

L₁₆(2¹⁵) 및 L₈(2⁷) 直交配列表에

依한 工場 實驗

—包裝 Cement 重量管理를 爲하여—

雙龍洋灰工業株式會社
東海工場 生産課

崔 東 煥

1. 序 言

Cement에는 여러가지 品質特性値가 있으나 大部分의 品質特性値가 實驗室의인 精密化學分析 및 物理的實驗을 거치지 않고는 良, 不良을 判定 할 수 없다.

그러나 重量이란 品質特性値는 저울 하나만으로 간단히 實驗할 수 있으므로 消費者 누구나가 良, 不良을 判別할 수 있기에 製造者側으로 볼 때 重量은 生産原價와 密接한 關係가 있는 것이다.

萬若 不良品(重量未達品)이 市中에 出荷된다면 消費者의 信賴를 喪失할 것은 勿論이요, 그것이 앞으로 出荷에 미칠 영향을 생각한다면 重量 Control은 實로 重大한 問題인 것이다. 한편 출하되는 전 포장제품 하나 하나를 평량한다고 하면 이에 따른 관리비의 상승을 면치 못할 것이다.

또 消費者의 信賴를 獲得하기 爲하여 不良品(重量未達品)이 없도록 무작정 많은 量을 包裝 出荷한다면 生産原價가 上昇하게 되므로 經營 合理化에 逆行하는 結果를 招來하게 될 것이다.

따라서 不良品을 내지않고 生産原價를 最低로 할 수 있는 重量의 適定値를 K.S.와 比較하여 統計的手法으로써 이를 觀察하고자 한다.

2. 重量에 關한 K.S.의 規定(K.S.L 5201)

① 포트랜드 시멘트를 포장할 때에는 K.S.A.

1002(크라프트 대형지대(시멘트용))에 넣고 실 重量 50kg을 원칙으로 하되 42.638kg을 병용할 수 있다.

② 단위제품이 규격중량의 5%이상 미달되거나 또한 포장제품중 랜덤샘플링한 50대의 평균 重量이 규정중량에 미달일 때(불합격품으로 한다)

以上の K.S. 규정과 비교하여 國內市販用인 單位製品의 重量 42,638kg 짜리를 對象으로 검토 코져 한다.

單位製品에 對해서는 5% 이상 未達하지 않도록 規定하고 있으므로 K.S에서 單位製品의 下限 重量은

$$42.638(1-0.05) = 40.51\text{kg}(\text{net weight})$$

이다.

當工場의 製品의 境遇 標準偏差(=σ)0.17kg으로 極端的으로 重量의 平均値를 42.638kg(net weight)에 Setting 한다 하여도 3σ 限界는 넘지 않을 것이다.

$$\text{即 } 42.638 \pm (3)(0.17) = \begin{cases} 43.15 \\ 42.13 \end{cases}$$

單位製品重의 下限은 42.13kg 以下로 되는 確 率은 統計的으로 거의 없다고 말할 수 있으므로 單位製品에 對해서는 論外로 하고 Lot에 對해서 重量의 最適 Setting point(平均値)를 찾고 Setting point를 더 내릴 수 있는지의 與否를 統計的 平 值인 L₁₆(2¹⁵) 및 L₈(2⁷) 直交配列表에 依해서 檢

討해 보기로 한다.

3. 平均重量의 Setting point

當工場의 경우 社規에서 1Lot를 10,000대로 規定하고 있으며 母集團의 標準偏差는 여러면의 實測結果 0.17kg 임을 알았다.

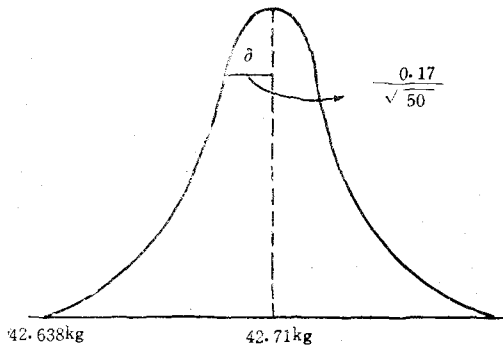
K.S에서 보면 1Lot에서 50대를 Random Sampling한 시료의 平均值가 規定重量(42.638kg)에 未達일때 不合格으로 한다고 規定하고 있으므로 母集團에서 Random Sampling한 50대의 平均值가 나타내는 分布를 推定하면

$$50\text{대 평균치의 표준편차}(\sigma_{50}) = \frac{0.17}{\sqrt{50}} \text{ kg}$$

分布의 下限 = 42.638kg

따라서 分布의 中心은

$$42.638 + 3 \frac{0.17}{\sqrt{50}} = 42.71 \text{ kg}$$



따라서 不合格Lot가 發生하지 않을 重量의 最低 Setting point는 42.71kg(net weight)이다.

4. $L_{16}(2^{15})$ 및 $L_8(2^7)$ 直交

配列表에 의한 工場實驗

製品의 不同에 영향을 미치고 있는 要因中에서 調整에 依해서 散布의 幅을 좁힐 수 있는 要因을 工場實驗($L_{16}(2^{15})$ 및 $L_8(2^7)$ 直交配列表)에 依하여 發見한다.

4-1 實驗順序

- (a). 要因을 選定한다.
- (b). 한 spout를 對象으로 $L_{16}(2^{15})$ 直交配列表에 依한 實驗으로 有意差 있는 要因을 찾는다
- (c). (b)의 實驗結果로부터 有意差가 있는 要因에 對하여 $L_8(2^7)$ 直交配列表에 依한 실험으로 再確認한다.
- (d). 以上の 實驗에서 確定的으로 有意한 要因에 對해서는 二元配置法에 依한 실험으로 最適條件을 찾는다.

4-2 1次實驗 : $L_{16}(2^{15})$ 直交配列表

(a) 要因 및 水準의 選定

現在까지 Packer를 運轉해본 經驗에 비추어 重量의 散布를 좁히는데 影響이 있을 것으로 豫想되는 要因을 選擇했으며 그들 要因의 極端的인 두 條件을 各要因의 水準으로 選定했다.

表 1. 要因配置 및 수준

	要 因		水 準
A	Impeller 및 Liner 마 모	1	表面에 輪곡이 질 정도로 마모된 상태(10日以上 사용)
		2	新品으로 交換한 상태
B	Saddle의 位置	1	最上位에 固定
		2	最下位에 固定
C	Core Pin	1	鐵絲로 代置한 상태
		2	Pin을 使用한 상태
D	補助추의 位置	1	가 장 앞 部分에 놓인 상태(Spout쪽)
		2	가 장 뒤
E	Front slide와 Housing과 의 간격	1	12mm
		2	20mm
F	紙袋 位置	1	Spout에 完全히 물린 상태

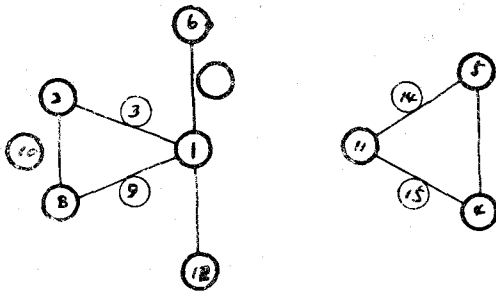
		2	〃 $\frac{2}{3}$ 정도 〃
G	Knife edge	1	清掃하지 않은 상태
		2	Air로 Dust를 불어낸 상태
H	Impeller마모와 Front slide간격		交互作用
I	Saddle위치와 지대위치		交互作用

表 2. 要因配置圖

實驗No.	要 因														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	A	B		C	D	E	H	F		I		G			
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2
3	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2
4	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1
5	1	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2
6	1	2	2	1	1	2	2	2	2	1	1	2	2	1	1
7	1	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1
8	1	2	2	2	2	1	1	2	2	1	1	1	1	2	2
9	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
10	2	1	2	1	2	1	2	2	1	2	1	2	1	2	1
11	2	1	2	2	1	2	1	1	2	1	2	2	1	2	1
12	2	1	2	2	1	2	1	2	1	2	1	1	2	1	2
13	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	1
14	2	2	1	1	2	2	1	2	1	1	2	2	1	1	2
15	2	2	1	2	1	1	2	1	2	2	1	2	1	1	2
16	2	2	1	2	1	1	2	2	1	1	2	1	2	2	1

(b) 要因配置

要因配置의 設計는 水準變動의 難易 및 要因



- 要因을 배치한 곳
 - 要因을 배치하지 않은 곳
- 선상의요인은 交互作用

Fig. 1 線點圖

相互間의 交互作用等を 勘案하여 本實驗에서는 다음과 같은 線點圖에 따랐다.

(C) 實驗方法

- i) Sampling을 16回 실시하며 1회 試料의 量은 25袋로 한다.
- ii) 每回마다 採取된 試料는 Data sheet에 記錄한다.
- iii) 各 Data sheet에 기록된 25개의 試料로서 標準偏差(σ)를 計算하고 Data中 3σ 를 벗어나는 것은 異質의인 集團에서 採取된 試料로 간주하여 버리고 나머지 3σ 內에 들어가는 Data로서 不偏分散을 계산한다.
- iv) 各實驗에서 나온 不偏分散으로써 統計的檢定을 實施한다. (F. 檢定)
- v) 統計的檢定(F. 檢定)의 判定기준

各要因의 自由度($\phi_1=1$)이므로
 誤差의 $\phi_2=6$ 이므로

F. 檢定表에서

$$F_6(0.05) = 5.99$$

$$F_6(0.01) = 13.7$$

따라서 分散比($F_0 = \frac{V}{V_e}$)

$F_0 \geq 13.7$ 이면 有意差 있는 것으로 確信하고 $F_0 \leq 5.99$ 이면 有意差 없는 것으로 看做하고 $5.99 < F_0 < 13.7$ 이면 疑心의 여지가 있는 것으로 보아 再確認한다.

(d) 檢定結果

表4(散布에 관한F檢定)에서 보는 바와같이 7個의 要因 모두 有意差가 없다.

그래서 $L_8(2^7)$ 直交配列表로서 要因의 수를 줄여서 재실험, 재확인하여 보기로 한다.

4-3. 2次實驗

實驗순서 및 방법은 前과 같음.

表3. 算術平均 및 標準偏差

實驗番號	算術平均 (\bar{x})	標準偏差	備	考
1	41,478	146		
2	41,542	172		
3	45,524	228		
4	45,228	305		
5	42,284	220		
6	42,204	215		
7	46,004	189		
8	46,004	267		
9	45,600	211		
10	46,198	343		
11	41,974	192		
12	42,116	197		
13	46,435	249		
14	46,622	113		
15	42,604	252		
16	42,312	137		

表 4.

散 布 에 關 한 F 檢 定

1969. 11. 10

要 因	水 準 1	水 準 2	計(1+2)	$d(2-1)$	d_2	$d_2/16=S$	ϕ	V	$F_0 = \frac{V}{V_e}$
1	1,742	1,744	3,486	2	4	0.3	1	0.3	0
2	1,794	1,692	3,486	102	10,404	650.3	1	650.3	0.21
3	1,652	1,834	3,486	102	33,124	2,070.3			
4	1,669	1,817	3,486	148	21,904	1,369	1	1,369	0.43
5	1,581	1,905	3,486	324	104,976	6,561	1	6,561	2.09
6	1,767	1,719	3,486	48	2,304	144	1	144	0.05
7	1,525	1,961	3,486	436	190,096	11,881	1	11,881	3.77
8	1,687	1,799	3,486	112	12,544	784	1	784	0.25
9	1,623	1,863	3,486	240	57,600	3,600			
10	1,559	1,927	3,486	368	135,424	8,464	1	8,464	2.69
11	1,897	1,589	3,486	308	94,864	5,929			
12	1,782	1,704	3,486	78	6,184	380.3	1	380.3	0.12
13	1,838	1,648	3,486	190	36,100	2,256.3			
14	1,628	1,858	3,486	230	52,900	3,306.3			
15	1,826	1,660	3,486	166	27,556	1,722.3			

表 5.

要 因 및 水 準

	要 因		水 準
A	Knife edge 청소	1	청소 안한 상태
		2	Aeration 후
B	Impeller Liner 마모	1	表面에 굴곡이 진 程度로 마모된 상태(10일 이상 가동)
		2	新品으로 交換한 상태
C	A×B 交互	1	
		2	

D	Saddle의 位置	1	最上位에 固定(가장 높은 위치)
		2	最下位에 固定(가장 낮은 위치)
E	A×D 交互	1	
		2	
F	B×D 交互	1	
		2	
G	Front slide와 Housing과 의 간격	1	12mm
		2	20mm

※ $L_{16}(2^{15})$ 에서 採擇되어 有意差는 없었으나 $L_{16}(2^{15})$ 에서 실험한 mistake가 없었는지의 有無를 再確認키 위하여 本實驗을 實施함.

表 6. 配當된 表와 Data

No.	要因 列番							Data	Y	Y ²	Remarks
	A	B	A×B	D	G						
	1	2	3	4	5	6	7				
1	1	1	1	1	1	1	1	$y_1=0.146$	-104	10,816	
2	1	1	1	2	2	2	2	$y_2=0.139$	-111	12,321	
3	1	2	2	1	1	2	2	$y_3=0.133$	-117	13,689	
4	1	2	2	2	2	1	1	$y_4=0.219$	-31	961	
5	2	1	2	1	2	1	2	$y_5=0.112$	-138	19,044	
6	2	1	2	2	1	2	1	$y_6=0.350$	+100	10,000	
7	2	2	1	1	2	2	1	$y_7=0.488$	+238	56,644	
8	2	2	1	2	1	1	2	$y_8=0.346$	+96	9,216	
成 分	a	b	a b	c	a	b c	a b c	$\Sigma y=1,933$	$\Sigma y=-67$	$\Sigma y^2=132,691$	

數值 變換 $Y=(y-y_0)h$ $y_0=0.250$ $h=10^3$

表 7. 水準 1, 2 의 和

No.	要 因	水準 1 의 和	水準 2 의 和	Check	備 考
1	A	$y_1+y_2+y_3+y_4=-363(A_1)$	$y_5+y_6+y_7+y_8=296(A_2)$	$\Sigma y=-67$	
2	B	$y_1+y_2+y_5+y_6=-284(B_1)$	$y_3+y_4+y_7+y_8=217(B_2)$	$\Sigma y=-67$	
3	A×B	$y_1+y_2+y_7+y_8=+119(AB)_1$	$y_3+y_4+y_5+y_6=-186(AB)_2$	$\Sigma y=-67$	
4	D	$y_1+y_3+y_5+y_7=-121(C_1)$	$y_2+y_4+y_6+y_8=+54(C_2)$	$\Sigma y=-67$	
5	G	$y_1+y_3+y_6+y_8=-25(G_1)$	$y_2+y_4+y_5+y_7=-42(G_2)$	$\Sigma y=-67$	
6	e'	$y_1+y_4+y_5+y_8=-177(e'_1)$	$y_2+y_3+y_6+y_7=+110(e'_2)$	$\Sigma y=-67$	
7	e''	$y_1+y_4+y_6+y_7=+203(e''_1)$	$y_2+y_3+y_5+y_8=-270(e''_2)$	$\Sigma y=-67$	

表 8. 平方 和 의 計 算

No.	要 因	水準 (2)	水準 (1)	$d=(2)-(1)$	d^2	$S=d^2/8$	備 考
1	A	$(A_2)+296$	$(A_1)-363$	659	434,281	54,285	S_A
2	B	$(B_2)+217$	$(B_1)-284$	501	251,001	31,375	S_B
3	A×B	$(AB)_2-186$	$(AB)_1+119$	-305	93,025	11,628	S_{AB}
4	D	$(D_2)+54$	$(D_1)-121$	175	30,625	3,828	S_D
5	G	$(G_2)-42$	$(G_1)-25$	-17	289	36	S_G
6	e'	$(e'_2)+110$	$(e'_1)-177$	287	82,369	10,296	Se'
7	e''	$(e''_2)-270$	$(e''_1)+203$	-473	223,729	27,966	Se''

要因	平方和(S)	自由度(ϕ)	分散(V)	$F_0(=\frac{V}{V_e})$	E(V)	備考
A	54,285	1	54,285	2.84		
B	31,375	1	31,375	1.64		
A×B	11,628	1	11,628	0.61		
D	3,828	1	3,828	0.2		
G	36	1	36	0.001		
e	38,262	$2=\phi_e$	19,131			
T	S	7				

2次 實驗結果

F檢定表에 나타났듯이 亦是 이번에 선택된 要因은 全部 有意差가 없다.

4. 결 론

1. 2次에 걸친 실험결과($L_{16}(2^{17})$ 및 $L_8(2^7)$) 및 數次에 걸친 포장중량 산포 측정실험 결과에 의하면 표준편차를 0.17以下로 줄일 수가 없다.
2. 直交配列表에 의한 공장실험 결과로는 산

포에는 有意한 要因을 찾을 수 없었다.

3. 상기 실험에서 채택한 要因 外의 산포에 영향을 미치는 다른 어떤 요인도 포장공정의 分析이나 기계의 mechanism上 있을 수 없다.

4. 따라서 시멘트공장의 중량관리는 평균치 관리로서만 효과를 얻을 수 있다. 즉 조정해야 할 중량 42.71kg+지대

5. 2次 실험에서 채택한 요인을 계속 관찰 관리하여 Setting weight를 一定 유지되도록 하여야 한다.

各種工業用纖維質

濾過布·캔바스

製造品目

- 工業 集塵用 濾過 Filter Bag
- 一般工業 濾過 Filter
- 工業用 材料 캔바스

三中은 使用目的에 따른 여하한 注文에도 항상 迅速, 正確하게 應해 드릴 준비가 되어 있습니다.

三中交易産業株式會社

서울特別市 中區 舟橋洞 123

電話 (53) 9661 (국도빌딩3층)