

産業廃棄物由来の溶融スラグを混入したモルタルの凍害耐久性に関する研究

弘前大学大学院 学生会員 ○久保田 寿々
 弘前大学大学院 学生会員 三上 真希
 弘前大学大学院 正会員 上原子 晶久

1. はじめに

近年、廃棄物処分場の延命化などの観点から、廃棄物の再資源化の動きが活発化している。環境省の令和元年度のデータによると、産業廃棄物の総排出量は約 379,75 万トンであり、一般廃棄物の約 8.9 倍にも及ぶ。産業廃棄物の再資源化を目指し、廃棄物の溶融スラグ化が進められている。しかし、日本産業規格 JIS では産業廃棄物由来の溶融スラグの利用に関する規定が十分に制定されておらず、有効的な再利用化に至っていない。

本研究では、産業廃棄物由来の溶融スラグを細骨材の一部に置換したモルタル角柱を作製し、塩水を用いた凍結融解試験を行う。その後、スケーリング試験を行い、それらの結果からモルタル角柱の凍害耐久性を評価することを目的とした。

2. 実験概要

本実験では、配合の異なる 9 種類のモルタル角柱をそれぞれ 3 本ずつ、合計 27 本作製した。また、使用する砂と産業廃棄物由来の溶融スラグは含水率を測定することで水分量を調整した。モルタル角柱の作製後、10 日間の養生期間を設けた。その後、濃度 3% の塩化ナトリウム水溶液を用いた凍結融解試験を行った。一定のサイクルで試験体を取り出し、スケーリング量の測定を行った。その後、得られたデータとサンプリングされたスラグの成分量との相関を調べた。

2-1. モルタル角柱の作製

産業廃棄物由来の溶融スラグを用いたモルタル角柱の配合を表 1 に示す。実験に用いるモルタル角柱は、40×40×160 [mm] の型枠を使用して作製した。セメントは早強ポルトランドセメント、細骨材には青森県つがる市木造で採取された砂と、株式会社青南 RER の工場にて 2021 年 7 月 6 日 (No.2, No.3)、7 月 10 日 (No.4, No.5)、9 月 24 日 (No.6, No.7)、9 月 28 日 (No.8, No.9) に採取された産業廃棄物由来の溶融スラグを使用した。練り混ぜ水には、水道水と混和剤 (AE 減水剤) であるマスターグレニウム SP8SV

表 1 モルタル角柱の配合

	水セメント比 W/C (%)	単位数(kg/m ³)				混和剤 SP (%)
		水 W	セメント C	細骨材		
				砂 S1	溶融スラグ S2	
No.1	55	44	118	376	0	0.7
No.2		44		301	75	
No.3		44		263	113	
No.4		42		301	75	
No.5		44		263	113	
No.6		27		301	75	
No.7		26		263	113	
No.8		50		301	75	
No.9		51		263	113	

を混ぜたものを用いた。モルタル角柱の養生期間として、打設日の翌日から 7 日間の水中養生と 3 日間の乾燥期間を設けた。

キーワード 溶融スラグ, 凍結融解試験, 凍害耐久性, スケーリング試験, 産業廃棄物

連絡先 〒036-8560 青森県弘前市文京町 3 番地 TEL 0172-39-3960

2-2. 凍結融解試験

環境試験装置を使用し、モルタル角柱の凍結融解試験を行った。温度サイクルを図1に示す。凍結融解試験では、密閉容器に3本ずつモルタル角柱を入れ、濃度3%の塩水を一定量流入して試験体を浸漬して、設定した温度サイクルで合計30サイクルまで凍結融解作用を与えた。5サイクル毎に試験体を環境試験装置から取り出し、スケーリング量の測定を行った。

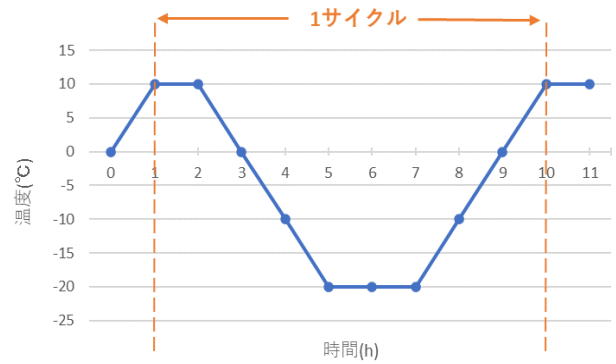


図1 温度サイクル

3. 実験結果と考察

各試験体のスケーリング量を比較した結果を図2に示す。産業廃棄物由来の溶融スラグを混入させた試験体No.2~No.9は、細骨材に砂のみを用いた試験体No.1よりもスケーリング量が多くなる結果となった。また、いずれの試験体においても、溶融スラグを砂の内割で30%置換したモルタル角柱の方が、20%置換したものよりもスケーリング量が多くなることが分かった。

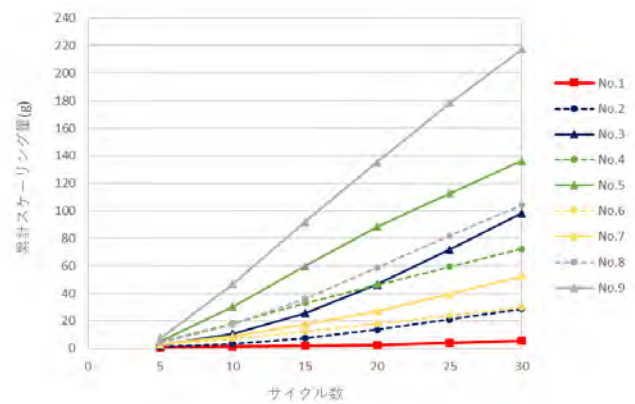


図2 累計スケーリング量の比較

産業廃棄物由来の溶融スラグを用いた試験体の30サイクル経過後における累計スケーリング量と、サンプリングされた溶融スラグに含まれる成分量を比較した（図3、図4）。溶融スラグを用いた試験体のスケーリング量と、溶融スラグの含有成分との間に相関は見られなかったことから、溶融スラグに含まれる成分がモルタル角柱のスケーリング量に及ぼす影響は少ないと考えられる。また、試験体のスケーリング量にばらつきが見られるのは、試験体No.4と試験体No.5を打設する際、ブリーディングの除去が適切でなく、試験体表面に脆弱な部分ができってしまったためスケーリング量が増加している。すべての試験体において細骨材の含水率を測定して作製したが、セメントペーストの硬さに差があったため水分量の調整が適切でなかった可能性がある。

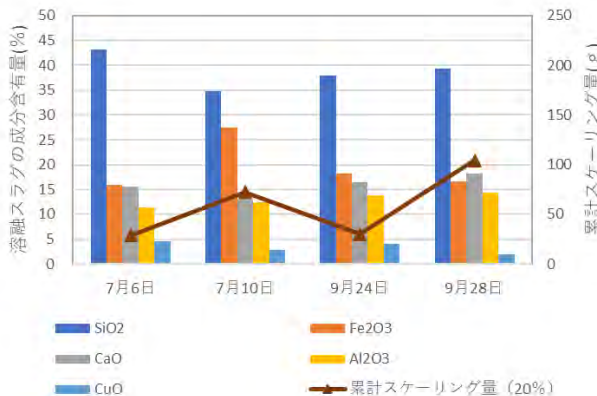


図3 含有成分と置換率20%の試験体の比較

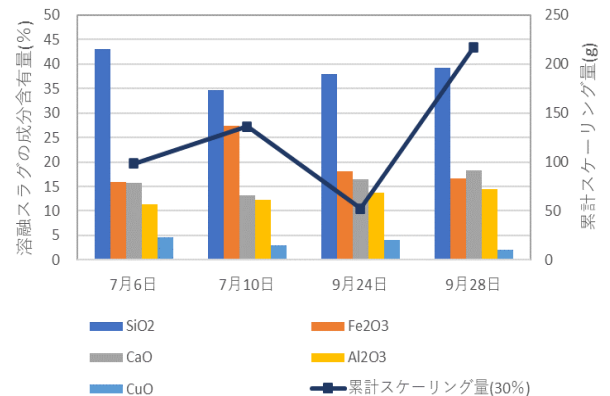


図4 含有成分と置換率30%の試験体の比較