

第7章 排水施設の設計

第7章 排水施設の設計 目次

7.1 総則	7-1
7.2 排水施設	7-1
7.3 表面排水	7-2
7.3.1 雨水流出量の算定	7-2
7.3.2 側溝の必要性	7-8
7.3.3 縦断計画	7-8
7.3.4 側溝形式の選択	7-9
7.3.5 断面の決定	7-13
7.3.6 導水縁石	7-15
7.3.7 雨水樹	7-16
7.4 地下排水	7-16
7.4.1 地下排水量の算出	7-19
7.5 のり面排水	7-22
7.5.1 のり面の湧水	7-23
7.5.2 のり面排水溝の施設	7-23
7.6 構造物の排水	7-25
7.7 環境に配慮した排水施設の留意事項	7-26

第7章 排水施設の設計

7.1 総則

農道には、その機能低下を招くことのないよう必要に応じて排水溝、柵、排水管、遮断排水などの排水施設の設置及び凍上防止対策を行うものとする。

7.2 排水施設

農道の排水施設は、表面排水工、地下排水工、のり面排水工に分けることができる。なお、施設の規模決定に使用する流出量等は、適切な方法で算定しなければならない。

一般に農道の構築材料は、水の浸入によってその強度が低下する。このため、農道の破壊は水が原因となって起こることが多い。また、路面が湛水することによって、交通の機能及び安全性の低下を引き起こす。したがって、排水施設は非常に重要なものである。なお、排水施設の設置に伴い、下流域に存在する湿地や沢が水枯れしないように集水域を大きく変更しないことや、小動物が脱出可能な排水施設など、環境への影響について十分検討する必要がある。

農道の排水を考える場合には、一般に次のような事態を考慮して、表面排水、地下排水、のり面排水、構造物の排水について検討することが必要である（図-7.2.1 参照）。

- ① 路面の排水の遅滞による交通の停滞やスリップ事故
- ② 路面あるいは、隣接部から浸入する表面水の農道内部への浸透による農道の破壊
- ③ 農道に隣接する地帯から浸透してくる水及び地下水面から上昇してくる水による、農道の劣化及び破壊
- ④ のり面の侵食、崩壊
- ⑤ 橋梁、トンネル、擁壁等構造物の機能低下及び破壊

なお、排水の計画に際しては、流末処理についても十分配慮しなければならない。

- ⑥ 凍上による路床支持力の低下及び農道の破壊

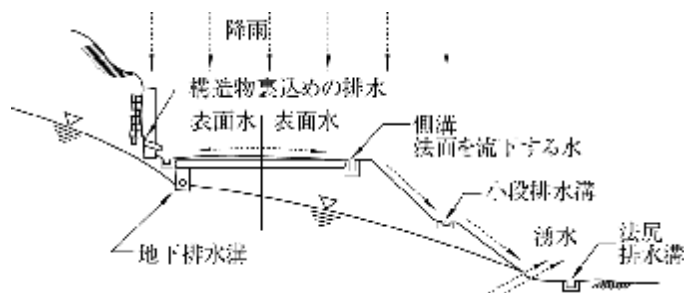


図-7.2.1 排水の構成

排水工の種類は、次のとおりである。



図-7.2.2 排水工の種類

7.3 表面排水

表面排水工は、降雨又は降雪によって生じた路面及び農道用地外からの表面水を排除する施設であり、側溝、道路横断暗渠等に分けられる。

7.3.1 雨水流出量の算定

排水施設の計画に当たって、その規模を定めるため、雨水流出量を算定する。なお、河川に係わるものは、第8章橋梁によるものとする。

(1) 流出量の計算式

雨水流出量の算定は、合理式（ラショナル式）を用いて計算する。

(2) 降雨確率年

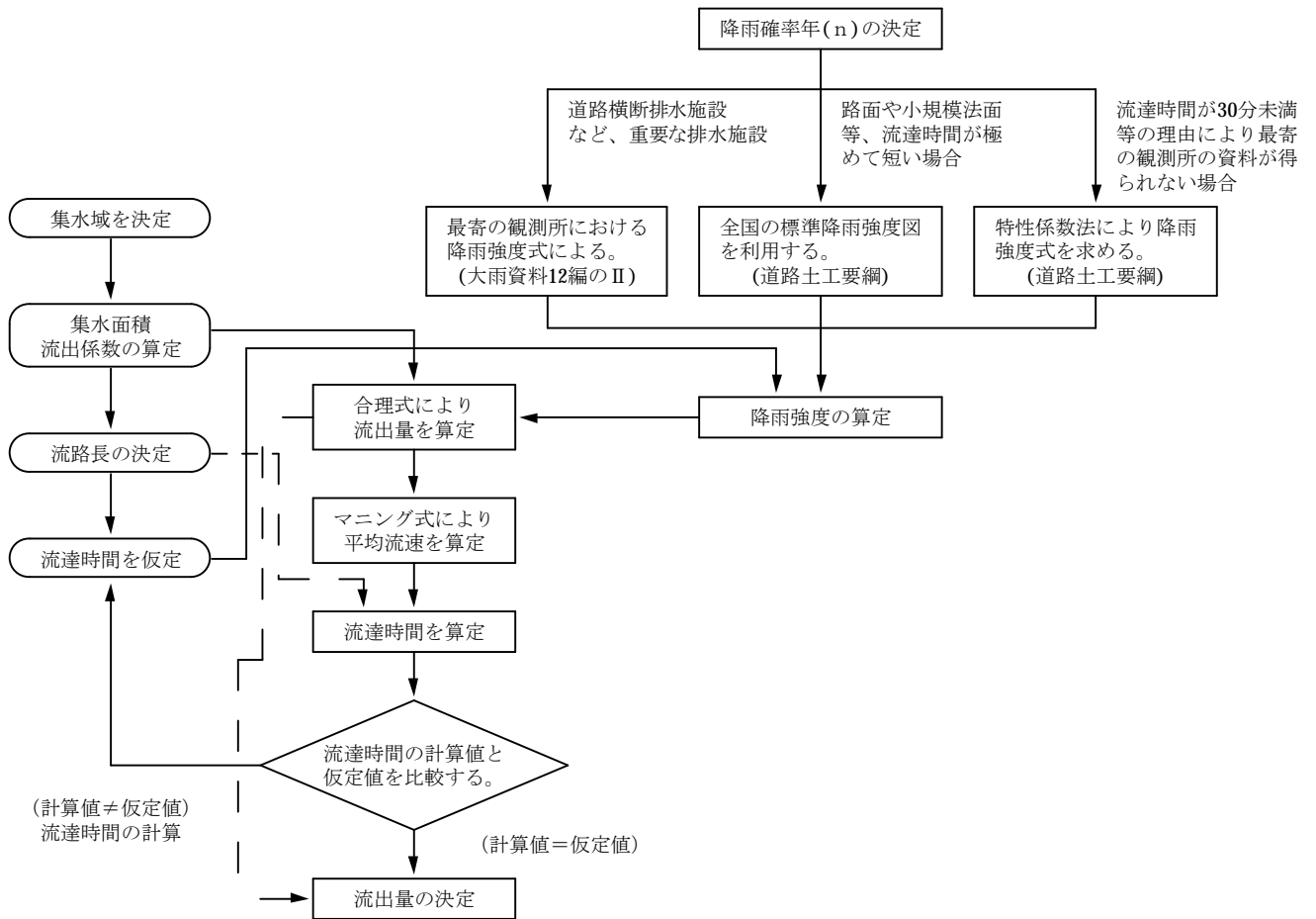
農道に影響を与える水は、主として降雨、融雪水であるから、時として予想し得ないものもあり、この場合に農道周辺地域及び農道の安全性を維持するために必要な排水能力の程度は計画農道の重要性、農道周辺地域の状況を十分考慮し、計画流量を超過する流量が生じた場合に予想される損害の程度、経済性を検討し決定しなければならない。

(3) 確率雨量強度

合理式による雨水流出量の算定においては、降雨が集水区域の最遠点から流下してくるまでの時間、すなわち降雨到達時間（ T ）に対応した降雨強度を求める。そのためには、次の3方式を採用する。

- ① 近傍観測所の確率降雨強度式の適用
- ② 標準降雨強度図の利用
- ③ 特性係数法の適用

雨水流出量の算定手順を図-7.3.1に示す。



注 1) 点線は仮定した流達時間と計算値の差が大であったときに適用する。

図-7.3.1 雨水流出量算出フロー図

(1) 流出量の計算式

合理式は、集水区域最遠点からの雨水が計画地点に流達した場合に、最大流出量になると仮定している。そのため洪水到達時間の把握が重要であるが、洪水到達時間はもちろん、流出係数も降雨強度によって変化する。

$$Q = \frac{1}{3.6} f \cdot r \cdot A \dots\dots\dots \text{(式-7.3.1)}$$

- ここで、 Q : 流出流量 (m³/s)
- f : 流出係数
- r : 洪水到達時間内降雨強度 (mm/h)
- A : 集水面積 (km²)

(2) 降雨確率年

排水施設の計画基準の目安として道路区分による選定基準及び排水施設別の採用降雨確率年の標準値を表-7.3.1に示す。

表-7.3.1 計画交通量の区分による排水施設別採用降雨確率年の標準

計画交通量 (台/日)	降雨確率年	
	(イ)	(ロ)
4,000以上	3年	10年
4,000未満 1,500以上		7年
1,500未満 500以上		
500未満		5年

- 注 1) 路面や小規模なり面など、一般の道路排水施設には(イ)を適用する。
 2) 道路横断排水施設など、重要な排水施設には(ロ)を適用する。
 3) 現況に河積のあるような場合や、ある程度の集水範囲をもつ排水路の場合は、10年確率を使用する。
 4) 河川に係わるものは第8章橋梁を参照のこと。

(3) 確率雨量強度

① 近傍観測所の確率降雨強度式の適用

長大な斜面や水路カルバートなど重要な排水施設では、「北海道の大雨資料第12編Ⅱ」(北海道建設部河川課)の10年確率日雨量より時間雨量強度を求める。合理式において用いる洪水到達時間内の平均雨量強度は、原則として最新の「北海道大雨資料」によるものとする。

確率平均雨量強度式は原則として最寄りの観測所を用いることとするが、北海道大雨資料に記載されていない地域であって日雨量の既往値について十分な情報が得られている場合は、洪水到達時間内の平均雨量強度を次式(物部式)により推定することができるものとする。

$$r_I = (r_{24}/24) \cdot (24/T)^n \dots \dots \dots \text{(式-7.3.2)}$$

ただし $n : 2/3$

② 標準降雨強度図の適用

路面や小規模なり面など流達時間が極めて短い一般の道路排水施設では、「道路土工要綱」(日本道路協会)の3年確率の10分間降雨強度図より作成された標準降雨強度60mm/h(北海道全域)を採用する。図-7.3.2参照。

ただし、この値の基礎データは都市部を中心としたものであるから、山岳部など地形的な要因による降雨量増加を考慮に入れなければならない場合は20%~40%の割増しをした値を用いる。

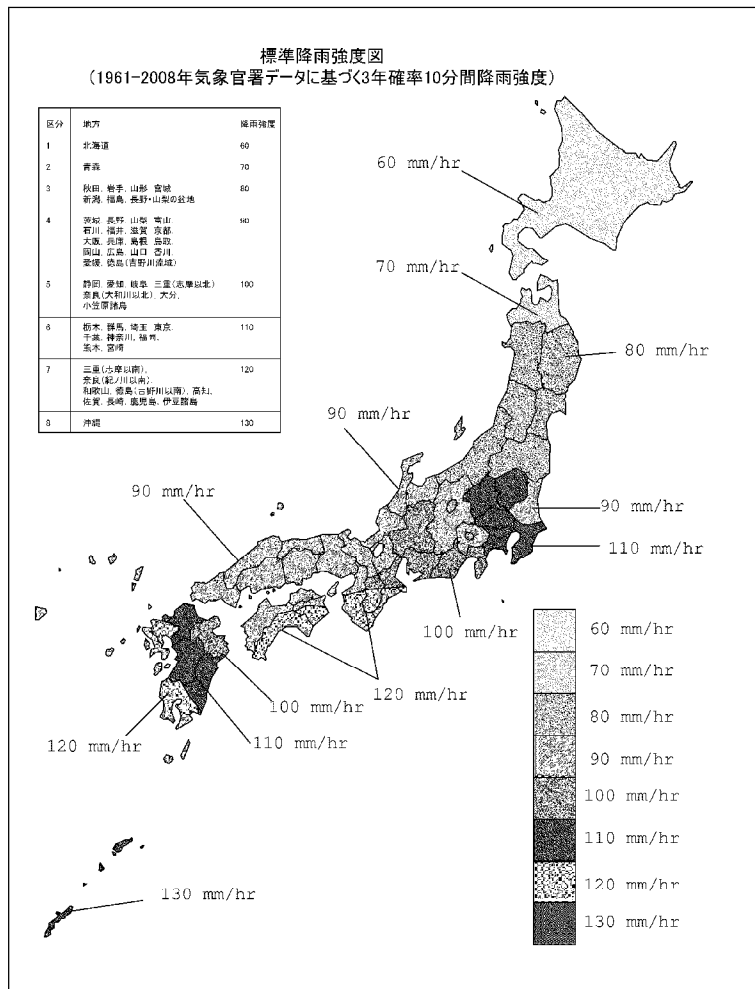


図-7.3.2 路面排水工等に用いる標準降雨強度 (3年確率10分間降雨強度)

③ 特性係数法の適用

上記①、②によりがたい場合は「道路土工要綱」(日本道路協会) 2-4-1 2) (iii)に記述されている特性係数法によって計算する。

(4) 洪水到達時間

(a) 洪水到達時間

洪水到達時間 (t) は、集水区域の最遠点から排水施設に達するまでの時間 (流入時間 t_1) と、人工水路 (改修水路) などを流れて計画地点に達するまでの時間 (流下時間 t_2) に分けられる。

$$t = t_1 + t_2 \quad \dots \dots \dots \text{(式-7.3.3)}$$

(b) 流入時間 (t_1)

流入時間とは、集水区域の最遠点から排水路形状を示している水路 (河道) に雨水が達するまでの時間であり、以下の方法がある。

(イ) 山腹流下時間 (t_0) が無視できない場合はこれを加える。 t_0 は、山腹流下の平均流速 0.3m/s 内外と考えて山腹長を除して求めてもよい。

(甲) 以上の式のほかに、経験値として以下のものがある。

山地 15～30分

切土 3～5分

都市域 5分

水路の最上流端部より上流の面積が 2.0km²未満の場合 0.3 (h)

〃 2.0km²以上の場合 0.5 (h)

(c) 流下時間 (t_2)

流下時間は、自然水路と人工水路に分けて計算する。流下時間を求める公式として、次の式があげられるが、式を適用する場合には実測値と照合するなどの注意が必要である。

(イ) ルチハ式

$$t_2 = \frac{l}{W} = \frac{L}{W} \quad (\text{s, h}) \quad \dots\dots\dots \text{(式-7.3.4)}$$

$$W = 20 \frac{H^{0.6}}{L^{0.6}} \quad (\text{m/s}) = 72 \frac{H^{0.6}}{L^{0.6}} \quad (\text{km/h}) \quad \dots\dots\dots \text{(式-7.3.5)}$$

t_2 : 流下時間 (s、h)

l, L : 常時河谷をなす最上流点から対象地点までの流路に沿う水平距離 (m、km)

W : 流速 (m/s、km/h)

h, H : 流路上下端高低差 (m、km)

(ロ) マニング式

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2} \quad \dots\dots\dots \text{(式-7.3.6)}$$

V : 平均流速 (m/s)

R : 径深 (m) = A/P [A : 通水断面積 (m²)、 P : 潤辺長 (m)]

I : 水路勾配

n : 粗度係数 (表-7.3.2)

流下時間 t_2 (s) は、

$$t_2 = L/V \quad \dots\dots\dots \text{(式-7.3.7)}$$

として求める。ただし、 L は流路長 (m) を示す。

都市部においては、平均流速は、側溝で0.5～1.0m/s、また小口径管の排水管では0.6～1.0m/s、大口径管では0.8～2.0m/sが目安とされている。

表-7.3.2 粗度係数

水路の形式	水路の状況	n の範囲	n の標準値
カルバート	現場打ちコンクリート		0.015
	コンクリート管		0.013
	コルゲートメタル管 (1形)		0.024
	〃 (2形)		0.033
	〃 (ペーキングあり)		0.012
	塩化ビニル管		0.010
ライニングした水路	コンクリート2次製品		0.013
	銅、塗装なし、平滑	0.011~0.014	0.012
	モルタル	0.011~0.015	0.013
	木、かんな仕上げ	0.012~0.018	0.015
	コンクリート、コテ仕上げ	0.011~0.015	0.015
	コンクリート、底面砂利	0.015~0.020	0.017
	石積み、モルタル目地	0.017~0.030	0.025
	空石積み	0.023~0.035	0.032
	アスファルト、平滑	0.013	0.013
	ライニングなし水路	土、直線、等断面水路	0.016~0.025
土、直線水路、雑草あり		0.022~0.033	0.027
砂利、直線水路		0.022~0.030	0.025
岩盤直線水路		0.025~0.040	0.035
自然水路	整正断面水路	0.025~0.033	0.030
	非常に不整正な断面、雑草、立木多し	0.075~0.150	0.100

(ハ) 他に洪水到達時間 (t) を決める手段のないときは、表-7.3.3 の値を概略値として用いてもよい。

表-7.3.3 洪水到達時間の概略値

施設の種類	洪水到達時間(t)
雨水ます	約 5 分
側溝及び集水管	10~20 分
排水管	約 30 分

(5) 流出係数

流出係数は、排水区域内の地表面の状態、土質、将来における土地利用状況を考慮して決定しなければならない。

表-7.3.4 流出係数

排水区域内の状態	流出係数(f)	標準値
路面及びのり面	0.70~1.0	0.85
急峻な山地	0.75~0.90	0.80
緩い山地	0.70~0.80	0.75
起伏ある土地及び樹林	0.50~0.75	0.65
平坦な耕地	0.45~0.60	0.55
湛水した水田	0.70~0.80	0.75
市街	0.60~0.90	0.75
森林地帯	0.20~0.40	0.30
山地河川流域	0.75~0.85	0.80
平地小河川流域	0.45~0.75	0.60
半分以上平地の大河川流域	0.50~0.75	0.65

表-7.3.5 地表面の工種別基礎流出係数

地表面の種類		流出係数	標準値
路面	舗装	0.70~0.95	0.83
	砂利道	0.30~0.70	0.50
路肩、のり面等	細粒土	0.40~0.65	0.53
	粗粒土	0.10~0.30	0.20
	硬岩	0.70~0.85	0.78
	軟岩	0.50~0.75	0.63
砂質土の芝生	勾配 0~2%	0.05~0.10	0.08
	〃 2~7%	0.10~0.15	0.13
	〃 7%以上	0.15~0.20	0.18
粘性土の芝生	勾配 0~2%	0.13~0.17	0.15
	〃 2~7%	0.18~0.22	0.20
	〃 7%以上	0.25~0.35	0.30
屋根 間地 芝、樹林の多い公園 勾配の緩い山地 勾配の急な山地		0.75~0.95	0.85
		0.20~0.40	0.30
		0.10~0.25	0.18
		0.20~0.40	0.30
		0.40~0.60	0.50
田、水面 畑		0.70~0.80	0.75
		0.10~0.30	0.20

7.3.2 側溝の必要性

現況の側溝の有無、現況の地形、地下排水の計画等から側溝設置の必要性、側溝切深の妥当性について検討するものとする。

7.3.3 縦断計画

道路側溝の設置が必要な場合は、縦断勾配の検討を行うものとする。

1) 縦断勾配の緩和

道路（もしくは現地盤）の縦断勾配が急勾配である場合は、道路側溝を道路、現地盤等と同一勾配とせず、落差工を設置する等の側溝縦断勾配の緩和による設計流速の低減を検討する。これにより、側溝構造の低コスト化を図ることが可能となり、地下排水（路床排水、路肩排水等）を落水するための過掘りを防止することができる。

また、必要に応じて帯工等の流速緩和設備、土砂流出防止設備の設置を検討するものとする。

2) 落差工等の構造

側溝形式により、カゴ工、止水壁タイプ等がある。現場状況に応じて選定を行うものとする。

3) 耕作地への配慮

縦断勾配の急激な変化は、切深の変化となり隣接する耕作地の形状の変化を伴い、営農効率を低下させるおそれがあるため、縦、平面の計画においては配慮すること。

7.3.4 側溝形式の選択

(1) 側溝の種類と構造

側溝には、素掘側溝、張芝等側溝、コンクリート側溝などがある。また、コンクリート側溝には附帯施設として、止水壁、集水柵などが用いられる。

(2) 選定の考え方

側溝は、素掘側溝が基本である。浸食、崩壊等の問題が懸念される場合には装工を検討する。この場合、張芝側溝等の簡易な構造から検討する。

(1) 側溝の種類と構造

1) 素掘側溝

- a) 素掘りのままでも植生回復までの期間における土砂の崩落が少なく流水阻害が問題とならないと判断される場合に採用する。
- b) 凍土や風化のおそれのある岩盤の場合は装工の必要性について検討を行うものとする。
- c) **表-7.3.7**に示す許容流速以内であることが必要であるので、縦断勾配の緩和により適用が可能になる様に十分な検討を行うものとする。
- d) 側溝のステップは維持管理上 **50 cm**程度とし、**5%**下り勾配を附すものとする。
- e) 素掘の標準断面は **B=30cm H=50cm**とする。

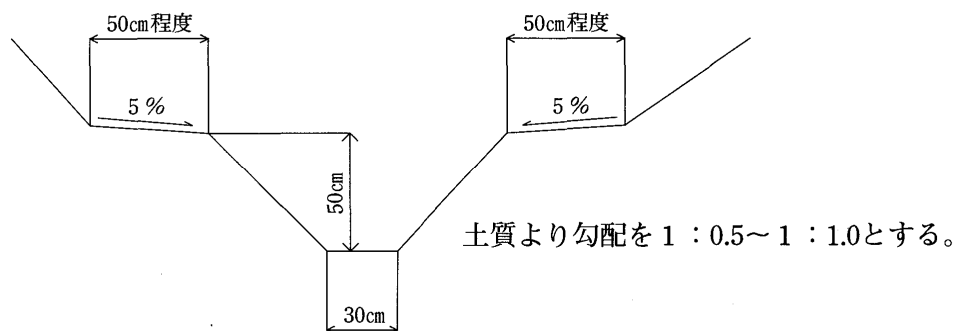


図-7.3.3 素掘の断面

2) 張芝側溝、石張側溝

- a) 素掘の許容流速以内であっても、土砂の崩落、浸食のため流水阻害が問題となると判断される場合で、側溝の底面の先掘を防ぐために、芝、玉石などを張って補強することにより、その防止が可能な場合に採用する。
- b) 石材の置換工法の場合は、掃流力の検討を行い石材の流亡について検討しておく必要がある。
- c) 落差工には、カゴ工等を使用することも検討する。

3) コンクリート側溝

- a) 縦断計画を検討したうえで、設計流速が現場土質の許容流速を超える場合、または、張芝等では浸食崩壊が防止できない場合にかぎり、コンクリート側溝の検討を行う。
- b) コンクリート側溝については、流量、現況、地域性、経済性、小動物道路横断等の環境性など、採用理由を明確にし選定すること。
- c) 側溝の延長は適切に決定することとし、流末処理は農地等への湛水、決壊を防止できる最小限の範囲について行うものとする。

d) 低側壁トラフ

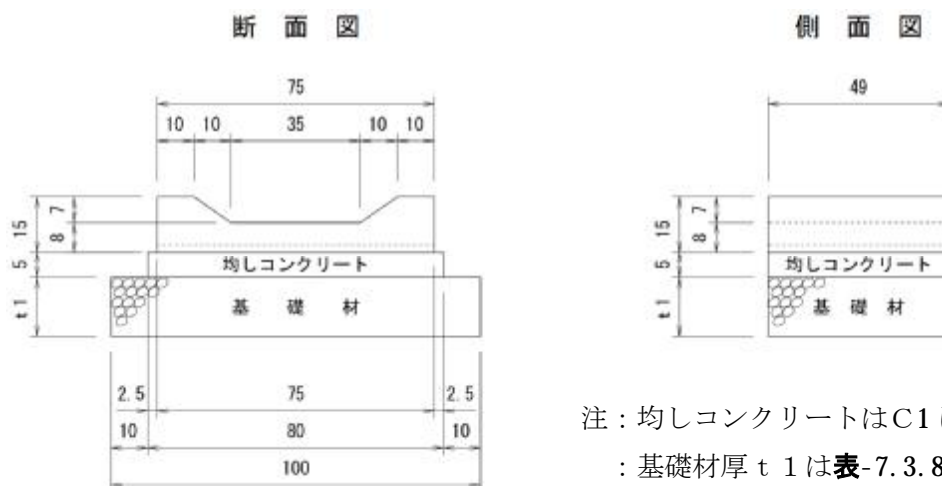
- ① 低側壁トラフは側壁下端に作用する曲げモーメントが通常のトラフと比較して小さくなるため、採用する場合には、凍上対策のための裏込砂利を省略できるものとする。
- ② 近傍で凍上による側壁の傾倒等の被害が発生している場合、採用にあたっては、安全性を十分検討すること。
- ③ 詳細は「用排水路設計指針 第4編 資料編 第1章 用水路 1.4 低側壁トラフ利用の手引き」による。

e) 止水壁の設置基準

- ① 止水壁は、コンクリート側溝側面部からの周り水によるのり面崩壊等を防止する目的で設置する。
- ② 止水壁貫入範囲は、裏込材、基礎材から5cm程度とする。
- ③ 止水壁設置箇所は、適宜決定するものとする。

f) 皿型側溝

- ① 皿型側溝は切土部において、降雨時のみの排水で、排水量が小さい場合に設置する。
- ② 皿型側溝は全目地を標準とする。



注：均しコンクリートはC1による
：基礎材厚 t 1 は表-7.3.8による

図-7.3.4 皿型側溝の標準図

g) 円形側溝

円形側溝は、L形とU形の機能を合わせ持つように考えられた側溝であるが、施工が難しく、維持管理も特殊である。この側溝は、路肩が狭く、輪荷重が作用するおそれのある個所での使用例も多いが、溝部に自転車などが脱輪し、事故を招くことも考えられるので、その採用には十分注意しなければならない（図-7.3.5）。

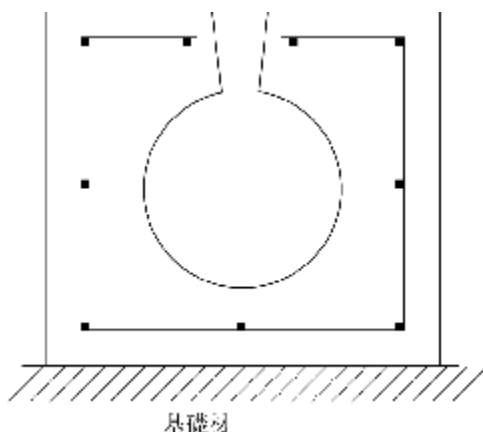


図-7.3.5 円形側溝

h) 目地

- ① 目地は空目地を基本とする。
- ② 目地モルタルを使用する場合は下記によるものとする。

空目地とした場合、側溝からの浸透水により、下層路盤、凍上抑制層への影響が懸念される場合等に使用する。

i) 集水柵の設置基準

- ① 集水柵は、必要に応じてコンクリート側溝の断面変化接続部に設置する。
- ② 集水柵には、流水の跳水等による悪影響防止のために、必要に応じて嵩上げ施設等を考慮する。

j) 裏込材、基礎材

- ① 裏込材厚、基礎材厚は、当面の間表-7.3.8による。
- ② 裏込材を施工する場合は、土砂が流入しないよう、ステップに張芝等を施工するものとする。
- ③ 基礎材幅は、裏込材を施工する場合は裏込材までとし、施工しない場合はトラフ底面幅+10cm（片側）を標準とする。また、アンダードレンは遮断式暗渠工に準じて設計するものとする。

- 4) コンクリートトラフ等以外、その他の工法については、施工実績を踏まえて使用できるものとする。

(2) 選定の考え方

一般の道路排水施設とし、側溝を計画する場合は、以下の選定フローを基本とする。

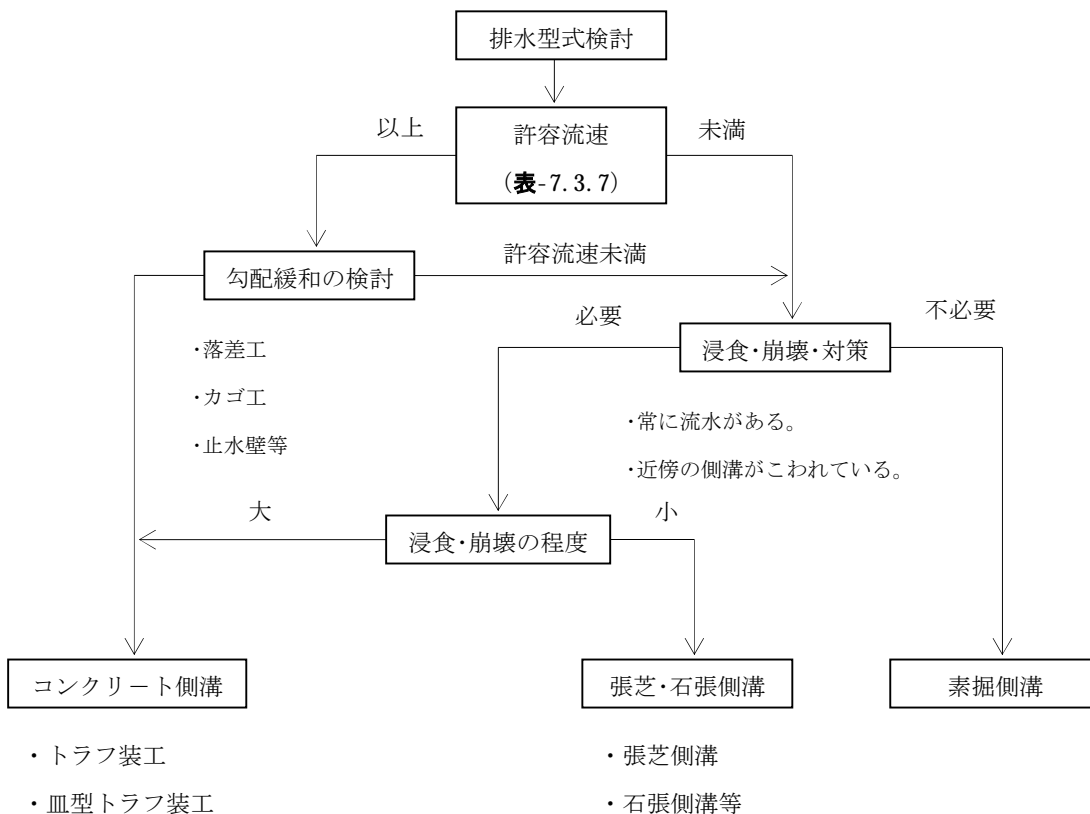


図-7.3.6 側溝形式選定フロー

1) 選定フローよりコンクリート側溝が選定される場合においても浸食、崩壊等が少ないと判断されかつ、設計流速が **1.5m/s** 以下となる場合については、張芝側溝を採用することができる。

なお、この場合の許容流速は「土地改良事業計画設置基準 計画 農地保全」(農林水産省構造改善局)の承水路の項目を参考とし引用した。また、張芝側溝は以下の条件に該当する場合はその使用を避けるものとし、採用にあたっては総合的に判断することが望ましい。

- ① 設計流速が概ね **1.5m/s** を越える区間
- ② 全ての区間で常時流水がある区間
- ③ 芝が活着しないと判断される区間
- ④ その他不適当と考えられる区間

7.3.5 断面の決定

一般に土砂などの堆積による通水断面の縮小を考慮して設計上は計算に用いる水深に対して少なくとも20%の余裕を見ておくのが良い。

特に豪雨の際に大量の土砂、流木などが流入する恐れのある場合は更に十分な通水断面積を考慮しておくのが良い。

1) 水理計算

側溝の断面寸法は、流出量と側溝の通水能力とによって決定する。通水能力は、マンニング(Manning)公式による。

$$Q = A \cdot V \dots\dots\dots (式-7.3.8)$$

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} \cdot I^{1/2} \dots\dots\dots (式-7.3.9)$$

ここに、 Q : 通水能力 (m³/s)

A : 流積 (m²)

n : 粗度係数 (表-7.3.6)

R : 径深 (m)

I : 側溝勾配

表-7.3.6 粗度係数

水路材料	n	
土 砂	0.030	
鉄筋コンクリート二次製品水路	目地有り	0.014
	目地無し	0.016
粗面コンクリート	0.018	
石 積	0.025	
コルゲートパイプ	0.025	
草生被覆 (芝張)	0.040	

表-7.3.7 許容平均最大流速

種別	流速 (m/s)	種別	流速 (m/s)
砂 質 土	0.45	厚いコンクリート (>18cm)	3.00
砂 質 ローム	0.60	薄いコンクリート (<10cm)	1.50
ローム	0.70	プレキャストコンクリートパイプ	3.00
粘 質 ローム	0.90		
粘 土	1.00		
砂混じり粘土	1.20		
軟 岩	2.00		
中 硬 岩	2.50		
硬 岩	3.00		

2) 適用範囲

「用排水路設計指針」(北海道農政部)により設計する排水路は除くものとする。これは、道路側溝と排水路の断面決定における手法・諸元値が異なることから、地域排水のようにある程度範囲をもって集水するものは「用排水路設計指針」(北海道農政部)によることとしたためである。

表 7.3.8 トラフ水路の基礎材厚・裏込砂利厚 (案)

(単位:m)

振興局	地域区分	基礎砂利厚	裏込砂利厚			適用地域
			300型	450型	600型	
石狩	I	0.25	0	0	0.15	千歳市、恵庭市
	II	0.15	0	0	0	Iを除く全市町村
空知		0.15	0	0	0.15	全市町村
上川	I	0.15	0	0.15	0.15	II、IIIを除く全市町村
	II	0.25				富良野市、美瑛町、上富良野町、中富良野町、南富良野町、占冠村
	III	0.15	0	0	0.15	幌加内町
留萌	I	0.15	0	0	0	全市町村
宗谷	I	0.20	0	0	0.15	稚内市、猿払村
	II	0.15	0	0	0.15	Iを除く全市町村
十勝	I	0.30	0.25	0.35	0.45	IIを除く全市町村
	II	0.20	0.20	0.25	0.30	幕別町(旧忠類村)、大樹町、広尾町
林-ツク	I	0.30	0.25	0.30	0.35	北見市(旧常呂町を除く)、置戸町、美幌町、津別町、遠軽町、訓子府町、滝上町
	II	0.25	0.15	0.20	0.25	I、IIIを除く全市町村
	III	0.30	0.20	0.25	0.35	網走市、小清水町
釧路	I	0.30	0.30	0.40	0.45	IIを除く全市町村
	II		0.25	0.30	0.35	阿寒国立公園内
根室	I	0.30	0.25	0.30	0.35	別海町、中標津町
	II		0.20	0.30	0.35	Iを除く全市町村
後志		0.15	0	0	0	全市町村
檜山		0.15	0	0	0	全市町村
渡島	I	0.15	0	0.20	0.20	II、IIIを除く全市町村
	II		0	0.15	0.15	八雲町(旧熊石町を除く)、森町
	III		0	0	0	八雲町(旧熊石町)
胆振	I	0.30	0.25	0.35	0.40	安平町、厚真町、むかわ町、苫小牧市、白老町
	II	0.25	0.20	0.25	0.25	Iを除く全市町村
日高	I	0.25	0.20	0.30	0.35	日高町、平取町
	II	0.30	0.20	0.25	0.30	Iを除く全市町村

注1) 裏込砂利が0cmとなっている地域においても水抜対策用に15cmの裏込砂利を計上することができる。

注2) 本表にない規格は、上位の規格を適用する。

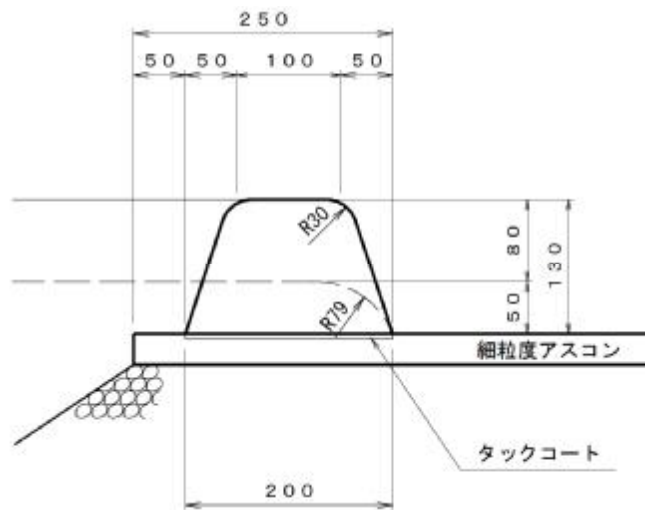
7.3.6 導水縁石

導水縁石は路面水による路肩の崩壊やのり面の洗掘等を防止する目的で設置する。

設置計画にあたっては、土質状況や芝の活着性等を十分検討した上で、以下に示す現場条件の箇所に設置することを原則とする。

- ① 縦断勾配が4%以上のところ
- ② 高盛土の箇所
- ③ 盛土区間で曲線部の内側等

アスファルト縁石溝又はコンクリート縁石溝にて導水し、側溝又は農道外の在来水路へ接続するもので農道においては、アスファルト縁石（アスカブ）を標準とする。取付部導水縁石を用いる場合は、下図点線の低下型を用いる。この場合も前後に用いる縁石を標準とするが、使用実態をみて、工法を検討する。



注) 点線は低下縁石の場合を示す

図-7.3.7 アスファルト縁石

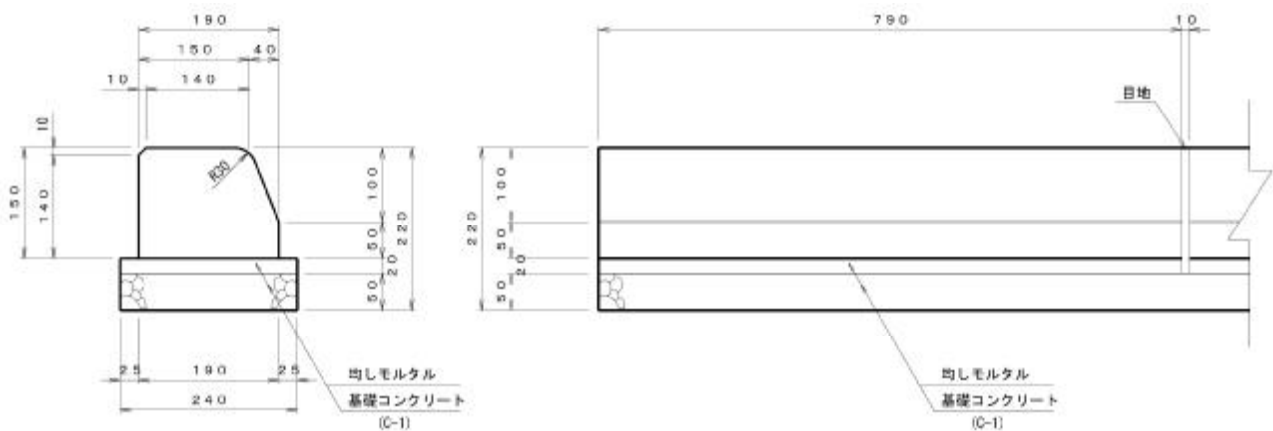


図-7.3.8 コンクリート縁石

7.3.7 雨水樹

雨水樹間隔の大小、あるいは雨水樹 1 個の排水能力の大小が路面湛水量に直接影響する。特に路面湛水量の増大は、路上交通に多大の影響を与えるため、雨水樹の配置計画（間隔の決定）に当たっては十分留意する必要がある。

1) 雨水樹の設置間隔

縦断勾配がゼロに近い道路での雨水樹間隔は一般街路にあつては 20m 程度に設置することが望ましいが、最大でも 30m 程度とする。

また、道路縦断勾配が谷部になる図-7.3.9 のような区間には谷部の最低部に必ず 1 個設置し、その前後 3~5m はなれて 1 個ずつ設置するとよい。

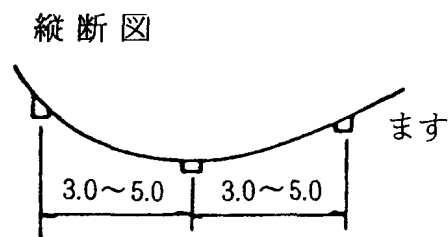


図-7.3.9 谷部の雨水樹

7.4 地下排水

地下排水は、路面下の地下水位を低下させ、さらに農道に隣接する地帯及び路面から浸透してくる水を排除する施設であり、路側地下排水溝、横断地下排水溝、遮断排水層等に分けられる。

なお、地下排水が良好でない場合、路床、路盤の支持力が減少し、また路床土の細粒土が浸透水によって路盤内に移動したり、場合によっては、歩道の継目や側端部の亀裂から地表に流出し、農道の破壊の原因となるので十分検討すること。

地下排水は、擁壁、のり面などの崩壊防止、地すべりの対策及び切土区間における周辺の地下水の変動対策上からも大切なことである。

地下排水のうち、遮断式暗渠、路床排水は、路床の機能を損なわないよう切土部の湧水・浸透水を排除することを目的とするものである。

(1) 遮断式暗渠工

- 1) 切土斜面からの浸透水・湧水の遮断および排水、路体の地下水位低下を図る必要がある場合に設置する。
- 2) 設置位置は、道路施工基面より 1.5m 程度の深さとする。
- 3) 管径は、100mm 以上とするが、予想される浸透水等により決定する。(7.4.1 地下排水量の算出による)

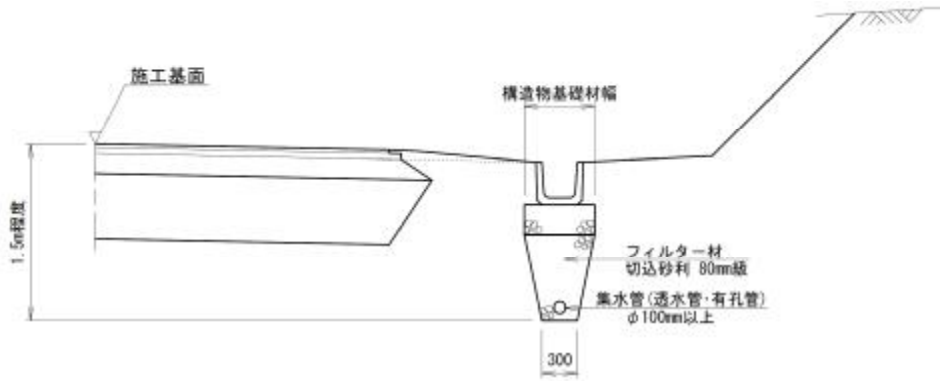


図-7.4.1 遮断式暗渠工

(2) 路床排水

- 1) 地下水、湧水による路床への影響がある場合は、必要に応じて設置すること。
- 2) 短区間の場合は、路床排水を計画せず路肩排水を用いて排水を処理する。
- 3) 路床排水の横断水抜きは、必要に応じて設けるものとし、構造は路肩排水を参照のこと。
- 4) 片勾配の外側は基本的に設置しない。
- 5) 遮断式暗渠工の設置側には、路床排水を設置しないものとする。

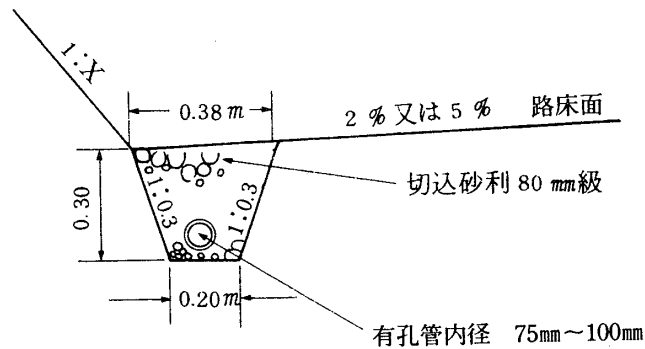


図-7.4.2 路床排水

(3) V型暗渠

- 1) 縦断勾配の急な切土箇所で、浸透水を横断的にしゃ断し排水する場合は、V型暗渠工を計画する。「道路土工—盛土工指針」4-9-9を参照のこと。

(4) 路肩排水

- 1) 路盤および路体からの浸透水の排水を目的として部分的に設置するもので、路床排水の水抜きとしても使用する。
- 2) 路肩排水の設置は、側溝、路床排水および遮断式暗渠工等の計画を考慮し決定すること。
- 3) 路肩排水が直角に落水できない場合は、そのために側溝を過掘りすることはせず、落水可能な場所まで落とし口を縦断的に延長すること。
- 4) 設置個所は、必要性を検討するものとする。
- 5) 設置間隔は、40mを標準とする。

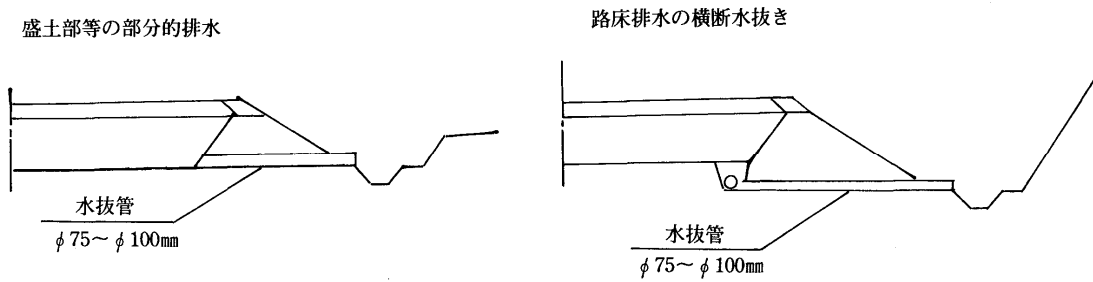


図-7.4.3 路肩排水

7.4.1 地下排水量の算出

路体・路床等の排水は、路体あるいは地盤内の地下水位を低下させたり、あるいは農道に隣接する地帯から路体・路床等に浸透する水を遮断して、路床、路盤の含水量を適当に維持するために行う。特にこのような排水の必要な個所は、地下水位の高い湿潤な場所、隣接地から多量の浸透水が流入するおそれのある場所などである。

このほか、積雪地帯では、融雪水が長期にわたって隣接地から路体などに浸透し、路床、路盤などの強度を弱めることがある。また、排水を良好にすると同時に浸透水に対して安定性の高い路体、路床及び路盤などを造ることが大切である。

- ① 不透水層の勾配が大きい場合：排水管を不透水層に接して設ける場合の排水管の単位長さ当たりの排水量は、(式-7.4.1)によって求める。

$$q = k \cdot i \cdot H_0 \dots\dots\dots (式-7.4.1)$$

q : 単位長さ当たりの排水量 (cm³/s/m)

i : 不透水層の勾配

k : 透水係数 (cm/s)

H_0 : 排水管理設位置付近の地下水位低下量 (cm) (図-7.4.4参照)

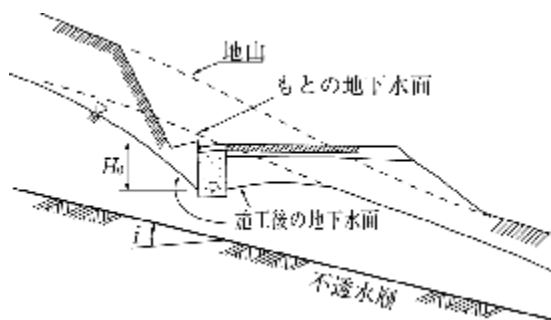


図-7.4.4 不透水層の勾配が大きい場合

路床土、地盤の透水係数は試験によって求めるが、試験を行っていない場合は、表-7.4.1を参考にすればよい。

表-7.4.1 代表的な土の透水係数の概略値

代表的な土	透水係数 (cm/s)	透水性
礫	0.1 以上	透水性が高い
砂	0.1 ~ 1 × 10 ⁻³	中位の透水性
砂質土	1 × 10 ⁻³ ~ 1 × 10 ⁻⁵	透水性が低い
粘質土	1 × 10 ⁻⁵ ~ 1 × 10 ⁻⁷	非常に透水性が低い
粘土	1 × 10 ⁻⁷ 以下	不透水性

- ② 不透水層の勾配が緩やかな場合：図-7.4.5に示すように、水は排水溝の片側からのみの流入とすると、排水管の単位長さ当たりの排水量 q は、(式-7.4.2) によって求められる。

$$q = \frac{k(H^2 - h_0^2)}{2R} \dots\dots\dots (式-7.4.2)$$

H ：排水前の地下水位 (cm)

h_0 ：排水管埋設位置の地下水位 (cm)

R ：排水によって地下水が影響を受ける水平距離 (cm)

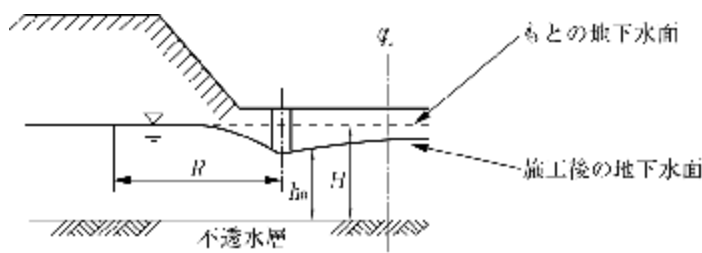


図-7.4.5 不透水層の勾配が緩やかな場合

- ③ 不透水層が深い場合：図-7.4.6に示すように、不透水層が深い場合には、水は排水溝の片側のみから流れ込むものと考えると、排水管の単位長さ当たりの排水量は、(式-7.4.3) から求める。

$$q = \frac{p \times k \times H_0}{2 \ln \frac{R}{r}} = \frac{p \times k \times H_0}{4.6 \log \frac{R}{r}} \dots\dots\dots (式-7.4.3)$$

r ：排水溝の幅の 1/2 (cm)

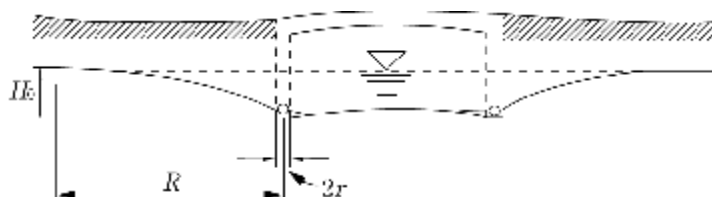


図-7.4.6 不透水層が深い場合

R は一般に、透水係数、水位低下量及び透水層の厚さや広がり等の地域的な条件の影響を受け、定まった値ではないが、近似的に表-7.4.2の値を用いて概略の計算を行ってもよい。

表-7.4.2 排水によって地下水が影響を受ける水平距離 R の値

細粒砂	25～ 500m
中粒砂	100～ 500m
粗粒砂	500～1,000m

注) 水平距離 R の値は、井戸の水位を 2～3m 低下させたときの影響半径である。

- ④ 被圧地下水による浸透流のある場合：図-7.4.7に示すように、深部から浸透流を排水する場合には、地盤を含めた農道の断面図に流線網を描き、(式-7.4.4)によって排水量を求める。

$$Q = kH_0 = \frac{2N_f}{N_p} \frac{H_0}{L} \dots \dots \dots \text{(式-7.4.4)}$$

Q : 単位長さ当たりの全排水量 (cm³/s/cm)

H_0 : 全水頭 (cm)

N_f : 流線にはさまれる流路の数

N_p : 等ポテンシャル線にはさまれた帯状部の数

なお、図-7.4.7に示すように、農道の両側に2本の排水溝を設ける場合には、排水管1本の単位長さ当たりの排水量 q は、(式-7.4.4) で求める Q を用いて、 $q=1/2 \cdot Q$ とすればよい。

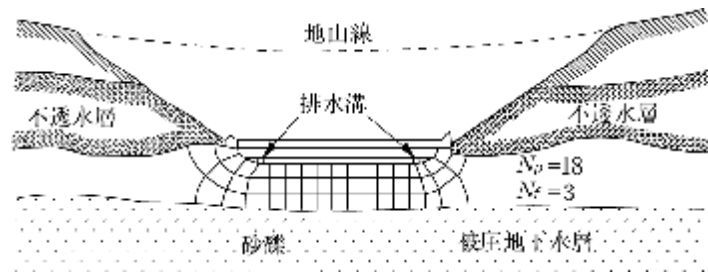


図-7.4.7 流線網の一例

(2) 路盤の排水

原地盤や路床の透水係数が比較的小さく、隣接地域から浸透水が路盤内へ流入するおそれのある所や、地下水が路盤まで上昇するおそれのある所では路盤での排水も必要となる。しかし、地下水位の高い場合には、まず原地盤、路体及び路床などでの排水を考慮しておかなければならない。一般には路盤排水の計算は行わないが、特に、幅員の大きい道路で検討が必要となることもある。

7.5 のり面排水

のり面排水工は、降水等がのり面に浸透しないように、あるいはのり面を流下する水やのり面内の地下水を安全にのり面外の排水施設に導くために設けられるもので、のり肩排水溝、小段排水溝、縦排水溝等に分けられる。

水によるのり面の破壊は、大別すると、のり面を流下する表面水による表面の浸食、洗掘と、浸透水がのり面を構成する土のせん断強さを減じたり、間隙水圧を増大することにより生ずる崩壊とに分けられる。

のり面の排水工は、この両方を防止するのに十分な効果を発揮するよう設計しなければならない。また、十分な機能を持った排水施設が造られても、これを受け入れる流末の処理能力が十分保たれていない場合には、下流に被害を及ぼすことにもなるので、のり面排水工は流末の排水能力のある施設に接続するようにしなければならない。

排水施設の設計に当たっては、事前に降雨、地表面の状況、土質、地下水の状況、既設排水路系統などを十分調査し、排水量を決定する。

実際の調査に当たっては、特に下記に示す点に注意する。

- ① 表面水が局部的に集中して流れる箇所
- ② 地山からの湧水や浸透水の多い箇所
- ③ 周囲の地下水の状況
- ④ 集めた水を排除する流末の状況

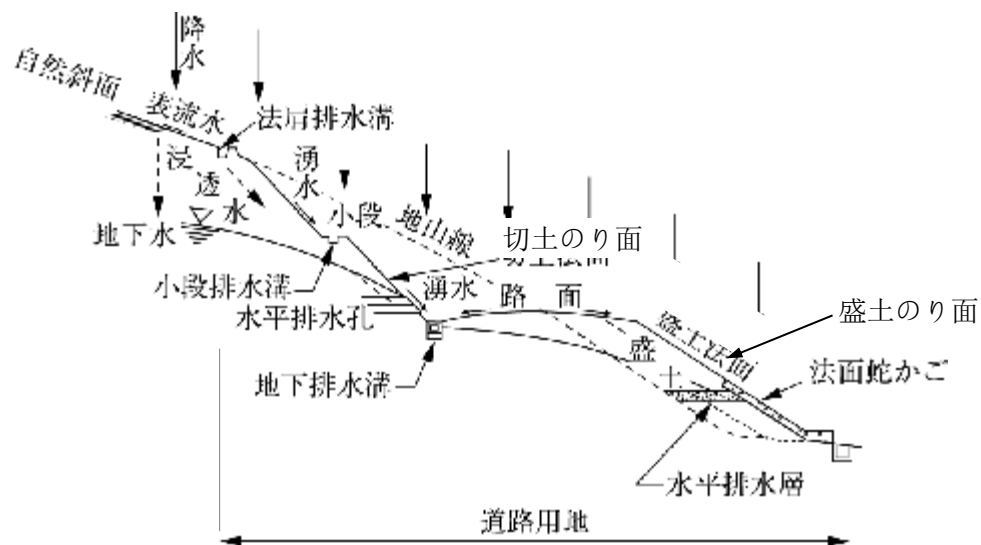


図-7.5.1 道路のり面と排水施設

7.5.1 のり面の湧水

のり面の湧水は、のり面を浸食するおそれがあるほか、場合によっては湧水の流出する地層に沿ってすべり面が形成され、のり面崩壊の原因となることもあるので注意しなければならない。

一般に、切土部と盛土部の境界は地下水位が高く、かつ地表面からの浸透水が集まるので湧水の量が多い。

図-7.5.2のように、切土のり面の湧水は、地下水や地中に浸透した雨水が原因であり、盛土のり面の湧水は、路面や地山から盛土部に浸透した水が原因となる。

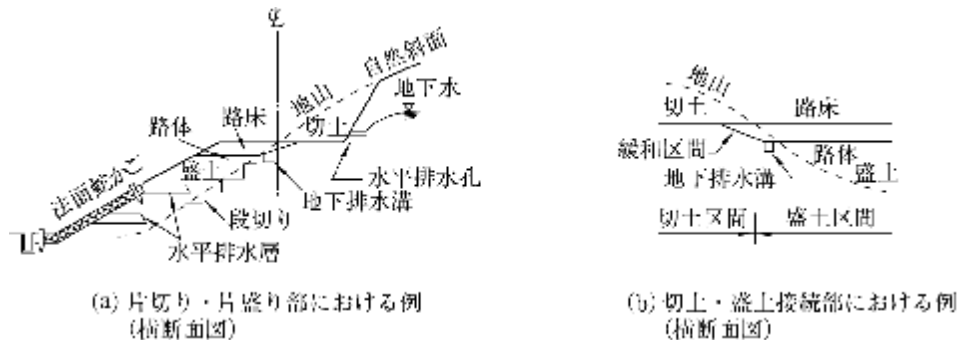


図-7.5.2 のり面からの湧水を排水する施設

7.5.2 のり面排水溝の施設

(1) のり肩排水溝

のり肩排水溝は、隣接地域の雨水や湧水がのり面に流入しないようにのり肩に設ける。のり肩排水溝の種類は、のり面の存在する地形、土質及び流量などにより十分検討して決定する必要がある。

(2) 小段排水溝

のり面が長大になると、一般に5~10mの高さ間隔で1.5m幅程度の小段が設けられるが、これは、のり面を流下する雨水による浸食防止に有効である。のり面を流下する雨水は、できれば各小段ごとに処理し、のり面に悪い影響を与えないようにしなければならない。小段の縦断勾配は、一般には農道縦断勾配に合わせても支障はないが、0.3~5%程度にしておくのが望ましい。

(3) 縦排水溝

縦排水溝は、路肩側溝から盛土下の水路や、あるいはのり肩排水溝や小段排水溝から路側水路に排水するため、のり面に沿わせて設置するもので、鉄筋コンクリートU形、コルゲート水路及び管渠などを使用する。

(1) のり肩排水溝としては以下のような種類があるが、通常24cmから30cm規格程度のU形溝が多く用いられている。

のり肩排水溝の種類

素掘排水溝	水量が少なく、他の水路に容易に導くことができる場合とか地山が浸透しにくい地質で洗掘のおそれがない場合には素掘排水溝とすることができる。
U型溝等	排水溝に集まる水量が多く、また、その延長も長くなるような場合は、一般にU形溝などを使用する。地表面の状態にもよるが、24cmから30cm規格程度のプレキャストを使用するが多い。現場条件によっては半円コルゲートパイプ等を使用する場合もある。通常、のり肩排水溝は勾配も急であるのでかなりの排水能力を持つが、地山と排水溝が十分なじんではないと、地表面を流下する雨水を飲みきれずに排水溝の裏面に沿って水が流れたり、排水溝を流れる水が速度を速め、勾配の変化点などに当たって水が跳ね、側面を洗掘したりする。したがって、排水溝の裏込めの施工を十分行うことは当然であるが、山側には芝を張り浸食を防止するなどの考慮が必要である。

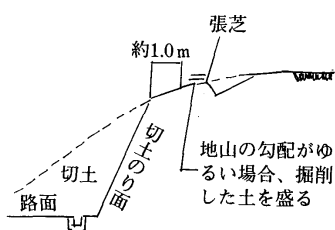


図-7.5.3 素掘排水溝

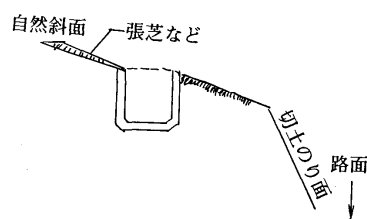


図-7.5.4 U型排水溝

(2) 小段排水溝は一般に、鉄筋コンクリートU形溝などを使用する。通常24cmから30cm規格程度のU形溝を使用するが多い。なお、その周辺を洗掘、草のたれ込みによる通水阻害等を防止するために、コンクリートで保護する場合もある。

1) 設置方法

- ① 切土小段排水溝は各小段ごとに設置することが望ましい。
- ② 盛土小段排水溝は小段1段おきに設置することが望ましい。

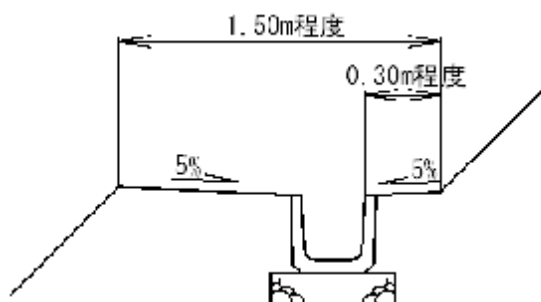


図-7.5.5 小段排水溝断面図

- (3) 鉄筋コンクリートU形溝は、のり面の地表面に設置するので施工しやすく、維持管理も容易である。排水溝の断面は、一般に24cmのU形溝を使用する 경우가多く、形状はソケット付きとし、すべり止めは3m間隔とする。縦排水溝が他の水路と合流する所や勾配の変化する所、流れの方向が急に変わる所には柵を設け、柵には土砂だめを設け、水勢を減じさせる構造とし必ず蓋を設ける。なお、勾配が1:1より急な所やのり尻から1~2mの区間、勾配の変化点などの縦排水溝は、水が跳ね出すおそれがあるので蓋付きにする。

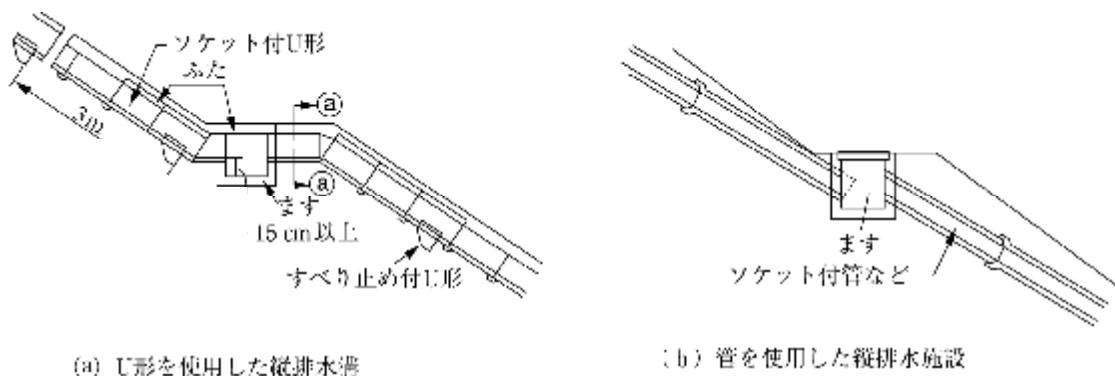


図-7.5.6 縦排水溝断面図

7.6 構造物の排水

構造物の排水は構造物の裏込め部の湛水や構造物内の漏水及び降雨、降雪により生じた構造物の表面水等を除去することを目的とする。

構造物の施工中あるいは施工後において、降水、地下水などが構造物の背面にたまったり、構造物内へ漏れたりすると構造物の安全性が低下し、それが構造物の破損にもつながる場合もある。また、路面水の滞水は、車両の安全走行を害するだけでなく、水の飛散が周囲の環境を害し、美観上も好ましくないなど、種々の弊害を生ずるため、水の処理については細心の注意を払う必要がある。

構造物の排水には、橋梁・高架構造の排水、トンネルの排水、地下道（カルバート）の排水、擁壁の背面の排水等が含まれる。

なお、詳細については「道路土工要綱」（日本道路協会）による。

7.7 環境に配慮した排水施設の留意事項

湿地を生息地とする両生類、魚類は、森林、湿原の乾燥化や河川の汚濁等が、生息条件に大きな影響を与える。このため、農道の建設に当たっては、湿原や湖沼、沢などを埋立ててしまわないこと、及びその地域の水環境（水質、水量等）に悪影響を与えないことが必要である。特に重要なのは、農道の設置によって両生類の採餌場所と産卵場所が分断されないようにすることである。なお、貴重種等が生息・生育している水田においても排水施設の集水範囲の変更による生息・生育環境への影響が考えられる場合は、同様の配慮を検討する。

山間部を通過する農道では、側溝に転落した両生類等の小動物（カエル、サンショウウオ、ネズミなど）が這い上がれず、側溝の中で死亡していることが多い。このため、側溝やますの形態を這い上がれるものとするのが考えられる。傾斜面は、**図-7.7.1** のとおり小動物が脱出しやすいように角度は 45 度以下とし、また粗面とすることが望ましい。浸透性排水路・排水柵は、植生・地中生態の保全、地下水涵養の観点から有効な手法であるが、排水量や流末状況等の現場条件を考慮し、透水性能低下等の耐久性や経済性を検討したうえで採用を検討する。

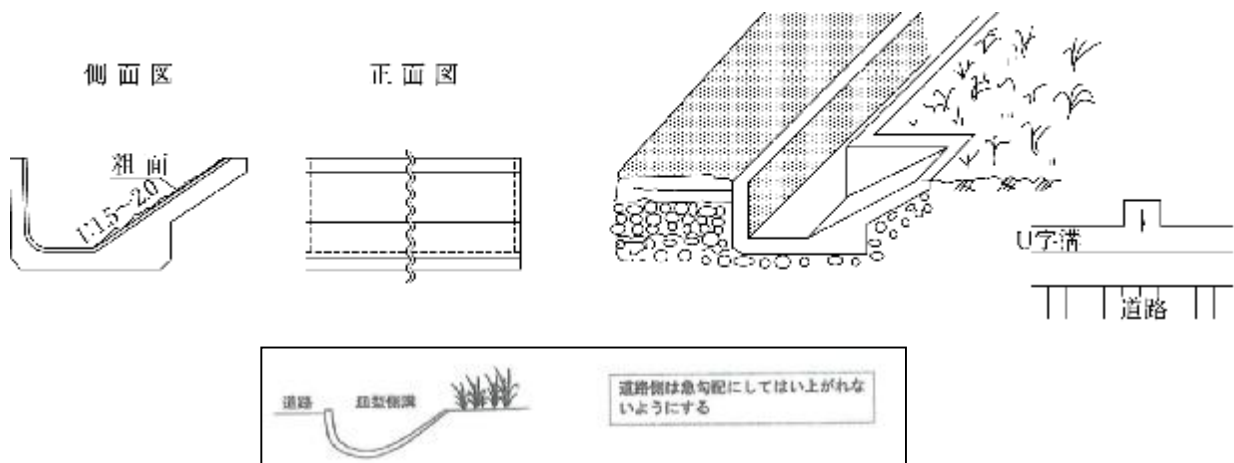


図-7.7.1 小動物に配慮した側溝の例 (1)

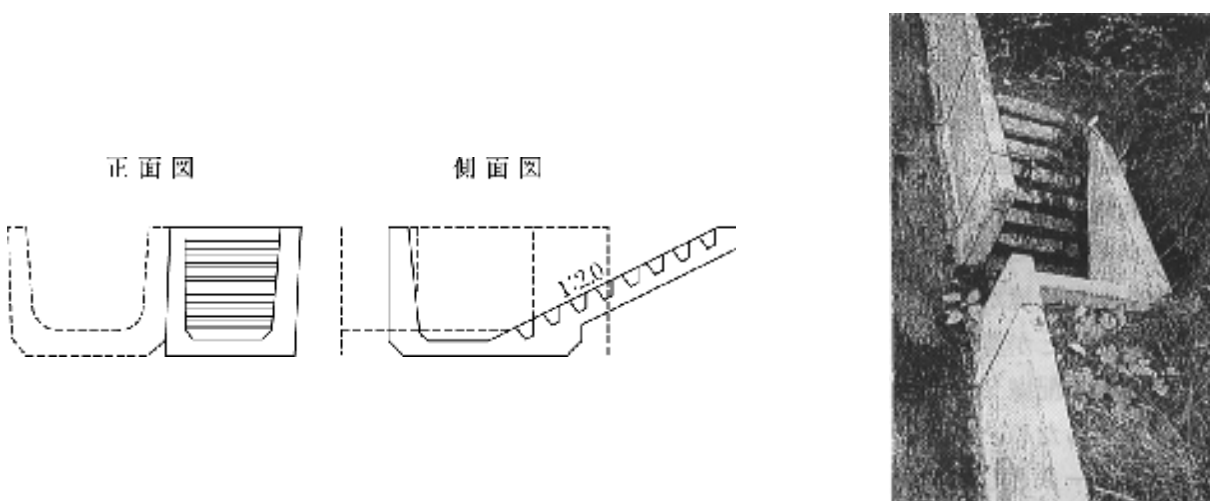
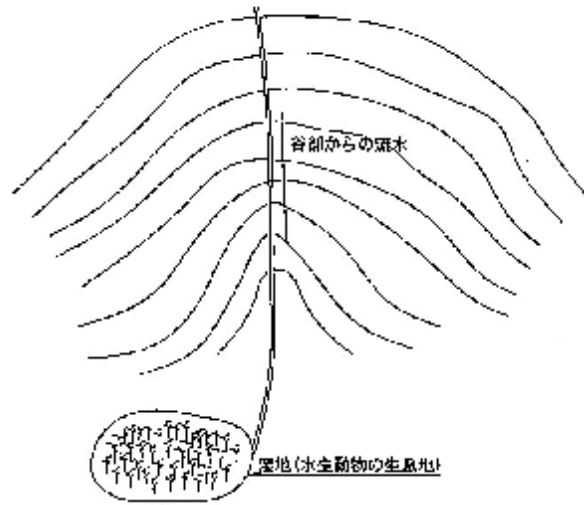
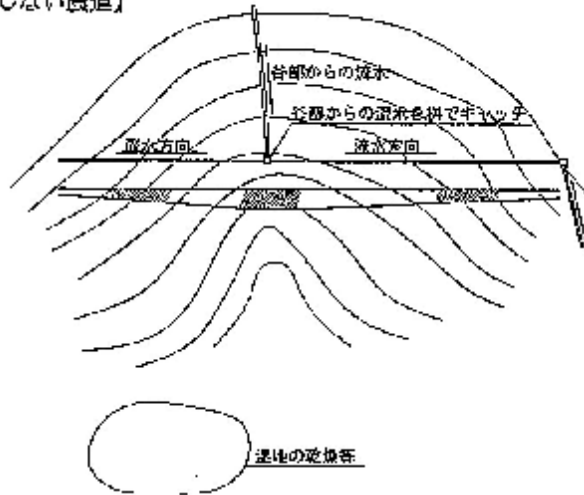


図-7.7.2 小動物に配慮した側溝の例 (2)

【現況】



【集水域を考慮しない農道】



【環境調和の農道】

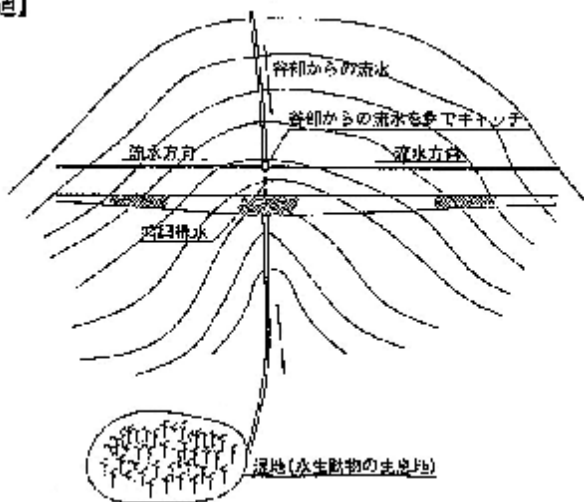


図-7.7.3 集水域を考慮した排水施設の例