9－7　ボックスカルバート

9－7－1　ボックスカルバートの適用

ボックスカルバートは、次のような箇所に用いる。

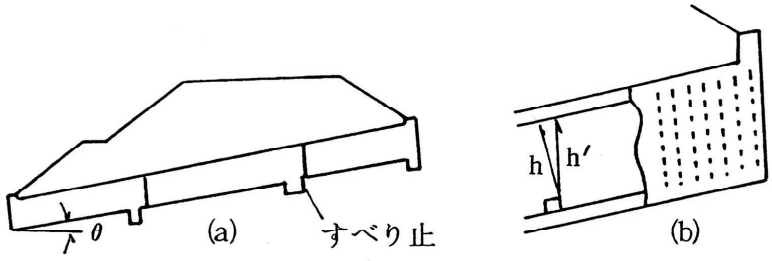
なお、設計（現場打ち及びプレキャスト製品）に当たっては、カルバート工指針及び各関連指針等を参考にすること。

1　土かぶり厚が10m程度以下の箇所。

2　断面計算の結果1.0×1.0m以上の内空断面を必要とする箇所とする。

3　縦断勾配が20%程度以下の箇所とし、20%を超える箇所にやむを得ず設置する場合にあっては、滑動防止に突起等による滑り止めを設ける。（図９－７－１）

図９－７－１　活動防止用突起



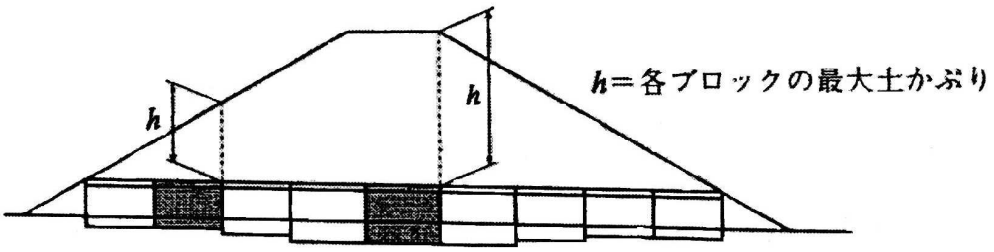
4　アーチカルバート設計断面

(1) 土かぶりと部材断面

アーチカルバートの設計に用いる土かぶりは、図９－７－２に示す各カルバートブロックの最大土かぶりを使用する。

アーチ部材は、型枠（セントル）の使用などの施工性を考慮し、原則として全区間一断面とする。土かぶりによる荷重の違いは鉄筋量にて調整する。底版部材は、応力に応じて厚さを変えてもよい。

図９－７－２　土かぶりの考え方



5　ボックスカルバートの流量計算並びに断面の決定

断面の算出については、カルバートを設置する位置の水路の断面及び勾配が上下流各10m程度一様とし、水路と同一幅のカルバートを設置することを原則とする。

流水断面算出にあたっては次のとおりとする。

１≧Ｈ／Ｂ　　Ｈ：内空高さ

Ｂ：内空幅

9－7－2　荷重及び設計計算

1　荷 重 条 件

1）カルバートに作用する荷重は、原則として死荷重、活荷重、衝撃、土圧等及び地盤反力とし、設計目的により適切に適用する。

ア　死　荷　重

死荷重の算出に用いる材料の単位体積荷重は、次を標準とする。

鉄筋コンクリート	24.5kN/m³
無筋コンクリート	23.0kN/m³
アスファルトコンクリート	22.5kN/m³
土	18.0kN/m³

イ　活　荷　重

活荷重は、以下に示すＴ荷重(活荷重245kN相当)を用い、必要に応じて前輪の影響を考慮する。

1）ボックスカルバートの縦方向単位長さ当たりの荷重

$$後輪：P^{\ell 1} = \frac{2 \times 後輪荷重(KN)}{車両占有幅(m)} \times (1＋衝撃係数) \quad (KN/m)$$

$$= \frac{2 \times 100(KN)}{2.75(m)} \times (1＋衝撃係数) \quad (KN/m)$$

$$前輪：P^{\ell 2} = \frac{2 \times 25(KN)}{2.75(m)} \times (1＋衝撃係数) \quad (KN/m)$$

ここに、後輪荷重：100KN（250KN×0.4）
前輪荷重：　25KN（250KN×0.1）
T荷重１組の占有幅：2.75m
衝撃係数：h＜4m　i＝0.3
4m≦h　i＝　0

2）土被り４ｍ未満の場合

後輪および前輪による鉛直荷重$P_{v\ell 1}$、$P_{v\ell 2}$は以下による。なお、後輪の載荷位置は支間中央としてよい。

前輪の影響が無い場合は**図９－７－３(a)**に示す鉛直荷重を、前輪の影響を考える場合は**図９－７－３(b)**に示す後輪と前輪がカルバートにかかる部分の鉛直荷重を載荷させればよい。また、W_3の部分による影響は、水平荷重（$P_h=P_{v\ell}\times ko$）として考慮する。

$$P_{v\ell 1} = \frac{P_{\ell 1}\times\beta}{W_1} = \frac{P_{\ell 1}\times\beta}{2h+0.2} \quad (kN/m^2)$$

$$P_{v\ell 2} = \frac{P_{\ell 2}}{W_1} = \frac{P_{\ell 2}}{2h+0.2} \quad (kN/m^2)$$

ここに、$P_{\ell 1}$：カルバート縦方向単位長さ当たりの後輪荷重(kN/m)

$P_{\ell 2}$：カルバート縦方向単位長さ当たりの前輪荷重(kN/m)

W_1 ： 後輪荷重の分布幅(m)

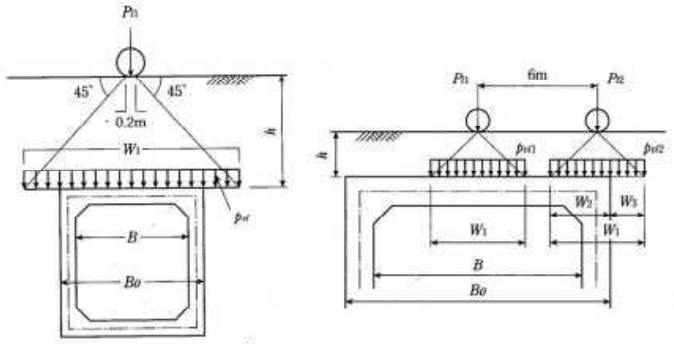
W_2 ： 前輪荷重の載荷幅($Bo/2+h$ － 5.9)(m)

β ： 衝撃係数　　h＜4m i＝0.3

4m≦h i＝　0

	土かぶりｈ≦１ｍかつ 内空幅Ｂ′≧４ｍの場合	左 記 以 外 の 場 合
β	1.0	0.9

図９－７－３　活荷重



(a)前輪の影響がない場合　　(b)前輪の影響を考える場合

H11 道路土工カルバート工指針より

ウ　衝 撃 荷 重

活荷重による衝撃係数は、次表のとおりとする。

衝撃係数 i

土かぶり（ｈ1）	4.0m未満	4.0m以上
衝　撃　係　数	0.3	0

エ　土　　圧

(1) 鉛 直 土 圧

ボックスカルバートの上面に作用する鉛直土圧は、次式による。

$p_{vd} = \alpha \cdot \gamma \cdot h$　(kN／m^2)

ここに、γ：ボックスカルバート上部の土の単位体積重量（kN／m^3）

土の単位体積重量は一般に18 kN／m^{3}としてよい。ただし、これは普通の土砂の場合であり、この値と大きく異なる盛土材、埋戻し材を用いる場合は締固め試験などによって定めなければならない。

h ：図９－７－４に示すカルバートの土被り

α：鉛直土圧係数

係数αはボックスカルバートの支持条件及びh／Boの値に応じて表-9－７－2の値を用いるものとする。

図９－７－４鉛直土圧

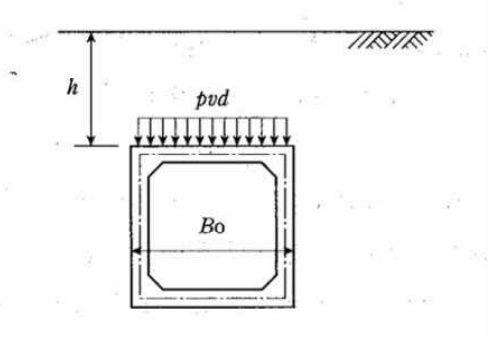


表９－７－2鉛直土圧係数

条　件	鉛直土圧係数 α	
次の条件のいずれかに該当する場合	$h/B_0<1$	1.0
・良好な地盤上（置換え基礎も含む）に設置する直接基礎のカルバートで，土かぶりが10m以上でかつ内空高が３ｍを超える場合	$1\leqq h/B_0<2$	1.2
	$2\leqq h/B_0<3$	1.35
	$3\leqq h/B_0<4$	1.5
・杭基礎等で盛土の沈下にカルバートが抵抗する場合　注1)	$4\leqq h/B_0$	1.6
上記以外の場合　注2)	1.0	

注１）セメント安定処理のような剛性の高い地盤改良をカルバート外幅程度に行う場合もこれに含む。
注２）盛土の沈下とともにカルバートが沈下する場合で軟弱地盤上に設置する場合も含む。

(2) 水 平 土 圧

ボックスカルバートの側面に作用する水平土圧は、次式による。

$P_{hd}=ko\cdot\gamma\cdot z$

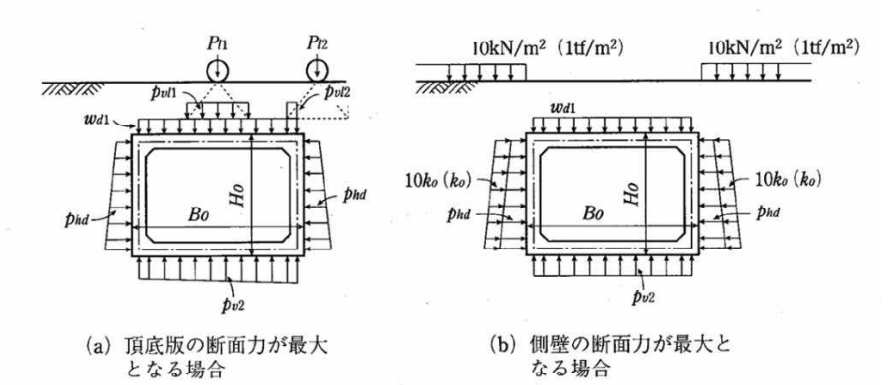
ここに、ko：静止土圧係数で、通常の砂質土や粘性土(W_L<50%)に対してはko=0.5と考えてよい。ただし、アーチカルバートの静止土圧係数はko=0.3程度とするのがよい。

z：地表面より任意点までの深さ(m)

２）荷重の組合せ

ボックスカルバートの断面力の算定に用いる荷重の組合せは、図９－７－５（ａ)、(ｂ）に示すとおりとし、これにより求めた大きい方の断面力により断面算定を行うものとする。

図９－７－５　荷重の組み合わせ



(a) 頂底版の断面力が最大となる場合

(b) 側壁の断面力が最大となる場合

ここに、W_{d1}　　：頂版に作用する死荷重(kN/m²)

$W_{d1}=P_{vd}+W_{t1}$

P_{vd}　　：カルバート上面に作用する鉛直土圧(kN/m²)

W_{t1}　　：頂版自重(kN/m²)

$P_{v\ell 1}$. $P_{v\ell 2}$：頂版に作用する活荷重による鉛直土圧(kN/m²)

P_{v2}　　：底版に作用する反力(kN/m²)

P_{hd}　　：水平土圧(kN/m²)

$10ko$　　：活荷重による水平荷重(kN/m²)

2　材料強度及び許容応力度

設計に用いる材料強度及び許容応力度は、以下に示すとおりとする。

1）コンクリート

使用するコンクリートの設計基準強度は、21N/mm² 以上とする。

表９－７－３　コンクリートの許容応力度　(N/mm²)

応力度の種類 ＼ 設計基準強度		21	24	27	30	36	40
圧縮応力度	曲げ圧縮応力度	7.0	8.0	9.0	10.0	12.0	14.0
せん断応力度	コンクリートのみでせん断を負担する場合	0.22	0.23	0.24	0.25	0.26	0.27
	斜引張鉄筋と協同して負担する場合	1.6	1.7	1.8	1.9	2.2	2.4
付着応力度	異形棒鋼に対して	1.4	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0

2）鉄　　筋

鉄筋の許容応力度は、表９－７－４に示すとおりとする。

表９－７－４　鉄筋の許容応力度　(N/mm²)

応力度、部材の種類 ＼ 鉄筋の種類			SD295A SD295B	SD345
引張応力度	荷重の組合せに衝突荷重あるいは地震の影響を含まない場合	一般の部材注1)	180	180
		厳しい環境下の部材注2)	160	160
	荷重の組合せに衝突荷重あるいは地震の影響を含む場合の許容応力度の基本値		180	200
	鉄筋の重ね継手長あるいは定着長を算出する場合		180	200
圧縮応力度			180	200

注1)　通常の環境や常時水中、土中の場合

注2)　一般の環境に比べて乾湿の繰り返しが多い場合や有害な物質を含む地下水位以下の土中の場合(海洋環境などでは別途かぶりなどについて考慮する)

９－７－３　基　礎　工

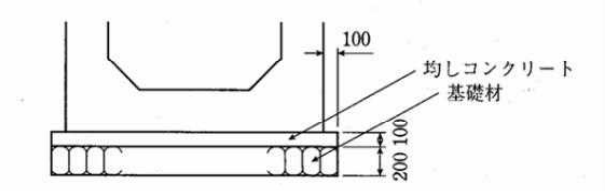
カルバートの基礎形式は直接基礎を原則とする。

剛性ボックスカルバートの基礎は、管体の設計計算式を満足する経済的な基礎を選定する~~こと~~。

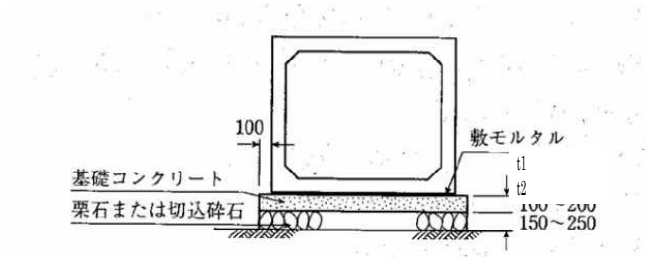
１　直接基礎

基礎底面の処理は**図-**９－７－６を標準とし、地質が岩盤および置換え基礎の場合は基礎材（砕石又は栗石）を除く。

図９－７－６　基礎底面の処理



a）現場打ちカルバート



b）プレキャストカルバート

プレキャストカルバートの直接基礎の場合
の基礎厚さの目安

規格（暗渠内幅）	t1	t2
600mm～1000mm	100mm	150mm
1100mm～2000mm	150mm	200mm
2200mm～3500mm	200mm	250mm

※基礎コンクリートは、無筋コンクリート基礎を標準とする。

2　置換え基礎および地盤改良による基礎

軟弱地盤などの特殊な条件下においては、次に示す事項に留意する必要がある。

1）　部分的に軟弱層がある場合、不等沈下が生じるおそれがあるので、軟弱層が地表近くでかつ厚さが薄い場合には、土質安定処理や良質な材料で置換えて改良地盤を形成して、これを支持地盤とする。その形状は図９－７－７及び図９－７－８に示すとおりとし、軟弱地盤下の地盤の支持力を照査して選定する。

図９－７－７　置き換え基礎の形状

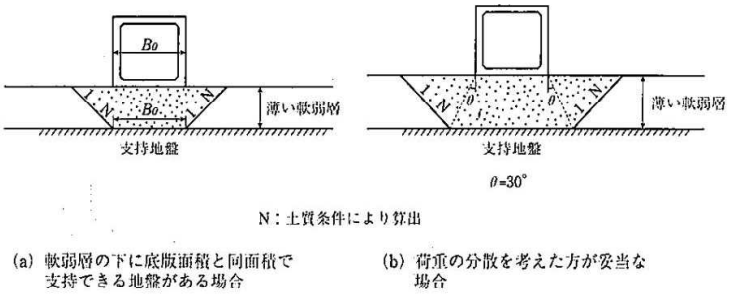
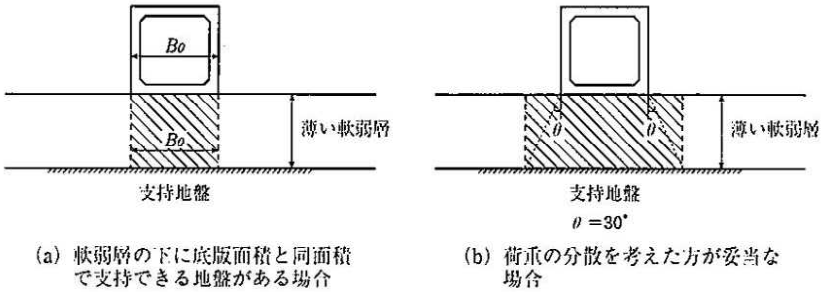


図９－７－８　改良地盤の形状

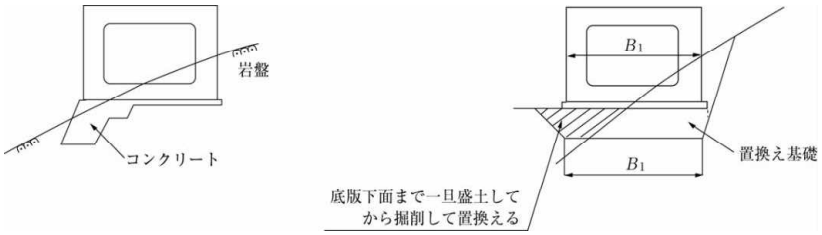


注）　「良好な地盤まで薄い」あるいは、「軟弱層が薄い」とは、カルバートの規模、地盤処理などを行う場合の施工規模、カルバート側面の地盤沈下によるカルバートへの影響などを総合的に検討して、個々の現場条件に合わせて判断する必要がある。

一般的には、軟弱層が2～3m程度以下で通常の掘削機械などで簡単に施工できる深さが軟弱層が薄いと考えても良いと思われる。

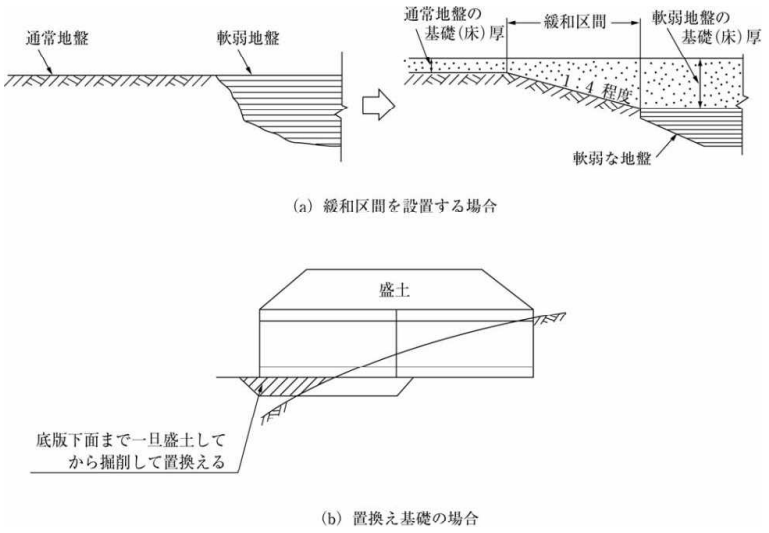
２）　全体的に岩盤など良質な地盤であっても、支持地盤が傾斜している場合など、カルバートの横断および縦断方向で極端に支持力の異なる地盤がある場合は、不同沈下を生じカルバートに大きな力が作用することがあるので、図９－７－９および図９－７－10に示すように、置換えコンクリートを行うか、硬い地盤を一部かき起こすなどして緩和区間を設け、地盤全体がほぼ均一な支持力を持つようにするのがよい。

図９－７－９　横断方向に地盤が変化している場合の対策



(a)置換えコンクリート　　(b)置換え基礎

図９－７－10　縦断方向に地盤が変化している場合の対策



3　杭基礎

杭基礎の設計は、「道路橋示方書・同解説Ⅳ下部構造編」に準じて行う。カルバートの杭基礎としての留意点を以下に示す。

1）　カルバート横方向(支間方向)の断面力は杭を含めた全体構造で計算しなければならない。

2）　杭種はPHC杭が一般に用いられる。

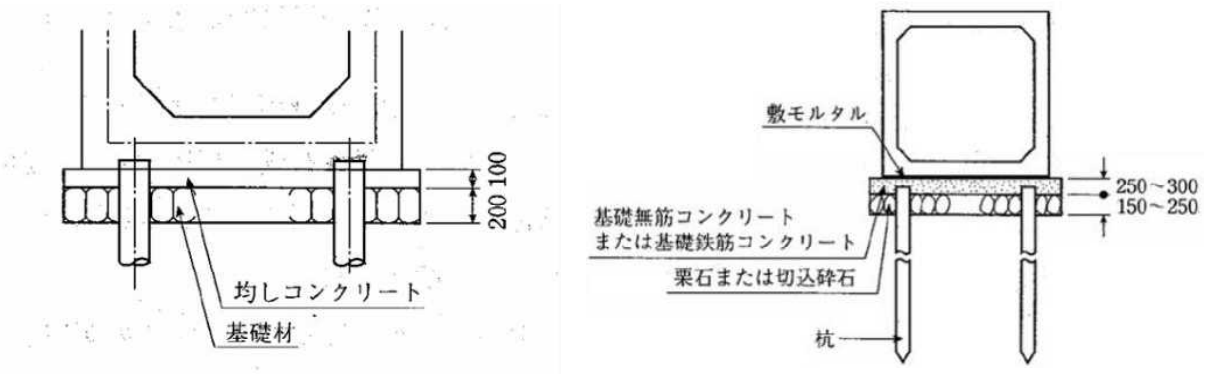
3）　設計は常時のみとする。

4）　杭頭部はカルバートに50mm以上埋込むものとし、プレキャストカルバートの場合は基礎コンクリーに100mm埋込むものとする。また、杭に作用するせん断力に対応できる埋め込み深さを確保するものとする。

5）　杭頭の結合部の応力照査は、底版コンクリートの鉛直方向支圧応力度、押抜きせん断応力度およびせん断力が生じる場合は水平方向支圧応力度、水平方向押抜きせん断応力度について行うものとする。

6）　杭の配置は、鉛直荷重をスムーズにかつ均等に受けるようにするものとし、図９－７－11のように2列配置の場合は側壁軸線近くに配置するのが望ましい。

図９－７－11　杭基礎の結合方法



a）現場打ちカルバート　　b）プレキャストカルバート

※　プレキャストカルバートの杭頭部の処理は基礎無筋コンクリートまたは、基礎鉄筋コンクリート内で行うものとして検討する。

4　プレローディング工法

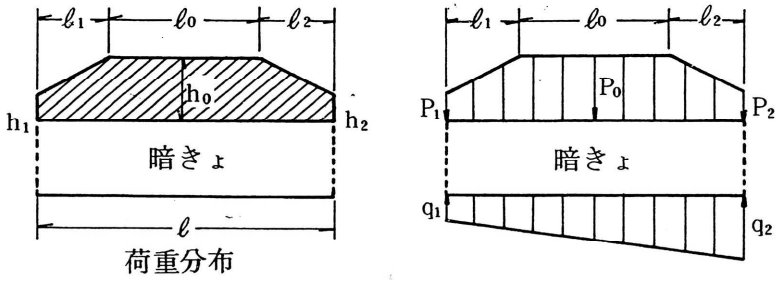
軟弱層の厚さが厚い軟弱地盤にカルバートを設置する場合で、沈下量が大きい場合には、プレローディング工法によって、カルバートの施工を行うことがある。

なお、プレローディング工法の詳細は、「道路土工・軟弱地盤対策工指針」によるものとする。

９－７－４　縦方向の設計

支間直角方向となる縦方向は、10～15m程度の間隔で伸縮目地を入れるのが原則であり、伸縮目地を設けずに連続する場合は、縦方向に対する応力計算を行い、これに対応した主鉄筋を配置することが必要である。

図９－７－12　縦方向の外力と曲げモーメント



ボックスカルバートの縦方向には大きな曲げモーメントが作用するので、地盤反力の分布を決めることは重要である。

現在は、弾性床上の梁と考える場合、荷重による反力は直線的に変化し、荷重の重心と反力の重心が一致すると考える場合、軟弱地盤での反力分布を仮定する方法のいずれかを用いている。

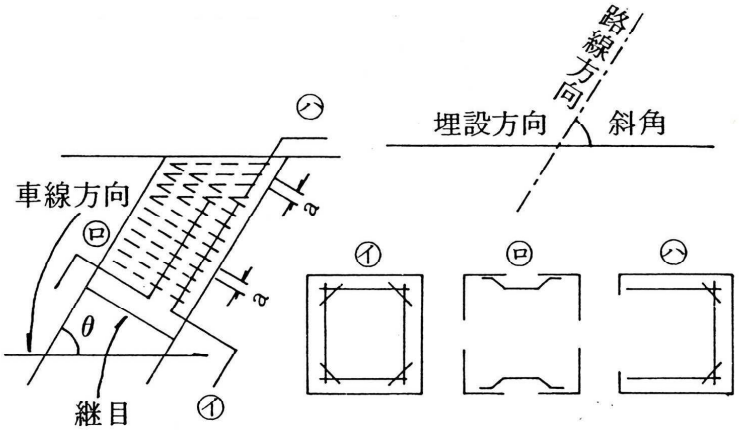
９－７－５　斜角部の配筋

１　斜角の呑吐口

ボックスカルバートが、路線に対して斜め方向に埋設されるなどの場合の呑口又は吐口の形状は、埋設方向に直角の断面が好ましいが、斜角が60度未満になるような場合は、次によって設計する。

1）埋設方向に直角に支間を取り配筋するが、端部三角部分は、斜めに配筋することとし、三角部分に支間と同じピッチで配置する。この場合、斜め方向を支間として三角部分の鉄筋量について計算しなければならない。

図９－７－13



2）土かぶり厚が0.5m程度以下のように小さい場合には、偏土圧による回転移動を生ずるおそれがあるので、底版下に突起を設けるなどの対策が必要である。

3）土かぶり厚が相当大きな場合は、端部の三角部分に戻り力が作用するので、側壁、頂版は斜角とするが、底版のみは残置するのがよい。

9－7－6　継　　手

継手の位置及び間隔は、できるだけ活荷重及び土圧の影響の少ない箇所とするとともに、基礎地盤の均等性を特に考慮した位置として間隔を決定する。

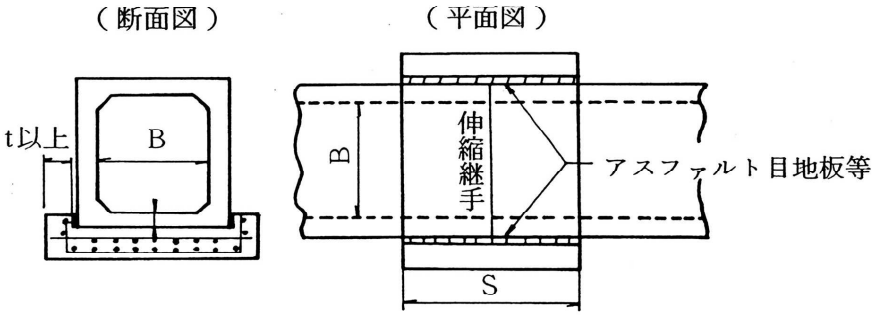
継手の構造は厚さ20㎜程度のアスファルト等の目地材を挿入し、必要に応じて200㎜程度の幅の止水板を、部材厚の中間部付近に配置する。又、軟弱地盤対策工を用いた場合のように、上げ越しをする継手は、伸縮可能な構造及び材料とすることが必要である。

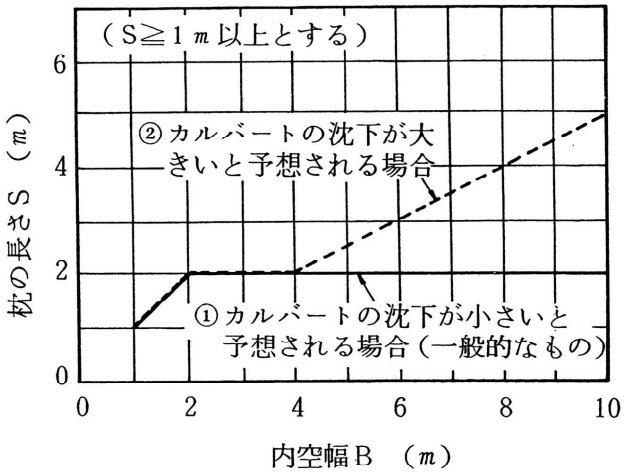
継手位置の基礎には、集中的な力が作用する場合があるので、基礎地盤の許容支持力に余裕がないなどの場合は、継手間の段落ちを防止するため、鉄筋コンクリートの枕版を底版下に設けることが好ましい。

枕版は、ボックスカルバートの底版の厚さ及び配筋と同程度以上として、継手位置を中央に、長さを２ｍ程度とする。

段落ち防止（枕版）は、ボックスカルバート本体の底版の厚さ及び配筋量以上とし、軸方向、軸直角方向に等量に配筋することとし、図９－７－14を標準とする。

図９－７－14　段落ち防止用の枕版



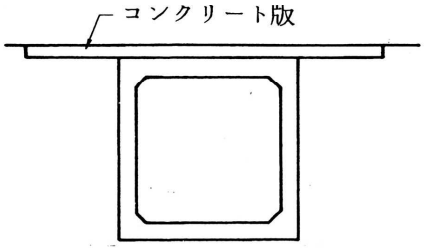


(c)　内空寸法と枕の長さの関係

9－7－7　最小土かぶり厚

土かぶり厚の最小は0.5m以上とすることが望ましいが、やむを得ない場合は、厚さ20cm程度のコンクリート版等を頂版上に打設し、路線方向には頂版端から長さ1.0m程度以上のコンクリート舗装等を行うことが望ましい。この場合、埋戻し土の支持力に対応した路盤工が必要である。

図９－７－15



9－7－8　ウイングの構造及び止水壁

暗渠の呑吐口附近は河道が洗掘されやすく、水面の上昇が起こり、流木、流砂、塵芥等により閉塞される。又、流水にはかなりの速度があるため、接続する盛土の法尻は浸食されるので、設計に当たってはこれらに対処するような構造とする必要がある。

又、法面より極端に呑口や吐口端部を突出させないよう注意しなければならない。

1　ウイングの構造

ボックスカルバートの呑吐口は、設置位置の地形に応じ擁壁、ウイング、バットレスの形式を選定するものとする。なお、ボックスカルバートの両端上部には高さ30cm程度の土留めを目的とする地覆を設ける。

1）擁壁形式の場合

ア　コンクリート擁壁の構造は、擁壁工に基づいて決定する。

イ　面壁延長は、面壁両端の天端から1.5割の盛土法線がボックス断面内に重複しない範囲で決定する。

ウ　ボックスカルバートの呑吐口端部は、擁壁面と一致させ極力突出させない。

エ　吐口は、必要に応じ洗掘防止のため水叩きを設ける。

2）ウイング形式の場合

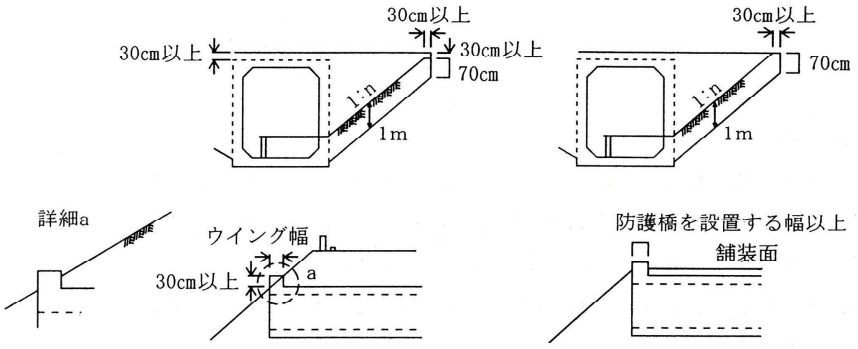
ウイング形式による場合は次の事項に留意する。

ア　ウイングはカルバート本体を固定端とする片持梁として設計する。設計はウイング取付部全幅で行う。

イ　ウイングの構造寸法は図９－７－16を標準とする。

根入れ１mの前面部分の土圧は考えないものとする。なお、根入れ１mは盛土の場合であり擁壁構造で保護する場合はその構造寸法に合わせて適当に定める。

図９－７－16　ウイングの標準構造

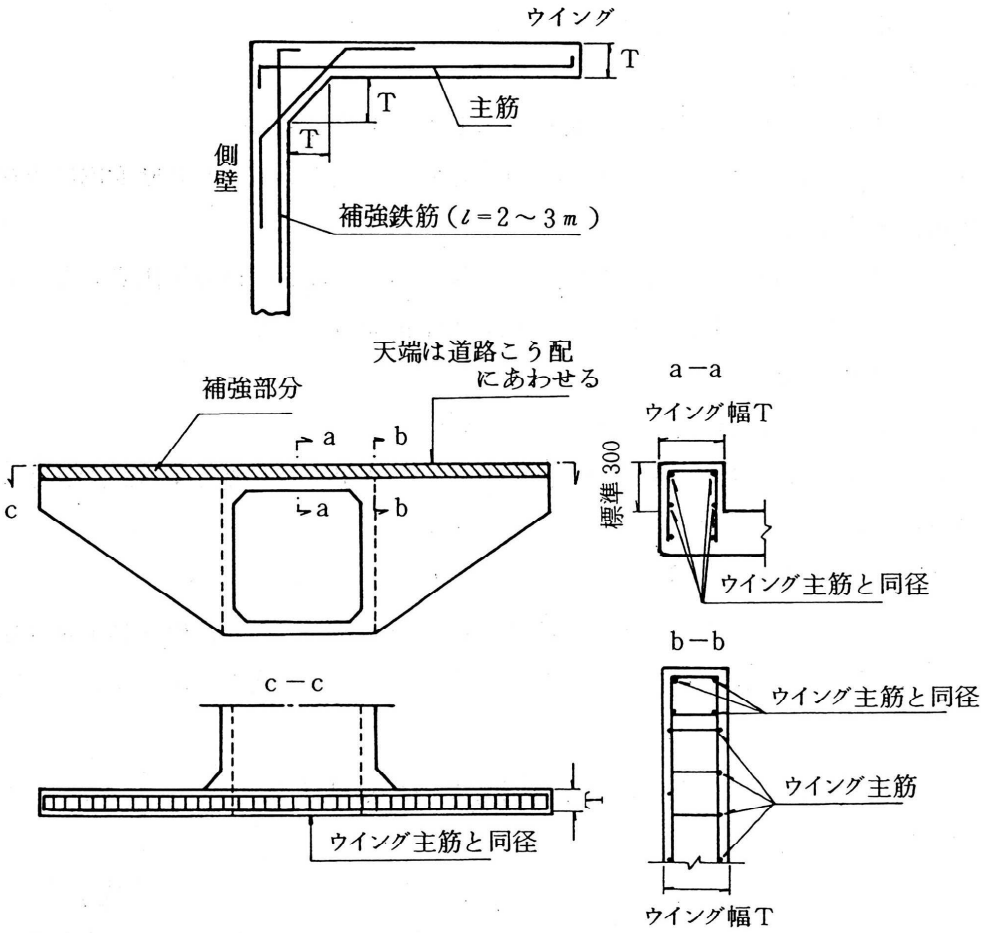


ウ　ウイングの厚さは一定とする。又、ハンチの大きさは原則としてウイングの厚さ、(T)と等しくする。(図９－７－17)

エ　土かぶりのない場合ウイング天端は道路の縦断勾配に合わせるようにし、土かぶりが高くウイング天端が路面より低い場合は、水平に設計する。

オ　ウイング及びウイング取付部配筋は図９－７－17に示すようにする。又、ウイングに作用する土圧力によって、カルバート本体の側壁に曲げモーメント及びせん断力が生じるので、側壁の配筋の補強をしなければならない。

図９－７－17　ウイングの壁厚と配筋方法



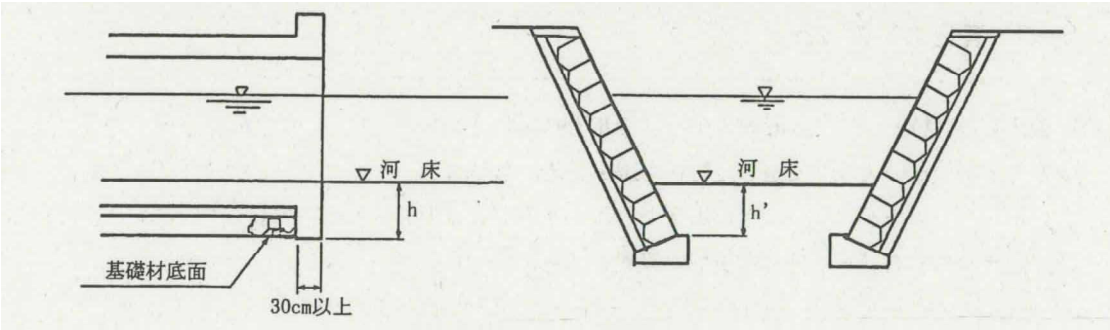
2　カルバート端部の処理

（１）ボックスカルバート端部の構造は、パラレルウイングが一般的であるが、カルバート端部の地形およびカルバートの形状や規模などを総合的に検討し、カルバート本体への過大な荷重伝達や偏荷重などの悪影響を与えないようにしなければならない。

（２）水路用ボックスカルバートの場合は、呑口、吐口とも止水壁を設ける。

（３）プレキャストボックスカルバートには、一般的に擁壁形状の土留め壁を設置するのがよい。

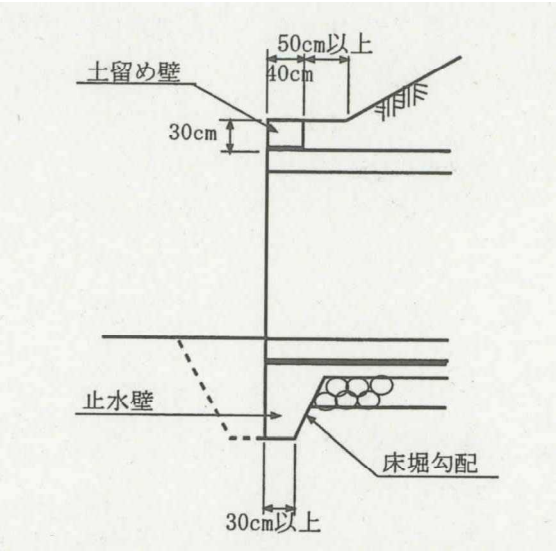
（４）水路用ボックスカルバートは、呑吐口に洗掘防止のため止水壁を設ける。水路護岸がある場合は、その護岸の根入れ(h’)以上を標準とし、水路護岸がない場合でも、最低根入れは基礎材底面以深までとするのがよい。



（５）プレキャストボックスカルバート頂版上の土留め壁は、頂版上の土砂の厚さが30cm以上確保できる構造とする。

頂版の接地面には、ずれ止めを設けることが望ましいが、万が一土留め壁が移動しても法面が崩壊しない位置に土留め壁を設ける。

（６）プレキャストボックスカルバートの場合で、ごく小規模なウイングの場合は埋込み鉄筋または埋込みインサートとねじ付き鉄筋で一体構造とすることができるが、本体への影響の少ない擁壁構造の土留めを行うことを標準とする。



９－８　横断溝

９－８－１　設 置 箇 所

横断溝は、側溝水、路面水や局所的な集水地形等により林道敷地外から流入する地表水や　局所的な湧水等をするため次の事項を考慮して設置箇所を選定する。

1　路面水や側溝水の状況

2　局所的な集水地形等により林道敷地外から流入する地表水や局所的な湧水等の状況

3　切通し区間などの林道の横断形

4　盛土区間や路側擁壁等の設置位置

5　流末処理の箇所となる基礎地盤の状況

6　路面の舗装等の状況

7　横断排水工の設置位置

なお、設計に当たっては、次の点に留意する。

1　走行性及び砂利の飛散を防ぐため、上面は路面高に合わせる。

2　自動車の走行によって不等沈下が生じないよう基礎部を検討する。

3　吐口部に水叩を設け、浸食防止を図る。

９－８－２　横断溝の構造

(1) 砂利道区間の場合

横断溝の構造は図９－８－１を標準とする。

ただし、路面水処理のみの排水の場合は図９－８－２を標準とする。

図９－８－１　横断溝の構造例

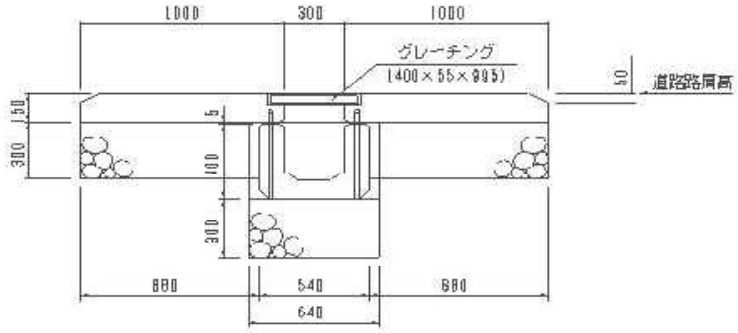
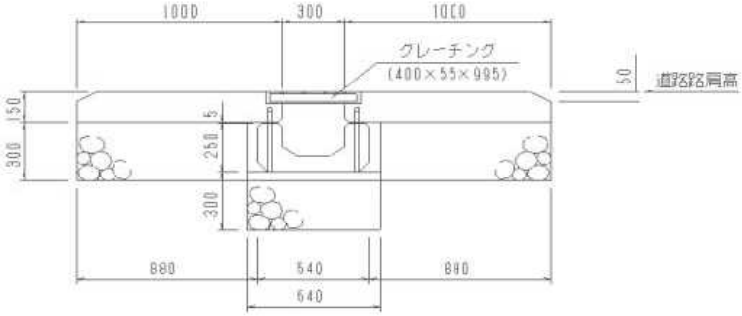


図９－８－２　横断溝の構造例（路面水処理のみの場合）



(2) 特殊路面工区間の場合

横断溝の構造は図９－８－３を標準とする。

ただし、路面安定処理と砂利道の境目（○の箇所）の横断溝は、図９－８－１、図９－８－２を必要応じて設置する。図９－８－４（参照）

図９－８－３　横断溝構造例（路面安定処理の場合）

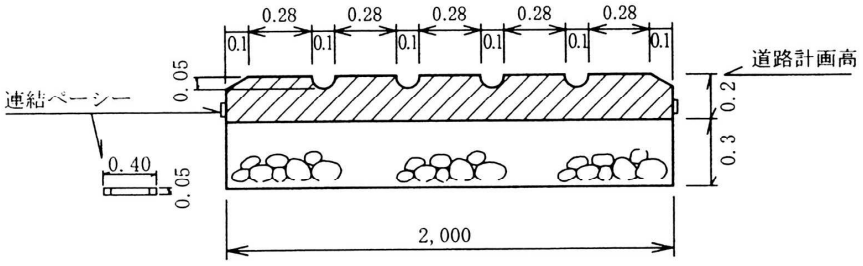
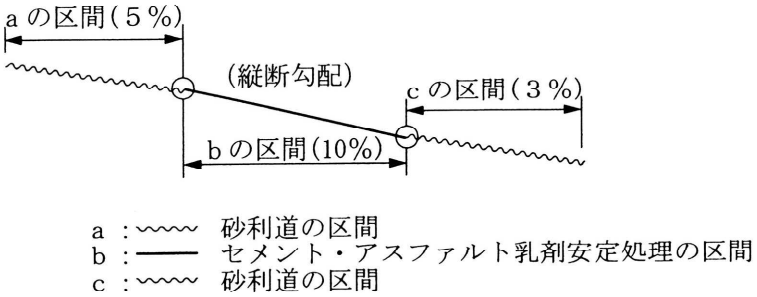


図９－８－４



９－８－３　踏掛版の構造

1）砂利道区間の場合

1　踏掛版の長さ

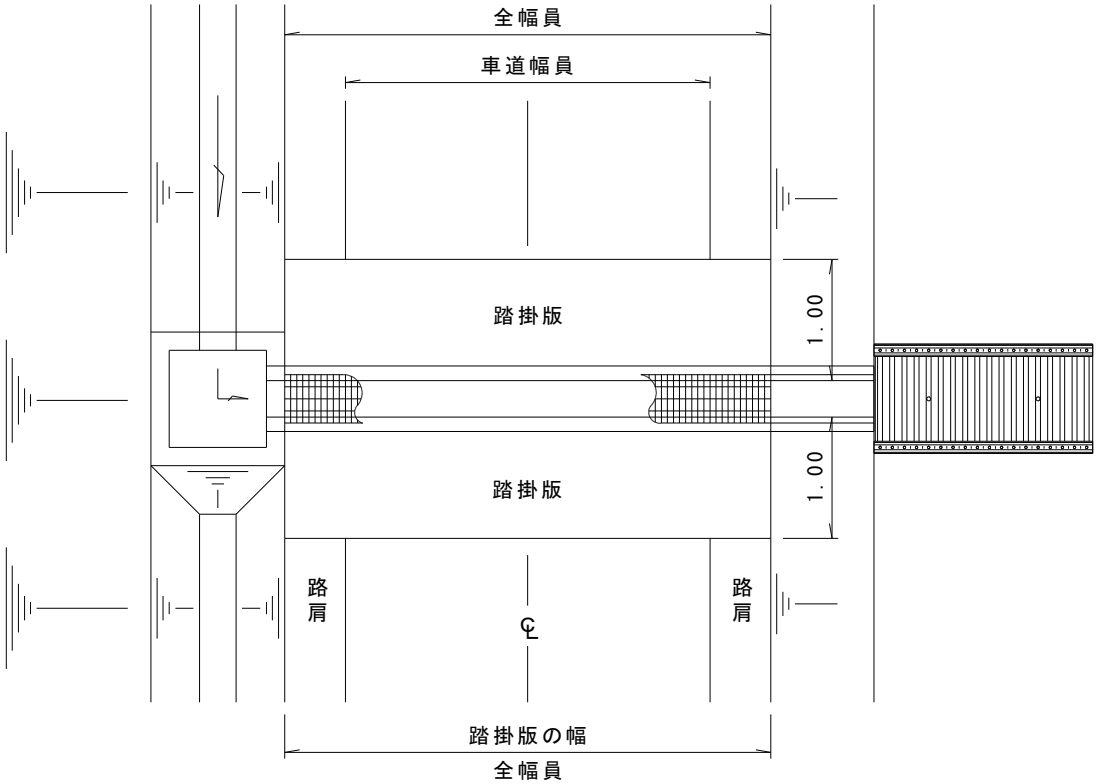
踏掛版の長さは、1.0ｍを標準とする。

2　踏掛版の幅

踏掛版の幅は、全幅員4.0ｍの場合は4.0ｍ、全幅員5.0ｍの場合は5.0ｍを標準とする。

ただし、止むを得ず保護路肩箇所に設置する場所は、保護路肩を含む全幅員とすることができる。

図９－８－５



2）特殊路面工区間の場合

1　路面排水版の長さ

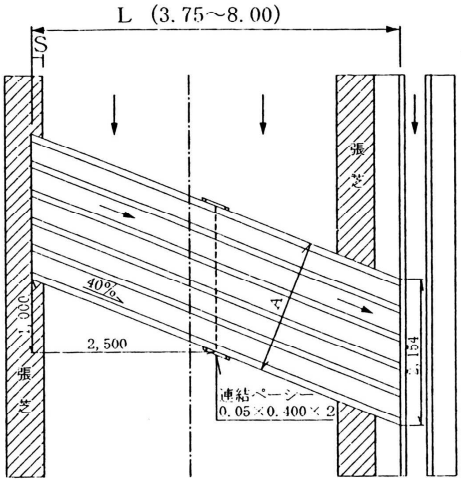
路面排水版の長さは、縦断勾配に関係なく2.0mを標準とする。（図９－８－６のA断面方向）

2　路面排水版の幅

路面排水版の幅は、車道＋流末処理区間（切土側溝方向を原則とする）で幅は0.25m間隔とし図９－８－６の「S（路肩）」の箇所で調整すること。又、路面排水版は斜め(40%)に設置する。

図９－８－６　路面排水版の幅

平　面　図



9－8－4　設 置 間 隔

路面水が長区間の流水になることを防止するため、一律又は長い設置間隔とせず必要に応じ設置するものとするが、100m程度に１箇所は設置を検討する。

9－8－5　横断排水工

(1) 横断排水工は、路面が砂利であって横断形が平らである区間の路面水を早期かつ安全に排水するよう、次の事項を考慮して設置箇所を選定する。

① 路面水の状況

② 林道の縦断勾配の変移

③ 横断溝の設置位置との関係

(2) 横断排水工の設置は次による。

① 一律の設置間隔又は設置間隔が長くなりすぎないように上記（1）を踏まえて適切な間隔で設置する。

② 横断排水工は、木製構造物又は路面に凹凸を付けた土構造とする。

③ 切土のり面ののり尻部から川側の路肩外にかけた全横断型とする。

④ 横断排水工は、林道の縦断勾配を利用した排水が可能となるよう、林道中心線に対して仰角を付す。

⑤ 横断排水工の流末は、盛土区間、侵食を生じやすい地山等を避けて設置するものとするが、これらの箇所を流末とする場合には、流末処理を行い、盛土区間、地山の侵食等を防止する。

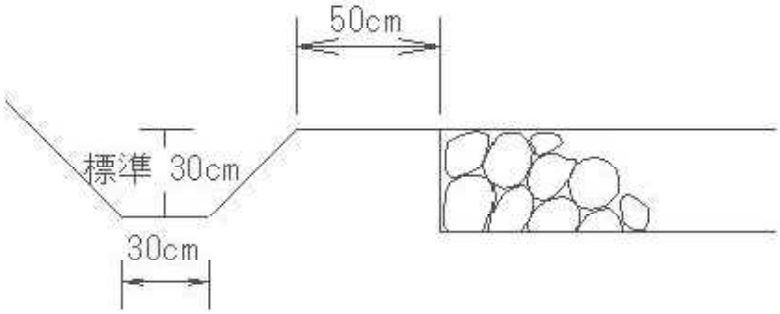
9－9　側　　溝

側溝は、林道敷地外からの流入水、のり面排水工による排水、斜面や　切土法面からの湧水、路面水等を排除するために設ける。

9－9－1　側溝の種類と構造

側溝の種類は、素掘側溝、緑化側溝、コンクリート側溝等によるＬ型側溝又はU字側溝とし、それぞれの適用は、基礎地盤の土質、縦断勾配、横断形、気象条件、側溝により排水する流量等の条件を踏まえるとともに、次によること。

1　素 掘 側 溝　　図９－９－１　素 掘 側 溝



1) 路面が砂利であって、素掘りの土構造としても側溝の底面や側壁の侵食、崩落等の恐れがない区間に適用する。

2　緑化側溝

砂、砂質土、シルト等の土質で、側溝の底面や側壁の侵食、崩落等の恐れのある区間に適用し、張芝をすることによって流速を弱め、洗掘防止を図るものであるが、常時流水がある箇所、延長の長い区間、縦断勾配が緩く流水が滞留する恐れのある区間は他工法を検討する。

3　コンクリート側溝

(1) コンクリート二次製品U型側溝

ア　コンクリートトラフ等は、図９－９－２を標準として、次のような箇所に適用する。

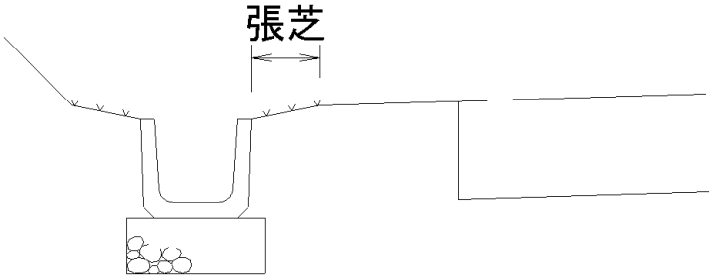
①縦断勾配が急（９％以上）で、洗掘等の恐れのある箇所又は、縦断勾配が緩く流水が滞留する恐れのある箇所

②多量の流水が常時または一定期間ある箇所

③斜面または切土法尻に設置された構造物等の基礎が、侵食、洗掘等の恐れがある箇所。ただし、縦断勾配が急（９％以上）でも、側溝延長が短い、洗掘、侵食の恐れがない、尾根沿いで明らかに流水が少ない場合等、現場状況を総合的に判断し設置を検討する。

④コンクリートU型トラフの使用に当たっては、設置半径50m未満は60cm／ヶ、50m以上は200cm／ヶを使用する。

図９－９－２　鉄筋コンクリートU形側溝の施工例



イ　コンクリートU形トラフの基礎は通常の場合、切込砂利（0～80mm）又は切込砕石とし、土質条件が悪く地盤支持力の増加を必要とする場合はコンクリート基礎との併用にする。

表９－９－１　基礎厚の標準値

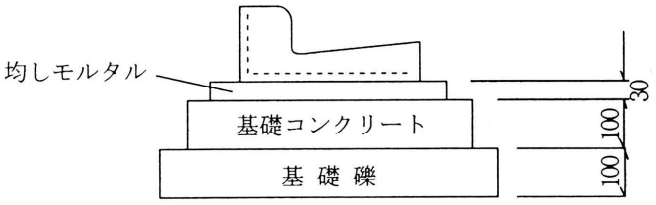
呼び名	切込砂利基礎		コンクリート併用基礎				摘　　要
	h	b	コンクリート		切込砂利		
	(cm)	(cm)	h1(cm)	a (cm)	h2(cm)	b (cm)	
150	10	35	10	30	10	40	切込砂利基礎
180	15	40	10	35	15	45	
240	15	45	10	45	15	55	
300	20	50	10	50	20	60	
360	20	55	10	55	20	65	コンクリート併用基礎
450	20	65	10	65	20	75	
600	20	85	10	85	20	95	

4　鋼 製 側 溝

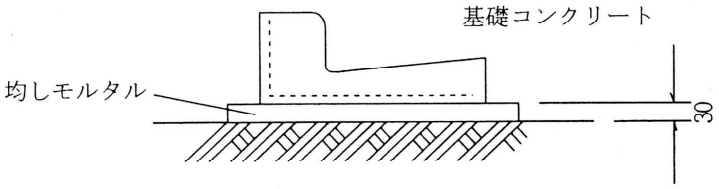
1) コルゲートフリューム管、鋼製U字溝等があるが、選定に当たっては、経済性、目的、排水量を考慮する。

5　L 型 側 溝

用地問題等やむを得ずＬ型側溝を使用する場合は、路肩部まで交通荷重に耐えうる構造で、側溝施設の縁が侵食される恐れがない場合に適用し、基礎構造は次図を標準とする。



土砂等の場合の基礎構造



基礎地盤が堅固な岩盤の基礎構造

9－9－2　設計上の留意事項

1　側溝水が横断地点で過大な流量とならないよう、側溝延長は100m程度とする。

2　素掘側溝とＵ字側溝の接続部及びＵ形側溝区間内（20～30m程度）にコンクリート止水壁を設ける。

3　法面等から湧水がある場合は、山側の接合目地モルタルを1/2～1/3の高さまでとし、側溝へ集水する。

4　岩石区間はコンクリート側溝は設けない。

5　側溝の流末が、盛土及び構造物に影響する場合は、支障のない位置まで導水する。

9－10　地下排水工

9－10－1　路 床 排 水

1　路床排水は切盛の接点附近、勾配変化点に重点的に入れることとし、地下水位の高い場合はＶ形の暗渠、大型溝等を計画する。

2　路床排水は、40m程度毎に設置する。

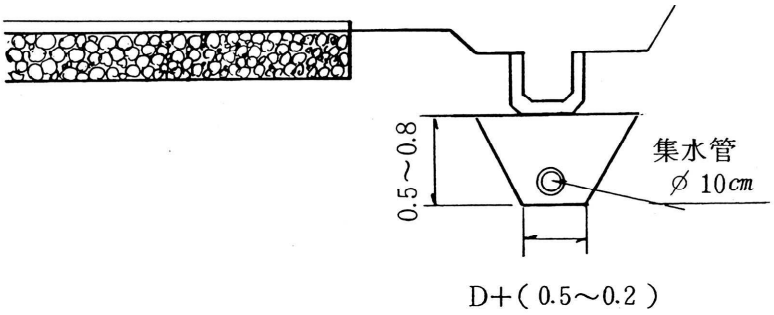
3　切取部の湧水の甚だしい箇所及び法面破壊のおそれのある箇所については横断勾配を４～５％として排水を良好にするよう考慮する。

4　片勾配箇所の内側が盛土部となった場合は路床内の流水により路肩欠壊や、法面崩壊を起こすおそれがあるため縦断排水も併せて検討する。

９－10－２　遮断式暗渠工

切土箇所で地下水位が高い場合に設けるものとし、特に浸透水が多い場合は、管径を大きくし、土質によっては横方向のフィルター層を考慮する。

図９－10－1



９－10－3　舗装工の地下排水

1　舗装の破損は直接又は間接に水が原因になって起こることが多いので、表面水による路体の浸食及び浸透水、湧水の滞留による路床や路盤の強度低下を招かないよう適切な排水施設を設ける。

2　路盤内の排水は、必要に応じて縦断的及び横断的に設ける。

3　路床排水（横断排水）は、40m程度毎に設置する。（図９－10－４）

4　路床排水（縦排水）は切土部山側に設置するのを標準とするが、盛土部において大盛土となる場合や、雨水等が侵入して膨潤弱化しやすい土質の箇所については、設置できる。

5　地下水位の高い場合は遮断式、Ｖ形の暗渠工、大側溝工を計画すること。又切盛の境目付近は排水工を入念に計画する。

6　切取部の湧水の甚だしい箇所及び法面破壊のおそれのある箇所については、路床の横断勾配を４～５％として排水を良好にするよう考慮する。

7　路床排水（縦排水、横断排水）の断面は標準図による。

図９－10－2　横断排水（区間）

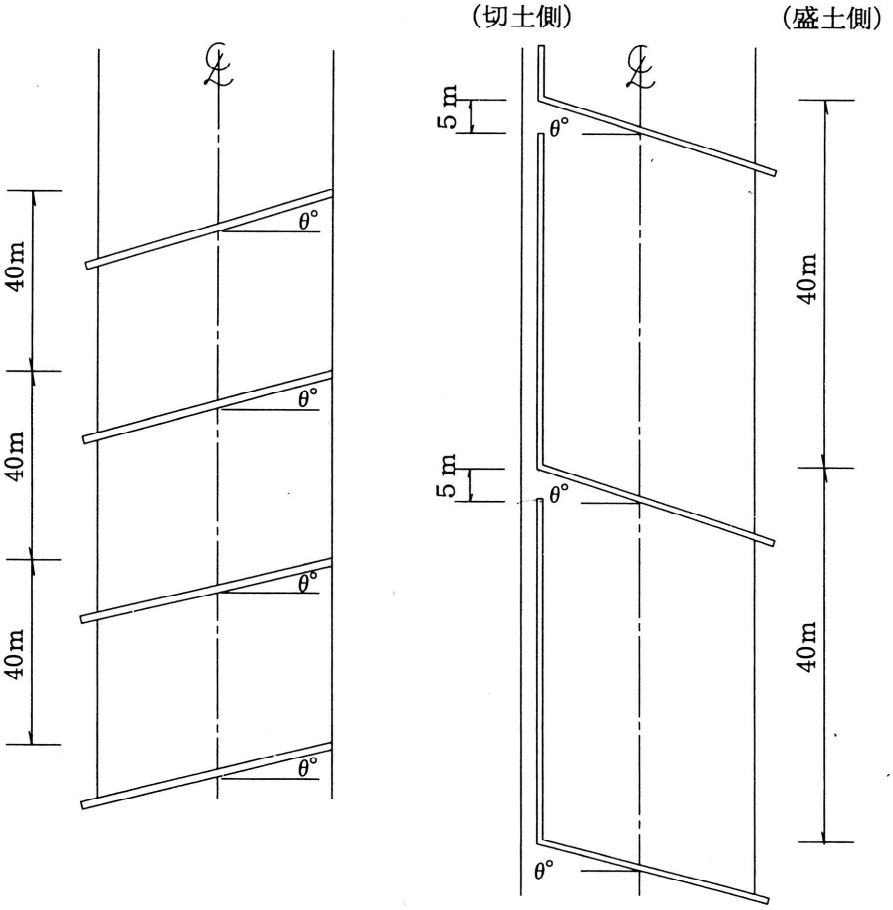
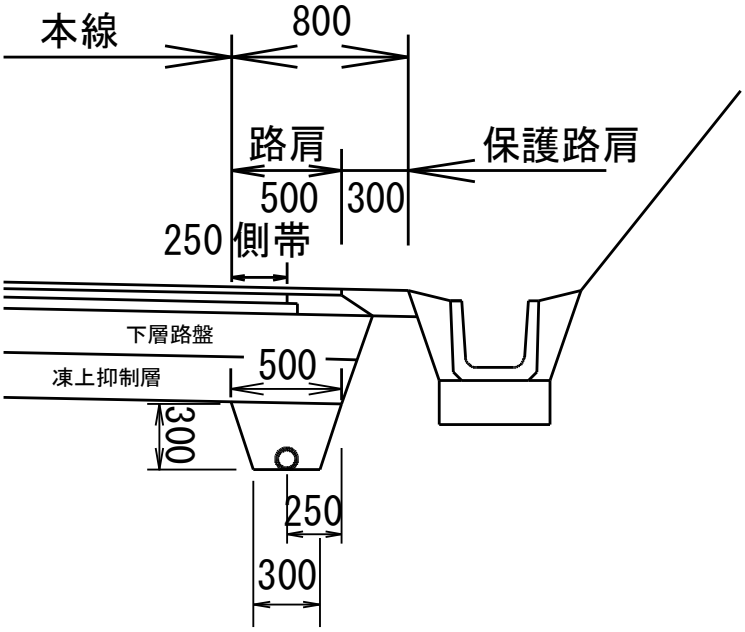


図９－10－3　側溝・路床排水断面



注　1．一般に山側からの地表水が多く、かつ浸透水の多い場合に適用し、縦断勾配が急な区間はU形側溝を設置する。

2．地下水の浸透がある場合は、有孔のU形側溝及び遮断式暗渠工の設置を計画する。この場合、路床排水工の設置の必要性を十分検討する。

3．路肩端とU形側溝端を同一勾配として張芝を用いる。

9－11　法面排水工

9－11－1　設 計 一 般

法面崩壊の原因には種々の要素が考えられるが、地表水、浸透水等の作用が原因となっている事例は極めて多い。排水施設は事前の調査に基づいて計画されるが、地中の浸透水の動きを外見のみによって正確につかむことは難しく、施工中に地下水や浸透水の存在が判明することが多い。従って施工中も適時計画を変更して有効な排水施設を設けていくことが大切である。

9－11－2　法面の地下排水施設

法面の安定を損なう浸透水や湧水は暗渠等により排除する。

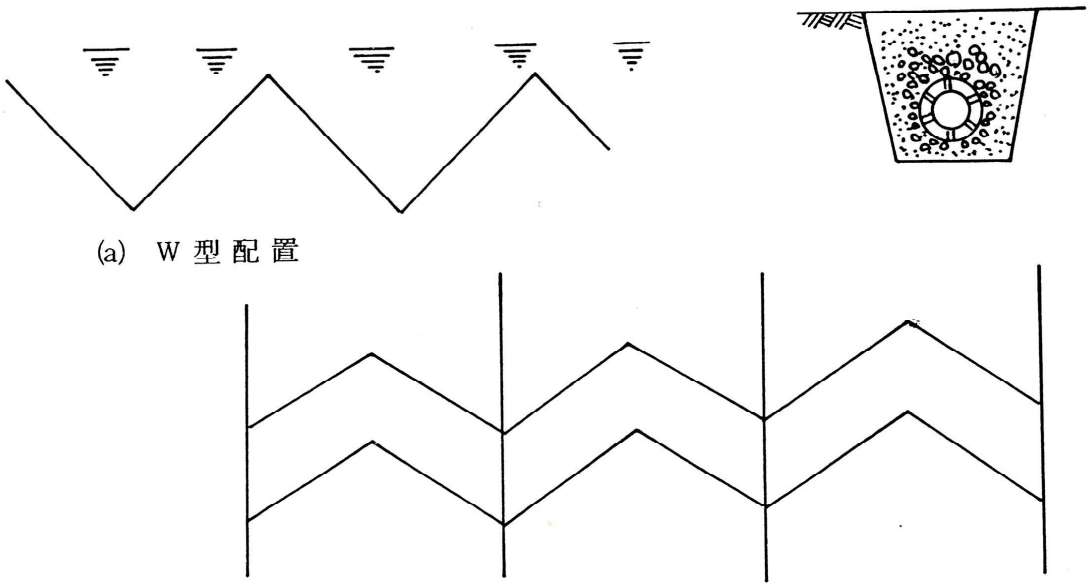
1　暗　渠

地表面に近い浸透水を集めて排水するのに有効である。留意点として次の事項がある。

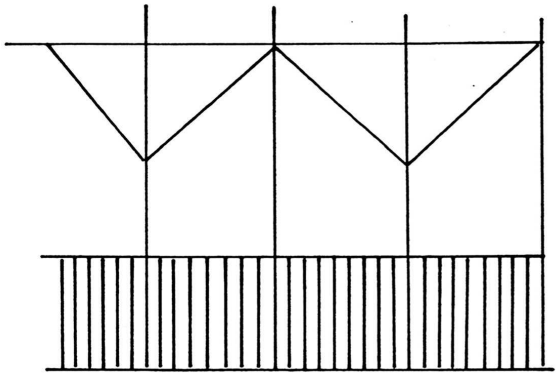
(1) 暗渠に使用する材料としては砂利、栗石、合成樹脂ネットパイプ等種々あるが、浸透水・湧水の状況、経済性等に基づき決定する。

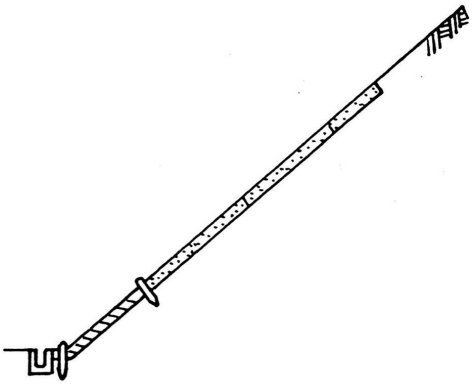
(2) 暗渠の配置は、法面からの湧水の状況によって図9－11－1のようにしてもよい。

図9－11－1　暗渠の配置



(b) 矢 筈 形 配 置





(c) 法土法面に暗渠を使用した例

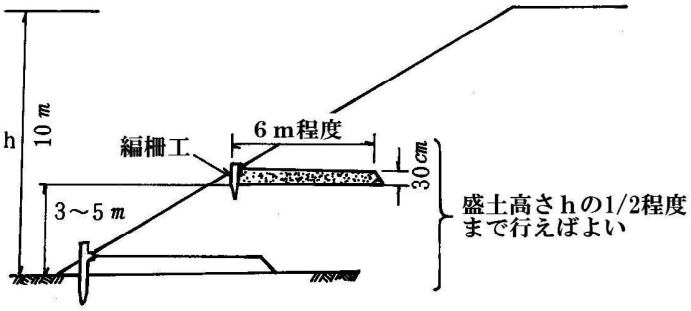
2　水平排水層

盛土法面の崩壊を防止するため図９－11－10のように盛土の一定厚さごとに砂の排水層を挿入することも行われる。

特に含水比の大きい土で、高盛土内部の間げき圧が上昇し、法面のはらみ出しや崩れが生じることがあるので砂利の排水層を挿入し、間げき圧を低下させて盛土の安定性を高めることができる。

また、盛土が取付いている地山からの浸透水が盛土内へ浸透してくる場合の法崩れ防止にも効果が期待される。

図９－１１－２　　平排水層



９－12　呑口工及び吐口工

溝きょの呑口部及び吐口部には、溝きょの機能を適切に発揮させるとともに、路体や渓岸等の侵食、洗掘等を防止するため、溝きょ設置箇所の流水や石礫等の流下状況に応じて呑口工及び吐口工を設置する。

９－12－1　呑口工

1　呑口工は、溝きょ設置箇所において、流水を完全に集水して溝きょに導水するとともに、流水等による路体や渓岸等の侵食及び洗掘を防止するために設置するものとし、目的に応じて集水工、流木除け工、土砂止工、落差工に区分する。

1)　集水工

ア　集水工は、溝きょ設置箇所において、呑口上流側の渓流の流路が乱流状態のため流路を固定して集水する必要がある場合又は流水、石礫等の流出量が多く、呑口周辺の路体、渓岸等の侵食及び洗掘が生じるおそれがある場合に設置する。

イ　集水工は、剛構造を基本とするが、溝きょがたわみ性パイプカルバート等で不等沈下が生じるおそれがある場合は、剛構造としないことができる。

　集水工を剛構造としない場合は、止水材等により流水等の路体への浸透を防止する。

ウ　溝きょが剛性パイプカルバート又はたわみ性パイプカルバートであって、集水工を剛構造とする場合には、集水工と溝きょの接合部に目地材を設けるとともに、亀裂の発生を防止する場合には、径13㎜程度の鉄筋等を配置する。

エ　集水工の構造は、翼壁構造又は単独擁壁構造とし、溝きょ呑口と路体や渓岸等との位置関係、呑口側上流の流路の状態等に応じ、パラレルウイング形、斜め擁壁形又は直擁壁形から適合する形状を選定する。

オ　集水工の高さは、溝きょ頂面以上で必要最小限の高さとするが、集水工に擁壁の機能も持たせる場合には、擁壁工として必要な高さとすることができる。

カ　集水工の設計計算は、構造等に応じて片持ちばり、単純ばり又は擁壁に準じて行う。

2)　流木除け工

ア　流木除け工は、渓流内の倒木、渓岸侵食等に伴って生じる流木、枝条等の流下により、溝きょの閉塞が生じると判断される場合に設置する。

イ　流木除け工は、コンクリートと鋼材の組合せ、鋼材や木材によるスクリーン構造等とし、流水や流木等の流出量、流出形態等に応じ、適合するものを選定する。

ウ　流木除け工をコンクリートと鋼材の組合せ、又は鋼材の構造とする場合には、治山ダムに準じた設計計算を行う。この場合、流木等の流出による衝撃力を考慮する。

エ　木材による流木除け工は、流水、流木等の流出量が少なく、土石流等の流出形態とならない箇所に設置することとし、設計計算は行わず、暗きょの通水断面の安全率向上の作用はないものとして扱う。

オ　流木除け工の設置位置は、流木の長さや量等を踏まえ溝きょの閉塞を防止できる位置とするが､流木除け工に堆積した流木等を除去する場合の作業性等も考慮して決定する。

　流木除け工に堆積した流木等を除去するため、必要に応じて流木除け工の上流側への進入路等を設置する。

3)　土砂止工

ア　土砂止工は、渓流内に堆積している石礫、渓岸侵食等に伴って流出する土石等により、溝きょの閉塞が生じるおそれがある場合に設置する。

イ　土砂止め工は、コンクリートと鋼材の組合せ、鋼材によるスクリーン構造とし、流水、石礫等の流出量、石礫等の粒径、流出形態に応じ、適合するものを選定する。

ウ　土砂止め工は、治山ダムに準じた設計計算を行うものとし、この場合、石礫等の流出による衝撃力を考慮する。

エ　土砂止め工の設置位置は、流出する石礫等の量、粒径等を踏まえ呑口の閉塞を防止できる位置とするが、土砂止め工に堆積した石礫等を除去する場合の作業性等も考慮して決定する。

　土砂止め工に堆積した石礫等を除去するために必要な場合には、土砂止め工の上流側への進入路等を設置する。

4)　落差工

ア　落差工は、渓床勾配が急で流水、石礫等の流下速度が速く、溝きょ及び集水工の損傷並びに溝きょの閉塞が生じるおそれがある場合に設置する。

イ　落差工は、治山ダムの本ダムと副ダムによる洗掘防止に準じ、コンクリート又は鋼材による堰堤構造の本堤及び副堤によりウォータークッションを設け、流水、石礫等の流速を減じることができる構造とする。

　流水、石礫等の流出量が多く、石礫等の粒径が大きい場合には、コンクリート構造とすることを原則とする。

ウ　落差工は、治山ダムの本ダムと副ダムによる洗掘防止に準じて設計計算を行うものとするが、本堤の上流側は設置時点に本堤天端まで埋め戻すこととし、石礫等の流下による衝撃力は考慮しない。

エ　落差工本堤の高さは、設置箇所の渓床勾配と本堤上流側の堆砂勾配、設置箇所の渓岸の高さ等から決定する。

オ　落差工の設置位置は、副堤を越流した渓流水等を安全に呑口に流入させることが可能な位置とする。

9－12－2　吐口工

吐口工は、溝きょ設置箇所の吐口部において、溝きょから吐き出る流水等による路体、渓岸等の侵食及び洗掘を防止する必要がある場合に設置するものとし、設置は次による。

ア　吐口工は、溝渠設置箇所において、流水、石礫等の流出量が多く、吐口周辺の路体、渓岸等の侵食及び洗掘が生じるおそれがある場合に設置する。

イ　吐口工は、剛構造を基本とするが、溝きょがたわみ性パイプカルバート等で不等沈下の生じるおそれがある場合は、剛構造としないことができる。

吐口工を剛構造としない場合には、止水材等により流水等の路体への浸透を防止する。

ウ　溝きょが剛性パイプカルバート及びたわみ性パイプカルバートであって、吐口工を剛構造とする場合には、吐口工と溝きょの接合部に目地材を設けるとともに、亀裂の発生を防止する場合には、径13㎜程度の鉄筋等を配置する。

エ　吐口工の構造は、翼壁構造又は単独擁壁構造とし、吐口と路体、渓岸等との位置関係、下流の流路の状況、吐き出された流水等の巻き返しの有無等に応じ、パラレルウイング形、斜め擁壁形又は直擁壁形から適合する形状を選定する。

オ　吐口工の高さは、溝きょ頂面以上で必要最小限の高さとするが、吐口工に擁壁の機能も持たせる場合には、擁壁工として必要な高さとすることができる。

カ　吐口工の設計計算は、構造等に応じて片持ちばり、単純ばり又は擁壁に準じて行う。

キ　洗掘防止工は、溝きょ設置箇所において、流水、石礫等の流出量が多く、溝きょ吐き口付近の渓床等が洗掘されやすい場合、溝きょ吐口と渓床等に比高があり、溝きょ吐口付近の渓床等が吐水による吐口工基礎部地盤の洗掘を防止する必要がある場合に設置する。

ク　洗掘防止工は、溝きょ吐口から吐出される流水の量、石礫の粒径、吐出された流水の渓床側への巻き返し等の状況に応じて、コンクリート構造、鋼製かご工等を設置する。

ケ　洗掘防止工をコンクリート構造とする場合は、上流端は吐口工に密着させ、下流端には渓床の状況に応じて止水壁を設置し、洗掘防止工下流端を保護する。

コ　洗掘防止工を鋼製かご工等の鉄線を部材に使用する構造は、流出する石礫の粒径や量、水質等により、摩耗や断裂、腐食等の生じない箇所に用いる。

９－13　集水桝工及び流末処理工

９－13－1　集水桝工

集水桝は、各排水施設の接合部、流下方向の変更や勾配変化点、局所的な凹地形等により滞水している地表水を集水して排水する必要のある箇所等に設置し、各施設の流水を安全に排水するために設置する。

1)　設置箇所は次のような箇所とする。

ア　側溝と横断排水溝の接続箇所

イ　法頭排水工や小段排水工と縦排水工の接続箇所

ウ　各排水施設等の断面積や方向が変化する箇所

エ　一連の排水施設等における勾配調整のため落差等を設ける箇所

オ　土砂や落葉等を流水と分離して排水施設の閉塞を防止する必要のある箇所

カ　局所的な凹地形や地下水の湧出等により常態として地表水が滞水し、集水して側溝等に導水する必要のある箇所

2)　集水桝工の断面は、各排水施設等の流水の流量に応じるとともに、土砂や落葉等の流入量及び排除等を考慮して決定するものとする。

3)　集水桝の寸法は次式によって求めることができる。

$$B \geqq 2D$$

$$h \geqq 0.5D$$

ここに　Ｂ：集水桝の内のり幅又は径及び高さ（m）

Ｄ：接続する排水施設の最大径又は最大辺長（m）

ｈ：集水桝底面と接続する排水施設の底面間の高さ（m）

９－13－2　流末処理工

1)　流末処理の水路工は、次による。

ア　流末箇所まで導水する各排水施設の流量、地山の形状、土質等に応じ、コンクリート二次製品のフリューム、鋼製フリューム、合成樹脂製フリューム、植生工、素掘り等で適切な断面のものを設置する。

イ　設置箇所の傾斜が急勾配である場合は、滑り止めとして支保工等を設置する。

ウ　勾配の変化点や流下方向を変更する箇所には、集水桝を設ける。

エ　流水を直接地山等に排水する場合は、地山の侵食等が生じない箇所に行う。

2)　流末処理の水叩工は、次による。

ア　鋼製のかご工、木材、礫等を組み合わせた構造等とする。

イ　底部の侵食等が生じないように地山の土質条件等を踏まえて確実に設置する。