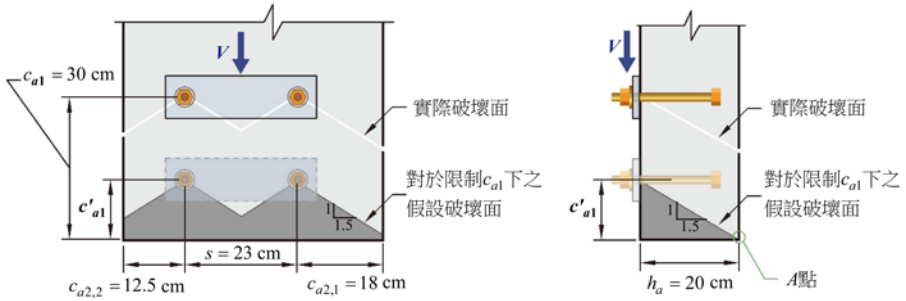
土木 401-112 混凝土工程規範與解說勘誤表

更新時間：2024 年 6 月 24 日

項次	更正後文字	原列文字
1	11.6.2 若面內 $V_u \geq 0.5\phi\alpha_c\lambda\sqrt{f'_c}A_{cv}$ 時，應符合(a)與(b)二者之規定： (a) ρ_ℓ 應至少為式(11.6.2)及 0.0025 二者之大值，但不必超過第 11.5.4.3 節要求之 ρ_t。 $\rho_\ell \geq 0.0025 + 0.5(2.5 - h_w/\ell_w)(\rho_t - 0.0025)$ (11.6.2) (b) ρ_t 應至少為 0.0025。 解說： 就受單向載重具高度對長度比值低的牆而言，試驗資料 (Barda 等人 1977) 顯示水平剪力鋼筋抵抗剪力之效果不如垂直鋼筋。此種水平鋼筋對垂直鋼筋效果之改變，可由式(11.6.2)顯示出來。當 h_w/ℓ_w 小於 0.5 時，垂直鋼筋量與水平鋼筋量相等；當 h_w/ℓ_w 大於 2.5 時，則僅須提供最少量垂直鋼筋 ($0.0025sh$)。	11.6.2 若面內 $V_u \geq 0.5\phi\alpha_c\lambda\sqrt{f'_c}A_{cv}$ 時，應符合(a)與(b)二者之規定： (a) ρ_ℓ 應至少為式(11.6.2)及 0.0025 二者之大值，但不必超過第 11.5.4.3 節要求之 ρ_t。 $\rho_\ell \geq 0.0025 + 0.5(2.5 - h_w/\ell_w)(\rho_t - 0.0025)$ (11.6.2) (b) ρ_t 應至少為 0.0025。 解說： 就受單向載重具高度對長度比值低的牆而言，試驗資料 (Barda 等人 1977) 顯示水平剪力鋼筋抵抗剪力之效果不如垂直鋼筋。此種水平鋼筋對垂直鋼筋效果之改變，可由式(11.6.2)顯示出來。當 h_w/ℓ_w 小於 0.5 時，垂直鋼筋量與水平鋼筋量相等；當 h_w/ℓ_w 大於 2.5 時，則僅須提供最少量垂直鋼筋 ($0.0025sh$)。
2	17.7.2.1.3 若錨栓群邊距不等，而且錨栓群銲接於附掛物上，其受力可平均分布於各錨栓上，則評估錨栓強度時得基於離邊緣最遠錨栓列之距離，此時 $\boldsymbol{c_{a1}}$ 之值得基於邊緣到所選取之最遠臨界錨栓列軸線之距離，所有剪力應假設由此臨界錨栓列承受。 解說： 錨栓群位於厚度受限的窄斷面，垂直承受載重方向的邊距和構材厚度皆小於 $\mathbf{1.5}\boldsymbol{c_{a1}}$，根據基本 CCD 方法 (參考第 17.5.1.3 節解說) 計算剪破強度將過於保守。案例經由 κ 方法研究 (Eligehausen 與 Fuchs 1988)，並經 *Lutz* 指出上述問題 Lutz (1995)。類似情形亦出現在第 17.6.2.1.2 節混凝土拉破強度，使用於第 17.7.2.1 節至第 17.7.2.6 節公式之 $\boldsymbol{c_{a1}}$ 值及計算 $\boldsymbol{A_{Vc}}$ 之 $\boldsymbol{c_{a1}}$ 值，不可大於下列三者之最大值：(1) 垂直剪力方向之兩邊距較大值之 2/3，(2) 構材厚度之	17.7.2.1.3 若錨栓群邊距不等，而且錨栓群銲接於附掛物上，其受力可平均分布於各錨栓上，則評估錨栓強度時得基於離邊緣最遠錨栓列之距離，此時 $\boldsymbol{c_{a1}}$ 之值得基於邊緣到所選取之最遠臨界錨栓列軸線之距離，所有剪力應假設由此臨界錨栓列承受。 解說： 錨栓群位於厚度受限的窄斷面，垂直承受載重方向的邊距和構材厚度皆小於 $\mathbf{1.5}\boldsymbol{c_{a1}}$，根據基本 CCD 方法 (參考第 17.5.1.3 節解說) 計算剪破強度將過於保守。案例經由 κ 方法研究 (Eligehausen 與 Fuchs 1988)，並經 *Lutz* 指出上述問題 Lutz (1995)。類似情形亦出現在第 17.6.2.1.2 節混凝土拉破強度，使用於第 17.7.2.1 節至第 17.7.2.6 節公式之 $\boldsymbol{c_{a1}}$ 值及計算 $\boldsymbol{A_{Vc}}$ 之 $\boldsymbol{c_{a1}}$ 值，不可大於下列三者之最大值：(1) 垂直剪力方向之兩邊距較大值之 2/3，(2) 構材厚度之

2/3，(3) 錨栓群中兩錨栓垂直於剪力方向最大間距之 1/3，使用上述限制之計算剪破強度將較為精準。限制 c_{a1} 至少為錨栓群中錨栓最大間距之 1/3 係為了防止基於個別剪破錐來計算錨栓群強度。

圖 R17.7.2.1.2 說明前述方法，圖例中 c_{a1} 之限制值標示為 c'_{a1} ，其用於計算 A_{Vc}、A_{Vco}、$\psi_{ed,V}$ 及 $\psi_{h,V}$，亦用於計算 V_b (圖未標示)。第 17.7.2.1.2 節之要求可想像為將源自於實際 c_{a1} 之實際混凝土之剪破面，沿剪力載重作用方向往混凝土邊緣移動，第 17.7.2.1 節至第 17.7.2.6 節之公式及計算 A_{Vc} 之 c_{a1} 值可由下列之一決定：(a)當破壞面之外緣首次與混凝土邊緣接觸時；或(b)當錨栓群中兩錨栓之剪破交接面首次接觸混凝土邊緣時。圖 R17.7.2.1.2 之範例中，“A” 點定義為用以限制 c_{a1} 值之假設破壞面與混凝土自由邊緣之交界面。

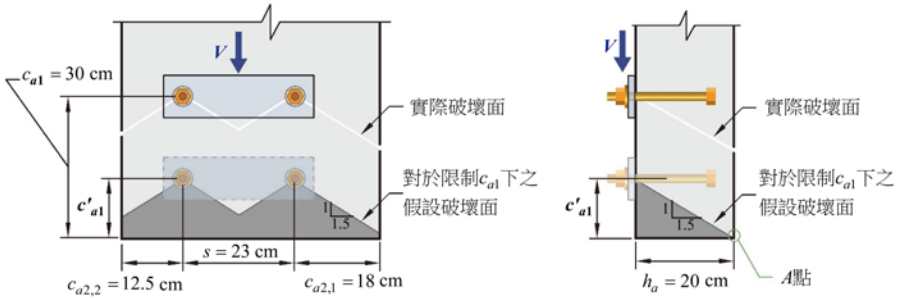


1.實際c_{a1}為30 cm
2.兩個邊距c_{a2}與h_a皆小於1.5 c_{a1}
3.用於計算A_{Vc}且用於公式17.5.2.1至17.5.2.8之c_{a1}的限制值(如圖中c'_{a1}所示)，按下列之最大值計算
($c_{a2,max}$) /1.5 = (18) /1.5 = 12 cm
(h_a) /1.5 = (20) /1.5 = 13.33 cm (控制)
s /3 = 1 / 3(23) = 7.66 cm
4.此情況下，A_{Vc}、A_{Vco}、$\psi_{ed,V}$及 $\psi_{h,V}$計算如下：
A_{Vc} = (12.5 + 23 + 18)(1.5 × 13.33) = 1,070 cm^2
A_{Vco} = 4.5(13.33)^2 = 800 cm^2
$\psi_{ed,V}$ = 0.7 + 0.3(12.5)/13.33 = 0.98
因為 c_{a1} = h_a /1.5，所以$\psi_{h,V}$ = 1.0。A 點為用以建立 c_{a1} 限制值之假設破壞面與混凝土表面之交界面。

圖 R17.7.2.1.2　錨栓埋設於厚度受限之狹窄構材的剪力計算範例

2/3，(3) 錨栓群中兩錨栓垂直於剪力方向最大間距之 1/3，使用上述限制之計算剪破強度將較為精準。限制 c_{a1} 至少為錨栓群中錨栓最大間距之 1/3 係為了防止基於個別剪破錐來計算錨栓群強度。

圖 R17.7.2.1.2 說明前述方法，圖例中 c_{a1} 之限制值標示為 c'_{a1} ，其用於計算 A_{Vc}、A_{Vco}、$\psi_{ed,V}$ 及 $\psi_{h,V}$，亦用於計算 V_b (圖未標示)。第 17.7.2.1.2 節之要求可想像為將源自於實際 c_{a1} 之實際混凝土之剪破面，沿剪力載重作用方向往混凝土邊緣移動，第 17.7.2.1 節至第 17.7.2.6 節之公式及計算 A_{Vc} 之 c_{a1} 值可由下列之一決定：(a)當破壞面之外緣首次與混凝土邊緣接觸時；或(b)當錨栓群中兩錨栓之剪破交接面首次接觸混凝土邊緣時。圖 R17.7.2.1.2 之範例中，“A” 點定義為用以限制 c_{a1} 值之假設破壞面與混凝土自由邊緣之交界面。



1.實際c_{a1}為30 cm
2.兩個邊距c_{a2}與h_a皆小於1.5 c_{a1}
3.用於計算A_{Vc}且用於公式17.5.2.1至17.5.2.8之c_{a1}的限制值(如圖中c'_{a1}所示)，按下列之最大值計算
($c_{a2,max}$) /1.5 = (18) /1.5 = 12 cm
(h_a) /1.5 = (20) /1.5 = 13.33 cm (控制)
s /3 = 1 / 3(23) = 7.66 cm
4.此情況下，A_{Vc}、A_{Vco}、$\psi_{ed,V}$及 $\psi_{h,V}$計算如下：
A_{Vc} = (12.5 + 23 + 18)(1.5 × 13.33) = 1,070 cm^2
A_{Vco} = 4.5(13.33)2 = 800 cm^2
$\psi_{ed,V}$ = 0.7 + 0.3(12.5)/13.33 = 0.98
因為 c_{a1} = h_a /1.5，所以$\psi_{h,V}$ = 1.0。A 點為用以建立 c_{a1} 限制值之假設破壞面與混凝土表面之交界面。

圖 R17.7.2.1.2　錨栓埋設於厚度受限之狹窄構材的剪力計算範例

3

19.3.1.1 設計者須依表 19.3.1.1 規定之各種暴露類別及構材之預期暴露程度設定暴露分級。

表 19.3.1.1　暴露環境類別與分級

類別	分級	混凝土之環境條件	
凍融 (F)	F0	非暴露於凍融循環	
	F1	暴露於偶而受潮之凍融循環	
	F2	暴露於經常受潮之凍融循環	
	F3	暴露於經常受潮及使用 除冰化學藥劑之凍融循環	
硫酸鹽 (S)		土壤中之水溶性硫酸鹽 (SO_4^{2-})，質量%[1]	水中溶解之硫酸鹽 (SO_4^{2-})，ppm[2]
	S0	$SO_4^{2-} < 0.10$	$SO_4^{2-} < 150$
	S1	$0.10 \le SO_4^{2-} < 0.20$	$150 \le SO_4^{2-} < 1500$ 或海水
	S2	$0.20 \le SO_4^{2-} \le 2.00$	$1500 \le SO_4^{2-} \le 10{,}000$
	S3	$SO_4^{2-} > 2.00$	$SO_4^{2-} > 10{,}000$
與水接觸 (W)	W0	處於乾燥環境	
	W1	與水接觸，不需要求低滲透性	
	W2	與水接觸，需要求低滲透性	
鋼筋之腐蝕防護 (C)	C0	處於乾燥環境或有防潮處理	
	C1	暴露於潮濕但無外來氯鹽之環境	
	C2	暴露於潮濕且有外來氯鹽之環境，如除冰化學藥劑、鹽、	

19.3.1.1 設計者須依表 19.3.1.1 規定之各種暴露類別及構材之預期暴露程度設定暴露分級。

表 19.3.1.1　暴露環境類別與分級

類別	分級	混凝土之環境條件	
凍融 (F)	F0	非暴露於凍融循環	
	F1	暴露於偶而受潮之凍融循環	
	F2	暴露於經常受潮之凍融循環	
	F3	暴露於經常受潮及使用 除冰化學藥劑之凍融循環	
硫酸鹽 (S)		土壤中之水溶性硫酸鹽 (SO_4^{2-})，質量%[1]	水中溶解之硫酸鹽 (SO_4^{2-})，ppm[2]
	S0	$SO_4^{2-} < 0.10$	$SO_4^{2-} < 150$
	S1	$0.10 \le SO_4^{2-} < 0.20$	$150 \le SO_4^{2-} < 1500$ 或海水
	S2	$0.20 \le SO_4^{2-} \le 2.00$	$1500 \le SO_4^{2-} \le 10{,}000$
	S3	$SO_4^{2-} > 2.00$	$SO_4^{2-} > 10{,}000$
與水接觸 (W)	W0	處於乾燥環境	
	W1	與水接觸，不需要求低滲透性	
	W2	與水接觸，需要求低滲透性	
鋼筋之腐蝕防護 (C)	C0	處於乾燥環境或有防潮處理	
	C1	暴露於潮濕但無外來氯鹽之環境	
	C2	暴露於潮濕且有外來氯鹽之環境，如除冰化學藥劑、鹽、	

		微鹹水、海水或其潑濺水

[1] 土壤中硫酸鹽之質量百分比應依ASTM C1580 測定。

[2] 水中溶解硫酸鹽之濃度 ppm 應依 CNS 1237 測定。

解說：

本規範訂定四種影響混凝土耐久性之暴露環境分類，以確保混凝土有足夠之耐久性：

暴露類別F：適用暴露於反覆潮濕與凍融環境，不論有無使用除冰化學藥劑之混凝土。

暴露類別S：適用於接觸含有害量水溶性硫酸根離子土壤或水之混凝土。

暴露類別W：適用於接觸水之混凝土。

暴露類別C：適用於需要額外防蝕保護之暴露條件，以抵抗鋼筋腐蝕之非預力與預力混凝土。

每一類別中之暴露嚴重程度，依等級以遞增數值代表增加暴露條件之嚴重性。如果暴露之影響溫和可忽略或該構材不適用該暴露分類時，給予分級0。

以下討論提供選擇各暴露類別下適當暴露分級之協助，須於每個暴露類別指定構材暴露分級，亦須符合這些暴露下最嚴格的要求。例如，在寒冷氣候下的車庫可能被指定為暴露等級F3、S0、W2及C2，而供暖建築中的飲水儲槽可能被指定為暴露等級F0、S0、W2及C1。

暴露類別F之混凝土是否會受凍融循環損害，視混凝土凍結時空隙內之水量而定(Powers 1975)。此水量可用混凝土飽和度表示。若飽和度夠高，混凝土孔隙中水量足以結凍膨脹，產生內張應力造成混凝土開裂。不需要整個構材全部飽和才會受損，例如，板之頂層10 mm或牆之外層6 mm呈飽和狀態，不論內部多乾燥，此板頂或牆外層部分易受凍融損害。

對於任何需要抵抗凍融之部位，混凝土需有足夠輸氣量與強度。藉低***w/cm***以獲得適當強度，也減少孔隙體積與增加抵抗水進入之能力。輸氣可

		微鹹水、海水或其潑濺水

[1] 土壤中硫酸鹽之質量百分比應依ASTM C1580 測定。

[2] 水中溶解硫酸鹽之濃度 ppm 應依 CNS 1237 或 ASTM D4130 測定。

解說：

本規範訂定四種影響混凝土耐久性之暴露環境分類，以確保混凝土有足夠之耐久性：

暴露類別F：適用暴露於反覆潮濕與凍融環境，不論有無使用除冰化學藥劑之混凝土。

暴露類別S：適用於接觸含有害量水溶性硫酸根離子土壤或水之混凝土。

暴露類別W：適用於接觸水之混凝土。

暴露類別C：適用於需要額外防蝕保護之暴露條件，以抵抗鋼筋腐蝕之非預力與預力混凝土。

每一類別中之暴露嚴重程度，依等級以遞增數值代表增加暴露條件之嚴重性。如果暴露之影響溫和可忽略或該構材不適用該暴露分類時，給予分級0。

以下討論提供選擇各暴露類別下適當暴露分級之協助，須於每個暴露類別指定構材暴露分級，亦須符合這些暴露下最嚴格的要求。例如，在寒冷氣候下的車庫可能被指定為暴露等級F3、S0、W2及C2，而供暖建築中的飲水儲槽可能被指定為暴露等級F0、S0、W2及C1。

暴露類別F之混凝土是否會受凍融循環損害，視混凝土凍結時空隙內之水量而定(Powers 1975)。此水量可用混凝土飽和度表示。若飽和度夠高，混凝土孔隙中水量足以結凍膨脹，產生內張應力造成混凝土開裂。不需要整個構材全部飽和才會受損，例如，板之頂層10 mm或牆之外層6 mm呈飽和狀態，不論內部多乾燥，此板頂或牆外層部分易受凍融損害。

對於任何需要抵抗凍融之部位，混凝土需有足夠輸氣量與強度。藉低***w/cm***以獲得適當強度，也減少孔隙體積與增加抵抗水進入之能力。輸氣可

使混凝土較難達到飽和，並容許水結凍時有膨脹空間。

暴露分級隨著暴露於水之程度而改變，因其影響凍融循環時混凝土飽和之可能性。長期或經常接觸水且無排水或乾燥機會，是增加混凝土飽和度潛勢之條件。構材中混凝土飽和之可能性與工程地點、結構中構材位置、方位及氣候有關。既有結構中概略相同位置之類似構材性能紀錄，可提供暴露分級指引。

暴露類別F次分為四種分級：

(a) F0級暴露為非暴露於反覆凍融之混凝土。

(b) F1級暴露為受反覆凍融但受潮有限之混凝土。受潮有限係指混凝土與水有某些接觸與吸水，但不預期會吸收足夠之水而呈飽和狀態。設計者宜謹慎檢視冰凍前混凝土有無飽和之虞。即使在此分級之混凝土不預期會飽和，仍需要最低輸氣3.5至6 %，以降低萬一因部分混凝土構材飽和而受損之機會。

(c) F2級暴露為受反覆凍融且經常暴露於水之混凝土，經常暴露於水意指部分混凝土會在結冰前吸收足夠水量而呈飽和狀態。若指定F1級與F2級有疑慮時，得選用較保守之F2級。F1級與F2級不預期會暴露於除冰化學藥劑之環境。

(d) F3級暴露為混凝土受反覆凍融，受潮條件與F2級暴露相同，但預期會暴露於除冰化學藥劑，該藥劑會增加吸水和留存水分(Spragg等人2011)，使混凝土較迅速飽和。

表R19.3.1提供各暴露分級之混凝土構材範例。

表R.19.3.1　暴露類別F之結構構材範例

暴露分級	範例

使混凝土較難達到飽和，並容許水結凍時有膨脹空間。

暴露分級隨著暴露於水之程度而改變，因其影響凍融循環時混凝土飽和之可能性。長期或經常接觸水且無排水或乾燥機會，是增加混凝土飽和度潛勢之條件。構材中混凝土飽和之可能性與工程地點、結構中構材位置、方位及氣候有關。既有結構中概略相同位置之類似構材性能紀錄，可提供暴露分級指引。

暴露類別F次分為四種分級：

(a) F0級暴露為非暴露於反覆凍融之混凝土。

(b) F1級暴露為受反覆凍融但受潮有限之混凝土。受潮有限係指混凝土與水有某些接觸與吸水，但不預期會吸收足夠之水而呈飽和狀態。設計者宜謹慎檢視冰凍前混凝土有無飽和之虞。即使在此分級之混凝土不預期會飽和，仍需要最低輸氣3.5至6 %，以降低萬一因部分混凝土構材飽和而受損之機會。

(c) F2級暴露為受反覆凍融且經常暴露於水之混凝土，經常暴露於水意指部分混凝土會在結冰前吸收足夠水量而呈飽和狀態。若指定F1級與F2級有疑慮時，得選用較保守之F2級。F1級與F2級不預期會暴露於除冰化學藥劑之環境。

(d) F3級暴露為混凝土受反覆凍融，受潮條件與F2級暴露相同，但預期會暴露於除冰化學藥劑，該藥劑會增加吸水和留存水分(Spragg等人2011)，使混凝土較迅速飽和。

表R19.3.1提供各暴露分級之混凝土構材範例。

表R.19.3.1　暴露類別F之結構構材範例

暴露分級	範例

F0	• 暴露於非結冰溫度下之構材 • 暴露於不會冰凍之內部構材 • 暴露於不會冰凍之基礎 • 埋在土壤冰凍線以下之構材
F1	• 不積雪或積冰之構材，如外牆、梁、大梁和不與土壤直接接觸之板 • 基礎牆可能屬於此分級，端視其飽和之可能性
F2	• 會積雪或積冰之構材，如室外之高架板 (elevated slab) • 基礎或地下室外牆於地表上會積雪或積冰之延伸部位 • 與土壤接觸之水平或垂直構材
F3	• 暴露於除冰化學藥劑之構材，如停車場結構之水平構材 • 基礎或地下室外牆於地表上會遭遇積雪、積冰或除冰化學藥劑之延伸部位

暴露類別S次分為四種分級：

(a) S0級暴露適用於接觸低濃度水溶性硫酸鹽，不需考慮硫酸鹽侵蝕之條件。

(b) S1、S2與S3級暴露適用於直接接觸到含水溶性硫酸鹽土壤或水之結構混凝土構材。暴露之嚴重程度由S1級遞增至S3級，以土壤中所量測之水溶性硫酸鹽濃度或水中溶解硫酸鹽濃度之臨界值為依據。土壤中硫酸鹽之質量百分比應依ASTM C1580測定。水中溶解硫酸鹽之濃度ppm應依CNS 1237測定。海水環境列為S1級暴露。

暴露類別W次分為三種分級：

(a) W0級暴露適用於乾燥環境。

(b) W1級暴露可適用於連續接觸水、斷續水源或可由周圍土壤吸收水分之環境。指定W1之構材不需要具低滲透性的混凝土。

F0	• 暴露於非結冰溫度下之構材 • 暴露於不會冰凍之內部構材 • 暴露於不會冰凍之基礎 • 埋在土壤冰凍線以下之構材
F1	• 不積雪或積冰之構材，如外牆、梁、大梁和不與土壤直接接觸之板 • 基礎牆可能屬於此分級，端視其飽和之可能性
F2	• 會積雪或積冰之構材，如室外之高架板 (elevated slab) • 基礎或地下室外牆於地表上會積雪或積冰之延伸部位 • 與土壤接觸之水平或垂直構材
F3	• 暴露於除冰化學藥劑之構材，如停車場結構之水平構材 • 基礎或地下室外牆於地表上會遭遇積雪、積冰或除冰化學藥劑之延伸部位

暴露類別S次分為四種分級：

(a) S0級暴露適用於接觸低濃度水溶性硫酸鹽，不需考慮硫酸鹽侵蝕之條件。

(b) S1、S2與S3級暴露適用於直接接觸到含水溶性硫酸鹽土壤或水之結構混凝土構材。暴露之嚴重程度由S1級遞增至S3級，以土壤中所量測之水溶性硫酸鹽濃度或水中溶解硫酸鹽濃度之臨界值為依據。土壤中硫酸鹽之質量百分比應依ASTM C1580測定。水中溶解硫酸鹽之濃度ppm應依CNS 1237測定。海水環境列為S1級暴露。

暴露類別W次分為三種分級：

(a) W0級暴露適用於乾燥環境。

(b) W1級暴露可適用於連續接觸水、斷續水源或可由周圍土壤吸收水分之環境。指定W1之構材不需要具低滲透性的混凝土。

	(c) W2級暴露可適用於連續接觸水、斷續水源或可由周圍土壤吸收水分及水滲入混凝土可能降低構材之耐久性或服務性之環境。指定W2之構材需要具低滲透性的混凝土。 **暴露類別C**次分為三種分級： (a) C0級暴露適用於不需額外防蝕保護鋼筋之條件。 (b) C1與C2級暴露適用於非預力和預力混凝土構材，依暴露於外界之濕度與氯離子濃度而定。暴露於外來氯離子之例子，包括混凝土直接接觸除冰化學藥劑、鹽、鹽水、微鹹水、海水，或此等之潑濺水。	(c) W2級暴露可適用於連續接觸水、斷續水源或可由周圍土壤吸收水分及水滲入混凝土可能降低構材之耐久性或服務性之環境。指定W2之構材需要具低滲透性的混凝土。 **暴露類別C**次分為三種分級： (a) C0級暴露適用於不需額外防蝕保護鋼筋之條件。 (b) C1與C2級暴露適用於非預力和預力混凝土構材，依暴露於外界之濕度與氯離子濃度而定。暴露於外來氯離子之例子，包括混凝土直接接觸除冰化學藥劑、鹽、鹽水、微鹹水、海水，或此等之潑濺水。
4	19.3.2.1 混凝土拌成物應基於表 19.3.1.1 暴露分級並符合表 19.3.2.1 中最嚴格之要求。 表19.3.2.1　不同暴露分級之混凝土要求	19.3.2.1 混凝土拌成物應基於表 19.3.1.1 暴露分級並符合表 19.3.2.1 中最嚴格之要求。 表 19.3.2.1　不同暴露分級之混凝土要求

暴露分級		最大 *w/cm*[1,2]	最小 f_c' kgf/cm^2 [MPa]	附加要求		膠結材之限制
				含氣量		
F0		N/A	210 [21]	N/A		N/A
F1		0.55	245 [24]	混凝土適用表19.3.3.1、噴凝土適用表19.3.3.3		N/A
F2		0.45	315 [31]	混凝土適用表19.3.3.1、噴凝土適用表19.3.3.3		N/A
F3		0.40[3]	350 [35][3]	混凝土適用表19.3.3.1、噴凝土適用表19.3.3.3		第26.4.2.2(b)節
				膠結材料[4]－種類		氯化鈣摻料
				CNS 61	CNS 15286	
S0		N/A	210 [21]	無限制	無限制	無限制
S1		0.50	280 [28]	II[5,6]	含(MS)標記之分類	無限制
S2		0.45	315 [31]	V[6]	含(HS)標記之分類	不允許
S3	選項1	0.45	315 [31]	V加卜作嵐材料或水淬高爐爐碴粉[7]	含(HS)標記之分類加卜作嵐材料或水淬高爐爐碴粉[7]	不允許
	選項2	0.40	350 [35]	V[8]	含(HS)標記之分類	不允許
W0		N/A	210 [21]	無		
W1		N/A	210 [21]	第26.4.2.2(d)節		
W2		0.5	280 [28]	第26.4.2.2(d)節		
				硬固混凝土中最大水溶性氯離子(Cl^-)含量 相對於配比中總膠結材質量比(%)[9,10]		額外規定
				非預力混凝土	預力混凝土	
C0[12]		N/A	210 [21]	1.00	0.06	無
C1		N/A	210 [21]	0.30	0.06	
C2		0.40	350 [35]	0.15	0.06	混凝土保護層厚度[11]

[1] ***w/cm***係基於混凝土拌成物中所有之膠結及輔助膠結材料。

[2] 表中之***w/cm***最大限不適用於輕質混凝土。

[3] 無筋混凝土之***w/cm***最大限為0.45，f_c'最低限為*315* kgf/cm^2 [*31* MPa]。

[4] 所列膠結材料之替代組合，經抗硫酸鹽測試且能符合第26.4.2.2(c)節中之準則者，允許使用。

[5] 暴露於海水環境下，若***w/cm***不超過0.40時，允許使用鋁酸三鈣(C_3A)為10 %以下之其他類型卜特蘭水泥。

[6] 允許於暴露分級S1或S2中使用其他種類之水泥，如I型或III型，若C_3A含量低於8 %則可用於S1暴露分級或含量低於5 %則可用於S2暴露分級。

[7] 當使用於含V型水泥之混凝土時，指定來源之卜作嵐材料或水淬高爐爐碴粉用量，須至少達可改善抗硫酸鹽能力使用紀錄之用量。或者，指定來源之卜作嵐材料或水淬高爐爐碴粉用量，須至少為符合CNS 14794及符合第26.4.2.2(c)節中準則所定之用量。

[8] 若僅使用V型水泥作為膠結材料時，須指定CNS 61任選規定中所及，抗硫酸鹽膨脹下之最大膨脹量0.040 %。

[9] 用於測定氯離子含量之輔助膠結材質量不應超過水泥質量。

暴露分級		最大 *w/cm*[1,2]	最小 f_c' kgf/cm^2 [MPa]	附加要求		膠結材之限制
				含氣量		
F0		N/A	210 [21]	N/A		N/A
F1		0.55	245 [24]	混凝土適用表19.3.3.1、噴凝土適用表19.3.3.3		N/A
F2		0.45	315 [31]	混凝土適用表19.3.3.1、噴凝土適用表19.3.3.3		N/A
F3		0.40[3]	350 [35][3]	混凝土適用表19.3.3.1、噴凝土適用表19.3.3.3		第26.4.2.2(b)節
				膠結材料[4]－種類		氯化鈣摻料
				CNS 61	CNS 15286	
S0		N/A	210 [21]	無限制	無限制	無限制
S1		0.50	280 [28]	II[5,6]	含(MS)標記之分類	無限制
S2		0.45	315 [31]	V[6]	含(HS)標記之分類	不允許
S3	選項1	0.45	315 [31]	V加卜作嵐材料或水淬高爐爐碴粉[7]	含(HS)標記之分類加卜作嵐材料或水淬高爐爐碴粉[7]	不允許
	選項2	0.40	350 [35]	V[8]	含(HS)標記之分類	不允許
W0		N/A	210 [21]	無		
W1		N/A	210 [21]	第26.4.2.2(d)節		
W2		0.5	280 [28]	第26.4.2.2(d)節		
				新拌混凝土中最大水溶性氯離子(Cl^-)含量, kg/m^3[9,10]		額外規定
				非預力混凝土	預力混凝土	
C0		N/A	210 [21]	應符合CNS3090「預拌混凝土」中有關「新拌混凝土中最大水溶性氯離子含量」之相關規定		無
C1		N/A	210 [21]			
C2		0.40	350 [35]			混凝土保護層厚度[11]

[1] ***w/cm***係基於混凝土拌成物中所有之膠結及輔助膠結材料。

[2] 表中之***w/cm***最大限不適用於輕質混凝土。

[3] 無筋混凝土之***w/cm***最大限為0.45，f_c'最低限為*315* kgf/cm^2 [*31* MPa]。

[4] 所列膠結材料之替代組合，經抗硫酸鹽測試且能符合第26.4.2.2(c)節中之準則者，允許使用。

[5] 暴露於海水環境下，若***w/cm***不超過0.40時，允許使用鋁酸三鈣(C_3A)為10 %以下之其他類型卜特蘭水泥。

[6] 允許於暴露分級S1或S2中使用其他種類之水泥，如I型或III型，若C_3A含量低於8 %則可用於S1暴露分級或含量低於5 %則可用於S2暴露分級。

[7] 當使用於含V型水泥之混凝土時，指定來源之卜作嵐材料或水淬高爐爐碴粉用量，須至少達可改善抗硫酸鹽能力使用紀錄之用量。或者，指定來源之卜作嵐材料或水淬高爐爐碴粉用量，須至少為符合CNS 14794及符合第26.4.2.2(c)節中準則所定之用量。

[8] 若僅使用V型水泥作為膠結材料時，須指定CNS 61任選規定中所及，抗硫酸鹽膨脹下之最大膨脹量0.040 %。

[9] 用於測定氯離子含量之補助膠結材質量不應超過水泥質量。

[10] 測定氯離子含量之標準見於第26.4.2.2節。

[11] 混凝土保護層厚度須符合第20.5節規定。

[12] 此分級適用於環境乾燥之地區，例如美國沙漠地區，因鋼筋腐蝕之疑慮甚低，因此允許更高的混凝土氯離子含量，該分級不適用於臺灣等海島環境。

解說：

混凝土耐久性為其抵抗液體侵入的能力所影響，耐久性主要受到混凝土 **w/cm** 與膠結材料組成影響。在已知 **w/cm** 下，使用飛灰、水淬高爐爐碴粉、矽灰，或此類材料之組合，通常可增強混凝土抵抗液體侵入的能力，進而改善混凝土耐久性。本規範於表 19.3.2.1 提供 **w/cm** 的極限，以達到低透水及預期耐久性，ASTM C1202 可提供混凝土抵抗液體侵入能力之指標。

因為現地不能利用標準試驗法精確地驗證混凝土的 **w/cm**，故以強度試驗來代替，由表 19.3.2.1 中的各 **w/cm** 極限指定最低的 f_c' 代表值。第 26.12 節中，抗壓試驗的允收準則訂定了不超過最大 ***w/cm*** 的依據。欲可靠使用此方法，設計圖說中所指定的 f_c' 值得與最大 **w/cm** 一致。考量到包括區域變異性下可能廣泛的材料與混凝土拌成物，表 19.3.2.1中與最大 **w/cm** 相關之最低 f_c'極限不宜被認為絕對的。在有些情況下，某 **w/cm** 之混凝土拌成物平均強度可相當地高於由 f_c'代表值所預期之平均強度。對於一個暴露等級，為獲得最大 **w/cm** 與 f_c'間較佳的一致性，設計者可選擇指定一個高於表列的 f_c'值。若滿足強度允收準則，則更能把握混凝土符合該 **w/cm** 極限。

如表 19.3.2.1 附註所述，因為輕質粒料所吸收的拌合水，造成 **w/cm** 的計算不確定，故輕質混凝土並未指定 **w/cm** 最大限。因此，僅指定最低的 f_c'以達到要求的耐久性。

表 19.3.2.1 提供混凝土在各暴露分級之要求。當混凝土同時面對多種暴露條件時，宜取最嚴格之要求。例如，有一構材同時為 W1 級和 S2 級時，因為 S2 級之規定比 W1 級嚴格，故該構材之混凝土需符合 S2 級規定，最大 **w/cm** 為 0.45 及最低 f_c'為 315 kgf/cm^2

[10] 測定氯離子含量之標準見於第26.4.2.2節。

[11] 混凝土保護層厚度須符合第20.5節規定。

解說：

混凝土耐久性為其抵抗液體侵入的能力所影響，耐久性主要受到混凝土 **w/cm** 與膠結材料組成影響。在已知 **w/cm** 下，使用飛灰、水淬高爐爐碴粉、矽灰，或此類材料之組合，通常可增強混凝土抵抗液體侵入的能力，進而改善混凝土耐久性。本規範於表 19.3.2.1 提供 **w/cm** 的極限，以達到低透水及預期耐久性，ASTM C1202 可提供混凝土抵抗液體侵入能力之指標。

因為現地不能利用標準試驗法精確地驗證混凝土的 **w/cm**，故以強度試驗來代替，由表 19.3.2.1 中的各 **w/cm** 極限指定最低的 f_c' 代表值。第 26.12 節中，抗壓試驗的允收準則訂定了不超過最大 ***w/cm*** 的依據。欲可靠使用此方法，設計圖說中所指定的 f_c' 值得與最大 **w/cm** 一致。考量到包括區域變異性下可能廣泛的材料與混凝土拌成物，表 19.3.21 中與最大 **w/cm** 相關之最低 f_c'極限不宜被認為絕對的。在有些情況下，某 **w/cm** 之混凝土拌成物平均強度可相當地高於由 f_c'代表值所預期之平均強度。對於一個暴露等級，為獲得最大 **w/cm** 與 f_c'間較佳的一致性，設計者可選擇指定一個高於表列的 f_c'值。若滿足強度允收準則，則更能把握混凝土符合該 **w/cm** 極限。

如表 19.3.2.1 附註所述，因為輕質粒料所吸收的拌合水，造成 **w/cm** 的計算不確定，故輕質混凝土並未指定 **w/cm** 最大限。因此，僅指定最低的 f_c'以達到要求的耐久性。

表 19.3.2.1 提供混凝土在各暴露分級之要求。當混凝土同時面對多種暴露條件時，宜取最嚴格之要求。例如，有一構材同時為 W1 級和 S2 級時，因為 S2 級之規定比 W1 級嚴格，故該構材之混凝土需符合 S2 級規定，最大 **w/cm** 為 0.45 及最低 f_c'為 315 kgf/cm^2 [31 MPa]。

F1，F2 與 F3 級暴露：除遵照最高限 **w/cm** 與最低限 f_c'外，暴

	[31 MPa]。 **F1，F2 與 F3 級暴露：**除遵照最高限 **w/cm** 與最低限 f_c'外，暴露於凍融環境之混凝土構材亦要求依第 19.3.3.1.節規定輸氣。適用 F3 級環境之構材亦要求符合第 26.4.2.2(b)節規定，限制膠結材料中卜作嵐材料與水淬高爐爐碴粉之用量。 因為沒有鋼筋腐蝕問題，故對 F3 級暴露之純混凝土構材要求比較寬鬆。設計者宜考慮純混凝土構材中之最少配筋量，確認在個案中較寬鬆之要求。 **S1，S2 與 S3 級暴露：**表 19.3.2.1 列出暴露不同硫酸鹽侵蝕條件時，適當之水泥型式、最高 **w/cm**、及最低 f_c' 限制。選用抗硫酸鹽侵蝕水泥，主要是考慮鋁酸三鈣 (C_3A) 之含量。 飛灰 (CNS 3036，F 類)、天然卜作嵐材料 (CNS 3036, N 類)、矽灰 (CNS 15648) 或水淬高爐爐碴粉 (CNS 12549) 的使用已證明可改善混凝土抵抗硫酸鹽侵蝕 (Li 及 Roy 1986, ACI 233R, ACI 234R)。因此，表 19.3.2.1 之附註[7]提供了一個性能選項，以決定這些材料與表列特定水泥組合使用時的適當用量。依第 26.4.2.2(c)節，可用 CNS 14794 來評估使用膠結材料組合的拌成物抗硫酸鹽侵蝕性能。 部分 CNS 15286 和 ASTM C1157 之混合水泥，可在不另外添加卜作嵐材料或水淬高爐爐碴粉下，達到第 26.4.2.2(c)節之試驗要求。 須注意抗硫酸鹽侵蝕水泥不會增加混凝土抵抗其它強烈化學溶液侵蝕之能力，例如硫酸，設計圖說中得載明此類情況。 除選用適當膠結材料外，暴露於水溶性硫酸鹽下其他增進混凝土耐久性之要求是必要的，如 **w/cm**、強度、搗實、均勻性、鋼筋保護層、及濕養護，以發揮混凝土之潛在性質。 **S1 級暴露：**CNS 61 第 II 型水泥之 C_3A 最高含量限制為 8 %，可適用於暴露 S1 級。亦可使用 CNS 15286 中有標記 MS 之混合水泥，	露於凍融環境之混凝土構材亦要求依第 19.3.3.1.節規定輸氣。適用 F3 級環境之構材亦要求符合第 26.4.2.2(b)節規定，限制膠結材料中卜作嵐材料與水淬高爐爐碴粉之用量。 因為沒有鋼筋腐蝕問題，故對 F3 級暴露之純混凝土構材要求比較寬鬆。設計者宜考慮純混凝土構材中之最少配筋量，確認在個案中較寬鬆之要求。 **S1，S2 與 S3 級暴露：**表 19.3.2.1 列出暴露不同硫酸鹽侵蝕條件時，適當之水泥型式、最高 **w/cm**、及最低 f_c' 限制。選用抗硫酸鹽侵蝕水泥，主要是考慮鋁酸三鈣 (C_3A) 之含量。 飛灰 (CNS 3036，F 類)、天然卜作嵐材料 (CNS 3036, N 類)、矽灰 (CNS 15648) 或水淬高爐爐碴粉 (CNS 12549) 的使用已證明可改善混凝土抵抗硫酸鹽侵蝕 (Li 及 Roy 1986, ACI 233R, ACI 234R)。因此，表 19.3.2.1 之附註[7]提供了一個性能選項，以決定這些材料與表列特定水泥組合使用時的適當用量。依第 26.4.2.2(c)節，可用 CNS 14794 來評估使用膠結材料組合的拌成物抗硫酸鹽侵蝕性能。 部分 CNS 15286 和 ASTM C1157 之混合水泥，可在不另外添加卜作嵐材料或水淬高爐爐碴粉下，達到第 26.4.2.2(c)節之試驗要求。 須注意抗硫酸鹽侵蝕水泥不會增加混凝土抵抗其它強烈化學溶液侵蝕之能力，例如硫酸，設計圖說中得載明此類情況。 除選用適當膠結材料外，暴露於水溶性硫酸鹽下其他增進混凝土耐久性之要求是必要的，如 **w/cm**、強度、搗實、均勻性、鋼筋保護層、及濕養護，以發揮混凝土之潛在性質。 **S1 級暴露：**CNS 61 第 II 型水泥之 C_3A 最高含量限制為 8 %，可適用於暴露 S1 級。亦可使用 CNS 15286 中有標記 MS 之混合水泥，指的是該水泥達到抗中度硫酸鹽的要求。在 ASTM C1157 中，適合暴露中度硫酸鹽之類型為 MS。

	指的是該水泥達到抗中度硫酸鹽的要求。在 ASTM C1157 中，適合暴露中度硫酸鹽之類型為 MS。 即使海水通常含有超過 1500 ppm 之 SO_4^{2-}，表 19.3.1.1 仍將海水列為 S1 級暴露 (中度暴露)。浸泡於海水下的水泥，相較浸泡於含同樣硫酸鹽含量的淡水時，具有較低的膨脹量 (ACI 201.2R)。因此，海水與含低濃度硫酸鹽之溶液列為同一暴露分級。若最大 **w/cm** 為 0.40 時，允許使用 C_3A 不超過 10 %之卜特蘭水泥 (見表 19.3.2.1 附註)。 **S2 級暴露：**CNS 61 第 V 型水泥之 C_3A 最高含量限制為 5 %，可適用於 S2 級暴露。CNS 15286 中，適合之二元與三元混合水泥包含 HS 標記，代表該水泥合乎抗高度硫酸鹽侵蝕之要求。在 ASTM C1157 中，適合暴露高度硫酸鹽之類型為 HS。 **S3 級暴露 (選項 1)**：添加卜作嵐材料或水淬高爐爐碴粉的好處在於允許使用高於選項 2 的 **w/cm**。補助膠結材料的用量係基於依第 26.4.2.2(c)節所進行的試驗或連續成功的使用紀錄。 **S3 級暴露 (選項 2)**：此選項允許使用滿足選擇性極限最大膨脹量 0.04 %的 CNS 61 第 V 型卜特蘭水泥、CNS 15286 中含 HS 標記的二元與三元混合水泥及未添加額外卜作嵐材料或水淬高爐爐碴粉的 ASTM C1157 HS 型水泥，但是其相對地需要較選項 1 較低 **w/cm**。此較低 **w/cm** 降低混凝土滲透性，因此增加其抗硫酸鹽侵蝕能力 (Lenz 1992)。使用此較低 **w/cm** 時，允許符合第 26.4.2.2(c)節規定，以較短測試週期來驗證一個膠結系統的抗硫酸鹽侵蝕能力。 **W1 級暴露**：適用於對低滲透性無特別要求之混凝土。然而由於暴露於水中，本規範(第 26.4.2.2(d)節)要求依 ASTM C1778 證明用於混凝土中的粒料非具鹼活性。如果粒料具鹼-二氧化矽活性，本規範(第 26.4.2.2(d)節)亦要求提供建議補救措施。本規範(第 26.4.2.2(d)節)禁止使用鹼-碳酸鹽質活性的粒料。 **W2級暴露**：適用於具低滲透性之混凝土。達到低滲透性混凝土之主要方法為降低**w/cm**。對已知**w/cm**而言，最佳化混凝土拌成物中之膠結材料亦可降低滲透性。除此之外，由於暴露於水中，本規範	即使海水通常含有超過 1500 ppm 之 SO_4^{2-}，表 19.3.1.1 仍將海水列為 S1 級暴露 (中度暴露)。浸泡於海水下的水泥，相較浸泡於含同樣硫酸鹽含量的淡水時，具有較低的膨脹量 (ACI 201.2R)。因此，海水與含低濃度硫酸鹽之溶液列為同一暴露分級。若最大 **w/cm** 為 0.40 時，允許使用 C_3A 不超過 10%之卜特蘭水泥 (見表 19.3.2.1 附註)。 **S2 級暴露：**CNS 61 第 V 型水泥之 C_3A 最高含量限制為 5 %，可適用於 S2 級暴露。CNS 15286 中，適合之二元與三元混合水泥包含 HS 標記，代表該水泥合乎抗高度硫酸鹽侵蝕之要求。在 ASTM C1157 中，適合暴露高度硫酸鹽之類型為 HS。 **S3 級暴露 (選項 1)**：添加卜作嵐材料或水淬高爐爐碴粉的好處在於允許使用高於選項 2 的 **w/cm**。補助膠結材料的用量係基於依第 26.4.2.2(c)節所進行的試驗或連續成功的使用紀錄。 **S3 級暴露 (選項 2)**：此選項允許使用滿足選擇性極限最大膨脹量 0.04 %的 CNS 61 第 V 型卜特蘭水泥、CNS 15286 中含 HS 標記的二元與三元混合水泥及未添加額外卜作嵐材料或水淬高爐爐碴粉的 ASTM C1157 HS 型水泥，但是其相對地需要較選項 1 較低 **w/cm**。此較低 **w/cm** 降低混凝土滲透性，因此增加其抗硫酸鹽侵蝕能力 (Lenz 1992)。使用此較低 **w/cm** 時，允許符合第 26.4.2.2(c)節規定，以較短測試週期來驗證一個膠結系統的抗硫酸鹽侵蝕能力。 **W1 級暴露**：適用於對低滲透性無特別要求之混凝土。然而由於暴露於水中，本規範(第 26.4.2.2(d)節)要求依 ASTM C1778 證明用於混凝土中的粒料非具鹼活性。如果粒料具鹼-二氧化矽活性，本規範(第 26.4.2.2(d)節)亦要求提供建議補救措施。本規範(第 26.4.2.2(d)節)禁止使用鹼-碳酸鹽質活性的粒料。 **W2級暴露**：適用於具低滲透性之混凝土。達到低滲透性混凝土之主要方法為降低**w/cm**。對已知**w/cm**而言，最佳化混凝土拌成物中之膠結材料亦可降低滲透性。除此之外，由於暴露於水中，本規範

	主要方法為降低**w/cm**。對已知**w/cm**而言，最佳化混凝土拌成物中之膠結材料亦可降低滲透性。除此之外，由於暴露於水中，本規範(第26.4.2.2(d)節)要求依ASTM C1778證明用於混凝土中的粒料非具鹼活性。如果粒料具鹼-二氧化矽活性，本規範(第26.4.2.2(d)節)亦要求提供建議補救措施。本規範(第26.4.2.2(d)節)禁止使用鹼-碳酸鹽質活性的粒料。 **C2級暴露：**適用於C2級暴露之非預力與預力混凝土，考量其最高**w/cm**、最低規定抗壓強度、及最小保護層厚度均為基本要求。應評估暴露於氯鹽下之結構物條件，例如可由車輛帶入氯鹽之立體停車場，或靠近海邊之結構物。採用塗布鋼筋、抗蝕鋼筋或保護層大於第20.5節之最小要求，均可提供此條件下額外之防護。使用符合CNS 12549之水淬高爐爐碴粉、符合CNS 3036之飛灰，及增加規定抗壓強度都可增加其保護能力。使用符合CNS 15648之矽灰，搭配符合CNS 12283中F型與G型或CNS 12833之高性能減水劑，亦可提供額外之保護 (Ozyildirim及Halstead 1988)。利用CNS 14794檢驗計畫使用之混凝土拌成物，可提供額外之混凝土性能資訊。 **C類暴露之氯離子限制：**本規範規定混凝土氯離子含量，係指混凝土材料中所含水溶性氯離子之總量，並不包括來自外界環境者。未受外來氯離子污染之硬固混凝土，因水泥之水合反應及物理吸附作用會使部分氯不溶於水，所以其水溶性氯離子含量會隨時間增加較新拌混凝土低。一般認為水溶性氯離子對鋼筋腐蝕較有影響。 即使對於暴露等級C0，來自混凝土材料的水溶性氯離子可潛在地造成鋼筋腐蝕，不論暴露等級，皆須對於非預力及預力混凝土兩者設限。 對於非預力混凝土，混凝土中允許之最大水溶性氯離子含量依暴露所預期之濕度與氯離子濃度而定。對於預力混凝土，不論暴露程度，氯離子與總膠結材質量比上限皆為0.06%。預力混凝土之氯離子含量限制較非預力混凝土為低，因為預力鋼筋腐蝕之結果一般	(第26.4.2.2(d)節)要求依ASTM C1778證明用於混凝土中的粒料非具鹼活性。如果粒料具鹼-二氧化矽活性，本規範(第26.4.2.2(d)節)亦要求提供建議補救措施。本規範(第26.4.2.2(d)節)禁止使用鹼-碳酸鹽質活性的粒料。 **C2級暴露：**適用於C2級暴露之非預力與預力混凝土，考量其最高**w/cm**、最低規定抗壓強度、及最小保護層厚度均為基本要求。應評估暴露於氯鹽下之結構物條件，例如可由車輛帶入氯鹽之立體停車場，或靠近海邊之結構物。採用塗布鋼筋、抗蝕鋼筋或保護層大於第20.5節之最小要求，均可提供此條件下額外之防護。使用符合CNS 12549之水淬高爐爐碴粉、符合CNS 3036之飛灰，及增加規定抗壓強度都可增加其保護能力。使用符合CNS 15648之矽灰，搭配符合CNS 12283中F型與G型或CNS 12833之高性能減水劑，亦可提供額外之保護 (Ozyildirim及Halstead 1988)。利用CNS 14794檢驗計畫使用之混凝土拌成物，可提供額外之混凝土性能資訊。 **C類暴露之氯離子限制：**目前CNS 3090要求需依CNS 13465量測新拌混凝土中水溶性氯離子含量，接受標準如表19.3.2.1。試驗頻率則依內政部營建署「施工中建築物混凝土氯離子含量檢測實施要點」之規定。 本規範規定混凝土氯離子含量，係指混凝土材料中所含水溶性氯離子之總量，並不包括來自外界環境者。未受外來氯離子污染之硬固混凝土，因水泥之水合反應及物理吸附作用會使部分氯不溶於水，所以其水溶性氯離子含量會隨時間增加較新拌混凝土低。一般認為水溶性氯離子對鋼筋腐蝕較有影響。 即使對於暴露等級C0，來自混凝土材料的水溶性氯離子可潛在地造成鋼筋腐蝕，不論暴露等級，皆須對於非預力及預力混凝土兩者設限。 預力鋼筋因腐蝕造成的斷面積折減可導致鋼材的破裂 (ACI 222R)。氯離子的存在可造成埋置鋁材如電管腐蝕，尤其當鋁材接

	較非預力鋼筋腐蝕之結果嚴重。 預力鋼筋因腐蝕造成的斷面積折減可導致鋼材的破裂 (ACI 222R)。氯離子的存在可造成埋置鋁材如電管腐蝕，尤其當鋁材接觸到埋置鋼材且混凝土處於一個潮濕環境時。第20.6.3節及第26.8.2節提供了保護鋁質埋置物以避免腐蝕的要求。 氯離子的容許含量係基於總膠結材料質量而非僅基於波特蘭水泥之質量。這反映輔助性膠結材料在降低滲透性與結合氯離子的有益效果，因此有助於抑制腐蝕 (Kosmatka與Wilson 2016)。隨著輔助性膠結材料用量的增加，其有益之影響會逐漸減弱，因此規範將輔助性膠結材料的質量限制為可用來計算混凝土中氯離子允許含量之總膠結材質量的50% (Tepke et al. 2016)。 有關氯離子對於鋼筋腐蝕的影響，額外資訊可見於提供混凝土耐久性指南的ACI 201.2R，及提供影響混凝土中金屬腐蝕的影響因子的ACI 222R。第26.4.2.2節提供評估氯離子含量的要求。	觸到埋置鋼材且混凝土處於一個潮濕環境時。第20.6.3節及第26.8.2節提供了保護鋁質埋置物以避免腐蝕的要求。 表19.3.2.1新拌混凝土中最大水溶性氯離子 (Cl^-) 含量在ACI 318-19所訂之容許值係依混凝土配比中膠結料重量乘上一定比例計算所得，以一般混凝土配比之膠結材重量而言，計算所得之最大氯離子含量遠高於現行CNS 3090之規定，且其對預力混凝土之要求高於非預力混凝土，兩者之要求明顯有別。 有關氯離子對於鋼筋腐蝕的影響，額外資訊可見於提供混凝土耐久性指南的ACI 201.2R，及提供影響混凝土中金屬腐蝕的影響因子的ACI 222R。第26.4.2.2節提供評估氯離子含量的要求。
5	19.3.3.4 濕拌噴凝土應符合 CNS 1174 取樣，並應依 CNS 9661 或 CNS 9662 量測 空氣含量 。	19.3.3.4 濕拌噴凝土應符合 CNS 1174 取樣，且其含氣量應符合 CNS 9661 或 CNS 9662 量測。
6	19.3.4.1 除非其他專案條件要求更嚴格之極限，採用免拆鍍鋅鋼模澆置之非預力混凝土應符合暴露 C1 級之氯離子極限。 解說： 鍍鋅鋼板或免拆鍍鋅鋼模可能發生腐蝕，尤其是在潮濕環境中或被混凝土厚度、塗層或不透水覆蓋物抑制乾燥時。若使用免拆鍍鋅鋼模時，最大氯離子含量必須限制為0.3 %。對於更嚴重的暴露環境，例如C2級暴露之混凝土，氯離子含量須更嚴格地限制為0.15 %。 於設計時，設計者可能不知道是否使用鋁質埋置物或免拆鍍鋅鋼模。 第26.8.2節提及鋁質埋置物的使用。	19.3.4.1 除非其他專案條件要求更嚴格之極限，採用免拆鍍鋅鋼模澆置之非預力混凝土應符合暴露 C1 級之氯離子極限。 解說： 鍍鋅鋼板或免拆鍍鋅鋼模可能發生腐蝕，尤其是在潮濕環境中或被混凝土厚度、塗層或不透水覆蓋物抑制乾燥時。若使用免拆鍍鋅鋼模時，混凝土最大水溶性氯離子含量為0.15 kg/m^3。 於設計時，設計者可能不知道是否使用鋁質埋置物或免拆鍍鋅鋼模。 第26.8.2節提及鋁質埋置物的使用。 第 26.4.2.2 節提及免拆鍍鋅鋼模的使用。

	第 26.4.2.2 節提及免拆鍍鋅鋼模的使用。	
7	19.4.1 依 CNS 14703 試驗，握裹鋼腱灌漿材料之硬固最大水溶性氯離子含量相對於總膠結材質量比不得超過 0.06 %。	19.4.1 依 CNS 14703 試驗，包覆鋼腱之灌漿材料其水溶性氯離子含量，不得超過 0.15 kg/m^3。
8	20.2.2.5 在特殊耐震系統中，作為抵抗地震引致之彎矩、軸力或兩者均有之非預力縱向或對角向竹節鋼筋和錨栓錨定鋼筋應符合(a)或(b)之規定： (a) CNS 560 SD280W、SD420W、SD490W或SD550W。其中SD550W鋼筋節底部、脊底部以及節與節交叉接鋼筋表面處之曲率半徑應不小於節高之1.5倍。節底部曲率之合格評估應依據鋼廠軋延新輥輪之量測結果，而非鋼筋樣品之量測結果。 (b) 若為CNS 560 SD280鋼筋應符合(i)和(ii)，若為CNS 560 SD420鋼筋應符合(i)至(iii)。 (i) 認證試驗之實際降伏強度大於f_y之差值未超過1,250 kgf/cm^2 [125 MPa]。 (ii) 實際抗拉強度對實際降伏強度之比值至少1.25。 (iii)最小伸長率不低於 CNS 560 SD420W 之規定。 解說： 抗拉強度和降伏強度之比值需大於1.25，係基於假設結構構材所發揮之非彈性旋轉能力是沿構材軸線方向降伏區長度之函數。實驗結果說明，降伏區長度和可能彎矩與降伏彎矩之相對量有關 (ACI 352R)。依據這個說法，可能彎矩對降伏彎矩之比值愈大，則降伏區長度愈長。有些鋼筋構材不符合此種情形時亦可發展非彈性旋轉，但其行為非常不一樣，宜避免直接使用基於具應變硬化鋼筋構材所推導之經驗法則。 對於CNS 560中SD420竹節鋼筋，最小伸長率的要求與SD420W竹節鋼筋的值相同。CNS 560 (2018)中SD690竹節鋼筋不允許用於特殊耐震系統中抵抗彎矩和軸力，係因為其竹節形狀有導致低週次疲勞破壞的疑慮 (Slavin and Ghannoum 2016)。	20.2.2.5 在特殊耐震系統中，作為抵抗地震引致之彎矩、軸力或兩者均有之非預力縱向或對角向竹節鋼筋和錨栓錨定鋼筋應符合(a)或(b)之規定： (a) CNS 560 SD280W、SD420W、SD490W或SD550W。其中SD550W鋼筋節底部接鋼筋表面處之曲率半徑應不小於該處節高之1.5倍，此要求適用於鋼筋表面所有突起之節、脊、商標、鋼種符號以及節與節交叉處等。節底部曲率之合格評估應依據鋼廠軋延新輥輪之量測結果，而非鋼筋樣品之量測結果。 (b) 若為CNS 560 SD280鋼筋應符合(i)和(ii)，若為CNS 560 SD420鋼筋應符合(i)至(iii)。 (i) 認證試驗之實際降伏強度大於f_y之差值未超過1,250 kgf/cm^2 [125 MPa]。 (ii) 實際抗拉強度對實際降伏強度之比值至少1.25。 (iii)最小伸長率不低於 CNS 560 SD420W 之規定。 解說： 抗拉強度和降伏強度之比值需大於1.25，係基於假設結構構材所發揮之非彈性旋轉能力是沿構材軸線方向降伏區長度之函數。實驗結果說明，降伏區長度和可能彎矩與降伏彎矩之相對量有關 (ACI 352R)。依據這個說法，可能彎矩對降伏彎距之比值愈大，則降伏區長度愈長。有些鋼筋構材不符合此種情形時亦可發展非彈性旋轉，但其行為非常不一樣，宜避免直接使用基於具應變硬化鋼筋構材所推導之經驗法則。 對於CNS 560中SD420竹節鋼筋，最小伸長率的要求與SD420W竹節鋼筋的值相同。CNS 560 (2018)中SD690竹節鋼筋不允許用於特殊耐震系統中抵抗彎矩和軸力，係因為其竹節形狀有導致低週次

<table>
<tr><td></td><td>鋼筋表面節底部接鋼筋表面之曲率半徑與其抵抗低週次疲勞強度有關，量測鋼筋樣品有實務上之困難，故節底部曲率半徑評估可依據鋼廠軋延新輥輪之量測結果，例如由工廠以黏土塗滿在軋輥上再取其形狀比對輥輪設計圖之合格證明。</td><td>疲勞破壞的疑慮 (Slavin and Ghannoum 2016)。</td></tr>
<tr><td>9</td><td>20.3.1.2 未列入 CNS 3332 或 CNS 9272 之預力鋼絞線、鋼線與鋼棒，若能符合本規範之最低要求，且經試驗或分析證明不減低構材之性能，則允許使用。
解說：
未符合上述 CNS 之鋼料，應檢附應力應變試驗結果送請核可，證明它不 降低 結構之 性能 。</td><td>20.3.1.2 未列入 CNS 3332 或 CNS 9272 之預力鋼絞線、鋼線與鋼棒，若能符合本規範之最低要求，且經試驗或分析證明不減低構材之性能，則允許使用。
解說：
未符合上述 CNS 之鋼料，應檢附應力應變試驗結果送請核可，證明它不影響結構之強度計算。</td></tr>
<tr><td>10</td><td>20.5.1.3.1 場鑄無預力混凝土構材之鋼筋，其規定混凝土保護層厚度至少應如表 20.5.1.3.1 所列。
表 20.5.1.3.1 場鑄無預力混凝土構材之規定混凝土保護層厚度
<table>
<tr><th>混凝土暴露環境</th><th>構材</th><th>鋼筋</th><th>規定保護層厚度，mm</th></tr>
<tr><td>貼地澆置且永久接觸大地之混凝土</td><td>所有構材</td><td>所有鋼筋</td><td>75</td></tr>
<tr><td rowspan="2">暴露於大氣環境或接觸大地之混凝土</td><td rowspan="2">所有構材</td><td>D19至D57鋼筋</td><td>50</td></tr>
<tr><td>D16鋼筋、鋼線標稱直徑16 mm及以下者</td><td>40</td></tr>
<tr><td rowspan="3">不暴露於大氣環境且不接觸大地之混凝土</td><td rowspan="2">樓板、格柵小梁和牆</td><td>D43及D57鋼筋</td><td>40</td></tr>
<tr><td>D36鋼筋及以下號數者</td><td>20</td></tr>
<tr><td>梁、柱、柱墩和拉力桿</td><td>主筋、肋筋、箍筋、螺箍筋及閉合箍筋</td><td>40</td></tr>
<tr><td>與海水或腐蝕性環境接觸者</td><td>所有構材</td><td>所有鋼筋</td><td>100</td></tr>
</table></td><td>20.5.1.3.1 場鑄無預力混凝土構材之鋼筋，其規定混凝土保護層厚度至少應如表 20.5.1.3.1 所列。
表 20.5.1.3.1 場鑄無預力混凝土構材之規定混凝土保護層厚度
<table>
<tr><th>混凝土暴露環境</th><th>構材</th><th>鋼筋</th><th>規定保護層厚度，mm</th></tr>
<tr><td>貼地澆置且永久接觸大地之混凝土</td><td>所有構材</td><td>所有鋼筋</td><td>75</td></tr>
<tr><td rowspan="2">暴露於大氣環境或接觸大地之混凝土</td><td rowspan="2">所有構材</td><td>D19至D57鋼筋</td><td>50</td></tr>
<tr><td>D16鋼筋、鋼線標稱直徑16 mm及以下者</td><td>40</td></tr>
<tr><td rowspan="3">不暴露於大氣環境且不接觸大地之混凝土</td><td rowspan="2">樓板、小梁和牆</td><td>D43及D57鋼筋</td><td>40</td></tr>
<tr><td>D36鋼筋及以下號數者</td><td>20</td></tr>
<tr><td>梁、柱、柱墩和拉力桿</td><td>主筋、肋筋、箍筋、螺箍筋及閉合箍筋</td><td>40</td></tr>
<tr><td>與海水或腐蝕性環境接觸者</td><td>所有構材</td><td>所有鋼筋</td><td>100</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>11</td><td>26.4.1.1.1 合格標準應包括：
(a)膠結材料應符合表 26.4.1.1.1(a)之規格，但符合 26.4.1.1.1(b)者除外。</td><td>26.4.1.1.1 合格標準應包括：
(a)膠結材料應符合表 26.4.1.1.1(a)之規格，但符合 26.4.1.1.1(b)者除外。</td></tr>
</table>

<table>
<tr>
<td></td>
<td>表 26.4.1.1.1(a)　膠結材料規格
<table><tr><th>膠結材料</th><th>規範</th></tr><tr><td>卜特蘭水泥</td><td>CNS 61</td></tr><tr><td>水硬性混合水泥</td><td>CNS 15286，
不包含IS (≥ 70)與IT (S≥ 70)</td></tr><tr><td>膨脹水硬性水泥</td><td>相關規範</td></tr><tr><td>飛灰和天然卜作嵐材料</td><td>CNS 3036</td></tr><tr><td>水淬高爐爐碴粉</td><td>CNS 12549</td></tr><tr><td>矽灰</td><td>CNS 15648</td></tr></table>(b)經設計者和監造單位認可之替代性膠結材料應被允許使用。認可應基於試驗資料載明使用替代性膠結材料之混凝土拌成物符合使用性能要求，包括結構性、耐火性、及耐久性等。
解說：
第十九章強度和耐久性條款以及第二十六章諸多要求，皆依據使用符合表26.4.1.1.1(a)膠結材料之試驗數據和經驗。
某些另類的膠結材料可能不適用本規範之結構混凝土用，因此需要評估替代性膠結材料適用性時，可參閱Becker等人(2019)、ITG-10R-18、以及ITG-10.1R-18建議須評估之混凝土性質。
膨脹水硬性水泥目前尚無CNS國家標準，可暫用ASTM C845。
除了試驗資料之外，提送與專案要求實質同等性能的替代性膠結材料之工程實績，有助於設計者決定是否准用替代品。和所有的新科技一樣，業主須被知會所有的風險和回報。</td>
<td>表 26.4.1.1.1(a)　膠結材料規格
<table><tr><th>膠結材料</th><th>規範</th></tr><tr><td>卜特蘭水泥</td><td>CNS 61</td></tr><tr><td>水硬性混合水泥</td><td>CNS 15286，
不包含IS (≥ 70)</td></tr><tr><td>膨脹水硬性水泥</td><td>相關規範</td></tr><tr><td>飛灰和天然卜作嵐材料</td><td>CNS 3036</td></tr><tr><td>水淬高爐爐碴粉</td><td>CNS 12549</td></tr><tr><td>矽灰</td><td>CNS 15648</td></tr></table>(b)經設計者和監造單位認可之替代性膠結材料應被允許使用。認可應基於試驗資料載明使用替代性膠結材料之混凝土拌成物符合使用性能要求，包括結構性、耐火性、及耐久性等。
解說：
第十九章強度和耐久性條款以及第二十六章諸多要求，皆依據使用符合表26.4.1.1.1(a)膠結材料之試驗數據和經驗。
某些另類的膠結材料可能不適用本規範之結構混凝土用，因此需要評估替代性膠結材料適用性時，可參閱Becker等人(2018)、ITG-10R-18、以及ITG-10.1R-18建議須評估之混凝土性質。
膨脹水硬性水泥目前尚無CNS國家標準，可暫用ASTM C845。
除了試驗資料之外，提送與專案要求實質同等性能的替代性膠結材料之工程實績，有助於設計者決定是否准用替代品。和所有的新科技一樣，業主須被知會所有的風險和回報。</td>
</tr>
<tr>
<td>12</td>
<td>26.4.2.1 設計資訊應包括：
(a)下列(1)至(17)為依暴露等級或構件設計，對各混凝土拌成物之要求：
(1)最低規定混凝土抗壓強度 f_c'。
(2)依第19.2.2.2節規定之最小混凝土彈性模數E_c。
(3)異於28天之混凝土f_c'測試齡期。</td>
<td>26.4.2.1 設計資訊應包括：
(a)下列(1)至(17)為依暴露等級或構件設計，對各混凝土拌成物之要求：
(1)最低規定混凝土抗壓強度 f_c'。
(2)依第19.2.2.2節規定之最小混凝土彈性模數E_c。
(3)異於28天之混凝土f_c'測試齡期。</td>
</tr>
</table>

	(4)適用於第19.3.2.1節最嚴格指定之耐久性暴露等級之最大w/cm。 (5)粗粒料標稱最大粒徑不超過下列(i)、(ii)及(iii)之最小值： (i) 模板面間最窄尺度之1/5； (ii) 板深度之1/3； (iii) 單支鋼筋或鋼線、成束鋼筋、預力鋼筋、單根鋼腱、成束鋼腱或套管間最小規定淨間距之3/4。 經設計者判斷，考量其工作性和搗實方法，如混凝土澆置時不會產生蜂窩或空隙，這些限制可免予採用。 (6)依照第19.3.3.1節規定暴露類別F適用之含氣量應依照CNS 3090。 (7)構材位於暴露類別F3，指定混凝土配比適用之輔助性膠結材料限制參照表26.4.2.2(b)規定。 (8)構材位於暴露類別S1、S2或S3，除非經設計者認可，否則不得使用碳酸鹽類礦物填料。 (9)依照第19.3.2.1節規定暴露類別S適用之膠結材料。 (10)構材位於暴露類別S，容許指定任何符合第26.4.2.2(c)節之規定替代性膠結材料組合。 (11)構材位於暴露等級S2或S3，禁止使用含氯化鈣之摻料。 (12)構材位於暴露等級W1或W2，評估潛在鹼-粒料反應性之要求。 (13)依照第19.3.2.1節規定暴露等級C適用之水溶性氯離子濃度限制。 (14)輕質混凝土穩定後密度。 (15)如果依表19.2.4.1(b)決定設計用λ值，則要求提交輕質混凝土拌成物中粒料體積占比，以驗證λ值。	(4)適用於第19.3.2.1節最嚴格指定之耐久性暴露等級之最大w/cm。 (5)粗粒料標稱最大粒徑不超過下列(i)、(ii)及(iii)之最小值： (i) 模板面間最窄尺度之1/5； (ii) 板深度之1/3； (iii) 單支鋼筋或鋼線、成束鋼筋、預力鋼筋、單根鋼腱、成束鋼腱或套管間最小規定淨間距之3/4。 經設計者判斷，考量其工作性和搗實方法，如混凝土澆置時不會產生蜂窩或空隙，這些限制可免予採用。標稱最大粒徑容許值，依照CNS 1240〔混凝土粒料〕之規定。 (6)依照第19.3.3.1節規定暴露類別F適用之含氣量應依照CNS 3090。 (7)構材位於暴露類別F3，指定混凝土配比適用之輔助性膠結材料限制參照表26.4.2.2(b)規定。 (8)構材位於暴露類別S1、S2或S3，除非經設計者認可，否則不得使用碳酸鹽類礦物填料。 (9)依照第19.3.2.1節規定暴露類別S適用之膠結材料。 (10)構材位於暴露類別S，容許指定任何符合第26.4.2.2(c)節之規定替代性膠結材料組合。 (11)構材位於暴露等級S2或S3，禁止使用含氯化鈣之摻料。 (12)構材位於暴露等級W1或W2，評估潛在鹼-粒料反應性之要求。 (13)依照第19.3.2.1節規定暴露等級C適用之水溶性氯離子濃度限制。 (14)輕質混凝土穩定後密度。 (15)如果依表19.2.4.1(b)決定設計用λ值，則要求提交輕質混凝土拌

	(16)若符合第9.6.3.1節用於抵抗剪力時，對鋼纖維混凝土之要求。 (17)噴凝土用粗粒料標稱最大粒徑不超過1.25 cm (12.5 mm)。 **(b)** 根據構材預期暴露之嚴重程度，設計者可決定其暴露等級。 **(c)** 結構各部位在特定施工階段需要之抗壓強度，由設計者設計訂定。 解說： **(a)** 設計圖說宜註明工程中每一種混凝土拌成物的要求。係依照適用之第19.2節的混凝土設計要求和第19.3節耐久性要求決定，另亦需註明適用的最嚴格要求。 **(a)(4)** 依照表19.3.2.1，計算***w/cm***是依據混凝土拌成物中所有膠結材料和輔助性膠結材料，但使用替代水泥混凝土之**w/cm**，可能不會反映出以表26.4.1.1.1(a)許可的卜特蘭水泥及輔助性膠結材料製成混凝土之強度和耐久性。如第26.4.1.1.1(b)節解說所述，使用替代性膠結材料之混凝土性能測試及建立適當的專案標準是極為重要的。 **(a)(5)** 粒料粒徑之限值，有助於澆置鋼筋周遭混凝土時，不會因緊密排列的鋼筋堵塞造成蜂窩。本規範目的在於讓設計者就各混凝土拌成物選擇適當的粒料最大標稱粒徑，並將該數值納入設計圖說。因為粒料最大粒徑可能影響混凝土性質 (譬如收縮) 及混凝土成本，因此宜允許採用與第26.4.2.1節要求一致的粒料最大粒徑。若可同時減少漿體體積，則增加粒料粒徑將會減少收縮。 粗粒料之標稱最大粒徑係指至少95 %粒料通過 (且大一號篩需100 %通過) 之粒徑篩號，粒徑過大可能導致混凝土無法充分填滿模板內部角落或包裹埋設物四周；但粒徑減小會增加粒料之總表面積，因而增加水泥漿體用量，即提高水泥用量而提高成本，並增加體積不穩定性 (收縮、龜裂及潛變量)，宜適當選擇粒徑以平衡利弊。但國內碎石場通常僅供應標稱最大粒徑為2.5到1.9 cm之粒料，其他粒徑之粒料常需特別訂購。如用泵送機泵送混凝土仍宜符合中國土木水利工程學會「混凝土工程施工規範與解說 (	成物中粒料體積占比，以驗證λ值。 (16)若符合第9.6.3.1節用於抵抗剪力時，對鋼纖維混凝土之要求。 (17)噴凝土用粗粒料標稱最大粒徑不超過1.25 cm (12.5 mm)。 **(b)** 根據構材預期暴露之嚴重程度，設計者可決定其暴露等級。 **(c)** 結構各部位在特定施工階段需要之抗壓強度，由設計者設計訂定。 解說： **(a)** 設計圖說宜註明工程中每一種混凝土拌成物的要求。係依照適用之第19.2節的混凝土設計要求和第19.3節耐久性要求決定，另亦需註明適用的最嚴格要求。 **(a)(4)** 依照表19.3.2.1，計算***w/cm***是依據混凝土拌成物中所有膠結材料和輔助性膠結材料，但使用替代水泥混凝土之**w/cm**，可能不會反映出以表26.4.1.1.1(a)許可的卜特蘭水泥及輔助性膠結材料製成混凝土之強度和耐久性。如第26.4.1.1.1(b)節解說所述，使用替代性膠結材料之混凝土性能測試及建立適當的專案標準是極為重要的。 **(a)(5)** 粒料粒徑之限值，有助於澆置鋼筋周遭混凝土時，不會因緊密排列的鋼筋堵塞造成蜂窩。本規範目的在於讓設計者就各混凝土拌成物選擇適當的粒料最大標稱粒徑，並將該數值納入設計圖說。因為粒料最大粒徑可能影響混凝土性質 (譬如收縮) 及混凝土成本，因此宜允許採用與第26.4.2.1節要求一致的粒料最大粒徑。若可同時減少漿體體積，則增加粒料粒徑將會減少收縮。 粗粒料之標稱最大粒徑係指至少95 %粒料通過 (且大一號篩需100 %通過) 之粒徑篩號，粒徑過大可能導致混凝土無法充分填滿模板內部角落或包裹埋設物四周；但粒徑減小會增加粒料之總表面積，因而增加水泥漿體用量，即提高水泥用量而提高成本，並增加體積不穩定性 (收縮、龜裂及潛變量)，宜適當選擇粒徑以平衡利弊。但國內碎石場通常僅供應標稱最大粒徑為2.5到1.9 cm之粒料，其他粒徑之粒料常需特別訂購。如用泵送機泵

	土木402-94a)」第7.10.4節之規定，其粒料標稱最大粒徑宜小於輸送管內徑之1/4。 **(a)(6)** CNS 3090訂定交貨時空氣含量許可差為 ±1.5百分點。噴凝土亦同。 **(a)(8)** 構材位於暴露等級S2或S3時，混凝土拌和使用碳酸鹽類礦物填料會導致硫酸鹽侵蝕，相關資訊參閱ACI 201.2R。暴露於硫酸鹽之混凝土可使用ASTM C1797 Type C以非碳酸鹽類碎石製成的礦物填料。 若使用碳酸鹽類碎石製成的Type A、B、及C礦物填料，其水泥和礦物填料中碳酸鈣之總重量占比在全部膠結材料的15 %以下，則其抗硫酸鹽侵蝕侵蝕能力可用CNS 14794評估是否符合表26.4.2.2(c)所列膨脹標準。 **(a)(12)** 構材位於暴露等級W1或W2有發生潛在鹼-粒料反應之疑慮。如ASTM C1778所述，所謂鹼-粒料反應(Alkali-Aggregate Reaction, AAR)是指混凝土孔隙溶液中的氫氧根離子與某些粒料中的成份發生化學反應，依反應岩類不同分成兩種：與多種矽酸鹽類礦物之鹼-氧化矽反應(Alkali-Silica Reaction, ASR)；與含有白雲石粒料之鹼-碳酸鹽反應(Alkali-Carbonate Reaction, ACR)。兩種反應生成物吸水後會膨脹造成混凝土龜裂，進而減少混凝土結構強度和使用壽命。如ASTM C1778所述，減輕ASR的選項包括使用輔助性膠結材料或限制混凝土鹼質含量，而惟有不使用活性粒料才能避免發生ACR。 **(a)(14)** 穩定後密度 (equilibrium density) 是輕質混凝土在開始施工後，假設某種乾燥程度下的密度估計值。輕質混凝土的穩定後密度，依據CNS 3691測定之。根據新拌混凝土密度和穩定後密度間建立的相關性，輕質混凝土交貨時可以新拌混凝土密度作驗收。新拌混凝土密度變動範圍視濕度、含氣量、拌和配比、及輕質粒料種類而異，建立新拌密度與所需穩定後密度之相關性時宜列入考慮。輕質混凝土密度和強度之允收是必要的，因為設計用**λ**值及自重都是穩定後密度的函數。	送混凝土仍宜符合本學會「混凝土工程施工規範與解說 (土木402-94a)」第7.10.4節之規定，其粒料標稱最大粒徑宜小於輸送管內徑之1/4。 **(a)(6)** CNS 3090訂定交貨時空氣含量許可差為 ±1.5百分點。噴凝土亦同。 **(a)(8)** 構材位於暴露等級S2或S3時，混凝土拌和使用碳酸鹽類礦物填料會導致硫酸鹽侵蝕，相關資訊參閱ACI 201.2R。暴露於硫酸鹽之混凝土可使用ASTM C1797 Type C以非碳酸鹽類碎石製成的礦物填料。 若使用碳酸鹽類碎石製成的Type A、B、及C礦物填料，其水泥和礦物填料中碳酸鈣之總重量占比在全部膠結材料的15 %以下，則其抗硫酸鹽侵蝕侵蝕能力可用CNS 14794評估是否符合表26.4.2.2(c)所列膨脹標準。 **(a)(12)** 構材位於暴露等級W1或W2有發生潛在鹼-粒料反應之疑慮。如ASTM C1778所述，所謂鹼-粒料反應(Alkali-Aggregate Reaction, AAR)是指混凝土孔隙溶液中的氫氧根離子與某些粒料中的成份發生化學反應，依反應岩類不同分成兩種：與多種矽酸鹽類礦物之鹼-氧化矽反應(Alkali-Silica Reaction, ASR)；與含有白雲石粒料之鹼-碳酸鹽反應(Alkali-Carbonate Reaction, ACR)。兩種反應生成物吸水後會膨脹造成混凝土龜裂，進而減少混凝土結構強度和使用壽命。如ASTM C1778所述，減輕ASR的選項包括使用輔助性膠結材料或限制混凝土鹼質含量，而惟有不使用活性粒料才能避免發生ACR。 **(a)(14)** 穩定後密度 (equilibrium density) 是輕質混凝土在開始施工後，假設某種乾燥程度下的密度估計值。輕質混凝土的穩定後密度，依據CNS 3691測定之。根據新拌混凝土密度和穩定後密度間建立的相關性，輕質混凝土交貨時可以新拌混凝土密度作驗收。新拌混凝土密度變動範圍視濕度、含氣量、拌和配比、及輕質粒料種類而異，建立新拌密度與所需穩定後密度之相關性時宜列入考慮。輕質混凝土密度和強度之允收是必要的，因為設計用**λ**值及自重都是穩定後密度的函數。

	(a)(16) 假如鋼纖維用於抵抗剪力，則對鋼纖維混凝土有特別的要求，包括：第26.4.1.6.1(a) 節規定之纖維要求、第26.4.2.2(i) 節規定之最低用量要求、第26.12.7.1(a) 節規定之允收準則。纖維通常規定纖維類型、纖維長度、長徑比(ℓ / d)和用量(ACI 544.3R)。 針對結構上的應用，本規範只述明使用不連續的異形鋼纖維來抵抗剪力；對於將不連續的異形鋼纖維應用於不同的結構用途時，第1.9節提供相關認可程序。此外，在混凝土中使用不連續的異形鋼纖維也有非結構性應用或其他功能性目的；本規範在述及使用鋼纖維提供剪力強度之規定，並不適用於非結構性應用。 **(b)** 混凝土耐久性需求係根據第19.3節構材之暴露等級來決定，因此，構材暴露等級成為要求混凝土拌成物的依據。第19.3.1節規定由設計者指定結構中不同構材的暴露等級，則混凝土拌成物宜依其規定，但本規範並不要求設計圖說中敘明暴露等級。若設計者要求承包商依ACI 301規範訂定混凝土性質，則各構材暴露等級宜在設計圖說中敘明。 **(c)** 如設計或施工規定現場混凝土在特定齡期或施工階段，達到一定的強度，則這些要求宜在設計圖說中明訂。需要指定混凝土抗壓強度要求的特定施工時機，包括拆除模板和支撐之時間點，此外，宜指定混凝土抗壓強度要求的時機為：(1) 場鑄後拉混凝土施預力時；(2) 預鑄混凝土脫模、裝卸、運輸和安裝時；(3) 預鑄預力混凝土在預力轉移、脫模、裝卸、運輸和安裝時。 構材使用之混凝土抗壓強度，一般係指以標準養護28天齡期之混凝土試體抗壓強度表示之，且應符合設計圖說要求之最小抗壓強度。預鑄構材混凝土之養護，一般採用加熱養護（如蒸汽養護或熱模養護）方式提高早期強度以提早脫模；通常，經過加熱養護之混凝土，其28天齡期的抗壓強度，都比經標準養護者為低。因此，進行預鑄構材混凝土之配比設計時，宜考量此因素對28天齡期抗壓強度的影響，使得混凝土之抗壓強度平均值不	**(a)(16)** 假如鋼纖維用於抵抗剪力，則對鋼纖維混凝土有特別的要求，包括：第26.4.1.6.1(a) 節規定之纖維要求、第26.4.2.2(i) 節規定之最低用量要求、第26.12.7.1(a) 節規定之允收準則。纖維通常規定纖維類型、纖維長度、長徑比(ℓ / d)和用量(ACI 544.3R)。 針對結構上的應用，本規範只述明使用不連續的異形鋼纖維來抵抗剪力；對於將不連續的異形鋼纖維應用於不同的結構用途時，第1.9節提供相關認可程序。此外，在混凝土中使用不連續的異形鋼纖維也有非結構性應用或其他功能性目的；本規範在述及使用鋼纖維提供剪力強度之規定，並不適用於非結構性應用。 **(b)** 混凝土耐久性需求係根據第19.3節構材之暴露等級來決定，因此，構材暴露等級成為要求混凝土拌成物的依據。第19.3.1節規定由設計者指定結構中不同構材的暴露等級，則混凝土拌成物宜依其規定，但本規範並不要求設計圖說中敘明暴露等級。若設計者要求承包商依ACI 301規範訂定混凝土性質，則各構材暴露等級宜在設計圖說中敘明。 **(c)** 如設計或施工規定現場混凝土在特定齡期或施工階段，達到一定的強度，則這些要求宜在設計圖說中明訂。需要指定混凝土抗壓強度要求的特定施工時機，包括拆除模板和支撐之時間點，此外，宜指定混凝土抗壓強度要求的時機為：(1) 場鑄後拉混凝土施預力時；(2) 預鑄混凝土脫模、裝卸、運輸和安裝時；(3) 預鑄預力混凝土在預力轉移、脫模、裝卸、運輸和安裝時。 構材使用之混凝土抗壓強度，一般係指以標準養護28天齡期之混凝土試體抗壓強度表示之，且應符合設計圖說要求之最小抗壓強度。預鑄構材混凝土之養護，一般採用加熱養護（如蒸汽養護或熱模養護）方式提高早期強度以提早脫模；通常，經過加熱養護之混凝土，其28天齡期的抗壓強度，都比經標準養護者為低。因此，進行預鑄構材混凝土之配比設計時，宜考量此因素對28天齡期抗壓強度的影響，使得混凝土之抗壓強度平均值不

<table>
<tr><td></td><td>低於規定強度。於製造工廠內，與構材在相同養護條件下養護之抗壓試體，其平均抗壓強度值可視為構材當下之強度，該強度宜符合設計圖說於各指定齡期下之強度要求，例如，脫模強度及出貨強度(臺灣混凝土學會2016a)。
對非由設計者設計的結構部分，參見第26.4.2.2(a)節。</td><td>低於規定強度。於製造工廠內，與構材在相同養護條件下養護之抗壓試體，其平均抗壓強度值可視為構材當下之強度，該強度宜符合設計圖說於各指定齡期下之強度要求，例如，脫模強度及出貨強度(臺灣混凝土學會2016a)。
對非由設計者設計的結構部分，參見第26.4.2.2(a)節。</td></tr>
<tr><td>13</td><td>26.4.2.2 合格要求應包括：
(a) 結構各部位在特定施工階段需要之抗壓強度，若非由設計者訂定，應提交審查。
(b) 對於設計圖說註記受凍融循環與適用除冰劑之構材，其混凝土輔助膠結材料所含之飛灰或其他天然卜作嵐材料、矽灰、水淬高爐爐碴粉最大百分比不超過表26.4.2.2(b)和下列(1)與(2)之規定：
(1) 輔助性膠結材料所含之飛灰或其他天然卜作嵐材料、矽灰、水淬高爐爐碴粉用於製造CNS 15286混合水泥者，應符合表26.4.2.2(b)規定。
(2) 不論混凝土拌成物所含膠結材料有幾種，表26.4.2.2(b) 之個別限制量均適用。
表 26.4.2.2(b) 暴露等級 F3 之混凝土膠結材料限制
<table><tr><th>輔助性膠結材料</th><th>佔總膠結材料
最大質量百分比</th></tr><tr><td>符合CNS 3036規定之飛灰或其他天然卜作嵐材料</td><td>25</td></tr><tr><td>符合CNS 12549規定之水淬高爐爐碴粉</td><td>50</td></tr><tr><td>符合CNS 15648之矽灰</td><td>10</td></tr><tr><td>飛灰或天然卜作嵐材料和矽灰總量</td><td>35</td></tr><tr><td>飛灰或天然卜作嵐材料、水淬高爐爐碴粉和矽灰總量</td><td>50</td></tr></table>(c) 對於設計圖說註記暴露在硫酸鹽之構材混凝土，如經抗硫酸鹽測試能符合表26.4.2.2(c) 標準，允許採用不同於第26.4.2.1(a)(9)節規定之膠結材料組合。</td><td>26.4.2.2 合格要求應包括：
(a) 結構各部位在特定施工階段需要之抗壓強度，若非由設計者訂定，應提交審查。
(b) 對於設計圖說註記受凍融循環與適用除冰劑之構材，其混凝土輔助膠結材料所含之飛灰或其他天然卜作嵐材料、矽灰、水淬高爐爐碴粉最大百分比不超過表26.4.2.2(b)和下列(1)與(2)之規定：
(1) 輔助性膠結材料所含之飛灰或其他天然卜作嵐材料、矽灰、水淬高爐爐碴粉用於製造CNS 15286混合水泥者，應符合表26.4.2.2(b)規定。
(2) 不論混凝土拌成物所含膠結材料有幾種，表26.4.2.2(b) 之個別限制量均適用。
表 26.4.2.2(b) 暴露等級 F3 之混凝土膠結材料限制
<table><tr><th>輔助性膠結材料</th><th>佔總膠結材料
最大質量百分比</th></tr><tr><td>符合CNS 3036規定之飛灰或其他天然卜作嵐材料</td><td>25</td></tr><tr><td>符合CNS 12549規定之水淬高爐爐碴粉</td><td>50</td></tr><tr><td>符合CNS 15648之矽灰</td><td>10</td></tr><tr><td>飛灰或天然卜作嵐材料和矽灰總量</td><td>35</td></tr><tr><td>飛灰或天然卜作嵐材料、水淬高爐爐碴粉和矽灰總量</td><td>50</td></tr></table>(c) 對於設計圖說註記暴露在硫酸鹽之構材混凝土，如經抗硫酸鹽測試能符合表26.4.2.2(c) 標準，允許採用不同於第26.4.2.1(a)(9)節規定之膠結材料組合。</td></tr>
</table>

表 26.4.2.2(c)　建立暴露類別 S 之膠結材料組合的適用性要求

暴露等級	使用符合CNS 14794規定測試之最大膨脹應變		
	6個月	12個月	18個月
S1	0.10%	無要求	無要求
S2	0.05%	0.10% [1]	無要求
S3 選項1	無要求	無要求	0.10%
S3 選項2	0.05%	0.10% [1]	無要求

[1] 只有當量測膨脹超過6個月之最大膨脹限值，才適用12個月之膨脹限值。

(d) 對於混凝土確認用於接觸水之環境者，須提交證明混凝土拌成物符合(1)和(2)之規定：

(1) 非鹼-二氧化矽活性粒料，或另訂減輕鹼-氧化矽反應之措施。

(2) 非鹼-碳酸鹽質活性粒料。

(e) 須以下列(1)或(2)顯示氯離子含量符合規定限制：

(1) 依據混凝土材料檢測之氯離子含量與混凝土拌成物配比，計算混凝土拌成物中總氯離子含量。

(2) 依CNS 14703測定28天至42天齡期內之硬固混凝土水溶性氯離子含量。試體可採依CNS 1231製作及標準養護之圓柱試體取代結構物之鑽心試體，對相同混凝土材料來源之每一配比，應至少檢驗三個圓柱試體，取試驗結果之平均值為該配比之硬固混凝土水溶性氯離子含量。

(f) 預力混凝土禁用含氯化鈣之摻料。

(g) 除構材有更嚴格之限制外，混凝土澆置於或接觸免拆鍍鋅鋼模時，硬固混凝土中最大水溶性氯離子含量相對於總膠結材質量比上限為0.3 %。

(h) 輕質混凝土新拌密度和穩定後密度分別以CNS 11151和相關規定測定，並建立相關性。已建立相關性之新拌混凝土密度，可作為允收之依據。

(i) 用於抵抗剪力之鋼纖維混凝土應符合下列(1)與(2)之規定：

表 26.4.2.2(c)　建立暴露類別 S 之膠結材料組合的適用性要求

暴露等級	使用符合CNS 14794規定測試之最大膨脹應變		
	6個月	12個月	18個月
S1	0.10%	無要求	無要求
S2	0.05%	0.10% [1]	無要求
S3 選項1	無要求	無要求	0.10%
S3 選項2	0.05%	0.10% [1]	無要求

[1] 只有當量測膨脹超過6個月之最大膨脹限值，才適用12個月之膨脹限值。

(d) 對於混凝土確認用於接觸水之環境者，須提交證明混凝土拌成物符合(1)和(2)之規定：

(1) 非鹼-二氧化矽活性粒料，或另訂減輕鹼-氧化矽反應之措施。

(2) 非鹼-碳酸鹽質活性粒料。

(e) 須以下列(1)或(2)顯示氯離子含量符合規定限制：

(1) 依據混凝土材料檢測之氯離子含量與混凝土拌成物配比，計算混凝土拌成物中總氯離子含量。

(2) 依CNS 14703測定28天至42天齡期內之硬固混凝土水溶性氯離子含量。

(f) 預力混凝土禁用含氯化鈣之摻料。

(g) 除構材有更嚴格之限制外，混凝土澆置於或接觸免拆鍍鋅鋼模時，混凝土水溶性氯離子含量最大容許值為0.15 kg/m^3。

(h) 輕質混凝土新拌密度和穩定後密度分別以CNS 11151和相關規定測定，並建立相關性。已建立相關性之新拌混凝土密度，可作為允收之依據。

(i) 用於抵抗剪力之鋼纖維混凝土應符合下列(1)與(2)之規定：

(1) 符合CNS 12892之規定。

(2) 每一立方公尺混凝土至少包含 60公斤重之異形鋼纖維。

解說：

(b) 輔助性膠結材料之限制適用於構材暴露等級F3的混凝土拌

	(1) 符合CNS 12892之規定。 (2) 每一立方公尺混凝土至少包含 60公斤重之異形鋼纖維。 解說： **(b)** 輔助性膠結材料之限制適用於構材暴露等級F3的混凝土拌成物。 **(c)** 對暴露類別S之拌成物要求，規定於第19.3.2.1節。各等級硫酸鹽暴露採用表19.3.2.1所列以外之膠結材料替代組合，可用CNS 14794評估混凝土拌成物之抗硫酸鹽侵蝕能力。ACI 201.2R中有比CNS 14794評定此拌成物品質更詳細的指引。表26.4.2.2(c) 所列膨脹標準，係依CNS 14794試驗，CNS 15286之中度抗硫酸鹽 (選定MS) 等同於暴露等級S1、高度抗硫酸鹽 (選定HS) 等同於暴露等級S2或S3選項2，18個月之膨脹值限制只適用暴露等級S3選項1。 **(d)** 混凝土供應商可提供文件說明潛在的鹼-粒料反應。ASTM C1778 提供測定粒料活性之方法、準則、以及指引如何降低混凝土中鹼-粒料反應的危害。 **(e)(1)** 由混凝土供應者依混凝土配比組合中各材料之氯離子含量來計算混凝土拌成物中總氯離子含量，其計算結果應符合設計者依表19.3.2.1所定之值。膠結材料和拌和水之總氯離子含量可依CNS 1078測定，粒料之總氯離子含量可取粒料樣本以CNS 14702測定，摻料之總氯離子含量由供應商提供，以配比組合估算混凝土總氯離子含量是偏保守的。若計算之總氯離子含量超過表19.3.2.1之規定，可調整混凝土材料直到符合規定，或改以第26.4.2.2(e)(2)款測定水溶性氯離子含量。 **(e)(2)** 當第26.4.2.2(e)(1)節估算之總氯離子含量超過表19.3.2.1之規定時，可以CNS 14703測定硬固混凝土水溶性氯離子含量替代之。溶於孔隙溶液的氯離子會影響鋼筋或預埋鐵件腐蝕，為了估算會影響腐蝕的水溶性氯離子含量，CNS 14703適用於混凝土水化作用後，某些材料如粒料之氯離子並不以水溶性氯離子形式存在，甚	成物。 **(c)** 對暴露類別S之拌成物要求，規定於第19.3.2.1節。各等級硫酸鹽暴露採用表19.3.2.1所列以外之膠結材料替代組合，可用CNS 14794評估混凝土拌成物之抗硫酸鹽侵蝕能力。ACI 201.2R中有比CNS 14794評定此拌成物品質更詳細的指引。表26.4.2.2(c) 所列膨脹標準，係依CNS 14794試驗，CNS 15286之中度抗硫酸鹽 (選定MS) 等同於暴露等級S1、高度抗硫酸鹽 (選定HS) 等同於暴露等級S2或S3選項2，18個月之膨脹值限制只適用暴露等級S3選項1。 **(d)** 混凝土供應商可提供文件說明潛在的鹼-粒料反應。ASTM C1778 提供測定粒料活性之方法、準則、以及指引如何降低混凝土中鹼-粒料反應的危害。 **(e)(1)** 此項原列於ACI 318-19規範解說，今移至規範本文以避免應用時模稜兩可。實務上常用混凝土配比組合中各材料之氯離子含量來估算混凝土拌成物中總氯離子含量。膠結材料和拌和水之總氯離子含量可依CNS 1078測定，粒料之總氯離子含量可取粒料樣本以CNS 14702測定，摻料之總氯離子含量由供應商提供，以配比組合估算混凝土總氯離子含量是偏保守的。若計算之總氯離子含量超過表19.3.2.1之規定，可調整混凝土材料直到符合規定，或改以第26.4.2.2(e)(2)款測定水溶性氯離子含量。 **(e)(2)** 當第26.4.2.2(e)(1)節估算之總氯離子含量超過表19.3.2.1之規定時，可以CNS 14703測定硬固混凝土水溶性氯離子含量替代之。溶於孔隙溶液的氯離子會影響鋼筋或預埋鐵件腐蝕，為了估算會影響腐蝕的水溶性氯離子含量，CNS 14703適用於混凝土水化作用後，某些材料如粒料之氯離子並不以水溶性氯離子形式存在，甚至某些氯一開始解離時會被膠結材料水化作用固結，未溶於水的氯被認為不會加速預埋鐵件腐蝕。 **(g)** 承包商可能選擇未列於設計圖說之施工法，有鑑於混凝土接觸免拆鍍鋅鋼模可造成的危害，在此要求之氯離子含量限制可能

	至某些氯一開始解離時會被膠結材料水化作用固結，未溶於水的氯被認為不會加速預埋鐵件腐蝕。 **(g)** 承包商可能選擇未列於設計圖說之施工法，有鑑於混凝土接觸免拆鍍鋅鋼模可造成的危害，在此要求之氯離子含量限制可能較設計圖說更嚴格。例如某構材原設計圖說規定最大氯離子含量為1 %，若使用免拆鍍鋅鋼模，將須更嚴格的限制氯離子上限為0.3 %。 **(h)** ASTM C567提供兩種測試穩定後密度的方法。為量測穩定後密度，試樣要維持在溫度23°C和相對溼度50 %直到質量為定值，此量測過程耗時超過2個月，或者逕由烘乾試樣密度迅速推算穩定後密度。設計者可要求依ASTM C567規定量測穩定後密度。	較設計圖說更嚴格。例如某構材原設計圖說規定最大氯離子含量為1 %，若使用免拆鍍鋅鋼模之混凝土水溶性氯離子含量最大容許值為0.15 kg/m^3。 **(h)** ASTM C567提供兩種測試穩定後密度的方法。為量測穩定後密度，試樣要維持在溫度23°C和相對溼度50 %直到質量為定值，此量測過程耗時超過2個月，或者逕由烘乾試樣密度迅速推算穩定後密度。設計者可要求依ASTM C567規定量測穩定後密度。
14	26.10.1 設計資訊應包括： **(a)** 預力之大小和位置。 **(b)** 鋼腱施拉順序。 **(c)** 設計者選定之後拉預力錨定系統之類型、尺度、細節和位置。 **(d)** 依據表26.6.2.1(a)，鋼腱和後拉預力套管安置之許可差。 **(e)** 無握裹鋼腱、外置鋼腱、續接器、端部接頭、後拉預力端錨與錨定區之防蝕保護材料和細節。 **(f)** 握裹鋼腱套管之要求。 **(g)** 握裹鋼腱之灌漿要求，包括最高水溶性氯離子 (Cl^-) 含量不超過第19.4.1節之要求。 解說： **(b)** 錨定裝置施拉預力的順序，會顯著的影響一般區域的應力。因此，不僅在最終完工階段考慮所有鋼腱的預力施拉順序，施工階段的施拉順序也非常重要。後拉預力鋼腱個別施拉順序組合及全部鋼腱造成之臨界爆裂力宜予以考慮。 **(e)** 有關保護的建議，參見ACI 423.3R之4.2和4.3，及ACI 423.7之3.4、3.6、5、6和8.3。另可參閱第20.6.1.4.2節有關防蝕的要求。	26.10.1 設計資訊應包括： **(a)** 預力之大小和位置。 **(b)** 鋼腱施拉順序。 **(c)** 設計者選定之後拉預力錨定系統之類型、尺度、細節和位置。 **(d)** 依據表26.6.2.1(a)，鋼腱和後拉預力套管安置之許可差。 **(e)** 無握裹鋼腱、外置鋼腱、續接器、端部接頭、後拉預力端錨與錨定區之防蝕保護材料和細節。 **(f)** 握裹鋼腱套管之要求。 **(g)** 握裹鋼腱之灌漿要求，包括最高水溶性氯離子 (Cl^-) 含量不超過0.15 kg/m^{3}之要求。 解說： **(b)** 錨定裝置施拉預力的順序，會顯著的影響一般區域的應力。因此，不僅在最終完工階段考慮所有鋼腱的預力施拉順序，施工階段的施拉順序也非常重要。後拉預力鋼腱個別施拉順序組合及全部鋼腱造成之臨界爆裂力宜予以考慮。 **(e)** 有關保護的建議，參見ACI 423.3R之4.2和4.3，及ACI 423.7之3.4、3.6、5、6和8.3。另可參閱第20.6.1.4.2節有關防蝕的要求。

	可藉由許多方法達成腐蝕防護，宜針對所在的環境提供適用的鋼腱腐蝕防護。有些條件下，預力鋼筋需要由混凝土保護層或由金屬或塑膠套管內的水泥灌漿來保護；其他條件下，則允許使用塗料，如油漆或油脂保護。除外置後拉預力的設置只是為了提高其使用性外，防蝕方法宜符合建築技術規則的防火要求。 **(f)** 握裹鋼腱套管的要求規定可參考PTI M50.3和PTI M55.1。 **(g)** 握裹鋼腱灌漿其他要求規定可參考PTI M55.1。	可藉由許多方法達成腐蝕防護，宜針對所在的環境提供適用的鋼腱腐蝕防護。有些條件下，預力鋼筋需要由混凝土保護層或由金屬或塑膠套管內的水泥灌漿來保護；其他條件下，則允許使用塗料，如油漆或油脂保護。除外置後拉預力的設置只是為了提高其使用性外，防蝕方法宜符合建築技術規則的防火要求。 **(f)** 握裹鋼腱套管的要求規定可參考PTI M50.3和PTI M55.1。 **(g)** 握裹鋼腱灌漿其他要求規定可參考PTI M55.1。
15	A.12.2 特殊抗彎矩構架 A.12.2.1 對於特殊抗彎矩構架之梁，依據第 18.3.4.2 節具橫向支撐之撓曲鋼筋，其間距不得超過 20 公分。 A.12.2.2 任何接頭處，第 18.4.3.2 節所要求之柱強度總和應至少是該接頭處梁強度總合之 1.4 倍。 A12.2.3 對於特殊抗彎矩構架之橫箍柱，應按照第 18.4.5.2 (f)節規定，每根縱向鋼筋皆受到閉合箍筋轉角或繫筋彎轉段之橫向支撐，無論軸向載重或混凝土強度均適用。 A12.2.4 特殊抗彎矩構架之梁變形若是超過 0.5$\boldsymbol{D_u}$，依第 18.8.2.3 節要求在與梁縱向鋼筋平行方向之柱尺度應增加 20 %。	A.12.2 特殊抗彎矩構架 A.12.2.1 對於特殊抗彎矩構架之梁，依據第 18.6.4.2 節具橫向支撐之撓曲鋼筋，其間距不得超過 20 公分。 A.12.2.2 任何接頭處，第 18.7.3.2 節所要求之柱強度總和應至少是該接頭處梁強度總合之 1.4 倍。 A12.2.3 對於特殊抗彎矩構架之橫箍柱，應按照第 18.7.5.2 (f)節規定，每根縱向鋼筋皆受到閉合箍筋轉角或繫筋彎轉段之橫向支撐，無論軸向載重或混凝土強度均適用。 A12.2.4 特殊抗彎矩構架之梁變形若是超過 0.5$\boldsymbol{D_u}$，依第 18.8.2.3 節要求在與梁縱向鋼筋平行方向之柱尺度應增加 20 %。
16	A.12.3 特殊結構牆 A.12.3.1 依據第 18.7.6 節設置邊界構材，其橫向鋼筋應符合第 A.12.2.3 節。 A.12.3.2 若需邊界構材，剪力鋼筋之續接應採取機械式續接或銲接續接，或為搭接且由間距為 6 倍被搭接鋼筋直徑或 15 公分之較小者之橫向鋼筋所圍束。 A12.3.3 若分析顯示樓板或屋頂板在板牆連接處出現非彈性反應，則板之撓曲鋼筋應延伸過板牆接頭並加以錨定，以確保結構完整性。 A12.3.4 若剪力超過$1.1A_{cv}\lambda\sqrt{f'_c}$，應加強施工縫之細部配置，包括混凝土表面粗糙化或混凝土中散佈之剪力榫，或前述兩者，	A.12.3 特殊結構牆 A.12.3.1 依據第 18.10.6 節設置邊界構材，其橫向鋼筋應符合第 A.12.2.3 節。 A.12.3.2 若需邊界構材，剪力鋼筋之續接應採取機械式續接或銲接續接，或為搭接且由間距為 6 倍被搭接鋼筋直徑或 15 公分之較小者之橫向鋼筋所圍束。 A12.3.3 若分析顯示樓板或屋頂板在板牆連接處出現非彈性反應，則板之撓曲鋼筋應延伸過板牆接頭並加以錨定，以確保結構完整性。 A12.3.4 若剪力超過$1.1A_{cv}\lambda\sqrt{f'_c}$，應加強施工縫之細部配置，包括混凝土表面粗糙化或混凝土中散佈之剪力榫，或前述兩者，

	以降低沿著施工縫滑移之可能性。 解說： 多年來，透過實際之地震破壞觀察、研究和工程判斷，已發展出耐震系統和細部配置之要求，這些要求已編入SCE/SEI 7、 IBC、ACI 318等內。近年來，電腦運算能力增強使工程師能夠十分詳細地建模並計算受震反應。 針對超出一般建築規範規定限制之設計，應適時予以準備、驗證並加以判斷。在某些情況中，這些新設計尚未在強烈地震動中受到驗證，人們對於設計推斷可能超出既存知識表示存疑。因此，當設計規格超出規定限制，附篇A適切提供額外細節以加強非彈性反應之延展性。 本規範體認到，抗壓構材採用單邊耐震彎鉤及穿插繫筋較易於施工。然而，最近之地震及研究測試顯示，90度之彎鉤並不能總是提供適當之支撐 (Moehle 與 Cavanagh, 1985)。 分析結果顯示，具有結構核心牆系統之高層建築在板與牆之接合處會有非彈性反應。由於接合處之完整性對結構整體性能十分重要，加強細部配置，包括良好錨定或連續性鋼筋及後拉鋼腱等，提供額外之完整性有其必要。 牆沿水平施工縫之滑動現象，已在地震中及結構牆實驗測試中被觀察到。高剪力區域需加強細部配置，以減少施工縫之滑移或滑動。	以降低沿著施工縫滑移之可能性。 解說： 多年來，透過實際之地震破壞觀察、研究和工程判斷，已發展出耐震系統和細部配置之要求，這些要求已編入SCE/SEI 7、 IBC、ACI 318等內。近年來，電腦運算能力增強使工程師能夠十分詳細地建模並計算受震反應。 針對超出一般建築規範規定限制之設計，應適時予以準備、驗證並加以判斷。在某些情況中，這些新設計尚未在強烈地震動中受到驗證，人們對於設計推斷可能超出既存知識表示存疑。因此，當設計規格超出規定限制，附篇A適切提供額外細節以加強非彈性反應之延展性。 本規範體認到，抗壓構材採用單邊耐震彎鉤及穿插繫筋較易於施工。然而，最近之地震及研究測試顯示，90度之彎鉤並不能總是提供適當之支撐 (Moehle 與 Cavanagh, 1985)。 分析結果顯示，具有結構核心牆系統之高層建築在板與牆之接合處會有非彈性反應。由於接合處之完整性對結構整體性能十分重要，加強細部配置，包括良好錨定或連續性鋼筋及後拉鋼腱等，提供額外之完整性有其必要。 牆沿水平施工縫之滑動現象，已在地震中及結構牆實驗測試中被觀察到。高剪力區域需加強細部配置，以減少施工縫之滑移或滑動。
17	25.4.6.2 銲接麻面鋼線網之 ℓ_d，應依據第 25.4.2.3 節或第 25.4.2.4 節規定計算，再依據第 25.4.6.3 節或第 25.4.6.4 節規定，乘以銲接麻面鋼線網修正因數 ψ_w。對於符合第 25.4.6.3 節之環氧樹脂塗布銲接麻面鋼線網，依據第 25.4.2.3 節或第 25.4.2.4 節，得使用 $\psi_e = 1.0$。 解說： 銲接麻面鋼線網修正因數 ψ_w 係應用於由第25.4.2.3節或第25.4.2.4節計算所得之麻面鋼線網伸展長度。	25.4.6.2 銲接麻面鋼線網之 ℓ_d，應依據第 25.4.2.2 節或第 25.4.2.3 節規定計算，再依據第 25.4.6.3 節或第 25.4.6.4 節規定，乘以銲接麻面鋼線網修正因數 ψ_w。對於符合第 25.4.6.3 節之環氧樹脂塗布銲接麻面鋼線網，依據第 25.4.2.2 節或第 25.4.2.3 節，得使用 $\psi_e = 1.0$。 解說： 銲接麻面鋼線網修正因數 ψ_w 係應用於由第25.4.2.2節或第25.4.2.3節計算所得之麻面鋼線網伸展長度。

	由於橫交鋼線提供鋼線網之主要錨定，實驗 (Bartoletti與Jirsa, 1995) 顯示環氧樹脂塗布銲接麻面鋼線網與未塗布銲接麻面鋼線網，基本上具有相同的伸展及搭接強度，因此，對於橫交鋼線位於搭接或伸展長度內之環氧樹脂塗布銲接麻面鋼線網，可使用$\psi_e = 1.0$。	由於橫交鋼線提供鋼線網之主要錨定，實驗 (Bartoletti與Jirsa, 1995) 顯示環氧樹脂塗布銲接麻面鋼線網與未塗布銲接麻面鋼線網，基本上具有相同的伸展及搭接強度，因此，對於橫交鋼線位於搭接或伸展長度內之環氧樹脂塗布銲接麻面鋼線網，可使用$\psi_e = 1.0$。
18	18.5.5 受拉鋼筋之伸展長度 18.5.5.1 對鋼筋尺寸 D10 至 D36 以 90° 標準彎鉤終止之鋼筋而言，ℓ_{dh} 應按式(18.5.5.1)計算，但對常重混凝土而言，應至少為 $8d_b$ 與 15 cm 之大值；對輕質混凝土而言，應至少為 $10d_b$ 與 19 cm 之大值。 $\ell_{dh} = 0.06 f_y d_b / (\lambda\sqrt{f'_c})$ $\left[\ell_{dh} = 0.19 f_y d_b / (\lambda\sqrt{f'_c})\right]$ λ對輕質混凝土應為0.75；對常重混凝土應為1.0。 彎鉤應置於柱或邊界構件之圍束核心中，且彎轉入接頭內。 解說： 具標準彎鉤之竹節鋼筋受拉最小埋設長度由式(18.5.5.1)決定之。具標準彎鉤鋼筋之埋設長度為平行鋼筋、由臨界斷面 (鋼筋需發展其強度之處) 至彎鉤外邊緣之切線距離。該切線宜垂直鋼筋軸線 (參照表25.3.1)。 因為第十八章規定彎鉤宜埋入受圍束之混凝土，式(18.5.5.1)係由前版規範之受拉標準彎鉤伸展長度考慮係數0.7 (反應混凝土保護層效應) 與0.8 (反映箍筋效應)而得，且再予以增加以反映反復載重效應。鋼筋真實應力高於降伏強度與有效伸展長度不必然由接頭面開始，這些效應已隱含於作為式(18.5.5.1)基礎之基本伸展長度表達式之構成中。 彎鉤須伸進接頭之規定，係在促進穿過接頭之對角壓桿之發展	18.5.5 受拉鋼筋之伸展長度 18.5.5.1 對鋼筋尺寸 D10 至 D36 以 90° 標準彎鉤終止之鋼筋而言，ℓ_{dh} 應按式(18.5.5.1)計算，但對常重混凝土而言，應至少為 $8d_b$ 與 15 cm 之大值；對輕質混凝土而言，應至少為 $10d_b$ 與 19 cm 之大值。 $\ell_{dh} = 0.06 f_y d_b / (\lambda\sqrt{f'_c})$ $\left[\ell_{dh} = 0.19 f_y d_b / (\lambda\sqrt{f'_c})\right]$ λ對輕質混凝土應為0.75；對常重混凝土應為1.0。 彎鉤應置於柱或邊界構件之圍束核心中，且彎轉入接頭內。 解說： 具標準彎鉤之竹節鋼筋受拉最小埋設長度由式(18.5.5.1)決定之，該式係基於第25.4.3節之規定。具標準彎鉤鋼筋之埋設長度為平行鋼筋、由臨界斷面 (鋼筋需發展其強度之處) 至彎鉤外邊緣之切線距離。該切線宜垂直鋼筋軸線 (參照表25.3.1)。 因為第十八章規定彎鉤宜埋入受圍束之混凝土，式(18.5.5.1)係由前版規範之受拉標準彎鉤伸展長度考慮係數0.7 (反應混凝土保護層效應) 與0.8 (反映箍筋效應)而得，且再予以增加以反映反復載重效應。鋼筋真實應力高於降伏強度與有效伸展長度不必然由接頭面開始，這些效應已隱含於作為式(18.5.5.1)基礎之基本伸展長度表達式之構成中。 彎鉤須伸進接頭之規定，係在促進穿過接頭之對角壓桿之發展

	。此規定適用於梁與柱鋼筋以標準彎鉤終止於接頭之情形。	。此規定適用於梁與柱鋼筋以標準彎鉤終止於接頭之情形。
19	解說之參考文獻 臺灣混凝土學會，2017a，「預鑄混凝土工程施工規範與解說」，台北。 臺灣混凝土學會，2017b，「預鑄混凝土工程設計規範與解說」，台北。	解說之參考文獻 臺灣混凝土學會，2016a，「預鑄混凝土工程施工規範與解說」，台北。 臺灣混凝土學會，2016b，「預鑄混凝土工程設計規範與解說」，台北。