

# 道路橋示方書・同解説

I 共 通 編  
IV 下 部 構 造 編

平成 24 年 3 月

社団法人 日本道路協会

て部材の安全性の照査を行う。基礎の安定に関する一般事項は9章に、部材の安全性の照査は5章に規定しており、10章から15章では基礎形式ごとに、安定計算法、部材の設計、構造細目等を規定している。

本編は、主として鉄筋コンクリート構造を対象として規定している。プレストレストコンクリート構造を採用する場合にはコンクリート橋編、鋼構造を採用する場合には鋼橋編の規定にそれぞれ従う必要がある。

また、近年、高橋脚においては、鉄骨鉄筋コンクリート構造を適用する事例がある。ここで、鉄骨鉄筋コンクリート構造とは、原則として鉄骨のまわりに鉄筋を配置し、その周囲をコンクリートで被覆した構造であり、力学的には鉄骨部分と鉄筋コンクリート部分とが一体となって外力に抵抗する構造である。鉄骨鉄筋コンクリート構造の安全性の照査方法や構造細目は、本編に示す鉄筋コンクリート部材に関する規定の趣旨を踏まえ、十分な検討を行う必要がある。

## 4章 許容応力度

### 4.1 一般

- (1) 許容応力度は、4.2 から 4.5 までに規定する値とする。
- (2) 4.2 から 4.5 までに規定しない材料の許容応力度は、材料の力学的性質や強度のばらつき等を踏まえ、(1) に規定する材料の許容応力度と同等以上の安全度を持つように設定しなければならない。
- (3) 下部構造の設計に用いる許容応力度は、荷重の組合せに応じて、表-4.1.1 に示す割増係数を乗じた値とする。

表-4.1.1 許容応力度の割増係数

荷 重 の 組 合 せ		割増係数	
		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

(4) 施工時荷重として施工時の風荷重又は地震の影響を考慮する場合の割増係数は、表-4.1.1の値にかかわらず、架橋地点の条件、施工中の構造系等を考慮して、適切に定めなければならない。

(2) 4.2 から 4.5 に示す以外の許容応力度の設定について規定している。許容応力度は、荷重の組合せに応じて、供用期間中の安全性のみならず供用性、疲労や鋼材の腐食に対する耐久性を適切に確保するように、構造の設計上の仮定、材料の強度と時間的変化、照査する荷重の発生頻度や継続時間、構造及び部材の重要度、構造細目、施工方法を考慮して設定する必要がある。さらに強度の高い材料については、安全度のみならず破壊性状や部材の適切な剛性の確保等にも配慮して、許容応力度を定めるのがよい。

(3) 3.2 に規定する荷重の組合せは、それぞれの発生頻度や下部構造に与える影響度が異なるので、表-4.1.1 に示すように、荷重の各組合せに応じて異なった許容応力度の割増係数を規定している。

杭等の打込み時の応力に対する許容応力度の割増しは、「施工時荷重 (ER) の組合せ」のうち「完成後の応力度が著しく低くなる場合」の割増係数を用いるものとする。

(4) 表-4.1.1 に規定している施工時荷重に対する割増係数は、施工時荷重に施工時の風荷重又は地震の影響を考慮しない場合の値である。施工時に考慮すべき風荷重又は地震の影響は、架橋地点の条件、施工時期、施工期間の長短により左右され、また、それに対して考慮すべき安全度も施工中の構造等により異なり、これらを一律に定めることは困難である。したがって、ここでは、施工時に風荷重又は地震の影響を考慮した場合の割増係数を特に定めず、上記の事項を考慮して、個々の場合に応じて適切に定めるものとしている。

## 4.2 コンクリートの許容応力度

(1) 大気中で施工する鉄筋コンクリート部材

1) 大気中で施工する鉄筋コンクリート部材におけるコンクリートの許容圧縮応力度及び許容せん断応力度は、表-4.2.1の値とする。

表-4.2.1 コンクリートの許容圧縮応力度及び許容せん断応力度 (N/mm<sup>2</sup>)

応力度の種類		コンクリートの設計基準強度 ( $\sigma_{ck}$ )			
		21	24	27	30
圧縮応力度	曲げ圧縮応力度	7.0	8.0	9.0	10.0
	軸圧縮応力度	5.5	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 ( $\tau_{a1}$ )	0.22	0.23	0.24	0.25
	斜引張鉄筋と共同して負担する場合 ( $\tau_{a2}$ )	1.6	1.7	1.8	1.9
	押抜きせん断応力度 ( $\tau_{a3}$ )	0.85	0.90	0.95	1.00

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  $\tau_{a1}$  は、次の影響を考慮して補正を行う。

i) 部材断面の有効高  $d$  の影響

表-4.2.2 に示す部材断面の有効高  $d$  に関する補正係数  $c_e$  を  $\tau_{a1}$  に乗じる。

表-4.2.2 部材断面の有効高  $d$  に関する補正係数  $c_e$

有効高 $d$ (mm)	300 以下	1,000	3,000	5,000	10,000 以上
$c_e$	1.4	1.0	0.7	0.6	0.5

ii) 軸方向引張鉄筋比  $p_t$  の影響

表-4.2.3 に示す軸方向引張鉄筋比  $p_t$  に関する補正係数  $c_{pt}$  を  $\tau_{a1}$  に乗じる。

この場合において、 $p_t$  は中立軸よりも引張側にある軸方向鉄筋の断面積の総和を、部材断面幅  $b$  に部材断面の有効高  $d$  を乗じた  $bd$  で除して求める。

表-4.2.3 軸方向引張鉄筋比  $p_t$  に関する補正係数  $c_{pt}$

軸方向引張鉄筋比 $p_t$ (%)	0.1	0.2	0.3	0.5	1.0 以上
$c_{pt}$	0.7	0.9	1.0	1.2	1.5

iii) 軸方向圧縮力の影響

軸方向圧縮力が大きな部材の場合、式 (4.2.1) により計算される軸方向圧縮力による補正係数  $c_N$  を  $\tau_{a1}$  に乗じる。

$$c_N = 1 + M_0/M \dots\dots\dots (4.2.1)$$

ただし、 $1 \leq c_N \leq 2$

ここに、

$c_N$  : 軸方向圧縮力による補正係数

$M_0$  : 軸方向圧縮力によりコンクリートの応力度が部材引張縁で零となる曲げモーメント (N・mm)

$$M_0 = \frac{N}{A_c} \frac{I_c}{y}$$

$M$  : 部材断面に作用する曲げモーメント (N・mm)

$N$  : 部材断面に作用する軸方向圧縮力 (N)

$I_c$  : 部材断面の図心軸に関する断面二次モーメント (mm<sup>4</sup>)

$A_c$  : 部材断面積 (mm<sup>2</sup>)

$y$  : 部材断面の図心より部材引張縁までの距離 (mm)

押抜きせん断応力度  $\tau_{a3}$  は、4.1 に規定する荷重の組合せを考慮した許容応力度の割増しをしてはならない。

2) コンクリートの許容付着応力度は、直径 51mm 以下の鉄筋に対して表-4.2.4 の値とする。

表-4.2.4 コンクリートの許容付着応力度 (N/mm<sup>2</sup>)

コンクリートの設計基準強度 ( $\sigma_{ck}$ )	21	24	27	30
付着応力度 (異形棒鋼)	1.4	1.6	1.7	1.8

3) コンクリートの許容支圧応力度は、式 (4.2.2) により算出する値とする。

$$\sigma_{ba} = \left( 0.25 + 0.05 \frac{A_c}{A_b} \right) \sigma_{ck} \dots \dots \dots (4.2.2)$$

ただし、 $\sigma_{ba} \leq 0.5 \sigma_{ck}$

ここに、

$\sigma_{ba}$  : コンクリートの許容支圧応力度 (N/mm<sup>2</sup>)

$A_c$  : 局部荷荷の場合のコンクリート面の全面積 (mm<sup>2</sup>)

$A_b$  : 局部荷荷の場合の支圧を受けるコンクリート面の面積 (mm<sup>2</sup>)

$\sigma_{ck}$  : コンクリートの設計基準強度 (N/mm<sup>2</sup>)

(2) 水中で施工する鉄筋コンクリート部材

水中で施工する鉄筋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-4.2.5 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 350kg/m<sup>3</sup> 以上、水セメント比 55% 以下、スランプ 180~210mm を原則とする。

表-4.2.5 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<sup>2</sup>)

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 ( $\sigma_{ck}$ )		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 ( $\tau_{a1}$ )	0.23	0.24	0.25
	斜引張鉄筋と共同して負担する場合 ( $\tau_{a2}$ )	1.7	1.8	1.9
付着応力度 (異形棒鋼)		1.2	1.3	1.4

(3) 無筋コンクリート部材

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-4.2.6 の値とする。

表-4.2.6 無筋コンクリートの許容応力度 (N/mm<sup>2</sup>)

応力度の種類	許容応力度	備考
圧縮応力度	$\frac{\sigma_{ck}}{4} \leq 5.5$	$\sigma_{ck}$ : コンクリートの設計基準強度 $\sigma_{tk}$ : コンクリートの設計基準引張強度 (JIS A 1113 の規定による)
曲げ引張応力度	$\frac{\sigma_{tk}}{7} \leq 0.3$	
支圧応力度	$0.3 \sigma_{ck} \leq 6.0$	

ただし、支承を設置する橋座面を鉄筋で補強した場合の許容支圧応力度は、 $7.0\text{N/mm}^2$ まで高めてよい。さらに、局部載荷の場合の許容支圧応力度は、式(4.2.2)を用いて算出し、 $12\text{N/mm}^2$ を超えてはならない。

(4) プレストレストコンクリート部材

プレストレスト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、コンクリート橋編3.1及び3.2の規定による。

(5) 既製コンクリート杭

PHC杭及びSC杭のコンクリートの許容応力度は、表-4.2.7の値とする。

表-4.2.7 PHC杭及びSC杭のコンクリートの許容応力度 ( $\text{N/mm}^2$ )

応力度の種類 \ 杭種	PHC杭	SC杭
設計基準強度	80	80
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、表-4.2.8の値とする。

表-4.2.8 地震の影響を考慮するときのPHC杭のコンクリートの許容曲げ引張応力度 ( $\text{N/mm}^2$ )

有効プレストレス $\sigma_{ce}$	$3.9 \leq \sigma_{ce} < 7.8$	$7.8 \leq \sigma_{ce}$
曲げ引張応力度	3.0	5.0

(1) 大気中で施工する鉄筋コンクリート部材に用いるコンクリートに対し、設計基準強度 $\sigma_{ck}$ が $21\text{N/mm}^2$ から $30\text{N/mm}^2$ までの範囲について許容応力度を規定している。この範囲を超える設計基準強度のコンクリートの使用実績も増えているが、ここに規定のない設計基準強度のコンクリートを用いる場合には、4.1(2)の規定を踏まえて許容応力度を設定する必要がある。

なお、深礎基礎では15章及び22章に従い、十分な施工管理が行える形状寸法を確保し確実にコンクリート打設の施工管理が実施されることが表-4.2.1及び表-4.2.4に示す

許容応力度を適用する前提となることに留意する必要がある。

1) 表-4.2.1に示す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 $\tau_{d1}$ は、表-5.2.1に示すコンクリートが負担できる平均せん断応力度 $\tau_c$ を1.5の安全率で除した値としている。この安全率は、せん断補強鉄筋が少ない下部構造において長期持続荷重に対してせん断ひび割れを生じさせないことを目的として定めている。地震の影響を考慮する場合の設計では、 $\tau_{d1}$ に4.1に規定する荷重の組合せに応じた割増係数1.50を乗じた値を用いる代わりに、表-5.2.1に示す $\tau_c$ の値を用いる。その他の場合については、4.1に規定する荷重の組合せに応じた割増係数を $\tau_{d1}$ に乗じた値を許容応力度として用いる。ここで、 $\tau_{d1}$ は、部材断面の有効高 $d$ 、軸方向引張鉄筋比 $p_t$ 及び軸方向圧縮力の影響を考慮して補正する。

表-4.2.2又は表-4.2.3を用いるにあたって、部材断面の有効高 $d$ 又は軸方向引張鉄筋比 $p_t$ が表に示した値の間にある場合は、線形補間によって補正係数 $c_e$ 又は $c_M$ を求めてよい。なお、部材断面の有効高 $d$ に関する補正係数 $c_e$ については、パラペットなど対象とする部材の寸法等を考慮し、耐震設計編の表-10.5.2と異なり300mm以下の値についても規定している。

部材断面の有効高 $d$ の取り方を、矩形断面、円形断面及び中空矩形断面の場合について、図-解4.2.1から図-解4.2.3に示す。矩形断面では、有効高は圧縮縁から側方鉄筋を無視した引張鉄筋の重心位置までの距離とする。円形断面では、円形断面を面積の等しい正方形断面に置換え、置換えられた正方形断面の圧縮縁から、引張側の1/4部分の鉄筋の重心位置までの距離を有効高とする。円形断面の幅は、面積の等しい正方形断面の幅とする。

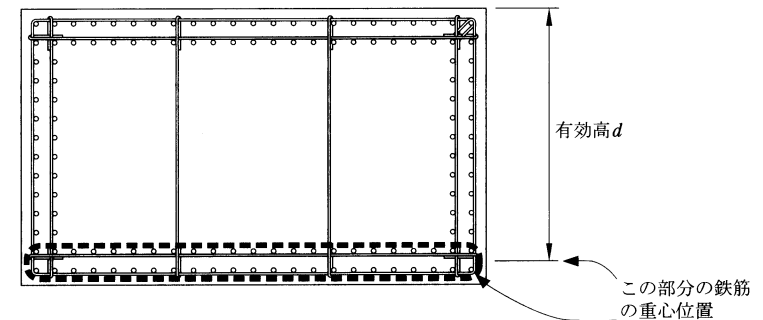


図-解4.2.1 矩形断面での有効高 $d$ の取り方

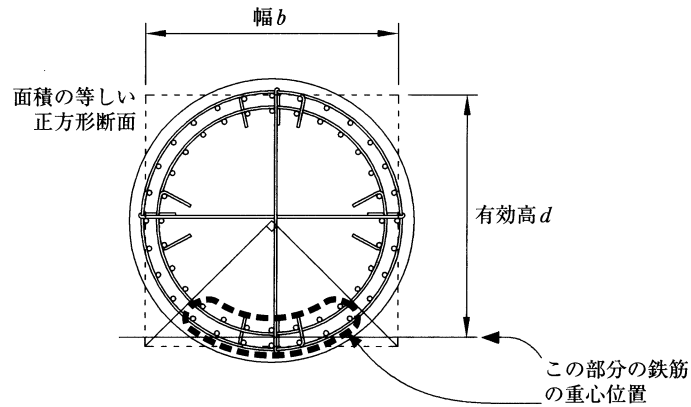


図-解 4.2.2 円形断面での有効高  $d$  及び幅  $b$  の取り方

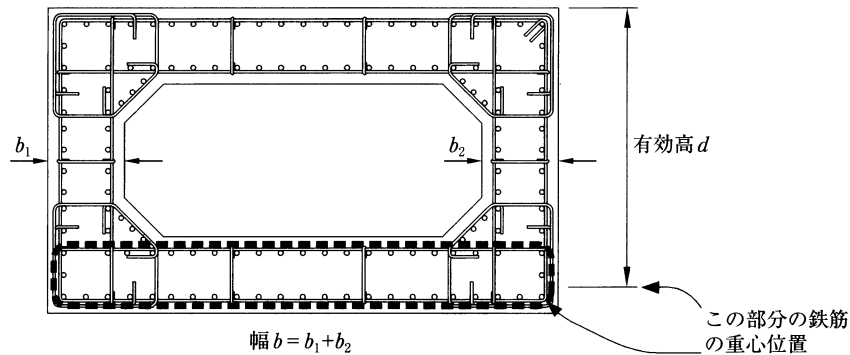


図-解 4.2.3 中空矩形断面での有効高  $d$  及び幅  $b$  の取り方

軸方向引張鉄筋比  $p_t$  は、断面の中立軸よりも引張側にある鉄筋の断面積の総和から求めることを規定しているが、計算の簡略化のため断面の図心位置から引張側にある軸方向鉄筋の断面積の総和から求めてもよい。

なお、1つの部材で複数の照査断面を有する場合、簡便性に配慮し、最も小さな  $\tau_{a1}$  を用いて全ての断面を設計してよい。

大きな軸方向圧縮力を受ける部材の場合には、コンクリートが負担できるせん断応力度が増加するため、このような場合には、軸方向圧縮力の影響を考慮して  $\tau_{a1}$  を補正することとしている。ただし、橋脚や橋台、フーチング等において軸圧縮応力度があまり大きくない場合は、簡略化のためこの影響を無視 ( $c_N=1$ ) してもよい。

鉄筋コンクリート部材は、斜引張鉄筋量を増やすことによりせん断抵抗力を増加させることができるが、ある一定量以上に配筋した場合、コンクリートの斜め圧縮破壊を生じることが予想される。このため、斜引張鉄筋と共同して負担する場合の平均せん断応力度の最大値として、表-4.2.1の  $\tau_{a2}$  を規定している。

押抜きせん断応力度の照査にあたっては、部材断面の有効高  $d$ 、軸方向引張鉄筋比  $p_t$  及び軸方向圧縮力の影響を考慮した補正、及び、4.1に規定している荷重の組合せを考慮した許容応力度の割増しをしてはならないとしている。これは、杭頭接合部のような場合には、押抜きせん断力に加え、水平力と曲げモーメントが同時に作用するような荷重下における許容押抜きせん断応力度の評価については不明な点が多いためである。ただし、8.4.3に規定するパラペットの設計においては、落橋防止構造の取付部は、床版等と同様に主として押抜きせん断力のみが作用する部位と考えられることから、 $\tau_{a3}$  の値をその照査に用いてよいものとし、また、地震時の照査にあたっては、割増係数を考慮してコンクリートが負担できる押抜きせん断応力度を求めてもよい。

- 2) 本編では、これまでの調査研究を踏まえて、表-4.2.4は直径51mm以下の鉄筋に適用するものと規定としている。
- 3) コンクリートの許容支圧応力度は、式(4.2.2)を用いて算出するが、その際、次の事項に注意する必要がある(図-解4.2.4参照)。

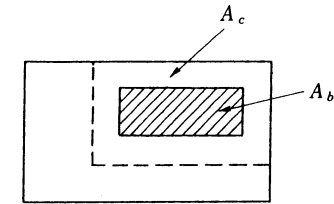


図-解 4.2.4 支圧面積のとり方

- ①  $A_c$  と  $A_b$  の重心位置は一致すること。
- ②  $A_c$  の幅、長さはそれぞれ  $A_b$  の幅、長さの5倍以下とする。
- ③  $A_b$  が多数ある場合、各々の  $A_c$  は重複してはならない。
- ④  $A_b$  の背面は支圧力作用方向に直角な方向に生じる引張力に対し格子状の鉄筋等で補強する必要がある。

(2) 同一配合のコンクリートにおいて、水中コンクリートは気中コンクリートに比較して、一般に強度のばらつきが大きく、また平均強度も低い。この点を考慮し、標準養生した供試体の圧縮強度と実際に施工した場所打ち杭のコアの圧縮強度との関係をもとに、水中コンクリートの設計基準強度に対する許容値を表-4.2.5のように定めている。ただし、付着応力については鉄筋が掘削孔内の泥水の影響を受けること等から大気中での値を低減している。

一般に、場所打ち杭及び地中連続壁に用いる水中コンクリートは、品質管理が容易で、施工実績の多い呼び強度（JIS A 5308 で保証される圧縮強度）が  $30\text{N/mm}^2$  の水中コンクリートを用いるのがよい。なお、これより高強度の水中コンクリートを用いる場合には、単位水量を増大させることなく流動性を高めるために、流動化剤が必要となる場合がある。この場合、流動化剤の使用法については、あらかじめ検討を行い、十分な品質管理を行う必要がある。

今回の改定で、スランブの最低値は  $150\text{mm}$  から  $180\text{mm}$  に見直されている。これは、特に鉄筋かごの主鉄筋、帯鉄筋の間隔が狭い場合などでもコンクリートの充てんがより確実に行われるようにするためである。

(3) 無筋コンクリートの許容値を定めたものである。コンクリートの許容曲げ引張応力度については、 $\sigma_{tk}/7$  のかわりに  $\sigma_{tk}/80$  を目安にしてもよい。

(5) 既製コンクリート杭のコンクリートに関する許容値は工場での厳重な品質管理のもとに製作されるので、(4)とは別途に規定している。表-4.2.7 に示すように、PHC 杭の許容曲げ引張応力度は零としているが、荷重の組合せのうち地震の影響を考慮する場合は、少なくとも単純曲げが作用した状態で破壊安全度が 2 以上確保されるように、表-4.2.8 に示すとおり、有効プレストレス量に応じて規定している。ここで、有効プレストレス  $\sigma_{pe}$  が  $3.9 \leq \sigma_{pe} < 7.8$  に該当する PHC 杭は、JIS A 5373 に規定される PHC 杭 A に、また、 $7.8 \leq \sigma_{pe}$  に該当する PHC 杭は、B 及び C に、それぞれ対応するものと考えてよい。

許容せん断応力度は、コンクリートのみでせん断力を負担させる場合の値  $\tau_{d1}$  を示している。この値は荷重の組合せの他、杭に作用する軸方向圧縮力、有効プレストレス量に応じて式 (4.2.1) により割増することができる。ここで、PHC 杭のせん断応力度については、せん断耐力試験の結果から  $0.85\text{N/mm}^2$  としている。なお、この値は、(1)1)に規定している有効高の影響及び軸方向引張鉄筋比の影響による補正は行わない。

SC 杭のコンクリートの許容応力度は、PHC 杭に準じる。

### 4.3 鉄筋の許容応力度

(1) 鉄筋の許容応力度は、直径  $51\text{mm}$  以下の鉄筋に対して表-4.3.1 の値とする。

表-4.3.1 鉄筋の許容応力度 ( $\text{N/mm}^2$ )

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	180	180	180
	2) 一般の部材			
	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	200	230	290
	4) 軸方向鉄筋			
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

(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う場合、母材の許容応力度と同等としてよい。

(1) コンクリート橋編 3.3 の規定を直径  $51\text{mm}$  以下の鉄筋に準用している。今回、従来の鉄筋の種類のうち、下部構造での使用実績がほとんどない SR235 及び SD295 を削除している。一方、SD345 より降伏点の高い鉄筋が下部構造に用いられる場合があり、近年その使用実績が増加し技術的知見が蓄積されたことから、今回の改定で SD390 及び SD490 について新たに規定している。

1), 2), 3) 鉄筋コンクリート部材の耐久性を向上させるためには、有害なひび割れが生じないように配慮することが重要である。はり部材等のように活荷重及び衝撃以外の主荷重が作用する状態において引張応力度が発生する部材に対し、活荷重等の作用による有害なひび割れの進展を抑えるために、その状態における鉄筋の許容応力度を規定している。

鉄筋コンクリート部材に SD390 又は SD490 を使用する場合においても、ひび割れの影響を考慮する観点から、鉄筋強度によらず従来の SD345 と同じ許容応力度を規定している。

なお、この許容応力度は、活荷重及び衝撃以外の主荷重が作用する状態において引張応力度が発生しない部材、常に水中又は土中にある部材、直接土に接する部材等については適用する必要はない。

4), 5) SD390 及び SD490 の許容応力度は、軸方向鉄筋への適用に関する実験的検証等に基づき、従来と同等程度の安全余裕を確保するように規定している。杭頭接合部の補強鉄筋についても同様の実験的検証がされていることから、軸方向鉄筋と同じ許容応力度を適用してよい。ただし、下部構造への各部材・部位への SD390 及び SD490 の適用性を検証する実験は、30N/mm<sup>2</sup>以上の強度を有するコンクリートを用いて実施されているため、鉄筋コンクリート部材に SD390 又は SD490 を使用する場合には、設計基準強度 30N/mm<sup>2</sup>のコンクリートを選定するのがよい。

なお、SD390 及び SD490 のせん断補強鉄筋等、軸方向鉄筋や杭頭接合部の補強鉄筋と異なる目的で配置される鉄筋への適用に関しては、本編で規定される評価方法の適用性がまだ十分に検証されていないため、SD345 と同一の値を規定している。

6) 許容応力度は、有害なひび割れを防止し、鉄筋強度に見合う定着方法や定着長についても適切な設計となるように定める必要がある。表-4.3.1 に示される許容応力度は、このような観点を考慮して定めている。

(2) JIS Z 3881 に定められた試験に合格した者が、十分な試験や施工管理のもとでガス圧接を行う場合は、母材の許容応力度と同等の強度とすることができる。なお、SD490 を用いる場合は、施工前試験の実施や圧接部のふくらみの直径の品質判定基準の条件が SD345 や SD390 に比べて厳しくなっており、これを適切に行うことが母材の許容応力度と同等の強度とする前提条件となることから留意する必要がある。

#### 4.4 構造用鋼材の許容応力度

構造用鋼材の母材部及び溶接部の許容応力度は、表-4.4.1 の値とする。ただし、これらは板厚が 40mm 以下の場合の値であり、また、圧縮及び鋼管のせん断については、座屈を考慮しない場合の値である。強度の異なる鋼材を接合する場合においては、強度の低い鋼材に対する値を用いる。

表-4.4.1 構造用鋼材の許容応力 (N/mm<sup>2</sup>)

区分	鋼材記号		SS 400	SM 490	SM 490Y	SM 570
	応力度の種類		SM 400 SMA 400W SKK 400 SKY 400	SKK 490 SKY 490	SM 520 SMA 490W	SMA 570W
母材部		引張	140	185	210	255
		圧縮	140	185	210	255
		せん断	80	105	120	145
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
現場溶接	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。		

注) SS400 は溶接構造に用いてはならない。

共通編 3.1 及び鋼橋編 1.6, 3.2.1, 3.2.3, 15.3 に準拠して規定している。

表-4.4.1 に示した許容応力度は、板厚 40mm 以下の場合の値であり、40mm を超える板厚の部材を用いる場合には、鋼橋編 3.2.1, 3.2.3, 15.3 に示す許容応力度を用いる。

SS400 については、JIS では化学成分として、P と S の量のみを規定し、溶接性を確保するための化学成分については規定されていないので、非溶接部材に限定して使用することができる。ただし、板厚 22mm 以下の SS400 を仮設資材に用いる場合や事前に溶接性に問題がないことを確認した場合には、溶接部材に使用してよい。

現場溶接の許容応力度は、従来、工場溶接の 90% としていた。しかし、溶接技術の向上に加えて適切な施工管理が行われている場合、十分な溶接品質が確保できることがこれま



での実績から明らかになったことから、今回の改定では原則として工場溶接と同じ許容応力度としている。ただし、18章の規定に従い、適切な技能を有する溶接工が適切な溶接環境のもとで施工するとともに、非破壊検査や施工過程の記録化などにより品質管理を行うことが前提となることに留意する必要がある。

#### 4.5 PC鋼材の許容応力度

PC鋼材の許容応力度は、コンクリート橋編3.1及び3.4の規定による。

プレストレストコンクリート部材に用いるPC鋼材の許容応力度は、コンクリート橋編3.1及び3.4の規定による。

なお、PHC杭のPC鋼材として、コンクリート橋編に許容応力度が規定されていないJIS G 3137 細径異形PC鋼棒D種1号を用いる場合には、表-解4.5.1に規定する許容応力度を用いてよい。

表-解 4.5.1 細径異形PC鋼棒D種1号の許容引張応力度 (N/mm<sup>2</sup>)

種 類	記 号	許容引張応力度
JIS G 3137 細径異形PC鋼棒D種1号	SBPD 1275/1420	855

#### 参 考 文 献

- 1) (社)コンクリートパイル建設技術協会：PHC杭のせん断耐力実験報告書，1997.3.
- 2) (社)土木学会：コンクリート・ライブラリー第43号 太径鉄筋D51を用いる鉄筋コンクリート構造物の設計指針，1977.8.
- 3) 独立行政法人土木研究所：鉄筋コンクリート構造物の施工性を考慮した構造細目の検討，土木研究所資料第4143号，2009.6.

## 5章 部材の照査

### 5.1 常時、暴風時及びレベル1地震時における部材の照査

#### 5.1.1 一 般

- (1) 常時、暴風時及びレベル1地震時における部材の照査にあたっては、部材断面に生じる断面力は、弾性理論により算出する。この場合、コンクリート部材の曲げ剛性、せん断剛性及びねじり剛性は、コンクリートの全断面を有効とし、鋼材を無視して算出した値を用いてよい。
- (2) 曲げモーメント又は軸方向力が作用する鉄筋コンクリート部材の常時、暴風時及びレベル1地震時に対する照査は、5.1.2の規定により行わなければならない。
- (3) せん断力が作用する鉄筋コンクリート部材の常時、暴風時及びレベル1地震時に対する照査は、5.1.3の規定により行わなければならない。

#### 5.1.2 曲げモーメント又は軸方向力が作用する鉄筋コンクリート部材の照査

鉄筋コンクリート部材断面に生じるコンクリート及び鉄筋の応力度を次の仮定により算出し、これが4章に規定する許容応力度以下であることを照査しなければならない。

- (1) 維ひずみは中立軸からの距離に比例する。
- (2) コンクリートの引張強度は無視する。
- (3) 鉄筋とコンクリートのヤング係数比は15とする。

常時、暴風時及びレベル1地震時における鉄筋コンクリート部材の曲げモーメントに対する照査の基本的な考え方について示したものである。曲げモーメント、又は、曲げモーメントと軸方向力を受ける鉄筋コンクリート部材の応力度を計算するための仮定について

は、(1)の平面保持の仮定など、従来から一般に行われている仮定を適用するものとしている。

### 5.1.3 せん断力が作用する鉄筋コンクリート部材の照査

#### (1) せん断力に対する照査

- 1) コンクリートのみでせん断力を負担する場合には、(3)の規定により平均せん断応力度 $\tau_m$ を算出し、これが4.2に規定する許容せん断応力度 $\tau_{a1}$ 以下であることを照査しなければならない。
- 2) 斜引張鉄筋と共同してせん断力を負担する場合には、平均せん断応力度 $\tau_m$ が4.2に規定する許容せん断応力度 $\tau_{a2}$ 以下であることを照査しなければならない。

#### (2) 照査断面

T形橋脚、ラーメン橋脚等において、柱付近におけるはりのせん断力に対する照査は、図-5.1.1に示す部材断面に対して行う。

隅角部にハンチを有する場合には、ハンチの始点及び終点での各部材高を用いてそれぞれ求まる照査断面のうち、柱に近い側の断面に対して照査を行う。また、柱付近(図-5.1.1の斜線部)の斜引張鉄筋は照査断面で算出される鉄筋量以上を配置することを原則とする。

柱、壁等の下端部におけるコンクリートのせん断力に対する照査は、図-5.1.2に示す断面に対して行う。

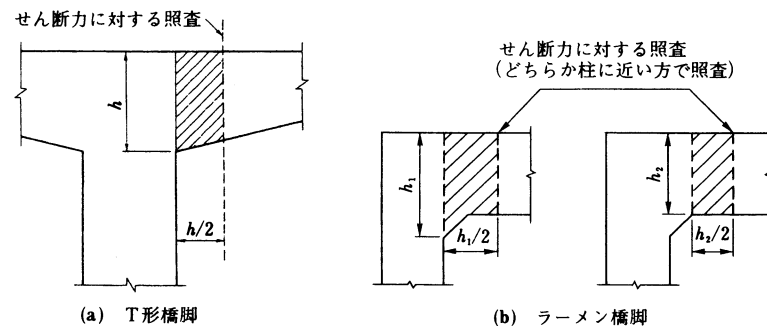


図-5.1.1 柱付近におけるはりのせん断力に対する照査断面

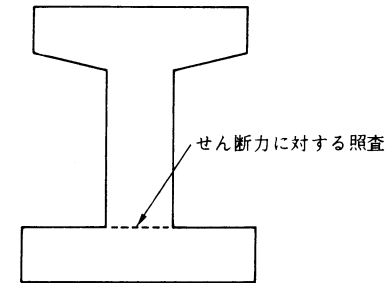


図-5.1.2 柱のせん断力に対する照査断面

#### (3) 平均せん断応力度

鉄筋コンクリート部材断面に生じるコンクリートの平均せん断応力度は、式(5.1.1)により算出する。

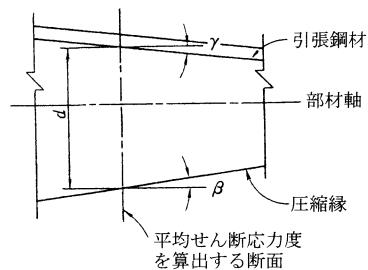
$$\tau_m = \frac{S_h}{bd} \dots \dots \dots (5.1.1)$$

ここに、

- $\tau_m$  : 部材断面に生じるコンクリートの平均せん断応力度 (N/mm<sup>2</sup>)
- $S_h$  : 部材の有効高の変化の影響を考慮したせん断力 (N) で、式(5.1.2)により算出する。ただし、せん断スパン比により許容せん断応力度の割増しを行う場合や、地震時に交番繰返しの荷重を受ける橋脚柱等の場合には、部材の有効高の変化の影響を考慮してはならない。

$$S_h = S - \frac{M}{d}(\tan\beta + \tan\gamma) \dots \dots \dots (5.1.2)$$

- $S$  : 部材断面に作用するせん断力 (N)
- $M$  : 部材断面に作用する曲げモーメント (N・mm)
- $d$  : 部材断面の有効高 (mm) (図-5.1.3 参照)
- $b$  : 部材断面幅 (mm)
- $\beta$  : 部材圧縮縁が部材軸方向となす角度 (°) (図-5.1.3 参照)
- $\gamma$  : 引張鋼材が部材軸方向となす角度 (°) (図-5.1.3 参照)



(注)  $\beta$  及び  $\gamma$  は、曲げモーメントの絶対値が増すに従って有効高が増す場合には正、減じる場合には負とする。

図-5.1.3  $\beta$ ,  $\gamma$  及び  $d$  の取り方

(4) 斜引張鉄筋

コンクリートの平均せん断応力度が 4.2 に規定する許容せん断応力度  $\tau_{a1}$  を超える場合においては、式 (5.1.3) により算出される断面積以上の斜引張鉄筋を配置する。

なお、はりにおいては斜引張鉄筋が負担するせん断力の合計のうち、1/2 以上を 7.10 に規定するはりのせん断補強鉄筋で負担させることを原則とする。

$$A_w = \frac{1.15 S_h' s}{\sigma_{sa} d (\sin \theta + \cos \theta)} \quad \dots \dots \dots (5.1.3)$$

$$\Sigma S_h' = S_h - S_{ca}$$

ここに、

- $A_w$  : 間隔  $s$  及び角度  $\theta$  で配置される斜引張鉄筋の断面積 (mm<sup>2</sup>)
- $S_h'$  : 間隔  $s$  及び角度  $\theta$  で配置される斜引張鉄筋が負担するせん断力 (N)
- $\Sigma S_h'$  : 斜引張鉄筋が負担するせん断力  $S_{hi}$  の合計 (N)
- $S_h$  : 部材の有効高の変化の影響を考慮したせん断力 (N) で、式 (5.1.2) による。ただし、せん断スパン比により許容せん断応力度の割増しを行う場合や、地震時に交番繰返し荷重を受ける橋脚柱等の場合においては、部材の有効高の変化の影響を考慮してはならない。
- $S_{ca}$  : コンクリートが負担するせん断力 (N) で、式 (5.1.4) により算出する。
- $S_{ca} = \tau_{a1} b d \quad \dots \dots \dots (5.1.4)$

$\tau_{a1}$  : 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 (N/mm<sup>2</sup>)

$d$  : 部材断面の有効高 (mm)

$b$  : 部材断面幅 (mm)

$s$  : 斜引張鉄筋の部材軸方向の間隔 (mm)

$\theta$  : 斜引張鉄筋が部材軸方向となす角度 (°)

$\sigma_{sa}$  : 斜引張鉄筋の許容引張応力度 (N/mm<sup>2</sup>)

(1) 常時、暴風時及びレベル 1 地震時におけるせん断力に対する照査は、平均せん断応力度  $\tau_m$  により行うこととしている。

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  $\tau_{a1}$  は、4.1, 4.2 の規定によって補正した値を用いる。 $\tau_m$  が  $\tau_{a1}$  を超える場合には、式 (5.1.3) により算出され、かつ 7.10 に規定する鉄筋量以上の斜引張鉄筋を配置する。ここで、斜引張鉄筋とは、せん断力により部材断面に生じる斜引張力に抵抗するために配置する折曲げ鉄筋及び 7.10 に規定するせん断補強鉄筋を指す。 $\tau_m$  が斜引張鉄筋と共同してせん断力を負担する場合の許容せん断応力度  $\tau_{a2}$  を超える場合には、コンクリート断面を大きくする等の適切な配慮が必要である。

(2) せん断力に対する照査は、せん断力の大きな断面やせん断耐力の変化する断面で行うことが基本である。ただし、図-5.1.1 に斜線で示すように、柱付近のはり部材のような場合には、照査を行わずによいこととしている。

(3) せん断力に対する照査を行う際の平均せん断応力度  $\tau_m$  の算出法について示している。 $\tau_m$  は部材の有効高の変化の影響を考慮して算出する。ただし、フーチングや頂版等のようにせん断スパン比が小さな部材において、せん断スパン比の影響を考慮して 8.7.4 の規定により許容せん断応力度を割増す場合には、部材の有効高の変化の影響を考慮してはならないとしている。また、橋脚柱のように地震時に非線形域での正負交番繰返し荷重を受ける場合についても、部材の有効高の変化の影響が不明なため、これを考慮してはならないとしている。

(4) 斜引張鉄筋の算出法について示している。コンクリートが負担するせん断力  $S_{ca}$  を算定する際の  $\tau_{a1}$  は、4.1, 4.2 により補正した値を用いてよい。

なお、式 (5.1.3) で部材断面の有効高  $d$  を用いているが、せん断スパン  $a$  が  $d/1.15$  よりも小さい場合には、せん断ひび割れを横切る斜引張鉄筋量を過大に見積もることのないよう、式 (5.1.3) 中の  $d/1.15$  に代わって  $a$  を用いる必要がある (図-解 5.1.1 参照)。

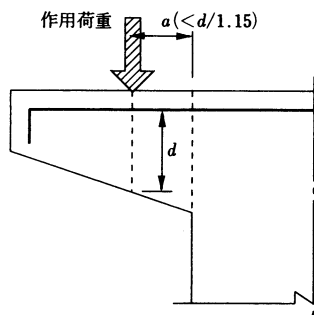


図-解 5.1.1 せん断スパン  $a$  が  $d/1.15$  より小さい場合

## 5.2 レベル 2 地震時における部材の照査

### 5.2.1 一般

- (1) レベル 2 地震時における部材の照査にあたっては、部材に生じる断面力及び変形は、部材の塑性化を考慮した解析により算出することを原則とする。
- (2) 曲げモーメント又は軸方向力が作用する鉄筋コンクリート部材のレベル 2 地震時に対する照査は、5.2.2 の規定により行わなければならない。
- (3) せん断力が作用する鉄筋コンクリート部材のレベル 2 地震時に対する照査は、5.2.3 の規定により行わなければならない。

### 5.2.2 曲げモーメント又は軸方向力が作用する鉄筋コンクリート部材の照査

- (1) 塑性化を考慮しない部材においては、原則として、鉄筋コンクリート部材に生じる曲げモーメントが、降伏曲げモーメント以下であることを照査する。
- (2) 塑性化を考慮する部材においては、耐震設計編 5.3 又は耐震設計編 5.4 に規定する部材の限界状態を超えないことを耐震設計編 5.6 の規定により照査する。

レベル 2 地震時の照査にあたっては、耐震設計編 5.3 又は耐震設計編 5.4 の規定に従い、塑性化を考慮する部材・部位を特定する必要がある。

塑性化を考慮しない部材では、部材に生じる曲げモーメントが部材の降伏曲げモーメントを超えないことを照査することを原則としている。また、塑性化を考慮する部材では、耐震設計編 5.6 の規定に基づき耐震性能に応じた限界状態を満たすよう照査を行う。この場合、部材によって許容塑性率が異なることに注意が必要である。

#### (1) 塑性化を考慮しない部材

レベル 2 地震時の設計において、はり、フーチング等のように塑性化を考慮しない部材では、部材に生じる曲げモーメントが部材の降伏曲げモーメントを超えないことを照査することを規定している。従来、フーチング以外の塑性化を考慮しない部材については、最大抵抗曲げモーメント以下となるよう照査することが規定されていた。しかし、例えば橋脚のはりが地震時に降伏し塑性化が生じると、上部構造を安全に支持できず地震後の速やかな機能の回復が困難となる。損傷が著しい場合には桁の落下等に至るおそれもある。このため、今回の改定ではフーチング以外の部材でも塑性化させない範囲に部材の状態を留めることを明確にしている。

塑性化を考慮しない部材の降伏曲げモーメントは、平面保持を仮定したうえで、引張主鉄筋が降伏に達するときの部材断面の曲げモーメントとして求めることができる。なお、コンクリートの応力度-ひずみ関係は、一般に塑性化によるエネルギー吸収を期待せず横拘束鉄筋が十分に配置されていないことが多いため、コンクリート橋編 4.2.4 に規定するモデルを用いるのがよい。

#### (2) 塑性化を考慮する部材

鉄筋コンクリート橋脚柱、杭、ケーソン本体等において塑性化を考慮する場合には、耐震設計編 5.3 又は耐震設計編 5.4 の規定に基づき設定される限界状態を超えないことを照査する。塑性化を考慮する部材では、部材が塑性化しても急激に耐荷力が低下することなく、一定の変形能を確保できるような構造とする必要がある。

### 5.2.3 せん断力が作用する鉄筋コンクリート部材の照査

- (1) 部材に生じるせん断力が、式 (5.2.1) により算出する断面のせん断耐力  $P_s$  以下であることを照査する。
- $$\left. \begin{aligned} P_s &= S_c + S_s \\ S_c &= c_c c_e c_{\mu} c_{N\tau_c} b d \\ S_s &= \frac{A_w \sigma_{sy} d (\sin \theta + \cos \theta)}{1.15 s} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (5.2.1)$$

ここに、

- $P_s$  : せん断耐力 (N)  
 $S_c$  : コンクリートの負担するせん断耐力 (N)  
 $S_s$  : 斜引張鉄筋の負担するせん断耐力 (N)  
 $\tau_c$  : コンクリートが負担できる平均せん断応力度 ( $\text{N}/\text{mm}^2$ ) で、表-5.2.1 の値とする。  
 $c_c$  : 荷重の正負交番作用の影響に関する補正係数で、耐震設計編 10.5 の規定による。ただし、橋脚の張出ばり、橋台及び基礎については  $c_c=1$  としてよい。  
 $c_e$  : 部材断面の有効高  $d$  に関する補正係数で、表-4.2.2 の値とする。  
 $c_N$  : 軸方向圧縮力による補正係数で、式 (4.2.1) により算出する。橋脚、橋台及びフーチングについては  $c_N=1$  とする。  
 $c_M$  : 軸方向引張鉄筋比  $p_t$  に関する補正係数で、表-4.2.3 の値とする。  
 $d$  : 部材断面の有効高 (mm)  
 $b$  : 部材断面幅 (mm)  
 $A_w$  : 間隔  $s$  及び角度  $\theta$  で配置される斜引張鉄筋の断面積 ( $\text{mm}^2$ )  
 $\sigma_{sy}$  : 斜引張鉄筋の降伏点 ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )。ただし、上限を  $345 \text{ N}/\text{mm}^2$  とする。  
 $s$  : 斜引張鉄筋の部材軸方向の間隔 (mm)  
 $\theta$  : 斜引張鉄筋が部材軸方向となす角度 ( $^\circ$ )

表-5.2.1 コンクリートが負担できる平均せん断応力度  $\tau_c$  ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )

コンクリートの設計基準強度 $\sigma_{ck}$	21	24	27	30
コンクリートが負担できる平均せん断応力度 $\tau_c$	0.33	0.35	0.36	0.37

また、コンクリートの斜め圧縮破壊を防ぐため、部材断面に生じるコンクリートの平均せん断応力度は、コンクリート橋編 4.3.4 の表-4.3.2 に示す値以下とする。

(2) 照査断面

5.1.3 (2) の規定による。

(1) 耐震設計編 10.5 に準じてせん断耐力を照査する。

コンクリートが負担できる平均せん断応力度  $\tau_c$  は、荷重の正負交番作用、部材断面の有効高及び軸方向引張鉄筋比の影響を考慮して規定している。軸方向圧縮力による補正は、部材が過度に塑性化せず、また、杭のように軸力の作用が明確な部材においてのみ考慮する。表-5.2.1 を用いるにあたって、コンクリートの設計基準強度が表に示した値の間にある場合は、線形補間によって  $\tau_c$  を求めてよい。なお、有効高の取り方や軸方向引張鉄筋比の計算法については、4.2 (1) の解説による。

式 (5.2.1) 中の  $S_s$  の算定式は、せん断スパン  $a$  が  $d/1.15$  よりも小さい場合には、5.1.3 (4) の解説と同様に  $d/1.15$  に代わって  $a$  を用いる必要がある。

斜引張鉄筋を一定量以上に配置した場合、コンクリートの斜め圧縮破壊を生じることが考えられる。下部構造で用いる一般の部材では、部材寸法が大きいため斜め圧縮破壊が生じる可能性は小さいが、極端に部材寸法の小さな部材を設計する場合には、斜め圧縮破壊が生じないことを照査することを規定している。

なお、この項で規定される方法によりせん断耐力を算出する場合の斜引張鉄筋の降伏点は、従来より用いられている SD345 の降伏点を上限値としている。これは、斜引張鉄筋として SD390 及び SD490 の鉄筋を用いる場合のせん断耐力を算出するにあたり、この項で規定される方法の適用性がまだ十分に検証されていないためである。

## 7章 鉄筋コンクリート部材の構造細目

### 7.1 適用の範囲

本章の規定は、下部構造を構成する鉄筋コンクリート部材に適用する。

本章は、下部構造を構成する鉄筋コンクリート部材の構造細目について規定している。下部構造に関する構造細目としては、本章のほか、橋脚、橋台及びフーチングに特有の構造細目を8章に、直接基礎、ケーソン基礎、杭基礎、鋼管矢板基礎、地中連続壁基礎及び深礎基礎に特有の構造細目をそれぞれ10章から15章に規定している。また、塑性化を考慮する橋脚に特有の構造細目は耐震設計編10章に規定している。

### 7.2 一般

下部構造の鉄筋コンクリート部材の設計にあたっては、構造物に損傷が生じないための措置、構造上の弱点を作らない配慮、弱点と考えられる部分の補強方法、施工方法等を考慮し、設計に反映させなければならない。

コンクリート橋編6.2に準じて定めている。

鉄筋コンクリート部材の設計は、設計計算のみに基づいて行うものではなく、設計計算上の仮定が成り立つための前提条件を満たすようにすること、設計計算では着目していない二次応力、局部応力等による部材の損傷を生じさせないようにすること、構造上の弱点部を作らないように配慮すること、又はその部分の補強となること等を考慮して行う必要がある。また、鉄筋の配置にあたっては、施工性等を検討することが必要である。これらについて、ある程度標準化したものが構造細目であり、設計にあたっては、本章の意図するところを十分に反映する必要がある。

### 7.3 最小鉄筋量、最大鉄筋量

#### (1) 最小鉄筋量

- 1) i) 曲げを受ける部材では、コンクリートのひび割れとともに耐力が減じて急激に破壊することのないように、軸方向引張鉄筋を配置しなければならない。
- ii) 部材の最大抵抗曲げモーメントがひび割れ曲げモーメント以上となるように軸方向引張鉄筋を配置した場合においては、i)を満たすものとみなす。ただし、部材に発生する曲げモーメントの1.7倍がひび割れ曲げモーメント以下の場合においては、この規定によらなくてよい。
- 2) i) 柱や壁のように軸方向力が支配的な部材においては、設計で想定した以上の偏心荷重が作用した場合にも部材が脆性的に破壊しないように、軸方向鉄筋を配置しなければならない。
- ii) コンクリートに局所的な弱点があってもその部分の応力を分散できるように、必要な量の軸方向鉄筋を配置しなければならない。
- iii) 柱や壁のように軸方向力を受ける部材の軸方向鉄筋量を、軸方向力に対して計算上必要なコンクリート断面積の0.8%以上とした場合においては、i)及びii)を満たすものとみなす。
- 3) i) 乾燥収縮や温度勾配等による有害なひび割れが発生しないように、鉄筋を配置しなければならない。
- ii) 部材表面に沿った長さ1mあたり500mm<sup>2</sup>以上の断面積の鉄筋を中心間隔300mm以下の間隔で配置した場合においては、i)を満たすものとみなす。

#### (2) 最大鉄筋量

曲げを受ける部材では、鉄筋の降伏よりコンクリートの破壊が先行する脆性的な破壊が生じないように、軸方向引張鉄筋を配置しなければならない。

- (1) 1) ii) コンクリートの引張強度は小さく、曲げに対する鉄筋コンクリート部材の耐力は、その引張側に配置される軸方向引張鉄筋により大きく支配される。したがっ

て、コンクリート断面に比較して軸方向引張鉄筋量が極端に少ない部材は、設計で想定していない大きな曲げを受けると、コンクリートのひび割れとともに耐力が減じ、急激に破壊するおそれがある。このような急激な破壊を防ぐためには、部材の最大抵抗曲げモーメントをひび割れ曲げモーメント以上とすればよく、この条件を満たす軸方向引張鉄筋を配置すれば i) を満たすとみなしてよいとしている。ここで、最大抵抗曲げモーメントは、コンクリート橋編 4.2.4 に規定している破壊抵抗曲げモーメントとして計算してよい。

しかし、設計荷重に対して十分に余裕のある断面を有する部材については、この規定によると過大な配筋となる場合があることから、部材に生じる曲げモーメントの 1.7 倍がひび割れ曲げモーメント以下の場合にはこの規定によらなくてもよいとしている。ここで、ひび割れ曲げモーメント  $M_c$  は、式 (解 7.3.1) により算出することができる。

$$M_c = Z_c \left( \sigma_M + \frac{N}{A_c} \right) \dots\dots\dots \text{(解 7.3.1)}$$

ここに、

- $M_c$  : ひび割れ曲げモーメント (N・mm)
- $Z_c$  : コンクリート部材の断面係数 (mm<sup>3</sup>)
- $\sigma_M$  : コンクリートの曲げ引張強度 (N/mm<sup>2</sup>)
- $\sigma_M = 0.23 \sigma_{ck}^{2/3}$
- $\sigma_{ck}$  : コンクリートの設計基準強度 (N/mm<sup>2</sup>)
- $N$  : 軸方向力 (N)
- $A_c$  : コンクリート部材の断面積 (mm<sup>2</sup>)

2) i), ii) 柱や壁のように軸方向力を受ける部材においては、設計で想定した以上の偏心荷重が作用した場合にも部材が十分な安全性を保持するとともに、コンクリートに局部的な弱点があってもその部分の応力を分散できるように、必要な量の鉄筋を配置することが必要である。

iii) i) や ii) に対する配筋量を定量的に見込むことは困難であるが、従来の実績を踏まえ、柱や壁のような部材の軸方向鉄筋量は、計算上必要なコンクリート断面積  $A'$  の 0.8% 以上とすれば i) 及び ii) を満たすとみなしてよいとしている。計算上必要なコンクリート断面積  $A'$  は、式 (解 7.3.2) により算出される  $A'_1$ ,  $A'_2$  のうち大きい値とする。

$$\left. \begin{aligned} A'_1 &= N_a / (0.008 \sigma_{sa} + \sigma_w) \\ A'_2 &= N_u / (0.008 \sigma_{sy} + 0.85 \sigma_{ck}) \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots \text{(解 7.3.2)}$$

ここに、

- $N_a$  : 常時、暴風時及びレベル 1 地震時に対する照査時の軸方向圧縮力 (N)

- $N_u$  : レベル 2 地震時に対する照査時の軸方向圧縮力 (N)
- $\sigma_{sa}$  : 鉄筋の許容圧縮応力度 (N/mm<sup>2</sup>)
- $\sigma_{ca}$  : コンクリートの許容軸圧縮応力度 (N/mm<sup>2</sup>)
- $\sigma_{sy}$  : 圧縮鉄筋の降伏点 (N/mm<sup>2</sup>)
- $\sigma_{ck}$  : コンクリートの設計基準強度 (N/mm<sup>2</sup>)

3) ii) コンクリート部材では、コンクリートの乾燥収縮や温度の影響などによってひび割れが生じる可能性がある。このひび割れ幅を有害でない程度に抑えるには、十分な鉄筋を配置することが有効である。鉄筋コンクリート部材断面においては、その表面に沿う長さ 1m あたりにつき 500mm<sup>2</sup> 以上の断面積の鉄筋を 300mm 以下の間隔で配置すれば i) を満たすとみなしてよいとしている。1), 2) に規定している軸方向鉄筋は、この目的を兼ねるものと考えてよい。

(2) 軸方向引張鉄筋量が多くなると鉄筋の降伏よりもコンクリートの破壊が先行し、脆性的な破壊が生じるおそれがある。したがって、軸方向引張鉄筋は、その鉄筋量が釣合い鉄筋量以下となるように配置する。ここで、釣合い鉄筋量とは、軸方向引張鉄筋が降伏点に達すると同時にコンクリートの縁圧縮ひずみとその終局圧縮ひずみに達するような引張鉄筋量とする。一般には部材の軸方向引張鉄筋量を部材の有効断面積の 2% 以下とすればよいが、軸方向引張鉄筋量が有効断面積の 2% を超える場合には、コンクリート橋編 4.2.4 を参考に検討を行う。ここで、部材の有効断面積は、部材断面幅に部材断面の有効高を乗じたものである。

また、鉄筋が過密に配置される場合には、コンクリート打設等の施工性が低下する。したがって、軸方向力を受ける部材の軸方向鉄筋量は、部材の全断面積の 6% 程度以下とするのがよい。

下部構造の部材は断面積に対して鉄筋量が過大になることは少ないと考えられるが、太径の鉄筋を使う場合やラーメン構造などで断面が小さくなる場合には、鉄筋量が部材断面に対して大きくなる場合があるので注意が必要である。

## 7.4 鉄筋のかぶり

- (1) コンクリートと鉄筋との付着を確保し、鉄筋の腐食を防ぎ、水流や火災に対して鉄筋を保護する等のために必要なかぶりを確保しなければならない。
- (2) 水中又は土中にある部材については、維持管理の困難さも考慮し、必要なかぶりを確保しなければならない。