

農業用作業機を使用した整地工と暗渠施工

Method of Land Leveling and under Drain Construct Using Implement

佐藤 正一¹ 小澤 良夫¹

(SATO Syouchi)

(OZAWA Yoshio)

I. はじめに

農業機械を使用した農業土木工事は、土層改良事業など種々みられるが、一般的にはブルドーザーやバックホーなど建設用機械を使用して施工している。特に、水田の圃場整備においてはそうである。さて、周知のようにブルドーザーのような建設機械は、本体前方についている排土板で全ての施工作業を行う。一方農業機械は、トラクタなど原動機に3点リンク機構が付いており、そこに作業機を取付け種々の作業をする。

本報でいう農業機械とは原動機ではなく作業機のことであり、水田のほ場整備事業で種々の作業機を使用した新しい整地工法「反転均平工法」を「官民一体」となって開発してきた経過紹介を中心に、「ドレンレイヤーによる暗渠施工」の現段階の紹介や、農業機械メーカーから見た農業土木への私案を述べていきたい。

II. 反転均平工法

「反転均平工法」は、農業用レーザー作業機群を使用した新しい整地工法として、第48、49回農業土木学会大会(平成11、12年度)に、千葉、藤森ら¹⁾によって発表された。

ここでは、本工法の特徴、開発経過を中心に紹介する。

1. 開発背景

ほ場整備事業の整地工では、施工管理基準を遵守しつつ工事を進めているものの、土壌の練り返しが発生し、排水不良になりがちであることが指摘されていた。水田で麦・大豆などの畑作物も生産していかななくてはならない状況下で、このような問題を解決することは整地工における技術的課題であった。

また、近年のように1区画の大区画化が進めば、運土距離の長大をもたらし、整地工事費の全体事業費に占める割合が高くなる傾向となるため、事業予算の効率的執行から、整地工事費のコスト削減も大きな技術的課題と

なっていた。

2. 反転均平工法の開発経過

(1) 開発端緒(平成8年) 北海道深川市の深川土地改良区のS参事が農業機械の展示会でレーザーブラウ(写真-1)、レーザーレベラーを見て、これらの農業機械が土地改良事業に使えないかとの関心を示したことに始まった。かつて自らが推進した圃場整備において、農家が排水不良のために10年近く苦労している姿を目の当たりにし、農業土木技術者として深い反省にたっていたことに起因する。そして、S参事の実家の水田2筆を1筆に区画統合するためのテスト施工を行い、工法上および営農上の問題はないかをスガノ農機(株)と点検することとなった。

(2) 開発初期(平成10年) 深川土地改良区のテスト施工を踏まえ、空知支庁北部耕地出張所が約20haのテスト施工を実施し、工法として確立していくための問題点をメーカーと共に抽出・整理した。その結果、①ブラウで反転耕起する際の心土と表土の混入度合いが従来工法と違ってくる想定されるため、テスト方法の開発と混入度合いの調査、②均平度調査、③土壌物理性調査、④土壌化学性調査、⑤作物の生育調査、⑥農家のアンケート調査、⑦歩掛かり調査の継続、⑧泥炭土壌でのテスト施工、の点を調査研究することになった。

(3) 開発中期(平成11年) 空知支庁管内で約67ha

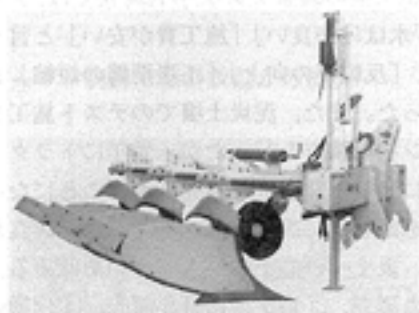


写真-1 レーザーブラウ1段耕

¹スガノ農機株式会社



官民一体、反転均平工法、レーザーブラウ、レーザーレベラー、レーザー制御式3点リンク付きブルドーザー、ドレンレイヤー



写真-2 反転後の断面（表土に相当する薄い色の部分が残っている）

を施工する。（独）農業工学研究所、北海道中央農業試験場、空知北部農業改良普及センター、道農政部、空知支庁農業振興部、北部耕地出張所、出張所管内の土地改良区、（財）北海道農業近代化技術研究センター、スガノ農機（株）など官民一体となって調査・テスト施工に臨む体制を組む。テスト施工での課題は、プラウによる反転耕起で、どの程度表土と心土が混じるのかの調査方法を確立することであった。検討の結果、①表土に相当する部分を現地土と全く違う土色の土に置換して反転耕起後、断面観察し、面積比率で混入度合いを判断（写真-2）、②重焼リン酸を地表面に大量に散布し反転耕起後、化学性を調査し混入度合いを判断、③過去40年間圃場において土壌を人為的に大きく動かしていない場合はセシウム-137の存在比を調査し混入度合いを判断、という3点の方法で判断することになった。また、スガノ農機（株）からは、40 cm以上の深耕をする場合は2段耕プラウを使用することなどが提案された。

テスト施工の結果、表土に心土が混入する度合いは23～45%程度と判明し、2段耕プラウの方が混入度合いの少ないことが検証された。また土壌物理性は、耕盤部分の透水係数が従来工法は 10^{-4} と小さく、本工法は 10^{-3} と適正であった。含水比も本工法は20%程度下がり、三相分布でも液相率は下がり、気相率が上がる状態であることが判明した。均平度、化学性の変化は従来工法と変わりなかった。

テスト施工後の農家アンケート調査では、「土壌乾燥が早い」「水はけが良い」「施工費が安い」と言う点で支持が多く、「反転率の向上」「工事期間の短縮」といった指摘もあった。また、泥炭土壌でのテスト施工も実施され、コーン指数調査を行ったが、翌年にトラクタや田植機の走行について聞き取り調査をすることになった。

これらを踏まえ、次年度に、①プラウを改良および新規開発し、表土への心土の混入度合いを低める、②完成後の地耐力調査、③均平度の経年調査、④作物の生育調査、⑤歩掛り調査の継続、をすることになった。

（4）開発後期（平成12年）北海道で約36 ha、千葉県約20 ha、茨城県約10 ha、宮城県約1 haを施工した。基礎的な調査は、北海道が平成11年度と同様の体

制で取組んだ。

昨年の結果を踏まえてのプラウの改良や新規開発の結果、表土への心土の混入度合いは1段耕プラウで20～28%、2段耕プラウで10～20%へと改善された。また、この年に使用作業機の仕様がほぼ確立された。

作物の生育調査の結果は、水稲は従来工法と遜色なく、転作作物の麦・大豆では従来工法を上回る結果が多く出た（写真-3）。均平度、地耐力とも従来工法と遜色のない結果であった。

（5）普及初期（平成13～14年）北海道開発局札幌南農業事務所が平成13年度に空知支庁南幌町で国営ほ場整備事業に本工法を採用し、約40 haを施工した。当地区は泥炭土地帯であり、原動機にゴムクローラートラクタより牽引力の強いブルドーザーの使用が検討された。13年度の工事期間中にはレーザー対応型3点リンク装備の農耕用ブルドーザーが開発されていなかったため、運土にブルドーザーを使用する。13年の暮れ、新キャタビラー三菱（株）、（株）コマツの両社がレーザーメーカーである（株）トリプルジャパンと連携し、本工法に対応できるブルドーザーを開発した（写真-4）。またこの年、北海道農政庁では過去のデータを取りまとめ「反転均平工法手引き書」を作成し、より一層の普及を図る。

平成14年度には、北海道で約100 ha、宮城県約160 ha、茨城県約30 ha、千葉県約140 ha、合計約430 haが施工され、徐々にではあるが全国的に普及してきている。



写真-3 大豆栽培の事例（左側が従来工法で右側が反転均平工法。透排水性の差が生育差に出ている）



写真-4 開発されたレーザー制御方式の3点リンク付きブルドーザー。後方がレーザーレベラー（5m）

3. 反転均平工法の特徴

本工法には、①施工コストが安い、②透・排水性がよい、③表土移動が少ない、④農業用作業機械を使用して施工する、の特徴がある。

施工コストが安いのは、表土扱いの場合「表土剥ぎ」「表土戻し」の工程をブラウで反転するだけなので大幅に施工時間が短縮されるからである。また表土扱い無しの場合は、区画が30a以上だと運土距離が長くても施工機械（レーザーレベラー）の作業幅が5～6mと広いので施工時間が短縮されるからである。

また透・排水性が良いのは、①ブラウで反転耕起し、水分率の高い下層土を表面に出し一定程度乾燥させ、その後運土・均平するからである。一般に、地表面から5cm下からは土壌水分率が高い。ブルドーザーの排土板作業だと水分率の高い土の上を何回も走行するため、履帯部で土壌の練り返しが発生しがちである。②作業機をトラクタやブルドーザーなどの原動機の後方で牽引することから、履帯部で踏み固まった跡は作業機で攪拌することからである。③施工中の作業機は常に田面を走行し、基盤面を走行することがないので基盤の過転圧が発生しないと想定される。

4. 反転均平工法の種類

本工法には、「反転均平Ⅰ工法」と「反転均平Ⅱ工法」の2種類がある。

(1) 反転均平Ⅰ工法（従来工法の表土扱い無しに対応）計画区画における現況田差が最大20cm以下を目安としている。Ⅰ工法は、計画区画内を1回で全体耕起し、その後整地する。全体を耕起すると計画高より高いエリアは下層の心土層が表面に現れ、計画高より低いエリアは作土内反転となる。整地後、計画高より低いエリアの表面には心土と表土の混じった土が盛土される。したがって、現在では田差にかかわらず最大盛土厚が10cm以下となる場合はⅠ工法の採用を勧めている。Ⅰ工法は、従来工法で問題となっていた切土側から盛土側への表土移動がないため、営農上歓迎されるが、反面、反転耕起の工程が増えるため、コスト的には従来工法と比較し余り変わらず、逆に、30a以下の小区画では従来工法の方が安い。

(2) 反転均平Ⅱ工法（従来工法の表土扱い有りに対応）計画区画における現況田差が最大70cm以下を目安としている。Ⅱ工法は、まず、1回目に切土部を反転耕起し必要土量分の心土を表層に出す。心土は盛土部に運土されるため、切土部は表層が表土となる。運土後に盛土部を表土直下から反転耕起し盛土部の表層に表土を出す。最後に全体を均平にする。レーザーブラウの最大耕起深は65cmなので、たとえば切土部、盛土部の面

積が同一で表土厚が15cmの場合、最大田差1mまで対応可能となる。コスト的には従来工法より安い。

III. ドレンレイヤー工法

ドレンレイヤー工法は、約20年前三重県農業開発公社が開発した暗渠施工法で、本誌にも事例報告されている²⁾。当時は、その普及が期待されたが全国普及に至らなかった。その理由として、①吸水渠が50φに限定される、②施工深が最大70cmまでしか対応できない、③疎水材は初殻に限定される、点が考えられる。

スガノ農機（株）では、上記問題点を踏まえ、改良開発を、平成10年に行った（写真-5）。

平成12年度から、（独）農業工学研究所、千葉県、岩手県、茨城県、埼玉県が改良型ドレンレイヤーを使用して（千葉県は三重県と併用）、「先端技術と地域実用促進事業（大区画水田における低コスト・効果的暗渠排水による汎用化技術の確立）」による浅層暗渠の研究を開始し、スガノ農機（株）および吸水渠メーカーの東洋化学（株）もオブザーバーとして参画し、「官民一体」となって進めてきている。本工法の施工時間が短いことに着目した埼玉県農林総合研究センターは、従来表作Ⅰ作を断念して暗渠施工していたものと比較し、裏作の麦播種までに暗渠施工が可能で、経済効果があるとして本工法の採用を提案している。

1. ドレンレイヤー工法の特徴

改良型ドレンレイヤーの特徴は、以下の通りである。

- ① 非掘削貫入掘進方式のため、掘削、吸水渠敷設、疎水材投入を同時に行え、埋戻し作業がいらない。
- ② 切削幅が通常10cm（例外として12cm）であるため、従来工法に比べ疎水材使用量が低減できる。
- ③ 疎水材の種類は、初殻、ピリ砂利、粗粒火山礫チップ等、幅広い。
- ④ 吸水渠は50～80φ（例外として100φ）まで適応。
- ⑤ 最大施工深は通常90cm（例外として1m）まで適応。
- ⑥ レーザー制御で傾斜敷設が可能。

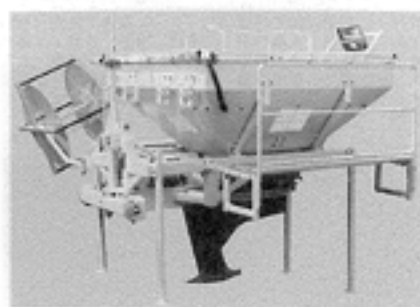


写真-5 改良型ドレンレイヤー

⑦ 掘進ナイフは振動方式のため牽引抵抗が少ない。

2. 現段階の普及状況

三重県方式ドレンレイヤーで施工しているのは千葉県である。静岡県、新潟県、岩手県、宮城県（一部三重方式の機械を併用）では、改良型のドレンレイヤーで施工している。従来工法の良さは十分あるが、麦・大豆作の奨励策に伴い、暗渠施工は急激に拡大しており、疎水材の絶対量の不足が指摘されている。疎水材使用量の少ない本改良工法の普及が望まれる。

IV. 農業機械メーカーの私案

建設業の資格を取得しながらも農業機械メーカーとして農業土木現場に携わってきたのは、栽培分野を中心とした今の試験研究機関が余りにも基盤のことを考慮していないかのように思えたからである。また農業機械メーカーであるため、現場の農家と接することも多い。農家は基盤をはじめ、栽培、品種、生産コスト、販売などさまざまな問題に取組み、果ては天候まで考慮して作業し、経営している。そのような施工現場や、農家との接触を通じて感じたことを私案としてまとめた。

無論我々は農業土木のプロでもない。見当違いの点多々あると思う。多くの方々のご批判を仰ぎたい。

1. 水田圃場整備での従来工法の整地工に対して

既に触れているように、ブルドーザーの排土板だけを使用した整地工では下層土を一定程度乾燥させることが出来ない。そこで、表土扱い前や基盤切り盛り前に取扱い土量分だけ乾燥促進する機械を使用したらどうか。農業機械では既に1haを約1時間程度で簡易耕起できるスタブルカルチが開発されている。1工程増えるが大きなコストとは思えない。他の面でコスト吸収を図り、排水性の良い圃場づくりをめざせないであろうか。

2. トラクタで草刈りの出来る圃場

担い手農家に農地が集積されれば、畦畔の草刈りは大変な労働になる。圃場の周りが道路ないしは広幅畦畔であればトラクタ装着型のリーチモア（写真-6）で楽な管理となる。いきおい区画は3~4ha規模の大区画となるであろうが、中間管理用の機械も既に開発されているの

で問題ないと思われるのだが。

3. バックホーで掃除できる排水路

埋設型の排水路もあるがオープン排水路が多い。この管理も重労働である。イタリアでは土水路でありトラクタ装着型のバックホーを使用して排水路の管理をしている。コンクリートU字溝の水路でも幅や、畦畔形状などを工夫すれば、機械力で排水路の管理は可能と思われる。

4. 大型機械の交差できる農道

機械は大型化してきており、北海道に限ったことではない。特にコンバインは大型化している。こうした大型機械同士や収穫物を運搬するトラックなどが交差できる8~10m幅の農道は必要なのではないか。それも全面舗装でなく両サイド2m程度は砂利の農道で十分ではないだろうか。

V. 終わりに

農業は、「食」のために行う産業である。現在、国は食糧自給率の向上をめざすべく、麦・大豆・飼料作物生産へ奨励金をもって政策誘導している。しかし、産業として自立するには奨励金に依存することの少ない経営体の確立が急務である。農業者の経営努力はむろんのことだが、品種改良、栽培技術の更なる研究など、あらゆる分野で「産・官・学」一体となった農業関連業界全体の力の結集が従来以上に必要と思う。農業に関連する業種に身を置く者として、微力ながら努力を継続させていきたい。

引用・参考文献

- 1) 千葉佳彦・藤森新作他2名：レーザーブラウとレベラーを利用した反転均平工法の開発とその効果(II)，平成12年農土学会大会講演要旨，pp.500~501(2002)
- 2) 松本 勲：現場施工例からみた暗渠排水設計施工の留意点，農土誌49(12)，pp.65~68(1981)
(2003.2.17. 受稿)

佐藤 正一



1975年 青森県に生まれる
1998年 弘前大学農学部卒業
2000年 弘前大学大学院農学研究科修士課程修了
スガノ農機(株)入社
現在に至る

小澤 良夫



1949年 秋田県に生まれる
1974年 帯広畜産大学畜産学部卒業
北海フォードトラクター(株)入社
1984年 スガノ農機(株)入社
現在に至る



写真-6 リーチモアでの草刈り風景