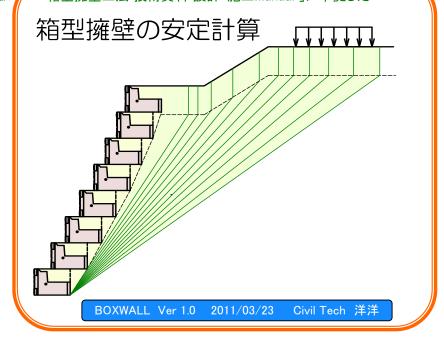
正規版

「箱型擁壁工法 技術資料 設計・施工Manual」に準拠した



本ソフトの概要・機能

- ・本ソフトは、可撓性を有するもたれ式擁壁「箱型擁壁」の安定計算を行います。
- ・箱型擁壁に関する詳細は「箱型擁壁協会」の資料を参照ください。
- 一定勾配だけでなく寺勾配での計算ができます。
- ・本ソフトは土圧算定法に試行くさび法を採用しています。
- ・本ソフトは滑動、転倒、地盤支持力の安定計算を行ないます。
- ・本ソフトでは地震時の計算を行うことができます。

本ソフトを作成する際に参考とした文献

- ·「箱型擁壁工法 技術資料 設計·施工Manual」(平成22年6月版) 箱型擁壁協会
- ・「建設技術審査照明報告書(第0327号) 可撓性を有するもたれ式擁壁 箱型擁壁」 (平成16年3月) 土木研究センター
- ·「道路土工·擁壁工指針」(平成11年3月)日本道路協会
- ·「道路橋道路橋示方書·同解説 IV下部構造編」(平成14年3月)日本道路協会

動作環境

・本ソフトは、EXCEL 2002/2003/2007/2010で動作確認を行なっています。

サポート

- ・不具合報告、要望等はメールにて受け付けます。 soft@civiltec.co.jp
- ・サポート期間は購入日から3年とします。
- ・バージョンアップ等はホームページでお知らせします。

著作権について

本ソフトウェア(EXCELファイル)は著作物であり、著作権は(有)シビルテックが保有しています。 このファイルをそのまま配布することや、成果品として提出することは禁止します。 報告書として提出する場合は、PDFやDocuWorks等の電子文書化して納品下さい。

免責特約の明示

本ソフトを使用したことにより生じたいかなる損害に対して作成者および掲載者は一切の責任 を負いません。あらゆる損害の免責をご承諾いただくことを使用条件とします。

改訂履歴

·2011.03.23 Ver.1.0 公開開始

計算条件の入力

タイトル	箱型擁壁の安定計算
サブタイトル	TEST DATA

(1)背面土等のデータ

入力項目	記号	単位	数值	備考
背面土の単位体積重量	γ	kN/m ³	19.00	
背面土の内部摩擦角	φ	度	31.23	
背面土の粘着力	С	kN/m²	8.76	
設計水平震度	Kh	-	0.16	
計算ケース(常時 or 地震時)	地震時			
粘着力の扱い	常時、地震時両方考慮			
載荷重の扱い	常時の	み考慮		

(2)根入れ地盤のデータ

入力項目		記号	単位	数值	備考
	単位重量	γr	kN/m ³	19.00	
根入れ地盤	内部摩擦角	φr	度	30.00	
低八化地盤	粘着力	Cr	kN/m²	0.00	
	有効根入長	Df	m	0.500	
基礎前面の	考慮の有無	受働:	土圧抵抗	を考慮しない	
受働土圧	低減係数	αр	-	0.50	

(3)支持地盤のデータ

入力項目			単位	数值	備考
	単位重量	γs	kN/m ³	20.00	
支持地盤	内部摩擦角	φs	度	30.00	
	粘着力	Cs	kN/m²	5.00	

(2)安定計算データ

(2)女走計算)————————————————————————————————————						
滑動に対する安定条件						
入力項目			記号	単位	数值	備考
温制:	安全率	常時	Fs	-	1.50	
/月到。	女王 华	地震時	Fse	-	1.20	
		地盤の支持力に	こ対する	安定条件	件	
許容地	也盤支持力度の	求め方	Case2.	基礎地盤	紫の極限支持力を	計算して求める
	入力項目		記号	単位	数值	備考
許容地盤支持力度		常時	qa	kN/m²	300	Case1の場合
计台地签	1. 文付刀及	地震時	qae	"	450	入力必須
±+±+	中央委	常時	Fs	kN/m²	2.00	
又行人	支持力安全率		Fse	"	1.50	
基礎底面形状の扱い		1	帯状基礎	と見なす	Case2の場合	
上で②を選んだ場合の擁壁1ブロックの延長		L	m	10.000	入力必須	
根入れ効果 割増係数κ考慮の		考慮の有無		κ を考慮	慮しない	
割増し係数	考慮する村	艮入れ深さ	Dk	m	0.500	

(3)箱型擁壁に使用する壁体のデータ

入力項目	記号	単位	数值	備考
壁体1個の高さ	Hw	m	1.000	
壁体1個の幅	Bw	m	1.250	
壁体の単位体積重量	γw	kN/m^3	19.000	
壁体材の内部摩擦角	φw	度	35.00	

(4)箱型擁壁の積上げ形状データ (ステップ幅入力表)

(4)相至推至0	/傾上け形状ナ	ーダ(スナッノ	幅八刀衣/		
段番号 (上から)	ステップ幅 Sw (m)	累加高 Σ h(m)	区間勾配 1:Si	平均勾配 1:N	備考
1段目	_	1.000	_	_	
2段目	0.300	2.000	1:0.300	1:0.300	
3段目	0.400	3.000	1:0.400	1:0.350	
4段目	0.400	4.000	1:0.400	1:0.367	
5段目	0.500	5.000	1:0.500	1:0.400	
6段目	0.500	6.000	1:0.500	1:0.420	
7段目	0.500	7.000	1:0.500	1:0.433	
8段目	0.600	8.000	1:0.600	1:0.457	
9段目	0.600	9.000	1:0.600	1:0.475	
10段目	0.700	10.000	1:0.700	1:0.500	
11段目					
12段目					
13段目					
14段目					
15段目					
16段目					
17段目					
18段目					
19段目					
20段目					
21段目					
22段目					
23段目					
24段目					
25段目					
合計	4.500	10.000	1	1:0.500	合計10段

(5)箱型擁壁背面の地形データ

入力項目		単位	数值	備考
天端水平幅	Bt	m	15.000	
のり面幅	Bs	m	1.500	
のり面高	Hs	m	1.000	

(6)載荷重データ

NO.	荷重	作用範囲		備考
NO.	q (kN/m²)	Xb (m)	Xe (m)	IIII 75
1	10.000	4.000	10.000	
2				

箱型擁壁の安定計算

タイトル	箱型擁壁の安定計算
サブタイトル	TEST DATA
計算ケース	地震時の計算

箱型擁壁の安定性の検討は上段から各段毎に行い、それぞれ転倒・滑動・支持力について安定性の検討を行う。検討方法は、「箱型擁壁工法 技術資料 設計・施工Manual (平成22年6月版)・箱型擁壁協会編」(以下マニュアルと呼ぶ)に拠る。

1. 設計条件

1-1. 箱型擁壁の壁体

・壁体1個の高さ	Hw =	1.000 (m)
・壁体1個の幅	Bw =	1.250 (m)
・壁体の単位体積重量	γ w =	$19.000 (kN/m^3)$
・壁体材の内部摩擦角	$\phi w =$	35.00 (度)

1-2. 背面土の条件

・ 背面土の内部摩擦角	$\phi =$	31.23 (度)
・ 背面土の粘着力	C =	$8.76 (kN/m^2)$
・背面土の単位体積重量	γ =	$19.00 (kN/m^3)$

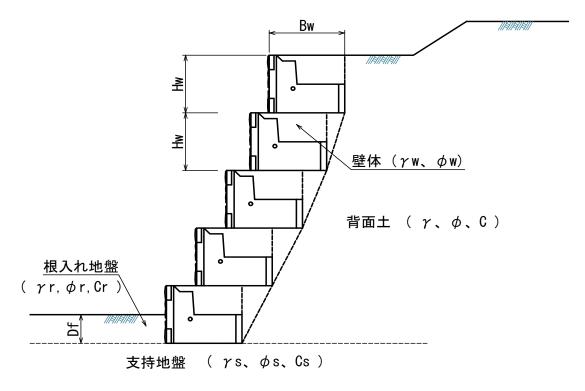


図1-1 箱型擁壁断面図 (本図は模式図であり、実際の形状とは異なる)

1-3. 設計水平震度

・設計水平震度 kh = 0.16

1-4. 安定条件

(1) 転倒に対する安定条件 (マニュアル p.63~p.64)

常 時: 合力の作用位置が、底版幅の中1/3より後方にあること (D>Bw/3)

地震時: 合力の作用位置が、底版幅の中2/3より後方にあること (D>Bw/6)

(D:つま先から合力位置までの距離、Bw:壁体幅)

(2) 滑動に対する安定条件(マニュアル p.65~p.66)

各段の躯体間および底面地盤における滑動安全率が以下の安全率を満たすこと

常時: Fsp = 1.50 地震時: Fsp = 1.20

(3) 地盤の支持力に対する安定条件(マニュアル p.66~p.67)

底面における地盤反力度(g) が、支持地盤の許容支持力度(ga)以下となること

 $q \le qa$ qa = qu / Fs

常 時:Fs = 2.00 地震時:Fs = 1.50

ここに、 qu:支持地盤の極限水平支持力度

Fs: 地盤の支持力に対する安全率

1-5. 根入れ地盤の条件(受働土圧算定用))

・受働土圧考慮の有無 : 考慮しない

・根入れ地盤の内部摩擦角 ϕ r = - (度) ・根入れ地盤の粘着力 Cr = - (kN/m^2) ・根入れ地盤の単位体積重量 γ r = - (kN/m^3)

・根入れ地盤への有効根入れ長 Df = 0.500 (m)

1-6. 支持地盤の条件(地盤の極限支持力度算定用)

・地盤の極限支持力度計算の有無 : 下の地盤定数から計算で求める

・支持地盤の内部摩擦角 ϕ s = 30.00 (度) ・支持地盤の粘着力 Cs = 5.00 (kN/m^2) ・支持地盤の単位体積重量 γ s = 20.00 (kN/m^3)

1-5. 箱型擁壁の積み形状

・箱型擁壁の全高 H = 10.000 (m)・箱型擁壁の平均勾配 1: N = 0.500

表1-1 ステップ幅一覧表

_表1-1 ステップ幅一覧表								
段番号	ステップ幅 Sw (m)	仮想背面 平均勾配 1: N						
1段目	-	_						
2段目	0.300	1:0.300						
3段目	0.400	1:0.350						
4段目	0.400	1:0.367						
5段目	0.500	1:0.400						
6段目	0.500	1:0.420						
7段目	0.500	1:0.433						
8段目	0.600	1:0.457						
9段目	0.600	1:0.475						
10段目	0.700	1:0.500						

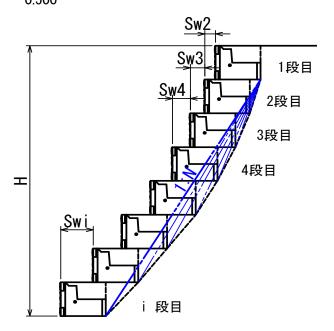


図1-2 箱型擁壁の積み形状図

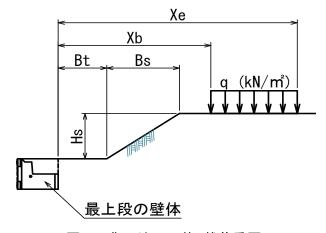


図1-3 背面地形形状・載荷重図

1-6. 箱型擁壁背面の地形形状

・天端水平幅
 ・のり面幅
 ・のり面高さ
 Bt = 15.000 (m)
 Bs = 1.500 (m)
 Hs = 1.000 (m)

1-7. 載荷重

表1-2 載荷重一覧表

X - 2 + 1/2	氏· 2 執行至 免权										
荷重	荷重	作用	範囲	備考							
NO.	$q(kN/m^2)$	Xb (m)	Xe (m)	1佣行							
1	10.000	4.000	10.000	載荷重は考慮しない							
2	0.000	0.000	0.000	戦円里は行思しない							

2. 壁体の自重計算

2-1. 壁体矩形部の計算(全段共通)

・壁体の高さ Hw = 1.000 (m)
 ・壁体の幅 Bw = 1.250 (m)
 ・壁体の単位体積重量 γ w = 19.00 (kN/m³)

(1) 壁体の重量

Wb = Hw • Bw •
$$\gamma$$
 w = 23.750 (kN/m)

(2) 重心位置のX座標

$$Xb = Bw / 2 = 1.250 / 2$$

= 0.625 (m)

(3) 重心位置のY座標

$$Yb = Hw / 2 = 1.000 / 2$$

= 0.500 (m)

(4) 地震時の水平慣性力

Pb = Wb •kh =
$$23.750 \times 0.16$$

= 3.800 (kN/m)

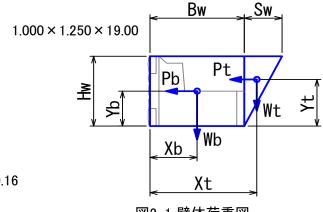


図2-1 壁体荷重図

2-2. 壁体三角形部の計算

表2-1 各段毎の壁体三角形部の計算表

			表2-1 各段	<u> 毎の壁体ニ</u>	角形部の計			
	寸	法	面積	重量	重心0)座標	地震時	
段番号	高さHw	幅 Sw	西頂 At	¥¥ Wt	Xt	Yt	慣性力	備考
	(m)	(m)	(\mathbf{m}^2)	(kN/m)	(m)	(m)	Pt (kN/m)	
1段目	1.000	0.000	0.000	0.000	1.250	0.667	0.000	
2段目	1.000	0.300	0.150	2.850	1.350	0.667	0.456	
3段目	1.000	0.400	0.130	3.800	1.383	0.667	0.430	
4段目	1.000	0.400	0.200	3.800	1.383	0.667	0.608	
5段目	1.000	0.400	0.250	4.750	1.417	0.667	0.760	
6段目	1.000	0.500	0.250	4.750	1.417	0.667	0.760	
7段目	1.000	0.500	0.250	4.750	1.417	0.667	0.760	
8段目	1.000	0.600	0.230	5.700	1.417	0.667	0.760	
9段目	1.000	0.600	0.300	5.700	1.450	0.667	0.912	
10段目	1.000	0.700	0.350	6.650	1.483	0.667	1.064	
合計	_	_	_	42.750	_	_	6.840	

3. 土圧の計算

3-1. 土圧の計算条件

・背面土の内部摩擦角 ϕ = 31.23 (度) ・背面土の粘着力 C = 8.76 (kN/m²) ・背面土の単位体積重量 γ = 19.00 (kN/m³) ・設計水平震度 kh = 0.16

3-2. 粘着高(Zc)

粘着高は下記に示す式で求める。(道路土工・擁壁工指針 p.70)

$$Zc = \frac{2 \cdot C \cdot \tan(45 + \phi/2)}{\gamma}$$
= 2 × 8.760 × \tan(45 + 31.23 / 2) / 19.00
= 1.637 (m)

3-3. 壁面摩擦角(δ)

土中の仮想背面に土圧が作用する場合の壁面摩擦角は下に示す値とする。 (道路土工・擁壁工指針 p.58、p.70)(マニュアル p.51)

(1) 常時の場合

 $\delta = \beta$ 、 $title \beta > \phi$ となるときは、 $\delta = \phi$ とする。

ここに、

β:地表面の傾斜角 φ:背面土の内部摩擦角

(2) 地震時の場合

$$\tan \delta = \frac{\sin \phi \cdot \sin(\theta + \Delta - \beta)}{1 - \sin \phi \cdot \cos(\theta + \Delta - \beta)}$$

$$= \frac{\sin \phi \cdot \sin(\theta + \Delta - \beta)}{\sin \phi}$$

 θ : 地震合成角 θ =tan $^{-1}$ kh

kh:設計水平震度 β:地表面の傾斜角 φ:背面土の内部摩擦角

ただし $\beta + \theta \ge \phi$ となるときは、 $\delta = \phi$ とする。

地表面の傾斜角(β)は、すべり土塊の範囲内で背後のり面勾配が一様な場合は、のり面勾配を β とする。また、すべり土塊の範囲内で背後のり面勾配が変化する場合は、すべり面と地表面との交点位置に応じて、以下の3ケースに分けて計算する。(マニュアル p.49~p.50)

[ケース-1: すべり面が擁壁天端平坦部と交差する場合]

$$\beta = 0$$

[ケース-2: すべり面がのり面部と交差する場合]

$$\tan \theta = \text{Hs} / (\text{Bt} + \text{Bs}) = \text{H'} / \text{Bs}$$

 $\therefore \text{H'} = \text{Bs} \cdot \text{Hs} / (\text{Bt} + \text{Bs})$
 $\tan \beta = \text{H'} / (\text{Bt} + \text{Bs}) = \text{Bs} \cdot \text{Hs} / (\text{Bt} + \text{Bs})^2$
 $\therefore \beta = \tan^{-1} [\text{Bs} \cdot \text{Hs} / (\text{Bt} + \text{Bs})^2]$

[ケース-3: すべり面がのり面天端平坦部と交差する場合]

```
ss = XG - Bt - Bs

X1 = XG - ss/2 = 1/2 • (XG + Bt + Bs)

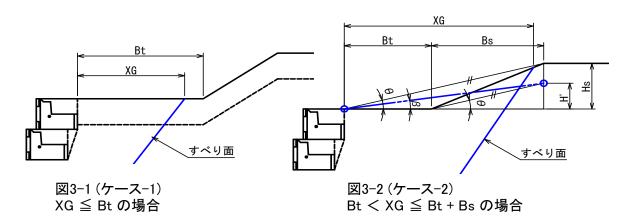
X2 = BS + ss/2 = 1/2 • (XG - Bt + Bs)

\tan \theta = \text{Hs} / \text{X1} = \text{H'} / \text{X2}

\therefore \text{H'} = \text{X2} \cdot \text{Hs} / \text{X1}

\tan \beta = \text{H'} / \text{X1} = 2 \cdot (\text{XG} - \text{Bt} + \text{Bs}) \cdot \text{Hs} / (\text{XG} + \text{Bt} + \text{Bs})^2

\therefore \beta = \tan^{-1} \left[ 2 \cdot (\text{XG} - \text{Bt} + \text{Bs}) \cdot \text{Hs} / (\text{XG} + \text{Bt} + \text{Bs})^2 \right]
```



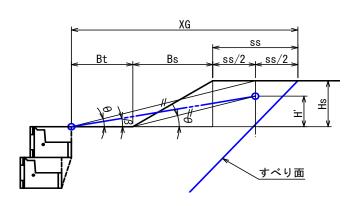


図3-3 (ケース-3) Bt + Bs < XG の場合

表3-1 各段毎の地表面傾斜角(β)、壁面摩擦角(δ)、壁面傾斜角(α)の計算表

70 1 11/2		製料用()人	地表傾斜角		壁面	壁面	
段番号	すべり角 ω(度)	地表交点 XG (m)	計算 ケース	傾斜角 β(度)	ェ協 摩擦角 δ (度)	重品 傾斜角 α(度)※	備考
1段目	0.0	0.000	1	0.000	0.000	0.000	
2段目	41.8	1.935	1	0.000	23.534	-16.699	
3段目	44.1	2.393	1	0.000	23.534	-19.290	
4段目	44.0	3.038	1	0.000	23.534	-20.136	
5段目	43.0	3.756	1	0.000	23.534	-21.801	
6段目	42.4	4.464	1	0.000	23.534	-22.782	
7段目	42.0	5.166	1	0.000	23.534	-23.429	
8段目	41.2	5.929	1	0.000	23.534	-24.567	
9段目	40.7	6.652	1	0.000	23.534	-25.408	
10段目	40.0	7.405	1	0.000	23.534	-26.565	
		_					
		_					

※ 各段毎の土圧算定における壁面傾斜角は仮想背面の傾斜角(平均傾斜角)とする。 (図3-4 参照)

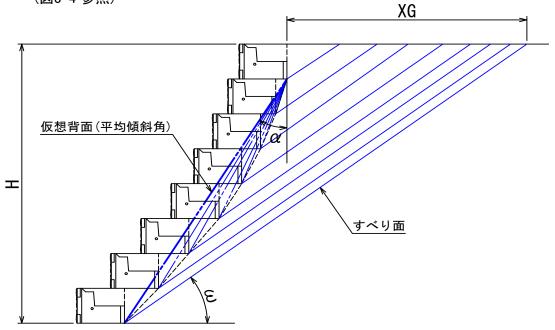


図3-4 壁面傾斜角のとり方

階段式擁壁の仮想壁面に作用する主働土圧の合力は、すべり土塊に作用する荷重の連力 図より、下に示す式で求める。(マニュアル p.51~p.52)

 $Pa = \frac{(W+Q) \cdot \sin(\omega - \phi) + kh \cdot W \cdot \cos(\omega - \phi) - C \cdot L \cdot \cos\phi}{\cos(\omega - \phi - \delta - \alpha)}$ ここに、

Pa: 主働土圧 (kN/m)

W: 土くさびの重量 (kN/m)

Q:載荷重 Q=q×b(kN/m)

b: 載荷重作用幅(m)

φ:背面土の内部摩擦角(°)

α:壁背面と鉛直面のなす角(°)

δ:壁面摩擦角(°) ω:すべり面角(°)

kh: 設計水平震度

C: 粘着力 (kN/m²)

L: すべり面の長さ (m)

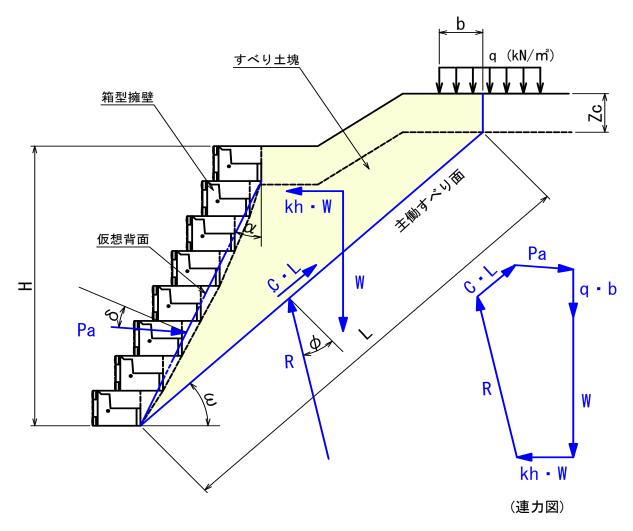


図3-5 試行くさび法による土圧算定図

表3-2 各段	毎の全土圧	地震時	の計算				
段番号	すべり角 ω (度)	土塊重量 W (kN/m)	載荷重 Q (kN/m)	荷重合計 W+Q (kN/m)	すべり長 L (m)	主働土圧 Pa (kN/m)	備考
1段目	0.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
2段目	41.8	5.446	0.000	5.446	0.544	0.000	
3段目	44.1	34.329	0.000	34.329	1.957	0.000	
4段目	44.0	76.736	0.000	76.736	3.399	3.559	
5段目	43.0	130.233	0.000	130.233	4.928	10.276	
6段目	42.4	197.127	0.000	197.127	6.466	21.145	
7段目	42.0	277.286	0.000	277.286	8.010	36.170	
8段目	41.2	368.313	0.000	368.313	9.654	50.616	
9段目	40.7	470.796	0.000	470.796	11.284	68.828	
10段目	40.0	580.988	0.000	580.988	13.002	85.165	

各段分の区間土圧は、検討する段の全土圧 Paと検討する段から一つ上の全土圧 Pu の差 (Pa-Pu)として求める。(マニュアル p.53)

P = Pa - Pu

Ph = P · cos $(\delta + \alpha)$ Pv = P · sin $(\delta + \alpha)$

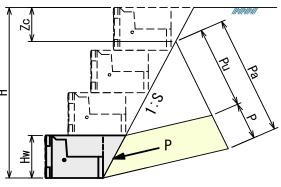


図3-6 区間土圧図

ここに、 P:検討する段の区間土圧(kN/m)

Pa: 検討する段の全土圧 (kN/m) Pu: 一つ上の段の全土圧(kN/m)

Ph: 水平土圧(kN/m) Pv: 鉛直土圧(kN/m)

α: 壁背面と鉛直面のなす角(°)=tan⁻¹(S)

S: 区間勾配 (1:S) δ:壁面摩擦角(°)

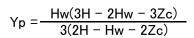
表3-2 各段毎に作用する区間土圧計算表

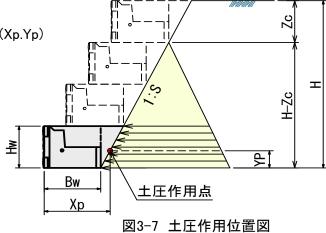
次3-2 台段時に15円9 る区間工圧計算及									
段番号	壁面 傾斜角 α(度)※	全土圧 Pa (kN/m)	1段上の 全土圧 Pu(kN/m)	区間土圧 Pa-Pu (kN/m)	水平土圧 Ph(kN)	鉛直土圧 Pv(kN)	備考		
1段目	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000			
2段目	-16.699	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000			
3段目	-21.801	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000			
4段目	-21.801	3.559	0.000	3.559	3.557	0.108			
5段目	-26.565	10.276	3.559	6.717	6.708	-0.355			
6段目	-26.565	21.145	10.276	10.869	10.854	-0.575			
7段目	-26.565	36.170	21.145	15.025	15.004	-0.794			
8段目	-30.964	50.616	36.170	14.446	14.325	-1.868			
9段目	-30.964	68.828	50.616	18.212	18.059	-2.355			
10段目	-34.992	85.165	68.828	16.337	16.011	-3.245			
合計	-	-	-	85.165	84.518	-9.084			

[※] 区間土圧計算における壁面傾斜角は区間ごとの背面傾斜角とする。 α =tan⁻¹(S)

3-7. 土圧作用位置の計算

検討する段に作用する土圧の作用点座標(Xp.Yp) は下に示す式で求める。(マニュアル p.53)





ここに、

H: 擁壁全高

Zc:粘着高 1.637 (m)1.000 (m) Hw:壁体1個の高さ = Bw:壁体1個の幅 = 1.250 (m)

S:背面勾配(1:S)

表3-2 各段毎に作用する区間土圧計算表

X C L L FX		北五石町	土圧の	作用点	
段番号	擁壁高 H (m)	背面勾配 1 : S	X座標	Y座標	備考
			Xp(m)	Yp(m)	
1段目	1.000	1:0.000	1.250	0.573	
2段目	2.000	1:0.300	1.582	1.108	
3段目	3.000	1:0.400	1.411	0.403	
4段目	4.000	1:0.400	1.432	0.455	
5段目	5.000	1:0.500	1.486	0.471	
6段目	6.000	1:0.500	1.489	0.478	
7段目	7.000	1:0.500	1.492	0.483	
8段目	8.000	1:0.600	1.542	0.486	
9段目	9.000	1:0.600	1.543	0.488	
10段目	10.000	1:0.700	1.592	0.489	

4. 作用荷重の集計計算

4-1. 鉛直力の集計

各段毎の鉛直力を計算する。

N段目の壁体に作用する鉛直合力 VTは、N+1段目の壁体に外力 Uv として作用させる。(マニュアル p.54)

Wb:壁体矩形部の自重(kN/m) Wt:壁体三角形部の自重(kN/m)

Pv:鉛直土圧(kN/m) Uv:上部鉛直外力(kN/m)

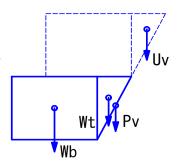


図4-1 鉛直荷重図

表4-1 各段毎に作用する鉛直力集計表

表4-1 各段毎に作用する鉛直力集計表										
		体	鉛直土圧	上部外力	合計					
段番号	矩形部 Wb (kN/m)	三角形部 Wt (kN/m)	Pv (kN/m)	Uv (kN/m)	VT (kN/m)	備考				
1段目	23.750	0.000	0.000	0.000	23.750					
2段目	23.750	2.850	0.000	23.750	50.350					
3段目	23.750	3.800	0.000	50.350	77.900					
4段目	23.750	3.800	0.108	77.900	105.558					
5段目	23.750	4.750	-0.355	105.558	133.703					
6段目	23.750	4.750	-0.575	133.703	161.628					
7段目	23.750	4.750	-0.794	161.628	189.334					
8段目	23.750	5.700	-1.868	189.334	216.916					
9段目	23.750	5.700	-2.355	216.916	244.011					
10段目	23.750	6.650	-3.245	244.011	271.166					

4-2. 水平力の集計

各段毎の水平力を計算する。 N段目の壁体に作用する水平合力 HTは、N+1段目の壁体に外力 Uh として作用させる。(マニュアル p.54)

Pb:壁体矩形部の地震時慣性力(kN/m)

Pt: 壁体三角形部の "(kN/m)

Ph:水平土圧(kN/m) Uh:上部水平外力(kN/m)

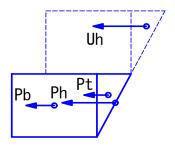


図4-2 水平荷重図

表4-2 各段毎に作用する水平力集計表

<u> </u>	#I〜TFHI 9 辟	<u> </u>	H1 3X			
段番号	矩形部 Pb (kN/m)	三角形部 Pt (kN/m)	水平土圧 Ph (kN/m)	上部外力 Uh (kN/m)	合計 HT (kN/m)	備考
1段目	3.800	0.000	0.000	0.000	3.800	
2段目	3.800	0.456	0.000	3.800	8.056	
3段目	3.800	0.608	0.000	8.056	12.464	
4段目	3.800	0.608	3.557	12.464	20.429	
5段目	3.800	0.760	6.708	20.429	31.697	
6段目	3.800	0.760	10.854	31.697	47.111	
7段目	3.800	0.760	15.004	47.111	66.675	
8段目	3.800	0.912	14.325	66.675	85.712	
9段目	3.800	0.912	18.059	85.712	108.483	
10段目	3.800	1.064	16.011	108.483	129.358	

4-3. 抵抗モーメントの集計

各段毎の鉛直力による抵抗モーメントを計算する。

- 壁体矩形部の自重によるモーメント Mwb = Wb · Xb
- ・壁体三角形部の自重によるモーメント Mwt = Wt・Xt
- ・鉛直土圧によるモーメント

 $Mpv = Pv \cdot Xp$

上部鉛直外力によるモーメント Muv = Uv · Xu

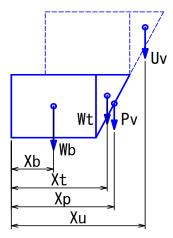


図4-3 抵抗モーメント計算図

表4-3 各段毎の鉛直力による抵抗モーメント計算表

	壁体自重	モーメント	鉛直土圧	上部外力	合計	
段番号	矩形部 Mwb (kN·m/m)	三角形部 Mwt (kN·m/m)	モーメント Mpv (kN·m/m)	モーメント Muv (kN·m/m)	モーメント MV (kN·m/m)	備考
1段目	14.844	0.000	0.000	0.000	14.844	
2段目	14.844	3.848	0.000	21.969	40.661	
3段目	14.844	5.255	0.000	60.823	80.922	
4段目	14.844	5.255	0.155	112.098	132.352	
5段目	14.844	6.731	-0.528	185.149	206.196	
6段目	14.844	6.731	-0.856	273.022	293.741	
7段目	14.844	6.731	-1.185	374.492	394.882	
8段目	14.844	8.265	-2.880	508.551	528.780	
9段目	14.844	8.265	-3.634	658.991	678.466	
10段目	14.844	9.862	-5.166	849.158	868.698	

4-4. 転倒モーメントの集計

各段毎の水平力による転倒モーメントを計算する。

・壁体矩形部の地震時慣性力によるモーメント Mpb = Pb・Yb

・壁体三角形部の地震時慣性力によるモーメント Mpt = Pt ・Yt

・水平土圧によるモーメント Mph = Ph・Yp

・上部水平外力によるモーメント Muh = Uh・Yu

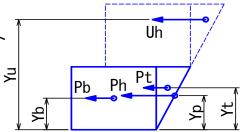


図4-4 転倒モーメント計算図

表4-4 各段毎の水平力による転倒モーメント計算表

X · · · · · ·	水平慣性が	コモーメント	水平土圧	上部外力	合計	
段番号	矩形部 Mpb (kN·m/m)	三角形部 Mpt (kN·m/m)	モーメント Mph (kN·m/m)	モーメント Muh (kN·m/m)	モーメント MH (kN·m/m)	備考
1段目	1.900	0.000	0.000	0.000	1.900	
2段目	1.900	0.304	0.000	5.700	7.904	
3段目	1.900	0.406	0.000	15.959	18.265	
4段目	1.900	0.406	1.618	30.724	34.648	
5段目	1.900	0.507	3.159	55.077	60.643	
6段目	1.900	0.507	5.188	92.333	99.928	
7段目	1.900	0.507	7.247	147.033	156.687	
8段目	1.900	0.608	6.962	223.361	232.831	
9段目	1.900	0.608	8.813	318.506	329.827	
10段目	1.900	0.710	7.829	438.271	448.710	

4-5. 合力の作用位置の計算(1)

各段毎の合力の作用位置を計算する。 座標原点は、計算段の左下隅とする。

- ・合計モーメント Σ M = MV - MH
- ·合力作用点のX座標 XT = MV / VT
- ·合力作用点のY座標 YT = MH / HT

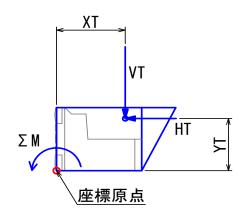


図4-5 合力作用位置計算図(1)

表4-5 各段毎の合力の作用位置計算表

X+0 1 /X		<u>作用12直計</u> ∃ーメント合言		作用荷面	重の合力	合力作	用位置
段番号	抵抗 モーメント MV (kN·m/m)	転倒 モーメント MH (kN·m/m)	合計 モーメント Σ M (kN·m/m)	鉛直力 VT (kN/m)	水平力 HT (kN/m)	X座標 XT (m)	Y座標 YT (m)
1段目	14.844	1.900	12.944	23.750	3.800	0.625	0.500
2段目	40.661	7.904	32.757	50.350	8.056	0.808	0.981
3段目	80.922	18.265	62.657	77.900	12.464	1.039	1.465
4段目	132.352	34.648	97.704	105.558	20.429	1.254	1.696
5段目	206.196	60.643	145.553	133.703	31.697	1.542	1.913
6段目	293.741	99.928	193.813	161.628	47.111	1.817	2.121
7段目	394.882	156.687	238.195	189.334	66.675	2.086	2.350
8段目	528.780	232.831	295.949	216.916	85.712	2.438	2.716
9段目	678.466	329.827	348.639	244.011	108.483	2.780	3.040
10段目	868.698	448.710	419.988	271.166	129.358	3.204	3.469

4-6. 合力の作用位置の計算 (2)

座標原点を次の段の左下とした場合の合力作用位置を計算する。

合力作用点のX座標 XU = XT + Sw合力作用点のY座標 YU = YT + Hw

ここに、

Sw:ステップ幅(m) Hw:壁体の高さ(m)

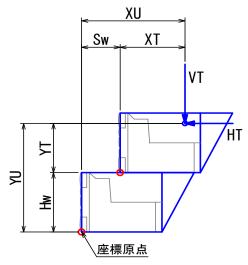


図4-6 合力作用位置計算図(2)

表4-5 座標原点を次の段の左下とした場合の合力作用位置計算表

段番号	擁壁高 H (m)	ステップ幅 Sw (m)	合力作		
			X座標 XU(m)	Y座標 YU(m)	備考
1段目	1.000	_	0.925	1.500	
2段目	2.000	0.300	1.208	1.981	
3段目	3.000	0.400	1.439	2.465	
4段目	4.000	0.400	1.754	2.696	
5段目	5.000	0.500	2.042	2.913	
6段目	6.000	0.500	2.317	3.121	
7段目	7.000	0.500	2.686	3.350	
8段目	8.000	0.600	3.038	3.716	
9段目	9.000	0.600	3.480	4.040	
10段目	10.000	0.700			

5. 箱型擁壁の安定計算

5-1. 転倒に対する安定検討

各段毎に転倒に対する安定検討を行う。

転倒に対する安定条件は、つま先からの合力の作用位置までの距離(d)が、壁体幅のミドルサードより背面側にあることとする。(マニュアル p.63~p.64) 表 5-1に転倒に対する安定検討表を示す。

・つま先から合力作用位置までの距離 (D)

$$D = \frac{MV - MH}{VT}$$
$$= \frac{\sum M}{VT}$$

ここに、

MV: つま先回りの抵抗モーメント(kN·m/m)
MH: つま先回りの転倒モーメント(kN·m/m)
ΣM: 合計(回転)モーメント(kN·m/m) = MV - MH

VT:鉛直合力(kN/m)

•安定条件

常 時: D ≧ Bw / 3 = 0.417 (m)

地震時: D ≧ Bw / 6 = 0.208 (m)

ここに、

Bw:壁体の幅 = 1.250 (m)

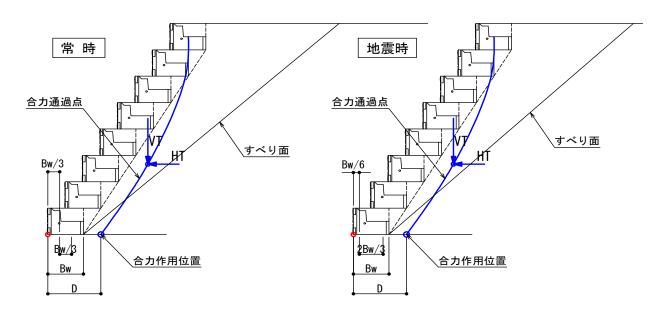


図 5-1 転倒の安定性に対する概略図

表 5-1 転倒に対する安定検討表						地震時の計算	
段番号	擁壁高 H (m)	合計 モーメント Σ M (kN·m/m)	鉛直力 VT (kN/m)	合力 作用位置 D (m)	基準距離	判定	備考
					Bw/6 (m)	D≧Bw/6	NHI 77
1段目	1.000	12.944	23.750	0.545	0.208	O.K	
2段目	2.000	32.757	50.350	0.651	0.208	O.K	
3段目	3.000	62.657	77.900	0.804	0.208	O.K	
4段目	4.000	97.704	105.558	0.926	0.208	O.K	
5段目	5.000	145.553	133.703	1.089	0.208	O.K	
6段目	6.000	193.813	161.628	1.199	0.208	O.K	
7段目	7.000	238.195	189.334	1.258	0.208	O.K	
8段目	8.000	295.949	216.916	1.364	0.208	O.K	
9段目	9.000	348.639	244.011	1.429	0.208	O.K	
10段目	10.000	419.988	271.166	1.549	0.208	O.K	

滑動に対する安定検討は、各段の躯体間と、最下段躯体と支持地盤間について行い、それぞれ、滑動に対する所定の安全率を確保することとする。(マニュアル p.65~p.66) 躯体間における滑動安定計算結果を表5-2 に示す。

(1) 躯体間における滑動検討

・滑動に対する安全率

Fs =
$$\frac{\text{VT } \cdot \text{tan}(\phi \text{ w})}{\text{HT}} \ge \text{Fsp} = 1.20$$
 (地震時)

ここに、VT:鉛直合力(kN/m) HT:水平合力(kN/m)

 ϕ w:壁体材の内部摩擦角 ϕ w = 35.00 (度) $\tan(\phi$ w) = 0.700

表 5-2 躯体間における滑動安定検討表 地震時の計算 抵抗力 水平力 判定 鉛直力 擁壁高 安全率 段番号 $VT \cdot tan \phi_w$ VT Fs≧Fsp= HT 備考 H (m) Fs (kN/m)(kN/m)(kN/m)1.20 1段目 1.000 23.750 16.625 3.800 4.375 O.K 2段目 2.000 50.350 35.245 8.056 4.375 O.K 3段目 3.000 77.900 54.530 12.464 4.375 0.K 4段目 4.000 105.558 73.891 20.429 3.617 O.K 5段目 5.000 133.703 93.592 31.697 2.953 O.K 6段目 6.000 161.628 113.140 2.402 47.111 0.K 7段目 7.000 189.334 132.534 66.675 1.988 O.K 8段目 8.000 216.916 151.841 85.712 1.772 0.K 9段目 9.000 244.011 170.808 1.575 O.K 108.483 10段目 10.000 271.166 189.816 129.358 1.467 O.K

(2) 支持地盤における滑動検討

・滑動に対する安全率の算定式(マニュアル p.65~p.66)

$$Fs = \frac{VT \cdot tan(\phi s) + Cs \cdot Bw + 0.5 \cdot Pp}{HT} \ge Fsp = 1.20$$
 (地震時)

$$Pp = \frac{W \cdot \sin(\omega + \phi r) - kh \cdot W \cdot \cos(\omega + \phi r) + Cr \cdot L \cdot \cos\phi r}{\cos(\omega + \phi r)}$$

$$W = \frac{Df^2 \cdot \gamma r}{2 \cdot \tan \omega}$$

$$L = \frac{Df}{\sin \omega}$$

ここに、

VT:鉛直合力 = 271.166 (kN/m)
HT:水平合力 = 129.358 (kN/m)
φs:支持地盤の内部摩擦角 = 30.00 (°)

Cs:支持地盤の粘着力 = 5.00 (kN/m³)
Bw:壁体の底面幅 = 1.250 (m)
φr:根入れ地盤の内部摩擦角 = 30.00 (°)
Cr:根入れ地盤の粘着力 = 19.000 (kN/m³)
γr:根入れ地盤の単位体積重量 = 19.00 (kN/m³)
Ds: サびはの方が根スカル長 = 1.250 (m) VT:鉛直合力 = 271.166 (kN/m)

Df: 基礎の有効根入れ長 = 1.250 (m)

kh:設計水平震度=0.16Pp: 粘着力を考慮した受働土圧=0.000 (kN/m)

ω: すべり面角(°) L: すべり面の長さ(m) W: 土塊重量(kN/m)

表 5-3 受働土圧算定表

ス・・スドニニバルス								
項目	記号	単位	数值	備考				
すべり面角(※)	ω	度	#VALUE!					
すべり面長	L	m	#VALUE!					
土塊重量	W	kN/m	#VALUE!					
受働土圧	Pp	kN/m	#VALUE!					

※:ωの値を変えてPpが最小となる値を試行くさび法により求める。

滑動に対する安全率の計算

Fs =
$$\frac{\text{VT } \cdot \tan(\phi \text{ s}) + \text{Cs } \cdot \text{Bw} + 0.5 \cdot \text{Pp}}{\text{HT}}$$
= $\frac{271.166 \times \tan(30.00) + 5.00 \times 1.250 + 0.5 \times 0.000}{129.358}$
= $\frac{162.808}{129.358}$
= $1.259 \geq \text{Fs} = 1.20$ O.K 安定条件を満たしている

基礎地盤の支持力に対して、地盤反力度が許容支持力度以下であることを検討する。 なお、載荷実験やFEM解析結果より、箱型擁壁の最下段では比較的均等に荷重が作 用していることが確認されている。そこで、鉛直荷重は壁体底面幅の全面に均等に分布 するものとする。(マニュアル p.66~p.67)

(1) 壁体底面の地盤反力度の計算

・滑動に対する安全率

$$q = \frac{VT}{Bw} = \frac{271.166}{1.250}$$

= 216.933 (kN/ m^2)

ここに、VT:鉛直合力 = 271.166 (kN/m) Bw:壁体の底面幅 = 1.250 (m)

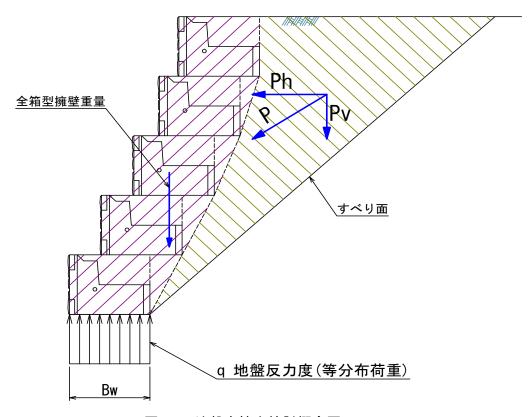


図 5-2 地盤支持力検討概念図

(2) 支持地盤の許容支持力度

・鉛直荷重は基礎底面に均等に作用するので、荷重の傾斜角 θ =0 とする。

$$\tan \theta = 0.00$$

·極限支持力度算定式(道路橋道路橋示方書·同解説 下部構造編 p.269)

 $\text{Od} = \alpha \cdot \kappa \cdot \text{C} \cdot \text{Nc} \cdot \text{Sc} + \kappa \cdot \text{g} \cdot \text{Ng} \cdot \text{Sg} + 1/2 \cdot \gamma \cdot \beta \cdot \text{Be} \cdot \text{Nr} \cdot \text{Sr}$

ここに、qd:地盤の極限支持力度

Be: 基礎有効幅 = Bw = 1.250 (m)

α、β: 基礎の形状係数

帯状基礎、 $\alpha = 1.000$ $\beta = 1.000$

C:支持地盤の粘着力 =5.000 (kN/m²)

q:上載荷重(=γr·Df)(kN/m²)

9.500 (kN/m²) $q = \gamma r \times Df = 19.00 \times 0.500 =$

γf: 根入れ地盤の単位体積重量 = 19.00 (kN/m^3)

Df: 有効根入れ長(m) = 0.500

γs: 支持地盤の単位体積重量 = $20.00 (kN/m^3)$

Sc,Sq,Sr:支持力係数の寸法効果に対する補正係数

 $Sc = (C^*)^{\lambda} = (C/10)^{-1/3} = 1.00$

 $Sq = (q^*)^{\nu} = (q/10)^{-1/3} =$ 1.00

 $Sr = (B^*)^{\mu} = (Be/1.0)^{-1/3} = 0.93$

Nc.Ng,Nr:支持力係数(道路橋示方書、支持力係数グラフより)

Nc = 30.14

Nq = 18.40

Nr = 15.32

κ: 根入れ効果に対する割り増し係数

 $\kappa = 1 + 0.3 \times Dk/Be = 1 + 0.3 \times 0.000/1.250$

1.00 (根入れ効果を考慮しない)

Dk: 根入れ効果を考慮する根入れ長= 0.000 (m)

•極限支持力度

Qd= $\alpha \cdot \kappa \cdot C \cdot Nc \cdot Sc + \kappa \cdot q \cdot Nq \cdot Sq + 1/2 \cdot \gamma s \cdot \beta \cdot Be \cdot Nr \cdot Sr$

 $= 1.000 \times 1.00 \times 5.00 \times 30.14 \times 1.00 + 1.00 \times 9.50 \times 18.40 \times 1.00$

 $+ 1/2 \times 20.00 \times 1.000 \times 1.250 \times 15.32 \times 0.93$

150.700 + 174.800 + 178.095

= $503.595 (kN/m^2)$

•許容支持力度

503.595 1.500

335.730 (kN/m²)

qa: 許容支持力度(kN/m³)

qu:極限支持力度(kN/m²)

Fs: 支持力に対する安全率

Fs = 1.50(地震時)

・支持力に対する安定性

O.K 安定条件を満たしている 216.933 ≦ qa = 335.730 **q** = (kN/m^2) (kN/m^2)

「箱型擁壁の安定計算」制限解除法について

【シェアウェア】

当ソフトはシェアウェアとなっており使用制限として「背面土の土質定数(φ、C)と水平震度(kh)」が変更できないようになっています。(他の値は変更可能です)制限を解除するにはユーザー登録が必要となります。

【ユーザー登録の方法】

手順-1.銀行振込みを利用して送金手続きを取って下さい。

- ・振込金額(シェアウエア金額:消費税込み)¥12,000
- ・振込先銀行名:ジャパンネット銀行(銀行番号 0033)
- ·支店名:本店営業部(支店番号 001)
- •口座番号: 6791950 (普通口座)
- ・口座名義: 有限会社 シビルテック

手順-2. 送金の後、以下の内容をメールで連絡ください

- (1)申し込みソフト名(箱型擁壁の安定計算)
- (2)ご利用者の氏名(法人の場合法人名と担当者名)
- (3)ご利用者の メールアドレス
- (4)振込日
- (5)その他(必要に応じて住所、TEL等)

【制限解除の方法】

送金確認後、電子メールで入力制限解除版のソフトを送付致します。

【サポート】

- ・不具合報告、要望等はメールにて受け付けます。
- ・サポート期間は購入日から3年とします。
- バージョンアップ等はホームページで行います。

【著作権について】

本ソフトウェア(EXCELファイル)は著作物であり、著作権は(有)シビルテックが保有しています。 このファイルをそのまま配布することや、成果品として提出することは禁止します。 報告書として提出する場合は、PDFやDocuWorks等の電子文書化して納品下さい。

【免責特約の明示】

本ソフトを使用したことにより生じたいかなる損害に対して作成者および掲載者は一切の責任を 負いません。あらゆる損害の免責をご承諾いただくことを使用条件とします。

【連絡先】

- ・有限会社 シビルテック 横田洋文
- •E-mail: you@civiltec.co.jp
- FAX: 092-861-8820
- ・ホームページ: http://www.civiltec.co.jp/