

混凝土

配比設計審查

強度統計分析

了長胡夏



高雄市政府 109年度工程查核教育訓練



配比設計審查



高雄市政府 109年度工程查核教育訓練

大綱

配比設計概論

配比設計審查

實務案例研討



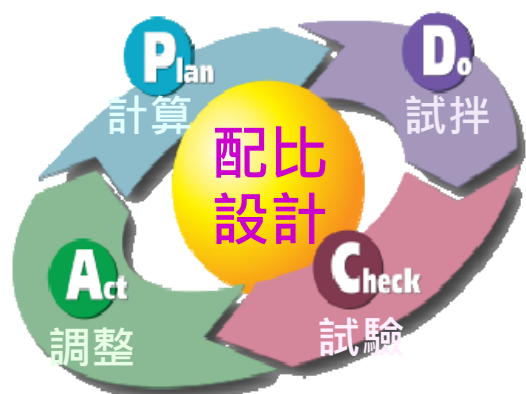
高雄市政府 109年度工程查核教育訓練

1. 配比設計概論

❖ 混凝土配比設計是依據工程設計條件與材料性質特性，決定混凝土各項組成材料相對數量的科學方法。

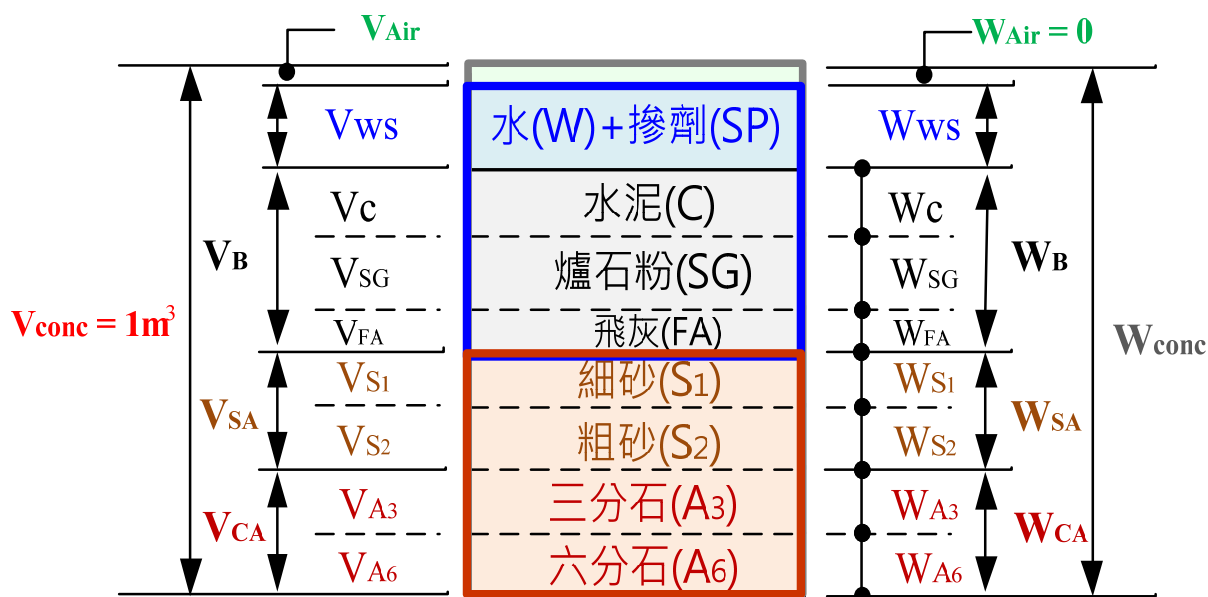
❖ 配比選擇應考量下列條件：(CNS 12891.3.2)

- 安全性：符合設計強度要求
- 工作性：避免析離過度泌水
- 耐久性：抵抗特殊暴露環境
- 經濟性：降低水泥糊體用量
減少潛變乾縮泌水
- 生態性：節能減碳再生利用



1-1 混凝土基本組構理論

混凝土 = 黏結材 + 填充材



1-1.1 單位體積法

❖ 單位體積法

若各組成材料的體積已知，則混凝土單位體積如下列計算式所示：

$$V_{conc} = V_B + V_{SA} + V_{CA} + V_{WS} + V_{Air} = 1\text{m}^3 \quad (1-1)$$

若各組成材料的重量、比重已知，則混凝土單位體積如下列計算式所示：

$$V_{conc} = \frac{W_B}{1000\gamma_B} + \frac{W_{SA}}{1000\gamma_{SA}} + \frac{W_{CA}}{1000\gamma_{CA}} + \frac{W_{WS}}{1000\gamma_{WS}} + V_{air} \quad (1-2)$$

1-1.2 單位重量法

❖ 單位重量法

若每立方混凝土的總重量 W_{conc} (kg/m^3)

$$W_{conc} = W_B + W_{SA} + W_{CA} + W_{WS} \quad (\text{kg}/\text{m}^3) \quad (1-3)$$

其中

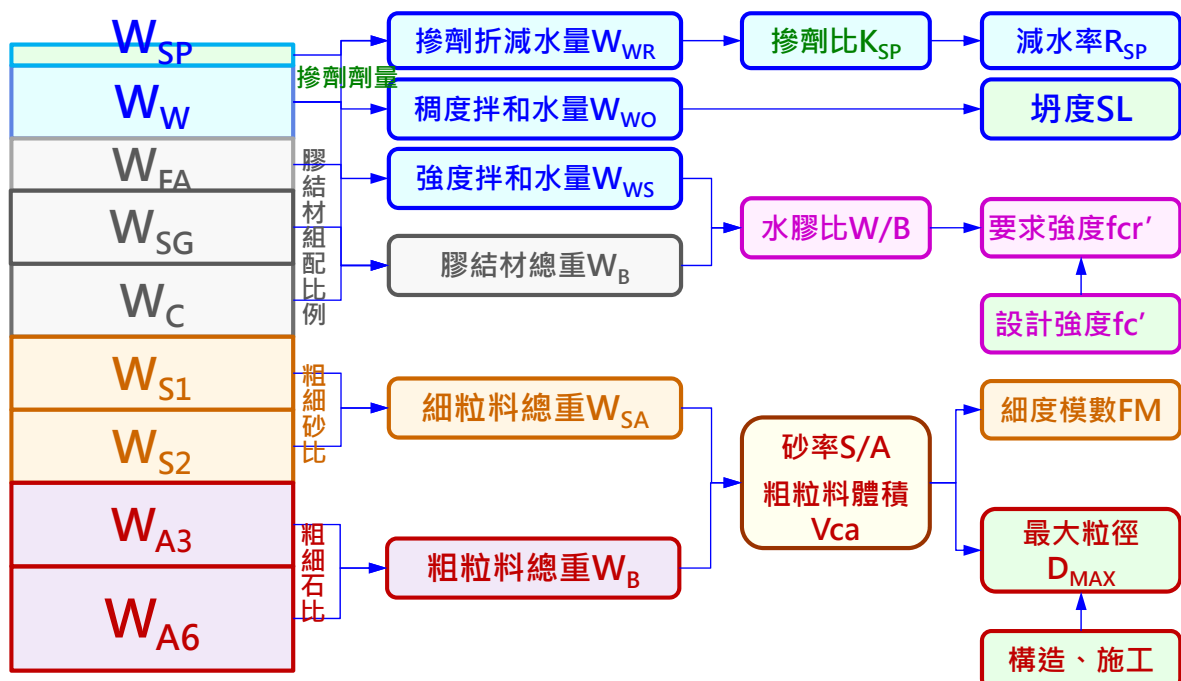
膠結材料總重： $W_B = W_C + W_{SG} + W_{FA}$

細粒料的重量： $W_{SA} = W_{S1} + W_{S2}$

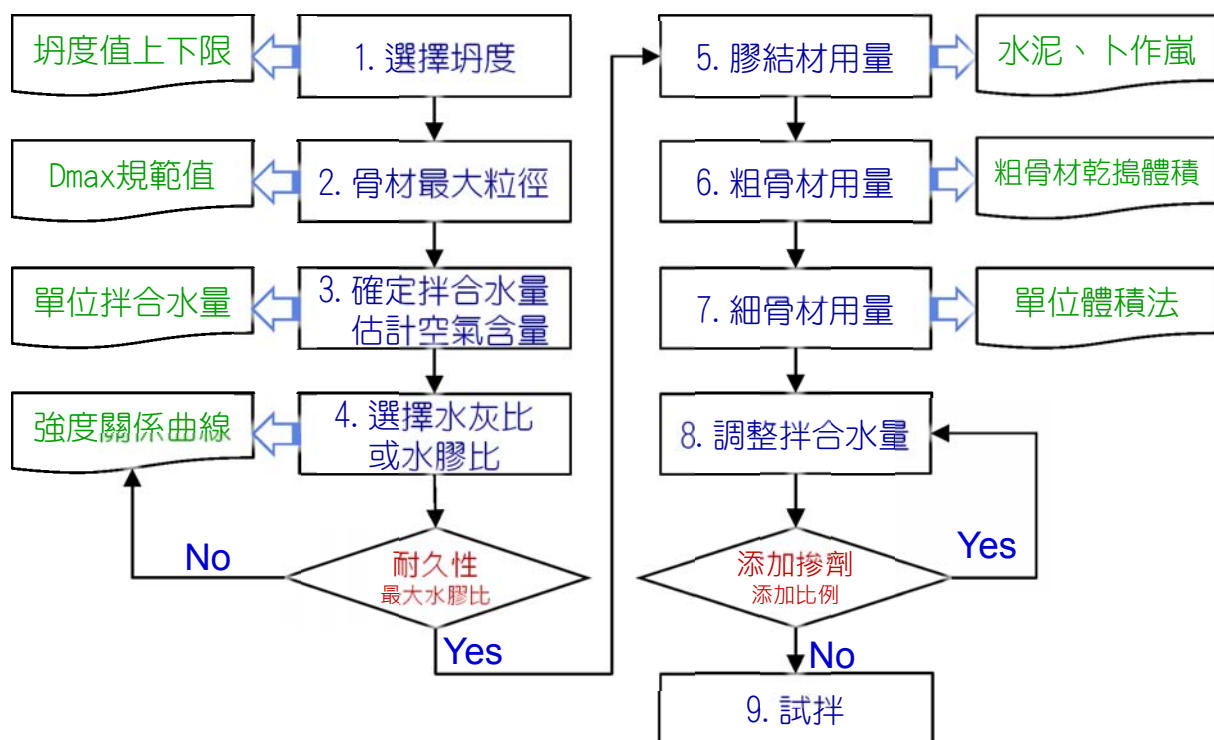
粗粒料的重量： $W_{CA} = W_{A3} + W_{A6}$

水溶液的重量： $W_{WS} = W_W + W_{SP}$

1-1.3 配比設計參數



1-2 配比設計流程-ACI



1-2. 1 配比設計基本數據

❖ ACI-配比設計基本資料

- 各配比材料單位重
- 粗、細骨材篩分析：級配曲線、Dmax、FM
- 粗骨材乾搗單位重
- 骨材吸水率及游離水分(表面含水量)
- 骨材-拌合水量關係曲線(各料源、母岩)
- 強度-水灰(膠)比關係式(各型水泥、廠牌)
- 化學藥劑特性：添加劑量、強塑劑減水率
- 施工規範：坍度、規定強度、最小水泥用量

1-3 配比設計送審資料

❖ 綱要規範03050-配比設計提送資料

- 水泥及添加物照第03052章1.5項資料送審之各款文件
- 水泥須符合CNS 61或**CNS 15286 混合水泥**之型別。
- 粒料物理性質試驗結果。
- 粗、細粒料之級配及混合後之級配資料，列成表格及線圖。
- 粒料、礦物摻料與水泥之**比重**。
- 水與水泥之重量比(W/C)或水與膠結料之重量比(W/B)
- 坍度或坍流度。
- 混凝土抗壓強度(f_c')。
- 配比設計之**要求平均抗壓強度(f_{cr}')**。

1-4 配比設計報告

材料暨工程實驗室-高雄

試驗報告

報告編號: KB-20-000000
頁數: 1 OF 8
報告日期: 109年 XX月 XX日

試驗方法: CNS 12891(1998)・ACI211.1-91

配比條件	420	350	280	245	210	175	140
#設計強度(kgf/cm^2)	420	350	280	245	210	175	140
#需求強度(kgf/cm^2)	520	435	365	330	295	245	210
#膠結料最低用量(kg/m^3)	475	450	360	325	300	250	215
#最大水膠比限制	0.40	0.40	0.45	0.51	0.59	0.67	0.71
#坍度(mm)	150						

粗細粒料種類:

測試項目	六分石	三分石	細砂	細砂
比重(S.S.D) ¹	2.68	2.66	2.66	2.66
吸水率($\%$) ²	0.6	1.0	1.1	1.3
粒料單位重量(kg/m^3) ³	1617(六分石,三分石=50:50)	-	-	-
最大粒径(mm) ⁴	25(六分石,三分石=50:50)	-	-	-
標準最大粒径(mm) ⁵	19(六分石,三分石=50:50)	-	-	-
細度模數(F.M.) ⁶	-	2.80(細砂,細砂=50:50)	-	-
來源	顧客提供			

註一: 試驗項目結果引用台灣檢驗科技股份有限公司-高雄(認可編號為 1135)之試驗報告 KB-20-000000 C-20-000000

膠結料及化學摻料種類:

測試項目	水泥	水浮高爐爐渣粉	飛灰	化學摻料
#種類	I 型	100 級	F 類	CSC-120
#廠牌	台泥	中聯	興達港	XX
比重	3.14	2.19	1.05 ⁷	-

註二: 試驗項目結果引用台灣檢驗科技股份有限公司-高雄(認可編號為 1135)之試驗報告 KB-20-000000 C-20-000000

註三: 試驗項目結果引用台灣檢驗科技股份有限公司-高雄(認可編號為 1135)之試驗報告 KB-20-000000 C-20-000000

--- 1 ---

材料暨工程實驗室-高雄

試驗報告

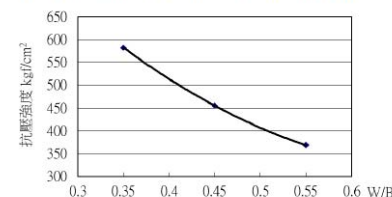
報告編號: KB-20-000000
頁數: 4 OF 8
報告日期: 109年 XX月 XX日

試拌配比 (設計強度 280 kgf/cm^2)

試拌編號	水	水泥	爐渣粉	飛灰	六分石	三分石	粗砂	細砂	化學摻料	W/B	設計坍度(mm)	設計含氣量(%)	含砂率(%)	單位重量(kg/m^3)
1-1	168	346	99	49	460	461	400	400	4.9	0.35	150	1.5	46.6	2388
1-2	169	289	77	38	480	461	449	449	3.8	0.45			49.5	2376
1-3	171	221	63	32	480	461	478	478	3.2	0.55			51.0	2367

試驗結果:

試拌編號	W/B	坍度(mm)	含氣量(%)	單位重量(kg/m^3)	抗壓強度(kgf/cm^2)
					7天
					平均
1-1	0.35	160	1.5	2400	470
1-2	0.45	160	1.6	2389	341
1-3	0.55	155	1.7	2380	259

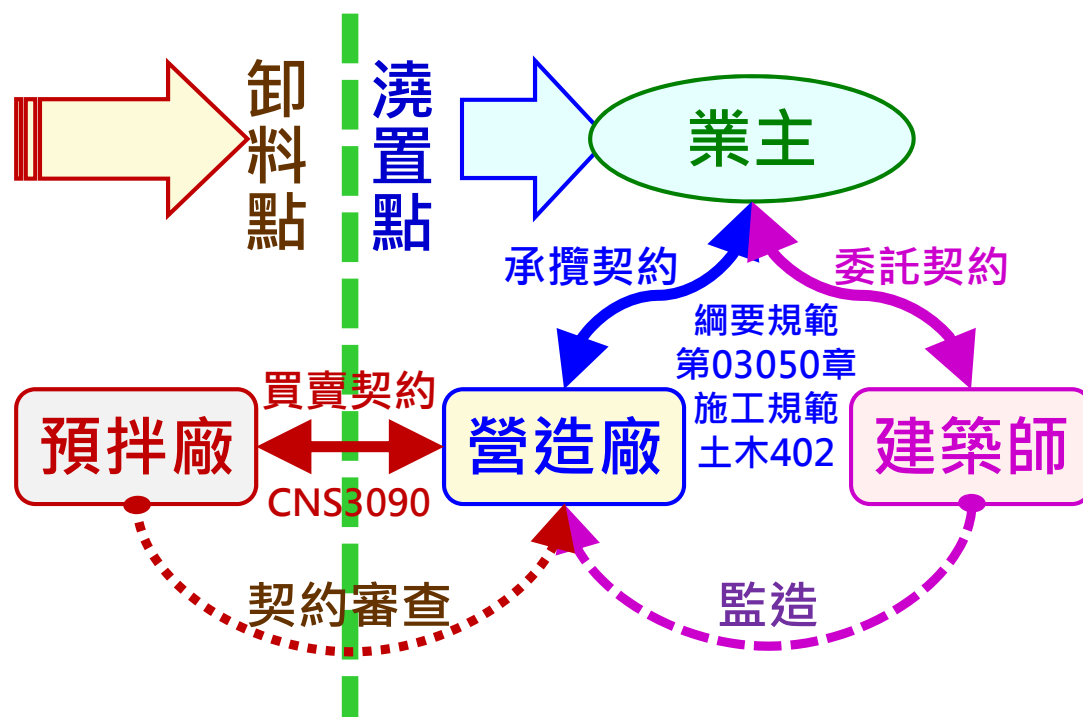


建議配比:

設計強度	需求強度	水	水泥	爐渣粉	飛灰	六分石	三分石	粗砂	細砂	化學摻料	W/B	坍度(mm)	含氣量(%)	含砂率(%)	單位重量(kg/m^3)
280	365	167	266	76	38	460	461	452	452	3.8	0.45	150	1.6	49.6	2376

註: 設計強度 280 kgf/cm^2 , W/B=0.45 時, 查圖抗壓強度為 455 kgf/cm^2 > 365 kgf/cm^2 (需求強度), 符合需求。

1-5 配比設計之責任歸屬



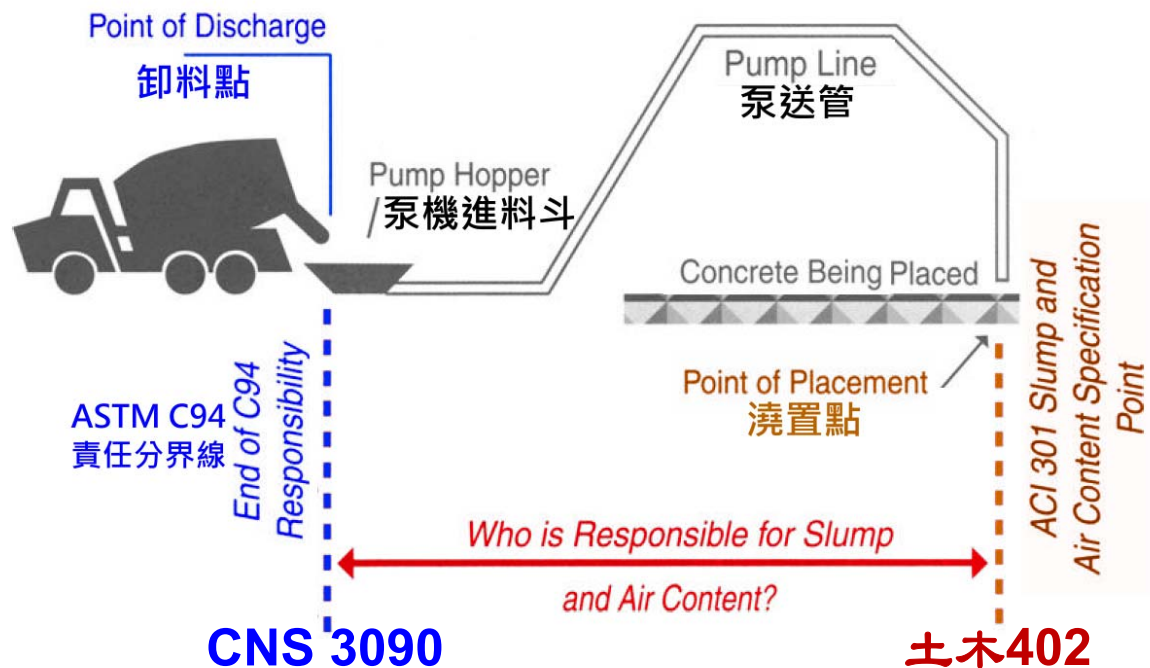
1-5 配比設計之責任歸屬

- ❖ CNS 3090之6.1.5規定：應就6.3 至6.5之三種辦法指定一種，決定其配比，以獲致所需混凝土品質。

辦法	規範	製造商(預拌廠)提供資料	買方(營造廠)規定事項
製造商負全部責任	6.3	材料之性質、水泥質量、粗細粒料面乾內飽和質量、摻料用量、種類、名稱、用水量	要求抗壓強度
買方負責	6.4	水泥質量、粒料產地、密度、篩分析、粗細粒料面乾內飽和質量、摻料用量、種類、名稱、用水量	水泥用量、最大容許用水量(含粒料表面水量，但不含粒料吸水量)、摻料種類、名稱及用量
買方規定最低水泥用量，製造商負配比選擇責任	6.5	水泥質量、粗細粒料面乾內飽和質量、摻料用量、型別、名稱、用水量	要求抗壓強度、最低水泥量、摻料型別名稱及用量(使用摻料時不得減少水泥量)

- ❖ 混凝土配比應隨工程結構物之部位不同及使用材料之差異，予以個別選擇。【CNS 12891-3.3】

1-6 品質管理之責任界面



1-6 品質管理之責任界面

❖ CNS 3090 預拌混凝土之責任界面：

- 1.1、預拌混凝土製造商應負責至買方指定交貨地點之運輸設施(或預拌車)卸料處為止，其後之泵送、澆置、搗實、養護及保護等工作，不適用本標準。
- 17.3、坍度或坍流度、含氣量、密度與溫度之測定均須在卸料時由檢驗員按管控查核之需要決定。
- 18.3、買方代表應確認及記錄，混凝土交貨證明單號碼及每一強度試驗所代表混凝土之明確澆置位置。

❖ 結構混凝土施工規範(土木402)

- 17.4.4、新拌混凝土之取樣，應於混凝土澆置點依第17.4.7節規定之試驗頻率，隨機指定取樣。

2. 配比設計審查

❖ 依據標準規範

- 國家標準：CNS12891、3090
- 綱要規範：第03章03050、03377、03700...
- 施工規範：結構混凝土施工規範(土木402)
- 學會標準：**ACI 211.1**、211.5R、301、**318**

❖ 審查項目

- 契約規範、配比方法
- 工程性能：圖說規範要求之混凝土性能規格
- 配比材料檢驗紀錄
- 試拌與均勻度試驗

2-1 契約規範要求

❖ 何時須進行配比設計？有規定須由TAF實驗室負責執行？

- 綱要規範第**03050**章**1.5.3**配比設計：
 - (1)當同一規格之混凝土，其契約總量大於**[500m³]**
[1000m³]時，須進行配比設計。(應明確標示，不宜並列！)
 - (2)預力混凝土無論數量多寡，均須進行配比設計。
 - (3)礦物摻料無論含量多寡，均須納入配比設計。
- 綱要規範第**03050**章**並無規定**：配比須委託**TAF**認證實驗室進行設計。
(工程會**109.4.24**工程管字第**10900066941**號函)

工程管字第10900066941號函

說明二、

...。經查本會公共工程施工綱要規範第03050章「混凝土基本材料及施工一般要求」1.5.3配比設計並無規定預拌混凝土材料須委託TAF認可實驗室辦理配比設計，係工程主辦機關於個案契約約定。

地址：11010 臺北市信義區松仁路3號9樓
承辦人：洪彥斌
電話：02-87897728
傳真：02-87897714
E-Mail: lion_0614@mail.pcc.gov.tw

行政院公共工程委員會 函

受文者：教育部

發文日期：中華民國109年4月20日
發文字號：工程管字第10900066941號
類別：普通件
密等及解密條件或保密期限：

主旨：有關公共工程之預拌混凝土材料執行配比設計方式及經費編列事宜，詳如說明，請查照。

說明：

一、依據台灣區預拌混凝土工業同業公會(下稱預拌公會)109年3月16日預拌福業字第108203-2號函反映事項辦理。

二、預拌公會來函表示，近年多起公共工程之監造單位要求預拌混凝土材料之配比設計，須委託TAF認可實驗室辦理之情事，造成預拌混凝土廠增加額外成本負擔之情事。經查本會公共工程施工綱要規範第03050章「混凝土基本材料及施工一般要求」1.5.3配比設計，並無規定預拌混凝土材料須委託TAF認可實驗室辦理配比設計，係工程主辦機關於個案契約約定。

三、工程實務上，同一規格之預拌混凝土，契約總量達一定用量時，廠商須依契約規範及「CNS 12891混凝土配比設計準則」提送配比設計，分別經監造單位及機關依權責分工審查核定後，據以辦理預拌混凝土材料進場施作。監造單位及機關並於廠商履約過程依個案規範相關內容，確認是否

第 1 頁，共 2 頁

1090058556 發文日期:109/04/21

高雄市政府 109年度工程查核教育訓練

19

工程管字第10900066941號函

說明四、為避免發生前述預拌公會所反映情事,請各機關就所屬公共工程使用之預拌混凝土，如須配比設計者，配合辦理下列事項：

- (一)主辦機關辦理相關設計圖說審查,應注意是否編列配比設計費用(包含不足)之情形。
- (二)監造單位及機關辦理配比設計審查及核定作業時，應以契約約定之配比設計執行方式為限，勿要求廠商辦理契約未載之事項，如確有必要，應以契約變更並協議合理費用。
- (三)請個案得標廠商本於公平誠信原則,將配比設計所需費用核實計列予預拌混凝土供應廠商。

高雄市政府 109年度工程查核教育訓練

20

2-1 契約規範要求

❖ 膠結材不得低於綱要規範03050表2.1.1之最低用量？

■ 綱要規範第03050章2.1.1混凝土材料規格：混凝土各種組成材料與拌和水用量、粒料尺寸及坍度或坍流度等應按照配比設計及試拌結果之數值，本款下表之各項數據僅供配比設計時之參考。

註1. 本表僅供配比設計參考，實際材料用量仍應以配比設計結果為準。

(工程會106.11.27工程管字第10600387060號函)

工程管字第10600387060號函

說明二、

...爰該表水泥用量、坍度範圍、最大拌合水量及粗粒料尺寸數據及範圍僅供配比設計參考，廠商應依工程特性提出符合設計需求之配比設計，並經工程司認可後，作為辦理後續出料之依據。

行政院公共工程委員會 函

地址：11010 台北市松仁路3號9樓
聯絡人：羅宏勳
聯絡電話：(02)87897624
電子郵件：ag7750@mail.pcc.gov.tw
傳真：(02)87897674
彰化縣大城鄉上山村泉寮路56-2號
受文者：彰化縣預拌混凝土商業同業公會

發文日期：中華民國106年12月15日
發文字號：工程技字第10600387060號
類別：普通件
密等及解密條件或保密期限：
附件：

主旨：有關貴公會函詢本會公共工程施工綱要規範（以下簡稱施工綱要規範）第03050章疑義，復如說明，請查照。

說明：

- 一、復貴公會106年11月27日預伍字第1060011號函。
- 二、查施工綱要規範第03050章V8.0「混凝土基本材料及施工一般要求」2.1.1混凝土材料規格：「混凝土各種組成材料與拌和水用量、粒料尺寸及坍度等應按照配比設計及試拌結果之數值，本款下表之各項數據僅供配比設計時之參考」，及該表註明「本表僅供參考，仍應以配比設計為準」，爰該表水泥用量、坍度範圍、最大拌合水量及粗粒料尺寸數據及範圍僅供配比設計參考，廠商應依工程特性提出符合設計需求之配比設計，並經工程司認可後，作為辦理後續出料之依據。

正本：彰化縣預拌混凝土商業同業公會
副本：

主任委員

吳澤成

2-1 契約規範要求

- ❖ 公共工程綱要規範第03050章混凝土基本材料及施工一般要求中，各版本**2.1.6礦物摻料**中，對膠結材用量建議上限值？

版本	公布日期	混合使用		單獨使用	
	停用日期	佔總膠結量 上限值	F類飛灰 上限值	水淬爐石粉 上限值	F類飛灰 上限值
V2.0	2001/03/27	未規定	未規定	未規定	未規定
	2005/12/06				
V3.0	2005/12/06	未規定	未規定	未規定	25%
	2006/07/18				
V4.0	2006/07/18	未規定	未規定	30%	25%
	2007/06/15				
V5.0	2007/06/15	未規定	未規定	65%	25%
	2007/12/18				

2-1 契約規範要求

版本	公布日期	混合使用		單獨使用	
	停用日期	佔總膠結量 上限值	F類飛灰 上限值	水淬爐石粉 上限值	F類飛灰 上限值
V6.0	2007/12/18	未規定	未規定	65%	25%
	2008/11/05				
V7.0	2008/11/05	未規定	未規定	65%	25%
	2010/11/01				
V8.0	2010/11/01	未規定	未規定	65%	25%
	2013/07/03				
V9.0	2013/07/03	50%	15%	50%	25%
	2017/09/12				
V10.0	2014/11/10	50% (矽灰10%)	15%	50%	25%
	2017/09/12				
V11.0	2017/09/12	50% (矽灰10%)	15%	50%	25%

礦物摻料最大用量限制

❖ 工程會綱要規範第03050章(v.11)-2.1.6

- 礦物摻料包括飛灰、水淬高爐渣粉及矽灰
- 使用時應經工程司事先核可。

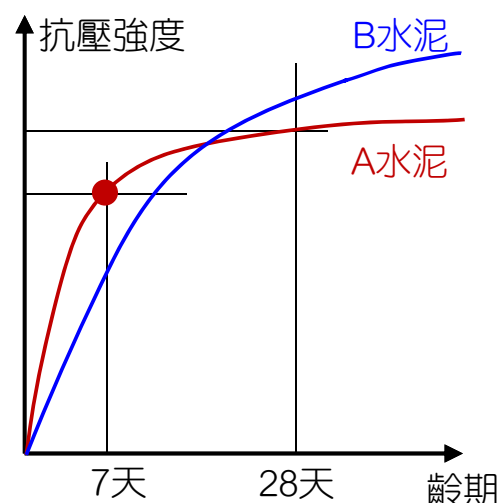
礦物摻料	CNS規範	最大用量限制(總膠結料wt%)	
		單獨使用	混合使用
飛灰	CNS 3036F類	[25%]	[15%]
水淬高爐渣粉	CNS 12549	[50%]	總量不得超過[50%]
矽灰	CNS 15648	[10%]	

品質缺失扣點紀錄表(107.07)：使用之飛灰混凝土，須具機關審核水泥或飛灰出廠證明、飛灰混凝土配比設計報告及其相關材料檢(試)驗報告之紀錄

2-2 配比設計方法

❖ 水泥型號或廠牌改變，直接等量取代即可，不必重新配比設計？

- 化學成分、礦物組成不同
- 凝結時間、強度發展不同
- 細度改變，水化速率不同
- 比重改變，水泥用量不同
- 稠度改變，拌合水量不同
- 含不純物，水化反應不同



2-2 配比設計方法

❖ 飛灰、爐石粉(三合一)可以直接等量取代I型水泥，不必重新配比設計？

■ 原配比：I型水泥(比重3.15)、用量358公斤

■ 新配比：15%飛灰(2.2)+35%爐石粉(2.9)

配比材料		I型水泥	飛灰	爐石粉	總計
		3.15	2.20	2.90	
原配比	重量(Kg)	358	0	0	358
	體積(m³)	0.114	0	0	0.114
新配比	重量(Kg)	179	54	125	358
	體積(m³)	0.057	0.025	0.043	0.125

2-2 配比設計方法

❖ 粗細骨材料源不同，直接按原配比計量配料，不必重新配比設計？

■ 級配曲線、細度模數不同

■ 骨材變動，可工作性不同

■ 比重改變，骨材用量不同

■ 扁平細長，乾搗單位重不同

■ 吸水率、含水量改變，拌合水量、強度不同

■ 堆積密度、砂率變動，耐久性與水密性不同

■ 含泥量變動，影響水泥水化與減水劑減水率

【CNS 1240表2：承受磨損之混凝土3.0%，其他混凝土5.0%】



2-3 工程性能要求

混凝土類型	綱要規範	性能指標	配比材料
結構混凝土	03050	坍度=5.0~21.0cm 抗壓強度 =210~420kgf/cm ²	總用量≤ [50]% 飛灰≤[15]%+ 高爐渣粉≤ [35]% 飛灰≤[25]% 高爐渣粉≤ [50]% 矽灰≤[10]%
抗彎混凝土		坍度=0~7.5cm 抗彎強度= 45kgf/cm²	
水中混凝土 場鑄樁、 地下連續壁	土木 402-91	坍度=13~18cm 水膠比 ≤ 0.50	水泥量≥ 375kg/m ³ 砂率=43~50%
	土木 402-108	坍度=10~21cm 水膠比 ≤ 0.50	膠結材≥ 400kg/m ³ 砂率=43~50%
自充填混凝土	03315	自充填性能：如下表所示。 抗壓強度 ：試體應一次置入 試模內，不予搗實或敲擊。 含氣量 ≤ [4]%	礦物粉體細度 ≥ [4000]cm ² /g

SCC自充填性能與構造條件

流動障礙等級		1	2	3
構件條件	鋼筋最小間距(mm)	35~60	60~200	200以上
	鋼筋量 (kg/m ³)	350以上	100~350	100以下
U形或箱形充填容器之 充填高度 (mm)		300以上 (障礙R1)	300以上 (障礙R2)	300以上 (無鋼筋障礙R3)
流動性	坍流度 (mm)	[650~750]	[600~700]	[500~650]
材料析離 抵抗性	V ₇₅ 漏斗 流下時間 (sec)	[10~25]	[7~20]	[7~20]
	500mm坍流度 到達時間(sec)	[5~20]	[3~15]	[3~15]

2-3 工程性能要求

混凝土類型	綱要規範	性能指標	配比材料
巨積混凝土	03700	膠結材7天水合熱 ≤ [250][290]kJ/kg 澆置時混凝土溫度 ≤ [30]°C 澆置後內部最高溫度 ≤ [70]°C 坍度 ≤ 20cm 為原則 以[56][91]天為抗壓強度齡期	飛灰 ≤ [30]% 高爐渣粉 ≤ [65]% 總用量 ≤ [65]% IP(LH)不受此限
透水混凝土	03341	單位重(kg/m³)、坍度(cm) 3天、28天抗壓強度(kgf/cm²) 透水量(ml/15sec)	參考水泥用量[125]kg/m³ 再生粒料 現場不得有異味釋出
CLSM	03377	坍流度 ≥ [40]以上[cm] 落沉強度試驗 ●一般型：[12][24]小時 ●早強型：[3][4]小時 28天抗壓強度： ●永久回填 ≤ 90 kgf/cm² ●管溝回填 ≤ 50 kgf/cm²	水泥系處理劑SO ₃ ≤ 12% 粗粒料量 ≤ [400]kg/m³ 有機質土 ≤ [10]%

低密度再生透水混凝土

試驗項目	試驗方法	容許值	
		底層	基層
單位重(kg/m³)	CNS 11151	1500~2000	
坍度(mm)	CNS 1176	0~50	0~160
3天抗壓強度(kgf/cm²)	ASTM D4832	10以上	5以上
28天抗壓強度(kgf/cm²)	ASTM D4832	25~50	15~40
透水量(ml/15sec)	「排水性鋪裝技術指針」 之現場透水性試驗法	600以上	300以上

註：除透水量試驗外，其餘各項試驗皆須登載於配比設計報告內。

2-4 配比材料性質

❖ 配比設計審查混凝土組成原料，應查對那些規範值？

原料類型		管制要點	依據規範	規範值
膠結材料	I型水泥	低鹼水泥含鹼量($\text{Na}_2\text{O} + 0.658\text{K}_2\text{O}$)最大上限值(%)?	CNS61 6.表2	0.6%
	II型水泥	II(MH)型適用於何種工程類型？	CNS61 1.適用範圍	中度抗硫酸鹽 中度水合熱
	爐石粉	100、120級7天活性指數？	CNS12549 表2	平均75/95 個別70/90
	F級飛灰	燒失量不得大於多少(%)？	CNS3036 4.表1	6%
水	使用非飲用水拌合時，化學成分(表2-氯離子、硫酸根、鹼含量及固形物)多久檢測一次？		CNS13961 5.4	6個月
	使用回收水拌合時，固形物含量(以質量計)應小於多少PPM？		CNS13961 5.4表2	50000PPM (5%)

2-4 配比材料性質

原料類型		管制要點	依據規範	規範值
粒料	粗粒料小於75μm物質最大含量(%)？		CNS1240 4.3.1表4	1%
	細粒料之細度模數應控制於何範圍值內？		CNS1240 3.2.2	2.3~3.1
	且不應偏離基準細度模數超過公差值？		CNS1240 3.2.4	±0.2
	細粒料之水溶性氯離子含量應低於多少(%)?		CNS1240 3.3.1表2	0.012%
化學 摻劑	高性能減水劑(強塑劑)減水率應不低於多少？		CNS12283 3.6	12%
	夏季考量緩凝效果時，應使用何種藥劑？		CNS12283 3.1~3.8 表1 物性要求	D、G型
	冬季無需緩凝效果時，應使用何種藥劑？			A、F型
	液態摻料比重與同溫度原樣液差異應小於？		CNS12283 CNS12833	10%

2-5 試拌與均勻度試驗

❖ 確認配比拌和時間與拌和料之均勻度

❖ CNS 3090

11.2 所有**固定式**或車上拌和機，必須能於**規定時間**或規定迴轉數內(依12.5之規定)，將各項材料徹底混合均勻，並於卸料時至少須符合**附錄A混凝土均勻性6項要求中之5項**。

12.3.1 若未作拌和機性能試驗，於拌和機容量小於或等於0.75 m³時，其**拌和時間**不得小於**1分鐘**，拌和機容量較上述每增加**0.75m³**時，最少拌和時間也須隨之增加**15 秒**。

13.3 混凝土運至工程地點時，仍須具有完全拌和及均勻性，卸料時須具有**A.1**規定之均勻性。

A.1 混凝土拌和機均勻性要求

試驗項目	單位	同盤混凝土從二部位取樣其試驗結果之最大允許差值
每 m ³ 質量(不含氣基準)	kg/m ³	16
含氣量(對混凝土之體積比)	%	1.0
坍度： 平均坍度為 100 mm 以下	mm	25
平均坍度大於 100 mm 至150 mm		40
4.75 mmCNS 386-1試驗篩以上之粗粒料之含量(質量比)	%	6.0
不含氣之砂漿單位質量 (對所有試樣之平均值為其基準之百分率)	%	1.6
7 天之平均抗壓強度 (對所有試樣之平均抗壓強度為其基準之百分率)	%	7.5

3. 實務案例研討



試驗報告

工程名稱: 主: 108 年 03 月 15 日
 造: 副: 108 年 03 月 15 日-108 年 06 月 19 日
 包: 配: 108 年 03 月 15 日
 料: 配: 108 年 03 月 15 日
 供: 配: 108 年 03 月 15 日
 應: 配: 108 年 03 月 15 日
 取: 配: 108 年 03 月 15 日

試驗人: 員: 108 年 03 月 15 日
 人: 員: 108 年 03 月 15 日
 目: 員: 108 年 03 月 15 日
 方: 員: 108 年 03 月 15 日

試驗日期: 108 年 03 月 15 日
 試驗地點: 108 年 03 月 15 日
 試驗方法: 108 年 03 月 15 日
 試驗標準: 108 年 03 月 15 日

報告編號: K-B-19-02587
 C-19-05153
 頁數: 1 OF 11
 報告日期: 108 年 06 月 19 日

1. 以上資料由顧客提供(收件及試驗日期除外)
 2. 除非另有說明, 此報告結果僅對測試之樣品負責
 3. 未經本公司事先書面同意, 此報告不可部分複製
 4. 此報告內容僅供參考, 不構成任何保證

配比條件	420I	350I	280I	210I	140I	350II	280II	315II 水中	420I 早強	280II 巨積
#設計強度(kgf/cm ²)	420I	350I	280I	210I	140I	350II	280II	315II 水中	420I 早強	280II 巨積
#需求強度(kgf/cm ²)	520	435	365	295	210	435	365	400	520	365
#坍度(mm)	200	200	180	180	180	200	180	200	200	180
最大水膠比限制	0.40	0.40	0.45	0.59	0.71	0.40	0.45	0.50	0.40	0.45
膠結材最低用量	475	450	360	300	215	450	360	430	475	360

試驗項目	六分石	三分石	細砂	細砂
比重(S.S.D) ¹	2.65	2.65	2.66	2.64
吸水率(%) ²	0.9	1.1	1.5	1.8
飽和吸水率(Kg/m ³) ³	1580(六分石:三分石=30:70)	-	-	-
最大粒徑(mm) ⁴	25(六分石:三分石=30:70)	-	-	-
標準最大粒徑(mm) ⁵	19(六分石:三分石=30:70)	-	-	-
細度模數(F.M.) ⁶	-	-	3.72(細砂:粗砂=70:30)	-

註: 試驗結果引用自本公司報告, 試驗編號為 K-B-19-02588 C-19-05154, 認可編號為 1133。
 膠結材及化學材料種類

試驗項目	水泥	水浮高爐石粉	飛灰	化學材料
#品牌	台泥	台泥	中聯	大林漢
#種類	I 型	II 型	100 號	F 類
比重	3.14	3.14	2.90	2.27

報告簽署人

3-1 契約規範要求

❖ 第03050章表2.1.1之限制

配比條件

#設計強度(kgf/cm ²)	420I	350I	280I	210I	140I	350II	280II	315II 水中	420I 早強	280II 巨積
#需求強度(kgf/cm ²)	520	435	365	295	210	435	365	400	520	365
#坍度(mm)	200	200	180	180	180	200	180	200	200	180
最大水膠比限制	0.40	0.40	0.45	0.59	0.71	0.40	0.45	0.50	0.40	0.45
膠結材最低用量	475	450	360	300	215	450	360	430	475	360

試拌配比 (設計強度 280I 型 kgf/cm²) ※直接引用表2.1.1建議值

試拌 編號	混凝土各材料用量(kg/m³)									W/B	設計 坍度 (mm)	設計 含氣量 (%)	含砂率 (%)	單位重 (kg/m³)
	水	水泥	爐渣 粉	飛灰	六分 石	三分 石	粗砂	細砂	化學 摻料					
7-1	176	272	145	36	277	649	562	239	5.4	0.40	180	1.5	46.4	2361
7-2	176	241	129	32	277	649	595	253	4.8	0.45			47.8	2357
7-3	176	218	116	29	277	649	617	262	4.4	0.50			48.7	2350

試驗結果: ※7-2膠結材用量=402kg/m³, 高爐石粉佔32%、飛灰8%

試拌 編號	W/B	坍度 (mm)	含氣量 (%)	單位重 (kg/m ³)	抗壓強度(kgf/cm ²)							
					7 天	平均	21 天	平均	28 天	平均	28 天	平均
7-1	0.40	180	1.4	2370	334	333	336	334	498	494	502	498
7-2	0.45	185	1.4	2362	304	287	303	298	465	460	460	462
7-3	0.50	190	1.5	2359	248	263	259	257	416	394	408	406

3-1 契約規範要求

配比條件

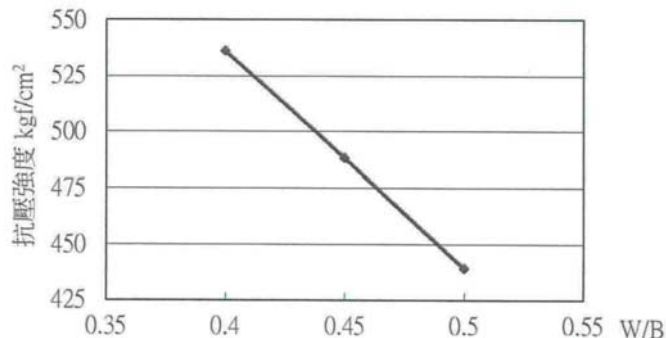
#設計強度(kgf/cm ²)	420I	350I	280I	210I	140I	350II	280II	315II 水中	420I 早強	280II 巨積
#需求強度(kgf/cm ²)	520	435	365	295	210	435	365	400	520	365
#坍度(mm)	200	200	180	180	180	200	180	200	200	180
最大水膠比限制	0.40	0.40	0.45	0.59	0.71	0.40	0.45	0.50	0.40	0.45
膠結材最低用量	475	450	360	300	215	450	360	430	475	360

$$W/B = -0.00098f_{cr}' + 0.9258$$

$$R^2 = 0.94336$$

$$f_{cr}' = 280 + 85 = 365$$

$$W/B = -0.00098 \times 365 + 0.9258 = 0.568$$



280I 型建議配比:

設計 強度	需求 強度	混凝土各材料用量(kg/m³)									W/B	坍度 (mm)	含氣量 (%)	含砂率 (%)	單位重 (kg/m³)
		水	水泥	爐渣 粉	飛灰	六分 石	三分 石	粗砂	細砂	化學 摻料					
280	365	175	240	128	32	277	649	600	255	4.8	0.45	180	1.4	48.0	2361

註:設計強度 280 kgf/cm², W/B=0.45 時, 查圖抗壓值為 488 kgf/cm² > 365 kgf/cm²(需求強度), 符合需求。

高雄市政府 109年度工程查核教育訓練

39

3-2 配比設計方法

- 試驗方法: CNS 12891(1998)、ACI 211.1-91
- 試備註:
1. 以上資料由顧客提供(收件及試驗日期除外)
 2. 除非另有說明, **※ACI 211.1為單位體積法**
 3. 未經本公司事先書面同意, 此報告不可部分複製
 4. 下述報告內容標**須已知各配比材料的比重**
 4. 送樣方式為現場收件

粗細粒料諸元:

測試項目	六分石	三分石	粗砂	細砂
比重(S.S.D) ^{註一}	2.65	2.65	2.66	2.64
吸水率(%) ^{註一}	0.9	1.1	1.5	1.8
粒料單位質量(kg/m ³) ^{註一}	1580(六分石:三分石=30:70)			
最大粒徑(mm) ^{註一}	25(六分石:三分石=30:70)			
標稱最大粒徑(mm) ^{註一}	19(六分石:三分石=30:70)			
細度模數(F.M.) ^{註一}			2.72(粗砂:細砂=70:30)	
來源	顧客提供		顧客提供	

※三、六分石比例影響容積密度
※粗、細砂的比例決定細度模數

註一: 試驗結果引用自本公司報告, 試驗編號為 KB-19-02588 C-19-05154, 認可編號為 1135。

膠結材及化學摻料諸元

測試項目	水泥		水淬高爐爐渣粉	飛灰	化學摻料	
#廠牌	台泥	台泥	中聯	大林蒲	CSC-120	CSC-720
#種類	I 型	II 型	100 級	F 類	1.05	1.05
比重	3.14	3.14	2.90	2.27		

高雄市政府 109年度工程查核教育訓練

40

3-2 配比設計方法

設計強度 (kg/cm ²)	(1)	280	水泥廠牌	台灣水泥一型		
目標強度 (kg/cm ²)	(2)	365	骨材	細骨材	荖溪溪	飛灰產地 台電興達港
最大粒徑 (cm)	(3)	1.9	產地	細骨材	荖溪溪	水質狀況 良好
坍度 (cm)	(4)	15	水泥比重			(19) 3.15
水灰(膠)比	(5)	0.48				
砂細度	(6)	2.69	飛灰比重			(21) 2.12
細骨材比重	(7)	2.65	粗骨材比重			(22) 2.66
砂佔粗料百分比 (%)	(8)	47	藥劑比重			(23) 1.06
每方淨用水所佔體積 (L)	(9)	180	未加藥劑每方淨用水 (kg)			(24) 212
粗料所佔體積 (L)	(10)	675	每方淨用水 (kg) (含化學摻劑)			(25) 180
每方總膠泥體積 (L)	(11)	130	每方總膠泥用量 (kg)			(26) 375
每方水泥體積 (L)	(12)	95	每方水泥用量 (kg)			(27) 300
每方飛灰體積 (L)	(14)	35	每方飛灰用量 (kg)			(29) 75
每方藥劑體積 (L)	(15)	4	每方藥劑用量 (kg)			(30) 4.50
每方細骨材所佔體積 (L)	(16)	317	每方細骨材所佔用量 (kg)			(31) 839
每方粗骨材所佔體積 (L)	(17)	358	每方粗骨材所佔用量 (kg)			(32) 953
每方空氣含量體積 (L)	(18)	15	每方空氣含量 %			(33) 1.5

高雄市政府 109年度工程查核教育訓練

41

3-2 配比設計方法

1.砂佔粗料百分比 (8) =X+20((5)-0.57)+5((6)-2.75)					2.每方淨用水 (24) =Y(1+0.012((4)-7.5 ^m))						
粗骨材用量比例					砂 水 用 量 計算參考常數			每方水泥用量百分比 (%)		80%	
尺寸	CM	比例	用量								
1.9	CM	30%	286	kg/m ³				每方飛灰用量百分比 (%)		20%	
1.0	CM	70%	667	kg/m ³				使用碎石時X值增加 3~5 %		3	
審核意見： ※計算式與計算常數的依據 ※增減量計算標準有根據？					最大粒料尺寸 (cm)	X %	Y kg	使用碎石時Y值增加 9~15 kg/m ³		11	
					1.3	51	199	使用碎石砂時X值增加 2~3 %		0	
					2.0	46	184	使用碎石砂時Y值增加 6~9kg/m ³		0	
					2.5	41	178	藥劑廠商		漢鴻實業(股)公司	
					3.8	37	166	藥劑型號/種類		CSC120S/G	
					5.0	34	157	每方藥劑用量(%)		1.2%	
					7.5	31	149	藥劑減水(%)		15%	

美國墾務局配比設計法：

砂率 = $X + 20(W/B - 0.57) + 5(FM - 2.75) = (46 + 3) + 20(0.48 - 0.57) + 5(2.69 - 2.75) = 46.9$

設計拌合水量 $W_D = Y(1 + 0.012(\text{設計坍度} - 7.5)) = (184 + 11)(1 + 0.012(15 - 7.5)) = 213$

實際拌合水量 $W_M = W_D(1 - \text{藥劑減水率}) = 213(1 - 15\%) = 180.6 \approx 181$

高雄市政府 109年度工程查核教育訓練

42

3-2 配比設計方法

配比編號: 2801820		(13)	(12)	(16)	(15)
設計配合比例(Kg/m ³)	膠結材料: 380	水: 170	砂: 921	碎石: 870	化學摻料: 3.42
調整配合比例(Kg/m ³)	膠結材料: 380	水: 170	砂: 921	碎石: 870	化學摻料: 3.42
設計強度 f_c (Kg/Cm ²)	280	平均抗壓強度 $f'_{cr} \geq f_c + 1.34S = 318$ Kg/Cm ²			化學摻料功能
構造物類別		合約坍度(1)	18 Cm	振動器	減水緩凝
設計坍度(2)	泵壓送(1)+(2)=		Cm	混凝土種類	有.無
	非泵壓送		Cm		預拌混凝土
水膠比(3)	45 %	水泥廠牌	品牌TYPE-1	水泥比重(4)	3.15
砂細度模數FM(5)	2.75	砂吸水率(6)	1.5 %	爐石/飛灰比重	2.90 2.20
石子夯實乾重(8)	1575 Kg/m ³	碎石吸水率(9)	0.7 %	砂面乾內飽和比重(7)	2.62
最大粒徑(11)	20 m/m	骨材產地	細砂 星港溪 碎石 里港溪	碎石面乾內飽和比重(10)	2.65
				水質狀況	良好

採用標準差計算平均需求強度：

- 1.未提供類似配比之抗壓強度歷史資料與統計分析
- 2.無混凝土抗壓強度與水膠比(W/B)的關係曲線或回歸方程式

3-2 配比設計方法

每m ³ 混凝土用量:					
水(12)	170 Kg	膠結(13) 材料=(12)/(3)	380 Kg	乾石夯實(14) 體積	0.549 m ³
面乾內飽和 碎石用量(15)= (8)×(14)÷[1+(9)]	870 Kg	面乾內飽和 砂用量(16)= (21)×(7)×1000	921 Kg	含氣量(17)	2 %
每m ³ 混凝土配合料固體體積:					
水(18)= (12)/1000	0.170 m ³	膠結(19)= 材料 (13)/(4)1000	0.130 m ³	碎石(20)= (15)/(10)1000	0.328 m ³
砂(21)=1-(18)- (19)-(20)-(17)	0.351 m ³	骨材實際可含游 離水	砂(22) 0.0 % 石(23) 0.0 %	游離水重	砂(24)=(16)×(22)= 0 石(25)=(15)×(23)= 0
每m ³ 混凝土調整骨材含水量後用量:					
水(26)=(12)- (24)-(25)	170 Kg	碎石(27)= (15)+(25)	870 Kg	砂(28)= (16)+(24)	921 Kg
備	*混凝土每立方米總重= 2341 kg				
註	*膠結材料=水泥 267 kg, 爐石 56 kg, 飛灰: 56 kg. *化學摻料列入拌合用水. 此為膨脹混凝土, 膨脹劑為總膠結材的1%, 在此每一立方米放3.8Kg				

採用ACI 211.1配比設計法

- 1.拌合水量(無藥劑減水率)、粗粒料乾搗體積與規範值不符！
- 2.飛灰、高爐石粉直接以重量法取代水泥(56+57+267=380)

3-3 工程性能要求

❖ 水中混凝土

引用設計圖說？

配比條件

#設計強度(kgf/cm ²)	420I	350I	280I	210I	140I	350II	280II	315II 水中	420 I 早強	280II 巨積
#需求強度(kgf/cm ²)	520	435	365	295	210	435	365	400	520	365
#坍度(mm)	200	200	180	180	180	200	180	200	200	180
最大水膠比限制	0.40	0.40	0.45	0.59	0.71	0.40	0.45	0.50	0.40	0.45
膠結材最低用量	475	450	360	300	215	450	360	430	475	360

315II型水中建議配比：

設計 強度	需求 強度	混凝土各材料用量(kg/m ³)									W/B	坍度 (mm)	含氣量 (%)	含砂率 (%)	單位重 (kg/m ³)
		水	水泥	爐渣 粉	飛灰	六分 石	三分 石	粗砂	細砂	化學 摻料					
315	400	176	265	141	35	270	632	589	250	5.3	0.41	200	1.4	48.2	2363

註：設計強度 315 kgf/cm²，W/B=0.41 時，查圖抗壓值為 500 kgf/cm²>400 kgf/cm²(需求強度)，符合需求。

土木402-91 9.7.2 配比 (土木402-108)

(1)以特密管澆置坍度13~18cm(100mm~210mm)。

(2)水膠比應在0.50以下。

(3)單位水泥用量應在375kg/m³以上(膠結材料用量應在400kg/m³以上)。

表R9.7.1 細粒料占粒粗料總量比率43~50%

3-3 工程性能要求

❖ 巨積混凝土

ACI 301-10建議：當結構物中混凝土最小澆置尺寸達120cm以上、膠結材料用量超過390kg/m³或在難以散熱的環境下澆置時，須依工程特性考量水合熱問題。

配比條件

#設計強度(kgf/cm ²)	420I	350I	280I	210I	140I	350II	280II	315II 水中	420 I 早強	280II 巨積
#需求強度(kgf/cm ²)	520	435	365	295	210	435	365	400	520	365
#坍度(mm)	200	200	180	180	180	200	180	200	200	180
最大水膠比限制	0.40	0.40	0.45	0.59	0.71	0.40	0.45	0.50	0.40	0.45
膠結材最低用量	475	450	360	300	215	450	360	430	475	360

280II型巨積建議配比：

設計 強度	需求 強度	混凝土各材料用量(kg/m ³)									W/B	坍度 (mm)	含氣量 (%)	含砂率 (%)	單位重 (kg/m ³)
		水	水泥	爐渣 粉	飛灰	六分 石	三分 石	粗砂	細砂	化學 摻料					
280	365	170	157	149	86	270	632	618	263	4.7	0.45	180	1.4	49.4	2350

註：設計強度 280 kgf/cm²，W/B=0.45 時，查圖抗壓值為 380 kgf/cm²>365 kgf/cm²(需求強度)，符合需求。

綱要規範第03700(V1.0)章

2.2.1材料性能需求 (1)水合熱

A.巨積混凝土配比中膠結材料組合後之7天齡期水合熱應不超過[250][290]kJ/kg。

B.巨積混凝土澆置後之內部最高溫度不得大於[70]°C。

2.3.3拌和與輸送 (1)拌和

B.巨積混凝土之澆置溫度不得高於[30]°C。

3-4 配比材料性質

❖II型與II(MH)型水泥

綱要規範第03700章巨積混凝土 2.1.2：

水泥應使用符合[CNS 15286中IP(LH)類之水硬性混合水泥]

[CNS 61之II(MH)型卜特蘭水泥][CNS 61之IV型卜特蘭水泥]

CNS61卜特蘭水泥

第II型：適用於一般用途但特別需要抵抗中度硫酸鹽侵蝕者。

第II(MH)型：適用於一般用途但特別需要抵抗中度硫酸鹽侵蝕及中度水合熱者。

水泥型別 ^(a)		I 及 IA	II 及 IIA	II(MH)及 II(MH)A
矽酸三鈣加 4.75 倍之 鋁酸三鈣 (C ₃ S + 4.75C ₃ A) ^(g)	最大值，%	—	—	100 ^(h)

3-4.1 配比材料-水泥

❖II型與II(MH)型水泥

樣品名稱：II型水泥(台泥)

取樣人員：

※巨積混凝土未依規範第03700章採用II(MH)型水泥？

送驗人員：

收件日期：108年03月19日

試驗日期：108年03月19日-108年03月29日

試驗結果：

試驗項目	試驗方法	試驗結果	CNS 61(2011)規定TYPE II
氧化鋁(Al ₂ O ₃)(%)	CNS 1078(仲裁法)(2001)	3.7	最大值 6.0
氧化鐵(Fe ₂ O ₃)(%)	CNS 1078(仲裁法)(2001)	3.8	最大值 6.0
氧化鎂(MgO)(%)	CNS 1078(仲裁法)(2001)	2.6	最大值 6.0
二氧化鈦(TiO ₂)(%)	CNS 1078(仲裁法)(2001)	0.19	---
五氧化二磷(P ₂ O ₅)(%)	CNS 1078(仲裁法)(2001)	0.13	---
三氧化硫(SO ₃)(%)	CNS 1078(仲裁法)(2001)	2.51	當 C ₃ A≤8% 最大值 3.0
鋁酸三鈣(C ₃ A)(%)	CNS 61(2011)	3.4	最大值 8.0
不溶殘渣(I.R.)(%)	CNS 1078(仲裁法)(2001)	0.28	最大值 0.75
燒失量(L.O.I.)(%)	CNS 1078(仲裁法)(2001)	1.8	最大值 3.0

3-4.2 配比材料-粒料

❖ 細粒料-粗砂、細砂

篩號	粗砂 累積試料重g	累積遺留 百分數	粗砂通過 百分比	70%	細砂 累積試料重g	累積遺留 百分數	細砂通過 百分比	30%	通過重量百分比	規定通篩重量百分比
3/8"	0	0	100	70	0	0	100	30	100	
#4	11.4	2.0	98.0	68.6	8.3	1.1	98.9	29.7	98.3	95~100
#8	91.9	15.9	84.1	58.9	87.5	11.9	88.1	26.4	85.3	80~100
#16	211.3	36.5	63.5	44.4	178.2	24.2	75.8	22.7	67.2	45~80
#30	351	60.6	39.4	27.6	262.3	35.6	64.4	19.3	46.9	25~60
#50	489.2	84.5	15.5	10.8	461.2	62.6	37.4	11.2	22.1	10~30
#100	547.3	94.5	5.5	3.8	664.3	90.2	9.8	3.0	6.8	2~10
#200	561.8	97.0	3.0	2.1	695.2	94.4	5.6	1.7	3.8	0~5
pan	578.9	100	0	0	736.8	100	0	0	0	***~***
合計	578.9									
含泥量	3.0	FM	2.94		含泥量	5.6	FM	2.26		
細骨材含泥量%	3.8	FM	2.73						規範	2.3~3.1

※ 混合砂FM=70%×2.94+30%×2.26=2.736÷2.74

※ CNS1240 2.3.1表2過#200篩：承受磨損之混凝土≤3%；其他混凝土≤5%

3-4.3 配比材料-摻劑

❖ 高性能減水劑

出廠證明書

材料暨工程實驗室-高雄

試驗報告

報告編號: KB-19-02591
C-19-05157
頁數: 2 OF 7
報告日期: 108年05月02日

※ 出廠證明與試驗報告藥劑類型不一致！

一、客戶名稱:

二、產品名稱: CSC-720 (Type F)

三、外觀: 淡黃色透明液體

四、性質:

- A. PH值: 7±3°
- B. 比重: 1.05±0.03g/cm³
- C. 固成份含量: 20±3%

試驗結果:

一、藥劑均一及同等性試驗

試驗項目	試驗方法	試驗值
氯離子含量(ppm)	ASTM D512-12 C法	33
酸鹼度(pH)	CNS 6492(1980)	5.1
烘乾殘留物(%)	CNS 12283 (2001)	19
比重	CNS 12283 (2001)	1.06
紅外線光譜分析	CNS 12283 (2001)	見最末頁

三、混凝土試驗結果:

1.試驗結果總覽表:

試驗項目	單位	試驗值		CNS 12283(2001) TYPE G規範值
		控制組	藥劑組	
用水率 ^註	%	83.0		≤88
含氣量	%	1.7	1.5	≤3.0, 且兩組差異不大於0.5
坍度	mm	95	90	76~102
凝結時間	初凝 時:分	5:25	6:40(+1:15)	至多早1:00 且不能晚於1:30
	終凝 時:分	7:25	8:50(+1:25)	至多早1:00 且不能晚於1:30
抗壓強度比	1天 %	149		≥140
	3天 %	155		≥125
	7天 %	159		≥115
	28天 %	136		≥110
抗彎強度比	3天 %	160		≥110
	7天 %	147		≥100
	28天 %	135		≥100
長度變化	%	121		≤135

註: 減水率計算時, 藥劑組拌合水量包含藥劑用量但減去烘乾殘留物部分。

3-5.1 試拌新拌數據

配比	車牌	日期/ 時間	坍度 cm	氣離子 kg/m ³	溫度 °C	空氣含量 %	30分鐘 坍度			60分鐘 坍度			90分鐘 坍度		
							時間	坍度	溫度	時間	坍度	溫度	時間	坍度	溫度
315 II型水中 (代號:31520202)	272-VH	108/5/14 13:20	23	0.031	28.5	1.2	13:50	23	29	14:20	22.5	29	14:50	21.5	29
280 II型 (代號:28018212)	215-M3	108/5/14 13:39	22	0.018	28	1.3	14:09	21.5	29	14:39	21	29	15:09	18.5	30
420 I型早強 (代號:42020122)	KEB-7887	108/5/14 09:51	23	0.03	31	1.5	10:21	22.5	30.5	10:51	21.5	31	11:21	18	32
280 II型巨積 (代號:28018232)	215-M3	108/5/15 10:08	22	0.024	27	1.3	10:38	22	27	11:08	22	27	11:38	21	27
280 I型 (代號:28018112)	347-VH	108/6/27 09:51	22	0.021	27	1.4	10:21	21	27	10:51	21	27.5	11:21	18	28

※ 280 I型與II型巨積初始溫度與歷時溫度變化差異不明顯！

3-5.2 試拌抗壓強度

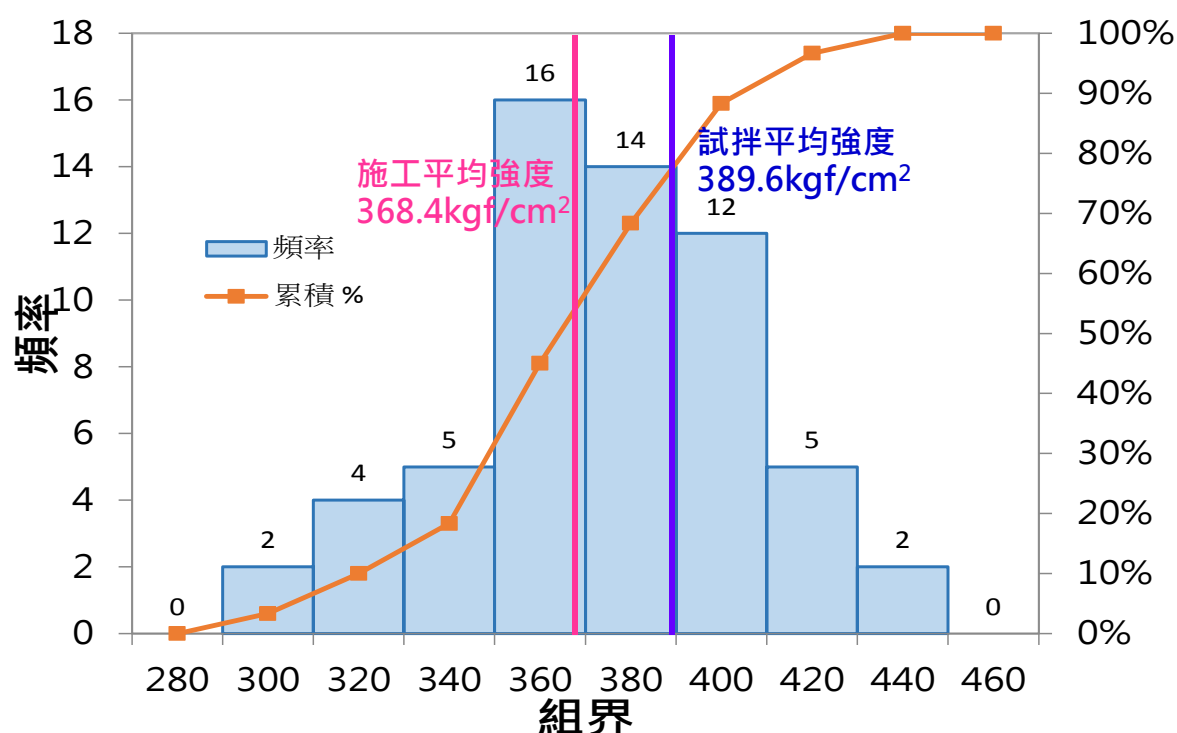
配 比 代 號	設 計 強 度 (kg/cm2)	製 模 日 期	7天					28天						
			試 驗 日 期	抗 壓 強 度		平 均	強 度 比	試 驗 日 期	抗 壓 強 度				平 均	
28018112	280 I 型	108/6/27	108/7/4	249	242	245.5	87.68%	108/7/25	387	398	387	378	398	389.6
28018212	280 II 型	108/5/14	108/5/21	286	287	286.5	102.32%	108/6/11	394	411	393	398	418	402.8
28018232	280 II 型 巨粒	108/5/15	108/5/22	204	207	205.5	73.39%	108/6/12	422	426	412	450	448	431.6
31520202	315 II 型 水中	108/5/14	108/5/21	338	336	337.0	106.98%	108/6/11	482	475	487	471	459	474.8
35020112	350 I 型	108/5/14	108/5/21	325	366	345.5	98.71%	108/6/11	470	477	475	461	486	473.8
35020212	350 II 型	108/5/14	108/5/21	338	323	330.5	94.43%	108/6/11	454	498	473	451	446	464.4
42020112	420 I 型	108/5/14	108/5/21	350	322	336.0	80.00%	108/6/11	507	519	526	487	494	506.6
42020122	420 I 型 早強	108/5/14	108/5/21	437	433	435.0	103.57%	108/6/11	511	498	505	494	507	503.0

3-5.2 設計與試拌強度

❖ 280kgf/cm² I型混凝土強度比較

測試階段	坍度 (cm)	7天強度		28天強度	
		試體數據	平均強度	試體數據	平均強度
配比設計	18.5	304	298.0	477	488.0
		287		485	
		303		502	
試拌	22.0	242	245.5 (82.4%)	387	389.6 (79.8%)
		249		387	
				398	
施工			MIN	296	AVE
			MAX	426	STD
					368.4
					30.3

3-5.3 施工與試拌強度



B 強度統計分析



高雄市政府 109年度工程查核教育訓練

大綱

統計分析概論

強度統計分析與應用

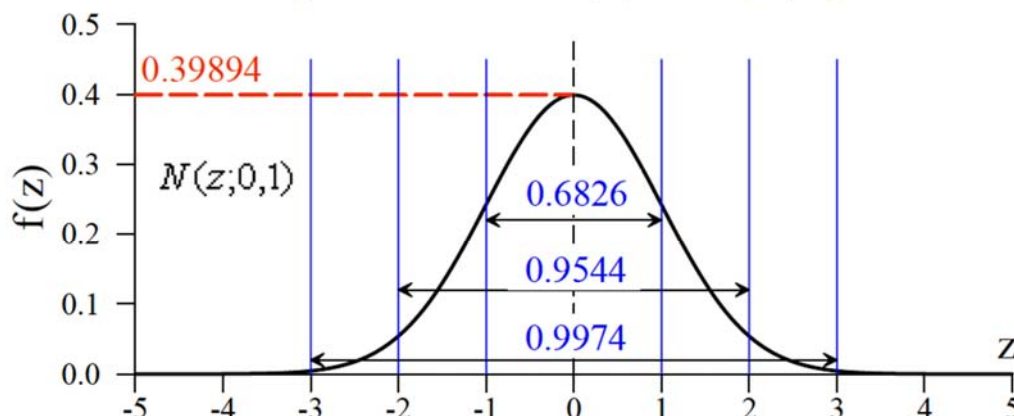
混凝土管制圖與判讀



高雄市政府 109年度工程查核教育訓練

4. 統計基本概論

❖ 工程問題次數分布符合常態分布



- 平均數±1個標準差累積機率 = 68.26%
- 平均數±2個標準差累積機率 = 95.44%
- 平均數±3個標準差累積機率 = 99.74%

4-1 算術平均值與全距

❖ 算術平均值：

- 表示組內數據集中的趨勢

$$\text{平均值}\bar{x} = \frac{\text{各測值加總}}{\text{樣本個數}} = \frac{\sum x_i}{n}$$

❖ 全距：數據中最大值與最小值之差

- 表示組內數據離散的程度

$$\text{全距}R = \text{最大值} - \text{最小值} = x_{\max} - x_{\min}$$

4-2 標準差與變異係數

❖ 樣本標準差：表示樣本數據的離散程度

■ 標準差愈大表示各數據互相差異愈大；

■ 標準差愈大表示品質愈不均勻

❖ 變異係數：標準差對平均數比值

■ 變異係數表示工程品質之不均勻性，其值愈大表示品質愈不均勻

$$\text{標準差 } S = \pm \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} \quad \text{變異係數 } V = \frac{S}{\bar{x}} \times 100(\%)$$

4-3 分組資料估計標準差

❖ 標準差和平均全距具有良好的統計關係

❖ 樣本少時，常用樣本平均全距估計標準差

$$S_1 = \frac{\bar{R}}{d_2} \quad \bar{R} = \frac{\sum R_i}{k}$$

n	2	3	4	5
d ₂	1.128	1.693	2.059	2.326

■ S_1 = 估計標準差

■ k = 樣本組數， $k \geq 10$ 推估結果較為理想

■ R_i = 第 i 組之全距

■ d_2 = 統計係數，和每組的樣本大小(n)有關

4-4 統計計算範例

組別	x1	x2	x3	xi	(xi-x) ²	R
1	260	249	285	265	358.47	36
2	246	260	297	268	253.87	51
3	255	272	309	279	24.34	54
4	305	290	312	302	350.94	22
5	294	275	268	279	21.16	26
6	275	288	264	276	62.94	24
7	291	294	277	287	13.94	17
8	308	275	294	292	76.27	33
9	312	278	317	302	350.94	39
10	288	297	273	286	5.76	24
Σ				2836	1518.62	326
均值				283.6		32.6

$$x_i = \frac{x_1 + x_2 + x_3}{3} \quad R = x_{\max} - x_{\min}$$

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} = \frac{2836}{10} = 283.6$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{1518.62}{10-1}} = 12.99$$

$$V = \frac{S}{\bar{x}} = \frac{12.99}{283.06} = 4.59\%$$

$$\bar{R} = \frac{\sum R_i}{k} = \frac{326}{10} = 32.6$$

$$S_1 = \frac{\bar{R}}{d_2} = \frac{32.6}{1.693} = 19.26$$

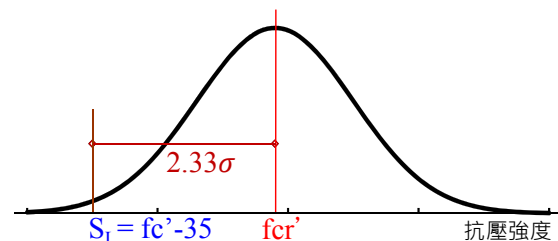
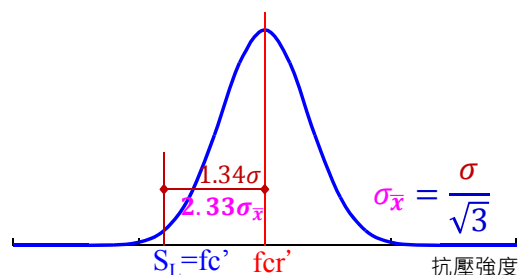
5. 強度統計分析

土木402-91 17.2.2

- 每種配比之混凝土試體至少須有具代表性之五組試驗結果以供評定其品質。
- 每一種配比混凝土強度須同時符合下列兩條件方為合格：
 - 1) 任何連續三組強度之平均值高於規定強度 f_c'
 - 2) 無任何一組之強度低於規定強度 f_c' 之值超過下列規定值
 - a) 混凝土強度 f_c' 高於350kgf/cm²者：0.1 f_c'
 - b) 混凝土強度 f_c' 為350kgf/cm²或較低者：35kgf/cm²

- ❖ 連續三組強度之平均值須大於規定(設計)強度
- ❖ 單組試驗強度相對於規定強度的偏差不得太大，以確保混凝土品質的穩定性

5-1 強度評估基準分布



條件一： $f_{cr}' = f_{c'} + 2.33\sigma_{\bar{x}} = f_{c'} + 1.34\sigma$

條件二： $f_{cr}' = f_{c'} - 35 + 2.33\sigma$

由上二式可知，設定混凝土品質目標須考慮下列因素：

1. 規格界限：如 $f_{c'} - 35$ 與 $f_{c'}$ ，此規格界限通常由工程規範設定。
2. 製程能力：如 σ 與 $\sigma_{\bar{x}}$ ，此值係由預拌廠商之產製能力決定。
CNS 12891規定以過去相似工程之連續30次以上試驗結果估算標準差。
3. 容許失敗率：兩條件式均採1%，即須提高2.33個標準差。
此值通常由規範依工程之重要性決定，重要性越高可忍受的失敗率越低。

5-2 混凝土規格界限

❖有工地經驗或試拌試驗紀錄可供參考

規定強度 $f_{c'}$	$\leq 350(\text{kgf/cm}^2)$	$> 350(\text{kgf/cm}^2)$
三組平均值	連續三組強度平均值高於規定強度 $f_{c'}$	
需求強度 f_{cr}	$f_{cr}' = f_{c'} + 1.34S$	
單一試驗值	低於規定強度 $f_{c'}$ 之值不超過	
	$35(\text{kgf/cm}^2)$	$0.1 f_{c'}$
需求強度 f_{cr}	$f_{cr}' = f_{c'} + 2.33S - 35$	$f_{cr}' = 0.9f_{c'} + 2.33S$

一種連續30組試體 單群試體標準差 $S = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$

二種連續試驗其總組數至少30組試體 二群試體標準差 $S = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}$

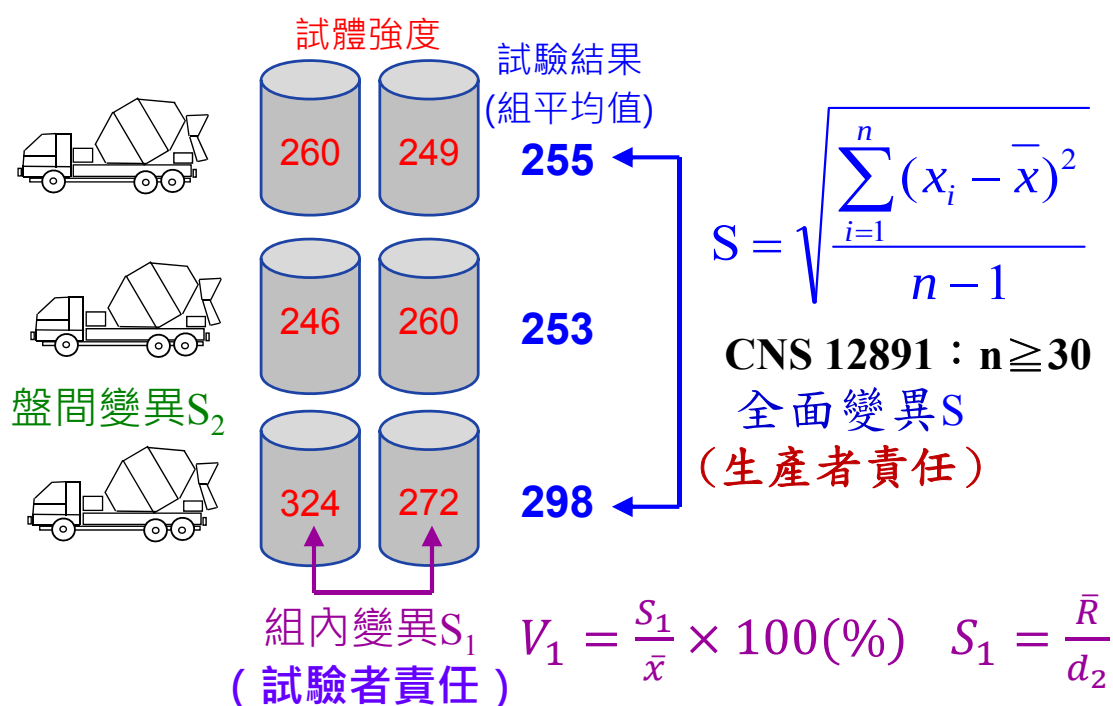
5-2 混凝土規格界限

❖ 無歷史紀錄可供參考或資料少於15組

設計強度 f_c' (kgf/cm ²)	需求強度 f_{cr}' (kgf/cm ²)	
	ACI 318	CNS 12891
<210	$f_c' + 70$	$f_c' + 70$
210-350	$f_c' + 85$	$f_c' + 85$
>350	$1.1f_c' + 50$	$f_c' + 100$

- 試驗紀錄之混凝土強度應在 $f_c' \pm 70 \text{ kgf/cm}^2$ 之間。
- CNS 12891-4.1 標準差之計算

5-3 混凝土強度變異分析



5-4全面變異及組內變異

❖ 全面變異：為各次試驗結果之差異，以標準差表示。

■ 用於評估混凝土品質之均勻性。

■ 標準差愈大表示混凝土品質愈不均勻，管制水準愈差。

$$S^2 = S_1^2 + S_2^2$$

S：全面變異

$$S_2 = \sqrt{S^2 - S_1^2}$$

S₁：組內變異

S₂：盤間變異

5-4. 1強度變異的影響因素

變異類型	S2盤間變異	S1組內變異
	混凝土自身的變化	測試過程造成的變化
影響因素	組成材料的特性與比例的變化 水膠比的改變 拌合、運輸與取樣的變化 澆置與搗實的變化 溫度與養護的變化	不適當的取樣過程 由於試體製作技術所造成的變化 養護條件的差異 測試程序的變化

ACI 214R-11 Table 3.1 Principal sources of strength variation

5-4.2 全面變異與管控

❖ 全面變異：

各次試驗結果之高低變化幅度

- 用於評估混凝土品質之管制水準
- 普通混凝土以標準差，高強度混凝土則以變異係數評估。
- 標準差或變異係數愈大，表示混凝土品質愈不均勻，管制水準愈差。
- 標準差或變異係數過大，應檢討改進**混凝土產製設備或生產管理**。

5-4.3 組內變異與管控

❖ 組內變異：

同組各試體強度高低變化幅度

- 普通、高強度混凝土均以變異係數表示
- 用於評估**抗壓強度試驗之精密度**，組內變異係由各試體之製作、養護及試驗等差異而引起
- 組內變異大表示從**取樣至抗壓試驗過程不穩定**，其值太大應檢討**取樣至試驗各階段作業及試驗設備之穩定性**
- 組內變異係數與混凝土品質無關。

ACI 214R-11混凝土管制水準評估準則

(適用於 $fc' \leq 350 \text{ kgf/cm}^2$ 普通強度混凝土)

統計參數	全面變異				
	標準差 · kgf/cm^2				
作業等級	很好 Excellent	好 Very Good	正常 Good	差 Fair	很差 Poor
施工試驗	<28	28-35	35-42	42-49	>49
試驗室試拌	<14	14-18	18-21	21-25	>25
統計參數	組內變異				
	變異係數 · %				
作業等級	很好 Excellent	好 Very Good	正常 Good	差 Fair	很差 Poor
施工試驗	<3.0	3.0-4.0	4.0-5.0	5.0-6.0	>6.0
試驗室試拌	<2.0	2.0-3.0	3.0-4.0	4.0-5.0	>5.0

ACI 214R-11混凝土管制水準評估準則

(適用於 $fc' > 350 \text{ kgf/cm}^2$ 高強度混凝土)

統計參數	全面變異				
	變異係數 · %				
作業等級	很好 Excellent	好 Very Good	正常 Good	差 Fair	很差 Poor
施工試驗	<7.0	7.0~9.0	9.0~11.0	11.0~14.0	>14.0
試驗室試拌	<3.5	3.5~4.5	4.5~5.5	5.5~7.0	>7.0
統計參數	組內變異				
	變異係數 · %				
作業等級	很好 Excellent	好 Very Good	正常 Good	差 Fair	很差 Poor
施工試驗	<3.0	3.0-4.0	4.0-5.0	5.0-6.0	>6.0
試驗室試拌	<2.0	2.0-3.0	3.0-4.0	4.0-5.0	>5.0

5-5. 1未達30組計算案例

❖ 調整要求平均抗壓強度(f'_{cr})計算方法

B預拌廠供料D工程所需之設計(規定)強度

$f'_c=280\text{kgf/cm}^2$ 的預拌混凝土，配比設計時平均要求強度 $f'_{cr}=365\text{ kgf/cm}^2$ ，供料後**連續15組**抗壓強度數據如下表。試問：如何調整平均要求強度？

試驗組數少於30組時標準差之修正係數

試驗組數	標準差之修正係數	備考
少於15	應採用4.2.2節之規定	CNS12891 4.2.2 表2
15	1.16	試驗組數介於表內數字間者，以插入法計算。
20	1.08	
25	1.03	
30以上	1.00	

5-5. 1未達30組計算案例

組	X_i	$X_i - X_{ave}$	$(X_i - X_{ave})^2$
1	412	-6.5	42.7
2	396	-22.5	507.8
3	388	-30.5	932.3
4	422	3.5	12.0
5	405	-13.5	183.2
6	414	-4.5	20.6
7	427	8.5	71.7
8	430	11.5	131.5
9	434	15.5	239.2
10	420	1.5	2.2
11	399	-19.5	381.6
12	409	-9.5	90.9
13	433	14.5	209.3
14	421	2.5	6.1
15	441	22.5	504.8
Σ	6251		3335.5

1. 計算平均值

$$X_{ave} = \Sigma(X_i) \div n = 6251 \div 15 = 416.7$$

2. 計算標準差：S =

$$\sqrt{\Sigma(X_i - X_{ave})^2 / n - 1} = \sqrt{(3335.5) / 14} = 15.4$$

3. 依CNS12891修正標準差

$$S_m = 1.16 \times 15.4 = 17.9$$

4. 依歷史資料計算要求平均強度

$$f'_{cr} = f'_c + 1.34s = 280 + 1.34 \times 17.9 = 280 + 24 = 304$$

$$f'_{cr} = f'_c + 2.33s - 35 = 280 + 2.33 \times 17.9 - 35 = 286.7 \approx 287$$

取較大值 $f'_{cr}=304\text{kgf/cm}^2$ 為重新配比設計之要求平均強度

5-5. 2紀錄30組計算案例

❖ 調整要求平均抗壓強度(f'_{cr})計算方法

A預拌廠供料C工程所需之設計(規定)強度

$f'_c=280\text{kgf/cm}^2$ 的預拌混凝土，配比設計時要求平均強度 $f'_{cr}=365\text{ kgf/cm}^2$ ，供料後其抗壓強度數據如下表。

試問：如何調整平均要求強度？

- 計算要求平均強度之第一步：有無與計畫採用之規定強度相差在 70kgf/cm^2 以內之類似配比，且有30組以上連續試驗的紀錄數據。【CNS 12891 4.1(3)】

5-5. 2紀錄30組計算案例

組	X_i	$X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2$	組	X_i	$X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2$
1	412	-6.5	42.7	16	408	-10.5	111.0
2	396	-22.5	507.8	17	442	23.5	550.7
3	388	-30.5	932.3	18	432	13.5	181.4
4	422	3.5	12.0	19	427	8.5	71.7
5	405	-13.5	183.2	20	412	-6.5	42.7
6	414	-4.5	20.6	21	409	-9.5	90.9
7	427	8.5	71.7	22	418	-0.5	0.3
8	430	11.5	131.5	23	445	26.5	700.5
9	434	15.5	239.2	24	424	5.5	29.9
10	420	1.5	2.2	25	389	-29.5	872.2
11	399	-19.5	381.6	26	401	-17.5	307.4
12	409	-9.5	90.9	27	437	18.5	341.0
13	433	14.5	209.3	28	428	9.5	89.6
14	421	2.5	6.1	29	418	-0.5	0.3
15	441	22.5	504.8	30	415	-3.5	12.5
Σ	6251		3335.5	Σ	6305		3401.9

5-5. 2紀錄30組計算案例

1.計算平均值：各測值加總後，除以樣本數

$$X_{ave} = \Sigma(X_i) \div n = (6251 + 6305) \div 30 = 12556 \div 30 = 418.5$$

2.計算標準差：各測值減平均值，平方後加總，代入下式計算

$$s = \sqrt{\Sigma(X_i - X_{ave})^2 / n - 1} = \sqrt{(3335.5 + 3401.9) / 29} = 15.2$$

3.依歷史資料計算要求平均強度

$$f'_{cr} = f'_c + 1.34s = 280 + 1.34 \times 15.2 = 280 + 20.4 = 300.4 \approx 300$$

$$f'_{cr} = f'_c + 2.33s - 35 = 280 + 2.33 \times 15.2 - 35 = 280 + 35.4 - 35 = 280.4 \approx 280$$

取較大值 $f'_{cr} = 300 \text{ kgf/cm}^2$ 為重新配比設計之要求平均強度

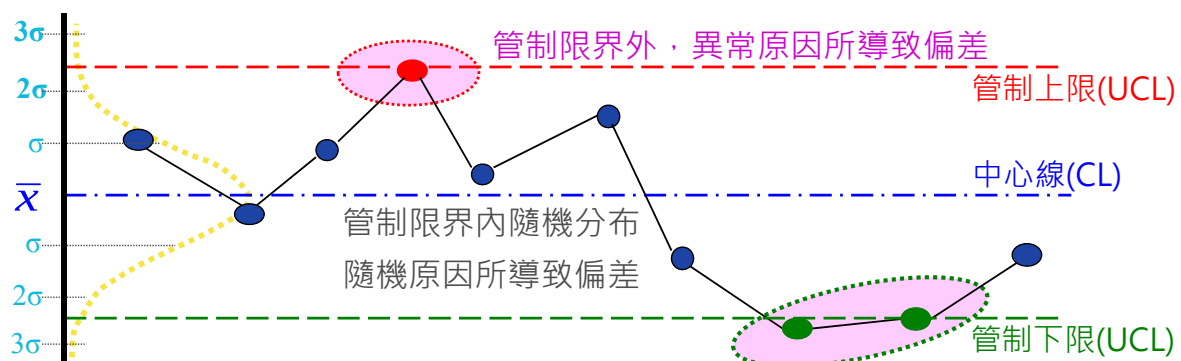
6. 混凝土管制圖與判讀

❖ 管制圖：用於調查製程是否在穩定狀態下或維持製程穩定所使用的圖。【CNS 2579】

❖ 以管制界限研判變異的原因：【CNS 15962】

■ 異常原因：管制界限外，須調查原因並採取對策。

■ 隨機原因：管制界限內，且隨機分布者製程穩定。



6-1 ACI214混凝土管制圖

❖ 由三種管制圖組合而成，係屬驗收管制圖

■ 個別值管制圖(x Chart)：

數據點為各次試驗結果(同組試體平均數)，連結各數據成折線，顯示：強度試驗結果之高低變化。

■ 移動平均數管制圖($\bar{x}_m$ Chart)：

CNS 3090規定之3組(ACI 214 5組)試驗結果之移動平均數
此圖可顯示：強度變化走勢、週期性變化等。

■ 移動平均全距管制圖($\bar{R}_m$ Chart)：

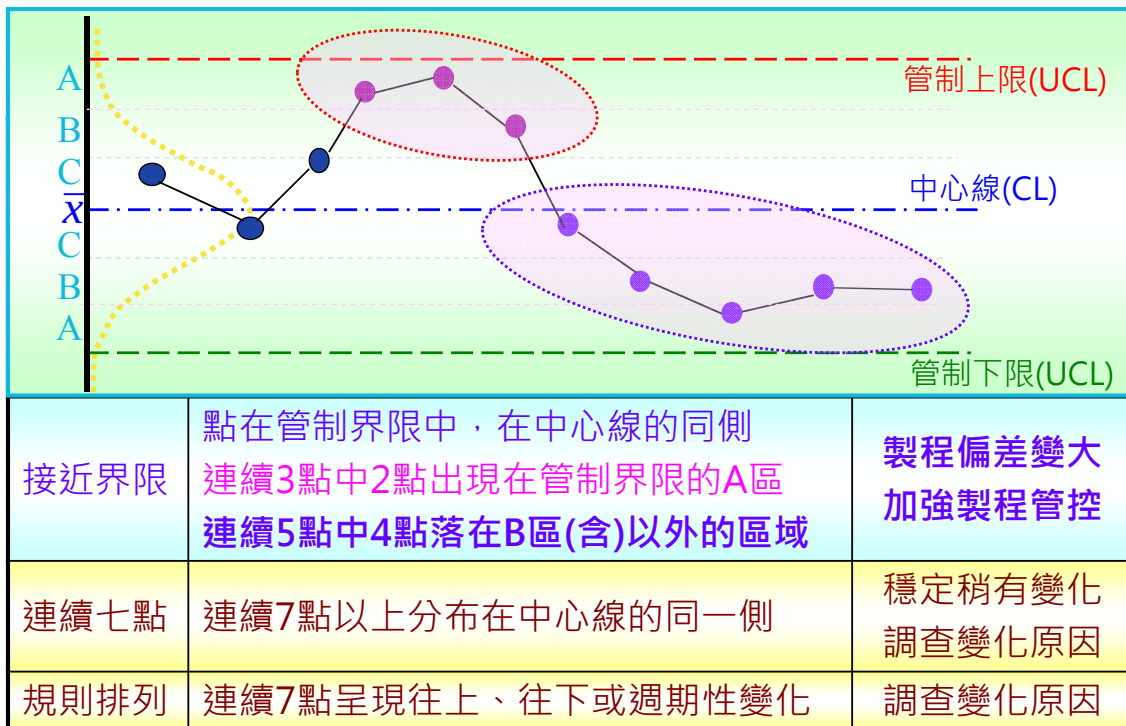
數據點為前連續10組試體強度之移動平均全距(同組試體)
此圖可顯示：試驗精密度，作為判斷組內變異水準之用。

6-2 管制圖討與判讀

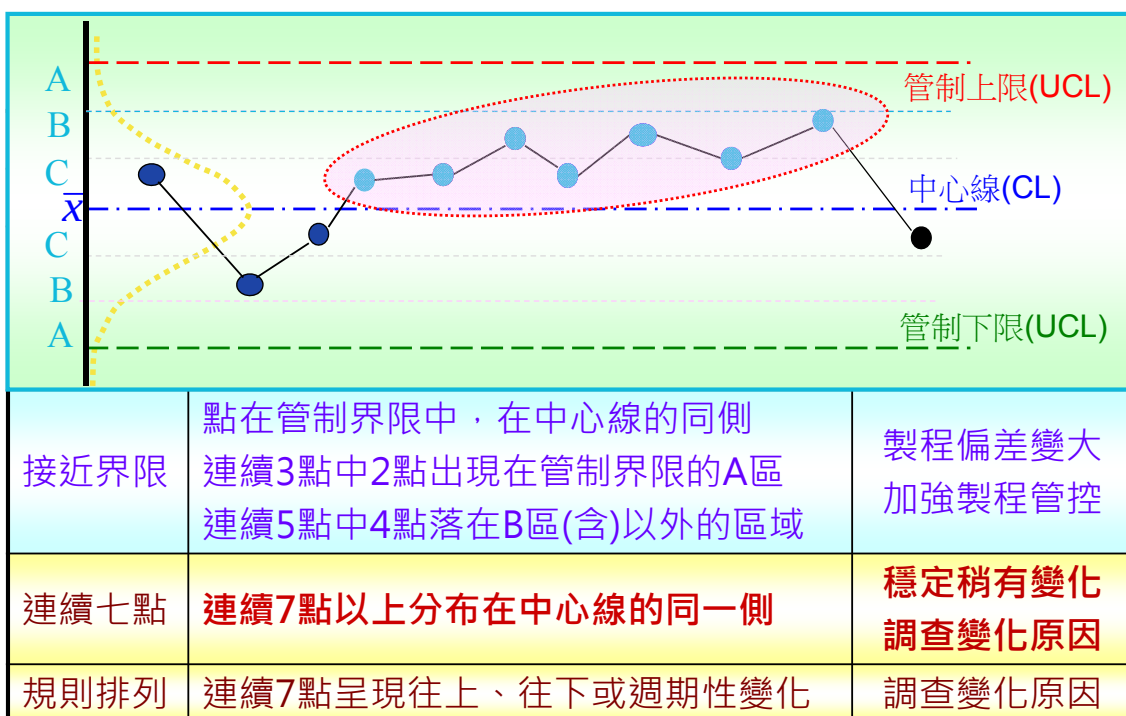
【CNS 15962-2 8.非機遇原因變異型態檢定、附錄B】

判讀狀態	管制圖情況	異常處置方式
穩定狀態	連續25點以上，無下列異常現象存在	維持製程穩定
超出界限	點超出管制界限外(線上者不計) X管制圖：表示製程平均值變化。 R管制圖：表示製程變異值變化。	調查異常原因 採取矯正措施 防止再次發生

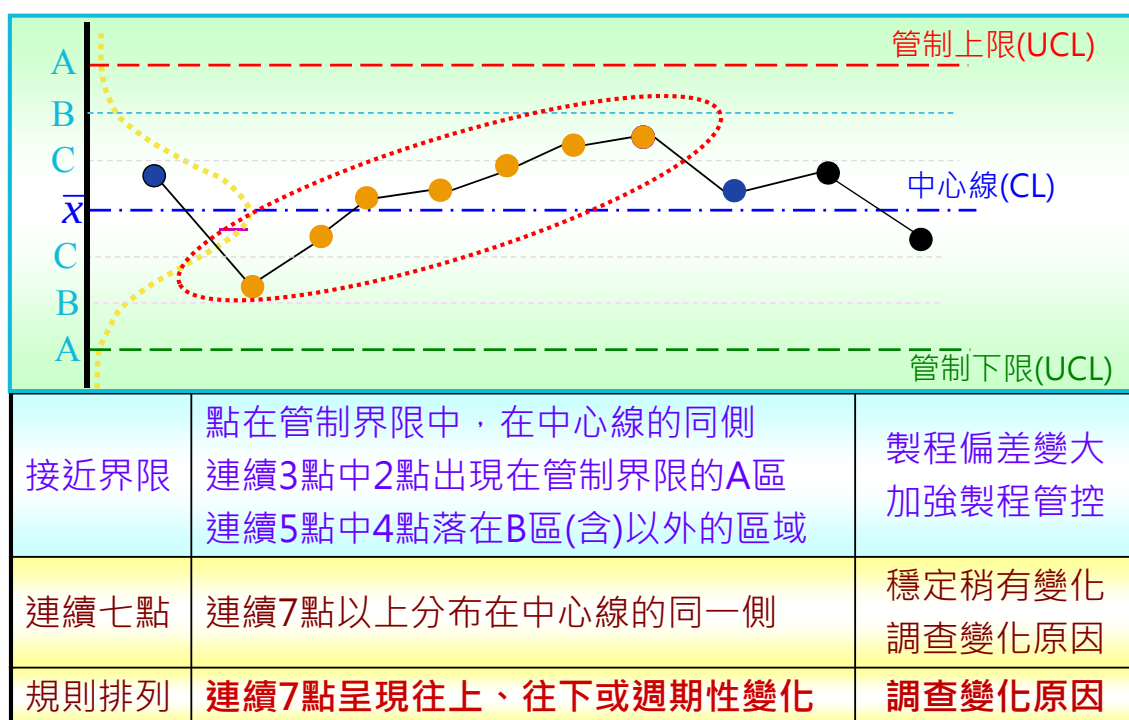
6-2 管制圖檢討與判讀



6-2 管制圖檢討與判讀



6-2 管制圖檢討與判讀



6-3 管制圖繪製判讀案例

【案例】混凝土抗壓強度試驗資料如表所示，依據表列數據製作ACI 混凝土抗壓強度管制圖。已知工地混凝土施工要求條件如下：

(1)規定抗壓強度： $fc' = 210\text{kgf/cm}^2$

(2)需求平均抗壓強度： $fcr' = 250\text{kgf/cm}^2$

■ 解：

1. 準備計算表格、蒐集數據，每 2~5個數據為一組。依抗壓試驗日期將數據填入計算表中(1)(2)欄。

表格欄位：(1)(2)xj同組各試體強度、(3)xi各組平均強度、(4) $\bar{x}_m$ 三點移動平均、(5)R全距、(6) $\bar{R}_m$ 十點全距移動平均

ACI混凝土管制圖計算表

編號 No.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	試體強度		試驗結果	3點移動平均數	全距	10點移動平均全距
	x_1	x_2	x			
1	260	249	255	—	11	—
2	246	260	253	—	14	—
3	255	272	264	257.3	17	—
4	305	290	298	271.7	15	—
5	294	275	285	282.3	19	—
6	266	278	272	285	12	—
7	224	242	233	263.3	18	—
8	225	204	215	240	21	—
9	177	169	173	207	8	—
10	198	210	204	197.3	12	14.7
11	209	231	220	199	22	15.8
12	236	214	225	216.3	22	16.6
13	257	243	250	231.7	14	16.3
14	260	280	270	248.3	20	16.8
15	226	252	239	253	26	17.5
16	286	271	279	262.7	15	17.8
17	313	310	312	276.7	3	16.3
18	274	273	274	288.3	1	14.3
19	243	248	246	277.3	5	14.0
20	184	201	193	237.7	17	14.5
21	230	207	219	219.3	23	14.6
22	209	190	200	204	19	14.3
23	241	257	249	222.7	16	14.5
24	286	296	291	246.7	10	13.5
25	271	246	259	266.3	25	13.4
26	220	236	228	259.3	16	13.5
27	272	281	277	254.7	9	14.1
28	307	300	304	269.7	7	14.7
29	266	258	262	281	8	15.0
30	248	272	260	275.3	24	15.7

85

6-3.1 混凝土管制圖繪製

2. 計算各組測值平均數為個別值 $x_i = \frac{\sum x_j}{k}$
 $(260+249)/2 = 254.5 \approx 255$ (採4捨5入) 填入(3)欄
3. 計算各組測值試驗內的全距值 $R = x_{max} - x_{min}$
 如： $260-249 = 11$ ，填入(5)欄。
4. 計算3點移動平均值 $\bar{x}_m = \frac{\sum_{m-2}^m x_i}{3} = 3 \text{組個別值加總}/3$
 如： $(255+253+264)/3 = 257.3$ ，填入(4)欄
5. 10點移動平均全距 $\bar{R}_m = \frac{\sum_{m-9}^m x_i}{10} = 10 \text{組個別值加總}/10$
 $(14+11+17+15+19+12+18+21+8+12)/10 = 14.7$
 填入(6)欄

6-3.1 混凝土管制圖繪製

6. 計算個別值、移動平均值管制界限

管制圖	個別值管制圖		移動平均值
規定強度 f_c'	$\leq 350(\text{kgf/cm}^2)$	$> 350(\text{kgf/cm}^2)$	
中心線	$f_{cr}=f_c'+2.33S-35$	$f_{cr}=0.9f_c'+2.33S$	$f_{cr}=f_c'+1.34S$
管制下限	$LCL=f_c'-35$	$LCL=0.9f_c'$	$LCL=f_c'$

(1) 個別值管制圖：

- 規定抗壓強度： $f_c' = 210 \text{ kgf/cm}^2$
- 中心線要求平均抗壓強度： $f_{cr}' = 250 \text{ kgf/cm}^2$
- 個別值管制下限： $LCL = f_c' - 35 \text{ kgf/cm}^2 = 175 \text{ kgf/cm}^2$

(2) 移動平均數管制圖：

- 中心線要求平均抗壓強度 $f_{cr}' = 250 \text{ kgf/cm}^2$
- 移動平均數管制下限： $LCL = f_c' = 210 \text{ kgf/cm}^2$

6-3.1 混凝土管制圖繪製

7. 計算移動全距平均值圖管制界限

$$\max. \bar{R}_m = V_1 \cdot d_2 \cdot f_{cr}' = \gamma \cdot V_1$$

訂出各管制水準之分界線：因 $f_{cr}' = 250 \text{ kgf/cm}^2$ 、 $k=2$

$$\max. \bar{R}_m = V_1 \cdot (1.128) \cdot 250 = 282 \cdot V_1$$

以各水準界限之 V_1 代入上式，結果如下：

等級上限	V_1	d_2	f_{cr}'	$\max. \bar{R}_m$
很好	3%	1.128 (一組3個試體 $d_2=1.693$)	250	8.5
好	4%			11.3
正常	5%			14.1
差	6%			16.9
很差				

※參照工程會109品管人員訓練教材-統計分析方法與應用修訂

6-3.1 混凝土管制圖繪製

8. 在管制圖紙上標繪管制線。

■ CL：實線；UCL、LCL：點線

9. 在管制圖紙上標繪各組數據點。

■ 個別值管制圖：標繪各組測值平均值為數據點

■ 移動平均管制圖：繪三組移動平均值為數據點

■ 移動全距管制圖：繪十組全距平均值為數據點

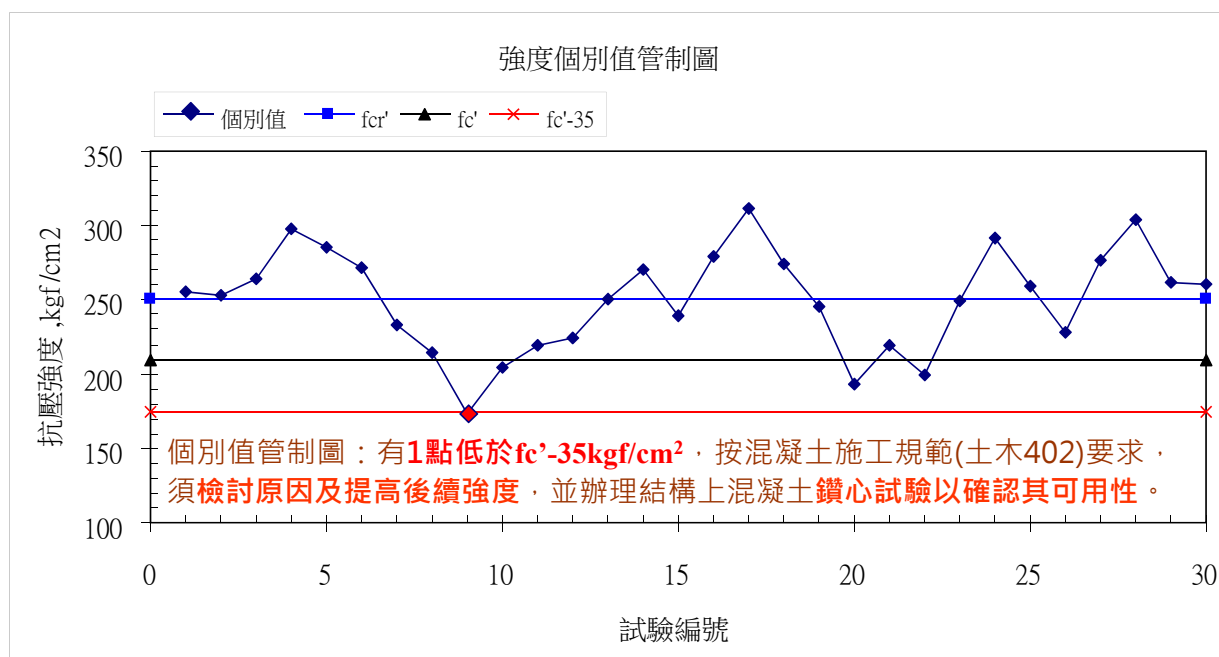
10. 管制界限檢討與判讀

■ 依據管制水準、規格界限評估混凝土品質

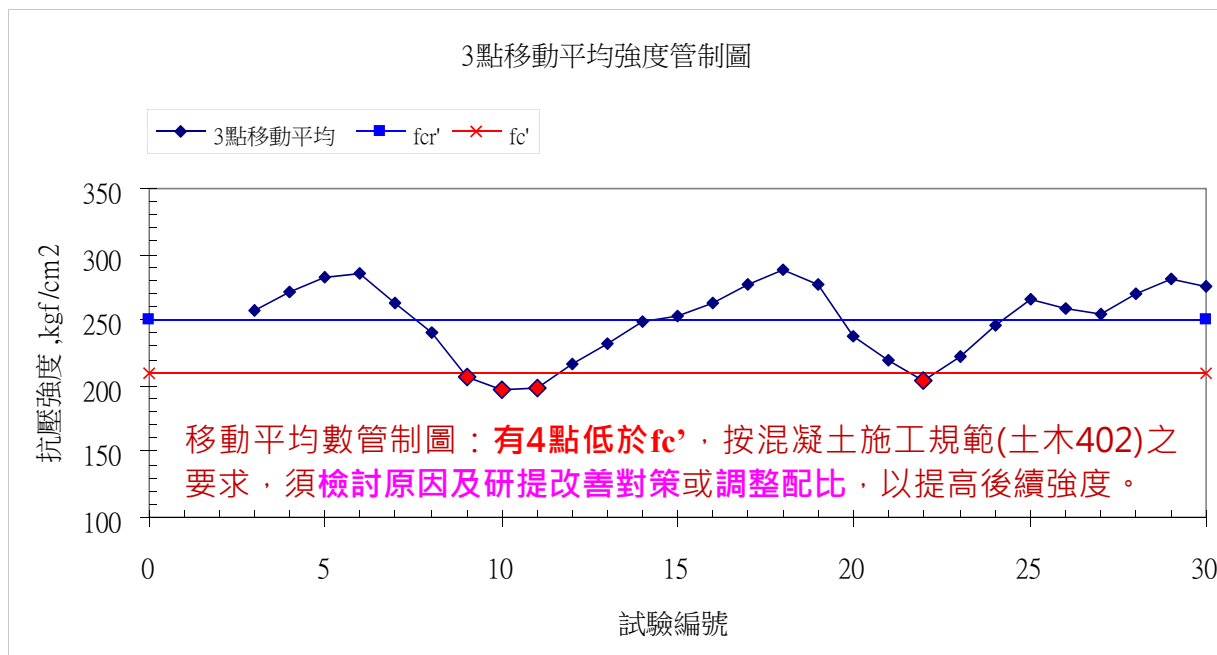
- 個別值管制單一試驗值高於 $fc'-35$ 或 $0.1 fc'$
- 移動平均值管制連續三組平均值不低於 fc'
- 移動全距平均值解析組內變異之變動趨勢

■ 全面變異管制及組內變異管制等級之評定

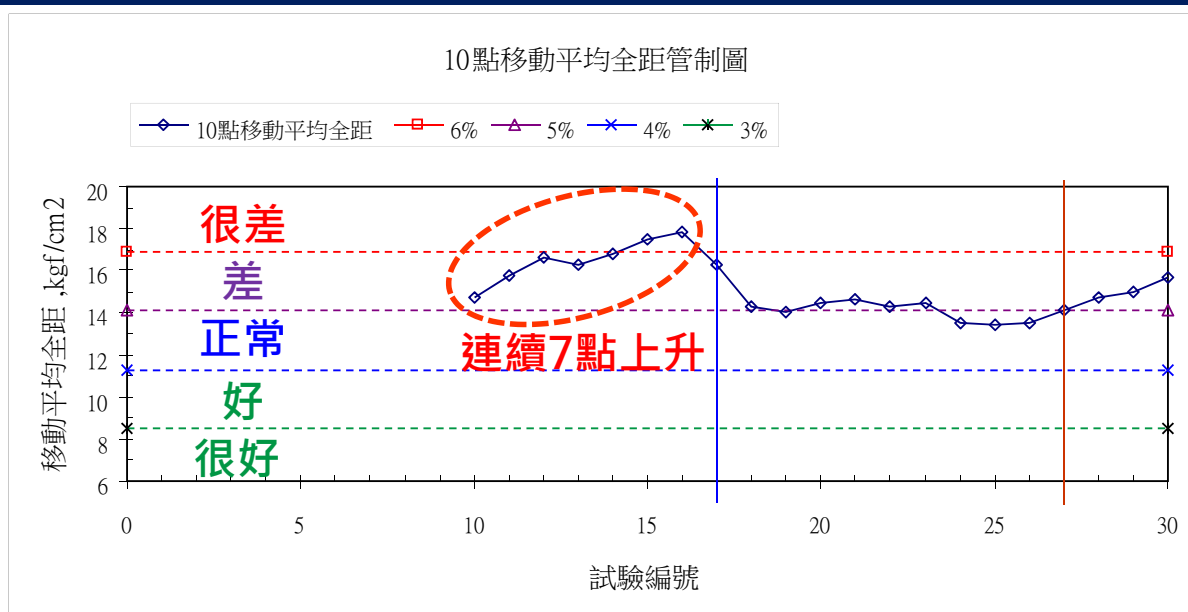
6-3.2 管制圖案例判讀



6-3.2 管制圖案例判讀



6-3.2 管制圖案例判讀



第17點以前之組內變異為「差」至「很差」水準，顯然試驗精密度不佳。

經改進後，第18至27點漸趨於穩定，屬「差」至「正常」水準，其後又有偏高趨勢，須要加強注意。

混凝土抗壓強度統計分析表

統包商：

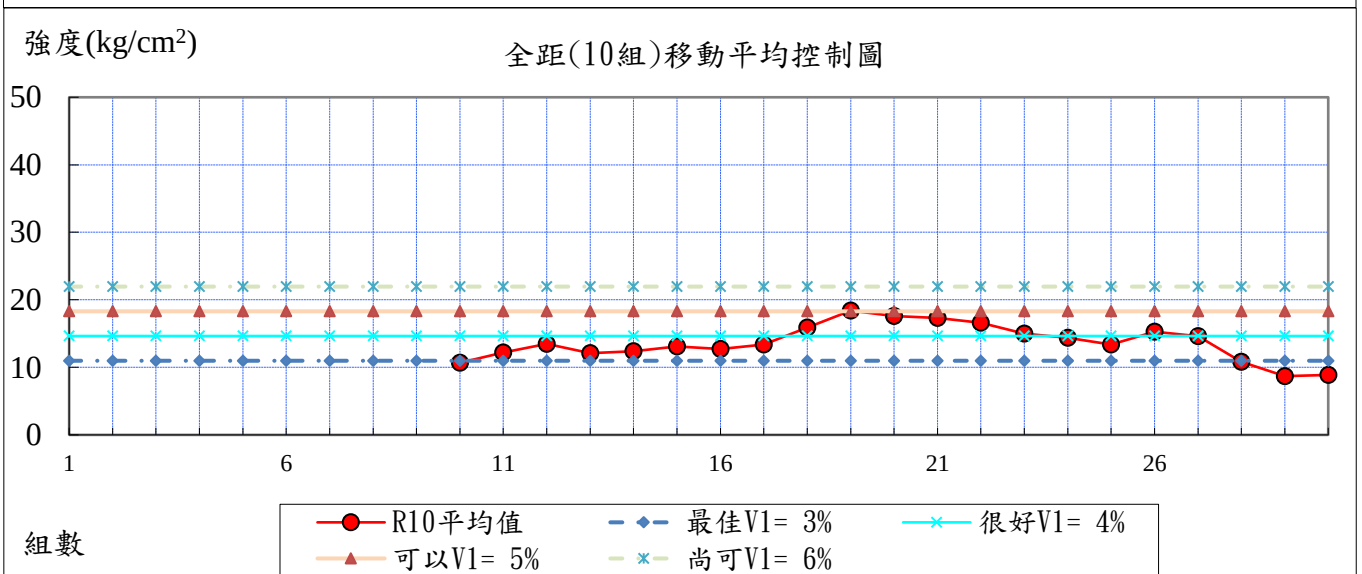
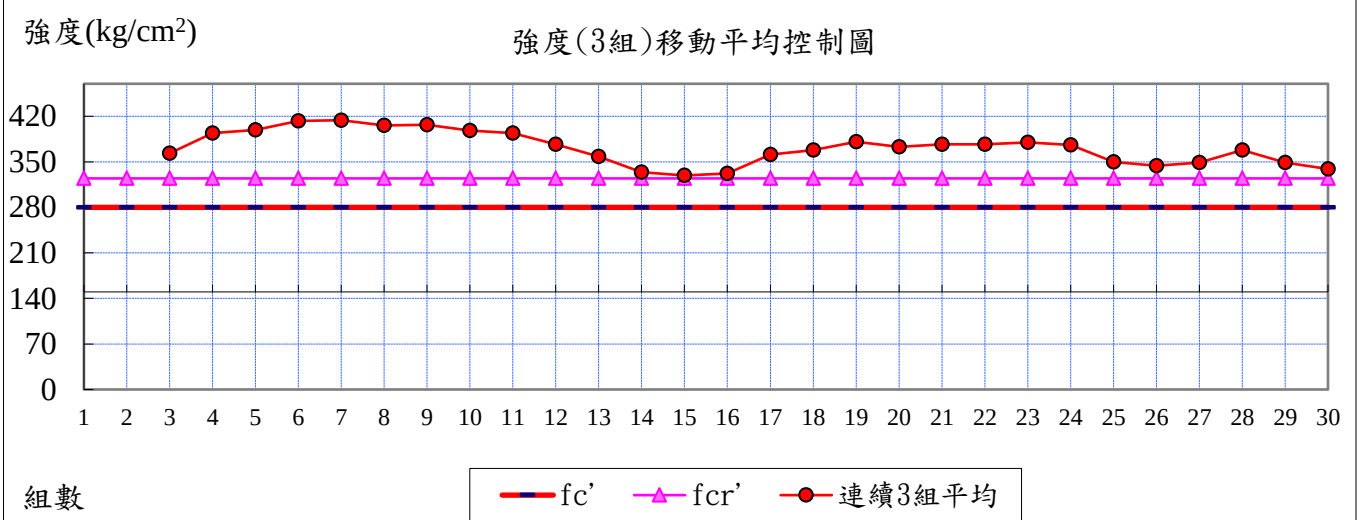
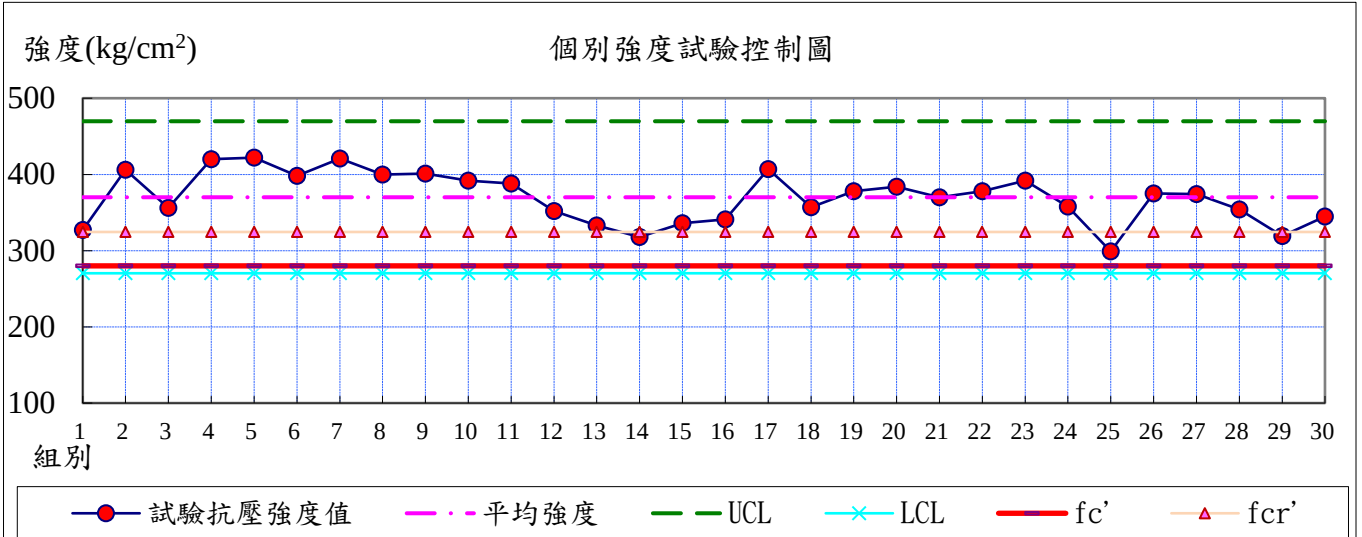
第1頁 共2頁

設計強度	280	kgf/cm ²	取樣 組別	28天抗壓強度		試驗值 平均強度	全距	移動平均植				
				kgf/cm ²				強度移動(3點)		全距移動(10點)		
取樣日期	試體編號	取樣 次數	測試值(Specimens)		X	Ri	ΣXi	ΣXi / 3	ΣRi	ΣRi / 10		
			X ₁	X ₂								
108/9/11	280I-1	1	330	323	327	7						
109/1/17	280I-2	2	406	406	406	0						
109/1/22	280I-3	3	373	339	356	34	1089	363				
109/2/13	280I-4	4	417	423	420	6	1182	394				
109/2/18	280I-5	5	426	417	422	9	1198	399				
109/2/22	280I-6	6	402	394	398	8	1240	413				
109/2/29	280I-7	7	423	419	421	4	1241	414				
109/3/4	280I-8	8	410	390	400	20	1219	406				
109/3/5	280I-9	9	400	401	401	1	1222	407				
109/3/6	280I-10	10	401	383	392	18	1193	398	107	10.7		
109/3/6	280I-11	11	377	399	388	22	1181	394	122	12.2		
109/3/10	280I-12	12	345	358	352	13	1132	377	135	13.5		
109/3/10	280I-13	13	323	343	333	20	1073	358	121	12.1		
109/3/14	280I-14	14	322	313	318	9	1003	334	124	12.4		
109/3/16	280I-15	15	328	344	336	16	987	329	131	13.1		
109/3/18	280I-16	16	343	339	341	4	995	332	127	12.7		
109/3/20	280I-17	17	412	401	407	11	1084	361	134	13.4		
109/3/24	280I-18	18	334	379	357	45	1105	368	159	15.9		
109/3/24	280I-19	19	391	365	378	26	1142	381	184	18.4		
109/3/24	280I-20	20	389	379	384	10	1119	373	176	17.6		
109/3/24	280I-21	21	360	379	370	19	1132	377	173	17.3		
109/3/31	280I-22	22	375	381	378	6	1132	377	166	16.6		
109/4/3	280I-23	23	390	394	392	4	1140	380	150	15.0		
109/4/3	280I-24	24	359	356	358	3	1128	376	144	14.4		
109/4/3	280I-25	25	302	296	299	6	1049	350	134	13.4		
109/4/8	280I-26	26	363	386	375	23	1032	344	153	15.3		
109/4/8	280I-27	27	372	376	374	4	1048	349	146	14.6		
109/4/9	280I-28	28	357	350	354	7	1103	368	108	10.8		
109/4/11	280I-29	29	316	321	319	5	1047	349	87	8.7		
109/4/13	280I-30	30	339	351	345	12	1018	339	89	8.9		
組內控制變數 Excellent : V ₁ <3% Very Good V ₁ =3%~4% 11.0 ≤Rm< 14.6 Good V ₁ =4%~5% 14.6 ≤Rm< 18.3 Fair V ₁ =5%~6% 18.3 ≤Rm< 22.0 Poor V ₁ >6%			Σ		11101	372	S整體標準偏差(overalls)控制標準(kg/cm ²)					
			平均 X=ΣX / N=		370	平均R	Excellent	Very Good	Good	Fair	Poor	
			取樣次數(N)		30	12.4	<28.1	28.1~35.2	35.2~42.2	42.2~49.2	>49.2	
			標準差S =√(Σ(Xi-X) ² / (n-1)=		33.2	試驗組內標準偏差 S ₁ =R /d ₂ =		11.0	組內試體 個數(n)	組內試驗標 準因子(d ₂)		
			變異系數V = S / X % =		8.98%	組內標準偏差變異系數 (V1)= S ₁ /X =		3.0%	2	1.128		
									3	1.693		
			目標強度值 (取大值) fc'= fc'+1.34S= fc'+2.33S-35=		324.5	組內控制變異 Rm= fcr' *5% * d ₂ =		18.3	4	2.059		
									5	2.326		
					混凝土品質控制等級							
					標準差S =√(Σ(Xi-X) ² / (n-1)= 33.2 (一般施工)等級：(屬 Very Good 等級)							
		混凝土品質控制上限 UCL=X+3S = 470 混凝土品質控制下限 LCL=X-3S = 270										

混凝土抗壓強度管制圖

統包商：

第2頁 共2頁



混凝土抗壓強度統計分析表

統包商：

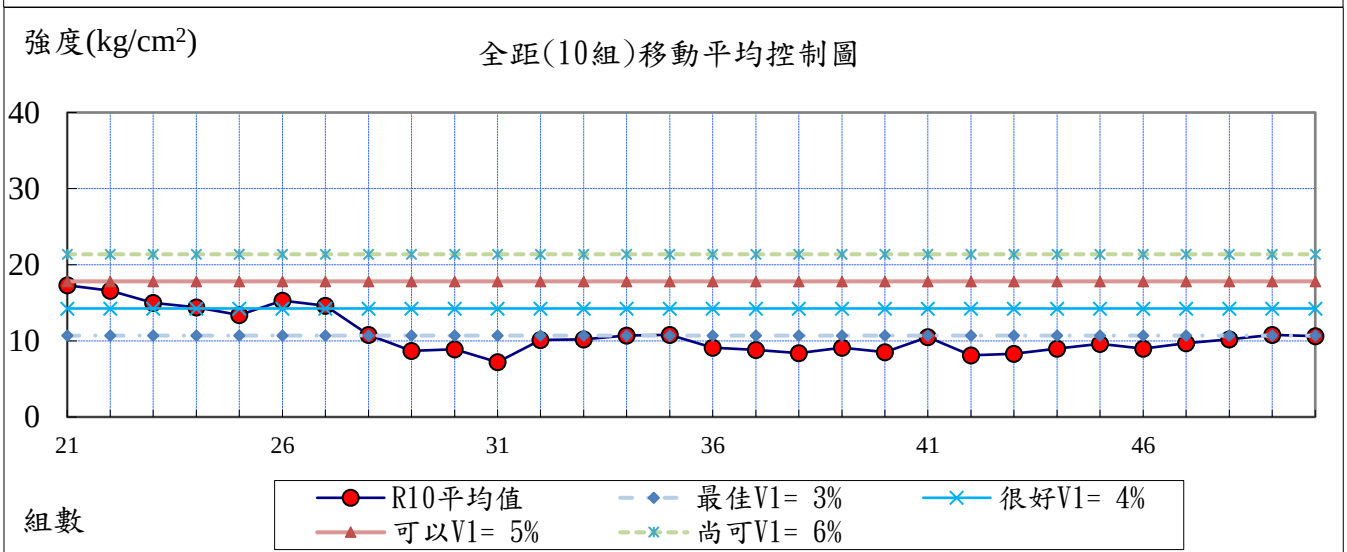
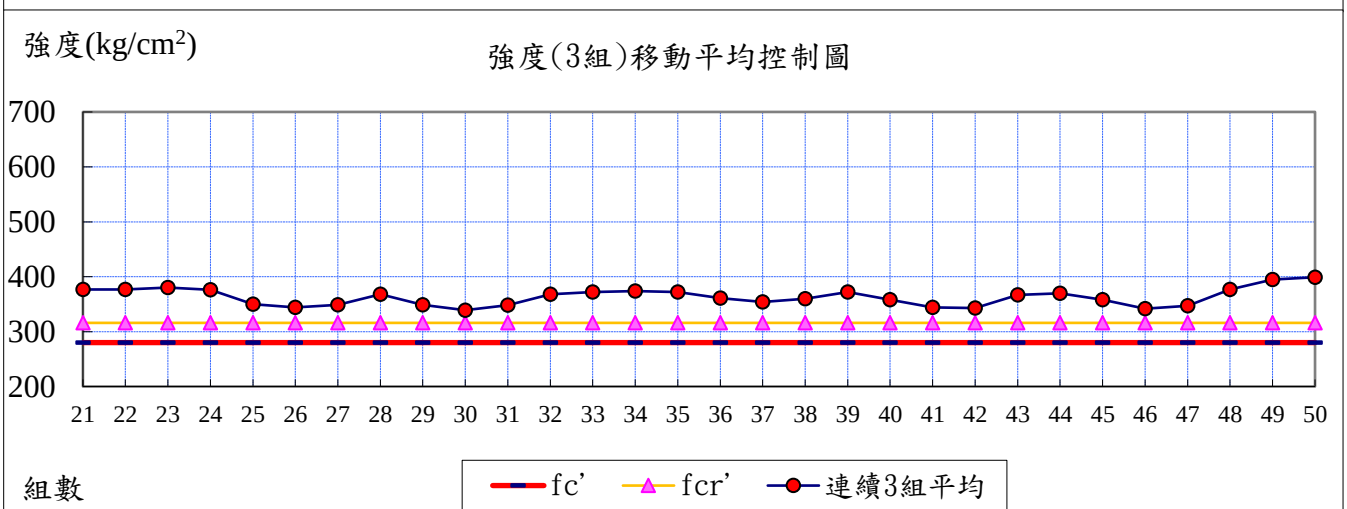
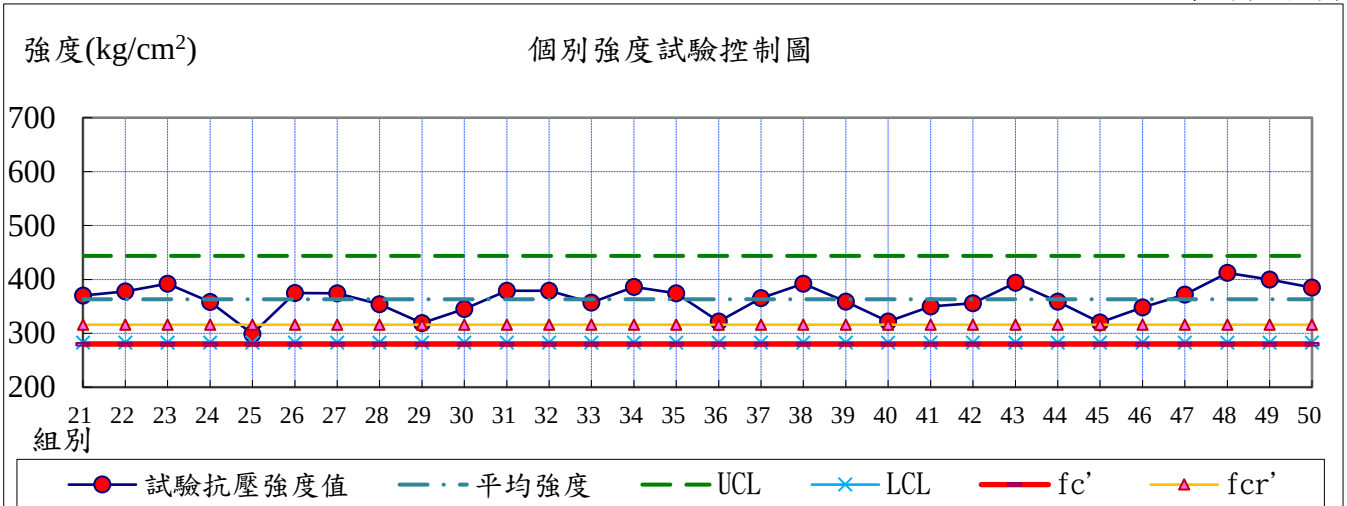
第1頁 共2頁

設 計 強 度	280	kgf/cm ²	取樣 組別	28天抗壓強度		試驗值 平均強度	全距	移動平均植			
				kgf/cm ²				強度移動(3點)		全距移動(10點)	
取 樣 日 期	試體編號	取樣 次數	測試值(Specimens)		X	Ri	ΣXi	ΣXi / 3	ΣRi	ΣRi / 10	
			X ₁	X ₂							
109/3/24	280I-21	21	360	379	370	19	1132	377	173	17.3	
109/3/31	280I-22	22	375	381	378	6	1132	377	166	16.6	
109/4/3	280I-23	23	390	394	392	4	1140	380	150	15.0	
109/4/3	280I-24	24	359	356	358	3	1128	376	144	14.4	
109/4/3	280I-25	25	302	296	299	6	1049	350	134	13.4	
109/4/8	280I-26	26	363	386	375	23	1032	344	153	15.3	
109/4/8	280I-27	27	372	376	374	4	1048	349	146	14.6	
109/4/9	280I-28	28	357	350	354	7	1103	368	108	10.8	
109/4/11	280I-29	29	316	321	319	5	1047	349	87	8.7	
109/4/13	280I-30	30	339	351	345	12	1018	339	89	8.9	
109/4/14	280I-31	31	378	380	379	2	1043	348	72	7.2	
109/4/19	280I-32	32	396	361	379	35	1103	368	101	10.1	
109/4/23	280I-33	33	359	354	357	5	1115	372	102	10.2	
109/4/23	280I-34	34	390	382	386	8	1122	374	107	10.7	
109/4/24	280I-35	35	377	370	374	7	1117	372	108	10.8	
109/4/28	280I-36	36	325	319	322	6	1082	361	91	9.1	
109/5/1	280I-37	37	364	365	365	1	1061	354	88	8.8	
109/5/1	280I-38	38	390	393	392	3	1079	360	84	8.4	
109/5/6	280I-39	39	365	353	359	12	1116	372	91	9.1	
109/5/6	280I-40	40	325	319	322	6	1073	358	85	8.5	
109/5/7	280I-41	41	339	361	350	22	1031	344	105	10.5	
109/5/15	280I-42	42	361	350	356	11	1028	343	81	8.1	
109/5/15	280I-43	43	390	397	394	7	1100	367	83	8.3	
109/5/16	280I-44	44	351	366	359	15	1109	370	90	9.0	
109/6/1	280I-45	45	313	326	320	13	1073	358	96	9.6	
109/6/2	280I-46	46	348	348	348	0	1027	342	90	9.0	
109/6/2	280I-47	47	376	368	372	8	1040	347	97	9.7	
109/6/4	280I-48	48	408	416	412	8	1132	377	102	10.2	
109/6/8	280I-49	49	391	409	400	18	1184	395	108	10.8	
109/6/10	280I-50	50	383	387	385	4	1197	399	106	10.6	
組內控制變數			Σ		10895	280	S整體標準偏差(overalls)控制標準(kg/cm ²)				
Excellent :			平均 X=ΣX / N=		363	平均R	Excellent	Very Good	Good	Fair	Poor
V ₁ <3%	Rm< 10.7		取樣次數(N)		30	9.3	<28.1	28.1~35.2	35.2~42.2	42.2~49.2	>49.2
Very Good			標準差S=√(Σ(Xi-X) ² / (n-1)=		26.8	試驗組內標準偏差 S ₁ =R /d ₂ =		8.3	組內試體 個數(n)	組內試驗標 準因子(d ₂)	
V ₁ =3%~4%	10.7 ≤Rm< 14.3		變異系數V = S / X % =		7.39%	組內標準偏差變異系數 (V1)= S ₁ /X=		2.3%	2	1.128	
Good			目標強度值 (取大值) fc'+1.34S= 315.9 fcr'= fc'+2.33S-35=		315.9	組內控制變異 Rm= fcr' *V1 * d ₂ =		8.1	4	2.059	
V ₁ =4%~5%	14.3 ≤Rm< 17.8								5	2.326	
Fair						混凝土品質控制等級					
V ₁ =5%~6%	17.8 ≤Rm< 21.4					標準差S=√(Σ(Xi-X) ² / (n-1)= 26.8 (一般施工)等級：(屬 Excellent 等級)					
Poor						混凝土品質控制上限 UCL=X+3S = 444					
V1>6%	Rm> 21.4					混凝土品質控制下限 LCL=X-3S = 283					

混凝土抗壓強度管制圖

統包商：

第2頁 共2頁



混凝土抗壓強度統計分析表

工程名稱： 設計強度 $f_c' =$ 280 kgf/cm²
 承攬廠商： 配比編號：I-280-18
 取樣日期：108/09/11 至 109/06/10 試體尺寸：15*30cm

鋼筋混凝土施工規範(土木-402)					x 管制圖(CNS 15962-2)				R管制圖(CNS 15962-2)				
fcr'=fc'+1.34S= 320.6 kgf/cm2					管制上限		UCL=x̄+A2R̄= 389.60		管制上限		UCL=D4R̄= 36.67		
fcr'=fc'+2.33S-35= 315.7 kgf/cm2					中心線		CL=x̄= 368.43		中心線		CL=R̄= 11.26		
fcr'= 320.6 kgf/cm2 (取大者)					管制下限		LCL=x̄-A2R̄= 347.26		管制下限		LCL=D3R̄= 0		
ACI 214混凝土抗壓強度評估準則					工地試驗		S1=R̄/d2= 9.98		很好 < 3%	盤間S2		S2=√(S²-S1²)= 28.63	
評估準則	全面變異		組間變異		組間變異		V1=S1/x̄= 2.71%			全面S		好 35.2 > 30.32	
	標準差S(kgf/cm2)		V1(%)		管制圖係數								
作業等級	工地試驗				每試驗組	標準未知			標準已知				
很好	< 28				樣本個數	A2	D3	D4	A	D1	D2	d2	
好	28 ~ 35				2	1.880	0	3.257	2.121	0.000	3.866	1.128	
正常	35 ~ 42				3	1.023	0	2.575	1.732	0.000	4.358	1.693	
差	42 ~ 49				4	0.729	0	2.282	1.500	0.000	4.698	2.059	
很差	>49				5	0.577	0	2.115	1.342	0.000	4.918	2.326	
x̄=Σxi/n= 368.43					R̄=ΣRi/n= 11.26		S=√[Σ(xi-x̄)²/(n-1)]= 30.32				V=S/R̄= 8.23%		
總組數	50	組樣本數	2	合計Σ	18421.5	45054.01	563	Rm=V1d2fcr'= 9.80 (kgf/cm2)					
取樣日期	組數	試體抗壓強度(kgf/cm2)			平均強度		全距	三組移動平均		十組移動全距			
yy/mm/dd	n	x1	x2	x3	xi	(xi-x̄)²	Ri	Σxi-i-2	x̄m	ΣRi-i-9	R̄m		
108/09/11	1	330	323		327	1758.12	7						
109/01/17	2	406	406		406	1411.50	0						
109/01/22	3	373	339		356	154.50	34	1088.5	362.8				
109/02/13	4	417	423		420	2659.46	6	1182.0	394.0				
109/02/18	5	426	417		422	2816.42	9	1197.5	399.2				
109/02/22	6	402	394		398	874.38	8	1239.5	413.2				
109/02/29	7	423	419		421	2763.60	4	1240.5	413.5				
109/03/04	8	410	390		400	996.66	20	1219.0	406.3				
109/03/05	9	400	401		401	1028.48	1	1221.5	407.2				
109/03/06	10	401	383		392	555.54	18	1192.5	397.5	107.0	10.7		
109/03/06	11	377	399		388	382.98	22	1180.5	393.5	122.0	12.2		
109/03/10	12	345	358		352	286.62	13	1131.5	377.2	135.0	13.5		
109/03/10	13	323	343		333	1255.28	20	1072.5	357.5	121.0	12.1		
109/03/14	14	322	313		318	2593.86	9	1002.0	334.0	124.0	12.4		
109/03/16	15	328	344		336	1051.70	16	986.5	328.8	131.0	13.1		
109/03/18	16	343	339		341	752.40	4	994.5	331.5	127.0	12.7		
109/03/20	17	412	401		407	1449.32	11	1083.5	361.2	134.0	13.4		
109/03/24	18	334	379		357	142.32	45	1104.0	368.0	159.0	15.9		
109/03/24	19	391	365		378	91.58	26	1141.0	380.3	184.0	18.4		
109/03/24	20	389	379		384	242.42	10	1118.5	372.8	176.0	17.6		
109/03/24	21	360	379		370	1.14	19	1131.5	377.2	173.0	17.3		
109/03/31	22	375	381		378	91.58	6	1131.5	377.2	166.0	16.6		
109/04/03	23	390	394		392	555.54	4	1139.5	379.8	150.0	15.0		
109/04/03	24	359	356		358	119.46	3	1127.5	375.8	144.0	14.4		
109/04/03	25	302	296		299	4820.52	6	1048.5	349.5	134.0	13.4		
109/04/08	26	363	386		375	36.84	23	1031.0	343.7	153.0	15.3		
109/04/08	27	372	376		374	31.02	4	1047.5	349.2	146.0	14.6		
109/04/09	28	357	350		354	222.90	7	1102.0	367.3	108.0	10.8		
109/04/11	29	316	321		319	2493.00	5	1046.0	348.7	87.0	8.7		
109/04/13	30	339	351		345	548.96	12	1017.0	339.0	89.0	8.9		
109/04/14	31	378	380		379	111.72	2	1042.5	347.5	72.0	7.2		
109/04/19	32	396	361		379	101.40	35	1102.5	367.5	101.0	10.1		
109/04/23	33	359	354		357	142.32	5	1114.0	371.3	102.0	10.2		
109/04/23	34	390	382		386	308.70	8	1121.0	373.7	107.0	10.7		
109/04/24	35	377	370		374	25.70	7	1116.0	372.0	108.0	10.8		
109/04/28	36	325	319		322	2155.74	6	1081.5	360.5	91.0	9.1		

程式設計：高科大張朝順

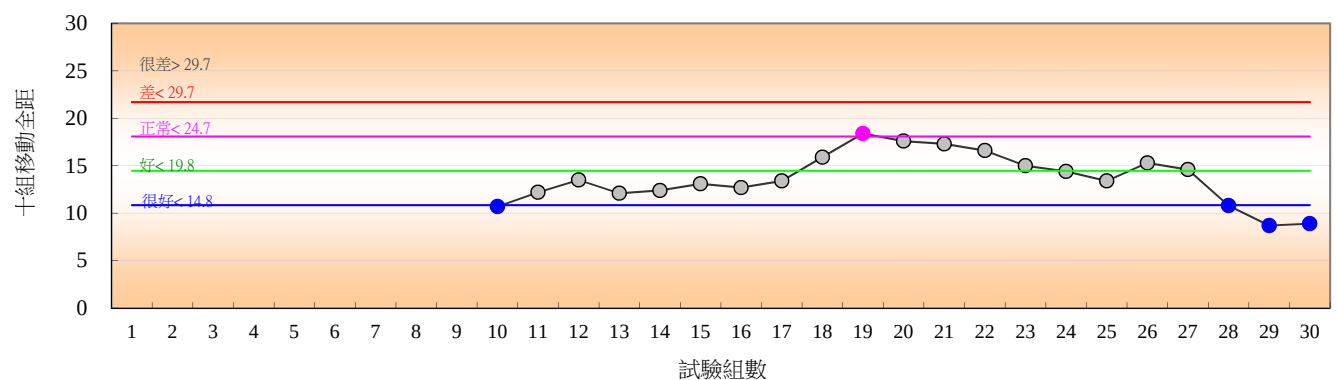
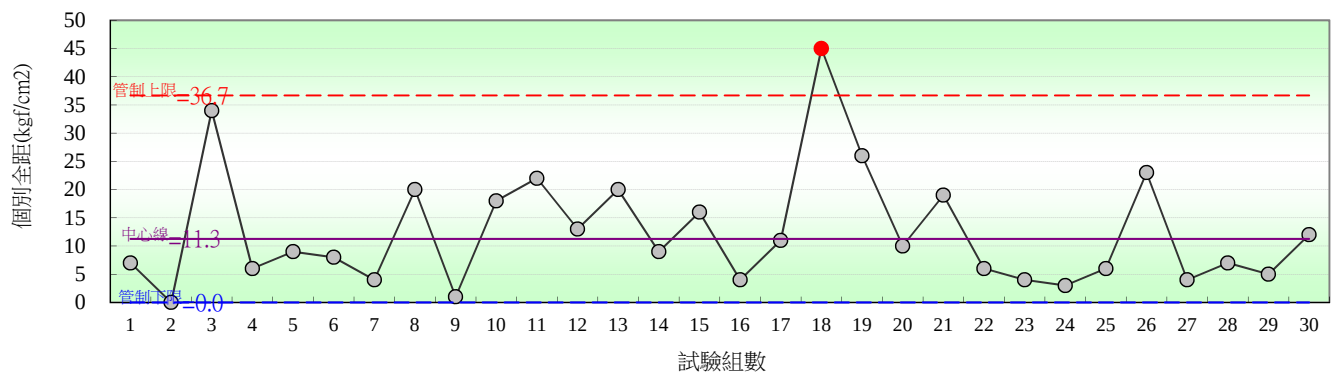
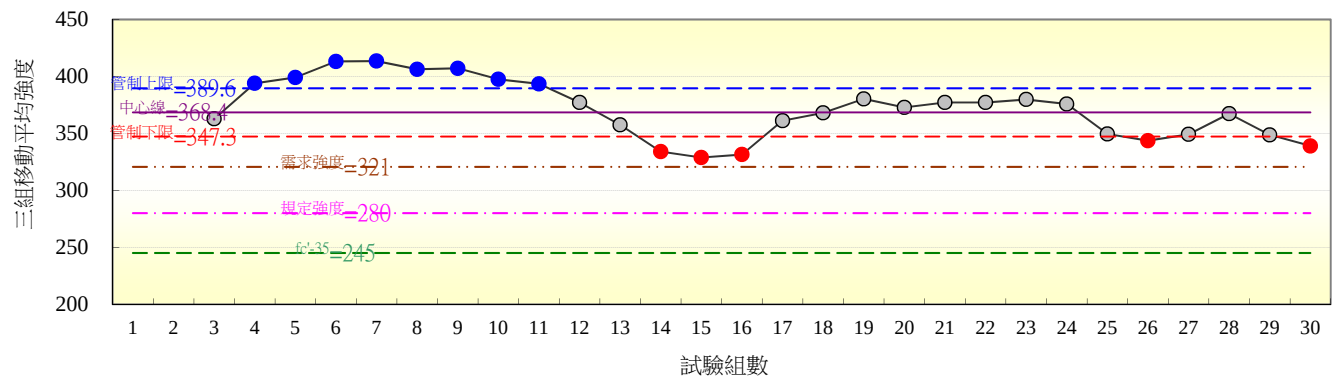
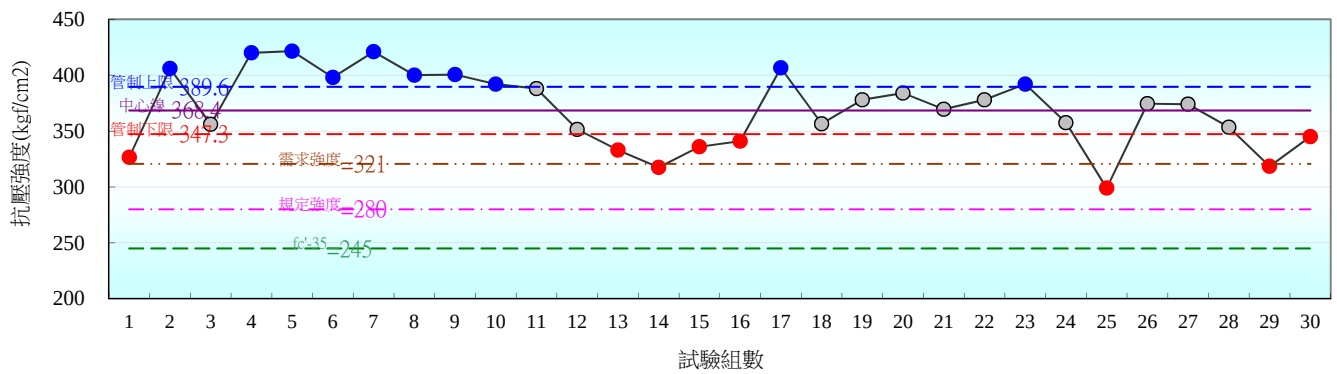
品管人員：

製表日期：2020/8/24

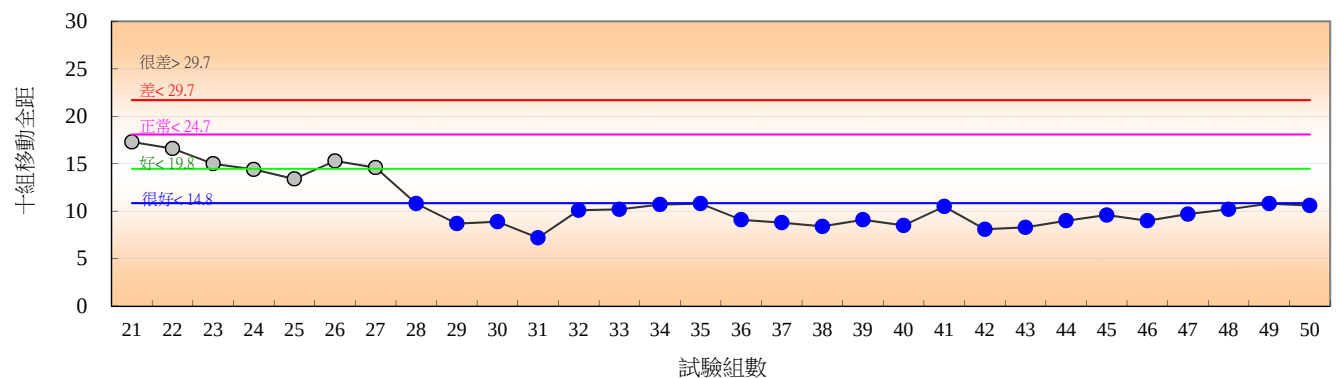
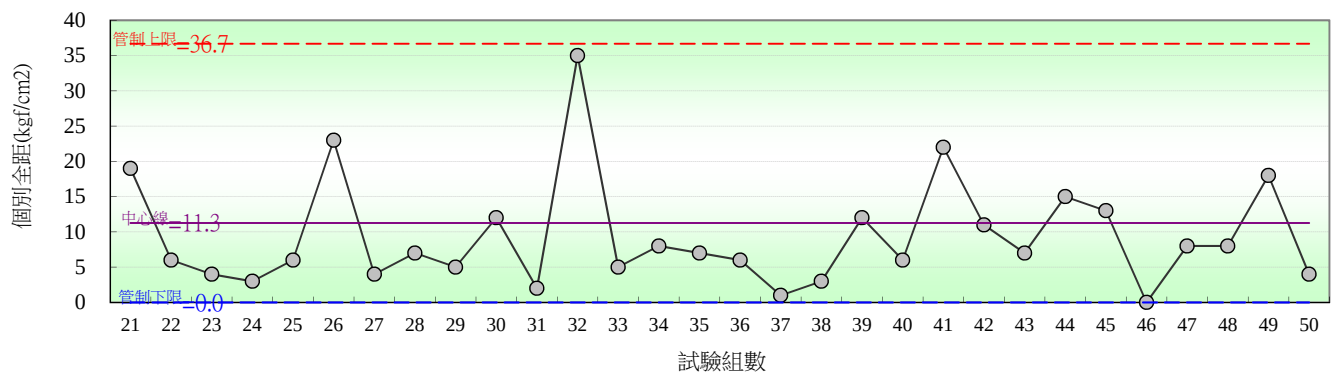
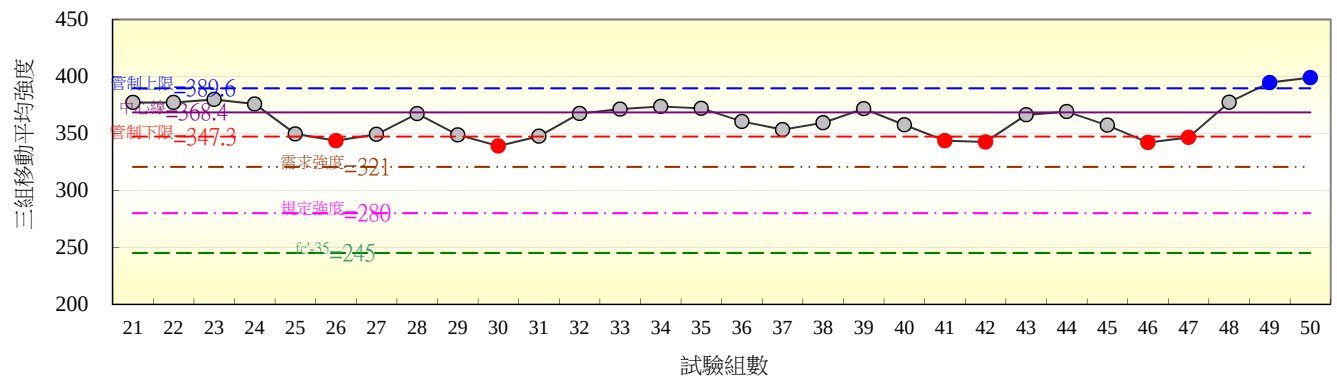
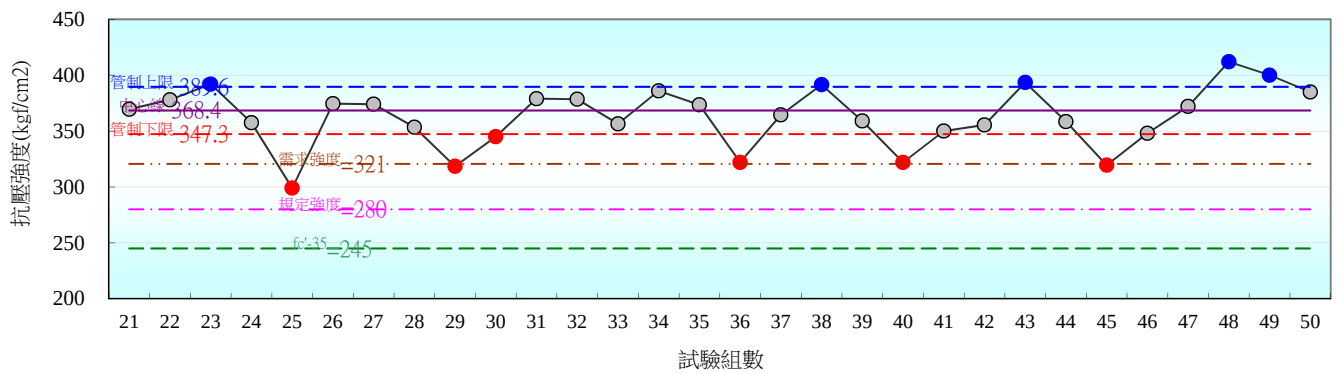
混凝土抗壓強度統計分析表

[illegible]

混凝土抗壓強度品質管制圖



混凝土抗壓強度品質管制圖



結語

❖ 新挑戰：材料科技、節能減碳



附錄

A-1.1 工作性要求

A-1.2 安全性要求

A-1.3 耐久性要求

A-1.4 經濟性要求

A-2 配比設計案例

B. 混凝土配比設計查檢表



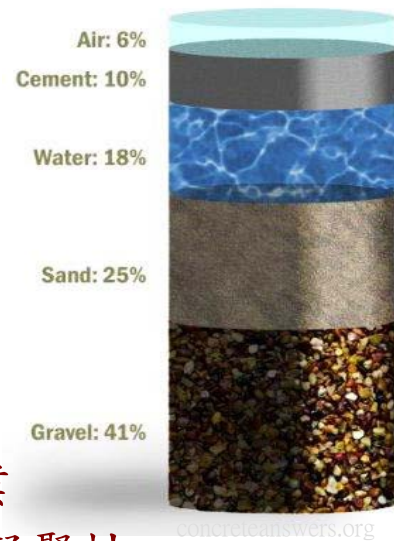
A-1.1 工作性要求

❖ 配比工作性要求

- 新拌混凝土易於施工
- 可降低澆置、搗實作業成本
- 避免混凝土析離、泌水現象
- 可獲致均質、良好的混凝土

❖ 提高工作性

- 能滿足澆置、搗實與粉飾作業
- 增加粗細骨材比(S/A)，增加凝聚性
- 添加摻料：減水劑、強塑劑或緩凝劑；
不可只增加拌合水量



A-1.1 拌合水量 (ACI 211)

❖ 骨材最大粒徑、坍度-拌合水量、含氣量

單位體積混凝土拌合用水量(kg/m ³)						
骨材最大粒徑(mm)		9.5	12.5	19	25	37.5
坍度 (mm)	25~50	207	199	190	179	166
	75~100	228	216	205	193	181
	150~175	243	228	216	202	190
概估空氣含量(%)		3	2.5	2	1.5	1

結構混凝土施工規範(土木402)3.4：除經許可或合約另有規定外，以振動法搗實之混凝土，其坍度不得大於**10cm**；

添加摻料增加坍度之混凝土在澆置點其最大坍度不得超過**18cm**。

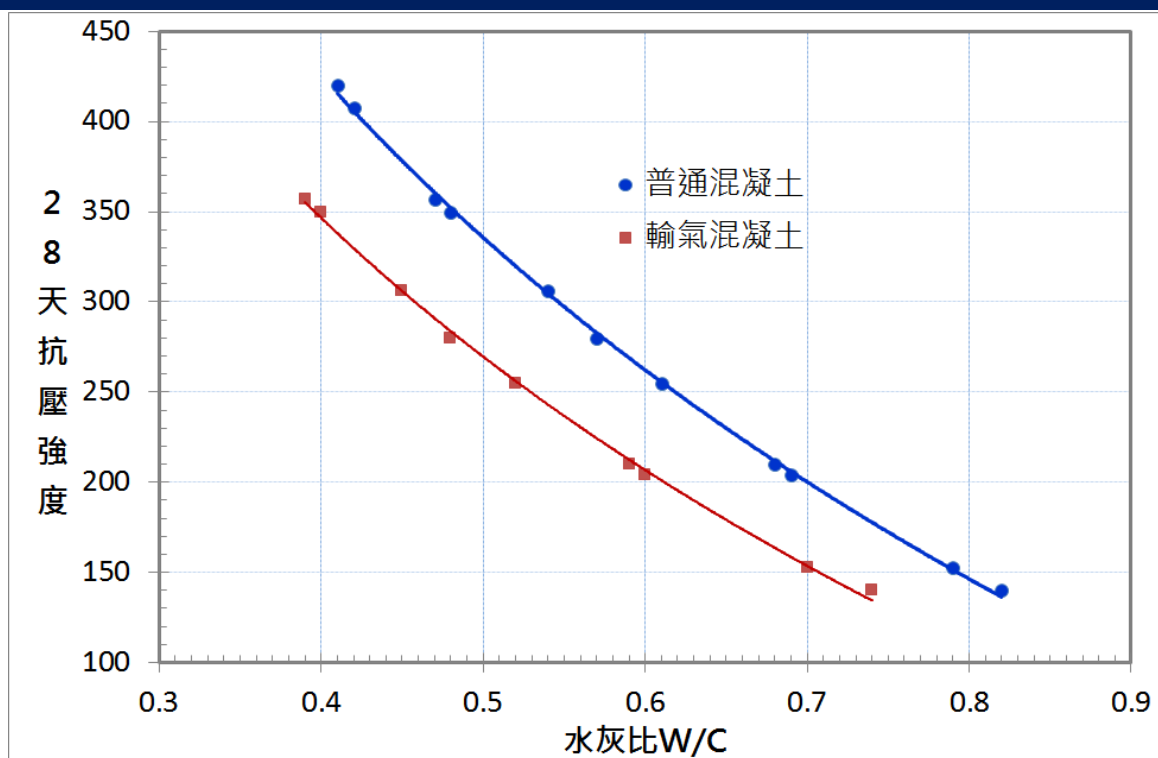
【修訂版已刪除，綱要規範第03050章2.1.1上限參考值**21cm**】

A-1.2 安全性要求

❖ 安全性要求—平均需求強度(ACI 318)

設計強度 f_c' (kgf/cm ²)	平均需求強度 f_{cr}' (kgf/cm ²)	
	無適當試驗歷史紀錄 (資料少於15組)	有適當試驗歷史紀錄 (資料大於30組)
<210	$f_c'+70$	$f_{cr}'=f_c'+1.34S$
210-350	$f_c'+85$	$f_{cr}'=f_c'+2.33S-35$
>350	$1.1f_c'+50$	$f_{cr}'=f_c'+1.34S$ $f_{cr}'=0.9f_c'+2.33S$

A-1.2 水灰比-強度 (ACI)



A-1.2 水膠比-強度 (03050)

28天抗壓強度 (fc' · kgf/cm ²)	膠結料最低用量 (kg/m ³)	坍度範圍 (cm)	最大水膠比 (W/B)	粗粒料尺寸 (mm)
80	180	10.0~21.0	0.90	4.75~50
140	215	10.0~18.0	0.71	4.75~50
175	250	5.0~18.0	0.67	4.75~50
210	300	5.0~21.0	0.59	4.75~37.5
245	325	5.0~21.0	0.51	4.75~37.5
245 (水中澆置)	375	10.0~21.0	0.54	4.75~25
280	360	5.0~21.0	0.45	4.75~25
280 (水中澆置)	400	10.0~21.0	0.50	4.75~25
315	430	5.0~21.0	0.42	4.75~25
350	450	5.0~21.0	0.40	4.75~25
420	475	5.0~21.0	0.40	4.75~25

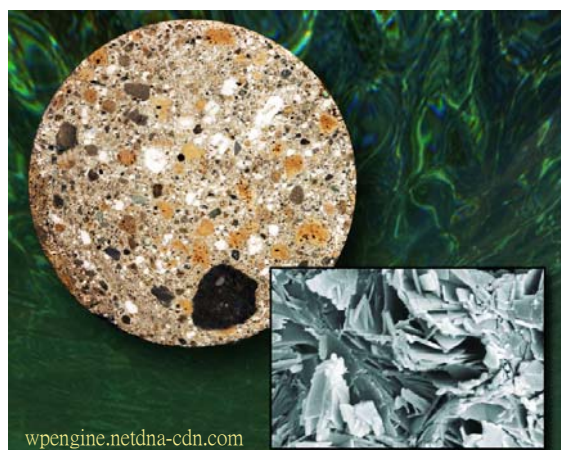
A-1.3 耐久性要求

❖ 耐久性：主要受滲透性的影響

- 良好工作性水膠比小、孔隙率小則滲透性小
- 規範：暴露惡劣環境，以水膠比控制耐久性

❖ 提高耐久性—水膠比

- 控制骨材級配
- 添加減水摻劑
- 添加礦粉摻料
- 減少水泥用量
- 使用混合水泥



A-1.3 耐久性-最大水灰比

❖ 特殊暴露情況之要求-最大水灰比(CNS12891)

暴露情況	最大水灰比
須具水密性之混凝土	0.50
在濕潤情況下暴露於凍融循環之混凝土	0.45
暴露在除冰鹽、鹽水、或海水或其 濺沫之鋼筋混凝土且考慮防蝕問題	0.40 ^{註1}

註1：若最薄之混凝土保護層厚度增加12.5mm，常重混凝土之最大水灰比可增至0.45。

- 混凝土暴露於凍融及除冰化學品時，其最少水泥用量應為309kg/m³。

A-1.3 耐久性-礦物摻料量

❖ 工程會頒施工綱要規範第03050章-2.1.6

- 礦物摻料包括飛灰、水淬高爐渣粉及矽灰
- 使用時應經工程司事先核可。

礦物摻料	CNS規範	最大用量限制(總膠結料wt%)		
		單獨使用	混合使用	
飛灰	CNS 3036F類	[25%]	[15%]	總量不得超過 [50%]
水淬高爐 爐渣粉	CNS 12549	[50%]		
矽灰	CNS 15648	[10%]		

A-1.4 經濟性要求

❖ 經濟性：以最低成本達到最適品質

- 選擇易取得且價廉的原料
- 無損品質的最低水泥用量
- 最佳骨材級配
- 最大骨材粒徑
- 最低粗細骨材比
- 最小坍度要求
- 添加適當的摻料
- 利用工業副產品--取代部分水泥或砂



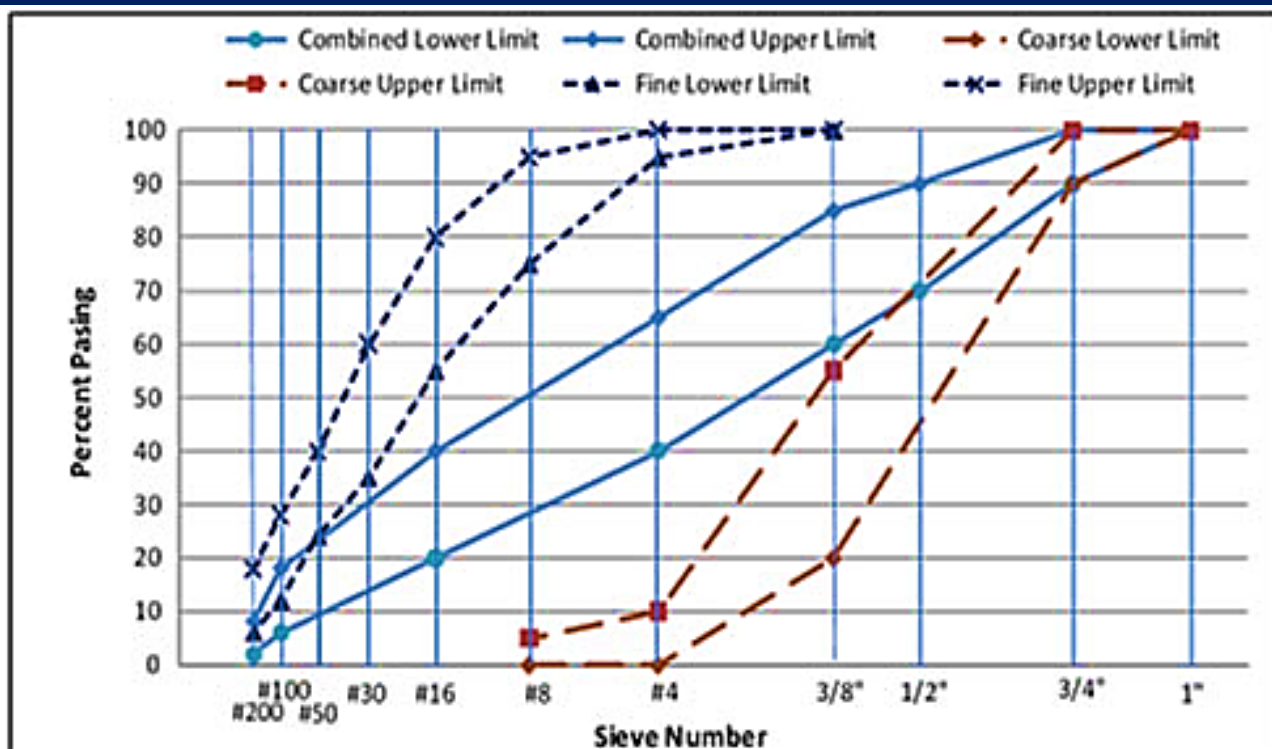
statetestingllc.com

A-1.4 經濟性要求-級配

❖ 最佳骨材級配(CNS 1240)

標稱尺度 (mm)	試驗篩標稱孔徑(mm)							
	50.0	37.5	25.0	19.0	12.5	9.50	4.75	2.36
	2.0"	1.5"	1.0"	3/4"	1/2"	3/8"	No.4	No.8
37.5~4.75	100	95-100	-	35-70	-	10-30	0-5	-
25.0~4.75	-	100	95-100	-	25-60	-	0-10	0-5
19.0~4.75	-	-	100	90-100	-	20-55	0-10	0-5
12.5~4.75				100	90-100	40-70	0-15	0-5
細骨材	9.5	4.75	2.36	1.18	No.30	No.50	No.100	
	100	95-100	80-100	50-85	25-60	5-30	0-10	

A-1.4 經濟性要求-級配



A-2 配比設計案例-ACI法

❖ 工程資料

- 不暴露惡劣環境的RC牆結構；牆厚=15-25cm
- 鋼筋最小間距=5cm
- 混凝土設計強度 $f_c' = 235 \text{ kgf/cm}^2$

❖ 材料性質

- I 型水泥比重=3.15
- 120級水淬高爐石粉比重=2.90、F級飛灰比重=2.20
- 粗骨材乾搗單位重 $\rho_a = 1600 \text{ kg/m}^3$
- 砂細度模數 $FM = 2.60$
- 粗骨材SSD比重=2.66、吸水率=0.5%、總含水量=2%
- 細骨材SSD比重=2.55、吸水率=1.0%、總含水量=5%
- Type G高性能減水緩凝劑比重=1.10、減水率=15%

A-2.1 案例-選擇坍度

1. 選擇坍度

■ RC牆結構→最大坍度=10cm；最小坍度=2.5cm

■ 平均設計坍度=6.25cm，添加摻料後坍度=15cm

結構物的種類	坍度(cm)	
	最大值	最小值
鋼筋混凝土基牆、基腳	7.5	2.5
純混凝土基腳、沉箱、地下牆	7.5	2.5
鋼筋混凝土梁、牆	10.0	2.5
建築物柱	10.0	2.5
鋪面及版	7.5	2.5
巨積混凝土結構	5.0	2.5

結構混凝土施工規範(土木402)3.4：除經許可或合約另有規定外，以振動法搗實之混凝土，其坍度不得大於10cm；添加摻料增加坍度之混凝土在澆置點其最大坍度不得超過18cm。【修訂版已刪除，綱要規範第03050章2.1.1上限參考值21cm】

A-2.2 案例-Dmax

2. 選擇骨材最大粒徑(Dmax)

■ 模板最小寬度=15cm→ $15 \times 1/5 = 3\text{cm} = 30\text{mm}$

■ 牆厚=15-25cm→ $15 \times 1/3 = 5\text{cm} = 50\text{mm}$

■ 鋼筋最小間距=5cm→ $5 \times 3/4 = 3.75\text{cm} = 37.5\text{mm}$

■ Dmax=30mm→實際取Dmax=25mm

■ 粗骨材標稱最大粒徑(Dmax)

粗骨材之標稱最大粒徑，應不大於下列規定之最小值

● 模板間最小寬度之1/5

● 混凝土版厚之1/3

● 鋼筋套管等最小淨間距之3/4

● 若泵送時，標稱最大粒徑應小於輸送管內徑之1/4

A-2.3 案例-拌合水量

3.估計空氣含量，決定拌合水量

■ 不暴露惡劣環境→普通混凝土

■ 坍度=6.25cm、Dmax=25mm→空氣含量=1.5%

單位拌合水量 $W_1=(179+193)/2=186\text{kg/m}^3$

調整坍度為15cm的拌合水量 $W_2=202\text{kg/m}^3$

單位體積混凝土拌合用水量(kg/m ³)						
骨材最大粒徑(mm)		9.5	12.5	19	25	37.5
坍度 (mm)	25~50	207	199	190	179	166
	75~100	228	216	205	193	181
	150~175	243	228	216	202	190
概估空氣含量(%)		3	2.5	2	1.5	1

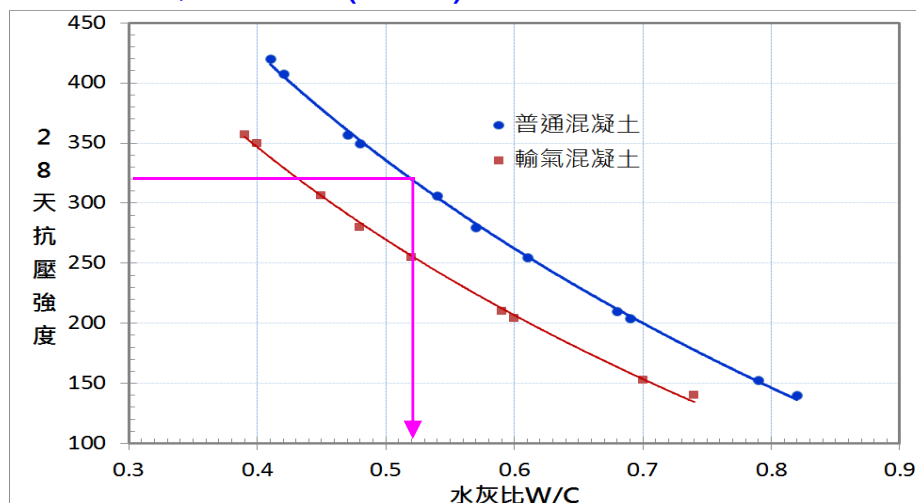
A-2.4 案例-水膠(灰)比

4.選擇水灰比

■ 不暴露惡劣環境→普通混凝土

■ $fc'=235\text{kgf/cm}^2 \rightarrow fcr'=fc'+85=235+85=320\text{kgf/cm}^2$

內插法得水灰比(W/C)=0.52



1-2.5 案例-水泥、膠結材

5.計算水泥用量

■ 不暴露惡劣環境→普通混凝土、不用考慮耐久性

■ 水泥用量 $C_1=186/0.52=358\text{kg/m}^3=7.15\text{包/m}^3$

$C_2=202/0.52=389\text{kg/m}^3=7.77\text{包/m}^3$

5.1計算輔助膠結材用量

■ 120級爐石粉取代35%、F級飛灰取代15%

■ 爐石粉重 $SG=358\times(35\%)=125\text{kg/m}^3$

■ F級飛灰重 $FA=358\times(15\%)=54\text{kg/m}^3$

■ 水泥用量 $C=358\times(50\%)=179\text{kg/m}^3=3.58\text{包/m}^3$

粗骨材用量-Dmax、FM

單位體積混凝土粗骨材用量-乾搗容積								
粗骨材 最大粒徑		細骨材細度模數(F.M)						
mm	in	2.40	2.50	2.60	2.70	2.80	2.90	3.00
9.50	3/8	0.50	0.49	0.48	0.47	0.46	0.45	0.44
12.5	1/2	0.59	0.58	0.57	0.56	0.55	0.54	0.53
19.0	3/4	0.66	0.65	0.64	0.63	0.62	0.61	0.60
25.0	1.0	0.71	0.70	0.69	0.68	0.67	0.66	0.65
37.5	1.5	0.75	0.74	0.73	0.72	0.71	0.70	0.69
50.0	2.0	0.78	0.77	0.76	0.75	0.74	0.73	0.72

A-2.6 案例-粗骨材用量

6.計算粗骨材量

■ $D_{max}=25\text{mm}$; $FM=2.6 \rightarrow$ 粗骨材用量 $=0.69\text{m}^3$

■ 骨材乾搗重 $=1600\text{kg/m}^3 \times 0.69 = 1104\text{kg/m}^3$

■ 骨材SSD重 $CA=1104 \times (1+0.5\%) = 1110\text{kg/m}^3$

已知各組成材料單位重，前述計算已得 W_W 、 W_B 、 W_{CA} 、 V_{air} ，應用單位體積法計算 W_{SA} ：

$$V_B + V_{SA} + V_{CA} + V_W + V_{air} = 1$$
$$\frac{W_B}{1000\gamma_{CM}} + \frac{W_{SA}}{1000\gamma_{SA}} + \frac{W_{CA}}{1000\gamma_{CA}} + \frac{W_W}{1000\gamma_W} + V_{air} = 1$$

A-2.7 案例-細骨材量

7.計算細骨材量(未添加輔助膠結材料)

■ $V_{w_1}=0.186\text{m}^3$,

■ $V_{c_1}=358/(3.15 \times 1000)=0.114\text{m}^3$

■ $V_{ca}=1110/(2.66 \times 1000)=0.417\text{m}^3$, $V_{air}=0.015\text{m}^3$

■ $V_{sa_1}=1-0.186-0.114-0.417-0.015=0.268\text{m}^3$

■ 細骨材SSD重量 $SA_1=0.268 \times 2.55 \times 1000=683\text{kg/m}^3$

$$\text{砂率}(S/A) = \frac{SA}{SA+CA} \times 100 = \frac{683}{1110+683} \times 100 = 38.3\%$$

A-2.7 案例-細骨材量

7.1 計算細骨材量(添加輔助膠結材)

- $V_{w_1}=0.186\text{m}^3$,
- $V_c=179/(3.15*1000)=0.057\text{m}^3$
- $V_{SG}=125/(2.90*1000)=0.043\text{m}^3$ 合計 0.125m^3
- $V_{FA}=54/(2.20*1000)=0.025\text{m}^3$
- $V_{ca}=1110/(2.66*1000)=0.417\text{m}^3$, $V_{air}=0.015\text{m}^3$
- $V_{sa1}=1-0.186-0.125-0.417-0.015=0.257\text{m}^3$
- 細骨材SSD重量 $SA_1=0.257*2.55*1000=655\text{kg/m}^3$

$$\text{砂率}(S/A)=\frac{SA}{SA+CA} \times 100 = \frac{655}{1110+655} \times 100 = 37.1\%$$

A-2.8 案例-拌合水調整

8.調整拌合水量

配比材料		水泥	爐石粉	飛灰	粗骨材	細骨材	拌合水	空氣	小計
材料比重		3.15	2.90	2.20	2.66	2.55	1		
含水量%					2.0	5.0			
吸水率%					0.5	1.0			
修正前	體積m³	0.057	0.043	0.025	0.417	0.268	0.186	0.015	1
	重量kg	179	125	54	1110	655	186	0	2309
修正後	含水量				17	26	43		
	重量kg	358			1127	681	143		2309

粗骨材： $1110*(2-0.5)\%=17\text{kg}$ ，細骨材： $655*(5-1)\%=26\text{kg}$

拌合水： $186-17-26=143\text{kg}$

A-2.8 案例-添加強塑劑

8.1調整拌合水量-添加強塑劑

■ 添加劑量：膠結料(水泥)重1%，減水率15%

配比材料		膠結材	粗骨材	細骨材	拌合水	強塑劑	空氣	小計
材料比重			2.66	2.55	1	1.10	0	
坍度	6.25cm	358	1110	655	186	0	0	2309
	15.0cm				202			
添加前體積(m ³)		0.125	0.417	0.257	0.186	0	0.015	1
添加後體積		0.125	0.417	0.2572	0.1841	0.0017	0.015	1
添加後重量(kg)		358	1110	656	184.1	1.91		2310

減水量：202-186=16kg，減水率：16/202≐8%

強塑劑：358×1%×8%÷15%=1.91kg，體積：1.91/1100=0.0017m³

細骨材：1-0.125-0.417-0.1841-0.0017-0.015=0.2572m³

0.2572×2.55×1000=656kg

A-2.9 案例-試拌與調整

❖ 配比設計完成後，即可進行試拌工作並依相關規範進行試驗：

- CNS1176新拌混凝土坍度試驗、
- CNS1231混凝土圓柱試體製作、養護
- CNS1232抗壓強度試驗

❖ 若測試數據與設計值差異過大，應依據新拌混凝土實測坍度值與硬固混凝土抗壓強度，修正相關設計參數、適度調整配比，以符合混凝土規範與配比原則之要求。

A-2.9 案例-坍度調整

- ❖ 試拌配製混凝土拌合料，進行混凝土坍度試驗，同時觀察拌和料坍流時的黏聚性和保水性。
- ❖ 若不符合「試拌之拌成物應設計至坍度為最大許可坍度±2cm範圍內CNS 12891-4.3.2(3)」的要求時，建議按下列原則進行調整：
 - 坍度小於設計值：增摻劑量、加水增膠結材(W/B不變)
 - 坍度大於設計值：減摻劑量、減水加砂石料(A/S不變)
 - 黏聚和保水不良：調高砂率、增加細砂或飛灰比例
 - 水泥砂漿量過多：減降砂率、單獨添加適量粗粒料

坍度與坍流度許可差

檢測項目	方法	配比設計(標稱)值(mm)	許可差(mm)	
坍度	CNS 1176	配比設計坍度小於50mm	±15	7.1.2 表3
		配比設計坍度為51~100mm時	±25	
		配比設計坍度大於100mm時	±40	
坍流度	CNS 14842	配比設計坍流度小於550mm時	±40	7.1.3 表4
		配比設計坍流度大於550mm時	±50	

- 若坍度試驗結果大於規定上限，應即以新試樣重作一次核對試驗。如果核對試驗仍然不合格，則該項混凝土應被認為不符合本標準。【17.5.1】
- 若坍度試驗結果小於規定下限，允許適當依12.7或8.3進行調整，取新試樣重作一次。如果調整後混凝土之試樣仍然不合格，應即以調整後混凝土之新樣品進行核對試驗，若核對試驗不合格，則該項混凝土應被認為不符合本標準。【CNS 3090-17.5.2】

A-2.9 案例-抗壓強度調整

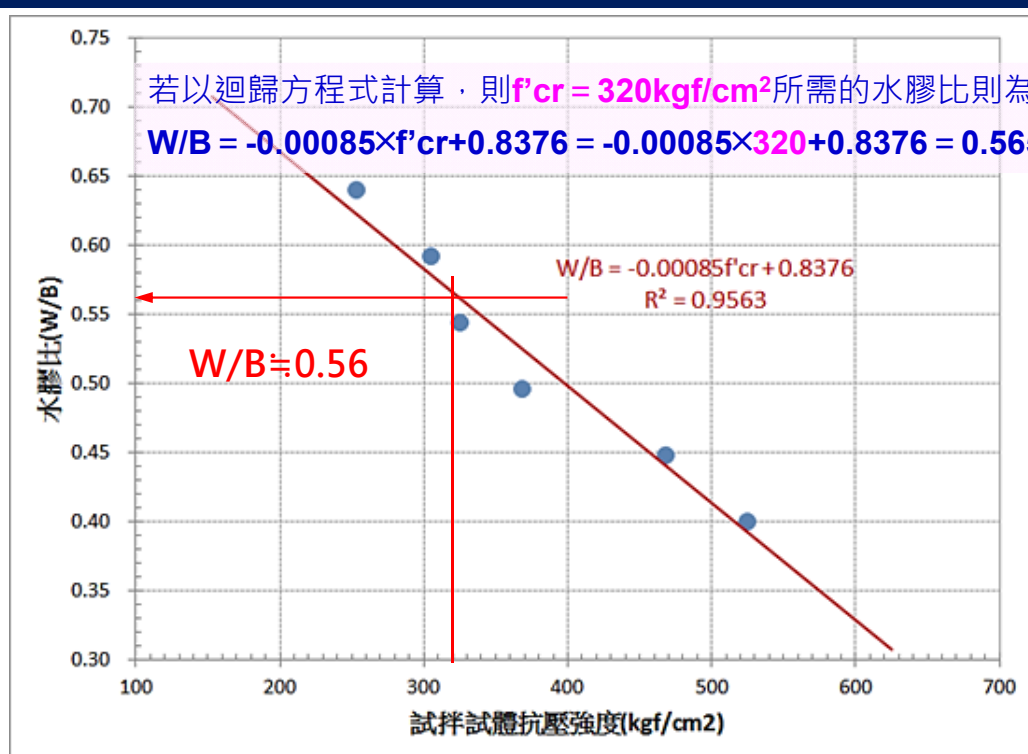
- ❖ 對每一水膠比應依照CNS1230之規定，製作三個以上圓柱試體並加以養護，達28天或 f_c' 所指定試驗齡期，進行抗壓強度試驗。【CNS 12891-4.3.2(4)】
- ❖ 試拌三組以上不同水膠比時，以各組水膠比為縱軸、相對的抗壓強度值為橫軸，繪製特定齡期抗壓強度-水膠比曲線。【CNS 12891-4.3.2(5)】

以原配比的要求平均強度 f'_{cr} ，應用下列方法求解或計算調整強度後之水膠比(W/B)。

■ 圖解法

■ 計算法：最小平方法或迴歸分析求其迴歸方程式

A-2.9 案例-抗壓強度調整



混凝土配比設計查檢表

類別	屬性	查檢項目	依據	規範值	實際值	判定
契約	配比設計責任	1.須進行配比設計之混凝土數量				
		2.委交 TAF 試驗室配比設計試驗				
		3.編列委交配比設計費用				
	特定條款	1.特殊混凝土規定				
		2.使用綠建材規定				
	材料限制	1.可否使用飛灰				
		2.可否添加水淬高爐石粉				
		3.可否使用再生粒料				
		4.須添加合格環保底渣				
標準規範	引用國家標準年版、修訂條文內容	CNS 12891 混凝土配比設計準則				
		CNS 3090 預拌混凝土				
		CNS 61 卜特蘭水泥				
		CNS 1240 混凝土粒料				
		CNS 3036 混凝土用飛灰及天然或煨燒卜作嵐攪和物				
		CNS 3691 結構混凝土用之輕質粒料				
		CNS 12283 混凝土用化學摻料				
		CNS 12549 混凝土及水泥砂漿用水淬高爐爐渣粉				
		CNS 12833 流動化混凝土用化學摻料				
		CNS 13961 混凝土拌和用水				
		CNS 15286 水硬性混合水泥				
		CNS 15648 膠結混合料用矽灰				
	綱要、施工規範年版	01330 資料送審				
		01420 參考標準				
		01421 規範定義				
		03050 混凝土基本材料及施工一般要求				
		03315 自充填混凝土				
		03316 結構用輕質粒料混凝土				
		03341 低密度再生透水混凝土				
		03371 無收縮混凝土				
		03372 噴凝土				
		03373 矽灰混凝土				
		03374 耐磨混凝土				

類別	屬性	查檢項目	依據	規範值	實際值	判定
標準規範	綱要、施工規範年版	03375 鋼纖維噴凝土				
		03376 防水混凝土				
		03377 控制性低強度回填材料				
		03379 預壘混凝土				
		03380 後拉法預力混凝土				
		03700 巨積混凝土				
		03701 壩用混凝土				
		03801 水庫淤泥混凝土				
	學會標準	ACI 211.1 Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete				
		ACI 211.5R Guide for Submittal of Concrete Proportions				
		ACI 214R Guide to Evaluation of Strength Test Results of Concrete				
		ACI 301 Specifications for Structural Concrete				
		ACI 318M Building Code Requirements for Structural Concrete				
		ACI 363R State-of-the-Art Report on High-Strength Concrete				
工程性能與配比材料限制	結構混凝土	1.設計坍度	設計圖說			
		2.規定強度 f_c'	設計圖說			
		3.平均需求強度 f_{cr}'	CNS3090			
		4.平均需求強度計算基準統計資料				
		5.水泥最小用量限制	設計圖說			
		6.輔助膠結材取代水泥之重量比例	6.1 飛灰(%)	03050		
			6.2 高爐石粉(%)			
			6.3 矽灰(%)			
			6.4			
		7.粒料最大粒徑 D_{max}	土木 402			
	自充填混凝土	1.補充粉體細度(cm^2/g)	第 03315 章 2.2.4 2.3.1 2.3.1 表 1 2.3.2			
		2.自充填性能				
		2.1 流動障礙等級				
		2.2 坍流度(mm)				
		2.3 V75 漏斗流下時間(sec)				
		2.4 500mm 坍流度到達時間(sec)				
		3.抗壓強度				
		4.含氣量				

類別	屬性	查檢項目		依據	規範值	實際值	判定
工程性能與配比材料限制	低密度再生透水混凝土	1.水泥用量(kg/m3)		第 3341 章 2.1.2 2.1.3			
		2.再生粒料					
		3.單位重 CNS 11151 (kg/m3)	底層		第 3341 章 2.1.1		
			基層				
		4.坍度 CNS 1176(mm)	底層				
			基層				
		5. 3 天抗壓強度 ASTM D4832(kg f/cm2)	底層				
			基層				
		6. 28 天抗壓強度 ASTM D4832(kg f/cm2)	底層				
			基層				
	7. 透水量 (ml/15sec) 「排水性鋪裝技術指針」 之現場透水性試驗法	底層					
		基層					
	控制性低強度回填材料	1.使用混合水泥或水泥系處理劑		第 3377 章 2.2.2 2.2.3 2.2.4			
		1.1 水泥系處理劑三氧化硫(SO3)含量					
		1.2 不得另添加卜作嵐摻料					
		2.大於 NO.4 篩之粗粒料用量					
		3.泥炭土、有機質土含量上限					
		4.脫硫爐石粒料					
		4.1 毒性特性溶出程序(TCLP)					
		4.2 含水量上限					
		4.3 取代粒料比例上限					
		5.再生粒料合格證明					
		6.坍流度 CNS 14842(cm)		第 3377 章 2.1 表一、CLSM 之性質要求			
		7.落沉強度試驗 CNS 15862					
		7.1 一般型(小時)					
		7.2 早強型(小時)					
		8. 28 天抗壓強度 CNS 15865 上限					
		8.1 永久結構回填(kgf/cm2)					
		8.2 鋪面管溝回填(kgf/cm2)					
		9.氯離子含量					
	水中混凝土	1.坍度(mm)		土木 402-108	100-210		
		2.最大水膠比(W/B)			0.5		
		3.膠結材料最低用量(kg/m3)			400		
		4.細粒料占粒粗料總量比率 (%)	卵石	9.7.2	40-45		
			碎石		43-50		

類別	屬性	查檢項目		依據	規範值	實際值	判定	
工程性能與配比材料限制	水中混凝土	1.坍度(mm)-特密管澆置		土木 402-91 9.7.2	130-180			
		2.最大水膠比(W/B)			0.5			
		3.單位水泥最低用量(kg/m3)			375			
		4.細粒料占粒粗料總量比率(%)	卵石		40-45			
			碎石		43-50			
	巨積混凝土	1.資料送審		第 3700 章 1.6				
		1.1 確保混凝土最高溫度及心表溫差不致超過規範值之相關措施						
		1.2 混凝土最高溫度及心表溫差之計算書						
		1.3 現場溫度監測計畫(包含溫度監測儀器及配置圖、監測紀錄提送頻率、溫度異常之應變措施等)						
		1.4 養護及保護措施(包含材料及方法、養護期程、模板拆除程序等資料)						
		2.水泥	IP(LH)類之水硬性混合水泥		CNS 15286			
			II(MH)型卜特蘭水泥		CNS 61			
			IV型卜特蘭水泥					
		3.卜作 嵐礦物 摻料	F 類飛灰用量(%)		第 3700 章 2.1.3			
			水淬高爐爐碴粉用量(%)					
			飛灰與高爐爐碴粉總用量(%)					
		4.水合熱		第 3700 章 2.2.1 2.2.2				
		4.1 膠結材料組合後之 7 天齡期水合熱上限(kJ/kg)						
		4.2 澆置後之內部最高溫度(℃)						
		4.3 水泥、水淬高爐爐碴粉與飛灰之入倉溫度上限(℃)						
		5.新拌						
		5.1 含氣量(%)						
		5.2 最大坍度(cm)						
		5.3 凝結時間與坍塌現象						
		5.4 混凝土最高溫度限值(℃)						
		6.抗壓強度						
		6.1 試驗齡期(天)						
		6.2 設計強度 f_c' (kgf/cm2)						
		7.實作試驗(Mock-up Test)		第 3700 章 2.3.2				
		7.1 試體之尺寸						
		7.2 澆置時應記錄大氣溫度及新拌混凝土溫度						
		7.3 連續量測初期 7 天試體之中心及表面溫度						

類別	屬性	查檢項目		依據	規範值	實際值	判定
配比設計方法	設計方法	1.引用規範					
		2.配比設計方法依據(理論)					
		2.1 單位體積法					
		2.2 單位重量法					
	輸入參數	1.設計坍度(cm)		圖說規範			
		2.規定強度 fc' (kgf/cm2)					
		3.平均需求強度 fcr' (kgf/cm2)					
		4.最大水膠比(W/B)max					
		5.最小水泥用量(kg/m3)					
		6.粒料最大粒徑 Dmax					
		7.1 飛灰活性指數		配比材料試驗報告數據			
		7.2 高爐石粉活性指數					
		8.1 三、六分石混合比例(級配曲線)					
		8.2 粗粒料容積密度(kg/m3)					
		9.1 粗、細砂混合比例(級配曲線)					
		9.2.細粒料細度模數 FM					
		10.1 化學摻劑減水率(%)					
		10.2 化學摻劑添加飽和點(%)					
		11 組成材料比重					
		11.1 膠結材	1.水泥(型號)				
			2.飛灰(類別)				
			3.爐石粉(級別)				
		11.2 粗粒料	1.六分石(SSD)				
			2.三分石(SSD)				
		11.3 細粒料	1.粗砂(SSD)				
			2.細砂(SSD)				
		11.4 水溶液	1.拌和水				
			2.化學摻劑(型號))				
	推算參數	1.理論拌和用水量(kg/m3)		計算公式 統計圖表 回歸方程			
		2.含氣量(%)					
		3.粗粒料體積比					
		4.砂率(S/A)					
		5.水膠比(W/B)					
		6.膠結材比例(%)					
	材料配比	1.膠結材(kg/m3)	1.水泥(型號)	計算公式 驗算體積、 單位重量			
			2.飛灰(類別)				
			3.爐石粉(級別)				
		2.粗粒料(kg/m3)	1.六分石(SSD)				
			2.三分石(SSD)				
		3.細粒料(kg/m3)	1.粗砂(SSD)				
			2.細砂(SSD)				
		4.水溶液(kg/m3)	1.拌和水				
	2.化學摻劑(型號))						

類別	屬性	查檢項目		依據	規範值	實際值	判定	
配 比 材 料 檢 驗	水 泥	1.水泥型別	卜特蘭水泥	CNS 61				
			混合水泥應符合	CNS 15286				
		第Ⅰ型	一般構造物					
		第Ⅱ型 IS(<70)(MS) IP(MS)	需抵抗中度硫酸鹽侵蝕者，如海灣、臨海、海中構造物等	CNS 61 CNS 15286				
		第Ⅱ (MH) 型 IS(<70)(MS- MH) IP(MS-MH)	需抵抗中度硫酸鹽侵蝕及中度水合熱者，如地下構造物等	CNS 61 CNS 15286				
		第Ⅲ型	需高度早期強度者，如緊急工程、需縮短工期之工程等	CNS 61				
		第Ⅳ型 IP(LH)	需低度水合熱者，如巨積混凝土工程等	CNS 61 CNS 15286				
		第Ⅴ型 IS(<70)(HS) IP(HS)	需抵抗高度硫酸鹽侵蝕者，如海灣、海中構造物、污水下水道、溫泉及特殊環境之地下構造物等	CNS 61 CNS 15286				
		2.物理性質	卜特蘭水泥	CNS 61				
			混合水泥應符合	CNS 15286				
		3.化學成分	卜特蘭水泥	CNS 61				
			混合水泥應符合	CNS 15286				
	飛 灰	1.類型			CNS 3036 4.化學成分 表 1			
		2.化學成分要求						
		2.1 二氧化矽(SiO2)+氧化鋁(Al2O3)+氧化鐵(Fe2O3)之總量，%(最小值)						
		2.2 三氧化硫(SO3)，%(最大值)						
		2.3 含水量，%(最大值)						
		2.4 燒失量，%(最大值)						
		3.物理性質要求			CNS 3036 5.物理性質 表 2			
		3.1 細度：試驗篩 0.045 mm，CNS 386〔試驗篩〕篩餘量(濕篩法)%(最大值)						
		3.2 強度活性指數(與卜特蘭水泥攪和)						
		7 天，控制百分率，%(最小值)						
		28 天，控制百分率，%(最小值)						
		3.3 需水量，控制百分率，%(最大值)						
		3.4 健度：高壓蒸煮膨脹或收縮率，%(最大值)						
		3.5 均質性規定：						

類別	屬性	查檢項目		依據	規範值	實際值	判定	
配 比 材 料 檢 驗		個別試樣之密度及細度值與其前 10 個試樣(如前試樣總數不足 10 個時，則採全部試樣)：						
		密度·與平均值之最大變異·%(最大值)						
		停留於試驗篩 0.045 mm CNS 386 篩餘量百分比，與平均值之最大變異(%)						
		4.物理性質任選要求(特別指定時適用)		CNS 3036 表 3				
		4.1 複因數						
		4.2 水泥砂漿柱體 28 天乾縮增加率，差異%(最大值)						
		4.3 均質性要求：%(最大值)						
		4.4 控制鹼質與二氧化矽反應之有效性						
		4.5 增進抗硫酸鹽侵蝕之有效性						
		爐 石 粉	1.等級		CNS 12549 3.分級			
			2.化學成分					
	2.1 硫化物硫(S)最大值(%)		6.化學成分 表 1					
	2.2 硫酸鹽(以 SO3 表示)最大值(%)							
	3.物理性質		CNS 12549 7.物理性質 表 2					
	3.1 細度							
	試驗篩 0.045 mm·CNS 386〔試驗篩〕濕篩後殘留量最大值(%)							
	比表面積(m2/kg)							
	3.2 水淬高爐爐渣粉砂漿之空氣含量最大值(%)							
	3.3 水淬高爐爐渣粉活性指數							
	7 天指數最小值(%)							
	28 天指數最小值(%)							
	粒 料	類型	一般粒料		CNS 1240			
			輕質粒料		CNS 3691			
	細 粒 料	1.級配 各號篩過 篩百分率 %	9.5 mm		CNS 1240 3.2.1 表 1	100		
			4.75 mm			95 ~ 100		
			2.36 mm			80 ~ 100		
			1.18 mm			50 ~ 85		
			600 μm			25 ~ 60		
			300 μm			5 ~ 30		
			150 μm			0 ~ 10		
			1.1 任兩連續試驗篩間之個別停留量，不得超過總試樣重之百分比(%)		CNS 1240 3.2.2	45		
		1.2 細度模數容許範圍		2.30-3.10				

類別	屬性	查檢項目		依據	規範值	實際值	判定	
配 比 材 料 檢 驗	細 粒 料	1.3 偏離基準細度模數容許範圍		3.2.4	±0.20			
		2.有害物質最大許可含量(%)		CNS 1240 3.3.1 表 2				
		2.1 土塊及易碎顆粒			3.0			
		2.2 小於試驗篩	承受磨損之混凝土		3.0			
		75µm CNS386-1 之物質	所有其他混凝土		5.0			
		2.3 水溶性氯離子含量			0.012			
		3.五次循環健度試驗平均重量損失率		CNS 1240 3.4.1				
		3.1 使用飽和之硫酸鈉溶液損耗率(%)			10			
		3.2 使用飽和之硫酸鎂溶液損耗率(%)			15			
		4.1 面乾內飽和單位重		CNS487				
		4.2 吸水率						
		5.表面含水量		CNS489				
		粗 粒 料	1.標稱尺度		CNS 1240 4.2 級配 表 3			
			1.1 級配 各號篩過 篩百分率 %	37.5mm(1-1/2")				
	25.0mm(1")							
	19.0mm(3/4")							
	12.5mm(1/2")							
	9.5mm(3/8")							
	4.75mm(#4)							
	2.36mm(#8)							
	2.有害物質最大許可值(%)		CNS 1240 4.3 表 4					
	2.0 類別區分							
	2.1 土塊及易碎顆粒							
	2.2 小於試驗篩 75µm CNS386-1 之物質							
	2.3 磨損率							
	2.4 健度 (用硫酸鎂 5 次循環試驗之損失)							
	3.1 面乾內飽和單位重		CNS488					
	3.2 吸水率							
	4.表面含水量		CNS11298					
	5.1 容積密度		CNS1163					
	5.2 空隙率							

類別	屬性	查檢項目		依據	規範值	實際值	判定
配 比 材 料 檢 驗	化 學 摻 劑	類型	化學摻料	CNS 12283			
			流動化混凝土用化學摻料	CNS 12833			
		1.試驗層級		CNS 12283			
		2.初始驗證試驗		1.3			
		2.1 物性要求		CNS 12283 5.1 表 1			
		2.1.1 用水量比率(相對於控制組混凝土 用水量)(%)					
		2.1.2 凝結時間・與控制組混凝土知許 可差(時：分)					
		初凝					
		終凝					
		2.1.3 抗壓強度比率(相對於控制組混 凝土之抗壓強度)(%)					
		1 天					
		3 天					
		7 天					
		28 天					
		90 天					
		2.1.4 抗彎強度最小值比率(相對於控制 組混凝土之抗彎強度)(%)					
		3 天					
		7 天					
		28 天					
		2.1.5 長度變化最大收縮量(二擇一)					
		相對於控制組混凝土之變化量(%)					
		超出控制組混凝土之增加量(%)					
		2.1.6 相對耐久性因子最小值(%)					
		3.限定項目之再試驗		CNS 12283 1.3 5.2 5.2.1 5.2.2			
		3.1 紅外線分析(吸收光譜)					
		3.2 烘乾殘餘物					
		3.3 比重(液態摻劑)					
		3.4 用水量比率(同 2.1.1)					
		3.5 凝結時間(同 2.1.2)					
		3.6 抗壓強度(3、7、28 天)(同 2.1.3)					
		4.均勻性及等同性		CNS 12283 6.1 6.1.1~6.1.4			
		4.1 紅外線分析(吸收光譜)					
		4.2 烘乾殘餘物					
		4.3 比重(液態摻劑)					

類別	屬性	查檢項目	依據	規範值	實際值	判定
配比材料檢驗	拌和水	1.是否為非飲用水	CNS 13961			
		2.是否為混合水	3.1~3.5			
		3.拌和水之性能要求	CNS 13961 4.3 表 1			
		3.1 七天抗壓強度，與控制試樣之比值				
		3.2 凝結時間，與控制試樣之差值				
		3.3 酸鹼度(pH)				
		4.非飲用水	CNS 13961			
		4.1 非飲用水第一次符合性檢驗	4.3.1			
		4.2 非飲用水檢驗頻率	5.1			
		5.回收水	CNS 13961			
		5.1 比重(每日)	5.2			
		5.2 固形物含量影響試驗	5.3			
		6.混合水化學成分限制任選規定(ppm)	CNS 13961 5.4 表 2			
		6.1 氯離子含量(Cl ⁻)				
		6.2 硫酸根離子含量(SO ₄ ⁻²)				
		6.3 鹼含量(Na ₂ O+0.658K ₂ O)				
		6.4 固形物含量(以質量計)				
試拌檢驗資料	新拌性質	1.拌和料溫度()	CNS3090			
		2.含氣量(%)				
		3.單位體積重量(kg/m3)				
		4.坍度、坍流度(cm)				
		5.氯離子含量(kg/m3)				
	硬固性質	1.早齡期(1-7 天)抗壓強度	圖說規範 試驗報告			
		2.規定齡期(28-91 天)抗壓強度				
		3.抗彎強度(kgf/cm2)				
		4.電滲透量(耐久性指標)(庫倫)				
均勻度試驗	拌和機	拌和容量(m3)	試驗報告			
		拌和時間(秒)				
	單位重	1.每 m ³ 質量(不含氣基準)kg/m3	CNS3090 附錄 A			
	含氣量	2.含氣量(對混凝土之體積比) %				
	坍度	平均坍度為 100mm 以下				
		平均坍度大於 100mm 至 150mm				
	粗粒料含量	4.CNS 386-1 4.75mm 試驗篩以上之粗粒料之含量(質量比)				
	砂漿單位重	5.不含氣之砂漿單位質量(對所有試樣之平均值為其基準之百分率)				
	抗壓強度	6.七天之平均抗壓強度(對所有試樣之平均抗壓強度為其基準之百分率)				