

26 環境管理

国立公園内における 環境負荷低減に繋がる法面補修工法の提案

長野県土木施工管理技士会

北陽建設株式会社

工事部 課長

小林 信敬[○]

技術管理室 課長

杉木 雅

工事部 係長

酒井 亨

1. はじめに

本工事は、長野県松本市安曇に位置する中部山岳国立公園内を通る県道84号乗鞍岳線（通称 乗鞍エコーライン）沿いの既設法面工の補修工事である。施工箇所は2工区に分かれ、35号カーブ工区では、老朽化吹付法面の取り壊しと再度吹付工による復旧、位ヶ原2号工区では同様の既設吹付法面の復旧とポケット式ロックネット工の改修が計画されていた。両工区ともに高い標高に伴う豪雪と寒暖差の影響により、吹付法面およびロックネット工には激しい損傷が確認された（図-1）。

当該道路は、マイカー規制区間であるものの、観光道路として周遊バスや自転車、登山利用者の往来が多く、安全性を確保する法面对策工の補修は、観光事業の観点からも非常に重要であった。

老朽化吹付法面の取り壊しで発生するコンクリート殻の飛散対策と集積を目的として、両工区共に道路上に大型土のう積の施工が計画されていた。現地確認において、35号カーブ工区は、当初の仮設計画に近い形で施工可能と判断された。一方、位ヶ原2号工区では、施工箇所がカーブに位置するため、道路上に大型土のうを設置した場合、大型バスの走行への支障が懸念された（図-2）。

仮設計画の変更案を検討する中で、国立公園内での施工となるため、老朽化吹付面の取り壊し作業に伴う産業廃棄物の減少や騒音発生抑制が必要ではないかと考え、環境負荷低減が可能となる

法面補修工法の提案を併せて行うこととした。

工事概要

- (1) 工事名：令和2年度 防災・安全交付金
災害防除（緊急対策事業）工事
- (2) 発注者：長野県 松本建設事務所長
- (3) 工事場所：（主）乗鞍岳線 松本市乗鞍ほか
- (4) 工期：令和2年10月1日～
令和3年11月30日



図-1 位ヶ原2号工区 ロックネット工損傷



図-2 位ヶ原2号工区 バス走行
(点線内施工範囲)

2. 現場における問題点

① 道路利用者の通行帯確保

本工事では損傷している既設吹付法面の取り壊し後に、再度吹付による補修を行う計画であった。35号カーブ工区は、道路上に大型土のうを設置して、片側交互通行にて一般車両の通行帯を確保した状態での取り壊し作業が可能であった。(図-3)

一方、位ヶ原2工区では、前述の通り、道路上に大型土のうを設置した場合、周遊バスの走行に支障があり、道路通行に支障がない工法検討が必要であった。



図-3 35号カーブ工区 吹付面 重機取り壊し

② 人法力面取り壊し作業の効率化

老朽化吹付面の取り壊し作業では、重機作業半径の関係から、アームの届かない斜面上部は、人力による取壊し作業が必要となる(図-4)。

法面上での取り壊し作業は、平坦部と異なり、安全面での配慮や作業負荷が高いことから、取り壊し作業での効率化が必要であると考えていた。



図-4 既設吹付法面 人力取り壊し

3. 工夫・改善点と適用結果

① 工法変更による道路通行帯の確保

道路上の大型土のう積設置に伴う周遊バスの通行の支障対策として、取り壊し作業量が低減可能な法面補修工法の検討を行うことにした。

位ヶ原2工区の現地踏査において、既設吹付表面には、クラックや剥離が見られたものの、老朽化吹付面の全面的な剥ぎ取り作業による改修の必要性は低いのではないかと考えられた(図-5)。

そこで、対象となる老朽化吹付法面の表面や背面状態を調査し、既設吹付面を活かして施工可能な吹付法面補修工法(クロスカバーネット工法)を提案し、変更採用された(図-6)。



図-5 位ヶ原2工区 既設吹付法面 補修前

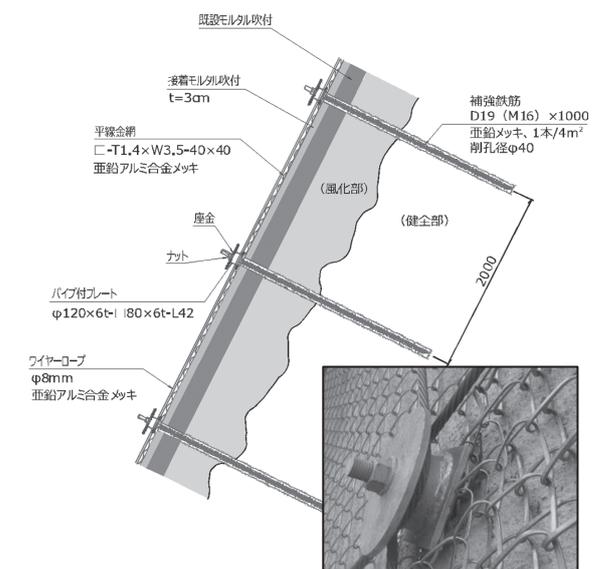


図-6 クロスカバーネット工法 構造図

イ) 老朽化吹付法面補修工法の特徴

本工事で採用された老朽化吹付法面補修工法(クロスカバーネット工法)は、既設吹付法面を活かした補修工法である。工法の特徴として、
i) 安全性の向上、ii) 施工性の向上、iii) 産業廃棄物の低減の3点の利点が挙げられる。

まず、i) 安全性の向上として、吹付面の剥ぎ取り作業が低減するため、作業中の予期せぬ崩壊に対する作業従事者への危険性が低減する。

次に、ii) 施工性の向上として、法面補修に使用する部材は、平線金網とワイヤーロープといった軽量かつ可撓性に富む部材構成となっているため、斜面上での作業性が高い。

そして、iii) 産業廃棄物の低減としては、補修時の吹付に使用する特殊混和材(液状マイクロカーボン繊維)の接着効果により、吹付作業中のリバウンド発生が抑制される。また、既設吹付面の剥ぎ取り量が大幅に削減されるため、産業廃棄物発生の抑制につながる、以上の3点が挙げられる。

ロ) 当初設計と変更案との経済性比較

当初設計と変更案である老朽化吹付法面補修工法の経済性比較をすると以下の様になる(表)。

表 当初設計と変更案との経済性比較

当初	既設吹付面取壊し + 吹付工					
	工種	規格	数量	単位	単価	工費
経済性 (概算工事費) 補修対象 1120m2当	吹付面取り壊し	人力施工	650.0	m2	¥2,480	¥1,612,000
	吹付面取り壊し	機械施工	470.0	m2	¥598	¥281,060
	搬運搬処理	V=164m3 ,w=353t	1.0	式		¥2,675,528
	吹付工	t=15cm 配筋有り	1120	m2	¥9,157	¥10,255,840
	仮設工	大型土のう積	160	袋	¥4,874	¥779,840
	合計					¥15,604,268
	1m2あたり					¥13,932

変更案	老朽化吹付法面補修工法					
	工種	規格	数量	単位	単価	工費
経済性 (概算工事費) 補修対象 1120m2当	吹付面取り壊し	人力施工	60.0	m2	¥2,480	¥148,800
	吹付面取り壊し	機械施工	0.0	m2	¥598	¥0
	搬運搬処理	V=9m3 ,w=19t	1.0	式		¥144,968
	クロスカバーネット工法		1120.0	m2	¥13,144	¥14,721,280
	仮設工	大型土のう積	0	袋	¥4,874	¥0
	合計					¥15,015,048
	1m2あたり					¥13,406

※作業期間中は、2案ともに交通誘導員を配置
上記の経済性比較により、単位施工面積あたり

の概算工事費において、変更案は当初設計と比較して経済性が高いことが分かる。変更案は大型土のう積による仮設を必要とせず、また、取り壊しによる産廃排出量も、V=164m³からV=9m³に削減され約95%削減することが可能となる。

ハ) 適用結果

老朽化吹付法面補修工法の変更提案により、既設吹付法面の取り壊し作業が大幅に削減された。その結果、道路上の大型土のう積が不要となり、取り壊し作業期間中は交通誘導員の配置のみで、一般車両の道路走行に支障なく施工が完了した。

また、経済性の比較において、変更案では施工単価が高いものの、仮設工の設置撤去や取壊し作業での施工日数短縮や大幅な産業廃棄物抑制といった利点も挙げられ、変更案は経済性や実施工程、環境負荷低減の面における優位性が確認された。

② 老朽化法面取り壊し範囲の調査の効率化

イ) 赤外線映像調査の実施

老朽化法面の補修にあたり、取り壊しや撤去対象となる吹付背面の空洞箇所や背面地山の風化部(土砂化)等の不良箇所を特定する必要があった。通常、上記の不良箇所の調査では、当該法面の全範囲を対象に打音調査にて確認しているが、対象法面が広範囲であるため、効率的に調査を進めることが重要となる。そこで、赤外線映像を用いた背面空洞部や剥離箇所の抽出を行った(図-7)。

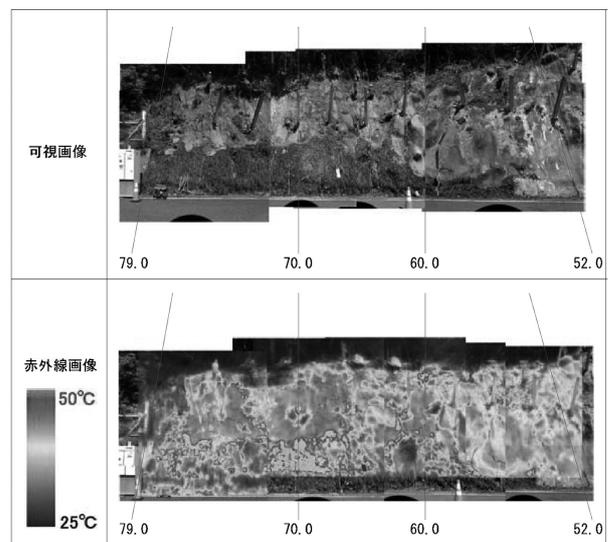


図-7 赤外線画像を用いた空洞部の抽出

ロ) 赤外線映像調査を踏まえた現地調査

赤外線映像調査では、剥離箇所や空洞部などの不良箇所において、温度変化が大きくなる傾向にある。そこで、温度変化の大きい箇所を対象に、打音調査およびコア抜き調査を実施した(図-8)。

詳細調査として、温度変化が大きい箇所で実施した打音調査では、全箇所で濁音が確認され、吹付背面の空洞存在を確認した。この結果に基づいたコア抜き調査では、吹付背面の風化による空洞化や既設吹付面の層間剥離の存在が確認された。また、背面空洞部の風化土砂厚さ確認のために、貫入式土壌硬度計の累計貫入量により測定をした。



図-8 既設吹付面 コア抜き調査

ハ) 適用結果

既設吹付法面調査において、赤外線画像を用いて広範囲な法面での不良箇所を推定することで、人力法面取り壊し作業を最小限に抑え、取り壊し作業の効率化と作業負荷の低減が図られた。また、詳細調査結果による背面部の空洞処理では、注入材の充填が確認され、補修工法の品質確保においても有効であったと考えられる(図-9)。

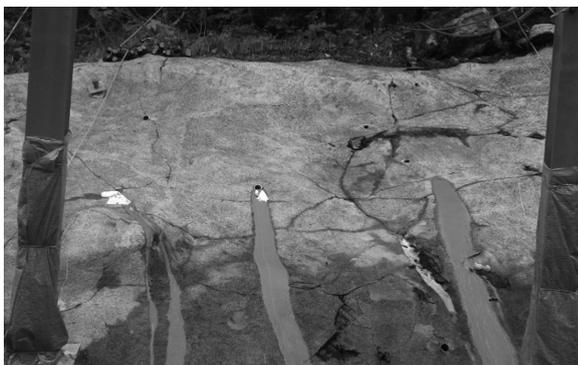


図-9 背面空洞部 セメントミルク充填確認

4. おわりに

本工事では、観光道路の交通影響を最小限に抑えるため、老朽化吹付法面補修工法の変更提案を採用頂いた。変更提案により、施工中の安全と法面補修工法として必要な品質や機能を確保しつつ、当初設計案より高い経済性の確保が可能となった。また、老朽化法面調査方法の工夫により、作業従事者の作業負荷低減にも繋がった。そして、国立公園内での施工において、取り壊し作業に伴う騒音発生の抑制、および産業廃棄物排出量の大幅削減に加え、場外搬出時の大型車両走行に伴う二酸化炭素排出量の低減にもつながり、観光面の影響や環境負荷低減の観点からも有効であった。

現在、全国的に建設資材として重要な骨材類の安定供給や品質の確保が難しいと言われている。しかし、国土強靱化として防災施設の補修や機能強化を進める中で、既存施設の取り壊しによる新規更新が必要なケースは少なくないと思われる。環境負荷低減が求められている昨今において、今回施工した老朽化吹付法面補修工法は、産業廃棄物の抑制に加え、取壊しや新材調達に伴う重機稼働で消費される化石燃料使用量の低減に貢献し、SDGsの観点からも優れた工法であると感じた。

結びとなりますが、本工事の施工にあたり、ご指導ご協力いただいた発注者および工事関係者、そして、工事期間中に観光を楽しまれた多くの皆様の御理解の元に、無事故での工事完成に深く感謝申し上げます。



図-10 現場完成