

IV-38 コンクリートの強度に及ぼす要因分析について

京都大学工学部 正員 工博 岡田 清
 〇 運 輸 省 正員 工修 佐佐木 毅
 京都大学工学部 正員 山田 昌昭

圧縮強度に限らず、コンクリートの品質の一つの特徴は、その変動がかなり大きいことである。その原因となるものは施工者、実験者の意識している因子のほかに誤差項と呼ばれる確率的な因子があり、それらが重なりあ、て全変動を構成している。筆者がモルタ供試体を用いて行な、た実験によると、練り混ぜる人が異なるだけで土木学会規準に従、ていても、そのために単なる誤差以上に強度差が起、たのである。

これと同じようにコンクリートの場合にも、配合、施工、養生によ、て影響を品質は一定でないのだから、それについての予測と判断はどうしても統計的な形に表わさねばならない。また、コンクリートの品質についての判断はこの変動を認めたまでなされるのであるから、施工にあた、て一般論を完全に信用することは危険であり、必ず実験によ、て確かめ、その後の実績に対しても検定してゆく必要がある。

1. 目的 以上の考えから、コンクリートを統計的に取扱、てゆく予備的な実験の意味と、実験を能率的にする手段として直交配列表の適用可能性を調べる意味から、 $L_{27}(3^3)$ 型の直交配列表を用いて実験した。

2. 実験 調べるべき要因と特性値として、ごく基礎的なつぎのものを送る。

特性値 (i) 圧縮強度

(ii) 動弾性係数

(iii) 空気量

(iv) スランプ

(x) 骨材を粒径によ、て4種に分類し、 S_1, S_2, G_1, G_2 とする。

要因 (i) 要因 A : セメント水比 C/W

(ii) 要因 B : 単位セメント重量

(iii) 要因 C : $G_2^{(x)}$ の骨材全量にたいする容積百分率

(iv) 要因 D : $S_1^{(x)}$ "

(v) 要因 E : $S_2^{(x)}$ "

(vi) 要因 F : ビンソー ル 20(%) 溶液のセメントにたいする重量百分率

(vii) 要因 G : 練り混ぜ時間

(viii) 要因 H : セメントの種類(2種類 M, N)

S_1 : 粒径 $0 \sim 1.2^{mm}$
 S_2 : 粒径 $1.2 \sim 5.0^{mm}$
 G_1 : 粒径 $5.0 \sim 15^{mm}$
 G_2 : 粒径 $15 \sim 25^{mm}$

供試体: $\phi 7.5 \times 15^{cm}$ シリンダー。試験条件: 2週。養生: $20^\circ C$ 恒温室水中養生。

要因の水準と列への割りつけを表-1, 2 に示す。

表-1

要因	水準	1	2	3	摘要
A	C/W	2.15	2.00	1.85	
B	セメント量	300	350	400	kg
C	G_2	15	20	25	%
D	S_1	20	25	30	%
E	S_2	5	10	15	%
F	ビンソー ル 量	0	0.045	0.090	%
G	混ぜ時間	2	3	4	分

表-2

列番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
成分	a	b	a	a	c	a	a	b	a	a	b	a	a
			b	b ²		c	c ²	c	b	b ²	c ²	c	b ²
割りつけ	A	B	A ² B	A ² B	C	D	E	B ² C	F	G	B ² C	R ² S	S ² C
			交互	作用								誤差項	

実験は3回(I,II,III)繰返し、I,IIにはセメントMを、IIIではNを用い、1バッチから供試体5本をとった。

3. 結果と考察 圧縮強度、空気量、スランプの分散分析表を表-3, 4, 5に示す。=と表われている平方和、分散は実際の値の1/100である。直交多次式による圧縮強度の推定は表-6, 7の通りである。圧縮強度については、有意な要因についてのみその効果を図示すると図-1となる。

これによると%Wとビンゾール(空気量)の強度への影響が圧倒的に大きい。%W以外の要因を水準2に定めたとし、 σ_4 と%Wの関係は標準示す書の式とほぼ一致する。寄与率を計算すると、%wが26(%)、ビンゾール19(%)、誤差項20(%)、その他が小土壌交互作用となる。

表-3 圧縮強度・要因分散分析表

要因	偏差二乗和	自由度	分散
A	2872.65	2	1436.32**
B	150.13	2	75.06**
C	133.91	2	66.95**
D	175.05	2	87.52**
E	121.75	2	60.87**
F	2030.08	2	1015.04**
G	62.67	2	31.33*
A×B	121.95	4	30.49**
B×C	306.50	4	76.62**
R	663.02	2	
S	28.22	2	
S_T	6665.93	26	
H	12.12	2	6.06
A×H	248.57	4	61.64**
B×H	42.65	4	10.66
C×H	312.10	4	78.02**
D×H	353.26	4	88.31**
E×H	632.07	4	158.01**
F×H	81.56	4	20.39*
G×H	28.40	4	7.10
A×B×H	149.01	8	18.62*
B×C×H	276.72	8	34.59**
R×H	118.48	4	
S×H	203.11	4	
S_T'	9123.96	80	
S_E	1698.88	324	8.07
S_T	10822.84	404	

表-4 空気量・要因分散分析表

要因	偏差二乗和	自由度	分散
A	16.47	2	8.24
B	40.56	2	20.28**
C	7.66	2	3.83
D	60.50	2	30.25**
E	3.64	2	1.82
F	260.93	2	130.46**
G	2.42	2	1.12
A×B	16.87	4	4.22
B×C	17.38	4	4.34
R	3.97	2	
S	1.94	2	
S_T'	432.16	26	
S_E	99.00	54	
S_T	531.16	80	

表-5 スランプ・要因分散分析表

要因	偏差二乗和	自由度	分散
A	587.33	2	293.67**
B	2341.28	2	1170.64**
C	2.19	2	1.09
D	40.62	2	20.31
E	48.02	2	24.01*
F	165.99	2	82.99**
G	15.12	2	7.56
A×B	90.38	4	22.59
B×C	21.19	4	5.50
R	104.86	2	
S	11.02	2	
S_T'	3427.98	26	
S_E	229.74	54	
S_T	3657.72	80	

表-6 直交多次式次数の検定 (α=1)

要因	偏差二乗和	度数	分散
A	2872.65	1	2868.14**
		2	4.57
B	150.13	1	122.94**
		2	27.19
C	133.91	1	28.35
		2	105.56**
D	175.05	1	167.60**
		2	7.45
E	121.75	1	92.58**
		2	29.17
F	2030.08	1	2025.02**
		2	5.04
B×C	306.50	1	10.21
		2:2	209.71**
		1:2	0.31
		2:1	86.10
誤差	4848.16		

表-7 直交多次式の検定 (α=2)

要因	係数	信頼限界	函数形
μ	1	±0.4	230.3
A	217.3	±38.0	217.3(A-20)
B	-0.13	±0.11	-0.13(B-350)
C	-0.43	±0.39	-0.43[(C-20) ² ×5%]
D	-1.58	±1.14	-1.58(D-25)
E	1.17	±1.14	1.17(E-10)
F	608.0	±28.4	608.0(F-0.045)
B×C	-0.02	±0.01	-0.02[(B-350)×(C-20)×5%]

図-1 要因効果図

