

既設吹付のり面補修補強工法の適用事例について

川添 英生

ライト工業株式会社 西日本支社 営業企画室 (〒637-0071奈良県五條市二見7-5-44-501)

高度成長期に建設された社会資本(インフラ)は、建設後30年以上経過し、施設の老朽化は近年多発する災害やインフラ事故という形で表面化してきている。しかしながら、大量の施設を定期的に維持管理するための費用は莫大であり、適切な点検や維持修繕作業が適期に行われていないのが現状である。この状況は、のり面防災施設である既設吹付のり面（モルタルやコンクリート）においても同様であり、保全対象物に直接被害が出る事例が散見されている。

キーワード 維持補修， 更新， 既設吹付のり面， 老朽モルタル， 長寿命化

1. これまでの対策と新技術について

(1) これまでの対策工

これまで構造物の更新は、定期点検のほか災害時などに実施する緊急点検によって異常が発見された箇所を補修するという対処療法的な方法が主であった。しかし近年多発する集中豪雨や地震によって道路のり面が崩壊するといった災害も発生しており、各種インフラ保全に対する維持管理対策の必要性が高まっている。

道路施設では、付随する斜面対策として、切土、あるいは自然斜面の風化浸食による脆弱化を防ぐためモルタル（コンクリート含，以降、モルタルと表現する）による吹付けが多く採用されてきた。

モルタル吹付けは、1955年頃から導入され、近年減少傾向にあるとされるが、いまだ年間数百万m²程度施工されていると言われており、その全国累計は膨大であることは容易に想像できる。¹⁾

(2) 工法の特長

モルタル吹付けは、岩盤面に適用されることが基本とされており、モルタルを圧縮空気により施工面まで圧送し、圧密し構造物を造成することで地山表面の浸食や風化を防ぐ工法である。特長として、植生工の適用できない急峻かつ硬質な地山などで比較的安価かつ中長期的な保護効果が得られることにある。反面、コンクリート構造物としては薄層かつ密閉型構造であるため、地山の風化程度や背面からの湧水、周辺環境（寒暖差や日照）による影響を受けやすく、風化侵食が著しく進行する場合もある。

(3) 従来の維持管理手法

施工されたモルタル吹付けのり面における維持管理手法としては、吹付けモルタルを撤去後、新設モルタルを吹付ける更新作業が主であった。しかしこの手法は、既設モルタルを取り壊す際、道路などの通行規制、人力作業（ロープ足場）による安全性や取り壊しコスト、その際に発生する大量の産業廃棄物など、多くの問題が伴う。

これらの問題を解決すべく、有識者による既設モルタルのり面の調査診断手法の整理や、従来工法の応用や組合せ、新素材導入による新技術などが多数提案・開発されてきた。¹⁾

(4) 新技術の開発

本稿では、既設モルタルのり面の補強や景観の向上を目的とした増厚吹付工、背面地盤と既設モルタル背面の密着性を高める空隙充填工、地盤の強化を目的とした地盤注入工を組み合わせ、既設モルタルのり面を補修補強する「のリフレッシュ工法」（以降、本工法と略す）を紹介し、豊富なバリエーションをもつ工法の特長と施工事例について報告する。従来工法と本工法との施工フローを図1.1に示す。

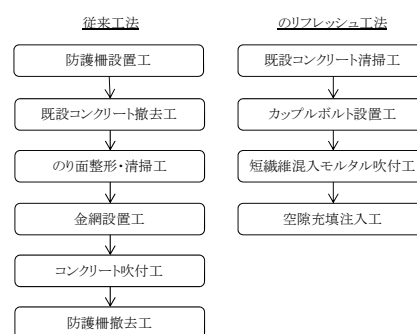


図1.1 施工フロー

2. 工法の特長

本工法の特長を以下に示す。²⁾

(1) はつり作業と建設廃棄物の大幅低減

従来工法では、既設モルタルの撤去が必要であり、はつりやカッター作業など一連の作業を斜面上で行うため地上での作業に比べ効率が悪く、作業時間も長いためコストがかかっていた。これに対し本工法では事前の熱赤外線診断や目視・打音調査などの調査診断により、健全程度を推定し、対策の“程度”を分けることでモルタル撤去を必要最小限とし、健全部あるいは比較的健全部は増厚吹付で対応することとした。これにより、従来廃棄されていたモルタル殻が大幅に低減され、環境影響が低減し、経済性が向上する。

(2) 規制の縮減と安全性向上

従来工法では、はつり作業期間中に供用中の道路などを規制することで落下物による第三者災害の防止を行っていた。これに対し本工法では、はつり作業自体が少なくなり、作業中の安全性が向上し、規制の規模や期間を大幅に縮減することが可能となる。

(3) 短繊維混入モルタルによる耐久性の向上

増厚工の吹付材料に短繊維（ポリプロピレン）を混入することで、高い曲げ靱性係数を有する吹付モルタルが造成可能となり、モルタル表面の亀裂の発生が低減できる。本工法に用いる短繊維入りモルタルは、従来工法に用いるラス金網入と比べ曲げ靱性係数で約1.8倍、曲げ強度で約3倍の向上が自社試験により確認されている。図2.1に曲げ靱性試験結果を示す。³⁾

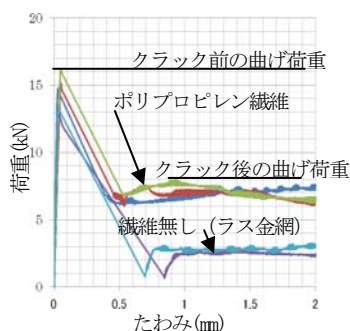


図2.1 荷重たわみ効果



写真2.1 曲げ靱性試験状況

工法の特長を表2.1にまとめた。本工法は、従来工法に比べ仮設規模が小さく、周辺に与える影響も少ないため工期も短い。材料面でも短繊維や、せん断補強アンカーにより従来よりも品質や強度、長期耐久性も高まる。

さらに背面空隙充填や風化層の改良も可能であり、のり面の規模や風化程度に応じ、工法の最適化が可能であることがわかる。

表2.1 従来工法と本工法の比較

	のリフレッシュ工法	従来工法
防護柵	簡易	大規模
はつり作業	少	多
交通規制	短期・小規模	長期・大規模
工期	短	長
グラントヤード	中	中
吹付システム	湿式方式	湿式方式
材料	短繊維補強モルタル	モルタル及びCo
せん断補強	有	無
空隙充填	可能	不可能
風化層改良	可能	不可能

3. 工法のバリエーション

既設モルタルのり面の老朽化は、複数の要因が重なり現象として現れる。本工法は、劣化程度が異なり様でないのり面に対し、最適コストとするため、工法を5種のタイプに分け、必要とされる機能と補修補強の回復レベルに応じた組み合わせを実現することを可能としている。図3.1に工法種別を示し、図3.2に現場条件による工法選定フローを示す。また、各タイプの概念図を、図3.3から図3.7に示す。²⁾

タイプ1

【地山風化なし、背面空隙なし】
アンカーボルト仕様

タイプ2

【地山風化なし、背面空隙あり】
アンカーボルト仕様＋空洞充填

タイプ3

【地山風化あり、空隙0.5m以下、地山自立する】
グラウチングボルト仕様

タイプ4

【地山風化あり、空隙0.5m以下、地山自立しない】
自穿孔グラウチングボルト仕様

タイプ5

【背面風化0.5m以上、地山自立しない】
2重管自穿孔ロックボルト仕様

図3.1 工法種別

本工法の特長はこれらタイプ分けによる工法の最適化であるが、工法のグレードとして、空隙の充填だけでなく脆弱化した背面地盤をグラウト注入により改良できる点も大きな特長である。

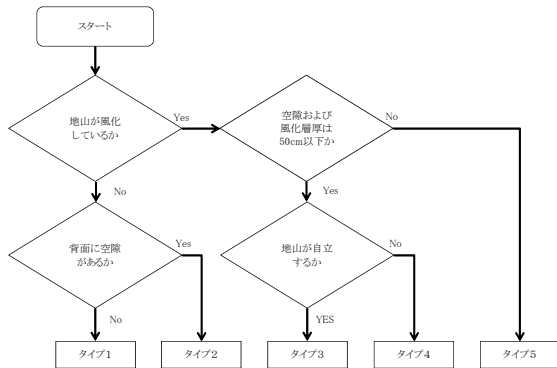


図3.2 工法選定フロー

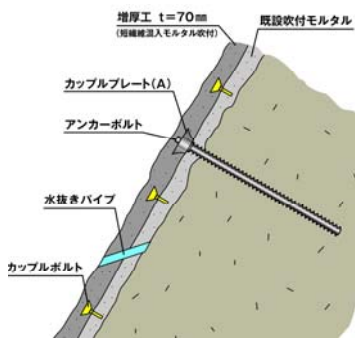


図3.3 工法概念図（タイプ1）

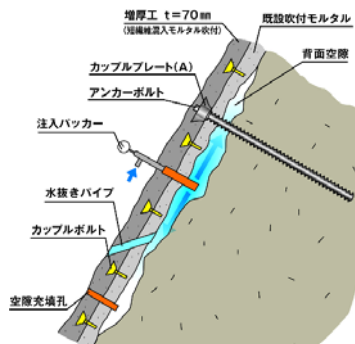


図3.4 工法概念図（タイプ2）

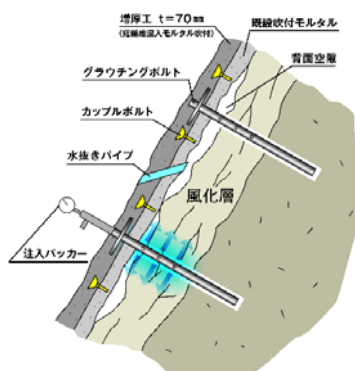


図3.5 工法概念図（タイプ3）

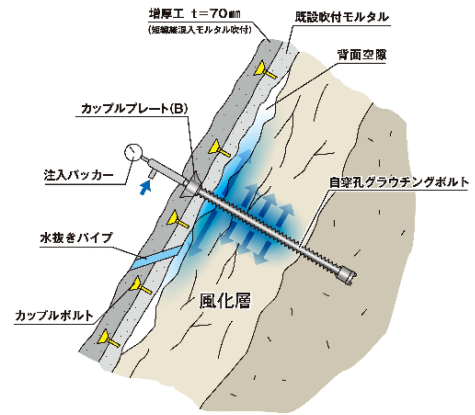


図3.6 工法概念図（タイプ4）

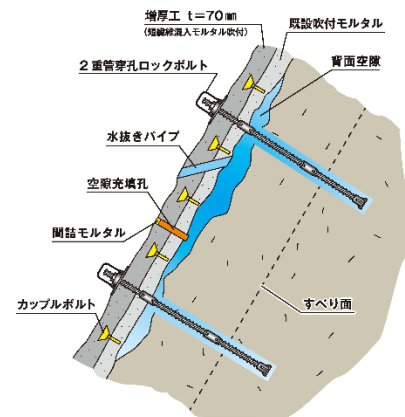


図3.7 工法概念図（タイプ5）

4. 施工事例

(1) 事例1

工事名：小浜綾部線地域経済活性化臨時交付金工事

施工場所：京都府京都府綾部市内

発注者：京都府中丹東土木事務所

工期：2010年10月～2012年3月

当初は既設吹付けモルタルのり面を撤去したのち新設の吹付を実施する計画であった。熱赤外線画像診断による現況調査や道路占有低減、繊維混入モルタルによる耐久性向上や工期短縮等の優位性などが認められ本工法の採用に至った。

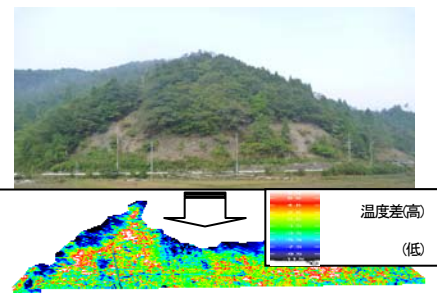


写真 4.1 事例1 着工前～熱赤外線調査画像



写真4.2 事例1 施工完了

(2) 事例2

工事名称：池辺京田線地方道路交付金工事
施工場所：京都府舞鶴市内
発注者：京都府中丹東土木事務所
工期：2012年9月～2013年3月

既設吹付けモルタルのり面には、亀裂や剥離が多数発生しており、当初はモルタルの更新（撤去新設）であった。当社にて熱赤外線画像診断を実施し、小規模仮設や道路占有の制約、繊維混入モルタルによる耐久性向上、工期短縮等について説明し、優位性を認められ承諾された。



写真4.3 事例2 空隙充填状況



写真4.4 事例2 施工完了

(3) 事例3

工事名称：上佐曾利木器線道路災害防除工事
施工場所：兵庫県三田市波豆川
発注者：兵庫県阪神北県民局宝塚土木事務所
工期：2011年12月～2012年3月

既設吹付けモルタルのり面に、亀裂や剥離が多く、事前の調査によりモルタル背面の空隙と地山の風化が確認されていたため、設計段階からグラウチングボルト（タイプ3）による、風化層改良が計画された。



写真4.5 事例3 背面風化状況



写真4.6 事例3 カップルボルト(上)とグラウチングボルト(下)

(4) 事例4

工事名称：一般国道168号道路(中略)災害防除工事
施工場所：奈良県吉野郡十津川村桑畑
発注者：奈良県五條土木事務所
工期：2011年11月～2012年6月

当初はグラウンドアンカーと現場吹付法枠による抑止工であったが、供用道路に対する安全性確保や空隙充填、風化層改良効果が評価され、2重管自穿孔ロックボルト（タイプ5）による設計変更により施工された。



写真4.7 事例4 注入状況



写真4.8 事例4 施工完了

5. 既設吹付のり面の長寿命化の試み

冒頭、膨大な吹付モルタル面の維持管理には莫大なコストがかかることを述べた。本工法では既存の対策工に加え、簡易かつ低コストなバリエーションとして、健全度の高いモルタル面の長寿命化手法を開発した。

これは、既設モルタルのり面の防水性向上やモルタルの中和反応抑制が可能な新材料の開発によるものであり今後、既設モルタルのり面自体の性能が向上し、長寿命化することで、ライフサイクルコストの改善に寄与することが期待される手法である。⁴⁾

6. まとめ

既設モルタルのり面の現状と対策、施工例について述べた。現存する大量の社会資本をいかにして高耐久、長寿命化するかが今後の課題である。

本工法においてもこの状況を念頭に、施工実績を重ね更なるコスト縮減となる工法開発に努め、社会に寄与できればと考える。本稿が今後の類似ケースにおいて参考になれば幸いである。

謝辞： 本工法にご理解をいただき、熱心なご指導を賜りました京都府中丹東土木事務所様、兵庫県阪神北県民局宝塚土木事務所三田業務所様、奈良県五條土木事務所工務二課様の皆様に感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 老朽吹付け法面の調査・対策の手引き：2006年9月 社団法人 物理探査学会
- 2) のリフレッシュ工法 技術資料：2012年2月 ライト工業株式会社
- 3) ポリプロピレン短繊維混入吹付けモルタルの曲げじん性特性：別府ほか 土木学会第67回年次学術講演会
- 4) けい酸塩系表面含浸材の塗布がのり面吹付モルタルの耐久性に及ぼす影響：黒岩ほか 日本材料学会 第62期学術講演会