

農 計 第 1136 号
平成 28 年 3 月 29 日

各農林事務所土地改良部門長 殿
各農林事務所土地改良事務所長 殿

農 地 局 長
(公印省略)

「暗渠排水調査設計指針」の改正について

「暗渠排水調査設計指針」(昭和 60 年 3 月 27 日付け農建第 354 号農地部長通知)を下記のとおり改正し、平成 28 年度から適用することとしたので通知します。

なお、「暗渠排水の施工方法について」(平成 22 年 3 月 29 日付け農整第 896 号農地整備課長通知)については、引き続き業務の参考とされたい。

記

- 1 暗渠排水調査設計指針 (新旧対照表等を含む)
別紙のとおり

暗渠排水調査設計指針

はじめに

1 事前対策

1. 事前対策

2 調査

1. 調査の目的
2. 調査項目

3 暗渠排水施工区域の設定

4 計画設計

1. 計画暗渠排水量
2. 計画地下水位と低下速度
3. 組織計画
 - 3-1)適用条件
 - 3-2)組織
4. 吸水渠の深さ勾配等
5. 排水口（吐出口）
6. 吸水
7. 資材
8. 吸水渠の間隔と管径
9. 透水系数の取り扱い

5 施工

1. 渠線の設定
2. 掘削
3. 管の敷設
4. 疎水材の投入
5. 埋戻し・整地
6. 暗渠資材の選定

6 参考資料

1. 吸水渠径の計算例
 - 1-1)計画排水量の算定
 - 1-2)管径の選定……流量流速計算表（例）
2. 現場透水試験方法

暗渠排水の設計施工について

はじめに

1. 暗渠排水の目的

暗渠排水を計画するに当たり、当該地区の現況排水状況、実施の目的、改良程度等を明らかにする必要がある。

暗渠排水の目的は一般に次のとおりである。

- ①ほ場の水管理を容易にし、作物の生育環境を良好にする。
- ②農作業の環境を改善し、農作業機械の作業性を向上させる。
- ③土壌の除塩ができる。
- ④融雪促進，凍上防止，地温の上昇が図れる。

水田においては①，②が主な目的である。通常，この2つは共通の手段により達成でき，これによって汎用性の増大が図れる。

2. 調査計画設計について

地表残留水の迅速な排除や地下水位の低下のために，暗渠による地下排水を検討する。

ほ場整備によって小排水路等の排水対策が施されても，地表残留水の排除や地下水位低下が十分でない場合，暗渠排水を計画する。暗渠排水の調査計画設計に当たっては以下の事項について検討する。

- ①計画暗渠排水量
- ②地下水位及び地下水位低下速度
- ③暗渠排水組織
- ④暗渠構造等
- ⑤維持管理

暗渠排水の施工に当たっては，現地の実情に適応した設計施工を行い，かつ維持管理を適切に行うことでその目的を達する。しかしながら，土壌条件，地形条件などが個々に異なり，かつ設計に当たっては，理論のみで解決出来ない問題を含んでおり，過去の実施例経験等からの判断も求められている現状にある。

このようななかにおいて，暗渠排水の適切な調査設計等に資するための指針として本書を作成したもので，今後の調査設計に当たっては原則として本指針に拠られたい。

なお，現地状況からして本指針のみで対応不十分と判断される場合は，設計基準，他文献，実務経験等を踏まえて適切な業務遂行が望まれる。

1 事前対策

1. 事前対策

- (1) 地区周辺の台地等よりの浸透水等がある場合は、面工事で極力承水路（明渠・暗渠等）を設置して、浸透水を遮断すること。

2 調査

1. 調査の目的

調査の目的は排水不良の原因を確かめ、これを解消するための基礎とするための基礎資料を得ることで、この点を十分理解し必要な項について重点的に調査することが重要であり、この場合にも既存資料収集に努め、これを積極的に活用するよう配慮することが必要である。

2. 調査項目

1. 現況把握調査（踏査及び聴き取り）

地区の地形、土壤の概況等を把握し、排水不良の原因を検討することにより、その後の調査の手順、方針を明らかにする。特に、排水不良の状態及びその原因は、調査や聴き取りによって直接的に知ることが出来るので、最も基本的かつ重要な調査である。

2. 地形図の作成

計画において必要とする精度を有する平面図が既に作成されている場合はそれを使用し、作成されていない場合は調査の初期の段階にこれを作成する。

なお、既に作成されている図面を使用する場合は、現時点と異なる箇所や、確認が必要な箇所について補足調査を行い、適宜地形図の修正を行う必要がある。

3. 土壤調査

暗渠排水の組織計画、施工計画の基礎資料とするため、地区の土壤の性状等について調査する。調査密度は概ね3haに1点とするが、地区の状況に応じて判断する。

4. 地下水位調査

暗渠排水の必要性の判断や組織計画の基礎資料とするため、地区内及び地区周辺の地下水位を調査し、概定する。

5. 排水路水位調査

排水不良の原因解明、及び暗渠排水施工後にその機能が十分発揮されるかどうかを判断するため、排水路水位について測定する。

6. 降雨後の地表残留水調査

ほ場の排水の検討材料とするため、踏査、聴き取り調査等により、地表残留水について調査する。

(解 説)

- 面工事の際、周辺台地山林等からの浸透水、湧水等のある場合は遮断措置を面工事の際に行い、施工後の圃場条件を確かめて暗渠排水の可否を検討する。
- 調査時期
現地調査（踏査、土壌調査、地下水位、透水試験、地耐力調査等）は汎用化水田を目的としている関係上、降雨期5～7月頃が望ましいが、水稻作付を行っている場合はその影響（地下水位）を受けるので、秋雨時期等を考慮する等、現地状況に応じて適切に判断すること。
- 踏査
農地を一筆ごとに踏査し、排水不良地の位置を確認し、その原因（湧水等）を検討するとともに、現況の栽培方法（水管理）、ほ場の均平、区画の大きさや地区全体の排水組織（排水路の位置、排水路の水位、ポンプの有無、排水本川の位置・水位等）、用水組織（用水量等）及び必要に応じて地域の生態系の実態を調査し、その結果を地形図等に記入、整理する。また踏査では、これに続いて行われる調査（土壌、地下水位、排水路水位、降雨後の地表残留水、地耐力、気象、類似地の各調査）の具体的な方針を樹立するために必要な資料を得ることに努める。
- 聴き取り
各筆ごとの排水状況、排水強化の程度等について関係農家等の意見、要望などを聴き取りにより調査する。
- 既に縮尺1/2,500～1/5,000の平面図がある場合はそれを利用するが、調査を行う範囲にある程度の余裕をとっておく必要がある。この縮尺の地形図をもとに、現地調査を行うが、併せて補足測量等を行い、設計時に利用できるような詳細な地形図（縮尺1/1,000程度）を作成することが望ましい。
- ほ場整備事業等、土工を伴う事業の中の一工種として暗渠排水が計画された場合、ほ場整備の計画段階で実施した土壌調査内容と変化がないと判断された場合には、計画段階の調査内容を流用しても差し支えないが、土壌の物理性は、土壌の水分状態により、同じ土壌でも施工後に大きく変化することがあるので、土工工事後の土壌の状態を確認しておく必要がある。
 - (1) 現場透水試験
暗渠排水の必要性判断のため、下層土（耕盤下30cm程度）の透水係数を測定する。また、吸水渠間隔の算定のため、別途技術書に記述する試験方法により求める。
- 地下水位は、観測井を設けて地下水面の深さを測定する。
- 土壌の物理性が良好であっても排水路水位の低下が十分でない場合は排水不良となり、作物の生育に支障をきたすことから、現地調査により排水路水位、排水路の断面、勾配の状況についても把握する。特に低平地水田においては、地形条件等により排水路水位が高い場合があるため注意しておく必要がある。また、この時、暗渠落口について、排水路底面からの高さが十分に確保できるかについても調査する。
- 排水不良のほ場を確保するため、可能であれば、降雨後に目視等により地表残留水等のほ場の排水状況を調査する。

7. 地耐力調査

農業機械の走行性の判断及び施工計画の基礎資料とするため、土壌の地耐力を測定する。

8. 気象調査

計画暗渠排水量及び地区の排水状況の検討のため、地区内の降水量等の気象調査を行う。

9. 類似地調査

本調査は、暗渠排水の組織計画、施工計画の策定に当たり、その効果を予測する上で重要なものである。

土壌、地形等の条件が類似し、既に暗渠排水の実施されている地区において踏査及び聴き取り等により、工事施工後の排水状況等を調査する。

3 暗渠排水施工区域の設定

暗渠排水区域の設定に当たっては、調査結果及び暗渠排水施工済みの類似地区における排水状況等を踏まえ、排水不良の原因分析を行い、将来における土地利用、導入作物等を考慮して暗渠排水の必要性を判断する。

4 計画設計

暗渠排水は現地状況に対応した適切な設計を行うことになるが、一般的な検討事項は下記の通りである。

1. 計画暗渠排水量

計画暗渠排水量は、地表残留 50 mm を 1 日排除とする。ただし汎用水田の場合。

- 計画暗渠排水量……（地表残留水を対象とする場合）

$q = 0.1157D \cdots \cdots N = 1$ とした場合

q = 単位計画排水量 $l / \text{sec} / \text{ha}$

D = 計画暗渠排水量 mm / day

N = 排除日数 (day)

(解 説)

- 地耐力の測定に当たっては、コーンペネトロメーターによる調査方法が一般的である。土壌区分ごとに、水田では落水7日目、畑では降雨後7日目を目安に調査する。
- 地区内及び地区近傍の気象観測所の最近の10か年以上の資料に基づき最大時間雨量, 最大4時間雨量, 最大日雨量 (又は最大24時間雨量) 等を必要に応じて調査する。
- 本調査は、土壌及び地形条件等が類似し、既に暗渠排水が実施された地区において踏査及び聴き取り等を行うことで、整備完了後の土壌条件、排水条件等がどのように変化するかについて予測するものである。調査に当たっては、暗渠排水施工前の排水状況、実施された計画の諸元及び暗渠排水組織、暗渠資材 (暗渠管の使用管種及び疎水材等)、排水効果、排水上及び施工上の問題点を調べる。

- ①地下水位からの判断

一つの目安として数値を示すと、

地下水位 (降雨後7日以降) が $\left\{ \begin{array}{ll} \text{地表面より 30cm以内} & \text{必要} \\ \text{地表面より 30~60cm} & \text{必要な場合がある} \\ \text{地表面より 60cm以上} & \text{必要でない} \end{array} \right.$

と整理できる。

- ②土壌の透水性からの判断

一つの目安として数値を示すと、

下層土 (耕盤下30cm程度) の透水係数 (cm/s) が $\left\{ \begin{array}{ll} 10^{-6} \geq & \text{必要} \\ 10^{-4} \sim 10^{-5} & \text{必要な場合がある} \\ 10^{-3} \leq & \text{必要でない} \end{array} \right.$

と整理できる。

- 計画暗渠排水量は、地表残留水のある場合、地表残留水がなく土壌重力水を対象とする場合のいずれか大きい値をもって計画暗渠排水量とするとされているが、一般に地表残留水量はるかに大きいので、地表残留水量を以て計画暗渠排水量を決定する。
- 地表残留水量については、設計基準, 表-5.2の暗渠排水のピーク排水量の例では、50m/m前後のものが多く、これらの資料から地表残留水50m/mとして汎用化を図るため1日排除とする。
(注) 水田作の場合には、機械導入や適正な水管理のため田面水の排除は1~2日、畑作物の場合は1日以内に排除する。…… (設計基準)

2. 計画地下水位と低下速度

土地利用区分別地下水位及び低下日数

土地利用形態	降雨後 2～3 日の 地下水位	常時地下水位 (降雨後 7 日以降)
水田 (落水後)	地表面下 30～40cm	地表面下 40～50cm
畑	" 40～50cm	" 50～60cm
水田の畑利用 } その他 (樹園地等)	" 50～60cm	" 60～100cm

技術書 暗渠排水P37

(解 説)

- 計画地下水位と低下速度は、地区の土地利用の形態、導入作物の種類等を考慮して決定するが、設計基準による標準は左記の通りである。したがって難透水性の場合は、この標準を達成させるために、補助暗渠、心土破碎等を行って人工的に水みちをつくり、本暗渠の機能が十分果たせるようにすることが必要となる。このことは、前項計画暗渠排水量についても謂える。
- 降雨後の地下水低下速度が遅いと作目によっては収量に影響する場合がある。又常時地下水位が低すぎると収量に影響する場合があるので注意する。下表はその状況を示したものであり、作物によっては適切な水管理が必要となる場合がある。

畑作物の地下水位管理基準（茨城県農業試験場竜ヶ崎試験場，昭和52年～55年）

作物名	望ましい地下水位			より適した地下水位 (cm)	その時の収量 (kg/a)	注 意 事 項
	10	50	100cm			
さといも	●			28～33	350～380	30 cm 以上では貯蔵により腐敗が多くなる
しょうが	●			25～31	220	20 cm 以上では収穫後の生体重減少が多い
にんじん(春まき)		●		40 以下	150	40 cm 以上では岐根が多い
〃(夏まき)			●	60 以下	180	60 cm 以上では根色が悪い
にんにく		●		32 以下	130	40 cm 以上では収穫後の生体重減少が多い
たまねぎ			●	49 以下	600	50 cm 以上では乾燥が早く終了する
やまといも		●		41 以下	400	40 cm 以上では形状がやや不良になる
ほうれんそう			●	66 以下	280	23 cm 以上では発芽不良
しゅんぎく		●		47 以下	320	43 cm 以上では分けつ不良
キャベツ(夏まき冬どり)		●		35 以下	420	外葉の生育には 48 cm 以下がよい
〃(極早生晩まき)			●	32～55	540	30 cm 以上ではしまりが悪い
はくさい		●		36 以下	1,080	特になし
レタス		●		36～46	550	地下水位が低いと個体変動が大きくなる
はなやさい			●	70 以下	80	70 cm 以上では花らい重がやや軽くなる
ブロッコリー		●		40 以下	70	70 cm 以下では個体変動が大きくなる
スイートコーン		●		30 以下	130	裸雌穂重は地下水位が低いほど重くなる
いんげん		●		75	70	50 cm 以上では後期収量が低下する
すいか		●		71	380	30 cm 以上では着果不良，70 cm 以上では果重減少
きゅうり		●		33	630	収穫本数は 33 cm が最も多い
かぼちゃ		●		32 以下	110	40 cm 以上では果実の接地点にイボを生じる
なす		●		25 以下	800	特になし
ピーマン		●		30 以下	250	地下水位が高いほど疫病が多くなる
トマト		●		36	620	平均果重は 47 cm で最高になる
小豆		●		100 以下	—	1 m まで下げても 14 kg/a の収量
らっかせい		●		45 以下	220	上子実量は 50 cm で最高になる
大豆		●		31 以下	30	特になし
そば		●		34 以下	18	30 cm 以上では発芽不良になる
さつまいも			●	90	860	収穫に伴う皮むけが多く，腐敗しやすい
秋まき小麦		●		23 以下	59	62 cm 以上では穂長が短く，穂数はやや少ない
〃 六条大麦			●	66 以下	69	50 cm 以上では稈長が短い
〃 二条大麦			●	53 以下	71	25 cm 以上では短穂化し低収になる
クレーンソルガム		●		57 以下	51	50 cm 以上では精粒重が軽くなる

技術書 暗渠排水P169

導入作物がサトイモ、ショウガ等の場合は、水渠等の調節により水管理が必要となる……（一般畑作物で計画地下水位を 50cm以上とした場合）

3. 組織計画

3-1) 適応条件

暗渠排水組織計画で考慮するほ場の条件は、土地利用形態（水田、水田の畑利用、畑等）と、排水・環境条件（土壌・土層、区画の形状・大きさ、地形、外水の影響他）である。

暗渠排水の基本的な排水組織計画は、土地利用形態に関しては水田状態の場合とそれ以外の水田の畑利用、畑等の場合に分けて策定する。排水・環境条件に関しては、土壌では普通土壌と特殊土壌に、地形では、平坦地と傾斜地に、外水の影響では、その影響がある場合とない場合に、それぞれ分けて取り扱う。気象については組織計画上は区分を設けないが、気象条件によってほ場の乾燥が遅れる地域等では、別途配慮が必要である。

また、暗渠排水組織を利用して地下かんがい等を計画する場合は、別途検討する必要がある。

3-2) 組 織

暗渠排水組織は一般に吸水渠、集水渠、水渠及び排水口（吐出口）から構成される。

暗渠排水の組織計画は、地区の(a)地形(b)気象及び(c)土壌条件との適合を図るほか、(d)用排水施設及び道路の配置関係、圃場の排水方法との関連、維持管理等の関連を考慮して決定する。

(解 説)

- 水田土壌の大きな特徴の一つとして、作土層、耕盤層、心土層と、土層が成層状態になっていることが挙げられる。そして、耕盤層や心土層が透水の抑制層になることが多い。耕盤層は水田利用期間の農業機械作業による踏圧や車輪によるすべり、代かきによる孔隙率の減少、水田の畑利用に伴う土壌収縮等によって形成され、土壌の乾燥密度の増加、粗孔隙の減少等によってもその透水性は悪化する。特に、排水条件が相対的に悪い用水路側においてその傾向は顕著である。

このようなほ場を畑利用する場合、作土層（有効土層）の増加や排水性の改善のために、心土破碎や耕盤破碎等の土層改良が行われることが多い。しかし、心土層の透水性の悪いほ場では、心土破碎や耕盤破碎だけでは過剰な水は大きな孔隙に停滞し、排水効果は認められない。そのため、粗孔隙に連続した暗渠を設置し、作土層から暗渠管までの連続した水みちを作り、地下排水を改善する必要がある。暗渠を設置することによって、土壌の透水性や通気性を良くし、粗孔隙量を増加させ、畑作物の根の伸張を可能にすることが重要である。

一方、土壌の透水係数が $1 \times 10^{-6} \sim 1 \times 10^{-7} \text{ cm/s}$ と小さい粘質の土壌では、畑利用に伴って心土層にまで達する亀裂が発達し、亀裂を含んだほ場の透水係数は $1 \times 10^{-2} \text{ cm/s}$ と大きくなることもある。このような亀裂は、暗渠の施工によって発達し、暗渠への水みちの形成によって効果を発揮する。これらの変化は、土壌、気象条件や畑作期間等によって異なるが、水田を畑利用する場合の暗渠排水計画については、既に畑利用が行われている類似地の状況を参考にしながら、畑利用後のほ場の排水性の変化についても考慮する必要がある。

土壌の区分は、普通土壌（壤土質土壌、粘土質土壌）の他に、特殊土壌として泥炭土壌、湿性火山灰土壌、重粘土壌、また、地域特有のものとして酸性硫酸塩土壌、マージ、ジャーガル等が考えられる。特殊土壌では普通土壌の場合とは異なる配慮が必要である。

また、傾斜地や波状地形等では、地形条件を考慮した検討が必要であり、谷地田、干拓地及びその周辺部のように、外水が特殊な経路で浸入する場合には、承水機能を持った排水渠等の対策を考える必要がある。

大区画水田の場合は、ほ場からの速やかな排水性が要求されることから、地表排水条件の整備だけでなく、暗渠排水機能の重要性も高くなる。さらに、小排水路が管路化されて地下に埋設されると、暗渠排水組織に地下水位制御機能も併せて持たせる場合もある。

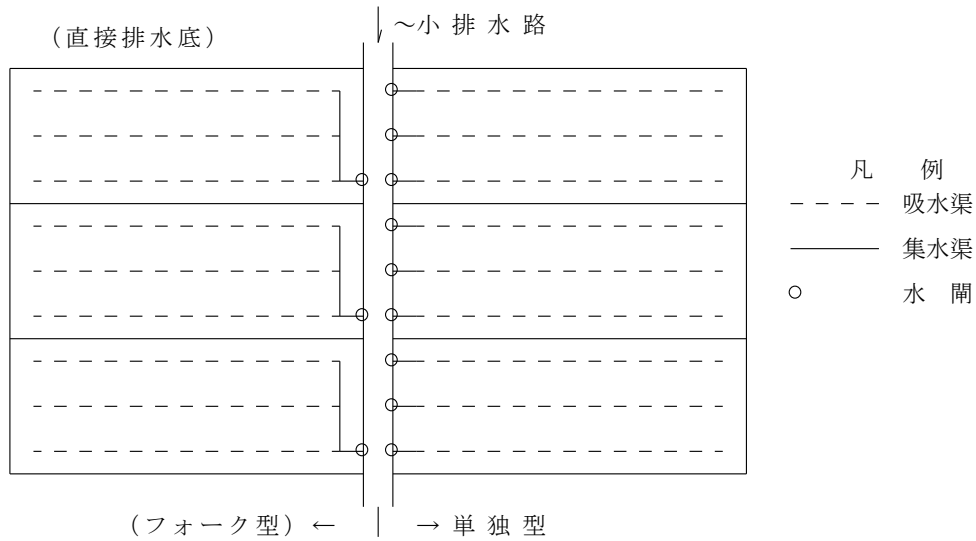
ほ場の排水・乾燥は、土壌条件の他に、雨量や蒸発量等の気象条件によって左右されるので、特に営農体系に鑑みて融雪等から作付までの期間が十分に確保できない地方では、ほ場内に田面排水小溝等を掘って、ほ場の排水・乾燥を促進することに十分留意すべきである。

- (a) 地形……展けた平坦地、山間谷津田の急傾斜地か、地区周辺の地形は
- (b) 気象……降雨（夏期・冬期） 気温……水渠及び排水口等の露出部分の材料の選定
- (c) 土壌条件……透水性、地耐力、地下水位も含む
- (d) 用排水施設及び道路の配置……用水路からの浸出状況、用排水路の位置、排水路の深さ、排水路の配置状況

標準組織図

標準組織図-1（小排水路に排水可能な場合）

（直接排水方式）



※ フォーク型，単独型の採用について

暗渠排水組織は地元農家の関心度も高いため，維持管理，操作性，経済性を検討して採用する。

4. 吸水渠の深さ，勾配等

4-1 深 さ

上流部 0.6～0.8m，下流部 0.8～1.0m程度の範囲で決定する。

4-2 勾 配

吸水渠の勾配は，1/100～1/1000 程度で 1/500 が一般的である。

※ 集水渠の勾配は吸水渠勾配よりも急勾配とする。

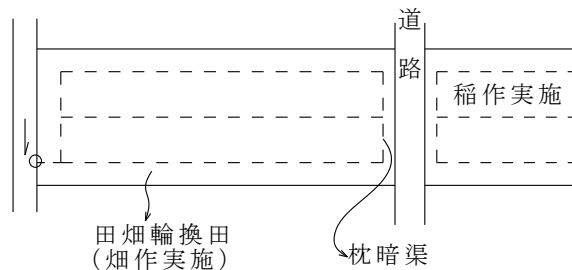
5. 排水口（吐出口）

排水路，河川等の外水位により暗渠排水の排出に支障を及ぼさない位置に設けると共に，排水口の突出部は排水路流水に支障のない程度とする。

(解 説)

左図は一般的な配置例を示したもので小排水路へ排水する直接排水方式である。

※ 枕暗渠について

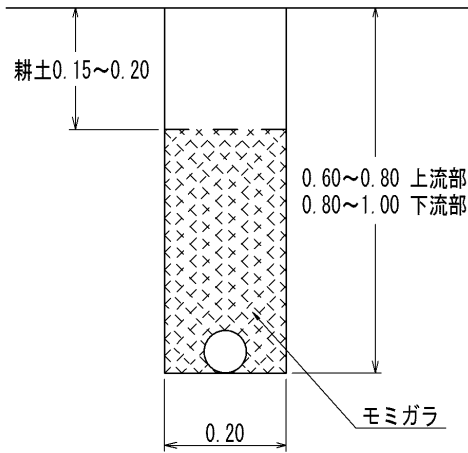


- 田畑輪換田では道路反対側で稲作を行う場合があるが、枕暗渠の導入については必要に応じて検討すること。
- 背後地に山林、台地等からの浸出水のある場合で補水渠がない場合は枕暗渠を考慮する。
- 水田で顕著にみられるように、作土層が10～20 cmの透水層であり、これより下の耕盤層と心土層が難透水層という2層構造になっている場合は、暗渠排水量は吸水渠の埋設深さに左右されることは少ない。過剰水が排除された後の地下水位の低下は、暗渠の効果よりも、蒸発散や降下浸透による効果の方が大きいと考えられる。
したがって、耕作の障害にならない程度に、農業機械の走行によって破壊されない深さ(50 cm程度)と余裕深を考慮して浅く埋設し、施工費、疎水材の資材費等を軽減する方が経済的と考えられる。
- 一般には、吸水管内の平均流速は0.2～0.5m/sの範囲で0.3m/sを標準とする。
- 暗渠排水排水口(吐出口)が、外水位(常時水位)より低く設置すると、排水効果に影響を及ぼすので、外水位より低くしてはならない。
- 排水口(吐出口)が前記条件を満たすことが困難な場合は、集水渠方式〔集水渠を排水口(吐出口)の条件を満たすところまで延長する〕を採用するか、排水路改修等を考慮する。

6. 吸水

標準断面図

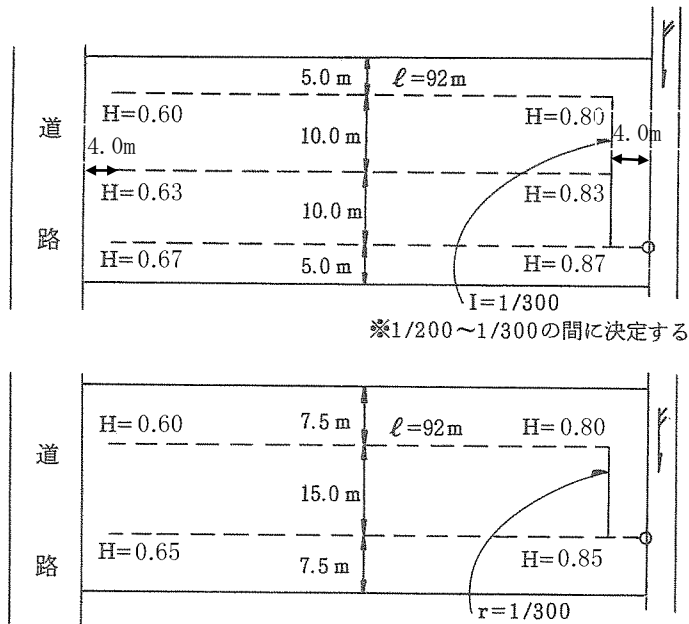
6-1 一般的な場合（トレンチャー掘削）



※ 埋戻しは1回埋戻しとし、軽く踏み付ける程度とし、かつ若干の余盛を行う。

※ 標準図以外の場合で耕土の埋戻し厚さが20cmを超える場合は、一次埋戻し厚0.1mとする。

6-2 埋設深の1例（平坦地の場合）



(注) 吸水渠 $l=92\text{m}$ $I=1/460$ 集水渠 $I=1/300$ の場合

(注) 傾斜地帯など上位田等からの浸出水がある場合には、法尻直下に吸水渠を設けるなど、埋設位置を十分検討する。

(解 説)

- 集水管内の平均流速は、吸水渠から集水された水を速やかに排出する導水管的役割が主であり、吸水管内平均流速より 1.5 倍程度高める必要がある。

7. 資 材

資材は暗渠排水組織，土層の状態，不等沈下の有無，施工方法，気象条件，資材入手の難易，材料費等を考慮して適切なものを選定する。

7-1 吸水管の材料

代表的な暗渠排水資材の態様は次表の通りである。

管 種	概 要	特 徴
陶管及び 素焼土管	① JIS規格による陶管，又はこれに準ずる素焼土管。	① 適用できる土性の範囲が広い。 ② 吸水能力が大きい。 ③ 水酸化鉄などが付着しにくい。
硬質塩化ビニル管 (合成樹脂管)	① 長さ 2.5m，4m。 ② 肉厚 1～2mm。	① 疎水材の選択によって適用できる土性の範囲が広い。 ② 軽量で取り扱い易い。 ③ 低温に弱い。
ポリエチレン管 (")	① 長さ 4m。 ② 肉厚 2.0mm以上。 ③ 吸水孔の面積 15cm ² /m 以上で均等分布。	① 疎水材の選択によって適用できる土性の範囲が広い。 ② 軽量で取り扱い易い。 ③ 低温に弱い。
塩化ビニル コルゲート管 (")	① 長尺は 200m程度まで。 ② 吸水孔はコルゲート凹部 円周上。	① 硬質である。 ② 塩化ビニル管に比べて耐圧強度が高い。 ③ フレキシブルである。 ④ 各種土壌に適し，掘削同時埋設や引込み式埋設も可能。
ポリエチレン コルゲート管 (")	① 長尺は 100m程度まで。 ② 吸水孔はコルゲート凹部 円周上。	① ポリエチレン管に比べて耐圧強度が高い。 ② 低温に強い。 ③ フレキシブルである。 ④ 掘削同時埋設や引込み式埋設も可能。

技術書 暗渠排水P131

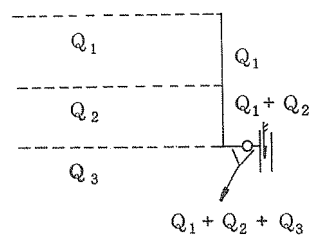
7-2 集水渠

集水渠は吸水渠の水を直ちに水閘を経て排出するもので，管種は硬質塩化ビニル管等が一般的に用いられている。

○ 集水渠の管径決定に当たっては，流速は吸水渠の流速よりも大きいこと。

排出量を $\frac{h}{2r} = 0.7$ で流し得ること。

排出量Qは右図による流量を流し得ること。



(解 説)

○ 管種別粗度係数

管 種	粗度係数 n
本焼土管 (陶管)	0.012
素焼土管	0.013
合成樹脂管 (内面平滑)	0.012
合成樹脂管 (内面波状)	0.016

注) 吸入孔の酸化物付着状況により n が増大する。

技術書 暗渠排水P139

7-3 水 閘

水閘は吸水渠からの排水を営農上の水管理に応じて調整するもので次のように分類される。夫々の特性に応じて使用する。

- 型式による分類
 - 堅管式
 - 水栓式
 - 縦断構造による分類
 - 水平式
 - 落差式
- それぞれの特徴は次の通りである。

表-16.1 各水閘の特徴

区 分	堅 管 式			水栓式 キャップ水閘
	水平水閘	水平水閘(水位調節孔付)	落差水閘	
標 準 構 造 図				
設 置 場 所	主に水平整合箇所で使用	水位の定位制御を要する箇所 で使用	主に傾斜地の中段に使用	暗きょ末端の排水口に 使用
材 質	塩化ビニル製 陶製	塩化ビニル製	塩化ビニル製 陶製	塩化ビニル製 ポリエチレン製
操 作 方 法	止水栓の差し込み，又はねじ込みにより操作する。			ねじ込み式キャップの 開閉により操作する。
利 点	<ul style="list-style-type: none"> ① 操作が簡単 ② 導水排水のような数耕区にまたがっている場合でも途中での止水ができる。 ③ 立上り部があるので設置場所が分かり易い。 			<ul style="list-style-type: none"> ① コストが安い。 ② 故障が少ない。 ③ 止水が完全である。 ④ 補修が容易である。
欠 点	<ul style="list-style-type: none"> ① 立上り部が地上に出ているため，農業機械の旋回等により，破損しやすい。 ② 水栓式と比べコストが高い。 			<ul style="list-style-type: none"> ① 排水口末端でないと使えない。 ② 排水路まで降りて操作しなければならず幹線水路では採用できない場合がある。 ③ くさり，パッキングがとれやすい。

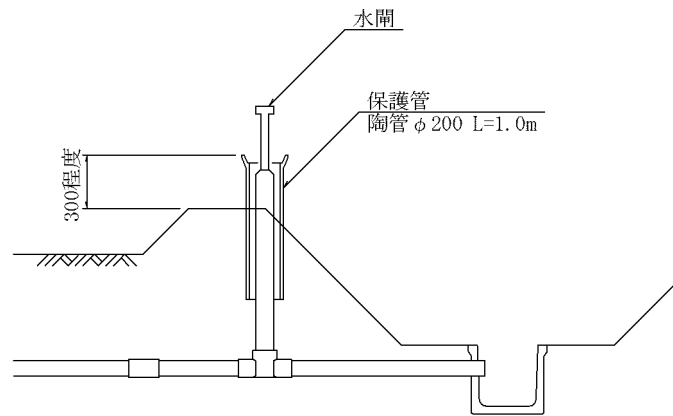
(解 説)

※ 水閘の選定について

水閘は営農に直接関係する施設で、地元農家の関心度も高く、その選定に当たっては、営農形態、維持管理、操作性、経済性等を十分検討して採用する。

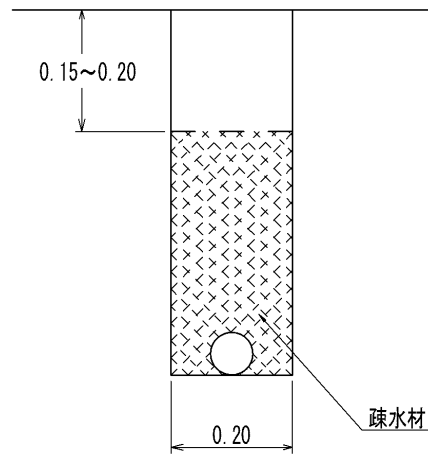
※ 落差水閘については、1筆完結型の場合の使用事例は少ない。

※ 堅管式(塩ビ製)の水閘は芝焼等に対する保護として土管を下記のように使用することが望ましい。



技術書 暗渠排水P134

7-4 疎水材及び疎水材敷設の標準



※ 前図において渠底が軟弱な場合で、管を直接渠底に敷設すると、土中に埋まりこんで排水効果に影響を及ぼすおそれの予想される場所では、渠底に薄く（5cm程度）疎水材等（モミガラ、ワラ、砕石等）を敷込んだ後、管伏等を行うように配慮すること。

(解 説)

- 疎水材の目的……吸水管の周りに敷設する疎水材は、吸水渠の断面を大きくすることにより吸水渠外周部の通水性を良好にし、暗渠排水の排水機能を高めるのに重要な役割を果たしている。また、吸水管のフィルタ的役割を兼ね、管内への土砂の流入を防止するとともに、施工時の管の安定を良くし、配列を容易にすることも効果として考えられる。
- 疎水材としての適合条件
 - ① 透水性が良いこと
 - ② 安価であること
 - ③ 透水性が持続するよう耐久性があること
 - ④ 運搬など取り扱いが容易であること
 などがある。

一般には現場で短期間に大量に使用することになるため、現場付近で比較的容易に必要な量を入手できることが材料を選定する際の大きな要件となる。

表-15.2 各種疎水材の特徴

疎水材の種類	概要	利点	欠点	備考
モミガラ	入手の容易さ等もあり、全国的に最も多く使用されている材料である。	① カントリーエレベーター、ライスセンター等から所定量の入手が確実に行いやすい。 ② 透水性が大きい。 ③ 大量に入手できる場合には、疎水材の断面を他の材料に比べて大きく取り得ることで透水性を高めることが可能。 ④ 簡易暗きょとしても容易に利用できる。	耐用年数がそだ、碎石と比べ短い。	使用する場合、体積の3割程度に圧縮するため、暗きょ排水施工面積の10～15倍程度の水稲面積から生産されるモミガラが通常必要とされる。
そだ	古くから用いられている材料である。榎、桜、桐等の堅固な粘着性の本質素性のよい側枝で、かつ葉付でないものを、長さ2.5～3.0m程度にして、十数本合せて数箇所結束して使用する。	① 腐植しにくく耐久性が優れている。 ② 目詰まりも少ない。 ③ そだ単独の簡易暗きょでも排水効果が大きい。	地域によっては入手が困難であり、割高となる傾向がある。	山林等に隣接する地域において暗きょ排水を施工する場合は、そだと他の材料との経済性を比較して使用を検討する必要がある。
碎石	20～40mm程度のクラッシャーラン等を使用する。特に、乾湿の激しい地域等で使用される。	① 耐久性に優れている。 ② 目詰まりも少ない。 ③ 乾湿の繰り返しによる腐食に強い。 ④ 入手が容易である。 ⑤ 施工管理、品質管理が容易である。	単価が比較的高い。	受益者の意向を尊重しつつ、他の材料との経済性を比較して使用を検討する必要がある。
その他の材料	稲ワラ、麦かん及び泥炭マット、海岸付近での貝殻、南九州等における火山礫(ボラ等)、その他雑木、杉葉、竹、ヨシ、チップ等である。			

※疎水材の更新については、「24. 暗きょ(吸水きょ、集水きょ)の維持管理」参照

8. 吸水渠の間隔と管径

吸水渠の間隔は、土壌及び地形の条件、土地利用形態等に応じて決定する。

管の直径は、その管路が受けもつ計画暗渠排水量と管の敷設勾配及び管内の粗度係数からマンニング式によって管内の流れを等流として算定する。その最小直径は、50 mm（断面が円形でない暗渠の場合には、直径 50 mm の管が有する断面積（19.6 cm²）と同等の断面積）とする。

※ ○ 組織配列は 1 筆完結型とし標準区画の場合で次の条件により求めたものである……地表残留水排除量 50mm/d

$$I = 1/500 \quad \frac{h}{2r} = 0.7$$

○ 吸水管の径決定に当たっての水理計算は $\frac{h}{2r} = 0.7$ とし、上記間隔以外の集水面積の場合は、

原則として排水量に応じた管径を採用する。

○ 管種別粗度係数

管 種	粗度係数 n
本焼土管（陶管）	0.012
素焼土管	0.013
合成樹脂管（内面平滑）	0.012
合成樹脂管（内面波状）	0.016

注) 吸入孔の酸化物付着状況により n が増大する。

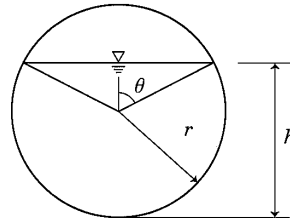
技術書 暗渠排水P139

○ 暗渠管の流量、流量計算表

$$Q = \frac{1}{n} \times r^{8/3} \times I^{1/2} \times \alpha$$

$$V = \frac{1}{n} \times r^{2/3} \times I^{1/2} \times \beta$$

h/2r	α	β	備 考
0.50	0.98954	0.62996	Q = 流量 (m ³ /sec) r = 管の半径 (m) n = 粗度係数 I = 勾配 V = 流速 (m/sec)
0.55	1.15917	0.65473	
0.60	1.32962	0.67558	
0.65	1.49699	0.69251	
0.70	1.65696	0.70541	
0.75	1.80468	0.71404	
0.80	1.93448	0.71799	
0.85	2.03932	0.71653	
0.90	2.10929	0.70827	
0.95	2.12655	0.68980	
1.00	1.97907	0.62996	



$$\text{(注)} \quad \alpha = \frac{(\pi - \theta + \sin \theta \cdot \cos \theta)^{5/3}}{[2(\pi - \theta)]^{2/3}} \quad \beta = \left(\frac{(\pi - \theta + \sin \theta \cdot \cos \theta)}{2(\pi - \theta)} \right)^{2/3}$$

技術書 暗渠排水P140

(解 説)

- 吸水渠の間隔は、土壌の透水性、地形、土地利用形態等を勘案して、以下の方法により決定する。
 - ア. これから設計しようとする地区の近傍に土壌等の条件が同一の類似地があり、そこでの設計例をもとにすることが適当であると判断される場合には、そこでの設計値を参考にする方法
 - イ. 計画暗渠排水量、作土層の透水係数及び厚さから暗渠間隔決定式により算定する方法
 - ウ. 類似地（既暗渠排水施工地）において、暗渠排水試験を実施し、その結果に基づいて算定する方法吸水渠間隔の下限値は7.5m程度とし、この下限値より間隔を小さくせざるを得ない場合は、本暗渠と補助暗渠との組合せ暗渠を検討する。

- 管径は管内での土砂の沈積、水あかの付着等による管断面の縮小を考慮し、計画流量を管径の70%程度の水深で流し得るように決定することが望ましい。

地形、配置形状からやむを得ず緩勾配となるときは、暗渠溝の不陸に起因して管が通水不良となることを避けるため、一回り管径を大きくする。さらに施工管理を綿密に行うことが重要である。また、水閘を開栓した場合の掃流力による清掃や、管の上流端からの送水による洗浄が行えるような施設配置としたり、あるいは付帯施設を設けることを検討する。

特に、吸水管の敷設勾配が1/100以上をなる場合は、接合部の連結が完全なものとなるようにしなければならない。

9. 透水係数の取り扱い

- (a) 現場透水係数は測定箇所ごとのグループの平均値とする。……下記例参照
ただし、グループの極端な値は採用しない。
- (b) グループの設定
原則として土壌タイプとし、さらに現地踏査、土壌断面調査、現場透水係数によりグループを設定する。

(例) 第1グループ

測定No.	現場透水係数	備考
1	1.3×10^{-4}	
2	2.1×10^{-4}	
3	9.8×10^{-4}	極端な値として除外
4	2.3×10^{-4}	
5	2.5×10^{-4}	
6	2.2×10^{-4}	
計	10.4×10^{-4}	平均値 $10.4 \times 10^{-4} \div 5 = 2.1 \times 10^{-4}$

※ 設計深より深い箇所の透水係数は測定不要

※ 第1グループ6ヶ所測定

5 施 工

暗渠排水の施工は、一般的に次の工程により行う。

渠線の設定－資材の搬入・配置－暗渠溝掘削－吸水管の敷設－疎水材の投入－(集水管の敷設)－(立上り管、水閘の設置)－排水口の施工－仮埋戻し－(水路溝畔・畦畔整形)－埋戻し・表土整地

1. 渠線の設定

渠線の設定は、暗渠排水組織計画に従って、計画平面図等に基づいて行う。排水口、上流起点、水閘・立上り管の位置、吸水渠と集水渠の連結点等の位置を確認する。

2. 掘削

掘削は、溝内に湧水があったり、地下水が流入することがあるので、落口となる排水路側から始めて、下流から上流に向かって進める。

3. 管の敷設

掘削を終わった部分から暗渠管の敷設は開始して差し支えない。暗渠管は前もって渠線に沿って搬入、配置しておき、敷設に当たっては溝の崩壊による土砂の堆積が生じないように円滑に行う。

4. 疎水材の投入

疎水材の投入は、溝が崩壊して土砂が管を覆ってしまうことがないように、速やかに行う。

5. 埋戻し・整地

埋戻しは、仮埋戻しと、埋戻し・整地に分けて行うことが望ましい。また、暗渠溝の壁面が乾燥して亀裂が発生するような状態を少しでも長く維持できるように、本格的な埋戻し・整地は作付直前に実施することが望ましい。

6. 暗渠資材の選定

暗渠資材は、施工の面からは、暗渠排水組織、土層の状態、施工方法、入手の難易、費用等を考慮し最適なものを選定する。

(解 説)

- 渠線の設定に当たっては、現地で農家の確認を得ることも必要である。
- 掘削工事の施工機械は、バックホーかトレンチャー等が用いられる。バックホーはトレンチャーに比べ掘削力が強く、トレンチャーでは掘削できない埋木や石礫がある場合でも掘削可能である。渠溝底は、均一な勾配を確保するため、慎重な成形が必要であり、レーザー装置等により溝深と勾配を自動制御する等の事例もある。
- 管の敷設と疎水材の投入は、一連の作業とされる場合が多い。掘削が始まると同時に管の敷設と疎水材の投入が連続して行われる。特に、軟弱な地盤では溝の崩壊による土砂の堆積が生じるので、溝の掘削から疎水材の投入まで連続して行う必要がある。この場合は特に施工中の疎水材の投入量に注意しなければならない。水閘部は、流水を遮断する必要があるので、埋戻しに当たって粘土などで十分締める必要がある。また、一連の作業はできるだけ乾燥した状態で行うことが望ましいので、過湿状態の場合は掘削前に地表水排除を目的とした仮排水の施工が必要な場合もある。
- 疎水材は作土層に達するまで十分に投入することが望ましいが、施工後1～2年は、疎水材の圧縮下に伴ってトラクター等の車輪の踏み抜きが生じる場合があるので、営農上の注意を喚起する必要がある。
- モミガラ1袋当り容積はビニル袋0.7×1.2m詰め、重量標準15kg/袋で0.13 m³/袋とする。
- **モミガラの圧密等による割増率（ロス含む）は30%を標準とする。**
- 仮埋戻しから、埋戻し・整地までは、土壌を乾燥させ亀裂を促進させるため、暗渠溝が地表から5～10cm程度空いた状態で、しばらくの間放置しておくことが望ましい。
- 吸水渠、集水渠の管材は、JIS規格にあるもの、あるいは工事発注者が個々に定める仕様に合致したものから選定する。

6 参考資料

1. 吸水渠径の計算例

1-1) 計画排水量の算定

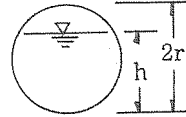
- 標準区画に吸水渠 3 本 (1 本当たりの集水面積 1,000 m²)
 $q = 0.1157D \text{ } \ell/\text{sec}/\text{ha}$, $D = 50\text{mm}$
 $q = 0.1 \times 0.1157 \times D = 0.01157 \times 50 = 0.579 \text{ } \ell/\text{sec} = 0.000579 \text{ m}^3/\text{s}$
- 標準区画に吸水渠 2 本 (1 本当たりの集水面積 1,500 m²)
 $q = 0.15 \times 0.1157 \times D = 0.868 \text{ } \ell/\text{sec} = 0.000868 \text{ m}^3/\text{s}$

1-2) 管径の選定

計算式 $Q = 1/n \times r^{8/3} \times I^{1/2} \times \alpha$
 $\alpha = 1.656959 \quad h/2r = 0.7$

$V = 1/n \times r^{2/3} \times I^{1/2} \times \beta$

$\beta = 0.705413 \quad I = 1/460$ の場合 α, β は表より



流量流速計算表 (例)

No.	管種	計画流量	管径	n	I = 1/460			備考
					Q	計画流量との比	V (流速)	
1	素焼土管	m ³ /s 0.000579	mm 75	0.013	(採用) m ³ /s 0.000936	1.61	m/s 0.283	—
2	樹脂系管	〃	60	0.012	(アウト) 0.000559	(アウト) 0.96	0.265	計画通水量通水不足で不採用
3	〃	〃	65	0.012	(採用) 0.000692	1.20	0.279	—
4	同上系コルゲート管	〃	70	0.016	(採用) 0.000633	1.09	0.220	—
5	〃	〃	75	0.016	(参考) 0.000761	1.31	0.230	—
6	素焼土管	0.000868	75	0.013	0.000936	1.078	0.283	—
7	樹脂系管	〃	75	0.012	0.001010	1.164	0.307	—
8	同上系コルゲート管	〃	80	0.016	0.000904	1.04	0.240	—

※ 管径は管内での土砂沈積、水あか付着等による管断面縮小を考慮して計画流量を管径の 70% の水深で流し得るよう決定する。(設計基準)

※ 流速の下限は 0.20m/s とする。

2. 現場透水試験方法

1. 目的と概要

土に含まれる地下水は水利用の面から考えると有用な物であるが、一般に土中の水は、土木、建築工事の施工性や構造物の安定性に大きな影響を与えることが多い。例えば掘削、根切りなどの工事での排水の問題、ダムや堤防の漏水等の検討や対策にあたっては、地下水の滞水状況や土の透水性が重要なものとなってくる。

現場透水試験は次のような目的で行われる。

- (1) 砂質土、砂礫地盤を掘削する際に、湧出する地下水量を推定する。
- (2) ダムや堤防の漏水の度合いを検討する資料とする。
- (3) 湧水や漏水の止水工法の検討に利用する。
- (4) 地盤改良の効果を判定する資料とする。

(5) その他……暗渠排水の排水量決定の資料とする。

これらの目的に応じて、従来より種々の方法で、透水性を求めるために数多くの現場透水試験が行われている。なお、透水性は透水係数の大小によって表現される。

透水係数を求めるには、主に次の三つの方法がある。

(i) 実験公式を用いる方法

土の粒度、粒径と間隙比などから算出する方法、例えば、ヘーゼンの式、テルツアーギーの式、クレーガーによる方法などがある。

(ii) 室内透水試験

JISA1218-61 に定められている定水位、変水位透水試験の2方法がある。

(iii) 現場透水試験

試験池を利用する方法、トレーサーを用いる方法、揚水試験による方法、単一のボーリング孔を利用する方法、井戸を利用する方法等がある。

これらの方法の選択は、その利用する重要度によって左右される。精度の面からいえば(iii)、(ii)、(i)の順に悪くなるおそれをもっている。しかし、(iii)の内でも方法によって精度はまちまちである。

ここでは取り上げないがもっとも精度の高い方法として揚水試験があげられる。

簡便法として一般に調査ボーリングでもっとも多く用いられている方法に、単一孔を利用する方法がある。ここではこの単一孔を利用する方法について説明を加えることにする。

単一ボーリング孔を利用する透水試験には主に次の4つの方法がある。

- (1) オーガー法
- (2) チューブ法
- (3) 一重管式ピエゾメーター法
- (4) 二重管式ピエゾメーター法

これらのうち、多用されているのはピエゾメーター法である。しかしピエゾメーター法では透水係数が 10^{-2} cm/sec以上を示す地層では水位の回復が早いために測定が難しく、せっかく行った試験が失敗に終わることが多い。

したがって試験に従事する者は掘削時における細粒分の混入状況、及び混入比率、水量などを考慮して、次表に示す標準的な地層と透水係数の関係より、地盤の透水係数を概略推定し(表-4.1 地盤と透水係数)、試験方法、および掘削孔などを決定すべきである。推定した透水係数が 10^{-2} cm/sec以上であるならば試験孔径を相当太くし、透水区間L(図-4.3)を最小($10 > L/R > 8$)にして試験を行う。透水係数が 10^{-4} cm/secより小さければ透水区間(L)をできるだけ長くするとよい。

表-4.1 地盤と透水係数

透水度	透水係数の範囲 (cm/sec)	地盤を構成する土
高い	$>10^{-1}$	粗粒または中粒の礫
普通	$10^{-1} \sim 10^{-3}$	細礫, 粗砂, 中砂, 細砂
低い	$10^{-3} \sim 10^{-5}$	微細砂, シルト質砂
非常に低い	$10^{-5} \sim 10^{-7}$	シルト, シルト質粘土, 粘土質シルト
不透水	$<10^{-7}$	均質な粘土, 固結シルト

※ 出典：土地改良事業計画設計基準

計画「暗きよ排水」 基準書・技術書

平成12年11月 農林水産省構造改善局