

10. 大型遠隔操縦式草刈り機による情報化施工技術の活用について

国土交通省 中国地方整備局 中国技術事務所 ○相羽 晴彦
香出 聰一郎

1. 堤防除草の現状と課題

国土交通省が管理する河川では、堤防点検や堤体の保全のため、毎年出水期前後の年2回堤防除草を実施している。

除草方式は大型遠隔操縦式草刈り機（以下、「大型遠隔」）、ハンドガイド式草刈り機、肩掛け式草刈り機や人力等がある。

除草作業は以下の手順で実施している（図-1）。

- ①除草現場へ機械等を搬入し除草する。
- ②刈草を集草後、梱包する。
- ③除草面積や刈高を測定する。
- ④測定結果をもとに展開図や数量計算書等を作成する。
- ⑤確認立会等で発注者が出来形を確認する。

堤防除草では、現場での苦渋作業や現場作業完了後の書類作成の負担が課題となっていることから、作業の省力化を目的として検討することとした。

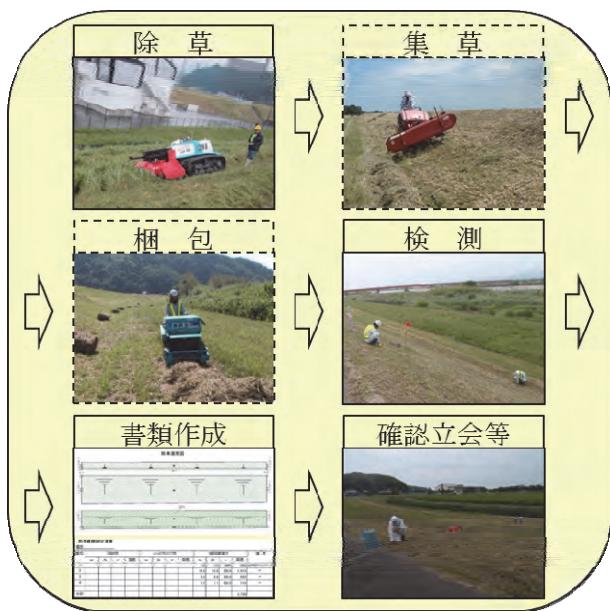


図-1 除草作業フロー（従来）

なお、今回対象とする除草方式は中国地方整備局管内で最も使用されている大型遠隔とした。

また、情報化施工技術の普及が近年進んでいることから、大型遠隔で活用可能な情報化施工技術についてシーズ調査を行い、活用する技術を選定後、試作装置の一部製作・動作確認を行った。

2. 大型遠隔の主要諸元

大型遠隔（写真-1）は1999年度に開発され、中国地方整備局管内では現在33台導入されており、大型遠隔による除草面積は中国地方整備局管内で全体の約70%を占めている。

大型遠隔には以下の特徴がある。

- ・作業員が機械に搭乗せず、ラジコンによる遠隔操作で除草を行う。
- ・堤防等の斜面上において等高線走行時に直進するように「法面自動直進走行制御機能」を有する。
- ・除草箇所の不陸に対して自動的に追従し刈高を一定にする「作業機高さ自動制御機能」を有する。



写真-1 大型遠隔操縦式草刈り機

大型遠隔の主要諸元は表-1 のとおりである。

3. 情報化施工技術の活用検討

情報化施工は、建設事業の生産性、施工品質、信頼性の向上を目的とした施工方法であり、ICT（情報通信技術）を活用している。国土交通省では1997年度から検討がなされ、2002年度以降試験施工が始まり、順次導入が進められている。

検討にあたり既存の情報化施工技術のシーズ調査を実施し、大型遠隔への導入効果を整理した（表-2）。

また、情報化施工技術を施工技術、品質管理技術、出来形管理技術と統合管理技術に分類し整理

した。

3.1 施工技術

施工技術は、施工現場の3次元設計データと建設機械の作業装置の位置情報から、作業装置の自動制御や動作状況等を表示する操作支援を行う技術で、マシンコントロールとマシンガイダンスがある。

マシンコントロールは大型遠隔のモアの高さ管理に活用が可能であるが、作業機高さ自動制御機能を有していることから、必要性が低いと判断した。

マシンガイダンスは設計データと現地盤データの差分を表示するが、除草の場合は草を対象としており、大型遠隔での活用は適さないと判断した。

3.2 品質管理技術

品質管理技術は、作業回数や各段階の厚さ、地盤強度や温度等の品質に関するデータを施工と同時に取得し、管理する技術であり、締固め管理、巻き出し厚管理、強度管理や温度管理がある。

締固め管理は作業装置の走行軌跡を取得し、施工範囲内の作業回数を管理する技術であることから、大型遠隔で活用することにより、作業済範囲の表示・記録や作業面積等の計算が可能となり施工管理の省力化が期待できると判断した。

巻き出し厚管理と強度管理は土工の敷均しや締固めで使用されており、大型遠隔での活用は適さないと判断した。

温度管理についても、除草と関連性が低いことから、大型遠隔での活用は適さないと判断した。

表-1 大型遠隔の主要諸元（2016年度納入機械）

項目	諸元	
機械質量	2,800 kg	
寸法	全長	4,390 mm
	全幅	2,040 mm
	全高	1,260 mm
エンジン	定格出力	49.1 kW
作業速度	0~5.5 km/h	
走行速度	0~6.5 km/h	
作業装置	草刈り幅	1,850 mm
	最大傾斜角度	40°
	形式	フレールモア (ハンマナイフ式)
	駆動方式	油圧式

表-2 情報化施工技術のシーズ調査結果

No.	分類	技術名	概要	大型遠隔への導入効果	判定
1	施工技術	マシンコントロール(MC)	3次元設計データと建設機械の位置情報から操作制御を行う技術	モア装置の高さ管理での活用が考えられるが、既存の大型遠隔には不陸への追従機能があるため、必要性は低い	△
2		マシンガイダンス(MG)	3次元設計データに対する作業位置や動作状況を提供（表示）する技術	除草作業は地盤の改変や構造物の設置等と異なるため、活用には適さない	×
3	品質管理技術	締固め管理	建設機械の走行軌跡と走行回数により盛土工事等の締固めや転圧を管理する技術	除草作業時の草刈り機の走行軌跡を取得することで、作業状況の記録と施工管理の省力化が期待できる	○
4		巻き出し厚管理	建設機械の作業量（土工量）を計測管理する技術	堤防除草と関連性が低い	×
5		強度管理	施工前後や現場試験による強度等の試験データを管理する技術	堤防除草と関連性が低い	×
6	出来形管理技術	温度管理	アスファルト舗装の混合物温度を管理する技術	堤防除草と関連性が低い	×
7		出来形管理	施工量や形状寸法等を計測し数値管理を行う技術	集草後に用いることで高さ管理は可能となるが、既存の大型遠隔には不陸への追従機能があるため、必要性は低い	△
8		稼働記録管理	建設機械の稼働状況や運行状況を管理する技術	堤防除草と関連性が低い	×
9	統合管理技術	施工管理	複数の建設機械による出来形管理を統合管理する技術	堤防除草では複数の機械を使用することは少なく、関連性が低い	×

3.3 出来形管理技術

出来形管理技術はトータルステーションやGNSSの測量機器を用いて、構造物や土工等の出来形形状を計測し、出来形管理図等を作成する技術である。

大型遠隔の場合、除草直後は刈草があり刈高の計測ができないため、集草後に計測する必要があり、省力化に繋がりにくい。また、大型遠隔は作業機高さ自動制御機能を有していることから、必要性が低いと判断した。

3.4 統合管理技術

統合管理技術は複数の建設機械の稼働状況や運行状況を記録し、施工状況全体の管理を行う技術である。

大型遠隔の場合、同一の現場に複数の機械が入ることは少なく、必要性が低いと判断した。

4. 試作装置の検討

情報化施工技術のシーズ調査結果より、締固め管理技術を活用し、大型遠隔の走行軌跡から作業済範囲の表示や記録を行い、それをもとに展開図や数量計算書の自動作成機能の検討を行うこととした(図-2)。

4.1 締固め管理システム

今回使用する締固め管理システムは、VRS方式のアンテナ一体型GNSS受信機を利用し、座標データをワイヤレス通信でPCやタブレット端末に送信することができるものとし、システムの改良や調整の対応が可能なものを使用した(写真-2)。

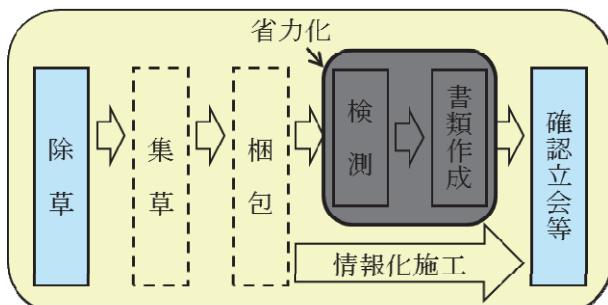


図-2 除草作業フロー (検討イメージ)



写真-2 締固め管理システム (左: GNSS受信機 右: システム用PC)

4.2 システムの改良検討

既存の締固め管理システムは盛土の締固めを対象としているため、大型遠隔に適用するにあたり以下の検討を行った。

(1) メッシュの大きさ

締固め管理システムでは、施工範囲を一定の大きさのメッシュで区切り、メッシュ内の一定面積を作業装置が通過した場合に、作業したとみなしへメッシュが着色される。また、締固めの場合は同一箇所を複数回締固めることから、回数毎に色が変化する仕組みになっている。

締固めでは500mm又は250mm角のメッシュが標準である¹⁾が、大型遠隔の刈り幅から200mmメッシュとした(図-3)。

(2) メッシュの着色判定ルール

着色の判定はモア中央部とし、アンテナ一体型GNSS受信機からモア中央部までのオフセットと刈幅をシステムに設定した。

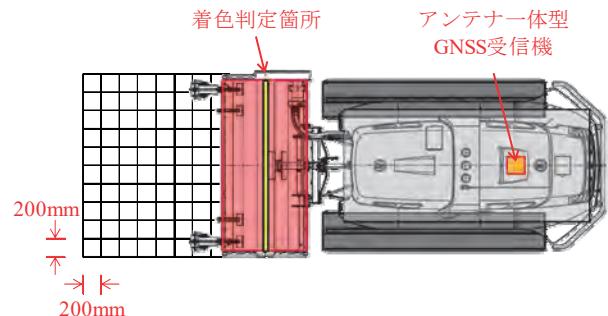


図-3 大型遠隔とメッシュサイズ

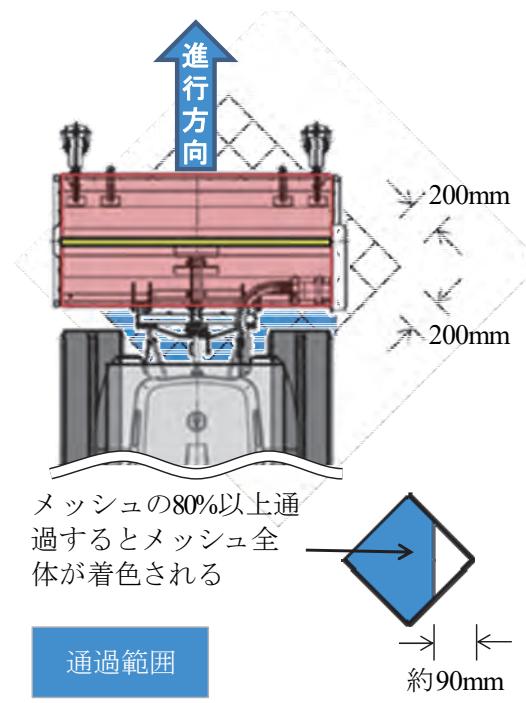


図-4 着色判定ルール

作業装置の両端部ではメッシュの一部しか通過しない可能性があるため、着色判定ルールが必要となる。締固めではメッシュの四隅の内 1 点を通過した場合に着色されるが、大型遠隔で同様にすると刈り残しが生じる。大型遠隔による除草では、刈り残しを防ぐため、ラップ幅約 100mm を考慮し施工していることから、作業装置がメッシュ面積の 80%以上を通過した場合に着色することとした(図-4)。

なお、除草を伴わない、機械の移動や転回時はシステム用 PC(又はタブレット)端末上で着色の ON/OFF を選択することにより、作業済範囲に含まれない。

5. 動作確認

改良後のシステムを大型遠隔に取り付けて、中国技術事務所構内のグラウンドで動作確認を行った(写真-3)。

動作確認は予め設定した仮想の除草範囲を大型遠隔が走行するよう操作し、システムの表示状況等を確認した(写真-4)。

動作確認の結果、GNSS の座標情報が正しいこ



とを確認し、除草幅に対して 8~9 メッシュが着色されたことから着色判定ルールが機能していることが確認できた。その他、モアを回転させた作業走行時の振動や速度もシステムに影響がないことを確認できた。

6. 今後の課題

2017 年度は大型遠隔での活用に適した情報化施工技術を整理し、選定された締固め管理技術のシステムを一部改良後、動作確認を行った。

今回は、平坦地で動作確認を行ったが、堤防除草では傾斜地での作業となり、途中で勾配が変化する場合もある。

傾斜地では大型遠隔自体が傾いているため、GNSS 受信機から着色判定箇所であるモア中央部までの相対的な座標関係が平坦地と異なる(図-5)。

このことから大型遠隔に傾斜計等を取り付け、取得した角度データによる座標の補正を今後検討する予定である。

また、展開図や数量計算書について、様式が現在定められていないことから、現在使用されている様式を収集・整理の上で作成機能を検討する予定である。

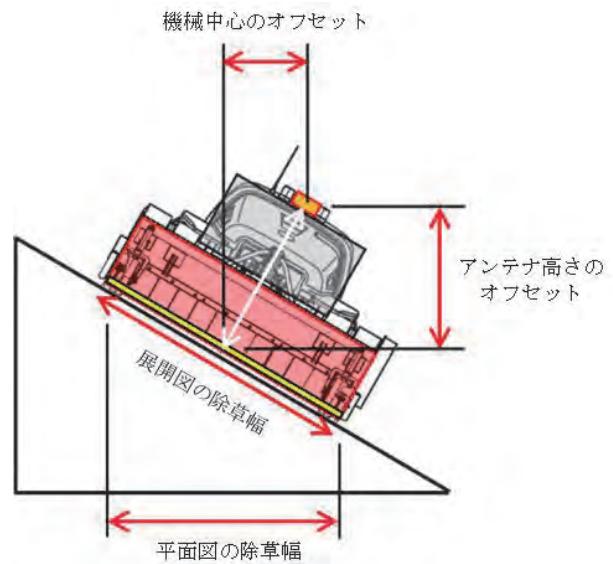


図-5 GNSS とモアの位置関係 (傾斜地の場合)

参考文献

- 国土交通省：TS・GNSS を用いた盛土の締固め管理要領、平成 29 年 3 月