

# コスト縮減・工期短縮・リサイクル型植生基材 吹付工『アルファグリーン緑化吹付工法』

池 崎 真・小 林 亮太郎

火力発電所から排出された石炭灰の有効利用と、法面緑化工事のコスト縮減および工期の短縮を目指し、フライアッシュを用いた安定剤『アルファグリーン』を用いた法面緑化工法『アルファグリーン工法』および『アルファガン工法』（NETISでは二つを総称して、『アルファグリーン緑化吹付工法』と呼ぶ）を開発し、その普及に努めてきた。今回、本工法が国土交通省新技術情報システム（NETIS）において設計比較対象技術に指定され、従来工法（植生基材吹付工）との比較技術としての認知を得た。ここでは、従来工法とのコスト面、工程面での比較を中心に、アルファグリーン緑化吹付工法の概要を紹介する。

キーワード：法面工、緑化、吹付工、植生工、植生基材吹付工、石炭灰、フライアッシュ、リサイクル

## 1. はじめに

法面緑化ということに関しては、江戸時代の砂防にはじまり、数十年前から種子散布工、客土吹付工や植生基材吹付工による緑化工が数多く施工されてきた。これまでは外来草本類のみによる急速緑化が中心であったが、近年になり在来草本・木本類による植生・樹林化が求められてきている。さらには、外来生物法の施行に代表されるように、遺伝子レベルでの種の保全を念頭においた緑化が求められている。

しかし、岩盤法面の緑化が当たり前になるにつれ、施工法面の性状の多様化により、従来からある植生基材・客土・種子吹付工では、当初数年は青々としているが数年経つと植物の枯死や、ひどいときには、吹付した基盤層が降雨や凍上劣化により、流亡・滑落したりしてしまう例も見られる。これでは樹林化どころか緑化工の本来の目的である防災機能も果たすことができない。また、在来種は外来種よりも総じて発芽・生長が遅く、吹付基盤のみで長期にわたって安定していることが必要となる。これらのことより、従来よりもさらに侵食防止機能の高い法面緑化工法が求められてきた。

また、近年の発注者予算の縮減にともない、コスト削減・工期の短縮も同時に必要とされている。

そのような問題を解決できる工法として、われわれは、石炭灰のリサイクル品を主原料とする安定剤『アルファグリーン』を使用した、法面緑化工法『アルファグリーン緑化吹付工法』を1994年に開発し、工法の普及に努めてきた。

この工法は従来の施工機械を使用し、吹付材料の高分子糊剤等を安定剤『アルファグリーン』に置き換えるだけという簡単な施工方法であるのにもかかわらず、岩盤その他厳しい条件の法面に対して強固な接着・基盤層の安定をもたらす、それと同時に通常法面においてはラス金網張工等の緑化基礎工を省略することができるため、コスト縮減と工期の短縮を実現するものである。

## 2. 工法の位置付け

安定剤『アルファグリーン』を使用した緑化吹付工法の位置付けを図一1に示す。従来からある客土吹付工で使用する、高分子糊剤等を安定剤『アルファグリーン』に置き換えたものがアルファグリーン工法であり、植生基材吹付工（厚層基材吹付工とも呼ぶ）で使用する、高分子糊剤等を安定剤『アルファグリーン』に置き換えたものがアルファガン工法となる。分類としてはそれぞれ従来と変わらず、客土吹付工・植生基材吹付工となる。



図一1 工法の位置付け

### 3. 施工方法

アルファグリーン工法・アルファガン工法は、特別な施工機械を必要とせず、従来工法で使用してきた施

工機械をそのまま使用できる。アルファグリーン工法・アルファガン工法で使用する施工機械を、それぞれ表—1、表—2に示す。

### 4. 従来工法との比較

#### (1) 使用材料・各工法の使い分け・コスト比較

使用材料での従来工法との違いとしては、従来から使用するバーク堆肥に用土を全体の3割混合することがあげられる。高分子糊剤等の代わりに、安定剤『アルファグリーン』を使用するのは先ほど述べたとおりである。通常法面では、ラス金網張工等の緑化基礎工の施工が省略できる。主な特徴を表—3にまとめた。

本工法では、ラス金網張工等の緑化基礎工の省略により、工期の短縮を図ることができる。

工程表を表—4に示す。工期は従来半分の半分となる。

#### (2) 活着・安定メカニズムの違い

安定剤『アルファグリーン』の化学的作用としては水と化合してシリカ質の化合物を多量に生成し、イオン交換反応による土粒子の凝集・団粒化を進め、さら

表—1 アルファグリーン工法で使用する標準施工機械

名称	規格	数量	摘要
客土吹付機	ミニクリート式, 37 kw	1	吹付用
空気圧縮機	可搬式 5 m <sup>3</sup> /min, 39 kw	1	吹付用
発動発電機	45 KVA, 42 kw	1	機械動力用
ベルトコンベア	7 m	3	材料投入用
揚水ポンプ	φ 50, エンジンポンプ	1	水汲上用
搭載トラック	クレーン付 4t 以上, 2.9t 吊	1	機械運搬用
運搬トラック	ダンプ 4t	1	用水・材料小運搬用

表—2 アルファガン工法で使用する標準施工機械

名称	規格	数量	摘要
モルタル吹付機	0.8 ~ 1.2 m <sup>3</sup> /h, 18kw	1	吹付用
空気圧縮機	可搬式 10.5 ~ 11.0 m <sup>3</sup> /min, 78 kw	1	吹付用
発動発電機	10 KVA, 13 kw	1	ベルトコンベア・機械動力用
ベルトコンベア	7 m	3	材料投入用
揚水ポンプ	φ 50, エンジンポンプ	1	水汲上用

表—3 工法の比較表

工法種別	使用機械	土質・勾配	基盤材	安定剤	ラス網	対降雨	対凍上	保水性	恒久性	経済性
従来型客土吹付 (泥吹)	ハイドロシーダー	土砂 硬度指数 25 未満 勾配 0.8 ~ 比較的柔らかい 切土面・盛土面に適用	土 または バーク で代用	高分子糊剤使用プラスチック状被膜をつくり、保水性を阻害する。紫外線で破壊され、基盤材が流亡する。	勾配・吹付厚で判断	×	×	×	×	○
アルファグリーン工法	ミニクリート (シーダーにポンプが装着された機械)	土砂 硬度指数 25 未満 勾配 0.8 ~ 比較的柔らかい 切土面・盛土面に適用	土と バーク 堆肥	フライアッシュのリサイクル剤アルファグリーン使用 団粒・侵食防止・保水効果をもつ。本格的表土を形成 恒久緑化が可能	原則不要	○	◎	○	○	◎
従来型植生基材吹付	モルタルガン	土砂・軟岩・硬岩 硬度指数 25 以上 勾配 0.5 ~ 切土面・盛土面に適用	バーク 堆肥	高分子糊剤使用プラスチック状皮膜をつくり、保水性を阻害する。紫外線で破壊され、基盤材が流亡する。	要	△	△	○	△	×
アルファガン工法	モルタルガン	土砂・軟岩・硬岩 硬度指数 25 以上 勾配 0.5 ~ 切土面・盛土面に適用	土と バーク 堆肥	フライアッシュのリサイクル剤アルファグリーン使用 団粒・侵食防止・保水効果をもつ。本格的表土を形成 恒久緑化が可能	原則不要	◎	◎	◎	○	◎

表一 4 工程表

従来工法及び新工法の 1000 m<sup>2</sup> 施工における工程表  
(1日施工量で対比)

		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	所要日数		
植生基材 吹付工 (従来技術)	ラス網工 (必須)	7.2														7.2	日	%		
	吹付工															7.2	14.4	100.00		
アルファガン 工法	ラス網工 (原則 必要なし)	7.2														0.0	日	%		
	吹付工															7.2	7.2	63.00		

※参照

従来技術である植生基材吹付工の標準施工量は、「平成 14 年度 国土交通省土木工事標準積算基準書（共通編）」  
ページ t-12-②-15 の表 11.3 区分一植生基材吹付工、規格・仕様一厚 5 cm の施工数量 140 m<sup>2</sup>/日を使用する。  
また、ラス網工の標準施工量は、上記資料の同ページの表 12.2 の施工数量 140 m<sup>2</sup>/日を使用する。

にケイ酸石灰水和物（CSH）などを生成する。カルサイトとの中和により，化学的に抵抗性の強い複塩化合物を形成する。…【土の骨格】

生物的作用としては【土の骨格】に支えられ，安定した基盤材中に存在する養分を微生物に与え，微生物は持続的に増殖を繰り返す。また安定剤『アルファグリーン』には植物の根毛などの生長に有用な微量元素を含有している。…【土の筋肉】

これら【土の骨格】【土の筋肉】が造成基盤を強固に安定させ，法面の凹凸に密着していく。

このことが，安定剤『アルファグリーン』が高分子糊材をこえる活着性を持ち，基本的にラス金網張工等の緑化基礎工を使用しない要因となっている。

多くの在来種は外来種にくらべて初期の生長が遅く，従来の植生基材吹付工では，在来種よりもまず先に外来種を多量に繁茂させる。そうすると，主構成種である在来種が被圧されて発芽・生長できないということがよく起こっていた。これは，従来工法が降雨に弱く，早く植物を生やしてしまわないと，雨滴や表面を流れる流水によって基盤が流されてしまうため，外来種を早く生やしてしまおうという考え方に起因する。そのため，初期生長が早い外来草本が主流になっ

てしまっていた。それに対してアルファグリーン工法・アルファガン工法は，基盤層自体が非常に強く，植物を生やさなくても降雨・凍上に非常に強いので，生長の遅い在来種，特に木本類の生長を待ちながら基盤層を支えていることができるので，在来種の導入にも向いているといえる。

ラス金網張工等の緑化基礎工無しで施工している様子を，写真一 1 に示す。

(3) アルファグリーン工法・アルファガン工法の吹付厚みについて

吹付厚みについては，従来からある，道路土工指針や日本法面緑化技術協会の吹付厚み選定基準等と同じである。

(4) 緑化基礎工の検討について

通常法面では緑化基礎工は省略できるが，アルファグリーン工法・アルファガン工法で使用する安定剤『アルファグリーン』は，地山への水の浸透がなされない不透水層や，粒子の細かい粘土層，砂質土および，概ねφ 1 m の平滑な一枚岩などの箇所には，接合能力が十分に発揮されない場合があるため，ラス金網張工等の緑化基礎工の検討が必要となる場合があるので注意を要する。

また，従来工法と同じく，法面上部からの流水に対する小段処理や，湧水箇所に対する暗渠などの設置は行う必要がある。

(5) 施工時期について

安定剤『アルファグリーン』による水和反応の生成物は，摂氏 5 度以上でないとは反応が進んでいかないので，寒冷地での冬期施工は時期・気温を考慮する必要がある。また，水和反応とは関係ないが真夏の極暑時は吹付した種子が温度・極度な乾燥により枯死するこ



写真一 1 ラス金網張工等の緑化基礎工無しで施工している様子。吹付材料のリバウンドもほとんどない。

表—5 試験項目

	分析項目	分析結果	単位	分析の方法	環境基準
1	カドミウム	<0.001	mg/L	環告46号(JIS K0102.55.1)	<0.01
2	全シアン	<0.1	mg/L	環告46号(JIS K0102.38.22・38.2)	検液中に検出されないこと (<0.1)
3	鉛	<0.005	mg/L	環告46号(JIS K0102.54.1)	<0.01
4	六価クロム	<0.02	mg/L	環告46号(JIS K0102.65.2.1)	<0.05
5	砒素	<0.005	mg/L	環告46号(JIS K0102.61.1)	<0.01
6	総水銀	<0.0005	mg/L	環告59号付表1	<0.0005
7	セレン	0.002	mg/L	環告46号(JIS K0102.67.2)	<0.01
8	フッ素	0.75	mg/L	環告46号(JIS K0102.34.1)	<0.8
9	ホウ素	0.89	mg/L	JIS K0102.47.1	<1
10	酸化ケイ素	44	%	JIS M 8815	-
11	酸化カルシウム	13	%	JIS M 8815	-
12	非晶質アルミナ珪酸塩	21	%	JIS M 8815	-

表—6 実績

施工年月	発注者名称	工事名称	施工厚	面積
1995年6月	建設省宮ヶ瀬ダム工事事務所	宮ヶ瀬ダム駐車場法面緑化工事	5 cm	200 m <sup>2</sup>
1996年5月	大分県白杵土木事務所	荒砂第21号砂防ダム・法面緑化工事	5 cm	1000 m <sup>2</sup>
1996年7月	国立ウタマ・マレーシア大学	国立ウタマ・マレーシア大学(UUM)岩盤緑化工事	1 cm	200 m <sup>2</sup>
1997年3月	建設省相武国道工事事務所	圏央道八王子西工区工事	3 cm	1400 m <sup>2</sup>
1997年4月	神奈川県横浜市緑政局	都築自然公園法面緑化工事	2～3 cm	1000 m <sup>2</sup>
1998年7月	建設省磐城国道工事事務所	金ヶ沢法面保護工事	3 cm	16800 m <sup>2</sup>
1998年9月	建設省青森工事事務所	鴨入道路改良工事	3 cm	16000 m <sup>2</sup>
1999年10月	北海道由仁町役場	ゆにハーブガーデン造成工事	3 cm	14000 m <sup>2</sup>
2005年9月	北海道室蘭土木現業所	道々静内浦河線特改1種工事(道州制)(路盤工)	3 cm	12000 m <sup>2</sup>
2000年7月	鹿児島県加治木町役場	平成11年度ふるさと林道道路改良工事3工区	3 cm	6000 m <sup>2</sup>

他 500 件以上

とがあるので、施工時期の配慮および施工後の養生を要することがある。

## 5. 材料の安全性

安定剤『アルファグリーン』は、単体で環境庁の告示46号の溶出規準をクリアしている。試験項目を表—5に示す。

## 6. 施工実績

アルファグリーン工法・アルファガン工法は、両者合わせて全国で約130万m<sup>2</sup>、500件以上の実績があり、一番古いもので1995年の施工実績がある。いずれも順調に生育している。

### (1) 実績表

主な実績を、表—6に示す。



写真—2 神奈川県 宮ヶ瀬ダムにおける適用事例。一番初めに施工した現場。アルファグリーン工法。1995年6月施工



写真—3 宮崎県 霧島台地における適用事例。アルファグリーン工法にて約2万m<sup>2</sup>を施工した。木本類を中心に生育している。1999年4月施工

## (2) 施工写真

アルファグリーン工法・アルファガン工法は、従来工法と同程度植生を行うことができる。主な現場の施工後を写真—2、写真—3に示す。

## 7. 各種併用工法

アルファグリーン工法・アルファガン工法は、各種基礎工や緑化工と併用して、多様な法面緑化に対応できる。事例を以下にあげる。

### (1) モルタル吹付面の緑化

ソイルストッパー工法と併用して、アルファガン工法にてモルタル吹付面の修景緑化を行った。吹付厚みは10 cmである。

施工後9年経過するが、現在も植生基盤の流亡もなく、ハギ類を中心に生育している。周辺の植生も侵入しているのが見られる(写真—4)。

### (2) 芽苗植栽工との併用

治山工事にて、地元の強い要望から、在来種を使用



写真—4 宮崎県 高千穂町における適用事例。モルタル吹付面の上に、吹付施工した。1996年6月施工



写真—5 高知県 春野町における適用事例。芽苗植栽工と併用した。2002年9月施工

した緑化工が求められた。在来種、特に木本類は初期の乾燥に弱いので、保水性が高く、基盤の流亡が少ない工法として、アルファガン工法5 cmと併用した、芽苗を植栽した。現在も、淘汰を繰り返しながら自然な森に変化している(写真—5)。

### (3) 法枠内の緑化

直下を鉄道が走行しているため、特に剥離・流亡のない植生工が求められた。現在では、法枠が見えないほどに生育している(写真—6)。



写真—6 高知県 安芸市における適用事例。法枠内の緑化。2000年11月施工

## 8. NETIS における事後評価

国土交通省 NETIS における事後評価は、以下のようになっている。NETIS のホームページから引用した、事後評価を表—7に示す。

## 9. おわりに

土木技術は、日進月歩で進化している。法面緑化の分野においても例外ではない。10 数年前にわれわれが取り組み始めた本工法が、今、ようやく NETIS において事後評価で良い結果を頂いたが、その間に発注者や世間で求められる緑化工法は多様化する一方であり、どんどん新しいものが必要とされている。

特に、最近では工事現場で発生する、伐採材や伐根などの植物発生材の現場内利用等におけるリサイクル率の数値目標が、国土交通省によって示されており、各工法が発案・施工されている。

これまでの実績や事例の蓄積・技術を応用し、石炭灰のリサイクルに加え、工事現場における植物発生材の現場内再利用、そしてラス金網張工等の緑化基礎工

表-7

事後評価	従来技術に対する優位性の評価は、経済性、工程、施工性、環境については優れており、特に工程については極めて優れている。品質・出来形、安全性については同等であり、劣っている項目はない。 安定性の評価は、全て（経済性、工程、品質・出来形、安全性、施工性、環境）の項目において高い。
成 立 性	○（技術として成立している）
優 位 性	従来技術より優れる
安 定 性	高い安定性を有す
環境適用性	広い
留意事項など	<p>（活用効果調査表より抜粋）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・地山との付着が良くない場合には、監督員と協議しラス全網の布設など十分な配慮が必要である。</li> <li>・施工後一週間程度までは極端な乾燥・低温を避ける。</li> <li>・湧水部分については、吹付後に植生種子の流出原因となるため、適時必要と判断された場合には、監督員と協議し排水マットの布設など十分な配慮が必要である。</li> <li>・工法選定時は土質も重要だが、地下水の有無や雨量・降雨時の水の流れも考慮し、総合判断すること。</li> <li>・従来工法の金網張り工を省略し施工するので、侵食防止剤の配合には、特に留意する。</li> </ul> <p>○設計比較対象技術に指定</p>

を省略できる緑化工として『PRE 緑化工法』（NETIS  
登録番号：CG-020023-V）を開発し、好評を頂いている。

これからも世の中の役に立つ緑化工の研究・開発に  
邁進していく所存である。

JICMA

〔筆者紹介〕

池崎 真（いけざき まこと）  
（有）アルファグリーン  
代表取締役



小林 亮太郎（こばやし りょうたろう）  
（有）アルファグリーン  
取締役

