

土木 401 鋼筋銲接規定修訂對照表

修訂緣由：

有關於規範對於鋼筋銲接之規定，僅要求銲接強度須大於 $1.25f_y$ ，於塑鉸區或非線性變形區域之鋼筋使用並未規定或不允許使用；市面上已見工廠生產製造的對銲箍筋，且國內學者（廖文正、鄭敏元、歐昱辰）已針對此類對銲箍筋進行高強度柱軸壓試驗、撓曲構材試驗、及預鑄柱反覆試驗，且試驗證實對銲閉合箍筋可以有效提供混凝土圍束效果，及構材所需之剪力強度。

修訂日期：114 年 5 月 16 日

項次	變更後條款	原土木 401-112 條款	說明
1	18.2.8.1 銲接續接應分為(a)或(b)類： (a) 第一類(B 級)－符合第 25.5.7 節及第 26.6.4 節規定之銲接續接。 (b) 第二類(A 級)－應於工廠製作完成，符合第 25.5.7 節及第 26.6.4 節規定且能使被續接鋼筋發展至規定抗拉強度之銲接續接。 解說： 本規範新增鋼筋之銲接續接區分為第一類及第二類銲接續接，額外要求第二類銲接續接能使被續接鋼筋發展至規定抗拉強度 f_u，係為採用該類銲接續接之橫向鋼筋能在特殊抗彎矩構架梁或柱接頭面起算兩倍構材深度範圍內、或因側向位移超過線性行為範圍外時，導致縱向鋼筋可能降伏之臨界斷面處起算兩倍構材深度範圍內被使用。同時為確保第二類鋼筋銲接的品質穩定性，特別要求銲接作業宜於不受風雨侵襲之工廠內製作完成。		新增 18.2.8.1。 新增銲接續接分成兩類，以因應國內工程界實際運用之需要。
2	18.2.8.2 除閉合箍筋採用第二類之電阻對銲續接外，用以抵抗地震引致力之鋼筋銲接續接，應不使用於特殊抗彎矩構架梁或柱接頭面起算兩倍構材深度範圍內，或構材因側向位移超過線性行為範	18.2.8.1 用以抵抗地震引致力之鋼筋銲接續接須符合第 25.5.7 節之規定，且應不使用於特殊抗彎矩構架梁或柱接頭面起算兩倍構材深度範圍內，或因側向位移超過線性行	18.2.8.1 順號至 18.2.8.2。 除經實驗證實塑鉸區採用第二類銲接閉合箍筋在圍束與剪力行為良好外，其他鋼筋銲接續接，仍不允

項次	變更後條款	原土木 401-112 條款	說明
	圍外時，導致鋼筋可能降伏之臨界斷面處起算兩倍構材深度範圍內。 解說： 按第二十六章之規定，鋼筋銲接宜符合美國AWS D1.4之規定。限制銲接續接之位置，因為在降伏區域，鋼筋拉應力可能超過第25.5.7節之強度規定。鋼筋銲接續接之限制適用於所有抵抗地震效應之鋼筋，包含橫向鋼筋。惟採用第二類電阻對銲接之閉合箍筋，過去實驗已證實用於降伏區可具有良好之剪力與圍束行為[1-3]，故不限制其使用位置。	為範圍外時，導致鋼筋可能降伏之臨界斷面處起算兩倍構材深度範圍內。 解說： 按第二十六章之規定，鋼筋銲接宜符合美國AWS D1.4之規定。限制銲接續接之位置，因為在降伏區域，鋼筋拉應力可能超過第25.5.7節之強度規定。鋼筋銲接續接之限制適用於所有抵抗地震效應之鋼筋，包含橫向鋼筋。	許使用於可能降伏區域。
3	18.2.8.3 設計上應不允許將肋筋、箍筋、埋入物或其他類似構件銲在縱向鋼筋上。	18.2.8.2 設計上應不允許將肋筋、箍筋、埋入物或其他類似構件銲在縱向鋼筋上。	18.2.8.2 順號至18.2.8.3。
4	25.5.7.1 機械或銲接續接應發展其抗拉或抗壓強度至少達鋼筋 $1.25f_y$ 之強度。 解說： 為確保續接保有足夠之強度，使得構材可達到降伏強度，同時避免脆性破壞，因此選擇續接強度為規定降伏強度再增加25%，乃可兼顧適當的最小安全性與實務的最大經濟性。 銲接續接規定拉力強度為降伏強度之1.25倍，其目的係為獲得充分堅固之銲接，以及足以抵抗壓力。 美國結構鋼筋銲接規範 (AWS D1.4) 已說明，實務上 D22鋼筋及較大鋼筋以直接對銲較適宜，因而不規定鋼筋需直接對銲。	25.5.7.1 機械或銲接續接應發展其抗拉或抗壓強度至少達鋼筋 $1.25f_y$ 之強度。 解說： 為確保續接保有足夠之強度，使得構材可達到降伏強度，同時避免脆性破壞，因此選擇續接強度為規定降伏強度再增加25%，乃可兼顧適當的最小安全性與實務的最大經濟性。 銲接續接主要為主構材中之大號鋼筋 (D19及以上) 所使用。規定拉力強度為降伏強度之1.25倍，其目的係為獲得充分堅固之銲接，以及足以抵抗壓力。 美國結構鋼筋銲接規範 (AWS D1.4) 已說明，實務上 D22鋼筋及較大鋼筋以直接對銲較適宜，因而不規定鋼筋需直接對銲。	刪除解說中限制在大號鋼筋中使用之字眼，放寬銲接續接亦可使用於小號鋼筋。

項次	變更後條款	原土木 401-112 條款	說明
5	26.6.4.2 合格要求應包括： (a) 所有非預力鋼筋銲接應符合設計圖說之要求或經由設計者核准，其材質應符合 CNS 560 鋼筋符號含 W 者、或用於工廠製作且電阻對銲閉合箍筋符合 CNS 560 鋼筋符號 SD 690 者、或 CNS 6919 銲接鋼線網之規定。 (b) 除托架或梁托前端及其他經由設計者核准者外，交叉鋼筋銲接不得用於鋼筋組合。 解說： 如果要求銲接鋼筋時，需要考慮鋼的可銲性和相容的銲接程序。銲接鋼筋各方面需求的規定，包括銲接程序的合格標準等，可參考AWS D1.4之規定。 鋼材的可銲性是基於依鋼材的化學成分所計算的碳當量 (CE)。AWS D1.4規定一系列碳當量及鋼筋尺度的預熱和銲接溫度。AWS D1.4中有兩種公式計算碳當量 (CE)：僅考慮碳和錳元素的公式，是用於 CNS 560 以外之鋼筋；對於CNS 560 鋼筋則有一個更完整的碳當量 (CE) 計算公式。 CNS 560鋼筋符號含W者適用於需要控制其拉伸性能、銲接或兩者皆需之情況。CNS 560要求的可銲接性係符合不超過 0.55 %的碳當量 (CE)，並控制其化學成分。依CNS 560的要求，製造商需提報化學分析和碳當量 (1991年Gustafson 及 Felder)。當使用符合CNS 560要求的可銲接性以外之鋼筋進行銲接，設計圖說宜明確規定製造廠試驗報告之內容，包括用於計算碳當量的化學分析結果。 經常有需要銲接既有結構的鋼筋，卻無既有鋼筋的製造廠試驗報告可供參考，這種情況尤其常見於建築物改建或擴建，AWS D1.4註明這種鋼筋需要以代表性的鋼筋進行化學分析，如果化學成分未知或無法獲得時，AWS D1.4要求需有最低的預熱。對於CNS 560以外之鋼筋，D19或更小號鋼筋最低需預熱至150 °C [422 K]	26.6.4.2 合格要求應包括： (a) 所有非預力鋼筋銲接應符合設計圖說之要求或經由設計者核准，其材質應符合 CNS 560 鋼筋符號含 W 者或 CNS 6919 銲接鋼線網之規定。 (b) 除托架或梁托前端及其他經由設計者核准者外，交叉鋼筋銲接不得用於鋼筋組合。 解說： 如果要求銲接鋼筋時，需要考慮鋼的可銲性和相容的銲接程序。銲接鋼筋各方面需求的規定，包括銲接程序的合格標準等，可參考AWS D1.4之規定。 鋼材的可銲性是基於依鋼材的化學成分所計算的碳當量 (CE)。AWS D1.4規定一系列碳當量及鋼筋尺度的預熱和銲接溫度。AWS D1.4中有兩種公式計算碳當量 (CE)：僅考慮碳和錳元素的公式，是用於CNS 560 以外之鋼筋；對於CNS 560 鋼筋則有一個更完整的碳當量 (CE) 計算公式。 CNS 560鋼筋符號含W者適用於需要控制其拉伸性能、銲接或兩者皆需之情況。CNS 560要求的可銲接性係符合不超過0.55 %的碳當量 (CE)，並控制其化學成分。依CNS 560的要求，製造商需提報化學分析和碳當量 (1991年Gustafson 及 Felder)。當使用符合CNS 560要求的可銲接性以外之鋼筋進行銲接，設計圖說宜明確規定製造廠試驗報告之內容，包括用於計算碳當量的化學分析結果。 經常有需要銲接既有結構的鋼筋，卻無既有鋼筋的製造廠試驗報告可供參考，這種情況尤其常見於建築物改建或擴建，AWS D1.4註明這種鋼筋需要以代表性的鋼筋進行化學分析，	開放於工廠製作且採用電阻對銲閉合箍筋之 CNS 560 鋼筋可以被使用。

項次	變更後條款	原土木 401-112 條款	說明
	；D22或以上鋼筋最低預熱至260 °C [533 K]。各種尺度之CNS 560鋼筋所需的預熱溫度，為銲接規範表中碳當量 (CE) 超過0.45 %至0.55 %範圍所對應的最低預熱。特定鋼筋的銲接宜依據AWS D1.4規範之規定執行。另外宜依其他狀況決定是否需要額外的預警，例如鋼筋的應力大小、破壞後導致的結果、由於銲接作業造成現有混凝土的熱損壞等。 AWS D1.4規定承包商要準備符合銲接規範要求的銲接程序規範 (WPSs)。AWS D1.4附錄A列有WPS所需顯示資料的建議表格。 AWS D1.4不包含鋼線對鋼線銲接、鋼線或銲接鋼線網銲接到鋼筋或鋼結構構件。如果專案中需要進行這類銲接，在設計圖說中宜規定該銲接要求或性能標準。如銲接冷拉鋼線，當鋼線被銲接加熱，銲接程序宜說明潛在的降伏強度損失和冷加工處理 (製造期間) 時達到的延展性。如依CNS 6919規定，採機器和電阻銲製造的銲接光面鋼線和麻面鋼線，則這些潛在的擔心則不是問題。 符合CNS 560鋼筋符號SD 690者，若以電阻銲進行鋼筋對接續接以形成閉合箍筋時，施作廠商應提出製作標準與允差範圍 (例如，銲接處最大直徑、對接之軸線偏心距)，經設計單位與監造單位同意，並符合26.6.4.3節至第26.6.4.4節之規定。 (b) 交叉鋼筋銲接時，因銲接點的冶金缺口效應，可能會嚴重弱化鋼筋。所以只有當銲接材料與銲接操作被持續控制合格性，才能安全地進行此項作業，例如製造銲接鋼線網。托架或梁托前端錨定鋼筋銲接細部詳見第16.5.6.3節解說。	如果化學成分未知或無法獲得時，AWS D1.4要求需有最低的預熱。對於CNS 560以外之鋼筋，D19或更小號鋼筋最低需預熱至150 °C [422 K]；D22或以上鋼筋最低預熱至260 °C [533 K]。各種尺度之CNS 560鋼筋所需的預熱溫度，為銲接規範表中碳當量 (CE) 超過0.45 %至0.55 %範圍所對應的最低預熱。特定鋼筋的銲接宜依據AWS D1.4規範之規定執行。另外宜依其他狀況決定是否需要額外的預警，例如鋼筋的應力大小、破壞後導致的結果、由於銲接作業造成現有混凝土的熱損壞等。 AWS D1.4規定承包商要準備符合銲接規範要求的銲接程序規範 (WPSs)。AWS D1.4附錄A列有WPS所需顯示資料的建議表格。 AWS D1.4不包含鋼線對鋼線銲接、鋼線或銲接鋼線網銲接到鋼筋或鋼結構構件。如果專案中需要進行這類銲接，在設計圖說中宜規定該銲接要求或性能標準。如銲接冷拉鋼線，當鋼線被銲接加熱，銲接程序宜說明潛在的降伏強度損失和冷加工處理 (製造期間) 時達到的延展性。如依CNS 6919規定，採機器和電阻銲製造的銲接光面鋼線和麻面鋼線，則這些潛在的擔心則不是問題。 (b) 交叉鋼筋銲接時，因銲接點的冶金缺口效應，可能會嚴重弱化鋼筋。所以只有當銲接材料與銲接操作被持續控制合格性，才能安全地進行此項作業，例如製造銲接鋼線網。托架或梁托前端錨定鋼筋銲接細部詳見第16.5.6.3節解說。	
6	26.6.4.3 檢驗頻率 (a) 非預力鋼筋銲接續接檢驗包含施工前性能試驗及施工中品質檢驗。 (b) 非預力鋼筋銲接續接施工前，應出具近期試驗室辦理相同施作廠商或製造廠同型		新增 26.6.4.3 (a)、(b)、(c)、(d)小節之規定，及表 26.6.4.1。 規定鋼筋銲接續接的性能試驗與

項次	變更後條款	原土木 401-112 條款	說明									
	號銲接組件之性能試驗合格報告，並經監單位核准。 (c) 鋼筋銲接續接施工期間應全數依 CNS 13021 執行目視銲道檢查，並依下表辦理工地取樣執行第 26.6.4.4 節之試驗。 表 26.6.4.3 鋼筋銲接續接施工期間最低取樣頻率 <table><tr><th>用途</th><th>第二類 (A 級)</th><th>第一類 (B 級)</th></tr><tr><td>抵抗軸力或彎曲之縱向鋼筋</td><td>不允許</td><td>1/200</td></tr><tr><td>抵抗剪力、扭矩或提供圍束之閉合鋼筋</td><td>1/2000</td><td>1/2000</td></tr></table> (d) 工地取樣試驗結果不符第 26.6.4.4 節規定時，應依 CNS 2608 之規定進行重驗，如重驗結果符合規定時，該批銲接續接組件視為合格。若重驗結果仍不合格時，該批銲接續接組件應予以拒收。重驗以一次為限。 解說： (a) (b) 鋼筋銲接續接之品質管制包含材料與施工，選擇施作廠商時，符合第一類 (B級)銲接續接者，宜要求該施作廠商出具最近3年內試驗室辦理相同施作廠商或製造廠同型號續接組件之續接性能試驗合格報告，符合第二類(A級)銲接續接者，宜要求施作廠商出具最近3年內試驗室辦理相同製造廠同型號續接組件之續接性能試驗合格報告，並經監造單位核准。材料進場施工前執行一組續接性能試驗，每一種續接型式與不同鋼筋強度等級之組合分別執行性能試驗，每一種續接型式與同一鋼筋強度等級、標稱直徑差未滿 8mm之組合，得以直徑較大者之性能試	用途	第二類 (A 級)	第一類 (B 級)	抵抗軸力或彎曲之縱向鋼筋	不允許	1/200	抵抗剪力、扭矩或提供圍束之閉合鋼筋	1/2000	1/2000		品質檢驗等相關規定。 取樣頻率的決定：以 3 x 3 bay，跨距 9m，樓高 3.2m，柱 1 x 1m，梁 0.6m x 0.9m 之標準住宅考量，柱 1 組箍筋組合包含 3 個對銲閉合箍，共需 1488 個，大梁 1 組箍筋組合包含 2 個對銲閉合箍，共需 3456 個，小梁則需 756 個，合計 5700 個，按每 2000 個取 1 個，則每層至少取樣 3 個試體，亦符合一組至少取樣 3 個。
用途	第二類 (A 級)	第一類 (B 級)										
抵抗軸力或彎曲之縱向鋼筋	不允許	1/200										
抵抗剪力、扭矩或提供圍束之閉合鋼筋	1/2000	1/2000										

項次	變更後條款	原土木 401-112 條款	說明															
	驗報告為代表。一組性能試驗至少取樣3個試體。 續接性能試驗之試體與工地現場採用同一規格之材料及施工方法製作，具備材料證明。 (c) 所有鋼筋銲接型式於鋼筋銲接完成後，全數按CNS 13021進行目視銲道檢查，且全數合格方可在工地現場執行取樣試驗。 鋼筋銲接續接組件進場各號數、不同型式、或不同強度要分開取樣，並執行第26.6.4.4節之試驗。本規範不允許第二類(A級)抵抗軸力或撓曲之縱向鋼筋銲接續接用於降伏區域內，第一類(B級)抵抗軸力與撓曲之縱向鋼筋銲接續接依每滿200個取樣1個(未滿200個取樣1個)。抵抗剪力、扭矩或提供圍束之閉合箍筋銲接續接依每滿2000個取樣1個(未滿2000個取樣1個)，且第二類(A級)與第一類(B級)的取樣規定相同。本節規定之抽樣頻率係參考國內工程習慣而定之最低量，設計單位或業主得視情況提高抽樣頻率。																	
7	26.6.4.4 允收準則 (a) 非預力鋼筋銲接續接試驗合格標準如表 26.6.4.4 所列。 (b) 除非另有規定，試體破壞模式如斷裂位置等不作為等級判別或拒收之理由。 表 26.6.4.4 非預力鋼筋銲接續接試驗性能合格標準 <table><tr><th rowspan="2">試 驗 項目</th><th rowspan="2">加 載 程序</th><th rowspan="2">指 標</th><th colspan="2">合格標準</th></tr><tr><th>第 二 類 (A 級)</th><th>第 一 類 (B 級)</th></tr><tr><td rowspan="2">單 向 拉 伸 試 驗</td><td rowspan="2">0 → 拉 至 破 壞</td><td>抗 拉 強度</td><td>≥ 1.25 f_y 且 ≥ f_u</td><td>1.25 f_y</td></tr><tr><td>伸 長 率^[1]</td><td>≥ 4%</td><td>≥ 2%</td></tr></table> ^[1] 依 CNS 2112 之規定，鋼筋對銲續接處外兩	試 驗 項目	加 載 程序	指 標	合格標準		第 二 類 (A 級)	第 一 類 (B 級)	單 向 拉 伸 試 驗	0 → 拉 至 破 壞	抗 拉 強度	≥ 1.25 f _y 且 ≥ f _u	1.25 f _y	伸 長 率 ^[1]	≥ 4%	≥ 2%		新增 26.6.4.4。規定鋼筋銲接續接試驗性能之允收規定。
試 驗 項目	加 載 程序				指 標	合格標準												
		第 二 類 (A 級)	第 一 類 (B 級)															
單 向 拉 伸 試 驗	0 → 拉 至 破 壞	抗 拉 強度	≥ 1.25 f _y 且 ≥ f _u	1.25 f _y														
		伸 長 率 ^[1]	≥ 4%	≥ 2%														

項次	變更後條款	原土木 401-112 條款	說明
	側各 2.5db 為標點，即標距 5db 之鋼筋伸長率；鋼筋非對銲續接之伸長率量測，可依 CNS 15560 試驗裝置之規定，取銲接處外上下各 3db 之標距伸長率的較大值。當鋼筋銲接後之受力有偏心情況時，僅能判定為第一類(B 級)。 解說： 鋼筋銲接續接不會發生如機械式續接器滑動問題，因此不作殘留滑動量之性能檢查。當鋼筋銲接續接後之鋼筋受力會產生偏心情況時，其伸長率之認定較為困難，僅能符合第一類(B級)。		

參考文獻：

- [1] Ou, Y.-C.; Alrasyid, H.; Haber, Z. B.; and Lee, H.-J., "Cyclic behavior of precast high-strength reinforced concrete columns," ACI Structural Journal, V. 112, No. 6, November-December, 2015, pp. 839-850.
- [2] Liao, W.-C.; Perceka, W.; and Wang, M., "Experimental study of cyclic behavior of high-strength reinforced concrete columns with different transverse reinforcement detailing configurations," Engineering Structures, V. 153, No. Supplement C, 2017, pp. 290-301.
- [3] Wibowo, L. S. B.; Cheng, M. Y.; Huang, F. C.; and Tai, T. Y., "Effectiveness of High-Strength Hoops in High-Strength Flexural Members," ACI Structural Journal, V. 114, No. 4, Jul-Aug, 2017, pp. 887-897.