

高炉スラグ細骨材を高割合で配合したコンクリートの物性に 混和材の種類や置換率が与える影響

名古屋工業大学 学生会員 ○來山 泰明
竹本油脂株式会社 正会員 齊藤 和秀
名古屋工業大学 正会員 吉田 亮
JFE ミネラル株式会社 正会員 吉澤 千秋

1. はじめに

近年、コンクリート用天然骨材の枯渇や品質低下が問題化しており、人工骨材で代替することを目的とした研究¹⁾が盛んである。人工骨材の一つである高炉スラグ細骨材は収縮低減作用や長期強度増進効果などの長所を持つが、フレッシュ性状に悪影響を与える短所を有している。そこで本研究では、高炉スラグ細骨材の配合割合を高めたコンクリートのフレッシュ性状や硬化物性に混和材の種類や置換率が与える影響について比較検討を行った。

2. 実験概要

2.1 使用材料・配合

供試体は普通ポルトランドセメント、大井川産陸砂、福山産高炉スラグ細骨材、岡崎産砕石、高性能AE減水剤、AE調整剤、消泡剤、混和材として石灰石微粉末(LP)、フライアッシュ(FA)、高炉スラグ微粉末(SgP)、シリカサンド(SS)を使用して作製した。今回の実験では混和材は粉体として考えた。水セメント比を60%、単位水量を一定とし、高炉スラグ細骨材を大井川産陸砂の容積に対して75%の割合で置

換した。さらにそのスラグ細骨材の容積に対して内割りで各種混和材を10%、15%の割合で置換した。また目標スランプを12cm、目標空気量を4%と定め、目標スランプとなるように高性能AE減水剤の使用量を調整した。配合とフレッシュ性状を表1に、使用材料を表2に示す。

2.2 各種試験概要

試験は、スランプ試験(JIS A 1101)、空気量試験(JIS A 1128)、圧縮強度試験(JIS A 1108)、長さ変化試験(JIS A 1129-3)、透気試験を行った。

3. 実験結果および考察

3.1 混和材の種類・量がフレッシュ性状に与える影響

表1に高性能AE減水剤、AE調整剤、消泡剤の使用量を示した。本研究ではスランプ量と空気量を一定としているため、各配合のスランプ量の違いは混和材の作用と高性能AE減水剤(以下AE減水剤)の減水作用の2つの要素に起因する。Sg75においてはAE減水剤を使用量最大限度まで用いても目標スランプに達することはできなかった。

表1 配合とフレッシュ性状

種別	W/C(%)	W/P(%)	単位量(上段:kg/m ³ 、下段:L/m ³)						合計	高性能AE減水剤 (P×%)	AE調整剤 (A)	消泡剤 (A)	スランプ (cm)	空気量 (%)
			W	C	S	Sg	混和材	G						
基準	60	60	164	273	890	-	-	958	2285	1.0	5.0	2.0	13.5	4.3
			164	86	345			360	955					
Sg75		60	164	273	222	715	-	958	2332	2.0	0.5	4.0	2.6	4.8
			164	86	86	259		360	955					
Sg75-FA10		49.2	164	273	222	643	60	958	2320	0.8	3.0	2.0	14	4.8
			164	86	86	233	26	360	955					
Sg75-FA15		45.1	164	273	222	607	90	958	2314	0.5	2.0	2.0	13.5	4.9
			164	86	86	220	39	360	955					
Sg75-LP10		47.8	164	273	222	643	70	958	2330	1.2	1.0	4.0	11.5	4.2
			164	86	86	233	26	360	955					
Sg75-LP15		43.2	164	273	222	607	106	958	2330	1.2	1.0	4.0	12	4.3
			164	86	86	220	39	360	955					
Sg75-SgP10		47	164	273	222	643	76	958	2336	1.6	1.0	2.0	11.5	5.4
			164	86	86	233	26	360	955					
Sg75-SgP15		42.4	164	273	222	607	113	958	2337	1.6	1.0	2.0	13.4	4.3
			164	86	86	220	39	360	955					
Sg75-SS10		48	164	273	222	643	69	958	2329	2.0	1.0	2.0	6.5	4.7
			164	86	86	233	26	360	955					
SG75-SS15		43.6	164	273	222	607	103	958	2327	2.0	1.5	2.0	13.5	4.5
			164	86	86	220	39	360	955					
Sg75-C10	46.1	46.1	164	273	222	643	82	958	2342	1.8	1.0	2.5	13.5	4.9
			164	86	86	233	26	360	955					

しかし、フライアッシュで置換した場合では AE 減水剤の 使用量を 0.8(P×%)まで下げても目標スランプを達成することができた。他の混和材においても同様の傾向が見られたが、シリカサンドでは Sg75 と同様の傾向が見られた。これは粒形が粗かったことが原因だと考えられる。

3.2 各混和材が透気係数，圧縮強度に与える影響
圧縮強度試験の結果を図 1 に，透気試験結果を図 2 に示す。各混和材において，置換率が増加するに伴って透気係数は減少し，圧縮強度は増大した。これは，粉体の量が増加したことによって組織が緻密になったためだと考えられる。Sg75-FA10 と Sg75-SgP10 で測定した透気係数は Sg75 のものと同値であることから，置換率 10%ではこの 2 種類の混和材は十分な間詰効果を発揮できていないことが推察されるが，置換率をさらに 5%増加させると 2 種類とも透気係数は大きく改善されている。

3.3 長さ変化率と質量減少率の関係
長さ変化率と質量減少率の関係を図 3 に示す。混和材ごとに置換率で比較すると，同じ混和材を用いた場合は質量減少率にほぼ違いはないと読み取れる。一方，長さ変化率は石灰石微粉末を用いた場合を除いて置換率が増加すると長さ変化率も増加することがわかる。また，基準が最も長さ変化率が大きく，Sg75 が最も小さい値を示していることから，長さ変化率を小さくするためには高炉スラグの使用が効果的である。しかし，既に表 1 で示したように Sg75 のフレッシュ性状はそのまま用いるには不適切であるため，混和材ごとに着目していく。

置換率による長さ変化率の変化に着目すると，混和材の置換率の増加に伴う長さ変化率の増加量は，SS>SgP=FA>LP という関係になった。高炉スラグ細骨材は堅硬であるために，収縮に抵抗する。高炉スラグ細骨材に混和材を内割り置換しているため，混和材の置換率が増加すると高炉スラグ細骨材の使用量が減少し，収縮に抵抗する因子が減少したことによって長さ変化率が増大したことがと考えられる。

4. まとめ

本研究における実験結果では，高炉スラグ細骨材に内割りで置換する混和材の置換率は高いほど各種物性は改善する傾向が得られた。また，混和材を用

いない高炉スラグ細骨材のみの配合における長さ変化率が最も小さかったが，フレッシュ性状の改善のために混和材の使用することが望ましいと考えられる。

表 2 使用材料

名称	密度(g/cm ³)	備考
普通ポルトランドセメント (太平洋, 宇部三菱, 住友大阪等量混合)	3.16	
大井川産陸砂	2.58	粗粒率=2.66
高炉スラグ細骨材	2.76	
岡崎産碎石	2.66	実積率=60.0%
高性能AE減水剤	—	
AE調整剤	—	
消泡剤	—	
石灰石微粉末(LP)	2.71	比表面積5000cm ² /g
フライアッシュ(FA)	2.32	
福山産高炉スラグ微粉末(SgP)	2.91	
瀬戸産シリカサンド(SS)	2.65	
蒲都市上水道水	—	

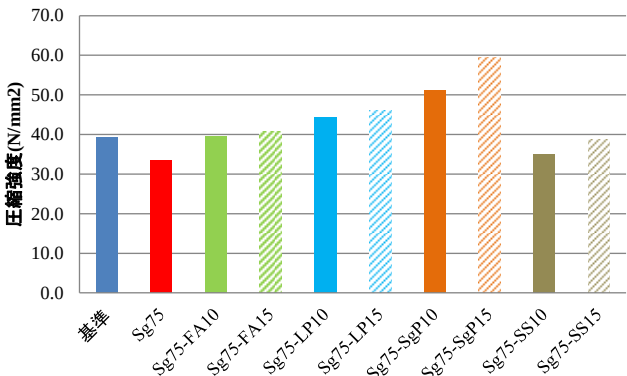


図 1 圧縮強度

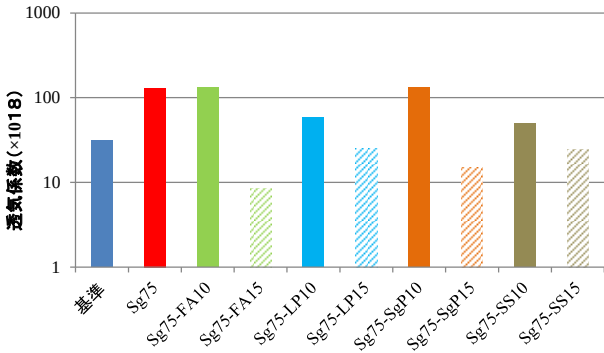


図 2 透気係数

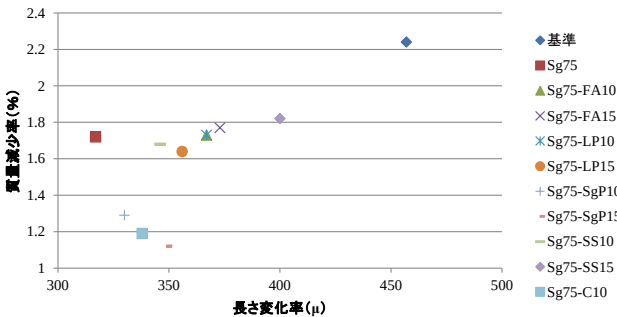


図 3 質量減少率と長さ変化率

参考文献：1)吉野公ほか：フライアッシュによる高炉スラグ骨材コンクリートの品質改良，コンクリート工学年次論文集，Vol.29，No.1，2007