

第7章 排水施設

第1節 通則

1-1 一般

排水施設は、気象、地形、地質、水利、流域等の現地諸条件及び経済性に適合したものを設置する。

側溝及び横断溝は、現地の諸条件及び林道の利用目的に応じて設置する。

溝きよは、開設後の豪雨等による閉塞を考慮して、開きよを優先させる。暗きよを設置する場合は、必要に応じて土砂止め工及び流木除け工等の対策を講じる。

1 各集水区域内の排水施設の配置

水系調査に基づく各集水区域内の排水施設の配置は、次による。

- (1) 沢、谷又は深い凹地形等を横断する水系の場合は、それぞれの集水区域を対象に溝きよを配置する。
- (2) 溝きよ設置対象の集水区域以外には側溝を配置することとし、路線の縦断勾配の凸形変移点間ごとに集水区域を分割し処理する。
- (3) 分割された集水区域内の側溝で流下能力を超える箇所は、適切な箇所に溝きよを配置する。
- (4) 地下水又はのり面排水が必要な箇所には、地下排水工又はのり面排水工を設置する。

2 流末処理

排水施設の流末は、必要に応じて現地発生の根株等の木材を活用した木製構造物、岩砕を活用したかご工等により侵食、滞留水等を生じないように措置する。

1-2 排水施設の区分

排水施設は、次のように区分する。

1 地表水排水

地表水排水は、降雨又は降雪等によって生じた路面及び斜面からの地表水を排除する施設であり、側溝・横断溝及び溝きよ等がある。

- (1) 溝きよは、開きよ、暗きよ及び洗越工とし、これらに付帯する集水工及び流末処理工を含むものとする。なお、集水工及び流末処理工は、次のように区分する。

集水工は、呑口工、集水榭工、流木除け工、土砂止め工とする。

流末処理工は、吐口工、水叩工、水路工等とする。

- (2) 雨水が林道内に集まりやすい地形の場合は、林道自体に集水機能をもたせた水路兼用林道(水兼道)を設けることができる。この場合の路面構造は舗装とし、アスカーブ等を設ける。なお、通行の安全には、十分に留意する。

2 地下水排水

地下水排水は、路面下の地下水位を低下させ、さらに林道に隣接する斜面等から浸透してくる水を排除する施設であり、地下排水工や遮断層等に区分する。

3 のり面水排水

のり面水排水は、降雨等がのり面に浸透しないように、あるいはのり面を流下する水やのり面内の地下水を安全にのり面外の排水施設に導くために設けるもので、のり頭排

水工、小段排水工、縦排水工等に区分する。

1 - 3 雨水流出量

1 水系ごとの雨水流出量

雨水流出量は、水系ごとの集水区域内の降雨が、その最遠端から排水施設に流達する時間の平均降雨量を基とした降雨強度により最大流出量を求め、溝きよ等の種類、断面、その他の構造を決定する。

2 集水面積

集水面積は、水系調査図に基づき、集水区域ごとに測定した面積とする。また、集水区域面積測定の際、必要に応じて集水区域ごとの最遠端距離を求める。

3 降雨強度

降雨強度は、流達時間における平均降雨強度によるものとし、次により求める。

- (1) 降雨確率年は、10年を標準とする。
- (2) 降雨強度は、当該地域における雨量観測資料の適合式によるものとし、次式により計算する。

ア タルボット形適合式

$$I = R_n \cdot \frac{a'}{t + b}$$

イ 久野・石黒形適合式

$$I = R_n \cdot \frac{a'}{\sqrt{t \pm b}}$$

ウ シャーマン形適合式

$$I = R_n \cdot \frac{a'}{t^n}$$

エ 君島形適合式

$$I = R_n \cdot \frac{a'}{t^n + b}$$

ここに I：降雨強度 (mm/h)

R_n：n年確率の時間雨量 (mm/h)

a、b、n：地域ごとの降雨分布の特性を示す定数

t：流達時間(分)であり、次表を標準とするが、集水区域の面積、地表の状態、勾配等によって適当でない場合は、次の(3)の計算によることができる。

流域面積(ha)	50以下	50を超え100以下	100を超え500以下
流達時間(分)	10	20	30

- (3) 流達時間は、集水区域の最遠端から河道の最上流端に到達するまでの流入時間と、河道等を経て排水施設に到達するまでの流下時間の和とし、次式により計算する。

流入時間の算定に当たっては、集水区域の地表の状況、勾配、面積、形状等のほか、土質の浸透能、降雨強度等を考慮して、次のカーベイ式により計算する。

$$t_1 = \left\{ \frac{2}{3} \times 3.28 \times L \cdot \frac{n_d}{\sqrt{S}} \right\}^{0.467}$$

ここに t_1 : 流入時間(分)

L : 集水区域最遠端から流入地点までの距離(m)

S : 最遠端から流入地点までの平均勾配 $= \frac{H}{L}$

ここに、 H : 高低差(m)

n_d : カーベイの粗度係数で、次表による。

Kerby の粗度係数

地 覆 状 態	n_d
セメントコンクリート、アスファルトコンクリート面など	0.013
滑らかな不浸透面	0.02
滑らかで、よく締まった裸地	0.10
貧弱な草地、耕地、適当な粗さの裸地	0.20
牧草地、普通の草地	0.40
落葉樹林	0.60
針葉樹林、粗または密に草が生い茂った深い落葉樹林	0.80

(出典)道路土工要綱 日本道路協会 H21.6

流下時間は、河道等を経て降雨強度を求める排水施設に至るまでの時間で、平均流速を基として、次式により計算する。

$$t_2 = \frac{L}{60 \times v}$$

ここに、 t_2 : 流下時間(分)

L : 河道等の延長(m)

v : マニングの平均流速式(m/sec) $= \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot i^{1/2}$

ここに、 R : 径深(m)

$$= \frac{A}{P}$$

ここに、 A : 河道等の断面積(m²)

P : 河道等の潤辺長(m)

i : 河道等の勾配

$$= \frac{H}{L}$$

ここに、 H : 河道等の高低差(m)

n：次表に示す粗度係数による。

河道の粗度係数

区分		渓床の状況	粗度係数	
			範囲	平均
自然流路	大流路	粘土、砂質床	0.018 ~ 0.035	
		礫河床	0.025 ~ 0.040	
	山地流路	砂利、玉石	0.030 ~ 0.050	
		玉石、大玉石まじり	0.040 ~ 0.070	
	山岳地溪流	流水土砂で損耗された凹凸の甚だしい母岩の露出渓床		0.05
		河床が割合整備された状況の渓床		0.06
		径0.3~0.5mの石礫が点在		0.07
		径0.5m以上の石礫が点在		0.08
人工水路等	コンクリート管		0.013	
	コンクリート人工水路	0.014 ~ 0.020		
	両岸石張小水路(泥土床)		0.025	
	コルゲートパイプ(1形)		0.024	
	コルゲートパイプ(2形)		0.033	
	コルゲートパイプ(ペーピングあり)		0.012	

(出典)山地保全工学 山口伊佐夫 農林出版 S45、水理公式集 土木学会 S46、
建設省河川砂防技術基準(案)同解説 調査編 日本河川協会 H9、
道路土工要綱 日本道路協会 H21.6

排水施設の粗度係数

排水施設の形式	排水施設の状況	粗度係数	
		範囲	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
	コルゲートパイプ(1形)		0.024
	コルゲートパイプ(2形)		0.033
	コルゲートパイプ (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	鋼、塗装なし、平滑	0.011 ~ 0.014	0.012
	モルタル	0.011 ~ 0.015	0.013
	木、かんな仕上げ	0.012 ~ 0.018	0.015
	コンクリート、コテ仕上げ	0.011 ~ 0.015	0.015
	コンクリート、底面砂利	0.015 ~ 0.020	0.017
	石積み、モルタル目地	0.017 ~ 0.030	0.025
	空石積み	0.023 ~ 0.035	0.032
	アスファルト、平滑	0.013	0.013
ライニング なし水路	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

(出典)道路土工要綱 日本道路協会 H21.6

4 流出係数

流出係数は、集水区域内の地表面の状態、傾斜、土質、降雨継続時間等の変動等を予測するものであり、降雨強度による降雨量と排水施設への流入量の比として次表の値を適用する。

なお、地表面の種類が複数にわたる場合は、それぞれの加重平均値によるものとする。

地質及び地形	浸透能不良母材			浸透能普通母材			浸透能良好母材		
	急峻	斜面	平地	急峻	斜面	平地	急峻	斜面	平地
森林	0.65	0.55	0.45	0.55	0.45	0.35	0.45	0.35	0.25
疎林耕地	0.75	0.65	0.55	0.65	0.55	0.45	0.55	0.45	0.35
草地	0.85	0.75	0.65	0.75	0.65	0.55	0.65	0.55	0.45
不毛岩石地	0.90	0.80	0.70	0.80	0.70	0.60	0.70	0.60	0.50

都市地区	住宅地区	舗装道路	砂利道路	庭園芝生	樹林	運動場公園
0.90 ~ 0.95	0.70 ~ 0.80	0.85 ~ 0.98	0.60 ~ 0.75	0.45 ~ 0.55	0.35 ~ 0.40	0.55 ~ 0.65

(出典) 治山設計 山口伊佐夫 農林出版 S54.3

5 排水施設に流入する雨水流出量

排水施設に流入する雨水流出量は、集水区域面積、降雨強度及び流出係数に基づき、次の合理式法により計算する。

$$Q = \frac{1}{360} C \cdot I \cdot A$$

ここに Q：雨水流出量 (m³/sec)

C：流出係数

I：降雨強度 (mm/h)

A：集水区域面積 (ha)

1 - 4 通水断面

排水施設の流下能力である通水断面は、流入する雨水流出量以外の流下物又は堆積物に対しても十分に安全なものとして、水系調査等に基づく集水区域内の現地諸条件を基に適切な安全率を乗じて求める。

1 通水断面の計算

排水施設の通水断面は、次式により計算する。

$$A = \frac{Q}{v} \cdot F$$

ここに A：通水断面積 (m²)

Q：雨水流出量 (m³/sec) = 「1-3 雨水流出量」5 による

v：平均流速 (m/sec) = 「1-3 雨水流出量」3 の(3)の式により算定する。

F：安全率=次の「1-4 通水断面」3 に示す値とする。

2 安全率

通水断面積の算定に用いる安全率は、周辺の既往における実績及び集水区域の将来の変動並びに経済性を考慮し、次の値を標準として適用する。

- (1) 流量計算する側溝・開きよの場合は、1.2 以上
- (2) 流木除け工又は土砂止め工等の施設を設ける場合は、2.0 ~ 3.0
- (3) 流木除け工又は土砂止め工等の施設を設け難い場合又は不適當な場合は、3.0 以上
なお、木材を使用した簡易な流木除け工を設けた場合は上記(3)を適用する。

第2節 側溝・横断溝

2 - 1 一般

側溝は、溝きよに流入しない斜面、のり面又は路面の雨水等を排するため、必要な断面積及び構造を有するものとし、路肩外縁に接した位置に設ける。ただし、L型側溝は必要に応じて路肩内に設けることができる。

横断溝は、路面水及び流量計算しない側溝水を排除するものとし、車輛の通行荷重に耐える適切な構造とする。

1 側溝

- (1) 側溝は、次の箇所に設置する。

集水区域の切土のり面又は斜面ののり尻が路肩に接する区間

他へ導水するために必要とする区間

路面水等が集中流下して、盛土の路肩又はのり面を侵食するおそれがある区間

- (2) 林道の利用形態が、もっぱら森林施業の実施である場合で、路面洗掘のおそれがなく、川側への片勾配を設置した砂利路面のもの及びのり面水及び路面水等の排除に、横断溝をきめ細かに設置して分散排水を図ったものについては、側溝を設けないことができる。
- (3) 側溝の種類は、現地の土質、縦断勾配、気象等の諸条件を基にして、次により選定する。

侵食、洗掘等のおそれのない箇所、舗装や路面安定処理の計画がない区間は、素掘りの側溝とする。

砂、砂質土、シルト等の土質で、侵食、洗掘のおそれのある箇所は、木製構造物による側溝、種子散布工又は張り芝工等で被覆した植生工の側溝とすることができる。

舗装道及び路面安定処理工を実施した路線においては、L型側溝とする。

次のような箇所においては、コンクリート等によるU形又はL型側溝とすることができる。

ア 多雨又は豪雪地域の箇所

イ 縦断勾配が急で、洗掘等のおそれのある箇所

ウ 多量の通水が常時又は一定期間ある箇所

エ 斜面又は切土のり尻に設置された構造物等の基礎が、侵食、洗掘等のおそれのある箇所

小動物への配慮が求められる箇所においては、必要に応じて傾斜付側溝とすることができる。

2 横断溝

(1) 横断溝は、次の箇所に設置する。

路面水の排水等に用いる横断溝は、次のような切土箇所に設ける。やむを得ず盛土箇所に設ける場合は、その流末を盛土外に導水する。また、横断溝の流末では、必要な流末処理を行う。

ア 盛土又は路側擁壁等の前又は後の箇所

イ 滞留水の発生する恐れのある箇所

ウ 路面水による路面侵食のおそれのある箇所

エ 流出量の計算をしない側溝水を処理する箇所

横断溝設置間隔は、砂利道においては50m～100mに1箇所程度を目安にする等、路面の状態等に応じて、必要な間隔で設置する。

林道の利用形態が、もっぱら森林施業の実施である場合は、木製構造物等による横断溝をきめ細かに設置し、川側への分散排水を図ることが望ましい。

(2) 横断溝は、全横断型とし、次の構造とする。

横断溝は、地形や勾配に応じ路面水等が自然流下する縦断勾配を設けるものとする。

横断溝の頂面は、路面の縦断勾配に合致させる。

砂利道で、横断溝の側壁背面が路面水による侵食等のおそれがある場合は、両側の側壁背面の路面全幅に、長さ3m以下を標準として舗装等とすることができる。

2 - 2 設 計

1 側溝

側溝の設計は、雨水等による流出量による断面の算定及び断面の構造が特別な場合を除き、流出量による断面の算定及び断面に対する構造上の設計計算は行わない。

(1) 断面

側溝の断面は、幅及び深さの最大を 30cm 程度とする。

L型側溝は JIS 又は JIS に準ずる工場製品とする。

側溝に接する路肩等には、斜面、のり面又は路面からの雨水等の円滑な流入を図るため、適宜に横断勾配を設けることが望ましい。

(2) 設計計算

側溝断面の設計計算は、JIS 又は JIS に準ずる工場製品以外の場合に行う。

ただし、輪荷重が側壁背面に接して作用する場合の過載荷重は、橋台の胸壁の設計に準じた輪荷重強度を用いることができる。

2 横断溝

(1) 横断溝の断面は、雨水等による流出量及び断面の構造が特別な場合を除き流出量による断面の算定及び断面に対する構造上の設計計算を必要としないが、路線延長に応じて必要な数を設置する。

(2) 流量計算しない側溝水の排除を兼ねる横断溝は、通常 30cm × 30cm 程度の有蓋断面とする。なお、この場合は、側溝の断面との整合に十分に留意する。

2 - 3 基礎

側溝・横断溝の基礎は、在来地盤を基礎とする地山基礎又は、砂基礎、砕石基礎、コンクリート基礎等の直接基礎とする。

第3節 溝きよ

3 - 1 一般

開きよ、暗きよ及び洗越工は、それぞれの機能及び設計条件に応じて適切に配置する。

1 設置条件

(1) 溝きよは、側溝、隣接地帯の流水等を排除するものとし、次のような箇所に設ける。

側溝水を横断排除する場合は、溝きよの流下能力に合わせ、側溝の断面が不足する箇所ごとに設ける。

隣接地帯の排水等に用いる溝きよは、次のような切土箇所に設けるものとし、やむを得ず盛土箇所に設ける場合は、その流末を盛土外に導水する。

ア 流水又はそのおそれのある箇所

イ 側溝の縦断勾配の凹型変移点付近の箇所

ウ 盛土又は路側擁壁等の前又は後の箇所

エ 滞留水のおそれのある箇所

(2) 流末の位置は、侵食、崩壊等を生じない良質な地山箇所とする。

(3) 土砂の沈澱又は侵食を生じないよう、従来の流路のある場合は、その位置とし、深床勾配及び流心等となるべく一致させた位置とする。

(4) 路線の前後において、流路の流心修正が可能な場合は、路線方向と直交した位置とする。

2 急勾配箇所の設置対応

溝きよの設置勾配が 30%程度を超える場合は、必要に応じて、突起等による滑り止めを設ける。

3 - 2 開きよ

1 開きよの種類と構造

開きよの種類と構造は、側面、底面及び頂面の組み合わせにより適用する。

- (1) 2側壁で構成される2面開きよは、側壁止めの杭打ち等が可能で、流路洗掘のおそれのない箇所に用いる。
- (2) 2面開きよの適用箇所で蓋を必要とする場合、測壁と頂面で構成される3面開きよを用いる。

なお、路面横断に用いる場合は、3面が連続する門形カルバート又は各面が単体構造のものに区分し、特に、門形カルバートは岩盤基礎の箇所に用いる。

- (3) 側面及び底面が連続するフリーム構造は、2面開きよが適用できない場所に用いる。

2 設置条件

開きよは、次のような箇所に設置する。

- (1) 暗きよの最小土かぶり厚が確保できない箇所
- (2) 排水施設内の堆積土砂又は閉塞する氷雪等を随時排除する必要のある箇所
- (3) 暗きよよりも経済的な箇所
- (4) 水路として用いる箇所
- (5) 合成樹脂による開きよは、紫外線に当たるおそれのない箇所

3 - 3 暗きよ

1 暗きよの種類と構造

- (1) 暗きよは、剛性ボックスカルバート、剛性パイプカルバート及びたわみ性パイプカルバートに区分し、それぞれの種類に応じて適用する。
- (2) パイプカルバートの最小径は、60cmとする。ただし、流水等が定量で、明らかに60cm以下で可能な場合は設計に基づく径による。

2 設置条件

- (1) 暗きよは、流水のある箇所又はそのおそれのある箇所を林道が横断する箇所に、地形、流出量等に応じた規模で設置する。

剛性ボックスカルバートは、次のような箇所に用いる。

ア 土かぶり厚が10m程度以下の箇所

剛性パイプカルバートは、次のような箇所に用いる。

ア 地山基礎又は直接基礎工で支持できる箇所

イ 他の暗渠が適用できない箇所

たわみ性パイプカルバートのうちコルゲートパイプは、次のような箇所に用いる。

ア アーチ形を除き、土石の流入しない箇所

イ 作業工程等の関係で他の暗きよ材の運搬が困難な箇所

ウ 基礎地盤の許容支持力が小さく、不等沈下を生ずるおそれのある箇所

たわみ性パイプカルバートの合成樹脂管は、次のような箇所に用いる。

ア 土石の流入しない箇所

イ 作業工程等の関係で他の暗きょ材の運搬が困難な箇所

ウ 基礎地盤の許容支持力が小さく、不等沈下を生ずるおそれのある箇所

なお、埋設後の近接箇所での掘削が予想される場合は、管に過大な変形やたわみが生じるため、注意が必要である。

また、合成樹脂管は、耐圧ポリエチレンリブパイプカルバートとその他の管に分けられるが、剛性、耐圧性、耐衝撃性等を踏まえた上で、施工条件を考慮して適切に使い分ける。

- (2) 暗きょの土かぶりは、最小厚の範囲でできるだけ少ない位置とする。このため、従来の流路にこだわらず、流路修正を行って設けることもある。
- (3) 暗きょの設置位置は、できるだけ半溝型埋設が可能な位置とする。

3 - 4 洗越工

1 洗越工の構造

洗越工は、常水を流下させる開きょ又は暗きょ埋設の路面と一体化した構造とする。路体、路面、暗きょ等の適用は、次による。

- (1) 洗越工の設置位置は、流路の中央付近に路線の縦断勾配の凹変移点とし、縦断曲線内において雨水流出量に応じた通水断面を設定して、取付路面に溢流させない流路幅を確保する。
- (2) 洗越工の路体を土砂で構築する場合は、上下流側をコンクリート擁壁等とし、路面はコンクリート路面工等として、流心部に常水に対する開きょ又は暗きょを設置する。
- (3) 洗越工の路体を岩砕を活用して構築する場合は、かご工等による透水性構造により常水を処理するほか、必要に応じて常水の流心箇所に開きょ又は暗きょを配置する。
なお、路面は、コンクリート路面工とすることができる。
- (4) 洗越工の吐口が洗掘されるおそれがある場合は、水叩工を設置する。

2 設置条件

洗越工は、次のような縦断勾配の凹型変移点の設定が可能な箇所に適用する。

- (1) 扇状地又は崖錐地帯
- (2) 上流部が荒廃溪流
- (3) 土石流の堆積地帯
- (4) なだれ発生の危険地帯
- (5) 常水が少なく、一時的出水が多い溪流
- (6) 流路が不特定で散流幅が広い溪流
- (7) 雨水流出量が多い溪流内で、土かぶり厚が不足する場合

3 - 5 設計

1 開きよ

開きよの設計計算は、次による。

- (1) 開きよは、作用する外力のうち輪荷重の影響が大きいため鉄筋コンクリート構造とし、設計載荷荷重に見合った蓋を設置する。
- (2) 開きよの設計は、自動車による輪荷重が、側壁背面に接して載荷される場合、側壁上の載荷は考慮しない。
- (3) 開きよを構成する設計部材は、側壁と底版であるが、側壁天端の蓋掛壁についても応力計算を行う。
- (4) 設計は、側溝及び擁壁等に準じて行うが、側壁は底版軸線を固定端とする片持ちばり、底版は側壁軸線で剛結された単純ばりを基としたラーメンとして解法する。なお、地盤反力については、鉄筋コンクリートの蓋と鋼製グレーチングの蓋を適用区分し、許容支持力不足の場合は、U形側溝に準じた基礎工を検討する。

2 暗きよ

(1) 荷重

暗きよに作用する荷重は、死荷重、活荷重、衝撃、土圧及び地盤反力として、暗きよの種類及び設計目的により適用する。

死荷重は、暗きよの自重とし、材料の単位体積重量の標準は、次のとおりである。

ア 鉄筋コンクリートは 24.5kN/m^3

イ コンクリートは 23kN/m^3

ウ アスファルトコンクリートは 22.5kN/m^3

輪荷重には、衝撃を生ずるものとし、暗きよの種類に応じて、次表により適用する。

衝撃係数

暗きょの種類	土かぶり (h)	衝撃係数
剛性ボックスカルバート ・ボックスカルバート ・アーチカルバート ・門型カルバート	h < 4m	0.3
	4m ≤ h	0
たわみ性カルバート ・コルゲートパイプ	4m ≤ h	0
剛性パイプカルバート ・コンクリート製パイプカルバート たわみ性カルバート ・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 ・耐圧ポリエチレンリブパイプカルバート	h < 1.5m	0.5
	1.5m ≤ h < 6.5m	0.65-0.1h
	6.5m ≤ h	0

(出典) 道路土工 - カルバート工指針 日本道路協会 H22.3

活荷重は、次式により計算する。

$$P_i = \frac{2P \cdot (1+i)\beta}{B+2h}$$

$$\frac{PB}{2h+a} = \frac{2P \cdot (1+i) \cdot \beta}{(B+2h) \cdot (2h+a)}$$

ここに P : 後輪の輪荷重 (kN) : 100kN (標準)

i : 衝撃係数

: 断面力の低減係数

・土かぶり厚 h 1m かつ内径 (又は内空幅) 4m 場合 1.0

・上記以外の場合 0.9

B : T荷重1組の占有幅 (m) = 2.75m (標準)

h : 土かぶり厚 (m)

P_B : 暗きょの単位面積当たり活荷重 (kN/m²)

a : 後輪の設置長 (m) = 0.2 (標準)

剛性ボックスカルバートの土圧は、上面又は下面に鉛直土圧が、側面に水平土圧が作用する。

パイプカルバートの土圧は、その上面に鉛直土圧が作用し、水平土圧は考慮しない。

地震及び温度変化による影響は、考慮しない。

(2) 設計計算

剛性ボックスカルバートの設計は、次の計算により行う。

ア 設計計算に用いる寸法は、横方向の荷重の場合は外側の寸法、応力計算の場合

- 合はラーメン軸線の中心軸寸法による。
- イ ラーメンの計算方法は、たわみ角法又は変形法とし、ラーメン部材の節点には剛域を考えない。
- ウ 設計計算は、自重、活荷重及び土圧により、頂版、側壁及び底版に生ずる曲げモーメント、せん断力及び軸方向力等を求め、断面の厚さ及び鉄筋量を算出して応力度を検討する。
- エ カルバート延長 10m ~ 15m 程度の間隔に伸縮目地を設ける場合は、縦方向の設計計算は行わない。ただし、縦断勾配が 10% 程度以上の場合は、その傾斜角に対する応力度を基に設計計算を行う。
- 剛性パイプカルバートの設計は、次の計算により行う。
- ア 管頂及び管底に集中荷重を載荷して、管体に 0.05mm 幅のひび割れが生じるときの管底における最大抵抗曲げモーメントに対して 1.25 をとったものを許容曲げモーメントとする。
- イ 鉛直土圧と活荷重との鉛直荷重により、管底に生じる最大曲げモーメントと管体の許容曲げモーメントを比較し、安全となるよう管種及び基礎条件を選定する。たわみ性パイプカルバートのうちコルゲートパイプの設計は、次の計算により行う。
- ア コルゲートパイプは、そのたわみ性による受動土圧の発生によって生じる水平たわみ量が、10% 以下の変形抵抗力となるような確実な裏込施工を前提として適用する。
- イ 板厚は、設置条件、断面形状、直径又はスパン及びかぶり厚を確定した上で決定する。
- ウ 板厚の決定に当たっては、断面の剛性、軸方向の継ぎ手強さ、セクションの座屈強さ及びたわみについて計算する。計算に適用する諸数値は、次表を適用する。

計算の種類	項 目		数 値	
断面剛性	FFa	1 形	0.24mm/N	
		2 形	0.11mm/N	
継手強さ	安全率	土かぶり h 1.5m	6.0	
		土かぶり 1.5m < h 3.0m	4.5	
		土かぶり 3.0m < h	3.0	
座屈強さ	土の剛性係数K	裏込めの種類	A	0.44
			B、C	0.22
	安全率	土かぶり h 1.5m	4.0	
		土かぶり 1.5m < h 3.0m	3.0	
		土かぶり 3.0m < h	2.0	
たわみ	据付角定数 Fk		0.100	
	土の経時変化係数Fd と土の変形係数Es	裏込めの種類	A	1.50 : 7.4N/mm ²
			B	1.25 : 14.7N/mm ²
			C	1.25 : 24.5N/mm ²
	たわみの制限値 a		0.05D (mm)	

注1 1形とは円形1形、2形とは円形2形を示す。

2 A、B、Cは裏込材の種類を示す。(裏込め材料とその締固め度による)

(出典)道路土工 - カルバート工指針 日本道路協会 H22.3

エ コルゲートパイプの形式は、次により選定する。

- a 円形1形は、1350mm以下の径の場合に適用する。
- b 円形2形は、1500mm以上の径の場合に適用する。
- c エロンゲーション形は、円形2形適用箇所では良質の裏込材の入手が困難な場合で、高盛土箇所又は大径管を用いる場合に適用する。
- d パイプアーチ形は、円形2形適用箇所では断面積に対して最小土かぶり厚の確保が困難な場合に適用する。
- e アーチ形は、内空断面のうち、主として大きな高さを必要とする箇所又は土石流が流下、堆積する箇所に適用する。

オ コルゲートパイプの板厚は、標準板厚を適用することとし、特別な場合以外は設計計算を行わない。なお、舗装した林道の最小土かぶり厚は、舗装厚に30cmを加えた値以上とする。

たわみ性パイプカルバートの合成樹脂管の設計は、次の計算により行う。

ア 合成樹脂管は、そのたわみ性による受動土圧の発生によって生じる水平たわみ量が、当該資材の許容値以下のたわみとなるような確実な裏込施工を前提として適用する。

イ 管種の決定に当たっては、管体に発生するたわみ率と最大曲げ応力について計算する。

3 - 6 基礎

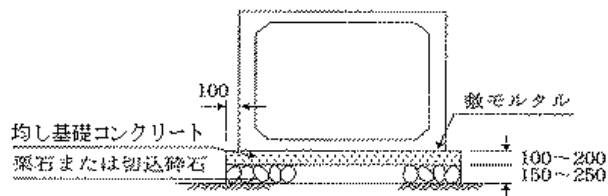
1 一般構造

- (1) 開きよ、暗きよの基礎は、在来地盤を基礎とする地山基礎又は砂基礎、碎石基礎、コンクリート基礎等の直接基礎とし、溝きよの種類、地盤反力、許容支持力及び溝きよ本体の強度等を基に設計する。
- (2) 開きよ、暗きよの基礎は、活荷重、鉛直土圧及び自重による許容支持力を有するものとし、やむを得ず許容支持力が不足する場合は、「第6章基礎工」に示す杭基礎工とすることができる。
- (3) 軟弱基礎地盤の場合は、沈下量調査を行い、これに適合した上げ越しを行うほか、「第4章土工」に示す盛土の軟弱地盤処理工法を準用する。

2 剛性ボックスカルバート

剛性ボックスカルバートの基礎は、管体の設計計算式を満足する経済的な基礎形式を選定する。なお、管体計算における管体の強度と基礎形式は相関するので、管体の強度上の種類と基礎形式をそれぞれ組み合わせ、全体の経費が最小となる管体の種類と基礎形式を選定する。

- (1) 直接基礎で支持する場合は、次図を標準とする。ただし、地質が砂、砂礫、岩盤及び置換え基礎の場合は基礎材を除く。



直接基礎の例

(出典)道路土工 - カルバート工指針 日本道路協会 H22.3

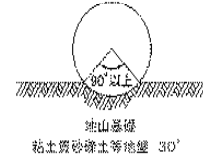
- (2) 杭基礎等を用いてカルバートに沈下が生じない構造とする場合には、盛土の沈下により路面に段差等が生じるため、慎重な検討が必要である。

3 剛性パイプカルバートの基礎

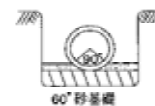
- (1) 管体の設計において、基礎の支持角 0° 又は 30° を適用した場合は、地山基礎とする。

それ以上の支持角を適用した場合は、砂基礎、碎石基礎、コンクリート基礎等とする。

なお、地山基礎の支持角 30° は、管底の $1/4$ 以上の部分が支持されるような管形に合わせて掘削し、据付ける。



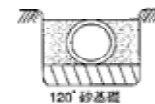
- (2) 砂基礎、碎石基礎、コンクリート基礎等の基礎材には、砂、碎石、安定処理土及びコンクリート等を用いるが、礫の最大粒径は、40mm 以下とする。



- (3) 砂基礎、碎石基礎は、基礎地盤上に厚さ 20cm 又は管外径の $1/5$ のいずれか大きい値以上の砂等を充填して基床厚とし、次に示す設計計算上の支持角区分によって、管底上を砂礫等で埋め戻し、起床厚と併せて基礎厚とする。



支持角が 60° の砂基礎は、管底面の 90° の範囲まで砂礫等で充填する。



支持角が 90° の砂基礎は、管の半分まで砂礫等を充填する。

支持角が 120° の砂基礎は、管の天端まで砂礫等を充填する。

- (4) 砂基礎、碎石基礎の幅は、管外径の 1.5 倍又は管外径に 60cm を加えた値のいずれか小さい値とする。

- (5) 管体計算において砂基礎が適用できない場合は、コンクリート基礎とする。

なお、コンクリート基礎の支持角は、管の底面角度とし、次により適用する。

支持角は、 90° 、 120° 、 180° とする。

土かぶり厚や埋設方法等で安全率が確保できない場合は、支持角を 360° とすることができる。この場合、直径 13mm 以上の異形鉄筋により全周補強を行う。

コンクリート基礎の支持角 120° 以下の場合の幅は、継手厚さを含めた管外径とし、支持角 180° の場合は、継手を含めた管外径の管圧の 2 倍を加えた値を標準とする。



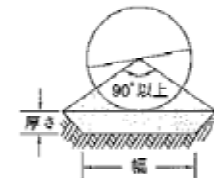
4 たわみ性パイプカルバートの基礎

(1) たわみ性パイプカルバートの基礎は、砂、砂質土又は粒径 10cm 程度以下のクラッシュラン等の良質材を用いた基床を設ける。



(2) 基床の形状及び大きさは、基礎地盤の状況に応じて、次による。

基礎地盤が基床と同程度の土質の場合は、次図のように 1/4 周部分が基礎地盤で直接支持されるように管径に合わせて掘削し、特に基礎工は設けない。



基礎地盤が岩盤からなる場合は、パイプの下面から深さ 20cm 以上、幅は管径の 1.5 倍以上を掘削して、この部分に基床を設ける。

軟弱地盤の場合は、幅を管径の 2 倍以上、深さは 50cm 以上又は管径に 0.3 ~ 0.5 を乗じた値以上を掘削して、この部分に基床を設ける。ただし、深さの限界値は 1.0m とする。

普通の地盤の場合、幅については、半溝形で管径に 10cm を加えた値以上、突出形で管径の値から管径の 2 倍の範囲内とし、深さは、次表の値を標準として、その部分に基床を設ける。

普通の地盤の最小基床厚

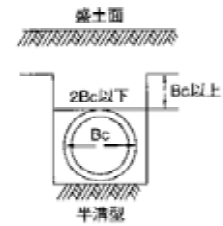
直 径 (mm)	900	2,000>	2,000
最 小 基 床 厚 (cm)	20	30	直径 × 0.2

(出典)コルゲートメタルカルバート・マニュアル(第3回改訂版) 地盤工学会 H10.3

3 - 7 埋設

1 土かぶり厚

- (1) かぶり厚は、路肩における施工基面から暗きよの頂面までの高さとし、溝きよの種類、基礎工及び埋設方法等に応じた土かぶり厚を確保する。
- (2) 現地において、設計の土かぶり厚が変更となった場合は、変更後の土かぶり厚で安全であることを検討する。



2 剛性ボックスカルバートの埋設方法

- (1) 剛性ボックスカルバートの埋設方法は、裏込めと盛土が同時に進行する場合、裏込めが先行する場合、裏込めが後施工となる場合があるが、いずれの場合も、両側の進行状態を合わせる必要がある。また、盛土と裏込め材が異なる場合には、混合のおそれが少なく、材料のまき出しが容易となるよう現場を整備して施工すること及び十分な排水処理が必要である。



- (2) 裏込め材は、一層仕上げ厚さが 20 ~ 30cm 程度以下になるようまき出し、十分に締固める。

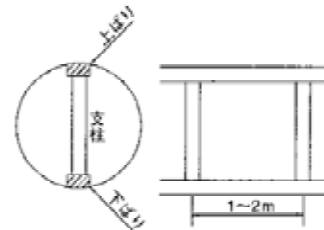
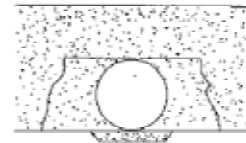
3 剛性パイプカルバートの埋設方法

- (1) 剛性パイプカルバートの埋設方法は、半溝型及び突出型に区別するが、一般的には経済的な溝型が望ましい。
- (2) 現地の条件により半溝型が不適当な場合は、突出型とする。
 なお、突出型で埋設する場合であっても、一時的に盛土をし、よく締め固めた部分を掘削して半溝型とすることが望ましい。

4 たわみ性パイプカルバートの埋設方法

- (1) パイプカルバートの埋設方法は、半溝型及び突出型に区別するが、一般的には経済的な半溝型が望ましい。
- (2) 埋設に当たっては、盛土高、土質、基礎地盤等に応じ、管軸方向に延長の 1%程度を限度とした上げ越しを行う。ただし、基礎地盤に基床を設けない場合又は岩盤の場合は除く。

- (3) 裏込めに使用する材料は、基床と同程度の砂、砂質土又は粒径が 10cm 程度以下のクラッシャー等の良質材とし、両側の埋戻し、高さが常に同じようになるように 30cm 程度の層厚で、ランマ等を用いて締め固める。
- (4) 裏込めの高さは管の頂面までとし、裏込幅は、半溝型埋設の場合は掘削幅、突出型埋設の場合は管頂面で管の左右に少なくとも管径に相当する範囲の幅を確保し、次図のようにのり勾配をつけて管底面にすり付ける。
- (5) コルゲートパイプの場合、良質の裏込材が得られない場合又は大盛土の場合は、支保工を設ける。



3 - 8 集水工及び流末処理工

溝きよの呑口部は集水工、吐口部は流末処理工を設け、雨水等を完全に集水し、もれなく流下するものとして、その流末は、森林の保全等に有効な構造とする。

1 呑吐口工

呑吐口工は、雨水等を完全に集水するとともにもれなく流下させること。

呑吐口工の設置条件及び構造は、次による。

- (1) 呑吐口の大部分が地山内にあつて、地山の侵食、洗掘等のおそれのない場合は、呑吐口工を設けない。
- (2) 呑吐口は、上流の流心と溝きよの軸方向が一致しない場合又は流心が不特定な場合等で、侵食、洗掘等のおそれのある地山外の部分を対象として、溝きよ頂面以上の高さで設ける。
- (3) 吐口工は、流下水がのり尻等を洗掘するおそれのある部分に設ける。
- (4) 剛性ボックスカルバートに設ける呑吐口工は、本体を固定端とする片持ちばりの翼壁構造又は単独の擁壁構造として設計する。
- (5) 剛性パイプカルバート及びたわみ性パイプカルバートに設ける呑吐口工は、平行ウイング形、斜め擁壁又は直擁壁形とし、その構造によって片持ちばり又は単純ばりとして設計する。
- (6) 吐口付近の溝きよ本体の基礎地盤が地山でない場合は、剛構造を避ける。
- (7) 剛構造の呑吐口工の場合は、溝きよ接触部前面にフィラー材等の目地を設けるとともに、必要に応じて周辺に亀裂防止用としての径 13mm 程度の鉄筋等を配置する。
- (8) 呑吐口工の高さは、溝きよの頂面付近を限度とする。ただし、擁壁を兼用する場合はこの限りではない。



2 集水ます工

集水ます工は、散流の集水、排水施設間の接続、交差、方向調整等を行うため設置する。また、集水ます工は、雨水等を安全に排水できる構造とし、土砂、又は落葉等の流入及び排除等を考慮した寸法を有すること。

集水ます工の設置条件及び構造は、次による。

- (1) 次のような溝きよの呑口付近には、集水ますを設けることができる。
 - 上流の流路が不特定で散流のおそれのある箇所
 - 他の排水施設又は種類の異なる溝きよと接続又は交差する箇所
 - 排水施設の断面積又は方向が大きく変化する箇所
 - 排水施設間の勾配調整等のため落差を必要とする箇所
 - 少量の土砂又は落葉等の流下若しくは堆積のおそれのある箇所
 - 土かぶり厚を調整する必要がある箇所
- (2) 集水ますの断面は、これに流入又は流下する排水施設等の流量に応じたものとし、その標準寸法は土砂又は落葉等の流入、排除等を考慮して決定する。
- (3) 集水ますの設計は、その構造によって連続ばり、片持ちばり又は単純ばりとして計算する。

3 流木除け工

流木除け工は、流木又は枝条等による溝きよの閉塞を防止するために設置する。流木除け工は、溝きよの閉塞を防止することができる材質、規模・構造を有し、透水性を確保する。

流木除け工の設置条件及び構造は、次による。

- (1) 呑口上流から流木又は枝条等の流下する箇所は、流木除け工を設置する。
- (2) 流木除け工は、流下物の規模、期間等に応じて、木材、鋼材又は高分子材料等を用い、スクリーン構造を標準とする。

4 土砂止め工

土砂止め工は、流下する土砂又は土石等による溝きよの閉塞を防止するために設置する。また、土砂止め工は、溝きよの閉塞を防止することができる材質、規模・構造を有し、透水性を確保する。

土砂止め工の設置条件及び構造は、次による。

- (1) 土砂又は土石を主体として流下又は堆積する箇所は、土砂止め工を設置する。
- (2) 土砂止め工は、流下物の規模に応じた形状寸法とし、透水性擁壁構造とする。
 - また、流木、枝条等をあわせて流下する箇所にあつては、流木除け工と組合わせた構造とする。
- (3) 透水性擁壁は、かご擁壁、棹粗擁壁、井げた擁壁等とする。

5 流末処理工

流末処理工は、吐口に接続する流路の洗掘を防止するために設置する。また、流末処理工は、流下水による洗掘を防ぎ、流路を保護できる材質、規模・構造を有し、透水性を確保する。

流末処理工の設置条件及び構造は、次による。

- (1) 吐口に接続する流路において、流下水によって洗掘されるおそれのある場合は、

流下箇所に透水性の水叩工を設ける。水叩工は、かご工又は有孔板等とする。

- (2) 吐口に接続する流路が不特定な箇所は、排水溝を設けて洗掘等のおそれのない地に導入する。排水溝は、流量に適合した素掘り工、植生工の溝又は開きよ等とする。

6 位置選定条件

集水工及び流末処理工の位置は、次により選定する。

- (1) 従来の流路の縦断勾配又は流心の変化点から離れた位置とする。
 (2) 暗きよ本体の土かぶり及び延長が最小となる位置とする。
 (3) 暗きよ全体の経費が最小となる位置とする。
 (4) 集水工は、流水の滞留を生じない位置とする。
 (5) 流末処理工は、流下水の拡散等によって侵食を生じない位置とする。

第4節 地下排水施設

4 - 1 一般

地下排水施設は、浸透流、地下水位等の現地諸条件を勘案して、位置、構造、規模等を決定する。

4 - 2 排水量

地下排水施設の排水量は、浅層の地下水、隣接地帯からの浸透水又は路床の上昇水等を対象とするものとし、その水量に応じての水位の低下、排水又は遮断のために、地下排水施設を設ける。

1 実態排水量

実態排水量は、現地における地形及び土質のほか、地下水位、透水層、滞水層、地下水流の方向等、類似条件の施工実績又は経験値等に基づいて判断する。

2 排水量の計算

排水量の計算は、浸透流の多い地域、地下水位の特に高い地域において行い、不透水層の勾配、地下水位、土の透水係数等を基に計算する。

4 - 3 排水工法

地下排水工法は、水位の低下、排水又は遮断等の排水目的及び現地調査による実態排水量又は計算によって求めた排水量を基に、現地の地形、地質等を勘案して、その位置、構造、断面、寸法等を選定する。

1 断面計算

地下排水の断面を排水量から求める場合は、次式により計算する。

$$A = \frac{F \cdot q \cdot \ell}{v}$$

ここに A : 排水工の所要断面積 (m²)

F : 安全率=2 (標準)

q : 排水工単位あたりの排水量 (m³/sec/m)

ℓ : 排水工の長さ (m)

v : 排水工内の平均流速 = 雨水流出量の平均流速算定式による (m/sec)

2 一般構造

地下排水施設の一般構造は、次の排水の目的又は現地条件等に応じて検討する。

- (1) 地下水位の高い場合又は隣接地帯から湧水若しくは浸透水等のある場合は、路面外の地山に素掘り溝を設けて集水し他に導水する。また、用地その他の理由によって路面内に設ける場合は、路床又は路面下に有孔管、礫、そだ暗きょ又は開きょ等を設けることができる。
- (2) 路面からの浸透水が多い場合は、路盤又は路床に有孔管又は礫・そだ暗きょ等を設けて路面外に排水する。
- (3) 盛土内の浸透水又は滞溜水等の排水は、盛土の一定厚さごとに、砂等による水平排水層等を設ける。
- (4) 盛土基盤地盤の上昇水又は流入水等の排水工は、礫・そだ暗きょ等による地下排水施設又は不透水性土による遮断層等を設ける。

第5節 のり面排水施設

5 - 1 のり面の安定

のり面排水施設は、雨水等の地表水若しくは浸透水又は地下水系からの上昇水等によって、切土又は盛土等が侵食又はせん断強度を減じ、のり面崩壊を生ずるおそれのある場合に、のり面の安定を図るために設ける。

1 安定度

排水工法の適用に当たっては、地表水の流出量及び地下水の排水量を基に、切土若しくは盛土のり面又はこれに続く自然斜面に与える影響、安定度等を検討する。

2 安定計算

- (1) のり面の安定度の検討に際して必要ある場合は、安定計算を行う。
- (2) 安定計算の方法は、盛土の有効応力法に準じ、のり面の安定に必要な安全率を得るための間隙水圧を求め、これに対応した工法を選定するための資料とする。

5 - 2 排水工法

のり面排水工法は、その配置位置によって流入防止のための排水工と、のり面の流水を処理する直接排水工に区分し、いずれものり面安定度と地表水又は地下水の態様に応じ、それぞれの規模、構造等を選定する。なお、のり面の安定を損なう重量物による排水工は避けるものとし、できるだけ軽い材料を用いた構造とする。

1 のり頭排水工

斜面からのり面に流入する地表水等を排除するのり頭排水工は、次により設置する。

- (1) のり頭上方 1 m 程度の箇所に、側溝に準じた素掘り又は植生工による排水溝を設ける。
- (2) のり頭の土質の浸透能が高く、浸透水がのり面崩壊の原因となるおそれのある場合は、高分子材排水溝、3面開きょ等を用いることができる。

(3) のり頭排水工の流末は、縦排水工等によって安定地山で処理する。

2 小段排水工

小段排水工は、次により設置する。

(1) 長大なのり面の地表水又はのり面における地下水は、切土又は盛土等の小段に排水工を設けて排除する。

(2) 小段排水工の水の浸透しない構造として、植生工による排水溝、高分子材排水溝又は3面開きよを用い、その流末はのり頭排水工に準じて処理する。

3 縦排水工

斜面又はのり面の勾配方向に設ける縦排水工は、次により設置する。

(1) 小段排水工又はのり頭排水工等の流末処理の導水箇所に用いるものとし、それぞれの排水工と接続を考慮した構造とする。

(2) 排水施設の吐口が盛土のり面等にある箇所は、3面開きよ等による縦排水工を設けて、安定地山に導入する。

(3) 切土のり面の地下水による上昇水等の箇所は、礫暗きよ、3面開きよ又は有孔管等による縦排水工を設ける。

第8章 擁壁

第1節 通則

1-1 一般

林道の路体構築は、土構造物で行うこととするが、現地の地形、土地利用、環境等の諸条件により土構造物だけで路体を構築することが困難な場合に擁壁を適用する。

擁壁の形式及び構造は、土構造物を安定的かつ適切に防護できるものとする。

1 擁壁の形式

(1) 擁壁は、次の形式により区分する。

コンクリートブロック擁壁又は石積擁壁

重力式コンクリート擁壁

プレキャストL型擁壁

片持ばり式鉄筋コンクリート擁壁

控え壁式鉄筋コンクリート擁壁

木製擁壁

混合擁壁

補強土擁壁

特殊擁壁

(2) 木製擁壁は、木材を丸太又は加工したものを材料として、環境に考慮する箇所や比較的土圧の小さいところ等で用いる。

(3) 混合擁壁は、重力式擁壁の上部にコンクリートブロック擁壁又は石積擁壁を載せたものであり、背面の地山が締まっている切土、比較的良質の裏込め土で十分な締固めがされている盛土等土圧が小さい箇所で用いる。

(4) 補強土擁壁は、次の種類とし、それぞれの特質に応じて適用する。

壁面材にコンクリートパネル、補強材に帯状鋼材を主材料とする帯鋼補強土壁

壁面材にコンクリートパネル、補強材にアンカープレート付鉄筋を主材料とするアンカー補強土壁

壁面材にコンクリートパネル、コンクリートブロック、場所打ちコンクリート、鋼製枠やこれらの前面に間伐材等を使用したもの、補強材にジオテキスタイルを主材料とするジオテキスタイル補強土壁

(5) 特殊擁壁は、次の種類とし、それぞれの特質に応じて適用する。

鉄線布団かごを主材料とするかご擁壁

鋼材、鉄筋コンクリート又は木材等をそれぞれ主材料とする外枠に、土石等を中詰めした枠組擁壁

鉄筋コンクリート又は木材等をそれぞれ主材料とするけた材を組合せた井げた擁壁

発泡スチロールブロック(EPS)や発泡スチロールのビーズ又は気泡モルタル等を混練した軽量盛土(土圧軽減工法)を裏込め土とした擁壁

土のう又は切芝等の土砂を主材料とする土擁壁

2 設置条件

擁壁は、次のような箇所を選定して設置する。

- (1) 地形、地質、林況、他の構造物等に制約のある箇所
- (2) 河川、湖沼、溪流等に接する箇所
- (3) トンネルの坑門又は橋台に接する箇所
- (4) 切土、盛土又はのり面が不安定な箇所
- (5) 田畑、人家等に接する箇所又は用地に制約のある箇所
- (6) 切土又は盛土等の土構造物に比べて経済性のある箇所

3 形式の選定

- (1) 擁壁の形式は、設置箇所の地山の傾斜、基礎地盤の地質、背面土の種類、水の影響、平面線形、縦断線形等を十分に勘案して、安定かつ経済的なものを選定する。
- (2) コンクリートブロック擁壁又は石積擁壁は、次のような箇所には用いない。

他の擁壁に対して不経済となる箇所

擁壁背面の湧水は浸透水が多く、裏込め材及び水抜孔では集排水が不十分な箇所
擁壁区間の大部分が半径 30m 程度以下の外カーブの箇所

躯体が水中施工となる箇所

背面土が侵食又は流出するおそれのある箇所

壁高の大部分が 5m 程度を超える箇所

土石流等により強い衝撃を受けるおそれのある箇所

- (3) 重力式コンクリート擁壁、プレキャスト L 型擁壁、片持ばり式鉄筋コンクリート擁壁及び控え壁式鉄筋コンクリート擁壁は、他の擁壁が適用できない箇所に、次のように区分して用いる。

重力式コンクリート擁壁は、壁高の大部分が 5m 程度以下の箇所、又はプレキャスト L 型擁壁、片持ばり式鉄筋コンクリート擁壁及び控え壁式鉄筋コンクリート擁壁が適用できない箇所に用いる。

プレキャスト L 型擁壁は、壁高が 3.5m 程度以下の箇所に用いる。

片持ばり式鉄筋コンクリート擁壁は、壁高の大部分が 4 ~ 8m 程度の箇所に用いる。

控え壁式鉄筋コンクリートは、壁高が 8m 程度を超える箇所に用いる。

プレキャスト L 型擁壁、片持ばり式鉄筋コンクリート擁壁又は控え壁式鉄筋コンクリート擁壁は、基礎地盤の激しい変化が生じない箇所に用いる。

プレキャスト L 型擁壁は、縦断勾配が急でない箇所、据付用クレーンの搬入が容易な箇所に用いる。ただし、曲線半径が小さい外カーブには用いない。

- (4) 木製擁壁は、次のような箇所で用いる。

背面土圧の小さな箇所

部材が腐朽するまでの間に植生の繁茂等により斜面の安定が見込まれる箇所

環境への配慮が必要な箇所

- (5) 混合擁壁は、次のような箇所で用いられる。

コンクリートブロック擁壁又は石積擁壁の高さが連続的に変化する箇所

部分的にコンクリートブロック擁壁又は石積擁壁の適用高さを超過してしまう箇所

地形的制約で道路拡幅や岩盤線が近接した箇所等、通常の形式の擁壁では大規模な岩掘削が必要となる箇所

- (6) 補強土擁壁は、次のような箇所に用いるのが望ましい。

良質な砂質土、礫質土による盛土が可能な箇所

基礎地盤が良好な箇所

擁壁基礎地盤の背面が平坦で、規模が大きい箇所

地形・用地等の理由により、盛土の安定勾配が確保できない箇所

景観に配慮する必要がある箇所

残土処理を行う箇所

なお、適用に当たっては、各工法の特徴や留意事項に配慮して、用途に適合する工法を採用する。特に流水、湧水、表面水等の影響を受ける箇所は十分な水処理を行う。

- (7) かご擁壁は、次のような壁体に多少の変形を許容される箇所に用いる。

床掘り深さに制約のある箇所

基礎地盤の支持力は不足するが、設置後の圧密沈下等によって所要の支持力が期待できる箇所

壁背面に湧水又は浸透水等が多い箇所

壁高の大部分が3m程度以下の箇所

- (8) 枠組擁壁は、次のような壁体の剛性を必要とする箇所に用いる。

ただし、木材を主材料とする場合は、耐久性を考慮のうえ使用することが望ましい。

壁背面に湧水又は浸透水等が多い箇所

壁面の緑化を必要とする箇所

壁高の大部分が3～5m程度以下の箇所

林地等との景観の調和を必要とする箇所

基礎地盤の支持力の小さい箇所

- (9) 井げた擁壁に鉄筋コンクリートけた材を用いる場合は、基礎又は天端面の縦断勾配が変化する箇所、及び壁背面に湧水、浸透水等が多く、かご擁壁又は枠組擁壁の制限高を越える箇所等に用いる。また、丸太等の木材を主材料とするものは、次のような箇所に用いるのが望ましい。

基礎地盤の支持力が低く、かつ床掘り深さに制約のある箇所

壁背面に作用する土圧の少ない箇所

腐朽後は地山化する箇所

- (10) 裏込め材に発泡スチロールブロック（EPS）や発泡スチロールのビーズ又は気泡モルタル等を混練した軽量盛土は、地下水、湧水等の影響に十分配慮して、次のような箇所に用いる。

軟弱地盤上の盛土

急傾斜地盛土

構造物の裏込

荷重軽減及び土圧低減をはかる必要のある箇所

- (11) 土擁壁は、壁高が1～2m程度以下で、土圧の少ない小規模な箇所に用いる。

1 - 2 線形

擁壁の線形は、平面は直線、縦断は水平及び鉛直として、施工性に適した線形とすることが望ましいが、地形その他の条件により、次のような線形を検討し、現地条件に最も適合した線形を設定する。

- 1 平面線形は、林道規程に定める曲線半径程度以上の曲線形とする。
- 2 縦断線形は、基礎及び天端面ともすり付け区間等を除き、できるだけ緩い勾配とする。
- 3 鉄筋コンクリート部材の縦断線形に対する軸方向鉄筋及び横方向鉄筋は、縦断勾配に対応した鉄筋の有効断面積を検討して、斜め方向の鉄筋を配置することができる。

第2節 設計

2 - 1 設計条件

擁壁の設計条件は、設計計算等に必要な現地の地形、土質、基礎地盤等の現地諸条件、計算方法等の計算条件、安定度、応力度等の安定条件等として、設計に必要な基本的事項を明らかにするものとし、擁壁の設計は、この設計条件を基に行う。

1 現地条件

擁壁工調査に基づき、次の各現地条件を明らかにする。

- (1) 適用する背面土の種類は、次表により決定する。

区分	種 類	内 部 摩 擦 角
a	風化しにくい岩砕、転石等で、中硬岩、硬岩及び土中では風化しにくい軟岩類の破碎されたものとし、粒度分布の良好な砂、砂礫又は礫なども含む	40°
b	砂利まじりの良質の土砂等で、礫まじり土、転石まじり土、砂又は良質の砂質土等とし、良好な部類に属する土砂とする	35°
c	普通土又はこれに類する土砂で、砂質土、砂質ローム、砂質粘土等とし、良質の粘土も含む	30°
d	粘土等を含む土で、普通土以下の粘性土、シルト、ローム等の多い土とし、盛土不適土は除く	25°

(注) a土は、上表に基づき内部摩擦角40°が確保されることを確認の上、使用する。

- (2) 壁高が8m程度以下の場合は、地震時の安定検討を省略してもよい。ただし、壁高が8m程度以下であっても地震被害が周辺に著しい影響を与える場合は、「第9

「章橋梁地震の影響」により地震の影響を考慮する。

- (3) 防護柵を設ける場合の自重、衝突荷重は、考慮しない。
- (4) 基礎地盤の許容支持力は、標準貫入試験、一軸圧縮試験、静力学公式等によるものとするが、高さ 8m 以下の擁壁の場合には、次表により求めることができる。

基礎地盤の種類と許容支持力度(常時値)

基礎地盤の種類		許容支持力度 (kN/ m ²)	備 考	
			qu(kN/m ²)	N
岩盤	き裂の少ない均一な硬岩	1,000	10,000以上	-
	き裂の多い硬岩	600	10,000以上	-
	軟岩・泥岩(土丹)	300	1,000以上	-
礫層	密なもの	600	-	-
	密でないもの	300	-	-
砂地質盤	密なもの	300	-	30~50
	中位なもの	200	-	20~30
粘性土盤	非常に堅いもの	200	200~400	15~30
	堅いもの	100	100~200	10~15

注：qu：一軸圧縮強さ、N：標準貫入試験値

(出典)道路土工 擁壁工指針 日本道路協会 H11.3

- (5) 擁壁工調査で地山接近の場合は、必要に応じ地山のすべり面角を次式により求める。

なお、土圧計算におけるすべり面角より次式により求めた角度が大きい場合は、その角度によって土圧を計算することができる。

$$\cot(\theta - \beta) = \sec(\phi + \delta + \alpha - \beta) \cdot \sqrt{\frac{\cos(\alpha + \delta) \cdot \sin(\phi + \delta)}{\cos(\beta - \alpha) \cdot \sin(\phi - \beta)}} - \tan(\phi + \delta + \alpha - \beta)$$

- ここに
- ：地山の仮想すべり面と水平面との角度(度)
- ：地山の内部摩擦角(度)で、地山の緊結度等を考慮し、背面土の種類を参考として求めることができる。
- ：壁背面摩擦角(度)
- ：擁壁背面と鉛直面との角度(度)ただし、背面が後傾斜の場合は(-)
- ：背面土の地表面と水平面との角度(度)

- (6) 擁壁の設計に当たっては、擁壁背面土の地表面の形状と、交通荷重、他の構造物、施設等の荷重及載荷面積を定める。
- (7) 重力式コンクリート擁壁、片持ばり式鉄筋コンクリート擁壁及び控え壁式鉄筋コンクリート擁壁の天端幅は、40cm を標準とし、擁壁の設計に必要な形式、断面、形状及び寸法を決定する。

(8) その他設計上特有の現地諸条件等は、適切に定める。

2 計算条件

計算条件は、適用する設計計算方法及び計算因子等とし、次の諸条件を明らかにする。

- (1) 擁壁背面に自動車荷重を載荷する場合は、その過載荷重を 9kN/m²とする。常時における過載荷重は、安定計算の転倒、滑動、支持ならびに躯体の断面計算において、最も不利となるよう載荷する。ただし、特殊交通荷重、他の構造物又は施設等のある場合は、これに対応した過載荷重を計算する。
- (2) 滑動摩擦係数は 0.7 を標準とする。ただし、普通土等にあつて、礫等による基礎地盤を設けない場合は 0.6 とする。
- (3) 壁背面摩擦角は次表を標準とする。

区分	種類	土とコンクリートの場合	土と土の場合
	常時		$\frac{2}{3}\phi$
地震時		載荷重を含めない常時土圧を準用	

(4) 主要材料の単位体積重量は、次表の値を標準とする。

土 石	コンクリート及び コンクリートブロック	鉄筋コンクリート
18kN/m ³	23kN/m ³	24.5kN/m ³

(5) コンクリートの設計基準強度は18N/mm²を、鉄筋コンクリートの設計基準強度は21N/mm²及び24N/mm²を標準とする。許容応力度は、次表の値を標準とし、地震時の場合はこの値の 1.5 倍とする。

区分	種類	コンクリート	鉄筋コンクリート	備 考
		(N/mm ²)	(N/mm ²)	
コンクリート	設計基準強度	18	21 (24)	林令28日 強度
	圧縮応力度	4.5	7 (8)	
	引張応力度	0.22		
	せん断応力度 (a1) (a2)	0.33	0.36(0.39)	コンクリートのみでせん断を負担する場合
		1.6(1.7)	斜引張鉄筋と協同して負担する場合	
鉄筋	付着応力度		1.4(1.6)	異形鉄筋の場合
	引張応力度		180	異形鉄筋SD295又はSD345

(6) 擁壁には主働土圧が作用する。土圧計算はクーロン公式又は試行くさび方により求める。

3 安定条件

擁壁は、転倒に対する安定、滑動に対する安定及び基礎地盤の支持力に対する安定のほか、擁壁の各部に生ずる応力及び基礎地盤のすべりが予想される箇所のすべりに対する安定について検討するものとし、それぞれの安定条件は、次のとおりとする。

なお、基礎地盤の支持力に対する安定条件は、合力の作用位置の検討を含む。

因子 \ 区分	常 時	地 震 時
転 倒	F_t 1.5	F_t 1.2
滑 動	F_s 1.5	F_s 1.2
支 持 力	F_r 1/3 ただし、岩盤基礎は F_r 1/4 q Q	F_r 1/6 ただし、岩盤基礎は F_r 1/8 q 1.5 Q
各部の応力	S σ_a	S 1.5 σ_a
基礎地盤	F 1.2	F 1.0

注 F_t ：転倒安全率

F_s ：滑動安全率

$$F_r: \text{合力の作用位置が底面幅に占める割合} = \frac{d}{B}$$

ここに d ：底面の前端から合力の作用位置までの距離

B ：底面幅

q ：底面に生ずる地盤反力度 (kN/m^2)

Q ：常時における基礎地盤の許容支持力度 (kN/m^2)

S ：各部に生ずる応力度 (N/mm^2)

σ_a ：許容応力度 (N/mm^2)

F ：すべりに対する安全率

2 - 2 設計計算

擁壁の設計計算は、安定計算、応力計算及び鉄筋計算に区分し、適切な構造として設計する。

1 安定計算

設計条件に基づく安定計算は、安定条件を基に、擁壁断面が急変する各部位について、次により行う。

- (1) 転倒に対する安定計算は、水平力による回転モーメントと鉛直力による抵抗モーメントにより行い、次式により求めた値を、安定条件に適合させる。

$$F_t = \frac{M_r}{M_o}$$

ここに F_t ：転倒安全率

M_r ：抵抗モーメント

$$=N \cdot a \text{ (kN} \cdot \text{m)}$$

ここに N：鉛直力の総和 (kN)

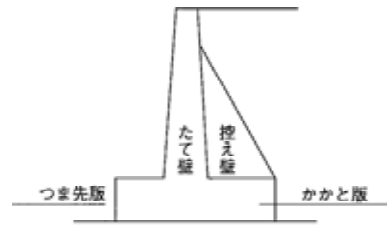
a：底面の前端と、鉛直力の
総和の重心との水平距離
(m)

$$M_0：回転モーメント =H \cdot y$$

(kN · m/m)

ここに H：水平力の総和 (kN)

y：水平力の総和の重心作用高 (m)



- (2) 滑動に対する安定計算は、滑動力となる水平力と、底面と基礎地盤の間のせん断抵抗力により行い、次式により求めた値を、安定条件に適合させる。

$$F_s = \frac{H \cdot \mu}{M}$$

ここに F_s ：滑動安全率

μ ：滑動摩擦係数

N、H：(1)の計算式の記号に同じ

- (3) 支持力に対する安定計算は、合力の作用位置及び地盤反力について行い、それぞれの値を安定条件に適合させる。

合力の作用位置が底面幅に占める割合は、次式により求める。

$$F_r = \frac{d}{B}$$

ここに F_r ：合力の作用位置が底面幅に占める割合

d：底面の前端からの合力の作用位置までの距離 (m)

$$= \frac{M_r - M_0}{N}$$

ここに M_r 、 M_0 、N：(1)の計算式の記号に同じ

B=底面幅 (m)

地盤反力は、合力の作用位置により区分し、次式により求める。

$$F_r \geq \frac{1}{3} \text{ の場合}$$

$$q_1 = \frac{N}{B} \left(1 + \frac{6e}{B}\right)$$

$$q_2 = \frac{N}{B} \left(1 - \frac{6e}{B}\right)$$

ここに q_1 : 底面の前端における地盤反力 (kN/m²)
 q_2 : 底面の後端における地盤反力 (kN/m²)
 e : 底面幅の中央から、合力の作用位置までの偏心距離 (m)
 $= \frac{B}{2} - d$

・ $F_r < \frac{1}{3}$ の場合

$$q_1 = \frac{2N}{3d} = \frac{4N}{3(B-2e)}$$

$$q_2 = 0$$

2 応力計算

擁壁の各部の応力計算は、擁壁断面が急変するフーチング部等について行い、次式により求めた値を、安定条件に適合させる。

(1) 躯体底面とフーチングの接合部は、次式により求める。

$$S_1 = \frac{N'}{1000B} \left(1 + \frac{6e'}{B'}\right)$$

$$S_2 = \frac{N'}{1000B} \left(1 - \frac{6e'}{B'}\right)$$

ここに S_1 : 躯体底面前端の縁応力 (N/mm²)
 S_2 : 躯体底面後端の縁応力 (N/mm²)
 N : 躯体に作用する鉛直力の総和 (N)
 B : 躯体底面幅 (mm)
 e : 躯体底面中央から合力の作用位置までの偏心距離 (mm)
 $= \frac{B'}{2} - d'$
 d : 躯体底面の前端からの合力の作用位置までの距離 (m)

(2) フーチングステップの取付け部は、次式により求める。

$$\sigma_r = \frac{M}{IOW_\sigma}$$

ここに σ_r : 取付け部に生ずる引張応力度 (N/mm²)
 M : 取付け部に生ずる片持ばりとしての曲げモーメント (N・mm/m)
 $= M_s - M_r$
ここに M_s : ステップ部の地盤反力によって取付け部に生ずる曲げモーメント (N・mm/m)
 M_r : ステップ部の自重によって取付け部に生ずる曲げモー

メント (N・mm/m)

$$W_c = \text{取付け部の断面係数 (mm}^3) = \frac{b \cdot h^2}{6}$$

ここに b: ステップの延長方向の長さ (mm): 1,000 mm

h: ステップの高さ (mm)

3 鉄筋計算

鉄筋コンクリートを用いた擁壁の場合は、各部材ごとに作用する断面力に対し、必要とするコンクリート断面及び鉄筋量を計算して、設計に用いる鉄筋量及びコンクリート断面を定め、各応力度の検討を行う。

(1) 曲げモーメント及びせん断力

鉄筋計算に用いる曲げモーメント及びせん断力は、次の手法により計算する。

たて壁は、底版との接合部を固定端とする片持ばり又は控え壁で支持された連続版とみなし、たて壁背面に水平土圧を作用させ計算する。

つま先版は、たて壁との接合部を固定端とする片持ばりとみなし、上向きの地盤反力を作用させ計算する。部材設計の照査位置は、曲げモーメントに対してはたて壁の基部、せん断力に対してはたて壁の前面から底版厚さの 1/2 離れた位置とする。

かかと版は、たて壁との接合部を固定端とする片持ばり又は控え壁で支持された連続版とみなし、かかと版の自重、かかと版の上載土の重量及び仮想背面に作用する鉛直土圧をそれぞれ下向きに作用させ、地盤反力は上向きに作用させる。なお、控え壁式の計算はたて壁に準ずるものとして計算する。

控え壁は、かかと版に固定された T 形断面の腹部としての鉛直な片持ばりとみなし、控え壁の中心間隔に等しい長さのたて壁に働く水平土圧を作用させ、たて壁の片持ばり式の計算に準じて計算する。

(2) 応力度

断面力及び鉄筋量を基に応力度を検討し、求めた値が許容応力度以下となるように設計する。

4 混合擁壁の設計

(1) ブロック積部分と基礎部分はそれぞれコンクリートブロック擁壁又は石積擁壁及び重力式擁壁の設計に準じて設計を行う。ただし、基礎部分の設計においては混合擁壁としてブロック積部分を介して伝わる荷重及び土圧を考慮し、滑動、転倒、支持力に関する安定計算を行う必要がある。

(2) 全高は基礎底面からブロック積部分の高さを含めた高さとする。

5 補強土擁壁の設計計算

補強土擁壁の場合は、補強土擁壁の壁面材に作用する土圧力を算定し、補強材の引抜き抵抗力(必要補強材力)の検討を行う。

第3節 構造

3 - 1 基礎

擁壁の基礎は、擁壁本体の自重、土圧、過載荷重等を、基礎地盤を通じて安定した支持層に伝達するものとし、基礎工の種類、許容支持力、根入れ深さ等の地盤条件を基として、施工性に適合した安定かつ経済的な構造とする。

1 地山基礎

地山基礎は、躯体の自重で安定する擁壁構造であって、堅硬な岩盤等の基礎地盤で直接支持する場合に適用する。

- (1) 設計地盤面下の浅い位置に岩盤層のある場合は、岩盤層まで掘削して地山基礎の設計地盤面とする。
- (2) 設計地盤面は、地盤の変動等の影響を受けた深さ及び今後における侵食等を検討して設定するものとするが、「第6章 基礎工」に定める「1 - 4 設計地盤面」又は「1 - 6 根入れ条件」によって決定する。

2 基礎工

基礎工は、地盤反力度が基礎地盤の許容支持力度以上の場合に用い、「第6章基礎工」の定めるところにより設計する。

3 基礎の保護工

基礎の保護工は、次の基礎が侵食、洗掘等を受けるおそれのある場合に設けることができる。

- (1) 斜面等における基礎が侵食のおそれのある場合は、安定地山面を設計地盤面として、埋戻し土上に植生又は構造物によるのり面保護工を設ける。
- (2) 護岸等の擁壁基礎が特に洗掘のおそれのある場合は、基礎の根入れ深さ等を勘案して、次のような根固め工を設ける。

河床の石礫等より大径材の捨石又は寄石工

木工沈床、改良沈床等の沈床工

河道の変動等に対して屈とう性を持つコンクリートブロック沈床工

掃流力等に適応した異形コンクリートブロック工

3 - 2 背面材

擁壁の背面材は、土圧に大きく影響する背面土と、土圧の均斉化及び集排水を目的とする裏込め材とし、それぞれ設計条件に定めた品質以上のものを使用する。

1 背面土

背面土は、切土等により発生した土石のうち、できるだけ良質のものを使用する。

2 裏込め材

- (1) 裏込め材は擁壁背面に発生する水量と、背面土の浸透能等を考慮して、次により使用する。

石積擁壁又はコンクリートブロック擁壁は、全延長に使用する。

木製擁壁及び特殊擁壁については、本体の排水能力を勘案して決定する。

その他擁壁については、背面の湧水又は浸透水のおそれのある部分に使用する。

- (2) 裏込め材は、風化しにくい岩砕、礫材又は高分子材料等とする。

- (3) 裏込め材の配置高さは、擁壁天端面の下部 30cm 程度の位置から、擁壁前面の地山線までとし、それ以下の部分は地山をゆるめないよう配慮するとともに、不透水層を設ける。
- (4) 石積擁壁又はコンクリートブロック擁壁の背面には、裏込めコンクリートを設けることとし、裏込めコンクリートの厚さは、等厚とする。
ただし、壁高が低く、擁壁の背面土圧が小さい場合等は、安定計算を行うことにより、裏込めコンクリートを設けないことができる。

3 - 3 水抜孔

水抜孔は、擁壁背面土に浸透して貯留する地下水又は裏込め材で集水された水分を排除するため、擁壁背面から前面又は側面等の支障のない箇所に貫通して設ける。

1 設置部位

水抜孔は、次の部位に設ける。

- (1) 擁壁背面の水量に応じ、壁面積 2 ~ 5 m² 当たり 1 個所の割合とし、下層部を密にした千鳥状に配置する。
- (2) 常水等の逆流しない位置又は逆流防止装置を設けて、できるだけ下部に位置する。
- (3) 最下部の位置は、不透水層上面とする。
- (4) 湧水等のある場合は、その箇所に地下排水工等を設ける。

2 材料

水抜孔は、内径 5 ~ 10cm 程度の高分子材料等による排水管を用い、壁前面に 2% 程度の勾配を設ける。

3 - 4 伸縮継目

伸縮継目は、コンクリート等を材料とした擁壁にあって、構造上又は施工時期から、乾燥収縮又は温度変化等の影響を受けるおそれのある場合に、なるべく均等区間ごとに設ける。

1 位置

伸縮継目を設ける位置は、擁壁の形式に応じ、次のとおりとする。

- (1) コンクリートブロック擁壁又はコンクリート擁壁は、延長 10m 程度以内に 1 個所の割合で設ける。
- (2) 鉄筋コンクリートの各擁壁は、延長 10m 程度以内に鉛直打継目を設け、伸縮継目は 15 ~ 20m 以内に 1 箇所の割合で設ける。
- (3) 基礎地盤の変化に対応して位置を検討することが望ましい。

2 形状

- (1) 形状は、平面突合せ鉛直方式とする。
- (2) 伸縮継目の厚さは、10 ~ 20mm を標準とし、フィラー材等を挿入する。
- (3) 鉄筋コンクリートの擁壁に設ける鉛直打継目は、鉄筋のかぶりの範囲内で、壁前面に 10 ~ 20mm 程度の浅い V 字形等の切れ目を設ける。

3 - 5 補強材・壁面材

補強土擁壁に使用する補強材・壁面材は、次のとおりとする。

- 1 帯鋼補強土擁壁、アンカー補強土擁壁に使用する鋼製補強材は、標準的な形状や寸法、品質等が、各種の補強土擁壁ごとに規格化されており、加工状況及び荷重条件に応じてそれぞれの規格に適合するものを用いる。
- 2 ジオテキスタイル補強土擁壁は、次の材料特性を有する補強材料を用いる。
 - (1) 伸びひずみの小さい段階で、高い引張り力を有する
 - (2) クリープが小さく長期的な引張り強さが大きい
 - (3) 裏込め材との摩擦抵抗を十分に発揮することができる
 - (4) 設置場所の環境条件に対して十分な耐久性を有する
- 3 補強土擁壁の壁面材は裏込め土のこぼれ出しを防ぐとともに、盛土内に敷設した補強材の引抜き抵抗力と一体となって盛土体を安定させるものである。その種類は、コンクリート製や鋼製のパネル形式、プレキャストコンクリートブロック形式及び場所打ちコンクリート形式、壁面材の前面に間伐材等を使用したものがあるが、それぞれの工法にあったものを用いる。

第9章 橋梁

第1節 通則

1 - 1 一般

橋梁は、橋梁工調査による設置箇所及び位置の選定を基に、現地諸条件、周辺環境等に適合した安全かつ経済的な線形、橋長、支間、橋下空間等を有する構造とする。なお、支間長 4m 以上を橋梁とし、それ未満を排水施設として取り扱う。

橋梁は、林道を構築するための構造物であり、その構造規格については、林道規程の定めによる。

1 構造区分

橋梁の構造は、交通荷重等を支える床版、橋桁部分の上部構造と、これを支持して基礎地盤に伝達する橋台又は橋脚の下部構造に区分し、基礎工を要する場合は、これを下部構造に含める。

2 設置箇所の選定

橋梁は、次のような箇所に設置する。設置箇所は、他の構造物との比較のうえ選定する。

- (1) 河川、湖沼又は溪谷等を通過する箇所。
- (2) 他の交通路又は構造物等を通過する箇所。
- (3) 地形的に大きな凹地又は低地等の上を通過する箇所。
- (4) 地すべり、崩壊地又は落石等の不良な地質構造地帯若しくは急傾斜地を通過する箇所。
- (5) 制約のある用地等を通過する箇所。

3 位置の選定

橋梁の設置箇所は、次により下部構造の位置を選定する。

- (1) 地表面下の浅い層に、所定の支持力を有する地盤箇所を選定する。
- (2) 河身の変動、河川の屈曲、分合流点又は上流部に地すべり、崩壊、なだれ等のおそれのある箇所を避けて選定する。
- (3) 両岸が十分に安定した狭さく部を選定する。
- (4) 河身等に対しては直角方向とし、やむを得ない場合は、斜角 60° を限度とした斜橋として、その位置を選定する。
- (5) 橋梁前後の線形を考慮して、直線又は水平線にこだわらず、曲線橋又は勾配橋として、その位置を選定する。

4 流出量

河川等を通過する橋梁においては、橋長、支間及び橋下空間と関連して、次により流出量を求める。なお、計画高水流量の定めのある河川にあつては、その流量による。

- (1) 水系調査資料に基づき集水区域を確定する。
- (2) 流出量は集水区域を対象として、「第7章排水施設」の「1-3 雨水流出量」の定める方法により、流下断面を求める。
- (3) 流量計算に用いる降雨強度の確率年は、100年を標準とする。

5 橋下空間

橋下空間は、橋下の河川等に支障とならない必要な空間に、次の各余裕高を加えたものとする。

(1) 河川等においては、計画高水流量別に次の値を水位余裕高とする。

計画高水流量 (m^3/sec)	200未満	200以上 500未満	500以上 2,000未満	2,000以上 5,000未満	5,000以上 10,000未満
水位余裕高 (m)	0.6	0.8	1.0	1.2	1.5

(出典)建設省河川砂防技術基準(案)同解説 計画編 H9.9

また、流木等の多い河川等にあつては、さらに0.5mを加算する。

- (2) 土石流等により橋下の変動が予想される場合は、既往の実績から変動高を求め、さらに土石の最大寸法に1.5を乗じた値を加算して、土石流等を想定した余裕高とする。
- (3) その他の交通路、構造物、不良な地質構造地帯又は制約のある用地等にあつては、将来の変動等を予想して、必要な余裕高を決定する。

6 橋種の選定

橋種は、鉄筋コンクリート橋、プレストレストコンクリート橋、鋼橋、大断面集成材や構造用集成材等を使用した木橋とし、経済性、施工法、維持管理、周辺環境及び基礎地盤等を総合的に判断して選定する。

7 橋梁の線形

橋梁の線形は、その前後の線形に調和したものとし、次により設定する。

- (1) 平面及び縦断線形は、林道規程に定める曲線半径又は縦断勾配の通常値を限度とする。
- (2) 橋梁内には、縦断曲線の設定を必要とする区間を設けない。
- (3) 曲線部にあつては、できるだけ片勾配の設定を必要としない曲線半径とする。

8 橋長の選定

橋長は、橋梁の設置箇所の現地条件に応じ、次により選定する。

- (1) 擁壁等の構造物の併用を検討し、できるだけ短い橋長を選定する。
- (2) 流水上を通過する場合は、過去の最大流跡及び橋下空間の水位に対する幅等により選定する。
- (3) 堤防又は堤防計画のある河川の川幅が、50m未満の河川にあつては堤防の表のり肩、川幅が50m以上の河川にあつては、堤防の外りのり線と計画高水位の交点以内の位置に橋台を設定する場合の橋長とする。
- (4) 鉄道又は道路の上を通過する場合は、それぞれの建築限界によるものとし、その他の構造物等にあつては、各部の最大外縁に余裕幅を加えた橋長とする。
- (5) 湖沼等を越える場合は、背水高を含めた計画高水流量等を選定する。
- (6) 不良な地質構造地帯等を通過する場合は、その影響圏外で最小の区間長とする。

- (7) 地形又は用地の関係による場合は、経済性を勘案して必要最小限の橋長を選定する。

9 支間長の選定

支間長は、橋下の高水流量、交通形態、付帯護岸工、橋台及び橋脚の基礎地盤等を考慮し、次により選定する。

- (1) 上部構造と下部構造の合計工事費及び関連工事費が最小となる支間長を選定する。
 (2) 流木、土石流等の多い河川又は河川の合流点、分流点、屈曲部、狭さく部等においては、その影響圏外で最小の支間とする。
 (3) 河川等における径間長は、次表による計画高水流量と川幅によって選定するものとし、流心部分はできるだけ長い径間とする。この場合の径間長は、伸縮装置を含めた桁長とする。

計画高水流量(Q)・(m ³ /sec)と川幅(W)・(m)	径間長(L)・(m以上)
Q<500・W<30	12.5
Q<500・W 30	15.0
Q<2,000	20.0
Q 2,000	L=20+0.005Q

(出典)河川管理施設等構造令第63条

- (4) 地形的に大きい凹地又は低地等を通過する場合は、中央部を長支間とする。

1.0 橋格

橋梁の設計荷重に関連する橋格は、林道規程第28条に規程する「橋、高架の自動車等」の設計車両の荷重区分に従い、次表により区分する。

設計車両の荷重	245kN(A荷重)	137kN	88kN
橋格	1等林道橋	2等林道橋	3等林道橋

1-2 設計荷重

橋梁の上部構造及び下部構造にかかる各種設計荷重は、橋種、橋格、橋長、幅員等のほか、現地諸条件等に応じて選定し、適用する各設計荷重の作用度及び橋梁構造に与える影響度等を考慮して、最も不利な荷重状態を決定する。

1 荷重の選定

設計荷重は、上部構造及び下部構造別にその種類を選定する。

(1) 上部構造

上部構造に作用する荷重は、次の種類について選定する。

死荷重は、全ての橋梁に適用する。

活荷重は、設計車両を考慮する全ての橋梁に適用する。

活荷重には衝撃を考慮する。

- ④ 地震の影響は、全ての橋梁に適用する。
- ⑤ 雪荷重は積雪地域において、積雪期間を通じて圧雪厚が約 15cm 程度以上ある除雪区間又は除雪しない区間に適用する。
- ⑥ 風荷重は、橋軸直角方向の水平荷重として必要に応じて考慮する。
- ⑦ プレストレス力は、プレストレストコンクリート橋及びプレストレスを用いた橋梁に適用する。
- ⑧ コンクリートのクリープの影響及び乾燥収縮の影響は、コンクリート及び鋼合成の部材の設計に適用する。
- ⑨ 温度変化の影響は、長大橋、不静定構造の橋梁及び支承の設計に適用する。
- ⑩ 支点移動の影響、遠心荷重、制動荷重、施工時荷重、衝突荷重等は、適用しない。

(2) 下部構造

下部構造に作用する荷重は、上部構造に適用した荷重及び下部構造自体に作用する荷重とし、次の種類別に選定する。

- ① 上部構造に適用した全荷重は、これを支点反力として全ての下部構造に適用する。
- ② 自重を主体とした死荷重は、全ての下部構造に適用する。
- ③ 土圧は主として橋台に適用する。
- ④ 地震の影響は全ての下部構造に適用する。
- ⑤ 水圧又は揚圧力は、水位のある下部構造に適用する。
- ⑥ 浮力は、基礎地盤の間隙水が存在する下部構造に適用する。
- ⑦ コンクリートのクリープの影響、乾燥収縮の影響、温度変化の影響、風荷重、地盤変動の影響、波圧、衝突荷重、施工時荷重等は、適用しない。

2 常時と地震時の荷重

橋梁の設計に当たっては、上部構造、下部構造ともに、常時の荷重と地震時の荷重に区分し、地震時においては活荷重及び衝撃は作用しないものとする。

3 死荷重

死荷重の算定に用いる主な材料の単位体積重量は、次表を標準とする。

材料の単位重量

材料	鋼、鍛鋼	鋳鉄	鉄筋 コンクリート	プレストレスト コンクリート	コンクリート	セメント モルタル	木材	アスファルト 舗装
単位体積重量 (kN/m ³)	77.0	71.0	24.5	24.5	23.0	21.0	8.0	22.5

(出典)道路橋示方書・同解説 共通編 日本道路協会 H14.3

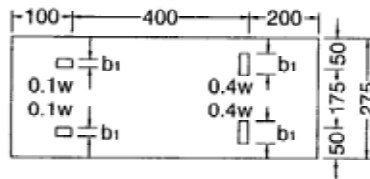
4 活荷重

活荷重は、自動車荷重とし、橋格別に次に示す T 荷重及び L 荷重とする。ただし、特殊な車両等の通行する橋梁については、その実態荷重とする。なお、ここで示した橋の等級と林道規程第 4 条の自動車道の級区分は異なるため、適用には十分に留意する。

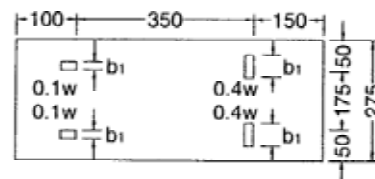
(1) 床版および床組を設計する場合は、次のとおりとする。

次の T 荷重を加载する。

橋の等級	荷重	総荷重 W (kN)	前輪荷重 0.1W (kN)	後輪荷重 0.4W (kN)	前輪輪帯幅 b_1 (cm)	後輪輪帯幅 b_2 (cm)	車輪接地長 a (cm)
1等林道橋	T-25	245	24.5	98	12.5	50	20
2等林道橋	T-14	137	13.7	54.9	12.5	50	20
3等林道橋	T-9	88	8.8	35.3	9.0	36	20



1等及び2等林道橋



3等林道橋

自動車は1橋につき橋軸方向には1台、橋軸直角方向には台数に制限がないものとし、設計部材に最も不利な応力が生ずるように加载する。

T 荷重の橋軸直角方向の車輪中心の加载位置は、地覆部分より 25cm の位置とする。

(2) 主桁を設計する場合は、次のとおりとする。

次の L 荷重を加载する。

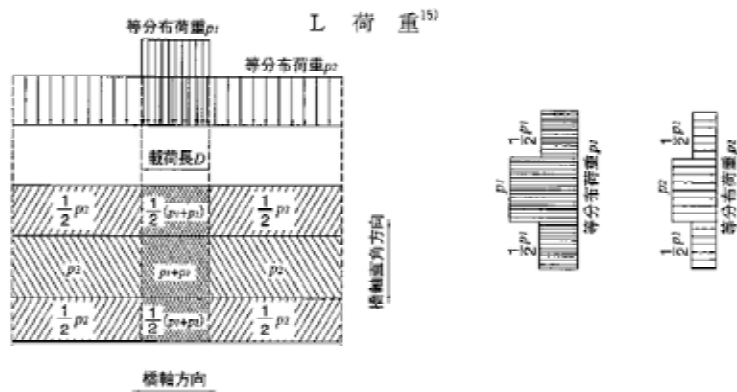
L 荷重

橋の等級	主載荷荷重(幅5.5m)						従載荷荷重
	載荷長 D (m)	等分布荷重 p_1		等分布荷重 p_2			
		荷重 (kN/m ²)		荷重 (kN/m ²)			
		曲げモーメントを算出する場合	せん断力を算出する場合	L 80	80 < L 130	L > 130	
1等林道橋	6	10	12	3.5	4.3-0.01L	3.0	主載荷荷重の50%

(出典) 道路橋示方書・同解説 共通編 日本道路協会 H14.3

1等林道橋の L 荷重は、 p_1 、 p_2 の2種類の等分布荷重を加载する。ただし、 P_1 は1橋につき1組とする。

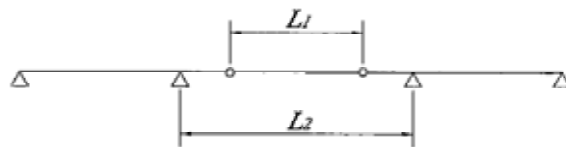
L 荷重



(出典)道路橋示方書・同解説 共通編 日本道路協会 H14.3

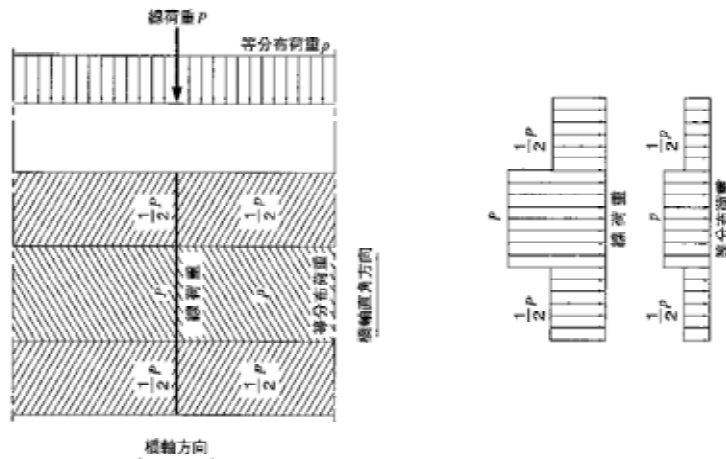
橋の等級	荷重	線荷重 P (kN/m)	等分布荷重 p (kN/m ²)		
			L ≤ 80	80 < L ≤ 130	L > 130
2等林道橋	L-14	34.3	1等橋の70%		
3等林道橋	L-9	24.5	1等橋の50%		

注 L=支間(m) ただし、ゲルパー桁及び片持ちばりの場合は L_1 及び L_2 とする。



ゲルパー桁における支間長 L のとり方

2、3等林道橋の L 荷重は、1 橋につき 1 個の線荷重 P と等分布荷重 p を載荷する。



L 荷重は着目している点又は部材に最も不利な応力が生ずるように、橋の幅 5.5m までは主載荷荷重 (P、p、 p_1 、 p_2) を、残りの部分にはそれらのおおのこの 1/2 となる従載荷荷重を負載する。

支間長が短い主桁や床版橋等の設計は T 荷重とする。ただし、この場合の支間長は 1 等林道橋 15m 未満、2、3 等林道橋 10m 程度以下とする。

下部構造を設計する場合の活荷重は、L 荷重とする。

5 衝撃

上部構造における活荷重は、次に示す衝撃が生ずるものとする。ただし、吊橋の主ケーブル及び補剛げたについては考慮しない。

(1) 活荷重に乗ずる衝撃係数は、次のとおりとする。

衝 撃 係 数

橋 種	衝 撃 係 数 (i)	摘 要
鋼 橋	$i = \frac{20}{50 + L}$	T荷重、L荷重の使用の別にかかわらない
鉄筋コンクリート	$i = \frac{20}{50 + L}$	T荷重を使用する場合
	$i = \frac{7}{20 + L}$	L荷重を使用する場合
プレストレスコンクリート橋	$i = \frac{20}{50 + L}$	T荷重を使用する場合
	$i = \frac{10}{25 + L}$	L荷重を使用する場合

注 L：支間(m)

(出典)道路橋示方書・同解説 共通編 日本道路協会 H14.3

(2) 下部構造の設計に用いる上部構造反力は、活荷重による衝撃を考慮しなくてもよい。ただし、支承部・鋼製橋脚およびコンクリート製の張出しばりやラーメン橋脚もしくはこれに類似の軽量の躯体は、活荷重による衝撃を考慮する。

6 地震の影響

地震の影響は、震度法によるレベル1地震動の設計水平震度及び地震時保有水平耐力法によるレベル2地震動の設計水平震度をもって表すものとし、鉛直震度は考えない。ただし、特殊な形状、構造を有する橋は、地震時の挙動が複雑なため、動的解析により照査するとよい。

(1) 耐震設計上の地盤種別は、次表により地盤の特性値 T_0 から区別する。地表面が基盤面と一致する場合は、種地盤とする。

耐震設計上の地盤種別

地盤種別	地盤の特性値 T_G (s)
種	$T_G < 0.2$
種	$0.2 \leq T_G < 0.6$
種	$T_G \geq 0.6$

(出典)道路橋示方書・同解説 耐震設計編 日本道路協会 H14.3

地盤の特性値 T_G は、次式により算出する。

$$T_G = 4 \sum_{i=1}^n \frac{H_i}{V_{si}}$$

ここに T_G : 地盤の特性値 (s)

H_i : i 番目の地層の厚さ (m)

V_{si} : i 番目の地層の平均せん断弾性波速度 (m/s)

値は次式による。

粘性土層の場合

$$V_{st} = 100N_i^{1/3} \quad (1 \leq N_i \leq 25)$$

砂質土層の場合

$$V_{st} = 80N_i^{1/3} \quad (1 \leq N_i \leq 50)$$

N_i : 標準貫入試験による i 番目の地層の平均 N 値

i : 当該地盤が地表面から基盤面まで n 層に区分されるとき、地表面から i 番目の地層の番号

ここでいう基盤面とは、粘性土層の場合は N 値が 25 以上、砂質土層の場合は N 値が 50 以上の地層の上面、もしくはせん断弾性波速度が 300m/s 程度以上の地層の上面をいう。

- (2) 震度法によるレベル1地震動の設計水平震度は、次式により計算する。ただし、 k_h 下限値は 0.1 とする。

$$k_h = c_z \cdot k_{ho}$$

ここに、 k_h : 設計水平震度 (小数点以下 2 けたに丸める)

c_z : 地域別補正係数で次表による

地域別補正係数 c_z

地域区分	補正係数 (c_z)	対象地域
A	1.0	下記2地域以外の地域
B	0.85	「Zの数値、 R_i 及び A_i を算出する方法並びに地盤が著しく軟弱な区域として特定行政庁が指定する基準」(昭和55年11月27日建設省告示第1793号)第1項(Zの数値)表中(二)に掲げる地域
C	0.7	「Zの数値、 R_i 及び A_i を算出する方法並びに地盤が著しく軟弱な区域として特定行政庁が指定する基準」(昭和55年11月27日建設省告示第1793号)第1項(Zの数値)表中(三)および(四)に掲げる地域

(出典)道路橋示方書・同解説 耐震設計編 日本道路協会 H14.3

k_{h0} : 設計水平震度の標準値は、次表による。

ただし、土の重量に起因する慣性力及び地震時土圧の算出に際しては、設計水平震度の標準値 k_{h0} は地盤種別が 種地盤で 0.16、 種地盤で 0.2、 種地盤で 0.24 とする。

レベル 地震動の設計水平震度の標準値 k_{h0}

地盤種別	固有周期T(s)に対する k_{h0} の値		
種	T<0.1 $k_{h0}=0.431T^{1/3}$ ただし、 k_{h0} 0.16	0.1 T 1.1 $k_{h0}=0.2$	1.1<T $k_{h0}=0.213T^{-2/3}$
種	T<0.2 $k_{h0}=0.427T^{1/3}$ ただし、 k_{h0} 0.20	0.2 T 1.3 $k_{h0}=0.25$	1.3<T $k_{h0}=0.298T^{-2/3}$
種	T<0.34 $k_{h0}=0.430T^{1/3}$ ただし、 k_{h0} 0.24	0.34 T 1.5 $k_{h0}=0.3$	1.5<T $k_{h0}=0.393T^{-2/3}$

(出典)道路橋示方書・同解説 耐震設計編 日本道路協会 H14.3

固有周期は、次式により算出する。

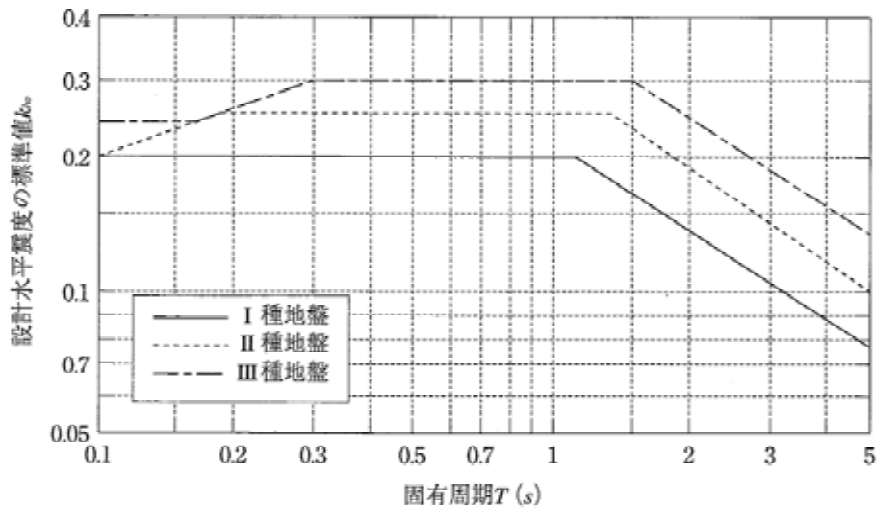
$$T=2.01\sqrt{\delta}$$

ここに、

T : 設計振動単位の固有周期 (s)

: 耐震設計上の地盤面より上にある下部構造の重量の 80%と、それが支持している上部構造部分の全重量に相当する力を慣性力の作用方向に作用させる場合の上部構造の慣性力の作用位置における変位 (m)

レベル 地震動の設計水平震度の標準値



(出典)道路橋示方書・同解説 耐震設計編 日本道路協会 H14.3

概略の目安として、Ⅰ種地盤は良好な洪積地盤及び岩盤、Ⅱ種地盤は沖積地盤のうち軟弱地盤、Ⅲ種地盤はⅠ種地盤、Ⅱ種地盤のいずれにも属さない洪積地盤及び沖積地盤と考えてよい。ここでいう沖積層には、がけ崩れ等による新しい堆積層、表土、埋立土並びに軟弱層を含み、沖積層のうち締まった砂層、砂れき層、玉石層については、洪積層として取扱うことができる。

- (3) 地震時保有水平耐力法によるレベル2地震動の設計水平震度は、次式により計算する。

$$k_{hc} = c_s \cdot c_z \cdot k_{hco}$$

ここに、 k_{hc} ：レベル2地震動のタイプⅠ及びタイプⅡの設計水平震度(小数点以下2けたに丸める)

ただし、 k_{hc} の下限値はタイプⅠで0.3、タイプⅡで0.6とする。

c_s ：構造物特性補正係数で次式により算出する。

$$c_s = \frac{1}{\sqrt{2\mu_a - 1}}$$

μ_a ：完全弾塑性型の復元力特性を有する構造系の許容塑性率

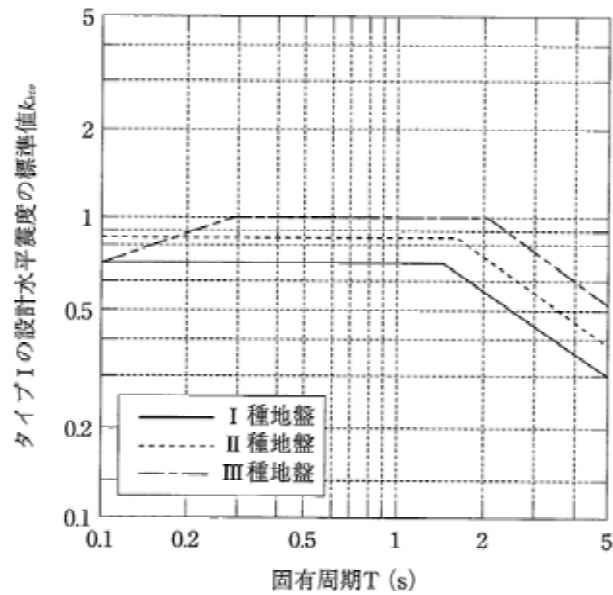
c_z ：地域別補正係数

k_{hco} ：地震動タイプⅠ、タイプⅡの設計水平震度の標準値は、次表による。

レベル2地震動(タイプ)の設計水平震度の標準値 k_{hc0}

地盤種別	固有周期T(s)に対する k_{hc0} の値		
種	T < 1.4 $k_{hc0}=0.7$		1.4 < T $k_{hc0}=0.876T^{-2/3}$
種	T < 0.18 $k_{hc0}=1.51T^{1/3}$ ただし、 $k_{hc0} > 0.7$	0.18 < T < 1.6 $k_{hc0}=0.85$	1.6 < T $k_{hc0}=1.16T^{-2/3}$
種	T < 0.29 $k_{hc0}=1.51T^{1/3}$ ただし、 $k_{hc0} > 0.7$	0.29 < T < 2.0 $k_{hc0}=1.0$	2.0 < T $k_{hc0}=1.59T^{-2/3}$

レベル2地震動(タイプ)の設計水平震度の標準値 k_{hc0}

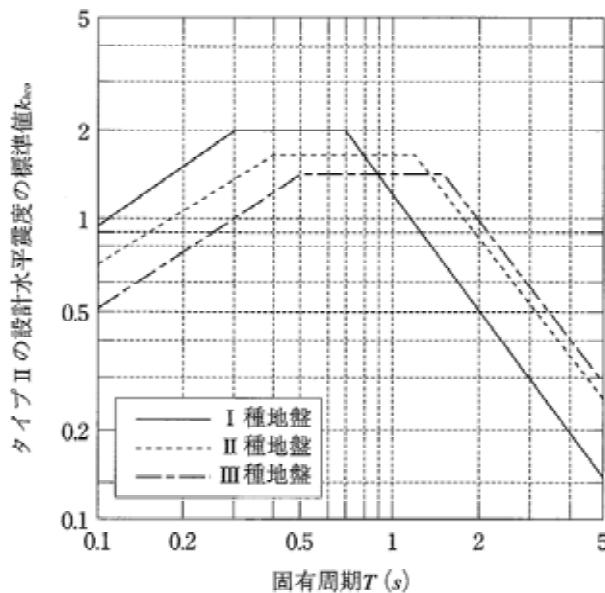


(出典)道路橋示方書・同解説 耐震設計編 日本道路協会 H14.3

レベル2地震動(タイプ)の設計水平震度の標準値 k_{hc0}

地盤種別	固有周期T(s)に対する k_{hc0} の値		
種	$T < 0.3$ $k_{hc0} = 4.46T^{2/3}$	$0.3 < T < 0.7$ $k_{hc0} = 2.0$	$0.7 < T$ $k_{hc0} = 1.24T^{-4/3}$
種	$T < 0.4$ $k_{hc0} = 3.22T^{2/3}$	$0.4 < T < 1.2$ $k_{hc0} = 1.75$	$1.2 < T$ $k_{hc0} = 2.23T^{-4/3}$
種	$T < 0.5$ $k_{hc0} = 2.38T^{2/3}$	$0.5 < T < 1.5$ $k_{hc0} = 1.50$	$1.5 < T$ $k_{hc0} = 2.57T^{-4/3}$

レベル2地震動(タイプ)の設計水平震度の標準値 k_{hc0}



(出典)道路橋示方書・同解説 耐震設計編 日本道路協会 H14.3

(4) 地震の影響としては、次の事項を考慮する。

- 構造物の重量に起因する慣性力
- 地震時土圧
- 地震時動水圧
- 地盤の液状化及び流動化の影響
- 地震時地盤変位

7 雪荷重

積雪地方等においては、次の雪荷重を考慮する。

- (1) 活荷重を加载する場合の雪荷重は 980N/m^2 を標準とする。
- (2) 活荷重を加载しない場合の雪荷重は、活荷重に相当する雪荷重以上の場合に算定す

る。

- (3) 雪荷重は、既往における橋梁上の最大積雪深と、次表による雪の単位体積重量により求める。

雪の状態	降りたての雪	やや落ち着いた雪	圧縮された雪	多量に水を含む雪
単位重量(kN/m ³)	1.5	2.9	4.9~6.9	4.9~6.9

8 風荷重

- (1) 上部構造に作用する風荷重は、考えている部材に最も不利な応力を生じさせるように載荷するものとする。風荷重の大きさは次のとおりとする。

鋼げた

鋼げたに作用する風荷重は、1橋の橋軸方向の長さ1mにつき次表に示す値とする。

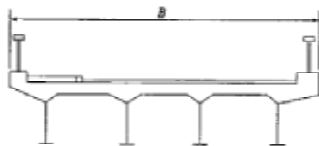
鋼げたの風荷重 (kN/m)

断面形状	風荷重
1 $\frac{B}{D} < 8$	$\left[4.0 - 0.20\left(\frac{B}{D}\right) \right] D$ 6.0
8 $\frac{B}{D}$	2.4D 6.0

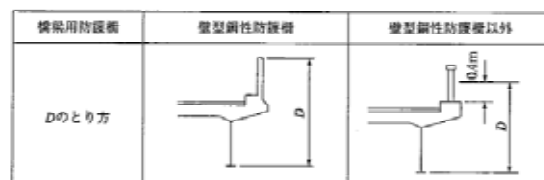
ここに、B：橋の総幅(m)

D：橋の総高(m)

Bのとり方



鋼げたのDのとり方



(出典)道路橋示方書・同解説 共通編 日本道路協会 H14.3

2主構トラス

2主構トラスに作用する風荷重は、風上側の有効鉛直投影面積1m²につき、下表に示す値とする。

2主構トラスに作用する風荷重 (kN/m²)

トラス	活荷重載荷時	$\frac{1.25}{\sqrt{\phi}}$
	活荷重無載荷時	$\frac{2.5}{\sqrt{\phi}}$
橋床	活荷重載荷時	1.5
	活荷重無載荷時	3.0

ただし、 $0.1 \leq \lambda \leq 0.6$

ここに、 λ : トラスの充実率(トラス外郭面積に対するトラス投影面積の比)

注 活荷重無載荷時 : 設計基準風速 40m/s で定める値

活荷重載荷時 : 上記値の2分の1

標準的な2主構トラスについては、風上側弦材の橋軸方向の長さ 1mにつき下表の風荷重を用いてもよい。

標準的な2主構トラスの風荷重 (kN/m²)

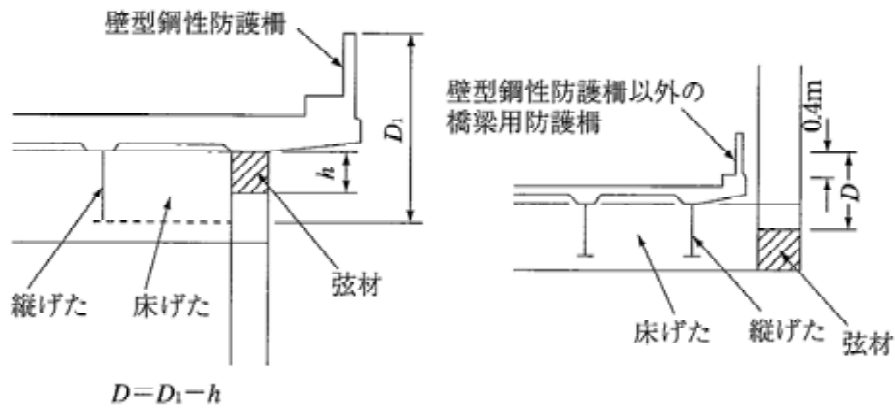
弦材		風荷重
載荷弦	活荷重載荷時	$1.5 + 1.5D + 1.25\sqrt{\lambda h}$ 6.0
	活荷重無載荷時	$3.0D + 2.5\sqrt{\lambda h}$ 6.0
無載荷弦	活荷重載荷時	$1.25\sqrt{\lambda h}$ 3.0
	活荷重無載荷時	$2.5\sqrt{\lambda h}$ 3.0

ただし、 $7 \leq \frac{\lambda}{h} \leq 40$

ここに、D : 橋床の総高(m)。ただし、橋軸直角水平方向から見て弦材と重なる部分の高さを含めない。

h : 弦材の高さ(m)

: 下弦材中心から上弦材中心までの主構高さ(m)



(a)上路トラスの場合

(b)下路トラスの場合

主構トラスのDのとり方

(出典)道路橋示方書・同解説 共通編 日本道路協会 H14.3

その他の形式の橋梁

その他の形式の橋梁の橋げた部分に作用する風荷重は、けた形状に応じ 1 あるいは 2 を適用する。1 あるいは 2 で規程されていないような部材に作用する風荷重は、断面形状に応じ下表に示す値とする。なお、活荷重載荷時には、活荷重に対して橋面上 1.5m の位に 1,471N/m の風荷重を作用させる。

鋼げたあるいは 2 主構トラス以外の橋梁の部材に作用する風荷重 (N/m²)

部材の断面形状		風荷重	
		風上側部材	風下側部材
円形	活荷重載荷時	0.75	0.75
	活荷重無載荷時	1.5	1.5
角形	活荷重載荷時	1.5	0.75
	活荷重無載荷時	3	1.5

(出典)道路橋示方書・同解説 共通編 日本道路協会 H14.3

- (2) 下部構造に直接作用する風荷重は、橋軸直角方向および橋軸方向に作用する水平荷重とする。ただし、同時に 2 方向には作用しないものとする。風荷重の大きさは、風向方向の有効鉛直投影面積に対して次表に示す値とする。

下部構造に作用する風荷重 (kN/m²)

躯体の断面形状		風荷重
円形	活荷重載荷時	0.75
	活荷重無載荷時	1.5
小判形	活荷重載荷時	1.5
	活荷重無載荷時	3.0

(出典)道路橋示方書・同解説 共通編 日本道路協会 H14.3

- (3) 吊橋、斜張橋およびとくに可とう性に富む部材については、風の影響による動的な変形・応力等も考慮して設計する。

9 プレストレス力

構造物にプレストレス力を導入する場合には、設計にこれを考慮する。

- (1) プレストレス力は、プレストレッシング直後のプレストレス力及び有効プレストレス力について考慮する。また、プレストレス力により不静定力が生じる場合にはこれも考慮する。
- (2) プレストレッシング直後のプレストレス力は、PC鋼材の引張端に与えた引張力に、次の影響を考慮して算出する。
- コンクリートの弾性係数
 - PC鋼材とシースの摩擦
 - 定着具におけるセット
- (3) 有効なプレストレス力は、2の規程により算出するプレストレッシング直後のプレストレス力に、次の影響を考慮して算出する。
- コンクリートクリープ
- この場合に考慮する持続荷重は、プレストレッシング直後のプレストレス力及び死荷重とする。
- コンクリートの乾燥収縮
 - PC鋼材のリラクセーション
- (4) 有効プレストレス力による不静定力は、プレスと立身具直後のプレストレス力による不静定力にPC鋼材引張力の有効係数を部材全体にわたって平均した値を乗じて算出することができる。

10 コンクリートのクリープの影響及び乾燥収縮の影響

コンクリート部材の設計に考慮するコンクリートのクリープ及び乾燥収縮の影響は、次のとおりとする。

- (1) コンクリートのクリープひずみは、次式により表わす。

$$\varepsilon_{cc} = \frac{\sigma_c}{E_c} \cdot \phi$$

ここに、 ε_{cc} : コンクリートのクリープひずみ

σ_c : 持続荷重による応力度 (N/cm²)

E_c : コンクリートのヤング係数 (N/cm²)

ϕ : コンクリートのクリープ係数

- (2) プレストレスの減少量および不静定力を算出する場合のコンクリートのクリープ係数は、次表の値を標準とする。

コンクリートのクリープ係数

持続荷重を載荷するときの コンクリートの材令(日)		4~7	14	28	90	365
クリープ係数	早強ポルトランドセメント使用	2.6	2.3	2.0	1.7	1.2
	普通ポルトランドセメント使用	2.8	2.5	2.2	1.9	1.4

(出典)道路橋示方書・同解説 共通編 日本道路協会 H14.3

- (3) プレストレスの減少量を算出する場合のコンクリートの乾燥収縮度は、次表の値を標準とする。

コンクリートの乾燥収縮度(普通及び早強ポルトランドセメント使用の場合)

プレストレスを導入するとき のコンクリートの材令(日)	4~7	28	90	365
乾燥収縮度	20×10^{-5}	18×10^{-5}	16×10^{-5}	12×10^{-5}

(出典)道路橋示方書・同解説 共通編 日本道路協会 H14.3

- (4) (2)又は(3)によりがたい場合は、部材周辺の湿度、部材断面の形状寸法、荷重が作用するときのコンクリートの材令等を考慮して別途、コンクリートのクリープ係数及び乾燥収縮度を定める。
- (5) コンクリートのクリープ及び乾燥収縮の影響により生じる不静定力は、次による。

構造系に変化がない場合

構造物全体を一度に支保工上で施工し、施工中の構造系と施工後の構造系に変化がない場合には、コンクリートのクリープの影響は一般に考慮しなくてよい。乾燥収縮の影響による不静定力を算出する場合には、コンクリートの乾燥収縮を 15×10^{-5} とする。ただし、軸方向鋼材料が部材のコンクリート断面積の 0.5%未満の場合には乾燥収縮度を 20×10^{-5} とする。

構造系に変化がある場合

構造物全体を一度に施工せず、施工中の構造系と施工後の構造系に変化がある場合には、コンクリートのクリープの影響による不静定力は(2)あるいは(4)の値を用いて算出する。なお、この場合に考慮する持続荷重は死荷重、プレストレス力、乾燥収縮の影響とする。また、乾燥収縮の影響による不静定力は(4)により算出する。

1.1 温度変化の影響

- (1) 設計に用いる基準温度は+20 を標準とする。ただし、気候寒冷地方においては+10 を標準とする。
- (2) 設計に用いる温度変化の範囲は、次のとおりとし、構造物における温度の昇降は基準温度の差として考慮する。ただし、温度変化の範囲は、とくに検討した場合には実情に応じて定めることができる。

鋼構造

鋼構造全体の一様な温度変化を考慮する場合の温度変化の範囲は、- 10 から +50 までとする。ただし、気候寒冷地方においては、- 30 から +50 までとする。

部材間あるいは部材各部における相対的な温度差は 15 度とする。

合成けた

床版コンクリートと鋼げたの温度差は 10 度とし、温度分布は鋼げた及び床版コンクリートにおいてそれぞれ一様とする。

コンクリート構造

コンクリート構造全体の温度変化を考慮する場合の温度昇降は、一般に、基準温度から地域別の平均気温を考慮して定める。一般の場合、温度の昇降はそれぞれ 15 度としてもよい。断面の最小寸法が 70cm 以上の場合には、上記の標準を 10 度としてもよい。

床版とその他の部材の相対的な温度差は 54 度とし、温度分布は床版その他の部材においてそれぞれ一様とする。

水中又は土中にある構造物では温度変化の影響を考慮しなくてもよい。

1.2 その他荷重

(1) 遠心荷重

厳密に言えば曲線部の橋や、自動車が蛇行する場合には遠心荷重が生じるが、その値は極めて小さいから通常考える必要はない。

(2) 制動荷重

制御荷重は、一般の道路橋においては、考える必要はない荷重であるが、自重が極端に軽い上部構造やトレスル橋脚の設計等、特別な場合には考慮する必要がある。一般に自動車の制動荷重は非常に小さく、特に断面を増加する必要はない。

(3) 施工時荷重

施工時荷重とは、橋の施工時に作用する荷重であり、これによる応力は、施工方法によっては施工後の状態とまったく異なるものであったり、施工後の応力より大きな値を示すことがある。例えば、上部構造では橋げたの座屈・落橋といった事態にもなり得る。

また、下部構造では、ケーソン基礎本体の他に張出し架設中の上部構造を支持している橋脚や頭部ヒンジ固定のフレキシブルピア等においては、施工時の安定及び断面照査から躯体及び基礎の寸法諸元が決定されることも多い。したがって橋の設計時には施工方法と施工中の構造を考慮して、自重、施工機材、風、地震、温度変化等に対して検討が必要である。

(4) 衝突荷重

自動車の衝突

自動車の衝突のおそれのある橋脚については、コンクリート壁等の十分な防護施設を設ける。防護施設が設けられない場合は次の衝突荷重のいずれかが路面から 1.8m の高さに水平に働くものとする。

流木等の衝突

流木その他流送物の衝突のおそれがある場合には、次式により衝突力を算出する。

その作用高さは水面とする。

$$P=0.1 \cdot W \cdot v$$

ここに、P：衝突力(tf)

W：流送物の重量(kN)

v：表面流速(m/s)

1.3 土圧

土圧は、壁面又は仮想背面に作用する分布荷重として、常時土圧及び地震時土圧に区分し、それぞれの設計条件及び計算方法は擁壁に準ずるものとする。

1.4 水圧

(1) 静水圧

次式により算出する。ただし、構造物の地中にある部分に働く水圧がこの理論水圧の値まで作用しないことが明らかな場合は、その明らかな値まで低減することができる。

$$Ph = \rho \cdot h$$

ここに、Ph：水面より深さhのところの静水圧

h：水面よりの深さ(m)

ρ ：水の単位重量(kN/m³)

(2) 流水圧

流水方向に対する橋脚の鉛直投影面積に作用する水平荷重として、次式により算出するものとする。作用位置は、河底より0.6Hとする。

$$P=K \cdot v^2 \cdot A$$

ここに、P：流水圧(kN)

K：次表による橋脚の抵抗係数

v：最大流速(m/s)

A：橋脚の鉛直投影面積(m²)

H：水深(m)

洗掘の影響がある場合における流水圧の算出に用いる水深は、常時にあっては、下部構造による洗掘の影響のないときの水深に常時下部構造の影響によって生じる洗掘の深さと、橋の耐用年数の間に予想される全体的な河床低下量を加えた深さとする。洪水時においては、常時の場合の設計水深に、洪水時の水位の増加と洪水時の洗掘深さを加えた深さとする。

1.5 揚圧力

揚圧力とは、構造物の前後の水位差あるいは波浪等による一時的な構造物位置での水位の上昇によって生じる上向きの力をいう。

1.6 浮力

浮力とは、地盤中又は地盤と構造物の間に間隙水が存在する構造物の底面に作用する上向きの静水圧によって生じる力をいう。

1-3 材料の選定

橋梁の上部構造及び下部構造に使用する材料は、橋種、形式及び構造ごとに、設計計算等に適用した許容応力度、物理定数等を確保した所要の品質、規格、寸法等を持つものとし、安全性、施工性、経済性等を十分に勘案して選定する。

1 コンクリート

コンクリートの品質は、材令 28 日における設計基準強度をもって示し、次表の値以上とする。

設計 基準強度	構造区分		鉄筋コンクリート床版		プレストレストコンクリート橋(中埋)		鉄筋 コン クリ ート 橋	下部構造	
	合成桁	非合成桁	プレテンション	ポストテンション	無筋	鉄筋			
$c_k(N/mm^2)$	27	24	36	30	24	18	21		

2 鋼材

使用する鋼材は、できるだけ経済的な鋼種の中から選定する。

(1) 使用する鋼種は、次のような場合を除いて、無塗装処理の耐候性鋼材とする。

- 土砂、じん芥、流出錆等が鋼材に堆積する箇所
- 陰湿で通風の悪い箇所
- 表面が機械的にはく離作用を受ける箇所
- 閉断面を持つ箱げた、トラス又はアーチ等の構造
- 周辺の環境等と調和しない箇所
- 乾湿の変化に乏しく安定錆の発生しない箇所
- 塩害の受けやすい箇所

(2) 鋼種を板厚によって選定する場合は、次表を標準とする。

板厚による鋼種選定標準

鋼種		板厚 (mm)											
		6	8	16	25	32	40	50	100				
構造用鋼	非溶接用	SS400								●			
		溶接用	SM400A				●						
			SM400B						●				
			SM400C								●		
		構造用鋼	溶接用	SM490A			●						
				SM490B						●			
				SM490C								●	
		構造用鋼	非溶接用	SM490YA	●								
				SM490YB						●			
				SA520C								●	
		構造用鋼	非溶接用	SM570								●	
				溶接用	SMA400AW			●					
					SMA400BW						●		
SMA400CW											●		
溶接用	SMA490AW			●									
	SMA490BW								●				
	SMA490CW										●		
	SMA570W								●				

(出典)道路橋示方書・同解説 鋼橋編 日本道路協会 H14.3

なお、気温が著しく低下する地方においては、所要の衝撃値を確保できる鋼種及び板厚を選定することが望ましい。

(3) 部材別の使用鋼種は、次により選定する。

主構に使用する鋼材は、SM400、SM490Y、SM520、SM570、SMA400、SMA490及びSMA570とする。

分配げた、床組、補鋼材又は対傾構等に使用する鋼材は、SS400、SMA400及びSM490Yとする。

接合用鋼材は、S10T及びM22を標準として、摩擦接合による高力ボルトを使用する。

ただし、専用締付機で施工できない箇所は、F10T及びM22を使用する。

ジベルは、径 22mm のスタットジベルを標準とする。
鉄筋は異形鉄筋として、SD295 又は SD345 とする。

1 - 4 設計

橋梁の設計に当たっては、橋軸方向及び橋軸直角方向並びに常時及び地震時のそれぞれについて、構造物の強度、変形、安定度等を計算し、安全性、施工性、経済性及び周辺環境との調和を考慮した構造とする。

1 設計計算

設計計算は、上部構造と下部構造に区分し、各部の構造をできるだけ単純化して行う。

- (1) 部材の設計に当たっては、各荷重の組合せによって生ずる応力度が、許容応力度、安全率等を満足させる。
- (2) 設計計算の結果は、その計算内容を明らかにした設計計算書を作成する。
- (3) 構造計算の一部又は全部に電子計算機を使用した場合の設計計算書は、次の事項の一部又は全部を明示する。

荷重、許容応力度、安全率等を含む各設計条件
プログラムの背景となった理論と解析方法の概要
入力データと出力された主な応力度及び算出された断面、寸法等
その他必要な事項

1 - 5 木橋

木橋は、木材利用の推進に資するものであることから、次の点に留意しつつ、積極的に取り組むことが望ましい。

- 1 安全性及び環境との調和を考慮する。
- 2 構造は、設置箇所の環境条件や支間長、幅員、荷重を考慮して適切に選定する。
- 3 防腐処理を行う場合は、環境への影響等を十分に検討して実施する。
- 4 適切な維持管理を行う。

第2節 上部構造

2 - 1 構造

橋梁の上部構造を構成する主要部位は、設計計算によりその断面等を求め、各部材の配置及び組合せは所定の構造細目によって決定するものとするが、各部位の構成、形状、寸法等は、橋種、橋格、交通形態、自然条件等に十分に適合したものを選定する。

1 幅員

橋梁の幅員は、林道規程に定める車道幅員及び路肩幅員とする。

2 地覆及び高欄

- (1) 橋梁の幅員方向の両側には、地覆を設けて、防護柵等による高欄を取付ける。
- (2) 地覆寸法は幅 60cm 及び高さ 25cm を標準とする。
ただし 2、3 等林道橋にあっては、幅 40cm 及び高さ 15cm とすることができる。

3 橋面舗装

- (1) 床版上には、5cm 厚を標準とする橋面舗装を行うものとし、コンクリート舗装又は

アスファルト舗装とする。

- (2) コンクリート舗装とする場合は、コンクリートが床版から分離しないよう床版と同時に打設することが望ましい。
- (3) アスファルト舗装で雨水等の浸透が有害となる場合にあっては、別に防水層を設ける。

4 横断勾配

床版及び橋面には、2%の横断勾配を設ける。

5 排水

- (1) 橋面上の排水を必要とする場合は、集水ますを設けるものとし、橋台又は、橋脚の橋座外縁付近の両路肩に配置する。ただし、勾配橋にあっては設けないことができる。
- (2) 集水ますは、橋面より 10 ~ 20mm 程度低くすり付け、内径 15cm 程度の排水管を取りつける。

6 支承

- (1) 支承は、設計荷重及び設計移動量等に対し安全となるよう設計する。その構造形式は、次の分類により選定する。

支 承 タ イ プ	構 造 形 式	摘 要
A 支 承	「9 落橋防止システム」に示した落橋防止システムと補完し合って慣性力に抵抗する構造	両端橋台支持の桁長50m以下の橋又は支承部の構造上やむを得ない橋
B 支 承	支承部単独で慣性力に抵抗する構造	上記以外の橋

- (2) ソールプレート及びベースプレートの板厚は、22mm 以上とし、ソールプレートは主桁に確実に定着させる。なお、勾配橋の傾斜は、ソールプレートの板厚で傾斜を調整するが、最小厚は 22mm 以上を確保する。
- (3) アンカーボルトは、最小径 25mm 以上で、直径の 10 倍以上の長さを下部構造中に埋込み、小支間で 2 本又は大支間で 6 本を標準として下部構造に固定する。
- (4) 支承の固定端は、次のような箇所に設ける。
 - 死荷重反力が大きい側の支点
 - 勾配橋の場合は低い方の支点
 - 水平反力を取り易い支点
 - 可動支承の移動量を少なくする側の支点
- (5) ゴム支承等におけるアンカーバーと桁の定着には、アンカーキャップ等を用いる。

7 伸縮装置

- (1) 伸縮装置は、支承の移動量に基づき、次の遊間上限値によって形式を選定する。

形式	区分	ジョイント方式	遊間上限値(mm)
突合せ形式		目地ジョイント方式	10
		アングル補強、補剛鋼材方式	20
		後付け方式	50
ゴム形式			100
鋼製形式		重ね合わせ方式	30
		フィンガージョイント方式	200

- (2) 支承の移動量は、温度変化、乾燥収縮、クリープ、桁のたわみ等に余裕量を加えて計算するが、次に示す温度変化を基にして算定することができる。

支承の移動量ならびに伸縮量算定に用いる温度変化の範囲

橋種	温度変化		線膨張係数
	普通の地方	寒冷な地方	
PC橋・RC橋	-5 ~ +35	-15 ~ +35	10×10^{-6}
鋼橋(上路橋)	-10 ~ +40	-20 ~ +40	12×10^{-6}
鋼橋(下路橋および鋼床版橋)	-10 ~ +50	-20 ~ +40	12×10^{-6}

注 基準温度は+20を標準とし、寒冷な地域においては+10とする。

(出典)道路橋示方書・同解説 共通編 日本道路協会 H14.3

- (3) 伸縮装置の天端面は、橋面に合わせて横断勾配を設ける。

8 塗装

- (1) 無塗装処理の耐候性鋼材使用で不適当な場合は、錆安定化促進処理の塗装を行うことができる。ただし、閉断面を持つ箱桁、トラス又はアーチ等については、十分な検討が必要である。
- (2) 普通鋼材使用の場合は、工場塗装1回及び現場塗装2回とする。

9 落橋防止システム

けた端においては、「3-1 構造」の「4 桁かかり長」に示した SE の長さを確保するとともに落橋防止構造、変位制限構造を設けることにより、想定をこえる地震力や変位、変形による橋桁の落下を防止する。

2 - 2 特殊線形

特殊線形の上部構造は、平面線形が橋下空間と斜角となる斜橋、縦断線形が傾斜する勾配橋及び平面線形が曲線となる曲線橋に区分し、それぞれの特性に応じた強度、変形、安定度等を計算し、現地の条件に順応した構造とする。

1 斜橋

- (1) 斜橋は、橋軸方向と橋台幅方向の鋭角が 60° 以上とし、これ以下となる場合は、橋長によって調整する。
- (2) 斜橋は、支間 35m 以下の静定構造とする。

2 勾配橋

- (1) 勾配橋は、縦断勾配の変移点及び縦断曲線を設定しない線形とする。
- (2) 勾配装置又は遊間で調整できない場合の桁端部は、鉛直とする。
- (3) 勾配の調整は、支承で行うものとする。

3 曲線橋

- (1) 曲線橋は直線桁とし、曲線又は直線床版とする。
- (2) 床版の張出長は、地覆幅程度を最小として、1.0 ~ 1.2m 程度を超える場合にブラケット又は枝桁を設ける。
- (3) 2支間以上にわたる曲線橋は、斜橋の組合せによる多角形曲線とする。
- (4) 曲線の midpoint は、なるべく橋長の中心とする。

2 - 3 設計計算

- 1 上部構造の設計計算に当たっては、荷重の組合せによって生じる応力度が各部材の許容応力度以下とする。
- 2 衝撃を含まない活荷重による鋼橋の主桁、床桁及び縦桁のたわみ量は、次の値以下とする。

たわみの許容値 (m)

橋の形式			最大たわみ	
			単純支持桁・連続桁	ゲルバー桁の片持部
鋼げた形式	コンクリート床版を持つ鋼げた	L ≤ 10	$\frac{L}{2,000}$	$\frac{L}{1,200}$
		10 < L ≤ 40	$\frac{L}{20,000/L}$	$\frac{L}{12,000/L}$
		L > 40	$\frac{L}{500}$	$\frac{L}{300}$
	その他の床版をもつ鋼げた		$\frac{L}{500}$	$\frac{L}{300}$
ラーメン形式			$\frac{L}{500}$	
吊橋形式			$\frac{L}{350}$	
斜張橋形式			$\frac{L}{400}$	
その他の形式			$\frac{L}{600}$	$\frac{L}{400}$

注 L=支間 (m)



ゲルバー桁片持部のたわみ



ラーメン橋のたわみ

(出典) 道路橋示方書・同解説 鋼橋編 日本道路協会 H14.3

2 - 4 架設

上部構造の架設に当たっては、仮設物等調査、現場環境調査等に基づく架設場所、運搬路、施工期間中の気象等を基に、架設時の荷重条件、支持条件等に適合した安全かつ経済的な工法を選定する。

架設工法は、設計時に考慮した設計条件、施工法及び施工順序によるものとし、次のような工法を選定する。

- 1 桁下高が 20m 程度以下で、橋下空間の良質地盤を利用することができる場合は、自走クレーン工法、ベント工法又は他の工法との併用工法とする。
- 2 桁下高が高い場合又は橋下空間を利用できない場合は、ケーブル式工法とする。
- 3 架設地点に隣接して桁の地組等が可能で、橋下空間が利用できない場合は、送出式工法又は架設桁工法とする。
- 4 桁高が高く連続桁構造の場合は、片持式工法とする。

第3節 下部構造

3 - 1 構造

橋梁の下部構造は、橋梁工調査による現地条件、上部構造の設計条件等を基に、上部構造から伝えられる支点反力、下部構造自体に作用する自重、土圧等の荷重その他を支持し、これらを安全に基礎地盤に伝達する構造とする。

1 形式の選定

下部構造の橋台又は橋脚の形式は、次により選定する。

- (1) 全高が 5m 程度までは重力式とし、それ以上の場合は逆 T 式橋台又は T 形橋脚として、全高、全幅等の規模が大きい場合は、控え壁式橋台又はラーメン橋脚とする。
- (2) 重力式橋台及び橋脚においては、コンクリート構造、その他の形式にあつては鉄筋コンクリート構造とする。
- (3) 次のような場合は、鋼製等による橋台又は橋脚とすることができる。

上部構造と一体化構造にする場合

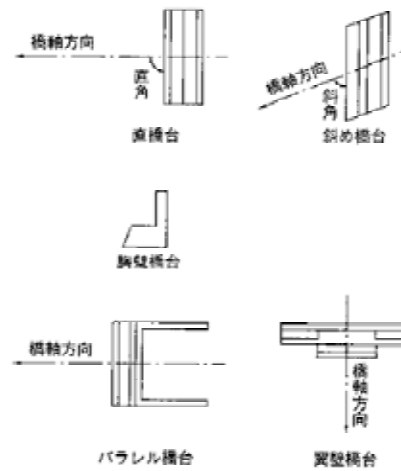
上部構造の支点反力が小さい場合

全高が 15m を超える場合

基礎工と一体化構造にする場合

2 形状の選定

橋台又は橋脚の形状は、水平面、鉛直面及び橋軸を基準として構成し、地形、基礎地盤、上部構造等に応じて選定する。



- (1) 橋台の形状は、次により選定する。

橋軸直角方向に設置する場合は直橋台とし、橋軸と斜角になる場合は斜橋台とする。

施工基面の近くに岩盤又は堅硬な地山がある場合は、胸壁橋台とする。

流水等により橋台背面が洗掘するおそれのある場合は翼壁橋台とする。

取付道路の路側施設に接続する場合又は兼用する場合は、パラレル橋台とする。

- (2) 橋脚の形状は、次により選定する。

流水がほとんどなく、基礎地盤の洗掘するおそれのない場合は、長方形橋脚とする。

流水のある場合は小判形橋脚とする。

乱流部又は合流点等の箇所で、流水の方向が一定でない場合は、円形橋脚とする。

上部構造又は基礎工と一体化構造の場合は、柱式のラーメン橋脚とする。

3 躯体幅

橋台又は橋脚の橋軸直角又は橋軸斜角方向の躯体幅は、次により決定する。

- (1) 躯体幅は、上部構造の全幅員に地覆幅を加えた総幅員とする。ただし、翼壁天端幅が地覆幅を上回る場合は全幅員に翼壁天端幅を加えたものを躯体幅とする。
- (2) 躯体幅が、橋座の必要幅以下の場合は、橋座を張出し構造とすることができる。また、橋座を張出し構造とできない場合は、橋座幅を躯体幅とする。
- (3) 躯体幅が、橋座の必要幅以上の橋脚の場合は、橋座幅を躯体幅とすることができる。

4 桁かかり長

橋座の橋軸方向及び橋軸直角又は橋軸斜角方向の寸法は、次により求める。

- (1) 橋台の橋軸方向の長さは、次式により求める。

$$B = S_E + e$$

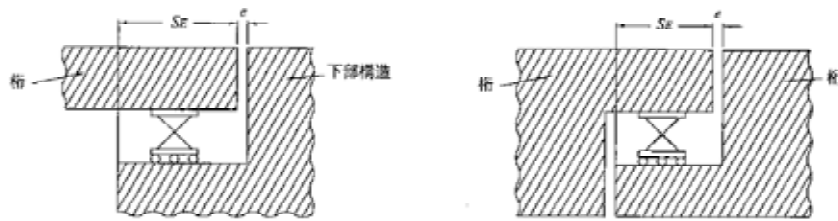
ここに B : 橋座の橋軸方向の長さ (m)

e : 遊間 (m)

S_E : 桁端から下部構造頂部縁端までの長さ (m)

$$S_E = 0.7 + 0.005$$

ここに : 支間長 (m)



(2) 橋脚の橋軸方向の長さは、次式により求める。

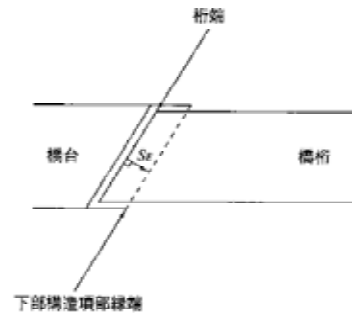
$$B=2S_E+e$$

ここに $S_E : u_R+u_G \quad S_{EM}$

$$S_{EM} : 0.7+0.005$$

$$u_G : \quad G \cdot L$$

u_R : レベル2地震動により生ずる上部構造と下部構造天端間の相対変位 (m)。ただし、 u_R の算出に際して落橋防止構造及び変位制限構造の効果は見込まない。



u_G : 地震時の地盤ひずみによって生ずる地盤の相対変位 (m)

S_{EM} : 桁かかり長の最小値 (m)

G : 地震時地盤ひずみで、種地盤で 0.0025、種地盤で 0.00375、種地盤で 0.005 とする。

L : 桁かかり長に影響を及ぼす下部構造の距離 (m)

e : 支間長 (m)

(3) 橋軸直角又は橋軸斜角方向の幅は、外桁から支承端距離 S の値を確保する。なお、橋軸斜角方向の幅は、斜角で換算した寸法とする。

(4) 支承は、橋座縁端から支承縁端距離以上の長さを確保する。

なお、ゴム支承等を用いた床版橋等の場合の支承縁端距離は、最外縁のアンカーバーからの距離とすることができる。

$$S=\text{支承縁端距離 (m)}$$

$$=0.2+0.005$$

5 胸壁の寸法

胸壁の寸法は、次により求めるものとする。

(1) 胸壁の橋座面からの高さは、次式により求める。

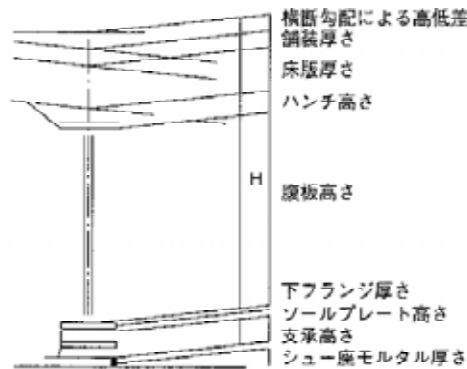
$$H=h+C+$$

ここに、 H : 胸壁幅の中心部における高さ (cm)

h : 上部構造の知友深部における支承上面から橋面までの高さ (cm)

c : 支承高さ (cm)

=台座調整モルタル=3cm以下(標準)



- (2) 胸壁は鉄筋コンクリート造の等厚鉛直壁とし、天端厚は 30cm 以上とする。
- (3) 胸壁天端面は、橋面にならい横断形状を付ける。

6 橋台背面

橋台背面の裏込めは、特に良質で十分に締固められる材料を用いて設計施工するものとし、踏掛版は設けない。

3 - 2 設計計算

設計計算は、選定された位置的条件、荷重条件等に基づく上部構造及び下部構造の設計条件を基に安定計算を行い、その安定断面を構成する各部材について構造計算を行う。

1 設計区分

- (1) 下部構造の設計に当たっては、橋軸方向及び橋軸直角又は橋軸斜角方向の 2 方向について計算するが、底版の橋軸直角又は斜角方向の幅が橋軸方向の長さの 1.5 倍程度以上の場合、又は橋軸直角若しくは斜角方向に作用する水平力より小さい場合は、橋軸方向についてのみ計算する。
- (2) 安定計算は、1m 当たりの単位断面又は全断面について行うが、断面間に変化のある場合は、全断面を対象とする。

2 荷重の組合せ

下部構造に作用する主な荷重は、上部構造の死荷重、活荷重及び地震荷重並びに下部構造の土圧及び自重とし、下部構造に流水圧、浮力及び揚水圧等が大きく作用する場合は、その影響を考慮する。

(1) 橋台

常時における転倒及び滑動に対しては、死荷重、土圧及び自重とし、支持力及び応力に対しては、死荷重、活荷重、土圧及び自重の場合の組合せとする。

地震時においては、全ての計算に対して死荷重、地震時土圧、自重及び地震荷重の組合せとする。

(2) 橋脚

常時においては、全ての計算に対して死荷重、活荷重及び自重の組合せとする。

地震時においては、全ての計算に対して死荷重、自重及び地震荷重の組合せとする。

3 地震動

下部構造の設計で考慮すると算定方法は、次表による。

	震 度 法	地 震 時 保 有 水 平 耐 力 法	
	発生する確率の高い地震動	タイプ の地震動	タイプ の地震動
橋 台		-	-
橋 脚			

注 : 必要、- : 不要

ここに、タイプ の地震動は、関東大震災のようなプレート境界型の大きな自身を、タイプ の地震動とは、兵庫県南部地震のような内陸直下型地震を表わす。

4 支点反力

- (1) 支点反力は、上部構造の死荷重及び活荷重又は地震荷重の組合せごとに計算するものとし、下部構造に最も不利な影響を与えるよう載荷する。ただし、支承部又は張出しの場合は、集中荷重とする。
- (2) 地震時における水平力は、固定端及び可動端別に算定する。
- (3) 水平力の作用点は、橋軸方向にあっては支承底面、橋軸直角方向にあっては上部構造の重心位置とする。ただし、上部構造の重心位置は床版底面とすることができるが、長大な下路橋等のように、床版底面より重心位置が明らかに高い場合は、その重心を算定して決定する。

5 土圧

背面が土砂に接する下部構造においては、常時及び地震時ともに主動土圧が作用するものとし、擁壁の土圧計算法に準じて計算する。

6 その他の設計条件

背面土の種類、主要材料の単位体積重量、基礎地盤の許容支持力度、滑動摩擦係数、過載荷重、安定条件等の設計条件は、擁壁の設計条件に示す値を用いる。

なお、壁背面摩擦角は次表を標準とする。

土圧作用面の壁面摩擦角

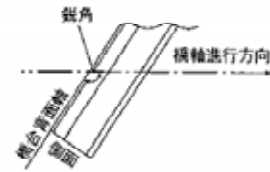
区分	種類	土とコンクリートの場合	土と土の場合
	常 時		$\frac{\phi}{3}$
地 震 時		0	$\frac{\phi}{2}$

(出典)道路橋示方書・同解説 共通編 日本道路協会 H14.3

7 特殊線形

- (1) 斜め橋台又は橋脚の設計は、次による。

土圧は橋台背面直角方向に一様に作用する。また、橋台の側面形状は、橋軸方向とするが、斜角が 75°より小さい場合は、橋軸方向と橋台背面軸方向との角度が鈍角となる側の橋台側面を橋台背面軸方向と直角にする。



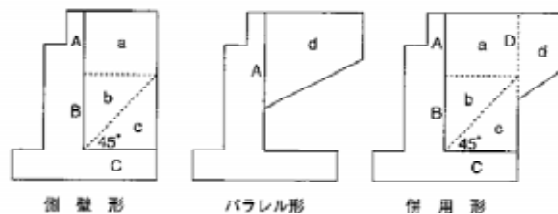
上部構造による水平力は、橋軸斜角方向に直角に作用する。

- (2) 勾配橋における支点反力は、勾配を考慮した鉛直力及び水平力とする。
- (3) 曲線橋においては、遠心荷重を考慮して片勾配を設けないことができる。

8 翼壁

翼壁の設計は、次による。

- (1) 翼壁の形状は、側壁形、平行形及び併用形を標準とする。



- (2) 翼壁は、鉄筋コンクリート造の等厚鉛直壁とする。
- (3) 設計は、過載荷重を有する土圧が作用する版とし、天端長が 8m 以下の場合は、橋台躯体又はかかと版に固定された片持ちばりともみなして計算する。
- (4) 翼壁に作用する土圧は、静止土圧とするが、翼壁の形状、寸法及び間隔、路側施設との接続、土圧の作用高さ、背面土の種類等に応じて、主動土圧とすることができる。

9 胸壁

胸壁の設計は、輪荷重による荷重強度及び常時土圧が作用し、次式により算定した断面力を基に、鉄筋コンクリート擁壁に準じて設計する。

$$M = M_p + M_c$$

$$S = S_p + S_c$$

ここに M：曲げモーメント (kN・m)

S：せん断力 (tf)

M_p ：輪荷重強度による曲げモーメント (kN・m)

$$= \frac{K \cdot T}{1,375} \cdot \left[-H_1 + (H_1 + a) \log\left(\frac{a + H_1}{a}\right) \right]$$

ここに T：T 荷重の 1 後輪荷重 (kN)：98 (標準)

K：主動土圧係数=擁壁の計算に同じ

a：車輪の接地長 (m) = 0.2 (標準)

H_1 ：胸壁高 (m)

M_c ：土圧強度による曲げモーメント (kN・m)

$$= \frac{1}{6} W \cdot H_1^3 \cdot K \cdot \cos \delta$$

ここに W : 土の単位体積重量 (kN/m³)

δ : 壁面摩擦角 (度)

S_p : 輪荷重強度によるせん断力 (tf/m)

$$= \frac{K \cdot T}{1.975} \cdot \log \left(\frac{a + H_1}{a} \right)$$

S_c : 土圧強度によるせん断力 (tf/m)

$$= \frac{1}{2} W \cdot H_1^2 \cdot K \cdot \cos \delta$$

1.0 安定計算

橋台及び橋脚の安定計算は、常時及び地震時別の荷重により、擁壁の安定計算に準じて行う。

この場合、地震荷重は反力及び下部構造の自重に「1-2 設計荷重」の「6 地震の影響」で求めた水平震度を乗じた値とする。

1.1 構造計算

(1) 重力式橋台及び橋脚並びに逆 T 式橋台及び控え壁式橋台の構造計算は、擁壁に順じる。

(2) T 形橋脚の計算は、次により行う。

張出し部は、柱断面が長方形の場合は柱前面における鉛直断面から、円形の場合は柱外面より柱直径の 1/10 内側へ入った位置からはり先端までの長さの片持ちばりとして、鉛直力及び水平力に対して計算する。

脚柱は、最も不利な状態となる軸力及び曲げモーメントの組合せに対して計算する。

(3) ラーメン橋脚の計算は、たわみ角法又は変形法とし、次により計算する。

ラーメン部材接点部は、接続する部材相互に断面力が確実に伝達される構造とする。

断面力を算出する場合の軸線は、部材断面の図心軸線に一致させる。

(4) 鉄筋コンクリート橋脚は、T 形、ラーメン等の形式にかかわらず、許容塑性率を基に求めた等価水平震度に相当する慣性力を受けてもぜい性的な破壊を生じないように地震時保有水平耐力の照査を行う。

(5) フーチング部の計算は、擁壁及び基礎工に準じて算定する。

1.2 鉄筋計算

鉄筋コンクリートの部材による橋台及び橋脚の鉄筋計算は、常時及び地震時別の荷重によって、擁壁の鉄筋量計算に準じて行う。

1.3 橋座の設計

橋座部は、地震時水平力に対し、十分な耐力を有し、次により鉄筋を配置する。

- (1) 支承面に作用する鉛直力による支圧に対して、D16以上の支圧補強筋を格子状に配置する。
- (2) 支承面に作用する水平力に対して、橋軸方向に水平にD16以上の補強筋を配置する。

1.4 基礎の設計

基礎の設計は、擁壁又は基礎工に準じて行う。

第 10 章 トンネル

第 1 節 通則

トンネルは、自然環境、地質構造、線形等の諸条件に基づき、山岳トンネル工法により設置し、地形、地質、その他の現地諸条件に適合して、安全かつ経済的な構造とする。

1 基礎条件

- (1) トンネルは、できるだけ岩石地帯に設けるものとし、その延長は必要最小限にとどめる。
- (2) トンネルの設計に当たって、地中の定量的な情報が得られない場合は、過去の実績及び経験に基づき適正に判断するほか、施工中は常に状況を把握する等、必要な措置を講じる。

第 2 節 計画

2 - 1 一般

トンネルは、トンネル及びその前後に接続する道路が一体となって初めてその機能を果たすものであることに留意し、トンネル単体ではなく、道路の一部を構成するものとして計画する。

したがって、その路線全体の持つ社会性、経済性等を十分に把握し、計画する路線周辺の地形、地質等の地山条件、土地、環境等の立地条件等から技術的及び経済的に合理的な計画とする。

2 - 2 構造規格

トンネルは、林道の本体としての一構造物である。その構造規格は、林道規程の定めによる。

2 - 3 トンネル位置の選定

路線の選定は、地形図及び各種の調査資料をもとに、考えられるいくつかの比較路線を選定し、これらについて技術的、経済的な検討を加え、最終的に 1 本の予定路線を決定する。

1 設置箇所の選定

トンネルは、現地条件を適切に把握し、開削道と経済的な比較を行った上で、次のような箇所に設置する。

- (1) 林地保全等のため、尾根等の凸部を短絡する箇所
- (2) 地すべり、崩壊又は落石等のおそれのある箇所
- (3) 周辺における自然環境等の保全を必要とする箇所
- (4) 林道規程に定める線形確保上必要とする箇所
- (5) 他の交通路、施設又は用地等を避けるため必要とする箇所

2 一般線形

- (1) 予定路線に基づいて、トンネル位置を決定するに当たっては、路線の性格、前後の線形バランスを考慮してトンネルの規模を定め、その規模に応じて地形、地質による

施工の難易性、林道及び通行の安全性、走行性等について、特に坑口付近の状況に留意しながら検討を行う。

- (2) トンネルの平面線形は、安全な視距を確保するために、直線又は大きな曲線半径とし、縦断線形については 3%以下にすることが望ましい
- さらに前後の明かり部との線形の調和が必要であり、特にトンネルから明かり部へ出たところでの急激な曲率と縦断勾配の変化は避ける。

第 3 節 設計

3 - 1 一般

- 1 トンネルの設計は、一般の構造物の設計と同様に、必要とする構造規格、安全性、経済性及び利用者の快適性を確保できるように実施するとともに、トンネルは一般の構造物と異なり補修等が極めて困難であることから耐久性についても十分に配慮する。
- 2 トンネルの構造の設計は施工と密接な関係を持つものであり、その設計に当たっては、地形、地質等の地山条件、断面等のトンネルの規模及び工期等の諸条件について総合的な検討を行い、安全かつ合理的な施工法を採用するよう努める。
- 3 トンネルの当初設計は、標準的な場合の目安を与えるものであるため、施工中の地山観察及び計測結果を分析し、当初の設計が現地の条件に適合しない場合は、積極的に設計の変更を行い、工事の安全性及び経済性を確保するよう努める。

3 - 2 平面線形

- 1 トンネルの平面線形は、前後の道路部との接続が良好かつ、トンネルを含む相当区間がバランスの取れた線形でなければならず、地形、地質等の地山条件、施工性、走行安全等を考慮して直線とすることが望ましい。

なお、曲線を設ける場合は、安全視距を確保する観点からトンネル断面の拡幅を必要としない大半径の曲線を用いる。

- 2 トンネルの線形は、付属施設や工事用設備の設置等の立地条件や施工性に十分に留意した線形とする。
- 3 トンネルの坑口は、斜面の滑動等のない安定した健全な地山に設けるように努める。

3 - 3 縦断勾配

- 1 トンネルの縦断勾配は、湧水等の排水を妨げない範囲で、林道規程に定める通常値以下で 0.5%以上の緩勾配とする。
- 2 縦断勾配の変化点は、設けないことが望ましいが、やむを得ず設ける場合であっても凸形の拌み勾配として、流水又は空気の停留の排除、坑口間の視線確保等を考慮した位置とする。
- 3 縦断勾配の変移点には、極力大半径の縦断曲線を入れるものとする。

3 - 4 断面

トンネルの内空断面は、林道規程に定める必要な建築限界及び、舗装、排水工を設置する空間並びに覆工誤差に対する余裕等を持った断面を包含させる。

1 内空断面

- (1) トンネルの内空断面の形状は、安全性を考慮して通常二～三心円からなる馬蹄形を用いるものとする。地山条件が良好な場合には、五心円等の扁平断面を採用し、地山条件が悪く土圧や水圧が大きい場合には、円形かそれに近い形状とする。
- (2) トンネル内の舗装は、全面的な打替が困難なため通常、オーバーレイを行うことから建築限界の高さに 20cm 程度の余裕を見込む。
なお、路肩部の余裕としては 5cm 程度とする。
- (3) トンネルの覆工仕上がり線は、設計断面に対してある程度の凸凹の誤差が生じることから、あらかじめトンネル断面の所要空間とは別に、施工誤差の許容範囲を見込んで断面を決定するものとするが、通常その許容誤差は 5cm 程度とする。
- (4) 馬蹄形断面が測点に対して左右対称の場合は、建築限界の切欠き部の余裕幅を決定し、各部の寸法を計算する。なお、余裕幅は 10cm 程度を標準とする。

2 掘削断面

- (1) トンネルの掘削断面は、内空断面を確保するために設計された支保構造を所定の位置に設けることができるよう定める。
支保構造を所定の位置に設けるためには、実際の理論上の掘削断面より若干大きく掘削する必要があり余掘りが生じるが、その量は通常の爆破掘削では、一般に平均 15 ～ 20cm 程度、機械掘削では、10 ～ 15cm を見込む。
- (2) 地山の状況により掘削後に著しい変形が生じると予想される場合には、余掘とは別に、予想される変形量に応じた変形余裕量をあらかじめ定め、掘削断面を見込む。

3 - 5 支保工

1 支保工

- (1) 支保工は、掘削したトンネルを安定に保つために設けられる構造物であり、トンネルの長期にわたる供用に対して十分な信頼性を有すること。
- (2) 支保工を構成する部材は、吹付けコンクリート、ロックボルト、鋼製支保工等とする。

2 支保工の選定

- (1) 支保工は、地山条件、施工法等を考慮し、地山分類ごとに支保部材を適宜組合わせるものとする。
- (2) 支保パターンの設定には、地質調査結果にもとづく当初設定と掘削時の修正設計がある。当初設計では、一般的に地質調査で得られた地山条件を適切な指標により分類した地山等級に応じて、支保部材を適宜組み合わせたものを当初設計の支保パターンとする。修正設計では、掘削時の地山の観察・計測結果等から、当初設計の支保パターンの妥当性を検証し、必要に応じて修正し、現地の状況に適合した合理的な支保工とする。

吹付けコンクリート

- ア 吹付けコンクリートの設計は、地山条件及び使用目的に適合したものとする。
 - イ 吹付けコンクリートの配合は、付着性が良く、必要な強度特性が得られるように定める。
 - ウ 吹付けコンクリートの設計厚は、地山条件、使用目的、断面の大きさ等を考慮して決定するが、最低 5cm 以上、最大 25cm 程度とする。
- ロックボルト
- ア ロックボルトの型式、配置及び長さは、地山条件と使用目的に合わせて設計する。
 - イ ロックボルトには、適切な肌落ち防止対策の併用を検討する。
- 鋼製支保工
- ア 鋼製支保工は、その使用目的を明確にし、使用目的に適合させる。
 - イ 鋼製支保工は、その支持地盤の支持力等について検討する。
 - ウ 鋼製支保工としては、一般的には H - 100 ~ 150、MU - 21、MU - 29 程度の軽量の鋼製支保工を用い、どの部材を選択するかは、地山の緩みの程度と併用する支保構造部材との関連を考慮して定める。
 - エ 鋼製支保工はアーチとして荷重を支持するものであるからアーチとしての条件が保たれるよう設計する。

3 - 6 覆工

- 1 覆工は、その目的、作用荷重に対して合理的な構造とする。
- 2 覆工コンクリートの配合は、耐久性、施工性及び強度を考慮して定める。
- 3 覆工は、外力を効果的に支持することができるようにするため円弧を組合わせてアーチとして、あるいはリングとして荷重を支持できる構造とし、荷重が作用する場合は、側壁部を直線とすることは避けるものとする。
- 4 覆工の耐荷力を最大限に利用するためには、断面を併合することが必要であり、側圧が作用する場合はインバートを設ける。

3 - 7 防水・排水工

トンネルの漏水は、覆工やトンネル内所設備の機能や耐久性を低下させるとともに、冬季には路面凍結や結氷による通行の阻害をもたらすため、防水工、排水工を適切に設計する。

1 防水工

防水工は、地山条件、使用目的に応じて適切に設計する。また、施工時に一見湧水が見当たらない箇所でも覆工完了後、地下水の状況が変化し、湧水、漏水が生じることもあるため、施工範囲は、慎重に判断して設計する必要がある。

2 排水工

トンネルの排水は、湧水等が自然落下できる断面及び勾配とする。

3 - 8 坑口部

1 坑口の設計

- (1) トンネル坑口部は一般に土被りが小さく、地山がアーチ作用によって保持できない部分であり、通常は、土被りが $1 \sim 2D$ (D は掘削幅) とする。

ただし、トンネル坑口部の範囲を限定することは、地形、地質、周辺環境により異なるため困難であり、地山条件が良好な健岩の場合、洪積層台地のような地形勾配がなだらかな場合においては、トンネルの地山条件を考慮して、その範囲を定める。

- (2) 斜面とトンネルの位置関係により、トンネル横断面に偏土圧が作用して、トンネルが安定化しない場合には、保護切取や押え盛土によって土圧のバランスをとる必要がある。急傾面部では、抱き擁壁と押え盛土及び抑止杭等による対策を講じる。

2 坑門の設計

坑門は、落石、崩壊、なだれ、異常出水等から坑口部を守るものであり、設計に当たっては、次の項目に配慮する。

- (1) 坑門は、坑口付けでバランスを崩した斜面を安定化させるものであり、背面の土圧落石等に対して安定する構造とする。
- (2) 坑門は、坑口部の施工と密接に関連するものであり、施工が容易で無理のない構造とする。
- (3) 坑門は、なだれ、異常出水等気象災害の被害を受けないように設計する。
- (4) 一般的な坑門の型式には、それぞれ得失があるので、前記 1 に留意のうえ、地形、地質等の条件に適合したものを選択する。

3 - 9 トンネル内舗装

- 1 トンネル内舗装の設計は「第 11 章舗装」に基づいて行う。
- 2 トンネル内舗装で維持・補修を行うことは、明かり部に比べて困難であることから、舗装には十分な耐久性を持たせる必要がある。

3 - 10 矢板工法

- 1 矢板工法は、次のような施工条件の場合に適用する。
- (1) 掘削断面が小さく施工機械の選定上制約がある場合。
- (2) トンネル延長が短く地山が安定していて、切羽の自立が確保できると想定され、他の工法より経済的である場合。
- (3) 高圧多量の湧水を伴い、吹付けコンクリートが付着し難く、ロックボルトが定着できない等、施工に支障があると想定される場合。
- (4) 切羽崩壊、割目が短い破碎帯区間の施工をする場合。

2 鋼製支保工

- (1) 鋼製支保工は、覆工完了までの間、地山荷重を安全に支えられる強度を有するものとする。
- (2) 鋼製支保工は、沈下、転倒、ねじれ等を起こさないように支保工相互を強固に連結した設計とする。
- (3) 鋼製支保工の建込みは、150cm 以下とし、定められた位置に正確に建込むこととする。

- (4) 鋼製支保工は、その機能が十分に働くようにする。
- (5) 鋼製支保工の部材の継手は、継手板、ボルト等により構造上の作用に適し、かつ強固に連結するようにし、支保工の荷重による沈下を防止するため、部材下端に底板を取り付け、十分な支持力を持つようにする。

3 覆工

覆工の設計巻厚は、地山条件、トンネル断面の大きさ、覆工材料、施工法等を考慮して決定する。

4 裏込め注入

- (1) 覆工背面と掘削面の間を生ずる空隙部は、掘削面が不良な地質、薄い土かぶり又は水圧が作用する等の場合において、モルタル等による注入を行う。
- (2) 裏込め注入は、エアモルタルとし、注入後の設計基準強度は 147kN/cm^2 程度を標準とする。

第 4 節 施工

4 - 1 一般

トンネルの施工に当たっては、設計の意図を十分に理解した上で、地山条件に的確に対応するとともに安全の確保と円滑な進捗に留意して進める。

4 - 2 施工計画

トンネルの施工計画に当たっては、現地の特殊性を十分に考慮し、下記の 1 施工法から 4 - 12 補助工法までについて、きめ細かな施工計画を立てる。

なお、施工計画を立てる際には、作業員、資材、機械、設備の手配、用地の交渉等、地元関係者との事前協議等を行い、問題が生じないように事前に計画案を修正し、工事着手後に施工法の大幅な変更を生じないように努める。

1 施工法

地山条件、立地条件を考慮し最適な施工法を立案する。

2 工事用設備

施工法に基づいて必要な工事用設備等を選定し、その配置計画を行なう。

3 人員配置計画

工期、作業内容等を勘案して、適切な人員配置を行う。また、法令等に定められた責任者の選任を行う。

4 工程

各作業別に、サイクルタイムを算定し、工事工程表を作成する。

5 安全管理

施工に当たっては、関係法令等を遵守し事故、災害の未然防止等安全管理に十分に留意する。

6 環境保全

施工に当たっては、周辺の環境への影響を考慮し、必要に応じて騒音、振動、水質汚濁防止等に関する措置を取る。

7 施工管理

施工に当たっては、周辺地山が有する支保機能を有効に活用できるよう、地山及び支保工・覆工等に対する適切な施工管理を行う。

4 - 3 施工中の調査、計測

1 施工中の調査、計測

工事着工前に行った地質等の調査結果と施工の際の状態は、必ずしも一致しないため、施工中も地質、その他の調査を行って設計、施工法の変更の要否等を検討するための資料として、整理、記録しておくこと。施工中の調査及び計測は、次の項目について行う。

- (1) 切羽地質(岩種、岩盤の状態等)
- (2) 切羽湧水量や湧水圧、坑外への排水の状態(水量、水温、水質調査等)
- (3) トンネルの周辺地山及び支保工の挙動
- (4) 地表工、地上の建造物の挙動及び坑口の状況
- (5) 坑内作業環境測定(温度、湿度、炭酸ガス濃度、酸素濃度、通気量、粉じん濃度、有害ガス等)
- (6) 気象(気候、気温、気圧、降水量等)、地震等
- (7) 地表水(河川の流量と水位、湧泉の湧水量等)及び地下水(井戸、観測井の水位等)

2 観測・計測

トンネルは、地中の線状構造物であることから、他の構造物と異なり設計・施工計画のために事前に行った調査結果のみでは、設計を確定できる精度にないことが一般的である。このため、施工中においても切羽や近傍の地山及び支保構造について観測・計測、試験等の必要な調査を実施し、その結果を速やかに設計の変更及び施工に反映させる。

(1) 施工中の調査項目

施工中の調査は、日常の施工管理のために実施すべき調査と、地山条件等に応じて実施し、その後の設計、施工に反映するための調査に分けて行う。

日常の施工管理のために必要な調査項目は、次のとおりとする。

- ア 坑内観察調査
- イ 天端沈下測定
- ウ 内空変位測定
- エ 脚部沈下測定

地山条件等に応じて次の項目について調査を行う。

- ア 地山資料試験及び原位置試験
- イ 地中変位測定
- ウ ロックボルト軸力測定
- エ 地表面沈下測定

(2) 調査結果の設計、施工への反映

観察・計測結果は、周辺地山と支保の挙動を把握するために活用し、地山条件に適合した合理的な設計、施工に反映させる。

4 - 4 施工法の変更

4 - 5 掘削

掘削に当たっては、トンネルの安定性、耐久性、経済性を考慮し、できるだけ地山を緩めず、余掘りを少なくし、総合的に安全で経済的となる掘削方式、掘削工法等を選定する。

1 掘削方式

- (1) 掘削方式の選定に当たっては、地山条件、トンネルの規模、立地条件等を選定する。

爆破掘削は、硬岩から中硬岩の地山に適用し、周辺地山の緩みや余掘りができるだけ少なくなるよう施工するとともに、爆破による騒音、振動等の影響を極力抑える。

機械掘削は、主に中硬岩から軟岩の地山に適用し、施工延長、断面の大きさ、形状、湧水等の諸条件をもとに施工性、経済性を十分に検討の上で選定する。

人力掘削は、主に土砂地山等で加背が小さく、機械の持ち込みが困難である等、やむを得ない場合に適用し、他の掘削方式では不利となる施工条件等に限定して選定する。

- (2) 掘削方式は、工事の根幹となるものであり、施工途中での変更が極力生じないように十分に検討の上で決定する。

2 掘削工法

掘削工法の選定は、断面の大きさ、形状、地山条件、立地条件、工期等を十分に考慮する。

- (1) 全断面工法

トンネルの全断面を 1 回で掘削する工法であり、施工に大型機械が使用でき、切羽の管理も容易である。適用に当たっては、岩盤が堅固で全断面の切羽が安定であること及びトンネルの全長にわたって地質の変化が少ないことが必要である。

- (2) ベンチカット工法

トンネル断面を上半部と下半部とに掘削する工法で、広い範囲の地山条件に適合可能であり、地山条件によって、ロングベンチ、ショートベンチ等、ベンチ長を分けて適用する。施工機械も通常のダンプトラックにより、ずりの運搬ができる等、汎用性の高い工法である。

- (3) 導坑先進工法

トンネル断面内に導坑を先進させた後、上半及び下半の切掘げを追従させる工法である。導坑は、地質が複雑な箇所での地山状態の確認、湧水に対する水抜き切羽の自立性を高めるための断面分割、地耐力が不足する場合の上半アーチの基礎工事等の目的で特殊な地山で採用する。

- (4) 中壁分割工法

トンネルを大きく左右に分割して掘削切掘げを行う工法である。特に土砂～軟岩のように切羽の自立性の悪い地山で扁平な断面を採用する場合や土被りが小さい箇所では地表沈下を抑える必要がある場合等に適用する。

4 - 6 支保工一般

1 支保工

- (1) トンネルの支保構造部材のうち、吹付けコンクリート、ロックボルト、鋼製支保工

を総称して支保工という。

- (2) 支保工は、ゆるみ範囲が増大しないで切羽近くで掘削後すみやかに施工する。また、支保工は、切羽掘削後の地山の緩みを防ぐため、できるだけ地山と一体化するように施工する。
- (3) 支保工施工後は、支保工の規模の妥当性を確認するために観察、天端沈下、内空変位等の計測を行う。

2 吹付けコンクリート

- (1) 吹付けコンクリートの配合は、地山条件及び施工条件を考慮して、試験吹付けを行い、その結果を確認して定める。
- (2) 吹付け面に湧水がある場合は、コンクリートの付着効果を低下させるので、吹付けに先立ち適切な対策を講じる。
- (3) 吹付けに当たっては、吹付効率が低下しないように注意し、吹付け面はできるだけ平滑に仕上げ、鋼製支保工を併用する場合は、支保工と吹付けコンクリートが一体となるようにする。
- (4) 吹付け作業中は、適切な防塵対策を講じる。

3 ロックボルト

- (1) 穿工機械は、地山条件、掘削工法、ロックボルトの種類、長さ、本数等を考慮して選定する。
- (2) ロックボルトは、所定の深さに挿入し、十分に定着するよう打設する。

4 鋼製支保工

- (1) 鋼製支保工は、地山を十分に支持するよう所定の位置に正確に建込む。
- (2) 鋼製支保工は、吹付けコンクリートと一体化させることとし、鋼製支保工の背面に空隙が生じないように、吹付けコンクリートを入念に施工する。

5 変状対策

支保工に変状が生じた場合には、すみやかに対策を講じる。

4 - 7 覆工

覆工は、支保工を補強して安全率を高めたり、永久構造物として地山を支持する機能やトンネル内の化粧の役割を果たすものである。施工に当たっては、これらの機能を失わないようにする。

1 コンクリートの運搬及び打設

- (1) 運搬及び打設は、材料の分離等により品質が低下しないよう留意する。
- (2) 打設は、型枠に偏圧がかからないようにし、コンクリートがすみずみまで行きわたるよう締固める。また、防水シート等のある場合にはこれらに損傷を与えないよう注意する。

2 インバート

- (1) インバートのコンクリートは、地山状況、支保構造、施工性等を考慮し適切な方法で施工する。
- (2) 打設は、掘削面等の清掃を行い、湧水のあるときは排水設備を設ける。
- (3) 打設コンクリートは、仕上がり形状に注意して十分に締固める。なお、打設後の載

荷は、所要の強度に達するまでに行わない。

4 - 8 防水工

防水工は、材料の損傷等により防水効果を損なうことがないように十分に留意して施工する。

4 - 9 排水工

4 - 10 坑口部

4 - 11 矢板工法

矢板工法による施工に当たっては、騒音、振動、地山の条件、汚濁排水、交通障害、安全管理に留意し、防護及び安全の施設又は規制、制限等の措置を講じる。

1 掘削工法

掘削工法の選定に当たっては、断面形状、地山条件、工期等を十分に考慮する。

2 鋼製支保工

(1) 鋼製支保工は、地山を十分に支持するよう所定の位置に正確に建込むとともに、鋼製支保工相互を緊結する。

(2) 鋼製支保工は、地山を十分に支持するよう矢板等を設置するとともに、クサビによって地山との間を締め付ける。

3 覆工

(1) 覆工が逆巻きの場合、アーチコンクリートと側壁コンクリートの継目は、十分に密着するように施工する。

(2) 覆工が逆巻きの場合、側壁コンクリートはアーチコンクリートに悪影響を及ぼさないよう土平掘削後、速やかに施工する。

(3) 覆工の施工に当たっては、可能な限り木材等を取り除く。

4 裏込め注入

裏込め注入は、覆工コンクリートが所定の強度に達した後、早期に能率良く効果的な施工を行うとともに、十分な施工管理が必要である。

4 - 12 補助工法

通常の支保パターンでは対処できないか、対処することが得策でない場合に、切羽の安定性・トンネルの安全確保ならびに周辺環境の保全のため、主に地山条件の改善を図る目的で適用される補助的又は特殊な工法をいう。

1 切羽安定対策

切羽天端の安定が悪い場合の対策としてはフォアボーリング・注入式フォアボーリング、長尺鋼管フォアパイリング等の工法の採用を検討する。

2 鏡面の安定対策

鏡面の安定が悪い場合の対策としては鏡吹付け、鏡ボルト等の工法の採用を検討する。

3 脚部の安定対策

上半鋼製支保工と吹付けコンクリートの脚部支持地盤の強度が不足し、変形が生じてトンネルの安定を損なう場合の対策は、支保工脚部の拡幅、仮インパート等の工法を採用する。

4 湧水対策

湧水により、切羽の自立性の不足や吹付けコンクリート、ロックボルト等の支保構造部材の施工が困難となる場合は、その対策として、排水工法(水抜き工法)及び止水工法等を採用する。

第 11 章 舗装

第 1 節 通則

1 - 1 一般

舗装は、路面上の交通荷重を安定的に支持し、車両の円滑な通行の確保及び周辺環境保全に資するほか、降雨等による路面侵食の発生を防止する性能とする。

舗装の構造は、路床土の強度特性等に適合させる。

1 - 2 舗装の種類

舗装の種類を選定に当たっては、林道の規格、利用形態、地形条件等を勘案し、交通の安全性、快適性、経済性、施工性及び維持管理を検討し、それぞれの種類の特性を十分に考慮して適切に選定する。

- 1 アスファルト舗装は、簡易舗装及びアスファルト舗装に区分する。
- 2 コンクリート舗装は、トンネル内の舗装、橋梁の橋面舗装に適用する。
- 3 路盤、路床においてセメント及びセメント系固化材を安定処理に使用する場合は、「第 4 章土工 第 1 節通則 1 - 1 一般の 3 安定処理」による。

1 - 3 排水工

排水工は、舗装の構造等に有害な地表水、地下水等を速やかに排除し、路床及び路盤を保持して舗装の耐久性を高めるため、舗装に接して設ける。

1 地表水

地表水は、側溝で処理するものとするが、必要に応じてアスカーブ等を用いる。

2 地下水

地下水位又は凍結深度の高い箇所にあつては、地下排水工を設けることができる。

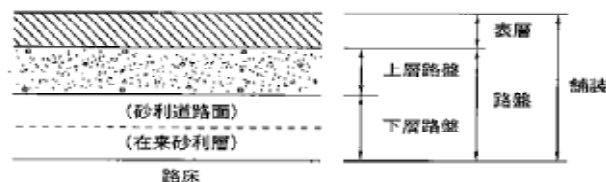
3 路肩

路面水及び路肩の排水又は路肩標示等のため、路肩部分の横断勾配を、3 割を限度として急にすることができる。

第 2 節 簡易舗装

2 - 1 舗装の構造

簡易舗装の構造は、表層及び路盤で構成し、路盤は上層及び下層に区分する。また、必要に応じて磨耗層、遮断層又は凍上抑制層を設ける。



簡易舗装の構造

(出典) 簡易舗装要綱 日本道路協会 S54.10

1 路肩の舗装

路肩の舗装は、次による。

- (1) 路肩又は路肩に接して舗装止め、縁石、アスカーブ、側溝及び擁壁等がある場合は、車道と同一構造とする。
- (2) 路肩部分から舗装内に雨水の浸透又は路肩洗掘等のおそれのある場合は、車道の路盤を 15cm 程度以上拡幅し、表層は全幅に設ける。
- (3) 舗装を必要としない路肩部分は、植生工を行うが、シールコート等による表面処理が望ましい。

2 在来砂利層の活用

- (1) 在来砂利層は、下層路盤のほか上層路盤としても活用する。
- (2) 在来砂利層を上層路盤に活用する場合は、在来砂利層上にそれと同等以上の材料を用い、厚さ 5cm 程度の不陸整正層を設け、その上に直接表層を舗装する。
- (3) 在来砂利層が、上層路盤又は下層路盤厚を満足しない場合は、不足する厚さに応じた材料又は工法を用いる。この場合、上層路盤の厚さは次の値を標準とする。

工 法	上層路盤厚(cm)
粒 度 調 整、切 込 み 砕 石	7~12
常 温 混 合 式 ア ス フ ァ ル ト 安 定 処 理	7~12
加 熱 混 合 式 ア ス フ ァ ル ト 安 定 処 理	5~6
セ メ ン ト 安 定 処 理	12~20
石 灰 安 定 処 理	10~20

(出典) 簡易舗装要綱 日本道路協会 S54.10

- (4) 在来砂利層の材料が路盤材料の規定を満たさない場合、又は舗装厚を減ずる必要のある場合は、在来砂利層をかき起こし、上層路盤又は下層路盤に補足材料を加え、各種の安定処理工法を行う。この場合の舗装厚は、次の構成を基に減ずることができる。

構成	設計CBR (以上)						
	1.6	2.0	3.0	4.0	6.0	8.0	12.0
表 層	4	4	4	4	4	4	4
上 層 路 盤	18	15	15	20	15	12	8
下 層 路 盤	20	15	10				
計	42	34	29	24	19	16	12

(出典) 簡易舗装要綱 日本道路協会 S54.10

- (5) 在来砂利層に路盤工又は表層をかさ上げする場合は、次により調整する。
 経済性を検討して最小舗装厚が得られる工法を適用する。
 路肩部分の横断勾配を急にして、在来路肩縁にすり付ける。
 天端幅 15cm 程度の舗装止め等を設ける。

3 上層路盤材

上層路盤材に粒度調整された碎石又はクラッシュラン、再生骨材等を用いる場合は、最大乾燥密度の 95%における修正 CBR が 60 以上で、425 μ m ふるい通過分の塑性指数 (PI) が 4 以下のものとする。

4 下層路盤材

下層路盤材は、施工現場付近で経済的に入手できるものとし、修正 CBR は 10 以上で、75 μ m ふるい通過重量が 10% 以下、又は 425 μ m ふるい通過分の PI が 9 以下のものとする。

2 - 2 設計

舗装の設計に当たっては、交通量、路床土の強度特性、気象条件、経済性等に基づき舗装厚及びこれを構成する各層を決定し、必要に応じて在来砂利層の実態強度を、ベンケルマンたわみ量等によって確認して補正する。

1 設計 CBR

- (1) 現地における舗装工調査の試料は、JIS 1211 による CBR 試験を行い、同一地点における 2 個以上の供試体の平均値をその地点の CBR とする。
- (2) 強度特性が一定区間内で、試験箇所が 3 以上の場合は、各地点における CBR のうち、最小値をその区間の設計 CBR とするが、最小値が極端に小さい場合は、棄却判定を行って決定する。
- (3) 棄却判定は、次式によるものとし、この式を満足した場合は、最小値を棄却する。

$$\gamma = \frac{CBR_{n-1} - CBR_n}{CBR_1 - CBR_n} > \gamma_n$$

ここに CBR₁ : 最大 CBR

CBR_n : 最小 CBR

CBR_{n-1} : 2 番目の最小 CBR

γ_n : 棄却判定値 = 次表による。

棄却判定に用いる γ_n の値

n	3	4	5	6	7	8	9	10
γ _n	0.941	0.765	0.642	0.560	0.507	0.468	0.437	0.412

注 n : CBR 数

(出典) 舗装設計便覧 日本道路協会 H18.2

2 舗装厚

- (1) 舗装厚は、設計 CBR によって決定する。

設計 CBR と舗装厚の標準

設計CBR(以上)	1.6	2.0	3.0	4.0	6.0	8.0	12.0	20.0
舗装厚 (cm)	50	40	33	27	22	18	14	10

(出典) 簡易舗装要綱 日本道路協会 S54.10

- (2) 密な在来砂利層を路盤に活用する等のため、ベンケルマンたわみ量試験を行った場合は、次式によって求めた値を基に、設計曲線図から舗装厚を決定する。

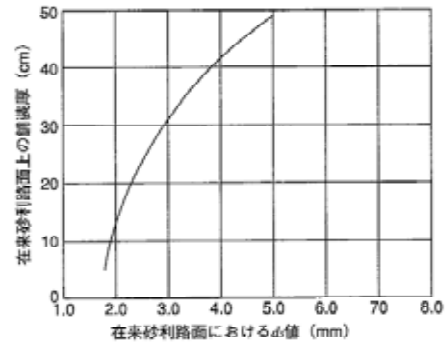
$$d_s = d_m + \frac{d_a - d_i}{3.18}$$

ここに d_m : 平均測定値

d_a : 最大測定値

d_i : 最小測定値

ただし、 $(d_a - d_i) \geq 3.0$



ベンケルマンたわみ量による舗装厚の設計曲線¹⁰⁾

- (3) 凍結作用を受ける寒冷地においては、次により置換深さと計算舗装厚を比較し、大きい値を舗装厚とし、置換深さが大きい場合は、その差を凍上抑制層の厚さとする。凍結期間中除雪する場合の置換深さは、次式により求める。

$$D = 0.65 \cdot Z$$

ここに D : 置換深さ (cm)

$$Z : \text{凍結深さ (cm)} = C \cdot \sqrt{F}$$

ここに F : 凍結指数 (、日)

= 道路土工要綱等による。

C : 定数 = 次表による。

凍結指数に対する C 値

F	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1,000	1,100
C	3.7	4.1	4.4	4.6	4.7	4.8	4.9	5.0	5.0	5.1	5.2

道路土工要綱 日本道路協会 H21.6

凍結期間中、積雪があっても除雪しない等の箇所で、凍結指数によることが不適当と認められる場合は、過去の実績、経験又は実測値による凍結深さを求め、その 65% を置換深さとすることができる。

3 各層の深さ

舗装における各層の厚さは、次の値を標準とする。

- (1) 表層の厚さは 4cm とし、必要に応じて摩耗層を設けることができる。なお、上層路盤を瀝青安定処理する場合の表層は、3cm 厚とすることができる。

- (2) 表層と上層路盤の合計厚さは、下層路盤の材料によって区分し、修正 CBR が 10 ~ 20 の材料を用いる場合は 15cm 以上、20 以上の場合には 10cm 以上とする。
- (3) 下層路盤の厚さは、舗装厚から表層と上層路盤及び凍上抑制層の合計厚を差し引いた値とする。
- (4) 在来砂利層を掘り起こして施工する場合、設計 CBR が 3 以下の場合、路床土上に厚さ 10cm 以上の砂等による遮断層を設ける。
- (5) 路床が岩盤の場合はクラッシャーラン、再生クラッシャーラン等を用いて不陸を修正し、設計 CBR を 20 以上として設計する。

4 軟弱な路床の舗装

設計 CBR が 1.5 以下の軟弱な路床の舗装は、次の方法による。

- (1) 50cm 程度の厚さの路床土を良質材と置換え、置換材料の CBR に基づいて舗装厚を決定する。
- (2) 上層路盤及び下層路盤は、セメント安定処理又は石灰安定処理を行い、舗装厚を 60cm 程度とする。

2 - 3 舗装工法

舗装を構成する表層、上層路盤、下層路盤等にそれぞれ適用される工法は、気温等の気象条件、路床土の強度特性、工事規模、骨材条件、混合所の位置及び能力、施工時期等を勘案して、耐久的な舗装構造に適合したものを選定する。

1 表層

- (1) 表層は、加熱アスファルト混合物による。
- (2) 加熱アスファルト混合物の種類は、細粒度アスファルト(13)又は密粒度アスファルト(13)を標準とするが、次表の主目的に応じて選定することができる。

混合物の種類		主目的	耐久性	すべり抵抗性	耐摩耗性	耐流動性
一般地域	密粒度アスファルト(20,30)					
	密粒度ギャップアスファルト(13)					
	細粒度アスファルト(13)					
積雪地帯	密粒度アスファルト(20F,13F)					
	密粒度ギャップアスファルト(13F)					
	細密度アスファルト(13F)					×
	細粒度ギャップアスファルト(13F)					

注 1 混合物の種類中、括弧内の数字は最大粒径、また、F は石粉を多く使用していることを示す。

2 表中、 印は特に優れている、 印は優れている、×印は欠点を示す。

2 上層路盤

上層路盤の工法は、粒度調整工法を標準とするが、次表の基準に応じて選定することができる。

工 法	選 定 基 準
粒度調整工法	敷均し及び締固めが容易であり、機械化施工に適し、広く適用されている。
切込砕石工法	粒度が未調整で分布が悪く、良好な路床及び路盤の場合に適用される。
マカダム工法	荷重及び衝撃に弱く、人工施工の可能な場合に適用する。
セメント安定処理工法	含水量又は気象変化の激しい箇所若しくは骨材の入手が困難な地方に適用する。
石灰安定処理工法	セメント安定処理に準じて適用できるが、低温、雨期の施工又は地下水位の高い箇所は不適當である。
瀝青安定処理工法	施工性、平坦性、たわみ性、耐久性又は早期に交通開放を要する場合に適用する。
浸透式工法	平坦性又は水密性を要する場合及び熟練作業員の確保が可能な場合に適用し、寒冷期の施工は一般に不適當である。

3 下層路盤

下層路盤又は凍上抑制層は、砂、クラッシャラン、再生クラッシャラン、スラグ等を敷均し、所定密度になるよう締固める。

4 橋面舗装

橋面舗装は、床版との付着及び床版の防水に留意し、接着層にはゴムアスファルト系接着材及び防水層はメンブレン式防水を行うことが望ましい。

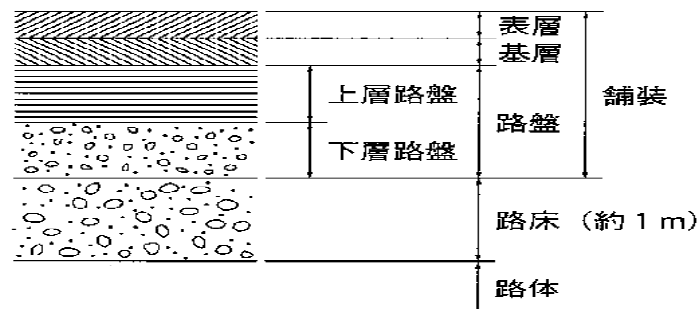
5 トンネル舗装

短いトンネルの場合は、前後の路面に合わせて簡易舗装とすることができる。

第 3 節 アスファルト舗装

3 - 1 舗装の構造

アスファルト舗装の構造は、表層、基層及び路盤で構成し、路盤は上層及び下層に区分する。また、必要に応じて磨耗層、遮断層又は凍上抑制層を設ける。



アスファルト舗装の構成と各層の名称

(出典) アスファルト舗装要綱 日本道路協会 H4.12

1 路肩の舗装

路肩の舗装は、次による。

- (1) 路肩又は路肩に接して舗装止め、縁石、アスカーブ、側溝及び擁壁等のある場合は、車道と同一構造とする。
- (2) 路肩は、路床や舗装各層を入念に締め固めて仕上げ、車道と路肩間の継目部から表面水が浸透したり、凍上等の凍害が生じない構造とする。

2 上層路盤材

上層路盤材に粒度調整された碎石又はクラッシャラン、再生骨材等を用いる場合は、最大乾燥密度の95%における修正 CBR が 80 以上で、塑性指数(PI)が 4 以下のねりとする。

3 下層路盤材

下層路盤材は、施工現場付近で経済的に入手できるものとし、修正 CBR は 20 以上で 425 μ m ふるい通過分の PI が 6 以下とする。

なお、規定値をみたす現地材料が入手できない場合は、セメントや石灰等で安定処理をして使用することができる。

3 - 2 設計

舗装の設計に当たっては、交通量、路床土の強度特性、気象条件、経済性等に基づき舗装厚及びこれを構成する各層を決定する。路床土の調査・試験は、予備調査と CBR 試験による。

1 予備調査

- (1) 予備調査では、地形、地質の変化、地下水位、地表の状況、切土・盛土の種類と状態、過去の土質調査等の資料の収集及び路床土又は路床土となるべきの適用性等の土質試験を行う。
- (2) 予備調査における土質試験は、CBR 試験に先立ち数多く行うことが望ましい。

2 設計 CBR

- (1) 現地において舗装工調査の試料は、JIS A 1211 による CBR 試験を行い、同一地点における 2 個以上の供試体の平均値をその地点の CBR とする。
- (2) 強度特性が一定区間内で、試験箇所が 3 以上の場合は、各地点における CBR のう

ち、最小値をその区間の設計 CBR とするが、最小値が極端に小さい場合は、棄却判定を行い決定する。

- (3) 棄却判定は、次式によるものとし、この式を満足した場合は、その最小判定値を棄却する。

$$v = \frac{CBR_{n-1} - CBR_n}{CBR_1 - CBR_n} > v_n$$

ここに CBR_1 : 最大 CBR

CBR_n : 最小 CBR

CBR_{n-1} : 2 番目の最小 CBR

v_n : 棄却判定値 = 次表による

棄却判定値に用いる v_n の値

n	3	4	5	6	7	8	9	10	11
(n, 0.05)	0.941	0.765	0.642	0.560	0.507	0.468	0.437	0.412	0.392
n	12	13	14	15	16	17	18	19	20
(n, 0.05)	0.376	0.361	0.349	0.338	0.329	0.320	0.313	0.306	0.300

注 n : CBR 数

(出典) 舗装設計便覧 日本道路協会 H18.2

3 路床の評価

予備調査及び CBR 試験の結果より、区間の CBR 及び設計 CBR を次により定める。

- (1) 路床が深さ方向に異なるいくつかの層をなしている場合には、その地点の CBR は路床面以下 1 までの各層の CBR を用いて、次式により求まる値 (CBR_m) とする。

$$CBR_m = \left[\frac{h_1 CBR_1^{1/3} + h_2 CBR_2^{1/3} + \dots + h_n CBR_n^{1/3}}{100} \right]^3$$

ここに CBR_m : m 地点の CBR

CBR_1 、 CBR_2 、 \dots 、 CBR_n : m 地点の各層の CBR

h_1 、 h_2 、 \dots 、 h_n : m 地点の各層の深さ (cm)

$h_1 + h_2 + \dots + h_n = 100$

- (2) 均一な舗装厚で施工する区間を決定し、この区間の中にある CBR_n のうち、極端な値を除いて、次式により区間の CBR を求める。

区間の CBR

= 各地点の CBR の平均値 - 各地点の CBR の標準偏差値 (v_{n-1})

- (3) 設計 CBR は、区間の CBR から、次表により求める。

区間の CBR と設計 CBR の関係

区間の CBR と設計 CBR の関係

区間の CBR	設計 CBR
(2 以上 3 未 満)	(2)
3 以上 4 未 満	3
4 以上 6 未 満	4
6 以上 8 未 満	6
8 以上 12 未 満	8
12 以上 20 未 満	12
20 以上	20

注 () は、改良工事等で既存の路床の設計 CBR が 2 であるものの、路床を改良することが困難な場合に適用する。

(出典) 舗装設計便覧 日本道路協会 H18.2

4 舗装厚さ

- (1) 舗装厚さの設計に当たっては、路床の設計 CBR に応じて次表の必要厚を下回らないように舗装の各層の厚さを決定する。

目標とする T_A (cm)

設計CBR	(2)	3	4	6	8	12	20
T_A	(21)	19	18	16	14	13	13

(出典) アスファルト舗装要綱 日本道路協会 H4.12

- (2) 舗装の表層と基層を加えた厚さは 5cm とする。
- (3) 路盤各層の 1 層の最小厚は、瀝青安定処理を行った場合は、最大粒径は 2 倍かつ 5cm とする。なお、その他の路盤材の場合は最大粒径の 3 倍かつ 10cm とする。
- (4) 舗装の断面は、舗装断面列や従来用いられていた断面を参考にして、 T_A (設定した断面の等値換算厚) が目標とする必要厚さ T_A (cm) を下回らないよう定める。

$$T_A = a_1 T_1 + a_2 T_2 + \dots \dots a_i T_i + \dots \dots + a_n T_n$$

ここに $a_1, a_2, \dots, a_i, \dots, a_n$: 等価換算係数

$T_1, T_2, \dots, T_i, \dots, T_n$: 各層の厚さ (cm)

なお、等値換算係数は、次表による。

等値換算係数

使用する層	材料・工法	品質規格	等値換算係数a
表層 基層	加熱アスファルト 混合物	ストレートアスファルトを使用	1.00
上層路盤	瀝青安定処理	加熱混合：安定度3.43kN以上	0.80
		常温混合：安定度2.45kN以上	0.55
	セメント・ 瀝青安定処理	一軸圧縮強さ〔7日〕1.5~2.9MPa	0.65
		一次変位量〔7日〕5~30 1/100cm	
		残留強度率〔7日〕65%以上	
	セメント安定処理	一軸圧縮強さ〔7日〕2.9MPa	0.55
石灰安定処理	一軸圧縮強さ〔10日〕0.98MPa	0.45	
下層路盤	粒度調整砕石・粒 度調整鉄鋼スラグ	修正CBR80以上	0.35
		水硬性粒度調整鉄 鋼スラグ	修正CBR80以上
		一軸圧縮強さ〔14日〕1.2MPa	
	クラッシュラン、 鉄鋼スラグ、砂等	修正CBR30以上	0.25
修正CBR20以上30未満		0.20	
セメント安定処理		一軸圧縮強さ〔7日〕0.98MPa	0.25
	石灰安定処理	一軸圧縮強さ〔10日〕0.7MPa	0.25

注 []は養生日数を示す。

(出典) 舗装設計便覧 日本道路協会 H18.2

- (5) 上層路盤に粒度調整砕石を使用した場合の設計例は、次表の例による。

舗装断面の一例

単位：cm

設計CBR	表層+基層	上層路盤		下層路盤	T _A	合計厚さ
	加熱アスファ ルト混合物	瀝青安定処 理路盤材	粒度調 整砕石	クラッシュラン		
(2)	(5)	-	(25)	(30)	(21.3)	(60*)
3	5	-	15	35	19.0	55
4	5	-	20	25	18.3	50
6	5	-	10	30	16.0	45
8	5	-	15	15	14.0	35
12以上	5	-	10	20	13.5	35

*15 ~ 30cm の厚さの遮断層を設ける

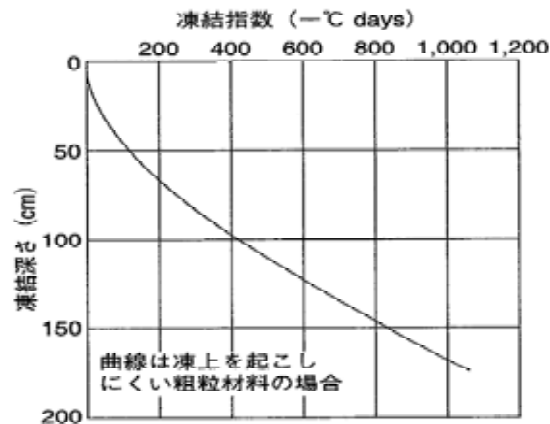
注 ()は、修繕工事等に既存の路床の設計 CBR が 2 であるものの、路床を改良することが困難な場合に適用する。

(出典) アスファルト舗装要綱 日本道路協会 H4.12

5 凍上抑制層

- (1) 寒冷地域の舗装では、凍結深さから求めた必要な置換えと舗装の厚さとを比較し、もし置換え深さが大きい場合は、路盤の下にその厚さの差だけ、凍上の生じにくい材料の層を設ける。この部分を凍上抑制層を設けるものとする。なお、凍上抑制層は路床の一部と考えるとともに T_A の計算には含めない。
- (2) 気象観測データから、凍結指数の年変動を統計処理して凍結深さを推定するには、まず n 年確率凍結指数を求めたのち、次表に示す凍結指数と凍結深さの関係を用いて

求める。なお、実測により凍結深さを求める場合は「道路土工要綱」を参照し、n 年確率凍結指数については、舗装設計便覧を参照する。



凍結指数と凍結深さとの関係

(出典) 舗装設計便覧 日本道路協会 H18.2

- (3) 凍上抑制層を設けるために 20cm 以上の置換えを行った場合は、設計 CBR の再計算を行う。

3 - 3 舗装工法

舗装を構成する表層、基層、上層路盤、下層路盤等にそれぞれ適用される工法は、気温等の気象条件、路床土の強度特性、工事規模、骨材条件、混合所の位置及び能力、施工時期等を勘案して、耐久的な舗装構造に適合したものを選定する。

1 基層及び表層

アスファルト混合物は、気象条件、地域条件、交通条件、材料条件、一層の仕上がり厚、施工法等を考慮のうえ、次表のアスファルト混合物の種類を標準とする。

一般的に使用されるアスファルト混合物の種類

アスファルト混合物の種類	
粗粒度	アスファルト混合物 (20)
密粒度	アスファルト混合物 (20, 13)
細粒度	アスファルト混合物 (13)
密粒度	ギャップアスファルト混合物 (13)
密粒度	アスファルト混合物 (20F, 13F)
細粒度	ギャップアスファルト混合物 (13F)
細粒度	アスファルト混合物 (13F)
密粒度	ギャップアスファルト混合物 (13F)
開粒度	アスファルト混合物 (13)
ポーラス	アスファルト混合物 (20, 13)

注 ()内の数字は最大粒径を、Fはフィラーを多く使用していることを示す。

(出典) 舗装設計施工指針 日本道路協会 H18.2

2 上層路盤

上層路盤の工法は、粒度調整工法を標準とするが、現地条件等に応じて、次表の基準により選定することができる。

工 法	選 定 基 準
粒度調整工法	敷均し及び締固めが容易であり、機械化施工に適し、広く適用されている。
切込砕石工法	粒度が未調整で分布が悪く、良好な路床及び路盤の場合に適用される。
マカダム工法	荷重又は衝撃に弱く、人工施工の可能な場合に適用する。
セメント安定処理工法	含水量又は気象変化の激しい箇所若しくは骨材の入手が困難な地方に適用する。
石灰安定処理工法	セメント安定処理に準じて適用できるが、低温、雨期の施工又は地下水位の高い箇所は不適當である。
瀝青安定処理	施工性、平坦性、たわみ性、耐久性又は早期に交通開放を要する場合に適用する。
浸透式工法	平坦性又は水密性を用する場合及び熟練作業員の確保が可能な場合に適し、寒冷期の施工は一般に不適當である。

3 下層路盤

下層路盤又は凍上抑制層は、砂、クラッシャラン、再生クラッシャラン、スラグ等を敷均し、所定密度になるよう締固める。

4 橋面舗装

橋面舗装に当たっては、床版との付着及び床版の防水に留意し、接着層にはゴムアスファルト系接着材及び防水層はメンブレン式防水を行うことが望ましい。

5 トンネル舗装

短いトンネルの場合は、前後の路面に合わせてアスファルト舗装とすることができる。

第 4 節 コンクリート舗装

4 - 1 舗装の構造

コンクリート舗装の構造は、コンクリート版の表層と石材による路盤で構成し、交通荷重は直接表層で支持して、路盤に分散伝達させる。

なお、路肩の舗装及び在来砂利層の活用は、アスファルト舗装に準じる。

1 表層

コンクリート舗装の表層は、厚さ 15cm を標準とするコンクリート版とし、鉄鋼補強鉄筋を用いる。

2 路盤

- (1) 路盤の厚さは 15cm 以上を標準とし、路盤厚が 30cm 以上の場合は、上層路盤と下層路盤に区分する。
- (2) 上層路盤の工法は、アスファルト舗装に準じて選定し、粒度調整された碎石又はクラッシャラン等を用いる場合は、最大粒径 40mm 以下とし、修正 CBR80 以上、425 μ m ふるい通過分の PI は 4 以下とする。
- (3) 下層路盤は、施工現場付近で経済的に入手できる砂、クラッシャラン、スラグ等を用い、最大粒径 50mm 以下として、修正 CBR20 以上で、425 μ m ふるい通過分の PI は 6 以下とする。
- (4) 路床が岩盤からなる場合は、均しコンクリート又はクラッシャラン等を用い、平均 10cm 程度を敷均して路盤とする。

4 - 2 設計

路盤厚及びこれを構成する各層は、路床土の強度特性に基づき設計する。

1 設計支持力係数

- (1) 路盤厚の設計は、設計支持力係数によることとし、路盤の支持力係数 (K30) は 147kN/cm² 以上とする。
- (2) 設計支持力係数は、舗装工調査による測定値を基に、次式により求める。

$$K=K_m - (K_a - K_i)/C$$

ここに K：設計支持力係数 (N/cm²)

K_m：平均測定値

K_a：最大測定値

K_i：最小測定値

C：係数で次表による

設計支持力係数の計算に用いる係数

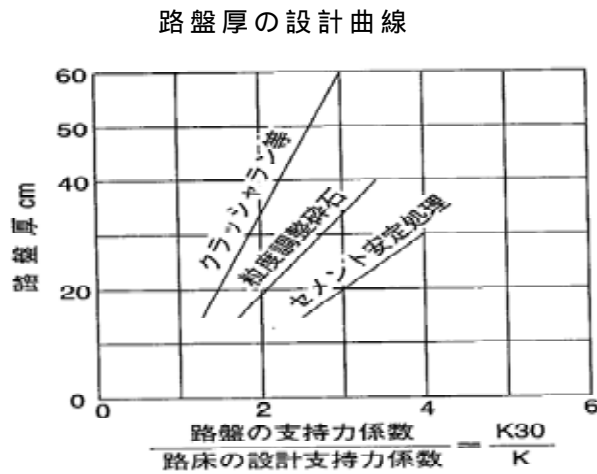
n(以上)	3	4	5	6	7	8	9	10
C	1.91	2.24	2.48	2.67	2.83	2.96	3.08	3.18

注 n：測定値

セメントコンクリート舗装要綱 日本道路協会 S59.2

2 路盤厚

(1) 路盤厚を設計支持力係数から求める場合は、次の設計曲線図により決定する。



(出典)舗装設計便覧 日本道路協会 H18.2

(2) 路盤厚を設計 CBR によって求める場合は、アスファルト舗装に準じて求めた設計 CBR を基に、次表から路盤厚を決定する。

ただし、この場合の路盤厚は、粒度調整砕石を用いた場合とし、上層路盤と下層路盤に区分する場合は、設計支持力係数の設計曲線図を参考にして決定する。

設計 CBR と路盤厚の関係

路床の設計CBR(以上)	2	3	4	6	8	12以上
路 盤 厚 (cm)	50	35	25	20	15	15

セメントコンクリート舗装要綱 日本道路協会 S59.2

(3) 寒冷地における路盤厚は、アスファルト舗装に準じて決定する。

3 コンクリート版

(1) コンクリート版の設計に用いるコンクリートの設計基準曲げ強度は、4.4MPa を基準とする。

(2) コンクリート版に用いる鉄網は、縁部におけるかぶりを 10cm 程度とし、単位鉄網間の合わせしろは 20cm 程度とする。

(3) 鉄網は、径 6mm の異形棒鋼を、1 m²当たり 3kg を標準として用い、その位置は、板厚のほぼ中間に配置する。

(4) 次のような場合は、横収縮目地間隔を 5m 以下として、鉄網を配置しないことができる。

- 小規模な舗装の場合
- 路床が岩盤の場合

施工が困難な場合

大型車の通行量が少ない場合

4 目地

路線の進行方向に対して直角に設ける横収縮目地間隔は、8m を標準として、その目地にはスリップバーを配置する。また、横膨張目地は、舗装が冬期にあつては 60m ~ 120m とし、夏期にあつては 120m ~ 240m ごとに設ける。

5 トンネルの舗装

トンネル内のコンクリート版は、20cm 厚を標準とし、横膨張目地は坑口付近のみとする。

4 - 3 舗装工法

舗装を構成する表層、上層路盤、下層路盤等に用いる工法は、気温等の気象条件、施工時期等を勘案して、耐久的な舗装構造に適合したものを選定する。

1 コンクリート版

コンクリート版の舗装に当たっては、気象条件、地域条件、交通条件、材料条件、施工法等を考慮のうえ施工する。

2 路盤

路盤の施工に当たっては、路盤材料としての品質規格に適合する材料を用い、締固めて必要かつ均一な支持力が得られ所定の形状に仕上げるができるよう、材料の供給や施工機械の選択等について、十分な検討を行う。

第12章 交通安全施設

第1節 通則

1 - 1 一般

- 1 交通安全施設の標準的な種類は、次による。
 - (1) 防護柵
 - (2) 視線誘導標
 - (3) 反射鏡
 - (4) 反射シート
 - (5) 照明施設
 - (6) マーキング
- 2 交通安全施設は、林道規程に定める設計車両の諸元、設計速度、線形、路肩の構造等に適合させる。
- 3 交通安全施設は、林道の種類、機能、構造を考慮して、必要なものを適切に配置する。

第2節 防護柵

2 - 1 一般

防護柵は、車両防護柵を標準とし、林道規程に定める設計車両の諸元、設計速度、線形、路肩の構造等に適合させる。防護柵は、車両の逸脱・逸走防止のほかに、乗員の安全の確保、車両の正常な方向への誘導、ドライバーの視線の誘導等の性能とする。

1 防護柵の種類

防護柵の種類は、たわみ性防護柵、剛性防護柵とし、それぞれの機能に応じた箇所を設置する。

2 防護柵の材料

- (1) たわみ性防護柵は、鋼材、木材等を主材料としたものとし、ビーム型防護柵、ケープル型防護柵を標準とする。
- (2) 剛性防護柵は、コンクリート、鉄筋コンクリート又は鋼材等を主材料とした駒止め構造とし、2次製品又は現場製品とする。

2 - 2 設置

1 設置箇所

防護柵の設置箇所は、路側とし、次のような現地条件を有し、交通の実態等から特に必要と認められる最小区間を選定する。ただし、現地条件から設置を要する区間においても、路側付近の樹木、施設等がその効用を発揮する区間、他の交通安全施設で安全が確保される区間等は除く。

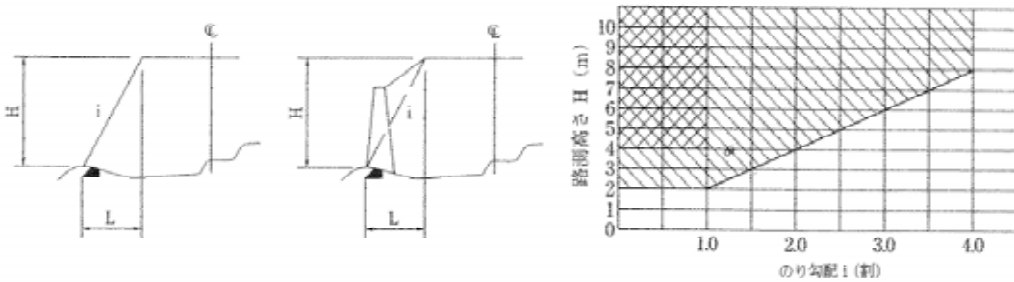
なお、集材、除雪、その他の作業の妨げになる区間は、他の施設による代替を検討する。

- (1) 自然斜面、盛土、構造物等と関連したのり面勾配(i)と路側高さ(H)が、次図に示した斜線の範囲内にある区間(路側高さ4m以上かつのり勾配1.0以下の区間では特に危険度が高い。)

- (2) のり面及びのり尻付近に突出した岩石、激しい凹凸等のある区間
- (3) 河川、湖沼、水路等に接する区間
- (4) 鉄道、道路、人家等に接する区間
- (5) 橋梁、高架、トンネル等の前後の区間
- (6) 気象状況その他、交通安全上特にその効果があると認められる区間

のり勾配 i : 自然のままの地山ののり面の勾配 (L/H)。盛土部におけるのり面の勾配及び構造物との関連によって想定したのり面の勾配を含む。

路側高さ H : 在来地盤から路面までの垂直高さ。



(出典) 防護柵の設置基準・同解説 日本道路協会 H20.1

2 防護柵の設置

- (1) 防護柵の設置に当たっては、設置箇所の線形、路側の形状、視線位置等を考慮して、防護柵の種類及び形式を選定のうえ、防護柵の性能を十分発揮できるように設置する。
- (2) 防護柵は、林道規程に定める建築限界外に設置するものとする。
- (3) 土工区間に防護柵を設置する場合は、設置する地盤の形状、土質条件等を十分に照査した上で設置する。
- (4) 橋梁、構造物上に防護柵を設置する場合は、防護柵の支柱の支持条件を十分に照査した上で設置する。
- (5) L型プレキャスト擁壁等の構造物に沿って土中埋込型支柱を設置する場合は、構造物壁面から 0.7m 以上の距離を確保する。

2 - 3 形式の選定

1 防護柵の形式は、次の形式を適用する。

- (1) ガードレール
- (2) ガードケーブル
- (3) 駒止め

2 防護柵の構造及び形式は、設置箇所の線形、地形、地物等のほか、経済性、走行性、安全性、視線誘導、気象条件、維持管理等に適合したものとし、周辺環境との調和を考慮の上、次により選定する。

- (1) たわみ性防護柵の形式はガードレール及びガードケーブルを、剛性防護柵は、駒

止めを標準とする。

- (2) たわみ性防護柵の支柱は、鉛直に設置するものとする。ただし、建築限界に抵触する等の場合は、曲柱又は斜柱とすることができる。
- (3) 剛性防護柵又は駒止めは、路側擁壁又は堅固な基礎工と一体化構造とする。
- (4) ガードレールの端部は、できるだけ路外方向に曲げて設置する。
- (5) 防護柵は、路面から柵上端までの高さ（有効高）を、0.6 m以上、1.0 m以下とする。
- (6) 駒止めは、通行車両の実態に適合した寸法とし、その有効高は 0.6m 以上とし、その間隔は 0.5 ~ 1.0m に配置する。
- (7) 豪雪地域においては、既往の実態等を勘案してガードレールを嫌けることが望ましい。やむを得ず設ける場合にあっては、雪質又は雪量等に応じて、支柱の根巻き及び支柱間隔の縮減等の措置を講ずるものとする。
- (8) 湿雪の多い豪雪地域においては、原則として駒止め又はガードケーブルを用いるものとする。

第3節 視線誘導施設

3 - 1 一般

- 1 視線誘導施設は、林道に沿って路端及び林道の線形を明示するとともに、運転者に走行上の安定感を与える性能を有するものとする。また、視線誘導施設は林道規程に定める設計車両の諸元、線形、路肩の構造等に適合させる。
- 2 視線誘導施設には、夜間の視線誘導を行うために、反射体を取り付けることが望ましい。

3 - 2 設置

- 1 視線誘導施設の設置箇所は、路側とし、次のような現地条件を有し、視線誘導上必要と認められる区間を選定する。ただし、現地条件から設置を要する区間においても、路側付近の樹木、施設等がその効用を発揮する区間等は除く。

なお、集材、除雪、その他の作業の妨げになる区間は、他の施設による代替を検討する。

 - (1) 余幅員が急激に狭くなる箇所、急曲線又は急勾配の箇所等で、特にその効果があると認められる区間
 - (2) 気象状況その他、交通安全上特にその効果があると認められる区間
- 2 視線誘導施設の設置に当たっては、設置箇所の線形、路側の形状、視線位置等を考慮して、選定した視線誘導施設の機能が十分発揮する位置とする。視線誘導施設は連続して設置し、設置間隔は、林道の線形等を勘案して定める。
- 3 視線誘導施設の支柱は、原則として建築限界の外側 0.3m 程度離して鉛直に設置する。ただし、建築限界に抵触する等の場合は、曲柱又は斜柱とすることができる。
- 4 視線誘導用駒止めは、路側擁壁又は堅固な基礎工と一体構造とする。

3 - 3 構造形式の選定

視線誘導施設の構造及び形式は、設置箇所の線形、地形、地物等のほか、経済性、安全性、視線誘導、気象条件、維持管理等に適合し、周辺環境との調和を考慮の上で、次により選定する。

- 1 視線誘導施設の種類の種類は、視線誘導用駒止め又は木柵等とする。
- 2 視線誘導施設は、通行車両の実態に適合した寸法とし、反射体の高さは、路面上 0.4 ~ 1.0m を標準とする。
- 3 反射体は、夜間において運転者が十分に視認できる反射性能を持つとともに、支柱等に確実に固定する。
- 4 視線誘導用駒止めは、通行車両の実態に適合した寸法とし、その有効高は 0.3m 以上とし、それぞれ 0.5 ~ 1.0m の空間を確保して配置する。

第 4 節 その他の交通安全施設

4 - 1 一般

その他の交通安全施設は、林道規程第 31 条の規定に従い配置する。