

## 鉱山跡地管理工事における大規模法面緑化対策

三菱マテリアル（株）鳥居雅規 山縣三郎 沖本展尚 水越悠文  
（株）大林組 正会員 ○榎原直樹 正会員 杉本英夫

### 1. はじめに

全国の休廃止鉱山では、LCA を踏まえた公害対策<sup>1)</sup>、元山への自然回帰に向けた緑化など新たな技術的検討が進められている<sup>2)</sup>。本工事現場となった鉱山は、閉山し数十年を経た鉱山跡地で、地山の黄鉄鉱（パイライト）が風化して土壌が強酸性となり、植生が衰退した。その結果、土壌浸食・法面崩壊が進み、大雨により土砂流出する環境事故が発生する危険性があった。さらに、地山に浸透した雨水が強酸性化した湧水によって、濁水処理設備への負荷が深刻化していた。そのため、地球温暖化の影響で大型台風や集中豪雨が増加する自然災害リスク軽減を目的として、公害の発生源対策を行った。本報では、その工事内容を紹介する。

### 2. 工事概要

本工事では、地表を被覆することにより、法面の浸食・崩壊の防止に加えて、雨水の酸性化の抑制と排水路の整備を目的とした。表-1 に工事概要、図-1 に全体平面図を示す。被覆対策として、強酸性土壌が存在する地山法面では木片コンクリート緑化技術（以下、チップクリート緑化工）、整形された長大法面では遮水シート工を実施した。排水対策では、雨水などを清水、地山からの湧水を濁水として、区分するための水路を施工した。

### 3. 本工事の特徴とその技術的課題

強酸性地山の法面对策として、次の3つを考えた。①酸性化した表層の土を取り除く、②酸性化した表層の土の酸性を中和する、③酸性化した表層の土の侵食・崩壊を抑制する。①は、地山の深部まで黄鉄鉱が含まれているため物理的に不可能である。②は、岩の硬い部分も露出するために中和材の混入が難しい。③の表層を遮水シートやモルタル吹付により被覆する方法が有効である。しかし、地山法面の場合は遮水シートによる被覆は困難であり、モルタルも強酸性の湧水による裏面浸食・劣化によって長期的な安定性が保てないという課題があった。

写真-1 に既存モルタル吹付部の劣化状況を示す。現場では、数年前に、厚さ 1cm 程度のセメント貧配合モルタル吹付による強酸性対策が行われていた。しかし、モルタル層が強酸性の湧水の影響により劣化し、植生基材の裏面から強酸性の湧水が浸出する状態であった。そこで、長期的に強酸性の湧水に耐える緑化対策の選定が課題であった。

表-1 工事全体の概要

項目	内容
工事名称	法面被覆・清濁分離水路整備工事
工期	2015年4月～2020年3月（竣工予定）
工事内容	土工事、法面被覆工事、排水工事
工事内容	土工事：掘削工 8.2万m <sup>3</sup> 、改良土工 6.3万m <sup>3</sup>
	被覆工：チップクリート緑化工 3.9万m <sup>2</sup> 、遮水シート敷設 3.2万m <sup>2</sup> 、一般植生基材吹付工 2.0万m <sup>2</sup>
	清濁分離水路整備工他：1.6万m

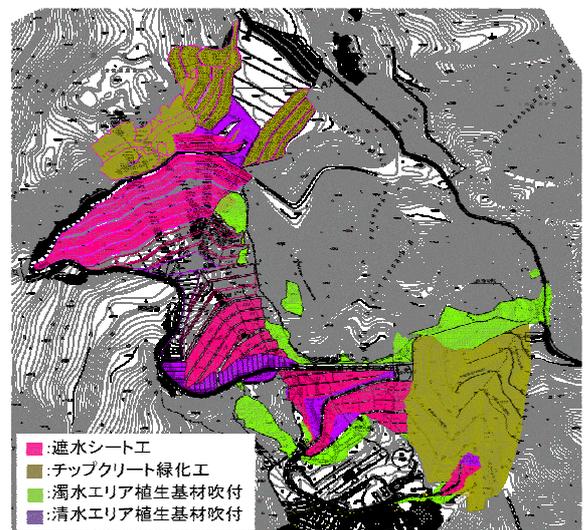


図-1 全体平面図



写真-1 既存モルタル吹付部の劣化状況

キーワード 木片コンクリート、緑化、鉱山跡地、強酸性土壌、清濁分離水路

連絡先 〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 品川インターシティ B 棟 (株) 大林組 TEL03-5769-1306

#### 4. 強酸性湧水地山の法面緑化対策

##### (1) チップクリート緑化工の提案

強酸性湧水の影響を制御して法面緑化を可能にする技術が必要になるため、チップクリート緑化工の利用を検討した。チップクリートは、木材チップをセメントミルクで被覆して一体化したポーラスコンクリートである。写真-2にチップクリートの断面を示す。

提案では、チップクリートを利用して強酸性湧水の濁水と地表水の清水を分離するため、法面の下流部に濁水用暗渠と清水用開渠の断面構造を設定した。図-2にチップクリート緑化工の清濁分離水路の断面模式図を示す。チップクリートの利点は、強酸性湧水がチップクリートの空隙を流れるため、モルタル吹付に比べて裏面浸食のリスクが少なく、長期的な安定性が期待できることである。また、植生基材の酸性化を防ぐため、植物の生育が永続的になる。

##### (2) 試験施工での検証

チップクリートの現地適用性を検証する目的で、2014年11月に現場試験施工を実施した。施工場所は、地山から強酸性湧水があり、表土はpH2を示す強酸性土壌のため、植物が全く定着しない状態であった。試験のチップクリートは、厚さ50mmで実施した。図-3に植生基材のpHを示す。施工2年半(32ヶ月後)後の植生基材のpHは、中性を示し、pH6.9~7.6と安定していた。チップクリートは、pHアルカリ性を保ち、損傷が確認されなかった。緑化に用いた植物は、健全な状態で生育していた。その結果、チップクリートは施工2年後も損傷が無く、強酸性湧水を排水しつつ緑化植物が健全に生育することを確認した。チップクリート緑化工の降雪地での適用性に関して、2015年3月の融雪時の状況を確認し、実施工への採用に踏み切った。

##### (3) 実施工

地山表層がpH2の強酸性となっている場所にチップクリート緑化工を採用し施工した。法面は採掘跡で凹凸整形後も不陸が残るため、安定して排水・中和機能を保つ目的で、チップクリートを厚さ70mmとした。湧水の多い箇所には、モノドレンを設置し排水を行うことでチップクリートの排水機能の長期持続化を図った。緑化植物は、クリーピングレッドフェスク、メドハギ、ヨモギの3種とし、植生基材は一般的な岩盤緑化と同程度の厚さ50mmとした。

#### 5. おわりに

平成27年度の施工から3年経過し、写真-3にチップクリート緑化工の施工3年後の状況を示す。工事を行った結果、植物が生育する状態になり、大雨が降った時の抗廃水負荷が低減する効果を確認した。今後50年先を見据えた公害防止対策と元山回帰には、本工事の成果の活用が求められる。そのため、チップクリートの排水機能が低下した場合の対応など、長期的な経過観察による効果確認と維持管理技術の確立が必要である。

#### 参考文献

- 1) 川邊規史：鉱害防止における土壌・水環境と緑化対策の意義，資源素材学会，資源・素材講演集 Vol. 4 No. 2, 2017
- 2) 沖本展尚，山縣三郎，水越悠文，杉本英夫，榎原直樹：チップクリートを用いた緑化環境修復技術の鉱山跡地への適用，資源素材学会，資源・素材講演集 Vol. 4 No. 2, 2017



写真-2 チップクリートの断面

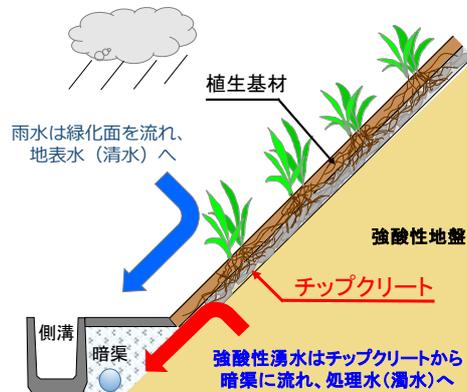


図-2 チップクリート緑化工と清濁分離水路の断面模式図



図-3 植生基材のpHの経時変化



写真-3 施工3年後の状況