

38. 大型遠隔操縦除草機械の開発

建設省北陸技術事務所：上杉 修二，*小泉 倫彦，大崎 智
(株)クボタ：渡辺 誠

1. はじめに

堤防除草作業は、生産性・経済性の向上を目的として機械化施工が進められ、大型法面自走式草刈車、ハンドガイド式草刈機、小型遠隔操縦式草刈機などが導入されている。しかし、法面勾配が急であり機械の転倒の危険がある、石張り等の法覆により機械による作業が行えないなどの問題から、北陸地建管内の施工面積の約45%、堤防除草施工費の約75%は肩掛式による人力施工となっている。

近年、「建設コスト縮減」の施策から除草作業の一層の効率化が望まれているが、現在導入されている機械のうち最も作業能力が大きく、施工費が安価な大型法面自走式草刈車は、搭乗式であり転倒等の危険防止のため、施工範囲が法面勾配1:1.8より緩やかな堤防に限定し使用している。

さらに、現在導入されている大型法面自走式草刈車は、メンテナンス費用が多大にかかることや、騒音・振動・作業姿勢等によるオペレータの苦渋も大きいなどの課題があり、その改善が望まれている。

そのため、大型機械の施工面積を拡大することによる堤防除草施工費の低減、メンテナンス費用の削減、作業員の安全性の向上、苦渋作業の低減を目的として、大型遠隔操縦除草機械（写真-1）の開発を行った。



写真-1 開発機全景

2. 開発の概要

開発にあたって、①作業の効率化・②経済性・③安全性・④苦渋性の現状における各々の問題点を抽出し、それに対する具体的な対応策の検討を行い、次に示す開発目標を設定した。

- ① 未改修堤防などの平均勾配である1:1.4程度の勾配で除草作業を可能とする。
- ② 最高作業速度5.0km/h以上を確保し、除草作業の効率化を図る。
- ③ 構造及び部材の検討により、日常点検項目を簡素化し、定期整備時の整備工数の削減を図り、メンテナンス費用を大型法面自走式草刈車の50%に低減する。

また、大型法面自走式草刈車、小型遠隔操縦式草刈機の改良要望、故障状況等現場の現状を調査し、その結果をもとに概略仕様の作成、各制御機構の検討を行い、開発機の詳細設計、製作を行った。開発機の基本仕様を表-1、図-1に示す。

表-1 基本仕様

除 草 幅	1.850mm	草 刈 装 置	ハンマーナイフ式
最大除草法面角度 (等高線作業時)	40度	機 関	水冷ディーゼル機関
最大登坂角度	45度		49.3kW (67PS)
最高走行速度	6.5km/h	草 刈 装 置	ハンマーナイフ式
作 業 速 度	0~5.5km/h	走 行 装 置	ニンドレスゴム履帯
全 長	4,850mm		左右独立軸圧駆動
全 幅	2,050mm	遠隔操縦装置	産業用770MHz周波数
全 高	1,280mm	付加制御装置	直進走行制御装置
車両総重量	2,680kg		刈高さ制御装置

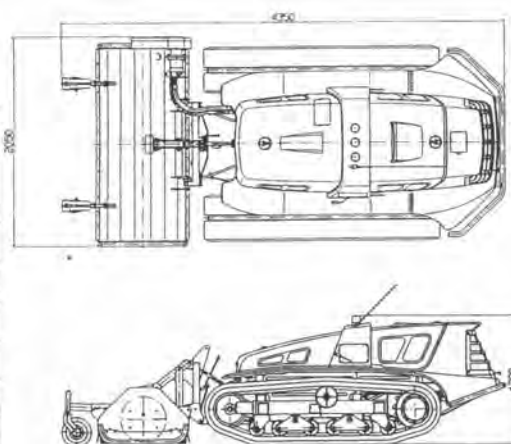


図-1 開発機の形状・寸法

3. 開発機の特徴

3.1 無線遠隔操縦機構の採用

従来の搭乗式に代わり無線遠隔操縦機構を採用することにより、オペレータの安全性向上と、苦渋作業の低減を図った。

使用する電波は、産業ラジコン用周波数(73MHz帯)を採用することにより、一般に使用されている「ホビー用電波」との混信による誤動作を解消した。

この無線遠隔操縦機構の採用と、車体幅の拡大、低重心設計、横滑り対策としてクローラの専用パターンの開発により、従来は機械化が行えなかった未改修堤防などの、平均勾配が1:1.4程度の急勾配での作業を可能とした。性能試験結果では、作業速度が低下するものの最大1:1.2の勾配でも作業が行えることが確認できた。

3.2 低重心の設計

車両幅の拡大、低重心設計、横滑り対策としてクローラの専用パターンの開発により、従来は機械施工が行えなかった未改修堤防などの、平均勾配が1:1.4程度の急勾配での作業を可能とした。

3.3 刈り幅を1.85mに拡大

作業能力(m^2/h)を向上させるため、機械の運搬に使用するトラック(4t)の荷台幅で機械を設計し、刈り幅を従来大型法面自走式草刈車の1.6mから1.85mに拡大した。

3.4 直進走行制御機構の開発

法面上で縦断方向に等高線作業を行う場合、機械は自然に法尻の方へ下降するため、刈り残しや、ラップ代が増加するなどの問題がある。そのため、大型法面自走式草刈車では、機械の直進性を確保するため、オペレータは法面の傾斜角に応じ修正操作をする必要があった。

開発機は遠隔操縦機構の採用により、オペレータは機械に搭乗せず遠方から操作するため、オペレータの操作では修正操作が間に合わず、直進性を確保するために作業速度を落として作業を行うことが懸念された。そのため、図-2に示す直進走行制御機構を開発し、オペレータの修正操作を自動化することにより、等高線作業時における直進性を確保し、作業の高速化とオペレータの修正操作回数の低減を図った。

操作回数の低減を図った。

制御機構は、左右のクローラからの実回転数と、傾斜センサによる車体の傾斜角を検出し、傾斜角度に応じて山側の履帯を数%遅く自動制御することにより、傾斜地での直進性を確保する機構とした。

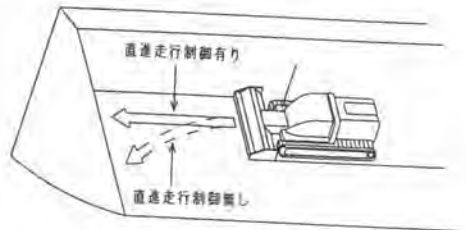


図-2 直進走行制御

3.5 刈高さ自動制御機構の開発

草刈機は、車体に作業装置を一定の高さで保持しているため、施工法面に凹凸がある場合や平坦地から傾斜地への移行時には、刈刃が接地して土削りを生じたり、必要以上に地面から離れて刈り高さが不均一になる。そのため、オペレータは土削りを防止し、均一な出来形を確保するため、施工法面の凹凸に対応し、作業装置の昇降操作が必要である。

開発機では無線遠隔操縦機構の採用により、法面の凹凸に対応した操作が難しく、また、法面の凹凸を確認しながら作業を行うと作業効率が低下する。

そのため、図-3に示すように施工法面の凹凸に作業装置を自動的に追従制御する、刈高さ制御機構を開発し、作業速度の高速化を図った。

制御機構は、作業装置の吊り上げシリンダ内の圧力を検出し、その圧力を一定値に保つことで、作業装置を法面等の凹凸に自動的に追従させる機構とした。

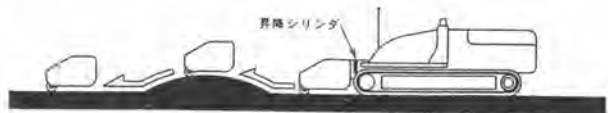
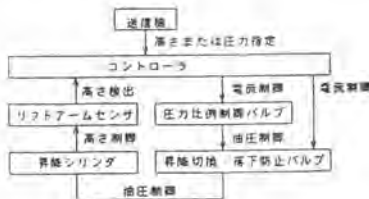


図-3 刈高さ制御

3.6 メンテナンス性向上に関する検討

メンテナンスには、現場で実施する日常点検とシーズン終了後に実施する定期整備・修理に大別される。今回の検討では、日常点検の容易化と、定期整備を含むランニングコストの低減について行った。また、不具合発生時の各データを基板に記憶させることにより、サービスマンへの情報量を増やしメンテナンス時間の短縮を図った。

① 日常点検の容易化

日常点検項目は、オイル関係の点検・補充、ベルト等の点検・調整、各部のグリスアップ等が挙げられる。点検をするためには、ボンネットの開閉方向に影響を受けることから、前後のボンネットを開くことにより点検可能な機器レイアウトを設計した。また、メインスイッチや、アクセルレバー等機械を操作するためのスイッチ類を、外部パネルに集中配置し、操作の容易化を図った。

② ランニングコストの低減

大型法面自走式草刈車は、毎年の定期整備・修理費が平均1,300千円/台（クローラの交換費用を除く）の費用が必要であり、開発機では、この費用削減のため、下記の内容を設計開発し、年間の整備・修理費を650千円以下、整備工数を50時間以下とする開発目標を設定した。

③ データ記憶装置

従来、不具合原因を特定するのに発生時の状況が不明確のために多大な時間がかかっていた。そこで、制御装置に不具合時のデータを記憶できる基板を埋め込み、サービスマンへの情報量を増やしメンテナンス時間の短縮を図った。

4. 除草性能試験

4.1 除草速度

北陸地建管内の法面勾配1:1.5～1:2.0程度の堤防において、作業能力試験を実施した結果、除草速度の平均は4.5km/hであった。また、1:1.8以上の勾配では、平均5.1km/hであり、開発目標としていた5.0km/h以上は確保できたと考える。また、最高除草速度は6.1km/hであった。

4.2 作業能力

作業能力は、日当たり施工量8,800㎡であり、従来の大型法面自走式草刈車の7,692㎡に対し、15%程度の能力アップとなった。



写真-2 作業状況

5. まとめ

開発機は平成9年度に建設省北陸地方建設局信濃川工事事務所に1台、平成10年度には建設省北陸地方建設局管内に4台の導入を行いました。今後は本機が、堤防除草作業の主力機種として大いに普及していくことが期待される。

最後に、開発にあたって、北陸技術事務所との共同開発会社である㈱クボタと、調査等に御協力頂いた多数の関係者に感謝いたします。