

コンクリートのポンプ圧送性評価手法の検討

福岡大学 学生員 ○案浦侑己 福岡大学 正会員 橋本 紳一郎 福岡大学 正会員 江本 幸雄
福岡大学 学生員 黒木 賢一 福岡大学 学生員 山田 悠二

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⁾においても、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-目標スランプフローまたは目標スランプの値」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。モルタルは目標フロー：200mm、120mm の 2 配合、コンクリート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。

2.2 試験方法及び計測方法

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。圧送管は粗骨材の衝突による微細な振動が発生しており²⁾、それらは管内で順調に圧送されているコンクリートと閉塞直前の状態では異なることや直管とテーパ管ではその大きさに違いが表れることが予測される。そこで、本研究では、コンクリート圧送時に直管とテーパ管の管内で発生する振動の周波数特性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。加速度センサーは直管部に 1 箇所、テーパ管部に 3 箇所の計 4 箇所計測した。

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。本研究で閉塞状態（閉塞）は、閉塞する直前までの状態を意味する。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工指針（平成 12 年度版）」に示されている順調圧送状態の範囲内であった。また、順調と閉塞を比較した場合、閉塞の結果で細骨材率が低くなるにつれて変動係数が高くなり、

表-1 配合条件

配合	配合名	s/a (%)	w/c (%)	s/c (%)	Vg/Vm (%)	単位量 (kg/m ³) W	目標スランプ (cm)	目標空気量 (%)
M	M-200	-	50	2.2	0	298	200±10*	-
	M-120						120±10*	
A	A-20	45		2.2	62		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	50	2.0	70	175	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	

*モルタルフロー：単位(mm)

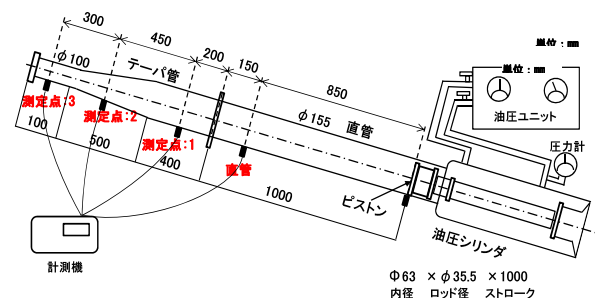


図-1 試験装置と加速度センサーの取付け位置

表-2 変形性評価試験の結果

配合名	スランプ (cm)	平均ポンプ油圧 (Mpa)	変動係数 (%)	圧送状態
M-200	200*	0.021	44.47	順調
M-120	120*	0.044	14.97	順調
A-1	21.0	0.051	18.38	順調
A-2	16.0	0.088	14.98	順調
A-3	9.0	0.084	14.23	順調
A-4	4.0	0.845	54.18	閉塞
B-1	20.0	0.048	24.46	順調
B-2	16.0	0.124	12.33	順調
B-3	7.5	0.504	91.67	不安定から閉塞
B-4	4.0	0.654	63.83	閉塞
C-1	21.5	0.046	40.03	順調から不安定
C-2	15.0	0.527	87.08	閉塞
C-3	9.0	0.583	80.52	閉塞

*モルタルフロー：単位(mm)

細骨材率と変動係数に相関性が見られた。

図-2 にテーパ管の測定位置は全て測定点：1 で計測した $s/a=41\%$ の各目標スランプ別の計測時間と加速度の関係を示す。図より、テーパ管の計測結果に関しては、順調（スランプ：20.0cm, 16.0cm）の結果は計測時間とともに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（目標スランプ：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（目標スランプ：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。また、直管の計測結果に関しては、加速度の値は非常に小さく、大きな乱れなども見られなかったことから、テーパ管部で計測した加速度の乱れの大きさから比較的容易に圧送性を確認できることを示せた。

図-3 に $s/a=45\%$ 、スランプ：4.0cm、閉塞の測定点：1 の周波数と振幅の関係を示す。図より、測定点：1 では周波数 3000Hz 程度に振幅のピーク値（マル印）が示されたが、他の測定点では振幅の幾つかの周波数でピーク値が確認された。この傾向は順調時にも確認され、加速度の変動が順調時にも大きくなる傾向が見られていたことから、周波数による乱れの少ない測定点：1 で計測を行うことが圧送状態を評価するのに有効であると言える。

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。図より、順調の振幅のピーク値の場合、モルタルと比較した場合には約 5 倍程度大きくなるが、コンクリートだけで比較した場合には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。不安定や閉塞の振幅のピーク値の場合、順調に対して約 2 倍～5 倍程度大きくなる傾向を示した。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

テーパ管の入り口付近で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。

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

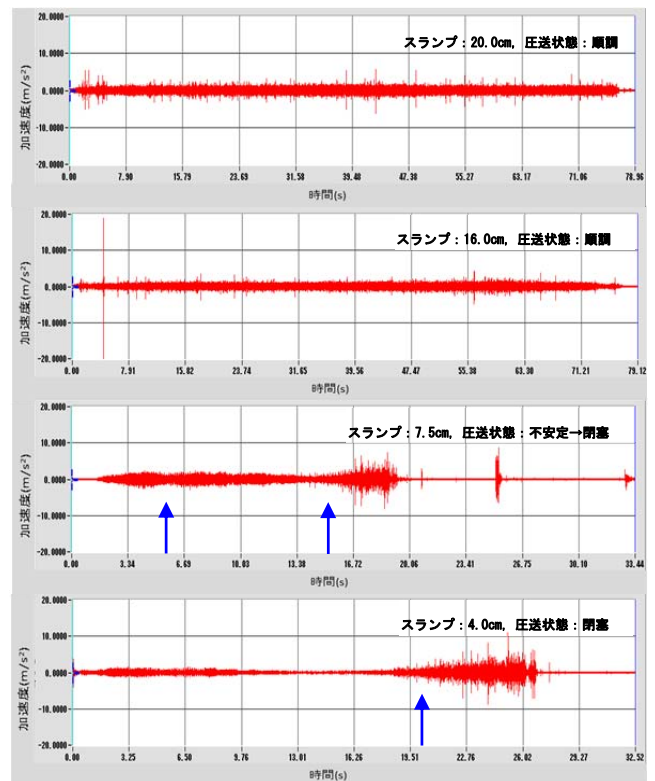


図-2 計測時間と加速度の関係

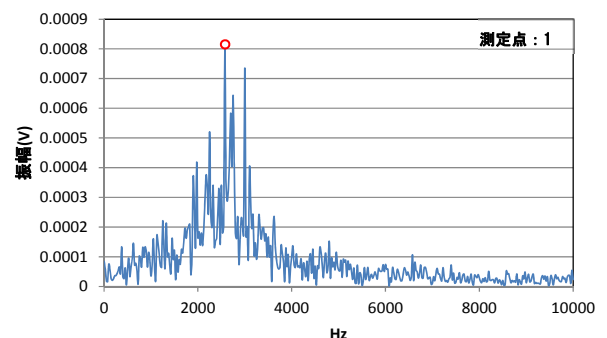


図-3 周波数と振幅の関係

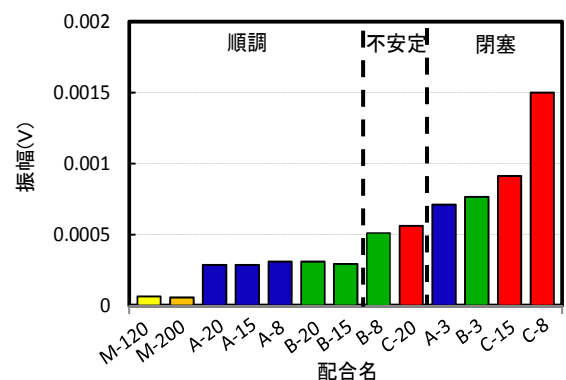


図-4 各配合（各圧送状態）の振幅のピーク値