

徳島大学大学院 学生会員 岡川 佳史
 エスシー企画（株） 正会員 碓 貴士
 徳島大学工学部 フェロー 水口 裕之
 徳島大学工学部 正会員 橋本 親典
 徳島大学工学部 正会員 上田 隆雄

1. まえがき

近年施工の合理化・省力化、急速施工、締固め困難な場所へのコンクリートの打設などを目的として、締固め作業を不要とする高流動コンクリートが使用されるようになってきている。その性能として最も重要なものが自己充てん性であり、それには優れた流動性と材料分離抵抗性が要求される。現在、材料分離抵抗性の定量的な評価方法として、フレッシュ時の変形性による評価¹⁾や、材料分離の力学モデルを検討する試みがいくつかなされている²⁾。しかし、簡便なモデルの作成には至っていない。本研究は管路を対象とした比較的簡単な材料分離抵抗性モデルを提案し、その妥当性について実験的に検証したものである。

2. 材料分離抵抗性モデル

本研究では、コンクリートをモルタルと粗骨材からなる2相材料とし、材料分離はモルタルと粗骨材の分離、つまり連続相からの分散相の分離として検討を行った。このとき、材料分離のしやすさは各相間の運動量差によって支配される。圧力がフレッシュコンクリートに作用した場合、連続相に流動が起こる。これにより、分散相は連続相からの圧力、せん断力および粗骨材との摩擦力によって流動が発生すると考えられる。しかし、連続相と分散相の間には相対速度差が発生し、その結果、材料分離が発生する。各相間には粘着力、摩擦力およびせん断力が発生しており、これは材料分離に抵抗する要因である。材料分離に影響する要因としては図-1が考えられる。

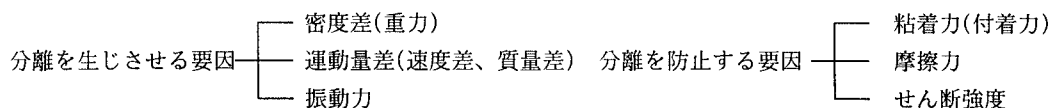


図-1 材料分離に影響する要因

これらのことから、材料分離抵抗性モデル値 R を
 $R = (\text{分離を防止する要因}) / (\text{分離を生じさせる要因})$
 とし、次式のように考えた。

$$R = \frac{\text{塑性粘度} \times K\text{ロート流下時間 (モルタル)}}{\text{駆動力} \times \text{比重差} \times \text{粗骨材1個の質量比}} \times \frac{1}{\text{流動距離}}$$

3. 材料分離抵抗性モデルの検証

3.1 実験方法

モデルの妥当性の検証のため、材料分離量の測定を、図-2に示す油圧ポンプ部分と圧送機部分からなる油圧式管式圧送機にテーバ管と管式高流動コンクリート材料分離抵抗性測定装置を用いて行った。

フレッシュ試験終了後、直ちに試料コンクリートを圧送機部分、テーバ管部分および材料分離測定装置前半部に充填した。その後、 S_2 のシャッターを閉じ、試料を充てんした材料分離測定装置後半部を接続し

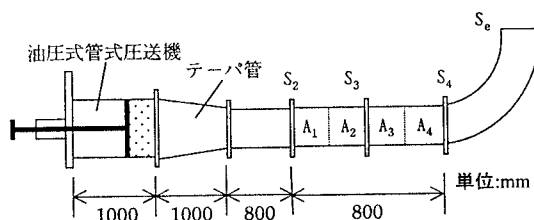


図-2 管式高流動コンクリート材料分離抵抗性試験装置

キーワード フレッシュコンクリート、材料分離抵抗性モデル、自己充てんコンクリート、管路、レオロジー量
 連絡 先 〒770-8506 徳島市南常三島町 2-1 TEL 0886-56-7349 FAX 0886-56-7351

た。そして試料を管の出口 S_0 まで充てんし、シャッター S_2 を開け、次に圧送速度を測定区間で 2cm/s 、圧送距離は 80cm で全試験一定として圧送した。圧送機が停止した後、シャッター $S_2 \sim S_4$ を閉めることでパイプを区切り、各部のコンクリートが混合しないようにした。次に区切られた区間 P1、P2 をさらに 20cm 毎に分割し、 $A_1 \sim A_4$ とした計4区間から粗骨材質量を測定し、各区間の体積で除して、単位体積当たりの粗骨材質量を求め、 $A_1 \sim A_4$ の単位粗骨材質量を $Ag_1 \sim Ag_4 (\text{g/l})$ とする。材料分離が全く起こらないときの単位粗骨材質量を $Ag_t (\text{g/l})$ とする。このとき、各区間 $A_1 \sim A_4$ の単位粗骨材質量比を $Ag_1/Ag_t \sim Ag_4/Ag_t$ とすると、材料分離が全く起こらないときには $Ag_1/Ag_t = 1$ となる。そこで、図-3 に示すように、 $Ag_1/Ag_t \sim Ag_4/Ag_t$ と $Ag_1/Ag_t = 1$ 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。

なお、試験で使用した試料コンクリートは、粗骨材最大寸法 20mm 、目標空気量 $4.5 \pm 1.5\%$ 、目標スランプフローは $65 \pm 5\text{cm}$ とした。配合は粗骨材の単位量および粉体量を一定とし、連続相の性質を変化させた6配合を用いた。

また、吸水性高分子ポリマー等を用いたモデルコンクリートによる実験も行った。配合は連続相の性状をレオロジー一定数でコンクリートに類似させ、分散量を一定とした3配合を用いた。

3.2 モデル値と実験値との比較

高流動コンクリートにおけるモデル値 R と実験値 Re との関係の一例を図-4 および図-5 に示す。図より実験値とモデル値とは高い相関関係があり、提案したモデルは材料分離抵抗性を表すのに有効であると考えられる。また、図-6 はモデルコンクリートにおけるモデル値 R と実験値 Re との関係を示したものであり、両者の間には資料数が少なく、明確な傾向は得られていない。

4. まとめ

今回提案した管路における材料分離抵抗性モデルは実験値と高い相関関係が得られている。しかし、材料分離の定量的な評価を行うためのモデルとしてはさらに多くの検討が必要であると思われる。

参考文献

- 1) 橋本親典, 本間宏記, 丸山久一, 清水敬二; 変形管を流れるフレッシュコンクリートの変形性能の評価方法, 土木学会論文集 No. 433, 1991, pp. 395-411.
- 2) Maekawa, et. al; Multi-phase Model for flow of Liquid-Solid Assembly Through Pipelines, Proc. of JSCE, No. 466/V-19, 1993, pp. 109-120.

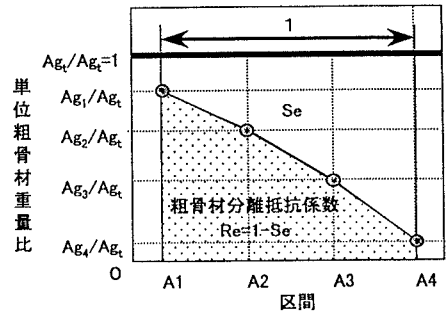


図-3 粗骨材分離抵抗係数の定義

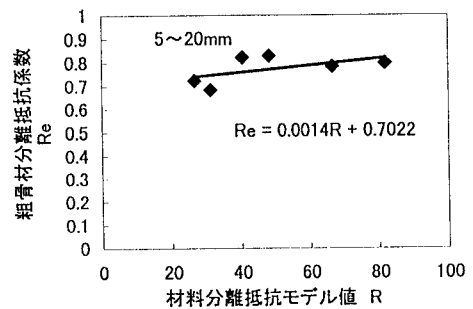


図-4 モデル値 R と実験値 Re との関係

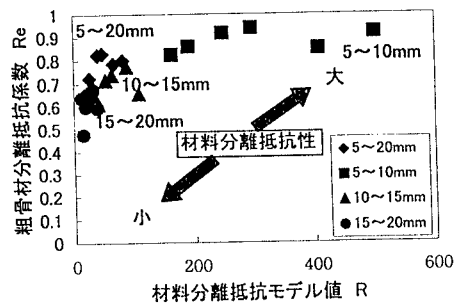


図-5 粒径別の材料分離傾向

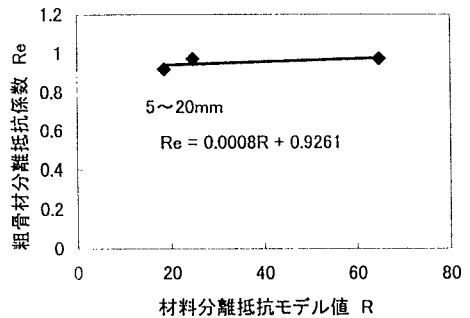


図-6 モデルコンクリートのモデル値 R と実験値 Re との比較