

スランプフローで管理されるコンクリートの材料分離抵抗性に関する基礎的研究

前田建設工業株式会社 正会員 ○佐藤 奨
前田建設工業株式会社 正会員 南 浩輔
前田建設工業株式会社 梶田 秀幸
前田建設工業株式会社 宮澤 友基
前田建設工業株式会社 西條 圭祐

1. はじめに

我が国では少子高齢化が進行し、2008 年をピークに人口減少局面が続いている。建設業就業者も減少が続いており、全産業と比べ高齢化も著しく高くなっている。このような社会的背景から、建設業ではこれまで以上に省力化や合理化を高める仕組みの導入が求められている。2023 年 2 月には土木学会からコンクリートライブラリー161「締固めを必要とする高流動コンクリートの配合設計・施工指針（案）²⁾」が発刊され、コンクリート工事の生産性の向上に対し、スランプフローで管理されるコンクリートの活用について示されるなど、環境整備が進められている。しかし、スランプフローで管理されるコンクリートに関する報告は蓄積段階にあり、特に、単位粉体量の比較的少ないスランプフローで管理されるコンクリート（単位粉体量 330kg/m³～400kg/m³）の施工性に関する報告事例は限られている。本論では、打込み時の材料分離抵抗性に着目し、自由落下高さや配合条件の影響について検討した結果を述べる。

2. 試験概要

使用材料を表-1、コンクリート配合を表-2 に示す。配合は、水セメント比 55%および 45%において、スランプフローの違いによる影響を比較するために単位水量を調整し、高性能 AE 減水剤は各水セメント比の配合において水が分離しないように使用量を設定した。コンクリートのフレッシュ性状の試験項目と方法を表-3 に示す。自己充填性は、U 型充填試験（R2 障害）により評価した。自由落下による材料分離試験の方法は、渡邊らの報告^{2),3)}を参考にした。試験概要を図-1 に示す。試料の量は 2.5L、塩ビ管の直径はポンプの筒先を想定して 5B 管と同程度の内径 129mm とし、底板は片開き方式で開放する機構とした。自由落下の方法は、塩ビ管の下部側を底板で閉じた状態で塩ビ管に試料を充填し、底板を素早く開放することによりコンクリートを直下に自由落下させる。式(1)により自由落下に対

する試料の残存率によって求め、材料分離の程度を評価した。

自由落下に対する
試料の残存率(%)

=

自由落下直下に一体となって
残留した試料の質量(g)

試料全体の質量(g)

× 100 …(1)

以下、自由落下時の材料分離抵抗性の評価として、(1) 落下高さ、(2) スランプフロー、(3) 水セメント比の 3 つの影響について検討した結果を示す。

表-1 使用材料

材料	概要／物性	記号
水	上水道水	W
セメント	普通ポルトランドセメント(比重：3.16g/cm ³)	C
細骨材	山砂(比重：2.63g/cm ³ ，吸水率：1.83%，粗粒率：2.22)	S1
	石灰砕砂(比重：2.68g/cm ³ ，吸水率：1.68%，粗粒率：3.28)	S2
粗骨材	硬質砂岩碎石(比重：2.64g/cm ³ ，吸水率：0.77%，粗粒率：6.55)	G
高性能AE減水剤	ポリカルボン酸系化合物	SP
AE剤	アニオン系界面活性剤	AE

表-2 コンクリートの配合表

配合 記号	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)					混和剤 C×(%)	
			W	C	S1	S2	G	SP	AE
55-184	55	54.8	184	334	650	278	831	0.9	0.003
55-186	55	52.4	186	339	642	275	832	0.9	0.003
55-189	55	52.1	189	344	634	272	831	0.9	0.003
50-181	50	54.0	181	361	639	274	831	1.0	0.003
45-173	45	52.0	173	385	639	274	831	1.0	0.003
45-176	45	52.3	176	390	632	271	831	1.0	0.003

表-3 コンクリートのフレッシュ試験

試験項目	試験方法
スランプフロー	JIS A 1150:2020
空気量	JIS A 1128:2019
高流動コンクリートの充填高さ	JSCE-F 511-2011
コンクリート温度	JIS A 1156:2014
自由落下による材料分離試験	図-1に示す通り

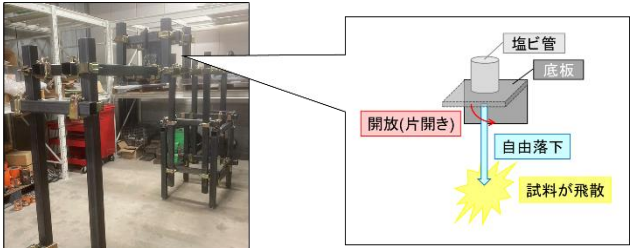


図-1 自由落下試験の概要

キーワード フレッシュコンクリート，スランプフロー，材料分離抵抗性，自由落下試験

連絡先 〒302-0021 茨城県取手市寺原 5270 前田建設工業株式会社 ICI 総合センター 佐藤 奨 TEL0297-85-6171

表-4 コンクリートのフレッシュ性状と自由落下による材料分離試験の結果

配合 記号	スランプ フロー (mm)	空気 量 (%)	U型 (R2障害) 充填高さ (mm)	温度 (°C)	自由落下時の 試料の残存率(%)		
					落下高さ		
					1.5m	1.0m	0.5m
55-184	520	3.4	322	19.4	87.1	99.9	-
55-186	555	3.3	319	21.3	83.1	-	102
55-189	635	2.3	337	20.7	87.1	-	103
50-181	623	4.9	341	20.7	90.4	97.1	-
45-173	585	3.7	339	21.1	92.5	101	-
45-176	620	5.3	334	20.7	92.8	99.7	-

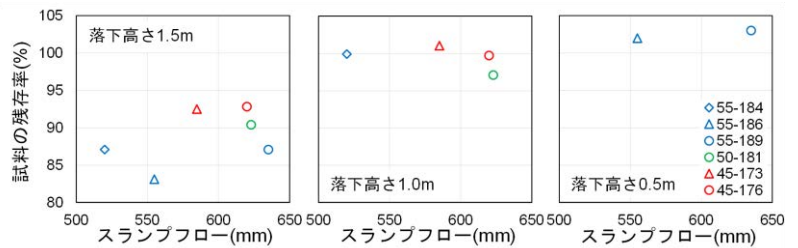


図-2 自由落下による材料分離試験の結果

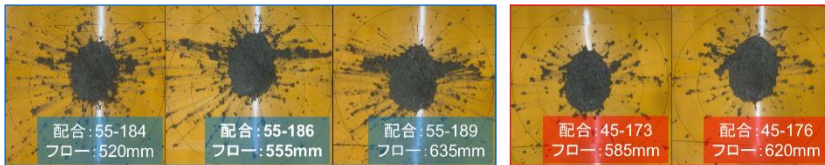
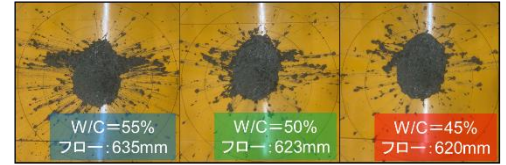
図-3 流動性と自由落下による材料分離の程度の比較
(落下高さ 1.5m)

図-4 水セメント比と自由落下による材料分離の程度の比較(落下高さ 1.5m)

3. 試験結果

コンクリートのフレッシュ性状と自由落下による材料分離試験の結果を表-4 に示す。スランプフローは最小で 520mm、最大で 635mm となった。また、全ての配合において、分離することなく充填高さ 300mm 以上の値を示したことから、自己充填性を有する配合と考えられる。なお、自由落下による材料分離試験において、試料の残存率が 100%を超えたものについては、採取した試料の材料分布のばらつきが影響したと考えられる。

(1) 落下高さの影響

落下高さによる試料の残存率の違いを図-2 に示す。落下高さが 1.5m のケースでは、試料の残存率が 90%前後となり、打込み時に何らかの分離が生じている可能性が考えられる結果となった。一方、落下高さが 1.0m 以下のケースでは、配合によらず試料の残存率が 100%に近い値を示し、自由落下に伴う材料分離が生じていないことが確認できた。落下高さの違いによる試料の残存率は、落下高さを 1.5m から 1.0m へ 0.5m 低くした場合は約 10%改善し、落下高さを 1.5m から 0.5m へ 1.0m 低くした場合は約 20%改善傾向が見られた。このことから、比較的単位粉体量の少ないスランプフローで管理されるコンクリートの施工においては、配合に加えて適切な落下高さを定めることで、材料分離することなく施工を行うことが可能と考えられる。

(2) スランプフローの影響

表-4 で示した試料の残存率をスランプフローの異なるもので比較すると、水セメント比 55%では、スランプフローが 520mm から 555mm に大きくなると試料の残存率は低くなり、スランプフローが 555mm から 635mm に大きくなると試料の残存率が高くなるといった相反する結果となった。改めて図-3 に示すコンクリートの飛散状況を確認すると、スランプフローが大きくなるにつれて横方向への飛散が大きくなっており、実際の試料の分離は大きいと見られる。原因として、配合 55-189 の残存率の計量の際に、中央部の分離していない試

料に加えて、横方向に繋がった試料部分を残存試料として計量してしまったため、一部、試料の残存率に逆転現象が生じたものと推察される。水セメント比 45%では、スランプフローが 585mm から 620mm に大きくなっても試料の残存率はほぼ同じ値となった。図-3 に示すコンクリートの飛散状況にも大きな違いは見られず、落下高さが 1.5m 以下の条件ではスランプフローの大きさの影響は小さい結果となった。

(3) 水セメント比の影響

表-4 より、水セメント比の違いによる試料の残存率は、水セメント比が低いほど高くなる傾向を示した。図-4 に示す通り、コンクリートの飛散状況からも水セメント比が低くなるほど横方向の分離が小さくなることが確認でき、水セメント比を小さくすることによって材料分離の程度が抑えられていることが分かる。

4. まとめ

本論で検討した配合範囲において、以下の知見を得た。

- (1) 落下高さを 0.5m 低くする毎に、自由落下に伴う試料の残存率を 10%程度改善することができた。比較的単位粉体量の少ないスランプフローで管理されるコンクリートの施工においては、配合に加えて適切な落下高さを定めることで、材料分離することなく施工を行うことが可能と考えられる。
- (2) 比較的単位粉体量の少ないスランプフローで管理されるコンクリートにおいて、水セメント比やスランプフローを小さくすることで、自由落下による材料分離を抑制することができる。

【参考文献】

- 1) 政府の統計窓口 e-Stat ホームページ : <https://www.e-stat.go.jp/>
- 2) 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・施工指針(案), 2023 年
- 3) 渡邊ら: 締固めを必要とする高流動コンクリートの自由落下高さによる材料分離に関する検討, 令和 4 年度土木学会全国大会第 77 回年次学術講演会, V-111, 2022 年