

石炭灰を活用した岩盤法面緑化工法の開発

中国電力(株) 正会員 澄川 健 *1
 (株)竹中土木 正会員 安藤慎一郎*2
 日本植生(株) 谷口美津男*3

1. まえがき

近年、発電所建設にあたっては、地域共生の観点から景観対策が注目され、発電所構内の緑化はもとより、法面の緑化等による積極的な緑化計画が求められている。また、大量に発生する伐採樹木のリサイクルなど、環境への配慮も必要とされ、とりわけ石炭火力発電所においては、発電に伴い発生する石炭灰の有効利用が、今後の発電所存続にもかかわる重要な課題の一つとなっている。

本報では、上記を踏まえて開発した石炭灰を活用できる岩盤緑化工法の実験結果について報告する。

2. 開発した工法の概要

本工法は、植生基盤としては一般に不適と考えられる石炭灰、および未分解の木材チップをできる限り多量に使用する岩盤緑化工法であることを特徴としている。以下に開発した工法の概要を示す（図-1参照）。

基盤材は、高アルカリ性の「フライアッシュ」、肥料成分の窒素を吸着してしまう「未分解木材チップ」（写真-1参照）に、フライアッシュのアルカリを低減する「pH緩衝剤」、ほぼ中性で保水性の高い「クリンカアッシュ」および保水性を補う有機質保水材を加えた配合であり、セメントに比べ低アルカリ性で自硬性を持つ「PFBC灰」を接合材として用いる。

施工性は、従来の植生基盤材工（厚層基材）と同等以上である。

コストは、pH緩衝剤使用によるコストアップに対して、石炭灰利用による材料自体のコストダウン、加えて石炭灰の処理コスト削減を図り、従来と同等以上の施工性を確保すること



写真-1 使用材料(フライアッシュ, 木材チップ)

で、従来工法に比べて安価である。

3. 実験概要

実験は、石炭灰(フライアッシュ、PFBC灰)の中和実験および現場吹付け実験とし、長期植生状況、施工性およびコスト試算等により適用性評価を行った。以下、各実験について示す。

3.1 石炭灰の中和実験

本実験は、石炭灰の pH 緩衝剤選定を目的として行った。中和対象材料はフライアッシュ、PFBC灰である。pH 緩衝剤は予備試験、文献調査等を踏まえ、過燐酸石灰、燐酸とした。過燐酸石灰、燐酸は肥料成分であり、植生への影響が少なく、その酸性によって pH を低減できると考えた。各材料の pH および EC を表-1 に示す。実験は、図-2 に示すとおり、各石炭灰に対して pH 緩衝剤を滴下し、滴下後に混合物の pH、EC

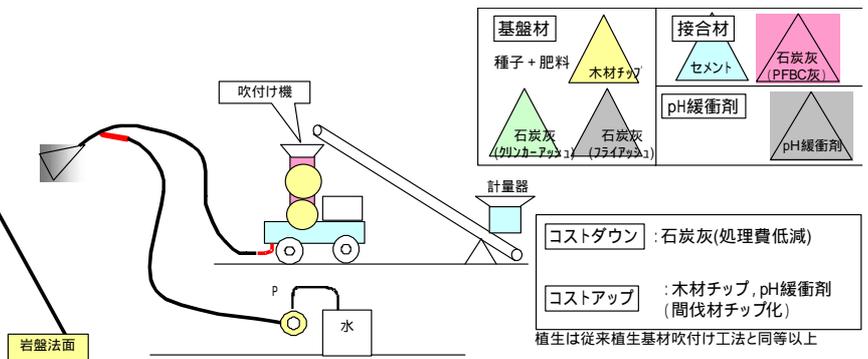


図-1 工法概要図

表-1 石炭灰中和処理材料

中和対象	No.	材 料	pH	EC
		フライアッシュ	11.8	1.91
		PFBC 灰	12 ~ 13.2	8.51
	参考	クリンカアッシュ	9.8	0.32
緩衝剤	No.	材 料	pH	EC
		過燐酸石灰	2.3	19.61
		燐酸75%溶液	0.3	0.62
		燐酸同上100倍希釈	1.7	1.09

キーワード：石炭灰、木材チップ、岩盤法面、緑化、リサイクル

*1：〒730-8701 広島市中区小町 4-33

*2：〒104-8234 東京都中央区銀座 8-21-1

*3：〒708-8552 岡山県津山市高尾 573-1

中国電力株式会社

株式会社竹中土木技術本部

日本植生株式会社環境開発事業部

TEL:082-523-6362

TEL:03-3542-6321

TEL:0868-28-0251

を把握して行った。ここで、EC は電気伝導度であり、石炭灰と純水を混ぜた混濁液中の電気の通りやすさを表す。純水はほとんど電気を通さないため、石炭灰を混ぜたことによる通電量の増加量によって、植生基盤中に石炭灰中の水溶性イオンがどの程度溶出するか、植生基盤として適用できるかどうかを判断した。

実験の結果、pH 緩衝剤を過燐酸石灰とした場合は、フライアッシュ：過燐酸石灰 = 12.5 : 1 の混合比率で中和され、pH : 7.0, EC:1.79 となったが(図-3 参照)、フライアッシュ配合量は多量であり、EC は比較的低くても生育不良が懸念された。

一方、燐酸 75%液 100 倍希釈を使用した場合は、図-4 に示すとおり、少量でフライアッシュの中和が可能であり、pH, EC とも良好であった。しかし、PFBC 灰に対しては中和反応が遅く、中和後も EC が高めで、不安定になった。したがって、フライアッシュの pH 緩衝剤としては、燐酸が有効と認められた。フライアッシュ 10g(約 0.1 L)に対する燐酸の必要量は 75%溶液 0.06 L 程度である。また、PFBC 灰は植生基盤材より、接合材使用に適していると考えられた。

3. 2 現場吹付け実験

本実験は、実施レベルでの長期植生、施工性およびコストを把握し、総合的な適用性検討を目的として行った。適用配合は、中和実験を踏まえて実施した種子発芽試験結果、および施工方法(1 層吹き, 2 層吹き)、フライアッシュ使用量、コストを総合的に評価して選定した(表-2 参照)。種子は 4 種混合(トルフェス, クリピンガ, バミューダ, ムドハギ), 吹付け設備は厚層基材と同様とした。なお、pH 緩衝剤は用水に混和して用いた。写真-2 に 1 年経過後の植生状況を示す。

実験の結果、1 年経過後の植被率は厚層基材と同等で 100%であった。途中過程では木材チップがない場合に基盤材の流失を伴い、植被率が低下した以外は良好な植生であった。また、施工性は厚層基材と同等であり、配合決定時に想定したコストで概ね施工が可能と考えられた。

以上より、石炭灰(フライアッシュ, クリンカアッシュ)は、燐酸で中和し、木材チップおよび有機質保水材と混合することで、1 層で植生可能な生育基盤材料にできることを確認した。

4. まとめ

植生には活用しにくいと考えられた石炭灰は、pH 緩衝剤との組合せによって植生基盤材として適用できることが確認できた。

今後は、実施工にて施工性および長期植生データの蓄積を進める予定である。また石炭灰は発電所によって異なる。灰種によって植生が異なる可能性もあり検討を続けたいと考える。

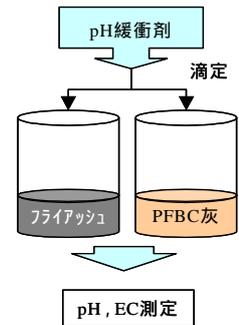


図-2 石炭灰の中和試験

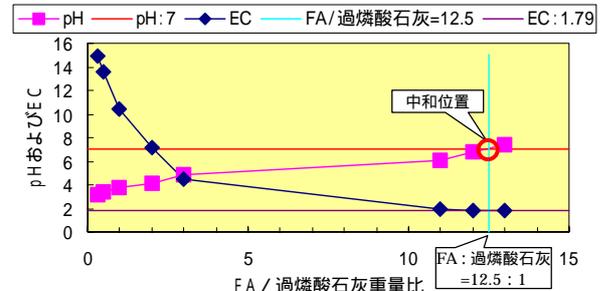


図-3 過燐酸石灰による中和

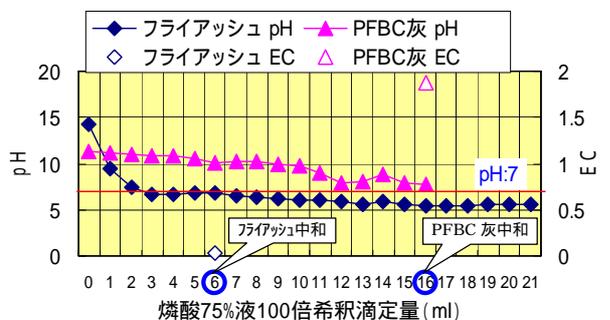


図-4 燐酸 75%100 倍希釈液による中和

表-2 現場実験適用配合

配合 NO.	施工方法	基材配合(容積比率*)					植生評価	材料価格評価			FA使用量	総合評価	摘要
		FA	CA	CP	SF	PM		¥/m3	コスト	順位			
1	1層吹き	75%	0%	0%	25%	0%		33,540	18,675	7		-	
2		50%	0%	25%	25%	0%		40,254	11,961	9		採用	
3		50%	25%	0%	25%	0%		30,040	22,175	5		採用	
4		50%	0%	50%	0%	0%	x	29,469	22,746	4		x	-
5		50%	25%	25%	0%	0%	x	19,254	32,961	2		x	-
6		25%	25%	25%	25%	0%		36,754	15,461	8		採用	
7		25%	25%	50%	0%	0%		25,969	26,246	3		-	
8		25%	0%	50%	25%	0%		46,968	5,247	10		採用	
9		100%	0%	0%	0%	0%	-	16,040	36,175	1		-	-
10		0%	0%	0%	61.5%	38.5%	-	52,215	-	11		-	比較用
1'	2層吹き	75%	0%	0%	25%	0%		38,761	15,562	7		-	
2'		50%	0%	25%	25%	0%		44,356	9,967	9		採用	
3'		50%	25%	0%	25%	0%		35,844	18,479	5		採用	
4'		50%	0%	50%	0%	0%		35,368	18,955	4		x	-
5'		50%	25%	25%	0%	0%		26,856	27,467	2		x	-
6'		25%	25%	25%	25%	0%		41,439	12,884	8		採用	
7'		25%	25%	50%	0%	0%		32,451	21,872	3		-	
8'		25%	0%	50%	25%	0%		49,951	4,372	10		採用	
9'		100%	0%	0%	0%	0%	-	24,178	30,145	1		-	-
10'		0%	0%	0%	61.5%	38.5%	-	54,323	-	11		-	比較用

*FA:フライアッシュ, CA:クリンカアッシュ, CP:木材チップ, SF:ソイルファクター(有機保水材:日本植生製), PM:ピートモス

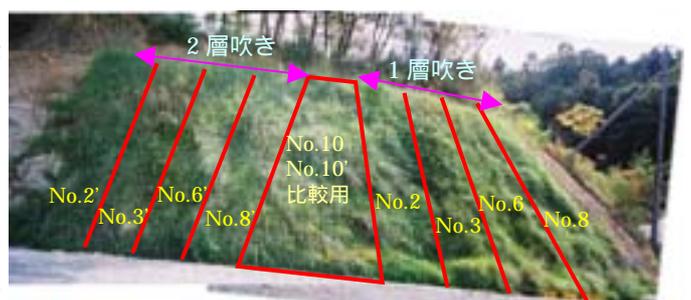


写真-2 現場吹付け実験植生状況(施工後1ヵ年経過)