

第03210章 鋼筋

1. 通則

1.1 本章概要

說明用於鋼筋混凝土構造物之鋼筋及鋼筋續接器（Reinforcing Steel Coupler）材料、施工及檢驗等相關規定。

1.2 工作範圍

1.2.1 施工計畫、施工製造圖、廠商資料等之送審

1.2.2 鋼筋、鋼筋網、鋼筋續接器之材料規格

1.2.3 鋼筋之製造及彎曲、續接、替換、組立及捆紮、保護層

1.2.4 鋼筋及鋼筋續接器之檢驗

1.3 相關準則

1.3.1 中華民國國家標準（CNS）

(1) CNS 560 鋼筋混凝土用鋼筋

(2) CNS 2111 金屬材料拉伸試驗法

(3) CNS 2112 金屬材料拉伸試驗試片

(4) CNS 3828 機械構造用碳鋼鋼料

(5) CNS 4437 機械結構用碳鋼鋼管

1.3.2 美國材料試驗協會（ASTM）

(1) ASTM A576 Standard Specification for Steel Bars, Carbon, Hot-Wrought, Special Quality

1.3.3 美國州公路及運輸協會（AASHTO）

(1) AASHTO M54 Fabricated Deformed Steel Bar Mats for Concrete Reinforcement

1.3.4 美國銲接工程協會（AWS）

(1) AWS D1.4 Structural Welding Code—Reinforcing Steel

1.3.5 日本工業規格協會（JIS）

(1) JIS G3445 Carbon Steel Tubes for Machine Structural Purposes

(2) JIS G4051 Carbon Steels for Machine Structural Use

1.4 資料送審

- 1.4.1 本工程設計圖所示或經工程司准許採用鋼筋續接器者，承包商應先提送施工計畫及施工製造圖說經工程司核可後始得辦理施工。
- 1.4.2 承包商須提報詳述各類型及重要部位（例如：彎鉤、錨碇、搭接、補強、間距、保護層等）鋼筋之綁紮方式暨預力鋼腱、預埋件等之配合之施工製造圖、訂貨表及彎製尺寸圖等送請工程司核可後始得採購材料，惟此項同意並不免除承包商對前述圖表之正確性所應負之責任，且為符合設計圖需要而變更該圖表之材料所增加費用均由承包商負擔。
- 1.4.3 組立板鋼筋所需之支撐架、橫向與斜撐鋼筋，以及組立墩柱鋼筋應設置之支撐樣架，相關施工製造圖應送經工程司核可後施作。
- 1.4.4 所採鋼筋之鋼鐵業者應依行政院原子能委員會頒「放射性污染建築物事件防範及處理辦法」辦理暨申請輻射偵檢作業認可，該廠商之書面資料及所出具「無放射性污染證明」應陳報工程司備查。

2. 產品

2.1 材料

- 2.1.1 鋼筋：應使用符合CNS 560規定之竹節鋼筋，不得使用線上熱處理鋼筋（俗稱「水淬鋼筋」）。

(1) 設計圖與CNS 560所示稱號之對應如表1所示：

表1 設計圖與CNS 560所示稱號之對應

設計圖	10 ϕ	13 ϕ	16 ϕ	19 ϕ	22 ϕ	25 ϕ	29 ϕ	32 ϕ	36 ϕ	39 ϕ	43 ϕ
CNS	D10	D13	D16	D19	D22	D25	D29	D32	D36	D39	D43

(2) 除設計圖另有規定外，其材質規定如下：

A. 現場施工部分所用鋼筋：

D10：SD 280

D13以上：SD 420W

B. 非現場施工部分所用鋼筋（例如預力混凝土基樁及土木管道之預鑄人孔及手孔等設施）：

D16以下：SD 280

D19以上：SD 420

2.1.2 鋼筋網(Bar Mesh)：應符合竹節鋼筋及AASHTO M54之鋼筋網(Fabricated Steel Bar or Rod Mesh)之規定。

2.1.3 鋼筋續接器：應符合CNS 3828、CNS 4437、ASTM A576、JIS G3445或 JIS G4051之S45C規定或工程司核可之同等品，且其性能需滿足續接後之強度、變形、延展性及韌性與鋼筋母材相近。

3. 施工

3.1 準備工作

- (1) 承包商應於施工前查對設計圖所示各部尺寸，若有不符之處應即通知工程司解釋或修正，其窒礙難行之處則應謀求改正對策並報請工程司同意改以其他可行方案替代施工。
- (2) 鋼筋於任何期間均須保護以免受損，工地組立時不得沾有污泥、有損強度之銹、油漆、油脂、附著之混凝土等外來雜物，其表面若有浮銹、剝落之銹片及灰塵時則應以工程司同意之適當方法清除乾淨。

3.2 施工方法

3.2.1 製造及彎曲

- (1) 鋼筋捆紮裝運時須附標籤並予標記，且須以冷彎方式製成符合設計圖及施工製造圖所示形狀，除設計圖註明或工程司核可外，不得將鋼筋部分埋入混凝土後再行彎曲。
- (2) 除設計圖另有規定外，鋼筋彎製之最小彎曲內徑應符合表2所列鋼筋直徑倍數規定：

表2 鋼筋彎製之最小彎曲內徑

種類	肋筋與繫筋 (Stirrups and Ties)		其他		
稱號	D6~D16	D19~D25	D6~D25	D29~D36	D39以上
鋼筋直徑倍數	4	6	6	8	10

3.2.2 續接

- (1) 所有鋼筋須依設計圖、經核准之施工製造圖或彎製圖所示全長供給，除設計圖註明或工程司准許外不可續接（Splicing），而續接點應交錯排列且儘可能將其交錯排列間距加長，規定搭接長度內搭接鋼筋所占面積比例應不大於50%。搭接鋼筋須互相接觸並以鐵線捆紮牢固，其位置應不小於圖樣所規定之鋼筋最小間距、與混凝土表面之全淨距及保護層。除設計圖註明外，重要位置之鋼筋搭接須報經工程司核可，且梁、牆、柱、樁與托肩（Haunches）等之搭接位置須避免於結構物產生最大拉力或壓力之處，其單根鋼筋之彎曲埋入及搭接長度應符合表3規定，其中頂層鋼筋係水平鋼筋底面下之混凝土厚度大於30 cm者：

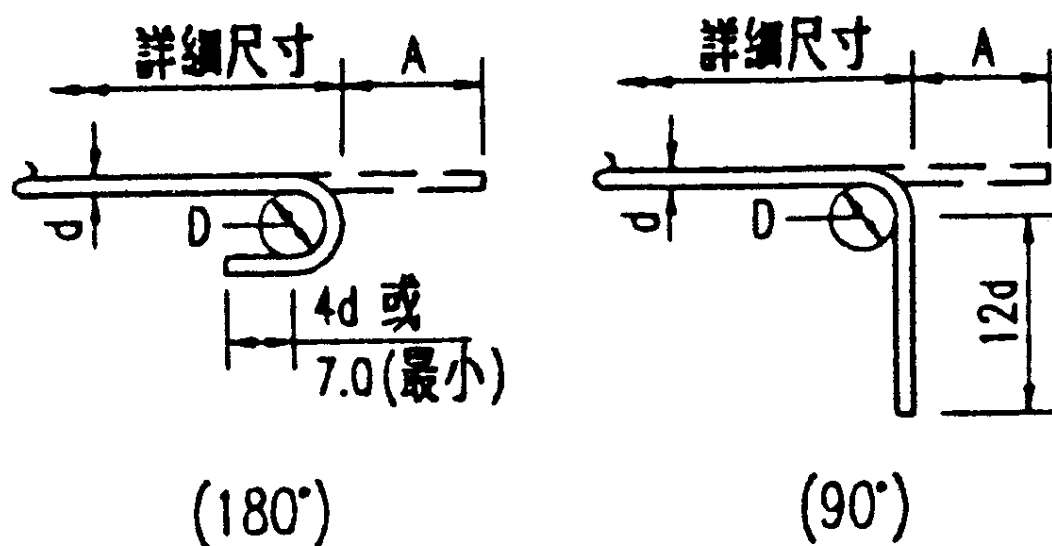


圖1 標準彎鉤（D10~D25：D=6d，D29~D36：D=8d，D43：D=10d）

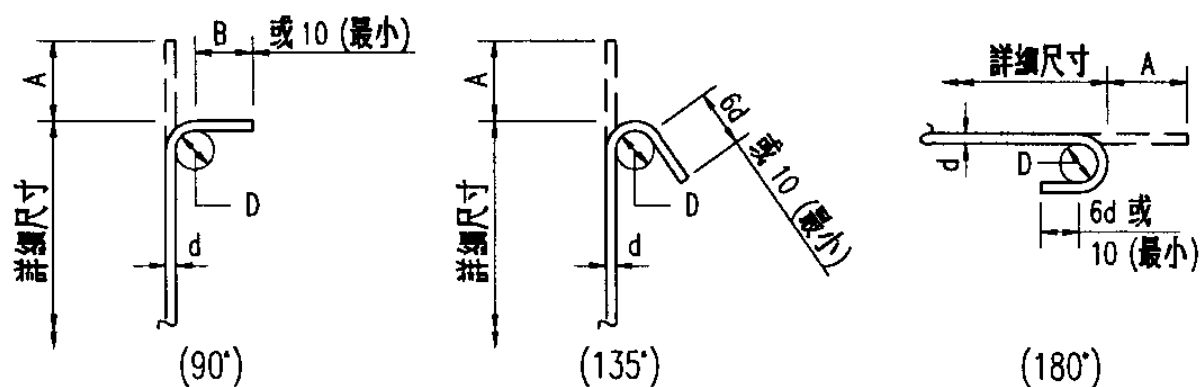


圖2 箍筋及繫筋彎鉤（D10~D16：D=4d、B=6d，D19~D25：D=6d、B=12d）

表3 彎曲埋入及搭接長度

鋼筋 稱號	混凝土 強度 kgf/cm ²	最小埋入長度 (cm)			最小搭接長度 (cm)			標準彎鉤		箍筋及繫筋		
		張力側		壓力 側	張力側		壓力 側	180°	90°	180°	135°	90°
		頂 層	其他		頂層	其他		A(cm)	A(cm)	A(cm)	A(cm)	A(cm)
D10	240	30	30	20	30	30	30	14	13	15	13	11
	280	30	30	20	30	30	30					
	350	30	30	20	30	30	30					
	420	30	30	20	30	30	30					
D13	240	45	35	30	60	40	40	16	18	17	14	12
	280	45	35	25	60	40	40					
	350	45	35	25	60	40	40					
	420	45	35	25	60	40	40					
D16	240	55	40	35	70	50	50	19	22	18	15	12
	280	55	40	30	70	50	50					
	350	55	40	30	70	50	50					
	420	55	40	30	70	50	50					
D19	240	70	50	40	85	65	60	21	26	25	20	26
	280	65	50	40	85	60	60					
	350	65	50	35	85	60	60					
	420	65	50	35	85	60	60					
D22	240	90	65	50	115	85	70	25	30	29	23	30
	280	85	60	45	110	80	70					
	350	75	55	45	100	70	70					
	420	75	55	45	100	70	70					
D25	240	120	85	55	155	110	80	28	35	33	26	35
	280	110	80	50	140	100	80					
	350	100	70	50	125	90	80					
	420	90	65	50	115	85	80					
D29	240	150	110	60	195	140	90	38	41	—	—	—
	280	140	100	55	180	130	90					
	350	125	90	55	160	115	90					
	420	115	80	55	145	105	90					

表3 彎曲埋入及搭接長度（續）

鋼筋 稱號	混凝土 強度 kgf/cm ²	最小埋入長度 (cm)			最小搭接長度 (cm)			標準彎鉤		箍筋及繫筋		
		張力側		壓力 側	張力側		壓力 側	180°	90°	180°	135°	90°
		頂 層	其他		頂層	其他		A(cm)	A(cm)	A(cm)	A(cm)	A(cm)
D32	240	190	135	70	245	175	100	43	46	—	—	—
	280	175	125	65	225	160	100					
	350	155	110	60	200	145	100					
	420	145	105	60	185	135	100					
D36	240	230	165	75	300	215	110	48	51	—	—	—
	280	215	155	70	280	200	110					
	350	190	140	65	250	180	110					
	420	175	125	65	230	165	110					
D43	350	80	185	260	—	—	—	66	63	—	—	—

- (2) 除設計圖註明或工程司書面准許外，鋼筋之續接應避免銲接。若允許採銲接則須符合AWS D1.4規定，且銲接之強度須相當於鋼筋降伏強度之125%，而硬級鋼條及軌鋼不得銲接。
- (3) 設計圖及本章註明之搭接已列於計價付款數量內，由承包商額外增加之搭接費用則由承包商負擔。
- (4) 鋼筋續接器
- 接合鋼筋之長度應配合續接器之使用考慮接頭各部尺寸後始可切斷，務使兩者能密接。
 - 接合處須淨潔、乾燥及排列於正確位置，其緊密度應予檢視，不合格者應予更換。
 - 同一斷面須留延伸之鋼筋所用續接器數量不得大於該鋼筋總量之1/2，且相鄰鋼筋之續接高度至少須互相錯開淨距60 cm。
 - 續接器於使用前需以保護蓋及止水封環密封，以防止灰塵、油污、混凝土或漿液之滲入。
- (5) 採用續接器及端部對銲續接之鋼筋不得採剪斷或熔斷法（例如以乙炔氣切割）切割，應以鋸床或砂輪切割以保持其端部最終之平整。

3.2.3 組立及捆紮：

- (1) 鋼筋須依施工製造圖所示正確組立及捆紮穩固，俾混凝土澆置時不致鬆動。
- (2) 鋼筋與模板間應以撐條、墊塊、繫條、吊桿等經認可之支撐物隔離，墊塊須採形狀及尺寸經核可之塑膠墊、預製之1:1水泥砂漿塊等，而金屬墊座須經工程司核可及熱浸鍍鋅處理。
- (3) 兩層鋼筋之間隔須以預製1:1水泥砂漿墊塊或其他適當之代用品隔離；組立板鋼筋時，兩層鋼筋間應設置支撐架予以間隔，不得以短截鋼筋點焊方式施作。
- (4) 鋼筋之最小間距須依施工製造圖辦理，混凝土澆置前構造物之鋼筋須先安置妥當並經工程司檢查認可後始可開始澆置，違反者則予拒收且已澆置之混凝土應予拆除。
- (5) 墩柱鋼筋組立前，應設置適當之組立支撐樣架。

3.2.4 鋼筋之保護層應符合表4規定，其中2.5、5.0、7.5 cm保護層之許可差分別為 ± 0.3 、 ± 0.6 、 ± 1.25 cm：

表4 鋼筋之保護層

類型	部位		保護層
上部結構 (橋面板若為剛性路面則需另加1.5 cm之磨耗層)	預力I、U形梁橋	橋面板頂面	5.0 cm
		橋面板底面	3.0 cm
		預力 I、U 形梁	2.5 cm
		隔梁	4.0 cm
	箱形梁橋	預力橋橋面板頂面	4.0 cm
		RC 橋橋面板頂面	5.0 cm
		箱形梁外側	4.0 cm
		箱形梁內側及隔梁	2.5 cm
	預力T形梁橋	橋面板、大梁及隔梁	4.0 cm
下部結構 與擋土牆	橋墩（主鋼筋）		5.0 cm
	橋墩（肋筋、箍筋及螺箍筋）		4.0 cm
	空心橋墩內側（主鋼筋）		4.0 cm
	空心橋墩內側（肋筋、箍筋及螺箍筋）		2.5 cm
	橋台、翼牆及擋土牆		5.0 cm
	橋墩、橋台、翼牆及擋土牆等之基礎、沉箱		7.5 cm
	場鑄基樁		10.0 cm

雜項	橋護欄、橋隔欄	4.0 cm
	緣石	2.5 cm
	進橋板頂面及側面	5.0 cm
	進橋板底面	7.5 cm
	箱涵外側	7.5 cm
	箱涵內側	5.0 cm

3.2.5 替換：僅工程司許可下方准替換鋼筋之尺寸，而替換後之斷面積須不小於原設計，且因而增加之數量不予計付。

3.3 檢驗

3.3.1 鋼筋之檢驗：

- (1) 鋼筋須附製造廠商檢驗合格報告單並詳列鋼筋號數、數量及日期，每捆鋼筋須用標籤註明爐號。
- (2) 鋼筋運抵工地後，承包商應會同工程司取樣並依CNS 560規定檢驗（含熱處理鋼筋判定試驗及製品之化學成份分析，此兩者之抽樣頻率均為同一爐號取樣1支），經檢驗合格後始可使用。
- (3) 若因品質不良或輻射污染超過「行政院原子能委員會」所訂「輻射污染鋼鐵材鑑定暫行規範」規定所致一切損失（例如輻射污染賠償、拆除、重建等工料費用）應由承包商負完全責任。
- (4) 若檢驗不合格，承包商可申請複驗或退料，若複驗仍不合格應即退料運離工地。

3.3.2 鋼筋續接器之檢驗

- (1) 鋼筋母材拉力試驗應依CNS 2112及CNS 2111辦理。
- (2) 續接器接合試體以下列規定取樣：
 - A. 拉力試驗：不分號數，進場時每200個取樣 1 個且至少3個。
 - B. 高塑性反復載重試驗：試體應取樣所用最大號數鋼筋，每1000個取樣1個。
- (3) 續接器接合試體須以工地實際採用之相同材質及施工方法製成，各項試驗變形量之量測長度應取續接器長度加其兩端向外各20 mm或1/2 鋼筋直徑之大值。量測長度依前述規定若小於50 cm，可於無受壓屈曲之虞時取50 cm，且續接器應設於其中央位置。
- (4) 續接器接合試體之試驗項目及其符號定義如下：

A. 符號定義

(A) P_y ：鋼筋之標稱降伏強度

(B) P_u ：鋼筋之標稱抗拉強度

(C) P_{ya} ：鋼筋母材之實際降伏強度

(D) ϵ_{ya} ：鋼筋母材之實際降伏拉應變

(E) R ：鋼筋直徑收縮率， $R = \max(R_L, R_R)$ 。

- a. R_L 、 R_R 為續接器每一側鋼筋之3個量測點所測得直徑收縮率最大兩者之平均值，而每個量測點之鋼筋直徑收縮率為 $(d_0 - d_r)/d_0$ ，其中 d_0 、 d_r 各為該量測點加載前、試體破壞後之鋼筋直徑。
- b. 量測點設於續接器兩端至油壓機夾持位置間之鋼筋上，第1點距續接器端點或鋼筋加工點1倍鋼筋直徑，其後每隔2倍鋼筋直徑設1點（參圖2-1所示），而量測點標示不得影響鋼筋直徑量測之可靠性。

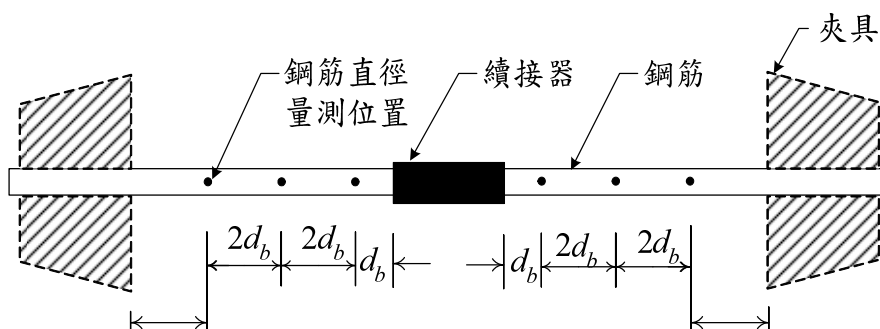


圖2-1 鋼筋直徑收縮率量測點位置示意圖

- c. 鋼筋直徑之量測可為脊至脊之距離（參圖2-2之 D_r ）或與脊至脊連線垂直之鋼筋直徑（參圖2-2之 D_p ），惟不得受到竹節之干擾，且加載前後之量測方式應一致，並應以測微器量測，其靈敏度應達0.02mm。若加載完成後鋼筋於量測點斷裂，則於最靠近量測點之位置量測斷裂後鋼筋之直徑。

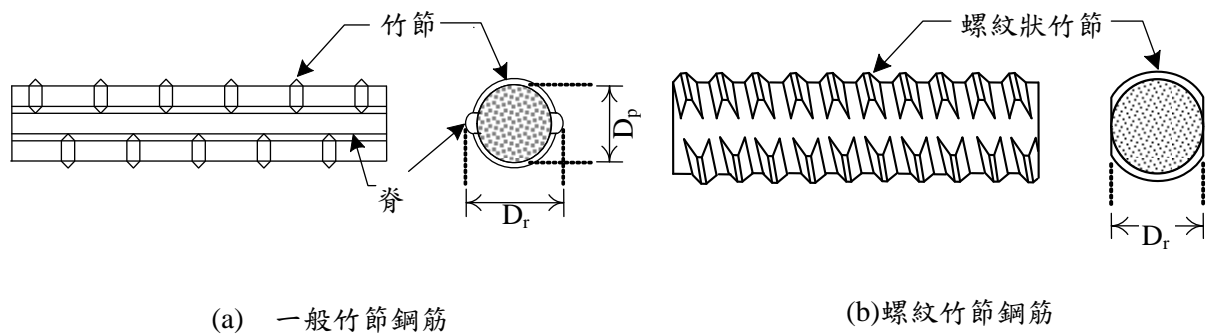


圖2-2 鋼筋直徑之量測示意圖

B. 試驗項目

(A) 拉力試驗（參圖3所示）

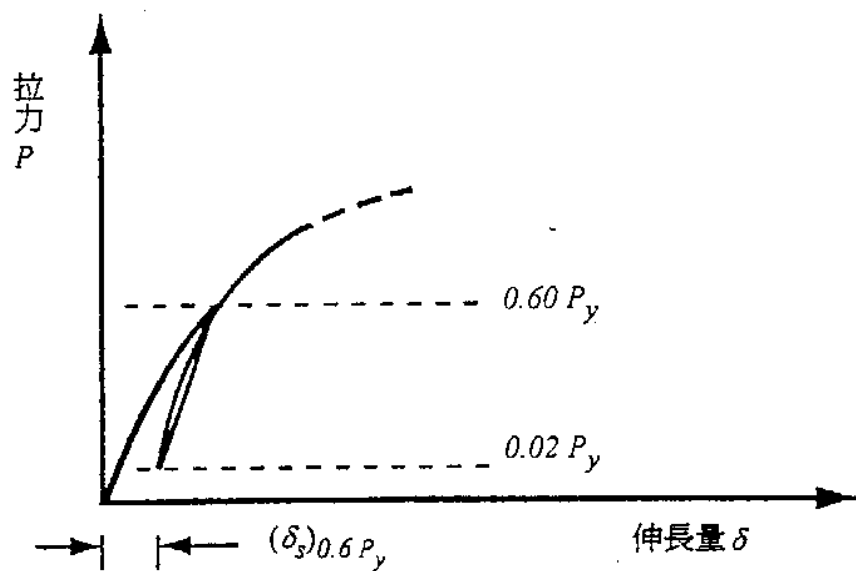


圖3 拉力試驗

- a. 加載歷程：施拉力至 $0.6P_y$ 再卸載至 $0.02P_y$ ，然後施拉力至試體破壞。
- b. 合格標準
 - (a) 抗拉強度：應達 $1.25P_y$ 及 P_u 以上
 - (b) 加載至 $0.6P_y$ 再卸載至 $0.02P_y$ 時之殘留滑動量 $(\delta_s)_{0.6P_y}$ ： $\leq 0.01\text{cm}$
 - (c) 鋼筋直徑收縮率 R ： $\geq 5\%$ 。

(B) 高塑性反復載重試驗 (參圖4、5、6所示)

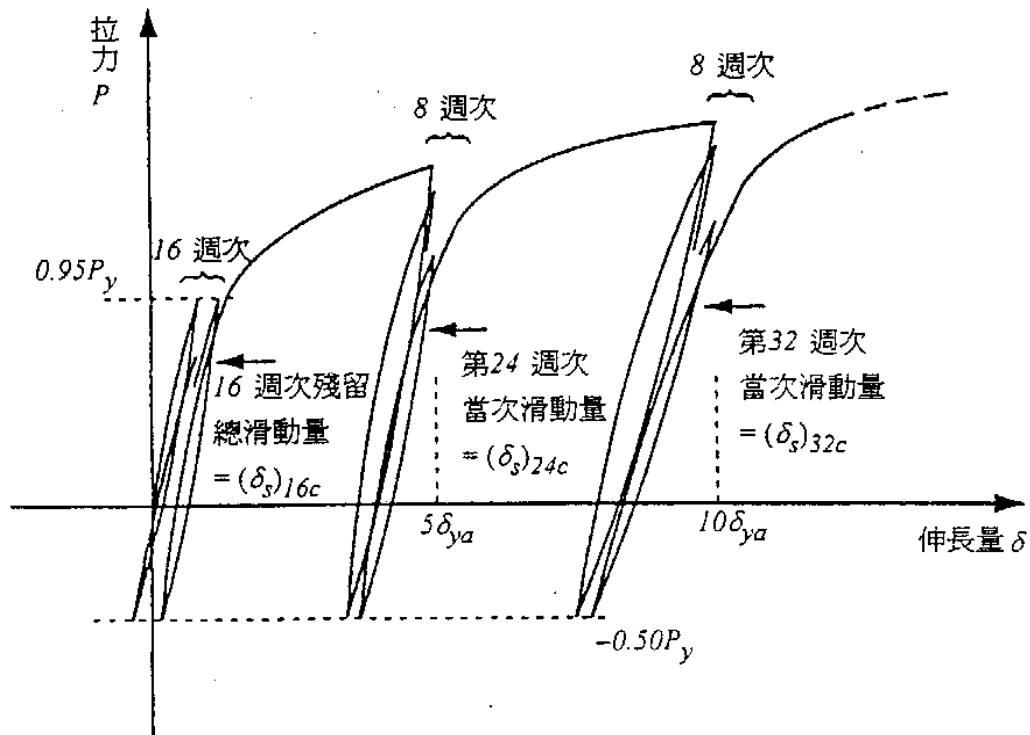


圖4 高塑性反復載重試驗 (一)

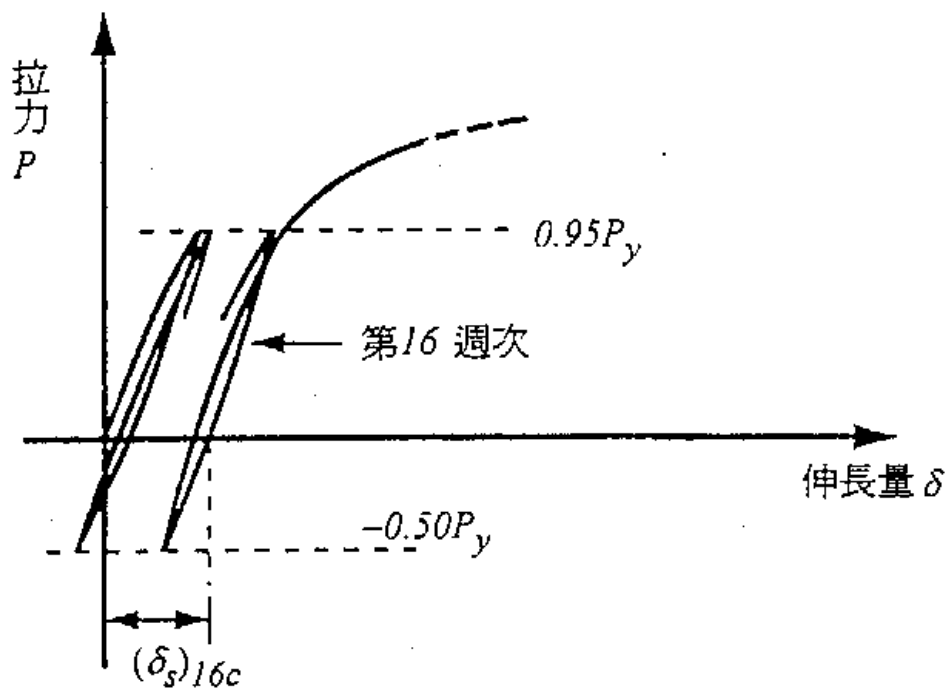


圖5 高塑性反復載重試驗 (二)

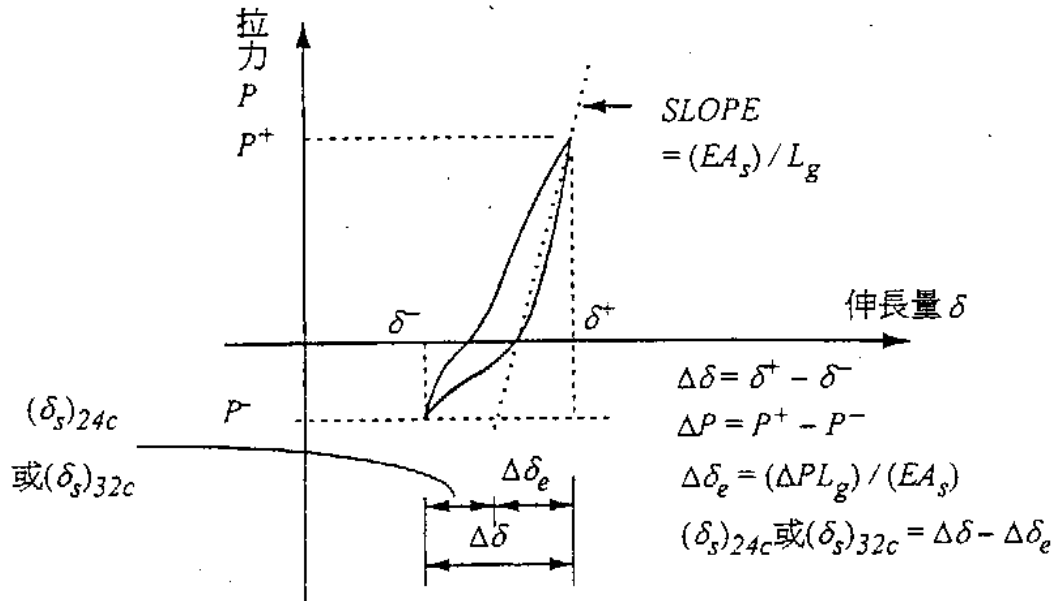


圖6 高塑性反復載重試驗 (三)

- a. 加載歷程：分3階段施加反復載重，第一階段之下限取 $0.5P_y$ 壓力，上限取 $0.95P_y$ 拉力，施加16週次；第二階段之下限取 $0.5P_y$ 壓力，上限取 $5\varepsilon_{ya}$ 施加8週次；第三階段之下限取 $0.5P_y$ 壓力，上限取 $10\varepsilon_{ya}$ 施加8週次；然後施加拉力至試體破壞。
- b. 合格標準
 - (a) 抗拉強度：應達 $1.25P_{ya}$ 及 P_u 以上。
 - (b) 滑動量：第一加載階段之殘留總滑動量 $(\delta s)_{16c} \leq 0.03\text{cm}$ ；第二加載階段至第24週次當次之滑動量 $(\delta s)_{24c} \leq 0.09\text{cm}$ ，且應變 $\leq 1.5\varepsilon_{ya}$ ；第三加載階段至第32週次當次之滑動量 $(\delta s)_{32c} \leq 0.18\text{cm}$ ，且應變 $\leq 3\varepsilon_{ya}$ 。
 - (c) 鋼筋直徑收縮率 R ： $\geq 5\%$ 。
- (5) 試驗樣本中若有一個不合格者，則該樣本所代表之該批均視為不合格品，承包商可就不合格之試驗項目申請加倍取樣複驗或退料，若複驗仍不合格應即運離工地，且該批後之各批抽樣數提高為5個，直至連續3批樣本均合格再恢復為3個。
- (6) 為確保品質控制，承包商應選用優良產品，該產品若經3次抽驗仍不合格時，承包商應改採其他廠牌之續接器。
- (7) 承包商應考慮試驗或複驗所需時間，不得因而延誤工期。

4. 計量與計價

4.1 計量

4.1.1 鋼筋應依設計圖所示鋼筋或鋼筋網之尺寸與長度按表5所示單位長度重量以T或kg為單位計算總重：

表5 鋼筋單位長度重量

種類	稱號	標示代號	單位長度重量 (kg/m)
光面	D6	2	0.222
竹節	D10	3	0.56
	D13	4	0.994
	D16	5	1.56
	D19	6	2.25
	D22	7	3.04
	D25	8	3.98
	D29	9	5.08
	D32	10	6.39
	D36	11	7.90
	D39	12	9.57
	D43	14	11.40

- (1) 鋼筋之搭接除設計圖另有規定外，其長度每超過12 m時允許一次搭接，該長度應依規範或設計圖規定辦理並予計量，承包商為工作方便而使用超出前述規定之搭接接頭所增加鋼筋用量不予計量。
- (2) 組立板鋼筋所需之支撐架（示意圖如圖7）、橫向及斜撐鋼筋，其補貼數量計量標準（按混凝土體積）規定如表6：

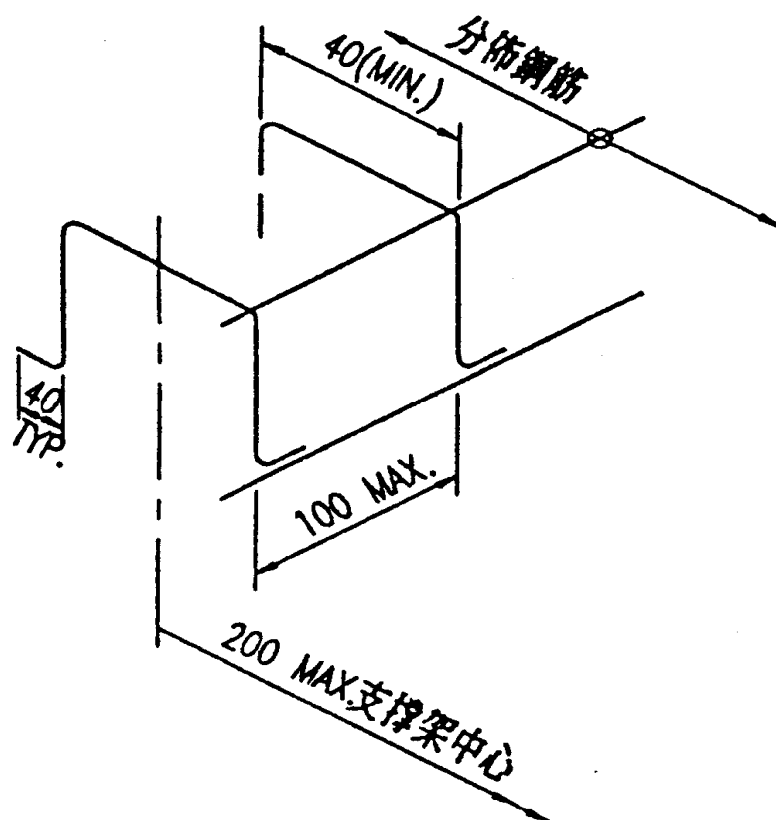


圖7 組立鋼筋支撐架

表6 組立板鋼筋支撐架計量標準

板厚 (cm)	採用鋼筋稱號	計量標準 (kg/m ³)
50以下	D13	2.9
50~100	D16	3.2
101~150	D19	3.5
151~200	D22	4.1
200以上	D25	5.2

- (3) 編紮鋼筋時用以固定鋼筋之夾、鐵線、隔離物、墊塊、墊座等材料已包含於鋼筋契約單價內，不另計量。
- (4) 因承包商請求替換鋼筋尺寸所增加之鋼筋數量不予計量。
- (5) 預鑄鋼筋混凝土樁等預鑄構件所採鋼筋已包含於該工作項目之契約單價內，不另計量。

- (6) 組立墩柱鋼筋應設置之支撐樣架，其補貼數量於契約詳細價目表工作項目「竹節鋼筋，SD 420W」中之計量標準規定如下：
- A. T型或構架式等具橫帽梁式墩柱：按自基礎頂面至橋墩帽梁底面間之墩柱混凝土體積以 8 kg/m^3 為計量標準。
- B. 擴頭式等未具橫帽梁式墩柱：按自基礎頂面至橋墩帽梁頂面間之墩柱混凝土體積以 8 kg/m^3 為計量標準。
- (7) 墩柱鋼筋應設置之組立支撐樣架，承包商如提送其他方式代替，相關補貼數量計量標準仍按(6)款規定辦理，不另計量。
- 4.1.2 「鋼筋續接器」係以「個」為計價單位，工作項目名稱內標示之直徑（xx mm ϕ ）係指續接鋼筋之標稱直徑。
- 4.2 計價
- 4.2.1 「鋼筋」、「鋼筋網」契約單價已包含鋼筋材料、彎紮、組立及完成本項工作所需一切材料、人工、機具設備、管理及損耗等費用，並已扣除下腳料之殘值。
- 4.2.2 「鋼筋續接器」契約單價已包含續接器材料、安裝及完成本項工作所需一切材料、人工、機具設備等費用，另無其他給付。

<u>工作項目名稱</u>	<u>計價單位</u>
竹節鋼筋，SD 420W，D43	T（或kg）
竹節鋼筋，SD 420W	T（或kg）
竹節鋼筋，SD 280	T（或kg）
光面鋼筋	T（或kg）
鋼筋網	T（或kg）
鋼筋續接器，xx mm ϕ	個

<本章結束>