

新たな法面補修工法の 施工事例について

徳島河川国道事務所 日和佐国道出張所 北岡 泰地
徳島河川国道事務所 日和佐国道出張所長 金倉 弘武
徳島河川国道事務所 日和佐国道出張所係長 泉 浩太郎

従来、吹付法面の補修工法は既設のモルタルを取り壊し、撤去後、新たにモルタルを吹き付ける工法が主流であった。しかし、落石事故、表層崩落のリスクが高く、通行規制が必要な場合や建設副産物が多量に発生するといった様々な課題がある。

今回、既設モルタルを取り壊すことなく、既設の法面を補修、補強する工法（のリフレッシュ工法）にて施工を行った事例を報告する。

キーワード 既設法面補修，モルタル吹付け，老朽化対策，コスト削減

1. はじめに

経年変化したコンクリート構造物は気象環境等によって、完成時より性能水準が低下する。その場合、調査を行い、機能が低下した原因を特定し、補修・補強あるいは新規構造物への更新という方針がとられている。これは法面の吹付けコンクリートにおいても同様である。

しかし、法面の吹付けコンクリートでは補修・補強工法の選定方法の確立が途上のため、対策が新規更新に限定されがちであった。

2. 従来の法面補修工法の課題

法面補修は既設の吹付けモルタルを撤去後、新設モルタルを吹付ける工法が主流であるが、既設モルタルを取り除く際、落石事故、表層崩落の危険性が高いことや大量の建設副産物の発生、長期間におよぶ道路の通行規制が発生するなど多くの問題が伴う。

3. 新たな法面補修工法で施工

本工事では従来技術の課題を踏まえ、既設法面の状態を調査した結果、老朽化した既設吹付モルタルを取り壊すことなく、既設法面に新たなモルタル吹付けを行い、既設法面を補修する「のリフレッシュ工法」

（以下、本工法）を採用した。

4. のリフレッシュ工法の特徴

(1) コスト削減・工期短縮・建設副産物発生的大幅低減

一般的に用いられる工法では既設モルタルの撤去が必要であったが、本工法においては既設の法面上に新たに短繊維を混入した曲げ強度の高いモルタルを吹付けるため、はつり作業が不要となり、コスト削減、工期短縮、建設副産物の発生を大幅に低減できる。

(2) 短繊維混入モルタルによる補強効果

従来のモルタル配合に短繊維(ポリプロピレン)を混入しているため、クラック後の曲げ強度が向上しており、従来工法に用いるラス金網入と比べ、曲げ強度で約3倍の向上が試験により確認されている。（図-1）

短繊維(ポリプロピレン) 使用により、ラス金網の省略や吹付け厚さの低減を図ることが可能となる。

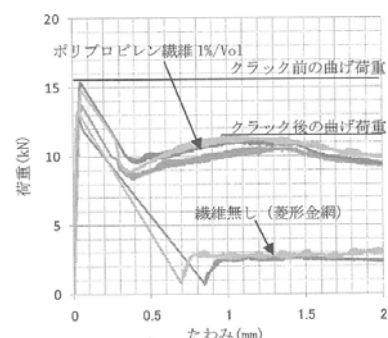


図-1 曲げじん性試験結果

(3) 第三者への影響低減及び安全性向上

従来、施工箇所が供用中の道路に隣接している場合、第三者への影響が大きく、はつり作業の際にはH鋼等による大がかりな仮設物の設置や通行規制等により落下物の被害防止の対策を行っていた。本工法では、はつり作業が発生しないため、大がかりな仮設物を設置することなく、施工することが可能である。また、急傾斜での作業が少なくなり、作業員の安全性が向上する。



写真-1 施工箇所

(4) 豊富なバリエーションで施工が可能

本工法は老朽化の程度や既設吹付けモルタルの背面空洞状況や背面地山の状態に応じて、以下の3工種を組み合わせた樹脂吹付けタイプ2種類と増厚タイプ5種類の計7種の中から施工タイプを選定できる。

- ① 増厚工 : 既設吹付モルタル面の補強や景観性の向上。
- ② 空隙充填工 : 地盤とモルタル吹付け背面の密着性向上。
- ③ 地盤注入工 : 地盤の強化。

従来工法との効果を比較した表を下記に示す。
(図-2)

	従来工法	のリフレッシュ工法
経済性	○	◎
施工性	△	○
景観性	○	○
耐久性	○	◎
空洞処理	○	◎
環境配慮	△	◎
交通影響	△	○

図-2 従来工法と本工法の比較

5. 施工事例

本工事の詳細は下記のとおりである。

- ・工事名 : 平成31年度 55号防災工事
- ・施工箇所: 徳島県海部郡美波町北河内久望
(久望トンネル終点側坑口法面)
- ・施工法面積: 約590m²
- ・既設工事: 昭和47年度 牟岐法面処理工事

既設工事完成より約半世紀ほど経過しており、経年劣化等で一部にひび割れや浮きが発生していたため、補修・補強工事を行うこととなった。

本工事は供用中のトンネル坑口上部の法面を補修するため、従来の法面補修工法では通行者や交通に大きな影響を与えてしまう施工箇所である。(写真-1)

6. 完成までの流れ

(1) 既設法面の状態調査

本工法を施工するにあたり、既設モルタル吹付け内部の空洞の有無や地山の風化状態により施工タイプや調達材料が変わってくるため、施工前に空洞調査を実施した。今回は打音とコア抜き調査を効率的に進めるために事前に熱赤外線調査を行った。熱赤外線により早朝と日中の法面表面の温度差を解析することで空洞の有無とおおよその位置を把握できた。(図-3)

吹付背面の性状	日中の表面温度	深夜・早朝の表面温度	2時期の温度変化
空洞部	特に高温	低温	特に大
土砂部	高温	低温	大
湿潤部	低温	低温	特に小
健全部	やや高温	やや低温	小

図-3 日中・夜間の温度変化の解釈

調査した結果、右側の吹付け面に温度変化が表れていた。クラック調査においても、クラックの密集が確認された箇所であり、モルタル背面に空隙の可能性が高いと判断できた。コア抜き調査の結果、2.5cm程度の空隙が確認された。

また、鉄筋貫入調査も行った結果、ゆるみ層厚は3cm以下と非常に薄いことから、地山の状態は良好であると判断した。

(2) 施工タイプの選定

本工法は既設モルタルの背面空洞の状況、地山の風化状態に応じて、工種を組み合わせ老朽法面を補修できる工法である。本工法の施工タイプの選定フローを下記に示す。(図-4)

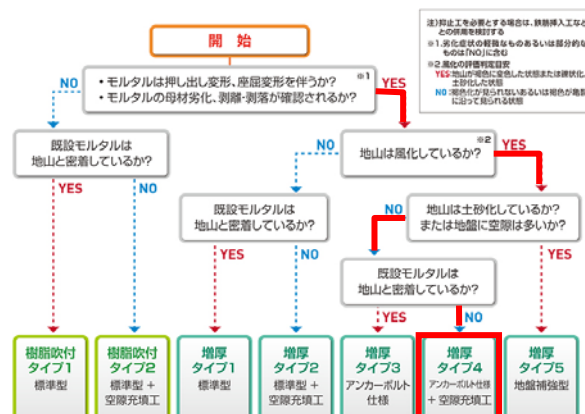


図-4 施工タイプ選定フロー

コア抜き調査、鉄筋貫入調査、打音等の一連の調査の結果、既設モルタル面に空隙及び多数の亀裂が存在しているが、地山の状態は良好であった。

これらの結果を踏まえ、フローより増厚タイプ4（アンカーボルト仕様＋空隙充填工）を選定した。

(図-10)

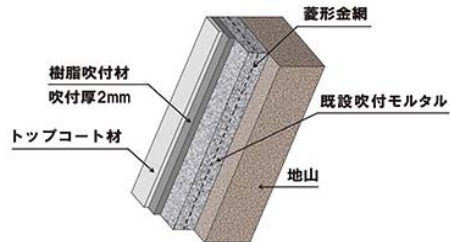


図-5 樹脂吹付タイプ1 (標準型)

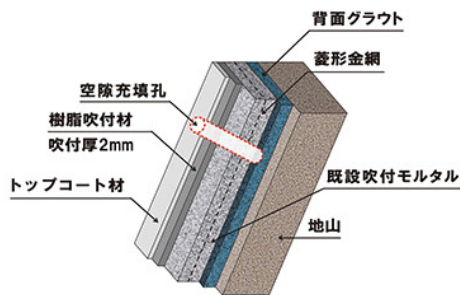


図-6 樹脂吹付タイプ2 (標準型＋空隙充填工)

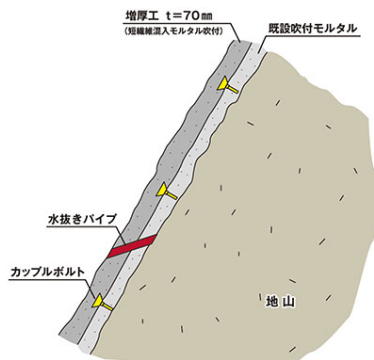


図-7 増厚タイプ1 (標準型)

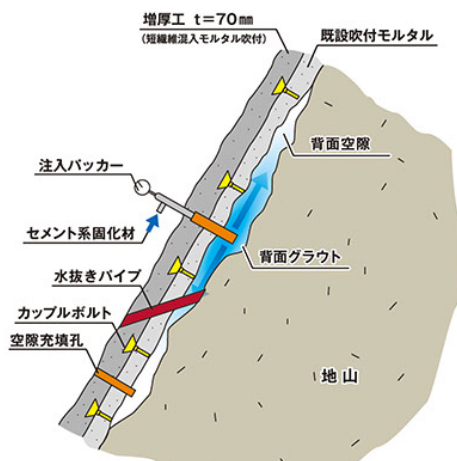


図-8 増厚タイプ2 (標準型＋空隙充填工)

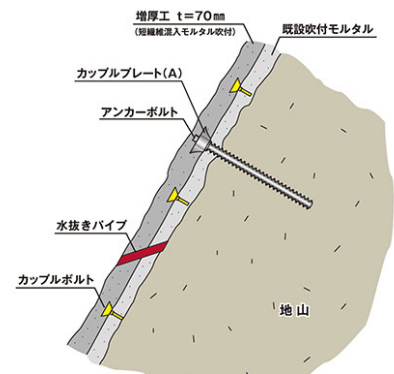


図-9 増厚タイプ3 (アンカーボルト仕様)

選定タイプ

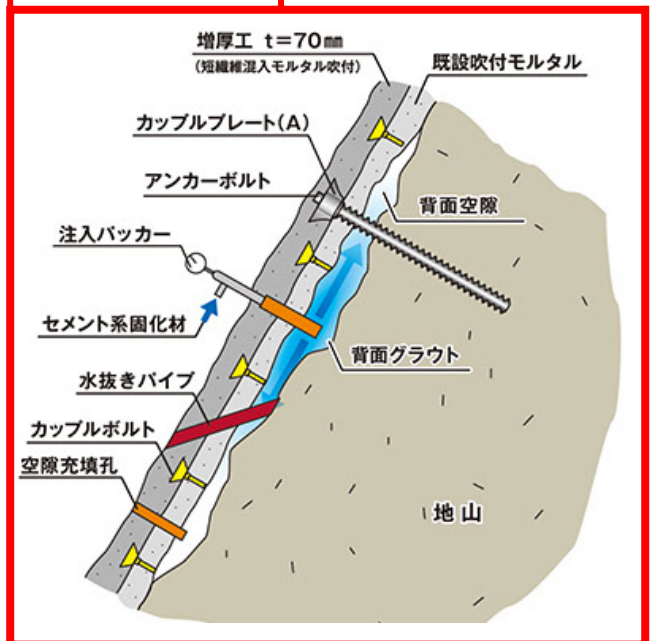


図-10 増厚タイプ4 (アンカーボルト仕様＋空隙充填工)

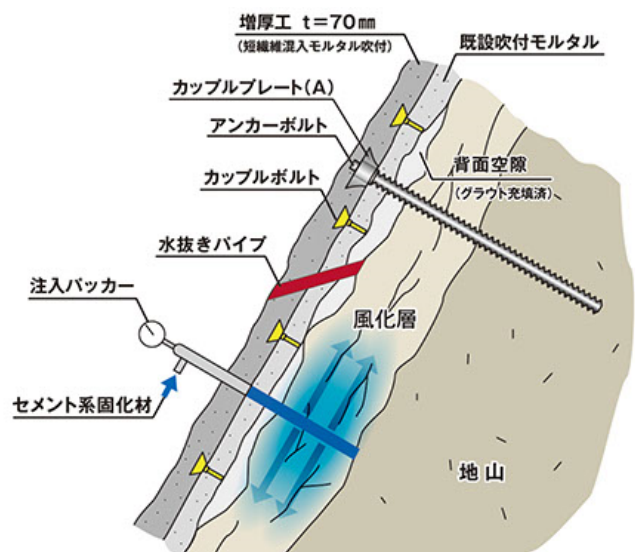
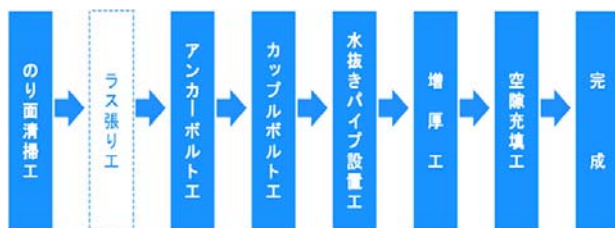


図-11 増厚タイプ5 (地盤補強型)

(2) 施工手順

増厚タイプ4の施工手順は下記のとおりである。
(図-12)



※法面勾配1:0.3より急な場合はラス張り工を併用。

図-12 施工手順（増厚タイプ4）

(3) 施工状況

施工状況は下記のとおりである。（写真-2～7）



写真-2 法面清掃工



写真-3 アンカーボルト工



写真-4 カップルボルト工



写真-5 増厚工（モルタル吹付け）



写真-6 空隙充填工



写真-7 完成写真

7. 施工効果

本工法採用により得られた効果を述べる。

(1) コスト削減

既設法面取り壊しに伴う一連の作業、規制に伴う大がかりな仮設防護柵の設置及び人件費削減等の費用が抑えられ、概算で約650万円減額できた。

(2) 工期短縮

はつり作業及び集積・積込み作業、大がかりな仮設防護柵の設置等が不要となり、工期を35日程度短縮できた。

(3) 品質向上

短繊維混入モルタルでの施工により、剥離・剥落対策となり、維持管理費の軽減及びライフサイクルコストの抑制にもつながると考えられる。

(4) 建設副産物発生低減

はつり作業が不要のため、建設副産物発生的大幅な抑制に繋がり、環境面に配慮できた。

(5) 第三者に及ぼす影響低減及び安全性向上

はつり作業が不要のため、通行規制が少なく施工することができ、第三者への影響低減に繋がった。

また、急傾斜での作業が少なくなり、作業員の施工時の安全性が向上した。

8. まとめ

本工法を用いたことで、コスト削減、工期短縮、品質向上、環境面への配慮及び安全性向上といった様々な効果を得ることができた。

今後の課題として、本工法は平成20年頃から採用されるようになり、まだ施工実績が少ないため長期的な経過観察結果がなく、検証が必要である。

また、吹付けモルタル厚さが厚くなるため、劣化した際の効果的な補修、補強対応ができる工法など、今後、新たな技術開発、技術向上への取り組みが重要である。