

## 第8章 カルバート



## 第8章 カルバート

8.1	設計に関する一般事項	1-8-1
8.2	断面形状の決定	1-8-4
8.3	カルバートの型式選定	1-8-5
8.4	ボックスカルバート	1-8-6
8.4.1	設計の手順	1-8-6
8.4.2	最小土被り厚	1-8-7
8.4.3	鉛直土圧係数	1-8-7
8.4.4	ボックスおよびパイプカルバートの断面変化	1-8-8
8.4.5	ボックスカルバートの基礎形式	1-8-10
8.4.6	カルバート底面の地盤反力	1-8-13
8.4.7	縦方向の検討	1-8-13
8.4.8	すべり止め	1-8-14
8.4.9	カルバート内部の設計荷重	1-8-14
8.4.10	カルバートの応力計算	1-8-15
8.4.11	ボックスカルバートの配筋法	1-8-16
8.4.12	せん断補強鉄筋	1-8-16
8.4.13	ボックスカルバートの構造細目	1-8-16
8.4.14	ボックスカルバートウイングの設計	1-8-20
8.4.15	踏掛版の設計	1-8-29
8.4.16	隔壁の設計	1-8-29
8.4.17	塩害に対する検討	1-8-30
8.5	アーチカルバート	1-8-32
8.6	パイプカルバート	1-8-32
8.6.1	適用	1-8-32
8.7	剛性パイプカルバート	1-8-33
8.7.1	設計上の留意事項	1-8-33
8.7.2	管の種類	1-8-33
8.7.3	外圧強さ	1-8-34
8.7.4	管径と盛高による基礎形式の選定	1-8-36
8.7.5	基礎材形式の選定	1-8-37
8.7.6	管渠の選択基準	1-8-38
8.8	参考資料（管種および基礎形式選定表）	1-8-39
8.8.1	縦断管種選定表	1-8-39
8.8.2	横断管種選定表	1-8-44
8.8.3	管種選定表（横断管、縦断管共通）	1-8-48
8.9	たわみ性パイプカルバート	1-8-61



## 第8章 カルバート

### 8.1 設計に関する一般事項

- (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8.1.1を目安とし設定する。性能は、図8.1.1、図8.1.2にカルバートの要求性能のイメージを参考に示す。

表8.1.1 国道におけるカルバートの要求性能の例

作用		要求性能
常時の作用		性能1
降雨の作用		性能1
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8.1.1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。
- (7) カルバートは、現場打ち構造と比較して、「工期短縮」、「安定した品質の確保」、「省力化」が図れるプレキャスト製品の積極的利用を図る。
- (8) コンクリート構造物におけるプレキャスト製品の導入促進のため、下記により適用を図る。
- 1) 特殊車両により運搬可能な規格のコンクリート構造物（中型以下）については、原則、プレキャスト化とする。なお、断面内で分割することなく運搬可能な規格とすること。
  - 2) 上記 1) 以外のコンクリート構造物については、個々の現場条件に応じた比較検討（現場打ち、プレキャスト）を行い、総合的に判断すること

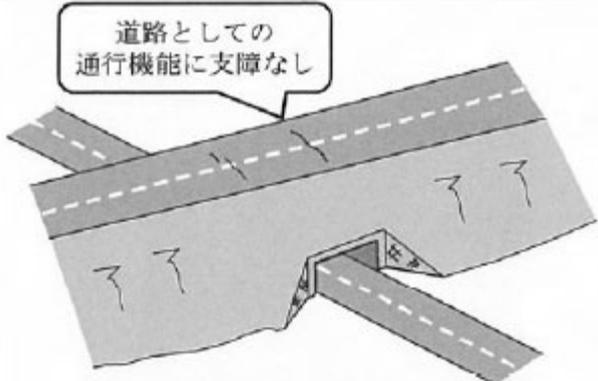
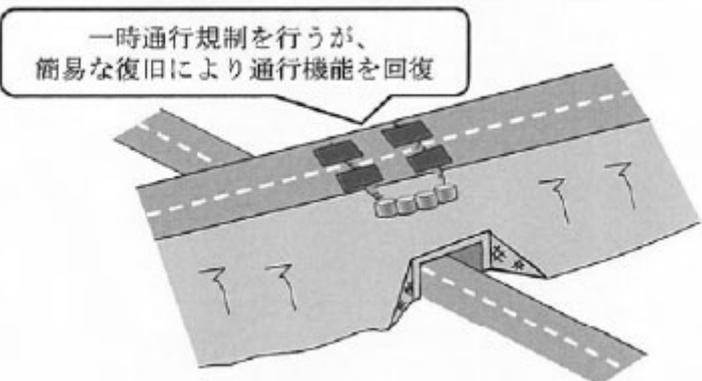
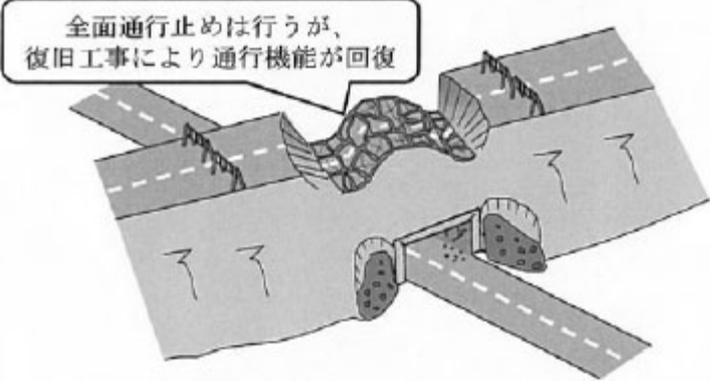
性能	損傷イメージ
<p>性能1</p> <p>カルバートが健全である、又は、カルバートは損傷するが、当該カルバートの存する区間の道路としての機能に支障を及ぼさない性能</p>	<p>道路としての通行機能に支障なし</p> 
<p>性能2</p> <p>カルバートの損傷が限定的なものにとどまり、当該カルバートの存する区間の道路の機能の一部に支障を及ぼすが、すみやかに回復できる性能</p>	<p>一時通行規制を行うが、簡易な復旧により通行機能を回復</p> 
<p>性能3 (参考)</p> <p>カルバートの損傷が、当該カルバートの存する区間の道路の機能に支障を及ぼすが、当該支障が致命的なものにならない性能</p>	<p>全面通行止めは行うが、復旧工事により通行機能が回復</p> 

図8.1.1 カルバート（上部道路）の要求性能イメージ

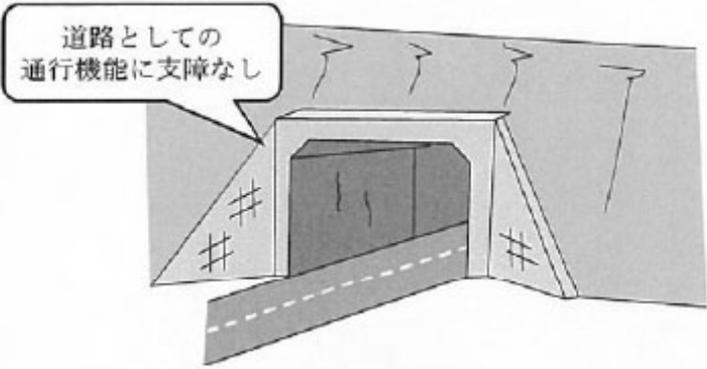
性能	損傷イメージ
<p>性能1</p> <p>カルバートが健全である、又は、カルバートは損傷するが、当該カルバートの存する区間の道路としての機能に支障を及ぼさない性能</p>	 <p>道路としての通行機能に支障なし</p>
<p>性能2</p> <p>カルバートの損傷が限定的なものにとどまり、当該カルバートの存する区間の道路の機能の一部に支障を及ぼすが、すみやかに回復できる性能</p>	 <p>片側交互通行規制は行うが、道路の通行機能は確保 簡易な復旧により通行機能を回復</p>
<p>性能3 (参考)</p> <p>カルバートの損傷が、当該カルバートの存する区間の道路の機能に支障を及ぼすが、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8.1.2 カルバート（内空道路）の要求性能イメージ

## 8.2 断面形状の決定

### (1) 内空断面の決定

カルバートの内空断面の決定は、次の条件を満足するものとする。

- 1) 道路用カルバート（函渠工）
  - ① 交差道路の建築限界以上であること。
  - ② 当該埋設物等の設置空間があること。
- 2) 水路用カルバート（函渠および管渠）
  - ① 計画流量または設計流量を流下しうる断面であること。
  - ② 内空高さはH.W.L+余裕高以上であること。（余裕高は施設の規模、管理区分によって異なることから協議によって定めること。）
  - ③ 一般国道における最小断面は函渠 $B \times H = 1.00\text{m} \times 1.00\text{m}$ 、管渠 $\phi 0.60\text{m}$ を目安とする。また、高規格道路（自動車専用道路）における最小断面は函渠 $B \times H = 1.50\text{m} \times 1.80\text{m}$ 、管渠 $\phi 0.90\text{m}$ を目安とする。ただし、清掃その他保守点検方法など考慮して決定すること。

### 8.3 カルバートの型式選定

カルバートの構造形式の選定にあたっては、設置場所の地形、地質、施工条件、周辺構造物、環境との調和、施工性、工費等を考慮するものとする。

#### 【解説】

(1) 従来型カルバートの適用範囲を表8.3.1に示す。なお、「道路土工—カルバート工指針」に示される慣用設計法を適用するにあたっては、原則として、表8.3.1に示す適用範囲内であるとともに、以下の条件①～⑦に適合している必要がある。

表8.3.1 従来型カルバートの適用範囲

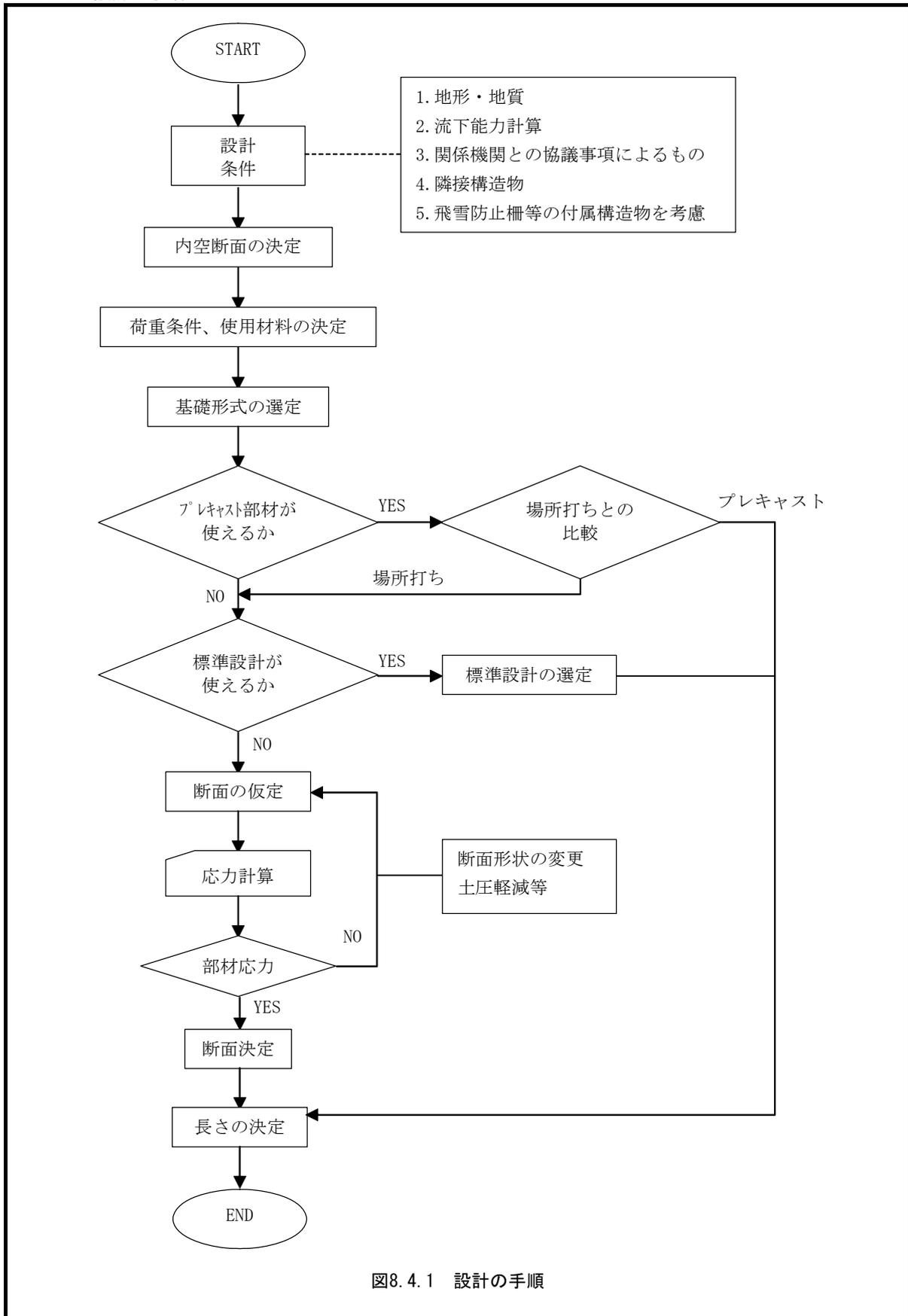
カルバートの種類		項目	適用土かぶり (m) 注1)	断面の大きさ (m)
剛性ボックス カルバート	ボックス カルバート	場所打ちコンクリートによる場合	0.5～20	内空幅B：6.5まで 内空高H：5まで
		プレキャスト部材による場合	0.5～6 注2)	内空幅B：5まで 内空高H：2.5まで
	門形カルバート		0.5～10	内空幅B：8まで
	アーチ カルバート	場所打ちコンクリートによる場合	10以上	内空幅B：8まで
		プレキャスト部材による場合	0.5～14 注2)	内空幅B：3まで 内空高H：3.2まで
剛性パイプ カルバート	遠心力鉄筋コンクリート管		0.5～20 注2)	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。				

- ①裏込め・埋戻し材料は土であること
- ②カルバートの縦断方向勾配が10%程度以内であること
- ③本体断面にヒンジがないこと
- ④単独で設置されること
- ⑤直接基礎により支持されること
- ⑥中柱によって多連構造になっていないこと
- ⑦土かぶり50cm以上を確保すること

(2) 環境との調和とは、カルバートが建設地点周辺の社会環境や自然環境に及ぼす影響を軽減あるいは調和させること、及び周辺環境にふさわしい景観性を有すること等である。

## 8.4 ボックスカルバート

### 8.4.1 設計の手順



### 8.4.2 最小土被り厚

函渠工の最小土被り厚さは、裏込土の沈下などにより不陸を生じ走行に支障をきたす恐れがあるため、原則として所要の置換厚さ（凍上抑制層を含めた舗装合計厚）とする。ただし、カルバートが、本線の計画高さのコントロールとなる場合は、50cm程度の土被り厚を確保するものとする。

#### 【解説】

なお、複合構造横断函渠（鋼・コンクリート合成床版）については土工部とのトータルコストを考慮し、採用する場合があるが、最小土被りの規定は適用しない。

### 8.4.3 鉛直土圧係数

(1) ボックスカルバート上面に作用する鉛直土圧 $P_{vd}$ は、次式により算出するものとする。

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

ここに、 $\alpha$ ：鉛直土圧係数

$\gamma$ ：ボックスカルバート上部の土の単位体積重量（kN/m<sup>3</sup>）

$h$ ：ボックスカルバートの土被り（m）

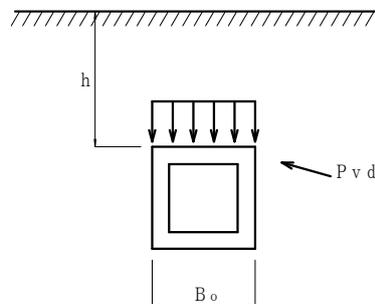


図8.4.2 ボックスカルバートの鉛直土圧

(2) 鉛直土圧係数( $\alpha$ )

表8.4.1 鉛直土圧係数

条 件	鉛直土圧係数 $\alpha$	
	次の条件のいずれかに該当する場合 ・ 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、土かぶり高が10m以上かつ内空高が3mを超える場合 ・ 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)	$h/Bo < 1$
$1 \leq h/Bo < 2$		1.2
$2 \leq h/Bo < 3$		1.35
$3 \leq h/Bo < 4$		1.5
$4 \leq h/Bo$		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。

【解 説】

(1) 図8.4.3に示すとおり、カルバートと盛土の沈下挙動の相違により、設計上の鉛直土圧の割増を考慮しなければならない場合がある。

なお、特に土かぶりが20mを超えるような場合、FEM(有限要素法)解析により土圧計算を行うことも有効である。

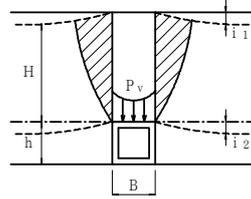


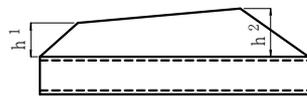
図8.4.3 鉛直土圧のメカニズム

(2) ボックスカルバートの設計・施工にあたっては、次の点に留意することが必要である。

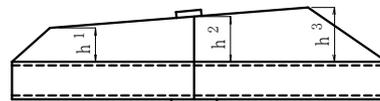
- 1) 側壁背面は十分締固め、可能な限り良質材料を使用する。
- 2) 鉛直荷重の増大に伴い、せん断応力が増加し、大きな部材厚となる場合は、カルバート断面形状をアーチ形とすることも有効である。
- 3) 支持地盤を掘り込み、カルバートの一部を埋め込むことも有効である。
- 4) 頂版上に圧縮性の高い材料を使用し、カルバート上の不同沈下量を小さくすることにより、土圧を軽減する方法もある。

8.4.4 ボックスおよびパイプカルバートの断面変化

カルバート上の土かぶりが変化する場合、その差が著しく変化する以外は、大きい方の土かぶりによって決定される断面を全体に用いてよい。ただし、継手を設ける場合等連続性がない場合において不経済となる場合には、部材厚は同一とし鉄筋量で調節する方法としてもよい。



(a) 継手を設けない場合



(b) 継手を設ける場合

図8.4.4 カルバートの土かぶり

【解 説】

(1) 高盛土においては、中央部と端部の土かぶり厚の差が著しく、同一断面で全延長にわたって適用することは不経済である。

(2) 将来、道路の拡幅計画がある場合は、その都度検討する。

(3) 断面の変化は、目地割で区分された1スパン単位で考える。

(4) 法面上の雪荷重は考慮する。但し、活荷重は考慮しない。なお、パイプカルバートの設計は管種基礎形式選定表を使用して行うが、土かぶりは雪荷重を考慮した換算土かぶりを算出してから行うこととする。

$$\text{雪荷重 } SW = P \cdot Z_s$$

$$P : \text{雪の単位体積重量 } 3.5 \text{ kN/m}^3$$

$$Z_s : \text{再現期間10年間に相当する年最大積雪深}$$

(5) ボックスカルバート断面は、のり肩から $45^\circ$  の範囲内については最大土被りで設計する。それ以外の範囲は、土被り厚等の設置条件を考慮のうえ、断面の変更を検討する。

$H_1$  : A部の計算土被り

$H_2$  : B部の計算土被り

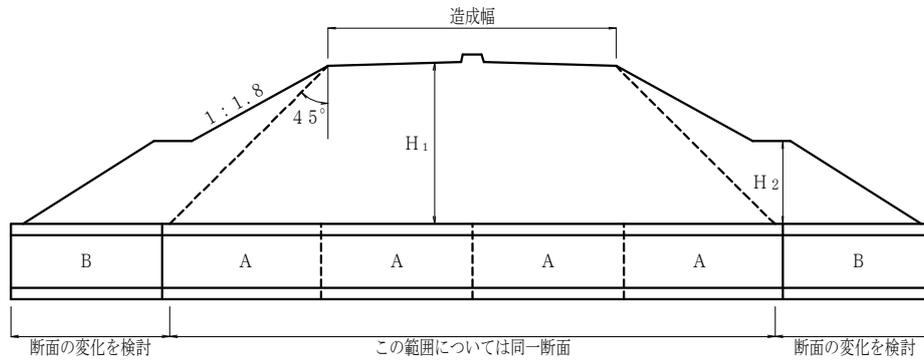


図8.4.5 ボックスカルバートの断面変化

(6) パイプカルバート断面は、のり肩から $45^\circ$  の範囲内は最大土被りで設計する。それ以外の範囲は、土被り厚等の設置条件を考慮のうえ、断面の変更を検討する。

#### 8.4.5 ボックスカルバートの基礎形式

- (1) ボックスカルバートの基礎形式は、直接基礎を原則とする。
- (2) 軟弱地盤の場合は、さらに、圧密沈下とすべり破壊の安定に関する照査を行う。
- (3) この際、ボックスカルバートの沈下は現場条件により設定された許容残留沈下量により照査する。
- (4) 軟弱地盤の場合は、必要に応じて、プレロード工法、置換え工法、地盤処理工法などの対策工法を採用する。
- (5) 水路ボックスなどで機能上沈下を許容できない場合や近接する橋梁との取り合いなどで構造上やむを得ない場合は、杭基礎を用いても良い。

#### 【解 説】

- (1) ボックスカルバートは、橋梁基礎などのように許容される沈下量が極めて小さい構造物とは異なり、カルバートの機能が確保されていれば、ある程度の沈下を許容する構造物と考えられる。軟弱地盤の場合、ボックス部と周辺盛土部の不同沈下（路面の段差）の問題があり、これを抑制する観点から考えると、盛土にある程度追従してボックスカルバートが沈下することの方が良いとも言える。この際の、許容沈下量については、現場条件によって種々異なるが、重要度別の目安値が定められている。
- また、ボックスカルバートには内空があるため、基礎地盤に作用する荷重は、盛土よりも軽減される。したがって、仮に軟弱地盤上のボックスカルバートであっても、盛土部の安定性および残留沈下が許容値を満足していれば、従来までの施工実績からも大きな問題は生じないものと考えられる。
- 以上のことから、軟弱地盤であっても、ボックスカルバートの基礎形式は、直接基礎を原則とする。この際、ボックスカルバートは、橋梁基礎などとは異なる、周辺地盤と一体となった地中構造物と位置づける。また、軟弱地盤の場合は、地盤の安定および沈下の検討を行うものとする。

表8.4.2 残留許容沈下量の目標値

		許容残留沈下量の目標値	摘 要
一般盛土区間	市街地	10cm 程度	供用開始後 3年間の沈下量
	郊外地	30cm 程度	
高規格盛土区間		10cm 程度	
橋梁等の構造物との接続盛土部		10cm 程度	

#### (2) 基礎の検討方法

##### 1) 直接基礎

- ・ 軟弱地盤の場合、周辺盛土部の安定性および沈下の検討を行う。
- ・ 検討方法の詳細は、「道路土工—軟弱地盤対策工指針—（日本道路協会）」および「泥炭性軟弱地盤対策工マニュアル（寒地土木研究所）」を参照すること。

##### 2) 杭基礎

- ・ 「道路橋示方書・同解説 IV下部構造編」を参照すること。
- ・ ボックス部と周辺盛土部の不同沈下による路面の段差について、充分検討すること。

#### (3) 基礎形式選定フロー

ボックスカルバートの基礎形式は、支持地盤強度・許容沈下量・工期などの現場条件に従い下記のフローにより選定する。

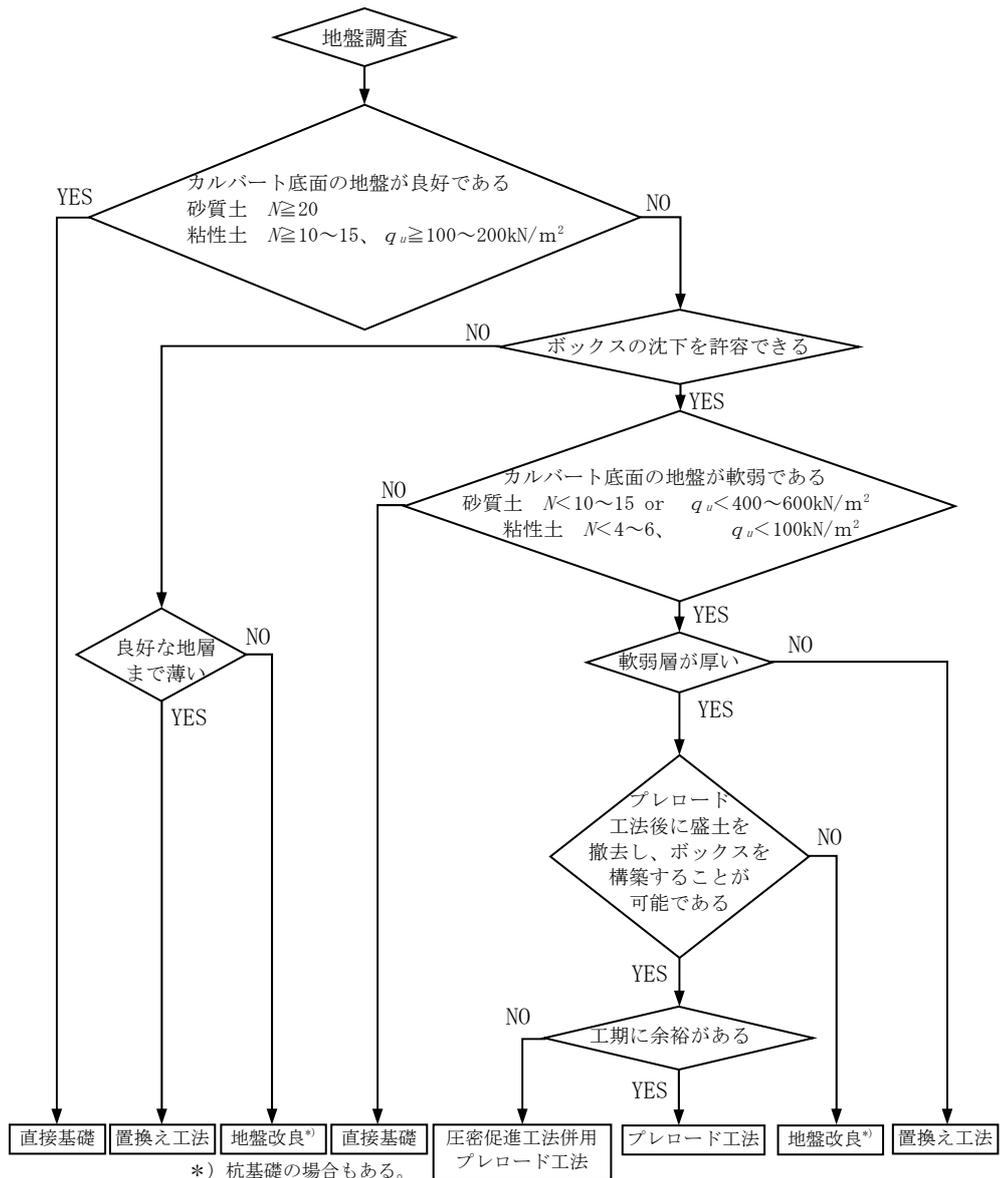


図8.4.6 ボックスカルバートの基礎形式選定フロー

注釈)

- 1) 直接基礎を原則とするため、プレロード・置換え・深層混合処理工法等によっても当該ボックスの許容沈下量以内に収まらない場合に限って杭基礎を用いること。
- 2) 許容残留沈下量の目安値は、表8.4.2による。
- 3) 「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、掘削方法など現場条件に合わせて判断する必要がある。一般的に、掘削機械の関係から層厚3m以内を薄いと考えるが良いが、現場条件によっては、施工上4m~5mの箇所でも置換え工法が適用できる。
- 4) 圧密促進工法には、真空圧密工法やプラスチックドレーン工法等がある。

(4) 軟弱地盤における設計・施工上の注意点

直接基礎とした場合、以下の点に注意する。

1) 一般事項

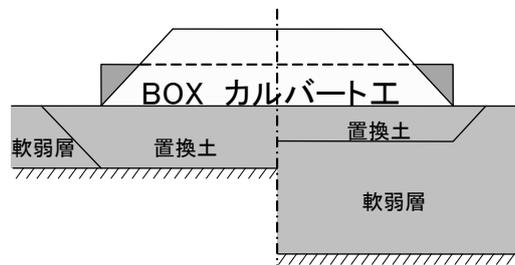
- ・ 沈下が生じる場合は、上げ越しあるいは内空断面が不足しないよう断面に余裕を持たせる。
- ・ ジョイント部には、段落ち防止用枕を設ける。

2) プレロード工法

- ・ 残留沈下量が許容値に収まったことを確認してから盛土を撤去し、ボックスカルバートの施工を行う。
- ・ 地盤に偏荷重が作用したり、地盤の側方流動が発生すると、ジョイント部が大きく開口する場合がありますので、縦断方向ならびに横断方向とも充分な載荷幅とする。
- ・ 現場条件によって、横断方向に充分な載荷幅が確保されない場合、大型土のうなどで、盛土のり尻部分にも荷重が作用するように工夫すること
- ・ ボックス端部にウィングを設ける場合、ウィングに作用する土圧あるいはウィング自重によるボックス本体の変形を考慮する必要がある。一般には、地盤に偏荷重が作用する恐れがあるので、ウィングを極力小さくするのが望ましい。

3) 置換え工法

- ・ 部分置換（軟弱層を置換え材の下に残す方法）は避け、全層置換を原則とする。

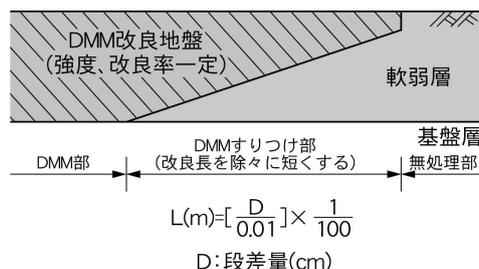


(a)全層置換

(b)部分置換

4) 深層混合処理工法

- ・ 深層混合処理部と無処理部の残留沈下量差が大きく発生することが予想される場合は、段差防止のため深層混合処理のすり付け区間を設けるのが望ましい。



$$L(m) = \left[ \frac{D}{0.01} \right] \times \frac{1}{100}$$

D: 段差量(cm)

#### 8.4.6 カルバート底面の地盤反力

カルバートの躯体の軸方向の剛体・弾性体としての取扱いについては、以下のとおりとする。

- (1) 直接基礎の場合
  - 1) 内空幅員が12m以上のカルバートは弾性体として設計する。
  - 2) 内空幅員が12m未満のカルバートは剛体として設計する。
- (2) 杭基礎の場合  
内空幅員にかかわらず全て弾性体として設計する。

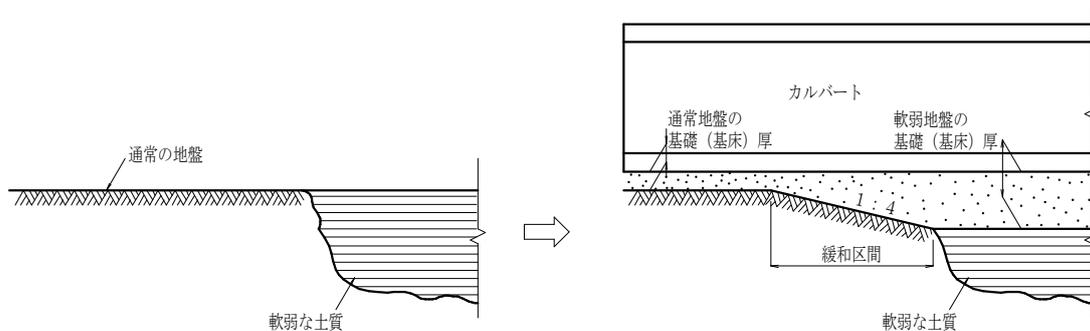
#### 8.4.7 縦方向の検討

次のような条件に該当する時は、縦方向の検討を行うものとする。

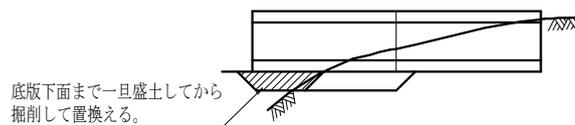
- (1) 1スパン長(伸縮目地間)が15mを超える場合。
- (2) カルバートの縦断方向に荷重が大きく変化する場合。
- (3) 基礎地盤が軟弱で、カルバートの縦断方向に不同沈下生じる可能性高い場合。
- (4) カルバートの縦断方向に沿って地盤条件が急変する場合。

#### 【解 説】

- (1) ボックスカルバートは、10m～15m間隔に伸縮目地を入れることを原則としており、所定の配力鉄筋を考慮している場合には、縦方向の応力計算を行わなくてよい。
- (2) 縦断方向において、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8.4.7に示すような緩和区間を設け、置換え材で処理するものとする。  
なお、継手位置での段落ち防止用枕を設置する場合には、応力集中を起こさないよう施工状況を勘案して検討する。



(a) 緩和区間を設置する場合



(b) 置換え基礎の場合

図8.4.7 横断方向に地盤が変化している場合の対策



【解説】

安定計算上はカルバート内部の荷重を考慮する。

- (1) 水路カルバートの場合：流量計算により計算された水位における水荷重を考慮する。
- (2) 道路カルバートの場合：車道部 —  $q_1 = 10 \text{ kN/m}^2$  の等分布荷重を載荷する。  
歩道部 —  $q_2 = 3.5 \text{ kN/m}^2$  の等分布荷重を載荷する。  
(ただし、監査歩廊は活荷重を考慮しない)

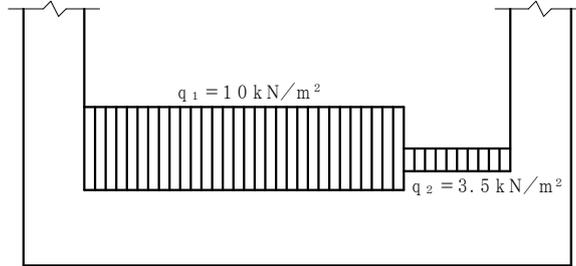


図8.4.9 カルバート内部の設計荷重

- (3) 上記以外の場合：適宜必要な荷重を載荷する。

8.4.10 カルバートの応力計算

通常のカルバートにおいては、部材接合部の剛域の影響を無視して解析しても、考慮した場合と断面力はほとんど変わらないため、剛域を無視して計算してよい。なお、断面規模が大きい場合や土かぶり  
が大きい場合で部材が厚くなる時は、剛域を考慮する方法がある。

剛域を考慮する場合と無視する場合の運用は下記によることとする。

- (1) 建設省標準設計の収録範囲にあるボックスカルバートについては、剛域を無視して計算してよい。
- (2) 建設省標準設計の収録範囲を超えるボックスカルバートについては、剛域を考慮した設計とする。

【解説】

ここで言う収録範囲を超えるものとは、内空高 $H$ ・内空幅 $W$ ・土かぶりのいずれかが超えた場合のことをいう。

なお、複合構造横断函渠（鋼・コンクリート合成床版）については、剛域を考慮しても断面力はほとんど変わらないこと、自動設計プログラムが適用出来ないことを考慮し、剛域を無視して計算してよい。

設計曲げモーメントの計算位置は、剛域を考慮する場合は剛域端、考慮しない場合は部材端とする。

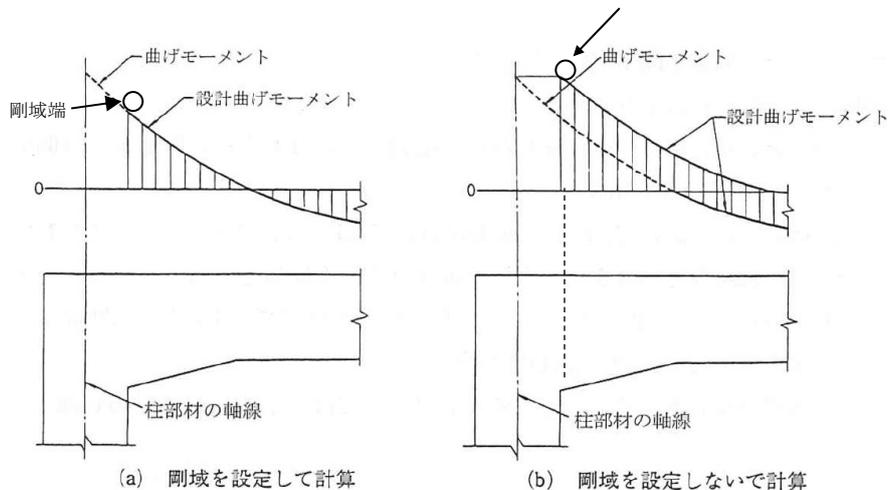


図8.4.10 ラーメン部材節点部の設計曲げモーメント

#### 8.4.11

##### ボックスカルバートの配筋法

ボックスカルバートの配筋は、「建設省標準設計」に準拠することを基本とする。

- (1) 最小鉄筋径はD13とする。但し、同一部材において引張主鉄筋がD22@125以上の場合は、圧縮鉄筋の最小径をD16とする。
- (2) 主鉄筋の間隔は250mmピッチを標準とする。
- (3) 縦方向の鉄筋量は、横方向の最大配筋量の1/6以上とし、鉄筋間隔は250mmを標準とする。但し、地盤がよくない場合やカルバートのブロック長が15mを越える場合は、別途検討する。
- (4) 頂版、底版および側壁の配力鉄筋は主鉄筋の外側に配置する。ただし、土留め壁との間隔が狭い場合や、鉄筋を組む前に型枠を設置する場合には、配筋の順序を考慮し別途検討する。

#### 8.4.12 せん断補強鉄筋

せん断補強を目的としてせん断補強鉄筋を配置する場合には、有効に働くように配置する。

##### 【解説】

せん断補強鉄筋は、軸方向鉄筋に対して直角または直角に近い角度に配置する鉄筋で、「道路橋示方書・同解説」等を参考に、有効に働くように配置する。

せん断補強鉄筋の必要範囲と不要範囲で配筋を区分すると施工が煩雑となるため、同一部材ではせん断補強鉄筋は部材全区間に一律に配置する。

#### 8.4.13 ボックスカルバートの構造細目

##### (1) 伸縮目地

伸縮目地は、構造上安全であるとともに、十分な防水処理をほどこさなければならない。

##### (2) ひび割れ誘発目地

温度ひび割れの制御を目的として、側壁および頂版表面にひび割れ誘発目地を設ける。

ひび割れ誘発目地の詳細は7.10 擁壁の構造細目による。

【解説】

(1) 伸縮目地の構造は、図8.4.11を標準とする。

(2) 継手位置の段落ちを防止することから、段落ち防止用枕を設ける場合は、図8.4.12を標準とする。  
 なお、枕の配筋はボックスカルバートの底版の配筋量( $\text{cm}^2/\text{m}^2$ )以上を軸方向、軸直角方向にそれぞれ等量に配筋する。

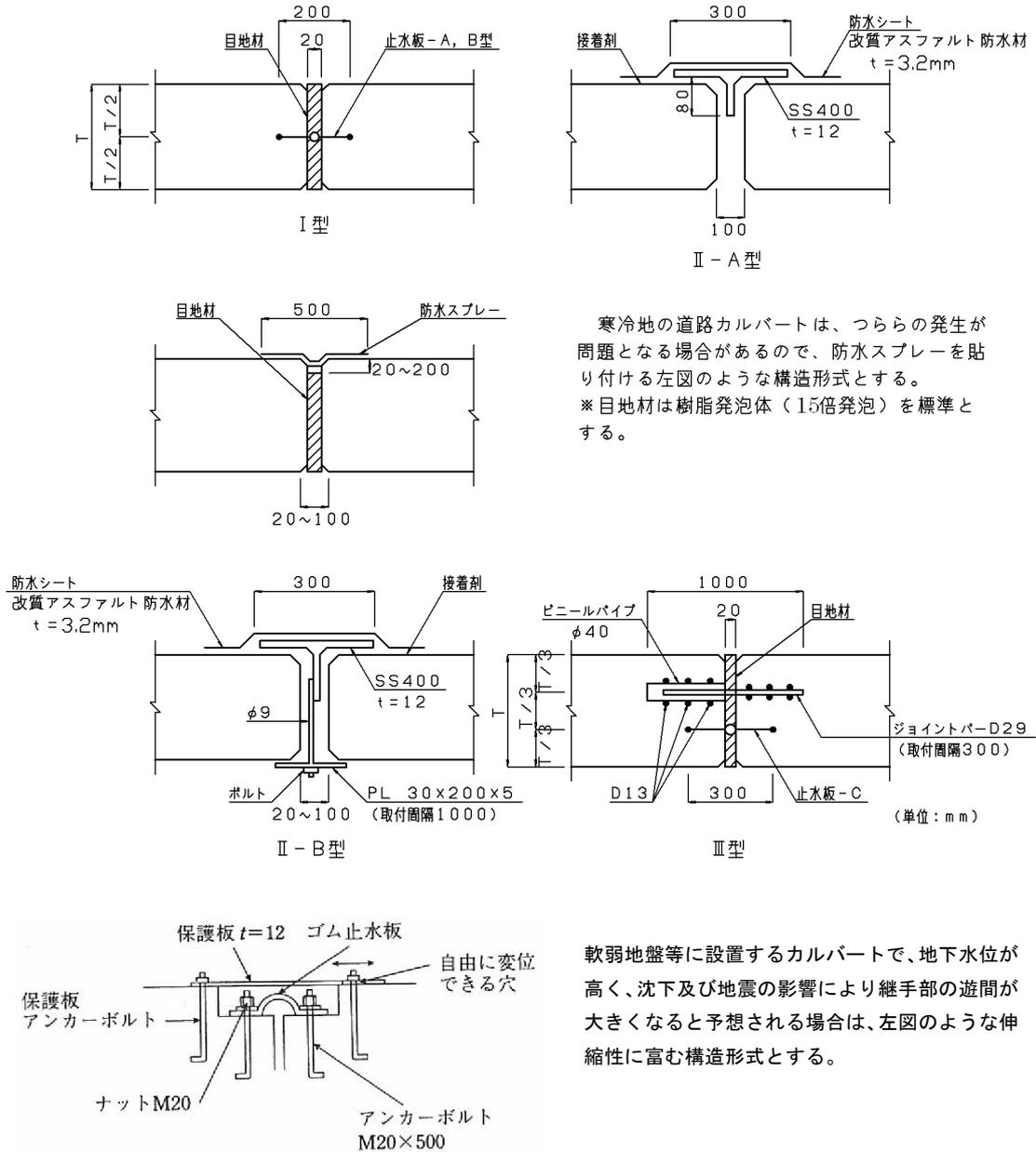


図8.4.11 継手の構造

表8.4.3 継手構造の組合せ

適用箇所	頂版	側壁	底版
通常の場合	I型	I型	I型 (III型)注)
上げ越しを行う場合	II-A型	II-B型	III型

注) 土かぶり1m以下の場合

表8.4.4 ボックスカルバート用止水板の標準

型式	厚さ(mm)	幅(mm)	摘 要
A型	5以上	200以上	フラット型
B型	5以上	200以上	センターバルブまたは半センターバルブ型
C型	5以上	300以上	センターバルブまたは半センターバルブ型

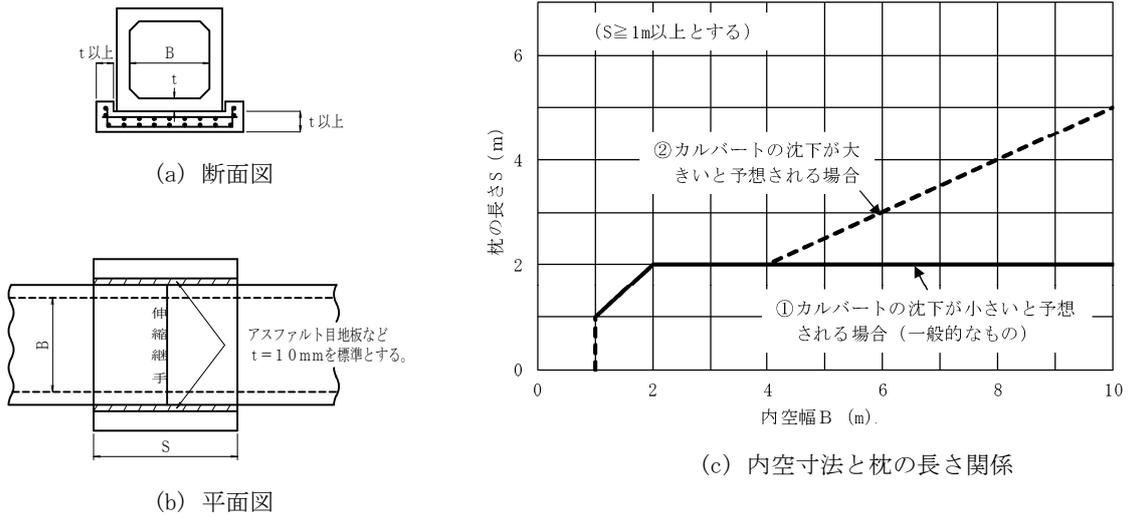


図8.4.12 段落ち防止用枕

(3) カルバート頂版上面の排水

寒冷地において、頂版上面の滞水による凍上の影響が予想される場合には、頂版上面のコンクリート仕上げ面に2%程度の横断勾配をつけるのが望ましい。(図8.4.13)

また、土被りの少ない(3m程度以下) 函渠工等では、内空側から冷却を受けて凍上を起こすことがあるので、函渠工上面に水がたまらないような構造形式を採用するとともに、凍上しにくい材料で置換えるなどの対策が必要である。(図8.4.14)

置換厚は、「第2集 道路附帯施設 参考資料4・舗装の設計期間10年・20年の置換厚図」の設計期間10年を参考とする。

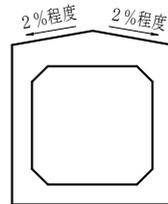
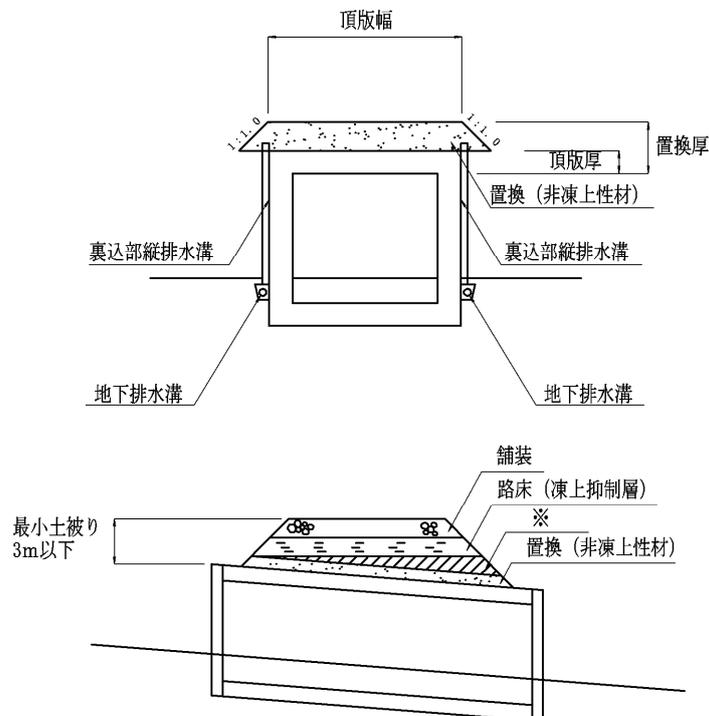


図8.4.13 頂版上面の排水処理例



※通常は盛土材とするが、この範囲の厚さおよび土量が小さく、施工が繁雑となる場合は、非凍上性材としてもよい。

図 8.4.14 最小土被り厚3m以下の函渠工を対象とした凍上対策の例

### 8.4.14 ボックスカルバートウィングの設計

(1) ボックスカルバートウィング設計・計画フロー

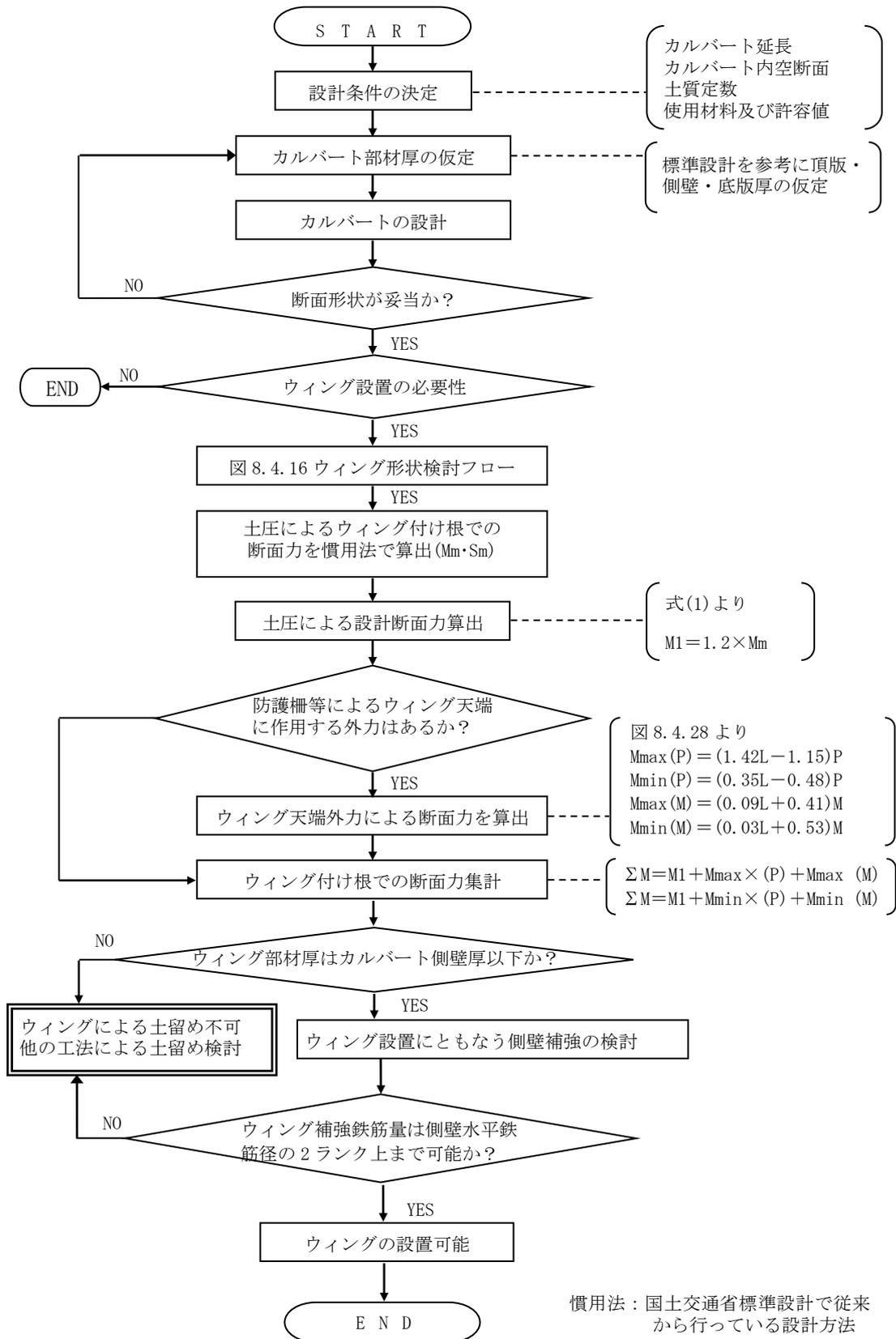


図8.4.15 ボックスカルバートウィング設計・計画フロー

(2) ボックスカルバートウイング部等の法留めにブロック積擁壁を併用する場合の設計フロー

① ウィング部の盛土巻込み部の法勾配を1:1.5で施工するとウィング長さが最大L=8.0mを越え、土留擁壁を設置しなければならない場合には、下記のフローによりブロック積擁壁の併用を検討する。

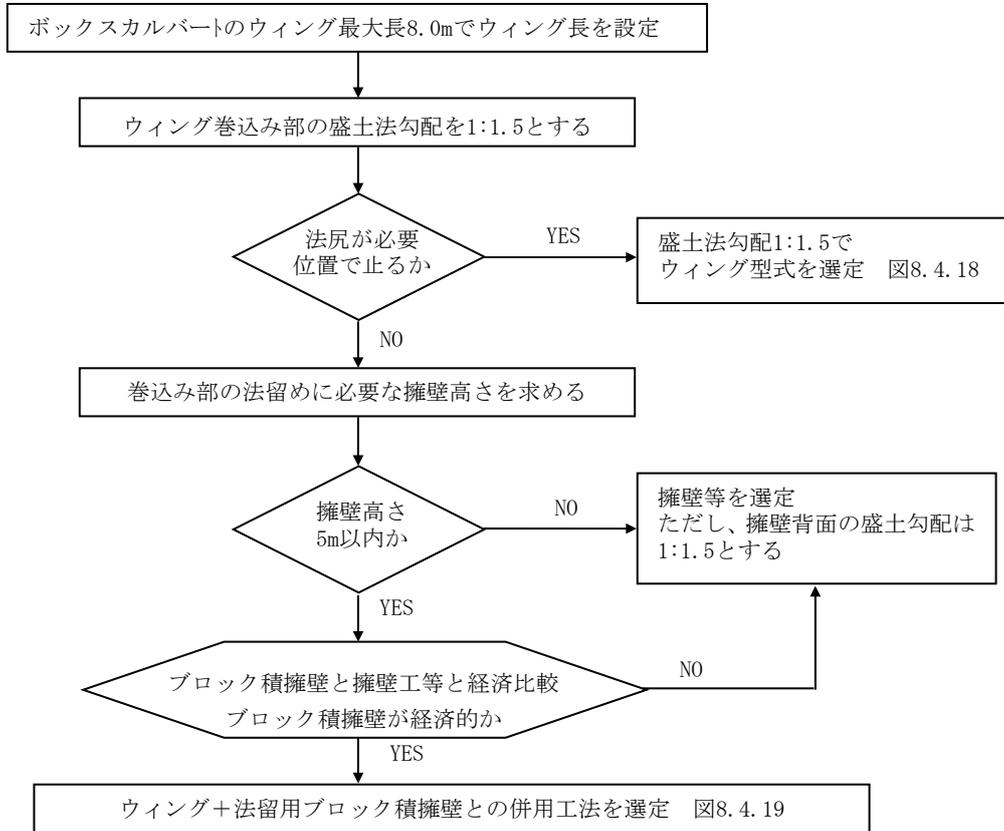


図8.4.16 ウィング形状検討フロー

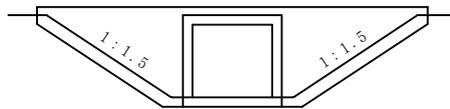


図8.4.17 ウィングによる法留め

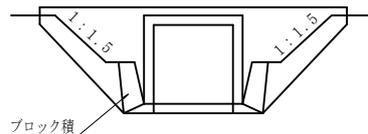


図8.4.18 ブロック積併用法留め

(3) ウィング形状および配筋

- 1) ウィングの根入れ深さは1.0m程度とする。(図8.4.19)
- 2) ウィングの長さは、下記の条件を満足する長さ以下とする。
  - ① ウィング最大長は8.0m迄とする。
  - ② ウィング厚は側壁厚以下とする。
  - ③ 側壁の鉄筋補強が可能なウィング長とする。(4)ウィングの設計参照)
- 3) ウィング前面の鉄筋(圧縮鉄筋)は引張主鉄筋量の1/6以上を配置し、かつ、前面に引張り力を受けるときはその必要鉄筋量以上とする。
- 4) カルバート天端の土おさえ部の配筋はウィング上部と同様にし、左右ウィングをとおして配筋する。(図8.4.19)
- 5) ハンチの大きさは、ウィング厚と等しくする。

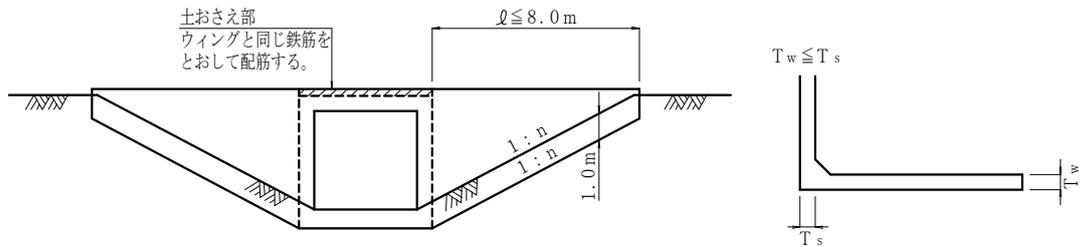


図8.4.19 ウィング形状

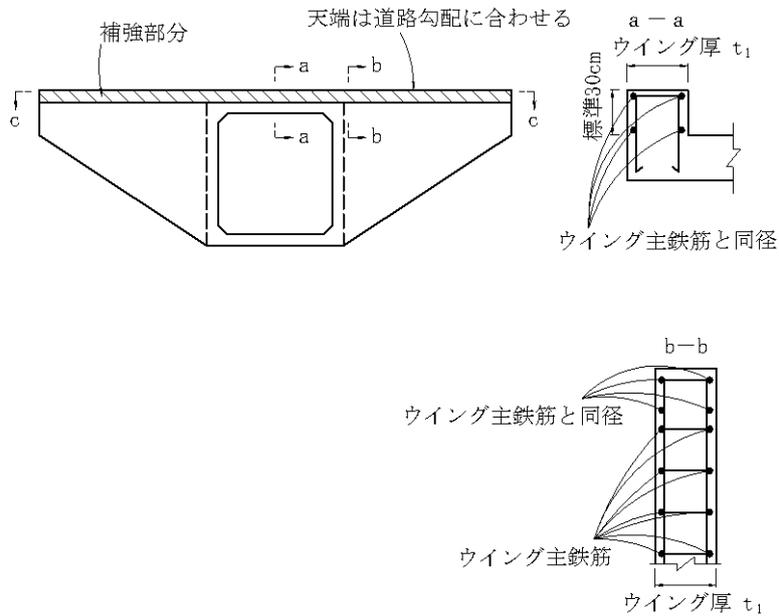
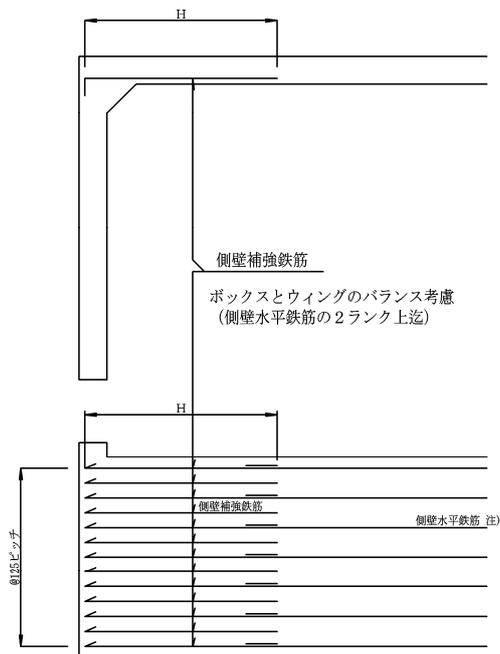


図8.4.20 ウィングの配筋

(4) ウィングの設計

- 1) パラレルウィ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し、ウィング全幅で行ってよい。ただし、曲げモーメントはカルバート本体の剛性の影響を考慮し、慣用法による曲げモーメントを一様に20%割増し、せん断力については慣用法での値を割増さないでよいものとする。
- 2) ウィングの設置にともなう側壁部への応力伝達を考慮し側壁部の補強を行うこととする。側壁厚はウィング厚以上とし、ウィング付け根に作用する慣用法での曲げモーメントを20%割増した値を設計値とし補強を行い、その補強区間はカルバート縦方向にカルバート高とする。補強方法は側壁水平鉄筋間に補強鉄筋を配置するものとする。ただし最大径は側壁水平鉄筋の2ランク上迄とし、最小径D13とする。(図8. 4. 21) ただし、同一断面内に異なる径の鉄筋を配筋しない。
- 3) 防護柵・防音壁などを設けるウィングは、それによる衝突荷重や風荷重の影響を考慮し設計(外力および荷重組合せについては、第7章擁壁に準じ設定)する。また、防護柵を直接ウィングに設置する場合には、補強筋設置ための部材増厚やせん断補強の必要性に配慮し、経済的な計画となるように留意する。

(計算例参照)



注) 側壁補強鉄筋径が側壁水平鉄筋径より大きくなる場合は、上記「同一断面内に異なる鉄筋径を配筋しない」原則より、重ね継手等により配筋すること。

図8. 4. 21 側壁補強図

【解 説】

- 1) ウィングの応力分布をカルバート本体の剛性を考慮して解析すると、図8. 4. 22に示すように、ウィング付け根部での必要鉄筋量は頂版部に大きく、側壁部に小さい。これより設計計算においては慣用法での曲げモーメントを一様に20%割増しする事とした。

$$M = \alpha_1 \cdot M_m$$

M : 設計曲げモーメント

M<sub>m</sub> : 慣用法による曲げモーメント

$\alpha_1$  : 割増し係数 ( $\alpha_1=1.2$ )

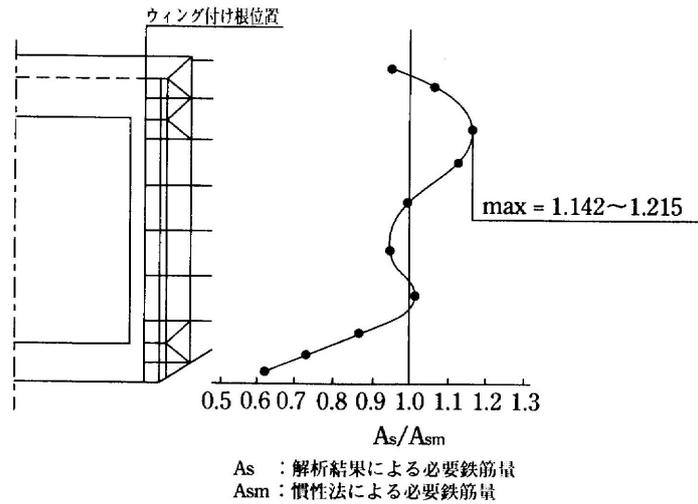


図8.4.22 ウィング付け根部必要鉄筋量分布

2) ウィングによるカルバート本体への応力伝達を本体の剛性を考慮し解析すると、図8.4.22に示すようにウィングとの付け根部では慣用法によるウィング付け根での曲げモーメントの1.2倍、カルバート縦方向にカルバート高さの1/2では0.2倍の断面力が作用する。

ウィング設置にともなう側壁部の補強は、図8.4.22によって行ってよい事とするが、設計の簡易化を考慮し慣用法で曲げモーメントを20%割増した値を設計値とし、縦方向にカルバート高と等しい区間一様に補強する事とした。(図8.4.23)

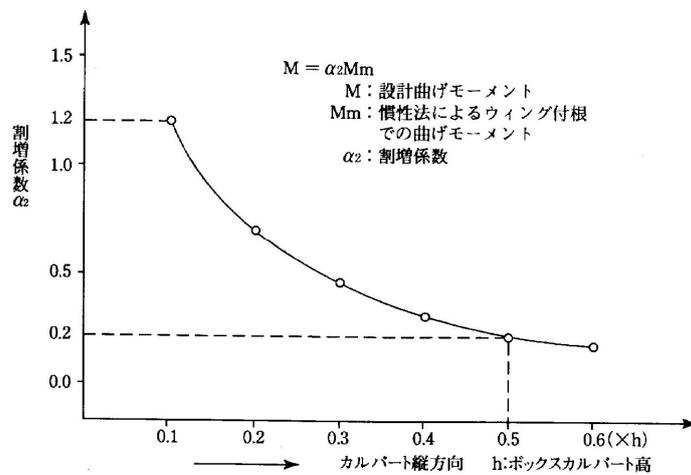


図8.4.23 側壁部設計曲げモーメント

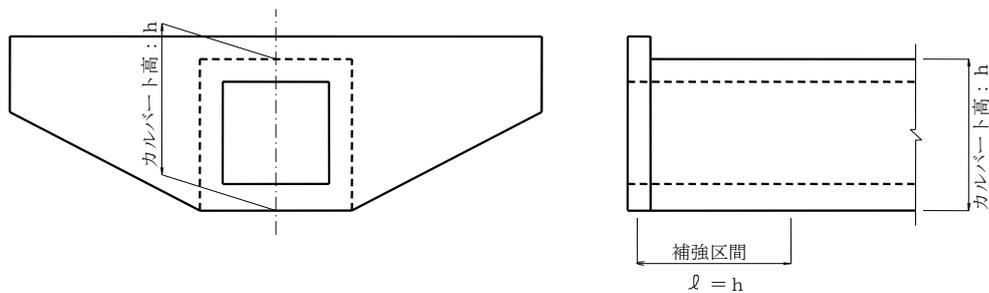


図8.4.24 側壁補強区間

3) ウィング天端に水平力(P)、曲げモーメント(M)が作用した場合(図8.4.25)、ウィング付け根部では図8.4.26に示すような応力分布傾向となる。この応力分布はウィング長および作用荷重と図8.4.27に示す関係があり、これよりウィング付け根部での曲げモーメントを算出し、設計することとした。なお、ウィング前面が引張りとなる場合の照査については、土圧による断面力は20%割増さない値を用いる。

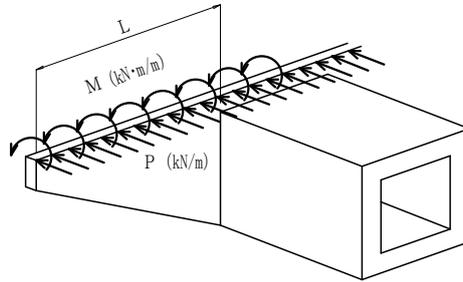


図8.4.25 防護柵・防音壁による荷重作用図

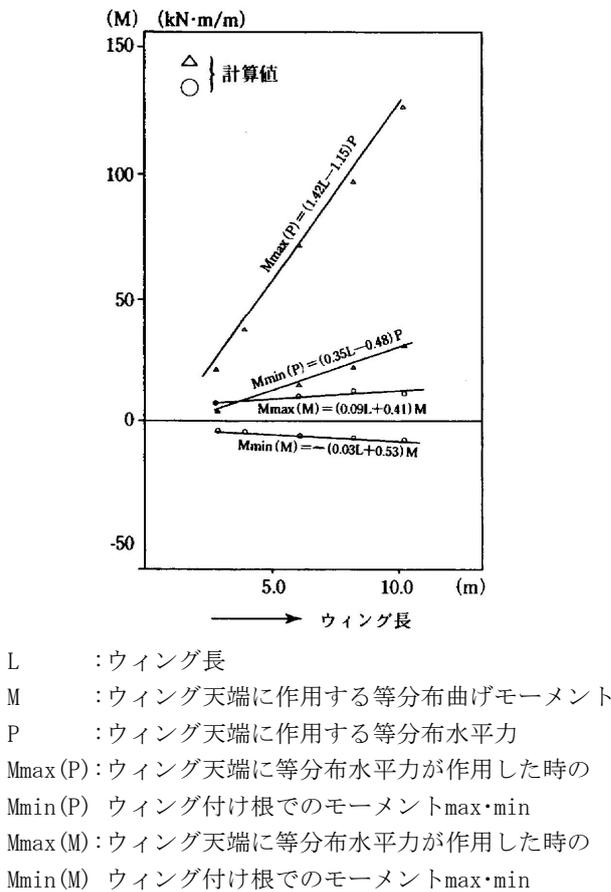


図8.4.27 ウィング天端荷重によるウィング付け根部曲げモーメント

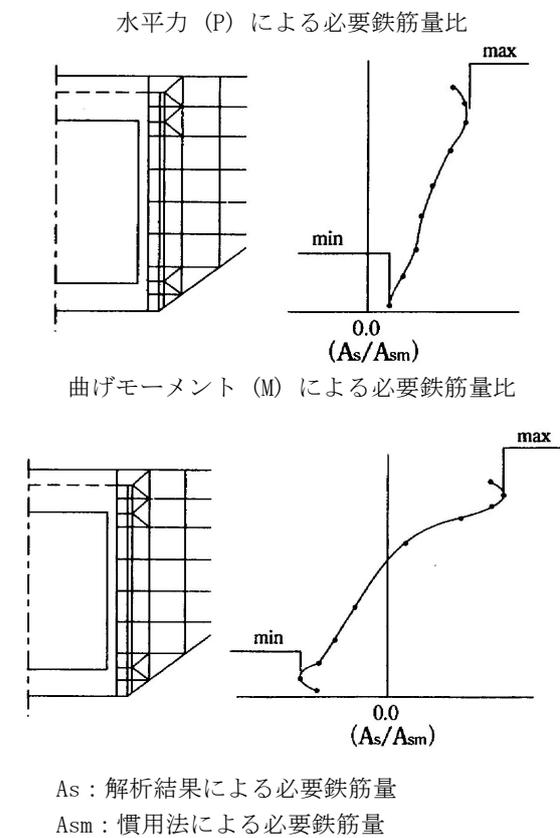


図8.4.26 必要鉄筋量分布

(ウイングの計算例)

(1) 形状寸法

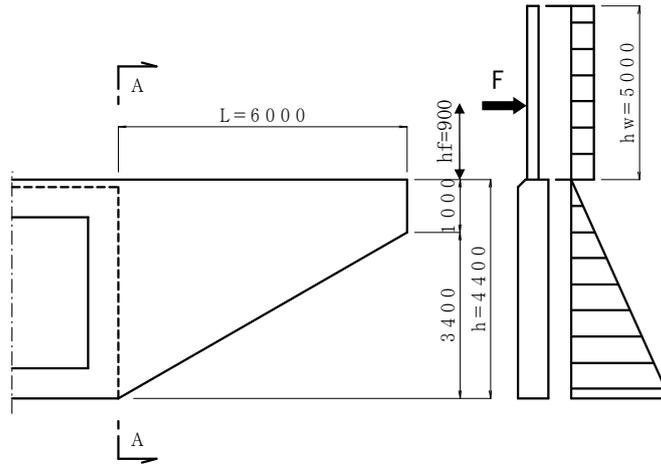


図8.4.28 形状寸法

(2) 土圧による断面力(A-A断面)

慣用法による断面力

$$MA' = 100.9 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$$

$$SA' = 53.5 \text{ kN/m}$$

設計断面力

$$MA = \alpha_1 \cdot MA' = 1.2 \times 100.9 = 121.1 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$$

$$SA = SA' = 1.0 \times 53.5 = 53.5 \text{ kN/m}$$

(3) 防護柵による断面力

衝突荷重 $F=58.0$  kNとするとウイング天端での作用力は

$$P = F/L = 58.0/6.0 = 9.7 \text{ kN/m}$$

$$M = F \cdot hf/L = 58.0 \times 0.9/6.0 = 8.7 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$$

となるので衝突荷重によるウイング付け根での断面力は(図8.4.28)より

$$\begin{aligned} M_{\max}(P) &= (1.42L - 1.15) \cdot P \\ &= (1.42 \times 6.0 - 1.15) \times 9.7 = 71.5 \text{ kN}\cdot\text{m/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{\max}(M) &= (0.09L + 0.41) \cdot M \\ &= (0.09 \times 6.0 + 0.41) \times 8.7 = 8.3 \text{ kN}\cdot\text{m/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{\min}(P) &= (0.35L - 0.48) \cdot P \\ &= (0.35 \times 6.0 - 0.48) \times 9.7 = 15.7 \text{ kN}\cdot\text{m/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{\min}(M) &= -(0.03L + 0.53) \cdot M \\ &= -(0.03 \times 6.0 + 0.53) \times 8.7 = -6.2 \text{ kN}\cdot\text{m/m} \end{aligned}$$

$$SF = F/h = 58.0/4.40 = 13.2 \text{ kN/m}$$

よって

$$F M_{\max} = M_{\max}(P) + M_{\max}(M) = 71.5 + 8.3 = 79.8 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$$

$$F M_{\min} = M_{\min}(P) + M_{\min}(M) = 15.7 - 6.2 = 9.5 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$$

(4) 防音壁による断面力

風荷重 $P_w=3.0 \text{ kN/m}^2$ とするとウィング天端での作用力は

$$P=P_w \cdot h_w=3.0 \times 5.0=15.0 \text{ kN/m}$$

$$M=P_w \cdot h_w^2 \cdot 1/2=3.0 \times 5.0^2 \times 1/2=37.5 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$$

となるので風荷重によるウィング付け根での断面力は(図8.4.28)より

$$\begin{aligned} M_{\max}(P) &= (1.42L-1.15) \cdot P \\ &= (1.42 \times 6.0-1.15) \times 15.0=110.6 \text{ kN}\cdot\text{m/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{\max}(M) &= (0.09L+0.41) \cdot M \\ &= (0.09 \times 6.0+0.41) \times 37.5=35.6 \text{ kN}\cdot\text{m/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{\min}(P) &= (0.35L-0.48) \cdot P \\ &= (0.35 \times 6.0-0.48) \times 15.0=24.3 \text{ kN}\cdot\text{m/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{\min}(M) &= -(0.03L+0.53) \cdot M \\ &= -(0.03 \times 6.0+0.53) \times 37.5=-26.6 \text{ kN}\cdot\text{m/m} \end{aligned}$$

$$SW=P_w \cdot L/h=15.0 \times 6.0/4.40=20.5 \text{ kN/m}$$

よって

$$WM_{\max}=M_{\max}(P)+M_{\max}(M)=110.6+35.6=146.2 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$$

$$WM_{\min}=M_{\min}(P)+M_{\min}(M)=24.3-26.6=-2.3 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$$

(5) 合成断面力

土圧と防護柵荷重の合成断面力は次のようになる。

$$M_{\max}'=MA+FM_{\max}=121.1+79.8=200.9 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$$

$$M_{\min}'=MA'+FM_{\min}=100.9+9.5=110.4 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$$

$$S=SA+SF=53.5+13.2=66.7 \text{ kN/m}$$

衝突荷重による割増し係数は1.50であるので常時換算して

$$M_{\max}=200.9/1.50=133.9 \text{ kN}\cdot\text{m/m} > MA=121.1$$

$$M_{\min}=110.4/1.50=73.6 \text{ kN}\cdot\text{m/m} < MA=121.1$$

$$S=66.7/1.50=44.5 \text{ kN/m} < SA=53.5$$

土圧と防音壁荷重の合成断面力は次のようになる。

$$M_{\max}'=MA+WM_{\max}=121.1+146.2=267.3 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$$

$$M_{\min}'=MA'+WM_{\min}=100.9-2.3=98.6 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$$

$$S=SA+SW=53.5+20.5=74.0 \text{ kN/m}$$

風荷重による割増し係数は1.25であるので常時換算して

$$M_{\max}=267.3/1.25=213.8 \text{ kN}\cdot\text{m/m} > MA=121.1$$

$$M_{\min}=98.6/1.25=78.9 \text{ kN}\cdot\text{m/m} < MA=121.1$$

$$S=74.0/1.25=59.2 \text{ kN/m} > SA=53.5$$

よって、設計曲げモーメント $M=213.8 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$ より使用鉄筋量を決定する。

使用鉄筋量 D29ctc250 ( $A_s=25.70\text{cm}^2$ ) ウィング厚65cmとすると

$$\sigma_s=169\text{N/mm}^2 < 180\text{N/mm}^2 \text{ (かぶり10cm)}$$

$$\sigma_c=4.9\text{N/mm}^2 < 8.0\text{N/mm}^2$$

$$\tau=0.11\text{N/mm}^2 < 0.23\text{N/mm}^2 \dots \text{OK}$$

(6) 風荷重が土圧と反対方向の検討(ウィング前面引張り)

$$M_{\max}'=MA-WM_{\max}=100.9-146.3=-45.3 \text{ kN}\cdot\text{m/m} \text{ (前面が引張り)}$$

$$M_{\min}'=MA-WM_{\min}=100.9+2.3=103.2 \text{ kN}\cdot\text{m/m} \text{ (背面が引張り)}$$

$$\text{(常時換算値 } M_{\max}=-36.2\text{k}\cdot\text{m/m)}$$

使用鉄筋量(D16ctc250 ( $A_s=7.94\text{cm}^2$ )) 背面鉄筋量の1/6以上配筋

$$\sigma_s=89\text{N/mm}^2 < 180 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_c=1.4\text{N/mm}^2 < 8.0 \text{ N/mm}^2 \dots \text{OK}$$

(7) 側壁の補強検討

側壁厚： $t=70\text{cm}$  側壁水平鉄筋：D16ctc250 ( $A_s=7.94\text{cm}^2/\text{m}$ ) かぶり10cm

設計曲げモーメント： $M=213.8\text{kN}\cdot\text{m}/\text{m}$

補強鉄筋量：D19ctc250(側壁水平鉄筋の1ランク上)とすると

$$\sigma_s=202\text{N}/\text{mm}^2 > 180\text{N}/\text{mm}^2 \cdots\text{OUT}$$

$$\sigma_c=4.9\text{N}/\text{mm}^2 < 7.0\text{N}/\text{mm}^2 \cdots\text{OK}$$

補強鉄筋量：D22ctc250(側壁水平鉄筋の2ランク上)とすると

$$\sigma_s=168\text{N}/\text{mm}^2 < 180\text{N}/\text{mm}^2 \cdots\text{OK}$$

$$\sigma_c=4.6\text{N}/\text{mm}^2 < 7.0\text{N}/\text{mm}^2 \cdots\text{OK}$$

よって、側壁補強は可能であり、補強鉄筋(D22)を側壁水平鉄筋間に配置する。

#### 8.4.15 踏掛版の設計

踏掛版の設計については、以下によることとする。

- (1) 函渠工の土かぶり高が2 m未満の場合は、踏掛版を設置して盛土部に生じる段差を和らげるための対策を行うものとする。
- (2) 設置幅は車線+路肩端とする。
- (3) 設置に関する詳細については、「北海道開発局道路設計要領 第3集 橋梁」による。

#### 【解 説】

函渠工背面の盛土沈下による段差を和らげ、走行性の低下を防ぐことを目的に踏掛版等の設置を検討する。ただし、地盤が良好で盛土高さが低い場合は、「道路土工―盛土工指針―（日本道路協会）」を参考に設置の有無を検討すること。踏掛版の設置、形状、計算手法等の詳細については「北海道開発局道路設計要領 第3集 橋梁」を適用する。

また、踏掛版受台については「北海道開発局道路設計要領 第6集 標準設計図集」を適用する。

#### 8.4.16 隔壁の設計

函渠内に隔壁を設ける場合は、以下によるものとする。

- (1) 函渠内の中央分離帯は車道面より高い構造（誘導縁石）とする。
- (2) 隔壁に作用させる衝突荷重については以下のとおりとする。
  - 1) 高規格道路（自動車専用道路）の本線については、荷重は路面から1.8mの高さで、壁面直角方向に集中荷重500kNとする。
  - 2) 一般国道、高規格道路（自動車専用道路）のランプ、市道等については、剛性防護柵の設計に準拠する。
- (3) 衝突荷重を考慮した場合の許容応力度の割増し係数は1.5とする。

8.4.17 塩害に対する検討

- (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8.4.5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。その考え方は、「道路橋示方書・同解説IV下部構造編」の「6.2 鋼材の防食」および「道路橋示方書・同解説IIIコンクリート橋」の「6.2内部鋼材の防食」に準じるものとする。

表8.4.5 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
B	下表に示す地域	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	
		300mをこえて500mまで	II	
		500mをこえて700mまで	III	
C	下表以外の地域	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	
		50mをこえて100mまで	II	
		100mをこえて200mまで	III	

表8.4.6 地域区分Bとする地域

北海道のうち、宗谷総合振興局の稚内市・猿払村・豊富町・礼文町・利尻町・利尻富士町・幌延町・留萌振興局、石狩振興局、後志総合振興局、檜山振興局、渡島総合振興局の松前町・八雲町（旧熊石町の地区に限る。）



塩害の影響の度合いの地域区分

図8.4.29 塩害の影響度合いの地域区分

## 【解説】

### (1) 塩害に対する耐久性

塩害の影響が懸念される地域に建設される剛性ボックスカルバートは、その地域の環境、飛来する塩分量、コンクリート中への塩分の浸透性、コンクリートの品質、部材の形状等を考慮し、設計上の目標期間において、鉄筋位置における塩化物イオン濃度が鋼材腐食発生限界濃度以下となることを照査することにより、塩害に対する耐久性の検討を行うことができる。このとき、建設地点における飛来塩分量、コンクリートの塩化物イオン拡散係数を精度よく把握することが重要である。なお、ここに示す塩害とは、波しぶきや潮風によってコンクリート表面に塩分が付着し、これが浸透して内部の鉄筋が腐食する現象を対象とするものである。

塩害に対する鉄筋コンクリート部材の耐久性を確保するためには、建設地点の地形及び海岸線からの距離気象・海象等の環境状況を把握したうえで、十分な鉄筋のかぶりを確保することを基本とし、コンクリートのひびわれ幅の制御、コンクリートの材料、配合及び施工における十分な配慮が必要である。

### (2) 塩害の影響を考慮したかぶりの確保

塩害の影響が懸念される地域に建設される剛性ボックスカルバートでは、十分なかぶりを確保するなどの対策を行う。その考え方は、「道路橋示方書・同解説Ⅳ下部構造編」の「6.2鋼材の腐食」や、「道路橋示方書・同解説Ⅲコンクリート橋・コンクリート部材編」の「6.2内部鋼材の腐食」を参考にしよ。

剛性ボックスカルバートを構成する部材のうち、直接外気に接する鉄筋コンクリート部材は、表8.4.5に示す塩害の影響地域に基づき、十分なかぶりを確保したり、塗装鉄筋、コンクリート塗装、埋設型枠等を併用することにより、(1)を満足するとみなしてよものとした。ただし、かぶりを検討する際、建設地点の地形、気象・海象条件、近傍の鉄筋コンクリート構造物の損傷実態等を十分検討し、対策区分を一段階上下に変更してもよ。

なお、常に水中または土中にあり、外気に接していない部位は、気中にある部材に比べて酸素の供給が少ないため、塩分の影響は小さいと考えられることから、対策区分Ⅲとみなしてもよものとした。

鉄筋コンクリート部材表面に供給される塩分には、海洋から飛来する塩分の他に、路面凍結防止剤(融雪剤)として散布されるものがある。路面凍結防止剤を使用することが予想される場合は、同等の条件下における既設構造物の損傷状況等を十分把握し、適切な対策区分を想定して十分なかぶりを確保する必要がある。一般には、対策区分Ⅰ相当を想定した、十分なかぶりを確保するのが望ましい。

## 8.5 アーチカルバート

土かぶり高10mを超える場合は、ボックスカルバートに比べて一般的に経済的となるが、その採用にあたっては十分な検討を行わなければならない。

### 【解説】

(1) 道路横断の場合、端部では土かぶりが小さくなるため、全延長に対する比較が必要である。

(2) 採用条件

- 1) 地形および盛土材料の相違による偏土圧が無いこと。
- 2) 地盤の傾斜などによる不同沈下が無いこと。

(3) 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8.5.1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、原則として全区間同一断面とする。土かぶりによる荷重の違いは鉄筋量にて調整する。底板部材は、応力に応じて厚さを変えてもよい。

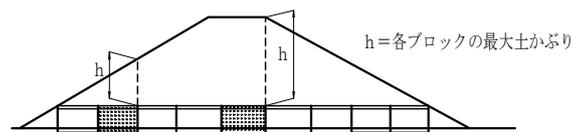


図8.5.1 土かぶりの考え方

(4) 設計荷重

- 1) 鉛直土圧係数は表8.4.1の値を使用する。
- 2) 水平土圧係数は通常の土質の場合、アーチ部の設計上安全側となるよう $K_0=0.3$ を標準とする。

## 8.6 パイプカルバート

### 8.6.1 適用

パイプカルバートとは、剛性パイプカルバートおよびたわみ性パイプカルバートに関するものであり、管種の特徴を生かし、かつ経済性に優れた管種を選定する。

### 【解説】

(1) 剛性パイプカルバートには、鉄筋コンクリート管、遠心力鉄筋コンクリート管、鉄筋コンクリート台付管、鉄筋コンクリート高圧管などがある。

(2) たわみ性パイプカルバートには、コルゲートメタルパイプ、硬質塩化ビニル管、強化プラスチック複合管、高耐圧ポリエチレン管などがある。

## 8.7 剛性パイプカルバート

### 8.7.1 設計上の留意事項

- (1) 管径の選定にあたっては、流量計算から求まる断面に土砂混入や維持保守などを考慮し、余裕を見込むものとする。
- (2) 横断管の最小径は、一般国道では600mm、高規格道路では900mmを目安とする。但し、縦断管の道路横断部の最小径は450mmとする。
- (3) 横断管の径が1,000mm以上(全巻タイプでは900mm以上)で、ボックスカルバートの設置が可能な時は、経済比較の上選定する。
- (4) 10%以上の急傾斜に管を設置する場合は、基礎部にすべり止めを考慮する。
- (5) 埋設形状は、布設状況により決定する。
- (6) 取付道路横断管の径は450mm以上とする。

#### 【解 説】

- (1) 断面に対する余裕は、流入口での水位のせき上げ、流出口での跳水の有無をも考慮し、決定するものとする。(第6章 排水参照)
- (2) 横断管の最小径は、維持作業を考慮して600mmとし山間部に布設する場合は、泥水、流木等の流入によってその機能を失ったり災害を起こす場合もあるので流量から定まる管径より大きい径を採用するか、流木等防止スクリーンおよび沈澱柵等の設置をするのが望ましい。
- (3) 急傾斜に設置する場合で延長30m以上の箇所は管種・管径について検討し、呑口、吐口、擁壁についても十分地形を考慮する。

### 8.7.2 管の種類

剛性パイプカルバートに使用する管は鉄筋コンクリート管、遠心力鉄筋コンクリート管、鉄筋コンクリート台付管、鉄筋コンクリート高圧管の4種類とする。

#### 【解 説】

次のように分類する。

表8.7.1 遠心力鉄筋コンクリート管HumP(HP) JIS A 5372.2004(改)

種 類	呼 び 径			参 考
	B形	NB形	NC形	
外圧管	1種	150～1,350	150～900	外圧に対して設計されているもの
	2種	150～1,350	150～900	

### 8.7.3 外圧強さ

道路構造物として用いる管は、内圧の作用しない外圧管である。  
外圧強度はJIS A 5372, JIS A 5373による。

表8.7.2 外圧管、異形管及び集水管の外圧強さ(曲げ強度)

単位：k N/m

呼び径	ひび割れ荷重			破壊荷重		
	1種	2種	3種	1種	2種	3種
150			—			—
200	16.7	23.6	62.8	25.6	47.1	94.2
250			64.8			97.1
300	17.7	25.6	68.7	26.5	51.1	103
350	19.7	27.5	74.6	29.5	55.0	112
400	21.6	32.4	78.5	32.4	62.8	118
450	23.6	36.3	84.4	35.4	66.8	127
500	25.6	41.3	88.3	38.3	70.7	133
600	29.5	49.1	92.2	44.2	77.5	138
700	32.4	54.0	96.2	49.1	85.4	143
800	35.4	58.9	70.7	53.0	93.2	106
900	38.3	63.8	76.5	57.9	101	115
1000	41.3	68.7	82.4	61.9	108	124
1100	43.2	72.6	85.4	65.8	113	128
1200	45.2	75.6	88.3	71.7	118	133
1350	47.1	79.5	94.2	81.5	126	142
1500	50.1	83.4	110	91.3	134	165
1650	53.0	88.3	117	102	143	176
1800	56.0	93.2	123	111	151	185
2000	58.9	98.1	130	118	161	195
2200	61.9	104	137	124	172	206
2400	64.8	108	143	130	183	214
2600	67.7	113	150	136	193	224
2800	70.7	118	155	142	204	233
3000	73.6	123	162	148	213	244

備考 ひび割れ荷重とは、管に幅0.05mmのひび割れを生じたときの試験機が示す荷重を有効長Lで除した値をいい、破壊荷重とは、試験機が示す最大荷重を有効長Lで除した値をいう。

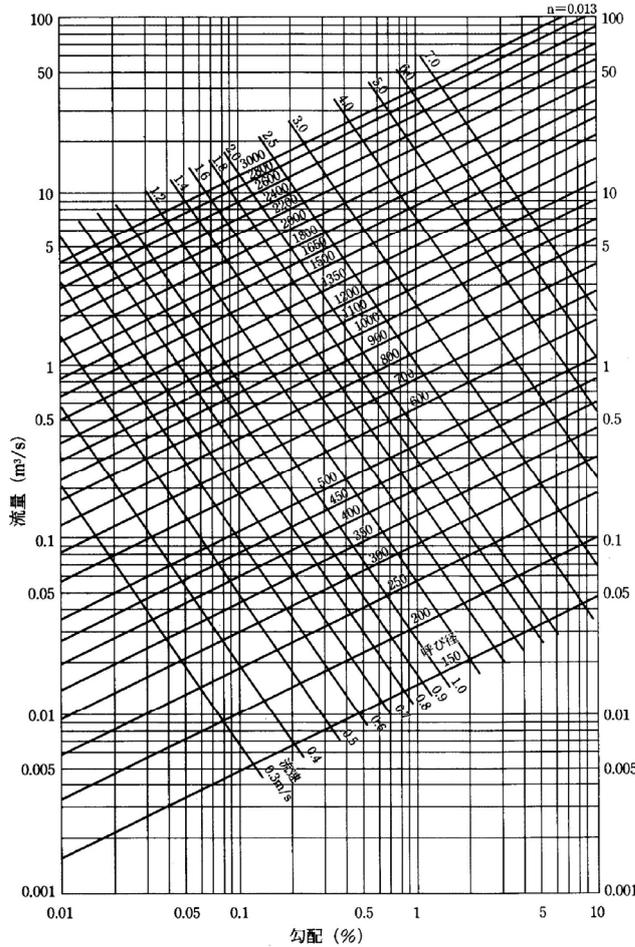
(参考)

剛性パイプカルバートの勾配と設計流量に対して最有利断面を求めれば図8.7.1に示す管径となる。

【解説】

図8.7.1から求められたものに十分余裕をみて決めることが望ましい。

設計流量・勾配(参考)



使用方法

設計流量と設置勾配の交点を見出せば管径が求まる。  
なお、中間に来る場合は、上段のものを使用する。

例)

- Q=2.0m<sup>3</sup>/sec
- I=1.0%
- の場合
- D=900と
- D=1,000mmの
- 中間に来るからこの場合は
- D=1,000mmを用いる。

流量公式

(Manningの公式)

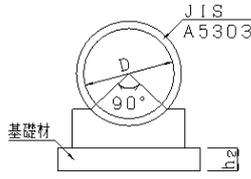
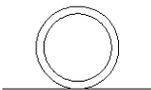
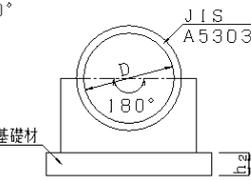
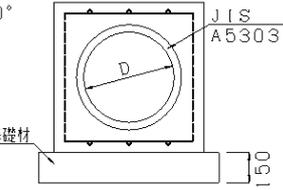
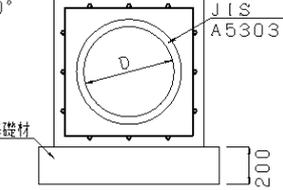
$$Q = \frac{1}{n} \cdot A \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

- Q:管内流量(m<sup>3</sup>/sec)
- A:断面積(m<sup>2</sup>)
- R:径深(m)
- I:勾配
- n:粗度係数
- コンクリート管 n=0.013

図8.7.1 剛性パイプカルバート管径決定図(参考図)

#### 8.7.4 管径と盛高による基礎形式の選定

基礎形式は図8.7.2に示す4タイプとする。

型	基礎形式	適用管径	埋設形状
P 1		200	  Project型 (突出型)
P 2		2,000	
P 3		200 }	
P 4		600 } 1,000	

詳細寸法は、「第6集 標準設計図集」による。

コンクリートによる基礎形式の場合、基礎材（粗粒材）の最大粒径は80mm級以下とする。

図8.7.2 基礎形式

### 8.7.5 基礎材形式の選定

基礎形式は、表8.7.3、図8.7.3を標準とする。

#### 【解 説】

基礎形式については、コンクリート基礎を設けているのが一般であるが、道路本体以外で自動車荷重(小型車程度は除く)のかからない等、重要度の低い箇所での設置にあつては、経済性および施工性から基礎材形式とすることが出来る。

表8.7.3 標準的な基床厚

(cm)

地盤 呼び径	普通地盤	岩石・転石地盤	軟弱地盤
200～1000	20以上	30以上	30以上
1100～2000	20以上	30以上	30以上
2200～3000	30以上	40以上	40以上

基礎形式に粗粒材を用いる場合、最大粒径は40mm級以下とする。

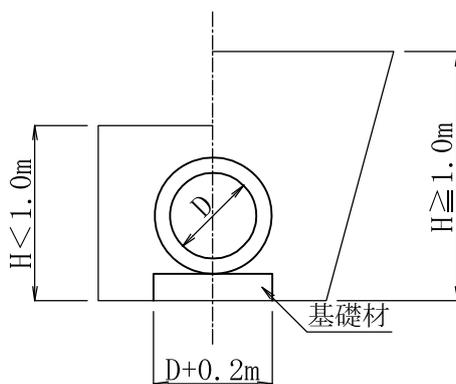
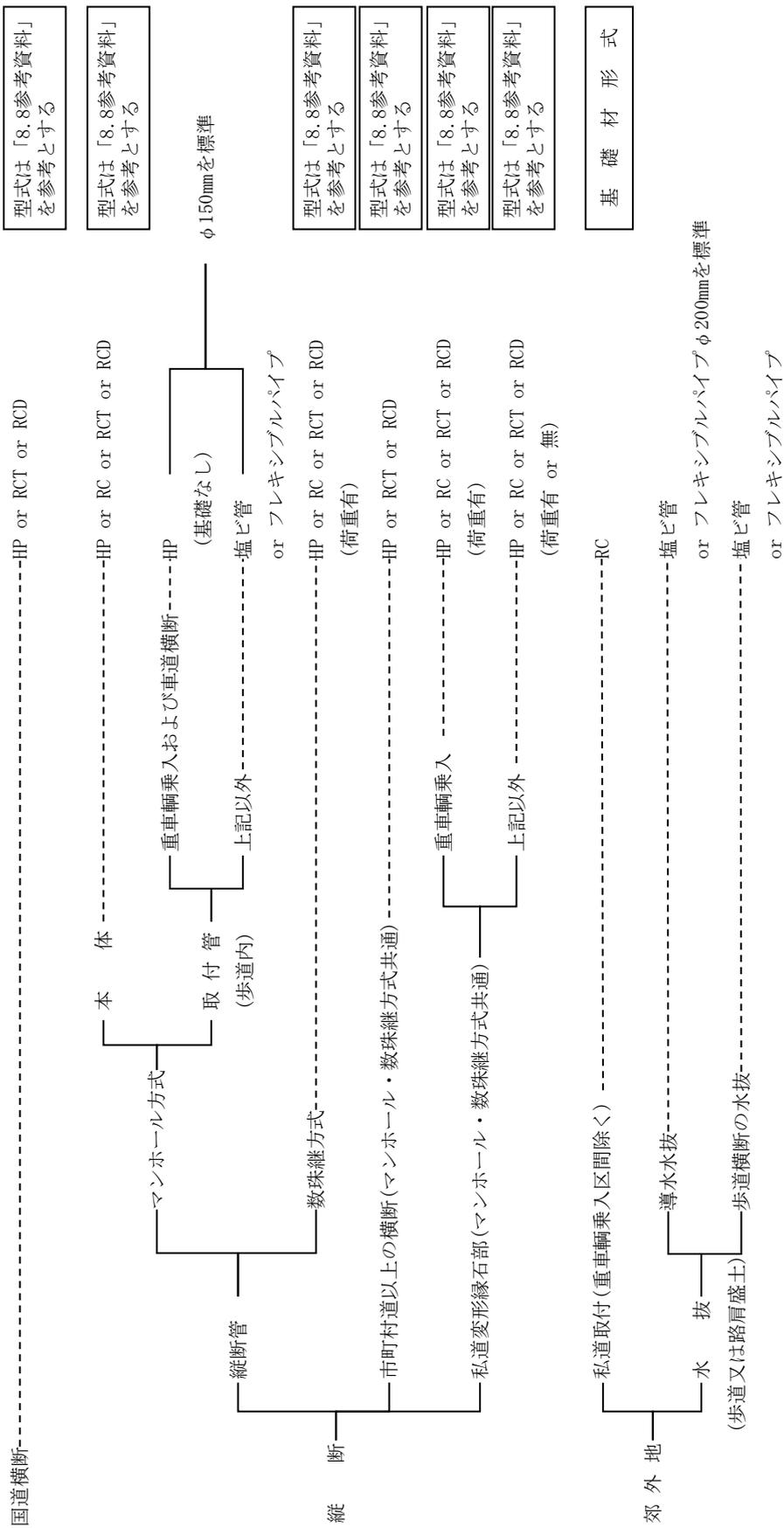


図8.7.3 基床幅

### 8.7.6 管渠の選択基準

管渠の選択基準は以下のとおりである。



HP：遠心力鉄筋コンクリート管 (JIS A 5303)  
 RC：鉄筋コンクリート管 (JIS A 5302)  
 RCT：鉄筋コンクリート高圧管  
 RCD：鉄筋コンクリート台付管

## 8.8 参考資料（管種および基礎形式選定表）

### 8.8.1 縦断管種選定表

参考資料として、縦断管に鉄筋コンクリート管、遠心力鉄筋コンクリート管を適用する場合の土かぶりによる管種選定表を表8.8.1～8.8.6に示す。なお、選定表は普通地盤（沈下比0.7、突出比1.0）を対象としており、計画地が岩盤、硬質地盤、軟弱地盤、および杭基礎等の場合は別途検討すること。

また、選定表の別途検討範囲については「ヒューム管設計施工要覧」（平成25年10月 全国ヒューム管協会）等を参考に360°固定基礎等の検討を行うこと。

管種の選定における活荷重の作用判定は、図8.8.1のとおりである。

また、歩道真下に設ける場合、活荷重の影響などを考慮し、適切な位置とする。

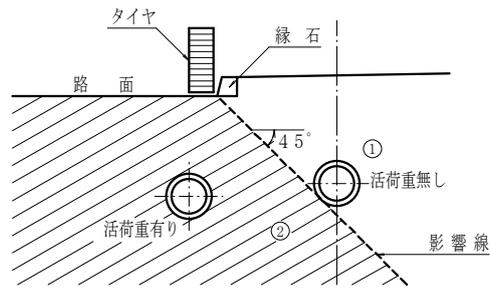


図8.8.1 活荷重区分

#### 【解説】

##### (1) 縦断管の埋設形式

縦断管の埋設形式は突出型と溝型の2種類とする。

##### 1) 突出型

縦断管を直接地盤またはよく締固められた地盤上に設置し、その上に盛土する形式とする。

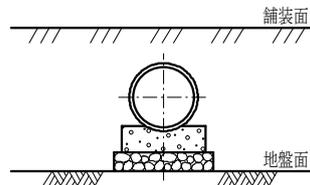


図8.8.2 突出型(1)

なお、溝を掘って縦断管を埋設しても下図 a に示すように軟弱地盤に埋設される管が杭により支持される場合、下図 b に示すように溝幅が管の外径の2倍以上ある場合、および下図 c に示すように原地盤からの土かぶり  $h_a$  が溝幅の1/2以下の場合、突出型とする。

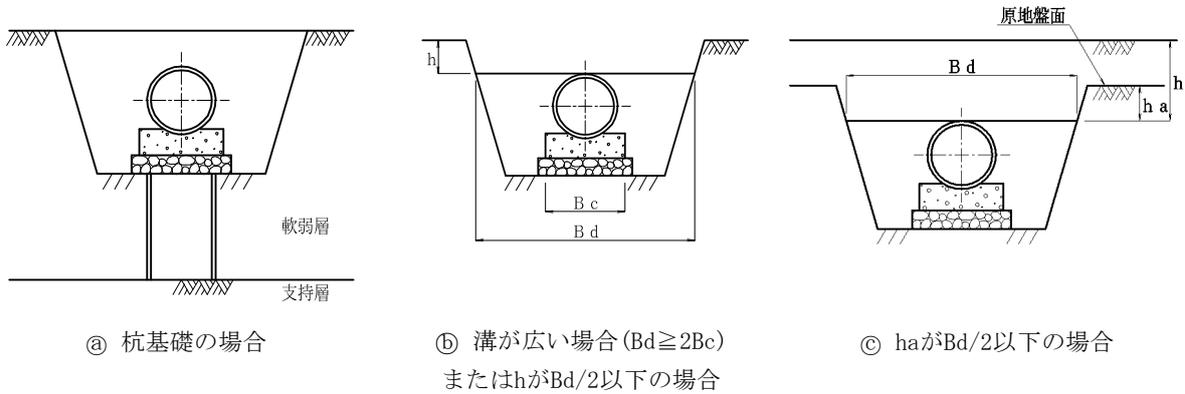


図8.8.3 突出型(2)

2) 溝型

縦断管を自然地盤またはよく締固めた盛土に溝を掘削して埋設する形式とする。

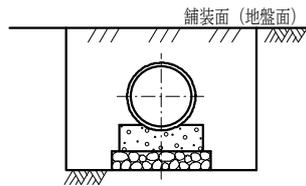


図8.8.4 溝型

(2) 縦断管の種類

縦断管の種類は鉄筋コンクリート管および遠心力鉄筋コンクリート管を基本とするが、施工性、経済性などにおいて、その他の管種（鉄筋コンクリート台付管など）が有利な場合は、その限りではない。

- |                     |                             |
|---------------------|-----------------------------|
| RC1:鉄筋コンクリート管-1種    | P1:コンクリート基礎 90° 固定          |
| RC2:鉄筋コンクリート管-2種    | P2:コンクリート基礎180° 固定          |
| HP1:遠心力鉄筋コンクリート管-1種 | P3:コンクリート基礎360° 固定(φ 450以下) |
| HP2:遠心力鉄筋コンクリート管-2種 | P4:コンクリート基礎360° 固定(φ 600以上) |

表8.8.1 縦断管基礎選定表(1)  
突出型 砂質土 活荷重あり

5	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
4	4.0	4.8	3.8	3.5	3.5	3.7
3	2.7	2.6	2.6	2.3	2.3	3.4
2						2.2
1						0.6
土かぶり 管径	300	350	400	450	500	600

 の範囲は別途検討、原則0.5mの土被りを確保

表8.8.2 縦断管基礎選定表(2)  
突出型 砂質土 活荷重なし

5	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
4	4.3	4.1	3.9	3.9	4.0	4.0
3	3.1	3.0	2.9	2.8	3.7	3.5
2	2.1	2.0	1.9	1.9	1.8	2.6
1						1.8
土かぶり 管径	300	350	400	450	500	600

 の範囲は別途検討、原則0.5mの土被りを確保

表8.8.3 縦断管基礎選定表(3)  
突出型 粘性土 活荷重あり

5	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
4	4.0	3.7	3.9	3.9	4.1	4.1
3	3.1	2.9	2.7	2.7	2.8	2.9
2	2.0	1.9	1.7	1.6	1.6	2.4
1	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.7
土かぶり 管径	300	350	400	450	500	600

 の範囲は別途検討、原則0.5mの土被りを確保

表8.8.4 縦断管基礎選定表(4)  
突出型 粘性土 活荷重なし

5	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
4	4.2	4.0	4.1	4.2	4.3	4.3
3	3.4	3.3	3.1	3.1	3.2	3.2
2	2.5	2.4	2.3	2.2	2.2	2.8
1	1.6	1.6	1.5	1.5	1.5	2.1
土かぶり 管径	300	350	400	450	500	600

 の範囲は別途検討、原則0.5mの土被りを確保

表8.8.5 縦断管基礎選定表(5)  
溝型 活荷重あり

5	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
4	RC2-P1	RC2-P1	RC2-P1	RC2-P1	RC2-P1	RC2-P1
3	3.0	2.6	2.3	2.0	4.4	3.9
2	RC1-P1	RC1-P1	RC1-P1	RC1-P1	RC2-P1	RC2-P1
1	0.9	1.0	1.1	1.3	0.6	0.6
	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
土かぶり 管径	300	350	400	450	500	600

 の範囲は別途検討、原則0.5mの土被りを確保

表8.8.6 縦断管基礎選定表(6)  
溝型 活荷重なし

5	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
4	RC2-P1	RC2-P1	RC2-P1	RC2-P1	RC2-P1	RC2-P1
3	3.8	3.5	3.3	3.2	3.1	3.0
2	RC1-P1	RC1-P1	RC1-P1	RC1-P1	RC1-P1	RC1-P1
1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
土かぶり 管径	300	350	400	450	500	600

 の範囲は別途検討、原則0.5mの土被りを確保



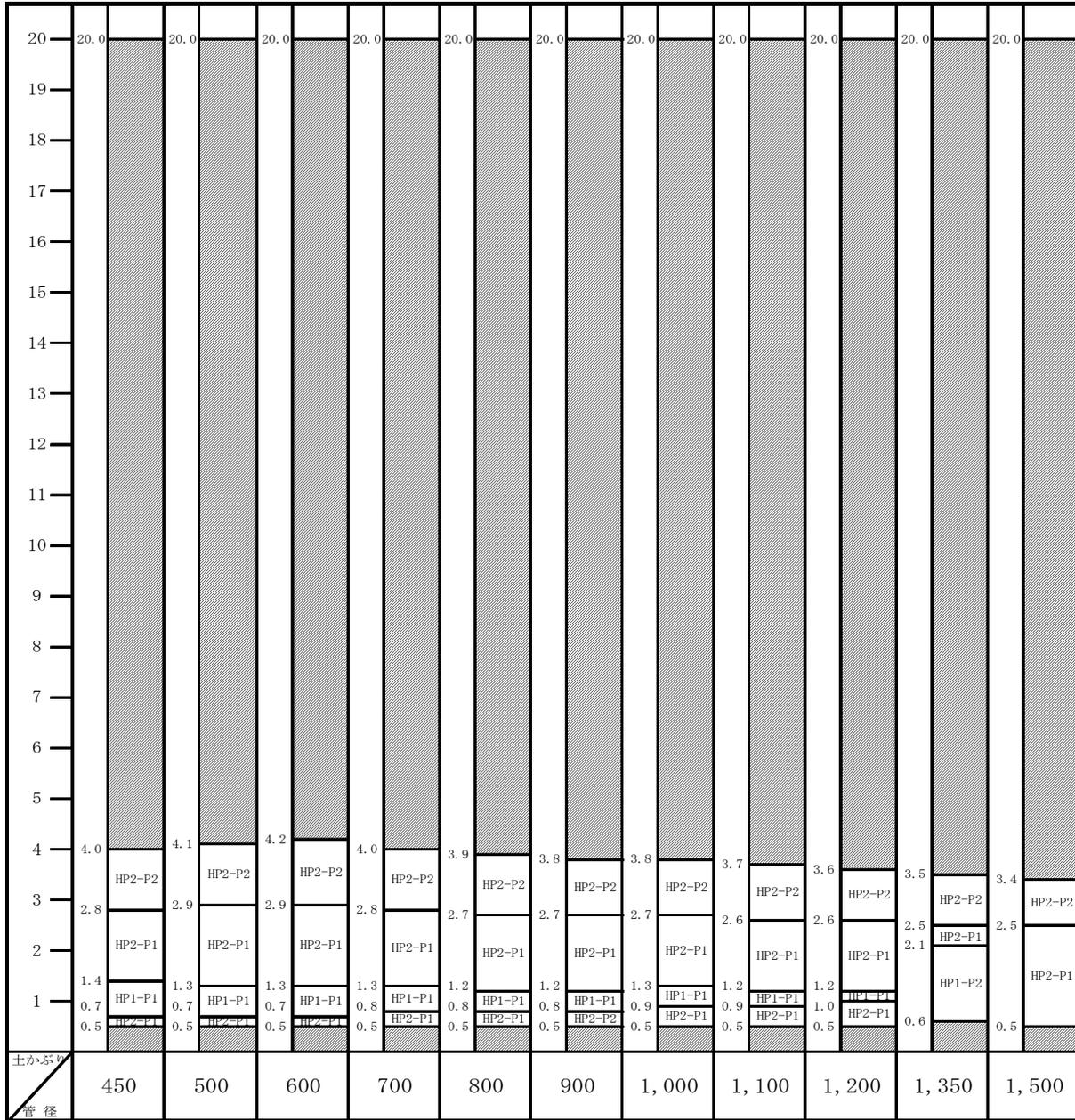
表8.8.8 基礎形式の選定(2)

P1- 90° 支承

HP~遠心力鉄筋コンクリート管

粘性土-活荷重あり

P2-180° 支承



■の範囲は別途検討、原則0.5mの土被りを確保

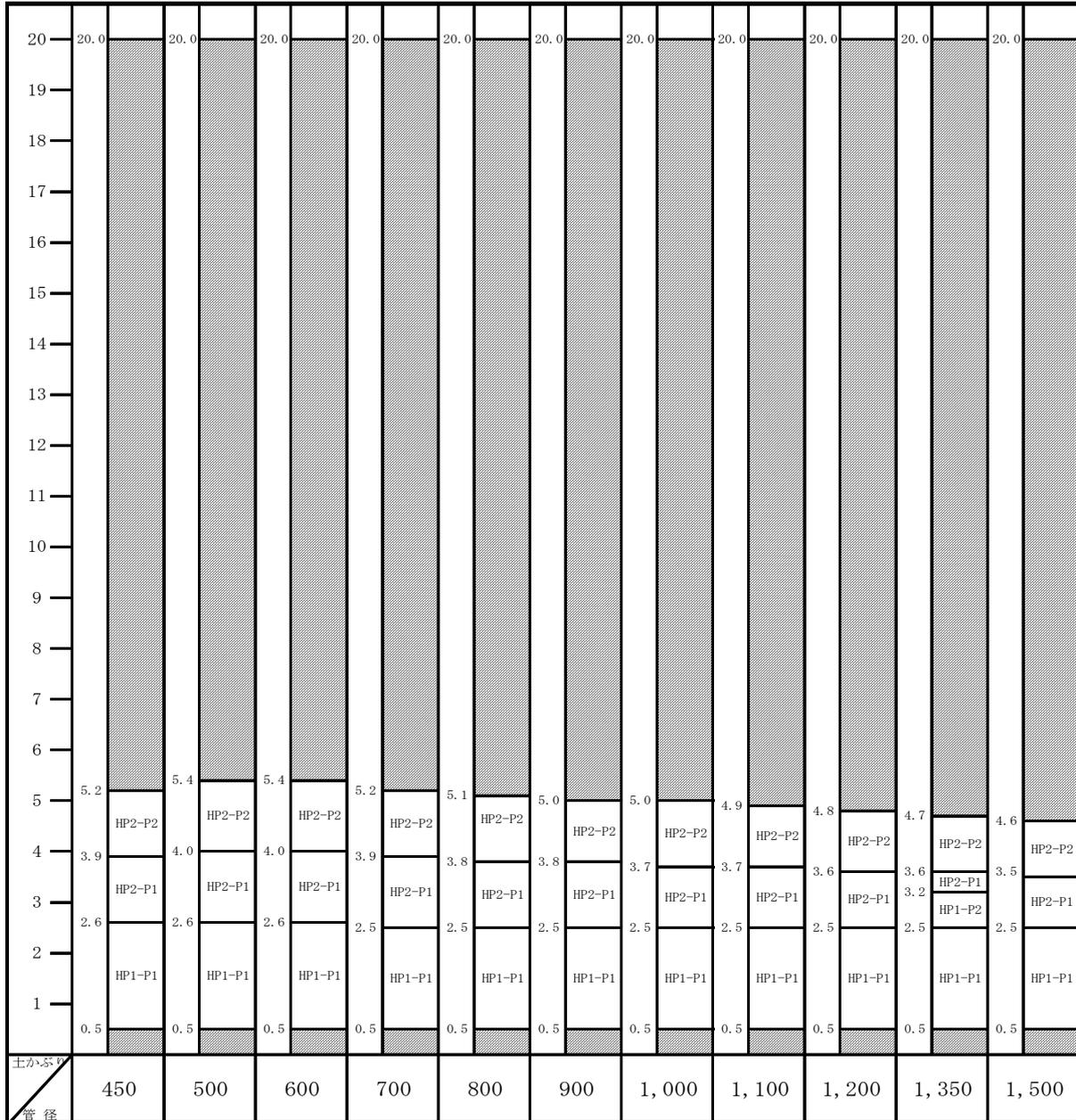
表8.8.9 基礎形式の選定 (3)

P1-90° 支承

HP～遠心力鉄筋コンクリート管

砂質土-活荷重なし

P2-180° 支承



■の範囲は別途検討、原則0.5mの土被りを確保

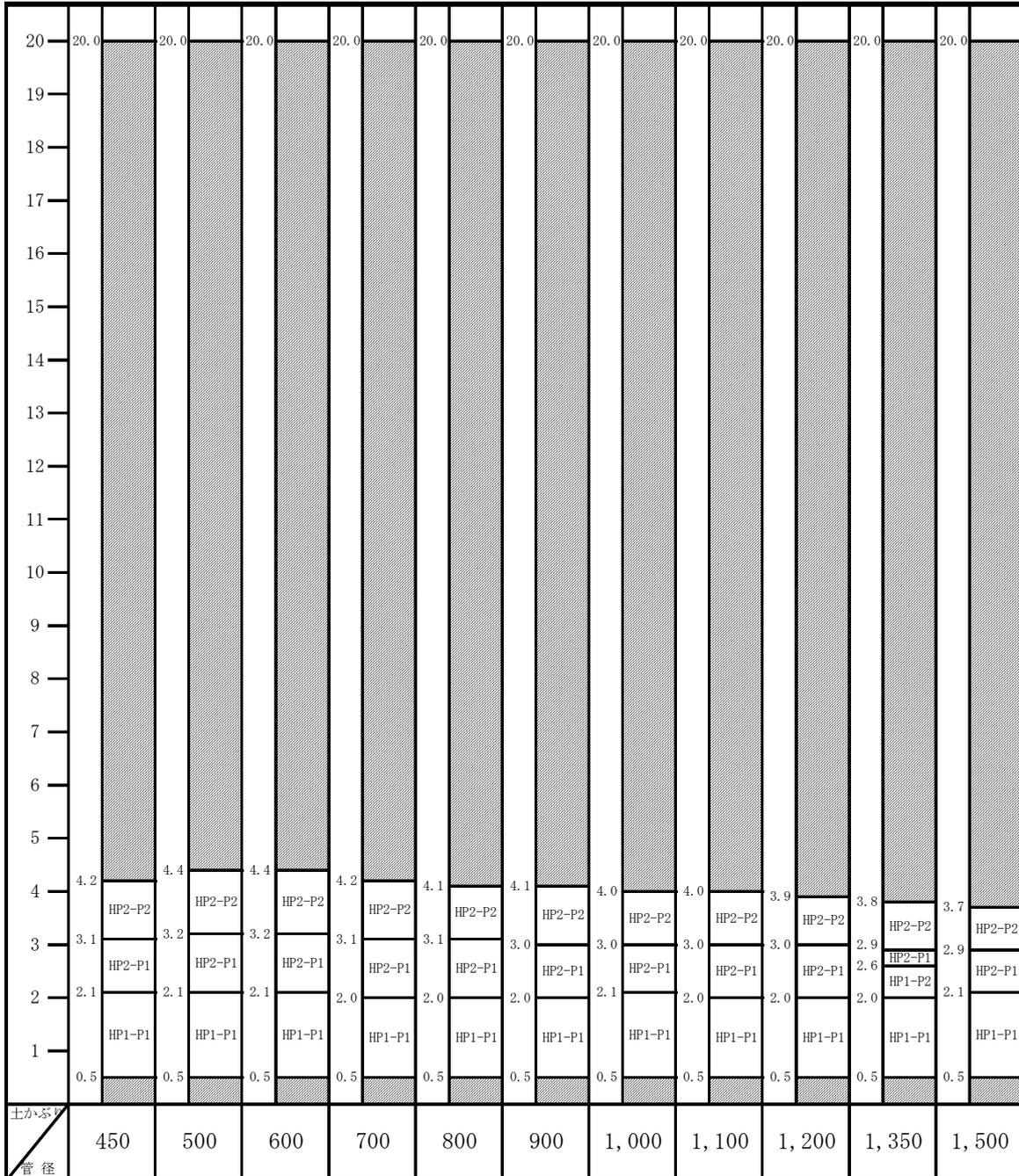
表8. 8. 10 基礎形式の選定(4)

P1- 90° 支承

HP~遠心力鉄筋コンクリート管

粘性土-活荷重なし

P2-180° 支承



■の範囲は別途検討、原則0.5mの土被りを確保

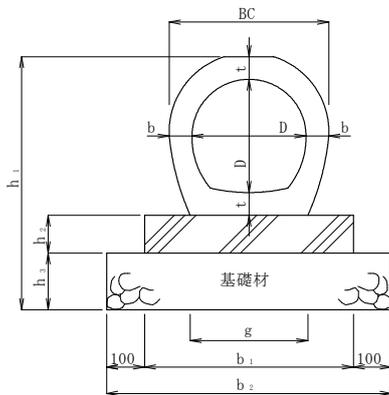
### 8.8.3 管種選定表（横断管、縦断管共通）

- (1) 参考資料として、鉄筋コンクリート高压管、および鉄筋コンクリート台付管について土かぶりによる管種選定を表8.8.11～8.8.22に示す。
- (2) 道路横断部（市町村道以上）や重車両乗入部等、不等沈下の恐れがある場合にはコンクリート基礎板を設置するものとする。

#### 【解説】

##### (1) 鉄筋コンクリート高压管

アーチ形理論に基づき、上・下版部に厚みを付け、円管とは異なる特殊配筋により高強度を有する。  
内空形状はアーチ形



基礎コンクリート有り：固定  
基礎コンクリート無し：自由

図8.8.5 鉄筋コンクリート高压管（RCT）基礎形式標準図

##### (2) 鉄筋コンクリート台付管

鉄筋コンクリート管に対し、施工に優れた台付形状としたもの。

（社）日本下水道協会 JSWAS A-9 認定品

内空形は円状

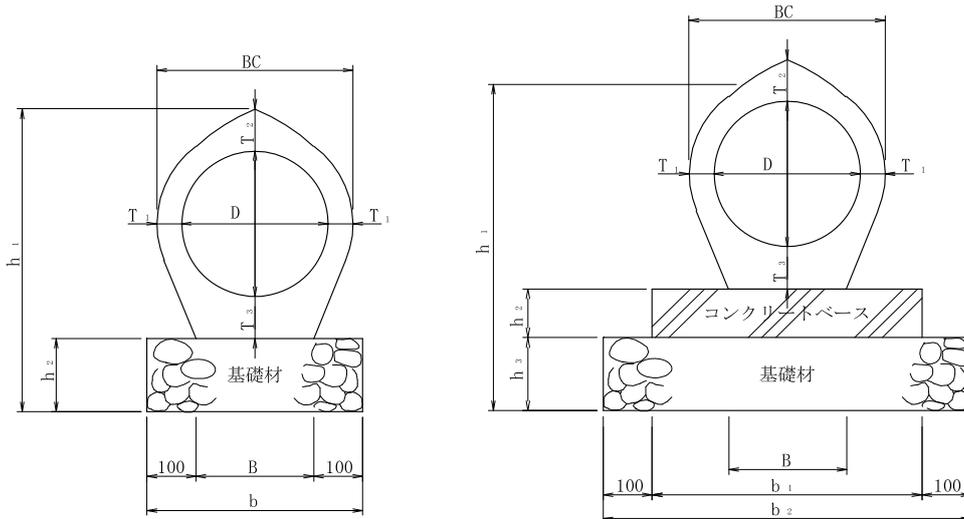
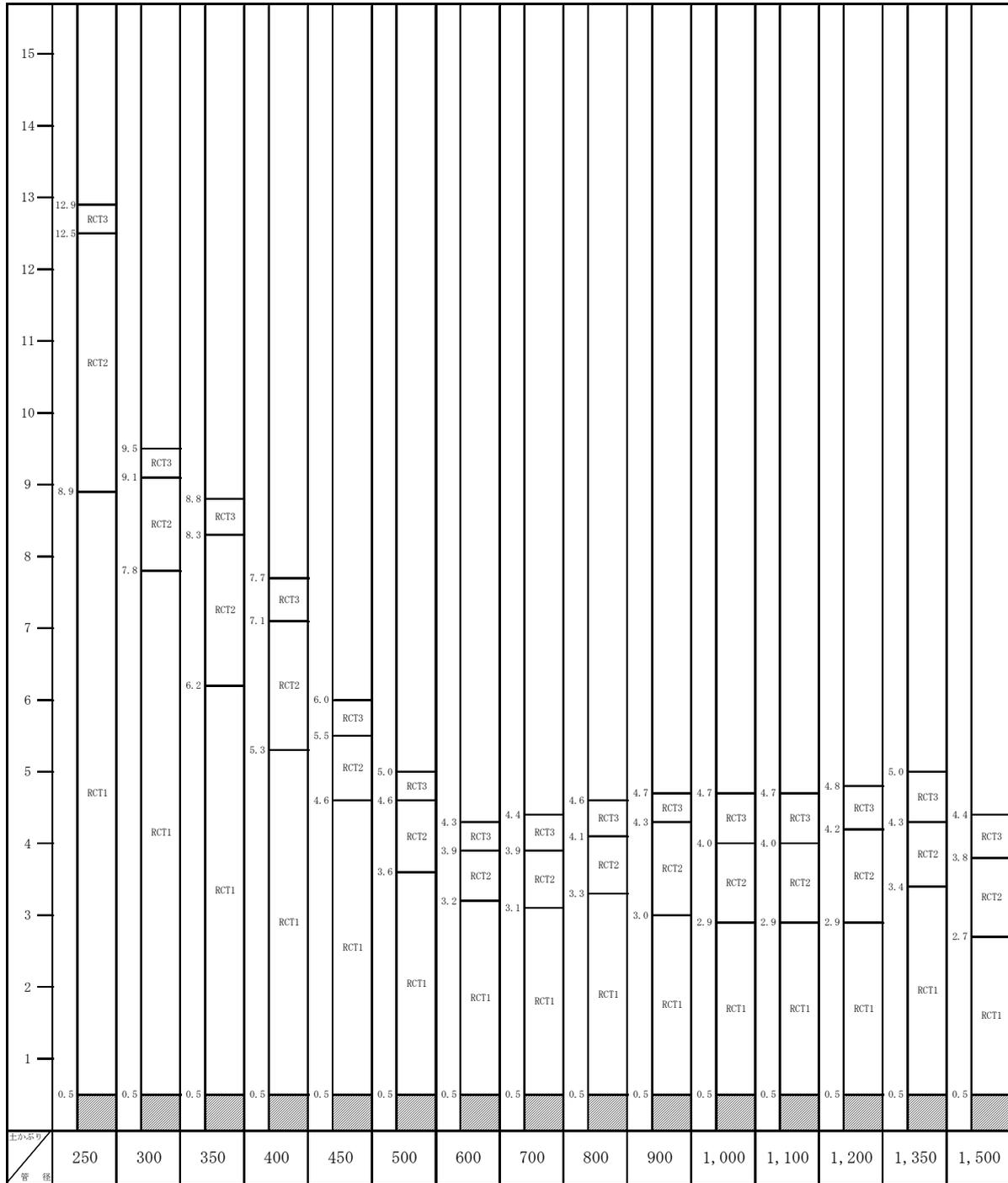


図8.8.6 鉄筋コンクリート台付管（RCD）基礎形式標準図

- (3) コンクリート基礎板については両管種とも、道路横断部（市町村道以上）および重車両の繰り返し荷重が多く維持管理上（不等沈下等に対して）必要な箇所に設置する。

表8.8.11 鉄筋コンクリート高圧管適用土被り表(1)

砂質土 活荷重あり (固定支承)

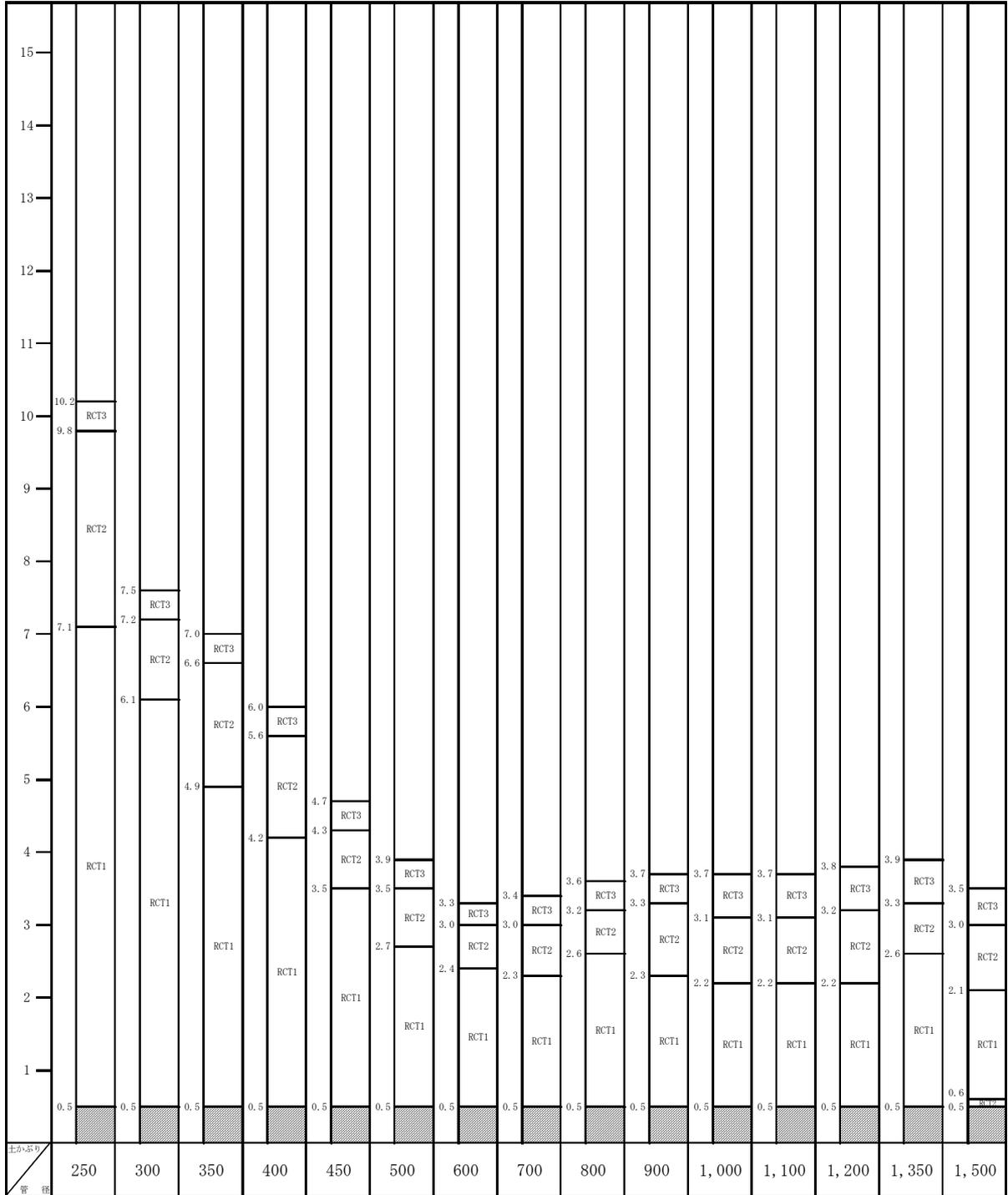


■の範囲は別途検討、原則0.5mの土被りを確保

- RCT1 : 鉄筋コンクリート高圧管1種
- RCT2 : 鉄筋コンクリート高圧管2種
- RCT3 : 鉄筋コンクリート高圧管3種

表8.8.12 鉄筋コンクリート高圧管適用土被り表(2)

粘性土 活荷重あり (固定支承)

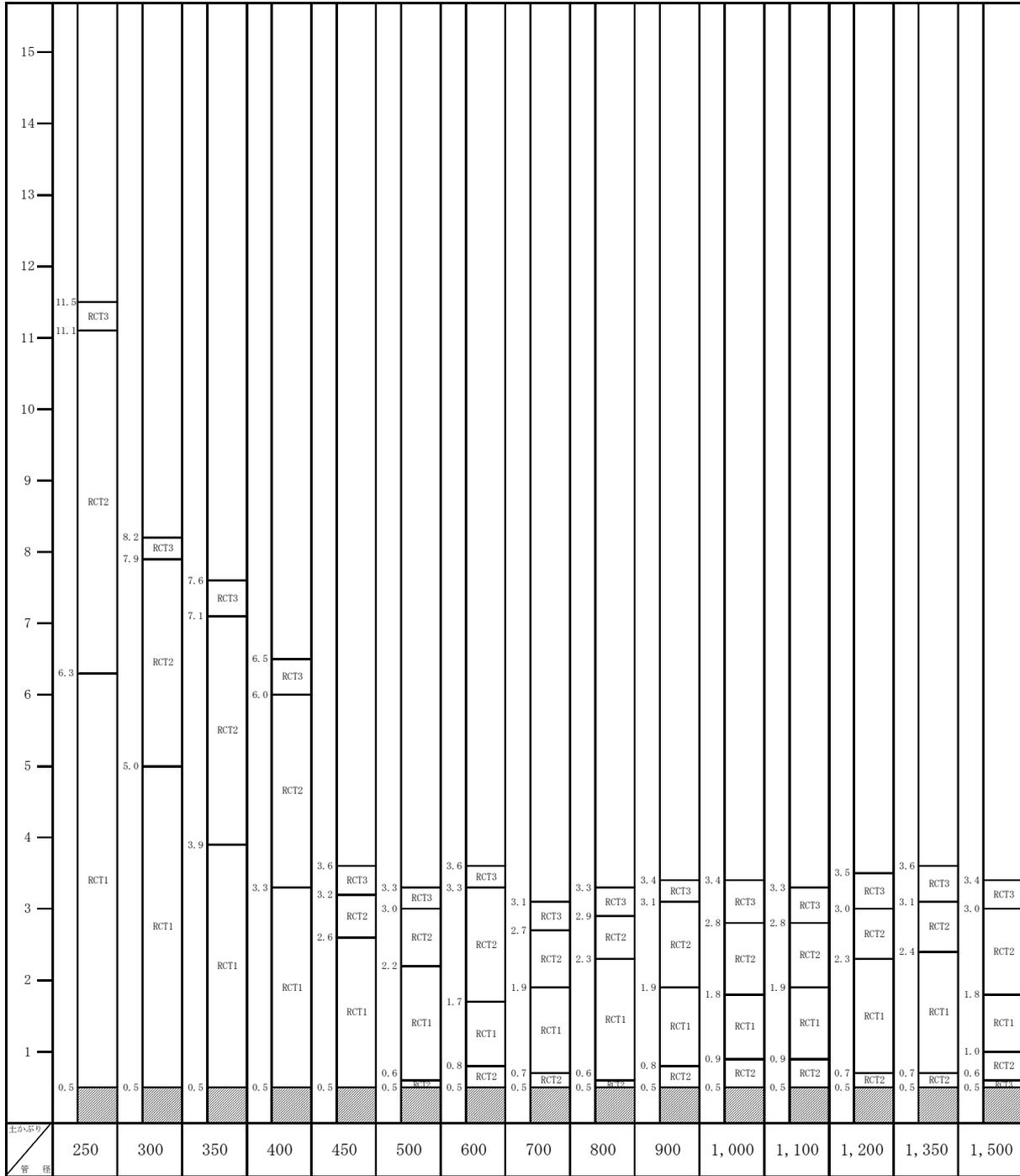


■の範囲は別途検討、原則0.5mの土被りを確保

- RCT1 : 鉄筋コンクリート高圧管1種
- RCT2 : 鉄筋コンクリート高圧管2種
- RCT3 : 鉄筋コンクリート高圧管3種

表8.8.13 鉄筋コンクリート高圧管適用土被り表(3)

砂質土 活荷重あり (自由支承)

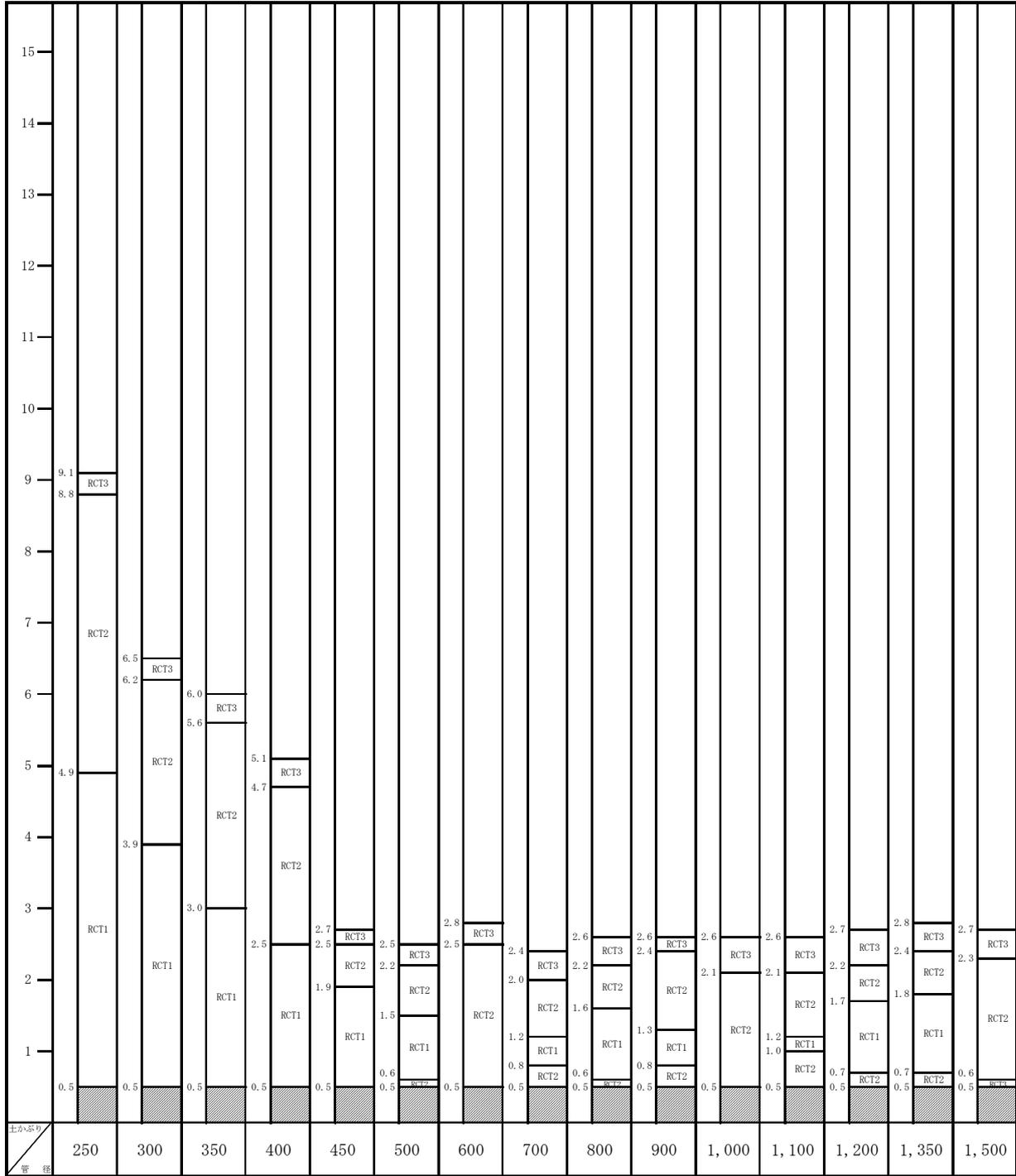


■の範囲は別途検討、原則0.5mの土被りを確保

- RCT1：鉄筋コンクリート高圧管1種
- RCT2：鉄筋コンクリート高圧管2種
- RCT3：鉄筋コンクリート高圧管3種

表8.8.14 鉄筋コンクリート高圧管適用土被り表(4)

粘性土 活荷重あり (自由支承)



■の範囲は別途検討、原則0.5mの土被りを確保

- RCT1：鉄筋コンクリート高圧管1種
- RCT2：鉄筋コンクリート高圧管2種
- RCT3：鉄筋コンクリート高圧管3種

表8.8.15 鉄筋コンクリート高圧管適用土かぶり表(5)

砂質土 活荷重なし (固定支承)

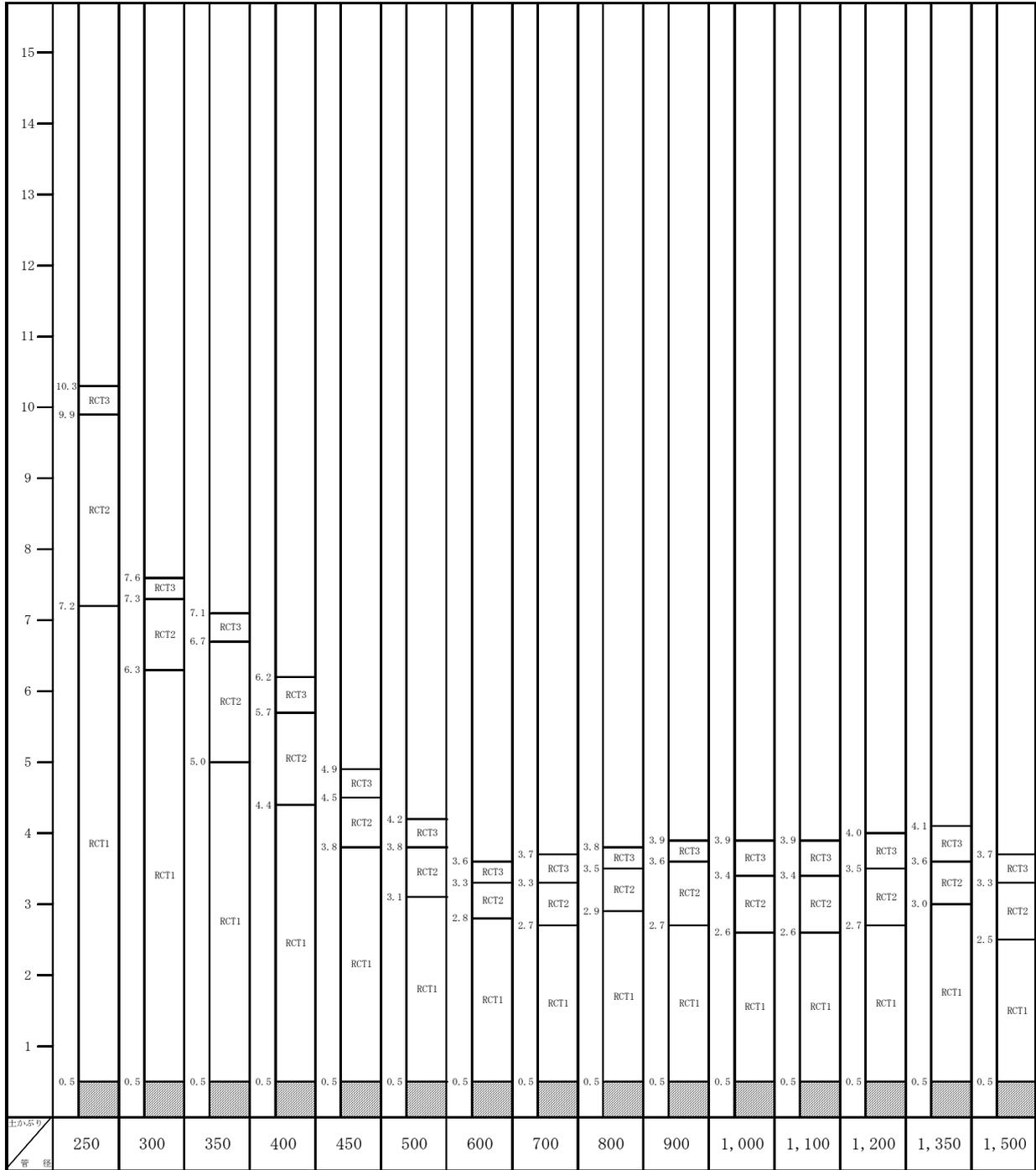
15																			
14																			
13	13.0																		
12	12.5																		
11																			
10																			
9	9.0	9.6	9.2	8.9	8.4	7.9	7.8	7.2	6.4	5.5	4.8	4.8	4.6	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2
8																			
7																			
6																			
5																			
4																			
3																			
2																			
1																			
0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
土かぶり 管種	250	300	350	400	450	500	600	700	800	900	1,000	1,100	1,200	1,350	1,500				

■の範囲は別途検討、原則0.5mの土被りを確保

- RCT1：鉄筋コンクリート高圧管1種
- RCT2：鉄筋コンクリート高圧管2種
- RCT3：鉄筋コンクリート高圧管3種

表8.8.16 鉄筋コンクリート高圧管適用土かぶり表(6)

粘性土 活荷重なし (固定支承)

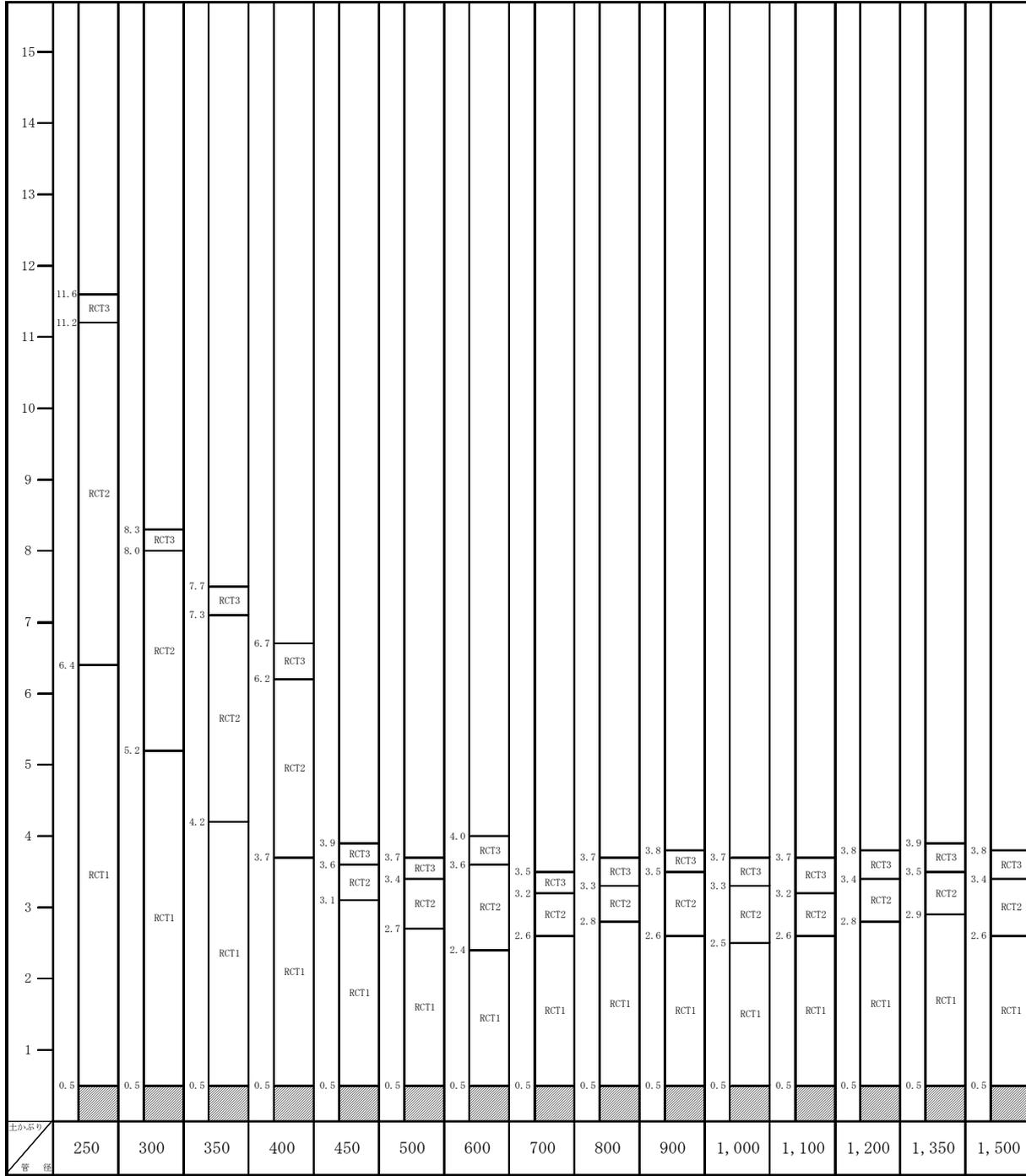


■の範囲は別途検討、原則0.5mの土被りを確保

- RCT1：鉄筋コンクリート高圧管1種
- RCT2：鉄筋コンクリート高圧管2種
- RCT3：鉄筋コンクリート高圧管3種

表8.8.17 鉄筋コンクリート高圧管適用土かぶり表(7)

砂質土 活荷重なし (自由支承)

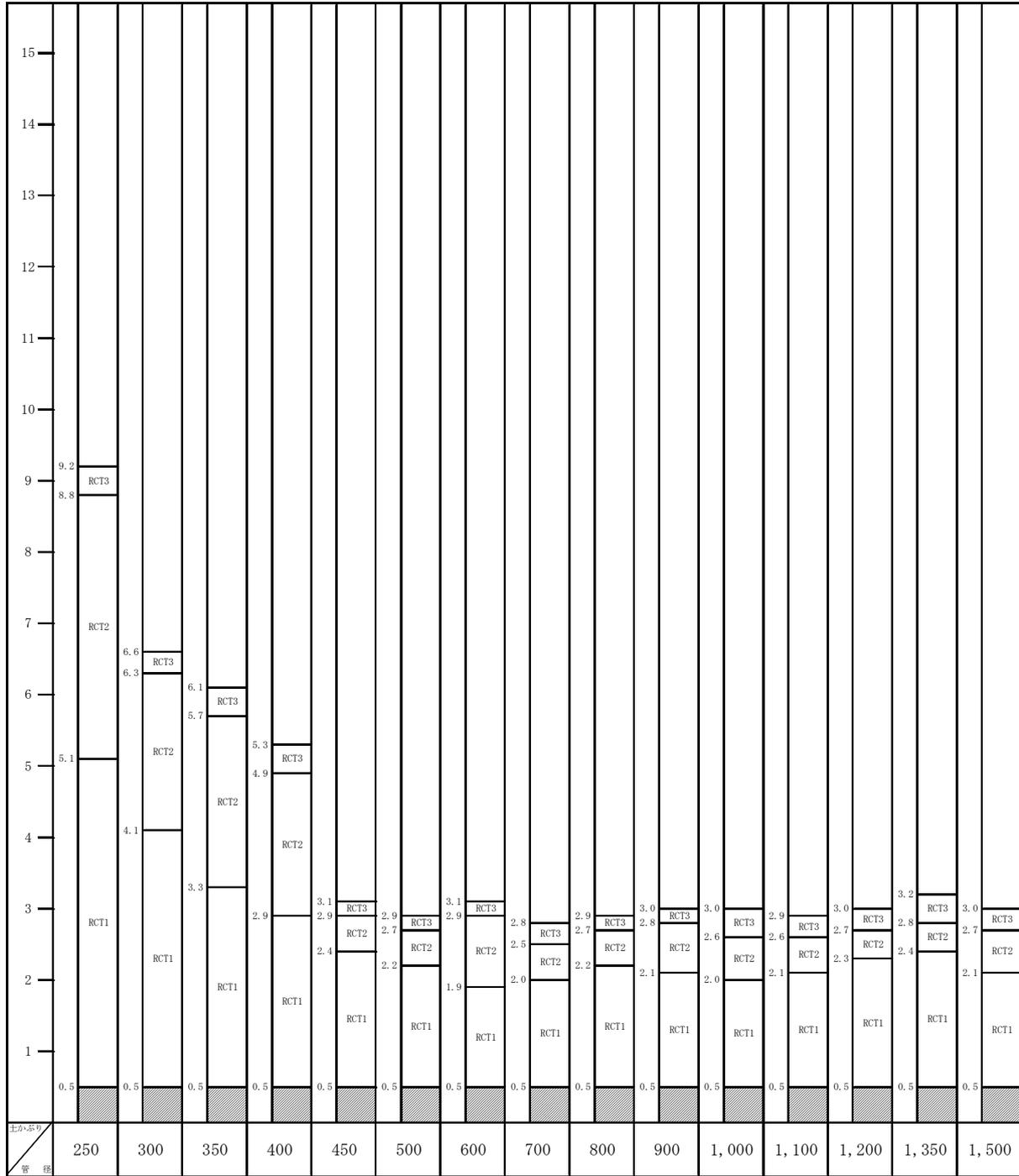


■の範囲は別途検討、原則0.5mの土被りを確保

- RCT1：鉄筋コンクリート高圧管1種
- RCT2：鉄筋コンクリート高圧管2種
- RCT3：鉄筋コンクリート高圧管3種

表8. 8. 18 鉄筋コンクリート高圧管適用土かぶり表(8)

粘性土 活荷重なし (自由支承)

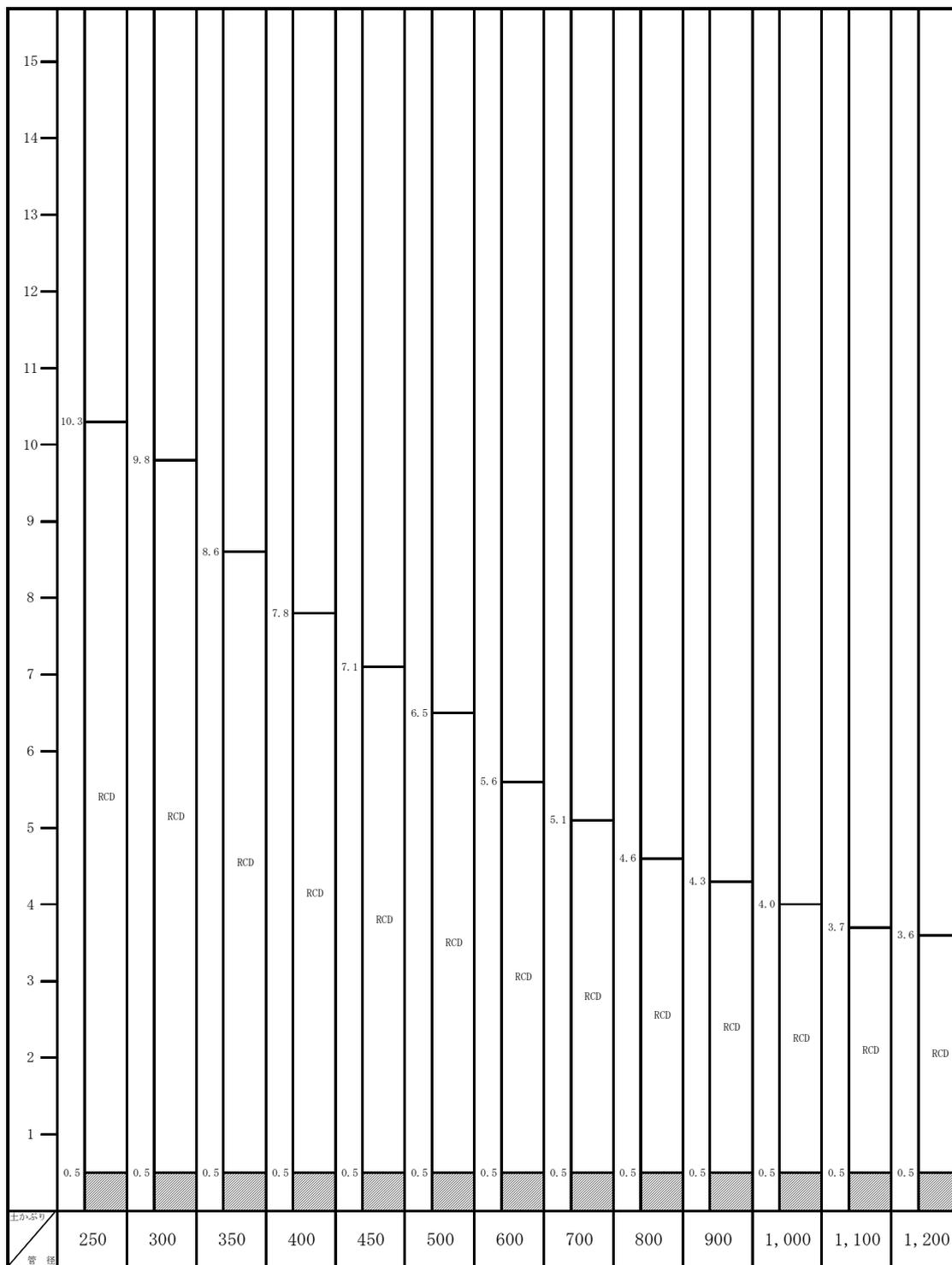


■の範囲は別途検討、原則0.5mの土被りを確保

- RCT1 : 鉄筋コンクリート高圧管1種
- RCT2 : 鉄筋コンクリート高圧管2種
- RCT3 : 鉄筋コンクリート高圧管3種

表8. 8. 19 鉄筋コンクリート台付管適用土かぶり表(1)

砂質土 活荷重あり

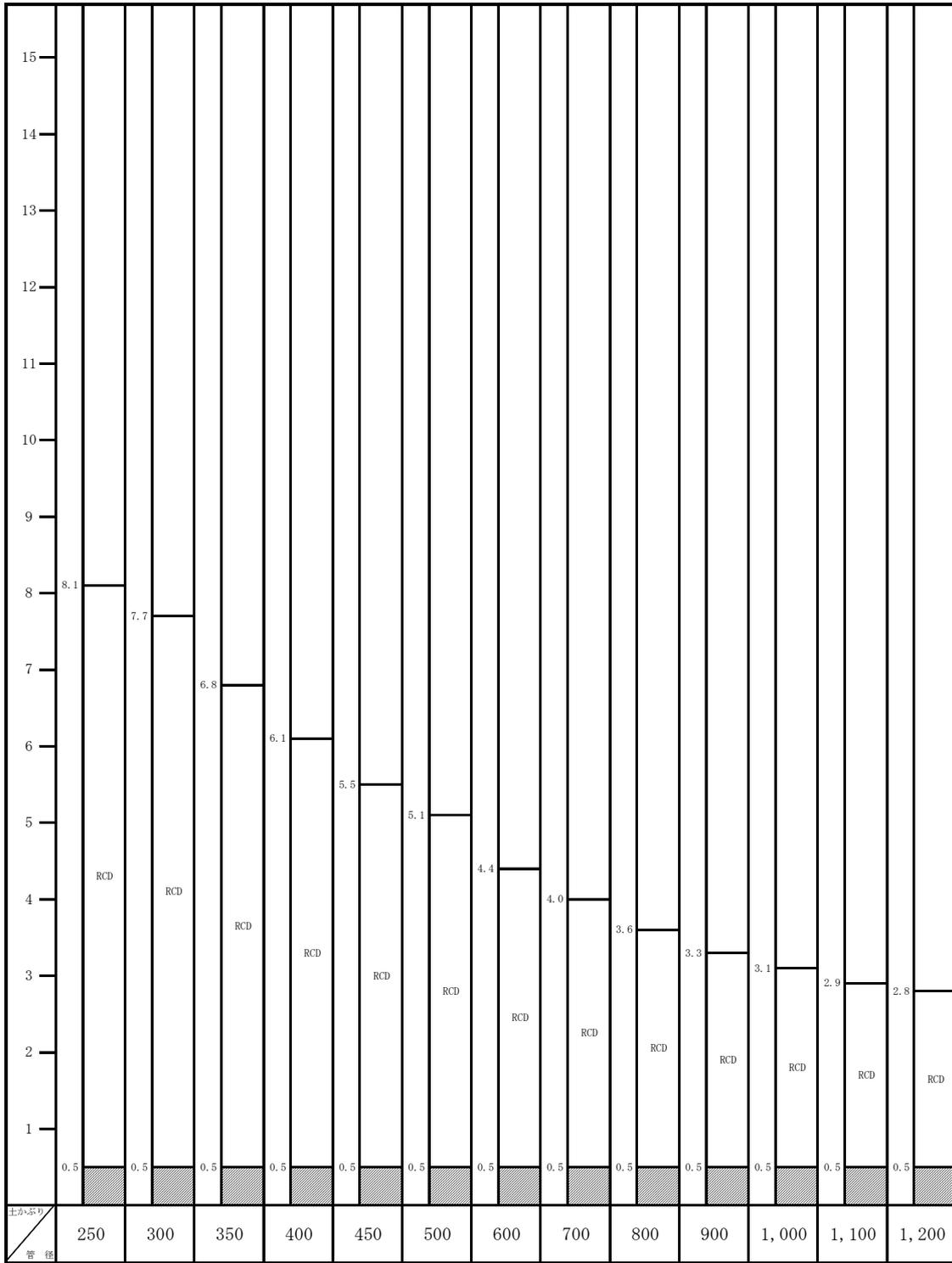


▨の範囲は別途検討、原則0.5mの土被りを確保

RCD : 鉄筋コンクリート台付管

表8. 8. 20 鉄筋コンクリート台付管適用土かぶり表(2)

粘性土 活荷重あり

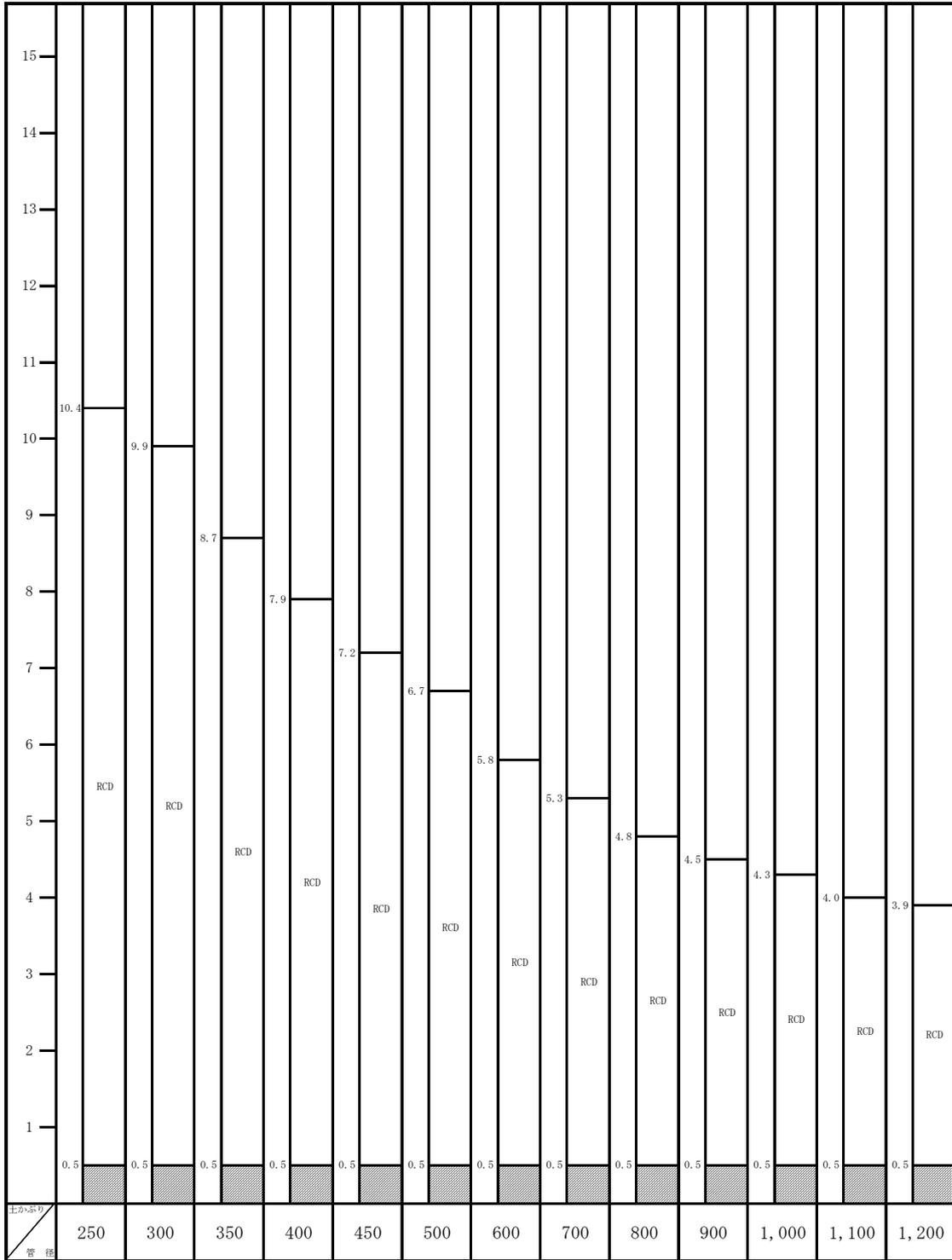


■の範囲は別途検討、原則0.5mの土被りを確保

RCD : 鉄筋コンクリート台付管

表8.8.21 鉄筋コンクリート台付管適用土かぶり表(3)

砂質土 活荷重なし

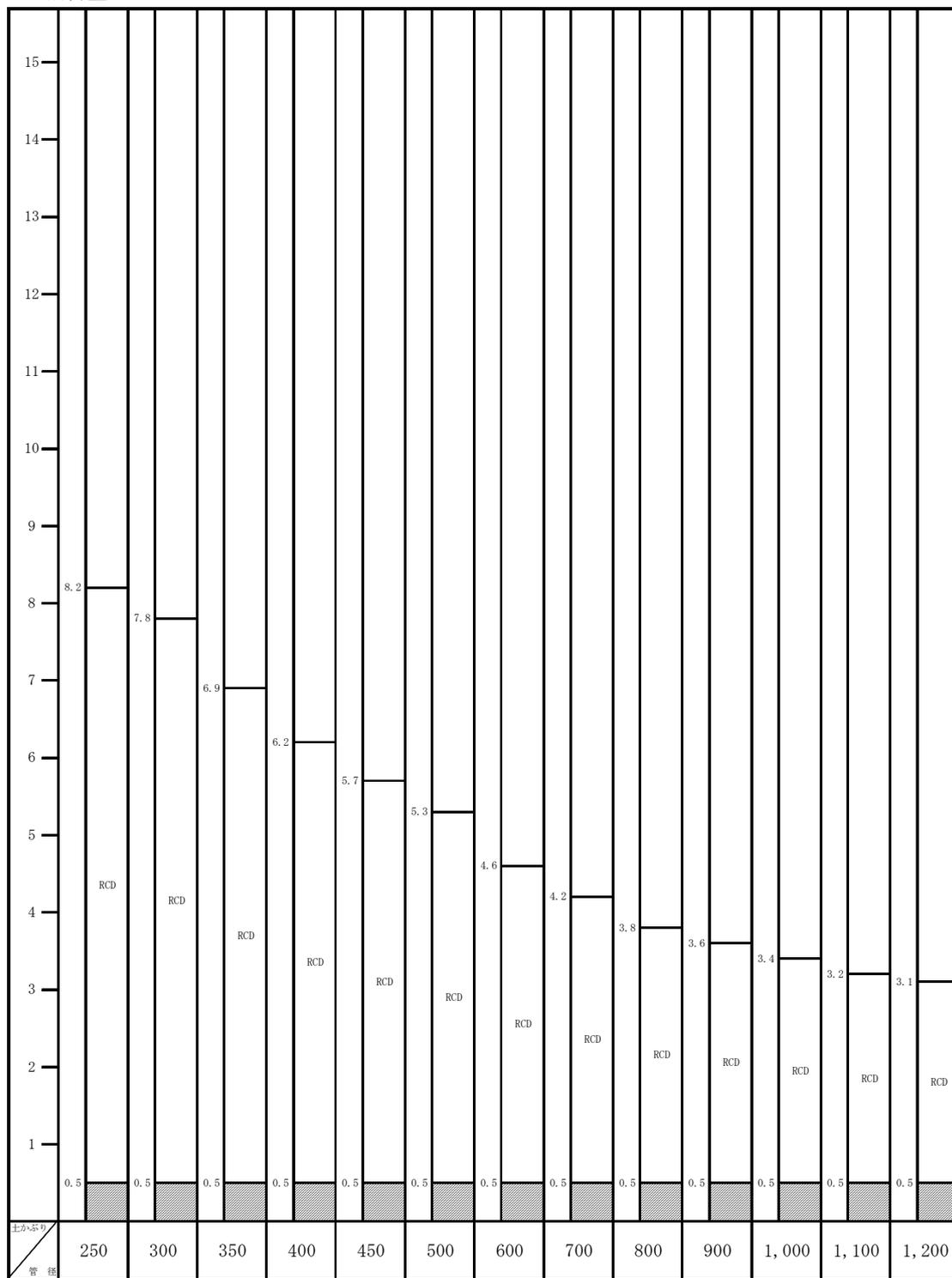


の範囲は別途検討、原則0.5mの土被りを確保

RCD : 鉄筋コンクリート台付管

表8. 8. 22 鉄筋コンクリート台付管適用土かぶり表(4)

粘性土 活荷重なし



■の範囲は別途検討、原則0.5mの土被りを確保

RCD : 鉄筋コンクリート台付管

## 8.9 たわみ性パイプカルバート

たわみ性パイプカルバートに使用する管は、コルゲートパイプ、硬質塩化ビニルパイプ、強化プラスチック複合管および高耐圧ポリエチレン管とし、その敷設箇所における荷重、基礎地盤などの条件に応じて適切な管種を選定する。

### 【解 説】

- (1) たわみ性パイプカルバートは、薄肉でたわみ性を有しており、鉛直土圧によってたわむことで、カルバート両側の土砂を圧縮し、その時に生じる受動土圧でカルバートに加わる外圧を全周にわたり均等化して抵抗するものである。したがって、その特性を十分に理解して採用すること。
- (2) 高盛土や軟弱地盤上に用いる場合は、その耐荷力は裏込めおよび被覆土によって影響を受けやすいため、それらについて検討を行うこと。また、周辺地盤の影響によって、管に過大な変形やたわみが生じる場合は、それらを検討のうえ採用すること。

