

配合条件の違いが中流動コンクリートのフレッシュ性状に及ぼす影響

福岡大学大学院 学生員 ○黒木 賢一 福岡大学 正会員 橋本 紳一郎
福岡大学大学院 正会員 江本 幸雄 福岡大学 学生員 佐伯 啓介

1. はじめに

近年、建設工事における施工の省力化、高品質化および建設コストの削減を目的として、軽微な振動締固めにより充填可能なスランブフロー350～500mm程度の中流動コンクリートが提案されている。配合決定の際には、混和材の混入量は試験により中流動コンクリートの品質を確保できる適正な量を定めるものとする¹⁾とされており、各種配合条件における適切な混和材添加量について十分に検討されていない。そこで本研究では、加振変形試験およびタンピング試験、変形性評価試験を実施し、配合条件の違いがフレッシュ性状に及ぼす影響を検討した。

2. 試験概要

2.1 使用材料と配合

セメントは、普通ポルトランドセメント(記号:C, 密度:3.15g/cm³), 細骨材は玄界灘産海砂(記号:S, 表乾密度:2.58g/cm³, F.M.:2.60), 粗骨材は糸島市志摩産碎石(記号:G, 最大寸法:20mm, 表乾密度:2.66g/cm³, F.M.:6.60)である。混和材はフライアッシュⅡ種(記号:FA, 密度:2.25g/cm³, 比表面積:3,990cm²/g, 強熱減量:2.7%), 混和剤はリグニンスルホン酸系とポリカルボン酸エーテル系の複合体である AE 減水剤(記号:Ad)を使用した。中流動コンクリートの配合決定基準および配合をそれぞれ表-1, 表-2 に示す。配合名は, “混和材の有無・細骨材率・(単位混和材量)”を表し, N は混和材無添加, F は混和材(FA)添加を示す。

2.2 試験方法

基礎性状試験では, スランブ試験を JIS A 1101, スランブフロー試験を JIS A 1150, 空気量試験を JIS A 1128, 圧縮強度試験を JIS A 1108, ブリーディング試験を JIS A 1123, U 型充填性試験と加振変形試験①(10 秒加振後のスランブフロー変形量測定)を NEXCO 試験方法 733-2008 に準拠して行った。基礎性状試験結果は表-1 を満たすものとし, その後加振変形試験②, タンピング試験, 変形性評価試験を実施した。

加振変形試験②は, 加振変形試験①後, スランブフロー600mm に達するまでの振動時間を計測した。

タンピング試験は, スランブ試験を実施後, 質量 1.2kg の木製棒を 50cm の高さからスランブ板の四隅に順次落下させ, スランブフロー600mm に達したタンピング回数を計測した。

変形性評価試験は, フレッシュコンクリートの変形性試験(JSCE-F509-2000)に準拠して行った。テーパ管を有する小型変形性試験装置(写真-1)を使用して, 仰角 9.9 度, ピストン速度 1.25cm/s で実施し, 圧送状態, 平均ポンプ油圧および油圧の変動係数を測定した。ピストンと管壁との摩擦およびコンクリートの自重による影響を排除するため, 管先端にテーパ管を取り付けた場合の油圧(P1)と直管のみの場合の油圧(P2)を差し引いてテーパ管部の油圧(P1-P2)とした。

表-1 中流動コンクリートの配合決定基準

材齢28日における 圧縮強度 (N/mm ²)	粗骨材 最大寸法 (mm)	スランブ および スランブフロー (cm)	空気量 (%)	U型充填高さ (流動障害なし) (mm)	加振変形量 (cm)
18	20 および 25	スランブ 23±1 スランブフロー 45±2	4.5±1.5	280以上	10秒加振後の スランブフローの広がりが 10±3

表-2 コンクリート配合一覧

配合名	(%)			単位量 (kg/m ³)					Ad (C×%)
	W/C	W/(C+FA)	s/a	W	C	FA	S	G	
N50	58.3	58.3	50	175	300	0	883	911	1.75
F50(80)		46.0				80	837	863	2.20
F50(120)		41.6				120	815	840	2.20
N48		58.3	48			0	848	947	1.75
F48(80)		46.0				80	804	898	2.20
F48(120)		41.6				120	782	873	2.20
N46		58.3	46			0	813	984	2.30
F46(80)		46.0				80	770	932	2.25
F46(120)		41.6				120	749	907	2.60



写真-1 小型変形性試験機

3. 実験結果および考察

基礎性状試験の結果を表-3 に示す。すべての配合において本研究で設定した配合決定基準を満たす結果が得られた。またフライアッシュを添加することにより、材齢 28 日における圧縮強度の増加およびブリーディングの抑制が確認された。

図-1に加振変形試験②の結果を示す。到達時間は、初期スランプフロー値から600mm到達までの振動時間を表している。図より、N配合は細骨材率が小さくなると振動時間も短くなるが、フライアッシュを添加した配合は、添加量および細骨材率の違いにより流動性が大きく異なる結果を示した。本研究で設定した配合では、FA80kg/m³添加すると細骨材率48%のときに振動時間が最も長くなると考えられる。本試験により、10秒後のフロー増加量では確認できなかった材料特性を評価することができた。図-2にタンピング試験の結果を示す。細骨材率50%では、フライアッシュを添加することでNに比べて流動性が低下していることが確認されたが、フライアッシュ添加量によるタンピング回数の差はみられなかった。これに対して細骨材率48%ではFA120 kg/m³添加、細骨材率46%ではFA80kg/m³添加することで流動性が向上していることがわかる。以上のことから、フライアッシュ添加量と細骨材率の違いが流動性に及ぼす影響をタンピング回数の差より確認することができた。

図-3 に平均ポンプ油圧と変動係数の関係を示す。図中の赤枠は、普通コンクリートの順調圧送状態と不安定圧送状態の境界を示し、その範囲は平均ポンプ油圧が 0.20MPa、変動係数が 15%である³⁾。本研究での圧送状態は、すべての配合において順調圧送状態であった。同一の細骨材率で比較すると、フライアッシュ添加量が増加するにつれて変動係数が大きくなり、平均ポンプ油圧は小さくなる傾向を示した。平均ポンプ油圧は、すべての配合において 0.1MPa 以下であるため大きな差はみられないと考えられる。次にフライアッシュ添加量別に変動係数を比較すると、いずれも s/a=48%のときに最も変動係数が大きくなることを示した。本研究では、細骨材率の変化およびフライアッシュ添加によるポンプ圧送性が、普通コンクリートで実施した既往の研究³⁾と異なり、中流動コンクリートの特徴を明確にした。また平均ポンプ油圧は 0.1MPa 以下、変動係数は 25%程度となることが得られた。

4. まとめ

本研究では、配合条件の違いがフレッシュ性状に及ぼす影響について検討を行った。その結果、フライアッシュ添加量が流動性に与える影響は細骨材率の違いによって大きく異なり、また中流動コンクリートのポンプ圧送性を普通コンクリートと比較すると、変動係数は大きくなり、平均ポンプ油圧は小さくなることを明らかにした。

参考文献

- 1) 東日本高速道路株式会社ほか:トンネル施工管理要領 [平成 22 年 7 月]
- 2) 土木学会編:コンクリートポンプ施工指針 [平成 12 年制定]
- 3) 橋本ら:スランプロスの大きさがコンクリートの施工性に与える影響, コンクリート工学年次論文集, Vol.32, No.1, pp.1295-1300, 2010

表-3 基礎性状試験結果

配合名	圧縮強度(N/mm ²)	スランプ(cm)	スランプフロー(mm)	空気量(%)	U型試験(mm)	加振変形量(cm)	ブリーディング率(%)
N50	39.95	23.8	45.5	5.5	295.0	13.0	1.95
F50(80)	42.42	24.0	43.7	4.7	297.0	12.5	1.44
F50(120)	43.59	24.0	43.0	4.9	322.5	12.5	1.77
N48	36.70	24.5	45.4	5.6	330.0	11.0	3.63
F48(80)	44.78	22.4	43.0	4.4	312.5	13.0	1.49
F48(120)	45.23	23.1	44.2	5.0	317.5	13.0	2.19
N46	31.88	22.5	45.4	5.7	315.0	12.0	19.66
F46(80)	43.27	23.3	45.3	6.0	327.5	12.4	2.25
F46(120)	44.27	23.4	44.6	5.5	302.5	10.0	3.74

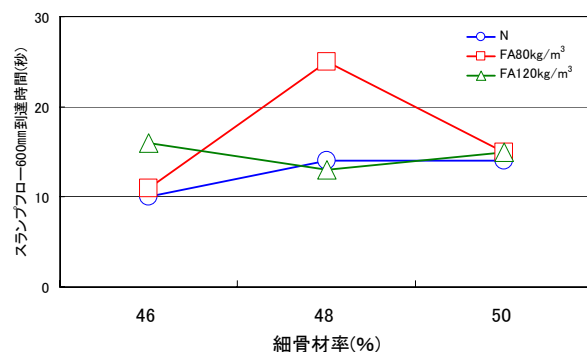


図-1 スランプフロー600mm 到達時の振動時間

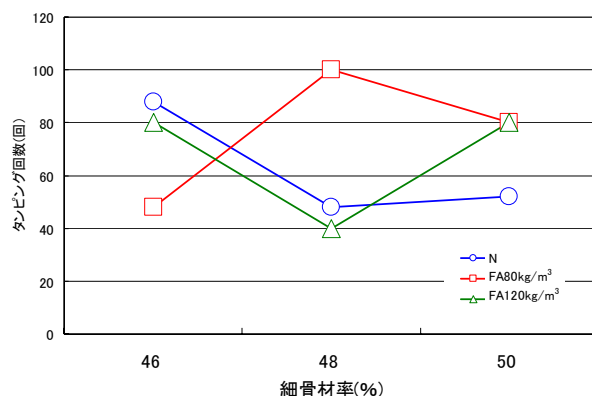


図-2 スランプフロー600 mm到達時のタンピング回数

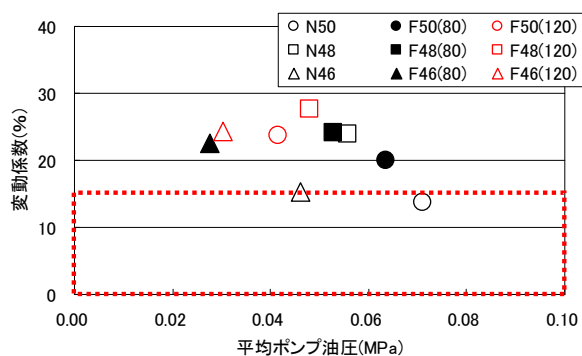


図-3 平均ポンプ油圧と変動係数の関係