

〔短報〕

ホイール型トレンチャを利用した補助暗渠施工技術

吉田 邦彦^{*1} 高橋 圭二^{*1} 堂腰 顕^{*1}
 木村 義彰^{*2} 大越 安吾^{*1} 三枝 俊哉^{*1}

圃場の局所的な排水不良の改善を目的として、農家が独自で簡易に施工できるホイール型トレンチャと疎水材埋設機を利用した暗渠施工システムが開発された。供試機による湿性火山性土の圃場での暗渠施工は安定しており、施工システム全体の作業能率は200～300m/hであった。施工した暗渠による融雪水の排水と降雨後の地下水位の低下は良好であり、また圃場の土壌硬度の上昇などから、本システムの有効性を明らかにした。

緒 言

排水不良の圃場では表面水の滞留により、適期作業が阻害されている。この改善対策として大規模な暗渠施工が効果を上げているが、一方で局所的な表面水の滞留を改善する技術が求められている。

地元の農業者、建設業者および鉄工会社らは、農家や地域のコントラクタが独自で局所的な排水不良の改善が可能な暗渠施工システムを開発した。このシステムはトラクタ直装式ホイール型トレンチャとけん引式疎水材埋設機およびブルドーザやホイールローダ等の埋め戻し作業機で構成されている。トラクタ直装のトレンチャにより、明渠側から幅約190mm、深さ約900mmの溝を掘削し、疎水材埋設機で掘削溝に疎水材を600～700mmの層厚で充填し、その後表土を埋め戻す。明渠側の末端には排水管（コルゲート管）を長さ2～3m程度埋設し、管の末端を20～30cm程度明渠に向けて張り出して落水口とする。この方式は一般的に有材トレンチと呼ばれ、補助暗渠に位置付けられる。このシステムによる暗渠は、落水口から明渠に排水するため、施工する圃場が落水口に向かって緩やかに傾斜していること、落水口が平常時の明渠水位（以下、平水位）よりも高いことが必要条件となる。また、溝底部の勾配は圃場表面の勾配によって決まるので、圃場表面の勾配とその方向を考慮して暗渠

配線を決定しなければならない（図1）。

本報では、この施工機を用いて局所的な排水不良がみられる圃場で暗渠を施工し、施工機の性能および施工後の暗渠の排水性能について検討した。

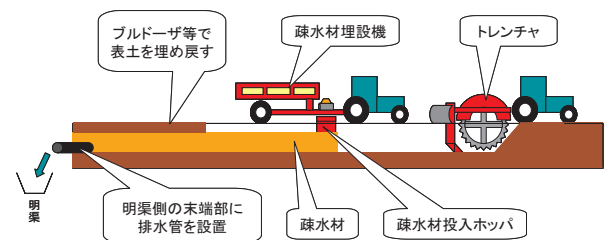


図1 供試機による施工の概要（模式図）

試験方法

1. ホイール型トレンチャおよび疎水材埋設機の性能

泥炭土の秋播小麦収穫跡圃場（清水町）および湿性火山性土の採草地（根室市および標津町）の3箇所暗渠を施工し、ホイール型トレンチャSYT-900および疎水材埋設機SYF-5200（表1、表2）の性能を調査した。施工は2002年9月～11月で、疎水材は火山れきを用いた。調査項目は、供試機の機体諸元、施工時の作業精度、作業速度、作業能率などである。

表1 トレンチャ主要諸元

型式名	SYT-900	板厚(mm)	19
機体寸法			
全長 (mm)	2400	ホイール回転数 (rpm)	89
全幅 (mm)	2480	ホイール周速度 (m/s)	5.9
全高 (mm)	1960	爪本数 左右(枚)	各12
総重量(kg)	723	爪間隔 (mm)	162
掘削装置		掘削幅 (mm)	190
ホイール寸法 外径 (mm)	1265	掘削深 (mm)	915

2004年7月1日受理

^{*1} 北海道立根釧農業試験場, 086-1100 標津郡中標津町
 E-mail:yoshikn@agri.pref.hokkaido.jp

^{*2} 同上（現：北海道立中央農業試験場, 069-1395 夕張郡長沼町）

表2 疎水材埋設機主要諸元

型式名	SYT-5200		掻き出し装置	
機体寸法	全長 (mm)	5677	掻き出し方式	フロアコンベア
	全幅 (mm)	2600	スクレーパ寸法	幅 (mm) 50
	全高 (mm)	2000	長さ (mm)	1482
	総重量 (kg)	1787	板厚 (mm)	9
荷台囲壁寸法	長さ (mm)	3600	スクレーパ数量	(個) 22
	幅 (mm)	2000	搬送装置	
	深さ (mm)	750	搬送方式	ベルトコンベア(横送り)
	有効容積 (m ³)	5.24	コンベア駆動方式	油圧駆動
投入ホッパ内容積 (m ³)		0.25	コンベア寸法	幅 (mm) 400
			ブレード長 (mm)	3200

2. 暗渠の排水効果

施工した3箇所の内、標津町の圃場で排水効果を調査した。

(1) 融雪期の排水量

2003年4月15日～4月25日に標津町の圃場で3本の暗渠配線（配線①，②，③と呼ぶ）の落水口からの排水量を1日3回調査した。落水口からの排水を容器で受け、ストップウォッチとメスシリンダ（500ml）で時間あたりの排水量を求めた。また、調査時に圃場の気温を、4月14，18，21，22日に圃場の積雪深を測定した。

(2) 降雨後の地下水位と土壌硬度

標津町の圃場で、暗渠近傍1～10mの範囲で地下水位を測定した。調査は強い降雨（180mm/3日間）の後、2003年8月12日～8月25日の14日間に実施した。配線①～③について、配線と約45°で交差する暗渠近傍の最大傾斜線に沿って設けた地下水位測定孔で水位を読みとった。調査期間中の降水量はアメダスデータを利用した。土壌硬度はコーンペネトロメータを用い、施工時と約10ヶ月後にほぼ同じ位置で測定した。

試験結果および考察

1. ホイール型トレンチャおよび疎水材埋設機の性能

(1) ホイール型トレンチャの性能

トレンチャの掘削速度は216～396m/h、平均掘削深は909～930mmであり、掘削作業は安定していた。掘削幅は掘削後土圧のため徐々に狭まる現象がみられ、平均掘削幅は155～170mmであった（表3）。

供試機は地表面から一定の深さで掘削する機構のため、圃場の起伏により溝底部が部分的に逆勾配となる場合がみられた。

表3 施工時の掘削速度、掘削深、掘削幅

土 性	場 所	平均掘削	掘削深(mm)		掘削幅(mm)		作業長
		速度 (m/h)	平均	標準偏差	平均	標準偏差	
泥炭土	清水町	396	930	29.7	155	20.5	299
湿性火山性土	根室市	216	925	62.0	170	0.0	275
湿性火山性土	標津町	—	909	39.8	170	0.0	135

(2) 疎水材埋設機の性能

疎水材の平均層厚は586～637mmと、おおむね一定であった（表4）。また、標津町での平均埋設作業速度は324m/h（0.09m/s）であった（表5）。

表4 各地の疎水材層厚

土 性	場 所	疎水材層厚(mm)	
		平均	標準偏差
泥炭土	清水町	586	73.5
湿性火山性土	根室市	637	57.0
湿性火山性土	標津町	625	43.1

表5 埋設作業速度（標津町）

区間長 (m)	疎水材の平均層厚 (mm)	作業時間 (s)	平均埋設作業速度 (m/h)	平均埋設作業速度 (m/s)
76	618	814	324	0.09

作業時と同条件（エンジン回転数650rpm、PTO軸回転数160rpm）で疎水材の繰出し量を測定した結果、平均繰出し量は0.021m³/s（1.27m³/min）であった。繰出し量は開始から2分後までは増加し、その後荷台の疎水材が減少するにつれて低下する傾向がみられた（図2）。疎水材層の厚さを620mm、幅を190mmとすると、繰出し能力に見合った平均埋設作業速度は648m/h（0.18m/s）と推定される。

実測の平均埋設作業速度は推定値の約半分であり、供試機の持つ繰出し能力が発揮されていない。これは、オペレータがフロアコンベア、横送りコンベア、トラクタ前進の3操作を同時に行う必要があること、疎水材の繰出し量の変動するため、投入ホッパ付近の作業員からコンベア操作の指示を受けなければならないことなど、操作の煩雑さにより、埋設作業速度が低下していると考えられた。

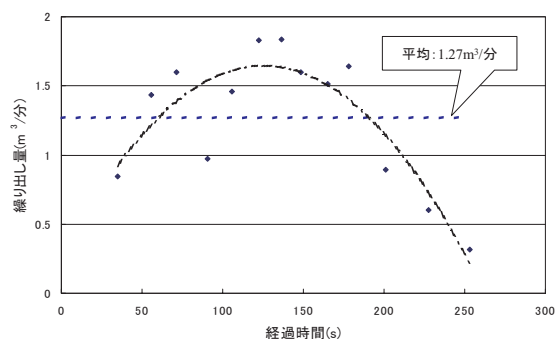


図2 疎水材の繰出し量

(3) 作業能率

小型ブルドーザによる表土埋め戻し作業能率は約556 m/hであり、湿性火山性土における施工システム全体の作業能率は、200～300m/h程度と推定された（表6）。

2. 暗渠の排水効果

(1) 融雪期の排水量

排水量は調査開始日（4月15日）が最大であり、その後徐々に低下した。暗渠配線付近における平均積雪深は4月14日が20cm、18日にはほぼ0cmとなったが、21日

には再度22cmの積雪がみられた。

21日の排水量は少なく、日中を通じて330L/h程度であったが、翌22日は排水量が増加し、夕方には最大約1500 L/hの排水量を確認した。これは21日は日照時間がなく、最高気温が3.2℃と低かったのに対し、22日は日照時間が約12時間と長く、最高気温も11.8℃と高いため、融雪が急速に進行したと考えられる（22日積雪深：約17cm、23日：0 cm）。このように、排水量は気温や日照の変化に伴う融雪の進行に応答しており、融雪期の排水は良好であった。

表6 作業工程表

作業機	作業	オペレータ (人)	補助人員 (人)	作業能率または速度 (m/h)	資材	備考
トレンチャ	掘削	1	—	216～396(速度)		トラクタ130PS以上
疎水材埋設機	疎水材埋設	1	1	324(速度)		
疎水材補充機	疎水材補充	(1)	—	—	必要量：	ホイールローダ等
埋め戻し機	表土埋め戻し	1	—	556(能率)	0.12m ³ /m	ブルドーザ等
—	末端部配管	—	(1)	—		配管は埋設補助と兼任可
計 6台		3(4)人	1(2)人	約200～300(能率)	¥180/m	火山れき(¥1500/m ³ , 運賃込み)

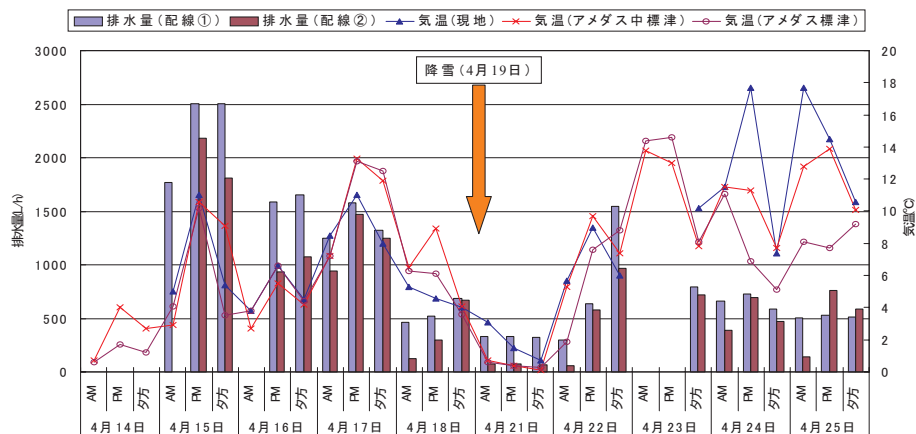


図3 融雪期の排水量と気温

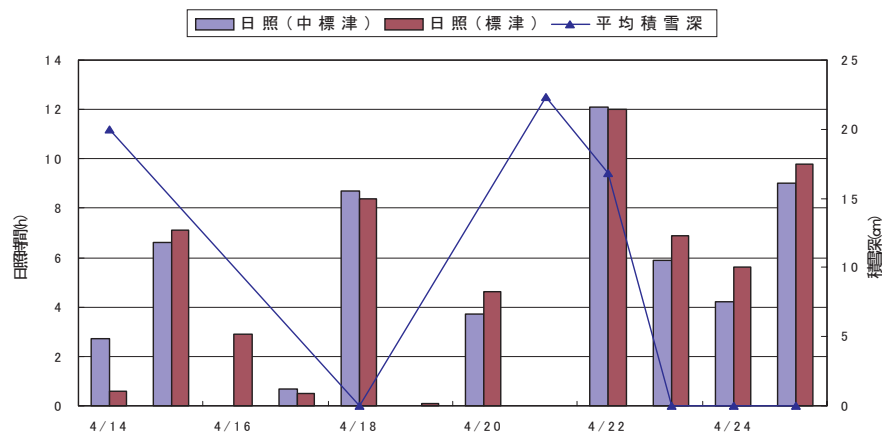


図4 融雪期の日照時間と圃場の平均積雪深

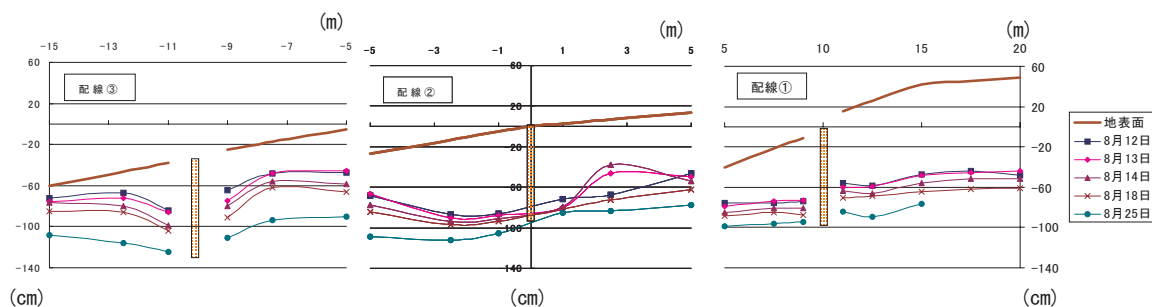


図5 降雨直後の各配線付近の地下水位変動

(2) 降雨後の地下水位と土壌硬度

降雨直後、配線③付近の地下水位は地表面に近く、施工前に排水不良地点であったことが推察される(図5)。配線③付近での1日あたりの地下水位低下量は配線①、②よりも大きいことから、暗渠施工により排水不良地点の地下水位を低下させる効果が認められた(表7)。

表7 各配線付近^{※)}の日あたり地下水位低下量

	日あたり地下水位低下量(cm)		
	配線③	配線②	配線①
平均	4.6	0.4	2.5
最大	13.5	8.6	7.5

※) 暗渠から2.5m以内

調査期間：2003年8月12～25日

施工時、配線③付近の深さ5～40cmの土壌硬度は4.4～11.2kgf/cm²であったが、10ヵ月後には8.8～12.7kgf/cm²と増加し、排水の改善による土壌硬度の上昇が確認された(表8)。

表8 配線③付近の土壌硬度^{※)}

深さ (cm)	平均土壌硬度(kgf/cm ²)	
	施工時	10ヶ月後
	2002. 11. 19	2003. 9. 8
5	4.4	11.7
10	5.1	12.2
15	6.2	12.2
20	6.1	8.8
25	6.1	11.5
30	7.5	11.5
35	11.2	10.3
40	10.9	12.7

※) 計測時までの日降水量

2002年：11月13～17日まで0mm, 18日5mm, 19日0mm

2003年：9月1～5日まで0mm, 6日5mm, 7日0mm, 8日1mm

3. まとめ

圃場の局所的な排水不良を改善する技術が求められている。本報では、ホイール型トレンチャおよび疎水材埋設機を利用した簡易な疎水材暗渠施工システムについて検討した。本システムでは、圃場が落水口に向かって緩やかに傾斜していること、落水口が明渠の平水位よりも高いことが必要であるが、農家やコントラクタなどが独自に暗渠を施工することができる。

システム全体の作業能率は200～300m/hであり、一般的なトレンチャの作業能率(約250m/h)とほぼ同じである。また、融雪期には暗渠からの排水が融雪の進行に応答していたこと、降雨後には排水不良地点の地下水位が大きく低下したことなどから、本システムで施工した暗渠による局所的な排水不良の改善効果は高い。

Construction Technique of Underdrainage Using Wheel Type Trencher on Grass Field

Kunihiko YOSHIDA*, Keiji TAKAHASHI, Akira DOKOSHI
Yoshiaki KIMURA, Ango OHKOSHI, Toshiya SAIGUSA

* Hokkaido Konsen Agricultural Experiment Station
(Nakashibetsu, Hokkaido, 086-1100 Japan)
E-mail:yoshikn@agri.pref.hokkaido.jp