

振動条件と締固めを必要とする高流動コンクリートのフレッシュ性状が振動伝播に及ぼす影響

東急建設株式会社 正会員 ○鈴木将充, 正会員 早川健司
東京理科大学 正会員 加藤佳孝

1. はじめに

締固めを必要とする高流動コンクリートは、普通コンクリートと比較して流動性が高いことから、比較的起振力の小さい軽便バイブレータを使用した場合でも、短い締固め時間で充填が完了することをこれまでに報告している¹⁾。しかし、一般的にコンクリートの流動性と粘性や棒状バイブレータの起振力により振動の伝播距離が異なることが言われており、適切な締固め方法を設定するためには、これらの影響を把握する必要がある。

そこで、本研究では、締固めを必要とする高流動コンクリートを対象として、流動性と粘性並びに棒状バイブレータの起振力が振動伝播に及ぼす影響を把握することを目的に、スランプフロー45cm程度のコンクリートを用いて実験的に検討を行った。

2. 実験概要

2.1 使用材料および配合

表1に使用材料、表2にコンクリートの配合およびフレッシュ性状を示す。締固めを必要とする高流動コンクリートは目標スランプフロー45cmを基本とした。流動性はスランプ・スランプフロー、粘性は塑性粘度の測定に有効とされている400mmフロー到達時間²⁾を指標とした。流動性は、配合を変えずに化学混和剤の添加量で調整し、粘性は、実用的な範囲でs/aやW/Cといった配合条件を変えて調整した。いずれも、顕著な材料分離は発生せず、目標とするスランプ・スランプフローと空気量を満足する配合であった。

フレッシュ性状について、スランプ・スランプフロー試験、空気量試験、コンクリート温度測定は各JIS規格に準拠して行い、加振ボックス充填試験はJSCE-F701を参考に仕切り板を開放すると同時に棒状バイブレータを始動させて行った。加振ボックス充填試験では、間隙通過性を表す間隙通過速度と材料分離抵抗性を表す粗骨材残存率を算出した。なお、粗骨材残存率は充填先のB室上部の結果を用いた。

キーワード：高流動コンクリート、締固め、振動伝播、流動性、粘性、起振力

連絡先 〒252-0244 神奈川県相模原市中央区田名3062-1 東急建設株式会社 技術研究所 土木材料G Tel:042-763-9507

表1 使用材料

種類	記号	物性等
水	W	上水道水(密度 1.00g/cm ³)
セメント	C	普通ポルトランドセメント(密度 3.16g/cm ³)
細骨材	S1	砕砂(表乾密度 2.63g/cm ³ , 粗粒率 3.02)
	S2	砂(表乾密度 2.61g/cm ³ , 粗粒率 1.56)
粗骨材	G	コンクリート用碎石 2005(表乾密度 2.62g/cm ³ , 粗粒率 6.91)
混和剤	SP	高性能 AE 減水剤(ポリカルボン酸系)

表3 試験条件

項目	水準
流動性	SL12cm, SF45, 55cm (φ40-240Hz-s/a50%-W/C50%)
細骨材率(粘性)	s/a45, 50, 55% (φ40-240Hz-SF45cm-W/C50%)
水セメント比(粘性)	W/C45, 50, 55% (φ40-240Hz-SF45cm-s/a50%)
振動機の径(起振力)	φ30, 40 (240Hz-SF45cm-s/a50%-W/C50%)
周波数(起振力)	120, 240Hz (φ40-SF45cm-s/a50%-W/C50%)

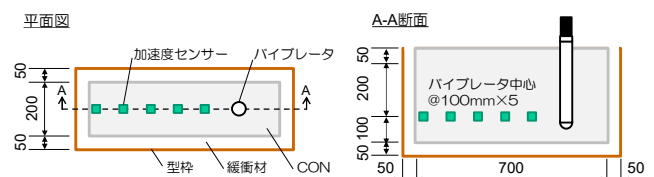


図1 試験体概要

2.2 振動締固め試験

図1に試験体概要、表3に試験条件を示す。加速度の測定位置は、バイブレータの中心から100mm間隔で500mmの位置までとした。棒状バイブレータは所定の挿入深さに3秒程度で達し、その後5秒間の加速度振幅の平均値として整理した。

3. 実験結果と考察

コンクリートのフレッシュ性状(表2)は、基本となる45-50-50と比較して次の通りであった。流動性を大きくした場合、材料分離抵抗性が低下したため間隙通過性も低下した。流動性を小さくした場合、間隙通過性が低下して締固め時間が長くなったが、充填先で顕著な分離を生じていないことから材料分離抵抗性が向上したものと考えられる。粘性を変化させた場合、想定通り材料分離抵抗性も変化し、粘性が小さい時に間隙通過性が低下した。

表2 コンクリートの配合およびフレッシュ性状

記号 SF-W/C-s/a	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)						スランプ (cm)	スランプ フロー (cm)	空気量 (%)	CON 温度 (°C)	400mm フロー 到達時間 (sec)	ボックス 間隙通過 速度 (mm/sec)	ボックス 粗骨材 残存率 (%)
			W	C	S1	S2	G	SP C×%							
45-50-50	50	50	175	350	659	220	877	1.3	23.5	45.0	3.7	18	2.25	24.5	104.2
55-50-50			175	350	659	220	877	1.5	-	53.0	3.0	18	1.73	4.0	99.7
12-50-50			175	350	659	220	877	0.6	12.5	-	3.4	19	-	3.1	101.4
45-50-45		45	175	350	593	198	964	1.0	22.0	42.0	3.1	19	1.10	8.0	88.9
45-50-55		55	175	350	725	242	789	1.6	22.0	45.0	3.1	19	2.54	36.0	104.3
45-45-50	45	50	167	371	660	220	878	1.5	23.5	47.0	3.0	18	2.46	23.8	99.2
45-55-50	55		181	329	659	220	878	1.1	22.5	43.5	3.7	18	1.00	11.9	95.5

図2に流動性が振動伝播に及ぼす影響を示す。棒状パイププレート近傍では各配合に差が生じているが、SF45とSL12は20cm以降同様の挙動を示し、SF55は20~30cmで他より応答加速度が大きい。40cm以降で他と同様の挙動を示した。流動性の影響については、30cm程度までは異なるが、それ以降では振動伝播に大きな影響を及ぼさない結果であった。ただし、締固め時のコンクリート表面の状態より、締固めが十分であると判断できるまでの時間と距離は、SF55：3秒-50cm、SF45：5秒-50cm、SL12：30秒-40cmであり流動性の大きい配合が短かく長かった。

図3に粘性が振動伝播に及ぼす影響を示す。s/aの影響については、s/a50より増減するとパイププレート近傍で応答加速度が小さくなったが、20cm以降で同様の挙動を示した。W/Cの影響については、粘性の小さいW/C55の20cmの応答加速度が大きい。それ以外の箇所ではW/C50と大きな差はなく、粘性の大きいW/C45は50cmまで他より応答加速度が大きかった。粘性の影響については、s/aとW/Cで粘性を変化させた場合の振動伝播の挙動は異なり、30cm程度まで影響が大きい。締固めが十分であると判断できるまでの時間と距離は、いずれも5秒-50cmであったことから、50cm程度まで離れると締固めに大きな影響を及ぼさないものと考えられた。

図4に起振力が振動伝播に及ぼす影響を示す。起振力はパイププレートの錘の偏心質量と偏心距離に比例し、周波数の2乗に比例する³⁾。各振動条件の起振力の比は、およそφ40-240Hz=4：φ30-240Hz=2：φ40-120Hz=1である。各距離の応答加速度は起振力の大きさに応じて大きくなった。振動伝播については、30cm程度まで影響が大きく、それ以降小さくなった。締固めが十分であると判断できるまでの時間と距離は、φ30-240Hz：10秒-50cmであった。φ40-120Hzでは起振力が小さく、コンクリート表面の状態より、締固めが進行していないと判断され、本実験で用いたコンクリートに必要な最小起振力を満たしていないものと考えられた。起振力については、50cm程度まで離れても締固めに影響を及ぼす結果となった。

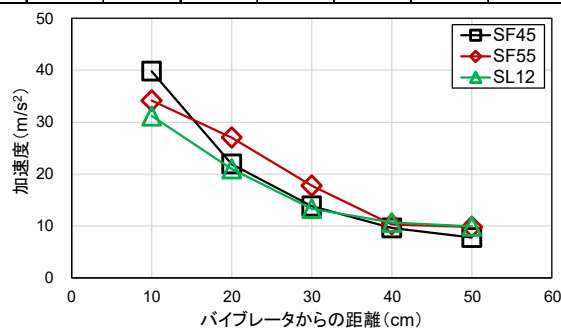


図2 流動性の影響

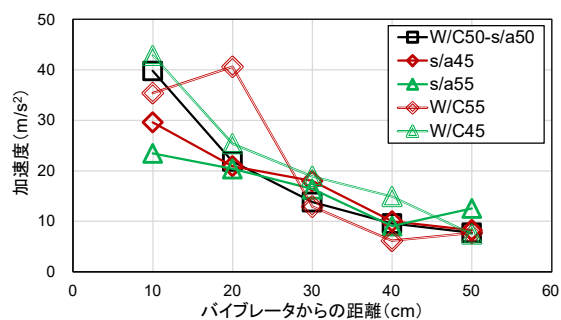


図3 粘性の影響

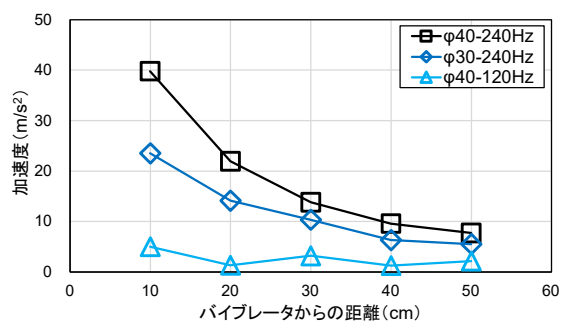


図4 起振力の影響

4. まとめ

締固め時の振動伝播に及ぼす影響は、実用的に締固めを必要とする高流動コンクリートが成立する範囲で配合条件を変化させた場合よりも、棒状パイププレートの起振力の方が大きく、振動条件に応じた締固め方法を設定する必要があることが分かった。

<参考文献>

- 鈴木他：締固め時間が締固めを必要とする高流動コンクリートの充填に与える影響，コンクリート工学年次論文集，Vol.43，No.1，pp.820-825，2021。
- 小門他：スランプフロー試験による高流動コンクリートのレオロジー定数評価法に関する研究，土木学会論文集，No.634，V-45，pp.113-129，1999。
- JISA 8610 コンクリート内部振動機