

V-67

変形管内を流れるフレッシュコンクリートの乱れ構造に関する実験的研究

長岡技術科学大学 学生員 中山新一
 長岡技術科学大学 正会員 橋本親典
 長岡技術科学大学 正会員 丸山久一
 長岡技術科学大学 正会員 清水敬二

1. はじめに

フレッシュコンクリートのポンプ圧送性において、管内流動状態を定量化するための研究が数多く行われている。その一つに辻村・橋本らの行ったコンクリートの電気特性を利用した研究¹⁾がある。その結果、フレッシュコンクリートの電気抵抗はモルタルと粗骨材の容積比に大きく依存しており、粗骨材粒子群とモルタル相の乱れとコンクリートの電気抵抗値の変動には強い相関関係があることが指摘されている。

本研究は、辻村・橋本らによって先に測定された電気抵抗データを用いて、変動係数だけではなく新たに自己相関・相互相関関係に着目し、解析・考察したものである。

2. 実験方法

実験は実際のポンプ車を用いて行った。配管および電気抵抗測定位置を図-1に示す。ポンプ車は最大吐出量 $110\text{ m}^3/\text{h}$ まで圧送可能なピストン式ポンプ車を用い、配管方法は吐出したコンクリートを再びホッパ内に戻す循環式とした。配管の実長は 19.5 m 、水平換算距離は 70.5 m である。電気抵抗測定位置は、テーパ管とベント管のそれぞれの前後2箇所及びフレキシブルホース直前の計5箇所である。ポンプの吐出量は、 $30\text{ m}^3/\text{h}$ と現場に近い状態で行い、実験直後のスランプ 16.5 cm 、1時間後のスランプ 8.0 cm 、および2時間後のスランプ 4.5 cm にスランプロスさせたコンクリートの電気抵抗を測定した。使用材料及び示方配合を表-1に示す。尚、実験方法の詳細は参考文献¹⁾に、電気抵抗の時系列データの処理方法や相関係数の求め方は参考文献²⁾に示してあるので省略する。

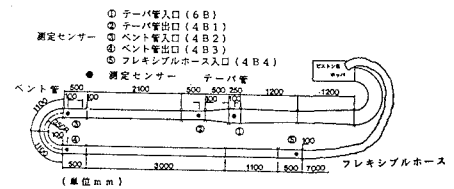


図-1 配管及び電気抵抗測定位置

表-1 使用材料及び示方配合

電気抵抗の最大寸法	スランプの範囲	空気量の範囲	V/C	S/C	単位長
(mm)	(cm)	(%)	(%)	(%)	W C S G
75	16.5 ± 1	5.0 ± 1	53	2.8	142 267 744 1214

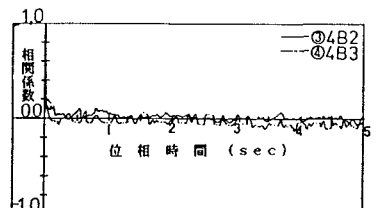
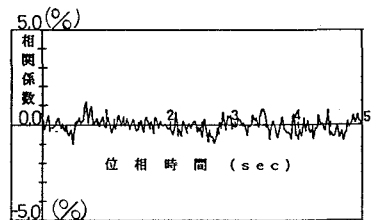
セメント: 普通ポルトランドセメント (比重: 3.16)
 粗骨材: 徳島川産用砂 (比重: 2.60, 粗砂率: 2.66)
 細骨材: 徳島川産用砂 (比重: 2.71, 粗砂率: 6.95)
 減粘剤: リグニンスルホン酸塩とポリオール複合体を主成分とするAE減粘剤

3. 実験結果

電気抵抗計測データの自己相関は、テーパ管入口(6B)、テーパ管出口(4B1)、ベント管入口(4B2)およびベント管出口(4B3)について求め、相互相関はテーパ管前後とベント管前後について求めた。

図-2はスランプ 16.5 cm のコンクリートを用いた場合のベント管前後の自己相関を示す。計測位置に関係なく乱れの時間スケール³⁾がほぼ同程度である。これは、テーパ管の場合も同様である。従って、スランプが 16.5 cm のコンクリートでは、粗骨材粒子群とその周辺のモルタル相の相対移動の時間的変化が変形管の種類に関係せず、乱れの大きさが一定であると考えられる。

図-3に、上記計測位置におけるデータの相互相関を示す。ベント管前後では、不規則波の伝播を示すずれ時間³⁾が明確でなく、4B2と4B3での電気抵抗の時系列データが全く無相関である。こ

図-2 電気抵抗の圧送連結データの自己相関関係
(スランプ 16.5 cm : 4B2-4B3)図-3 電気抵抗の圧送連結データの相互相関関係
(スランプ 16.5 cm : ベント管)

れは、ベント管を流れるコンクリート中の粗骨材粒子群とモルタル相の容積率が変化しているためであり、ベント管を通過することによって乱れの程度が変化していることを意味する。

同じ検討をスランブ8cmのコンクリートを用いた場合について行ったが、ほとんど同じ傾向であった。従って、スランブ8.0cm程度以上のコンクリートでは、変形管がコンクリートの乱れ特性に及ぼす影響は同じであると考えられる。

図-4, 5は、スランブ4.5cmのコンクリートによる計測データの自己相関である。ベント管出口の時間スケールが最も大きく、ベント管出口を流れるフレッシュコンクリートの乱れの変化が他の計測位置での乱れと比較して緩やかである。これに対して、テーパー管出口の乱れの時間スケールは最も小さく、スランブ8.0cm以上のコンクリートと同程度の乱れの時間スケールである。

これは、フレッシュコンクリートのスランブロスによる変形性の悪化が、ベント管内での乱れ特性を変化させていると思われる。ベント管内をコンクリートがスムーズに流れるためには、曲がり部の外側で大きなせん断変形をする必要がある⁴⁾。そのためには粗骨材とモルタルとは相対移動が生じなければならず、従って、それ以前の組成とは異なっており、乱れの時間スケールも小さくなる。逆に、乱れの時間スケールが大きいことは、ベント管を流れるための所要変形量に対して、コンクリート内の粗骨材粒子群とモルタル相の相対移動が迅速にかつ滑らかに行われにくくなることを意味すると考えられる。実際、スランブ4.5cmの圧送実験では、ポンプ車の油圧レベルの最大値が急激に高くなり、配管系全体の圧送状態が不安定であった。

図-6, 7にスランブ4.5cmのコンクリートにおける計測データの相互相関を示す。テーパー管前後では無相関であり乱れの発達が明確であるのに対し、ベント管前後では、不規則波の伝播によるずれ時間の存在が明確であり、乱れの変化がなく、ベント管におけるコンクリートの変形がスムーズに行われていないことが予想される。

4. 結論

- ①スランブが8.0cm程度以上のコンクリートでは、テーパー管やベント管では常に一定のコンクリートの乱れ特性が存在しており、変形管の種類にかかわらず乱れの時間スケールは同程度である。
- ②スランブが4.5cm程度のコンクリートでは、テーパー管よりもベント管を流れるコンクリートの変形性能が低下することが、電気抵抗の時系列データの自己、相互相関から判断できる。また、テーパー管においては、スランブが低下しても変形性能が低下することはないが、ベント管の場合は、乱れの時間スケールが大きくなり乱れの変化が抑制され、変形性能の低下を誘発する。従って、コンクリートのスランブロスは、テーパー管よりもベント管における変形性能に悪影響をもたらすと考えられる。

(謝辞) 本研究の一部は、文部省科学研究費補助金(奨励研究(A) 63750476)を受けて行ったものである。ここに深く謝意を表します。

5. 参考文献

- 1) 辻村直哉、橋本親典、丸山久一、清水敬二; 管内を流れるコンクリートの閉塞検知システムの開発に関する研究、第10回コンクリート工学年次論文報告集, pp. 73~78, 1988
- 2) 清水正樹、橋本親典、丸山久一、倉林清、高野菊光; コンクリートの電気抵抗特性によるポンプ圧送時の管内流動性状の推定に関する実験的研究、フレッシュコンクリートの挙動とその施工への応用に関するシンポジウム論文集, 1989
- 3) 日野幹雄; スペクトル解析、朝倉書店, pp. 25~66, 1981
- 4) 本間宏記、橋本親典、丸山久一、清水敬二; 管内を流れるフレッシュコンクリートの可視化モデルの変形性状に関する一考察、土木学会第44回年次学術講演会講演概要集第5部、1989

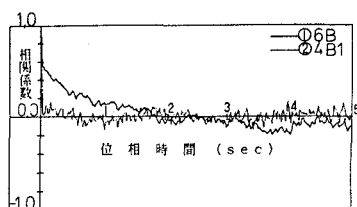


図-4 電気抵抗の圧送連続データの自己相関関係 (スランブ4.5cm: 6B-4B1)

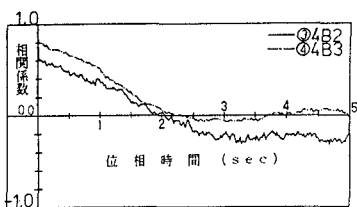


図-5 電気抵抗の圧送連続データの自己相関関係 (スランブ4.5cm: 4B2-4B3)

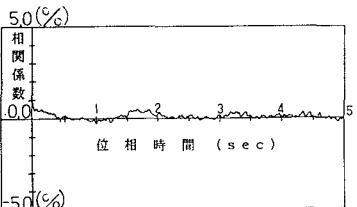


図-6 電気抵抗の圧送連続データの相互相関関係 (スランブ4.5cm: テーパー管)

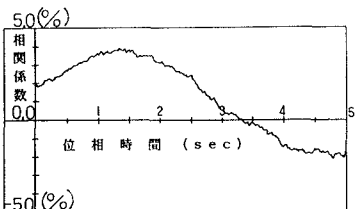


図-7 電気抵抗の圧送連続データの相互相関関係 (スランブ4.5cm: ベント管)