【技】【術】【論】【叢】

mill cement에 있어서 Ig. loss와 Blaine이 強度에 미치는 영향과 그 相關關係에 대하여

盧 誠 鎬
<星信化學丹陽工場試驗室>

I. 序 言

mill cement 에 있어서 Ig. loss, 분말도(Blaine) 및 強度(3일 압축)의 3 특성치 사이에 서로 밀접한 관계가 있다는 것은 잘 알려진 사실이다.

mill cement의 분말도(Blaine)는 시멘트 밀에 投入되는 크링카의 新鮮度 다시 말하면 風化程度에 따라 상당한 영향을 받는다. 또 強度(3일 압축)는 Ig. loss와 Blaine과 밀접한 관계가 있다. 그러므로 이 三者의 相互關係를 다시 말하자면 Ig. loss와 Blaine이 強度(3일 압축)에 미치는 영향에 대해서 1971년 6~9월 현장에서 언어진 mill cement의 分析 data로부터 주로 統計的 方法(相關分析)을 이용하여 分析 검토하여 보고자한다.

II. 試驗 및 데이터 정리

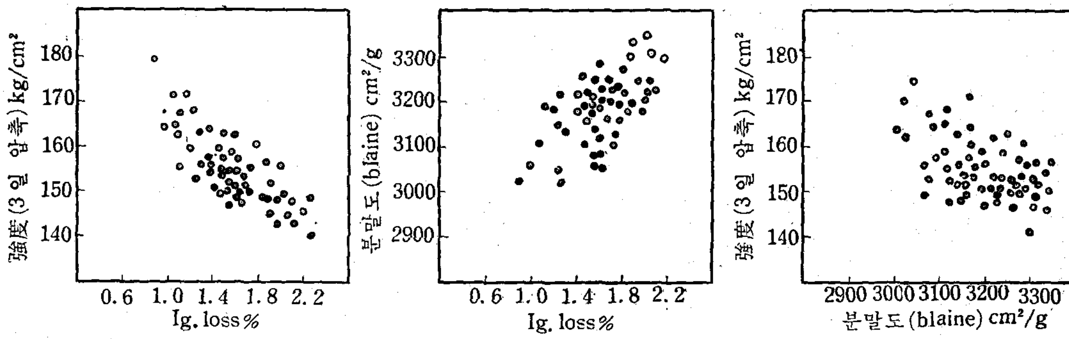
日常的으로 언어지는 mill cement의 試料를 가지고 化學分析 및 物理試驗을 하였다. 그 分析 결과 중 Ig. loss, Blaine 및 強度(3일 압축)와의 사이에 어떤 相關關係가 있는가를 알아 보고자 다음과 같이 97組의 데이터를 얻고 이 데이터로부터 <그림―1>, <表―2>, <表―3>, <表―4>와 같은 散點圖 및 相關表를 作成하였다.

III. 相關關係의 計算 및 檢定

1. 相關係數의 計算

1) 單相關係數

2개의 變數 x와 y의 관계를 생각할 때 單相



<그림―1> Ig. loss와 분말도(Blaine 値) 및 強度(3일 압축)와의 散點圖

<表—1>

Data sheet of mill cement (1971. 6. 25～1971. 9. 30)

sample No.	Ig. loss (x)	Blaine (y)	Comp. Str. 3d. (z)	sample No.	Ig. loss (x)	Blaime (y)	Comp. Str. 3d. (z)	sample No.	Ig. loss (x)	Blaine (y)	Comp. Str. 3d. (z)
1	0.84	3099	165	34	1.52	3149	153	67	2.36	3302	140
2	0.90	3115	161	35	1.49	3205	149	68	2.22	3338	148
3	1.08	3152	163	36	1.54	3178	155	69	1.59	3234	150
4	1.10	3142	159	37	1.54	3185	157	70	1.78	3237	150
5	0.72	3022	167	38	1.98	3211	145	71	1.98	3216	149
6	0.88	3090	168	39	1.98	3209	150	72	1.90	3257	149
7	0.80	3124	167	40	1.60	3233	155	73	2.01	3268	149
8	0.96	3127	169	41	1.68	3299	162	74	2.00	3252	147
9	1.20	3117	165	42	1.64	3299	153	75	2.17	3253	147
10	0.70	3055	178	43	1.76	3276	151	76	1.80	3226	150
11	0.92	3033	165	44	1.82	3256	160	77	1.90	3198	149
12	0.92	3037	171	45	2.12	3285	155	78	1.66	3165	152
13	0.98	3188	173	46	1.88	3252	158	79	1.47	3092	155
14	1.30	3102	162	47	1.62	3254	153	80	1.58	3113	154
15	1.36	3131	159	48	1.56	3251	155	81	1.56	3112	152
16	0.93	3082	153	49	1.38	3237	153	82	1.70	3089	146
17	1.06	3140	165	50	1.40	3275	150	88	1.84	3152	149
18	1.40	3142	153	51	1.58	3259	151	84	1.40	3052	149
19	1.50	3095	155	52	1.60	3321	153	85	1.33	3055	154
20	1.42	3167	163	53	1.40	3163	153	86	1.53	3112	150
21	1.44	3210	163	54	1.48	3280	151	87	1.56	3123	150
22	1.42	3172	159	55	1.46	3220	151	88	1.29	3082	153
23	1.38	3227	163	56	1.40	3240	153	89	1.42	3048	152
24	1.54	3129	159	57	1.62	3233	155	90	1.32	3130	150
25	1.58	3143	157	58	1.75	3317	158	91	1.40	3185	153
26	1.42	3132	155	59	1.56	3348	154	92	1.56	3114	152
27	1.30	3222	155	60	1.85	3347	150	93	1.50	3158	154
28	1.34	3120	156	61	1.98	3364	155	94	1.22	3122	154
29	1.36	3224	152	62	2.08	3364	145	95	1.28	3149	154
30	1.34	3274	153	63	2.02	3268	143	96	1.43	3241	149
31	1.44	3187	147	64	1.36	3247	155	97	1.47	3194	153
32	1.42	3227	161	65	1.04	3212	160				
33	1.40	3174	163	66	2.08	3283	150				

但, Ig. loss(%)를 x, Blaine (cm²/g)을 y, strength (3d. comp. kg/cm²)를 z라 둠

<표—2>　〔Ex. 1〕 Ig. loss(x)와 Blaine(y)에 대한 相關表

y \ x		0.80–0.95	0.95–1.10	1.10–1.25	1.25–1.40	1.40–1.55	1.55–1.70	1.70–1.85	1.85–2.00	2.00–2.15	2.15–2.30	f_y	Y	Yf_y	Y^2f_y	ΣfX	$Y\Sigma fX$
		0.88	1.03	1.18	1.33	1.48 (x_0)	1.63	1.78	1.93	2.08	2.23						
3000—3040	3020	3										3	−5	−15	75	−12	60
3040—3080	3060	1			1	2						4	−4	−16	64	−5	20
3080—3120	3100	4		1	2	3	3	1				14	−3	−42	126	−15	45
3120—3160	3140	1	3	2	3	5	2	1				18	−2	−36	72	−17	34
3160—3200	3180		1			9	1		1			12	−1	−12	12	1	−1
3200—3240	**3220** (y_0)		1		4	4	4	2	4			19	0	0	0	13	0
3240—3280	3260				2	3	3	2	1	3	1	15	1	15	15	25	25
3280—3320	3300					1	1	1		2	1	6	2	12	24	16	32
3320—3360	3340						2		1		1	4	3	12	36	10	30
3360—3400	3380								1	1		2	4	8	32	7	28
f_x		9	5	3	13	27	16	7	8	6	3	97\97		−74	456	23	273
X		−4	−3	−2	−1	0	1	2	3	4	5						
Xf_x		−36	−15	−6	−13	0	16	14	24	24	15	23					
X^2f_x		144	45	12	13	0	16	28	72	96	75	501					
ΣfY		−33	−7	−7	−16	−31	−3	−1	7	11	6	−74					
$X\Sigma fY$		132	21	14	16	0	−3	−2	21	44	30	273					

검산

$$X=\frac{x-x_0}{h_x}=\frac{x-1.48}{0.15}$$

$$Y=\frac{y-y_0}{h_y}=\frac{y-3220}{40}$$

<표—3>　〔Ex. 2〕 Ig. loss(x)와 強度(z)에 대한 相關表

z \ x		0.80–0.95	0.95–1.10	1.10–1.25	1.25–1.40	1.40–1.55	1.55–1.70	1.70–1.85	1.85–2.00	2.00–2.15	2.15–2.30	f_z	Z	Zf_z	Zf_z	ΣfX	$Z\Sigma fX$
		0.88	1.03	1.18	1.33	1.48 (x_0)	1.63	1.78	1.93	2.08	2.23						
140—144	142									1	1	2	−3	−6	18	9	−27
144—148	146					1		1	1	2	2	7	−2	−14	28	23	−46
148—152	150				2	7	3	4	5	2		23	−1	−23	23	32	−32
152—156	**154** (z_0)	1		1	7	12	11		1	1		34	0	0	0	5	0
156—160	158			1	2	3	1	1	1			9	1	9	9	2	2
160—164	162	1	2		2	4	1	1				11	2	22	44	−9	−18
164—168	166	4	1	1								6	3	18	54	−21	−63
168—172	170	2	1									3	4	12	48	−11	−44
172—176	174	1	1									2	5	10	50	−7	−35
f_x		9	5	3	13	27	16	7	8	6	3	97\97		28	274	23	−263
X		−4	−3	−2	−1	0	1	2	3	4	5						
Xf_x		−36	−15	−6	−13	0	16	14	24	24	15	23					
X^2f_x		144	45	12	13	0	16	28	72	96	75	501					
ΣfZ		27	16	4	4	2	0	−3	−6	−9	−7	28					
$X\Sigma fZ$		−108	−48	−8	−4	0	0	−6	−18	−36	−35	−263					

검산

$$X=\frac{x-x_0}{h_x}=\frac{x-1.48}{0.15}$$

$$Z=\frac{z-z_0}{h_z}=\frac{z-154}{4}$$

<表—4> 〔Ex. 3〕 Blaine(y)과 強度(z)에 대한 相關表

z ╲ y		3000–3040	3040–3080	3080–3120	3120–3160	3160–3200	3200–3240	3240–3280	3280–3320	3320–3360	3360–3400	f_z	Z	Zf_z	Z^2f_z	ΣfY	$Z\Sigma fY$
		3020	3060	3100	3140	3180	**3220** (y_0)	3260	3300	3340	3380						
140—144	142							1	1			2	−3	−6	18	3	−9
144—148	146			1		1	2	2			1	7	−2	−14	28	2	−4
148—152	150		1	1	3	1	8	6	1	2		23	−1	−23	23	0	0
152—156	**154** (z_0)		2	7	6	5	5	4	2	2	1	34	0	0	0	−28	0
156—160	158				5	2		1	1			9	1	9	9	−9	−9
160—164	162			2	1	2	4	1	1			11	2	22	44	−7	−14
164—168	166	2		2	2							6	3	18	54	−20	−60
168—172	170	1		1	1							3	4	12	48	−10	−40
172—176	174		1			1						2	5	10	50	−5	−25
f_y		3	4	14	18	12	19	15	6	4	2	97\97		28	274	−74	−161
Y		−5	−4	−3	−2	−1	0	1	2	3	4						
Yf_y		−15	−16	−42	−36	−12	0	15	12	12	8	−74					
Y^2f_y		75	64	126	72	12	0	15	24	36	32	456					
ΣfZ		10	4	11	14	8	−4	−10	−1	−2	−2	28					
ΣYfZ		−50	−16	−33	−28	−8	0	−10	−2	−6	−8	−161					

검산

$$Y=\frac{y-y_0}{h_y}=\frac{y-3220}{40}$$

$$Z=\frac{z-z_0}{h_z}=\frac{z-154}{4}$$

關이라 하고 3개의 變數 x, y, z 사이의 相關關係를 三重相關이라 한다. 먼저 x와 y의 單相關係數를 구하여 본다.

相關係數 r은 數量的으로 다음과 같이 定義된다. 散點圖上의 x, y의 각 平均値 $\bar{x}$, $\bar{y}$로부터의 偏差를 각각의 標準偏差로 나눈 값을 곱한 平均値를 의미한다. 즉,

$$r=\frac{\frac{1}{n}\Sigma(x_i-\bar{x})(y_i-\bar{y})}{\sqrt{\frac{1}{n}\Sigma(x_i-\bar{x})^2}\sqrt{\frac{1}{n}\Sigma(y_i-\bar{y})^2}}$$

$$=\frac{\Sigma(x-\bar{x})(y-\bar{y})}{\sqrt{\Sigma(x-\bar{x})^2(y-\bar{y})^2}}$$

$$=\frac{S(xy)}{\sqrt{S(xx)\,S(yy)}} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\text{①}$$

그리고 相關係數 r은 -1과 $+1$ 사이의 값을 가진다. 正의 相關關係일 때 $r>0$이 되고 負의 相關關係일 때 $r<0$이 된다. 또 相關關係가 밀접한 관계일 때 $|r|$은 1에 가깝고 相關關係가 희박한 관계일 때 $|r|$은 0에 가깝게 된다.

주어진 데이터 <表—1>을 가지고 <表—2>, <表—3>, <表—4>와 같은 相關表를 만들었는데 이로부터 각각의 相關係數를 구하여 본다.

<表—2>, <表—3>, <表—4>에서 나타난 바와 같이 計算의 편의상 變數變換시켰다. 이때 上記의 ①式은 다음과 같다.

$$X=\frac{x-x_0}{h_x},\quad Y=\frac{y-y_0}{h_y},\quad Z=\frac{z-z_0}{h_z}$$

$$S(xx)=h_x^2\cdot S(XX)$$

$$S(yy)=h_y^2\cdot S(YY)$$

$$S(xy)=h_x\cdot h_y\cdot S(XY)$$

$$\therefore\ r=\frac{h_x\cdot h_y\cdot S(XY)}{\sqrt{h_x^2\cdot S(XX)\cdot h_y^2 S(YY)}} \quad \cdots\cdots\cdots\text{②}$$

이때 變數變換한 제곱의 합(sum of square) S는 다음과 같이 주어진다.

$$\left(S=\Sigma(x_i-\bar{x})^2=\Sigma x_i^2-\frac{(\Sigma x_i)^2}{n}\right)$$

즉 $$S(XX)=\Sigma X^2\cdot f_x-\frac{(\Sigma X\cdot f_x)^2}{N}$$

$$S(YY)=\Sigma Y^2 f_y-\frac{(\Sigma Y\cdot f_y)^2}{N}$$

$$S(XY)=Y\cdot\Sigma f\cdot X-\frac{\Sigma X\cdot f_x\cdot\Sigma Y\cdot f_y}{N}$$

但 x_0, y_0, z_0 : x, y, z 난의 각 假平均
h_x, h_y, h_z : x, y, z 난의 각 계급의 폭
f_x, f_y, f_z : x, y, z 난의 각 도수

N : 총도수

다음에는 <表—2>, <表—3>, <表—4>에서 구한 값들을 上記 ②式에 代入하여 相關係數 r을 구한다.

① 〔Ex. 1〕 Ig. loss(x)와 Blaine(y)의 관계

두 變數를 x, y라 보고 <表—2>에서 보면

$$S(XX)=\Sigma X^2\cdot f_x-\frac{(\Sigma X\cdot f_x)^2}{N}$$

$$=501-\frac{(23)^2}{97}=495.55$$

$$S(YY)=\Sigma Y^2\cdot f_y-\frac{(\Sigma Y\cdot f_y)^2}{N}$$

$$=456-\frac{(-74)^2}{97}=399.55$$

$$S(XY)=Y\Sigma f\cdot X-\frac{(\Sigma X\cdot f_x)(\Sigma Y\cdot f_y)}{N}$$

$$=273-\frac{(23)(-74)}{97}=290.55$$

$$S(xx)=h_x^2\cdot S(XX)=(0.15)^2(495.55)=11.15$$

$$S(yy)=h_y^2\cdot S(YY)=(40)^2(399.55)$$
$$=63.92\times10^4$$

$$S(xy)=h_x\cdot h_y\cdot S(XY)=(0.15)(40)(290.55)$$
$$=1743.3$$

$$\therefore\ r_{xy}=\frac{S(xy)}{\sqrt{S(xx)\cdot S(yy)}}$$

$$=\frac{1743.3}{\sqrt{11.15\times63.92\times10^4}}=0.6531$$

② 〔Ex. 2〕 Ig. loss(x)와 強度(z)의 관계

두 變數를 x, y라 보고 <表—3>에서 보면

$$S(XX)=501-\frac{(23)^2}{97}=495.55$$

$$S(ZZ)=274-\frac{(28)^2}{97}=265.92$$

$$S(XZ)=-263-\frac{(23)(28)}{97}=-269.64$$

$$S(xx)=(0.15)^2(495.55)=11.15$$

$$S(zz)=(4)^2(265.92)=4254.72$$

$$S(xz)=(0.15)(4)(-269.64)=-161.78$$

$$\therefore\ r_{xz}=\frac{-161.78}{\sqrt{11.15\times4254.72}}=-0.7427$$

③ 〔Ex. 3〕 Blaine(y)과 強度(z)의 관계

두 變數를 y, z라 보고 <表—4>에서 보면

$$S(YY)=456-\frac{(-74)^2}{97}=399.55$$

$$S(ZZ)=274-\frac{(28)^2}{97}=265.92$$

$$S(YZ)=-161-\frac{(-74)(28)}{97}=-139.64$$

$$S(yy)=(40)^2(399.55)=63.92\times10^4$$

$$S(zz)=(4)^2(265.92)=4254.72$$

$$S(yz)=(40)(4)(-139.64)=-22342.4$$

$$\therefore\ r_{yz}=\frac{(-22342.4)}{(63.92\times10^4)(4254.72)}$$

$$=-0.4284$$

1) 重相關係數

세 變數 x, y, z 사이에서 x, y가 z에 미치는 重相關係數 r_{zxy}는 다음과 같이 表示된다.

$$r_{zxy}=\sqrt{\frac{(r_{xz}-r_{xy}\cdot r_{yz})r_{xz}+(r_{yz}-r_{xy}\cdot r_{xz})r_{yz}}{1-r_{xy}^2}}$$

여기에 두 變數의 單相關係數 $\begin{cases} r_{xy}=0.6531 \\ r_{xz}=-0.7427 \\ r_{yz}=-0.4284 \end{cases}$ 를 代入하면

$$\therefore\ r_{zxy}=\sqrt{\frac{\{(-0.7427)-(0.6531)(-0.4284)\}}{1-(0.6531)^2}}$$

$$\frac{(-0.7427)+\{(-0.4284)-(0.6531)}{(-0.7427)\}(-0.4284)}$$

$$=\sqrt{0.5571}=0.746$$

2. 相關係數의 檢定

1) 單相關係數

두 變數間의 相關關係가 확실히 있는가 없는가를 알아보기 위하여 相關係數 檢定을 다음과 같이 한다.

① 無相關으로 母相關係數 $\rho=0$이라고 假設을 設定한다.

〔H_0 : $\rho=0$〕

② 두 變數間의 데이터로부터 相關係數 r을 計算한다.

③ 相關係數 r이 自由度 $n-2$의 r分布를 따른다는 것을 이용한다. 自由度 $n-2$, 위험률 α에서의 r의 값을 r分布表에서 구한다. 만약 $|r|\geqq r(n-2,\ \alpha)$가 成立되면 위험률 α에서 假設 〔H_0 : $\rho=0$〕을 폐기하고 두 變數間에는 相關關係가 있다고 본다.

〔Ex. 1〕의 경우 $r_{xy}=0.6531$

〔Ex. 2〕의 〃 $r_{xz}=-0.7427$

〔Ex. 3〕의 〃 $r_{yz}=-0.4284$ 그리고

自由度 $n-2$, 위험률 α(1 %로 본다)에서의 r

의 값을 r 分布表*에서 찾으면

$$r(97-2,\quad 0.01)=0.261$$

$$\therefore |r|>r(95,\quad 0.01)=0.261$$

즉 相關係數 r_{xy}, r_{xz} 및 r_{yz}는 상당한 의미가 있다고 본다.

2) 重相關係數

① 假設 〔$H_0: \rho=0$〕을 設定(無相關)

② 重相關係數 r_{zxy}가 自由度 $k-1(\phi_1)$, $n-k$ (ϕ_2)의 F分布를 따른다는 것을 이용한다. 그리하여 統計量 F_0를 구한다.

$$F_0=\frac{r_{z\cdot xy}^2/k-1}{1-r_{z\cdot xy}^2/n-k}$$

③ 自由度 $k-1$, $n-k$, 위험률 α에서의 F의 값을 F分布表에서 구한다. 만약 $F_0 \geqq F(\phi_1, \phi_2: \alpha)$가 成立되면 위험률 α에서 假設 〔$H_0: \rho=0$〕을 폐기하고 두 變數 x, y와 變數 z와는 重相關關係가 있다고 본다.

위에서 구한 重相關係數의 경우

$$r_{zxy}=0.746$$

$$n=97,\ k(\text{變數})=3$$

$$\therefore F_0=\frac{(0.746)^2/3-1}{1-\{(0.746)^2/97-3\}}=\frac{0.2782}{0.00472}$$

$$=58.94$$

그리고 自由度 $k-1$, $n-k$, 위험률 α(1%로 본다)에서의 F의 값을 F分布表에서 찾으면

$$F(3-1,\ 97-3\ ;\ 0.01)=F(2,\ 94\ ;\ 0.01)$$

$$=4.87$$

$$\therefore F_0>F(2,\ 94\ ;\ 0.01)=4.87$$

즉 重相關係數 r_{zxy}는 상당한 의미가 있다.

註 * ; 통계적 방법 (KSA) 부표 p. 248

Ⅳ. 回歸直線의 推定

1. 回歸直線

두 變數 x, y에서 y의 x에 대한 回歸直線을

$$y=a+bx \cdots\cdots ③$$

이라 할 때 殘差의 제곱의 합

$$S=\sum_{i=1}^{n}\{y_i-(a+bx_i)\}^2$$

이 最小가 되도록 즉 最小自乘法에 의하여 a, b를 구한다. 이때 $\frac{\partial S}{\partial a}=0$, $\frac{\partial S}{\partial b}=0$이라 둔다.

$$\frac{\partial S}{\partial a}=-2\Sigma\{y_i-(a+bx_i)\}=0$$

$$\frac{\partial S}{\partial b}=-2\Sigma x_i\{y_i-(a+bx_i)\}=0$$

이로부터 다음 정규 방정식을 얻을 수 있다.

$$\begin{cases} a\cdot n+b\cdot\Sigma x_i=\Sigma y_i \\ a\Sigma x_i+b\Sigma x_i^2=\Sigma x_i y_i \end{cases} \cdots\cdots ④$$

여기서 a, b는 다음과 같이 구하여진다.

$$a=\frac{\bar{y}S(xx)-\bar{x}S(xy)}{S(xx)}$$

$$b=\frac{S(xy)}{S(xx)}$$

이 값을 ③式에 대입하면 다음과 같이 된다.

$$\therefore y-\bar{y}=\frac{S(xy)}{S(xx)}(x-\bar{x}) \cdots\cdots ⑤$$

다음 〔Ex. 1〕, 〔Ex. 2〕의 경우 이 ⑤式을 이용하여 回歸直線方程式을 구한다.

〔Ex. 1〕 $\bar{x}=x_0+\frac{\Sigma X\cdot f_x}{N}\cdot h_x$

$$=1.48+\frac{23}{97}\cdot(0.15)=1.515$$

$$\bar{y}=y_0+\frac{\Sigma Y\cdot f_y}{N}\cdot h_y$$

$$=3220+\frac{(-74)}{97}\cdot(40)=3216.9$$

$$S(xy)=1743.3$$

$$S(xx)=11.15$$

$$y-3216.9=\frac{1743.3}{11.15}(x-1.515)$$

$$\therefore y=2980.5+156.3x$$

〔Ex. 2〕 $\bar{z}=z_0+\frac{\Sigma Z_1\cdot f_z}{N}\cdot h_z$

$$=154+\frac{28}{97}\cdot(4)=155.15$$

$$S(xz)=-161.78$$

$$S(xx)=11.15$$

$$z-155.15=\frac{(-161.78)}{11.15}\cdot(x-1.515)$$

$$\therefore z=177.13-14.51x$$

2. 重回歸直線

3個의 變數 x, y, z間에 있어서 x, y에 대한 z의 回歸直線을 推定해 보자.

일반식을 다음과 같이 表示할 때

$$z-\bar{z}=b(x-\bar{x})+c(y-\bar{y})$$

最小自乘法을 利用하여 다음과 같은 정규 방정식을 얻는다.

$$\begin{cases} b\cdot S(xx)+c\cdot S(xy)=S(xz) \\ b\cdot S(xy)+c\cdot S(yy)=S(yz) \end{cases}$$

b, c 에 대하여 두 연립 방정식을 풀면

$$\therefore\ b=\frac{S(xz)\cdot S(yy)-S(xy)\cdot S(yz)}{S(xx)\cdot S(yy)-\{S(xy)\}^2}$$

$$c=\frac{S(xx)\cdot S(yz)-S(xz)\cdot S(xy)}{S(xx)\cdot S(yy)-\{S(xy)\}^2}$$

여기서 각 수치를 代入하면 다음과 같은 重回歸直線方程式을 구할 수 있다.

$\bar{x}=1.515,\ \bar{y}=3216.9,\ \bar{z}=155.15$

$S(xx)=11.15,\ S(yy)=63.92\times10^4,$

$S(xy)=1743.3$

$S(xz)=-161.78,\ S(yz)=-22342.4$

$$b=\frac{(-161.78)(63.92\times10^4)-(1743.3)}{11.15\cdot63.92\times10^4-(1743.3)^2}$$

$\underline{(-22342.4)}$

$=-15.768$

$$c=\frac{(11.15)(-22342.4)-(-161.78)(1743.3)}{(11.15)(63.92\times10^4)-(1743.3)^2}$$

$=0.00805$

$z-155.15=-15.768(x-1.515)$

$\quad+0.00805(y-3216.9)$

$\therefore\ z=153.14-15.77x+8.05\times10^{-3}y$

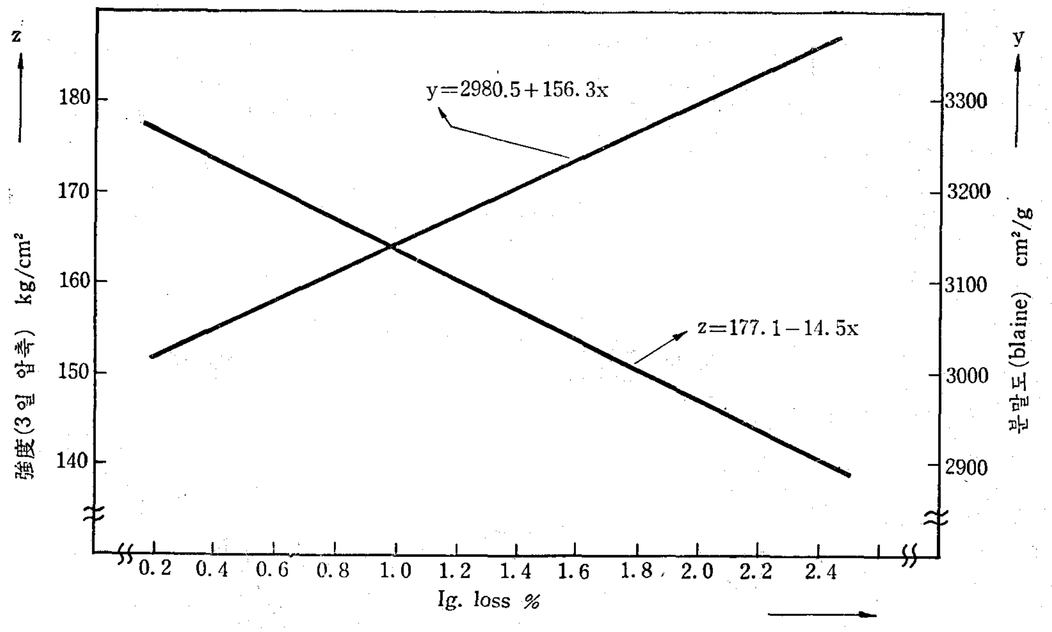
V. 結果에 대한 檢討

1. 두 變數間의 單相關係數

Ig. loss 와 Blaine 과는 正의 相關關係가 있다. 즉 Ig.loss 가 높을수록 Blaine 値가 올라감을 뜻한다. Ig. loss 와 強度 그리고 Blaine 과 強度는 負의 相關關係가 있다. 즉 Ig. loss, Blaine 이 낮을수록 強度(3일 압축)가 上昇함을 뜻한다. 그런데 이때의 相關係數를 보면 Ig. loss 가 強度에 미치는 영향이 Blaine 이 強度에 미치는 영향보다 우세함을 알 수 있다. 다시 말하면 Blaine 이 낮아서 強度가 上昇한다기 보다는 Ig. loss 가 낮아지므로 強度가 上昇한다고 보는 것이다. 고로 Blaine 과 強度의 關係는 Ig. loss 라는 因子와 항상 관련시켜 생각해 보아야 한다.

2. 重相關關係

Ig. loss 와 Blaine 의 強度(3일 압축)에 대한 重回歸直線을 보면 Ig. loss 의 方向係數가 Blaine 의 方向係數보다 一般的으로 큼을 알 수 있다. 前項에서 單相關係數를 檢討한 바와 같이 Blaine 의 변동이 強度에 대한 寄與度가 비교적 적음을 알 수 있다. 그러나 重回歸直線方程式을 보면 強



<그림—2> **Ig.loss 와 Blaine 및 強度(3일 압축)와의 관계**

度上昇에는 Ig. loss에 상응하는 Blaine의 絕對値를 보다 向上시키는 것이 有利하다. 예를 들면 投入되는 clinker의 Ig. loss가 1.0% 일 때 $z=177.1-14.5x$ 에서 $x=1.0$ 을 代入하면 $z=162.6$ (kg/cm²)이 나오며 이를 $z=153.1-15.8x+8.05\times10^{-3}y$ 에 代入하면 결국 $y=3.142$ 즉 Blaine 値로 약 3,140(cm²/g) 이상 유지해야 Ig. loss 1.0%에 상응하는 強度(3일 압축), 162.6kg/cm² 이상을 유지할 수 있다는 것이다.

3. 數量關係

1) Ig. loss(x)에 대한 Blaine(y)의 1次式은
$$y=2980.5+156.3x$$

2) Ig. loss(x)에 대한 強度(z)의 1次式은
$$z=177.1-14.5x$$

이상의 두 回歸 1次式으로부터 Ig. loss와 Blaine, Ig. loss와 強度의 數量關係를 다음과 같이 要約할 수 있다.

즉 Ig. loss가 0.2% 上昇하면 Blaine은 약 32 cm²/g 上昇하고 強度(3일 압축)는 약 3kg/cm² 低下한다.

두 回歸 1次式의 graph는 <그림—2>와 같은데 이 graph를 이용하여 現場에서 주어진 관측치에 대한 Ig. loss, Blaine이 強度에 미치는 영향을 쉽게 推定할 수 있다.

Ⅵ. 結 論

mill cement에 있어서 Ig. loss와 Blaine 및 強度(3일 압축)의 關係 또는 Ig. loss와 Blaine이 強度에 미치는 영향에 대해서 相關分析한 結果 다음과 같이 綜合할 수 있다.

1. Ig. loss와 Blaine이 強度에 미치는 영향

Ig. loss의 변동이 強度에 큰 영향을 미치고 Blaine의 변동은 비교적 영향이 적음을 알 수 있다. 그러나 強度를 올리기 위해서는 置場 clinker의 Ig. loss를 파악, 관리를 철저히 하여 投入될 Clinker의 Ig. loss를 적당히 낮추도록 하며 또 Ig·loss에 상응하는 값 이상으로 Blaine 値를 올리도록 努力하여야 한다.

2. 重回歸直線

Ig. loss와 Blaine의 強度(3일 압축)에 대한 重回歸直線을 다음과 같이 얻었다.

즉 $z=153.1-15.8x+8.05\times10^{-3}y$

이상의 결과는 주어진 데이터 다시 말하자면 日常的으로 얻어지는 데이터에 의하여 처리된 것이다. 實際 cement 強度에 영향을 미치는 것은 化學成分, 鑛物組成, 粉碎條件 등 많은 因子가 있으며 또한 서로 複合되어 있다.

이런 모든 因子를 고려한다는 것은 여기서 論外로 하고 이상과 같이 主要因子 몇가지에 대해서 分析檢討해 보는 것이 그런대로 效果가 있지 않을까 하며 앞으로도 이와 같은 방법으로 一定期間으로 試圖하여 보고자한다.