

提出番号 No. NITK0555

提出先 御中

NEW ITハンドホール  
IT500(H=550)  
—強度計算書—  
T-14 車道用

受領印欄

作成日 令和 年 月 日

**カナフレックスコーポレーション株式会社**

## 強度計算の考え方

弊社ハンドホールは、(財)道路保全技術センター『電線共同溝』を参考に強度計算を行っています。

ハンドホールの使用場所を車道部と考え、T-14荷重、衝撃係数 $i=0.4$ で計算しています。

具体的には、以下の手順で計算を進めています。

### ① 設計条件

ハンドホールの断面寸法、荷重条件、単位質量、土圧係数、材料の許容応力度を示しています。

### ② 荷重計算

ハンドホールを構成する頂板、底板、側壁が活荷重、土圧荷重により、どれだけの荷重を受けるか計算しています。

### ③ 応力計算

上記の荷重を受けることにより、各部材には曲げモーメントが発生します。ここでは、部材端部と部材中央部とに分けて計算しています。

頂板は両端固定梁、底板は4辺固定スラブ、側壁は箱型ラーメン構造として、それぞれ構造力学の公式にあてはめて曲げモーメントを算出します。

#### ④ 断面計算

各部材に発生する曲げモーメントに基づき下記の計算を行い、許容値との比較を行います。許容値以下の場合に＜OK＞となります。

A) 有効板厚 壁厚が十分か検討します。

B) 鉄筋量 必要鉄筋量に対し、それ以上の配筋であることを確認します。

頂板の中央部は開口があるため、それ以外の部分の配筋量で検討します。

C) 内部応力度

コンクリート及び鉄筋に分散された応力度が、許容値以下であることを確認します。

以上、A)、B)、C)を頂板、底板、側壁全てに＜OK＞の場合に安全であると判断します。

## 1.設計条件

### (1)断面形状

ハンドホールの幅	B=	50 cm
ハンドホールの長さ	L=	50 cm
ハンドホールの高さ	H=	55 cm
床板厚	t1=	4 cm
底板厚	t2=	7 cm
側壁厚	t3=	5 cm
底板設置幅	B1=	60 cm
底板設置長さ	L1=	60 cm
床板質量	W1=	0.216 kN
底板質量	W2=	0.378 kN
側壁質量	W3=	0.908 kN
総質量 $W=W1+W2+W3$	W=	1.502 kN
側壁計算高さ(側壁中央部)	h=	41.5 cm

### (2)荷重条件

トラック荷重	T=	140 kN
衝撃係数	i=	0.4

### (3)単位質量

土の単位質量	Wa=	18.6 kN/m <sup>3</sup>
鉄筋コンクリート質量	Wc=	15 kN/m <sup>3</sup>

### (4)土圧係数

$$KA = 0.5$$

### (5)材料の許容応力度

鉄筋の種類	SD-295A
コンクリートの設計基準強度	$F_c = 2400 \text{ N/cm}^2$
コンクリートの許容圧縮応力度	$\sigma_{ca} = 800 \text{ N/cm}^2$
鉄筋の許容引張り応力度	$\sigma_{sa} = 18000 \text{ N/cm}^2$
鉄筋コンクリートの許容せん断応力度	$\tau_a = 49 \text{ N/cm}^2$
鉄筋とコンクリートの弾性比率	n = 15
鉄筋の許容被り(鉄筋中心まで)	$d' = (12+ds/2) \text{ cm}$

## 2.荷重計算

### (1)活荷重

$$\text{後輪1輪荷重 } P = T \times 0.4 \times (1+i) / 2 \quad P = 39.2 \text{ kN}$$

### (2)頂板の受ける荷重

$$\text{自重} \quad W1' = W1 / (B1 \times L1) \quad W1' = 0.6 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{活荷重} \quad P = 39.2 \text{ kN}$$

短辺方向にかかる活荷重

$$P1 = P \times L^4 / (L^4 + B^4) \quad P1 = 19.6 \text{ kN}$$

### (3)底板の受ける荷重

$$\text{自重} \quad W2' = W / (B1 \times L1) \quad W2' = 4.171 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{活荷重} \quad P' = P / (B1 \times L1) \quad P' = 108.889 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{総鉛直荷重} \quad Vf1 = W2' + P' \quad Vf1 = 113.060 \text{ kN/m}^2$$

### (4)側壁の受ける荷重

・活荷重による水平土圧

$$\text{タイヤ設置長さ} \quad a = 0.2 \text{ m}$$

$$\text{タイヤ設置幅} \quad b = 0.5 \text{ m}$$

$$\text{タイヤ設置面積} \quad A = 0.1 \text{ m}^2$$

$$\text{分布面積} \quad A' = (h+a) \times (2 \times h+b) \quad A' = 0.81795 \text{ m}^2$$

$$\text{水平土圧} \quad Hf1 = KA \times P / A' \quad Hf1 = 23.962 \text{ kN/m}^2$$

・土による水平荷重

$$\text{水平荷重} \quad Hf2 = KA \times Wa \times h \quad Hf2 = 3.860 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{・総水平荷重} \quad Hf = Hf1 + Hf2 \quad Hf = 27.822 \text{ kN/m}^2$$

### 3.応力計算

#### (1)頂板曲げモーメント

頂板については、荷重載荷部分がないため計算しない

#### (2)底板曲げモーメント

4辺固定スラブとして計算する

端部  $M_{2e} = V_{f1} \times B^2 / 24$

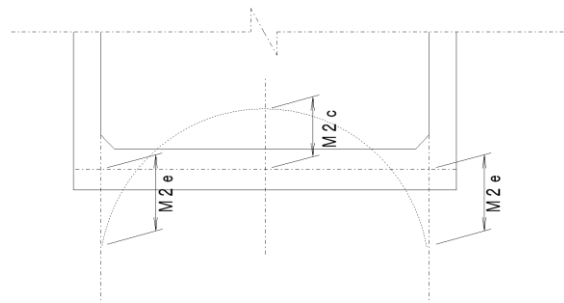
$M_{2e} = 1.178 \text{ kN}\cdot\text{m}$

中央部  $M_{2c} = V_{f1} \times B^2 / 36$

$M_{2c} = 0.785 \text{ kN}\cdot\text{m}$

底板 曲げモーメント図

(側面図)



(3)側壁曲げモーメント

箱型ラーメンとして計算する

端部 
$$M_{3e} = \frac{B}{B+L} \frac{H_f \times L^2}{12} + \frac{L}{B+L} \frac{H_f \times B^2}{12}$$

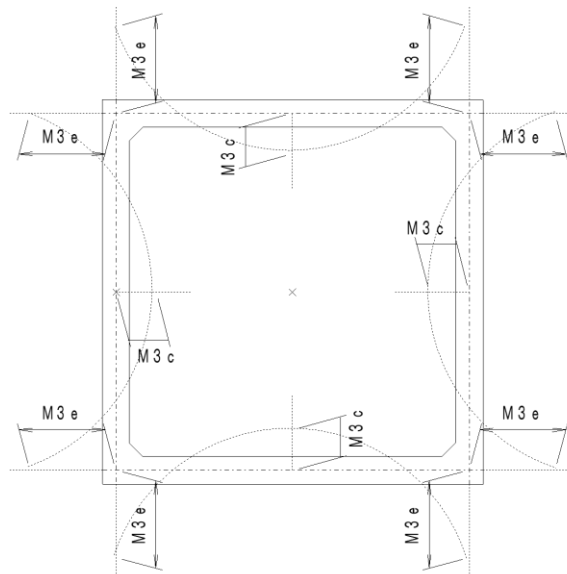
$M_{3e} = 0.580 \text{ kN}\cdot\text{m}$

中央部 
$$M_{3c} = H_f \times L^2 / 8 - M_{3e}$$

$M_{3c} = 0.290 \text{ kN}\cdot\text{m}$

側壁 曲げモーメント図

(平面図)



#### 4.断面計算

##### (1)底板

設計モーメント

端部	$M_{2e} =$	1.178 kN・m
中央部	$M_{2c} =$	0.785 kN・m

##### (a)有効板厚の検討

板厚	$t_2 =$	7 cm
内側被り	$d' =$	4 cm
外側被り	$d =$	3 cm
計算幅	$b =$	100 cm
有効厚さ計算係数	$C_1 =$	0.08492

端部	$d_e = C_1 \times \sqrt{(M_{2e} \times 10^5 / b)}$	$d_e =$	2.914 cm
	$d' > d_e$ となるので		<OK>
中央部	$d_c = C_1 \times \sqrt{(M_{2c} \times 10^5 / b)}$	$d_c =$	2.379 cm
	$d > d_c$ となるので		<OK>

##### (b)鉄筋量の検討

<端部>

必要鉄筋量		2.308155	
	$As' = M_{2e} \times 10^5 / (\sigma_{sa} \times d' \times 7 / 8)$	$As' =$	1.869 cm <sup>2</sup>
鉄筋量	(D6-4本/0.5m)	$As =$	2.534 cm <sup>2</sup>

$As > As'$  となるので <OK>

<中央部>

必要鉄筋量			
	$As' = M_{2c} \times 10^5 / (\sigma_{sa} \times d \times 7 / 8)$	$As' =$	1.662 cm <sup>2</sup>
鉄筋量	(D6-4本/0.5m)	$As =$	2.534 cm <sup>2</sup>

$As > As'$  となるので <OK>



(c)内部応力度の検討(端部で検討)

コンクリートと鉄筋の弾性比率

$$n = 15$$

鉄筋比  $P = A_s / b / d'$

$$P = 0.006334$$

$$K = \sqrt{(2nP + (nP)^2) - nP}$$

$$K = 0.351137$$

$$J = 1 - K / 3$$

$$J = 0.882954$$

コンクリートの曲げ圧縮応力度

$$\sigma_c = 2M_e \times 10^5 / (K \times J \times b \times d'^2)$$

$$\sigma_c = 474.8 \text{ N/cm}^2$$

$\sigma_c < \sigma_{ca}$  となるので

<OK>

鉄筋の引張り応力度

$$\sigma_s = M_e \times 10^5 / (A_s \times J \times d')$$

$$\sigma_s = 13161.3 \text{ N/cm}^2$$

$\sigma_s < \sigma_{sa}$  となるので

<OK>

(3)側壁

設計モーメント

端部	$M_{3e} =$	0.580 kN・m
中央部	$M_{3c} =$	0.290 kN・m

(a)有効板厚の検討

板厚	$t_3 =$	5 cm
内側被り	$d' =$	3 cm
外側被り	$d =$	2 cm
計算幅	$b =$	100 cm
有効厚さ計算係数	$C_1 =$	0.08492

端部	$d_e = C_1 \times \sqrt{(M_{3e} \times 10^5 / b)}$	$d_e =$	2.044 cm
	$d' > d_e$ となるので		<OK>
中央部	$d_c = C_1 \times \sqrt{(M_{3c} \times 10^5 / b)}$	$d_c =$	1.446 cm
	$d > d_c$ となるので		<OK>

(b)鉄筋量の検討

<端部>

必要鉄筋量

$$A_{s'} = M_{3e} \times 10^5 / (\sigma_{sa} \times d' \times 7 / 8)$$

$$A_{s'} = 1.227 \text{ cm}^2$$

鉄筋量 (D6-4本/0.55m)

$$A_s = 2.303 \text{ cm}^2$$

$$A_s > A_{s'} \text{ となるので} \quad \text{<OK>}$$

<中央部>

必要鉄筋量

$$A_{s'} = M_{3c} \times 10^5 / (\sigma_{sa} \times d \times 7 / 8)$$

$$A_{s'} = 0.920 \text{ cm}^2$$

鉄筋量 (D6-4本/0.55m)

$$A_s = 2.303 \text{ cm}^2$$

$$A_s > A_{s'} \text{ となるので} \quad \text{<OK>}$$

(c)内部応力度の検討（端部にて検討）

コンクリートと鉄筋の弾性比率	$n =$	15
鉄筋比 $P = A_s / b \cdot d'$	$P =$	0.007678
$K = \sqrt{(2nP + (nP)^2)} - nP$	$K =$	0.378385
$J = 1 - K / 3$	$J =$	0.873872

コンクリートの曲げ圧縮応力度

$$\sigma_c = 2M_3e \times 10^5 / (K \times J \times b \times d'^2)$$

$$\sigma_c = 389.5 \text{ N/cm}^2$$

$\sigma_c < \sigma_{ca}$  となるので

<OK>

鉄筋の引張り応力度

$$\sigma_s = M_3e \times 10^5 / (A_s \times J \times d')$$

$$\sigma_s = 9599.1 \text{ N/cm}^2$$

$\sigma_s < \sigma_{sa}$  となるので

<OK>

5. 結論

上記の計算結果から、車道に設置されたハンドホールにT-14荷重が載荷した時に発生する内部応力は、部材の許容応力度よりいずれも小さいことが判明した。

よって、このハンドホールはT-14荷重に対し安全であるといえる。