

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

- 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タを使用する。
 - 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は、日雨量日排除により算定して得た排水量とする。
 - 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して得た排水量とする。
 - 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により計画排水量を算定する。
 - 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。

2 自然排水における計画排水量

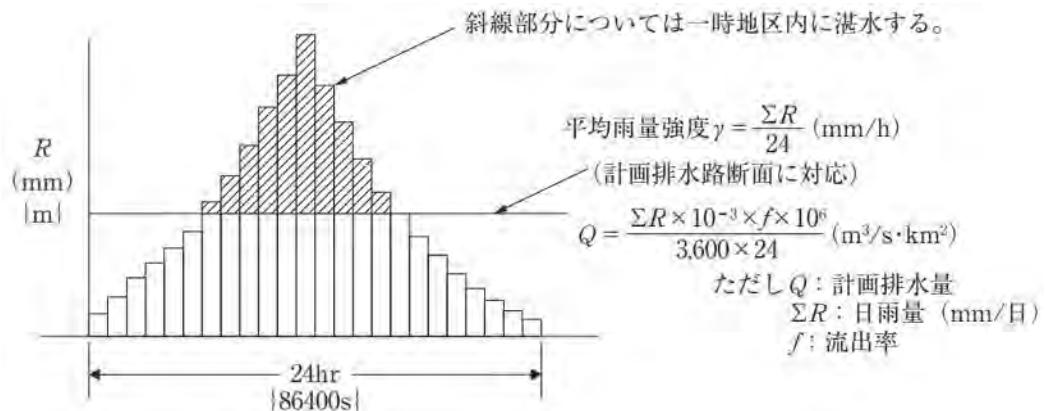
(1) 日雨量日排除

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適用する（図-4.7.1 及び式(4.7.1) 参照）。

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

$\sum R_{24}$: 日雨量 (mm/d)

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)



1

2

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、水田畠利用の場合に適用する（図-4.7.2及び式(4.7.2) 参照）。

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 (mm/4h)

f : ピーク流出係数

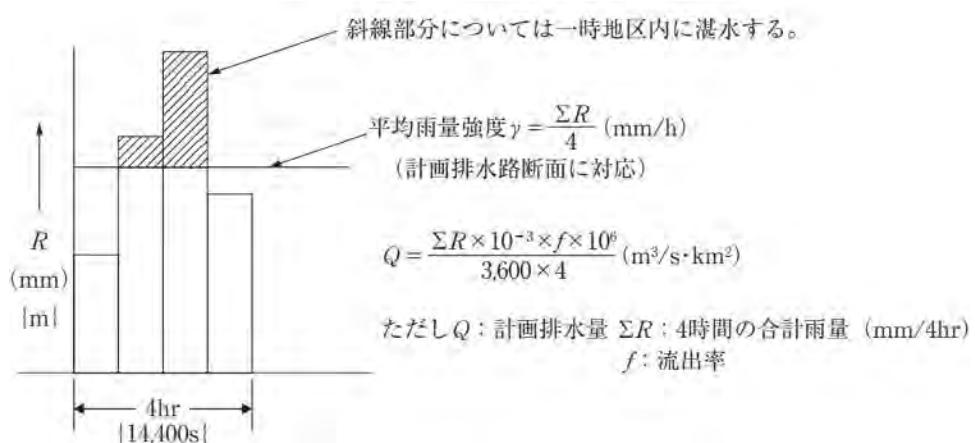


図-4.7.2 4時間雨量4時間排除の考え方

(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、土壤、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。

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 (mm/h)

1 (4) ピーク流出係数

2 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
3 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
4 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。

5

6 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

7 (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
8 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
9 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
10 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。

11

12 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

13

14 3 自然排水ができない場合の計画排水量

15 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
16 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
17 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
18 う必要がある。

19 (1) 作業手順

- 20 ① 計画内水位、計画外水位の決定
21 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
22 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
23 ④ ポンプによる排水量計算及び排水後の湛水状況
24 ⑤ ポンプ等の諸元の決定

25 詳細については、計画基準「排水」を参照する。

1 (2) 許容湛水

2 ア 水稲作の場合

3 許容湛水深は 30cm とし、やむを得ず 30cm を超える場合は湛水時間が 24 時間を超えないも
4 のとする。

5 なお、計画内水位は最低田面標高に許容湛水深をプラスしたものとなるが、これにより事業費
6 や維持管理費が増嵩し不経済となる場合には、計画内水位の設定には十分な検討を要する。

7 イ 水田畑利用の場合

8 畑作物においては原則として湛水を許容しない。ただし、著しく不経済となるときは、湛水を
9 ある程度許容する地域を設定し、その湛水深、湛水時間、作付体系等を十分検討する必要がある。

10 なお、田面の不陸、うね立て等を勘案し、排水解析上 5cm 未満の湛水については湛水がないもの
11 として取り扱う。

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

管路の水理計算は、平均流速公式及びマニング公式を用いて行う。粗度係数及び許容流速は、
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。

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)。

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	$\frac{D}{5}$	

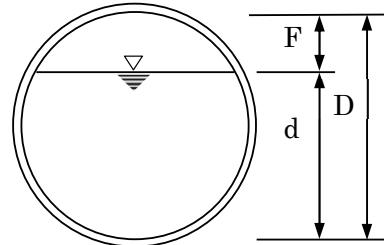


図-4.7.3 管路の通水断面

ここに、 A_1 ：管路の通水断面

A_2 ：取付水路の通水断面

Ψ_1, Ψ_2 ：角度 (rad)

r : 管の半径

1 [一] 現在検討中

2 【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					
B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	
C地区					

イ ボックスカルバー

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)。

ここに、 F_h ：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)

$$\alpha : 0.05 \sim 0.15(m)$$

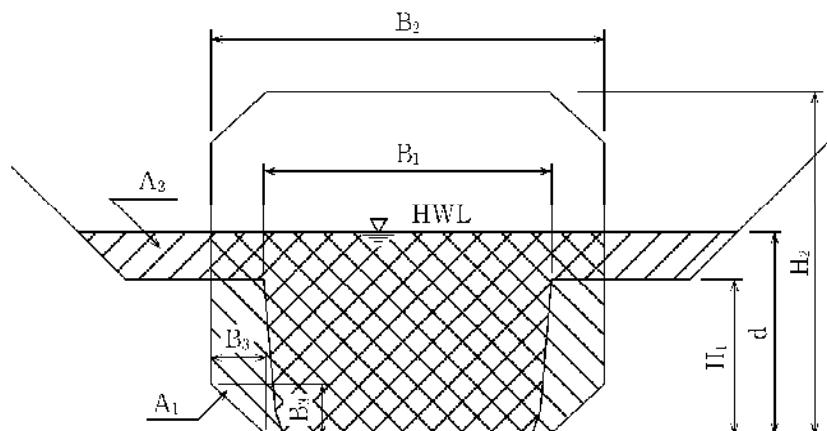


図-4.7.4 ボックスカルバートの通水断面

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

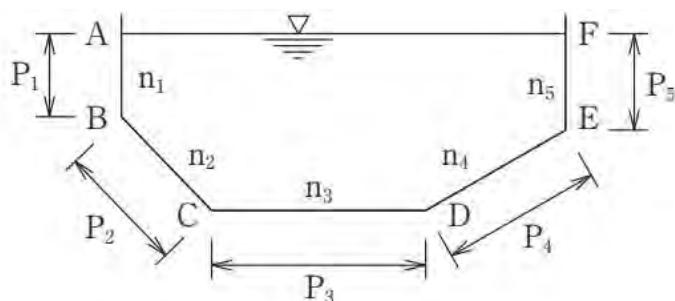
(1) 水理計算

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。



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	ΣP_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当であり、図示のように流積を区分して計算を進める方が適当な場合がある。この場合、区分の境界線は潤辺とみなさない。

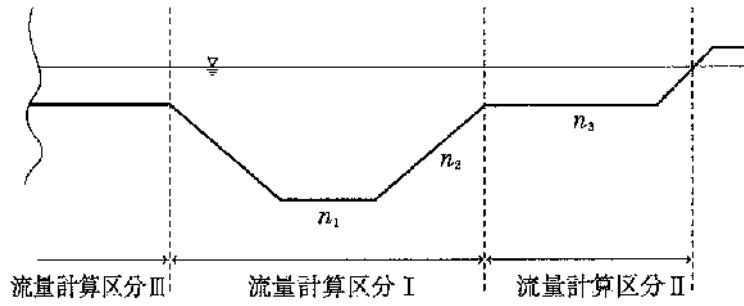


図-4.7.6 流量計算区分図

(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確率排水位が高くならないように留意し、下記により決定する。

① $F_b >$ 盛土高 (原則として30cm以上) ならば盛土余裕高= F_b

② $F_b <$ 盛土高 (原則として30cm以上) ならば盛土余裕高=30cm

F_b or 盛土余裕高(原則として30cm)の大きい方

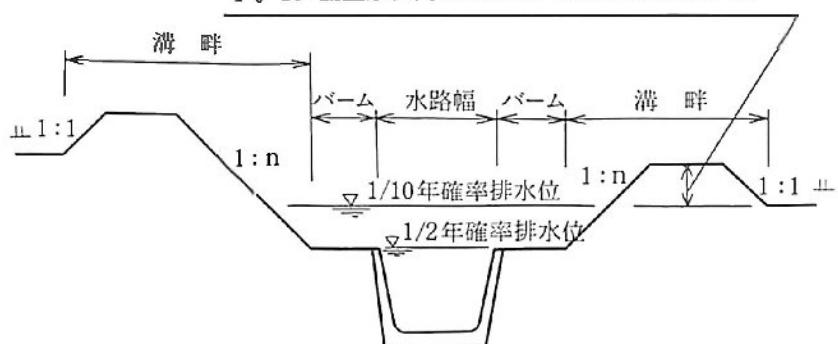
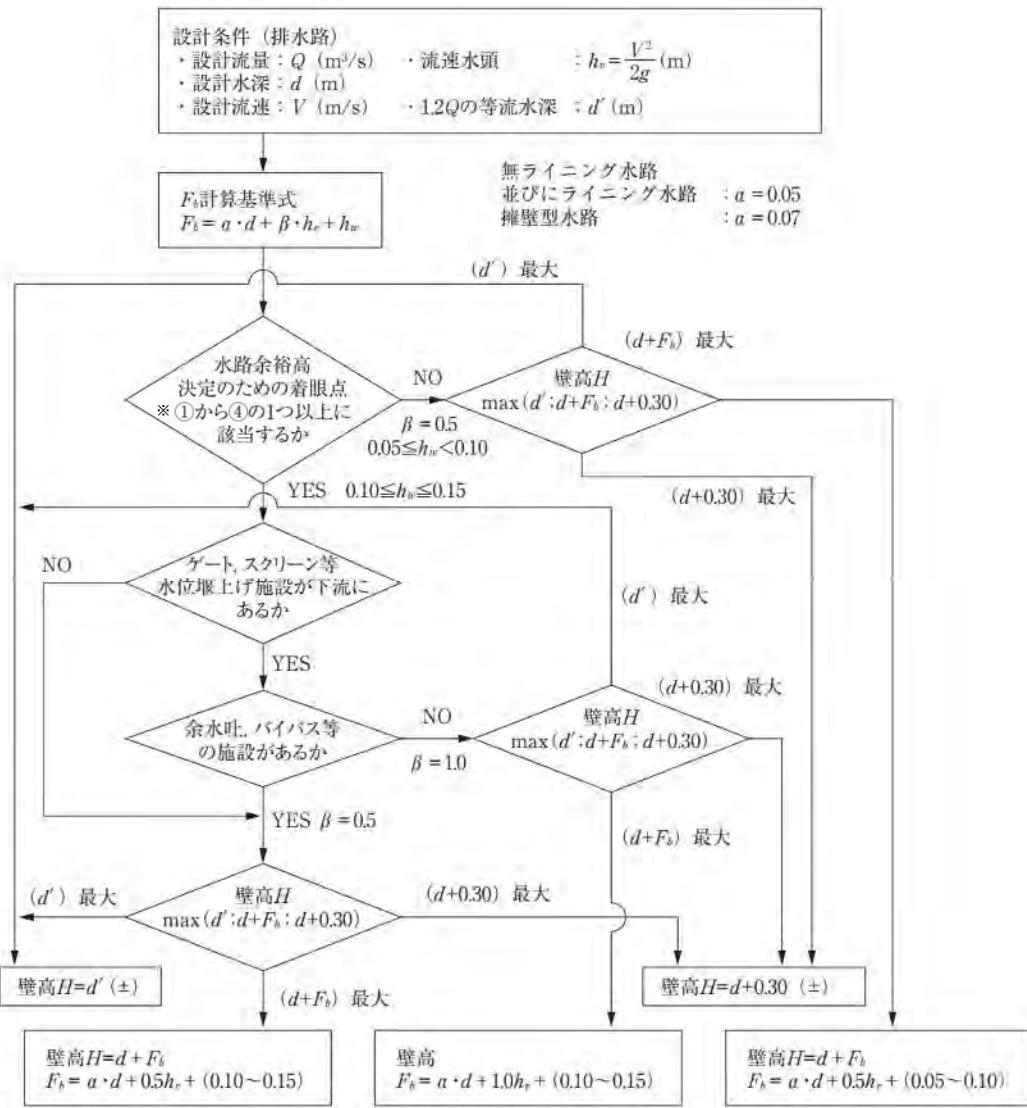


図-4.7.7 排水路(複断面)の余裕高

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。



注1) 水路余裕高決定のための着眼点②, ③の場合で、水理的検討により必要と判断される場合、上式以外により壁高算定を行ってよい。
 2) 小規模の排水路では最小余裕高0.30mを低減することができる。

1

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

3 ※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

4

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

- 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、上流側断面と整合するよう計画する。
- 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）の観点から暗渠を基本とし、現場条件等によりこれにより難い場合は開水路とする。
- 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、維持管理上最小断面を上幅 250mm 程度とする。
- 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。
- 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 以内ごとに支線排水路に接続させることが望ましい。

2 2 水路断面

13 (1) 暗渠工

14 ア 一般事項

- 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。
- 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、施工条件、維持管理から総合的な検討を行い決定する。
- 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。
- 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碎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 ϕ 1,500mm 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。

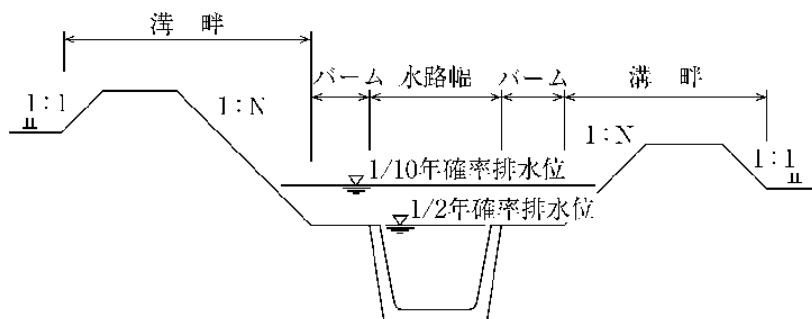
1 (2) 開水路

2 ア 排水路断面

3 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
4 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
5 さが大きくなり、むしろ水路内の土砂上げに苦労することにならないよう、地域の意向等への留意
6 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
7 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
8 討する。



9 (a) 単断面



10 (b) 複断面

11 図-4.7.9 排水路標準断面図

12 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。

13 イ 用排兼用水路の断面

14 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

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 のとおりとする。

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 \geq 排水量	用水量 < 排水量
通常 (低水護岸 の場合)	<p>【①\geq②】 護岸高 : (用水位)+(用水位に対する余裕高)</p> <p>【①<③】</p>	<p>【①<②】 護岸高 : 低水護岸(1/1~1/2年確率排水位)</p>
1/10年排水位まで護岸する場合	<p>【①\geq③】 護岸高 : (用水位)+(用水位に対する余裕高)</p>	<p>【①<③】 護岸高 : (1/10年確率排水位)+(排水位に対する余裕高)</p>

(注) ① (用水位)+(用水位に対する余裕高)

② 1/1~1/2 年確率排水位

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">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。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。
断面	<ul style="list-style-type: none">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。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、田畠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。
構造	<ul style="list-style-type: none">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。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。排水管は$\phi 150\sim\phi 200\text{mm}$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、土壤侵食を防止する底打ちコンクリートの設置を検討する。

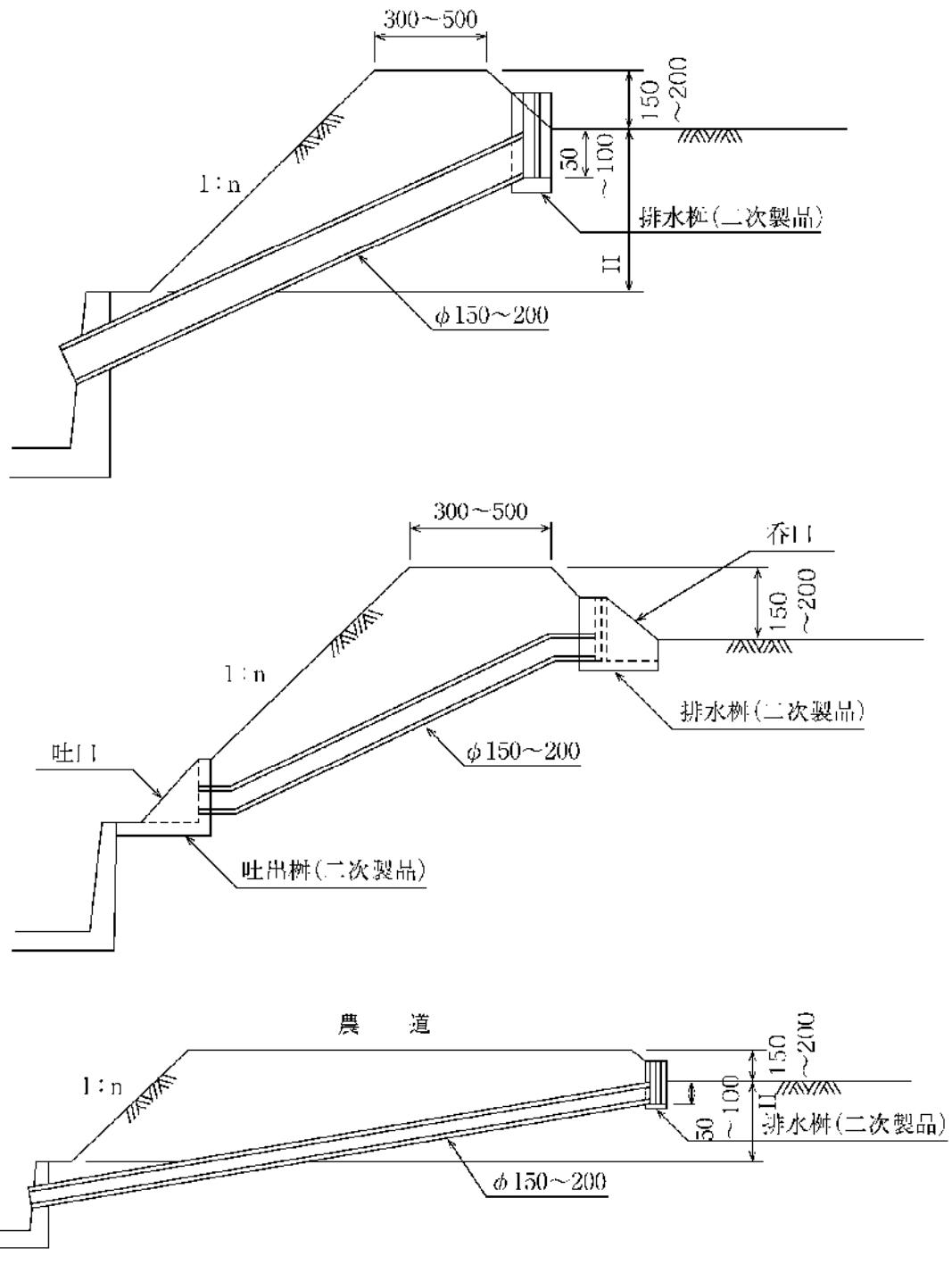


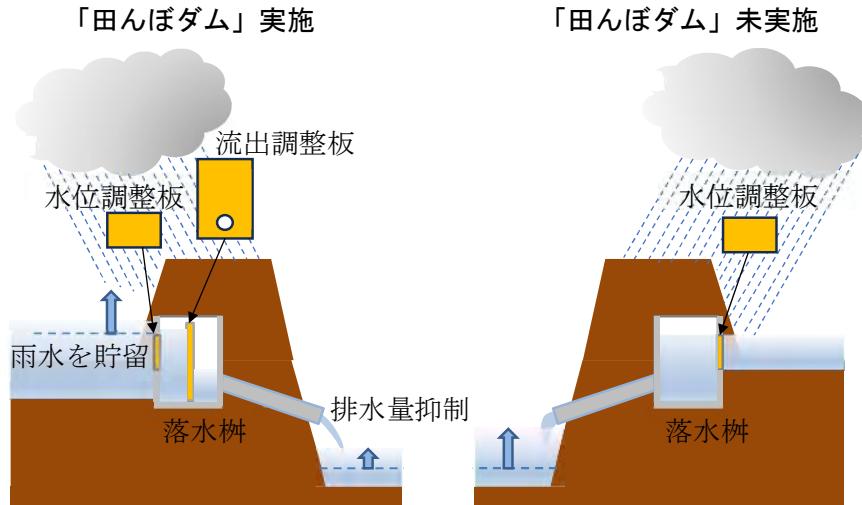
図-4.7.10 落水口標準図

1 【参考】田んぼダムの概要

2 (1) 「田んぼダム」とは

3 「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
4 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。

5 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
6 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
7 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
8 の量、範囲を抑制できる。



20 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

21 (2) 「田んぼダム」の実施に向けた検討

22 「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
23 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
24 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
25 也有効である。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
26 30cm 程度）とする。

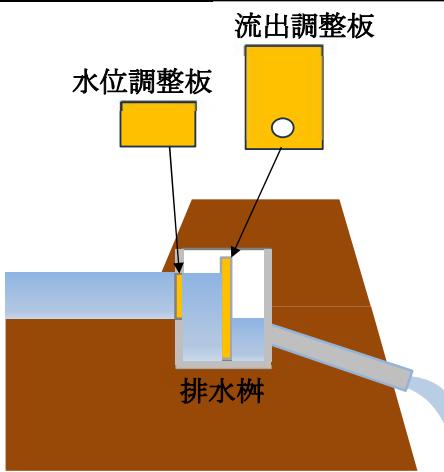
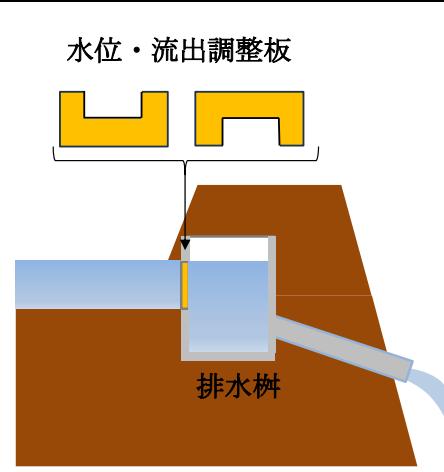
27 また、「田んぼダム」においては、想定する降雨に対して雨水貯留機能を発揮し、貯留した雨水を
28 適切に排水できる落水口が必要である。落水口の流出量調整器具として、水田の水管理を行う通常
29 の堰板と別に、流出量調整器具を設置する「機能分離型」と、水田の水管理を行う通常の堰板に排水
30 量を調整する機能を持たせる「機能一体型」がある。（表-4.7.8 参照）

31 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
32 の状況（排水栓の形式・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。

33 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
34 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
35 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。

36 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
37 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。

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"> 水田の水管理を行う通常の堰板と別に、流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。 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。 機能一体型よりも短時間で排水できる。 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。 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）。 	<ul style="list-style-type: none"> 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。 小さな降雨から貯留機能が発揮される。 機能分離型よりも排水に時間がかかるため、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。 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。

2 2 合流工（開水路）

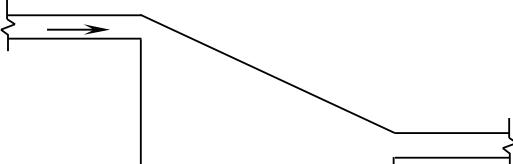
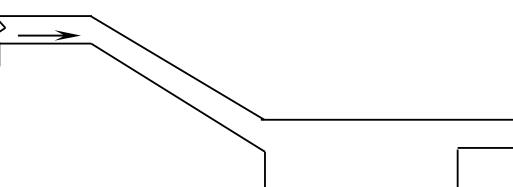
3 開水路の幹線と支線との合流工は、水理的かつ構造的に安全かつ経済的な施設となるよう設計しな
4 ければならない。また、支線水路と小排水路の流入は直角に取り付けるのが一般的であり、合流工に
5 は堰上げ背水等を考慮して流入・流出水路に 10cm 程度落差を設けるとよい。

6 3 落差工（開水路）

7 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
8 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
9 慮して決定する。

10 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
11 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。

13 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		<ul style="list-style-type: none">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。
ショート 式落差工		<ul style="list-style-type: none">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、ショ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。

14
15 4 安全施設（開水路）
16 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。

1 5 管理施設（管路）

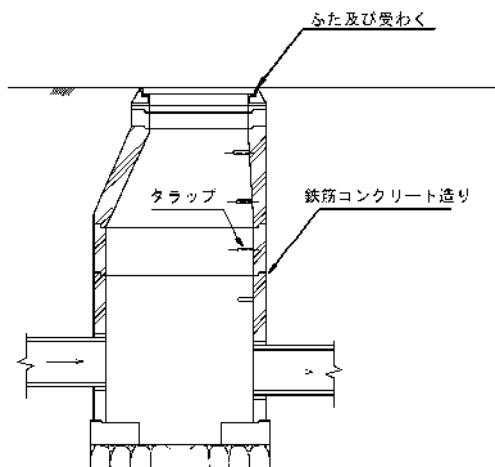
2 (1) 除塵施設

3 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
4 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
5 に除塵スクリーンを設置するものとする。

6 (2) 監査柵（管理孔）

7 監査柵は、管内の点検、清掃、補修等のために必要な場所に設ける。

8 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、監査柵内最高水面上
9 の余裕は 0.5m 程度とする。（図-4.7.12）



10
11 図-4.7.12 監査柵の例

12
13 参考文献

14 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）

15 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）

16 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）

17 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）

18 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）

19 石井敦（2018）：真の低コスト稻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
20 と農業 48、p.26-42

1 4.8 暗渠排水

2 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。

3 暗渠排水の目的は一般に次のとおりである。

4 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。

5 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。

6 ③ 土壌の除塩を図る。

7 ④ 融雪促進、凍上防止、地温の上昇を図る。

8 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が可能となる。

9

10 4.8.1 計画暗渠排水量

11 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。

12 1 水田の場合の計画暗渠排水量の決定方法

13 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 が標準的な値である（表-4.8.1 参照）。

14 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 (2) 類似地調査による方法

16 類似地において実測した排水量一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。

17 (3) 計画排水時間（地表残留水の排除日数）

18 水稲作の場合、農業機械の導入や適正な水管理のため、田面水は 1～2 日以内で排除可能でなくてはならない（表-4.8.2 参照）。

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・碎土作業期	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 水田の畑利用及び畑の場合の計画暗渠排水量

水田の畑利用の場合は、30~50 mm/d が標準的な値である。

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。

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（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。

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。

3 単位計画排水量

(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。

ここに、 q ：単位計画排水量 ($\ell/\text{s} \cdot \text{ha}$)

D : 計画暗渠排水量 (mm/d)

T : 排除日数 (d)

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、作物の生育や土壤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。

1 作物生育と地下水位

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

1 合の地下水位は、作付作物に応じて別途考慮する。

2 2 地耐力と地下水位

3 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^2 以上（地表面下
4 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
5 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
6 である。

7 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 水田の畑利用	〃 40~50cm	〃 50~60cm
そのほか（樹園地等）	〃 50~60cm	〃 60~100cm

8

9 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るとともに、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。

10 1 暗渠排水組織の構成要素

11 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
12 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
13 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。

14 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。

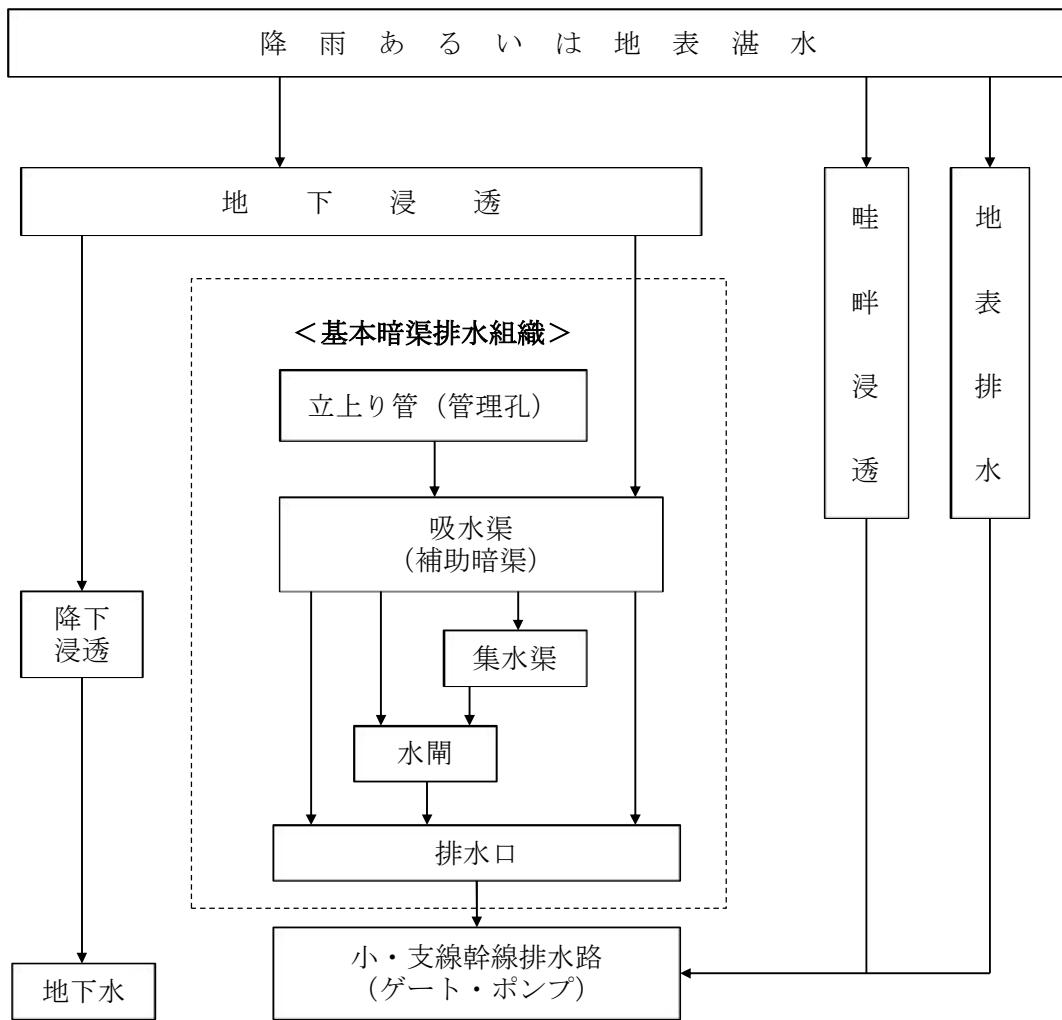


図-4.8.1 暗渠排水組織等の基本概念図

2 吸水渠

吸水渠は、地表残留水や過剰な土壤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。

- 1 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。
- 2 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、
- 3 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
- 4 ールを設けて流勢の減殺及び土砂の沈殿を図る。
- 5 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、
- 6 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
- 7 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。
- 8 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
- 9 性の面から集水渠排水方式を採用する。

10 4 水閘

11 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

12 に設置される。

13 (1) 水閘の形式

14 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

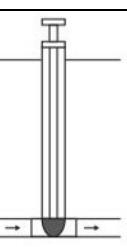
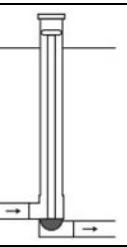
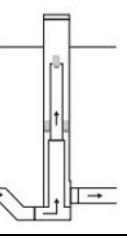
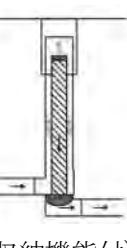
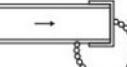
15 通じて暗渠の開閉操作を行うもので、一般に畦畔に設けられる。一方、水栓式の水閘は、暗渠の排水

16 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

17 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。

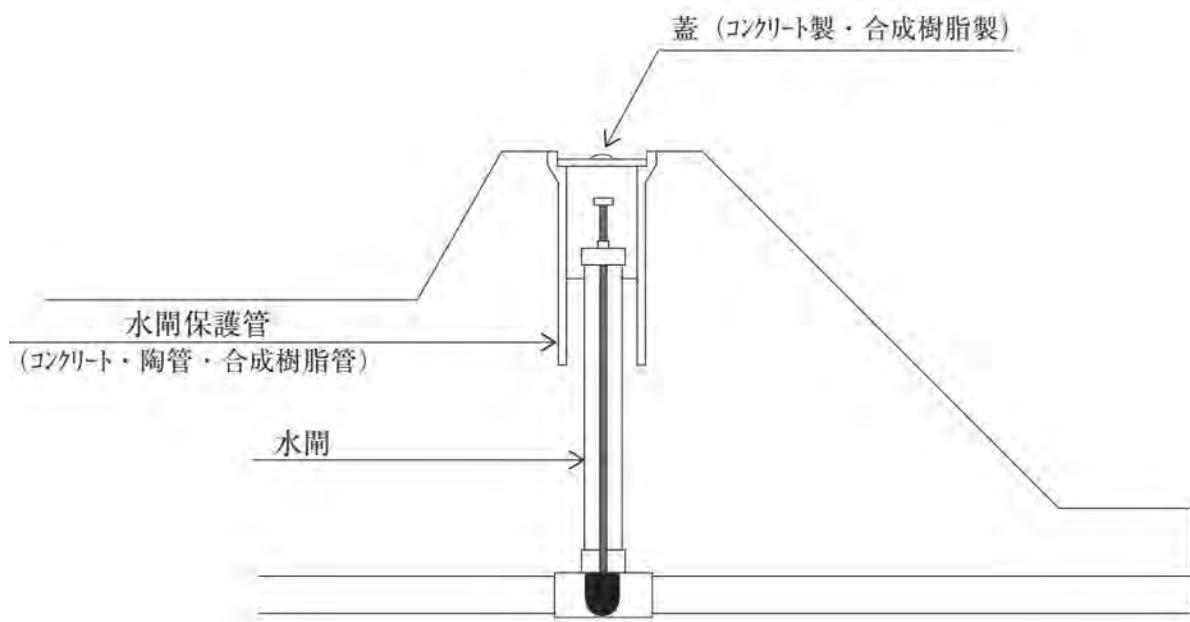
18 各水閘の特徴を表-4.8.4 に示す。

表-4.8.4 各水閘の特徴

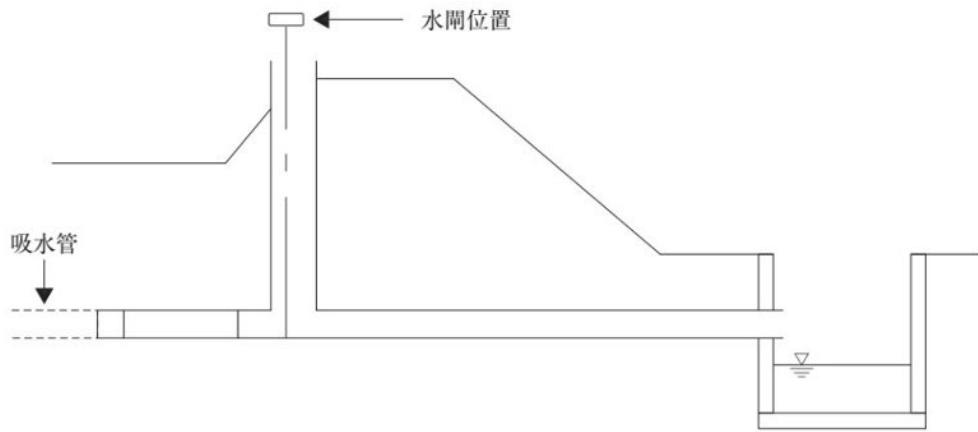
区分	標準構造図	設置場所	材質	操作方法	特徴
堅管式水位調整機能付水閘		主に水平整合箇所に使用	塩化ビニル製	・止水栓の開閉は、差し込み又はねじ込みにより行う。 ・水位調整孔の調節は、孔の開閉により行う。 ・水位調整器の調整は、中筒の上下により行う。	・複数の水田に繋がる暗渠においても、途中で止水ができる。 ・水位調整機能付水閘は、水稻栽培時の深水や畑地利用時等の地下水位調整ができる。 ・収納機能付水閘は、畦畔の草刈り作業や農業機械等の旋回等の障害にならない。 ・収納機能付水閘以外は、立上り部が地上に出ていたため、畦畔の草刈り作業や農業機械等の旋回等による破損に注意しなければならない。 ・水栓式と比べてコストが高い。
		主に傾斜地の中間に使用			
		水位の定位制御を要する箇所に使用			
		水位調整が無段階で可能。田面から + 20 ~ - 30cm			
		水位調整が無段階で可能。田面から + 20 ~ - 30cm (収納機能付)			
水栓式水閘		暗渠末端の排水口に使用	・塩化ビニル製 ・ポリエチレン製	ねじ込み式でキャップの開閉により操作する。	・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。 ・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、通水阻害を起こすおそれがある。 ・鎖、パッキンがとれやすい。 ・補修が容易である。 ・堅管式と比べコストが安い。

1 (2) 水閘の設置位置

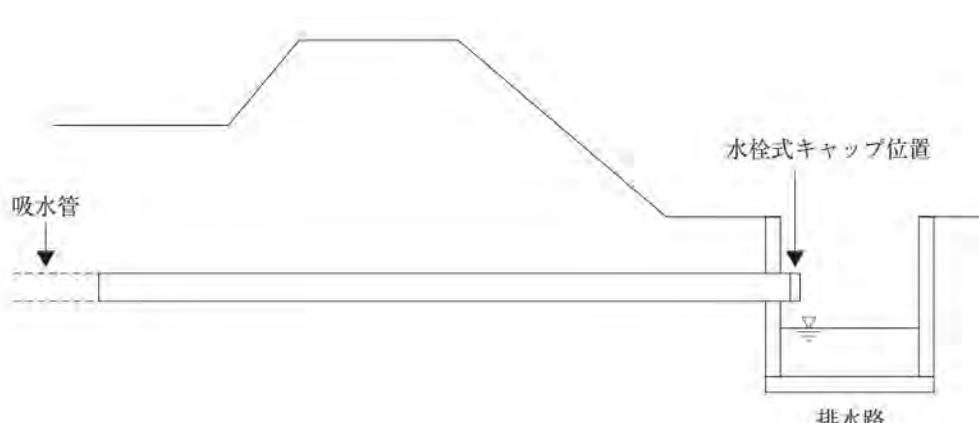
- 2 ① 水閘は排水の調節を一括して行う単位面積ごとに設けられるが、継続した水田の畑利用が進め
3 られる場合には、耕区ごとに排水調節が必要となるため、耕区単位に水閘を設置するのが一般的である。
- 4 ② 堅管式水閘は、農業機械との接触や草刈り等の畦畔管理によって破損、損傷する事例が多い。
5 したがって、対応策としては、担い手への注意喚起とともに、農業機械の走行に支障のない位
6 置への設置、地上部にコンクリート管等の保護管（図-4.8.2 参照）を設けること、また、地上
7 部に出さない構造とするなどの工夫も有効である。小排水路の暗渠化や農道ターン方式を採用
8 する場合においては、水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
9 業機械の作業性から検討する必要がある。
- 10 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
11 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
12 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。
- 13 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
14 管を用いる（図-4.8.3 参照）。
- 15



18 図-4.8.2 水閘保護管



1 (a) 堅管式水閘
2
3



4 (b) 水栓式水閘
5
6

7
8
9
10
11
12
13
14
15
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）。

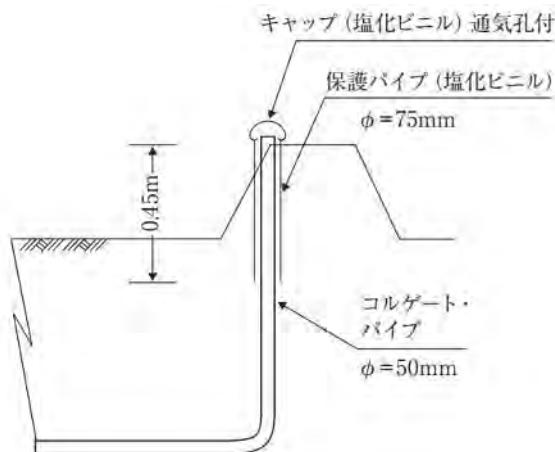
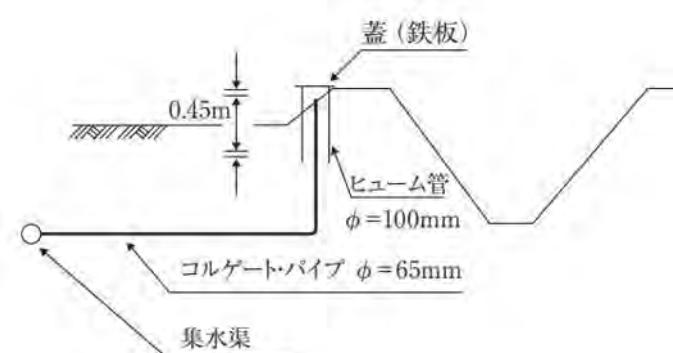


図-4.8.4 吸水渠における立上り管の施工例

1
2
3

(a) 側面図



(b) 平面図

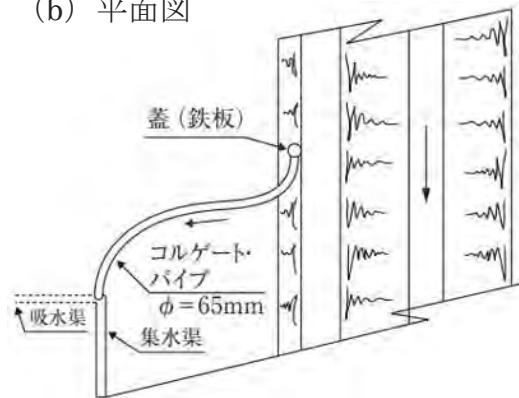
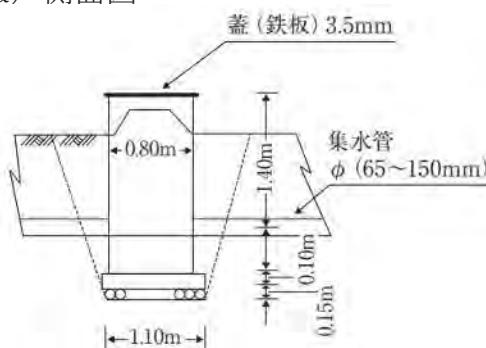


図-4.8.5 集水渠における立上り管の施工例

4
5
6

(a) 側面図



(b) 平面図

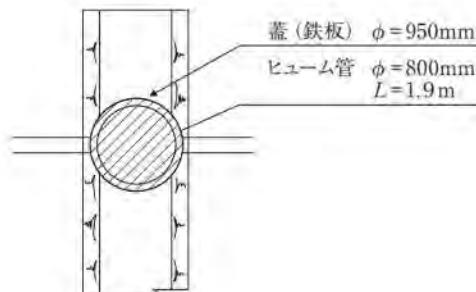


図-4.8.6 マンホールの施工例

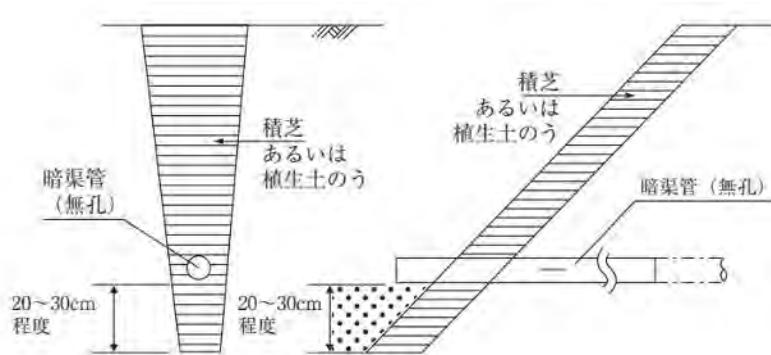
6 排水口

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。

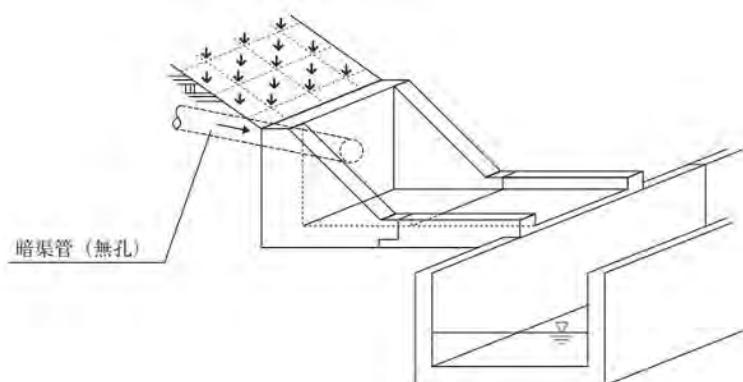
② 一般に、排水口下端の高さは、幹線排水路等においてはかんがい期の常時流量の水位から少な

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。

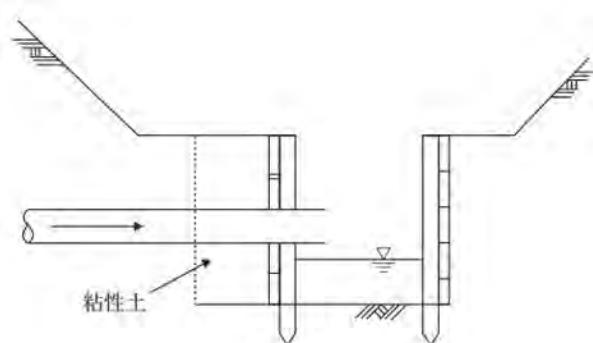
③ 排水口の周辺部は特に入念に埋戻し、突固め、土羽打ちを行い、排水路本線の流水又はほ場の湛水によって崩壊しないようする。排水口を幹・支線排水路や河川等に設置する場合、排水口付近に護岸工が必要な場合もある（図-4.8.7 参照）。



(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

1 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。水田又は田畠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。

2 1 吸水渠の配置

3 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）。

5 (1) 横走式

6 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。

7 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
8 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
9 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° 変わるため、吸水渠
10 に勾配がない（1/600 程度未満）場合は集水しにくい。

11 (2) 縦走式

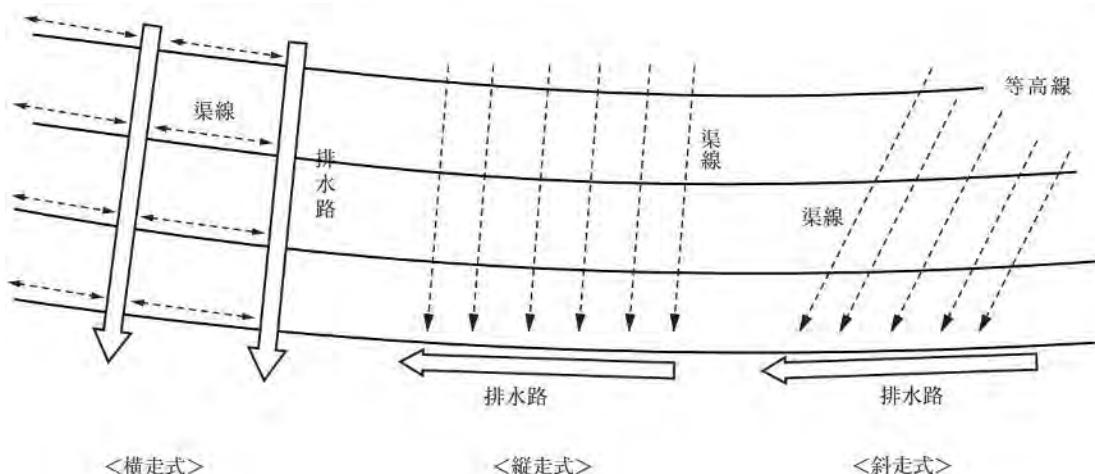
12 渠線を等高線に対して直角に、すなわち地下水、浸透水の流れの方向に配置する方式である。

13 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
14 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。
15 また、傾斜地で難透水性ではない土壤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、
16 土砂の流失や侵食を誘発するおそれがある。

17 (3) 斜走式

18 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
19 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
20 えないため、特に地形的に適切な場合以外は用いられず、畠や樹園地などで適用されることが多い。

21



22 23 図-4.8.8 配置方式の分類

1 2 暗渠排水の調節方式

2 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
3 る。

4 3 暗渠配置の関連事項

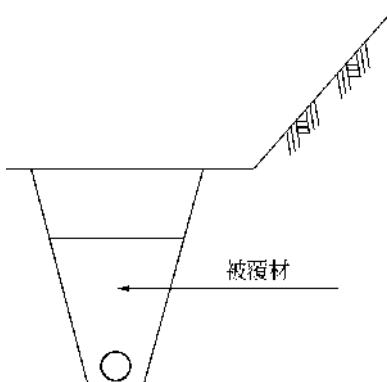
5 (1) 地表排水との関連

6 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
7 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
8 減じ、迅速な排水を促すことが期待できる。

9 (2) 捕水渠

10 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
11 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。

12 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
13 せることが有効である。



14 15 図-4.8.9 捕水渠の断面

16

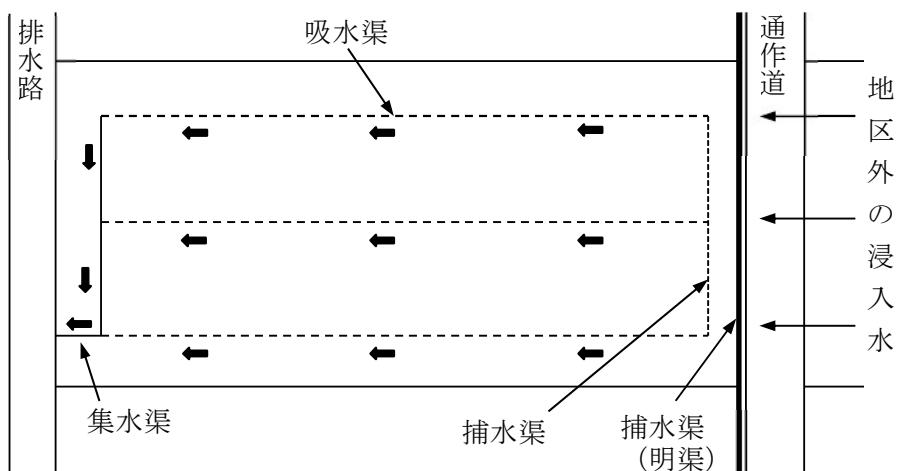


図-4.8.10 捕水渠、吸水渠、集水渠の配置例

1 (3) 吸水渠

2 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
3 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
4 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。

5 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配置には注意を払う必要がある。

6 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。

7 (4) 補充工事

8 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
9 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、
10 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
11 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
12 やすいようにしておくことが必要である。

13 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
14 とする。

15 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
16 直角方向に配置すると効果的である。

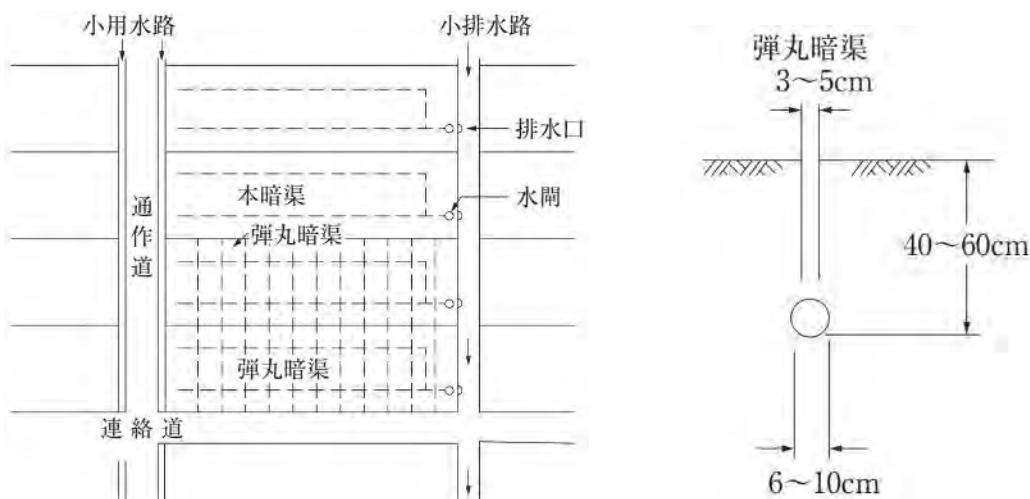


図-4.8.11 本暗渠と補助暗渠の組合せ設置例

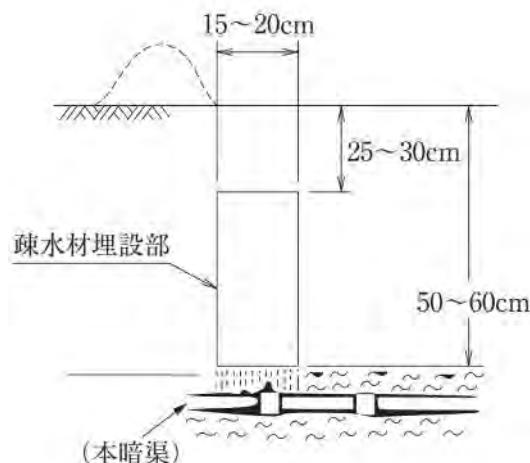


図-4.8.12 疎水材埋設暗渠

1 (5) 大区画水田における暗渠排水組織

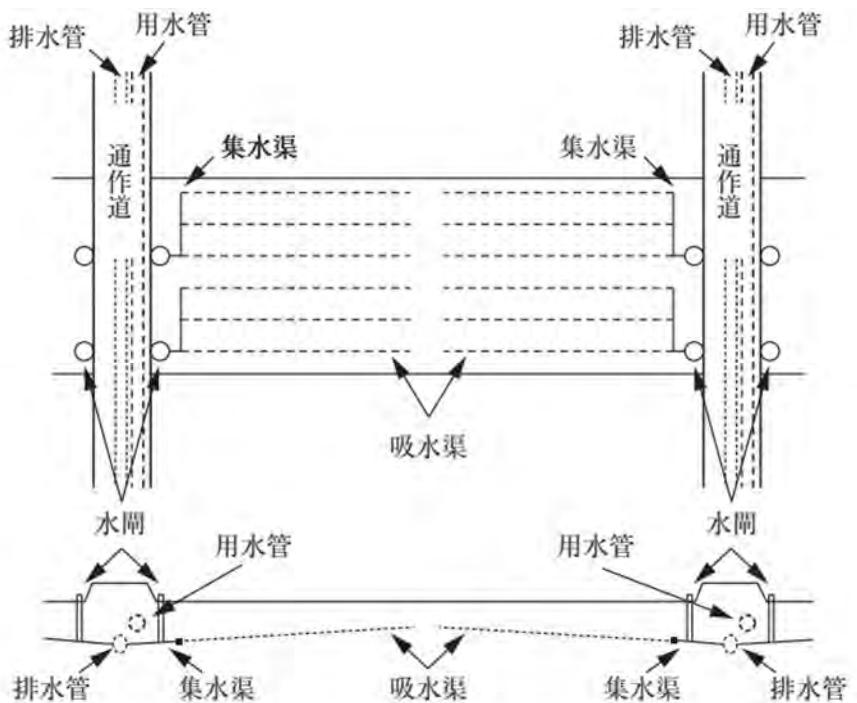
2 担い手等の農作業の負担軽減・安全確保や、営農形態の変化に対応した水利用の高度化を図るために、大区画化等に伴う施設の合理化に加え、地下かんがいの導入等が進んでいる。

3 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。

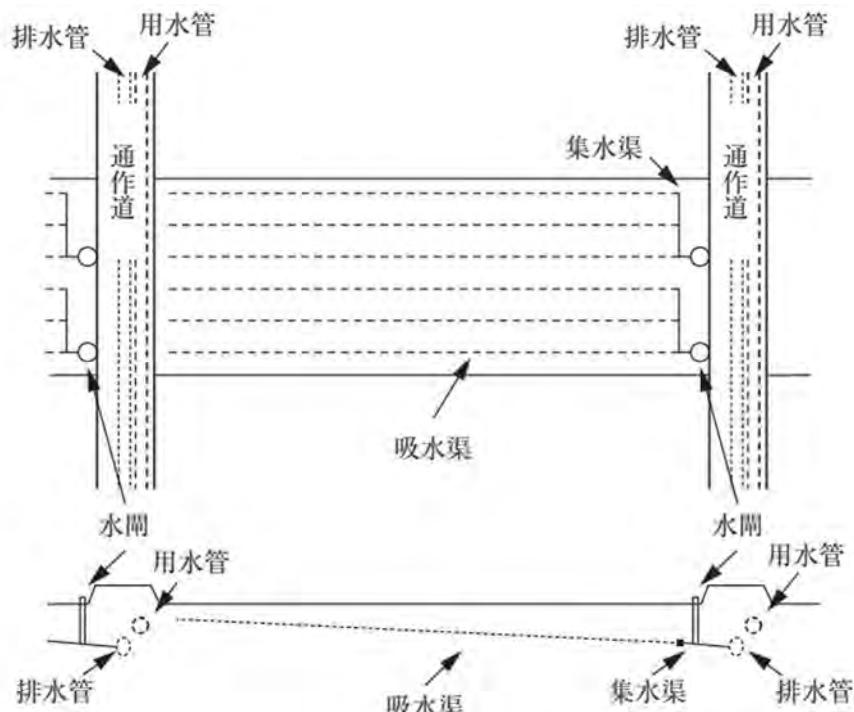
4 ② 図-4.8.13 のように、ほ場間にある小排水路を通作道下に暗渠化し、両側排水することで吸水渠の延長が短くなり、乗用トラクタ等の機械作業時に障害となる水閘、地表排水口等を整理統合することが可能である。また、暗渠化により地上部が水田又は道路に利用でき、ほ場整備による敷地の有効活用が図られる。さらに、暗渠排水組織と組み合わせて地下かんがいの給水路として利用することも可能である。

5 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）。

6 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。



20 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）



1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100
101
102
103
104
105
106
107
108
109
110
111
112
113
114
115
116
117
118
119
120
121
122
123
124
125
126
127
128
129
130
131
132
133
134
135
136
137
138
139
140
141
142
143
144
145
146
147
148
149
150
151
152
153
154
155
156
157
158
159
160
161
162
163
164
165
166
167
168
169
170
171
172
173
174
175
176
177
178
179
180
181
182
183
184
185
186
187
188
189
190
191
192
193
194
195
196
197
198
199
200
201
202
203
204
205
206
207
208
209
210
211
212
213
214
215
216
217
218
219
220
221
222
223
224
225
226
227
228
229
230
231
232
233
234
235
236
237
238
239
240
241
242
243
244
245
246
247
248
249
250
251
252
253
254
255
256
257
258
259
259
260
261
262
263
264
265
266
267
268
269
270
271
272
273
274
275
276
277
278
279
280
281
282
283
284
285
286
287
288
289
289
290
291
292
293
294
295
296
297
298
299
300
301
302
303
304
305
306
307
308
309
310
311
312
313
314
315
316
317
318
319
319
320
321
322
323
324
325
326
327
328
329
329
330
331
332
333
334
335
336
337
338
339
339
340
341
342
343
344
345
346
347
348
349
349
350
351
352
353
354
355
356
357
358
359
359
360
361
362
363
364
365
366
367
368
369
369
370
371
372
373
374
375
376
377
378
379
379
380
381
382
383
384
385
386
387
388
389
389
390
391
392
393
394
395
396
397
398
399
400
401
402
403
404
405
406
407
408
409
409
410
411
412
413
414
415
416
417
418
419
419
420
421
422
423
424
425
426
427
428
429
429
430
431
432
433
434
435
436
437
438
439
439
440
441
442
443
444
445
446
447
448
449
449
450
451
452
453
454
455
456
457
458
459
459
460
461
462
463
464
465
466
467
468
469
469
470
471
472
473
474
475
476
477
478
479
479
480
481
482
483
484
485
486
487
488
489
489
490
491
492
493
494
495
496
497
498
499
500
501
502
503
504
505
506
507
508
509
509
510
511
512
513
514
515
516
517
518
519
519
520
521
522
523
524
525
526
527
528
529
529
530
531
532
533
534
535
536
537
538
539
539
540
541
542
543
544
545
546
547
548
549
549
550
551
552
553
554
555
556
557
558
559
559
560
561
562
563
564
565
566
567
568
569
569
570
571
572
573
574
575
576
577
578
579
579
580
581
582
583
584
585
586
587
588
589
589
590
591
592
593
594
595
596
597
598
599
600
601
602
603
604
605
606
607
608
609
609
610
611
612
613
614
615
616
617
618
619
619
620
621
622
623
624
625
626
627
628
629
629
630
631
632
633
634
635
636
637
638
639
639
640
641
642
643
644
645
646
647
648
649
649
650
651
652
653
654
655
656
657
658
659
659
660
661
662
663
664
665
666
667
668
669
669
670
671
672
673
674
675
676
677
678
679
679
680
681
682
683
684
685
686
687
688
689
689
690
691
692
693
694
695
696
697
698
699
700
701
702
703
704
705
706
707
708
709
709
710
711
712
713
714
715
716
717
718
719
719
720
721
722
723
724
725
726
727
728
729
729
730
731
732
733
734
735
736
737
738
739
739
740
741
742
743
744
745
746
747
748
749
749
750
751
752
753
754
755
756
757
758
759
759
760
761
762
763
764
765
766
767
768
769
769
770
771
772
773
774
775
776
777
778
779
779
780
781
782
783
784
785
786
787
788
789
789
790
791
792
793
794
795
796
797
798
799
800
801
802
803
804
805
806
807
808
809
809
810
811
812
813
814
815
816
817
818
819
819
820
821
822
823
824
825
826
827
828
829
829
830
831
832
833
834
835
836
837
838
839
839
840
841
842
843
844
845
846
847
848
849
849
850
851
852
853
854
855
856
857
858
859
859
860
861
862
863
864
865
866
867
868
869
869
870
871
872
873
874
875
876
877
878
879
879
880
881
882
883
884
885
886
887
888
889
889
890
891
892
893
894
895
896
897
898
899
900
901
902
903
904
905
906
907
908
909
909
910
911
912
913
914
915
916
917
918
919
919
920
921
922
923
924
925
926
927
928
929
929
930
931
932
933
934
935
936
937
938
939
939
940
941
942
943
944
945
946
947
948
949
949
950
951
952
953
954
955
956
957
958
959
959
960
961
962
963
964
965
966
967
968
969
969
970
971
972
973
974
975
976
977
978
979
979
980
981
982
983
984
985
986
987
988
989
989
990
991
992
993
994
995
996
997
998
999
1000
1001
1002
1003
1004
1005
1006
1007
1008
1009
1009
1010
1011
1012
1013
1014
1015
1016
1017
1018
1019
1019
1020
1021
1022
1023
1024
1025
1026
1027
1028
1029
1029
1030
1031
1032
1033
1034
1035
1036
1037
1038
1039
1039
1040
1041
1042
1043
1044
1045
1046
1047
1048
1049
1049
1050
1051
1052
1053
1054
1055
1056
1057
1058
1059
1059
1060
1061
1062
1063
1064
1065
1066
1067
1068
1069
1069
1070
1071
1072
1073
1074
1075
1076
1077
1078
1079
1079
1080
1081
1082
1083
1084
1085
1086
1087
1088
1089
1089
1090
1091
1092
1093
1094
1095
1096
1097
1098
1099
1100
1101
1102
1103
1104
1105
1106
1107
1108
1109
1109
1110
1111
1112
1113
1114
1115
1116
1117
1118
1119
1119
1120
1121
1122
1123
1124
1125
1126
1127
1128
1129
1129
1130
1131
1132
1133
1134
1135
1136
1137
1138
1139
1139
1140
1141
1142
1143
1144
1145
1146
1147
1148
1149
1149
1150
1151
1152
1153
1154
1155
1156
1157
1158
1159
1159
1160
1161
1162
1163
1164
1165
1166
1167
1168
1169
1169
1170
1171
1172
1173
1174
1175
1176
1177
1178
1179
1179
1180
1181
1182
1183
1184
1185
1186
1187
1188
1189
1189
1190
1191
1192
1193
1194
1195
1196
1197
1198
1199
1200
1201
1202
1203
1204
1205
1206
1207
1208
1209
1209
1210
1211
1212
1213
1214
1215
1216
1217
1218
1219
1219
1220
1221
1222
1223
1224
1225
1226
1227
1228
1229
1229
1230
1231
1232
1233
1234
1235
1236
1237
1238
1239
1239
1240
1241
1242
1243
1244
1245
1246
1247
1248
1249
1249
1250
1251
1252
1253
1254
1255
1256
1257
1258
1259
1259
1260
1261
1262
1263
1264
1265
1266
1267
1268
1269
1269
1270
1271
1272
1273
1274
1275
1276
1277
1278
1279
1279
1280
1281
1282
1283
1284
1285
1286
1287
1288
1289
1289
1290
1291
1292
1293
1294
1295
1296
1297
1298
1299
1300
1301
1302
1303
1304
1305
1306
1307
1308
1309
1309
1310
1311
1312
1313
1314
1315
1316
1317
1318
1319
1319
1320
1321
1322
1323
1324
1325
1326
1327
1328
1329
1329
1330
1331
1332
1333
1334
1335
1336
1337
1338
1339
1339
1340
1341
1342
1343
1344
1345
1346
1347
1348
1349
1349
1350
1351
1352
1353
1354
1355
1356
1357
1358
1359
1359
1360
1361
1362
1363
1364
1365
1366
1367
1368
1369
1369
1370
1371
1372
1373
1374
1375
1376
1377
1378
1379
1379
1380
1381
1382
1383
1384
1385
1386
1387
1388
1389
1389
1390
1391
1392
1393
1394
1395
1396
1397
1398
1399
1400
1401
1402
1403
1404
1405
1406
1407
1408
1409
1409
1410
1411
1412
1413
1414
1415
1416
1417
1418
1419
1419
1420
1421
1422
1423
1424
1425
1426
1427
1428
1429
1429
1430
1431
1432
1433
1434
1435
1436
1437
1438
1439
1439
1440
1441
1442
1443
1444
1445
1446
1447
1448
1449
1449
1450
1451
1452
1453
1454
1455
1456
1457
1458
1459
1459
1460
1461
1462
1463
1464
1465
1466
1467
1468
1469
1469
1470
1471
1472
1473
1474
1475
1476
1477
1478
1479
1479
1480
1481
1482
1483
1484
1485
1486
1487
1488
1489
1489
1490
1491
1492
1493
1494
1495
1496
1497
1498
1499
1500
1501
1502
1503
1504
1505
1506
1507
1508
1509
1509
1510
1511
1512
1513
1514
1515
1516
1517
1518
1519
1519
1520
1521
1522
1523
1524
1525
1526
1527
1528
1529
1529
1530
1531
1532
1533
1534
1535
1536
1537
1538
1539
1539
1540
1541
1542
1543
1544
1545
1546
1547
1548
1549
1549
1550
1551
1552
1553
1554
1555
1556
1557
1558
1559
1559
1560
1561
1562
1563
1564
1565
1566
1567
1568
1569
1569
1570
1571
1572
1573
1574
1575
1576
1577
1578
1579
1579
1580
1581
1582
1583
1584
1585
1586
1587
1588
1589
1589
1590
1591
1592
1593
1594
1595
1596
1597
1598
1599
1600
1601
1602
1603
1604
1605
1606
1607
1608
1609
1609
1610
1611
1612
1613
1614
1615
1616
1617
1618
1619
1619
1620
1621
1622
1623
1624
1625
1626
1627
1628
1629
1629
1630
1631
1632
1633
1634
1635
1636
1637
1638
1639
1639
1640
1641
1642
1643
1644
1645
1646
1647
1648
1649
1649
1650
1651
1652
1653
1654
1655
1656
1657
1658
1659
1659
1660
1661
1662
1663
1664
1665
1666
1667
1668
1669
1669
1670
1671
1672
1673
1674
1675
1676
1677
1678
1679
1679
1680
1681
1682
1683
1684
1685
1686
1687
1688
1689
1689
1690
1691
1692
1693
1694
1695
1696
1697
1698
1699
1700
1701
1702
1703
1704
1705
1706
1707
1708
1709
1709
1710
1711
1712
1713
1714
1715
1716
1717
1718
1719
1719
1720
1721
1722
1723
1724
1725
1726
1727
1728
1729
1729
1730
1731
1732
1733
1734
1735
1736
1737
1738
1739
1739
1740
1741
1742
1743
1744
1745
1746
1747
1748
1749
1749
1750
1751
1752
1753
1754
1755
1756
1757
1758
1759
1759
1760
1761
1762
1763
1764
1765
1766
1767
1768
1769
1769
1770
1771
1772
1773
1774
1775
1776
1777
1778
1779
1779
1780
1781
1782
1783
1784
1785
1786
1787
1788
1789
1789
1790
1791
1792
1793
1794
1795
1796
1797
1798
1799
1800
1801
1802
1803
1804
1805
1806
1807
1808
1809
1809
1810
1811
1812
1813
1814
1815
1816
1817
1818
1819
1819
1820
1821
1822
1823
1824
1825
1826
1827
1828
1829
1829
1830
1831
1832
1833
1834
1835
1836
1837
1838
1839
1839
1840
1841
1842
1843
1844
1845
1846
1847
1848
1849
1849
1850
1851
1852
1853
1854
1855
1856
1857
1858
1859
1859
1860
1861
1862
1863
1864
1865
1866
1867
1868
1869
1869
1870
1871
1872
1873
1874
1875
1876
1877
1878
1879
1879
1880
1881
1882
1883
1884
1885
1886
1887
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

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（19.6cm²）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

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、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

(1) 管内流速

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、一般には $0.2\sim0.5\text{m/s}$ 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。

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。

ここに、 V ：流速 (m/s)

n : 粗度係数 (表-4.8.5 参照)

R : 径深 (m) ($=A/S$)

A : 斷面積 (m²)

S : 潤辺 (m)

I : 敷設勾配

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

注¹⁾ 吸入孔の酸化物付着状況により n が増大する。

注²⁾ 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ニング式により簡便に計算する場合に使用する係数 α 及び β は、表-4.8.6 に示すとおりである。

ここに、 Q ：排水量 (m^3/s)

D : 計画暗渠排水量 (mm/d)

A : 集水管の支配面積 (m²)

S : 暗渠間隔 (m)

L : 吸水管の長さ (m)

m ：集水管が支配する吸水管の数

V : 管内流速 (m/s)

n : 粗度係数

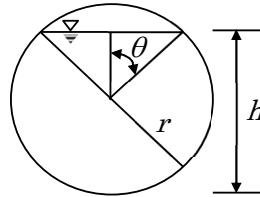
d : 管の内径 (m)

表-4.8.6 暗渠管の流量、流速計算表

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

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

$h/2r$	α	β	備考
0.50	0.98954	0.62996	Q =流量 (m ³ /s)
0.55	1.15917	0.65473	r =管の半径 (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 (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	



1 4 留意事項

- 2 ① 暗渠排水量は、土壤の透水性、土壤構造、営農方式と密接に関係し、最も推定の困難なものの一
3 つであるため、余裕をもたせて決定する必要がある。
- 4 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
5 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
6 も含め検討する必要がある。

7

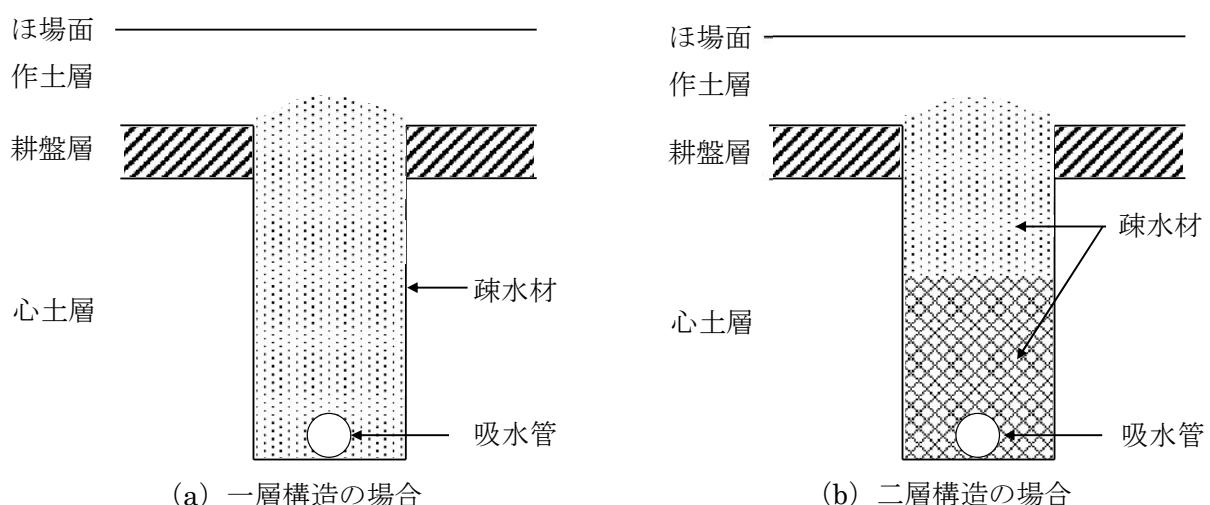
8 4.8.6 吸水渠の構造と材料

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。

9 1 吸水渠の構造と材料

10 (1) 吸水渠の構造

11 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
12 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、
13 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
14 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
15 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
16 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。
17 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
18 戻した上を農業機械が走行した場合、踏み抜きの危険も伴うので、疎水材の材料、施工する上層の性
19 状を検討の上定める必要がある。



20 21 図-4.8.16 吸水渠構造の例

1 (2) 吸水管の材料の選定

2 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
3 しなければならない。

4 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の基本的事項を考
5 慮する必要がある。

- 6 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土壤の種類
7 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 ⑧資材入手の市場調査 ⑨経済性 ⑩工期

10 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"> 長さ4mの定尺又は長さ30m~100m程度までの巻物。 吸水孔はコルゲート凹部の円周上。 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。 	<ul style="list-style-type: none"> ポリエチレンストレート管に比べ耐圧強度が高い。 ポリエチレンストレート管に比べ吸水面積が大きい。 硬質塩化ビニル管に比べ低温に強い。 硬質塩化ビニル管に比べ軽量。 掘削同時埋設や引込み式埋設も可能(巻物の場合)。
ポリエチレンストレート管 (合成樹脂管)	<ul style="list-style-type: none"> 長さ4m、口径50mm以上各種。 肉厚2mm以上。 吸水孔の面積15cm²/m以上で均等分布。 	<ul style="list-style-type: none"> 硬質塩化ビニル管に比べ低温に強い。 硬質塩化ビニル管に比べ軽量。
硬質ポリ塩化ビニル管(合成樹脂管)	<ul style="list-style-type: none"> 長さ2.5m、4m。 各種肉厚1mm~2mm 	<ul style="list-style-type: none"> 素焼土管に比べ軽量。 低温及び衝撃に弱い。
素焼土管	<ul style="list-style-type: none"> 長さ30cm、45cm。 JIS規格による陶管又はこれに準拠した素焼き土管。 	<ul style="list-style-type: none"> 主に管の継目から吸水。 やや重く、衝撃に注意。

1 (3) 疎水材の材料の選定

2 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
3 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
4 を溶出するものであってはならない。

5 疎水材の種類は、有機資材と無機資材に大別される。疏水材としての適合条件としては、①透水性
6 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
7 易であることなどがある。

8 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量を入手
9 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疏水材の
10 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
11 施工等に十分配慮しなければならない。

12 各種疏水材の特徴は、表-4.8.8に示すとおりである。

13 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"> カントリーエレベーター、ライスセンター等から所定量を入手しやすい。 透水性が大きい。 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(疏水材としての機能が低下)しやすい。 	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。
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"> 疏水材投入と疏水材の厚さ管理が行いやすい。 モミガラに比べ、腐植が進みづらく、耐久性は優れている。 地下水位の状況等により、腐植が進みやすい場合がある。 	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。
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"> 耐久性に優れている。 目詰まりも少ない 入手が容易である。 施工管理、品質管理が容易である。 単価が比較的高い。 	<ul style="list-style-type: none"> 5~40mm程度の材料(単粒度碎石等)を使用する。 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。
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（當時）に余裕深を加えた深さとする（式（4.8.6））。水田の場合で0～60cm程度、水田の畑利用、畑等の場合で60～80cm程度を目安にする。

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)

(難透水性土壤・軟弱な地盤 0.2、砂質土壤・砂礫等 0.4、これら以外の土壤 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、土壤の透水性、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壤等の条件が同一の類似地があり、そこで設計例をもとにすることが適當であると判断される場合には、そこで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、土壤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。

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。

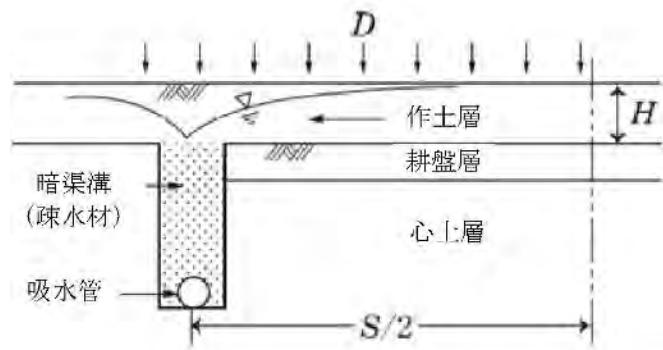


図-4.8.17 吸水渠構造の例

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、土壤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。

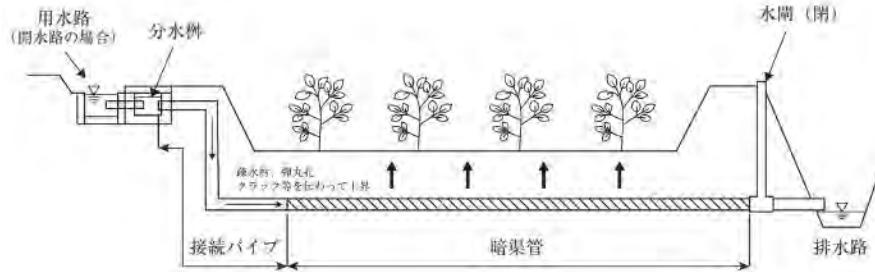


図-4.8.18 用水利用型

6 イ 用水利用型（地下水位制御）

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

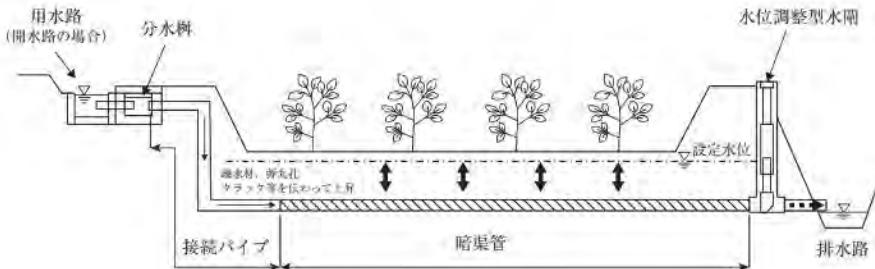


図-4.8.19 用水利用型（地下水位制御型）

8 ウ 排水利用型

9 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かんがいする方式である。

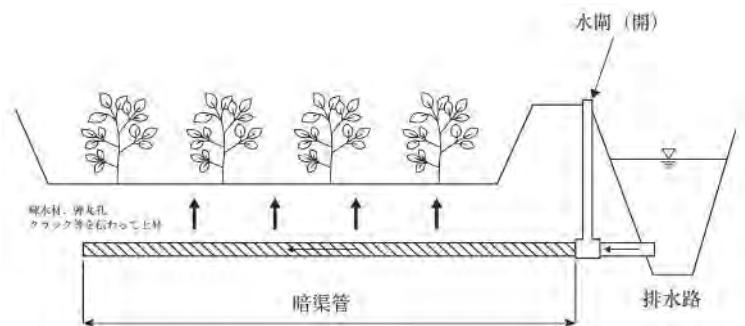


図-4.8.20 排水利用型

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。

9

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 を実現する閾値の目安として、暗渠管埋設深の透水係数が $1 \times 10^{-5} \text{ cm/s}$ 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え
29 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

35 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る。
37 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

1 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、
2 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 ③ 地下かんがいは地表かんがいと比べてかん水時間が長く、土壤の透水性が異なることにより作
4 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
5 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
6 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
7 壤構造が得られるようにする。
- 8 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
9 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。

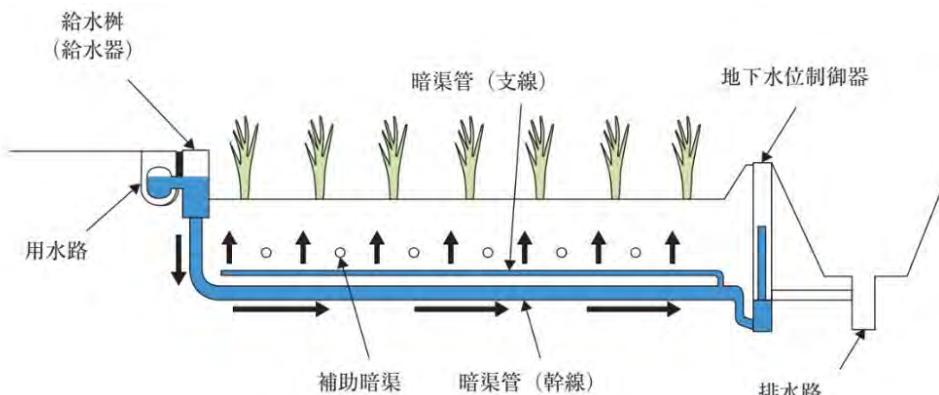
10 11 4 地下かんがいの事例

12 13 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
14 徴を以下に示す。

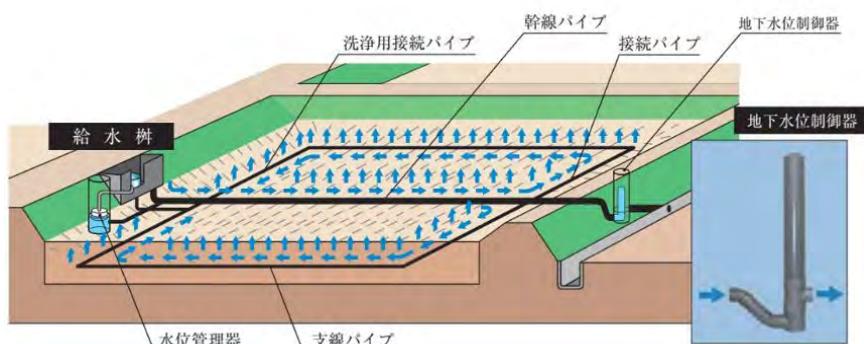
15 (1) 概要（

16 (2) 4.8.21 及び図-4.8.22 参照）

17 18 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
19 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、田畠輪換を自在に行うこと
20 を主な目的とする。



21 22 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)



23 24 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、給水枠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器を有する給水枠、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 間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、上記の給水枠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、適度な土壤水分を保ち、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



5
6 写真-3.8.1 遮水シートの施工事例¹⁾

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水する必要がある。

5 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、画一的な施工が事実上不可能であるので、工事後のは場面の様子を観察し、改めて湧水処理として別途排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測定する。

15 ② 水稲の青立ちの状況を平面図に記入する。

16 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

1 2 湧水の形態

2 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
3 浸透水等による被圧力の小さい「棚田湧水」に区分される。

4 (1) 谷地田湧水

5 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
6 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
7 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
8 を流れ、上層の軟弱なヘドロ化した土壤を突き破り、湧水として不規則に発生する。また、その範囲
9 が非常に広いものも見られ、通水層が帶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。

10 (2) 棚田湧水

11 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
12 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
13 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。

1 3 湧水処理工法

2 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
3 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。

5 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
6 排除するのが有効である。

7 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。

8 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。

9 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
10 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。

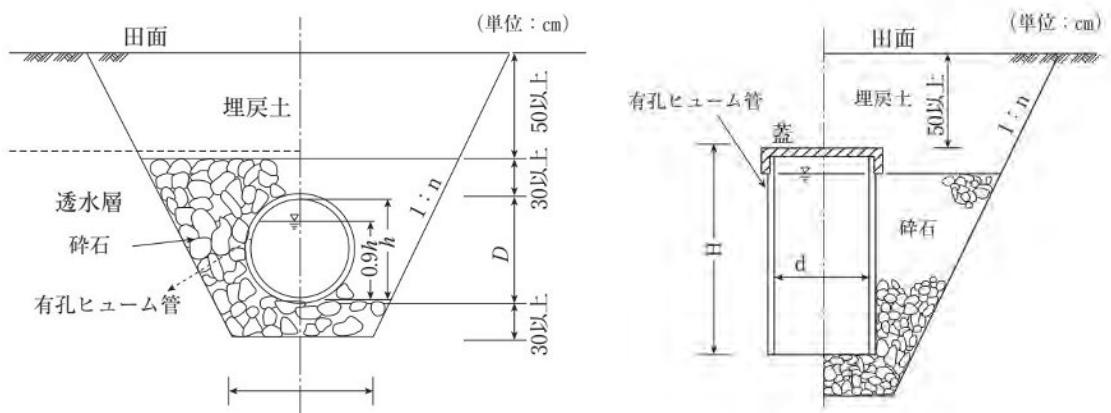
11 一方、湧水している土層が不明確な場合には、まず本暗渠を設け、その排水状況を把握した上で湧
12 水処理を行うのが基本である。

13 (1) 集水井型暗渠

14 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。

15 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
16 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
17 径 300~1,000mm、孔径 20~30mm、例えば 1,000mm の管で $\phi 20\text{mm}$ の孔を長さ 1.0m 当たりに
18 75 か所開けた場合、 $1.0\ell/\text{s}$ 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
19 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
20 ~40mm の碎石等）を 300mm~500mm の厚さで充填する。

21 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、
22 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。



23 (a) 带状集中湧水

(b) 集中湧水

24 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。

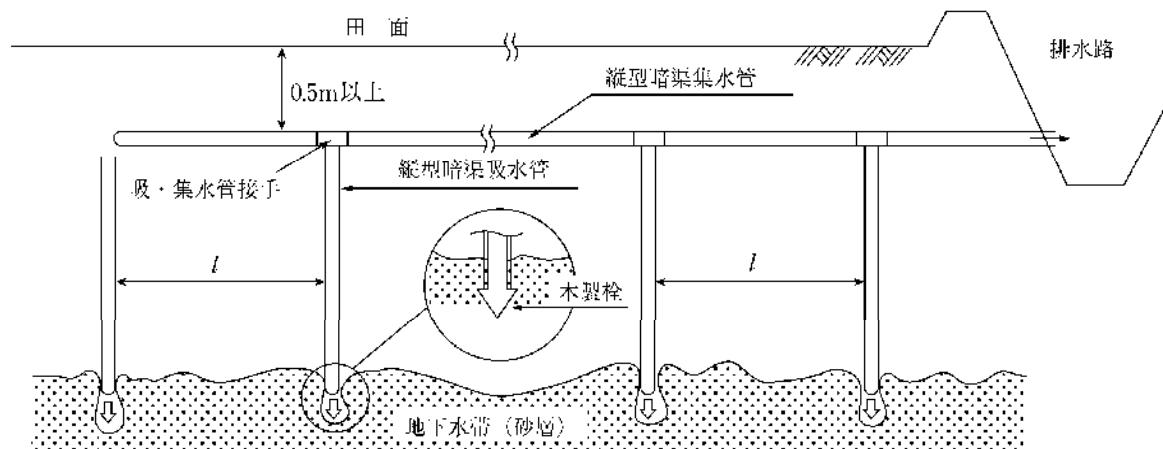


図-4.8.24 縦型暗渠の施工例

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、碎石、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るから、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。

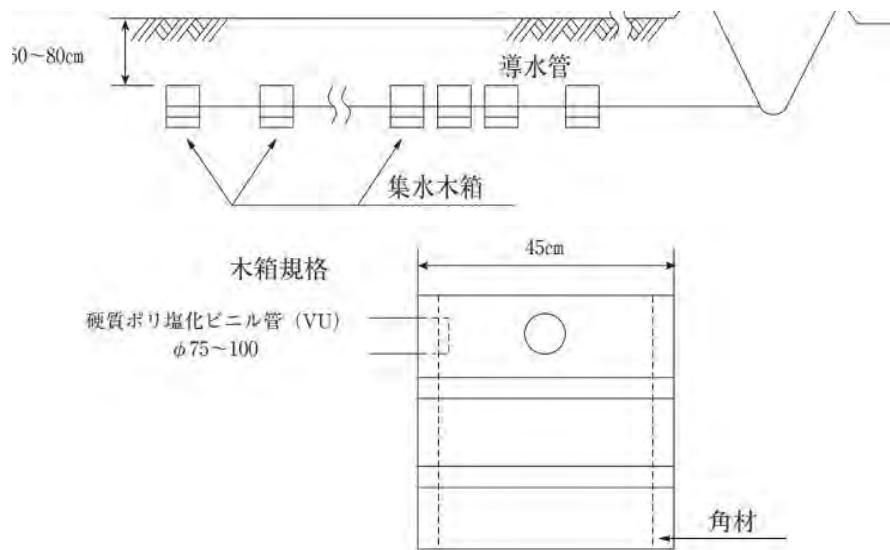


図-4.8.25 箱型暗渠の施工例

1 (4) 法先捕水渠

2 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
3 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
4 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
5 必要がある。

6 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
7 プ) のような3種類がある。

8 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
9 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
10 る。

11 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
12 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。

13 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
14 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。

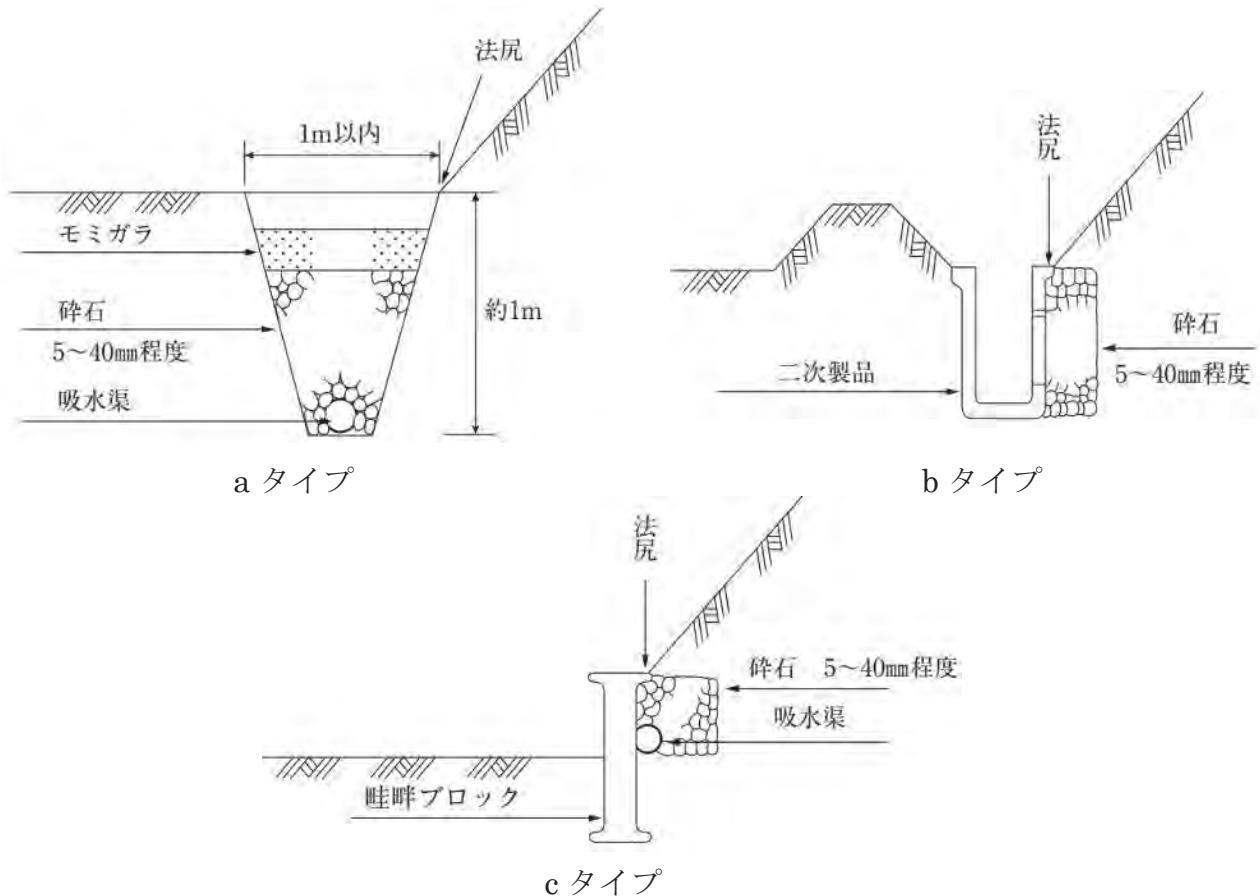


図-4.8.26 法先捕水渠の施工例

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

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することができる。

① 維持管理が容易に行える構造とする。

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る。

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。

2 施設の維持管理

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。

（1）暗渠の排水口及び排水路の維持管理

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。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。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。

（2）暗渠管の維持管理

ア 暗渠管の維持管理

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。

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を暗渠出口から挿入する方法がある（表-4.8.9）。

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）

1 イ 暗渠の故障とその補修

2 (ア) 排水不良

3 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
4 障等には次のような場合がある。

5 ① 暗渠管及び水閘の閉塞あるいは破損による排水不良

6 ② 疎水材の目詰まり

7 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

8 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
9 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
10 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
11 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
12 净を行なう工法も普及している。

13 (イ) 疎水材の劣化

14 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
15 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
16 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
17 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
18 踏み抜きが生じたりする場合がある。

19 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
20 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、
21 吸水渠に直交した方向にトレッチャで掘削し、モミガラを再充填する。

22 (3) 水閘の維持管理

23 ア 水閘の操作及び管理

24 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
25 閘を開閉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
26 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
27 する。

28 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
29 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、
30 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
31 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
32 り水閘を閉じることが有効である。

33 ③ 水稲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
34 必要がある。

35 イ 水閘の故障とその補修

36 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
37 えられることから、早急に補修する必要がある。

38 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
39 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 卷立て、さらに周囲をよく突き固めることが必要である。

3

4

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：水田輪作における
7 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

