

插圖式 建築物假設計算(下)

崔征國 譯

武井一夫
中川三夫 共著
下村一
飯塚雅弘



詹氏書局

插圖式 建築物假設計算(下)

崔征國 譯

武井一夫
中川三夫 共著
下村一
飯塚雅弘

版權所有



翻印必究

圖解建築物的假設計算(下)

作 者：崔 征 國

發行人：詹 文 才

發行所：詹 氏 書 局

登記證：局版台業字第 3205 號

地 址：台北市和平東路 1 段 177 號 102 室

郵政劃撥：0591120-1 詹氏書局

電 話：(02)341-2856 396-4653

F A X：(02)396-4653

印 刷 所：海王彩色印刷有限公司

中 華 民 國 八 十 年 十 二 月 初 版

定價：350 元

ISBN 957-9432-80-3

目錄

5 擋土

擋土的結構計算——2

5-1 坡面擋土工法——3

• 小知識 5-1 利用分割法之斜面的安定計算——7

5-2 自立擋土工法——9

1. 載重計算——10

• 小知識 5-2 上載載重以及坡面擋土引起的側
壓——13

2. 擋土壁的檢討——14

A 擋土樁的檢討——14

B 橫擋土板的檢討——24

C 對於隆起的檢討——27

• 小知識 5-3 隆起與騰砂的檢討——29

5-3 水平撐樑工法——32

1. 載重計算——33

A Rankine 的側壓分布——33

B 「建築基礎結構設計準則・同解釋」的側壓分
布——34

C 設計用側壓分布——35

2. 擋土壁的檢討——36

A 擋土樁之埋設長度的檢討——36

B 擋土樁的應力與下陷的計算——41

C 擋土樁的剖面檢討——52

D 橫擋土板的檢討——54

3. 各支保的檢討——57

A 載重計算——57

B 橫擋的檢討——58

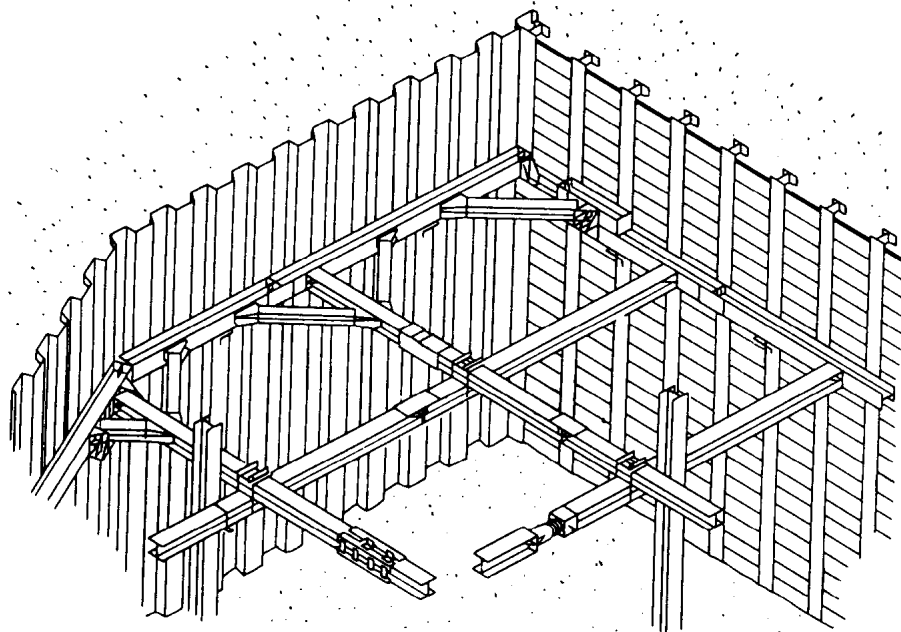
C 撐樑的檢討	61
• 小知識 5-4 撐樑的溫度應力	65
D 隅撐的檢討	66
E 撐柱的檢討	69
5-4 地錨工法	74
1. 載重計算	75
A Rankine 的側壓分布	76
B 「建築基礎結構設計準則・同解釋」的側壓分布	76
C 設計用側壓分布	77
2. 擋土壁的檢討	78
A 鋼板樁之埋設長度的檢討	78
3. 橫擋的檢討	91
A 載重	92
B 對於彎力的檢討	92
C 對於剪力的檢討	93
D 對於下陷的檢討	93
4. 地錨的檢討	94
A 地錨體長 ℓ_a	94
B 地錨的自由長 ℓ_f	95
C 地錨的全長 L_A	95
D 地錨拉力構件的檢討	96
E 地錨拉力構件之附着力的檢討	97
5-5 整理	99

附錄 計算用基本資料

• 模板、支保	104
• 鷹架	119
• 施工走道	124
• 擋土	137

- 共同資料 ————— 152
- 鋼構件資料 ————— 162

5 擋土



擋土的結構計算

擋土是爲了地下工程安全且順利地進行，防止挖掘壁面的崩塌以及土砂的回流而設置的假設構造物，除了安全性與施工性之外，同時還要求經濟性。

擋土，通常是由擋土壁體、橫擋、撐樑、支柱等各構件構成，這些構件，必須等待充分調查土質、地下水狀態、障礙物、埋設物以及周圍狀況，並且掌握之後再進行設計。

擋土，經常將整體計畫考慮在內進行設計乃是重點。



- 側壓 (土壓 + 水壓)
- 騰砂
- 隆起



經由結構計算確認安全，
並且注意變形以及移動！！

5-1 坡面擋土工法

重點 5-1 坡面擋土工法，乃是基地寬裕且地基良好時使用的工法，根據下述方法檢討斜面的安定。



- 土質均勻不考慮間隙水壓之單純坡面時，根據泰拉的分析圖表檢討。
- 除了上述條件以外的情況，根據分割法檢討。



1. 坡面的坡度、高度，考慮土質、地下水、周圍的狀況等之後決定。

（但是，手挖之時，遵守勞動安全衛生規則的標準。）

2. 斜面的高度，基於安全性、作業性的考慮，定於 6 m 以下。

（但是土質極好的多段式之時，以 10 ~ 12 m 為限。）

3. 砂質地基時，必須將地下水位降到開挖底面以下。

（使用點井等）

4. 爲了防止斜面的崩塌以及安定的降低，透過坡面的保護以及排水溝等進行養護。

例題 5-1

對於圖 5-1 的坡面擋土進行計算。

深度 (m)	土質記號	土質名稱	土質常數
1		填土	$\bar{N} = 6$
2		沃土	$\gamma_s = 1.4 \text{ t/m}^3$
3			$\phi = 10^\circ$
4			$C = 2.5 \text{ t/m}^2$
5		砂泥	$\bar{N} = 10$
6			$\gamma_s = 1.7 \text{ t/m}^3$
7			$\phi = 17^\circ$
8			$C = 3.5 \text{ t/m}^2$
9			

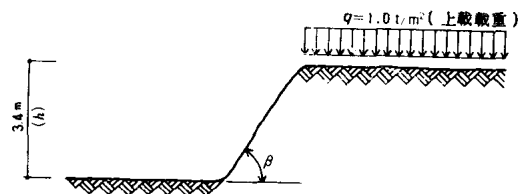
在此， $\bar{N}$ ：平均 N 值

γ_s ：土之潮濕單位體積重量 (t/m^3)

ϕ ：土之內部摩擦角 (度)

C ：土之粘合力 (t/m^2)

圖 5-1 坡面擋土圖



〔設計條件〕

- 斜面高度…………… $h = 3.4 \text{ m}$
- 斜面的傾斜角…………… $\beta = 75^\circ$
- 上載載重…………… $q = 1.0 \text{ t/m}^2$
- 斜面的土質…………… 有機黏土

$$\left\{ \begin{array}{l} \gamma_t = 1.4 \text{ t/m}^3 \\ \phi = 10^\circ \\ C = 2.5 \text{ t/m}^2 \end{array} \right.$$

此一例題的場合，由於土質均勻且為單純斜面，於是使用泰拉的安定解析圖表進行斜面的安定計算。

斜面的安定計算，根據下式進行。

$$F_s = \frac{H}{h}$$

$$\text{在此， } H = \frac{C \cdot N_s - q}{\gamma_t}$$

F_s ：安全率

H ：界限自立高度

h ：斜面高度(m)

C ：土壤的粘着力 (t/m^2)

q ：上載載重 (t/m^2)

γ_t ：土之潮濕單位體積重量 (t/m^3)

斜面的傾斜角 $\beta = 75^\circ$ ，土之內部摩擦角 $\phi = 10^\circ$ ，根據圖 5-2， N_s 如下：

$$\frac{1}{N_s} = 0.175 \rightarrow N_s = 5.71$$

於是界限自立高度

$$H = \frac{C \cdot N_s - q}{\gamma_1} = \frac{2.5 \text{ t/m}^2 \times 5.71 - 1.0 \text{ t/m}^2}{1.4 \text{ t/m}^3} \approx 9.48 \text{ m}$$

根據下式計算安全率 F_s ,

$$F_s = \frac{H}{h} = \frac{9.48 \text{ m}}{3.4 \text{ m}} \approx 2.79 > 1.5 \quad \text{O.K.!!}$$

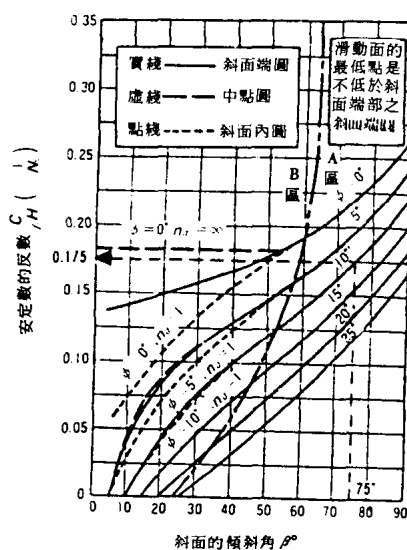


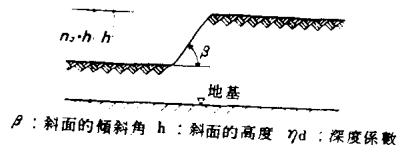
圖 5-2 泰拉的安定分析圖表



該圖 5-2
適用於土質均
勻且不考慮間隙
水壓之單純斜
面之地基的
情況。



沃土層容
易受到下雨以
及乾燥的重複影
響，為了斜面的
崩塌防止，坡面
需要以水泥砂漿
等加以保護。



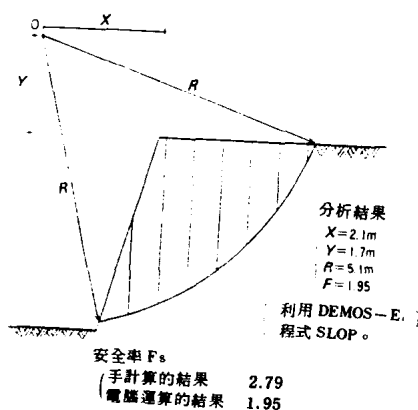
以上，斜面的安定計算結束，確定了即使不設擋土壁，
斜面仍然會自立。

下一步，
檢討如果利用
電腦分析相同的
例題將會得到
何種結果。



利用電腦分析例題 5-1 的斜面，其破壞型態相同於手工計算的情況，是斜面內破壞，然而安全率 $F_s = 1.95$ 。

若與手工計算的安全率 $F_s = 2.79$ 比較之時，手工計算的結果傾向於危險的一方。



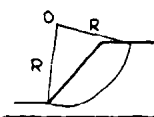
如果使用泰拉的安定分析圖表進行時，將上述事項列入考慮，安全率最低必需 $F_s = 1.5$ 以上。

(附註)

坡面的破壞型式

斜面是沿著下述的滑動面破壞。

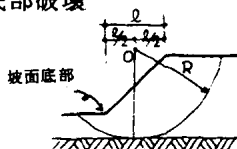
○斜面端部破壞



發生於均勻的土質、深部沒有硬質層、比較陡的斜面。

臨界圖 [斜面端圓]

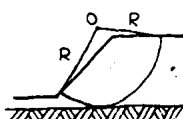
○底部破壞



發生於斜面的土質軟弱的粘土層、下部的硬質層位於坡面底部以下，且比較淺的情況。

臨界圖 [中點圓]

○斜面內破壞



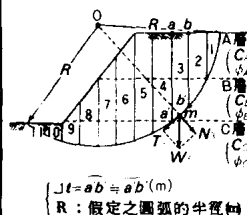
地層的組合，相同於底部破壞的情況，但是發生於當硬質層比底部破壞時淺的情況。

臨界圖 [斜面內圓]

小知識

51

利用分割法之斜面的安定計算



當土質不均勻時以及斜面的坡面複雜時，斜面的安定計算法，根據下述的分割法進行。

分割法，如左圖所示，將由滑動面以及斜面等圍繞的部分區分成數個部分，利用各分區的滑動彎矩與抵抗彎矩的總和比，檢討斜面的安定，並且根據下式進行計算。

對於滑動，粘性土是由粘合力抵抗、砂質土則由內部摩擦抵抗。



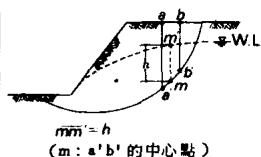
$$F = \frac{M_r}{M_d} = \frac{R \sum (N \tan \phi + C \cdot \Delta \ell)}{R \sum T} = \frac{\sum N \tan \phi + \sum C \cdot \Delta \ell}{\sum T}$$

在此，F：安全率

M_r ：抵抗彎矩 (t·m)

M_d ：滑動彎矩 (t·m)

當地基之內有地下水時，根據下式進行斜面的安定計算。



$$F = \frac{\sum (N - u) \tan \phi + \sum C \cdot \Delta \ell}{\sum T}$$

在此，u：間隙水壓

$$u = h \gamma_w \Delta \ell (t/m^2)$$

(γ_w ：水的單位體積重量

(t / m³))

該分割法，
是先設定某滑動
面，直到找出安
全率最小的滑動面
，重複進行斜面
的安定計算。



5-2 自立擋土工法

重點 5-2 自立擋土工法是由埋設部分之地基的反力抵抗側壓的工法，根據下式順述進行計算。



載重計算

擋土壁

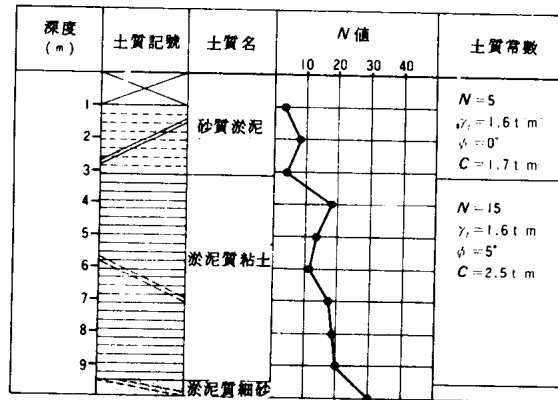


- 1.設計用側壓，由 Rankine 的主動側壓計算式或「建築基礎結構設計準則・同解釋」的側壓分布決定。
- 2.容許應力度，採用中期容許應力度（長期容許應力度與短期容許應力度之平均值）。
- 3.黏性土時進行地基隆起（heaving）的檢討，砂質土時進行騰砂的檢討。

例題5-2

對於如圖 5-3 的自立擋土進行計算。

土質柱狀圖



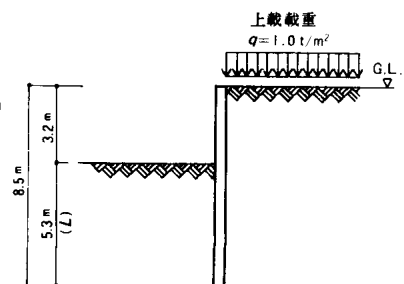
在此， $\bar{N}$ ：平均 N 值

γ_t ：土的潮濕單位體積重量（ t/m^3 ）

ϕ ：土的內部摩擦角（度）

C ：土的粘合力（ t/m^2 ）

圖 5-3 自立擋土圖



[設計條件]

- 擋土壁……………擋土樁擋土板工法
- 開挖深度……………G.L. - 3.2 m
- 地下水……………不考慮
- 地表上的上載載重……… $q = 1.0 \text{ t/m}^2$
- 擋土樁間隔…………… $a = 1.2 \text{ m}$
- 擋土樁埋設長度…………… $L = 5.3 \text{ m}$

1. 載重計算

設計用側壓，由 Rankine 的主動側壓計算式決定。

設計用側壓，根據下式計算

$$p = (\gamma h + q) \tan^2(45^\circ - \frac{\phi}{2}) - 2C \tan(45^\circ - \frac{\phi}{2})$$

a 開挖基底位置 (G.L. - 3.2 m) 的側壓

$$p = (1.6 \text{ t/m}^3 \times 3.2 \text{ m} + 1.0 \text{ t/m}^2) \times \tan^2(45^\circ - \frac{0^\circ}{2})$$

$$- 2 \times 1.7 \text{ t/m}^2 \times \tan(45^\circ - \frac{0^\circ}{2})$$

$$= 6.12 \text{ t/m}^2 \times 1.0 - 3.4 \text{ t/m}^2 \times 1.0 = 2.72 \text{ t/m}^2$$

b 側壓 p 為 0 的位置 h_1

$$0 = (\gamma h_1 + q) \tan^2(45^\circ - \frac{\phi}{2}) - 2C \tan(45^\circ - \frac{\phi}{2})$$

$$= (1.6 \text{ t/m}^3 \times h_1 + 1.0 \text{ t/m}^2) \times \tan^2(45^\circ - \frac{0^\circ}{2})$$

$$- 2 \times 1.7 \text{ t/m}^2 \times \tan(45^\circ - \frac{0^\circ}{2})$$

$$= (1.6 \text{ t/m}^3 \times h_1 + 1.0 \text{ t/m}^2) \times 1.0 - 3.4 \text{ t/m}^2 \times 1.0$$

$$\therefore h_1 = 1.5 \text{ m}$$

c 側壓合力 P

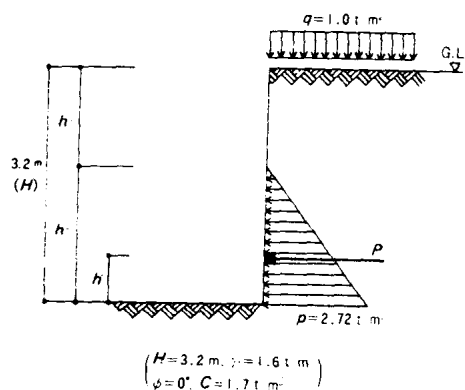
$$P = \frac{1}{2} p h_2 = \frac{1}{2} p (H - h_1)$$

$$= \frac{1}{2} \times 2.72 \text{ t/m}^2 \times (3.2 \text{ m} - 1.5 \text{ m}) = 2.31 \text{ t/m}$$

d 側壓合力 h'

$$h' = \frac{1}{3} h_2 = \frac{1}{3} (H - h_1)$$

$$= \frac{1}{3} \times (3.2 \text{ m} - 1.5 \text{ m}) = 0.57 \text{ m}$$



設計用側壓，在該例題之中是使用（附註）的 Rankine 的主動側壓計算式計算。這種場合，若 γ 、 ϕ 、 C 等各值不適當，會形成不符實際的側壓，因此必須充分注意。

（附註）

Rankine 的側壓式，

下式是於下述的假定之下成立

- 擋土壁的背面地基，平坦、水平，且與背面土之間無摩擦角。
- 擋土壁是以其下端為中心回轉。

• 主動側壓計算式

$$P_a = (\gamma h + q) \tan^2 \left(45^\circ - \frac{\phi}{2} \right) - 2C \tan \left(45^\circ - \frac{\phi}{2} \right)$$

• 被動側壓計算式

$$P_r = (\gamma h + q) \tan^2 \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) + 2C \tan \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right)$$

在此，

- γ ：土之潮濕單位體積重量 (t/m^3)
- h ：自地表之任意點的深度 (m)
- q ：地表面上的上載載重 (t/m^2)
- ϕ ：土的內部摩擦角 (度)
- C ：土的粘合力 (t/m^2)

由上式計算的計算值與實測值，其側壓分布型態並非一定一致，但是側壓的合計值則幾乎相同。

• 圖表的閱讀方法

假設內部摩擦角 $\phi = 10^\circ$ 時，則分別求出為 0.84、0.70。