

フライアッシュを混入したごみ溶融スラグコンクリートの耐凍害性

豊田工業高等専門学校 正会員 ○大畑 卓也
 国土交通省 近畿地方整備局 非会員 佐久間 翔一
 豊田工業高等専門学校 正会員 佐藤 雄哉
 豊田工業高等専門学校 正会員 河野 伊知郎

1. 目的

近年、一般廃棄物や下水汚泥などを焼却処理した際に発生する焼却灰を溶解処理して製造した、ごみ溶融スラグを建設材料としてコンクリートを作製する試みが行われている。しかし、凍結及び、融解作用を繰り返し与えると大きく劣化することが報告されている。そこで、環境負荷低減を目的とした循環型社会の形成に向けて、廃棄物のリサイクルをさらに促進させるため、ごみ溶融スラグを用いた、寒冷地域にも実用することが可能なコンクリートの研究を行った。

本研究においては、ごみ溶融スラグを混入させたコンクリートにフライアッシュを加えることで、耐凍害性向上させることを目的とした。

なお、1990年に施行されたスパイクタイヤ粉じんの発生の防止に関する法律に伴い、寒冷地には融雪剤や凍結防止剤として塩化ナトリウム等が散布されている現状を鑑み、塩化物イオンの浸透についても検討を行った。

2. 使用材料およびコンクリートの基本配合

表-1にコンクリートの基本配合を示す。セメントは高炉セメント B 種、粗骨材は静岡県天竜川産の川砂利(最大寸法 25mm, 表乾密度 2.61g/cm³)、細骨材は静岡県天竜川産川砂(表乾密度 2.63g/cm³)、ごみ溶融スラグは豊田市渡刈クリーンセンターで製造されたごみ溶融スラグ(表乾密度 2.85g/cm³)、フライアッシュは中部電力碧南火力発電所で製造されたフライアッシュ II 種(45 μm ふるい残分 9%, 比表面積 3570cm²/g)を使用した。混和剤には、AE 減水剤(チューポール NV-G5)及び AE 剤(フローリック SV10)とした。なお、混和剤はごみ溶融スラグを混入させたコンクリートには AE 減水剤、普通コンクリート(以下、NC)には AE 剤を用いた。

表-1 配合表

供試体名	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)					
			W	C	S	G	混和剤	フライアッシュ
F0	37	44	127	340	829	1047	1.27	-
F1	37	44	127	340	829	1047	1.27	3.4
F3	37	44	127	340	829	1047	1.27	10.2
NC	55	47	180	327	810	920	1.8	-

ごみ溶融スラグおよびフライアッシュ共に無添加、ごみ溶融スラグを混入したコンクリート供試体は、セメントに対するフライアッシュ添加率 0%(無添加)、1%、3%の3種類を3本ずつ製作した。

3. 実験概要

本実験は澤田ら²⁾が実施した ASTM C 672 を参考にして凍結融解試験を行った。各供試体は 10×10×5cm 供試体とし、打設面に水道水及び食塩水を深さ 5mm 程度張った状態で凍結融解試験を行うため、シリコンを用いてシーリングを行った。なお、凍結融解試験の影響を打設面へ限定させるため、その他の5面に対して、エポキシ樹脂を用いて防水処理を行った。

4. 実験方法

(1) 凍結融解試験

本研究では1日1サイクル凍結融解を繰り返す行い、50サイクル凍結融解を行った。試験温度は、凍結は約-20℃(16時間)、融解は約22℃(8時間)1サイクルとした。評価項目として、5サイクル毎にスケール量を計測した。

(2) 硝酸銀発色試験

食塩水を用いて50サイクルの凍結融解試験を終えた供試体に対して、硝酸銀発色試験を実施した。硝酸銀発色試験は、硝酸銀水溶液(0.1mol/L)を供試体へ噴霧し、塩化物イオンの浸透深さを計測した。

5. 凍結融解試験結果及び考察

図-1、図-2にスケール量の計測結果を示す。

キーワード 凍結融解試験、ごみ溶融スラグ、フライアッシュ、塩分浸透深さ

〒471-8525 愛知県豊田市栄生町2-1 TEL 0535-36-5874

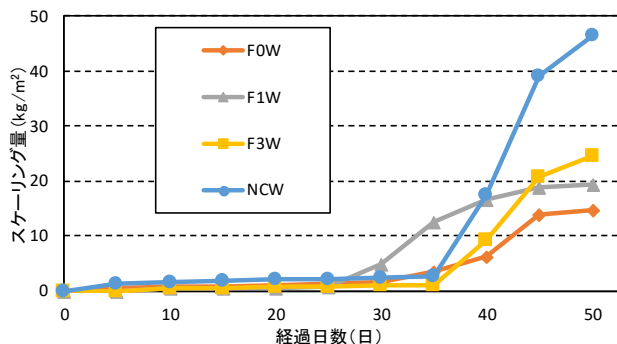


図-1 スケーリング量(水)変化

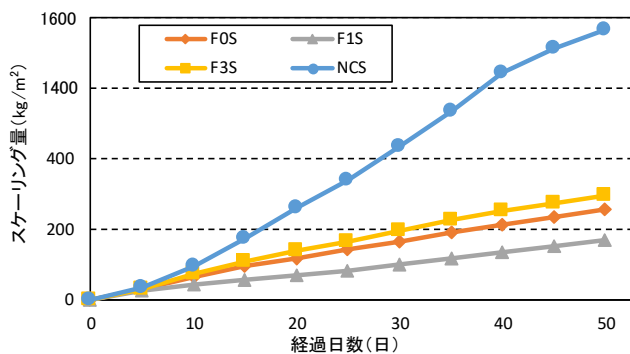


図-2 スケーリング量(食塩水)変化

水を使用した供試体では、50 サイクル時に 15～42kg/m² の スケーリングを確認した。ごみ溶融スラグコンクリート供試体のフライアッシュ混入量とスケーリング量に、明確な差が表れなかったのは、スケーリング量が微量であったためと考える。NC 供試体のスケーリング量が、ごみ溶融スラグコンクリート供試体のスケーリング量と比較して 2 倍のスケーリング量が生じたのは、供試体の圧縮強度が NC(44.1N/mm²)に対して、ごみ溶融スラグコンクリート(F0:64.5N/mm², F1:65.0N/mm², F3:68.8N/mm²)が大きいためであると推察する。

食塩水を使用した供試体では、50 サイクル時に 169～1,528kg/m² の スケーリングを確認した。ごみ溶融スラグコンクリート供試体では、フライアッシュ混入量が 3%の F3 供試体が最もスケーリング量が多くなり、フライアッシュ混入量が 1%の F1 供試体が最もスケーリング量が少ない結果となった。この結果は、本研究で作成したごみ溶融スラグコンクリート供試体の空隙に対して、3%のフライアッシュを添加した場合、飽和状態であったため、見掛け上のセメ

ントペーストが増えてしまったことにより剥離量が増加したと考える。

6. 硝酸銀発色試験及び考察

写真-1 から写真-4 に各供試体の硝酸銀発色試験供試体を示す。食塩水を用いた凍結融解試験により供試体内部に浸透した塩化物イオンに対して、硝酸銀水溶液を用いて浸透深さを計測した。浸透深さは、フライアッシュ混入量に伴い、塩化物イオンの浸透を抑制する効果があることを確認した。河野ら³⁾の研究により、フライアッシュを混入することによりブリージングを抑制することが確認されている。本研究においても、ごみ溶融スラグコンクリート供試体のブリージングが抑制されたことで細孔構造が緻密化したと推察できる。また、フライアッシュの添加によりポズラン反応が進み、水密性が向上したこともごみ溶融スラグコンクリート供試体に影響したと考えられる。

7. まとめ

本研究により、得られた成果を以下に示す。

- ・フライアッシュを 1%混入させることにより、ごみ溶融スラグコンクリートのスケーリング量を少なくすることが可能であり、耐凍害性を向上させることができる。
- ・フライアッシュを 1%または 3%、混入させることにより、ごみ溶融スラグコンクリートの塩化物イオンの浸透深さを抑制することが可能である。

参考文献

- 1) 遠藤裕丈, 田口史雄, 嶋田久俊: 養生と乾燥日数が異なるコンクリートの凍害と塩害の複合劣化特性, コンクリート工学年次論文集, Vol. 24, No.1, 2002
- 2) 澤田賢吾, 大畑卓也, 小林孝一, 六郷恵哲: 表面補修後にひび割れを導入した部材のスケーリングと鉄筋腐食への乾湿および塩水の影響, コンクリート工学年次論文集, Vol.31, No.1, pp.1123-1128, 2009
- 3) 河野伊知郎, 大畑卓也, 松井隆哉: ごみ溶融スラグおよび鉱物質微粉末を用いたコンクリートの基礎的性状, 土木学会全国大会第 72 回年次学術講演会, V-078, 2018

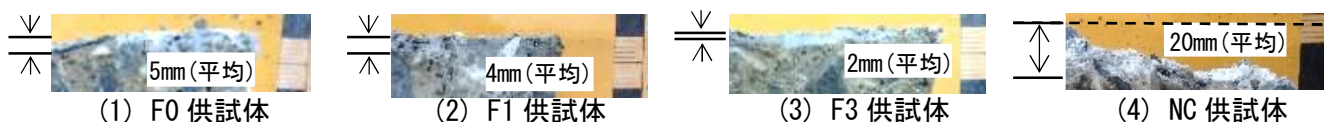


写真-1 硝酸銀発色試験