

急傾斜法面等に適用できる草刈り技術の評価

井野 歩惟

堤防除草は、車や歩行者が安全に通行するための空間や見通しの確保、河川堤防の洪水災害を防止する堤防点検の見通しの確保等のために実施している。特に法面除草において傾斜がきつい箇所では、肩掛け式草刈機で除草作業が行われている。しかし、法面での除草作業は作業員の負担や転倒等の可能性が大きいと、効率的で安全に作業可能な除草機械の導入が求められている。そこで、急傾斜法面等に適用できる草刈り技術の性能評価と、現場導入するための性能評価方法について検討し、現場実証から技術比較表作成までの一連の流れについて述べた。

キーワード：堤防除草、急傾斜法面、肩掛け式草刈機、遠隔操縦式草刈機、省人化

1. はじめに

維持工事において、堤防の法面除草作業が行われている。法面の勾配は現場によってさまざまであるが、写真—1に示すような急傾斜法面での草刈りが必要となる場合がある。急勾配法面における草刈りについては、従来の肩掛け式草刈機が標準であり、急傾斜地での作業による身体的負担や、足元視界の不良による心身的負担が大きくなる。加えて、人力による作業であることから効率的な施工も難しい環境である。また、従来の遠隔操縦式草刈機をそのまま適用した場合、転倒や滑り等の可能性があり、作業の安全性が確保できないという課題がある。

生産性向上や省力化を図っていくためには急傾斜地においても安全かつ効率的に草刈り作業が行える無人

遠隔式草刈機を活用することが望ましい。しかし、現在活用可能な遠隔操縦式草刈機は、各技術のカタログによるところが大きく、適用可能な勾配や施工能力等の性能が、同一の評価手法で比較されたものがなく、発注者や施工者が選定を行えないのが現状である。そのため、市場に出回っている急傾斜対応の草刈機を活用するために、同一手法による評価結果に関するニーズは高い。

そこで本稿では、公共工事における新技術活用並びに技術開発を促進するため、新技術活用システムの枠組みを活用した「テーマ設定型（技術公募）」の取り組みの一環で、急傾斜法面等における除草作業の効率化と除草業者の作業負担軽減、作業員や草刈機の転倒や滑りといった安全性の確保が可能な技術を公募し、その性能を比較可能な形で整理することを目的とした。

2. 対象条件

(1) 現場条件

河川堤防の施設区分として除草作業が生じる「土堤」のうち、法面勾配が35度（1：1.4程度）以上の急傾斜法面を対象とした。遠隔操縦式草刈機の性能を比較するため、石張、コンクリート張、狹隘地は対象外とした。

(2) 草刈り技術

急傾斜法面で適用可能な遠隔操縦式草刈機を対象とした。なお、堤防の天端道路を通行止めにするような



写真—1 急傾斜法面の例

補助器具（ワイヤロープ）等が必要となる草刈機、アタッチメントタイプの草刈機（バックホウへ取り付けられるタイプ）（写真—2（a））、ハンドガイド式の草刈機（写真—2（b））は対象外とした。

3. 技術公募と実証試験の実施

（1）リクワイヤメントの原案作成

リクワイヤメントで必要となる要求性能と性能確認方法について原案を作成した。要求性能（表—1）は、除草機械の基本性能、経済性、工程、品質・出来形、



（a）アタッチメントタイプの草刈機の例



（b）ハンドガイド式の草刈機の例

写真—2 対象外の草刈り技術

表—1 草刈り技術に対する要求性能

A	基本性能	技術の仕様及び適用条件の評価
B	経済性	費用の評価等
C	工程	作業効率の評価
D	品質・出来形	刈高・景観（刈跡）の評価 堤防への影響の評価
E	安全性	作業員・第三者の安全評価 飛石対策の評価
F	施工性	気象条件適用性・メンテナンス性の評価
G	環境	周辺環境への影響

安全性、施工性、環境の7項目とした。性能確認方法は、現場実証による評価を実施する必要があるため、試験方法および評価方法について作成した。

作成した原案は「急傾斜法面等に適用できる草刈り技術に関する検討WG」（以下、技術検討WGという）で審議を行い、加筆修正をした上で、意見公募を実施した。その結果を反映して要求性能及び性能確認方法を修正し、公募を実施した。

（2）応募技術の確認および選定

応募者より提出された応募資料の整理を行い、応募技術の性能が確認できる「応募技術一覧表（案）」を作成した。一覧表を「技術検討WG」で審議し、応募技術が公募の対象技術として選定すべき技術であるかどうかを判定した。その結果、表—2に示す5技術が選定された。

4. 現場実証試験

（1）試験概要

「急傾斜法面等に適用できる草刈り技術」として選定された5技術に対して、表—3に示す現場条件を

表—2 選定技術

番号	技術名称	応募者名
1	急傾斜法面対応ハンマーナイフ式ラジコン草刈機「アラフォー傾子」	(株)筑水キャニコム
2	ラジコン草刈機 CRAWLER	(株)バンブー苑
3	ラジコン式草刈り機 ROBOCUT	(株)モア・オートメーション
4	急傾斜法面の除草作業の安全性と生産性向上に寄与するラジコン草刈り機 ロボフォックスハイブリッド	(株)日建
5	急傾斜法面の除草作業の安全性と生産性向上に寄与するラジコン草刈り機 ロボフォックスエレクトラ	(株)日建

※番号は技術公募申請順

表—3 現場条件

施設構造	土堤
法面勾配	35度（1：1.4程度）以上
法長	3m以上6m以下
草丈	平均50cm以上
障害物	なし
小段	なし



写真—3 実証試験の状況

表—4 試験項目と対象地形

要求性能 との対応	試験項目	対象地形	
		急傾斜地	平地
A	走行速度	—	○
	作業速度	○	—
C	作業効率	○	—
D	出来形	○	—
	堤防損傷（旋回時）	○	—
E	非常停止	—	○
	飛石対策	—	○
F	気象条件 （風速・気温）	○	—
	気象条件（雨天時）	○	—
G	騒音	○	—
	粉じん	○	—

満たした一級河川魚野川の河川堤防で現場実証を実施した。実施状況を写真—3に示す。試験項目と試験を実施した地形を表—4に示す。それぞれの詳細について述べる。

(2) 試験項目

(A) 基本性能

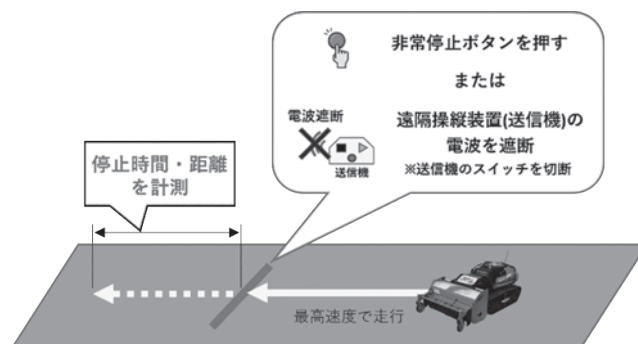
①走行速度および作業速度

基本性能を確認するため、平地走行時の走行速度及び草刈り作業中の作業速度を計測した。速度は、対象技術にGNSS測位端末を取り付け、取得されたデータから計測した。

(C) 工程

①作業効率

工程に影響する作業効率を確認した。旋回箇所は法面のみとし、最大2時間の実際の堤防での草刈りを模擬的に行った。その後、施工面積を計測し、実際に作業を行った時間から日当たり施工量を算出した。



図—1 非常停止試験イメージ

(D) 品質・出来形

①出来形

技術による出来形が従来の出来形管理基準値(100 mm)以下であることを確認した。施工後、法面の刈高を9か所計測した。

②堤防損傷（旋回時）

急傾斜地にて草刈機が走行・旋回した場合に、堤防への損傷などの影響を与えないことを確認した。実際の作業後（走行・旋回）の法面表面を目視で確認し、くぼみを計測した。

(E) 安全性

①非常停止

草刈機は、草刈装置への巻き込みや作業員の轢かれが起こる可能性があり、非常に重大な労働災害につながる恐れがある。そのため、作業員の巻き込みが起こりそうな環境において非常停止指示がどの程度の時間で動作するかを計測した。加えて、通信途絶時に草刈機が自動的に停止する機能が確実に動作するか確認を行った（図—1）。

②飛石対策

回転式の草刈装置を有する技術の場合、草と一緒に石を巻き込み、周囲に飛石として飛散する可能性がある。そこで、セラミック球を模擬小石として使用し、飛散した模擬小石を測定板で受け止め、損傷痕の個数などから飛散状況を計測した¹⁾。これにより実際の飛石防止装置の効果を確認した（写真—4）。

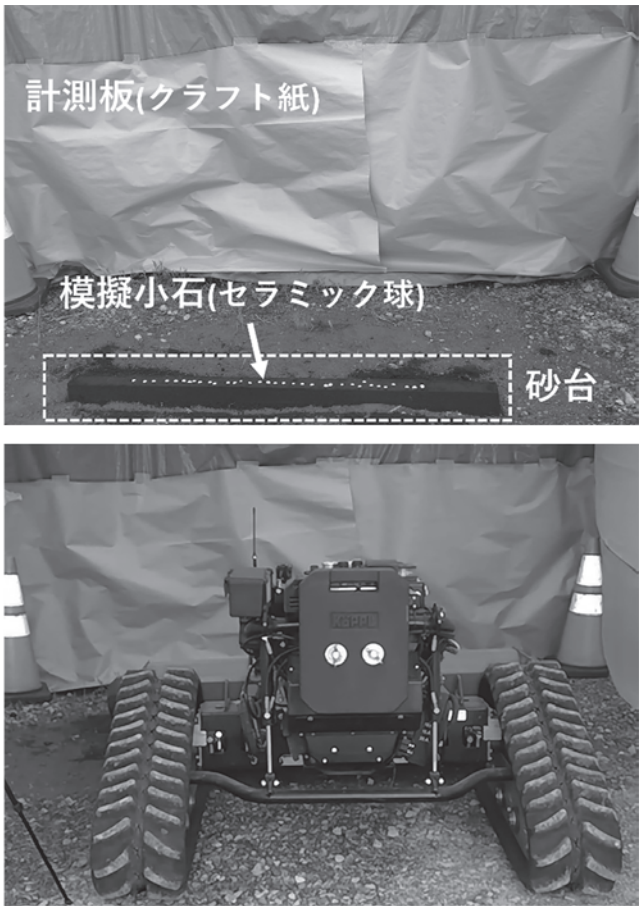
(F) 施工性

①気象条件（風速・気温）

草刈り時期の一般的な気象条件において問題なく稼働することが必要である。実際の実証試験についても、一般的な草刈り時期に行ったことから、実証試験中の風速および気温を計測した。

②気象条件（雨天後）

雨天後の法面では草に水滴が付着することにより、非常に滑りやすい環境となる。その環境下においても



写真—4 飛石試験の状況

法面で直進できることを確認する必要がある。そこで法面の一部に雨天を模擬した散水を行い、土壌含水率が40%以上となる区間を設置し、走行時のふらつき状況を確認した。

(G) 環境

①騒音

草刈り作業時に発生する騒音を確認するため、騒音計による計測を行った。なお、計測した結果を補正し、音響パワーレベルによって評価した。

②粉じん

草刈り作業時に発生する粉じんが0.15 mg/m³以下であることを確認するため、デジタル粉じん計による計測を行った。計測については風下側の法尻を基本として設置した。

5. 経済性比較

現場実証試験で得られた作業効率をもとに、従来の肩掛け式草刈機による草刈り作業との経済性比較を行った。評価基準は、肩掛け式草刈機のm²単価(41.21円/m²)以下とした。

6. 技術比較表作成

現場実証試験を行った技術について、応募資料、現

表—5 技術比較表 (一部抜粋)

項目			アラフォー傾子	CRAWLER	ROBOCUT	ロボフォックス ハイブリッド	ロボフォックス エレクトラ
A	走行速度		4.6 km/h (前進) 4.5 km/h (後進)	6.3 km/h (前後進)	6.5 km/h (前後進)	4.4 km/h (前後進)	4.5 km/h (前進) 4.4 km/h (後進)
	作業速度		1.3 km/h	1.0 km/h	1.8 km/h	1.9 km/h	1.8 km/h
B	経済性 (m ² 単価)		10.15 円 /m ²	9.534 円 /m ²	12.04 円 /m ²	10.45 円 /m ²	7.029 円 /m ²
C	作業効率		5,629 m ² / 日	7,875 m ² / 日	8,690 m ² / 日	5,541 m ² / 日	9,780 m ² / 日
D	出来形		82 mm	72 mm	64 mm	86 mm	73 mm
	堤防損傷 (旋回時)		損傷無し	損傷無し	損傷無し	損傷無し	損傷無し
E	非常停止 (停止時間)	非常停止 ボタン	0.63 秒	0.53 秒	0.19 秒	0.19 秒	0.66 秒
		電波遮断	1.21 秒	1.18 秒	0.76 秒	0.60 秒	0.66 秒
	飛石対策	対策の有無	有り	有り	有り	有り	有り
		飛散率 (参考)*	7%	8%	23%	61%	126%
F	気象条件 (雨天後)	土壌含水率 (試験条件)	43%	40%	42%	38% (一部散水: 43%)	42%
G	騒音 (音響パワーレベル)		103.3 dB	107.6 dB	105.9 dB	97.8 dB	93.4 dB
	粉じん (粉じん濃度)		0.00134 mg/m ³	0 mg/m ³	0.0255 mg/m ³	0.00367 mg/m ³	0.00334 mg/m ³

※全機種の砂台に模擬小石の他に小石が含まれていたため、飛散率が100%を超えた機種があった。

場実証結果および経済性比較結果を反映した技術比較表の作成を行った（表—5）。技術比較表については、国土交通省より R6 年度 5 月に公表されている²⁾。

7. おわりに

本稿では、急傾斜法面等に適用できる草刈り技術の性能評価と、現場導入するための性能評価方法について検討し、現場実証から技術比較表作成までの一連の流れについて述べた。

今後は、急傾斜法面の草刈り作業現場に、効率的かつ安全に作業が行える草刈り技術を導入するための 1 つの判断材料として、作成した技術比較表が活用されることが望まれる。これとともに実際の技術の開発現場においても急傾斜法面等に適用できる草刈り技術の評価方法が、1 つの評価指標として他の技術との比較に活用されることを願っている。

最後に、本検討の実施にあたり、業務の発注者である国土交通省北陸地方整備局北陸技術事務所の関係各位へ、あらためて感謝の意を表します。

J C M A

《参考文献》

- 1) 榎園正義：ハンドガイド式草刈機による飛石の再現実験，建設の施工企画，701 号，p101-103，2008
- 2) 国土交通省：NETIS 新技術情報提供システム，テーマ設定型の比較表（<https://www.netis.mlit.go.jp/netis/pubtheme/themesettings>）

【筆者紹介】

井野 歩惟（いの あい）
（一社）日本建設機械施工協会
施工技術総合研究所
研究第三部
研究員

