

ステンレススラグを用いた高流動コンクリートの配合設計

山口大学大学院 学生会員 ○岡 祐太郎
 山口大学大学院 正会員 高海 克彦
 大和クレス株式会社 田坂 晃宏
 日新製鋼株式会社 片山 賢一

1. はじめに

コンクリート細骨材の調達に当たっては、環境面への配慮から海砂の採取が制限または禁止され、砕砂などへの転換がはかられている。一方、資源の有効活用の観点から、鉄を生産した時に生成される高炉スラグや、ゴミ熔融スラグ等の産業副産物を細骨材として使用する研究がなされている。本研究で対象とするステンレススラグは、ステンレス鋼を生成した時に発生するスラグであり、原材料の20%がスラグとなっている。

近年の構造物では鉄筋が多く使用され、複雑な形状をしていることもあり、コンクリートを隅々まで充填させることができる高流動コンクリートの需要が高まっている。そこで、本研究ではステンレススラグを細骨材と粉体として用いて、フレッシュ性状、充填性、強度の傾向を調べ、その結果から高流動コンクリートの配合設計の検討を行った。

2. 実験概要

2.1 ステンレススラグの物性試験

本研究で対象とするステンレススラグは、N社の製鋼所で排出されるステンレススラグ(以下:NSS)であり、NSSをコンクリート用細骨材及び粉体として使用するために、密度および吸水率試験(JIS A 1109)、ふるい分け試験(JIS A 1102)、微粒分量試験(JIS A 1103)、粒形判定実積率試験(JIS A 1104)を行い、基礎物性の把握を行った。

2.2 NSS置換率による影響

配合条件は単位水量 175kg/m^3 、空気量 $4.5\pm 1.5\%$ 、 $W/C=45\%$ とした。また、高流動コンクリートの性能条件²⁾については、スランプフローは60~70cm、細骨材率は粗骨材容積 280L/m^3 に合わせるために52.6%とした。さらに各配合の総粉体量はNSS置換率0%の総粉体量 589kg/m^3 に統一した。NSS置換率は細骨材全体の体積比0%、30%、50%、100%と、さらなる流動性の向上のために30%配合の単位水量を 185kg/m^3 にした配合と併せて5配合とした。表-1に配合表を示す。表-1において、AEの単位(A)は総粉体量 $\times 0.002\%$ を表す。

表-1 高流動コンクリート配合

配合	NSS 置換率 (%)	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m^3)						混和剤 (C+P) $\times\%$	AE剤 (A)
				水	セメント	NSSP	砕砂	NSS	碎石 1505		
1	0	45.0	52.6	175	389	200	806	0	760	0.85	2.50
2	30	45.0	52.6	175	389	200	564	287	760	0.85	5.00
3	50	45.0	52.6	175	389	200	403	479	760	0.85	5.00
4	100	45.0	52.6	175	389	200	0	958	760	0.85	3.50
5	30	45.0	52.6	185	411	178	555	283	760	0.85	5.00

表-1の配合でコンクリート用二軸ミキサーを用いて練り、スランプフロー試験、空気量試験および強度試験をそれぞれJIS A 1150、JIS A 1128 およびJIS A 1108に準じて行った¹⁾。強度試験における材齢は28日で、試験までは水中養生を行った。

キーワード ステンレススラグ、高流動コンクリート、粉体

連絡先 〒755-8611 山口県宇部市常盤台二丁目16-1 山口大学工学部

TEL 090-1835-6906

3. 実験結果

3.1 物性試験

表-2 に本研究で用いる使用材料の各種材料物性を示す。物性試験の結果から、NSS は他の骨材と比べて表乾密度、吸水率が高いことが分かる。また、粗粒率が高く、微粒分量及び粒形判定実積率が共に低いことから、NSS は粒が大きくいびつであると言える。

3.2 フレッシュ性状結果

図-1 に表-1 の配合で作製したコンクリートのフレッシュ性状結果を示す。グラフから、スランプフロー及び空気量ともに NSS 置換率 50%と 100%で大きく低下し、要求性能範囲内に納まっていないことが分かる。空気量の低下に関しては、置換率の増加に伴ってコンクリート全体の実積率が低下したためと考えられる。また、スランプフローに関しては、コンクリート全体の吸水率が増加することで乾燥しやすくなり、このような数値になったと考えられる。

3.3 強度試験結果

配合 3 及び 4 のコンクリートの性能は高流動コンクリートの指標から大きく外れていたため、供試体を作製せず 1、2 及び 5 の配合で強度比較を行った。その結果を図-2 に示す。配合 1 のものと比べて 2 の方が高い強度を示した。これは、NSS の密度が砕砂よりも高いためであると考えられる。また、2 と 5 で比較すると単位水量を増加させた分、強度低下を示した。しかし、5 の配合コンクリートの強度は 1 のものと比べて差が少ないため、NSS30%置換の配合は普通コンクリートと同等に扱うことができるといえる。

4. まとめ

- (1) NSS 置換率の増加により、高流動コンクリートのスランプフロー及び空気量は低下傾向を示した。NSS によるコンクリート全体の実積率の低下や吸水率の増加が原因であると考えられ、要求性能を満足する高流動コンクリートを作製するためには NSS 置換率は 30%程度が限界である。
- (2) NSS 置換率 30%配合のコンクリートは無置換のものと比較して、若干高い強度を示した。NSS は砕砂よりも密度が高いためであると考えられ、普通コンクリートと同等に扱うことができるといえる。

5. 参考文献

- 1) 日本規格協会：JIS ハンドブック 10 生コンクリート 2012
- 2) 土木学会：2007 年制定コンクリート標準示方書【施工編】，pp.288-300，2007

表-2 使用骨材物性

骨材の種類	NSS	砕砂	砕石
表乾密度 (g/cm ³)	3.08	2.59	2.71
吸水率 (%)	1.53	0.87	1.26
粗粒率	2.96	2.78	6.37
微粒分量 (%)	2.0	3.5	-
粒形判定実積率 (%)	55.9	59.0	-

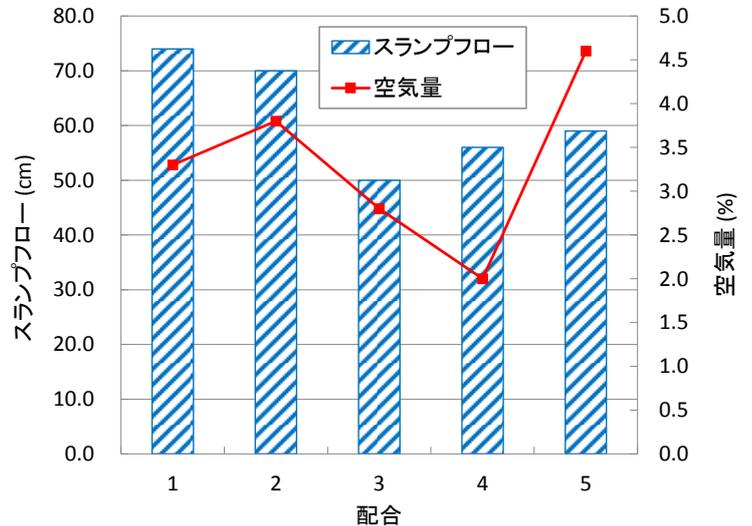


図-1 フレッシュ性状結果

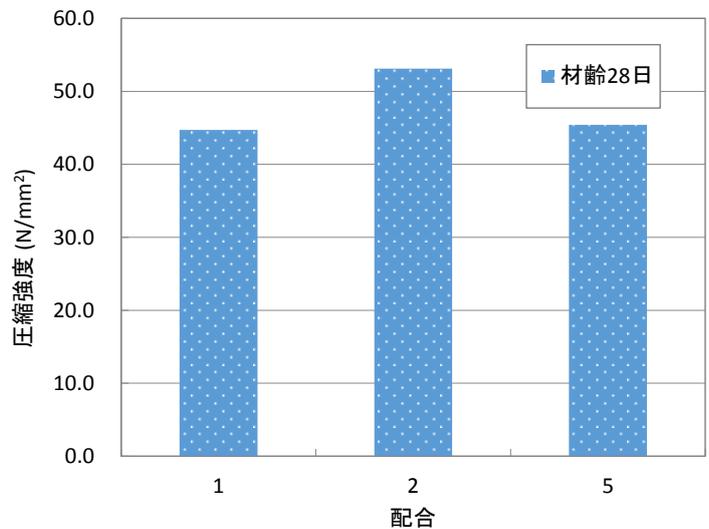


図-2 強度試験結果