

電気炉酸化スラグ細骨材を混入した舗装用コンクリートの耐摩耗性の評価

徳島大学大学院 学生会員 山中啓資 フェロー 橋本親典
徳島大学大学院 正会員 渡邊 健 正会員 石丸 啓輔

1. はじめに

電気炉酸化スラグは、電気炉で鉄スクラップ等を溶融して粗鋼を生産する際に副産され、酸化スラグと還元スラグを合わせて年間に合計 350 万 t 程度が生産されている。近年、酸化工程と還元工程が明確に区分されたことで、電気炉酸化スラグの有効利用が可能となった¹⁾。特に、電気炉酸化スラグ細骨材(以下、EFOS と称する)は絶乾密度が 3.52g/cm³と高密度であり、砕石砕砂などの普通の骨材と比較して硬質である。コンクリート用骨材への混合により、アブレイジョン摩耗への抵抗性が向上し、舗装の擦り減りの低減が期待される。本研究は、徳島産骨材と名古屋産骨材を用い、ゼロスランプおよび有スランプの EFOS 混入コンクリートを作製し、アブレイジョン摩耗の抵抗性および圧縮強度特性について評価した。

2. 実験概要

2.1 使用材料・配合条件

使用材料を表-1、配合条件と実測スランプ値を表-2 に示す。細骨材は阿波市市場町産砕砂のほかに、名古屋地区山砂、EFOS を使用し、粗骨材は板野町大坂産砕石(M.S.20mm)のほかに、名古屋地区山砂利(M.S.25mm)を使用した。NI と NII は、単位水量 140kg/m³ のゼロスランプコンクリート、NIII は、目標スランプ 5cm の舗装用スリップフォームコンクリートの配合²⁾を参考にした。NI 配合は徳島県産の砕石砕砂を用いたもので、NI に対して EFOS を細骨材にそれぞれ 20%, 40%, 60%容積置換した。NII・NIII 配合は名古屋県産の砕石山砂を用いたもので、NII に対して EFOS を細骨材にそれぞれ 20%, 40%, 60%容積置換し、30%, 50%, 100%容積置換した。

2.2 試験方法

写真-1 に示す ASTM C779 を参考にしたアブレイジョン摩耗試験²⁾を、材齢 20 日の供試体を用いて実施した。本試験はドレッシングホイールのすべり作用によりコンクリート表面にアブレイジョン摩耗を生じさせるものである。試験の実施要領を以下に示す。

まず、試験開始前の試験体の質量を小数点以下 1 桁まで測定し、その後ドレッシングホイールの回転速度を 56rpm (rpm:1 分間当たりの回転数)で時計回りに回転させ、開始から 90 分(回転数:5040 回)における試験体の質量

表-1 使用材料

使用材料	記号	密度(g/cm ³)	物性値または成分
普通ポルトランドセメント	C	3.16	-
阿波市市場町産砕砂	S1	2.57	吸水率:1.77%, 粗粒率:2.63
名古屋地区山砂	S2	2.55	吸水率:1.68%, 粗粒率:2.58
電気炉酸化スラグ細骨材	EFOS	3.52	吸水率:0.36%, 粗粒率:3.23
板野町大坂産砕石(最大寸法20mm)	G1	2.57	吸水率:1.64%, 実積率:59.4%
名古屋地区山砂利(最大寸法25mm)	G2	2.60	吸水率:1.16%, 実積率:62.2%
AE減水剤	Ad1	1.06	リゲニンスルホン酸化合物とポリオールの複合体
AE剤	Ad2	1.04	アルキルエーテル系陰イオン界面活性剤

表-2 配合条件と実測スランプ値

						単位量(kg/m ³)					添加量(%)			
配合名	空気量(%)	W/C(%)	s/a(%)	W	C	S			G		Ad1	Ad2	SL(cm)	
						S1	S2	EFOS	G1	G2				
N I	4.5±1.5	40	37	140	350	663		0	1141	-	0.4	0.005		
I -20						530		187						
I -40						398		374						
I -60						265		562						
N II							664	0			1154	0.4		0.005
II -20							532	184				-		-
II -40							399	367						
II -60							266	551						
N III			40	165	413	-	673	0	-	1029	0.4	0.005		13.5
III -30							472	280		1032	-	-		2.5
III -50							341	471		1043				5.5
III -100							0	954		1057				5.0



写真-1 アブレイジョン摩耗試験装置

を測定した。結果の整理については、試験前の質量から各測定時間における試験体の質量を差し引いたものを摩耗損失量とし、以下の式(1)により摩耗損失率(%)を算出した。

$$\text{摩耗損失率}(\%) = \frac{W_2}{W_1} \times 100 \quad (1)$$

また、材齢 28 日において圧縮強度試験(JIS A 1108)に準じて圧縮強度を求めた。

3. 結果および考察

3.1 アブレイジョン摩耗試験

図-1 に各種配合の摩耗損失率を示す。ゼロスランプコンクリートでは EFOS コンクリートに用いる骨材によって、擦り減り抵抗性が異なる結果になった。徳島産碎石砕砂を混入した N I に対して I・20, I・40 は EFOS の置換率の増加とともに摩耗損失率は増加傾向にあった。名古屋産碎石山砂を混入した II・40, II・60 は。摩耗損失率が小さくなった。

一方、有スランプコンクリートの NIII においては、III・30 において摩耗損失率が最も小さく、良好な擦り減り抵抗性を示した。コンクリートの摩耗機構は複雑であり、アブレイジョン摩耗のほかには表面疲労摩耗の影響が複合したものと考えられる³⁾。有スランプコンクリートでは、耐摩耗性を有する適切な配合が存在することが考えられる。

3.2 圧縮強度試験

圧縮強度試験結果を図-2 に示す。EFOS 無混入コンクリートは、W/C が一定であるため、同程度の強度が発現すると思われる。しかしながら、名古屋産碎石山砂の N II と N III は、山砂の影響で、強度が 10N/mm² 以上低くなった。N I シリーズでは、どの配合とも 45N/mm² 以上で差は見られなかった。これに対して、N II シリーズは II・20, II・40, II・60 はそれぞれ強度が増加した。N III シリーズでも、III・30, III・50, III・100 はそれぞれ強度が増加した。圧縮強度に関しては、EFOS と名古屋産碎石山砂の相性は良いと言える。

4. まとめ

以下に、本研究の範囲で得られた結果を記す。

(1)アブレイジョン摩耗試験に関しては、EFOS の置換率の増加に伴い、擦り減りが小さくなった。

(2)名古屋産碎石山砂を用いた場合、EFOS を山砂に一部置換すると、圧縮強度が増加した。

参考文献

- 1) 土木学会編：電気炉酸化スラグ骨材を用いたコンクリートの設計・施工指針(案)，コンクリートライブラリー110，pp2-3，2003.1
- 2) 山田悠二，稲葉諒，橋本親典，渡辺健：フェロニッケルスラグ骨材を混合した舗装用スリップフォームコンクリートの施工性能および硬化特性の評価，コンクリート工学年次論文集，Vol38，No1，pp1660-1661，2016
- 3) 堀口 敬：コンクリートの摩耗に関する研究の現状，コンクリート工学，Vol.31，No.10，pp17-27，1993.10

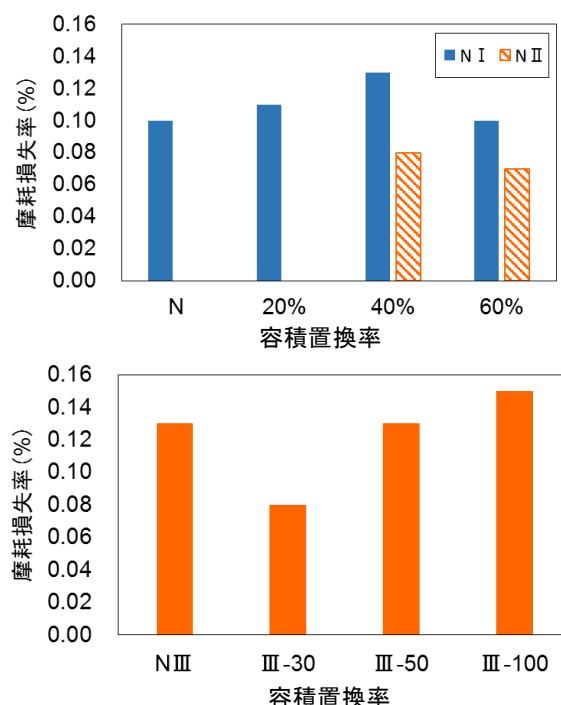


図-1 アブレイジョン摩耗試験結果

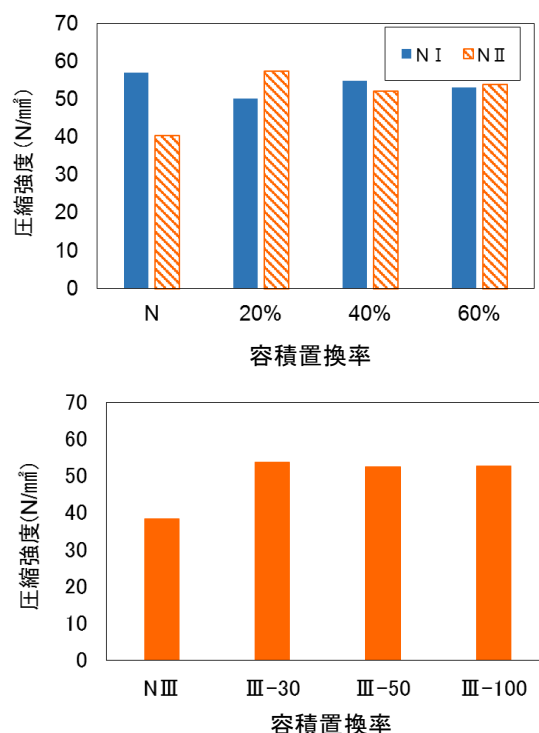


図-2 圧縮強度試験結果