

ステンレススラグを細骨材に用いたモルタルの強度性状に関する研究

九州産業大学 学生会員 ○堀尾勇介
九州産業大学 正会員 松尾栄治
山口大学 正会員 高海克彦

1. はじめに

循環型社会の構築を目的とした産業廃棄物の有効利用の観点から、各種の粉体状の廃棄物をコンクリート用骨材として利用する研究が全国各地で実施されている。特にスラグ骨材の有効利用に関する研究は歴史が古く、高炉スラグ骨材、フェロニッケルスラグ骨材など是有効利用の枠組みが体系的に確立している。一方で、ゴミ熔融スラグなど、まだ本格活用には課題の多い種類も多い。本研究もその一環と位置付けられるものであり、対象はN社の製鋼所から排出されるステンレススラグ（以下NSS）である。このNSSは他のスラグよりもダスティング（粉化）が顕著という問題を有するため、路盤材としての大量消費が期待できない。そこで、コンクリート用細骨材として利用することを想定し、その基礎性状としてモルタルレベルにおける強度特性を実験的に明らかにすることを目的とした。すなわち、JIS砂をNSSに体積置換した場合の置換率と強度の関係を求めた。

表-1 配合表（練り量）

配合 No	体積 置換率 (%)	練混ぜ量(g)				理論 密度 (g/cm ³)
		OPC	水	JIS砂	ステンレ ススラグ	
①	0	450	225	1350	0	2.30
②	10	450	225	1215	155	2.33
③	20	450	225	1080	310	2.35
④	30	450	225	945	465	2.38
⑤	40	450	225	810	621	2.40
⑥	50	450	225	675	776	2.42
⑦	60	450	225	540	931	2.45
⑧	70	450	225	405	1086	2.47
⑨	80	450	225	270	1241	2.50
⑩	90	450	225	135	1396	2.52
⑪	100	450	225	0	1551	2.54

2. 実験方法

(1) 使用材料

セメントは普通ポルトランドセメント（T社製、密度3.15g/cm³）を使用し、細骨材はJIS砂およびNSSを用いた。NSSは、ステンレス鋼の製造工程の一つである電気炉にて副生した熔融状態のスラグを凝固・冷却の後に一次破碎し、その後磁選、二次破碎、ふるいの工程で処理し粒度調整されたものである。その物理的性質は、絶乾密度3.03g/cm³、表乾密度3.08g/cm³、吸水率1.53%、F.M.=3.95、微粒分量1.96%である。主成分はCaO（35～45%）、SiO₂（20～30%）、Al₂O₃（4～10%）、MgO（7～10%）、Cr₂O₃（3～9%）であり、水と接触するとアルカリ性（pH=9～11）を示すという化学的性質を有する。練混ぜ水には上水道水を用いた。

(2) 供試体作製方法

表-1に配合表（練り量）を示す。セメントの強さ試験の配合を基準（配合①）とし、JIS標準砂に対して10%刻みでNSSに体積置換（②～⑪）した。NSSの含水状態はJIS砂と同条件すなわち絶乾状態（自然吸水のみ）とした。供試体寸法は4×4×16cmの角柱およびφ5×10cmの円柱とし、打設の翌日に脱型し、試験材齢まで20℃の水中養生を施した。

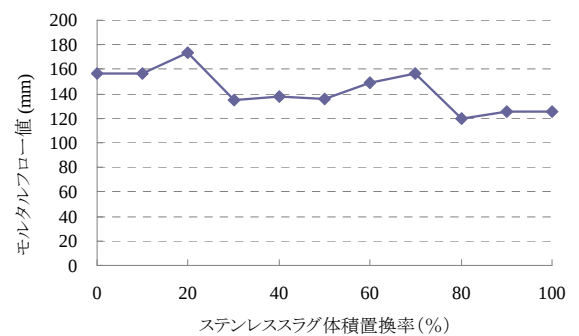


図-1 NSS置換率とモルタルフロー値の関係

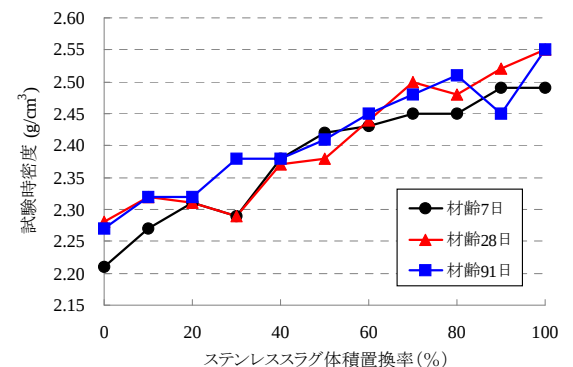


図-2 NSS置換率と試験時密度の関係

(3) 測定項目

各配合におけるモルタルフロー値とワーカビリティの目視観察，材齢 7，28，91 日にける供試体質量，角柱圧縮強度，曲げ強度を測定した。

3. 実験結果

NSS 置換率とモルタルフロー値の関係を図-1 に示す。置換率が大きくなるにつれてややパスツキが生じる傾向があり，そのぶんフロー値が低下する傾向が確認できるものの，ワーカビリティの極端な低下はみられなかった。図-2 にスラグ置換率と試験時密度の関係を示す。NSS の密度が大きいいため，置換率 0%と 100%を比較すると 0.2g/cm^3 以上の密度増加となり，配合から得られる理論密度とほぼ同じである。

図-3 に NSS 置換率と供試体吸水率の関係を示す。供試体吸水率は締固めの良否を判断する指標として用いた。置換率 30%付近に特異点が見られるが，これは作業誤差と判断され，置換率にかかわらずほぼ同程度の締固めが達成できていることがわかる。

図-4 に NSS 置換率と曲げ強度の関係を示す。また，図-5 に NSS 置換率と角柱圧縮強度の関係を示す。いずれにおいても特徴的な傾向はみられず，強度のばらつきの範囲で変動していると思われる。置換率にともなう顕著な強度低下などの悪影響は確認できない。

図-6 に試験時密度と強度比（曲げ／圧縮）の関係を示す。材齢が 7 日までは強度比が大きく，材齢 28 日以降になると強度比が小さくなる。また，密度が大きいほど，すなわち NSS 置換率が高いほど強度比が小さくなる。そのため，今後は引張強度を確認し，脆度係数を把握する必要がある。

4. まとめ

本研究ではセメントの強さ試験に用いるモルタルの細骨材を NSS に置換した場合の強度特性を実験的に検討した。その結果，下記の結論が得られた。

- (1) JIS 標準砂を NSS に置換する場合，やや「パスツキ」の傾向が生じるものの，極端にワーカビリティが低下するわけではない。
- (2) JIS 標準砂を NSS に置換しても強度的な観点からの悪影響は小さい。

今後はコンクリートへの適用を図るとともに，種々の耐久性試験を実施する予定である。

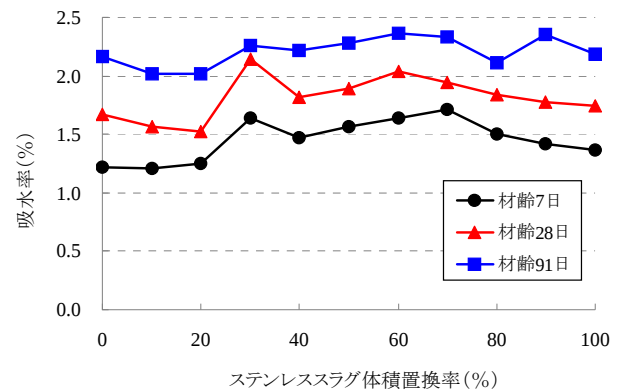


図-3 NSS 置換率と供試体吸水率の関係

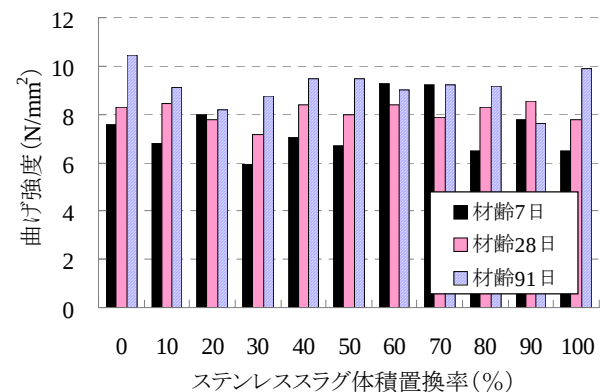


図-4 NSS 置換率と曲げ強度の関係

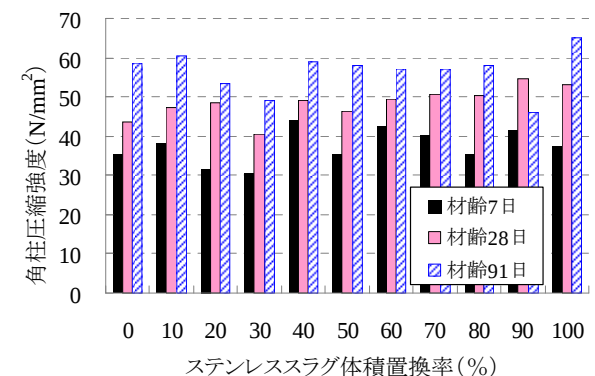


図-5 NSS 置換率と圧縮強度の関係

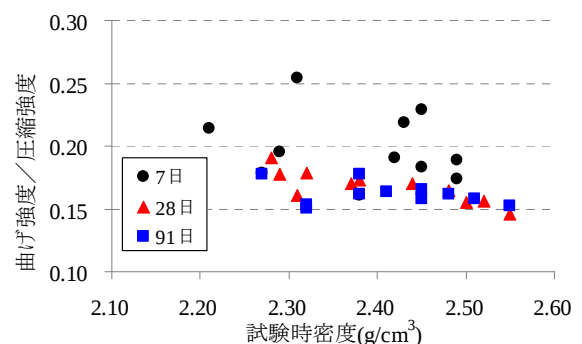


図-6 密度と強度比の関係