

粗骨材の粒子形状および粒度分布がコンクリートの流動性に及ぼす影響

東京都立大学大学院 ○学生会員 江良文靖、正会員 上野敦
正会員 宇治公隆、フェロー 國府勝郎

1. はじめに

天然骨材資源の枯渇や環境負荷低減の観点から、近年、様々な種類の粒状副産物をコンクリート用骨材として使用することが要望されており、これらの骨材の有する粒子特性も広範囲に及んでいる。このため、使用する骨材の粒子特性が、コンクリートの品質に及ぼす影響を定量的に評価し、信頼性の高いコンクリートを製造するため、使用する骨材の特性に応じた適切な配合条件を明らかにすることが重要となっている。本研究は、このような背景から、粗骨材の粒子形状および粒度分布がコンクリートの流動性に及ぼす影響を、粗骨材の粒子形状に着目し、モルタル/粗骨材粒子間空隙体積比(K_m)および細骨材率を検討した。

2. 実験概要

2.1 使用材料

セメントには普通ポルトランドセメント(密度: 3.16g/cm^3)を使用した。細骨材には砕砂(表乾密度: 2.64g/cm^3)と山砂(表乾密度: 2.63g/cm^3)を質量比 9:1 で混合したものを使用した。粗骨材には石灰岩碎石 2005(表乾密度: 2.71g/cm^3)を使用し、摩砕処理の程度で変化させて、表-1 に示す 4 種類の

表-1 粗骨材粒子特性

粒形	円形度係数
A	0.757
B	0.761
C	0.770
D	0.789

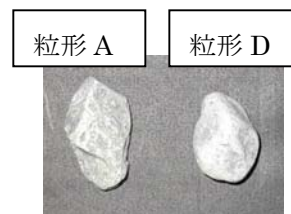


写真-1 粒子形状の一例

粒子形状の粗骨材を作った。粒子形状は、画像解析による円形度係数で評価した。粒形 A および D の粒子形状の一例を写真-1 に示す。

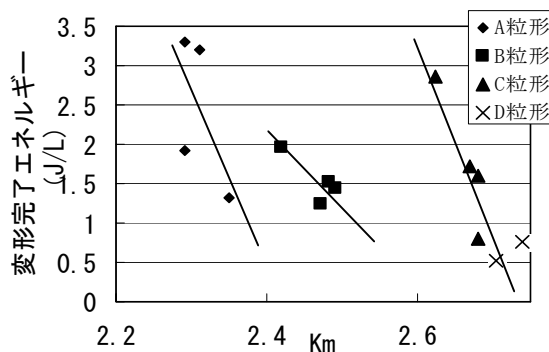
2.2 粗骨材粒度とコンクリートの配合

(1) 粗骨材粒子間距離に着目した検討

コンクリートを粗骨材とモルタルの 2 相材料と考え、粗骨材の粒子間空隙体積に対するモルタル体積の割合(K_m)¹⁾を指標としてコンクリートの流動性を評価した。コンクリートの配合は $W/C=0.5$ 、 $s/a=42\%$ の一定とし、粗骨材 A~D について、粒度分布を 4 水準($FM=6.45$ 、 6.60 、 6.63 および 6.80)に変化させ、計 16 種類の粗骨材を用いた。これにより、粗骨材の実積率が変化し、配合中の K_m が変化することとなる。

(2) 細粗混合骨材の粒子間距離に着目した検討

コンクリートを骨材とセメントペーストの 2 相材料と考え、細粗混合骨材の粒子間空隙体積に対するセメントペースト体積の割合(kp^*)を指標としてコンクリートの流動性を評価した。コンクリートの配合は $W/C=0.5$ 、 $W=165\text{kg}$ とした。粗骨材 A~D について、粒度分布を一定($FM6.63$)とし、 s/a を 36、38、42、46、50% の 5 水準に変化させ、細粗混合骨材の実積率を変化させた。また、粗骨材の粒子形状に応じた適切な s/a を評価するため、粗骨材 A~D を用いて、 $s/a=42\%$ 、 $W/C=0.5$ で、スランプが 8cm となるように単位水量を調整し、その後、 s/a を 36、38、42、46 および 50% の計 5 水準に変化させたものについても試験を行った。

図-1 K_m と変形完了エネルギー

キーワード: 粗骨材、粒子形状、粒度分布、流動性

連絡先: 〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1 TEL. 0426-77-1111 Fax. 0426-77-2772

2.3 コンクリートの流動性評価

本研究では、コンクリートの流動性を、振動条件下におけるコンクリートの変形性により評価することとした。コンクリートの振動条件は振動機の加速度を約 1g、振動数 35Hz とし、コンクリートの変形率が 99.5%となるのに必要なエネルギー(以下、変形完了エネルギー)を計測した。

3. 結果および考察

3.1 Km とコンクリートの流動性

粗骨材の実積率は粒子形状と粒度分布に支配され、Km は粗骨材の実積率とモルタル体積によって決定される。図-1 に Km と変形完了エネルギーの関係を示す。各粒形とも、Km の増加に伴って、変形完了エネルギーは直線的に減少する傾向が見られる。これは Km の増大によって、粗骨材粒子間距離が大きくなり、流動性が向上するためと考えられる。

3.2 s/a とコンクリートの流動性

Kp*とコンクリートの流動性の関係を図-2 に示す。Kp*=1.3~1.4 においては、Kp*の増大によって、変形完了エネルギーが急激に減少し、Kp*が 1.4 程度以上では、変形完了エネルギーはほぼ一定となり、粒子形状の異なる粗骨材を用いたコンクリートの変形完了エネルギーと Kp*の関係には、粗骨材ごとの差異が見られない。これは、コンクリートの流動性が細粗混合骨材の実積率、すなわち Kp*に支配されていることを示している。

スランプ 8cm となるように単位水量を調整したコンクリートについて、s/a と変形完了エネルギーの関係を整理すると、図-3 のとおりとなる。粒子形状ごとにエネルギーが最小となる、すなわち、

流動性が良好となる s/a が存在することがわかる。図-4 に粗骨材の円形度係数と変形完了エネルギーが最小となる最適 s/a の関係を示す。骨材粒子形状が球形に近づくほど、最適 s/a が減少することがわかる。図-5 に粗骨材の円形度係数と単位水量の関係を示す。同一スランプ(8cm)とするためには、粗骨材の円形度係数が 0.01 増加すると、単位水量を 5kg 程度低減できることがわかる。

4. まとめ

- (1) 配合中のモルタル体積/粗骨材粒子間空隙体積(Km)とコンクリートの流動性は、粗骨材粒子形状ごと逆比例的な関係となる。
- (2) ペースト体積/細粗混合骨材空隙体積 (Kp*) は、コンクリートの流動性に関係がある。

- (3) 粗骨材の円形度係数が増加すると、流動性が最大となる最適 s/a は減少する。

- (4) 粗骨材の円形度係数が 0.01 増加すると、同一のスランプとするための単位水量は約 5kg 低減できる。

参考文献；1)國府勝郎、上野敦；締固め仕事量の基づく超硬練りコンクリートの配合設計、土木学会論文集、

No.532/V-30、PP.109-115、1996

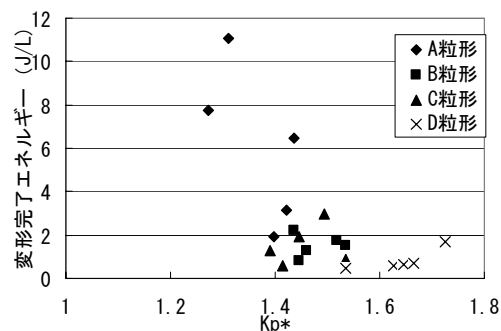


図-2 Kp*と変形完了エネルギー(J/L)

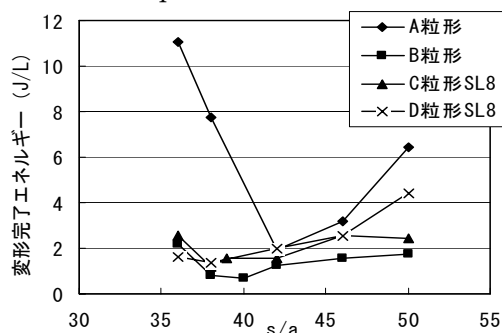


図-3 s/a と変形完了エネルギー(J/L)

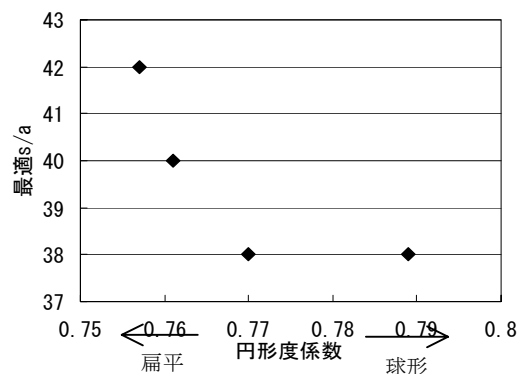


図-4 円形度係数と最適 s/a

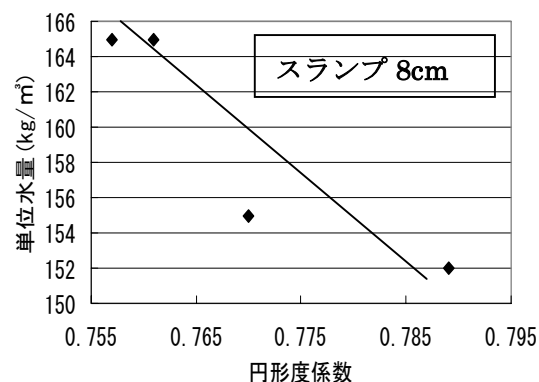


図-5 円形度係数と単位水量