

締固めを必要とする高流動コンクリートの振動締固め性に関する検討

千葉工業大学 学生会員 ○石川 椋太 学生会員 渡邊 大河 学生会員 池田 信義 正会員 橋本 紳一郎
 清水建設 正会員 根本 浩史 オリエンタル白石 正会員 中村 敏之 東洋建設 正会員 竹中 寛
 鉄建建設 正会員 西脇 敬一 内山アドバンス 正会員 三本 巖 竹本油脂 正会員 小林 竜平
 鹿島建設 正会員 松本 修治 太平洋セメント 正会員 石井 祐輔 奥村組 正会員 廣中 哲也

1. はじめに

近年の建設現場では国土交通省が掲げる生産性向上や施工性改善の観点から、JIS A 5308 の普通コンクリートに新たに追加されたスランブフローコンクリートの適用が求められている。土木学会では、このコンクリートを「締固めを必要とする高流動コンクリート」として配合設計や施工技術に関する様々な検討および報告を行っている。その中で、このコンクリートは流動性が高く粘性が低い特徴から、施工過程において材料分離を生じる傾向にある。しかし、これまでの検討において、締固め間隔や締固め時間について検討を行った例はない。以上より、本研究では、締固めを必要とする高流動コンクリートを一般の構造物に適用することを目的に、適切な締固め挿入間隔及び締固め時間について検討を行った。

2. 実験概要

(1) 使用材料及び配合条件

表-1, 2 にコンクリートの使用材料及び配合条件を示す。配合 No.1 をスランブ(以降,SL)8cm, 配合 No.2 を SL18cm の普通コンクリート, 配合 No.3 をスランブフロー(以降,SLF)45cm, 配合 No.4 を SLF55cm の締固めを必要とする高流動コンクリートとし、それぞれ検討を行った。また、目標 SL \pm 2.0cm, 目標 SLF \pm 5.0cm とし、目標空気量を全て 4.5 \pm 1.5%とした。

(2) 試験項目

はじめに、フレッシュ性状試験として、スランブ試験、スランブフロー試験、空気量試験をそれぞれ JIS に準拠して行い、目標値の範囲内であることを確認した後、締固め影響範囲に関する実験を行った。

写真-1 に各作業写真、図-1 に型枠寸法を示す。型枠は発泡スチロールで形成された高さ 250mm, 幅 300mm, 奥行き 1000mm ものを使用し、棒状バイブレータ(径: ϕ 50mm, 周波数: 200Hz)からの、コンクリートの振動伝達状況を、加速度計を用いて測定した。バイブレータの挿入位置は、型枠端部より 250mm の位置に挿入し、加速度計はバイブレータより 250mm, 375mm, 500mm, 750mm の位置にそれぞれ CH1,

表-1 使用材料

使用材料	内容
セメント	C: 普通ポルトランドセメント 密度: 3.16g/cm ³
練混ぜ水	W: 上水道水
細骨材	S: 砕砂, 千葉県富津市 表乾密度: 2.62g/cm ³ , 粗粒率: 2.99
粗骨材	G: 砕石 2005, 高知県吾川群 表乾密度: 2.65g/cm ³ , 実積率: 59.8%
混和剤	AD: 高性能 AE 減水剤 標準形 AE: AE 剤

表-2 配合条件

配合 No.	種別	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)				混和剤 添加率	
				C	W	S	G	AD	AE
1	C297-8-20N	54.2	44.3	297	161	809	1053	-	0.4
2	C323-18-20N		46.0	323	175	814	988	-	0.35
3	C350-45-20N	50.0	50.0	350	175	872	905	1.05	-
4	C380-55-20N	46.1		380	175	861	891	1.25	-

※AD:C \times wt.%, AE:C \times 0.001%を1.00とした時の量(A)



写真-1 左：加速度計取付位置，右：試験状況

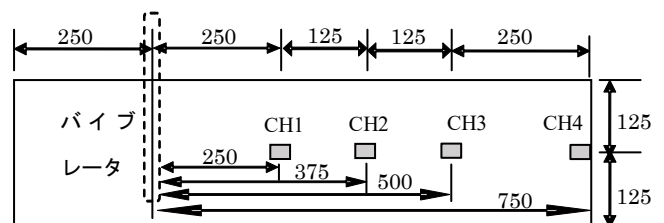


図-1 型枠寸法

CH2, CH3, CH4 を設置した。この実験では、普通コンクリートによる振動伝達状況と比較して、締固めを必要とする高流動コンクリートが、推定した締固め完了エネルギーに達する時間までの時間を確認し、締固め間隔および締固め時間の目安を設定することを目的とした。

キーワード 締固めを必要とする高流動コンクリート, 振動締固め性, 締固め完了エネルギー, 締固め時間, 締固め間隔
 連絡先 〒275-0016 千葉県習志野市津田沼 2-17-1 千葉工業大学 TEL:047-478-0445

表-3 フレッシュ性状試験結果

配合 No.	目標 SL (cm)	実測 SL (cm)	目標 SLF (mm)	実測 SLF (cm)	目標 Air (%)	実測 Air (%)
1	8.0±2.0	7.5	-	21.0	4.5±1.5	4.6
2	18.0±2.0	18	-	30.0		5.1
3	-	23.5	450±50	45.2		5.0
4	-	26.5	550±50	56.6		5.0

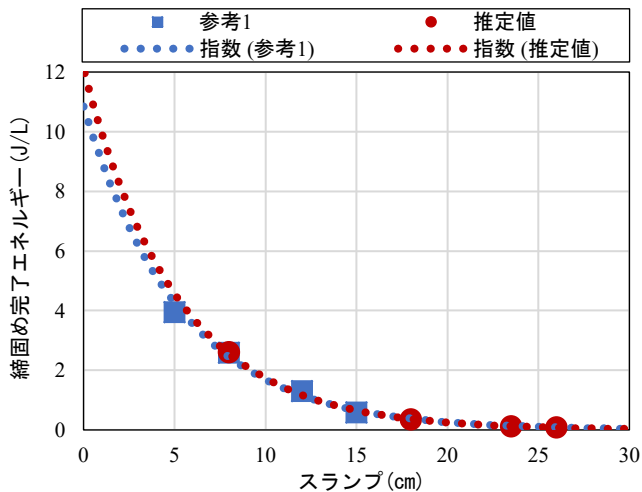


図-2 スランプごとの締固め完了エネルギーの比較

3. 実験結果及び考察

表-3 に各配合のフレッシュ性状試験の結果を示す。全ての配合が、目標値に達していることを確認した後、締固め影響範囲に関する実験を行った。次に、図-2 に既往の研究²⁾を参考とし、各スランプの締固め完了エネルギーと、加速度計の値から算出した締固め完了エネルギーを示す。この結果より、既往の研究²⁾における締固め完了エネルギーが、今回計測して求めた値から得られる曲線と近似することが確認できたため、締固め完了時間をこの値を用いて算出した。表-4 に締固め完了エネルギーに達するのに要する締固め完了時間を示す。この締固め完了時間は、既往の研究²⁾における以下の(1)式から算出した。

$$t = \frac{4\pi^2 f}{\rho_0 \alpha^2 \max} E_{99.5} \quad \dots (1)$$

ここに、 t ：締固め完了時間(s)、 f ：振動数(Hz)、 ρ_0 ：示方配合から計算される試料の単位体積重量(kg/m³)、 α_{\max} ：最大加速度(m/s²)、 $E_{99.5}$ ：締固め完了エネルギー(J/L)とする。(1)式の締固め完了エネルギー $E_{99.5}$ を各スランプで定めることにより、締固め条件に応じた締固め時間を求めることができる。締固めを必要とする高流動コンクリートにおける締固め完了エネルギーは、スランプ 18cm のものよりも低い傾向があり、その中

表-4 推定締固め完了時間

配合 No.	SLF (cm)	締固め完了エネルギー (推定) (J/L)	締固め完了時間(推定)			
			CH1 (距離 250mm)	CH2 (距離 375mm)	CH3 (距離 500mm)	CH4 (距離 750mm)
1	21.0	2.6	18.55	117.86	138.88	159.03
2	30.0	0.35	2	15.86	16.8	14.73
3	45.2	0.13	0.64	2.57	3.44	2.69
4	56.6	0.08	0.49	2.21	4.87	1.31

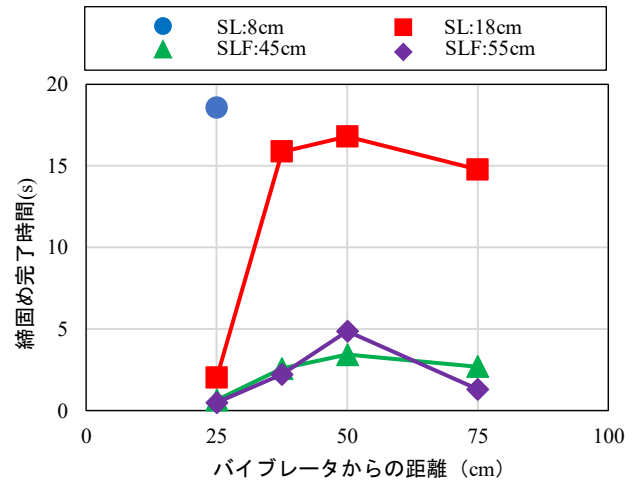


図-3 締固め完了時間の距離ごとの比較

でもフローが大きいものほど顕著にその傾向が現れる。図-3 に加速度計から得られた、締固め完了エネルギーに達する締固め完了時間をバイブレータからの距離ごとに比較したものを示す。これにより、締固めを必要とする高流動コンクリートは、フロー45cm、55cmともに、締固め完了に必要な振動時間が5秒以下であることが確認できた。また、締固め完了時間を5秒以下と想定した場合、その影響範囲は50cm程度であり、バイブレータの挿入間隔は50~100cmが有効であると考えられる。

4. まとめ

今回の実験から、締固めを必要とする高流動コンクリートの締固め完了エネルギーは既往の研究²⁾の参考とする値と、加速度計から算出したエネルギーと同程度であることが確認できた。この結果から、求められる値より、一箇所当たりの振動時間は5秒程度、締固めの挿入間隔は50~100cmが適切であると考えられる。

参考文献

- 1) 土木学会：「締固めを必要とする高流動コンクリートの配合設計・施工技術研究小委員会(358委員会)委員会報告書」, コンクリート技術シリーズ No.123, 2020.5
- 2) 梁俊ら：「フレッシュコンクリートの締固め性状試験法に関する研究」, 土木学会論文集 E, Vol.62 No.2, 416-427, 2006.6