

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。本研究では、アブレイジョン摩耗の抵抗性および硬化コンクリートの各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、配合条件とフレッシュ性を表-2 に示す。細骨材は名古屋地区山砂、EFOS を使用し、粗骨材は名古屋地区山砂利(M.S.25mm)を使用した。配合名に関して、EFOS 無置換の N 配合と、EFOS を細骨材にそれぞれ 30%,50%,100%容積置換したものとした。また、目標スランプは 5.0±1.5cm, 目標空気量は 4.5±1.5%とした。

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	-
名古屋地区山砂	S1	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
名古屋地区山砂利(最大寸法25mm)	G	2.60	吸水率:1.16%, 実積率:62.2%
AE減水剤	Ad1	1.06	リグニンスルホン酸化合物とポリオール複合体
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 配合条件とフレッシュ性

		単位量 (kg/m3)				添加量 (C×%)					
配合名	W/C	W	C	S		G	Ad1	Ad2	SL(cm)	Air(%)	C.T.(℃)
				S1	EFOS						
N	40	165	413	673	-	1029	0.225	0.96	5.5	4.0	19.5
30%		164	410	472	280	1032	0.22		6.0	6.0	21.5
50%		160	400	341	471	1043	-		5.0	4.8	19.3
100%		155	388	-	954	1057			9.5	5.2	18.3

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を測定した。結果の整理については、試験前の質量(W₁)から各測定時間における試験体の質量を差し引いた値(W₂)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。

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

また、圧縮強度試験(JIS A 1108)に準じて圧縮強度を、曲げ強度試験(JIS A 1106)に準じて曲げ強度を、引張強度試験(JIS A 1113)に準じて引張強度を、静弾性係数試験(JIS A 1149)に準じて静弾性係数を、材齢 28 日においてそれぞれ求めた。



写真-1 アブレイジョン摩耗試験装置

キーワード：電気炉酸化スラグ、舗装用コンクリート、耐摩耗性、アブレイジョン摩耗、擦り減り抵抗性
連絡先：住所 徳島県徳島市中前川町 3-15-13 小山ハイツ 205 号室

Tel 090-5891-8327

3. 結果および考察

3.1 フレッシュ性状

表-2 に示すように、EFOS の置換率が増加するに従い、単位水量が少ないにもかかわらず、スランプが増大した。このことから、EFOS の表面性状によって、同一スランプに対して単位水量を減ずることができると考えられる。

3.2 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。EFOS の置換率の増加に伴い、摩耗損失率が小さくなる傾向にあった。EFOS の置換率の増加により、コンクリートのアブレイジョン摩耗に対する抵抗性を増加させることができる。

3.3 圧縮強度試験

圧縮強度試験結果を図-2 に示す。全ての配合で 40N/mm^2 以上の値となっており、N 配合と比較して、EFOS を混入した他の 3 配合は強度増加が確認できた。

3.4 曲げ強度試験・引張強度試験

曲げ強度試験結果を図-3 に、引張強度試験結果を図-4 にそれぞれ示す。圧縮強度の傾向と異なり、EFOS の置換率が増加するに従い、曲げ強度、引張強度ともに若干低下する傾向が見られた。引張強度に関しては、30%置換において無置換より増加した。EFOS の置換率の増加に伴い、曲げ強度および引張強度が増加すると想定したが、50%および 100%置換と比較して無置換および 30%置換が値は大きくなり、最大となる適切な配合が存在する可能性がある。

3.5 静弾性係数試験

静弾性係数試験結果を図-5 に示す。予測値は、土木学会の示方書設計編の圧縮強度から推定する式を用いた。EFOS の置換率の増加に伴い、静弾性係数が増加し、その傾向は予測式以上であった。EFOS の混入により、通常のコンクリートより弾性係数が増加し変形に対する抵抗性が大きくなることが明らかになった。よって、轍掘れに対する抵抗性が大きく、舗装用コンクリートに適していると考えられる。

4. まとめ

本研究の範囲ではあるが、EFOS を混入することによって、アブレイジョン摩耗に対する抵抗性が増加し、また、変形に対する抵抗性も増加することが明らかになった。

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

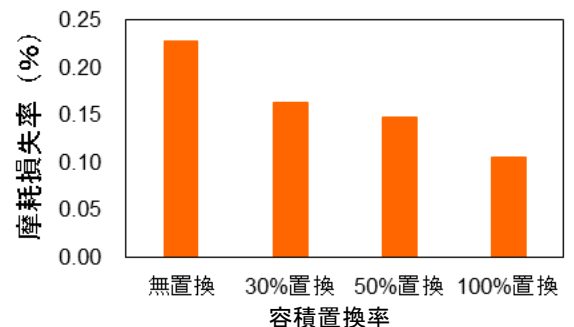


図-1 アブレイジョン摩耗試験結果

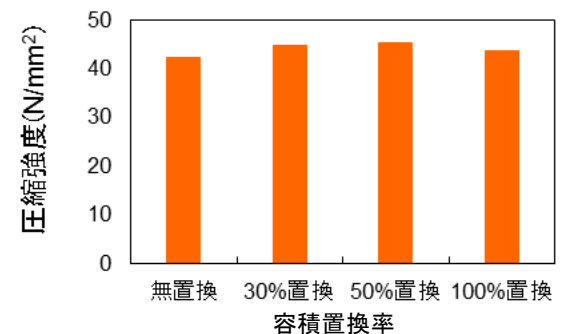


図-2 圧縮強度試験結果

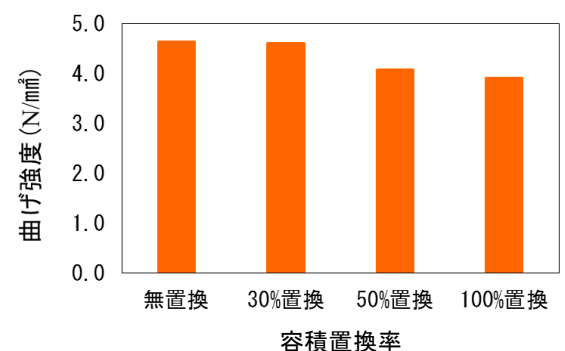


図-3 曲げ強度試験結果

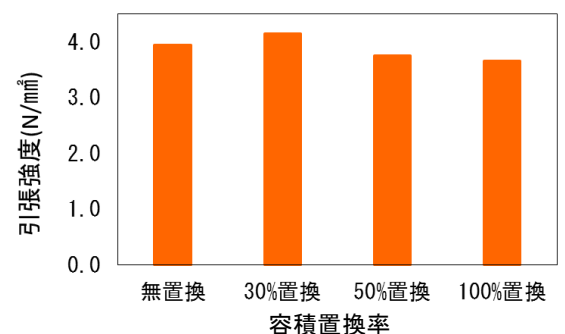


図-4 引張強度試験結果

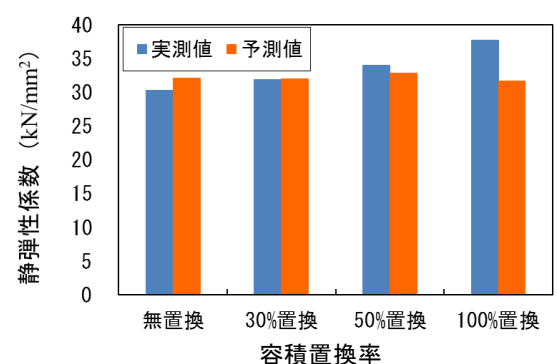


図-5 静弾性係数試験結果