

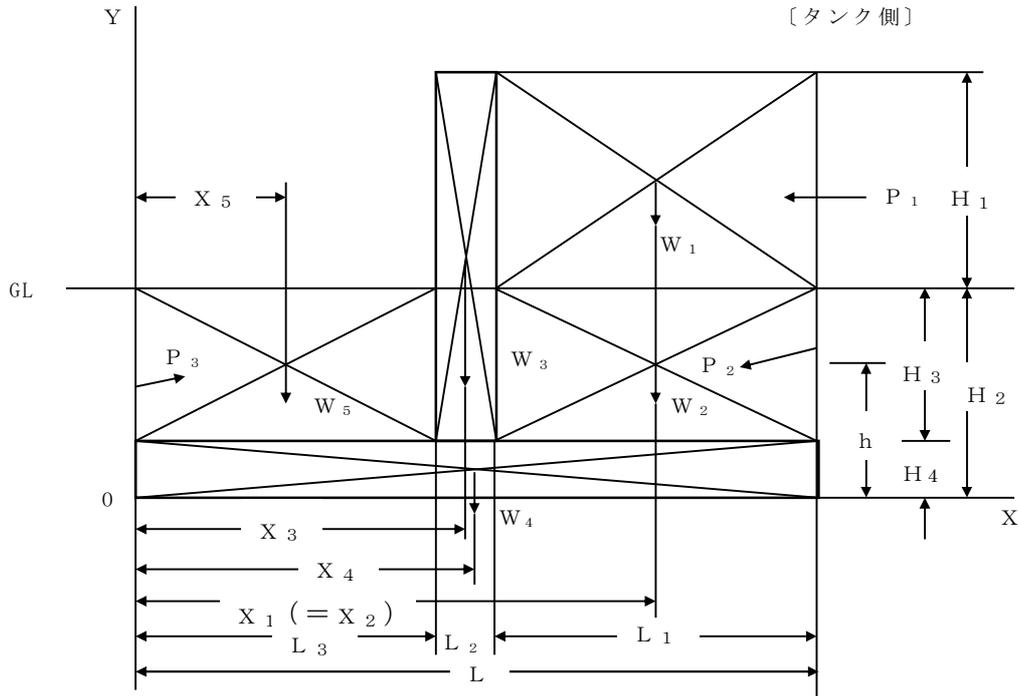
## 防油堤の安全度判定基準 \*

第 1 鉄筋コンクリートの防油堤が各種荷重に対して安全であることを、次により検討して判定するものとする。

1 防油堤の安全度を判定するに必要な想定は、次の(1)から(5)までによること。

(1) 防油堤は満液時、地震時及び照査荷重時のそれぞれの場合に転倒、滑動及び支持力を検討するものとする。また安全率は、別記 11・5・(2)によること。

(2) 防油堤の断面形状は第 1 図に示す逆 T 字型を仮定する。



第 1 図

- |   |  |      |
|---|--|------|
| { | GL: 地盤面  |      |
|   | $W_1$ : 防油堤内の基礎に作用する液重量  | [kN] |
|   | $W_2$ : " " 土の重量   | [kN] |
|   | $W_3$ : 防油堤壁体部の重量  | [kN] |
|   | $W_4$ : " 基礎部 "  | [kN] |
|   | $W_5$ : 防油堤外の基礎に作用する土の重量   | [kN] |
|   | 0: 転倒計算の支点   |      |
|   | $P_1$ : 液 圧  | [kN] |
|   | $P_2$ : 常時主働土圧   | [kN] |
|   | $P_3$ : 常時前面受働土圧   | [kN] |
|   | なお、防油堤の寸法及び各種荷重の作用する位置 $H_1$ ~ $H_4$ 、 $h$ 、 $L$ 、 $L_1$ ~ $L_3$ 、 $X_1$ ~ $X_5$ は図中のとおりである。 |      |

(3) 液圧  $P_1$  は次式によること。

$$P_1 = \frac{W_0 H_1^2}{2} \cdots \cdots \textcircled{1}$$

$\left\{ \begin{array}{l} W_0 : \text{液の単位体積重量で } 9.8 \text{ [kN/m}^3 \text{]} \text{ とするが液の比重量が } 9.8 \\ \text{ [kN/m}^3 \text{]} \text{ 以上の場合は当該液の比重量とすること。} \end{array} \right.$

(4) 常時主働土圧  $P_2$  は次式によること。

$$P_2 = \frac{\gamma_1 H^2}{2} K_1 \cdots \cdots \textcircled{2}$$

$$H = H_2 + H_0$$

$$H_0 = \frac{W_0 H_1}{\gamma_1}$$

$$K_1 = \frac{\cos^2 \phi}{\cos \delta \left\{ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\delta + \phi) \sin \phi}{\cos \delta}} \right\}^2}$$

$\left\{ \begin{array}{l} K_1 : \text{常時主働土圧係数} \\ \gamma_1 : \text{土の単位体積重量 [kN/m}^3 \text{]} \\ \phi : \text{土の内部摩擦角} \\ \delta : \text{防油堤と土の摩擦角} \end{array} \right.$

ただし、土圧作用点と基線  $OX$  との距離  $h$  は次式によること。

$$h = \frac{H_2}{3} \left( \frac{H_2 + 3H_0}{H_2 + 2H_0} \right)$$

(5) 常時前面受働土圧  $P_3$  は次式によること。

$$P_3 = \frac{\gamma_1 H_2^2}{2} K_2 \cdots \cdots \textcircled{3}$$

$$K_2 = \frac{\cos^2 \phi}{\cos \delta \left\{ 1 - \sqrt{\frac{\sin(\delta + \phi) \sin \phi}{\cos \delta}} \right\}^2}$$

$\left\{ \begin{array}{l} K_2 : \text{常時受働土圧係数} \end{array} \right.$

土圧作用点と基線  $OX$  との距離  $h$  は、 $H_2/3$  とする。

## 2 満液時の検討

(1) 転倒に対する安全度は次式による。

別記 12

$$\Sigma M_R \geq 1.5 \Sigma M$$

$\Sigma M$ : 図-1 の 0 点に関する転倒モーメント

$$\Sigma M = P_1 \left( \frac{H_1}{3} + H_2 \right) + P_2 \cos \delta \cdot h \cdots \cdots \textcircled{4}$$

$\Sigma M_R$ : 抵抗モーメント

$$\Sigma M_R = W_1 X_1 + W_2 X_2 + W_3 X_3 + W_4 X_4 + W_5 X_5 + P_2 \sin \delta \cdot L + P_3 \cos \delta \frac{H_2}{3} \cdots \cdots \textcircled{5}$$

(2) 滑動に対する安全度は次式による。

$$R \geq 1.5 \Sigma H$$

R: 水平抵抗力

$$R = \mu \Sigma V + P_3 \cos \delta$$

$\Sigma V$ : 鉛直荷重の和

$$\Sigma V = W_1 + W_2 + W_3 + W_4 + W_5 + P_2 \sin \delta \cdots \cdots \textcircled{6}$$

$$\mu = \tan \delta$$

$\Sigma H$ : 水平荷重の和

$$\Sigma H = P_1 + P_2 \cos \delta$$

ただし、 $R < 1.5 \Sigma H$  のときは、別記 11・5・(3)・オの例によりフーチングに突起を設けることにより再検討する。

(3) 支持力に対する安全度

地盤応力度  $\gamma_A$ 、 $\gamma_B$  [kN/m<sup>2</sup>] と地盤支持力  $q_d$  [kN/m<sup>2</sup>] を考慮するものとし、 $\gamma_A$ 、 $\gamma_B$ 、 $q_d$  を次の順にて算出する。(第 2 図参照)

ア { d: 点 0 から合力  $R_0$  の作用点までの距離で次式により算出する。

$$d = \frac{\Sigma M_r - |\Sigma M|}{\Sigma V} = \frac{\textcircled{5} - \textcircled{4}}{\textcircled{6}}$$

{  $R_0$ : 防油堤に作用する全外力の合力

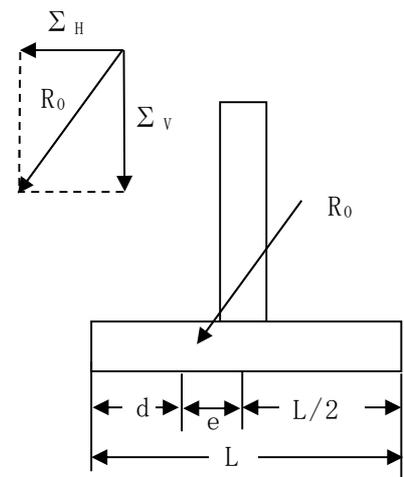
$$R_0 = \sqrt{(\Sigma H)^2 + (\Sigma V)^2}$$

イ  $d \geq \frac{L}{3}$  のとき

$$\gamma_A = \frac{\Sigma V}{L} \left( 1 + \frac{6e}{L} \right) \quad \gamma_B = \frac{\Sigma V}{L} \left( 1 - \frac{6e}{L} \right)$$

$$e = \frac{L}{2} - d$$

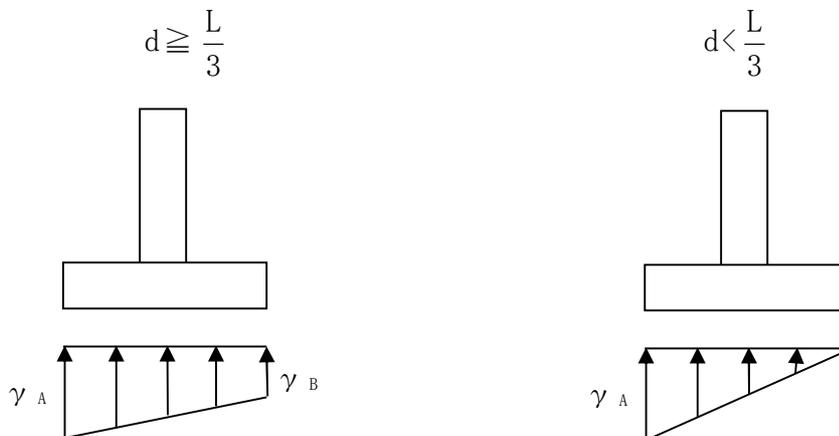
$d < \frac{L}{3}$  のとき



第 2 図

$$\gamma_A = \frac{2 \Sigma V}{3d}$$

(参考) 地盤応力図は次のようになる。



ウ  $qd = \alpha \cdot c \cdot N_c + \beta \cdot \gamma_1 \cdot B \cdot N_r + \gamma_2 \cdot D_f \cdot N_q$  で別記 11・4・(2)により算出する。

エ 前記イ、ウより支持力による安全度は次式による。

$$qd \geq 3 \gamma_A$$

3 照査荷重時の検討

荷重の組合せで満液時と異なるのは、液圧  $P_1$  に代わって照査荷重  $P_1'$  [kN] となることであり  $P_1'$  は次式によること。

$$P_1' = 2H_1$$

(1) 転倒に対する安全度

$$\Sigma M_R \geq 1.2 \Sigma M$$

$$\Sigma M_R = W_1 X_1 + W_2 X_2 + W_3 X_3 + W_4 X_4 + W_5 X_5 + P_2 \sin \delta \cdot L + P_3 \cos \delta \cdot \frac{H_2}{3} \dots\dots\dots ⑦$$

$$\Sigma M = P_1' \left( \frac{H_1}{2} + H_2 \right) + P_2 \cos \delta \cdot h \dots\dots\dots ⑧$$

(2) 滑動に対する安全度

$$R \geq 1.2 \Sigma H$$

$$R = \mu \Sigma V + P_3 \cos \delta$$

$$\Sigma H = P_1' + P_2 \cos \delta$$

ただし、 $R < 1.2 \Sigma H$  のとき 2・(2) の例によること。

(3) 支持力に対する安全度

2・(3) と同様にして

別記 12

$$d = \frac{\sum M_R - |\sum M|}{\sum V} = \frac{\textcircled{7} - \textcircled{8}}{\textcircled{6}}$$

$$e = \frac{L}{2} - d$$

$$d \geq \frac{L}{3} \text{ のとき}$$

$$\gamma_A = \frac{\sum V}{L} \left( 1 + \frac{6e}{L} \right) \quad \gamma_B = \frac{\sum V}{L} \left( 1 - \frac{6e}{L} \right)$$

$$d < \frac{L}{3} \text{ のとき}$$

$$\gamma_A = \frac{2 \sum V}{3d}$$

よって安全度は次式により判定する。

$$q_d \geq 1.5 \gamma_A$$

4 地震時の検討

地震の影響は地震時慣性力、地震時土圧及び地震時動液圧を考慮するものとする。

(1) 地震時慣性力 F は次式によること。

$$F = Kh(W_2 + W_3 + W_4)$$

Kh: 設計水平震度 別記 11・1・(4)・イにより算出する。

(2) 地震時土圧

地震時の主働土圧係数  $K_1'$ 、受働土圧係数  $K_2'$  は次式による。

$$K_1' = \frac{\cos^2(\phi - \theta k)}{\cos \theta k \cos(\delta + \theta k) \left\{ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi - \theta k) \sin(\phi + \delta)}{\cos(\delta + \theta k)}} \right\}^2}$$

$$K_2' = \frac{\cos^2(\theta k - \phi)}{\cos^2 \theta k \left\{ 1 - \sqrt{\frac{\sin \phi \sin(\phi - \theta k)}{\cos \theta k}} \right\}^2}$$

$$\theta k = \tan^{-1} K$$

$$\left\{ \begin{array}{l} K: \text{合震度} \\ K = \frac{Kh}{1 - K_v} \\ K_v: \text{設計鉛直震度} \end{array} \right.$$

ゆえに地震時の主働土圧  $P_2'$  及び受働土圧  $P_3'$  は次式のようにになる。

$$P_2' = \frac{1}{2}(1 - K_v)\gamma_1 H^2 K_1'$$

$$P_3' = \frac{1}{2}(1 - K_v)\gamma_2 H_2^2 K_2'$$

(3) 地震時動液圧  $P_4$  は次式による。

$$P_4 = \frac{7}{12} Kh W_0 H_1^2$$

全動液圧の合力作用点の地表面からの高さ  $hg$  は次式による。

$$hg = \frac{2}{5} H_1$$

(4) 転倒に対する安全度

$$\Sigma M_R \geq 1.2 \Sigma M$$

$$\Sigma M_R = W_1 X_1 + W_2 X_2 + W_3 X_3 + W_4 X_4 + W_5 X_5 + P_2 \sin \delta \cdot L + P_3 \cos \delta \cdot \frac{H_2}{3}$$

.....⑨

$\Sigma M$ : 転倒モーメントの和で地震時慣性力  $F$ 、液圧  $P_1$ 、地震時動液圧  $P_4$ 、地震時土圧  $P_2'$  を考慮する。

$$\Sigma M = Kh W_2 \left( \frac{H_3}{2} + H_4 \right) + Kh W_3 \left( \frac{H_1 + H_3}{2} + H_4 \right) + Kh W_4 \frac{H_4}{2} + P_1 \left( \frac{H_1}{2} + H_2 \right) + P_4 \left( \frac{2}{5} H_1 + H_2 \right) + P_2' \cos \cdot h \quad \dots\dots\dots \textcircled{10}$$

(5) 滑動に対する安全度

$$R \geq 1.2 \Sigma H$$

$$R = \mu \Sigma V + P_3' \cos \delta$$

$$\Sigma V = W_1 + W_2 + W_3 + W_4 + W_5 + P_2' \sin \delta \quad \dots\dots\dots \textcircled{11}$$

$$\Sigma H = Kh(W_2 + W_3 + W_4) + P_1 + P_2' \cos \delta + P_4$$

$R < 1.2 \Sigma H$  のとき、2・(2) の例によること。

(6) 支持力に対する安全度

2・(3) と同様に

$$d = \frac{\Sigma M_R - |\Sigma M|}{\Sigma V} = \frac{\textcircled{9} - \textcircled{10}}{\textcircled{11}}$$

以下 2・(3) と同様に安全度判定は次式による。

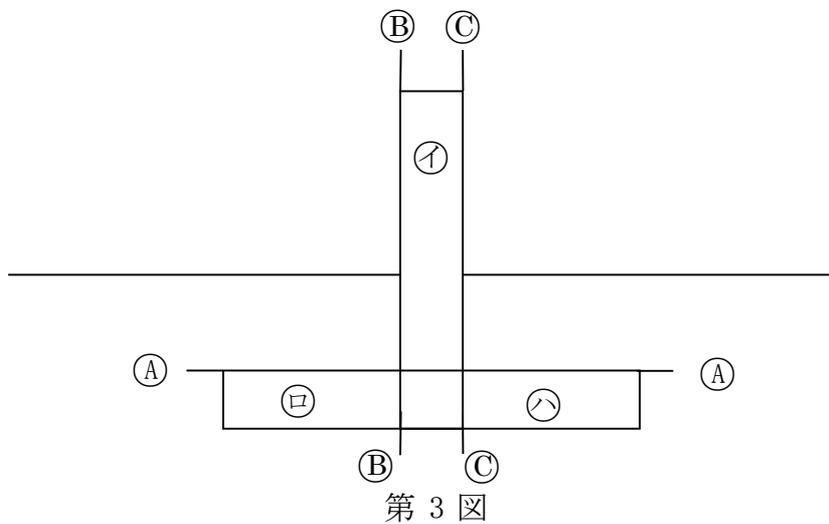
$$qd \geq 1.5 \gamma_A$$

## 別記 12

第 2 鉄筋コンクリートの防油堤が各種荷重による応力に対して安全であることを、次により検討して判定する。

1 防油堤の応力度を判定するのに必要な想定は、次の(1)から(5)までによること。

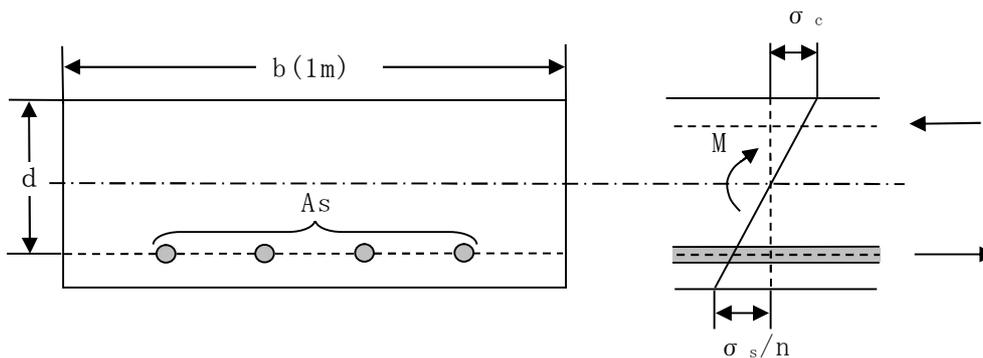
(1) 防油堤を第 3 図のように 3 つに分けて考え、①については基礎との接合部分④④を固定端とした片持梁と考え、これに水圧、土圧等の水平成分が作用するものとする。この場合①の重量は無視する。②、③についてはそれぞれ⑤⑤、⑥⑥を固定端とする片持梁と考え、基礎上の土の重量、液重量、基礎の重量、土圧の鉛直成分、地盤反力等を考える。



(2) 片持梁の断面は幅 1m の単鉄筋のスラブを考えるものとする。

(3) 片持梁に各種荷重による曲げモーメント及びせん断力が作用したとき、コンクリートの圧縮応力  $\sigma_c$ 、せん断応力  $\tau$  及び鉄筋の引張応力  $\sigma_s$  は、以下のようにして算出し、それぞれが許容値以下となること。なお許容値は、別記 11・3 によること。

ア 設計防油堤の配筋条件である配筋間隔、鉄筋のかぶり厚さ、有効高さから第 4 図のような断面図を得る。



- { b :スラブの幅(1m)
- { d :有効高さ(cm)
- { As:幅 1m 当りのスラブの鉄筋断面積(cm<sup>2</sup>)
- { n=Es/Ec      Es は鉄筋のヤング率, Ec はコンクリートのヤング率

第 4 図

イ コンクリートの圧縮応力  $\sigma_c$ 、せん断応力  $\tau$  及び鉄筋の引張応力  $\sigma_s$  は次のようになる。

$$\sigma_c = \frac{2M}{k j b d^2} \quad \dots\dots\dots \textcircled{1}$$

$$\sigma_s = \frac{M}{A_s j d} \quad \dots\dots\dots \textcircled{2}$$

$$\tau = \frac{S}{b j d} \quad \dots\dots\dots \textcircled{3}$$

- { M: 曲げモーメント
- { p: 引張鉄筋比       $p = \frac{A_s}{b d}$
- { k: 中立軸比       $k = \sqrt{2np + (np)^2} - np$
- { j: 抵抗偶力のひじ長さ比       $j = 1 - \frac{k}{3}$
- { S: せん断力

- (4) 防油堤の断面形状は第 1・1・(2) の例によること。
- (5) 満液時、照査荷重時、地震時の合力  $R_o$  の作用位置  $d$  は  $d \geq L/3$  として、地盤反力  $\gamma_A$ 、 $\gamma_B$  を考える。

2 満液時の検討

- (1) ①の安全度

別記 12

$$M = P_1 \left( \frac{H_1}{3} + H_3 \right) + P_2 \cos \delta (h - H_4) - P_3 \cos \delta \left( \frac{H_2}{3} + H_4 \right)$$

$$S = P_1 + P_2 \cos \delta - P_3 \cos \delta$$

配筋条件より  $A_s$ 、 $p$ 、 $j$ 、 $k$  の順に算出し、前記の  $M$ 、 $S$  と合わせて①、②、③を用いて  $\sigma_c$ 、 $\sigma_s$ 、 $\tau$  を算出し、それぞれの値が許容値以下であること。  
( $j$ 、 $k$  の値は通常は図表等にて求める。)

(2) ㊦の安全度

基礎㊦上の土の重量は無視し、第 1・2・(3) の  $\gamma_A$ 、 $\gamma_B$  より  $\gamma_{A'}$  を求める。

(第 5 図参照)

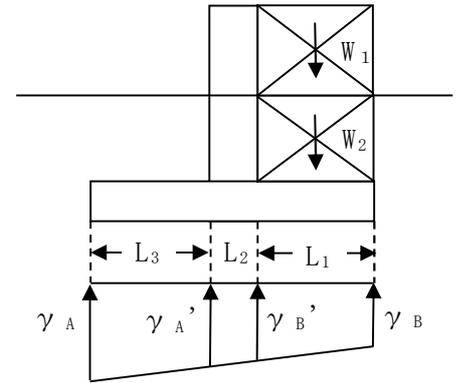
$$\gamma_{A'} = \gamma_B + (\gamma_A - \gamma_B) \frac{L_1 + L_2}{L}$$

これにより曲げモーメントを求める。

$$M = \frac{2\gamma_A + \gamma_{A'}}{6} L_3^2 - \frac{L_3^2 H_4 \gamma_3}{2}$$

$\left\{ \begin{array}{l} \gamma_3 : \text{鉄筋コンクリートの単位体積当たりの} \\ \text{重量で } 24.5 \text{ kN/m}^3 \end{array} \right.$

$$S = \frac{\gamma_A + \gamma_{A'}}{2} L_3 - L_3 H_4 \gamma_3$$



第 5 図

以下同様であるので省略する。

(3) ㊧の安全度

図-5 の  $\gamma_{B'}$  を求める。

$$\gamma_{B'} = \gamma_B + (\gamma_A - \gamma_B) \frac{L_1}{L}$$

$$M = (W_1 + W_2) \frac{L_1}{2} + \frac{L_1^2 H_4 \gamma_3}{2} + P_2 \sin \delta \cdot L_1 - \frac{(2\gamma_{B'} + \gamma_B)}{6} L_1^2$$

$$S = W_1 + W_2 + L_1 H_4 \gamma_3 + P_2 \sin \delta - \frac{(\gamma_{B'} + \gamma_B)}{2} L_1$$

3 照査荷重時の検討(許容値は満液時の 1.5 倍)

(1) ㊨の安全度

前記 2・(1) で  $P_1$  を  $P_1'$  に置換して  $M$  及び  $S$  を求める。

$$M = P_1' \left( \frac{H_1}{2} + H_3 \right) + P_2 \cos \delta (h - H_4) - P_3 \cos \delta \left( \frac{H_2}{3} - H_4 \right)$$

$$S = P_1' + P_2 \cos \delta - P_3 \cos \delta$$

(2) ㊩の安全度

第 1・3・(3) の  $\gamma_A$ 、 $\gamma_B$  及び前記 2・(2) により、 $\gamma_{A'}$ 、 $M$ 、 $S$  を求めること

ができる。

(3) ㊦の安全度

第 1・3・(3) の  $\gamma_A$ 、 $\gamma_B$  及び前記 2・(3) により、 $\gamma_B'$ 、 $M$ 、 $S$  を求めることができる。

4 地震時の検討(許容値は満液時の 1.5 倍)

(1) ㊧の安全度

第 1・4・(1) から (4) までにより  $M$  を算出する。

$$M = KhW_2 \frac{H_3}{2} + KhW_3 \frac{H_1 + H_3}{2} + P_1 \left( \frac{H_1}{3} + H_3 \right) + P_4 \left( \frac{2}{5} H_1 + H_3 \right) \\ + P_2' \cos \delta (h - H_4) - P_3' \cos \delta \left( \frac{H_2}{3} + H_4 \right)$$

(2) ㊨の安全度

第 1・4・(6) の結果から、 $\gamma_A$ 、 $\gamma_B$  がわかるので、前記 2・(2) の例により、 $\gamma_A'$ 、 $M$ 、 $S$  を算出する。

(3) ㊩の安全度

第 1・4・(6) の結果から  $\gamma_A$ 、 $\gamma_B$  がわかるので、前記 2・(3) の例により、 $\gamma_B'$ 、 $M$ 、 $S$  を算出する。