

# 概述

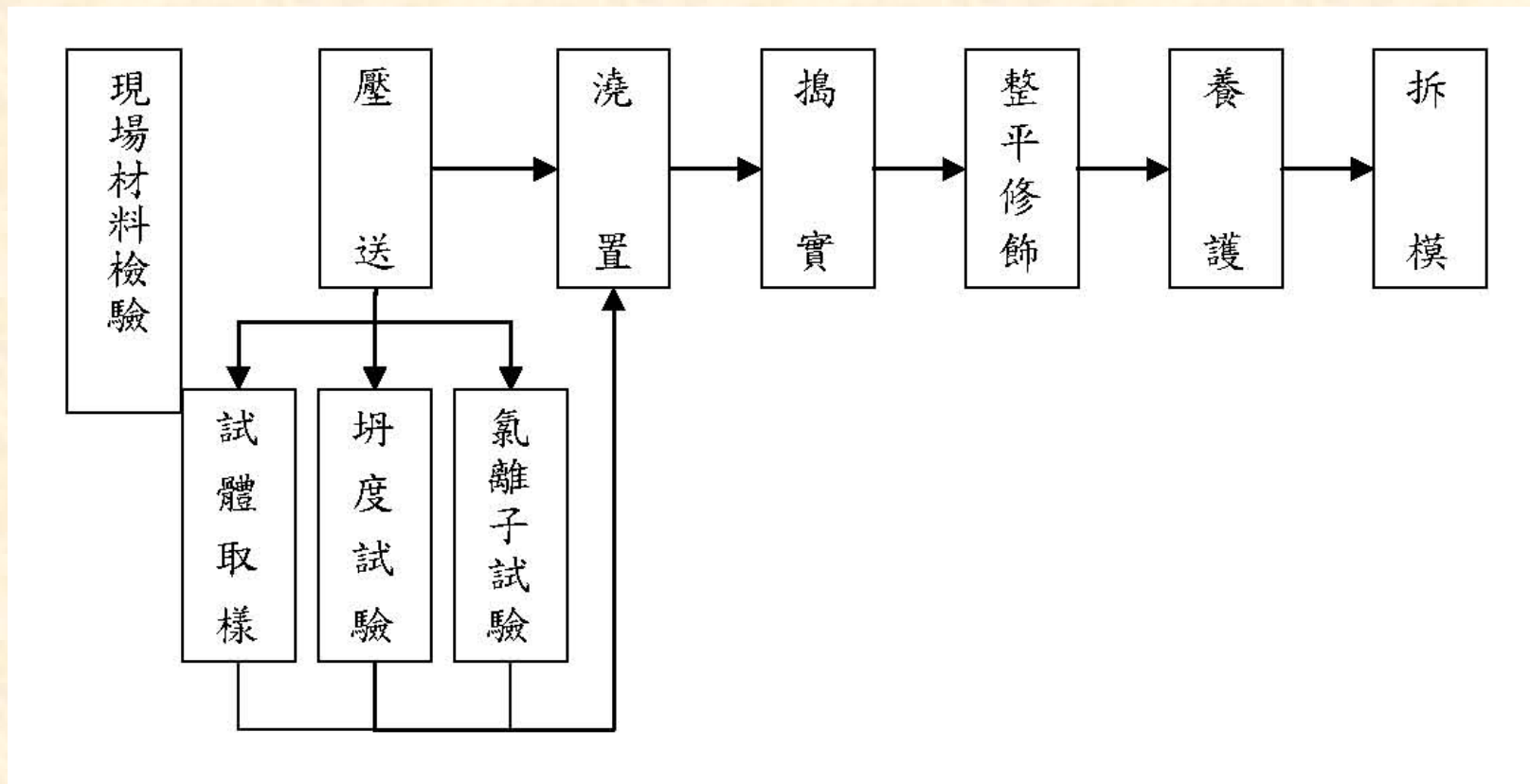
- \* 水泥與水產生“水化反應” → 膠結物
- \* 水泥種類：通常是第一類 (Type I)
- \* 細骨材 CNS 1240
- \* 細骨材：天然砂，機製砂，不得使用海砂
- \* **細度模數**：2.3 至 3.1 之間
- \* 不得含有黏土、泥塊、有機物及其它有害物質
- \* 粗骨材 CNS 1240
- \* 粗骨材：天然礫石或軋製碎石

# 概述

- \* 粗骨材須符合洛杉磯磨損試驗 **CNS 490**
- \* 細骨材水溶性氯離子不得超過 **0.024%**
- \* 坍度試驗 **CNS 1176**
- \* 混凝土水溶性氯離子不得超過 **0.3 kg/m<sup>3</sup>**
- \* 混凝土抗壓強度試驗

# 概述

## \* 混凝土澆置分區與澆置動線



# 概述

- \* 添加劑應充份攪拌，勿使沉澱
- \* 混凝土拌合時間應超過 60 秒
- \* 預拌混凝土輸送速率應適當，太快則來不及搗實，太慢則發生“冷縫”的現象
- \* 混凝土 vs 工地加水
- \* 混凝土澆置 vs 粒料分離
- \* 混凝土料應垂直卸落

# 概述

- \* **混凝土澆置如遇大雨 → 決定施工縫位置，中止澆置，已澆置的區域，以防水布覆蓋。**
- \* **於最小應力處設置施工縫，下次澆置前，應以水泥漿淋濕。**
- \* **混凝土以振動器搗實，間距 90 公分以內，每次振動時間約 5-10 秒。**
- \* **柱、牆下端區域之混凝土，尚須輔以外模振動器搗實。**
- \* **灑水養護**

# 概述

- \* 混凝土拆模後的處理方式  
    **小孔穴 vs 大窟窿**
- \* 預拌混凝土公司 → 混凝土配比設計
- \* 混凝土強度以現場取樣之試體為主
- \* 模板之清潔與溼潤
- \* 樓板厚度的控制：畫線標明
- \* 鋼筋保護層的墊塊
- \* 通知預拌混凝土公司混凝土**數量、坍度、設計強度、最大骨材粒徑**。

# 概述

- \* 混凝土澆置不可集中於一處
- \* 避免粒料分離
- \* 牆、柱混凝土澆置速度不可太快，以免模板應力過大
- \* 建物樓版下部，應派員監看模板及實施牆、柱外模振動
- \* 混凝土拌合後並靜置達 **30** 分鐘，或預拌混凝土開使拌合後至工地超過 **90** 分鐘  
→ **不得澆置**

# 概述

- \* 氣溫低於 5°C 高於 35°C，降雨強度過大  
出工人數不足，照明不足，機具短缺  
→ **不得澆置混凝土**
- \* 避免振動棒觸及模板，不得以震動器駁送  
混凝土
- \* 灑水養護至少七日
- \* 混凝土澆置後 24 小時內，不可堆放重物
- \* 剩餘之混凝土，不得任意棄置。
- \* 預拌車清洗之污水，不得任意放流。



# 概述

- \* 巨積混凝土：以冰水拌合混凝土
- \* 冷縫之定義：在  $25^{\circ}\text{C}$  以下，已澆置的混凝土停頓 120 分鐘；或於  $25^{\circ}\text{C}$  以上，已澆置的混凝土停頓 100 分鐘，其接縫稱為冷縫。
- \* 施工縫（是否需止水帶？）
- \* 伸縮縫（是否需止水帶？）

# 概述

## \* 鋼筋腐蝕之原因

1. 混凝土透水性過高；
2. 裂縫；
3. 有害物質侵入

## \* 鋼筋腐蝕之防制

1. 保護層厚度；
2. 水灰比；
3. 養護；
4. 加入飛灰；
5. 環氧樹脂包覆鋼筋，但須注意握持長度、搭接長度 ... 等

# 混凝土骨材

## \* 粗骨材 vs 細骨材

粒徑大於 4.75 mm → 粗骨材

粒徑小於 4.75 mm → 細骨材 (俗稱砂)

## \* 骨材含水狀態

1. 潮溼 (表面含有自由水)

2. 面乾內飽和

3. 氣乾 (自然乾燥)

4. 乾燥 (烘乾)

# 混凝土骨材

## \* 吸水率 vs 含水率

吸水率=(面乾內飽和重-烘乾重)/烘乾重

含水率=(試樣重-烘乾重)/烘乾重

## \* 孔隙 vs 空隙

孔隙：粗骨材內部細小的孔眼

空隙：骨材顆粒之間間隙

## \* 容積比重 (桶體比重) vs 視比重

# 混凝土骨材

## \* 標準篩孔尺寸 (mm)

**粗骨材：75、50、37.5、25、19、9.5**

**細骨材：4.75、2.36、1.18、0.60、  
0.30、0.15**

## \* 篩分析試驗

**疊置各篩，置於搖篩機上，放置試料，  
搖動三分鐘以上，量取各篩上所停留  
的骨材重。**

# 混凝土骨材

## \* 篩分析試驗結果

篩號 (mm)	篩重 (g)	篩與 試料重 (g)	試料重 (g)	駐留 百分比 (%)	累積駐留 百分比 (%)	累積通過 百分比 (%)
19	780	1080	300	7	7	93
*12.5*	770	1790	1020	24	*31*	69
9.5	760	2100	1340	31	62	38
4.75	750	1960	1210	28	90	10
2.36	730	1080	350	8	98	2
底盤	350	435	85	2	*100*	0
			4305	257		

# 混凝土骨材

## \* 骨材最大粒徑

某一篩號及其上方篩之骨材駐留的百分比超過 15% 者，該篩號孔徑即為最大骨材粒徑。

## \* 骨材細度模數 (Fineness Modulus, FM)

所有標準篩上累積駐留百分比除以 100 即是。依前表之結果即為 2.57。

一般而言，粗骨材之 FM 界於 6.0 至 8.0  
細骨材之 FM 界於 2.0 至 4.0

# 水泥

\* 黏結料 (Cement)

\* 非水硬性黏結料，水硬性石灰，波特蘭水泥。

\* 波特蘭水泥 (洋灰，紅毛土)

**Type I** 一般用途

**Type II** 中度抗硫酸鹽水泥

**Type III** 早強水泥

**Type IV** 低水化熱水泥

**Type V** 高度抗硫酸鹽水泥



# 水泥

## \* 水泥製造

石灰岩與黏土研磨混合，高溫煅燒成熟料 (**clinker**)，添加適量的石膏再研磨成粉狀即是。

\* 水泥 + 水 → 水化反應 (**hydration**)

# 混凝土摻料

## \* 化學摻料

速凝劑、緩凝劑、減水劑，高效能減水劑  
(又稱：強塑劑)，輸氣劑，抗凍劑。

## \* 礦物摻料

飛灰 (fly ash)，矽灰，稻殼灰，高爐  
爐石灰，鋼纖維，塑膠纖維。

# 混凝土配比設計

表 1：各類結構元件施工時，混凝土坍度建議值

工程種類	坍度 (cm)	
	最大	最小
基腳、沉箱	7.5	2.5
樑、柱、牆	10.0	2.5
版、鋪面	7.5	2.5
巨積混凝土	5.0	2.5

# 混凝土配比設計

表 2：非輸氣混凝土之『坍度』及『最大骨材粒徑』與  
所需之『拌合水量』 ( $kgf/m^3$ ) 及『空氣含量』的關係

坍度 (cm)	最大骨材粒徑 (cm)							
	1.0	1.3	2.0	2.5	3.8	5.0	7.5	15.0
2.5—5.0	210	199	187	178	163	154	142	125
7.5—10.0	228	217	212	193	178	169	157	136
15.0—17.5	243	228	214	202	193	178	169	—
空氣含量	3.0%	2.5%	2.0%	1.5%	1.0%	0.5%	0.3%	0.2%

# 混凝土配比設計

表 3：非輸氣混凝土『設計抗壓強度』與『水灰比』之關係

設計抗壓強度 $f'_c$ ( $kgf / cm^2$ )	水灰比
175	0.67
210	0.58
245	0.51
280	0.44
315	0.38

# 混凝土配比設計

表 4：於特殊暴露狀況下，水灰比的限制

暴露狀況	最大水灰比	最小抗壓強度 $f'_c$ ( $kgf / cm^2$ )
混凝土暴露於水中，具低滲透性。	0.50	280
混凝土潮濕狀態下，暴露於凍融作用的環境。	0.45	315
保護鋼筋防止鏽蝕，混凝土暴露於除冰鹽、鹽水及海水的環境。	0.40	350

# 混凝土配比設計

表 5：單位體積混凝土之粗骨材的體積量

粗骨材最大粒徑 ( <i>cm</i> )	單位體積混凝土之乾搗粗骨材 的體積 ( $m^3 / m^3$ )			
	砂之細度模數			
	2.4	2.6	2.8	3.0
1.0	0.50	0.48	0.46	0.44
1.3	0.59	0.57	0.55	0.53
2.0	0.66	0.64	0.62	0.60
2.5	0.71	0.69	0.67	0.65
3.8	0.75	0.73	0.71	0.69
5.0	0.78	0.76	0.74	0.72
7.5	0.82	0.80	0.78	0.76
15.0	0.87	0.85	0.83	0.81



# 混凝土配比設計

若一混凝土材料係用於打造基礎，且該基礎暴露於地下水，但屬溫和之氣候環境。混凝土設計抗壓強度為  $f'_c = 210 \text{ kgf/cm}$ 。

(1) 水泥為 Type I，其比重為 3.15。

(2) 粗骨材特性：比重為 2.65；吸水率為 0.5%；含水率為 2.5%；  
單位體積重  $1680 \text{ kgf/m}^3$ 。

(3) 細骨材特性：比重為 2.62；吸水率為 2.0%；含水率為 5.0%；  
細度模數 2.6。

根據上列數據，設計此一混凝土之現地配比。



# 混凝土配比設計

## 【步驟 1】決定混凝土之坍度

由表 1，本案混凝土坍度採用 5 cm。

## 【步驟 2】決定粗骨材最大粒徑

本案混凝土粗骨材最大粒徑採用 2.0 cm。

## 【步驟 3】估計拌合水量及空氣含量

由表 2，本案混凝土所需之拌合水量為  $187 \text{ kgf} / \text{m}^3$ 。  
空氣含量為 2.0%。

# 混凝土配比設計

## 【步驟 4】決定水灰比

由混凝土的設計強度  $f'_c = 210 \text{ kgf} / \text{cm}^2$ ，查表 3 得水灰比為 0.58。但因本案混凝土係暴露於地下水，故由表 4 得知：最大水灰比不得超過 0.5。因此，本案混凝土之水灰比取為 0.5。

## 【步驟 5】計算水泥用量

因 水灰比 = 水重 / 水泥重 = 0.50，故一立方米之混凝土所需水泥量為  $187 / 0.5 = 374 \text{ kgf} / \text{m}^3$ 。

# 混凝土配比設計

## 【步驟 6】估計粗骨材所需之重量（於飽和面乾狀態下，SSD）

由粗骨材最大粒徑為 2.0 cm 及細骨材細度模數為 2.6 之條件，查表 5 得知：於一立方米的混凝土當中，粗骨材所佔有的體積（含空隙體積）為  $0.64 \text{ m}^3 / \text{m}^3$ 。因此，於一立方米混凝土當中，粗骨材於“飽和面乾”狀態下所需之重量為  $0.64 \times 1680 \times (1 + 0.5\%) = 1081 \text{ kgf} / \text{m}^3$ 。

# 混凝土配比設計

【步驟 7】估計細骨材所需之重量（於飽和面乾狀態下，SSD）

$$\text{水的體積} = \frac{187}{1000} = 0.187 \text{ m}^3 / \text{m}^3 ,$$

$$\text{水泥的體積} = \frac{374}{3.15 \times 1000} = 0.1187 \text{ m}^3 / \text{m}^3$$

$$\text{粗骨材的體積} = \frac{1081}{2.65 \times 1000} = 0.4079 \text{ m}^3 / \text{m}^3$$

$$\text{空氣的體積} = 1.0 \times 2\% = 0.02 \text{ m}^3 / \text{m}^3$$

$$\text{細骨材之外的體積} = 0.187 + 0.1187 + 0.4079 + 0.02 = 0.7336 \text{ m}^3 / \text{m}^3$$

$$\text{所需要細骨材的體積} = 1.0 - 0.7336 = 0.2664 \text{ m}^3 / \text{m}^3$$

# 混凝土配比設計

於飽和面乾狀態下，所需細骨材的重量為  $0.2664 \times 2.62 \times 1000 = 698 \text{ kgf} / \text{m}^3$

一立方米所需材料的重量為：

(a) 水 =  $187 \text{ kgf}$

(b) 水泥 =  $374 \text{ kgf}$

(c) 粗骨材 (SSD) =  $1081 \text{ kgf}$

(d) 細骨材 (SSD) =  $698 \text{ kgf}$

合計為  $2,340 \text{ kgf}$

# 混凝土配比設計

【步驟 8】求現地配比：

(A) 粗骨材：

(1) 含水量 = 2.5%

(2) 吸水率 = 0.5%

(3) 自由水率 =  $2.5\% - 0.5\% = 2.0\%$

(4) 自由水量 =  $1081 \times 2.0\% = 21.6 \text{ kgf}$

(5) 拌和之重量 =  $1081 + 21.6 = 1102.6 \text{ kgf}$

# 混凝土配比設計

## (B) 細骨材：

(1) 含水量 = 5.0%

(2) 吸水率 = 2.0%

(3) 自由水率 = 5.0% - 2.0% = 3.0%

(4) 自由水量 =  $698 \times 3.0\% = 20.9 \text{ kgf}$

(5) 拌和之重量 =  $698 + 20.9 = 718.9 \text{ kgf}$



# 混凝土配比設計

(C) 所需之拌合水量： $187 - (21.6 + 20.9) = 144.5 \text{ kgf}$

因此，一立方米所需現場材料的重量為：

(a) 水 =  $144.5 \text{ kgf}$  (所需倒入拌合機內的水量)

(b) 水泥 =  $374 \text{ kgf}$

(c) 粗骨材與其含水量 =  $1102.6 \text{ kgf}$

(d) 細骨材與其含水量 =  $718.9 \text{ kgf}$

合計為  $2,340 \text{ kgf}$