

フレッシュコンクリートのレオロジー的性質に関する二、三の検討

—粗骨材の粒度および粒形の影響—

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、さらにモルタルと粗骨材とから成る二相材料と考え、インクルージョンである粗骨材の量、粒度および粒形がレオロジー定数に与える影響について、平行板プラストメータを用いて調べ、フレッシュコンクリートの流動性質を定量的に表現するための、粗骨材の量、粒度および粒形を同時に表す指標について検討を加えたものである。

2. 実験の概要

(1) 使用材料および配合 ; セメントは、比重3.15, ブレーン値3/30cm²/gの普通ポルトランドセメントを用い、細骨材は、F.M.274の吉野川産川砂を使用した。粗骨材は、粒度による影響を調べるために、15~10mm、10~5mmおよび15~10mm:10~5mm=6:4(質量比)とした15~5mmの3種の砂岩碎石を用い、粒形による影響を調べるために、粒度が15~5mmの碎石および川砂利を使用した。

配合要因は、フレッシュコンクリートを二相材料とみなし、モルタルをマトリックス、粗骨材をインクルージョンと考えたため、モルタルの性質を変えるためにセメント体積濃度 $\alpha=C/(2u+C)$ および細骨材体積濃度 $\beta=A/(C+2u+A)$ を採用し、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 γ を使用した。測定した配合は表-1に示す。

(2) レオロジー定数の測定 ; レオロジー定数の測定は、図-1に示すような平行板プラストメータを用い、円板状の試料に定荷重を直接載荷し、非接触型変位計によって、0.4秒間隔で測定した試料高さの時間的变化から、次に示す岡の理論式を用いて塑性粘度 η_p および降伏値 τ_y を求めた。

$$\dot{\gamma} = 1/\eta_p \cdot (\tau - \tau_y)$$

ここで、 $\dot{\gamma} = -9r/2R^2 \cdot dh/dt$, $\tau = 3RF/\pi r^3$, h は試料高さ、 r は平行円板半径、 F は平行板に載荷する定荷重、 t は時間である。なお、スランプ値とレオロジー定数との関係を調べるために、練りまぜ直後にスランプ試験を行った。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。

(3) 粗骨材の表面積 S_g の測定 ; 粗骨材の量、粒度および粒形を同時に表す指標として、粗骨材が持つ総表面積を考えた。しかし、粗骨材の真の表面積を測定するのは非常に困難であると思われる。そこで、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、それぞれの粒度から代表的試料を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、粒子の平均重量を測定し、これを用いて単位重量当りの総表面積を計算し、各配合についての粗骨材の総表面積を求めて、これを粗骨材の表面積 S_g とした。

表-1 測定範囲(測定値ものを○で示す)

	$\gamma = 0.50$						
α/β	0.500	0.475	0.450	0.425	0.400	0.375	0.350
0.00	○	○	○				
0.05	○	○	○				
0.10	○	○	○	○			
0.15	○	○	○	○			
0.20		○	○	○	○		
0.25		○	○	○	○		
0.30		○	○	○	○	○	
0.35			○	○	○	○	○
0.40				○	○	○	○

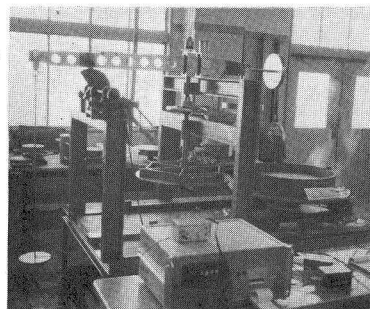


図-1 平行板プラストメータ

3. 実験結果および考察

(1) 粗骨材の粒度および粒形とレオロジー定数との関係 ; 図-2および図-3に示されているように、 η_c および η_p によってモルタルの性質を一定にした場合、同一 η_c で粒度および粒形が変化すると、 η_{pe} 、 τ_y ともに変化している。また、若干の例外はあるが、同一 η_c で粒度が粗い順に η_{pe} 、 τ_y ともに小さくなっている。そして、川砂利よりも碎石の方が η_{pe} 、 τ_y ともに大きくなっている。したがって、粗骨材の粒度および粒形が変化する場合、フレッシュコンクリートの流動性性質を粗骨材の量、すなわち η_c だけで定量的に評価しようとするのは適当でないと考えられる。

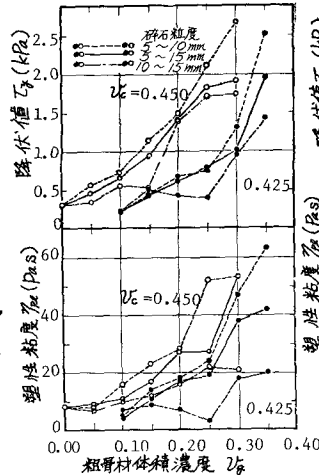


図-2 粒度と τ_y 、 η_{pe} との関係

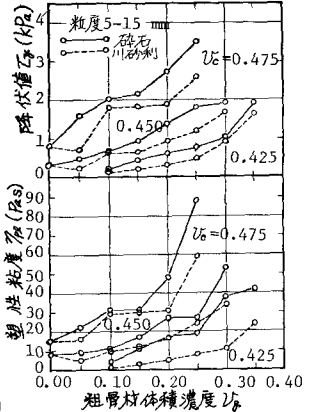


図-3 粒形と τ_y 、 η_{pe} との関係

(2) 粗骨材表面積 S_g とレオロジー定数との関係 ; 図-4に示されているように、若干の例外はあるが、 S_g が小さい範囲では、粒度が変化してもレオロジー定数の変化が小さいと考えられ、フレッシュコンクリートの流動性性質を S_g の関数として定量化し得る可能性がある。しかし、粗骨材量が多くなるとレオロジー定数の変化が大きくなり、 S_g を定量化の指標と考えるのは不十分であると思われる。また、図-5に示されているように、粒形が変化する場合、粒形の変化によるレオロジー定数の変化は比較的小さいと考えられ、粗骨材の量と粒形とを同時に表す指標として S_g を適用することが可能であると思われる。

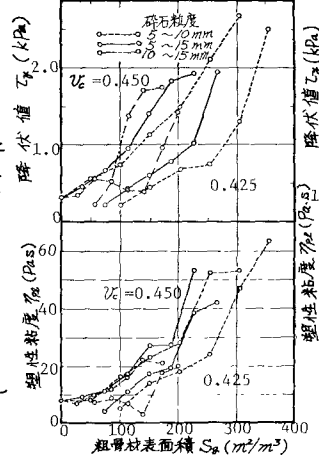


図-4 S_g と τ_y 、 η_{pe} との関係

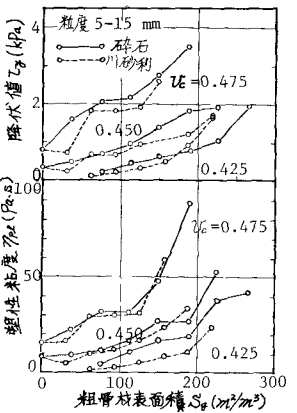


図-5 S_g と τ_y 、 η_{pe} との関係

(3) スランプ値とレオロジー定数との関係 ;

図-6に示されているように、スランプ値と τ_y との関係は、粗骨材の粒度および粒形に関係なく、スランプ値が5cm以上では直線に近い関係があり、スランプ値は τ_y のよい指標になると考えられる。一方、図-7に示されているように、 η_{pe} との間には相関が小さい結果となっている。

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及ぼす粗骨材の量、粒度および粒形の影響を定量的に評価するための指標として粗骨材の表面積を検討したが、十分な指標とはなっていない。したがって、粗骨材表面積の求め方の再検討あるいは新しい指標の考案などが、今後の課題と思われる。

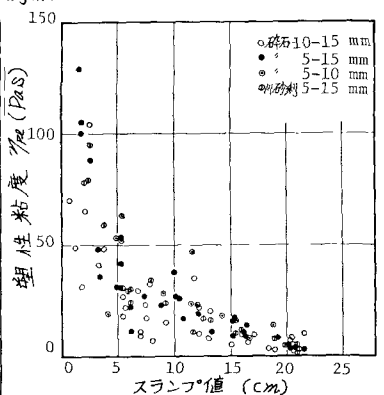
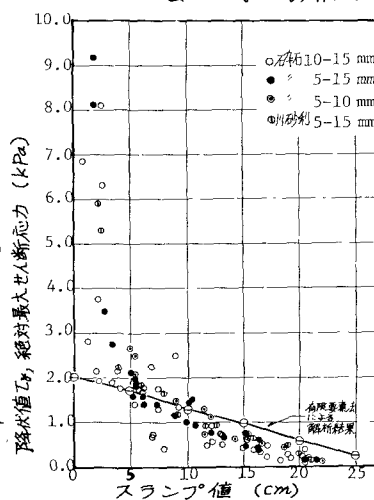


図-7 スランプ値と η_{pe} との関係

図-6 スランプ値と τ_y との関係