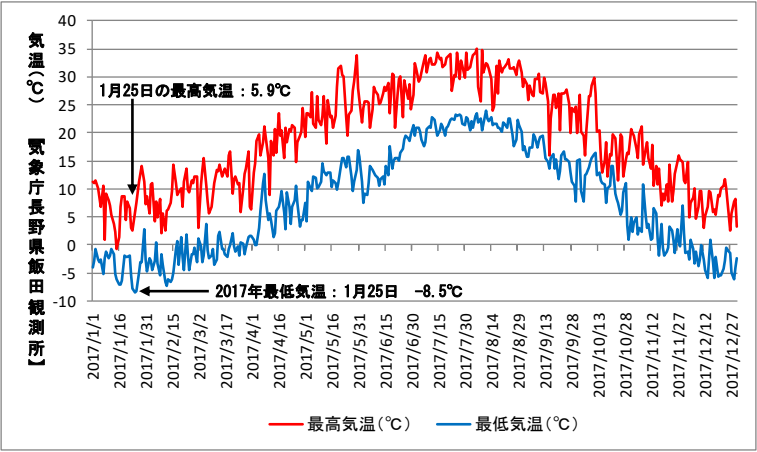


図2 気象庁 飯田観測所の気温変動図

表1 劣化・老朽化した吹付のり面の
主な対策と期待される性能

区分	目的・性能 工 種	吹付自体の劣化対策			吹付と地山の 密着性の低下対策			地山の風化に 対する対策		修景 効果
		風化・浸食防止 性能の回復			のり面の安全性能の回復					
		透水性	耐荷性	剥離 防止	風化進行 抑制	密着性 向上	空洞の 充填	小規模 崩壊	大きな 崩壊	
更新	切土工+吹付工	○	○	○	○	○	○	◎	○	
	吹付工（打換え）	○	○	○	○	○	○			
補強	吹付のり砕工		○	○				◎		
	増厚吹付工	◎	◎	◎	△					
	補強鉄筋工					◎		○		
	地盤注入工				△	△	△			
	空洞充填工				△	○	◎			
補修	地山補強土工					○		◎		
	表面被覆工	◎	○	◎	△					
	ひび割れ補修工	◎			△					
その他	グラウンド アンカー工							○	◎	
	排水工				◎			△	△	
修景	連続繊維 補強土工			△				◎		◎
	植生基材吹付工									◎

◎：主目的、○：効果あり、△：間接的に効果あり
出典：吹付のり面 診断・補修補強の手引き(のり面診断・補修補強研究会 平成25年9月)