



交通部高速公路局

大地工程設計注意事項

中華民國 109 年 10 月

交通部高速公路局

大地工程設計注意事項

目 錄

1	通則.....	1-1
2	邊坡工程.....	2-1
2.1	說明	2-1
2.2	設計載重	2-1
2.3	穩定分析法	2-1
2.4	安全性	2-1
2.5	設計坡度	2-2
2.6	沉陷分析	2-2
2.7	坡面保護	2-2
2.8	監測儀器	2-2
2.9	邊坡維護管理計畫	2-2
2.10	邊坡爬梯	2-2
2.11	其他設計考量	2-3
3	擋土牆.....	3-1
3.1	說明	3-1
3.2	設計載重	3-1
3.3	作用力	3-1
3.3.1	主動土壓力係數.....	3-1
3.3.2	被動土壓力係數.....	3-2
3.3.3	水壓力.....	3-3
3.4	穩定分析	3-3
3.4.1	牆體滑動.....	3-3
3.4.2	基礎容許承载力.....	3-3
3.4.3	牆體傾覆.....	3-3
3.4.4	整體穩定性.....	3-3
3.5	其他設計考量	3-3
4	淺基礎(直接基礎).....	4-1
4.1	說明	4-1
4.2	設計載重	4-1
4.3	垂直承载力	4-1
4.4	水平承载力	4-2
4.4.1	基礎版底面之摩擦阻力.....	4-2
4.4.2	基礎版前側之側向抵抗力.....	4-2
4.5	沉陷量	4-3

4.5.1	說明.....	4-3
4.5.2	沉陷量之計算.....	4-3
4.6	其他設計考量.....	4-4
5	樁基礎.....	5-1
5.1	說明.....	5-1
5.2	設計載重.....	5-1
5.3	單樁承载力.....	5-1
5.3.1	垂直承载力.....	5-1
5.3.2	水平承载力.....	5-2
5.3.3	容許變位.....	5-2
5.3.4	負摩擦力.....	5-2
5.3.5	單樁拉拔力.....	5-3
5.4	基樁間距及群樁總承载力.....	5-3
5.4.1	基樁間距.....	5-3
5.4.2	群樁總承载力.....	5-3
5.5	其他設計考量.....	5-4
6	沉箱基礎.....	6-1
6.1	說明.....	6-1
6.2	設計載重.....	6-1
6.3	承载力.....	6-1
6.3.1	垂直承载力.....	6-1
6.3.2	水平承载力.....	6-2
6.4	容許變位.....	6-2
6.5	其他設計考量.....	6-3
7	隧道工程.....	7-1
7.1	說明.....	7-1
7.2	岩體分類.....	7-1
7.3	設計載重.....	7-1
7.3.1	主體隧道段.....	7-1
7.3.2	隧道交叉段.....	7-1
7.4	材料性質.....	7-2
7.5	計算分析模式.....	7-2
7.5.1	主體隧道段.....	7-2
7.5.2	隧道交叉段.....	7-3
7.6	洞口及明挖覆蓋隧道.....	7-3
7.6.1	洞口設計.....	7-3
7.6.2	明挖覆蓋隧道設計.....	7-3
7.7	監測系統.....	7-4

7.7.1	監測項目（視工程狀況配置）	7-4
7.7.2	監測儀器（視工程狀況配置）	7-4
7.7.3	隧道監測之配置	7-4
7.8	排水及防水設施	7-5
7.8.1	排水設施	7-5
7.8.2	防水設施	7-5
7.9	維護管理建議書	7-5
8	其他規定	8-1
8.1	基礎開挖	8-1
8.2	土壤液化評估及相關設計	8-1
8.3	地(岩)錨設計	8-1
8.4	地盤改良	8-1
8.5	施工安全監測	8-1
8.6	鄰近施工	8-1
9	參考文獻	9-1

附表 1	大地工程調查內容研擬及調查目的一覽表	附-1
附表 2	橋梁基礎設計載重分配表	附-2
附表 3A	橋梁基礎設計成果表（淺基礎或直接基礎）	附-3
附表 3B	橋梁基礎設計成果表（基樁）	附-4
附表 3C	橋梁基礎設計成果表（沉箱基礎）	附-5
附表 4	橋梁基礎鋼筋設計數量檢核表	附-6
附表 5	擋土牆設計成果表	附-7

交通部高速公路局

大地工程設計注意事項

1 通則

- (1) 本大地工程設計注意事項為國道大地工程設計之參考，設計單位須依契約規定及設計需求研擬各計畫之大地工程設計準則(視個別計畫契約要求)，經核定後據以辦理設計工作。
- (2) 大地調查工作參據國工局 88 年版「大地工程調查作業準則」規定辦理。
- (3) 大地工程設計依政府頒布最新版相關規範及核定之設計準則辦理。
- (4) 大地工程設計預算編製可參據國工局 93 年頒布之「大地工程預算編列格式」及「橋梁及結構工程預算編列格式」辦理。
- (5) 為確保大地調查內容切合設計所需，應依據「水土保持法」及「地質法」並參據最新版交通部頒「公路橋梁設計規範」、交通部頒「公路邊坡工程設計規範」及其它相關法令規定於工作計畫書中明確說明調查內容及目的，並編列「大地工程調查內容研擬及調查目的一覽表」（詳附表 1），經工程司核可後據以進行調查工作。調查工作執行中，並應依實地調查之結果及考量工程規劃或設計之需要，適時調整。
- (6) 大地工程設計於各階段（含初、細設）調查成果取得後，應視工作內容研擬各階段之設計對策，並對於主要設計議題進行設計方案研擬及方案評選，以得到最佳設計方案。
- (7) 橋梁基礎設計完成後應填列基礎設計載重分配表及基礎設計成果表（附表 2、附表 3，表格內項目可依規範及設計需求修改），並標明設計控制因素及使用效率（設計載重／容許承载力），納入設計計算書中。設計單位並應依據設計成果檢討基礎配置，使設計發揮最大效率，達安全及經濟之目標。另配筋完成後應填寫鋼筋設計數量檢核表（附表 4，表格內項目可依規範及設計需求修改），以確認配筋之正確性。
- (8) 基礎開挖設計應視現地之需要，設置臨時擋土設施。對於鄰接重要結構物或設施之開挖，除應詳細調查及設置必要之臨時擋土及保護設施外，並應加設必要之安全監測。
- (9) 橋梁設計應參據最新版交通部頒「公路橋梁設計規範」及「公路橋梁耐震設計規範」，建築物設計應參據最新版內政部頒「建築物基礎構造設計規範」

及「建築物耐震設計規範及解說」相關規定辦理。

- (10) 大地工程設計之材料規格或工法規定應避免採用專利品或有限制競爭之情事。
- (11) 本注意事項之各設計成果應視需要於「維護管理作業計畫書」中規定完工後之維護管理方式，並提送接管單位作業參考。

2 邊坡工程

2.1 說明

本章所稱之邊坡工程含挖方邊坡、填方邊坡及自然邊坡。依邊坡地層材料之不同，又可區分為土質邊坡與岩石邊坡。邊坡之設計以穩定為首要考量。分析及設計所採用之土岩參數、地下水位，應依現地邊坡調查實驗結果及相關之邊坡文獻資料等綜合考量後決定之，邊坡設計時並應考慮當地生態環境，做最佳之配置設計。

2.2 設計載重

靜重：滑動體自重及其上之靜重。

活重：滑動體上之活動載重。

水壓力：依相關規範或評估之成果辦理。

地震力：依相關規範或專案地震評估之成果辦理。

2.3 穩定分析法

- (1) 檢討可能的破壞模式（如圓弧破壞、平面破壞、楔形破壞、翻倒破壞或複合破壞模式）進行相應之穩定分析。岩石邊坡並應說明其為順向、逆向、斜交坡，及描述坡面之走向及傾角，必要時應以立體投影圖表示之。
- (2) 黏性土層上方填土時，除應考量長期之穩定外，並應考量不排水（短期）狀態下之穩定性。

2.4 安全性

依邊坡之永久性或臨時性安全要求，其安全係數應符合下表規定值：

長久性 (設計使用年限)	常時	$FS \geq 1.5$
	設計地震	$FS \geq 1.1$
	高水位	$FS \geq 1.2$
臨時性 (施工中)	常時	$FS \geq 1.2$
	設計地震	$FS \geq 1.0$
	高水位	$FS \geq 1.1$

- (1) 臨時性邊坡定義、常時水位及高水位選定等相關規定應參據最新版交通部頒「公路邊坡工程設計規範」辦理。

(2) 邊坡穩定分析時應視邊坡破壞時可能造成損失之嚴重性，酌以提高安全性，並視需要設置長期監測設施，以掌握邊坡之長期穩定性。本項規定，設計單位應先擬定設計標準並提送專案報告，經核定後據以辦理設計工作。

(3) 順向坡或斜坡高填方路段若破壞可能造成嚴重損失，設計時應審慎考量提高其安全性。

2.5 設計坡度

挖方邊坡之設計以直橫比 1:1 至 1:1.5 為原則，而填方邊坡則以直橫比為 1:1.5 至 1:2.0 為原則，其實際設計坡度得依地質情況、經濟性、重要性、土方調配、視距及邊坡穩定等之考量而調整之。

2.6 沉陷分析

- (1) 填方邊坡應考慮沉陷分析以推估其沉陷量，其計算可參考第 4.5 節之方法辦理。
- (2) 根據分析結果，若沉陷量過大或沉陷時間太長影響設計功能，應採取必要之處理措施。
- (3) 要徑工期上之結構物與路堤銜接段填土設計，若沉陷分析顯示於路堤填築完成 4 個月後，路基沉陷量仍大於 1cm/60 天，則應檢討採用適當處理方法，以避免通車後發生差異沉陷。

2.7 坡面保護

易風化或遭受沖刷之邊坡坡面需設計保護措施。

2.8 監測儀器

各項邊坡工程施工期間及完工營運階段應視需要設置監測儀器（如傾斜儀、荷重計等），以掌握施工及營運期間之穩定。

2.9 邊坡維護管理計畫

邊坡長期之維護管理應納入規設成果「維護管理作業計畫書」中詳細規定，內容至少包含維護管理作業項目、方式及頻率等，並提送接管單位作業參考。

2.10 邊坡爬梯

考慮邊坡維修，視需要於直橫比 1:0.8 以上邊坡設鋼製爬梯（含扶手），直橫比 1:0.8 以下邊坡設混凝土階梯。

2.11 其他設計考量

- (1) 邊坡穩定分析時應予考量坡趾排水溝之影響，若排水溝開挖深度較深，應納入穩定分析中一併考量，必要時需分段施工，並於相關設計文件中予以規定。
- (2) 路堤與結構物銜接段應檢討差異沉陷的問題，若須特別規定路堤填築擱置等候期或其他處理者，應於特定條款或設計圖說中敘明。
- (3) 護坡設計應參據本局最新版「施工技術規範」相關章節及高速公路養護手冊相關規定辦理。

3 擋土牆

3.1 說明

- (1) 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、牆體穩定性及結構安全性，並妥適評析擋土牆之景觀調和性及施工性。
- (2) 本章節內容僅針對剛性擋土牆說明，柔性擋土牆(含加勁擋土牆)之設計，應參據國內外相關規範及文獻，並視個案需求提送設計準則於本局同意後據以辦理。

3.2 設計載重

靜重：

- (1) 牆背後與破壞面間之土體重
- (2) 擋土牆重
- (3) 地表靜加載重

活重：滑動體上之活動載重。

地震力：地震係數之選用依相關規範或專案地震評估之成果辦理。牆背土壤地震係數之選用可參據最新版交通部頒「公路邊坡工程設計規範」相關規定辦理。

3.3 作用力

作用力計算依最新版內政部頒『建築物基礎構造設計規範』相關規定辦理。

3.3.1 主動土壓力係數

當牆往外移離開土體時，作用於牆體之最小土壓力計算，採用主動土壓力係數 K_A 值計算之。

- (1) 長期時，採用 Coulomb 氏之係數：

$$K_A = \frac{\cos^2(\phi - \theta)}{\cos^2\theta \cos(\delta + \theta) \left\{ 1 + \left[\frac{\sin(\delta + \phi) \sin(\phi - \alpha)}{\cos(\delta + \theta) \cos(\theta - \alpha)} \right]^{\frac{1}{2}} \right\}^2} \dots\dots\dots (3.1)$$

- (2) 地震時，採用 Mononobe-Okabe 氏之係數：

$$K_{AE} = \frac{\cos^2(\phi - \theta - \varphi)}{\cos \varphi \cos^2 \theta \cos(\delta + \varphi + \theta) \left\{ 1 + \left[\frac{\sin(\delta + \phi) \sin(\phi - \varphi - \alpha)}{\cos(\delta + \varphi + \theta) \cos(\alpha - \theta)} \right]^{1/2} \right\}^2} \cdots (3.2)$$

式中，

ϕ : 土壤摩擦角 (牆背土壤) ($^\circ$)

δ : 土壤與牆間摩擦角 ($^\circ$)

θ : 牆背與垂直面間夾角 ($^\circ$)

α : 牆背回填土與水平面間夾角 ($^\circ$)

φ : $\tan^{-1} \left[\frac{K_h}{1 - K_v} \right]$ ($^\circ$)

K_v : 垂直加速度係數

K_h : 水平加速度係數

式中，如 $(\phi \pm \alpha - \varphi < 0)$ ，則令 $\sin(\phi \pm \alpha - \varphi) = 0$ ，另依最新版交通部頒「公路橋梁耐震設計規範」 φ 以 $K_v = 0$ 計算。

3.3.2 被動土壓力係數

擋土牆內移時，作用於牆體之最大側向土壓力，需採用被動土壓力係數 K_p 值。

(1) 於長期時先採用 Coulomb 氏之係數辦理計算：

$$K_p = \frac{\cos^2(\phi + \theta)}{\cos^2 \theta \cos(\delta - \theta) \left\{ 1 - \left[\frac{\sin(\delta + \phi) \sin(\phi + \alpha)}{\cos(\theta - \delta) \cos(\theta - \alpha)} \right]^{1/2} \right\}^2} \cdots (3.3)$$

另依美國州公路及運輸學會 (AASHTO) 橋梁標準規範 2002 版 (Standard Specifications for Highway Bridges, 2002) 採用 Caquot-Kerisel 法(詳附圖 1)求得之被動土壓力係數進行檢核亦需滿足相關安全係數要求。

(2) 地震時，採用 Mononobe-Okabe 氏之係數：

$$K_{PE} = \frac{\cos^2(\phi + \theta - \varphi)}{\cos \varphi \cos^2 \theta \cos(\delta + \varphi - \theta) \left\{ 1 - \left[\frac{\sin(\delta + \phi) \sin(\phi - \varphi + \alpha)}{\cos(\delta + \varphi - \theta) \cos(\alpha - \theta)} \right]^{1/2} \right\}^2} \cdots (3.4)$$

符號說明與 3.3.1 節同。

3.3.3 水壓力

應依據長期水位觀測資料、水文資料、排水條件及排水設施維護情況考慮牆背水壓力作用。

3.4 穩定分析

3.4.1 牆體滑動

$$\text{安全係數} = \frac{\text{作用於牆前被動土壓力} + \text{基礎摩擦力}}{\text{作用於牆背之側壓力}} \dots\dots\dots (3.5)$$

其安全係數，長期應不小於 1.5，地震時應不小於 1.2。抗滑能力不足時，得設置止滑樺。

3.4.2 基礎容許承载力

依 4.3 節規定計算之，其安全係數，長期應不小於 3.0，地震時應不小於 2.0。

3.4.3 牆體傾覆

$$\text{安全係數} = \frac{\text{對牆前趾產生抵抗力矩}}{\text{對牆前趾產生傾覆力矩}} \dots\dots\dots (3.6)$$

其安全係數，長期應不小於 2.0，地震時應不小於 1.5。

3.4.4 整體穩定性

擋土牆設計需考慮牆底部土體深層滑動之穩定，其安全係數應符合最新版內政部頒「建築物基礎構造設計規範」之相關規定。

3.5 其他設計考量

- (1) 擋土牆設計應製作擋土牆穩定檢核表（附表 5，表格內項目可依規範及設計需求修改），檢視各種控制條件，並標示控制條件，以確認安全性及經濟性。
- (2) 擋土牆分析時若有穩定性不足，應就穩定性不足之項目詳予檢討，研擬及比較各種可能之設計方案。
- (3) 擋土牆設計長度較長或高度變化較大時，應依不同高度之牆身分段配置及分析。擋土牆伸縮縫兩側相鄰基礎高程差以不超過基礎版厚度為原則，以確保地層之承载力，必要時應縮短擋土牆分段長度或採取必要之加強穩定措施。
- (4) 擋土牆之排水設施及其配置與回填材料性質應加以規定。
- (5) 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。

- (6) 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。
- (7) 設置於水保區範圍之非透水性擋土牆面需符合水土保持技術規範規定每 2m^2 設置1孔直徑5公分以上之排水孔，非屬水保區範圍經設計顧問確認可符合設計要求，得放寬至 4m^2 設置1孔。擋土牆背與回填土間並以全面鋪設透水粒料並於排水孔處鋪設濾層導排地下水方式配置為原則，濾層厚度及粒徑等應符合本局最新版「施工技術規範」相關規定，以防止排水孔堵塞及背填土壤淘刷。
- (8) 通過活動斷層區域之路線以路堤設計為原則，如設置擋土設施(擋土牆)宜以柔性結構設計為原則。
- (9) 設計圖說加註說明：擋土牆基礎開挖面地質條件應依本局「施工技術規範」第02316章「構造物開挖」相關規定辦理確認。
- (10) 擋土牆設計應參據本局最新版「施工技術規範」相關章節規定辦理。

附圖 1

HIGHWAY BRIDGES

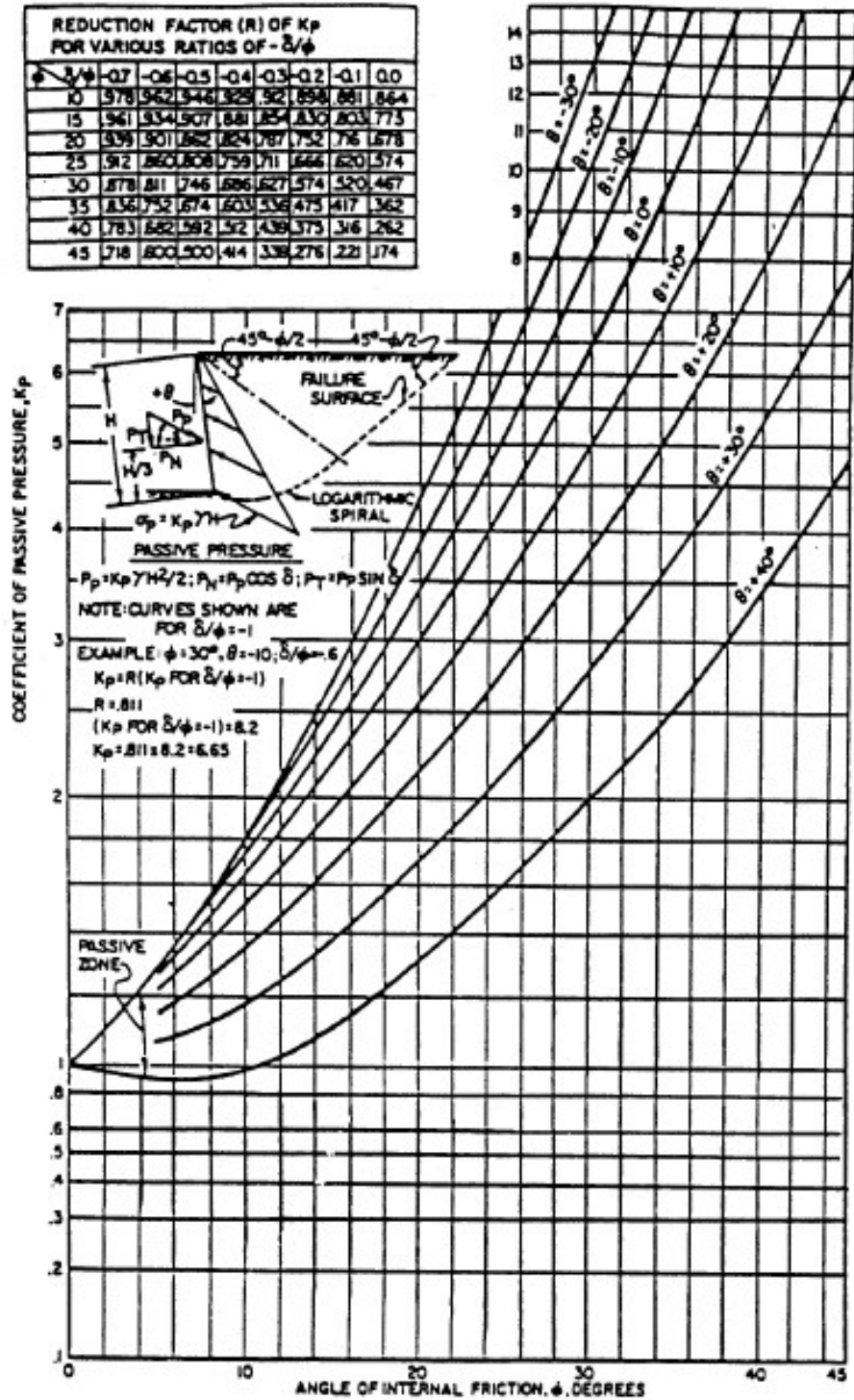


FIGURE 5.5.2C Computational Procedures for Passive Earth Pressures for Sloping Wall with Horizontal Backfill (Caquot and Kerisel Analysis), Modified After U.S. Department of Navy (1982)

Caquot-Kerisel 法被動土壓力係數(AASHTO 2002)

DIVISION I—DESIGN

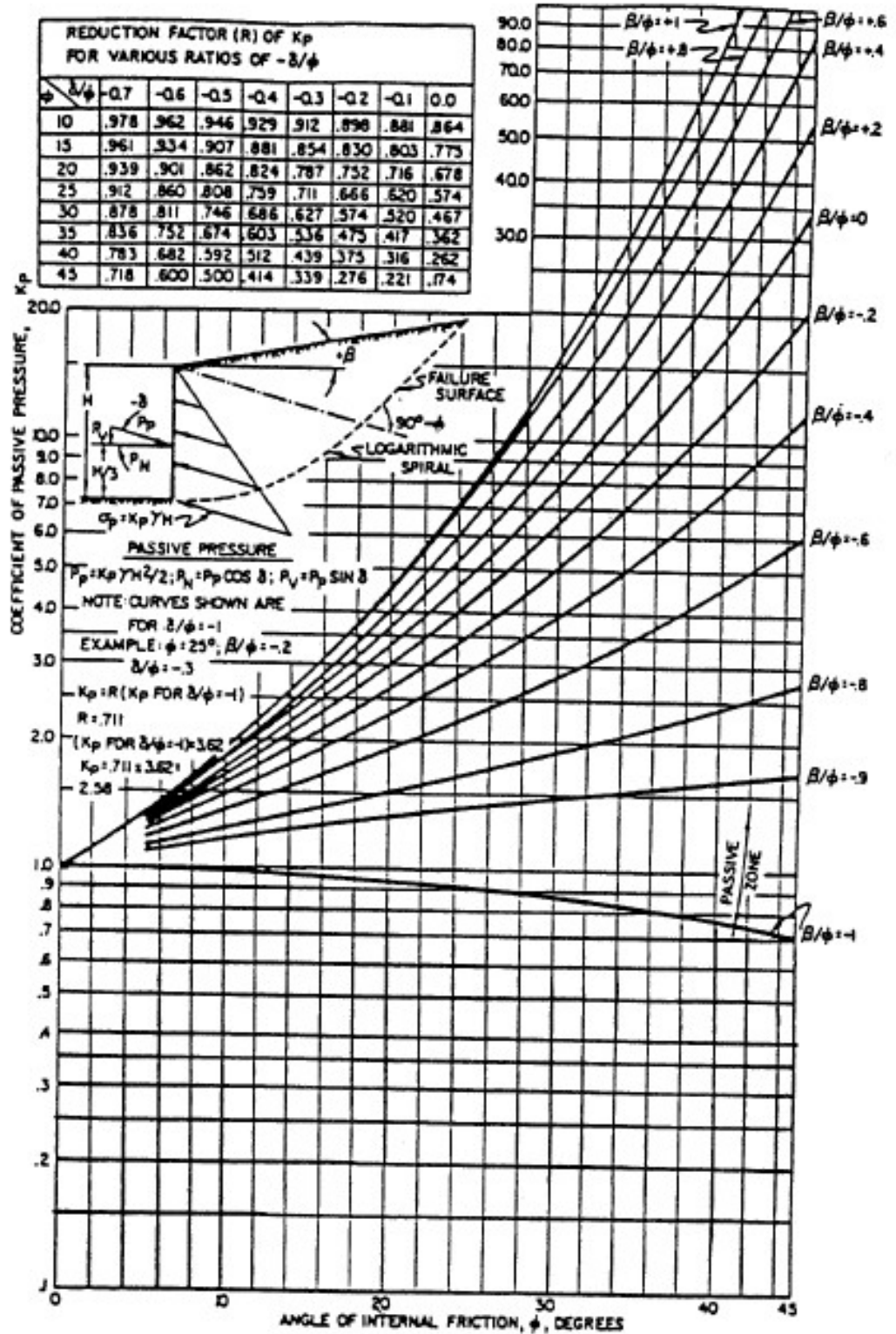


FIGURE 5.5.2D Computational Procedures for Passive Earth Pressures for Vertical Wall with Sloping Backfill (Caquot and Kerisel Analysis), Modified After U.S. Department of Navy (1982)

Caquot-Kerisel 法被動土壓力係數(AASHTO 2002)

4 淺基礎(直接基礎)

4.1 說明

淺基礎應置於合適之承載地層上，以提供足夠之承載力，並使基礎不致發生過大之沉陷、滑動與轉動，且避免受溫度、地層體積變化或沖刷之影響，位於地震區則應考慮地震之影響。

4.2 設計載重

- (1) 基礎設計載重應以上部結構依最新版交通部頒「公路橋梁設計規範」、「公路橋梁耐震設計規範」及各計畫設計準則規定之所有載重組合所傳遞至基礎之載重與基礎本身及覆土重量之和。
- (2) 基礎穩定性以工作載重進行分析，並依最新版交通部頒「公路橋梁設計規範」、「公路橋梁耐震設計規範」及核定之設計準則規定，分為長期及地震（極限）二種載重狀態檢核之。「公路橋梁設計規範」載重組合表（IA~VII類）所列之短期載重得依各類材料可提高之容許應力百分比換算成長期載重進行檢核。

4.3 垂直承載力

淺基礎之極限承載力應根據基地調查及土壤試驗之結果，依下列公式估計之：

$$q_u = cN_c F_{cs} F_{cd} F_{ci} + \gamma_2 D_f N_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + 0.5\gamma_1 B N_\gamma F_{rs} F_{rd} F_{ri} \dots\dots\dots(4.1)$$

式中，

q_u ：極限承載力 (tf/m²)

c ：基礎版底面以下之土壤凝聚力 (tf/m²)

γ_1 ：基礎版底以下 B 深度範圍內之土壤平均單位重，在地下水位以下者，應為其有效單位重 (tf/m³)

γ_2 ：基礎版底以上之土壤平均單位重，在地下水位以下者，應為其有效單位重 (tf/m³)

D_f ：基礎附近之最低地面至基礎版底面之深度，如鄰近有開挖，須考慮其可能之影響 (m)

B ：矩形基腳之短邊長度，如屬圓形基腳則指其直徑 (m)

N_c 、 N_q 、 N_γ ：承載力因數

F_{cs} 、 F_{qs} 、 F_{rs} ：形狀影響因素

F_{cd} 、 F_{qd} 、 F_{rd} ：埋置深度影響因素

F_{ci} 、 F_{qi} 、 F_{ri} ：載重傾斜影響因素

上述各形狀、埋置深度及載重傾斜影響因素詳如最新版交通部頒「公路橋梁設計規範」相關規定所示。容許垂直承載力為將(4.1)式計算所得之極限承載力除以安全係數得出。安全係數長期應不小於 3.0，地震時安全係數應不小於 1.5。

以上土壤承載力之計算如載重為偏心或斜坡與層狀地層上之基礎時，其承載力可依最新版交通部頒「公路橋梁設計規範」或最新版內政部頒「建築物基礎構造設計規範」相關規定計算之。

4.4 水平承載力

直接基礎可能承受水平方向之載重，其抵抗力可由基礎版底面之摩擦阻力與基礎版前側之側向抵抗力來承受。

4.4.1 基礎版底面之摩擦阻力

得依下式計算之：

$$R_f = N \tan \delta + A c_a \dots\dots\dots (4.2)$$

式中

R_f = 基礎版底面之摩擦阻力 (tf)

N = 作用於基礎版底面之有效鉛直載重 (tf)

δ = 基礎版底面與地層間之摩擦角 (°)

(1) 承載層為土壤或軟岩石取 $2/3\phi'$ 至 ϕ'

(2) 承載層為硬岩時取 30° 至 45°

上述 δ 應依基礎施工方式不同(預鑄或者場鑄)選擇其值

ϕ' = 地層之有效內摩擦角 (°)

A = 基礎底面之有效面積：依最新版內政部頒「建築物基礎構造設計規範」辦理

c_a = 基礎版底面與地層之有效附着力 (tf/m²)

4.4.2 基礎版前側之側向抵抗力

得依下式計算之：

$$R_p = \alpha L(\sigma_p \Delta h) - L(\sigma_A \Delta h) \dots\dots\dots (4.3)$$

式中，

R_p ：淺基礎版前側之側向抵抗力 (tf)

$\alpha = 1.0 + 0.4(D_f/L) \leq 2.0$ ，為形狀係數，依基礎之入土深度與基礎寬度之比值而定

L ：基礎版前側承受側向抵抗力之版寬度 (m)

σ_p ：被動土壓力 $= \gamma h_c K_p + 2c\sqrt{K_p}$ (tf/m²)

σ_A ：主動土壓力 $= \gamma h_c K_A - 2c\sqrt{K_p}$ (tf/m²)

K_p ：被動土壓力係數

K_A ：主動土壓力係數

γ ：地層之平均有效單位重量 (tf/m³)

D_f ：地表至基礎版底之深度 (m)

Δh ：基礎版厚度 (m)

h_c ：地表至基礎版中心點之深度 (m)

水平容許承载力需將(4.2)及(4.3)式計算所得之基礎版底面之摩擦阻力與基礎版前側之側向抵抗力之和除以安全係數得出。基礎承受水平載重長期之安全係數應不小於 1.5，地震時安全係數應不小於 1.2，基礎底面水平力並應符合最新版交通部頒「公路橋梁耐震設計規範」相關規定。另淺基礎有傾覆之虞者(座落於斜坡上、承受偏心載重、承受側向土壓力及其它原因)，應分析淺基礎傾覆之安全性，長期安全係數可採 2.0，地震時安全係數則視個案訂定。基礎底面之有效接觸面積規定，常時底面土壤承載區應維持受壓狀態，不允許拉力產生，地震時橋梁應符合最新版交通部頒「公路橋梁耐震設計規範」，建築物應符合最新版內政部頒「建築物基礎構造設計規範」相關規定。

4.5 沉陷量

4.5.1 說明

基礎受外力或地下水位之升降等影響會有沉陷產生。依結構物型式之不同，需考慮沉陷量之大小，以合於容許範圍之內。沉陷量包含即瞬時沉陷及壓密沉陷。

4.5.2 沉陷量之計算

(1) 地層應力增量之計算

基礎地層受載重影響之應力增量，可依彈性力學方式計算，惟應綜合

考慮基礎形狀及地層變化等因素，而做適當之修正。地層應力增量計算依最新版內政部頒「建築物基礎構造設計規範」相關規定，採用 Boussinesq 公式或利用 Newmark 之應力影響圖法求出辦理。

(2) 瞬時沉陷

地層受基礎載重作用之瞬時沈陷量計算，得視地層為均質體以彈性力學理論推估之。瞬時沈陷量計算將依照最新版內政部頒「建築物基礎構造設計規範」相關規定辦理。

(3) 壓密沉陷

黏性土層之單向度壓密沈陷量，原則上可由壓密前後之孔隙比變化，依下式推估：

$$H_c = \sum_{i=1}^n \frac{e_{oi} - e_{fi}}{1 + e_{oi}} H_i \dots\dots\dots (4.4)$$

式中，

H_c ：壓密沈陷量 (cm)

e_{oi} ：第 i 層土壤初始正向應力為 σ'_{oi} 時之孔隙比

e_{fi} ：第 i 層土壤正向應力增加為 σ'_{fi} 時之孔隙比

σ'_{oi} ：第 i 層中央點之初始正向有效垂直應力 (tf/m²)

σ'_{fi} ：第 i 層中央點之最終正向有效垂直應力 (tf/m²)

H_i ：第 i 層之厚度 (cm)

一般壓密沉陷分析包含將整層可壓縮黏土層於基礎底面下分為幾個層次，然後計算每層次之沉陷量，總沉陷量為每一層次沉陷量之和。對於特殊軟弱土壤如腐植土、有機土等應特別考慮，必要時得考慮其次壓密沉陷。

4.6 其他設計考量

- (1) 淺基礎設計應填寫基礎設計成果檢核表及鋼筋設計數量檢核表，檢視各種載重組合之載重及控制條件，以確認安全性與經濟性。
- (2) 淺基礎設計以不須配剪力筋為原則。
- (3) 於液化潛能較高之地質區域，不宜設計淺基礎，惟針對橋台、單跨橋梁或其它認定屬液化風險較低之基礎結構，經分析基礎承载力及沉陷量等

符合相關規定，或者進行地盤改良較為經濟並符合前述者，得設置淺基礎。

- (4) 若使用現地試驗(如 SPT-N)之結果推估土壤強度或淺基礎承载力，應註明經驗公式來源並考量其適用性。

5 樁基礎

5.1 說明

樁基礎可用來承受垂直載重及水平載重。承受垂直載重樁又可分為點承樁或是摩擦樁，亦或兩者並用者。依施工方式的不同，採用打擊方式將樁埋置地層中者，稱為打擊式基樁，採用鑽掘方式施工者，則稱為鑽掘式基樁。樁基之設置可為單樁或以群樁型式。

5.2 設計載重

- (1) 基礎設計載重應以上部結構依最新版交通部頒「公路橋梁設計規範」、
「公路橋梁耐震設計規範」及各計畫設計準則規定之所有載重組合所傳遞至基礎之載重與基礎本身及覆土重量之和。
- (2) 基礎穩定性以工作載重進行分析，並依最新版交通部頒「公路橋梁設計規範」、「公路橋梁耐震設計規範」及各計畫設計準則規定，分為長期及地震（極限）二種載重狀態檢核之。「公路橋梁設計規範」載重組合表（IA~VII類）所列之短期載重得依各類材料可提高之容許應力百分比換算成長期載重進行檢核。

5.3 單樁承載力

5.3.1 垂直承載力

單樁之極限承載力係由樁身摩擦力與樁底端點承載力組成，得依下式計算之：

$$Q_u = f_s A_s + q_b A_b \dots\dots\dots (5.1)$$

式中

Q_u ：單樁之極限垂直承載力（tf）

f_s ：表面摩擦阻力（tf/m²）

A_s ：樁身之表面積（m²）

q_b ：樁端之極限承載力

A_b ：樁端之斷面積（m²）

其中 f_s 與 q_b 之計算依最新版內政部頒『建築物基礎構造設計規範』之規定辦理。單樁之容許垂直承載力為將(5.1)式計算所得之極限承載力除以安全係數得出，其安全係數，於長期應不小於 3.0，地震時應不小於 1.25。若基

樁承载力係依樁載重試驗結果推估，其安全係數於長期可採 2.0，於地震時可採 1.0。

5.3.2 水平承载力

基樁承受側向載重時，其容許之側向承载力應不致使樁體各部份之應力超過材料之容許應力值，且樁頂部之變位不得超過上部結構所容許之側向變位。

5.3.3 容許變位

基樁於設計地盤面之水平容許變位於長期為 1.0 公分，地震時則須滿足上部結構變位之限制。上部結構有特殊限制者，從其規定。

5.3.4 負摩擦力

- (1) 基樁四周之地層，若可能發生相對於基樁之沉陷位移情形，則設計時應檢討負摩擦力發生之可能性與大小，並檢核基樁之安全性。
- (2) 單樁負摩擦力 P_{fn} 應考慮中立點以上所有負摩擦力之總和。
- (3) 中立點位置係依樁承載地層與樁四周壓縮地層之相對勁度而定，設計時應予檢討。
- (4) 使用群樁之情形，可考慮群樁之相互影響，將設計負摩擦力予以折減。
- (5) 考慮基樁之負摩擦力時，應按下式檢討其安全性：

$$\frac{P + P_{fn}}{A_p} \leq \sigma_{sa} \dots\dots\dots (5.2)$$

$$P + P_{fn} \leq \frac{Q_p + R_f}{1.2} \dots\dots\dots (5.3)$$

式中，

P ：樁頂部之長期軸向長期荷重 (tf)

P_{fn} ：中立點以上之負摩擦力總和 (tf)

Q_p ：樁端點之極限承载力 (tf)

R_f ：樁身中立點以下之正摩擦阻力 (tf)

A_p ：樁身斷面積 (m^2)

σ_{sa} ：樁材料之短期容許應力強度 (tf/m^2)

- (6) 於考慮地震力、風力、衝擊力、車輛等短期載重時，可不計負摩擦力

之影響。

- (7) 樁基若使用特殊表面處理，以減低負摩擦力時，則設計之負摩擦力值可依實際量測效果予以折減。

5.3.5 單樁拉拔力

單樁容許拉拔力，可以下式(5.4)計算之。

$$R_a = W_p + \frac{f_s A_s}{FS} \dots\dots\dots (5.4)$$

式中，

- R_a ：單樁之容許拉拔力 (tf)
- W_p ：樁體重量，並應考慮地下水之影響 (tf)
- f_s ：樁表面摩擦阻力 (tf/m²)
- A_s ：樁身表面積 (m²)
- FS ：拉拔力安全係數

原則上長期應儘量避免基樁承受拉拔力，地震時安全係數應不小於 1.5。若基樁拉拔力係依樁載重試驗結果推估，其安全係數於地震時可採 1.25。

5.4 基樁間距及群樁總承載力

5.4.1 基樁間距

樁基礎之各單樁間應保持適當間距，原則上各單樁中心間距應符合下列規定。間距小於規定者，應視地層條件、基樁種類及施工方式審慎檢討群樁之互制效應。

- (1) 設置預鑄混凝土樁時，其中心間距不得小於樁頭直徑之 2.5 倍，且不得小於 75cm。
- (2) 設置場鑄混凝土樁時，其中心間距原則上不得小於樁頭直徑之 2.5 倍，且不得小於樁直徑加 1m。
- (3) 設置擴座基樁時，其中心間距不得小於樁頭直徑之 3.0 倍，且不得小於擴座寬度加 1m。

5.4.2 群樁總承載力

基樁施工過程中，對地層產生鬆弛、擠壓、夯實等擾動，並因基樁間之相互作用，使群樁之總承載力與群樁中各單樁承載力總和不等，除非經試驗或其他方式證明，原則上得依以下方式計算群樁之總承載力。群樁總承載

力、水平承載力及負摩擦力之折減，可依最新版內政部頒「建築物基礎構造設計規範」及最新版交通部頒「公路橋梁設計規範」之規定辦理。

- (1) 座落於堅實地層中且其下方無軟弱地層之點承樁，其間距大於第 5.4.1 節之規定者，群樁之總承載力為各單樁端點承載力之和。
- (2) 座落於砂土層之群樁，其間距大於或等於第 5.4.1 節之規定者，群樁之總承載力為單樁承載力之和。
- (3) 座落於粘土層群樁之總承載力，其總承載力可分別依下列方法計算，並以其中較小者為設計值。
 - A. 將群樁視為一整體之基礎塊，並以其底面之承載力及四週摩擦阻力之和，為整體之承載力。
 - B. 以單樁之摩擦阻力乘以樁數後之總和，再乘以適當之折減值(折減值應參據最新版交通部頒「公路橋梁設計規範」相關規定辦理)，加上各單樁端點承載力之總和，為群樁之整體承載力。

5.5 其他設計考量

- (1) 樁基礎設計應填寫基礎設計成果檢核表及鋼筋設計數量檢核表，檢視各種載重組合之載重及控制條件，以確認安全性與經濟性。
- (2) 基樁結構設計除上部結構傳遞之設計載重外，應充分考量樁體與土壤互制行為，並參據最新版交通部頒「公路橋梁設計規範」及「公路橋梁耐震設計規範」相關規定辦理。
- (3) 基樁塑鉸區依規範應配置橫向圍束鋼筋，其配置應依最新版交通部頒「公路橋梁耐震設計規範」辦理。鋼筋籠之保護層間隔器以鐵片焊接於主筋上為原則，間隔器尺寸並應確保保護層厚度足夠。
- (4) 同一施工標之橋梁基樁配筋種類宜適度歸類，以簡化鋼筋加工組立之複雜度。
- (5) 橋台或鄰近填土作業之重要結構物基礎若採用樁基礎且土層含有壓縮土壤時，應檢核填土加載可能導致基樁承受負摩擦力及差異沉陷之影響，並採取必要之減輕對策。
- (6) 臨海基樁設計應採適當措施增加其耐蝕性。
- (7) 基樁樁尖貫入岩盤之承載力得依據相關規範辦理。
- (8) 基樁之容許承載力應限定一上限值，上限值之訂定得依據相關規範辦理。

- (9) 基樁設計應考量其場址淨高限制，以符合施工需求。
- (10) 基樁穿過有液化潛能之土壤層，耐震設計上應考量適當折減及液化導致側向流動之影響。
- (11) 若使用現地試驗(如 SPT-N)之結果推估基樁承载力，應註明經驗公式來源並考量其適用性。
- (12) 如有進行基樁現地載重試驗確認承载力及抗拉拔力等符合設計之需求，應於設計階段規劃適當之施作地點。
- (13) 河川區域內基樁樁帽頂面高程原則應低於河川斷面最低點，並應依河川特性考量最大沖刷深度適當降低基礎頂面高程，如依前述原則設計有困難者，得考量現地情形、河道擺盪及沖刷深度影響予以放寬前述原則。
- (14) 基樁設計應參據本局最新版「施工技術規範」相關章節規定辦理。
- (15) 樁柱式橋墩設計時，應於圖說標繪或設置基樁與墩柱之明顯分界，以利橋檢人員得於現場明確判定基樁沖刷情形。

6 沉箱基礎

6.1 說明

- (1) 沉箱基礎係於地面上預先逐輪構築沉箱結構體，再以機械或人工等方式分段挖掘地層，使沉箱結構體沉入地層中，再依序逐輪構築結構體及下沉，直至達到設計深度，完成沉箱施築。
- (2) 井式基礎與沉箱基礎施工方式雖不同，惟其構造及力學行為相似，設計顧問公司可參考最新版交通部頒「公路橋梁設計規範」、「公路橋梁耐震設計規範」、最新版日本道路協會「斜面上之深礎基礎設計施工便覽」、國工局 105 年版「公路橋梁井式基礎設計準則及解說」及本章相關規定，視個案情形研擬設計準則送工程司核定後辦理設計。

6.2 設計載重

- (1) 基礎設計載重應以上部結構依最新版交通部頒「公路橋梁設計規範」、「公路橋梁耐震設計規範」及各計畫設計準則規定之所有載重組合所傳遞至基礎之載重與基礎本身及覆土重量之和。
- (2) 基礎穩定性以工作載重進行分析，並依最新版交通部頒「公路橋梁設計規範」、「公路橋梁耐震設計規範」及各計畫設計準則規定，分為長期及地震（極限）二種載重狀態檢核之。「公路橋梁設計規範」載重組合表（IA~VII 類）所列之短期載重得依各類材料可提高之容許應力百分比換算成長期載重進行檢核。

6.3 承載力

6.3.1 垂直承載力

垂直方向之極限承載力依形狀之不同可依下式得出：

$$q_u = \alpha c N_c + \gamma_2 D_f N_q + 0.5 \beta \gamma_1 B N_r \dots\dots\dots (6.1)$$

$$q_a = \frac{1}{FS} (q_u - \gamma_2 D_f) + \gamma_2 D_f \dots\dots\dots (6.2)$$

式中，

q_u ：基礎底面地層之極限承載力 (tf/m²)

q_a ：基礎底面地層之容許承載力 (tf/m²)

c ：基礎底面之地盤凝聚力 (tf/m²)

γ_2 ：基礎底面上周邊地盤有效單位重 (tf/m³)

γ_1 ：基礎底面下地盤有效單位重 (tf/m³)

B ：基礎寬度 (m)

D_f ：基礎之有效埋置深度 (m)

α 、 β ：基礎底面形狀影響因素

N_c 、 N_q 、 N_r ：承载力因數

承载力安全係數 (FS)，於長期應不小於 3.0，於地震時應不小於 1.5，建築物依最新版內政部頒「建築物基礎構造設計規範」規定辦理。

6.3.2 水平承载力

沉箱基礎之水平極限承载力，以沉箱正前方地層之水平承载力與沉箱底面之摩擦阻力綜合考慮，其值得依本注意事項第 3.3 節及第 4.4 節規定計算之。

計算沉箱正前方地層之水平承载力時，其被動土壓力係數，於長期可依下式計算之：

$$K_p = \frac{\cos^2 \phi}{\cos \delta \left\{ 1 - \left[\frac{\sin(\delta - \phi) \sin(\phi + \alpha)}{\cos \delta \cos \alpha} \right]^{1/2} \right\}^2} \dots\dots\dots (6.3)$$

於地震時，其被動土壓力係數則為：

$$K_{PE} = \frac{\cos^2 \phi}{\cos \delta_e \left\{ 1 - \left[\frac{\sin(\delta_e - \phi) \sin(\phi + \alpha)}{\cos \delta_e \cos \alpha} \right]^{1/2} \right\}^2} \dots\dots\dots (6.4)$$

以上 2 式中

ϕ = 土壤之摩擦角 (°)

δ = 長期土壤與沉箱壁面之摩擦角 (°)

δ_e = 地震時土壤與沉箱壁面之摩擦角 (°)

α = 地表傾角 (°)

沉箱正前方及側邊地層之水平承载力安全係數，於長期應不小於 1.5，於地震時應不小於 1.1。沉箱底面之摩擦阻力其安全係數，於長期應不小於 1.5，地震時橋梁應符合最新版交通部頒「公路橋梁耐震設計規範」之規定，建築物應符合最新版內政部頒「建築物基礎構造設計規範」之規定。

6.4 容許變位

沉箱於設計地盤面之容許水平變位長期為沉箱寬度之 1%，以 5.0 公分為上

限，旋轉角則小於 0.005rad ，地震時以不超出上部構造物變位量限制為原則。

6.5 其他設計考量

- (1) 沉箱基礎設計應填寫基礎設計成果檢核表及鋼筋設計數量檢核表，檢視各種載重組合之載重及控制條件，以確認安全性與經濟性。
- (2) 沉箱基礎之容許承载力應限定一上限值，上限值之訂定得依據相關規範辦理。
- (3) 井式基礎應考量地質條件及地下水狀況設計適當之臨時開挖擋土支撐系統，並配置適當抽排水或止水設施。
- (4) 沉箱及井式基礎設計應參據本局最新版「施工技術規範」相關章節規定辦理。

7 隧道工程

7.1 說明

本章為針對採用鑽炸法及非全斷面機械開挖法隧道之土木工程設計相關規定。

7.2 岩體分類

岩體分類係就隧道開挖中所遭遇之岩體特性，加以評估分類，作為訂定開挖工法與輪進長度之用，並供選擇標準支撐類型之參考。岩體分類可參考 Rabcewicz-Pacher、NGI (Norwegian Geotechnical Institute) -Q 值、RMR 值或公共工程委員會「台灣岩體分類與隧道支撐系統 (PCCR 系統)」所建議之岩體分類法予以評定。

7.3 設計載重

本節所考慮之荷重包含主體隧道之內、外襯砌及隧道交叉段內、外襯砌設計所需考慮之載重。

7.3.1 主體隧道段

(1) 外襯砌 (含臨時支撐)

需考慮之載重包括初始現地應力 (含垂直應力及水平應力) 及各階段開挖所造成之應力釋放效應。

(2) 內襯砌

內襯砌之設計除需考慮內襯砌自重之靜載重及防水膜背後之靜水壓力及通風機電附屬設施載重外，亦應考慮外襯砌傳遞至內襯砌之岩體載重。

(3) 隧道內空斷面

國道隧道之淨空原則採路面寬為每車道 3.65 公尺外加路肩 30 公分，其淨高為 4.9 公尺，維修步道寬 1.0 公尺、高度 15 公分、淨高採 2.0 公尺。本局代辦非國道系統之隧道標準斷面依該道路等級之相關規定辦理。

7.3.2 隧道交叉段

隧道交叉段之內、外襯砌設計載重需考量距交叉處某一範圍內應力集中及應力重分配造成之影響。

7.4 材料性質

隧道使用之噴凝土或混凝土性質，除另有規定外，以下數值可供參考：

·噴凝土		· $f_c' \geq 210 \text{ kgf/cm}^2$
·混凝土	·隧道洞口結構、內襯砌及仰拱	· $f_c' \geq 245 \text{ kgf/cm}^2$
	·填充(無筋)混凝土	· $f_c' \geq 80 \text{ kgf/cm}^2$

於上表中， f_c' 為抗壓強度。

此外，鋼材之選用，應符合下表之規定：

·鋼筋	·符合本局「施工技術規範」第 03210 章鋼筋之規定
·鋼線網	·符合本局「施工技術規範」第 03220 章銲接鋼線網之規定
·鋼肋	·符合交通部頒「公路工程施工規範」第 02422 章鋼支保之規定
·岩栓	·符合交通部頒「公路工程施工規範」第 02423 章隧道用岩栓之規定

7.5 計算分析模式

7.5.1 主體隧道段

(1) 外襯砌

設計分析以經驗設計法為主，依岩體分類、隧道開挖斷面大小、覆土厚度、初始應力條件及施工順序進行隧道設計，並以數值分析方法校核。分析時應考慮徑向變形與支撐壓力之相依關係，依不同開挖構築階段分別加載，以模擬現地開挖程序。

(2) 內襯砌

可以二維梁-彈簧模式分析，四周岩盤以彈簧模式模擬之。設置防水層之隧道應考量防水層對剪力傳遞之影響。

(3) 岩栓

岩栓應成系統性佈置，以構成整體支撐系統，並採適當模式予以分析。如地質狀況合適或條件需要，亦可局部採用。

7.5.2 隧道交叉段

(1) 外襯砌

主隧道及連接隧道均應進行斷面數值分析，並於交叉處應力相互影響範圍內分析所需之補強支撐工。

(2) 內襯砌

分析中應考慮交叉段三維幾何形狀交角，岩體應力過度集中現象，宜採三維數值分析確認結構體之安全性。

7.6 洞口及明挖覆蓋隧道

7.6.1 洞口設計

(1) 進洞位置選擇

選擇隧道進洞位置應充份掌握洞口附近地形、地質、地下（表）水及日出日落等自然條件，以及周邊環境之社會條件，檢討洞口完成後之坡面穩定性、引發自然災害之可能性、周邊景觀之調和性、鄰近結構物之相互影響與營運維護管理之需要，以儘量減少開挖保持自然景觀與生態為原則。

(2) 洞口邊坡與落石

開挖隧道洞口應注意邊坡穩定性，並視需要加設邊坡穩定措施。相關洞口邊坡保護詳第 2 章相關規定。另視現場狀況檢討設計防落石設施之必要性。

(3) 洞口段隧道開挖與支撐設計

洞口段隧道開挖時，當受地質地形因素影響無法形成地拱，因此進洞鑽掘斷面宜採小斷面或分階段開挖等工法，並視需要加設穩定開挖面的各種輔助工法。

7.6.2 明挖覆蓋隧道設計

(1) 概說

為維護景觀及防止坡面落石掉落車道危及行車安全，除儘量避免洞口大型開挖外，視需要在洞口向外延伸設置明挖覆蓋隧道，長度視地形而定，其頂部以覆土植生為原則。

- (2) 明挖覆蓋隧道之襯砌，原則上為鋼筋混凝土結構，分別以不同之載重組合計算分析應力，作為設計之參考，其載重考慮如下：
- A. 根據最新版「混凝土工程設計規範與解說」，包含靜重、側土壓力、水壓力、活載重與地震。
 - B. 如隧道上方或其附近有道路通過，可視覆土厚度，考慮將活載重以超載方式或分佈傳遞方式作用於隧道襯砌上。
 - C. 其他特殊載重視需要予以考慮。

7.7 監測系統

7.7.1 監測項目（視工程狀況配置）

- (1) 隧道開挖後斷面伸縮變化之量測
- (2) 隧道頂拱、仰拱等沈陷或隆起量之觀測
- (3) 洞口段開挖期間，地層位移變形及水壓之量測
- (4) 隧道開挖後岩體內變形及應力鬆弛範圍之量測
- (5) 其它

7.7.2 監測儀器（視工程狀況配置）

- (1) 收斂岩釘或三維變形觀測點
- (2) 伸縮儀
- (3) 沈陷觀測釘
- (4) 應力計、應變計、計測岩栓
- (5) 傾斜儀
- (6) 水壓計
- (7) 其它

7.7.3 隧道監測之配置

監測儀器之種類與數目、裝設位置、分佈及量測頻率應規定於設計圖說或施工規範。

7.8 排水及防水設施

7.8.1 排水設施

- (1) 隧道之排水設施應採清水（入滲地下水）與汗水（路面水）分離設計，各排水系統並應考量營運維護所需，設置必要之清洗孔道。
- (2) 路面邊溝收集之汗水視需要設置處理措施（如油水分離設施），經處理後再予放流。

7.8.2 防水設施

為維持隧道內乾燥之行車環境，避免滲水影響隧道襯砌之耐久性及相關設施功能，隧道內應設置防水設施。

7.9 維護管理建議書

為掌握工程竣工啟用後所需之維護管理措施及相關經費，應於設計完成時提送「維護管理作業建議書」，內容至少包括維護管理之作業方式及頻率、維護管理費用概算

8 其他規定

8.1 基礎開挖

- (1)開挖面之穩定分析設計參據最新版內政部頒「建築物基礎構造設計規範」相關規定辦理。
- (2)建築物、橋梁基礎及擋土牆開挖，應依據地質條件、地下水位、施工空間及其它相關因素配置適當之擋土支撐系統(含監測儀器)，其詳細配置並應於設計圖說繪製。

8.2 土壤液化評估及相關設計

橋梁應參據最新版交通部頒「公路橋梁耐震設計規範」相關規定，建築物應參據最新版內政部頒「建築物基礎構造設計規範」及「建築物耐震設計規範及解說」相關規定辦理。

8.3 地(岩)錨設計

參據交通部頒「公路邊坡工程設計規範」之相關規定辦理。

8.4 地盤改良

參據最新版內政部頒「建築物基礎構造設計規範」之相關規定辦理。

8.5 施工安全監測

參據最新版內政部頒「建築物基礎構造設計規範」之相關規定及依據現地地形、地質條件及施工需求選擇適當方式辦理。

8.6 鄰近施工

設計應考量施工期間，大地工程作業對於工址鄰近建築物及公私有財產之影響程度，考量不同設計方式予以妥善保護。

9 參考文獻

- (1)交通部 109 年頒『公路橋梁設計規範』。
- (2)交通部 108 年頒『公路橋梁耐震設計規範』。
- (3)交通部 104 年頒『公路邊坡工程設計規範』。
- (4)交通部 107 年頒『公路隧道設計規範』。
- (5)交通部 104 年頒『公路工程施工規範』。
- (6)內政部 90 年頒『建築物基礎構造設計規範』。
- (7)內政部 100 年頒『建築物耐震設計規範及解說』。
- (8)AASHTO,“Standard Specification for Highway Bridges”, 17th Ed., 2002。
- (9)日本道路協會，『道路橋示方書同解說，下部構造篇』，2017。
- (10)日本道路協會，『道路橋示方書同解說，耐震設計篇』，2017。
- (11)日本道路協會，『斜面上の深礎基礎設計施工便覽』，2012。
- (12)U.S.Navy,“Soil Mechanics Design Manual 7.1”, 1982。
- (13)U.S.Navy,“Foundation and Earth Structure Design Manual 7.2”, 1982。
- (14)CGS,“Canadian Foundation Engineering Manual”, 4nd Ed., 2006。
- (15)日本道路協會，道路土工之『軟弱地盤對策工指針』，2006
- (16)交通部高速公路局，『施工技術規範』，2018
- (17)交通部高速公路局，『公路橋梁耐震評估與補強設計規範草案』，2019
- (18)交通部臺灣區國道新建工程局，『大地工程調查作業準則』，1999
- (19)交通部臺灣區國道新建工程局，『大地工程預算編列格式』，2004
- (20)交通部臺灣區國道新建工程局，『橋梁及結構工程預算編列格式』，2004
- (21)交通部臺灣區國道新建工程局，『公路橋梁井式基礎設計準則及解說』，
2016

附表 1

大地工程調查內容研擬及調查目的一覽表

計畫名稱：_____

孔 號	孔 深 (m)	土 層 (m)	塊石 與 崩積 層 (m)	卵 礫 石 層 (m)	岩 層 (m)	岩 心 箱 (箱)	標準 貫入 試驗 (次)	水位 觀 測 井 (m)	水 壓 計 (m)	土壤 一般 物理 試驗 (組)	土壤 單壓 強度 試驗 (組)	土壤 直剪 試驗 (組)	土壤 單向 度壓 密試 驗 (組)	土壤 三軸 強度 試驗 (組)	岩石 一般 物理 試驗 (組)	岩石 單壓 強度 試驗 (組)	岩石 弱面 直接 剪力 試驗 (組)	調查目的
合 計																		

- 註：1.工作項目及數量依計畫內容需求及調查目的編列。
 2.調查目的應註明結構型式、地層特性，如橋梁基礎、隧道洞口邊坡、隧道斷層破碎帶、路堤軟弱地盤等。
 3.表格內容可依作業需求調整。

附表 2

橋梁基礎設計載重分配表

計畫名稱：_____

審 查：_____

結構設計工程師：_____

橋名：_____ 橋墩編號：_____ 基礎型式：_____

基礎設計工程師：_____

填 表 日 期：_____

載重組合	$P(t)$	$V_L(t)$	$V_T(t)$	$M_L(t-m)$	$M_T(t-m)$	$P_{max}(t)$	$P_{min}(t)$	$V_{max}(t)$	$Q_{max}(t/m^2)$	$e_L(m)$	$e_T(m)$	備 註
Case 1												
Case 2												
Case 3												
“												
“												
附註：斷面幾何性質： $B =$ _____， $L =$ _____， $I_L =$ _____， $I_T =$ _____。 基 樁 配 置： $n \times m =$ _____，樁距= _____。												

- 註：1. 各項載重（含常時及地震）以計算至基礎或樁帽底面為準。
 2. P ：垂直力； V_L 、 V_T ：橋梁軸向及橫向水平力； M_L 、 M_T ：橋梁軸向及橫向彎距； P_{max} 、 P_{min} ：基樁承受之最大及最小垂直力； V_{max} ：基樁承受之最大水平力； Q_{max} ：直接基礎承受之最大垂直應力； e_L 、 e_T ：直接基礎橋梁軸向及橫向之偏心距。
 3. 附表說明各載重組合內容。
 4. 各項控制載重請於表中註明。

附表 3A

橋梁基礎設計成果表（淺基礎或直接基礎）

計畫名稱：_____

審 查：_____

結構設計工程師：_____

橋名：_____

基礎設計工程師：_____

填 表 日 期：_____

橋墩 編號	基礎 尺寸 L×B	地表 高程 (m)	基礎底高 程 (m)	設計載重狀態							容許承載狀態		設計控制 因素 (使用效 率(%))
				垂直力		穩定檢核					垂直力		
				長期 (t/m ²)	地震 (t/m ²)	常時		地震			長期(t/m ²)	地震(t/m ²)	
						滑動(FS)	傾倒(FS)	滑動(FS)	傾倒(FS)	受壓接觸 面積 (%)			
附註								基礎配置示意					

設計載重組合，長期：_____ 地震：_____

註：垂直力控制者請加註使用效率。

附表 3B

橋梁基礎設計成果表 (基樁)

計畫名稱：_____

審 查：_____

結構設計工程師：_____

橋名：_____

基礎設計工程師：_____

填 表 日 期：_____

橋墩 編號	基礎尺寸		地表 高程 (m)	帽底 高程 (m)	沖刷深度 EL.(m)		設 計 載 重 狀 態						容 許 承 載 狀 態						地震樁頭 水平位移 (cm)	設計控 制因素 及使用 效率 (%)
	樁徑 (m)	樁長 (m)			常時	地震	垂直力 (t/支)		拉拔力 (t/支)		水平力 (t/支)		垂直力 (t/支)		拉拔力 (t/支)		水平力 (t/支)			
			常時	地震			常時	地震	常時	地震	常時	地震	常時	地震	常時	地震	常時	地震		
附註											基樁配置 示意									

設計載重組合，長期：_____ 地震：_____

註：基樁材料強度若可能成為設計控制條件應予檢核之。

附表 3C

橋梁基礎設計成果表 (沉箱)

計畫編號：_____

計畫名稱：_____

橋 名：_____

校核工程師：_____

設計工程師：_____

填表日期：_____

橋墩編號	沉箱尺寸		地表高程 (m)	基礎頂面高程 (m)	沖刷深度 EL.(m)		設計載重狀態						容許承載狀態				設計地盤面水平位移 (cm)	基礎旋轉角 (rad)	設計控制因素及使用效率		
	直徑 (m)	長度 (m)			常時	地震	垂直力 (T/m ²)		水平力 (T/m ²)		底面摩擦力 (T)		垂直力 (T/m ²)		水平力 (T/m ²)					底面摩擦力 (T)	
							常時	地震	常時	地震	常時	地震	常時	地震	常時	地震				常時	地震
附註																					

設計載重組合，長期：_____ 地震：_____

附表 4

橋梁基礎鋼筋設計數量檢核表

計畫編號：_____

計畫名稱：_____

橋 名：_____

校核工程師：_____

設計工程師：_____

填表日期：_____

橋墩編號	橋墩尺寸		支承型式	橋墩型式	直接/樁基礎						沉箱/井式基礎						
	直徑 (m)	高度 (m)			基礎版尺寸 (m)	混凝土體積 (m ³)	鋼筋重量 (t)	鋼筋/混凝土 (kg/m ³)	基樁尺寸 (m)	基樁長度 (m)	基樁鋼筋/混凝土 (kg/m ³)	沉箱/井基尺寸 (m)	井筒型式	沉箱/井基深度 (m)	混凝土體積 (m ³)	鋼筋重量 (t)	鋼筋/混凝土 (kg/m ³)
附註																	

註：項目「基樁鋼筋/混凝土(kg/m³)」，混凝土為該標的物之總體積或有扣除鋼筋體積者應註明。

- 基樁總體積
- 基樁總體積扣除鋼筋體積

附表 5

擋土牆設計成果表

計畫編號：_____

計畫名稱：_____

設計項目：_____

校核工程師：_____

設計工程師：_____

填表日期：_____

擋土牆 編號	擋土牆尺寸				擋土牆穩定分析檢核						設計控 制因素
	擋土牆 全高(m)	基礎版 長(m)	基礎版 厚(m)	剪力樺 (m)	抗滑動安全係數		抗傾覆安全係數		承载力安全係數		
					常時 (>1.5)	地震 (>1.2)	常時 (>2.0)	地震 (>1.5)	常時 (>3.0)	地震 (>2.0)	
附註											