

鳥取大学 正員 西林新蔵
 “ 木山英郎
 “ 学員 O 吉田和正

1. まえがき

本研究は、フレッシュコンクリートのレオロジー的性質を検討するための一連の研究の一環として、三軸試験機を用いて、コンクリートの変形・破壊の挙動を考察したものである。

2. 実験概要

(a) 試料：実験は、ペーストを基準に、モルタルにおける骨材の種類・骨材量 C/S ・水セメント比 W/C の影響を検討するものと、骨材粒径の影響を検討するものから成っている（配合条件を表-1 に示す）。試験開始は水注入後 6 分経過時とした。

(b) 測定：三軸試験機は土質試験用のものをフレッシュコンクリート用に改良したもので、三軸室と各検出器の関係は図-1 に示す通りである。試験は非排水条件で、まず側圧 σ_3 を一定値に設定した後、一定の軸変位速度 $\dot{u} = 1 \text{ mm/min}$ ($\dot{\epsilon} = 0.01/\text{min}$) で載荷する方法をとり、軸圧 σ_1 が最大値を示すまで計測した。

(c) 測定結果の整理：同一配合につき 3 試料 ($\phi 5 \times 10 \text{ cm}$) を使い、側圧を 3 水準 (1, 2 および 3 kg/cm^2) にとってそれぞれに対する最大軸圧を求め、モール・クーロンの破壊仮説に従って内部摩擦角 ϕ と粘着力 C を解析した。このとき、間隙水圧 $\Delta\sigma$ を用いて $(\sigma_1 - \Delta\sigma)$ 、 $(\sigma_3 - \Delta\sigma)$ の有効応力でモール・クーロンの構成する予定であったが、 W/C が主要な因子であるために予じめ循環水を送水することが許されず、そのため間隙水圧の測定に所期の精度が得られなかった。したがってここでは、全応力表示によるモール・クーロンの破壊条件式の係数としての ϕ と C について考察した結果を報告する。

3. 結果の考察

図-2 および図-3 は、 ϕ 、 C に対する骨材の種類・ W/C および C/S の影響を示し、図-4 および図-5 は、それぞれ天然砂 (N) および造粒型人工軽量骨材 (L) の粒径が ϕ 、 C におよぼす影響を示す。

(a) 内部摩擦角 ϕ ：(i) ペーストの ϕ は W/C によって変化せず、モルタルの ϕ は W/C の増加とともに減少し、とくに $W/C = 30 \sim 35$ % 間における減少は著しい。(ii) 骨材率 $C/S = 1/1$ では骨材の種

表-1 配合条件

1) ペースト (P)		$W/C^* = 30 \sim 45 (\%)$			
2) モルタル: 骨材種類・骨材量・水セメント比の影響					
		C/S ^{**}	W/C (%)	C/S	W/C (%)
標準砂	(MS)	1/1	30~55	1/2	45~65
天然砂	(MN)		30~50		40~65
造粒型 A.L.A	(ML)		30~55		45~65
非造粒型 A.L.A	(MU)		30~55		40~65
3) モルタル: 骨材粒径・水セメント比の影響					
		C/S	W/C (%)		W/C (%)
2.5 mm 以上	1/1	MN	30~45	ML	30~45
1.2 ~ 2.5 mm			30~45		30~45
0.6 ~ 1.2 mm			30~45		35~50
0.3 ~ 0.6 mm			30~45		40~55
0.6 mm 以下			35~45		45~60

* 5% さかみ ** セメント砂量比

表-2 測定項目

項目	検出器	性能	
		フルスケール	最小目盛*
1) 軸圧 σ_1	ロードセル	5000 or 500 kg	2.5 kg
2) 側圧 σ_3	圧力セル	20 or 10 kg/cm^2	0.05 kg/cm^2
3) 間隙水圧 $\Delta\sigma$	"	20 or 10 kg/cm^2	0.05 kg/cm^2
4) 軸変位 u	差動変位型電圧計	25 or 10 mm	0.05 mm
5) 体積変化 ΔV	"	500 or 200 cc	1 cc
5) 排水量 $\Delta V'$	"	排水時 100 cc	0.5 cc

* 打点式記録計 (200 mm 中) の 1 mm 当りの量

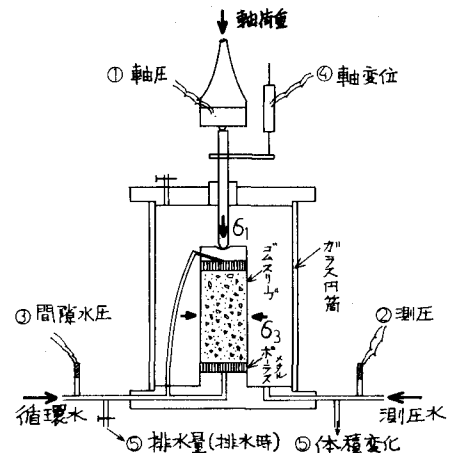


図-1. 三軸室と検出器

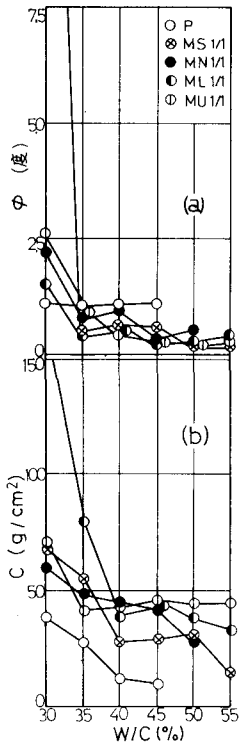


図-2 骨材種類の影響
($c/s = 1/1$)

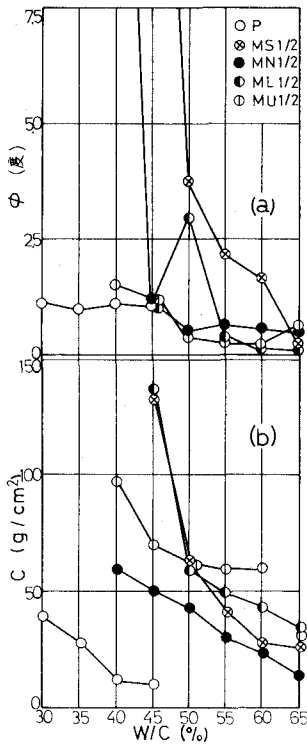


図-3 骨材種類の影響
($c/s = 1/2$)

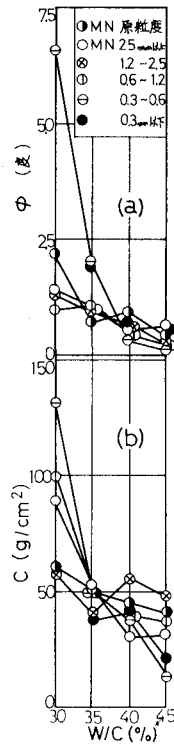


図-4 骨材粒径の影響
(天然砂)

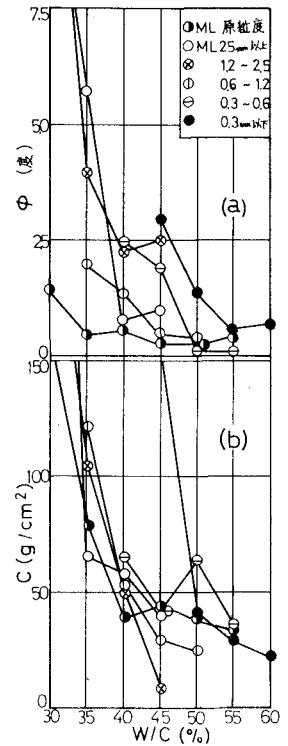


図-5 骨材粒径の影響
(荒粒度 A.L.A.)

類による ϕ の差は大きくない。しかし $c/s = 1/2$ では、 $1/1$ に比べて全体に ϕ が大きくなるとともに、骨材の種類による差が顕著になる。とくに標準砂モルタルの ϕ が大きい。(iii)単一粒度モルタルが示す ϕ は原粒度モルタルの ϕ より大きくなる傾向が強い。(iv)同一粒径でも骨材の種類によってモルタルの ϕ は異なり、粒径による差は N より L の場合が著しい。粒径 0.6 以下の細粒度骨材モルタルの ϕ は大きく、 W/C による変化も著しい。

(b) 粘着力 C : (i)ペーストおよびモルタルの C は、 W/C の増加とともに、 $W/C \leq 40\%$ では急激に減少し、 40% 以上では減少は緩やかである。モルタルの C はいずれもペーストの C より大きく、 $W/C = 30 \sim 35\%$ で L がとくに大きな値を示す他は、骨材の種類による差は少ない。(ii) $c/s = 1/1$ から $1/2$ になると骨材種類による差がやや顕著になること、および W/C による変化が直線的になること以外は両者に大差はない。(iii)単一粒度モルタルの示す C は、同一粒径でも骨材の種類によって異なるが、原粒度モルタルの C とはほぼ等しい。ただ、粒径 0.6 mm以下の細粒度骨材のモルタルがやや大きな値を示す。

(c) 最後に、三軸試験の結果と、先の回転粘度計で得られた粘性率 η 、降伏値 τ' 等と比較するため、天然砂モルタルの場合のコンシステンシー曲線を示すと図-6のようである。

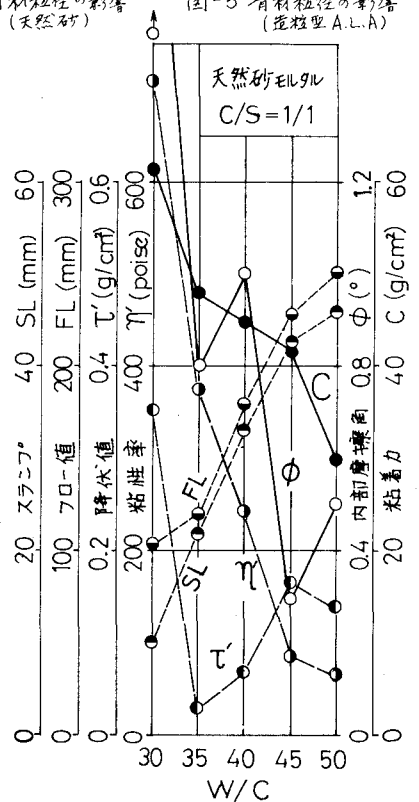


図-6 コンシステンシー曲線