

配筋条件がコンクリートの施工性および硬化性状に与える影響

徳島大学 学生会員 ○原勝哉 徳島大学 正会員 橋本親典
徳島大学 正会員 渡邊健 徳島大学 正会員 石丸啓輔

1. はじめに

多様な混和材（剤）の使用，鉄筋の過密配筋により設計施工条件が複雑化している。フレッシュコンクリートの現場施工においてスランプ試験のみでは施工性を定量的に評価できないことが問題として挙げられる。本研究では，各種配合に対して加振ボックス充填試験を実施し流動障害 R1 を用いた加振ボックス充填試験の施工性能評価の意義について，流動障害 R2 の場合との比較により検討を行った。また，流動障害を通過した後のコンクリートを採取し，硬化コンクリートを用いた品質評価について検討した。

2. 実験概要

2.1 使用材料・配合・検討項目

表-1 に使用材料の物性値を，表-2 にコンクリートの配合と配合別に検討した項目を示す。配合数が多いため，基準となる配合のみを示す。実験はこれらの配合に対してフライアッシュを内割りで20%内割り置換した配合も加えて，スランプを8 cm±2.5～18±2の間となるように配合毎に混和剤により調節し，実験を行った。

2.2 試験方法

練り上がり直後に，フレッシュコンクリートのスランプと空気量をそれぞれ JIS A 1101 と JIS A 1128 に従い測定した。その後，加振ボックス充填試験とタンピング試験を実施した。両試験は，参考文献¹⁾に記載されている第Ⅱ編の「4.2.3(2) 加振ボックス充填試験」と「4.2.3(4) タンピング試験」に準拠した。図-1 に加振ボックス充填試験装置および流動障害を示す。A 室に挿入したバイブレータを加振すると同時に流動障害位置のシャッターを開放し，コンクリートを B 室に移動させる。B 室の高さ 190mm から 300mm の高さ 110mm をその間を通過する充填時間で除した値を間隙通過速度とする。

タンピング試験は，スランプ試験終了後のコンクリートに対し，スランプ板の四隅を 1.5kg の木製棒を高さ 500mm から落下させるタンピングをスランプフロー500mm まで行う。1 回当たりスランプフロー増加分を単位スランプフロー変形量とする。この試験と同時に，練り混ぜ直後と B 室の高さ方向（上層，中層，下層）のコンクリートを採取し圧縮強度用の円柱供試体を作製し，材齢 28 日の圧縮強度と密度を求めた。

表-1 使用材料

材料	密度 (g/cm ³)	比表面積 (cm ² /g)	強熱減量 (%)	二酸化けい素 (%)
普通ポルトランドセメント	3.16	3250		
フライアッシュⅠ種	2.40	5520	1.9	53.9
フライアッシュⅡ種	2.29	3890	1.7	62.5
フライアッシュⅢ種	2.20	1900	2	55

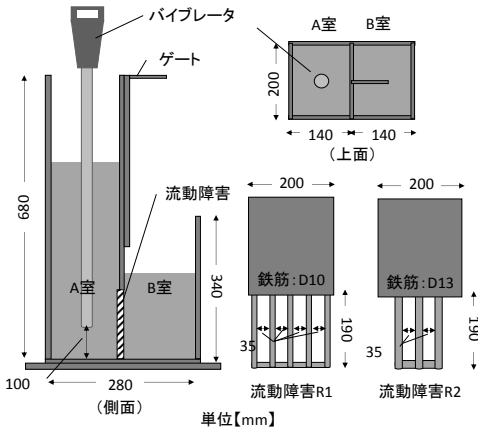


図-1 加振ボックス充填試験装置

表-2 配合条件・検討項目

No.	W/P (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)				検討項目							
			W	C	S	G	流動障害R1 (鉄筋5本)	流動障害R2 (鉄筋3本)	FAⅠ種	FAⅡ種	FAⅣ種	スランプ		
												8cm	12cm	18cm
1	70	43	175	250	774	1018		○		○	○	○	○	○
2	55	43	165	300	768	1011		○		○	○	○	○	○
3	55	48	164	300	858	927		○		○	○	○		
4	55	50	166	300	892	888		○		○	○	○		
5	55	48	165	300	857	925		○	○	○	○	○		
6	57	52	171	300	921	847		○	○	○	○	○		
7	54	44	162	300	789	1001		○	○	○	○	○		
8	58	43	175	300	757	996		○		○	○	○	○	○
9	58	51	175	300	901	852	○			○	○	○	○	○
10	58	43	175	300	757	996	○			○	○	○	○	○
11	50	48	165	330	846	913		○	○	○	○	○		
12	52	52	171	330	908	835		○	○	○	○	○		
13	52	48	170	330	840	906		○	○	○	○	○		
14	53	52	175	330	903	830		○	○	○	○	○		
15	49	46	170	350	797	928		○		○	○	○		
16	50	49	175	350	843	870		○		○	○	○		
17	51	52	180	350	888	813		○		○	○	○		
18	45	43	180	400	717	943	○	○		○	○	○	○	○

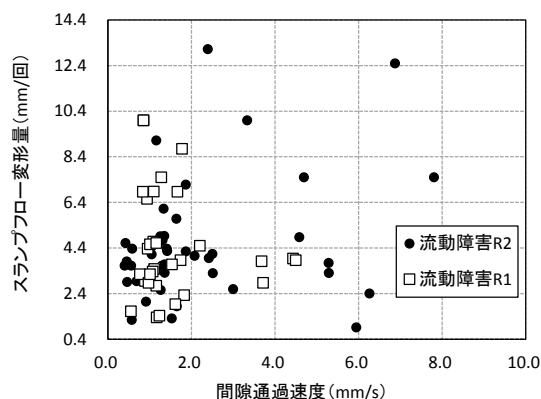


図-2 間隙通過速度と単位スランプフロー変形量の関係

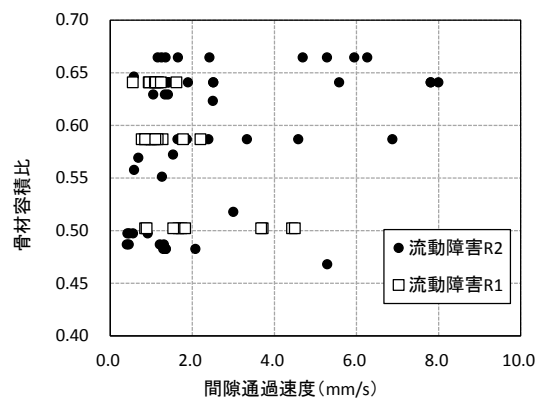


図-3 間隙通過速度と骨材容積比の関係

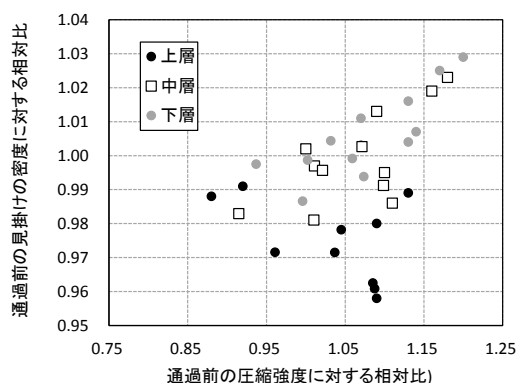


図-4 圧縮強度比と見掛け密度比の関係 (R1)

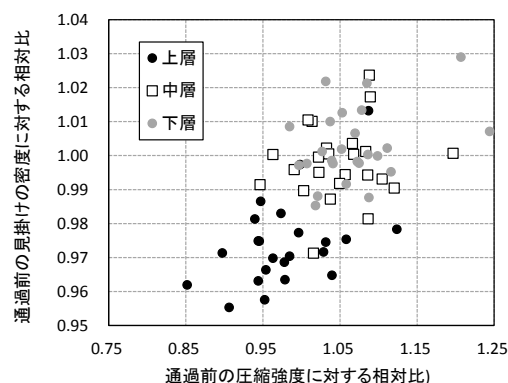


図-5 圧縮強度比と見掛け密度比の関係 (R2)

3. 実験結果

図-2 に間隙通過速度と単位スランプフロー変形量を示す。流動障害 R2 では、間隙通過速度と単位スランプフロー変形量には右上がりの傾向が認められる。しかしながら、流動障害 R1 では、配筋条件が厳しいために間隙通過速度が 2mm/s 以下に集中して分布する。流動障害 R1 と流動障害 R2 には一様な傾向は確認できなかった。タンピング試験のコンクリートは、振動による自由な変形・流動である。一方、加振ボックス充填試験のコンクリートは、鉄筋の間隙を通過するため、振動と間隙という強制的な変形・流動である。そのため、間隙通過性には骨材の形や骨材の配合割合の影響を強く受ける。図-3 に間隙通過速度と骨材容積比（配合内における粗骨材の割合）の関係を示す。骨材容積比 0.5 の領域では流動障害別の間隙通過速度は分布しているが、骨材容積比が 0.55 以上の骨材割合が大きい領域では、配筋条件が厳しくなることで間隙通過速度が大きく低下する傾向を示した。閉塞の危険性が高い狭隘な配筋条件では骨材容積比の影響が大きくなる。狭隘な配筋では、流動の状態が大きく変化するとと思われる。

図-4, 5 に流動障害 R1, R2 の圧縮強度比と見掛けの密度比の関係を示す。流動障害 R1 と R2 とともに上中下層の位置に関係なく、強度比が大きいほど見掛けの密度も大きい傾向にある。上層はグラフの左下方に集中し、下層は右上方に集中し中層は中間に位置する。B 室での充填後の品質が、硬化後の供試体の密度および圧縮強度性状によって評価できる。また、これらの配合は間隙通過速度が 2mm/s 以下となり、圧縮強度の相対比、見掛けの密度の相対比ともに 0.9 程度以上確保されている。50 秒以上の振動時間で鉄筋を通過するという非常に厳しい外力下でも、強度と密度に関してはコンクリートの品質保持能力は高い。

4. まとめ

- (1)閉塞の危険性が高い狭隘な配筋条件と緩やかな配筋条件でコンクリートの流動の状態は大きく異なる。
- (2)50 秒以上の振動時間で鉄筋を通過しても、コンクリートの強度と密度の品質保持能力は高い。

参考文献 1) コンクリートの施工性能の照査・検査システム研究小委員会 (341 委員会) 第 2 期委員会：第 II 編委員会報告 2, 土木学会コンクリート技術シリーズ 102, pp. II -58~60, 2013