

## 課程簡介:

### 第一講: 幕牆設計概論

1. 建築幕牆近況.
2. 建築幕牆設計的發展趨勢.
3. 標準幕牆系統:
  - a) 企料的典型設計
  - b) 橫料的典型設計
  - c) 橫/企料間的聯接.
  - d) 玻璃的固定方法.
4. 半單元式幕牆系統:
  - a) 玻璃將固定於鋁輔框 (在工廠進行).
  - b) 將固定於鋁框的玻璃單元安裝在主鋁架上.
5. 單元式幕牆系統:
  - a) 典型的分離式堅框之設計.
  - b) 在“stack-joint”處的分離式橫框之設計.
  - c) 等壓原理的正確應用.
  - d) 是否應在企料框鑽孔, 以為橫框或死牆位之密閉空間提供通風?
  - e) 密封膠和膠條作為防水材料的正確應用.
  - f) 在錯誤的地方提供水槽位, 引致有一單元一端為一個絞支點及另一端為一個簡支點 (不穩定的單元).
6. 幕牆的物理性能試驗.
7. 幕牆性能試驗所遇到的一般問題.

### 第二講

#### 第一節: 玻璃的正確應用和鋁框的設計

1. 幕牆和鋁窗工程中所使用的玻璃種類 (剛化玻璃, 淬火玻璃, 半剛化玻璃, 夾層玻璃和夾絲玻璃等).
2. 正確選用玻璃的種類.
3. 玻璃的計算 (採用 BS6262 或 AS/NZS 1288 或 ASTM E1300 或 Timoshenko 公式).
4. 採用屋宇署 2018 年之玻璃規範計算.
5. 夾膠玻璃或中空玻璃之不同玻璃板層間之載荷分配計算.
6. 夾膠玻璃之合成效應 (決定合成度之測試).
7. 各種玻璃的許用應力 (中間位置或邊緣位置).
8. 玻璃肋之許用應力.
9. 玻璃安裝時須注意的問題.
10. 引起玻璃爆裂的各種原因. (我們能否通過檢查, 去找出有自爆可能的強化玻璃?)

## 第二節: 鋁框的設計

1. 鋁合金之種類, 哪種鋁合金適合用於幕牆和鋁窗或鋁板外牆?
2. 根據 BS8118, 用 Limiting State 設計鋁框.
3. 豎框的計算 (採用公式或用計算軟件).
4. 橫框的計算 (採用三角形載荷或梯形載荷分佈).
5. 螺絲的計算.
6. 鋁框的許用應力及鋁框的屈服現象的驗算.
7. 幕牆面上之風壓的正確選用.

## 第三講

### 第一節: 矽膠和膠條在幕牆中的應用.

1. 矽膠種類 (密封膠, 結構膠以及防火膠等).
2. 矽膠之許用應力.
3. 矽膠之膠縫寬度的計算.
4. 矽膠之測試.
5. 膠條種類.
6. 膠條的耐用性.
7. 膠條之不同的形狀和用途.
8. 鋁框中裝膠條之槽位的設計 – 尺寸的效用.
9. 玻璃底之膠墊的選取.

### 第二節: 螺絲和拉釘在鋁窗和幕牆設計中的應用

1. 採用不銹鋼或鋁合金螺絲以防止出現銹斑.
2. 拉釘之截面積偏小, 這是由於它的中空型設計.
3. 鋁框在螺絲孔處的生銹現象以及如何防止.
4. 可開窗之線撐 (Hinges) 的固定處如何做局部加強處理.
5. 螺絲的計算.
6. 如何防止螺絲由螺絲孔中抽出.

### 第三節: 鋁窗的設計

1. 鋁窗之各部件的英文名稱.
2. 鋁窗所用之典型的鋁框設計.
3. 鋁窗邊的固定方法.
4. 如何計算木易?
5. 如何防止爆炸釘被拉出?
6. 如何正確使用線撐?
7. 多點鎖的設計 – 如何防止鎖點從鎖片上滑出.

8. 案例討論 1: 為什麼有一款四-巴(four-bar) 線撐在現場不合用(90% Hinge 線撐彎曲).
9. 案例討論 2: 一個仿幕牆之鋁窗之防漏水.

#### 第四講

##### 第一節: 雲石外牆之設計

1. 固定方法: 膨脹螺栓或預埋件.
2. 以鋼針固定石板是否可行?
3. 如何正確使用蝴蝶碼 (Butterfly bracket)?
4. 如何計算在鋼針處的石板?
5. 如何計算在蝴蝶碼處的石板?
6. 長條石板之中間位置的支撐是否總是有效?
7. 石材的許用彎曲應力 (由測試結果來決定).
8. 石材的許用剪應力 (由測試結果來決定).
9. 環氧樹脂 (epoxy) 可用來固定石板嗎? 需注意哪些方面?
10. 案例討論 1: 一高樓外牆上之石板掉下之原因及分析.

##### 第二節: 大玻璃牆的設計

1. 以桁架 (Truss) 和鐵爪 (Spider) 固定的大玻璃牆.
2. 以預應力鐵索 (Pretension steel wires) 和鐵爪固定的大玻璃牆.
3. 以玻璃肋 (Glass fin) 支撐的大玻璃牆.
4. 玻璃肋的結構計算. 如何防止橫向屈服.
5. 玻璃肋之許用彎曲應力.
6. 在大玻璃強之底部, 是否需要去水孔?
7. 大玻璃牆之玻璃的選用.
8. 如何設計玻璃碰口處的膠縫寬度 (Sealant bite)?

#### 第五講

##### 第一節: 玻璃雨蓬和天窗的設計

1. 玻璃之固定的典型設計.
2. 不可用水平的天窗系統的固定方法來固定傾斜面的天窗系統 (玻璃的靜載需適當地支撐).
3. 玻璃的正確選用.
4. 如何防止天窗及雨蓬上之玻璃的破碎後傷到人.
5. 如何正確選用雨蓬和天窗系統的設計風壓.

## 第二節: 玻璃攔河和鋁百葉

1. 自站立式 (free-standing) 玻璃攔河之底部的不同設計.
2. 以石膏粉來固定玻璃底部之風險.
3. 作用於玻璃攔河之載荷 (風載荷與外加載荷).
4. 鋁百葉之葉片的設計.
5. 如何計算百葉之通風率.
6. 如何用測試確定一百葉系統之通風效率?

## 第三節: 鋼材及不銹鋼在外牆設計中的應用

1. 鋼材種類及定義.
2. 為何要在外牆系統用不銹鋼?
3. 何時何處須用不銹鋼?
4. 如何防止鐵料生銹?
5. 不用金屬間之”Bimetal effect”及如何隔離?

## 第六講

### 第一節: 建築外牆的計算概況

1. 計算鋼材時: 以 Limiting State 載荷和材料系數 (Material factor), 根據香港 “鋼結構之應用 (Structural use of steel), 2011”來設計鋼結構.
2. 計算鋁框時: 以 Limiting State 載荷, 材料系數 (Material factor). 根據 “BS8118” 設計鋁材料.
3. 計算玻璃時: 作用於玻璃的載荷的正確選取.
4. 計算預埋件的實例.
5. 計算鐵碼/鋁碼的實例.

### 第二節: 單元式幕牆之設計實例

#### 第一個實例: - 由威而遜幕牆設計的幕牆

- a. 公/母鋁企框之匹配的設計細節
- b. 在水槽位 (Stack joint) 處的橫框之匹配的設計細節.
- c. 膠條形狀之選取.
- d. 物理性能試驗.
- e. 完工後的幕牆外觀.

#### 第二個實例: - 一個二十年前安裝的單元式幕牆

- a. 公/母鋁企框之匹配細節 – 膠條防水效果評估.
- b. 在水槽位橫框之匹配細節 (膠條位置與形狀)
- c. 漏水之成因.

- d. 如何改善膠條之設計.
- e. 擋水位(膠條的位置)的正確選擇.

## 第七講 風載荷與屋宇署之申請批核程序

### 第一節: 香港 2019 年版之風規範的正確用法

- a. 外牆上之絕對風壓:  $P = Q_z C_p S_z$  此處,
- b.  $Q_z$ : 參考風壓.
- c.  $C_p$ : 壓力系數
- d.  $S_z$ : 面積尺寸因子  
 $Q_z = Q_0 \cdot z S_t S_0$
- e. 如何正確定義每一項?
- f. 正確選取尺寸因子.
- g. 裙樓外牆之壓力系統的正確計算.
- h. 建築物之邊緣區之風壓的確定.

### 第二節: 屋宇署的文件審核安排與程序

- a. 新建築物上的幕牆等的申請批核之程序.
- b. 作為第 I 級別小型工程的批核範圍及程序.
- c. 作為第 II 級別小型工程的批核範圍及程序.

## 第八講 各種建築外牆系統之檢查

### 第一節: 檢查什麼?

#### A. 幕牆系統:

- 1. 玻璃: 破裂、刮花痕、移位
- 2. 固定螺絲: 生銹、斷裂或缺失
- 3. 硅膠: 脫離、開裂、穿孔或缺失
- 4. 鋁蓋板: 變形、脫開或生銹
- 5. 不銹鋼蓋板: 變形、脫開或生銹(對低規格之不銹鋼)
- 6. 用近距離目視法, 再加上有關的簡單測試來檢查幕牆.
- 7. 可否用紅外線熱成像來檢查幕牆? 效果如何?
- 8. 可否依賴無人機去檢查幕牆?

#### B. 雲石外牆:

- 1. 雲石: 裂縫(尤其是在石板固定處之裂縫)、天然的石縫、孔
- 2. 固定處: 裂縫、鬆脫(如何判斷)、缺失/失效
- 3. 固定方式: 那種固定方式會更容易失效?

C. 百葉窗(可能的問題):

1. 漏水: 百葉窗後之水收集系統失效
2. 生鏽: 百葉窗後之鐵的元件會由於接觸雨水而生鏽
3. 固定方式: 那種固定方式會更容易失效?

D. 鋁窗之檢查:

1. 窗鉸: 四杆窗鉸、絞式窗鉸
2. 窗鎖: 鎖點與鎖扣

E. 案例分析:

1. 案例 1: 在外凸型窗頂, 未裝擋雨片之後果.
2. 案例 2: 在一百葉窗後, 有一孔.
3. 案例 3: 由背部插入之不銹鋼固定的石板, 在固定處斷裂之原因探討.
4. 案例 4: 幕牆內之等壓原理被用錯了之後的漏水.