

第5節 排水

1 適用

排水の設計は本節によるものとするが、記述のないものについては、表5-1の関係図書他にするものとする。

表5-1 関係図書

関係図書	発行年月	発行者
道路土工—排水工指針	S62.6	(社)日本道路協会
道路土工—カルバート工指針	H22.3	(社)日本道路協会
立体横断施設技術基準・同解説	S54.1	(社)日本道路協会
土木構造物標準設計 第1巻	H12.9	(社)全日本建設技術協会
道路の移動円滑化整備ガイドライン	H15.2	国土交通省 道路局
道路土工要綱	H21.6	(社)日本道路協会

(注) 使用にあたっては最新版を使用するものとする。

2 排水の種類

道路の排水は図5-1に示すようにいろいろなものがあるが、対象とする水によって表面排水、地下排水、構造物の裏込め部や構造物内の排水などに分けられる。

道路土工要領
2-1-1

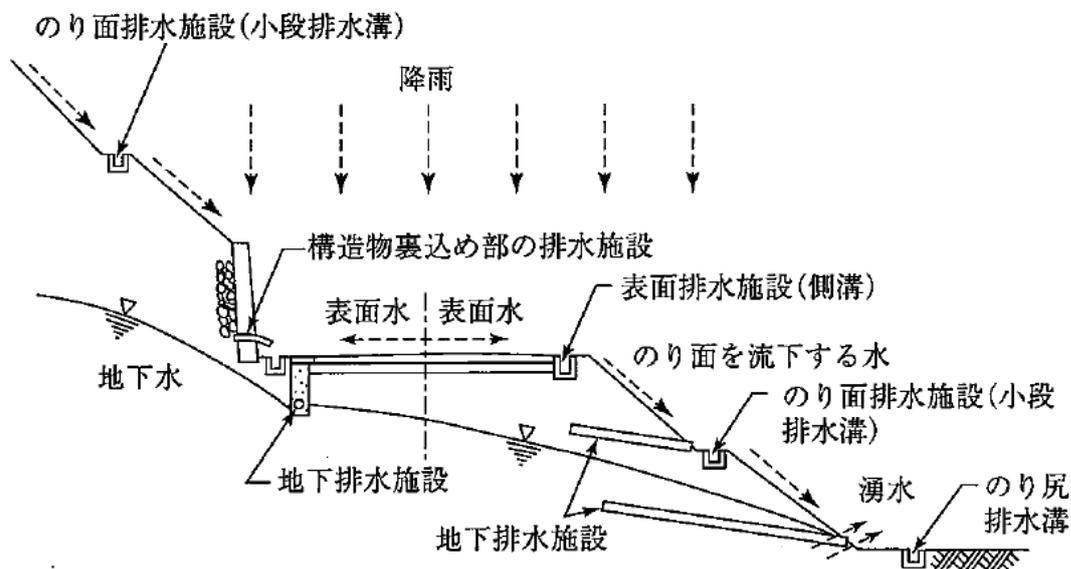


図5-1 排水の種類

①表面排水

表面排水は、降雨又は降雪によって生じた路面及び道路隣接地からの表面水を排除するために行う。

②路面排水

路面排水は、降雨又は降雪によって生じる路面の滞水を防止するために行う。

③のり面排水

のり面排水は、盛土のり面、切土のり面あるいは自然斜面を流下する水や、のり面から湧出する地下水によるのり面の侵食や安定性の低下を防止するために行う。

④道路横断排水

道路横断排水は、道路が往来の水路あるいは溪流等を横断する場合、及び降雨または降雪によって生じた道路隣接地からの表面水をカルバート等道路横断構造物により排除するために行う。なお、道路横断施設の詳細については、「道路土工-カルバート工指針」によるものとする。

⑤地下排水

地下排水は、地下水位を低下させるため、及び道路に隣接する地帯並びに路面・のり面から浸透してくる水や、路床から上昇してきた水をしゃ断したり、すみやかに除去するために行う。

⑥構造物の排水

構造物の裏込め部の湛水や構造物内の漏水及び降雨、降雪により生じた表面水等を除去するために行う。

3 設計にあたっての基本事項

3-1 降雨確率年

排水施設の規模と降雨確率年の決定にあたっては、表5-2、表5-3を用い決定する。

道路土工要綱
2-2

表5-2 道路区分による排水規模の選定基準

道路の種別 石計画交通量 (台/日)	高速自動車国道及 び自動車専用道路	一般国道	都道府県道	市町村道
10,000 以上	A	A	A	A
10,000~4,000	A	A, B	A, B	A, B
4,000~500	A, B	B	B	B, C
500 未満	-	-	C	C

注) う廻路のない道路については、その道路の重要性等を考慮して区分を1ランク上げて良い。

表5-3 排水施設別採用降雨確率年の標準

分類	排水能力の高さ	降雨確率年	
		(イ)	(ロ)
A	高い	3年	10年以上(ハ)
B	一般的		7年
C	低い		5年

注) 1 (イ) は路面や小規模なのり面など、一般の道路排水施設に適用する。
2 (ロ) 長大な自然斜面から流出する水を排除する道路横断排水施設、平坦な都市部で内水排除が重要な場所の道路横断排水施設など、重要な排水施設に適用する。
3 (ハ) は道路管理上重要性の高い道路横断排水施設については30年程度とするのがよい。

3-2 地域別降雨強度

降雨強度は路面排水に用いる場合と道路隣接地の排水に用いる場合の2種類がある。

(1) 路面排水

路面排水に用いる降雨強度は、表 5-4 による。

表 5-4 標準降雨強度

単位：mm/h

区 分	地 方	降雨強度
	沖 縄	130

注) 山岳地など地形的な要因による降雨増加が考えられる場合は2～3割増しする必要がある。

(2) 道路隣接地の排水

道路隣接地の排水に用いる降雨強度は、タルボット式により求めるものとする。

$$I_n = R_n \quad \beta_n = R_n \frac{a'}{t + b}$$

ただし、 I_n ： n 年確立の降雨強度 (mm/h)

R_n ： n 年確立 60分雨量強度

β_n ： n 年確立特性係数

a' 、 b ：定数

(注1) I_n 、 R_n 、 β_n 、 a' 、 b の値は道路排水工指針（以下指針という）による。

3-3 集水面積

集水面積を求める場合は、1：5,000地形図から算出するのが基本とする。やむを得ない場合及び面積が広いときは、1：10,000～1：50,000地形図によって求めるものとする。

3-4 流出係数

流出係数は、路面排水など降雨確率年の低い排水施設に対して、表5-5(a)、(b)をまた、カルバートのように降雨確率年の比較的高い排水施設に対しては、表5-6の値を標準とする。

表5-5 (a) 地表面の工種別基礎流出係数

地表面の種類		流出係数
路面	舗砂	0.70~0.95
	装利迫	0.30~0.70
路肩、のり面など	細粒土	0.40~0.65
	粗粒土	0.10~0.30
	硬岩	0.70~0.85
	軟岩	0.50~0.75
砂質土の芝生	勾配 0~2%	0.05~0.10
	" 2~7%	0.10~0.15
	" 7%以上	0.15~0.20
粘性土の芝生	勾配 0~2%	0.13~0.17
	" 2~7%	0.18~0.22
	" 7%以上	0.25~0.35
屋根 間地 芝、樹林の多い公園 勾配のゆるい山地 勾配の急な山地		0.75~0.95
		0.20~0.40
		0.10~0.25
		0.20~0.40
		0.40~0.60
田、水面 畑		0.70~0.80
		0.10~0.30

表5-5 (b) 用途地域別平均流出係数

敷地内に間地が非常に少ない商業地域及び類似の住宅地域	0.8
浸透面の屋外作業場等の間地を若干もつ向上地域及び若干庭がある住宅地域	0.65
住宅公団団地等の中層住宅団地及び1戸建て住宅の多い地域	0.50
庭園を多く持つ高級住宅地域及び畑地等が割合残っている郊外地域	0.35

表5-6 流出係数

路面および法面	0.70~1.0
急峻の山地	0.75~0.90
緩い山地	0.70~0.80
起伏ある土地および樹林	0.50~0.75
平坦な耕地	0.45~0.60
たん水した水田	0.70~0.80
市街	0.60~0.90
森林地帯	0.20~0.40
山地河川流域	0.75~0.85
平地小河川流域	0.45~0.75
半分以上平地の大河川流域	0.50~0.75

3-5 流出量

流出量の算定にあたっては下記によるものとする。

合理式(ラショナル式)による方法

$$Q = \frac{1}{3.6 \times 10^6} c \cdot i \cdot a \quad (\text{m}^3/\text{sec})$$

あるいは $Q = \frac{1}{3.6} c \cdot i \cdot A$

ここに Q = 雨水流出量 (m³/sec)

C : 流出係数

i : 降雨強度

a : 排水面積 (m²)

A : 排水面積 (km²)

降雨強度 3年確率継続時間 10分(表5-4に示す値となる。)

道路隣接地を対象とする排水設備の場合(表5-3)の確率による。

降雨強度は道路土工排水指針 P12 2-1-2 降雨強度を参照。

3-6 通水量

3-6-1 排水断面の決定

排水構造物の排水能力（排水量）は次式によって求める。

$$Q = A \cdot V$$

ここにQ：排水量（m³/sec）

A：流水部分の断面積（m²）

V：平均流速（m/sec）

平均流速はマンニング公式を利用する。

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot J^{1/2}$$

ここにn：粗度係数で排水設備材料により〔参考〕（表5-6）に示す程度の値をとればよい。

$$R：径深で潤辺長をP(m)とすればR = \frac{A}{P} (m)$$

排水断面の決定にあたっては、先に求めた流出量及び現地の実状、管理面を考慮して断面を決定すること。

流出<排水能力

となるように断面を決定する。

表 5-7 粗度係数の値

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
	〃（ペービングあり）		0.012
	塩化ビニル管		0.010
	コンクリート2次製品		0.013
ライニングした水路	鋼、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
ライニングなし水路	アスファルト、平滑	0.013	0.013
	土、直線、等断面水路	0.016～0.025	0.022
	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

3-6-2 流速の許容範囲

側溝のこう配断面の決定に際して、流速の点からの検討を忘れてはならない。表5-8に規定する範囲の値を使用するのが望ましい。

表5-8 許容される平均流速の範囲

側溝の材質	平均流速の範囲 (m/sec)
コンクリート	0.6 ~ 3.0
アスファルト	0.6 ~ 1.5
石張りまたはブロック	0.6 ~ 1.8
きわめて堅硬な砂利または粘土	0.6 ~ 1.0
粗砂または砂利質土	0.3 ~ 0.6
砂または砂質土で相当量の粘土を含む	0.2 ~ 0.3
微細な砂質土またはシルト	0.1 ~ 0.2

道路土工
要綱
2-4-2

3-6-3 断面の決定

断面決定にあたっては、次のような点に注意しなければならない。

- ①一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計算で得られた断面積に対して少なくとも20%の余裕をみとっておくのがよい。
- ②特に豪雨の際に大量の土砂、流木などが流入するおそれがある場合はさらに十分な通水断面積を考慮しておくのがよい。
- ③建設省制定土木構造物標準設計を用いると便利である。

道路土工
要綱
2-4-2

3-7 排水施設の勾配と断面

3-7-1 勾配

現地の状況その他により、流速が許容値により難しいときは最小勾配を0.1%まで許してよい。最大勾配は10%を限度として決定するものとするが、現地の条件によりやむを得ない場合は10%階段工、堰堤工などの対策をたてねばならない。通水量の計算は勾配の値に関係なく流速を表5-8の最大値に押えておこなう。

3-7-2 断面

(1) 側溝

路面排水に用いる側溝の最小断面は流量計算の結果にかかわらず、0.3×0.3とする。

(2) 管渠

道路を横断して布設する管渠は、地下配水管などを除き、在来水路の通水路を考慮するとともに、継続管理の面から流量がわずかであってもφ60cm以上、特に高い盛土の場合1.0m以上とするのが望ましい。

(3) 蓋

- 1) 歩道部等で車輛が来る可能性がある鋼製蓋及び歩道部で歩行者が通る可能性のある鋼製蓋については、ボルト・ヒンジ等により4点固定すること。
- 2) 歩行者の導線上の鋼製蓋については、車椅子やベビーカーのキャスター、白杖の先及びハイヒール等が落ち込むことがないように配慮されたものを使用すること。

4 表面排水施設の設計(標準)

4-1 路肩排水

- (1) 道路土工要綱及び土木構造物標準設計を参照し現地を十分把握のうえ排水設計を行うこと。路肩部の排水については省力化及び維持管理を考慮し現腸打ちU型側溝は原則として設置しないものとし、歩道用ブロックによるL型側溝を標準とする。
- (2) 現道拡幅等で路側民地の排水、用水等から止むを得ずU型側溝の必要がある場合でも、L型側溝と溜桝及び管渠あるいはL型側溝とプレキャストU型側溝との組合せを考慮すること。
- (3) 切土部で歩道または自歩道がある場合の排水側溝は、歩車道境界または歩道路肩側のいずれか一方に設け、重複しないことを原則とする。
- (4) 歩道路肩側の側溝は、自転車等の通行に危険性のない構造とすること。
 - イ L型側溝の集水桝間隔は最大30m 最小間隔10mを標準とする。なお、集水桝ぶたはグレーチング(固定式とする)を標準とする。
 - ロ L型側溝の横断勾配は側溝を路肩幅員に含める場合は6%(F1タイプ)を標準とする。また、非常駐車帯等の端に側溝を設ける場合は10%(F2タイプ)を標準とする。
 - ハ 盛土法面保護のため路肩に側溝の必要がある場合で路肩幅員が1.0m以上ある場合は、アスファルト縁石側溝を考慮すること。

道路土工
排水工指針
2-4-2

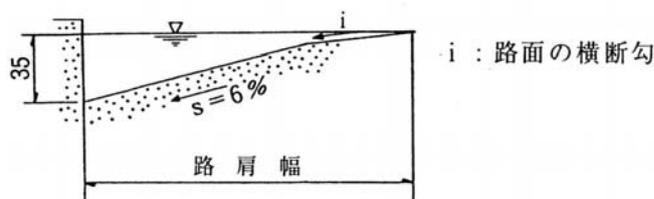


図 5-2

道路単位長当り流出量 $g(l/sec) = \frac{\text{幅員}}{2} \times \text{降雨強度} (0.027 \sim 0.03)$

ただし、片勾配区間が連続する場合はその幅員とする。

降雨強度は100‰の場合0.027

110‰の場合0.03

ニ 路肩部の排水はL型側溝を標準とするが、現地の状況及び経済性、美観等によりL型側溝が適さないU型側溝(既製品又は現場打)とする。

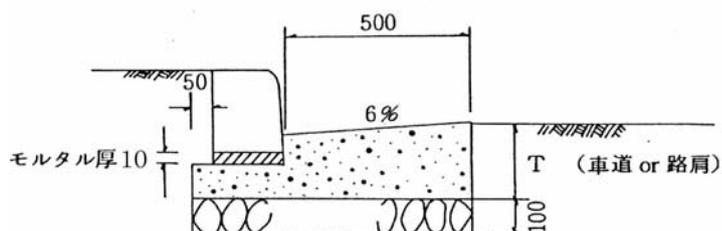
ホ 車(乗入口、取付道路)が横断する場所の側溝は函渠型側溝等、蓋と一体となった構造型式を標準とする。

なお、止むを得ず側溝で集水の必要が生じた場合は現湯打側溝及びグレーチング(固定式とする)蓋の施工とする。

また、二輪車等の転倒防止のため、グレーチングの配置に配慮すること。

土木構造物標準
設計第1巻
4.2.1

F₁タイプ(PL1型)

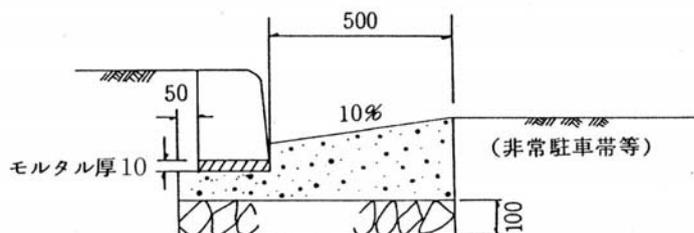


※Tは大型車交通量により使い分けるものとするが、舗装(表層～上層路盤(瀝青安定処理)まで)の厚さと比較して、厚い方としなければならない。

※第5章交通安全施設 1-3(6)歩道等の詳細構造等を参照

大型車交通量(台/日・一方向)	エプロン厚T(mm)
100未満	150
100以上250未満	
250以上1000未満	
1000以上3000未満	200
3000以上	250

F₂タイプ(PL1型)



(注) F₁・F₂タイプには10m間隔で膨張目地を入れること。

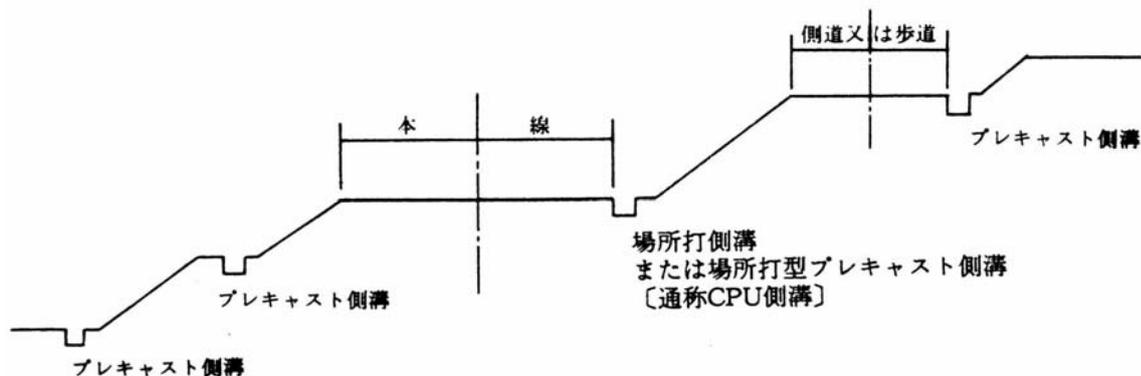
尚、目地材は瀝青目地材10mm程度を標準とする。

歩道部がフラットの場合は、標準設計を参照すること。

図5-3

4-2 標準図集

4-2-1 場所打側溝とプレキャスト側溝の使い分け



注) 特別の理由がある場合はこのかぎりではない。

図 5-4

排水構造部物におけるコンクリート二次製品の標準化

・対象製品については、標準化選定された以下の製品については、原則として定規格品を使用するものとする。

- ①管渠型側溝
- ②自由勾配側溝
- ③落蓋式側溝
- ④U型側溝
- ⑤横断暗渠
- ⑥ボックスカルバート

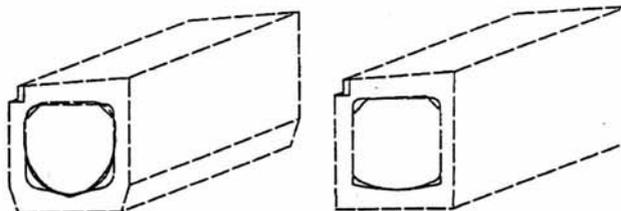
標準図及び規格については参考図を参照

注) 既設への接続等に伴い標準規格からはずれる場合等については、中間サイズを使用しても良い。

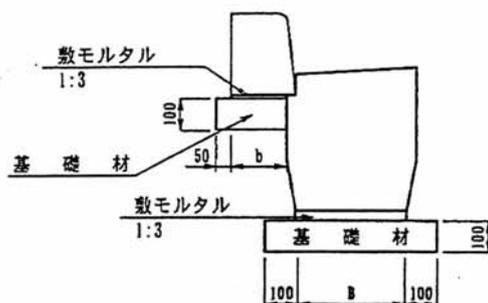
<参考図>

管渠型側溝

1. 標準図面 (普通型)



管渠型側溝 (呼び名 300の例)



基礎材の有無については、現場条件により使いわける。
使用製品については、監督職員の承諾を得るものとする。
(特記仕様書に記述すること)

2. 標準規格

呼び名	寸法 (mm)	通水断面積 (㎡) (80%程度時)	通水断面積 (㎡) (100%時)	備 考
	L (長さ)			
300	2000	0.0578以上	0.0722以上	・各製品で流速・流量が異なるため、設計の際には縦断勾配等を考慮すること。
400	2000	0.1015以上	0.1269以上	
500	2000	0.1631以上	0.2039以上	

3. 設計条件

荷 重	T-20
過 載 荷 重	P=78.4KN
接 近 時 荷 重	—
低 減 係 数	—
衝 撃 係 数	i=0.3
土 圧 係 数	KA=0.5 (静止土圧)
土 の 内 部 摩 擦 角	$\phi=30^\circ$
土 の 単 位 体 積 重 量	$\gamma=17.7\text{KN}/\text{m}^3$
鋼材強度 (SD295A)	157N/mm ²
鉄線強度 (SWM-B)	137N/mm ²

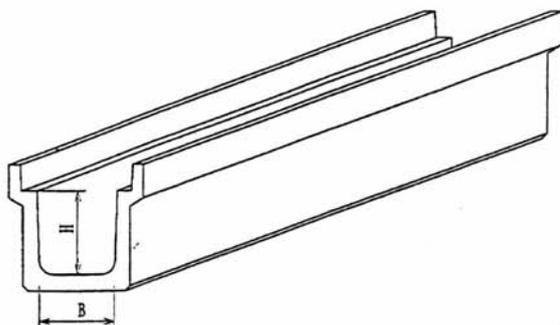
4. 対象製品

1. DO側溝
2. 側溝カルバート
3. YNP側溝
4. クリーン側溝
5. CB側溝

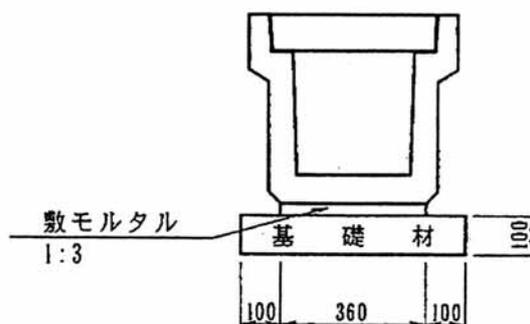
<参考図>

落蓋側溝

1. 標準図面



落蓋側溝 (呼び名 300の例)



基礎材の有無については、現場条件により使いわける。
使用製品については、監督職員の承諾を得るものとする。
(特記仕様書に記述すること)

2. 標準規格

呼び名	寸法 (mm)			通水断面積 (㎡) (80%程度時)	備 考
	B (内径)	H (内高)	L (長さ)		
300	300	300	2000	0.6810以上	
400	400	400	2000	0.1213以上	
500	500	500	2000	0.1894以上	

3. 設計条件

荷 重	T-25
過 載 荷 重	$q = 9.8 \text{ KN/m}^2$
低 減 係 数	—
衝 撃 係 数	$i = 0.1$
土 圧 係 数	$K A = 0.334$ (クーロン土圧)
土 の 内 部 摩 擦 角	$\phi = 30^\circ$
土 の 単 位 体 積 重 量	$\gamma = 18.7 \text{ KN/m}^3$
鋼材強度 (S D 295 A)	157 N/mm^2
鉄線強度 (S W M - B)	137 N/mm^2

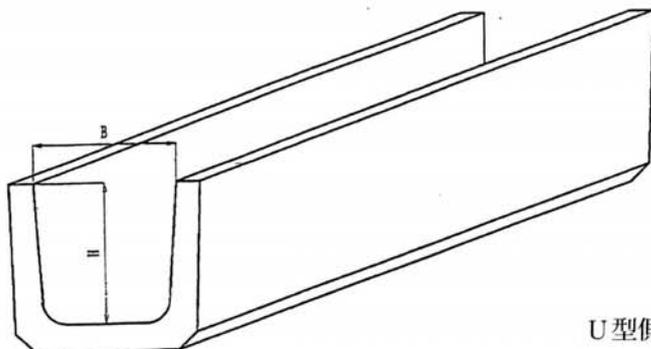
4. 対象製品

1. 道路用鉄筋コンクリート側溝 (JISA 5345)

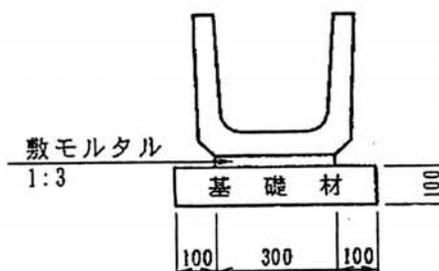
<参考図>

U型側溝

1. 標準図面



U型側溝 (呼び名 300の例)



基礎材の有無については、現場条件により使いわける。
使用製品については、監督職員の承諾を得るものとする。
(特記仕様書に記述すること)

2. 標準規格

呼び名	寸法 (mm)			通水断面積 (㎡) (80%程度時)	備 考
	B (内径)	H (内高)	L (長さ)		
240	240	240	600	0.0422以上	
300	300	300	600	0.0624以上	
360	360	360	600	0.0892以上	
450	450	450	600	0.1440以上	
600	600	600	600	0.2592以上	

3. 設計条件

荷 重	T-20
過 載 荷 重	$q = 9.8 \text{ KN/m}^2$
土 圧 係 数	$K A = 0.333$ (ランキン土圧)
土 の 内 部 摩 擦 角	$\phi = 30^\circ$
土 の 単 位 体 積 重 量	$\gamma = 17.7 \text{ KN/m}^3$
鋼材強度 (S D 295 A)	157 N/mm^2
鉄線強度 (S W M - B)	137 N/mm^2

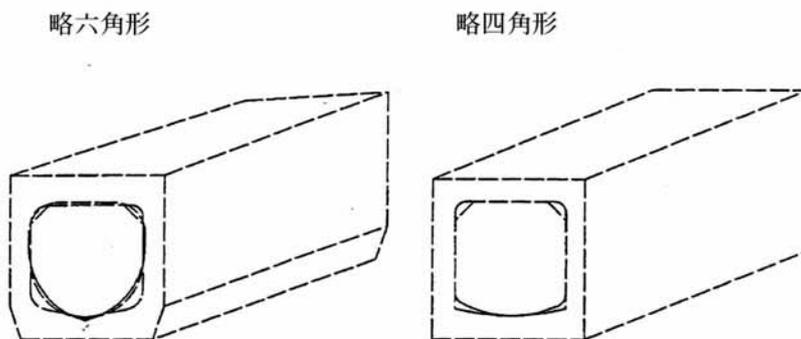
4. 対象製品

1. 鉄筋コンクリートU型
(JISA 5305)

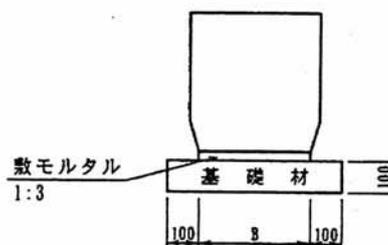
<参考図>

横断暗渠

1. 標準図面



横断暗渠（呼び名 300の例）



基礎材の有無については、現場条件により使いわける。
使用製品については、監督職員の承諾を得るものとする。
(特記仕様書に記述すること)

2. 標準規格

呼び名	寸法 (mm)	通水断面積 (m ²) (80%程度時)	通水断面積 (m ²) (100%時)	備 考
	L (長さ)			
300	2000	0.0578以上	0.0722以上	・横断暗渠は、土被り有りでの使用とする。 ・各製品で流速・流量が異なるため、設計の際には 縦断勾配等を考慮すること。
400	2000	0.1015以上	0.1269以上	
500	2000	0.1631以上	0.2039以上	
600	2000	0.2299以上	0.2873以上	

3. 設計条件

荷 重	T-20
過 載 荷 重	P=78.4KN
低 減 係 数	—
衝 撃 係 数	i=0.30
土 圧 係 数	KA=0.5 (静止土圧)
土 の 内 部 摩 擦 角	$\phi=30^\circ$
土 の 単 位 体 積 重 量	$\gamma=17.7\text{KN/m}^3$
鋼材強度 (SD295A)	157N/mm ²
鉄線強度 (SWM-B)	137N/mm ²

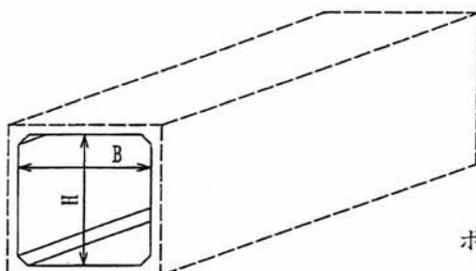
4. 対象製品

1. DO側溝
2. 側溝カルバート
3. YNP側溝
4. クリーン側溝
5. CB側溝

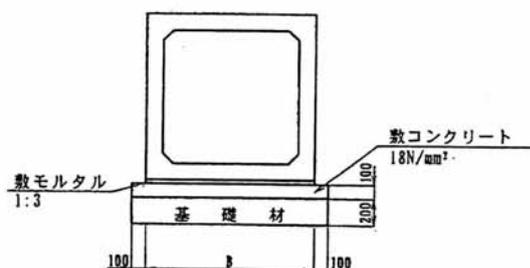
<参考図>

ボックスカルバート

1. 標準図面



ボックスカルバート (呼び名 1000*1000の例)



基礎材の有無については、現場条件により使いわける。
使用製品については、監督職員の承諾を得るものとする。
(特記仕様書に記述すること)

2. 標準規格

呼び名	寸法 (mm)				通水断面積 (m ²) (80%程度時)	通水断面積 (m ²) (100%時)	
	B (内幅)		H (内高)				L (長さ)
	RC	PC	RC	PC			
1000*1000	1000		1000		2000	0.7640以上	0.9550以上
1200*1200	1200		1200		2000	1.1160以上	1.3950以上
1300*1300	1300		1300		2000	1.3160以上	1.6450以上
1500*1500	1500		1500		2000	1.7640以上	2.2050以上
1800*1800	1800		1800		2000	2.5560以上	3.1950以上
2000*2000	2000		2000		2000	3.1360以上	3.9200以上
2500*2000	2500		2000		2000	3.9360以上	4.9200以上
備考	・土被りは、0.5~3.0m。						

3. 設計条件

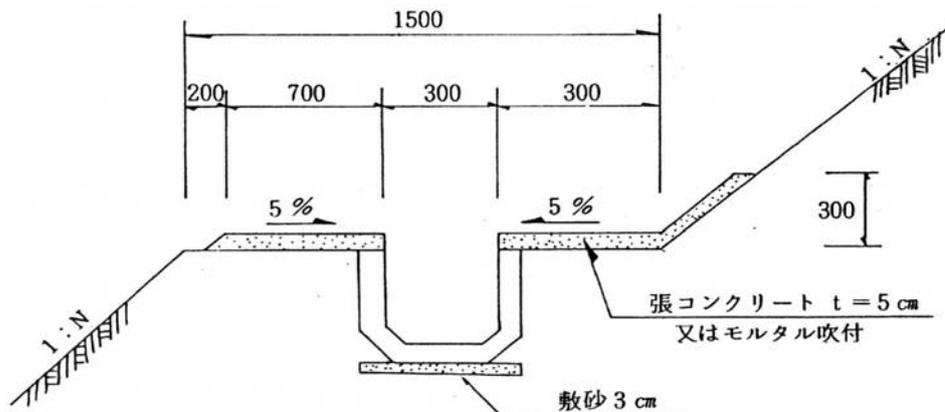
荷重	T-25
過載荷重	P=98.1KN
低減係数	$\beta=1.0\sim0.9$
衝撃係数	$i=0.30\sim0$
土圧係数	KA=0.5 (静止土圧)
土の内部摩擦角	$\phi=30^\circ$
土の単位体積重量	$\gamma=17.7\text{KN/m}^3$
鋼材強度 (SD295A)	157N/mm ²
鉄線強度 (SWM-B)	137N/mm ²
PC鋼棒 (C種-1号)	735N/mm ²

4. 対象製品

1. RCボックスカルバート
2. PCボックスカルバート

4-3 のり面排水

4-3-1 小段排水工(切土部、盛土部)



注)小段幅は、1.5mを標準とし、水路は十分検討して設置するものとする。

図 5-5

4-3-2 縦排水工

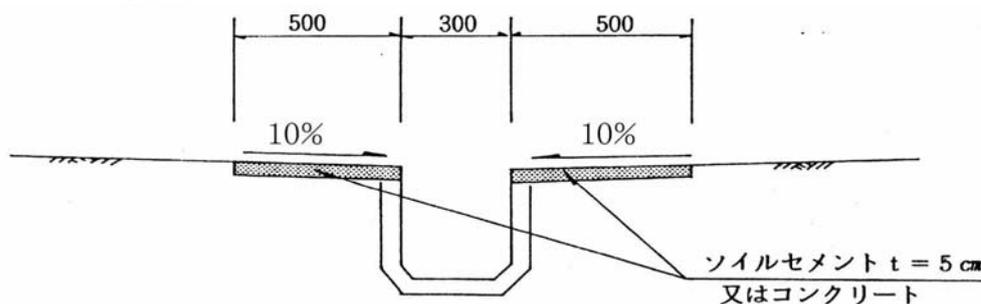


図 5-6

4-3-3 のり肩排水工

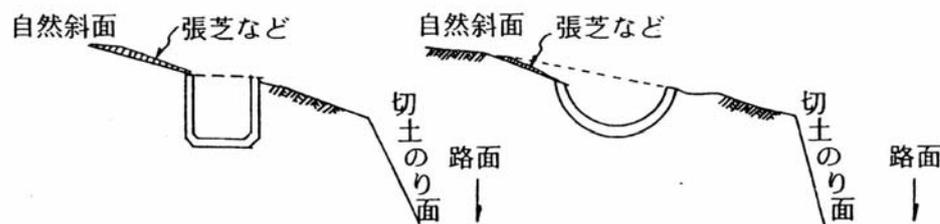
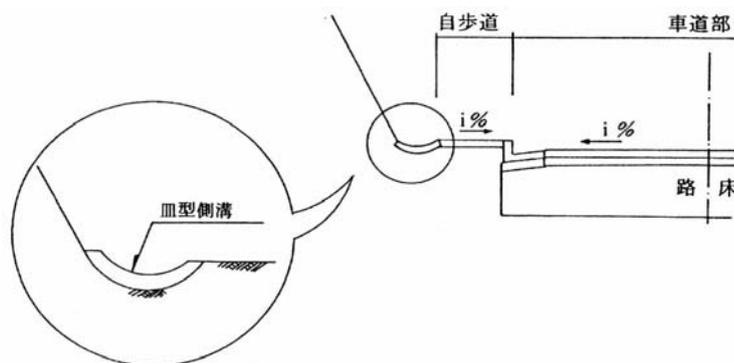


図 5-7 プレキャスト製品によるのり肩排水施設



注) 皿型側溝については、上質によって岩等の場合は、現場打ちコンクリートとして安定地盤の確保に努めること。

図 5-8

4-4 横断管渠

管渠の設計にあたっては、土工指針及び土木構造物標準設計図を参照し、現地を十分把握のうえ計画するものとするが、特に次の事項に留意すること。

イ) 基礎

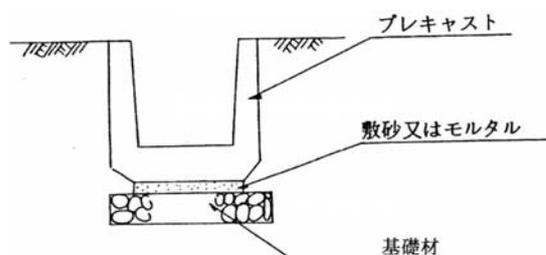
- a 片切り、片盛箇所では横断する場合、盛土箇所は特に入念に締固めること。
- b 擁壁等に管渠を接続する場合に、両者の相対的な変位を生じる恐れがあるので、取り付け部が破損しないようにすること。
- c 高盛土の下、または軟弱な基礎地盤上に設ける場合最終沈下量を十分考慮した管の勾配及び設置方法を決定し施工する。

ロ) 通水断面

断面は在来水路の流出量及び通水量を考慮するとともに維持管理の面から流量がわずかであっても径 60cm 以上、特に高い盛土の場合 1.0m 以上とするのが望ましい。

4-5 排水施設の基礎構造

イ) 路側及び軟弱地盤



注) (1) 暫定施工の場合は敷砂、完成施工の場合モルタル施工を標準とする。

(2) プレキャスト製品使用の側溝で路側(路肩を含む)及び軟弱地盤以外の箇所は基礎工を施工しないのを原則とする。

図 5-9

ロ) イ) 以外の箇所

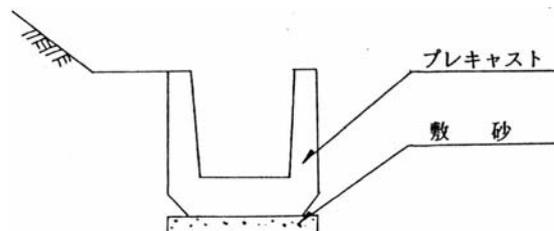


図 5-10

ハ) 場所打側購

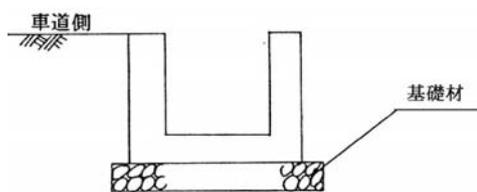


図 5-11

4-6 その他

4-6-1 取付管、排水管およびマンホール

雨水ますと排水管とは通常内径 150 mm のヒューム管または鉄筋コンクリート管などを用いた取付管で連絡する。

取付管の布設方向は排水管に直角または流下方向に 60° の向きをつけて取付ける。また雨水ます側の取付位置は土砂等の排水管への流入をさけるため雨水ますの底面から 15cm 以上、上方となる。排水管が車道の中心にあって道路を取付管で数多く横断するのが好ましくないような場合には 2~3ヶ所の雨水ますに集めた水を 1ヶ所に集めるよう縦断方向の連絡管渠を設けて合流させ、十分の土破りをとって排水管に接続するとよい。

排水管には清掃および点検のためにマンホールを設置する。設置する位置は直線部においては表 5-9 に示す範囲内の間隔を標準とし、直径または排水管の方向の変化する箇所、排水管の分合流点には必ず設けるものとする。

表 5-9

管 径(mm)	300以下	600以下	1,000以下	1,500以下	1,650以下
最大間隔(m)	50	75	100	150	200

排水管により道路敷外に導かれた水は河川または公共下水施設に放流することが望ましいが、この場合それぞれの管理者と事前に十分な協議を行なって流末の処理を行なうよう心掛けねばならない。

道路土工
要綱
2-4-2

土木構造物標準
設計第1巻

4-6-2 側溝ふたの採択基準

土木構造物標準設計に準じて設計するものとする。

4-6-3 素掘側溝(参考)

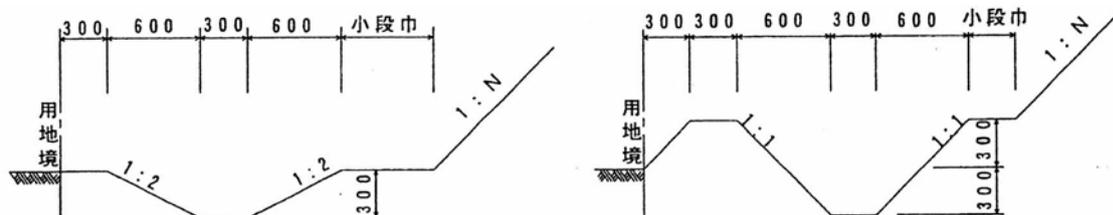
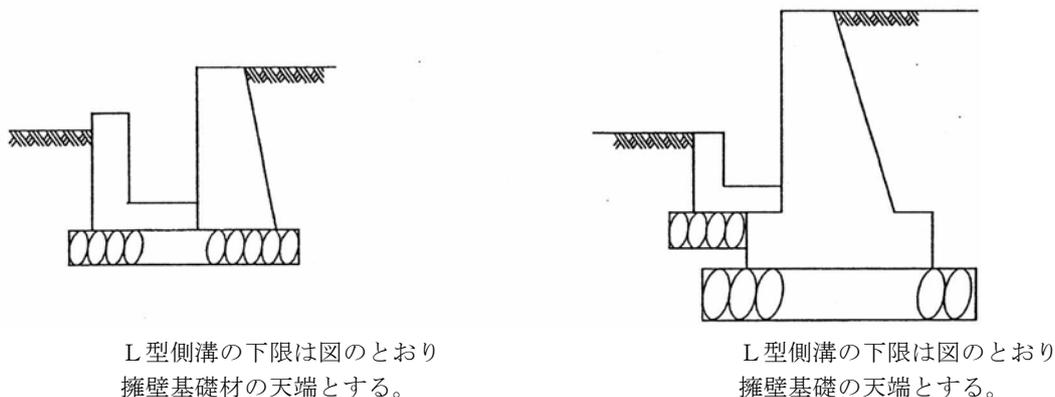


図 5-12

4-6-4 路側擁壁とL型側溝(参考)

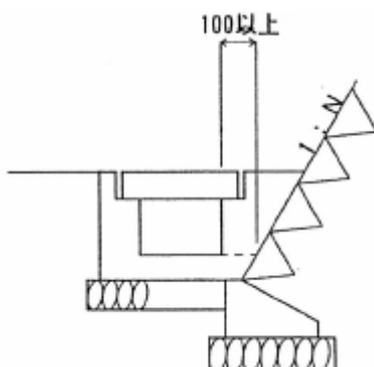


L型側溝の下限は図のとおり
擁壁基礎材の天端とする。

L型側溝の下限は図のとおり
擁壁基礎の天端とする。

図 5-13

4-6-5 石積とふた付L型側溝

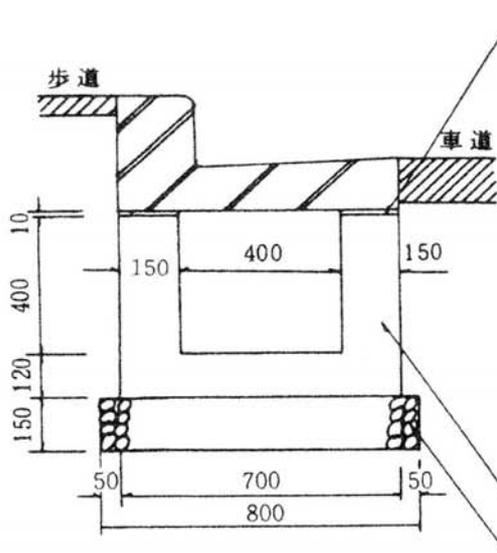


注) ふた受コンクリートの底部は最小厚を 100 mm とする。

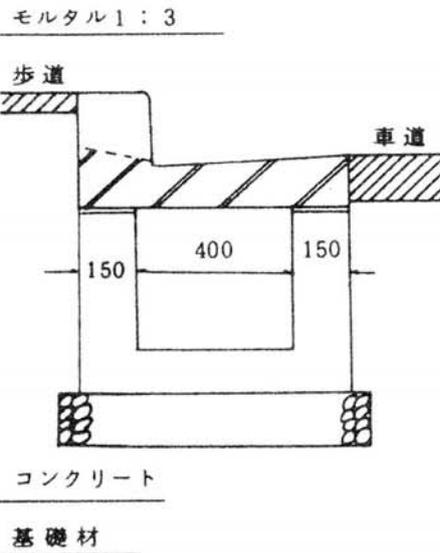
図 5-14

4-6-6 LU側溝

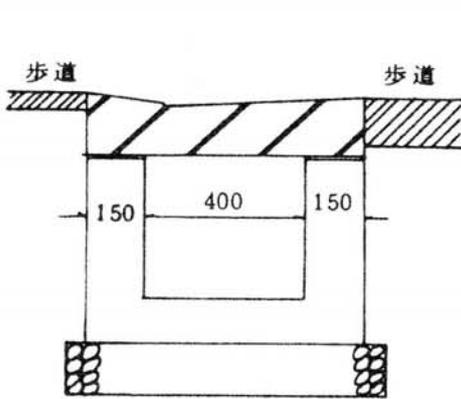
一般部 (建Ⅱ型標準)



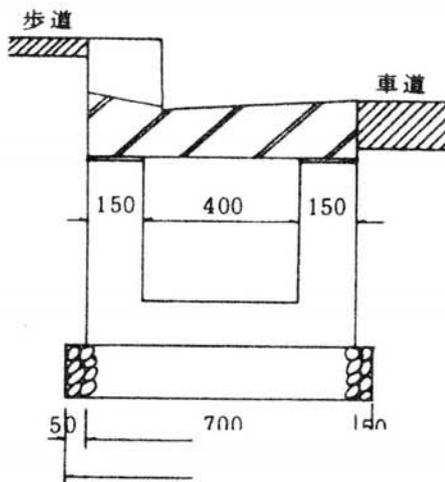
一般部 (建Ⅱ型勾配) A



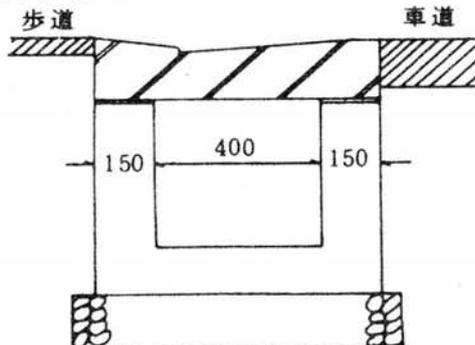
一般部 (建Ⅱ型切下げ) A



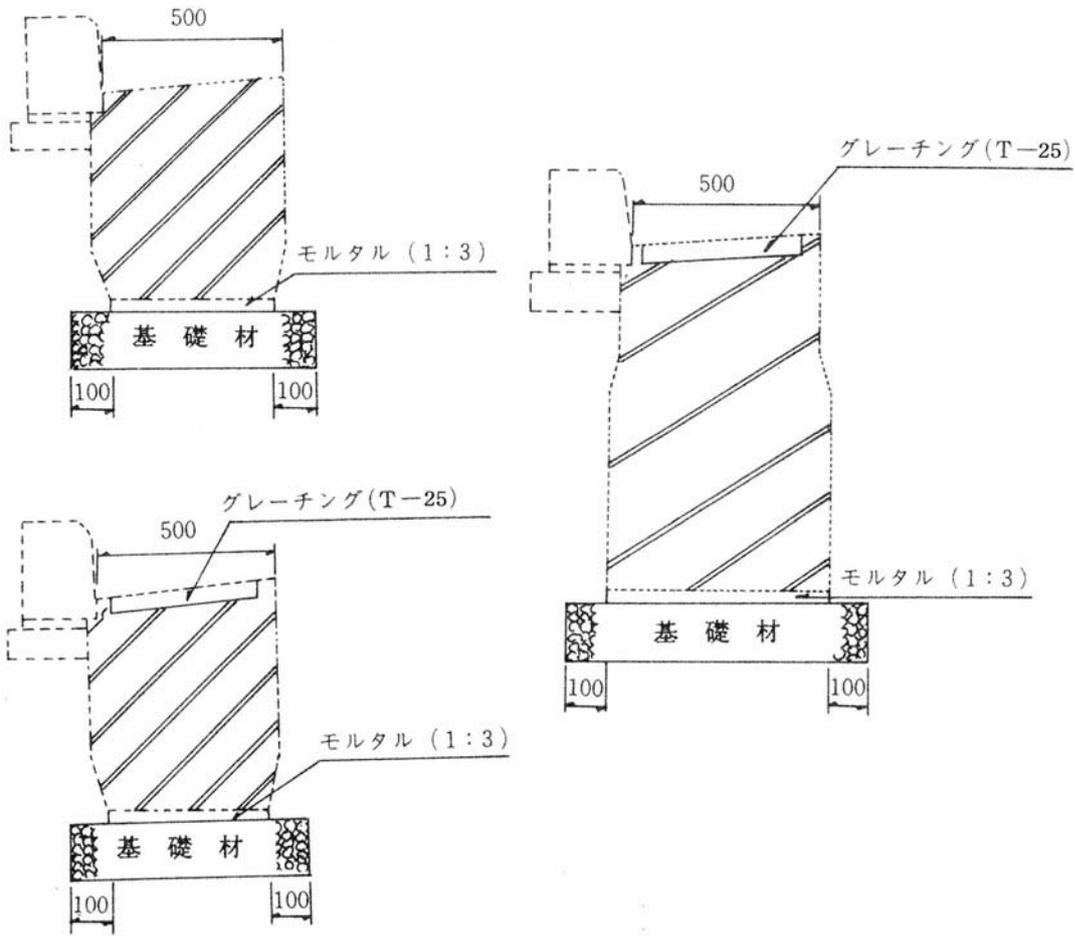
乗入部 (建Ⅱ型勾配) B



乗入部 (建Ⅱ型切下げ) B



4-6-7 管渠型側溝



4-6-8 バリアフリーを考慮した排水計画

横断歩道部等において、歩道面が低いために強雨時に水の溜まる恐れが生ずる箇所では、雨水ますを追加する等、排水に十分配慮する必要がある。

なお、横断歩道の進行方向上に雨水ますが存在する場合は、適切な位置に移設を行うか、雨水ますの蓋を車椅子のキャスター、白杖の先及びハイヒール等が落ち込むことが無いよう配慮する必要がある。また、歩行者の通行する部分が道路の構造上排水の滞るような場合においては、円形側溝等を用いること等を検討する必要がある。

道路の移動
円滑化整備
ガイドライン

5 地下排水施設の設計

5-1 路側の地下排水溝



図 5-15 両側の路側に設けられた地下排水溝

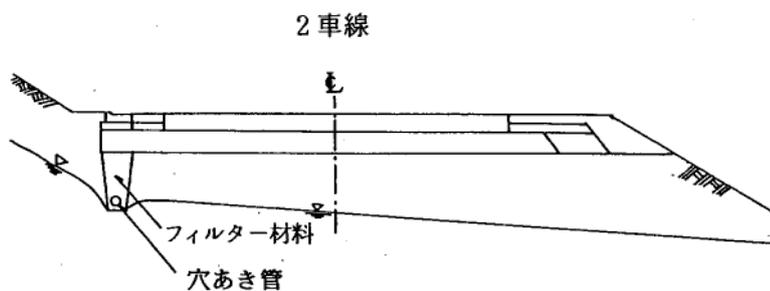


図 5-16 片側に設けられた地下排水溝

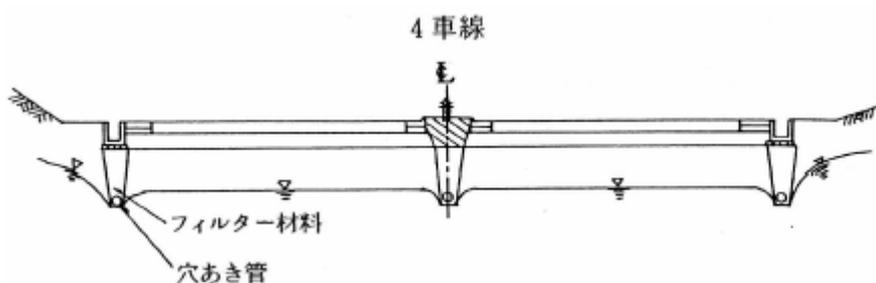


図 5-17 中央分離帯のある場合の地下排水溝

道路土工
要綱
2-5

5-2 地下排水管(有孔管及び透水管)

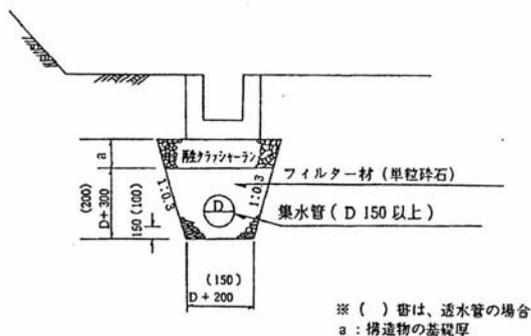


図 5-18 切土部

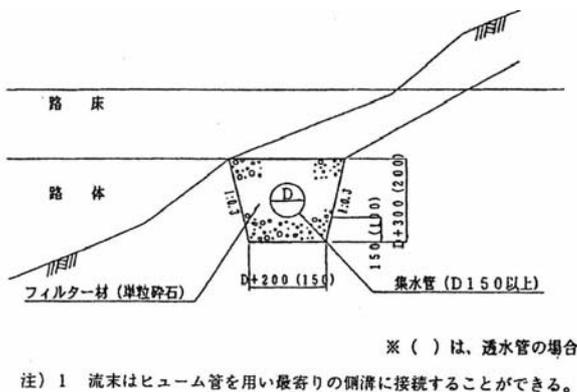
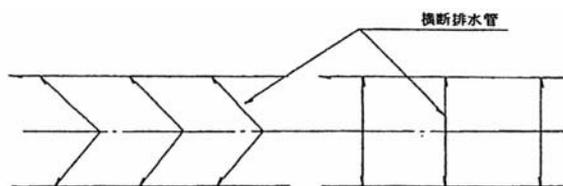


図 5-19 盛土部(切盛境)

道路土工
要綱
2-7-3



横断排水管は縦断方向に斜に配置することができる。
地形その他でやむを得ない場合は直角にしてもよい。

図 5-20 横断排水管設置方法

6 構造物排水施設

6-1 地下道

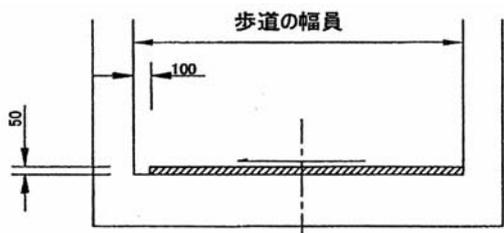


図 5-21

地下道等の排水は次のように考える。

- (1) 舗装厚を利用して、100×50 程度の側溝を設け、排水ポンプまたは最寄りの側溝へ導く。
- (2) 幅員が広い場合は、横断勾配を山形にして側溝を両側に設置する。
- (3) 隣接地から雨水が流入しないように注意する

6-2 裏込排水

土木構造物標準設計の手引(H12.9)によるものとする。

立体横断施設
技術基準
・同解説
III-2-3

7 パイプカルバートの設計

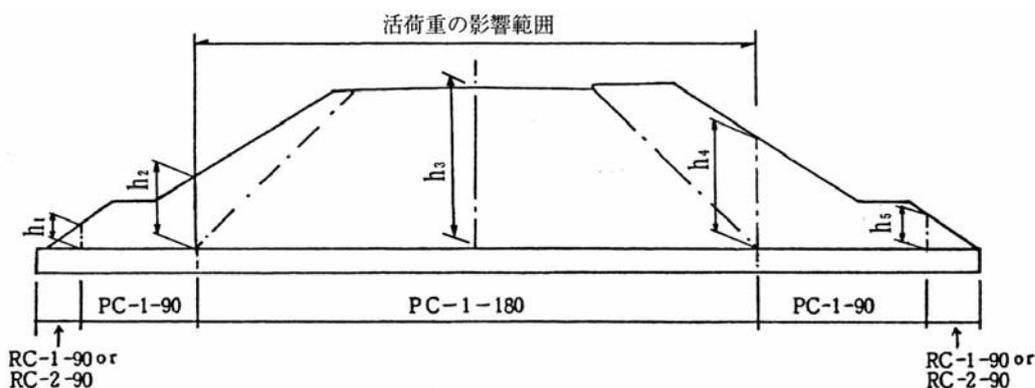
7-1 設計上の注意事項

- (1) 設置場所が暫定及び将来拡幅等がある場合は、手戻りのないように注意する。
- (2) 使用管については、呼び径にて明示する。
- (3) 突出型、溝型の判定は、道路土工(カルバート工指針)によるものとするが、標準設計の範囲内においては、特別な場合を除き突出型とする。
- (4) 輪荷重のかからない箇所のヒューム管の構造について(S62 全国統一)・輪荷重のかからない歩道、植樹帯等を横断するヒューム管の構造は、RC 1種 90° 巻とする。

7-2 ヒューム管(RC、PC)の使用選定

RC、PC管の使用選定にあたっては、経済比較を行い図 5-22 及び 7-3 基礎形式選定図の使用にあたってを参照して選定するものとする。

なお、PC管は外圧管を選定するものとするが、水密性を要する場合には内圧管を使用する。



- 注)・PC-1、PC-2、PC-3の組合せはしない。
- ・端部は、RC-1-90又は、RC-2-90で調整する。
 - ・管種及び基礎形式は土被り(h)の大きい方で決定する。
 - ・「7-4 基礎形式選定図」より、PC 1種 180° 基礎の上限土かぶりを越える場合には他の管種・基礎形式を検討する。

図 5-22

7-3 基礎形式選定図の使用にあたって

パイプカルバートの基礎形式の選定にあたっては、標準設計によっているが、土圧条件(突出型、溝型)のとり方に相違が見受けられるため下記により設計するものとする。

- (1) 突出型、溝型の判定は、道路土工(カルバート工指針)による。
- (2) 床掘面勾配がある場合の溝幅(D)は、管の天端とする。(図5-23 参照)
- (3) 溝幅が固定され、明らかに溝幅と判断される場合は溝型とする。
- (4) 特別の場合は、道路土工(カルバート工指針)を参照し判定を行う。

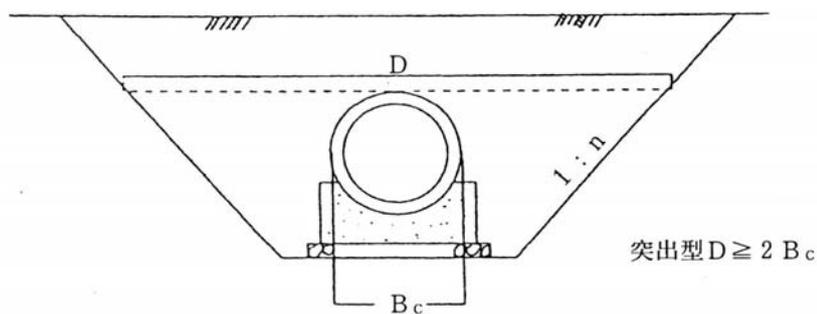


図 5-23

第6節 ボックスカルバート

1 適用基準

ボックスカルバートの設計は本節によるものとするが、記述にないものについては表6-1の関係図書他によるものとする。

表6-1 関係図書

関係図書	発行年月	発行者
道路土工カルバート工指針	H22.3	日本道路協会
道路土工排水工指針	S62.6	日本道路協会
土木構造物設計ガイドライン	H11.10	全日本建設技術協会
土木構造物設計マニュアル(案) 〔土木構造物・橋梁編〕	H11.11	全日本建設技術協会
土木構造物設計マニュアル(案))に係わる設計・ 施工の手引き(案) 〔ボックスカルバート・擁壁編〕	H11.11	全日本建設技術協会
PCボックスカルバート道路埋設指針	H3.10	国土開発技術センター
鉄筋コンクリート製プレキャストボックスカルバート道路埋設指針	H3.7	国土開発技術センター
土木構造物標準設計 第1巻	H12.9	全日本建設技術協会
道路土工要綱	H21.6	日本道路協会

(注) 使用にあたっては最新版を使用するものとする。

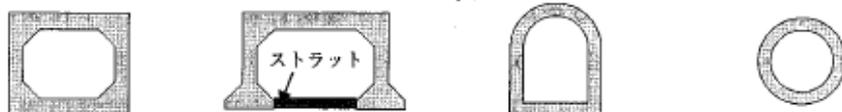
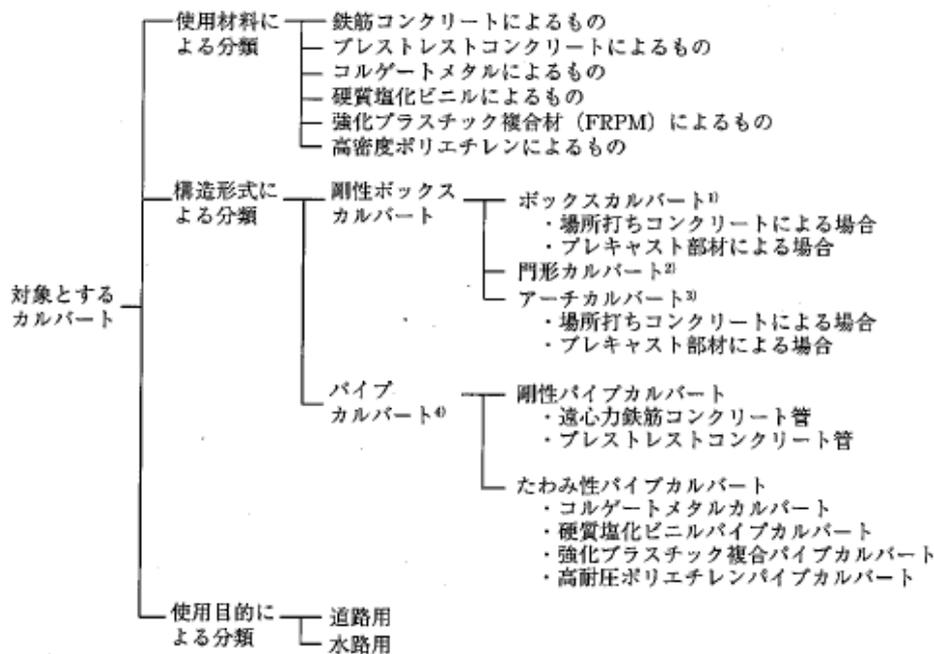
2 カルバート一般

2-1 定義

カルバートとは、道路の下に、水路、通路などの空間を得るために盛土あるいは地盤内に設けられる構造物で、その力学的特性から剛性とたわみ性カルバートがある。対象とするカルバートの種類を図6-1に示す。

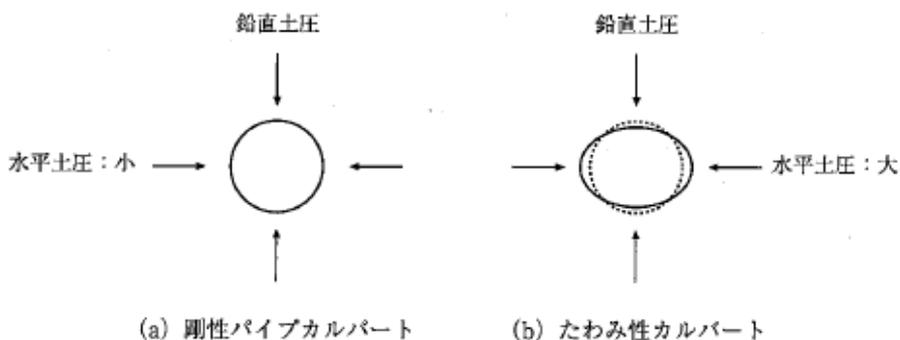
本章はそれらの内で主にボックスカルバートについて示すものである。

なお、パイプカルバートについては「第1章 道路設計 第5節 排水」、道路横断ボックスカルバートの付属施設物は「第5章 交通安全施設 3 立体横断施設」を参照することとする。



1) ボックスカルバート 2) 門形カルバート 3) アーチカルバート 4) パイプカルバート

解図 1-1 従来型カルバートの種類



(a) 剛性パイプカルバート (b) たわみ性カルバート

図 6-1

2-2 基本計画

対象とするカルバートの一般的な土被りおよび断面の大きさ等の適用条件の範囲を表6-2に示す。

道路土工
カルバート工
指針
1-3

表6-2 カルバートの一般的な適用範囲

カルバートの種類		項目	適用土かぶり (m) 注1)	断面の大きさ (m)
剛性ボックスカルバート	ボックスカルバート	場所打ちコンクリートによる場合	0.5 ~ 20	内空幅 B : 6.5 まで 内空高 H : 5 まで
		プレキャスト部材による場合	0.5 ~ 6 注2)	内空幅 B : 5 まで 内空高 H : 2.5 まで
	門形カルバート		0.5 ~ 10	内空幅 B : 8 まで
	アーチカルバート	場所打ちコンクリートによる場合	10 以上	内空幅 B : 8 まで
プレキャスト部材による場合		0.5 ~ 14 注2)	内空幅 B : 3 まで 内空高 H : 3.2 まで	
剛性パイプカルバート	遠心力鉄筋コンクリート管		0.5 ~ 20 注2)	3 まで
	プレストレストコンクリート管		0.5 ~ 31 注2)	3 まで
たわみ性パイプカルバート	コルゲートメタルカルバート		(舗装厚 + 0.3) または 0.6 の大きい方 ~ 60 注2)	4.5 まで
	硬質塩化ビニルパイプカルバート (円形管 (VU) の場合) 注3)		(舗装厚 + 0.3) または 0.5 の大きい方 ~ 7 注2)	0.7 まで
	強化プラスチック複合パイプカルバート		(舗装厚 + 0.3) または 0.5 の大きい方 ~ 10 注2)	3 まで
	高耐圧ポリエチレンパイプカルバート		(舗装厚 + 0.3) または 0.5 の大きい方 ~ 26 注2)	2.4 まで
注1) 断面の大きさ等により、適用土かぶりの大きさは異なる場合もある。 注2) 規格化されている製品の最大土かぶり。 注3) 硬質塩化ビニルパイプカルバートには、円形管 (VU, VP, VM), リブ付き円形管 (PRP) があるが、主として円形管 (VU) が用いられる。				

2-3 調査・計画

一般にカルバートは、道路の下を横断する道路、水路などの空間を確保するため盛土あるいは原地盤内に設けられる構造物をいう。したがって、その計画に当たっては、まずカルバートが必要になる理由を明確にし、その目的に十分対応できる計画を立てなければならない。またカルバートの設計に当たっては、道路の計画あるいは設計の中でカルバートを単に構造物として考えるのではなく道路の一部であると考え、道路の設計・施工に適し、かつ経済的に有利であるものを計画しなくてはならない。

したがって、カルバートの計画は、下記の事項について調査・検討を行い、それらを総合的に勘案のうえに進める。

- | | |
|---------|----------|
| ①必要内空断面 | ⑤地形および地質 |
| ②平面形状 | ⑥周辺構造物 |
| ③縦断勾配 | ⑦施工条件 |
| ④土被り | |

3 設計に関する一般事項

3-1 設計の基本

(1) カルバートの設計は、常時の作用として、死荷重、活荷重・衝撃、土圧、水圧及び浮力等を考慮する。さらに、地震動の作用のほか、塩害の影響、酸性土壌中での腐食等の特殊な環境により耐久性に影響する作用等、カルバートの設置箇所等の諸条件によって適宜選定するものとする。

地震動の作用としては、レベル1地震動及びレベル2地震動の2種類の地震動を想定する。

(2) カルバートの要求性能は、重要度の区分については「重要度1」を基本とし、想定する作用に対して安全性、使用性、修復性の観点から設定する。さらに、要求性能の設定にあたっては、対象とするカルバートに連続又は隣接する構造物等がある場合はその要求性能や相互の構造物に及ぼす影響を考慮する。

また、要求性能の照査は、理論的で妥当性を有する方法や実験等による検証がなされた方法、これまでの経験・実績から妥当とみなせる方法等により行う。

一般的には、カルバートの要求性能は表6-3を目安とし設定する。性能は、図6-2、図6-3にカルバートの要求性能のイメージを参考に示す。

表6-3 カルバートの要求性能

想定する作用		重要度	重要度1
		常時の作用	
地震動の作用	レベル1地震動	性能1	
	レベル2地震動	性能2	

(3) これまでの経験・実績から妥当と見なせる方法として、従来型カルバートの慣用設計法等の「道路土工-カルバート工指針」に示される方法により設計を行う場合は、一般的に表6-3の性能を満たすと考えて差し支えない。

(4) カルバートの裏込め・埋戻しには、締固めが容易で、圧縮性が小さく、透水性があり、かつ水の浸入によっても強度の低下が少ないような安定した材料を用い、十分に締固めを行うとともに、必要に応じて裏込め部に地下排水溝を設置する。

また、裏込め部に流入した雨水や湧水等をカルバート内空に流入させず、速やかに排除するため、カルバート相互の一体性や継手部の止水性を確保する。

(5) カルバートの基礎地盤は、カルバートの著しい沈下等を生じないように設計する。

(6) カルバートは維持管理に配慮して、供用中の日常点検、材料の状況の調査、補修作業等が容易に行えるような構造とする。また、必要に応じて計測機器の設置の検討を行う。例えば、圧密沈下が生じるようなカルバートは、計測の容易性向上のために沈下計などを設置するなどの検討を行う。

道路土木
カルバート工指針
4-1-2

道路土木
カルバート工指針
4-1-3

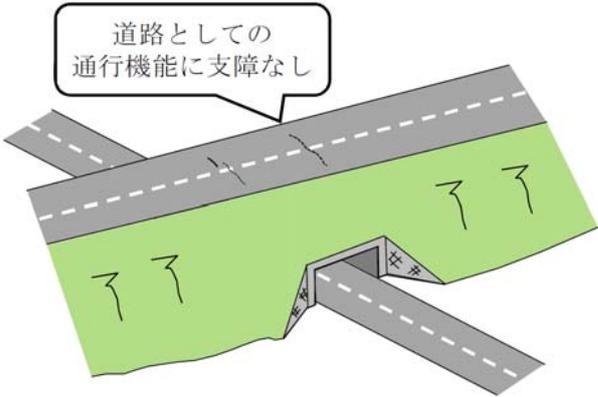
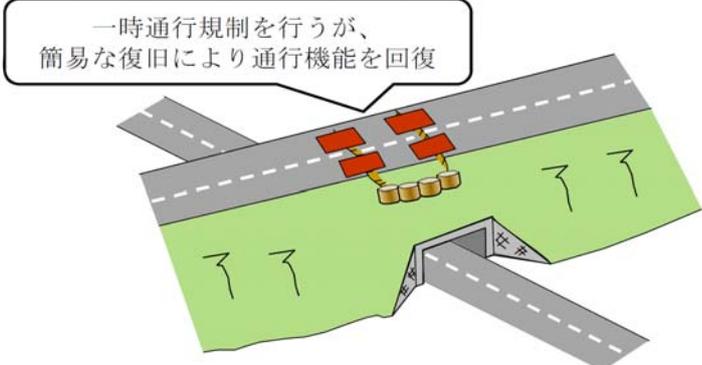
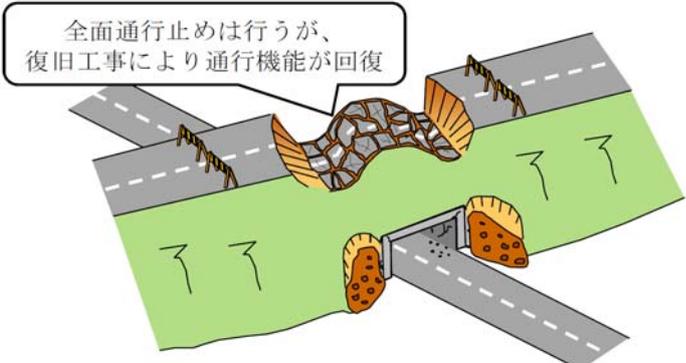
性能	損傷イメージ
<p>性能1 カルバートは健全である、又は、カルバートは損傷するが、当該カルバートの存する区間の道路としての機能に支障を及ぼさない性能</p>	
<p>性能2 カルバートの損傷が限定的なものにとどまり、当該カルバートの存する区間の道路の機能の一部に支障を及ぼすがすみやかに回復できる性能</p>	
<p>性能3 カルバートの損傷が、当該カルバートの存する区間の道路の機能に支障を及ぼすが、当該支障が致命的なものとならない性能</p>	

図 6-2 カルバート（上部道路）の要求性能のイメージ

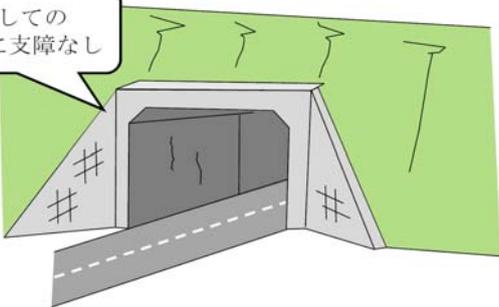
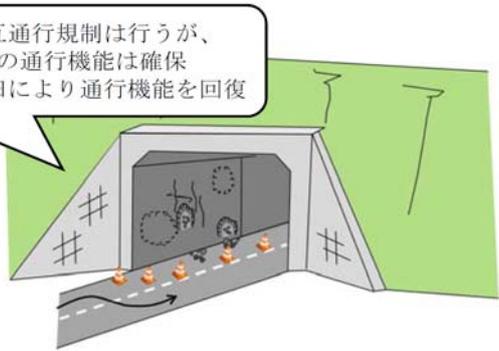
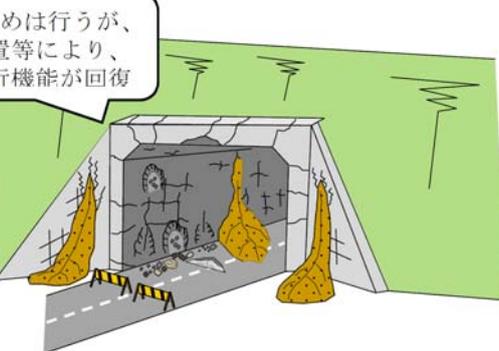
性能	損傷イメージ
<p>性能1 カルバートは健全である、 又は、カルバートは損傷するが、当該カルバートの存する区間の道路としての機能に支障を及ぼさない性能</p>	<p>道路としての通行機能に支障なし</p> 
<p>性能2 カルバートの損傷が限定的なものにとどまり、当該カルバートの存する区間の道路の機能の一部に支障を及ぼすがすみやかに回復できる性能</p>	<p>片側交互通行規制は行うが、道路の通行機能は確保 簡易な復旧により通行機能を回復</p> 
<p>性能3 カルバートの損傷が、当該カルバートの存する区間の道路の機能に支障を及ぼすが、当該支障が致命的なものとならない性能</p>	<p>全面通行止めは行うが、支保工設置等により、道路の通行機能が回復</p> 

図 6-3 カルバート（内空道路）の要求性能のイメージ

4 剛性ボックスカルバートの設計

4-1 荷重の種類と組合せ

剛性ボックスカルバートの設計に用いる荷重の種類を表6-4に示す。

また、設計に用いる荷重、載荷方法および設計上の留意事項を事項に示す。なお、詳細については「道路土工-カルバート工指針」に準じるものとする。

道路土工
カルバート工指針
5-2

表 6-4 カルバートの設計に用いる荷重

荷重		剛性ボックスカルバート			
		ボックスカルバート	アーチカルバート	門形カルバート	
主荷重	死荷重	カルバート構成部材の重量	○	○	○
		カルバート内の水の重量	△	△	×
	活荷重	カルバート上の活荷重	○	○	○
		カルバート内の活荷重	△	△	△
		衝撃	○	○	○
	土圧	鉛直土圧	○	○	○
		水平土圧	○	○	○
		活荷重による土圧	○	○	○
	水圧		△	△	△
	浮力		△	△	×
コンクリートの乾燥収縮の影響		×	×	△	
従荷重	温度変化の影響	△	△	△	
	地震の影響	△	△	○	
主荷重に相当する特殊荷重	地盤変位の影響	×	×	×	

注) ○：必ず考慮する荷重

△：その荷重による影響が特にある場合を除いて、一般には考慮する必要のない荷重

×：考慮する必要のない荷重

表 6-5 従来型パイプカルバートの設計に用いる荷重

荷重		パイプカルバート			
		剛性パイプカルバート	たわみ性パイプカルバート		
			コルゲート メタルパイプ カルバート	その他従来型 たわみ性パイプ カルバート ^{注)}	
主荷重	死荷重	管の重量	○	×	×
		管内の水の重量	△	△	△
	活荷重	管上の活荷重	○	○	○
		管内の活荷重	×	×	×
		衝撃	○	○	○
	土圧	鉛直土圧	○	○	○
		水平土圧	×	○	○
		活荷重による土圧	○	○	○
	水圧		×	×	×
	浮力		×	×	△
コンクリートの乾燥収縮の影響		×	×	×	
従荷重	温度変化の影響	×	×	×	
	地震の影響	×	×	×	
主荷重に相当する特殊荷重	地盤変位の影響	×	×	×	

道路土工
カルバート工指針
6-1-2

硬質塩化ビニールパイプカルバート、強化プラスチック複合パイプカルバート、
高耐圧ポリエチレンパイプカルバート

○：必ず考慮する荷重

△：その荷重による影響が特にある場合を除いて、一般には考慮する必要のない荷重

×：考慮する必要のない荷重

4-2 設計に用いる荷重

ボックスカルバートの設計に用いる荷重、載荷方法および設計上の留意事項を以下に示す。
なお、詳細については「カルバート工指針」に準じるものとする。

表 6-6 ボックスカルバートの設計に用いる加重

荷 重	一 般 式	備 考
鉛直土圧	$P_{vd} = \alpha \cdot \gamma \cdot h_1$	注) α ：鉛直土圧を求めるための係数 γ ：上部の土の単位体積重量 (kN/m ³) h_1 ：頂版上の土被り (m)
水平土圧	$P_{hd} = k \cdot \gamma \cdot h_i$	$k=0.5$ …静止土圧係数 h_i ：土圧力を求める点の土被り (m)
活 荷 重	輪 荷 重 $P_{(1+i)} = \frac{2P(1+i)}{2.75}$	P:T 荷重とし、前輪は 25kN 後輪は 100kN i ：衝撃係数 (表 5-3-3)
	換算等分布荷重 $q_{vi} = \frac{P_{(1+i)}}{2h_1 + 0.2}$	$h_1 = 4.0$ 以上は $q_{vi} = 10\text{kN/m}^2$
	水平荷重 $P_v = q_{vii} \cdot k$	q_{vii} ：水平荷重を求める点の換算等分布荷重

注 1) いかなる種別の道路においてもカルバートの設計における活荷重の取り扱いと同じとする。

注 2) 水平土圧の軽減が見込める場合は、あわせて検討する必要がある。

注 3) 土の単位体積重量は周辺状況により決定する。

注 4) 擁壁等に近接する場合、整合を図る。

4-3 土圧

(1) 鉛直土圧

カルバート上面に作用する鉛直土圧 P_{vd} は、式(6-1)によって算出される値とする(図 6-4)。

$$P_{vd} = \alpha \cdot \gamma \cdot h \text{ (kN/m}^2 \text{ (tf/m}^2\text{))} \dots \dots (6-1)$$

ここに α ：鉛直土圧係数

カルバートの規模、土かぶり、基礎の支持条件に応じて表 6-6 に示す値を用いるものとする。

γ ：カルバート上部の土の単位体積重量 (kN/m³ (tf/m³))

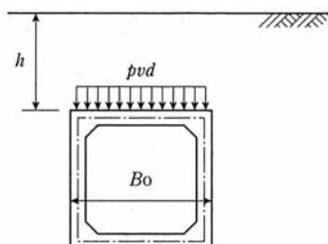


図 6-4 鉛直土圧

土の単位体積重量は道路土工カルバート工指針 4-2-4 に示す値とする。一般に舗装の部分の単位体積散量も土と同等とみなしてよいが、舗装のみの場合には、その単位体積重量を用いる。

h: カルバートの土かぶり(舗装表面よりカルバート上面までの距離)(m)

表 6-6 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
<ul style="list-style-type: none"> ・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 ・抗基礎等で盛土の沈下にカルバートが抵抗する場合 注1) 	$1 \leq h/B_0 < 2$	1.2
	$2 \leq h/B_0 < 3$	1.35
	$3 \leq h/B_0 < 4$	1.5
	$4 \leq h/B_0$	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

カルバート側方の土による水平土圧 P_{hd} (図 6-5) は下式によって算出される値とする。

$$P_{hd} = K_0 \times \gamma \times z \quad (\text{kN/m}^2)$$

ここに P_{hd} : カルバート上載土の重要による水平土圧 (kN/m^2)

K_0 : 静止土圧係数で通常は、0.5 と考えてよい。

h : 地表面より任意点までの高さ (m)

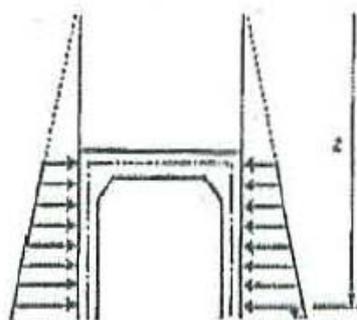


図 6-5 側方の土の重量による水平土圧

4-4 活荷重

自動車はボックスカルバート縦方向(道路横断方向)には制限なく載荷させる。したがって、ボックスカルバート縦方向単位長さ当たりの荷重は、T-25 荷重の場合では次のようになる。カルバート上面に作用する活荷重による鉛直荷重は、以下のように計算する。

$$\begin{aligned} \text{後輪： } P_{11} &= \frac{2 \times \text{後輪荷重 (kN)}}{\text{T 荷重 1 組の占有幅 (m)}} \times (1 + \text{衝撃係数}) \\ &= \frac{2 \times (10)}{2.75} \times (1 + i) \text{ (kNm/(tf/m))} \cdots (6-2) \end{aligned}$$

$$\text{前輪： } P_{12} = \frac{2 \times (2.5)}{2.75} \times (1 + i) \text{ (kNm/(tf/m))} \cdots (6-3)$$

なお、この場合の衝撃係数 i は、表 6-7 の値とする。

表 6-7 衝撃係数 i

カルバートの種類	土被り (h)	衝撃係数
・ボックスカルバート ・アーチカルバート ・門型カルバート ・コルゲートメタルカルバート	$h < 4\text{m}$ $4\text{m} \leq h$	0.3 0
・コンクリート製パイプカルバート ・硬質塩化ビニルパイプカルバート ・強化プラスチック複合パイプカルバート ・高耐圧ポリエチレンパイプカルバート	$h < 1.5\text{m}$ $1.5\text{m} \leq h < 6.5\text{m}$ $6.5\text{m} \leq h$	0.5 0.65 - 0.1h 0

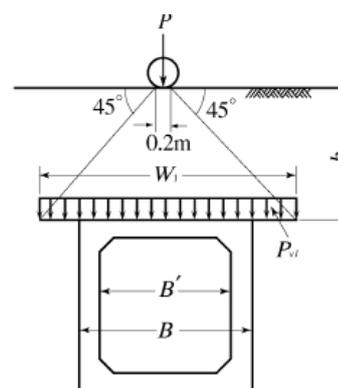


図 6-6 活荷重

また、活荷重の分布は、図6-6に示すように接地幅 0.2m で支間方向にのみ45° に分布するものとする。

したがって、ボックスカルバート上面に作用する活荷重による鉛直荷重 P_{v1} は次項によって計算する。

道路土工
カルバート工
指針
4-2-3

(i) 土かぶり 4 m未満の場合

後輪および前輪による鉛直荷重 P_{vl1} 、 P_{vl2} はそれぞれ式(6-4)、式(6-5)により計算する。なお、後輪の載荷位置は支関中央としてよい。

前輪の影響がない場合は図6-7(a)に示す鉛直荷重を、前輪の影響を考える場合は図6-7(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($P_h = P_{vl} \cdot k_0$)として考慮する。

$$P_{vl1} = \frac{P_{l1} \cdot \beta}{W_1} = \frac{P_{l1} \cdot \beta}{2h + 0.2} \quad (\text{kN/m}^2) \quad \dots\dots (6-4)$$

$$P_{vl2} = \frac{P_{l2}}{W_1} = \frac{P_{l2}}{2h + 0.2} \quad (\text{kN/m}^2) \quad \dots\dots (6-5)$$

ここに、 P_{l1} : カルバート縦方向単位長さ当たりの後輪荷重で式(6-2)より求める。

(kN/m)

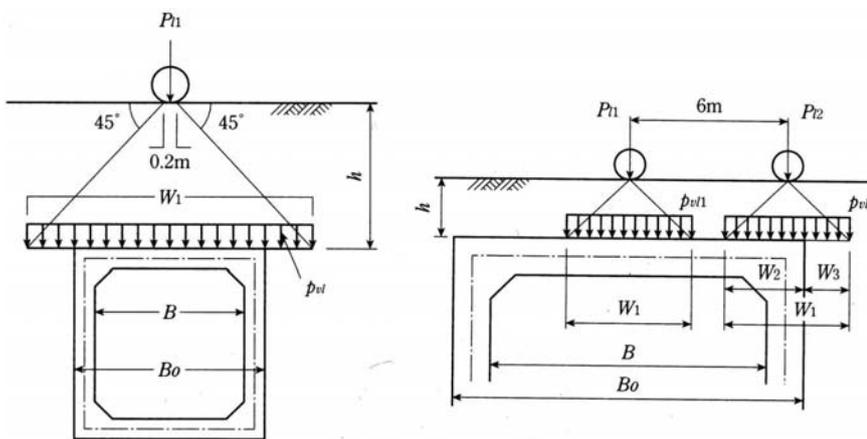
P_{l2} : カルバート縦方向単位長さ当たりの前輪荷重で式(6-3)より求める。

(kN/m)

W_1 : 後輪荷重の分布幅(m)

W_2 : 前輪荷重の載荷幅($B_0/2 + h - 5.9$) (m)

β : 断面力の低減係数で表6-8の値とする。この低減係数は、T荷重によって算出される断面力を車両制限令に基づく後輪荷重によって算出される断面力に換算する係数である。活荷重の大きさと、活荷重によりカルバートに生じる断面力の大きさは正比例するので、設計時に用いる荷重に低減係数を乗じるものとする。



(a) 前輪の影響が無い場合

(b) 前輪の影響を考える場合

図6-7 活荷重

表6-8 断面力の低減係数

	土かぶり $h \leq 1\text{m}$ かつ 内空幅 $B \geq 4\text{m}$ の場合	左記以外の場合
β	1.0	0.9

(ii) 土かぶり 4 m 以上の場合

土かぶり 4 m 以上の場合は、鉛直方向活荷重として頂版上面に一様に 10kN/m^2 (1tf/m^2) の荷重を考えるものとする。

4-5 活荷重による水平土圧

ボックスカルバート側面に作用する活荷重による水平土圧としては、深さに関係なく $10 \cdot k_0$ (kN/m^2) を両側面に同時にかけるものとする。これは載荷重を 10 kN/m^2 (1tf/m^2) とし、これに静止土圧係数 k_0 をかけて $10 \cdot k_0 \text{ kN/m}^2$ ($1 \cdot k_0 \text{ tf/m}^2$) としたものである(図 6-8)。

なお、静止土圧係数 k_0 は土質や締固めの方法によって異なり、 $0.4 \sim 0.7$ 程度であるといわれているが、通常の砂質土や粘性土 ($W_1 < 50\%$) に対しては、 0.5 と考えてよい。

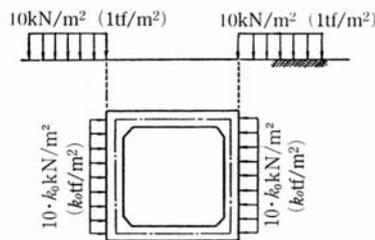


図 6-8 活荷重による水平荷重

4-6 水圧と浮力

地下水位の高い地盤中に埋設する剛性ボックスカルバートでは、水圧及び浮力の影響を考慮するものとする。

カルバートの浮上がりに対する安定が確保できない場合には、図 6-9 に示すように底板を外側に延長し、フーチング上載荷重を載荷して調整する方法もある。

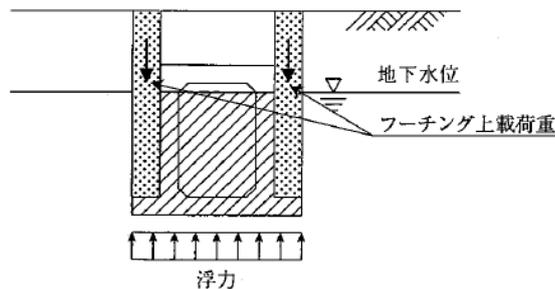


図 6-9 浮上がりに対する安定対策の例

4-7 温度変化及び乾燥収縮の影響

一般に剛性ボックスカルバートの温度変化は土かぶりの増大とともに急激に減少し、土かぶり 50cm 程度以上では、その周期的変化は著しく小さくなる。剛性ボックスカルバートでは、一般に土かぶり 50cm 以上となるため温度変化及び乾燥収縮の影響は一般には考えなくてもよい。

道路土工
カルバート工
指針
5-2

道路土工
カルバート工
指針
5-3

道路土工
カルバート工
指針
5-2

土かぶりが薄いなどの理由により、温度変化及び乾燥収縮の影響を考慮する場合、温度差は±15℃、乾燥収縮度は 15×10^{-5} としてよい。

4-8 地震の影響

地震の影響として、次のものを考慮するものとする。

- (1) カルバートの自重に起因する地震時慣性力
- (2) 地震時土圧
- (3) 地震時の周辺地盤の変位または変形
- (4) 地盤の液状化の影響

カルバートの地震動の作用に対する照査において考慮する地震の影響の種類は地盤条件、構造条件、解析モデルに応じて適切に選定するものとする。

(1) 慣性力について

慣性力は水平方向のみ考慮し、一般に鉛直方向の慣性力の影響は考慮しなくてよい。

設計水平震度の値については、地震動レベル、構造形式、カルバートの設置位置の諸条件に応じて適切に設定する。

動的解析により照査を行う場合には時刻歴で与えられる入力地震動が必要なる場合、「道路橋示方書・同解析 V 耐震設計編」を参照すること。

(2) 地震時土圧について

地震時土圧の大きさは構造物の種類、土質条件、設計地震動のレベル、地盤の動的挙動を考慮して適切に設定するものとする。

一般には、地震時土圧は、「道路橋示方書・同解析 V 耐震設計編」に示される地震時土圧を参考に設定してよい。

(3) 地震時の周辺地盤の変位または変形について

地震動による作用を地震時の周辺地盤の変位または変形として与える場合には、地震動レベル、地盤条件、解析方法に応じてその影響を適切に設定する。その詳細については、「共同溝設計指針」や「駐車場設計施工指針」等を参照すること。

(4) 地盤の液状化の影響について

カルバートが地下水位以下に埋設される場合で周辺地盤が液状化する可能性がある場合には、過剰間隙水圧による浮力を考慮して浮上がりに対するカルバートの安定性を検討する。周辺地盤の液状化の可能性の判定は、「道路土工指針-軟弱地盤対策工指針」に従えばよい。

4-9 地盤変位の影響

剛性ボックスカルバート完成後、地盤の圧密沈下等による不同沈下によりカルバートに影響を与えるおそれがある場合には、その影響を考慮するものとする。

5 塩害に対する検討

5-1 塩害の影響地域

- (1) 剛性ボックスカルバートは、塩害により所要の耐久性が損なわれてはならない。
 (2) 表 6-9 及び図 6-10 に示す地域における剛性ボックスカルバートにおいては、十分なかぶりを確保するなどの対策を行うことにより、(1) を満足するとみなしてよい。

表 6-9 塩害の影響地域

地域区分	地域	海岸線からの距離	塩害の影響度合いと対策区分	
			対策区分	影響度合い
A	沖縄県	海上部及び海岸線から 100m まで	S	影響が激しい
		100m をこえて 300m まで	I	影響を受ける
		上記以外の範囲	II	
B	図 6-10 及び表 6-10 に示す地域	海上部及び海岸線から 100m まで	S	影響が激しい
		100m をこえて 300m まで	I	影響を受ける
		300m をこえて 500m まで	II	
		500m をこえて 700m まで	III	
C	上記以外の地域	海上部及び海岸線から 20m まで	S	影響が激しい
		20m をこえて 50m まで	I	影響を受ける
		50m をこえて 100m まで	II	
		100m をこえて 200m まで	III	

道路土工
カルバート工
指針
5-5-2

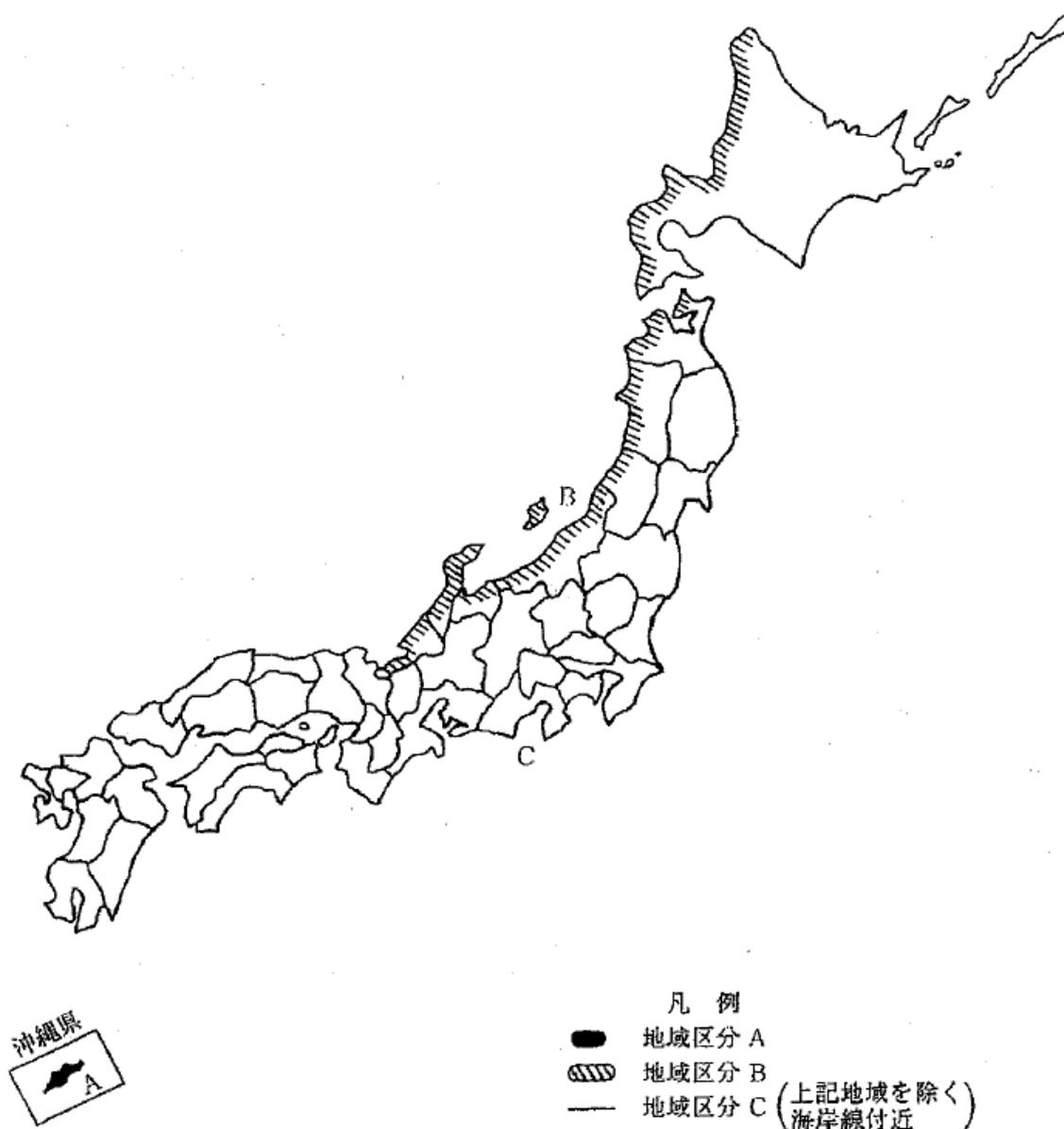


図 6-10 塩害の影響度合いの地域区分

表 6-10 地域区分 B とする地域

<p>北海道のうち、宗谷支庁の礼文町・利尻富士町・利尻町・稚内市・猿払村・豊富町 留萌支庁、石狩支庁、後志支庁、檜山支庁、渡島支庁の松前町 青森県のうち、蟹田町、今別町、平館村、三厩村（東津軽郡）、北津軽郡、西津軽 郡、大間町、佐井村、脇野沢村（下北郡） 秋田県、山形県、新潟県、富山県、石川県、福井県</p>

表 6-11 塩害の影響による最少かぶり (mm)

塩害の影響度合い		構造	鉄筋コンクリート
		対策区分	
影響が激しい		S	70※
影響を受ける		I	70※
		II	70

※) 塗装鉄筋又はコンクリート塗装等を併用

注1) 水セメント比は50%を目安とする。

注2) プレキャスト製品を使用する場合は、**担当課**と協議すること。

道路橋示方書・
同解説Ⅲコンクリート橋編
6-2

6 内空断面

カルバートの内空断面の決定に際しては、次の条件を満足しなければならない。

6-1 道路用カルバート

(1) 所要の建築限界以上の空間

舗装及び排水工等を施工した後に、その道路の所要の建築限界を満足する空間を確保することが必要である。また、将来的に道路の拡幅や舗装のオーバーレイが予想される場合等は、その影響も加味しておく必要がある。また、照明、通信等の添架物や、上下水道等の埋設管を設置する必要がある場合には、そのための空間を確保することも必要となる。

(2) 視距の確保

道路用カルバートの場合、「道路構造令」に準じて必要な視距を確保する。

(3) 路面排水への配慮

都市部における道路用カルバート（例えばアンダーパス等）は、カルバート内部の路面がその前後の路面より低く、強制排水を必要とする場合が多いことから、内空断面の設定においてもその影響を加味しておく必要がある。

(4) 歩行者及び自転車の通行を対象とする場合

1) 幅員

幅員は設計歩行者数に応じ、表 6-12 の値を標準とする。自転車の通行を考慮する場合は、表 6-12 値に 0.3m を加えた値を標準とする。ただし、地形の状況その他特別の理由によりやむを得ない場合は別途考慮するものとする。

2) 内空高等

地下道の内空高は路面から天井までのクリアランスを言い、2.5m とする。その他各部寸法は図 6-11 に示す値を標準とする。

表 6-12 6

幅員 (m)	設計歩行者数 (人/分)
2.50	80 未満
3.25	80 以上 120 未満
4.00	120 ♪ 160 ♪
4.75	160 ♪ 200 ♪
5.50	200 ♪ 240 ♪

※将来交通量を考慮した値を採用すること。

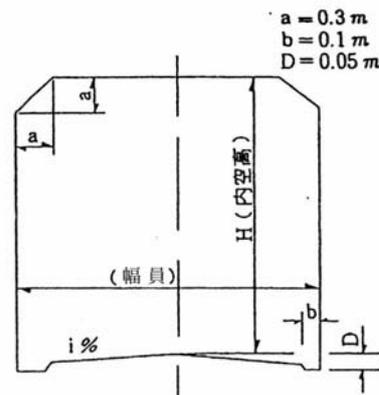


図 6-113

(5) 車両の通行を対象とする場合

道路設計の 9-3-2 「交差する道路の幅員等」によることとする。

6-2 水路用カルバート

一般に水路あるいは溪流地点にカルバートを設置して流水断面がカルバートとその前後で変化する場合、流れの状況がカルバート及びその上下流部で急激に変化することがあるので、内空断面の設定は慎重に行う必要がある。

(i) 計画流量を安全に通水し得る断面の確保

水路の所要の計画流量を安全に通水し得る空間を確保することが必要である。

計画流量は、「道路土工要綱共通編 第2章 排水」によって算定するものとする。

(ii) 所要の余裕高を確保する

カルバートの設置地点、種類、形状寸法および水路の性状等により、管理者の定めた余裕高を確保するよう内空高を決定しなければならない。

カルバートの通水断面については、「道路土工カルバート工指針 3-3-2 道路横断排水カルバートの計画上の留意事項」を参考に、「道路土工要領共通編 第2章 排水」もしくは水路管理者の定めた設計計算法によって計算するものとする。

また、維持管理や保守点検に必要な内空高を確保することが望ましい。清掃その他の保守点検のため人が入る必要がある場合は、1.8m以上の内空高さを確保することが望ましい。延長が短いこと等から、人が入る必要のない場合であっても、土砂堆積等により予想される断面減少分を考慮して、60cm以上の内空高を確保するのが望ましい。

6-3 軟弱地盤上のカルバート

カルバートが軟弱地盤上に設置される場合、プレロードによりあらかじめ地盤を沈下させ、圧密を図った場合でも、供用開始後も含めた長期に渡り沈下が発生することが少なくない。このため、機能的に支障が生じてはならないようなカルバートでは、沈下が生じても対処できるように内空断面の余裕を確保したり、上げ越し施工をするのが望ましい。

なお、上げ越し量の設定、プレロードとの併用の有無や土かぶりに応じた上げ越し方法等、詳細については「道路土工—軟弱地盤対策工指針」を参考にされたい。

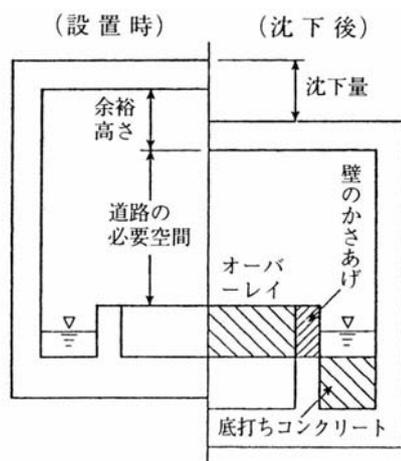


図 6-12 断面の余裕確保による沈下対策

道路土工
カルバート工
指針
3-3-1

道路土工
カルバート工
指針
3-3-1

7 構造細目
7-1 継手

(1) 継手の位置

- 1) 一般的な継手位置を示すと図 6-13 のようになる。なお、斜角のあるボックスカルバートにおける伸縮継手の方向は図 6-13 に示すように原則として側壁に直角とする。また、土かぶりの小さい場合は、図 6-13(b) に示すように中央分離帯の位置に設けるのがよい。
- 2) 伸縮目地の間隔は 10~15m 程度とする。
- 3) 伸縮目地の間隔を 15m 以上とする場合は縦方向の検討をする。

道路土工
カルバート工
指針
5-7

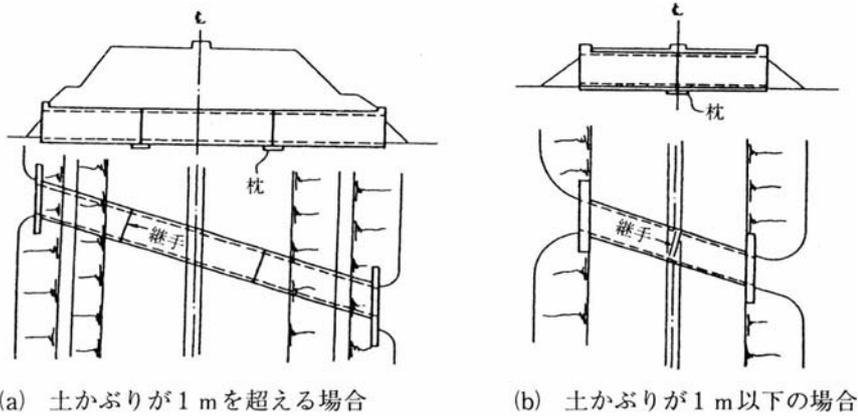


図 6-13 ボックスカルバートの継手の位置と方向

(2) 継手の構造

- 1) 継手の構造は図 6-14 に示すようなものが用いられており、施工条件によって表 6-9 のように組み合わせられている。

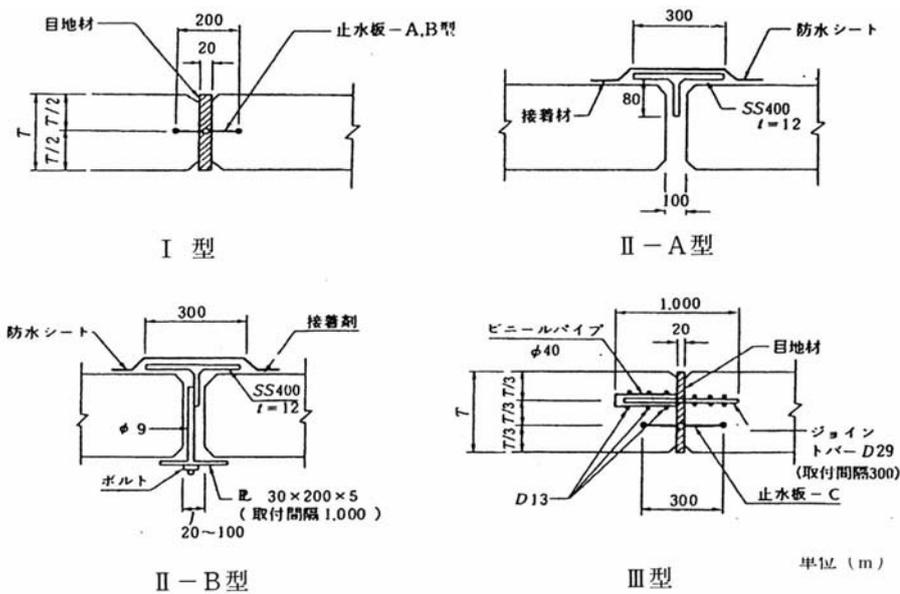


図 6-14 継手の構造の例

7-2 地覆およびウイング

7-2-1 地覆の形状

(1) 土被りのない場合

地覆の幅は路肩構造物(防護柵等)の設置に必要な幅をとる。ただし、ウイングの厚さ以下となってはならない。また構造上地覆の高さが高くなり、設計計算上から厚さが決定される場合は、カルバート本体の頂版厚より厚くなる高さをとってはならない。

(2) 盛土の途中からカルバートが出る場合は、地覆高さの標準は30cmとし、幅はウイングの幅と同一とするが、最低幅については50cmを標準とする。

(3) 一般的な地覆の形状を図6-17に示す。

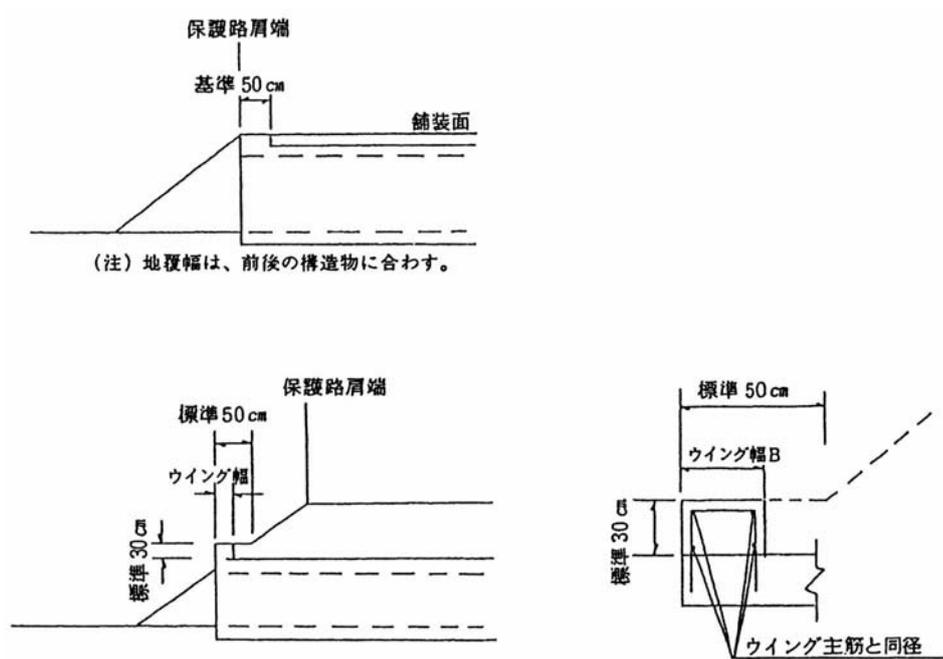


図 6-17

7-2-2 ウイングの形状

(1) ウイングの形状は原則として平行ウイングとする。

(2) ウイングの構造寸法は図6-18を標準とする。

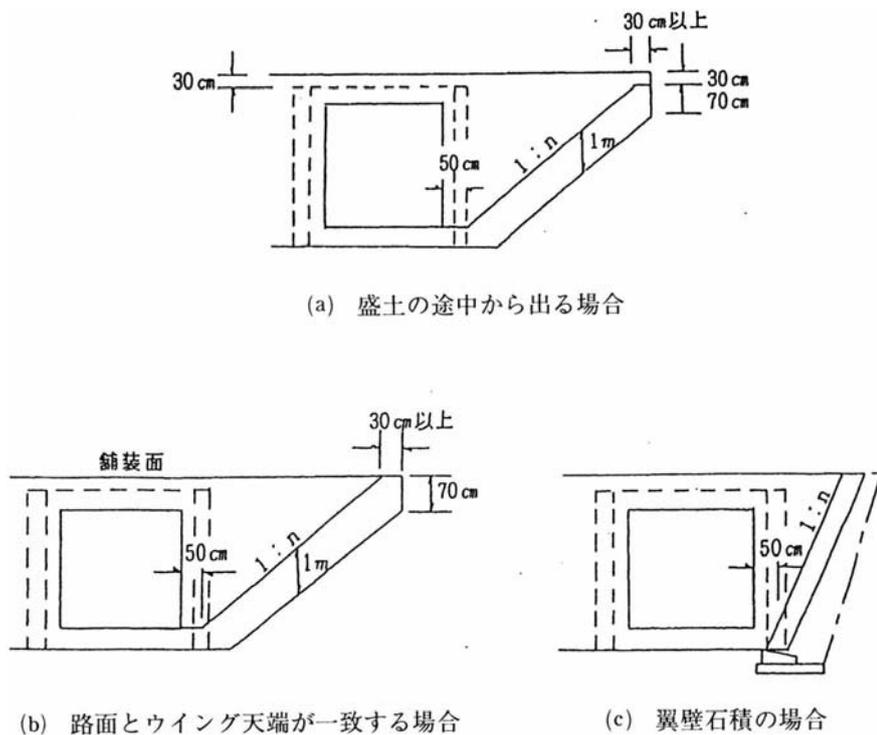


図 6-18

7-2-3 パラレルウイングの計算

ウイングの計算方法及び図表は土木構造物標準設計第1巻を参照する。

7-2-4 ウイングの配筋

(1) ウイングと躯体の取り付け部は原則として下図のように配筋する。

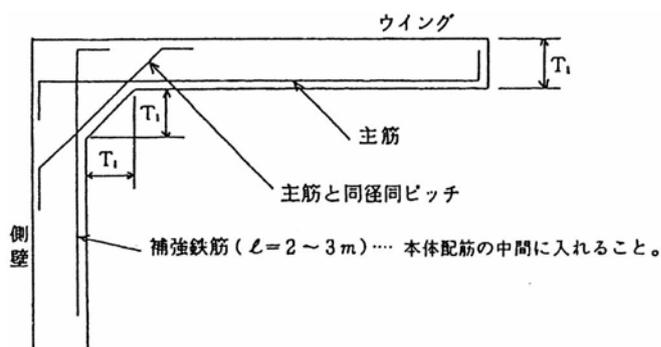


図 6-19

- (2) ウイングの厚さは変化させない。
- (3) ウイングの長さは、その厚さが本体側壁の厚さ以上にならないように決定する。
- (4) ウイングが長くなりボックスカルバート本体に影響を与えることが予想される場合には、ブロック積みの併用を考慮する。

7-3 止水壁

水路用函渠の上、下流及び取付水路の先端部には、止水壁を設けるものとする。なお、止水壁の厚さは30cm以上とする。

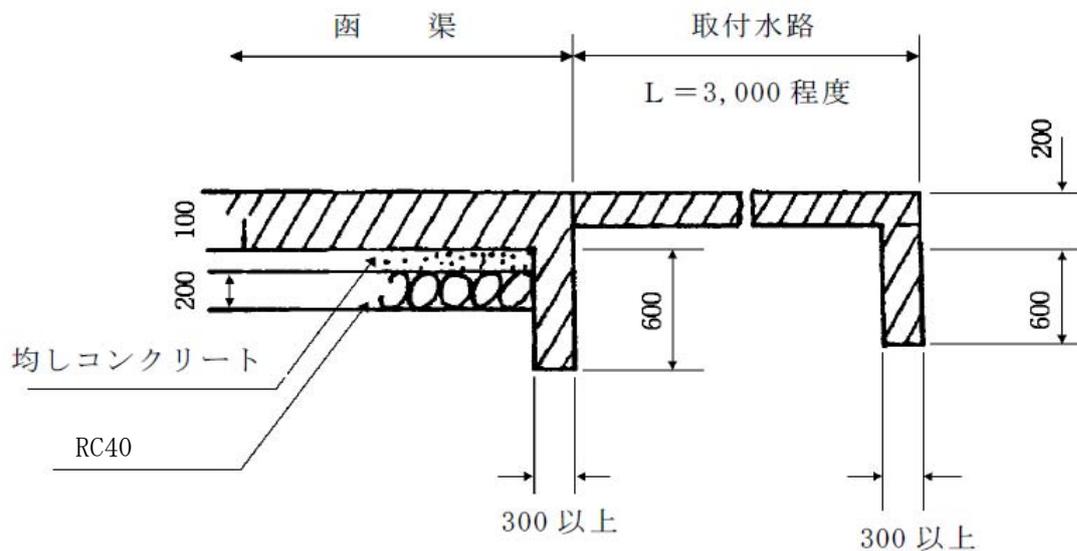


図 6-20 止水壁

注) 河川の場合で条件等により止水壁、矢板が必要な場合は別に考慮する。

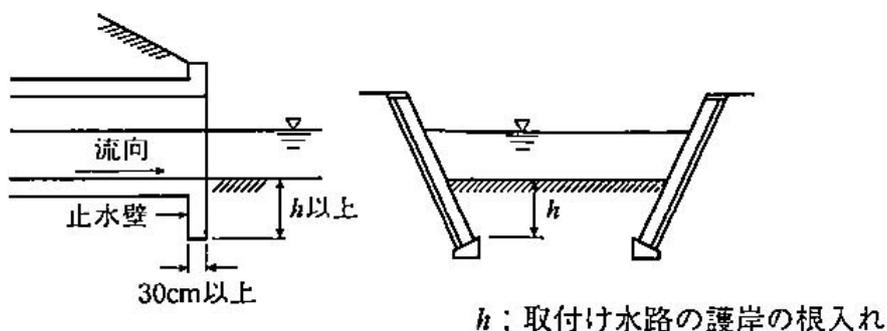


図 6-21 止水壁

7-4 滑り止工

縦断勾配が10%をこえるボックスカルバートの場合は、図6-22のような滑り止めを設けるのがよい。

なお、滑り止め工は枕梁と兼用できるものとし、配筋方法は枕梁に準じて決定するが、滑りに対する鉄筋のせん断についても検証するものとする。

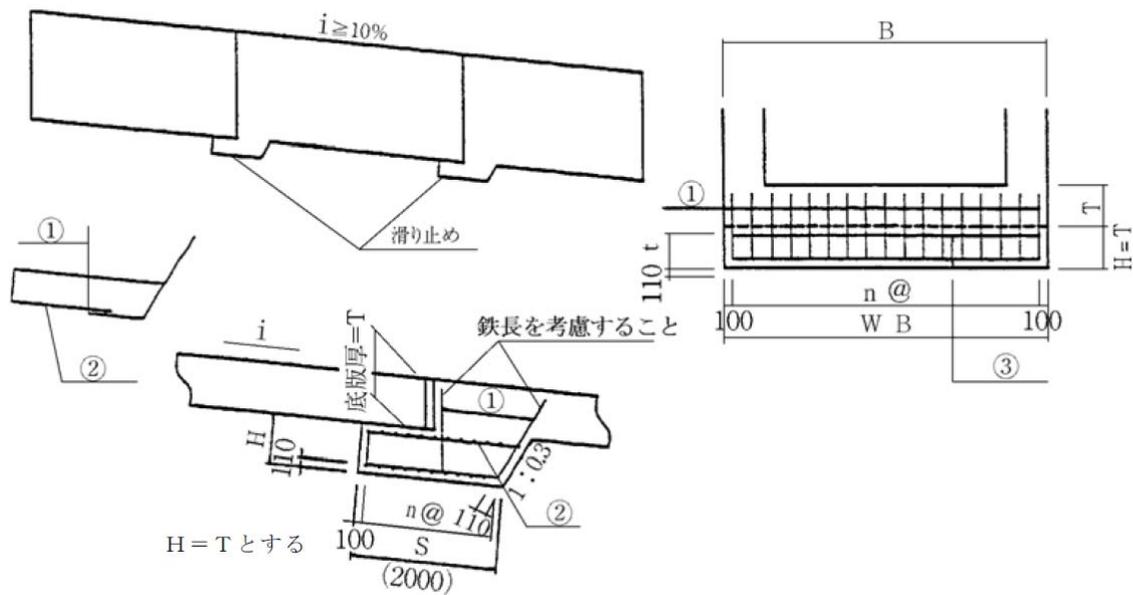


図 6-22 滑り止めの例

7-5 裏込めの設計

カルバートの裏込め部は、雨水や湧水等を速やかに排除する構造となるよう設計する。そのため、盛土における構造物の裏込め部あるいは、切土における埋戻し部には、良質の材料を使用し、十分な排水を考慮して入念な施工を行わなければならない。裏込めおよび埋戻しの材料や構造については、第2節7-3を参照すること。

また、傾斜地や沢部等で湧水が多い箇所に設置されるカルバートでは、地下は排水溝に加えて透水性が高い粗砂、切込碎石等を用いたフィルター層を設置することが望ましい。裏込め排水工の例を図6-23に示す。

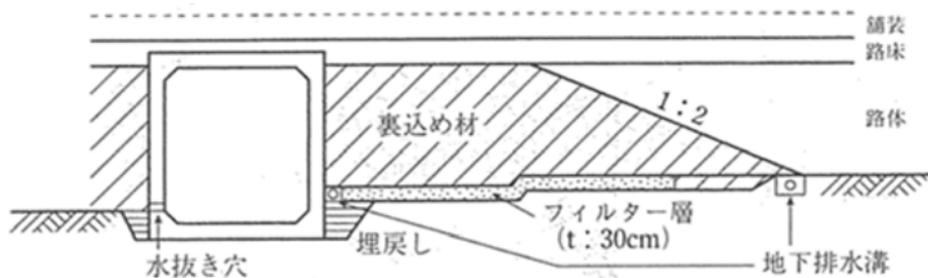


図 6-23 湧水が多い場合のボックスカルバート裏込め排水工の例

道路土木
カルバート工指
針
7-2

8 基礎工

ボックスカルバートの損傷は、基礎の設計に起因していることが多い。したがって基礎地盤を十分に調査し、安全な設計を行わなければならない。ボックスカルバートの基礎としては、直接基礎、置換え基礎、杭基礎などが考えられるが、設計実績ではその多くが直接基礎である。土被りの小さい場合には、供用後におけるボックスカルバート上の路面の平坦性を考慮し、ボックスカルバートと盛土を一体に沈下させるフローティングファンデーション工法を用いるとよい。

注) フローティングファンデーション工法とは、直接基礎工法の一つで掘削による排出土重量と構造物の重量をバランスする構造である。

カルバートの基礎地盤は、カルバートの著しい沈下等を生じないように設計する。そのために、カルバートの基礎形式は、カルバート頂部と裏込め部に不同沈下が生じるのを避けるため、カルバートと周辺地盤が一体として挙動する直接基礎とするのが望ましい。

対策をせずに直接基礎を適用するのが困難な場合には、設置個所の地形や地盤条件、環境条件、施工条件、及びカルバートの構造形式等を総合的に検討し、最適な基礎地盤対策を選定する。図6-24に選定フローの例を示す。

道路土木
カルバート工指
針
3-3-1(3)

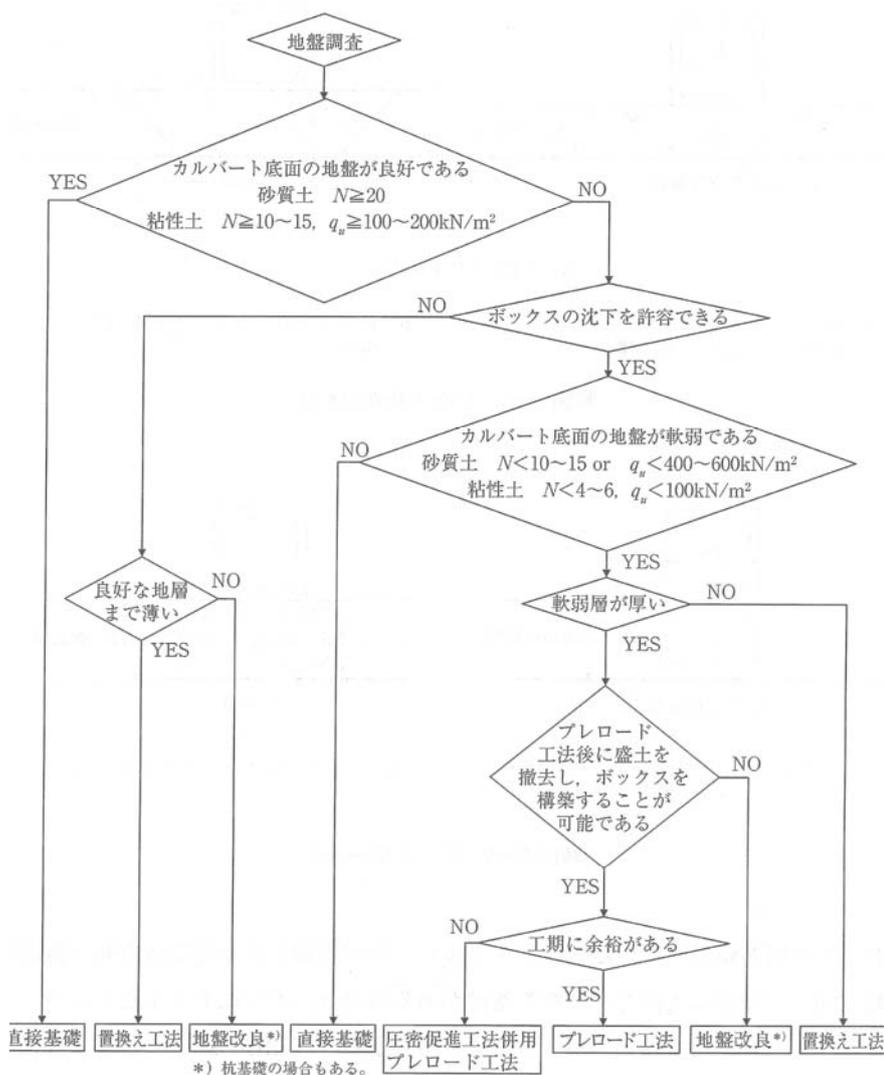


図6-24 ボックスカルバート基礎地盤対策選定フロー例

8-1 直接基礎

基礎底面の処理は図6-25を標準とする。ただし、地質が砂、砂れき、岩盤および置換え基礎の場合は基礎材を除くものとする。

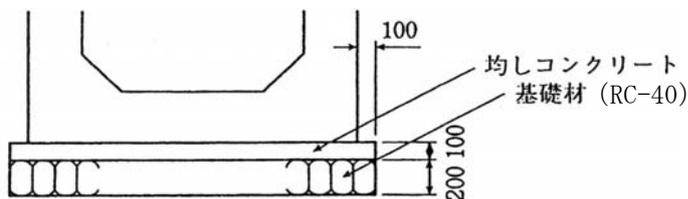
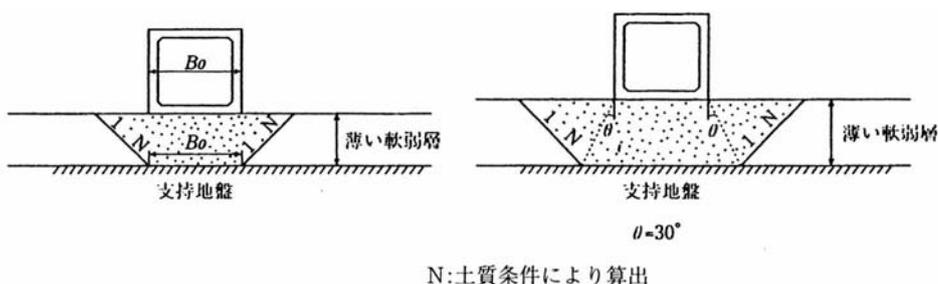


図6-25 基礎底面の処理例

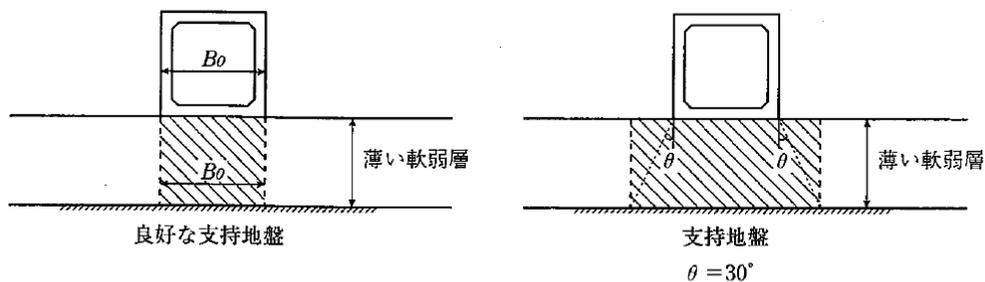
8-2 置換え基礎

カルバートの底面に接する地盤が軟弱で、その下が比較的浅い所に支持層がある場合は、その部分を良質材で置換して基礎杭を使用しない。置換の形状は図6-26によるものを標準とする。



- (a) 軟弱層の下に底版面積と同面積で支持できる地盤がある場合
(b) 荷重の分散を考えた方が妥当な場合

図6-26 置換え材の形状



- (a) 軟弱層の下に底版面積と同面積で支持できる地盤がある場合
(b) 荷重の分散を考えた方が妥当な場合

図6-27 改良地盤の形状

8-3 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。

道路土木
カルバート工
指針
3-3-1

道路橋示方書・同
解説IV下部構造編
12.1

道路土木
カルバート工
指針
5-8

- 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 杭種のRC杭、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以上埋込むものとする。また、杭に作用するせん断力に対応できる埋込み深さを確保するものとする(図6-28)。
- 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6-28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。

道路土工
カルバート工指
針 3-2-3

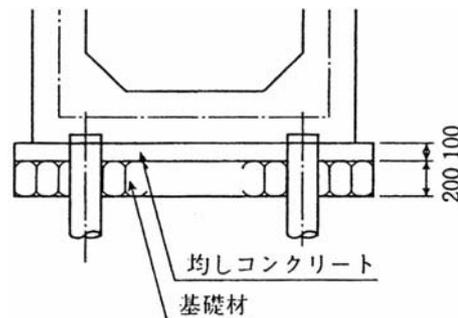


図6-28 杭基礎(2列配置)の例

道路土工
カルバート工指
針
5-8

9 プレキャストボックスカルバート

プレキャストボックスカルバートには、鉄筋コンクリート構造(以下「RC構造」という)と、プレストレストコンクリート構造(以下「PC構造」という)の2種類があり、適用土被りは、RC構造で最大3m、PC構造で最大6mまで規格化されている。

表6-15 プレキャストボックスカルバートの種類

		呼び $B \times H$ (mm)	適用土かぶり (m)	規格
RC 構造	1種	600×600～3500×2500	0.5～3.0	JIS A 5372
	2種	600×900～3500×2500		
PC 構造	150型	600×600～5000×2500	0.5～1.5	JIS A 5372
	300型		1.51～3.0	
	600型		3.01～6.0	

プレキャストボックスカルバートの設計は、「カルバート工指針」によるものとするが、PC構造については「PCボックスカルバート道路埋設指針」、RC構造については「鉄筋コンクリート製プレキャストボックスカルバート道路埋設指針」に準拠する。

- (1) 現場条件を考慮し、プレキャストボックスを使用してもよい。
- (2) プレキャストボックスの使用については、場所打ちボックスと経済比較を行い使用する

ものとする。なお、使用する場合は縦締を行うものとする。

(3) 基礎形式の選定

(a) 直接基礎とする場合

無筋コンクリート基礎を標準とするが、必要に応じてプレキャスト板および鉄筋コンクリート基礎を用いる。

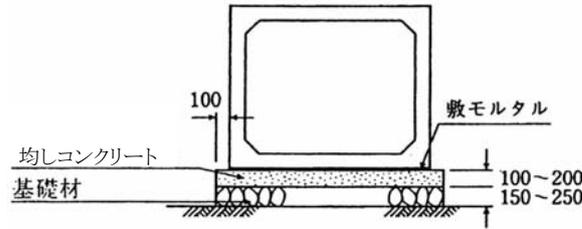


図 6-29 直接基礎の例

(b) 杭基礎とする場合

杭基礎の設計は、「道路橋示方書・同解説 IV 下部構造編」に準じるものとする。杭基礎とする場合の留意点については、「7-3 杭基礎」に準じるものとし、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。

(図 6-30)

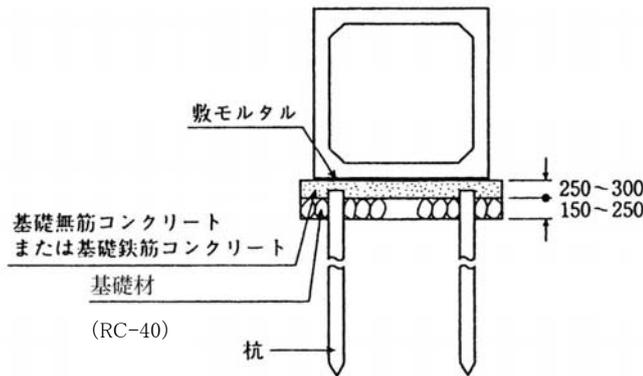


図 6-30 杭基礎の例

道路土木
カルバート工
指針
5-8

10 プレキャストボックスカルバートの設計

(1) プレキャストボックスカルバートの製作に用いるコンクリートの設計基準強度は、RC ボックスカルバートでは 35N/mm^2 以上、PC ボックスカルバートでは 40N/mm^2 以上を標準とする。

(2) プレキャストボックスカルバートの断面設計は、以下に示すとおりとする。

(a) コンクリートに引張応力が生じる部材には、引張鉄筋を配置する。この場合の荷重の組合せは、つぎのとおりとする。

$$\text{死荷重} + 1.35 \times (\text{活荷重} + \text{衝撃}) + \text{有効プレストレス力}$$

(b) 終局限界状態の計算に用いる荷重の組合せは、つぎのとおりとし、計算の結果の大きい方の組合せを用いる。

① $1.3 \times \text{死荷重} + 2.5 \times (\text{活荷重} + \text{衝撃})$

② $1.0 \times \text{死荷重} + 2.5 \times (\text{活荷重} + \text{衝撃})$

③ $1.7 \times (\text{死荷重} + \text{活荷重} + \text{衝撃})$

(3) 鉄筋かぶりの最小値は、5。「塩害に対する検討」によるものとする。

11 記録の保存

11-1 設計条件の明記

全体一般図には、下記に示す設計条件を必ず明記する。

表 6-16 函渠工設計条件

項	目	単位	条 件
形 式	本 体 (内空幅×内空高さ)	m	×
	基礎の種類	-	直接・杭・地盤改良 ()
設 計 土 か ぶり		m	
単位体積重量	鉄筋コンクリート	kN/m ³	
	アスファルト舗装	kN/m ³	
	土	kN/m ³	
水 位 (底版底面からの高さ)	外水位	m	
コンクリートの 設計基準強度	σ_{ck}	N/m ²	
鉄 筋 の 種 類	SD	-	
最大地盤反力度 (許容支持力度)	$Q \leq Q_a$	kN/m ²	\leq

* 杭及び地盤改良の地盤反力度は、別途作成すること。

11-2 記録の活用

維持管理においては、維持管理性を向上させるために調査から施工段階までにおける構造図、配筋図、地質・土質等のデータ、点検結果および補修・補強履歴等の維持管理上必要となる情報を長期間に渡って保存し、活用していくことが重要である。

その詳細については、「道路土工-カルバート工指針」を参照すること。

特に、供用中に不足の沈下が生じた場合の対策工の検討を行う際には、地質・土質等のデータに加えて、地盤改良の情報が重要となる。

また、変形・ひび割れ等が生じた場合の対策工の検討を行う際には、構造図、配筋図、コンクリートの品質試験結果が重要となる。

11-3 記録の例

ボックスカルバートの点検記録の例を図 6-31 に示す。

年度	整理番号 (月)・(日) (NO.)	処理方針	調査			区	間	上下の別	位置	処理方針												
			(1) 応急処置	(4) 観	区						種別	判定										
			(2) 緊急補修	(5) 観	〇	〇	上・下	〇														
			(3) 臨時点検	(6) 補	〇	〇																
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>位置図</p> <p>断面図または断面図</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>損傷記号例</p> <ul style="list-style-type: none"> ひびわれ-Hi はく離-Ha 鉄筋露出-T 漏水-R <p>状況のスケッチおよび写真</p> <p>B: 損傷は小さいが補修するか否かの検討が必要</p> </div> </div>																						
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>点検項目</p> <table border="1"> <tr> <td>頂版鉄筋露出</td> <td>B</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>側壁はく離</td> <td>B</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>鉄筋露出</td> <td>B</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>ウイングひびわれ</td> <td>B</td> <td>5</td> </tr> </table> </div> <div style="width: 45%;"> <p>状況の概要</p> <p>頂版および側壁にひびわれ、はく離、鉄筋の露出あり。 ウイングにも縦方向のひびわれ、鉄筋の露出あり</p> </div> </div>											頂版鉄筋露出	B	6	側壁はく離	B	5	鉄筋露出	B	6	ウイングひびわれ	B	5
頂版鉄筋露出	B	6																				
側壁はく離	B	5																				
鉄筋露出	B	6																				
ウイングひびわれ	B	5																				

図 6-31 点検記録の例

12 土被り厚さ

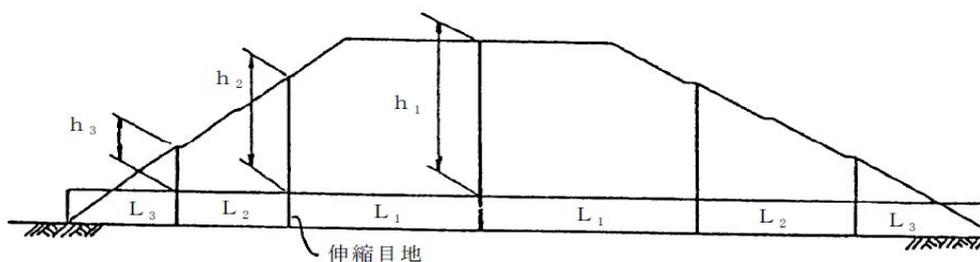
12-1 最小土被り厚

ボックスカルバートの土被り厚は、車道下で舗装厚以上又は50 cm程度以上が得られるように当初から計画しておくことが望ましい。

12-2 土被りが変化する場合

ボックス上の土被りが変化する場合は、大きい方の土被りによって決定される断面を全体に用いてもよい。ただし、部材厚は同一として鉄筋量で調整するものとする。

設計計算は各区間の最大土被り厚 (h_1 、 h_2 、 h_3) で行うものとする。但し、部材厚は最大土被り量 (h_1) で求めた断面を用いるものとする。



注) 目地間隔は、10~15mとする。

図 6-32 土被りの考え方