第４章　設計一般

4-1　設計計算に用いる物理定数

1)　材料の単位重量　〔道示（共通）2.2〕

死荷重の算出には表 4-1-1 に示す単位重量を用いてもよい。ただし、実重量の明らかなものはその値を用いるものとする。

表 4-1-1　材料の単位重量　（kN/m^3）

材　　料	単位重量	材　　料	単位重量
鋼・鋳鋼・鍛鋼	77.0	セメントモルタル※1	21.1
鋳鉄	71.0	木材(釘､ｶｽｶﾞｲ､ﾎﾞﾙﾄなどを含む) ※1	7.85
アルミニウム	27.5	歴青材（防水用）※1	10.8
鉄筋コンクリート	24.5	アスファルト舗装※1	22.6
ﾌﾟﾚｽﾄﾚｽﾄｺﾝｸﾘｰﾄ	24.5	石材	25.5
ダクタイル鋳鉄※1	70.1	砂・砂利・砕石	18.6
無筋コンクリート	23.0	ステンレス※2	79.0

※1「柔構造樋門（共通）3.2」を参考とした。
※2「デザインデータブック 6.3」を参考とした。

2)　鋼材　〔道示（共通）3.3〕

設計計算に用いる鋼材の物理定数の値は表 4-1-2 の値を用いてよい。

表 4-1-2　鋼材の物理定数　（N/mm^2）

種　　類	物理定数の値
鋼および鋳鋼のヤング係数	2.0×10^5
ＰＣ鋼線、ＰＣ鋼より線、ＰＣ鋼棒のヤング係数	2.0×10^5
鋳鉄のヤング係数	1.0×10^5
ダクタイル鋳鉄のヤング係数 ※1	1.6×10^5
鋼のせん断弾性係数	7.7×10^4
鋼の線膨張係数 ※2	12×10^{-6}
鋼および鋳鋼のポアソン比	0.30
鋳鉄のポアソン比	0.25
ダクタイル鋳鉄のポアソン比 ※1	0.28

※1「柔構造樋門（共通）4.1」を参考とした。
※2「ｺﾝｸﾘｰﾄ示方書（設計）5.3」を参考とした。

なお、プレストレストの減少量を算出する場合の PC 鋼材の見かけのリラクセーション率は、表 4-1-3 の値を標準とする。

ここで、高温の影響を受ける場合とは、蒸気養生を行う場合又は部材上縁に配置された PC 鋼材の純かぶりが 50mm 未満で加熱混合型アスファルト舗装を行う場合とする。

表 4-1-3　PC 鋼材の見かけのリラクセーション率（%）

PC 鋼材の種類	リラクセーション率		備　　考
	標準値	高温の影響を受ける場合	
PC 鋼線、PC 鋼より線	5	7	通　常　品
	1.5	2.5	低リラクセーション品
PC 鋼棒	3	5	通　常　品

〔道示（共通）3.3〕

これにより難い場合は、PC 鋼材の引張応力度に応じて測定されたリラクセーション率から、コンクリートのクリープ、乾燥収縮などの影響を考慮して別途に PC 鋼材の見かけのリラクセーション率を定めるものとする。

3)　コンクリート　〔道示（共通）3.3〕

(1)　コンクリートのヤング係数は下記の規定によるものとする。

①　鉄筋コンクリート構造物の不静定力あるいは弾性変形の算出及びプレストレストコンクリート部材の設計計算に用いるヤング係数は表 4-1-4 の値とする。

②　鉄筋コンクリート部材の応力度の計算に用いるヤング係数比ｎは 15 とする。

表 4-1-4　コンクリートのヤング係数　（N/mm^2）

設計基準強度	21	24	27	30	40	50	60
ヤング係数	2.35×10^4	2.5×10^4	2.65×10^4	2.8×10^4	3.1×10^4	3.3×10^4	3.5×10^4

〔道示（共通）3.3〕

(2)　コンクリートのせん断弾性係数は次式により算出するものとする。

$$G_c = \frac{E_c}{2.3}$$

ここに、　G_c ：コンクリートのせん断弾性係数　（N/mm^2）

E_c ：コンクリートのヤング係数　（N/mm^2）

(3)　コンクリート構造物における鋼材及びコンクリートの線膨張係数は 10×10^{-6} とする。

〔道示（共通）2.2〕

(4)　コンクリートのポアソン比は、弾性範囲内では、一般に 0.2 としてよい。ただし、引張りを受け、ひび割れを許容する場合は 0 とする。　〔コンクリート示方書　（設計）　5.2〕

4)　杭体のヤング係数

表 4-1-5　杭体のヤング係数　N/mm^2）

鋼　管　杭	2.1×10^5
P　C　杭	3.3×10^4
P　H　C　杭	4.0×10^4
現　場　打　ち　杭	2.7×10^4
R　C　杭	3.1×10^4
S C 杭（コンクリート部）	3.5×10^4

4-2　耐震設計　〔耐震性能照査指針（Ⅱ）4〕

1)　地震動

地震動は、**「河川構造物の耐震性能照査指針・解説－Ⅱ.堤防編－」に準拠する。**

(1)　レベル２地震動

①　レベル２地震動は、②に規定する加速度応答スペクトルに基づいて設定するものとする。

②　レベル２地震動の加速度応答スペクトルは、原則として、耐震性能照査上の地盤面において与えるものとし、地震動の種別に応じて、それぞれ、式(4-2-1)及び(4-2-2)により算出するものとする。

$$S_1 = c_{1Z} S_{10}$$ ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・式（4-2-1）

$$S_2 = c_{2Z} S_{20}$$ ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・式（4-2-2）

ここに、

S_1　：レベル 2-1 地震動の加速度応答スペクトル（1gal 単位に丸める）

S_2　：レベル 2-2 地震動の加速度応答スペクトル（1gal 単位に丸める）

c_{1Z}　：(2) に規定する地域別補正係数

c_{2Z}　：(2) に規定する地域別補正係数

S_{10}　：レベル 2-1 地震動の標準加速度応答スペクトル（gal）であり、(3) に規定する地盤種別及び固有周期 T に応じて表-4-2-1 の値とする。

S_{20}　：レベル 2-2 地震動の標準加速度応答スペクトル（gal）であり、(3) に規定する地盤種別及び固有周期 T に応じて表-4-2-2 の値とする。

表 4-2-1　レベル 2-1 地震動の標準加速度応答スペクトル S_{10}

地盤種別	固有周期 T(s)に対する S_{10}（gal）		
Ⅰ種	$T < 0.16$ $S_{10} = 2{,}579T^{1/3}$	$0.16 \leqq T \leqq 0.6$ $S_{10} = 1{,}400$	$0.6 < T$ $S_{10} = 840/T$
Ⅱ種	$T < 0.22$ $S_{10} = 2{,}153T^{1/3}$	$0.22 \leqq T \leqq 0.9$ $S_{10} = 1{,}300$	$0.9 < T$ $S_{10} = 1{,}170/T$
Ⅲ種	$T < 0.34$ $S_{10} = 1{,}719T^{1/3}$	$0.34 \leqq T \leqq 1.4$ $S_{10} = 1{,}200$	$1.4 < T$ $S_{10} = 1{,}680/T$

表 4-2-2　レベル 2-2 地震動の標準加速度応答スペクトル S_{20}

地盤種別	固有周期 T(s)に対する S_{20}（gal）		
Ⅰ種	$T < 0.3$ $S_{20} = 4{,}463T^{2/3}$	$0.3 \leqq T \leqq 0.7$ $S_{20} = 2{,}000$	$0.7 < T$ $S_{20} = 1{,}104/T^{5/3}$
Ⅱ種	$T < 0.4$ $S_{20} = 3{,}224T^{2/3}$	$0.4 \leqq T \leqq 1.2$ $S_{20} = 1{,}750$	$1.2 < T$ $S_{20} = 2{,}371/T^{5/3}$
Ⅲ種	$T < 0.5$ $S_{20} = 2{,}381T^{2/3}$	$0.5 \leqq T \leqq 1.5$ $S_{20} = 1{,}500$	$1.5 < T$ $S_{20} = 2{,}948/T^{5/3}$

〔耐震性能照査指針（Ⅱ）4.2〕

(2) 地域別補正係数

地域別補正係数c_{1Z}、c_{2Z}は、地域区分に応じて表-4-2-3 の値とする。ただし、対象地点が地域区分の境界線上にある場合は、係数の大きい方をとらなければならない。

表 4-2-3 地域別補正係数

地域区分	c_{1Z}	c_{2Z}
A1	1.2	1.0
A2	1.0	1.0
B1	1.2	0.85
B2	1.0	0.85
C	0.8	0.7

〔耐震性能照査指針（Ⅱ）4.3〕

(3) 耐震性能照査上の地盤種別

耐震性能照査上の地盤種別は、原則として次式で算出する地盤の特性値T_Gをもとに表 4-2-4 により区別するものとする。地表面が耐震性能照査上の基盤面と一致する場合はⅠ種地盤とする。耐震性能照査上の基盤面が現れない場合等T_Gの式で求めがたい場合には表 4-2-5 により地盤種別の分類を行ってもよい。〔道示（耐震）4.5〕※H14 年 3 月版

$$T_G = 4\sum_{i=1}^{n}\frac{H_i}{V_{si}} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \text{式（4-2-3）}$$

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）

V_{si}は、弾性波探査や PS 検層によって測定することが望ましいが、実測値がない場合は次式によって N 値から推定してもよい。

粘性土層の場合 $V_{si} = 100N_i^{1/3}$ （$1 \leqq N_i \leqq 25$）

砂質土層の場合 $V_{si} = 80N_i^{1/3}$ （$1 \leqq N_i \leqq 50$）

N_i ：標準貫入試験による i 番目の地層の平均N値

（N値が 0 の場合はV_{si}＝50m/ｓとしてよい。）

i ：当該地盤が地表面から耐震設計上の基盤面までｎ層に区分されるときの地表面から i 番目の地層の番号。

耐震設計上の基盤面とは、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 300m/ｓ程度以上の地層面の上面をいう。

表 4-2-4 耐震設計上の地盤種別

地 盤 種 別	地盤の特性値T_G (sec)
Ⅰ 種	$T_G < 0.2$
Ⅱ 種	$0.2 \leqq T_G < 0.6$
Ⅲ 種	$0.6 \leqq T_G$

〔耐震性能照査指針（Ⅱ）4.4〕

表 4-2-5　沖積層厚と洪積層厚による地盤種別の区分

地盤種別	対 象 地 盤
Ⅰ　種	沖積層厚が 25m未満で、かつ、沖積層厚の 2 倍と洪積層厚の和が 10m以下の地盤
Ⅱ　種	沖積層厚が 25m未満で、かつ、沖積層厚の 2 倍と洪積層厚の和が 10mを超える地盤
Ⅲ　種	沖積層厚が 25m以上の地盤

〔道示（耐震）4.5〕※H14 年 3 月版

耐震性能照査上の地盤種別の概略の目安としては、Ⅰ種地盤は良好な洪積地盤および岩盤、Ⅲ種地盤は沖積地盤のうち軟弱地盤、Ⅱ種地盤はⅠ種地盤およびⅢ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、崖崩れ等による新しい堆積層、表土、埋立土、及び軟弱層を含み、沖積層のうち締まった砂層、砂礫層、玉石層については洪積層として取り扱ってよい。

沖積層：約 2 万年前から現在まで河川が運んできた土砂の堆積物である。〔土木工学ハンドブック 3.2.3〕

4-3　許容応力度

1)　コンクリート

(1)　構造物別コンクリートの呼び強度　〔特仕 1編　共通編　第３章〕

表 4-3-1　コンクリートの呼び強度

種 類	コンクリートの種類	呼び強度 N/㎟	スランプ cm	粗骨材の最大寸法 ㎜	セメントの種類	単位セメント量 kg	空気量 %	ＪＩＳ規格の有無	摘　要
（鉄筋コンクリート） 水門・排水機場(上屋を除く)・堰橋台・橋脚・管渠類・鉄筋コンクリート擁壁・樋門・樋管	普通	24	8	25	BB	－	4.5	○	
河川護岸及び砂防護岸に使用する石積(張)胴裏込	〃	18	8	25	〃	－	4.5	○	
厚 16cm 未満の側溝・集水桝・石積(張)胴裏込・管渠	〃	18	8	25	〃	－	4.5	○	
重力擁壁・モタレ擁壁	〃	18	8	40	〃	－	4.5	○	
重力式橋台	〃	21	8	40	〃	－	4.5	○	
均しコンクリート	〃	18	8	40	〃	－	4.5	○	
(河川)護岸基礎・根固ブロック・護岸コンクリート張(平場)・堰(無筋)	〃	18	5	40	〃	－	4.5	○	
(河川)護岸コンクリート張（法面）	〃	18	3	40	〃	－	4.5	－	
(河川・海岸)護岸均しコンクリート	〃	－	3	25	〃	170以上	－	－	
（海岸）波返し・表法張・基礎	〃	24	8	40	〃	－	4.5	○	
（海岸）無筋コンクリート擁壁	〃	24	8	40	〃	－	4.5	○	
（海岸）根固ブロック 10t 以上	〃	24	5	80	〃	－	(4.0)	－	

〔特仕 1編　1-3-3-2〕

①　コンクリート構造物に使用するコンクリートの水セメント比は鉄筋コンクリートについては 55%以下、無筋コンクリートについて 60%以下とする。

②　川裏に設置する構造物で流水の影響のない場合はコンクリートの呼び強度を 18N/㎟ とする(高潮区間含む)。階段 → 18-5-40（高炉）

③　その他、表 4-3-1 に記載なき工種については「特仕」第 1 編共通編第 3 章無筋・鉄筋コンクリートを参照する。

(2)　コンクリートの許容応力度　〔道示（共通）3.2〕

コンクリートは原則として表 4-3-2 の設計基準強度以上のものを用いるものとする。

表 4-3-2　コンクリートの最低設計基準強度　　（N/mm^2）

部材の種類		最低設計基準強度
無筋コンクリート部材		18
鉄筋コンクリート部材		21
プレストレストコンクリート部材	プレテンション方式	36
	ポストテンション方式	30

〔道示（共通）3.2〕

① 鉄筋コンクリート部材

a. 大気中で施工する鉄筋コンクリート部材 〔擁壁工指針 4-5〕

コンクリートの許容圧縮応力度、許容せん断応力度及び許容付着応力度は、表 4-3-3 に示す値とする。

ただし、許容付着応力度は、直径 51mm 以下の鉄筋に対して適用する。

表 4-3-3 コンクリートの許容応力度 （N/mm^2）

応力度の種類 ＼ コンクリート設計基準強度（σ_{ck}）		21	24	27	30	40
圧縮応力度	曲げ圧縮応力度	7.0	8.0	9.0	10.0	14.0
	軸圧縮応力度	5.5	6.5	7.5	8.5	11.0
せん断応力度	コンクリートのみでせん断力を負担する場合（τ_{a1}）	0.22	0.23	0.24	0.25	0.27
	斜引張鉄筋と共同して負担する場合（τ_{a2}）	1.6	1.7	1.8	1.9	2.4
	押抜きせん断応力度（τ_{a3}）	0.85	0.90	0.95	1.00	1.20
付着応力度	異形棒鋼	1.4	1.6	1.7	1.8	2.0

〔擁壁工指針 4-5〕

ただし、コンクリートのみでせん断力を負担する場合の許容せん断応力度 τ_{a1} は、部材断面の有効高 d、軸方向引張り鉄筋比 P_t、軸方向圧縮力の影響を考慮して補正を行うものとする。

補正あたっては、「道路橋示方書・同解説 Ⅳ下部構造編 4.2」を参照されたい。

また、コンクリートの許容支圧応力度は、次式により算出するものとする。

$$\sigma_{ba}=\left(0.25+0.05\frac{A_c}{A_b}\right)\sigma_{ck} \qquad \text{ただし } \sigma_{ba}\leqq 0.5\,\sigma_{ck}$$

ここに、σ_{ba} ：コンクリートの許容支圧応力度 （N/mm^2）

A_c ：局部載荷の場合のコンクリート面の全面積 （mm^2）

A_b ：局部載荷の場合の支圧を受けるコンクリート面の面積 （mm^2）

σ_{ck} ：コンクリートの設計基準強度 （N/mm^2）

ただし、支圧面積のとり方については、次の事項に注意しなければならない。

ｲ. A_c と A_b の重心は一致すること。

ﾛ. A_c の幅、長さはそれぞれ A_b の幅、長さの 5 倍以下とする。

ﾊ. A_b が多数ある場合は、各々の A_c は重複してはならない。

ﾆ. A_b の背面は支圧力の作用方向に直角な方向に生じる引張力に対して、格子状の鉄筋などで補強しなければならない。

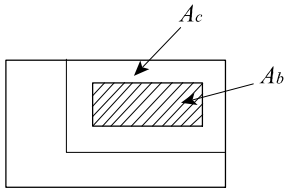


図 4-3-1 支圧面積のとり方

b. 水中で施工する鉄筋コンクリート部材 〔道示（下部）4.2〕

水中で施工するコンクリート部材のうち場所打ち杭及び地中連続壁のコンクリートの許容応力度は、表 4-3-4 の値とする。ただし、コンクリートの配合は、単位セメント量 350 kg/m^3以上水セメント比 55%以下、スランプ 180～210 mmを原則とする。

表 4-3-4 水中で施工する場所打ち杭及び地中連続壁のコンクリートの許容応力度 （N/mm^2）

コンクリートの呼び強度		30	36	40
水中コンクリートの設計基準強度（σ_{ck}）		24	27	30
圧縮応力度	曲げ圧縮応力度	8.0	9.0	10.0
	軸圧縮応力度	6.5	7.5	8.5
せん断応力度	コンクリートのみでせん断力を負担する場合（τ_{a1}）	0.23	0.24	0.25
	斜引張鉄筋と共同して負担する場合（τ_{a2}）	1.7	1.8	1.9
付着応力度（異形棒鋼）		1.2	1.3	1.4

〔道示（下部）4.2〕

② 無筋コンクリート部材 〔道示（下部）4.2〕

無筋コンクリート部材におけるコンクリートの許容応力度は、表 4-3-5 の値とする。

表 4-3-5 コンクリートの許容応力度 （N/mm^2）

応力度の種類	許容応力度	備考
圧縮応力度	$\frac{\sigma_{ck}}{4}$ ≦5.5	σ_{ck} ：コンクリートの設計基準強度 σ_{tk} ：コンクリートの設計基準引張強度 （JIS A113 の規定による）
曲げ引張応力度	$\frac{\sigma_{tk}}{7}$ ≦0.3	
支圧応力度	$0.3\sigma_{ck}$ ≦6.0	

〔道示（下部）4.2〕

③ 既製コンクリート杭 〔道示（下部）4.2〕

PHC 杭及び SC 杭のコンクリート許容応力度は、表 4-3-6 に規定する値とする。

表 4-3-6 RC、PHC 杭及び SC 杭のコンクリートの許容応力度 （N/mm^2）

杭種 / 応力度の種類	PHC 杭	SC 杭
設計基準強度	80.0	80.0
曲げ圧縮応力度	27.0	27.0
軸圧縮応力度	23.0	23.0
曲げ引張応力度	0	－
せん断応力度	0.85	0.85

なお、地震の影響（EQ）を考慮するときの PHC 杭のコンクリートの許容曲げ引張応力度は、下表の値とする。

有効プレストレス σ_{ce}	3.9≦ σ_{ce} ＜7.8	7.8≦ σ_{ce}
曲げ引張応力度	3.0	5.0

〔道示（下部）4.2〕

表 4-3-7　基礎杭の底版コンクリートの許容応力度　　（N/mm^2）

杭頭部の照査項目	常時	地震時
許容垂直支圧応力度	10.5	15.7
許容水平支圧応力度	6.0	9.0
許容押抜せん断応力度	0.85	

注）上表は、σ_{ck} =21（N/mm^2）の場合について、本章　表 4-3-3 及び表 4-3-5 によって算出したものである。

④　プレストレストコンクリート部材に対する許容応力度　〔道示（ｺﾝｸﾘｰﾄ橋）3.2〕

a.　コンクリートの許容圧縮応力度は表 4-3-8 の値とする。なお、二方向から同時に曲げモーメントを受ける場合の許容曲げ圧縮応力度は、長方形断面の許容値に 1.0 N/mm^2 を加えた値とする。

表 4-3-8　コンクリートの許容圧縮応力度　　（N/mm^2）

応力度の種類 ＼ コンクリートの設計基準強度			30	40	50	60
プレストレッシング直後	曲げ圧縮応力度	1) 長方形断面の場合	15.0	19.0	21.0	23.0
		2) T形及び箱形断面の場合	14.0	18.0	20.0	22.0
	3) 軸圧縮応力度		11.0	14.5	16.0	17.0
その他	曲げ圧縮応力度	4) 長方形断面の場合	12.0	15.0	17.0	19.0
		5) T形及び箱形断面の場合	11.0	14.0	16.0	18.0
	6) 軸圧縮応力度		8.5	11.0	13.5	15.0

〔道示（ｺﾝｸﾘｰﾄ橋）3.2〕

b.　コンクリートの許容引張応力度は表 4-3-9 の値とする。

表 4-3-9　コンクリートの許容引張応力度　　（N/mm^2）

応力度の種類 ＼ コンクリートの設計基準強度			30	40	50	60
曲げ引張応力度	1) プレストレッシング直後		1.2	1.5	1.8	2.0
	2) 活荷重及び衝撃以外の主荷重		0	0	0	0
	主荷重及び主荷重に相当する特殊荷重	3) 床版及びプレキャストセグメント橋におけるセグメント継目	0	0	0	0
		4) その他の場合	1.2	1.5	1.8	2.0
5) 軸引張応力度			0	0	0	0

〔道示（ｺﾝｸﾘｰﾄ橋）3.2〕

(3)　主要コンクリートの均しコンクリートの厚さについて

厚さ 10 ㎝を標準とする。ただし、地盤条件が良くないと判断される場合は 20 ㎝として良い。

2) 使用鋼材

(1) 標準とする鋼材　〔道示（共通）3.1〕

鋼材などは、表 4-3-10 の規格に適合するものを標準とする。

表 4-3-10　標準とする鋼材（JIS）

鋼材の種類	規格		鋼材記号
構造用鋼材	JIS G 3101	一般構造用圧延鋼材	SS400
	JIS G 3106	溶接構造用圧延鋼材	SM400、SM490、SM490Y、SM520、SM570
	JIS G 3114	溶接構造用耐候性熱間圧延鋼材	SMA400W、SMA490W、SMA570W
鋼管	JIS G 3444	一般構造用炭素鋼管	STK400、STK490
	JIS A 5525	鋼管杭	SKK400、SKK490
	JIS A 5530	鋼管矢板	SKY400、SKY490
鋼矢板※1	JIS A 5528	熱間圧延鋼矢板	SY295
ダクタイル鋳鉄管※1	JIS G 5526	ダクタイル鋳鉄管	FCD420
	JIS G 5527	ダクタイル鋳鉄異形管	FCD420
線材	JIS G 3536	PC 鋼線及び PC 鋼より線	SWPR1、SWPD1、SWPR2、SWPR7、SWPR19
棒鋼	JIS G 3112	鉄筋コンクリート用棒鋼	SR235、SD295A、SD295B、SD345、SD390、SD490
	JIS G 3109	PC 鋼棒	SBPR 785/1030、SBPR 930/1080 SBPR 930/1180

※1「柔構造樋門（共通）4.1」を参考とした。

(2) 構造用鋼材及び鋼管の許容応力　〔道示（下部）4.4〕

表 4-3-11　鋼材の板厚　40mm 以下　　（N/mm^2）

区分 ＼ 応力度の種類 ＼ 鋼材記号			SS 400 SM 400 SMA 400W SKK 400 SKY 400 STK 400	SM 490 SKK 490 SKY 490	SM 490Y SM 520 SMA490W	SM 570 SMA570W
母材部		引張	140	185	210	255
		圧縮	140	185	210	255
		せん断	80	105	120	145
溶接部	工場溶接 全断面溶込みグループ溶接	引張	140	185	210	255
		圧縮	140	185	210	255
		せん断	80	105	120	145
	工場溶接 すみ肉溶接、部分溶込みグループ溶接	せん断	80	105	120	145
	現場溶接	引張 圧縮 せん断	原則として工場溶接と同じ値とする。			

〔道示（下部）4.4〕

注 1)　ただし、SS400 は溶接構造に用いてはならない。

2)　**ゲート・ポンプの使用鋼材については、ダム・堰施設技術基準(案)、揚排水ポンプ設備技術基準(案)によるものとする。**

(3) 鋼矢板

① 鋼矢板の許容応力度 〔仮設工指針 2-6〕

表 4-3-12 鋼矢板母材の許容応力度 （N/mm^2）

鋼材記号 / 応力の種類	SY235 (軽量鋼矢板)	SY295	SY390
曲げ引張応力度	140	180	235
曲げ圧縮応力度	140	180	235
せん断応力度	80	100	130

注）SY295 及び SY390 の使用に当っては、経済比較を行なうことを標準とする。
許容応力度は仮設構造物工指針の値を 1.5 で除したものである。

② 鋼矢板の断面性能 〔鋼矢板 設計から施工まで〕

表 4-3-13 標準型・改良型 鋼矢板寸法及び断面性能

種類	寸法			断面積	質量	I′ 断面二次モーメント	Z′ 断面係数	継手効率 α_1=0.8、α_2=1.0 腐食代 前面 1mm 背面 1mm			継手効率 α_1=0.8、α_2=1.0 腐食代 前面 2mm 背面 1mm		
	mm W	mm h	mm t	1m当り cm^2/m	1m当り kg/m	壁幅1m当り cm^4/m	壁幅1m当り cm^3/m	腐食率 (%)	断面二次モーメント I. cm^4/m	断面係数 Z. cm^3/m	腐食率 (%)	断面二次モーメント I. cm^4/m	断面係数 Z. cm^3/m
I_A	400	85	8.0	113.0	35.5	4,500	529	76	2,736	402	63	2,268	333
II	400	100	10.5	153.0	48.0	8,740	874	81	5,664	708	71	4,964	621
III	400	125	13.0	191.0	60.0	16,800	1,340	85	11,424	1,139	77	10,349	1,032
IV	400	170	15.5	242.5	76.1	38,600	2,270	86	26,557	1,952	80	24,704	1,816
V_L	500	200	24.3	267.6	105	63,000	3,150	91	45,864	2,867	86	43,344	2,709
VI_L	500	225	27.6	306.0	120	86,000	3,820	92	63,296	3,514	87	59,856	3,323

注） I＝I′×(継手効率)×(腐食率)　　Z＝Z′×(継手効率)×(腐食率)

表 4-3-14 広幅型、**ハット型** 鋼矢板寸法及び断面性能

種類	寸法			断面積	質量	I′ 断面二次モーメント	Z′ 断面係数	継手効率 α_1=0.8、α_2=1.0 腐食代 前面 1mm 背面 1mm			継手効率 α_1=0.8、α_2=1.0 腐食代 前面 2mm 背面 1mm		
	mm W	mm h	mm t	1m当り cm^2/m	1m当り kg/m	壁幅1m当り cm^4/m	壁幅1m当り cm^3/m	腐食率 (%)	断面二次モーメント I. cm^4/m	断面係数 Z. cm^3/m	腐食率 (%)	断面二次モーメント I. cm^4/m	断面係数 Z. cm^3/m
II_w	600	130	10.3	131.2	61.8	13,000	1,000	81	8,424	810	70	7,280	700
III_w	600	180	13.4	173.2	81.6	32,400	1,800	85	22,032	1,530	77	19,958	1,386
IV_w	600	210	18.0	225.5	106	56,700	2,700	88	39,917	2376	83	37,649	2,241
10H	900	230	10.8	122.2	96	10,500	902	79	8,300	713	–	–	–
25H	900	300	13.2	160.4	126	24,400	1,610	82	20,000	1,320	–	–	–
45H	900	368	15.0	207.8	163	45,000	2,450	85	38,300	2,080	–	–	–
50H	900	370	17.0	236.3	186	51,100	2,760	87	44,500	2,400	–	–	–

〔鋼矢板 設計から施工まで〕一部加筆

(4) ダクタイル鋳鉄管 〔柔構造樋門（共通）4.3〕

表 4-3-15 ダクタイル鋳鉄管の機械的性質（JIS G5526、JIS G5527）

引張強さ （N/mm^2）	伸び（%）	ブリネル硬さ（HB）
420 以上	10 以上	230 以下

(5) PC 鋼材

① PC 鋼棒の標準径及び公称断面積 〔道示（共通）3.1〕

表 4-3-16 PC 鋼棒の標準径及び公称断面積

呼び名	標準径 (mm)	ねじの呼び	ピッチ (mm)	公称断面積 (mm^2)	単位質量 (kg/m)
9.2 mm	9.2	M10	1.25	66.48	0.52
11 mm	11.0	M12	1.5	95.03	0.75
13 mm	13.0	M14	1.5	132.7	1.04
17 mm	17.0	M18	1.5	227.0	1.78
23 mm	23.0	M24	2.0	415.5	3.26
26 mm	26.0	M27	2.0	530.9	4.17
32 mm	32.0	M33	2.0	804.2	6.31

〔道示（共通）3.1〕

② PC 鋼材の許容引張応力度は表 4-3-17 の値とする。

表 4-3-17 PC 鋼材の許容引張応力度 〔道示（コンクリート橋）3.4〕

応力度の状態	許容引張応力度	備 考
(1) プレストレッシング中	$0.80\sigma_{pu}$ あるいは $0.90\sigma_{py}$ のうち小さい値の方	σ_{pu} ：PC 鋼材の引張強さ
(2) プレストレッシング直後	$0.70\sigma_{pu}$ あるいは $0.85\sigma_{py}$ のうち小さい値の方	σ_{py} ：PC 鋼材の降伏点
(3) 設計荷重作用時	$0.60\sigma_{pu}$ あるいは $0.75\sigma_{py}$ のうち小さい値の方	(N/mm^2)

〔道示（コンクリート橋）3.4〕

PC 鋼材の許容引張応力度を表 4-3-17 の条件に従って算出した結果を表 4-3-18 に示す。

表 4-3-18 PC 鋼材の許容引張応力度〔道示（コンクリート橋）3.4〕 (N/mm^2)

PC 鋼材の種類 ＼ 許容引張応力度				プレストレッシング中	プレストレッシング直後	設計荷重作用時
鋼線	SWPR1AN SWPR1AL SWPD1N SWPD1L		5 mm	1260	1120	960
			7 mm	1170	1050	900
			8 mm	1125	1015	870
			9 mm	1080	980	840
	SWPR1BN SWPR1BL		5 mm	1350	1190	1020
			7 mm	1260	1120	960
			8 mm	1215	1085	930
鋼より線	SWPR2N SWPR2L		2.9 mm (2 本より)	1530	1365	1170
	SWPR7AN（7 本より） SWPR7AL（7 本より）			1305	1190	1020
	SWPR7BN（7 本より） SWPR7BL（7 本より）			1440	1295	1110
	SWPR19N SWPR19L (19 本より)		17.8 mm	1440	1295	1110
			19.3 mm	1440	1295	1110
			20.3 mm	1440	1260	1080
			21.8 mm	1440	1260	1080
			28.6 mm	1350	1260	1080
鋼棒	丸棒 A 種	2 号	SBPR785/1030	706	667	588
	丸棒 B 種	1 号	SBPR930/1080	837	756	648
		2 号	SBPR930/1180	837	790	697

〔道示（コンクリート橋）3.4〕

(6) タイ材

許容引張荷重は表 4-3-19 にて計算する。

表 4-3-19 許容引張荷重

種別	名称	材料	許容引張荷重	
			常時	地震時
タイロッド	タイロッド	普通鋼・高張力鋼	保証降伏点荷重×0.4	保証降伏点荷重×0.6
タイワイヤー	タイロープ	ワイヤーロープ（硬鋼線）	破断荷重×1/4.0	破断荷重×1/3.0
	タイブル	ＰＣ鋼より線（ピアノ線）	破断荷重×1/3.8	破断荷重×1/2.5
	タイケーブル	ＰＣ鋼より線（ピアノ線）	破断荷重×1/3.8	破断荷重×1/2.5

注）上記基準は運輸省港湾局監修、港湾の施設の技術上の基準・同解説及び鋼矢板　鋼管杭協会によって定めた。

(7) 鉄筋コンクリート用棒鋼　〔道示（下部）4.3〕

① 鉄筋の許容応力度は、直径 51 ㎜以下の鉄筋に対して表 4-3-20 の値とする。

表 4-3-20 鉄筋の許容応力度　（N/mm^2）

応力度、部材の種類 ＼ 鉄筋の種類			SD345	SD390	SD490
引張応力度	1) 活荷重及び衝撃以外の主荷重が作用する場合(はり部材等)		100	100	100
	荷重の組合せに衝突荷重又は地震の影響を含まない場合の基本値	2) 一般の部材	180	180	180
		3) 水中又は地下水位以下に設ける部材	160	160	160
	荷重の組合せに衝突荷重又は地震の影響を含む場合の基本値	4) 軸方向鉄筋	200	230	290
		5) 上記以外	200	200	200
	6) 鉄筋の重ね継手長又は定着長を算出する場合の基本値		200	230	290
7) 圧縮応力度			200	230	290

〔道示（下部）4.3〕

② ガス圧接継手の許容応力度は、十分な試験及び管理を行なう場合、母材の許容応力度と同等としてよい。

③ SD295A、B の設計の取り扱いについては、設計法上、使用法を区別することが困難なため、SD295A で実施してもよい。

なお、標準設計等の使用法が確立されれば、その時点で使用法を決める予定である。

④ 構造物コンクリート設計基準強度と鉄筋の種類

表 4-3-21 構造物コンクリート設計基準強度と鉄筋の種類

構造物名	ｺﾝｸﾘｰﾄ設計基準強度	鉄筋の種類	摘要
函渠類、鉄筋コンクリート擁壁	24- 8 -25BB(55)	SD345	
場所打ち杭 水中：ﾍﾞﾉﾄ杭・ﾘﾊﾞｰｽ杭	30-15-25BB(55)	SD345	単位ｾﾒﾝﾄ量 350 kg/m³ 以上
場所打ち杭 大気中：深礎杭	24- 8 -25BB(-)	SD345	
水門・樋門・堰 樋管・排水機場（上屋を除く）	24- 8 -25BB(-)	SD345	

注1) 擁壁等において、基礎杭（場所打ち杭）を行なう場合は上記場所打ち杭を適用する。

注2) コンクリート設計基準強度覧の（ ）内は水セメント比。

⑤ 定尺長及び継手長

a. Ｌ＝12ｍを標準とする。（規格 3.5m～12m　0.5mピッチ）

ただし、標準設計については、その設計の定尺長を用いてもよい。 〔構造マニュアル（樋門）2.2,2.4〕

b. 鉄筋加工の単純化を図るため、定尺鉄筋（50ｃｍピッチ）の使用を原則とし、重ね継手長を長くすることで調整する。ただし、スターラップ、組立筋、ハンチ筋はこの限りではない。

ｲ. ユニット鉄筋を使用しない場合

$$\ell_a = \frac{\sigma_{sa}}{4 \cdot \tau_{0a}} \phi$$

ﾛ. ユニット鉄筋を使用する場合

$$\ell_a = \frac{\sigma_{sa}}{4 \cdot \tau_{0a}} \phi \times 1.3$$

ここに、ℓ_a　：重ね継手長（10㎜ 単位に切り上げ）（mm）

σ_{sa}　：重ね継手長を算出する際の鉄筋の許容引張応力度（N/mm^2）

τ_{0a}　：コンクリートの許容付着応力度（N/mm^2）

ϕ　：鉄筋の直径（mm）

1.3　：割増し係数

(8) 異形棒鋼の単位質量及び標準寸法　〔道示（共通）3.1〕

表 4-3-22　異形棒鋼の単位質量及び標準寸法

呼び名	単位質量（kg/m）	公称直径（ｄ）（㎜）	公称断面積（Ｓ）（㎜²）	公称周長（l）（㎜）
D13	0.995	12.7	126.7	40
D16	1.56	15.9	198.6	50
D19	2.25	19.1	286.5	60
D22	3.04	22.2	387.1	70
D25	3.98	25.4	506.7	80
D29	5.04	28.6	642.4	90
D32	6.23	31.8	794.2	100
D35	7.51	34.9	956.6	110
D38	8.95	38.1	1140	120
D41	10.5	41.3	1340	130
D51	15.9	50.8	2027	160

〔道示（共通）3.1〕

3) 許容応力度の割増し

(1) コンクリートの構造・鋼構造 〔道示（下部）4.1〕

表 4-3-23 許容応力度の割増し係数

荷重の組合せ			割増し係数	
			鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ構造 無筋ｺﾝｸﾘｰﾄ構造	鋼構造
1)	主荷重(P)＋主荷重に相当する特殊荷重(PP)		1.00	1.00
2)	主荷重(P)＋主荷重に相当する特殊荷重(PP)＋温度変化の影響(T)		1.15	1.15
3)	主荷重(P)＋主荷重に相当する特殊荷重(PP)＋風荷重(W)		1.25	1.25
4)	主荷重(P)＋主荷重に相当する特殊荷重(PP)＋温度変化の影響(T)+風荷重(W)		1.35	1.35
5)	主荷重(P)＋主荷重に相当する特殊荷重(PP)＋制動荷重(BK)		1.25	1.25
6)	主荷重(P)＋主荷重に相当する特殊荷重(PP)＋衝突荷重(CO)		1.50	1.70
7)	活荷重及び衝撃以外の主荷重＋地震の影響(EQ)		1.50	1.50
8)	施工時荷重(ER)の組合せ	完成後の応力度が著しく低くなる場合	1.50	1.50
		完成後の応力度が許容応力度と同程度になる場合	1.25	1.25

〔道示（下部）4.1〕

(2) プレストレストコンクリートの許容引張応力度の割増し 〔道示（ｺﾝｸﾘｰﾄ橋）3.2〕

従荷重及び従荷重に相当する特殊荷重を考慮した場合のコンクリートの許容引張応力度は、表 4-3-24 の値とする。ただし、施工時荷重に施工中の風荷重または地震の影響を考慮する場合の許容応力度は、表 4-3-24 の値にかかわらず、架橋地点の条件、施工時点の条件、施工中の構造系などを考慮し、別途に定めるものとする。

表 4-3-24 コンクリートの許容引張応力度 （N/mm^2）

荷重の組合せ ＼ コンクリートの設計基準強度		30	40	50	60
1)	主荷重(P)＋主荷重に相当する特殊荷重(PP)＋温度変化の影響(T)	1.7	2.0	2.3	2.5
2)	主荷重(P)＋主荷重に相当する特殊荷重(PP)＋風荷重(W)	2.2	2.5	2.8	3.0
3)	主荷重(P)＋主荷重に相当する特殊荷重(PP)＋温度変化の影響(T)+風荷重(W)	2.2	2.5	2.8	3.0
4)	主荷重(P)＋主荷重に相当する特殊荷重(PP)＋制動荷重(BK)	2.2	2.5	2.8	3.0
5)	主荷重(P)＋主荷重に相当する特殊荷重(PP)＋衝突荷重(CO)	－	－	－	－
6)	活荷重及び衝撃以外の主荷重＋地震の影響(EQ)	－	－	－	－
7)	風荷重（W）	2.0	2.3	2.6	2.8
8)	施工時荷重（ER）	2.2	2.5	2.8	3.0

〔道示（ｺﾝｸﾘｰﾄ橋）3.2〕

4-4　土の工学的分類 （日本統一土質分類法）〈JSF M. 111-1990〉

〔土質試験の方法と解説 第 4 編第 2 章〕

1)　用語の定義

土質工学会基準における土の工学的分類とは、土の観察、粒度組成、液性限界および塑性指数などに基づいて、土質材料を分類することをいう。

土質材料とは、地盤の構成材料のうち粒径 75mm 未満のものをいう。

【補足事項】

土質材料は、図 4-4-1 に示す各粒径を境にして粒径区分をし、各々の区分範囲の粒子を図 4-4-1 に示す呼び名で表す。ある区分に属する構成粒子を意味するときは、各呼び名にそれぞれ「粒子」という言葉をつけ、またある区分に属する構成分を意味するときは、各呼び名にそれぞれ「分」という言葉をつけて表す。

粒径

5μm	75μm	425μm	2mm	4.75mm	19mm	75mm
粘　土	シルト	細砂	粗砂	細礫	中礫	粗礫
		砂		礫		

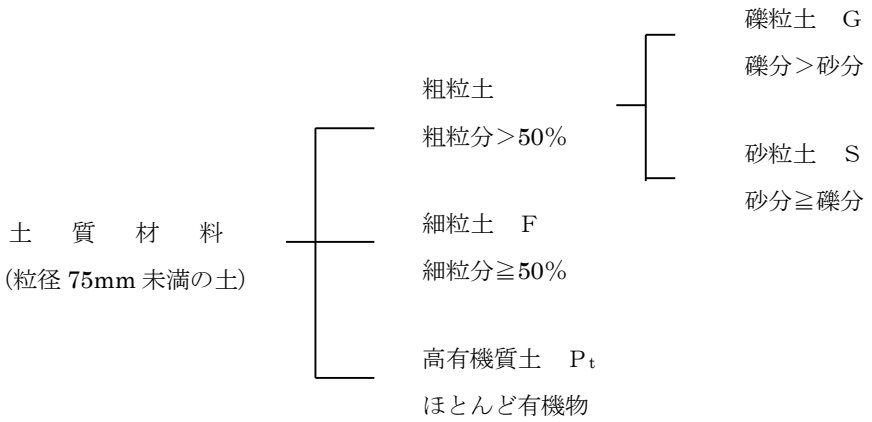
〔土質試験の方法と解説 第 4 編第 2 章〕

図 4-4-1　粒径区分とその呼び名

2)　土の分類

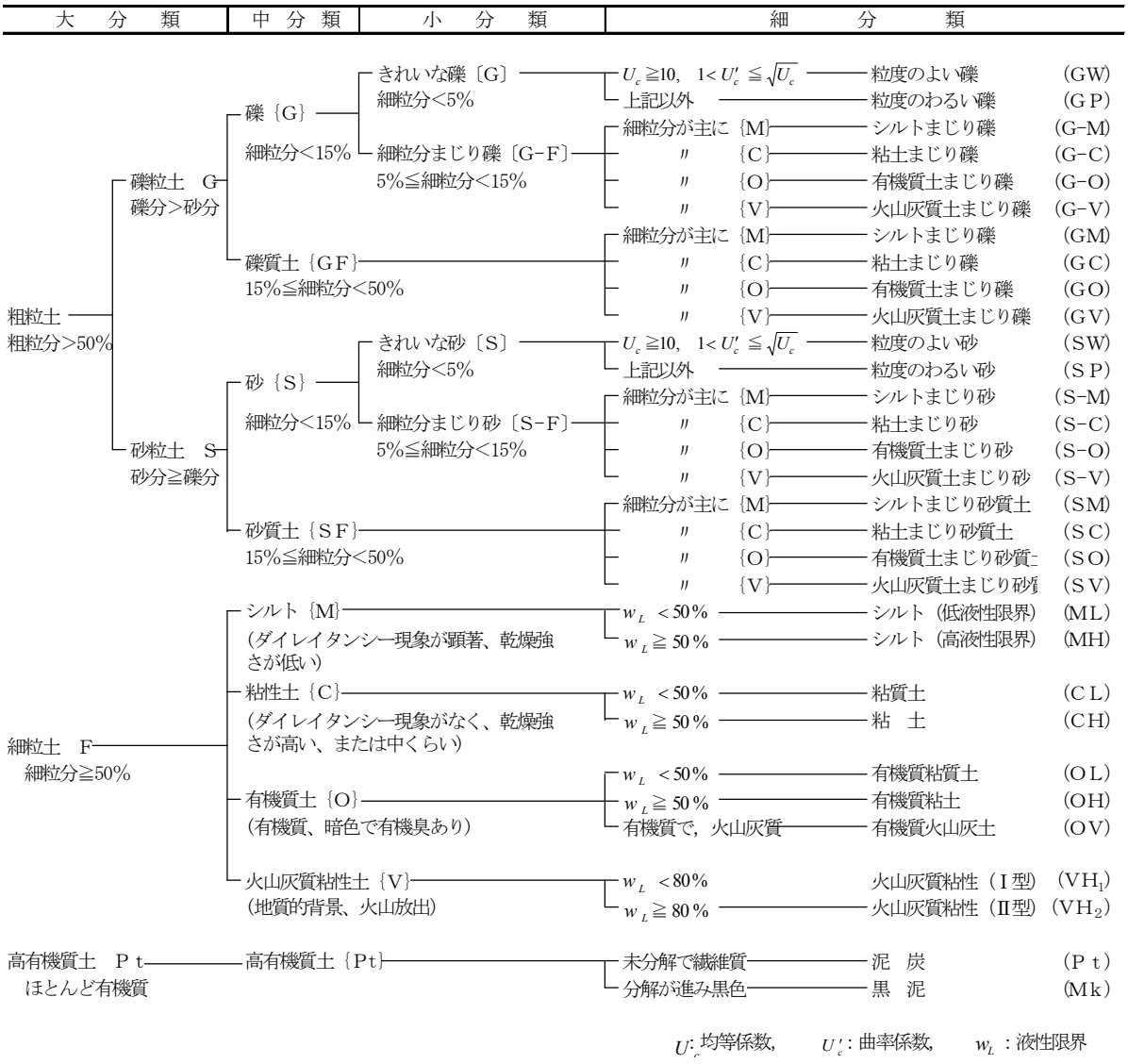
土の分類は、大分類、中分類、小分類、細分類の 4 段階として、目的に応じた分類段階まで分類するものとする。

土の観察等、土の粒度組成、液性限界および塑性指数に基づいて、土の工学分類体系(図 4-4-2、図 4-4-3)及び塑性図(図 4-4-4)に従って分類を行い、土の分類名と分類記号を求める。



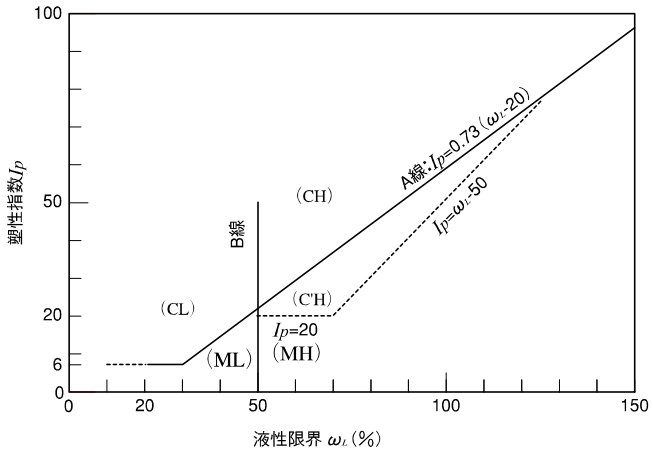
〔土質試験の方法と解説 第 4 編第 2 章〕

図 4-4-2　土の工学的分類体系（大分類）



〔土質試験の方法と解説 第４編第２章〕

図 4-4-3 土の工学的分類体系



〔土質試験の方法と解説 第４編第２章〕

図 4-4-4 塑性図

(1) 大分類

粗粒分または細粒分の含有率、および有機物の含有割合によって、図 4-4-2 に従って大分類を行う。ここでいう粗粒分は 75μm～75mm の構成分の含有率、細粒分は 75μm 未満の構成分の含有率をいう。また、礫分は 2mm～75mm の構成分の含有率、砂分は 75μm～2mm の構成分の含有率をいう。

(2) 中分類、小分類、細分類

大分類した土は、図 4-4-3 の土の工学的分類体系に従って、中分類、小分類、細分類する。

① 礫粒土Gの分類

a. 「礫粒土G」は細粒分によって、「礫｛G｝」と、「礫質土｛ＧＦ｝」に中分類し、さらに「礫｛G｝」を小分類する。

b. 小分類の「きれいな礫｛G｝」は、均等係数U_cと曲率係数U_c'によって「粒度のよい礫（GW)」と「粒度のわるい礫（ＧＰ)」に細分類する。

c. 小分類の「細粒分まじり礫｛G-Ｆ｝」は、塑性図および観察等に基づいて、細粒分が主にシルト｛M｝、粘性土｛C｝、有機質土｛O｝、火山灰質粘性土｛V｝のいずれかによって細分類する。

d. 中分類の「礫質土｛ＧＦ｝」は、ｃと同じ方法で細分類する。

② 砂粒土Ｓの分類

(1)の礫粒土Gの分類と同じ方法で分類する。

③ 細粒土 F の分類

a. 「細粒土 F」は観察等によって「シルト｛M｝」、「粘性土｛C｝」、「有機質土｛O｝」、「火山灰質粘性土｛V｝」に中分類する。

b. 中分類の「シルト｛M｝と粘性土｛C｝」は塑性図に基づいて細分類する。

c. 中分類の「有機質土｛O｝」は液性限界および観察等に基づいて細分類する。

d. 中分類の「火山灰質粘性土｛V｝」は液状限界に基づいて細分類する。

④ 高有機質土P_tの分類

「高有機質土P_t」は分解度に基づいて細分類する。

【補足事項】

① 土の工学的分類体系（図 4-4-3）において、分類記号の括弧のないものは大分類、｛ ｝は中分類、〔 〕は小分類、( ) は細分類を示す。

② 分類記号は表 4-4-1 に示す英文字と記号で表す。必要に応じて、副記号と補助記号を用いて次の表示ができる。

a. 表 4-4-1 のP_u、P_sは、礫または砂に対して用い、例えば（GP_u）（GP_s）と表示する。

b.「まじり」を表す場合は、分類記号と分類記号の間にハイフンを挿入し、例えば〔G-F〕(G-M) と表示する。

c.〔S-F〕および（S-M）において、「まじり」と合わせて「粒度のよい」、「粒度のわるい」を表す場合は、ハイフンを副記号のW、Ｐで置き換え、例えば〔ＧＷＦ〕（ＧＰＭ）〔ＳＷＦ〕（ＳＰＭ）と表示する。

d. 礫粒子を含む場合は、「礫まじり」の言葉を分類名につけ、分類記号の末尾にｇを添え、例えば〔Ｓｇ〕｛Ｃｇ｝（ＣＬｇ）（ＳＷＭｇ）と表示する。

③ 廃棄物の分類記号は、一般廃棄物、産業廃棄物とも｛W｝と表示する。

④ 粒度試験、液性限界・塑性限界試験の結果を用いないで、観測等のみによって分類する場合は、分類記号に上線または記号の前に＊を付け、試験結果に基づいた分類と区別にする。例えば（$\overline{\text{GP}}$）または（＊ＧＰ）と表示する。ただし、大分類、中分類の分類記号、および細分類の「有機質火山灰土（ＯＶ)」「泥炭（Ｐt)」「黒泥（Mk)」の分類記号には使用しない。

⑤ 必要に応じて、埋立、盛土などによる人工地盤の土は、分類記号に下線または記号の前に＃を付け、自然堆積地盤の土と区分する。例えば、（$\underline{\text{SW}}$）または（＃ＳＷ）と表示する。

⑥ 観察等によって「粘性土｛C｝」と判断された土において、液性限界と塑性指数を塑性図にプロットしたとき、 A線と破線の間に入る場合は「粘土（C'H)」と表示する。

表 4-4-1 分類記号の意味

記号		意　味
主記号	G	礫粒土（G-soils）または礫（Gravel）
	S	砂粒土（S-soils）または砂（sand）
	F	細粒土（Fine soils）
	M	シルト（Mo：スウェーデン語のシルト）
	C	粘性土（Cohesive soils）または粘土（Clay）
	O	有機質土（Organic soils）
	V	火山灰質粘性土（Volcanic cohesive soils）
	Pt	高有機質土（Highly organic soils）または泥炭（Peat）
	Mk	黒泥（Muck）
副記号	W	粒度のよい（Well-graded）
	P	粒度のわるい（Poorly graded）
	L	低液性限界（w_L＜50%）（Low liquid limit）
	H	高液性限界（w_L≧50%）（High liquid limit）
	H_1	火山灰質粘性土のⅠ型（w_L＜80%）
	H_2	火山灰質粘性土のⅡ型（w_L≧80%）
	{W}	廃棄物（Wastes）
	－	……まじり……
補助記号	Pu	均等粒度の（U_c＜10）（Uniformiy graded）
	Ps	階段粒度の（U_c≧10 で、U_c'≦1）または$U_c' > \sqrt{U_c}$）（Skip-graded）
	g	礫まじり（with gravel）
	$\overline{\text{○○}}$	観測などによる分類（＊○○と表示してもよい）
	$\underline{\text{○○}}$	自然堆積でなく、盛土、埋立などによる土や地盤（＃○○と表示してもよい）

〔土質試験の方法と解説 第 4 編第 2 章〕

4-5　土質定数

1)　土の単位重量　〔道示（共通）2.2〕

土圧の計算に使用する土の単位重量 γは施工箇所から採取した土質資料を用いて求めるべきであるが、 土質試験を行うことが困難な場合には、表 4-5-1 の値を用いてもよい。

表 4-5-1　土の単位重量（湿潤状態）　（kN/m^3）

地盤	土　質	ゆるいもの	密なもの
自然地盤	砂 お よ び 砂 礫	18	20
	砂　　質　　土	17	19
	粘　　性　　土	14	18
盛土	砂 お よ び 砂 礫	20	
	砂　　質　　土	19	
	粘性土(ただし w_L ＜50％)	18	

注 1)　地下水位以下にある土の単位重量は、それぞれ表中の値から $9kN/m^3$ を差し引いた値としてよい。
2)　砕石は砂利と同じ値とする。また、ずり、岩塊等の場合は種類、形状、大きさ及び間隙等などを考慮して定める必要がある。
3)　砂利まじり砂質土、あるいは砂利まじり粘性土にあたっては、混合割合及び状態に応じて適当な値を定める。
4)　地下水位は施工後における平均値を考える。

〔道示（共通）2.2〕

2)　粘着力およびせん断抵抗角　〔道示（下部）2.2.4〕

(1)　粘着力 c

①　砂質土と礫質土は設計上 c ＝0 として扱うのが一般的である。

②　軟らかい粘性土においては、乱さない試料による一軸圧縮試験から一軸圧縮強さ q_u を求め、 $c=1/2\,q_u$ としてもよい。

やむを得ない場合（乱さない試料の採取ができない等の理由で土質試験の実施が困難な場合）は、標準貫入試験によるＮ値から経験的に推定した値を用いてもよい。

c =6N～10N（kN/m^2）　〔擁壁工指針 4-3〕

(2) せん断抵抗角 ϕ 〔道示（下部）参考資料 2〕

① 砂のせん断抵抗角 ϕ は、N値により推定することが行われてきた。この関係については多数の研究がある。**道路橋示方書・同解説 Ⅳ下部構造編では、推定精度を高めるために有効上載圧（拘束圧）の影響を考慮した相関式が提案されており、N 値よりせん断抵抗角 ϕ を推定する場合は下記に示す参考式（式 4-5-1）を用いてもよい。なお、信頼できるサンプリング資料の三軸試験結果等、信頼の高い調査結果がある場合には、それらの結果を踏まえて地盤定数を設定するのがよい。**

$$\phi = 4.8\log N_1 + 21 \quad (N>5) \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \text{（式 4-5-1）}$$

$$N_1 = \frac{170N}{\sigma'_v + 70} \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \text{（式 4-5-2）}$$

$$\sigma'_v = \gamma_{t1} h_w + \gamma'_{t2}(x - h_w) \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \text{（式 4-5-3）}$$

ここに、

ϕ ：砂のせん断抵抗角（°）

σ'_v ：有効上載圧（kN/m²） で、標準貫入試験を実施した時点の値

N_1 ：有効上載圧 100 kN/m2 相当に換算した N 値。ただし、原位置の σ'_v が σ'_v ＜50 kN/m2 である場合には、σ'_v ＝50 kN/m² として算出する。

N ：標準貫入試験から得られる N 値

γ_{t1} ：地下水面より浅い位置での土の単位体積重量（kN/m³）

γ'_{t2} ：地下水面より深い位置での土の有効単位体積重量（kN/m³）

x ：地表面からの深さ（m）

h_w ：地下水位の深さ（m）

② 粘性土は設計上 ϕ ＝0 として扱うのが一般的である。

(3) 裏込め土の内部摩擦角 〔擁壁工指針 4-3〕

高さ 8m以下の擁壁で土質試験を行うことが困難な場合には、経験的に推定した表 4-5-2 の値を用いてよい。

表 4-5-2 土圧算定に用いる土質定数

裏 込 め 土 の 種 類	内部摩擦角（ϕ）	粘着力（c）注2)
礫 質 土	35°	－
砂 質 土 注1)	30°	－
粘性土(ただし w_L ＜50%)	25°	－

〔擁壁工指針 4-3〕

注 1) 細粒分が少ない砂は、礫質土の値を用いてよい。

2) 土質定数をこの表から推定する場合、粘着力 C を無視する。

3) 水平方向地盤反力係数

水平方向地盤反力係数は、第 3 編第 1 章 1-2-2 3)(4)水平方向地盤反力係数によるものとする。

4) 土 圧 〔道示（共通）2.2〕

土圧公式にはクーロン、ランキン、テルツァーギの土圧公式等、多くの式が提案されているが、構造物それ自身が剛体で、回転したり、前面に押し出されるような変位をする場合、主働土圧および受働土圧はクーロンの土圧公式が比較的近い値を示すといわれているので**土圧公式は原則としてクーロン土圧を用いるものとする。**

通常の擁壁に作用する土圧は、試行くさび法により算定する。 〔擁壁工指針 4-2〕

土圧は壁面に働く分布荷重とし、荷重強度は以下とする。

(1) 常時土圧〔道示（共通）2.2.6〕

① 可動壁に働く主働土圧、受働土圧、崩壊角は次式により算出するものとする。

a. 砂質土

$$P_A = K_A \cdot \gamma \cdot x + K_A \cdot q$$

$$P_P = K_P \cdot \gamma \cdot x + K_P \cdot q$$

b. 粘性土

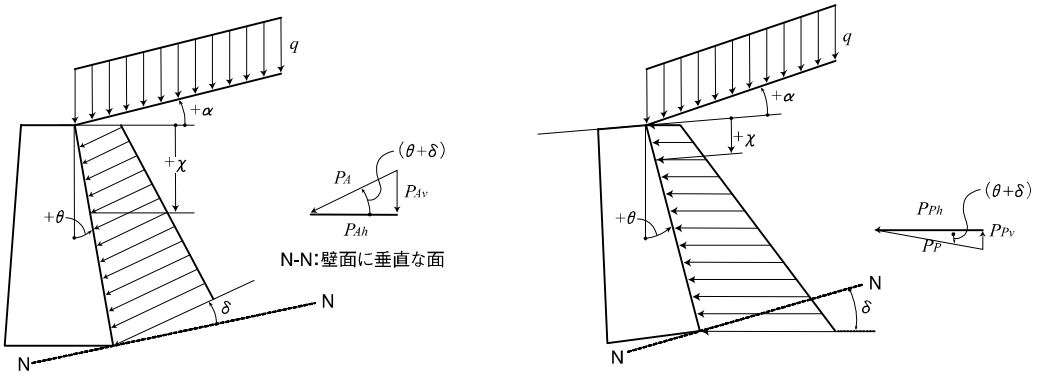
$$P_A = K_A \cdot \gamma \cdot x - 2 \cdot c \cdot \sqrt{K_A} + K_A \cdot q \qquad \text{ただし、} P_A \geqq 0$$

$$P_P = K_P \cdot \gamma \cdot x + 2 \cdot c \cdot \sqrt{K_P} + K_P \cdot q$$

$$K_A = \frac{\cos^2(\phi - \theta)}{\cos^2\theta\cos(\theta+\delta)\left(1+\sqrt{\dfrac{\sin(\phi+\delta)\sin(\phi-\alpha)}{\cos(\theta+\delta)\cos(\theta-\alpha)}}\right)^2}$$

$$K_P = \frac{\cos^2(\phi + \theta)}{\cos^2\theta\cos(\theta+\delta)\left(1-\sqrt{\dfrac{\sin(\phi-\delta)\sin(\phi+\alpha)}{\cos(\theta+\delta)\cos(\theta-\alpha)}}\right)^2}$$

なお、$\phi \pm \alpha < 0$ の場合には $\sin(\phi \pm \alpha) = 0$ とする。



(a) 主働土圧の場合　　(b) 受働土圧の場合

〔道示（共通）2.2.6〕

図 4-5-1 常時土圧

② 固定壁に働く静止土圧は次式により算出するものとする。 〔道示（共通）2.2〕

$$P_O = K_O \cdot \gamma \cdot x + K_O \cdot q$$

a. 砂質土の静止土圧係数はヤーキーの式を用い算出しても良い。〔仮設工指針 2-3〕

$$K_O = 1 - \sin\phi$$

b. 粘性土の静止側圧係数は実測値から推定した表 4-5-3 の値を用いるものとする。〔仮設工指針 2-3〕

表 4-5-3 静止側圧係数

N 値	$N \geqq 8$	$4 \leqq N < 8$	$2 \leqq N < 4$	$N < 2$
K_O	0.5	0.6	0.7	0.8

ここに、

γ ：土の単位重量（kN/m^3）

P_A ：深さ χ における主働土圧強度（kN/m^2）

P_P ：深さ χ における受働土圧強度（kN/m^2）

P_O ：深さ χ における静止土圧強度（kN/m^2）

K_A ：クーロン土圧による主働土圧係数

K_P ：クーロン土圧による受働土圧係数

K_O ：静止土圧係数

χ ：土圧 P_A、P_P、P_O が壁面に作用する深さ（m）

c ：土の粘着力（kN/m^2）

q ：常時の地表載荷荷重（kN/m^2）

ϕ ：土のせん断抵抗角（度）

α ：地表面と水平面とのなす角（度）

θ ：壁背面と鉛直面とのなす角（度）

δ ：壁背面と土との間の壁面摩擦角（度） （土とコンクリート $\delta = \phi/3$）

ここで用いる角度は反時計周りを正とする。

注）クーロンの受働土圧は（$-\theta$）、α、（$-\delta$）の大きな値に対し過大となるので、受働土圧の計算の際公式の適用に次の制限を設ける。すなわち（$-\delta$）の値は裏込め土のせん断抵抗角の 1/3 とし、α および（$-\theta$）の値は最大 20 度とする。

5) 基礎地盤の設計定数〔河川砂防（設Ⅰ）第１章 7.3 参考 1.1〕

表 4-5-4 地盤支持力および摩擦係数

基礎地盤の種類		許容支持力度 (kN/m^2)		摩擦係数 場所打ちｺﾝｸﾘｰﾄの場合の堰等の底面の滑動安定計算に用いるすべり	備 考	
		常 時	地震時		一軸圧縮強度 $qu\,(kN/m^2)$	N 値
岩盤	亀裂の少ない均一な硬岩	981	1470	0.7	9,810 以上	－
	亀裂の多い硬岩	558	883	0.7	9,810 以上	－
	軟岩、土丹	294	441	0.7	981 以上	－
礫層	密なもの	588	883	0.6	－	－
	密でないもの	294	441	－	－	
砂質地盤	密なもの	294	441	0.6	－	30～50
	中位なもの	196	294	0.5	－	15～30
粘性土地盤	非常に堅いもの	196	294	0.5	196～392	15～30
	堅いもの	98.1	147	0.45	98.1～196	8～15
	中位なもの	49	73.5		49～98.1	4～8

注）場所打ちコンクリートによるもの

〔河川砂防（設Ⅰ）第１章 7.3 参考 1.1〕

4-6 設計計算の精度 〔道示（下部）1.3〕

表 4-6-1 設計値の最小位の目安

項 目	単 位	計算値の最小値
水平方向地盤反力係数	kN/m^3	100
N値	—	1
杭の軸方向バネ定数	kN/m	100
杭軸方向力	kN/本	10
地盤反力度	kN/m^2	10
変位	mm	1
コンクリート軸方向圧縮応力度	N/mm^2	0.1
コンクリート曲げ圧縮応力度	N/mm^2	0.1
コンクリート支圧応力度	N/mm^2	0.1
コンクリートせん断応力度	N/mm^2	0.01
コンクリート付着応力度	N/mm^2	0.01
鉄筋応力度	N/mm^2	1
鋼材応力度	N/mm^2	1
PC 鋼材応力度	N/mm^2	1

〔道示（下部）1.3〕