

鳥取大学 正員 ○吉野 公

鳥取大学 正員 西村 新蔵

鳥取大学 学員 前田 健文

1. まえがき 本研究は、フレッシュコンクリートに振動を与えた場合の挙動を解析することによって、コンクリートの材料分離や流動のメカニズムを解明し、あわせてワーカビリティを正しく評価するための基礎資料を得ることを目的として計画した。一般に、フレッシュコンクリートが外力を受け、場合、その流動はビンガム物体としての変形を呈すると仮定されている。ここでは、化学混和剤、特に流動化剤を用いたフレッシュコンクリート（本研究ではセメントペーストおよびモルタル）がビンガム流動を起こす時のレオロジー量、すなわち塑性粘性及び降伏値がどのように変化するかを検討し、化学混和剤のフレッシュコンクリートの流動に及ぼす影響を探ろうとするものである。

2. 実験概要 使用材料は、普通ポルトランドセメント、比重：2.60，F.M.：2.72の細骨材および化学混和剤（ボゾリスNL-4000，マイティFD，ボゾリスNo.70の3種）である。試料の配合条件として次に述べる条件を設定した。ペーストにおいては、水セメント比を35%と一定にするものと、水セメント比40%で混和剤無添加ペーストのフロー値（FL₀）を一定にするものの2水準、モルタルにおいては、砂量を30%（体積率）として、水セメント比38%とするものと、水セメント比が45%で無添加モルタルのフロー値を一定にするものの2水準である。試験方法は、まず容器に試料を満たし、その容器中央部に鋼球をセットする。無振動状態での試験では、糸を介して鋼球を引っ張り上げ、鋼球が容器の底部から5cmの位置より10cm移動するのに要する時間を測定する。振動状態では、振動機を作動させてから上述の方法で、鋼球が一定距離（10cm）を移動するのに要する時間を測定する。この二つの試験を練混ぜ後約30分以内に5～10分間隔で3～4回行なう。図-1は実験装置の概略を示したものである。

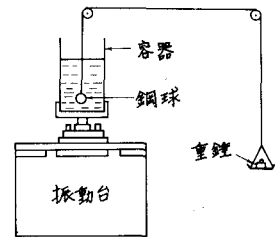


図1 実験装置

3. 実験結果および考察 本実験で得られた鋼球の平均移動速度（ v ）、球の引き上げ力（ F ）をそれぞれひずみ速度 $\dot{\gamma} (= 3v/2r)$ ，せん断力 $\tau (= F/4\pi r^2)$ （ r ：球の半径）に換算して $\tau - \dot{\gamma}$ 図（ $\dot{\gamma} = (\tau - \tau_f)/\eta_{pe}$ ）を描き、その直線の勾配の逆数から塑性粘性 η_{pe} ， τ 軸の切片から降伏値 τ_f を求めレオロジー特性値とし、各混和剤を添加した試料の時間経過に伴うレオロジー量の変化および混和剤間のレオロジー量の違いを水セメント比一定、フロー値一定のそれぞれの場合について考察を行なった。

a) 水セメント比一定 表-1に水セメント比を一定にして各化学混和剤を用いた場合の試験結果を示す。また、図2～図4はペーストにおける水セメント比一定の場合の $\tau - \dot{\gamma}$ 関係図の経時変化を示したものである。

各混和剤とも無振動、振動両状態において、10分以降は粘性がほとんど変化しない。また、練りあがり直後の

表-1 水セメント比一定における試験結果

	ペースト				モルタル			
	無振動状態		振動状態		無振動状態		振動状態	
	η_{pe} (Pa)	τ_f (Pa)	η_{pe} (Pa)	τ_f (Pa)	η_{pe} (Pa)	τ_f (Pa)	η_{pe} (Pa)	τ_f (Pa)
無添加	19	449	43	23	26	409	56	81
NL4000	10	30	7	11	5	82		
マイティFD	19	316	39	57	19	117	29	18
No.70	28	161	32	44	12	176	32	29

表2 フロー値一定における試験結果

	ペースト						モルタル					
	無振動状態			振動状態			無振動状態			振動状態		
	FL ₀ (mm)	η_{pe} (Pa)	τ_f (Pa)	FL ₀ (mm)	η_{pe} (Pa)	τ_f (Pa)	FL ₀ (mm)	η_{pe} (Pa)	τ_f (Pa)	FL ₀ (mm)	η_{pe} (Pa)	τ_f (Pa)
無添加	199	13	139	199	24	32	208	13	139	202	21	34
NL4000	210	9	147	221	11	67	202	12	171	204	20	74
マイティFD	209	16	160	213	31	56	203	17	261	193	37	44
No.70	216	13	182	228	23	71	212	12	190	214	31	25

粘性で10分以降の粘性では、10分以降の方がやや大きい傾向がみられる。降伏値は、無振動状態では、各混和剤とも時間の経過とともに大きくなるが、振動状態では、NL-4000においてほとんど変化せず、さらに、No.70, マイティにおいても無振動状態における降伏値の増加率に比べて振動状態における降伏値の増加率は小さい。上で述べた傾向はモルタルについても同様である。

次に各混和剤間の粘性、降伏値を比較すると、粘性はマイティを添加した試料とNo.70を添加した試料ではほぼ等しいが、NL-4000を添加した試料はそれらより小さい。このことモルタル、ペースト両者に共通することである。また降伏値は、ペーストについては、無振動、振動両状態ともNL-4000, No.70, マイティの順に大きくなる。混和剤を添加していない試料と比較すると、無振動状態では、混和剤の添加により降伏値は小さくなるが、振動状態ではほとんど影響が現われない。モルタルについては、NL-4000, マイティ, No.70 の順に降伏値が大きくなり、振動状態においても混和剤の添加による降伏値の減小が見られる。

b) フロー値一定 表-2 にフロー値を一定として混和剤を用いた場合の試験結果を示す。また図5~図6はモルタルにおけるフロー値一定の場合の τ - $\dot{\gamma}$ 図の経時変化を示したものである。

フロー値を一定とした場合の各化学混和剤の粘性への影響を比較すると、ペースト、モルタルとも無振動状態下では混和剤を添加した試料および無添加の試料それぞれの間にほとんど差は見られず、振動状態においては、No.70, マイティの方がNL-4000, 無添加よりもやや粘性が大きくなる傾向がある。降伏値は無振動状態、振動状態とも混和剤を添加した試料の方が無添加の試料に比べて大きくなる傾向が見られる。また、化学混和剤を用いた試料の時間経過による降伏値の増加率は、振動状態においては混和剤によって異なり、その大ききものから、No.70, マイティ, NL-4000の順となっている。しかし、無振動状態においては、混和剤による降伏値の増加率の違いはほとんど見られず、

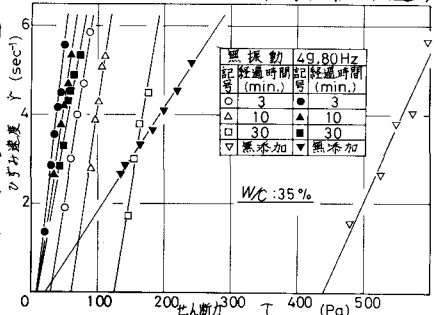


図1 NL-4000添加ペーストの τ - $\dot{\gamma}$ 図(水セメント比一定)

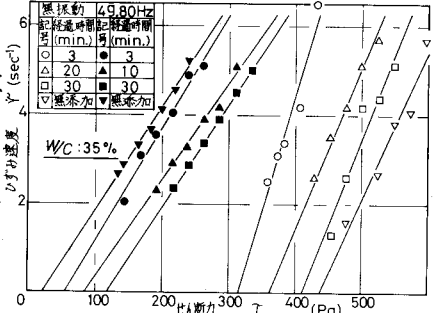


図2 マイティ添加ペーストの τ - $\dot{\gamma}$ 図(水セメント比一定)

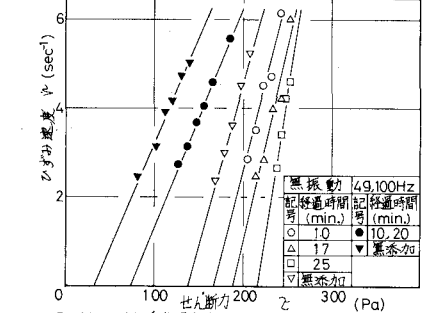


図3 No.70添加ペーストの τ - $\dot{\gamma}$ 図(水セメント比一定)

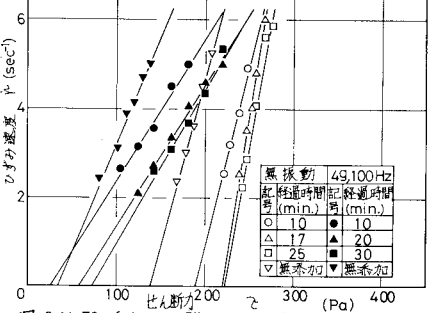


図4 NL-4000添加モルタルの τ - $\dot{\gamma}$ 図(フロー値一定)

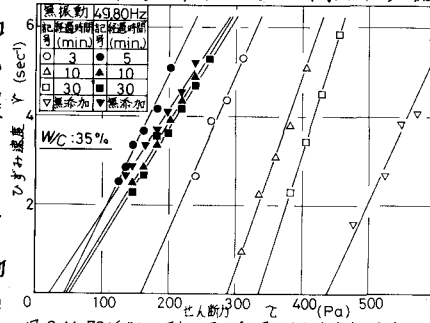


図5 マイティ添加モルタルの τ - $\dot{\gamma}$ 図(フロー値一定)

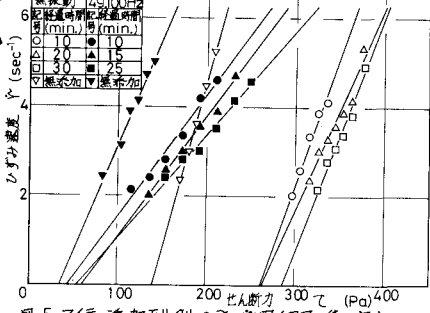


図6 No.70添加モルタルの τ - $\dot{\gamma}$ 図(フロー値一定)