

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]

平成 13 年 12 月

国 土 交 通 省

はじめに

本手引き(案)は、「河川砂防技術基準(案)」および「土木構造物設計マニュアル(案) - 樋門編 - 」(以下「設計マニュアル(案)」という)に基づき、場所打ちコンクリート方式による樋門を設計・施工する際に参考となるように作成したものです。

河川構造物の樋門を対象とした設計マニュアル(案)においては、樋門の構造部材のうち場所打ち鉄筋コンクリート構造による函渠、胸壁、しゃ水壁、門柱、ゲート操作台、翼壁を対象としていますが、コンクリート以外の材質の函渠(ダクタイル鑄鉄管・鋼管等)や門柱(鋼製等)、継手、しゃ水工、管理橋、ゲートを対象としていないことから、本手引き(案)においてもそれらについては取り扱っていません。

本手引き(案)は、全四章から構成されています。

1章では、本手引き(案)を利用するときの留意点を述べており、2章では、上記設計マニュアル(案)における設計・施工上のポイントを整理してまとめています。3章においては、樋門の各部材毎に設計マニュアル(案)の主旨に沿って設計例の形で記述しています。

本手引き(案)が活用され、公共工事のコスト縮減に少しでも寄与することを期待するものです。

目 次

はじめに	
1 章 本資料の利用に際して	1
2 章 土木構造物設計マニュアル（案）に係わる設計・施工上のポイント	2
2.1 樋門の設計・施工合理化策の概要	2
2.2 設計・施工上のポイント	4
2.2.1 設 計	4
2.2.2 施 工	20
3 章 樋門の設計例	28
3.1 設計条件の整理	28
3.2 函渠（本体）の設計	31
3.2.1 函渠の横方向の設計	31
(1) 断面寸法の仮定	31
(2) 設計モデル	32
(3) 部材断面の設計	32
3.2.2 本体の縦方向の設計	39
(1) 設計モデル	39
(2) 部材断面の設計	39
3.2.3 設計図面の作成	43
3.3 胸壁の設計	49
3.3.1 断面寸法の仮定	49
3.3.2 設計モデル	50
3.3.3 部材断面の設計	50
3.3.4 設計図面の作成	54
3.4 門柱の設計	57
3.4.1 断面寸法の仮定	57
3.4.2 設計モデル	58
3.4.3 部材断面の設計	59
3.4.4 設計図面の作成	65
3.5 翼壁の設計	72
3.5.1 断面寸法の仮定	72
3.5.2 設計モデル	73
3.5.3 部材断面の設計	73
3.5.4 設計図面の作成	77
3.6 樋門の配筋図	80

1 章 本資料の利用に際して

本資料は、「河川砂防技術基準(案)」、「土木構造物設計マニュアル(案) - 樋門編 - (以下、設計マニュアル(案)という)」に準じて、場所打ちコンクリート方式の樋門の設計・施工を行う際に参考となるように作成したものである。

本資料では、樋門の構造形式として柔構造樋門(直接基礎の樋門を含む)を対象に記述しているが、その設計の考え方は「柔構造樋門設計の手引き」(財)国土開発技術研究センター編、平成10年)を参考とした。

なお、設計マニュアル(案)では、樋門の構造部材のうち場所打ち鉄筋コンクリート構造による函渠、胸壁、しゃ水壁、門柱、ゲート操作台、翼壁を対象としているが、コンクリート以外の材質の函渠(ダクタイル鋳鉄管・鋼管等)や門柱(鋼製等)、継手、しゃ水工、管理橋、ゲートを対象としていないことから、本資料では取り扱っていない。

本資料を利用する際には、以下の点に留意して参考にされたい。

- 1) 本資料は、設計マニュアル(案)における生産性向上策の設計・施工上のポイントのみをまとめたものである。本資料の利用に際しては、設計マニュアル(案)の条文や解説の内容および「柔構造樋門設計の手引き」を十分に理解しておく必要がある。
- 2) 本資料に示した設計例および参考配筋図は、あくまで1つの参考事例であり、実際の設計では、「河川砂防技術基準(案)」および設計マニュアル(案)の条文や解説の内容を十分に踏まえ個々の条件に応じて適切な設計とする必要がある。
- 3) プレキャスト函渠は、二次製品であるため本資料では扱っていない。

2 章 土木構造物設計マニュアル（案）に係わる設計・施工上のポイント

2.1 樋門の設計・施工合理化策の概要

場所打ちコンクリート方式による樋門の設計・施工合理化策の概要を図 - 2.1 ~ 図 - 2.3 に示す。

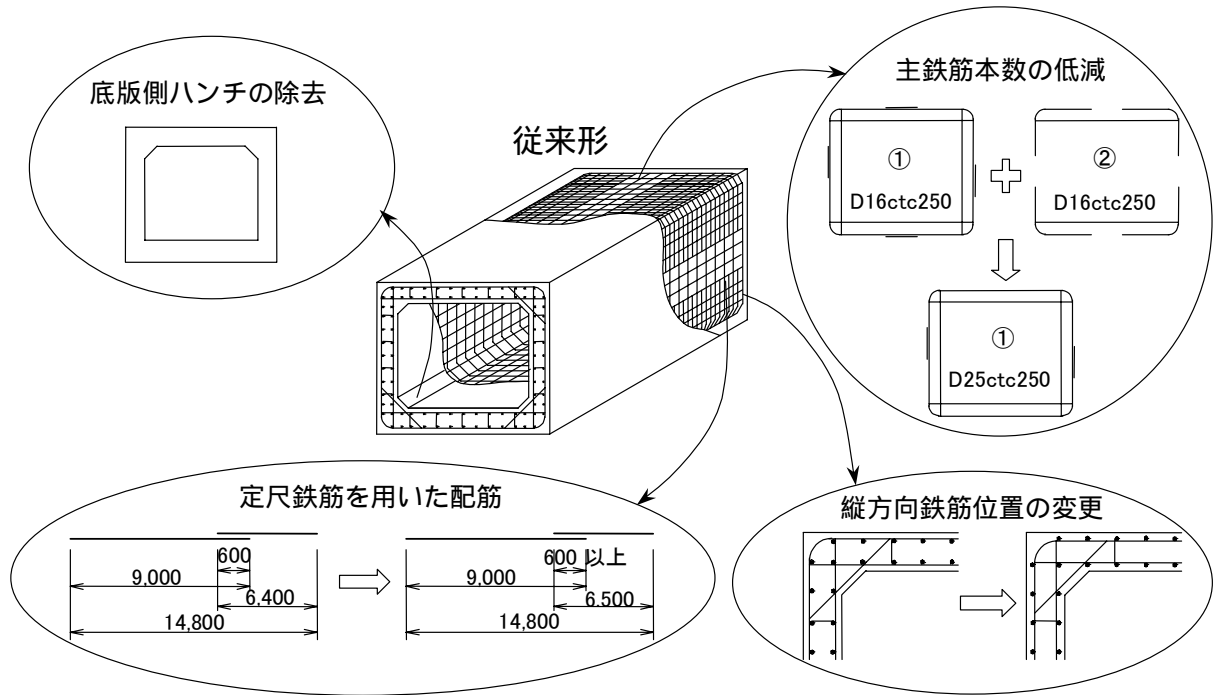


図 - 2.1 樋門の設計・施工合理化策の概要図（函渠）

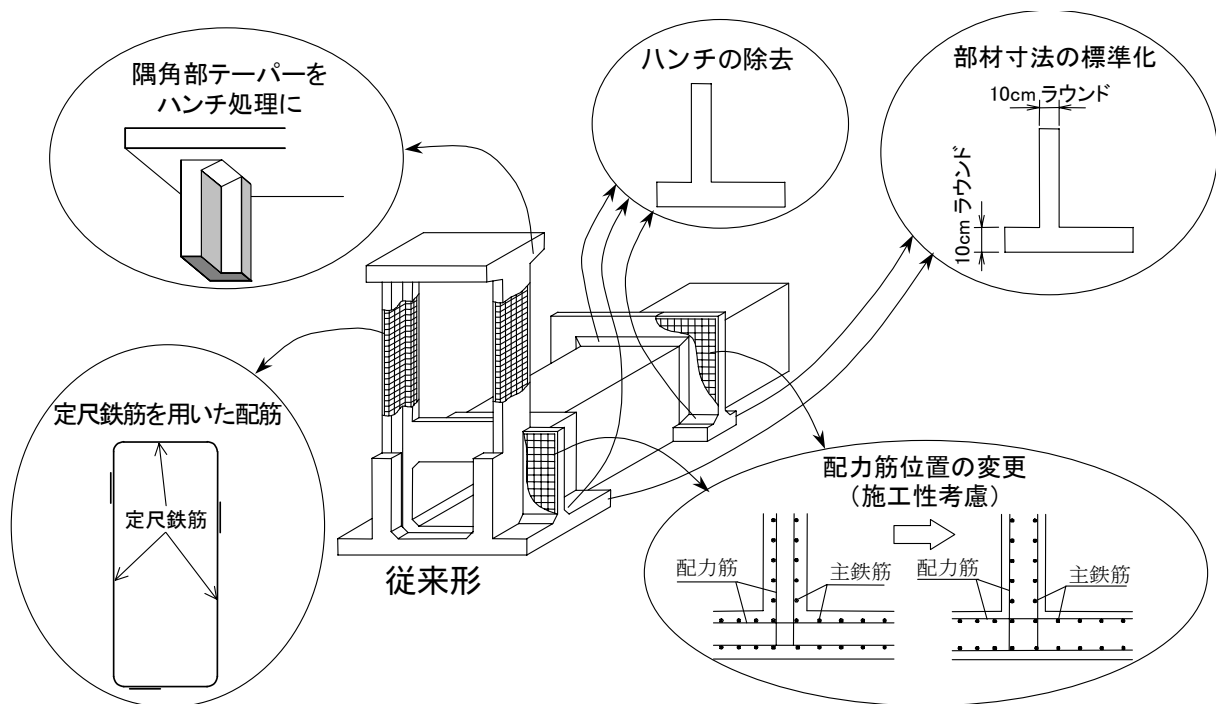


図 - 2.2 樋門の設計・施工合理化策の概要図（胸壁・しゃ水壁、門柱）

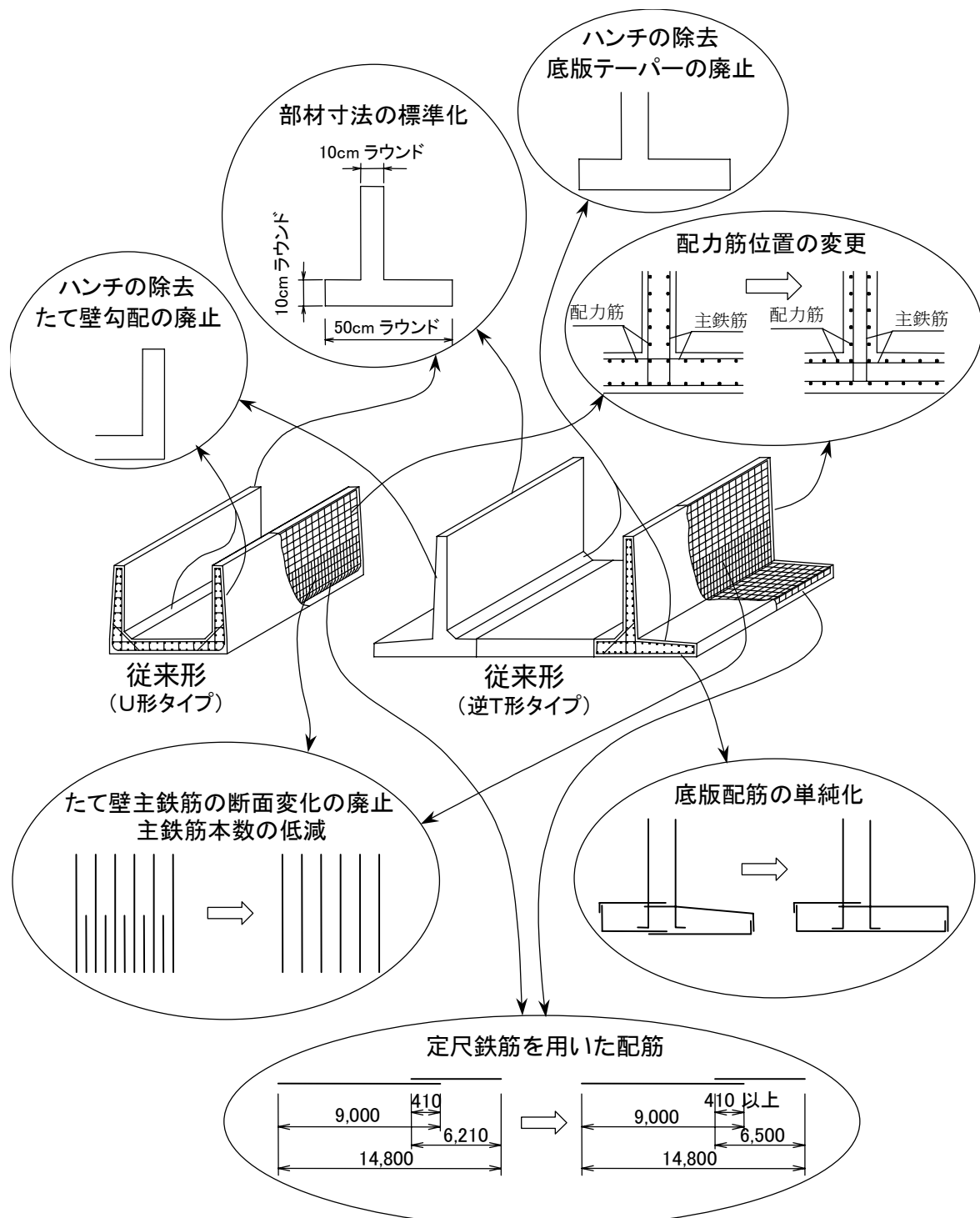


図 - 2.3 樋門の設計・施工合理化策の概要図（翼壁）

2.2 設計・施工上のポイント

2.2.1 設計

場所打ち方式の樋門は、各部位毎に構造モデルを設定して設計される。このうち代表的な樋門本体（函渠）および翼壁の設計は、図 - 2.4、図 - 2.5 に示すような流れで進められる。これらの検討項目に係わる設計マニュアル（案）の設計・施工合理化策の規定のポイントについてその参照項等を併記した。

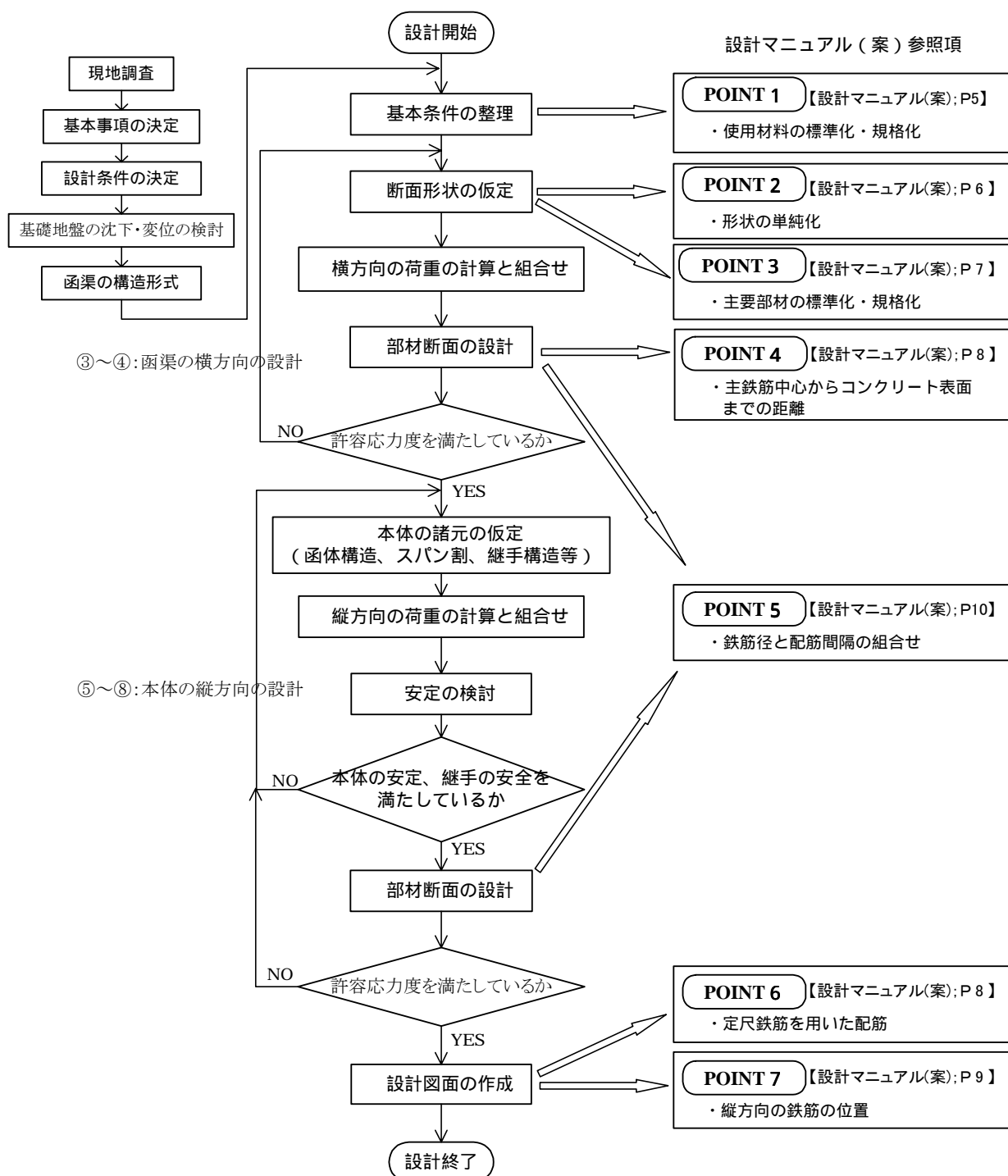


図 - 2.4 樋門の設計フローチャート（樋門本体）

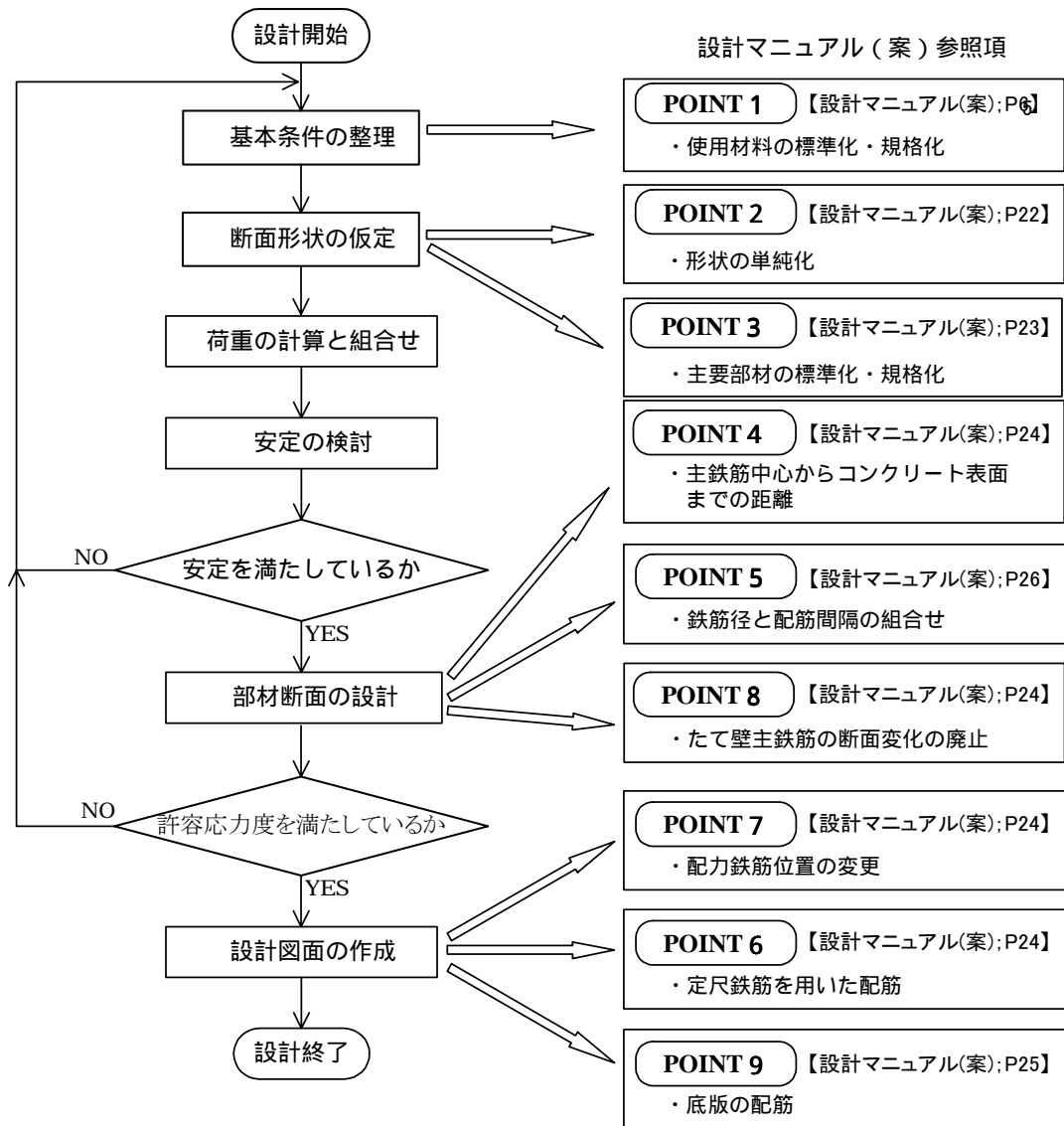


図 - 2.5 樋門の設計フローチャート(翼壁)

注) 翼壁は、一般に翼壁本体(水路部)とウイング部から構成されるが、特にウイング部が長くなると地盤条件によっては地盤変位による問題が生じることがあるので注意する必要がある。

設計マニュアル(案)で対象とする函渠、胸壁・しゃ水壁、門柱・操作台、翼壁の各部位の設計のポイントは、表 - 2.1 のようにまとめられる。

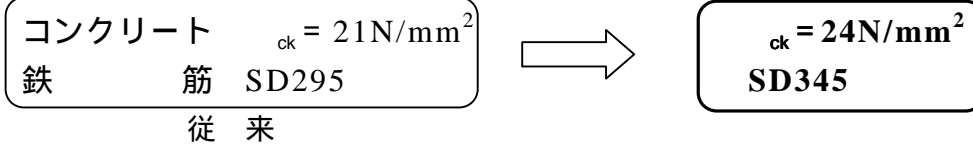
表 - 2.1 各部位の設計のポイント

POINT	内 容	函 渠	胸 壁 しゃ水壁	門 柱 操作台	翼 壁
1	使用材料の標準化・規格化	○	○	○	○
2	形状の単純化	○	○	○	○
3	主要部材の標準化・規格化	○	○	○	○
4	主鉄筋中心からコンクリート表面までの距離	○	○	○	○
5	鉄筋径と配筋間隔の組合せ	○	○	—	○
6	定尺鉄筋を用いた配筋	○	○	○	○
7	配力鉄筋又は函渠の縦方向主鉄筋の位置	○	○	—	○
8	たて壁主鉄筋の断面変化の廃止	—	—	—	○
9	底版の配筋	—	—	—	○

POINT 1

使用材料の標準化・規格化

対象部位：函渠、胸壁・しゃ水壁、門柱・操作台、翼壁

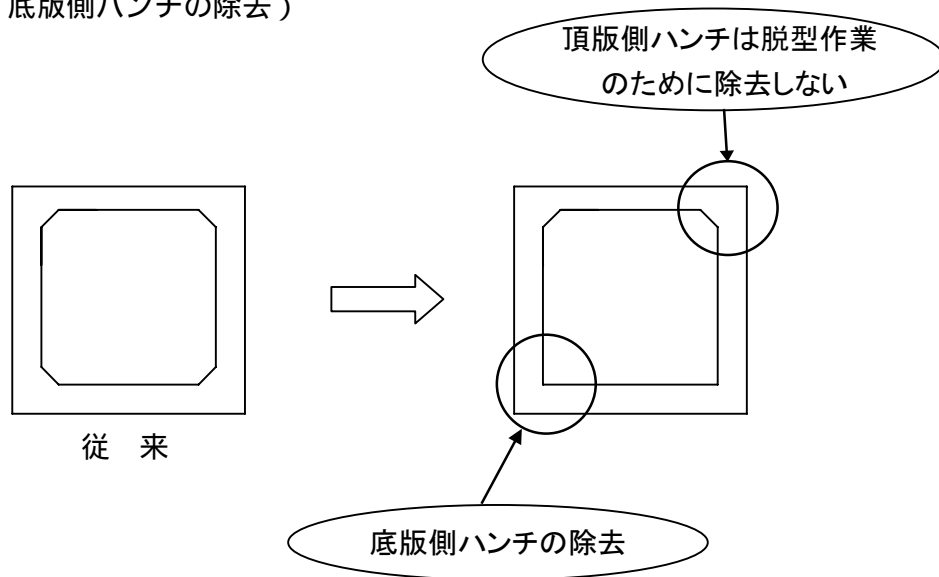


POINT 2

形状の単純化

対象部位：函渠、胸壁・しゃ水壁、門柱・操作台、翼壁

函渠（底版側ハンチの除去）



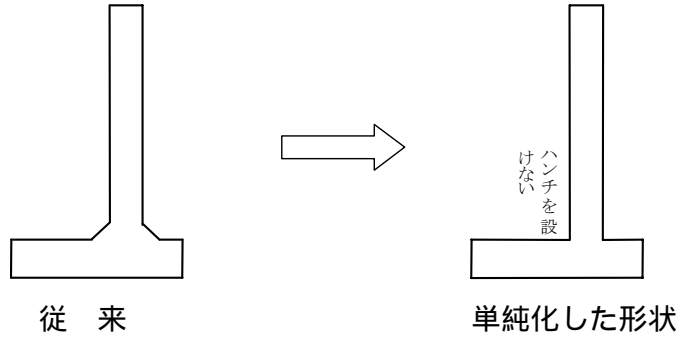
設計上のポイント

側壁下端部および底版端部の許容曲げ圧縮応力度の低減

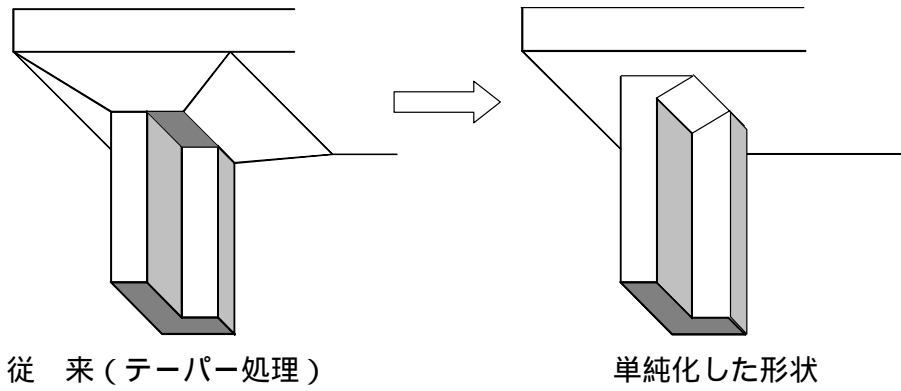
コンクリートの曲げ圧縮応力度 c $\frac{3}{4}$ c_a 許容曲げ圧縮応力度

〔ハンチを設けない場合の規定（道路土工 カルバート工指針 3-2-2(5)）より〕

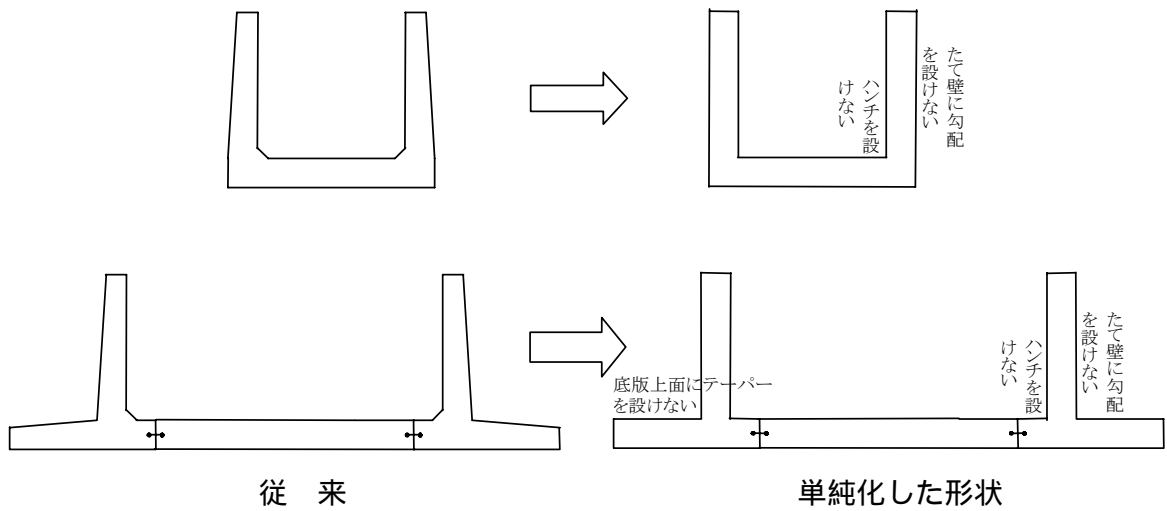
胸壁・しゃ水壁（ハンチを設けない）



門柱・操作台（テーパとせず、最小限のハンチとする）



翼 壁（たて壁勾配、ハンチ、テーパを設けない、）



POINT 3

主要部材の標準化・規格化

対象部位：函渠、胸壁、門柱・操作台、翼壁

函渠、胸壁、門柱・操作台

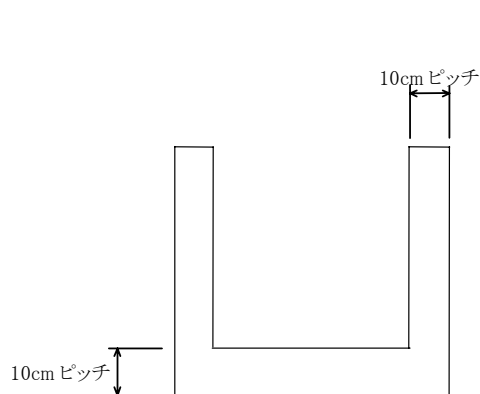
部材寸法の規格 (cm)

	最小	増加寸法のピッチ
部材厚	40	10

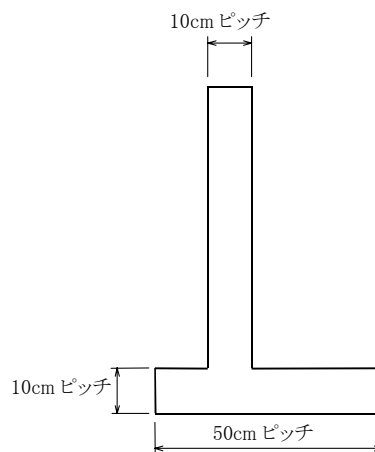
翼 壁

部材寸法の規格 (cm)

	最小部材厚	増加寸法のピッチ	
		部材厚	幅
たて壁	40	10	
底版	40	10	50



U形タイプ



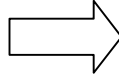
逆T形タイプ

POINT 4

主鉄筋中心からコンクリート表面までの距離

対象部位：函渠、胸壁・しゃ水壁、門柱・操作台、翼壁

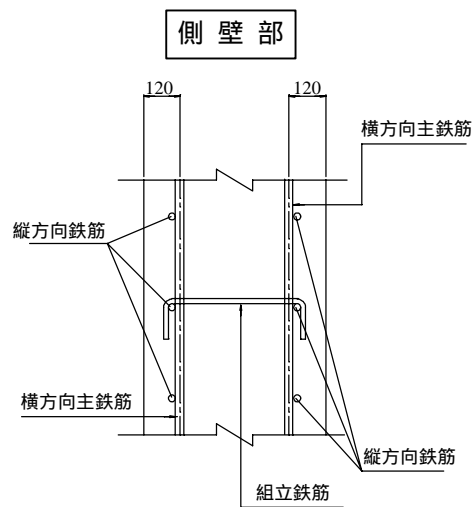
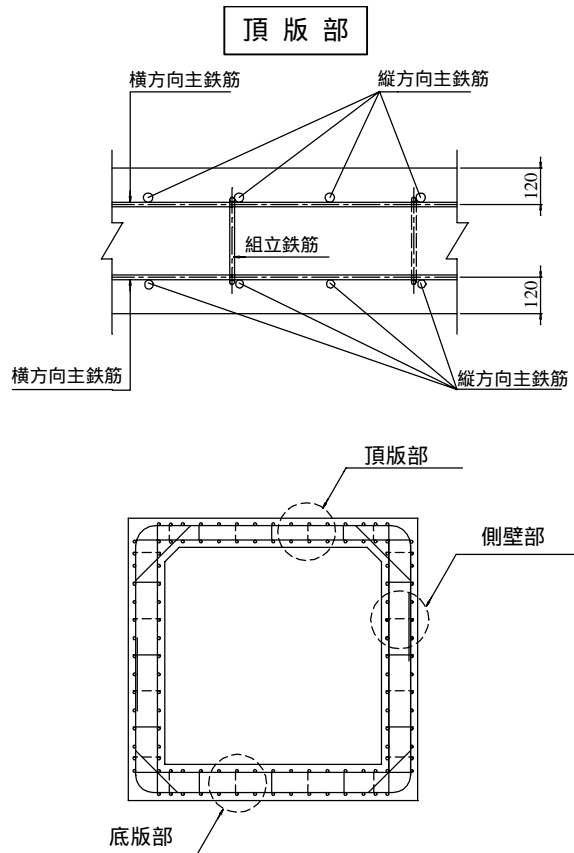
底板下面	115mm
その他	90mm
操作台	65mm



底板下面	150mm
その他	120mm
操作台	70mm

従来

函 渠



横方向主鉄筋中心からコンクリート表面までの距離の算定根拠

頂版・底板； $a=b+D_1/2+D_2$

側壁； $a=b+D_1/2+D_2+D_3$

a：横方向主鉄筋中心からコンクリート表面までの距離

b：かぶり

D_1 ：横方向主鉄筋径（最大 D29）

D_2 ：縦方向主鉄筋径（最大 D29）

側壁の縦方向鉄筋径（D13）

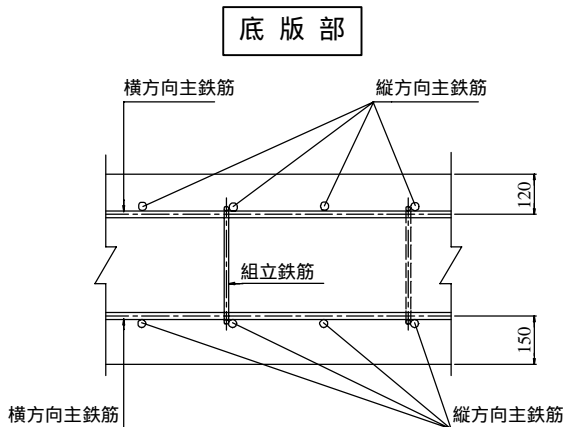
D_3 ：組立鉄筋径（D13）

頂版； $a=75+29/2+29=118.5$ 120mm

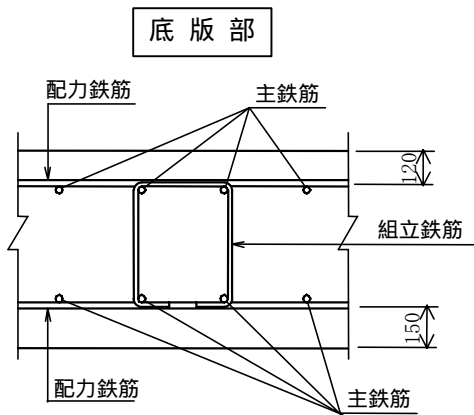
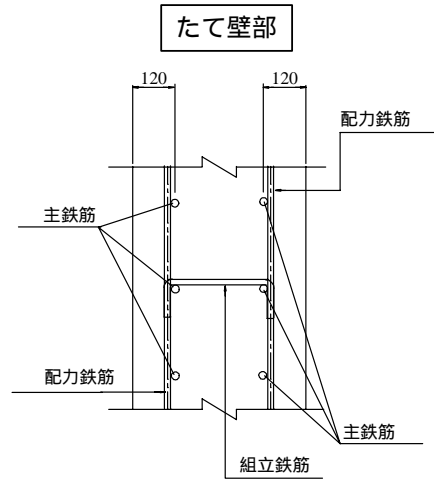
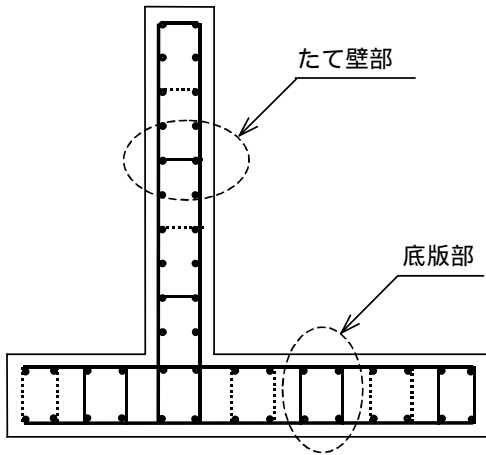
底板(上面)； $a=75+29/2+29=118.5$ 120mm

底板(下面)； $a=100+29/2+29=143.5$ 150mm

側壁； $a=75+29/2+13+13=115.5$ 120mm



胸壁・しゃ水壁



主鉄筋中心からコンクリート表面までの距離の算定根拠

底板； $a=b+D_1/2+D_3$

たて壁； $a=b+D_1/2+D_3$

a：主鉄筋中心からコンクリート表面までの距離

b：かぶり

D_1 ：主鉄筋径（最大 D29）

D_2 ：配力鉄筋径（D13）

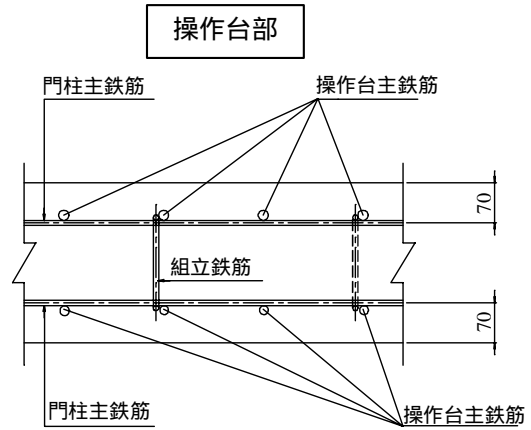
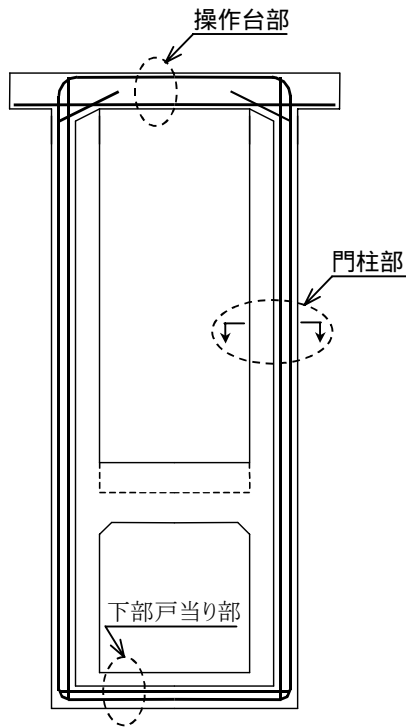
D_3 ：組立鉄筋径（D13）

底板(上面)； $a=75+29/2+13=102.5$ 120mm

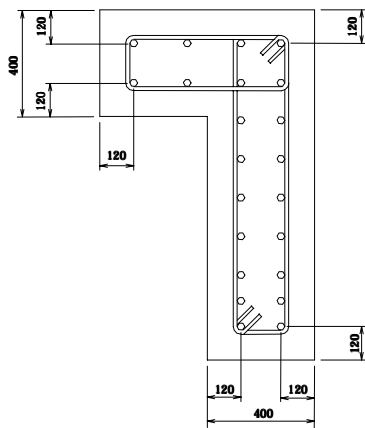
底板(下面)； $a=100+29/2+13=127.5$ 150mm

たて壁； $a=75+29/2+13=102.5$ 120mm

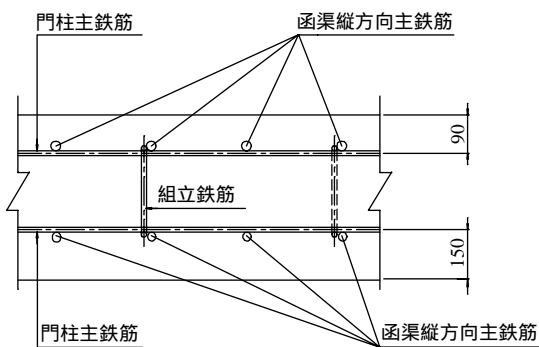
門柱・操作台



門柱部



下部戸当り部



主鉄筋中心からコンクリート表面までの距離の算定根拠

柱 ; $a=b+D1/2+D2$

操作台 ; $a=b+D1/2+D3$

下部戸当り上面 ; $a=b+D1/2+D4$

a : 主鉄筋中心からコンクリート表面までの距離

b : かぶり

D1 : 門柱主鉄筋径 (最大 D29)

D2 : 帯鉄筋径 (D13)

D3 : 操作台主鉄筋径 (D25)

D4 : 函渠縦方向主鉄筋 (最大 D29)

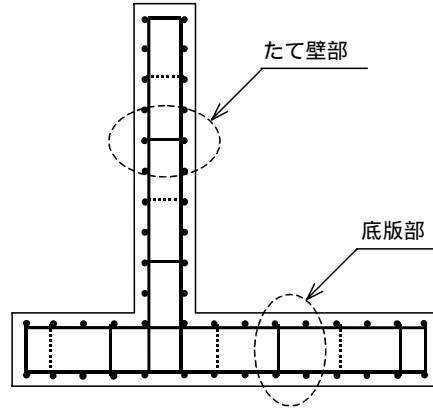
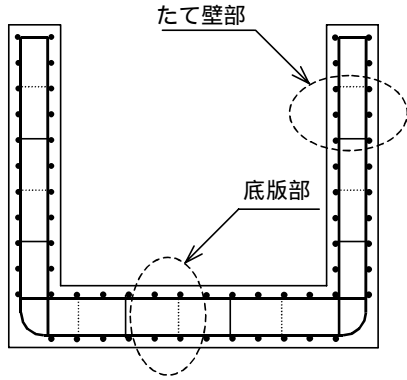
柱 ; $a=75+29/2+13=102.5$ 120mm

操作台 ; $a=30+29/2+25=69.5$ 70mm

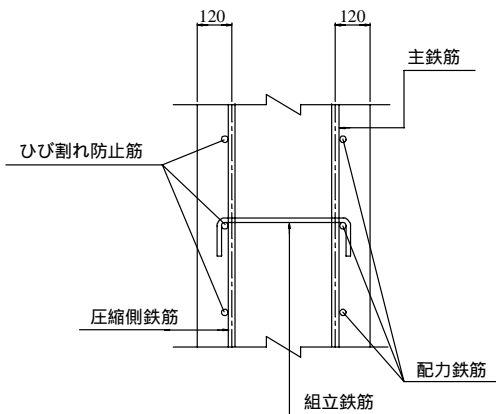
下部戸当り上面 ; $a=40+29/2+29=83.5$ 90mm 注)

注) この値は参考値であり、これまで使用されている一般的な値とした。

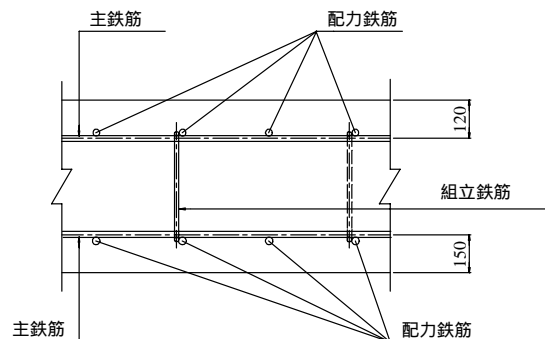
翼 壁



たて壁部



底板部



主鉄筋中心からコンクリート表面までの距離の算定根拠

底 版 ; $a=b+D_1/2+D_2$

たて壁 ; $a=b+D_1/2+D_2+D_3$

a : 主鉄筋中心からコンクリート表面までの距離

b : かぶり

D_1 : 主鉄筋径 (最大 D29)

D_2 : 配力鉄筋径 (D13)

D_3 : 組立鉄筋径 (D13)

底板(上面) ; $a=75+29/2+13=102.5$ 120mm

底板(下面) ; $a=100+29/2+13=127.5$ 150mm

たて壁 ; $a=75+29/2+13+13=115.5$ 120mm

POINT 5

鉄筋径と配筋間隔の組合せ（鉄筋本数の低減）

対象部位：函渠、胸壁・しゃ水壁、翼壁

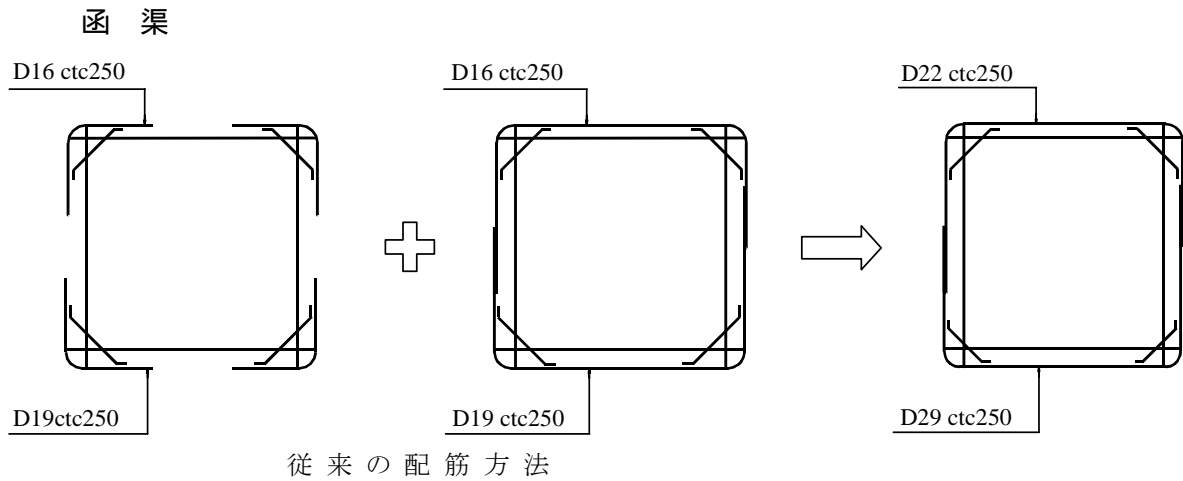
主鉄筋の鉄筋径と配筋間隔の組合せ

径 配筋間隔	D 1 3	D 1 6	D 1 9	D 2 2	D 2 5	D 2 9
1 2 5 mm	-	-	-			注
2 5 0 mm						

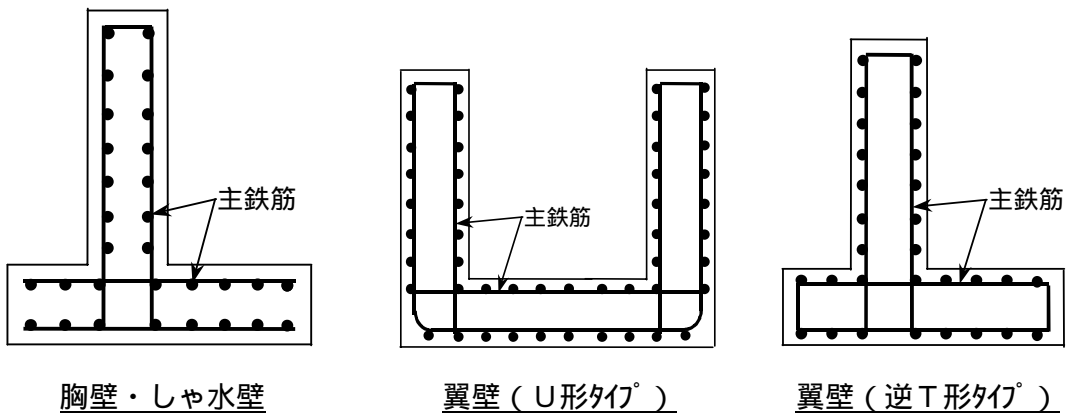
注：函渠の縦方向主鉄筋のみに適用する。

胸壁・しゃ水壁の主鉄筋の配筋間隔は 250mm、配力鉄筋は D13ctc250mm と標準化する。

鉄筋本数の低減を目的とし、応力度や鉄筋の定着などに支障のない限り配筋間隔を 250mm とすることが望ましい。



胸壁・しゃ水壁、翼壁



POINT 6

定尺鉄筋を用いた配筋

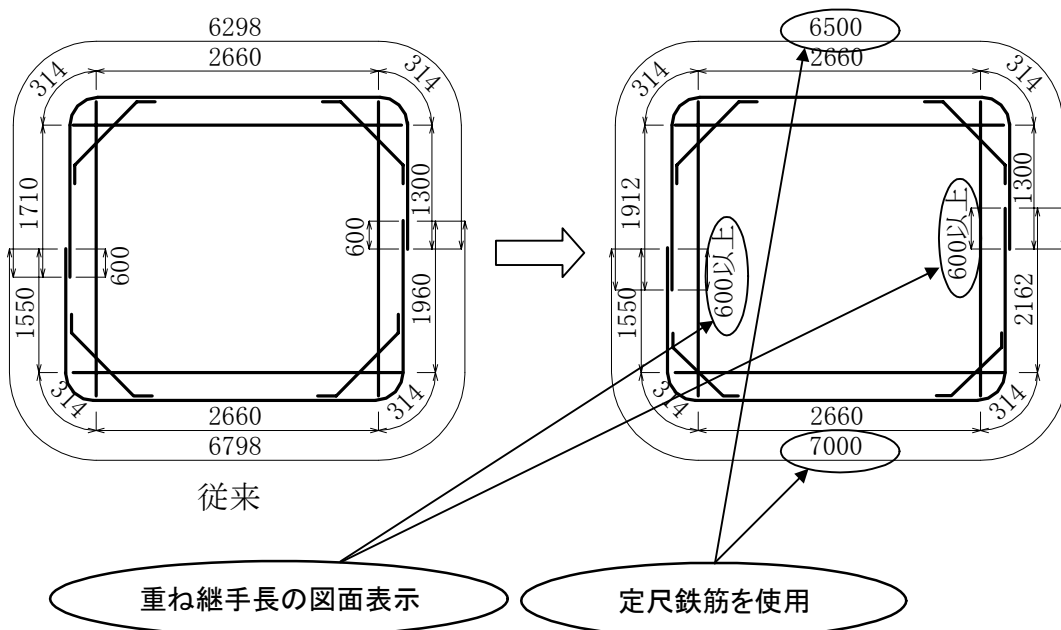
対象部位：函渠、胸壁・しゃ水壁、門柱・操作台、翼壁

設計上のポイント

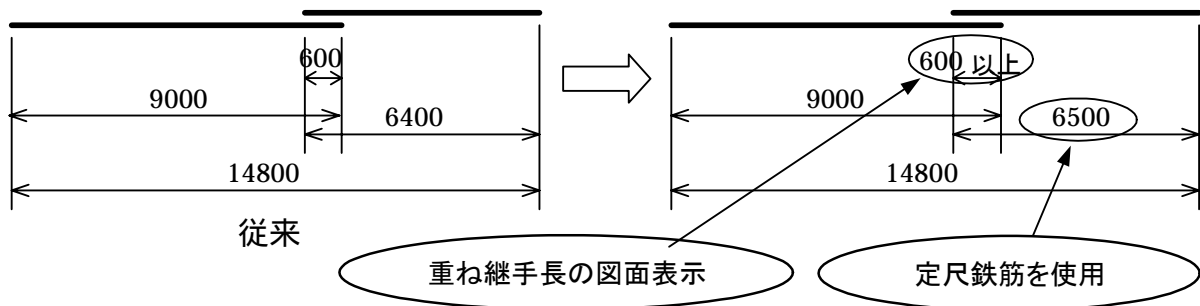
重ね継手長で調整して定尺鉄筋を用いた場合には、鉄筋の組立・検査が容易になるように重ね継手長 la 以上 と設計図面に図示する。

$$\text{重ね継手長 } la = \frac{sa}{4} \frac{oa}{oa} \quad (\text{10mm 単位に切り上げ})$$

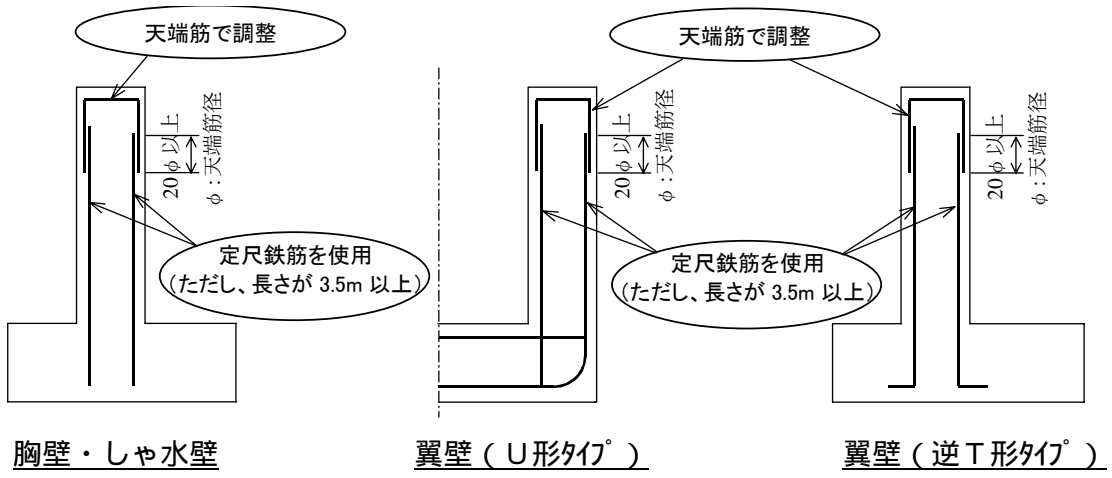
函 渠 (横方向)



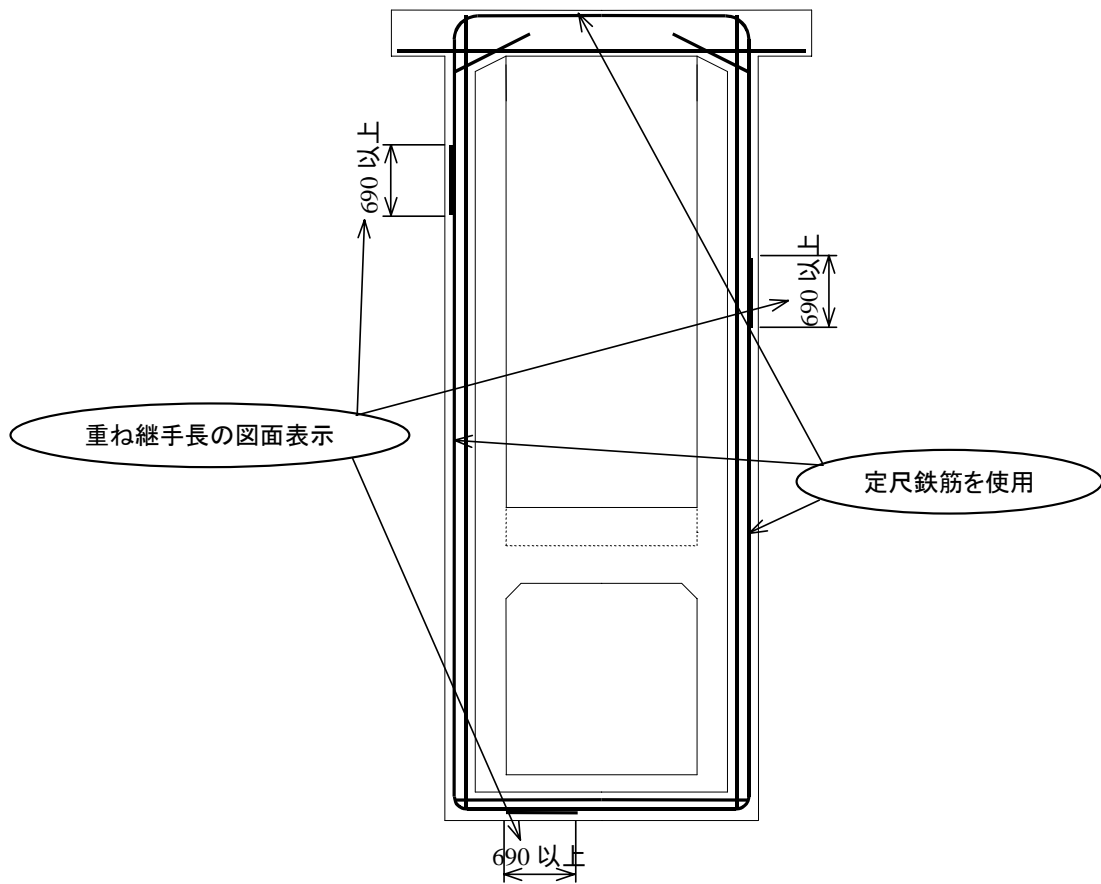
本体の縦方向、翼壁の延長方向



胸壁・しゃ水壁、翼壁



門柱・操作台



POINT 7

配力鉄筋（縦方向主鉄筋）位置

対象部位：函渠、胸壁・しゃ水壁、翼壁

設計上のポイント

設計図面には、かぶり詳細図や鉄筋組立図などを用いて、配力鉄筋（または縦方向主鉄筋）を主鉄筋（または横方向主鉄筋）の外側に配置するようにわかりやすく図示する。

POINT 4

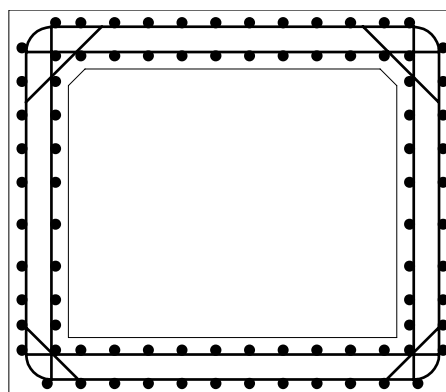
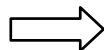
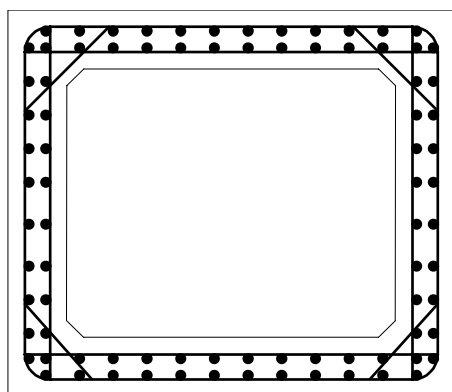
かぶり詳細図参照

函 渠

本体の縦方向の鉄筋は、
横方向の鉄筋の内側



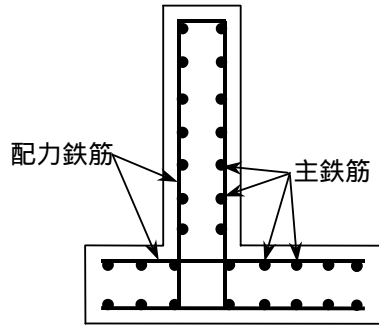
本体の縦方向の鉄筋は、
横方向の鉄筋の外側



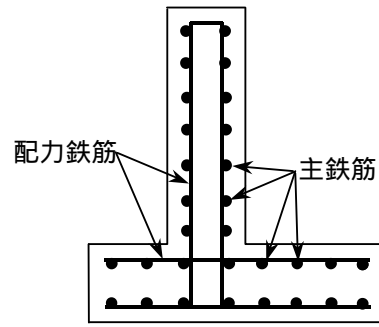
従 来

胸壁・しゃ水壁

たて壁の配力鉄筋は、施工の容易な位置に配置



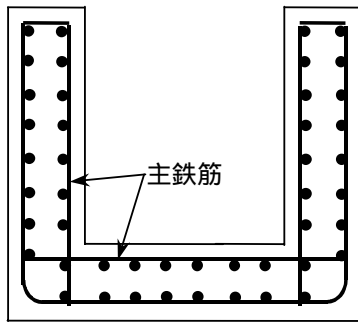
配力鉄筋が外側の場合



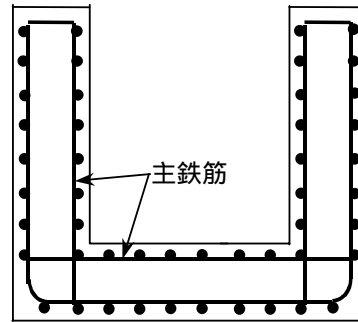
配力鉄筋が内側の場合

翼 壁

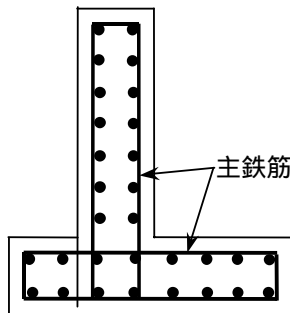
配力鉄筋は主鉄筋の外側に配置



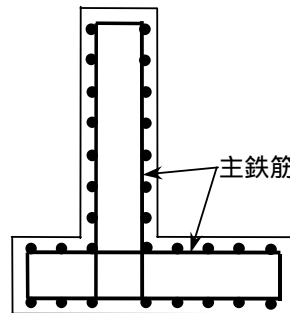
従来



U形タイプ



従来



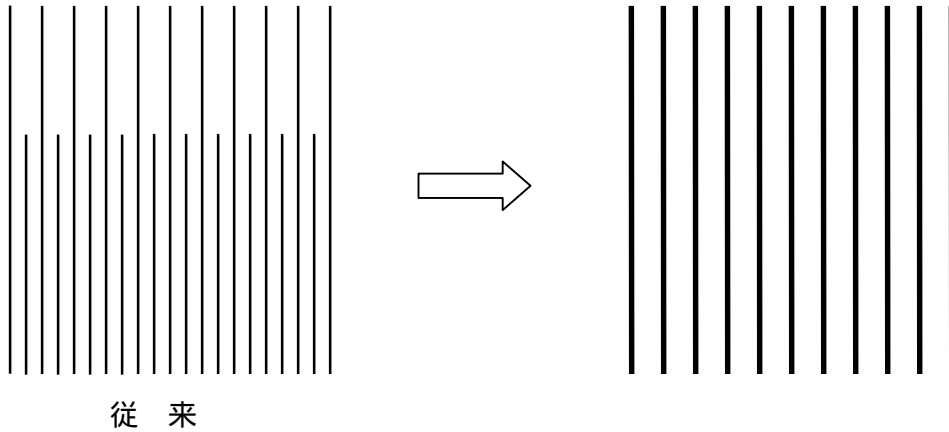
逆T形タイプ

POINT 8

たて壁主鉄筋の断面変化の廃止

対象部位：翼壁

鉄筋加工および組立の省力化を図るため、翼壁のたて壁における主鉄筋の断面変化は行わないものとする。

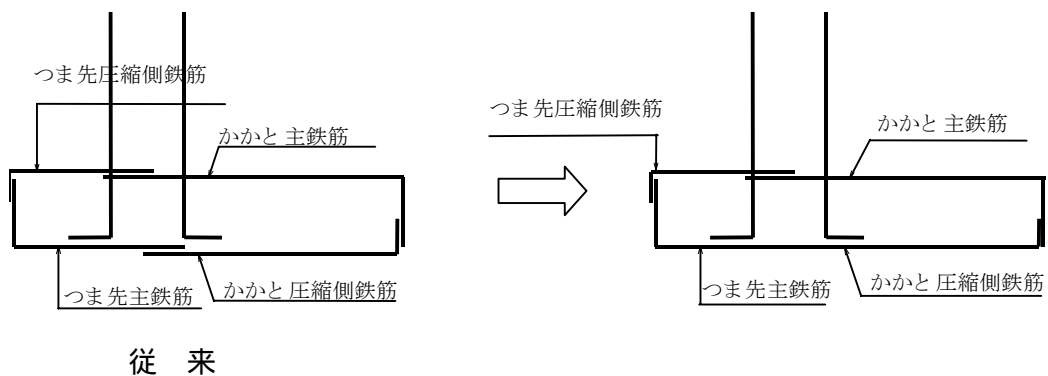


POINT 9

底版の配筋

対象部位：翼壁（逆T形タイプ）

つま先版主鉄筋とかかと版圧縮鉄筋は、鉄筋の加工・組立の省力化を目的として1本の鉄筋とする。



2.2.2 施 工

一般に、場所打ちコンクリート方式による樋門の各部位の施工手順は、図 - 2.6 に示すような流れで進められる。これらの作業項目のうち、設計マニュアル(案)において設計・施工合理化策に係わる規定を設けている項について、その具体的な方策を併記した。

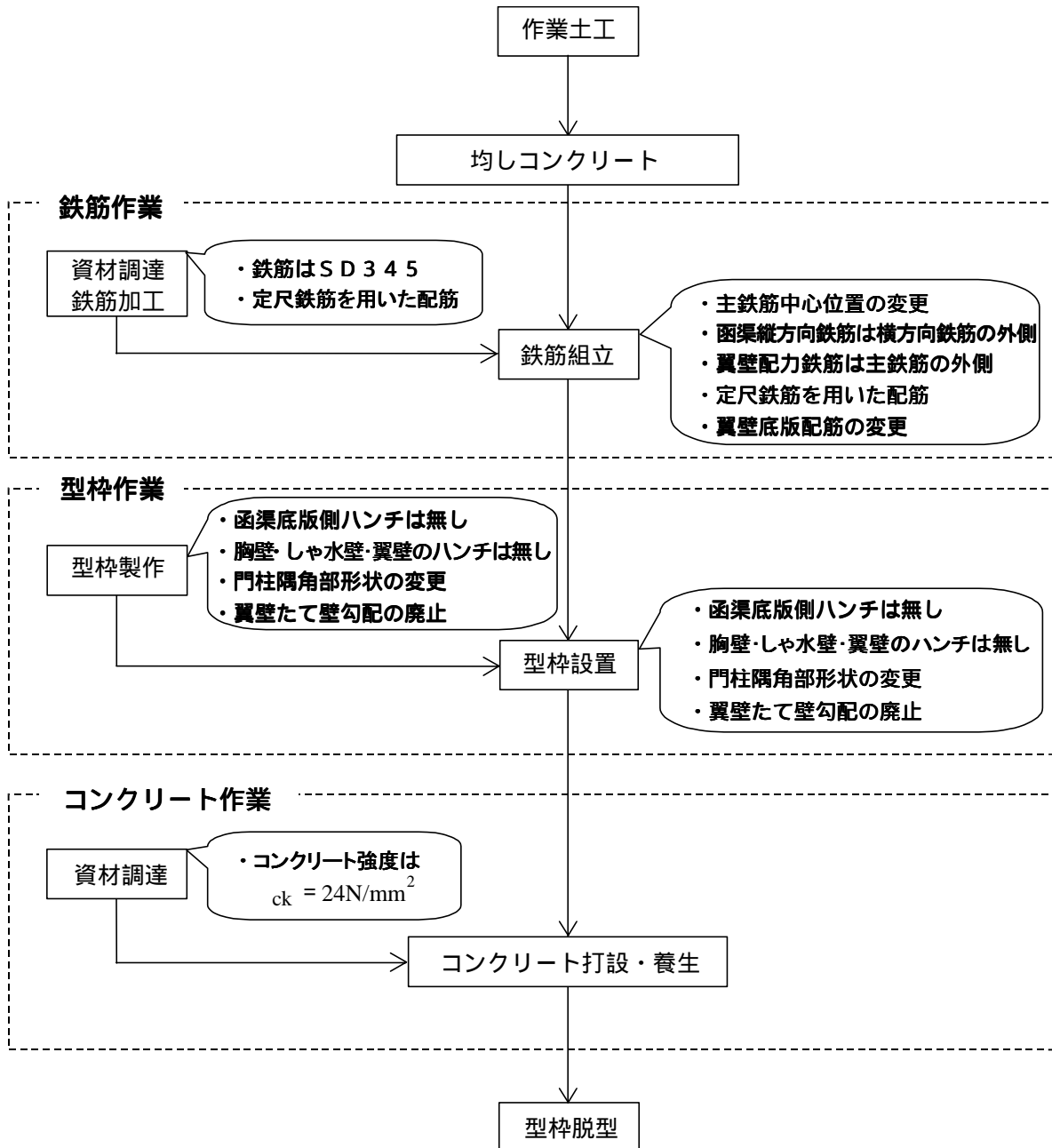


図 - 2.6 樋門の各部位の施工フローチャート

函渠の鉄筋作業の POINT

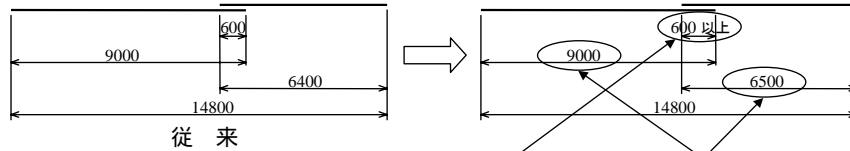
資材調達・鉄筋加工

鉄筋はSD345

鉄筋 SD295
従来

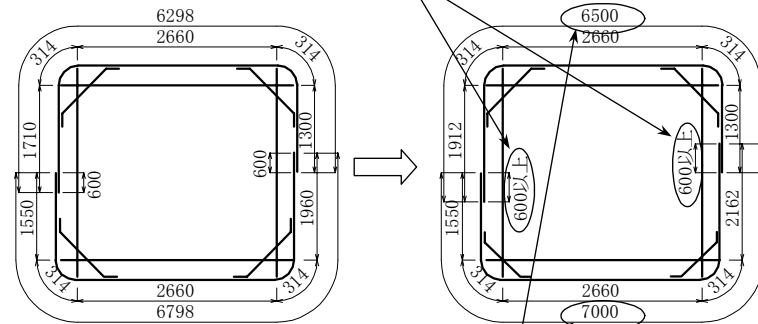
鉄筋 SD345

定尺鉄筋を用いた配筋



設計図面に示された重ね継手長以上を確保(組立)

定尺鉄筋のため鉄筋切断不要(加工)



従来

定尺鉄筋のため鉄筋切断不要(加工)

鉄筋組立

主鉄筋中心からコンクリート表面までの距離

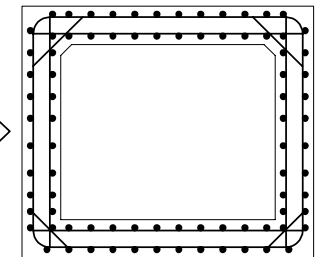
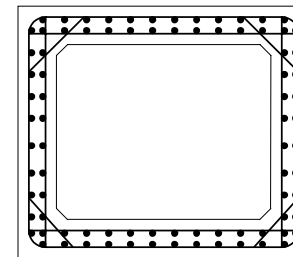
頂版部・側壁部・底版上面 90mm
底版下面 115mm
従来

頂版部・側壁部・底版上面 120mm
底版下面 150mm

縦方向の鉄筋は横方向の鉄筋の外側

縦方向鉄筋は横方向鉄筋の内側

縦方向鉄筋は横方向鉄筋の外側

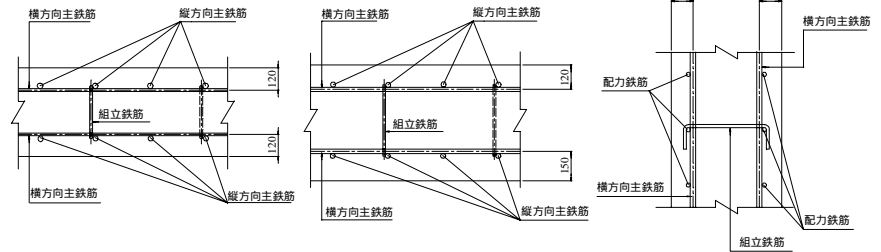


従来

頂版部

底版部

側壁部



定尺鉄筋を用いた配筋

左図参照

胸壁・しゃ水壁の鉄筋作業の POINT

資材調達・鉄筋加工

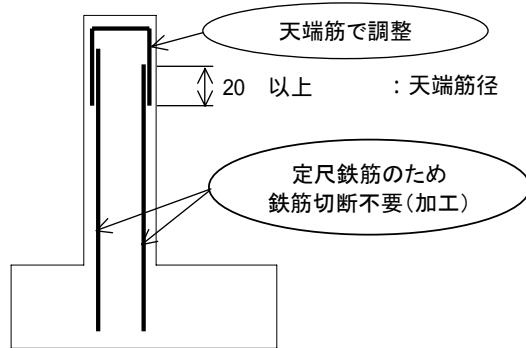
鉄筋はSD345

鉄筋 SD295
従来



鉄筋 SD345

定尺鉄筋を用いた配筋



鉄筋組立

主鉄筋中心からコンクリート表面までの距離

たて壁部・底版上面 90mm
底版下面 115mm



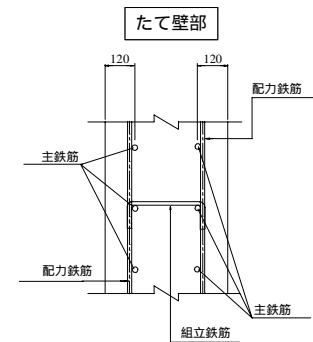
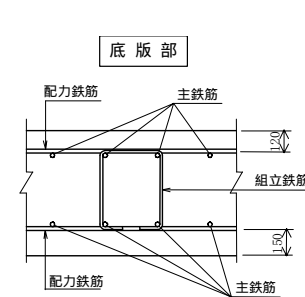
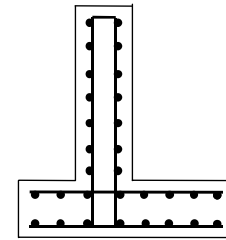
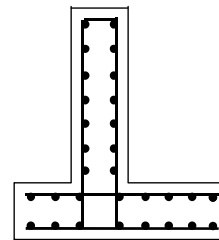
たて壁部・底版上面 120mm
底版下面 150mm

従来

たて壁の配筋鉄筋は、施工の容易な位置に配置

たて壁の配筋鉄筋が外側

たて壁の配筋鉄筋が内側



定尺鉄筋を用いた配筋

左図参照

門柱・操作台の鉄筋作業の POINT

資材調達・鉄筋加工

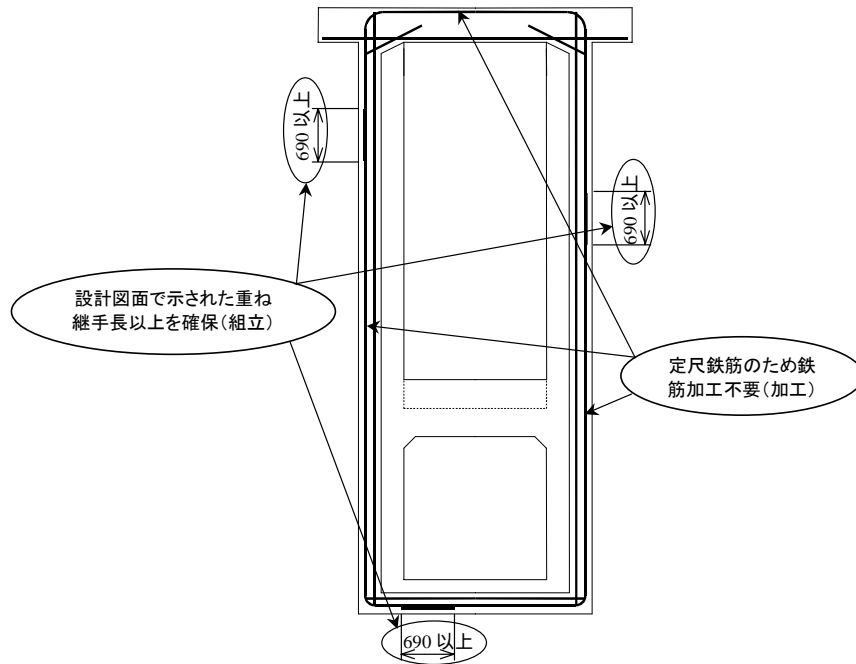
鉄筋はSD345

鉄筋 SD295
従来



鉄筋 SD345

定尺鉄筋を用いた配筋



鉄筋組立

主鉄筋中心からコンクリート表面までの距離

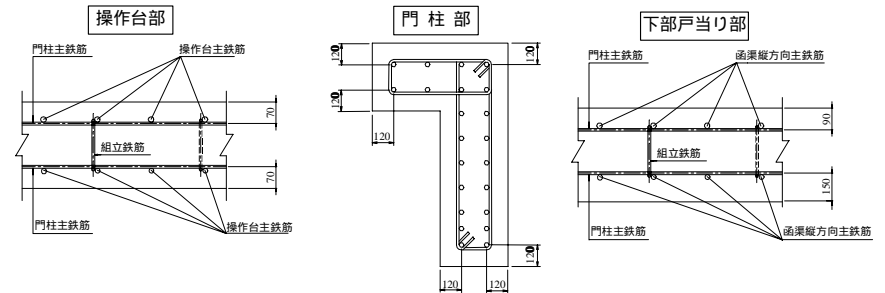
柱 90mm
操作台 65mm



柱 120mm
操作台 70mm

従来

門柱の帯鉄筋は、D13@150mm で設置する



定尺鉄筋を用いた配筋

左図参照

翼壁の鉄筋作業の POINT

資材調達・鉄筋加工

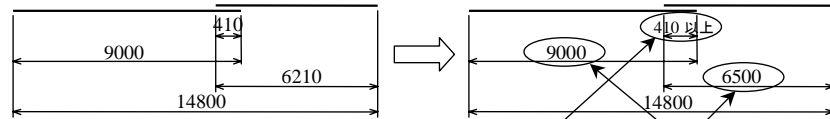
鉄筋はSD345

鉄筋 SD295

従来

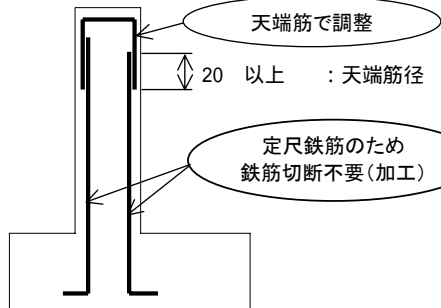
鉄筋 SD345

定尺鉄筋を用いた配筋

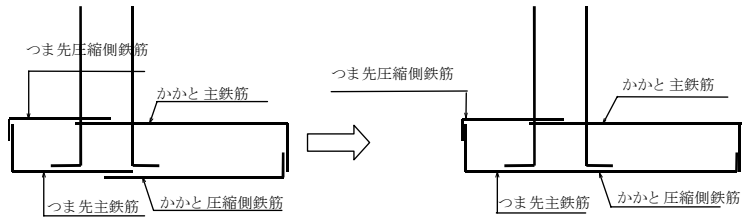


設計図面に示された重ね継手長以上を確保(組立)

定尺鉄筋のため鉄筋切断不要(加工)



底板配筋の変更



従来

鉄筋組立

主鉄筋中心からコンクリート表面までの距離

たて壁部・底板上面 90mm
底板下面 115mm

従来

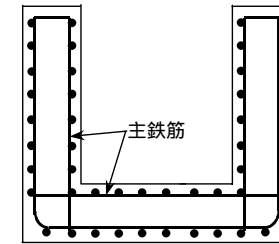
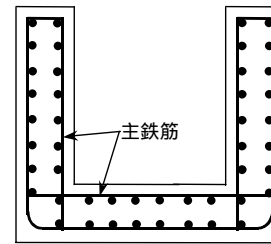
たて壁部・底板上面 120mm
底板下面 150mm

配力鉄筋は主鉄筋の外側

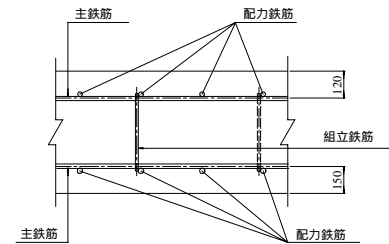
配力鉄筋は主鉄筋の内側

従来

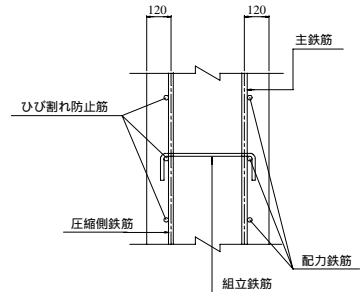
配力鉄筋は主鉄筋の外側



底板部



たて壁部



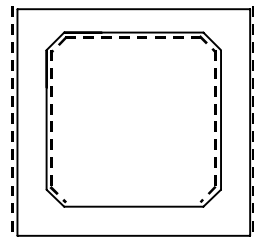
定尺鉄筋を用いた配筋

左図参照

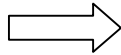
函渠の型枠作業の POINT

型枠製作・設置

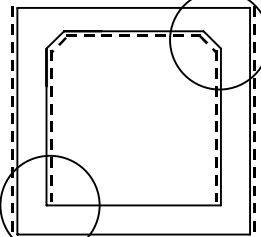
底版側ハンチは無し



従来



頂版側ハンチは脱型作業
のために除去しない

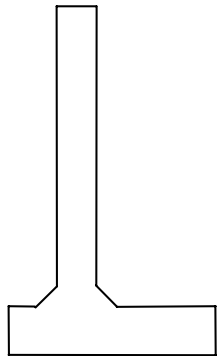


底版側ハンチの除去

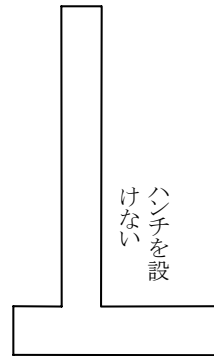
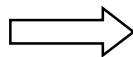
胸壁・しゃ水壁の型枠作業の POINT

型枠製作・設置

ハンチは無し



従来の形状

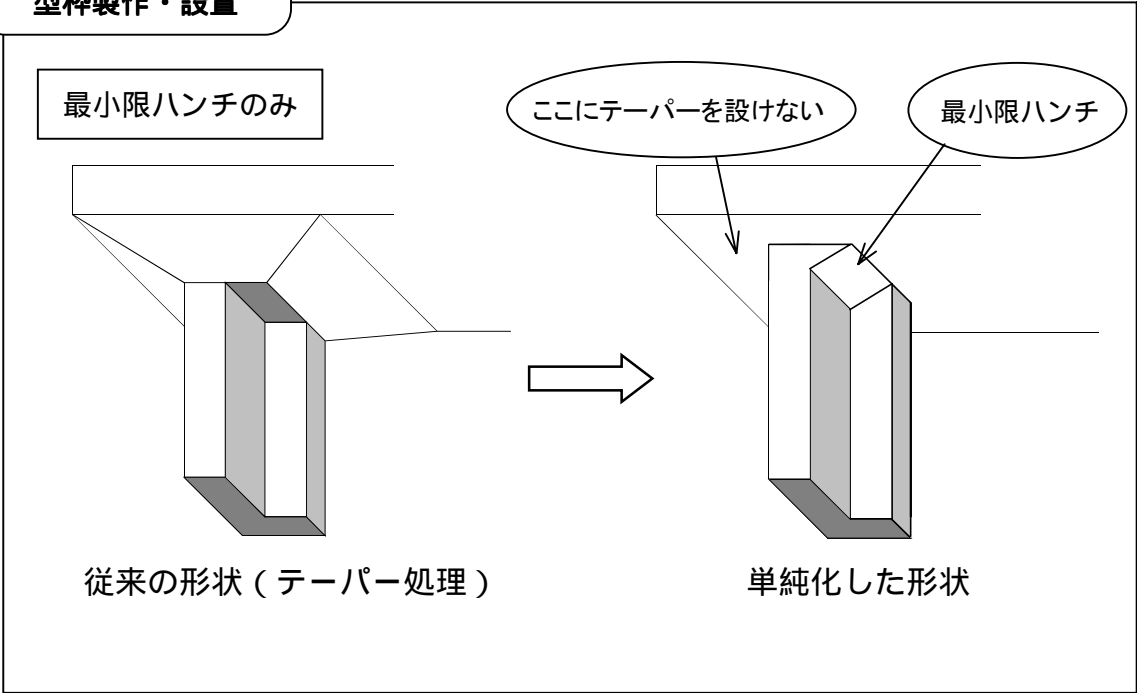


ハンチを設
けない

単純化した形状

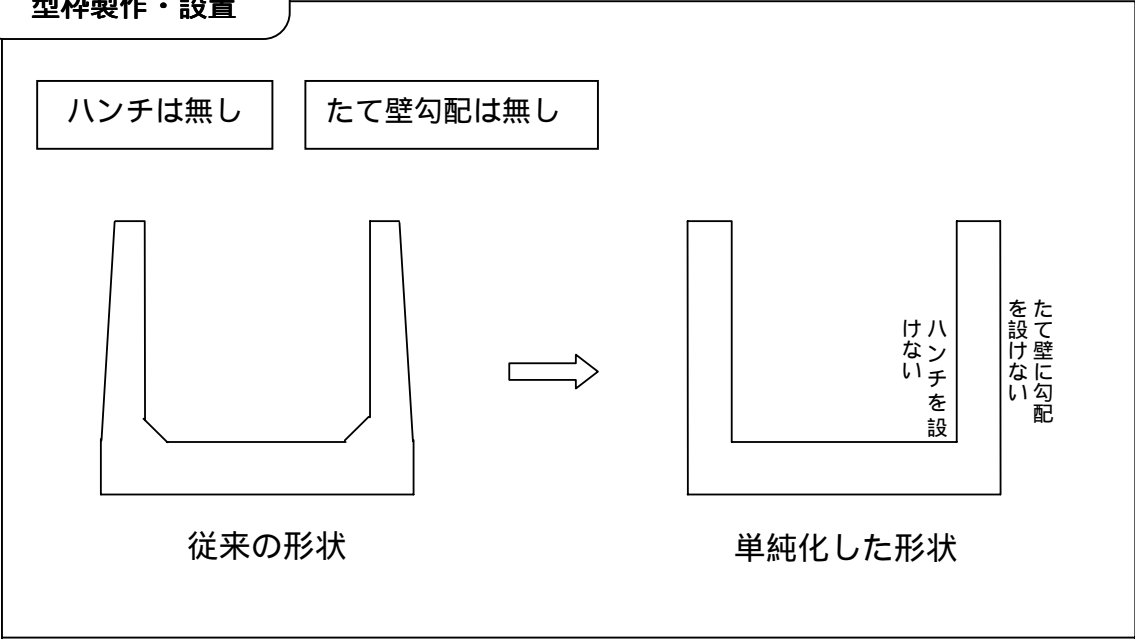
門柱・操作台の型枠作業の POINT

型枠製作・設置



翼壁の型枠作業の POINT

型枠製作・設置



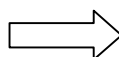
コンクリート作業の POINT

資材調達

コンクリート強度は $c_k = 24\text{N/mm}^2$

コンクリート $c_k = 21\text{N/mm}^2$

従 来



$c_k = 24\text{N/mm}^2$

3 章 樋門の設計例

設計マニュアル(案)に示した場所打ち鉄筋コンクリート構造の樋門の設計・施工合理化策に係わる具体的設計例を示した。

3.1 設計条件の整理

本設計例では以下に示す基本条件を想定した。

(1) 設計条件

樋門構造：場所打ち鉄筋コンクリート構造の排水樋門

本体長：40m、3 スパン (14m + 12m + 14m)

内空寸法：B × H = 2.5 × 2.5m

土かぶり：h = 6.9m

地下水位：樋門の底版下面以深

地盤の残留沈下量：S > 5.0cm

平面形状：堤防法線との交差角が直角

(2) 単位体積重量

堤体土 (水中) : $s = 18.0 (9.0) \text{ kN/m}^3$

鉄筋コンクリート : $c = 24.5 \text{ kN/m}^3$

水 : $w = 9.8 \text{ kN/m}^3$

(3) 構造形式

樋門の構造形式：柔構造樋門 (S > 5.0cm)

継手形式：可とう性継手

基礎形式：浮き直接基礎

(4) 材料強度および許容応力度

コンクリートおよび鉄筋の材料強度および許容応力度は、表 - 3.1 に示すとおりとする。(設計マニュアル(案)：「 総則、4 . 使用材料の標準化」(P5))

表 - 3.1 材料強度および許容応力度 (N/mm²)

材料	種 別	函 渠	胸 壁	門 柱	操作台	翼 壁
コン ク リ ー ト	設 計 基 準 強 度		24			
	許容曲げ圧縮応力度	常 時	8.0(6.0) ^{注)}	8.0		
		風荷重作用時	-	10.0	-	
		地 震 時	-	12.0		
	許容せん断応力度	常 時	0.39			
		風荷重作用時	-	0.48	-	
地 震 時		-	0.58			
鉄 筋	鉄 筋 の 規 格		SD345			
	許容引張応力度	常 時	160		180	160
		風荷重作用時	-	200	225	-
		地 震 時	-	300		
		重ね継手長算出時	200			

注) () 内値はハンチを設けない函渠の底版端部および側壁下端にのみ適用

(5) 鉄筋のかぶり

各部材毎の鉄筋のかぶりおよび主鉄筋中心からコンクリート表面までの距離は、表 - 3.2 に示すとおりとする。

- 設計マニュアル(案)：「 函渠、2.2 配筋仕様の標準化」(P8)、
 「 胸壁・しゃ水壁、2.1 配筋仕様の標準化」(P17)、
 「 門柱・操作台、2.1 配筋仕様の標準化」(P20)、
 「 翼壁、2.2 配筋仕様の標準化」(P24)

表 - 3.2 主鉄筋中心からコンクリート表面までの距離

部材の種類	適用箇所	鉄筋のかぶり	主鉄筋中心からコンクリート表面までの距離
函 渠	頂版・側壁・底版上面	75	120
	底版下面	100	150
胸壁・しゃ水壁 翼 壁	たて壁 ^{注1)} ・底版上面	75	120
	底版下面	100	150
門柱・操作台	操作台	30	70
	柱	75	120
	下部戸当り上面 ^{注2)}	40	90

注1) 配力鉄筋を主鉄筋の外側に配置する。

注2) 下部戸当り上面の鉄筋のかぶりは、これまで使用されている一般的な値とした。

(6) 全体一般図

設計対象の樋門の全体図は、図 - 3.1 に示すとおりである。

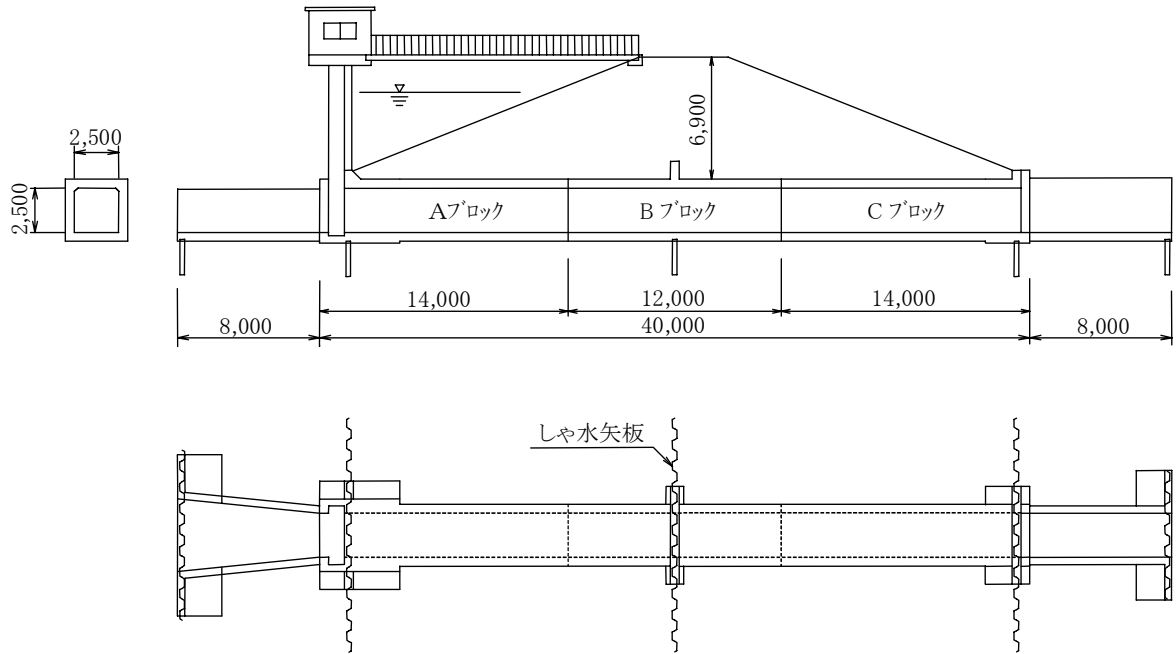


図 - 3.1 設計対象の樋門全体図

3.2 函渠（本体）の設計

3.2.1 函渠の横方向の設計

(1) 断面寸法の仮定

函渠の断面形状および各部材の寸法を図 - 3.2のように仮定した。

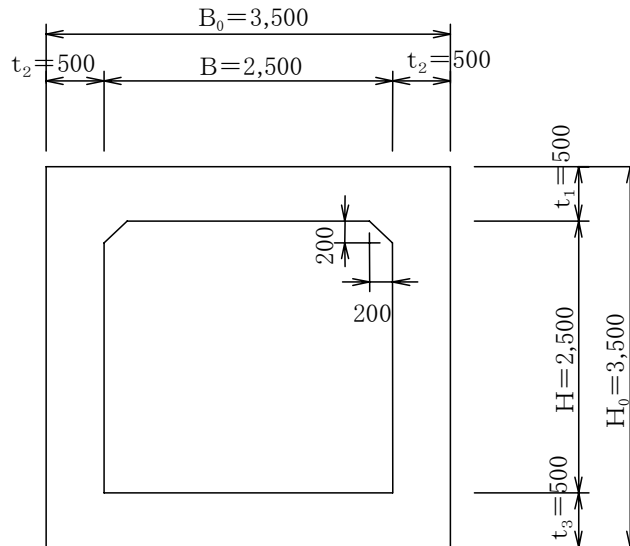


図 - 3.2 仮定した函渠の断面形状および寸法

函渠の各部材は、等厚の短形断面、40cm 以上の部材厚さとし、底版側ハンチは設けない。（設計マニュアル(案)：「 函渠、1.形状の単純化」(P6)、「 函渠、2.1 頂版・底版・側壁の形状」(P7)）

各部材の厚みは、既往設計等を参考に、底版については底版下面の鉄筋のかぶりや底版側ハンチ除去による影響（コンクリートの許容曲げ圧縮応力度を 3/4 倍に低減する）を考慮し、頂版、側壁および底版をそれぞれ 50cm の仮定寸法とした（設計マニュアル(案)：「 函渠、2.1 頂版・底版・側壁の形状」(P7)）。

1. 形状の単純化

- (1) 函渠の形状は矩形を標準とする。
- (2) 底版側ハンチは原則として設けないものとする。

2.1 頂版・底版・側壁の形状

頂版・底版・側壁の断面形状は、それぞれ等厚の矩形とする。

(解説)

表 - 解 2.1 場所打ちコンクリート函渠の頂版・底版・側壁の部材厚の規格(cm)

	最小	増加寸法のピッチ
部材厚	40	10

(2) 設計モデル

1) 設計荷重

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

函渠の自重

活荷重（自動車荷重 T - 25）（土かぶり $h > 4.0\text{m}$ 、 $P_{v1} = 10\text{kN/m}^2$ ）

函渠頂部の鉛直土圧（ $\gamma = 1.0$ ）

函渠側面の水平土圧（ $k_0 = 0.5$ ）

函渠底面の地盤反力

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。

なお、鉛直土圧係数は本設計例の条件の場合は $\gamma = 1.0$ となる。

2) 函渠の設計モデル

函渠の横方向は「箱型フレーム」にモデル化し、フレームの軸線（断面の中心線）に荷重を作用させて計算を行った。

(3) 部材断面の設計

函渠の設計検討位置は、各スパン毎に最も危険な断面を選定して行う。本設計例では図 - 3.1 に示す 3 スパンのうち中央スパン（Bブロック）について、函渠の横方向の設計における設計断面力、必要鉄筋量および実応力度を示すこととする。

1) 設計断面力

函渠の横方向の設計断面力を抽出した結果を表 - 3.3 および図 - 3.3 に示す。なお、函渠の外形寸法に生じる地盤反力度をフレーム軸線（部材中心線）に考慮することによって、鉛直荷重が釣り合わず底板左右隅角部の格点に設けた支点に鉛直反力が生じるが、その影響は小さいのでここでは無視した。

表 - 3.3 函渠の横方向の設計断面力の集計 (1 m 当たり)

部 材	照査位置	M (kN・m)	N (kN)	S (kN)	
				隅角部	2 d 位置
側 壁	下端部	-95.3	245.6	135.9	65.3
	中間部	5.3	227.3	-	-
	上端部	-80.6	208.9	-112.6	-57.3
頂 版	左端部	-80.6	112.6	208.9	103.0
	中間部	76.1	112.6	-	-
	右端部	-80.6	112.6	-208.9	-103.0
底 版	右端部	-95.3	135.9	245.9	131.2
	中間部	89.2	135.9	-	-
	左端部	-95.3	135.9	245.9	131.2

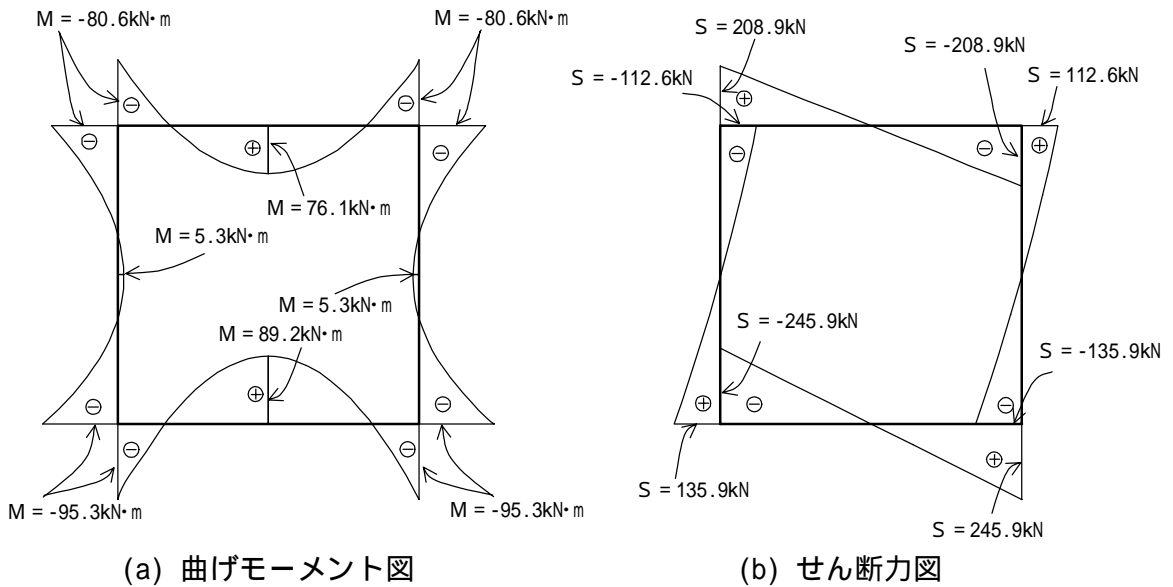


図 - 3.3 函渠の横方向の断面力図

2) 必要鉄筋量の計算

表 - 3.4 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、頂版・側壁・底板上面が 120mm、底板下面を 150mm とした（設計マニュアル（案）：「 函渠、2.2 配筋仕様の標準化」（P8））。

表 - 3.4 必要鉄筋量算出のための条件（1 m 当たり）

部 材	照査位置	M (kN・m)	N (kN)	部材厚 t (mm)	有効高 d (mm)	主鉄筋(引張側) の位置
側 壁	下端部	-95.3	245.6	500	380	側壁の外側
	中間部	5.3	227.3			" 内側
	上端部	-80.6	208.9			" 外側
頂 版	左端部	-80.6	112.6	500	380	頂版の上側
	中間部	76.1	112.6			" 下側
	右端部	-80.6	112.6			" 上側
底 版	右端部	-95.3	135.9	500	350	底板の下側
	中間部	89.2	135.9		380	" 上側
	左端部	-95.3	135.9		350	" 下側

必要鉄筋量 (A_s) は、単鉄筋矩形ばりとして算出する。なお、必要鉄筋量は、圧縮側のコンクリートがコンクリートの許容曲げ圧縮応力度 (σ_{ca}) に達する時と、引張側の主鉄筋が鉄筋の許容引張応力度 (σ_{sa}) に達する時の大きい方の鉄筋量である。表 - 3.5 は各照査位置における必要鉄筋量の算出結果を示したものである。

本設計例では底板側ハンチを除去しているため、側壁の下端部および底板の端部については、コンクリートの許容曲げ圧縮応力度を 3/4 に低減した（設計マニュアル（案）：「 函渠、1. 形状の単純化」（P6））。

表 - 3.5 必要鉄筋量の集計（1 m 当たり）

部 材	照査位置	M (kN・m)	N (kN)	必要鉄筋量 A_s (mm ²)	主鉄筋 1 本当たりの 必要断面積 $A_s/4$ (mm ²)
側 壁	下端部	-95.3	245.6	832	-
	中間部	5.3	227.3	0	0 (側壁の内側)
	上端部	-80.6	208.9	682	-
頂 版	左端部	-80.6	112.6	1041	260 (上半部の外側)
	中間部	76.1	112.6	954	239 (頂版の下側)
	右端部	-80.6	112.6	1041	-
底 版	右端部	-95.3	135.9	1352	-
	中間部	89.2	135.9	1121	280 (底板の上側)
	左端部	-95.3	135.9	1352	338 (下半部の外側)

3) 主鉄筋の配置

a) 主鉄筋の鉄筋径と配筋間隔

主鉄筋の鉄筋径と配筋間隔は、設計マニュアル(案)における「表 - 解 2.2 主鉄筋の鉄筋径と配筋間隔の組合せ(P10)」の中から選定する(表 - 3.6 参照)。

本設計例では、表 - 3.5 に示した函渠 1 m 当たりの必要鉄筋量に見合う鉄筋本数として 1 m 当たり 4 本(配筋間隔 250mm)を仮定する。その結果、函渠上半部の外側、頂版の下側、函渠下半部の外側、底版の上側に対する主鉄筋 1 本当たりの必要断面積(必要鉄筋量/4本)は、それぞれ 260、239、280、338 mm²/本であり、この必要断面積を満足する直近上位の鉄筋径は D19、D19、D19、D22 になる。

b) 主鉄筋と配力鉄筋

側壁の縦方向鉄筋量の決定のための主鉄筋量は、側壁内側・函渠上半部の外側・同下半部の外側の各主鉄筋のうち最大鉄筋量である D22ctc250 となる。

側壁の主鉄筋に見合う縦方向鉄筋は、横方向主鉄筋に対して設計マニュアル(案)における「表 - 解 2.3 主鉄筋と配力鉄筋の組合せ(P11)」の中から選定する(表 - 3.6 参照)。本設計例の場合、D13ctc250 となる。

表 - 3.6 設計マニュアル(案)における配筋の標準化

ユニット鉄筋を使用しない場合の主鉄筋径と配筋間隔、主鉄筋と配力鉄筋(主鉄筋)の関係を標準化するものとする。

配筋を計画する場合は、原則として設計マニュアル(案)「 函渠、2.3 配筋の標準化」(P10、11))に示す表 - 解 2.2、図 - 解 2.5、表 - 解 2.3 に従って標準化する。

1) 主鉄筋の鉄筋径と配筋間隔の組合せを標準化する。

基本となる配筋間隔は 250mm または 125mm、鉄筋本数にして函渠延長方向 1m 当たり 4 本または 8 本である。

1) 主鉄筋の鉄筋径と配筋間隔は、表 - 解 2.2 の組合せを標準とする。

表 - 解 2.2 主鉄筋の鉄筋径と配筋間隔の組合せ

主鉄筋径 \ 配筋間隔	D13	D16	D19	D22	D25	D29
125mm						注
250mm						

注：函渠の縦方向主鉄筋のみに適用する。
鉄筋本数の低減を目的とし、応力度や鉄筋の定着などに支障のない限り配筋間隔を 250mm とすることが望ましい。

2) 鉄筋径と配筋間隔の組合せを標準化する。

2) 鉄筋径と配筋間隔は、図 - 解 2.5 の下方の組合せから決定する。

径・配筋間隔	単位幅当りの鉄筋断面積 A_s (cm ²)
D29-125	51.392
D25-125	40.536
D22-125	30.968
D29-250	25.696
D25-250	20.268
D22-250	15.484
D19-250	11.460
D16-250	7.944
D13-250	5.068

3) 主鉄筋と配力鉄筋の組合せを標準化する。

3) 主鉄筋径と配力鉄筋の関係は、表 - 解 2.3 の組合せを標準とする。

表 - 解 2.3 主鉄筋と配力鉄筋の組合せ

主鉄筋 \ 配力鉄筋(主鉄筋)	D13	D16	D19	D22	D25	D29	D22	D25	D29
	250mm						125mm		
D13ctc250mm							-	-	-
D16ctc250mm	-	-	-	-	-	-			-
D19ctc250mm	-	-	-	-	-	-	-	-	

圧縮鉄筋および配力鉄筋などの部材設計から算出できない鉄筋については、当該主鉄筋の 1/6 以上の鉄筋量を配置するものとして標準化したものである。

以上の結果を整理して表 - 3.7、図 - 3.4 に示す。

表 - 3.7 函渠の横方向の必要鉄筋量 (1 m 当たり) (mm²、mm)

部 材	照査位置	面内の主鉄筋 (1 m 当たり 4 本)			
		必要鉄筋量	鉄筋径	配筋量	配筋位置
側 壁	下端部	832	D22	1548	下半部外側
	中間部	0	D13	507	内 側
	上端部	682	D19	1146	上半部外側
頂 版	左端部	1041	D19	1146	上半部外側
	中間部	954	D19	1146	下 側
	右端部	1041	D19	1146	上半部外側
底 版	右端部	1352	D22	1548	下半部外側
	中間部	1121	D19	1146	上 側
	左端部	1352	D22	1548	下半部外側

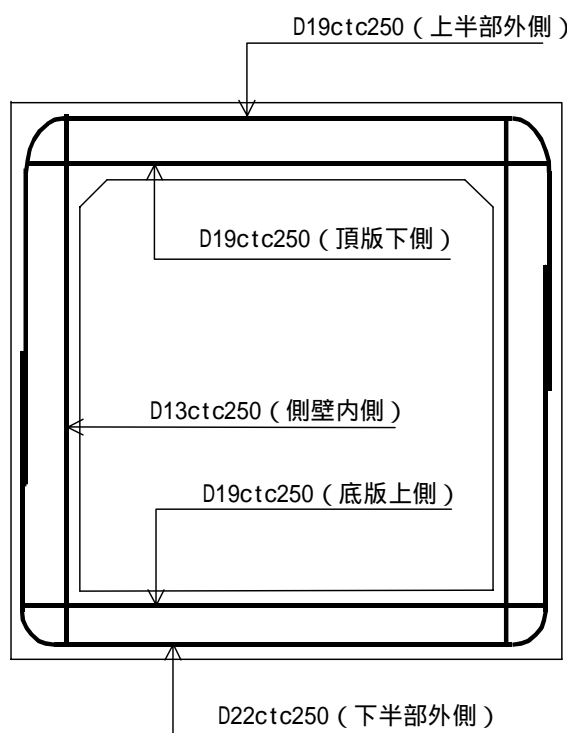


図 - 3.4 函渠の横方向の鉄筋の配置

4) 実応力度の計算

各照査位置における実応力度の結果を表 - 3.8 に示す。

表 - 3.8 実応力度一覧 (函渠の横方向)

部 材	項 目	下 (左) 端部	中間部	上 (右) 端部	
側 壁 注1：ハンチ除去による許容値の低減 注2：2 d 位置の値	断面力	M (N・mm)	9.53×10^7	5.30×10^6	8.06×10^7
		N (N)	2.46×10^5	2.27×10^5	2.09×10^5
		S (N)	1.36×10^5	0	1.13×10^5
		S _{2d} 位置(N)	6.53×10^4	-	5.73×10^4
	部材諸元	A _s (mm ²)	1548	507	1146
		h (mm)	500		
		d (mm)	380		
	応力度	x (mm)	164	-	149
		c (N/mm ²)	4.8	-	4.4
		c _a (N/mm ²)	6(8×3/4 ^{注1})		8
		s (N/mm ²)	94	-	102
		s _a (N/mm ²)	160		
		m (N/mm ²)	0.36(0.17) ^{注2}	0	0.30(0.15) ^{注2}
	a ₁ (N/mm ²)	0.78(0.39) ^{注2}	0.39	0.78(0.39) ^{注2}	
頂 版	断面力	M (N・mm)	8.06×10^7	7.61×10^7	頂版左端部に同じ
		N (N)	1.13×10^5	1.13×10^5	
		S (N)	2.09×10^5	0	
		S _{2d} 位置(N)	1.03×10^5	-	
	部材諸元	A _s (mm ²)	1146	1146	
		h (mm)	500		
		d (mm)	380		
	応力度	x (mm)	122	124	
		c (N/mm ²)	4.6	4.3	
		c _a (N/mm ²)	8		
		s (N/mm ²)	146	135	
		s _a (N/mm ²)	160		
		m (N/mm ²)	0.55(0.27) ^{注2}	0	
	a ₁ (N/mm ²)	0.78(0.39) ^{注2}	0.39		
底 版 注1：ハンチ除去による許容値の低減 注2：2 d 位置の値	断面力	M (N・mm)	9.53×10^7	8.92×10^7	底版左端部に同じ
		N (N)	1.36×10^5	1.36×10^5	
		S (N)	2.46×10^5	0	
		S _{2d} 位置(N)	1.31×10^5	-	
	部材諸元	A _s (mm ²)	1548	1146	
		h (mm)	500		
		d (mm)	350	380	
	応力度	x (mm)	129	124	
		c (N/mm ²)	5.5	5.1	
		c _a (N/mm ²)	6(8×3/4 ^{注1})		
		s (N/mm ²)	141	157	
		s _a (N/mm ²)	160		
		m (N/mm ²)	0.70(0.37) ^{注2}	0	
	a ₁ (N/mm ²)	0.78(0.39) ^{注2}	0.39		

3.2.2 本体の縦方向の設計

(1) 設計モデル

1) 設計荷重

本体の縦方向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。

本体の自重（門柱、胸壁、しゃ水壁を含む）

内水重

活荷重（自動車荷重 $T - 25$ ）（土かぶり $h > 4.0\text{m}$ 、 $P_{v1} = 10\text{kN/m}^2$ ）

地盤変位による影響（地盤の残留沈下量および側方変位量）

胸壁に作用する土圧

胸壁に作用する水圧（残留水圧）

その他（しゃ水矢板による影響）

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) 本体の縦方向の設計モデル

本体の縦方向の設計モデルは、本体を「地盤変位の影響を考慮した弾性床上的梁」として計算を行った。

(2) 部材断面の設計

本体の縦方向の設計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。本設計例では、常時の断面力が支配的なので地震時については省略する。

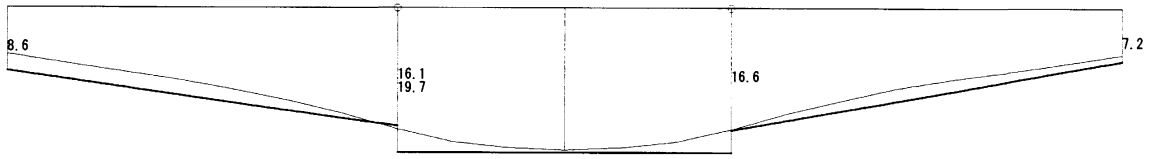
1) 設計断面力

本体の縦方向の設計断面力を抽出した結果を表 - 3.9 および図 - 3.5 に示す。なお、図 - 3.5 における軸力は、A、B、Cブロックともに引張りを表す。

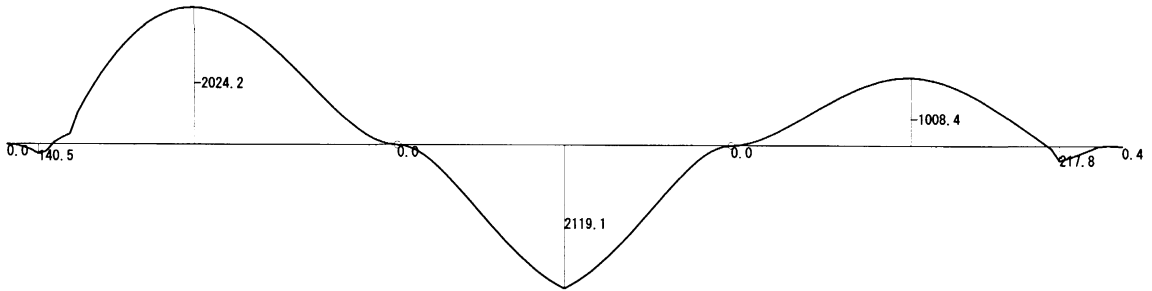
表 - 3.9 本体の縦方向の設計断面力の集計

部 材	M (kN・m)	N (kN)	S (kN)
Aブロック	-2024	-641(-598)	-773
Bブロック	2119	-239(-239)	±474
Cブロック	-1008	-627(-555)	296

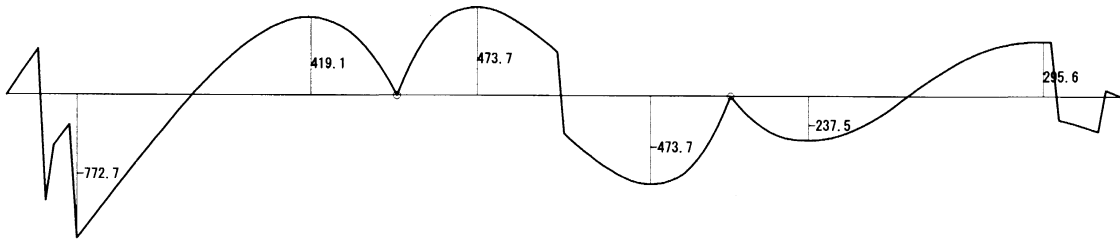
() 内値は、曲げモーメントの最大値の位置における軸力を示す。



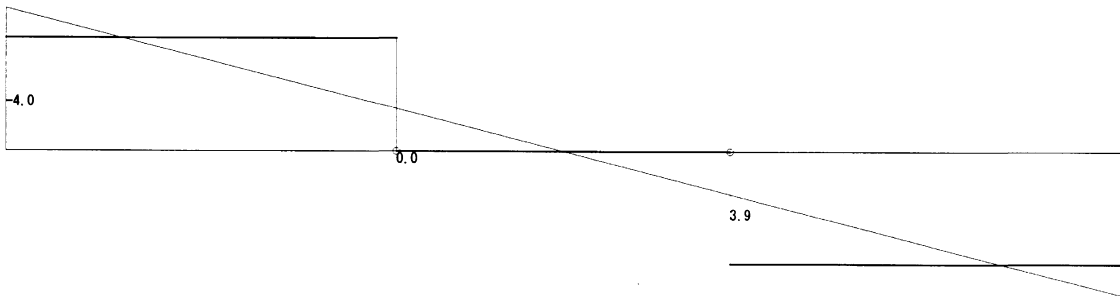
函体沈下・地盤沈下図 (cm)



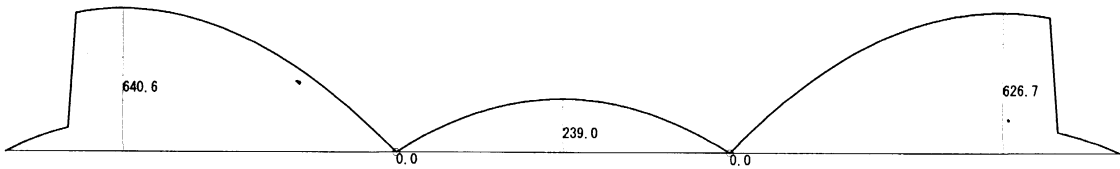
曲げモーメント図 (kN・m)



せん断力図 (kN)



函軸方向変位・地盤変位図 (cm)



(Aブロック)

(Bブロック)

(Cブロック)

軸力図 (kN)

図 - 3.5 本体の縦方向の断面力図

2) 必要鉄筋量の計算

必要鉄筋量の計算はBブロックについて記述し、他のブロックについては省略する。表 - 3.10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、横方向の主鉄筋の位置を頂版・側壁・底版上面が 120mm、底版下面を 150mm（設計マニュアル（案）：「 函渠、2.2 配筋仕様の標準化」(P8)）とし、縦方向の主鉄筋の位置は、頂版または底版の横方向の主鉄筋の外側に配置する縦方向の主鉄筋の径を考慮して求めた。

表 - 3.10 必要鉄筋量算出のための条件

部 材	M (kN・m)	N (kN)	部材厚 t (mm)	有効高 d (mm)	主鉄筋（引張側） の位置
Bブロック	2119	-239	3500	3226	底版上側・下側

必要鉄筋量 (A_s) の計算断面は、中立軸の位置が小さい (T形断面と仮定してフランジ内にある) ので部材を矩形断面と仮定し、単鉄筋矩形ばりとして算出する。

表 - 3.11 に必要鉄筋量の算出結果を示した。

表 - 3.11 必要鉄筋量の集計 (全幅 3.5m 当たり)

部 材	M (kN・m)	N (kN)	必要鉄筋量 A_s (mm ²)	主鉄筋の本数		使用鉄筋と 鉄筋量 (mm ²)	
				14 本 (底版上側)	12 本 (底版下側)	D19	D19
Bブロック	2119	-239	5267	14 本 (底版上側)		D19	7449
					12 本 (底版下側)	D19	

3) 主鉄筋等の配置

主鉄筋の径と配筋間隔は、設計マニュアル（案）における「表 - 解 2.2 主鉄筋の鉄筋径と配筋間隔の組合せ (P10)」の中から選定する（表 - 3.6 参照）。

本設計例では、基本となる配筋間隔を 250mm とし、必要鉄筋量に見合う鉄筋量の組合せとして表 - 3.11 に示す鉄筋本数および鉄筋径を底版に配置した。

なお、頂版の縦方向の鉄筋については、残留沈下量の分布状況やしゃ水矢板の影響等によって本体に負の曲げモーメントが発生するなど、断面力が大きく異なることが想定されるときには、底版と同量の主鉄筋を頂版にも配置することが妥当な場合がある。本設計例では頂版の縦方向の鉄筋は、D16ctc250 を配置することとした。

以上の結果を整理して表 - 3.12、図 - 3.6 に示す。

表 - 3.12 本体の縦方向の主鉄筋量

部 材	必要鉄筋量 $A_s(\text{mm}^2)$	主鉄筋 (全幅 3.5m 当たり)			
		鉄筋	本数	配筋量(mm^2)	配筋位置
Bブロック	5267	D19ctc250	14	7449	底版上側
		D19ctc250	12		底版下側

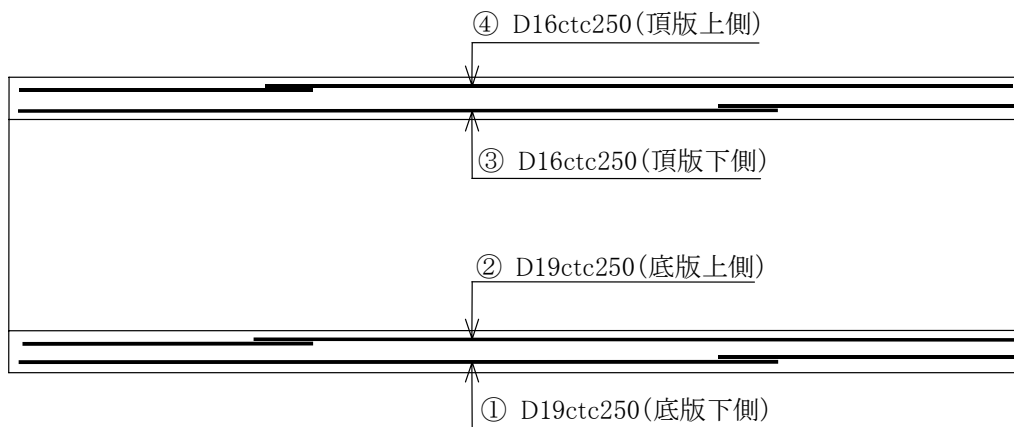


図 - 3.6 本体の縦方向の鉄筋の配置

4) 実応力度の計算

本体の縦方向のBブロックにおける実応力度の結果を表 - 3.13 に示す。

表 - 3.13 実応力度一覧 (本体の縦方向)

部 材	項 目		Bブロック
本 体 縦方向	断 面 力	M (N・mm)	2.12×10^{10}
		N (N)	-2.39×10^5
		S (N)	4.74×10^5
	部 材 諸 元	A s (mm^2)	7449
		h, b (mm)	3500, 3500
		d (mm)	3226
		x (mm)	359
	応 力 度	c (N/mm^2)	0.9
		c a (N/mm^2)	8
		s (N/mm^2)	114
		s a (N/mm^2)	160
		m (N/mm^2)	0.15
		a 1 (N/mm^2)	0.39

3.2.3 設計図面の作成

鉄筋の加工形状およびその寸法算定にあたっては、設計マニュアル(案)における「**函渠、2.2 配筋仕様の標準化(P8)**」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

函渠面内の鉄筋については、函渠外周には側壁の中央部付近において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(図-3.7参照)。函渠外周鉄筋は、主鉄筋の本数および加工種類数の低減による鉄筋の加工・組立作業の効率化を考慮して、これまで一般的に採用していた主鉄筋の段落しは行わない。

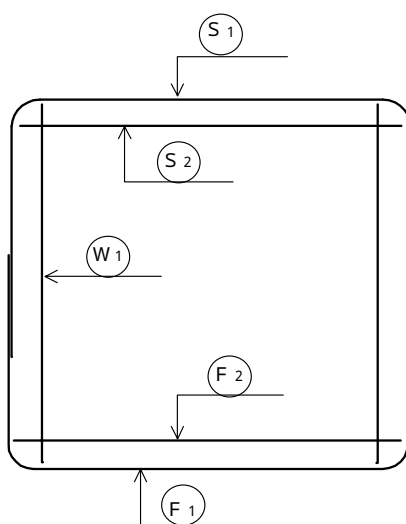


図 - 3.7 函渠の鉄筋の加工

(2) 鉄筋の加工寸法

函渠外周鉄筋

- 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側壁部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(一般には頂版上面または底版下面から函渠全高の 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。

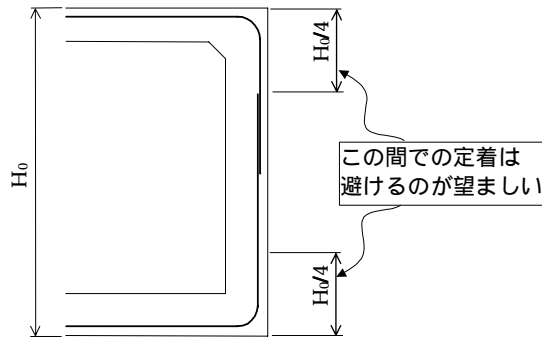


図 - 3.8 鉄筋定着を避ける範囲

- 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、次式で算出した値を 10mm 単位で切り上げた表 - 3.14 に示す値以上とする。鉄筋の必要定着長は、重ね継手長以上とする。

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

ここに、 l_a : 重ね継手長 (10mm 単位に切り上げ) (mm)

σ_{sa} : 鉄筋の重ね継手長を算出する際の許容引張応力度 (= 200 N/mm²)

τ_{0a} : コンクリートの許容付着応力度 (= 1.6 N/mm²)

ϕ : 鉄筋の直径 (mm)

表 - 3.14 重ね継手長

鉄筋径	D13	D16	D19	D22	D25	D29
l_a (mm)	410	500	600	690	790	910

定尺鉄筋長

[条件 : 全高 $H_0 = 3500$ 、全幅 $B_0 = 3500$ 、鉄筋径 $\phi_1 = 19$ 、 $\phi_2 = 22$ 、必要重ね継手長 $l_a = 690$ 、 $R_1 = 200$ 、 $R_2 = 240$ 、 $d_1 = 120$ 、 $d_2 = 150$]

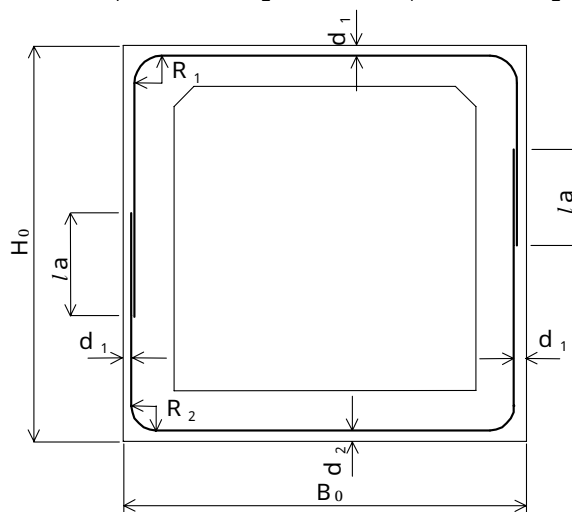


図 - 3.9 鉄筋の加工条件

側壁中央部における重ね継手長を考慮した函渠外周鉄筋の必要長 L は次のようになる。本例の場合、定尺鉄筋は7.0mと7.0mとなる。

$$\begin{aligned} L &= 2(H_0 + B_0 - 3d_1 - d_2 - (R_1 + R_2)(2 - \quad /2) + l_a) \\ &= 2 \times (3500 + 3500 - 3 \times 120 - 150 - (200 + 240) \times (2 - \quad /2) + 690) \\ &= 13982 \quad 14000 \quad \left[\begin{array}{l} \text{上半 D19 : } L = 7000 \\ \text{下半 D22 : } L = 7000 \end{array} \right] \end{aligned}$$

上記の結果、鉄筋の重ね継手長の実長 l_a' は次のようになる。

$$l_a' = l_a + (14000 - 13982) / 2 = 699$$

鉄筋重ね継手位置

図 - 3.10 (a)は、側壁部中央部において鉄筋の一断面集中を避けるための、鉄筋重ね継手位置の最大シフト量を図示したものである。ここで、最大シフト量は、上述したように、重ねた鉄筋の端部をコンクリート縁端から函渠全高の1/4離れた位置に定着するものとして算定した。

シフト可能量は、上側(x_1)と下側(x_2)のうちの小さい方の $x_1 = 502$ となる。

S₁鉄筋(函渠上半)

- 隅角部 L_2 は以下のとおりである。

$$L_2 = \quad \cdot R_1 / 2 = 3.14 \times 200 (= 10.5 \quad) / 2 = 314$$

- 頂版上面の L_3 は函渠全幅から、隅角部における鉄筋中心の曲げ半径 R と主鉄筋中心からコンクリート表面までの距離 d_1 を引いた長さとなる。

$$L_3 = B_0 - 2(R_1 + d_1) = 3500 - 2 \times (200 + 120) = 2860$$

- 側壁部の L_1 は、シフト可能量 (x_1) を考慮し、以下のようになる。

$$\begin{aligned} L_1 &= (L - 2L_2 - L_3) / 2 - x_1 \\ &= (7000 - 2 \times 314 - 2860) / 2 - 502 = 1254 \quad 1300 \text{ (10mm 単位に切り上げた)} \end{aligned}$$

なお、上記 L と定尺鉄筋の長さの関係によっては、 L_1 を 50mm あるいは 10mm 単位に丸めることができない場合がある。

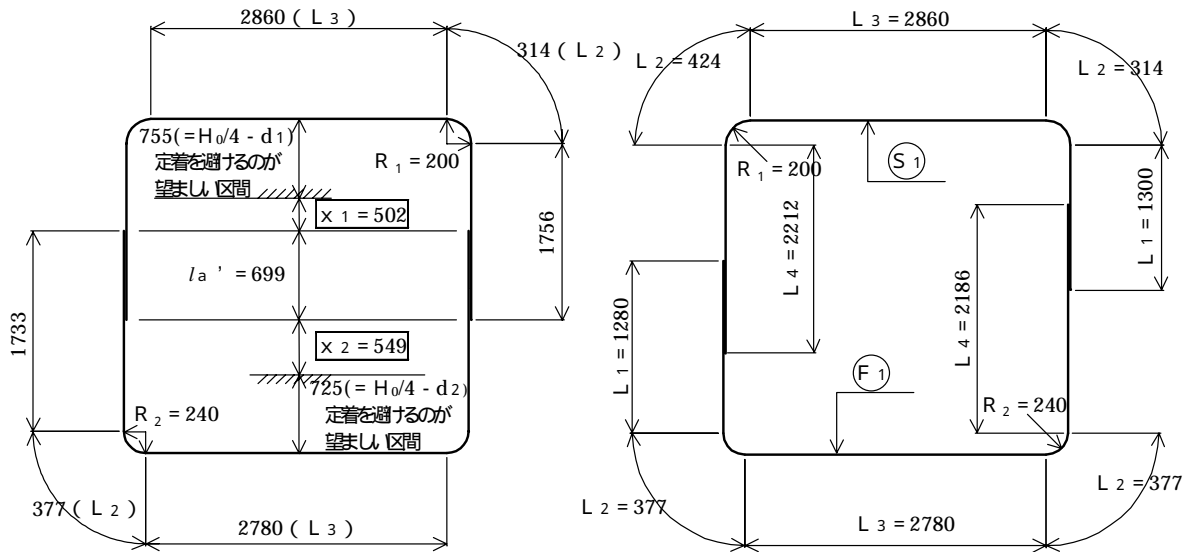
- L_4 は以下のとおりである。

$$\begin{aligned} L_4 &= L - (L_1 + 2L_2 + L_3) \\ &= 7000 - (1300 + 2 \times 314 + 2860) = 2212 \end{aligned}$$

F₁鉄筋(函渠下半)

函渠外周下半の F_1 鉄筋の加工寸法は上記の S_1 鉄筋と同様な手順で求めればよい。ここでは結果のみを以下に示す。

$$L_1 = 1280 \text{ (10mm 単位に切り上げた)}、L_2 = 377、L_3 = 2780、L_4 = 2186$$



(a) 鉄筋重ね継手の最大シフト量

(b) 鉄筋の加工形状

図 - 3.10 函渠の鉄筋の加工

函渠内側鉄筋

函渠内側の直筋の長さは、函渠全幅または全高から両側の主鉄筋からコンクリート表面までの距離を差し引いた値とする。

W₁鉄筋（側壁）

$$L_1 = H_0 - d_1 - d_2 = 3500 - 120 - 150 = 3230$$

S₂、F₂鉄筋（頂版、底版）

$$L_1 = B_0 - 2d_1 = 3500 - 2 \times 120 = 3260$$

縦方向鉄筋

縦方向鉄筋（Bブロック）は、スパン長（ $L_0 = 12000$ ）から端部の鉄筋のかぶりを差し引いて重ね継手長を加えた値から定尺鉄筋長を設定する。なお、鉄筋の定尺長は、3.5～12mまでであるが、ここでは2分割とする1例を示した。

- 縦方向の端部の鉄筋のかぶりは $d_3 = 100\text{mm}$ とする。
- 重ね継手長は、表 - 3.14 に示す値以上とする。

F₄～F₅、F₆～F₇鉄筋（底版上側、底版下側）

$$l_a = 600 \text{ (D19)}$$

$$L = L_0 - 2d_3 + l_a$$

$$= 12000 - 2 \times 100 + 600 = 12400 \quad 12500 \quad \left(\begin{array}{l} L = 3500 \\ L = 9000 \end{array} \right)$$

上記の結果、鉄筋の重ね継手長の実長 l_a' は次のようになる。

$$l_a' = l_a + (12500 - 12400) = 700$$

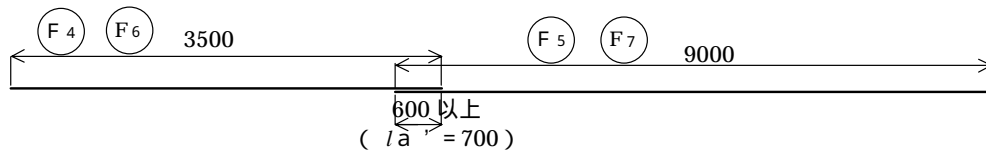


図 - 3.11 縦方向鉄筋の加工(1)

$S_4 \sim S_5$ 、 $S_6 \sim S_7$ 鉄筋（頂版上側、頂版下側）

$$l_a = 500 \text{ (D16)}$$

$$L = L_0 - 2d_3 + l_a$$

$$= 12000 - 2 \times 100 + 500 = 12300 \quad 12500 \quad \left(\begin{array}{l} L = 3500 \\ L = 9000 \end{array} \right)$$

上記の結果、鉄筋の重ね継手長の実長 l_a' は次のようになる。

$$l_a' = l_a + (12500 - 12300) = 700$$

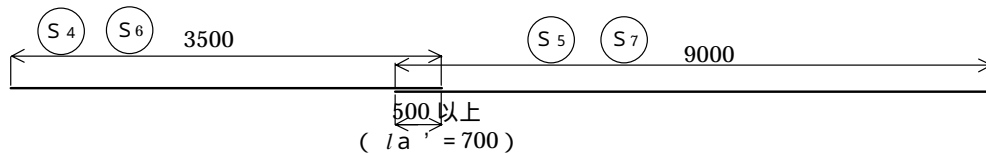


図 - 3.12 縦方向鉄筋の加工(2)

$W_2 \sim W_3$ 鉄筋（側壁外側・内側）

$$l_a = 410 \text{ (D13)}$$

$$L = L_0 - 2d_3 + l_a$$

$$= 12000 - 2 \times 100 + 410 = 12210 \quad 12500 \quad \left(\begin{array}{l} L = 3500 \\ L = 9000 \end{array} \right)$$

上記の結果、鉄筋の重ね継手長の実長 l_a' は次のようになる。

$$l_a' = l_a + (12500 - 12210) = 700$$

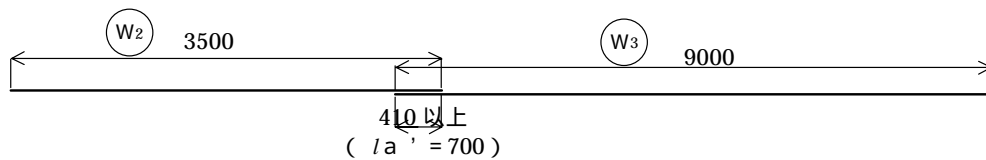


図 - 3.13 縦方向鉄筋の加工(3)

以上の結果を整理した函渠（Bブロック）の鉄筋の加工寸法を表 - 3.15 に示す。

表 - 3.15 鉄筋の加工寸法（函渠）

箇所			鉄筋 記号	鉄筋の加工寸法(mm)					鉄筋径
				L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	全長L	
横 方 向 鉄 筋	外 周	上半	S ₁	1300	314	2860	2212	7000	D19
		下半	F ₁	1280	377	2780	2186	7000	D22
	内 側	頂版	S ₂	3260	-	-	-	3260	D19
		側壁	W ₁	3230	-	-	-	3230	D13
		底版	F ₂	3260	-	-	-	3260	D19
縦 方 向 鉄 筋	頂 版	上側	S ₄	3500	-	-	-	3500	D16
			S ₅	9000	-	-	-	9000	D16
		下側	S ₆	3500	-	-	-	3500	D16
			S ₇	9000	-	-	-	9000	D16
	側 壁	外側・内側	W ₂	3500	-	-	-	3500	D13
			W ₃	9000	-	-	-	9000	D13
	底 版	上側	F ₄	3500	-	-	-	3500	D19
			F ₅	9000	-	-	-	9000	D19
		下側	F ₆	3500	-	-	-	3500	D19
			F ₇	9000	-	-	-	9000	D19

3.3 胸壁の設計

3.3.1 断面寸法の仮定

胸壁の断面形状および各部材の寸法を図 - 3.14 のように仮定した。

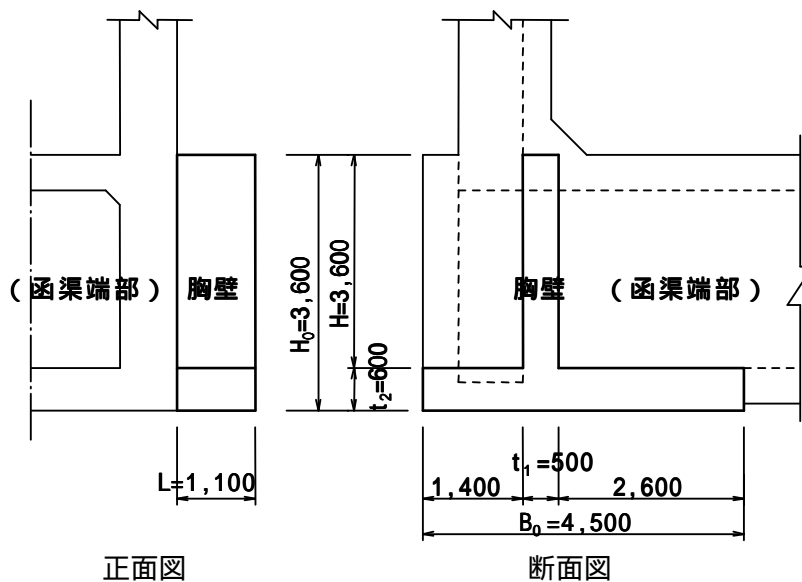


図 - 3.14 仮定した胸壁（川表）の断面形状および寸法

胸壁の各部材は、等厚の短形断面とし、たて壁と底版の付け根にはハンチを設けない。たて壁の壁厚は、しゃ水工として広幅鋼矢板 w 型を使用するため 50cm とした。（設計マニュアル（案）：「 胸壁・しゃ水壁、1 . 形状の単純化」(P16)）

1. 形状の単純化

胸壁・しゃ水壁は、たて壁と底版の付け根にハンチを設けない単純化した形状とする。

（解説）

たて壁の壁厚は、接続するしゃ水工の構造を考慮して決定するが、しゃ水工として鋼矢板を使用するときは 50cm 以上とするのがよい。

3.3.2 設計モデル

(1) 設計荷重

胸壁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。

胸壁の自重

底版上の土重（つま先版では、無視する場合も考慮）

胸壁背面の土圧

胸壁背面の残留水圧（残留水位：胸壁全高の $2/3H_0$ 、前面水位なし）

胸壁底面の地盤反力（本体の縦方向の設計で得られる値）

揚圧力

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) 胸壁の設計モデル

胸壁は樋門本体と一体構造とし、胸壁のたて壁および底版は各々が樋門本体に固定された片持梁にモデル化する。

(3) 荷重の組合せ

常時および地震時の各荷重状態に対する検討を行った。

3.3.3 部材断面の設計

胸壁のたて壁および底版の各照査断面における設計断面力、必要鉄筋量などについて示した。本設計例では、常時の断面力が支配的なので地震時については省略する。以下では川表側胸壁について記述する。

(1) 設計断面力

胸壁の設計断面力を抽出した結果を表 - 3.16および図 - 3.15 に示す。

表 - 3.16 胸壁の設計断面力の集計

部 材	M (kN・m)	S (kN)
た て 壁	34.7	-63.0
底 版	つま先版 ^{注)}	-39.0
	かかと版	17.1

注) つま先版の設計断面力は、支配的となる底版上の土重を無視した状態を示す。

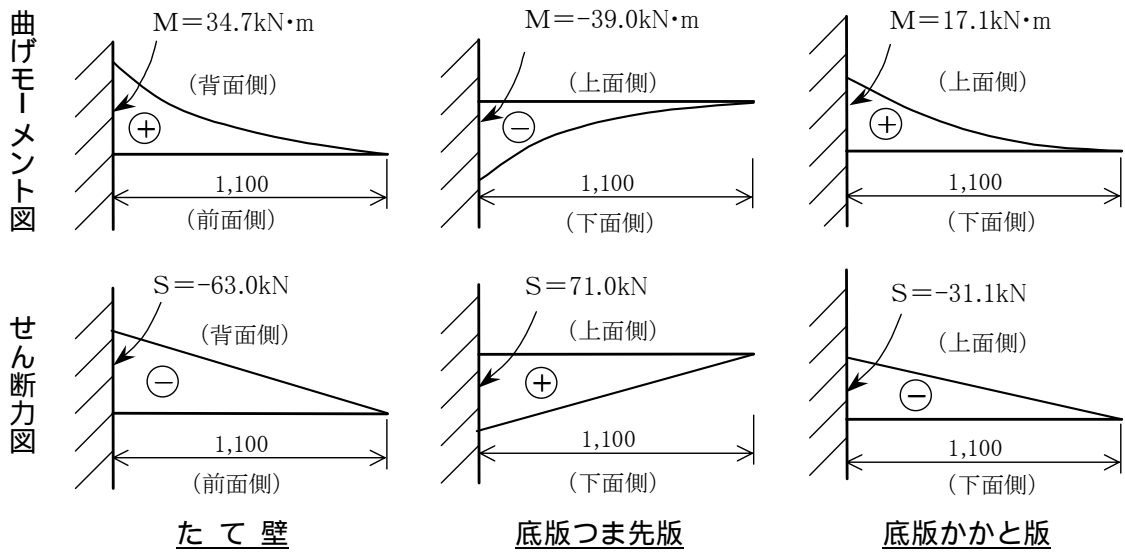


図 - 3.15 胸壁の断面力図

(2) 必要鉄筋量の計算

表 - 3.17 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、たて壁、底版上面が 120mm、底版下面が 150mm とした（設計マニュアル（案）：「胸壁・しゃ水壁、2.1 配筋仕様の標準化」(P17)）。

表 - 3.17 必要鉄筋量算出のための条件

部 材	M (kN·m)	部材厚 t (mm)	有効高 d (mm)	主鉄筋（引張側）の位置
た て 壁	34.7	500	380	たて壁の背面側
底 版	つま先版	39.0	600	つま先版の下側
	かかと版	17.1	600	かかと版の上側

必要鉄筋量は、単鉄筋矩形ばりとして算出する。表 - 3.18 は各照査位置における必要鉄筋量の算出結果を示したものである。

表 - 3.18 必要鉄筋量の集計 (1m当たり)

部 材	M (kN·m)	必要鉄筋量 AS (mm ²)	主鉄筋 1 本当たりの必要断面積 AS/4 (mm ²)
た て 壁	34.7	611	153 (たて壁の背面側)
底 版	つま先版	576	144 (つま先版の下側)
	かかと版	231	58 (かかと版の上側)

(3) 主鉄筋等の配置

1) 主鉄筋の径と配筋間隔

主鉄筋の径と配筋間隔は、設計マニュアル(案)における「表 - 解 2.2 主鉄筋の鉄筋径と配筋間隔の組合せ(P10)」の中から選定する(表 - 3.6 参照)。

本設計例では、表 - 3.18 に示した胸壁 1 m 当たりの必要鉄筋量に見合う鉄筋本数として 1 m 当たり 4 本(配筋間隔 250mm)を仮定する。その結果、たて壁の背面側、つま先版の下側、かかと版の上側に対する主鉄筋 1 本当たりの必要断面積(必要鉄筋量/4 本)は、それぞれ 153mm²/本、144mm²/本、58 mm²/本であり、この必要断面積を満足する直近上位の鉄筋径は D16、D16、D13 となる。なお、ここでは底版上側(つま先版、かかと版)に配置する主鉄筋については、本体端部の函渠底版上側の横方向の主鉄筋(D19)を延長して配置することとした。

2) 配力鉄筋の径と配筋間隔

上記の主鉄筋に対応した配力鉄筋の径と配筋間隔については、設計マニュアル(案)の「表 - 解 2.3 主鉄筋と配力鉄筋の組合せ(P11)」の中から選定する(表 - 3.6 参照)。本設計例の場合、D13ctc250 となる。

たて壁前面側については、たて壁主鉄筋 D16ctc250mm に対応する圧縮側の用心鉄筋の相当量として、鉛直方向に D13ctc250mm を、ひびわれ防止筋として水平方向に D13ctc250mm を配筋する。

以上の結果を整理して表 - 3.32、図 - 3.16 に示す。

表 - 3.19 翼壁の主鉄筋および配力鉄筋の配筋

部 材		主鉄筋	配力鉄筋	圧縮側鉄筋	ひびわれ防止筋
たて壁		D16ctc250	D13ctc250	D13ctc250	D13ctc250
底版 (つま先版、かかと版)	上側	D19ctc250	D13ctc250		
	下側	D16ctc250	D13ctc250		

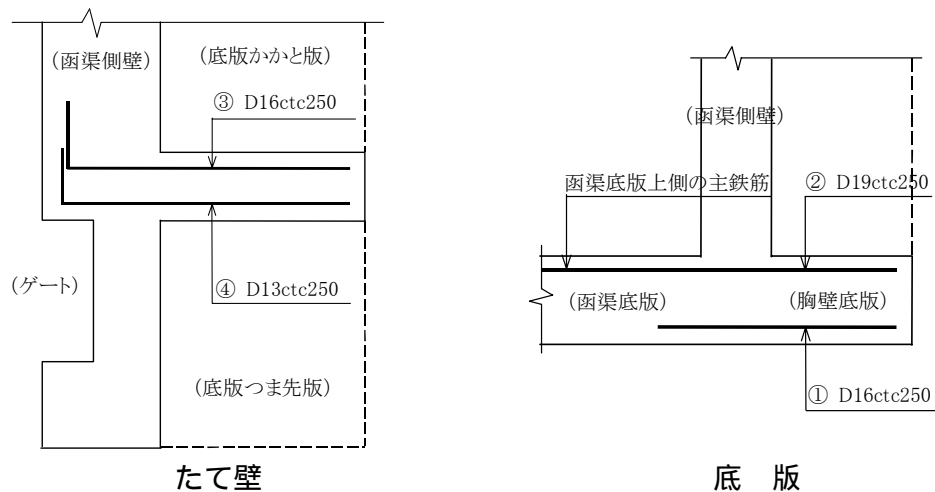


図 - 3.16 胸壁の鉄筋の配置

(4) 実応力度の計算

各照査位置における実応力度の結果を表 - 3.20 に示す。

表 - 3.20 実応力度一覧 (胸壁)

項 目		部 材		
		たて壁	底版つま先版	底版かかと版
断面力	M (N・mm)	3.47×10^7	3.90×10^7	1.71×10^7
	S (N)	6.30×10^4	7.10×10^4	3.11×10^4
部材諸元	A _s (mm ²)	794 D16ctc250	794 D16ctc250	507 D13ctc250
	h (mm)	500	600	600
	d (mm)	380	450	480
	x (mm)	84	92	78
応力度	c (N/mm ²)	2.3	2.0	1.0
	c _a (N/mm ²)	8		
	s (N/mm ²)	124	117	74
	s _a (N/mm ²)	160		
	m (N/mm ²)	0.17	0.16	0.06
	a ₁ (N/mm ²)	0.39		

3.3.4 設計図面の作成

胸壁の鉄筋の加工形状およびその寸法算定にあたっては、設計マニュアル(案)における「胸壁・しゃ水壁、2.1 配筋仕様の標準化(P17)」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

- たて壁の主鉄筋の定着は、本体端部側壁の内側鉄筋の内側に折り曲げて定着する。
- 底版の主鉄筋の定着は、本体端部の函渠底版の横方向の主鉄筋に重ね合わせて定着する。なお、底版上側の主鉄筋については、本体端部の函渠底版上側の横方向の主鉄筋を延長して兼ねることもできる(本例の場合)。

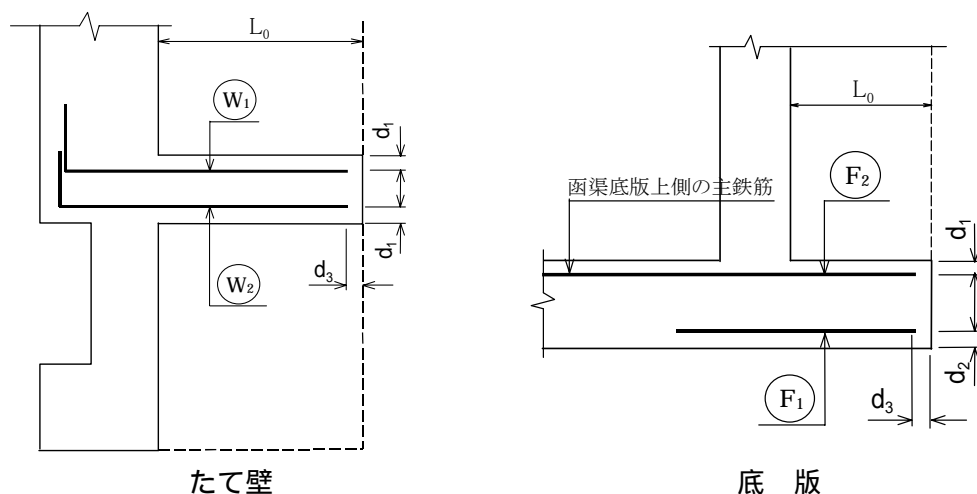


図 - 3.17 翼壁の鉄筋の加工

(2) 鉄筋の加工寸法

- たて壁および底版の主鉄筋の長さは、定尺鉄筋の最小長(3.5m)に満たないので定尺鉄筋を用いず、10mm ラウンドとする。
- 鉄筋の必要定着長は、重ね継手長 l_a 以上を確保するものとする(表 - 3.14 参照)。

W_1 鉄筋(たて壁)

[条件: 胸壁長 $L_0 = 1100$ 、本体端部側壁厚 $t = 800$ 、たて壁の鉄筋径 $\phi_1 = 16$ 、本体端部側壁の内側の鉄筋径 $\phi_2 = 13$ 、 $d_1 = 120$ 、 $d_3 = 100$]

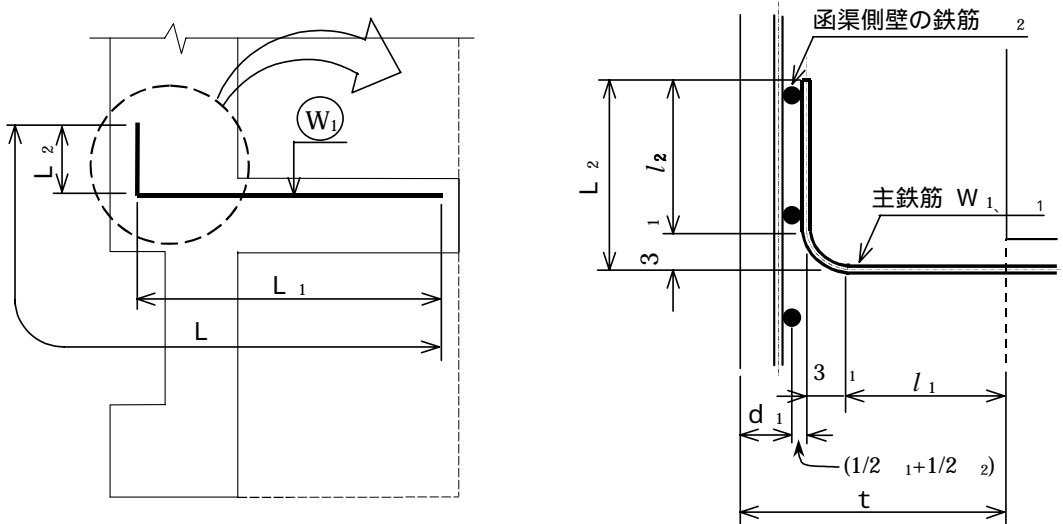


図 - 3.18 たて壁の鉄筋の加工

- L_2 は、定着長として直線部分のみを有効と考え、必要定着長 l_a から l_1 (たて壁付け根からフックまでの直線部分の長さ) を引いた長さにフック曲げ半径 $3r_1$ を加え、 r_1 の倍数で長さを求める。ただし、 L_2 は 15 r_1 以上とする。

$$L_2' = n \cdot r_1$$

$$\begin{aligned} n &= (l_a - (t - d_1 - 1/2 r_1 - 1/2 r_2 - 3 r_1) + 3 r_1) / r_1 \\ &= (500 - (800 - 120 - 8 - 6.5 - 3 \times 16) + 3 \times 16) / 16 \\ &= -4.3 \quad 15 \text{ (マイナスとなるので } 15 \text{ とする)} \end{aligned}$$

$$L_2' = 15 r_1$$

$$= 15 \times 16 = 240$$

下記で計算する鉄筋の全長 (L) を 10mm ラウンドに切り上げ量を考慮して L_2 を求める。

$$L_2 = L_2' + L - L' = 240 + 1910 - 1906 = 244\text{mm}$$

- 鉄筋の全長 (L) は、胸壁端部から函渠内側までの距離から、胸壁端部と函渠内側の鉄筋中心までの距離 (d_1 、 d_3) と函渠内側の鉄筋中心と L_2 鉄筋中心の距離を引いた長さに上記の L_2 を加え、10mm ラウンドに切り上げる。

$$\begin{aligned} L &= (L_0 + t) - (d_1 + d_3 + 1/2 r_1 + 1/2 r_2) + L_2' \\ &= (1100 + 800) - (120 + 100 + 8 + 6.5) + 240 = 1906 \quad 1910\text{mm} \end{aligned}$$

- L_1 は L から L_2 を引いた長さになる。

$$L_1 = L - L_2 = 1910 - 244 = 1666\text{mm}$$

W₂鉄筋（たて壁）

[条件：胸壁長 L₀ = 1100、本体端部側壁厚 t = 800、胸壁の鉄筋径 d₁ = 13、本体端部側壁の内側の鉄筋径 d₂ = 13、d₃ = 100]

- W₂鉄筋の加工寸法は、上記のW₁の鉄筋と同様な手順で求めればよい。結果のみを以下に示す。

$$L = 1870\text{mm}、L_1 = 1667\text{mm}、L_2 = 203\text{mm}$$

F₁鉄筋（底版）

- F₁鉄筋は、胸壁端部の鉄筋のかぶりと必要定着長 l_a を考慮して求める。

[条件：胸壁長 L₀ = 1100、底版の鉄筋径 d₃ = 100]

$$\begin{aligned} L_1 &= (L_0 + l_a) - d_3 \\ &= (1100 + 500) - 100 = 1500\text{mm} \end{aligned}$$

F₂鉄筋（底版）

[条件：胸壁長 L₀ = 1100、本体端部の函渠全幅 B₀ = 4100、d₃ = 100]

- F₂鉄筋は、胸壁長と本体端部の函渠全幅および胸壁端部の鉄筋のかぶりを考慮して求める。

$$\begin{aligned} L_1 &= (2L_0 + B_0) - 2d_3 \\ &= (2 \times 1100 + 4100) - 2 \times 100 = 6100\text{mm} \end{aligned}$$

以上の結果を整理した胸壁の鉄筋の加工寸法を表 - 3.21 に示す。

表 - 3.21 鉄筋の加工寸法（胸壁）

部 材	鉄筋種別	鉄筋の加工寸法(mm)			鉄筋径
		L ₁	L ₂	全長 L	
たて壁	W ₁	1666	244	1910	D16
	W ₂	1667	203	1870	D13
底 版	F ₁	1500	-	1500	D16
	F ₂	6100	-	6100	D19

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。

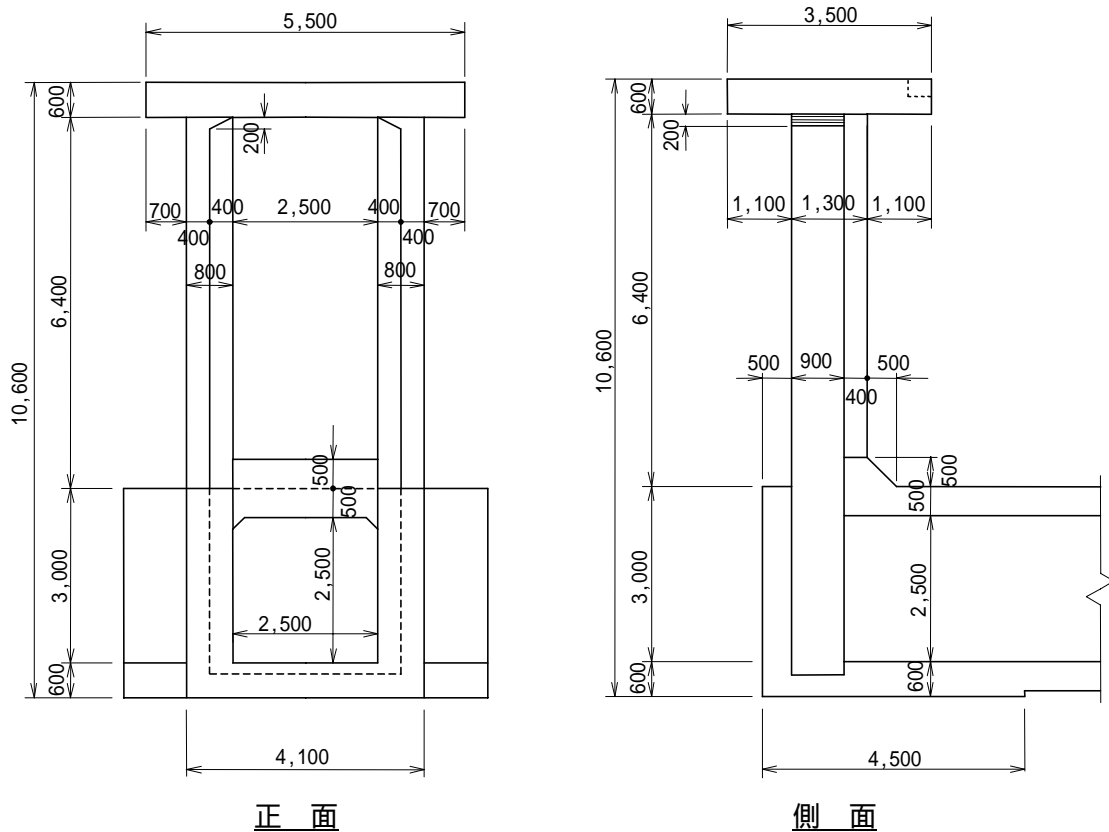


図 - 3.19 仮定した門柱・操作台の形状および寸法

門柱と操作台との隅角部は、テーパ処理とせずに面内におき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（ 3.0 kN/m^2 ）

群集荷重（ 3.5 kN/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。

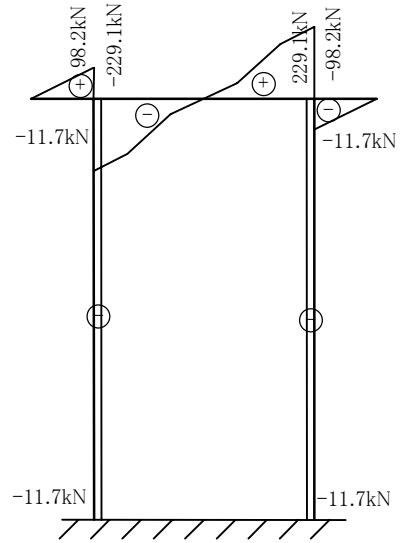
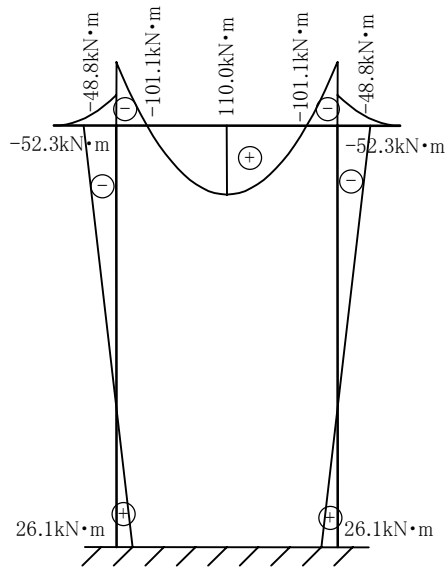
表 - 3.22 門柱の横方向の設計断面力の集計

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

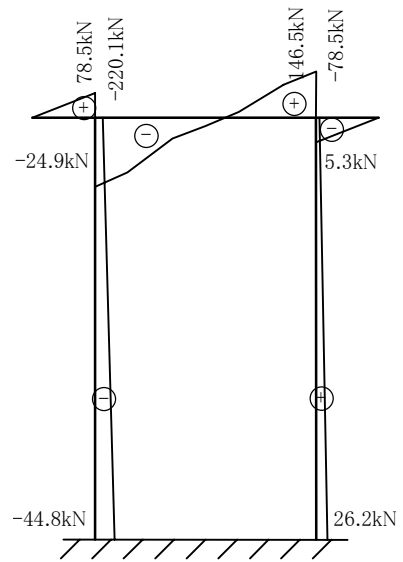
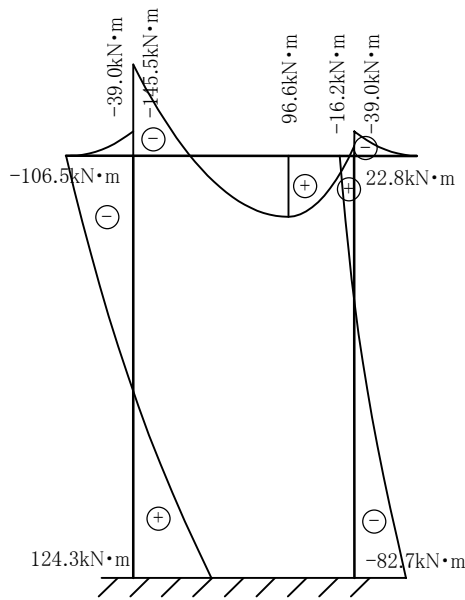
表 - 3.23 門柱の縦方向の設計断面力の集計（柱1本当たり）

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

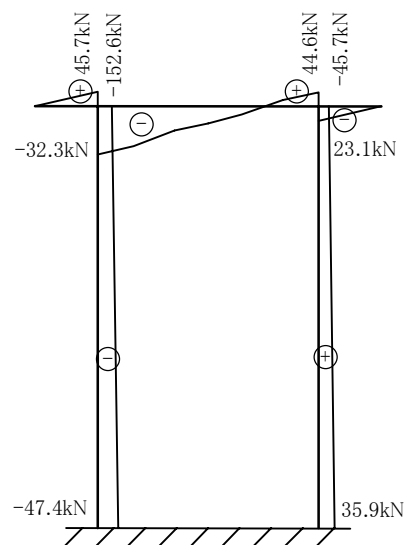
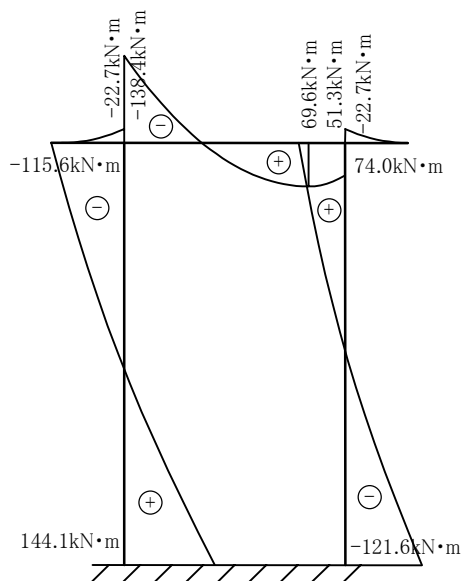
常時



風荷重作用時



地震時



(a) 曲げモーメント図

(b) せん断力図

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 - 3.25 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」（P20））。

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			

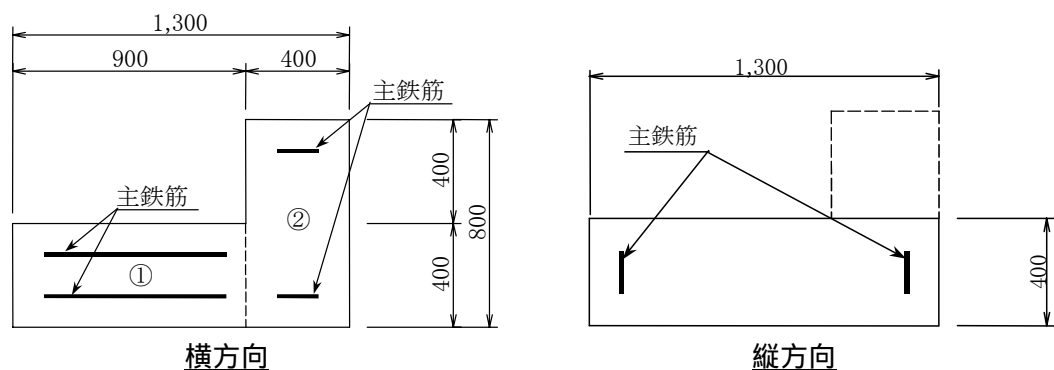


図 - 3.21 柱の有効断面

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	—	—

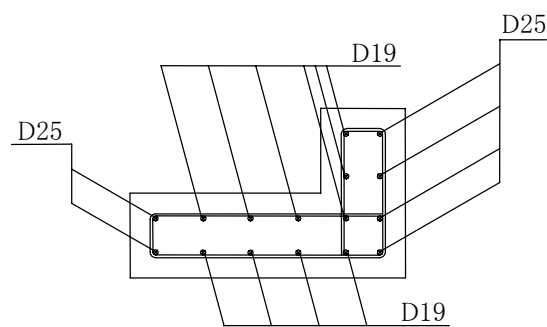


図 - 3.22 門柱の柱の主鉄筋の配筋

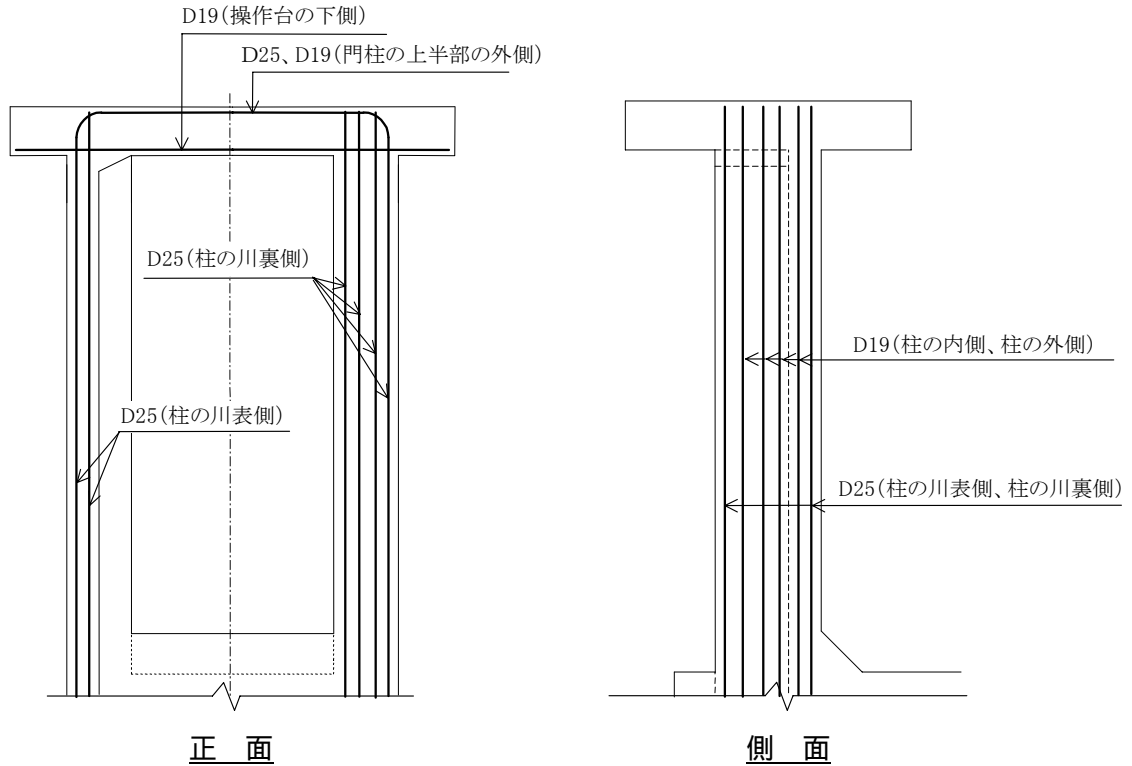


図 - 3.23 門柱の主鉄筋の配置

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	c (N/mm ²)	4.5	7.6
			c a (N/mm ²)	10	12
			s (N/mm ²)	84	250
	s a (N/mm ²)		200	300	
	m (N/mm ²)		0.11	0.17	
	a 1 (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		
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)	6.20×10^3	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	680,120	280,120	680,120	280,120	680,120
		応 力 度	x (mm)	392	474	197	236	137	194
			c (N/mm ²)	0.9	1.6	1.8	4.0	2.3	4.5
			c a (N/mm ²)	8		10		12	
			s (N/mm ²)	--	10	11	112	36	169
			s a (N/mm ²)	160		200		300	
			m (N/mm ²)	0.02	0.02	0.05	0.04	0.07	0.06
	a 1 (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	3.16×10^7	1.13×10^8
			N (N)	2.37×10^5	2.11×10^5	2.09×10^5	1.86×10^5	1.39×10^5	1.24×10^5
			S (N)	6.20×10^3	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
		応 力 度	x (mm)	730	965	224	254	142	198
			c (N/mm ²)	0.8	1.1	2.0	4.5	2.8	5.6
			c a (N/mm ²)	8		10		12	
			s (N/mm ²)	--	--	8	115	41	207
			s a (N/mm ²)	160		200		300	
m (N/mm ²)			0.02	0.02	0.09	0.08	0.10	0.08	
a 1 (N/mm ²)	0.39		0.48		0.58				
操作台	端 部	断 面 力	M (N・mm)	1.01×10^8		1.46×10^8		1.38×10^8	
			N (N)	1.17×10^4		2.49×10^4		3.23×10^4	
			S _{h/2} 位置(N)	1.70×10^5		1.73×10^5		1.25×10^5	
		部 材 諸 元	配 筋	D19×6本、D19×6本		D19×6本、D19×6本		D19×6本、D19×6本	
			h, b (mm)	600,1300		600,1300		600,1300	
			d ₁ , d ₂ (mm)	530,70		530,70		530,70	
	応 力 度	x (mm)	123		124		126		
		c (N/mm ²)	2.4		3.4		3.2		
		c a (N/mm ²)	8		10		12		
		s (N/mm ²)	118		167		156		
		s a (N/mm ²)	180		225		300		
		m (N/mm ²)	0.25		0.25		0.18		
	a 1 (N/mm ²)	0.39		0.48		0.58			
	中 間 部	断 面 力	M (N・mm)	1.10×10^8		9.66×10^7		6.96×10^7	
			N (N)	1.17×10^4		2.49×10^4		3.23×10^4	
			S (N)	0		2.67×10^4		1.72×10^4	
		部 材 諸 元	配 筋	D19×6本、D19×6本		D19×6本、D19×6本		D19×6本、D19×6本	
			h, b (mm)	600,1300		600,1300		600,1300	
d ₁ , d ₂ (mm)			530,70		530,70		530,70		
応 力 度		x (mm)	122		126		132		
		c (N/mm ²)	2.6		2.3		1.6		
		c a (N/mm ²)	8		10		12		
		s (N/mm ²)	128		108		74		
		s a (N/mm ²)	180		225		300		
		m (N/mm ²)	0.0		0.04		0.02		
a 1 (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(P20)」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）。

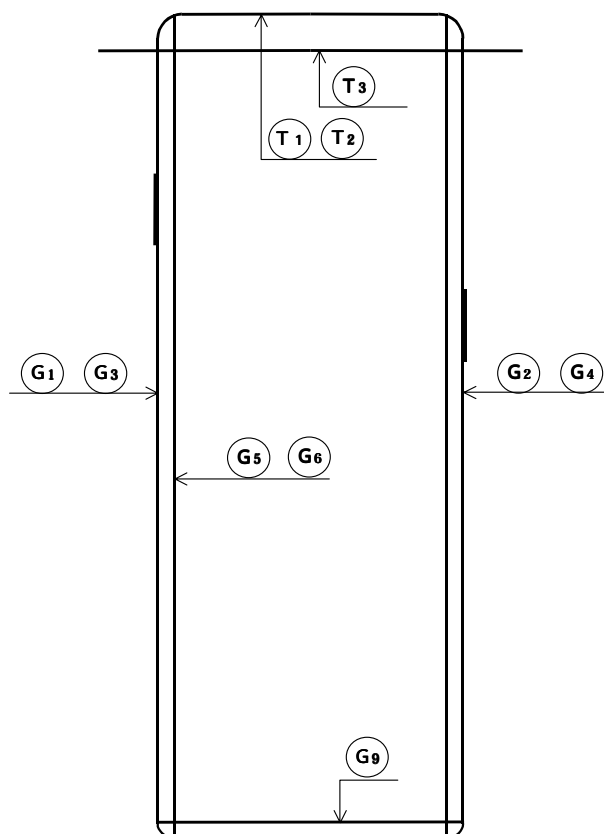


図 - 3.24 門柱の鉄筋の加工

(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。

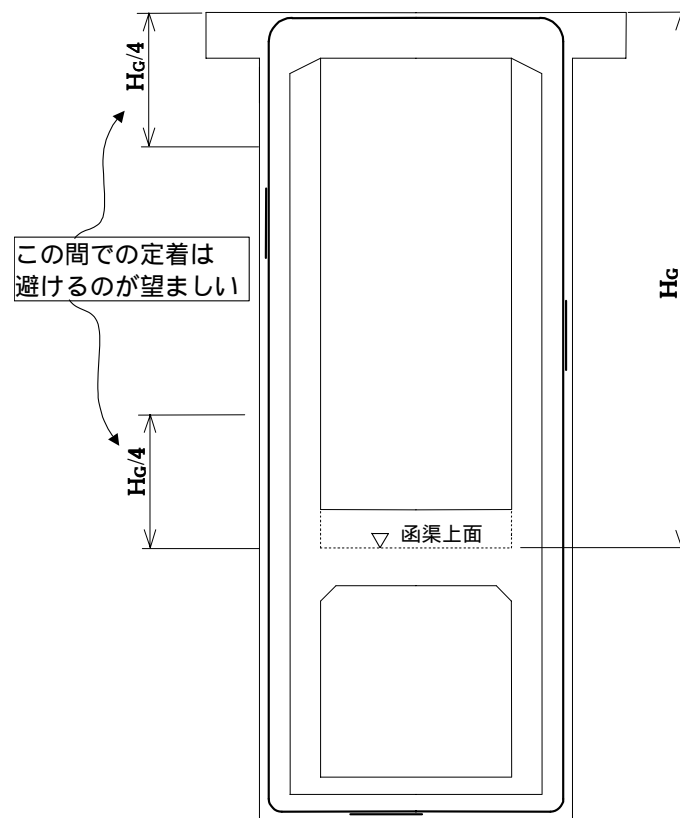


図 - 3.25 鉄筋定着を避ける範囲

- 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。
 - a) 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。
 - b) 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。
 - c) 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。

定尺鉄筋長

[条件：門柱全高 $H_G = 7000$ 、門柱全幅 $B_0 = 4100$ 、本体端部函渠全高 $H_0 = 3600$ 、鉄筋径 = 25、必要重ね継手長 $l_a = 790$ 、 $R = 270$ 、 $d_1 = 120$ 、 $d_2 = 150$ 、 $d_4 = 70$]

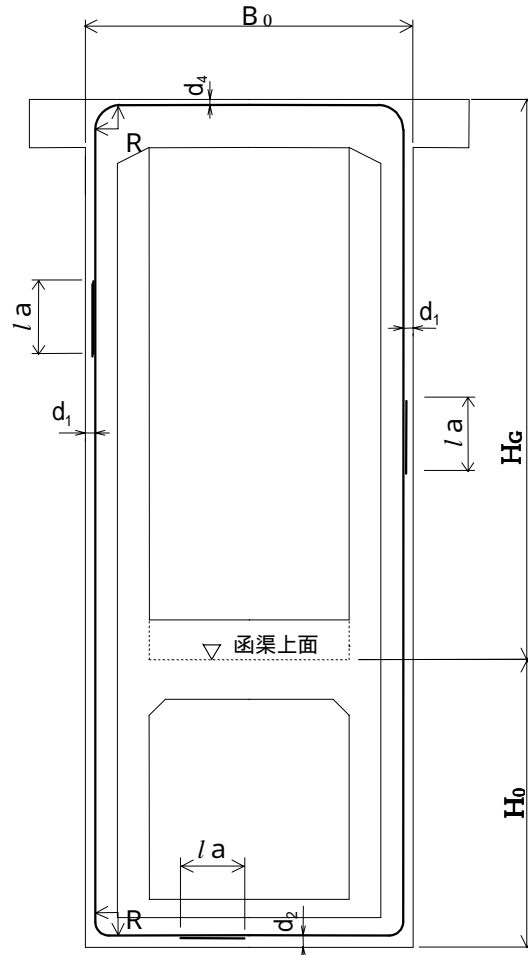


図 - 3.26 門柱外周鉄筋の加工条件

上半部の定尺鉄筋長

柱中央部における重ね継手長を考慮した上半部鉄筋の必要長 L_1 は次のようになる。本例の場合、上半部の定尺鉄筋は 11.0m となる。

$$\begin{aligned} L_1 &= (B_0 + 2H_G/2) - (2d_1 + 2d_4) - 2R(2 - \sqrt{2}) + l_a \\ &= (4100 + 2 \times 7000/2) - (2 \times 120 + 2 \times 70) - 2 \times 270 \times (2 - \sqrt{2}) + 790 \\ &= 11278 \quad 11000 \text{ (定尺鉄筋となる } 0.5\text{m 単位に切り捨てた)} \end{aligned}$$

鉄筋重ね継手位置

図 - 3.27 (a) は、柱中央部において鉄筋の一断面集中を避けるための鉄筋重ね継手位置の最大シフト量を図示したものである。ここで、最大シフト量は、前述したように図 - 3.25 に示す鉄筋定着を避ける範囲を考慮して算定した。

シフト可能量は、上側（ x_1 ）と下側（ x_2 ）のうちの小さい方の $x_1 = 821\text{mm}$ となる。

下半部の定尺鉄筋長

底板部における重ね継手長を考慮した下半部（左側）の鉄筋の必要長 L_2 は次のようになる。シフト量は、可能シフト量 x_1 の範囲において重ね継手が一断面に集中しないように鉄筋直径の25倍以上を考慮した。本例の場合、下半部（左側）の定尺鉄筋は10.5mとなる。

$$\begin{aligned} L_2 &= (H_G + H_0 + l_a) - (2R + d_2 + d_4 + L_1') + L_2 + L_6' + 25 \\ &= (7000 + 3600 + 790) - (2 \times 270 + 150 + 70 + 3021) + 424 + 1425 + 25 \times 25 \\ &= 10083 \quad 10500 \text{ (定尺鉄筋となる } 0.5\text{m 単位に切り上げた)} \end{aligned}$$

下半部（右側）の鉄筋の必要長 L_3 は、上記と同様な方法で求めればよい。ここでは結果のみ以下に示す。本例の場合、下半部（右側）の定尺鉄筋は9.0mとなる。

$$L_3 = 9000 \text{ (定尺鉄筋となる } 0.5\text{m 単位に切り上げた)}$$

T₁鉄筋（上半部）

- 隅角部 L_2 は以下のとおりである。

$$L_2 = \pi \cdot R / 2 = 3.14 \times 270 / 2 = 424$$

- 操作台上面の L_3 は門柱全幅から、隅角部における鉄筋中心の曲げ半径 R と主鉄筋中心からコンクリート表面までの距離 d_1 を引いた長さとなる。

$$L_3 = B_0 - 2(R + d_1) = 4100 - 2 \times (270 + 120) = 3320$$

- L_1 は、門柱全高 H_G および本体端部函渠全高 H_0 から隅角部における鉄筋中心の曲げ半径 R と主鉄筋中心からコンクリート表面までの距離 d_2 、 d_4 および L_5 を引いた長さに l_a を加えた長さとなる。

$$\begin{aligned} L_1 &= (H_G + H_0) - (2R + d_2 + d_4 + L_5) + l_a \\ &= (7000 + 3600) - (2 \times 270 + 150 + 70 + 8380) + 790 \\ &= 2250 \end{aligned}$$

- L_4 は、 L_1 より L_1 、 L_2 、 L_3 を引いた長さとなる。

$$\begin{aligned} L_4 &= L_1 - L_1 - 2L_2 - L_3 \\ &= 11000 - 2250 - 2 \times 424 - 3320 = 4582 \end{aligned}$$

G₁鉄筋（下半部（左側））

- L_5 は、 L_2 より L_2 および L_6 を引いた長さとなる。

$$L_5 = L_3 - L_2 - L_6' = 10500 - 424 - 1695 = 8381 \quad 8380 \text{ (10mm 単位に切り捨てた)}$$

- L_6 は、 L_3 より L_2 および L_5 を引いた長さとなる。

$$L_6 = L_3 - L_2 - L_5 = 10500 - 424 - 8380 = 1696$$

G₂鉄筋（下半部（右側））

- L₇は、門柱全高H_Gおよび本体端部函渠全高H₀から隅角部における鉄筋中心の曲げ半径Rと主鉄筋中心からコンクリート表面までの距離d₂、d₄およびL₄を引いた長さに加えた長さとなる。

$$\begin{aligned} L_7 &= (H_G + H_0) - (2R + d_2 + d_4 + L_4) + l_a \\ &= (7000 + 3600) - (2 \times 270 - 150 - 70 - 4582) + 790 \\ &= 6048 \quad 6160 \end{aligned}$$

- L₈は、L₃よりL₂およびL₇引いた長さとなる。

$$L_8 = L_3 - L_2 - L_7 = 9000 - 424 - 6160 = 2416$$

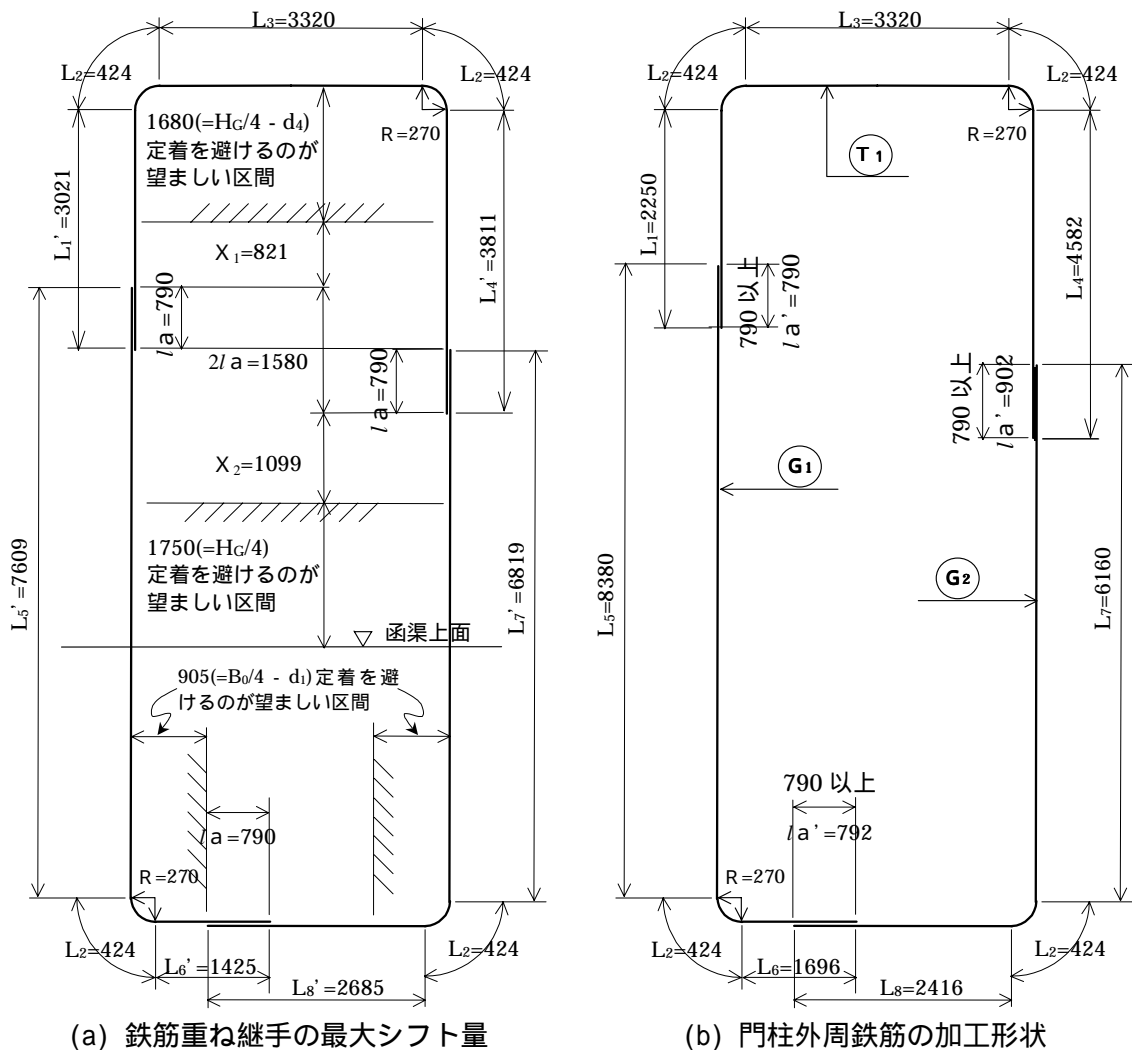


図 - 3.27 門柱の鉄筋の加工

重ね継手の実長の調整

門柱外周鉄筋（T₁鉄筋、G₁鉄筋、G₂鉄筋）の定尺鉄筋は、図 - 3.27(b)に示すように求められるが、ここで重ね継手の実長の不揃いを定尺鉄筋の組合せを変えず

に調整するのがよい。本例では、以下のようにした。

調整後の各部の長さ

$$L_6 = 1696 + 30 = 1726$$

$$L_5 = 8380 - 30 = 8350$$

$$L_1 = 2250 + 70 = 2320$$

$$L_4 = 4582 - 70 = 4512$$

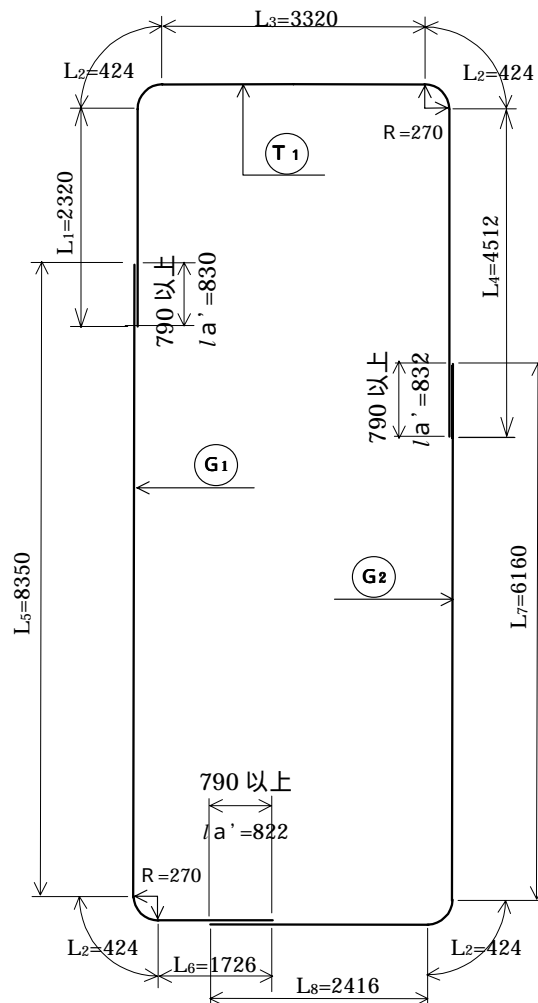


図 - 3.28 門柱の外周鉄筋の加工寸法

T₂鉄筋（上半部）、G₃鉄筋（下半部（左側））、G₄鉄筋（下半部（右側））

T₂鉄筋、G₃鉄筋、G₄鉄筋の加工寸法は、鉄筋径が異なるが上記と同様な手順で求めればよい。ここでは結果のみを以下に示す。

T₂鉄筋： L₁ = 11500、L₁ = 2720、L₂ = 314、L₃ = 3460、L₄ = 4692

G₃鉄筋： L₂ = 9500、L₅ = 7880、L₂ = 314、L₆ = 1306

G₄鉄筋： L₃ = 9000、L₇ = 5910、L₂ = 314、L₈ = 2776

操作台下側鉄筋

操作台下側の直筋の長さは、操作台幅 B_T から両側の主鉄筋からコンクリート表面までの距離を差し引いた値とする。

T_3 鉄筋 (操作台)

$$L_1 = B_T - 2 d_4 = 5500 - 2 \times 70 = 5360$$

柱内側鉄筋

柱内側の直筋の長さは、門柱全高 H_G および本体端部函渠全高 H_0 から主鉄筋中心からコンクリート表面までの距離 d_2 、 d_4 を差し引いた値とする。

G_5 、 G_6 鉄筋 (柱)

$$L_7 = (H_G + H_0) - (d_2 + d_4) = (7000 + 3600) - (150 + 70) = 10380$$

底版上側鉄筋

底版上側の直筋の長さは、門柱全幅 B_0 から両側の主鉄筋からコンクリート表面までの距離を差し引いた値とする。

G_9 鉄筋 (底版)

$$L_1 = B_0 - 2 d_1 = 4100 - 2 \times 120 = 3860$$

以上の結果を整理した門柱の鉄筋の加工寸法を表 - 3.28 に示す。

表 - 3.28 鉄筋の加工寸法 (門柱)

箇所	鉄筋記号	鉄筋の加工寸法 (mm)					鉄筋径	
		L_1	L_2	L_3	L_4	全長 L		
外周	上半	T_1	2320	424	3230	4512	11000	D25
		T_2	2720	314	3460	4692	11500	D19
	下半	G_1	8350	424	1726	-	10500	D25
		G_2	6160	424	2146	-	9000	D25
		G_3	7880	314	1306	-	9500	D19
		G_4	5910	314	2776	-	9000	D19
操作台	下側	T_3	5360	-	-	-	5360	D19
柱	内側	G_5	10380	-	-	-	10380	D25
		G_6	10380	-	-	-	10380	D19
底版	上側	G_9	3860	-	-	-	3860	D19

3.5 翼壁の設計

翼壁はU形タイプを想定した。逆T形タイプの鉄筋の加工形状およびその寸法の考え方については「[ボックスカルバート・擁壁編]、3章 擁壁」に準拠する。翼壁のウイング部の検討は省略する。

3.5.1 断面寸法の仮定

U形タイプの翼壁の断面形状および各部材の寸法を図 - 3.29のように仮定した。

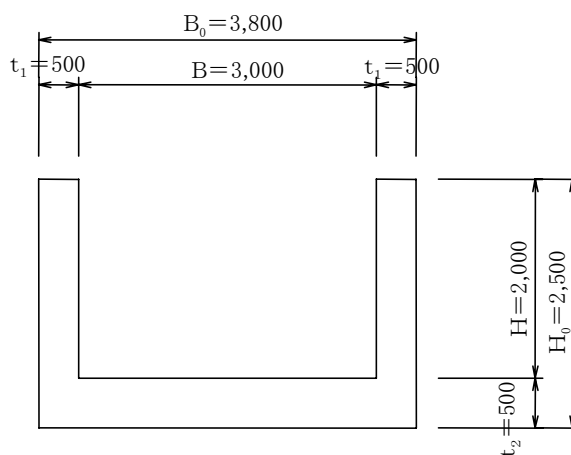


図 - 3.29 仮定した翼壁の断面形状および寸法

翼壁の各部材は、等厚の短形断面、40cm以上の部材厚さとし、隅角部にハンチを設けず、たて壁には勾配を設けない。(設計マニュアル(案):「翼壁、1.形状の単純化」(P22)、「2.1部材形状」(P23))

1. 形状の単純化

翼壁の形状は、以下のように単純化することを原則とする。

- (1) つま先版及びびかかと版には、テーパーおよびハンチを設けないものとする。
- (2) たて壁には、勾配を設けないものとする。

2.1 部材形状

翼壁の各部材の断面形状は、それぞれ等厚の矩形とする。

解説

表 - 解 5.1 各部材寸法の規格 (cm)

	最小部材厚	増加寸法のピッチ	
		部材厚	幅
たて壁	40	10	
底版	40	10	50

3.5.2 設計モデル

(1) 設計荷重

翼壁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。

翼壁の自重

載荷重 ($q = 10\text{kN/m}^2$)

翼壁背面の土圧

翼壁背面の残留水圧 (残留水位：翼壁全高の $2/3H_0$ 、水路内水位なし)

翼壁底面の地盤反力

揚圧力

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) 翼壁の設計モデル

U形タイプの翼壁の設計モデルとしては、たて壁および底版をそれぞれ片持梁および固定梁とする方法、あるいは翼壁をフレームにモデル化する方法がある。

本設計例ではフレームにモデル化 (底版を剛体と仮定) し、フレームの軸線 (部材の中心線) に荷重を作用させて計算を行った。

3.5.3 部材断面の設計

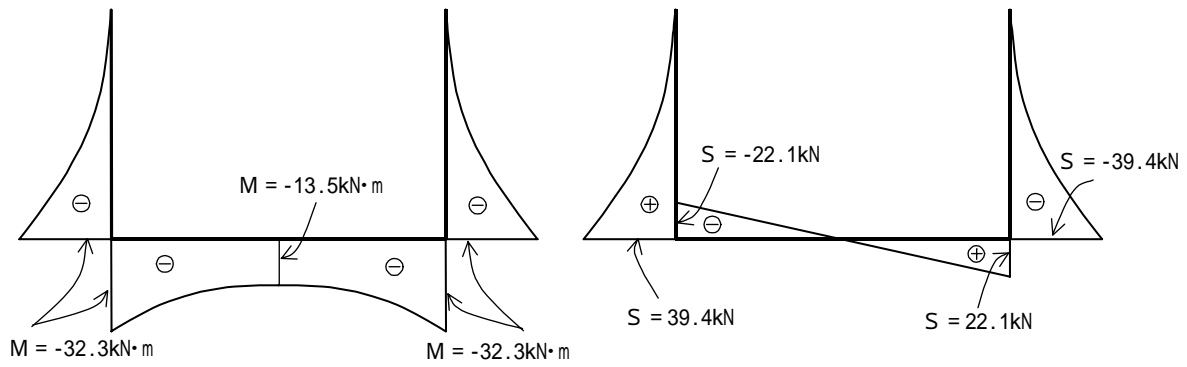
たて壁および底版の各照査断面における設計断面力、必要鉄筋量などについて示した。本設計例では、常時の断面力が支配的なので地震時については省略する。

(1) 設計断面力

翼壁の設計断面力を抽出した結果を表 - 3.29 および図 - 3.30 に示す。

表 - 3.29 翼壁の設計断面力の集計

部 材	照査位置	M (kN・m)	N (kN)	S (kN)
たて壁	下端部	32.3	-	39.4
底 版	右端部	32.3	39.4	22.1
	中間部	13.5	39.4	-
	左端部	32.3	39.4	22.1



(a) 曲げモーメント図 (b) せん断力図

図 - 3.30 翼壁の断面力図

(2) 必要鉄筋量の計算

表 - 3.30 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、たて壁・底版上面が 120mm、底版下面を 150mm とした（設計マニュアル（案）：「翼壁、2.2 配筋仕様の標準化」(P24)）。

表 - 3.30 必要鉄筋量算出のための条件

部材	照査位置	M (kN·m)	N (kN)	部材厚 t (mm)	有効高 d (mm)	主鉄筋(引張側)の位置
たて壁	下端部	32.3	-	400	280	たて壁の外側
底版	右端部	32.3	39.4	500	350	底版の下側
	中間部	13.5	39.4			
	左端部	32.3	39.4			

必要鉄筋量は、単鉄筋矩形ばりとして算出する。なお、必要鉄筋量 (A_s) は、圧縮側のコンクリートがコンクリートの許容曲げ圧縮応力度 (σ_{ca}) に達する時と、引張側の主鉄筋が鉄筋の許容引張応力度 (σ_{sa}) に達する時の大きい方である。表 - 3.31 は各照査位置における必要鉄筋量の算出結果を示したものである。

表 - 3.31 必要鉄筋量の集計 (1mあたり)

部材	照査位置	M (kN·m)	N (kN)	必要鉄筋量 A_s (mm ²)	主鉄筋 1 本当たりの必要断面積 $A_s/4$ (mm ²)
たて壁	下端部	32.3	-	696	174 (たて壁の外側)
底版	右端部	32.3	39.4	399	100 (底版の下側)
	中間部	13.5	39.4	72	18 (底版の下側)
	左端部	32.3	39.4	399	100 (底版の下側)

(3) 主鉄筋等の配置

1) 主鉄筋の径と配筋間隔

主鉄筋の径と配筋間隔は、設計マニュアル（案）における「表 - 解 2.2 主鉄筋の鉄筋径と配筋間隔の組合せ(P10)」の中から選定する（表 - 3.6 参照）。

本設計例では、表 - 3.31 に示した翼壁 1 m 当たりの必要鉄筋量に見合う鉄筋本数として 1 m 当たり 4 本（配筋間隔 250mm）を仮定する。その結果、たて壁の背面側、底版の下側に対する主鉄筋 1 本当たりの必要断面積（必要鉄筋量 / 4 本）は、それぞれ 174 mm²/本、100 mm²/本であり、この必要断面積を満足する直近上位の鉄筋径は D16、D13 となる。ここで、翼壁外周の主鉄筋は一本物のとするので、D16 を使用する。

2) 配力鉄筋の径と配筋間隔

上記の主鉄筋に対応した配力鉄筋の径と配筋間隔については、設計マニュアル（案）の「表 - 解 2.3 主鉄筋と配力鉄筋の組合せ(P11)」の中から選定する（表 - 3.6 参照）。本設計例の場合、D13ctc250 となる。

たて壁の前面側については、たて壁主鉄筋 D16ctc250mm に対応する圧縮側の用心鉄筋の相当量として、鉛直方向に D13ctc250mm を、ひびわれ防止筋として水平方向に D13ctc250mm を配筋する。

以上の結果を整理して表 - 3.32、図 - 3.31 に示す。

表 - 3.32 翼壁の主鉄筋および配力鉄筋の配筋

部 材	必要鉄筋量 A_s (mm ²)	主 鉄 筋		配力鉄筋	圧縮側鉄筋	ひびわれ防止筋
		左記に対応する配筋	配筋量 (mm ²)			
たて壁	174	D16ctc250	794	D13ctc250	D13ctc250	D13ctc250
底 版	100	D16ctc250	794	D13ctc250	D13ctc250	D13ctc250

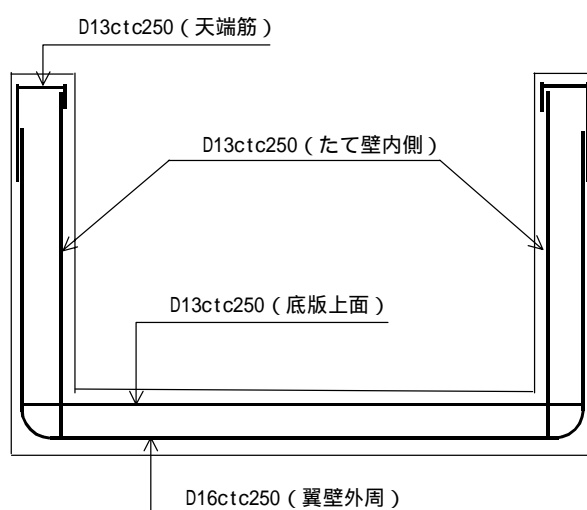


図 - 3.31 翼壁の鉄筋の配置

(4) 実応力度の計算

各照査位置における実応力度の結果を表 - 3.33 に示す。

表 - 3.33 実応力度一覧 (翼壁)

部 材	項 目	下 (左) 端部	中間部	上 (右) 端部		
たて壁	断面力	M (N・mm)	3.23×10^7	-	-	
		S (N)	3.94×10^4	-	-	
	部材諸元	A _s (mm ²)	794	-	-	
		h (mm)	400	-	-	
		d (mm)	280	-	-	
		x (mm)	71	-	-	
	応力度	c (N/mm ²)	3.6	-	-	
		c _a (N/mm ²)	8	-	-	
		s (N/mm ²)	159	-	-	
		s _a (N/mm ²)	160	-	-	
		m (N/mm ²)	0.14	-	-	
		a ₁ (N/mm ²)	0.39	-	-	
	底 版	断面力	M (N・mm)	3.23×10^7	1.35×10^7	底版左端部に同じ
			N (N)	3.94×10^4	3.94×10^4	
部材諸元		S (N)	2.21×10^4	0		
		A _s (mm ²)	507	507		
		h (mm)	500			
		d (mm)	350			
		x (mm)	80	111		
		c (N/mm ²)	2.8	1.0		
応力度		c _a (N/mm ²)	8			
		s (N/mm ²)	143	32		
		s _a (N/mm ²)	160			
		m (N/mm ²)	0.06	0		
		a ₁ (N/mm ²)	0.39			

3.5.4 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「翼壁、2.2 配筋仕様の標準化(P24)」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

U形タイプの翼壁の鉄筋については、翼壁外周にコの字型筋を、また各部材の内側には直筋をそれぞれ配置し、たて壁の鉄筋の断面変化は行わない。

図 - 3.32 に、たて壁および底版の面内に係わる鉄筋の加工形状を示す。なお、たて壁内側筋(W_2)の長さが、定尺鉄筋長(3.5~12.0m)より短いため1本物を使用する。

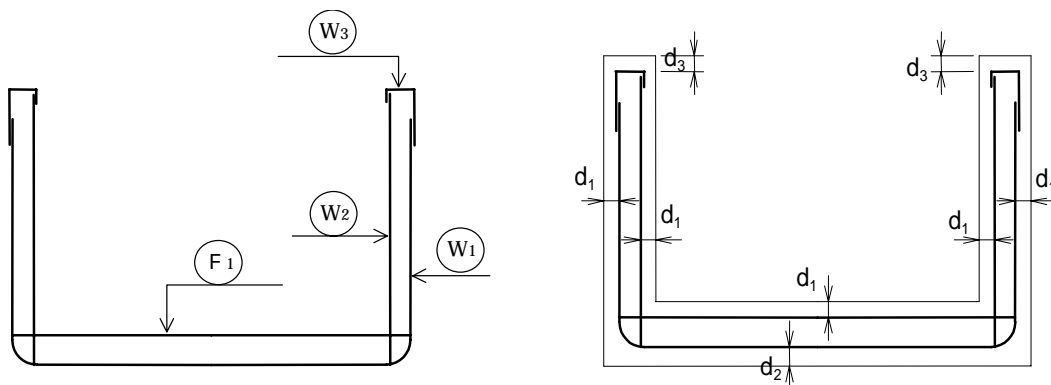


図 - 3.32 翼壁の鉄筋の加工

(2) 鉄筋の加工寸法

- 翼壁外周鉄筋の全長は、定尺鉄筋の基本ピッチである 0.5m 単位とする。これに伴う加工寸法等の調整は、天端筋により行う。
- 底版とたて壁の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。

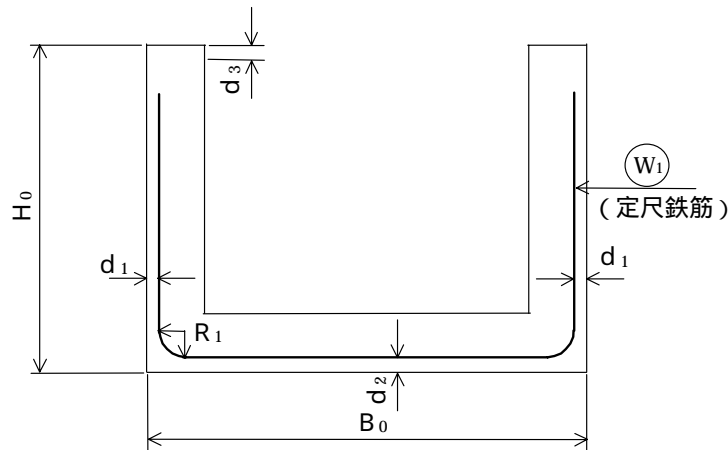


図 - 3.33 翼壁外周鉄筋の加工条件

W₁鉄筋（翼壁外周鉄筋）

[条件：翼壁全高H₀=2500、全幅B₀=3800、鉄筋径φ₁=16、R₁=170、
d₁=120、d₂=150、d₃=100]

函渠外周鉄筋の全長Lは次のようになる。定尺鉄筋は、基本ピッチである0.5m
単位に切り捨てる。天端の不足部分については天端筋で調整するものとする。

$$\begin{aligned} L &= 2H_0 + B_0 - 2d_1 - 2d_2 - 2d_3 - 2R_1(2 - \pi/2) \\ &= 2 \times 2500 + 3800 - 2 \times 120 - 2 \times 150 - 2 \times 100 - 2 \times 170 \times (2 - \pi/2) \\ &= 7914 \quad L' = 7500\text{mm (定尺鉄筋となる0.5m単位に切り捨てた)} \end{aligned}$$

- たて壁部L₁は以下のとおりである。

$$\begin{aligned} L_1 &= H_0 - d_2 - d_3 - R_1 - (L - L')/2 \\ &= 2500 - 150 - 100 - 170 - (7914 - 7500)/2 \\ &= 1873 \quad 1850 \text{ (50mm単位に切り捨てた)} \end{aligned}$$

- たて壁と底版の隅角部L₂は以下のとおりである。

$$L_2 = \pi \cdot R_1 / 2 = 3.14 \times 170 (= 10.5 \phi_1) / 2 = 267$$

- 底版部L₃は以下のとおりである。

$$\begin{aligned} L_3 &= B_0 - 2(R_1 + d_1) \\ &= 3800 - 2 \times (170 + 120) = 3220\text{mm} \end{aligned}$$

- L₄は以下のとおりである。

$$\begin{aligned} L_4 &= L - (L_1 + 2L_2 + L_3) \\ &= 7500 - (1850 + 2 \times 267 + 3220) = 1896\text{mm} \end{aligned}$$

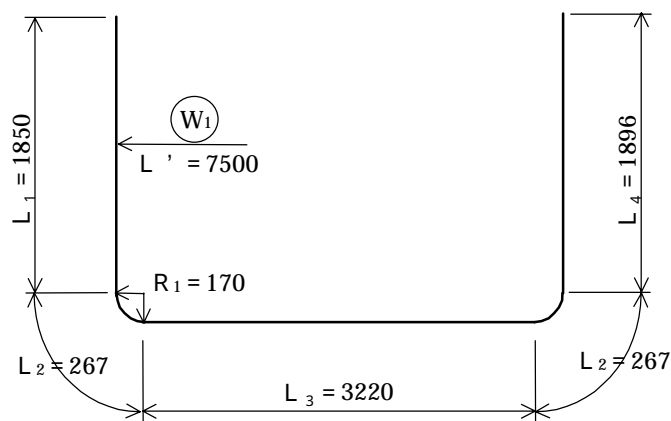


図 - 3.34 翼壁外周鉄筋の加工寸法

W₂鉄筋（たて壁）

$$L_1 = H_0 - d_2 - d_3 = 2500 - 150 - 100 = 2250\text{mm}$$

W₃鉄筋（たて壁天端筋）

[条件：翼壁全高H₀ = 2500、たて壁厚 t = 400、鉄筋径 φ = 13、d₁ = 120、d₃ = 100]（図 - 3.32 参照）

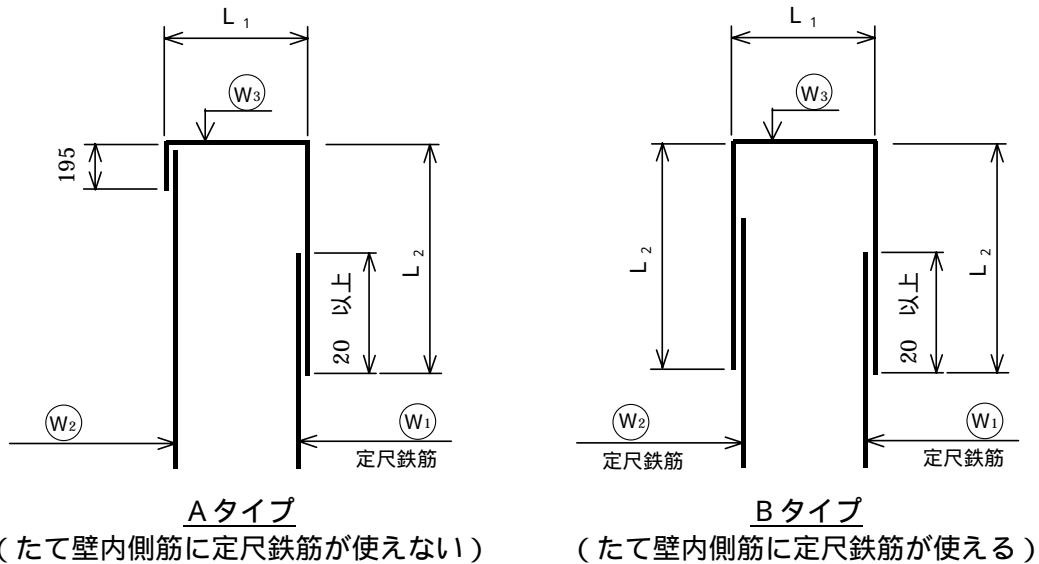


図 - 3.35 天端筋の加工

天端筋は、図 - 3.35のAタイプとし、たて壁主鉄筋（背面側）と20mm以上ラップさせることとし、翼壁前面側は195mm（15φ）で折り曲げる。

- L₁はたて壁前面・背面側における主鉄筋中心間の離れになる。

$$L_1 = t - 2d_1 = 400 - 2 \times 120 = 160\text{mm}$$
- L₂はW₁鉄筋と20mm以上のラップ長を確保する。

$$L_2 = L(W_2\text{鉄筋}) - R_1 - L_1(W_1\text{鉄筋}) + 20 \text{ (天端筋)}$$

$$= 2250 - 170 - 1850 + 20 \times 13 = 490\text{mm}$$
- 鉄筋の全長（L）は上記L₁、L₂を加える。

$$L = L_1 + L_2 + 195 = 160 + 490 + 195 = 845 \text{ } 850\text{mm}$$

F₁鉄筋（底版）

$$L = B_0 - 2d_1 = 3800 - 2 \times 120 = 3560\text{mm}$$

以上の結果を整理した翼壁の鉄筋の加工寸法を表 - 3.34 に示す。

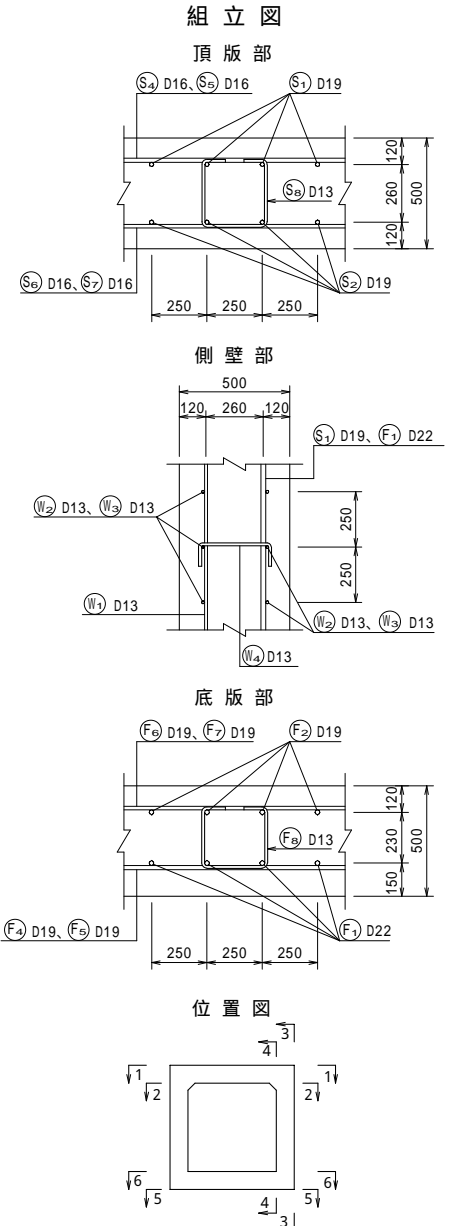
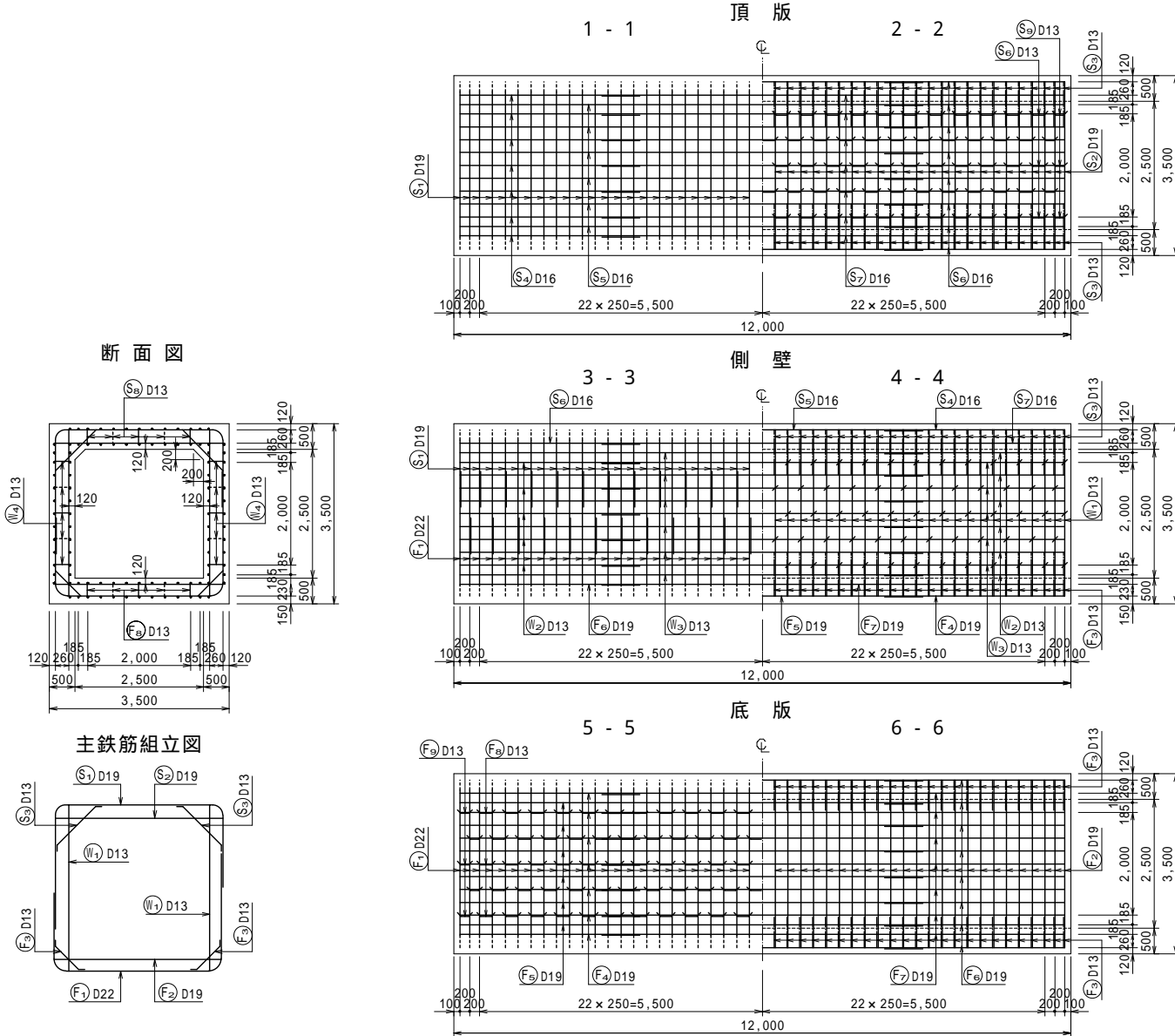
表 - 3.34 鉄筋の加工寸法 (翼壁)

部 材	鉄筋種別	鉄筋の加工寸法(mm)					鉄筋径
		L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	全長L	
たて壁	W ₁	1850	267	3220	1896	7500	D16
	W ₂	2250	-	-	-	2250	D13
	W ₃	160	490	195	-	850	D13
底 版	F ₁	3560	-	-	-	3560	D13

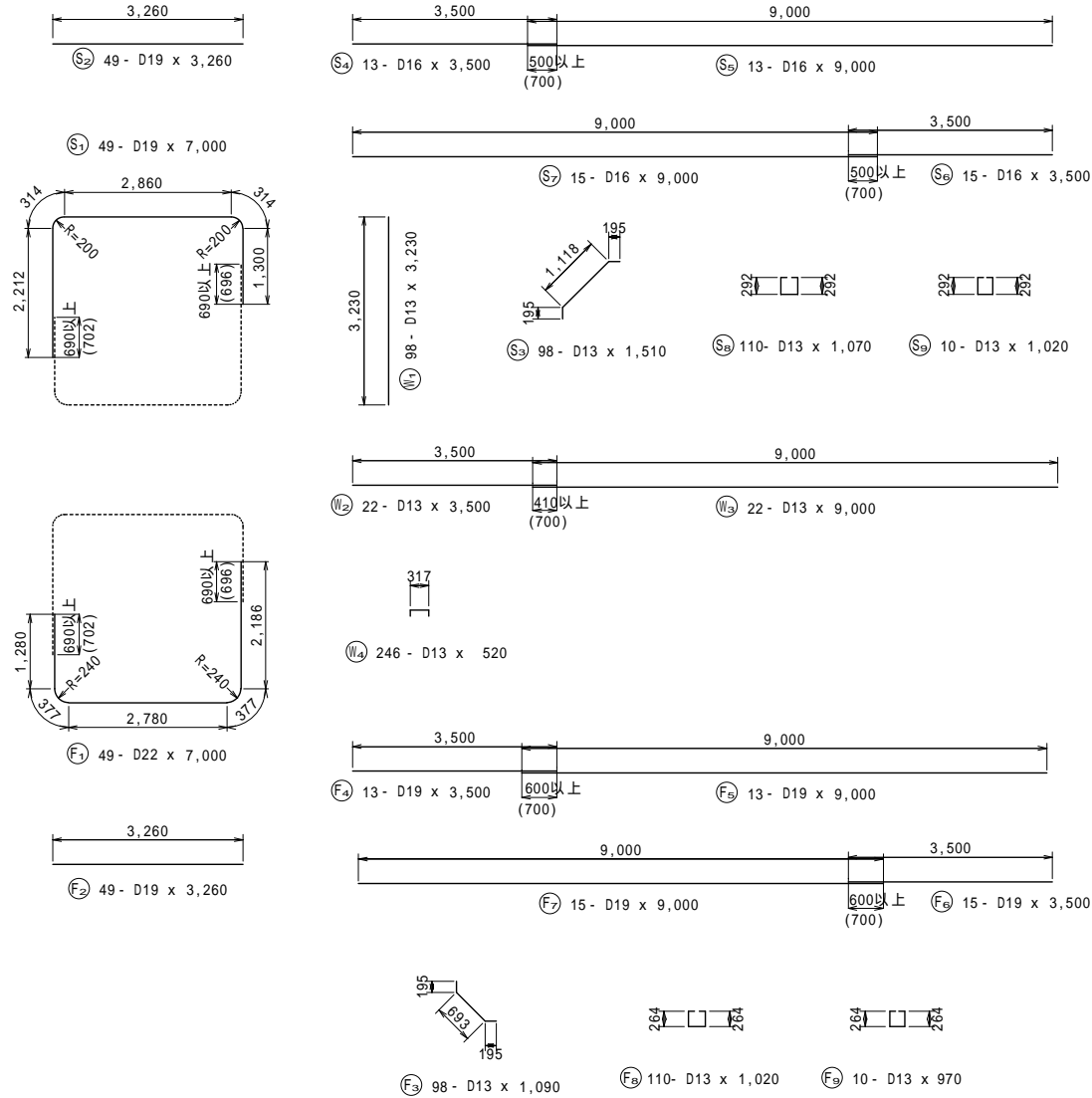
3.6 樋門の配筋図

樋門の設計・施工合理化策に係わる配筋図の例を示す。

函渠配筋図(その1)



函渠配筋図(その2)



函渠鉄筋質量表

符号	径	長さ (mm)	本数	単位質量 (kg/m)	1本当質量 (kg)	質量 (kg)	摘要
S 1	D19	7,000	49	2.25	15.750	771.8	┌
S 2	D19	3,260	49	2.25	7.335	359.4	—
S 3	D13	1,510	98	0.995	1.502	147.2	└
S 4	D16	3,500	13	1.56	5.460	71.0	—
S 5	D16	9,000	13	1.56	14.040	182.5	—
S 6	D16	3,500	15	1.56	5.460	81.9	—
S 7	D16	9,000	15	1.56	14.040	210.6	—
S 8	D13	1,070	110	0.995	1.065	117.2	┐
S 9	D13	1,020	10	0.995	1.015	10.2	┐
W 1	D13	3,230	98	0.995	3.214	315.0	—
W 2	D13	3,500	22	0.995	3.483	76.6	—
W 3	D13	9,000	22	0.995	8.955	197.0	—
W 4	D13	520	246	0.995	0.517	127.2	└
F 1	D22	7,000	49	3.04	21.280	1042.7	┌
F 2	D19	3,260	49	2.25	7.335	359.4	—
F 3	D13	1,090	98	0.995	1.085	106.3	└
F 4	D19	3,500	13	2.25	7.875	102.4	—
F 5	D19	9,000	13	2.25	20.250	263.3	—
F 6	D19	3,500	15	2.25	7.875	118.1	—
F 7	D19	9,000	15	2.25	20.250	303.8	—
F 8	D13	1,020	110	0.995	1.015	111.7	┐
F 9	D13	970	10	0.995	0.965	9.7	┐
				径	質量		
				D22	1042.7 kg		
				D19	2278.2 kg		
				D16	546.0 kg		
				D13	1218.1 kg		
				合計	5085.0 kg		

川表胸壁・しゃ水壁配筋図(その1)

川表胸壁

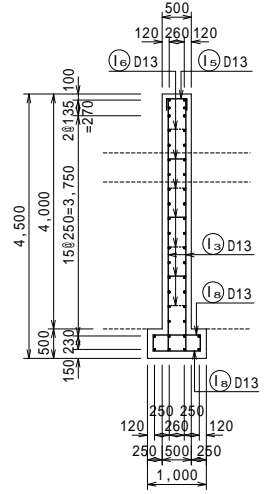
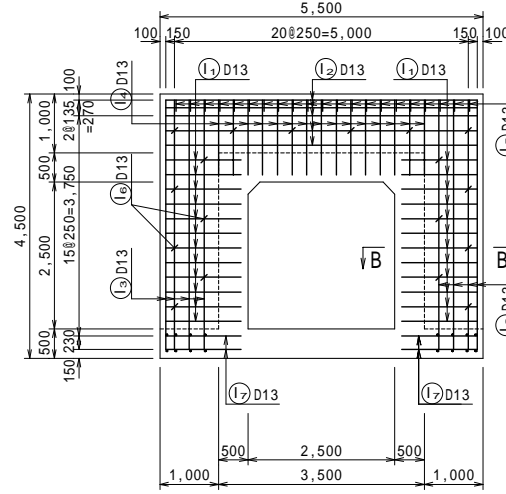
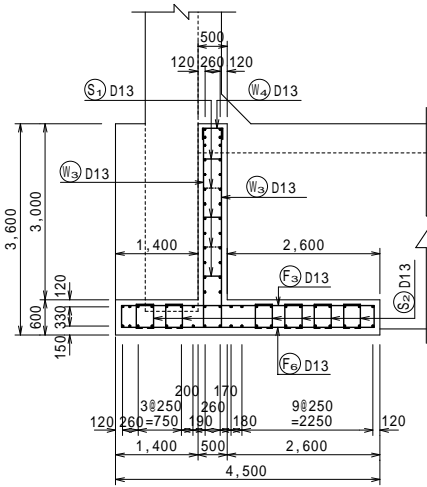
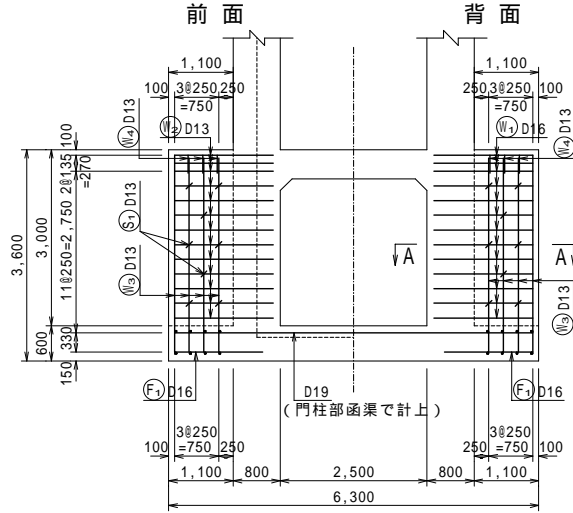
しゃ水壁

正面図

断面図

正面図

断面図

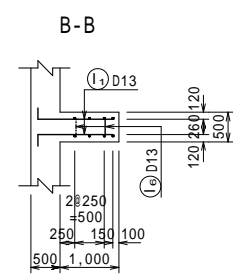
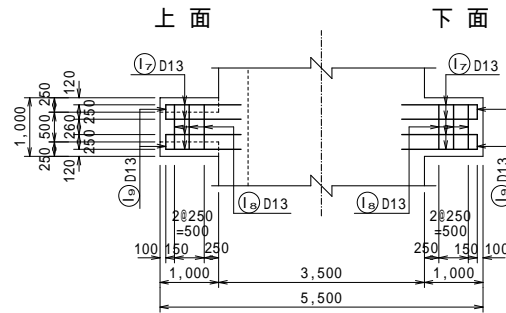
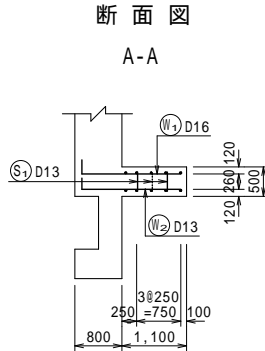
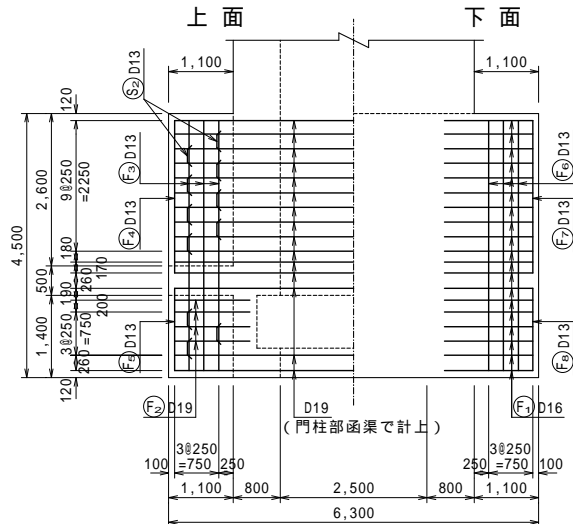


平面図

断面図

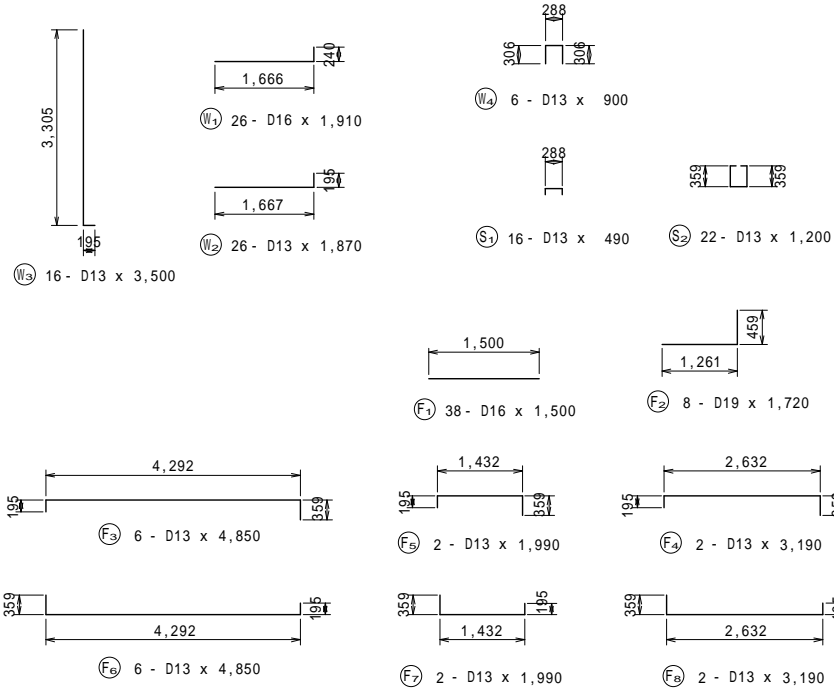
平面図

断面図

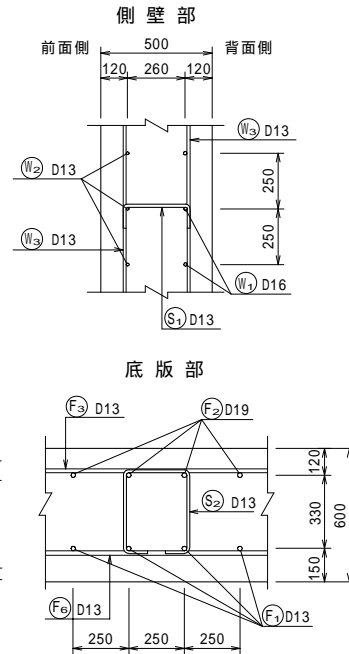


川表胸壁・しゃ水壁配筋図(その2)

川表胸壁加工図



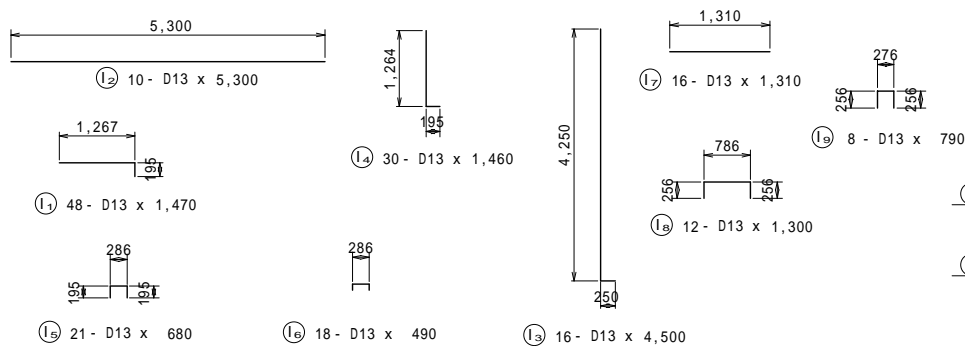
組立図



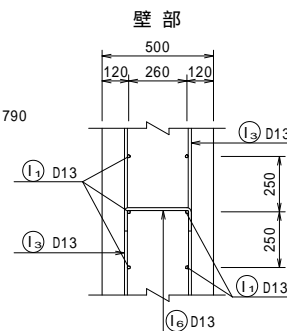
川表胸壁鉄筋質量表

符号	径	長さ (mm)	本数	単位質量 (kg/m)	1本当質量 (kg)	質量 (kg)	摘要
W 1	D16	1,910	26	1.56	2.980	77.5	┌
W 3	D13	1,870	26	0.995	1.861	48.4	┌
W 3	D13	3,500	16	0.995	3.483	55.7	└
W 4	D13	900	6	0.995	0.896	5.4	┐
F 1	D16	1,500	38	1.56	2.340	88.9	┌
F 2	D19	1,720	8	2.25	3.870	31.0	┌
F 3	D13	4,850	6	0.995	4.826	29.0	┌
F 4	D13	3,190	2	0.995	3.174	6.3	┌
F 5	D13	1,990	2	0.995	1.980	4.0	┌
F 6	D13	4,850	6	0.995	4.826	29.0	┌
F 7	D13	1,990	2	0.995	1.980	4.0	┌
F 8	D13	3,190	2	0.995	3.174	6.3	┌
S 1	D13	490	16	0.995	0.488	7.8	┐
S 2	D13	1,200	22	0.995	1.194	26.3	┐
径 質量							
					D19	31.0 kg	
					D16	166.4 kg	
					D13	222.2 kg	
					合計	419.6 kg	

遮水壁部加工図



組立図

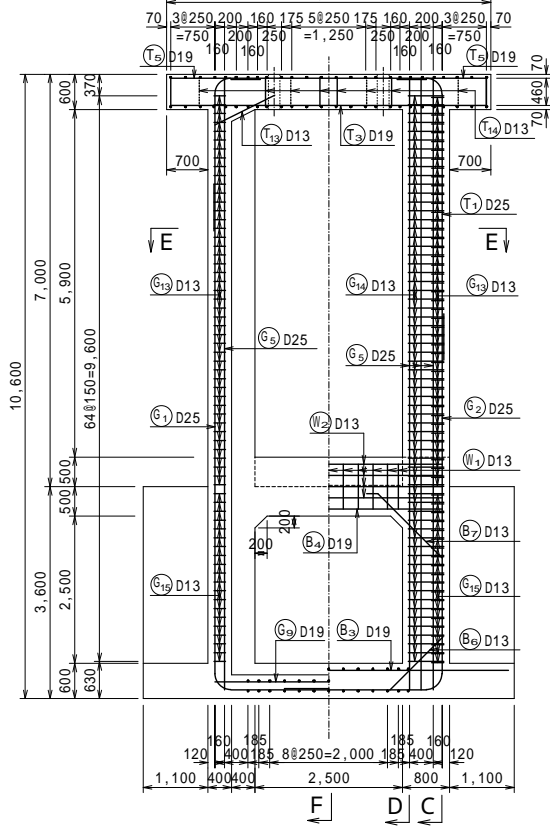


しゃ水壁鉄筋質量表

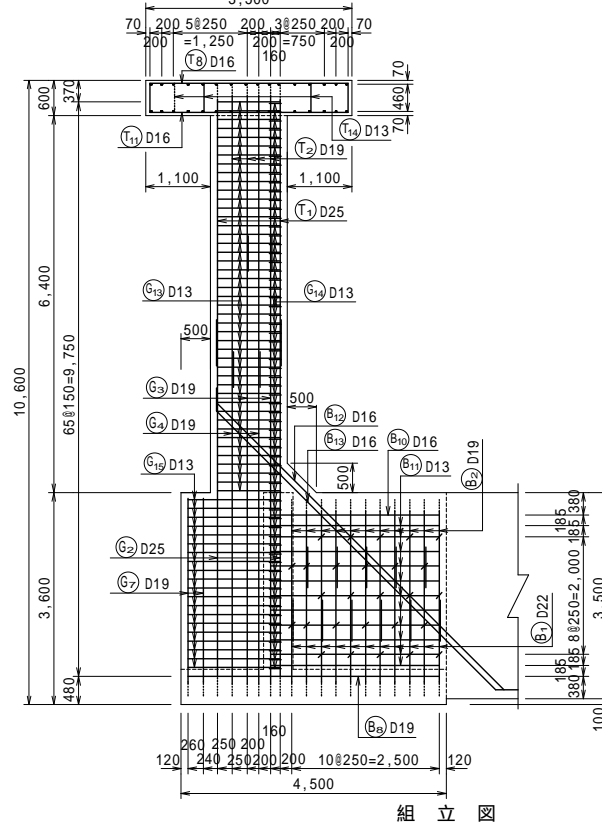
符号	径	長さ (mm)	本数	単位質量 (kg/m)	1本当質量 (kg)	質量 (kg)	摘要
I 1	D13	1,470	48	0.995	1.463	70.2	┌
I 2	D13	5,300	10	0.995	5.274	52.7	┌
I 3	D13	4,500	16	0.995	4.478	71.6	┌
I 4	D13	1,460	30	0.995	1.453	43.6	└
I 5	D13	680	21	0.995	0.677	14.2	┐
I 6	D13	490	18	0.995	0.488	8.8	┐
I 7	D13	1,310	16	0.995	1.303	20.8	┌
I 8	D13	1,300	12	0.995	1.294	15.5	┌
I 9	D13	790	8	0.995	0.789	6.3	┐
径 質量							
					合計 D13	303.7 kg	

門柱部配筋図(その1)

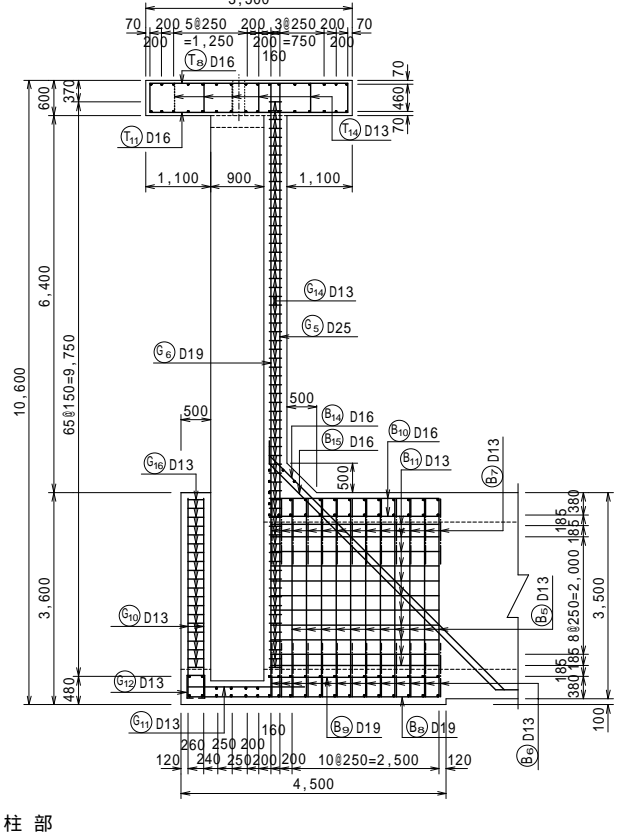
正面図 A-A B-B



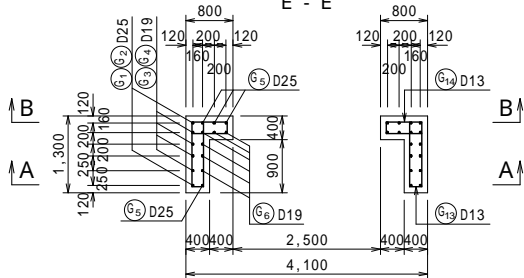
側面図 C-C



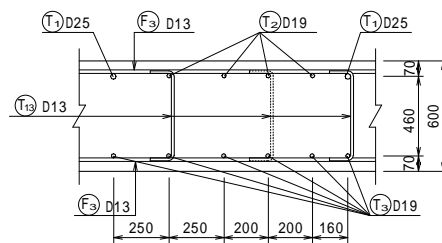
側面図 D-D



断面図 E-E

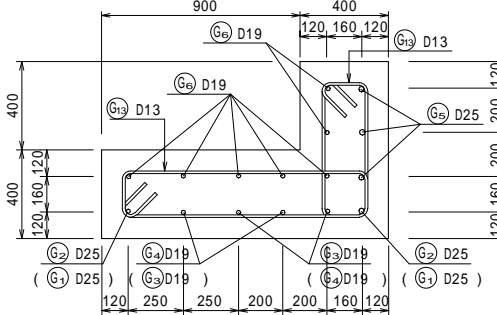


操作台部

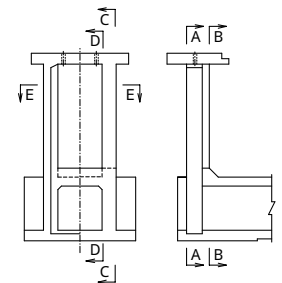


組立図

柱部

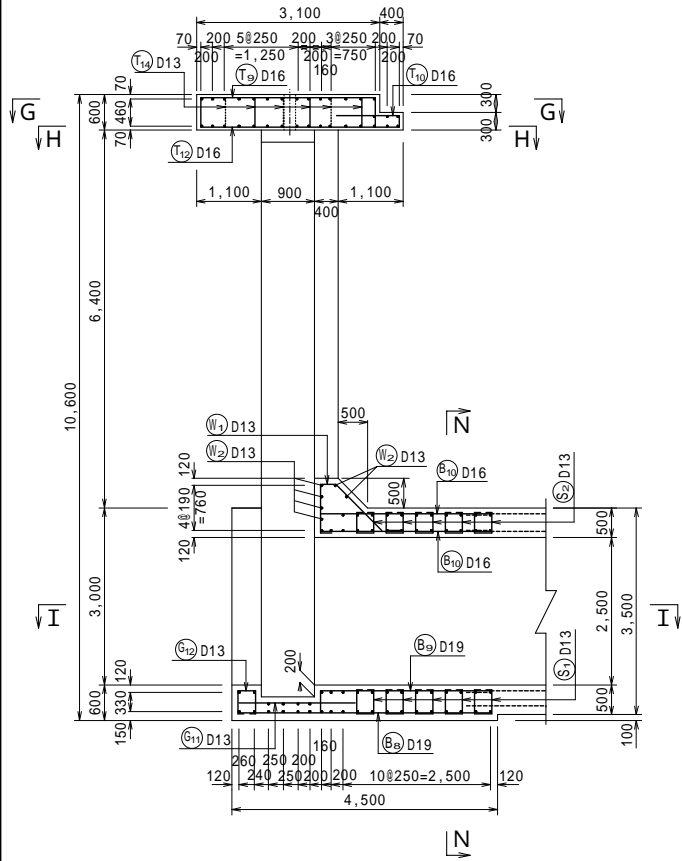


位置図

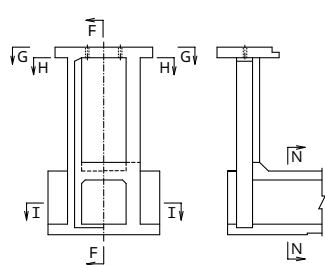


断面図

F - F



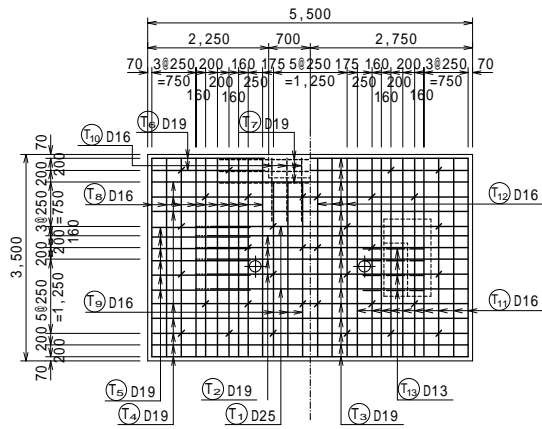
位置図



門柱部配筋図(その2)

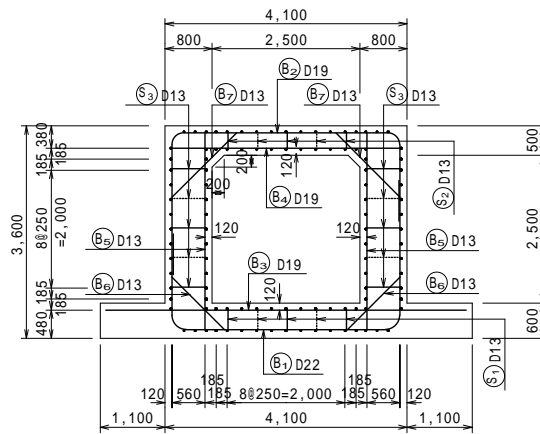
平面図

G - G H - H



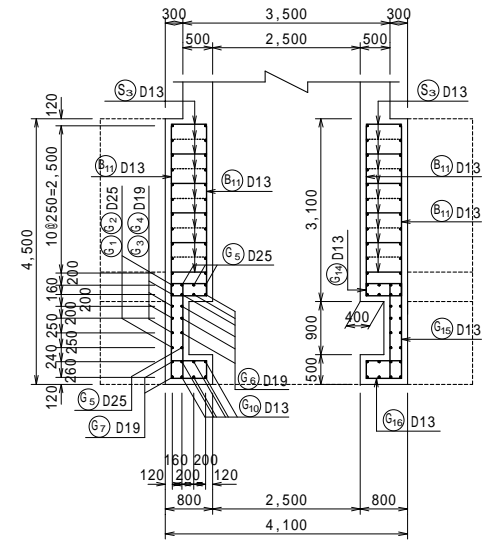
ボックス部断面図

N - N

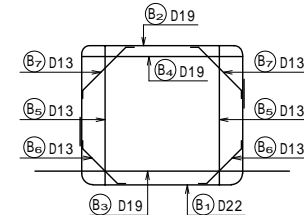


断面図

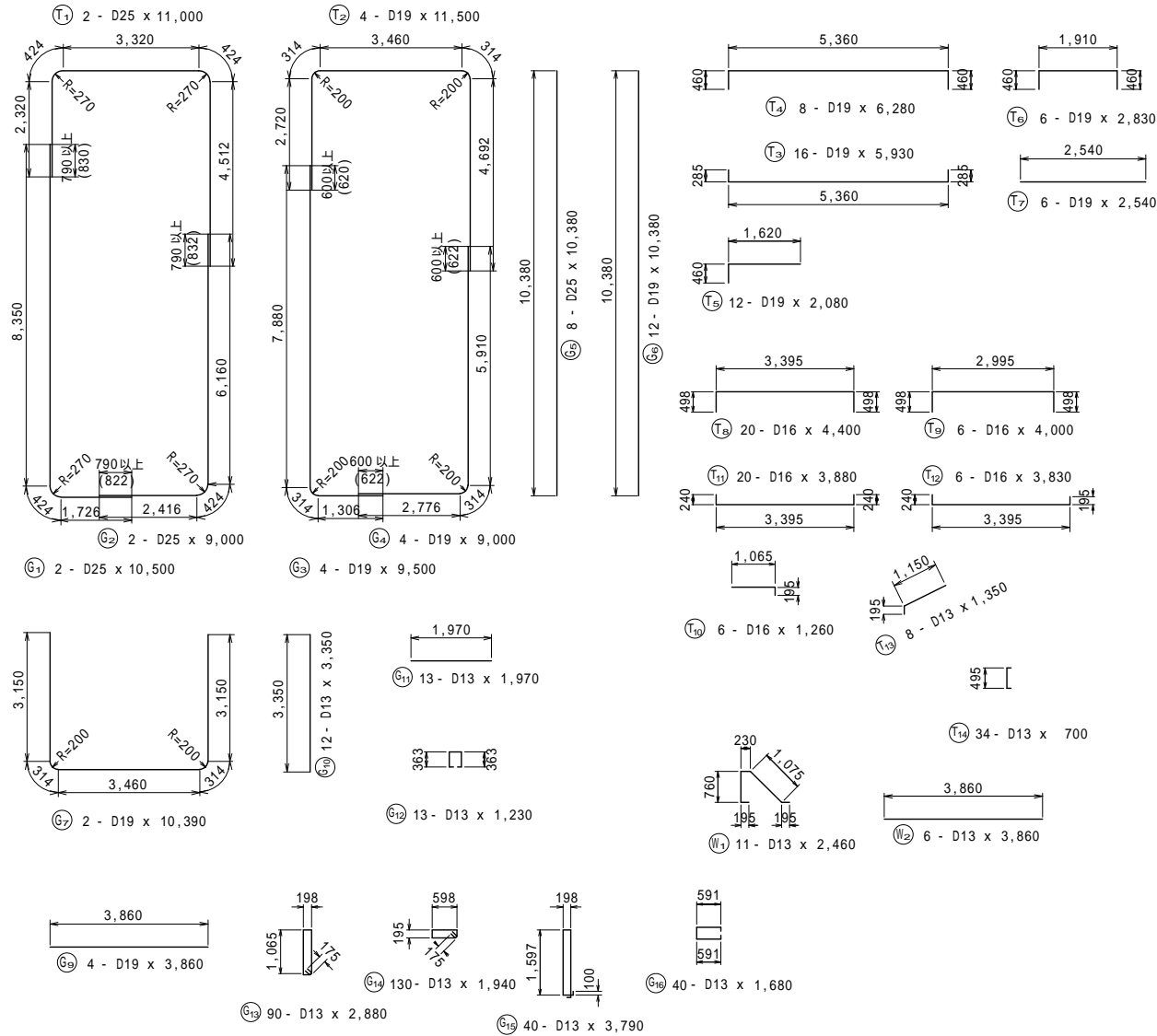
I - I



主鉄筋組立図



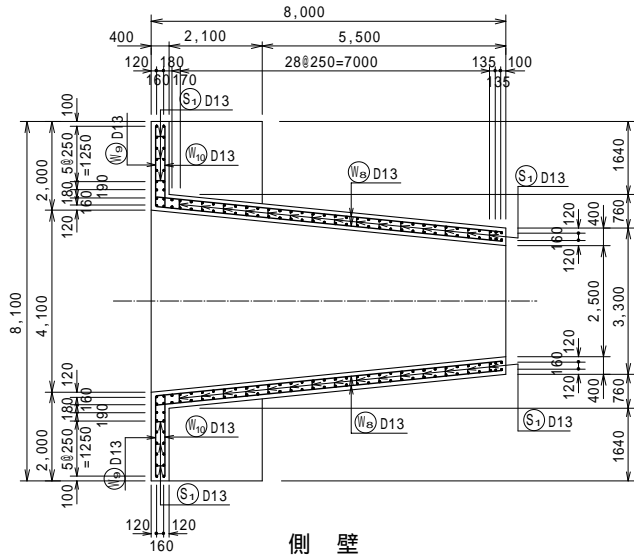
門柱部配筋図(その3)



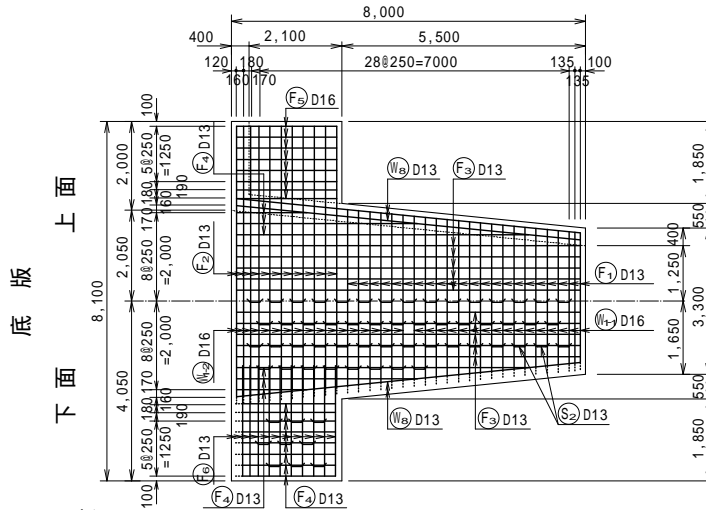
門柱部鉄筋質量表

符号	径	長さ (mm)	本数	単位質量 (kg/m)	1本当質量 (kg)	質量 (kg)	摘要
T 1	D25	11,000	2	3.98	43.780	87.6	┌
T 2	D19	11,500	4	2.25	25.875	103.5	┌
T 3	D19	5,930	16	2.25	13.343	213.5	┌
T 4	D19	6,280	8	2.25	14.130	113.0	┌
T 5	D19	2,080	12	2.25	4.680	56.2	┌
T 6	D19	2,830	6	2.25	6.368	38.2	┌
T 7	D19	2,540	6	2.25	5.715	34.3	┌
T 8	D16	4,400	20	1.56	6.864	137.3	┌
T 9	D16	4,000	6	1.56	6.240	37.4	┌
T 10	D16	1,260	6	1.56	1.966	11.8	┌
T 11	D16	3,880	20	1.56	6.053	121.1	┌
T 12	D16	3,830	6	1.56	5.975	35.9	┌
T 13	D13	1,350	8	0.995	1.343	10.7	┌
T 14	D13	700	34	0.995	0.697	23.7	┌
G 1	D25	10,500	2	3.98	41.790	83.6	└
G 2	D25	9,000	2	3.98	35.820	71.6	└
G 3	D19	9,500	4	2.25	21.375	85.5	└
G 4	D19	9,000	4	2.25	20.250	81.0	└
G 5	D25	10,380	8	3.98	41.312	330.5	└
G 6	D19	10,380	12	2.25	23.355	280.3	└
G 7	D19	10,390	2	2.25	23.378	46.8	└
G 8	(欠番)						
G 9	D19	3,860	4	2.25	8.685	34.7	└
G 10	D13	3,350	12	0.995	3.333	40.0	└
G 11	D13	1,970	13	0.995	1.960	25.5	└
G 12	D13	1,230	13	0.995	1.224	15.9	└
G 13	D13	2,880	90	0.995	2.866	257.9	└
G 14	D13	1,940	130	0.995	1.930	250.9	└
G 15	D13	3,790	40	0.995	3.771	150.8	└
G 16	D13	1,680	40	0.995	1.672	66.9	└
W 1	D13	2,460	11	0.995	2.448	26.9	└
W 2	D13	3,860	6	0.995	3.841	23.0	└
径 質量							
				D25	573.3	kg	
				D19	1087.0	kg	
				D16	343.5	kg	
				D13	892.2	kg	
				合計	2896.0	kg	

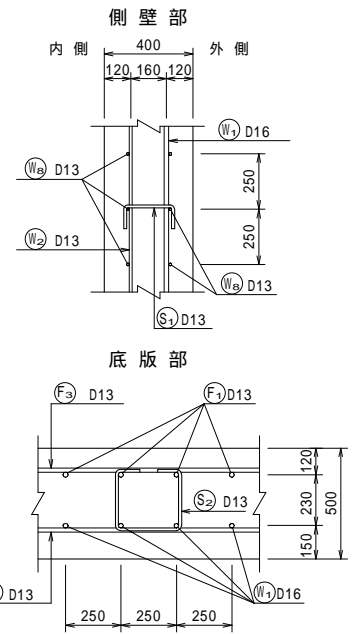
断面図



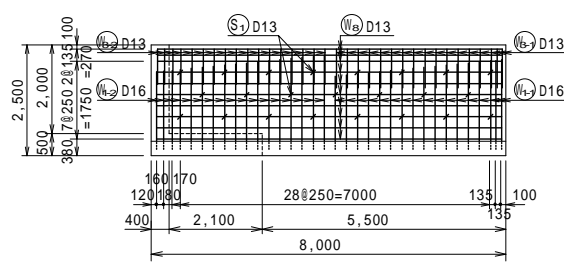
翼壁配筋図(その1)



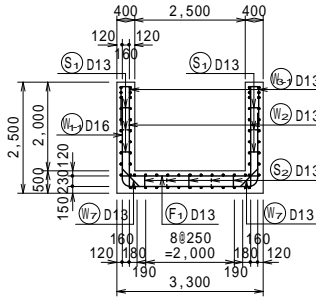
組立図



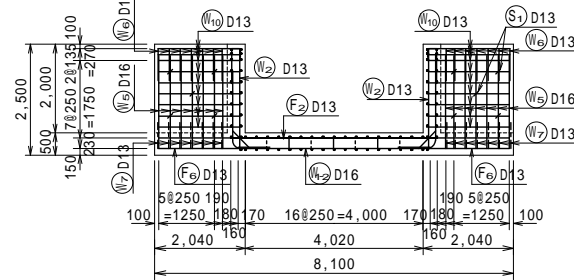
側壁
1 - 1



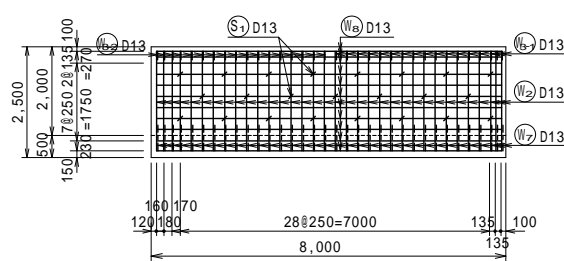
3 - 3 断面



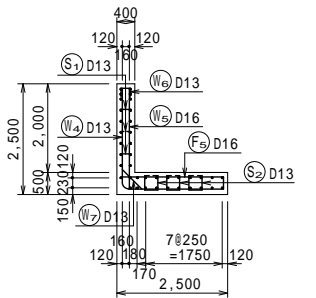
5 - 5 断面



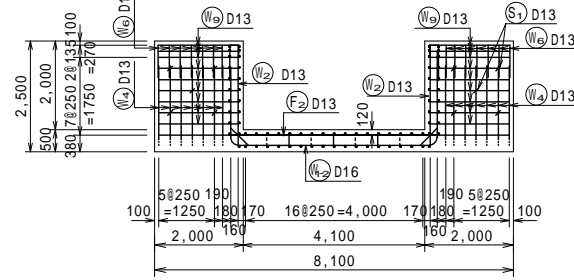
側壁
2 - 2



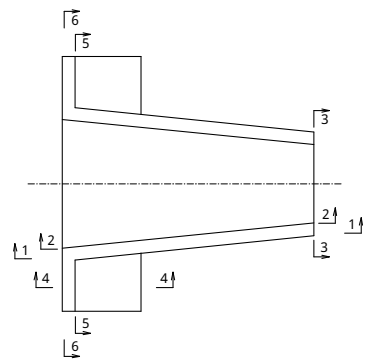
4 - 4 断面



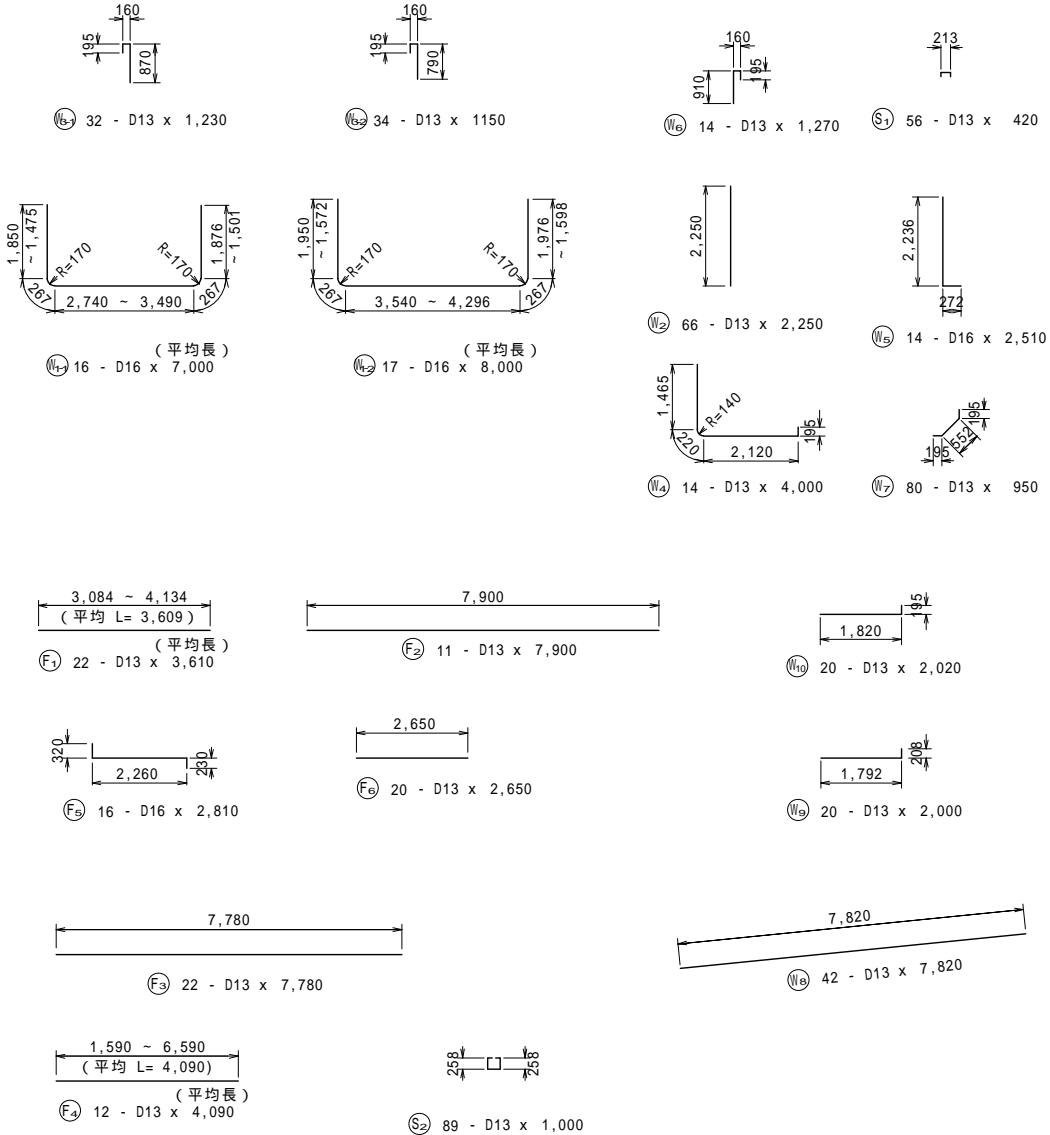
6 - 6 断面



位置図



翼壁配筋図(その2)



翼壁鉄筋質量表

符号	径	長さ (mm)	本数	単位質量 (kg/m)	1本当質量 (kg)	質量 (kg)	摘要
W1-1	D16	7,000	17	1.56	10.920	185.6	┌
W1-2	D16	8,000	17	1.56	12.480	212.2	┌
W 2	D13	2,250	68	0.995	2.239	152.3	┌
W3-1	D13	1,230	32	0.995	1.224	41.6	┌
W3-2	D13	1,150	34	0.995	1.144	38.9	┌
W 4	D13	4,000	14	0.995	3.980	55.7	┌
W 5	D16	2,510	14	1.56	3.916	54.8	┌
W 6	D13	1,270	14	0.995	1.264	17.7	┌
W 7	D13	950	82	0.995	0.945	77.5	┌
W 8	D13	7,820	42	0.995	7.781	326.8	┌
W 9	D13	2,210	20	0.995	2.199	44.0	┌
W 10	D13	2,220	20	0.995	2.209	44.2	┌
F 1	D13	3,610	23	0.995	3.592	82.6	—
F 2	D13	7,900	11	0.995	7.861	86.5	—
F 3	D13	7,780	22	0.995	7.741	170.3	—
F 4	D13	4,090	12	0.995	4.070	48.8	—
F 5	D16	2,810	16	1.56	4.384	70.1	┌
F 6	D13	2,650	20	0.995	2.637	52.7	—
S 1	D13	420	56	0.995	0.418	23.4	┌
S 2	D13	1,000	89	0.995	0.995	88.6	┌
径 質 量							
				D16	522.7	kg	
				D13	1351.6	kg	
				合計	1874.3	kg	