

第七章 擋土牆

7.1 通則

擋土牆設計應依據其功能要求、行為機制、基地之地形、地質與環境條件，以及容許變位量等，充分檢討其整體穩定性與牆體結構安全性，並妥適評析擋土牆之景觀調和性及施工性。

【解說】

1. 擋土牆型式之選擇基本上應考慮以下各種條件：

- (1) 擋土牆構築之目的及功能
- (2) 擋土牆之重要性及其行為之可靠性
- (3) 基地之地質、地形、地層構造及地下水因素之適用性
- (4) 擋土牆施工方式及難易度
- (5) 擋土牆周邊既有構造物及管線設施之安全性
- (6) 擋土牆用地之限制
- (7) 工程造價之經濟性及工期長短
- (8) 擋土牆對周邊景觀及環境之衝擊及影響程度。

2. 擋土牆設計應考慮下列三項主要重點：

- (1) 對於作用於擋土牆之靜態及動態側向土壓力，需依牆體斷面幾何形狀及尺寸、牆身前後土岩體性質及分佈、牆身前後地表規則性及坡度、牆體與土岩體間互制行為特性等條件，研判並考慮採用適用該狀態土壓力之計算方法。對於作用於擋土牆之水壓力，亦需視地下水狀況及排水濾層之設置方式，考量其計算方式。
- (2) 擋土牆牆體及整體穩定性需針對各項可能破壞型式採用適用之方法分析其安全性。在靜態條件下，擋土牆可能之破壞型式包括：傾覆（前傾或後傾）破壞、滑動破壞（淺層或深層全面破

壞)、塑性流動破壞、基礎承載破壞。在動態條件下，擋土牆可能之破壞型式包括：牆背或牆基土壤液化導致破壞，牆體前後動態側壓力增量造成傾覆或滑動破壞。

- (3) 核算擋土牆結構體之斷面應力，包括牆身及基礎版之彎矩應力、剪應力等，以及剪力樁之檢核等。

7.2 作用力

作用於擋土牆之側向壓力受牆體與地層間之相對變位行為、地下水位、地層特性、周圍載重狀況及地震等因素之影響。設計時應考慮之作用力如下：

- (1) 側向土壓力，包含如主動土壓力、被動土壓力及靜止土壓力等。
- (2) 水壓力如靜水壓力、滲流壓力及上浮力等。
- (3) 地震所產生之土壓力、水壓力及慣性力等。
- (4) 地表上方超載。
- (5) 牆背回填土所產生之回脹壓力。
- (6) 擋土牆結構體之靜載重。

【解說】

1. 擋土牆之設計應就各作用於牆體之作用力檢核擋土牆之整體穩定性及結構斷面應力，並應於擋土牆背側設置適當之排水及濾層設施。
2. 擋土牆之回填土不宜採用高塑性或具回脹性凝聚性土壤，以避免凝聚性土壤吸水回脹對牆背產生額外側壓，凝聚性土壤之回脹壓力宜藉由室內試驗結果評估之。為減低牆背回填土之回脹壓力可考慮下列方式處理：
 - (1) 選用非凝聚性粗粒料土壤填築於牆背與凝聚性土層之間。
 - (2) 設置完善之濾層排水設施。
 - (3) 置換牆背具回脹性凝聚性土壤。
3. 背填土為透水性良好的砂、礫石材料且長期有高地下水存在時，於

地震時應考慮動水壓力。

4. 寒冷地區應考慮地層受冰凍所引起之壓力。

7.3 作用力計算

7.3.1 靜止土壓力

擋土牆不發生或不容許其產生側向變位時，作用於牆背之側向土壓力應採靜止土壓力計算。在 h 深度處之單位面積靜止土壓力 σ_o ，可依式(7.3-1)式計算，其合力 P_o 可依式(7.3-2)式計算，合力作用點在基礎版底以上三分之一牆高(H)處。

$$\sigma_o = K_o \cdot \gamma \cdot h \quad \text{式(7.3-1)}$$

$$P_o = 1/2 \cdot K_o \cdot \gamma \cdot H^2 \quad \text{式(7.3-2)}$$

式內

σ_o = 單位面積靜止土壓力 (tf/m²)

P_o = 靜止土壓力合力 (tf/m)

K_o = 靜止土壓力係數，其值得依經驗推估之，但不得小於0.5，如土壤為過壓密狀態者，應詳加考慮其過壓密性質並酌予提高 K_o 值。

h = 距擋土牆頂之深度 (m)

H = 擋土牆總高度 (m)

γ = 土壤單位重，位於地下水位者，以有效單位重計 (t/m³)

【解說】

1. 作用於擋土牆之側向土壓力大小及分佈與土體之變形行為具有密切之關係，須視擋土牆與土體之相對側向變位量而定。
2. 擋土牆不發生或不容許其產生側向變位，則牆背土壤不受擾動且可

視為靜止狀態及彈性狀態。在靜止狀態作用於擋土牆之側向土壓力為靜止土壓力，在有試驗結果為依據時，對於靜止土壓力 K_o 之計算方式分述如下：

(1) 對於擋土牆牆背垂直且牆背地表面為水平之狀況：

(a) 非凝聚性土壤：
$$K_o = 1 - \sin \phi'$$
 式(解 7.3-1)

(b) 正常壓密凝聚性土壤：
$$K_o = 0.95 - \sin \phi'$$
 式(解 7.3-2)

(c) 過壓密凝聚性土壤：
$$K_o = (0.95 - \sin \phi')(OCR)^{0.5}$$
 式(解 7.3-3)

式內之 ϕ' 為牆背土壤之有效內摩擦角。

(2) 對於擋土牆背垂直且牆背地表面與水平面之交角為 α 之狀況，靜止土壓力係數為依上述(1)之 K_o 值乘以 $(1 + \sin \alpha)$ 。

(3) 對於擋土牆牆背非垂直且牆背地表面非水平之狀況，可假設其靜止土壓力係數與主動土壓力係數成比例之關係以推估其 K_o 值。

7.3.2 主動土壓力

擋土牆設計所考慮之主動土壓力係擋土牆向外變位時，作用於牆背之最小土壓力，如圖7.3-1所示，其值應依下列規定計算之。牆背 h 深度處之單位面積主動土壓力 σ_A ，可依式(7.3-3)式計算，其合力 P_A 可依式(7.3-4)式計算，合力作用點在基礎版底以上三分之一牆高 (H) 處。

$$\sigma_A = K_A \cdot \gamma \cdot h \quad \text{式(7.3-3)}$$

$$P_A = 1/2 \cdot K_A \cdot \gamma \cdot H^2 \quad \text{式(7.3-4)}$$

其中， K_A 為主動土壓力係數，可依下列方式考慮之。

1. 一般狀況時：

$$K_A = \frac{\cos^2(\phi - \theta)}{\cos^2 \theta \cos(\theta + \delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \alpha)}{\cos(\delta + \theta) \cos(\theta - \alpha)}} \right]^2} \quad \text{式(7.3-5)}$$

若 $\phi < \alpha$ ，則假定 $\sin(\phi - \alpha) = 0$

2. 如地表面呈水平，牆背面為垂直面，且可不考慮牆面摩擦時：

$$K_A = \tan^2 \left[45^\circ - \frac{\phi}{2} \right] \quad \text{式(7.3-6)}$$

如牆背填土具凝聚力者，式(7.3-3)及(7.3-4)式之 h 及 H 應以 h_c 及 H_c 代替，而

$$H_c = H - \frac{2c}{\gamma} \cdot \tan \left[45^\circ + \frac{\phi}{2} \right] \quad \text{式(7.3-7)}$$

$$h_c = h - \frac{2c}{\gamma} \cdot \tan \left[45^\circ + \frac{\phi}{2} \right] \quad \text{式(7.3-8)}$$

上兩式中，如 $h_c \leq 0$ 時， h_c 以零計算；如 $H_c \leq 0$ 時，則應考慮長期效應所造成之土壓力。

上述各式中

σ_A = 單位面積主動土壓力 (tf/m²)

P_A = 主動土壓力合力 (tf/m)

γ = 土壤單位重，位於地下水水位以下者，以浸水重計 (tf/m³)

c = 土壤凝聚力 (tf/m²)

H = 牆之垂直高度 (m)

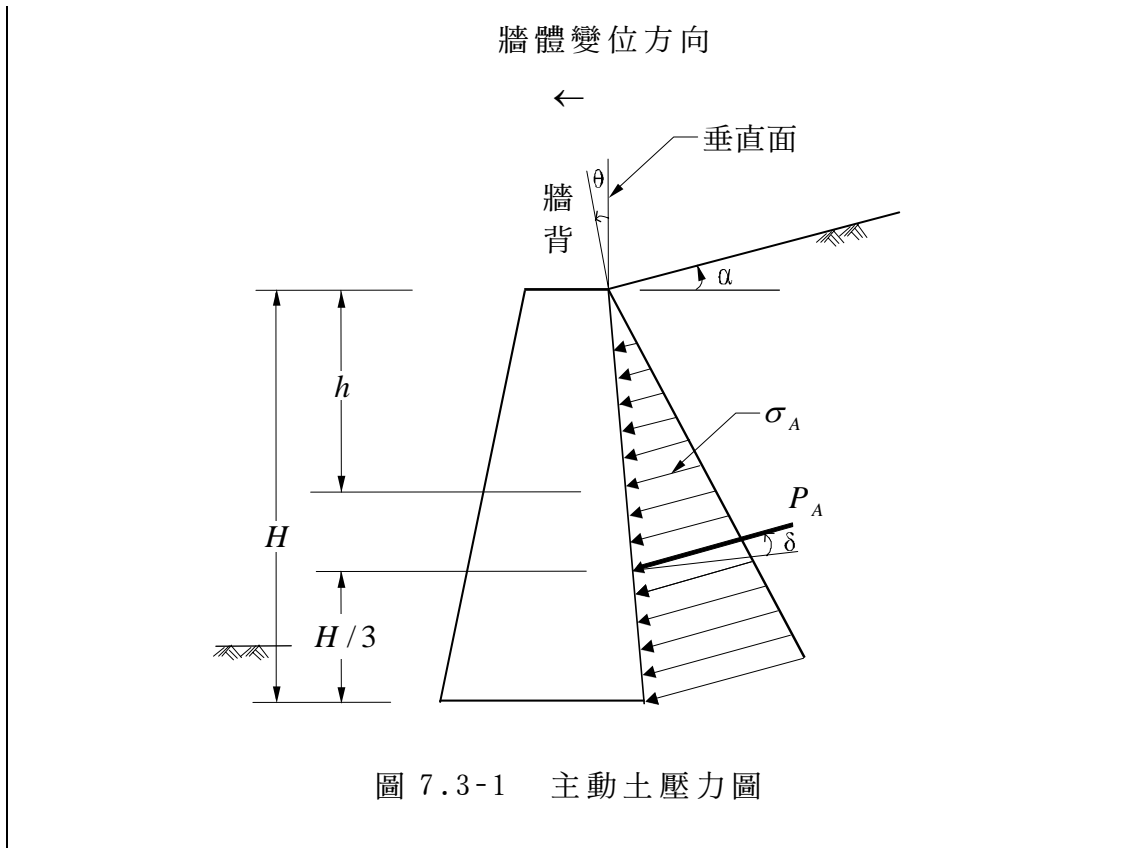
h = 牆頂地表面至欲求土壓力點之垂直深度 (m)

ϕ = 牆背土壤之內摩擦角 (度)

δ = 牆背面與土壤間之摩擦角 (度)

α = 牆背地表面與水平面之交角 (度)

θ = 牆背面與垂直面交角，以逆時針方向為正，順時針方向為負 (度)



【解說】

1. 本節之式(7.3-3)及式(7.3-4)不包括側向水壓力，且地下水位下之土壤單位重採用浸水單位重。
2. 牆背面與回填土之間的牆面摩擦角 δ 通常採用 $\phi/2 \sim 2\phi/3$ ，牆體若為木材、鋼材或預鑄鋼筋混凝土，則因牆面較平滑，最大牆面摩擦角 δ_{\max} 可採用 $\phi/2$ ；牆體若為場鑄鋼筋混凝土，其牆面較粗糙，最大牆面摩擦角 δ_{\max} 可採用 $2\phi/3$ 。考慮牆面摩擦角會減低主動土壓力係數，但此效應對主動土壓力係數影響很小。
3. 擋土牆背土壤若為凝聚性土壤且地表面無鋪面或植被，其張力裂縫深度為 $2c \tan(45^\circ + \phi/2) / \gamma$ ，此張力裂縫內積水對牆面形成側向壓力之現象多在雨季期間發生，宜適當地考量當張力裂縫內充滿水之水壓力對牆體之影響。
4. 對於較複雜之狀況，例如包含不規則載重、傾斜的牆面、不規則形

狀的地表面、多層土（岩）體等，較不宜採用上述公式計算主動土壓力，應採用土楔法(wedge method)並依作用在土楔上各力之平衡關係以求出土壓力，再假設數個不同之滑動面，以求得最大的主動土壓力 P_A 。

5. 考慮凝聚力，應只適用於地面水平，牆背垂直且無摩擦之情況。

7.3.3 被動土壓力

擋土牆設計所考慮之被動土壓力係指擋土牆向內變位時，作用於牆背之最大側向土壓力，如圖7.3-2所示，其值應依下列規定計算之。牆背 h 深度處之單位面積被動土壓力 σ_p ，可依式(7.3-9)式計算，其合力 P_p 可依式(7.3-10)式計算，合力作用點在基礎版底以上三分之一牆高 (H) 處。

$$\sigma_p = K_p \cdot \gamma \cdot h \quad \text{式(7.3-9)}$$

$$P_p = \frac{1}{2} K_p \cdot \gamma \cdot H^2 \quad \text{式(7.3-10)}$$

其中， K_p 為被動土壓力係數，可依下列方式考慮之：

(1) 一般狀況時：

$$K_p = \frac{\cos^2(\theta + \phi)}{\cos^2 \theta \cos(\theta - \delta) \left[1 - \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi + \alpha)}{\cos(\theta - \delta) \cos(\theta - \alpha)}} \right]^2} \quad \text{式(7.3-11)}$$

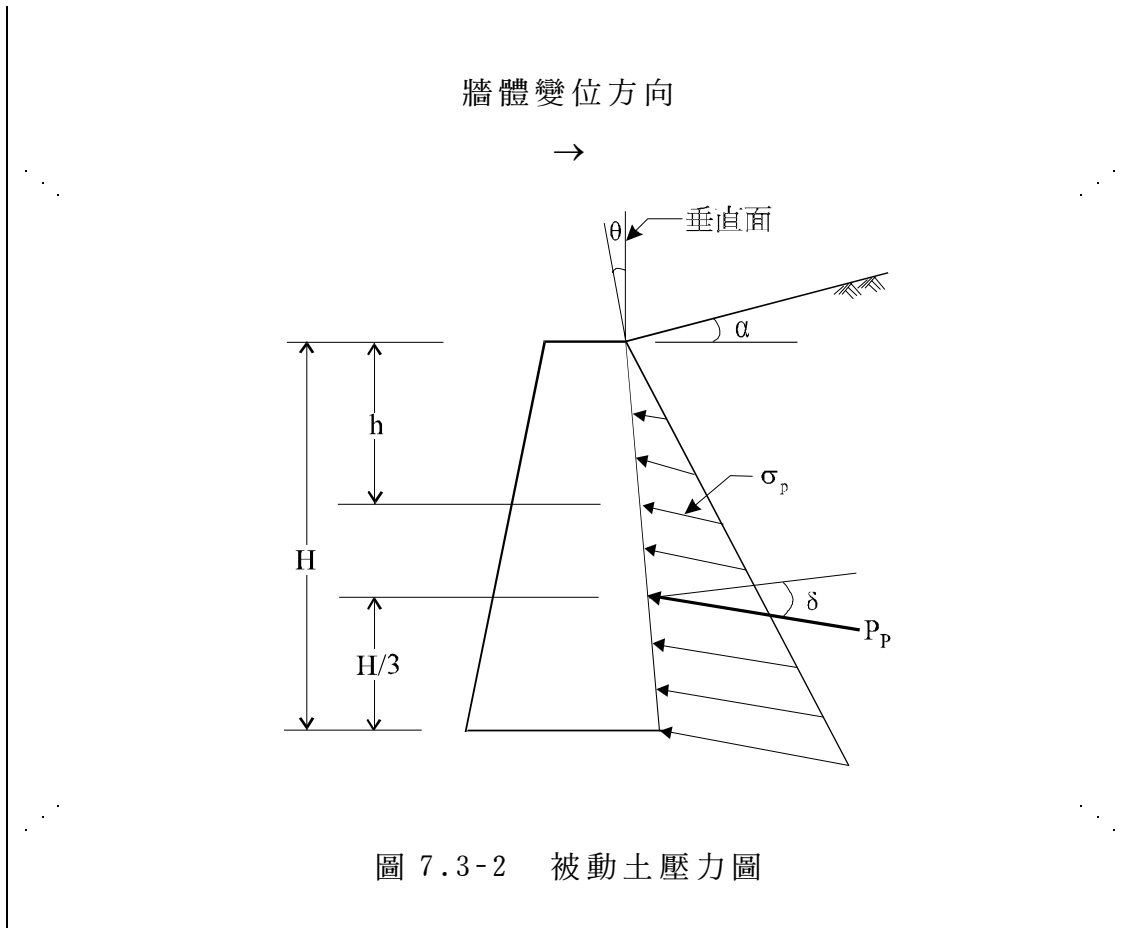
(2) 如地表面呈水平，牆背面為垂直面，且可不考慮牆面摩擦時：

$$K_p = \tan^2 \left[45^\circ + \frac{\phi}{2} \right] \quad \text{式(7.3-12)}$$

式內 P_p = 牆背之被動土壓力合力 (tf/m)

σ_p = 牆背 h 深度處之單位面積被動土壓力 (tf/m²)

其餘符號與第 7.3.2 節之符號說明相同。



【解說】

1. 本節之式(7.3-9)與式(7.3-10)不包括側向水壓力，且地下水位下之土壤單位重應採用浸水單位重。
2. 牆背面與回填土之間的摩擦角 δ 通常採用 $\phi/2 \sim 2\phi/3$ ，因考慮被動土壓力係數隨牆面摩擦角值而提高，此效應對被動土壓力係數之影響隨 δ 角增加而更加顯著，故設計時採用之牆面摩擦角，應避免高估且不宜大於 $2\phi/3$ 。
3. 對於較複雜之地形及地質狀況，其被動土壓力可採用土楔法計算，須假設數個不同之滑動面以求得最小的被動土壓力，但因牆面摩擦角若高估將使所得被動土壓力偏高，故在土楔法計算中，選用之牆面摩擦角不宜大於 $\phi/3$ 。

7.3.4 動態主動土壓力

地震時，擋土牆承受之主動土壓力合力 P_{AE} ，依式(7.3-13)式計算。

$$P_{AE} = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot H^2 \cdot (1 - k_v) \cdot K_{AE} \quad \text{式}$$

(7.3-13)

其中， K_{AE} 為地震時之主動土壓力係數，可依下列方式計算：

$$K_{AE} = \frac{\cos^2(\phi - \theta - \varphi)}{\cos \phi \cos^2 \theta \cos(\delta + \varphi + \theta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \varphi - \alpha)}{\cos(\delta + \varphi + \theta) \cos(\theta - \alpha)}} \right]^2} \quad \text{式(7.3-14)}$$

式內

P_{AE} = 地震時，牆背之主動土壓力合力 (tf/m)

H = 擋土牆高度 (m)

$$\varphi = \tan^{-1} \left(\frac{k_h}{1 - k_v} \right)$$

k_v = 垂直向地震係數

k_h = 水平向地震係數

其餘符號與第7.3.2節之符號說明相同。

【解說】

1. 本節所示之土壤動態主動土壓力計算式，係參照 Mononobe-Okabe 之方法計算 (Mononobe, 1929; Okabe, 1926)，原則上只適用於非凝聚性土壤之計算。
2. 地震時作用於擋土牆之動態主動土壓力之作用點位置，可視牆體位移類型依下列方式考量之。
 - (1) 擋土牆體對牆底旋轉：
 - (a) 計算動態主動土壓力增量 ΔP_{AE}

$$\Delta P_{AE} = P_{AE} - P_A \quad \text{式(解 7.3-4)}$$

- (b) P_A 之作用點位於基礎底面以上三分之一牆高 (H) 處
- (c) ΔP_{AE} 之作用點位於基礎底面以上三分之二牆高 (H) 處
- (d) P_{AE} 之作用點為 P_A 及 ΔP_{AE} 兩分力之合力作用點位置

$$\bar{H} = \frac{(P_A)\left(\frac{1}{3}H\right) + (\Delta P_{AE})\left(\frac{2}{3}H\right)}{P_{AE}} \quad \text{式(解 7.3-5)}$$

(2) 擋土牆體滑移：

- (a) 計算動態主動土壓力增量 ΔP_{AE}

$$\Delta P_{AE} = P_{AE} - P_A \quad \text{式(解 7.3-6)}$$

- (b) P_A 之作用點位於基礎底面以上 0.42 牆高 (H) 處
- (c) ΔP_{AE} 之作用點位於基礎底面以上 0.48 牆高 (H) 處
- (d) P_{AE} 之作用點為 P_A 及 ΔP_{AE} 兩分力之合力作用點位置

$$\bar{H} = \frac{(P_A)(0.42H) + (\Delta P_{AE})(0.48H)}{P_{AE}} \quad \text{式(解 7.3-7)}$$

(3) 擋土牆體對牆頂旋轉：

P_{AE} 之作用點為位於基礎底面以上 0.55 牆高 (H) 處。

3. 設計所採用之水平向地震係數 k_h ，原則上可取基地地表水平向尖峰加速度值之半估計，但對於側向位移完全受限之情況，地震所引致之動態土壓力將因位移受限而大於上述之主動土壓力值，此時 k_h 值應取地表水平向尖峰加速度值之 1.5 倍估計。設計所採用之垂直向地震係數 k_v ，原則上可取基地地表垂直向尖峰加速度值之半估計，惟對於遠距離之地震，通常可忽略垂直地震力之影響，即令 $k_v = 0$ 。工址地震加速度之選取，應依構造物設計年限某超越機率之地震危害度分析結果慎選之，台灣地區之震區劃分及工址加速度係數，已公佈於「建築物耐震設計規範與解說」中，如圖-解 2.4-1 所示，圖中各震區所對應之加速度係數係指回歸期為 475 年之地震地表加速度值，可參考使用。

7.3.5 動態被動土壓力

地震時，擋土牆承受之被動土壓力 P_{PE} ，可依式(7.3-15)計算。

$$P_{PE} = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot H^2 \cdot (1 - k_v) \cdot K_{PE} \quad \text{式}$$

(7.3-15)

其中， K_{PE} 為地震時之被動土壓力係數，可依下列方式計算：

$$K_{PE} = \frac{\cos^2(\phi + \theta - \varphi)}{\cos \phi \cos^2 \theta \cos(\delta - \theta + \varphi) \left[1 - \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \varphi + \alpha)}{\cos(\delta - \theta + \varphi) \cos(\alpha - \theta)}} \right]^2} \quad \text{式(7.3-16)}$$

式內

P_{PE} = 地震時，牆背之被動土壓力合力 (tf/m)

H = 擋土牆高度 (m)

$$\varphi = \tan^{-1} \left(\frac{k_h}{1 - k_v} \right)$$

k_v = 垂直向地震係數

k_h = 水平向地震係數

其餘符號與第7.3.3節之符號說明相同。

【解說】

1. 本節所示之土壤動態被動土壓力計算，係參照 Mononobe-Okabe 之方法(Mononobe, 1929; Okabe, 1926)，原則上只適用於非凝聚性土壤之計算。
2. 地震時作用於擋土牆之動態被動土壓力，其作用點位置與地震係數之選取，可參考第 7.3.4 節之方式計算。
3. 水平向及垂直向設計地震係數之選取，其原則如第 7.3.4 節之解說所示。

7.3.6 水壓力

1. 當擋土牆背後上層中有 H_w 高度之水位時，擋土牆背除承受側向土壓力之外，亦應依式(7.3-17)計算牆背水位造成之水壓力，其合力作用點位於基礎底面以上水位高度 (H_w) 之三分之一處。

$$P_w = \frac{1}{2} \cdot \gamma_w \cdot H_w^2 \quad \text{式(7.3-17)}$$

式內

P_w = 牆背之水壓力 (tf/m)

H_w = 牆背水位高度 (m)

γ_w = 水單位重 (tf/m³)

如牆背及牆底有滲流狀況時，應考慮滲流造成之影響。

2. 地震時，牆背地下水所造成之動態水壓力增量 ΔP_{we} 及其合力之作用點位置應妥予計算。

【解說】

1. 擋土牆所承受之水壓力需視牆背設置之排水及濾層狀況而適當地考量，於設計擋土牆時，宜搜集牆址及其附近地區之地下水位及孔隙水壓之觀測資料，以及牆背地層之透水特性資料，提供決定設計地下水位之參考。
2. 擋土牆之破壞原因與地下水條件有關者不在少數，所以在設計擋土牆時，除須審慎考量因地下水所造成之水壓力及上浮力對牆體穩定之影響外，對於排水措施及濾層規格、厚度之設計亦需符合相關規範及標準之規定。
3. 擋土牆之一側若為水時，地震引致之動水壓力可依下列方式計算 (Westergaard, 1933)

$$\Delta P_{we} = \frac{7}{12} k_h \gamma_w b H^2 \quad \text{式(解 7.3-8)}$$

$$H_g = \frac{2}{5} H \quad \text{式(解 7.3-9)}$$

式中，

ΔP_{we} ：作用於擋土牆之動水壓合力(tf)，

k_h ：水平向地震係數

γ_w ：水之單位重，(tf/m³)

H ：水深(m)

b ：與動水壓作用方向垂直之擋土牆寬度，可取 1m 計

H_g ：動水壓合力作用點之高度(m)

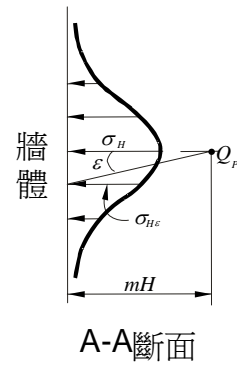
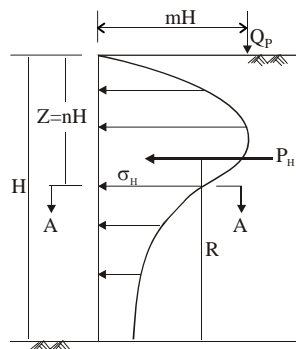
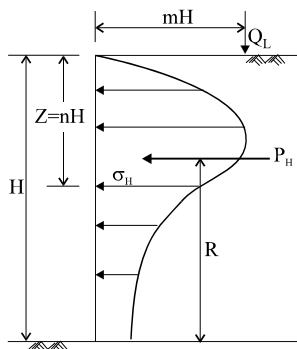
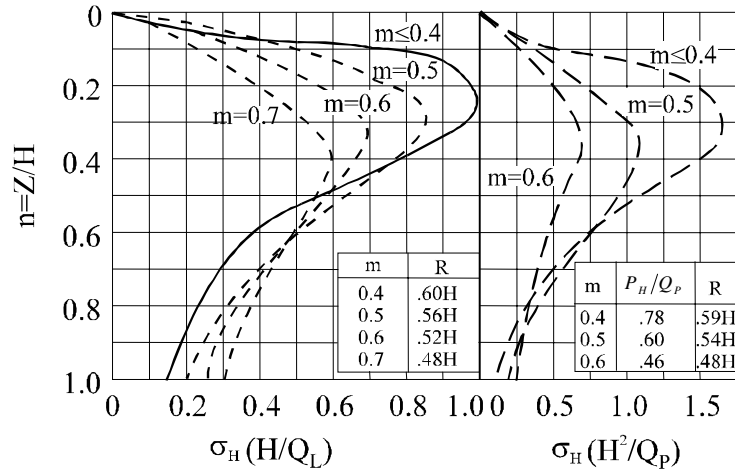
4. 至於擋土牆土側之地下水，因其屬受限水，地震引致動態水壓力之力學機制相當複雜，目前之研究資料仍然有限，不易估計。設計分析時可參考 Matsuzawa et al.(1985)與 Ishibashi et al.(1985, 1994)之研究結果考量之；有時為簡便計，亦有建議直接採用水側動態水壓力值之 70%計算者(Matsuo & O'Hara, 1960, 1965)。

7.3.7 地表上方載重

1. 擋土牆背地表受有均佈超載重時，該載重得折算成等值填土高度，並依前節計算方法計算其對擋土牆造成之側向壓力。
2. 擋土牆背地表受有線形超載重或集中超載重時，得依據主動土壓破壞面之影響範圍，依圖 7.3-3 計算其增加之側向壓力。

【解說】

1. 擋土牆背之地表載重尚需考慮施工載重，對於牆背填土分階施築之情況，需適當地考慮各階段施工載重對牆背產生側向壓力之影響。
2. 對於錨拉式擋土牆尚需檢核土(岩)錨分階施拉與牆背分階填築對牆體穩定性之影響。
3. 擋土牆背之建築物載重，需視該建築物與牆體距離及其基礎底面深度及基礎型式尺寸，考量各因素對牆背造成之側向壓力。



$m \leq 0.4$ 時

$$\sigma_H \left(\frac{H}{Q_L} \right) = \frac{0.20n}{(0.16 + n^2)^2}$$

$$P_H = 0.55Q_L$$

$m > 0.4$ 時

$$\sigma_H \left(\frac{H}{Q_L} \right) = \frac{1.28m^2n}{(m^2 + n^2)^2}$$

$$P_H = \frac{0.64Q_L}{(m^2 + 1)}$$

線形超載狀況

$m \leq 0.4$ 時

$$\sigma_H \left(\frac{H^2}{Q_P} \right) = \frac{0.28n^2}{(0.16 + n^2)^3}$$

$m > 0.4$ 時

$$\sigma_H \left(\frac{H^2}{Q_P} \right) = \frac{1.77m^2n^2}{(m^2 + n^2)^3}$$

$$\sigma_{H\epsilon}' = \sigma_H \cos^2(1.10\epsilon)$$

集中超載狀況

圖 7.3-3 線形及集中超載荷重之側壓力

7.3.8 其他考慮

1. 擋土牆背回填土或牆背之地層非為均質時，應採用其他適當方法，計算擋土牆所受之土壓力。
2. 採用其他較複雜型式之擋土牆時，應考慮該擋土牆本身之特性及其與牆背土壤間之互制關係。
3. 採用地錨作為擋土牆之穩定安全輔助設施時，須依據錨碇段地層之性質、強度、地下水狀況，以及擋土牆之型式、規模、性質等資料進行設計，同時應符合以下各項規定：
 - (1)地錨之間隔、長度與容許拉拔力等，可參考中國土木水利工程學會之「地錨設計與施工準則暨解說」中之相關規定進行設計。
 - (2)其他有關端錨等之設計，應依建築技術規則建築構造編第488條至491條之規定辦理。

7.4 擋土牆牆體穩定性

7.4.1 牆體滑動

擋土牆抵抗滑動之安全係數，於長期載重狀況應大於 1.5，於地震時應大於 1.2。安全係數之計算原則為：

$$\text{安全係數} = \frac{\text{作用於牆前被動土壓力} + \text{牆底摩擦力}}{\text{作用於牆背之側壓力}}$$

【解說】

1. 在計算擋土牆抵抗滑動之安全係數方面，若擋土牆無設置止滑樁，則被動土壓力多不計入；若擋土牆設置止滑樁，則被動土壓力得予

計入。由於，牆前被動土壓力是否完全發揮端視牆體滑動變位量，因此，考慮牆前被動土壓力需在牆體產生較大變位時方能完全貢獻，因此計入檢核之牆前被動土壓力宜折減 50%。

2. 擋土牆設置止滑樁者，其可能滑動破壞面假設在止滑樁底端，在計算牆底之摩擦力方面應對止滑樁前後分別採土壤內摩擦角及牆體底面與土壤間摩擦角。

7.4.2 牆體傾覆

擋土牆抵抗傾覆之安全係數，於長期載重狀況時應大於 2.0，於地震時應大於 1.5，安全係數之計算原則為：

$$\text{安全係數} = \frac{\text{對牆前趾產生之抵抗力矩}}{\text{對牆前趾產生之傾覆力矩}}$$

【解說】

1. 在計算擋土牆抵抗傾覆安全係數方面，通常牆體前被動土壓力不予計入，水壓力及上浮力需視地下水位及牆背排水設施配置而作適當地考量。考慮地震狀況時，須將動態主動土壓力增量計入。
2. 對於多階配置之擋土牆，需檢核各階擋土牆抵抗傾覆之安全係數。對於柔性自重式擋土牆之蛇籠擋土牆及框條式擋土牆，除檢核牆體抵抗對牆底前趾傾覆之安全係數外，尚需考慮檢核牆體上部抵抗傾覆之安全係數。

7.4.3 基礎容許支承力

擋土牆基礎支承力之安全係數，應符合本規範第 4.3.5 節之規定。

【解說】

1. 擋土牆基礎型式可分為淺基礎及深基礎，基礎配置及型式之選擇應符合淺基礎及深基礎之相關規定，並考慮其施工性及安全性。
2. 擋土牆基礎之容許支承力，應分別考慮常時及地震時抵抗剪力破壞之安全係數，應符合本規範第 4.3.5 節之規定，且基礎總沉陷量及不均勻沉陷量均應在符合擋土牆功能要求之容許限度之內。

7.4.4 整體穩定性

擋土牆設計時應檢核沿擋土牆底部土層滑動之整體穩定性，其安全係數於長期載重狀況時應大於 1.5，於地震時應大於 1.2，考慮最高水位狀況之安全係數應大於 1.1。惟考慮最高水位狀況時，可不同時考慮地震狀況。

【解說】

當擋土牆承載土層內存在軟弱土層時，除檢核牆體抵抗滑動及傾覆之安全係數之外，尚需檢核沿擋土牆底部深層土壤滑動之可能性，檢核其最小安全係數應符合上列規定，其檢核方法可參考相關之邊坡穩定分析方法。若擋土牆座落於岩層或岩層上之覆蓋土層時，則除檢核牆體抵抗滑動及傾覆之安全係數外，需檢核擋土牆底部沿土岩層介面滑動或沿岩層弱面滑動之安全係數。

7.4.5 土壤液化評估

擋土牆設計時應評估牆背面土壤及牆基礎下方土壤在受地震作用時之液化潛能，並研判其對牆體穩定性之影響，必要時應採行適當之防制措施。

【解說】

經土壤液化潛能評估結果，擋土牆之牆背土壤或承載土壤於地震時抵抗液化之安全係數低於安全要求時，可考慮採用地層改良、深基礎或結構加強等方式處理。土壤液化潛能評估方法可參考本規範第十章之相關規定。

7.5 地下牆設計

7.5.1 設計側壓力

1. 建築物四周與地層直接接觸之地下構造牆，其設計除應考慮上部構造物所傳遞之作用力外，尚應考慮作用於地下牆之側向土壓力及最大水壓力。牆體背面地表面上如有超載重，應考慮其所增加之側向壓力。
2. 若基地位於地震區，尚應適當考量因地震作用而增加之動態側向壓力。

【解說】

1. 永久建築構造物之地下牆及構築於地下具側向位移束制之壁體，原則上應考量靜止土壓力為設計用之側向土壓力，並應考慮最大之水壓力為設計之基準。
2. 對於設計地下牆時，宜蒐集基地本身及鄰近地區之地下水位、孔隙水壓隨季節變化之觀測資料，以及該地區防洪水位高程之要求，以提供決定設計水壓力之參考。若基地環境存有地區性抽取地下水造成地下水位變化之因素，則需適當地考慮長期性地下水位回升對牆體之影響。

7.5.2 材料強度

1. 鋼筋混凝土地下牆如採用與地上構造物相同施工方法構築時，其設計及材料容許強度應比照建築構造編第六章混凝土構造之各項規定。
2. 鋼筋混凝土地下牆如採用場鑄式地下連續壁之方式施工時，混凝土之容許壓應力不得大於規定壓力強度之四分之一，且不得大於 70kgf/cm^2 ，於泥水中灌注混凝土而成之地下連續壁，其混凝土之規定壓力強度不得小於 210kgf/cm^2 。且最小水泥量不得低於 375kgf/m^3 。混凝土之容許剪應力強度及鋼筋握持長度，應分別依建築構造編第六章混凝土構造之相關規定計算，惟剪應力強度應折減百分之二十五，而鋼筋握持長度應增加百分之三十。
3. 地下牆若兼做施工時期之擋土設施，其設計應對施工過程可能加諸於牆體之殘餘應力作適當考慮。

【解說】

1. 本條所述第 1 項及第 2 項規定係適用一般性之規定，對於特殊工程則需依其設計準則進行設計。
2. 對於濱海或臨近具侵蝕性因素地區之地下牆設計，尚需視實際狀況採取具代表性地下水及土壤樣品進行地下水質分析試驗及土壤化學性質試驗，以考量地下牆抵抗長期性侵蝕之功能。

