

河川管理のニーズを解決する除草機械技術

砂田千佳

河川管理の一つである堤防除草は、堤防の変状把握を目的とした「堤防点検」を実施するために行っている。この堤防除草は、河川維持管理費用の中で大きな割合を占めており、一部の河川では刈草の無償提供や低草丈草種への転換などコスト縮減策が図られているが、更なる効率化・コスト縮減が求められている。同時に除草作業中の事故防止も課題の一つとなっている。

本稿は、近畿地方整備局で昨年度実施した現場ニーズと技術シーズのマッチングの取り組みにおいて、除草作業に関するニーズとマッチングが成立した除草機械2技術の現場試行結果について報告するものである。
 キーワード：河川管理、堤防除草、コスト縮減、安全性向上

1. 堤防除草の現状と課題

河川堤防は河川及び流域の治水安全度を確保する上で最も重要な河川管理施設であり、近年の水害の多発を受け治水上の安全確保とそのため適切な管理が強く求められている。河川堤防の除草は、堤体を良好な状態に保ち、また堤防の表面の変状を把握するために出水期前と台風期前の年2回実施するものである。

年間の直轄河川維持管理予算における堤防除草費用の割合は約3割を占める。現在でも下記のようなコスト縮減策に取り組んでいるが、老朽化がすすむ河川管理施設の修繕費用が今後増加することを考慮すると、日々の維持管理にはより一層の省力化、コスト縮減が求められている。

堤防除草のコスト縮減事例

- ・大型遠隔操縦草刈機の導入
 - ・集草・梱包の機械化
 - ・低草丈草種への転換
 - ・刈草の無償提供・現地焼却
 - ・ヤギ除草
- 等

加えて、除草作業中の事故も課題となっている。近畿地方整備局では、重大事故に繋がる恐れがあるとして、除草作業における事故を「工事等事故防止重点対策項目」と位置づけている。現場においても安全教育等事故防止に努めているが、昨年度1年間で6件の除草作業中の事故が発生している。転倒・転落や機械接触により作業員が負傷する事故や飛び石による器物破損が多く、より一層の安全確保が求められている（図1）。



図1 除草作業における事故件数
 (上：草刈機別の事故件数 (近畿地整 H29 ~ R1))
 (下：除草作業中の事故発生状況 (近畿地整 H29 ~ R1))

2. 現場ニーズと技術シーズのマッチング

平成30年度より各地方整備局では、魅力ある建設現場を目指し、異分野の新技术の発掘などを目的に現場ニーズと技術シーズをマッチングさせる取り組みを行っている。前項で述べた現場の課題などをニーズとして抽出し、解決できる技術を募集する。各技術の現

場適用条件等を確認したうえでマッチングが成立すれば、現場で試行し効果を検証するものである。

3. 堤防除草ニーズにおけるマッチング

昨年度の取り組みでマッチングが成立した堤防除草に関するニーズと技術シーズを紹介する。

ニーズ提案	事務所	技術シーズ	応募者
掃除ロボットのような除草ロボットがほしい	福井河川国道事務所	ロボット芝刈り機 Automower	ハスクバーナ・ゼノア株式会社
急勾配箇所でも作業できる除草マシンがほしい	木津川上流河川事務所	spider (無線遠隔操作斜面フリーグラスチョッパー)	株式会社 レンタルコスト

(1) 自動除草ロボット

(a) 現場ニーズ「掃除ロボットのような除草ロボット」

福井河川国道事務所では、九頭竜川、日野川の一級河川を管理し、それぞれ195 ha、59 haの堤防除草を年2回実施している。除草機械は法面勾配、浮石等の障害物の有無、構造物の存在等の現場条件に応じて選定され、当該河川では大型遠隔操縦式、ハンドガイド式、肩掛け式の除草機械により作業を実施している(写真-1)。集草・処分を含めた除草費用は年間河川維持管理費を圧迫しており、自動除草ロボットがあれば大型遠隔操縦式やハンドガイド式の操作作業員が不要となり、省力化、コスト縮減を図れるというものである。またロボットにより位置情報を随時取り込みながら堤防の3次元データを収集することも要望として挙げられた。

(b) 技術シーズ「ロボット芝刈り機 Automower」

「ロボット芝刈り機 Automower」は、ICTを活用した除草作業の自動化技術であり、家庭用ロボット掃除

機のような草刈機である。家庭用の芝刈機として開発されたものであるが、昨年勾配35度の斜面に対応できる機種が開発された。決められた境界線の中で、運転と充電を自動で繰り返し、24時間草を刈り続ける。草が伸びてから刈る従来の方法とは異なり、草が伸びる前に刈る、具体的には芝草を常時数ミリずつ刈り続けることにより設定された刈高さから生長させない管理方法である。集草が必要となる刈草が発生しないことから、集草・運搬作業を省くことができ、省力化、コスト縮減が期待できる技術である。一方で、刈草対象は低草丈の芝であり、一般家庭の庭とは異なる河川堤防といった公共の場で、問題なく作業できるか、安全性や盗難リスクといった課題がある。その点も踏まえ現場検証を行うこととした。

(2) 急勾配対応の遠隔操縦草刈機

(a) 現場ニーズ「急勾配でも作業できる除草機械」

ニーズ提案の木津川上流河川事務所では堤防除草面積が137 haであり、ハンドガイド式と肩掛け式による除草作業を実施している。急勾配の箇所や障害物がある箇所はハンドガイド式での作業は難しく、管内での肩掛け式の作業面積は34 ha、区間延長にして約70 kmに及ぶ。足場が悪く滑りやすいため転倒の危険性や、繁茂した草に隠れた障害物と機械の接触など、肩掛け式での作業は事故リスクが高いうえ、近年では作業中の熱中症も懸念されている。本ニーズは、肩掛け式の作業箇所において、自動または遠隔で操作できる機械があれば作業員の安全性が確保できるとして挙げられたものである。

(b) 技術シーズ「spider (無線遠隔操作対応フリーグラスチョッパー)」

「spider」は、急勾配箇所でも遠隔操縦できる除草機械として応募された。勾配40度でも作業可能で、エンジンのON/OFF、刈高さの設定等を遠隔で操作でき、作業員の安全性向上の効果が大きく期待できる技術である。滑り防止のためウインチを併用すれば最大55度まで可能とされている。実際に肩掛け式で作業を行っている現場にて試行し、安全性、経済性等について効果検証を行うこととした。

4. 新技術の現場試行

(1) 自動除草ロボット

(a) 試行現場

現場条件および使用機械の性能を表-1に示す。



写真-1 除草機械 (左上: 大型遠隔操縦式草刈機, 右上: ハンドガイド式草刈機, 左下: 肩掛け式草刈機)

表-1

試行期間	令和元年10月7日～11日（5日間）
場所	九頭竜川堤防（福井県舟橋新町地先）
作業面積	約1,200 m ² （境界ワイヤー設置面積）
法面勾配	20度～35度
使用機種	Automower 435X AWD ・4輪駆動 ・最大作業領域3,500 m ² ・最大35度までの勾配に対応
その他	充電のためのチャージステーションは高水敷に設置。電源100Vは近くの樋門上屋より供給。普段はハンドガイド式で実施。



写真-4 現場試行状況



写真-2 試行現場



写真-5 作業エリア境界付近



写真-3 使用機械

本技術の刈草対象が芝であることから、低草丈の場所を選定した。作業エリアを区切る境界ワイヤーを事前に設置し、稼働状況とあわせてコスト面、安全面、現場導入における問題点などを確認した(写真-2,3)。

(b) 検証結果

5日間、無人の状態での運転と充電を繰り返しながら毎日稼働し、雨天の日でも滑落せず作業できていることが確認できた。不陸の箇所でも一旦停止することもあったが、方向転換してまた走行するといった状況であった(写真-4)。軽量の上、速度は人が非常にゆっくり歩く程度であり、障害物と接触しても損傷なく方向転換し稼働を続け、設定した作業エリアを出るような誤作動もなかった。24時間稼働するがモーター音

も静かで近隣住民への影響も少ない。5日間の試行であったため全体的には刈りきれていない場所があるが、本機械の通過箇所は概ね設定の高さで刈れている。写真-5のように作業エリアの境界では内外で差が明確に現れていた。またスマートフォンやタブレットによる管理や操作が可能であり、この試行中も稼働確認や刈高さの変更に利用した。刈刃は機械下部中心にあり、飛石の発生も見られなかった。その他の効果としては、芝の状態で管理するため、不法投棄の抑止効果、火災延焼の防止、法面変状の確認が容易にできることが挙げられる。自動化のため遠隔機器での管理方法を習得すれば、作業の経験を必要とせず、技術伝承や作業員不足などの課題解決にもつながるといえる。

(c) コスト削減効果

技術応募者からの聞き取りによると、初期費用に加えランニングコストとして電気代、刃の交換費用、点検費、タイヤホイール交換費用等が必要となる。耐用年数を5年とすると面積3,500 m²で約20万円/年となる。従来方法では、除草・集草・処分を含め3,500 m²で約37万円/年となりコスト削減効果が想定されるが、実際の効果を検証するには長期的な現場実証が必要である。

(d) 安全性

本技術の導入には無人のため第三者被害や機械の盗

難など安全性の問題が考えられる。第三者被害の点について、本機械は人や障害物に近づくと自動で速度を落とす。軽く触れることで方向転換するため万一接触しても怪我をする危険性は低いと言えるが、公共の場では安全管理は十分に行う必要がある。

盗難リスクの点については、GPS搭載で機械の位置情報が把握でき、持ち出された場合は警告音が鳴るなどの対策が取られていた。スマートフォンなどで追跡できる機能も備えている。第三者が持ち上げたり傾けたりすると自動停止する機構となっており、安全性は高いことが確認できた。

(e) 課題ならびに今後への期待

1台で管理できる面積は機種により600m²~5,000m²であるため、堤防面積が広大な場所を管理するには複数台必要になり、その分の電源確保が課題となる。電源を確保出来ない場所ではソーラーパネルの活用などが考えられるが、河川内であるため出水時などの対応を事前に確認しておく必要がある。本試行では検証に至らなかったがGPSにより図-2のような走行履歴が表示できる。将来的にはカメラ画像と合わせて河川堤防の変状を検知できるシステムや3次元データを収集できるシステムを構築することが望まれる。

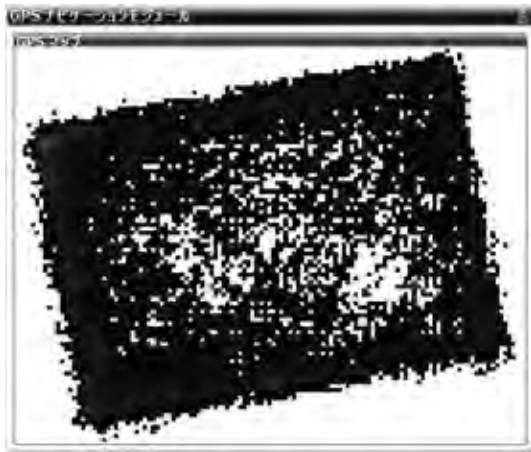


図-2 GPSによる走行履歴データ例

(2) 急勾配対応の遠隔操縦草刈機

(a) 試行現場

現場条件および使用機械の性能を表-2に示す。

本技術での作業時間を計測し、従来の方法との作業量の比較、コスト面、安全面、導入における問題点などの検証を行った(写真-6, 7)。

(b) 検証結果

階段の際や石の上は一部肩掛け式での仕上げ作業が必要となったが、ほぼ本機械で作業が可能であり、従来の肩掛け式よりも効率的に作業ができた。本機械は

表-2

試行日	令和元年10月17日
場所	名張川堤防(三重県名張市薦生地先)
作業面積	1,773 m ²
法面勾配	平均30度
使用機種	spider ILD2SGS ・4輪駆動 ・最大41度までの勾配に対応 (ウインチ使用で55度まで対応)
その他	天端、法肩に5mピッチで桜の木が植えられ、大きな根が張り出している。2箇所階段があり、普段は法面を肩掛け式、法尻平場はハンドガイド式で実施。



写真-6 試行現場



写真-7 使用機械

四輪駆動で前後の区別がなく、360度縦横斜め自在に操縦することができるため、作業速度が従来に比べて断然速く、刈高も均一性が保たれている。エンジン駆動による騒音があるため、周辺への配慮が必要である。

(c) コスト縮減効果

試行における作業人員は2名(特殊作業員1名、普通作業員1名)であり、作業時間の計測結果から作業別の単価比較を行った(表-3)。

ハンドガイド式とspiderの比較では、ハンドガイド式の方が安価となるが、肩掛け式を主に使用する今

表一3 堤防除草工 作業種別 1,000 m²あたり 単価表

名称	規格	単位	数量	金額
ハンドガイド式	刈幅 150 cm	m ²	1,000	9,200
肩掛け式	カッタ径 255 mm	m ²	1,000	30,700
spider	刈幅 123 cm	m ²	1,000	14,700

表一4 名張川堤防 除草工 1773 m² 内訳書

名称	規格	単位	数量	単価	金額
ハンドガイド式	刈幅 150 cm	m ²	391	9.2	3,597
肩掛け式	カッタ径 255 mm	m ²	1,382	30.7	42,427
合計 (従来)		m ²	1,773		46,024

43%のコスト縮減効果 ↓

spider	刈幅 123 cm	m ²	1,773	14.7	26,063
--------	--------------	----------------	-------	------	--------

回の現場においては、spider を活用することで約43%のコスト縮減効果が確認できた(表一4)。

(d) 安全性

今回の現場では高水敷から遠隔操作ができ、従来の肩掛け式に比べ作業員の安全面は格段に向上する(写真一8)。肩掛け式では危険なため雨天時は中止していたが、本機械は雨天でも作業でき、作業工程の短縮効果もある。機械の下部中央部で草を刈る構造であり、飛石の発生もほぼ見られなかった。コントローラから手を離すと停止するため、誤動作防止の機能も有している。

(e) 課題・今後の期待

本機械を搬入できる現場であれば、肩掛け式で除草している現場への導入は特に安全面とコスト縮減効果は高い。40度以上の急勾配にはウインチを使用するためのアンカー杭の設置など現場選定には注意が必要



写真一8 現場試行状況

である。今後の期待として、GPS を搭載し護岸や階段場所を機械にインプットできれば自動化も期待できる技術である。

5. マッチングの現場試行を終えて

今回のマッチングの取り組みでは、現場試行によりコスト縮減効果や安全性向上の効果が確認できたとともに現場導入時の電源確保などの課題も見えた。本試行後は現場導入に向けた開発支援として、現場試行で判明した課題と解決策を整理し技術開発者へのフィードバックを実施している。

また、今年度は福井河川国道事務所の一部の現場でロボット芝刈り機 Automower を導入されており、今後も状況を追跡していきたいと考える。

今回の現場試行の際には、整備局職員を対象に見学会を開催した。近畿地整管内の河川管理担当者等が多数参加し、最新技術への関心の高さが窺えた。これからも最新技術を職員が現場で実際に見て体験できる機会を作り、結果を発信していくことで、魅力的な現場創出に繋がる取り組みができればと思う。

6. おわりに

河川管理は、堤防点検のための除草作業のほかにも河川巡視、構造物点検、観測等様々な作業がある。今回は除草作業に導入する自動化、効率化する技術であるが、他の作業にもロボット技術やICTを活用した技術を導入することで、河川管理全体の生産性が向上し、飛躍的に現場が変わることが期待できると感じた。要素技術を組合せた開発、異業種連携を視野にいたれたマッチングを見据え今後も取り組んでいきたい。

謝辞

最後になりますが今回の取り組みに際し、協力して頂いた方々に誌面を借りて感謝の意を申し上げます。

JICMA

《参 考》

建設現場の生産性向上に資する新技術の導入支援業務 報告書

[筆者紹介]

砂田 千佳 (すなだ ちか)
国土交通省
近畿地方整備局 企画部 施工企画課
技術評価係長

