

フレッシュコンクリートのレオロジー的性質に及ぼす粗骨材粒形の影響

徳島大学大学院 学生員 ○ 近 藤 明 生

徳島大学工学部 正 員 水 口 裕 之

徳島大学工学部 正 員 荒 木 謙 一

1. まえがき

本研究は、フレッシュコンクリートをビンガム物体と仮定し、モルタルと粗骨材とからなる二相材料と考え、平行板プラストメータを用いてそのレオロジー定数を測定し、フレッシュコンクリートの性質に及ぼす粗骨材粒形の影響について検討したものである。とくに、モルタルの性質を一定とした場合の、フレッシュコンクリートのレオロジー定数に及ぼす粗骨材要因の影響を定量的に表わす指標として、単位体積のコンクリート中の粗骨材の総表面積について検討を加えた。

2. 実験概要

(1) 使用材料および配合； セメントは、比重3.16、ブレン値3080cm²/gの普通ポルトランドセメントを用い、細骨材は、F.M.263の吉野川産川砂を使用した。粗骨材は、粒形による影響を調べるために、15~10mm:10~5mm=6:4(質量比)とした粒度が15~5mmの碎石および川砂利を用いた。

フレッシュコンクリートを二相材料とみなし、マトリックスの性質を一定とするために、セメント体積濃度 $v_c = c/(w+c) = 0.400$ ($W/C = 0.476$)、細骨材体積濃度 $v_s = s/(c+w+s) = 0.5$ としたモルタルを用いた。粗骨材の配合要因としては、全コンクリート中の粗骨材の体積濃度 v_g を採用し、0.15~0.40まで0.05間隔で6種類とした。粗骨材の粒形を変化させるためには、碎石と川砂利を混合し、碎石のみの場合を基準とし、川砂利の混入率を各 v_g に対して0~100%まで20%間隔で6種類に変化させた。

(2) レオロジー定数の測定； レオロジー定数は、図-1に示するような平行板プラストメータを用いて測定した。円板状の試料に定荷重を載荷し、0.4秒間隔で測定した試料高さの時間的変化から、次の式の理論式¹⁾を用いて塑性粘度 η_{pe} および降伏値 τ_y を求めた。

$$\dot{\gamma} = \frac{1}{\eta_{pe}} (\tau - \tau_y)$$

ここで、 $\dot{\gamma} = -\frac{9r}{2A^2} \frac{dA}{dt}$ 、 $\tau = \frac{3AF}{\pi r^3}$ 、 A は試料高さ、 r は平行円板半径(0.3m)、 F は平行板に載荷する定荷重、 t は時間である。また、測定は同一条件について2回行い、その平均値を測定値とした。

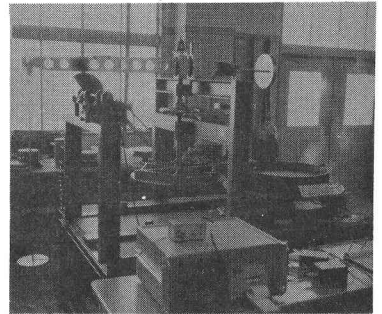


図-1 平行板プラストメータ

(3) 粗骨材の表面積 S_g の測定； フレッシュコンクリートのレオロジー定数に影響を及ぼす粗骨材要因としては、粗骨材の量、粒度、粒形などが考えられるが、それらを同時に表わす指標として、単位体積のコンクリート中の粗骨材が持つ総表面積 S_g を考えた。骨材のような不規則なものの真の表面積を測定するのは非常に困難であるので、本研究では、簡便な表面積測定法として投影法を採用した。

測定方法は、粗骨材の表面にくぼみがないということを前提条件とし、実験に用いた15~13mm、13~10mmおよび10~5mmの3種の碎石と、15~10mmおよび10~5mmの2種の川砂利の計5種類の骨材の代表的試料を50個ずつ抽出して、各々の骨材粒子の長軸方向、長軸直角方向および短軸方向の3方向の投影図を求め、その平均投影面積の4倍を骨材粒子の表面積とした。そして、前述した5種の粗骨材の重量を測定し、これを用いて単位重量当りの比表面積を計算し、各配合についての単位粗骨材量の総表面積 S_g を求めた。

3. 実験結果および考察

(1) 粗骨材粒形とレオロジー定数との関係； 図-2に示されているように、粗骨材体積濃度 ν_g が小さい時には、粗骨材の粒形の変化が塑性粘度 η_{pe} に及ぼす影響は少ないと思われるが、 ν_g が増加するに従い、粗骨材粒形の影響は大きくなっている。とくに、若干の例外を除くと、 $\nu_g = 0.25$ 以上では粒形の影響は顕著であり、川砂利の混入率が増加するに従って η_{pe} の値は減少する傾向を示している。また、粗骨材粒形と降伏値 τ_y との関係は、図-3に示したように、粗骨材粒形と η_{pe} との関係の場合と同様に、川砂利の混入率が増加するに従って、 τ_y の値は減少する傾向を示している。

このように、 ν_g および ν_c によって、マトリックスとしてのモルタルの性質を一定にした場合、同一 ν_g で粗骨材の粒形が変化すると、フレッシュコンクリートの τ_y および η_{pe} は異なっている。

(2) 粗骨材表面積 S_g とレオロジー定数との関係； 前述したように、同一粗骨材量であっても、その粒形が変化するとフレッシュコンクリートのレオロジー定数は異なるので、量と粒形の影響を表わす指標として S_g について検討してみると、図-4および図-5のようになる。

これらの図に示されているように、 S_g が小さい場合は、 η_{pe} および τ_y ともにほとんど変化しないが、 S_g がある値を越えると η_{pe} および τ_y ともに、かなり急激に増加する傾向がみられる。また、本実験の範囲内では、若干のばらつきは見られるが、 S_g とレオロジー定数である η_{pe} および τ_y の間にはかなりよい相関関係があるように考えられる。したがって、本実験の範囲内では、フレッシュコンクリートのモルタルの性質を一定にして、粗骨材の量および粒形を変化させた場合のレオロジー定数は、 S_g のみの関数として定量的に表わすことが可能であると考えられる。

4. まとめ

本研究では、フレッシュコンクリートのレオロジー的性質に影響を及ぼす粗骨材の要因として、その量と粒形について検討したが、これらは、粗骨材表面積 S_g という一つのパラメータで表示することが可能であると思われる。しかし、他の粗骨材要因、すなわち粒度、実積率などがフレッシュコンクリートのレオロジー的性質に及ぼす影響も大きいと考えられ、今後これらの要因についても検討することが必要であると考えられる。

また、本実験を行うに当たって、妹尾伊佐夫をはじめ、徳島大学コンクリート工学研究室の諸氏に多大の協力をいただきましたことに感謝致します。

<参考文献> 1) 岡小天；材料，Vol.12, PP.314~316, 1963.

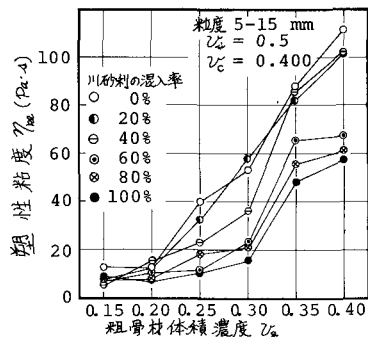


図-2 粗骨材粒形と η_{pe} との関係

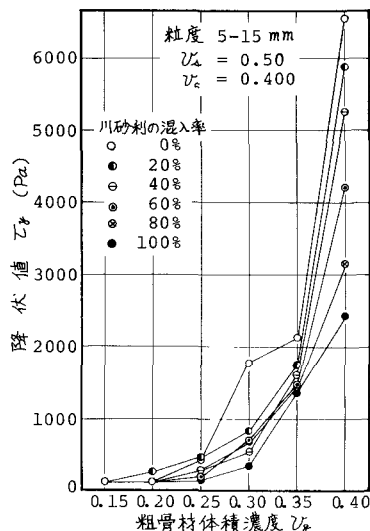


図-3 粗骨材粒形と τ_y との関係

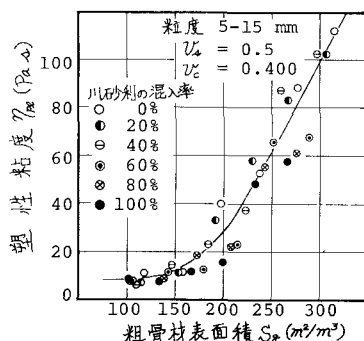


図-4 粗骨材表面積 S_g と η_{pe} との関係

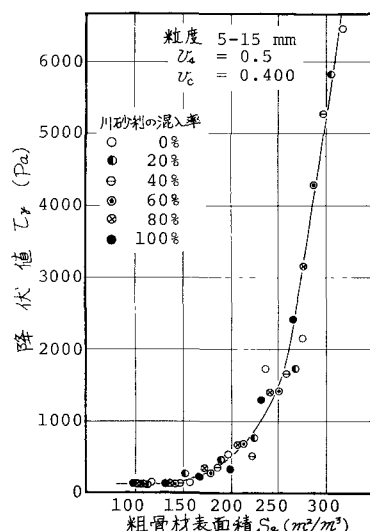


図-5 粗骨材表面積 S_g と τ_y との関係