



「土木構造物設計マニュアル（案） - 樋門編 - 」及び「土木構造物設計マニュアル（案）に係わる設計・施工の手引き（案）[樋門編] 」について（通知）（その6）

技術基準の種類:設計・施工
通知日 :平成14年2月6日

3.4 門柱の設計

3.4.1 断面寸法の仮定

門柱・操作台の形状および各部材の寸法を図-3.19のように仮定した。

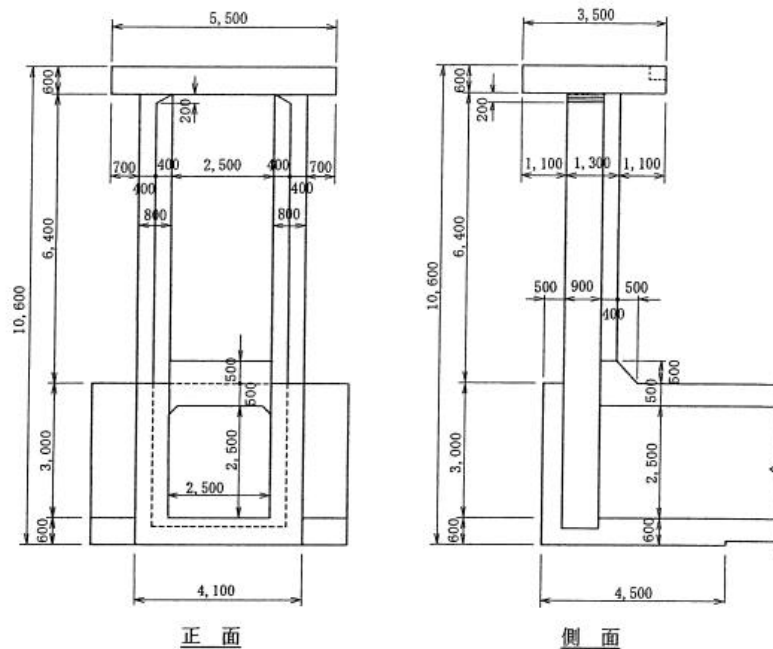


図-3.19 仮定した門柱・操作台の形状および寸法

門柱と操作台との隅角部は、テーパ処理とせずに内面にのみ最小限のハンチを設ける。（設計マニュアル（案）：「門柱・操作台、1.形状の単純化」（P19））

1.形状の単純化

門柱と操作台との隅角部に設けるハンチの大きさは、最小限とする。

3.4.2 設計モデル

(1) 設計荷重

門柱の設計に考慮する荷重は、「柔構造樋門設計の手引き」に準拠するものとし、本設計例では以下の荷重を考慮した。

- 柱（および戸当り）の自重
- 操作台（および上屋）の自重
- ゲート（および開閉装置）の自重
- ゲートの開閉荷重
- 管理橋反力
- 風荷重 (3.0kN/m^2)
- 群集荷重 (3.5kN/m^2)
- 地震の影響（設計水平震度： $K_h=0.20$ ）

上記荷重の計算方法は、「柔構造樋門設計の手引き」に準拠するものとし、ここでは省略する。

(2) 門柱の設計モデル

門柱の横方向は、函渠頂版に固定された門形フレームとしてモデル化し、フレームの軸線（断面の図心）に荷重を作用させて計算を行った。
門柱の縦方向は、函渠頂版に固定された片持梁にモデル化して計算を行った。

(3) 荷重の組合せ

荷重の組合せは、常時、地震時、風荷重作用時の各荷重状態に対する検討を行った。温度変化の影響については、ここでは省略した。

3.4.3 部材断面の設計

門柱の各照査断面における設計断面力、必要鉄筋量および実応力度を示した。

(1) 設計断面力

門柱の設計断面力を抽出した結果を表-3.22、表-3.23および図-3.20に示す。

表 - 3 . 22 門柱の横方向の設計断面力の集計

部材	照査位置	種別	常時	風荷重作用時	地震時
柱（左）	上端部	M (kN・m)	- 52.3	-106.5	-115.6
		N (kN)	327.4	298.7	198.4
		S (kN)	- 11.7	- 24.9	- 32.3
	下端部	M (kN・m)	26.1	124.3	144.1
		N (kN)	448.2	395.4	262.7
		S (kN)	- 11.7	- 44.8	- 47.4
操作台	右端部	M (kN・m)	-101.1	- 16.2	51.3
		N (kN)	11.7	24.9	32.3
		S (kN) h / 2 位置	170.3	99.4	17.2
	中間部	M (kN・m)	110.0	96.6	69.6
		N (kN)	11.7	24.9	32.3
		S (kN)	0.0	26.7	17.2
	左端部	M (kN・m)	-101.1	-145.5	-138.4
		N (kN)	11.7	24.9	32.3
		S (kN) h / 2 位置	-170.3	-173.1	-125.3

表 - 3 . 23 門柱の縦方向の設計断面力の集計（柱 1 本当たり）

部材	照査位置	種別	風荷重作用時	地震時
柱	下端部	M (kN・m)	297.8	474.6
		N (kN)	439.8	393.0
		S (kN)	53.7	78.6

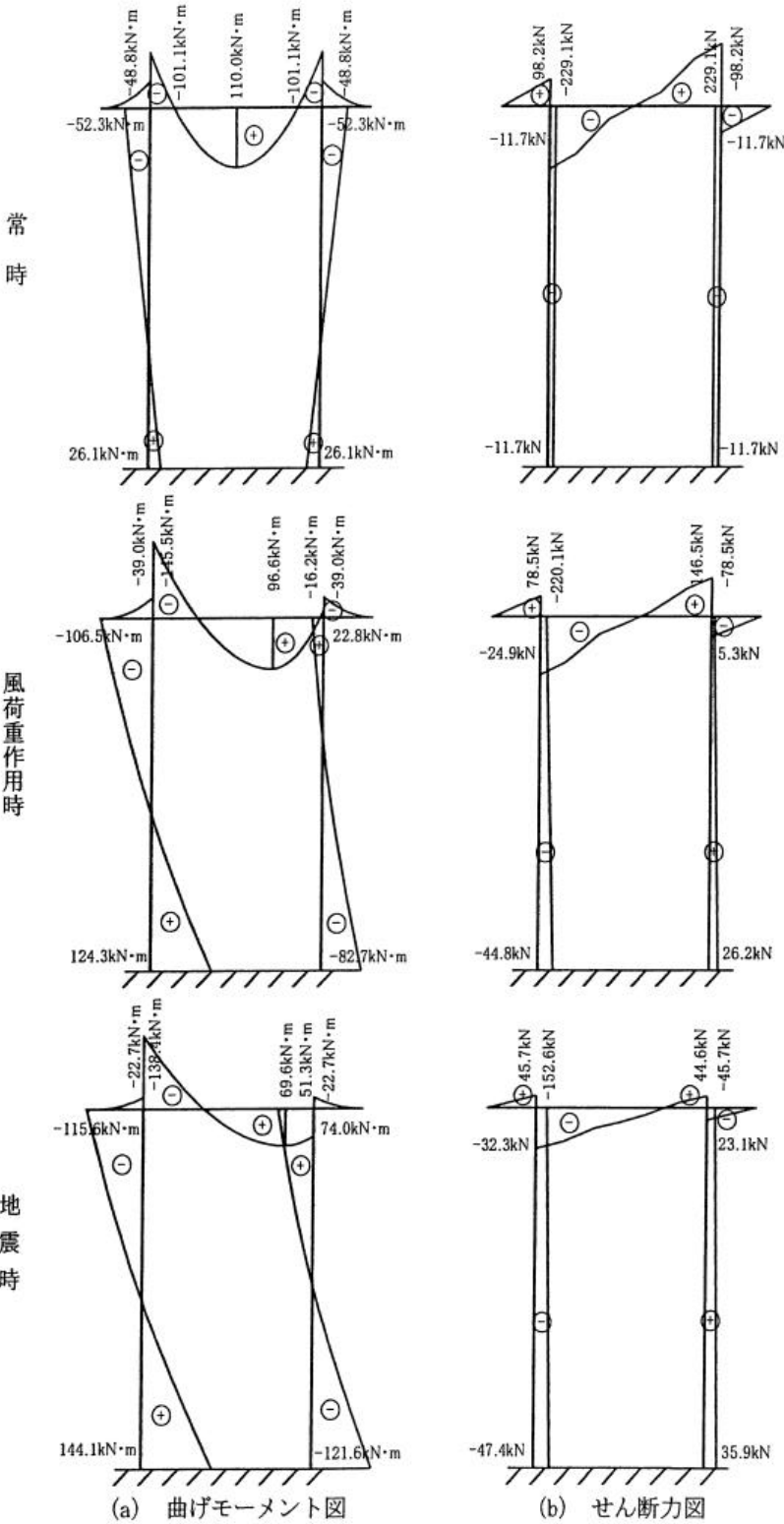


図-3.20 門柱の横方向の断面力図

(2) 必要鉄筋量の計算

表 - 3 . 24、表 3 - 3 . 25は必要鉄筋量を計算するための条件を整理したものである。部材の有効高を計算するための主鉄筋中心からコンクリート表面までの距離は、操作台が70mm、柱が120mmとした(設計マニュアル(案)：「 門柱・操作台、2 . 1 配筋仕様の標準化」(P 20))。柱の有効断面は、図 - 3 . 21に示すようにモデル化した。横方向の計算においては、部材に分割し、曲げモーメントに対しては、部材の剛比で、また、せん断力、軸力に対しては、部材の面積比で断面力を配分した。

表 - 3 . 24 必要鉄筋量算出のための条件 (門柱の横方向)

部材	照査位置	種別	常時		風作用時		地震時		部材厚		部材幅		主鉄筋 (引張側) の位置
			①	②	①	②	①	②	①	②	①	②	
柱	上端部	M (kN・m)	-11.5	-40.8	-23.4	-83.1	-25.4	-90.2	400	800	900	400	柱の内側 柱の外側
		N (kN)	173.3	154.1	158.1	140.6	105.0	93.4					
	下端部	M (kN・m)	5.7	20.4	27.3	97.0	31.6	112.5	400	800	900	400	柱の内側 柱の外側
		N (kN)	237.3	210.9	209.3	186.1	139.1	123.6					
操作台	端 部	M (kN・m)	-101.1		-145.5		-138.4		600		1300		門柱の 上半外側
		N (kN)	11.7		24.9		32.3						
	中間部	M (kN・m)	110.0		96.6		69.6		600		1300		操作台の 下側
		N (kN)	11.7		24.9		32.3						

表 - 3 . 25 必要鉄筋量算出のための条件 (門柱の縦方向、柱 1 本当たり)

部材	照査位置	種別	風荷重作用時	地震時	部材厚	部材幅	主鉄筋 (引張側) の位置
柱	下端部	M (kN ・ m)	297.8	474.6	1300	400	柱の川表側 柱の川裏側
		N (kN)	439.8	393.0			

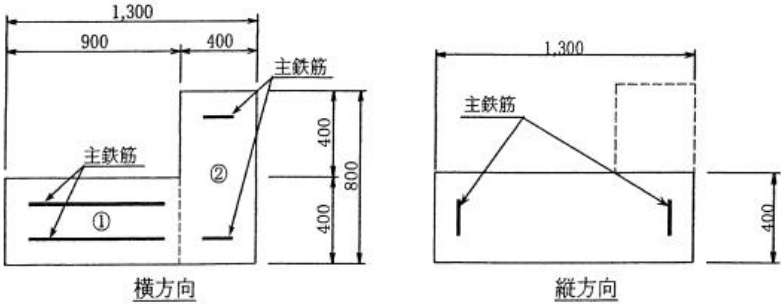


図-3.21 柱の有効断面

必要鉄筋量の計算は、軸力を考慮した複鉄筋矩形ばりとして算出する。複鉄筋として行うのは、門柱に作用する風荷重および地震の影響が前後左右の各方向から作用することに対応して、柱部材の4方向に主鉄筋を配置することによる。

(3) 主鉄筋等の配置

1) 主鉄筋の径と配筋量

主鉄筋の径と配筋量は、表 - 3 . 27、表 - 3 . 27に示す門柱の縦方向および横方向の実応力度の計算から表 - 3 . 26に示す配筋量を得た。この結果に基づいて柱の配筋は、図 - 3 . 22、図 - 3 . 23に示すように配筋することとした。

表 - 3 . 26 門柱の配筋量の集計

部材	照査位置	横方向		縦方向	
		配筋量	配筋位置	縦方向	配筋位置
柱	上端部	D19 × 6 本	柱の内側 柱の外側	D25 × 2 本	柱の川表側 柱の川裏側
	下端部	D19 × 6 本	柱の内側 柱の外側	D25 × 2 本	柱の川表側 柱の川裏側
操作台	端 部	D19 × 6 本	門柱の上半部の外側	-	-
	中間部	D19 × 6 本	操作台の下側	-	-

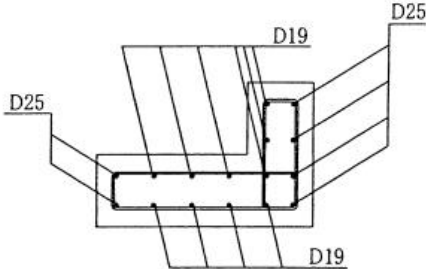


図-3.22 門柱の柱の主鉄筋の配筋

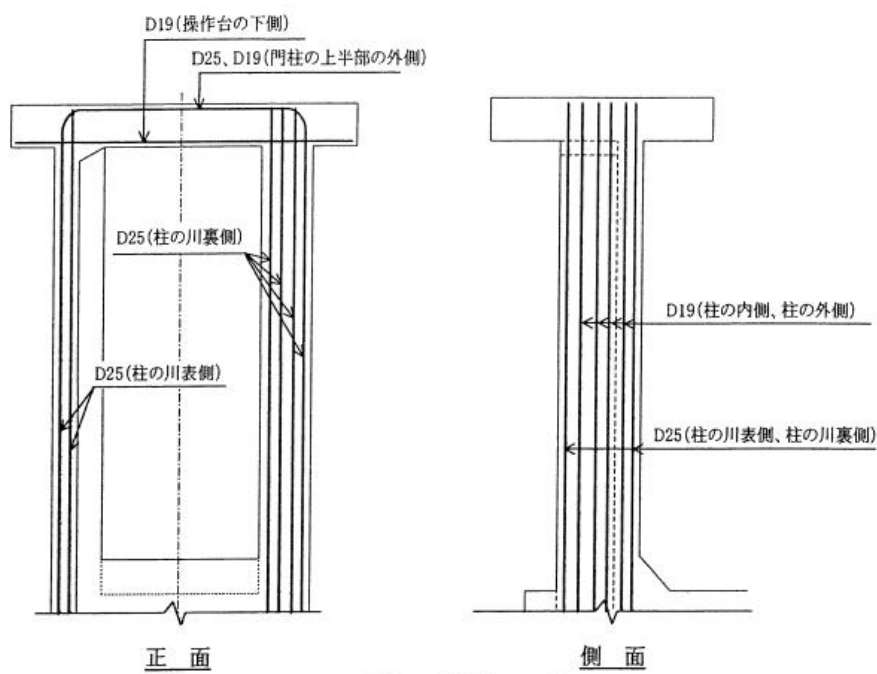


図-3.23 門柱の主鉄筋の配置

2) 帯鉄筋の径と配筋間隔

柱部の帯鉄筋の径と配筋間隔は、D13ctc150mmとした。(設計マニュアル(案):「門柱・操作台、2.2 配筋の標準化」(P21))。

(4) 実応力度の計算

門柱の各照査位置における実応力度の結果を表-3.27に示す。

表-3.27(a) 実応力度一覧(門柱の縦方向)

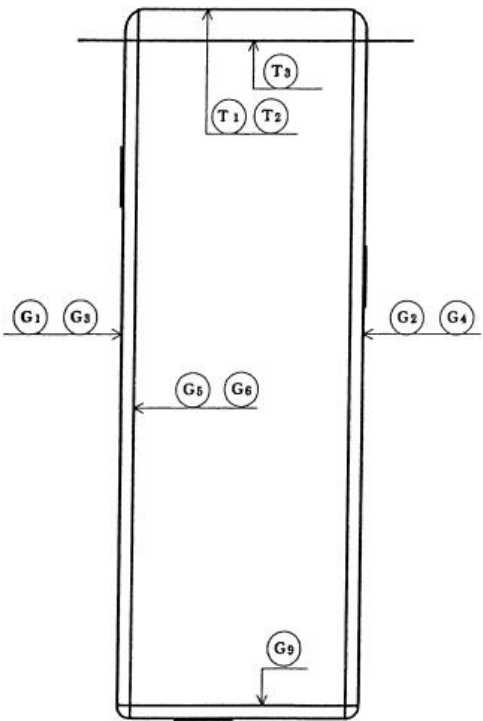
部材		項目		風荷重作用時	地震時
柱	下端部	断面力	M (N・mm)	2.98×10^8	4.75×10^8
			N (N)	4.40×10^5	3.93×10^5
			S (N)	5.37×10^4	7.86×10^4
		部材諸元	配筋	D25×2本、D25×2本	D25×2本、D25×2本
			h , b (mm)	1300,400	1300,400
			d ₁ , d ₂ (mm)	1180,120	1180,120
			x (mm)	525	371
		応力度	σ_o (N/mm ²)	4.5	7.6
			σ_{ca} (N/mm ²)	10	12
			σ_s (N/mm ²)	84	250
			σ_{sa} (N/mm ²)	200	300
			τ_n (N/mm ²)	0.11	0.17
			τ_{sl} (N/mm ²)	0.48	0.58

表 - 3 . 27 (b) 実応力度一覧 (門柱の横方向)

部材		項目	常時		風荷重作用時		地震時		
			①	②	①	②	①	②	
柱	上端部	断面力	M (N ・ mm)	1. 15 × 10 ⁷	4. 08 × 10 ⁷	2. 34 × 10 ⁷	8. 31 × 10 ⁷	2. 54 × 10 ⁷	9. 02 × 10 ⁷
			N (N)	1. 73 × 10 ⁴	1. 54 × 10 ⁵	1. 58 × 10 ⁵	1. 41 × 10 ⁵	1. 05 × 10 ⁵	9. 34 × 10 ⁴
			S (N)	8. 20 × 10 ³	5. 50 × 10 ³	1. 32 × 10 ⁴	1. 17 × 10 ⁴	1. 71 × 10 ⁴	1. 52 × 10 ⁴
		部材諸元	配筋	D19 × 4 本 D19 × 4 本	D19 × 2 本 D19 × 2 本	D19 × 4 本 D19 × 4 本	D19 × 2 本 D19 × 2 本	D19 × 4 本 D19 × 4 本	D19 × 2 本 D19 × 2 本
			h , b (mm)	400, 900	800, 400	400, 900	800, 400	400, 900	800, 400
			d ₁ , d ₂ (mm)	280, 120	880, 120	280, 120	880, 120	280, 120	880, 120
			x (mm)	392	474	197	238	137	194
		応力度	σ _c (N / mm ²)	0. 9	1. 8	1. 8	4. 0	2. 3	4. 5
			σ _{max} (N / mm ²)	8		10		12	
			σ _x (N / mm ²)	—	10	11	112	38	189
			σ _{max} (N / mm ²)	180		200		300	
			ε _s (N / mm ²)	0. 02	0. 02	0. 05	0. 04	0. 07	0. 08
			ε _{sl} (N / mm ²)	0. 39		0. 48		0. 58	
	下端部	断面力	M (N ・ mm)	5. 70 × 10 ⁶	2. 04 × 10 ⁷	2. 73 × 10 ⁷	9. 70 × 10 ⁷	3. 18 × 10 ⁷	1. 13 × 10 ⁸
			N (N)	2. 37 × 10 ⁵	2. 11 × 10 ⁵	2. 09 × 10 ⁵	1. 88 × 10 ⁵	1. 39 × 10 ⁵	1. 24 × 10 ⁵
			S (N)	8. 20 × 10 ³	5. 50 × 10 ³	2. 37 × 10 ⁴	2. 11 × 10 ⁴	2. 51 × 10 ⁴	2. 23 × 10 ⁴
		部材諸元	配筋	D19 × 4 本 D19 × 4 本	D19 × 2 本 D19 × 2 本	D19 × 4 本 D19 × 4 本	D19 × 2 本 D19 × 2 本	D19 × 4 本 D19 × 4 本	D19 × 2 本 D19 × 2 本
			h , b (mm)	400, 900	800, 400	400, 900	800, 400	400, 900	800, 400
			d ₁ , d ₂ (mm)	280, 120	780, 120	280, 120	780, 120	280, 120	780, 120
			x (mm)	730	985	224	254	142	198
		応力度	σ _c (N / mm ²)	0. 8	1. 1	2. 0	4. 5	2. 8	5. 8
			σ _{max} (N / mm ²)	8		10		12	
			σ _x (N / mm ²)	—	—	8	115	41	207
			σ _{max} (N / mm ²)	180		200		300	
			ε _s (N / mm ²)	0. 02	0. 02	0. 09	0. 08	0. 10	0. 08
			ε _{sl} (N / mm ²)	0. 39		0. 48		0. 58	
操作台	端部	断面力	M (N ・ mm)	1. 01 × 10 ⁸		1. 48 × 10 ⁸		1. 38 × 10 ⁸	
			N (N)	1. 17 × 10 ⁴		2. 49 × 10 ⁴		3. 23 × 10 ⁴	
			S _{1/2} 位置 (N)	1. 70 × 10 ⁵		1. 73 × 10 ⁵		1. 25 × 10 ⁵	
		部材諸元	配筋	D19 × 8 本, D19 × 8 本		D19 × 8 本, D19 × 8 本		D19 × 8 本, D19 × 8 本	
			h , b (mm)	800, 1300		800, 1300		800, 1300	
			d ₁ , d ₂ (mm)	530, 70		530, 70		530, 70	
			x (mm)	123		124		128	
		応力度	σ _c (N / mm ²)	2. 4		3. 4		3. 2	
			σ _{max} (N / mm ²)	8		10		12	
			σ _x (N / mm ²)	118		187		158	
			σ _{max} (N / mm ²)	180		225		300	
			ε _s (N / mm ²)	0. 25		0. 25		0. 18	
			ε _{sl} (N / mm ²)	0. 39		0. 48		0. 58	
	中間部	断面力	M (N ・ mm)	1. 10 × 10 ⁸		9. 88 × 10 ⁷		8. 98 × 10 ⁷	
			N (N)	1. 17 × 10 ⁴		2. 49 × 10 ⁴		3. 23 × 10 ⁴	
			S (N)	0		2. 87 × 10 ⁴		1. 72 × 10 ⁴	
		部材諸元	配筋	D19 × 8 本, D19 × 8 本		D19 × 8 本, D19 × 8 本		D19 × 8 本, D19 × 8 本	
			h , b (mm)	800, 1300		800, 1300		800, 1300	
			d ₁ , d ₂ (mm)	530, 70		530, 70		530, 70	
			x (mm)	122		128		132	
		応力度	σ _c (N / mm ²)	2. 8		2. 3		1. 8	
			σ _{max} (N / mm ²)	8		10		12	
			σ _x (N / mm ²)	128		108		74	
			σ _{max} (N / mm ²)	180		225		300	
			ε _s (N / mm ²)	0. 0		0. 04		0. 02	
			ε _{sl} (N / mm ²)	0. 39		0. 48		0. 58	

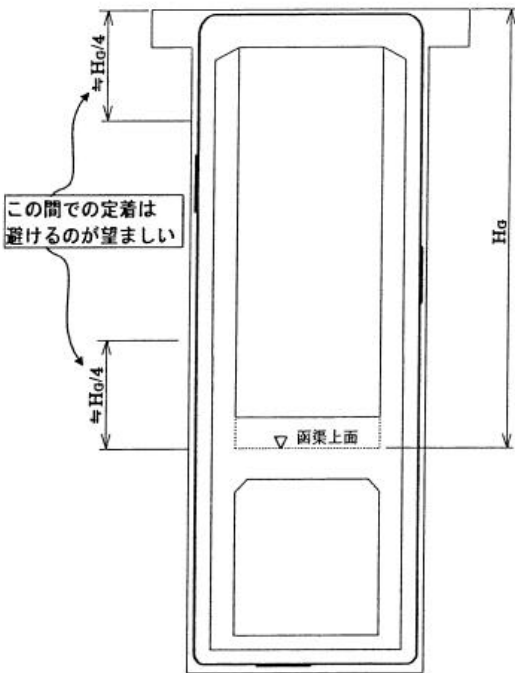
3 . 4 . 4 設計図面の作成
鉄筋の加工形状およびその寸法算定に当たっては、設計マニュアル (案) における「 門柱 ・ 操作台、2 . 1 配筋仕様の標準化 (P 20) 」の規定に従う。以下に、通常の施工形態における場合の計算方法を示す。

- (1) 鉄筋の加工形状
 門柱面内の鉄筋については、門柱外周には柱の中央部付近において上半部と下半部に二分割したコの字型筋を、また各部材の内側には直筋をそれぞれ配置する。ただし、二分割とすると定尺鉄筋長を超える場合は、底版部（三分割）および操作台部（四分割）で分割することとなる。
 本例では、門柱下半部のコの字型筋の長さが定尺鉄筋長を超えるので底版部にも重ね継手を設けて三分割とすることとした（図 - 3 . 24参照）。



図－3. 24 門柱の鉄筋の加工

- (2) 鉄筋の加工寸法
 門柱外周鉄筋
 ・加工寸法の合計長が3.0mを超え、重ね継手長や定着長で調整できる鉄筋は、原則として定尺鉄筋（0.5mピッチ）を使用する。これに伴う加工寸法の調整は柱中央部（二分割）、底版中央部（三分割）、操作台中央部（四分割）における重ね継手で行う。
- ・重ね継手は、一断面に集中（イモ継ぎ）させないように、重ねた鉄筋の端部どうしを鉄筋直径の25倍程度ずらすのが望ましい。ただし、これによって重ねた鉄筋の端部が応力レベルの高い（一般には操作台上面または本体端部函渠上面から門柱高の1 / 4 程度の隅角部の範囲を避ける）箇所となる場合にはその限りではない。これは、重ね継手による鉄筋を応力レベルの高い隅角部付近で定着すると、コンクリートに鉄筋の端部からひびわれが発生する恐れがあり、それを避けることを優先したものである。



図－3. 25 鉄筋定着を避ける範囲

- 隅角部における鉄筋中心の曲げ半径は、鉄筋直径の10.5倍の値を10mm単位に切り上げる。
- 重ね継手長は、表 - 3 . 14に示す値以上とする。
- 定尺鉄筋の検討手順の概要は、次のとおりである。
 - 上半部鉄筋を柱中央部に継手位置を設けるものとして定尺鉄筋長を求める。
 - 下半部鉄筋を底版部で分割し、定尺鉄筋長となるように上記の上半部鉄筋を図 - 3 . 25に示す鉄筋定着を避ける範囲を避けて鉄筋直径の25倍程度をシフトさせて重ね合わせる。
 - 底版部で分割したもう一方の下半部鉄筋についてもb)と同様な手順で定尺鉄筋を求める。