

愛知工業大学 正員 久保直志

森野奎二

〇津幡健一

(1) まえがき

プレパクトコンクリートのグラウトのコンシステンシーの測定には、フローコーンによる方法が行われているが、この方法は簡単な測定方法ではあるが、継続して計測したり、攪拌中に適当な流動性に修正したい場合等には、やや不便である。そこで、更に簡単に流動性の測定ができる方法として粘度計を利用することを試みた。

粘度測定には、いろいろの方法があるが、われわれは細管法と回転法による方法を採用し、本文ではその測定が最も容易であった回転粘度計による結果を報告する。この回転粘度計では、セメントペーストとかモルタルのような、非ニュートン流体の真の粘度は測定することはできないが、グラウトの配合の変化とか、時間の経過に伴う流動性の变化状況の測定には、かなり鋭敏に反応を示した。

また、グラウトの混和材を変えて、たとえば、フライアッシュと焼成粘土微粉末、など、明らかに粘性が異なるものを使用した場合では、フローコーンによるフロー値が等しくなるように水量を加減しても、粘度計には、なお差異を示すなど、フロー試験ではみられないような粘性の状態をみることができた。なお、注入助剤など分散剤の効果はフロー値に現われるよりは、粘性の方に一層明瞭に現われた。その他、継続して測定したり、繰り返し使用できることから、偽凝結性のチェックとか、ブリー징の程度などを知ることに応用できた。

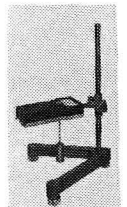
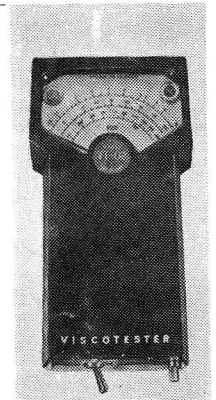
(2) 実験方法

粘度計：本実験に使用した粘度計はビスコメーターと称する連続指示方式の単一回転粘度計である。ローターの回転数は一定(62.5rpm)で、ローターの種類によって、ずれ速度は、4, 13, 50 sec^{-1} と変化するが、モルタルの粘性の範囲によって、13 sec^{-1} を使用した。粘度の測定範囲は0.3~4000 ポアズで、誤差は指示値の $\pm 10\%$ である。計測に必要な試料容積は300cc(市販のビーカー使用)で、測定時間は数秒間である。

実験はセメントペーストと注入モルタルにより行い、練り混ぜは高速回転ミキサーにより3分間攪拌した。最初に、この回転粘度計によって、ペースト(普通ポルトランドセメント、フライアッシュセメント、高炉セメント)はどの程度の粘度を示すかを調べ、合わせて時間の経過に伴う変化を記録した。

モルタルの配合は、普通セメント(C)+混和材(P)(フライアッシュ、焼成粘土、カオリナイト、酸性白土、水澤)に対して砂(FM=1.76の珪砂)を1:1で使用した。

$W/C+P$ は49~70%, $P/C+P$ は10~30%とした。以上の各種配合のモルタルについて、プレパクトコンクリート用フローコーンによるフロー値と、この粘度計による見かけの粘度とを比較検討した。



(3)実験結果および考察

(3)-1 セメントの粘度測定

$W/C=40, 50, 60\%$ のペースト（水道水使用、混和剤なし）の粘度測定結果を1図に示す。セメントの種類によって粘性が異なることを示している。 $W/C=40\%$ の高炉Cおよび、B種フライアッシュセメントでは、練り終り後、3分から10分の間に急速に粘度が高くなっているが、これは偽凝結の疑いのあることを示している。特にC種高炉セメントのグラフで、急速に粘度が高くなった後の水平区間は、研究を要する問題である。

(3)-2 フロー値と粘度との関係

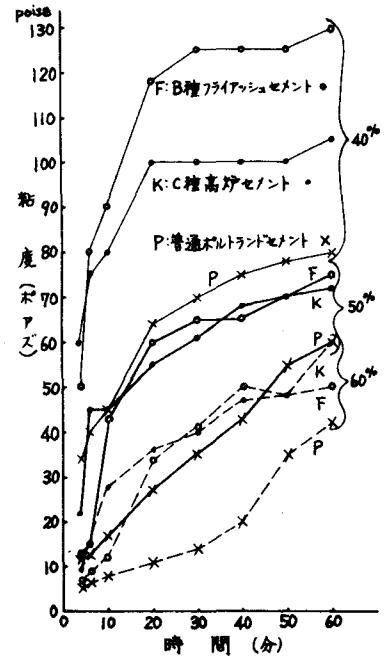
2図はフロー試験と粘性試験のすべての測定値をプロットしたものであって、各測点は $W/C+P$ 、 $P/C+P$ 、 $S/C+P$ 等の配合が異なっている外に、混和材の種類、分散剤の種類およびその有無などが、異なるグラウトの結果であって、これらの相違を無視して、フロー値と粘度との大略の傾向を求めたものである。

2図の結果を各配合系列別にみると、たとえば、 $F/C+F$ が一定で水量（ $W/C+F$ ）のみが異なる場合では、3図に示すようにフロー値と粘度とは高い相関関係をもっている。さらに混和材別にも、フライアッシュグループと焼成粘土グループなどそれぞれ独自のフロー値と粘度との関係を示すが、その関係は混和材の種類によってかなり異なる。3図に示すように同じフロー値の場合、フライアッシュでは混和率が増加するほど粘性は低下するが、粘土では混和率が増加するほど粘性は高くなる。

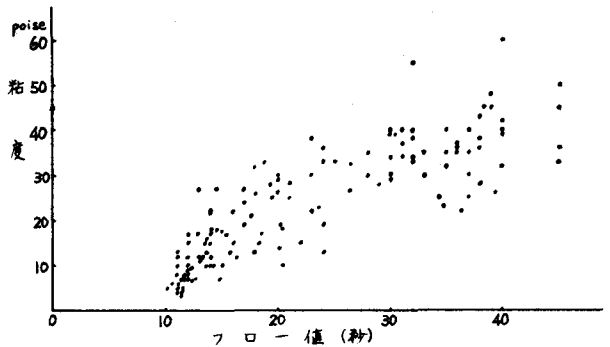
(3)-3 時間の経過に伴う粘性の変化

2, 3図の測定値は、グラウトの練り終り後、3分～5分の測定結果であるが、時間の経過に伴って粘性はどのように変化するかを、フロー値と比較しながら、混和材をフライアッシュ（ $F/C+F=20\%$ で $W/C+F=50$ と 55% ）と焼成粘土微粉末（ $P/C+P=20\%$ で $W/C+P=60\%$ ）について求めたものである。（4図）

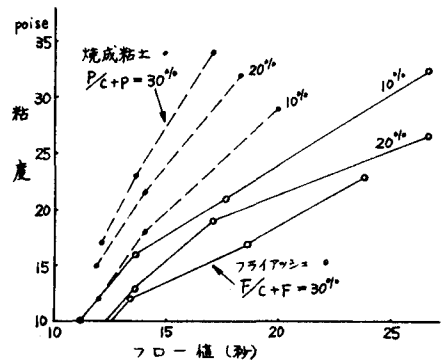
4図の測定値は、測定時間まで常に流動している状態での結果であり、試料を練りばちで、軽く練り混ぜ続けた。4図で時間の経過に伴う流動性の変化は混和材が、フ



1図 経過時間と粘度との関係



2図 フロー値と粘度との関係



3図 配合別のフロー値と粘度との関係

ライアッシュの場合では、時間が1時間経過すると、フロー値は5～8秒遅くなり、粘度は12～15ポアズ高くなる。一方、焼成粘土の場合では、フロー値が7秒差と上記と変らないが、粘度が40ポアズ差とフライアッシュの差よりは大きくなる。

フロー試験では、両混和材に流動性の差はみとめられないが、粘度試験では、練り終り直後にすでに、両混和材の測定値に差のあることは3図でみるとおりであるが、更にその差が時間の経過と共に増加する傾向があることを示している。

一般に注入モルタルの混和材として使用されているものはフライアッシュであるが、フライアッシュに関する

経過時間と粘度との関係は5、6

7図に示す。

5図は、試料が流動している状態では、攪拌後、20分から60分までは、フロー値、粘度共にほとんど変化しないことを示している。

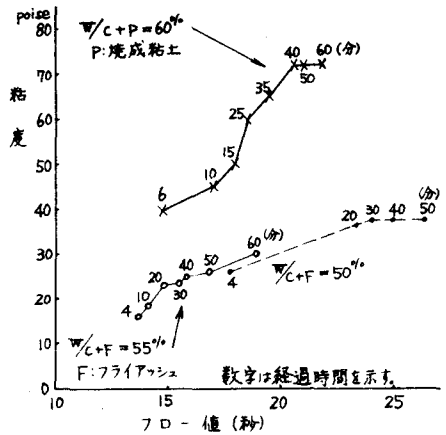
6図は、施工後、流水に対する抵抗などの参考になると思われるが、試料を静止した状態での、時間と粘性との関係である。 $W/C+F$ が同程度（即ち、フロー値もほぼ等しくなる）であれば、混和率が多少変っても粘性は同じ増加傾向を示す。

7図は $W/C = 70\%$ 一定の配合に、フライアッシュを10%、20%、30%と混和して得られる $W/C+F = 63, 56, 49\%$ の配合での結果であって、フロー値はそれぞれ11.4、16.8、30秒を示す。7図はこの場合の時間と粘度との関係である。混和率および水量が異なる場合に、40分位までは等しく粘性を増加しているが、その後、水量の多い63%では粘性の増加率は鈍る。

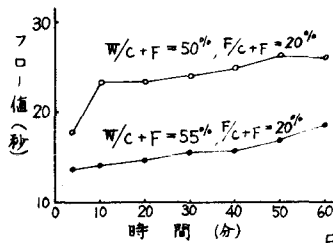
(3)ー4 注入助剤（分散剤）による粘性の低下

セメントに分散剤を使用すると、グラウトなどのフロー値が良くなることは、周知のことであるが、フロー値の低下以上に、粘性の低下が著るしいことが8図によって明らかである。

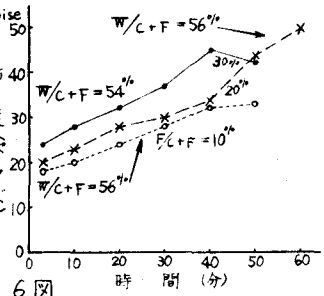
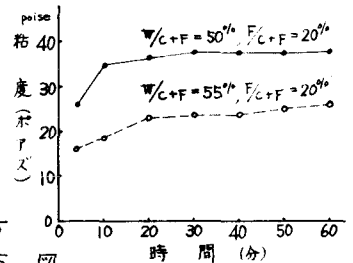
8図では、注入助剤を使用していない配合に、注入助剤のみ入れた場合のフローおよび粘度の低下状態を示しているが、



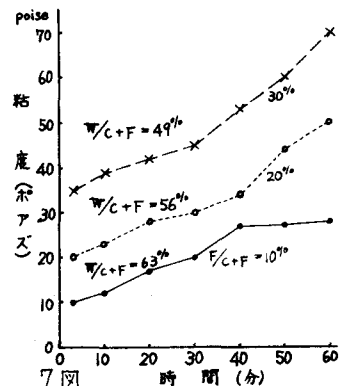
4図 時間の経過に伴う流動性変化



5図



6図

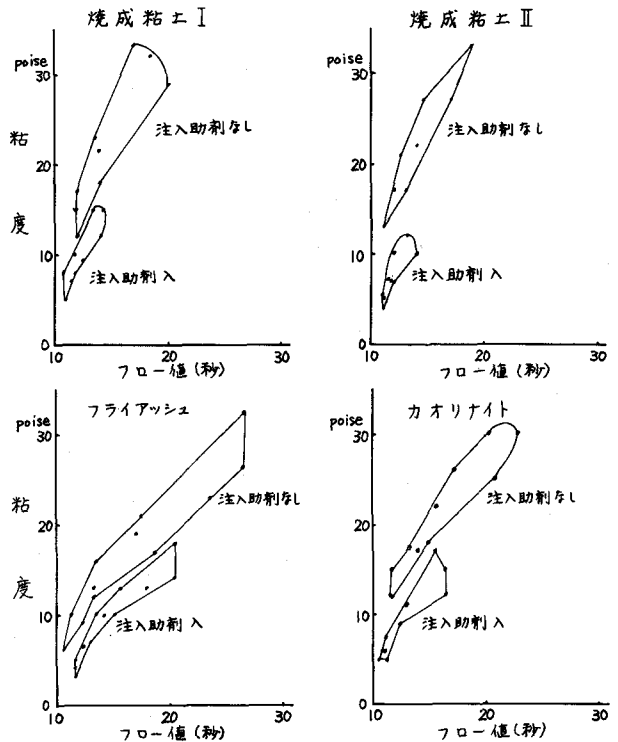


7図

フロー、粘度の関係が、助剤を使用しないときの関係よりも下側に来ていることは、粘性の低下がフローの低下より以上に顕著であることを物語っている。しかもフローに対して粘度が高く現われていた、焼成粘土などに分散剤の効果が著るしく現われて、混和材の種類によって、フローと粘度との関係に、それぞれ独自の関係を持っていたものが、その差を縮小した。

流動性が良くなると使用水量を減少しうるので W/C を小さくすることができ、その程度を両試験の結果から推定すると、1表のようになる。

1表によると、分散剤の効果による $W/C+P$ の減少は、フロー試験では、3～5%程度であるが、粘性試験によると7～9%位が可能である。



8 図 注入助剤 (分散剤) による粘性の低下

(4) まとめ

本実験で使用した回転粘度計は、非常に簡単な装置のものであったが、グラウトの流動性状の1つを、相対的には捉えることができたと思われる。

特に、混和材および砂の使用率が一定で、水量 (即ち $W/C+F$) のみ変化する場合には、フローと粘度とは、高い相関関係を示した。このことは砂の表面水などが変動する現場の施工管理には有効であるように思われる。

また、時間の経過に伴うグラウトの流動性の変化状態なども、測定値に鋭敏に現われた。

分散剤の効果を調べる場合には、フローコーンによるよりはビスコテスターによる方が、より正確にその変化を捉えることができた。

1表 分散剤による水量の減少		フロー試験によって減らしうる $W/C+P$ (%)			粘性試験によって減らしうる $W/C+P$ (%)		
		10	20	30	10	20	30
混和材	測定方法						
	混和率						
	フライアッシュ	3	3.5	3	9	8	5
	焼成粘土 I	4	4	4.5	9	8	7
	焼成粘土 II	4	5	8	9	12	14
	カオリナイト	3	3.5	4	9	8	7