

V-236

衝撃荷重によるフレッシュモルタルの変形に関する基礎研究

日本セメント(株) 正会員 下山善秀

1. まえがき

レオロジーによるフレッシュコンクリートの変形に関する研究は、従来より経験的に行なわれてきた施工技術を理論的に検討するための基礎となる。特にコンクリート施工の省力化を図る上で、フレッシュコンクリートの静的、動的及び衝撃等の荷重による変形を予測することは、きわめて重要である。

比較的軟練りのフレッシュコンクリートまたはモルタルは、ビンガム体として扱うことができ、そのレオロジー定数である降伏値を主に使用して、静的及び衝撃荷重による変形を検討した研究成果はこれまでにいくつか報告されている。しかし、比較的硬練りのそれらは、粉体または粒状体としての性状が強くなるのでビンガム体としては扱いづらい。そこで、粘着力 C や内部摩擦角 ϕ で物性を表わすことができる粉粒体として扱うことが試みられており、静的荷重による変形を検討した結果も比較的良く予測できることがわかった。

本文は、比較的硬練りのフレッシュモルタルについて、その衝撃荷重による変形であるフロー値(JIS R 5201:1979)の α -試験)を例にとり C 及び ϕ を用いてレオロジー的に検討した結果について報告するものである。

2. フロー値の推定方法

図-1に示すように n 回目のテーブル落下時に生ずるフローコン底面部の薄層扇形要素に発生する応力は、自重及び衝撃加速度 α による σ_x とテーブルと試料間に作用する摩擦抵抗により生ずる水平応力 σ_r とせん断応力 τ_{xr} とが考えられ、それぞれ次式で与えられる。ただし、 σ_x の項の n は、 α が瞬時に消失し変形が途中で終わってしまうので各回ごとの加算で近以することによるものである。

$$\sigma_x = W(1 + nK\alpha/g) / \pi Rn-1^2 \quad \dots (1)$$

$$\tau_{xr} = A \times \sigma_x + B \quad \dots (2)$$

$$\sigma_r = \tau_{xr} Rn-1 / 2 Hn-1 \quad \dots (3)$$

W : モルタル試料重量、 $Rn-1$: $n-1$ 回目のフロー半径

K : モルタルのコンシステンシーによって定まる係数

g : 重力加速度

$A \cdot B$: 斜面試験より求まる摩擦抵抗を求める定数

$Hn-1$: 変形前後体積一定で求めた場合の $n-1$ 回目のみかけの高さ(円柱として計算)。

従って薄層扇形要素内の各断面におけるせん断応力 τ と、垂直応力 σ は、図-2のようなモルタルの応力円で示される。変形は、クーロン式 $\tau = C + \sigma \tan \phi$ に接する条件で求め、その時の垂直応力 σ_1 は、(4)式でまたフロー半径 Rn は(5)式でそれぞれ与えられる。

$$\sigma_1 = 2 \times b - \sigma_r \quad \dots (4)$$

$$Rn = Rn-1 \sqrt{\sigma_x / \sigma_1} \quad \dots (5)$$

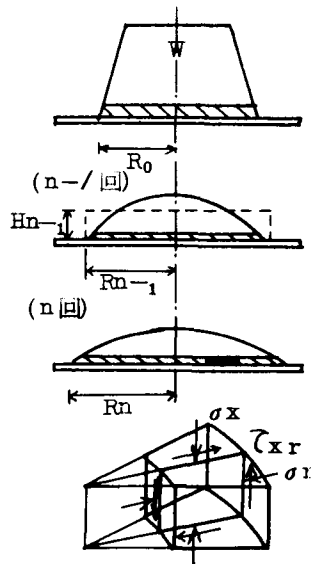


図-1 薄層扇形要素の応力

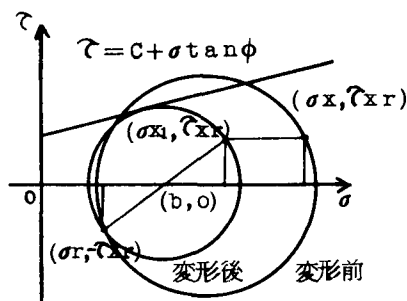


図-2 変形前後モルタルの応力円

3. 試験概要

(1) 使用材料及び配合：普通ポルトランドセメント及び比較的細かい川砂（ $\rho_s=2.52, F.M=1.83$ ）を使用して表-1に示す7配合条件のモルタルにて試験を実施した。

(2) 試験項目及び方法：モルタルのC及び ϕ は、試料容器の寸法が内径10 cm内高6 cmのモルタル用一面せん断試験機を使用して求めた。試験は、せん断速度を1 mm/min、垂直応力を自重を含めて約10～35 gf/cm²間の4段階で実施し、各垂直応力の初期せん断すべり部の応力を打点し、最小2乗法にて回帰直線式を求めその勾配及び縦軸との交点縦距より、それぞれ ϕ とCを求めた³⁾。

底面部の試料とテーブル間の摩擦抵抗応力は、図-3に示す斜面試験により求めた。可傾テーブル上に底なしの型枠を使用して試料を詰め、徐々にテーブルを傾斜させて動き出した角度（ θ ）で1 mm以上動いた角度を測定し、その斜面に沿う分力（抵抗せん断応力）を計算した。なお、試験は、4種類の型枠高さのものについて実施し、横軸に垂直応力、縦軸に摩擦抵抗せん断応力を取り、結果を打点し最小2乗法により(2)式のA及びBを求めた。

フロー試験は、JIS R 5201に準じて行い各落下ごとにフロー値を測定した。

4. 試験結果及び考察

一面せん断、斜面及びフロー試験の結果を表-2に示す。表中の（）は前記2に従って計算した推定値を示す。以上より、若干の差はあるが $k\alpha/g$ が0.3～1.0の範囲で推定値と実測値とがよく一致していることが認められる。このことは比較的硬

練りのフレッシュモルタルの衝撃荷重による変形の予測を静的荷重の変形予測と同様の手法で検討することが可能であることを示すものであると考えられる。

終りに、本研究において御指導いただいた都立大学村田二郎教授に深く感謝の意を表します。

参考文献：

- 1) 村田、下山「静荷重によるフレッシュコンクリート変形」昭和51年セメント技術年報
- 2) 村田、鈴木、田中「繰り返し衝撃を受けるフレッシュモルタルのレオロジー」昭和58年セメント技術年報
- 3) 下山、鈴木、大作「静的荷重によるフレッシュモルタルの変形に関する基礎研究」昭和60年土木学会第40回年次講演会

表-1 モルタルの配合

配合No	配合条件		単位量 (kg/m ³)		
	W/C (%)	S/C	C	W	S
1	50	2.50	560	280	1400
2		2.36	570	285	1346
3		2.10	606	303	1273
4		2.00	620	310	1242
5		1.86	642	321	1197
6	60	2.73	500	300	1363
7		2.42	533	220	1288

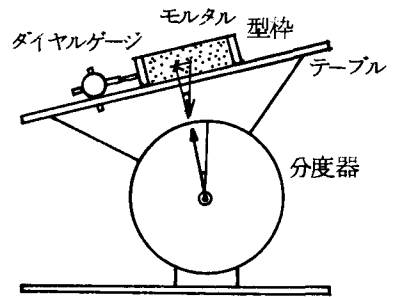


図-3 斜面試験装置

表-2 試験結果

配合 No	物 性 値			斜 面 試 験		フ ロー 試 験 (mm)					
	ρ	C	ϕ	A	B	$n=0$	4	8	12	15	E_{α}/g
1	205 (9/cm)	8.08 (9/cm)	36.2 (°)	0.135	0.922	100 (100)	111 (100)	117 (115)	123 (124)	128 (128)	0.8
2	205	6.06	29.6	0.120	0.879	101 (100)	114 (104)	123 (121)	130 (131)	135 (136)	0.5
3	207	4.66	26.5	0.108	0.744	105 (100)	125 (126)	140 (143)	151 (152)	159 (158)	0.7
4	207	4.15	18.5	0.091	0.587	106 (100)	129 (127)	145 (146)	157 (158)	166 (165)	0.4
5	208	1.60	16.8	0.119	0.174	111 (141)	140 (158)	158 (170)	170 (177)	179 (181)	0.3
6	202	7.73	28.1	0.137	0.709	103 (100)	117 (110)	128 (127)	137 (136)	143 (141)	0.8
7	204	4.31	24.8	0.131	0.299	108 (100)	132 (140)	151 (154)	164 (161)	172 (164)	1.0