

高強度コンクリートへのフェロニッケルスラグ骨材の適用に関する研究

八戸工業大学大学院 学生会員 ○佐藤 宇泰
八戸工業大学 伊藤 侑児
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

1. はじめに

フェロニッケルスラグは、ステンレス鋼やニッケル合金の製造に用いられるフェロニッケルを製錬する際に発生する副産物であり、年間約300万トン製造されている。近年、このフェロニッケルスラグの再利用・有効利用に関する検討が進められおり、フェロニッケルスラグ細骨材(以下、FNSと記す)は1992年10月にJIS A 5011-2に規格化された。

フェロニッケルスラグ粗骨材(以下、FNGと記す)の研究も進められており、これまでの研究より普通コンクリート粗骨材としての適用性が示された¹⁾。その中ではFNGの品質改善も図っており、すりへり減量、BS破砕値が低くなり、力学的特性が強くなることが確認された。このことから高強度コンクリート用粗骨材としての可能性が考えられる。

そこで本研究では、JISに規格化されているFNS及び、FNGを用い、それらを単独あるいは混合使用したコンクリートの圧縮強度について評価することで、フェロニッケルスラグ粗骨材の高強度コンクリート(120N/mm²以上)用粗骨材としての適用の検討を行った。なお、スラグ骨材の積極的な利用の観点からコンクリート二次製品の高強度コンクリートパイルの適用についても検討を行った。

2. 力学的特性に及ぼすフェロニッケルスラグ骨材の影響

(1) 使用材料および配合

本研究での使用材料は、セメントとして早強ポルトランドセメント(密度:3.14g/cm³)、高強度混和材(密度:2.76g/cm³)、高性能減水剤(密度:1.20g/cm³)、細骨材としてFNS、天然砂、粗骨材としてFNG、硬質砂岩を用いた。使用した骨材の品質を表-1に示

す。なお、本研究で使用したFNGは品質改善を行った徐冷スラグを使用している¹⁾。

配合はW/C=22%、FNS置換率は0または100%置換、FNG置換率は0または100%置換、単位水量をすべて109kg/m³とし、目標スランプは3±1.5cm、目標空気量は2.0±1%とした。

(2) 検討項目

検討項目は、圧縮強度、静弾性係数である。試験用供試体は標準円柱供試体とし、各配合あたり3本とした。打設後24時間で脱型し、所定の材齢まで水中養生を行った。圧縮強度の測定は、すべての配合において、材齢7、14、28日で行った。なお、静弾性係数の測定は、材齢7、28日のみ測定を行った。

(3) 実験結果及び考察

a) 圧縮強度試験

材齢7日および28日における静弾性係数と圧縮強度の関係を図-1に示す。図中の縦軸は静弾性係数を、横軸は圧縮強度を示している。

図-1の結果より、材齢7日では、85~100N/mm²程度、材齢28日では100~120N/mm²程度の強度となることが把握された。FNSを使用した100-0、100-100を天然砂を使用した0-0、0-100と比較するとFNSを使用したほうが圧縮強度が高いことが確認された。これは、FNSの力学的特性が天然砂より高いことが起因していると考えられる。なお、FNG

表-1 使用骨材の品質

項目	FNG	硬質砂岩	FNS	天然砂
表乾密度[g/cm ³]	2.95	2.71	2.98	2.70
絶乾密度[g/cm ³]	2.91	2.69	2.96	2.66
吸水率[%]	1.46	0.54	0.51	1.77
実積率[%]	57.6	57.3	66.2	59.8
粒形判定実積率(%)	58.5	58.0	54.8	54.4
単位容積質量[kg/l]	1.67	1.54	1.96	1.59
粗粒率	6.43	6.35	2.54	3.02
すりへり減量[%]	16.3	12.3	-	-
BS破砕値[%]	9.9	9.2	-	-

キーワード：高強度コンクリート、フェロニッケルスラグ骨材、圧縮強度

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 配合表

供試体名	W/C(%)	s/a(%)	単位水量(kg/m ³)					高性能減水剤(%)
			W	C	S	G	混和材	
0-0	22	46	109	495	840	1067	50	3.3
100-100	22	46	109	495	953	1107	50	2.5

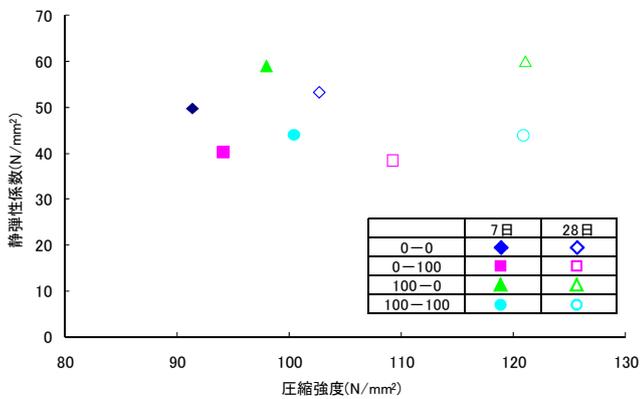


図-1 静弾性係数と圧縮強度の関係(材齢7、28日)

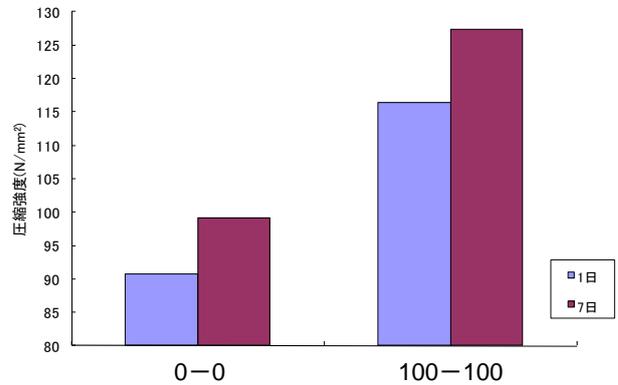


図-2 圧縮強度試験結果(材齢1、7日)

の使用が圧縮強度に及ぼす影響は認められず、ほぼ同等の結果が得られた。これは、表-1 に記載している BS 破砕値、すりへり減量に顕著な差がないためだと考えられる。

b) 静弾性係数

図-1 の結果より、材齢 7 日、28 日をそれぞれ比較すると材齢、圧縮強度の違いによる静弾性係数の顕著な差は認められず、同程度であることが明らかとなった。また、材齢 7 日、28 日の 0-100 と 100-100 は圧縮強度の違いによらず、ほぼ同程度の静弾性係数を示し、100-0 がもっとも高いことが明らかとなった。これは、FNS、FNG とともに力学的特性に起因するものと考えられる。

3. 高強度コンクリートパイルへの適用性

(1) 使用材料および配合

使用材料は、2. で記述したものと同一のものを使用した。骨材の品質は表-1 に示すとおりである。本実験で用いた配合を表-2 に示す。供試体名はそれぞれ[FNS 置換率]-[FNG 置換率]を示している。目標スランブは3±1.5cm、空気量は2.0±1%とした。

(2) 検討項目

検討項目は、圧縮強度の測定である。また、高強度コンクリートパイル用の試験用供試体は、φ200×300×40 の遠心力成形とし、養生方法は蒸気養生を行った。養生条件は、前置き 3 時間、昇温速度 20

℃/h、最高温度 80℃で 4 時間を保持、その後、空冷とした。測定は、すべての配合において材齢 1 日、7 日で行った。

(3) 実験結果および考察

コンクリートの圧縮強度の結果を図-2 に示す。

図-2 の結果より、スラグを使用した 100-100 では、材齢 1 日は 115N/mm²程度、材齢 7 日では 125 N/mm²程度の強度となり、100-100 は水中養生 28 日と同程度またはそれ以上の強度を確認した。

4. まとめ

- 1) 水中養生 28 日の 0-100、100-100 の圧縮強度は 110~120 N/mm²程度の強度となることが確認できた。
- 2) 蒸気養生を行った供試体は、スラグを用いたもので、材齢 7 日は 125 N/mm²程度と水中養生 28 日と同程度またはそれ以上の強度が確認できた。以上のことより、高強度コンクリート用粗骨材としての可能性を示せた。

参考文献

- 1) 阿波 稔、迫井裕樹、庄谷征美、月永洋一、長瀧重義：フェロニッケルスラグを粗骨材として用いたコンクリートの基礎的性質、コンクリート工学論文集、Vol.21、No.3、pp.63~75、2010