

電気炉酸化スラグ細骨材を用い2%の容積混入率を可能にした
短繊維補強コンクリートのアブレイジョン摩耗に関する研究

徳島大学大学院 学生会員 ○田岡 堯
徳島大学大学院 フェロー 橋本 親典
徳島大学大学院 正会員 渡邊 健
徳島大学技術支援部 正会員 石丸 啓輔

1. はじめに

繊維補強コンクリートとは、短繊維をコンクリート中に一様に分散させたコンクリートで、コンクリートの脆性材料としての弱点を克服して、引張強度、ひび割れ強度、伸び能力を増すとともに靱性を著しく高めた複合材料である。本研究では、ビニロン繊維を混入した舗装用コンクリートに着目した。ビニロン繊維は、水酸基を持ちセメントとの親和性があるためコンクリートとの接着性に優れ、コンクリートに混入することで表面の摩耗抵抗が向上し、舗装のすり減りの低減が期待される。一方、繊維補強コンクリートは、練り混ぜ時にファイバーボールが形成され練り混ぜが困難となる。そこで、球形状の電気炉酸化スラグ細骨材（以下、EFS）を用いて流動性を向上させた。本研究では、2%の容積混入率を可能にした繊維補強コンクリートのアブレイジョン摩耗の抵抗性を実験的に検討した。

2. 実験概要

2.1 使用材料・配合

表－1に使用材料および物性値、表－2にシリーズ1、表－3にシリーズ2の配合を示す。シリーズ1は2次製品用の高強度モルタルの配合（W/C=31.5%）、シリーズ2は通常の普通コンクリートの配合（W/C=50%）とし、目標空気量を $4.5\pm1.5\%$ とした。細骨材は兵庫県産砕砂のほかにEFSを使用し、粗骨材は徳島県産砕石を使用した。配合は、シリーズ1ではEFSを細骨材にそれぞれ0%、30%容積置換（配合名：EFS0、EFS30）し、シリーズ2ではEFSを100%容積置換し、FAをブリーディング抑制のために使用した。繊維径と繊維長さが異なる2種類（VF-1、VF-2）のビニロン繊維（写真－1参照）を使用し、繊維無添加（配合名：N）と、容積混入率2%添加した配合を比較した。コンクリートの場合は、EFSとFAを用いなければ、容積混入率2%の繊維添加は困難であった。

表－1 使用材料および物性値

材料名	記号	種類
セメント	C	普通ポルトランドセメント 密度：3.16 g/cm ³ ，比表面積：3330 cm ² /g
混和材	FA	フライアッシュⅡ種 密度：2.22 g/cm ³ ，比表面積：3420 cm ² /g
細骨材	S	兵庫県産砕砂 密度：2.58 g/cm ³ ，吸水率：1.51 %
	EFS	電気炉酸化スラグ 5-0.3 密度：3.59 g/cm ³ ，吸水率：0.42 %
粗骨材	G	徳島県産砕石1505 密度：2.57 g/cm ³ ，吸水率：1.64 %
混和剤	SP	高性能AE減水剤
	AE	AE剤
ビニロン繊維	VF-1	直径：0.66mm、繊維長：30mm
	VF-2	直径：0.2mm、繊維長：18mm

表－2 配合（シリーズ1）

配合名	W/C (%)	単位量 (kg/m ³)				繊維添加量 (kg)
		W	C	S	EFS	VF
EFS0	31.5	252	800	1160	－	－
EFS0 VF-1				－	－	26
EFS30 VF-1				812	484	
EFS0 VF-2				1160	－	

表－3 配合（シリーズ2）

配合名	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)					繊維添加量 (kg)	混和剤 (C×%)	
			W	C	FA	EFS	G	VF	SP	AE
N-1	50	47.7	165	330	－	984	1057	－	－	0.007
VF-1					－			26	0.5	0.007
N-2			200	400	100	838	900	－	－	0.03
VF-2					－			26	0.75	0.1



VF-1 VF-2
写真－1 ビニロン繊維

キーワード 短繊維補強コンクリート，ビニロン繊維，電気炉酸化スラグ細骨材，アブレイジョン摩耗試験
連絡先 〒770-8506 徳島市南常三島町 2-1 徳島大学大学院社会産業理工学研究部 TEL088-656-7321

2.2 アブレイジョン摩耗試験

圧縮強度試験は、JIS A 1108 に準拠した。写真-2 に示す ASTM C 779 を参考にしたアブレイジョン摩耗試験¹⁾を材齢 28 日において実施した。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。以下に試験要領を示す。試験体は、標準水中養生から 24 時間室内で乾燥させた状態にする。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 68rpm で時計回りに回転させ、シリーズ 1 では 24 時間（回転数：97920 回）における試験体の質量、シリーズ 2 では総回転数 98000 回転における試験体の質量を測定した。摩耗損失率（%）は、試験前の質量 W_1 （g）から 24 時間後における試験体の質量を差し引いたものを摩耗損失量 W_2 （g）とし、以下の式（1）により摩耗損失率（%）を算出した。

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

円盤試験体の試験前と試験後の表面のアブレイジョン摩耗の状況を写真-3 に示す。摩耗損失率自体は大変小さい値ではあるが、写真に示す通り、試験前後でホイールの跡の溝が明確になり、この溝の深さを質量の変化で評価した。



写真-2 摩耗試験の概要



試験前 試験後
写真-3 円盤試験体

3. 実験結果および考察

3.1 圧縮強度試験

図-1 に圧縮強度試験結果を示す。シリーズ 1 では、すべての配合で圧縮強度が同程度の値となった。シリーズ 2 では、VF-1、VF-2 とともにそれぞれの繊維無添加の N-1、N-2 の圧縮強度よりも低い値となった。2%の容積混入率によってコンクリートの流動性が低下した結果、締固めが不十分になり強度が低下したと考えられる。

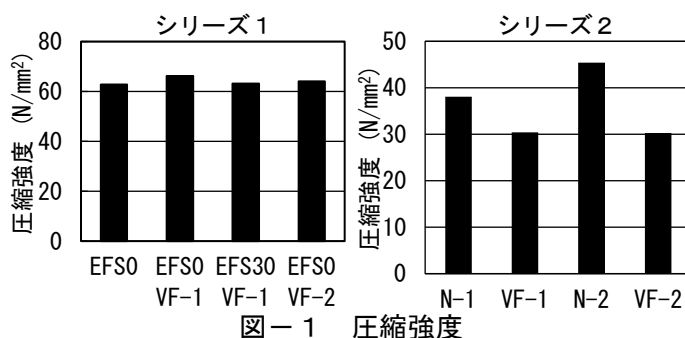


図-1 圧縮強度

3.2 アブレイジョン摩耗試験

図-2 に摩耗損失率を示す。シリーズ 1、2 ともにビニロン繊維（VF-1）を添加することで、摩耗損失率が小さくなった。シリーズ 2 は、シリーズ 1 よりも強度が小さいにも関わらず摩耗損失率が小さくなった。これは、粗骨材を含むコンクリートの影響と考えられる。

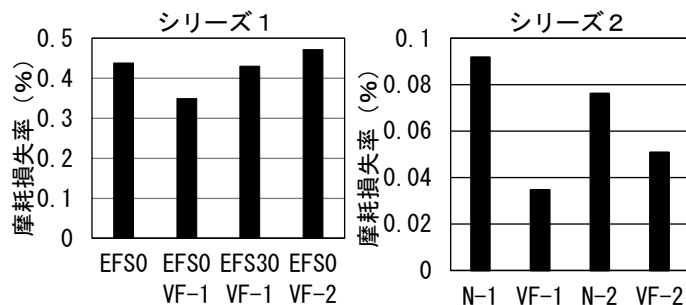


図-2 摩耗損失率

しかしながら、モルタルおよびコンクリートに関係なくビニロン繊維補強の試験体は良好なすり減り抵抗性を有している。VF-1 の繊維は VF-2 より摩耗損失率が小さく、耐摩耗性能が良好であった。

4. まとめ

球形状の電気炉酸化スラグ細骨材を用いることによって、容積混入率 2% のビニロン繊維を添加することが可能になり、モルタルおよびコンクリートの耐摩耗性能の向上を確認することができた。

謝 辞 本研究は、令和 2 年度卒業の深瀬賢人氏（現、和歌山県庁）の卒業研究の一部として実施されました。実験に使用した電気炉酸化スラグ細骨材は(株)星野産商から、ビニロン繊維は(株)クラレから提供していただきました。付記し感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 橋本親典，山中啓資，渡辺健，石丸啓輔，骨材の種類が電気炉酸化スラグ細骨材を用いた舗装用コンクリートの耐摩耗性に与える影響，コンクリート工学年次論文集，Vol.41，No.1，pp1391-1396，2019