

1 4.7 排水路

2 4.7.1 計画排水量

ほ場における計画排水量は、ほ場の利用形態、作付体系、許容湛水等を考慮して決める。なお、ほ場整備事業で取り扱う計画排水量の検討に当たっては、計画基準「ほ場整備（水田）」、土地改良事業計画設計基準 計画「排水」基準書・技術書（以下「計画基準「排水」」という。）に準拠する。

3 1 一般事項

- 4 ① 計画基準雨量は、原則として 1/10 年程度の確率雨量とする。また、計画基準雨量は、気象観測  
5 資料を用いて確率統計解析により得られた実績降雨に基づく確率降雨量に、気温上昇時の気候  
6 予測資料により求めた降雨量変化倍率（過去実験値と将来実験値の各確率降雨量の比）を乗じる  
7 ことを基本とし推定する。なお、気候予測資料は全国 5km メッシュアンサンブル気候予測デー  
8 タを使用する。
- 9 ② 地区外流域をほとんど持たない末端ほ場であって、ある程度の湛水を許容する水稻作の場合に  
10 は、日雨量日排除により算定して得た排水量とする。
- 11 ③ 水田畑利用の場合においては、極力湛水を防止する方式とし、4 時間雨量 4 時間排除により算定  
12 して得た排水量とする。
- 13 ④ 地区外の山地流域をうける排水路や幹線排水路には、洪水到達時間内平均雨量を用いて合理式  
14 により計画排水量を算定する。
- 15 ⑤ 低平地水田の下流部等、自然排水が不可能で樋門や排水機の設置を必要とする場合には、湛水  
16 区域、許容湛水深及び許容時間を勘案し排水量を算定する。

17 2 自然排水における計画排水量

18 (1) 日雨量日排除

19 計画日雨量が地区内に降った場合、それを 1 日で排除しようとする方式である。地区外流域をほ  
20 んど持たない末端ほ場であって、ある程度の湛水を許容する水稻作の場合に適用する（図-4.7.1  
21 及び式(4.7.1) 参照）。

22 
$$Q = \frac{\sum R_{24} \times f}{86.4} \dots\dots\dots (4.7.1)$$

23 ここに、 $Q$ ：計画排水量（ $\text{m}^3/\text{s} \cdot \text{km}^2$ ）  
24  $\sum R_{24}$ ：日雨量（ $\text{mm}/\text{d}$ ）  
25  $f$ ：ピーク流出係数（1 時間や 4 時間の時間降雨量より流出係数は大きい）

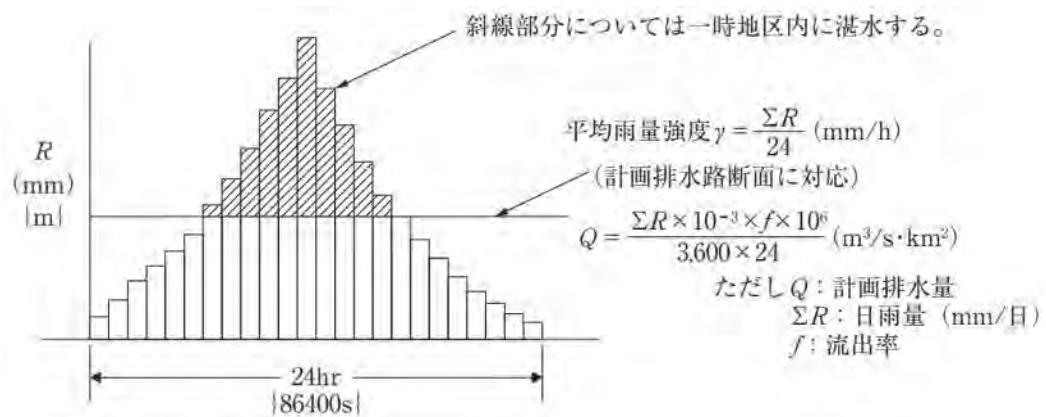


図-4.7.1 日雨量日排除の考え方

(2) 4 時間雨量 4 時間排除

計画 4 時間雨量が地区内に降った場合に、それを 4 時間で排除しようとする方式であり、水田畑利用の場合に適用する（図-4.7.2 及び式(4.7.2) 参照）。

$$Q = \frac{\sum R_4 \times f}{14.4} \dots\dots\dots (4.7.2)$$

ここに、 $Q$ ：計画排水量（ $\text{m}^3/\text{s} \cdot \text{km}^2$ ）

$\sum R_4$ ：4 時間雨量（ $\text{mm}/4\text{h}$ ）

$f$ ：ピーク流出係数

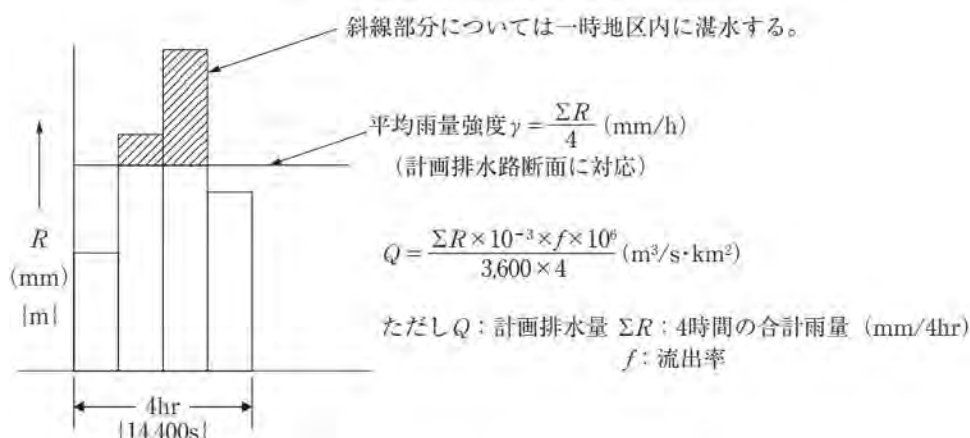


図-4.7.2 4 時間雨量 4 時間排除の考え方

(3) 合理式

合理式（式(4.7.3)）は、地区外の広範囲な山地流域をうける排水路や、幹線排水路に適用する。ただし、合理式を適用する排水路の区分は、流域の大きさ、広狭、形状、地形、地質、土壌、地被、水田率及び排水路の重要度によって決定されるべきであり、適用に当たっては十分な検討が必要である。

$$Q = \frac{f \times r \times 10^{-3} \times 10^6}{3,600} = 0.2778 \cdot f \cdot r \dots\dots\dots (4.7.3)$$

ここに、 $Q$ ：計画排水量（ $\text{m}^3/\text{s} \cdot \text{km}^2$ ）

$f$ ：ピーク流出係数

$r$ ：洪水到達時間内の平均降雨強度（ $\text{mm}/\text{h}$ ）

#### (4) ピーク流出係数

ピーク流出係数は、地域の地質、地被、先行降雨等の諸条件により異なる。事業実施後のピーク流出係数を推定する場合や、実測資料の乏しい場合には、表-4.7.1、表-4.7.2 に示す値を参考としてもよい。なお、土地利用が一様でない場合には、その構成比率による加重平均値を用いる。

表-4.7.1 ピーク流出係数  $f$  (物部の調査による日本内地の洪水時の値)

地形の状態	$f$
急峻な山地	0.75～0.9
三紀層山地	0.7～0.8
起伏のある土地及び樹林地	0.5～0.75
平らな耕地	0.45～0.6
かんがい中の水田	0.7～0.8
山地河川	0.75～0.85
平地小河川	0.45～0.75
流域のなかば以上が平地である大河川	0.5～0.75

(注) 上表は、物部が河川の洪水時の値として与えたものであるが、流域の状況によって変化するとともに、安全係数に類するものも含めてあり、さらに対象とした洪水が大きなものであるため、土地改良事業で対象とする降雨に対しては大きな値となる傾向がある。特に水田の場合には、0.7～0.8をとることはほとんどなく、おおむね0.4～0.5の範囲内と考えてよい。

表-4.7.2 ピーク流出係数  $f$  (道路土工 排水工指針 (昭和 62 年 6 月))

地形の状態	$f$
路面及び法面	0.70～1.00
市街	0.60～0.90
森林地帯	0.20～0.40

### 3 自然排水ができない場合の計画排水量

自然排水が不可能な低平な地区においては、地区内の湛水状況は降雨の状況（降雨強度及び継続時間）、外水位等の時間変動に対応して複雑に変化する。このため、自然排水が可能な地区で用いられる総排水量を算出するだけの簡易な計算方法を採用することは適当でなく、以下により詳細な検討を行う必要がある。

#### (1) 作業手順

- ① 計画内水位、計画外水位の決定
- ② 計画基準雨量（2～3日連続雨量）によるハイドログラフの作成
- ③ ②による地区内の湛水状況（湛水深、湛水面積、湛水時間等）の把握
- ④ ポンプによる排水量計算及び排水後の湛水状況
- ⑤ ポンプ等の諸元の決定

詳細については、計画基準「排水」を参照する。

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12

## ア

## イ

な

1 4.7.2 水理設計

計画洪水時排水及び計画常時排水のそれぞれにおいて、設計流量及び設計水位のいずれも満足するよう、排水路の断面形及び勾配を定める。

2 1 暗渠工

3 本項では、暗渠工（排水路）のうち管路（管型暗渠）及びボックスカルバート（箱型暗渠）を対象  
4 とする。

5 (1) 水理計算

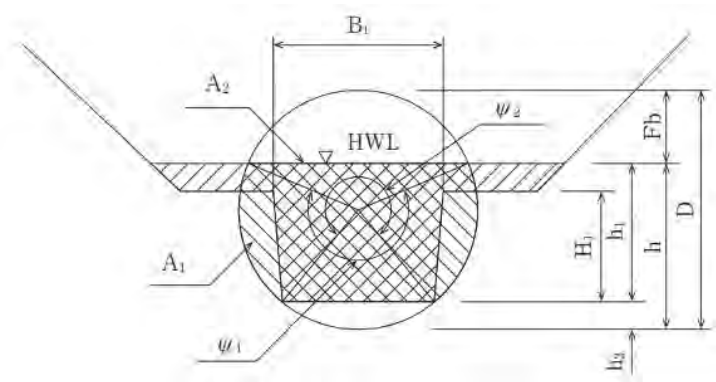
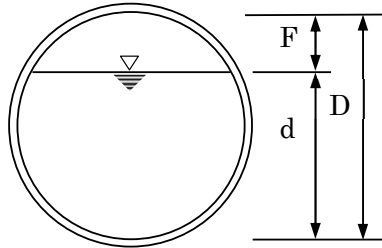
6 ア 管路

7 管路の水理計算は、平均流速公式及びマンニング公式を用いて行う。粗度係数及び許容流速は、  
8 4.6.3 開水路の設計に準拠する。また、余裕高は表-4.7.3 のとおりである。

9 断面決定に当たっては、取付水路（上流水路）の流積  $A_2$  を求め、管路の通水断面  $A_1$  がこれを下  
10 まわらないものとする（ $A_1 > A_2$ ）（図-4.7.3 及び式 (4.7.4) 参照）。

12 表-4.7.3 管路の余裕高（単位 mm）

管 径	余裕高 F	備 考
300～500	$\frac{D}{2}$	D：内径
600～1,350	300	
1,500～2,000	$\frac{D}{5}$	



15 図-4.7.3 管路の通水断面

16 
$$A_1 = \frac{1}{2} \cdot r^2 \cdot (\Psi_1 + \Psi_2 - 2\pi - \sin \Psi_1 - \sin \Psi_2) \dots \dots \dots (4.7.4)$$

17 ここに、 $A_1$ ：管路の通水断面  
18  $A_2$ ：取付水路の通水断面  
19  $\Psi_1, \Psi_2$ ：角度（rad）  
20  $r$ ：管の半径

※現在検討中

【事例】管路の最小流速、最小口径、余裕高

管路の最小流速、最小口径、余裕高は関連する基準書に基づき、地域の実情等を十分に考慮して決定する。以下に設計事例を示す。

表 管路の最小流速、最小口径、余裕高の設計事例

地区	最小流速	最小口径	余裕高	設計条件	現状
A地区	0.60m/s (計画基準「ほ場整備」)	φ 300mm	表-3.7.3のとおり	※現在検討中	
B地区					
C地区					

イ ボックスカルバート

ボックスカルバートの水理計算は、4.6.4 開水路の設計に準じて行う。また、前述のア 管路と同様に、取付水路（上流水路）の流積  $A_2$  を求め、ボックスカルバートの通水断面  $A_1$  がこれを下まわらないものとする（ $A_1 > A_2$ ）（図-4.7.4 及び式(4.7.5)、式(4.7.6) 参照）。

$$F_b = 0.07d + h_v + \alpha \dots\dots\dots (4.7.5)$$

ここに、 $F_b$ ：余裕高(m)

$D$ ：計画最大流量に対する水深(m)

$h_v$ ：流速水頭(m)

$\alpha$ ：0.05 ～ 0.15(m)

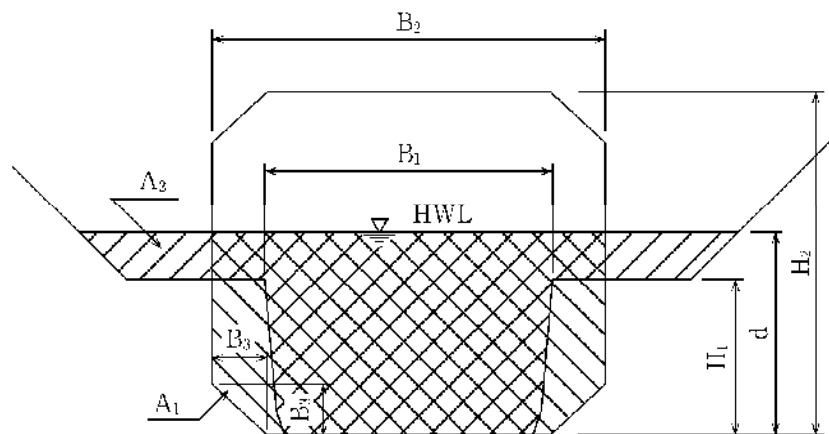


図-4.7.4 ボックスカルバートの通水断面

$$A_1 = B_2 \cdot d - B_3^2 \dots\dots\dots (4.7.6)$$

ここに、 $A_1$ ：ボックスカルバートの通水断面

$A_2$ ：取付水路の通水断面

## (2) 留意事項

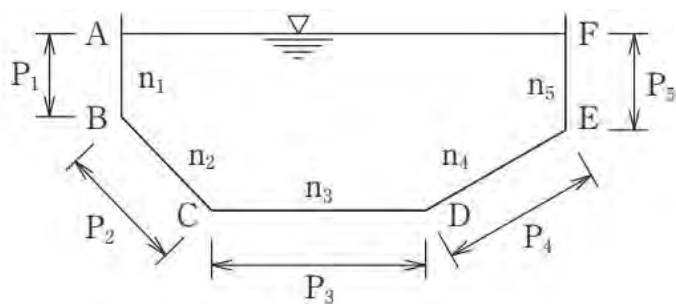
- ① 土砂等の堆積による通水断面の縮少を考慮して余裕を見込んでおく。特に、豪雨の際に多量の土砂、木片等が流入するおそれのある場合には、更に必要な余裕を確保する。なお、暗渠の延長が長く流量が少ない場合でも、沈泥による有効断面の縮少や維持管理を考慮し内径又は内幅を 60cm 以上とすることが望ましい。
- ② 道路等の横断暗渠については、その延長が短いため、勾配変化等がなければ暗渠内流速は上下流水路の流速と差がないと考えられ、これらを考慮して断面を決定する。

## 2 開水路

### (1) 水理計算

- ① 水理計算は、4.6.3 開水路の設計に準じて行う。詳細については設計基準「水路工」、計画基準「排水」を参照する。
- ② 複断面水路の合成粗度係数  
潤辺の粗度係数が部分により異なる水路断面においてマニング公式を適用する場合は、全潤辺に対する合成粗度係数を計算して流速を求める（図-4.7.5 参照）。  
合成粗度係数  $n_i$  は、式 (4.7.7) によって求める。

$$n_i = \left( \frac{1}{\sum P_i} (P_1 n_1^{3/2} + P_2 n_2^{3/2} + \dots + P_5 n_5^{3/2}) \right)^{2/3} \dots\dots\dots (4.7.7)$$



潤辺	粗度係数	潤辺長
AB	$n_1$	$P_1$
BC	$n_2$	$P_2$
CD	$n_3$	$P_3$
DE	$n_4$	$P_4$
EF	$n_5$	$P_5$
全潤辺	$n_i$	$\sum P_i$

図-4.7.5 合成粗度係数の算定図

ただし、排水路、河川等で図-4.7.6 のように高水敷の水深が浅い場合、前記のような合成粗度係数によって流量計算を行うことは不適當であり、図示のように流積を区分して計算を進める方が適當な場合がある。この場合、区分の境界線は潤辺とみなさない。



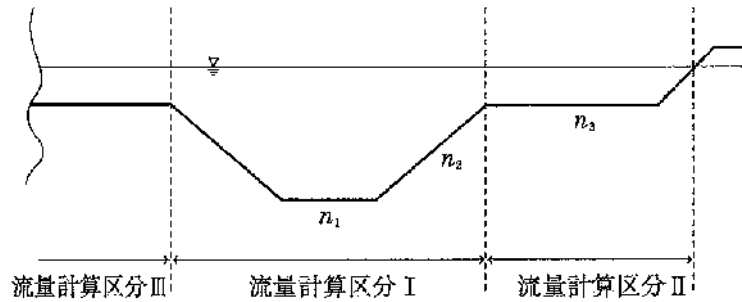


図-4.7.6 流量計算区分図

## (2) 許容流速

最大許容流速は 4.6.3 開水路の設計に準じるものとする。詳細については設計基準「水路工」を参照する。また、以下の点に留意する。

- ① 複断面水路の場合には、許容最大流速は使用材料のうち最小のものにより規定される。
- ② 護床又はその他適切な侵食防止処置が講じられる場合、コンクリートの厚さを増す等で部材の補強が行われる場合、又は河川に相当する大きな排水路にあっては、最大許容流速については特に制限を設けない。

最小許容流速については設計基準「水路工」を参照する。

## (3) 余裕高

開水路形式の排水路を複断面水路とする場合、余裕高は原則として式 (4.6.5) (4.6.6) によって決定する。ただし、隣接田面より 1/10 確率排水位が高ならないように留意し、下記により決定する。

- ①  $F_b > \text{盛土高}$  (原則として 30cm 以上) ならば盛土余裕高 =  $F_b$
- ②  $F_b < \text{盛土高}$  (原則として 30cm 以上) ならば盛土余裕高 = 30cm

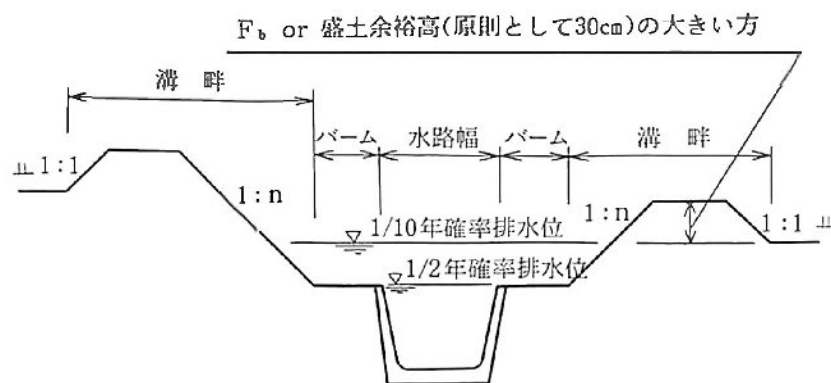


図-4.7.7 排水路（複断面）の余裕高

余裕高及び水路壁高の算定については、図-4.7.8 に示すフローチャートに基づいて行う。なお、複断面水路の低水護岸高（原則として 1/1～1/2 年確率排水位）に対する余裕高は、原則として考慮しない。

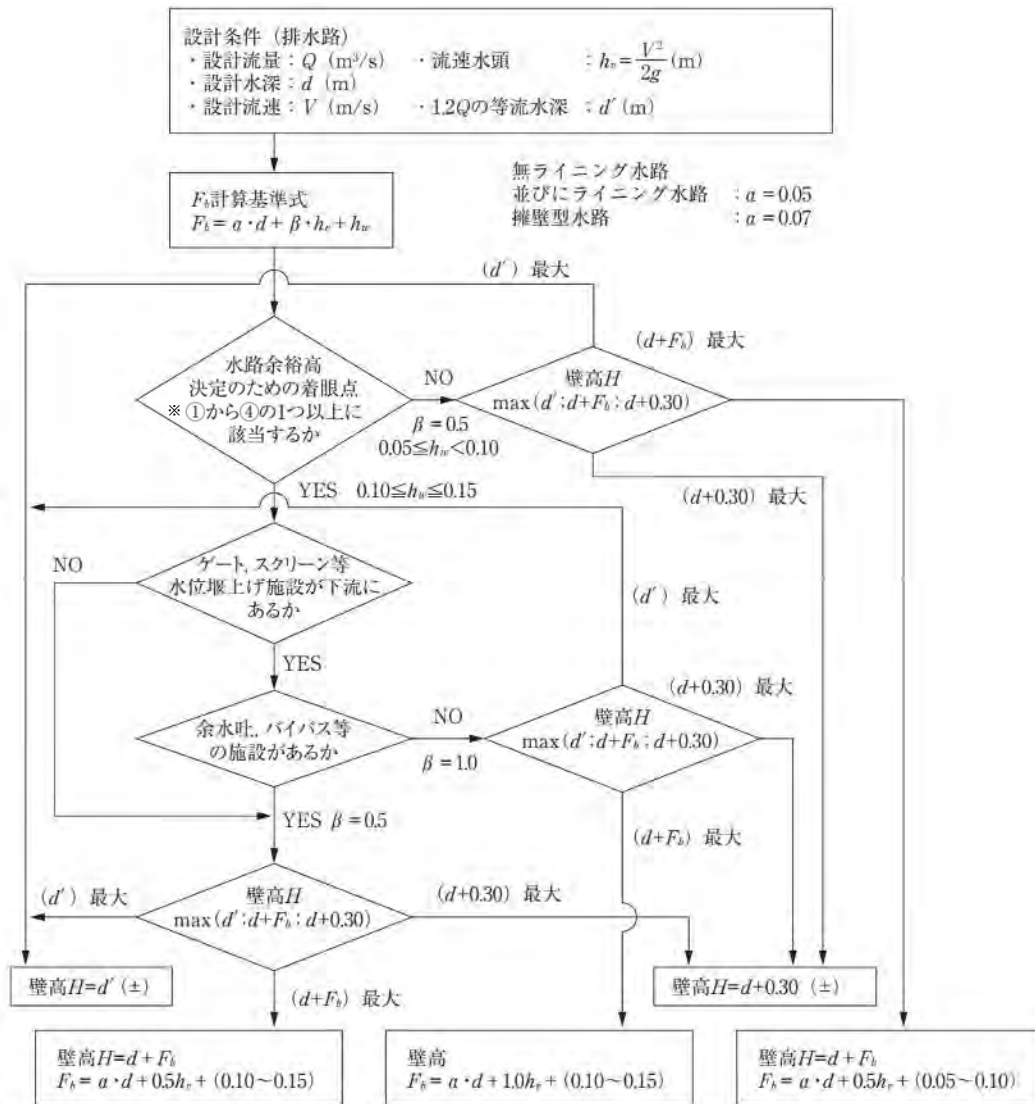


図-4.7.8 排水路(開水路)の余裕高算定と水路壁高決定のフローチャート

※水路余裕高決定のための着眼点については 4.6.3 開水路の設計 1 水理設計を参照すること

1 4.7.3 構造設計

排水路の構造は暗渠を基本とし、計画排水量を安全に流下させることはもちろん、維持管理の省力化、工事費の抑制、つぶれ地発生の抑制等について総合的に検討して決定する。

2 1 一般事項

- 3 ① 幹支線排水路の断面は、原則として合流点ごとに決定する。また、排水路断面は、上流側断面と  
4 整合するよう計画する。
- 5 ② 排水路の構造は、維持管理作業の省力化や安全面（転落防止・熱中症対策等）の観点から暗渠を  
6 基本とし、現場条件等によりこれにより難しい場合は開水路とする。
- 7 ③ 開水路の場合、原則としてプレキャストコンクリート製品で施工するものとし、維持管理上最  
8 小断面を上幅 250mm 程度とする。
- 9 ④ 水路敷高は、耕区下流端で地下水排除機能が働き、かつ暗渠排水施設が取り合う深さとする。
- 10 ⑤ 小排水路延長が 600m 以上になると、工事費の増嵩が顕著となるため、600m 以内ごとに支線排  
11 水路に接続させることが望ましい。

12 2 水路断面

13 (1) 暗渠工

14 ア 一般事項

- 15 ① 構造設計に当たっては、種々の荷重を適切に定めるものとし、特に農道等を横断するものに  
16 ついては、通行する車両の荷重条件を考慮し設計荷重を決定する。
- 17 ② 数種類の構造が対象となっている場合は、経済比較とともに埋設される位置の立地条件、施  
18 工条件、維持管理から総合的な検討を行い決定する。
- 19 ③ 農道等の横断暗渠工は、施工性及び経済性から、極力直角に横断するよう計画する。
- 20 ④ 国道、河川等の横断暗渠工については、関係機関との協議を必要とする。

21 イ 暗渠工の構造

22 代表的な暗渠工の構造の特徴を表-4.7.4 に示す。

23 表-4.7.4 暗渠工の構造

項目	管路（管型暗渠）				ボックスカルバート
	硬質塩化ビニル管	遠心力鉄筋コンクリート管 (JIS A5372)	高耐圧ポリエチレン管	重圧管	
現場条件	土被りがある程度期待できる場合で、小口径の用排水路に使用する。			自動車荷重が大きく、土被りが少ない場所で、比較的口径の小さい用排水路に使用する。	管路や橋梁等との比較検討を行い使用する。
基礎	荷重条件により無基礎、砂基礎、コンクリート基礎等の検討を行う。				基礎地盤が良好な場合は均しコンクリートのみとするが、それ以外は均しコンクリートと基礎砕石又は杭基礎の施工を検討する。
留意事項	比較的口径が大きくなり、180°又は360°コンクリート基礎とする場合には、ボックスカルバートと経済比較を行い決定する。			最大φ1,500mmの規格があるが、比較的口径が大きくなる場合は、ボックスカルバートと経済比較を行い決定する。	ボックスカルバートの構造計算については、設計基準「水路工」に準じる。

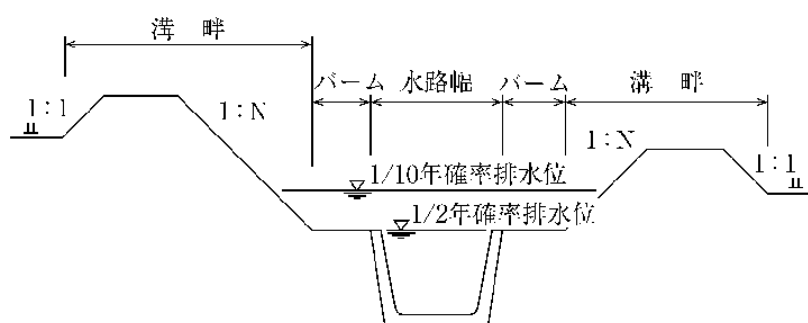
## (2) 開水路

### ア 排水路断面

排水路断面はその維持管理の省力化が図られるよう、単一断面のプレキャスト製品の設置や全面コンクリート張りによる 1/10 年確率排水位までの護岸を基本とすること。ただし、水路の幅や深さが大きくなり、むしろ水路内の土砂上げに苦勞することにならないよう、地域の意向等への留意が必要である。このように単一断面のプレキャスト製品の設置等による 1/10 年確率排水位までの護岸が困難な場合であって、低平地及び緩傾斜の常流水路である場合には、複断面にすることを検討する。



(a) 単断面



(b) 複断面

図-4.7.9 排水路標準断面図

表-4.7.5 排水路の溝畔及びバームの構造

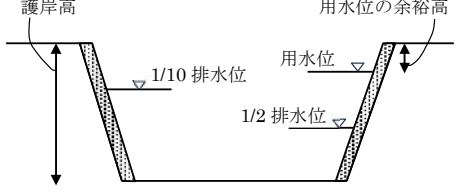
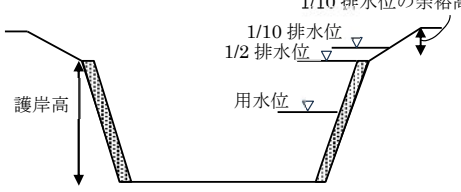
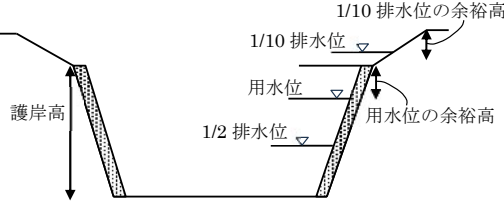
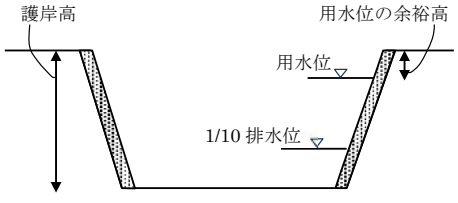
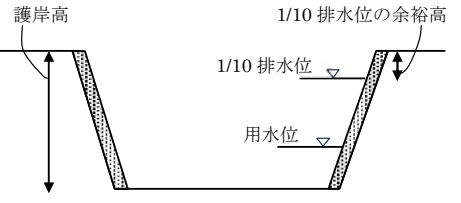
種 別	留 意 事 項
溝畔の法勾配	内法は 1 : 1.0 を原則とし、外法は土質により決定するが、一般的には畦畔の構造と同様とする（表-4.3.8 参照）。 ただし、無線遠隔操作草刈機等への対応を含む維持管理上の利便性にも配慮する場合は、4.3.6 畦畔 3 無線遠隔操作草刈機に対応した畦畔を参照する。
溝畔の上幅	溝畔の上幅は、溝畔の高さ又は排水路の維持管理上の利便性により決定されるが、幹・支線排水路で 50～100cm 程度、小排水路で 30～50cm 程度が望ましい。
バ ー ム (犬走り)	バームは、溝畔からの土砂落入防止と維持管理上の利便性を考慮し設置する。幅は、幹・支線排水路で 50～100cm 程度、小排水路で 20～30cm 程度が望ましい。

### イ 用排兼用水路の断面

用排兼用水路の水路壁高は、用水路及び排水路で算定される余裕高の大きい方を採用して算定す

1            る (4.6.3 開水路の設計及び 4.7.2 水理設計に準拠する)。また、護岸高さは表-4.7.6 のとおりと  
2            する。

3            表-4.7.6 用排兼用水路の護岸（プレキャスト製品を含む）高さ

条 件	用水量 ≥ 排水量	用水量 < 排水量
通 常 (低水護岸 の場合)	<b>【①≥②】</b> 護岸高：(用水位)+(用水位に対する余裕高) 	<b>【①&lt;②】</b> 護岸高：低水護岸(1/1～1/2年確率排水位) 
	<b>【①&lt;③】</b> 	
1/10年排水 位まで護岸 する場合	<b>【①≥③】</b> 護岸高：(用水位)+(用水位に対する余裕高) 	<b>【①&lt;③】</b> 護岸高：(1/10年確率排水位)+(排水位に対する余裕高) 

- 4            (注) ① (用水位)+(用水位に対する余裕高)
- 5            ② 1/1～1/2 年確率排水位
- 6            ③ (1/10 年確率排水位)+(排水位に対する余裕高)

1 4.7.4 附帯構造物

附帯構造物は、水管理及び施設維持管理が適切に行えるよう設計する。

2 1 落水口（水じり）

3 落水口の配置、断面、構造については表-4.7.7、標準図については図-4.7.10のとおりである。

4

5

表-4.7.7 落水口

項目	留 意 事 項
数と配置	<ul style="list-style-type: none"><li>各耕区の排水路に沿う辺の下流側に1か所以上設ける。ただし、短辺長が50m以上になる場合は、50m以内に1か所以上設けることが望ましい。</li><li>湛水深のコントロールや大雨時の田面貯留（後述の「田んぼダム」の実施）の必要性等に配慮しつつ、工事費の削減及び維持管理労力・水管理労力の軽減のため、落水口の統合・集約化についても検討することが望ましい。</li></ul>
断面	<ul style="list-style-type: none"><li>幅は開閉操作を考慮して50cmにとどめ、区画面積が特に大きく必要排水量からみて50cm以上の幅を要する場合には、2か所以上に分けて設ける必要がある。</li><li>落水口の敷高は、田面排水の迅速化を図る上で田面から5～10cm下げることが必要であるが、田畑輪換などにより畑作導入を重視する場合には、敷高は更に低く15～20cmに下げる必要がある。また、大区画ほ場の場合など地域の営農形態・排水管理方式を考慮した上で更に敷高を下げることも検討する必要がある。</li></ul>
構造	<ul style="list-style-type: none"><li>区画が拡大されると排水量が大きくなり、その維持管理も困難となるので、従来の溝畔に設けた単なる欠口でなく、操作の便利なコンクリート等の構造物とすることが望ましい。型式は田面湛水深のコントロールを考慮し、数枚の角落しによる越流方式にすることが望ましい。</li><li>湛水深を自動制御する型式も開発されているが、導入に際しては水管理の省力化と動作の確実性を十分検討する必要がある。</li><li>排水管はφ150～φ200mmの塩化ビニール薄肉管、ポリエチレン管又は遠心力鉄筋コンクリート管を標準とし、落口の水路底には、土壌侵食を防止する底打ちコンクリートの設置を検討する。</li></ul>

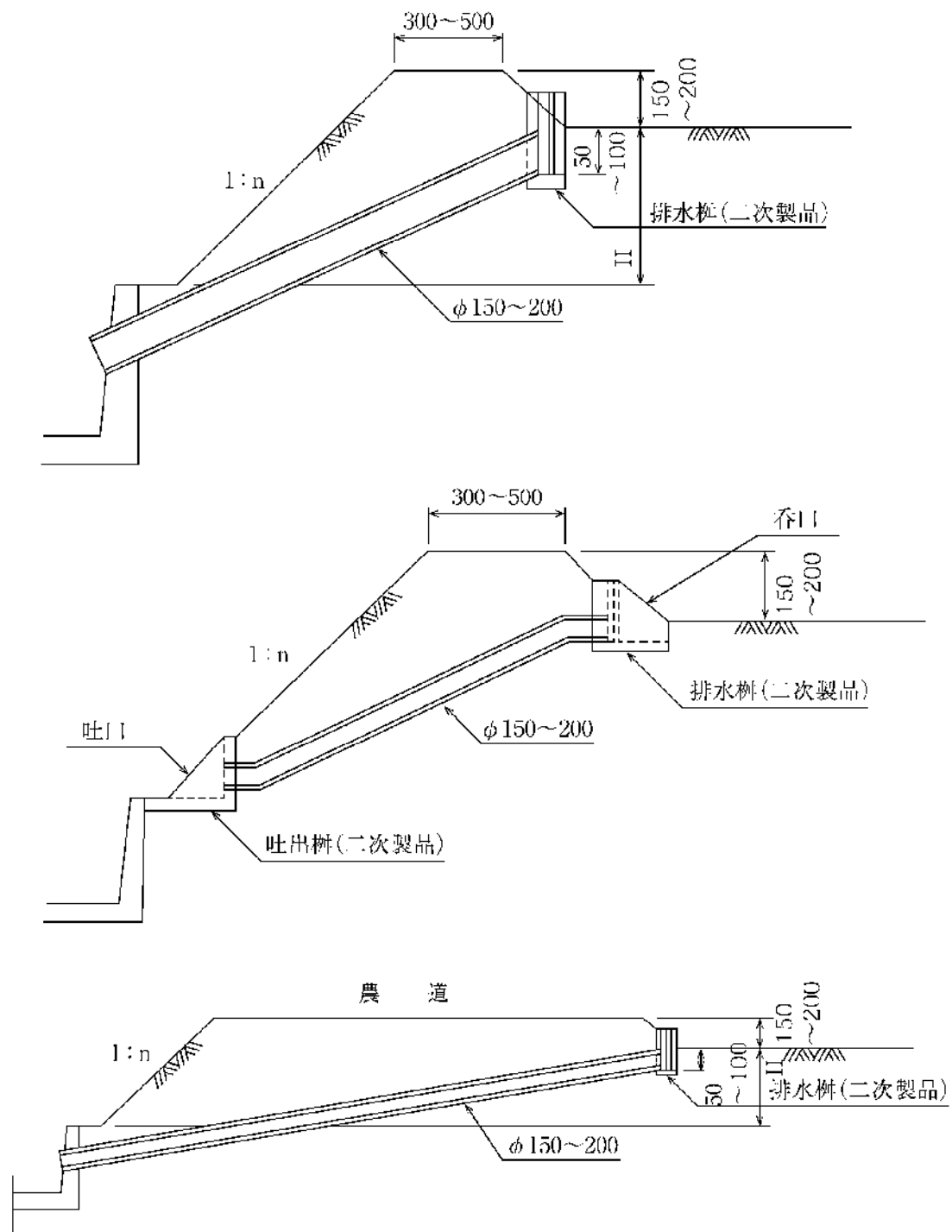


圖-4.7.10 落水口標準圖

## 【参考】田んぼダムの概要

### (1) 「田んぼダム」とは

「田んぼダム」とは、水田が元来有している雨水貯留機能を強化することで、「田んぼダム」を実施する地域やその下流域の湛水被害リスクを低減するための取組である。

図-4.7.11のように、水田の落水口に排水量を抑制するための水位調整板や小さな穴の開いた流出調整板などの器具（以下「流出量調整器具」という。）を設置することで、水田に降った雨水を時間をかけてゆっくりと排水し、水路や河川の水位の上昇を抑制することで、水路や河川から溢れる水の量、範囲を抑制できる。

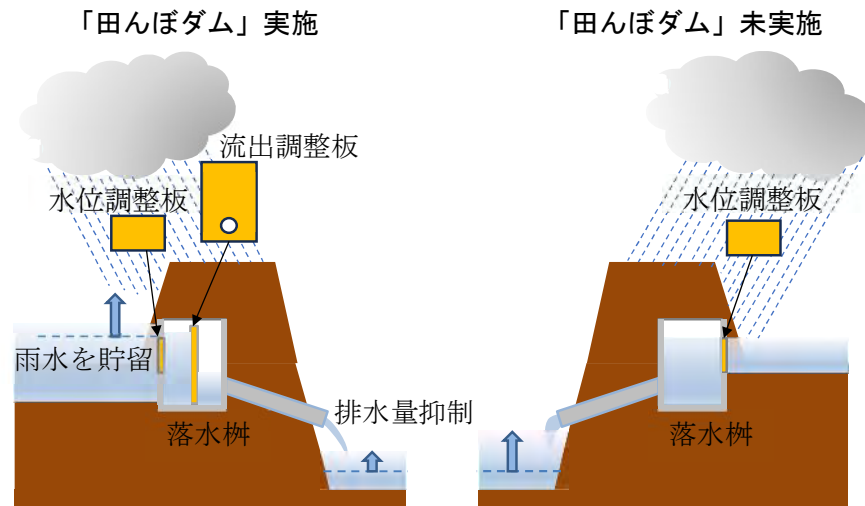


図-4.7.11 「田んぼダム」を実施している水田の排水イメージ

### (2) 「田んぼダム」の実施に向けた検討

「田んぼダム」を実施する水田では、適切な畦畔高をもつ堅固な畦畔が必要である。これらの畦畔は、「田んぼダム」のためだけではなく、営農する上でも必要であり、「田んぼダム」の取組をきっかけとして、畦畔を適切に整備し維持していく仕組みを作ることが、地域の農業を継続していく上でも有効である。このため、畦畔高は、地域における許容湛水位等を踏まえた適切なもの（一般的には30cm程度）とする。

また、「田んぼダム」においては、想定する降雨に対して雨水貯留機能を発揮し、貯留した雨水を適切に排水できる落水口が必要である。落水口の流出量調整器具として、水田の水管理を行う通常の堰板と別に、流出量調整器具を設置する「機能分離型」と、水田の水管理を行う通常の堰板に排水量を調整する機能を持たせる「機能一体型」がある。（表-4.7.8 参照）

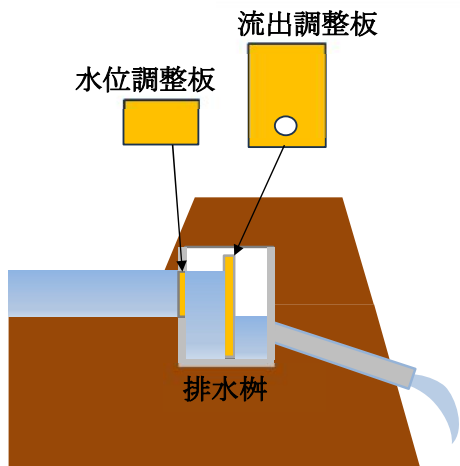
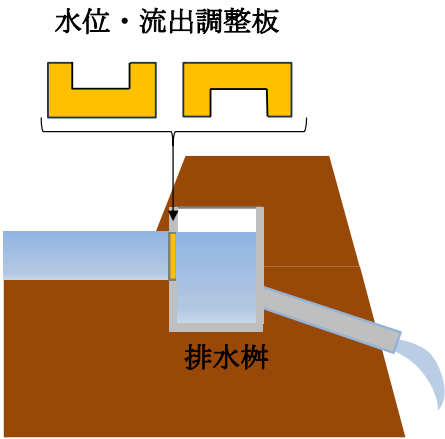


機能分離型と機能一体型とも「田んぼダム」効果を発揮するが、表-4.7.8に示すとおり、それぞれ特徴があることから、「田んぼダム」を実施する目的や条件を明確にしたうえで地域の特性や水田の状況（排水柵の形式・構造）を踏まえて導入する流出量調整器具を選定することが必要となる。

なお、中干し期や落水期に降雨の影響が軽微な場合は、営農活動への影響が少ない機能分離型が有効となる。「田んぼダム」の整備については、ほ場整備事業に併せ一体的に取り組むことがより効果的であるため、これらの特徴を踏まえたうえで導入を検討することが望ましい。

また、田んぼダム導入ほ場で暗渠排水を計画する際には、排水路の下流接続部の流下能力も踏まえつつ、計画排水量に基づく適正な施設規模を検討する必要がある。



1 表-4.7.8 機能分離型と機能一体型の概要

	機能分離型	機能一体型
概要図		
例		
特徴	<ul style="list-style-type: none"> <li>・水田の水管理を行う通常の堰板と別に、流出量調整器具を設置する。板を2枚設置できる排水柵又は専用の器具が必要である。</li> <li>・小さな降雨では貯留機能を発揮せず、大きな降雨で貯留機能を発揮する。</li> <li>・機能一体型よりも短時間で排水できる。</li> <li>・中干し期や落水期に、一定規模以上の降雨が発生した場合、田面が乾燥するまでの期間が長引く可能性がある。</li> <li>・既存の排水柵に設置ができない場合があるため排水柵を交換するか、既存の排水柵へも設置可能な器具を選定することが必要である（スリットが1本の柵、溝のない柵にも設置可能な器具や、排水柵が存在しない圃場に対応した器具などを選定することが必要）。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・水田の水管理を行う通常の堰板に、排水量を調整する機能を持たせる。通常の排水柵に設置できる。</li> <li>・小さな降雨から貯留機能が発揮される。</li> <li>・機能分離型よりも排水にかかるため、水田へ貯留されている時間が長いことから、湛水時期において水位調整のために水位・流出量調整板を一時的に外すことや、高さ調整を行うことがある。</li> <li>・中干し期や落水期においては設置されない場合が多く、「田んぼダム」の効果を発揮しづらい。ただし、一定規模以上の降雨があった場合でも、田面が乾燥するまでの期間が短い。</li> </ul>

## 2 合流工（開水路）

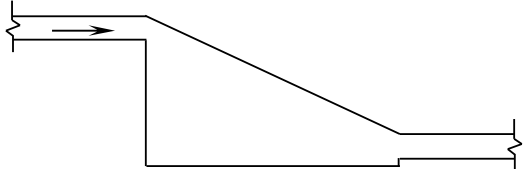
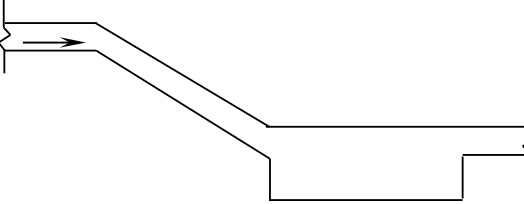
開水路の幹線と支線との合流工は、水理的かつ構造的に安全かつ経済的な施設となるよう設計しなければならない。また、支線水路と小排水路の流入は直角に取り付けるのが一般的であり、合流工には堰上げ背水等を考慮して流入・流出水路に 10cm 程度落差を設けるとよい。

## 3 落差工（開水路）

開水路における落差工の前後にはエネルギーが集中し、洗掘、崩壊等が発生しやすいため、十分な延長の護岸を設置しなければならない。また、生物の移動の障害とならないよう環境との調和にも配慮して決定する。

上流部の取付水路については、護岸の施工又は 1/10 年確率排水量が通水可能な断面とするのが望ましい。一般的に使用されている落差工型式を表-4.7.9 に示す。

表-4.7.9 一般的な落差工形式

形 状		留 意 事 項
階段式 落差工		・落差が小さい（1.0m 以下）場合に使用する。落差が大きい場合には、数箇所設置する。
シュート 式落差工		・落差が大きい（1.0m 以上）場合に使用する。 ・流量が小さい場合にはプレキャスト製品を組み合わせた形状で対応できるが、流量が大きく落差が大きい場合には、シュート部は現場打ちコンクリート構造が望ましい。 ・静水部は、落差高及び流量に応じた延長とする。 ・設置部分の溝畔には、飛散対策のため護岸が必要である。

## 4 安全施設（開水路）

開水路における安全施設の設計は、4.6.3 開水路の設計に準じて行う。

## 5 管理施設（管路）

### (1) 除塵施設

管路の機能を安全に維持管理するため、管路内に土砂が堆積しないような流速を確保できる構造にするとともに、刈草等のゴミが詰まらないような対策が必要となる。このため、原則として落水口に除塵スクリーンを設置するものとする。

### (2) 監査桝（管理孔）

監査桝は、管内の点検、清掃、補修等のために必要な場所に設ける。

その構造は、鉄筋コンクリート造りで人が出入りできる大きさとする。なお、監査桝内最高水面上の余裕は 0.5m 程度とする。（図-4.7.12）

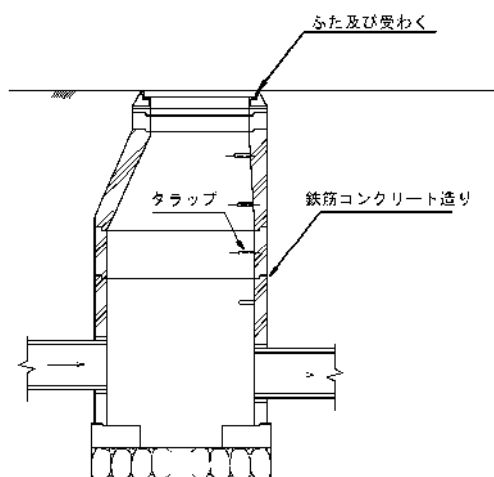


図-4.7.12 監査桝の例

## 参考文献

農林水産省農村振興局：土地改良事業計画設計基準・計画「ほ場整備（水田）」（平成 25 年 4 月）

農林水産省農村振興局：土地改良事業計画設計基準・設計「水路工」（平成 26 年 3 月）

農林水産省農村振興局：土地改良事業計画設計基準・設計「パイプライン」（令和 3 年 6 月）

農林水産省農村振興局：土地改良事業計画設計基準・計画「排水」（令和 7 年 4 月）

農林水産省農村振興局：「田んぼダム」の手引き（令和 4 年 4 月）

石井敦（2018）：真の低コスト稲作のための農地の利用集積・圃場整備と土地改良法の改正、土地と農業 48、p.26-42



1    4.8 暗渠排水

暗渠排水の計画策定に当たっては、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し、地区の実態に即した最適なものとしなければならない。なお、ほ場整備事業で取り扱う暗渠排水の検討に当たっては、土地改良事業計画設計基準 計画「暗渠排水」基準書・技術書（以下「計画基準「暗渠排水」」という。）に準拠する。

- 2    暗渠排水の目的は一般に次のとおりである。
- 3    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。
- 4    ② 農作業の環境を改善し、農業機械の作業性を向上させる。
- 5    ③ 土壌の除塩を図る。
- 6    ④ 融雪促進、凍上防止、地温の上昇を図る。
- 7    水田においては①、②が主な目的であり、これによって汎用性を高め、畑作物や高収益作物の導入等
- 8    が可能となる。

10   4.8.1 計画暗渠排水量

計画暗渠排水量は、ほ場の土地利用形態（水田、畑等）に応じて決定する。

- 11   1    水田の場合の計画暗渠排水量の決定方法
- 12        水田の場合における計画暗渠排水量は 10～50mm/d の範囲とするが、20～30mm/d が標準的な値
- 13        である（表-4.8.1 参照）。

表-4.8.1 計画暗渠排水量の範囲（mm/d）

区      分	計画暗渠排水量
水      田	10～50    <標準値 20～30>
水田の畑利用	<標準値 30～50>
畑	<標準値 10～50>

- 15
- 16    (2) 類似地調査による方法
- 17        類似地において実測した排水量－時間曲線から求めた暗渠総排水量(V)を用いて、T 日で排水する
- 18        のに必要な計画排水量(D)を  $D=3V/T$  により求めることができる。また、暗渠排水工の完了した近
- 19        傍地区等における値を参考とすることも、計画を作成する上で有効な手段と考えられる。

- 20
- 21    (3) 計画排水時間（地表残留水の排除日数）
- 22        水稻作の場合、農業機械の導入や適正な水管理のため、田面水は 1～2 日以内に排除可能でなくて
- 23        はならない（表-4.8.2 参照）。

1 表-4.8.2 地表残留水の排除日数

期 別	期 別 の 区 分	排 除 日 数
かんがい期	除草剤・液肥施用時	1～2 日以内
	湛水直播芽干し時	1        "
	中干し時	2～3     "
	かんがい終了時	3～5     "
非かんがい期 (雨水排除)	耕起・砕土作業期	1～3     "
	乾田直播播種作業期	1～2     "
	乾田直播発芽期	1～2     "
	収穫作業期	1～2     "
	秋耕作業期	3～5     "

2

3 2 水田の畑利用及び畑の場合の計画暗渠排水量

4 水田の畑利用の場合は、30～50 mm/d が標準的な値である。

5 計画暗渠排水量を算出する場合の基礎となる計画基準雨量は 1/10 年確率の 4 時間雨量とし、これ

6 をおおむね 4 時間で地表排水及び地下排水により排除することを排水目標とする。

7 また、計画基準雨量は、気象観測資料を用いて確率統計解析により得られた実績降雨に基づく確

8 率降雨量（1/10 年確率の 4 時間雨量）に、気温上昇時の気候予測資料により求めた降雨量変化倍率

9 （過去実験値と将来実験値の各確率降雨量の比）を乗じることを基本とし推定する。なお、気候予測

10 資料は全国 5km メッシュアンサンブル気候予測データを使用する。

11 なお、計画基準雨量の算定については**計画基準「排水」**を参照する。

12

15 3 単位計画排水量

16 (1)、(2) に基づき、単位計画排水量は**式(4.8.1)**によって求められる。

17 
$$q = \frac{D \times 10^{-3} \times 10^4 \times 10^3}{T \times 8.64 \times 10^4} = 0.1157D/T \dots\dots\dots (4.8.1)$$

18 ここに、 $q$ ：単位計画排水量（ℓ/s・ha）

19  $D$ ：計画暗渠排水量（mm/d）

20  $T$ ：排除日数（d）

21

22 4.8.2 計画地下水位

整備目標の基本的な指標となる計画地下水位は、作物の生育や土壌の物理性と密接な関係があり、農業機械の走行に必要な地耐力の確保、土地利用形態等を考慮して決定する。

23 1 作物生育と地下水位

24 各種の試験結果によると、整備目標の基本的な指標となる、作物生育にとって望ましい土地利用区

25 分別地下水位（計画地下水位）は**表-4.8.3**に示すとおりである。 なお、地下かんがいを計画する場

合の地下水位は、作付作物に応じて別途考慮する。

2 地耐力と地下水位

水田において、農業機械の走行作業時に必要な地耐力は、コーン指数 390kN/m<sup>2</sup> 以上（地表面下 15cm までの間を 5cm ごとに測定した 4 点平均）が必要とされる。地耐力は地下水位と密接な関係があり、地下水位の低下は地耐力確保のための必要条件で、暗渠排水は地下水位低下を図る有効な手段である。

表-4.8.3 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		
そのほか（樹園地等）	〃 50～60cm	〃 60～100cm

4.8.3 暗渠排水組織

暗渠排水組織は、排水がより迅速に行えとともに、将来の維持管理が容易となるよう十分に検討し決定する。また、ほ場外への排水の調節を行う単位をひとまとまりとして計画し、吸水渠、集水渠、水閘、排水口等の配置を検討する。

1 暗渠排水組織の構成要素

暗渠排水組織は、一般に吸水渠、集水渠、水閘及び排水口から構成される。このほか、必要に応じて吸水渠の上流端に管内清掃用として立上り管を設置する。また、水閘の代わりに強制排水を行う集水槽・ポンプ、小排水路末端のゲートやポンプ、管排水路にマンホール等を設ける場合もある。

暗渠排水組織等の基本概念図は、図-4.8.1 のとおりである。

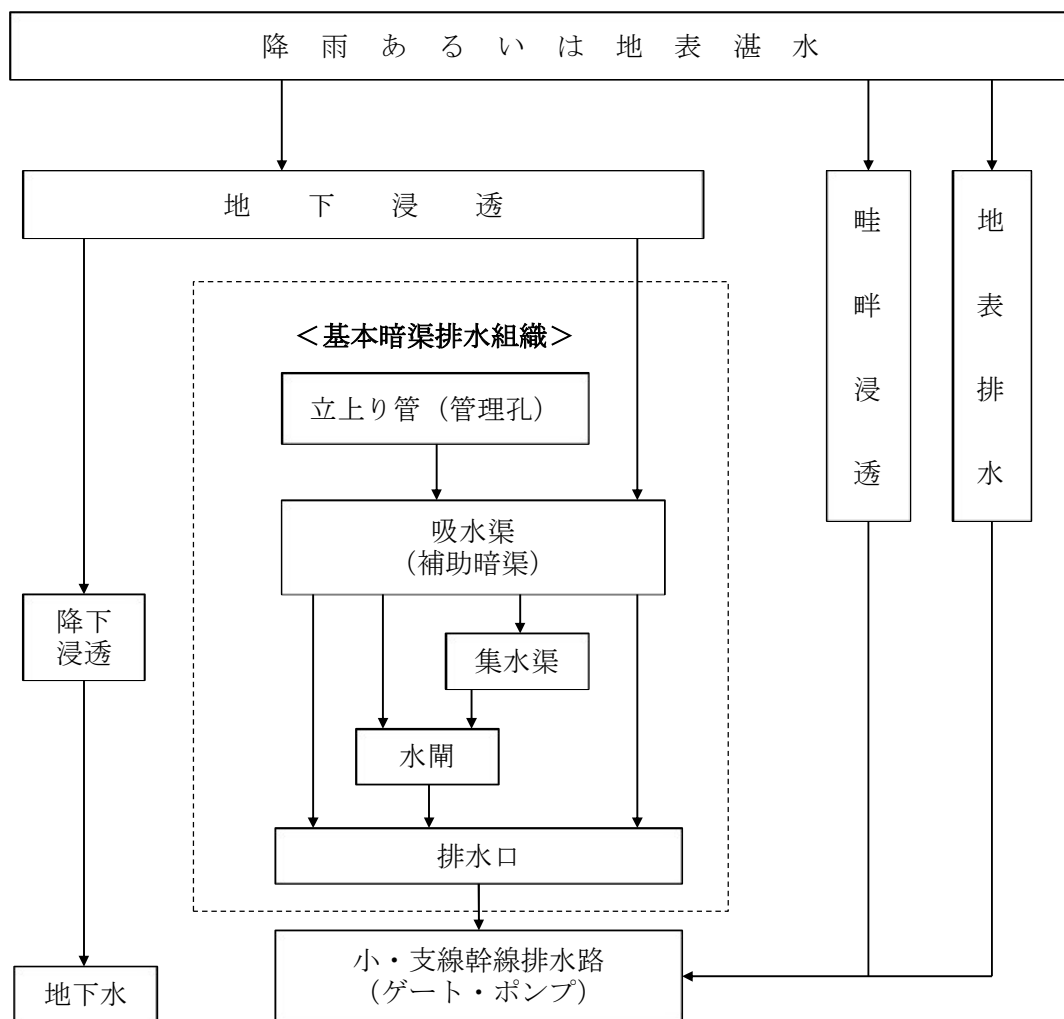


図-4.8.1 暗渠排水組織等の基本概念図

## 2 吸水渠

吸水渠は、地表残留水や過剰な土壌中の重力水を捕捉し、集水渠に導くものである。その構造は、吸水管及び疎水材から構成されるものを基本とするが、吸水管のみが単独で施工される場合もある。また、暗渠資材である吸水管や疎水材を用いない暗渠、吸水管又は疎水材のみを用いる暗渠については、補助暗渠として本暗渠と組み合わせて計画される。

## 3 集水渠

集水渠は、吸水渠により集められた水を排水口まで導水するものであり、吸水渠の水を遅滞なく排除し調節（抑制）する機能を備える。集水渠は、吸水渠の下流端（集水渠との合流点）を連ねることを原則とし、数本の吸水管によって吸水された排水を処理するため、所要の通水能力を持たせる必要がある。また、集水渠の敷設勾配を適正なものにするため、排水路の水位が高い場合には、吸水管の下流端の高さを規制することもある。

設計上の主な留意点は、次のとおりである。

- ① 地形が平坦で集水渠の勾配が過小となる場合や排水改良に伴い地盤沈下が予想される場合には、集水渠を明渠とすることがある。この場合は吸水渠を直接排水路に接続する形態（直接排水方式）となる。



- ② 吸水渠の合流点には分岐管を用い、両側から集水する場合は合流点をずらすことが必要である。
- ③ 集水渠の管径を算定する場合、マニング式の動水勾配は、集水渠の平均敷設勾配とする。また、集水渠の勾配が著しく変化する箇所、集水渠が合流する箇所及び落差工を要する場合は、マンホールを設けて流勢の減殺及び土砂の沈殿を図る。
- ④ 大区画水田において集水渠排水方式を採用する場合、ほ区全体の吸水渠を束ねた集水渠では、集水管が極端に大きくなる場合もある。このため、その経費や管理の難易などを総合的に検討し、30～50a を単位として処理する方法や両側へ排水する方法等も検討することが望ましい。ただし、小排水路の暗渠化と農道ターン方式を採用する場合には、水閘の管理や農業機械の作業性の面から集水渠排水方式を採用する。

#### 4 水閘

水閘は、地下水位の調節、逆流防止、管内土砂等の清掃等に用いる施設で、集水渠の途中又は末端に設置される。

##### (1) 水閘の形式

水閘は、堅管式と水栓式に大別される。堅管式の水閘は、吸水管又は集水管に垂直に設置した管を通じて暗渠の開閉操作を行うもので、一般に畦畔に設けられる。一方、水栓式の水閘は、暗渠の排水口に水栓式のキャップを設置し、その開閉操作によって暗渠排水量を調節する方法である。各々の経済性、操作性、暗渠管の清掃の難易等を総合的に検討して選定することが必要である。

各水閘の特徴を表-4.8.4 に示す。

表-4.8.4 各水閘の特徴

区分	標準構造図	設置場所	材質	操作方法	特徴
堅管式	水閘	主に水平整合箇所に使用	塩化ビニル製	<ul style="list-style-type: none"> <li>止水栓の開閉は、差し込み又はねじ込みにより行う。</li> <li>水位調整孔の調節は、孔の開閉により行う。</li> <li>水位調整器の調整は、中筒の上下により行う。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>複数の水田に繋がる暗渠においても、途中で止水ができる。</li> <li>水位調整機能付水閘は、水稻栽培時の深水や畑地利用時等の地下水位調整ができる。</li> <li>収納機能付水閘は、畦畔の草刈り作業や農業機械等の旋回等の障害にならない。</li> <li>収納機能付水閘以外は、立上り部が地上に出ているため、畦畔の草刈り作業や農業機械等の旋回等による破損に注意しなければならない。</li> <li>水栓式と比べてコストが高い。</li> </ul>
	水閘	主に傾斜地の中間に使用			
	水位調整機能付水閘	水位の定位制御を要する箇所に使用			
	水位調整機能付水閘	水位調整が無段階で可能。田面から+20～-30cm			
	水位調整機能付水閘 (収納機能付)	水位調整が無段階で可能。田面から+20～-30cm			
水栓式	キャップ水閘	暗渠末端の排水口に使用	<ul style="list-style-type: none"> <li>塩化ビニル製</li> <li>ポリエチレン製</li> </ul>	ねじ込み式でキャップの開閉により操作する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>排水路まで降りて操作する必要があり、操作が困難な場合がある。</li> <li>キャップ部が排水路から飛び出ている場合は、ゴミが絡まり、通水障害を起こすおそれがある。</li> <li>鎖、パッキンがとれやすい。</li> <li>補修が容易である。</li> <li>堅管式と比べコストが安い。</li> </ul>

## (2) 水閘の設置位置

- ① 水閘は排水の調節を一括して行う単位面積ごとに設けられるが、継続した水田の畑利用が進められる場合には、耕区ごとに排水調節が必要となるため、耕区単位に水閘を設置するのが一般的である。
- ② 堅管式水閘は、農業機械との接触や草刈り等の畦畔管理によって破損、損傷する事例が多い。したがって、対応策としては、担い手への注意喚起とともに、農業機械の走行に支障のない位置への設置、地上部にコンクリート管等の保護管（図-4.8.2 参照）を設けること、また、地上部に出さない構造とするなどの工夫も有効である。小排水路の暗渠化や農道ターン方式を採用する場合においては、水閘は堅管式を用いて隣接水田との畦畔に設けるなど、水閘の管理や農業機械の作業性から検討する必要がある。
- ③ 水閘の保護管には、陶管、合成樹脂管、コンクリート管等を使用することが多い。合成樹脂管の水閘の場合には、日光等による劣化のおそれや、積雪（冬期間水閘を開放する場合）による止水棒の破損のおそれがあるので、保護管に蓋を設けることも必要である。
- ④ 水閘は、設置位置が排水路、耕作道の脇又は畦畔上であることから、その前後に吸水孔のない管を用いる（図-4.8.3 参照）。

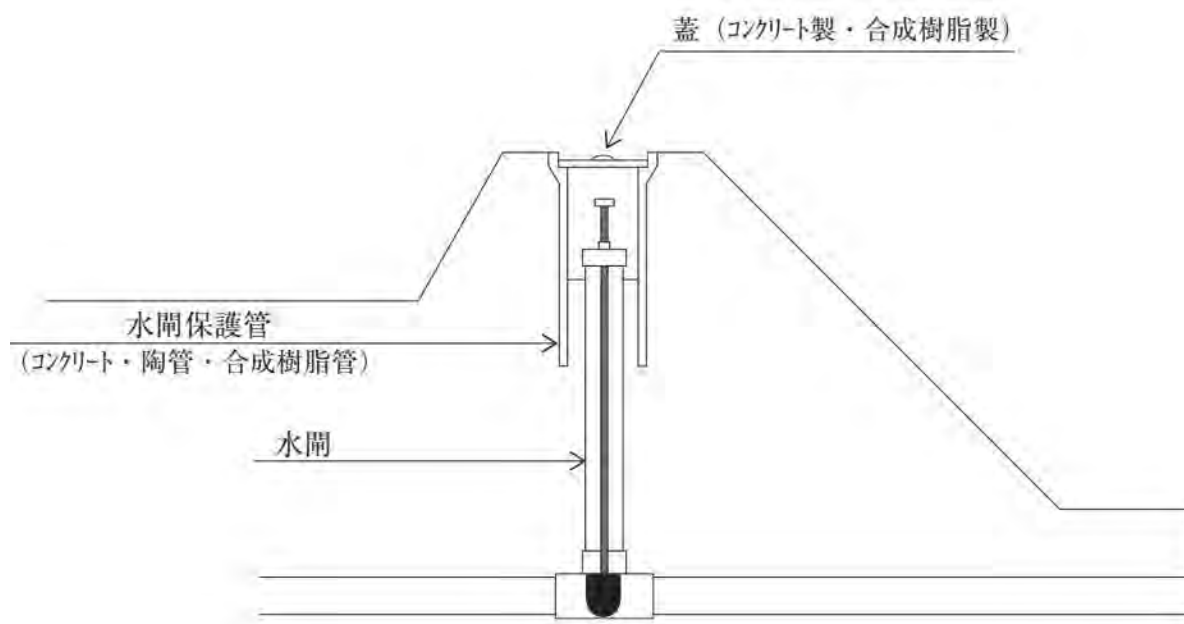
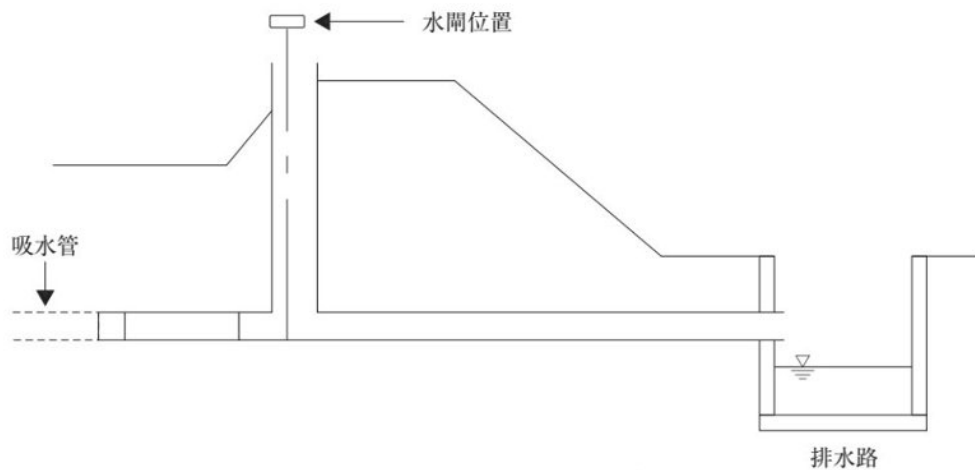
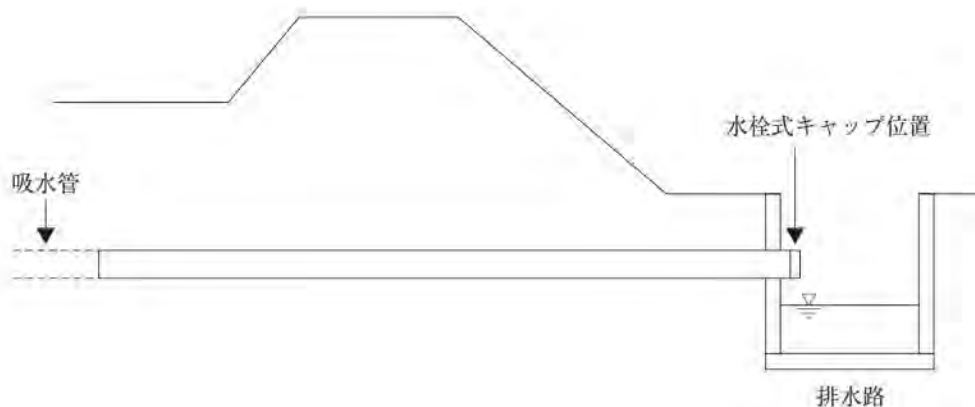


図-4.8.2 水閘保護管



(a) 堅管式水閘



(b) 水栓式水閘

図-4.8.3 水閘の設置例

## 5 立上り管（管理孔）及びマンホール

立上り管（管理孔）及びマンホールは、必要に応じて設置する。

- ① 立上り管（管理孔）は、吸水管の目詰まりや土砂等の堆積が生じたとき、管から注水して清掃を行うほか、吸水管及び集水管の給排気を行う機能を有する。立上り管の設置位置は、営農上支障とならない道路、水路の法面、畦畔等とする（図-4.8.4、図-4.8.5 参照）。
- ② マンホールは、集水渠の延長が長くなる場合、水勢の減殺、沈砂及び管路の点検を主たる目的として、管の合流点、管の勾配が急変する箇所等に設ける。なお、水閘と同様に、排水の調節を行う場合もある（図-4.8.6 参照）。

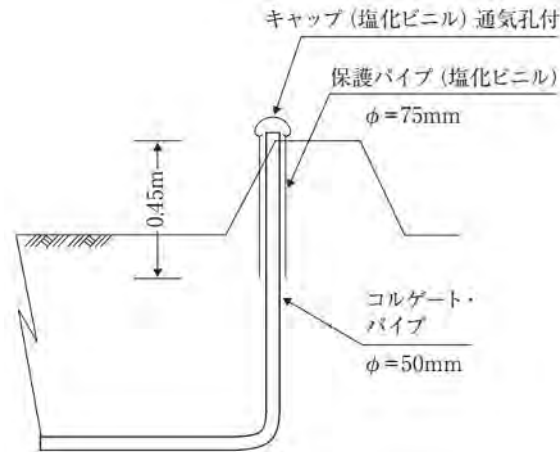
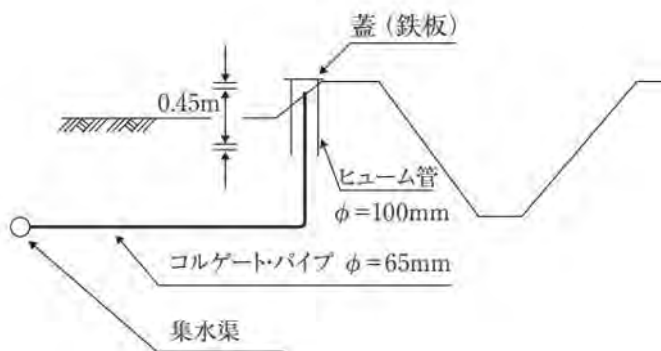


図-4.8.4 吸水渠における立上り管の施工例

(a) 側面図



(b) 平面図

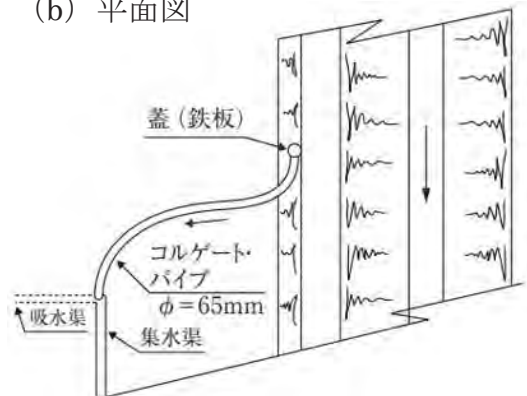
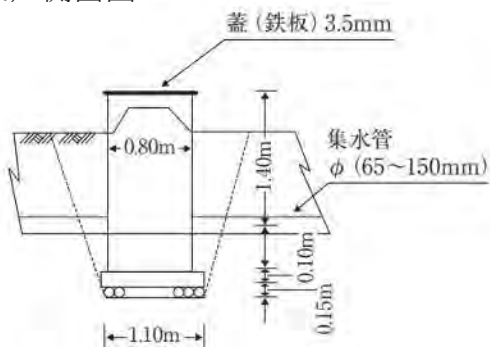


図-4.8.5 集水渠における立上り管の施工例

(a) 側面図



(b) 平面図

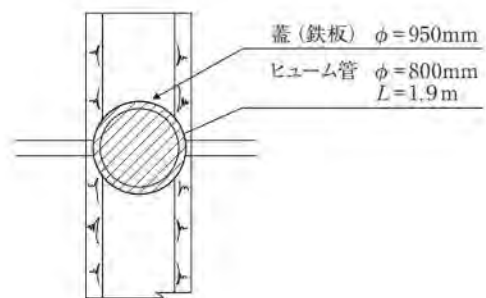


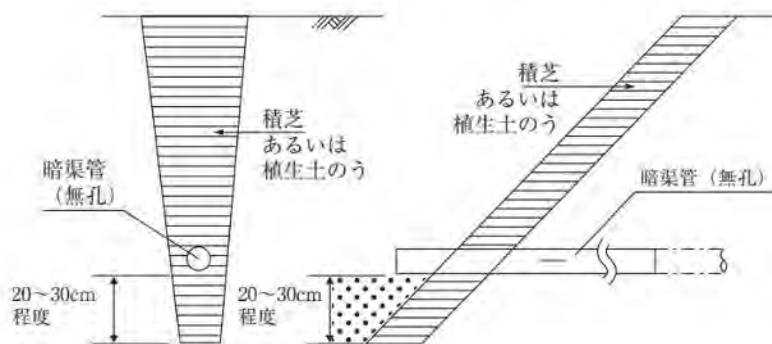
図-4.8.6 マンホールの施工例

## 6 排水口

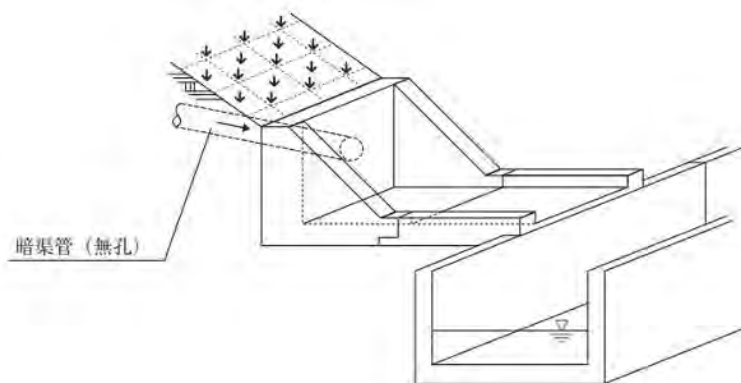
- ① 排水口は、吸水渠又は集水渠からの排水を排水路、河川等へ吐出させる施設であり、排水路、河川等の平常時の水位よりも高い位置に設けるのが望ましく、排水路等を損傷しない形状及び構造とする。また、洪水時又は外水位の上昇時にごみ又は泥土の流入が予測される場合には、逆流防止弁等を設けることも検討する。
- ② 一般に、排水口下端の高さは、幹線排水路等においてはかんがい期の常時流量の水位から少な

くとも 5cm 以上高くし、小排水路等では水路底より 20~30cm 程度高くして、排水口が水面下に没することのないよう配慮する。

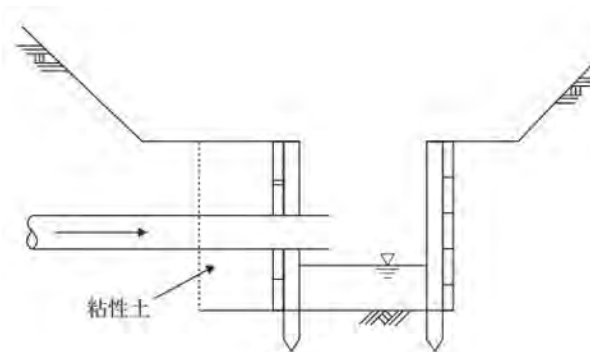
- ③ 排水口の周辺部は特に入念に埋戻し、突固め、土羽打ちを行い、排水路本線の流水又はほ場の湛水によって崩壊しないようにする。排水口を幹・支線排水路や河川等に設置する場合、排水口付近に護岸工が必要な場合もある（図-4.8.7 参照）。



(a) 小排水路の排水口



(b) コンクリート排水口



(c) コンクリート柵板の排水口

図-4.8.7 排水口の構造例

#### 4.8.4 暗渠配置

吸水渠の配列方向、水閘等の暗渠排水施設の配置は、排水がより迅速に行えるとともに、排水機能がより長期間維持し得るよう十分検討し決定する。水田又は田畑輪換田における暗渠排水施設は、地下排水の調節が容易に行えるようにその配置を決定する。

##### 1 吸水渠の配置

暗渠排水管の配置方式は、等高線に対してどのように渠線を配置するかにより、横走式、縦走式及びそれらの中間的な斜走式に区分される（図-4.8.8 参照）。

##### (1) 横走式

ほぼ等高線沿いに渠線を配置して、傾斜方向に流れている排水路に導く方式である。

ほ場整備後の水田は、形状や排水路の位置がこの方式に合致する場合が多く、また一耕区ごとの水閘の開閉を考慮して、ほとんどがこの配置となっている。この方式では、各々の水脈と直交しながら捕水するので、水の流れとしては、水脈から集水渠、排水路へと方向が  $90^\circ$  変わるため、吸水渠に勾配がない（1/600 程度未満）場合は集水しにくい。

##### (2) 縦走式

渠線を等高線に対して直角に、すなわち地下水、浸透水の流れの方向に配置する方式である。

この方式では、「地下水→集水→排水」という過程において自然流下の助けを得やすく有利であるが、水脈が渠線と並行して走るため、吸水渠が浸透水を十分に捕らえるには相当な距離が必要である。また、傾斜地で難透水性ではない土壌の場合などにおいては、かえって水みちが発達しすぎてしまい、土砂の流失や侵食を誘発するおそれがある。

##### (3) 斜走式

渠線が等高線を斜めに降りていく方式で、地下水の流れに交差していることから、地下水吸水の効果が期待できる。しかし、縦走式と同様、ほ場整備後の水田の場合などでは一耕区ごとの管理が行えないため、特に地形的に適切な場合以外は用いられず、畑や樹園地などで適用されることが多い。

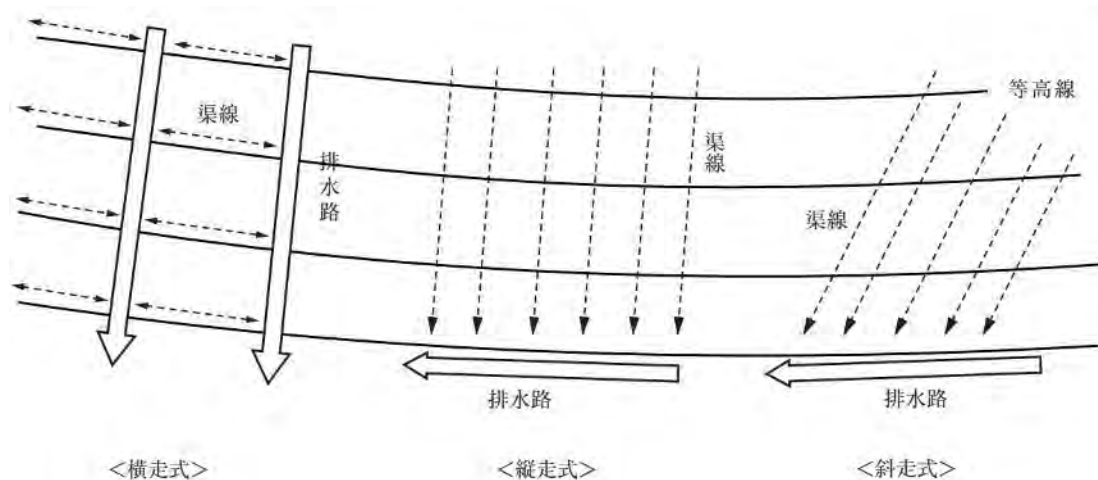


図-4.8.8 配置方式の分類

2 暗渠排水の調節方式

暗渠排水からの排水の調節方式については、土地改良事業計画設計基準 計画「暗渠排水」を参照する。

3 暗渠配置の関連事項

(1) 地表排水との関連

地表水の排除においては、地表排水と地下排水は密接に関係するが、地下排水は地表排水に比べ排水速度が極めて遅いという特徴を有する。したがって、地表排水の強化により、暗渠排水の負担を減じ、迅速な排水を促すことが期待できる。

(2) 捕水渠

地区外からの浸入水を遮断するため、必要に応じて図-4.8.9 及び図-4.8.10 のような捕水渠を設ける。浸入水は地表水が量的にも多いので、捕水渠は明渠とすることが多い。

ほ場整備事業の中で実施する場合には、用水路、排水路又は道路側溝等に捕水渠の機能を兼ねさせることが有効である。

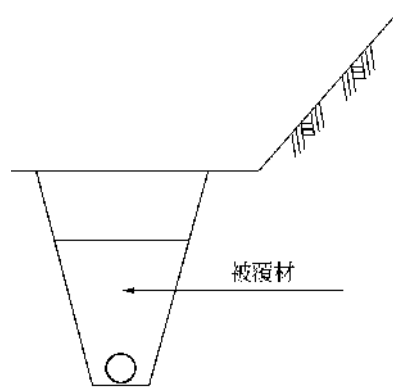


図-4.8.9 捕水渠の断面

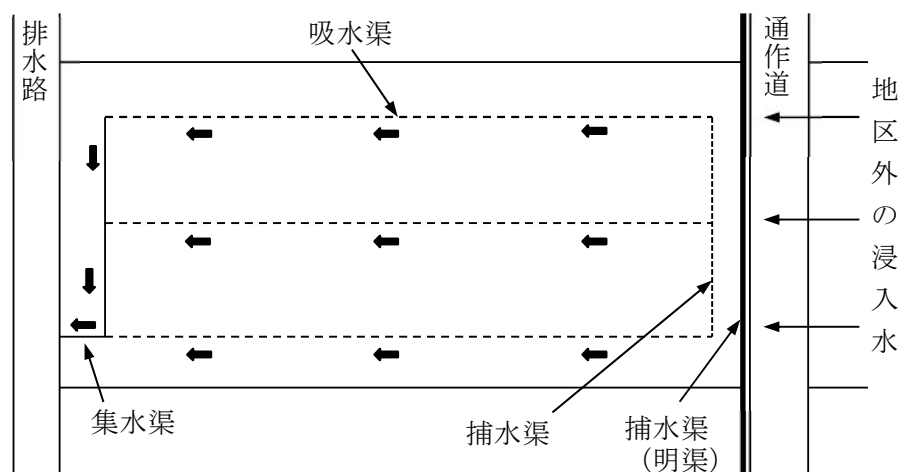


図-4.8.10 捕水渠、吸水渠、集水渠の配置例



### (3) 吸水渠

吸水渠は、道路又は用水路と交差することはなるべく避ける。集水渠もできるだけ交差を避ける配置とする。暗渠が道路又は用水路を横断する部分は、無孔管を鞘管で覆うなどして強固な構造とし、横断の前後、少なくとも一方（原則として下流側）にマンホールを設ける。

吸水渠は、用水路や浅い排水路から不要な透水を受けないように配置には注意を払う必要がある。また、排水路の排水効果の及ぶ範囲と重複しない配置とする。

### (4) 補充工事

ほ場内には、地形や上層の状態により特殊な排水不良箇所を生じていることがある。踏査により発見される、又は予測される特異部分については、これを考慮して暗渠（吸水渠）の配置を行うが、工事後に発見された排水不良箇所については補充工事を行って処理する。このため、暗渠は補充工事として吸水渠への接合が可能な構造としておくとともに、埋設標識などにより設置位置を見つけやすいようにしておくことが必要である。

① 難透水性土壌の場合には、図-4.8.11 のような弾丸暗渠等の補助暗渠を組み合わせた暗渠組織とする。

② 局部的地表滞水の処理対策として、図-4.8.12 のような疎水材埋設暗渠を本暗渠（吸水管）と直角方向に配置すると効果的である。

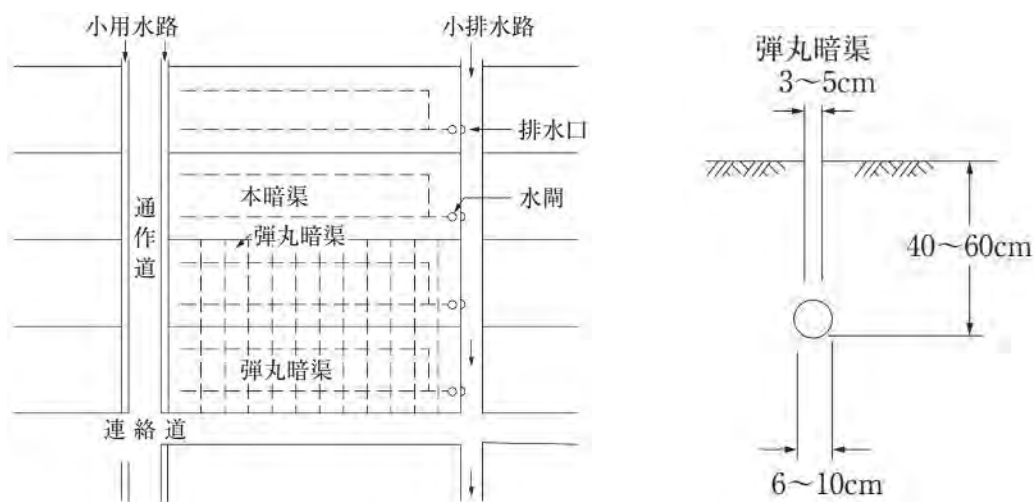


図-4.8.11 本暗渠と補助暗渠の組合せ設置例

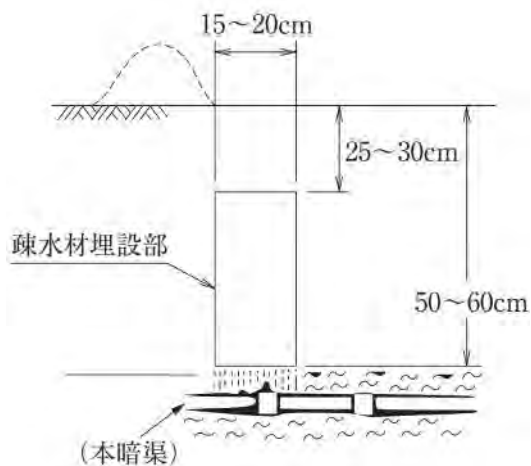


図-4.8.12 疎水材埋設暗渠

(5) 大区画水田における暗渠排水組織

担い手等の農作業の負担軽減・安全確保や、営農形態の変化に対応した水利用の高度化を図るため、大区画化等に伴う施設の合理化に加え、地下かんがいの導入等が進んでいる。

① 水田の大区画化に伴い、環境条件によって暗渠排水組織を検討することになるが、主に図-4.8.13 及び図-4.8.14 のような暗渠排水組織で計画されている。

② 図-4.8.13 のように、ほ場間にある小排水路を通作道下に暗渠化し、両側排水することで吸水渠の延長が短くなり、乗用トラクタ等の機械作業時に障害となる水閘、地表排水口等を整理統合することが可能である。また、暗渠化により地上部が水田又は道路に利用でき、ほ場整備による敷地の有効活用が図られる。さらに、暗渠排水組織と組み合わせて地下かんがいの給水路として利用することも可能である。

③ 図-4.8.14 のように片側へ排水する場合には、大区画化に伴い管の延長が長くなることで、暗渠の排水口がより低くなり、深い排水路が必要となる。暗渠の勾配を水平（参考：暗渠排水設計基準 技術書 P159）にすることで暗渠の排水口位置を高くし、暗渠や排水路整備の低コスト化や、地形的に暗渠施工が困難な地域においても整備が可能となる。また、一般的な暗渠（勾配 1/500）と水平暗渠の降雨に対する地下水位調査の事例では、排水状況に大きな違いはみられない（図-4.8.15）。

④ 大区画水田では暗渠管の延長が長くなることから、管が閉塞した際のフラッシングが困難になる。そのため、管が閉塞しないように疎水材の素材を十分に考慮し、長期に渡って土砂の流入を防ぐ必要がある。

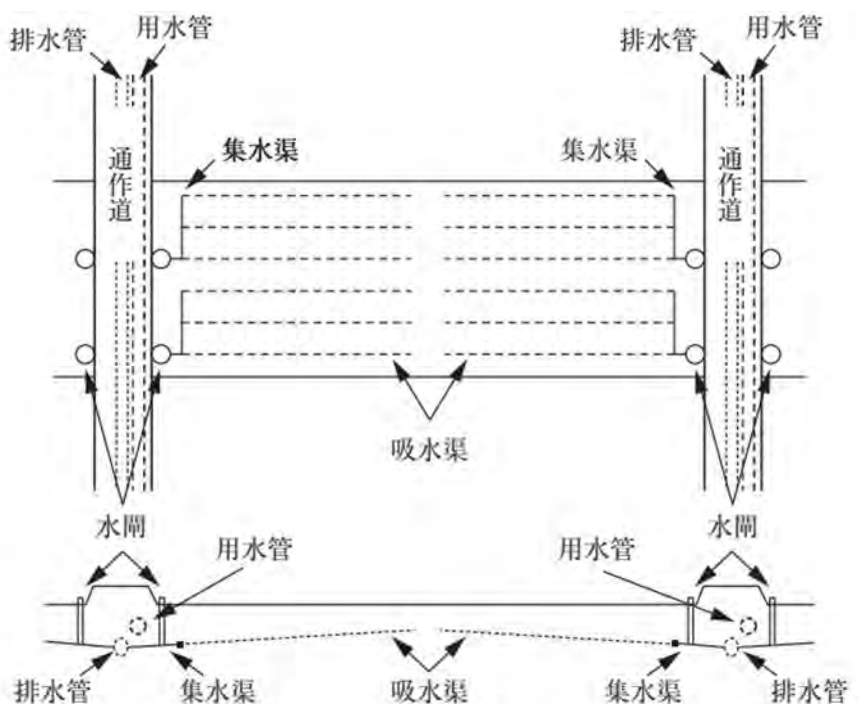


図-4.8.13 主な大区画水田の暗渠排水組織（両側へ排水する場合）

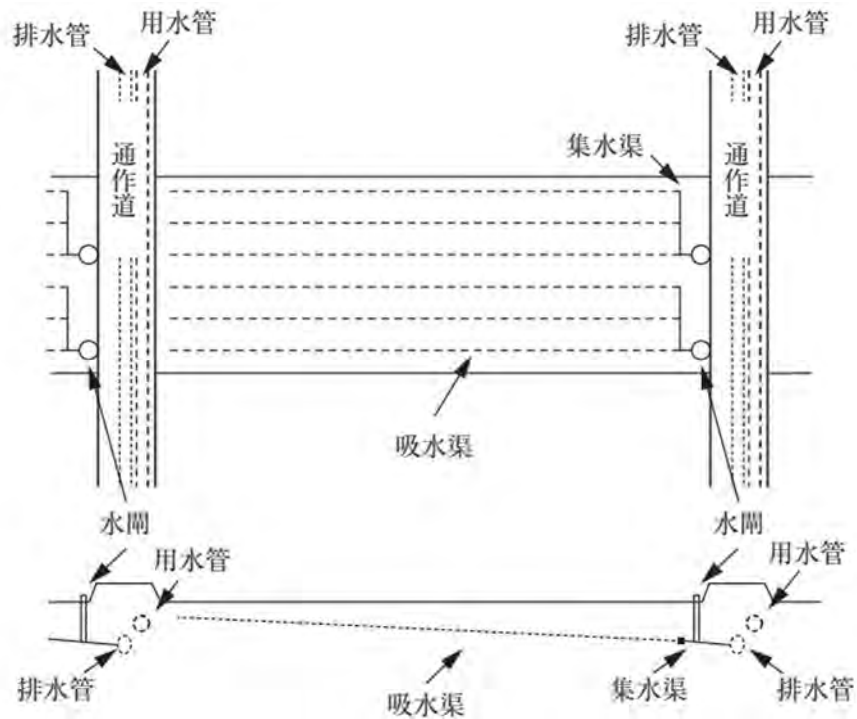
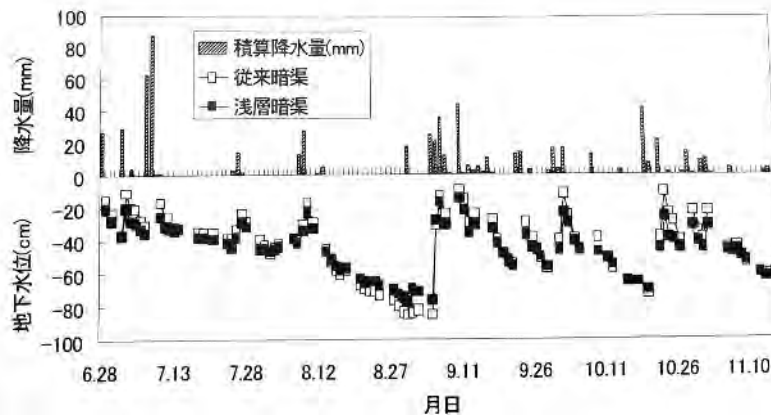


図-4.8.14 主な大区画水田の暗渠排水組織  
(片側へ長尺な吸水渠で排水する場合)



一般的な暗渠は勾配 1/500 で深さ -60 ~ 80cm に吸水管を埋設。水平暗渠は無勾配で深さ -50cm に埋設。

図-4.8.15 一般的な暗渠（勾配 1/500）と水平暗渠の排水状況

引用：地域先端技術共同研究開発促進事業，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研究成果報告書，2003 年

1 4.8.5 暗渠の水理計算

暗渠の水理設計に当たっては、土性、疎水材等を勘案し、将来の維持管理に支障がないよう配慮する必要がある。暗渠管の管径は、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、管内の流れを等流として算定する。

2 1 管径

3 暗渠管の最小管径は、50mm（断面が円形でない暗渠の場合には、管径 50mm の管が有する断面積  
4 (19.6cm<sup>2</sup>)と同等の断面積)を標準とするが、排水・環境条件や地域の実情等を十分に考慮し決定する。  
5 また、管径は管内での土砂等の沈積、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  
6 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。

7 2 勾配

8 暗渠管（吸水管及び集水管）の敷設勾配は、整地されたほ場の勾配、落口となる排水路の深さ、暗  
9 渠管の埋設深に大きく支配される。暗渠管の敷設勾配は、1/100～1/1,000 程度を標準とする。ただし、  
10 浅埋設暗渠や地下かんがいを実施する場合において、無勾配とすることもある。

11 3 水理計算

12 (1) 管内流速

13 管内の平均流速は、管周辺土砂の吸出し及び泥土の堆積が生じない流速を確保することを考慮し、  
14 一般には 0.2～0.5m/s の範囲を確保することが望ましく、0.3m/s を標準とする。集水管内の平均流  
15 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  
16 1.5 倍程度高める必要がある。

17 平均流速は、管内の流れを等流として式(4.8.2)のマニング式に従って流下するものと仮定する。

18 
$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2} \dots\dots\dots (4.8.2)$$

- 19 ここに、V：流速（m/s）  
20 n：粗度係数（表-4.8.5 参照）  
21 R：径深（m）（=A/S）  
22 A：断面積（m<sup>2</sup>）  
23 S：潤辺（m）  
24 I：敷設勾配

25 表-4.8.5 暗渠管の粗度係数

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

26 注<sup>1</sup> 吸入孔の酸化物付着状況により n が増大する。  
27 注<sup>2</sup> 表に示す粗度係数は目安としている。

(2) 管径の選定

管径は、管内流速、管の敷設勾配、計画暗渠排水量を満足するように選定する。管内の流量及び流速をマンニング式により簡便に計算する場合に使用する係数 $\alpha$ 及び $\beta$ は、表-4.8.6に示すとおりである。

$$Q = D \cdot A = \frac{m \cdot D \cdot S \cdot L}{(8.64 \times 10^7)} \quad (4.8.3)$$

$$Q = \frac{1}{n} \cdot \left[ \frac{d}{2} \right]^{8/3} \cdot I^{1/2} \cdot \alpha \quad (4.8.4)$$

$$V = \frac{1}{n} \cdot \left[ \frac{d}{2} \right]^{2/3} \cdot I^{1/2} \cdot \beta \quad (4.8.5)$$

ここに、 $Q$ ：排水量（ $\text{m}^3/\text{s}$ ）

$D$ ：計画暗渠排水量（ $\text{mm/d}$ ）

$A$ ：集水管の支配面積（ $\text{m}^2$ ）

$S$ ：暗渠間隔（ $\text{m}$ ）

$L$ ：吸水管の長さ（ $\text{m}$ ）

$m$ ：集水管が支配する吸水管の数

$V$ ：管内流速（ $\text{m/s}$ ）

$n$ ：粗度係数

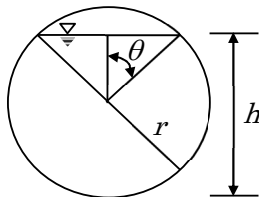
$d$ ：管の内径（ $\text{m}$ ）

$I$ ：敷設勾配

表-4.8.6 暗渠管の流量、流速計算表

$$Q = \frac{1}{n} \cdot r^{8/3} \cdot I^{1/2} \cdot \alpha \quad V = \frac{1}{n} \cdot r^{2/3} \cdot I^{1/2} \cdot \beta$$

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

$h/2r$	$\alpha$	$\beta$	備 考
0.50	0.98954	0.62996	$Q$ =流量（ $\text{m}^3/\text{s}$ ）
0.55	1.15917	0.65473	$r$ =管の半径（ $\text{m}$ ）
0.60	1.32962	0.67558	$n$ =粗度係数
0.65	1.49699	0.69251	$I$ =勾配
0.70	1.65696	0.70541	$V$ =流速（ $\text{m/s}$ ）
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	

#### 4 留意事項

- ① 暗渠排水量は、土壌の透水性、土壌構造、営農方式と密接に関係し、最も推定の困難なものの一つであるため、余裕をもたせて決定する必要がある。
- ② 特に大区画水田では管の延長が長く支配面積が大きくなり、排水口の高さの制限から敷設勾配が緩くなることで、不陸や管の閉塞等が起こりやすくなるため、より大きな管径について経済性も含め検討する必要がある。

#### 4.8.6 吸水渠の構造と材料

吸水渠の機能の良否と持続性が暗渠排水組織全体の機能を左右することから、吸水渠は疎水材を十分に充填した構造を基本とする。

##### 1 吸水渠の構造と材料

##### (1) 吸水渠の構造

吸水渠の幅は、トレンチャによる掘削の場合は 15～20cm 程度、バックホウによる掘削の場合は 30～40cm 程度、非開削で土層を切り開く場合は 10～15cm 程度を目安とする。なお、疎水材は、入手の難易等の地域の実情等を踏まえ、一層構造又は二層構造とする（図-4.8.16 参照）。暗渠溝は一般的に一層構造で施工されているが、地域によっては、二層構造とすることで、埋戻し部の圧縮沈下と表土層厚さの増加を防止して表土層内底部の経年的な耕盤化をできるだけ回避し、暗渠溝における鉛直下向きの排水の流れが維持されるよう暗渠溝幅や深さを工夫して施工している事例もある。

疎水材の厚さは、渠溝底から作土層に達するところまで設計することが望ましいが、作土を埋め戻した上を農業機械が走行した場合、踏み抜き危険も伴うので、疎水材の材料、施工する上層の性状を検討の上定める必要がある。

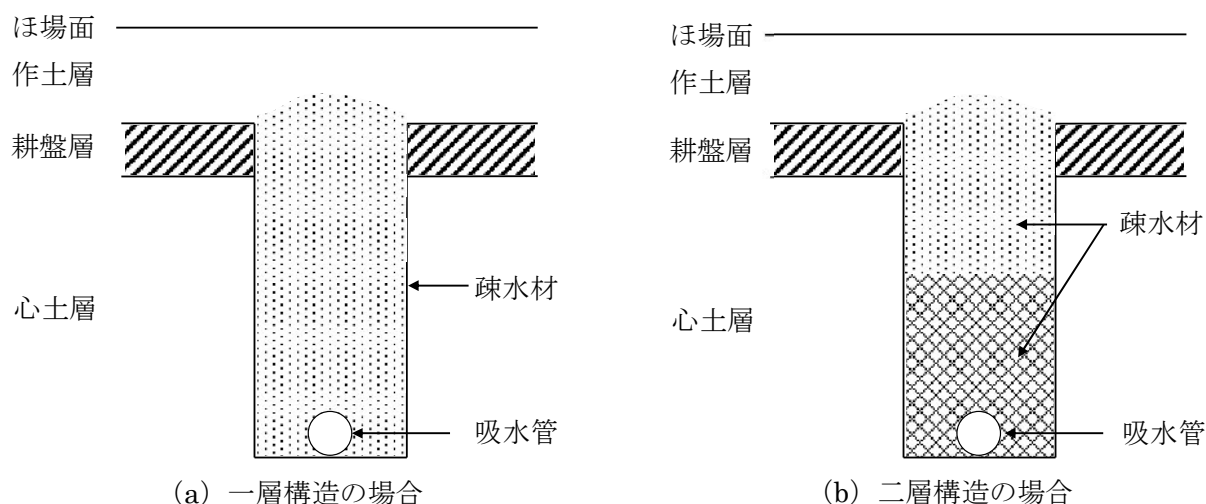


図-4.8.16 吸水渠構造の例

(2) 吸水管の材料の選定

吸水管は、必要な通水断面、強度、耐久性及び吸水性能を有し、施工性が良く経済的なものを選定しなければならない。

代表的な吸水管の種類は表-4.8.7 に示すとおりであり、選定に当たっては下記的基本的事項を考慮する必要がある。

- ①耐圧力及び曲げ強度（物理的強度）      ②耐蝕性（化学的強度）      ③土壌の種類
- ④不同沈下の有無      ⑤暗渠排水組織計画      ⑥施工方法      ⑦気象条件
- ⑧資材入手の市場調査      ⑨経済性      ⑩工期

表-4.8.7 代表的な暗渠排水資材の特徴

管 種	概 要	特 徴
ポリエチレンコルゲート管 （合成樹脂管） 	<ul style="list-style-type: none"> <li>長さ 4m の定尺又は長さ 30m～100m 程度までの巻物。</li> <li>吸水孔はコルゲート凹部の円周上。</li> <li>吸水孔の面積がポリエチレン管（ストレート管）に比べ大きい。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ポリエチレンストレート管に比べ耐圧強度が高い。</li> <li>ポリエチレンストレート管に比べ吸水面積が大きい。</li> <li>硬質塩化ビニル管に比べ低温に強い。</li> <li>硬質塩化ビニル管に比べ軽量。</li> <li>掘削同時埋設や引込み式埋設も可能（巻物の場合）。</li> </ul>
ポリエチレンストレート管 （合成樹脂管） 	<ul style="list-style-type: none"> <li>長さ 4m、口径 50mm 以上各種。</li> <li>肉厚 2mm 以上。</li> <li>吸水孔の面積 15cm<sup>2</sup>/m 以上で均等分布。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>硬質塩化ビニル管に比べ低温に強い。</li> <li>硬質塩化ビニル管に比べ軽量。</li> </ul>
硬質ポリ塩化ビニル管（合成樹脂管） 	<ul style="list-style-type: none"> <li>長さ 2.5m、4m。</li> <li>各種肉厚 1mm～2mm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>素焼土管に比べ軽量。</li> <li>低温及び衝撃に弱い。</li> </ul>
素焼土管 	<ul style="list-style-type: none"> <li>長さ 30cm、45cm。</li> <li>JIS 規格による陶管又はこれに準拠した素焼き土管。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>主に管の継目から吸水。</li> <li>やや重く、衝撃に注意。</li> </ul>

### (3) 疎水材の材料の選定

疎水材は、吸水渠の透水性の確保と吸水管への土砂の流入防止のフィルター機能を持ち、腐食しにくいものを選定しなければならない。これらの資材は、作物に有害な物質や、水質を汚染する物質を溶出するものであってはならない。

疎水材の種類は、有機資材と無機資材に大別される。疎水材としての適合条件としては、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運搬等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。また、作土層に近い部分に使用する疎水材の選定に当たっては、深根性作物の栽培や耕種管理としての心土破碎の施工など、営農や補助暗渠の施工等に十分配慮しなければならない。

各種疎水材の特徴は、表-4.8.8 に示すとおりである。

表-4.8.8 疎水材の特徴

種類	概 要	特 徴	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。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・カントリーエレベーター、ライスセーター等から所定量を入手しやすい。</li> <li>・透水性が大きい。</li> <li>・地下水位変動が大きい場合（飽和状態と乾燥状態とが頻繁に相互する場合）は、腐植（疎水材としての機能が低下）しやすい。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・地域によっては、必要量の確保が困難な場合があることから、事前に土地改良区、JA 等の供給者との調整が必要である。</li> </ul>
木材チップ	地域によって入手が困難な場合もあり、他の材料との経済性を比較して使用を検討する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・疎水材投入と疎水材の厚さ管理が行いやすい。</li> <li>・モミガラに比べ、腐植が進みづらく、耐久性は優れている。</li> <li>・地下水位の状況等により、腐植が進みやすい場合がある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・北海道ではカラマツ等の木材チップの確保が容易で多く使用されている。地域によってはスギ間伐材を利用している例もある。</li> </ul>
碎石	耐久性に優れ、入手が容易であり、他の材料との経済性を比較して使用を検討する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・耐久性に優れている。</li> <li>・目詰まりも少ない</li> <li>・入手が容易である。</li> <li>・施工管理、品質管理が容易である。</li> <li>・単価が比較的高い。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・5～40mm 程度の材料（単粒度碎石等）を使用する。</li> <li>・碎石が作土に混入する可能性があるため、受益者の意向を確認しつつ、他の材料との経済性等の比較も必要。</li> </ul>
その他の材料	貝殻、火山礫（ボラ等）、泥炭マット、瓦等がある。このほか、木炭、竹炭等のいわゆるバイオ炭が、ほ場からの温室効果ガスの削減に寄与する炭素貯留技術として注目されている。		



## 2 吸水渠の深さと間隔

### (1) 吸水渠の深さ

吸水渠の深さは、計画地下水位（常時）に余裕深を加えた深さとする(式(4.8.6))。水田の場合で50～60cm程度、水田の畑利用、畑等の場合で60～80cm程度を目安にする。

$$H = h + d \dots\dots\dots (4.8.6)$$

ここに、 $H$ ：吸水渠の埋設深さ（m）

$h$ ：計画地下水位（m）

$d$ ：余裕高 0.2～0.4（m）

（難透水性土壌・軟弱な地盤 0.2、砂質土壌・砂礫等 0.4、これら以外の土壌 0.3）

### 【参考】浅埋設暗渠技術

地下水位が高い低平地等において、水田汎用化には暗渠排水施設が不可欠であるが、排水路が浅い等の現地条件により、前述の深さ（水田：50～60cm、畑利用：60～80cm）及び勾配（1/100～1/1,000）を満足する暗渠を敷設できない水田も存在する。このような現地条件に対応するため、深さ50cm程度で無勾配を含む、いわゆる浅埋設暗渠技術が開発され、一部地域で普及しており、本工法についても採用を検討する。詳細については第5章【参考】コスト縮減に資する技術に述べる。

## (2) 吸水渠の間隔

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。  
詳細については、計画基準「暗渠排水」を参照する。

- ① 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
- ② 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
- ③ 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。

### 【参考】暗渠間隔決定式による計算

図-4.8.17 に示すような吸水渠の構造と、土壌の排水条件は透水層を作土層に限定し、耕盤より下層の心土層を不透水層として、降雨は作土層を水平に流れて吸水渠に達するモデルを考える。この場合、2本の吸水渠の中央で水面がちょうど地表面に接する定常排水を考えると、暗渠間隔  $S$  は式(4.8.7)と表される。

$$S = 2H \sqrt{\frac{k}{D} \times 86.4} \dots \dots \dots (4.8.7)$$

ここに、 $S$ ：吸水渠の間隔(m)

$H$ ：作土層の厚さ(cm)

$k$ ：吸水渠間隔決定のための透水係数(cm/s)

$D$ ：計画暗渠排水量(mm/d)

※定数 86.4 は単位換算係数である。 $H$ は 10～20cm 程度、 $D$ は水田の場合 10～50mm/d の範囲で 20～30mm/d が標準的な値である。

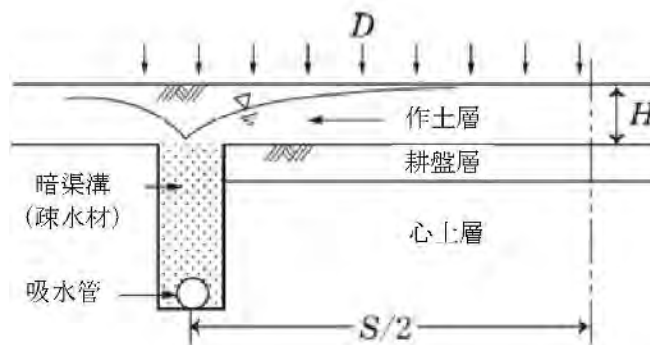


図-4.8.17 吸水渠構造の例

## 1 4.8.7 地下かんがい

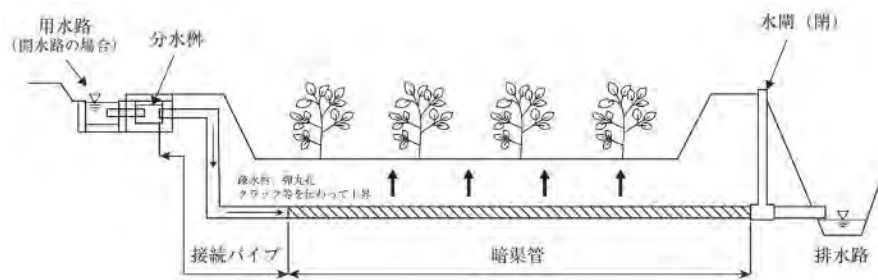
地下かんがいは、地下水位を上昇させることによって作土層に給水したり、毛管上昇作用により作土層の水分を増加させる給水方式である。地下かんがいの実施に当たっては、地下かんがいに適した地形、土壌や水理条件が求められるため、計画に際しては、これらについても十分に調査・把握をしておかなければならない。

### 2 1 地下かんがいの概要

#### 3 (1) 地下かんがいの分類

##### 4 ア 用水利用型

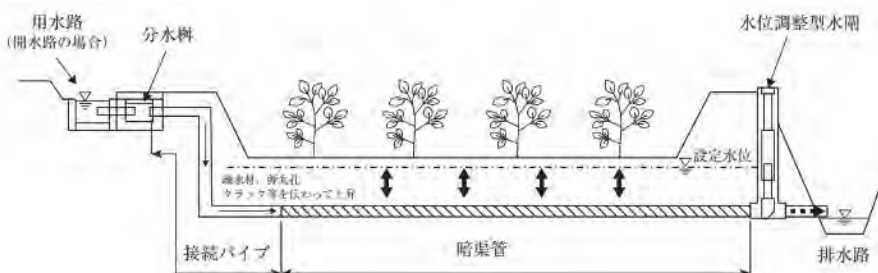
5 水閘を閉め給水量で調整する方式で、自然圧方式と圧送方式に区分される。



6 図-4.8.18 用水利用型

##### 8 イ 用水利用型（地下水位制御）

9 水閘等に地下水位の調整機能を設けることで、ほ場内の地下水位を制御する方式である。

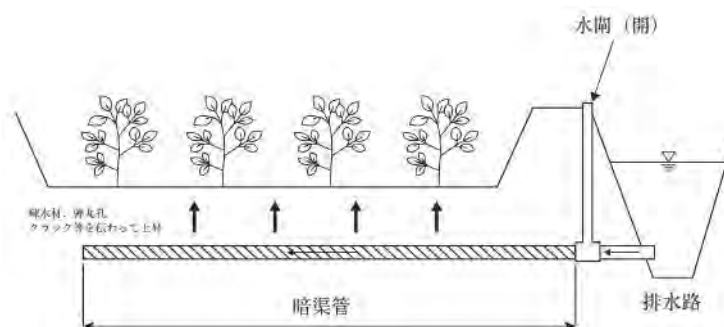


10 図-4.8.19 用水利用型（地下水位制御型）

##### 12 ウ 排水利用型

13 排水路の水位を堰上げて、水位上昇による自然水圧で排水路から暗渠排水に下流から逆流させて

14 かんがいする方式である。



15 図-4.8.20 排水利用型

## 1 (2) 導入効果

- 2 ① 地表かんがいと併用することで、均一なかん水が容易になる。また、地下水位制御機能がある
- 3 場合、土壤水分をある程度調整できるため、乾湿状態が一様になり発芽・苗立ちが均一化し、
- 4 乾田直播栽培の導入が容易になるなど、営農労力の軽減に寄与する。
- 5 ② 転作時、地下水位を制御し一定に保つことで、モミガラ等の疎水材の腐植の防止が期待できる。
- 6 ③ 暗渠排水組織をかんがいにも利用することで、施設の有効利用が図られる。また、地下かんが
- 7 い機能は暗渠管内の洗浄 (4. 8. 9 維持管理 参照) にも活用でき、暗渠の長寿命化を図ることが
- 8 できる。

## 10 2 適地とその条件

11 地下かんがいの実施に当たっては、地下かんがいに効果的な地形、土壤及び水理条件が求められる  
12 ため、十分な調査を行い適地を選定する必要がある。

### 13 (1) 地形条件

14 一般に、平坦な水田地帯では暗渠管下の浸透が、また、傾斜地の水田地帯では畦畔を横切って下部  
15 の水田へ至る浸透が、地下かんがいの効果や効率性に影響する主要な要因と考えられる。特に、隣接  
16 ほ場との間に段差があると水の流出移動が生じることから、ほ場間の段差を少なくするとともに、  
17 ほ区単位で栽培する作物を団地化することが望ましい。ほ場間の段差や畦畔からの浸透が大きい場  
18 合には、遮水シートの活用や畦塗りなどの対策が効果的である。

### 19 (2) 土壤条件

20 地下かんがいは、敷設した暗渠管から作土層に水を供給するものであるから、暗渠管から土中に  
21 浸入した水が暗渠管より上方にある土層中に効率よく移動することが求められる。したがって、管  
22 より下方の土層は、上方の土層に比べ透水性が低くなければならない。また、安定した地下かんがい  
23 を実現する閾値<sup>いきぢ</sup>の目安として、暗渠管理設深の透水係数が  $1 \times 10^{-5} \text{cm/s}$  程度以下であることが研究  
24 機関により提示されている。

25 さらに、作土層の構造（特に間隙や亀裂）がよく発達しており、水の移動が容易であることが望ま  
26 しい。

### 27 (3) 水理条件

28 地下水位が極端に低い場合、地下かんがいの水は暗渠管より下方へ流出し、損失が多くなると考  
29 えられるので、ほ場の地下水位が高い方（地下水位が暗渠管の埋設位置付近又はこれより高いなど）  
30 が暗渠管下方への漏水の懸念は小さい。しかし、深根性の作物等は地下水位が高すぎると湿害を起  
31 こす場合があるので、作物ごとの適正な地下水位を考慮する必要がある。

32 また、地下水位が低くても暗渠管の下方の土層が難透水性であるなどにより、給水されたかんが  
33 い用水による地下水位の上昇が容易ならば、地下かんがいに有利な水理条件といえる。

## 34 3 留意事項

- 36 ① 地下かんがいをより効果的に行うためには、排水路の水位管理や水閘操作の徹底等が重要とな  
37 る。さらに、暗渠管の通水機能を十分に発揮するためには、担い手や水管理組織等の維持管理に  
38 対する関心を高める必要がある。
- 39 ② 土粒子の堆積が懸念される場合は、暗渠管を定期的に清掃することが望ましく、水閘の操作で

容易にフラッシングができるなど、暗渠管を洗浄できる方式の導入も検討するとよい。ただし、暗渠管の配置によっては、洗浄が困難となる場合があるため留意が必要である。

- ③ 地下かんがいとは地表かんがいと比べてかん水時間が長く、土壌の透水性が異なることにより作土層の水分量が不均一な分布となる懸念がある。このため、給水のための本暗渠又は補助暗渠がほ場内に合理的に配置され機能することが重要である。特に大区画のほ場整備において地下かんがいを導入するに当たっては、かん水むらが生じることを防ぐため、切盛施工の際に均一な土壌構造が得られるようにする。
- ④ 将来の営農形態や土地利用計画等を踏まえた上で、暗渠排水管のほか地下水位調整施設等の整備に必要な費用を考慮し、地下かんがい方式等を選定することも重要となる。

#### 4 地下かんがいの事例

用水利用型（地下水位制御）のうち、主に地下水位の制御を目的とした地下かんがいシステムの特徴を以下に示す。

(1) 概要（

(2) 4.8.21 及び図-4.8.22 参照）

この地下かんがいシステムは、暗渠排水と地下かんがいを両立し、地下かんがい時の地下水位制御を可能とする。作物の生育状況に適した地下水位に制御することで、田畑輪換を自在に行うことを主な目的とする。

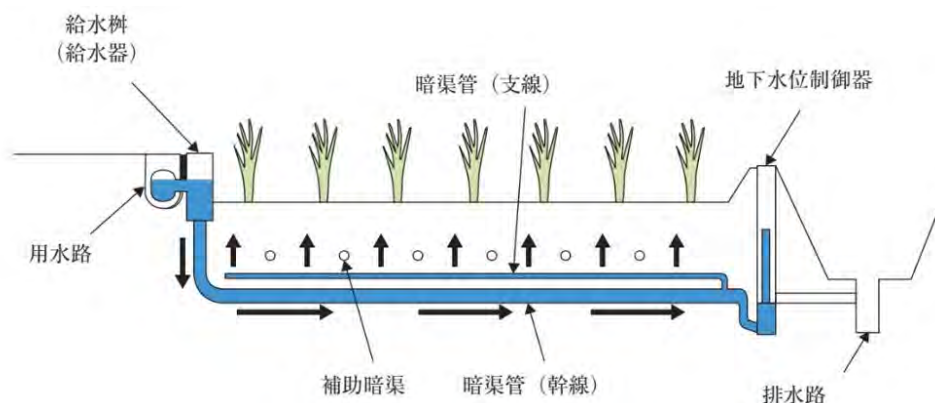


図-4.8.21 主に地下水位の制御を目的とした地下かんがい事例（断面図）

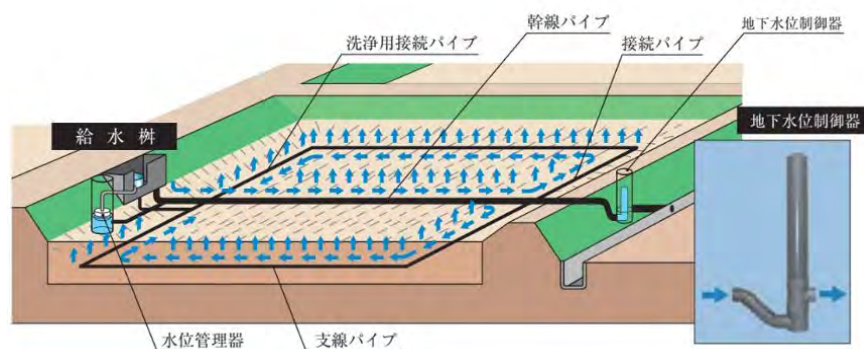


図-4.8.22 主に地下水位の制御を目的とした地下かんがい事例（模式図）

1 (3) 特徴

- 2 ① 本システムは、地下に埋設する管路網、給水桝及び地下水位制御器で構成される。暗渠管は、  
3 中央に幹線パイプ、周囲に支線パイプが配置され、これらは上流部及び下流部で接続されてい  
4 る。幹線パイプの底部は深さ 60cm で水平に配置され、支線パイプは幹線パイプより約 5cm 高  
5 く水平に配置される。これにより、地下かんがい時の用水は幹線・支線の順に送られ、用水に  
6 含まれる泥土等は、主として直径の大きい幹線に沈澱することから、管路内清掃が容易にでき  
7 る仕組みとなっている。
- 8 ② 補助暗渠は、地下かんがいの均一性向上のために配置するもので、深さ 40cm（底部）の位置  
9 に 1m 間隔の配置が標準である。
- 10 ③ 地下水位の制御には、暗渠上流部にフロート式の水位管理者を有する給水桝、下流部に上下に  
11 可動する内筒を有する地下水位制御器が使用される。上流部の給水器の管理水位及び下流部の  
12 地下水位制御器内の筒の高さを調節し、田面の高さより +20 cm（水稻作時）から -30cm の間  
13 で任意の水位を設定することができる。この設定水位を下回れば自動的に給水し、上回れば水  
14 閘の設定水位を越えて自然に排水することで、地下水位の自動制御が可能となっている。この  
15 とき、開水路や自然圧パイプライン地区における給水バルブの位置は、対象田面標高に対し 25  
16 cm 以上の有効動水頭を確保する必要がある。なお、上記の給水桝から直接田面に給水する地  
17 表かんがいにも対応可能である。
- 18 ④ 代かきや降雨後等に耕起や均平作業を行うと不透水層が形成され、機能が低下する懸念がある  
19 ため注意が必要である。

20 (4) 導入効果

21 本システムの導入効果は、次のとおりである。

22 (水稻作時)

- 23 ① 地下水位を一定に維持することで、適度な土壌水分を保ち、無代かき移植や乾田直播が容易と  
24 なる。
- 25 ② 中干し期に落水した場合、田面下 20cm 程度に水位を維持することで水田全体が均一に乾く。
- 26 ③ 中干し後に田面下 10cm 程度で水位を維持することで、田面に水がなくとも根に酸素を供給し  
27 ながら、生育に必要な水を供給することが可能。
- 28 ④ 一定の湛水深を維持できるため、水管理の省力化が可能。

29 (畑作時)

- 30 ① 湿害と干ばつを回避でき、作物の高位安定生産が図られる。
- 31 ② 密な弾丸暗渠施工による高い排水性により、適期の農作業が容易となる。
- 32 ③ モミガラ等の有機質の暗渠疎水材は常時浸水することで腐食が進みにくくなり、耐用年数が長  
33 くなる。
- 34 ④ 畝間かんがいによって生じる病害の回避。

- 1     **【事例】** 地下かんがい施設の導入における隣接ほ場への漏水抑制対策
- 2         砂質土や黒ボク土などで透水性の高いほ場では、下層や畦畔から横方向への漏水が著しく、地下か
- 3     んがいによる給水が困難になる。このような場合には、遮水シートの施工などの対策が必要である。
- 4



写真-3. 8. 1 遮水シートの施工事例<sup>1)</sup>

#### 1 4.8.8 湧水処理

傾斜地は、地形及び地質が複雑なため、湧水による排水不良地が不規則に点在していることが多い。  
このような場合には、湧水処理として特殊な排水対策が必要である。

##### 2 1 湧水処理の要否の判断

##### 3 (1) 湧水処理の意義

4 傾斜地において、山側の畦畔沿いや台地周辺部など、湧水部が地形沿いにある程度予測される場  
5 合には、用水としての利用の有無を確認した上で、暗渠又は明渠形式の捕水渠を法先に施工して排  
6 水する必要がある。

7 また、傾斜地では、地形、地質が複雑であるために不規則に湧水部が存在する場合があるが、その  
8 位置は予測し難く、また区画の整形工事の前後でその位置が変わる場合もある。したがって、画一的  
9 な施工が事実上不可能であるので、工事後のほ場面の様子を観察し、改めて湧水処理として別途排  
10 水対策を講じるのが最も効率的である。

##### 11 (2) 湧水状況・範囲の確認

##### 12 ア 現地調査

13 現地調査により、次の①～③を行うことが重要である。

14 ① 浸透水の流れの方向を確認する。具体的には、除草後、試薬を投入して浸透水の移動速度を  
15 測定する。

16 ② 水稻の青立ちの状況を平面図に記入する。

17 ③ 地区の透水層表面の位置を測定する。

##### 18 イ 排水量及び被圧力の解析

19 現地調査結果に加え、次の①～③に基づき排水量及び被圧力を解析する。

20 ① 測量（地形測量及び縦横断測量）

21 ② 地質調査

22 ③ ①②に基づき調査井を設置し（ha 当たり 2 か所以上）、湧水量の測定を行う。

##### 23 (3) 湧水処理の要否の判定

24 次のような場合には、湧水処理が必要と考えられる。

25 ① 湧水部の湧水量が大きい（水田の場合、落水後に湧水部に囲いを設けて、その部分の水面上  
26 昇速度により湧水量の大小を判断する）。

27 ② 湧水部の地温が低い（水田の場合、湛水状況下でも地温が周辺より低いのが通例である）。

28 ③ 植生不良がある（湧水は冷水のため、植生の種類が周辺と異なる、又は草丈、葉色などに差  
29 が生じている）。

30 ④ 地耐力が極端に低い（湧水が著しい場合、地耐力が低く人間ですら足を取られる場合が多い）。

31



2 湧水の形態

水田における湧水の形態は、被圧力を受けて集中的に湧水する「谷地田湧水」と、上位水田からの浸透水等による被圧力の小さい「棚田湧水」に区分される。

(1) 谷地田湧水

谷地田湧水は、谷地田や旧河川跡に造成された耕地に多く見られる。これらの地域は昔、海及び湖沼などであり、下層土は砂又は砂質土で形成され、その上に浮遊土及び植物遺体が堆積して形成されているものが多い。このため、これらの水田の漏水は、主に台地の地下水が下層に存在する砂層中を流れ、上層の軟弱なヘドロ化した土壌を突き破り、湧水として不規則に発生する。また、その範囲が非常に広いものも見られ、通水層が帯のようになり集中的に発生して湧出するのが特徴である。

(2) 棚田湧水

棚田湧水は、中山間地帯の棚田に多く見られる。この原因は、台地及び上位水田の用水や降雨等が地下水となり下位水田の法先付近に湧出する場合、及び整地工事における切盛によって現況地盤と盛土の間に水みちが生じてその部分から湧出している場合に分けられるが、両者とも被圧力や湧水量も少なく、法先付近が過湿になっていることが多い。

### 3 湧水処理工法

湧水対策に当たっては、湧水の実態を明らかにするため地形、地質及び地下水の水圧分布を事前に十分調査するとともに、関係農家に過去の経緯などを聞き取り、現場に応じた排水方法を選定することが必要である。

湧水経路が明確で、湧水量が多い場合には、次のような工法で通水帯（透水層）から被圧水を直接排除するのが有効である。

- ① 湧水部が深く、狭い場合には、集水井型暗渠が用いられる。
- ② 湧水部が深く、広範囲に点在している場合には、縦型暗渠が用いられる。
- ③ 湧水部が浅く、広い場合には、本暗渠を密に行い、疎水材を十分に使用する工法や、湧水箇所に集水用の木箱を埋設し、導水管によって排水する箱型暗渠が用いられる。

一方、湧水している土層が不明確な場合には、まず本暗渠を設け、その排水状況を把握した上で湧水処理を行うのが基本である。

#### (1) 集水井型暗渠

本工法は、集中的に被圧を受けている湧水や通水帯沿いに発生する湧水の排除に適している。

本工法はいずれも、被圧力を分散させるために広く開削し、ウェルポイント等によって地下水位を低下させ、掘削部を最小限に留めるなどの処置を行う。図-4.8.23のように、有孔ヒューム管（管径 300～1,000mm、孔径 20～30mm、例えば 1,000mm の管でφ 20mm の孔を長さ 1.0m 当たり 75 か所開けた場合、1.0ℓ/s の集水が可能）を横型（図-4.8.23 (a)）又は縦型（図-4.8.23 (b)）に敷設し、採水層の細砂の流出を防ぐため有孔ヒューム管の外側には径 30mm～100mm の砂利（5mm～40mm の碎石等）を 300mm～500mm の厚さで充填する。

集水した湧水は、速やかにある一定の勾配をもって暗渠及び明渠で排水路に排除する。この場合、高低差の関係で自然排除が不可能な場合には、マンホール等を設置しポンプによる排除を検討する。

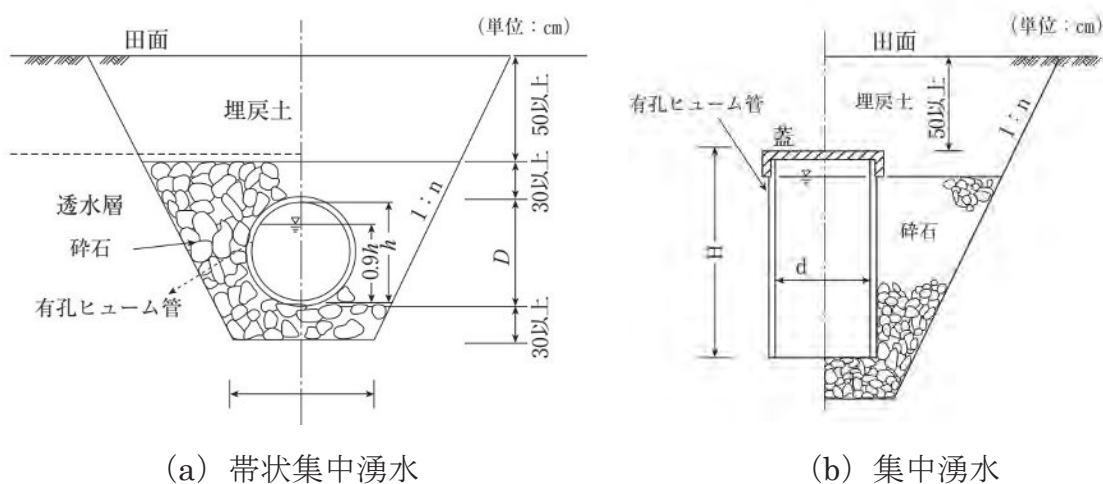


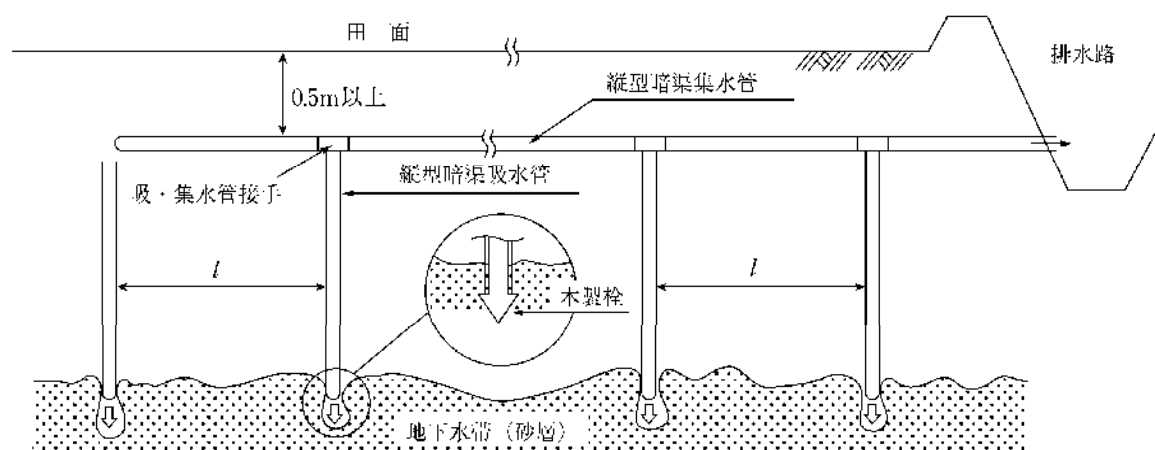
図-4.8.23 集水井型暗渠の施工例

## 1 (2) 縦型暗渠

2 本工法は、広範囲に湧水部が点在している場合に有効で、**図-4.8.24**のように湧水部に縦型暗渠吸  
3 水管を設置し、湧水を集水管によって排水路に処理する方法である。

4 湧水状況を調査するため、調査井戸を掘り湧水量が安定するまでの期間（約1週間）自噴させ、湧  
5 水量・被圧力を田面下0.50～0.60mの位置で2回/日測定し、最大値及び最小値を棄却して、残りの  
6 値の平均値をもって排水量・被圧力を仮定する。

7 仮定した排水量・被圧力に基づき、対象区域及び設計排水量・設計被圧力（余裕を10%程度加え  
8 決定）を解析し、吸水管の間隔・管径及び集水管の管径を定める。

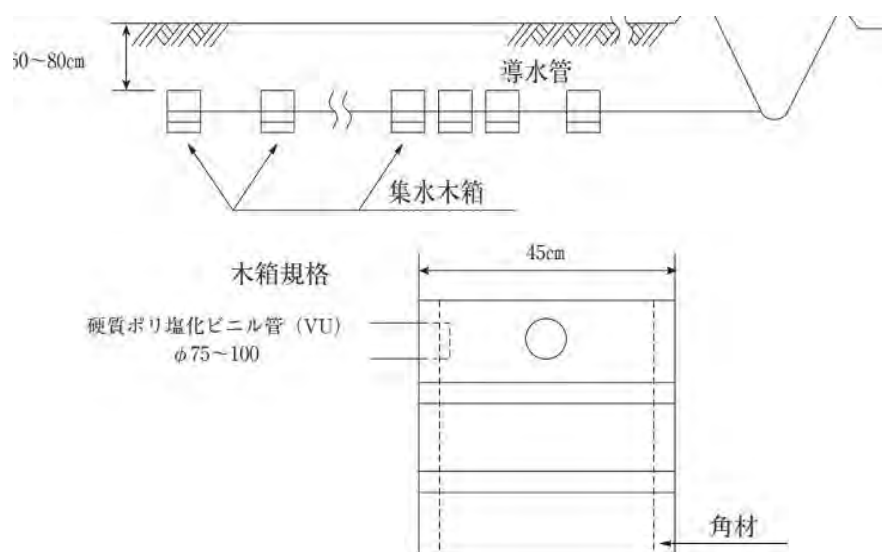


9  
10 **図-4.8.24 縦型暗渠の施工例**

## 11 (3) 箱型暗渠

12 湧水箇所が浅く比較的その部分が軟弱な場合には、箱型暗渠を敷設する（**図-4.8.25**）。また、縦型  
13 暗渠の上に箱型暗渠を載せ、両者の長所を組み合わせる場合もある。

14 まず、集水管を埋設し、自噴箇所に沿って掘削し、箱及び連結管、砕石、モミガラ等を設置する。  
15 箱設置後1～2か月放置して水みちができてから、再度箱の高さを修正し、箱の中の泥を除去し、埋  
16 戻しをする。



17  
18 **図-4.8.25 箱型暗渠の施工例**

#### (4) 法先捕水渠

傾斜地の水田では、上位水田の法先部分が湿潤で排水不良の原因となることや、法面に浸透水が浸出し法面崩壊の原因となることがある。このような場合には、上位水田からの浸透水を遮断し、停滞する地表残留水からの浸透水を迅速に排除できるような特別な捕水渠（法先捕水渠）を設置する必要がある。

法先捕水渠には、明渠と暗渠の形態があり、湧水の形態によってその工法は図-4.8.26（a～c タイプ）のような3種類がある。

- ① a タイプ：上流からの浸透水をできるだけ多く捕水するため、法先直下（1m 以内）に設置する暗渠タイプのもので、設置深さは約 1m 程度と平坦地と比較してやや深く埋設する必要がある。
- ② b タイプ：湧水が多く、法先に土壤侵食が生じている場合に採用される工法で、地表面流出及び浸透水を捕水するために、主に山側の切土法先部に明渠を設けるものである。
- ③ c タイプ：法長が長く、法先付近から湧水により土壤侵食を起こしている場合に採用される工法で、耕区間の畦畔法先への浸透水を捕水するために吸水渠を設けるものである。

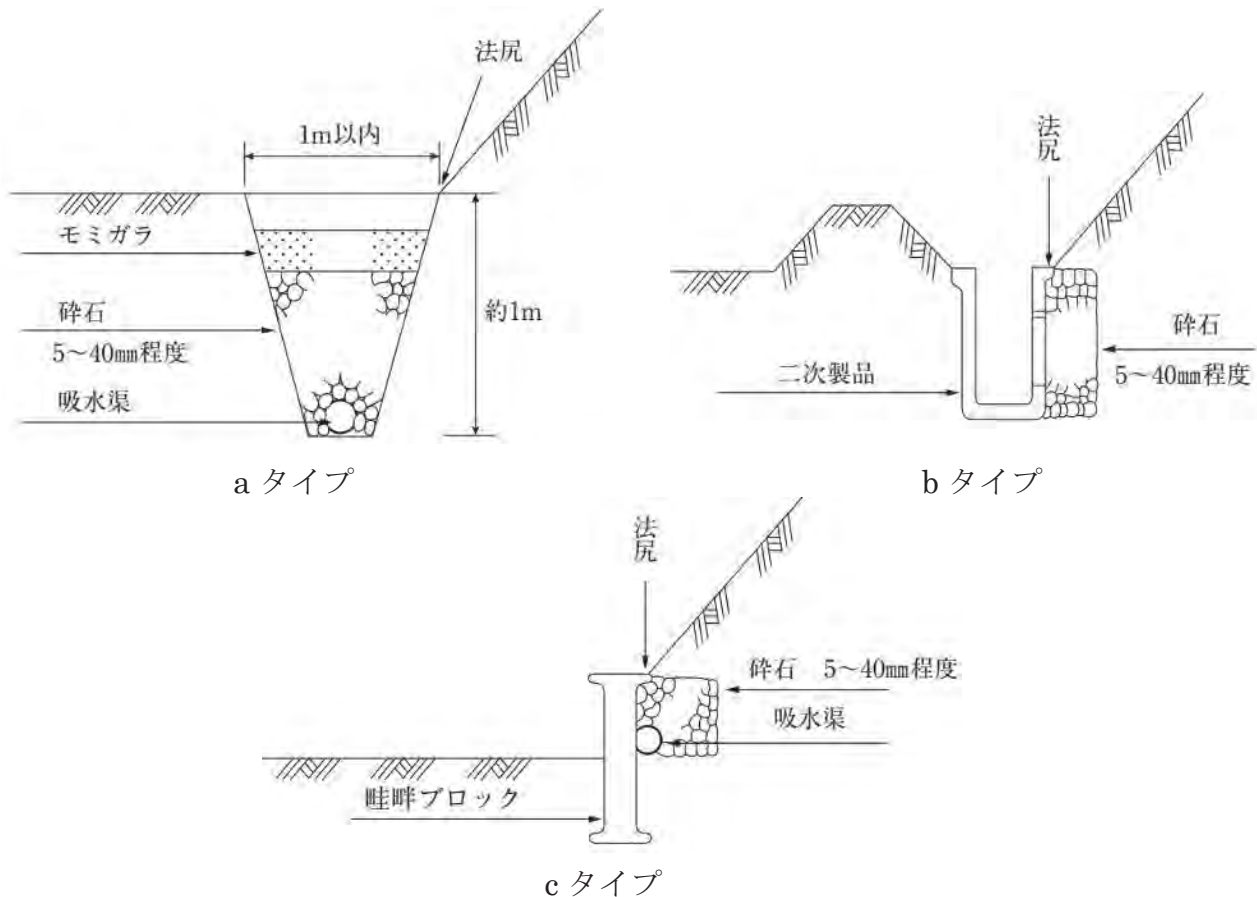


図-4.8.26 法先捕水渠の施工例

1 4.8.9 維持管理

暗渠排水の効果を十分に発揮させるため、暗渠排水組織各部の機能が保持されるよう各施設の保守及び管理を十分に行うことが必要である。

2 1 維持管理の基本

3 暗渠排水の効果を十分に発揮させるためには、以下の事項について実施する必要がある。なお、暗  
4 渠排水工の埋設位置を 3 次元データとして記録しておくことで、今後、埋設位置を確認する際に活用  
5 することができる。

- 6 ① 維持管理が容易に行える構造とする。
- 7 ② 暗渠排水の目的及び諸施設の機能の要点（取扱に対する注意を含む）を関係者に周知徹底させ  
8 る。
- 9 ③ 施設を定期的に巡回して故障、欠陥箇所の早期発見に努める。

10 2 施設の維持管理

11 暗渠排水組織の各施設がそれぞれの機能を保持するよう、維持管理を行うことが必要である。

12 (1) 暗渠の排水口及び排水路の維持管理

13 暗渠の機能を十分に保持するためには、暗渠排水口が排水路の水面上に出ていることが必要である。  
14 また、土砂が堆積し排水路底が上昇することや、排水口が枯草や沈殿物等でふさがれることもある。  
15 このため、排水路の浚渫、除草、清掃等を定期的に行い、適切に管理することが重要である。

16 (2) 暗渠管の維持管理

17 ア 暗渠管の維持管理

18 暗渠管の清掃は、春の代かき前及び秋の落水期の年 2 回程度行うように努める。

19 清掃は、湛水状態から水閘を開放する操作による方法と、動力噴射機に接続したジェットノズル  
20 を暗渠出口から挿入する方法がある（表-4.8.9）。

21 表-4.8.9 暗渠管の清掃方法

方 法	解 説
水閘操作による方法	暗渠機能を持続させるためには、暗渠の出口を泥土で埋没させないよう、維持管理の中で定期的に排水路の泥土を除去し、草刈り等も行う必要がある。併せて、管内の土砂の堆積、水あかの付着を流し出す必要がある。その方法としては、水閘を閉じて暗渠管内に水を十分に貯めてから、水閘を開け、急激に水を流し出す作業を年に数回行う。その際、水閘を数回急激に開閉させ、水の流れに衝撃を与える洗浄が効果的である。
動力噴霧機を利用して暗渠の目詰まりを除去する方法	水の圧送により管内の沈殿物を排除する。導流が可能な立上り管を暗渠管の上流部に設置することが必要である。また、その移動は暗渠管内の水流、ホースの後方からの押し込み力、逆噴射の推力及び暗渠管内に挿入されたロープの引張り力をそれぞれ組合せることにより容易となる。動力噴霧機を利用して暗渠の目詰まりを除去する方法としては、①上流押し込み方式、②ロープ式、③下流押し込み方式、④ホース流下方式がある。（詳細については、計画基準「暗渠排水」参照）

## イ 暗渠の故障とその補修

### (ア) 排水不良

排水口から水の流出が見られないときは、疎水材の目詰まり等の支障が予想される。暗渠の故障等には次のような場合がある。

① 暗渠管及び水閘の閉塞あるいは破損による排水不良

② 疎水材の目詰まり

③ 施工時の不注意による暗渠管の接続部の不連続や、疎水材投入不足による透水性の不良

吸水管の不連続箇所を確認するには、グラスファイバー線（弾力線）を吸水管の出口、立上り管から挿入して、貫通不能な場所を確認する方法が効率的である。ただし、グラスファイバー線の弾力性が大きいことから、梱包状態から解放すると、四方八方へ広がり操作が困難になるため注意する必要がある。また、近年では噴射ノズルにカメラを取付けて管内の堆積状況を確認・洗浄を同時に行う工法も普及している。

### (イ) 疎水材の劣化

疎水材にモミガラを使用した場合、施工後にモミガラの腐植が進行することでその容積が減少し、地表面の下に空洞が発生する場合がある。その空洞が農業機械の走行等で作土に押し潰されると、地表面に穴が開き、暗渠の溝が土で塞がれて暗渠排水が機能しなくなる。また、空洞が発生すると、水田として利用する際に地表面が陥没し、湛水に支障を来したり、農業機械の車輪の踏み抜きが生じたりする場合がある。

更新方法としては、弾丸暗渠の施工により、新たな水みちが発生し、その効果が期待できる場合はこの方法がよいが、弾丸暗渠の施工深よりもモミガラの腐植が進み体積が減少した場合には、吸水渠に直交した方向にトレンチャで掘削し、モミガラを再充填する。

## (3) 水閘の維持管理

### ア 水閘の操作及び管理

① 水閘の閉塞は上流から下流に、開放は反対に下流から上流に向かって行う。同時に数個の水閘を開放すると管内の滞留水によって流量が過大となり、排水が一時管内に滞留し、この部分では流れが緩慢となる。この場合、管内における浮遊物の沈積が促進されるので注意を要する。

② 代かき前の水閘の取り扱いは、用水源の条件（用水が豊富か否か）及び冬季の作付作物の状況によって地域ごとに異なるが、支障のない限りなるべく早く閉じて地下水位の上昇を図り、代かき用水量の節減を図るようにする。また、地下水位を一定に保つことで、モミガラ等の有機資材の腐植化が抑制されることから、暗渠排水の機能保全の観点からは、支障のない限り水閘を閉じることが有効である。

③ 水稻栽培期間に稲の生長に応じて水閘を操作する場合には、水位調節のできるものを用いる必要がある。

## イ 水閘の故障とその補修

① 水閘を閉じたときには場面から水が噴出する場合、暗渠管の接合の不完全又は管の破損と考えられることから、早急に補修する必要がある。

② 水閘が破損していないにもかかわらず、閉じたとき水位が上がらない場合、水閘からの漏水が考えられる。水閘からの漏水には、栓の密着が不十分である場合と水閘管継手から漏水す

1            る場合がある。継手からの漏水に対しては、水閘を掘出し、継手部分を粘土、モルタル等で  
2            巻立て、さらに周囲をよく突き固めることが必要である。

---

5   **引用文献**

- 6        1) 国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構中央農業総合研究センター：水田輪作におけ  
7        る地下水位制御システム活用マニュアル 増補改訂版（平成 28 年 3 月）

8   **参考文献**

- 9        農林水産省農村振興局：土地改良事業計画設計基準・計画「ほ場整備（水田）」（平成 25 年 4 月）  
10       農林水産省農村振興局：土地改良事業計画設計基準・計画「暗渠排水」（平成 29 年 5 月）  
11       原口暢朗、若杉晃介（2016）：水田における暗渠管を利用した地下灌漑に及ぼす下層土の透水性の  
12       影響、農業農村工学会誌、84(3)、p.205-208

