

グリーンカットマシンの開発とダム現場での試験施工

戸田 泰彰*

Yasuaki Toda

小泉 慎吾***

Shingo Koizumi

田中 秀幸**

Hideyuki Tanaka

小野 雄司***

Yuji Ono

1. はじめに

ダム施工におけるグリーンカットとは、コンクリートを打設した際にセメントや骨材の微粒子が表面に浮き上がることで作られるレイタンスを、ブラシやウォータージェットで削り取る作業である。ダムコンクリートの打継面の強度確保のために重要な作業であり、レイタンスクリーナなどで数百㎡に及ぶエリア全面を処理しなければならないため、作業員にとって苦渋かつ過酷な作業となっている。また、打設日の翌日にコンクリートの硬化がある程度進んだ状態で作業する必要があるため、土日など現場閉所日を考慮したスケジュール調整が難しく、金曜打設→土曜グリーンカットを可能にする自動化システムの実現が求められている。そこで、グリーンカットの省人化さらに将来的な無人化を目指し、自動走行可能なグリーンカットマシンを新たに設計・製作した。

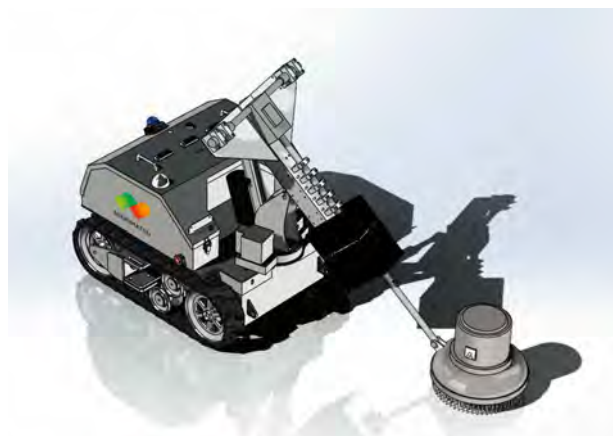
本稿では、当社JVが施工するダム現場にてマシンによる試験施工を実施し、作業性とグリーンカット処理品質を確認した結果を報告する。

2. グリーンカットマシンの概要

グリーンカットマシン（図一）は、㈱中山鉄工所で開発されたマイクロ建機「MSD700」をベースに設計している。マシンは180°旋回可能な作業アームを搭載しており、アーム先端に取り付けられたレイタンスクリーナ（回転ブラシ）によって、コンクリート表面のレイタンスを削り取る。マシン仕様を表一に、特長を以下に記載する。

(1) 小型化による高い作業性

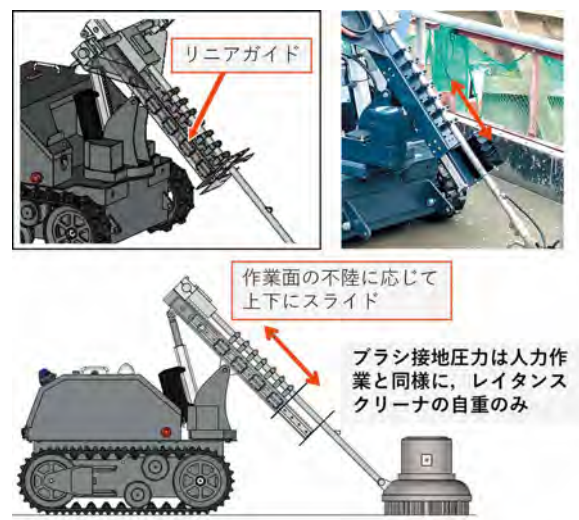
マイクロ建機「MSD700」をベースとしてマシンの小型化を実現。従来の油圧ショベルアタッチメントタイプのグリーンカットマシンの約1/2のサイズであり、狭隘なエリアに対しても作業可能。



図一 グリーンカットマシン

表一 マシン仕様

項目	仕様
寸法（全長×幅×高さ）	1900×750×1000 [mm]
重量	350 [kg]
動力	リチウムイオン電池（DC24V）
充電装置	専用充電器（AC100V）
グリーンカット作業能力	100 [㎡/h]
無線通信距離 （マシンーリモコン間）	最大 100 [m]
走行	タイプ 電動駆動クローラ式
速度	1.8 [km/h]
登坂能力	15° [°]
クリーナ	使用機器 桜電社製：TM-12 型
定格稼働時間	4 [h]



図二 作業アームのスライド機構

(2) グリーンカット処理品質の信頼性

マシンには既成のレイタンスクリーナ：TM-12 型（桜電社製）を搭載している。ハンドル部分とマシンのアームをスライド可動（図二）させることで回転ブラシの押し当て圧力をレイタンスクリーナの自重のみとし、人による作業と同様の高いグリーンカット品質を実現する。

* 技術研究所 先端技術グループ

** 北日本支社 鳥海ダム JV（工）

*** 北日本支社 川内沢ダム（出）

(3) 操作 UI と「自動モード」の搭載

マシン操作は専用リモコン（図-3）から①クローラ走行②アーム操作③ブラシ回転 ON/OFF を操作し一連の作業を行う。さらにリモコン操作なしで定常動作を続ける「自動モード」を搭載、アーム旋回（反復）＋定速クローラ走行による定常的な自動作業が可能で、作業負担を軽減できる。

3. ダム堤体工での試験施工

当社 JV で施工中の川内沢ダム（宮城県発注）の堤体工にて試験施工（2025 年 11 月）を実施した（図-4）。アーム旋回（作業幅 1.5 [m]）＋クローラ走行により、安定したマシン作業によって処理面全体にムラが無いこと、最適なブラシ押し付け圧力が維持され、適正なグリーンカット処理品質（図-5）であることを確認した。前述の作業幅でグリーンカットした場合に、マシン 1 台の単位時間当たりの作業能力として約 100 [㎡/h] を確認した。さらにマシンに搭載した「自動モード」を試行し、支障物のないエリアに対しては、人力作業をマシンによる自動作業に置き換えることができた。

4. まとめ

ダムコンクリート打ち継ぎ処理を自動化するマシンとして、コンクリート打継面のレイタンスを削り取るグリーンカットマシンを新たに設計・製作した。開発したマシンによるダム現場での試験施工を実施し、作業能力：100 [㎡/h] と作業の安定性、グリーンカット処理品質が良好であることを確認した。

5. 今後の展開

ダムコンクリート打ち継ぎ処理の作業全体の自動・自律化（無人化）に向けて、当社として今後、以下のシステム開発及び技術課題に取り組む。

(1) 自律走行制御の実装

GNSS 測位、SLAM 技術によりマシンが自己位置と作業エリアを認識し、エリア全域を自律的に走行しながらグリーンカットできるマシンへ機能拡張する。

(2) スラッジ清掃マシンの開発と自動化

グリーンカット作業後に残るスラッジを集積し回収するマシンを開発し、自律作業システムを実装する。

(3) グリーンカット品質管理システムの構築

コンクリート硬化状況を示すデータと、グリーンカットマシン作業負荷データの両方を活用し、作業エリア全体のグリーンカット品質を定量評価する品質管理システムを構築する。さらにダム堤体の全リフトの打ち継ぎ目の品質データを集約、BIM/CIM などの統合 DB 上で管理する（図-6）。

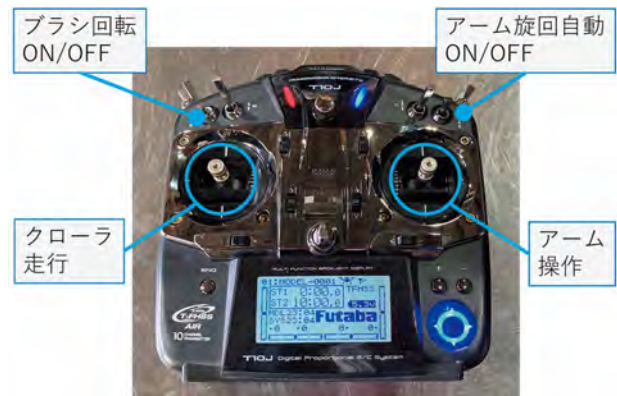


図-3 マシン操作リモコン



図-4 ダム現場での試験施工

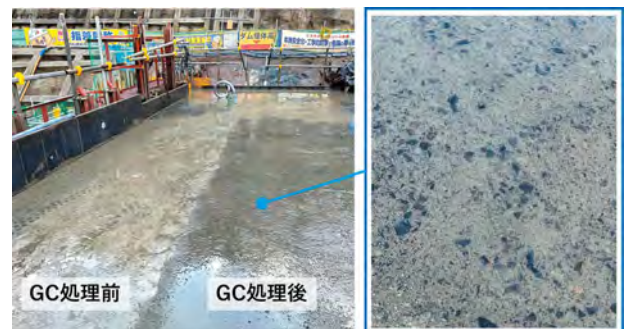


図-5 グリーンカット処理状況

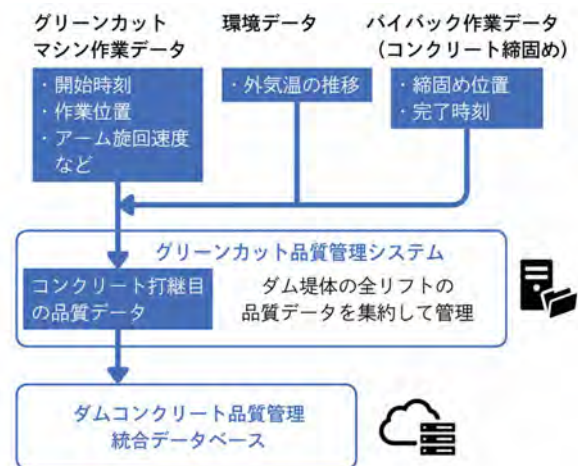


図-6 グリーンカット品質管理と統合 DB