

1 技術概要

整理番号	T-00021
技術名称	無人高所掘削機械を用いた法面表土剥ぎ取りの迅速化及び安全性の向上
申請機関名	株式会社 Sakatec
技術の概要	通常の機械では施工が不可能な高所法面において、斜面上を上下左右自由自在に移動することが可能な遠隔操作重機を使用した法面表土剥ぎ取り施工方法である。 道路脇や民家裏の緑化法面、山地・高台に多く見られる斜面に関しては、従来技術自体が人力に頼っていたために、除染を実施する際にも多くの労働力や時間を伴ってしまう問題点を抱えているが、「無人高所掘削機械」を用いることにより、作業時間の短縮及びコスト低減を実現し、施工時の作業の安全性向上と被ばくを最小限に抑えることを可能とした技術である。 
技術の優位性	既存技術である人力による法面作業は、命綱を使用した危険な作業であり、特に除染作業に関しては手作業であるため至近での被ばくも伴いまた、作業員も多く費やしてしまう。 このような問題点を無人機械化施工であれば全て解消することが出来る。オペレーターは足場の安全な位置から重機を操作することが可能であり、また常に風上から操作すれば最小限の被ばくで抑えることが出来る。また重機での作業であるため、人力による手作業とは比較にならない施工量をこなすことが可能である。 また除草作業も特殊アタッチメントを使用することにより、重機を用いた作業を可能としている。手作業で草刈りをした場合よりもハンマーナイフで細かくせん断されるために、嵩が減り結果として廃棄物の減容化にも繋がっている。 
注意点	安全対策：一般的な法面施工安全対策として法面下部に落石防護柵等を設置していただくことや、降雨時の法面養生は必要であるが、その他の安全対策に関しては安全マニュアルが確立されており、立木監視員及びウインチ監視員を配置するため、安全対策に関して特段に発注者の方に留意いただく点はありません。 環境影響への対応等：風による剥ぎ取り土・集積土の飛散対策を講じる必要がある。
研究・実用化段階	事業化段階
今後の開発計画	

特許	特許番号第3788480号、第3788481号にて傾斜地用土木作業設備及び傾斜地に対する土木作業方法を登録している。また付随する特許を2件有する。
参考サイト	セーフティクライマー協会 
補足資料	実証試験参考写真  (PDF 形式: 486KB)
備考	本技術で主体として使用します無人高所掘削機械は、工法として確立されており、広範に活用頂けるように協会加入企業が国内各地で活動しています。上記「セーフティクライマー協会」は全国の問い合わせ窓口となっていますので、弊社深沢工務所とともにご質問ご要望の際には、是非上記協会もご活用ください。

2 実証試験の概要及び結果

実証期間	平成24年10月1日(月)～平成25年3月29日(金)
実証場所	住所: 福島県双葉郡広野町上北迫岩沢地内 常磐自動車道 広野IC付近下り側緑化法面(西北西向き) 延長20m×法長15m範囲 (300m ²)
実証内容	通常人力でしか対処出来なかった高所法面の表土剥ぎ取り除染作業を、当社の特許技術である無人高所掘削機械を用いることにより、作業時間の短縮及びコスト低減を実現し、施工時の作業の安全性向上を図るとともに、被ばくを最小限に抑える技術の確立を目的とした。 本事業では、試験対象とした高速自動車道路法面の深さ方向の放射能濃度の実測に基づき、達成できる除染効果の向上や発生除去物量の低減化などの観点から、最適な法面表土の剥ぎ取り厚さを決定し、人力施工及び無人機械化施工を適用して表土の剥ぎ取り除染を行った。

技術適用の効果	■表土剥ぎ取り厚さの決定 法面表土に含まれている放射性物質濃度（全Cs：134Cs+137Cs）は、0-2cmの土壤中では約5,600～10,500Bq/kg湿土壌であり、2-4cm、4-6cmと深くなるにつれて低下している。全体的に見れば0～2cmの土壤中に全Cs量の約90%が含まれている。従って、表土の剥ぎ取り厚さを2cmにすれば、表土中に含まれている全体のCs量の約90%を除去（除染）できる。更に、2～4cmの表土も剥ぎ取れば、約98%が除去できると考えられる。除染効果と除去土壌及び廃棄物の発生量等の検討結果から、本実証試験における表土剥ぎ取り厚さは2cmを目標とし、2cmの剥ぎ取りをした場合の無人機械化施工における除染効果を、人力施工の場合と比較評価した。 ■1m鉛直高さでの空間線量率 無人機械化施工区域で測定された平均空間線量率 試験開始前→伐採後→表土剥ぎ取り後→新表土吹付けの試験終了後 0.70 μSv/h→0.59→0.42→0.40 μSv/h 57%まで低減 人力施工区域で測定された平均空間線量率 試験開始前→伐採後→表土剥ぎ取り後→新表土吹付けの試験終了後 0.71 μSv/h→0.64→0.33→0.32 μSv/h 45%まで低減 人力施工区域の空間線量率からの除染効果が無人機械化施工区域に比べて高い理由は、人力施工の表土剥ぎ取り厚さが厚く、放射能濃度が高い表土が無人機械化施工区域より多く剥ぎ取られたことが理由として考えられる。 ■表土汚染度 各作業段階にてGM管式サーベイメータで測定。試験開始前、草木伐採後、表土剥ぎ取り後の平均表土汚染度の値（測点5ヵ所の平均値）にてアクリル板を用いた測定値（β線寄与分）で示す。 無人機械化施工区域で測定された平均表土汚染度 試験開始前→伐採後→表土剥ぎ取り後 194cpm→149→87 45%まで低減 人力施工区域で測定された平均表土汚染度 試験開始前→伐採後→表土剥ぎ取り後 121cpm→187→34 28%まで低減 除染による空間線量率及び表土汚染度の全体的な低減効果は、人力施工の方が約10数%高いと評価された。その主な理由は、法面から剥ぎ取りとった法面表土の平均厚さが無人機械化施工では約2cmあったが、人力施工では約2.7cmと厚かったため、除去（除染）したCs量が相対的に多く、このために除染効果が高い結果になったと考えられる。 今回、無人機械化施工においては、表土の剥ぎ取りを2cmに設定し、ほぼその通りの施工が可能であったと判断される。したがって、人力施工で結果的に得られた剥ぎ取り厚さ2.7cmを設定値にした場合には、無人機械化施工によっても、人力施工と同程度の除染効果が得られるものと考えられる。
作業員被ばく評価、作業における安全上の注意	■作業員延べ被ばく線量 施工面積が150m²と比較的小さかったこともあり、両施工での作業員の総被ばく線量の差はなかった。 しかしながら、法面除染作業の無人機械化施工と人力施工の作業項目のうち、共通の主作業である「伐採」「表土剥ぎ取り」「剥ぎ取り表土集積」における作業員の被ばく線量は、無人機械化施工の場合、遠隔操作による無人油圧ショベルを使用することで作業時間と被ばく線量が低減され、被ばく線量に関しては、人力施工に対して63%に低減されると評価された。
コスト評価	■延べ作業時間 無人機械化施工では23.5人hとなり、人力施工の28.75人hに比べて約82%であった。無人機械化施工の場合は、作業前に油圧ショベル・ウインチ等の機器を設置する「準備」と作業後にこれらを撤去する「後片付け」が必要だが、除染作業に共通な「伐採」「表土剥ぎ取り」「剥ぎ取り表土集積」の合計作業時間は13.25人hとなり、人力施工での作業時間27.25人hに比べて49%になった。 今回の試験では施工区域の面積が小さかったが、より広い法面の除染作業では、無人機械化施工の方が人力施工に比べてより短い作業時間になり、効率化が図られる。 ■コスト面 施工面積規模が増大するにしたがって人力施工との比は小さくなり、1,000m²程度で約2倍、4,000m²で人力施工と同等のコスト（約650円/m²）になる試算となった。しかしながら、この試算には人力施工におけるコスト増大に寄与する除染作業員の諸経費（現地宿泊費等）や廃棄物の処置に係る経費などの要因を含めていない。これらが適切に考慮されれば、無人機械化施工は4,000m²より小さい施工規模においてコスト面でも優位となると考えられ、より実際の広い施工面積においては人力施工と遜色ない経済性、またさらに大規模な施工面積においては優れた経済性を有すると判断される。

3 現場における適用実績

適用実績	常磐自動車道警戒区域内における除染モデル実証事業において道路脇の緑化法面の表土剥ぎ取りで同機（無人高所掘削機械）を用いて実施した実績がある。 しかしながら、実証試験とは施工方法に多少違いを生じている。まず緑化法面上に繁茂している草木は人力で伐採し、その後に無人高所掘削機械を使用して、緑化法面の表土層の約5 cm下部に埋設されているラス網という金網を表土と同時に剥がす方法で表土を除去した。施工期間は非常に短縮されたが、表土を5 cm以上剥がし、金網・金網に打設されたアンカーピン等の廃棄物も発生し、除去物量は実証試験よりも多く発生した。 ただし、常磐自動車道の開通に関しては、迅速性が求められていたため、施工期間の短縮を最優先にする際の施工方法としては、最も適切な工法であったと思われる。今後廃棄物量の抑制や経済性を優先する場合には前項実証試験での施工手順で、表土の放射能濃度分布の測定値に基づき、除去物量と除染効果を考慮した最適な表土剥ぎ取り厚さを設定して施工することにより、作業効率化、被ばく低減、廃棄物発生量において従来工法である人力施工と比較した場合に、無人機械化施工は優れた結果を生み出すことが可能な施工方法である。
------	---

4 専門家評価

専門家評価結果	当該技術は、以下の特徴を有すると考えられる。 ・人力施工に伴う命綱を使用した危険作業を、無人機械化施工により回避することが可能である。 ・人力施工と比べ、剥ぎ取り厚さを高い精度で施工可能であり、除去物発生量を抑制することができる。 ・施工面積規模が大きい場合には、人力施工と比べ、作業効率が高く、コスト面においても優位となる可能性がある。 一方、以下の点が課題となると考えられる。 ・施工面積規模が小さい場合には、人力施工の方が作業効率やコストが優位となる可能性があるため、費用対効果を考慮することが必要である。
---------	--

5 連絡先

機関名	株式会社 Sakatec
部署名	経営企画室
電話番号	0556-42-7388
所在地	400-0501 山梨県南巨摩郡富士川町青柳町3492-228

6 その他

検索用キーワード	土壌除染、草木除染、森林除染、法面除染、急傾斜地除染
登録日	2013年9月11日
最終更新日	2024年3月21日