

高流動コンクリートの材料分離抵抗性モデルに関する一検討

徳島大学大学院 学生員 ○岡川 佳史

徳島大学工学部 正会員 水口 裕之

徳島大学工学部 正会員 上田 隆雄

1. はじめに

フレッシュコンクリートの材料分離は、硬化コンクリートの強度や耐久性に悪影響を及ぼすので、良い品質のコンクリートを得るためには、材料分離を防ぐことが必要である。そこで、施工条件に応じた適切な材料分離抵抗性を持つフレッシュコンクリートを製造したり、フレッシュコンクリートの性質に応じた施工計画を作成するためには、材料分離抵抗性を物理的意味を持った数値で評価することが必要である[1]。そこで、本研究では、高流動のコンクリートを対象とし、水粉体比を変化させた配合を用いて、管路内での粗骨材量の分布の違いを測定し、材料分離抵抗性を表す方法について提案する。また、その抵抗性を表すモデルについて考察する。ここでは、材料分離としては、粗骨材のモルタル部からの分離を対象とする。

2. 実験概要

2. 1 使用材料および配合

使用材料は、セメントは普通ポルトランドセメント、粗骨材は最大寸法 20mm、表乾比重 2.55、F. M. 6.87 の徳島県那賀川産玉砕石、細骨材は F. M. 2.75 で表乾比重 2.62 とした徳島県吉野川産川砂と海砂の混合砂、混和材はフライアッシュ、混和剤は高性能 AE 減水剤を用いた。粉体量は 500kg、粗骨材量は 756kg/m³ の一定とし、水粉体比を 32,33,34,35% の 4 水準に変えた。その他の配合要因とともに表-1 に示す。

表-1 高流動コンクリートの示方配合

コンクリートの配合番号	粗骨材の最大寸法 (mm)	スランプフロー (cm)	空気量 (%)	W/(C+FA) (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)						
						W	C	FA	S	G	SP	
W32-S53	20	65 ± 5	4.5 ± 1.5	32	53	160			845			
W33-S52				33	52	165			831			
W34-S52				34	52	170	350	150	818	756	13.5	
W35-S52				35	52	175			804			

2. 2 実験方法

材料分離量の測定には、図-1 に示す管式高流動コンクリート材料分離試験装置を使用した。スランプフロー試験終了後に試料コンクリートを試験装置の I₁-I₂ レベルまで管内に満たし、排出口 S₀ を閉じ、I₁-I₂ 間に試料コンクリートを入れ、その後、管路の排出口 S₀ の蓋を開け、試料が一定のヘッドを保つように補給しながら、最初管内にあったコンクリートがすべて排出されるまでコンクリートを流し込んだ。その後、シャッター S₁~S₅ を閉め水平部のパイプを 4 区間に区切り、各区間のコンクリート質量、各粒径の粗骨材量を測定した。なお、各区間での粗骨材量は単位体積 1l 当りに換算し、区間 P₁~P₄ に対して、それぞれ単位体積当たりの粗骨材量 A₁~A₄(kg/l) とした。

また、回転粘度計を用いて、各配合のモルタル部分の塑性粘度、および降伏値を測定した。粘度計については、HAAKE 社製の VT550 を使用した。この粘度計は、モータと回転する羽根(ロータ)のある測定部分と、試料を入れる内径 4.2 cm の円筒部分とから構成されている。粘度計の測定は、トイフロー試験終了後、直ちに 5 mm ふるいでウェットスクリーニングを行いモルタルを取り出し、それを粘度測定試料とした。

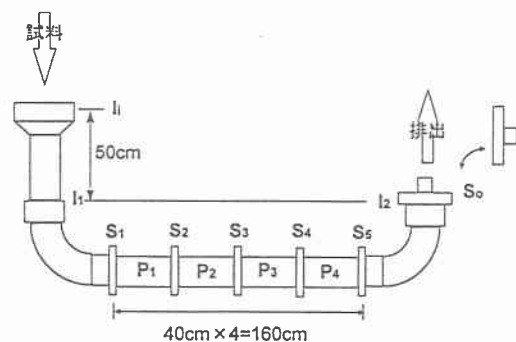


図-1 管式高流動コンクリート材料分離試験装置

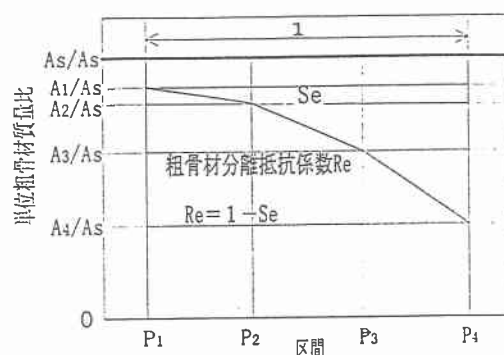


図-2 粗骨材分離係数の定義

3. 実験結果および考察

3. 1 材料分離抵抗性係数

材料分離抵抗性係数 Re を図-2のように定義する。すなわち、材料分離を生じないときの各粒度の粗骨材量を A_s とし、各区分 $P_1 \sim P_4$ の単位粗骨材質量比を $A_1/A_s \sim A_4/A_s$ とする。材料分離が全く起こらないときには $A_s/A_s=1$ となるので、 $A_1/A_s \sim A_4/A_s$ と $A_s/A_s=1$ とで囲まれた面積を粗骨材分離係数 Se とし、粗骨材分離抵抗係数 Re を $Re=1-Se$ とする。また、測定結果は図-2のようになり、流動距離が長くなると分離量は大きくなっている。

3. 2 材料分離抵抗性試験結果

実験で得られた粗骨材分離抵抗係数と水粉体比との関係の図-3より水粉体比が増加するにつれて粗骨材分離抵抗係数は減少し、材料分離が起こりやすくなることが分かる。また、粗骨材粒径が小さいほど粗骨材分離抵抗係数は大きく、材料分離が起こりにくいことが分かる。

3. 3 塑性粘度および降伏値

水粉体比と降伏値および塑性粘度との関係を図-4に示す。降伏値は水粉体比の増加に比例して減少する傾向がみられる。塑性粘度も、水粉体比の増加に比例して減少する傾向がみられ、塑性流動が開始するのに必要なせん断応力や粘性は粉体量一定の場合、水量が多いほど小さいことを示している。したがって、図-3と図-4との傾向から考えると、降伏値および塑性粘度は分離を防止する指標とできると考えられる。

3. 4 粗骨材材料分離抵抗性モデル

材料分離をモルタルと粗骨材の分離と考えると、その要因は、モルタルと粗骨材との粘着力・付着力、モルタルと粗骨材の相対速度発生メカニズムとに大別できる[2]。そこで、材料分離抵抗モデルを次のように考える。

$$R = \frac{\text{降伏値} \times \text{塑性粘度}}{\text{駆動力} \times \text{密度差} \times \text{粗骨材の1個の質量比}} \times \frac{1}{\text{流動距離}} \quad (1)$$

材料分離抵抗性モデル値 R と本実験で求めた材料分離抵抗係数 Re との関係の1例は、図-5に示されているように、高い相関関係があり、分離抵抗性を表すのに有効であると考えられる。

4. まとめ

- (1)粗骨材の材料分離抵抗性を表す係数として、粗骨材量の理論値に対する実測値との比で管内での流動による分離傾向を表すことができる。
- (2)水粉体比の増加とともに材料分離が起こりやすくなる傾向があり、また粗骨材の粒径が大きいほど材料分離が起こりやすい。
- (3)提案した材料分離抵抗モデルを用いて求めた計算値と実験値との間には、高い相関関係があり、提案したモデルで粗骨材のモルタル部からの分離抵抗性を説明できる可能性がある。

<参考文献>

- [1]日本コンクリート工学協会；フレッシュコンクリートの力学モデル研究委員会報告書、1996、p.63。
- [2][1]と同じ、p.64。

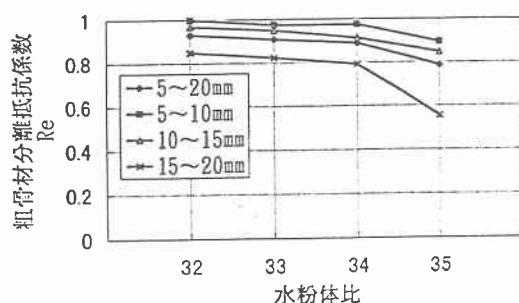


図-3 水粉体比と粗骨材分離抵抗係数との関係

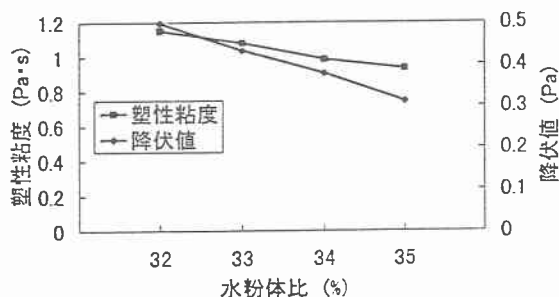


図-4 レオロジー試験結果

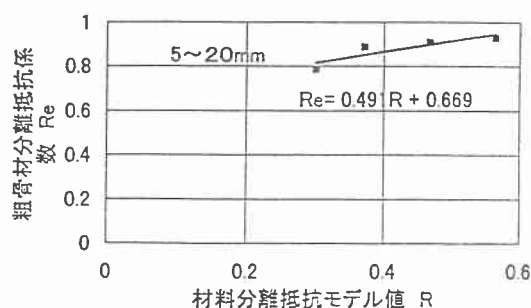


図-5 粗骨材分離係数と材料分離モデル値との比較