

現地発生材のリサイクル法面緑化工法

横塚 享

リサイクル法面緑化工法は、伐採木（枝葉・根株）や表土など、これまでリサイクルが困難とされていた現地発生材を、法面緑化の生育基盤材料として利用する工法である。品質の安定しない現地発生材を材料として用いる緑化工法においては、植物生育のための基盤を定量的に効率よく造成する手法が求められている。本報告では、これらの要望に対する施工技術として、高速ベルトコンベアによる施工法および高所多段法面への施工法であるポンプ圧送方式について紹介する。あわせて現地発生リサイクル材の植生に及ぼす影響を調査した事例と在来種による緑化事例を紹介する。

キーワード：法面緑化，リサイクル，現地発生材，チップ材，表土，在来植生

1. はじめに

リサイクル法面緑化工法における主要材料は、現地発生材の伐採木を破碎した生のチップ材および現地発生土（表土）である。ここ数年来、発生木材のリサイクルは燃料や再生木材・マルチング材などへの利用を中心としてかなりの普及がみられるが、伐採木の枝葉や土砂が付着している根株などは、廃棄物として処分されているのが現状である（写真一）。また、表土は根茎や腐植化した有機物を多く含むため、盛土材などとして転用することは不適とされている。

しかし、見方を変えれば表土や根株に付着している土壌は、植物生育のための生育基盤材料としては非常に有用な材料であり、現在、注目をあびている生物多様性保全のための生態系や在来植生の復元に大きく貢献する。枝葉や根株は、破碎してチップ化（写真二）



写真二 一次破碎されたチップ材

することにより土壌改良材・長期的な有機肥料としてリサイクルが可能である。

リサイクル法面緑化工法は、これらの建設副産物として扱われる二つの現地発生材を材料として利用する法面緑化工法である。

2. 現地発生材の緑化への利用

伐採木や表土などの現地発生材は、リサイクルすることにより緑化の生育基盤材料として有効に利用することができ、廃棄物の現場からの発生量を抑制することができる。

伐採木を破碎したチップ材は、生育基盤の耐侵食性を向上させるとともに土壌構造の改良効果を持ち、長期的には腐植し有機肥料として植物の生育を促進させる。現地発生材の表土は、そこに含まれる埋土種子・根



写真一 集積された枝葉と根株

茎などからの発芽・成立により在来植生を回復することができ、生態系や在来植生の復元に貢献する。

しかし、これまで法面緑化において、最も一般的な施工技術であるモルタルガンを用いた厚層基材吹付工では、大きなチップ材や植生に適したとされる粘性土を含む土壌を生育基盤材料として吹付けることが困難である。このため主に有機物からなるバーク堆肥やピートモスなどを材料として使用してきた。特に、表土は、粘性土を含み枝葉や根茎などの夾雑物を多く含む土壌であることから、従来の吹付法による施工は困難であり、コスト高騰の大きな要因であった。このため現地発生材の利用に際しては、粘性土や夾雑物を含む材料の施工が効率的に行える技術が必要となる。

3. 現地発生材を利用した緑化の施工技術

これらの現地発生材の利用技術に関する前述の課題に対し、次の二つの施工システムを実用化した。

- ① 撒きだし方式による生育基盤の造成技術（高速ベルトコンベア方式）
- ② ポンプ圧送と圧縮空気による搬送を組み合わせた生育基盤の造成技術（高所施工システム：ポンプ圧送方式）

これらの施工システムにより、粘性土や根茎などの大きな夾雑物を含む土壌と伐採木を破碎した大きな生のチップ材を生育基盤材料として利用することが可能である。

図-1 に現地発生材を利用した緑化技術の施工のフロー図を示す。

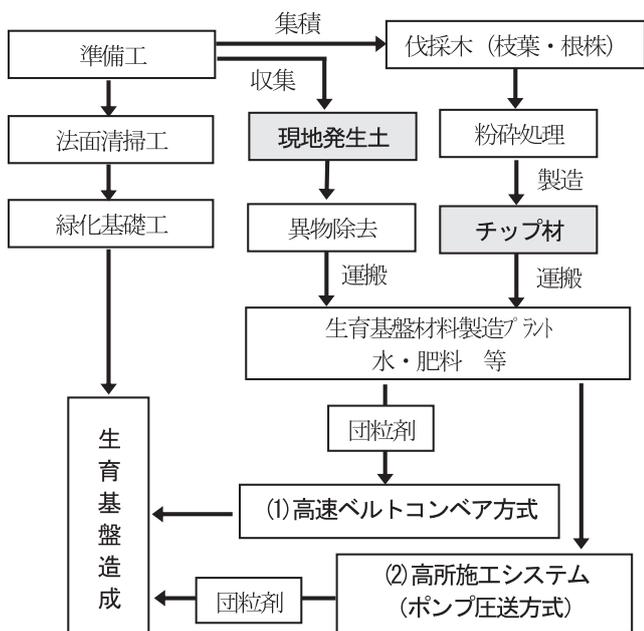


図-1 現地発生材を利用した緑化技術の施工フロー

(1) 高速ベルトコンベア方式による生育基盤の造成
高速ベルトコンベア方式の施工は、高速ベルトコンベアを搭載した撒きだし装置により生育基盤を造成する手法である。

生育基盤材料は、製造プラントで生のチップ材と現地発生表土に水・肥料・団粒剤を加え攪拌混合して製造する。この生育基盤材料をトラックなどで緑化する法面の下部まで運搬し、高速ベルトコンベア搭載の撒きだし装置により生育基盤を造成する。

撒きだし装置は、現場で汎用の油圧ショベルをベースマシンとし、大きな生のチップ材（最大長 20 cm 程度）や現地発生表土などの生育基盤材料を定量的に効率よく撒きだすことができる。写真-3 に撒きだし装置、写真-4 に施工状況を示す。



写真-3 高速ベルトコンベア搭載撒きだし装置



写真-4 高速ベルトコンベア方式による生育基盤の造成

(2) 高所施工システム（ポンプ圧送方式）

高所施工システム（ポンプ圧送方式）は、コンクリートポンプによる圧送と圧縮空気による搬送を組み合わせた手法である（図-2 参照）。

チップ材と現地発生表土に水を加えて攪拌した泥状の生育基盤材料を、緑化対象法面の下部までコンク

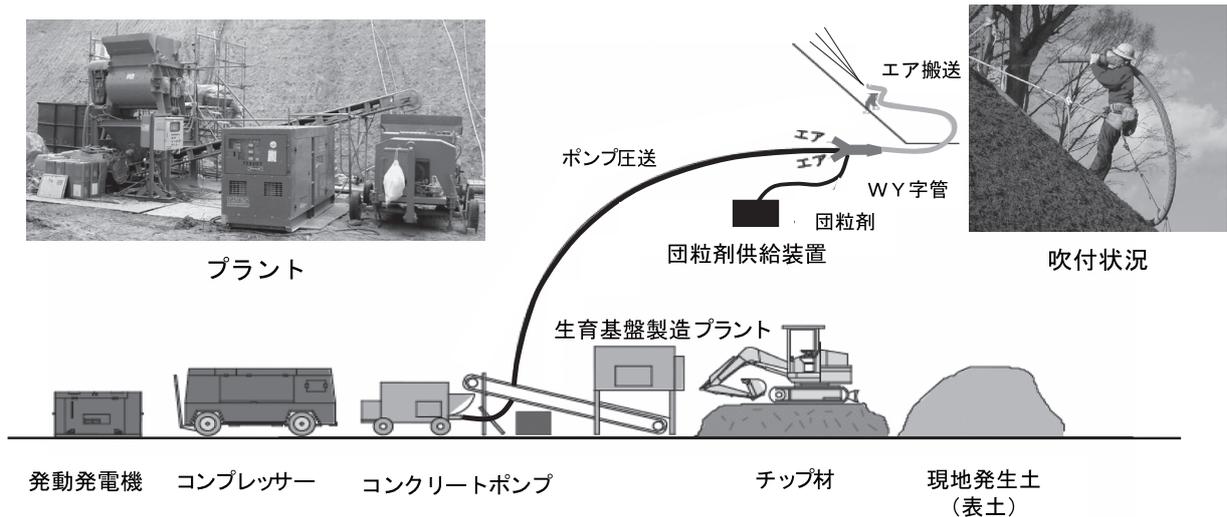


図-2 ポンプ圧送方式の施工概要

リートポンプにより圧送し、専用の攪拌管（WY字管 図-3 参照）内に圧縮空気を送り込み、同時に団粒剤を添加して攪拌し、団粒構造を有する土壤に改良しながら法面に吹付ける。

可能にした。

吹付ける生育基盤材料は団粒構造を有し耐侵食性が高く、しかも大小の多くの空隙を持ち植生に適した保水・保肥性と排水性に優れた生育基盤となる。高所施工システムは、これまでホース内閉塞などにより材料としての利用が困難であった大きなチップ材や根茎などの夾雑物を含む土、粘土分の多い現地発生表土などを、閉塞することなく効率的に施工することができる。表-1 に高所施工システムにおいて使用する主要機械の一覧を示した。

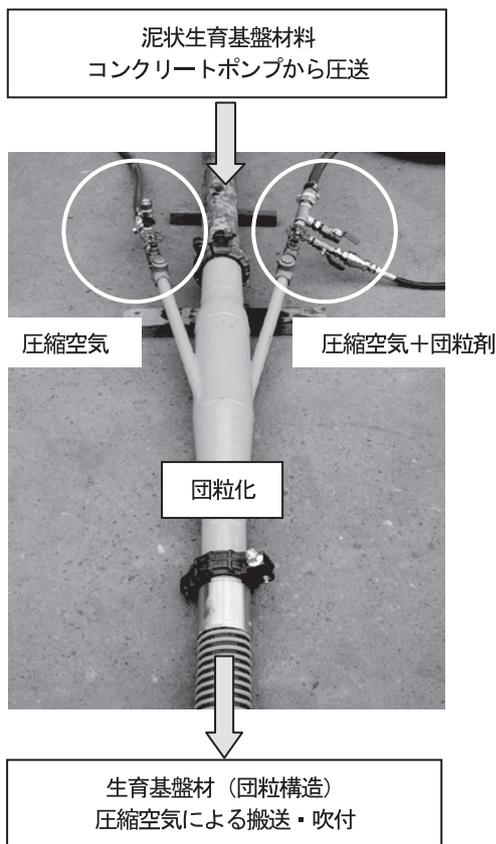


図-3 専用攪拌管（WY字管）の詳細

高速ベルトコンベア式を搭載した撒きだし方式は、法面1段（法長7m程度）ごとの施工を行ってきたが、高所施工システムでは法高60mを越える法面や、緑化対象法面へ施工機械の配置が困難な場所での施工を

表-1 主要機械一覧

項目	仕様	数量
生育基盤製造プラント	0.5 m ³ 用	1
バックホウ	0.28 m ³	1
給水車	3.8 m ³	1
コンクリートポンプ	10 m ³ /h	1
空気圧縮機	19 m ³ /min	1
発電発電機	45 kVA	1
団粒剤ポンプ	~1.5 l/min	1
WY字管	生育基盤材料 エア・団粒剤の混合	1

4. リサイクル法面緑化工法の特長

リサイクル法面緑化工法は以下に示す特長を有している。

①現地発生材である伐採木と表土を材料としてリサイクルすることで材料コストの低減が可能である。

また、廃棄物を有効利用することにより現場からの発生量を抑制できるとともに、処分費・運搬費などのコスト低減が図れる。

- ②現地発生材を利用する施工システムの実用化により施工の効率化と大規模工事における経済性の向上を図ることができる。
- ③無機質の土壌（表土・粘性土などの現地発生土）を材料として使うことで、植生に適した状態で長期的に劣化・衰退しない安定した生育基盤の造成が可能である。従来の緑化工法の有機物だけで作られた生育基盤のように長期的に劣化・消滅することなく永続性に優れる。
- ④現地発生土（表土）を利用することにより、現地自生の植物を成立させ生態系の復元や植生の多様化に貢献する。

5. 施工事例

(1) 高所施工システム（ポンプ圧送方式）施工事例

写真—5, 6は、ポンプ圧送方式による高所法面の施工事例である。コンクリートポンプ設置位置から高低差60m配管総延長110mの施工を実施した。

表—2は、リサイクル法面緑化工法における生育基盤材料1m³あたりの標準配合である。基盤材料は現地発生材である表土と枝葉や根株を一次破碎した生のチップ材を1:1の割合で混合して製造した。現地

表—2 材料の標準配合

材料名	数量	単位	備考
チップ材	0.5	m ³	伐採木を針状に粉碎
現地発生土	0.5	〃	表土
団粒剤	3.0	kg	
接合剤	4.0	〃	
肥料	3.0	〃	化成肥料 8:8:8
肥料	2.0	〃	緩効性肥料
種子	—	—	表土利用 無配合
水	—	ℓ	標準200~400ℓ

発生を表土を利用する場合には、埋土種子や根茎からの発芽・成立による在来植生の復元を期待するため、外部からの種子を配合しないことが原則である。

(2) 現地発生材を利用した緑化（種子無配合）事例

現地発生材（伐採木・表土）を用い、外部から種子を導入しない種子無配合の法面緑化の事例である。

種子無配合による緑化は、1~2年目は一年生草本が優占する植生、2~3年目は多年生草本が優占する植生、3~4年目から先駆性のある低木類などが優占する植生に遷移していくことが一般的である。

施工事例は、施工後3年を経過した時点では、在来種のススキ・ヨモギ・オオイタドリ・ヨツバヒヨドリなどが生育しているものの、外来草本類の代表格である芝草類（クリーピングレッドフェスク・オーチャードグラスなど）が植被率で10%程度占有していることが確認された。これらの外来草本は、過去に周辺の道路緑化に使用されており、表土採取地周辺においても生育が確認されている。

施工後5年6ヶ月後の調査では、施工後3年の調査時に確認された外来草本類は衰退傾向にあると思われる、シラカバ・ダケカンバなどの先駆的な樹種が生育してきている（写真—7参照）。

表—3に施工後5年6ヶ月を経過した時点での植



写真—5 高所施工システム施工状況（全景）



写真—6 圧送管の配管および吹付状況



写真—7 施工後5年6ヶ月植生状況

表一三 施工後5年6ヶ月植生調査結果

	植物種類	被度	本数・株数 (1㎡当り)	生育高 (cm)
草本	ヨモギ	3	4本	120
	ヒメスイバ	2	密生	50
	クレーピングレッドフェスク	1	2本	80
	スギナ	1	2本	20
	タガネズズメノヤリ	1	2本	50
	アキタフキ	1	1本以下	60
	ヨツバヒヨドリ	1	〃	30~60
	オオイタドリ	+	〃	100
	ススキ	+	〃	60
	ブタナ	+	〃	80
	マツヨイクサ	+	〃	60~80
	オニナルコスゲ	+	〃	60
	オオズメノテッポウ	+	〃	80
	オーチャードグラス	+	〃	80~100
	アカクローバー	+	〃	50
	ヘラオオバコ	+	〃	40
	ササ	+	〃	60
ハルジオン	+	〃	50	
木本	シラカバ・タケカンバ	3	4本	30~100
	ミズナラ	+	1本以下	30
	イタヤカエデ	+	〃	30
	タチヤナギ	+	〃	70
	ナナカマド	+	〃	70

生状況の調査結果を示す。

成立本数は少ないが、周辺植生にみられる在来樹種のみズナラ・イタヤカエデ・ナナカマドなどの成立が確認できる(写真一八参照)。その他、草本類では未同定を含めると30種程度、木本類では10種程度の植物種が確認され、多種多様の在来種が優先する植物群落が成立し、当初の緑化目標が達成されつつあると思われる。



写真一八 施工後5年6ヶ月植生状況
周辺自生木本の成立(ミズナラ)

6. おわりに

現地発生材の緑化材料へのリサイクルについて、本文での報告に示したように、高速ベルトコンベア方式や高所施工システム(ポンプ圧送方式)による施工技術が実用化され、植生状況も順調に遷移するなど良好な結果が得られている。今後、現地発生材の利用技術の一つとなれば幸いである。

現地発生材を用いた緑化工法は、リサイクルの観点から環境負荷の低減、また、自然環境保全の観点からは、在来種による植生復元などに有効な手法として注目されている。

反面、品質の安定しない現地発生材の施工技術の確立や、表土に含まれる埋土種子の種類や量が把握できないこと、周辺にすでに生育している外来種がある場合には、それらの種子も含まれ、外来種の群落が出現する可能性も否定できないなど、多くの課題が残されている。また、法面の緑化は、その面積が広大なことや経済性の観点から、緑化施工後は一般的に維持管理を実施しないことが多い。在来種による緑化を計画する場合には、性質の強健な外来種や侵入植物に対しての維持管理技術や管理費用低減の検討なども必要となってくる。

今後、さらに、調査研究や技術開発の継続が重要な分野であると思われる。

JICMA

《参考文献》

- 1) 環境省自然環境局他、平成17年度外来生物による被害の防止等に配慮した緑化植物取扱方針検討調査報告書、国土計画局公開文書、2006。
- 2) 横塚 享・大本晋士郎、リサイクル法面緑化工法「ネッコチップ工法」、電力土木 No.323、2006、p16-19。
- 3) 案里 隆・友利昌俊・横塚 享、現地採取種子を用いたリサイクル工法による緑化-その2-, 日本緑化工学会誌 33 (1)、2007、p175-178。
- 4) 財先端建設技術センター、先端建設技術・技術審査証明報告書、2005。
- 5) 亀山 章監修:小林達明・倉本 宣編、生物多様性緑化ハンドブック、地人書館、2006。

【筆者紹介】

横塚 享 (よこつか すずむ)

(株)熊谷組

プロジェクトエンジニアリング室 環境事業部

部長

