

9.2.8 パイプカルバートの設計

- (1) パイプカルバートの設計に当たっては、9.2.4 および9.2.7 に述べた事項を踏まえ、その使用目的に合った構造とする必要がある。
- (2) 従来型パイプカルバートは、以下に従って設計してよい。
- (3) パイプカルバートの設計に当たっては、適切な設計断面を設定し、9.2.8.5 に示す荷重に対してカルバートの安定性、及び部材の安全性の照査を行うものとする。また、必要に応じて耐久性の検討を行うものとする。
- (4) パイプカルバートは構造特性から、外力に変形することなく抵抗する剛性カルバートと、変形しながら抵抗するたわみ性カルバートがあるが、ここでは、剛性カルバートを対象とする。

(1) 従来型パイプカルバート設計の基本方針

従来型パイプカルバートは、9.2.8.2 管の種類の内、カルバート工指針にて従来型パイプカルバートと示されている遠心力鉄筋コンクリート管・プレストレストコンクリート管および従来型カルバートと同様の材料特性や構造特性を有する鉄筋コンクリート管・鉄筋コンクリート高圧管・鉄筋コンクリート台付管及びこれらと同等品とする。

これらのカルバートについては、多くの施工実績があることと、かつ、既往の地震時の挙動を含め供用後の健全性が確認されているため、従来から慣用されてきた設計法・施工法に従えば、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した。

(2) パイプカルバートを設計する場合の一般的な手順を示す。

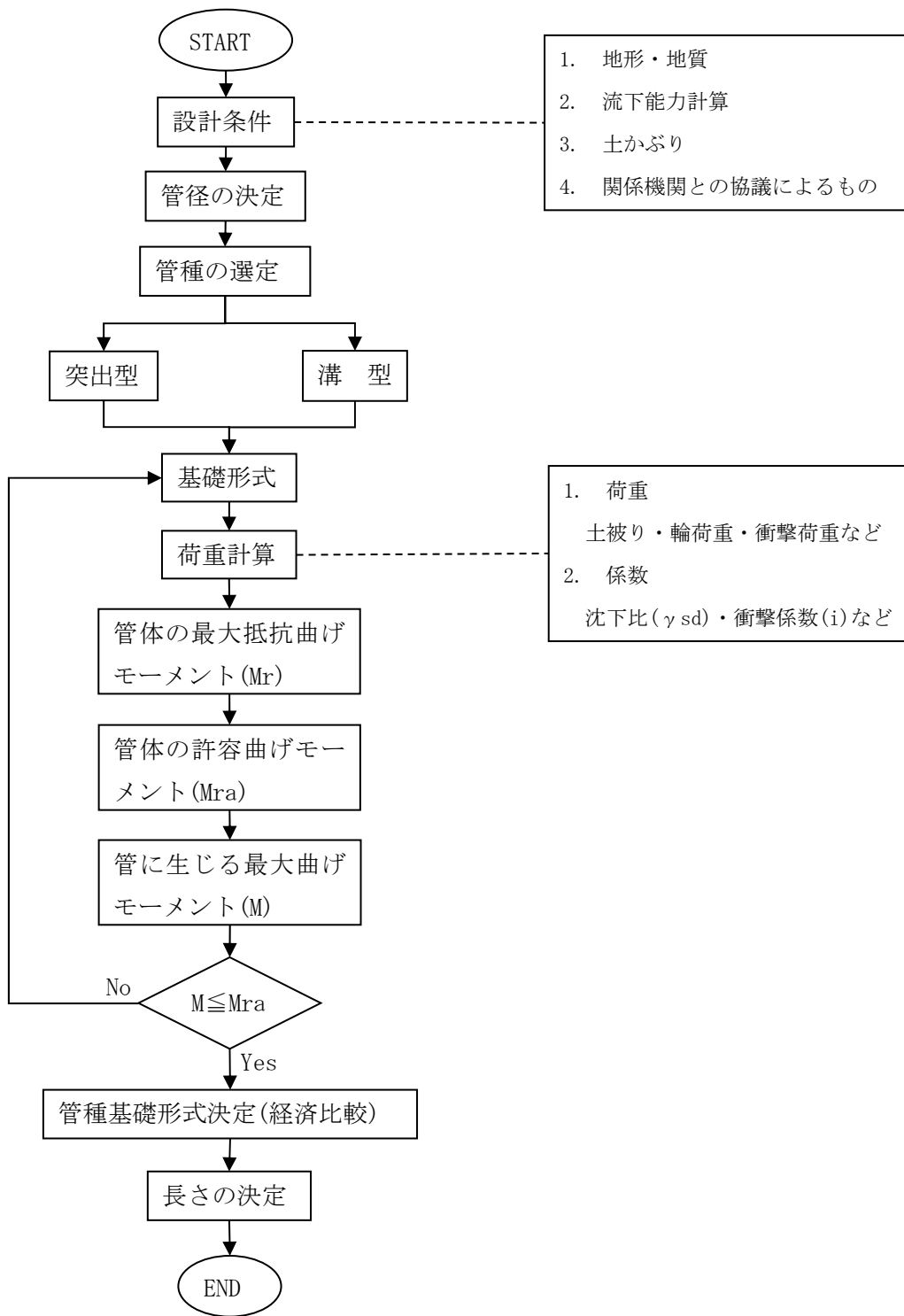


図-9.2.22 パイプカルバート設計手順

(3) 一般事項

パイプカルバートの設計において留意すべき事項は、次のとおりである。

- ① 管種の選定に当たって鉄筋コンクリート管(1種、2種)、遠心力鉄筋コンクリート管(1種、2種)、プレストレストコンクリート管(高圧1種、高圧2種、高圧3種、1種、2種、3種)、鉄筋コンクリート高圧管及び鉄筋コンクリート台付管の基礎形式の組み合わせにより、土質、地盤の硬軟、土被り、活荷重を考慮した経済比較を行うこと。
- ② 横断管渠の径が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、ボックスカルバートを含めて経済比較の上選定する。
- ③ 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。
- ④ 横断管渠の最小径は600mmを目安とする。但し、縦断管の最小径は450mmとする。
- ⑤ 管渠の延長が長く不当沈下の恐れがあるときは、ベースコンクリートに鉄筋を挿入したり、基礎杭を打つなどの適切な処置をとることも考慮すること。
- ⑥ 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。
- ⑦ 凍上抑制層など路盤内に設置される管渠は、工事中にひびわれなどのトラブルを起こすことが多いことから、全巻き基礎(360°コンクリート基礎)が望ましい。
- ⑧ 基礎コンクリート及び全巻きコンクリートは、コンクリート種別C-4(設計基準強度18N/mm²)を使用する。
- ⑨ 鉄筋コンクリート高圧管および鉄筋コンクリート台付管の設置個所が軟弱地盤等の場合など、不同沈下等に対して必要な箇所は、基礎板の設置を検討する。
- ⑩ 鉄筋コンクリート台付管については、コンクリート基礎の巻立てを含めた一体構造であることから基礎板の有無に係わらず同一の荷重計算結果である。しかし、鉄筋コンクリート高圧管については、基礎板の有無により荷重計算結果が異なるため、荷重計算結果を考慮し経済比較を行うこと。
- ⑪ 鉄筋コンクリート高圧管または鉄筋コンクリート台付管の接合部と基礎板の接合部は、同一箇所にならないようにすること。
- ⑫ パイプカルバートおよび接続施設の設置位置は、地形状況・管種等を十分考慮し適切なパイプカルバート延長となるよう決定すること。

9.2.8.1 管径の決定

管径は管内流量及び管勾配により決定するが、ゴミ、堆砂などの清掃その他の保守のための最小径は、600mmが望ましい。

1) 水理計算はマンニングの公式による

$$Q = A \cdot V \quad \dots\dots\dots (式-9.2.9)$$

$$V = 1/n \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2} \quad \dots\dots\dots (式-9.2.10)$$

ここに

- Q：計画排水量(m³/sec)
- A：通水断面積(m²) (計画排水量の20%増しの流量で設計する)
- V：平均流速(m/sec)
- R：径深
- I：勾配
- n：粗度係数(表-9.2.12)

注) 粗度係数 n は一般的に下流水路の影響を受ける場合は下流水路の粗度係数を使用するが、管延長が長い場合は管材のもつ粗度係数を使用する。

表-9.2.12 粗度係数 n

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
	〃 (ペーピングあり)		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	銅、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	0.072~0.150	0.100

道路土工要綱より

9.2.8.2 管の種類

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、プレストレストコンクリート管、鉄筋コンクリート高圧管、鉄筋コンクリート台付管及びこれらと同等品とする。

1) 管の種類

表-9.2.13 鉄筋コンクリート管(RC)

種類	呼び径	用途
1種	150～2,000	主として、外圧に対して設計されたもの
2種	150～2,000	主として、比較的大きい外圧に対して設計されたもの

JIS A 5372 より

表-9.2.14 遠心力鉄筋コンクリート管(HP)

種類	呼び径			用途
	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	

JIS A 5372 より

表-9.2.15 鉄筋コンクリート高圧管

種類	呼び径	摘要
直管	250～2,000	主として、外圧に対して設計されたもの

TM 工業会より

表-9.2.16 鉄筋コンクリート台付管

種類	呼び径	用途
直管	250～1,200	主として、外圧に対して設計されたもの

JSWAS A-9 より

9.2.8.3 管の強度

管の選定に当たっては、ひび割れ荷重に対する外圧強さを基準に考えるものとする。

1) 管の強度

表-9.2.17 管の形状と強度

(kN/m)

呼び径	鉄筋コンクリート管 JIS A 5372				遠心力鉄筋 コンクリート管 JIS A 5372		
	管 厚		ひび割れ荷重に 対する外圧強さ		管 厚	ひび割れ荷重に 対する外圧強さ	
	1 種	2 種	1 種	2 種		1 種	2 種
150	24	33	9	14	26	16.7	23.6
200	27	35	10	16	27	16.7	23.6
250	30	38	12	18	28	16.7	23.6
300	33	50	13	21	30	17.7	25.6
350	37	53	14	23	32	19.7	27.5
400	41	58	15	24	35	21.6	32.4
450	45	63	16	26	38	23.6	36.3
500	50	69	17	28	42	25.6	41.3
600	62	76	19	30	50	29.5	49.1
700	69	83	23	33	58	32.4	54.0
800	76	91	26	36	66	35.4	58.9
900	85	100	27	39	75	38.3	63.8
1,000	90	110	29	42	82	41.3	68.7
1,100	97	115	30	44	88	43.2	72.6
1,200	104	120	31	46	95	45.2	75.6
1,350	115	135	32	48	103	47.1	79.5
1,500	125	148	34	51	140	50.1	83.4
1,650	140	161	36	54	150	53.0	88.3
1,800	150	173	38	57	160	56.0	93.2
2,000	—	190	—	60	175	58.9	98.1

注) ひび割れ強度とは、管体に幅 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 で除した値をいう。

表-9.2.18 鉄筋コンクリート高圧管外圧強さ (kN/m)

呼び径	ひび割れ荷重		
	1種	2種	3種
250	55.0	77.0	80.0
300	53.0	72.0	75.0
350	50.0	66.0	70.0
400	48.0	60.0	65.0
450	46.0	55.0	60.0
500	40.0	50.0	55.0
600	40.0	50.0	55.0
700	46.0	58.0	65.0
800	53.0	67.0	75.0
900	57.0	77.0	85.0
1,000	61.0	80.0	94.0
1,100	65.0	85.0	100.0
1,200	69.0	93.0	109.0
1,350	76.0	105.0	124.0
1,500	83.0	117.0	136.0
1,650	90.0	129.0	148.0
1,800	100.0	141.0	160.0
2,000	114.0	157.0	179.0

注1) ひび割れ強度とは、管体に幅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で除した値をいう。

2) TM管工業会で示されているひび割れ荷重の値である。

表-9.2.19 鉄筋コンクリート台付管外圧強さ (kN/m)

呼び径	ひび割れ荷重	破壊荷重
250	60.9	79.5
300	68.7	89.3
350	69.7	90.8
400	70.7	92.2
450	71.6	93.2
500	72.6	94.7
600	73.6	95.7
700	76.5	99.6
800	77.5	101.2
900	79.5	103.5
1,000	81.5	106.0
1,100	82.4	107.4
1,200	84.4	109.9

注) ひび割れ強度とは、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。

9.2.8.4 埋設形式

パイプカルバートの埋設形式には突出型と溝型の2種類があるが、突出型を標準とする。
明らかに溝型とみなせる場合以外には突出型で設計すること。

1) 埋設形式

① 突出型

突出型とは、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をいう。

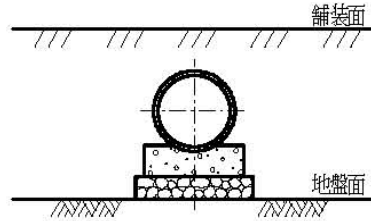
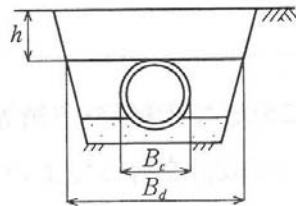


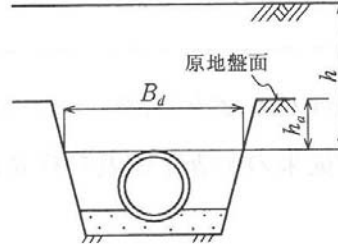
図-9.2.23 突出型(1)

H11 道路土工カルバート工指針より

なお、溝を掘って管を埋設しても下図 a に示すように溝幅が管の外径の2倍以上ある場合や、下図 b に示すように原地盤からの土被り h_a が溝幅の $1/2$ 以下の場合、突出型とする。



(a) 溝が広い場合 ($B_d \geq 2B_c$)
または h が $B_d/2$ 以下の場合



(b) h_a が $B_d/2$
以下の場合

図-9.2.24 突出型(2)

道路土工カルバート工指針より

② 溝型

溝型とは、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をいう。

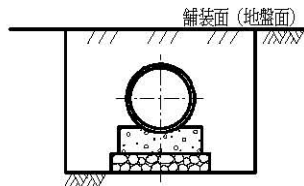


図-9.2.25 溝型

道路土工カルバート工指針より

9.2.8.5 設計に用いる荷重

パイプカルバートの設計に用いる荷重としては、鉛直土圧および活荷重による鉛直土圧を考慮する。

1) 鉛直土圧

① 突出型の場合 (図-9.2.26)

$$q_d = C_c \cdot \gamma \cdot B_c \quad (\text{kN/m}^2) \quad \dots\dots\dots (\text{式-9.2.11})$$

(a) $h \leq h_e$ のとき

$$C_c = \frac{\exp(K \cdot h / B_c) - 1}{K} \quad \dots\dots\dots (\text{式-9.2.12})$$

(b) $h > h_e$ のとき

$$C_c = \frac{\exp(K \cdot h_e / B_c) - 1}{K} + \left[\frac{h - h_e}{B_c} \right] \cdot \exp \left[K \cdot \frac{h_e}{B_c} \right] \quad \dots\dots\dots (\text{式-9.2.13})$$

ここに、 γ : 土の単位体積重量 (KN/m³)

B_c : 管の外径 (m)

C_c : 鉛直土圧係数で式-9.2.12 または式-9.2.13 より求める。

K : 定数 $\begin{cases} \text{砂質土} & 0.4 \\ \text{粘性土} & 0.8 \end{cases}$

h : 土被り (m)

h_e : 等沈下面の高さ (m)、次式で計算する。

$$\exp \left[K \cdot \frac{h_e}{B_c} \right] - K \cdot \frac{h_e}{B_c} = K \cdot \gamma \cdot s_d \cdot \bar{p} + 1$$

γs_d : 沈下比で表の値による。普通地盤では一般に 0.7 としてよい。

\bar{p} : 突出比 $\left[\bar{p} = \frac{h_c}{B_c} \right]$

軟弱地盤に支持される管については $\bar{p} = \frac{hp + B_c}{B_c}$ とする。 (図-9.2.27)

なお、 $\bar{p} = 1$ 、 $\gamma s_d = 0.7$ とすれば上式は概算で砂質土の場合、 $h_e = 1.66B_c$ 、粘性土の場合 $h_e = 1.12B_c$ となる。

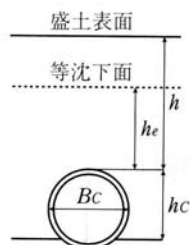


図-9.2.26 突出型

表-9.2.20 沈下比

地盤条件	沈下比 (γs_d)
岩盤、硬質地盤	1.0
普通地盤	0.5~0.8
軟弱な地盤	0~0.5

道路土工カルバート工指針より

2) 活荷重による鉛直荷重

輪荷重は、地表面よりある角度をもって地中に分布するものとする。分布角は、車輛の進行方向については45°で分布するものとするが、それと直角方向は車輛が並列に並ぶ可能性があることを考慮して、車輛占有幅2.75mの範囲に均等に分布するものとする。

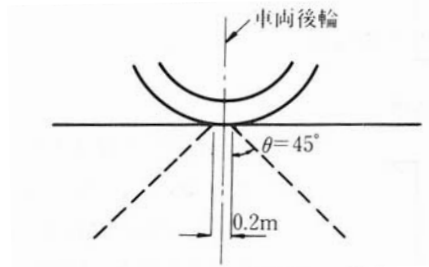


図-9.2.27 輪荷重の分布

道路土工カルバート工指針より

活荷重による鉛直荷重 q_l は(式-9.2.14)で計算する。

$$q_l = \frac{2P(1+i) \cdot \beta}{2.75(0.20+2h)} \quad (\text{kN/m}^2) \quad \dots\dots\dots \text{(式-9.2.14)}$$

表-9.2.21 断面力の低減係数

	土被り $h \leq 1\text{m}$ かつ 内径 $\geq 4\text{m}$ の場合	左記以外の場合
β	1.0	0.9

道路土工カルバート工指針より

ここに P : 100kN (250kN×0.4)

h : 土被り (m)

i : 衝撃係数で表-9.2.22による。

β : 断面力の低減係数で表-9.2.21による

表-9.2.22 衝撃係数

カルバートの種類	土かぶり (h)	衝撃係数 (i)
<ul style="list-style-type: none"> ・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 	$h < 1.5\text{m}$	0.5
	$1.5\text{m} \leq h < 6.5\text{m}$	$0.65 - 0.1h$
	$6.5\text{m} \leq h$	0

道路土工カルバート工指針より

9.2.8.6 パイプカルバートの設計

コンクリート製パイプカルバートの設計(鉄筋コンクリート高圧管及び鉄筋コンクリート台付管を除く)は、設計荷重により管に生じる最大曲げモーメント(M)を求め、管体の許容曲げモーメント(Mra)と比べ安全($M \leq Mra$)となるように管種および基礎条件を選定する。

1) 管体の許容曲げモーメント

管頂および管底に集中線荷重を載荷し、管体に 0.05mm 幅のひび割れの生じるときの荷重を Pr とすると、管の最大抵抗曲げモーメント Mr は管底において生じ、その値は式-9.2.15 で計算する。

$$Mr = 0.318Pr \cdot r + 0.239W \cdot r \quad (\text{kN} \cdot \text{m}) \quad \dots\dots\dots (\text{式-9.2.15})$$

ここに Pr : ひび割れ荷重(kN/m)

r : 管厚中心半径(m)

RC管 : $r = (D+t)/2$

PC管 : $r = (D + t_c + 0.6 t_g)/2$

D : 管の内径(m)で、呼び径を換算した値としてよい。

t : 管厚(m)

PC管の場合は $t = t_c + t_g$

t_c : コアの厚さ(m)

t_g : カバーコートの厚さ(m)

W : 管の自重(kN/m)

許容曲げモーメントは、ひび割れに対して 1.25 の安全率をとるものとする。

したがって、許容曲げモーメント Mra は(式-9.2.16)により求める。

$$Mra = \frac{Mr}{1.25} \quad (\text{kN} \cdot \text{m}) \quad \dots\dots\dots (\text{式-9.2.16})$$

2) 管に生じる最大曲げモーメント

鉛直土圧および活荷重による鉛直荷重によって管に生じる最大曲げモーメント M は、(式-9.2.17) で計算する。

$$M = k(q_d + q_l) r^2 \quad (\text{kN} \cdot \text{m}) \quad \dots\dots\dots (\text{式-9.2.17})$$

ここに k : 基礎形式および基礎の有効支承角に対する係数で表-9.2.23 による。

q_d : 鉛直土圧(kN/m²)で(式-9.2.11)による。

q_l : 活荷重による鉛直荷重(kN/m²)で、(式-9.2.14)による。

r : 管厚中心半径(m)

表-9.2.23 k の値

基礎形式	砂基礎			コンクリート基礎		
	60°	90°	120°	90°	120°	180°
k	0.378	0.314	0.275	0.303	0.243	0.220

道路土工カルバート工指針より

3) 基礎の設計

① 基礎材

基礎材は、砂、碎石、安定処理土またはコンクリートなどを用いる。

なお、れきの最大粒径は40mm以下とする。

② 基床厚

砂または碎石を使用する場合の基床厚は、管路に対する安全性を高めるため、管底部の支持が堅固で均一になるよう原地盤の状況を勘案して決定する。地盤別の標準的な基床厚は、表-9.2.24に示すとおりである。

表-9.2.24 標準的な基床厚 (cm)

地盤 呼び径	地盤		
	普通地盤	岩石・転石地盤	軟弱地盤
200~1000	10 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

③ コンクリートの基礎寸法

道路土工カルバート工指針より

コンクリート基礎の標準的な寸法は表-9.2.25のとおりである。

表-9.2.25 コンクリート基礎の標準的な寸法(mm)

呼び径	コンクリート基礎						
	$\theta = 90^\circ$		$\theta = 120^\circ$		$\theta = 180^\circ$		Ch2
	Bb	Ch1	Bb	Ch1	Bb	Ch1	
150	350	130	400	160	450	210	100
200	400	140	450	170	500	230	100
250	450	150	500	180	550	260	100
300	500	160	550	190	600	280	100
350	550	170	600	210	650	310	100
400	550	220	650	270	700	390	150
450	600	230	700	290	750	420	150
500	650	240	750	300	800	450	150
600	750	260	850	330	900	500	150
700	850	320	950	410	1050	610	200
800	950	340	1100	440	1200	670	200
900	1050	360	1200	470	1350	730	200
1000	1200	380	1350	500	1450	790	200
1100	1300	440	1450	570	1600	890	250
1200	1400	460	1600	600	1750	950	250
1350	1600	480	1750	640	1900	1030	250
1500	1750	510	1950	690	2100	1120	250
1650	1900	580	2150	780	2350	1250	300
1800	2100	610	2300	820	2500	1330	300

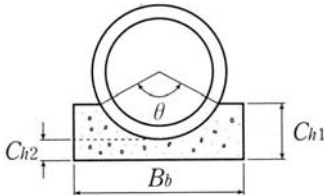


図-9.2.28

道路土工カルバート工指針より

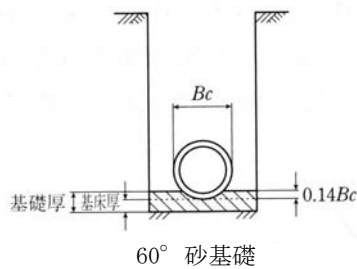
④ 砂基礎の寸法

砂基礎の標準的な寸法は基礎厚(図-9.2.29 および表-9.2.24)のとおりである。

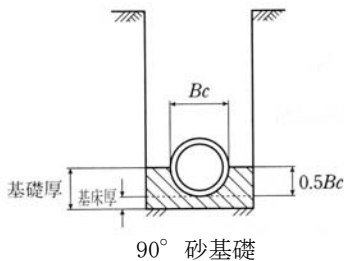
4) 基礎形式

剛性パイプカルバートの標準的な基礎形式としては、砂基礎、碎石基礎またはコンクリート基礎がある。一般的に砂基礎または碎石基礎は比較的良好な地盤に採用し、コンクリート基礎は地盤が軟弱な場合や管に働く外力が大きい場合に採用する。ここで、外力が大きい場合とは、活荷重載荷の場合または土被りが大きい場合を示す。

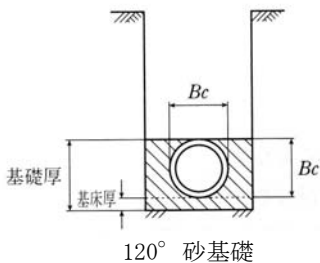
砂基礎または碎石基礎には施工条件によって図-9.2.29に示す種類が、コンクリート基礎にはコンクリートで巻く角度によって図-9.2.30に示す種類がある。



掘削底面を基床として砂、碎石または安定処理土を敷きならし、その上に管を置き、さらに管の底面の $0.14B_c$ の範囲まで砂、碎石または安定処理土で十分締め固める。この場合の有効な支承角は 60° と考える。



掘削底面に基床として砂、碎石または安定処理土を敷きならし、その上に管を置き、管の下半分 ($0.5B_c$) まで砂、碎石または安定処理土で十分締め固める。この場合の有効な支承角は 90° と考える。



掘削底面に基床として砂、碎石または安定処理土を敷きならし、その上に管を置き、管の天端 (B_c) まで砂、碎石または安定処理土で十分締め固める。この場合の有効な支承角は 120° と考える。

図-9.2.29 砂基礎の支承角

道路土工カルバート工指針より

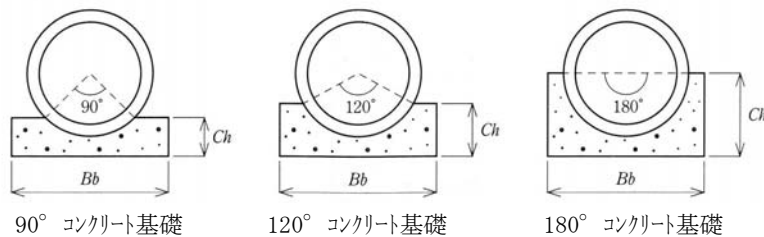


図-9.2.30 コンクリート基礎の支承角

道路土工カルバート工指針より

[参考] 360° 固定基礎の設計については、現在確立された方法がないことから、参考文献としては、全国ヒューム管協会「ヒューム管設計施工要覧」の「 360° コンクリート巻立てヒューム管の設計方法」などがある。

9.2.8.7 鉄筋コンクリート高圧管の設計

鉄筋コンクリート高圧管の設計は、設計荷重により管に生じる最大曲げモーメント(M)を求め、管体の許容曲げモーメント(Mra)と比べ安全($M \leq Mra$)となるように管種および基礎条件を選定する。

1) 管体の許容曲げモーメント

管頂および管底に集中線荷重を載荷し、管体に 0.05mm 幅のひび割れの生じるときの荷重を Pr とすると、管の最大抵抗曲げモーメント Mr は管底において生じ、その値は(式-9.2.18)で計算する。

$$Mr = k1 \cdot Pr \cdot r + k3 \cdot W \cdot r \quad \dots\dots\dots \text{(式-9.2.18)}$$

ここに $k1 \cdot k3$: 基礎形式および管種に対する係数で**表-9.2.27**による。

Pr : ひび割れ荷重(kN/m)

r : 管厚中心半径(m)

W : 管の自重(kN/m)

表-9.2.26 管厚中心半径、自重

呼び径	内径(m)	管厚中心半径 r(m)	自重 W(kN/m)
250	0.25	0.1550	1.51
300	0.30	0.1800	1.75
350	0.35	0.2050	2.08
400	0.40	0.2300	2.47
450	0.45	0.2570	2.92
500	0.50	0.2825	3.38
600	0.60	0.3325	4.05
700	0.70	0.3875	5.70
800	0.80	0.4425	7.27
900	0.90	0.4975	9.40
1000	1.00	0.5525	11.87
1100	1.10	0.6075	14.08
1200	1.20	0.6625	16.48
1350	1.35	0.7425	20.98
1500	1.50	0.8275	25.97
1650	1.65	0.9075	30.83
1800	1.80	0.9925	37.59
2000	2.00	1.0975	43.38

許容曲げモーメントは、ひび割れに対して 1.25 の安全率をとるものとする。

したがって、許容曲げモーメント Mra は(式-9.2.19)により求める。

$$Mra = \frac{Mr}{1.25} \quad (\text{kN} \cdot \text{m}) \quad \dots\dots\dots \text{(式-9.2.19)}$$

2) 管に生じる最大曲げモーメント

鉛直土圧および活荷重による鉛直荷重によって管に生じる最大曲げモーメント M は、(式-9.2.20) で計算する。

$$M = k_2 (q_d + q_l) r^2 \quad (\text{kN}\cdot\text{m}) \quad \dots\dots\dots \text{(式-9.2.20)}$$

ここに k_2 : 基礎形式および管種に対する係数で表-9.2.27 による。

q_d : 鉛直土圧 (kN/m²) で(式-9.2.11)による。

q_l : 活荷重による鉛直荷重 (kN/m²) で、(式-9.2.14)による。

r : 管厚中心半径 (m)

表-9.2.27 k の値

管径	1 種				2 種・3 種			
	K1	K2		K3	K1	K2		K3
		基礎コンクリート				有り	無し	
		有り	無し					
250	0.188	0.171	0.243	0.018	0.169	0.155	0.174	0.034
300	0.206	0.179	0.275	0.037	0.182	0.184	0.212	0.035
350	0.208	0.188	0.291	0.041	0.191	0.171	0.199	0.038
400	0.220	0.198	0.305	0.043	0.203	0.174	0.203	0.039
450	0.222	0.200	0.321	0.043	0.222	0.200	0.323	0.043
500	0.235	0.211	0.309	0.046	0.235	0.211	0.307	0.046
600	0.248	0.210	0.320	0.046	0.244	0.219	0.254	0.049
700	0.285	0.254	0.355	0.055	0.278	0.250	0.342	0.055
800	0.289	0.245	0.333	0.054	0.281	0.249	0.335	0.054
900	0.283	0.260	0.359	0.058	0.295	0.262	0.352	0.058
1,000	0.290	0.269	0.381	0.058	0.304	0.271	0.374	0.059
1,100	0.294	0.271	0.372	0.057	0.303	0.267	0.372	0.059
1,200	0.338	0.306	0.372	0.056	0.302	0.262	0.363	0.057
1,350	0.332	0.268	0.360	0.054	0.318	0.277	0.384	0.061
1,500	0.314	0.317	0.409	0.059	0.314	0.314	0.406	0.059
1,650	0.353	0.248	0.355	0.058	0.318	0.270	0.370	0.051
1,800	0.339	0.271	0.373	0.058	0.322	0.271	0.382	0.060
2,000	0.311	0.278	0.376	0.059	0.324	0.272	0.372	0.060

注) k_2 : 基礎コンクリートは、現場打ちコンクリート基礎およびプレキャストコンクリート基礎を示す。

k_2 のみ基礎コンクリートの有無による k 値の変更あり。

9.2.8.8 台付鉄筋コンクリート管の設計

台付鉄筋コンクリート管の設計は、設計荷重により管に生じる最大曲げモーメント(M)を求め、管体の許容曲げモーメント(Mra)と比べ安全($M \leq Mra$)となるように管種および基礎条件を選定する。

1) 管体の許容曲げモーメント

管頂および管底に集中線荷重を載荷し、管体に 0.05mm 幅のひび割れの生じるときの荷重を Pr とすると、管の最大抵抗曲げモーメント Mr は管底において生じ、その値は(式-9.2.21)で計算する。

$$Mr = 0.305Pr \cdot r + 0.067W \cdot r \quad \dots\dots\dots \text{(式-9.2.21)}$$

ここに Pr : ひび割れ荷重(kN/m)
 r : 管厚中心半径(m)
 W : 管の自重(kN/m)

表-9.2.28 管厚中心半径、自重

呼び径	内径(m)	管厚中心半径 R(m)	自重 W(kN/m)
250	0.25	0.1475	1.41
300	0.30	0.1750	1.77
350	0.35	0.2020	2.18
400	0.40	0.2290	2.65
450	0.45	0.2560	3.32
500	0.50	0.2825	3.91
600	0.60	0.3355	5.03
700	0.70	0.3885	6.27
800	0.80	0.4415	7.68
900	0.90	0.4945	9.24
1000	1.00	0.5475	10.91
1100	1.10	0.6005	12.69
1200	1.20	0.6535	14.68

許容曲げモーメントは、ひび割れに対して 1.25 の安全率をとるものとする。

したがって、許容曲げモーメント Mra は(式-9.2.22)により求める。

$$Mra = \frac{Mr}{1.25} \quad (\text{kN} \cdot \text{m}) \quad \dots\dots\dots \text{(式-9.2.22)}$$

2) 管に生じる最大曲げモーメント

鉛直土圧および活荷重による鉛直荷重によって管に生じる最大曲げモーメント M は、(式-9.2.23)で計算する。

$$M = 0.282(q_d + q_l)r^2 \quad (\text{kN} \cdot \text{m}) \quad \dots\dots\dots \text{(式-9.2.23)}$$

ここに q_d : 鉛直土圧(kN/m²)で(式-9.2.11)による。
 q_l : 活荷重による鉛直荷重(kN/m²)で、(式-9.2.14)による。
 r : 管厚中心半径(m)

9.2.8.9 縦断管種選定

縦断管の管種選定における活荷重の作用判定は、**図-9.2.31**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。

1) 活荷重区分

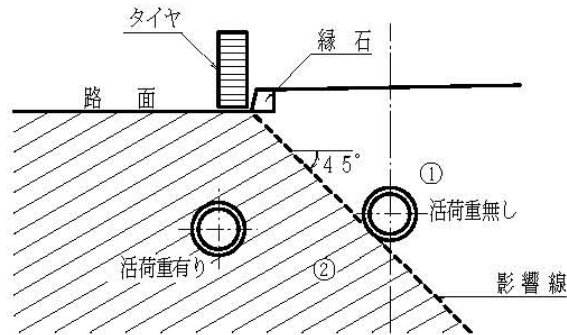


図-9.2.31 活荷重区分

開発局道路設計要領より

9.2.8.10 管径と盛高による基礎形式の選定

標準的な埋設条件での基礎形式は図-9.2.32に示す4タイプを標準とする。

1) 基礎形式

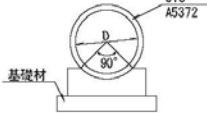

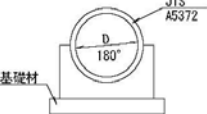
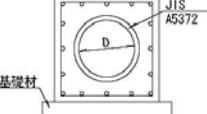
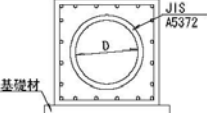
型	基礎形式	適用管種	適用管径	埋設形状
P1	90° 	鉄筋コンクリート管 遠心力鉄筋コンクリート管 コ7式 ⁷ レストレストコンクリート管	200 ~ 1,500	
	180° 			
P3	360° 	遠心力鉄筋コンクリート管	200 ~ 500	
	360° 			

図-9.2.32 基礎形式

2) 利用頻度が高いφ600mmのパイプカルバートの選定図を参考に示す。なお、パイプカルバート選定図を参考に決定した場合、別途計算により確認を行うこと。

パイプカルバート選定図
(活荷重を考慮する場合)

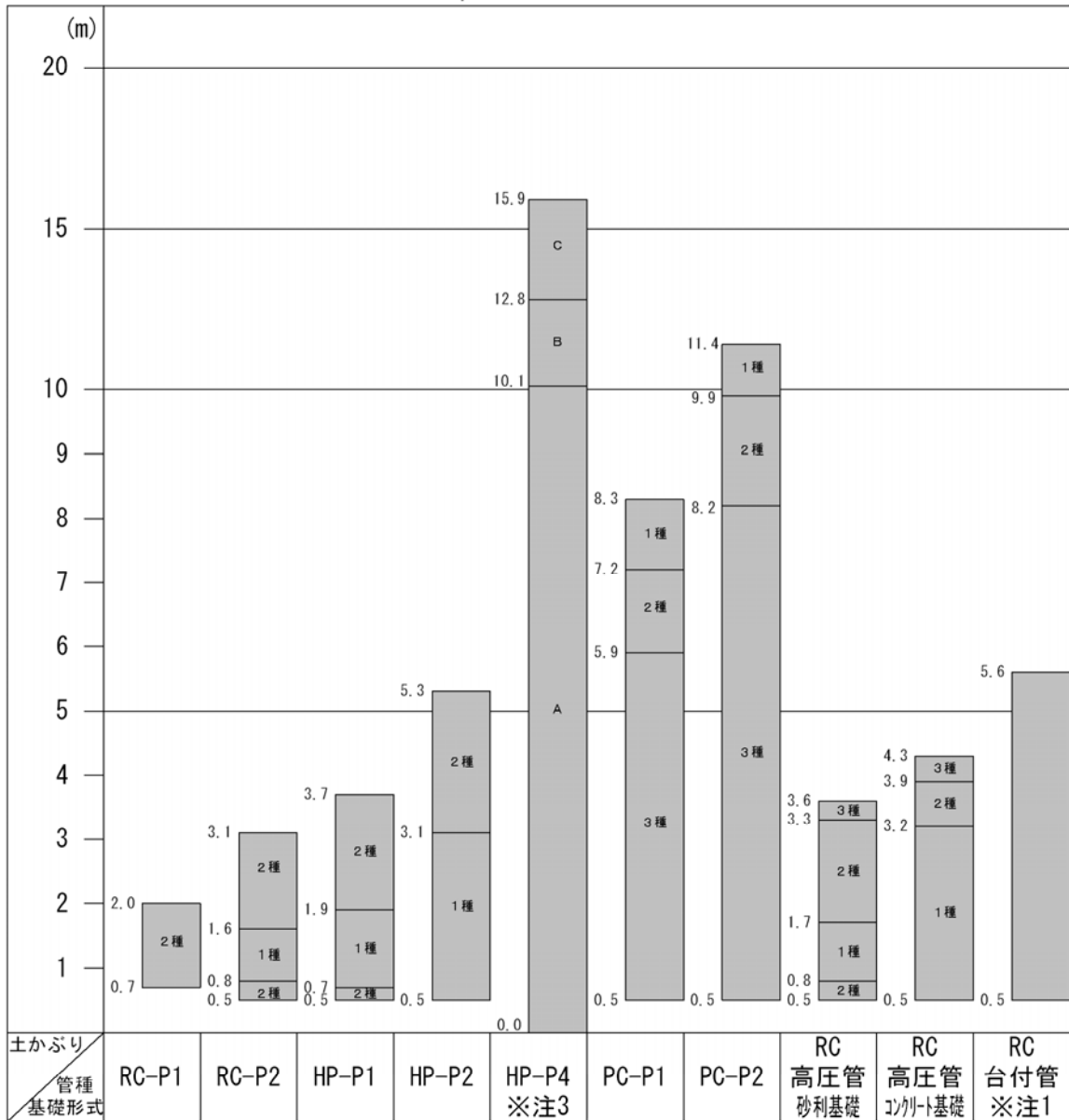
凡例
 RC : 鉄筋コンクリート管
 HP : 遠心力鉄筋コンクリート管
 PC : コアレスプレストレストコンクリート管
 RC高圧管: 鉄筋コンクリート高圧管
 RC台付管: 鉄筋コンクリート台付管

360° 固定基礎 巻立厚
 A : 15cm E : 35cm
 B : 20cm F : 40cm
 C : 25cm G : 45cm
 D : 30cm H : 50cm

適用条件
 1. 突出型
 2. 砂質土
 $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$
 3. 活荷重: T-25

P1 : 90° 支承
 P2 : 180° 支承
 P3 : 360° 固定 $\phi 200 \sim \phi 500$
 P4 : 360° 固定 $\phi 600$ 以上

$\phi 600$



注意事項

- RC台付管については、コンクリート基礎の巻立てを含めた一体構造である基礎形式に係らず同一の選定範囲であることから、ベース板の有無に係らず同一の選定範囲である。
- HP-P4は、全国ヒューム管協会「ヒューム管設計施工要覧」の「360° コンクリート巻立てヒューム管の設計方法」により計算している。

9.2.8.11 パイプカルバート構造標準図

パイプカルバート構造標準図は、次項による。