

締固めを必要とする高流動コンクリートの材料分離に関する評価

太平洋セメント(株) 正会員○石井 祐輔 正会員 藤澤 竜 非会員 天野 幹久 正会員 石田 征男

1. はじめに

近年、コンクリートの施工における省力化、合理化、高密度配筋の構造物への充填などを目的に流動性の高いコンクリートへの要求が高まっている。コンクリート標準示方書では、流動性がスランプフローで管理されるコンクリートのうち、締固めをすることを前提としているものは『締固めを必要とする高流動コンクリート』と示されている¹⁾。このコンクリートは一般的なコンクリートと比較して流動性は高い一方で単位セメント量は同程度となる配合のため、モルタルと粗骨材の材料分離抵抗性を適切に確保することが重要である。

土木学会コンクリート委員会 256「締固めを必要とする高流動コンクリートの施工に関する研究小委員会」の品質評価 WG では、締固めを必要とする高流動コンクリートの品質評価方法として 2 種類の試験方法を提案している。本検討では、この試験を用いて各種配合のコンクリートの材料分離に関する実験的評価を行った。

2. 試験概要

2. 1 使用材料および配合

コンクリートの使用材料を表 1 に、配合を表 2 に示す。配合条件は 256 委員会における取組みと同様とした。いずれの配合も単位水量は $175\text{kg}/\text{m}^3$ で一定とし、No.1 は基準配合として、水セメント比(W/C)50%、細骨材率(s/a)50%とした。No.2 は基準配合から粘性を大きくする目的で単位セメント量を $30\text{kg}/\text{m}^3$ 増加させた。No.3 は基準配合から粘性を小さくする目的で単位セメント量を $30\text{kg}/\text{m}^3$ 減少させた。No.4 は基準配合から s/a を 5%低下させた。No.1~No.4 は高性能 AE 減水剤を使用した。これに対して No.5 は混和剤を増粘剤含有高性能 AE 減水剤に変更し、その他配合条件は No.3 と同一とした。目標スランプフローは $550\pm 50\text{mm}$ 、目標空気量は $4.5\pm 1.5\%$ とし、混和剤の添加量により調整した。

2. 2 試験方法

(1) フレッシュコンクリートの基本性状と目視観察

コンクリートのスランプフローおよび空気量の各試

キーワード 高流動コンクリート、材料分離、粗骨材の沈下量試験、ボックス形充填試験

連絡先 〒285-8655 千葉県佐倉市大作 2-4-2 太平洋セメント(株) 中央研究所 TEL : 043-498-3915

表 1 コンクリートの使用材料

種類	記号	備考	
上水道水	W	—	
普通ポルトランドセメント	C	密度 $3.16\text{g}/\text{cm}^3$	
細骨材	山砂	S	表乾密度 $2.58\text{g}/\text{cm}^3$,粗粒率 2.76
粗骨材	碎石 2005	G	表乾密度 $2.65\text{g}/\text{cm}^3$,実積率 60.6
高性能 AE 減水剤	SP	ポリカルボン酸エーテル系化合物	
増粘剤含有高性能 AE 減水剤	VSP	ポリカルボン酸エーテル系化合物と増粘性高分子化合物の複合体	
AE 剤	AE	ポリン酸化合物系陰イオン界面活性剤	

表 2 コンクリートの配合

No.	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m^3)				混和剤種類
			W	C	S	G	
1	50.0	50.0	175	350	863	887	SP
2	46.1	50.0	175	380	851	874	SP
3	54.7	50.0	175	320	876	899	SP
4	50.0	45.0	175	350	777	975	SP
5	54.7	50.0	175	320	876	899	VSP

験を、JIS A 1150 および JIS A 1128 にそれぞれ準拠して実施した。また、十分に練混ぜたコンクリートを練り舟内にて数分静置し、材料分離の状態を目視観察した。

(2) 粗骨材の沈下量評価試験

既往の報告²⁾を参考に試験を実施し、加振による粗骨材の沈下を評価した。試料を内径 30cm、深さ 38cm 程度の円筒容器に高さ 35cm まで投入した。棒状バイブレータを容器底部から 5cm の位置まで挿入して 10 秒間加振を行い、その後容器上層部側から試料を 2L 採取した。採取試料の粗骨材量を JIS A 1112 により測定し、配合の単位粗骨材量を基準として粗骨材残存率を算出した。

(3) ボックス形充填試験

既往の報告²⁾を参考に試験を実施し、加振による充填性を評価した。ボックス形容器は JSCE-F511 に規定される装置とし、流動障害は R2 とした。棒状バイブレータを、試料を詰めた A 室中央部に対して A 室底部から 10cm の位置まで挿入した。仕切りゲートの開放と同時にバイブレータによる加振を行った。加振開始時から、試料が B 室の高さ 190mm および 300mm に到達した時間を測定し、この区間を試料が通過する速度として間隙通過速度を算出した。加振後に B 室上面から採取し

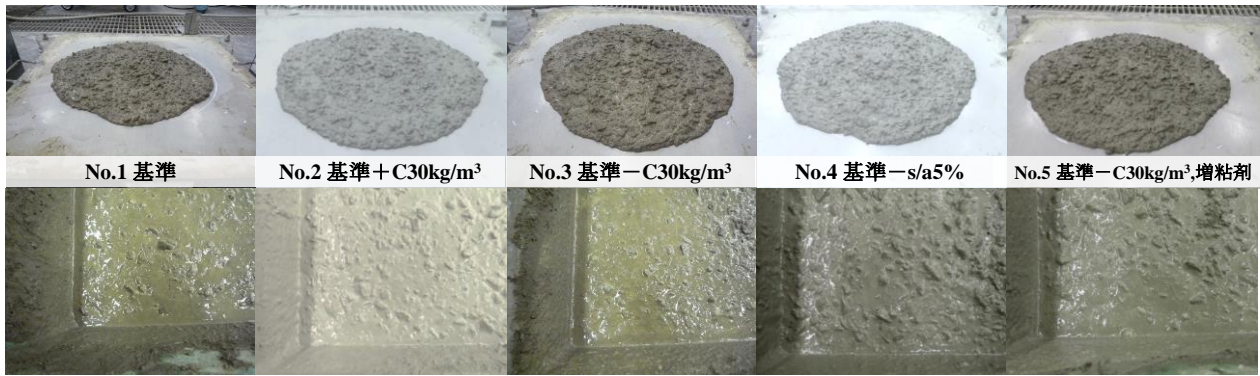


写真1 フレッシュコンクリートの状況(上段：練上がり直後のスランプフロー，下段：練り舟内で数分静置後)

た試料の粗骨材量を JISA 1112 により測定し、配合の単位粗骨材量を基準として粗骨材量比率を算出した。

3. 試験結果

フレッシュコンクリートの練上がり直後の状況を写真1に、基本性状の結果を表3に示す。スランプフローの目視観察では、いずれの配合も中央部への粗骨材の残存や、試料端部での材料の分離などは確認できなかった。500mm フロー到達時間はいずれの配合でも、3.5～5 秒程度の範囲であった。このうちセメント量を増加した No.2、セメント量を低減させ増粘剤含有高性能 AE 減水剤とした No.5 では、やや大きい値となり、他の配合と比較して粘性が増加する傾向が確認できた。

練り舟内での試料の目視確認においては、静置直後はいずれの配合も粗骨材の沈下は確認できなかった。一方、基準の No.1、セメント量を減少させた No.3 では数分静置後に粗骨材がやや沈下し、試料表面に粗骨材は少ない状態であった。また、No.4 は基準配合よりも細骨材が少なく粘性は低いと予想されるが、粗骨材の沈下は確認できなかった。No.4 は他の配合よりモルタルに対する粗骨材が多く、粗骨材が干渉し合うことにより試料表面に残存しやすい状況であったと考える。

粗骨材の沈下量評価試験の結果を図1に示す。いずれの配合も、粗骨材残存率は 90～100%程度であった。このうち、セメント量を増加した No.2、セメント量を低減させ増粘剤含有高性能 AE 減水剤を使用した No.5 では粗骨材残存率が高かった。セメント量の増加、あるいは増粘剤含有高性能 AE 減水剤を使用した場合、加振による粗骨材の沈下を抑制可能であることを確認した。

ボックス形充填試験の結果を図2に示す。粗骨材量比率は約 60～80%、間隙通過速度は No.1, 3, 4, 5 で約 20～40mm/s, No.2 で約 100mm/s であった。No.1, 3, 4, 5 について、間隙通過速度が大きいほど粗骨材量比

表3 フレッシュコンクリートの基本性状

No.	混和剤量 (C×%)	スランプ フロー(mm)	500mm フロー到達時間(秒)	フロー停止時間(秒)	空気量 (%)
1	1.10	560	3.5	13.4	3.8
2	1.00	535	5.2	11.2	4.7
3	1.20	560	4.3	13.4	3.5
4	1.00	550	3.4	10.6	5.2
5	1.25	535	4.9	11.0	3.8

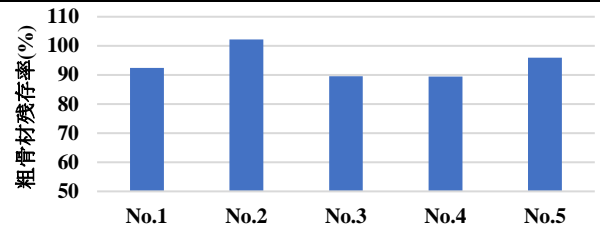


図1 粗骨材の沈下量評価試験の結果

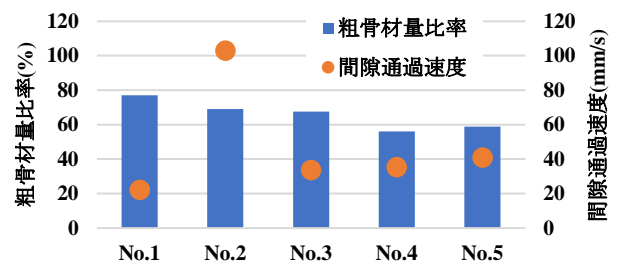


図2 ボックス形充填試験の結果

率は小さくなる傾向であった。一方セメント量を増加した No.2 は他の配合と粗骨材量比率は同程度だが、間隙通過速度は大きく、加振による充填性に優れていると考えられた。

4. まとめ

締固めを必要とする高流動コンクリートの各配合条件において、材料分離に関する知見を取得した。

参考文献

- 1) 公益社団法人土木学会：2017年制定 コンクリート標準示方書【施工編】，2017
- 2) 公益社団法人土木学会：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，2020