

クリンカアッシュを利用した連続長繊維補強土工の開発

ライト工業(株)技術研究所 正会員 ○長 信也
長繊維緑化協会 正会員 高橋 徳

1. はじめに

石炭火力発電所では、発電に伴い石炭の焼却灰が大量に発生し、九州地区では年間約70万トン発生している。

この発生した焼却灰にはフライアッシュとクリンカアッシュがあり、フライアッシュはコンクリート混和材、クリンカアッシュは運動施設やゴルフ場、住宅地の整備や舗装材、土壌改良材や排水層等に有効利用されているが、発生した全量を再利用できていないのが現状である。

近年、土木工事では、省資源化や環境意識の高まりにより、現場発生材のリサイクルが進み、のり面緑化工法においても現場で発生する伐採木・抜根材、現地発生表土などを生育基盤に混入し、吹付け造成する技術が開発されている。

本稿では、コンクリート構造物に代わり、環境負荷低減を目的に開発された「土構造物」である連続長繊維補強土工「ローピングウォール工法」¹⁾ (以下、本工法とする)の主材料である砂(細骨材)にクリンカアッシュを利用し、のり面補強工事を行い、室内実験や現場での施工・調査により、細骨材の代替えとして利用可能であるか確認した。

2. クリンカアッシュの性質²⁾

クリンカアッシュとは、ボイラ内の燃焼によって生じた石炭灰の粒子が溶解して相互に凝集し、採取されたものであり、石炭灰の約1割を占める。主に砂分・礫分で構成され、砂の粒度分布に似ている。また、その粒子は孔隙構造となっているため、保水性・透水性に優れる。

クリンカアッシュは、転圧性が良く、締固め特性は含水比に大きく左右されず、締固めた状態でも透水性が良好でそれ自体が排水層として機能する。また、表面に多数の細孔があり、水分保有率が一般土壌に比べて高いなどの特徴がある。

3. 連続長繊維補強土工「ローピングウォール工法」

本工法は砂と長繊維を混合・吹付けることにより、疑似粘着力とせん断強度を向上させ、地山表層の崩壊を防ぎ、安定を図るのり面保護工法である。

造成厚さ20cmの長繊維補強土層と表層の有機質系植生基盤を造成することから、草本から木本類まで多様な植生を生育させることが可能となった。適用勾配は60°まで、対象地山は土砂から硬岩までの地山に対応可能な工法である。本稿では、砂の代替えとしてクリンカアッシュを利用することを目的に実験・調査を実施した。

4. 配合試験

現場での施工に先立ち実際に使用する細骨材およびクリンカアッシュを混合し、吹付機を使用して供試体を作製した。併せて骨材の物性確認を確認した。

配合試験は、砂とクリンカアッシュの配合を0%、50%、100%の3水準で混合し、それぞれ一面せん断試験を実施した結果、いずれも本工法の設計強度である粘着力40kN/m²、せん断抵抗角42°を超えていた。

実際の施工では、一面せん断試験結果が最も良好で、かつ密度も砂に近いNo.2のクリンカアッシュを50%混合した配合とした。

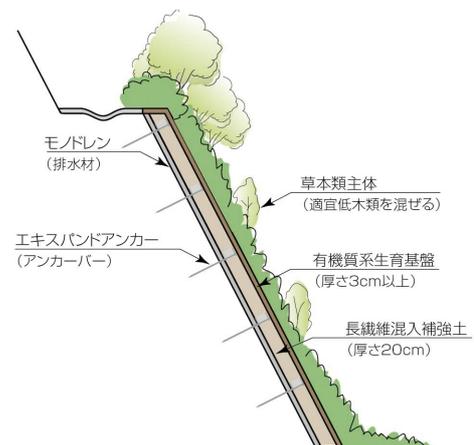


図1 連続長繊維補強土工の概念図¹⁾

キーワード： クリンカアッシュ, 連続長繊維補強土工, リサイクル

連絡先：〒102-8236 東京都千代田区九段北4-2-35 TEL: 03-3265-2454

表1 クリンカアッシュの配合別せん断強度一覧

番号	細骨材の配合量 (容積比) 砂:クリンカアッシュ	粘着力 (KN/m ²)	せん断抵抗角 (°)	乾燥密度 (g/cm ³)
1	100:0	43.5	44.7	1.703
2	50:50	41.7	46.3	1.35
3	0:100	40.1	42.7	0.94
設計値		40	42	

表2 骨材の物性値

	表乾密度 (g/cm ³)	粗粒率 (FM)	吸水率 (%)
砂 100%	2.659	2.44	1.1
クリンカ:砂=1:1	2.434	2.40	1.1
クリンカアッシュ 100%	2.013	2.38	1.5

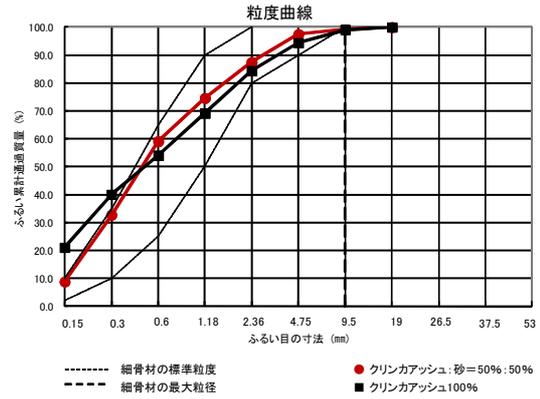


図2 クリンカアッシュ混合細骨材の粒度分布

5. 施工

実際の施工は、のり面補強工事でのり面の安定を目的として本工法を施工した。施工性や植物の生育性、長繊維補強土の安定性を確認するため、通常の砂 100%とクリンカアッシュを細骨材の 50%混合して吹付けた箇所それぞれに調査区を設けた。クリンカアッシュ混合区の施工性・吐出性能は通常の細骨材とほぼ同様の結果となり、施工性については問題ないことが確認できた。施工時に一面せん断試験用の試料を採取し、試験を実施した結果、表3に示すように砂 100%とクリンカアッシュ 50%混合区の強度はほぼ同様の結果となった。

表3 現場での一面せん断試験結果

番号	細骨材の配合量 (容積比) 砂:クリンカアッシュ	粘着力 (KN/m ²)	せん断抵抗角 (°)
1	100:0	53.1	43.0
2	50:50	56.1	42.9

6. 追跡調査およびまとめ

クリンカアッシュ 50%混合区の施工 2ヶ月後および5ヶ月後の植生状況ならびに長繊維補強土の安定性について、現地で調査を実施した。植生の生育状況は、方形枠(コドラード)法を用いて、生育植物の草高、成立本数(密度)、被覆率から生育状況を調査した。また、目視により生育基盤や長繊維補強土の安定性を確認した。調査結果を図3~5に示す。

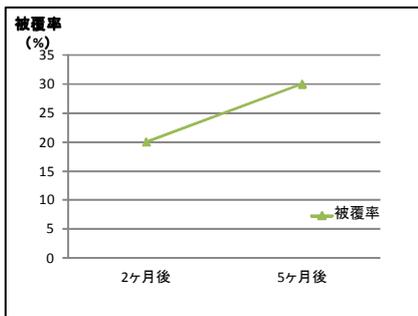


図3 被覆率の推移

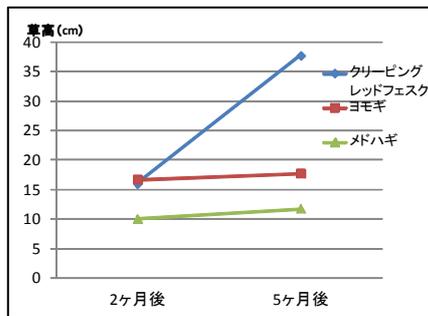


図4 成立する植物の草高

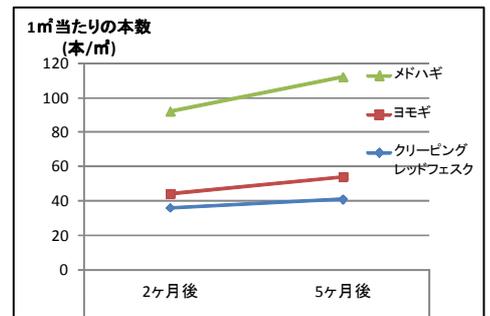


図5 成立本数(密度)

クリンカアッシュ 50%混合区の施工 2ヶ月および5ヶ月後の植生状況は、メドハギが優占し、ヨモギとクリーピングレッドフェスクが点在する植生群落となっていた。第2回目の調査時が冬期間であり、メドハギが落葉していたことから被覆率は僅かな増加となったが、通常の砂を用いた工区とも差異は認められず、健全な植物の生長が確認できた。

生育基盤および長繊維補強土の安定性については、基盤の損傷や侵食を受けた後もなく、クリンカアッシュ混合区と通常の長繊維補強土施工区では差異が認められず、安定性が確保されていることが確認できた。今後は、クリンカアッシュの長期的な安定と植生や連続長繊維補強土への適用性について検証し、現地調達によるコスト縮減と環境負荷低減に寄与できる工法へ開発していきたいと考える。

参考資料

- 1) 建設技術審査証明(砂防技術)報告書「ローピングウォール工法」平成19年9月(財)砂防地すべり技術センター
- 2) 九州電力ホームページ <http://www.kyuden.co.jp/>