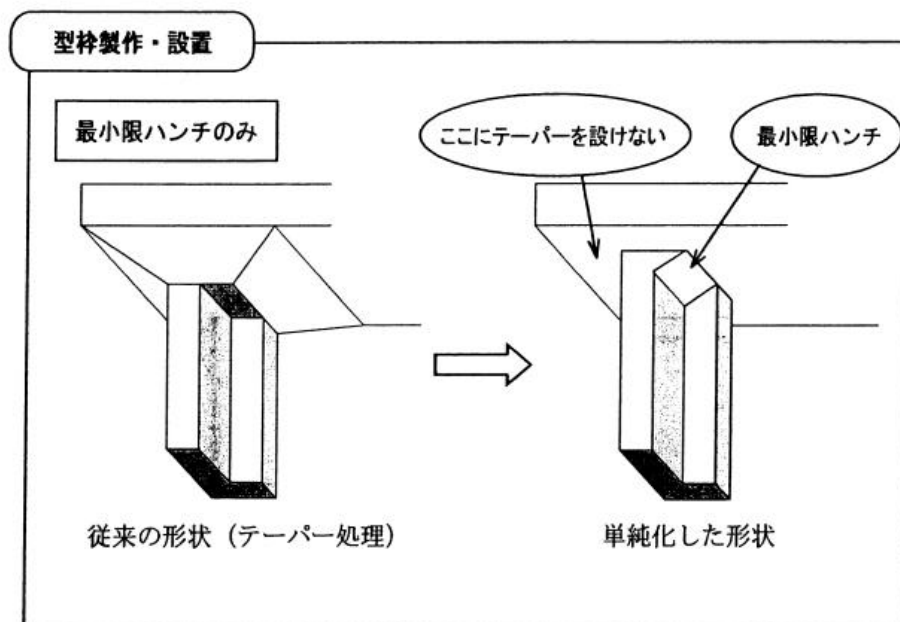




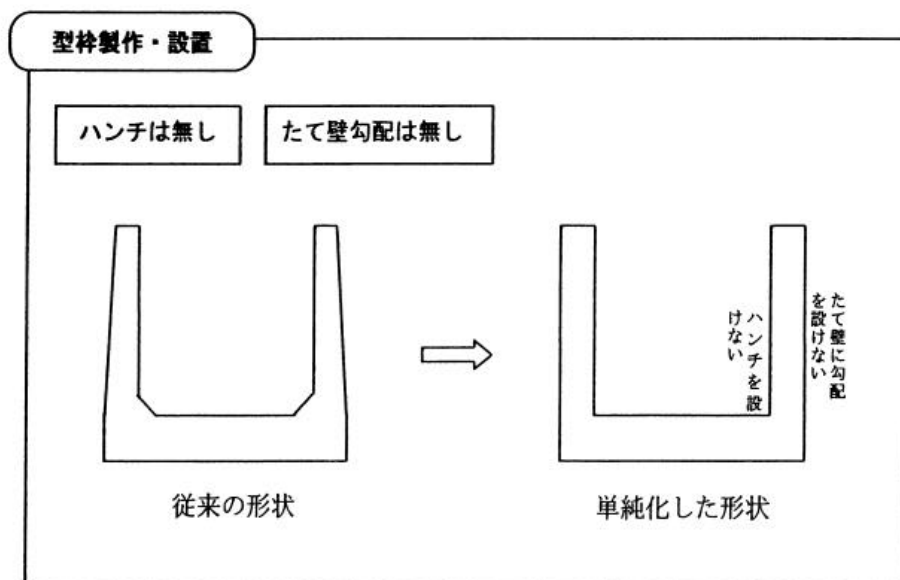
「土木構造物設計マニュアル（案） - 樋門編 - 」及び「土木構造物設計マニュアル（案）に係わる設計・施工の手引き（案）[樋門編] 」について（通知）（その４）

技術基準の種類:設計・施工
通知日 :平成14年 2 月 6 日

門柱・操作台の型枠作業のPOINT



翼壁の型枠作業のPOINT



コンクリート作業のPOINT

資材調達

コンクリート強度は $\sigma_{ck} = 24 \text{ N/mm}^2$

コンクリート $\sigma_{ck} = 21 \text{ N/mm}^2$

従 来

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

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）：γ_s = 18.0 (9.0) kN / m³
鉄筋コンクリート：γ_c = 24.5kN / m³
水：γ_w = 9.8kN / m³

(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」（P 5））

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1}	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」（P 8）、
「 胸壁・しゃ水壁、2.1 配筋仕様の標準化」（P 17）、
「 門柱・操作台、2.1 配筋仕様の標準化」（P 20）、
「 翼壁、2.2 配筋仕様の標準化」（P 24）

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。

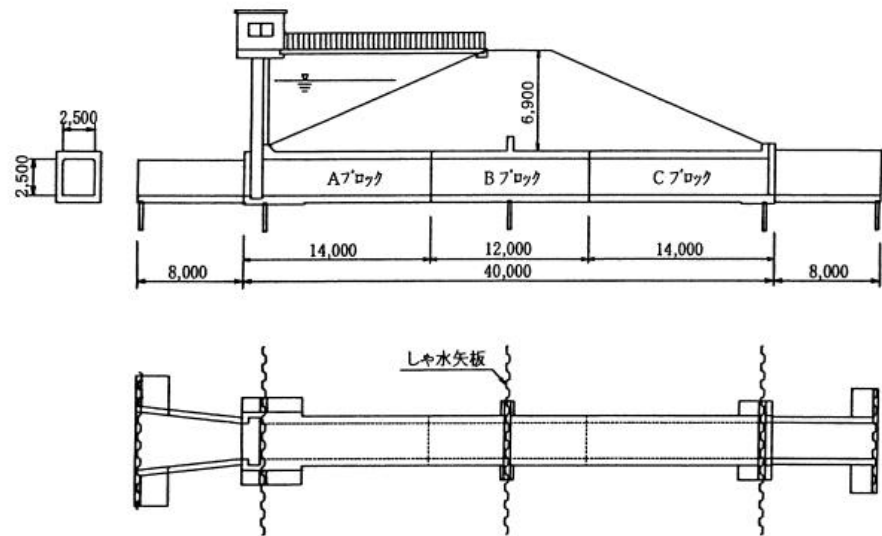


図-3.1 設計対象の樋門全体図

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。

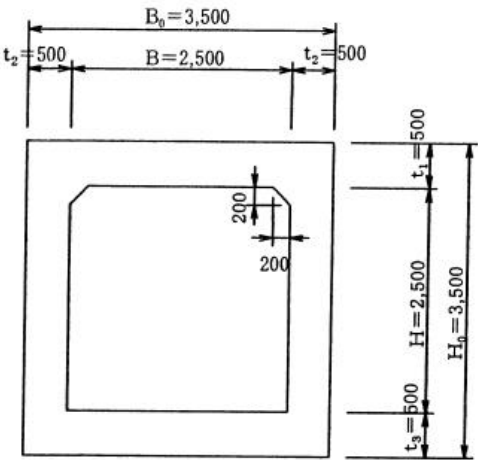


図-3.2 仮定した函渠の断面形状および寸法

函渠の各部材は、等厚の矩形断面、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**」（P 6）、「**函渠、2 . 1 頂版・底版・側壁の形状**」（P 7））
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**」（P 7））。

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。

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）

部材厚	最小	増加寸法のピッチ
	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 > 4.0m、 $P_{vl} = 10\text{kN} / \text{m}^2$ ）

函渠頂部の鉛直土圧（ $\alpha = 1.0$ ）

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 $\alpha = 1.0$ となる。

2) 函渠の設計モデル

函渠の横方向は、「箱形フレーム」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版左右隅角部の格点に設けた支点到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

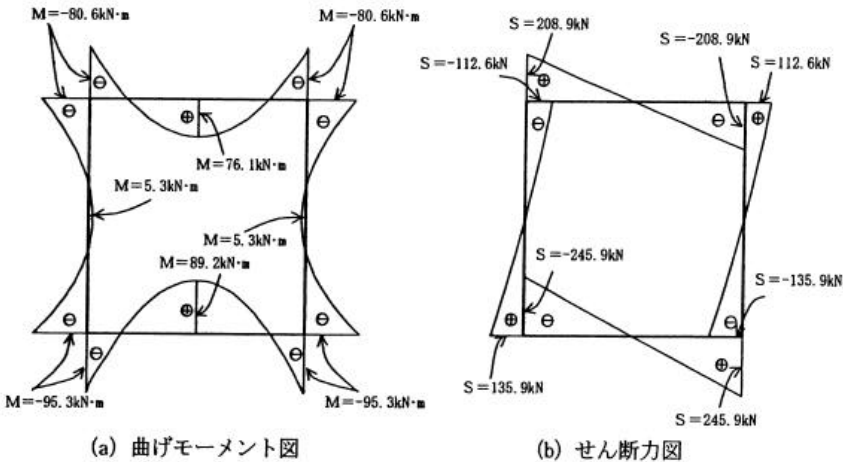


図 - 3.3 函渠の横方向の断面力図

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・底版上面が120mm、底版下面を150mmとした (設計マニュアル (案) : 「 函渠、2 . 2 配筋仕様の標準化」 (P 8)) 。

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 (引長側) 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	底版の下側
	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 (As) 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、引長側の主鉄筋が鉄筋の許容引長応力度 (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。
 本設計例では底版側ハンチを除去しているので、側壁の下端部および底版の端部については、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」 (P 6)) 。

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 As (mm ²)	主鉄筋1本当たりの 必要断面積 As / 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	-
底板	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 250 mm) 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、底板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)「Ⅱ 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) 主鉄筋と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 250 mm または 125 mm、鉄筋本数にして函渠延長方向 1 m 当たりの 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
125 mm	-	-	-	○	○	△ 注
250 mm	○	○	○	○	○	○

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 250 mm 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。

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

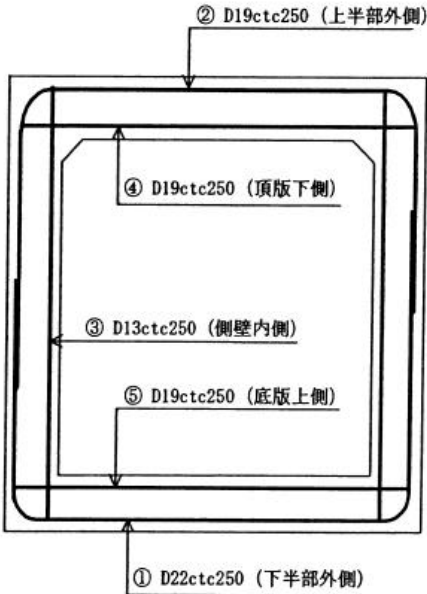
主鉄筋 \ 配力鉄筋 (主鉄筋)	D13	D16	D19	D22	D25	D29	D22	D25	D29
	250 mm						125 mm		
D13ctc250 mm	○	○	○	○	○	○	-	-	-
D16ctc250 mm	-	-	-	-	-	-	○	○	-
D19ctc250 mm	-	-	-	-	-	-	-	-	○

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（１m当たり）（mm²、mm）

部 材	照 査 位 置	面内の主鉄筋（１m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	①下半部外側
	中間部	0	D13	507	③内 側
	上端部	682	D19	1146	②上半部外側
頂 版	左端部	1041	D19	1146	②上半部外側
	中間部	954	D19	1146	④下 側
	右端部	1041	D19	1146	②上半部外側
底 版	右端部	1352	D22	1548	①下半部外側
	中間部	1121	D19	1146	⑤上 側
	左端部	1352	D22	1548	①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)	2.46×10^6	2.27×10^6	2.09×10^6
		S (N)	1.36×10^6	0	1.13×10^6
		S _{2d} 位置 (N)	6.53×10^4	—	5.73×10^4
	部材諸元	A _e (mm)	1548	507	1146
		h (mm)	500		
		d (mm)	380		
	応力度	x (mm)	164	—	149
		σ _c (N / mm ²)	4.8	—	4.4
		σ _{ca} (N / mm ²)	6 (8 × 3 / 4 注 ¹)	8	
		σ _s (N / mm ²)	94	—	102
		σ _{sa} (N / mm ²)	160		
		τ _■ (N / mm ²)	0.36 (0.17) 注 ²	0	0.30 (0.15) 注 ²
	τ _{sl} (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
N (N)			1.13×10^6	1.13×10^6	
S (N)			2.09×10^6	0	
S _{2d} 位置 (N)			1.03×10^6	—	
部材諸元		A _e (mm ²)	1146	1146	
		h (mm)	500		
		d (mm)	380		
応力度		x (mm)	122	124	
		σ _c (N / mm ²)	4.6	4.3	
		σ _{ca} (N / mm ²)	8		
		σ _s (N / mm ²)	146	135	
		σ _{sa} (N / mm ²)	160		
		τ _■ (N / mm ²)	0.55 (0.27) 注 ²	0	
τ _{sl} (N / mm ²)		0.78 (0.39) 注 ²	0.39		
底板 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
	N (N)		1.36×10^6	1.36×10^6	
	S (N)		2.46×10^6	0	
	S _{2d} 位置 (N)		1.31×10^6	—	
	部材諸元	A _e (mm ²)	1548	1146	
		h (mm)	500		
		d (mm)	350	380	
	応力度	x (mm)	129	124	
		σ _c (N / mm ²)	5.5	5.1	
		σ _{ca} (N / mm ²)	6 (8 × 3 / 4 注 ¹)	8	
		σ _s (N / mm ²)	141	157	
		σ _{sa} (N / mm ²)	160		
		τ _■ (N / mm ²)	0.70 (0.37) 注 ²	0	
	τ _{sl} (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 > 40 . m、 $P_{vl} = 10 \text{ kN} / \text{m}^2$)
- 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の梁」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。

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。

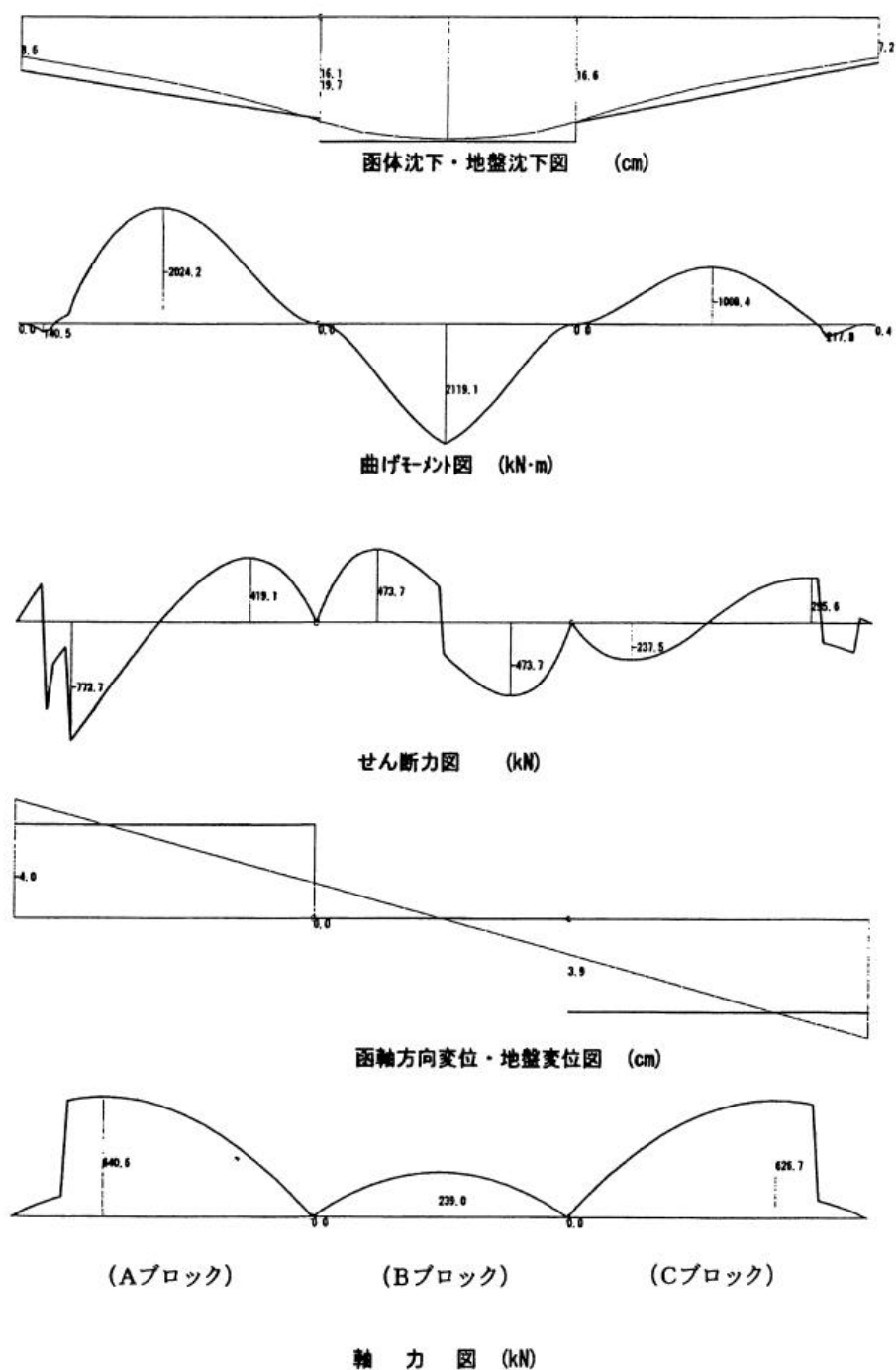


図-3.5 本体の縦方向の断面力図

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、底版下面が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（引長側） 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)	
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 (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

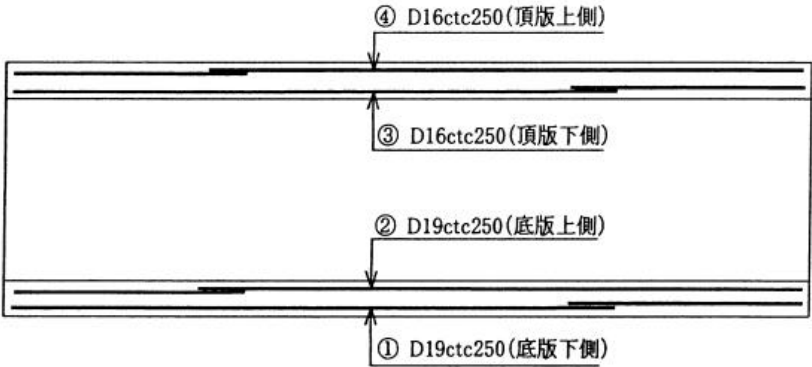


図-3.6 本体の縦方向の鉄筋の配置

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)	-2.39×10^6
		S (N)	4.74×10^6
	部 材 諸 元	A_s (mm ²)	7449
		h, b (mm)	3500, 3500
		d (mm)	3226
		x (mm)	359
	応 力 度	σ_c (N/mm ²)	0.9
		σ_{ca} (N/mm ²)	8
		σ_s (N/mm ²)	114
		σ_{sa} (N/mm ²)	160
		τ_s (N/mm ²)	0.15
		τ_{sl} (N/mm ²)	0.39