

学籍番号：

氏名：

■ 演 習 問 題 ■

- (1) 図1のRC造門型フレームを設計する。

部材断面および使用材料は下記による。

柱： $b \times D = 600 \times 600 \text{ mm}$ ($d = 530$)

梁： $b \times D = 400 \times 600 \text{ mm}$ ($d = 530$)

コンクリート設計基準強度 $F_c = 24 \text{ N/mm}^2$

鉄筋：主筋 SD345、

あばら筋（スタラップ）・帯筋（フープ） SD295A

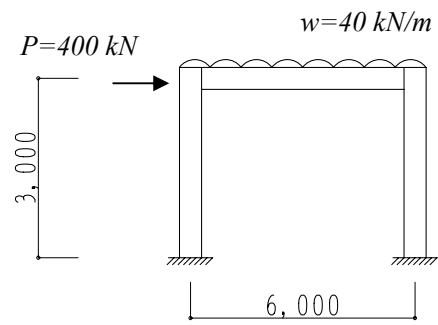


図1 フレームおよび荷重

学籍番号：

氏名：

(2) コンクリートと鉄筋（D25 以下）の許容応力度は表 1～2 より

普通コンクリートの短期許容せん断応力度	$f_s =$ _____ (N/mm ²)
鉄筋 SD295A の短期許容応力度（せん断補強）	${}_wf_t =$ _____ (N/mm ²)
鉄筋 SD345 の長期許容応力度（引張および圧縮）	${}_Lf_t =$ _____ (N/mm ²)
鉄筋 SD345 の短期許容応力度（引張および圧縮）	${}_sf_t =$ _____ (N/mm ²)

(3) 長期および地震時の NMQ は図 2～3 に示すとおりである。

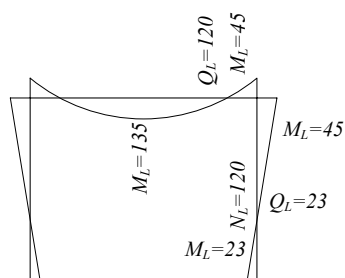


図 2 長期 NMQ(単位：kN, m)

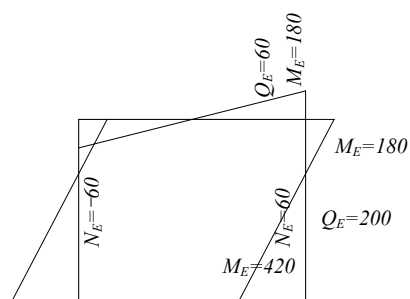


図 3 地震時 NMQ(単位：kN, m)

- (4) 梁の断面算定 (C は小数点第 2 位未満切上げ、 p_t (%) は小数点第 2 位までとせよ。)

長期曲げモーメント (端部) $M_L =$ _____ (kN・m)

図 2 より長期の端部は上端筋が引張側となっているので上端筋の必要断面積 a_t を求める。

$$C = \frac{M}{b \cdot d^2} = \text{_____} (\text{N/mm}^2)$$

γ (複筋比) = 0.4 と仮定し、図 4 に C と γ の交点から p_t を読み取ると $p_t =$ _____ (%) となる。 a_t は $b \times d \times p_t =$ _____ (mm^2) と算出できる。

梁主筋径は D22 を用いるものとし、表 3 から D22 の 1 本の断面積は _____ (mm^2) であるので、梁端部上端筋の本数は _____ 本とする。

長期曲げモーメント (中央) $M_L =$ _____ (kN・m)

図 2 より長期の中央は下端筋が引張側となっているので下端筋の必要断面積 a_t を求める。

$$C = \frac{M}{b \cdot d^2} = \text{_____} (\text{N/mm}^2)$$

同様に図 4 から $p_t =$ _____ (%), $a_t =$ _____ (mm^2) と算出でき、梁中央下端筋は D22 が _____ 本必要である。

短期曲げモーメント (左端) $M_S = M_L + M_E =$ _____ (kN・m)

図 2～3 より短期の左端は下端筋が引張側となっているので下端筋の必要断面積 a_t を求める。

$$C = \frac{M}{b \cdot d^2} = \text{_____} (\text{N/mm}^2)$$

同様に図 5 から $p_t =$ _____ (%), $a_t =$ _____ (mm^2) と算出でき、梁左端下端筋は D22 が _____ 本必要である。

短期曲げモーメント (右端) $M_S = M_L + M_E =$ _____ (kN・m)

図 2～3 より短期の右端は上端筋が引張側となっているので上端筋の必要断面積 a_t を求める。

$$C = \frac{M}{b \cdot d^2} = \text{_____} (\text{N/mm}^2)$$

同様に図 5 から $p_t =$ _____ (%), $a_t =$ _____ (mm^2) と算出でき、梁右端上端筋は D22 が _____ 本必要である。

まとめ

図 1 のように地震力は左からだけでなく右からも作用するので左端上端と右端上端、左端下端と右端下端の主筋本数は等しくする

。長期より短期の必要主筋本数が多いので短期の主筋本数を採用するものとし、端部上端筋は D22 を _____ 本、下端筋は _____ 本とする。

中央の上端筋は中央の下端筋の 50% 以上かつ端部上端筋の 60% 以上とし、D22 を _____ 本とする。

学籍番号：

氏名：

(5) 柱の断面算定

長期 MN 柱頭 $N_L = \underline{\hspace{2cm}}$ (kN)、 $M_L = \underline{\hspace{2cm}}$ (kN・m)

$$\frac{N}{b \cdot D} = \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}}(\text{N/mm}^2) \quad (\text{小数点第 3 位未満切上げ})$$

$$\frac{M}{b \cdot D^2} = \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}}(\text{N/mm}^2) \quad (\text{小数点第 3 位未満切上げ})$$

図 6 において上記の値の交点から p_t を読み取ると $p_t = \underline{\hspace{2cm}}(\%)$ となる。

短期 MN 柱脚(1) $N_S = N_L + N_E = \underline{\hspace{2cm}}$ (kN)、 $M_S = M_L + M_E = \underline{\hspace{2cm}}$ (kN・m)

$$\frac{N}{b \cdot D} = \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}}(\text{N/mm}^2) \quad (\text{小数点第 3 位未満切上げ})$$

$$\frac{M}{b \cdot D^2} = \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}}(\text{N/mm}^2), \text{同様に図 7 から } p_t = \underline{\hspace{2cm}}(\%)$$

(小数点第 2 位未満切上げ)

短期 MN 柱脚(2) $N_S = N_L - N_E = \underline{\hspace{2cm}}$ (kN)、 $M_S = \text{同上} = \underline{\hspace{2cm}}$ (kN・m)

$$\frac{N}{b \cdot D} = \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}}(\text{N/mm}^2) \quad (\text{小数点第 3 位未満切上げ})$$

$$\frac{M}{b \cdot D^2} = \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}}(\text{N/mm}^2), \text{同様に図 7 から } p_t = \underline{\hspace{2cm}}(\%)$$

(小数点第 2 位未満切上げ)

まとめ

柱の主筋量はは上記の最大の p_t とし、

$$a_t \text{ は } b \times D \times p_t = \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}}(\text{mm}^2) \text{ と算出できる。}$$

柱主筋径は D25 を用いるものとし、表 3 から D25 の 1 本の断面積は $\underline{\hspace{2cm}}(\text{mm}^2)$ であるので、柱主筋の本数は片側で $\underline{\hspace{2cm}}$ 本とする。

(6) せん断補強

(6-a) 梁の許容せん断力 Q_A は $\alpha=1.0$ とおくと、

$$Q_A = b \cdot j \cdot \{f_s + 0.5 \cdot {}_w f_t \cdot (p_w - 0.002)\}$$

である。

$$b : \text{梁幅} = \underline{\hspace{2cm}} (\text{mm}) \quad j : \frac{7}{8} d = \underline{\hspace{2cm}} (\text{mm}) \quad d : \text{梁の有効せい}$$

$$p_w : \text{あばら筋比} \quad p_w = \frac{a_w}{b \cdot x} = \underline{\hspace{2cm}}$$

a_w : 一組のあばら筋の断面積で、2-D13 とする。表 3 より $a_w = \underline{\hspace{2cm}} (\text{mm}^2)$

x : あばら筋間隔は 200mm とする。

f_s : コンクリートの短期許容せん断応力度 $\underline{\hspace{2cm}} (\text{N/mm}^2)$

${}_w f_t$: 鉄筋 SD295A の短期許容応力度 (せん断補強) $\underline{\hspace{2cm}} (\text{N/mm}^2)$

代入すると、

$$Q_A = \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}} (\text{kN}) \text{と算出できる。}$$

梁の短期設計用せん断力 Q_D は図 2 と図 8 の梁のせん断力を加算して $\underline{\hspace{2cm}} (\text{kN})$ となる。

$Q_D/Q_A = \underline{\hspace{2cm}} \leq 1.0$ であり、 Q_A の方が大きいので安全である。(長期の検定は省略)

(6-b) 柱の許容せん断力 Q_A は下式による。

$$Q_A = b \cdot j \cdot \{f_s + 0.5 \cdot {}_w f_t \cdot (p_w - 0.002)\}$$

$$b : \text{柱幅} = \underline{\hspace{2cm}} (\text{mm}) \quad j : \frac{7}{8} d = \underline{\hspace{2cm}} (\text{mm}) \quad d : \text{柱の有効せい}$$

$$p_w : \text{帯筋比} \quad p_w = \frac{a_w}{b \cdot x} = \underline{\hspace{2cm}}$$

a_w : 一組の帯筋の断面積で、2-D13 とする。表 3 より $a_w = \underline{\hspace{2cm}} (\text{mm}^2)$

x : 帯筋間隔は 100mm とする。

f_s : コンクリートの短期許容せん断応力度 $\underline{\hspace{2cm}} (\text{N/mm}^2)$

${}_w f_t$: 鉄筋 SD295A の短期許容応力度 (せん断補強) $\underline{\hspace{2cm}} (\text{N/mm}^2)$

代入すると、

$$Q_A = \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}} (\text{kN}) \text{と算出できる。}$$

柱の短期設計用せん断力 Q_D は図 2 と図 8 の柱のせん断力を加算して $\underline{\hspace{2cm}} (\text{kN})$ となる。

$Q_D/Q_A = \underline{\hspace{2cm}} \leq 1.0$ であり、 Q_A の方が大きいので安全である。(長期の検定は省略)

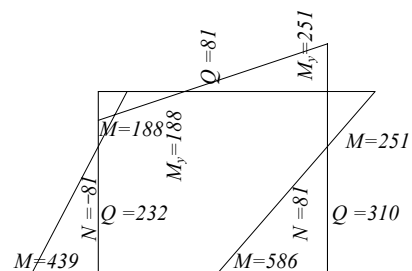
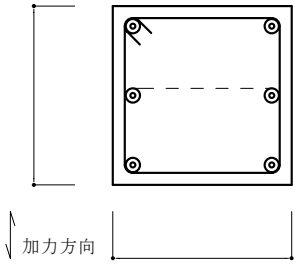


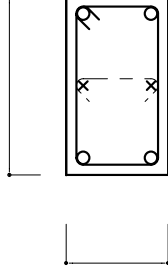
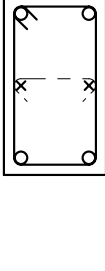
図 8 降伏時 NMQ(単位 : kN, m)

(7) 断面リスト

断面算定により下記の断面リストが作成できる。

(断面寸法、主筋本数、主筋マーク、帯筋・スタラップのピッチを記入)

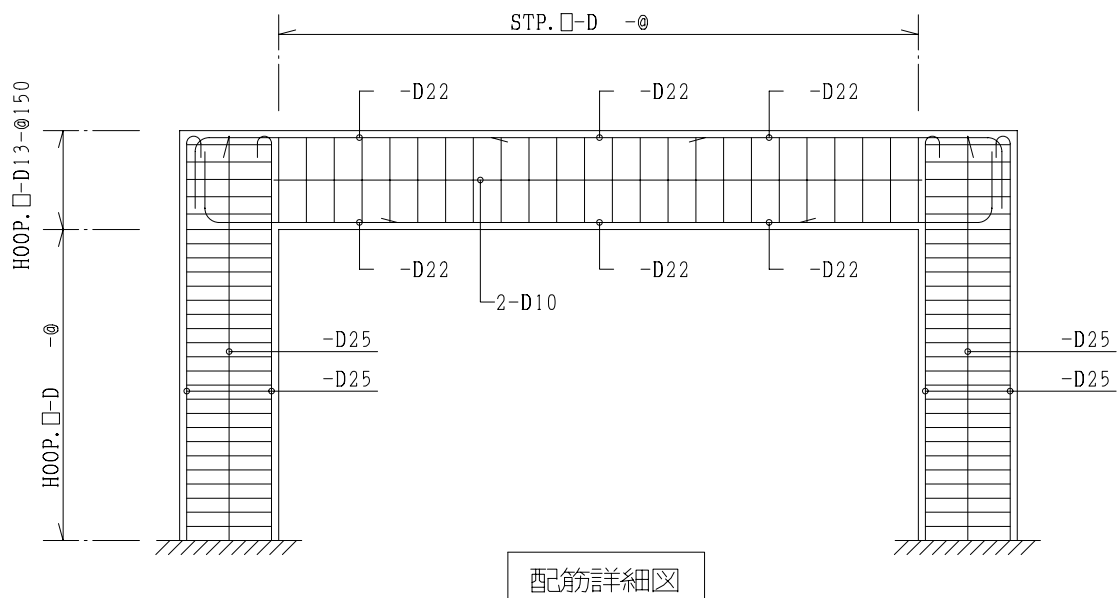
	全 断 面
柱	
主 筋	-D25
帯 筋	□ -D13@
補助帯筋	— -D10@500

	端 部	中 央
梁		
上 端 筋	-D22	-D22
下 端 筋	-D22	-D22
スタラップ	□ -D13@	
腹 筋	2-D13	
巾 止 筋	D10@1,000	

(8) 主筋のあき間隔の確認

梁幅および柱幅の確認を行う。梁幅の確認は表 4 により、主筋径、あばら筋径および主筋本数から梁幅の最小寸法は (mm) であるので OK である。同様に、柱幅の確認は表 5 により、柱幅の最小寸法は (mm) であるので OK である。

(9) 以上から配筋詳細図が作成できる。(主筋本数、フープ・スタラップ径およびピッチを記入)



資料集

表 1 コンクリートの許容応力度(N/mm²)

	長 期			短 期		
	圧縮	引張	せん断	圧縮	引張	せん断
普通コンクリート	$\frac{1}{3}F_c$	—	$\frac{1}{30}F_c$ かつ $\left(0.5 + \frac{1}{100}F_c\right)$ 以下	長期に対する 値の 2 倍	—	長期に対する 値の 1.5 倍
軽量コンクリート 1 種および 2 種			普通コンクリートに対する値の 0.9 倍			

[注] F_c は、コンクリートの設計基準強度 (N/mm²) を表す。

表 2 鉄筋の許容応力度(N/mm²)

	長 期		短 期	
	引張および圧縮	せん断補強	引張および圧縮	せん断補強
SR 235	160	160	235	235
SR 295	160	200	295	295
SD 295 A および B	200	200	295	295
SD 345	220 (*200)	200	345	345
SD 390	220 (*200)	200	390	390
溶接金網	200	200	—	295

[注] *D 29 以上の太さの鉄筋に対しては () 内の数値とする。

表3 異形棒鋼の断面積および周長表（太字は断面積 mm²，細字は周長 mm）

呼び名	単位質量 (kg/m)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
D 6	0.249	32 20	64 40	96 60	128 80	160 100	192 120	224 140	256 160	288 180	320 200
D 8	0.389	50 25	99 50	149 75	198 100	248 125	297 150	347 175	396 200	446 225	495 250
D10	0.560	71 30	143 60	214 90	285 120	357 150	428 180	499 210	570 240	642 270	713 300
D13	0.995	127 40	254 80	381 120	508 160	635 200	762 240	889 280	1 016 320	1 143 360	1 270 400
D16	1.56	199 50	398 100	597 150	796 200	995 250	1 194 300	1 393 350	1 592 400	1 791 450	1 990 500
D19	2.25	287 60	574 120	861 180	1 148 240	1 435 300	1 722 360	2 009 420	2 296 480	2 583 540	2 870 600
D22	3.04	387 70	774 140	1 161 210	1 548 280	1 935 350	2 322 420	2 709 490	3 096 560	3 483 630	3 870 700
D25	3.98	507 80	1 014 160	1 521 240	2 028 320	2 535 400	3 042 480	3 549 560	4 056 640	4 563 720	5 070 800
D29	5.04	642 90	1 284 180	1 926 270	2 568 360	3 210 450	3 852 540	4 494 630	5 136 720	5 778 810	6 420 900
D32	6.23	794 100	1 588 200	2 382 300	3 176 400	3 970 500	4 764 600	5 558 700	6 352 800	7 146 900	7 940 1 000
D35	7.51	957 110	1 914 220	2 871 330	3 828 440	4 785 550	5 742 660	6 699 770	7 656 880	8 613 990	9 570 1 100
D38	8.95	1 140 120	2 280 240	3 420 360	4 560 480	5 700 600	6 840 720	7 980 840	9 120 960	10 260 1 080	11 400 1 200
D41	10.5	1 340 130	2 680 260	4 020 390	5 360 520	6 700 650	8 040 780	9 380 910	10 720 1 040	12 060 1 170	13 400 1 300

(c) 鉄筋定尺表（単位：m）

丸鋼・異形棒鋼	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	8.0	9.0	10.0
---------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------

[備考] コイルの場合には適用しない。

$F_c = 24$ 長期

$f_c = 8 \quad f_t = 200, 220 \quad n = 15$

(—) (---)

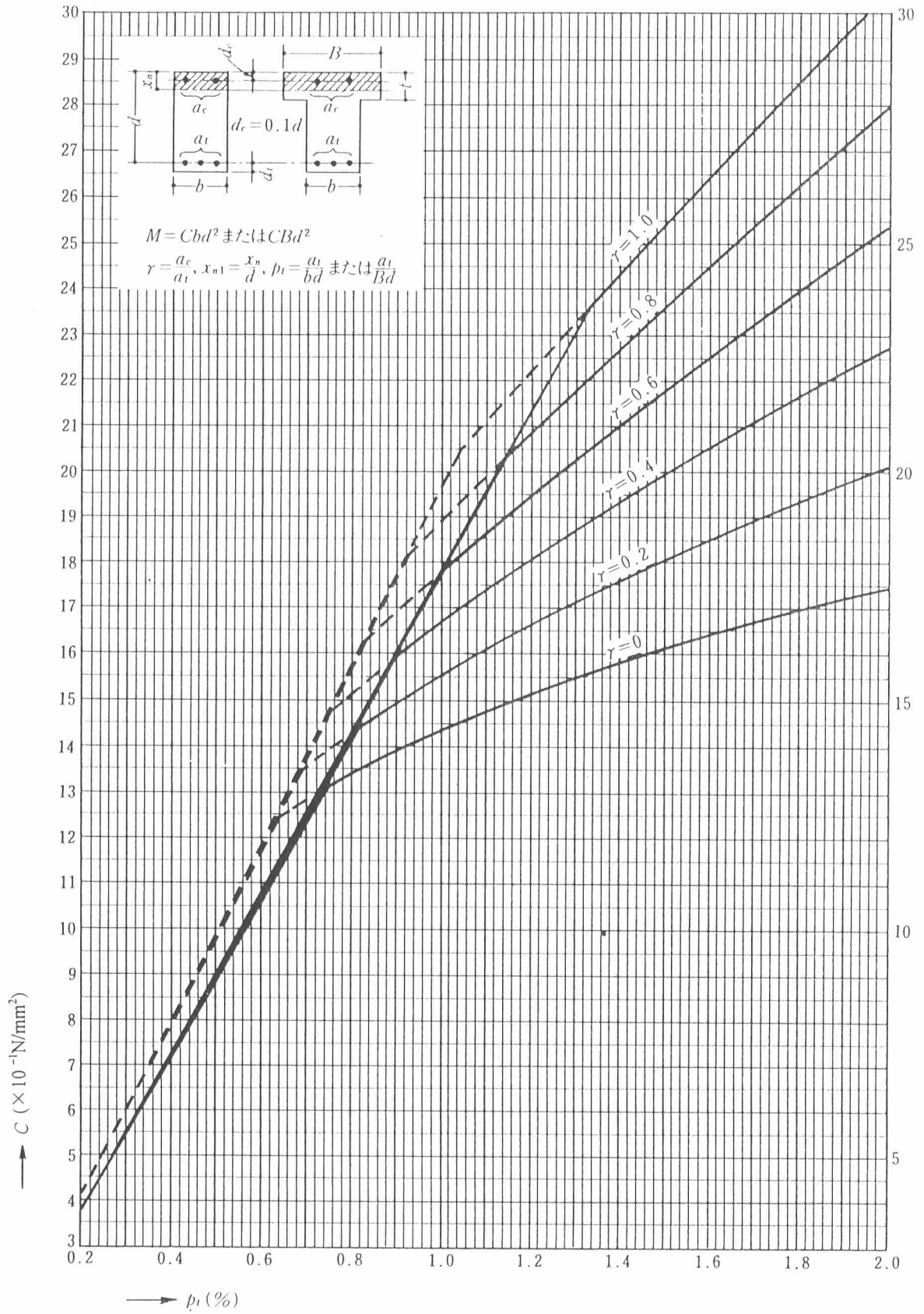


図4 長方形断面梁 計算図表 (長期)

$F_c=24'$ 短期

$f_c=16$ $f_t=3.00$, **345, 390** $n=15$

(—) (---) (—)

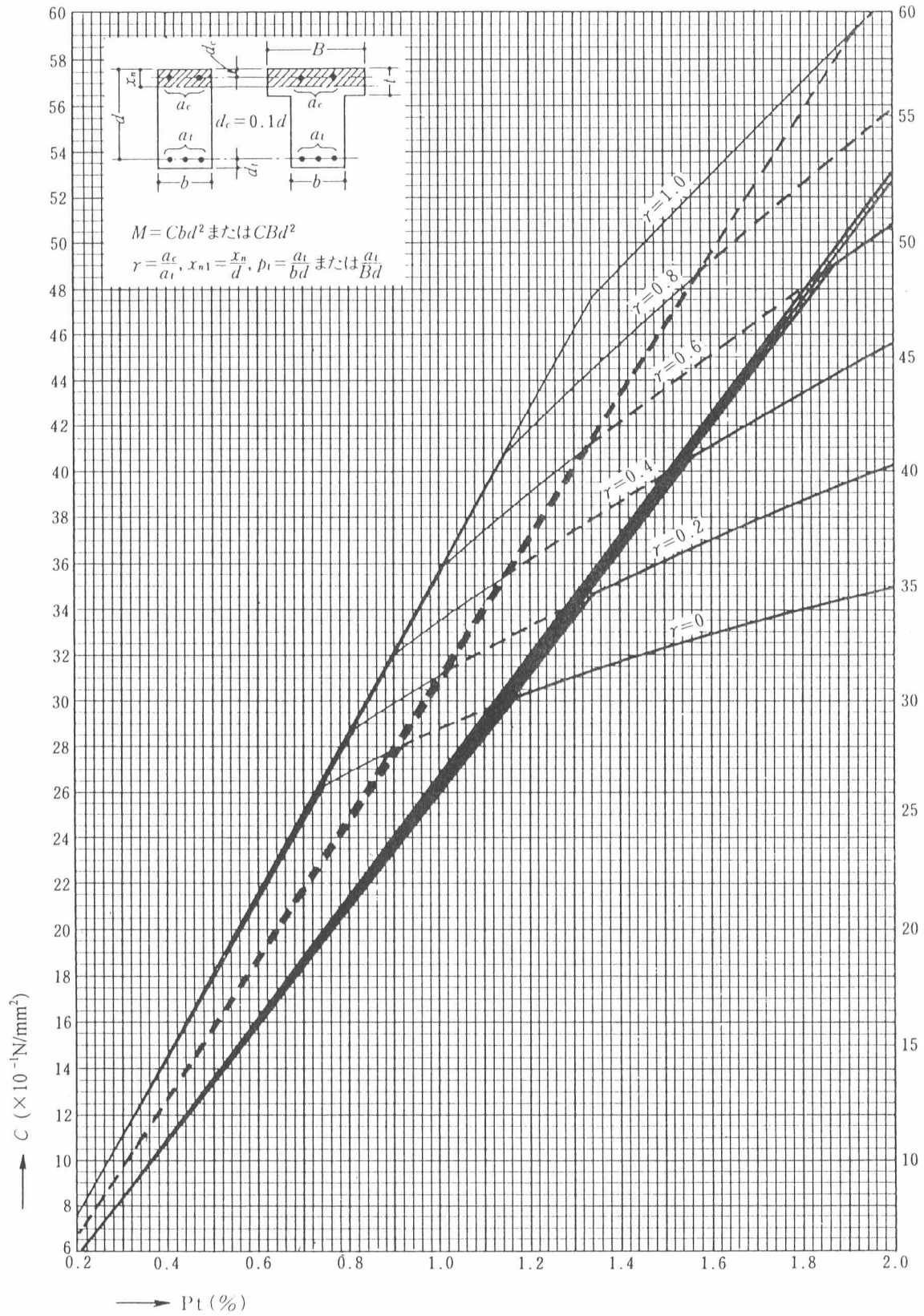
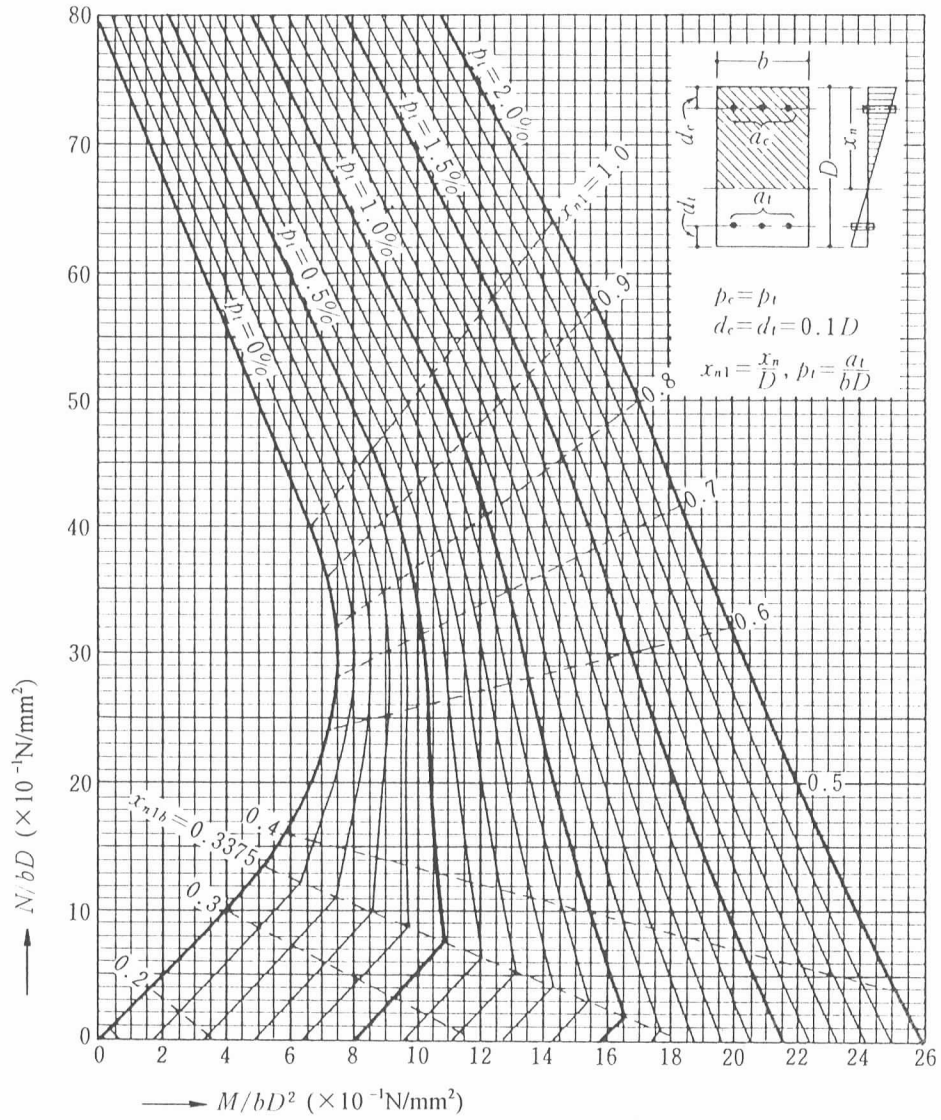


図5 長方形断面梁 計算図表 (短期)

$F_c=24$ 長期

$f_c=8$ $f_t=2.00$ $n=15$



$f_c=8$ $f_t=2.20$ $n=15$

$N/bD > 1.5 \text{ N/mm}^2$ の範囲は上図による.

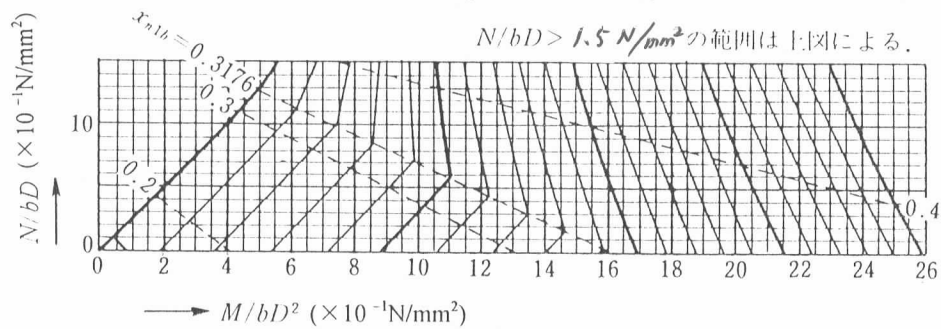


図6 長方形断面柱 計算図表 (長期)

$F_c=24$ 短 期

$f_c=16$ $f_t=345$ $n=15$

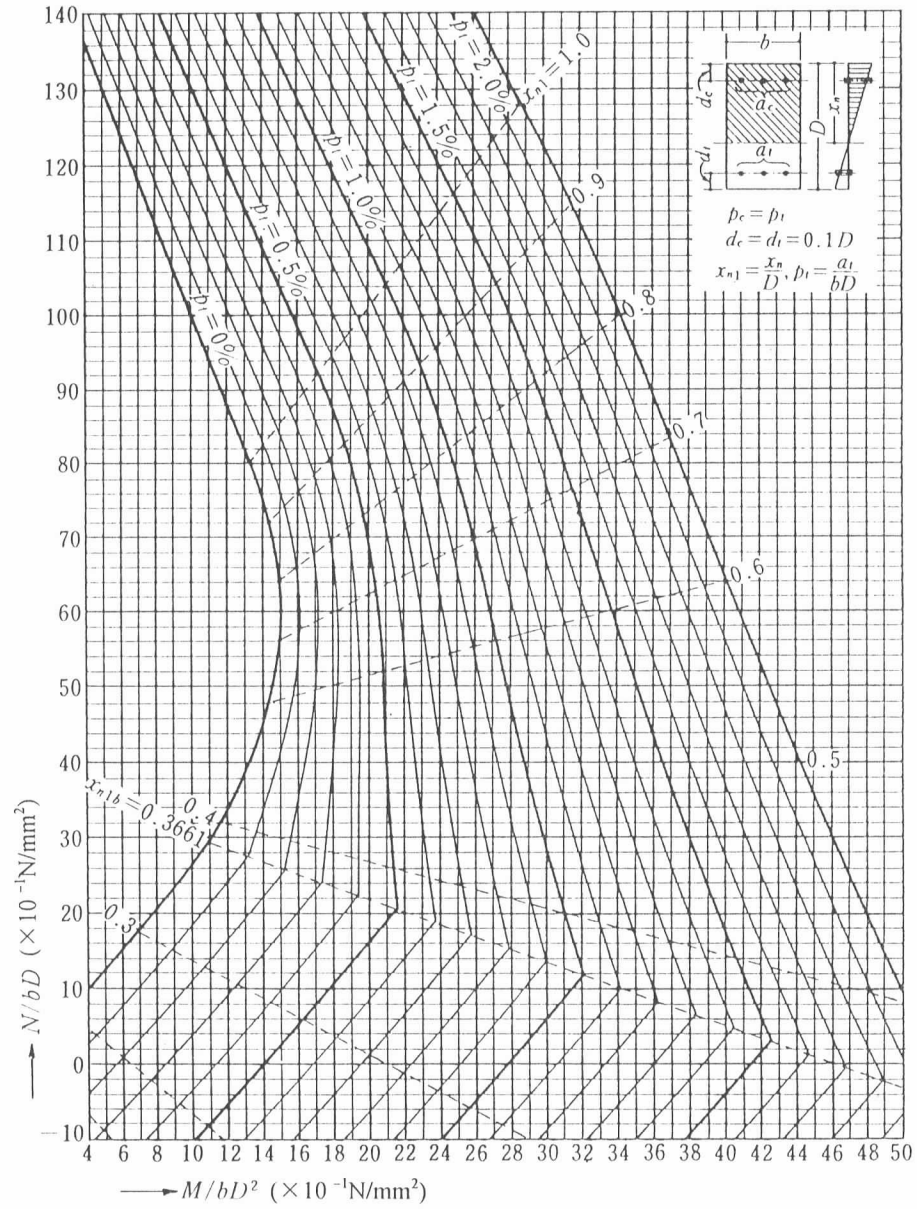


图 7 长方形断面柱 计算图表 (短期)

表4 鉄筋本数と梁幅の最小寸法（主筋・あばら筋とも異形鉄筋，片側フック・フック先曲げ）

（単位：mm）

主筋 あばら筋	主筋本数 （本）	2	3	4	5	6	7	8	9	10
D16	D10	195	235	285	335	385	435	485	535	585
	D13	210	250	300	350	400	450	500	550	600
D19	D10	195	240	295	345	400	450	505	560	610
	D13	215	255	310	360	415	470	520	575	625
D22	D10	200	250	310	365	425	480	540	600	655
	D13	220	265	325	380	440	500	555	615	670
D25	D10	210	265	330	400	465	530	595	660	730
	D13	225	280	350	415	480	545	610	680	745
	D16	245	300	365	435	500	565	630	695	765
D29	D10	220	290	365	440	520	595	675	750	825
	D13	235	305	380	460	535	610	690	765	845
	D16	255	320	395	475	550	630	705	780	860
D32	D13	245	320	400	485	570	655	740	820	905
	D16	260	335	420	500	585	670	755	840	920
D35	D13	255	335	430	520	615	710	800	895	985
	D16	270	350	445	540	630	725	815	910	1 005
D38	D13	260	350	450	550	650	750	850	950	1 050
	D16	275	365	465	565	665	765	865	965	1 065

- [注] (1) あばら筋の形状は図のようにし，末端部折曲げは交互に異なる隅を折り曲げる。
 (2) あばら筋が9φ，13φ，16φの場合には，それぞれD10，D13，D16の表を準用する。
 (3) 屋外で耐久性上有効な仕上げのない場合は，表の数値に20mmを加える。
 (4) 土に接する場合は，表の数値に20mmを加える。

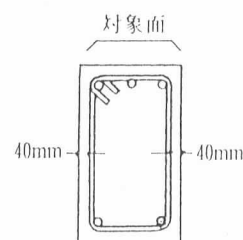


表 5 鉄筋本数と柱幅の最小寸法（主筋・帯筋とも異形鉄筋，片隅フック・フック先曲げ）

（単位：mm）

主筋本数 （本）		2	3	4	5	6	7	8	9	10
主筋	帯筋									
D16	D10	185	225	275	325	375	425	475	525	575
	D13	200	240	290	340	390	440	490	540	590
D19	D10	190	235	285	340	395	445	500	550	605
	D13	205	250	300	355	410	460	515	565	620
D22	D10	200	245	305	360	420	480	535	595	650
	D13	215	260	320	375	435	495	550	610	665
D25	D10	210	265	330	395	460	530	595	660	725
	D13	220	275	340	405	470	540	605	670	735
	D16	240	295	360	425	490	560	625	690	755
D29	D13	230	300	375	450	530	605	685	760	835
	D16	245	315	390	465	545	620	700	775	850
D32	D13	240	315	400	480	565	650	735	820	900
	D16	250	325	410	495	580	660	745	830	915
D35	D13	255	335	430	520	615	710	800	895	985
	D16	265	345	440	530	625	720	810	905	995
D38	D16	270	360	460	560	660	76	860	960	1 060

- [注] (1) 帯筋の形状は図のようにし，末端部折曲げは交互に異なる隅を折り曲げる。
 (2) 帯筋が 9 φ，13 φ，16 φ の場合には，それぞれ D10，D13，D16 の表を準用する。
 (3) 屋外で耐久性上有効な仕上げのない場合は，表の数値に 20 mm を加える。
 (4) 土に接する場合は，表の 20 mm を加える。

