

セメントペーストの三軸圧縮試験について

名城大学 学生員 ○ 早川 渉

フェロー 菊川 浩治

1. まえがき

フレッシュコンクリートのレオロジー挙動を調べるためにレオメーターその他によるレオロジー解析が行われており、試料の流動が滑らかな軟練りコンクリートの場合にはこれらの測定機器を用いてレオロジー量を求めることが可能である。しかし、コンシステンシーが不良ないわゆる硬練りコンクリートでは、回転粘度計内部の試料が十分に流動せず測定が困難となる。そのため、硬練りコンクリートでは三軸圧縮試験機を使用してフレッシュコンクリートの粘着力及び内部摩擦角を調べることでコンクリートの性質をレオロジー的に把握する必要がある。本研究は、その第一段階として、練り混ぜ直後のセメントペースト(水セメント比30%, 35%, 40%)の三軸圧縮試験を行い配合要因(W/C%)及び材齢(0時間, 2時間, 4時間)の変化が、三軸圧縮試験によって得られる粘着力及び内部摩擦角に及ぼす影響を調べたものである。

2. 実験概要

試料の練り混ぜ方法・スピード・時間は試料の均質性・粘度・挙動などに関係し、その観察される粘着力・内部摩擦角に大きな影響を及ぼす。今回の実験では、練り混ぜにオムニミキサーを使用した試料(練り混ぜ回転速度 250 rpm, 練り混ぜ時間 2 min)を用いて、三軸圧縮試験を行った。三軸圧縮試験は、図-1に示すような三軸圧縮試験機を用い、試料温度 20℃のセメントペースト供試体(φ10×18.5 cm)の三軸圧縮試験を行った。粘着力は、鉱物粒子間に働く凝集力・吸着力といった物理科学的な力とその接触点における凝結作用で構成され、内部摩擦角は、同点における転がり摩擦・滑り摩擦といったかみ合わせにより構成される。

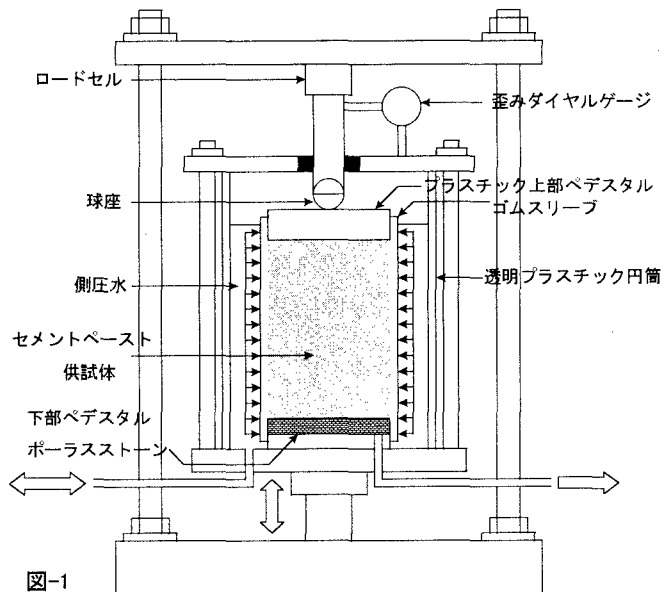


図-1

したがって、ひずみ速度の変化による粒子抵抗の変化は、粘着力及び内部摩擦角に影響を及ぼすと考えられる。ゆえに、他者の実験結果との整合性を考慮し、過去の文献よりひずみ速度は1%/minとした。また、三軸水槽室内部の試料容器への試料の詰め込みは、試料を三層に分け各層毎に突き棒により25回突き固める方法を採用した。水セメント比が重要なパラメータであるコンクリートにおいては、三軸圧縮試験機への供試体の据え付け後にバックプレッシャーをかけ試料を飽水状態とすることができず、間隙水圧の測定は非常に困難となるため排水試験とした。粘着力及び内部摩擦角はモールの包絡線より求めるのであるから、粘着力及び内部摩擦角の小さいセメントペーストに対して余り大きな側圧を設定することは適当でないし、小さすぎても試験誤差が大きくなり易い。しかし、今回の実験では、水セメント比が30%を超える軟練りのペーストを取り扱うため三軸水槽室内部で供試体を自立させることが非常に困難であり自重による自然破壊が起こってしまう。そのため、側圧に若干高めめの 0.098 / 0.196 / 0.294 MPaを採用した。

3. 実験結果及び考察

三軸圧縮試験結果よりモールの包絡線を描き求めたセメントペーストの粘着力及び内部摩擦角を右図に示す。図-2水セメント比の変化と粘着力の推移、図-3水セメント比の変化と内部摩擦角の推移に見られるように本実験では、粘着力・内部摩擦角共に水セメント比の増加に伴って一様な減少傾向が観察された。しかし、練り混ぜからの経過時間のない材齢0(時間)の試料ではその影響は小さく、水セメント比が変化しても粘着力・内部摩擦角共に大きな変化は見られなかった。しかし、練り混ぜから2(時間)、4(時間)と時間が経過するのに伴い水セメント比の影響が大きく表れるという結果を得た。このことから、初期のセメントペーストの粘着力及び内部摩擦角は、試料の配合によらず、

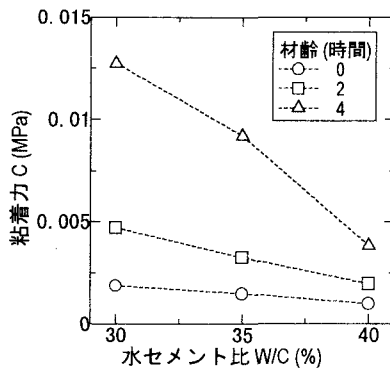


図-2 水セメント比の変化と粘着力の推移

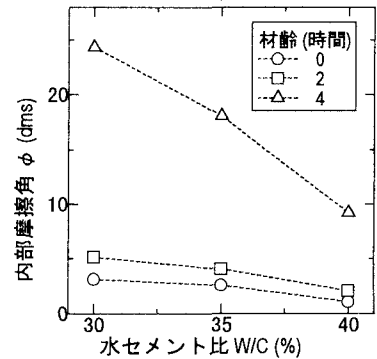


図-3 水セメント比の変化と内部摩擦角の推移

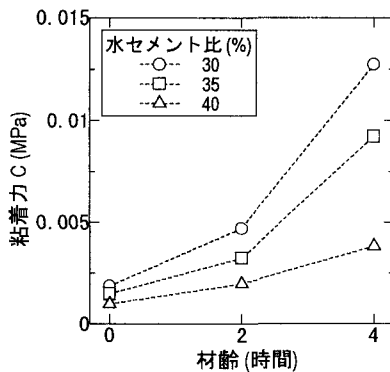


図-4 経過時間と粘着力の推移

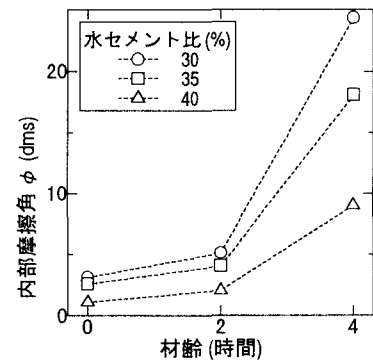


図-5 経過時間と内部摩擦角の推移

経過時間に伴うセメントの水和によるところが大きいと考えられる。図-4経過時間と粘着力の推移、図-5経過時間と内部摩擦角の推移に水セメント比の異なる三種類のセメントペーストの粘着力及び内部摩擦角の経時変化を示す。材齢0(時間)、2(時間)では何れの水セメント比のセメントペーストについても、粘着力・内部摩擦角共に大きな変化は見られなかったが、材齢4(時間)の試料では粘着力・内部摩擦角共に大幅に増加している。この原因としてはセメントの水和が挙げられる。通常、標準軟度に相当するとされる水セメント比28%前後のセメントペーストを用いて凝結試験を行った場合、普通ポルトランドセメントの凝結時間は試料温度20℃では、始発2時間10分、終結3時間20分前後である。これにより、粘着・内部摩擦角共に材齢2(時間)から4(時間)にかけて大きく増加傾向を示したと考えられ、粘着力・内部摩擦角共にこの傾向は顕著に見られる。

参考文献

- 1) 菊川浩治、杉山秋博：「フレッシュコンクリートの三軸圧縮試験について」
昭和51年 土木学会中部支部研究発表会公演概要集 P201~202
- 2) 越川茂雄、中村憲治：「まだ固まらないコンクリートの三軸圧縮試験方法について」
昭和50年 土木学会第30回年次学術講演会講演概要集 第5部 P77~78