

1. まえがき

著者は、既にスランプ12 cm 程度以上の軟練りコンクリートはビンガム体近似であることを明らかにし、二重円筒型回転粘度計による粘度測定法を確立して広範なコンクリート粘度測定を行い、その結果に基づいて塑性粘度および降伏値を簡易に推定できる粘度式および降伏値推定式を提示した¹⁾。しかしスランプ10cm程度以下の比較的硬練りのコンクリートの場合は粒状体効果が顕著となり、湿った土と同様に扱うのが適当とされ、その物性値は粘着力と内部摩擦角になるといわれている。

本研究は、硬練りコンクリートの変形解析に寄与するために、先ずフレッシュコンクリートの三軸圧縮試験方法を確立し、広範な実験を行って材料、配合条件から簡易に粘着力および内部摩擦角を推定できる推定式を提示することを目的としている。本文は、とりあえず「フレッシュコンクリートの物性値測定法についてのガイドライン(案)」(土木学会コンクリート施工研究小委員会、昭和61年)に従って、コンクリートのスランプ、水セメント比、単位水量等が内部摩擦角および粘着力に及ぼす影響について予備的に実験した結果の報告である。なお、本研究の実施については東京都立大学名誉教授、村田二郎博士の懇切なご助言を賜った。ここに記して深甚なる謝意を表する。

2. 実験方法

実験に用いた三軸圧縮試験機を図-1に示す。フレッシュコンクリートも土の場合と同様に間隙水圧が発生することが明らかになっているので²⁾、本試験では、間隙水圧が測定できるものを用いている。ひずみ速度を0.5 %/min.とし、非圧密非排水試験のひずみ制御方法によって試験を実施した。全応力および間隙水圧とも、供試体のひずみが15%のときの値を用いた。間隙水圧発生位置は供試体底部とした。

これは、越川らの研究成果²⁾を参考にして決めたものである。供試体の大きさは $\phi 10 \times 20$ cmでこれを包むゴムスリーブは厚さ0.75mmである。供試体を包むシリンドラはかなり軟練りの試料でも実験できるように二つ割れのモールドを用い、オートで固定

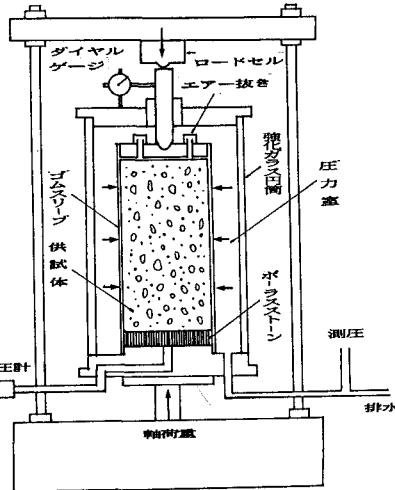


図 1 三軸圧縮試験機

表-1 示方配合表

水セメント比一定の場合	W/C (%)	s/a (%)	目 標 スランプ (cm)	単 位 量 (kg/m ³)				AE剤 (g/m ³)
				W	C	S	G	
	60	45	2	173	288	857	1051	使用せず
4			177	295	850	1043		
6			185	308	836	1026		
8			210	350	738	953		
		42	10	230	383	705	977	
スランプ一定の場合	スランプ (cm)	W/C (%)	s/a (%)	単 位 量 (kg/m ³)				AE剤 (g/m ³)
				W	C	S	G	
	4	50	43	190	380	767	1020	使用せず
		55	45	185	336	825	1012	
60		47	180	300	882	998		
セメント量一定の場合	スランプ (cm)	W/C (%)	s/a (%)	単 位 量 (kg/m ³)				AE剤 (g/m ³)
				W	C	S	G	
	4	50	43	150	300	841	1119	使用せず
		55	45	165	300	864	1060	
60		47	180	300	882	998		
水量一定の場合	スランプ (cm)	W/C (%)	s/a (%)	単 位 量 (kg/m ³)				AE剤 (g/m ³)
				W	C	S	G	
	2	50	41	165	330	777	1122	使用せず
		4	55	165	300	864	1060	
6		60	165	275	930	1020		
AEコンクリの場合	スランプ (cm)	W/C (%)	s/a (%)	単 位 量 (kg/m ³)				AE剤 (g/m ³)
				W	C	S	G	
	4	50	41	160	320	742	1071	96.0
		55	43	157	285	794	1058	85.5
60		45	152	253	848	1041	80.0	

*: Air 4%-定

した後、三軸室内に水を注入して側圧を加えたときモールドが割れて試料が自立できるシステムを採用している（図-2参照）。側圧はロードセルで読み、応力、間隙水圧および試料の変位をXYレコーダーで測定した。せん断応力 τ と垂直応力 σ の関係は式（1）で示されるが、ここでは、間隙水圧も考慮しているので有効応力を用いた式（2）も採用した。

$$\tau = C + \sigma \tan \phi \dots \dots \dots (1)$$

$$\tau = C' + (\sigma - \mu) \tan \phi' \dots \dots \dots (2)$$

ここに、 τ ：せん断応力 (gf/cm²)、 C ：粘着力 (gf/cm²)、 C' ：有効応力による粘着力 (gf/cm²)
 ϕ ：内部摩擦角 (°)、 ϕ' ：有効応力による内部摩擦角 (°)、 μ ：間隙水圧 (gf/cm²)

実験に用いたコンクリートの配合を表-1に示す。

2. 実験結果および考察

水セメント比を一定とし、スランプを2～10cmまで2cmピッチで変化させた場合の三軸定数の挙動を図-3に示す。粘着力および内部摩擦角ともスランプの影響を受けることが明らかとなった。なお、図-3その他には、式（1）を用いた全応力と有効応力による計算結果を併記している。図-4は、スランプ一定とし、水セメント比を50、55 および60% に変化させた場合の三軸定数の挙動を示したものである。その結果、粘着力は水セメント比の影響を受けることが示されている。内部摩擦角もある程度影響があることが示されている。図-5は、単位水量を一定とし、水セメント比を50、55 および60% に変化させた場合の三軸定数の挙動を示したものである。その結果、内部摩擦角はあまり影響を受けないが、粘着力はかなり影響を受けることが明らかとなった。

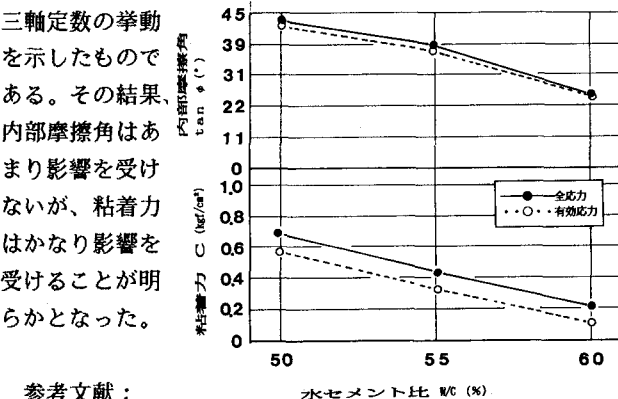


図4 水セメント比と三軸定数との関係
 (スランプ一定の場合、SL:4cm)

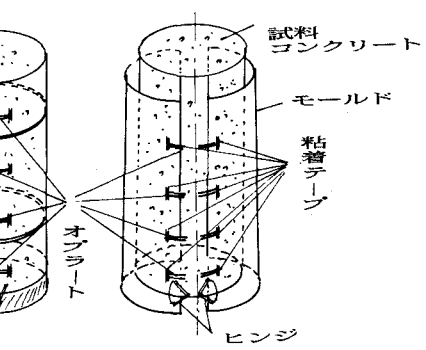


図2 試料自立装置

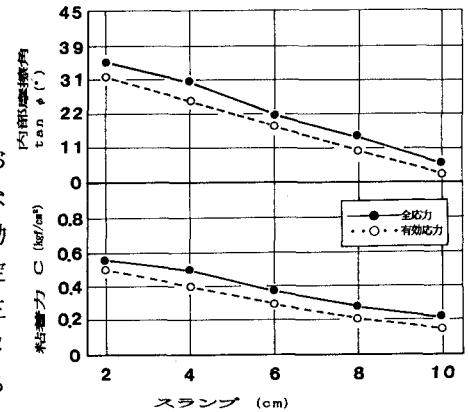


図3 スランプと三軸定数との関係
 (水セメント比一定の場合、W/C:60%)

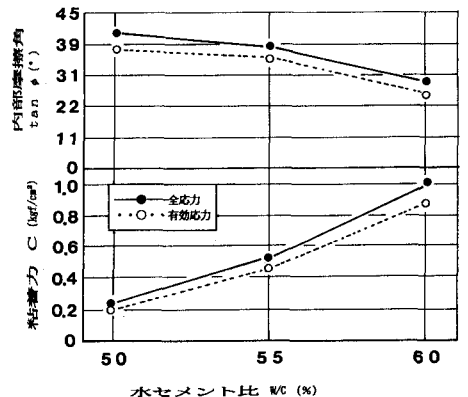


図5 水セメント比と三軸定数との関係
 (水量一定の場合、W:165 kg/m³)

参考文献：

- 1) Murata, J, Kikukawa, H;
 Viscosity equation for fresh concrete, ACI Materials Journal, Vol. 89, No. 3 May-June 1992, pp. 230~237.
- 2) 竹内、越川、伊藤：フレッシュコンクリートの三軸圧縮試験方法に関する研究。フレッシュコンクリートの性能とその施工への適用に関するシンポジウム論文集 pp. 1-6. 土木学会、昭和61年3月。