

締固めを必要とする高流動コンクリートの振動締固めに関する基礎的研究

千葉工業大学 学生会員 ○石川 椋太 清水建設 正会員 根本 浩史 竹本油脂 正会員 小林 竜平
 学生会員 山田 大悟 千葉工業大学 正会員 橋本 紳一郎 東洋建設 正会員 竹中 寛
 学生会員 渡邊 大河 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
 学生会員 池田 信義 内山アドバンス 正会員 三本 巖

1. はじめに

近年、コンクリート構造物の施工性及び生産性向上の観点から JIS A 5308 に新たにスランプフローで管理するコンクリートが追加された。この新たに追加されたコンクリートを土木学会では、締固めを必要とする高流動コンクリートと定義づけ、既往の研究¹⁾において材料分離抵抗性を評価する手法として、様々な試験での検討が行われており、その中でも特に、フロー45cm 及び 55cm を本研究の対象とした。このコンクリートは、普通コンクリートよりも流動性が高く、締固めに要する時間が短いと考えられる。しかし、締固めを必要とする高流動コンクリートにつ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。以上から本研究では、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

使用材料は、C:普通ポルトランドセメント(密度:3.16g/cm³)、S: 砕砂(表乾密度:2.62 g/cm³,F.M.:2.99)、G: 砕石 2005(表乾密度:2.65 g/cm³,実積率: 59.8%)、AD1:高性能 AE 減水剤、AD2:AE 減水剤を使用した。表-1 にコンクリートの配合条件を示す。配合 No.1 をスランプ 8cm、配合 No.2 をスランプ 18cm の普通コンクリート、配合 No.3 をフロー45cm、配合 No.4 をフロー55cm 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。配合の要因は各種コンクリートにおいて、最低限の材料分離抵抗性を確保できると考えられる単位セメント量を設定した。

(2) 試験項目

はじめに、スランプ試験、スランプフロー試験および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て、以下の試験を行った。

表-1 配合条件

配合 No.	種別	W/C (%)	s/a (%)	単用量 (kg/m ³)				混和剤添加率	
				C	W	S	G	AD1	AD2
1	C297-8-20N	54.2	44.3	297	161	809	1053	-	0.4
2	C323-18-20N	54.2	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	50.0	380	175	861	891	1.25	-

※AD1, 2 : C×wt.%



写真-1 左：加速度計取付位置、右：試験状況

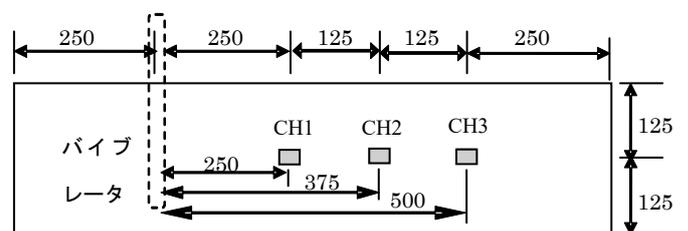


図-1 型枠寸法

写真-1、図-1に締固め影響範囲に関する実験の概要を示す。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のものを使用し、φ60の棒状パイプレータによる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。パイプレータの挿入位置は、型枠端部より250mmの位置に挿入した。加速度計は、パイプレータから250mmの位置にCH1、375mmの位置にCH2、500mmの位置にCH3の加速度計を取り付けた。また既往の研究²⁾から、各スランプの締固め完了エネルギーを図-2に示す。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 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:047-478-04

表-2 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 (mm)	目標 Air (%)	実測 Air (%)
1	8.0±2.0	7.5	-	210	4.5±1.5	4.6
2	18.0±2.0	18	-	300	4.5±1.5	5.1
3	-	23.5	450±50	452	4.5±1.5	5.0
4	-	26.5	550±50	566	4.5±1.5	5.0

表-3 推定締固め完了時間

配合 No.	スランブ (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)
1	8	2.6	18.55	117.86	138.88
2	18	0.35	2	15.86	16.8
3	23.5 (フロー450mm)	0.13	0.64	2.57	3.44
4	26 (フロー550mm)	0.08	0.49	2.21	4.87

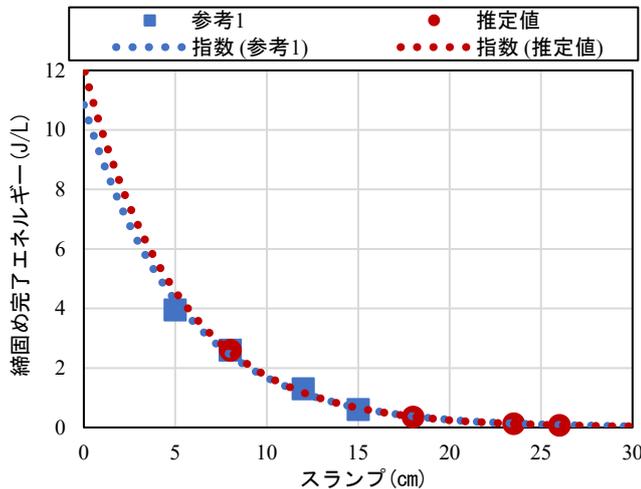


図-2 スランブごとの締固めエネルギーの比較

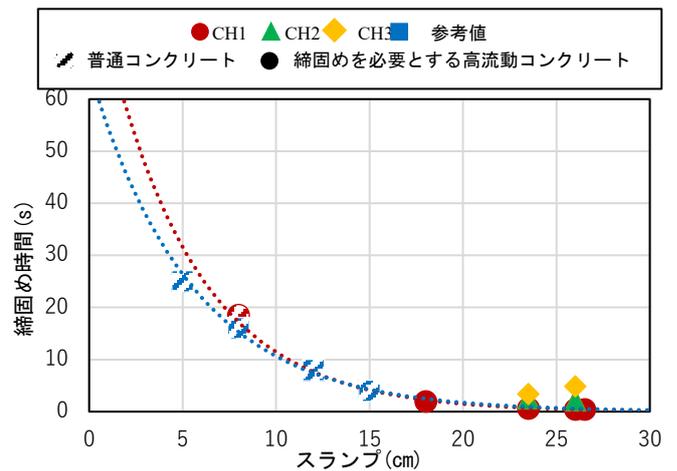


図-3 CH1における締固め完了時間

3. 実験結果及び考察

表-2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。表-3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 $E_{99.5}$ を各スランブ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。求めた値をを図-2、表-3に示す。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、スランブ18cmのものよりも低い傾向があり、その中でもフローが大きいものほど顕著にその結果が現れる。次に、図-3に加度計から得られた、CH1における締固め完了エネルギーに達する締固め完了時間をスランブごと比較したものを示す。この結果から、CH1の地点では、締固め完了時間が、参考値と近似するという結果にな

った。また、CH2、3においてもフロー45cm、55cmともに締固め完了時間は、参考値に概ね近似するという結果になった。したがって、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時間は既往の研究²⁾における参考値と近似することがわかった。この結果から、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が有効である。

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