

## 介紹

### 1. 使用範圍：

由於國內營建自動化的推動，預鑄工法漸漸被廣泛的使用，而帷幕牆工法因具下列優點：(1)形狀自由且富彈性。(2)重量輕(混凝土帷幕牆除外)，可減輕結構體之荷重。(3)擴大室內空間，內部裝修可減至最低。(4)所有構材皆在工廠製造，品質較佳。(5)構材於工廠製造、工地組合，受天候影響較小，可有效縮短工期。(6)外牆均用螺栓固定於樓板，承受外力時，完全與結構體分開，不會發生龜裂，防震性良好。故成爲目前高層大樓外牆壁面最常使用的方法之一。一般帷幕牆依材料使用之不同，可區分爲金屬帷幕牆、預鑄混凝土帷幕牆、複合帷幕牆及玻璃帷幕牆。其中金屬帷幕牆又可分爲鋁帷幕牆、鋼帷幕牆、銅帷幕牆及不銹鋼帷幕牆等；複合帷幕牆爲金屬構材與預鑄混凝土兩種材質並用之帷幕牆；玻璃帷幕牆則爲金屬帷幕牆之延續。若依施工安裝方式區分，帷幕牆又可分爲框架組合式及鑲版式兩種。框架組合式是將每一單元橫框及豎框材料於工廠製造完成，運至工地現場先行組合安裝後，再鑲裝玻璃及金屬版而成；鑲版式則視每一單元爲一塊鑲版，窗框在工廠組合完成後，再運至工地安裝而成。帷幕牆窗戶使用之玻璃品種可分爲一般用平板玻璃、防火用平板玻璃、隔離輻射熱用平板玻璃、隔熱防露用平板玻璃及防止飛散用平板玻璃。

### 2. 解釋名詞

- (1) 帷幕牆：指依建築技術規則之規定所稱構架構造，建築物之外牆，除承載本身重量及其所受之地震、風力外，不再承載或傳導其他載重之牆壁。
- (2) 帷幕牆構材：指預先於工廠製造完成之單元構件。
- (3) 安裝鐵件：帷幕牆安裝用鐵件。結構體鐵件、構材鐵件、連結鐵件、調整鐵件之總稱。
- (4) 玻璃帷幕牆：使用10～19mm的大面積玻璃用懸吊式安裝方法組立而成。玻璃帷幕牆完全看不見橫框及豎框，可得到完全透視感的獨特效果。

## 危害

### 1. 潛在危害，災害類型，災害防止對策：

本作業之潛在危害有(1)物體飛落(2)墜落(3)感電(4).灼傷(5).火災

#### (1) 物體飛落：其發生原因有

- A. 因玻璃之切割尺寸與牆面預留孔之尺寸不同，經強風吹落；或因外在因素使帷幕牆之玻璃因巨量變形而破碎飛落，造成人員傷亡。
- B. 吊升吊裝帷幕牆構材時，施吊點脫落，致使帷幕牆飛落釀成意外。
- C. 因作業時使用之零件(螺栓、焊條等)不慎掉落，擊傷人員，造成意外。

防止對策：

- A. 確切測量玻璃之準確尺寸，穩固安裝避免意外脫落。
  - B. 考慮在玻璃破裂狀況下，為防止因窗面貫穿、玻璃碎片飛散或從高處落下而造成意外和人身傷害，而使用防止飛散用玻璃。
  - C. 玻璃框周邊槽內須留出3~5mm空隙，並把玻璃隅角部份做成圓頭，以防止玻璃因巨量變形而破裂。
  - D. 使用兩點吊法及使用吊袋、吊網等。
  - E. 應規定所有作業人員攜帶螺栓袋、鉚條袋及工具袋等，將所需零件及工具置放於袋中，以降低不必要的飛落災害。
  - F. 帷幕牆之構件吊升時，人員禁止進入其下方。
- (2) 墜落：帷幕工程係屬高層建築之一部份，施作環境距地面之垂直距離大(屬高空作業)，作業人員可能因作業時身體重心失去平衡導致墜落，造成傷亡。

防止對策：

- A. 作業前應設置扶手、架板、安全網等防護設施此等設施拆除作業之勞工應使用安全帶。
  - B. 嚴格規定作業人員使用安全帶，且安全帶應確實鉤掛於安全母索上。(詳圖1、2)
- (3) 感電：鉚接、安裝鐵件時，因電鉚機具設備漏電造成作業人員傷亡。

防止對策：

- A. 應設接地線並加裝自動電擊防止裝置。(有關電氣設備接地方

- 面可參考安全資料表SDS-P-0100058之「電氣設備接地」)
- B. 電銲銲接柄應具絕緣性與耐熱性。(有關絕緣防護具方面可參考安全資料表SDS-S-0030069之「絕緣用防護具」)
  - C. 使用之電纜線應架高，勿隨意放於地面上。
  - D. 下雨時不可進行銲接作業，作業中下雨亦應立即停止銲接作業。
- (4) 灼傷：電銲過程產生之熱燙溶液、飛濺之金屬火花造成操作人員之灼傷。
- 防止對策：
- A. 嚴格規定電銲人員必須配備安全裝備、防護衣、防護手套及面罩等。
  - B. 作業區內嚴禁非工作人員進出。
- (5) 火災：由於電銲作業中噴濺之火花造成火災。
- 防止對策：
- A. 以石綿布覆蓋適當範圍，以免火花四濺釀成災害。
  - B. 電銲時，應將四周及下方易燃物品移除。

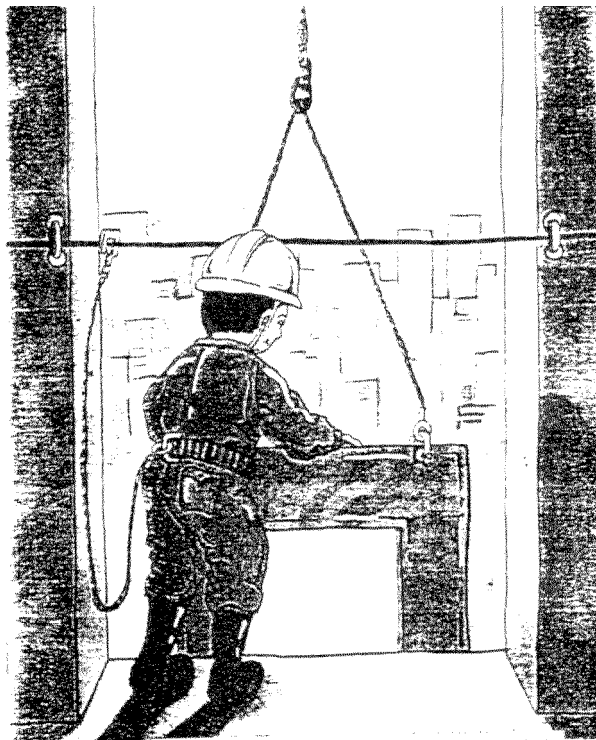


圖1 作業人員配帶安全帶圖(資料來源：台北市政府勞工局勞動檢查處)

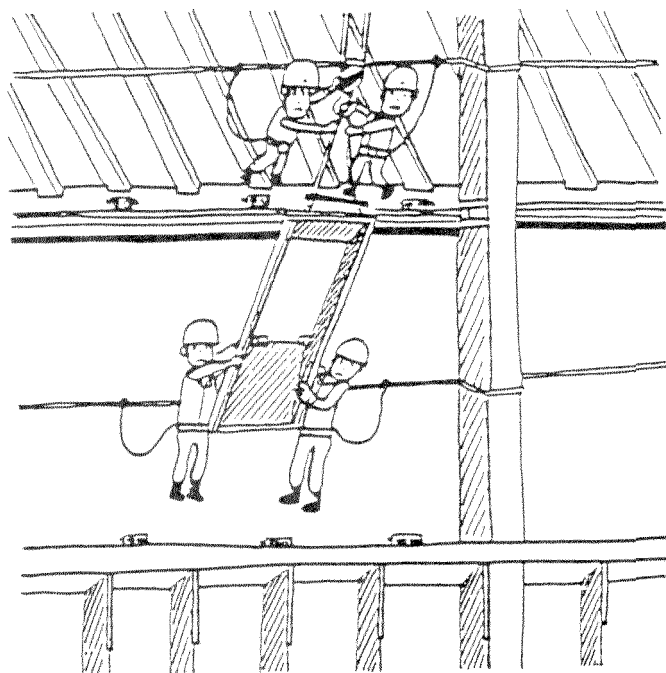


圖2 作業人員配帶安全帶圖(資料來源：日本住有建設株式會社)

#### 作業程序(流程圖詳圖7)

作業前：

1. 繪製施工圖：詳細研究設計圖後，依設計圖說繪製施工圖，繪製施工圖時，對各部份之形態、尺寸均須明確標出，對於重要之接頭及複雜處，應詳加研究並繪製大樣圖。
2. 工廠製作帷幕牆構材：
  - (1) 進料：廠商依設計圖說與經核可之樣品規定，將所需材料一次進場。
  - (2) 落樣：應用NC放樣機或人工方式，在材料上正確地將尺寸圖表示出。
  - (3) 切割：利用切割機於落樣處進行切割。此步驟必須注意切割場之光線與通風是否良好、是否設置防火設施、工作人員是否配備防護設備。若使用瓦斯切割機時，對瓦斯設備尤須妥加檢查。
  - (4) 加工：包括整邊、加工成型、鑽孔、接合、防銹處理、表面處理及隔熱層處理等。此階段必須留心使用各種機具，以避免人為疏失可能造成之災害。
  - (5) 檢查：加工後之構材，須經檢驗合格後，才能編號送至工地組裝。

- (6) 編號與包裝：做好之構材，須詳予編號，且編製表格以便核對與組合。檢查合格之構材，需用保麗龍或PE起泡布包妥，避免構材因碰撞造成破壞。
3. 搬運：將已完成之構材運送至工地現場存放。搬運構材前必須留意：
- (1) 擬定搬運方法及順序。
  - (2) 車輛之煞車裝置、控制盤、排氣系統、傳動裝置、燈光、液壓等各項裝置應依有關交通法令規定。且必須有足夠的馬力和速度，承受其規定之荷重，並應裝置名牌或相等之標示指出空重、載重、額定荷重等。
  - (3) 檢查紮貨之繩索若有下列異狀應立即換新：繩索尾端散亂或斷繩接續使用、索股有斷裂情形、有顯著損傷及腐蝕情形、太溼的繩索。
  - (4) 構材應避免相互摩擦，且於構材周圍加止滑墊，防止滑動。
4. 儲存：運至工地現場之帷幕構材應整齊堆放，設妥穩固設施(防止倒塌)並設立警告標示。

作業中：

玻璃帷幕牆是建築物之外觀，其安裝是否完美關係到建築物是否會漏水、是否有良好的隔音效果、防火性及耐震性等。有關安裝的各作業程序及其注意事項，分述如後：

1. 放樣：帷幕牆係水平或垂直連續安裝而成，無論性能或外觀都應要求高精度，因此必須落實水平基準線與垂直基準線之測定，以避免於安裝時發生無法接合等問題。一般放樣使用的機具有雷射光照射儀、鋼琴線及座、水準儀、經緯儀、鉛錘、鋼捲尺、鋼角尺及其他如墨斗、色筆、鋼釘、鐵鎚等。放樣時必須定各樓之帷幕牆安裝中心線、各樓之帷幕牆安定面輔助線及各樓樓板之水準線標誌與結構體鐵件高度線，以上三者之放樣順序可任意變更。
2. 安裝結構體鐵件：結構體鐵件之種類很多，但主要皆由L型鋼或槽型鋼建造，再銲上鐵腳等後(除與鋼樑銲接處外，餘均先行做防銹處理)，埋固於R.C中或銲接於鋼樑上(如圖3)。在進行銲接時，電流不可太強，以避免損傷鐵件；並須以石綿布覆蓋適當範圍，以免火花四濺發生意外。作業時，所有人員必須配戴安全防護配備，包括安全帶、面罩、防護衣、防護手套等，且安全帶應確實鉤掛於牽掛安全帶之安全母索上。並攜帶焊條袋、工具袋等存放銲條及其他使用工具，

以免飛落擊傷他人。

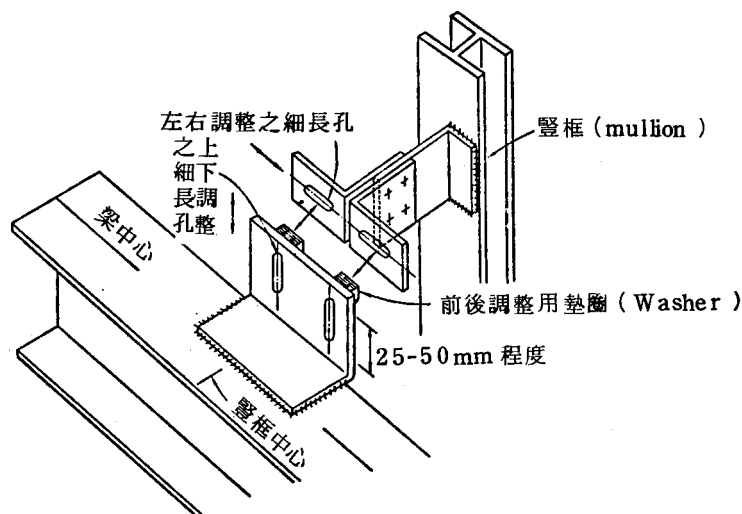


圖3 安裝結構體鐵件例(資料來源：葉基棟、吳卓夫-營造法與施工)

3. 確認安裝順序：考慮整體安裝時間及組裝動線，安排吊裝之順序。
4. 吊裝機械：一般吊裝機械包括塔式起重機(Tower Crane)、機動起重機(Track Crane)及捲揚機(Winch，又分平衡式捲揚機及固定式捲揚機)等。其中塔式起重機因其爬升容易，且穩定性高，所佔空間小，故適用於都市或高層建築之帷幕吊裝；機動起重機活動性高，適用於面臨道路建築，而帷幕牆為數不多之安裝；平衡式捲揚機係利用本身之重量來平衡所吊裝之帷幕牆構件，因本身自重不大，僅適用於較輕構件之吊裝；固定式捲揚機本身附有千斤頂，經加壓後上下端可頂在樓板上，進行吊裝作業。工地可視實際需求選用適當之吊裝機械。惟在使用機具前必須徹底確認機具之荷重大小、迴轉半徑、移動距離、吊重能力及補強材之需求情形，且須留心四周是否有高壓電線存在，以避免觸電造成傷害。
5. 確定吊裝區域，並查核安裝鐵件種類、數量及位置。為防止吊裝時發生意外，應於安裝區域四周，以繩索圈圍，並以紅色布條繫於繩上，以提醒工作人員注意，及防止非工作人員進入，並由地面指揮人員負責維持地面之安全。
6. 檢查其吊環及吊裝機具、吊索是否牢固，以防止吊裝時發生意外。
7. 在屋頂排放排木，將用卡車載來之帷幕牆構件以起重機或工地用電梯運升至屋頂，以正面向上平放於排木上。
8. 吊裝時由最下層開始，從每一樓層四周角板先行組立作為基線，然後再往中央吊裝。將帷幕牆構件自上方用鋼纜吊起，為避免吊放時，單

元產生搖動或旋轉碰撞，在下端另用兩根補助索拉住。吊放至規定位置後，用人工將單元拉至結構體鐵件，用事先預備之連結鐵件將帷幕牆構件固定於結構體鐵件上。用經緯儀、水準儀與鉛錘等儀器，迅速與正確地調整其安裝面位置、高度與垂直度。同一層之帷幕牆單元安裝完成後，再進行第二層之安裝。此程序中所有高架作業人員均應配備安全帶、安全帽及安全鞋，並須將安全帶確實鉤掛於牽掛安全帶之安全索上，以防止作業人員發生意外(圖4為不合格例)。



圖4 帷幕牆吊裝作業人員未做好安全措施例  
(資料來源：葉基棟、吳卓夫-營造法與施工)

9. 一般帷幕牆構造儘可能不採用施工架施工，但如有必要時於樓板上可利用螺旋式千斤頂頂壓固定於上下樓板層，將懸臂式施工架由樓板向外伸出作成踏板，此種施工架安裝簡易並可臨時拆除，不致影響帷幕牆版之搬運及安裝作業，且具安全性(詳圖5)。

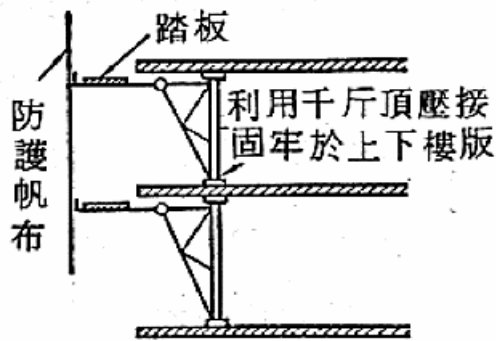


圖5 懸臂式施工架安裝

(資料來源：葉基棟、吳卓夫-營造法與施工)

10. 進行垂直、水平等各項檢查，再鎖緊螺栓作好暫時固定。務使完成之帷幕牆無凹凸或扭曲之情形。作業時，所有人員必須攜帶螺栓袋及工具袋(存放螺栓螺帽及其他工具)，以免飛落擊傷他人。
11. 全部再檢查一次無誤後，銲接固定相關鐵件。銲接時電流不宜過大，以避免損傷鐵件；並須以石綿布覆蓋適當範圍，以免火花四濺發生意外。作業時，所有人員必須配戴安全防護，銲接人員並攜帶銲條袋(存放銲條)，以免飛落擊傷他人。於安裝鐵件施作時，一般將結構體鐵件埋置於樓板之上下兩側，是故於安裝時，若無適當工作架供樓板下側之鐵件與帷幕牆之締接工作時，極易發生意外。因此，可考慮將鐵件加大，增加其與樓板之接觸面，並將埋置固定點增為兩點以上(如圖6)，以減少施工時可能之危害。

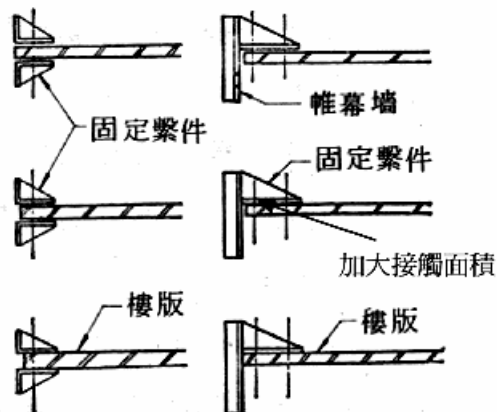


圖6 帷幕牆安裝鐵件例

(資料來源：葉基棟、吳卓夫-營造法與施工)

12. 補修防銹處理。  
作業後：



1. 帷幕牆安裝完妥後，開始做伸縮填縫劑之作業，此項作業須能使完成後之帷幕牆，在任何狀況下均具有不漏水、隔音、防火與耐久之效果。

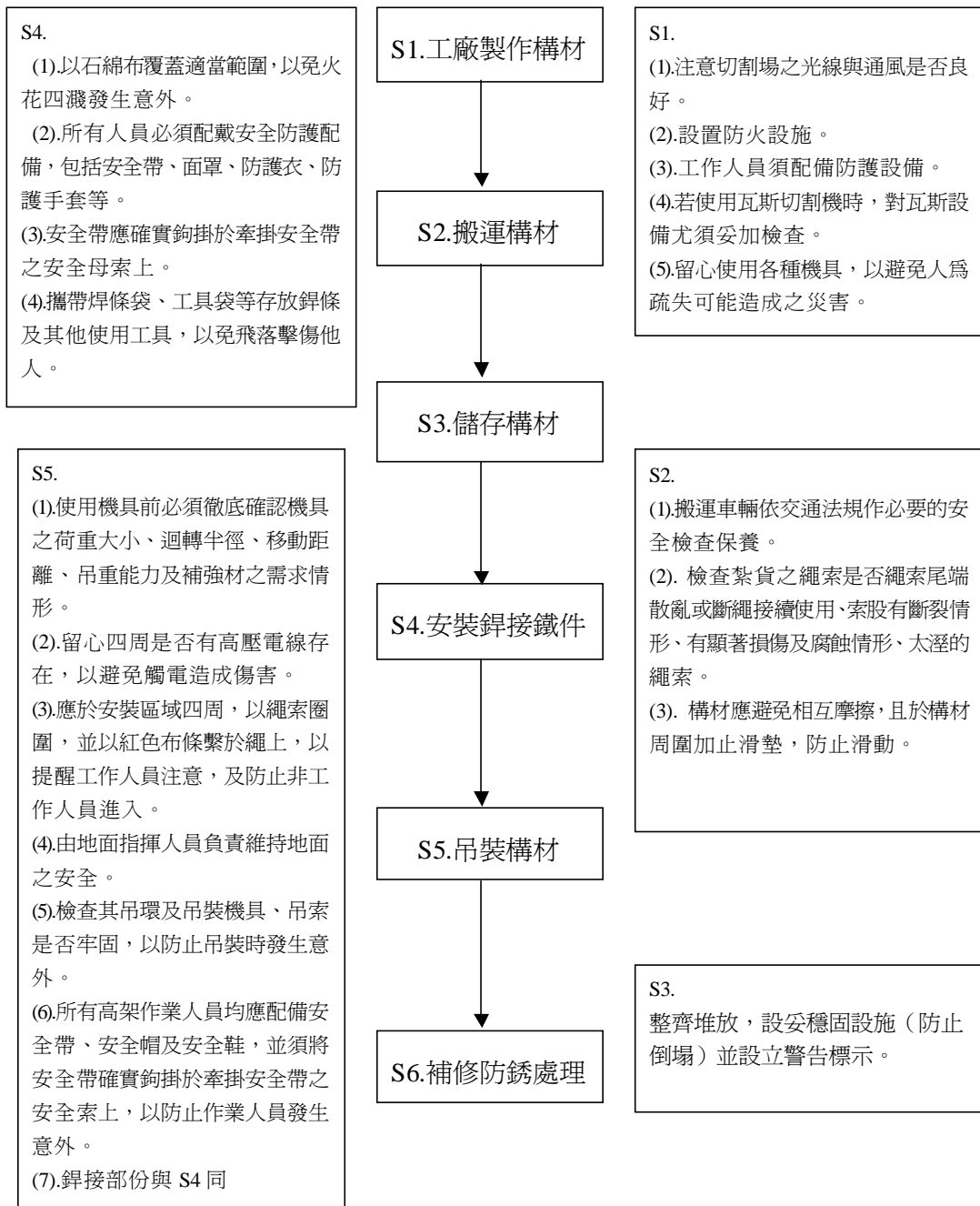


圖 7 玻離帷幕作業程序流程圖

## 相關法令標準

1. 營造安全衛生設施標準：

(1) 第十條：勞工於二公尺以上高度之屋頂、開口部份、階梯、樓

梯、坡道、工作臺等場所從事作業，應於該處設置護欄或護蓋等防護設備。

(2) 第十一條：有關設置之護欄之相關安全規定。

(3) 第二十三條：對於以捲揚機等作為吊運物料時，應依下列規定：  
一 吊掛之重量不得超過該設備所能承受之最高負荷，且應加以標示。

三 錨錠及吊掛用之吊鏈、鋼索、掛鉤、纖維索等吊具有異狀時應即修換。

四 吊運作業中應嚴禁人員進入吊舉物下方及吊鏈、鋼索等內側角。

六 捲揚機操作處應採適當防護措施，以防物體飛落傷害操作人員，如採坐姿操作者應設坐席。

七 捲揚機應設有防止過捲裝置或標示。

八 捲揚機吊運作業時，應設置信號指揮連絡人員，並規定統一之指揮信號。

2. 勞工安全衛生設施規則對於高空作業之墜落、飛落災害防止之相關規定有：

(1) 第二百二十四條：對於高度在二公尺以上之工作場所邊緣及開口部份，勞工有遭受墜落危險之虞者，應設有適當強度之圍欄、握把、覆蓋等防護措施或使勞工使用安全帶以防墜落。

(2) 第二百二十五條：對於高度在二公尺以上之處所進行作業，勞工有墜落之虞者，應以架設施工架等方法設置工作台，或採取張掛安全網，使勞工使用安全帶等防墜措施。

(3) 第二百二十六條：對於高度在二公尺以上之作業場所，有遇強風、大雨等惡劣氣候致勞工有墜落危險時，應使勞工停止作業。

(4) 第二百二十八條：勞工於高差超過一．五公尺以上之場所作業時，應設置能使勞工安全上下之設備。

(5) 第二百三十二條：對於勞工有墜落危險之場所，應設置警告標示，並禁止與工作無關之人員進入。

(6) 第二百三十八條：對於工作場所有物體飛落之虞者，應設置防止物體飛落之設備，並供給安全帽等防護具，使勞工戴用。

3. 勞工安全衛生設施規則對於電銲作業之相關規定有：

(1) 第二百三十九條：電氣設備裝置及線路應依電業法規規定施工，

所使用之電氣器材及電線等，應符合國家標準規格。

- (2) 第二百四十一條：對於電氣機具之帶電部份(電銲機之電極部份)，如勞工於作業中或通行時有因接觸或接近致發生感電之虞者，應設防止感電之護圍或絕緣被覆。
- (3) 第二百四十五條：電銲作業所使用之銲接柄，應有相當之絕緣耐力及耐熱性。
- (4) 第二百五十條：對於良導體機器設備內之狹小空間或高度兩公尺以上之鋼架上作業時，所使用之交流電銲機應有自動電擊防止裝置。
- (5) 第二百七十五條：電銲之電氣設備須注意：
  - 一 電路附近不得堆放與電路無關之物件。
  - 三 不得使用不明規格之工業用電器具。
  - 四 電動機械之操作開關不得設置於工作人員須跨越操作之位置。
  - 五 防止感電之圍柵、屏障等設備如有損壞應即時修補。

## 災害案例一

### 1. 災害發生經過：

甲建設公司將新建大樓之金屬帷幕牆、空間構架、採光罩、門窗等安裝工程交付乙實業公司承攬，乙公司將其中帷幕牆交由丙企業公司施工，八十三年八月十七日上午九時十五分許，勞工丁、戊二人在工地八樓南五柱外牆安裝帷幕牆鋁板，丁在外牆施工架上從事安裝作業，戊在八樓版挑選適合規格之鋁板傳遞給丁時，突然踩空，由八樓版邊緣與施工架間之空隙墜落地面，經送某市立醫院急救無效死亡。八樓版距地面高約21公尺，樓板邊緣與施工架間之間隙約40公分，未設置護欄。

### 2. 災害發生原因：

- (1) 罹災者在八樓版挑選鋁板傳遞給站在外牆施工架上之同事安裝帷幕牆，不慎因樓板與施工架間之間隙墜落地面，傷重死亡。
- (2) 八樓版邊緣開口部份未設置護欄，或其他防墜設施。
- (3) 對勞工未實施安全衛生訓練，勞工安全衛生知識不足。

### 3. 防止災害對策：

- (1) 對於勞工從事作業有自二公尺以上高度之牆面開口部份，地面開口部份墜落之虞者，應設置護欄等防護措施或使勞工配戴安全

帶。

- (2) 對勞工應實施從事工作所必要之安全衛生教育、訓練，並將本案例列入訓練教材，提高勞工安全衛生知識，防止類似災害發生。

## 災害案例二

### 1. 災害發生經過：

甲公司將某大樓新建工程交付乙建設公司承攬。八十三年一月二十六日上午七時五十四分許，女工丙在工地甲棟從事內電梯操作工作，因其機車停在甲棟妨礙施工，乃將機車騎至乙棟工作準備停放，恰被乙棟十四樓最外側之一塊帷幕玻璃飛落擊中右臉頰，當場死亡。掉落之玻璃規格為寬825mm、高857mm、厚11mm，重約20kg，飛落高度約在五〇公尺，罹災者所戴安全帽於被飛落玻璃擊中時掉落，大樓外牆架設之安全斜籬於安裝帷幕玻璃時，因妨礙施工而拆除。

### 2. 災害發生原因：

- (1) 十四樓外牆該肇失帷幕玻璃之切割尺寸與牆面預留孔之尺寸稍有不合，固定不確實，致被強風吹落，擊中罹災者頭部。
- (2) 帷幕玻璃安裝後，未檢查確認固定良好。

### 3. 防止災害對策：

- (1) 對於安裝外牆帷幕玻璃應測量尺寸準確，安裝穩固避免脫落、飛落而傷人。
- (2) 由專人檢查並確認玻璃安裝確實固定無脫落之虞。