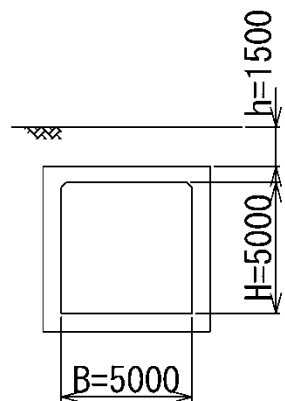
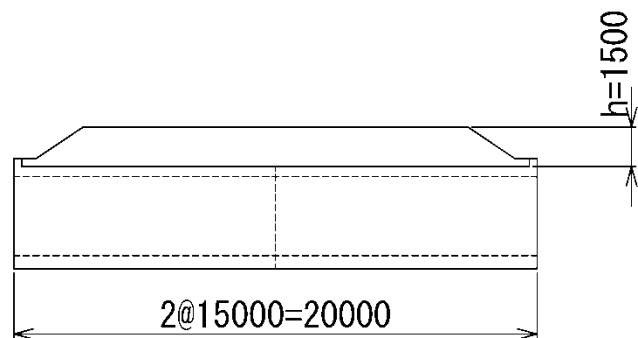


## 演習2: 函渠の設計演習

### 1. 設計条件

#### 1) 諸元

形式 : 場所打ち形式による一連カルバート  
全長 : 30m (15m+15m)  
内空寸法 :  $B \times H = 5.0\text{m} \times 5.0\text{m}$  (道路)  
土かぶり :  $h = 1.5\text{m}$



—設計対象函渠工—

#### 2) 単位体積重量

カルバート上部の土砂 :  $\gamma_s = 18\text{kN/m}^3$   
鉄筋コンクリート :  $\gamma_c = 24.5\text{kN/m}^3$

#### 3) 材料強度および許容応力度

コンクリート :  $\sigma_{ck} = 24\text{N/mm}^2$   
 $\sigma_{ca} = 8\text{N/mm}^2$   
 $\tau_{a1} = 0.39\text{N/mm}^2$

鉄筋 : SD345

$\sigma_{sa} = 180\text{N/mm}^2$

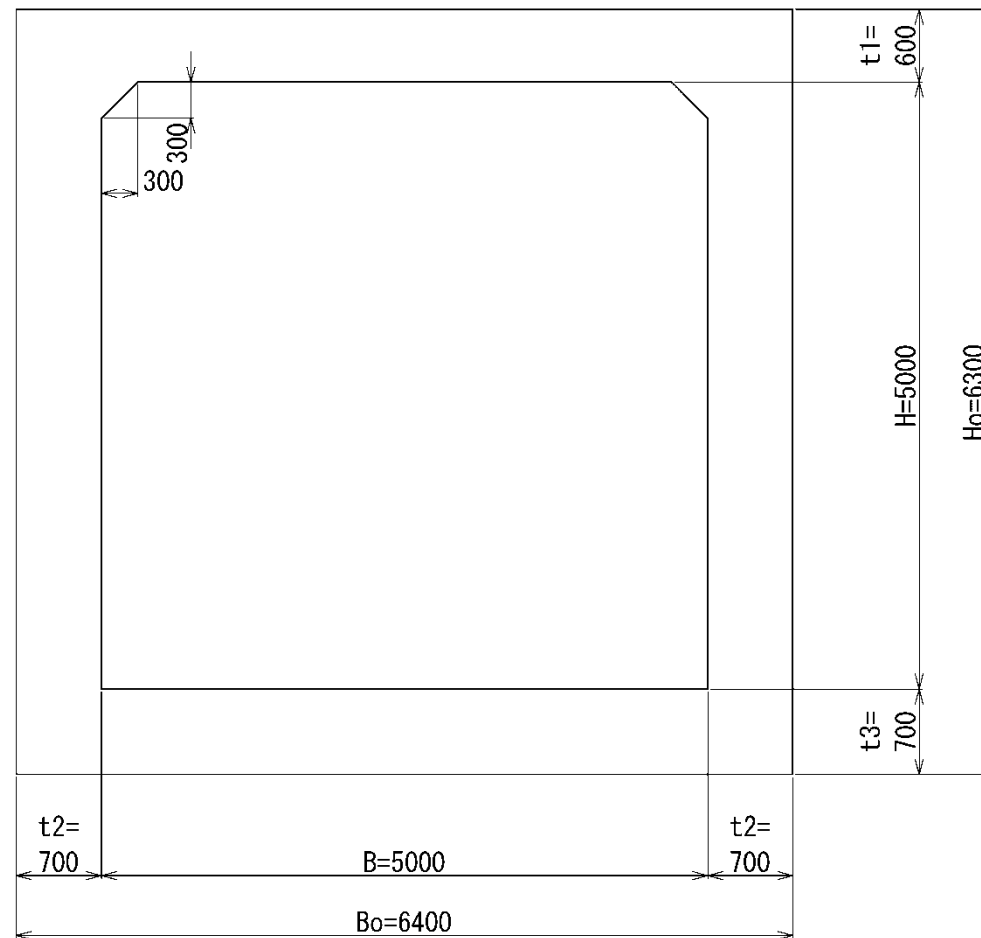
#### 4) 基礎地盤の諸量

支持地盤は砂質地盤

許容支持力度  $q_a = 300\text{kN/m}^2$

## 2. 断面寸法の仮定

断面形状および各部材の寸法を下図のように仮定する。



### ★ポイント

- 各部材は等厚の矩形断面（形状の単純化）
- 下側ハンチは設けない（型枠の製作・設置・撤去の省力化）

### 3. 設計荷重

カルバート面内（横方向）の設計において、以下の荷重を算出する。

#### ①カルバート自重

カルバートの自重として、頂版および側壁を考慮する。  
（上側ハンチ自重は影響が小さいことから今回は無視）

$$\text{頂版：} Wd1 = t1 \times \gamma_c =$$

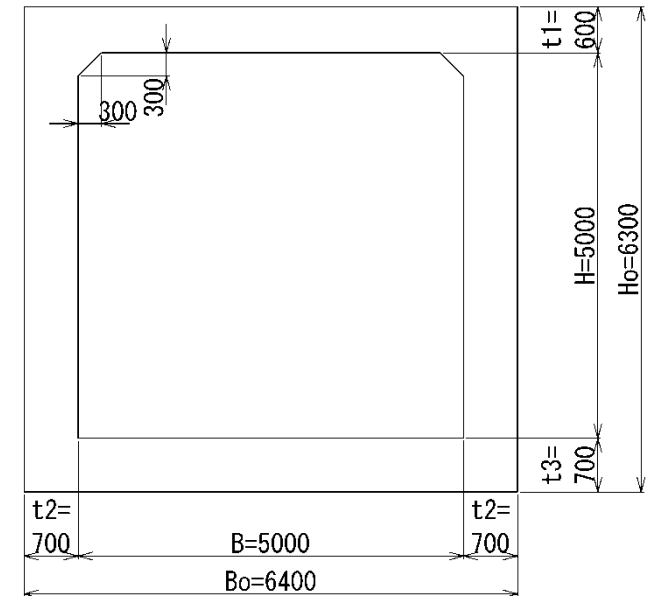
$$\text{kN/m}^2$$

$$\text{側壁：} Wd2 = t2 \times \gamma_c =$$

$$\text{kN/m}^2$$

$$\text{底版：} Wd3 = t3 \times \gamma_c =$$

$$\text{kN/m}^2$$



—カルバート部材厚—

## ②活荷重

路面上に活荷重（T-25）を考慮する。

土被りが4m未満の場合は、鉛直荷重（Pv1）として  
輪荷重 P=100kN（後輪）を頂版中央に載荷する。

輪荷重強度

$$Pl + i = \frac{2 \times P \times (1+i)}{2.75}$$

$$Pv1 = \frac{(Pl+i) \times \beta}{2 \times D + Do}$$

Pl+i : BOX 縦方向単位長さ当りの活荷重 (kN/m)

P : 輪荷重=100kN

i : 衝撃係数=0.3

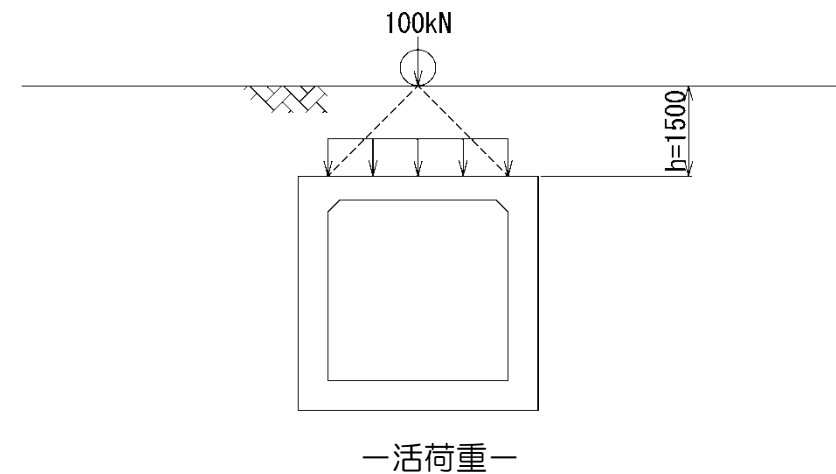
Pv1 : 換算等分布活荷重 (kN/m<sup>2</sup>)

D : 路面から等分布活荷重載荷位置までの厚さ=h=1.5m

Do : 車輪の設置幅=0.2m

β : 低減係数=0.9

Pl+i	=	=	kN/m
Pv1	=	=	kN/m <sup>2</sup>

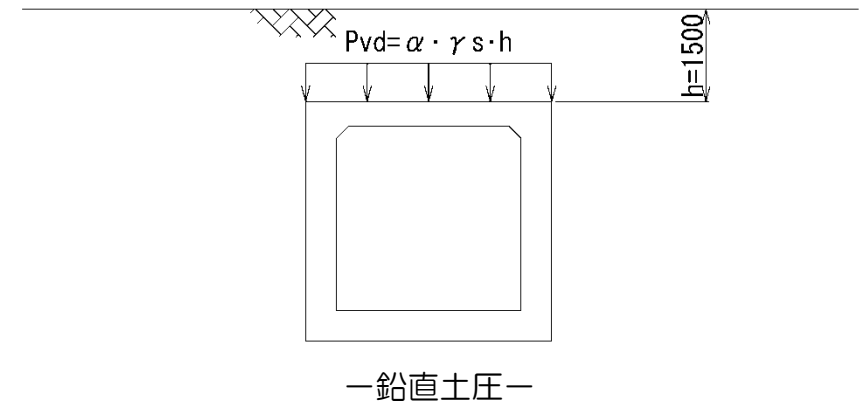


### ③カルバート頂部の鉛直土圧

カルバート頂版上面に作用する鉛直土圧（Pvd）を算出する。

式中の $\alpha$ はカルバート規模、土かぶり、基礎の支持条件によって決まる鉛直土圧係数であり、本設計例の条件の場合は $\alpha=1.0$ となる。

$$Pvd = \alpha \times \gamma_s \times h = \quad \text{kN/m}^2$$



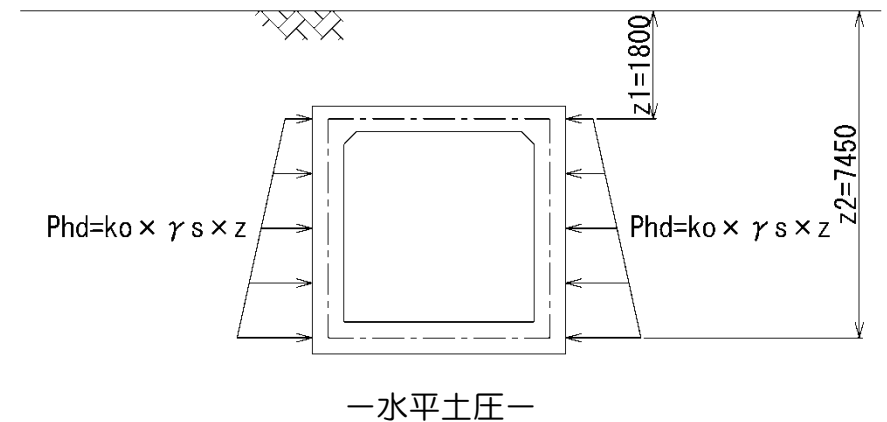
### ④カルバート側面の水平土圧

側壁に作用する頂版および底版の各軸線位置における水平土圧力（Phd1、Phd2）を算出する。

$$\begin{aligned} Phd1 &= k_o \times \gamma_s \times z1 \\ &= \quad \text{kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Phd2 &= k_o \times \gamma_s \times z2 \\ &= \quad \text{kN/m}^2 \end{aligned}$$

Ko:静止土圧係数=0.5



#### ⑤カルバート底面の地盤反力

カルバート底面に生じる地盤反力を次式により計算する。

$$Pv2 = \frac{Pvd \times Bo + Q + Do}{Bo} = Pvd + \frac{Q + Do}{Bo}$$

$$= \text{ kN/m}^2$$

ここに、

Pvd：カルバート上面に作用する鉛直土圧

$$Pvd = \text{ kN/m}^2$$

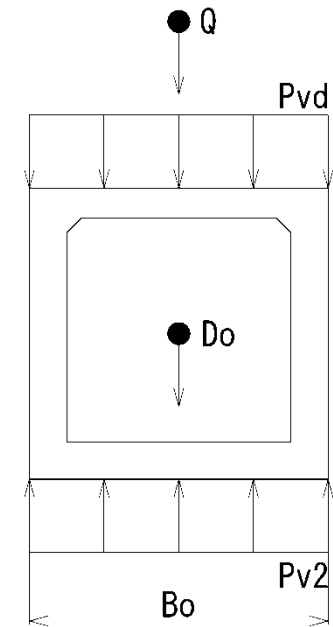
Q：カルバート上面に作用する単位長さ当たりの活荷重

$$Q = Pv1 \times Bo = \text{ kN/m}$$

Do：底版を除いたカルバートの単位長さ当たりの重量

$$Do = Wd1 \times Bo + 2 \times Wd2 \times H$$

$$= \text{ kN/m}$$



—底版の地盤反力—

## 4. 安定計算

カルバート全体安定については、それに作用する荷重が作用対照であることから、支持地盤のみの検討を行う。

カルバート底面に生じる地盤反力度（Q）は、前述したカルバート面内の設計に用いる値（Pv2）に、底版自重（Wd3）およびカルバートの内部荷重（E）を加える。内部荷重には活荷重（q=10kN/m）を考慮した。

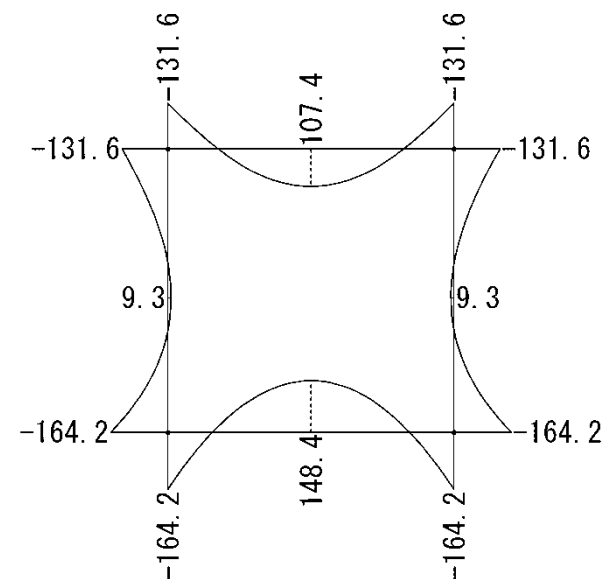
$$Q = Pv2 + Wd3 + q \times B = \text{ kN/m}^2 < Qa = 300 \text{ kN/m}^2 \dots \text{OK!}$$

## 5. 部材断面の設計

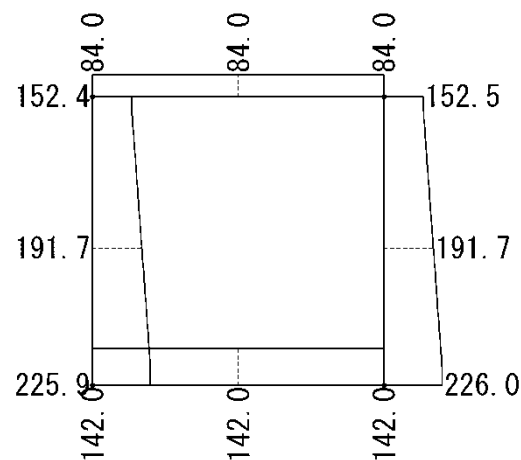
### 1) 設計断面力の計算

骨組解析による計算結果を図に示す。抽出した設計断面力を下表に示す。

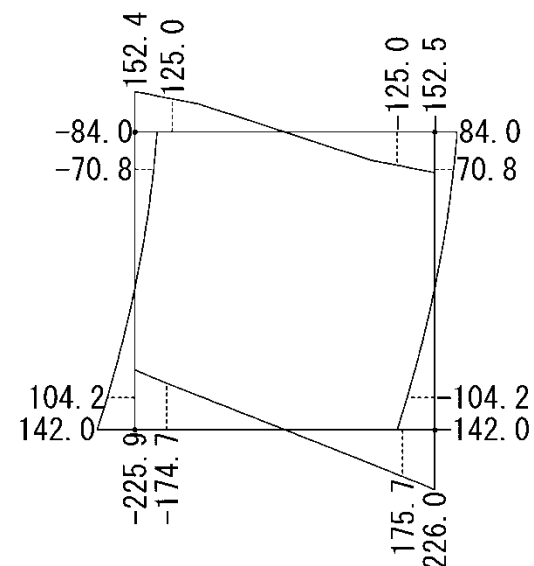
部材	照査位置	M (kN・m)	N (kN)	S (kN)
側壁	下端部			
	中間部			
	上端部			
頂版	左端部			
	中間部			
	右端部			
底版	右端部			
	中間部			
	左端部			



— 曲げモーメント図 (M) —



— 軸力図 (N) —



— せん断力図 (S) —

## 2) 必要鉄筋量の算出

必要鉄筋量は、心外に軸方向受ける短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圧縮応力度 ( $\sigma_{ca}$ ) に達するときと、引張側の主鉄筋が鉄筋の許容引張応力度 ( $\sigma_{sa}$ ) に達するときの大きいほうである。

## 3) 主鉄筋径と配筋間隔

基本となる配筋間隔は125mmまたは250mm、鉄筋本数にしてカルバート延長方向1m当たり8本または4本である。

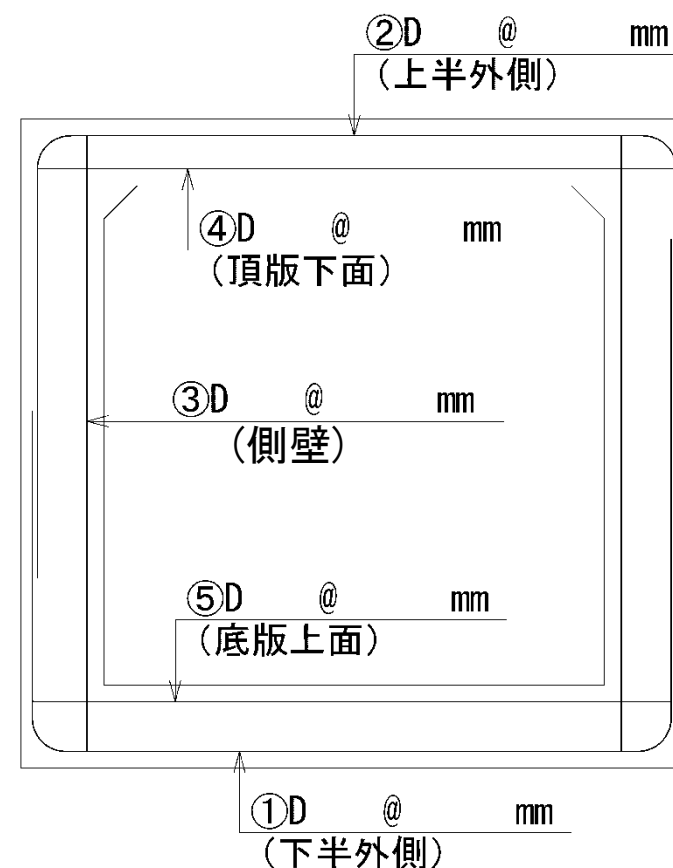
径 \ 配筋間隔	D13	D16	D19	D22	D25	D29	D32
125mm				○	○	○	○
250mm	○	○	○	○	○	○	○

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。  
 注) 鉄筋径の下段に示す数値は鉄筋の断面積 ( $\text{mm}^2/\text{本}$ ) を示す。

## 4) 配筋結果

部材	照査位置	必要鉄筋量	鉄筋径	配筋量	配筋位置
側壁	下端部	1355 $\text{mm}^2$			①下半外側
	中間部	0 $\text{mm}^2$			③内側
	上端部	1148 $\text{mm}^2$			②上半外側
頂版	左端部	1787 $\text{mm}^2$			②上半外側
	中間部	1392 $\text{mm}^2$			④下面
	右端部	1788 $\text{mm}^2$			②上半外側
底版	右端部	1636 $\text{mm}^2$			①下半外側
	中間部	1426 $\text{mm}^2$			⑤上面
	左端部	1636 $\text{mm}^2$			①下半外側

※1m当たり4本を基本とする



—配筋結果—