

ステンレススラグ骨材を用いたコンクリートの基礎的特性

八戸工業大学
八戸工業大学大学院 学生会員 佐藤 宇泰
八戸工業大学 正会員 迫井 裕樹
八戸工業大学 正会員 阿波 稔

○伊藤 侑児

1. はじめに

ステンレススラグは、ステンレス鋼を製鋼する際に発生する副産物であり、年間 78 万 t 以上発生している。ステンレススラグ骨材は、フッ素を含むことから資源化できていなく廃棄物として最終処分されているものもある。一方、コンクリート用骨材の用途は、現在の JIS A 5011-4(コンクリート用電気炉酸化スラグ骨材)の基準値が普通鋼を対象に規定されているため、製錬の特性上鉄分の少ないステンレス鋼スラグ骨材は、化学成分や絶乾密度が異なり使用できないこととなっている。このままでは、鉄鋼副産物(スラグ、ダスト、スラッジ)の最終処分量を削減するのが、困難なため対応策が必要となっている。

そこで本研究では、ステンレススラグ細骨材(以下、STS と記す)、ステンレススラグ粗骨材(以下、STG と記す)の普通コンクリートへの適用性を目的とし、ステンレススラグ骨材を使用したコンクリートの力学的特性、耐久性について検討を行なった。

2. 実験概要

2.1 使用材料および配合

本研究での使用材料は、セメントとして普通ポルトランドセメント(密度: 3.16g/cm³)、細骨材として STS(密度: 3.06g/cm³, 吸水率: 0.91%, F.M.: 2.44) 比較用の石灰岩砕砂(密度: 2.69g/cm³, 吸水率: 0.49%, F.M.: 3.15)を用いた。粗骨材として STG(密度: 2.89g/cm³, 吸水率: 1.25%, F.M.: 6.49) および、比較用粗骨材として石灰岩砕石(密度: 2.68g/cm³, 吸水率: 0.95, F.M.: 6.67)を用いた。使用骨材の品質を表-1 に示す。本研究で用いたコンクリートの示方配合を表-2 に示す。表中の供試体名はそれぞれ [水セメント比] - [STS 置換率] - [STG 置換率] を示している。配合は W/C=45%, 55%, 60%の 3 水準

であり、STS・STG 置換率はそれぞれ 0, 50, 100%の組み合わせを設定した。なお、目標スランプは 10±1cm, 目標空気量は 5±1%とした。

2.2 検討項目

検討項目は、圧縮強度、静弾性係数、凍結融解抵抗性、乾燥収縮における長さ変化である。打ち込み後 24 時間で脱型し材齢 28 日まで水中養生を行った。凍結融解試験、乾燥収縮試験における長さ変化は、それぞれ JIS A 1184-A 法(水中凍結水中融解法)、JIS A 1129-2(コンタクトゲージ法)に準じて測定した。

3 実験結果及び考察

3.1 圧縮強度試験

材齢 28 日における静動弾性係数と圧縮強度の関係を図-1 に示す。図-1 の結果より、各 W/C において、100-100 と 0-0 を比較すると圧縮強度は、ほぼ同等であると確認された。要因として、品質の力学的特性に顕著な差がないためだと考えられる。

3.2 静弾性係数

図-1 より、ステンレススラグ骨材を混合したものと混合していないものでは、ステンレススラグ骨材を使用すると静弾性係数が高くなることが確認された。これは、ステンレススラグ骨材の品質におけるものだと考えられるが、今後より詳細な検討を行なう必要があると考えられる。

表-1 使用骨材の品質

項目	STG	石灰岩砕石	STS	石灰岩細砂
絶乾密度[g/cm ³]	2.89	2.69	3.06	2.69
吸水率[%]	1.25	0.95	0.91	0.49
実積率[%]	56.6	57.3	67.0	61.9
粒形判定実積率(%)	56.9	59.3	56.5	56.7
単位容積質量[kg/l]	1.63	1.49	2.05	1.65
粗粒率	6.49	6.67	2.44	3.15
すりへり減量[%]	29.7	25.0	-	-
BS破砕値[%]	24.3	21.7	-	-

キーワード: ステンレススラグ骨材, 力学的特性, 耐久性

連絡先: 青森県八戸市大字妙字大開 88-1 八戸工業大学工学部土木建築工学科, Tel & Fax ; 0178-25-8076

表-2 コンクリートの示方配合

供試体名(W/C-STG混 合率-STG混合率)	s/a	単位量 [kg/m ³]						AE剤	AE減水剤
	[%]	W	C	石灰岩砕砂	STS	石灰岩碎石	STG	[C*%]	[C*%]
45-0-0	31.5	159	353	576	0	1252	0	0.035	0.3
55-0-0	32.5	159	289	612	0	1270	0	0.035	0.5
60-0-0	33	159	265	628	0	1274	0	0.025	0.7
55-0-100	40.0	173	315	723	0	0	1190	0.005	0.9
55-50-0	41.0	168	305	375	434	1090	0	0.010	0.9
55-100-0	42.0	168	305	0	889	1070	0	0.015	0.3
55-50-50	41.0	168	305	375	434	545	592	0.010	0.5
55-50-100	42.0	170	309	382	442	0	1159	0.007	0.9
45-100-100	40.0	173	384	0	810	0	1151	0.008	0.9
55-100-100	42.0	173	315	0	879	0	1151	0.007	0.8
60-100-100	44.0	173	288	0	932	0	1125	0.012	0.9

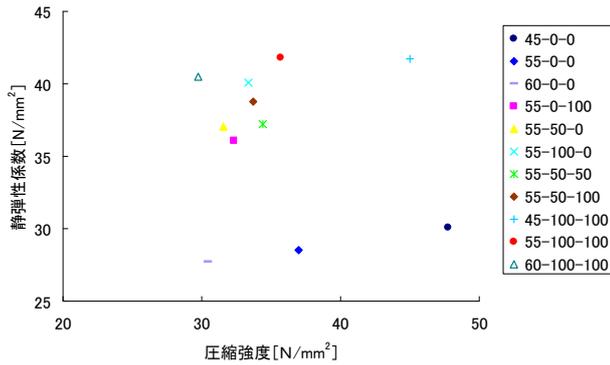


図-1 圧縮強度と静弾性係数の関係

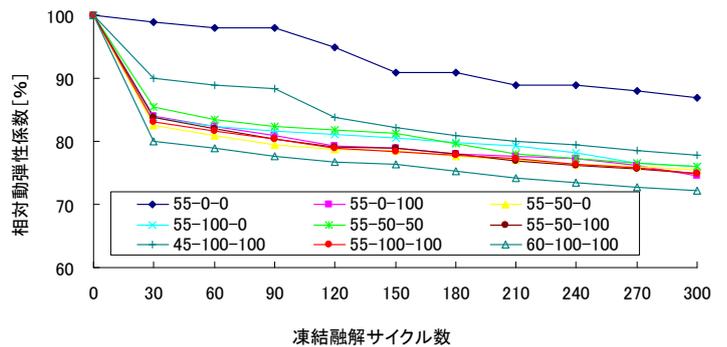


図-2 凍結融解試験結果

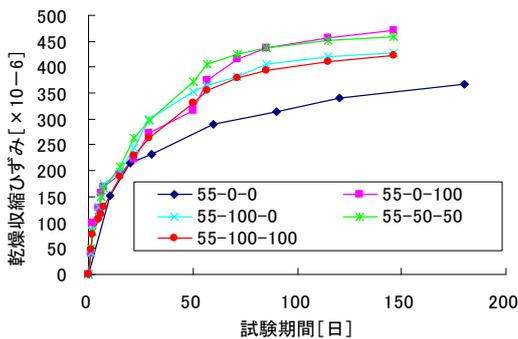


図-3 乾燥収縮試験結果

3.3 凍結融解試験

コンクリートの凍結融解試験結果を図-2に示す。図-2より、0-0に比べステンレススラグ骨材を使用すると、同一のサイクル数では凍結融解抵抗性が低い値が確認できた。また、STS、STGの各置換率の組み合わせによる相対動弾性係数は各供試体ほぼ同等であると確認された。なお、STG、STSを組み合わせで使用した場合、通常のコンクリートと同様W/Cが高くなると相対動弾性係数は低くなることを確認できた。いずれも凍結融解300サイクルにおける相対動弾性係数は70~80%程度であることが把握された。ステンレススラグ骨材を使用すると使用していないものに比べ凍結融解抵抗性が低くなる要因として、ステンレスス

ラグ骨材の吸水率が高いことが要因だと考えられる。

3.4 乾燥収縮試験

コンクリートの乾燥収縮試験結果を図-3に示す。図-3の結果より、材齢150日における乾燥収縮ひずみは、55-0-0と比較して増加する傾向があることが確認された。STS、STGの置換率、組み合わせによる顕著な差は認められず、 $420 \sim 470 \times 10^{-6}$ 程度であることが把握された。

4. まとめ

- 1) ステンレススラグ骨材を使用したものと使用していないもので比較すると圧縮強度はほぼ同程度にも関わらず、ステンレススラグ骨材を混合すると静弾性係数は高くなることを確認された。
- 2) STSとSTGと混合使用した場合の相対動弾性係数は0-0と比較して、低下する。ただし、いずれも凍結融解300サイクルにおける相対動弾性係数は70~80%程度であることが把握できた。
- 3) ステンレススラグ骨材を用いた乾燥収縮特性は、STS、STGの置換率、組み合わせの違いによらず、 $420 \sim 470 \times 10^{-6}$ 程度となることが明らかとなった。