

流動性を高めた低品質再生骨材コンクリートの利用に関する基礎的検討

(その2. 流動性を高めたコンクリートの性能評価)

戸田建設 (株) 正会員 ○ 錦木 健二 正会員 守屋 健一 正会員 田中 徹
名城大学 正会員 道正 泰弘 学生会員 近藤 直斗

1. はじめに

本報では、前報(その 1)で示した基準コンクリートに対し、施工性の向上を目的に、流動性を高めたコンクリートとして、スランブ 21cm のコンクリートについて検討を行った。流動性を高めるために、高炉セメント B 種(BB), 普通ポルトランドセメント(N)に対して再生粗骨材 L(RLG), 再生細骨材 L(RLS), フライアッシュ II 種(FAII)を使用し、化学混和剤添加率の調整を行い、所要のコンクリートの配合について検討を行った結果を示す。

2. 実験概要

表-1 にコンクリートの配合概要、表-2 に試し練りによる化学混和剤添加率を示す。

2.1 実験の水準：低品質再生骨材(再生骨材 L)を使用するコンクリートに対し、高い流動性を得るために、BB, FAII による影響を確認した。セメントはBB, N を使用し、骨材は普通骨材、再生骨材 L を使用した。BB では、普通骨材のみを使用したものと再生骨材 L を使用したものの、FAII をセメント置換(内割)で使用したものと比較した。N では、再生骨材 L を使用し、FAII の大量使用を目的に内割と細骨材の一部(外割)の組み合わせとした。

2.2 配合：使用材料は、前報に示したとおりである。目標スランブを 21±2cm、目標空気量を 4.5±1.5%とした。基準コンクリートの水結合材比(W/B)55%に対し、流動性を高めるため、材料分離抵抗を考慮して水結合材比(W/B)は 45%一定とした。RLG, RLS の置換率を 0%, 100%とした。BB では、FAII を内割で 30%置換して使用し、N では、内割で 30%置換に加えて、再生骨材 L を用いたコンクリートのアルカリシリカ反応対策を考慮し、外割で (N+FAII)×20%を置換したり。表-2 より、試し練りによって目標のスランブ、空気量を得るために、高性能 AE 減水剤では 0.05%, 空気量調整剤では 0.005%単位で調整した。

2.3 試験項目および試験方法：表-3 に試験項目および試験方法を示す。フレッシュ性状はスランブ、スランブフロー、空気量、単位容積質量、コンクリート温度、塩化物含有量を、硬化性状は圧縮強度および静弾性係数を測定した。

3. 実験結果

試し練りによるスランブ、スランブフロー試験結果を図-1 に、空気量試験結果を図-2 に示す。また、図-3 に圧縮強度および静弾性係数試験結果を示す。なお、スランブ、スランブフローと空気量は互いに影響するが、ここでは、スランブ、スランブフローは、高性能 AE 減水剤、空気量は、空気量調整剤で整理した。

3.1 フレッシュ性状：図-1 より、スランブの目標値は 21±2cm であり、基準コンクリートの許容差(±2.5cm)より小

表-2 試し練りによる化学混和剤添加率		
記号	高性能 AE 減水剤 ^{※1}	空気量調整剤 ^{※2}
	(B×%)	(B×%)
BBFA30-NGNS-45	0.10	0.02
	0.15	0.03
	0.20	0.03
	0.25	0.03
BBFA30-RLG100RLS100-45	0.10	0.005
	0.10	0.015
	0.10	0.02
	0.15	0.02
	0.20	0.02
	0.20	0.05
BB-RLG100RLS100-45	0.25	0.05
	0.20	0.02
	0.20	0.05
FA30-RLG100RLS100FS20-45	0.35	0.03
	0.50	0.08

※1 ポリカルボン酸コポリマー ※2 樹脂酸塩系陰イオン界面活性剤

表-1 コンクリートの配合概要

記号	セメント種類	再生骨材置換率(%)		FAII 置換率(%)		W/B (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)							
		細骨材	粗骨材	内割	外割			W	BB	N	FAII	NS	RLS	NG	RLG
BB-RLG100RLS100-45	BB	0	0	30	0	45	41.9	175	272	0	117	704	0	979	0
BBFA30-RLG100RLS100-45		100	100	30	0	45	40.9	175	272	0	117	0	598	0	918
BBFA30-NGNS-45		100	100	0	0	45	42.1	175	389	0	0	0	629	0	918
FA30-RLG100RLS100FS20-45	N	100	100	30	(N+FAII)×20%	45	36.9	175	0	272	214	0	507	0	918

キーワード 再生骨材, フライアッシュ, フレッシュ性状, 圧縮強度, 静弾性係数
連絡先 〒104-0032 東京都中央区八丁堀 2-9-1 戸田建設 (株) 技術研究所 TEL03-3535-2641

いが、高性能 AE 減水剤添加率の調整により、目標性能を満足した。スランプフローにおいても、同様の結果が得られた。FAII を内割と外割で併用した FA30-RLG100RLS100FS20-45 は、結合材量が増加したことで、粘性が大きくなり流動性が低下したことから²⁾、高性能 AE 減水剤添加率が多くなる傾向がみられた。

図-2 より、FAII および再生骨材の使用に関わらず、空気量調整剤添加率を 0.02~0.05% で使用することで目標の空気量を得ることができた。試し練りにより、目標性能が得られた高性能 AE 減水剤を 0.2~0.35%、空気量調整剤を 0.02~0.05% としたコンクリートのフレッシュ性状試験結果を表-4 に示す。単位容積質量は、再生骨材 L の使用により小さくなる。温度は FAII、再生骨材 L の影響はみられない。塩化物含有量は、再生骨材 L を使用したものであっても BB、FAII の使用により普通骨材を使用したものと同程度の値となった。

3.2 硬化性状：図-4 より、圧縮強度は FAII の内割使用により、強度発現が遅くなり、材齢 28 日では、前報の基準コンクリートよりも小さくなる傾向がみられたが、材齢 91 日で強度の増進がみられた。BB に対して FAII を内割置換した場合の強度発現³⁾と同様の傾向が得られたため、管理材齢を 91 日とすることで所要の性能を得ることが可能である。なお、静弾性係数も圧縮強度と同様の傾向がみられた。

4. まとめ

- 以上の結果から以下のことがいえる。
- (1) スランプ、スランプフローは、FA II を内割と外割で併用した場合、粘性が大きくなることから、高性能 AE 減水剤添加率が多くなる傾向にある。
 - (2) FAII、再生骨材 L の使用に関わらず、空気量調整剤添加率を調整することで目標の空気量を得ることができた。
 - (3) 圧縮強度は、FAII の内割使用により材齢 28 日は低下するが、材齢 91 日で強度発現は大きくなる。静弾性係数も同様の傾向がみられた。

以上から、化学混和剤添加率を調整することで、流動性の高い低品質再生骨材コンクリートにおいても所要の性能を得ることが可能である。

参考文献

- 1) 道正泰弘：低品質再生骨材の構造用コンクリートへの利用，コンクリート工学，Vol.55, No.8, pp.635-643, 2017.8
- 2) 芦田広喜，古賀善雄，藤本浩：フライアッシュを外割り使用したコンクリートの諸特性(2)，コンクリート工学年次論文集，Vol.29, No.2, pp.511-516, 2007
- 3) 錦木健二，道正泰弘，峯秀和：フライアッシュの使用方法が強度寄与率に及ぼす影響，コンクリート工学年次論文集，Vol.43, No.1, pp.89-94, 2021

表-3 試験項目および試験方法^{※1}

試験項目	試験方法	詳細
スランプ	JIS A 1101	目標値：21±2cm
スランプフロー	JIS A 1150	目標値：35~50cm
空気量	JIS A 1128	目標値：4.5±1.5%
単位容積質量	JIS A 1116	—
コンクリート温度	JIS A 1156	—
塩化物含有量	JIS A 5023 JASS 5 T-502	モール法
圧縮強度 ^{※2}	JIS A 1108	材齢 4 週(28 日), 13 週
静弾性係数 ^{※2}	JIS A 1149	(91 日)

※1 試し練りは、スランプ、スランプフロー、空気量、単位容積質量、コンクリート温度を測定した。
※2 BB、FAII による長期材齢への影響を確認するため、BBFA30-NGNS-45、BBFA30-RLG100RLS100-45 については材齢 91 日を測定した。

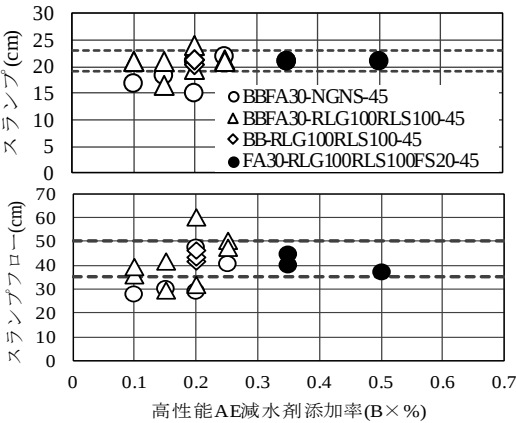


図-1 スランプ、スランプフロー試験結果

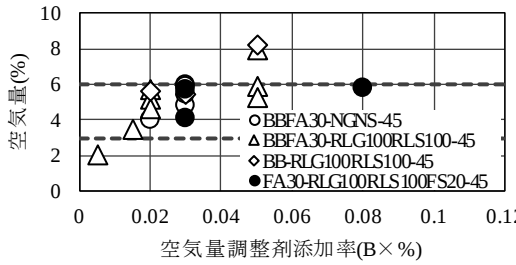


図-2 空気量試験結果

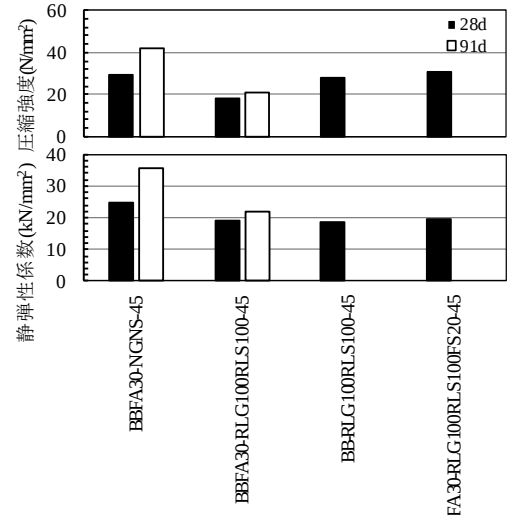


図-3 圧縮強度および静弾性係数試験結果

表-4 フレッシュ性状試験結果

種類	スランプ(cm)	スランプフロー(cm)	空気量 ^{※1} (%)	単位容積質量(kg/m³)	コンクリート温度(℃)	塩化物含有量 ^{※2} (kg/m³)
BB-RLG100RLS100-45	21.0	47.5	5.5 (0.3)	2130	14.1	0.09
BBFA30-RLG100RLS100-45	21.0	47.5	5.3 (0.8)	2019	10.8	0.07
BBFA30-NGNS-45	21.5	46.5	5.6 (0.8)	2021	13.4	0.05
FA30-RLG100RLS100FS20-45	21.0	40.0	4.1 (0.8)	2079	13.2	0.05

※1 ()内は骨材修正係数を示す。 ※2 再生骨材コンクリートは JIS A 5023 により算定した。