

# 第 05121 章

## 橋梁鋼結構

### 1. 通則

#### 1.1 本章概要

本章說明橋梁鋼結構包括以鋼板、鋼梁、鋼板梁、型鋼、組合鋼、管形鋼及冷作成形之薄輕特殊鋼等鋼構料，利用結合鋼材建造之橋梁等鋼構造工程施工之相關規定。

#### 1.2 工作範圍

本章適用於橋梁鋼結構工作部分，除包括鋼橋鋼料之供應、製作、組立、搬運、架設及檢驗等工作外，凡契約圖說及其他契約文件內所明示者均屬之。

#### 1.3 相關章節

1.3.1 第 01330 章--資料送審

1.3.2 第 05091 章—鋼結構銲接

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 1490 | 熱軋型鋼之形狀、尺度、質量及其許可差       |
| (2) CNS 2608 | 鋼料之檢驗通則                  |
| (3) CNS 2947 | 銲接結構用軋鋼料                 |
| (4) CNS 3013 | 熱軋鋼板、鋼片及鋼帶之形狀、尺度、質量及其許可差 |
| (5) CNS 3124 | 六角頭螺栓(鋼結構用)              |

- (6) CNS 3125 六角頭配合螺栓(鋼結構用)
- (7) CNS 13719 軟鋼、高強度鋼及低溫用鋼用被覆銲條
- (8) CNS 14601 軟鋼、高強度鋼及低溫用鋼 MAG 及 MIG 銲接用實心銲線
- (9) CNS 12209 控制扭矩之高強度螺栓、六角螺帽及平墊圈組
- (10) CNS 12618 鋼結構銲道超音波檢測法
- (11) CNS 12845 結構用鋼板超音波直束檢測法
- (12) CNS 13020 鋼結構銲道射線檢測法
- (13) CNS 13341 鋼結構銲道磁粒檢測法
- (14) CNS 13812 建築結構用軋鋼料

#### 1.4.2 美國材料試驗協會 (ASTM)

- (1) ASTM A6 以結構用軋軋鋼板、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 A307 普通螺栓
- (5) ASTM A325 結構鋼接頭用高強度螺栓
- (6) ASTM A490 高拉力強度螺栓
- (7) ASTM A709 橋梁結構用鋼料
- (8) ASTM A992 建築結構用型鋼
- (9) ASTM F959 結構結件用直接張力指示器

#### 1.4.3 美國銲接學會 (AWS)

- (1) AWS A5.1 碳鋼銲接規範
- (2) AWS A5.5 低合金鋼銲接規範
- (3) AWS A5.17 潛弧銲接規範
- (4) AWS A5.18 氣體遮護電弧銲接規範
- (5) AWS A5.20 包藥電弧銲接規範
- (6) AWS A5.23 低合金鋼潛弧銲接規範

(7) AWS D1.5 橋梁銲接規範

1.4.4 美國道路及運輸官員協會 (AASHTO)

(1) 公路橋梁標準規範

1.5 資料送審

1.5.1 材料送審

1.5.2 施工計畫書及施工製造圖

- (1) 施工承攬廠商應依工程內容編撰施工計畫書(含鋼構製作、安裝、銲接等計畫)及施工製造圖。
- (2) 凡經檢驗不合規定要求之材料，施工承攬廠商應即運離工地，並儘速補進合格材料，如有延誤而致影響契約工期時，應由施工承攬廠商負全責。

1.5.3 安裝與架設工作

施工承攬廠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，不得有嚴重生鏽或變形、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。

1.5.4 銲接計畫

- (1) 本工程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。除事先徵得工程司之同意者外，不得任意更改。銲接作業，除契約圖說上另有特別註明者外，應在屋內施工。如不得已須在屋外銲接，應顧及溫度、濕度及風速等因素，以免銲接品質受到不良影響，且應事先取得工程司之書面同意。

- (2) 銲接技工之技術標準應符合下列規定：

A. 應具有政府機構、目的事業機構，經上述機構評鑑核可並通過考試合格領有銲工證照者。並在工作開始前最近 6 個月內，仍繼續擔任同類銲接工作者，或銲接工作前經上述機構重新考試檢定合格者，始為合格。

- B. 雖經檢定合格之焊工，於從事銲接工作時，如不遵守規定或施銲之品質不符合要求時，得拒絕其加入銲接工作。
  - C. 銲接技工檢定考試應依 AWS D1.5 之規定執行。
- (3) 施工承攬廠商應於製作及施工前，將銲接程序及銲接使用之銲蕊、銲條種類、銲接設備、接頭開槽形狀、銲接方法、銲接引起之變形對策及銲接試驗等，銲接程序書必須經銲接檢驗工程師審查同意，連同焊工名冊等送請工程司審查核定後始可施工。
- (4) 工地銲接特別規定
- A. 施工承攬廠商應考量橋址環境、作業條件、架設方法等各項因素，於施工前提出工地銲接施工計畫書，其內容應包括焊工名單、銲接方法、銲接順序、銲接機具及其數量、銲接材料、開槽形狀及其許可差、背墊材料及其裝設方式、銲接起點、終點及銲接線交叉部之處理方法、強力螺栓栓緊作業與銲接施工之順序、銲接檢查、銲接缺陷整修、銲接時之作業條件及施工中之安全防護措施等項，送經工程司書面核可後，方可實施。
  - B. 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。

#### 1.5.5 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。施工承攬廠商應指派富有鋼結構施工經驗之專任工程師常駐工廠與工地負責辦理各項施工事宜，並應先報請工程司認可。

## 2. 產品

### 2.1 材料

#### 2.1.1 鋼板及型鋼

- (1) 除另有規定外，鋼板及型鋼均應依契約圖說所示分別採用符合中華民國國家標準（CNS）或美國材料試驗協會（ASTM）規格之新品。
- (2) 鋼板厚度之許可差應符合 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%。鋼板表面如有缺陷，應依表九之規定辦理。修補後之鋼板厚度應在上述許可差之內。
- (3) 每批進場鋼料，無論其為國產品或進口貨，施工承攬廠商均應將原製造廠商出具之產品檢驗合格證明書，送請工程司查驗，並由施工承攬廠商會同工程司核對鋼料。如契約圖、契約規範有規定抽取樣品時，抽取樣品送往符合政府主管機關規定之實驗室認證機構檢驗，試驗其化學成份及物理性質是否符合所用材料規範之有關規定。
- (4) 如契約圖、契約規範沒有規定抽取樣品數時，其檢驗之抽取試片數量依 CNS 2608 或 ASTM A6 規定取樣數量之 50% 為原則，檢驗不合規定之鋼板須再試驗時，依 CNS 2608 或 ASTM A6 規定辦理。19mm 以上厚度之鋼板應依 CNS 12845 超音波檢測規定由施工承攬廠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。
- (5) 如有規定取樣時，施工承攬廠商應將符合政府主管機關規定之實驗室認證機構所發給之試驗結果報告書送工程司查核，經書面認可後始得使用。凡試驗不合格之鋼料，即視為不合格品，施工承攬廠商應即遵照工程司之指示，迅即運離工地，不得延擱。試驗項目及方法，應符合 ASTM 之有關規定。所有檢驗費用已包含於施工承攬廠商材料試驗與檢驗費中。

### 2.1.2 銲接材料

所用之銲蕊、溶劑及銲條，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。施工承攬廠商應自費從事與後述規範有關之試驗：AWS D1.5，視何者適用而定，同時提出材料試驗報告，經工程司核定後選擇採用。銲接材料可參考表 05121-1 之品質要求。

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	降伏強度 (MPa)	拉力強度 (MPa)	銲條	降伏強度 (MPa)	拉力強度 (MPa)
CNS 2947 SM 400	215 以上	400~510	被覆電弧銲(SMAW) CNS 13719 AWS A5.1/A5.5 E60xx E70xx E70xx-x	352 422 401	436 以上 506 以上 493 以上
CNS 13812 SN 400	215~355	400~510	潛弧銲(SAW) AWS A5.17/A5.23 F6x-Exxx F7x-Exxx	338 408	436~563
ASTM A36	250 以上	400~550	氣體遮護電弧銲(GMAW) CNS 14601 AWS A5.18 ER70S-X	422	493~669
ASTM A709 Gr. 36	250 以上	400~550	包藥電弧銲(FCAW) AWS A5.20 E6XT-X E7XT-X	352 422	507 以上 436 以上 507 以上

鋼料規格要求			銲接材料要求		
鋼料規格	降伏強度 (MPa)	拉力強度 (MPa)	銲條	降伏強度 (MPa)	拉力強度 (MPa)
CNS 2947 SM 490	295	490~610	被覆電弧銲(SMAW) CNS 13719 AWS A5.1/A5.5 E7015, E7016 E7018, E7028 E7015-X, E7016-X E7018-X	422  401	507 以上  493 以上
CNS 13812 SN 490	295~445	490~610	潛弧銲(SAW) AWS A5.17/A5.23 F7X-Exxx, F7X-Exxx-XX	408	493~669
ASTM A709 Gr. 50	345	450 以上	氣體遮護電弧銲(GMAW) CNS 14601 AWS A5.18 ER70S-X	422	507
ASTM A992	345~450	450~620	包藥電弧銲(FCAW) AWS A5.20 E7XT-X	422	507
<p>(1)兩種不同降伏強度之鋼材銲接時可使用低強度鋼種適用之銲條，但如高強度鋼種必須使用低氫素型銲條者除外。</p> <p>(2)如銲接為消除應力(Stress-relieved)者，則銲接時之淤積物成分內不得超過0.05%之釩(Vanadium)。</p> <p>(3)厚度超過25mm之Gr.36鋼板及任何厚度之Gr.50鋼板必須使用低氫素型銲條。</p> <p>(4)銲條必須整箱購買，且其包裝必須防濕，否則應依AWS規定予以烘乾處理方得使用。</p> <p>(5)未詳列部分仍應按AWS規範施工。</p>					

### 2.1.3 強力螺栓

- (1) 除契約圖說另有規定者外，強力螺栓應為摩擦式螺栓，並以其標準尺度作為計價重量之依據，為施工及監督方便以確保工程品質，須採用具有自動控制軸力功能之螺栓，如扭矩控制螺栓、直接張力指示器螺栓組等，扭矩控制螺栓應符合 CNS 12209，直接張力指示器螺栓組應符合 ASTM A325、ASTM A490 及 ASTM F959 之規定。
- (2) 施工承攬廠商可採用在國內已有鋼橋使用實績之外國原裝進口貨，亦可採用符合規範規定之國產品，惟國產品之製造廠須具有該產品功能之全程試驗及成品檢驗設備，並能提供試驗及檢驗作業。
- (3) 施工承攬廠商應於施工前將原製造廠商出具之產品檢驗合格證明書及電動栓緊機具，送請工程司查驗，並會同工程司取樣送經認可之檢驗機構試驗，合格後始得使用。施工承攬廠商並應將鎖緊軸力測試使用之設備及方法，於施工前送請工程司核可後始可施工。強力螺栓抽樣送驗時，所需一切費用概由施工承攬廠商負擔。

### 2.1.4 剪力釘 (Headed Stud)

#### (1) 品質

- A. 剪力釘須符合 ASTM A108 之規定。
- B. 除契約圖說另有規定外，施工承攬廠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。
- C. 施工承攬廠商應於施工前，將擬使用品牌之有關資料 (材質、規格、施工方法及使用實績等) 送請工程司書面核可後，方可採用。

#### (2) 檢驗

- A. 所有剪力釘應提出原製造廠之檢驗合格證明，除工程司免於抽樣檢驗者外，均應依工程司之指示抽樣送往符合政府主管機關規定之實驗室認證機構做物理及化學試驗。於試驗合格並經工程司認可後，方可採用。
- B. 施工承攬廠商應於施工前，先依 AWS D1.5 之規定進行剪力釘銲



接試驗，試驗合格並經工程司認可後，方可使用。

C. 試樣及試驗費用由施工承攬廠商負擔。

### 2.1.5 基礎錨碇螺栓

基礎螺栓（含螺帽）應符合 CNS 3124、CNS 3125 或 ASTM A307 之規定。為確保工程品質，施工承攬廠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 材料之檢驗及儲存

(1) 使用之材料均應符合契約圖說及本規範之要求。除依規定應檢驗之工作外，必要時工程司可隨時要求檢查所有材料，施工承攬廠商不得推諉拖延。檢查費用除另有特別註明者外，均已包括於契約工程費用內。

(2) 進口材料，未附原製造廠之檢查合格證明書者，工程司得拒絕進場。除符合本節規範及契約圖說中規定得免驗者外，所有進口材料應由施工承攬廠商會同工程司抽取樣品，送經符合政府主管機關規定之實驗室認證機構，依照該材料所屬有關規定進行檢查及試驗工作。檢驗所需一切費用概由施工承攬廠商負擔。施工承攬廠商應將經上列檢驗機構出具之將試驗報告送請工程司核閱，未經認可之材料，不得使用。

(3) 施工承攬廠商對強力螺栓之包裝、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。

## 2.2 工廠品質管理

### 2.2.1 剪力釘之銲接

與本章第 3.3.1 款之規定相同。

### 2.2.2 銲接

(1) 天候

與本章第 3.3.2 款第(1)目之規定相同。

(2) 銲接部位之缺陷

與本章第 3.3.2 款第(2)目之規定相同。

(3) 銲接缺陷之整修及變形矯正應變消除

與本章第 3.3.2 款第(3)目之規定相同。

2.2.3 工廠內製作之主要工作項目

與本章第 3.3.4 款之規定相同。

### 3. 施工

#### 3.1 準備工作

##### 3.1.1 銲接工作

被銲接面不得有鬆屑、碴鏽及油脂等物。如已油漆者，應將銲縫兩側各 50mm 寬範圍內之表面任何油漆層，或其他任何妨害正常銲接之雜物刮除潔淨，然後施銲，銲妥後再補做底漆。如於工廠製造為短期防蝕所噴塗之薄塗鋅粉底漆，經鋼構或塗料廠商提出相關檢試驗證明其薄塗鋅粉底漆將不影響銲接品質者，並經監造單位同意者，該薄塗鋅粉底漆得不予磨除。施銲前應將銲縫兩邊充分烘乾後，始可施銲。

#### 3.2 施工方法

##### 3.2.1 鋼橋鋼構造之製作

###### (1) 放樣

以使用經認可之電腦程式 NC (Numerical Control) 數值控制法直接繪線於鋼板為原則，惟施工承攬廠商仍應僱用在鋼結構工程方面富有經驗之放樣工程師，對必要部分從事放樣工作，並應在地點適當、寬敞之放樣場地為之。放樣工程師應事先將全部圖樣閱讀瞭解，繪製必要施工製造圖樣，如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，一切損失概由施工承攬廠商負責。

(2) 整體長度

所有構材，應依契約圖所示尺度，使用整體長度尺度之鋼料。除契約圖上另有規定或經工程司書面認可者外，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，應事先徵得工程司之同意，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) 畫線

施工承攬廠商應依施工製造圖、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畫於鋼板上。在高強度鋼板上或須彎曲加工之軟鋼表面畫線時，不得在鋼板表面上遺留任何永久性畫線痕跡。

(6) 裁切

主要構材應使用自動瓦斯切割，切割面之品質至少應符合表二所列之標準。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斷為原則。如在特殊情形下，經工程司同意時，亦可使用機械剪切，惟切斷面應以砂輪磨平，並至少應符合表 05121-2 所列之標準。

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	50S 以下	100S 以下
凹陷深度	不得有凹陷缺口	1m 範圍內只能有一個缺

構材種類切斷面情況	主要構材	次要構材
		口凹陷且深度再 1mm 以下
銲渣(Slag)	可有塊狀銲渣散佈，但須易於清除不得留有痕跡。	
上緣之熔融	略呈圓形，但須平滑	
註 1：S 為表面粗糙度，相當於 1/1,000mm 之凹凸。		
註 2：凹陷深度系指自缺口上緣至孔底之凹陷深度。		

### (7) 螺栓孔

本工程所有螺栓孔應做成空心圓柱狀，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)。施工承攬廠商應使用符合規範有關規定之鑽孔方法，並應於施工計畫書內說明之。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。

(9) 與螺栓及螺帽接觸部分之表面，對垂直螺栓軸之平面所具有之斜度，如小於 1：20 時，可採用平墊圈，大於 1：20 時，則應依有關規範之標準使用斜墊圈。栓接部分之接觸面間，不得使用墊料(Gaskets) 或可壓縮性材料，所有接觸面（包括墊圈附近）不得有鐵屑、銹垢及其他污物。如為摩擦型連接時，其接觸面不得有油脂及油漆。

## 3.2.2 銲接組立

(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下表 05121-3：

表 05121-3 銲接之許可差

型式	容許誤差
對銲	開槽底部之間隔：規定值±1.0mm 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°，-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，應由前述合格銲接技工為之。所使用之銲條及銲接姿勢，應與正式電銲時相同。臨時固定銲之長度至少應有 40mm 以上，角銲尺度應 4 mm 以上，間距 400mm 以下。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。

(3) 開槽之加工

開槽應依契約圖說之規定，精確加工，其表面應平滑，且不得以人工方式加工為原則。

(4) 銲接作業

銲接作業，應依適當之電流、電壓及銲接速度施銲，期使銲料完全熔透而不發生缺陷，尤其應避免銲接起點之熔透不足（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。

(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

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，尤應注意下列各節：

- A. 銲接面及其鄰接部位，在銲接之前應徹底清除潔淨，銲接面之黑皮 (Mill Scale) 亦應完全除去。
- B. 熔劑 (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. 銲條與熔劑之選擇、銲件相互位置、電流與銲接速度等，應經實驗檢討之後施行銲接為宜。
- E. 銲接機應不受電壓變動之影響，並應事先調整妥當，俾能充分發揮其性能。
- F. 採用自動電銲時，不得在銲接中途切斷電弧。如有斷弧情況發生，在銲道斷點清除氣孔雜物後，可以起弧續銲，惟應在該銲道斷點前後 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 D1.5 之規定在銲接處作適當預熱，施工承攬廠商應於施工前，將正式銲接時所需之最低預熱溫度列入銲接計畫書中，送工程司核可後方可實施。最低預熱溫度以表 05121-4 所示者為原則。

表 05121-4 預設及銲接層間之最低溫度規定<sup>(4)(5)</sup>

母材種類	銲接方法	預熱及銲接層間溫度	
CNS 2947 SM400 <sup>(2)</sup> CNS 13812 SN400 <sup>(2)</sup> ASTM A36 <sup>(2)</sup> ASTM A709 Gr. 36 <sup>(2)</sup>	除了低氫素以外之 被覆電弧銲接	銲接處最厚 板厚(mm)	最低溫度 (°C)
		20 以下	不規定 <sup>(1)</sup>
		20~40	65
		40~65	110
		65 以上	150
CNS 2947 SM400 SM490 <sup>(3)</sup> SM520 <sup>(3)</sup> CNS 13812 SN400 SN490 <sup>(3)</sup> ASTM A36 ASTM A709 Gr. 36 Gr. 50 ASTM A992	(1)低氫素被覆電弧 銲接(SMAW) (2)潛弧銲接(SAW) (3)氣體遮護電弧銲 接(GMAW) (4)包藥銲線電弧銲 接(FCAW)	20 以下	不規定 <sup>(1)</sup>
		20~40	10
		40~65	65 <sup>(3)</sup>
		65 以上	110 <sup>(3)</sup>
<p>(1)母材溫度低於 0oC 時，母材必須先預熱到至少 20oC 以上，在銲接進行中亦至少保持 20oC 以上。</p> <p>(2)鋼橋採用 CNS SM400、SN400 及 ASTM A36、A709 Gr. 36、等鋼材厚度大於 25mm 者僅可採用低氫素被覆電弧銲條。</p> <p>(3)CNS SM490、SM520 及 SN490 等鋼材之預熱及銲接層間最低溫度；厚度 40~65mm 為 65oC，65mm 以上為 110oC。</p> <p>(4)母材溫度低於本表所列之最低溫度時，則母材應予預熱。自銲條銲熔處之母材任何方向，距母材厚度遠但不大於 75mm 點之</p>			

母材種類	銲接方法	預熱及銲接層間溫度
預熱溫度，不得低於本表所列之最低溫度。		
(5)表中最低溫度，可依銲件受束制程度及母材與電銲層之龜裂性予提高溫度。		

- (10) 所有對銲及翼板與腹板之角銲工作，應設置與構材同一開槽之導銲板。銲接工作之起點及終點，均應在 50mm 以上之導銲板上，且不容許銲疤 (Crater) 延伸至銲件上。「導銲板」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) 契約圖說上未指定須予磨平之對銲，其「銲冠」如在表 05121-5 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 05121-5 對銲之銲冠(單位：mm)

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

- (12) 未詳列部分仍應按 AWS D1.5 有關規範施工。
- (13) 構材組立許可差

除契約圖上另有規定外，製造及組立之鋼板厚度許可差應符合 CNS 3013，熱軋型鋼形狀、尺度許可差應依 CNS 1490 之規定，構材組立許可差應符合表七之構材準確度之規定。

### 3.2.3 鋼橋安裝架設

#### (1) 試拼裝

鋼橋在工廠製造完成後，施工承攬廠商應在工程司之指導下，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。

試拼裝之支撐狀態應與前送經工程司核可之施工計畫書所訂鋼梁架設方法一致，以便試拼裝與擬使用之安裝架設方法之支撐狀態相同為原則。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，其直徑應與強力螺栓直徑相同，如使用衝梢，其直徑應大於 0.8mm，裝配時應避免臨時加大孔徑，或使材料扭轉。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 05121-6：

表 05121-6 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

構材及試拼裝之準確度應依表 05121-7 之規定為準。

表 05121-7 構材及試拼裝之準確度

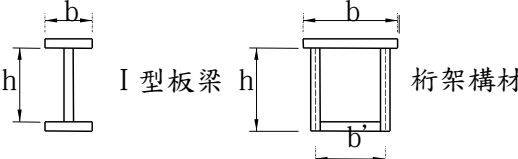
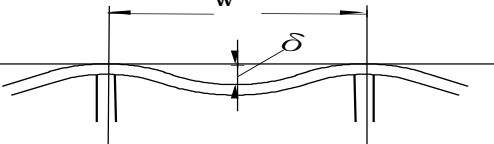
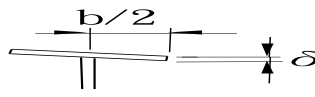

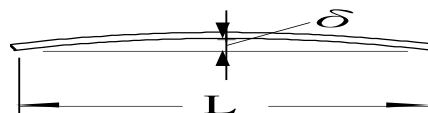
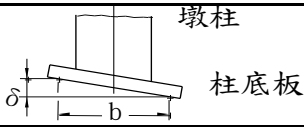
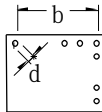
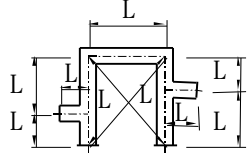
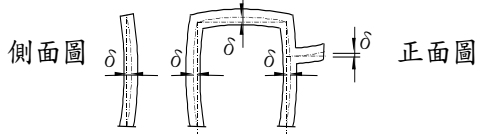
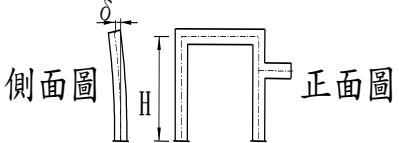
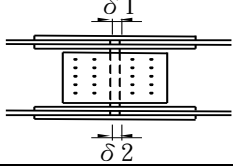
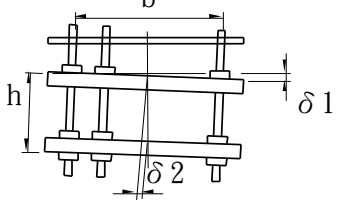
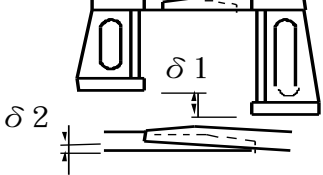
項次	測對標的	項 目	許 可 差(mm)	備 註	測 定 方 法
1		翼緣寬度 b(m)	$\pm 2 \quad b \leq 0.5$	左欄所示 b 值，代表 b, h 及 b'	
		腹板高度 h(m)	$\pm 3 \quad 0.5 < b \leq 1.0$		
		腹板間隔 b' (m)	$\pm 4 \quad 1.0 < b \leq 2.0$ $\pm(3+b/2) \quad 2.0 < b$		
2		板之平面度 $\delta$ (mm)	H/250	H：腹板高度(mm)	
		板梁及桁架之腹板 箱型及桁架之翼緣	w/150	w：腹板或加勁材之間隔(mm)	
3	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

表 05121-7 構材及試拼裝之準確度 (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	全長及跨徑 L (m)	$\pm(10+L/10)$			
9		梁或桁架之中心距離 B (m)	$\pm 4$ $\pm(3+B/2)$	$B \leq 2$ $B > 2$		
10		主構材之組立高度 H (m)	$\pm 5$ $\pm(2.5+H/2)$	$H \leq 5$ $H > 5$		
11		主梁及主桁架之偏距 $\delta$ (mm)	$5+L/5$ 25	$L \leq 100$ $L > 100$	L : 測長 (m)	
12		主梁及主桁架之反拱 $\delta$ (mm)	-5~+5 -5~+10 $20 < L \leq 40$ -5~+15 $40 < L \leq 80$ -5~+25 $80 < L \leq 200$	$L \leq 20$	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 $\delta$ (mm)	10			
14		主梁及主桁架之正直精度 $\delta$ (mm)	$3+H/1,000$		H : 主梁及主桁架之高度 (mm)	

表 05121-7 構材及試拼裝之準確度 (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	鋼橋墩	柱之中心間隔、 對角長 L (m)	$\pm 5 \quad L \leq 10$ $\pm 10 \quad 10 < L \leq 20$ $\pm (10 + \frac{L-20}{10}) \quad 20 < L$			
16			梁之拱度及柱之 曲度 $\delta$ (mm)	L/1000			
17			柱之垂直度 $\delta$ (mm)	$10 \quad H \leq 10$ $H \quad H > 10$	H : 高度(m)		
18			工地接合部分之 空隙 $\delta$ (mm)	5	$\delta$ : 右圖中 $\delta 1$ 、 $\delta 2$ 之較大值		
19			錨碇構架	垂直度 $\delta 2$ (mm)	b/500	b : 螺栓間距(mm)	
				上面之水平度 $\delta 1$ (mm)	h/500	h : 高度(mm)	
	高度 h (mm)	$\pm 5$					
20	伸縮縫	高度差 $\delta 1$ (mm)	設計值 $\pm 4$				
		齒形接縫偏差 $\delta 2$ (mm)	$\delta 2$				

## (2) 搬運、架設之檢查

所有構材應於運往工地之前，用油漆將安裝記號及方向記明，重量超過 5 公噸之所有構材，應將其重量及重心位置標明於明顯易見之處以便安裝。搬運中易受損之構材，應在搬運前妥為包紮，包紮方法應先取得工程司之認可。施工承攬廠商應針對工地交通實況，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本工程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。施工承攬廠商應將安裝及架設方法對本工程鋼橋結構應力之影響，詳細計算，並將計算結果及安裝方法編入上述鋼橋架設計畫書內，經工程司核可後方可實施。如工程司認為該計畫書應重編時，施工承攬廠商應即照辦。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滑倒或與其他構材相碰而損傷，較長構材在架設就位前，應於適當之距離設置支架支持之，以免因本身之靜重而產生永久性之變形。吊裝用之機具、鋼索及其他臨時設備，在開始安裝架設前，應報請工程司查驗，如工程司認為應更換或增添某種機具設備時，施工承攬廠商應即照辦，不得藉詞拖延。施工承攬廠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，依第 05091 章「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。施工承攬廠商應依照經工程司核定之架設計畫書之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細心安裝與架設，不得有損傷鋼材等情事。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。臨時固定安裝物之螺栓，應有設計螺栓數之  $1/3 \sim 1/2$ ，視所使用之安裝與架設方法所需，由施工承攬廠商自行調整。構材吊裝完成，正式完成連接接頭前，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。

### (3) 強力螺栓之接合

#### A. 接合面之處理

接合構材之接觸面，應保持有 0.4 以上之摩擦係數，並應無鬆屑、鏽渣及油脂等物。但可依工程司指示塗佈乾膜厚  $30\mu\text{m}$  之無機鋅粉底漆防銹。

#### B. 接合面之空隙

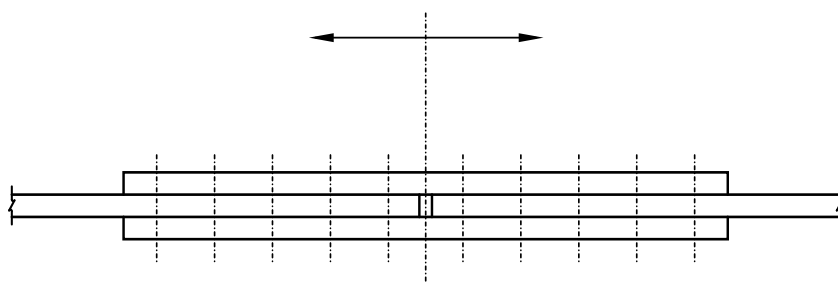
構材與續接板 (Splice Plate) 或連接板 (Gusset Plate) 栓緊後應互相密接。如接合面無法平直時，應照表 05121-8 所列方法處理。

表 05121-8 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. 栓緊順序

螺栓群之栓緊工作，應如附圖所示，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 TS 或 TC 型強力螺栓時，扭力控制部件應於第二次栓緊時方得扭斷。



#### D. 基礎螺栓之安裝

a. 基礎螺栓應以樣板及固定架等充分固定，並裝設於正確位置，以防止澆置混凝土時受衝擊而移動。基礎螺栓之埋設方法，施工承攬廠商應於施工前送請工程司書面核可。所需費用均已含

於工程費內，不另給價。

- b. 錨栓安裝精度應符合本章第 3.2.3 款之規定，如超過許可差時，施工承攬廠商應提出適當可行之矯正方法，並經工程司核可後實施。
- c. 錨栓安裝後，應有適當之保護措施，以防止銹蝕、彎曲及其他損傷等。
- d. 柱基板與混凝土間，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。
- e. 基礎螺帽鎖固

(a) 在柱基板下充填砂漿充分硬化後，螺帽鎖固要使所有的螺栓張力能均勻鎖固。如導入軸力或鎖固方法有特記者，則依其特記；如無特別指定時，為使螺帽能確實鎖固，則依 (b) 之順序將螺帽鎖固。

(b) 使用扳手一次鎖固 → 做記號 → 二次鎖固螺帽。

(c) 基礎螺栓之螺帽在柱腳露出時為雙重螺帽(Double nut)，如埋設於混凝土時，一般均為單層螺帽。

### 3.3 現場品質管理

#### 3.3.1 剪力釘之銲接

銲接剪力釘之鋼板面應處理清潔，不得有油漬、水份及其他污雜物。鋼板預熱溫度及銲接施工應依 AWS D1.5 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 D1.5 等有關規定辦理。

#### 3.3.2 銲接

##### (1) 天候

氣溫在 0°C 以下時不得銲接。雨天或濕度過大時，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，除非有

妥善之防風設備並經工程司認可，否則不得銲接。

(2) 銲接部位之缺陷

在銲接部位，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。

(3) 銲接變形矯正及應變消除

構材因銲接而引起變形時，用壓平法或瓦斯加熱法矯正消除，用加熱法矯正時，鋼材表面溫度不得超過 900°C，亦不可在赤熱狀態時用水冷卻。如為熱處理低合金鋼，則其表面溫度不得超過 750°C，且須於空氣中自然冷卻或冷卻至 600°C 以下再用水冷卻。銲接變形矯正及應變消除應於鍍鋅前實施至符合表 05121-9 之規定，構材鍍鋅後不得用瓦斯加熱法矯正。

表 05121-9 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，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之約 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。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。銲道最小長度應有 4cm 以上。
7	重疊銲接	用砂輪磨平。



項別	缺陷情形	整修辦法
	(Overlap)	
8	鐸道表面之凹凸	用砂輪磨平。
9	鐸邊燒損	鐸接補強後磨平。鐸道最小長度應有 4cm 以上。

(4) 工地鐸接作業時，對於天候、溫度、濕度、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，方可鐸接，雨天或可能下雨之天氣，應中止鐸接工作，在炎熱天氣、夜間或其他可能影響鐸接品質之作業環境施工時，應採取適當之必要措施，力求獲致與工廠鐸接相當之施工條件，以確保施工品質。

### 3.3.3 安裝架設之機具及臨時設施

安裝架設期中所使用之機具及臨時設施等由施工承攬廠商自行負責其設計及使用上之安全，凡因架設臨時支撐或門形塔架，由於結構計算錯誤或因架設工作不良，因而導致任何當事人之生命及財產損失，概由施工承攬廠商負全部賠償責任並完全承擔因此所引起之刑事責任，與業主及工程司無涉。如上述臨時構造物計算錯誤或安裝架設工作不良，導致本工程永久結構之損害及影響工期時，施工承攬廠商並應完全負責賠償。

### 3.3.4 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，施工承攬廠商應會同工程司檢查。工程司亦可以書面通知施工承攬廠商會同檢查其認為有必要之工作項目，施工承攬廠商不得拒絕。凡有連貫性之工作項目，如檢查結果不合規定要求時，施工承攬廠商不得進行次一項目之作業，如有違誤，一切損失概由施工承攬廠商負責。

## 3.4 檢驗

### 3.4.1 剪力釘施工及檢驗

施工中及鐸接完成後之檢驗，應依下列規定辦理：

(1) 在每次開始施工前，至少應先試鐸 2 只剪力釘，以檢視電鐸機具及

鉸槍之操作與調整是否適當，並將試鉸完成之 2 只剪力釘彎曲 30° 後檢查有無鉸接破裂，俟該 2 只剪力釘試驗合格並經工程司認可後，方得繼續進行施工。

- (2) 所有剪力釘於施工後，均應經目視檢查，並以每 100 只抽取 1 只之比例，做錘擊彎曲試驗。如目視檢查發現有鉸接缺陷之剪力釘時，應將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），如該剪力釘檢驗合格時，即將其留於彎後現狀，不合格之剪力釘則應除去重換。
- (3) 鉸接檢驗可用超音波儀器直束法檢測。

#### 3.4.2 鉸接之檢查

施工承攬廠商應指派鉸接檢驗工程師檢測下列各項，並作成紀錄經工程司核可後存查。施工承攬廠商應配合工程司辦理查驗並作成紀錄。所有鉸道應先行以目視檢查之。

##### (1) 對鉸及角鉸之內部缺陷檢查

構材之對鉸，施工承攬廠商除依實需自作檢查外，應依工程司之指示，作射線檢測及超音波檢測，其費用已包含於鋼橋製造工作項目內，不另給付。

射線檢測應依 CNS 13020 之規定辦理。無法用射線檢測之處，經工程司認可後，可改照 CNS 12618 檢查。組成構件之翼板與腹板之角鉸及各種連結板之角鉸，應以超音波探傷試驗或 CNS 13341 實施鉸道磁粒檢驗，檢查鉸道鉸道長度之 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、節點及較易產生鉸接缺陷之處。檢查結果如有不及格，應照上列標準加倍取樣重檢，如再發現有不及格者，應對所有接頭全部檢查。不合格之鉸道，應一律剷除重鉸，並應再作射線檢測或鉸道磁粒檢測。不合格部分之重檢，其檢查費用則由施工承攬廠商負擔。

##### (2) 射線檢測每一鉸接接頭抽測一張。

- A. 以一板對銲一板為一接頭，抽測一張。
- B. 照相底片每張尺度以 3.5in×12in 為原則。
- C. 工地銲接檢查另依第(7)目規定辦理。

(3) 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

(4) 銲道表面之檢查

主要構材之對銲及組合斷面之 T 形接頭處，其銲道表面上不得有凹痕。其他角銲則每一接頭至多三個，或每 1m 長至多三個，惟凹痕深度不足 1mm 時，可以三個凹痕換算為一個。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。

(5) 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許可差 0.3mm；主要構材上與應力方向平行之銲道止端部許可差 0.5mm；次要構材之銲道止端部許可值 0.8mm。

(6) 「重疊銲接」之檢查

所有銲道，均不得有「重疊銲接」(Over Lap) 之情形存在。

(7) 工地銲接之檢查

工地銲接檢查應依 CNS 13020 辦理，檢查結果不合格時，於不合格

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，如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。

### 3.5 清理

塗裝工作完成後，油漆施工架、儲料台及容器等均應移出工地。沾在鄰近地面上及附近建築物上之油漆斑點及污痕，均應清除乾淨，施工承攬廠商並應依照一般規定，將工地清理潔淨。

## 4. 計量與計價

### 4.1 計量

4.1.1 「鋼橋，Gr. 36」以公噸計量。

4.1.2 「鋼橋，Gr. 50」以公噸計量。

4.1.3 「強力螺栓」以公噸或組計量。

4.1.4 「剪力釘」以支計量。

4.1.5 「基礎錨碇螺栓」以支計量。

4.1.6 本工程鋼橋鋼料之加工、運輸、安裝及強力螺栓、錨碇螺栓等工作，施工承攬廠商應於投標前自行詳細計算各項工程數量，並依照有關圖說完成本工程鋼構部分重量計算應依據「美國州公路及運輸協會(AASHTO)公路橋梁標準規範」之規定辦理，其計算方式為依核准之鋼構製造圖所示鋼板完成淨尺寸(除螺栓孔外，須予扣減裁切、截角及所有開孔尺寸)。另鋼料損耗以 10%計已於契約單價考量不另計量。鋼橋油漆於第 09972 章「鋼橋油漆」計量。

### 4.2 計價

- 4.2.1 有關各項單價內已包括為完成本規範所述各項工作所需一切費用在內，不另給價。
- 4.2.2 除另有規定或契約圖說有變更者外，應依所列單價計給。遇有變更設計時，僅就變更部分重新計算，其餘部分不予調整。
- 4.2.3 鋼橋油漆於第 09972 章「鋼橋油漆」計價。
- 4.2.4 「鋼橋」分為三階段付款：
- (1) 鋼板進廠經檢驗合格後，給付該項工作項目契約單價 20%。
  - (2) 工廠製造完成，經試拼裝並檢驗合格後，給付該項工作項目契約單價 40%。
  - (3) 鋼梁運至工地，完成架設及接合工作並經檢驗合格後，給付該項工作項目契約單價 40%。

工作項目名稱	計價單位
鋼橋，Gr. 36	公噸
鋼橋，Gr. 50	公噸
強力螺栓	公噸或組
剪力釘	支
基礎錨碇螺栓	支

〈本章結束〉