

壹. 前言

通常我們做混凝土品管時只注意只是混凝土強度管制，但於混凝土強度之穩定度通常不是很注意，但是混凝土是多項材料的組合，其中水及水泥的品質較為穩定，但是砂及碎石的來源不是很穩定，製作成混凝土之後，強度之穩定度自然會令人較為擔憂，而穩定度不佳會有哪些問題，因為混凝土為土木工程最主要材料之一，通常用於土木工程的結構位置，穩定度不佳會影響整個結構安全，故不可不慎，而國內混凝土材料多為預拌廠提供，而預拌廠又良莠不齊，而混凝土材料強度成熟期又需經 28 天之養護才可達成，進而進行抗壓才知其強度是否足夠，對於工地現場之工程師無形中形成壓力。

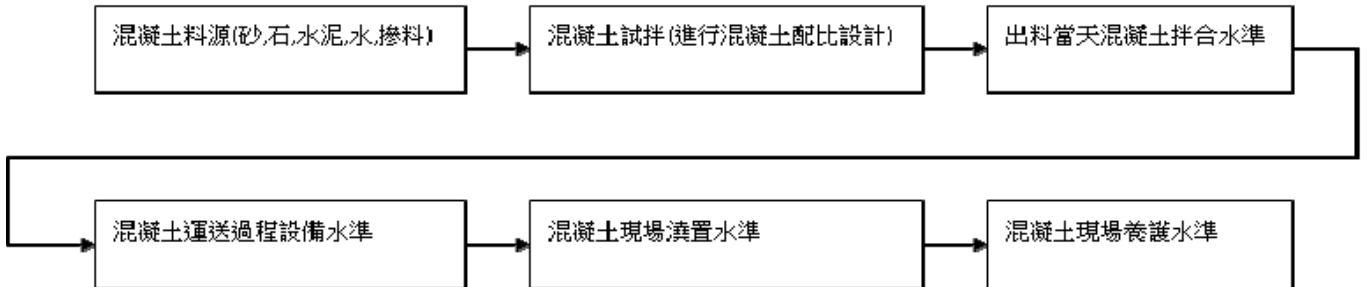
筆者之前曾服務公家工務機關可以面對許多較為大型公共工程，對於單位內的各個工程所用混凝土大多採用預拌混凝土廠所提供，故曾經對混凝土抗壓數據以 excel 作分析工具，得出之各家混凝土強度穩定度結果（以標準偏差 σ 表示），提供大家作為參考。

貳. 混凝土強度資料建立及穩定度分析

本項分析工作乃是採取的當時的數條工程混凝土抗壓資料，而其混凝土設計強度分別為 210kg/cm^2 ， 240kg/cm^2 及 280kg/cm^2 的混凝土為分析的對象，其中供料廠商是固定的預拌廠商，混凝土的設計數量也都在 2000m^3 ，以上，以便取得足夠的樣本數量，每組試體取樣數為 5 個，利用 excel 計算能力，得出混凝土抗壓強度數據（詳如附表一），再依表數據作成個別強度管制圖（詳如附圖一），再計算出標準偏差值(σ)（附表二），據此與規範值相比較。

壹. 結語

- 一、由統計分析資料顯示材料強度 210 kg/cm^2 (σ 平均值=19.3) , 245 kg/cm^2 (σ 平均值=16.7) , 而 280 kg/cm^2 (σ 平均值=15.1) , 代表台北市周圍附近之混凝土預拌廠(有經認證之混凝土廠)之追求強度及穩定度之技術(非高強度之混凝土) , 均無問題 , 甚至 280 kg/cm^2 之標準偏差值(σ 平均值=15.1)優於 245 kg/cm^2 (σ 平均值=16.7) , 優於 210 kg/cm^2 (σ 平均值=19.3) , 顯示較高的混凝土單價 , 對品質會更有保證
- 二、以整體資料評估來看 , 供應商供料仍具水準 , 對強度之需求仍可滿足 , 對穩定度之表現也不差(詳附表四及 ACI 214 規範附表三) , 但工地實際之混凝土品質仍有差距 , 實因預拌廠材料之品質水準 , 通常只能驗證材料供應商供料水準而已 , 以土木工程混凝土整體品質觀之材料供應商供料水準只是其中一個環節而已 , 以混凝土施工而言 , 其會影響混凝土品質之主要環節詳如下圖 ,



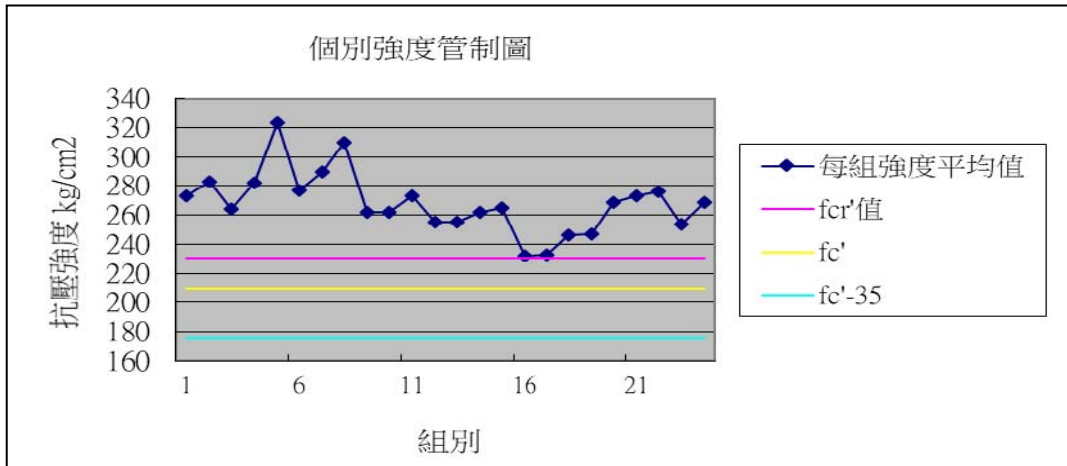
影響混凝土整體品質之各環節

本研究分析之結論主要是確認前 4 個環節混凝土品質問題不大 , 但對於後面 2 個環節之品質完全無法掌握 , 而後面 2 個環節品質之改善 , 實有賴於工地管理技術之提昇。

混凝土抗壓強度計算表 附表一

組別	強度試驗值					強度	全距			
	NO1	NO2	NO3	NO4	NO5	平均值		CL	LCL1	LCL2
1	264	275	296	268	264	273	32	230.7	210	175
2	285	286	279	287	277	283	10	230.7	210	175
3	265	261	270	253	270	264	17	230.7	210	175
4	286	264	290	291	280	282	27	230.7	210	175
5	301	334	341	331	309	323	40	230.7	210	175
6	272	284	278	269	284	277	15	230.7	210	175
7	296	285	297	286	284	290	13	230.7	210	175
8	322	321	310	292	305	310	30	230.7	210	175
9	256	265	260	271	257	262	15	230.7	210	175
10	260	262	257	271	259	262	14	230.7	210	175
11	264	267	274	281	279	273	17	230.7	210	175
12	253	249	260	257	254	255	11	230.7	210	175
13	258	252	255	256	252	255	6	230.7	210	175
14	256	262	267	260	266	262	11	230.7	210	175
15	274	263	255	261	270	265	19	230.7	210	175
16	228	236	230	230	236	232	8	230.7	210	175
17	232	227	238	229	240	233	13	230.7	210	175
18	244	243	241	251	249	246	10	230.7	210	175
19	244	242	258	242	249	247	16	230.7	210	175
20	261	266	276	261	282	269	21	230.7	210	175
21	269	263	269	284	278	273	21	230.7	210	175
22	271	278	275	281	277	276	10	230.7	210	175
23	249	272	250	246	253	254	26	230.7	210	175
24	261	266	276	261	282	269	21	230.7	210	175
25	269	263	269	284	278	273	21	230.7	210	175
26	271	278	275	281	277	276	10	230.7	210	175
27	249	272	250	246	253	254	26	230.7	210	175

個別強度管制圖 附圖一



標準偏差值σ 附表二

下限值 (f'c)	t	n	樣本數	$\mu (X)$ 平均值	$\sigma (S)$ 標準偏差	fcr' 目標值
210	2.326	5	5	268.074	19.92	230.7

ACI 214 規範 附表三

全面變異					
標準差, psi(kgf/cm²)					
作業	最佳	很好	可以	尚可	不良
等級	Excellent	Very Good	Good	Fair	Poor
工地	<400	400-500	500-600	600-700	>700
試驗	(<28.1)	(28.1-35.2)	(35.2-42.2)	(42.2-49.2)	(>49.2)
試驗室	<200	200-250	250-300	300-350	>350
試拌	(<14.1)	(14.1-17.6)	(17.6-21.1)	(21.1-24.6)	(>24.6)
試驗內變異					
變異係數, %					
作業	最佳	很好	可以	尚可	不良
等級	Excellent	Very Good	Good	Fair	Poor
工地	<3.0	3.0-4.0	4.0-5.0	5.0-6.0	>6.0
試驗室	<2.0	2.0-3.0	3.0-4.0	4.0-5.0	>5.0
試拌	<2.0	2.0-3.0	3.0-4.0	4.0-5.0	>5.0

廠商資料庫之建立及評比等第(以標準偏差值(σ)評比結果) 附表四

工程名稱	廠商名稱	混凝土供料商	混凝土強度	取樣次數	準偏差值(σ)	評比等第
A	a	s1	210	46	17.4	13
B	b	s2	210	36	4.9	3
		s3	210	49	12.3	9
		s4	210	213	16.2	11
C	c	s5	280(水中)	54	4.9	4
D	d	s6	210	30	4.8	2
		s7	280	48	3.9	1
		s8	280	290	5.1	5
E	e	s9	280(水中)	15	6.7	6
		s10	280(水中)	34	10.5	8
		s11	280	22	12.7	10
		s12	280	32	17.2	12
F	f	s13	280	129	19.4	16
		s14	210	34	21.5	19
		s15	280	204	23.2	21
G	g	s16	280	48	19.0	15
H	h	s17	245	49	20.2	18
		s18	280	81	17.6	14
I	i	s19	210	116	35.6	24
J	j	s20	210	27	38.2	25
		s21	210	17	23.0	20
K	k	s22	245	36	19.8	17
L	l	s23	245	46	10.4	7
		s24	280	44	24.1	22
M	m	s25	280	38	33.5	23