

## 提高工務工程生產力的設計及施工守則的好例子

頁數

(一) 介紹.....	1
(二) 擬定指引的方法 .....	2
(三) 指引內容.....	2
提高建造生產力的設計例子和/或其他具體措施	
(四) 鋼筋屈扎工.....	5
(五) 木模板工及金屬模板裝嵌工 .....	8
(六) 敷喉管工及水喉工 .....	11
(七) 金屬工和焊接工 .....	13
相片及圖.....	14

## 提高工務工程生產力的設計及施工守則的好例子

### (一) 介紹

工務政策統籌委員會於二零一二年六月十日的會議中贊同以建造業工人全面人力策略，全面地協調各項人力措施以加強建造業工人的人力資源。其中一項措施，是在工務工程的規劃和設計階段作出考慮，減低預期會出現人手短缺的工種的熟練工人需求。

提高工務工程技術工人生產力督導小組(下稱「督導小組」)在二零一二年九月十四日成立並舉行首次會議。在會議中，確定有空間減少對鋼筋屈扎工、木模板工、金屬模板裝嵌工、敷喉管工、水喉工、金屬工和焊接工的熟練工人需求。在不影響各項工程的藝術、設計創意及功能性情況下，本指引提供建議，在設計及建造施工方面提升上述工種在工務工程中的建造生產力，同時為各種產品，例如鋼筋續接器，提供質量保證。

政府積極推廣各種措施以應對香港建築工人老化的問題，包括在香港建造業使用預製鋼筋組件。這包括在2016年頒布了技術通告，成立一個鋼筋預製工場的認可名冊，及在2018年頒布技術通告，聘用獨立審查團隊負責監察及審查認可鋼筋預製工場的運作。

就著面臨的各項挑戰,發展局以三大支柱：創新、專業化和年青化,制定了建造業2.0。在創新方面，現正進行一系列措施，以改變建造業於創新方面的面貌。這包括成立了建造業創新及料科技應用中心、建築信息模擬技術、及以可供製造及裝配的設計及組裝合成建築法進行場外建造。

《建造業工人註冊條例》有關「專工專責」的規定於2017年4月1日實施。經與業界討論，認為有機會令某些工種分項的註冊熟練技工可跨技能進行相類技能的指定工種分項的工作，以及現時由普通工人進行的小規模建造工作，在符合《建造業工人註冊條例》的豁免條件下，豁免受「專工專責」的規管。

為舒緩對熟練技工的需求及提升生產力，本文為相應的設計及施工守則提供了一些好例子。

## (二) 擬定指引的方法

我們首先研究有關工種的資料，目的是識別在工地有關工種的關鍵工序。獲各工務部門包括建築署、土木工程署、渠務署、路政署及水務署的共同努力，成立工作小組檢討設計、技術要求及建造方法，旨在盡量減少上述被確定的工種的人手需求。工作小組成員包括發展局/工務部門的專業人員、以及相關的持份者（包括相關商會及工會）就上述工種舉行會議，檢討減少熟練工人需求的可行及有效措施，督導小組在二零一二年十二月十三日舉行的第二次會議中通過了相關的草擬指引。

## (三) 一般原則

一般原則是透過運用 **3S** 的概念 (**S**andardization (標準化)、**S**implification (簡單化)及 **S**ingle integrated element(單一綜合元件)) 應用於設計，並提供例子及在建造過程中個別工種的具體措施。

## 提高建造生產力的設計

### (i) 標準化(Standardization)

設計者應優先考慮採用標準化的設計，例如採用同等間距的柱躉，標準化的種類及尺寸的組件，及接合細節，有助提升施工效率，相片一展示標準化的結構橫樑的例子。

### (ii) 簡單化(Simplification)

設計者應採用不複雜的建造系統和安裝細節，包括減少搭接數目，避免採用涉及大小不同的構件和不同的設計細節，以簡化裝配和製作程序的相關工作。同時，應避免涉及高技術水平要求 (如彎曲面) 的特殊設計 (相片二)。

### (iii) 單一綜合元件(Single integrated element)

設計者在顧及現有工地限制，運送和吊運要求後，可考慮採用容許組件合併成單一元件的結構，在製造工場先行預製，從而提升工作效率，及減少在工地施工 (相片三及四)。

## 提高工地施工效率的措施

設計者和承建商應採用有效的資源規劃和施工程序，改善工序和工地管理，有助人力資源的運用。建議的措施包括 -

- 使用高效能的工具和設備；
- 安排工人連續進行同類的工作，以促進他們對工作的熟悉，及提升生產力；
- 有效地管理資源，專注完成關鍵環節的工作；
- 推行良好工地管理，以減少工人在工地閒置的情況，例如確保物料準時運到和有效的人手規劃等；
- 採用模組化、預製及在工場預先建造的方法，盡量在供應商的工場進

行有關工序(例如採用模組式配件等)，以減少在工地的工程；

- 涉及大型結構的工程，考慮採用特定的合約安排，如設計和建造合約，讓承建商可靈活採用預製結構、替代物料或創新設計；
  - 適時向承建商發出圖則，讓他們有充裕的時間計劃及準備工作；及
  - 持續調配聘用同一批建造團隊。
- \* *在採納指引的建議盡量減少熟練工人的需求時，需按個別項目情況，在規劃和設計階段，全面考慮其他因素如特殊的地盤條件，功能或建築要求的複雜性，及對設計創意，項目時間和成本的影響等。再者，應預留充裕的建造時間，以避免因工程緊迫而引致對熟練工人的需求大增。*

以下會就項目(一)所述的工種，提供設計的例子及其他具體措施。

#### (四) 鋼筋屈扎工

##### 設計階段 - 採用 3S 概念

##### (i) 標準化 (*Standardization*)

- 保持一致的層間高度以避免複雜的鋼筋屈扎工序。採用填塞方法取代調節結構樓板高度達致樓板的不同的水平要求，但需顧及混凝土填塞會增加樓板荷載的情況。
- 採用標準化及對稱的佈局及大小一致的結構構件，以簡化鋼筋切割及屈扎的工作。
- 避免使用不規則形狀的混凝土構件，如彎曲的橫樑、非柱體狀的橫樑、柱墩及建築裝飾組件等，這些構件通常牽涉複雜及擁擠的鋼筋排佈。
- 採用一致闊度的連續橫樑，以避免複雜的主鋼筋的排佈。
- 避免於不同樓層改變柱墩的尺寸。
- 鋼筋盡量採用符合BS8666的標準形狀代碼。

##### (ii) 簡單化 (*Simplification*)

- 鼓勵用機械搭接接頭連接柱墩及牆的主鋼筋，以避免在擁擠的鋼筋排佈中搭接鋼筋所遇到的困難，但須嚴格符合監督、紀錄保持及技術合規的相關要求以確保施工能實現設計意圖。
- 避免採用複雜及過少寬容度的鋼筋扎作排佈，例如
  - 考慮到在無樑樓板、轉換結構及樁帽的擁擠鋼筋排佈及提供足夠混凝土保護層厚度的要求，抗剪力箍筋的腳鈎應避免扣緊這些結構的底層鋼筋，以減低鋼筋切割及屈扎的精準需求(圖一)；及
  - 應避免橫樑的主鋼筋穿過柱墩主鋼筋之間的狹縫進入柱墩鋼筋支結構架內 (圖二)。
- 優化設計以簡化鋼筋排佈，例如

- 在樓面上搭接柱檁的垂直主鋼筋，而不選擇在柱檁的高空的位置作搭接，以減少鋼筋扎作的難度 (圖三)；
  - 減少在樑柱節點的抗剪力箍筋的扎作難度(圖四)；及
  - 為減少在柱檁的鋼筋扎作，採用較大尺寸及間距的開口式抗剪力箍筋及主鋼筋 (圖五)。
- 在樓板和牆的建造上，考慮使用鋼絲網以代替傳統的鋼筋扎作。

(iii) 單一綜合元件(*Single integrated element*)

- 乾法施工

在適用情況下，考慮使用乾法施工，例如使用預製混凝土磚或預製板牆去代替現注混凝土分隔牆(相片五)。此施工方法亦可加快建造過程。

- 採用預製件(相片六及七)

考慮採用預製件建造次要的結構構件，如窗架、外牆及樓梯等。

### 其他具體措施

#### 結構設計

- 採用無樑樓板或大跨度板塊的設計(相片八)

盡量減少橫樑的數目，因橫樑的鋼筋一般都是比較多，而橫樑與柱檁的鋼筋於樑柱節點縱橫交錯，經常出現鋼筋非常擁擠的情況，影響鋼筋屈扎工的生產效率。

- 利用組合結構(相片九至十一)

減少於工地鋼筋屈扎的工作量，例如更多採用組合樓板及組合柱檁。

- 轉換結構(相片十二)

避免採用一般需要密集和複雜的鋼筋排佈的轉換結構。如果不能避免使用，應詳細考慮轉換結構的尺寸及鋼筋排佈的安排，務求使鋼筋的屈扎變得較為容易。

- 建築信息模擬技術

推廣盡量使用建築信息模擬技術以模擬擠擁的鋼筋交點（例如眾多橫樑與柱的交界點），以務求設計是沒有衝突及可建造的。

### *建造程序*

- 推廣採用半預製件的方法建造結構構件

考慮在需要複雜模板或冗長的鋼筋扎作的工程（如梯段、水缸等）採用半預製件。全面性預製件通常使用於重覆性和容易處理的結構構件，例如預製外牆及浴室等。半預製件可更靈活地與現注混凝土一併應用於較大規模的結構建造，例如使用半預製樑及樓板以配合現注混凝土填補以進行樓層建造(相片十三及十四)。

- 引用機械車剪切及屈曲鋼筋，以減少對熟練鋼筋屈扎工的需求 (相片十五)。推廣使用土木工程拓展署認可鋼筋預製工場根據發展局第10/2018號工務技術通告”工地外使用預製鋼筋組件的質量保證”所提供的預製鋼筋組件。



## (五) 木模板工及金屬模板裝嵌工

### 設計階段 - 樓宇建築設計採用 3S 概念的例子

#### (i) 標準化(Standardization)

標準化建築設計，例如

- 標準化
  - 樓層的高度
  - 樓層的細節，如不同樓板的厚度
  - 每個樓層台面的尺度
  - 結構樓板、柱檁、牆、橫樑及樓梯的設計
- 保持適量的柱檁數量

#### (ii) 簡單化(Simplification)

簡化建築設計，例如

- 避免建造突出的混凝土構件，如混凝土的窗台、混凝土裝飾條及樓宇外牆的裝飾組件。
- 在不影響功能運作，機電效能及維修考慮的情況下，避免集中在樓層的局部地區裝置人力密集和耗時的單元，例如發電機房、廁所、廚房等，因密集的工作環境會引致不同工種熟練技術工人的相互影響。換句話說，這些設施應盡量散佈在樓層不同位置。

簡化結構設計，例如

- 採用平板以取代傳統的結構橫樑及混凝土層板建築，以減少在建造橫樑時，木模板工或金屬模板裝嵌工的工作。

- 以非混凝土物料或預製混凝土磚建造在門框附近的小面積位置(即門框和天花板、及門框與相鄰牆壁之間的位置)，以減少需要大量人手的模板工程(相片十六)。

*減少特別的設計，例如*

- 除需要特別的建築設計外，應避免涉及高工藝要求的特殊設計，例如彎曲牆、尖角斜板及曲樑等。

(iii) *單一綜合元件(***Single integrated element***)*

- 乾法施工(相片五)

採用乾建造法，例如混凝土磚或預製牆板系統等，以取代現注混凝土間牆。

- 採用預製件(相片六及七)

考慮採用預製建造方法建造外牆、幕牆、玻璃板牆、窗框及樓梯等。

**設計階段 - 土木工程設計採用 3S 概念**

(i) *標準化 (***Standardization***)*

*標準化的設計，例如*

- 標準化規範橋墩和牆的設計
- 考慮加裝面板以代替混凝土建築裝飾
- 結構內的構件採用典型及對稱的布置
- 採用典型的地基設計及將地基數量保持最小

(ii) *簡單化(Simplification)*

*簡化建築設計，例如*

- 避免在擋土牆及橋樑墩台外部的圖案裝飾(相片十七及十八)，如適用，可提供綠化植物以達到改善外觀。
- 考慮以非現注元件作為建築特色設計

*簡化結構設計，例如*

- 減少建造曲線的天橋柱墩和底部
- 橋樑截面保持最小變化

(iii) *單一綜合元件(Single integrated element)*

- 採用預製組件建造橫樑及柱墩
- 採用預製混凝土U型溝渠

## (六) 敷喉管工及水喉工

### 提高建造生產力的具體措施 - 敷喉管工

#### *規劃及設計*

- 選用適當物料及種類

考慮使用—

輕便和耐用的材料（例如聚乙烯 PE 水管），以減少在處理材料方面的人力資源。

聚乙烯（PE）線圈水管（公稱尺寸為 90 毫米或以下），取代 PE 的標準直身水管，以減少接合配件的需要。

- 採用直身及直接的喉管路線以減少彎位、接口及配件。

#### *建造方法*

- 修復方法

考慮使用修復方法（例如套入現有水管內層）替代敷設新水管以復修損壞水管。

- 無坑敷管方法

採用無坑敷管方法（例如橫向鑽挖、水管推頂、微型隧道等）以替代傳統的明挖方法。

## 提高建造生產力的具體措施 - 水喉工

### *規劃及設計*

- 供水和排水裝置選用耐用的材料和適當的設計，例如
  - 以環氧樹脂塗層的球墨鑄鐵管替代鑄鐵管，特別是在建築物下或需承受高水壓的裝置，以盡量減少日後的維修和保養工作。
  - 採用快速接合法替代傳統的焊接技術。
  - 小直徑的 PE 線圈水管和線圈銅管以替代標準直身水管。
- 在容易出現淤塞的情況下使用尺寸足夠的排水管，特別是埋入地下或較長的排水管(例如樓面面積較大的特殊建築物包括醫院和懲教機構設施等)。
- 使用直接供水系統，以減少在工地內的水管工程。
- 標準化樓宇內供水和排水裝置的設計，使水管和排水工程更有效地進行。
- 考慮在內地或香港以外地方預先將喉管接口裝配。
- 採用直身及直接的配管系統以減少彎位、接口及配件。

## (七) 金屬工和焊接工

*採用創新設計，以減少並取代在工地進行的金屬工程*

- 替代設計

採用替代設計，以減少金屬工程或焊接工序，例如

- 螺栓和螺帽接合法用於永久(如橋門構架、樓頂結構)和臨時(如樁柱套管、吊架)的金屬工程，以取代焊接程序。
- 使用機械接駁器，包括用於大型結構的特製接件或專利產品，以取代傳統焊接程序。
- 採用專利方法安裝護欄以改善生產力 (相片十九及二十)。

- 替代物料

採用非金屬物料，以盡量減少金屬工程，例如強化玻璃纖維塑膠欄杆、頂板及水缸等 (相片二十一至二十三)。

- 完 -



相片一：標準化的結構橫樑



相片二：高技術水平要求(彎曲面)的特殊設計



相片三：預製樓宇外牆連窗框



相片四：預製浴室連廚房





相片五：預製混凝土磚



相片六：預製外牆



相片七：預製樓梯



相片八：無樑樓板



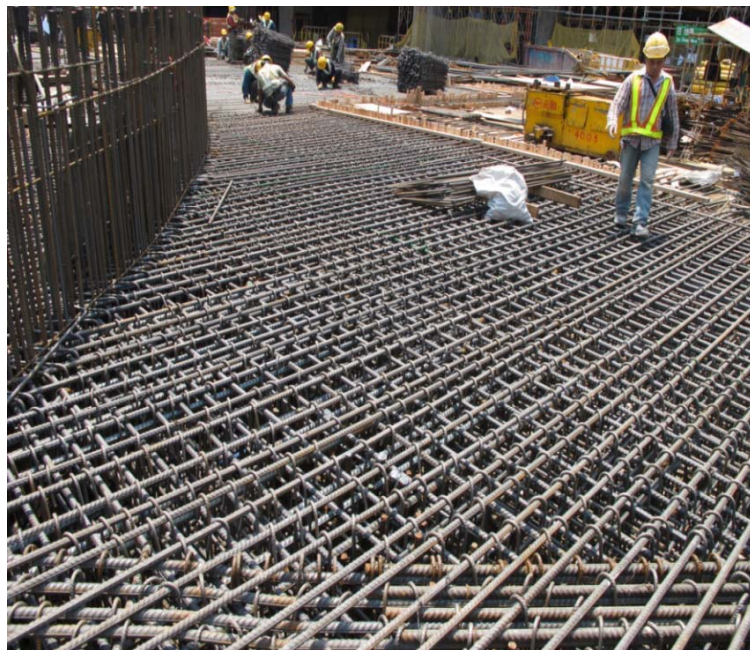
相片九：鋼結構與混凝土組合樓層



相片十：樓宇建造中的組合V型柱墩



相片十一：組合結構樑柱節點



相片十二：轉換結構



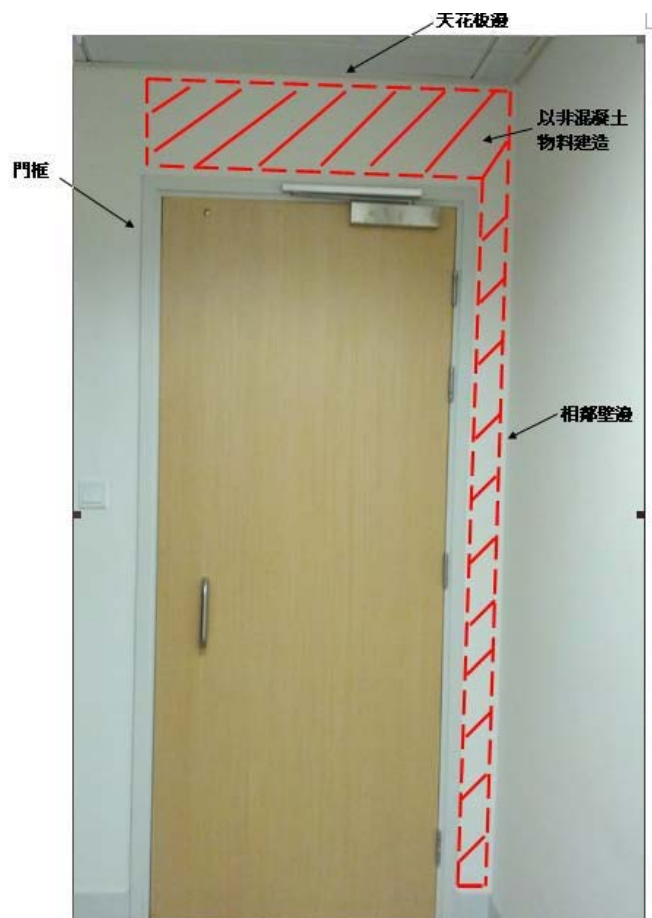
相片十三：半預製樑



相片十四：半預製樓板



相片十五：機械化剪切及屈曲鋼筋



相片十六：以非混凝土物料建造介乎於門框和天花板、及門框與相鄰牆之間



相片十七: 避免在擋土牆外部的有圖案的混凝土設計



相片十八: 避免在擋土牆外部的有圖案的混凝土設計



相片十九：採用專利方法安裝護欄



相片二十：採用專利方法安裝護欄





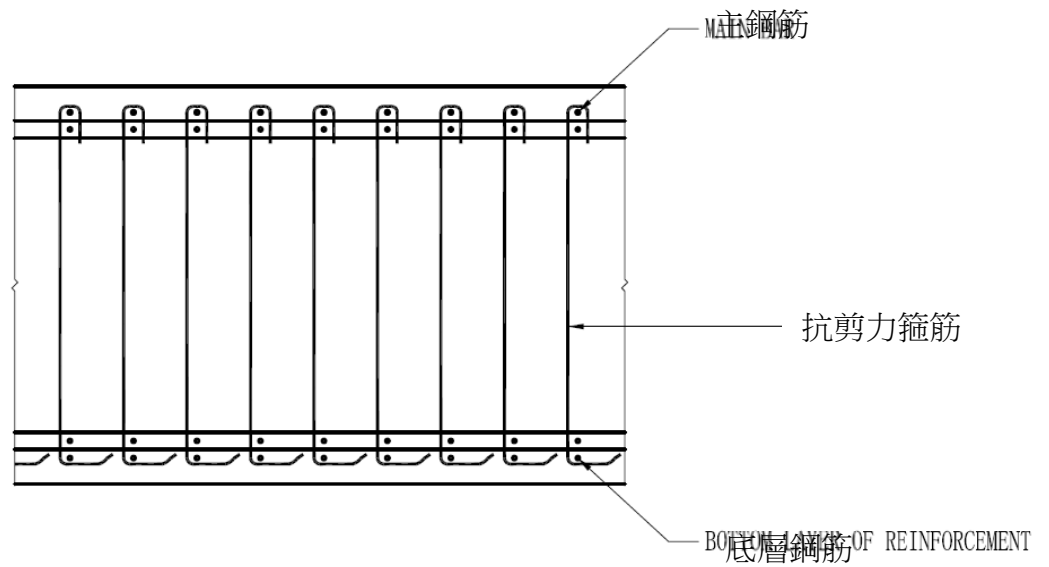
相片二十一：玻璃纖維強化塑膠欄杆



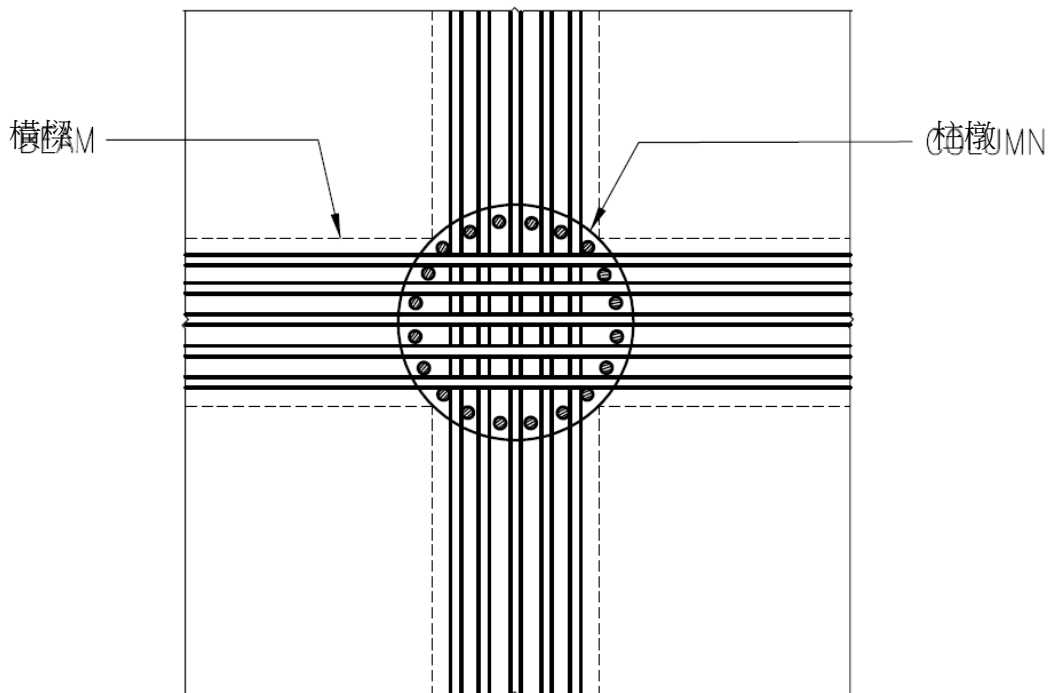
相片二十二：玻璃纖維強化塑膠頂板



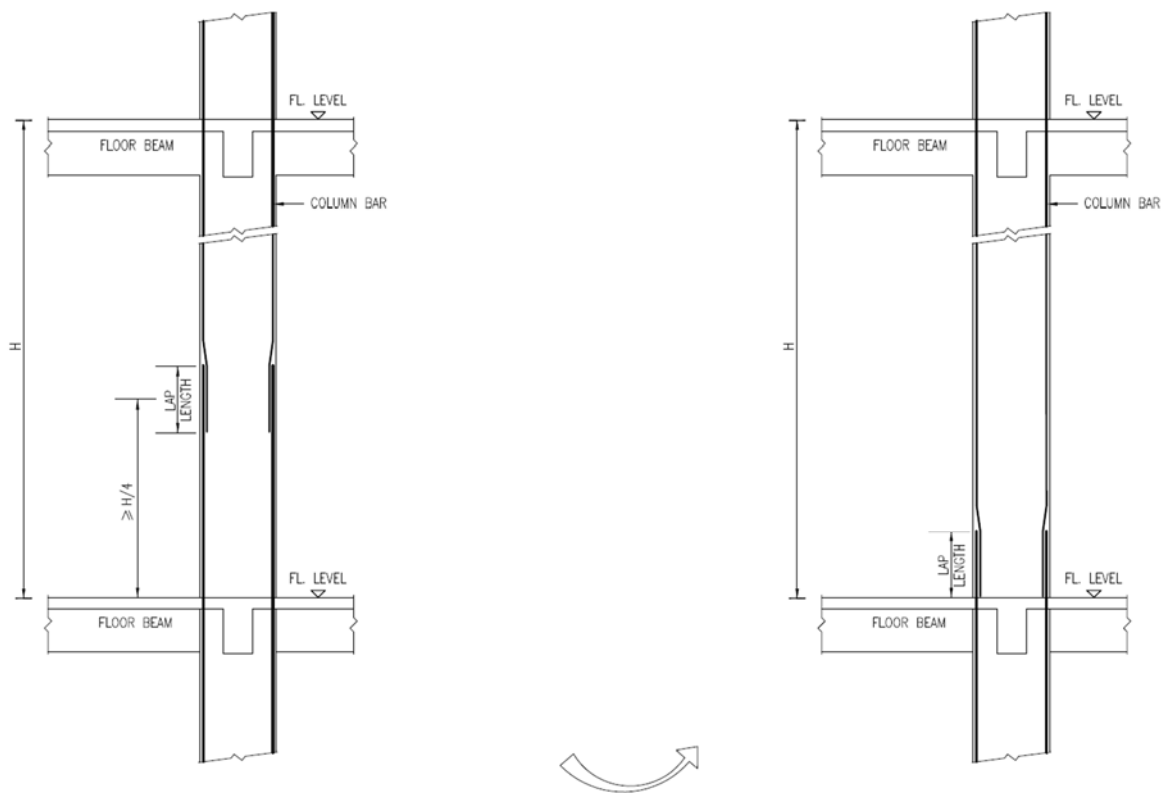
相片二十三：玻璃纖維強化塑膠水缸



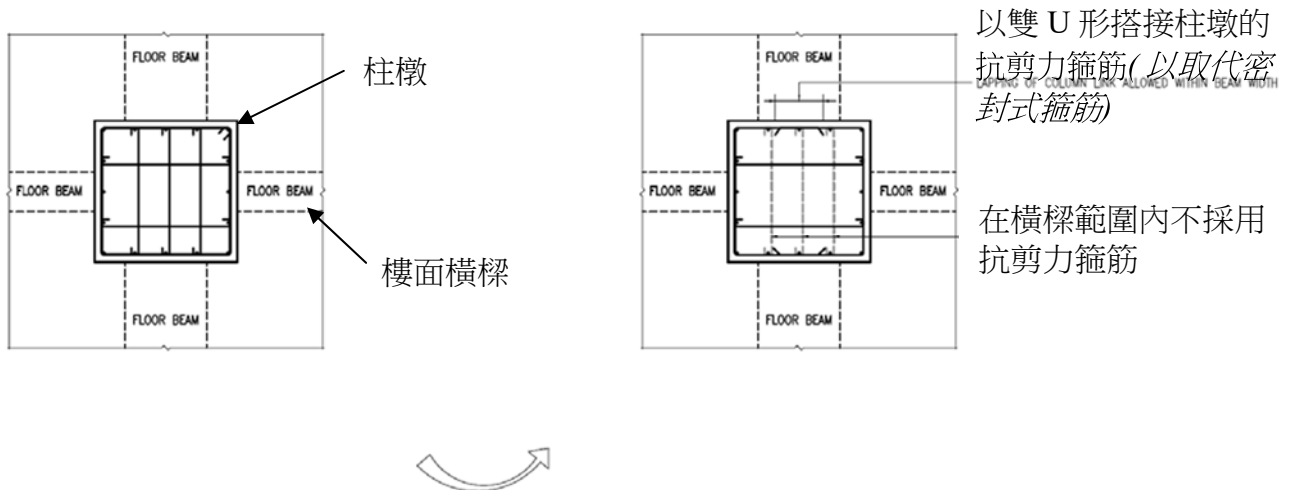
圖一：抗剪力箍筋的腳鉤應避免扣緊無樑樓板、轉換結構及樁帽的底層鋼筋



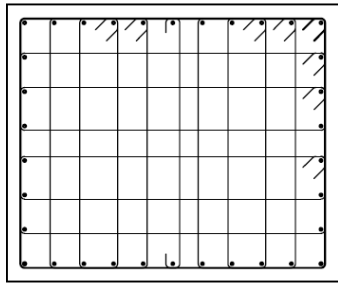
圖二：避免橫樑的主鋼筋穿過柱樑主鋼筋之間的狹縫進入柱樑鋼筋支結構架內



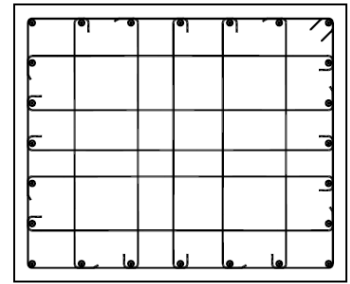
圖三：在樓面上搭接柱墩的垂直主鋼筋



圖四：減少在樑柱節點的抗剪力箍筋的扎作難度



避免較小尺寸及間距的密封式抗剪力箍筋及主鋼筋



採用較大尺寸及間距的開口式抗剪力箍筋及主鋼筋  
COLUMNS WITH LARGER MAIN BARS AND OPEN LINKS

圖五：採用較大尺寸及間距的開口式抗剪力箍筋及主鋼筋