

## 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

千葉工業大学 学生会員 ○渡邊 大河 学生会員 池田 信義 学生会員 石川 椋太 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、JISA5308の普通コンクリートに新たに追加されたスランプ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<sup>1)</sup>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が、一般構造物への適用例が少なく、コンクリート標準示方書の施工編（以降、示方書<sup>2)</sup>）に示される標準的な施工の策定には至っていない。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構造物に適用することを目的に、施工過程における型枠への打込み時の自由落下高さによる材料分離について検討を行った。

### 2. 実験概要

使用材料は、S1：砕砂(F.M.:2.99,実積率:55.9%)とS2：山砂(F.M.:2.60,実積率:64.0%), G1：砂岩砕石(F.M.:6.59,実積率:59.4%)とG2：石灰岩砕石(F.M.:6.62,実積率:61.0%)で、骨材の種類や物理的性質の違いによる検討を行った。

表-1にコンクリートの配合表を示す。配合No.1~3を普通コンクリート、配合No.4~7を本検討対象の締固めを必要とする高流動コンクリート、配合No.8を自己充填性を有する高流動コンクリートで検討した。配合要因は、「施工性能にもとづくコンクリートの配合設計・施工指針<sup>3)</sup>」より、一般的な施工条件に対する施工性能の確保に必要な単位セメント量の下限值を目安とした。これに対し配合No.2,5では、より強度ランクの高い配合を想定した単位セメント量の400kg/m<sup>3</sup>以上で設定を検討した。さらに、これらの配合の細骨材率を増加させた検討、配合No.6において使用材料の違いを検討した。

図-1に自由落下による骨材の飛散量試験の概要を示す。自由落下高さは、示方書における普通コンクリートの施工標準を参考に、上限値の1.5mで設定した。本試験での評価は、落下した試料の内、少しの空間を含む連続した範囲（図の赤枠）の外に飛散した骨材を計量し、落下前の試料の全重量に対する飛散割合とした。

キーワード スランプフローコンクリート、材料分離抵抗性、自由落下高さ、骨材の飛散、細骨材率

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-1 配合表

配合	種別	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m <sup>3</sup> )						添加率		
				C	W	S1	S2	G1	G2	SP	AD	AE
1	C318-12-20N	51.9	46.0	318	165	827		982		-	1.00	3.0
2	C400-12-20H	38.0	43.0	400	152	758		1017		1.15		5.5
3	C350-18-20N	50.0	50.0	350	175	873	-	883	-	0.80		1.5
4	C350-45-20N											
5	C434-45-20H	38.0	46.0	434	165	782	-	850	-	880	-	4.0
6	C434-45-20H		50.0									
7	C380-55-20N	46.1	50.0	380	175	861	-	871	-	1.30		1.5
8	C550-65-20N											

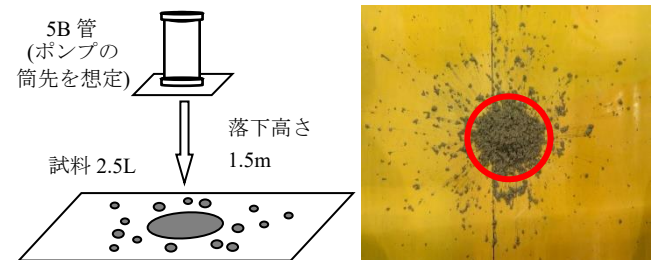


図-1 自由落下による骨材の飛散量試験概要

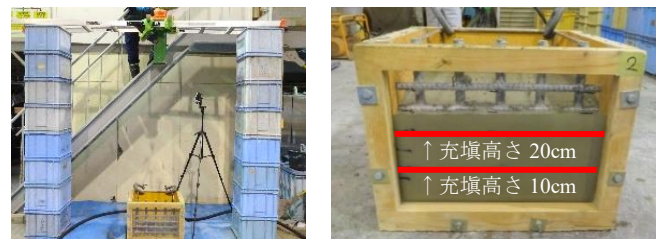


写真-1 模擬型枠への打込みおよび充填状況

写真-1に実施工を模擬した型枠への打込み、および充填状況を示す。本試験では、自由落下によって生じた材料分離と充填性との関係を確認した。はじめに、約60Lの試料を数回に分け、飛散量試験と同様の条件で打込みを行った。その後、棒状バイブレータ（径:φ50,周波数:200Hz）による締固めを行い、型枠正面の充填高さ10cm, 20cm, 充填完了までの時間を計測した。さらに、鉄筋かぶり部、鉄筋内側、バイブレータ付近の試料2Lを採取し、洗い分析試験（JIS A 1123）を行うことで、計画配合の単位粗骨材量に対する粗骨材残存率を算出後、比較・検討を行った。

### 3. 実験結果及び考察

図-2に各種コンクリートと骨材の飛散割合の関係を示す。骨材の飛散割合は、スランプ12cmで最も高く

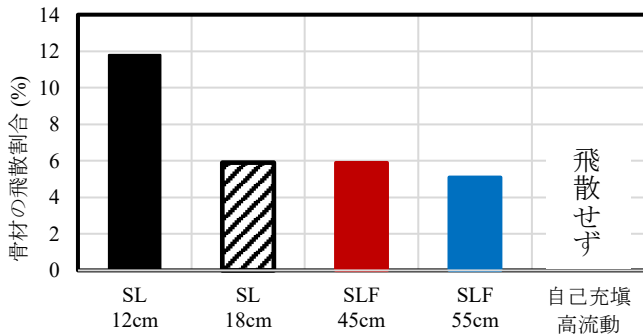


図-2 各種コンクリートと骨材の飛散割合の関係

スランプ 18cm, フロー45cm, フロー55cm では, その半分程度の結果となった. これらに対し, 自己充填性を有する高流動コンクリートでは自由落下高さ 1.5m における骨材の飛散は全くみられなかった. したがって, 締固めを必要とする高流動コンクリートの骨材の飛散は示方書の範疇でスランプの大きい普通コンクリートと同等であると考えられる.

図-3, 4に自由落下による骨材の飛散割合と充填性の関係を示す. この結果から, 骨材の飛散割合と各充填高さにおける締固め時間に相関性がみられた. また, 骨材の飛散割合が約 10%を上回ると締固め完了時間に大きく影響する結果となったが, 粗骨材残存率を確認すると, 各採取位置において適切に充填されていることが分かった. 以上のことから, 自由落下による材料分離の影響は充填性に現れ, 骨材の飛散割合が概ね 10%程度までは, 充填性を確保できることが示唆された.

図-5, 6に使用材料および配合条件の違いによる骨材の飛散割合の関係を示す. この結果から, 単位セメント量の増加による骨材の飛散への影響はみられなかった. 一方, 細骨材率を増加させた配合では, 骨材の飛散割合が増大する結果となった. これは, 細骨材率の増加により, 粗粒率や実積率の悪い砕砂の使用割合が増加した影響と推察され, 自由落下による骨材の飛散はモルタル量の増加より骨材品質の影響が顕著に現れることを確認した. また, その傾向はフロー45cmよりスランプ 12cmで大きく, 飛散割合は20%を越え, 充填性に影響を与えられられる. これに対し, 同様の配合で山砂を使用した結果, 骨材の飛散割合を抑制できた. したがって, 使用材料の影響を考慮し, 骨材の飛散割合を10%程度に抑えることが有効であると考えられる.

4. まとめ

自由落下による骨材の飛散割合と充填性には相関性がみられ, 飛散割合 10%程度までは充填性を確保できることが示唆された. また, 使用材料や配合条件の違いによる影響を考慮した結果, 自由落下による骨材の飛散には, モルタル量の増加より骨材品質の影響が顕著に現れることを確認した.

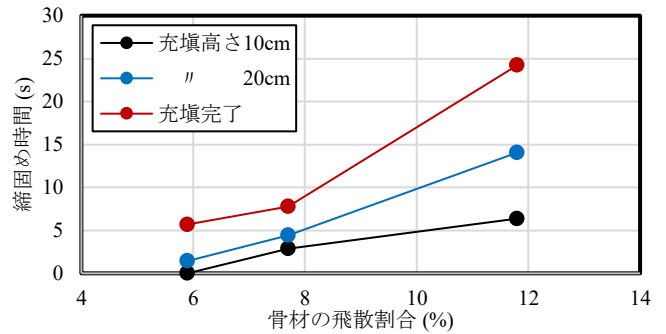


図-3 骨材の飛散割合と締固め時間の関係

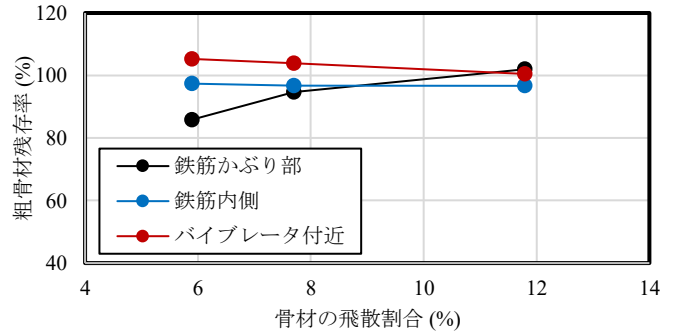


図-4 骨材の飛散割合と粗骨材残存率の関係

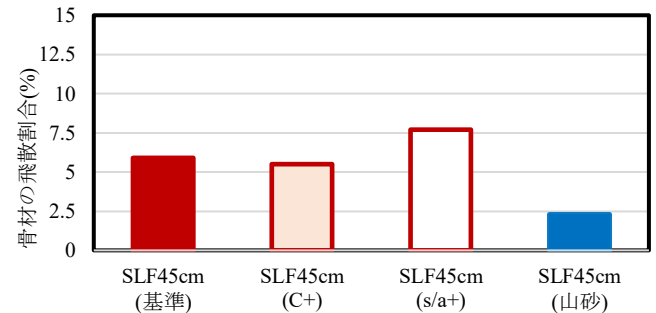


図-5 使用材料および配合条件に対する骨材の飛散割合 (SLF45cm)

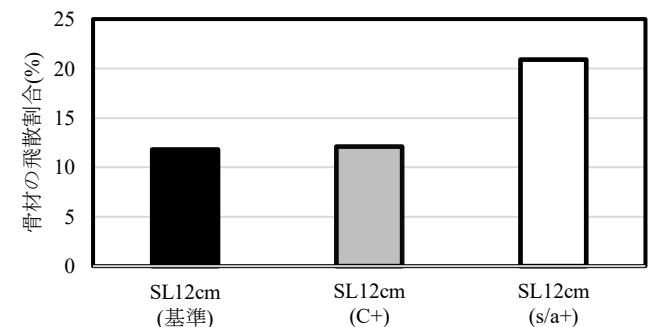


図-6 配合条件に対する骨材の飛散割合 (SL12cm)

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) 土木学会：2017 年制定コンクリート標準示方書 [施工編：施工標準], 2018.3
- 3) 土木学会：施工性能にもとづくコンクリートの配合設計・施工指針, コンクリートライブラリーNo.145, 2016