

『R D 暗 渠 工 法』

計 画 の 手 引 き

2019 年 10 月

(改訂版)



株式会社 **RD** コンサルタント

～ 目 次 ～

➤ 1. 計 画 編

- | | |
|---------------------------------|-----------|
| 1) 土地改良事業設計基準「暗渠排水」の改定とRD機開発の背景 | P1 |
| 2) 水田の汎用化と暗渠排水 | P2 |
| 3) RD暗渠工法とその特徴 | P3 |
| 4) RD暗渠工法で可能な吸水管の敷設深と暗渠溝の幅 | P6 |
| 5) 標準勾配、計画排水量から求まる吸水渠管径、延長一覧 | P8 |

➤ 計 画 編

1) 土地改良事業設計基準「暗渠排水」の改定とRD機開発の背景

<設計基準暗渠排水の改定>

暗渠排水事業に係る計画基準「暗渠排水」は、平成12年に改定されてから多くの時間が経過し、その間に大きく変わった農業を取り巻く環境への対応と、平成28年8月閣議決定の「土地改良長期計画」にも呼応する内容の改定が求められていた。

農林水産省農村振興局の改定にあたっての検討内容には次の点が挙げられている。

【農地の大区画化の推進に対応した暗渠排水計画の策定】

農地の大区画化に対応した暗渠排水計画の策定について、無勾配を含む緩勾配敷設を導入するため条件等に関する記載を充実。

【汎用化による高付加価値農業への転換を推進するための暗渠排水技術の導入】

水田の汎用化を推進するため、地下水位制御システムや浅埋設暗渠排水の新技術の特性や、それらを導入するための条件等に関する記載を充実。

【ストックマネジメント手法を導入した暗渠排水施設の効率的な保全管理】

機能が低下した暗渠排水について、ストックマネジメントの考え方を参考にした機能回復に関する調査計画手法及び保全管理手法について、記載の追加及び充実。

【技術の進展等に応じた効率的・効果的な事業の実施】

技術の進展等を踏まえた暗渠排水に係る新たな取組について、記載を充実。

以上が主たる検討内容となっているが、特に非開削工法であるRD機（リサイクルドレーナー）にとって本暗渠に係る新たな暗渠排水施工技術として非開削工法が記載されたことに意義があるし、各検討課題にも対応できる工法としての実績も残している。

非開削による工法についての記載（技術の進展）

- 暗渠管を敷設する深さまでの土層を切り開き、出来た空間に暗渠管を連続的に敷設するとともに、疎水材を投入。
- 掘削土が生じないため、地表面に石等が露出することがない。

<RD機開発の背景>

地下排水の一工法として、1975年頃、九州で開発されたシートパイプ（無材）工法の施工実績から、暗渠には疎水材が重要であることの認識を強くした。シートパイプ工法の発想を基に、掘削することなく、弾丸暗渠との組み合わせによる疎水材と吸水管を同時に布設できる機械を開発することに着眼した。平成13年開発に着手、岩手県奥州市のイワフジ工業（株）の技術によって平成15年に完成し、平成16年特許第4255001号として特許を取得。施工法は特許工法となっており、工法の使用に当たっては特許料が発生する。

開発思想としては

- ・農家負担を軽減する施工コストの縮減
- ・浅く埋設して暗渠の効果を得る
- ・疎水材として多くの材質（資材）に対応できる構造
- ・施工従事者の削減（将来的な建設工事従事者の減少）
- ・土壌条件による施工制約を克服できる工法

以上の内容等を考慮して開発した機械であったが、今回の設計基準の改定内容を見ると、まさに、農業情勢、社会情勢を見越して開発した機械といえる。

2) 水田の汎用化と暗渠排水

① 農業経営の基本理念

- ・ 明るく豊かな農業の実践
- ・ 資源循環農業の実践
- ・ やり甲斐のある農業

② 営農願望

- ・ 作物の生理に合った水管理
- ・ 機械の効率使用
- ・ 高付加価値
- ・ 労力の軽減

所得向上

経営面積の拡張——> 専業農家への集約

機械への依存率が高くなる

高い効率を求める

汎用化への営農・農地が抱える共通課題（圃場の排水不良を感じる時）

機械の運行と圃場

◎圃場のぬかるみ

作業機械の大型化（重量）

機械への負荷

故障・痛み・損傷

※過剰な出費

増大

農家の望み・余剰水の速やかな排除 ・耕作条件の改善

圃場のぬかるみと暗渠排水設備

経年障害

管理不足

目詰まり

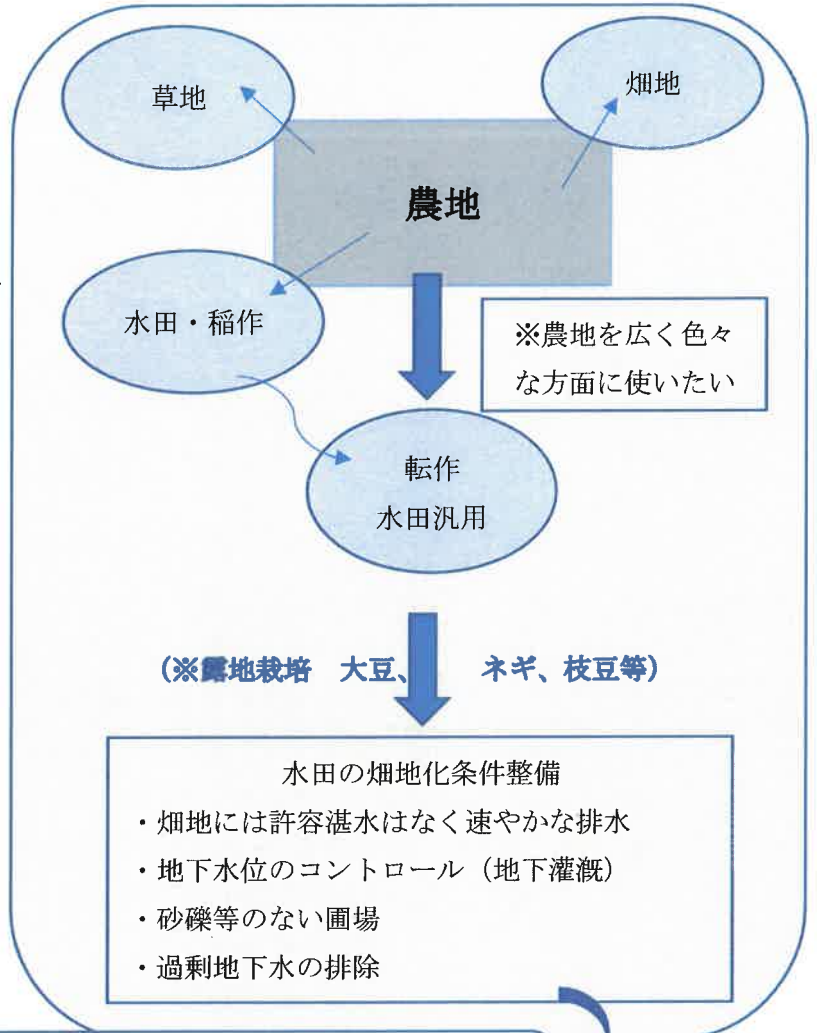
効果がない

解決策？

水田農地を汎用化する暗渠排水工法としてのRD工法（非開削工法）

開削することなくリバー工法として疎水材の入れ替えが可能である

疎水材を埋設と同時に転圧するため、農作業の車輪の落ち込み、経年後の陥没などの心配がない



3) RD暗渠工法とその特徴（長所・短所）

暗渠の施工には「開削暗渠工法」と新工法としての「非開削暗渠工法」がある。

開削暗渠工法には

- ① 開削したトレンチに吸水管と疎水材を埋設する工法。
- ② 開削したトレンチに吸水管又は疎水材を埋設する工法。

非開削暗渠工法は

- ① 暗渠管を敷設する深さまでの土層を切り開き、出来た空間に暗渠管を連続的に敷設するとともに、疎水材を投入。

開削暗渠工法と非開削式暗渠工法の長所・短所

<開削暗渠工法>

長 所	短 所
吸水管と疎水材の両方を施工できる。	埋め戻しが難しい。
施工状況を目視で確認できる。	建設残土が発生する。
吸水管の埋設深を自由に設定できる。	施工に時間がかかる。
	礫が多い土壌では施工が困難。

<非開削式暗渠工法>

長 所	短 所
建設残土が発生しない。	吸水管の埋設深に限度がある。
埋め戻しの必要がない。	積雪 15cm 以上施工不能。 疎水材の埋設状況が見えない。
施工時間が短い。	

非開削式暗渠工法としてのRD暗渠工法の特徴

RD暗渠工法は、削孔の下部に弾丸を装備した専用機材をRD専用機に装着した上で、吸水管と疎水材をRD専用機に積込み、専用機材を土中に引き込み弾丸で形成された削孔に吸水管を埋設しながら、同時に削孔と吸水管の空隙に疎水材を圧入する工法です。（補助暗渠として疎水材のみの施工も可能）

このため、RD暗渠工法では

- ① 非開削工法のため、埋め戻しの必要がなく農作業への影響が無い。
- ② 非開削工法のため掘削残土が無く、処理費用が生じない。
- ③ 吸水管と疎水材を同時に施工するため施工時間が短い。
- ④ 疎水材を埋設と同時に転圧するので、農作業の車輪の落ち込み、経年後の陥没などの心配が少ない。

などの特徴を有しています。

また、大きな礫が多い土壌ではトレンチャーによる開削暗渠工法での施工は困難となり、バックホーによる開削作業となるため経費が増加していましたが、RD暗渠工法では、前段作業としてリッパ作業を併用することにより経済的な施工が可能となります。

R D工法の長所・短所

長所

- ・田面を開削せず吸水管を敷設できるため田面の軟弱化がない。
- ・掘削土が生じないため、地表面に石等が露出することが少ない。
- ・管の敷設と疎水材の同時施工により所定の正確な断面の確保による被覆材の投入となる。
- ・レーザによる高さの管理から掘削深さの精度が保たれる。
- ・疎水材投入の補助労務が軽減されコストの縮減となる。
- ・リッパ作業との組み合わせにより、石礫の多い圃場での施工が可能。
- ・リバーズ工法として既設暗渠の疎水材だけの入れ替えが可能である。

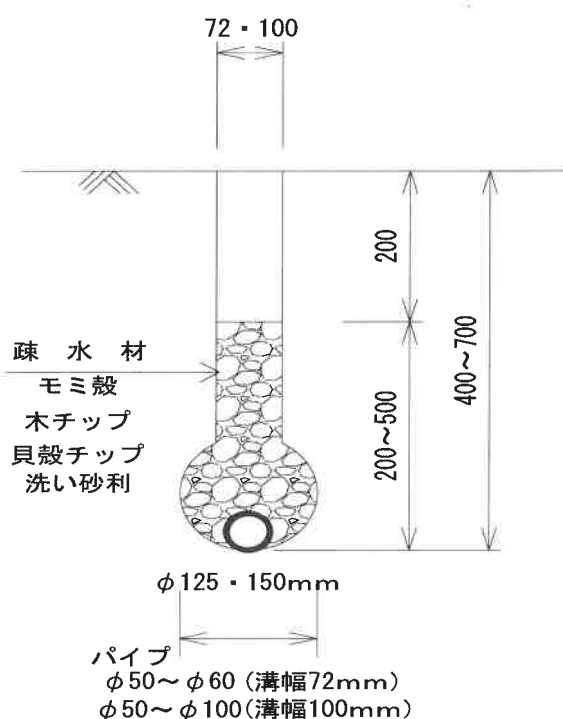
短所

- ・管の最大敷設深に制限がある。せん孔機の構造から70cmまでの施工となる。また、疎水材の充填状況が目視出来ないことから確認作業が必要。
- ・ゴムタイヤ構造から積雪地帯の冬季施工には向かない。施工時期が限定される。

圃場以外の施工活用効果。

校庭や運動場等の雨水を速やかに排除し、保水性のある疎水材により表層面の乾燥を抑え、砂礫の飛散防止や緑化。

R D暗渠工法 標準断面図

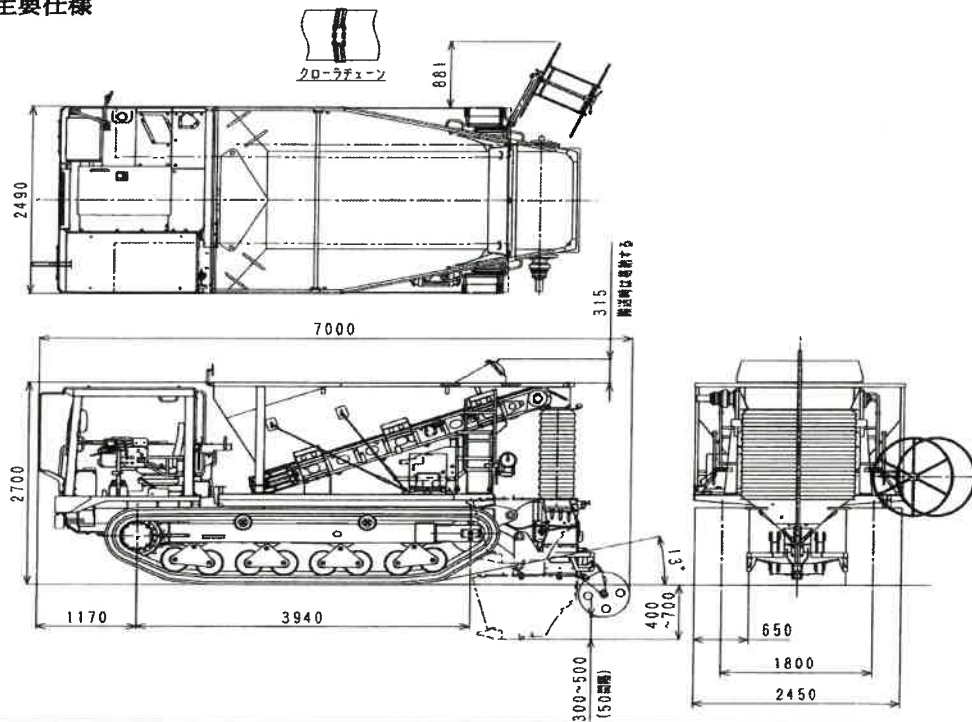


R D 専 用 機



専 用 機 材

1. 主要仕様



項 目	仕 様	項 目	仕 様				
形 式	CD45D型 リサイクル・ドレイナー	走 行 速 度	低速	高速			
シ ャ シ	U-6D		0~7.5km/h	0~11km/h			
車 両 重 量	11,650kg	駆 動 方 式	油圧無断変速 (HST)				
エ ン ジ ン	名 称	いすゞ 4HK1XDLA ディーゼルエンジン	履 帯 形 式	ゴムクローラ			
	形 式	水冷4サイクル直接噴射式	チ ッ プ 供 給 方 式	ホッパー一体型コンベアによる排出			
	総行程容積	5193cc		補助ホッパーによる集約・供給			
	定格出力	140kw/2000min ⁻¹	ホ ッ パ ー 容 量	4.5m ³			
寸 法	全 長	7,000mm	掘 削 部	疎水材施工	排水管同時施工		
	全 幅	2,490mm		最大作業深さ	60cm	70cm	
	全 高	2,700mm		幅	11cm	12.5cm	16cm
	タンブラ中心距離	3,940mm		弾丸直径	12.5cm	15cm	15、12.5cm
	履帯中心距離	1,800mm	疎水材	5~40mm 篩分け切削型木材チップ			
	履帯幅	650mm		モミガラ			
	最低地上高	510mm		適用配水管	内径50mm (外径60mm、ジョイント外径70mm)		
掘削部290mm		内径60mm (外径70mm、ジョイント外径80mm)					
		内径75mm (外径87mm、ジョイント外径100mm)					
		内径100mm (外径118mm、ジョイント外径130mm)					
接 地 圧	28.9kPa						

4) RD暗渠工法で可能な吸水管の敷設深と暗渠溝の幅

RD暗渠工法における吸水管の埋設深や埋設間隔・疎水材の選定は、対象となる場所や地形条件等によって異なります。

水田の場合

水田における吸水管の埋設深や埋設間隔・疎水材の選定は、土地改良事業計画設計基準 計画「暗きょ排水」に従って決定することとなります。

現在、水田では米の生産調整が実施されており、多くの地域でブロックローテーションによる水田の転作が行われています。

このため、水田であっても畑として利用される時期があることから、導入されている、或いは今後導入が予定されている畑作物の栽培に支障が無い様に計画することが重要となります。また、耕作の障害にならない程度に営農用機械走行によって破壊されない深さ（50 cm前後）を考慮してできるだけ浅く埋設し、暗渠の効果を得ることも重要となります。

敷設深が浅いほうが、田面と作土層に帯水する過剰水を確実に排除できる。

畑の場合

傾斜がある畑の場合には、表面水の滞水が少なく地下水位も低くなりますので暗渠排水の必要性は低くなりますが、窪地等地形条件から表面水が滞水する或いは地下水位が高い場所に対しては部分的に暗渠施工する必要があります。

平坦な畑では水田と同様の考えで暗渠排水を計画することとなります。

一般的には、疎水材のみによる補助暗渠工法により対応しています。

競技場・グラウンド・校庭などの場合

現状における降雨による表面水の滞水状況や土壌の含水状況・地下水位の状況などから、どの程度の降雨を対象に、どの様な使用を可能とするか等の前提条件を決定します。

- * 時間雨量何mmの降雨で滞水しない様にするか。
- * 時間雨量何mmの降雨で降雨後何分で滞水が無くなる様にするか。

この前提条件の基に、全面的な対策を講じるか、部分的な対策を講じるかを決定します。

広範囲に全面的な対策を講じる場合には、本暗渠工法と補助暗渠工法の組み合わせによる対応となります。

部分的な対策の場合には、本暗渠工法或いは補助暗渠工法による対応となります。

☆圃場における吸水管の敷設深と施工溝幅

① 吸水管の敷設深

RD暗渠工法における吸水管の最大敷設深は、せん孔機の構造から70cmまでの施工が可能となりますが、せん孔機にかかる負荷をRD機でけん引して施工するため土壌の硬軟や礫の含有によって敷設深が異なってきます。

粘質系の堅固な土壌や礫を含む土壌の場合には負荷が多くなりますので、埋設深が浅くなりますので、リッパー作業との組み合わせにより必要深を確保することも可能である。

これまでの施工実績では、土壌の状況に応じて敷設深を40cm～70cmで施工しております。

② 暗渠溝の幅

暗渠溝は表層や作土層から暗渠溝へ流下する排水量を速やかに吸水管へ通水するために十分な断面（幅）を持っていなければならない。

暗渠の溝幅を決定する要素は設計基準によれば、計画暗渠排水量、暗渠間隔、疎水材の透水係数とされ次式が示されている。

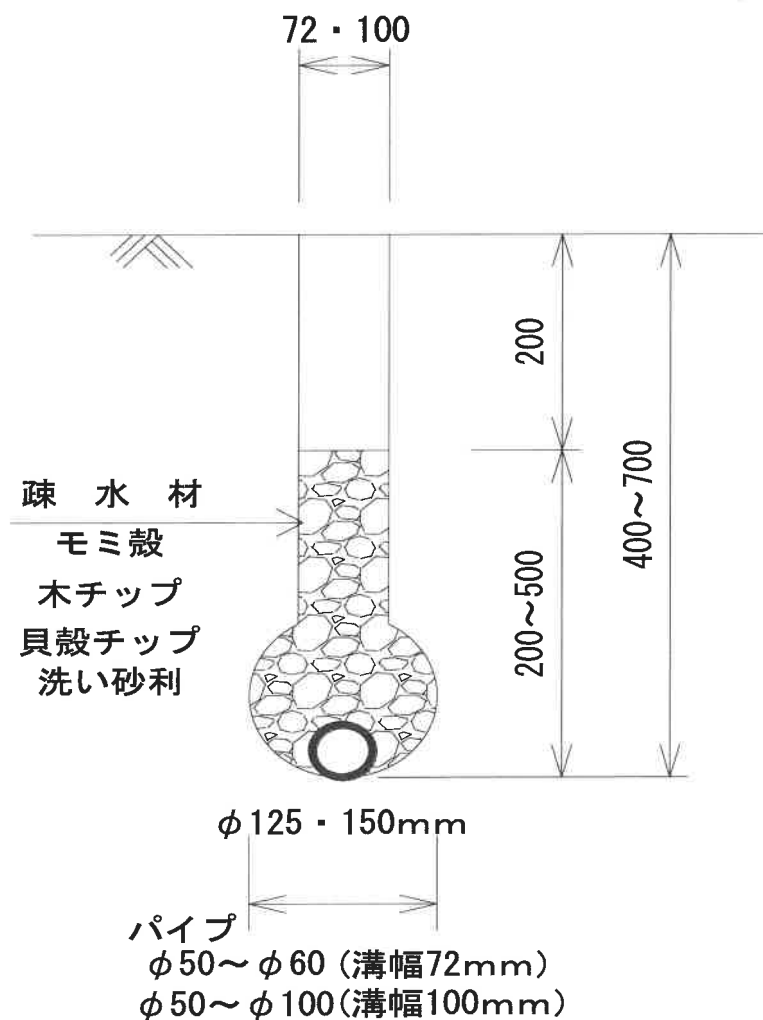
$$\text{暗渠溝の幅} > \text{計画暗渠排水量} \times \text{暗渠間隔} / \text{疎水材の透水係数}$$

一般に、設計基準等よれば計画暗渠排水量は、水田における標準値 20～30mm/d と水田の畑利用の場合では標準値 30～50mm/d とされている。

ここで、畑利用の排水量 50mm/d、暗渠間隔を 10m、疎水材の透水係数を $1 \times 10^{-2} \text{ cm/s}$ として計算すると、求まる幅は 5cm 以上必要となる。

R D機の疎水材投入部は 72mm、100mm の 2 種類が選択でき計画暗渠排水量 50mm/d に対しても対応可能となっている。

標準施工断面



5) 標準勾配・計画排水量から求まる吸水渠管径・延長一覧

秋田県バージョンとして

- ・計画暗渠排水量 30mm/d a y
- ・暗渠間隔（集水幅） 10m/本
- ・吸水勾配 1/700
- ・管径率（下流水深） 70%
- ・粗度係数 合成樹脂管（内面平滑管） 0.012

①単位排水量（q）の算定

$$q = D \times 10,000 / 86,400$$

$$\text{計画暗渠排水量 } D = 30 \text{ mm/d}$$

$$= 30 \times 10,000 / 86,400 = 3.47 \ell / \text{sec} \cdot \text{ha}$$

$$(\text{10a 当り } q = 0.347 \ell / \text{sec} \cdot \text{10a})$$

②暗渠管の流量（排水量Q）の算定

$$Q = 1/n \cdot (d/2)^{8/3} \times I^{1/2} \cdot \alpha$$

ポリエチレン管（d）60mm 粗度係数（n）0.012 勾配（I）1/700 管径率 70%
 （ $\alpha = 1.65696$ ）

$$Q = 1/0.012 \times \{0.06/2\}^{8/3} \times \{1/700\}^{1/2} \times 1.65696$$

$$= 0.0004535 \text{ m}^3 / \text{sec} = 0.453 \ell / \text{sec}$$

③支配面積の算定A（m²）

$$A = 0.453 \ell / \text{sec} \div 0.347 \ell / \text{sec} / 10 \text{ a} \quad (\text{単位排水量})$$

$$= 1,305 \text{ m}^2 = 1,300 \text{ m}^2$$

集水幅 10m から求まる管径 60mm での最大延長は 130m となり、それ以上の延長では管径が 1ランク上となる。

標準条件における吸水管管径ごとの支配面積

吸水渠の流速は 0.20~0.50m/sec の範囲とする。

管径(mm)	流量(m ³ /s)	流速(m/s)	支配面積(m ²)	判定(流速)
50	0.279	0.190	800	×
60	0.453	0.215	1,300	○
65	0.561	0.226	1,610	○
75	0.822	0.249	2,360	○
100	1.771	0.302	5,100	○

Φ60mm 吸水管可能延長 130m

Φ65mm 160mまで

管径の変化点 ↑

標準条件と異なる場合は①～③の式により管径ごとの支配面積を求める。