

フェロニッケルスラグ粗骨材を使用したフレッシュコンクリートの性状

八戸工業大学 学生会員 ○福島 憂治
正会員 阿波 稔
正会員 庄谷 征美
谷地 洋祐

1. はじめに

フェロニッケルスラグは、フェロニッケルを製錬する際に発生する副産物であり、コンクリート用細骨材としての規格は、JIS A 5011-2「コンクリート用スラグ骨材－第2部：フェロニッケルスラグ骨材」に制定されている。本実験では、フェロニッケルスラグをコンクリート用細骨材(以下、FNS)および粗骨材(以下、FNG)として用いるための基礎的資料として、製造方法の異なるフェロニッケル細・粗骨材を単独あるいは混合使用したコンクリートの配合特性およびフレッシュ性状について検討を行ったものである。

2. 実験概要

本研究では、普通セメントを用い、細骨材および粗骨材はそれぞれ、A 社製造の FNS（密度：2.98g/cm³，吸水：1.87%）および FNG（密度：2.99g/cm³，吸水：2.74%）と、B 社が製造する FNS（密度：3.08g/cm³，吸水：0.13%）および FNG（密度：2.57g/cm³，吸水：2.54%）を用いた。なお、A，B 社製フェロニッケルスラグ骨材の製造方法はそれぞれ、微粒スラグの焼成および徐冷スラグの破碎である。また比較用骨材として、石灰岩細砂、石灰岩碎石を使用した。

本研究で用いたコンクリートの配合を表－1および表－2に示す。表中の ID は、それぞれ「製造先」－「水セメント比」－「FNS 置換率」－「FNG 置換率」で示している。すべての配合において、目標スランプは 10±1cm および目標空気量は 5±1%とした。

表－1 FNS・FNG（A 社製造）を用いたコンクリートの配合

ID	FNS 置換率	FNG 置換率	W/C [%]	s/a [%]	単位量 [kg/m ³]						AE剤 [C*%]	AE減水剤 [C*%]
					W	C	S	FNS	G	FNG		
A45-0-0	0	0	45	31.5	159	353	576	0	1252	0	0.035	0.30
A55-0-0	0	0	55	32.5	159	289	612	0	1270	0	0.035	0.50
A60-0-0	0	0	60	33.0	159	265	628	0	1274	0	0.025	0.70
A55-0-50	0	50	55	35.5	163	296	662	0	601	668	0.030	0.70
A45-0-100	0	100	45	40.0	172	382	707	0	0	1179	0.030	0.50
A55-0-100	0	100	55	41.0	172	313	749	0	0	1198	0.030	0.70
A60-0-100	0	100	60	41.5	172	287	767	0	0	1202	0.020	0.90
A55-100-0	100	0	55	37.0	155	282	0	778	1196	0	0.030	0.70
A55-100-100	100	100	55	44.5	168	305	0	909	0	1137	0.025	0.90
A60-100-100	100	100	60	45.0	168	280	0	930	0	1140	0.020	1.00
A45-100-100	100	100	45	43.5	168	373	0	861	0	1121	0.035	0.50

表－2 FNS・FNG（B 社製造）を用いたコンクリートの配合

ID	FNS 置換率	FNG 置換率	W/C [%]	s/a [%]	単位量 [kg/m ³]						AE剤 [C*%]	AE減水剤 [C*%]
					W	C	S	FNS	G	FNG		
B45-0-0	0	0	45.0	31.5	159	353	576	0	1252	0	0.035	0.3
B55-0-0	0	0	55.0	32.5	159	289	612	0	1270	0	0.035	0.5
B60-0-0	0	0	60.0	33.0	159	265	628	0	1274	0	0.025	0.7
B55-0-50	0	50	55.0	34.0	165	300	631	0	613	585	0.025	0.5
B45-0-100	0	100	45.0	36.0	172	382	636	0	0	1081	0.030	0.3
B55-0-100	0	100	55.0	37.0	172	313	676	0	0	1099	0.030	0.5
B60-0-100	0	100	60.0	37.5	172	287	693	0	0	1104	0.020	0.7
B55-25-0	25	0	55.0	39.5	155	282	562	215	574	0	0.025	0.5
B45-25-100	25	100	45.0	43.0	168	373	576	220	0	972	0.020	0.3
B55-25-100	25	100	55.0	44.0	168	305	567	216	0	1039	0.020	0.5
B60-25-100	25	100	60.0	44.5	168	280	623	238	0	989	0.015	0.7

表－３ FNS・FNG を用いたコンクリートの最終ブリーディング量

A社	FNS:0%			FNS:100%			
	W/C	45	55	60	45	55	60
FNG:0%	—	0.273	—	—	0.287	—	
FNG:50%	—	—	—	—	—	—	
FNG:100%	0.237	0.235	0.291	0.199	0.294	0.300	

B社	FNS:0%			FNS:25%			
	W/C	45	55	60	45	55	60
FNG:0%	—	0.273	—	—	0.263	—	
FNG:50%	—	—	—	—	—	—	
FNG:100%	0.310	0.272	0.413	0.358	0.417	0.511	

表－４ 凝結試験結果

A社	FNS:0%						FNS:100%					
W/C	45		55		60		45		55		60	
FNG:0%	(始発)	－	(始発)	8.7	(始発)	－	(始発)	－	(始発)	8.2	(始発)	－
	(終結)	－	(終結)	12.1	(終結)	－	(終結)	－	(終結)	10.9	(終結)	－
FNG:50%	(始発)	－	(始発)	7.5	(始発)	－	(始発)	－	(始発)	－	(始発)	－
	(終結)	－	(終結)	10.8	(終結)	－	(終結)	－	(終結)	－	(終結)	－
FNG:100%	(始発)	－	(始発)	7.5	(始発)	－	(始発)	－	(始発)	9.0	(始発)	－
	(終結)	－	(終結)	10.4	(終結)	－	(終結)	－	(終結)	12.4	(終結)	－

B社	FNS:0%						FNS:25%					
W/C	45		55		60		45		55		60	
FNG:0%	(始発)	－	(始発)	8.7	(始発)	－	(始発)	－	(始発)	9.8	(始発)	－
	(終結)	－	(終結)	12.1	(終結)	－	(終結)	－	(終結)	13.8	(終結)	－
FNG:50%	(始発)	－	(始発)	9.1	(始発)	－	(始発)	－	(始発)	－	(始発)	－
	(終結)	－	(終結)	12.0	(終結)	－	(終結)	－	(終結)	－	(終結)	－
FNG:100%	(始発)	－	(始発)	9.6	(始発)	－	(始発)	－	(始発)	10.6	(始発)	－
	(終結)	－	(終結)	12.6	(終結)	－	(終結)	－	(終結)	13.2	(終結)	－

3. 試験結果と考察

FNS および FNG を単独あるいは混合使用した際の配合特性として、表－１および表－２より、FNS および FNG を使用したコンクリートの単位水量は、骨材の製造方法の違いによらず同様の傾向を示し、FNG 置換率の増加に伴い単位水量が増加することが明らかとなった。しかし、FNS を混合使用することにより、単位水量の増加は改善されることが明らかとなった。

各配合における最終ブリーディング量および始発・凝結試験結果を表－３および表－４に示す。表中の縦軸は FNG 置換率を、横軸は FNS 置換率および水セメント比を示している。

表－３の結果より、FNS および FNG を混合使用したコンクリートの最終ブリーディング量は、FNS および FNG を使用しないあるいは単体で使用した場合よりも増加する傾向にあることが明らかとなった。

FNS および FNG を単独で用いた場合の凝結時間（表－４）は、FNS・FNG を用いないものと比較して、フェロニッケル骨材の製造方法により傾向が異なる。しかし FNS および FNG を混合使用した場合には、フェロニッケルスラグ骨材の製造方法の違いによらず、いずれの場合も FNS あるいは FNG を単独で使用した場合よりも遅延する傾向にあることが把握された。

4. まとめ

本研究により得られた結果を以下にまとめる。

- (１) フェロニッケル粗骨材を使用した場合、単位水量が増加する傾向にある。しかしフェロニッケル細骨材を混合使用することにより、単位水量の増加が改善される。またこれらの傾向は、製造方法の違いによらず、同様の傾向を示す。
- (２) フェロニッケル細・粗骨材を混合使用したコンクリートでは、フェロニッケル細・粗骨材を使用しない場合あるいは単独使用した場合と比較して、最終ブリーディング量は増加し、凝結時間は遅延する傾向を示す。