

立命館大学 大学院 学生員 坂東 洋一
立命館大学 理工学部 正員 明石 外世樹
明石工業高等専門学校 正員 角田 忍

1. まえがき 近年,高流動化剤(以下S.P.と略す)を添加したコンクリートの研究が数多く報告されている。なかでもペーストおよびモルタルのレオロジーに関する研究は多いが,実験結果にバラツキが多い。この原因の一つに測定までに試料に加えられる攪拌履歴の影響が考えられる。本研究は, S.P.を添加したペーストおよびモルタルの流動特性を調べる際に生じるレオロジー量のバラツキの原因を解明するための基礎的研究である。

ここでは金属球引上げ型粘度計を用いて, ペーストの水和反応がない場合としてフライアッシュペースト(以下Fペースト), 次いでセメントペースト(以下Cペースト), 骨材の入る場合としてセメントモルタル(以下モルタル)についての練り混ぜ時間とレオロジー量との関係を実験的に検討したものである。

2. 実験概要 使用材料は, セメントは普通ポルトランドセメント, フライアッシュ(比重2.70, 粉末度9.6%), 細骨材はFM2.90の相馬産天然砂と豊浦標準砂を重量比で1:2に混合したものを使用した。またS.P.はナフタレン系のものでセメント重量の0.25, 0.5, 0.75%添加し, その添加時期は注水1分後とした。なおペースト, モルタルの水セメント比, 水フライアッシュ比はともに40%とし, モルタルの砂セメント比は1.5とした。実験装置を図-1に示す。実験方法はアイリッヒ型ミキサー(混合ろうと羽根との相対回転数:58rpm)で練り混ぜた試料を容器(内径15cm, 高さ15cm)に入れ, 直径1.92cmの金属球を可変モーターで引き上げ, 球の変位と抵抗をX-Yレコーダーに記録させた。なお試料の練り混ぜ時間は3, 6, 10, 30分と

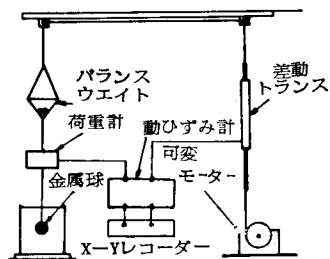


図-1 実験装置

し, またレイノルズ数が1より充分小さい値となるように球の引き上げ速度を0.7cm/秒以下とした。解析方法においてビンガム流体中の球のまわりの流れに関する解析は吉岡⁽¹⁾やAnsley⁽²⁾の研究があるが著者らは, Ansleyらの解析が妥当であると考え, セメントペーストにこれらの解析方法を適用した岸谷⁽³⁾の式(1)を用いて流動曲線を描き降伏値 τ_0 , 塑性粘度 η_p を求めた。

$$f/(7\pi r^2/2) = \tau_0(12U/7\pi r) + \tau_p \dots (1)$$

f : 抗力(N)
 U : 球の速度(m/sec)
 r : 球の半径(m)

3. 実験結果および考察 Cペースト, FペーストのP-ロート流下時間およびモルタルのフロー値の練り混ぜ時間による変化を図2, 3, 4に示す。Cペースト, FペーストいずれもS.P.の添加量が多いと練り混ぜ時間が長

くなるにつれて流下時間(秒)が短くなる。モルタルについても同様である。Cペースト, Fペーストおよびモルタルの練り混ぜ時間によるレオロジー量の変化

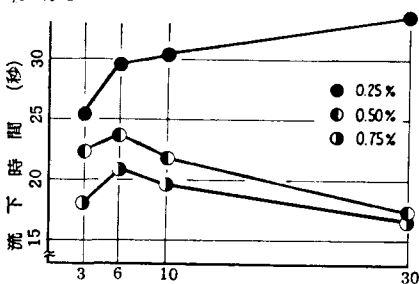


図-2 P-ロート流下時間の変化(C. ペースト)

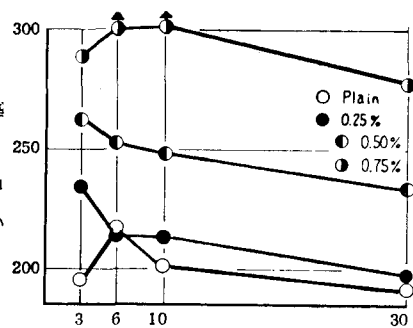


図-3 P-ロート流下時間の変化(F. ペースト)

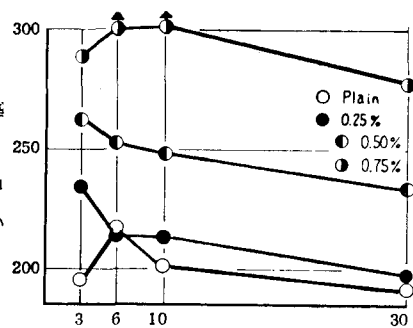


図-4 フロー値の変化

を図-5~10に示す。Cペーストのプレーンは η_{pl}, τ_y ともに6~10分まで減少するが10分以降安定している。S.P.を添加した場合もプレーンとほぼ同様である。

これはミキサーによる攪拌のため団粒構造が破壊され減少し、S.P.を添加した場合は余剰のS.P.が時間経過とともにセメントに吸着し分散効果があらわれなくなったものと考えられる。Fペーストに関してもS.P.を添加するとCペーストと同様の傾向が

みられることから水和の影響はあまりないと思われる。C, F両ペーストとも30分間練り混ぜると η_{pl} はS.P.の添加量に関係なく一定値に収束する傾向にあった。

一方モルタルに関しては、プレーンの場合

C, F両ペーストに比較して τ_y, η_{pl} ともに練り混ぜ時間の経過とともに急激に増加している。これは、本研究で用いたミキサーの性能では凝集構造の破壊に至らず構造粘性が増加したためである。S.P.を添加したモルタルは、練り混ぜ時間が30分に達してもS.P.の添加量に応じた分散効果がC, F両ペーストと比較して顕著にあらわれている。またC, F両ペーストは練り混ぜ時間が10分までは減少しながら一定値に近づくのに対して、S.P.を添加したモルタルは増加しながら6分以降に τ_y, η_{pl} の値が安定する。これは分散媒であるペーストのレオロジー量が平衡状態になるためである。本研究では一回の測定に2分程度要しているため、その間に構造が再び形成されている可能性はあるが、攪拌時間とレオロジー量との関係は十分に表していると考えられ、以上よりS.P.を添加したペーストおよびモルタルのレオロジー量を測定する際、ミキサーの練り混ぜ性能や水和にも影響されるが、10分以上練り混ぜれば平衡状態になるものと思われる。

4. まとめ

- (1) レオロジー量の測定には10分程度の攪拌が必要である。
- (2) モルタルのレオロジー量は骨材の混入による凝集あるいは接触による影響が大きくペーストのレオロジー量のみで判定しにくい。

参考文献

- (1) 吉岡他：化学工学 35-10 1144 (昭和46.10月)
- (2) R.W. Ansley他：AICHE J. Vol.13 No.6 1967 1193-1196
- (3) 岸谷他：第3回コンクリート学会年次講演会講演集 1981 33-36

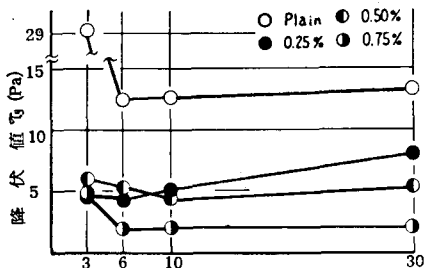


図-5 練り混ぜ時間と τ_y の関係 (C. ペースト)

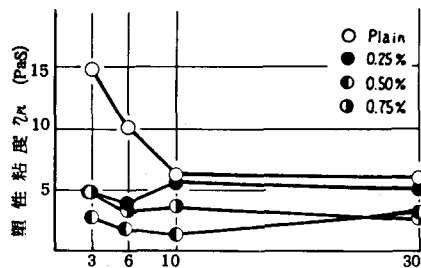


図-6 練り混ぜ時間と η_{pl} の関係 (C. ペースト)

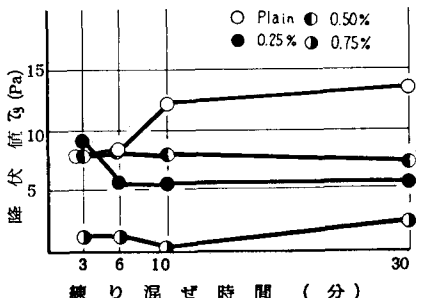


図-7 練り混ぜ時間と τ_y の関係 (F. ペースト)

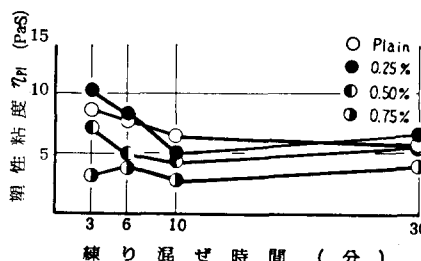


図-8 練り混ぜ時間と η_{pl} の関係 (F. ペースト)

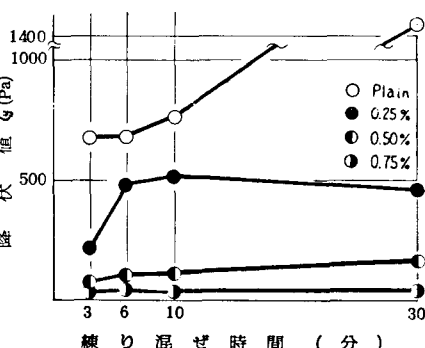


図-9 練り混ぜ時間と τ_y の関係 (モルタル)

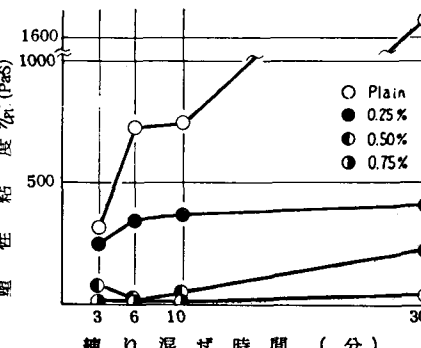


図-10 練り混ぜ時間と η_{pl} の関係 (モルタル)