

3. レーザによるブルドーザのブレード制御装置

小松製作所 越崎 祐司
菅波 隆

1. 予えがき

モータグレーダやブルドーザなどの建設機械で行なう整地作業の目的は、与えられた領域全体を計画レベルに仕上げる事である。仕上がり面の良否は、オペレータの基準面に対する高低の判断と、それによつて行なわれるブレード操作レバーの操作に依存している。仕上げ面に要求される均平精度は厳しくなる一方であり、人間の視覚と経験に頼るブレードの操作は極めて困難になっている。

筆者らは、仕上げ精度の向上と作業の効率化を對すると共に、オペレータの疲労を無くし誰でもが良質な整地作業を行なえる様に、レーザを用いてブルドーザのブレード高さを自動的に制御する装置を試作した。本装置は、従来の自動化機械が持っていた欠点を克服する事を目的としており、投光器の整地作業を初めとして、初期設定、仕上げレベルの変更等の操作を簡略化している。

本文ではレーザによるブルドーザのブレード制御装置について、装置の概要と構造並びに性能を説明し、実際に圃場整備作業の整地に使用した結果を報告する。

2. 装置の概要と特長

2-1. レーザレベリング装置について

レーザを基準線又は基準平面として利用するブレード制御装置をレーザレベリング装置と呼ぶことにする。ブルドーザにより一定の区画を所定のレベルに仕上げる場合の各装置の配置は図1に示す通りである。整地作業時には作業範囲外の適当場所に設置した投光器が、所定の高さの水平なレーザビーム平面を形成する。一方、ブルドーザのブレードと端に取り付けた受光器は、ブルドーザの向きとは関係なく常に投光器と対面する様に自動的に制御され、レーザビームを捕捉する。

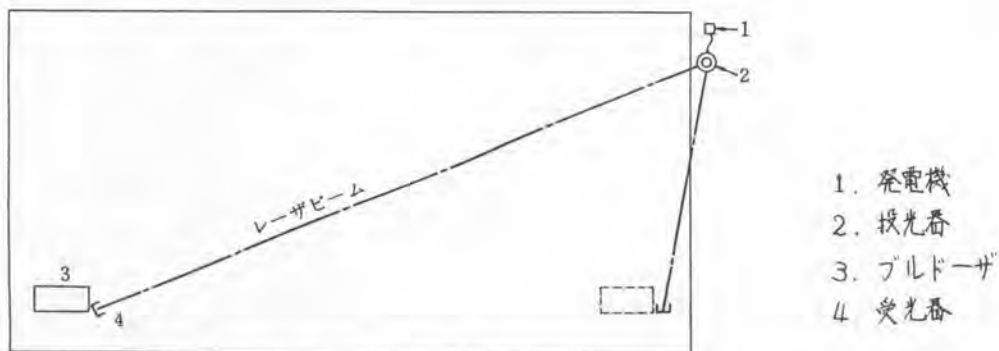
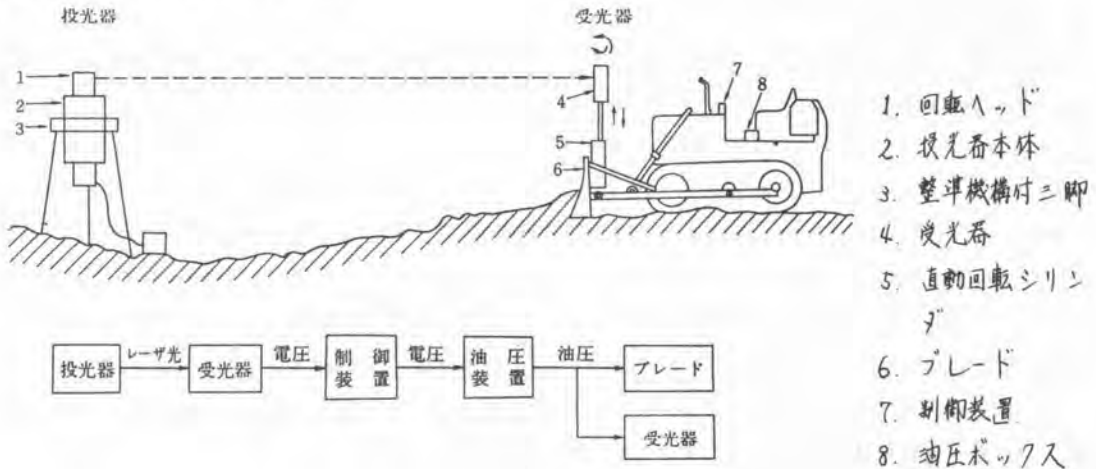


図1. レーザレベリング装置による整地作業の概念図

ブルドーザの制御装置では、受光器からの信号を受けレーザービームが受光器の中心に来る様にブレードの高さを制御する。従って、ブレードはレーザービーム平面と平行に走る事になり水平な仕上げ面が得られる。

実際の作業状態を横方向から見たのが図2である。受光器が自動的に投光器を追っており、作業方向を変更してもブレード高さは変わらない。図2に於て仕上げレベルを変更する場合は、図中5の受光器用シリンダのストロークを変更するだけで良く、運転席から出来る様になっている。図の下の方に本装置の信号系統を示している。



1. 回転ヘッド
2. 投光器本体
3. 整平機構付三脚
4. 受光器
5. 直動回転シリンダ
6. ブレード
7. 制御装置
8. 油圧ボックス

図2 レーザレベルング装置の原理図

2.2. レーザ投光器

投光器は本装置を構成する最も重要な部分であり、仕上げ面の水平度を保証する装置である。投光器主体の外観は写真1に示す通りであり、代表的な性能と特長は次の通りである。

- ① 水平精度は±20秒以内であり半径200Mの円内±20mm以下の誤差である。
- ② 自動補償機構を内蔵しており車輛の通過等により三脚が傾斜してもレーザービームは水平である。
- ③ 自動補償の範囲は±10分あるので、最初の設置作業が楽である。
- ④ 投光器本体をジンバル機構の中に入れており、自動的に鉛直になるので本体を水平にする作業が不要になる。この為に設定時間が極端に短くなり、所要時間は2分以内である。

2.3. ブルドーザ本体側の装置

ブルドーザのブレード高さを制御する為に、部分的に改造を加えている。本体は当社製D-60Pであり各装置を取り付けた外観を写真2に示す。各々について次に述べる。

ブレード上端にある受光器は、作業中レーザービームを捕捉しレーザービームとブレードの相対位置を検出する重要な部分である。受光器の機能と特長は下記の通りである。



写真1. レーザ投光器主体

- ① 新建で回転するレーザービームを200m以上の距離で確実に捕捉し、レーザービームの位置を映出して制御装置に送る高感度受光器である。
- ② ブルドーザの方向とは関係なく受光器がレーザービームを捕える為の自動追尾機構がある。
- ③ 受光器用シリンダのストロークを決定するだけで仕上げレベルが決る。ストロークは500mm。
- ④ ブレードの位置決め、仕上げレベルの変更等の操作が全て運転席で行なえる。その為に受光器の駆動に油圧式の自動回転シリンダを使用している。



1. 受光器 2. 受光器駆動用シリンダ
3. 制御装置 4. 油圧ボックス

写真2 本装置を装着したブルドーザ

制御の対象としては、ブレードの高さと同時にチルト角の制御がある。整地作業に於ては要求精度が厳しいので、チルト角度を制御しければ要求を満足する仕上げ面は得られない。本装置はブレードの中心付近に傾斜計を取り付け、ブレードが水平に保たれる様にチルトシリンダを駆動している。又、ブレードに一定の角度を持たせる場合は運転席で任意の角度に設定出来る。

写真4はコントローラである。パネルの上部は受光器を駆動する為のスイッチとレーザービームを捕捉している事を示すランプである。下部はブレード高さの設定ダイヤルとチルト角度を設定するダイヤルがあり、電源スイッチとチルト制御用のスイッチが付いている。



写真3 コントローラ

3. 整地作業データ

3-1. 整地作業の手順

まず図1に示した圃場内にブルドーザを搬入し、

受光器を圃場外の適当な場所に設置する。従来の受光器と異なり、三脚に受光器を取り付けて高さを調節したため、ジンバル固定ネジを締め付けた時点で設定終了である。これが高精度のレーザービーム平面が形成される。

次にオペレータは、運転席から受光器を動作させレーザービームを捕捉する。これで準備が終り、ブレードの高さを任意のレベルに設定し整地作業を行えば所定のレベルの仕上げ面が得られる。

3-2. 整地作業データ例

整地作業の中で最も要求精度が厳しい一つに圃場整備事業に於ける均平作業がある。筆者ら日々作業と佐賀県に於て、本装置を実際の圃場整備現場に搬入し仕上げ作業を行なった。その結果は良好であり、半径200mの円内を±50mmの精度で仕上げるといふ初期の目的を十分に満足している事が実証された。図3は佐賀県での実験例であり円中破線は整地前の地形、実線は整地後の地形である。整地前±10cm以上あった面が整地後は実線と示す様な平坦な面に、という事が明らかである。

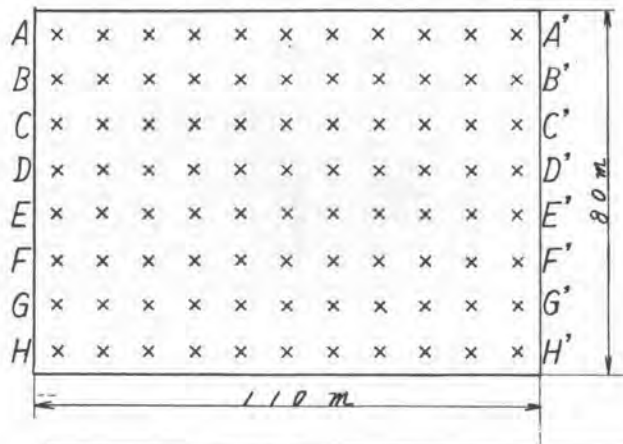


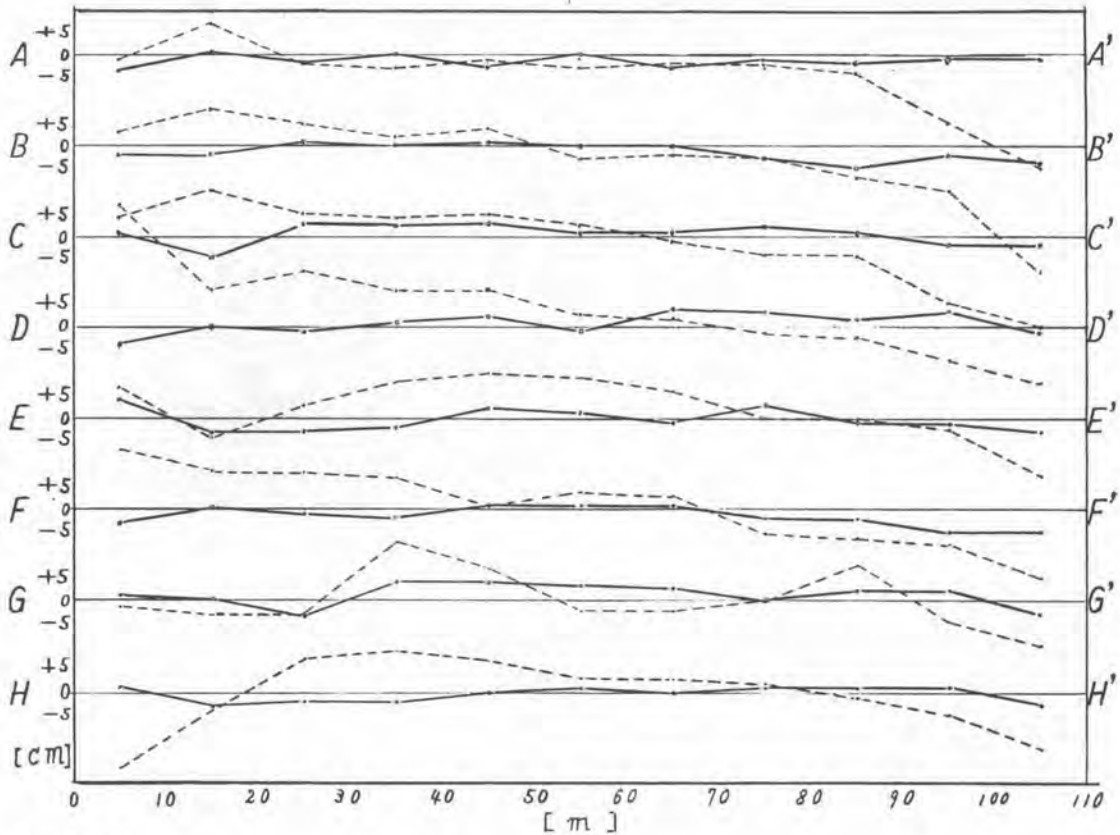
図3 整地データ

左図：平面図と測定箇所

下図：各測定面の断面図

--- 整地前の断面

— 整地後の断面



4. まとめ

レーザを使、ダブルドーザのブレード高さを自動的に制御する装置を試作し、実験と実際の整地作業を行なってきた。その結果は非常に良好であった。今後は本装置を整地作業に使用して作業効率の向上に役立てる予定である。また、投光装置を始めとして多くの部分が他の整地機械にも応用可能であり広く応用分野を拡大していく計画である。