

第 05121 章

鋼橋製作及架設

1. 通則

1.1 本章概要

說明鋼橋之材料、製作、架設及檢驗等相關規定。

1.2 工作範圍

包括鋼橋鋼料之供應、工廠銲接工作、製作、組立、搬運、安裝架設、現場銲接工作及檢驗等相關工作。

1.3 相關章節

1.3.1 第 01330 章--資料送審

1.3.2 第 01450 章--品質管理

1.3.3 第 09972 章--鋼橋油漆

1.4 相關準則

1.4.1 中華民國國家標準 (CNS)

- (1) CNS 2608 G2018 鋼料之檢驗通則
- (2) CNS 3013 G1015 熱軋鋼板、鋼片、鋼帶之形狀、尺度、質量及其許可差。
- (3) CNS 3860 Z7048 鋼製捲尺。
- (4) CNS 12618 Z8075 鋼結構銲道超音波檢測法
- (5) CNS 12845 Z8099 結構用鋼板超音波直束檢測法
- (6) CNS 13020 Z8114 鋼結構銲道射線檢測法
- (7) CNS 13341 Z8125 鋼結構銲道磁粒檢測法

1.4.2 美國材料及試驗協會 (ASTM)

- (1) ASTM A6 結構用軋軋鋼板、型鋼、板樁與鋼棒之一般規定
- (2) ASTM A36 結構鋼之型鋼、槽鋼、角鋼、鋼板

- (3) ASTM A108 冷處理碳鋼棒之品質標準
- (4) ASTM A325 結構鋼接頭用高強度螺栓
- (5) ASTM A572 加鋁釩高強度低合金結構鋼規範
- (6) ASTM A709 橋梁含碳高強度低合金結構型鋼、鋼板、鋼棒及冷處理合金結構鋼板規範

1.4.3 美國銲接工程協會 (AWS)

- (1) AWS D1.1 銲接/熔接/銲條/預熱/鋼材非破壞性檢驗法或(結構銲接規範)
- (2) AWS D1.5 橋梁銲接規範
- (3) AWS D5.1 銲料取得指南

1.4.4 日本工業規格協會

JIS B 0601 表面粗糙度

1.4.5 美國道路及運輸官員協會 (AASHTO)

公路橋梁標準規範(Standard Specifications for Highway Bridges)
2002 年版

1.4.6 本節規範未規定事項，依序以下列規範於訂定契約時之最新版規定辦理。

- (1) 中華民國國家標準(CNS)
- (2) 美國道路及運輸官員協會 (AASHTO) 公路橋梁標準規範。
- (3) 美國道路及運輸官員協會 (AASHTO) 鋼結構銲接規範。
- (4) 交通部“公路工程施工規範”。
- (5) 日本道路協會“道路橋示方書・同解說”Ⅱ鋼橋編。
- (6) 美國銲接工程協會 (AWS)：鋼結構銲接規範 (D1.1)。
- (7) 美國鋼結構學會 (AISC)：鋼結構施工手冊。

1.5 資料送審

1.5.1 品質計畫

1.5.2 材料出廠及試驗合格證明文件

1.5.3 材料樣品

1.5.4 合作契約

承建之鋼結構工廠應為承包商自營之鋼結構製作工廠或與承包商有正式合作契約，並經法院公證之鋼結構製作工廠。

1.5.5 施工計畫及施工製造圖

1.5.6 安裝與架設計畫

1.5.7 銲接計畫

(1) 承包商應於施工前，考量橋址環境、作業條件、架設方法等各項因素，提送銲接計畫，送請工程司審查核定後始可施工。其內容包括：

- A. 銲接程序、銲接方法
- B. 銲接材料
- C. 銲接設備
- D. 接頭開槽形狀及許可差
- E. 背墊材料及其裝設方式
- F. 銲接引起變形對策
- G. 銲接試驗計畫
- H. 電銲工名冊
- I. 施工中之安全防護措

(2) 銲接試驗

前述工地銲接之銲接方法、銲接順序、銲接材料、開槽形狀及其許可差、背墊材料及其裝設方式等項，應以銲接試驗結果，證實合乎品質需求者方可。

(3) 電銲技工之技術水準應符合下列規定

- A. 經行政院勞工委員會技能檢定合格，且應有 2 年電銲工作經驗，並在工作開始前最近 6 個月內，曾從事同類銲接工作者，或電銲工作前經重新考試檢定合格者，始為合格。
- B. 雖經檢定合格之電銲工，於從事電銲工作時，若不遵守規定或施銲之品質不符合要求時，得拒絕其加入電銲工作。

1.5.8 工作人員、機具設備及工程經歷

除契約圖說上另有特別註明者外，應在工程司核可之工廠內加工製作，

再運至工地安裝架設。承包商應指派富有鋼橋施工經驗之專責工程人員常駐工廠與工地負責辦理各項施工事宜，並應先將人選報請工程司核可。如部分工程確有分包之必要時，承包商應將分包廠商之詳細資料，包括廠商名稱、負責人姓名、經主管機關核准承包鋼結構工程之營業執照字號、主要工作人員名冊、機具設備表以及過去 3 年內承建類似工程之經歷等，經工程司核可後施工。

1.5.9 計算書

- (1) 材料數量計算書
- (2) 安裝用構台、臨時支撐強度計算書

2. 產品

2.1 材料

2.1.1 鋼板及型鋼

- (1) 除契約圖說另有規定外，鋼板及型鋼均須分別採用符合國家標準（CNS）、美國材料試驗協會（ASTM）規格或日本工業規格協會（JIS）之新品。
- (2) 鋼板厚度之許可差須符合 CNS 3013 或 ASTM A6 之有關規定。板厚不足時，其許可差不得大於設計板厚之 5%。鋼板表面若有缺陷，應依 3.3.2 中表 05121-8 “銲接缺陷之整修”之規定辦理。修補後之鋼板厚度須在上述許可差之內。
- (3) 每批進場鋼料，無論其為國產品或進口貨，承包商均應將原製造廠商出具之產品試驗合格證明文件，送請工程司檢查，並由承包商會同工程司核對鋼料明細表及抽取樣品送往經認可之檢驗機構檢驗，試驗其化學成分及機械性質是否符合所用材料規範之有關規定。
- (4) 檢驗之抽取試片數量為 CNS 2608 或 ASTM A6 規定原製造廠取樣數量之 50%為原則，檢驗不合規定之鋼板須再試驗時，依 ASTM A6 規

定辦理。19mm 以上厚度之鋼板應依 CNS 12845 之超音波探傷檢查規定由承包商於剪切鋼板前查驗鋼板內有無不符合 AWS 有關規定之夾層 (Lamination) 存在。掃描方式採 CNS 12845 規範規定之甲式，接受基準等級不得低於 1 級。

- (5) 承包商應將檢驗機構所發給之試驗結果報告書送工程司核可後始得使用。凡試驗不合格之鋼料，即視為不合格品，應即運離現場及處理。

2.1.2 銲接材料

所用之銲蕊、銲藥及銲條及影響銲接品質之材料(如背墊材料)，除契約圖說另有規定者外，應依所使用之鋼料及不同之銲接型式，採用符合規範之最適用材料。承包商應自主品管從事與後述規範有關之試驗：美國銲接工程協會鋼結構銲接規範 AWS D1.1 第 5.B、5.C 及 5.D，視何者適用而定，同時提出材料試驗報告，經工程司核可後選擇採用。銲接材料須符合表 05121-1 規定。

表 05121-1 銲接材料之品質要求

鋼料規格要求			銲接材料要求		
鋼料規格	最小降伏強度(ksi)	拉力強度(ksi)	銲條	最小降伏強度(ksi)	拉力強度(ksi)
ASTM A36	36	58~80	掩弧銲 (SMAW) AWS A5.1 OR A5.5	60	72 以上
ASTM A709 Gr. 36	36	58~80	E70xx 潛弧銲 (SAW) AWS A5.17 OR A5.23 F7x-Exxx-x 氣體遮護電弧銲 (GMAW) AWS A5.18 ER70S-X 包藥銲線電弧銲 (FCAW) AWS A5.20 E7xTx-x	60	70~90
				60	72 以上
				60	72 以上

栓之新品，並以其標準尺度作為計價重量之依據。

- (2) 為確保施工品質及利於檢查，高強度螺栓以採用具有自動控制扭力或軸力功能者為原則。承包商應將鎖緊軸力測試使用之設備及方法及最近半年內之儀器校正報告，於施工前送請工程司核可後始可施工。
- (3) 承包商於施工前，將原製造廠商出具之產品試驗合格證明文件，送工程司核可後，並會同工程司依 ASTM A325 相關規定取樣送經認可之檢驗機構試驗，經試驗合格並經工程司核可後始得使用。

2.1.4 剪力釘 (Headed Stud)

- (1) 剪力釘之機械性質須符合 AWS D1.1 表 7.1 之規定。
- (2) 剪力釘之化學成分須符合 ASTM A108 Gr.1015、1018 或 1020 之標準。
- (3) 除契約圖另有規定外，承包商應採用符合規範規定之新品。並應附有電弧被覆劑 (Arc Shield)，銲接時應以原製造廠專用之剪力釘銲槍 (Stud Welding Gun) 施工。
- (4) 所有剪力釘應提出原製造廠之試驗合格證明文件。
- (5) 承包商應於施工前，先依 AWS D1.1 之規定進行剪力釘銲接試驗合格後，方可使用。

2.1.5 基礎錨定螺栓

基礎錨定螺栓 (含螺帽) 須為符合契約圖說所訂規格之新品。承包商應於施工前將原製造廠商出具之產品檢驗合格證明文件送請工程司查驗，並會同工程司以每一種尺寸選取一支取樣送經認可之檢驗機構試驗，合格後始得採用。

2.1.6 材料之運輸及儲存

- (1) 承包商對高強度螺栓之包裝、搬運及保管方法，應妥善處理，務期於工地使用時仍能保持製造廠出貨之原裝狀態。
- (2) 承包商應將經工程司認可之材料，放置於有覆蓋及防潮設備之核准場所妥為儲存，不得有嚴重生銹或變形、污損等情事。材質不同之

鋼料，應以塗色等適當方法，予以區別。

3. 施工

3.1 準備工作

3.1.1 銲接工作一般要求

(1) 鋼橋主要構材部分以使用自動銲接施工為原則。所有銲接工作，應依契約圖說所示之位置及尺度確實辦理。銲接作業，除契約圖說上另有特別註明者外，應在屋內施工。如須在屋外銲接，為免銲接品質受到不良影響，應事先取得工程司核可。

(2) 天候

氣溫在 0℃ 以下時不得銲接。雨天或相對濕度大於 80%時亦不得銲接，即使在屋內亦應先確認銲接部位之表面及裡面無殘存水份時，才可實施銲接工作。風速超過依銲接程序 (Welding Procedure) 所定界限時(8km/hr)，除非有妥善之防風設備並經工程司認可，否則不得銲接。工地銲接作業時，對於天候之溫度、濕度及風速等均應隨時確認，並作成紀錄嚴格管理。開槽處受潮時，應將水份完全除去後，方可銲接，雨天或可能下雨之天氣，在炎熱天氣、夜間或其他可能影響銲接品質之作業環境施工時，應採取適當之必要措施，力求獲致與工廠銲接相當之施工條件，以確保施工品質。

(3) 銲接面不得有鬆屑、渣鏽、油脂或其他任何妨害正常銲接之雜物。如已油漆者，應將銲縫兩側各 10cm 寬範圍內之表面任何油漆層刮除潔淨，然後施銲，銲妥後再補做底漆，被銲面如潮濕時不得施銲，組立完成逾 12 小時之構材，施銲前應將銲縫兩邊充份烘乾後，始可施銲。

(4) 剪力釘於每次正式施銲前先試銲 2 只，以檢視電銲機及銲槍之操作與調整是否適當，並將試銲完成之 2 只剪力釘依 3.4.1 節之規定進行檢驗，檢驗合格後方可繼續進行施工。

3.2 施工方法

3.2.1 鋼橋鋼構造之製作

(1) 放樣

承包商應先繪製施工製造圖，並僱用富有鋼結構經驗之工程師，以經認可之電腦程式 NC (Numerical Control) 數值控制法直接繪線於鋼板。如施工製造圖發生疑義或有施工不便須變更等情事，應即時報告工程司核對決定，否則事後發現有錯誤以致不能接合或架設時，一切損失概由承包商負責。惟對必要部分從事放樣工作，應在適當地點放樣。

(2) 整體長度

所有構材，應依契約圖說所示尺度，使用整體長度尺度之鋼料。除契約圖說上另有規定或經工程司核可外，一切鋼料不得續接。

(3) 取材

主要構材之取材，應使其主要應力之方向與鋼板製造時軋軋之方向一致為原則。

(4) 展直校正

所有鋼料在使用前均應檢查，如有變形等情形，應採用不損傷鋼料之方法予以展直及校正。如鋼料受損較嚴重時，不得強行校直，應留作短料使用。矯直時，應以機械設備冷彎，或在局部儘量少加熱後，再加以矯直，加熱處溫度不得有損鋼料材質，如以加熱矯直，應經工程司核可，並在其監督下小心施作。經淬火及回火之熱處理低合金鋼原則上不得使用加熱矯直法校正。

(5) 劃線

承包商應依施工製造圖、樣尺及樣板，預估加工中可能產生之收縮、變形及磨平量，將製作上所必須之一切資料劃於鋼板上。

在高強度鋼板上或須彎曲加工之軟鋼表面劃線時，不得在鋼板表面上遺留任何永久性劃線痕跡。製作鋼橋時採用之標準基準尺(鋼尺)應符合 CNS 3860 鋼製捲尺一級之規格，所有工廠及工地用鋼捲尺

均須與其校對，其 10m、20m、30m、50m 鋼捲尺之許可差分別為 $\pm 0.5\text{mm}$ 、 $\pm 1.0\text{mm}$ 、 $\pm 2.0\text{mm}$ 、 $\pm 3.0\text{mm}$ 。

(6) 裁切

主要構材應使用自動瓦斯切割，切割面之品質應符合表 05121-2 所列之標準。填板、型鋼及 9mm 厚以上之連接板與加勁板等，亦以使用自動瓦斯切割機切割為原則。如在特殊情形下，經工程司核可時，亦可使用機械剪切，惟切斷面應以砂輪磨平，並應符合表 05121-2 所列之標準。表 05121-2 中，表面粗糙度係依照 JIS B 0601 之規定為準，如 50 S 即表示切割面之表面粗糙度為 50/1,000mm 之凹凸。表 05121-2 中，凹陷深度係指自缺口（Notch）上緣至孔底之凹陷深度。

表 05121-2 構材切割面之品質要求

構材種類切斷面情況	主 要 構 材	次 要 構 材
表面粗糙度	50 S 以下	100S 以下
凹陷深度	不得有凹陷缺口	在 1mm 以下
銲渣 (Slag)	可有塊狀溶渣散佈，但須易於清除不得留有痕跡。	
上緣之熔融	略成圓型，但須平滑	
垂直面誤差	鋼材厚度 10% 以下且在 2mm 以下	

(7) 螺栓孔

所有螺栓孔應做成空心圓柱狀，連接板處應以 NC 鑽孔機施工，孔軸除契約圖說另有規定者外，應與構材表面垂直。螺栓孔邊緣應勻整而無破裂或凹凸之鋸齒形痕跡。鑽孔完成後之螺栓孔徑應較螺栓標稱直徑大 1.5mm (1/16in)。承包商應使用符合規範有關規定之鑽孔方法，並應於施工計畫內說明之。螺栓孔徑之許可差為 +0.5mm (1/48in)，但一螺栓群不超過 20% 螺栓之孔徑許可差可允許至 +1.0mm (1/24in)。

(8) 冷彎

鋼板如須冷彎時，其內側半徑應大於板厚之 15 倍。圓弧內面之兩側部分如發生皺摺應予磨平，如有裂痕，不得使用。

3.2.2 銲接施工之標準及應注意事項

- (1) 構材組立時，應儘量使用工作架及輔助夾具，俾能以適當姿勢從事組立前之臨時固定銲接工作。組立施工之許可差如表 05121-3。

表 05121-3 組立施工之許可差

型式	許 可 差
對銲	開槽底部之間隔：規定值 $\pm 1.0\text{mm}$ 以下 板厚方向構材片之偏心：較薄板厚之 10%以下 背墊板密接度：0.5mm 以下 開槽角度：規定角度 $+10^\circ$ ， -5°
角銲	板之密接度：1.0mm 以下

- (2) 將臨時固定銲利用為正式銲接，應限於無缺陷者，並以儘量少用為原則。作為正式銲道之臨時固定銲，應由前述合格電銲技工為之。所使用之銲條及銲接姿勢，應與正式電銲時相同。臨時固定銲道之長度至少應有 80mm，角銲腳長應 4mm 以上，間距 400mm 以下，距離端緣 30mm 以上。所有臨時固定銲，應於構材組立完成前，將銲渣刮除潔淨，如發現有開裂現象時，應以掘槽熔切器或其他器具將之剷除乾淨後重銲。

(3) 開槽之加工

開槽應依契約圖說規定，以機械精確加工為原則，其表面應平滑。

(4) 電銲作業

電銲作業，應依適當之電流、電壓及電銲速度施銲，期使銲料完全熔透而不發生缺陷，尤其應避免電銲起點之熔透不足（Incomplete Penetration）與發生夾渣（Slag Inclusion）、銲疤（Crater）、龜裂（Crack）及弧擊（Arc Strike）等現象。

(5) 多層銲接

多層銲接時，應將各層銲接面之夾渣、銲濺物（Spatter）等清除乾淨後，再行施銲次層銲道，層間溫度應依照 AWS D1.1 有關規定辦理。

(6) 對銲

於對銲施工時，應使面銲與背銲完全熔透成一體，如使用背墊板（Backing Strip）對銲時，應使第一層之銲料完全熔透，且不得有龜裂及夾渣之情形發生。

(7) 角銲端彎

於鋼件之轉角處終止之角銲，應使銲道繼續轉角至銲接尺度 2 倍以上之距離後方可終止。

(8) 自動銲接

採用自動電銲施工時，應注意下列各節：

- A. 在銲接之前應將銲接面及其鄰接部位依 3.1.1(2)澈底清除潔淨，銲接面之黑皮（Mill Scale）亦應完全除去。
- B. 銲條與銲藥（Flux）應完全乾燥，並應在乾燥狀態下施銲。
- C. 將成為正式銲接之臨時固定銲應儘量少用，並應使用被覆劑內所含有機物較少之電銲條施銲。
- D. 銲條與銲藥之選擇、銲件相互位置、電流與銲接速度等，應經實驗檢討之後再施行銲接為宜。
- E. 電銲機應不受電壓變動之影響，並應事先調整妥當，俾能充份發揮其性能。
- F. 採用自動電銲時，不得在銲接中途切斷電弧。若有斷弧情況發生，在銲道斷點清除氣孔雜物後且需剷除 50mm 以上，始可起弧續銲，惟應在該銲道斷點前後各 10cm，共 20cm 範圍內加做非破壞檢驗並確定其品質沒有缺陷。

(9) 預熱

為防止銲接發生龜裂，應依鋼材種類、銲條種類、銲接方法、接頭形狀及板厚等，依 AWS D1.1 之規定在銲接處作適當預熱，承包商應於施工前，將正式銲接時所需之最小預熱溫度列入銲接計畫書中，送工程司核可後方可實施。最小預熱溫度以表 05121-4 所示者為原則。

表 05121-4 最小預熱溫度

鋼材規格	銲接方法	銲接處鋼板厚(mm)	一般構材
ASTM A36 ASTM A709 Gr. 36	掩弧銲 (SMAW) 非使用 低氫素型銲條者	$19 \leq t$ $19 < t \leq 38$ $38 < t \leq 64$ $64 < t$	不需預熱 66°C 107°C 150°C
ASTM A36 ASTM A709 Gr. 36 ASTM A709 Gr. 50 ASTM A572 Gr. 50	掩弧銲 (SMAW) 使用低 氫素型銲條者 潛弧銲 (SAW) 氣體遮護電弧銲 (GMW) 包藥銲線電弧銲 (FCAW)	$19 \leq t$ $19 < t \leq 38$ $38 < t \leq 64$ $64 < t$	不需預熱 10°C 66°C 107°C
ASTM A572 Gr. 60	掩弧銲 (SMAW) 使用低氫素型銲條 潛弧銲 (SAW) 氣體遮護電弧銲 (GMAW) 包藥線電弧銲 (FCAW)	$19 \leq t$ $19 < t \leq 38$ $38 < t \leq 64$ $64 < t$	10°C 66°C 107°C 150°C

(10) 邊端接板

所有對銲及翼緣與腹板之角銲工作，應設置與構材同一開槽之邊端接板 (End Plate)。銲接工作之起點及終點，均應在 50mm 以上之邊端接板上，且不容許銲疤 (Crater) 延伸至銲件上。「邊端接板」應於銲接工作完成後，用瓦斯焰切除，並以砂輪磨平，以防發生缺

陷及兩端急冷，且不得損及母材。

(11) 端面加工

鋼橋之主要構材，應確立架設之精度，於構件銲接完成，經變形矯正後，將構材接合之端面加以整修，使構材之尺度及角度符合架設尺度，長度精度應在 $\pm 1\text{mm}$ 以內。

(12) 未詳列部分仍應按 AWS D1.1 有關規範施工。

3.2.3 鋼橋安裝架設

(1) 試拼裝

鋼橋在工廠製造完成後，承包商應按照契約圖說及施工製造圖樣，在廠內進行試拼裝作業，以便發現在製造時所可能發生之許可差，並予以整修，同時亦可檢查製造工作之準確度。

試拼裝時，應使用適當數量的支撐架，支撐於適當位置(如補強板處)使構材保持在低應力狀態。試拼裝時主要構材之現場接合部分，應使用設計數 30%以上之臨時螺栓，俾接合穩妥。此項臨時螺栓可用普通螺栓及衝梢(Drift Pin)代替之。如用普通螺栓，其直徑應與高強度螺栓直徑相同，如使用衝梢，其直徑應大於 0.8mm 以上，裝配時應避免臨時加大孔徑，或使材料扭曲。構材組立後，螺栓孔之錯開，其容許值應在 1.0mm (1/24in) 以下。螺栓孔之貫通率及阻塞率規定如表 05121-5。

表 05121-5 螺栓孔之貫通率及阻塞率

螺栓標稱直徑		貫通標準計		貫通率	阻塞標準計		阻塞率
(mm)	(in)	(mm)	(in)	(%)	(mm)	(in)	(%)
D		D+0.5	D+1/48"	100	D+2	D+1/12"	80 以上

(2) 試拼裝檢測合格後，於表面處理前，所有鋼材角邊須作 1mm 之截角，表面處理依第 09972 章之規定辦理。構材及試拼裝之準確度應依表 05121-6 之規定為準。

(3) 安裝架設之機具及臨時設施

承包商應根據前送施工計畫書所列原則，詳繪安裝及架設之方法、步驟、使用機具之性能、所擬設立之臨時支架或門型塔架、臨時斜

撐及一切因架設鋼橋所需各項圖說及計算書，編製妥善之鋼橋架設計畫書，於架設前送請工程司核定。現場安裝方法應與工廠試拼裝時之支承狀態一致。任何構材須臨時放置工地時，應使構材不與地面直接接觸，並應防止由於臨時支架傾倒或與其他構材相碰而損傷，較長構材在架設定位前，應於適當距離設置支架支撐，以免因構材自重而產生永久性變形。

(4) 工地架設之主要工作項目

工廠內製作及工地架設之主要工作項目，承包商應會同工程司檢查。工程司亦可以書面通知承包商會同檢查其認為有必要之工作項目，承包商不得拒絕。凡有連貫性之工作項目，若檢查結果不合規定要求時，承包商不得進行次一項目之作業，如有違誤，一切損失概由承包商負責。

表 05121-6 構材及試拼裝之精度

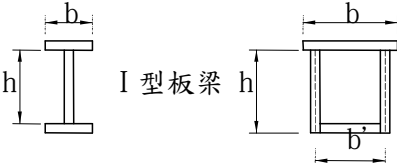
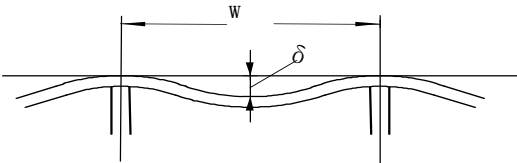
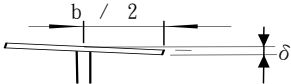
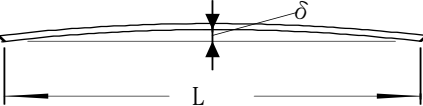
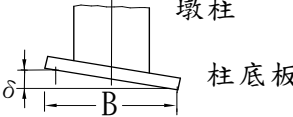
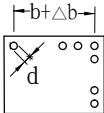
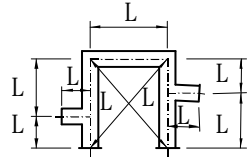
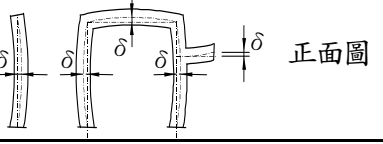
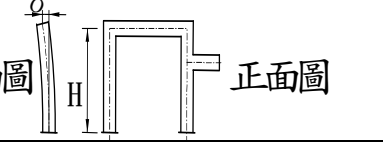
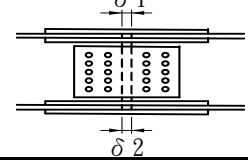
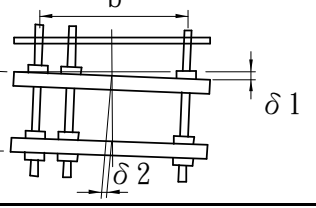
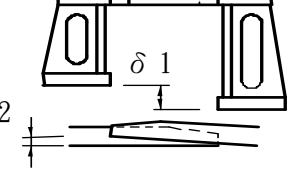
項次	測對標的	項	目	許 可 差(mm)	備	註	測	定	方	法
1	材	翼緣寬度 b(m)		± 2	$b \leq 0.5$	左欄所示 b 值，代表 b, h 及 b'				
		腹板高度 h(m)		± 3	$0.5 < b \leq 1.0$					
		腹板間隔 b' (m)		± 4	$1.0 < b \leq 2.0$ $\pm(3+b/2)$					
2	準	板之平面度 δ (mm)	鋼梁及桁架之腹板	$h/250$		h ：腹板高度(mm)				
			箱型梁及桁架之翼緣，鋼床板等	$W/150$		W ：腹板或加勁材間之間隔(mm)				
3	準	翼緣之正值精度 δ (mm)		$b/200$		b ：翼緣寬度(mm)				
4	確	構材長度 L(m)	板梁	± 3	$L \leq 10$	w ：車道寬度(m)				
			桁架、拱橋等	± 2	$L \leq 10$					
				± 3	$L > 10$					
			伸縮縫	$-5 \sim +10$	$w \leq 10$					
				$-5 \sim +(5+w/2)$	$w > 10$					
5		受壓構材之精度 δ (mm)		$L/1,000$		L ：構材長度(mm)				
6		鋼橋墩	墩柱與基礎底板之垂直度 δ (mm)	$B/500$		B ：柱底板寬度(mm)				
7	度	基礎底版	孔之位置	$\triangle b = \pm 2$		b ：孔中心間距(mm)				
			孔徑	$0 \sim 5$		d ：孔徑(mm)				

表 05121-6 構材及試拼裝之精度 (續)

項次	測對標的	項 目	許 可 差(mm)	備 註	測 定 方 法
8	試 拼 裝 準 確 度	全長或跨徑 L (m)	$\pm(10+L/10)$		
9		梁或桁架之中心距離 B (m)	$\pm 4 \quad B \leq 2$ $\pm(3+B/2) \quad B > 2$		
10		主構材之組立高度 H (m)	$\pm 5 \quad H \leq 5$ $\pm(2.5+H/2) \quad H > 5$		
11		主梁及主桁架之偏距 δ (mm)	$5+L/5 \quad L \leq 100$ $25 \quad L > 100$	L：測長 (m)	
12		主梁及主桁架之反拱 δ (mm)	$-5 \sim +5 \quad L \leq 20$ $-5 \sim +10 \quad 20 < L \leq 40$ $-5 \sim +15 \quad 40 < L \leq 80$ $-5 \sim +25 \quad 80 < L \leq 200$	L：主梁及主桁架之長度 (m)	
13		主梁及主桁架在橋端部之偏差 δ (mm)	10		
14		主梁及主桁架之正直精度 δ (mm)	$3+h/1,000$	h：主梁及主桁架之高度 (mm)	

表 05121-6 構材及試拼裝之精度 (續)

項次	測對標的	項 目		許 可 差(mm)	備 註	測 定 方 法				
15	試 拼 裝 準 確 度	鋼	柱之中心間隔、 對角線長 L (m)	± 5 $L \leq 10$						
16				橋 墩			梁之拱度及柱之 曲度 δ (mm)	± 10 $10 < L \leq 20$	L：測線長 (mm)	
								$\pm (10 + \frac{L - 20}{10})$ $20 < L$		
17			柱之垂直度 δ (mm)	10 $H \leq 10$	H：高度(m)					
				H $H > 10$						
18		工地接合部分之空隙 δ (mm)		5	δ ：右圖中 $\delta 1$ 、 $\delta 2$ 之較大值					
19		錨 碇 構 架	上面水平度 $\delta 1$ (mm)	b/500	b：螺栓間距(mm)					
			垂直度 $\delta 2$ (mm)	h/500	h：高度(mm)					
			高度 h (mm)	± 5						
20		伸 縮 縫	高度差 $\delta 1$ (mm)	設計值 ± 4						
			齒形接縫偏差 $\delta 2$ (mm)	2						

(5) 搬運

- A. 所有構材應於運往工地之前，用油漆標明安裝記號及方向。
- B. 單件重量超過 5t 之構材，應將其重量及重心位置，標明於明顯易見之處，以便安裝。
- C. 搬運中易受損之構材，應在搬運前妥為包紮。

(6) 架設

- A. 承包商應於架設前，須將編妥之鋼橋架設計畫書，送請工程司核可。現場安裝方法應與工程司核可之架設計畫書所訂內容一致。
- B. 任何構材須臨時放置工地時，應使構材不與地面直接接觸，並應防止因臨時支架傾倒或與其他構材相碰而遭受損傷。
- C. 較長構材在架設就位前，應於適當距離設置支架支撐，以免因構材自重而產生永久性變形。
- E. 吊裝用之機具、鋼索及其他臨時設備，在開始安裝架設前，應報請工程司檢查，如工程司認為應更換或增添某種機具設備時，承包商應即照辦，不得藉詞拖延。承包商應先將架設用臨時吊具之設置位置及其詳圖送請工程司認可後，依本規範 3.2.2 節「銲接」之規定在工廠銲接。工作完成後，所有吊具之剪切，不得損及鋼橋原有構材。
- F. 承包商應依照經工程司核可之架設計畫所列作業程序及構材之吊裝順序，將所有構材按照吊裝符號予以拼裝與架設，不得有損傷鋼材等情事。
- G. 構材之接觸面應於安裝架設前清理潔淨，不得附著油脂或其他污物。
- H. 拼裝構材所用臨時螺栓與衝梢數量，應以設計螺栓數之 1/3 以上為準，其中 1/3 以上應使用衝梢為宜。

(7) 高強度螺栓之接合

- A. 接合面之處理

應無鬆屑、銹渣及油脂等物。

B. 接合面之空隙

構材與續接板 (Splice Plate) 或連接板 (Gusset Plate) 栓緊後應互相密接。如接合面無法平直時，應照表 05121-7 所列方法處理。

表 05121-7 接合面不平時之續接

實際厚度差	處理方法
1mm 以下	不必處理
未滿 3mm	相差部分切削成漸斜坡度 (Taper)
3mm 以上	加墊片 (Filler)

C. 螺栓孔錯間之修正

螺栓安裝如無法以手將螺栓插入孔內，該孔應使用衝梢穿過矯正。若仍無效，其接合面間螺栓孔之錯間量在 2mm 以下者，得以絞孔方式處理；而錯開量大於 2mm 時，應依構件之材質及受力狀況，按 AWS D1.1 規定，採經工程司核可之補焊方式處理。

D. 栓緊順序

a. 螺栓群之栓緊工作，應如圖 05121-1 所示，由中間逐漸向兩端進行，並分兩次以上栓緊完成為原則。如使用具有自動控制扭力或軸力功能之高強度螺栓時，扭力控制部件應於第 2 次栓緊時方得扭斷。

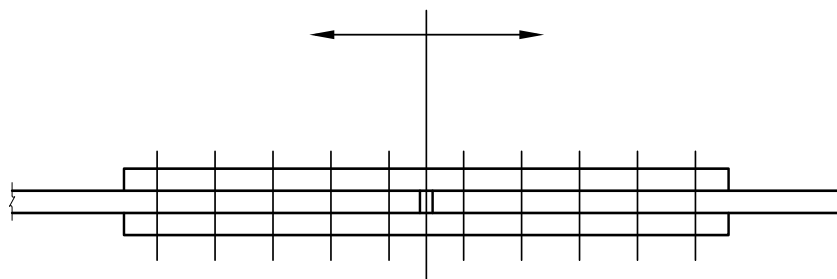


圖 05121-1 栓緊順序

b. 第 1 次栓緊度約為第 2 次栓緊軸力之 60%-80%，第 2 次栓緊至

設計軸力之時機，承包商應依結構物的特性及接合狀態，於架設計畫內詳細說明。

E. 墊圈

構材與螺栓及螺帽接觸部分之表面，對垂直於螺栓軸之平面所成之斜度，如小於 1：20 時，可採用平墊圈，如大於 1：20 時，則應使用斜墊片或斜墊圈，以防產生偏心應力。栓接部分之接觸面間，不得用墊料(Gaskets)或可壓縮性材料，所有拼接面(包括墊圈附近)應無鬆屑及銹渣等物。如為摩擦型接合時，其接觸面不得有油脂及油漆。

F. 基礎錨定螺栓之安裝

- a. 基礎錨定螺栓裝設於正確位置後，應以錨板及固定架等充分固定，以防止澆置混凝土時受衝擊而移動。基礎錨定螺栓之埋設方法，承包商應於施工前送請工程司核可。
- b. 螺栓安裝精度應符合本章 3.2.3 之規定，如超過許可差時，承包商應提出適當可行之矯正方法，並經工程司核可後實施。
- c. 螺栓安裝後，應有適當之保護措施，以防止銹蝕、彎曲及其他損傷等。
- d. 底板與混凝土間，應依契約圖說所示預留適當之空隙，並於安裝後以無收縮性水泥砂漿將此空隙確實填滿。

3.3 銲接缺陷之整修及變形矯正應變消除

3.3.1 剪力釘之銲接

銲接剪力釘之鋼板面應處理清潔，不得有油脂、油漆、水份及其他污雜物。鋼板預熱溫度及銲接施工應依 AWS D1.1 之規定辦理。本節規範未規定事項，應依美國道路及運輸官員協會（AASHTO）公路橋梁標準規範施工篇及 AWS D1.1 等有關規定辦理。

3.3.2 銲接部位之缺陷及整修

銲接部位不得有龜裂 (Crack)、有害之氣孔 (Blow Hole)、夾渣 (Slag)

Inclusion)、重疊銲接 (Over Lap)、銲邊燒損 (Undercut)、不整齊之波面及銲疤 (Crater) 以及尺度不準等缺陷發生。銲接缺陷之整修應依表 05121-8 之方法辦理。

表 05121-8 銲接缺陷之整修

項別	缺 陷 情 形	整 修 辦 法
1	鋼料表面有明顯傷痕	銲接補強後，用砂輪磨平，補強銲道長度至少 4cm 以上。
2	鋼料表面有不明顯傷痕	用鋼鑿或掘槽熔切器將不良部分挖除後，銲接補強，並用砂輪磨平。
3	鋼材邊面之層狀裂痕	用掘槽熔切器將板挖至板厚約 1/4 處後銲接補強並用砂輪磨平。
4	弧擊(Arc-Strike)	鋼料表面產生凹痕時，應銲接補強並用砂輪磨平，如僅稍有痕跡時，用砂輪磨平即可。補強銲道最小長度，應有 4cm 以上。
5	銲接裂痕	應將破裂部分全部挖除，查明發生原因後，改善重銲。
6	銲道表面凹痕	用掘槽熔切器，將不良部分挖除後重銲。重銲銲道最小長度應有 4cm 以上。
7	重疊銲接 (Overlap)	用砂輪磨平。
8	銲道表面之凸痕	用砂輪磨平。
9	銲邊燒損	銲接補強後磨平。補強銲道最小長度應有 4cm 以上。

3.3.3 銲接變形矯正及應變消除

構材因銲接而引起變形時，用壓平法或瓦斯局部加熱法矯正消除，用加熱法矯正時，鋼材表面溫度不得超過 650℃，亦不可在赤熱狀態時用任何方法急速冷卻。若為淬火回火鋼材，則其表面溫度不得超過 590℃，且須於空氣中自然冷卻或冷卻至 315℃ 以下再用水冷卻。對於鍍鋅構材，銲接變形矯正及應變消除應於鍍鋅前實施至符合表 05121-6 之規定，構材鍍鋅後不得用瓦斯加熱法矯正。

3.4 檢驗

3.4.1 所有剪力釘應提出原製造廠之試驗合格證明文件，每批以 500 支抽取 1 支之比例抽樣送往經認可之試驗機構做機械性質試驗。(不合格時應加倍取樣檢驗)於試驗合格並經工程司認可後，方可採用。

3.4.2 剪力釘施工中及銲接完成後之檢驗

(1) 所有剪力釘於施工後，均應經目視檢查，其判定標準如表 05121- 9 所示。若目視檢查發現有銲接缺陷之剪力釘時，應將該剪力釘向與缺陷相反之方向錘打或用其他工具彎成 15° (與垂直線)，若該剪力釘檢驗合格時，即將其留於彎後現狀，不合格時應除去重換。對於目視檢查合格之剪力釘，仍須以每 100 支抽取 1 支之比例，做錘擊彎曲試驗，不合格時應加倍取樣檢驗。如再發現有不合格者，該批剪力釘應一律除去重換。

表 05121- 9 外觀檢查之判定

缺 陷	判 定
銲冠形狀不整齊	銲冠應均勻分布於四周，銲冠係指高 1mm，寬 0.5mm 以上者。
龜裂及夾渣	不容許
熔陷	不得有尖銳之缺口及深 0.5mm 以上之熔陷。但研磨機磨平後深度 0.5mm 以內者，可判定為合格。
剪力釘之完成高度	不得超出設計值 ± 3 mm。

(2) 剪力釘修復

植釘銲接之全週角銲銲冠不完整者，需對不連續處作補銲，每一不連續處之補銲需在 10mm 以上。

(3) 剪力釘去除區域修復

A. 外觀檢查或彎曲試驗不合格之剪力釘應去除更換。但位於構材壓力區之不合格剪力釘，其破壞如在釘桿或融合區時，可於不合格者附近加植新釘，而毋需去除原部位剪力釘。

B. 不合格剪力釘去除後，應先修復受損母材再植銲新釘，所植新釘亦須作彎曲試驗。不合格剪力釘自構材表面去除後，須維持構材

表面之平整。如因剪力釘去除產生凹洞時，應按相關規定以低氫系鐸修補整平。

3.4.3 鐸接之檢查

所有鐸道應先行以目視檢查之。

(1) 對鐸及角鐸之內部缺陷檢查

構材之對鐸應依表 05121-10 及其附註所列標準，作放射線透過試驗或超音波探傷試驗。

放射線透過試驗應依 CNS 13020 之規定辦理。檢查結果亦依 CNS 13020 之規定判定。無法用放射線透過試驗檢查之處，經工程司認可後，可改依 CNS 12618 鋼結構鐸道超音波檢測法。組成構件之翼板與腹板之角鐸及各種連結板之角鐸，應以超音波探傷試驗或 CNS 13341 鋼結構鐸道磁粒檢測法實施鐸道磁粒檢驗，檢查鐸道長度之 5%以上。檢查處所由工程司指定之，惟指定處所之距離應儘量平均，並應特別注意轉角處、斷面變化處、節點及較易產生鐸接缺陷之處。檢查結果如有不合格，應照上列標準加倍取樣重檢，如再發現有不合格者，應對所有接頭全部檢查。不合格之鐸道，應一律剷除重鐸，並應再作放射線透過試驗或鐸道磁粒試驗。

表 05121-10 放射線透過試驗檢查適用標準

構材種類			每一檢查群之攝影張數
抗拉構材			每 1 接 頭 1 張
抗壓構材			每 5 接 頭 1 張
抗 彎 構 材	拉力邊構材		每 1 接 頭 1 張
	壓力邊構材		每 5 接 頭 1 張
	腹 板	與應力方向垂直之接頭	每 1 接頭 1 張(拉力側)
		與應力方向平行之接頭	每 1 接頭 1 張(含端部)
鋼 橋 面 板			每 1 接頭 1 張(含端部)
附註：(a) 以銲接形式、材質、板厚、銲接程序、開槽、組立精度、預熱及銲接工技能等銲接條件相同者，視為同一檢查群。			
(b) 以一板對銲一板為一接頭。			
(c) 照相底片每張尺度以 3.5in×12in 為原則。			
(d) 工地銲接檢查另依第(8)目規定辦理。			

(2) 銲接裂痕之檢查

銲道內及其邊緣不得有任何裂痕。裂痕可使用下列辦法檢查，並視銲接情形而定。

- A. 銲道超音波檢驗法
- B. 銲道射線檢驗法
- C. 銲道液滲檢驗
- D. 銲道磁粒檢驗
- E. 肉眼察看

(3) 銲道表面之檢查

主要構材之對銲及組合斷面之角接及 T 形接頭處，其銲道表面上不得有凹痕。其他角銲及部份滲透銲每一接頭至多 3 個，或每 1m 長至多 3 個，惟凹痕深度不足 1mm 時，可以 3 個凹痕換算為 1 個。銲道表面之凹凸，以銲道長度 25mm 範圍內之高低差表示之，銲道表

面上不得有超出 3mm 以上之凹凸。角銲之腳長及銲喉厚度，不得小於圖上所指定之尺度，惟每一銲接線中，除兩端各 50mm 部分以外，銲接長度之 10%範圍內腳長及銲喉均可容許有 -1.0mm 之許可差。

(4) 銲邊之檢查

銲邊燒損 (Under Cut) 之深度，不得超出下列標準：主要構材上與應力方向垂直之銲道止端部容許值 0.3mm；主要構材上與應力方向平行之銲道止端部容許值 0.5mm；次要構材之銲道止端部容許值 0.8mm。

(5) 「重疊銲接」之檢查

所有銲道均不得有「重疊銲接」(Over Lap) 之情形。

(6) 銲冠

契約圖說上未指定須予磨平之對銲，其「銲冠」如表 05121-11 所列範圍內時，可留置不磨。銲冠如超出表列數值時，應使用砂輪將銲道磨至容許範圍以內，但末端部分應使平滑。

表 05121-11 對銲之銲冠允許值 (單位：mm)

銲接寬度 (B)	銲冠高度 (h)
$B < 15$	$h \leq 3$
$15 \leq B < 25$	$3 < h \leq 4$
$B \geq 25$	$4 < h \leq 4B/25$

(7) 填角銲道銲冠之檢查

除了隅接頭之外側銲道外，其銲道表面或每一銲珠之銲冠不得超過表 05121-12 之規定。

表 05121-12 填角銲道銲冠之允許值(mm)

銲道表面或每一銲珠寬度(w)	容許最大銲冠(h)
$w < 8$	$h \leq 1.5$
$8 \leq w < 25$	$1.5 < h \leq 3$
$25 \leq w$	$3 < h \leq 5$

(8) 工地銲接之檢查

A. 「放射線透過試驗檢查」應依 CNS 13020 辦理。

B. 「放射線透過試驗檢查」結果，不合格銲接處之附近銲道（橋軸方向之銲道為前後各 1m，橋軸直角方向之銲道為前後各 0.5m）應加作檢查，若其檢查結果仍不合格時，應將該銲接線（即銲道端部至銲道交叉處，或銲道交叉處至銲道交叉處）全部重檢。檢查不合格之銲道應剷除重銲，並應檢討其不合格原因及其改善之道。

3.4.3 吊裝完成，在正式旋緊螺栓接合前，應檢查上拱度（須預估連接可能引起之變形）、孔徑準確度及各接合構材尺度之精確度等，並詳細檢查構材吊裝完成後之形狀，是否與契約圖說相符。

4. 計量與計價

4.1 計量

本章工作以「公噸」、「支」或其他單位計量。除契約另有約定外，鋼板材料損耗加計 10%。

4.2 計價

4.2.1 本章工作依契約詳細價目表所列項目單價計價。

4.2.2 該項單價已包括所需之一切人工、材料、損耗、機具、設備、動力、運輸及其他為完成本項工作所必需之費用在內。

〈本章結束〉