

中流動コンクリートの振動性状評価に関する検討

福岡大学 学生員 ○山田 悠二 福岡大学 正会員 橋本 紳一郎 福岡大学 正会員 江本 幸雄
福岡大学大学院 学生員 黒木 賢一 福岡大学 学生員 野村 昌司

1. はじめに

近年、建設工事において、軽微な振動締固めにより充てん可能なスランプフロー35～50cm 程度の中流動コンクリートが提案されている。トンネル覆工コンクリートとして使用する場合には、トンネル施工管理要領において様々な試験による要求性能¹⁾が示されているが、トンネル覆工コンクリートを除く他の構造物に使用する場合は、スランプフローの他に要求性能が存在しない。しかし、同一のスランプフローであっても構成材料や配合の違いによって施工性能が異なることは、近年の研究からも明らかとなっている²⁾。そこで本研究では、中流動覆工コンクリートの要求性能を目安とし、各種配合条件の中流動コンクリートに対してフレッシュ性状試験を実施した。

2. 配合条件および配合一覧

中流動覆工コンクリートの要求性能¹⁾および配合条件の種類、配合一覧を表-1、表-2、表-3に示す。配合名は、“混和材の有無・水セメント比・(単位混和材量)-単位水量”を表し、“Nは混和材無混入、Fは混和材(フライアッシュ)混入”とする。配合表は、上がブリーディング試験、下が加振ボックス充てん試験に使用した配合である。加振ボックス充てん試験に用いた配合は、間隙通過性を評価するため、FA混入、無混入に関わらず単位粗骨材量を一定とした。

表-1 中流動覆エコンクリートの要求性能

圧縮強度 (N/mm ²)	粗骨材 最大寸法 (mm)	スランプ および スランプフロー (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	スランプ 21±2.5 スランプフロー 35~50	4.5±1.5	280以上	10秒加振後の スランプフロー の広がりが 10±3

表-2 配合条件の種類

種類	配合条件
TYPE - 1	スラップフロー、U型充てん高さ、加振変形量が要求性能を満たす配合
TYPE - 2	スラップフロー、加振変形量が要求性能を満たす配合
TYPE - 3	スラップフロー、U型充てん高さが要求性能を満たす配合
TYPE - 4	スラップフローのみ要求性能を満たす配合

3. 試験方法

品質確認試験として、スランプ試験を JIS A 1101, スランプフロー試験を JIS A 1150, 空気量試験を JIS A 1128, U 型充てん試験と加振変形試験を NEXCO 試験方法 733-2008 に準拠して行った。実測値を表-3 に示す。

表-3 コンクリート配合一覧

配合名	W/C	s/a	単位量 (kg/m ³)					スランプフロー	U型充填高さ	加振変形量	種類
	(%)	(%)	W	C	FA	S	G	cm	cm	cm	
N58-175	58	50	175	300	-	883	911	45.5	29.5	13.0	TYPE-
F58(80)-175				80	837	863			29.5	12.5	TYPE-
N50-175	50			350	-	863	890	45.0	32.5	16.0	TYPE-
N58-140	58			140	-	953	983	37.0	23.5	19.5	TYPE-
F58(80)-140		80	907		935			23.0	9.0	TYPE-	
N47-140		47	300		-	929	957	42.0	32.0	16.0	TYPE-

配合名	W/C	s/a	単位量 (kg/m ³)					スランプフロー	U型充填高さ	加振変形量	種類		
	(%)	(%)	W	C	FA	S	G	cm	cm	cm			
N58-175	58	50	175	300	-	883	911	43.5	29.0	13.0	TYPE-		
F58(80)-175				80	792				45.5	34.0	12.5	TYPE-	
N50-175	50			350	-	863	890	45.0	29.5	16.0	TYPE-		
F50(80)-175	46			80	771				43.0	26.0	17.0	TYPE-	
N58-140	58	50	140	-	953	983	37.0	28.0	17.5	TYPE-			
F58(80)-140				47	240		80	861			46.0	23.0	9.0
N47-140				47	300	-	928	957	43.5	31.0	16.5	TYPE-	
F47(80)-140	50	80	837			43.0	27.0		6.5	TYPE-			

JIS A 1123 に規定されているブリーディング試験の方法は静置による試験であることから、振動条件下のブリーディング性状を把握するため、ASTM C 232 を参考に、振動を与えた際のブリーディングの挙動についても検討を行った。試料を容器に詰める際には、各層突き棒で 5 回突く方法、5 秒間または 20 秒間テーブルバイブレータによって振動を与える方法の計 3 水準の

加振ボックス充てん試験方法は、ボックスを水平となるよう設置し、仕切りゲートおよび流動障害を取り付ける。仕切り板を差し込み、仕切りゲートを閉じた状態で試料を A 室分けて詰める。A 室上面をならし、振動機をコンクリート局面底部から 10cm 上まで挿入する。仕切りゲートを引き上げた際、B 室側に流出したコンクリートのボックス高さを測定後、内部振動機による加振を開始する。加振を開始した直後から B 室隅角部の試料高さが 190mm と 300mm に達した時間を測定し、ボックス高さ 190mm から 300mm までの充てん速度を算出した。試験終了後、A 室下部、B 室上部の試料を採取し、JIS A 1112 に従い洗い分析試験を実施し、A 室と B 室の粗骨材変化率を算出した。既往の研究³⁾では、仕切りゲート部に設置する流動障害について様々な検討がされているが、本研究では、予備実験の結果を踏まえ、流動障害 R-I(D13-5)のみで検討を行った。振動機の振動数については、多少の充てん性を有する中流動コンクリートであることから、既往の研究の振動条件では評価できない可能性を考慮し、通常の振動数(振動数: 200~258Hz)、変圧器を用いて振動数を 1/2(振動数: 100~129Hz)とした際の 2 水準とした。

4. 実験結果および考察

図-1 に $W=175\text{kg/m}^3$ および 140kg/m^3 の配合のブリーディング率、図-2 に要求性能を満たす配合、満たさない配合によるブリーディング率の比較を示す。図-1 より、 $W=175\text{kg/m}^3$ 、 $W/C=58\%$ の配合では、振動条件の違いおよび FA 混入の有無によるブリーディング率の差は小さいことが分かるが、 $W=175\text{kg/m}^3$ 、 $W/C=50\%$ の配合では、振動条件の違いによるブリーディング率の差が明確となった。 $W=140\text{kg/m}^3$ 、 $W/C=58\%$ の配合では、FA 混入により大きなブリーディングの抑制効果が確認された。また、各層 20 秒間加振を行った場合に初期ブリーディング率が大きくなる傾向にある。これは、振動を与えることで内部構造がより緻密になり、自由水が早い段階で上昇することにより、20 秒間加振を行った条件において初期ブリーディング率が高くなったと考えられる。ただし、5 秒間加振を行った場合にも初期ブリーディング率が高くなる配合もあるため、振動条件と配合の関係については、さらなる検討が必要である。終局ブリーディング率については、配合の違いによって最大となる振動条件が異なる結果となった。この結果より、これまで明らかにできなかった中流動コンクリートの振動条件下でのブリーディング性状が明確となった。図-2 より、TYPE - 1、TYPE - 2 は、比較的ブリーディング率は小さいが、TYPE - 3、TYPE - 4 についてはブリーディング率が大きくなるという結果が得られた。これは、加振変形量が大きいことにより材料分離を生じた配合である可能性があり、終局ブリーディング率が高くなったと考えられる。以上より、加振変形量が大きい配合は、終局ブリーディング率が高くなる傾向を示した。

図-3 に要求性能を満たす配合、満たさない配合といった振動条件の違いによる加振ボックス充てん試験の結果を示す。通常の振動数の場合、TYPE - 1 は充てん速度も速く、総粗骨材変化率も小さくなるが、TYPE - 2、TYPE - 3、TYPE - 4 は、充てん速度が遅く、総粗骨材変化率も大きくなる傾向を示すことができた。特に TYPE - 1 に見られるように、要求性能に対する配合条件の違いを充てん速度と総粗骨材変化率の結果より示すことができた。振動数 1/2 の場合は、振動数が小さいために評価が困難であるため、通常の振動数で評価を行うことが適切である。

5. まとめ

ブリーディング試験および加振ボックス充てん試験より、要求性能に対する配合条件の異なる中流動コンクリートの振動性状の違いを示すことができた。

参考文献

- 1) 東日本高速道路株式会社、中日本高速道路株式会社、西日本高速道路株式会社:トンネル施工管理要領, 2010.7
- 2) 土木学会編:コンクリート技術シリーズ No.54, フレッシュコンクリートのコンシステンシー評価に関する技術の現状と課題 (II), 2003.7
- 3) 浦野真次, 栗田守朗, 江渡正満:高密度配筋部におけるコンクリートの充てん性に関する実験的検討, コンクリート工学年次論文集, Vol.30, No.2, pp.31-36, 2008

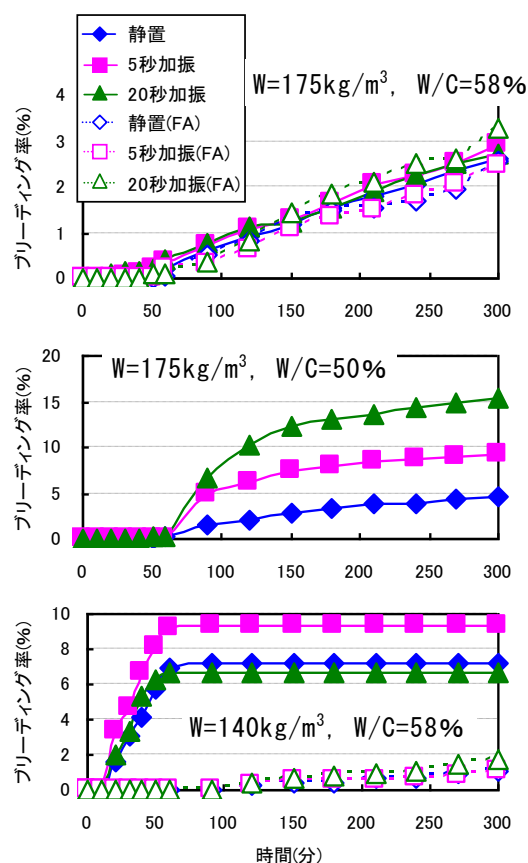


図-1 ブリーディング試験結果 その1

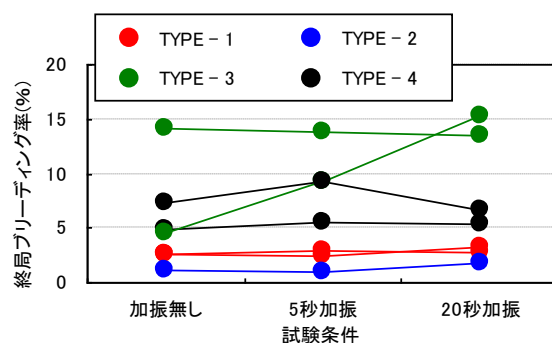


図-2 ブリーディング試験結果 その2

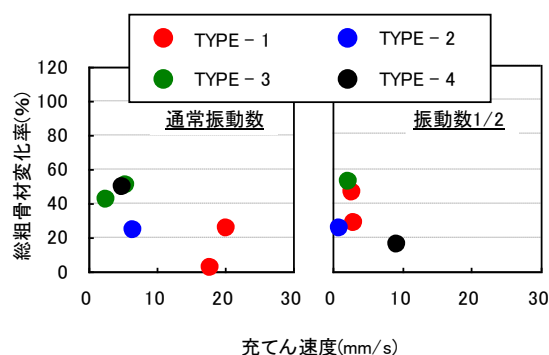


図-3 加振ボックス充てん試験結果