

第5章 ボックスカルバート

第1節 設計一般（標準）

この土木技術管理規程集は兵庫県管内のボックスカルバート設計に適用する。ただし、各設計は法令、通達、示方書類が全てに優先するので、示方書類の改訂、新しい通達等により内容が規程集と異なった場合は規程集の内容を読み変えること。また、内容の解釈に関する疑問点は、その都度、主管課に問い合わせること。

表5-1-1 示方書等の名称

示 方 書・指 針	発行年月日	発 刊 者
設計便覧（案）第3編 道路編	平成24年4月	近畿地方整備局
道路土工構造物技術基準・同解説	平成29年3月	
道路土工―カルバート工指針	平成22年3月	日本道路協会
道路土工―道路土工要綱	平成21年6月	〃
土木構造物設計ガイドライン 土木構造物設計マニュアル（案）〔土木構造物・橋梁編〕 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〕	平成11年11月	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	平成3年10月	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	平成3年7月	〃
道路橋示方書・同解説 IV下部構造編	平成29年11月	日本道路協会
国土交通省制定 土木構造物標準設計第1巻 ―側こう類・暗きょ類―	平成12年9月	全日本建設技術協会
立体横断施設技術基準・同解説	昭和54年1月	日本道路協会

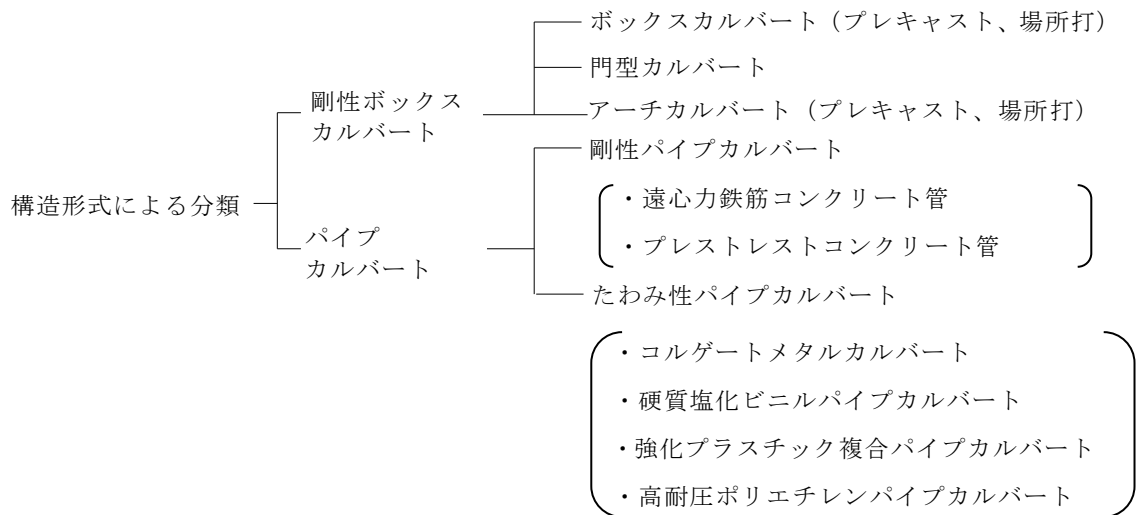
第2節 カルバート一般（標準）

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、構造形式や使用される材料の違い等から多くの種類に分類される。

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とする。

なお、パイプカルバートについては、「第4章排水第6節」を参照されたい。



近畿地方整備局
設計便覧（案）
第3編 道路編
第5章 ボックスカルバート
P5-1

道路土工
カルバート工指針
（平成21年度版）
（H22.3）
P7

2. 適用の範囲

2-1 適用の範囲

従来より多数構築されてきたカルバートは、慣用されてきた固有の設計・施工方法がある。従来の設計手法である「慣用設計法」により設計した場合は、長年の蓄積により所定の性能を確保するとみなせる。このようなカルバートを「従来型カルバート」と呼ぶこととし、従来型カルバートの適用範囲は下表の通りであるとともに、以下の条件に適合する必要がある。

表 5-2-1 従来型カルバートの適用範囲

項 目 カルバートの種類		適用土被り	断面の大きさ
ボックスカルバート	現場打ち	0.5～20m	内空幅 B：6.5mまで 内空高 H：5.0mまで
	プレキャスト	0.5～6m	内空幅 B：5.0mまで 内空高 H：2.5mまで
門型カルバート		0.5～10m	内空幅 B：8.0mまで
アーチカルバート	現場打ち	10m以上	内空幅 B：8.0mまで
	プレキャスト	0.5～14m	内空幅 B：3.0mまで 内空高 H：3.2mまで
遠心力鉄筋コンクリート管		0.5～20m	3000mm まで
プレストレストコンクリート管		0.5～31m	3000mm まで
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～60m	4500mm まで
硬質塩化ビニルパイプカルバート		(舗装厚+0.3)または 0.5の大きい方～7m	700mm 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～10m	3000mm 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～26m	2400mm まで

従来型カルバート（慣用設計法による）の適用条件

- 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。（複数のカルバートが近接して連続的に設置されないこと）
- 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 を確保すること。

表 5-2-1 に示す従来型ボックスカルバートの適用範囲外である場合や、構造形式や規模、材料、土かぶりが全て適用範囲内であっても上記慣用設計法の適用条件を満たしていない場合は、「道路土工-カルバート工指針(平成 21 年度版)第 4 章 設計に関する一般事項」に従い、カルバートの要求性能が満足されることを照査する。（ただし、適用範囲と大きく異ならない範囲で、従来型ボックスカルバートと同様な材料特性や構造特性を有すると認められる場合には、慣用設計法の適用を妨げるものではない。なお、従来型ボックスカルバートの適用範囲を特に大きく超える大規模なカルバートについては本規程の適用範囲外とする。）

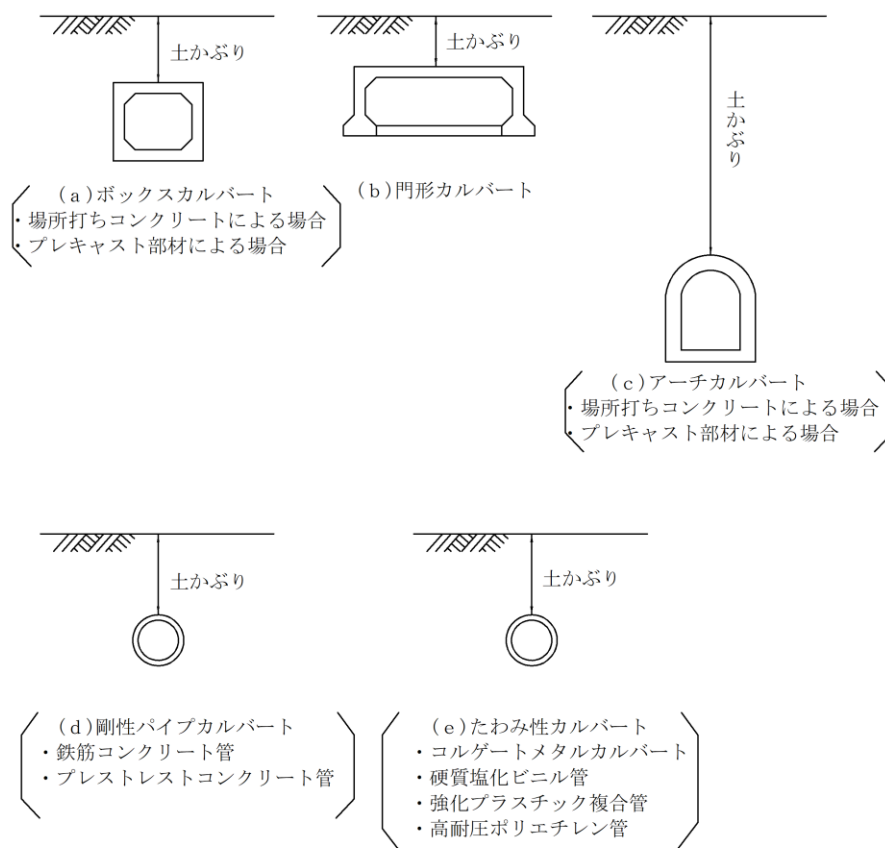


図 5-2-1 対象とするカルバートの種類

※たわみ性カルバートの使用に当たっては、維持管理、経済性、施工効果等十分に検討の上使用する。

※アーチカルバートの使用に当たっては、維持管理、経済性、施工効果等十分に検討の上使用する。

※適用を超える範囲（土被り・断面）の場合は、設計の見直しも視野に入れること。

2-2 計画・調査・設計の流れ

カルバート工の計画・調査・設計の流れを下図に示す。

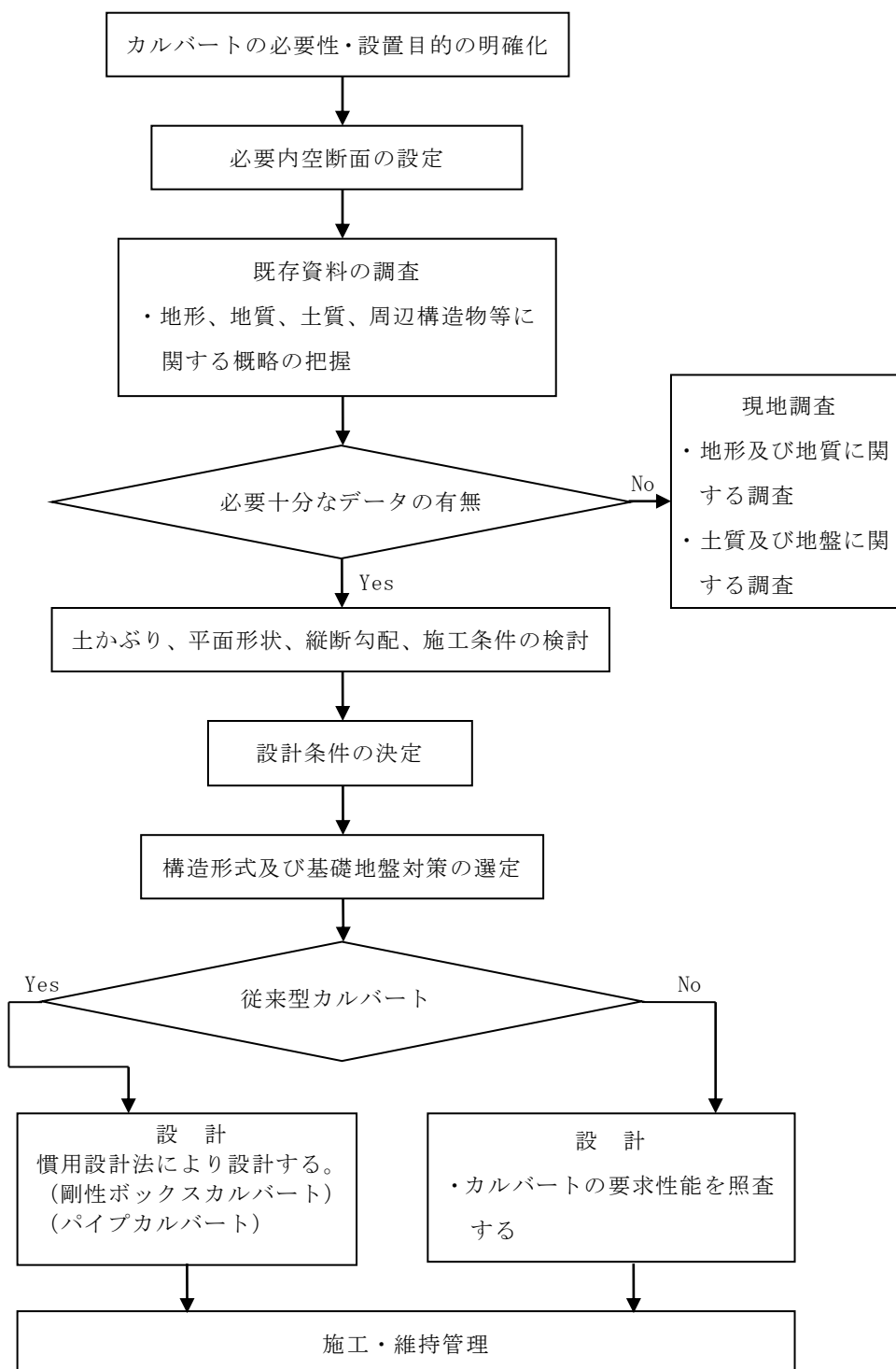


図 5-2-3- カルバート工に関する計画・調査・設計の流れ

3. カルバートの要求性能

カルバートに想定する作用に対して、使用目的との適合性、構造物の安全性について、安全性、供用性、修復性の観点から以下に要求性能（※）を設定する。

- (1) カルバートの設計に当たっては、使用目的の整合性、構造物の安全性について、安全性、供用性、修復性の観点から次の(2)～(4)に従って要求性能を設定することを基本とする。
- (2) カルバートの要求性能の水準は、以下を基本とする。

- 性能1：想定する作用によってカルバートとしての健全性を損なわない性能
- 性能2：想定する作用による損傷が限定的なものにとどまり、カルバートとしての機能の回復を速やかに行い得る性能
- 性能3：想定する作用による損傷が、カルバートとして致命的とならない性能

- (3) カルバートの重要区分は以下を基本とする。

- 重要度1：万一損傷すると交通機能に著しい影響を与える場合、あるいは隣接する施設に重大な影響を与える場合
- 重要度2：上記以外の場合

- (4) カルバートの要求性能は、想定する作用とカルバートの重要度に応じて、上記(2)に示す要求性能の水準から適切に選定する。

カルバートの設計で考慮する要求性能は、想定する作用とカルバートの重要度に応じて上記(2)に示す性能の水準から適切に選定する。一般的には、カルバートの要求性能は表5-2-2を目安とする。

表 5-2-2 カルバートの要求性能の例

想定する作用 \ 重要度		重要度 1	重要度 2
常時の作用		性能 1	性能 2
地震動の作用	レベル 1 地震動	性能 1	性能 2
	レベル 2 地震動	性能 2	性能 3

※要求性能のイメージは、第1章参照

4. カルバートの限界状態と性能照査

カルバートの設計に当たっては、原則として、要求性能に応じて限界状態を設定し、想定する作用に対するカルバートの状態が限界状態を超えないことを照査する。

表 5-2-3 カルバートの限界状態と照査項目（例）

要求性能	カルバートの限界状態	構成要素	構成要素の限界状態	照査項目	照査手法
性能 1	カルバートの機能を確保でき得る限界の状態	カルバート及び基礎地盤	カルバートが安定であるとともに、基礎地盤の力学特性に大きな変化が生じず、かつ基礎地盤の変形がカルバート本体及び上部道路に悪影響を与えない限界の状態	変形	変形照査
				安定性	安定性照査・支持力照査
		カルバートを構成する部材	力学特性が弾性域を超えない限界の状態	強度	断面力照査
		継手	損傷が生じない限界の状態	変位	変位照査
性能 2	カルバートに損傷が生じるが、損傷の修復を容易に行い得る限界の状態	カルバート及び基礎地盤	復旧に支障となるような過大な変形や損傷が生じない限界の状態	変形	変形照査
				安定性	支持力照査
		カルバートを構成する部材	損傷の修復を容易に行い得る限界の状態	強度・変形	断面力照査・変形照査
		継手	損傷の修復を容易に行い得る限界の状態	変位	変位照査
性能 3	カルバートの変形・損傷が内部空間及び隣接する施設等への甚大な影響を防止し得る限界の状態	カルバート及び基礎地盤	隣接する施設等へ甚大な影響を与えるような過大な変形や損傷が生じない限界の状態	変形	変形照査
				安定性	支持力照査
		カルバートを構成する部材	カルバートの耐力が大きく低下し始める限界の状態	強度・変形	断面力照査・変形照査
		継手	継手としての機能を失い始める限界の状態	変位	変位照査

5. 従来型剛性ボックスカルバートの設計方法

従来側剛性ボックスカルバートについては、多くの施工実績があること、かつ既往の地震時の挙動を含め供用開始後の健全性が確認されているため、道路土工—カルバート工指針（平成21年度版）の第5章で述べる従来から慣用されてきた設計法・施工法に従い、許容応力度法によりカルバートの安定性及び部材の安全性の照査を行うとともに、「5-6 鉄筋コンクリート部材の構造細目」以降に示す構造細目に従えば、常時の作用及びレベル1地震動に対して性能1を、レベル2地震動に対して性能2を確保するとみなせるものとする。

6. カルバート形状の選定基準

カルバートの形状選定に当っては、道路の設計、施工に適した構造でかつ経済的に有利なものを計画しなければならない。

したがって、カルバートの形状選定においては、下記の事項について調査，検討を行い決定するのが望ましい。

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

また、連続するアーチカルバート構造を採用する場合は、盛土材や基礎地盤に留意し、必要に応じて主管課に協議すること。

第3節 設計（標準）

1. 荷 重

設計に用いる荷重は、鉛直土圧、水平土圧、死荷重、活荷重を考慮し荷重は左右対象と考え、施工時に偏圧を受ける場合は、設計に考慮しなければならない。

表5-3-1 ボックスカルバートの設計に用いる荷重

荷 重		一 般 式	備 考
鉛直土圧		$P_{vd} = \alpha \cdot \gamma \cdot h_i$	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_i : 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	鉛直荷重	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 $q_{u1} = \frac{P_{(1+i)}}{2h_i + 0.2}$	$h_i = 4.0$ 以上は $q_{u1} = 10\text{kN}/\text{m}^2$
	水平荷重	$P_v = q_{vti} \cdot k$	q_{vti} : 水平荷重を求める点の換算等分布荷重

注) 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は同じとする。

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。

土の単位体積重量は周辺状況により決定する。

擁壁等に近接する場合、かかる土圧の軽減など経済的になるよう整合を計る。

近畿地方整備局

設計便覧（案）

第3編 道路編

第5章 ボックス

カルバート

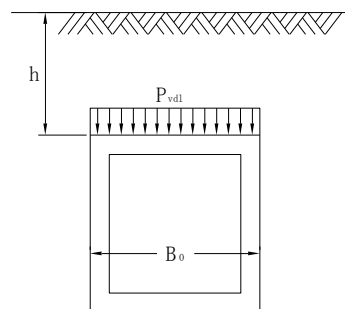
P5-6

1－1 鉛直土圧の考え方

係数 α はボックスカルバートの規模、土被り、基礎の支持条件に応じて表 5－3－2 に示す値を用いるものとする。

表 5－3－2 係数 α

条 件	鉛直土圧係数 α	
次のいずれかに該当する場合 ・良好な地盤上（置き換え基礎も含む）に設置する直接基礎のカルバートで、土被りが 10m 以上でかつ内空高が 3 m を越える場合 ・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)	$h / B_0 < 1$	1.0
	$1 \leq h / B_0 < 2$	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。		



h : カルバートの土被り (m)
(舗装表面よりカルバート上面までの距離)
 B_0 : カルバートの外幅 (m)

図 5－3－1 鉛直土圧

1-2 活荷重の考え方

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荷重の場合ではつぎのようになる。

$$\begin{aligned} \text{後輪： } P_{l+i} &= \frac{2 \times \text{後輪荷重 (kN)}}{\text{車両占有幅 (m)}} \times (1 + \text{衝撃係数}) \\ &= \frac{2 \times 100}{2.75} \times (1 + i) \quad (\text{kN/m}) \quad \dots\dots\dots (3-3) \end{aligned}$$

$$\text{前輪： } P'_{l+i} = \frac{2 \times 25}{2.75} \times (1 + i) \quad (\text{kN/m}) \quad \dots\dots\dots (3-4)$$

なお、この場合の衝撃係数 i は表 5-3-3 の値とする。

表 5-3-3 衝撃係数 i

カルバートの種類	土被り (h)	衝撃係数
<ul style="list-style-type: none"> ・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 	$h < 4\text{m}$	0.3
	$4\text{m} \leq h$	0
	$h < 1.5\text{m}$	0.5
	$1.5\text{m} \leq h < 6.5\text{m}$	$0.65 - 0.1h$
<ul style="list-style-type: none"> ・コンクリート製パイプカルバート ・セラミックパイプカルバート ・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 	$6.5\text{m} \leq h$	0

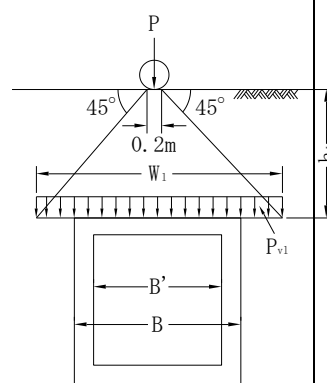


図 5-3-2 活荷重

また、活荷重の分布は、図 5-3-2 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垂直 P_{v1} は次項によって計算する。

(i) 土被り 4.0m未満の場合

$$P_{v1} = \frac{P_{1+i} \times \beta}{W_1} = \frac{P_{1+i} \times \beta}{2h_1 + 0.2} \quad (\text{kN/m}^2) \quad \dots\dots\dots (3-5)$$

ここに、 W_1 : 活荷重の分布幅 (m)

β : 断面力の低減係数で表 5-3-4 による。

表 5-3-4 断面力の低減係数

	土被り $h \leq 1\text{m}$ かつ内空 幅 $\beta' \geq 4\text{m}$ の場合	左記以外の場合
β	1.0	0.9

(ii) 土被り 4.0m以上の場合

土被りが 4.0m 以上の場合には、鉛直方向活荷重として頂版上面に一様に 10kN/m^2 の荷重を考えるものとする。

(iii) 土被り 4.0m未満で前輪の影響を考える場合

一般的に前輪荷重の影響は無視してよいが、前輪の影響を考える場合、後輪荷重 P の載荷位置は支間中央とし、前輪荷重 P' による分布荷重のボックスカルバートにかかる部分を載荷する (図 5-3-3)。

載荷幅 W_2 は

$$W_2 = \frac{B}{2} + h_1 - 5.9 \quad (\text{m}) \quad \dots\dots\dots (3-6)$$

前輪による鉛直荷重 P_{v1}' は

$$P_{v1}' = \frac{P_{1+i}'}{W_2} \quad (\text{kN/m}^2) \quad \dots\dots\dots (3-7)$$

となる。

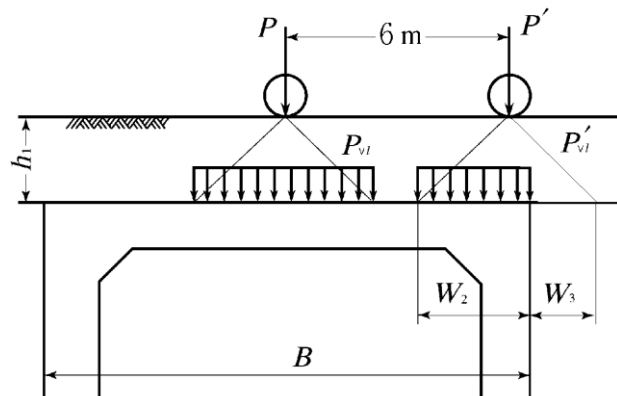


図 5-3-3 前輪の影響

(iv) 踏掛版からの荷重

踏掛版を設置する場合は、踏掛版からカルバートに作用する支点反力のカルバート部材への影響を考慮して設計するものとする。踏掛版からカルバートに作用する支点反力の計算方法については、「道路橋示方書・同解説IV下部構造編」によるものとする。

踏掛版からのカルバートに作用する支点反力および側壁に作用する水平土圧の載荷方法は、図5-3-4に示す(a)、(b)および(c)の3とおりについて行うとよい。なお、この場合の活荷重および側壁に作用する水平土圧は、踏掛版を設けない場合と同様である。

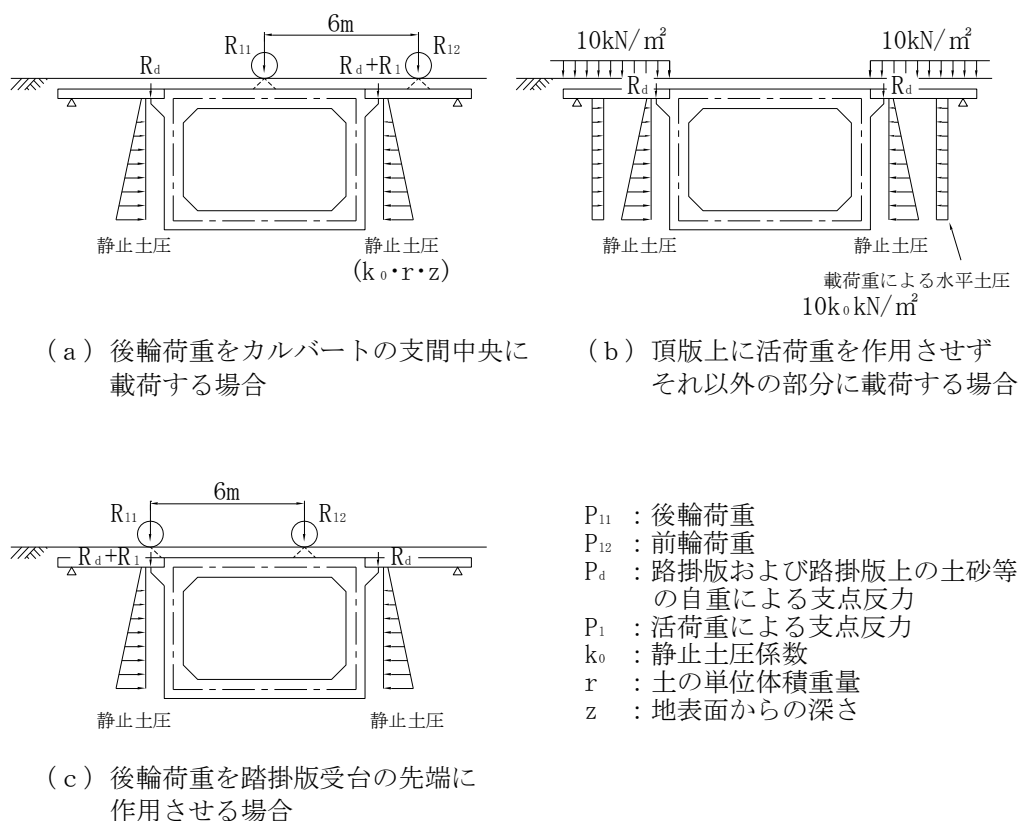


図5-3-4 踏掛版からの荷重の載荷方法

1-3 水圧及び浮力

水圧は、地盤条件や地下水位の変動等を考慮して適切に設定する。カルバートが地下水位以下に設置される場合には、断面設計にあたり水圧を考慮する。ただし円形カルバートで全周面に水圧が作用する場合にはそれによる曲げ応力の増加が小さいため省略してもよい。

浮力は、カルバートが地下水位以下に設置される場合に、カルバートの浮上りに対する安定照査において考慮しなければならない。間隙水や地下水位の変動等を考慮して適切に設定するものとする。浮力は上向きに作用するものとし、カルバートに最も不利になるように載荷する。

1-4 コンクリートの乾燥収縮の影響

コンクリート部材から構成されるカルバートで、乾燥収縮の影響によりカルバートの構造や施工条件等に応じて、コンクリートの乾燥収縮の影響を考慮する。乾燥収縮の影響によりカルバートの健全性に影響を与えるおそれがある場合には、必要に応じてコンクリートの乾燥収縮の影響を考慮するものとする。この場合、「道路橋示方書・同解説 I 共通編」に準じる。

従来型剛性ボックスカルバートにおいては、土被りが一般的に 50cm 以上となるため乾燥収縮の影響は考えなくてもよい。土被りが薄いなどの理由により乾燥収縮の影響を考慮する場合は、乾燥収縮度は 15×10^{-5} とする。

1-5 温度変化の影響

寒冷地で土被りが薄く、路盤や路床の凍上による変状・損傷が懸念される場合には温度変化の影響を考慮する。温度変化を考慮する場合には「道路橋示方書・同解説 I 共通編」に準じる。

従来型剛性ボックスカルバートにおいては、土被りが一般的に 50cm 以上となるため温度変化の影響は考えなくてもよい。

土被りが薄いなどの理由により温度変化の影響を考慮する場合は、温度差は $\pm 15^{\circ}\text{C}$ とする。

1-6 地震の影響

地震の影響として一般的に以下のものを考慮する。

- 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

なお、従来型ボックスカルバートでは門型カルバートを除き、地震動の作用に対する照査を省略することができる。ただし門型カルバート以外の従来型剛性ボックスカルバートであっても、カルバートが地下水位以下に埋設され、周辺地盤の液状化の発生が想定される場合には、必要に応じて液状化に伴う過剰間隙水圧を考慮して浮上りに対する検討を行う。

また、従来型ボックスカルバートの適用範囲を超える剛性ボックスカルバートや特殊な構造形式のカルバートについては、道路土工-カルバート工指針（平成 21 年度版）第 4 章に示す性能規定的な考えに基づき、地震動に対する照査の必要性も含めて適切な検討を行うものとする。

門型カルバートの地震動に対する照査では、カルバート及び上載土の重量に起因する慣性力と地震時土圧を考慮する。その他の方法として、「駐車場設計施工指針」に示される地盤の変形を考慮した応答変位法や、近年地下構造物の耐震設計への適用事例が多い応答震度法をはじめとする FEM 系静的解析手法等もある。この場合設計地震動、地盤定数の設定や解析手法の適用条件について、十分な検討を行う必要がある。

カルバートが地下水位以下に埋設される場合で、周辺地盤の液状化の発生が想定される場合には、必要に応じて液状化に伴う過剰間隙水圧を考慮して浮き上がりに対する検討を行う。この場合、地盤の液状化の判定については「道路土工-軟弱地盤対策工指針」に、過剰間隙水圧の設定については「共同溝設計指針」に従ってよい。

近畿地方整備局
設計便覧（案）
第 3 編 道路編
第 5 章 ボックス
カルバート

P5-9

近畿地方整備局
設計便覧（案）
第 3 編 道路編
第 5 章 ボックス
カルバート

P5-10

2. 許容応力度

コンクリート及び鉄筋の許容応力度は、表 5-3-5、表 5-3-6 のとおりである。

表 5-3-5 コンクリートの許容応力度 (N/mm²)

設計基準強度	許容曲げ圧縮応力度	許容付着応力度	許容せん断応力度
24	8.0	1.60	0.39

ただし、地震時の許容応力度は 50%、温度変化の影響を考慮する場合は 15% を表 5-3-5 の値から割増するものとする。

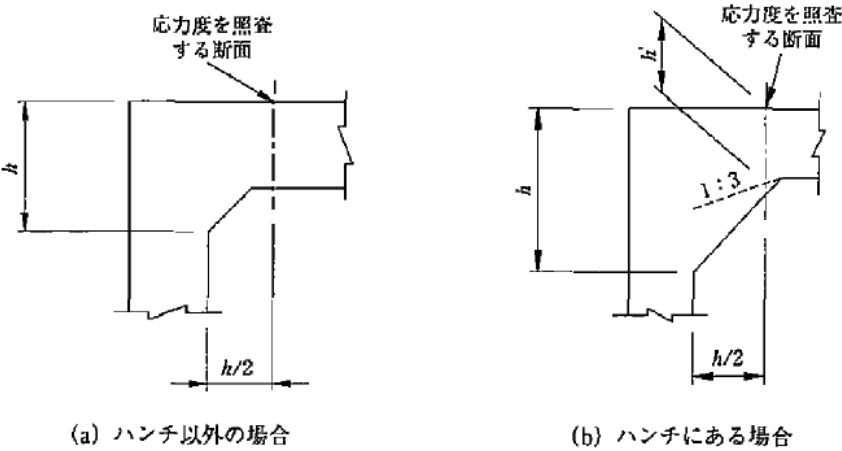


図 5-3-5 応力度照査位置

表 5-3-6 鉄筋の許容引張応力度 (N/mm²)

鉄筋の種類			SD345
応力度、部材の種類			
引張 応 力 度	荷重の組合せに衝突荷重あるいは地震の影響を含まない場合	一般の部材	180
		水中あるいは地下水位以下に設ける部材	160
	荷重の組合せに衝突荷重あるいは地震の影響を含む場合の許容応力度の基本値		200
	鉄筋の重ね継手長あるいは定着長を算出する場合の許容応力度の基本値		200

近畿地方整備局
設計便覧（案）
第 3 編 道路編
第 5 章 ボックス
カルバート
P5-10、11

3. 耐久性の検討

3-1 一般

剛性ボックスカルバートの設計にあたっては、経年的な劣化による影響を考慮するものとする。特に鉄筋コンクリート部材におけるコンクリートの劣化、鉄筋の腐食等に伴う損傷により、所要の性能が損なわれないように耐久性の検討を行うものとする。

一般に鉄筋コンクリート部材が所要耐久性を確保するためには、中性化、塩化物イオンの浸透（塩害）による鉄筋の腐食、アルカリシリカ反応、凍結融解作用、流水等による磨耗、科学的侵食を考慮する必要がある。塩害に対しては、「3-2 塩害に対する検討」に示す。これ以外の耐久性は「道路土工-カルバート工指針（平成 21 年度版）」における「4-4 使用材料」、「第 7 章 施工」によることにより検討を省略することができる。しかし、環境条件が特に厳しい場合等には、耐久性も検討することが望ましい。

水路カルバートにおいては、砂粒を含む流水、砂礫を含む波浪による磨耗等の作用を受けることがある。そのような現象が危惧される場合には、流水の速度、底面地盤の状況等の周辺環境を十分に把握したうえで、鉄筋のかぶりを増やしたり、コンクリート表面の防護等を行うことが望ましい。

3-2 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 5-3-7 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 5-3-7 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 5-3-6 及び表 5-3-9 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	

表 5-3-7 に示す地域における鉄筋かぶりの最小値について、「道路橋示方書・同解説 IV 下部構造編」に示される値を表 5-3-8 に示す。なお、「Ⅲコンクリート橋編」を参照してもよい。

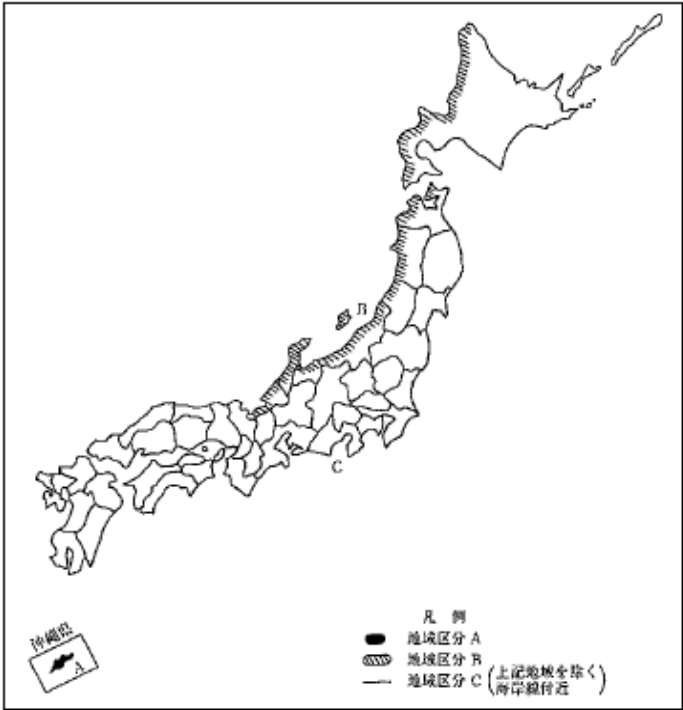


図 5-3-6 塩害の影響度合いの地域区分

表 5-3-8 塩害の影響による最小かぶり（mm）

塩害の 影響の度合	構造 対策区分	剛性ボックス カルバート
影響が激しい	S	90※1
影響を受ける	I	90
	II	70
	III	50

※1 塗装鉄筋の使用又はコンクリート塗装、埋設型枠等を併用

3-3 具体的な塩害対策

- (1) 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とみなしてもよい。
- (2) 路面凍結防止剤（融雪剤）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とする。

4. 最小部材厚及び鉄筋かぶり

最小部材厚及び鉄筋かぶりは表 5－3－7 のとおりである。

部材の形状は等厚の矩形断面とする。

鉄筋かぶりは主鉄筋中心からコンクリート表面までの距離で表示している。

表 5－3－7 最小部材厚及び鉄筋かぶり

型 式	最 小 部 材 厚	鉄 筋 か ぶり
ボックスカルバート	0.3m	頂版・側壁 : 10 cm
	ピッチ : 0.1m	底版 : 11 cm

鉄筋のかぶりは、頂版・側壁の各部材については 4 cm、底版については 7 cm 以上とした。
配力鉄筋を主鉄筋の外側に配置することより、配力鉄筋の位置および、組立鉄筋を考慮して、
頂版・側壁については 10 cm、底版については 11 cm を標準値とする。

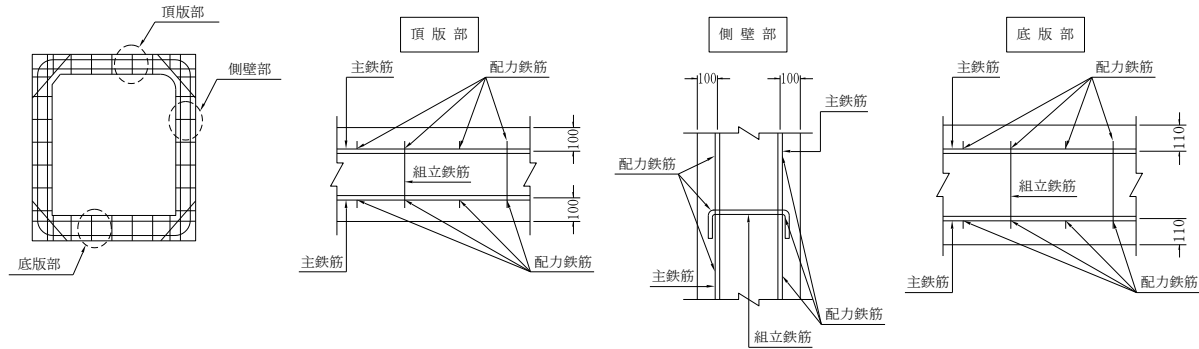


図 5－3－5 鉄筋かぶり概略図

5. 配筋方法

施工性を考慮し、配筋仕様書は以下のとおりとする。

- (1) 重ね継手長や調整できる鉄筋は原則として、定尺鉄筋（50 cmピッチ）を使用する。ただし、スターラップ、組立筋、ハンチ筋はこの限りではない。また、鉄筋のフック長による調整は、鉄筋の加工作業を煩雑にさせるため行わないのがよい。
- (2) 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、決めなければならない。

鉄筋の配筋規定は、下記の通りとする。

- 1) 主鉄筋の鉄筋径と配筋間隔は、表5-3-8の組み合わせを標準とする。

表5-3-8 主鉄筋の鉄筋径と配筋間隔の組み合わせ

径 配筋間隔	D13	D16	D19	D22	D25	D29	D32
125 mm	—	—	—	○	○	○	○
250 mm	○	○	○	○	○	○	○

鉄筋本数の低減を目的とし、応力度や鉄筋の定着などに支障のない限り配筋間隔を250 mmとすることが望ましい。

- 2) 主鉄筋と配力鉄筋の関係は、表5-3-9の組み合わせを標準とする。

表5-3-9 主鉄筋と配力鉄筋の組み合わせ

主鉄筋 配力鉄筋	D13	D16	D19	D22	D25	D29	D32	D22	D25	D29	D32
	250 mm							125 mm			
D13ctc250 mm	○	○	○	○	○	○	—	—	—	—	—
D16ctc250 mm	—	—	—	—	—	—	○	○	○	—	—
D19ctc250 mm	—	—	—	—	—	—	—	—	—	○	○

圧縮鉄筋および配力鉄筋などの部材設計から算出できない鉄筋については、引張側主鉄筋または軸方向鉄筋の1/6以上の鉄筋量を配置する。

- 3) 重ね継手長は以下の式により求めた値以上とする。

ここに、 l_a : 重ね継手長（10 mm単位に切り上げ）〔mm〕
 σ_{sa} : 鉄筋の重ね継手長を算出する際の許容引張応力度〔200 N/mm²〕
 τ_{oa} : コンクリートの許容付着応力度〔1.6 N/mm²〕
 ϕ : 鉄筋の直径〔mm〕

- 4) 鉄筋の定尺長

$L_{max} = 12.0\text{m}$ とする。

5) カルバート外周鉄筋

重ね継手は、一断面に集中（イモ継ぎ）させないように、重ねた鉄筋の端部どうしを鉄筋直径の25倍程度ずらすのが望ましい。ただし、これによって重ねた鉄筋の端部が応力レベルの高い（一般には頂版上面または底版下面からカルバート全高の $1/4$ 程度の隅角部の範囲を避ける）箇所となる場合にはその限りではない。これは、重ね継手による鉄筋を応力レベルの高い隅角部付近で定着すると、コンクリートに鉄筋の端部からひび割れが発生する恐れがあり、それを避けることを優先したものである。

ラーメン隅角部における鉄筋中心の曲げ半径は、鉄筋直径の10.5倍の値を10mm単位に切り上げる。

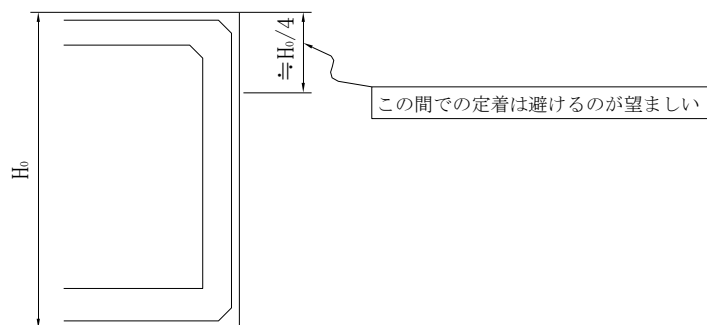


図5-3-6 鉄筋定着を避ける範囲

6. 土被り厚さ

6-1 最小土被り厚

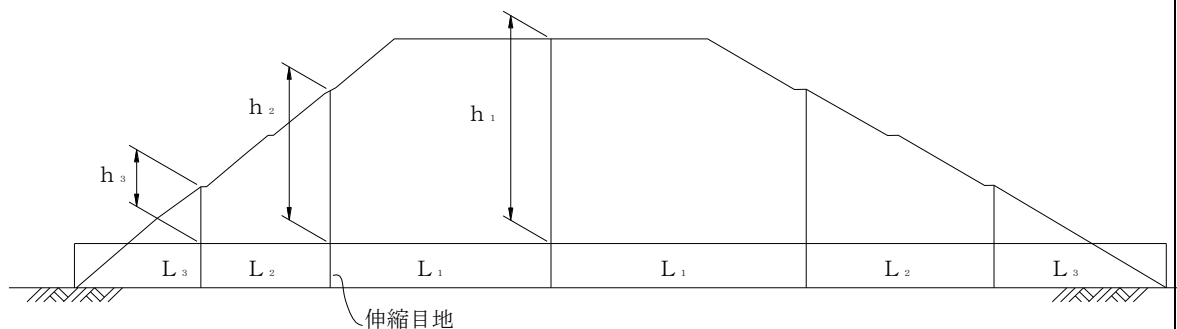
ボックスカルバートの土被り厚は、車道下で舗装厚以上又は50cm程度以上が得られるように当初から計画しておくことが望ましい。

6-2 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、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5-3-7 土被りの考え方

7. ハンチの省略

下側ハンチは設けない。側壁下端と底版端部において、ハンチ無しの影響を考慮してコンクリートの曲げ圧縮応力度が許容応力度の $3/4$ 程度となる部材厚にする。

第4節 基礎（標準）

カルバートの基礎は直接基礎を標準とするが、用水路カルバート等でやむをえず杭基礎としカルバートの沈下を許さない構造（※）にあつては、周辺地盤の沈下に伴う上載荷重の増加と道路面の不陸発生について十分検討することとする。

カルバートの基礎形式はカルバート頂部と裏込め部の間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。

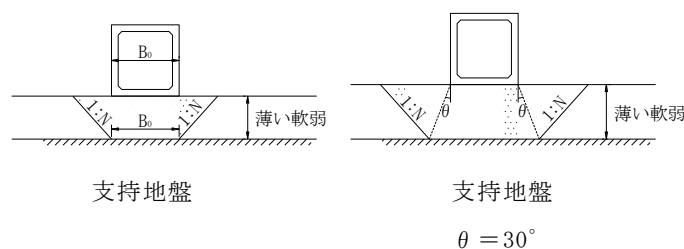
対策をせず、直接基礎を適用するのが困難な場合は、設置箇所の地形や地盤条件、環境条件、施工条件、およびカルバートの構造形式等を総合的に検討し、最適な基礎地盤対策を選定する。

※沈下抑制が必要な施設（例）：水路ボックス、鉄道下

1. 置換基礎、改良地盤

軟弱層が地表近くでかつ厚さが薄い（2 m程度）場合や、部分的に軟弱層がある場合、それを除去して良質な材料で置換（図5-4-1）又は土質安定処理（図5-4-2）を行うものとする。

なお、基礎形式については、周辺状況や軟弱層の形状及び経済性を考慮し、選定することとする。



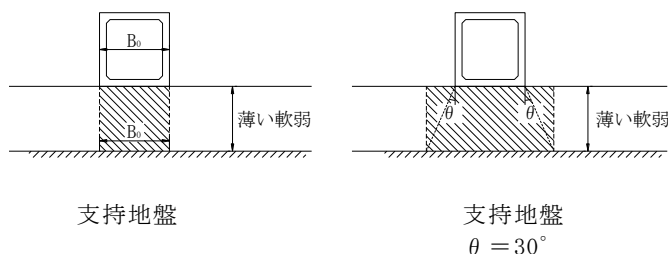
N：土質条件により算出

(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

置換基礎の形状

図5-4-1



(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

改良地盤の形状

図5-4-2

2. 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」p 348 に準じて行う。カルバートの杭基礎としての留意点を以下に示す。

- 1) カルバート横方向（支間方向）の断面力は、杭を含めた全体構造で計算しなければならない。
- 2) 杭種はRC杭、PHC杭が一般的に用いられる。
- 3) 本体と同様に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5-4-3）。
- 5) 杭頭の結合部の応力照査は、床版コンクリートの鉛直方向支圧力度、押抜きせん断応力およびせん断力が生じる場合には、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かつ均等に受け取るようにするものとし、図5-4-3のように2列配置の場合は側壁軸近くに配置するのが望ましい。

3. 基礎底面の処理

基礎底面の処理は、図5-4-3、図5-4-4を標準とする。

ただし、地質が砂、砂礫、岩盤及び置換基礎の場合は、基礎材は除くものとする。

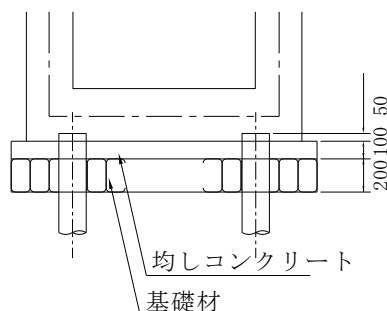


図5-4-3 杭基礎（2列配置）の例

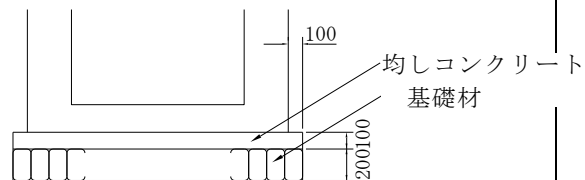


図5-4-4 基礎底面の処理例

第5節 背面の設計（参考）

1. 裏込め工

裏込め工の施工には盛土との同時進行、裏込めの先行、及び裏込めの後施工があるが、土被りが1m以下（路床面と頂版上面間とする）で背面の盛土の沈下により路面の不陸が考えられる場合、盛土においては、裏込め工を先行して施工するのが望ましい。

ただし、裏込め工が先行できない場合は同時に立ち上げるのが良い。（図5-5-1）
裏込め工の材料は購入土等の良質材とする。

図 5-5-1 裏込工の施工例

- (1) 地下水位の影響を受けるおそれのある道路BOXは、原則として防水処理を行うこと。
- (2) 防水処理は一般に、底版と側壁の打ち継ぎ目付近、伸縮目地の周囲（図5-5-2を参照）に行うものとするが、市街地、地下水位等で、全面行う必要のある場合はこの限りでない。

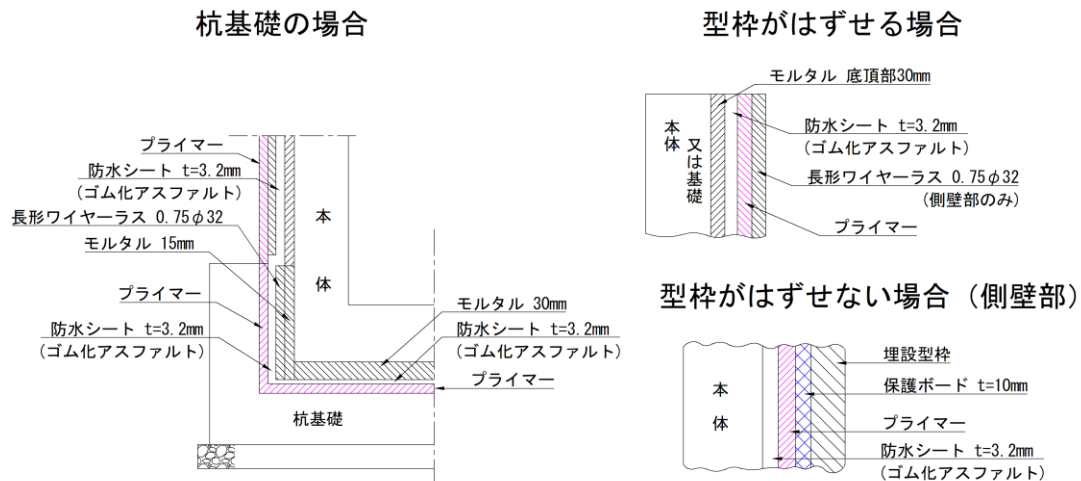


図5-5-2 防水処理

3. 排水工

供用後の裏込め部の沈下の原因は、裏込め部の含水比上昇による場合が多い。特に、切盛境や沢部に設置されたカルバートでは図5-5-3に示すように、地下排水溝等を十分に設置し排水を行うことが望ましい。

なお、この場合地下排水溝の流末について考慮すること。

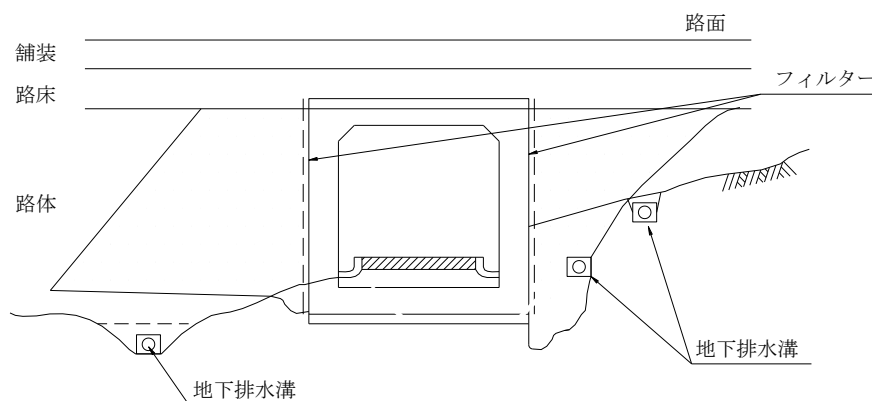


図5-5-3 ボックスカルバートの裏込め排水工の例

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5-5-4）。

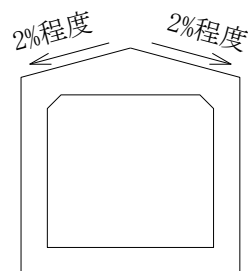


図5-5-4 頂版上面の排水処理例

4. 踏 掛 版

4－1 踏掛版の設置

- ① プレキャストの場合は設置できないため、裏込材は、良質土・セメント系改良を用い、沈下の生じないようにする。
- ② 現場打ちの場合は、経済性・施工性を考慮して、設置を行う。
 - ・設置する場合は、踏掛版の荷重を考慮した構造検討を行う。
 - ・設置しない場合は、裏込材にプレキャストと同じ考えを用いる。
- ③ 土被りが舗装厚以上確保できた場合は設置しない。

4－2 踏掛版の設計法

構造細目は、「土木技術管理規程集・橋梁編Ⅱ. 橋梁設計施工編4－5－3」の踏掛版の設計による。

近畿地方整備局
設計便覧（案）
第3編 道路編
第5章 ボックス
カルバート
P5-21

第6節 斜角のつくボックスカルバート（標準）

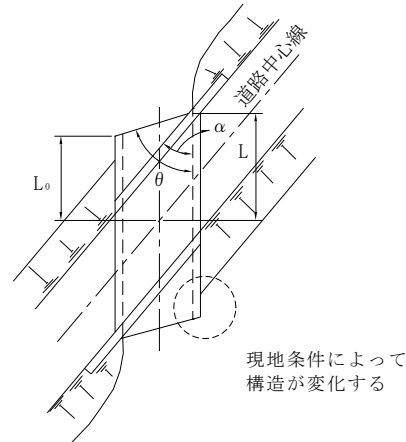
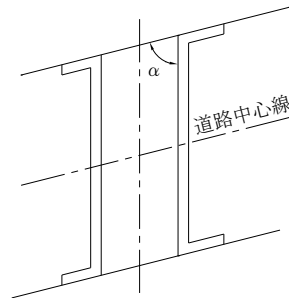
原則として斜角はつけないものとするが、やむを得ず斜角をつける場合でも5度のラウンドとすることが望ましい。道路または水路の管理者の条件や地域住民の条件、避けがたい物件の存在などにより斜角をつけなければならない場合がある。このようなボックスカルバートの設計は「道路土工カルバート工指針 P136」を参照されたい。

角度 α が表5-6-1に示す値以上の場合は、ボックスカルバート両端部は、道路中心線の方と平行とし、図5-6-1（a）、それ以外の場合は図5-6-1（b）のような形状とする。

表 5-6-1

基礎地盤と角度の関係

地盤 \ 角度	α
軟弱地盤	70°
通常地盤	60°



軟弱地盤の場合： $\theta \geq 70^\circ$ または $L_0/L \geq 0.5$
普通地盤の場合： $\theta \geq 60^\circ$ または $L_0/L \geq 0.5$

（a）斜角が大きい場合

（b）斜角が小さい場合

図 5-6-1 斜角がつくボックスカルバートの端部形状

「道路土工カルバート工指針 P136」では、「端部三角部分の鉄筋量は、斜め方向を支間と考えると計算し検証しておかなければならない」と規定されているため、必ず斜め方向を支間と考えると計算し検証をすること。

なお、函渠端部がバチ型の場合は、上記と同様のことから最大支間で設計すること。また、斜角が小さく、特に杭基礎とする場合や、軟弱地盤上に設ける場合には、回転移動を起こすおそれがあるので、偏土圧や地盤の側方流動について検討を行っておくことが望ましい。

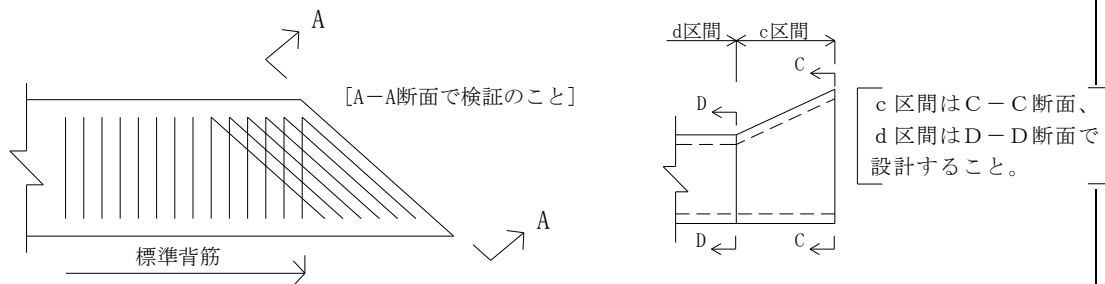


図 5-6-2 計算断面位置

近畿地方整備局
設計便覧（案）
第3編 道路編
第5章 ボックス
カルバート
P5-22

第7節 縦断勾配の大きいボックスカルバート（標準）

第8節 水路カルバート（標準）

1. 水路カルバートの断面決定

水路カルバートの断面を設計する場合は原則として計算によって求めた最大通水量（満流々量）の80%をとって設計通水量とする。ただし、山地において土石流、流木等の流入が予想される場合には計算上必要な断面の3倍を限度に断面を大きくすることができる。なお、河川管理者より断面を指定された場合はこの限りではない。

また、上流側に泥だめ、落差工等を設けることが望ましい。

2. 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30 cm以上とする。

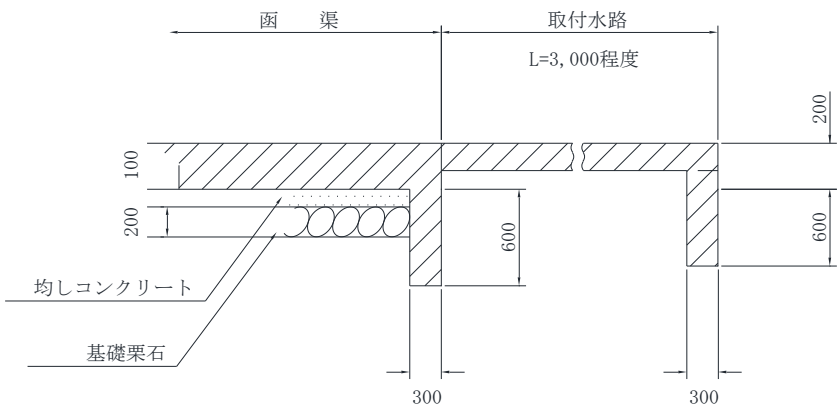


図5-8-1 止水壁

(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。

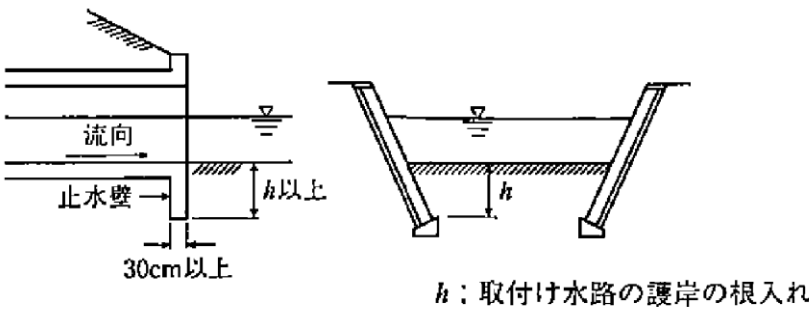


図5-8-2 止水壁（参考）

(注) 河川の場合の止水壁においては、根入れhを考慮する。

第9節 ボックスカルバートの継手（標準）

1. 伸縮継手の位置及び間隔

縦方向応力に対する安全のため、および施工完了後盛土にいたる間の温度変化、乾燥収縮によるクラックを防止するため、断面の大きさにより 10～15m 程度の間隔に伸縮継手を設けることを原則とする。また、このように伸縮継手の間隔を定めた場合には一般に縦方向の計算は行わなくてもよいが、長さを 15m 以上とする場合や基礎地盤が良くない場合など、次に示す条件に該当する場合は、縦断方向の検討を行わなければならない。

- ①カルバートの縦断方向に荷重が大きく変化する場合
- ②基礎地盤が軟弱で、カルバートの縦断方向に不同沈下が生じる可能性が高い場合
- ③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

一般的な継手位置を示せば図 5-9-1 のようになる。

なお、斜角のあるカルバートにおける伸縮継手の方向は図 5-9-1 (a) に示すように原則として側壁に直角とする。また、土被りの小さい場合（土被り 1 m 以下）は、図 5-9-1 (b) に示すように中央分離帯の位置内に設けるのがよい。やむを得ず斜角となる場合は、函渠端部の斜め方向 n 内空幅を考慮した構造計算を行い、斜め方向鉄筋の組み合わせを決定するなど、斜角の影響を考慮した対応が必要となる。

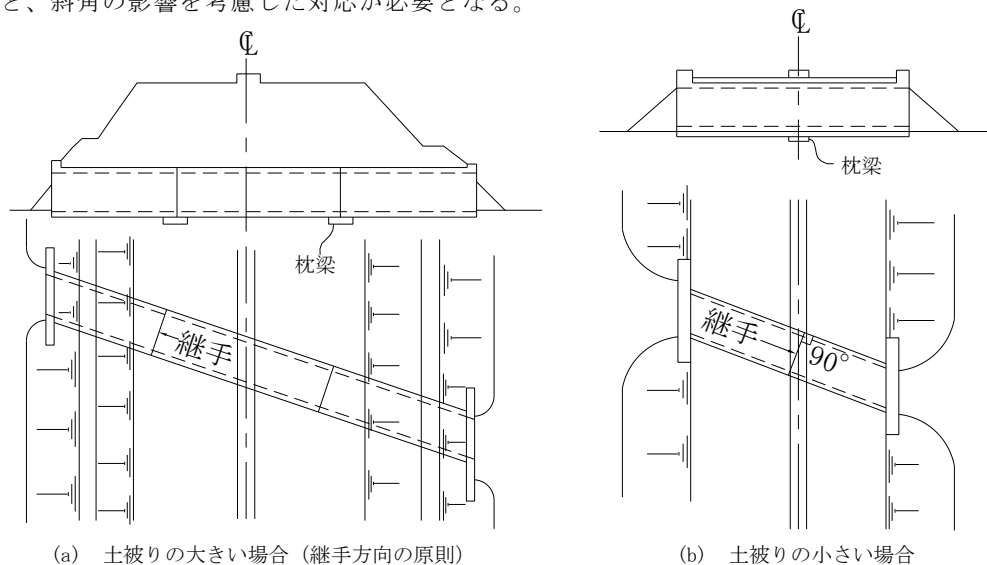


図 5-9-1 ボックスカルバートの継手の位置と方向

2. 伸縮継手の構造、施工目地

カルバートに設ける継手は、構造上安全であると共に十分な防水処理を施さなければならない。継手の構造は図 5-9-2 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 5-9-1 のように組合せられている。また、施工目地を入れなければならない場合は図 5-9-3 を標準とする。

- (1) カルバートが強固な基礎に支持され、沈下のない場合は I 型（止水板-A）を用いる。
- (2) カルバートが良好な基礎の上に支持されているが、きわめて小さい沈下が予想される場合は I 型（止水板-B）を用いる。

近畿地方整備局
設計便覧（案）
第3編 道路編
第5章 ボックス
カルバート
P5-25

道路土工-
カルバート工指針
（平成 21 年度版）
P92

近畿地方整備局
設計便覧（案）
第3編 道路編
第5章 ボックス
カルバート
P5-25

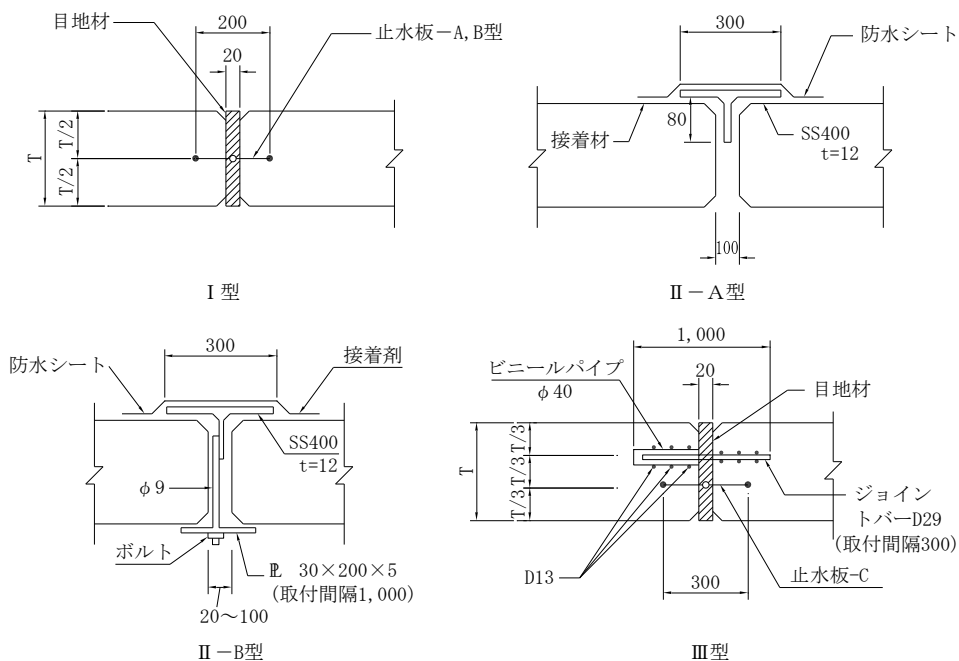


図 5 - 9 - 2 継手の構造

表 5 - 9 - 1 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) 土かぶり高が 1m 以下の場合

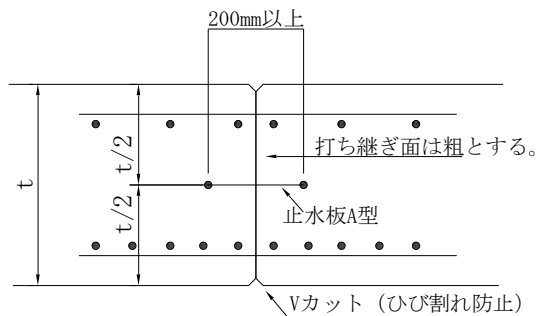


図 5 - 9 - 3 施工目地の構造

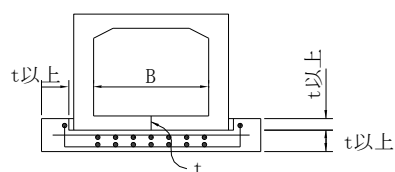
表 5 - 9 - 2 ボックスカルバート用止水板の標準 (mm)

型 式	厚 さ	幅	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

近畿地方整備局
設計便覧 (案)
第 3 編 道路編
第 5 章 ボックス
カルバート
P5-26

3. 継手部の補強

- (1) 継手位置の段落ち防止のために枕基礎を設ける場合は、図5-9-4、図5-9-5を標準とする。
- (2) 枕基礎の配筋方法は、函渠本体底版の鉄筋量(縦横の合計量)を縦方向、横方向に等分して配筋するものとする。
- (3) 置換工及び地盤改良上に施工する枕基礎の枕長(S)について
置換工上に施工する枕基礎の枕長(S)は沈下量が小さい場合として設計する。
- (4) 枕基礎を施工しない場合の支持地盤について
N値が30以上の砂質層及びN値が15以上の洪積粘土層の支持地盤上に施工する函渠工の枕基礎は、原則として施工しない。



杭基礎の場合

枕基礎は一般的に設けない。

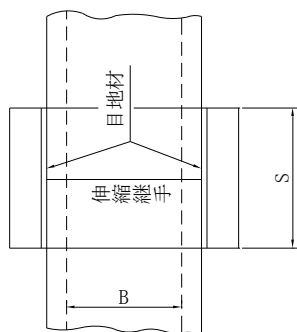
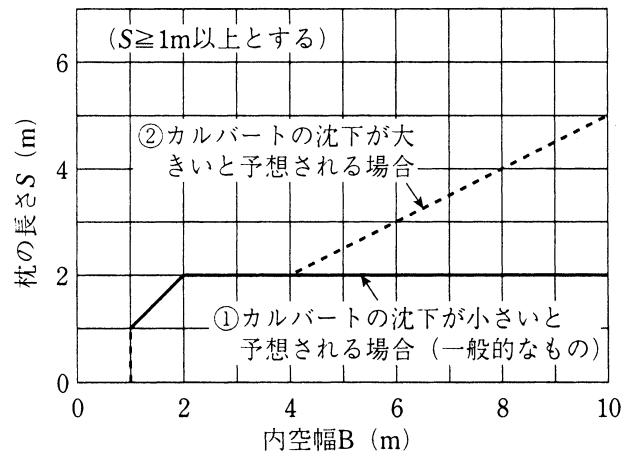
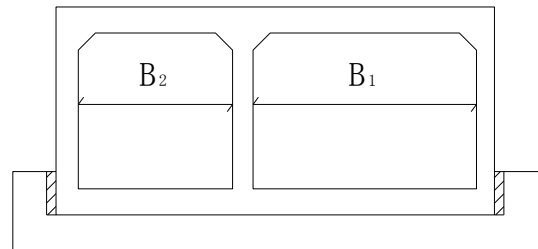


図5-9-4 枕基礎の構造



内空寸法と枕の長さの関係

図5-9-5(a) 段落ち防止用枕の標準



$B_1 \geq B_2$ の場合 B_1 を上記の B として設計する。

図5-9-5(b)

〔段落防止用枕の設計例〕

下記のものは一例であり、函渠の断面により異なるので注意すること。

B 3,000× H 3,000 土被り 4.2mの場合

段落防止枕の長さ（ S ） 沈下が小さいとする（一般的なもの） $\therefore S = 2.0\text{m}$

底版鉄筋量（ 1m^2 当）の算出

「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）」の計算例より

主鉄筋 F_1 D22…4本 $4\text{本} \times 3.04\text{kgf} \times 1.0\text{m} = 12.16\text{kgf}$

F_2 D19…4本 $4\text{本} \times 2.25\text{kgf} \times 1.0\text{m} = 9.00\text{kgf}$

配力筋 $F_{4\sim7}$ D13…8本 $8\text{本} \times 0.995\text{kgf} \times 1.0\text{m} = 7.96\text{kgf}$

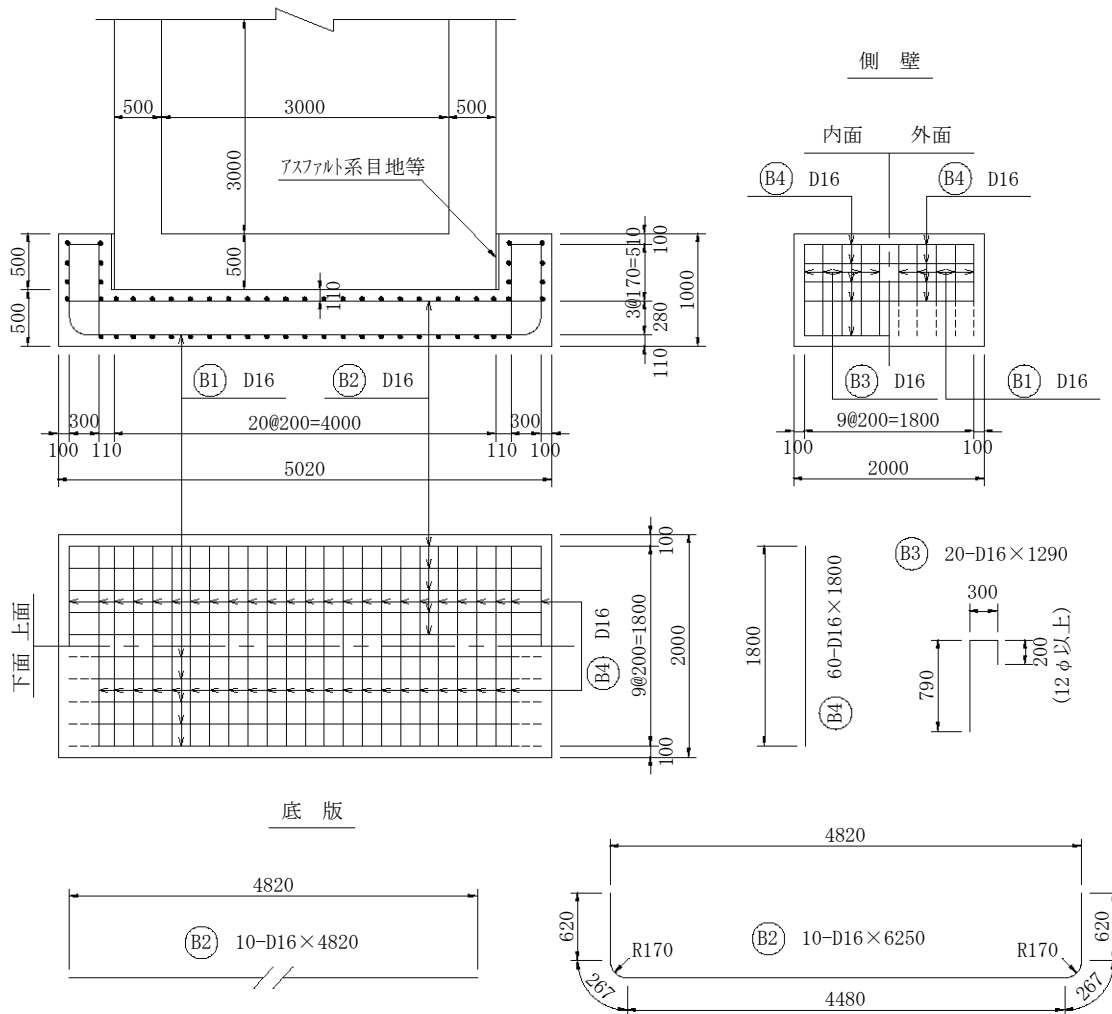
$\therefore 1\text{m}^2$ 当鉄筋量 $(12.16 + 9.00 + 7.96) / (1.0 \times 1.0) = 29.12\text{kgf/m}^2$

枕の鉄筋量は、縦横等分とするので 1m^2 のうち片側の鉄筋量は上記の $1/2$ となる。

$\therefore 29.12 \times 1/2 = 14.56\text{kgf/m}^2$

D16 とすれば $1.56\text{kgf} \times 2 \times 1.0 / 14.56 = 0.214\text{m}$ 以下 $\therefore 20\text{cm}$ ピッチ

（配筋図）



（※）組立筋は、函渠の底板と同様に配筋の事

第10節 ボックスカルバートの地覆及びウイングの設計（標準）

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つてはならない。

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、カルバート本体の頂版厚より地覆の厚さが厚くなるような地覆高さをとってはならない。

（図5-10-1）

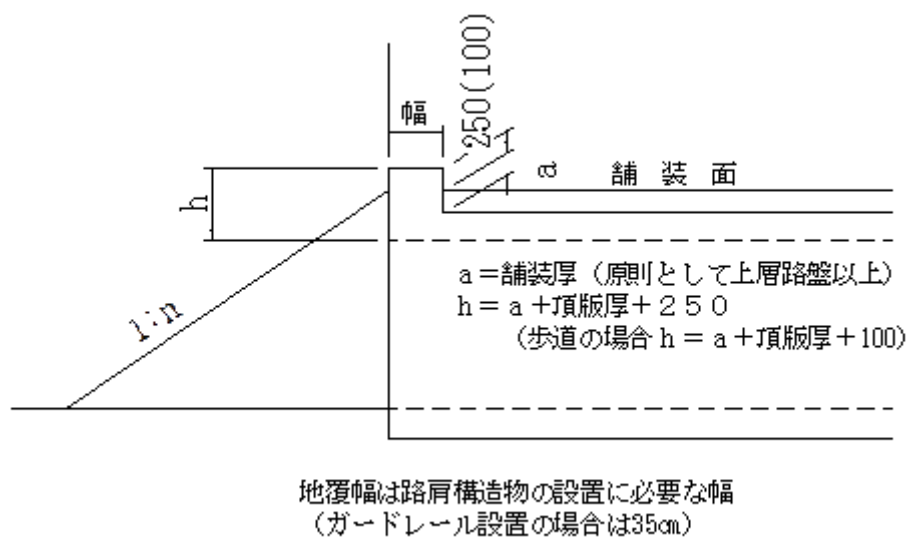


図5-10-1 土被りのない場合

(2) 盛土の途中の場合

盛土の途中からカルバートが出る場合、地覆の高さは50cmを標準とし、それ以上となる場合は別途検討を行う。幅はウイングの幅と同一とする。（図5-10-2）また、ウイングの応力計算は、地覆の高さを30cmとして設計を行う。

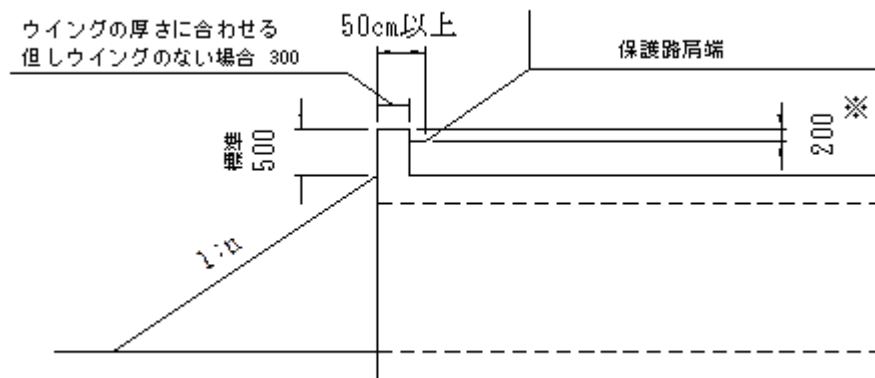


図5-10-2 土被りのある場合

(3) 水路ボックスは、地覆の高さを30cmとする。

また、法面上の飛び出し高さ200(※印)は考慮しない。

近畿地方整備局
設計便覧（案）
第3編 道路編
第5章 ボックス
カルバート
P5-29

2. ウイングの形状

- 1) ウイングは原則として平行ウイングとする。
- 2) ウイングのり面の巻込み盛土の勾配は1:1.5を標準とし、ウイングの根入れ深さは鉛直で1mとする。
ウイング端部は、巻込み盛土の上部に水平部分が30cm以上出来るように（鉛直深さ70cm確保）する。
- 3) 本線に縦断勾配がある場合には、ウイングは縦断勾配に合わせてよい。
なお、土被りが高くウイング天端が路面より低い場合は水平にする。
ただし、土被りが高くなる場合、カルバートを延長するか擁壁等で取付ウイングを短くする。
- 4) ウイングの厚さは、30cm以上とし、最大でも側壁厚を超えないものとする。
ただし、土被りのない場合において、ウイングの前面は本線の保護路肩の位置に合わせてもよい。
- 5) ウイングの長さは（ $L \leq 1.5 H$ とし）最大8.0mとする。
ただし、のりがおさまらない場合は、のり留（コンクリート擁壁等）で処置する。

（土被りのない場合）

（土被りのある場合）

（路面より上げる場合）

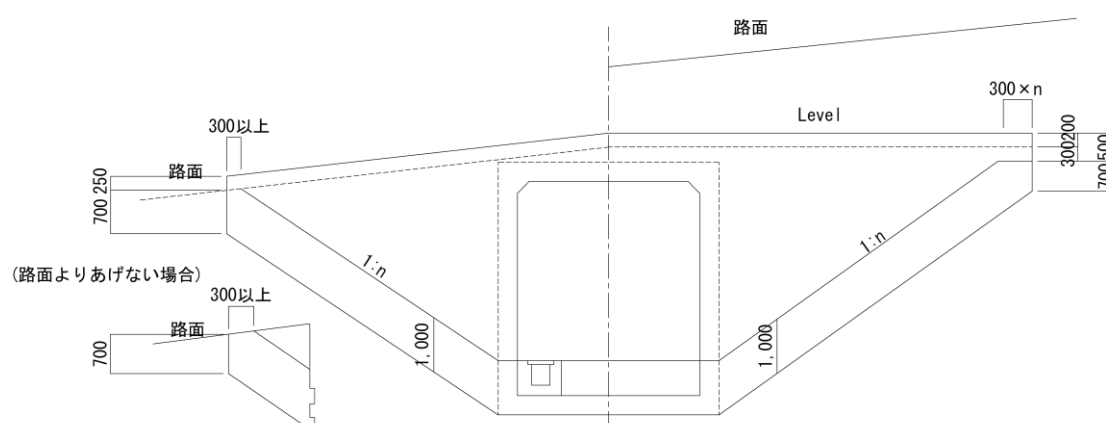


図5-10-3 ウイングの形状

3. 平行ウイングの計算

- 1) ウイングに作用する水平土圧は静止土圧とし、土圧係数は0.5を標準とする。
- 2) ウイングは、カルバートを固定端とする片持ばりとして、ウイング取り付け部全幅で設計する。
- 3) 根入れ1mの前面部分の土圧は考えないものとする。なお根入れ1mは盛土の場合であり、擁壁で巻きたてる場合はその形状寸法にあわせて適当に定める。

4. ウイングの配筋

- 1) ウイング取り付け部のハンチは原則として、ウイングの厚さと等しくする。
- 2) ウイングの土押さえの部分の配筋は図5-10-4に示すようにする。
- 3) ウイングに作用する土圧力によって、ボックスカルバートの側壁に曲げモーメント及びせん断力が生じるので、側壁の配力鉄筋を補強しなければならない。（図5-10-5）。

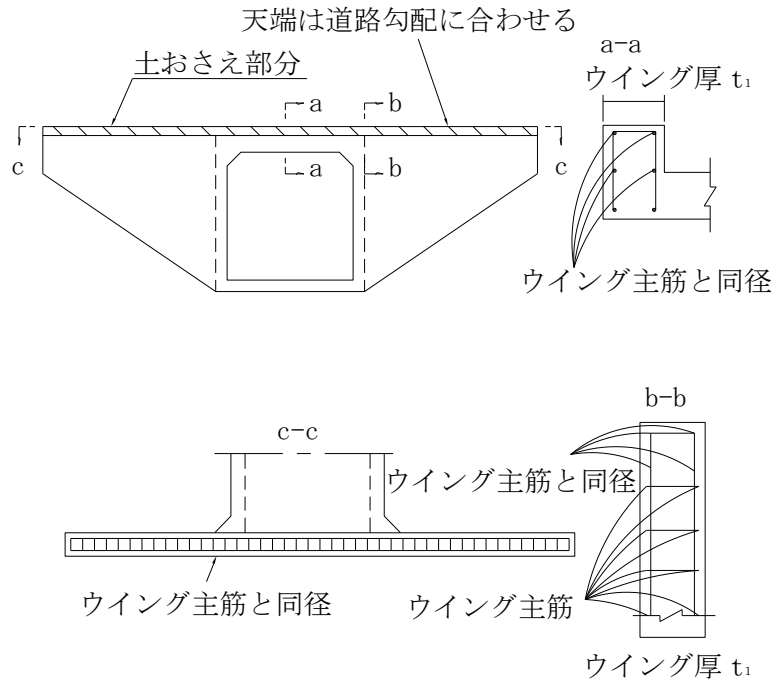


図 5-10-4 土押さえ部の配筋方法

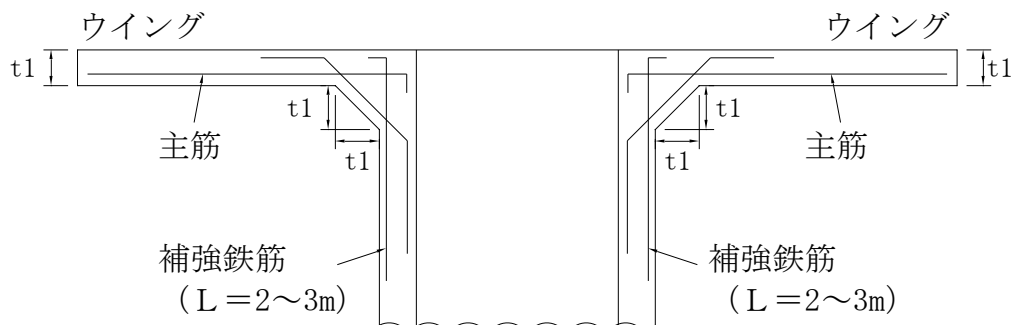


図 5-10-5 ウイングの壁厚と配筋方法

軟弱地盤上に基礎杭で支持されていないカルバートボックスの沈下、舗装面でのカルバート前後の段差など種々の支障に対処するため、構造物などによって軟弱地盤層が受ける荷重よりも大きい荷重をあらかじめ軟弱層に加えて圧密させ、構造物などの施工後に生じる沈下を減少させるとともに、基礎地盤の強度増加を図る必要がある。この工法がプレローディング工法である。

プレロードの高さ及び範囲

- ・ 載荷盛土の高さ（Hpre）は、現在迄の実績では計画高（H）＋ 2.0m が一般に用いられる。
- ・ プレロード天端幅（B）は、ボックスカルバート等では $B = B_1 + 2Z$ または最小 $B = B_1 + 20\text{m}$ 、程度が望ましい。

また可能な場合には、前面に余裕幅を確保することが望ましい。

B_1 : C-Box の幅（m）

Z = 軟弱層厚（m）

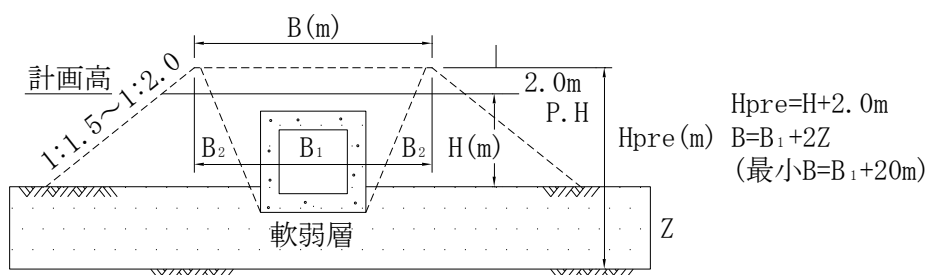


図 5-11-1 ボックスカルバートのプレロード

放置期間

プレロードは、原則として載荷盛土終了後 6 ヶ月以上放置する。ただし、軟弱層厚が 10 m 以上の場合などで動態観測結果から盛土を取除いてよいと判断される場合は放置期間を短くしてよい。

プレローディング工法により、カルバート等を施工する場合の作業順序及びその場合の沈下の時間的経過を、図 5-11-2 に示す。

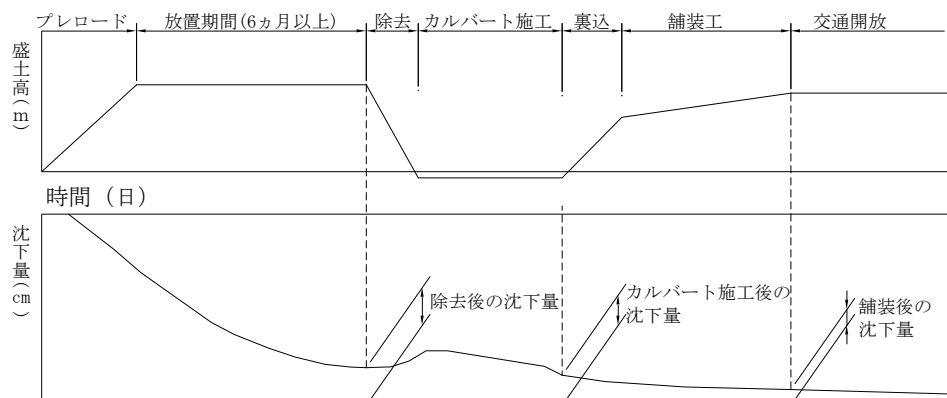


図 5-11-2 プレロードの施工順序

第12節 ボックスカルバートの上げ越し（参考）

ボックスカルバートの設置箇所で構築後に沈下が予想される場合は、上げ越して施工するものとする。

1. 残留沈下量

ボックスカルバート設置箇所で沈下が予想される場合は、残留沈下量を出来るだけ小さくすることが望ましいが、やむをえない場合でも 30 cm 以下を目標に載荷重工法等を実施してあらかじめ沈下させておくものとする。

2. 沈下量の推定

ボックスカルバート設置時の盛土中央部の残留沈下量 ΔS を、「道路土工―軟弱地盤対策工指針」を参照し求める。設置時には土質試験等の値をもとに概略を求めておき、載荷重工法等の実測沈下結果より、将来の沈下量を推定する。

3. 上げ越し量

上げ越しは、ボックスカルバート縦断方向に一律に行うことを原則とする。

ただし、軟弱層厚が縦断方向で大きく異なる場合や、プレロードを行うことが出来ずボックスカルバートを盛土に先行して施工する場合においては、中央部の圧密を推定して端部の上げ越し量を図5-12-1より沈下比率を乗じて決めるものとする。

近畿地方整備局
設計便覧（案）
第3編 道路編
第5章 ボックス
カルバート
P5-33

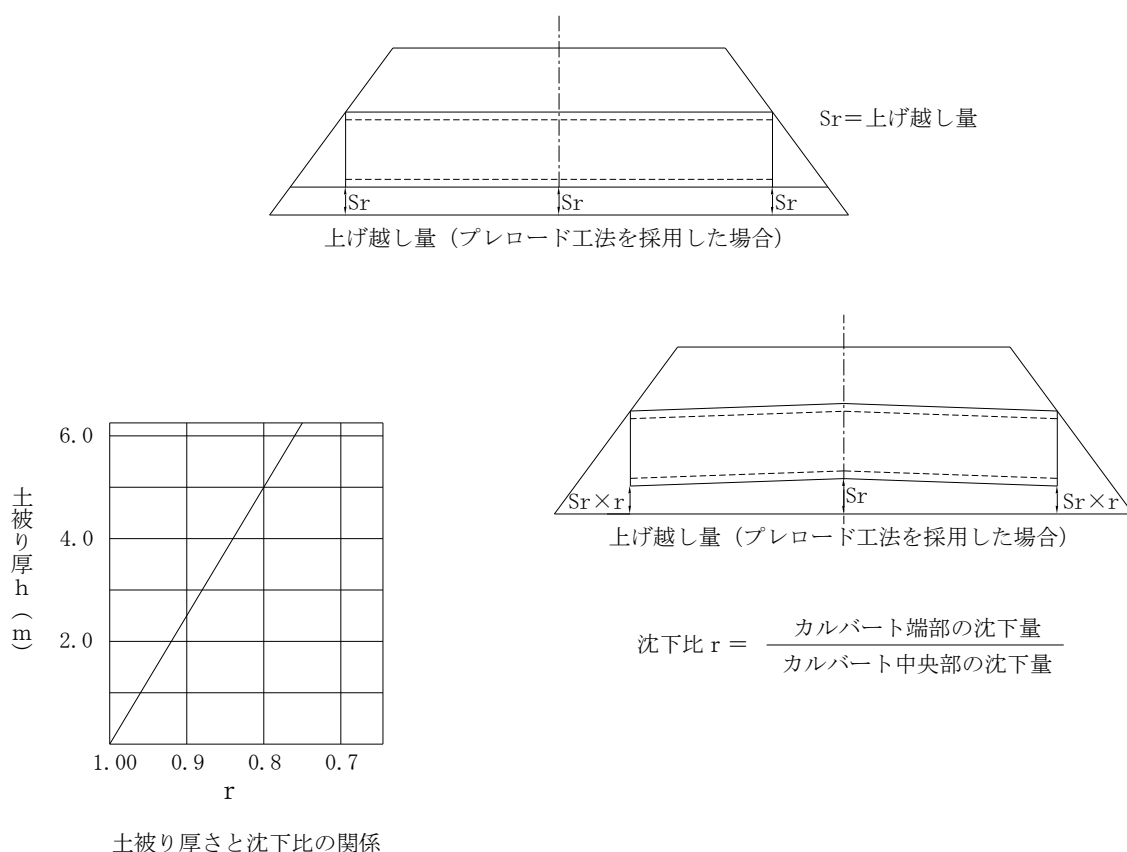


図5-12-1 土被りと上げ越し量

第13節 プレキャストボックスカルバート

1. 種類と規格

- 1) プレキャストボックスカルバートは、現地の条件や用途に応じた種類及び規格を適切に選定して用いる。
- 2) プレキャスト製品は、RC と PC 構造があり、選定にあたっては、運搬あるいは施工性・経済性等、それぞれの特性を考慮して決めるものとする。
一般的に RC 構造の 1 種は主として通路および一般水路に、2 種は腐食性環境の水路に使用する。PC 構造は、土被りに応じた 150 型、300 型及び 600 型の 3 種類がある。

表 5-13-1 プレキャストボックスカルバートの種類

種類		呼び寸法 B×H (mm)	適用土被り (m)
RC 構造	1 種	600×600～3500×2500	0.5 ～3
	2 種	900×900～3500×2500	
PC 構造	150 型	600×600～5000×2500	0.5 ～1.5
	300 型		1.51～3
	600 型		3.01～6

- 3) 設置場所は、できるだけ不同沈下のない場所とする。
- 4) 斜角は、斜角ボックスカルバートの範囲内（60° 以上）とする。
- 5) ウイングは、擁壁または補強土擁壁にて土留壁を構築する。ただし、ごく小規模なウイングは埋込鉄筋または埋込インサートとネジ付鉄筋によるカルバートとの一体構造とする。
- 6) 縦断勾配が 10%以上となる場所は採用を避ける。

2. 敷設方法

敷設方法には、図 5-13-1～図 5-13-3 に示すとおり、通常敷設型と縦方向連結型とがある。次のような条件の場合は、縦方向連結型とする。なお、曲線部敷設の場合には高力ボルトによる連結方法を用いる。

- 1) 地下水位が高く止水を考える場合。
- 2) 道路を横断して設置する場合。
- 3) 地盤が良くない場合。
- 4) 基礎地盤の支持力が変化すると予測される場合。

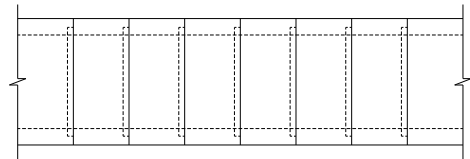


図 5 - 1 3 - 1 通常敷設型の敷設方法

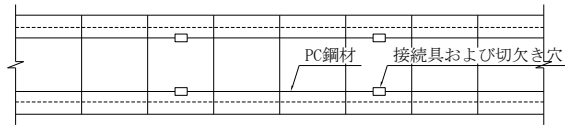


図 5 - 1 3 - 2 P C 鋼材による縦方向連結型の敷設方法

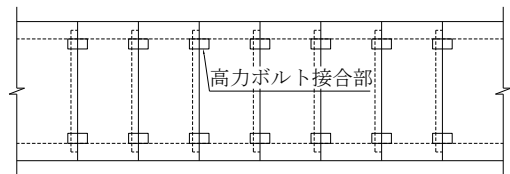


図 5 - 1 3 - 3 高力ボルトによる縦方向連結型の敷設方法

3. 基礎形式の選定

- (1) 直接基礎とする場合は、無筋コンクリート基礎を標準とする。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。基礎底面の処理は図 5 - 1 3 - 4 を標準とする。

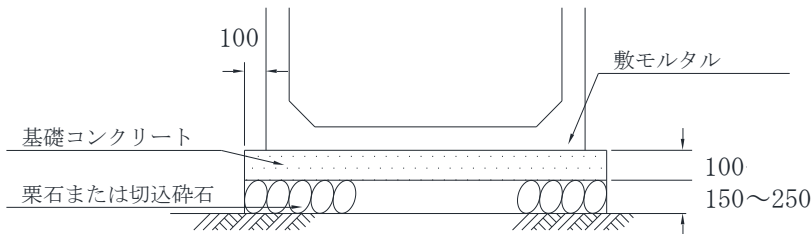


図 5 - 1 3 - 4 直接基礎の例

- (2) 杭基礎とする場合は、その設計は「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。

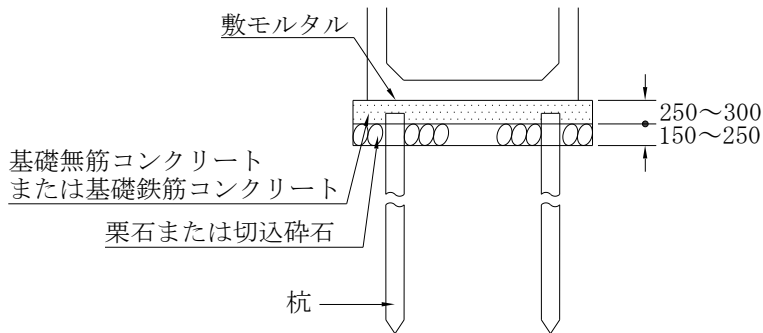


図 5 - 1 3 - 5 杭基礎の例

4. 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。

i) 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。

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

ii) 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、「道路橋示方書・同解説書Ⅲコンクリート橋編」に準じて、 25mm とてよい。また塩害が想定される場合は「3-2. 塩害に対する検討」によるものとする。

(鉄筋かぶり参考式)

$$C_{min} = \alpha \cdot K \cdot C_0$$

$$= 0.8 \times 0.8 \times 4.0 = 2.5\text{ cm}$$

C_{min} : 鉄筋の最小かぶり (cm)

α : コンクリートの設計基準強度による係数

K : 工場製品に対するかぶりの低減率

C_0 : 基本かぶり (cm)

近畿地方整備局

設計便覧 (案)

第3編 道路編

第5章 ボックス

カルバート

P5-35

第 14 節 門型カルバート

1. 荷重

門型カルバートは、常時及び地震時での死荷重、活荷重、土圧、地盤反力度、地震の影響等により、設計上最も不利となる状態を考慮して設計するものとする。

荷重は、第 3 節 1. 荷重に示す荷重及び地震の影響として以下に示す荷重を考慮する。

地震の影響

地震の簡便性より表 5-14-1 に示す設計水平震度に対して「道路橋示方書・同解説Ⅴ耐震設計編」に規定する地震時水平震度（修正物部・岡部式）と死荷重、慣性力を作用させて、カルバートを構成する部材の応力度が許容応力度以下となること及び基礎が安定であることを照査する。また、「第 3 節 1. 荷重 1-6 地震の影響」に示す地盤の変形を考慮した手法を用いてもよい。

門型カルバートの設計に用いる水平震度は、以下に示す式により算出される値とする。

$$k_h = c_z \cdot k_{h0} \quad \dots \dots \dots (5-14-1)$$

ここに、 k_h ：設計水平震度（少数点以下 2 桁に丸める）

k_{h0} ：設計水平震度の標準値で表 5-14-1 による

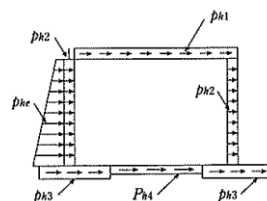
c_z ：地域別補正係数

地域別補正係数の値及び耐震設計の地盤種別の算出方法については、「道路土工要領 資料-1 地震動の作用」によるものとする。

表 5-14-1 設計水平震度の標準値 k_{h0}

	地盤種別		
	I 種	II 種	III 種
設計水平震度の標準値 k_{h0}	0.16	0.20	0.24

上表に示す設計水平震度の標準値は、地震の影響として地震時土圧と慣性力を作用させ、許容応力度法で照査する場合を前提として設定したものである。このため、構造物の塑性化を考慮する場合には上表の値を用いてはならない。



p_{h1} ：頂版及び上載土の慣性力（ kN/m^2 ）

p_{h2} ：側壁の慣性力（ kN/m^2 ）

p_{h3} ：フーチングの慣性力（ kN/m^2 ）

P_{h4} ：ストラットの慣性力（ kN/m^2 ）

p_{hc} ：地震時水平土圧（ kN/m^2 ）

図 5-14-1 地震時の断面力計算における作用水平力

2. 設計

門型カルバートの横断方向の断面力の計算を行う場合、構造解析モデルのラーメンの軸線は、部材中心軸間の寸法（ B_s 、 H_s ）を用いる。フーチングおよびストラットは弾性床上の梁とする（図 5-14-2）。

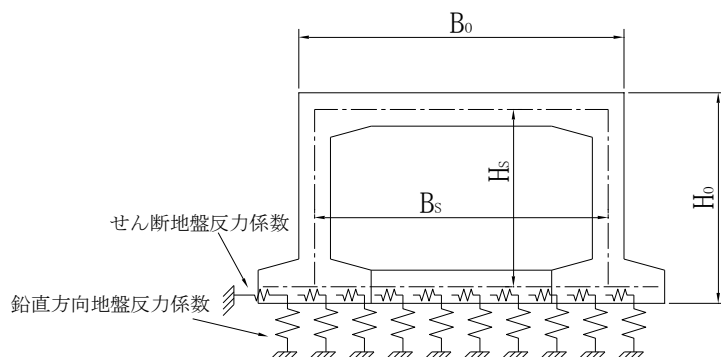


図 5-14-2 ラーメンの軸線と計算モデル

また、フーチングの滑動によるラーメンの隅角部の破壊を防ぐためストラットを設けるのを原則とする。ただし、図 5-14-3 に示すように基礎地盤が軟岩以上で、フーチング前面の埋戻しをコンクリートで施工することによって滑動を防止した場合は省略することができる。

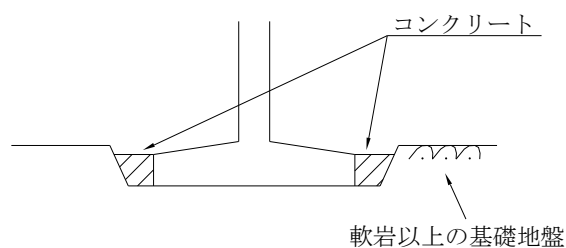


図 5-14-3 コンクリートによる埋戻し

カルバート内に設けられる工作物などへ障害からストラットが設けられない場合は、滑動に対する安定度の照査を行わなければならない。

ストラットの設計は、次のような事項を考慮すればよい。

①ストラットは矩形断面とし、フーチングに剛結する。

②ストラットは、フーチングに剛結された弾性床上的のりとして設計する。

Ⅲストラット上面に作用する 1 輪当たりの活荷重 p_{lst} は、式（5－14－1）より計算する（図5－14－4）。

$$p_{lst} = \frac{T(1+i)}{W_4} \quad (\text{kN/m}) \quad \dots\dots\dots (5-14-1)$$

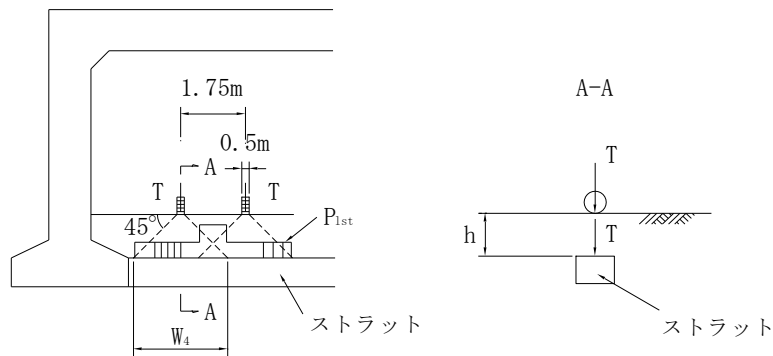
ここに、 T : 100kN

h : 土被り (m)

W_4 : 活荷重の分布幅 (m)

$$W_4 = 2h + 0.5$$

i : 衝撃係数



(a) 門型カルバートの横断方向 (b) 構造物軸方向の分布

図5－14－4 活荷重の分布