

第七章 鋼筋混凝土設計

7.1 一般需求與材料

7.1.1 應用

1. 符號

- a : 相當矩形應力塊之深度，見 7.3.3 節。
- a_b : 平衡應變狀態之相當矩形應力塊之深度，cm (m)，見 7.3.4 節。
- a_v : 剪力距，集中載重與支承面之距離，見 7.2.5 節及 7.3.6 節。
- A : 圍繞受拉主鋼筋且與該主鋼筋同一形心之混凝土有效受拉面積除以鋼筋或鋼線數， $\text{cm}^2 (\text{m}^2)$ 。若受拉主鋼筋含有多種不同尺寸或鋼線，其鋼筋或鋼線數，則由鋼筋總斷面積除以其中最大鋼筋或鋼線之面積計算而得，見 7.3.10 節。
- A_b : 單根鋼筋斷面積， $\text{cm}^2 (\text{m}^2)$ ，見 7.1.13 節。
- A_c : 螺箍受壓構材之柱心面積，直徑係量至螺箍筋之外徑， $\text{cm}^2 (\text{m}^2)$ ，見 7.1.10 節。
- A_{cv} : 抵抗剪力傳遞之混凝土斷面積， $\text{cm}^2 (\text{m}^2)$ ，見 7.3.6 節。
- A_f : 托架或托梁內抵抗彎矩之鋼筋面積， $\text{cm}^2 (\text{m}^2)$ ，見 7.2.5 節及 7.3.6 節。
- A_g : 斷面總面積， $\text{cm}^2 (\text{m}^2)$ 。
- A_h : 平行受拉主鋼筋之剪力鋼筋面積， $\text{cm}^2 (\text{m}^2)$ ，見 7.2.5 節及 7.3.6 節。
- A_n : 托架或托梁頂面設計拉力 $N_c (N_{uc})$ 之鋼筋面積， $\text{cm}^2 (\text{m}^2)$ ，見 7.2.5 節及 7.3.6 節。
- A_s : 受拉鋼筋面積， $\text{cm}^2 (\text{m}^2)$ 。
- A'_s : 受壓鋼筋面積， $\text{cm}^2 (\text{m}^2)$ 。
- A_{sf} : 於 I 及 T 型斷面之懸出翼板用以產生受壓強度之鋼筋面積，見 7.3.3 節。
- A_{sk} : 每一面上單位高度之表面鋼筋之面積， cm^2/m ，見 7.1.7 節。
- A_{st} : 縱向鋼筋之總面積，見 7.3.4 節。
- A_v : 在 s 距離內之剪力鋼筋面積。

- A_{vf} : 剪力摩擦鋼筋面積, $\text{cm}^2 (\text{m}^2)$, 見 7.2.5 節及 7.3.6 節。
- A_w : 伸展或續接之單支鋼線面積, $\text{cm}^2 (\text{m}^2)$, 見 7.1.19 節。
- A_1 : 承載面積, 見 7.2.2 節及 7.3.7 節。
- A_2 : 支承表面內與承載面積相似且同心之最大面積, 見 7.2.2 節及 7.3.7 節。
- b : 構材受壓面之寬度。
- b_o : 板或基腳之臨界斷面周長, 見 7.2.5 節及 7.3.6 節。
- b_v : 核算水平剪力在接觸面處之斷面寬度, 見 7.2.5 節及 7.3.6 節。
- b_w : 腹板寬或圓形斷面之直徑, 見 7.2.5 節及 7.3.6 節。
- C : 中性軸至最外受壓纖維之距離, 見 7.3.2 節。
- C_m : 實際彎矩圖與相當均勻彎矩圖之相關因數, 見 7.3.5 節。
- d : 最外受壓纖維至受拉鋼筋重心之距離, $\text{cm} (\text{m})$ 。計算圓形斷面之剪力強度, d 不必小於最外受壓纖維至構材對面半圓受拉鋼筋重心之距離; 計算合成構材之水平剪力強度, d 應為合成斷面最外受壓纖維至受拉鋼筋重心之距離。
- d' : 最外受壓纖維至受壓鋼筋重心之距離, $\text{cm} (\text{m})$ 。
- d'' : 總斷面重心(不計鋼筋)至受拉鋼筋重心之距離, $\text{cm} (\text{m})$ 。
- d_b : 鋼筋或鋼線之標稱直徑, $\text{cm} (\text{m})$ 。
- d_c : 最外受拉纖維至最近鋼筋或鋼線中心之距離, $\text{cm} (\text{m})$, 見 7.3.10 節。
- E_c : 混凝土之彈性模數, $\text{kgf/cm}^2 \text{ MPa}$, 見 7.1.22 節。
- EI : 受壓構材之撓曲剛度, 見 7.3.5 節。
- E_s : 鋼筋之彈性模數, $\text{kgf/cm}^2 \text{ MPa}$, 見 7.1.22 節。
- f_b : 承載面積上混凝土之平均承壓應力, 見 7.2.2 節及 7.3.7 節。
- f_c : 使用載重下混凝土最外受壓纖維應力, 見 7.2.2 節。
- f'_c : 混凝土規定抗壓強度, $\text{kgf/cm}^2 \text{ MPa}$ 。
- $\sqrt{f'_c}$: 混凝土規定抗壓強度之平方根, $\text{kgf/cm}^2 \text{ MPa}$ 。
- f_{ct} : 輕質混凝土開裂抗拉強度, $\text{kgf/cm}^2 \text{ MPa}$ 。
- f_f : 鋼筋之疲勞應力差幅, $\text{kgf/cm}^2 \text{ MPa}$, 見 7.3.9 節。
- $f_{\min}$: 鋼筋之最小應力之代數值, 見 7.3.9 節。
- f_r : 混凝土開裂模數, $\text{kgf/cm}^2 \text{ MPa}$, 見 7.2.2 節。

- f_s : 使用載重下鋼筋受拉應力, kgf/cm^2 MPa, 見 7.2.2 節。
- f'_s : 平衡狀態下受壓鋼筋應力, 見 7.3.3 節及 7.3.4 節。
- f_t : 使用載重下混凝土最外受拉纖維應力, 見 7.2.2 節。
- f_y : 鋼材之規定降伏強度, kgf/cm^2 MPa。
- h : 構材總厚度, cm (m)。
- h_f : I 及 T 型斷面之受壓翼板厚度。
- I_{cr} : 轉換成混凝土之開裂斷面慣性矩, 見 7.1.22 節。
- I_e : 計算撓度之有效慣性矩, 見 7.1.22 節。
- I_g : 混凝土總斷面(不計鋼筋)對中性軸之慣性矩。
- I_s : 鋼筋對構材斷面中心軸之慣性矩。
- k : 受壓構材之有效長度因數, 見 7.3.5 節。
- ℓ_a : 在支點或反曲點處增加之埋置長度, cm (m), 見 7.1.12 節。
- ℓ_d : 伸展長度, cm (m), 見 7.1.12 節至 7.1.21 節。
- ℓ_{dh} : 受拉標準彎鉤之伸展長度, 從臨界斷面計算至彎鉤最外端(介於臨界斷面及彎鉤起點(切線點)之直線埋置長度加上彎曲半徑和鋼筋直徑), cm (m), 見 7.1.16 節。
- ℓ_{dh} : ℓ_{hb} 乘以適當之修正因子。
- ℓ_{hb} : 受拉標準彎鉤之基本伸展長度, cm (m)。
- ℓ_u : 受壓構材之無支撐長度, 見 7.3.5 節。
- M : 依照 7.1.12 節規定所計算之彎矩容量。
- M_a : 用於計算撓度階段之構材最大彎矩, 見 7.1.22 節。
- M_b : 平衡應變狀態下之斷面計算彎矩強度, 見 7.3.4 節。
- M_c : 用於設計受壓構材之彎矩, 見 7.3.5 節。
- M_{cr} : 開裂彎矩, 見 7.1.22 節。
- M_n : 斷面之計算彎矩強度。
- M_{nx} : 斷面 X 軸方向之計算彎矩強度, 見 7.3.4 節。
- M_{ny} : 斷面 Y 軸方向之計算彎矩強度, 見 7.3.4 節。
- M_u : 斷面之乘因數彎矩。

- M_{ux} : 斷面 X 軸方向之乘因數彎矩，見 7.3.4 節。
- M_{uy} : 斷面 Y 軸方向之乘因數彎矩，見 7.3.4 節。
- M_{1b} : 以慣用之彈性分析求得之受壓構材在自重狀態下(無顯著側移)之較小端彎矩，構材以單曲度彎曲為正，以雙曲度彎曲為負，見 7.3.5 節。
- M_{2b} : 以慣用之彈性分析求得之受壓構材在自重狀態下(無顯著側移)之較大端彎矩，應為正數，見 7.3.5 節。
- M_{2s} : 以慣用之彈性分析求得之受壓構材因側向力或自重作用下產生側移 $\Delta > \ell_u / 1500$ 時之較大端彎矩，應為正數，見 7.3.5 節。
- n : E_s / E_c ，彈性模數比，見 7.2.3 節。
- N : 垂直於斷面與 V 同時作用之設計軸力，壓力時為正，拉力時為負，並應包括乾縮與潛變對拉力之影響，見 7.2.5 節。
- N_c : 於托架或托梁頂面與 V 同時作用之設計拉力，拉力為正，見 7.2.5 節。
- N_u : 垂直於斷面與 V_u 同時作用之乘因數軸力，壓力時為正，拉力時為負，並應包括乾縮與潛變對拉力之影響，見 7.3.6 節。
- N_{uc} : 於托架或托梁頂面與 V_u 同時作用之乘因數拉力，拉力為正，見 7.3.6 節。
- P_b : 平衡應變狀態下斷面之計算軸力強度，見 7.3.4 節。
- P_c : 臨界載重，見 7.3.5 節。
- P_o : 無偏心時斷面之計算軸力強度，見 7.3.4 節。
- P_n : 已知偏心距之計算軸力強度。
- P_{nx} : 相對於 M_{nx} 之計算軸力強度(僅考慮 X 軸方向之彎矩)，見 7.3.4 節。
- P_{ny} : 相對於 M_{ny} 之計算軸力強度(僅考慮 Y 軸方向之彎矩)，見 7.3.4 節。
- P_{nxy} : 雙軸載重之計算軸力強度，見 7.3.4 節。
- P_u : 已知偏心距之乘因數軸力。
- r : 受壓斷面之迴轉半徑，見 7.3.5 節。
- s : 平行於縱向鋼筋方向之剪力鋼筋間距，cm (m)。
- s_w : 伸展或續接鋼線之間距，cm (m)。
- S : 跨徑長度，m。
- V : 斷面之設計剪力，見 7.2.5 節。

- v : 斷面之設計剪應力，見 7.2.5 節。
- V_c : 由混凝土提供之計算剪力強度，見 7.3.6 節。
- v_c : 混凝土之容許剪應力，見 7.2.5 節。
- v_{dh} : 任一斷面上之設計水平剪應力，見 7.2.5 節。
- v_h : 容許水平剪應力，見 7.2.5 節。
- V_n : 計算剪力強度，見 7.3.6 節。
- V_{nh} : 計算水平剪力強度，見 7.3.6 節。
- V_s : 由剪力鋼筋提供之計算剪力強度，見 7.3.6 節。
- V_u : 斷面之乘因數剪力，見 7.3.6 節。
- W_c : 混凝土之單位重量， kgf/m^3 。
- y_t : 總斷面中性軸至最外受拉纖維之距離(不計鋼筋)，見 7.1.22 節。
- z : 用以限制受撓鋼筋分佈之量，見 7.3.10 節。
- α : 斜向剪力鋼筋與構材縱軸之交角。
- α_f : 剪力摩擦鋼筋與剪力面之交角，見 7.2.5 節及 7.3.6 節。
- β_b : 斷面上截斷鋼筋面積與鋼筋總面積之比值，見 7.1.12 節。
- β_c : 集中載重或反力區域之長邊與短邊之比值，見 7.2.5 節及 7.3.6 節。
- β_d : 最大靜重彎矩與最大總載重彎矩之比值，常為正數。
- β_1 : 等值壓力區高度與最大壓應變纖維至中性軸高度之比值，見 7.3.2 節。
- λ : 混凝土單位重之修正因數。見 7.2.5 節及 7.3.6 節。
- μ : 摩擦係數，見 7.2.5 節及 7.3.6 節。
- ρ : $A_s/b_w d$ ， A_s/bd ，受拉鋼筋比。
- ρ' : A'_s/bd ，受壓鋼筋比。
- ρ_b : 產生平衡應變狀態之鋼筋比，見 7.3.3 節。
- ρ_s : 螺箍受壓構材中，螺箍筋之體積與核心(螺箍筋之外徑)部份體積之比，見 7.1.10 節。
- ρ_w : $A_s/b_w d$ ，用於公式(7-2)及(7-36)之鋼筋比。
- δ_b : 有側撐構材之彎矩放大因子，用以反映受壓構材兩端因構材彎曲之影響。
- δ_s : 無側撐構材之彎矩放大因子，用以反映構材因側向載重及自重作用產生之

側向移動影響。

ϕ ：強度折減因數，見 7.3.1 節。

2. 定義

下列術語均適用於本章，其有特殊意義者，另在各節內註明。

(術語編排依材料、材料強度、鋼筋細節、設計載重與設計強度順序排列)

- (1) 非光面鋼材—竹節鋼筋、麻面鋼線、鉚接光面鋼線網、鉚接麻面鋼線網。
- (2) 光面鋼材—鋼材不符合非光面鋼材之定義者。
- (3) 結構用輕質混凝土—含有輕質粒料之混凝土，其風乾單位重量以 ASTM C567「輕質混凝土單位重量試驗法」測定不超過 1840kgf/m^3 者。本規範中輕質混凝土不含天然砂者稱為「全輕質」混凝土；其中細粒料為常重之細砂者稱為「常重砂-輕質粒料」混凝土(簡稱輕質粒料混凝土)。
- (4) 受拉繫材—承受之軸向拉力使全斷面產生拉力，且其斷面各邊混凝土保護層有限之構材，如拱拉桿、吊桿及桁架主拉力桿件。
- (5) 降伏強度或降伏點(f_y)—依照 CNS 2111「金屬材料拉伸試驗法」所定之鋼材之規定最小降伏強度或降伏點， kgf/cm^2 MPa。
- (6) 混凝土之抗壓強度(f'_c)—依照 CNS 1232「混凝土圓柱試體抗壓強度檢驗法」所定之混凝土規定抗壓強度， kgf/cm^2 MPa。
- (7) 開裂抗拉強度(f_{ct})—依照 CNS 2046「結構混凝土用之輕質粒料」及 CNS 3801「混凝土圓柱試體劈裂抗張強度試驗法」所定之混凝土抗拉強度， kgf/cm^2 MPa。
- (8) 肋筋或箍筋—開口或閉合之單元個體或連續彎繞之橫向鋼筋，肋筋通常用於水平構材之橫向鋼筋，箍筋則用於垂直構材。
- (9) 螺箍筋—連續圍繞成圓柱形螺線之鋼筋。
- (10) 埋置長度—超過臨界斷面之鋼筋埋置長度。
- (11) 伸展長度—使臨界斷面上鋼筋達到設計強度所需之鋼筋埋置長度。
- (12) 使用載重—使用載重係依本規範規定的各種載重，如靜重、活重、風力、地震力、流水作用力、土壓力以及因溫度、潛變、乾縮及沉陷...等變化引起之效應等。

- (13) 設計載重—為各項載重因數乘以各項使用載重。
- (14) 組合載重—為各項載重因數乘以各項使用載重之組合。
- (15) 需要強度—依照3.23節所規定之載重組合，構材或斷面能抵抗之設計載重或相關之內彎矩與內力所需之強度。
- (16) 計算強度—構材或接頭依設計圖說規定之尺寸及強度按照本規範規定計算所得之強度。
- (17) 設計強度—計算強度乘以強度折減因數 ϕ 。
- (18) 托架或托梁—其為柱或牆面至承載集中載重或梁反力間之突出部，相關規定見7.2.5節8.項及7.3.6節8.項。
- (19) 整體框架帽梁—上部結構與橋墩帽梁一體澆鑄，見7.1.7節。

3. 應用原則

本章規定係專供設計鋼筋混凝土橋梁構材及結構。橋梁構材若以預力混凝土設計，應依照第八章之規定。構材之耐震設計應依部頒「公路橋梁耐震設計規範」辦理。

7.1.2 材料

1. 混凝土

- (1) 結構體各部份所使用混凝土之規定抗壓強度 f'_c 應載明於設計圖上。
- (2) 混凝土之規定抗壓強度 f'_c 應作為工程驗收之標準。 f'_c 應依據混凝土圓柱體試驗數據決定，圓柱體之製作及試驗應符合CNS相關規定辦理。

2. 鋼筋

- (1) 設計所使用鋼筋之等級及降伏強度 f_y 應載明於設計圖上。
- (2) 需要銲接之鋼筋及其銲接程序，均應明確規定並註明於設計圖上。
- (3) 設計所用之降伏強度 f_y 不得超過4,200kgf/cm² 414 MPa。
- (4) 除螺箍筋及橫箍筋可用光面鋼筋或光面鋼線外，所有鋼材均應使用依照7.1.1節2.項定義之非光面鋼材。
- (5) 除鋼筋之降伏強度已由實際尺寸之鋼筋試驗決定者外，應依CNS之相關規定辦理。

7.1.3 鋼筋之彎鉤與彎曲

1. 標準彎鉤

本規範內所稱之標準彎鉤應為下列之一：

- (1) 180°之彎轉，其自由端應作至少4倍鋼筋直徑且不少於7cm之直線延伸。
- (2) 90°之彎轉，其自由端應作至少12倍鋼筋直徑之直線延伸。
- (3) 肋筋及箍筋之標準彎鉤為：
 - a. D16及較小之鋼筋—90°彎轉，其自由端應作至少6倍鋼筋直徑之直線延伸。
 - b. D19，D22及D25鋼筋—90°彎轉，其自由端應作至少12倍鋼筋直徑之直線延伸。
 - c. D25及較小—135°彎轉，其自由端應作至少6倍鋼筋直徑之直線延伸。

2. 最小彎曲內直徑

表 7.1 鋼筋之最小彎曲內直徑

鋼 筋 尺 寸	最 小 直 徑
D10 至 D25	6 倍鋼筋直徑
D29 至 D36	8 倍鋼筋直徑
D39 以上	10 倍鋼筋直徑

- (1) 肋筋與箍筋以外之鋼筋彎曲內徑不得小於表7.1所列數值。
- (2) D16或較小之肋筋及箍筋其彎曲內徑不得小於4倍鋼筋直徑，而大於D16時，其彎曲內徑須符合表7.1之規定。
- (3) 光面或麻面鐸接鋼線網用作肋筋及箍筋者，其大於D6之麻面鋼線之彎曲內徑不得小於鋼線直徑之4倍，其他至少應為鋼線直徑之2倍。彎曲內徑小於8倍鋼線直徑者，距其最近鐸接點應不小於4倍鋼線直徑。

7.1.4 鋼筋之間距限制

1. 場鑄混凝土其在同一層內平行鋼筋間之淨距，不得小於鋼筋直徑之1.5倍、粗粒料最大尺寸之1.5倍或4cm。
2. 預鑄混凝土(在工廠控制狀況下製造)其在同一層內平行鋼筋間之淨距，不得小於鋼筋之直徑、或最大粗粒料之 $1\frac{1}{3}$ 倍或2.5cm。

3. 正或負鋼筋配置兩層或兩層以上時，其上下層鋼筋應對正配置，且層間淨距不得小於2.5cm。
4. 鋼筋淨間距之限制亦適用於鋼筋搭接處與鄰近鋼筋搭接處或鋼筋之間。
5. 平行鋼筋捆紮成束為一體作用時，每束鋼筋最多用4根，而大於D36之鋼筋用於梁內時，每束限用2根。成束鋼筋應置於肋筋或箍筋內。成束鋼筋內各鋼筋之截斷處，應相互以40倍鋼筋直徑錯開。間距限制以鋼筋直徑為準時，成束鋼筋視作一支鋼筋之直徑可自相當鋼筋總面積計算之。
6. 牆或板內之主要受撓鋼筋之間距，不得大於牆或板厚之1.5倍，亦不得大於45cm。

7.1.5 鋼筋之混凝土保護層

1. 鋼筋之最小混凝土保護層如表7.2所示：

表 7.2 鋼筋之最小混凝土保護層

	最小保護層 cm
不曝露大氣中或不與土壤接觸之混凝土	
主鋼筋	4.0
肋筋、箍筋及螺箍筋	2.5
溫和氣候中之混凝土橋板	
頂層鋼筋	5.0
底層鋼筋	2.5
露置於土中或大氣中之混凝土	
主鋼筋	5.0
肋筋、箍筋及螺箍筋	4.0
直接澆鑄且永久埋置於土中或水中之混凝土	7.5
直接澆鑄且(或)永久埋於土中之混凝土樁	7.5

2. 成束鋼筋之最小混凝土保護層等於該束鋼筋之相當直徑，但不須大於5cm。如直接澆鑄且永久露置於土中之混凝土最小保護層為7.5cm。
3. 處於腐蝕、海洋環境或其他嚴重曝露情況下，混凝土保護層應酌予增加，並須考慮混凝土之密實及無孔隙性，或使用其他保護方法。就其他保護方法而言，可採環氧樹脂包覆鋼筋，鍍鋅鋼筋，特殊混凝土被覆，不透水膜或由上述方法組合，惟不限制任一方式。

4. 為供未來延伸連結用之曝露鋼筋、預留接頭及鋼板應作防蝕保護。

7.1.6 受撓構材之最少鋼筋量

1. 受撓構材之任一斷面，其拉力鋼筋經分析需要時，該鋼筋應具有足以產生彎矩容量，其大小至少為開裂彎矩之1.2倍，此開裂彎矩之計算係依據7.2.2節1.項所定之開裂模數。
2. 當一斷面之鋼筋量大於分析所需鋼筋量至少1/3以上時，可不依1.項規定。該分析係依據3.23節所定之載重組合。

7.1.7 受撓構材之鋼筋分佈

1. 受撓拉力鋼筋在最大拉力區域內應予以良好分佈：
 - (1) 對於T型梁或箱梁之翼緣，拉力鋼筋應分佈於有效拉力翼緣，有效拉力翼緣寬度為梁跨距之1/10或7.1.22節9.項所定之寬度，取其小者。若實際板寬，即梁腹中心至中心，超過其有效拉力翼緣寬度，及懸出板之超出部份，應予配置額外鋼筋於板之外側部份，該額外鋼筋不得少於超出板面積0.4%。
 - (2) 對於T型梁及箱梁構造之整體框架帽梁，其拉力鋼筋應配置於不超過腹寬加上每邊伸出板寬之寬度內，伸出板寬等於相交梁腹平均間距之1/4或等於7.1.22節9.項及10.項對整體框架帽梁所定之寬度，兩者取其小者。
2. 若構材側面深度超過90cm時，縱向分佈鋼筋應沿構材兩側面距最近撓曲張力鋼筋 $d/2$ 之距離均勻分佈，每一側面每公尺構材深度上之表面鋼筋面積 A_{sk} 應不小於 $0.1(d-76\text{cm})$ ，其間距亦不得大於30cm或 $d/6$ ，兩者取其小者。此等鋼筋得併入計算撓曲容量，惟只限於每根鋼筋或鋼線之應力，以應力—應變之相合性分析求得，構材兩側面之分佈鋼筋總面積不須超過所需撓曲張力鋼筋之1/2。
3. 對「載重因數設計」受撓鋼筋之分佈應同時採用7.3.10節之規定。

7.1.8 受撓構材之橫向鋼筋

1. 用以增強受撓構材強度之壓力鋼筋，須以箍筋或肋筋圍繞之。縱筋為D32或較小者，箍筋或肋筋至少為D10，縱筋為D36，D43，D57及成束者至少為D13，或為等面積之銲接鋼線網。箍筋之間距不得超過16倍之縱筋直徑。此項肋筋或箍筋須配置於需要壓力鋼筋之處，本項規定不適用於構材受壓區域內不視為壓力鋼筋設計之鋼筋。

2. 扭矩所需之鋼筋應由閉合肋筋、閉合箍筋或螺筋與縱筋組成，見7.2.5節1.項或7.3.6節1.項。
3. 閉合肋筋或箍筋可由一支肋筋或箍筋，其二端以標準彎鉤疊繞於一縱筋形成，或以一支或兩支肋筋或箍筋作C級續接(搭接長 $1.7\ell_d$)而成。

7.1.9 剪力鋼筋之限制

1. 最少剪力鋼筋量

(1) 除板及基腳外，下列所有受撓構材至少應配置最少剪力鋼筋量：

- a. 以強度設計法設計，乘因數剪力 V_u 超過混凝土剪力強度 ϕV_c 之一半時。
- b. 以容許應力設計法設計，設計剪應力 v 超過混凝土容許剪應力 v_c 之1/2時。

(2) 依照上項(1)之規定或經由分析需要剪力鋼筋者，其面積不得小於

$$A_v = \frac{3.5b_w s}{f_y} \quad \frac{0.345b_w s}{f_y}$$

式中 b_w 及 s 之單位為cm (m)

(3) 若基於試驗結果，不需剪力鋼筋即可達到所需之極限受撓與剪力容量時，可不依上述最少剪力鋼筋量之規定。

2. 剪力鋼筋之型式

(1) 剪力鋼筋包括如下之型式

- a. 與構材軸垂直或與縱向主筋成 45° 角或更大角度之肋筋。
- b. 銲接鋼線網之鋼線與構材垂直者。
- c. 縱向受拉鋼筋以 30° 或更大角度之彎起部份。
- d. 肋筋與彎起縱筋之組合。
- e. 螺箍筋

3. 剪力鋼筋之間距

垂直於構材軸之剪力鋼筋間距，不得超過 $d/2$ ，亦不得超過60cm。斜肋筋及以縱向鋼筋彎曲代用者，應如下配置：由構材半深度 $d/2$ 與斜肋筋或縱向鋼筋彎曲段之交點，向支承反力方向延伸至縱向拉力鋼筋之每一 45° 線，至少應有一剪力鋼筋相交。

7.1.10 受壓構材之鋼筋限制

1. 縱向鋼筋

- (1) 受壓構材縱向鋼筋之斷面積不得小於 $0.01 A_g$ ，亦不得大於 $0.04 A_g$ 。縱向鋼筋之根數在圓形排列時至少為6根，矩形排列時至少為4根。鋼筋之最小尺寸為D16。
- (2) 受壓構材斷面較承受載重所需斷面為大時，欲決定其最少縱向鋼筋量，可用一較小之有效斷面積(A_g)，但不可少於最小斷面設計之1%縱向鋼筋量。

2. 橫向鋼筋

- (1) 受壓構材之螺箍筋須符合下列規定：

- a. 螺箍筋須由等間距之連續鋼筋或鋼線組成，其最小直徑為D10。
- b. 螺箍筋比率 ρ_s ，不得小於下式算得之值：

$$\rho_s = 0.45 \left(\frac{A_g}{A_c} - 1 \right) \frac{f'_c}{f_y}$$

式中 f_y 為螺箍筋之規定降伏強度，但不得大於 4200 kgf/cm^2 414MPa。

- c. 螺箍筋之淨間距不得大於7.5cm，亦不得小於2.5cm，或所用最大粗粒料尺寸之 $1 \frac{1}{3}$ 倍。
 - d. 螺箍筋應於每端多加 $1 \frac{1}{2}$ 圈之鋼筋或鋼線作為錨碇。
 - e. 螺箍筋應自基腳或其他支點頂部延伸至其上端所支持構材之最低層水平鋼筋止。
 - f. 螺箍筋之續接須為48倍鋼筋或鋼線直徑，但搭接長度不得小於30cm，或改用銲接。
 - g. 螺箍筋之尺寸及配置不可因運裝產生扭曲，致影響其設計尺寸。
 - h. 螺箍筋應附著於縱筋以固定其位置，並應以垂直間隔物，使其保持直線。
- (2) 受壓構材之橫箍筋須符合下列規定：
- a. 所有鋼筋須用橫箍筋圍繞之，縱筋為D32或較小者，其尺寸至少為D10；縱筋為D36，D43，D57及成束者至少為D13。亦可使用相等面積之麻面鋼線或銲接鋼線網。
 - b. 橫箍筋之垂直間距不得大於構材之最小邊尺寸或30cm，若主鋼筋由2根或2根以上大於D32鋼筋捆紮成束時，其間距須為上述規定之 $1/2$ 。

- c. 橫箍筋距基腳或其他支點頂面或距其所支持之構材之最低水平鋼筋，均不得大於前述規定橫箍筋間距之1/2。
 - d. 橫箍筋之佈置，應使任一縱向鋼筋沿著箍筋每側距有橫向支撐之縱向鋼筋不超過60cm，橫向支撐係由橫箍筋之轉角(其夾角不超過135°)提供。縱向鋼筋沿著圓周排列時，可用整個圓形箍筋。
- (3) 受壓構材其斷面大於載重條件所需，經由結構分析或試驗顯示有足夠強度且能施工者，則橫向鋼筋之需求可不考慮。
- (4) 在可能造成構造物重大損害程度之地震區域，應依部頒「公路橋梁耐震設計規範」規定詳細設計墩柱之橫向鋼筋以提供抵抗預期震動之適當強度及韌性。
3. 中空矩形受壓構材鋼筋
- (1) 縱向鋼筋之斷面積不得小於 $0.01 A_g$ 。
 - (2) 斷面之每一面牆兩向鋼筋至少須提供二層鋼筋，靠近每一面牆之內、外面兩向鋼筋至少各須提供一層鋼筋。此二層鋼筋之面積應約略相等。
 - (3) 縱向鋼筋沿橫向中心至中心之間距不得大於1.5倍之牆厚或45cm，取兩者之較小者。
 - (4) 橫向鋼筋沿縱向中心至中心之間距不得大於1.25倍之牆厚或30cm，取兩者之較小者。
 - (5) 在每一面牆之二層鋼筋間須提供繫筋。繫筋須包含一個135°彎鉤在一端及一個90°彎鉤在另一端。繫筋應位於縱向及橫向鋼筋網格之交點，並且所有繫筋之彎鉤須箍住在交點處之縱向鋼筋。每一縱向鋼筋應被繫筋所箍住之間距不得大於60cm。
 - (6) 對節塊施工構材，沿著每一節塊之頂部及底部須配置額外之繫筋使牆之斷面內每一對內層及外層縱向鋼筋皆須以繫筋相連。
 - (7) 橫向鋼筋可於斷面角落處以90°彎曲搭接，橫向鋼筋不得直線搭接，除非在搭接全長內含四支以上繫筋將橫向鋼筋箍住。
 - (8) 在斷面角落之縱向鋼筋應儘可能被閉合箍筋所圍繞。若無法使用閉合箍筋，可改為配置一對互相垂直之U型鋼筋其肢長至少須達2倍牆厚。
 - (9) 使用閉合箍筋或兩端有90°彎鉤之肋筋，將斷面角落之後拉預力套管錨碇，上

述閉合箍筋或肋筋須至少圍繞一根外層主筋。

7.1.11 乾縮及溫度鋼筋

於牆或板之近外露部分，如無其他加強鋼筋，應配置適量之乾縮及溫度應力鋼筋，其鋼筋總面積至少為 $2.7\text{cm}^2/\text{m}$ 。間距不得大於牆或板厚之3倍，亦不得大於45cm。

7.1.12 鋼筋之伸展

1. 通則

- (1) 任一斷面上計算所得鋼筋拉力或壓力，應在該斷面兩側以埋置長度、彎鉤或機械裝置或併用方式予以伸展。彎鉤僅可用作受拉鋼筋之伸展。
- (2) 受拉鋼筋之伸展，可將鋼筋彎過梁腹錨碇之，或使延續成為構材另一面之配筋。
- (3) 受撓構材內之鋼筋伸展臨界斷面，係在最大應力處及相鄰鋼筋終止或彎起處，並應符合第7.1.12節2.項(3)之規定。
- (4) 除在簡支跨支點處及懸臂梁自由端外，鋼筋應由不須承受彎矩處再延伸一段距離等於構材之有效深度、或15倍鋼筋直徑、或 $1/20$ 淨跨徑之長度，取其大者。
- (5) 連續鋼筋超過無需承受撓曲點而彎起或終止之拉力鋼筋，其鋼筋之延伸至少應有不小於伸展長度 ℓ_d 之埋置長度。
- (6) 在構材寬度內用於計算剪力強度之受撓鋼筋，除非合乎下列條件之一者，不得於受拉區內終止：
 - a. 鋼筋截斷處之剪力不超過容許值之 $2/3$ ，此容許值可包括剪力鋼筋之剪力強度。
 - b. 超過剪力所需之鋼筋面積，沿著每支中斷鋼筋配置，其配置距離超過中斷點等於構材有效深度 $3/4$ ，此額外肋筋面積 A_v 不得小於 $4.2 b_w s / f_y$
 $0.41 b_w s / f_y$ ，其間距 s 不得超過 $d / (8\beta_b)$ ， β_b 為該斷面上截斷鋼筋面積與鋼筋總面積之比值。
 - c. D36或較小之鋼筋截斷時，繼續延伸之鋼筋斷面積不小於受撓所需者之2倍，且剪力未超過容許值之 $3/4$ 。
- (7) 受撓構材若其鋼筋應力不與彎矩成正比，如斜坡、階式或漸變基腳，托架、

深梁，或受拉鋼筋與受壓面不平行之梁，其受拉鋼筋應有適當之端錨碇。

2. 正彎矩鋼筋

- (1) 簡支構材至少需有1/3正彎矩鋼筋，連續構材至少需有1/4正彎矩鋼筋，須沿所在側伸入支點。大梁內此類鋼筋應伸入支點至少15cm。
- (2) 若受撓構材為抵抗側力體系之一部份，上項(1)所述伸入支點之正彎矩鋼筋應予錨碇，使能在支點面達到其降伏強度 f_y 。
- (3) 在簡支點及反曲點處，正彎矩受拉鋼筋直徑應受限制，如此可使依7.1.13節為 f_y 所計算之 ℓ_d 符合下式： $\ell_d \leq M/V + \ell_a$ ；對於藉由標準彎鉤或至少相當於標準彎鉤之機械錨碇超出簡支點中心線而中斷之鋼筋，不受上式之限制。

M 為假定該斷面內所有鋼筋應力均達其全應力時之計算彎矩容量。

V 為該斷面所受最大剪力。於支點處 ℓ_a 為支點中心外之埋置長度；於反曲點處， ℓ_a 應受到構材有效梁深或 $12d_b$ 之限制，二者取大者。若鋼筋終端在受壓反力區內，則在伸展長度限制內之 M/V 值得增加 30%。

3. 負彎矩鋼筋

- (1) 連續、束制或懸臂構材，或剛構各構材，其負彎矩鋼筋應以適當之埋置長度、彎鉤、或機械錨碇錨於或伸過支持構材。
- (2) 負彎矩鋼筋在跨度內之埋置長度應符合7.1.12節1.項之規定。
- (3) 支點處之負彎矩受拉鋼筋最少需有1/3延伸至反曲點以外，延伸長度不得小於構材有效深度、 $12d_b$ 或淨跨度之1/16，三者取其大者。

7.1.13 受拉竹節鋼筋及麻面鋼線之伸展

受拉竹節鋼筋及麻面鋼線之伸展長度 ℓ_d ，單位為cm(m)，應依照本節1.項所定之基本伸展長度乘以2.項或3.項之適用修正因素。惟 ℓ_d 不得小於4.項之規定。

1. 基本伸展長度

- (1) D36鋼筋及較小者： $\frac{0.06A_b f_y}{\sqrt{f'_c}}$ cm $\frac{19A_b f_y}{\sqrt{f'_c}}$ m，但不得小於 $0.0057d_b f_y$ cm
 $0.058d_b f_y$ m
- (2) D43鋼筋： $\frac{0.82 f_y}{\sqrt{f'_c}}$ cm $\frac{0.026 f_y}{\sqrt{f'_c}}$ m

$$(3) \text{ D57鋼筋: } \frac{1.1f_y}{\sqrt{f'_c}} \text{ cm} \quad \frac{0.034f_y}{\sqrt{f'_c}} \text{ m}$$

$$(4) \text{ 麻面鋼線: } \frac{0.11d_b f_y}{\sqrt{f'_c}} \text{ cm} \quad \frac{0.36d_b f_y}{\sqrt{f'_c}} \text{ m}$$

2. 基本伸展長度應乘以下列各適用修正因數：

(1) 頂層鋼筋下之混凝土厚度超過30cm..... 1.4

(2) 已定 f_{ct} 之輕質混凝土: $\frac{1.8\sqrt{f'_c}}{f_{ct}} \quad \frac{0.56\sqrt{f'_c}}{f_{ct}}$ 但不得小於1.0

未定 f_{ct} 之輕質混凝土：

「全輕質」混凝土 1.33

「輕質粒料」混凝土 1.18

砂介於上述二者間輕質混凝土可用內插法決定之。

(3) 以環氧樹脂被覆之鋼筋

以環氧樹脂被覆之鋼筋其保護層小於 $3d_b$

或鋼筋淨間距小於 $6d_b$ 者 1.5

其他..... 1.15

(4) 以環氧樹脂被覆之鋼筋為頂層鋼筋時，其兩者修正係數之乘積不須超過1.7。

(5) 採用鍍鋅鋼筋時，其伸展長度應適度增加。

3. 基本伸展長度依照2.項適當之因數修正後，得再乘以下列各適用修正因數：

(1) 鋼筋在所考慮之長度內伸展，其橫向中心間距至少為15cm，且構材側面至邊筋至少保有7.5cm之淨距離.....0.8

(2) 錨碇或伸展鋼筋之強度無特別要求達 f_y 者，或其受撓構材之鋼筋量超過其分析需要量者 (需要之 A_s) / (配置之 A_s)

(3) 螺箍筋所包圍之鋼筋其直徑不小於6.4mm，螺距不大於10cm..... 0.75

4. 鋼筋之伸展長度 ℓ_d 除依照第7.1.21節規定之搭接計算及依照7.1.20規定之剪力鋼筋伸展者外，不得少於30cm。

7.1.14 受壓竹節鋼筋之伸展

受壓竹節鋼筋之伸展長度 ℓ_d ，單位為cm (m)，應依照本節1.項所定之基本伸展長度乘以2.項之適用修正因數，但不得小於20cm。

1. 基本伸展長度

$$0.075 d_b f_y / \sqrt{f'_c} \text{ cm} \quad 0.245 d_b f_y / \sqrt{f'_c} \text{ m},$$

$$\text{但不得小於 } 0.0043 d_b f_y \text{ cm} \quad 0.043 d_b f_y \text{ m}$$

2. 基本伸展長度得乘以下列各適用因數

(1) 錨碇或伸展鋼筋之強度無特別要求達 f_y 者，或受撓構材之鋼筋量超過其分析需要量者.....(需要之 A_s)/(配置之 A_s)

(2) 螺箍筋所包圍之鋼筋其直徑不小於6.4mm，螺距不大於10cm.....0.75

7.1.15 成束鋼筋之伸展

成束鋼筋之伸展長度，無論受拉或受壓，應按單一鋼筋計算之伸展長度增加之：三根成束者增加20%，四根成束者增加33%。

7.1.16 帶有標準彎鉤受拉鋼筋之伸展

1. 竹節鋼筋以標準彎鉤(參見7.1.3節)在張力區中斷者，其伸展長度 ℓ_{dh} (參見圖7.1)，單位為cm (m)，應依照本節2.項之基本伸展長度 ℓ_{hb} 及3.項之修正因數計算之，但 ℓ_{dh} 不得小於 $8d_b$ 或15cm，兩者取大者。

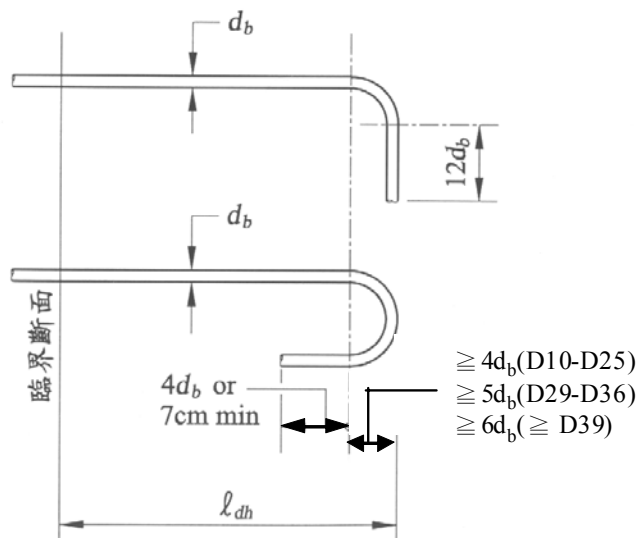


圖 7.1 標準彎鉤之伸展長度 ℓ_{dh} 示意圖

2. 降伏強度 f_y 等於4200kgf/cm² 414MPa之彎鉤基本伸展長度 ℓ_{hb} 為

$$\dots\dots\dots \frac{318d_b}{\sqrt{f'_c}} \quad \frac{100d_b}{\sqrt{f'_c}}$$

3. 基本伸展長度應乘以下列各適用修正因數：

- (1) 鋼筋降伏強度非 4200kgf/cm^2 414MPa者..... $f_y/4200$ $f_y/414$
- (2) D36鋼筋及較小者，其側邊混凝土保護層(垂直彎鉤之平面)不小於6cm；及90°彎鉤其延伸超過彎鉤之鋼筋保護層不小於5cm者，
..... 0.7
- (3) D36鋼筋及較小者，其彎鉤垂直或水平閉合於肋筋或肋箍筋範圍內，且該肋筋或肋箍筋沿伸展長度 ℓ_{dh} 配置之間距不大於 $3d_b$ 時(d_b 為彎鉤直徑)
..... 0.8
- (4) 錨碇或伸展鋼筋之強度無特別要求達 f_y 者，或鋼筋量超過其分析需要者
.....(需要之 A_s)/(配置之 A_s)
- (5) 輕質混凝土 1.3
- (6) 以環氧樹脂被覆之鋼筋彎鉤 1.2
- (7) 採用鍍鋅鋼筋時，其標準彎鉤之伸展長度應適度增加。

4. 鋼筋於構材不連續端以標準彎鉤作伸展，且彎鉤兩側及頂部(或底部)混凝土保護層小於6cm者，彎鉤應閉合於肋筋或肋箍筋範圍內，且該肋筋或肋箍筋沿伸展長度 ℓ_{dh} 之間距不大於 $3d_b$ 時(d_b 為彎鉤直徑)，上述3.項(3)項之修正因數不適用。

5. 受壓之伸展鋼筋其彎鉤應視為無效。

7.1.17 機械錨碇

任何機械裝置，能伸展鋼筋之強度，而無損於混凝土者，均可用作錨碇之用。

7.1.18 組合伸展長度

鋼筋之伸展應包括機械錨碇加上位於最大鋼筋應力點與機械錨碇間之鋼筋額外埋置長度。

7.1.19 受拉銲接鋼線網之伸展

1. 麻面鋼線網

- (1) 銲接麻面鋼線網由臨界面至線端之伸展長度 ℓ_d ，單位為cm(m)，應由下列(2)及(3)項規定之基本伸展長度乘以7.1.13節2.項及7.1.13節3.節之適用修正係數；但除搭接計算依7.1.21節6.項及剪力鋼筋伸展依7.1.20節規定者外，伸展長

度 ℓ_d 不得小於20cm。

- (2) 若在伸展長度範圍內至少有一根橫向鋼線距離臨界面5cm以上時，銲接麻面鋼線網之基本伸展長度則為：

$$0.11d_b(f_y - 1400)/\sqrt{f'_c} \text{ cm} \quad 0.36d_b(f_y - 138)/\sqrt{f'_c} \text{ m}$$

但不得小於 $0.76 \frac{A_w}{s_w} \cdot \frac{f_y}{\sqrt{f'_c}} \text{ cm} \quad 2.4 \frac{A_w}{s_w} \cdot \frac{f_y}{\sqrt{f'_c}} \text{ m}$

- (3) 若在伸展長度範圍內無橫向鋼線者，銲接麻面鋼線網之基本伸展長度須依7.1.13節麻面鋼線之規定。

2. 光面鋼線網

為達到銲接光面鋼線網降伏強度之伸展長度，應由兩根較近於臨界面相距不少於5cm之橫向鋼線產生，其臨界面至最遠端橫向鋼線之伸展長度 ℓ_d 不得少於

$$1.0 \frac{A_w}{s_w} \cdot \frac{f_y}{\sqrt{f'_c}} \text{ cm} \quad 3.3 \frac{A_w}{s_w} \cdot \frac{f_y}{\sqrt{f'_c}} \text{ m}$$

當鋼筋量超過分析所需時，以(需要之 A_s)/(配置之 A_s)及7.1.13節2.項輕質混凝土之因數修正之，除由7.1.21節7.項計算所需之搭接長度外， ℓ_d 不得少於15cm。

7.1.20 剪力鋼筋之伸展

1. 剪力鋼筋應至少延伸至拉力鋼筋之中心，並應在保護層及鄰近鋼筋排列許可下，儘量接近構材之受壓及受拉面。剪力鋼筋為達其設計降伏強度其兩端皆須錨碇。對於合成撓曲構材，所有梁剪力鋼筋應延伸入橋面板或以其他適當錨碇，以確保梁之設計剪力容量。
2. 單肢、單U形或複U形肋筋之端部須擇下列方法之一錨碇之：
 - (1) 標準彎鉤加上至少 $0.5 \ell_d$ 之埋置長度，此 $0.5 \ell_d$ 長度應量自構材中線 $d/2$ 至彎鉤起點(即彎鉤切線之切點)。
 - (2) 埋置：自梁之有效深度中線至受壓側之埋置長度 ℓ_d 不得小於鋼筋或鋼線直徑之24倍，對竹節鋼筋或麻面鋼線不得小於30cm。
 - (3) 肋筋至少以 180° 彎繞過縱向主筋，彎鉤與縱向主筋之交角大於 45° 時，始可視為有效錨碇。
 - (4) 銲接光面鋼線網彎成單U形肋筋，其各單肢可依下述二者之一：
 - a. 在U形肋筋頂部沿構材方向，配置兩根縱向鋼線其間距為5cm。

- b. 應有一根縱向鋼線置於距受壓面 $d/4$ 以內。另有第二根縱向鋼線應更接近受壓面，並與第一根鋼線相距至少5cm，此線可置於該肢彎曲部份之外，或置於內徑不小於8倍鋼線直徑之彎曲部份上。
3. 銲接光面或麻面鋼線網之單肢肋筋每一端，應有最小間距5cm之兩縱向鋼線，且內側鋼線應設置於自構材中心線 $d/2$ 起至少5cm或 $d/4$ 之位置，兩者取大者。張力面之外側縱向鋼線至張力面之距離不得大於主撓曲鋼筋最接近該張力面之距離(參見圖7.2)。
 4. 成對之U形肋筋或箍筋組成閉合單元者，應有 $1.7\ell_d$ 之搭接長度。
 5. 單U形或複U形肋筋，其兩錨碇端間連續部份之每一彎曲，應圍繞一縱向鋼筋。
 6. 縱向鋼筋之彎起作為剪力鋼筋者，若伸入受拉區內，應與縱向鋼筋連續。若伸入受壓區內，應以7.1.13節所定之伸展長度錨碇於構材中線 $d/2$ 之外，而該部份之鋼筋應力應滿足公式(7-6)或公式(7-42)之需求。

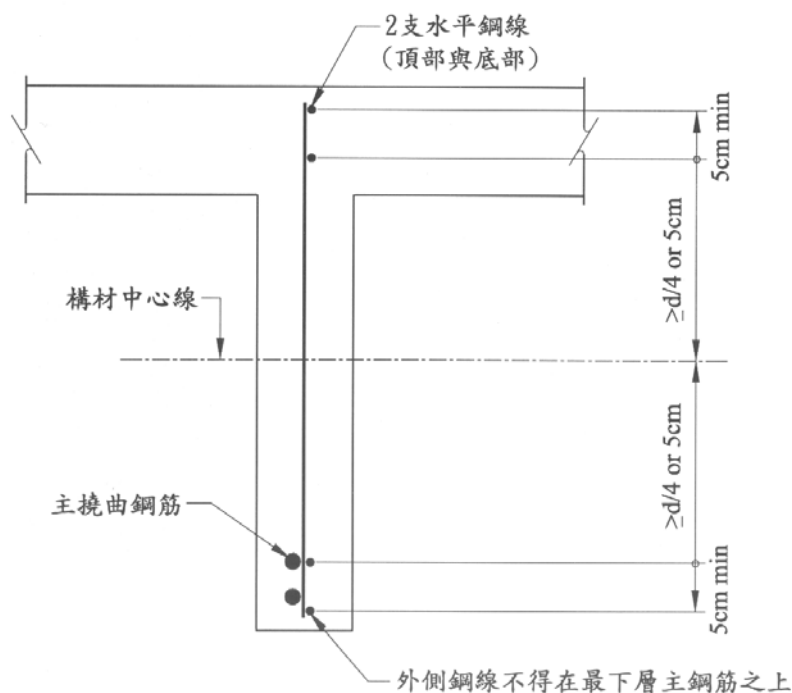


圖 7.2 銲接光面或麻面鋼線網單支肋筋錨碇示意圖

7.1.21 鋼筋之續接

鋼筋之續接應依照設計圖說之規定或由工程師指定。

1. 搭接—通則

- (1) 除7.1.21節4.項及5.4.9節規定外，大於D36之鋼筋不得搭接。
- (2) 成束鋼筋之搭接應依其個別鋼筋搭接之規定處理，但三根成束者其搭接長度須增加20%，四根成束者須增加33%。束中各根鋼筋之搭接應予錯開不得相互重疊。
- (3) 受撓構材中之鋼筋不作接觸搭接時，其側向間距不得大於所需搭接長度之1/5或15cm。
- (4) 伸展長度 ℓ_d 應依7.1.12節之規定，用以發揮規定之降伏強度。

2. 銲接及機械續接—通則

- (1) 使用銲接續接及其他機械續接，除本節另有規定者外，所有銲接均須依據現行之AWS「結構銲接規範—鋼筋」處理。
- (2) 全銲續接係指鋼筋對銲，其抗拉強度至少為鋼筋規定降伏強度 f_y 之1.25倍。
- (3) 機械續接之抗拉或抗壓強度至少為鋼筋規定降伏強度 f_y 之1.25倍。
- (4) 使用銲接或機械續接，不符合上述(2)及(3)項之需求者，可依7.1.21節3.項(4)之規定。
- (5) 承受反覆載重之銲接及機械續接，鋼筋由使用載重時之活載重加上衝擊所產生之最大拉力應力與最小應力之差幅不得超出表7.3，除非反覆載重總次數 N_{cyc} 小於一百萬次，表7.3所列之差幅 f_f 可增加 $1689(6 - \log N_{cyc})$ kgf/cm²，增加後之總和值不得大於7.3.9節之規定。如經過續接之疲勞試驗資料證明並且與實際服務使用之續接相同時，可採較高之 f_f ，但不得超過7.3.9節公式所計算之 f_f 。

表 7.3 應力差幅

續接型式	f_f (大於一百萬次)
有或沒有環氧樹脂包覆鋼筋之續接器(套筒內灌漿)	1260 kgf/cm ²
有或沒有環氧樹脂包覆鋼筋之續接器(無螺紋續接套管採冷作壓合)； 整體鍛造續接器其螺紋經精密加工者； 楔形鋼套筒續接器； 斜面螺紋續接器； 單 V 型開槽對接銲接	840 kgf/cm ²
其他續接方式	280 kgf/cm ²

3. 受拉竹節鋼筋及麻面鋼線之續接

- (1) 受拉鋼筋之最小搭接長度，須依A、B、C三級規定，但不得小於30cm。

A級搭接— $1.0 \ell_d$

B級搭接— $1.3 \ell_d$

C級搭接— $1.7 \ell_d$

上述 ℓ_d 為依7.1.13節規定降伏強度 f_y 所需之受拉伸展長度。

- (2) 受拉竹節鋼筋及麻面鋼線之搭接須符合表7.4之規定。

表 7.4 受拉鋼筋搭接規定

(配置之 A_s) [*]	在規定搭接長度內搭接鋼筋面積之最高百分率		
(需要之 A_s)	50	75	100
≥ 2	A 級	A 級	B 級
< 2	B 級	C 級	C 級

^{*}配置之 A_s 與搭接處分析所需之 A_s 之比值

- (3) 銲接或機械續接其續接處之鋼筋面積小於分析所需鋼筋面積之兩倍時，應符合7.1.21節2.項(2)或(3)之規定。

- (4) 銲接或機械續接其續接處之鋼筋面積至少為分析所需鋼筋面積之兩倍時，應符合下列規定：

- 續接位置應錯開60cm以上，續接處任一斷面之鋼筋至少應能承受兩倍之計算拉力，且不得小於 1400kgf/cm^2 138MPa。
- 計算每一斷面鋼筋可承受之拉力時，續接鋼筋可按規定之搭接強度計算，未續接鋼筋則應按 f_y 乘以較短實際伸展長度與達到規定之降伏強度 f_y 所需 ℓ_d 之比值計算其強度。

- (5) 受拉繫構材鋼筋之續接應使用7.1.21節2.項(2)或(3)規定之全銲接或機械續接，相鄰鋼筋之續接至少須錯開75cm。

4. 受壓竹節鋼筋之續接

- (1) 受壓鋼筋搭接最小長度須為 $0.0071 f_y d_b$ 0.073 $f_y d_b$ ，cm (m)，但不得小於30cm，若 f'_c 小於 210kgf/cm^2 20.7MPa時，其最小搭接長度應再增加1/3。

- (2) 用箍筋受壓構材中，箍筋在搭接長度內之有效面積不小於0.0015 h_s 時，其主筋搭接長度可以83%計，但不得小於30cm。有效面積應為垂直於構材厚度方

向之箍筋各肢斷面積。

- (3) 用螺箍受壓構材中，其主筋搭接長度可以75%計，但不得小於30cm。
- (4) 受壓之銲接或機械續接應符合7.1.21節2.項(2)或(3)之規定。
- (5) 當受壓構材內之不同尺寸鋼筋搭接時，其搭接長度應取最大鋼筋之伸展長度或最小鋼筋之搭接長度兩者之大者。
- (6) D43及D57鋼筋可搭接D36及較小之鋼筋。

5. 端承續接

僅受壓力之主筋，鋼筋兩端平正切割，並以適當配件保持其在同一軸心頂承以傳遞壓力。筋端面與筋軸垂直面之偏差不得大於 1.5° ，以適當配件固連後，接觸面之偏差不得大於 3° 。端承續接僅能用於含有閉合箍筋、閉合肋筋或螺箍筋構材之內。

6. 受拉銲接麻面鋼線網之續接

- (1) 銲接麻面鋼線網搭接時，鋼線網外緣間之搭接長度不得少於 $1.7\ell_d$ 或20cm，其最外側橫向鋼線間之搭接長度不得少於5cm， ℓ_d 為依7.1.19節1.項中規定降伏強度 f_y 所需之伸展長度。
- (2) 銲接麻面鋼線網之搭接，若在搭接長度範圍內無橫向鋼線時，應依7.1.21節3.項麻面鋼線之規定。

7. 受拉銲接光面鋼線網之續接

銲接光面鋼線網之最小搭接長度須依下列規定：

- (1) 若鋼線續接處之鋼筋面積小於需要量之兩倍時，其最外側橫向鋼線間之搭接長度不得小於一格再加5cm，亦不得小於 $1.5\ell_d$ 或15cm，取其大者。 ℓ_d 為依7.1.19節2.項中規定降伏強度 f_y 所需之伸展長度。
- (2) 若鋼線續接處之鋼筋面積大於或等於需要量之兩倍時，其最外側橫向鋼線間之搭接長度不得小於 $1.5\ell_d$ ，亦不得小於5cm。 ℓ_d 為依7.1.19節2.項中規定降伏強度 f_y 所需之伸展長度。

7.1.22 分析方法

1. 通則

所有連續及剛架構材應依彈性理論分析，按第三章所述載重所定之最大效應設計之。並應考慮因乾縮、潛變、溫度變化及支承不均勻沈陷所引起之影響。

2. 膨脹與收縮

- (1) 一般言之，跨徑大於12m之簡支跨徑應考慮溫度變化之影響。
- (2) 設計連續橋梁時應考慮抵抗因溫度變化所產生之應力，或可使用搖動支承、滑鈹、合成橡膠支承墊或其他設施。

3. 勁度

- (1) 計算連續及剛架構材之相關撓曲與扭曲勁度時，可採用任何合理之假設，但於分析過程中假設須前後一致。
- (2) 決定彎矩及設計構材時均應考慮托肩之效應。

4. 彈性模數及包生比(Poisson's Ratio)

- (1) 當 W_c 值在1440至2480kgf/m³時，混凝土之彈性模數 E_c 可用 $W_c^{1.5} (0.14)\sqrt{f'_c}$
 $W_c^{1.5} (0.043)\sqrt{f'_c}$ 。對常重混凝土($W_c = 2320 \text{ kgf/m}^3$) E_c 可用 $15000\sqrt{f'_c}$
 $4730\sqrt{f'_c}$ 。
- (2) 非預力鋼材之彈性模數 E_s 可用2,000,000 kgf/cm² 200,000MPa。
- (3) 包生比可假定為0.2。

5. 溫度及乾縮係數

- (1) 常重混凝土之溫度係數可用0.000011/°C。
- (2) 常重混凝土之乾縮係數可用0.0002。
- (3) 輕質混凝土之溫度與乾縮係數，應依其輕質粒料之種類而定。

6. 跨徑長度

- (1) 構材不與其支承整體澆鑄者，其跨徑應為淨跨度加構材深度，但不須超過其支承中心間之距離。
- (2) 分析連續或剛架構材時，應以構材幾何中心之距離計算其彎矩，設計構材可用支承面之彎矩。若填角與構材及支承整體澆鑄，且與連續或束制構材軸線之交角不小於45°時，其支承面應在構材與填角之總深至少等於構材深度1.5倍處之斷面。填角不得作為增加有效深度之用。
- (3) 橋板之有效跨徑應依照4.3節1.項之規定。

7. 撓度計算

- (1) 撓度應按上部結構之全斷面性質計算，但欄杆、緣石、人行道或任何在模板

拆除前不與上部結構整體澆鑄之構材可免計。

- (2) 計算活載重之撓度，可假設所有上部結構之受撓構材皆同時作用，且有相等之撓度。活載重應為所有車道於滿載狀況，但可依照3.10節之規定予以載重折減。活載重應考慮均勻分佈於所有縱向受撓構材上。
- (3) 即時撓度之計算一應以常用之彈性撓度計算法或公式，計算載重所產生之即時撓度。除勁度值由更精確之分析求得外，此即時撓度應以7.1.22節4.項(1)規定之常重或輕質混凝土彈性模數及全斷面慣性矩 I_g 或下列之有效慣性矩 I_e 計算之：

$$I_e = (M_{cr}/M_a)^3 I_g + [1 - (M_{cr}/M_a)^3] I_{cr} \leq I_g$$

$$\text{式中 } M_{cr} = f_r I_g / y_t$$

f_r : 7.2.2節1.項(1)規定之混凝土開裂模數

連續跨度之有效慣性矩可由臨界正負彎矩斷面，按上式求得之有效慣性矩平均之。對多邊形構材而言，有效慣性矩可按上式以簡支或連續跨度之中央跨徑處計算之。懸臂部份則以支承處計算之。

- (4) 長期撓度之計算一常重或輕質混凝土受撓構材之長期撓度，除非得自更精確之分析外，應按上述(3)項之即時撓度乘以下列長期載重因素求得：
- a. 如即時撓度係按全斷面慣性矩 I_g 求得時，長期載重因素可取4。
 - b. 如即時撓度係按有效慣性矩 I_e 求得時，長期載重因素可取

$$3 - 1.2(A'_s/A_s) \geq 1.6$$

8. 合成混凝土受撓構材

(1) 應用

合成受撓構材係由預鑄及(或)場鑄混凝土，分別澆鑄之構件相連結成一整體以承受載重。

(2) 通則

- a. 整體或部份合成構材均可用以承受剪力及彎矩。單元構件應就各臨界載重階段加以核算。
- b. 若各構件之規定強度、單位重量或其他性質有所不同時，應以各構件之性質或最不利之數值設計之。

- c. 以載重因數設計之合成構材計算其受撓強度時，對於構材有無支架施工，並無區別。
- d. 各構件須依在合成構材完全達到其設計強度前所承受之所有載重設計之。
- e. 合成構材各構件間應視需要配置鋼筋，以防止相互分離。

(3) 支架

如用支架時，應俟其所支持構件之設計性能已達所需承受之載重、撓度限制與裂縫控制等要求時，始可拆除。

(4) 垂直剪力

- a. 整體合成構材承受垂直剪力時，應視作相同斷面形狀之整體澆鑄構材，依照7.2.5或7.3.6節之規定設計之。
- b. 剪力鋼筋應依照7.1.20節之規定完全錨碇於各相連結構件。延伸及錨碇之剪力鋼筋可用作水平剪力所需之箍筋。

(5) 水平剪力

合成構材各構件之連接界面須確能傳遞全部水平剪力。水平剪力之設計應符合7.2.5節5.項或7.3.6節5.項之規定。

9. T型梁

- (1) T型梁構造之梁腹與翼板應整體澆鑄或以其他有效方法連結之。梁腹與翼板之界面須確能傳遞全部水平剪力。7.1.22節8.項對合成混凝土構材之設計規定如適用者，亦應採用。

(2) 受壓翼板寬度

- a. T型梁之有效板寬度不得超過該梁跨徑之 $1/4$ 。梁腹每側懸出之有效翼板寬度不得超過板厚之6倍或鄰梁間淨距之 $1/2$ 。
- b. 若大梁僅一側有橋板時，此懸出翼板之有效寬度，不得超過該大梁跨徑之 $1/12$ 、板厚之6倍或與鄰梁腹板間淨距之 $1/2$ 。
- c. 單獨T型梁之T型板作為翼板用以增加梁之抗壓面積者，則翼板厚度不得小於其梁腹寬度之 $1/2$ ；且有效翼板寬度不得大於梁腹寬度之4倍。
- d. 對於整體框架帽梁，其每邊有效伸出板寬，不得超過最小板厚之6倍，亦不得超過框架帽梁跨徑之 $1/10$ 。懸臂框架帽梁之跨徑應為懸臂跨長之2倍。

(3) 橋板厚度

橋板厚度應按4.3節3.項情況A之規定設計，但不得小於7.3.11節規定之最小值。

(4) 頂板鋼筋

頂板之底層橫向鋼筋至少應有其1/3鋼筋延伸至外梁腹板之外側面，並作成90°標準彎鉤錨碇，若頂板已延伸過大梁之最外腹板時，則此鋼筋亦應延伸入頂板懸出部份，並於過腹板之外側面作成不小於標準彎鉤所能產生之錨碇效果。

(5) 隔梁

除另具有其他方法以抵抗側力及維持斷面幾何形狀外，應於跨徑之兩端設置端隔梁。跨徑超過12m時，在最大正彎矩處設一間隔梁。

10. 箱型梁

(1) 箱型梁構造之梁腹、頂板與底板應整體澆鑄或以其他有效方法連結之。梁腹與頂板、底板之界面須確能完全傳遞剪力，其設計應符合7.1.22節8.項之規定。若設計需要變化梁腹之厚度時，其漸變長度至少應為梁腹厚度差值之12倍。

(2) 受壓翼板寬度

- a. 翼板全寬均應假設為有效受壓。
- b. 對於整體框架帽梁，其每邊有效伸出板寬不得超過最小板厚之6倍，亦不得超過框架帽梁跨徑之1/10。懸臂框架帽梁之跨徑應為懸臂跨長之2倍。

(3) 頂板及底板厚度

- a. 頂板厚度應按4.3節3.項情況A之規定設計，但不得小於7.3.11節規定之最小值。
- b. 底板厚度不得小於梁腹間淨距之1/16，亦不得小於14cm，除非設計需要外，底板厚度不須大於頂板厚度。

(4) 頂板與底板鋼筋

- a. 底板於平行梁跨徑方向最少應配置翼板面積0.4%之分佈鋼筋量，此鋼筋可單層配置，其間距不得超過45cm。
- b. 底板於垂直梁跨徑方向最少應配置最小板厚斷面積0.5%之分佈鋼筋量，此

鋼筋應分佈於板之上下層，其最大間距不得超過45cm。所有底板之橫向鋼筋應以90°標準彎鉤延伸入大梁外腹板之外側面錨碇之。

- c. 頂板之底層橫向鋼筋至少應有其1/3之鋼筋延伸至外梁腹板之外側面，並作成90°標準彎鉤，若頂板已延伸過大梁之最外腹板時，則此鋼筋亦應延伸入頂板懸出部份，並於過腹板之外側面作成不小於標準彎鉤所能產生之錨碇效果。

(5) 隔梁

除另具有其他方法以抵抗側力及維持斷面幾何形狀外，應於跨徑兩端設置端隔梁。直橋及內側半徑大於或等於240m之曲橋不須設間隔梁，除試驗或結構分析証實不需要外，內側半徑小於240m之曲橋須設間隔梁，最大容許間距為12m以利抵抗扭矩。

11. 混凝土拱橋

(1) 設計

- a. 拱圈受撓曲與軸力之合併強度應依照7.3.4與7.3.5節之規定計算。除有懸吊橋面系統之繫拱外，拱圈垂直面上之細長效應可用7.3.5節2.項之近似方法估算，其無支撐長度 ℓ_u 為拱圈長度之1/2，迴轉半徑 r 取在拱跨徑1/4點處垂直於拱面之軸者，有效長度因數 k 可用表7.5中之值，公式(7-28)及(7-29)中之 C_m 值應取1.0， ϕ 值應取0.85。
- b. 估算拱之側向支承點間及懸吊橋面系統之繫拱其垂直面上吊件間之細長效應，應依照7.3.5節1.項(1)之規定合理分析。

表 7.5 有效長度因數 k

拱高與跨徑比	三鉸拱	二鉸拱	固定拱
0.1-0.2	1.16	1.04	0.70
0.2-0.3	1.13	1.10	0.70
0.3-0.4	1.16	1.16	0.72

- (2) 拱圈之型式應儘量近乎實際，並符合全靜重作用下之平衡多邊形。

(3) 鋼筋

拱肋與拱身之縱向鋼筋面積與混凝土總面積比至少應為0.01，並應平均配

置於拱腹與拱背之間，縱向鋼筋應以7.1.10節2.項(2)所規定之橫向箍筋包圍之。拱身之設計應配置橫向上層及下層鋼筋，以抵抗由支柱及拱邊牆所產生之橫向彎矩及由乾縮與溫度產生之應力。

(4) 伸縮縫

若橋面板未設置橫向伸縮縫時，應考慮拱肋、支柱及橋面板合併作用之影響，但拱邊牆應設置伸縮縫。

(5) 填腔拱

拱邊牆之高度超過2.4m時，應設橫向隔梁或與垂直面大於45°角之扶壁作為側向支持，以減少拱身之橫向應力。拱身之頂部及拱邊牆之內面，應設有填料之排水系統，以資防水。

7.1.23 設計方法

1. 鋼筋混凝土構材之設計，應參照「使用載重設計」中之載重及容許應力；或參照「載重因數設計」中之載重因數及強度。
2. 除3.5節與3.17節不適用於載重因數設計之外，本規範所有規定均適用於上述兩種設計法。
3. 若「使用載重設計」之使用載重應力在7.2.2節之限值內，則可假設已滿足「載重因數設計」之強度及使用性需求。

7.2 容許應力設計法 - 使用載重設計

7.2.1 一般需求

1. 參照使用載重及容許應力所設計之鋼筋混凝土構材，其使用載重造成之應力不得超過7.2.2節之規定。
2. 鋼筋伸展及續接應依照7.1.12節至7.1.21節之規定。

7.2.2 容許應力

1. 混凝土

使用載重設計之混凝土應力不得超過下列規定值：

(1) 撓曲

最外受壓纖維應力 f_c	$0.4 f'_c$
無筋混凝土最外受拉纖維應力 f_t	$0.21 f_r$

開裂模數 f_r 採用試驗值或下列：

常重混凝土	$2.0\sqrt{f'_c}$	$0.623\sqrt{f'_c}$
「輕質粒料」混凝土	$1.7\sqrt{f'_c}$	$0.523\sqrt{f'_c}$
「全輕質」混凝土	$1.5\sqrt{f'_c}$	$0.456\sqrt{f'_c}$

(2) 剪力

較詳細之混凝土容許剪應力 v_c 應依照7.2.5節2.項之規定。

(3) 承載面之承壓應力 f_b

- 承載面之承壓應力 f_b 不得超過 $0.3 f'_c$
- 當支承面之每邊均較載重面大者，載重面上之容許承壓應力可乘以 $\sqrt{A_2/A_1}$ ，但不得超過2倍。
- 當支承面為斜坡形或階梯形時， A_2 可取為最大之正截頭角錐體或截頭圓錐體之下底面積，該錐體頂面為包容支承之載重面，錐面斜度為垂直1水平2。
- 當載重面承受由於撓曲或偏心載重所產生之高度邊緣應力時，載重面上之容許承壓應力應乘以0.75。上列b與c項之規定仍可採用。

2. 鋼筋

對於使用載重設計之鋼筋拉應力 f_s 不得超過下列：

SD 280及SD280W(Grade 40)鋼筋	1400kgf/cm^2	138MPa
SD 420及SD420W(Grade 60)鋼筋	1680kgf/cm^2	166MPa

疲勞應力之限度：直鋼筋在活重加衝擊力所產生之最大拉應力與最小應力之差幅不得超過7.3.9節之規定，主鋼筋在高應力區域內應避免彎折。

7.2.3 撓曲

使用載重之應力核算，應採用撓曲應力與應變之直線關係理論，並採用下列假設：

- 鋼筋與混凝土之應變與距中性軸之距離成正比，但受撓深梁之全梁深與跨度比於連續梁大於2/5、簡支梁大於4/5時，應考慮非線性應變分佈。
- 在使用載重作用下及其容許應力範圍內，混凝土之應力與應變關係為直線。

3. 在鋼筋混凝土構材中混凝土不承受拉力。
4. 彈性模數比 $n = E_s / E_c$ 可取最接近之整數(但不得小於6)。除計算撓度外，輕質混凝土之 n 值應假設與強度相等之常重混凝土相同。
5. 雙面配筋之受撓構材應以有效彈性模數比 $n = 2 E_s / E_c$ 用於計算受壓鋼筋之轉換面積及應力。此鋼筋之壓應力不超過其容許拉應力。

7.2.4 受壓構材

受壓構材之撓曲與軸力合併容量應依照7.3.4節之規定所得數值之35%計算，細長效應依照7.3.5節之規定，公式(7-28)及(7-29)中之 P_u 以2.5倍之設計軸力代替，7.3.4節及7.3.5節中之 ϕ 值應取1.0。

7.2.5 剪力

1. 剪應力

- (1) 設計剪應力 v 應用下列計算

$$v = \frac{V}{b_w d} \dots\dots\dots (7-1)$$

式中 V 為所考慮斷面之設計剪力， b_w 為腹板寬， d 為最外受壓纖維至受拉鋼筋重心之距離。如有需要應考慮扭矩之影響。

- (2) 就圓形斷面而言， b_w 為直徑， d 不必小於最外受壓纖維至構材對面半圓受拉鋼筋重心之距離。
- (3) 若腹板寬為漸變，其 b_w 取平均寬或最小寬度之1.2倍，兩者取小值。
- (4) 如剪力作用方向之反力使構材端部受壓時，則距支承面 d 以內各斷面之剪力可用 d 處斷面之設計剪力 V 設計之。但該點與支承面之間如有主要集中載重者例外，此時距支承面 d 以內各斷面之剪力應採用 d 處斷面之設計剪力 V 加上該主要集中載重。

2. 混凝土可承受之剪應力

- (1) 梁、單向板及基腳之剪力

僅受剪力與撓曲之構材，混凝土可承受之容許剪應力 v_c ，可取 $0.25\sqrt{f'_c}$
 $0.079\sqrt{f'_c}$ ，較詳細之計算可依照下式：

$$v_c = 0.24\sqrt{f'_c} + 77\rho_w \frac{Vd}{M} \dots\dots\dots (7-2)$$

$$v_c = 0.075\sqrt{f'_c} + 7.58\rho_w \frac{Vd}{M}$$

但 v_c 不得超過 $0.42\sqrt{f'_c}$ $0.133\sqrt{f'_c}$ ， $\frac{Vd}{M}$ 之值不得大於 1.0， M 為所考慮之斷面與 V 同時發生之設計彎矩。

(2) 受壓構材之剪力

受軸向壓力之構材，混凝土可承受之容許剪應力 v_c ，可取 $0.25\sqrt{f'_c}$ $0.079\sqrt{f'_c}$ ，較詳細之計算可依照下式：

$$v_c = 0.24(1 + 0.0085 N/A_g)\sqrt{f'_c} \dots\dots\dots (7-3)$$

$$v_c = 0.075(1 + 0.087 N/A_g)\sqrt{f'_c}$$

其中 N/A_g 之單位為 kgf/cm^2 (MPa)

(3) 受拉構材之剪力

受軸向拉力之構材，剪力鋼筋應設計承受所有之剪力，除非經詳細計算，混凝土可承受之容許剪應力 v_c 如下：

$$v_c = 0.24(1 + 0.057 N/A_g)\sqrt{f'_c} \dots\dots\dots (7-4)$$

$$v_c = 0.075(1 + 0.58 N/A_g)\sqrt{f'_c}$$

式中拉力 N 為負數， N/A_g 之單位 kgf/cm^2 (MPa)

(4) 輕質混凝土之剪力

上述混凝土之容許剪應力 v_c ，適用於常重混凝土，當使用輕質混凝土時，應按下列之一予以修正：

a. 當規定 f_{ct} 時， v_c 應以 $f_{ct}/1.8$ $f_{ct}/0.56$ 代替 $\sqrt{f'_c}$ 修正之，但 $f_{ct}/1.8$ $f_{ct}/0.56$ 不得大於 $\sqrt{f'_c}$ 。

b. 當未規定 f_{ct} 時， v_c 對「全輕質」混凝土應乘以 0.75，對「輕質粒料」混凝土應乘以 0.85，砂介於上述二者間之輕質混凝土可用內插法決定之。

3. 可承受剪應力之剪力鋼筋

(1) 剪力鋼筋應符合 7.1.9 節之規定。

(2) 當設計剪應力 v 大於混凝土可承受之容許剪應力 v_c 時，應依照 a. 至 g. 項配置剪力鋼筋，但不得少於 7.1.9 節 1. 項之規定。

a. 剪力鋼筋垂直於構材軸時：

$$A_v = \frac{(v-v_c)b_ws}{f_s} \dots\dots\dots (7-5)$$

b. 使用斜肋筋作為剪力鋼筋時：

$$A_v = \frac{(v-v_c)b_ws}{f_s(\sin \alpha + \cos \alpha)} \dots\dots\dots (7-6)$$

c. 剪力鋼筋為一根彎起鋼筋或一組平行鋼筋在距支承點相同距離處彎起者：

$$A_v = \frac{(v-v_c)b_wd}{f_s \sin \alpha} \dots\dots\dots (7-7)$$

式中 $(v-v_c)$ 不得超過 $0.4\sqrt{f'_c}$ $0.125\sqrt{f'_c}$

d. 剪力鋼筋為多根或多組鋼筋在距支承點不同距離處平行彎起者，其所需鋼筋面積應依照公式(7-6)計算。

e. 剪力鋼筋為縱向鋼筋彎起者，僅考慮傾斜部份中間之3/4有效。

f. 構材之同一部份採用一種以上不同型式之剪力鋼筋時，其面積應為按各種型式分別計算所得之和，此項計算 v_c 僅可引用一次。

g. $(v-v_c)$ 不得超過 $1.06\sqrt{f'_c}$ $0.332\sqrt{f'_c}$ 。

(3) 當 $(v-v_c)$ 超過 $0.53\sqrt{f'_c}$ $0.166\sqrt{f'_c}$ ，剪力鋼筋間距不得超過7.1.9節3.項所定最大間距之1/2。

(4) 若構材寬度內用於計算剪力強度之受撓鋼筋在受拉區域內中斷，應依照7.1.12節1.項(6)之規定配置剪力鋼筋。

4. 剪力摩擦

(1) 剪力摩擦之規定適用於衡量經過特定面上之剪力傳遞，例如現有或潛在之裂面、不同材料或不同時間澆鑄之混凝土界面。

(2) 假設裂縫係沿剪力面發生，其所需剪力摩擦鋼筋面積 A_{vf} ，可依(3)項設計或採其他剪力傳遞設計方法，惟其預測之強度應與精確試驗之結果相接近。(3)d至(3)h項之規定適用於任何剪力傳遞強度之計算。

(3) 剪力摩擦設計方法

a. 當剪力摩擦鋼筋垂直剪力面時：

$$A_{vf} = \frac{V}{f_s \mu} \dots\dots\dots (7-8)$$

式中 μ 為摩擦係數，依照c項之規定。

b. 當剪力摩擦鋼筋傾斜剪力面時：

$$A_{vf} = \frac{V}{f_s(\mu \sin \alpha_f + \cos \alpha_f)} \dots\dots\dots (7-9)$$

式中 α_f 為剪力摩擦鋼筋與剪力面之交角。

- c. 公式(7-8)及(7-9)中之摩擦係數 μ 規定如下：

整體澆鑄之混凝土..... 1.4 λ

澆鑄於已硬化之混凝土面，其表面刻意粗糙程度如 g 項規定者.. 1.0 λ

澆鑄於已硬化之混凝土面，其表面未刻意粗糙者..... 0.6 λ

混凝土藉由剪力釘或鋼棒錨碇於型鋼面者(參見 h 項)..... 0.7 λ

式中 λ 在常重混凝土時為 1.0，「輕質粒料」混凝土時為 0.85，「全輕質」混凝土時為 0.75。砂介於上述二者間之輕質混凝土可用線性內插決定之。

- d. 設計剪應力 v 不得大於 $0.09 f'_c$ ，亦不得大於 25kgf/cm^2 2.5MPa。
- e. 通過剪力面之直接張力應額外配置鋼筋抵抗，通過剪力面之永久壓力可視為一額外加於剪力摩擦鋼筋之力(當計算需 A_{vf} 時，剪力摩擦鋼筋受力為 $A_{vf} f_s$)。
- f. 剪力摩擦鋼筋應適當分佈於剪力面，並於其兩側以適當之埋置、彎鉤或銲接於特殊裝置錨碇之，以發揮其規定降伏強度。
- g. 混凝土澆鑄於已硬化之混凝土面時，其剪力傳遞之界面須乾淨、無浮垢。若假定之 μ 值為 1.0 λ 時，應刻意使其接觸面粗糙程度約達 0.6cm。
- h. 若剪力係藉由剪力釘或銲接鋼筋於型鋼及混凝土之間傳遞，則型鋼面須乾淨、無油漆。

5. 合成混凝土受撓構材之水平剪力設計

- (1) 合成構材之構件間接觸面須確能傳遞全部水平剪力。
- (2) 承受水平剪力之斷面設計應依(3)項或(5)項之規定或任何剪力傳遞設計方法，惟其預測強度應與精確試驗之結果相接近。
- (3) 任一斷面之設計水平剪應力可依下式計算：

$$v_{dh} = \frac{V}{b_v d} \dots\dots\dots (7-10)$$

式中 V 係斷面上之設計剪力， d 係就全部合成斷面而言。

- (4) 設計水平剪應力 v_{dh} 不得超過下列容許水平剪應力 v_h ：

- a. 如接觸面乾淨、無浮垢且刻意使其粗糙者，容許水平剪應力 v_h 不得超過 2.5kgf/cm^2 0.25MPa 。
 - b. 配置符合(6)項規定之最少繫筋且其接觸面乾淨、無浮垢，但未刻意使其粗糙者，容許水平剪應力 v_h 不得超過 2.5kgf/cm^2 0.25MPa 。
 - c. 配置符合(6)項規定之最少繫筋且接觸面乾淨、無浮垢，並刻意使其粗糙程度約達0.6cm者，容許水平剪應力 v_h 不得超過 11.2kgf/cm^2 1.10MPa 。
 - d. 當接觸面內配置之繫筋超過(6)項規定之最少需求時，每增一個百分比，其容許水平剪應力 v_h 可增加 $f_y/560$ kgf/cm^2 $f_y/560$ MPa 。
- (5) 水平剪力之核算在不超過1/10跨徑之分段上計算所傳遞之實際壓力或拉力，應設法傳遞此等構件間所產生之水平剪力，水平剪力不得超過(4)項規定之容許水平剪應力 v_h 。
- (6) 水平剪力繫筋
- a. 若需要時，連接構材間應配置最少繫筋量，其面積不得小於 $3.5b_v s/f_y$ ，且繫筋間距不得大於支承構件最小腹寬之4倍，亦不得大於60cm。
 - b. 水平剪力繫筋可為單支鋼筋或鋼線、多肢肋筋或銲接鋼線網(光面或麻面)之豎肢。
 - c. 所有繫筋須以適當埋置或彎鉤錨碇於連接構件內。
6. 板與基腳之特殊規定
- (1) 板與基腳在集中載重或反力附近之剪力容量應採用下列二種情況之較嚴重者：
 - a. 板或基腳以梁作用時，其臨界斷面為距集中載重或反力區域 d 處與板面垂直之全部斷面。在此情況下除支承在基樁之基腳其剪力臨界斷面應依5.4.8節決定外，板或基腳之設計應符合7.2.5節1.至3.項之規定。
 - b. 板或基腳以雙向作用時，其臨界斷面為周邊 b_o 距集中載重周圍或反力區域周圍 $d/2$ 處與板面垂直之全部斷面。在此情況下板或基腳之設計應符合 (2) 至(4)項之規定。
 - (2) 設計剪應力 v 應用下式計算：

$$v = \frac{V}{b_o d} \dots\dots\dots (7-11)$$

式中 V 與 b_o 應取自(1)b項所定之臨界斷面。

- (3) 除非依照(4)項配置剪力鋼筋，設計剪應力 v 不得大於公式(7-12)所算得之 v_c 。

$$v_c = (0.21 + \frac{0.53}{\beta_c})\sqrt{f'_c} \dots\dots\dots (7-12)$$

$$v_c = (0.066 + \frac{0.166}{\beta_c})\sqrt{f'_c}$$

但 v_c 不得大於 $0.48\sqrt{f'_c}$ $0.1749\sqrt{f'_c}$ 。圓形集中載重或反力區域， $\beta_c=1.0$ 。

- (4) 板與基腳所用之剪力鋼筋或鋼線應符合下列規定：

- a. 用公式(7-11)計算之剪應力應在(1)b項所定之臨界斷面以及距支承較遠之各斷面加以核算。
- b. 任一斷面容許剪應力 v_c 不得大於 $0.24\sqrt{f'_c}$ $0.075\sqrt{f'_c}$ ，且 v 不得大於 $0.80\sqrt{f'_c}$ $0.249\sqrt{f'_c}$ 。
- c. 如 v 大於 $0.24\sqrt{f'_c}$ $0.075\sqrt{f'_c}$ ，應依照7.2.5節3.項之規定配置剪力鋼筋。

7. 箱涵板之特殊規定

覆土深0.6m以上之箱涵，其板之容許剪應力 v_c 可用下式計算：

$$v_c = 0.26\sqrt{f'_c} + 155\rho\frac{Vd}{M} \dots\dots\dots (7-13)$$

$$v_c = 0.083\sqrt{f'_c} + 15.2\rho\frac{Vd}{M}$$

但 v_c 不得大於 $0.48\sqrt{f'_c}$ $0.149\sqrt{f'_c}$ 。就單孔箱涵而言，板與牆一體澆鑄者 v_c 不須小於 $0.37\sqrt{f'_c}$ $0.116\sqrt{f'_c}$ ，簡支板不須小於 $0.32\sqrt{f'_c}$ $0.100\sqrt{f'_c}$ 。 $\frac{Vd}{M}$ 之值不得大於1.0，

M 為所考慮之斷面與 V 同時發生之設計彎矩。覆土深小於0.6m之箱涵，其板應依照4.4節及6.5節之有關規定。

8. 托架與托梁之特殊規定

- (1) 本節之規定適用於剪力距 a_v 與梁深 d 之比不大於1，且承受一設計拉力 N_c 不大於 V 之托架及托梁，其中 d 應自支承面計算。
- (2) 承載面之外緣深度不得小於 $0.5d$ 。
- (3) 支承面應設計可同時抵抗設計剪力 V ，彎矩 $Va_v + N_c(h-d)$ 及一設計拉力 N_c 之斷面。其中 h 應自支承面計算。
 - a. 抵抗設計剪力 V 之剪力摩擦鋼筋 A_{vf} 應依7.2.5節4.項之規定。就常重混凝土而言，設計剪應力 v 不得大於 $0.09f'_c$ ，亦不得大於 25kgf/cm^2 2.5MPa 。就「全

輕質」或「輕質粒料」混凝土而言，設計剪應力 v 不得大於 $(0.09 - 0.03 a_v/d) f'_c$ ，亦不得大於 $(25.2 - 8.82 a_v/d) \text{ kgf/cm}^2$ $2.48 - 0.866 a_v/d$ MPa。

- b. 抵抗彎矩 $Va_v + N_c(h-d)$ 之鋼筋 A_f 應依7.2.2節及7.2.3節之規定計算。
 - c. 托架或托梁頂面設計拉力 N_c 配置之鋼筋 A_n 應以 $A_n = N_c / f_s$ 計算。 N_c 不須小於 $0.2V$ ，除非另有特別規定用以避免拉力發生。
 - d. 主受拉鋼筋面積 A_s 應取 $(A_f + A_n)$ 及 $(2A_{vf}/3 + A_n)$ 兩者之大者。
- (4) 平行主筋 A_s 之閉合箍筋或繫筋面積 A_h 不得小於 $0.5(A_s - A_n)$ ，且須均勻配置於緊臨 A_s 之 $2/3$ 有效深度內。
 - (5) 鋼筋比 $\rho = A_s/bd$ 不得小於 $0.04 f'_c / f_y$ 。
 - (6) 托架或托梁之正面，其主拉力鋼筋 A_s 應依下列之一方式錨碇：
 - a. 採與主筋至少相同尺寸之橫向鋼筋予以銲接錨碇，此銲接須能發揮 A_s 之規定降伏強度 f_y 。
 - b. 主彎曲受拉鋼筋 A_s 向後形成一水平彎鉤或其他具有明確錨碇作用之方式。
 - (7) 托架或托梁上之載重支承面積不得投影超出主受拉鋼筋 A_s 之直線部份，亦不得投影超出橫向錨碇鋼筋之內面。
 - (8) 上述規定不適用於梁突出部。
 - (9) 相關符號表示，參見圖7.3。

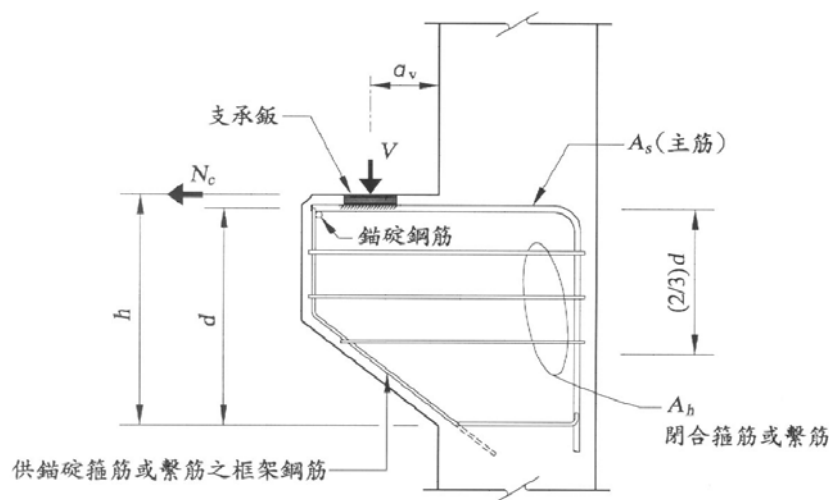


圖 7.3 托架或托梁示意圖

7.3 強度設計法 - 載重因數設計

7.3.1 強度需求

1. 需要強度

結構物及其構材之設計，應使所有斷面之設計強度至少等於依照3.23節所定結構物可能承受之設計載重組合算得之需要強度。結構物之每一部份應就可採用之載重組合設計之，並採用最大需要者設計之。

2. 設計強度

(1) 參照載重因數及強度設計之鋼筋混凝土構材，其構材或斷面以載重彎矩、剪力或應力表示之設計強度，並依照載重因數設計法之規定及假設算得之計算強度乘以強度折減因數 ϕ 。

(2) 強度折減因數 ϕ 應用下列數值：

- | | | |
|--------------|-------|---------------|
| a. 撓曲 | ----- | $\phi = 0.90$ |
| b. 剪力 | ----- | $\phi = 0.85$ |
| c. 用螺箍之受軸壓構材 | ----- | $\phi = 0.75$ |
| d. 用橫箍之受軸壓構材 | ----- | $\phi = 0.70$ |
| e. 混凝土之支承壓 | ----- | $\phi = 0.70$ |

當設計軸力強度 ϕP_n 自 $0.10 f'_c A_g$ 或 ϕP_b 兩者之小者減至0時，其 ϕ 值可自受壓構材之 ϕ 值線性增加至受撓構材之 ϕ 值。

(3) 7.1.12節至7.1.21節所規定之鋼筋伸展及續接均不須用 ϕ 因數。

7.3.2 設計假設

受撓曲與軸力構材之強度設計應根據本節之假設，並滿足適用之平衡條件及應變相合性。

1. 鋼筋與混凝土之應變假設與其距中性軸之距離成正比。
2. 混凝土最外受壓纖維之最大容許應變假設為0.003。
3. 鋼筋應力低於所用鋼料之規定降伏強度 f_y 時，其應力應為 E_s 乘以鋼筋之應變。當應變大於對應 f_y 之應變時，鋼筋應力應視為與應變無關且等於 f_y 。
4. 鋼筋混凝土之撓曲計算不計混凝土抗拉強度。

5. 混凝土壓應力分佈與其應變之關係可假設為矩形、梯形、拋物線形或其他形狀，惟其預測之強度應與精確試驗之結果相接近。
6. 相當矩形混凝土壓應力分佈可視為滿足本節5.項之需求，假設混凝土之應力為 $0.85 f'_c$ 平均分佈於以斷面邊緣及距最大壓縮纖維 $a = \beta_1 c$ 且平行中性軸之直線為界所圍成之相當壓力區。 c 值為自最大應變纖維至中性軸之垂直距離。若強度 f'_c 小於或等於 280kgf/cm^2 27.6MPa ， β_1 值應為0.85；若強度超過 280kgf/cm^2 27.6MPa ， β_1 值應按每超過 70kgf/cm^2 6.9MPa 減少0.05連續遞減之，但 β_1 不得小於0.65。

7.3.3 撓曲

1. 受撓構材之最大鋼筋量

- (1) 受撓構材之鋼筋比 ρ 不得超過該斷面受撓而產生平衡應變狀態時之鋼筋比 ρ_b 之0.75倍。對於有壓力鋼筋構材，被壓力鋼筋平衡之 ρ_b 部份不必按0.75因數減少。
- (2) 斷面之平衡應變狀態為當受拉鋼筋達到規定降伏強度 f_y 對應之應變，同時受壓混凝土亦達到其假設之極限應變0.003。

2. 僅有受拉鋼筋之矩形斷面

- (1) 設計彎矩強度 ϕM_n 可用下式計算

$$\phi M_n = \phi [A_s f_y d (1 - 0.6 \rho f_y / f'_c)] \dots\dots\dots (7-14)$$

$$= \phi [A_s f_y (d - a/2)] \dots\dots\dots (7-15)$$

式中 $a = A_s f_y / 0.85 f'_c b$

- (2) 僅有受拉鋼筋之矩形斷面其平衡鋼筋比 ρ_b 為：

$$\rho_b = \frac{0.85 \beta_1 f'_c}{f_y} \left(\frac{6120}{6120 + f_y} \right) \dots\dots\dots (7-16)$$

$$\rho_b = \frac{0.85 \beta_1 f'_c}{f_y} \left(\frac{600}{600 + f_y} \right)$$

3. 僅有受拉鋼筋之翼板斷面

- (1) 受壓翼板之厚度等於或大於相當矩形應力塊之深度 a 時，其設計彎矩強度 ϕM_n 可依照本節2.項(1)之公式計算。
- (2) 受壓翼板之厚度小於 a 時，其設計彎矩強度 ϕM_n 可用下式計算：

$$\phi M_n = \phi [(A_s - A_{sf}) f_y (d - a/2) + A_{sf} f_y (d - 0.5 h_f)] \dots\dots\dots (7-17)$$

$$\text{式中 } A_{sf} = 0.85 f'_c (b - b_w) h_f / f_y$$

$$a = \frac{(A_s - A_{sf}) f_y}{0.85 f'_c b_w}$$

(3) 僅有受拉鋼筋之翼板斷面平衡鋼筋比 ρ_b 為：

$$\rho_b = (b_w/b) \left[\frac{0.85 \beta_1 f'_c}{f_y} \left(\frac{6120}{6120 + f_y} \right) + \rho_f \right] \dots\dots\dots (7-18)$$

$$\rho_b = (b_w/b) \left[\frac{0.85 \beta_1 f'_c}{f_y} \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) + \rho_f \right]$$

$$\text{式中 } \rho_f = A_{sf} / b_w d$$

(4) 定義於7.1.22節9.項與10.項之T型梁與箱型梁構造，其受壓寬度 b 應等於有效板寬。

4. 具有受壓鋼筋之矩形斷面

(1) 矩形斷面之設計彎矩強度 ϕM_n 可用下式計算

$$\text{若 } \left(\frac{A_s - A'_s}{bd} \right) \geq 0.85 \beta_1 \left(\frac{f'_c d'}{f_y d} \right) \left(\frac{6120}{6120 - f_y} \right) \dots\dots\dots (7-19)$$

$$\left(\frac{A_s - A'_s}{bd} \right) \geq 0.85 \beta_1 \left(\frac{f'_c d'}{f_y d} \right) \left(\frac{600}{600 - f_y} \right)$$

$$\phi M_n = \phi [(A_s - A'_s) f_y (d - a/2) + A'_s f_y (d - d')] \dots\dots\dots (7-20)$$

$$\text{式中 } a = \frac{(A_s - A'_s) f_y}{0.85 f'_c b}$$

(2) 當 $(A_s - A'_s)/bd$ 小於公式(7-19)之值，則受壓鋼筋之應力小於降伏強度 f_y ，或當受壓鋼筋之效應小於 f_y 或不計時，設計彎矩強度除依照7.3.2節之假設根據應力與應變之相合性作一般分析外，亦可用本節2.項(1)之公式計算。

(3) 具有受壓鋼筋之矩形斷面其平衡鋼筋比 ρ_b 為：

$$\rho_b = \left[\frac{0.85 \beta_1 f'_c}{f_y} \left(\frac{6120}{6120 + f_y} \right) \right] + \rho' \left(\frac{f'_s}{f_y} \right) \dots\dots\dots (7-21)$$

$$\rho_b = \left[\frac{0.85 \beta_1 f'_c}{f_y} \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \right] + \rho' \left(\frac{f'_s}{f_y} \right)$$

式中受壓鋼筋之應力

$$f'_s = 6120 \left[1 - (d'/d) \left(\frac{6120 + f_y}{6120} \right) \right] \leq f_y$$

$$f'_s = 6120 \left[1 - (d'/d) \left(\frac{600 + f_y}{600} \right) \right] \leq f_y$$

5. 其他斷面

其他斷面之設計彎矩強度 ϕM_n 除依照7.3.2節之假設根據應力與應變之相合性作一般分析外，應滿足7.3.3節1.項之需求。

7.3.4 受壓構材

1. 一般需求

- (1) 受軸力或受撓曲與軸力合併作用之構材其設計應根據7.3.2節所假設之應力與應變之相合性。細長效應須依照7.3.5節之規定。
- (2) 受軸力併受撓曲之構材應就伴隨此軸力之最大彎矩設計之。對所給予偏心距之乘因數軸力 P_u 不得大於設計軸力強度 $\phi P_{n(\max)}$ ：

- a. 符合7.1.10節2.項(1)之螺箍構材：

$$P_{n(\max)} = 0.85[0.85 f'_c (A_g - A_{st}) + f_y A_{st}]$$

$$\phi = 0.75$$

- b. 符合7.1.10節2.項(2)之橫箍構材：

$$P_{n(\max)} = 0.80[0.85 f'_c (A_g - A_{st}) + f_y A_{st}]$$

$$\phi = 0.70$$

最大乘因數彎矩 M_u 應依7.3.5節之規定就細長效應加以放大。

2. 受壓構材強度

下列規定可作為決定受撓曲與軸力合併作用構材之軸力－彎矩互制關係範圍之指引。

(1) 純受壓

無偏心時之設計軸力強度 ϕP_o 可用下式計算：

$$\phi P_o = \phi [0.85 f'_c (A_g - A_{st}) + A_{st} f_y] \quad \dots\dots\dots (7-22)$$

純受壓強度就設計而言乃係一假設之載重狀態，因此本節1.項(2)限制受壓構材之軸力強度為無偏心時之85%及80%。

(2) 純受撓

計算純受撓之設計彎矩強度 ϕM_n 可用7.3.2節之假設或7.3.3節之適用撓曲公式。

(3) 平衡應變狀態

斷面之平衡應變狀態定義於7.3.3節1.項(2)。矩形斷面之一面或兩面排有鋼

筋，且鋼筋位於距彎曲軸大致相等者，其平衡設計軸力強度 ϕP_b 及平衡設計彎矩強度 ϕM_b 可用下式計算：

$$\phi P_b = \phi (0.85 f'_c b a_b + A'_s f'_s - A_s f_y) \dots\dots\dots (7-23)$$

$$\phi M_b = \phi [0.85 f'_c b a_b (d - d'' - a_b/2) + A'_s f'_s (d - d' - d'') + A_s f_y d''] \dots\dots\dots (7-24)$$

$$\text{式中 } a_b = \left(\frac{6120}{6120 + f_y} \right) \beta_1 d$$

$$a_b = \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \beta_1 d$$

$$f'_s = 6120 \left[1 - \left(\frac{d'}{d} \right) \left(\frac{6120 + f_y}{6120} \right) \right] \leq f_y$$

$$f'_s = 600 \left[1 - \left(\frac{d'}{d} \right) \left(\frac{600 + f_y}{600} \right) \right] \leq f_y$$

(4) 合併受撓及軸力

受撓曲與軸力合併作用之設計強度應根據7.3.2節所假設之應力與應變之相合性。當計算軸力強度 P_n 小於 P_b 時，斷面之強度由拉力控制。當計算軸力強度 P_n 大於 P_b 時，斷面之強度由壓力控制。

計算軸力強度 P_n 及計算彎矩強度 M_n 均應乘以7.3.1節2.項所定之螺箍或橫箍受壓構材之適當強度折減因數 ϕ 。當設計軸力強度 ϕP_n 自 $0.1 f'_c A_g$ 或 ϕP_b 兩者之小者減至0時， ϕ 值可自受壓構材之 ϕ 值線性增加至受撓構材之 ϕ 值。

3. 雙軸載重

非圓形斷面構材承受雙軸彎矩之設計強度可用下述近似公式計算，以代替根據應力與應變之相合性對雙軸彎矩載重狀態作一般之斷面分析：

$$\text{當乘因數軸力 } P_u \geq 0.1 f'_c A_g, \quad \frac{1}{P_{nxy}} = \frac{1}{P_{nx}} + \frac{1}{P_{ny}} - \frac{1}{P_o} \dots\dots\dots (7-25)$$

$$\text{當乘因數軸力 } P_u < 0.1 f'_c A_g, \quad \frac{M_{ux}}{\phi M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{\phi M_{ny}} \leq 1 \dots\dots\dots (7-26)$$

4. 空心矩形受壓構材

- (1) 空心矩形斷面牆之細長比 Xu/t 定義如圖7.4所示，除經分析及實驗證實可行，細長比不得大於35。
- (2) 當牆之細長比大於或等於15時，不得使用等值矩形應力塊法設計空心矩形受壓構材。
- (3) 若牆之細長比小於15時，混凝土最外受壓纖維之最大容許應變為0.003。若牆

之細長比大於或等於15時，混凝土最外受壓纖維之最大容許應變為斷面最寬翼板計算之局部挫屈應變，或0.003之小值。

- (4) 斷面最寬翼板計算之局部挫屈應變之計算，可假設翼板所有四邊之邊界條件為簡支。在計算局部挫屈應變時可採用混凝土及鋼筋之切線材料模數以考慮材料之非線性行為。
- (5) 替代本節4.項之(2)、(3)及(4)，下述之近似法可用來計算因牆之細長比所造成之強度折減。對所有牆之細長比小於或等於35其混凝土最外受壓纖維之最大容許應變為0.003。除了在7.3.1節2.項之強度折減因數 ϕ 外，尚須使用一個強度折減因數 ϕ_w 。對所有牆之細長比小於或等於15強度折減因數 ϕ_w 為1.0。對牆之細長比大於15而小於或等於25，強度折減因數 ϕ_w 應以從牆之細長比15開始每增加一單位之細長比減少0.025之比例計算。對牆之細長比大於25而小於或等於35，強度折減因數 ϕ_w 為0.75。
- (6) 對節塊施工之中空矩形受壓構材之不連續鋼筋在計算構材強度時應不予計入。

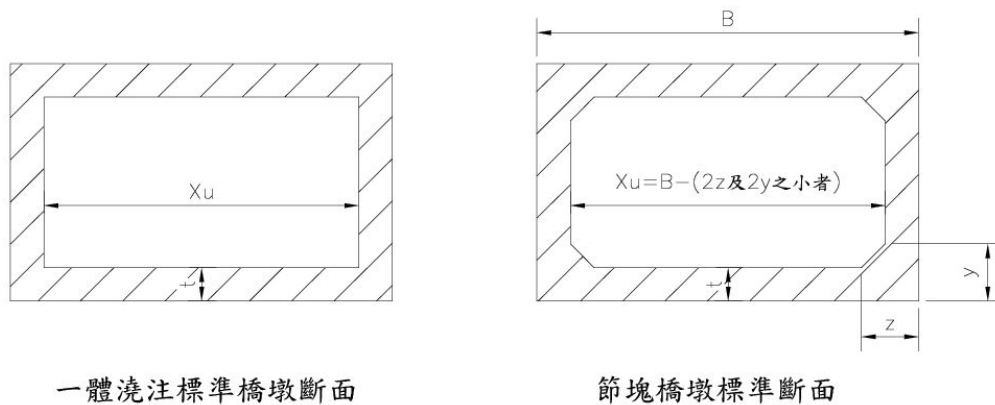


圖 7.4 牆細長比之定義

7.3.5 受壓構材之細長效應

1. 一般需求

- (1) 受壓構材應根據結構分析之力與彎矩設計。此項分析應考慮軸力與應變慣性矩對構材勁度及固定端彎矩之影響，撓度對彎矩與力之效應以及載重之延時效應。

- (2) 估算受壓構材之細長效應可按本節2.項之近似法估算，以代替本節1.項(1)所述之需求。

2. 細長效應之近似估算

- (1) 受壓構材之無支撐長度 ℓ_u 應為板、梁或其他側支撐構材間之淨距，如在所考慮方向有托肩應自其最低處計算無支撐長度。
- (2) 矩形受壓斷面之迴轉半徑 r 可用考慮穩定之方向之總寬乘以0.30，圓形受壓斷面之 r 可用直徑乘以0.25，其他斷面形狀之 r 可用混凝土全斷面依實際計算之。
- (3) 有支撐防止側移之受壓構材其有效長度因數 k 除非經分析用較小數值外應為1.0。無支撐防止側移之受壓構材其有效長度因數 k 值之計算應考慮開裂與鋼筋量對相對勁度之影響，且 k 須大於1。
- (4) 有支撐防止側移之受壓構材當 $k\ell_u/r$ 小於 $34 - (12M_{1b}/M_{2b})$ 時，可不計其細長效應。無支撐防止側移之受壓構材當 $k\ell_u/r$ 小於22時，可不計其細長效應。所有 $k\ell_u/r$ 大於100之受壓構材均應按本節1.項加以分析。
- (5) 受壓構材應按一般彈性分析法算得之乘因數軸力 P_u 及放大乘因數彎矩 M_c 設計， M_c 之定義如下：

$$M_c = \delta_b M_{2b} + \delta_s M_{2s} \dots\dots\dots (7-27)$$

$$\text{式中 } \delta_b = \frac{C_m}{1 - \frac{P_u}{\phi P_c}} \geq 1.0 \dots\dots\dots (7-28)$$

$$\delta_s = \frac{C_m}{1 - \frac{\Sigma P_u}{\phi \Sigma P_c}} \geq 1.0 \dots\dots\dots (7-29)$$

$$P_c = \frac{\pi^2 EI}{(k\ell_u)^2} \dots\dots\dots (7-30)$$

當構材有支撐防止側移時， δ_s 可取1.0。當構材無支撐防止側移時， δ_b 應以有支撐構材計算之， δ_s 應以無支撐構材計算之。

EI 值可用下列二式之一求得以代替更精確之計算：

$$EI = \frac{\frac{E_c I_g}{5} + E_s I_s}{1 + \beta_d} \dots\dots\dots (7-31)$$

或保守地

$$EI = \frac{\frac{E_c I_g}{2.5}}{1 + \beta_d} \dots\dots\dots (7-32)$$

式中 β_d 為最大靜重彎矩與最大總載重彎矩之比值，其值恆為正。對於有支撐防止側移且支點間無側向載重之構材其 C_m 可用下式計算：

$$C_m = 0.6 + 0.4(M_{1b}/M_{2b}) \dots\dots\dots (7-33)$$

但不得小於0.4

對於所有其他情況 C_m 應取1.0。

M_{1b} ：較小之端彎矩

M_{1b}/M_{2b} ：當構材之彎曲成單曲度時其值為正。

當構材之彎曲成反向曲度時其值為負。

- (6) 若計算顯示不論有無支撐以防止側向位移之受壓構材，其兩端均無彎矩或算得之端偏心距均小於 $(1.5+0.03h)$ cm時，公式(7-27)中之 M_{2b} ， M_{2s} 應對每一主軸均有 $(1.5+0.03h)$ cm之最小偏心距計算。公式(7-33)中之 M_{1b}/M_{2b} 比值應以下述之一決定之：
 - a. 當算得之端偏心距均小於 $(1.5+0.03h)$ cm時，算得之端彎矩可用來計算公式(7-33)中之 M_{1b}/M_{2b} 。
 - b. 如計算顯示受壓構材之兩端本質上均無彎矩時，則 M_{1b}/M_{2b} 之比值應取1.0。
- (7) 當受壓構材兩主軸均受撓時，每軸之彎矩應分別按該軸束制狀態算得之 δ 值放大之。
- (8) 無支撐防止側移之結構中，受撓構材應接受壓構材節點處之總放大端彎矩設計之。
- (9) 當一群受壓構材在同一層面上組成框架或一群受壓構材與同一上部結構連成整體並共同抵抗結構之側移，其 δ_s 值應以此構材群計算之， P_u 與 P_c 應用此群所有構材之 ΣP_u 與 ΣP_c 。

7.3.6 剪力

1. 剪力強度

(1) 受剪力之斷面設計應根據

$$V_u \leq \phi V_n \dots\dots\dots (7-34)$$

式中 V_u 為所考慮斷面之乘因數剪力， V_n 為按下式之計算剪力強度

$$V_n = V_c + V_s \dots\dots\dots (7-35)$$

式中 V_c 為依照本節2.項之混凝土計算剪力強度， V_s 為依照本節3.項之鋼筋計算剪力強度。如有需要應考慮扭矩影響。

- (2) 如剪力作用方向之反力使構材端部受壓時，則距支承面 d 以內各斷面之剪力可用 d 處斷面之乘因數剪力 V_u 設計之。但該點與支承面之間如有主要集中載重者例外，此時距支承面 d 以內各斷面之剪力應採用 d 處斷面之乘因數剪力 V_u 加上該乘因數主要集中載重。

2. 混凝土提供之剪力強度

(1) 梁、單向板及基腳之剪力

僅受剪力與撓曲之構材， V_c 可按下式計算：

$$V_c = (0.504\sqrt{f'_c} + 176\rho_w \frac{V_u d}{M_u}) b_w d \dots\dots\dots (7-36)$$

$$V_c = (0.158\sqrt{f'_c} + 17.2\rho_w \frac{V_u d}{M_u}) b_w d$$

$$\text{或 } V_c = 0.530\sqrt{f'_c} b_w d \dots\dots\dots (7-37)$$

$$V_c = 0.166\sqrt{f'_c} b_w d$$

式中 b_w 係腹板寬度， d 為最外受壓纖維至受拉鋼筋重心之距離。就圓形斷面而言， b_w 係圓形斷面之直徑， d 不必小於最外受壓纖維至構材對面半圓受拉鋼筋重心之距離。就漸變腹板而言， b_w 可取平均寬度或1.2倍最小寬度，兩者之較小者。

a. 當使用較詳細之計算時， V_c 不得超過 $0.928\sqrt{f'_c} b_w d$ $0.291\sqrt{f'_c} b_w d$ 。

b. $V_u d / M_u$ 值不得大於1.0， M_u 為考慮之斷面與 V_u 同時發生之乘因數彎矩。

(2) 受壓構材之剪力

受軸向壓力之構材， V_c 可按下式計算：

$$V_c = 0.530(1 + \frac{N_u}{141A_g})\sqrt{f'_c} b_w d \dots\dots\dots (7-38)$$

$$V_c = 0.166(1 + \frac{N_u}{13.8A_g})\sqrt{f'_c}b_wd$$

$$\text{或 } V_c = 0.530\sqrt{f'_c}b_wd \quad \dots\dots\dots (7-39)$$

$$V_c = 0.166\sqrt{f'_c}b_wd$$

N_u/A_g 之單位為 kgf/cm^2 (MPa)

(3) 受拉構材之剪力

受軸向拉力之構材，剪力鋼筋應設計承受所有之剪力，除非經詳細計算，混凝土可承受之計算剪力強度 V_c 如下：

$$V_c = 0.530(1 + \frac{N_u}{35.2A_g})\sqrt{f'_c}b_wd \quad \dots\dots\dots (7-40)$$

$$V_c = 0.166(1 + \frac{N_u}{3.45A_g})\sqrt{f'_c}b_wd$$

式中拉力 N_u 為負數， $\frac{N_u}{A_g}$ 之單位為 kgf/cm^2 (MPa)

(4) 輕質混凝土之剪力

上述混凝土可承受之計算剪力強度 V_c ，適用於常重混凝土，當使用輕質混凝土時，應按下列之一予以修正：

a. 當規定 f_{ct} 時， V_c 應以 $f_{ct}/1.8$ 代替 $\sqrt{f'_c}$ 修正之，但 $f_{ct}/1.8$ 不得大於 $\sqrt{f'_c}$ 。

b. 當未規定 f_{ct} 時， V_c 對「全輕質」混凝土應乘以0.75，對「輕質粒料」混凝土應乘以0.85，砂介於上述二者間之輕質混凝土可用內插法決定之。

3. 剪力鋼筋提供之剪力強度

(1) 剪力鋼筋應符合7.1.9節之規定。

(2) 當乘因數剪力 V_u 大於設計剪力強度 ϕV_c 時，應配置不少於7.1.9節1.項規定之剪力鋼筋以滿足公式(7-34)及(7-35)。計算剪力強度 V_s 應依照a至g項計算：

a. 剪力鋼筋垂直於構材主軸時：

$$V_s = \frac{A_v f_y d}{s} \quad \dots\dots\dots (7-41)$$

式中 A_v 為距離 s 內之剪力鋼筋面積。

b. 使用斜肋筋作為剪力鋼筋時：

$$V_s = \frac{A_v f_y (\sin \alpha + \cos \alpha) d}{s} \quad \dots\dots\dots (7-42)$$

c. 剪力鋼筋為一根彎起鋼筋或一組平行鋼筋在距支承點相同距離處彎起者：

$$V_s = A_v f_y \sin \alpha \dots\dots\dots (7-43)$$

d. 剪力鋼筋為多根或多組鋼筋在距支承點不同距離處平行彎起者，計算剪力強度 V_s 應依照公式(7-42)計算。

e. 剪力鋼筋為縱向鋼筋彎起者，僅考慮傾斜部份中間之3/4有效。

f. 構材之同一部份採用一種以上不同型式之剪力鋼筋時，計算剪力強度 V_s 應為按各種型式計算其 V_s 所得之和。

g. 計算剪力強度 V_s 不得超過 $2.12\sqrt{f'_c}b_wd$ $0.664\sqrt{f'_c}b_wd$ 。

(3) 當計算剪力強度 V_s 超過 $1.06\sqrt{f'_c}b_wd$ $0.33\sqrt{f'_c}b_wd$ ，剪力鋼筋間距不得超過7.1.9節3.項所定最大間距之1/2。

(4) 若構材寬度內用於計算剪力強度之受撓鋼筋在受拉區域內中斷，應依照7.1.12節1.項(6)之規定配置剪力鋼筋。

(5) 當扭矩不可忽略時，應作適當考量配置扭力鋼筋。

4. 剪力摩擦

(1) 剪力摩擦之規定適用於衡量經過特定面上之剪力傳遞，例如現有或潛在之裂面，不同材料或不同時間澆鑄之混凝土界面。

(2) (1)項中所述承受剪力傳遞之斷面設計，應根據公式(7-34)，式中計算剪力強度 V_n 應依照(3)項或(4)項之規定計算。

(3) 假設裂縫係沿剪力面發生，其所需剪力摩擦鋼筋面積 A_{vf} 可依(4)項設計或採其他剪力傳遞設計方法，惟其預測之強度應與精確試驗之結果相接近。(4)d至(4)h項之規定適用於任何剪力傳遞之計算。

(4) 剪力摩擦設計方法

a. 當剪力摩擦鋼筋垂直剪力面時，計算剪力強度 V_n 為：

$$V_n = A_{vf} f_y \mu \dots\dots\dots (7-44)$$

式中 μ 為摩擦係數，依照c項之規定。

b. 當剪力摩擦鋼筋傾斜於剪力面時，計算剪力強度 V_n 為：

$$V_n = A_{vf} f_y (\mu \sin \alpha_f + \cos \alpha_f) \dots\dots\dots (7-45)$$

式中 α_f 為剪力摩擦鋼筋與剪力面之交角。

c. 公式(7-44)及(7-45)中之摩擦係數 μ 規定如下：

整體澆鑄之混凝土.....	1.4 λ
澆鑄於已硬化之混凝土面，其表面刻意粗糙程度如g項規定者.....	1.0 λ
澆鑄於已硬化之混凝土，其表面未刻意粗糙者.....	0.6 λ
混凝土藉由剪力釘或鋼筋錨碇於型鋼面者(參見h.項)	0.7 λ

式中 λ 在常重混凝土時為1.0，「輕質粒料」混凝土時為0.85，「全輕質」混凝土時為0.75，砂介於上述二者之輕質混凝土可用線性內插決定之。

d. 計算剪力強度 V_n 不得取大於 $0.2 f'_c A_{cv}$ 或 $56.2(\text{kgf/cm}^2) A_{cv}$ 5.52(MPa) A_{cv} ，式中 A_{cv} 係抵抗剪力傳遞之混凝土斷面積。

e. 通過剪力面之直接張力應額外配置鋼筋抵抗，通過剪力面之永久壓力可視為一額外加於剪力摩擦鋼筋之力(當計算需 A_{vf} 時，剪力摩擦鋼筋受力為 $A_{vf} f_y$)。

f. 剪力摩擦鋼筋應適當分佈於剪力面，並於其兩側以適當之埋置、彎鉤或銲接於特殊裝置錨碇之，以發揮其規定降伏強度。

g. 混凝土澆鑄於已硬化之混凝土面上，其剪力傳遞之界面須乾淨、無浮垢。若假定之 μ 值為1.0 λ 時，應刻意使其接觸面粗糙程度約達0.6cm。

h. 若剪力面係藉由剪力釘或銲接鋼筋於型鋼及混凝土之間傳遞，則型鋼面須乾淨、無油漆。

5. 合成混凝土受撓構材之水平剪力強度

(1) 合成構材之構件間接觸面須確能傳遞全部水平剪力。

(2) 承受水平剪力之斷面設計應依(3)項或(4)項之規定或任何剪力傳遞設計方法，惟其預測之強度應與精確試驗之結果相接近。

(3) 受水平剪力之斷面設計應根據：

$$V_u \leq \phi V_{nh} \quad \text{..... (7-46)}$$

式中 V_u 為所考慮斷面之乘因數水平剪力， d 係就全部合成斷面而言， V_{nh} 為依下列求得之計算水平剪力強度。

a. 如接觸面、無浮垢且刻意使其粗糙者，計算水平剪力強度 V_{nh} 不得超過

$$5.62(\text{kgf/cm}^2)b_v d \quad 0.552(\text{MPa})b_v d。$$

- b. 配置符合(5)項規定之最少繫筋且其接觸面乾淨、無浮垢，但未刻意使其粗糙者，計算水平剪力強度 V_{nh} 不得超過 $5.62(\text{kgf/cm}^2)b_v d \quad 0.552(\text{MPa})b_v d$ 。
 - c. 配置符合(5)項規定之最少繫筋且接觸面乾淨、無浮垢，並刻意使其粗糙程度約達0.6cm者，計算水平剪力強度 V_{nh} 不得超過 $24.6(\text{kgf/cm}^2)b_v d \quad 2.41(\text{MPa})b_v d$ 。
 - d. 當接觸面內配置之繫筋超過(5)項規定之最少需求時，每增一個百分比，其計算水平剪力強度 V_{nh} 可增加 $0.004f_y b_v d$ (kg) $0.004f_y b_v d$ (MN)。
- (4) 水平剪力之核算可在不超過1/10跨徑之分段上計算所傳遞之實際壓力或拉力，並應設法傳遞此等構件間所生之水平剪力。乘因數水平剪力不得超過依(3)項規定之設計剪力強度 ϕV_{nh} ，除非所考慮之分段長度可以 d 代替。
- (5) 水平剪力繫筋
- a. 若需要時，連接構材間應配置最少繫筋量，其面積不得小於 $3.5b_v s/f_y \quad 0.345b_v s/f_y$ ，且繫筋間距 s 不得大於支承構件最小腹板寬之4倍，亦不得大於60cm。
 - b. 水平剪力繫筋可為單支鋼筋或鋼線，多肢肋筋或銲接鋼線網(光面或麻面)之豎肢。
 - c. 所有繫筋須以適當埋置或彎鉤錨碇於連接構件內。
6. 板與基腳之特殊規定
- (1) 板與基腳在集中載重或反力附近之剪力強度應採用下列二種情況之較嚴重者：
 - a. 板與基腳以梁作用時，其臨界斷面為距集中載重或反力區域 d 處與板面垂直之全部斷面。在此情況下，除樁基礎其剪力臨界斷面應依5.4.8節決定外，板或基腳之設計應符合7.3.6節1.項至3.項之規定。
 - b. 板或基腳以雙向作用時，其臨界斷面為周邊 b_o 距集中載重周圍或反力區域周圍 $d/2$ 處與板面垂直之全部斷面。在此情況下板或基腳之設計應合本項(2)與(3)之規定。
 - (2) 板或基腳其雙向作用之設計應根據公式(7-34)，而 V_n 除非依照本項(3)配置剪力

鋼筋，不得大於公式(7-47)算得之計算剪力強度 V_c 。

$$V_c = (0.53 + \frac{1.06}{\beta_c})\sqrt{f'_c}b_o d \dots\dots\dots (7-47)$$

$$V_c = (0.166 + \frac{0.332}{\beta_c})\sqrt{f'_c}b_o d$$

但不得超過 $1.06\sqrt{f'_c}b_o d$ $0.332\sqrt{f'_c}b_o d$ 。圓形集中載重或反力區域， $\beta_c=1.0$ 。 b_o 為本項(1)b所定之臨界斷面周長。

(3) 板與基腳所用之剪力鋼筋或鋼線應符合下列規定：

- a. 計算剪力強度 V_n 應用公式(7-35)計算，式中計算剪力強度 V_c 應符合d項之規定，計算剪力強度 V_s 應符合e項之規定。
- b. 剪力強度應在本項(1)b所定之臨界斷面以及距支承較遠之各斷面加以核算。
- c. 計算剪力強度 V_n 不得大於 $1.59\sqrt{f'_c}b_o d$ $0.498\sqrt{f'_c}b_o d$ ， b_o 為本項(1)b所定之臨界斷面周長。
- d. 任一斷面計算剪力強度 V_c 不得大於 $0.530\sqrt{f'_c}b_o d$ $0.166\sqrt{f'_c}b_o d$ ， b_o 為本項(1)b所定之臨界斷面周長。
- e. 如乘因數剪力 V_u 超過d項所定之設計剪力強度 ϕV_c 。應依照7.3.6節3.項計算所需剪力鋼筋面積 A_v 與計算剪力強度 V_s 。

7. 箱涵板之特殊規定

覆土深0.6m以上之箱涵，其板之計算剪力強度 V_c 可用下式計算：

$$V_c = (0.567\sqrt{f'_c} + 323\rho\frac{V_u d}{M_u})bd \dots\dots\dots (7-48)$$

$$V_c = (0.178\sqrt{f'_c} + 31.7\rho\frac{V_u d}{M_u})bd$$

但 V_c 不得大於 $1.06\sqrt{f'_c}bd$ $0.332\sqrt{f'_c}bd$ 。就單孔箱涵而言，板與牆一體澆鑄者， V_c 不須小於 $0.795\sqrt{f'_c}bd$ $0.249\sqrt{f'_c}bd$ ，簡支板 V_c 不須小於 $0.663\sqrt{f'_c}bd$ $0.208\sqrt{f'_c}bd$ 。 $V_u d/M_u$ 之值不得大於1.0， M_u 為所考慮之斷面與 V_u 同時發生之乘因數彎矩。覆土深小於0.6m之箱涵，其板應依4.3節及6.5.3節之有關規定。

8. 托架與托梁之特殊規定

- (1) 本節之規定適用於剪力距 a_v 與梁深比 d 之比不大於1，且承受一設計拉力 N_{uc} 不大於 V_u 之托架及托梁，其中 d 應自支承面計算。

- (2) 承載面之外緣深度不得小於 $0.5d$ 。
- (3) 支承面應設計成可同時抵抗乘因數剪力 V_u 、彎矩 $[V_u a_v + N_{uc}(h-d)]$ ，及一設計拉力 N_{uc} 之斷面。其中 h 應自支承面計算。
- 本節規定之所有設計計算，其強度折減因數 ϕ 應取 0.85 。
 - 抵抗乘因數剪力 V_u 之剪力摩擦鋼筋 A_v 應依本節4.項之規定。就常重混凝土而言，計算剪力強度 V_n 不得大於 $0.2f'_c b_w d$ 或 $56.2(\text{kgf/cm}^2) b_w d$ $5.52(\text{MPa}) b_w d$ ，就「全輕質」混凝土或「輕質粒料」混凝土而言，計算剪力強度 V_n 不得大於 $(0.2 - 0.07a_v/d)f'_c b_w d$ 或 $(56.2 - 19.67a_v/d)b_w d$ (kgf) $(5.52 - 1.93a_v/d)b_w d$ (MN)。
 - 抵抗彎矩 $[V_u a_v + N_{uc}(h-d)]$ 之鋼筋 A_f ，應依7.3.2節及7.3.3節之規定計算。
 - 托架或托梁頂面設計拉力 N_{uc} 配置之鋼筋 A_n 應按 $N_{uc} \leq \phi A_n f_y$ 決定。 N_{uc} 不須小於 $0.2V_u$ ，除非另有特別規定用以避免拉力發生。 N_{uc} 應視為一活載重。即使張力是由潛變、乾縮或溫度變化造成者亦然。
 - 主受拉鋼筋面積 A_s 應取 $(A_f + A_n)$ 或 $(2/3A_v + A_n)$ 兩者之大者。
- (4) 平行主筋 A_s 之閉合箍筋或繫筋面積 A_h 不得小於 $0.5(A_s - A_n)$ ，且須均勻配置於緊臨 A_s 之 $2/3$ 有效深度內。
- (5) 鋼筋比 $\rho = A_s/bd$ 不得小於 $0.04(f'_c/f_y)$ 。
- (6) 托架或托梁之正面，其主受拉鋼筋 A_s ，應依下列之一方式錨碇：
- 採與主筋至少相同尺寸之橫向鋼筋予以銲接錨碇，此銲接須能發揮 A_s 規定之降伏強度。
 - 主彎曲受拉鋼筋 A_s 向後形成一水平彎鉤或其他具有明確錨碇作用之方式。
- (7) 托架或托梁上之載重支承面面積不得投影超出主拉力鋼筋 A_s 之直線部份，亦不得投影超出橫向錨碇鋼筋之內面。
- (8) 上述規定不適用於梁突出部。

7.3.7 混凝土承壓強度

- 除下列規定之外，混凝土承載面上之承壓應力 f_b 不得大於 $0.85\phi f'_c$ 。
- 當支承面之每邊均較承載面大者，承載面上之容許承壓應力可乘以 $\sqrt{A_2/A_1}$ ，但不得超過2倍。

3. 當支承面為斜坡形或階梯形時， A_2 可取為最大之正截頭角錐體或截頭圓錐體之下底面積，該錐體頂面為包容支承之載重面，錐面斜度為垂直1水平2。
4. 當承載面承受由於撓曲或偏心載重所產生之高度邊緣應力時，承載面上之容許承壓應力可乘以0.75。上列1.項與2.項之規定仍可採用。

7.3.8 使用性之需求

1. 應用

參照載重因數及強度用「載重因數設計」之受撓構材，其使用載重應力應限於符合7.3.9節規定之疲勞需求及7.3.10節規定之鋼筋分佈需求，7.3.11節之撓度控制需求亦應採用。

2. 使用載重應力

於核算使用載重應力是否符合7.3.9節與7.3.10節之需求時，須用撓曲之應力與應變直線理論，並應採用7.2.3節之假設。

7.3.9 疲勞應力之限度

直鋼筋由活載重加衝擊力所產生之最大拉應力與最小應力之差幅不得大於：

$$f_f = 1470 - 0.33 f_{\min} + 560(r/h)$$

$$f_f = 145 - 0.33 f_{\min} + 55(r/h)$$

式中 f_f = 應力差幅， kgf/cm^2 (MPa)，

$f_{\min}$ = 最小應力代數值，拉力為正，壓力為負， kgf/cm^2 (MPa)。

r/h = 竹節根部半徑與其竹節節距之比，不知確實數值時用0.3。

主鋼筋在高應力區域內應避免彎折。

混凝土橋面板之主筋垂直於車行方向且其設計依照4.3節3.項情況A之近似方法者，不須考慮疲勞應力之限度。

7.3.10 受撓鋼筋之分佈

為控制混凝土之撓曲裂縫，受拉鋼筋於最大拉力區域內應適當分佈。受拉鋼筋之降伏強度 f_y 超過 2800 kgf/cm^2 276MPa時，最大正與負彎矩之斷面在使用載重下之鋼筋應力 f_s 不得超過下式算得之值：

$$f_s = z/(d_c A)^{1/3} \dots\dots\dots (7-49)$$

但 f_s 不得大於 $0.6 f_y$ ，式中

A ：有效張力面積 $\text{cm}^2(\text{m}^2)$ ，圍繞受撓拉力鋼筋且與該主鋼筋同一形心之混凝土有效受拉面積除以鋼筋或鋼線之根數。當受撓鋼筋由各種尺寸之鋼筋或鋼線組成時，其根數應為鋼筋總面積除以所用最大尺寸之鋼筋或鋼線之面積。計算 A 時混凝土淨保護層不須大於 5cm。

d_c ：自最外受拉纖維至其最近鋼筋或鋼線中心之混凝土厚度，cm (m)，計算 d_c 時，混凝土淨保護層不須大於 5cm。

公式(7-49)中之 z 值對於適度曝露情況者不得大於 $30,300 \text{ kgf/cm}$ 30 M N/m ，對於嚴重曝露情況者不得大於 $23,200 \text{ kgf/cm}$ 23 M N/m 。構材暴露於嚴重侵蝕性之環境下如除冰劑，除了須符合公式(7-49)之外，並須考慮混凝土之密實與無孔隙性，或用防水系統等其他保護方法。

7.3.11 撓度之控制

1. 通則

設計橋梁結構之受撓構材應使其具有適當之勁度，以限制對結構強度或使用性有不利影響之撓度或其他變形。

2. 上部結構深度之限制

除非撓度計算顯示用較小深度無不利影響，最小深度建議採用表 7.6 所列之式計算。

表 7.6 等深度構材之建議最小深度*

上部結構型式	最小深度** (m)	
	簡支梁	連續梁
主筋平行於行車方向之橋面板	$\frac{1.2(S + 3.0)}{30}$	$\frac{S + 3.0}{30}$ 但不小於 0.17
T 型梁	0.070S	0.065S
箱型梁	0.060S	0.055S
人行結構梁	0.033S	0.033S

* 如用變深度構材，表中數值可就其正負彎矩斷面之相對勁度變化修正之。

** S 為 7.1.22 節 6.項所定義之跨徑長度，單位為 m。

7.3.12 上部結構之撓度限制

1. 撓度可依7.1.22節7.項之建議計算。
2. 簡支或連續跨徑構材，由活載重加衝擊力所產生之撓度不得超出跨徑之 $1/800$ ，但附有人行道者不得超出 $1/1000$ 。
3. 懸臂構材由活載重加衝擊力所產生之撓度不得超出懸臂長度之 $1/300$ ，但附有人行道者不得超出 $1/375$ 。

