

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1. 基準コンクリートの性能評価)

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

1. はじめに

コンクリートセクターでは、カーボンニュートラル実現を目指す取り組みとして、CO₂ 排出量削減効果の高いフライアッシュや高炉スラグ微粉末等混和材の使用を推進している。また、リサイクルの推進として再生骨材の使用が推奨されている。再生骨材は、資源循環効果は期待できるものの、製造手間により CO₂ 排出量削減効果は低い¹⁾。一方、松田ら²⁾によると、再生骨材 L の付着モルタル、付着ペースト部分を炭酸化させることで CO₂ 吸着効果が期待できると示している。再生骨材 L を公共工事等で大量に利用するためには、流動性などの施工性に及ぼす影響の把握が重要である。本研究は、再生骨材 L を用いて流動性を高めた低品質再生骨材コンクリートについて基礎的検討を行う。

本報は、再生細骨材 L(RLS)、再生粗骨材 L2005(RLG)、フライアッシュ II 種(FAII)を用いたスランプ 12cm のコンクリート(基準コンクリート)の性能評価として、フレッシュ性状、圧縮強度および静弾性係数の実験結果を示す。

2. 実験概要

表-1 にセメントおよび混和材の主要品質、表-2 に使用骨材の主要品質、図-1 に使用骨材の粒度分布、表-3 に配合概要、表-4 に試験項目および試験方法を示す。

2.1 使用材料:セメントは普通ポルトランドセメント(N)、混和材はFAIIを用いた。なお、高炉セメント B 種(BB)は、その 2 で使用することとしている。骨材は川砂(NS)、硬質砂岩砕石(NG)、RLS、RLGを用いた。再生骨材の品質は、吸水率では RLS、RLG で、9.71%、5.23%、微粒分量では 5.2%、1.0%、不純物量では合計で 0.2%、0.1%であり、粒度分布はいずれも規定の範囲内にあり、全ての品質基準から、JIS A 5023 附属書 A 相当であった。再生骨材 L の諸元、製造方法は、参考文献 3)に示した通りである。

2.2 配合: 基準コンクリートとして、目標スランプは 12±2.5cm、目標空気量は 4.5±1.5%とした。水結合材比(W/B)は 55%一定とし、RLG の置換率を 0%、100%の 2 水準とした。細骨材は、RLS、FAII を組み合わせた効果を確認するため、RLS の置換率を 0%、30%の 2 水準、アルカリシリカ反応対策を考慮して、FAII を細骨材の一部(外割)として 80kg/m³ 置換して使用した⁴⁾。単位水量は試し練りにより、普通コンクリート(NGNS-55)の 167kg/m³ を基準とし、それに対し、再生骨材 L を用いた RLG100RLS30-55 は 3 kg/m³、FAII を使用した

表-1 セメントおよび混和材の主要品質

品質項目		N	BB	FAII*
密度 (g/cm ³)		3.16	3.04	2.23
45μm ふるい残分 (%)		-	-	7.3
ブレン値 (cm ² /g)		-	-	3640
比表面積 (cm ² /g)		3230	3650	-
フロー値比(%)		-	-	112
活性度指数 (%)	材齢 28 日	-	-	89
	材齢 91 日	-	-	101
湿分 (%)		-	-	0.1
強熱減量 (ig.loss) (%)		2.28	1.78	2.1
メチレンブルー吸着量 (mg/g)		-	-	0.39
SiO ₂ (%)		-	-	65.3
Al ₂ O ₃ (%)		-	-	22.4
Fe ₂ O ₃ (%)		-	-	4.2
CaO (%)		-	-	1.8
MgO (%)		1.57	3.52	0.5
SO ₃ (%)		2.04	2.07	-
CaCO ₃		-	-	-
Cl (%)		0.015	0.012	-
全アルカリ (%)		0.55	-	-

*舞鶴産

表-2 使用骨材の主要品質

品質項目	試験方法	NS ^{*1}	NG ^{*2}	RLS	RLG
絶乾密度 (g/cm ³)	JIS A 1109	2.59	2.62	2.09	2.31
吸水率 (%)	JIS A 1110	1.76	0.93	9.71	5.23
粗粒率 (F.M.)	JIS A 1102	2.70	6.75	3.31	6.57
微粒分量 (%)	JIS A 1103	1.4	1.5	5.2	1.0
実積率 (%)	JIS A 1104	62.8	61.4	63.9	63.0
不純物量 (mass%)	A	JIS A 5023		0.2	0.1
	B			0.0	0.0
	C			0.0	0.0
	D			0.0	0.0
	E			0.0	0.0
	F			0.0	0.0
	G			0.0	0.0
	合計			0.2	0.1

*1 川砂(揖斐川産) *2 硬質砂岩砕石(新城産)

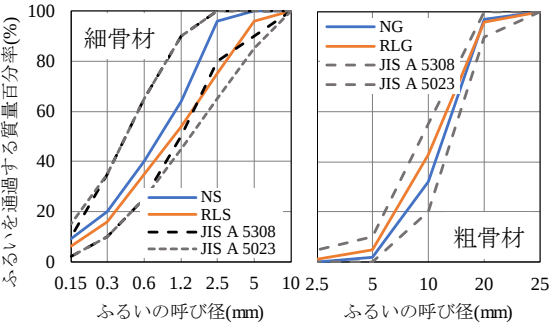


図-1 使用骨材の粒度分布

キーワード 再生骨材 L、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 〒468-8502 愛知県名古屋市中天白区塩釜口 1-501 名城大学理工学部環境創造工学科 TEL 052-832-1157

表-3 配合概要

種類	配合条件						単位量(kg/m ³)								AE 減水剤 ^{*1} (B×%)	空気量調整剤 ^{*2} (B×%)
	目標スランブ(cm)	目標空気量(%)	FAII (kg/m ³)	再生骨材置換率(%)		W/B (%)	s/a (%)	W	C	NS	RLS	NG	RLG	FAII		
NGNS-55	12±2.5	4.5±1.5	0	0	0	55	44.4	167	304	810	0	1016	0	0	0.6	0.0025
RLG100RLS30-55			0	100	30		44.7	164	298	576	214	0	935	0	0.6	0.0025
RLG100RLS30FS-55			80	100	30		42.6	158	287	527	196	0	935	80	0.8	0.05

*1 変性リグニンスルホン酸化合物とポリカルボン系化合物の複合体. *2 樹脂酸塩系陰イオン界面活性剤.

RLG100RLS30FS-55 は 9 kg/m³ 減らした合計 3 種類の試料コンクリートを用意した. 化学混和剤は, AE 減水剤(高機能タイプ)をセメント質量の 0.6~0.8%, 空気量調整剤をセメント質量の 0.0025~0.05%の範囲で添加した. なお, RLG100RLS30FS-55 では NGNS-55 に対し, 20 倍を添加した.

3. 実験結果

表-5 にフレッシュ性状を, 図-2 に圧縮強度および静弾性係数の試験結果を示す.

3.1 フレッシュ性状: スランブ, 空気量は, 適切な化学混和剤の使用により目標値を満足したが, RLS, FAII を使用した場合は, 空気が連行されにくくなり, 空気量調整剤の量が多くなった. 単位容積質量は, 再生骨材 L, FAII の使用に伴い小さくなる. コンクリート温度は再生骨材 L の影響はみられないが, RLG100RLS30FS-55 では低くなり, FAII を比較的多く使用したコンクリートの結果⁹⁾と同様の傾向がみられた. 塩化物含有量は JIS A 5023 の算定上, 再生骨材 L の使用により大きくなるが, JIS A 5308 の規制値である 0.30kg/m³以下を満足した.

3.2 圧縮強度および静弾性係数: 図-2 より, 材齢 28 日の圧縮強度は, 再生骨材 L を置換すると低下する傾向がみられた. FAII を外割で使用した RLG100RLS30FS-55 は, 結果的に結合材量が増加したことから, NGNS-55 と同等となった. なお, 静弾性係数も同様の傾向がみられた.

4. まとめ

基準コンクリートの性能評価を行った結果, 以下のようである.

- (1) フレッシュ性状は, 化学混和剤の適切な使用により目標値を満足した. ただし, RLS と FAII を比較的多く使用した場合は空気が連行しにくくなる. コンクリート温度は, FAII の使用により低下する.
- (2) 材齢 28 日の圧縮強度, 静弾性係数は, 再生骨材 L の使用により低下するが, FAII の外割使用により性能低下が抑制される傾向にある.

以上から, 再生骨材 L に対し, FAII を外割で一定量使用することで性能改善傾向がみられた.

参考文献

1) 舟木聡良, Nguyen Anh Duc, Nguyen Van Huynh, 道正泰弘: 高炉スラグ微粉末および低品質再生骨材を用いたコンクリートの性能評価, 総合学術論文集, 名城大学総合研究所, Vol.21, pp.1~12, 2022
2) 松田信広, 伊与田岳史: 炭酸化による低品質再生骨材の改質技術の提案と改質再生骨材がコンクリートに与える影響, コンクリート工学論文集, 30 巻, pp.65~76, 2019
3) 小川陽生, 道正泰弘, Nguyen Anh Duc, 安達克己: 低品質再生骨材を用いたコンクリートの総合評価(その 1. 調合およびフレッシュ性状), 日本建築学会大会学術講演梗概集(材料施工), pp.341~342, 2021
4) 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
5) 日本建築学会: 暑中コンクリートの施工指針・同解説, 2019

表-4 試験項目および試験方法

種類	試験項目	試験方法	備考
フレッシュ性状	スランブ	JIS A 1101	各配合 2 回/バッチ×2 バッチ 合計 4 回*
	スランブフロー	JIS A 1150	
	空気量	JIS A 1128	
	単位容積質量	JIS A 1116	
	コンクリート温度	JIS A 1156	1 回/バッチ
硬化性状	塩化物含有量	JIS A 5023 JASS 5 T-502	1 回/配合 モール法
	圧縮強度	JIS A 1108	4 週(28 日)
	静弾性係数	JIS A 1149	4 週(28 日)

表-5 フレッシュ性状

種類	スランブ (cm)	スランブ フロー (cm)	空気量 ^{*1} (%)	単位容 積質量 (kg/m ³)	コンクリ ート温度 (°C)	塩化物 含有量 ^{*2} (kg/m ³)
NGNS-55	10.5~12.5	22.5~24.0	3.4~5.5(0.3)	2247~2313	11.4, 12.7	0.04
RLG100RLS30-55	10.5~12.0	22.5~24.0	4.9~5.9(0.6)	2100~2164	12.1, 14.6	0.08
RLG100RLS30FS-55	10.0~11.0	24.0~24.5	4.0~4.1(0.5)	2186~2197	11.2, 11.5	0.09

*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.

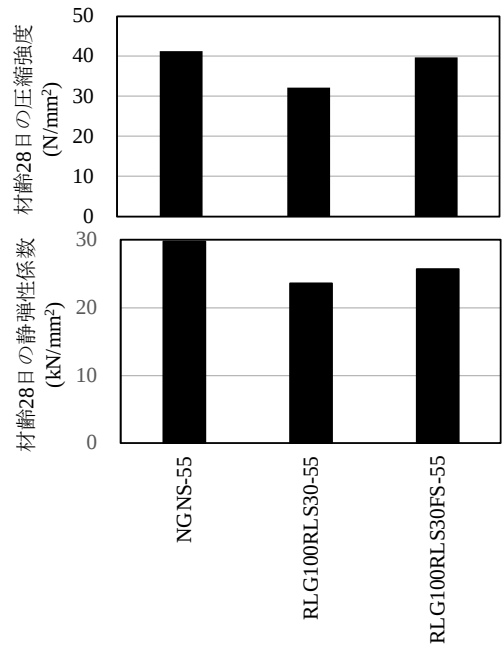


図-2 圧縮強度および静弾性係数