

國內框組版式輕鋼構建築物及其施工精度控制(下)

陳震宇^{*1} 林君憶^{*2}

^{*1} 國立成功大學建築學系 助理教授

^{*2} 國立成功大學建築研究所 碩士

【接續 44 期】

四、我國框組版式輕鋼構施工精度控制

框組版式輕鋼構之作業可概分為工廠組裝及現場吊裝兩部分，前者主要進行構材生產及單元版片之組裝，然據調查中發現，目前國內大部分鋼材材料之製造與組裝並非同一廠商，而是由有需求的廠商向鋼料製造廠下單訂料後，再依其尺寸進行生產，隨後再將構材運送至自行設立之裝配廠進行單元版片組裝作業。

透過前述對於各階段相關規範的了解，底下將依據實際訪談調查的內容，將各施工階段中精度控制之檢驗點及檢驗項目加以釐清，並將施工階段容易影響精度之作業加以說明。

(一)「製品精度」控制執行流程：

1. 單一材料精度：

國內冷軋型鋼主要是以鋼捲經過滾軋成型製造而成，其生產方式如圖10所示，可分為「鋼捲材料處理」、「滾軋成型」及「鋼材加工作業」三個階段。

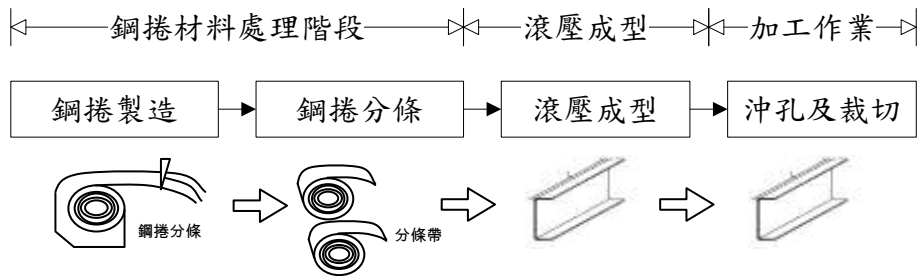


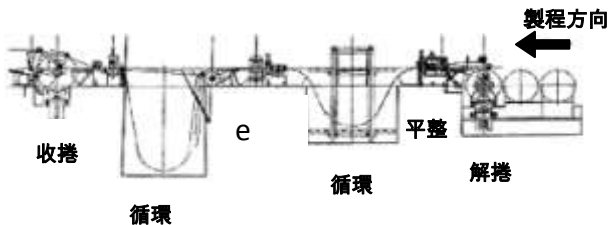
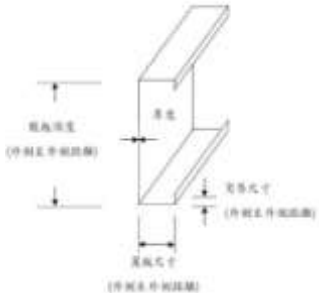
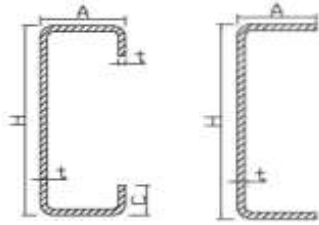

圖 10 冷軋型鋼材生產流程圖(資料來源：筆者繪製)

在鋼捲製造方面，扁鋼胚由中鋼進口後，其抗拉強度、伸長率等機械性質即已決定。經熱軋鋼捲原料、酸洗、軋延而形成冷軋鋼捲片後，便已決定其「厚度」。此後再經熱浸鍍鋅即完成其表面處理。在此階段，影響後續作業精度主要項目為鋼捲之厚度，由於此部分無法透過後續作業再作調整，因此後續作業廠商在進料時須針對鋼捲厚度之精度加以確認。

由於目前國內較大規模之廠家才設有「裁剪」、「分條」及「成型」等機械設備，故未必三個階段之製程皆可於同一工廠完成。儘管如此，每一階段之製程仍需控制在容許誤差值內，以確保最後鋼材製品之精準度。

冷軋型鋼材精度可根據上述製程來進行瞭解，此部分作業內容的精度控制主要以參考CNS1244、CNS6183所規範之項目(表8)。

表 8 冷軋型鋼材生產作業內容及精度控制項目表 (整理自：CNS1244、CNS6183)

項目	作業內容說明	精度控制項目
鋼捲材料處理階段	<p>依設計強度、厚度及防銹等級等相關需求向鋼鐵廠訂購鋼捲¹，製造廠商出廠交貨給買方時，應保證鋼捲之品質及尺寸精度，在實際調查過程中了解目前大型鋼鐵廠主要僅提供固定尺寸之鋼捲，一般鋼捲之寬度大致介於 600-1250 mm 之間，無法直接滾軋成型鋼，需先用「分條機」²將寬度分成數條，分條時可同時分配單種或數種尺寸，以不損料為原則，分條作業流程如下圖。鋼捲從鋼鐵廠出貨即已決定其鋼捲厚度，故須要求厚度在容許誤差內，以免製程鋼材時產生厚度不足之問題。</p>  <p style="text-align: center;">分條作業流程圖 (圖片來源：文獻 17)</p>	<p>1. 鋼捲製品精度³：</p> <p>(1) 厚度 (2) 寬度 (3) 長度 (4) 形狀：弧形度、直角度、平坦度 (5) 質量</p> <p>2. 分條作業：</p> <p>(1) 寬度 (2) 形狀：弧形度、直角度、平坦度</p>
滾軋成型作業	<p>鋼材廠取得分條完成之鋼捲應先進行品質及精度之檢驗，再依尺寸規畫製程進行滾壓成型工作，因鋼捲片厚度已固定，所以其力學性質由滾軋成型控制形狀與高度、寬度。鋼材滾壓尺度皆由電腦自動化設定控制，因此數據設定完成後會先進行試運轉，以量測滾壓成型之鋼材尺寸精度與設定值之誤差是否在容許誤差內，測試調整無誤後即可進行生產。</p> 	<p>1. 斷面尺寸精度</p> <p style="text-align: center;">$H \times A \times C \times t$ $H \times A \times t$</p>  <p>2. 彎曲度 3. 斷面肢材間之夾角 4. 厚度</p>
鋼材加工作業	<p>鋼材加工主要為沖孔⁴及裁切作業，此部分之控制業皆由電腦自動化設定欲開孔之為大小及裁切長度，與上部作業為一連貫作業，因此試運轉時所產出之樣品，也需檢核開孔位置大小及裁切長度之精度。</p>	<p>1. 沖孔位置及大小尺寸 2. 沖孔是否造成鋼材凹陷 3. 鋼材長度 L 4. 裁切邊緣毛邊處理</p> 

¹ 參考 CNS1244 G3027 中說明，買方訂貨時必須提供給製造廠商下列項目：(1) 種類符號 (2) 尺度 (3) 附著量符號 (4) 鍍層表面處理符號 (5) 調質處理 (6) 化成處理符號 (7) 塗油符號 (8) 整捆或每捲鋼捲製品之最大或最小質量 (9) 訂單總質量 (10) 熱軋原版時之寬度許可差 (11) 鋼捲時之內徑及外徑 (12) 用途及加工方法等。

² 「分條機」是用來分割寬幅材料成為許多窄幅的機械設備。

³ 參考 CNS1244 G3027 中針對鋼捲尺度許可差控制之項目。

⁴ 開孔之主要目的，除加快橫向斜撐組立的速度，免去骨架任意開孔的應力破壞危險，也可於規劃設計時即考量管線位置，於工廠完成開孔作業，易於設備管線穿過。(開孔相關規定詳附件)

此外在調查中得知，國內業者主要採用抽樣檢查的方式來進行上述各項目的檢驗，同時也分別於製程中採分段抽樣，抽樣的次數與比例則是依各工廠之內規而有所不同。關於此部分在我國規範中並無規定，不過中國《低層冷彎薄壁型鋼房屋建築技術規程》徵求意見稿中則有檢查數量須按鋼材件數抽查10%，且不應少於3件之要求。

2. 框組單元組裝精度

框組版式輕鋼構可在工廠內進行預組之框組單元有「牆體」、「樓板」、「屋頂構架」等部分，本階段作業除了「垂直度」、「水平度」、「對角線長度」等基本需求外，因構件單元功能之不同，各自另有不同之精度控制項目及要求。

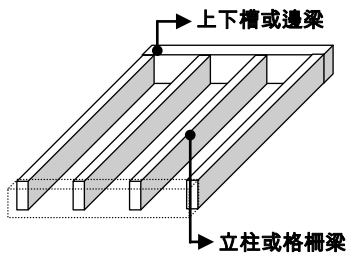
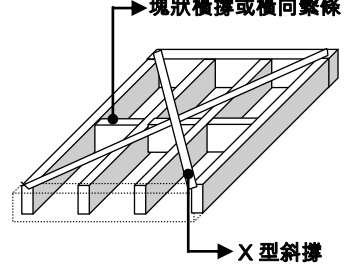
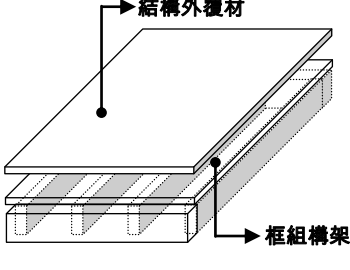
預組前之準備工作除了準備施工所需機具外，更重要的是裝配工作平台之水平及邊框直角的調整，並對所要組裝框組單元之鋼材做備料動作，對於料件之尺寸、種類、厚度形狀等完成檢查後，方可進行組裝。

目前此部分在我國規範中並無相關規定，但各組裝工廠因施工品質上之顧慮，通常會依據過往經驗自行擬定檢核項目及容許誤差標準。下列就實際調查與施工業者訪談後，將施工業者為達到施工精度要求所自行擬定之項目與檢查方式做一整理：

(1) 牆體框組單元及樓板框組單元：

牆體與樓板之框組單元，因設計及施工介面上之考量，在工廠內的預組程度也會有所不同。整體框組單元簡單可區分成框架主體、框架加補強構件及框架加結構覆面材等部分，其中補強構件及結構覆面材的附加，對於在搬運吊裝的過程中，框架單元所可能產生的變形有控制之效果(表9)。

9 工廠框組單元（牆體及樓板框組）預組情形說明表

框架主體	框架+補強構件	框架+結構覆面材
 <p>上下槽或邊梁 立柱或格柵梁</p>	 <p>塊狀橫撐或橫向繫條 X型斜撐</p>	 <p>結構外覆材 框組構架</p>
<p>鋼材構件於工廠組裝成框架單元後運載至工地現場，於工地將支架體組裝完成，再行鎖固外覆結構覆面材或其他補強構件，於載運吊裝過程中較容易產生變形影響精度。</p>	<p>框架單元及補強構件（塊狀橫撐、水平繫條、X型斜撐等）皆於工廠安裝鎖固完成，補強構件具有穩固框組整體減少變形之作用。</p>	<p>框架單元及結構覆面材於工廠鎖固接合成一單元版片，由於框架間構件以與覆面材整體鎖固，較能有效控制載運吊裝過程所易產生之變位。</p>

資料來源：筆者整理繪製

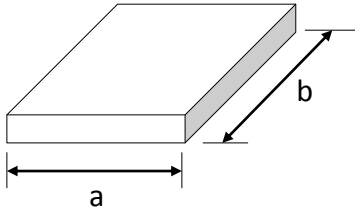
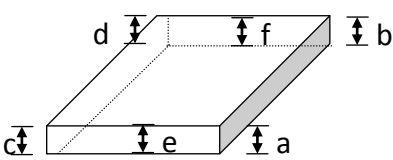
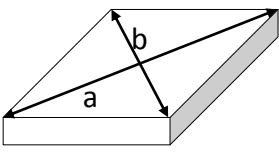
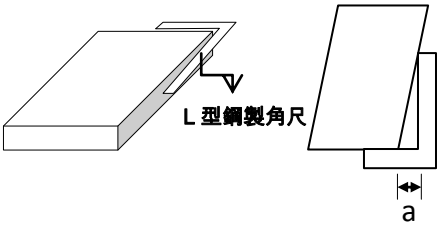
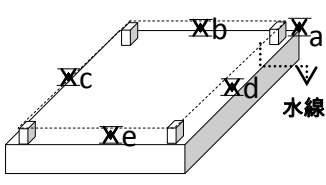
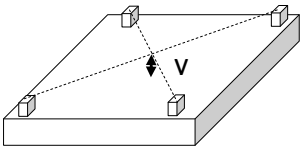
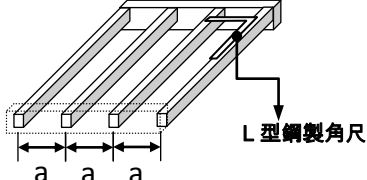
牆體框組單元主要由立柱與上下槽鋼組合而成，其中上下槽作為牆體框件之構成外型基座，與上下構造體之連結；立柱則為框架之主要支撐骨幹。樓板框組

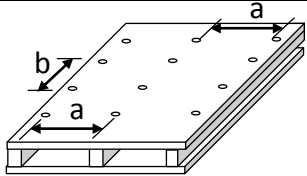
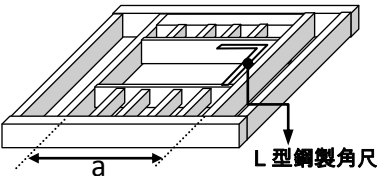
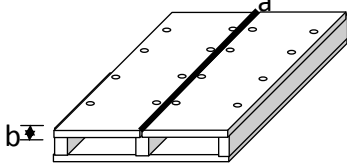
單元主要由格柵梁與邊梁上外覆材所組構而成：邊梁為構成外型之構件，格柵則為水平向之主要支撐骨幹。

牆體框組單元與樓板框組單元均於工廠內預組完成，其精度控制方式及項目也大致相同，表10為牆體與樓板框組版單元於組裝時，常見之精度檢查項目。

預組作業應於專用之作業平台上進行，在拼裝前應對作業平台的平整度、垂直度或角度進行檢測與調整，合格後方可進行預組作業。

表 10 牆體及樓板框組單元組裝精度檢查位置表

說明圖	內容說明
	<p>檢查項目：框組單元邊長量測 測定部位示意：a、b 分別為寬、長 檢查方法：使用鋼捲尺量測</p>
	<p>檢查項目：框組單元組裝之整體厚度及平整度 測定部位示意：測定框組版之四角隅 (a、b、c、d) 及中央部位 (e、f) 檢查方法：使用鋼捲尺量測、氣泡式水平儀</p>
	<p>檢查項目：框組單元之對角線量測 測定部位示意：a、b 為測定部位 檢查方法：鋼捲尺量測</p>
	<p>檢查項目：框組單元組裝之直角度 測定部位示意：a 為測定部位 檢查方法：L 型鋼製角尺量測</p>
	<p>檢查項目：框組單元之翹曲測定 測定部位示意：以 a 值為基準分別扣除 b、c、d、e 測點所量得之值 檢查方法：拉緊由一定高度所支撐之水線，測定長短邊約中央之 4 個測定點之高度</p>
	<p>檢查項目：框組單元之扭曲測定 測定部位示意：扭曲高程差為 y 值 檢查方法：拉緊由一定高度所支撐之水線，測定水線交叉點之差</p>
	<p>檢查項目：框組單元間鋼材之間距及垂直度 測定部位示意：a 為量測部位 檢查方法：鋼捲尺量測、L 型鋼製角尺</p>

	<p>檢查項目：自攻螺絲鎖固間距及數量 測定部為示意：a、b 為測定部位 檢查方法：鋼捲尺量測</p>
	<p>檢查項目：開口部位置大小及垂直度 測定部為示意：a、b 為測定部位 檢查方法：鋼捲尺量測</p>
	<p>檢查項目：結構外覆材接縫寬度、板材間之高差、整體平整度 測定部為示意：a、b 為測定部位 檢查方法：鋼捲尺量測</p>

資料來源：筆者整理繪製

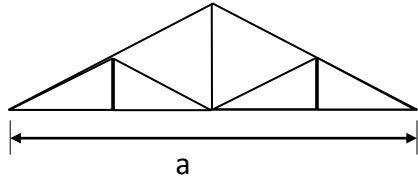
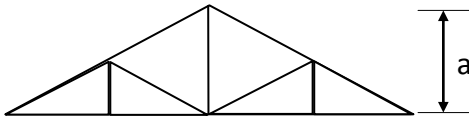
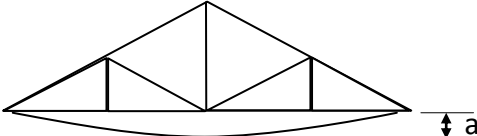
(2) 屋頂構架單元：

常用之屋架構法有椽架式構法、桁架式構法二類，國內以桁架式較為常見。

- a. 椽架式構法：此構法通常是將工廠預裁完成之屋椽桿件運至現場組立，也可將 C 型鋼材運至現場裁切後再組合。由於 C 型鋼桿件自重輕，現場僅需人力即可搬運，無須吊裝機具。
- b. 桁架式構法：其接合部與椽架節點相同，一為桁架本身桿件以自攻螺絲直接接合，或桿件間以特製鐵件來互相接合，與支架體或牆體也可用特殊鐵件接合。屋頂桁架單元通常是採工廠預組的方式來製作，再將框組運送至工地現場進行吊裝組立。

由上述可知桁架式構法較椽架式構法預組程度高，框組單元的型式也以山型桁架單元最常見，表11為屋架單元工廠預組時，框組版單元之精度檢查項目。

表 11 工廠屋架單元框組單元組裝精度檢查位置表

說明圖	檢查內容說明
	<p>檢查項目：屋架長度 測定部為示意：a 為量測部位 檢查方法：鋼捲尺量測</p>
	<p>檢查項目：屋架跨中高度 測定部為示意：a 為量測部位 檢查方法：鋼捲尺量測</p>
	<p>檢查項目：屋架跨中拱度 測定部為示意：a 為量測部位 檢查方法：鋼捲尺量測</p>

	<p>檢查項目：屋架支撐點之間距 測定部為示意：abcdefgh 為量測部位 檢查方法：鋼捲尺量測</p>
	<p>檢查項目：上弦材與下弦材夾角 測定部為示意：a 為量測部位 檢查方法：量角規量測</p>

資料來源：筆者整理繪製

此外工廠在進行裝配作業時，為了區分各種構件，必須對構件進行明確的標示，且標示應清晰明確不易塗改，並須與工廠製造組裝圖相對應，以提高後續現場施工安裝之效率與準確性。

(二) 現場施工之「安裝精度」控制執行流程

在美日等國，現場施工流程通常採『基礎→樓板→牆體→樓板→屋頂』這種由下往上的順序搭建而成，其中基礎與一樓樓版框組間並留設有空氣層(圖 5)。然筆者調查發現，在國內基礎完成後，地面層樓版並未採用預組框組版的方式，而是僅以 PC 大底作為地面層裝修面之底層(圖 6)，故在國內，現場施工流程為『基礎→牆體→樓板→屋頂』(圖 11)。

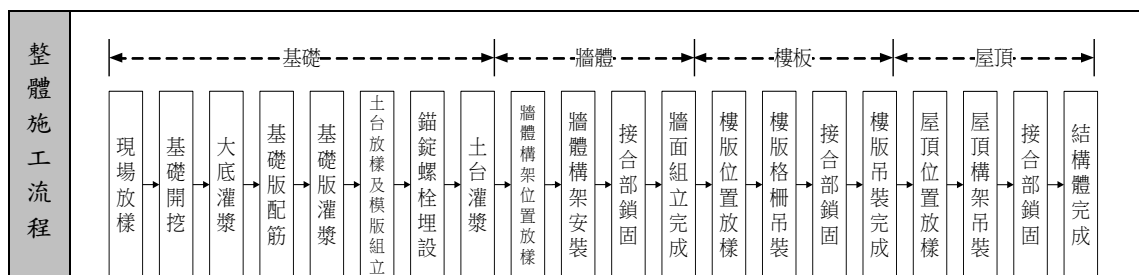


圖 11 整體施工流程圖

(資料來源：筆者繪製)

底下依據上述之整體施工流程說明各部位之作業程序，以了解現場施工過程各階段精度之控制執行項目及管控點：

1. 基礎

框組版式輕鋼構支架體的精確度會受下部構造體所影響，特別是基礎頂面的水平度及平整度，若產生較大的誤差則造成壁體的傾斜，可能造成地面層以上樓層面亦產生傾斜，甚至影響外牆面的垂直度，而造成分段差異明顯等可能性，為了構造的穩定性及安全的結構性能，在基礎部分的精度也需加以要求。

框組版式輕鋼構之基礎其完成面可分為基牆式及平面式。基牆式為引進日本 KC 型系統慣用之型式，先於基牆上放樣出牆體框組安裝定位之基準線，在基牆上架設樓版框組後可直接作為牆體框組下部之支撐(圖 5)；平面式則是將澆置後之混凝土完成

面當作一樓之樓地板，並直接於混凝土完成面作放樣定位(圖 6)。在上述兩種作法當中，基牆及 PC 大底之水平度及平整度都會直接影響日後牆體組立之精度。表 12 為此階段之精度控制項目。

表 12 基礎施工精度控制項目表

基礎施工精度控制項目表		
施工流程	作業說明	精度控制項目
	<p>1. 整地、放樣及開挖作業：整地完成後依據基礎設計圖說放樣開挖出連續地梁位置。</p> <p>2. 放樣：基礎施作部位之基準線，作為配筋、組模及灌將等作業之定位基準。</p> <p>3. 灌漿作業：基礎須確實施工與養護控制以確保其本身水平灌漿作業</p> <p>4. 錨錠螺栓預埋：依據設計圖說進行預埋配置，確定位置後須做固定與保護，避免於模板組立及灌漿作業時因各項變因導致錨錠螺栓之變形與變位。</p> <p>5. 基牆或基礎完成面：基牆或基礎完成面接為後續組立牆體框組之基座，因此其完成面之水平性及平整度極為重要。</p>	<p>1. 基礎：長度、寬度、水平度、高程、表面平整度、對角線</p> <p>2. 錨錠螺栓：數量、尺寸、型式、位置、軸線</p>

資料來源：筆者整理繪製

2. 牆體

牆體框組單元的安裝有兩種方式：一為在工廠將牆體框組單元完成預組後再運送至現場進行吊裝；另一則是在工地現場進行組裝，完成後再進行吊裝作業。不過，無論是在工廠內預組完成或在現場進行組裝，牆體框組單元最後都必須在現場進行吊裝的工作，因此在精度控制的部分主要著重在吊裝前的放樣作業及架設框架單元的水平與垂直位置之準確與否，另外最後進行螺栓鎖固作業時，其位置及間距等內容是否準確，也同樣影響著最後的結果。此階段之精度控制項目整理如表 13。

表 13 牆體施工精度控制項目表

牆體施工精度控制項目表		
施工流程	作業說明	精度控制項目
<pre> graph TD A[牆體框組位置放樣] --> B[牆體框組吊裝組立 (牆體框組預組完成)] B --> C[螺栓插入定位及局部固定] C --> D{精度檢查 1} D -- NO --> E[精度調整] E --> D D -- OK --> F[接合鎖固] F --> G[重複吊裝鎖固作業] G --> H[整體吊裝完成] H --> I{精度檢查 2} I -- NO --> J[精度調整] J --> I I -- OK --> K[牆面組立完成] </pre>	<p>1. 放樣作業：依據設計圖說將牆體組下槽鋼之位置（中心線及兩側）放樣於地坪或樓板上，中心線及側邊線須採不同顏色以方便辨識，一般常用之放樣工具為墨斗彈線作記號。</p> <p>2. 吊裝組立：牆體框組之預組有兩種情形，一為於工廠預組另一則於施工現場搭設作業平台進行預組作業，於吊裝組立時皆為組裝完成之框組版型式。依據施工計畫順序進行安裝工作，接合介面說明如下：</p> <p>(1) 體框組與地坪（樓板）接合：</p> <p>a. 依放樣於地坪或樓板之墨線為牆體座落基準，且牆體框組下槽鋼與地坪或樓板之交接處之間隙應盡量避免或控制於容許範圍內。</p> <p>b. 牆體框組下槽鋼應避免與混凝土地面直接接觸，須鋪設具絕緣性及耐久性之填縫材，並有減少間隙之功能。</p> <p>c. 基礎錨錠螺栓採預埋方式，牆體下槽鋼依設計圖說於工廠事先開孔，安裝時若孔洞預埋位置有誤差而無法安裝，須於現場進行擴孔作業，且須依規範作擴孔補強及防銹處理。樓板與牆體接合之抗拉拔螺栓之規定亦同。</p> <p>(2) 牆體框組與框組之接合：可分為對向接合及側向接合，接合型式有角隅部、一字部、T字部與十字部。一字部之牆版中心軸線須成一直線；其於之接合須成直角。</p> <p>(3) 牆體與屋頂接合。</p> <p>3. 精度檢查：樓板構件最重要為其水平度及平整度。吊裝組立定位後須作精度檢查，若有誤差須作調整，以避免產生累積誤差。</p> <p>4. 接合鎖固：吊裝定位且精度調整完畢後，先進行局部緊固，暫時穩固調整完成之部位防止變位，必要實施以臨時性支撐以維持牆體之穩定，俟同一樓層吊裝完成後，予以全面鎖固之作業。</p> <p>5. 精度檢查 2：俟整體吊裝完成後再針對整體精度檢查。</p>	<p>1. 放樣：位置及放樣線清晰度</p> <p>2. 垂直度：整體及單一牆體</p> <p>3. 整體平面彎曲</p> <p>4. 框組下槽與基礎或樓板之間隙大小</p> <p>5. 牆體接合軸線及角度</p> <p>6. 整體平面對角直線</p> <p>7. 牆體頂部水平度</p> <p>8. 外覆材</p> <p>(1) 接縫寬度</p> <p>(2) 板材間之高差</p> <p>(3) 整體平整度</p> <p>9. 接合鎖固（螺栓、螺絲及接合鐵件）數量、位置與間距</p>

資料來源：筆者整理繪製

3. 樓板

樓板部分在現場施工時，一般可分為兩種情形，一為樓板框組先行於工廠內進行預組，到了現場僅需放樣框組座落之位置，可快速完成安裝作業；另一則是於工廠或現場裁切所需之鋼材後，工地現場再逐支安裝鎖固格柵梁、邊梁及補強構件。兩者相較，前者需於設計規劃階段即妥善考慮版片分割及接合設計，當預組之框組因精度不佳而導致現場無法順利安裝時，則須調整框組或重新製作；而後者雖現場作業工序較為繁雜，不過實際安裝時，可配合實際情況作彈性調整。表 14 為此階段的作業流程及常見之精度檢查項目。

表 14 樓板施工精度控制項目表

樓板施工精度控制項目表		
施工流程	作業說明	精度控制項目
<pre> graph TD A[放樣] --> B[局部固定] C[隔柵梁、邊梁構件及補強構件現場組裝] --> B D[樓板框組吊裝 (樓板框組工廠預)] --> B B --> E{精度檢查 1} E -- NO --> F[精度調整] E -- OK --> G[接合鎖固] F --> G G --> H[重複吊裝鎖固作業] H --> I[整體吊裝完成] I --> J{精度檢查 2} J -- NO --> K[整體精度調整] J -- OK --> L[屋架組立完成] </pre>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 放樣作業：作為樓板部位施工之基準線，以定位樓板構件之位置。 2. 吊裝組立：樓板框組一般可分為工廠預組或現場組裝方式完成。安裝完成之部分先行局部假固定，俟精度調整完成後再行全面鎖固。 3. 精度檢查：樓板構件最重要為其水平度及平整度。吊裝組立定位後須作精度檢查，若有誤差須作調整，以避免產生累積誤差。 4. 接合鎖固：精度調整完成後依設計要求確實接合鎖固，樓板與牆體間之抗拉拔及抗剪力螺栓應垂直貫穿鎖固，補強繫件依設計要求及位置安設，確保設計強度及避免發生變位。 5. 精度檢查 2：俟整體吊裝完成後再針對整體精度檢查。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 格柵梁彎曲度 2. 格柵梁間距 3. 水平度及平整度 4. 外覆材 <ol style="list-style-type: none"> (1) 接縫寬度 (2) 板材間之高差 (3) 整體平整度 5. 接合鎖固（螺栓、螺絲及接合鐵件）數量、位置與間距

資料來源：筆者整理繪製

4. 屋頂

屋頂組合系統必須為緊結成一體之組合剛性構造。屋頂之現場作業一般為將預組完成之屋架框組逐一吊裝進行接合。不過若是工地現場有足夠之組裝空間，也可先行將框組組裝成完整之屋架單元，再進行屋架單元之吊裝。

因屋頂構架之接合處較為繁瑣，為避免日後現場組裝作業的困難，應於規劃設計階段即將接合部位作有系統之規劃。此外，由於屋頂型式多為斜屋頂，故有不同軸線向度，於高空作業之困難度相對於地面高出許多，因此若施工場地允許，盡可能於地面層組裝後，再進行吊裝定位，會比較容易達到預期的精度要求。

表 15 屋頂施工精度控制項目表

屋頂施工精度控制項目表		
施工流程	作業說明	精度控制項目
	<p>1. 放樣作業：作為屋架框組單元吊裝之基準線，以定位框組單元之位置。</p> <p>2. 吊裝組立：屋架框組單元盡可能於工廠預組完成，依順序架設於牆體上，若現場允許建議於地面層組裝完成後，再整體吊裝定位。吊裝作業須注意不致造成屋架損壞或變形。</p>	<p>1. 屋架框組單元垂直度</p> <p>2. 屋架框組單元側向彎曲</p> <p>3. 整體平面彎曲度</p> <p>4. 屋架框組單元間距</p> <p>5. 接合鎖固（螺栓、螺絲及接合鐵件）數量、位置與間距</p>
	<p>3. 精度調整：精度檢查 1：屋架組合須檢核校正每一框組單元之定位及垂直度，並確認屋架框組單元是否有產生側向彎曲，以確保屋架構造能順利且正確的安裝完成。</p>	
	<p>4. 接合鎖固：屋頂構架接合細部繁瑣，構材間之接合鐵件型式多，框組單元間之定位與串接建議採用標準構材及接合鐵件，以利快速施工。</p>	
	<p>5. 精度檢查 2：俟整體吊裝完成後再針對整體精度檢查。</p>	

資料來源：筆者整理繪製

現場作業可能因為施工條件上的差異而受到不同的影響，因此應事先擬定施工計畫，將工廠作業與現場作業的內容詳細加以規劃及檢討才可確保現場作業的順利完成。此外，由於構材間的接合鐵件與抵抗腹板挫屈而增設之鐵件等附加物數量極多，對於各種接合鐵件之尺寸及型式也須事先整合以免影響現場施工作業的進行。

五、結論

框組版式輕鋼構建築物乃是將許多線狀、面狀所組成之構材，透過螺栓、螺絲及接合鐵件等五金鐵件，在工廠預組成版狀框組單元再運至現場吊裝組立而成。因此無論是在工廠進行加工組裝或是現場的放樣吊裝組立作業，每一個階段都必須仔細地控制其精度，以降低因各項作業缺失而導致誤差的累積。

一個好的產品如果沒有一套良好的品管制度及精度控管的機制，再好的產品也是徒勞無功。框組版式輕鋼構建築物，由於具備高度工業化且其構材的特性也符合現今環境保護的潮流，因此在美日等先進國家也被廣泛的使用。目前我國已有業者逐步的將此類構造系統引進台灣。不過就如本文一開始所提，國內現有之相關規範，除了單一材料部分較為完善之外，在框組單元組裝與現場施工安裝等部分仍有所欠缺。希望透過本文，能提供國內業界在此系統施工上之參考，並進而有效提升此類建築物之施工品質，同時對於將來公部門在擬定相關規範時也能有所幫助。

參考文獻：

1. 中華民國建築學會，《開放建築論文選輯—邁向居民參與及友善之房屋產業》，(2000)，台北。
2. 中華輕型鋼構建築協會，《廿一世紀房屋住宅產業新趨勢—輕鋼構住宅研討會論文集》，(2001)，台北。
3. 李則德，《國內低層輕鋼構住宅構法性能評估模式之研究—以生產性及經濟性探討之》，成大碩論(2002)。
4. 洪育成、蕭瑞綺，《臺灣的木建築—與自然共舞的林中居所》，木馬出版，(2005)，台北。
5. 劉宇傑，《輕型鋼構住宅構工法初步研究—由建築生產觀點探討之》，成大碩論(2002)。
6. 蘇杰鳴，《國內輕鋼構住宅樓板構法之研究》，成功大學碩士論文，(2002)。
7. 楊冠倫，《國內低層輕鋼構住宅屋頂工程之調查研究》，成大碩論，(2002)。
8. 何明錦、潘吉齡、劉瑞豐，《輕鋼構低層建築物應用—以日本輕鋼構為例》，內政部建築研究所，(2007)，台北。
9. 謝明哲，《冷軋型鋼在國內建築構架與外殼之應用與發展》，北科大碩論，(2002)。
10. 洪亮辰，《國內低層輕鋼構建築住宅外牆施工界面整合之研究》，成大碩論，(2002)。
11. 內政部營建署，《冷軋型鋼構造建築物施工規範及解說》，內政部建築研究所，(2007)，台北。
12. 內政部建築研究所，《冷軋型鋼構造建築物結構設計規範與解說》，內政部營建署，(2007)，台北。

13. 松村秀一，《工業化住宅・考：これからのプレハブ》，學芸出版社，(1987)。
14. 日本建築學會編，《工業化住宅の構法計画》，彰国社，(1984)。
15. 日本鋼材俱樂部，《KC 型スチールハウス工事標準仕様書》，社團法人鋼材俱樂部，(2000)。
16. 日本鐵鋼連盟「薄板輕量形鋼造建築物設計の手引き」編集委員會編，建築研究所監修，《薄板輕量形鋼造建築物設計の手引き》；國土交通省國土技術政策總合研究所；(2002)。
17. 添誠企業股份有限公司網站資料：<http://tcmotor.com.tw/index.html>。
18. American Iron and Steel Institute，《Standard for Cold-Formed Steel Framing Prescriptive Method for One and Two Family Dwellings》，2007。
19. American Iron and Steel Institute，《Standard for Cold-Formed Steel Framing General Provisions》，2007。
20. North American Steel Framing Alliance，《Low-Rise Residential Construction Details》，2000。
21. Robert Scharff and the Editors of Walls & Ceilings Magazine，《Residential Steel Framing Handbook》，1996。
22. North American Steel Framing Alliance，《Prescriptive Method For Residential Cold-Formed Steel Framing》，2000。