

土圧係数の算出

あなたが作成した、土木構造物構造計算あるいは安定計算の土圧算出に当たり、ここの土圧係数算出シートを、土圧を算出する計算シートの前に入れて、あなたが作成している土圧計算の中の、土圧係数の所にリンクさせて、土圧を算出するために使用して下さい。

クーロンによる土圧係数を、以下のケースにて算出できるプログラムです。擁壁、翼壁、胸壁、その他の構造物の設計計算書にシートごと挿入し、計算過程の中でリンクさせて使用できます。

あなたの計算書にリンクする数値は、計算書ではセルの背景色が「紫色」のカラーとなっています。

1. プログラムの内容

ケース 1

主働土圧 ・常時+地震時+地震時(水中)
・土(対)土 (逆T式擁壁の安定計算等仮想背面に使用。)

ケース 2

主働土圧 ・常時+地震時+地震時(水中)
・土(対)コンクリート (重力式擁壁安定計算、逆T式擁壁縦壁構造計算等に使用。)

ケース 3

主働土圧 ・常時+地震時+地震時(水中)
・土(対)土 (逆T擁壁の安定計算、構造計算に使用。)
・土(対)コンクリート

ケース 4

静止土圧 ・常時静止土圧+地震時静止土圧+地震時(水中)静止土圧
・土(対)コンクリート (樋門胸壁、大型水路の地震時の検討が必要な場合に使用。)

ケース 5

静止、主働土圧 ・常時静止土圧+地震時主働土圧+地震時(水中)主働土圧
・土(対)コンクリート (継ぎ足し樋門の胸壁に使用。)

2. 設計の概略的な条件

- 1) 土圧係数はクーロン土圧係数の算出です。
- 2) 常時土圧係数、地震時土圧係数、地震時水中の土圧係数の算出が出来ます。
- 3) 「柔構造樋門設計の手引き (財)国土開発技術研究センター」の解説にある、常時静止土圧係数、地震時静止土圧係数、地震時水中の静止土圧係数の算出が出来ます。
- 4) 単位体積重量等はSI単位を使用。

3. 作業手順

- 1) あなたが作成した、構造計算あるいは安定計算と、この計算書立ち上げます。「ウィンドウ」→「整列」をクリックして計算書を並べます。
- 2) この計算書の必要な計算ケースのシート「000データ入力」と「000計算書」の2つを同時に選択します。

同時選択の方法は、まず「データ入力」を選択後「計算書」をCtrlキーを押しながらヒットします。
2つのシートの背景が同じ色となり、2つのシートが選択されていることを確認して下さい。
それをCtrlキーを押しながらマウスにてつまみ、あなたの作成している計算書の「土圧計算」
を行っているシートの前にドラッグ&ドロップにてコピーして下さい。

- 3) 後はリンクですが、それはあなたの計算書が、どのような構成にされているのかによって、まちまちですから、一概にこうですとは言えませんが、一般的には土圧を算出する計算式の土圧係数のセルにリンクさせて下さい。

4. データの入力方法

「3. 作業手順」が終われば、「000データ入力」にて、必要なデータを入力します。入力手順はシート「000データ入力」をご覧になり入力を行って下さい。

着色部の数値は、手で入力します。網掛けについては自動計算になっています。

5. シート「計算書」の説明

計算書の印刷枠は、表示メニュー「改ページプレビュー」にて表示できます。印刷枠より外に以下のコメントがあります。参考にして下さい。

← 入力データより	: 入力したデータを読み取ります。
← 自動計算	: 数値の中に計算式が組み込まれてあり、自動計算します。
← 自動条件判定	: 計算書枠外にある変数から、条件判定をし、読み込みます。
条件用変数 →	: 条件判定用の数値です。(文字変数もあります)

6. 計算書枚数

2 ~ 4枚(×5ケース)

(土対土)土圧係数算出のデータ入力

裏込め土条件	土のせん断抵抗角	$\varphi =$	30.00	
	地表面と水平面とのなす角	$\alpha =$	0.00	
	仮想背面傾斜角	$\theta =$	0.00	
	壁背面と土の壁面摩擦角	常 時(土対土)	$\delta =$	30.00
		地震時(土対土)	$\delta e =$	15.00

設計水平震度	0.24
--------	------

壁背面と土の壁面摩擦角(参考)

	道路橋示方書 柔構造樋門設計の手引き
常 時(土と土)	φ
地震時(土と土)	$\varphi / 2$

地震時水中飽和土部分の土圧係数

土圧を受ける壁の高さ	$H =$	2.900	m
------------	-------	-------	---

水位条件

水位	地震時水中(壁下端より)	$hW =$	2.200	m
	地震時大気中(壁上端より)	$h = ($	0.700	m)

土の単位体積重量	(大気中)	18.00	kN/m3
	(飽和状態)	19.00	kN/m3
	(水中)	9.20	kN/m3

網掛けは修正の必要はありません。

主働土圧係数(土対土)

土のせん断抵抗角	$\varphi =$	30.00 °
地表面と水平面とのなす角	$\alpha =$	0.00 °
仮想背面傾斜角	$\theta =$	0.00 °
壁背面と土との間の壁面摩擦角		
常 時(土と土)	$\delta =$	30.00 °
地震時(土と土)	$\delta e =$	15.00 °
設計水平震度	$K_h =$	0.24
$\theta_0 = \tan^{-1} \cdot K_h$	$\theta_0 =$	13.50 °

・常時 (土と土)

$$K_a = A_1 / [A_2 * \{ 1 + \sqrt{ (A_3 / A_4) }^2]$$

$$A_1 = \cos^2 (\varphi - \theta)$$

$$= \cos^2 (30.00 - 0.00) = 0.750$$

$$A_2 = \cos^2 \theta * \cos (\theta + \delta)$$

$$= \cos^2 0.00 * \cos (0.00 + 30.00) = 0.866$$

$$A_3 = \sin (\varphi + \delta) * \sin (\varphi - \alpha)$$

ただし、 $\varphi - \alpha < 0$ の場合は、 $\sin (\varphi - \alpha) = 0$ とする。(道示、耐震設計編より)

$$\varphi - \alpha = 30.00 - 0.00 = 30.00 ^\circ > 0$$

$$\text{従って、} \varphi - \alpha = 30.00 ^\circ$$

$$= \sin (30.00 + 30.00) * \sin 30.00 = 0.433$$

$$A_4 = \cos (\theta + \delta) * \cos (\theta - \alpha)$$

$$= \cos (0.00 + 30.00) * \cos (0.00 - 0.00) = 0.866$$

以上より

$$K_a = 0.750 / [0.866 * \{ 1 + \sqrt{ (0.433 / 0.866) }^2] = 0.297$$

地震時の検討が必要でない場合は、以下の計算は削除してください。必要な場合はこのセルの文章を消去してください

・地震時 (土と土)

$$K_{ea} = A_1' / [A_2' * \{ 1 + \sqrt{ (A_3' / A_4') }^2]$$

$$A_1' = \cos^2 (\varphi - \theta_0 - \theta)$$

$$= \cos^2 (30.00 - 13.50 - 0.00) = 0.919$$

$$A_2' = \cos \theta_0 * \cos^2 \theta * \cos (\theta + \theta_0 + \delta e)$$

$$= \cos 13.50 * \cos^2 0.00 * \cos (0.00 + 13.50 + 15.00) = 0.855$$

$$A_3' = \sin (\varphi + \delta e) * \sin (\varphi - \alpha - \theta_0)$$

ただし、地震時において $\varphi - \alpha - \theta_0 < 0$ のときは、

$\sin (\varphi - \alpha - \theta_0) = 0$ とする。(道示、耐震設計編より)

$$\varphi - \alpha - \theta_0 = 30.00 - 0.00 - 13.50 = 16.504 ^\circ > 0$$

$$A_3' = \sin (30.00 + 15.00) * \sin (30.00 - 0.00 - 13.50) = 0.201$$

$$A_4' = \cos (\theta + \theta_0 + \delta e) * \cos (\theta - \alpha)$$

$$= \cos (0.00 + 13.50 + 15.00) * \cos (0.00 - 0.00) = 0.879$$

以上より

$$K_{ea} = 0.919 / [0.855 * \{ 1 + \sqrt{ (0.201 / 0.879) }^2] = 0.492$$

水位がない場合や水中の見かけ水平震度が必要ない場合は、以下の計算は削除してください。必要な場合はこのt

・水中の見かけ水平震度

単位体積重量 (大気中)	γ	=	18.00 kN/m ³
(飽和状態)	γ_{sat}	=	19.00 kN/m ³
(水 中)	γ_{sw}	=	9.20 kN/m ³

みかけの水平震度 KH'

$$KH' = \{ (\gamma * h + \gamma_{sat} * h_w) / (\gamma * h + \gamma_{sw} * h_w) \} * KH$$

ここに、

$$h(\text{大気中の層厚}) = 0.700 \text{ m}$$

$$h_w(\text{水中の層厚}) = 2.200 \text{ m}$$

$$\gamma * h + \gamma_{sat} * h_w = 18.000 * 0.700 + 19.000 * 2.200 = 54.400$$

$$\gamma * h + \gamma_{sw} * h_w = 18.000 * 0.700 + 9.200 * 2.200 = 32.840$$

$$KH' = \{ 54.400 / 32.840 \} * 0.240 = 0.398$$

従って

$$\theta_0' = \tan^{-1} KH' \quad (KH' = 0.398) = 21.703^\circ$$

$$K_{ea}' = A1' / [A2' * \{ 1 + \sqrt{(A3' / A4')} \}^2]$$

$$A1' = \cos^2(\varphi - \theta_0' - \theta)$$

$$= \cos^2(30.00 - 21.703 - 0.000) = 0.979$$

$$A2' = \cos \theta_0' * \cos^2 \theta * \cos(\theta + \theta_0' + \delta e)$$

$$= \cos 21.703 * \cos^2 0.00 * \cos(0.00 + 21.703 + 15.000)$$

$$= 0.745$$

$$A3' = \sin(\varphi + \delta e) * \sin(\varphi - \alpha - \theta_0')$$

ただし、地震時において $\varphi - \alpha - \theta_0' < 0$ のときは、

$$\sin(\varphi - \alpha - \theta_0') = 0 \text{ とする. (道示、耐震設計編より)}$$

$$\varphi - \alpha - \theta_0' = 30.00 - 0.00 - 21.703 = 8.297^\circ > 0$$

$$A3' = \sin(30.00 + 15.00) * \sin(30.000 - 0.00 - 21.70) = 0.102$$

$$A4' = \cos(\theta + \theta_0' + \delta e) * \cos(\theta - \alpha)$$

$$= \cos(0.00 + 21.703 + 15.00) * \cos(0.00 - 0.00) = 0.802$$

以上より

$$K_{ea}' = 0.979 / [0.745 * \{ 1 + \sqrt{(0.102 / 0.802)} \}^2] = 0.714$$

(土対コンクリート)土圧係数算出のデータ入力

裏込め土条件	土のせん断抵抗角	$\varphi =$	30.00
	地表面と水平面とのなす角	$\alpha =$	0.00
	壁背面と鉛直面とのなす角	$i =$	0.00
	壁背面と土の壁面摩擦角	常 時 (土対コンクリート)	$\delta =$ 10.00
		地震時 (土対コンクリート)	$\delta e =$ 0.00

設計水平震度	0.16
--------	------

壁背面と土の壁面摩擦角(参考)

	道路橋示方書
	柔構造樋門設計の手引き
常 時(土とコンクリート)	$\varphi / 3$
地震時(土とコンクリート)	0

地震時水中飽和土部分の土圧係数

土圧を受ける壁の高さ		H =	4.200	m
水位条件				
水位	地震時水中(壁下端より)	hW =	0.600	m
	地震時大気中(壁上端より)	h = (	3.600	m)
土の単位体積重量	(大気中)		18.60	kN/m3
	(飽和状態)		19.60	kN/m3
	(水中)		9.80	kN/m3

網掛けは修正の必要はありません。

主働土圧係数(土対コンクリート)

土のせん断抵抗角	$\varphi =$	30.00 °
地表面と水平面とのなす角	$\alpha =$	0.00 °
壁背面と鉛直面とのなす角	$i =$	0.00 °
壁背面と土との間の壁面摩擦角		
常 時(土とコンクリート)	$\delta =$	10.00 °
地震時(土とコンクリート)	$\delta e =$	0.00 °
設計水平震度	$K_h =$	0.16
$\theta_0 = \tan^{-1} \cdot K_h$	$\theta_0 =$	9.09 °

・常時 (土とコンクリート)

$$K_a = A_1 / [A_2 * \{1 + \sqrt{(A_3 / A_4)}\}^2]$$

$$A_1 = \cos^2(\varphi - i) \\ = \cos^2(30.00 - 0.00) = 0.750$$

$$A_2 = \cos^2 i * \cos(i + \delta) \\ = \cos^2 0.00 * \cos(0.00 + 10.00) = 0.985$$

$$A_3 = \sin(\varphi + \delta) * \sin(\varphi - \alpha)$$

ただし、 $\varphi - \alpha < 0$ の場合は、 $\sin(\varphi - \alpha) = 0$ とする。(道示、耐震設計編より)

$$\varphi - \alpha = 30.00 - 0.00 = 30.00 > 0$$

$$\text{従って、}\varphi - \alpha = 30.00 > 0$$

$$= \sin(30.00 + 10.00) * \sin 30.00 = 0.321$$

$$A_4 = \cos(i + \delta) * \cos(i - \alpha) \\ = \cos(0.00 + 10.00) * \cos(0.00 - 0.00) = 0.985$$

以上より

$$K_a = 0.750 / [0.985 * \{1 + \sqrt{(0.321 / 0.985)}\}^2] = 0.309$$

地震時の検討が必要でない場合は、以下の計算は削除してください。必要な場合はこのセルの文章を消去してください

・地震時 (土とコンクリート)

$$K_{ea} = A_1' / [A_2' * \{1 + \sqrt{(A_3' / A_4')}\}^2]$$

$$A_1' = \cos^2(\varphi - \theta_0 - i) \\ = \cos^2(30.00 - 9.09 - 0.00) = 0.873$$

$$A_2' = \cos \theta_0 * \cos^2 i * \cos(i + \theta_0 + \delta e) \\ = \cos 9.09 * \cos^2 0.00 * \cos(0.00 + 9.09 + 0.00) = 0.975$$

$$A_3' = \sin(\varphi + \delta e) * \sin(\varphi - \alpha - \theta_0)$$

ただし、地震時において $\varphi - \alpha - \theta_0 < 0$ のときは、

$\sin(\varphi - \alpha - \theta_0) = 0$ とする。(道示、耐震設計編より)

$$\varphi - \alpha - \theta_0 = 30.00 - 0.00 - 9.09 = 20.91 > 0$$

$$A_3' = \sin(30.00 + 0.00) * \sin(30.00 - 0.00 - 9.09) = 0.178$$

$$A_4' = \cos(i + \theta_0 + \delta e) * \cos(i - \alpha) \\ = \cos(0.00 + 9.09 + 0.00) * \cos(0.00 - 0.00) = 0.987$$

以上より

$$K_{ea} = 0.873 / [0.975 * \{1 + \sqrt{(0.178 / 0.987)}\}^2] = 0.441$$

水位がない場合や水中の見かけ水平震度が必要ない場合は、以下の計算は削除してください。必要な場合はこのt

(水中の見かけ水平震度)

単位体積重量 (大気中)	γ	=	18.60 kN/m ³
(飽和状態)	γ_{sat}	=	19.60 kN/m ³
(水中)	γ_{sw}	=	9.80 kN/m ³

みかけの水平震度 KH'

$$KH' = \{ (\gamma * h + \gamma_{sat} * h_w) / (\gamma * h + \gamma_{sw} * h_w) \} * KH$$

ここに、

$$h(\text{大気中の層厚}) = 3.600 \text{ m}$$

$$h_w(\text{水中の層厚}) = 0.600 \text{ m}$$

$$\gamma * h + \gamma_{sat} * h_w = 18.600 * 3.600 + 19.600 * 0.600 = 78.720$$

$$\gamma * h + \gamma_{sw} * h_w = 18.600 * 3.600 + 9.800 * 0.600 = 72.840$$

$$KH' = \{ 78.720 / 72.840 \} * 0.160 = 0.173$$

従って

$$\theta_0' = \tan^{-1} KH' \quad (KH' = 0.173) = 9.815^\circ$$

$$K_{ea}' = A1' / [A2' * \{1 + \sqrt{(A3' / A4')}\}^2]$$

$$A1' = \cos^2(\varphi - \theta_0' - i)$$

$$= \cos^2(30.00 - 9.815 - 0.000) = 0.881$$

$$A2' = \cos \theta_0' * \cos^2 i * \cos(i + \theta_0' + \delta e)$$

$$= \cos 9.815 * \cos^2 0.00 * \cos(0.00 + 9.815 + 0.000)$$

$$= 0.971$$

$$A3' = \sin(\varphi + \delta e) * \sin(\varphi - \alpha - \theta_0')$$

ただし、地震時において $\varphi - \alpha - \theta_0' < 0$ のときは、

$$\sin(\varphi - \alpha - \theta_0') = 0 \text{ とする. (道示、耐震設計編より)}$$

$$\varphi - \alpha - \theta_0' = 30.00 - 0.00 - 9.815 = 20.185^\circ > 0$$

$$A3' = \sin(30.00 + 0.00) * \sin(30.000 - 0.00 - 9.82) = 0.173$$

$$A4' = \cos(i + \theta_0' + \delta e) * \cos(i - \alpha)$$

$$= \cos(0.00 + 9.815 + 0.00) * \cos(0.00 - 0.00) = 0.985$$

以上より

$$K_{ea}' = 0.881 / [0.971 * \{1 + \sqrt{(0.173 / 0.985)}\}^2] = 0.451$$

(土対土&コンクリート)土圧係数算出のデータ入力

裏込め土条件	土のせん断抵抗角	$\varphi =$	30.00	
	地表面と水平面とのなす角	$\alpha =$	0.00	
	仮想背面傾斜角	$\theta =$	0.00	
	壁背面と鉛直面とのなす角	$i =$	0.00	
	壁背面と土の壁面摩擦角	常 時(土と土)	$\delta 1 =$	30.00
		常 時(土とコンクリート)	$\delta 2 =$	10.00
		地震時(土と土)	$\delta e1 =$	15.00
		地震時(土とコンクリート)	$\delta e2 =$	0.00
設計水平震度			0.24	

壁背面と土の壁面摩擦角(参考)

	道路橋示方書 柔構造樋門設計の手引き	道路土工:擁壁工指針 (試行くさび法)
常 時(土とコンクリート)	$\varphi / 3$	α
常 時(土と土)	φ	$2 \varphi / 3$
地震時(土とコンクリート)	0	
地震時(土と土)	$\varphi / 2$	

地震時水中飽和土部分の土圧係数

土圧を受ける壁の高さ		H =	6.850 m
水位条件			
水位	地震時水中(壁下端より)	hW =	4.650 m
	地震時大気中(壁上端より)	h = (	2.200 m)
土の単位体積重量	(大気中)		18.00 kN/m3
	(飽和状態)		19.00 kN/m3
	(水中)		9.20 kN/m3

網掛けは修正の必要はありません。

主働土圧係数(土対土 & コンクリート)

土のせん断抵抗角	$\varphi =$	30.00 °
地表面と水平面とのなす角	$\alpha =$	0.00 °
仮想背面と鉛直面とのなす角(度)	$\theta =$	0.00 °
壁背面と鉛直面とのなす角(度)	$i =$	0.00 °
壁背面と土との間の壁面摩擦角		
常 時(土と土)	$\delta 1 =$	30.00 °
常 時(土とコンクリート)	$\delta 2 =$	10.00 °
地震時(土と土)	$\delta e1 =$	15.00 °
地震時(土とコンクリート)	$\delta e2 =$	0.00 °
設計水平震度	$K_h =$	0.24
$\theta_0 = \tan^{-1} \cdot K_h$	$\theta_0 =$	13.50 °

・常時 (土と土)

$$Ka1 = A1 / [A2 * \{ 1 + \sqrt{ (A3 / A4) } \}^2]$$

$$\begin{aligned} A1 &= \cos^2 (\varphi - \theta) \\ &= \cos^2 (30.00 - 0.00) &= 0.750 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A2 &= \cos^2 \theta * \cos (\theta + \delta 1) \\ &= \cos^2 0.00 * \cos (0.00 + 30.00) &= 0.866 \end{aligned}$$

$$A3 = \sin (\varphi + \delta 1) * \sin (\varphi - \alpha)$$

ただし、 $\varphi - \alpha < 0$ の場合は、 $\sin (\varphi - \alpha) = 0$ とする。(道示、耐震設計編より)

$$\varphi - \alpha = 30.00 - 0.00 = 30.00 ^\circ > 0$$

$$\text{従って、} \varphi - \alpha = 30.00 ^\circ$$

$$= \sin (30.00 + 30.00) * \sin 30.00 = 0.433$$

$$\begin{aligned} A4 &= \cos (\theta + \delta 1) * \cos (\theta - \alpha) \\ &= \cos (0.00 + 30.00) * \cos (0.00 - 0.00) &= 0.866 \end{aligned}$$

以上より

$$Ka1 = 0.750 / [0.866 * \{ 1 + \sqrt{ (0.433 / 0.866) } \}^2] = 0.297$$

・常時 (土とコンクリート)

$$Ka2 = A1 / [A2 * \{ 1 + \sqrt{ (A3 / A4) } \}^2]$$

$$\begin{aligned} A1 &= \cos^2 (\varphi - i) \\ &= \cos^2 (30.00 - 0.00) &= 0.750 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A2 &= \cos^2 i * \cos (i + \delta 2) \\ &= \cos^2 0.00 * \cos (0.00 + 10.00) &= 0.985 \end{aligned}$$

$$A3 = \sin (\varphi + \delta 2) * \sin (\varphi - \alpha)$$

ただし、 $\varphi - \alpha < 0$ の場合は、 $\sin (\varphi - \alpha) = 0$ とする。(道示、耐震設計編より)

$$\varphi - \alpha = 30.00 - 0.00 = 30.00 ^\circ > 0$$

$$\text{従って、} \varphi - \alpha = 30.00 ^\circ$$

$$= \sin (30.00 + 10.00) * \sin 30.00 = 0.321$$

$$\begin{aligned} A4 &= \cos (i + \delta 2) * \cos (i - \alpha) \\ &= \cos (0.00 + 10.00) * \cos (0.00 - 0.00) &= 0.985 \end{aligned}$$

以上より

$$Ka2 = 0.750 / [0.985 * \{ 1 + \sqrt{ (0.321 / 0.985) }^2] = 0.309$$

地震時の検討が必要でない場合は、以下の計算は削除してください。必要な場合はこのセルの文章を消去してください

・地震時 (土と土)

$$Kea1 = A1' / [A2' * \{ 1 + \sqrt{ (A3' / A4') }^2]$$

$$A1' = \cos^2 (\varphi - \theta_0 - \theta)$$

$$= \cos^2 (30.00 - 13.50 - 0.00) = 0.919$$

$$A2' = \cos \theta_0 * \cos^2 \theta * \cos (\theta + \theta_0 + \delta e1)$$

$$= \cos 13.50 * \cos^2 0.00 * \cos (0.00 + 13.50 + 15.00) = 0.855$$

$$A3' = \sin (\varphi + \delta e1) * \sin (\varphi - \alpha - \theta_0)$$

ただし、地震時において $\varphi - \alpha - \theta_0 < 0$ のときは、

$$\sin (\varphi - \alpha - \theta_0) = 0 \text{ とする. (道示、耐震設計編より)}$$

$$\varphi - \alpha - \theta_0 = 30.00 - 0.00 - 13.50 = 16.504 < 0$$

$$A3' = \sin (30.00 + 15.00) * \sin (30.00 - 0.00 - 13.50) = 0.201$$

$$A4' = \cos (\theta + \theta_0 + \delta e1) * \cos (\theta - \alpha)$$

$$= \cos (0.00 + 13.50 + 15.00) * \cos (0.00 - 0.00) = 0.879$$

以上より

$$Kea1 = 0.919 / [0.855 * \{ 1 + \sqrt{ (0.201 / 0.879) }^2] = 0.492$$

・地震時 (土とコンクリート)

$$Kea2 = A1' / [A2' * \{ 1 + \sqrt{ (A3' / A4') }^2]$$

$$A1' = \cos^2 (\varphi - \theta_0 - i)$$

$$= \cos^2 (30.00 - 13.50 - 0.00) = 0.919$$

$$A2' = \cos \theta_0 * \cos^2 i * \cos (i + \theta_0 + \delta e2)$$

$$= \cos 13.50 * \cos^2 0.00 * \cos (0.00 + 13.50 + 0.00) = 0.946$$

$$A3' = \sin (\varphi + \delta e2) * \sin (\varphi - \alpha - \theta_0)$$

ただし、地震時において $\varphi - \alpha - \theta_0 < 0$ のときは、

$$\sin (\varphi - \alpha - \theta_0) = 0 \text{ とする. (道示、耐震設計編より)}$$

$$\varphi - \alpha - \theta_0 = 30.00 - 0.00 - 13.50 = 16.504 < 0$$

$$A3' = \sin (30.00 + 0.00) * \sin (30.00 - 0.00 - 13.50) = 0.142$$

$$A4' = \cos (i + \theta_0 + \delta e2) * \cos (i - \alpha)$$

$$= \cos (0.00 + 13.50 + 0.00) * \cos (0.00 - 0.00) = 0.972$$

以上より

$$Kea2 = 0.919 / [0.946 * \{ 1 + \sqrt{ (0.142 / 0.972) }^2] = 0.508$$

水位がない場合や水中の見かけ水平震度が必要ない場合は、以下の計算は削除してください。

* 水中の見かけ水平震度

$$\begin{aligned} \text{単位体積重量 (大気中)} & \quad \gamma = 18.00 \text{ kN/m}^3 \\ \text{(飽和状態)} & \quad \gamma_{\text{sat}} = 19.00 \text{ kN/m}^3 \\ \text{(水中)} & \quad \gamma_{\text{sw}} = 9.20 \text{ kN/m}^3 \end{aligned}$$

みかけの水平震度 KH'

$$KH' = \{ (\gamma * h + \gamma_{\text{sat}} * h_w) / (\gamma * h + \gamma_{\text{sw}} * h_w) \} * KH$$

$$\begin{aligned} \text{ここに、} & \quad h(\text{大気中の層厚}) = 2.200 \text{ m} \\ & \quad h_w(\text{水中の層厚}) = 4.650 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\gamma * h + \gamma_{\text{sat}} * h_w = 18.000 * 2.200 + 19.000 * 4.650 = 127.950$$

$$\gamma * h + \gamma_{\text{sw}} * h_w = 18.000 * 2.200 + 9.200 * 4.650 = 82.380$$

$$KH' = \{ 127.950 / 82.380 \} * 0.240 = 0.373$$

従って

$$\theta_0' = \tan^{-1} \cdot KH' \quad (KH' = 0.373) = 20.456^\circ$$

・地震時 (土と土)

$$Kea1' = A1' / [A2' * \{1 + \sqrt{(A3' / A4')}\}^2]$$

$$\begin{aligned} A1' &= \cos^2(\varphi - \theta_0' - \theta) \\ &= \cos^2(30.00 - 20.456 - 0.000) = 0.973 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A2' &= \cos \theta_0' * \cos^2 \theta * \cos(\theta + \theta_0' + \delta e1) \\ &= \cos 20.456 * \cos^2 0.00 * \cos(0.00 + 20.456 + 15.000) \\ &= 0.763 \end{aligned}$$

$$A3' = \sin(\varphi + \delta e1) * \sin(\varphi - \alpha - \theta_0')$$

ただし、地震時において $\varphi - \alpha - \theta_0' < 0$ のときは、

$\sin(\varphi - \alpha - \theta_0') = 0$ とする。(道示、耐震設計編より)

$$\varphi - \alpha - \theta_0' = 30.00 - 0.00 - 20.456 = 9.544^\circ > 0$$

$$A3' = \sin(30.00 + 15.00) * \sin(30.00 - 0.00 - 20.46) = 0.117$$

$$\begin{aligned} A4' &= \cos(\theta + \theta_0' + \delta e1) * \cos(\theta - \alpha) \\ &= \cos(0.00 + 20.456 + 15.00) * \cos(0.00 - 0.00) = 0.815 \end{aligned}$$

以上より

$$Kea1' = 0.973 / [0.763 * \{1 + \sqrt{(0.117 / 0.815)}\}^2] = 0.671$$

・地震時 (土とコンクリート)

$$Kea2' = A1' / [A2' * \{1 + \sqrt{(A3' / A4')}\}^2]$$

$$\begin{aligned} A1' &= \cos^2(\varphi - \theta_0' - i) \\ &= \cos^2(30.00 - 20.456 - 0.000) = 0.973 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A2' &= \cos \theta_0' * \cos^2 i * \cos(i + \theta_0' + \delta e2) \\ &= \cos 20.456 * \cos^2 0.00 * \cos(0.00 + 20.456 + 0.000) \\ &= 0.878 \end{aligned}$$

$$A3' = \sin(\varphi + \delta e2) * \sin(\varphi - \alpha - \theta_0')$$

ただし、地震時において $\varphi - \alpha - \theta_0' < 0$ のときは、

$$\sin(\varphi - \alpha - \theta_0') = 0 \text{ とする. (道示、耐震設計編より)}$$

$$\varphi - \alpha - \theta_0' = 30.00 - 0.00 - 20.456 = 9.544^\circ$$

$$A3' = \sin(30.00 + 0.00) * \sin(30.000 - 0.00 - 20.46) = 0.083$$

$$A4' = \cos(i + \theta_0' + \delta e2) * \cos(i - \alpha)$$

$$= \cos(0.00 + 20.456 + 0.00) * \cos(0.00 - 0.00) = 0.937$$

以上より

$$Kea2' = 0.973 / [0.878 * \{1 + \sqrt{(0.083 / 0.937)}\}^2] = 0.658$$

常時静止土圧係数と地震時静止土圧係数の入力データ

常時静止土圧係数

K0 =0.5

内部摩擦角(度)

φ =30.000 °

地表面と水平面のなす角(度)

勾配(水平:999999)

1 : 999999

(α =0.000 °)

壁背面と鉛直面とのなす角(度)

θ =0.000 °

仮想背面と土との間の壁面摩擦角(度)

常 時(土とコンクリート)

δ =10 °

地震時(土とコンクリート)

δ e =0 °

設計水平震度 Kh

0.24

壁背面と土の壁面摩擦角(参考)

	道路橋示方書 柔構造樋門設計の手引き
常 時(土とコンクリート)	φ /3
地震時(土とコンクリート)	0

地震時水中飽和土部分の土圧係数

構造寸法

縦壁

高さ(底版上面より)

H =2.650 m

残留水位

地震時水中(壁下端より)

hW =1.950 m

地震時大気中(壁上端より)

h =(0.700 m)

単位体積重量

土(大気中)

γ s18.00 kN/m3

(飽和状態)

γ sat19.00 kN/m3

(水中)

γ sw9.20 kN/m3

活荷重

自動車荷重(地震時)

0.00 kN/m2

緑色は自動計算になっていますが、修正可能です。
網掛けは修正の必要はありません。

静止土圧係数

(柔構造樋門設計の手引き (財)国土開発技術研究センター)より

(土とコンクリート)

・常時

静止土圧係数

$$K_0 = 0.5$$

・地震時

地震時静止土圧係数

$$K_e = K_0 + (K_{ea} - K_a)$$

K_e : 地震時静止土圧係数

K_0 : 常時の静止土圧係数

K_{ea} : 地震時の主働土圧係数

K_a : 常時の主働土圧係数

主働土圧係数算出の条件

土のせん断抵抗角

$$\varphi = 30^\circ$$

地表面と水平面とのなす角

$$\alpha = 0.000^\circ$$

壁背面と鉛直面とのなす角

$$i = 0.00^\circ$$

壁背面と土との間の壁面摩擦角

常時(土とコンクリート)

$$\delta = 10.00^\circ$$

地震時(土とコンクリート)

$$\delta_e = 0.00^\circ$$

設計水平震度

$$K_h = 0.24$$

$$\theta_0 = \tan^{-1} \cdot K_h$$

$$\theta_0 = 13.496^\circ$$

(常時主働土圧係数)

$$K_a = A_1 / [A_2 * \{1 + \sqrt{(A_3 / A_4)}\}^2]$$

$$A_1 = \cos^2(\varphi - i)$$

$$= \cos^2(30.00 - 0.00) = 0.750$$

$$A_2 = \cos^2 i * \cos(i + \delta)$$

$$= \cos^2 0.00 * \cos(0.00 + 10.00) = 0.985$$

$$A_3 = \sin(\varphi + \delta) * \sin(\varphi - \alpha)$$

ただし、 $\varphi - \alpha < 0$ の場合は、 $\sin(\varphi - \alpha) = 0$ とする。(道示、耐震設計編より)

$$\varphi - \alpha = 30.00 - 0.000 = 30.000^\circ > 0$$

$$\text{従って、} \varphi - \alpha = 30.000^\circ$$

$$= \sin(30.00 + 10.00) * \sin 30.000 = 0.321$$

$$A_4 = \cos(i + \delta) * \cos(i - \alpha)$$

$$= \cos(0.00 + 10.00) * \cos(0.00 - 0.000) = 0.985$$

以上より

$$K_a = 0.750 / [0.985 * \{1 + \sqrt{(0.321 / 0.985)}\}^2] = 0.309$$

(地震時主動土圧係数)

$$K_{ea} = A1' / [A2' * \{ 1 + \sqrt{(A3' / A4')} \}^2]$$

$$A1' = \cos^2(\varphi - \theta_0 - i)$$

$$= \cos^2(30.00 - 13.496 - 0.00) = 0.919$$

$$A2' = \cos \theta_0 * \cos^2 i * \cos(i + \theta_0 + \delta e)$$

$$= \cos 13.50 * \cos^2 0.00 * \cos(0.00 + 13.496 + 0.00) = 0.946$$

$$A3' = \sin(\varphi + \delta e) * \sin(\varphi - \alpha - \theta_0)$$

ただし、地震時において $\varphi - \alpha - \theta_0 < 0$ のときは、

$$\sin(\varphi - \alpha - \theta_0) = 0 \text{ とする. (道示、耐震設計編より)}$$

$$\varphi - \alpha - \theta_0 = 30.00 - 0.000 - 13.496 = 16.504^\circ > 0$$

$$A3' = \sin(30.00 + 0.00) * \sin(30.00 - 0.00 - 13.50) = 0.142$$

$$A4' = \cos(i + \theta_0 + \delta e) * \cos(i - \alpha)$$

$$= \cos(0.00 + 13.50 + 0.00) * \cos(0.00 - 0.00) = 0.972$$

以上より

$$K_{ea} = 0.919 / [0.946 * \{ 1 + \sqrt{(0.142 / 0.972)} \}^2] = 0.508$$

(地震時静止土圧係数)

・大気中部分

$$K_e = K_0 + (K_{ea} - K_a)$$

$$= 0.500 + (0.508 - 0.309) = 0.699$$

水位がない場合や水中の見かけ水平震度が必要な場合は、以下の計算は削除してください。必要な場合に

(水中の見かけ水平震度)

$$\text{単位体積重量 (大気中)} \quad \gamma = 18.00 \text{ kN/m}^3$$

$$\text{(飽和状態)} \quad \gamma_{\text{sat}} = 19.00 \text{ kN/m}^3$$

$$\text{(水中)} \quad \gamma_{\text{sw}} = 9.20 \text{ kN/m}^3$$

みかけの水平震度 KH'

$$KH' = \{ (\gamma * h + \gamma_{\text{sat}} * h_w + q') / (\gamma * h + \gamma_{\text{sw}} * h_w + q') \} * KH$$

ここに、

$$h \text{ (大気中の層厚)} = 0.700 \text{ m}$$

$$h_w \text{ (水中の層厚)} = 1.950 \text{ m}$$

$$q \text{ (地震時の活荷重)} = 0.00 \text{ kN/m}^2$$

$$\gamma * h + \gamma_{\text{sat}} * h_w + q' = 18.00 * 0.700 + 19.00 * 1.950 + 0.00 = 49.650$$

$$\gamma * h + \gamma_{\text{sw}} * h_w + q' = 18.00 * 0.700 + 9.20 * 1.950 + 0.00 = 30.540$$

$$KH' = \{ 49.650 / 30.540 \} * 0.240 = 0.390$$

従って

$$\theta_0' = \tan^{-1} KH' \quad (KH' = 0.390) = 21.306^\circ$$

$$K_{ea}' = A_1' / [A_2' * \{ 1 + \sqrt{ (A_3' / A_4') }^2]$$

$$A_1' = \cos^2 (\varphi - \theta_0' - i)$$

$$= \cos^2 (30.00 - 21.306 - 0.000) = 0.977$$

$$A_2' = \cos \theta_0' * \cos^2 i * \cos (i + \theta_0' + \delta e)$$

$$= \cos 21.306 * \cos^2 0.00 * \cos (0.00 + 21.306 + 0.00) = 0.868$$

$$A_3' = \sin (\varphi + \delta e) * \sin (\varphi - \alpha - \theta_0')$$

ただし、地震時において $\varphi - \alpha - \theta_0' < 0$ のときは、

$$\sin (\varphi - \alpha - \theta_0') = 0 \text{ とする. (道示、耐震設計編より)}$$

$$\varphi - \alpha - \theta_0' = 30.00 - 0.000 - 21.306 = 8.694^\circ > 0$$

$$A_3' = \sin (30.00 + 0.00) * \sin (30.00 - 0.00 - 21.31) = 0.076$$

$$A_4' = \cos (i + \theta_0' + \delta e) * \cos (i - \alpha)$$

$$= \cos (0.00 + 21.306 + 0.00) * \cos (0.00 - 0.00) = 0.932$$

以上より

$$K_{ea}' = 0.977 / [0.868 * \{ 1 + \sqrt{ (0.076 / 0.932) }^2] = 0.681$$

・水中部分

$$K_e = K_0 + (K_{ea}' - K_a)$$

$$= 0.500 + (0.681 - 0.309) = 0.872$$

常時静止土圧係数と地震時主働土圧係数の入力データ

常時静止土圧係数

K0 =0.5

内部摩擦角(度)

φ =30.000°

地表面と水平面のなす角(度)

勾配(水平:999999)

1:999999

(α =0.000°)

壁背面と鉛直面とのなす角(度)

θ =0.000°

仮想背面と土との間の壁面摩擦角(度)

地震時(土とコンクリート)

δe =0°

設計水平震度

KH =0.24

壁背面と土の壁面摩擦角(参考)

	道路橋示方書 柔構造樋門設計の手引き
地震時(土とコンクリート)	0

地震時水中飽和土部分の土圧係数

構造寸法

縦壁

高さ(底版上面より)

H =2.650 m

残留水位

地震時水中(壁下端より)

hW =1.950 m

地震時大気中(壁上端より)

h =(0.700 m)

単位体積重量

土(大気中)

γs =18.00 kN/m3

(飽和状態)

γsat =19.00 kN/m3

(水中)

γsw =9.20 kN/m3

活荷重

自動車荷重(地震時)

Pv2 =0.00 kN/m2

緑色は自動計算になっていますが、修正可能です。

網掛けは修正の必要はありません。

常時静止土圧係数と地震時主働土圧係数

(柔構造樋門設計の手引き (財)国土開発技術研究センター) より
(土とコンクリート)

・常時

静止土圧係数

$$K_0 = 0.5$$

・地震時

(地震時主働土圧係数)

土のせん断抵抗角

$$\varphi = 30^\circ$$

地表面と水平面とのなす角

$$\alpha = 0.000^\circ$$

壁背面と鉛直面とのなす角

$$i = 0.000^\circ$$

壁背面と土との間の壁面摩擦角

地震時(土とコンクリート)

$$\delta e = 0.00^\circ$$

設計水平震度

$$K_h = 0.24$$

$$\theta_0 = \tan^{-1} \cdot K_h$$

$$\theta_0 = 13.496^\circ$$

$$K_{ea} = A1' / [A2' * \{ 1 + \sqrt{ (A3' / A4') } \}^2]$$

$$A1' = \cos^2 (\varphi - \theta_0 - i)$$

$$= \cos^2 (30.00 - 13.50 - 0.00) = 0.919$$

$$A2' = \cos \theta_0 * \cos^2 i * \cos (i + \theta_0 + \delta e)$$

$$= \cos 13.50 * \cos^2 0.00 * \cos (0.00 + 13.50 + 0.00) = 0.946$$

$$A3' = \sin (\varphi + \delta e) * \sin (\varphi - \alpha - \theta_0)$$

ただし、地震時において $\varphi - \alpha - \theta_0 < 0$ のときは、

$\sin (\varphi - \alpha - \theta_0) = 0$ とする。(道示、耐震設計編より)

$$\varphi - \alpha - \theta_0 = 30.00 - 0.00 - 13.50 = 16.504^\circ > 0$$

$$A3' = \sin (30.00 + 0.00) * \sin (30.00 - 0.00 - 13.50) = 0.142$$

$$A4' = \cos (i + \theta_0 + \delta e) * \cos (i - \alpha)$$

$$= \cos (0.00 + 13.50 + 0.00) * \cos (0.00 - 0.00) = 0.972$$

以上より

$$K_{ea} = 0.919 / [0.946 * \{ 1 + \sqrt{ (0.142 / 0.972) } \}^2] = 0.508$$

水位がない場合や水中の見かけ水平震度が必要ない場合は、以下の計算は削除してください。必要な場合に

(水中の見かけ水平震度)

単位体積重量 (大気中)	γ	=	18.0 kN/m ³
(飽和状態)	γ_{sat}	=	19.0 kN/m ³
(水中)	γ_{sw}	=	9.2 kN/m ³

みかけの水平震度 KH'

$$KH' = (\gamma_s \cdot h + \gamma_{sat} \cdot h_w + q') / (\gamma_s \cdot h + \gamma_{sw} \cdot h_w + q') \cdot KH$$

ここに、

h (大気中の層厚)	=	0.700 m
h_w (水中の層厚)	=	1.950 m
q' (地震時の活荷重)	=	0.00 kN/m ²

$$\gamma \cdot h + \gamma_{sat} \cdot h_w = 18.00 \cdot 0.700 + 19.00 \cdot 1.95 + 0.000 = 49.650$$

$$\gamma \cdot h + \gamma_{sw} \cdot h_w = 18.00 \cdot 0.700 + 9.20 \cdot 1.95 + 0.000 = 30.540$$

$$KH' = \{ 49.650 / 30.540 \} \cdot 0.240 = 0.390$$

従って

$$\theta_0' = \tan^{-1} \cdot KH' \quad (Kh' = 0.390) = 21.306^\circ$$

$$K_{ea}' = A1' / [A2' \cdot \{1 + \sqrt{(A3' / A4')}\}^2]$$

$$A1' = \cos^2(\varphi - \theta_0' - i) = \cos^2(30.00 - 21.306 - 0.000) = 0.977$$

$$A2' = \cos \theta_0' \cdot \cos^2 i \cdot \cos(i + \theta_0' + \delta e) = \cos 21.306 \cdot \cos^2 0.00 \cdot \cos(0.00 + 21.306 + 0.00) = 0.868$$

$$A3' = \sin(\varphi + \delta e) \cdot \sin(\varphi - \alpha - \theta_0')$$

ただし、地震時において $\varphi - \alpha - \theta_0' < 0$ のときは、

$$\sin(\varphi - \alpha - \theta_0') = 0 \text{ とする。 (道示、耐震設計編より)}$$

$$\varphi - \alpha - \theta_0' = 30.00 - 0.00 - 21.306 = 8.694^\circ > 0$$

$$A3' = \sin(30.00 + 0.00) \cdot \sin(30.000 - 0.00 - 21.31) = 0.076$$

$$A4' = \cos(i + \theta_0' + \delta e) \cdot \cos(i - \alpha) = \cos(0.00 + 21.306 + 0.00) \cdot \cos(0.00 - 0.00) = 0.932$$

以上より

$$K_{ea}' = 0.977 / [0.868 \cdot \{1 + \sqrt{(0.076 / 0.932)}\}^2] = 0.681$$