

8.7 構造物の排水

8.7.1 一般事項

構造物の排水工は、降雨、地下水等の影響に対して構造物の安定性を確保することや路面水の帯水を防止するため、適切に設計しなければならない。

構造物の施工中あるいは施工後において、降水、地下水等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、路面水の帯水は、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等、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。

8.7.2 構造物の排水の種類

構造物の排水には、次のような種類がある。

- ① 橋梁・高架構造の排水
- ② トンネルの排水
- ③ 地下道（カルバート）の排水
- ④ 擁壁背面の排水

なお、詳細については「道路橋示方書・同解説（Ⅰ共通編）」、「道路トンネル技術基準（構造編）・同解説」、「道路土工要綱」、「道路土工—カルバート工指針」、「道路土工—擁壁工指針」を参照する。

8.8 水路兼用農道

(1) 一般事項

水路兼用農道は、現地の自然条件、地形条件等を十分に把握し、道路機能を損なうことなく排水を安全に流下させ、浸食等の被災を防止するよう、適切に設計しなければならない。

降雨時にはほ場内農道に雨水が集中し、排水路となる場合又はそのおそれが想定される場合に、農道に排水路としての機能を持たせた一体の施設として整備し、侵食等の被災を防止する施設を水路兼用農道、略して水兼農道という。

降雨の度に道路に洪水が集中して流下し、路面や法尻を洗掘したり、谷側の法肩を越流してほ場に流入し、水路施設の損傷や耕作土の侵食流出を繰り返したりしているような傾斜地のほ場内道路で、道路側溝を整備すれば道路幅員が不足して道路機能に支障が生じる場合、現況の道路幅員内あるいは計画上可能な範囲での幅員を利用して水兼農道として整備すれば、道路機能を損なうことなく排水を安全に流下させることができる。すなわち、水兼農道とすることにより、基幹施設であるほ場や道水路の保全を図ることができる。

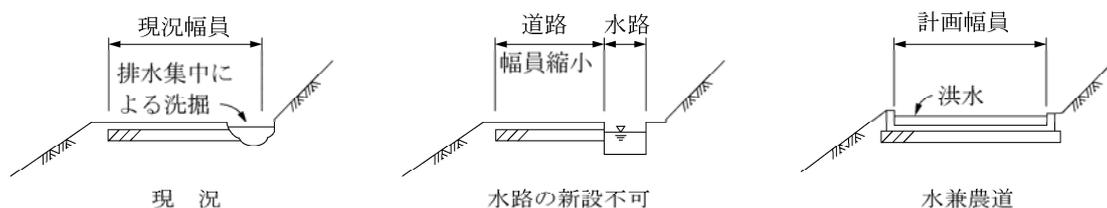


図-8.8.1 水兼農道の概念

(2) 規格及び構造

水兼農道の規格及び構造は、農道としての機能を主として計画する。幅員及び舗装工等は農道の規格により、また側壁高は排水路として洪水の通水能力を考慮して決定する。

ア 交通量区分

水兼農道は、傾斜地の比較的交通量の少ない道路に計画されるので、計画交通量は大型車交通量を考慮しない場合、及び大型車交通量が1日当たり40台未満（I-1、I-2交通）の場合を対象とする。標準化に当たって、大型車交通量を考慮しないものと、交通量区分I-1、I-2とに区分する。

イ 幅員

水兼農道は、傾斜地のほ場内農道（支線農道、耕作道）に計画されるものであり、幅員は車道幅員と路肩幅員に区分せず、その農道の機能と対象交通機種を考慮して全幅を定める。幅員は、側壁を除いた内幅とする。水兼農道は、その性格上、用地幅の制約がある場合が多く、実施例は、おおむね全幅2.5～4.0mの範囲であり、中でも3.0mの事例が多い。したがって、ここでは、**図-8.8.2**に示すとおり、標準幅を全幅3.0mとする。

ただし、幅員の決定においては、現況幅員と対象機種の通行に支障のない幅員の両者を十分に検討した上で、現場条件に適した幅員にしなければならない。

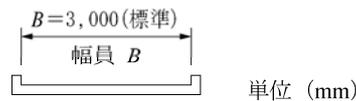


図-8.8.2 水兼農道の幅員

ウ 縦断勾配

縦断勾配は、原則として12%を上限とする。地形の状況等によりやむを得ない場合は、当該農道を通行する車両の登坂能力、制動能力、路面の維持等を考慮して、適宜決定することができる。また、土砂が堆積しないように、0.3%以上の勾配とする。

エ 横断勾配

水兼農道は、路面それ自体が排水路としての機能を持つため、標準区間の横断勾配は水平を標準とする。曲線区間の横断勾配は、道路構造令に準じた片勾配を設け、表面排水を考えて、内側に向けた勾配をつける。ただし、常時、湧水等がある場合は、**図-8.8.3** 横断勾配の標準に示すとおり2%以下でつけるものとする。

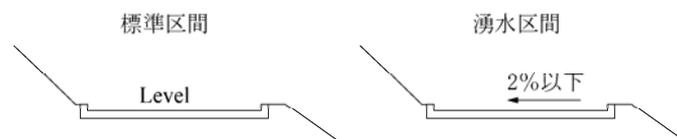


図-8.8.3 横断勾配の標準

オ 路床

水兼農道の路床は、一般に農道に準じて設計する。路床は、一般の農道と同様に舗装及び路面上の荷重を支持するために、必要な支持力を有しなければならない。一般に水兼農道は軟弱

地盤を路床とする例は少ないが、十分な支持力を得られない場合には、良質土による置換工法、安定処理工法等の対策工により路床の改良を行うようにする。

カ 舗装

水兼農道の舗装厚さの設計に用いる計画交通量は、表-8.8.1により、I-2 交通以下を対象とする。大型車の交通量により、0型（大型車交通なし）、及びI型（40 台/日・方向未満）に区分する。舗装方法はおおむね勾配 12%未満をアスファルト舗装とし、勾配 12%以上はコンクリート舗装とする。

表-8.8.1 交通量区分による水兼農道の区分

| 水兼農道区分 | 交通量区分 | 大型車交通量（台/日・方向） |
|--------|---------|----------------|
| 0型 | — | 考慮せず |
| I型 | I-1、I-2 | 40 未満 |

(ア)アスファルト舗装

水兼農道のアスファルト舗装の設計は、一般の農道と同様とする。

(イ)コンクリート舗装

水兼農道のコンクリート舗装の設計は、一般の農道と同様とする。

(3)側壁

ア 側壁高

側壁高は、計画排水量を流下するのに必要な高さに見込んで決定する。側壁高は 10～20cm の事例が多いが、車止めによる車両の安全確保を考慮して、図-8.8.4 に示すとおり、最小高の標準値を 15cm とする。

また、洪水時の車両の走行等を考慮すると、極力過大な水深にならないようにし、側壁高は 20cm 以下が望ましい。

排水量の多い場合、あるいは常時湧水のある場合は、L 形、U 形の側溝を設けることもある。

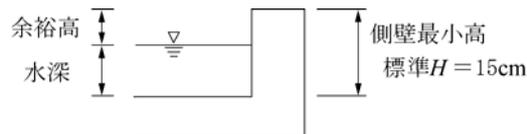


図-8.8.4 側壁高

イ 余裕高

水兼農道のような急勾配でかつ偏平な水路に与える余裕高については、決定的な設定方法は見出されていない。したがって、水兼農道の余裕高は、流量、流速及び流況等を加味して以下の射流開水路の経験値を参考にして決定する。よって、余裕高の計算式は、式 (8.8.1) によるものとする。

$$F_b = C \cdot V \cdot h^{1/2} \dots\dots\dots \text{式 (8.8.1)}$$

ここに、 F_b : 余裕高 (m)

V : 流速 (m/s)

h : 水深 (m)

C : 係数 長方形水路 ; 0.10 台形水路 ; 0.13

ただし、 F_b 、 h は、道路勾配の傾斜に垂直にとる。

ウ わん曲部壁高

わん曲部は、片勾配をつけるか、あるいは壁高を高くして安全に流下させる構造とする。わん曲部の余裕高は考慮しない。

水面高の上昇については、射流水路をわん曲と考慮して、式(8.8.2)によって検討する。

$$\left. \begin{aligned} h &= \frac{V_1^2}{g} \sin^2 \left(\beta_0 \pm \frac{\theta_0}{2} \right) \\ \tan \theta &= \frac{b}{\left(r + \frac{b}{2} \right) \cdot \tan \beta_0} \\ \sin \beta_0 &= \frac{\sqrt{gh_1}}{V_1} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots \text{式 (8.8.2)}$$

ここに、 V_1 : 直線部の流速 (m/s)

b : 道路内幅 (m)

r : 道路中心の曲線半径 (m)

h_1 : 直線部の水深 (m)

g : 重力加速度 (m/s²)

θ_0 、 β_0 : 図-8.8.5 に示す。

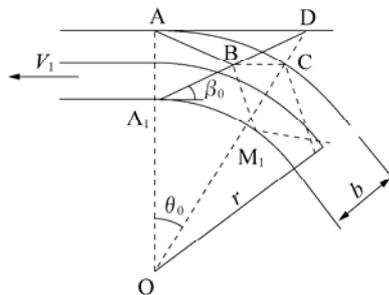


図-8.8.5 θ_0 、 β_0 の説明

エ 側壁の構造

側壁は、コンクリート舗装の場合はコンクリート、アスファルト舗装の場合は細粒度アスファルトコンクリートを標準とする。コンクリートの場合は、無筋コンクリートを使用する。

細粒度アスファルトコンクリートの場合は、アスファルトカーブ(図-8.8.7)を使用する。

ブロック積の場合は、天端コンクリートの上に側壁コンクリートを打設する構造とする。谷側が重力式擁壁となる場合は、擁壁天端を路面から15cm高くして側壁を兼ねる構造とする。

標準側壁構造を、図-8.8.6～図-8.8.8に示す。

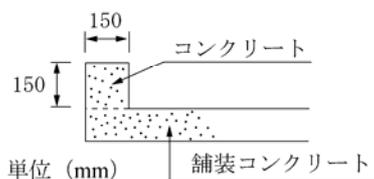


図-8.8.6 コンクリート側壁の標準寸法

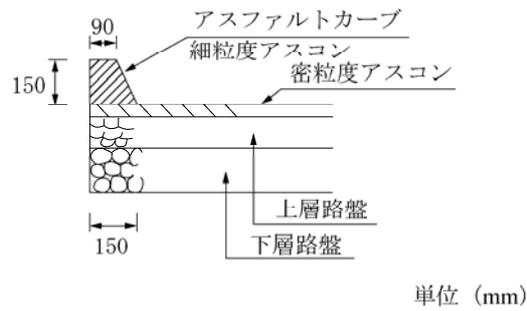


図-8.8.7 アスファルト側壁の標準寸法

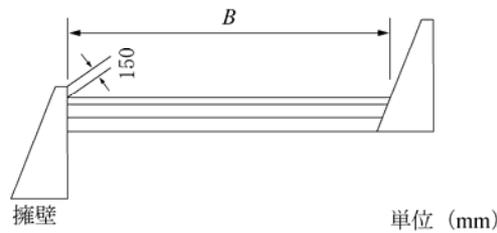


図-8.8.8 側壁が重力式擁壁を兼ねる場合

オ 側壁の保護

切土部は側壁天端まで埋戻すが、転圧を十分に行わなければならない。小段の幅は、側壁の施工上必要な幅とするが、図-8.8.9 に示すように、 $b=30\text{cm}$ 程度を目安とする。また、この部分は、水みちがでしやすいので、縦断勾配、埋戻し土の土質等を考慮して、洗掘のおそれがある場合は、土のうや空洞ブロック等による止水壁を適宜設置することが望ましい。

盛土部は、舗装構造及び路体の保護のために幅 30cm 程度の保護路肩を設置することが望ましい。

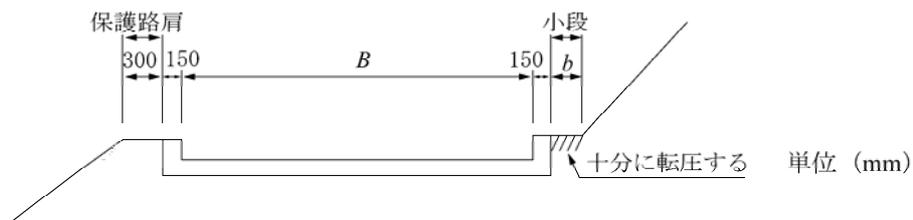
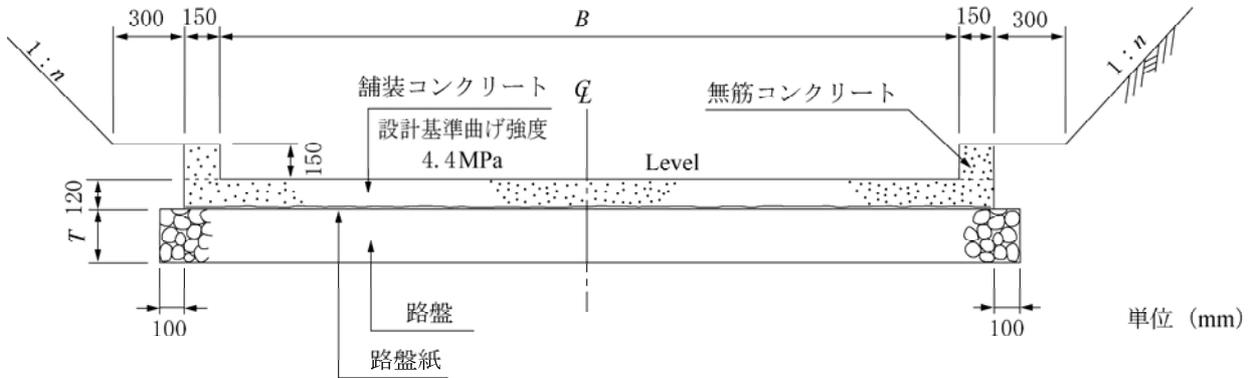


図-8.8.9 側壁の保護

(4) 標準構造図

水兼農道の標準構造図を、図-8.8.10～図-8.8.12に示す。また、舗装厚及び路盤厚の標準を、表-8.8.2に示す。



- 注1) 路盤材に切込み碎石以外を使用する場合は、路盤厚は別途算定する。
- 2) 地耐力が確保される基礎地盤であれば、路盤は設けなくてもよい。

図-8.8.10 水兼農道標準構造図（大型車通行なし）

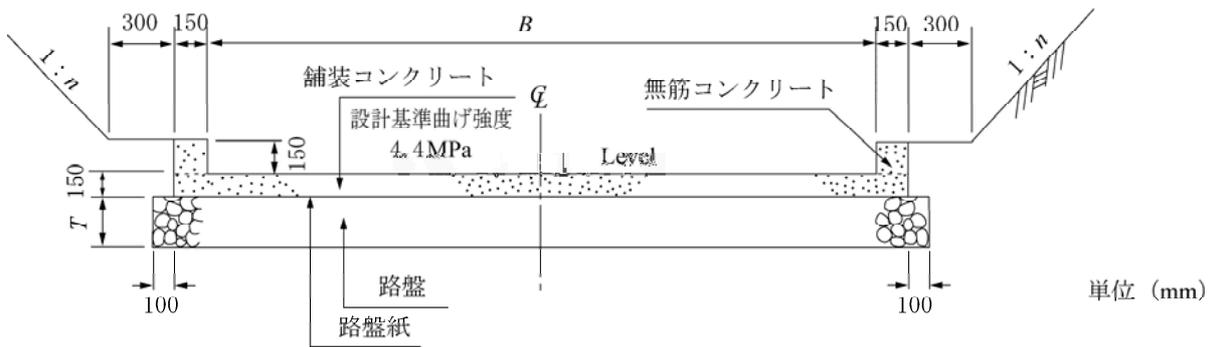


図-8.8.11 水兼農道標準構造図（I-1、I-2 交通）

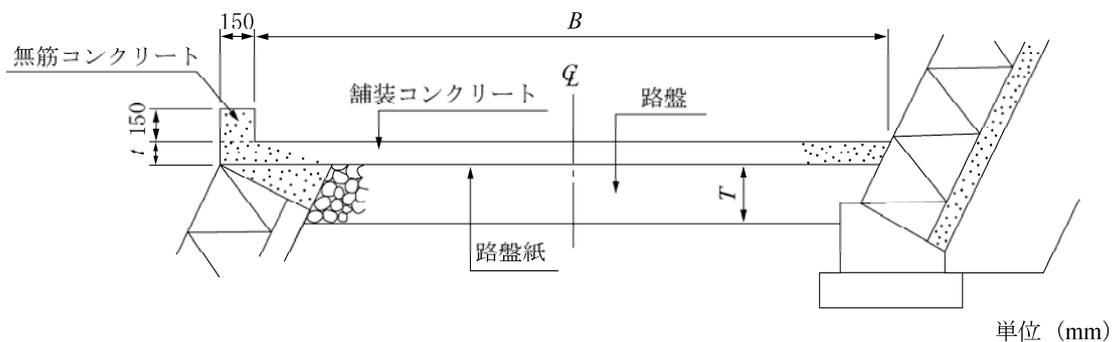


図-8.8.12 水兼農道標準構造図（コンクリートブロック積の場合）

表-8.8.2 舗装厚及び路盤厚の標準

| 設計 C B R | 区分 0型 (大型車なし) | | I型 (I-1、I-2 交通) | |
|-------------|--------------------------|--------------------|--------------------------|--------------------|
| | 舗装コンクリート厚 t (mm) | 路盤厚 T (mm) | 舗装コンクリート厚 t (mm) | 路盤厚 T (mm) |
| 2 | 120 | 250 | 150 | 500 |
| 3 | 120 | 200 | 150 | 350 |
| 4 | 120 | 150 | 150 | 250 |
| 6 | 120 | 150 | 150 | 200 |
| 8 | 120 | 150 | 150 | 150 |
| 12 | 120 | 150 | 150 | 150 |
| 20 | 120 | 150 | 150 | 150 |

(5) 附帯構造物

ア 待避所

水兼農道は、一車線道路を原則とするので、安全かつ円滑な通行を図るため、立地条件等を考慮して、必要に応じて待避所を設置する。

水兼農道における待避所の標準を、図-8.8.13 に示す。

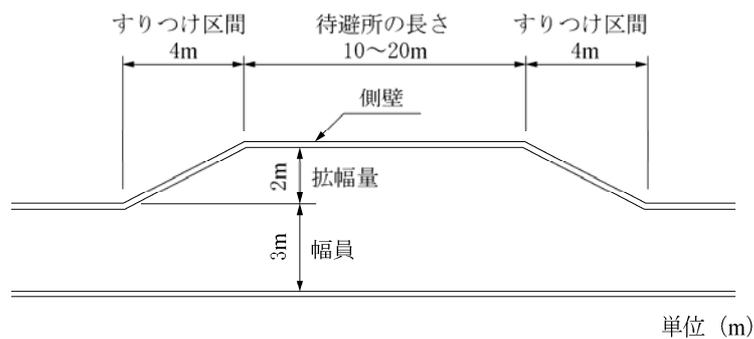


図-8.8.13 待避所の標準

イ 進入路

水兼農道は、排水の流入を考慮して、路面高は一般にほ場面より低く計画されているが、路面より耕地面標高が低い箇所に進入路が設置される場合は、道路内の洪水がほ場へ逆流しないような構造に配慮しなければならない。また、進入路が洗掘されないように、コンクリート等で舗装するのが望ましい。進入路の例を、図-8.8.14 に示す。

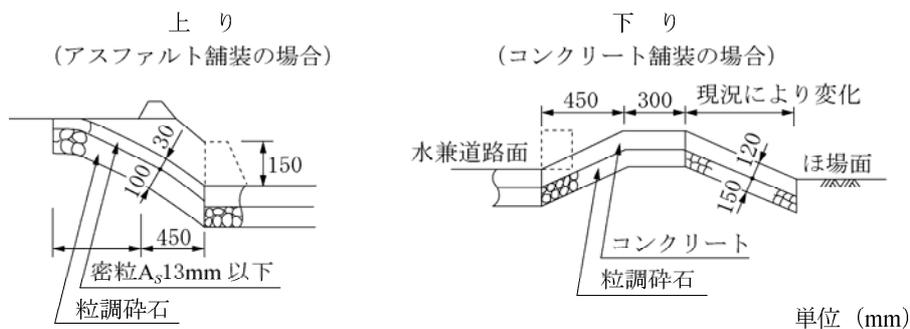


図-8.8.14 進入路の例

リ 交差点

水兼農道の交差点は、流水が円滑に合流する構造とし、必要に応じて側壁のかさ上げ、補助水路、隅切部の曲線挿入等を考慮する。

参考として、水兼農道交差点の概念図を、**図-8.8.15** 及び**図-8.8.16** に示す。

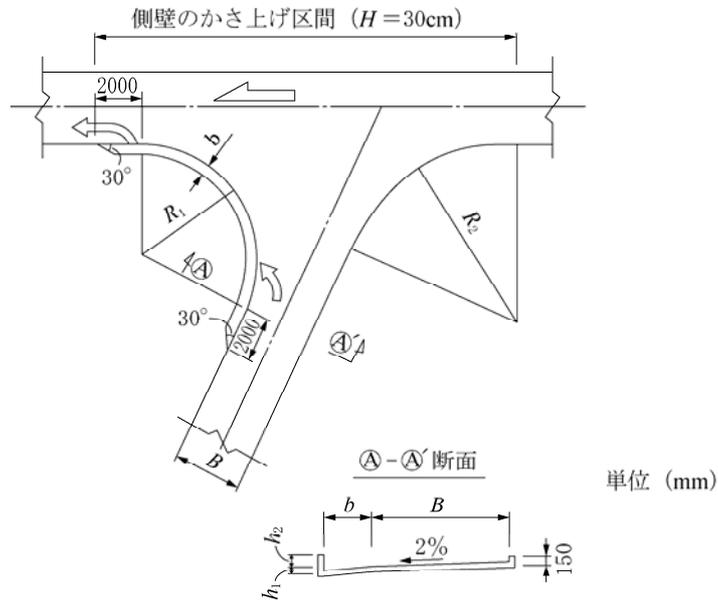


図-8.8.15 水兼農道と水兼農道の交差概念図 (1)

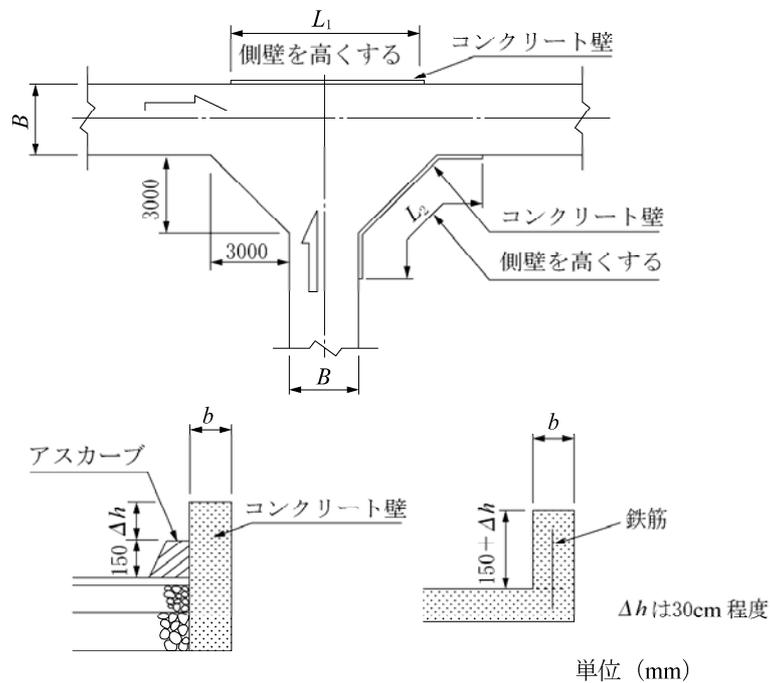


図-8.8.16 水兼農道と水兼農道の交差概念図 (2)

エ 排水処理

水兼農道が幹・支線道路と合流する箇所では、水兼農道内を流下した排水を完全に捕捉し、道路側溝等の排水路へ安全に排除しなければならない。また、縦断勾配の凹部や、道路外の排水が可能な場合では、現場条件を考慮して、適宜捕捉して排除する施設を設け、できるだけ排水の分散を図ることが望ましい。

幹・支線道路との合流点では、一般にグレーチング及び側水路によって捕捉する例が多い。参考として、合流部及び途中の排水処理工の概念図を、図-8.8.17～図-8.8.20に示す。

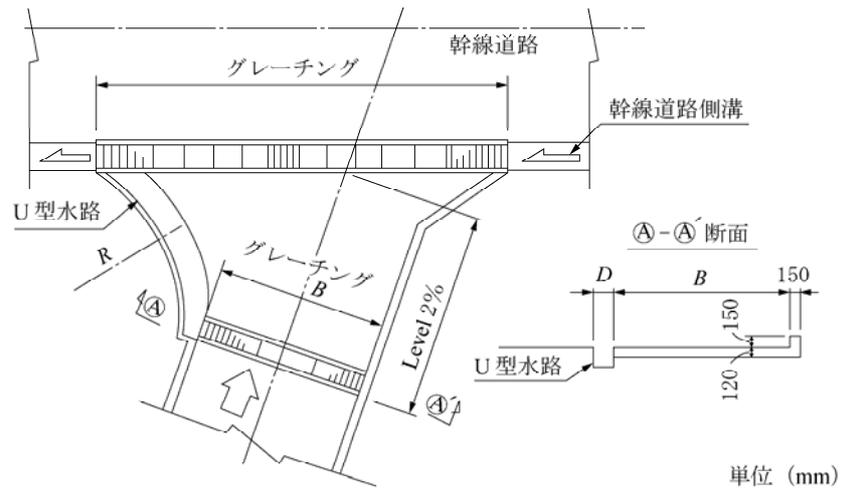


図-8.8.17 水兼農道の合流部概念図 (1)

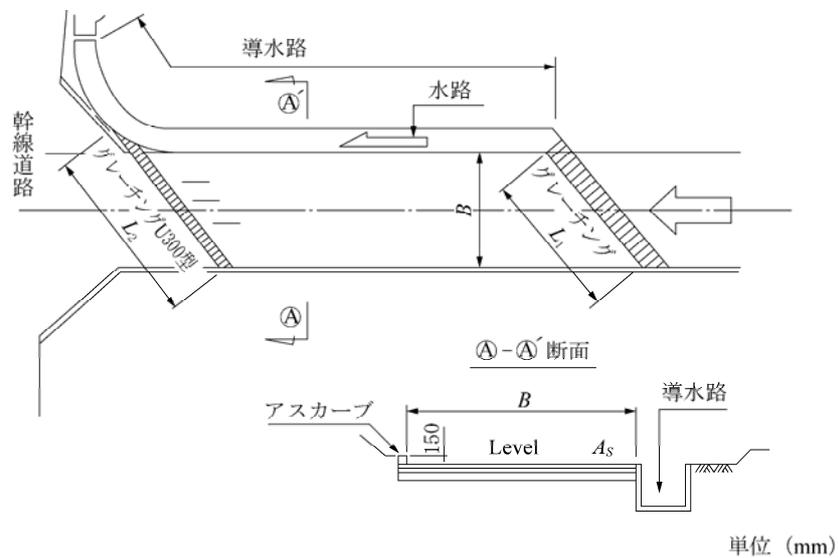


図-8.8.18 水兼農道の合流部概念図 (2)

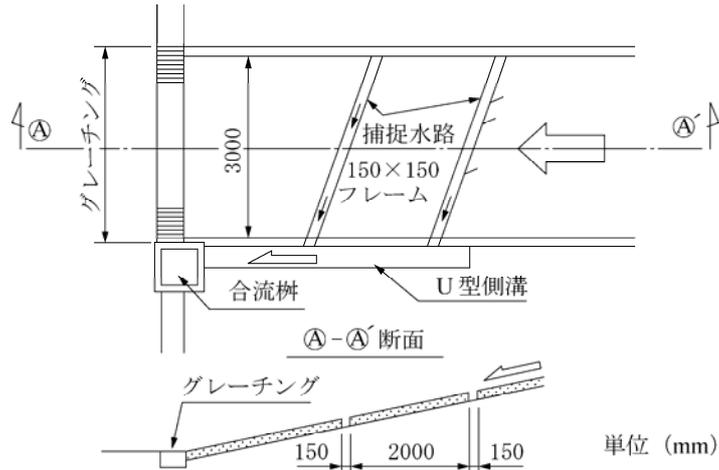


図-8.8.19 水兼農道の合流部概念図

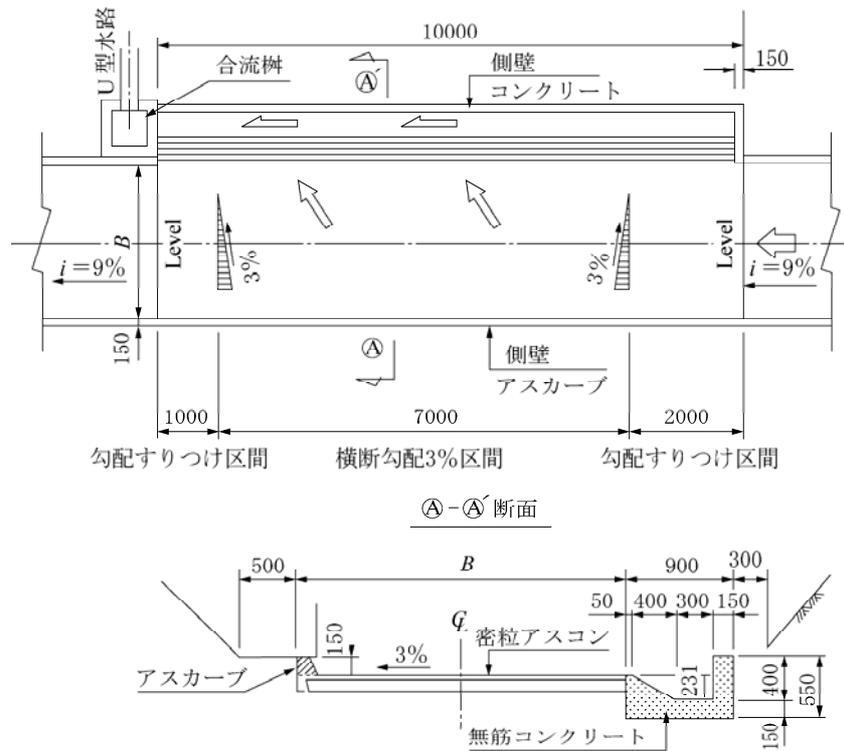


図-8.8.20 水兼農道の合流部概念図
(縦断勾配の途中に設置する例)

(6) 水理計算

水兼農道は、排水路機能をもつ道路であり、その通水断面は、排水路と同様に水理計算によって決定する。

ア 計画排水量の規模

水兼農道の計画排水量の規模は、通常5～10年確率ピーク流出量を対象として計画する。

水兼農道が排水路及び集水路となる場合は10年確率ピーク流出量、承水路となる場合は5年確率ピーク流出量を基準排水量とする。ただし、シラス地帯では集水路、承水路ともに10年確率ピーク流出量とする。

イ 水理計算

(ア) 適用公式

水兼農道の通水能力の検討は、式(8.8.3)に示す Manning 公式によって計算する。

$$\left. \begin{aligned} Q &= A \cdot v \\ v &= \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots \text{式 (8.8.3)}$$

- ここに、 Q ：通水量 (m³/s)
 A ：通水断面 (m²)
 I ：水兼農道縦断勾配
 v ：平均流速 (m/s)
 n ：粗度係数

(イ) 粗度係数

Manning 公式の粗度係数は、表-8.8.3によるものとする。密粒度アスファルトでは、 $n=0.014$ 、コンクリートでは、 $n=0.015$ が一般に使用されている。

表-8.8.3 粗度係数 n 値

| 水路の材料と状態 | 粗度係数 n | | |
|-----------------------|----------|-------|-------|
| | 最小値 | 標準値 | 最大値 |
| コンクリート (現場打ちフルーム、暗渠等) | 0.012 | 0.015 | 0.016 |
| " (吹付け) | 0.016 | 0.019 | 0.023 |
| " (既製フルーム、管等) | 0.012 | 0.014 | 0.016 |
| " (鉄筋コンクリート管) | 0.011 | 0.013 | 0.014 |
| コンクリートブロック積 | 0.014 | 0.016 | 0.017 |
| セメント (モルタル) | 0.011 | 0.013 | 0.015 |
| アースライニング | | 0.025 | |
| アスファルト (滑面) | | 0.014 | |
| " (粗面) | | 0.017 | |
| 石工 (粗石練積) | 0.017 | 0.025 | 0.030 |
| " (" 空積) | 0.023 | 0.032 | 0.035 |

[参 考]

水兼農道では、すべり止めを目的として、コンクリート舗装面をホウキ目仕上げとすることが多いが、このときの粗度係数の値が明らかにされていない。

事例としては、 $n=0.015$ の採用例が多い。