

新技術開発探訪

# 大型遠隔操縦式草刈機の効率化について

国土交通省 中国地方整備局 中国技術事務所 施工調査・技術活用課

機械調査係長 間の 哲浩

## 1. はじめに

直轄河川において、毎年、出水期前と台風期前に実施している堤防点検と堤体の保全のために堤防除草を実施している。

堤防除草作業において、大型遠隔操縦式草刈機の導入による効率的な除草作業を行うことで、維持管理費のコスト縮減が進められてきた。しかし、近年現場条件などの変化により、効率的な除草作業が進められなくなった事象が発生している(表-1)。

表-1 除草方式別の面積(全国・H25)

除草方式	面積(百万m <sup>2</sup> )	割合(%)
人力	4	1
肩掛け式	85	16
大型遠隔操縦式	107	20
ハンドガイド	284	53
その他	61	11
合計	540	100

大型遠隔操縦式草刈機では構造物周辺や法尻・天端部分は除草が行えず、人力による補助刈りが必要であることなど、大型遠隔のメリットを生かしていない状況がある。維持費削減に向けて、大型遠隔操縦式草刈機のさらなる効率化を進めることを目的に改良検討を行うものである(写真-1)。



写真-1 大型遠隔操縦式草刈機

## 2. 主要諸元

大型遠隔操縦式草刈機は、平成11年度に開発され、全国で現在約200台が使用されている。

大型遠隔操縦式草刈機の主要諸元は表-2のとおりである。

## 3. 現状の課題と改良方針

大型遠隔操縦式草刈機の改良検討を行う上で、既存の大型遠隔操縦式草刈機の課題や要望を確認するために現場のニーズ調査を行うと同時にシーズ調査を実施し、改良の必要性や改造規模、改良後の効果などによる改良検討項目の選択を行うこととした。

表-2 主要諸元

機械質量		kg	2,800 (モア装着時)
機械寸法	全長	mm	4,360 (モア装着時)
	全幅	mm	2,040 (モア装着時)
	全高	mm	1,260 (アンテナ除く)
エンジン	定格出力	kW (PS)/rpm	49.3 (67.0)/2,600
走行速度	最高/最低	km/h	0~6.5
刈り取り部	草刈り幅	mm	1,885
	型式	フレールモア (ハンマナイフ)	
	駆動方式	油圧ポンプ+油圧モータ	

(1) 現場ニーズ調査

現状の堤防除草作業における問題点や改善要望について、大型遠隔を使用している管理者と受注者にアンケート方式で堤防除草についてのニーズ調査を行い、下記の結果が得られた(図-1)。

【堤防除草作業の効率化についてのニーズ】

- ① イタドリ(写真-2)、ツル類が1回で刈れずに作業効率が落ちている。
- ② 竹の除竹が1回で刈れずに作業効率が落ちている。
- ③ 濡れた草も対応可能な除草機械が望まれる。

- ④ 倒れた草も対応可能な除草機械が望まれる。
- ⑤ 上記以外の理由で刈り残しが多く、複数回で刈る等で作業効率が落ちている。

【堤防除草機械の構造についてのニーズ】

- ⑥ 素掘りの堤内排水や付属構造物(写真-3)が多い箇所は、人力除草を行っており、コスト削減のために機械施工が望まれる。
- ⑦ 堤防を傷める恐れがあり、軽量化した除草機械が望まれる(軽量化については、除草の効率とは関係がないため検討外とした)。
- ⑧ 飛び石のない除草機械が望まれる。
- ⑨ 刈り幅の広い除草機械が望まれる。
- ⑩ 勾配が1.4割未満への対応拡大が望まれる。
- ⑪ モアが横にスライドする除草機械が望まれる。
- ⑫ モアのタイヤに倒された草が刈りにくい。
- ⑬ モア外装の強度が不足しており変形しやすい。
- ⑭ モア内部に絡みついたツル類を簡単に除去できる構造が望まれる。
- ⑮ 草刈性能や耐久性に優れた刈刃が望まれる。

これらのニーズのうち、下線を引いた7項目については、全体数の30%を超える要望項目であり、重要なニーズが確認できた。

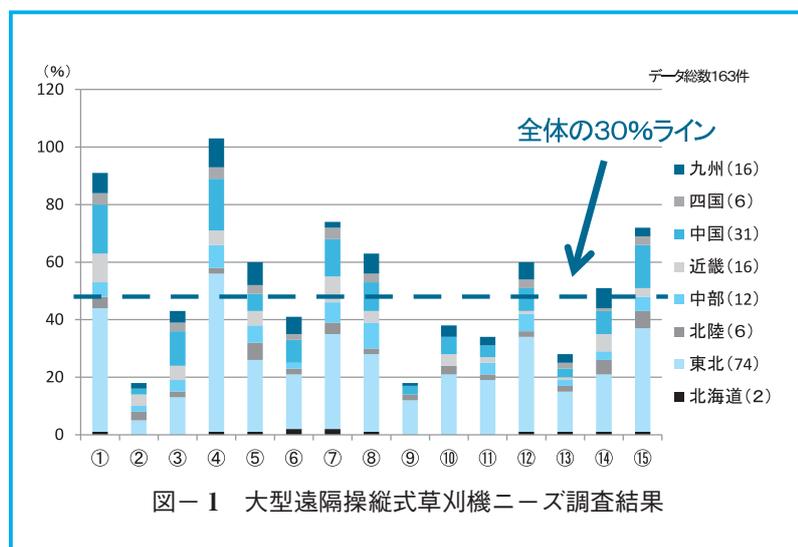


写真-2 イタドリ



写真-3 付属構造物

## (2) シーズ調査

シーズ調査は、草刈り関連機械を基本に新製品や新技術に加え、大型遠隔操縦式草刈機に導入可能な技術等を対象とした調査を実施し、改造や改良が対応可能な仕様の整理を行った。

特に改良費用については、本体購入価格との対比や、改良後のコスト縮減および安全性向上効果などを整理し、改良検討項目への採否や優先順位の判断要素とした。

## 4. 改良項目検討の選定と改良検討

大型遠隔操縦式草刈機の改良検討を行うため、

①現場ニーズ調査結果、②シーズ調査結果に加え、③改良費用、④改良後の効果を踏まえて、改良検討項目の選定を行った。選定した各改良検討項目について、試験機による試験施工や比較試験を行い、改良効果の確認を行った。各改良検討項目の検討結果は以下のとおりである。

### (1) 草刈性能向上、除草の効率化を目的としたモア部の改良検討

#### ① 刈刃の形状変更

標準の刈刃形状は、左右2枚を1組として、へ字型に加工された刈刃がドラムに取り付けられており、ドラムの断面に90°ごとに4方向に配置されている。モア内部の刈刃取付状況を写真-4に、標準の刈刃の形状と配置イメージを図-2に示す。

雑草の太さや硬さ、草丈、繁茂量などに対応するため、草刈性能の向上を目的とした刈刃の形状や曲げ角度の変更について改良検討を行った。

#### 1) 刈刃の刃先形状加工

他の草刈機メーカーでは刃先にギザギザ加工されたオプション部品があり、鋭角で薄いハンマーナイフ式の刃先にギザギザの溝形状を追加することで、雑草の切断性能に影響すると推測されたので試作品を製作し、試験施工を行った(写真-5)。

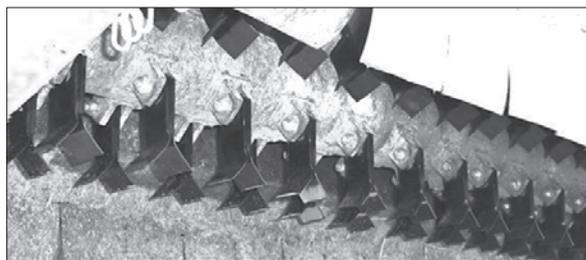


写真-4 モア内部の刈刃取付状況

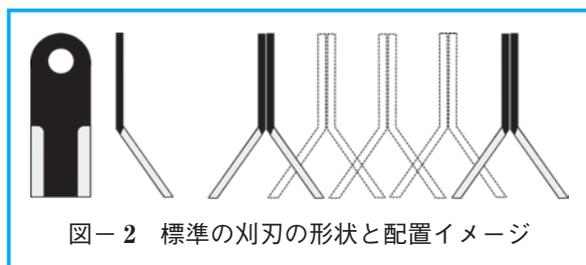


図-2 標準の刈刃の形状と配置イメージ

刈刃の左半分を標準刃、右半分を形状加工刃として試験施工を行った結果、標準刈刃とギザギザ溝加工刃の形状による草刈性能の違いは見られなかった。試験施工の状況を写真-6に示す。

除草性能について現地試験では標準仕様と同等と判断され、改良の効果や必要性は小さい。



写真-5 刈刃の刃先の形状改良部品

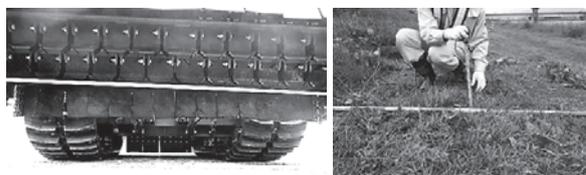


写真-6 刃先形状加工時の試験施工状況

#### 2) 刈刃の刃先幅広形状変更 (1)

大型遠隔操縦式草刈機の本体は、H11年当初の開発・製造から15年以上経過している中で、細部に改良や変更が行われており、H23年製の草刈機から取り付けられている刈刃部品

は標準仕様が幅広形状に変更されている。

従来の標準仕様（幅 50 mm）と幅広形状（幅 60 mm）の刈刃部品について、外形図を図-3に示す。

従来仕様と幅広形状仕様の除草性能を比較するため、確認試験を行った（写真-7）。

試験は、草刈機を段差の端部に配置して、ドラムと刈刃の回転状況を目視しながら、幅広形状と重量の増加が要因となり、従来の仕様とは切削力や打撃力に差があることが、試験対象の板材料を直接当てる方法から確認することができた。幅広形状への対応は、部品交換のみで可能なため、従来仕様機への活用が見込まれる。

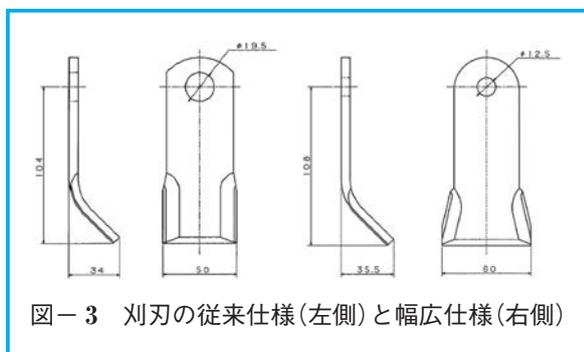


図-3 刈刃の従来仕様(左側)と幅広仕様(右側)



写真-7 比較試験状況  
(点線の左側：従来仕様，点線の右側：幅広形状)

### 3) 刈刃の刃先幅広形状変更 (2)

ハンマーナイフ式草刈機は、その名称のように回転させた刈刃を連続的に打撃することで雑草を切断・粉砕しているため、その形状や重量を変更することで草刈性能を向上させる形状が考えられる。

標準仕様の刈刃は、固定している上部から刃先端までが直線状であるが、他の草刈機に採用されている刈刃には、先端の幅が広く加工された末広型の形状もあるため、寸法形状を検討して刃先を幅広形状に変更した刈刃を試作し、

試験施工を行った。試作する刈刃形状は、取付穴から縦の長さと同様とするため、刃先の横幅を 50 mm から 80 mm まで広げて計画した。刃先形状の幅広型検討図を図-4に示す。

刈刃の左半分を標準刃、右半分を幅広形状として試験施工を行った結果、標準刈刃と幅広刃の形状による草刈性能の違いは確認できなかった。除草性能については、標準仕様と同程度であり改良効果や必要性は小さい。

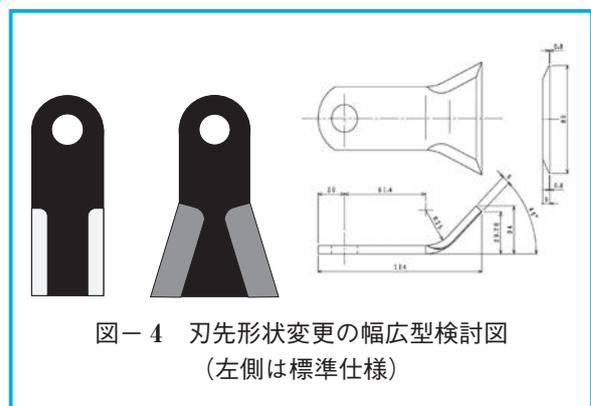


図-4 刃先形状変更の幅広型検討図  
(左側は標準仕様)

### 4) 刈刃の刃先曲げ角度変更

標準仕様の刈刃は、刃先位置が約 45° 曲げられているへの字型であるが、垂直に生えている雑草に傾斜した状態で切り込むこととなるため、曲げ角度を変更した場合の草刈性能について比較検証を目的とした改良部品を製作した。刃先の曲げ角度を 45° から 70° に変更した刈刃の検討図を図-5に示す。

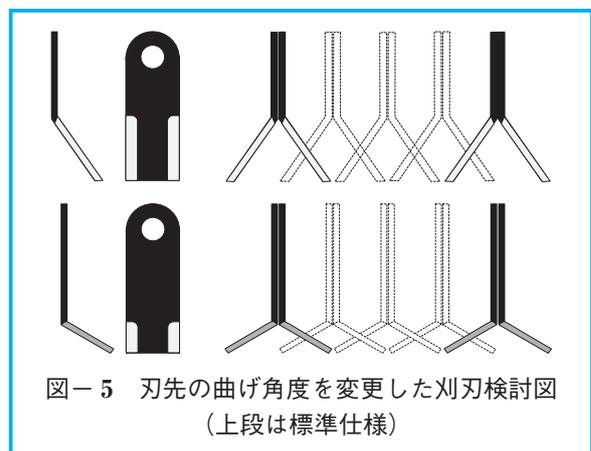


図-5 刃先の曲げ角度を変更した刈刃検討図  
(上段は標準仕様)

刈刃の左半分を標準仕様、右半分を曲げ角度70°刃として試験施工を行った結果、標準刈刃と加工刃の形状による草刈性能の違いは見られなかったが、加工刃で草刈り後の草が刈刃に固着する現象が見られた。試験施工後の刈刃状況を写真-8に示す。

除草性能について現地試験では標準仕様と同等である上、刈草の固着による作業性の悪化が認められるため、改良効果や必要性はないと判断した。

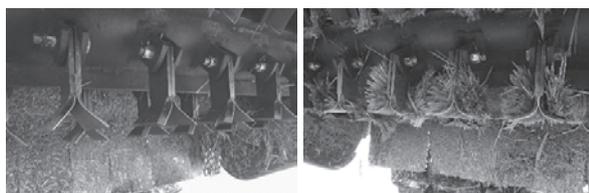


写真-8 刈刃状況  
(左：従来仕様、右：曲げ角70°仕様)

② つる性植物巻き込みへの対応

ニーズ調査にて要望の多い項目として、つる性植物の巻き込み対応がある。

除草作業中につる性植物がドラムに巻き付き、草刈性能の低下やドラムの回転不良が発生する。つる性植物がドラム軸に巻き付いた場合、モア装置を持ち上げて下面から確認するが、堤防斜面内では草刈機本体が不安定で視認性も悪いため、法肩や天端まで移動しての対応が行われているが、作業性が悪く時間を要している。そのため、つる性植物の巻き付き防止対策と巻き付いたつる性植物の除去対策を検討する。巻き付いたつる性植物の除去対策としては、

- 1) 巻き付いたドラムから簡単に切断する構造
  - 2) モア部のカバーを簡単に開閉する構造
- を対象として検討するものとした。

1) 巻き付いたドラムから簡単に切断する構造の検討

巻き付いたつる性植物の除去対策としては、ドラムの軸方向にあらかじめ凹凸形状に加工することで、つる性植物がきつく巻き付いた場合でも簡単に切断しやすくする構造を検討する。

巻き付いたつる性植物の除去対策のイメージを図-6に示す。

回転ドラムには、刈刃を固定するフランジが90°ごとに4カ所配置されているため、追加する凹凸も回転時のバランスを考慮して4カ所とし、ドラム軸の全長分(刈幅)に配置する。また、追加する凹凸は刈刃の動作範囲に干渉することのないよう、フランジ高さよりも低い形状とする。

現地試験では、つる性植物の模擬としてナイロンロープを絡ませたところ、剪定バサミが入る隙間を確認でき、実際につる性植物除去作業が容易になるものと思われる(写真-9)。

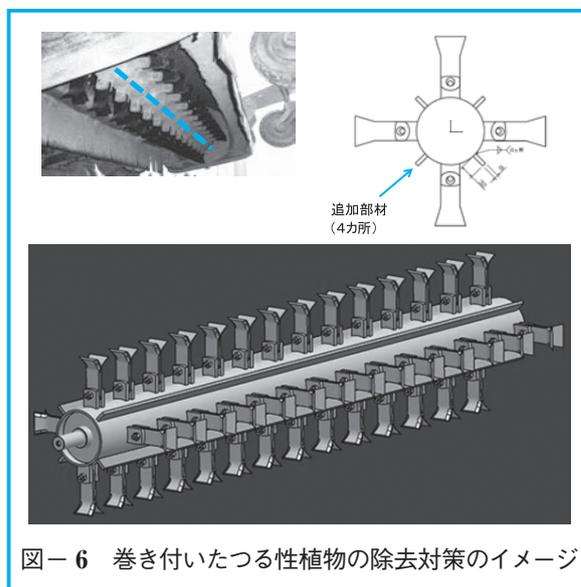


図-6 巻き付いたつる性植物の除去対策のイメージ

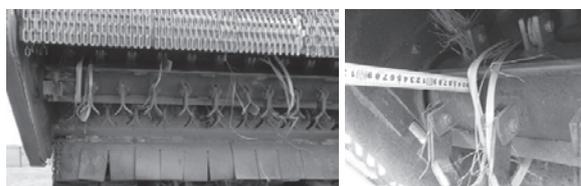


写真-9 つる性植物(模擬)の巻き付き状況

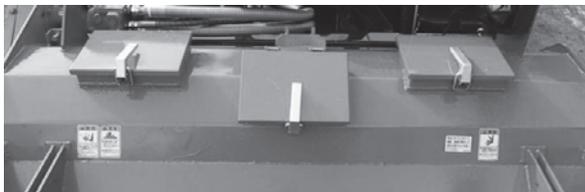
2) モア部のカバーを簡単に開閉する構造の検討

モアケースの上面に開閉可能な点検窓があれば、モア装置内部の確認が容易となるため、点検窓を追加配置する改良検討を実施した(写真-10)。点検窓の寸法は、既製品の規格とモアケースの形状、実際の手作業等を考慮して200

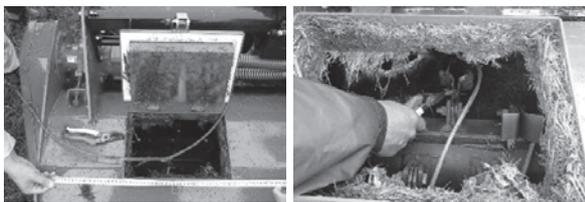
× 300 mm の長方形とし、蓋の形状や金網など 3 種類で試行するものとした。

試験機に設置した点検窓を試験施工時に使用し、使用状況の確認を行った。現地での確認状況を写真－11 に示す。

追加した点検窓は 200 × 300 mm の大きさで、剪定バサミを使った作業が可能であり、1) の回転ドラムの凸凹構造追加と合わせてつる草の除去作業が容易となることが確認できた。ただし、改良仕様として採用する場合には、寸法形状を考慮した専用の点検口を配置することが望ましい。



写真－10 モアケースへの点検窓 3 カ所配置状況



写真－11 点検窓を使用したつる草除去状況

### ③ 車輪の踏み跡対策

#### 1) 車輪の取付位置変更

モア部前面にある車輪の位置は、凹凸などの不陸に対応するため、左右の 2 カ所もしくは中央を含む 3 カ所配置されている。今回車輪が草刈前の雑草を踏み、刈りにくくしてしまうことを懸念して、草刈り幅 1,850 mm の外側 (77.5 mm) に配置して状況確認を実施した (写真－12)。

除草後の仕上がりは良好な状態であるが、大型遠隔操縦式草刈機は車体幅が大きく、運搬時に 4t トラックの荷台幅との差に余裕がないため、今回の車輪を外側に移設した状態では運搬が不可能となり、作業時と運搬時で車輪の位置を切り替える必要がある (写真－13)。



写真－12 標準仕様の車輪の取付位置

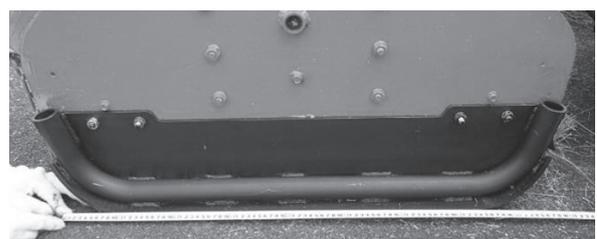


写真－13 変更後の車輪の取付位置

#### 2) 車輪を取り外しソリ方式に変更

車輪の踏み跡が残ること、地形への追従に車輪取付位置が影響されることがあるため、モア部前方の車輪を取り外し、ソリ部のみで受ける案を検討する。

前述のニーズ調査にて回答の多い内容に、ソリ部の補強対策が挙げられており、車輪を配置していてもソリ部が受ける重量や地面との摩擦が確認される。そのため、ソリ部の摩耗に対する補強対策と、接地圧の低減や地形条件への追従を考慮したソリ部形状の見直しを組み合わせ検討した (写真－14)。本検討では、車輪を取り外すことを考慮したソリ部品の高さ変更と、モア装置の安定保持への対応として底板の幅を 50 mm から 70 mm に広げた形状とした。



写真－14 ソリ形状の変更部品  
(上段：標準部品+車輪、下段：改良部品+ソリのみ)

試験施工の結果、モア装置の安定保持と車輪の踏跡解消は確認できたが、従来からの懸案でソリ部品の底板に除草後の刈り草が集積する状況が確認されている。また、ソリ部品の接地面積が大きく、方向転換時にはモア装置を持ち上げる必要があり、作業性が落ちる。

## (2) 施工効率を考慮した飛石の改善検討

飛石防止の改善検討として、ゴム板の除草作業時に開閉する隙間の縮小と、破損・欠損対策として、切り込み幅の変更とゴム板厚さの変更を行うものとした。前方への飛石低減対策としては、大きく開閉しないよう切り込み幅を狭くすることで、発生する隙間を縮小させる形状とした。標準仕様は幅130～135mm、改良仕様は幅82～86mmである(図-7)。ゴム板の補強は、標準仕様の4mm厚(1プライ)を6mm厚(2プライ)とすることで、厚さの増加とゴムの間にある芯材も2重となり、耐久性を向上させるものとした。

また、飛石低減として、チェーンの追加を検討する。モア部の前面に配置するチェーンは、雑草の隙間などに入りやすく、前述のゴム板のように全体が曲げられることは少ないため、飛石防止効果が期待できる。さらに、ゴムカバーをチェーン

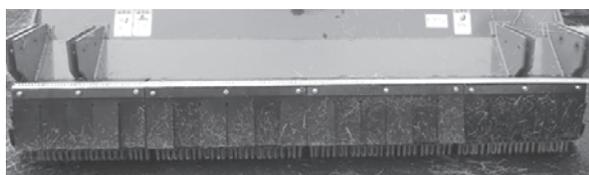
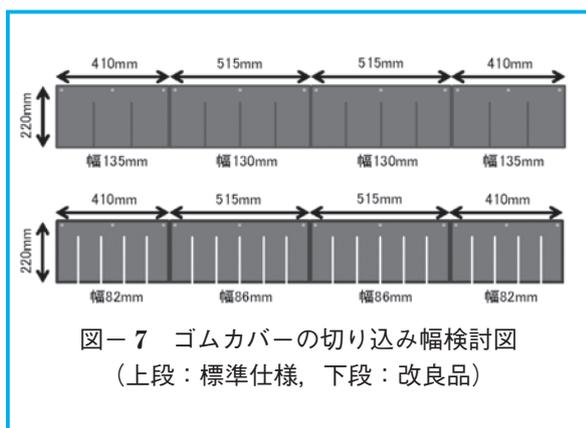


写真-15 チェーンとゴムカバーの2段階配置状況

の前後に2段階配置とすることで飛石低減の検証を行った(写真-15)。

試験施工の結果、切り込み幅の変更とゴム板の増厚、チェーンとの組み合わせで良好な低減効果があり、改良も容易で安価である。ただし、ゴムカバーの2段階配置については、車輪との位置関係が厳しく除草前の雑草を強く押し倒すため、除草効率の低下が見られ、飛石数はチェーンとゴムカバー1段階と同程度であることから、効果は小さい。

## (3) 法尻、天端、構造物周り等の除草可能な方策検討

### ① 草刈位置の変更

法尻、天端、構造物周り等の除草方法として、ハンドガイド式草刈機は、草刈幅1.55mに対して片側へ500mmのスライド機能を有しており、電動スライド装置により草刈位置が調整可能となっている。詳細検討の結果、ハンドガイド式草刈機のスライド機構を流用し、大型遠隔操縦式草刈機へのスライド機能の追加が可能となることから、試作機への導入を行った。モア装置のスライド機能は、標準モア装置の重量350kgに130kgの増加となるが、左側へ350mmスライド可能な状態となった。試験機への導入状況と試験施工実施状況を写真-16、17に示す。

試験施工の結果、モア装置の左側側方の除草作業が可能となることで、法尻、天端、構造物周り等の除草に対応できることが確認できた。除草作

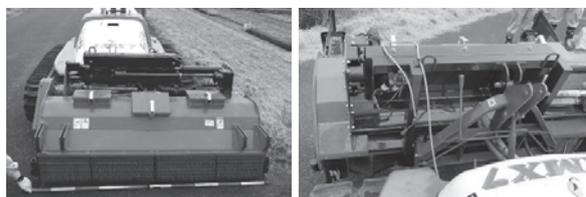


写真-16 試験機に導入したモア装置のスライド機能



写真-17 スライド機能を使用した天端での除草状況

業幅 1,850 mm に対して、量が 350 mm はやや少ないが、草刈機の側方まで除草可能となり効果は大きいと判断できた。

#### (4) 安全確認方法等の簡素化および負担軽減の検討

##### ① 草刈作業中の周辺状況確認

堤防除草作業は、除草範囲内にある構造物や標識、不法投棄ゴミなどを確認しながら作業を行っているが、遠隔操縦であるにもかかわらず、大型遠隔操縦式草刈機周辺の状況確認を行うため運転操作をしながら常に草刈機の周辺に帯同している状況であり、操縦者の負担となっている。

その対策として、ワイヤレスカメラ機器類の追加により、遠方からの周辺状況確認の検討を行った（写真－18）。

大型遠隔操縦式草刈機に前と後方にカメラを設置し、現場試験を行った結果、通信距離 100 m 程度であれば、画質は良好でモニタ画面も見えやすいことが確認できた。

作業性の向上や操縦者の負担軽減に効果を発揮すると思われる。



写真－18 ワイヤレスカメラのイメージと設置状況

## 5. おわりに

改良効果と導入費用を含めて実機に導入する改良項目の採否を行った結果、次の項目を採用することとした。

- ① 刈刃の刃先幅広形状（H23 以前購入機対象）：草刈能力の改善・向上
- ② モアケースに点検窓の追加：メンテナンス作業の効率化
- ③ 回転ドラムに凹凸部材の追加：メンテナンス作業の効率化
- ④ 飛石防止チェーンの追加：飛石防止対策の強化
- ⑤ ゴムカバーの切込幅変更：飛石防止対策の強化
- ⑥ モア装置のスライド機構の追加：除草作業範囲の拡大
- ⑦ カメラ機器類の追加：作業性の向上、安全確認の効率化

なお、さらなる施工の合理化を図るために、大型遠隔操縦式草刈機に GPS 位置情報、自動制御などを取り込み、ICT 化を目指すものとする。