

22. 小型多機能敷きならし機械による中小工事の合理化検討

(株)NIPPPO
西尾レントオール(株)

○ 梶原 覚
浦田 公雄

1. はじめに

近年、建設業界における就業者は減少し続けており、特に技能労働者不足が顕在化している。全産業の平均と比べても高齢者の割合が高く、さらに入職率も低下していることから、今後の就業者数減少は不可避であると明言されている¹⁾。このような環境の下、時間および予算ともに余裕がない現代の現場環境から、重機オペレータのような技能労働者の育成は難しい状況にある。

また、国内建設機械メーカー間では、3.1m級モータグレーダや4t級ブルドーザなどの小型敷きならし機械が排ガス規制強化などの影響を受け、相次いで生産を中止している。今般これらの問題に対応すべく、従来の機械よりも操作が容易であり、欧米で普及が拡大しているコンパクトトラックローダに着目し、導入した。ここでは、導入後の課題と対策、および導入結果について報告する。

2. コンパクトトラックローダの概要

コンパクトトラックローダ（以下、CTL）とは、車体下部に配置された左右の履体（クローラ）の回転差および回転方向を変化させることにより走行・旋回し、車体後方から伸びたアームによる積み込み機構を備えた小型の建設機械である。作業装置はアタッチメント化しており、多種・多様な作業に対応することが出来る。

日本国内においてはこのCTLの前身である、走行部がホイール式のスキッドステアローダが主に畜産、農業の分野で多く使用されているが、CTL自体の建設業への普及は殆どない。今回導入したCTLの外観写真を写真-1に、主要諸元を表-1に示す。

2.1 既存機械との比較

4t級ブルドーザ（以下、ブルドーザ）との比較写真を写真-2に示す。機体の大きさはほぼ同等であるが、倍以上の出力があるエンジンを搭載している。操作は基本的に左右2本のジョイスティック

クの傾倒動作で行い、左側が走行操作、右側が作業装置操作となっている。

表-1 CTL主要諸元

走行制御方式	HST
機械質量	4,520kg
定格出力	61.9kw
総排気量	3,319cc
全長	3,740mm
全幅（本体）	1,770mm
全高	2,270mm
ブレード幅	2,450mm
ブレード高	584mm



写真-1 CTL外観

2.2 作業時における操作

敷きならしアタッチメントを取り付けて作業を実施する場合、ブレードの上下動作は、右側ジョイスティックの左右傾倒動作にて行う。チルトおよびアングル動作は、アタッチメント自体にその機構が設けてあるため、ジョイスティックに設置してあるボタンやトリガーを操作することにより行う。ブルドーザと比較して、作業装置上下動作の回転中心が車体の前方にあり、且つその回転

半径も短いため、過敏に反応する傾向があり、操作方法を含め、ブルドーザに慣熟しているものにとっては、扱いに若干時間を要すると思われる。

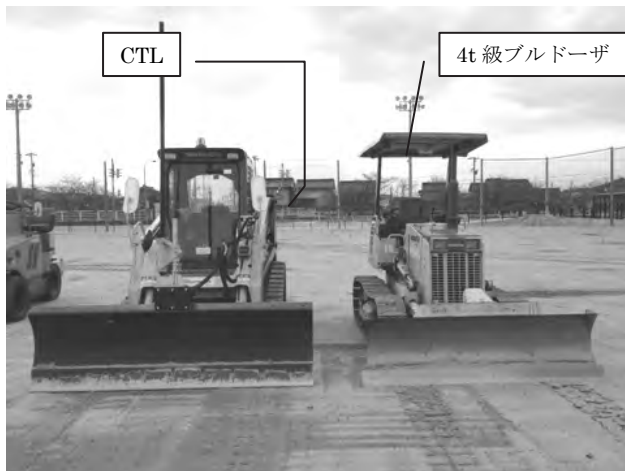


写真-2 4t級ブルドーザとの機体比較

2.3 アタッチメント交換

CTL はアタッチメントを交換することにより、多種多様な作業に対応することができる。取り付け部近傍のアーム部分に、油圧出力ソケットや電源コネクタを備えており（写真-3）、それらを接続することにより油圧を動力源とするアタッチメントを動かすことができる。交換作業は CTL 本体に備わっている油圧ロック機構により、簡単・迅速に行うことができる。油圧や電源を必要としないアタッチメントであれば、オペレータは運転席を離れることなく交換作業が出来る。



写真-3 アタッチメント接続コネクタ

2.4 動作の特徴と周辺視認性

CTL はその走行体の機構から小回りが非常に効き、履体もゴムであることから動きが俊敏である。またその独特な構造上、アームやアームの支点部分により視界が遮られるため、比較的后方周辺の視認性が悪い。

3. アタッチメント（敷きならし作業用）の課題

この CTL に敷きならし作業用アタッチメントを取り付けて作業し、ブルドーザのような敷きならし高さ精度を得るには、前述した操作性、動作の特徴から手動操作では困難であることが確認された。

自動制御について検討したところ、CTL 本体には自動制御機構が備わっていないため、自動制御機構を備えた敷きならし作業用アタッチメント（写真-4）にて対応している実状にあった。これらアタッチメントについて調査したところ、汎用敷きならし作業用アタッチメントはオプションとして CTL メーカーから入手することが出来るが、自動制御機構を備えた敷きならし作業用アタッチメントは、一部の CTL メーカーで扱っているがそのメーカーの専用品であり、汎用性がないことが確認された。

また、価格が非常に高価であり、スペックの詳細や精度が不明のまま導入するには、非常に困難な状況であった。



写真-4 自動制御機構を備えたアタッチメント例 (ATI社 LevelBest LASER GRADING BOX²)

4. 課題への対応

4.1 CTL本体油圧回路改造

前述の課題に対応するため、CTL 本体に改造を施し、汎用敷きならし作業用アタッチメントでの自動制御施工に対応することとした。

バケットやアームを動かす油圧シリンダ駆動部に電磁油圧バルブを組み入れ、アタッチメントには高さ、アタッチメントの取り付け部分には姿勢（勾配）を確認するためのセンサ類を設置し、CTL 車内にはそれらを制御するための制御装置を搭載した（写真-5）。



写真-5 制御装置とレーザ受光器

4.2 安全補機類の設置

上記の改造と同時に操作環境で問題となっている後方周辺の視認性改善対策として、安全補機類を設置した(写真-6)。バックミラーをアーム左右に設置して車体側方の後方視界を確保し、車体後部にカメラと車内にモニタを設置して車体後方が確認できるようにした。モニタには補助線(クローラ位置)を設けて、回送車両への積み込み作業が安全に行えるようにした。



写真-6 安全補機類 (バックミラーとバックモニタ)

5. 制御方法の違いと出来形精度

敷きならし高さの制御方法として、アームシリンダ制御(図-1)とバケットシリンダ制御(図-2)の2種類を検討した。前者はブルドーザ同様、支点からの回転半径が長いこと適切な制御が期待されたが、支点が車体後方となるためアーム上下動作が行われると、CTL本体が前のめりに傾き「やじろべえ」のような状態となり、それを補正しようと更にアームが上下動するため、敷きならし面に不陸が発生する結果となった。結果として手動操作時と同様、後者のバケットシリンダ制御を採用することとした。支点からの回転半径が短く、センサの高さ認識と上下動作のバランスの悪さを懸念したが、敷きならし面への不陸発生もなく、制御状態も良好であることが確認された。

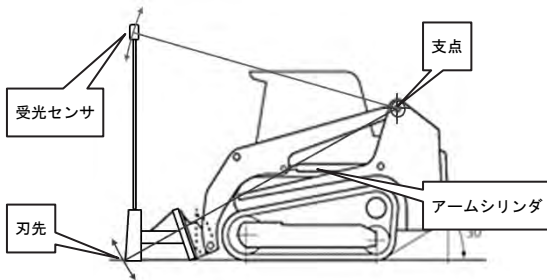


図-1 アームシリンダ制御

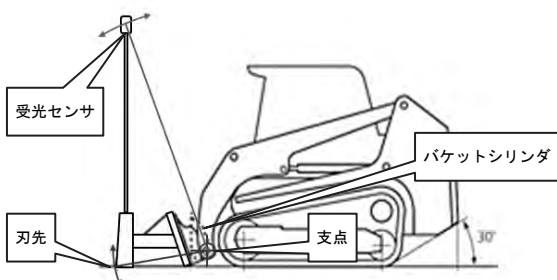


図-2 バケットシリンダ制御

6. 実施工現場(路盤工)への導入

関西の民間グラウンド工事現場の上層路盤工において、回転レーザを使用した当該機の自動制御施工を実施した(写真-7)。アタッチメントを容易に交換して作業が出来ることから、敷きならし作業だけでなく、補足材料の追加作業(写真-8)、埋め戻し材のふるい分け作業なども一台ですることができ、その機能性、有効性が確認された。



写真-7 施工状況 (2DMC)



写真-8 同一現場での材料配置作業状況

6.1 施工結果

施工の結果、計画値と実測値の差は標準偏差で4.7mmを取得した(表-2)。この結果は、モータグレーダの3DMC仕様による自動制御施工結果とほぼ同等であり、非常に良好であると言える。施工速度は7t級ブルドーザの3DMC仕様とほぼ同等であり、問題ないレベルと言える。

今回はブルドーザ同様の施工方法(転圧と敷きならしの分離施工)にて実施したが、クローラがブロックパターンを持ったゴム素材であるため施工時に施工面を痛めることが少なく(写真-10)、また後退速度も速いことから、モータグレーダ同

様の施工方法（転圧と敷きならしの同時施工）を適用し施工数量を伸ばすことも可能と思われる。

表-2 出来形結果

施工面積	約 1,000m ²
路盤材料	M-25
最小値 (min)	-13mm
最大値 (max)	+8mm
平均値 (ave)	+2.2mm
標準偏差 (σ)	4.7mm
データ個数 (n)	46 個



写真-10 敷きならし面におけるCTLのクローラ跡

6.2 CTLの有効性

(1)コスト

今回の改造にかかったコストは、自動制御機構を備えた敷きならし作業用アタッチメントを購入するより安く実施できた。

従来機械との施工コスト比較は、従来機械はレンタル等で安価に用意できるため、現時点では機械損料そのものは高額となる。しかし、今回の現場ではCTLを導入したことによって、本来必要だったショベルローダを削減することができた。また機械が削減できたことから、人員（機械オペレータ）、その他機械経費も削減することができた。その他にも多くのアタッチメントがあり、導入することにより更に機械を削減できる可能性がある。このことから、複数の用途で活用することができれば、機械、人、運搬費それぞれ大幅なコストダウンが可能と想定される。

ただし、並行して行う作業が多い現場であれば、時間的にロスとなる可能性がある。

(2)安全性の向上

複数の機械を現場で稼働させるのに比較して、機械が錯綜する環境がなくなることから、安全面でも貢献できると考える。

7. チルト動作への対応

本施工には間に合わなかったが、その後の改良によりチルト動作の自動制御に対応できるように

した（写真-11）。CTLにレーザ受光器を2個設置しデュアルマストによる上下、チルトの自動制御を確認した。2軸勾配の自動制御に対応できるようになったことから、今後3DMCへの対応も検討する予定である。



写真-11 デュアルマスト設置状況

8. 搭乗アンケートの実施

重機作業経験の異なる8人にこのCTLに試乗してもらい、その感想・評価を収集した。結論として、「操作が簡単であり且つ快適に作業ができ、自動制御により高い敷きならし精度が出せる」と言う意見が100%得られた。簡単な操作はもとより、エアコン装備の運転席や、ゴムクローラにより走行時の振動が少ないことなどが、快適性を感じさせているものと思われる。その反面この機械の特徴である、「後方の死角が多い」という意見も多くあがった。今後のCTLの普及を見据え、安全補機類の更なる充実化などにより、改善すべき項目である。

9. おわりに

今回の検証試験を通して、このCTLが舗装工事現場における敷きならし作業機械として、十分有効であることが確認された。また、建設業事業者の減少が謳われている時代において、1台が複数の作業ができるという点も魅力である。

現在当該機の後継機を導入準備中であり、研究・開発の対象もそちらへ移行する予定である。今後は積極的に小型工事に導入をはかり、その有効性について検証を実施し、施工の合理化を追求していく所存である。

【参考資料】

- 1) (一財)建設経済研究所
- 2) ATI 社 HP : <http://www.level-best.com>