コンクリートの簡易圧送性評価システムの開発

福岡大学大学院　学生員　○山田 悠二　福岡大学大学院　学生員　案浦 侑己
福岡大学工学部　正会員　橋本 紳一郎　福岡大学工学部　正会員　江本 幸雄
徳島大学　正会員　橋本 親典　日本シーカ株式会社　正会員　伊達 重之

1. はじめに

近年，コンクリート施工において，コンクリートポンプは施工現場での搬送効率を考えると必要不可欠となっている．しかし，現在，通常の施工現場では，圧送中のコンクリートの状態を確認する手法がないため，突然，閉塞のような搬送効率を下げるトラブルが発生する．コンクリートポンプ施工の実態調査結果[1]おいても，閉塞がトラブル発生種類の大半を占めていることから，コンクリートポンプの圧送性を簡易に評価できる手法が必要である．以上から，本研究では，圧送性を簡易に計測・評価することのできる圧送性評価手法について検討した．

2. 実験概要

本研究は，実験室内において変形性評価試験装置を使用してコンクリートの圧送試験を行い，その際の圧送性を加速度センサーにより計測・評価した．

2.1 コンクリートの配合条件

本研究で使用したコンクリートの配合条件を**表-1** に示す．配合名は，「記号-目標スランプの値」を示す．Vg/Vm は，水，セメント，細骨材の容積に対する粗骨材の容積を表す値である．コンクリートの配合は水セメント比と単位水量を一定とし，細骨材率を 3 水準，各水準に対して目標スランプを 4 水準または 3 水準の合計 11 配合で検討を行った．目標空気量は全て 4.5±1.0%で一定とした．

表-1　配合表

配合	配合名	s/a (%)	w/c (%)	s/c (%)	Vg/Vm (%)	単位量 (kg/m³) W	目標スランプ (cm)	目標空気量 (%)
A	A-20	45	50	2.2	62	175	20.0±1.0	4.5±1.0
	A-15						15.0±1.0	
	A-8						8.0±1.0	
	A-3						3.0±1.0	
B	B-20	41		2.0	70		20.0±1.0	4.5±1.0
	B-15						15.0±1.0	
	B-8						8.0±1.0	
	B-3						3.0±1.0	
C	C-20	37		1.8	80		20.0±1.0	4.5±1.0
	C-15						15.0±1.0	
	C-8						8.0±1.0	

2.2 試験方法及び計測方法

本研究ではフレッシュコンクリートの変形性試験(JSCE-F509-2010)に準拠してコンクリートの圧送を行うと同時に，加速度センサーによる計測を行った．変形性評価試験装置と加速度センサーの取り付け位置を**図-1** に示す．本研究では，コンクリート圧送時の直管とテーパ管の管内で発生する振動の周波数特性の違いを圧送管に取り付けた加速度センサーによって計測し，計測結果からコンクリートの圧送性評価を検討した．測定点は直管のみ圧送する際の測定点：A とテーパ管を取り付けて圧送する際の測定点：B の 2 点で計測し，各測定点に対して上部，下部，中部の 3 箇所の測定位置での検討も行った．

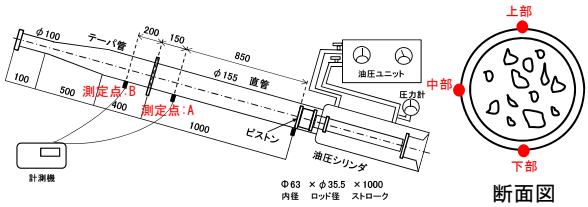

図-1　試験装置と加速度センサーの取り付け位置

3. 結果及び考察

表-2 に変形性評価試験の測定結果と圧送状態の評価，スランプの実測値を示す．閉塞状態については，閉塞直前の状態（閉塞）の測定結果を示している．本研究の順調圧送状態（順調）の結果に関しては，土木学会「コンクリートのポンプ施

表-2　変形性評価試験の結果

圧送状態	配合名	スランプ実測値 (cm)	平均ポンプ油圧 (Mpa)	ポンプ主油圧の変動係数(%)
順調	A-20	21.0	0.051	18.38
	A-15	16.0	0.088	14.98
	A-8	9.0	0.084	14.23
	B-20	20.0	0.048	24.46
	B-15	16.0	0.124	12.33
順調から不安定	C-20	21.5	0.046	40.03
不安定から閉塞	B-8	7.5	0.504	91.67
閉塞	A-3	4.0	0.845	54.18
	B-3	4.0	0.654	63.83
	C-15	15.0	0.527	87.08
	C-8	9.0	0.583	80.52

キーワード　圧送性，閉塞，加速度，平均ポンプ油圧，油圧の変動係数
連絡先　〒814-0180　福岡県福岡市城南区七隈 8-19-1　福岡大学大学院工学研究科建設工学専攻　TEL 092-871-6631

工指針(平成 12 年度版)」に示される順調の範囲内（平均ポンプ油圧:0.20MPa, ポンプ油圧の変動係数:25%）であり，また，その他の圧送状態も平均ポンプ油圧とポンプ油圧の変動係数，目視観察により確認できた．

図-2 は，測定点：B の順調時の加速度センサーの取り付け位置と周波数，振幅の関係を示す．加速度センサーを下部に取り付けた場合は，各圧送状態で 3000Hz 周辺(マル印)に振幅のピーク値を確認できたが，上部に取り付けた場合は各圧送状態でのピーク値の判定が困難であった．加速度センサーを中部に取り付けた場合も下部に取り付けた場合と同様の傾向が見られたことから，加速度センサーを下部または中部に取り付けて計測を行うことが有効である．

図-3 に測定点：B の s/a=41%の計測時間と加速度の関係を示す．順調（スランプ：20.0cm，16.0cm）の結果は加速度の値が乱れることなく一定であったのに対して，不安定圧送状態（不安定）から閉塞（スランプ：7.5cm）の結果は加速度の値が計測時間前半から小さな乱れを繰り返しながら最後に大きな値・乱れを示した（矢印）．また，閉塞（スランプ：4.0cm）の結果は，急激に加速度の値が同配合条件の中で最も高くなる傾向を示した（矢印）．これらの各圧送状態の傾向は，計測時間や加速度の大きさに違いはあるが，他の配合条件についても同様の傾向が見られた．これに対して，測定点：A での計測結果は，テーパ管のような圧送に抵抗を与えるものがないため圧送状態に関係なく，加速度の値は常に小さく一定の状態であり，圧送状態の評価は不可能であった．

図-4 に各配合（各圧送状態）における振幅のピーク値の関係を示す．順調の場合，スランプの大きさや細骨材率に関係なく振幅のピーク値は一定であった．不安定や閉塞の場合，振幅のピーク値は順調に対して約 2 倍～5 倍程度大きくなる傾向を示した．また，閉塞の場合は順調の結果とは異なり，細骨材率が小さくなるにつれて，振幅のピーク値も高くなる傾向を示した．

4. まとめ

テーパ管に加速度センサーを取り付けて加速度を計測することにより，加速度の値の乱れや大きさから圧送性を評価することが可能である．

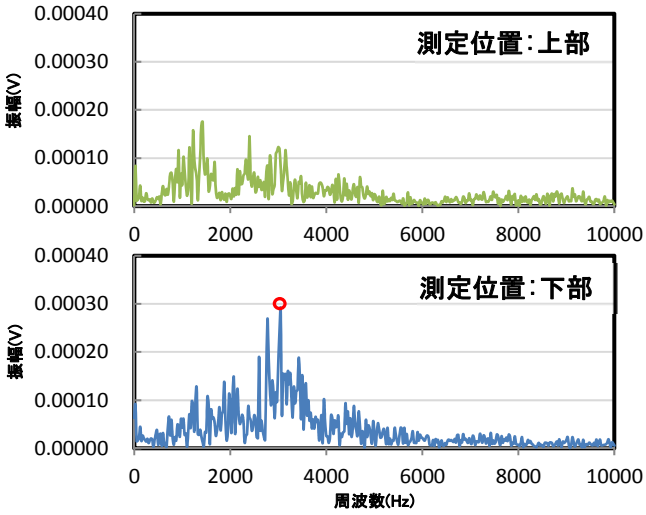

図-2 周波数と振幅の関係(スランプ:16cm s/a=45%)

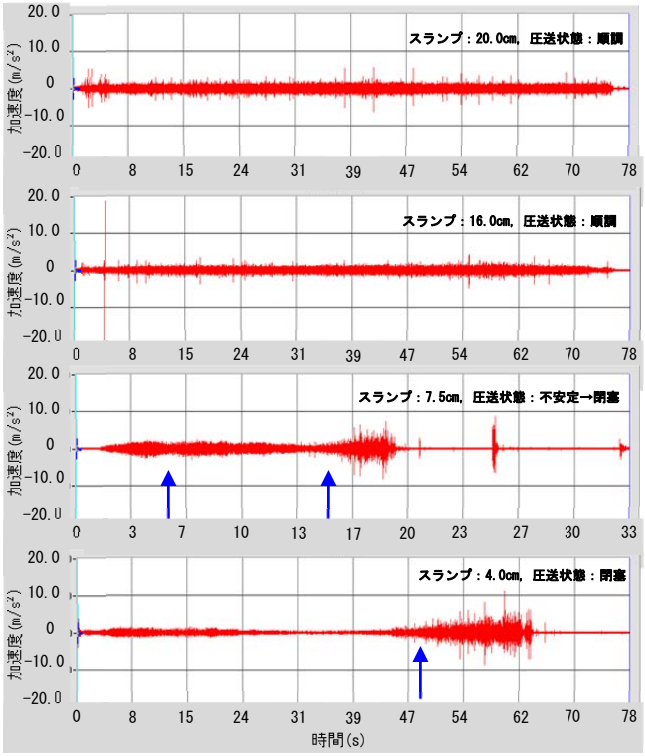

図-３　計測時間と加速度の関係

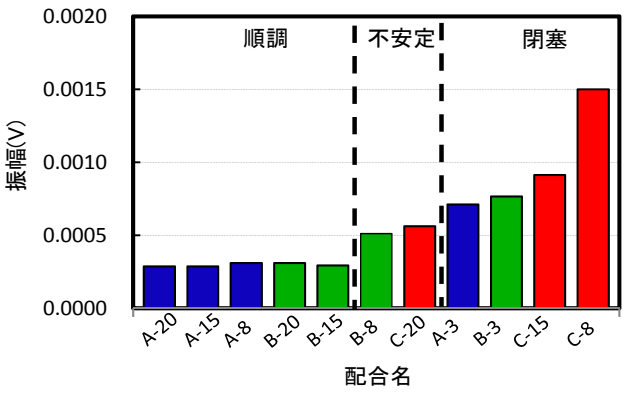

図-４　各配合(各圧送状態)の振幅ピーク値

参考文献

1) 日本コンクリート工学会編：コンクリートポンプ施工技術調査委員会報告書，2007.9　2) 渡辺健，他：ポンプ圧送の脈動時の変形性を評価できる定量的指標に関する実験的研究，フレッシュコンクリートのコンシステンシー評価に関する技術の現状と課題（II），コンクリート技術シリーズ No.54，pp.23-32，2003.7