

一般廃棄物溶融スラグ微粉末をセメント混和材に用いた場合のエージングの影響

茨城大学大学院 学生会員 ○阿部 智己
 茨城大学工学部 正会員 木村 亨
 茨城大学工学部 正会員 沼尾 達弥

1. 研究背景と目的

現在、一般廃棄物溶融スラグ(以下、SL とする)の生産量は、「ダイオキシン類対策特別措置法」の施行に伴い年々増加傾向にあり、更なる有効利用方法の検討も必要である。

過去にSLの潜在水硬性の特性を活かし、ジオポリマーコンクリートとしての利用方法や、高炉スラグと同様にコンクリート用混和材としての利用方法も提案されてきた²⁾。

しかし、SLは高炉スラグ同様エージングにより物性を変化させるにも関わらず、SLが製造されてから微粉碎するまでの期間が曖昧であったため、性能にばらつきがある可能性が考えられる。なお、エージングとは、バックヤード等で自然保管中にSLの表面の酸化カルシウム(CaO)が表面水(H₂O)と水和し、水酸化カルシウム(Ca(OH)₂)となり、空気中の二酸化炭素(CO₂)と反応し、炭酸カルシウム(CaCO₃)を生成する現象である。

そこで本研究では、SLの製造から微粉末するまでの期間を明確にすることで、エージングを定量的に定めたSL微粉末をセメント混和材に用いた場合、エージング期間がモルタルの圧縮強度に及ぼす影響を実験的に検討した。

2. 実験方法

表1に本実験の使用材料を、表2に化学成分表を示す。本実験に使用したSLはS社製シャフト炉式ガス化溶融炉から製造されものを使用した。なお、高炉スラグ(以下、BFSとする)微粉末を比較のため用いた。

表3に実験の要因と水準を、表4にモルタルの配合を示す。本実験では、OPCに対しSLやBFSの密度が小さいため、一般的に用いられている重量置換では粉体量が増加してしまう。そこで、OPCのW/C=36.3%を基準モルタル(SL置換率0%)に対して、SL微粉末を10%毎に体積置換した。また、練混ぜ方法は、OPC、SL微粉末及び細骨材を万能混合攪拌ミキサで90秒空練りした後、水を投入し、120秒間本練りを行った。練り混ぜ後、フロー試験をJIS R 5201に準じて行い、50Φ×100Hの円柱供試体を作成した。養生方法は、水中養生は恒温恒湿室で48時間静置後、20±3℃の恒温

表1 実験材料

	記号	種類	密度 (g/cm ³)	比表面積 (cm ² /g)
一般廃棄物溶融スラグ	SL	S社ガス化溶融炉SL	2.84	3140
高炉スラグ	BFS	S社製高炉スラグ	2.61	4000
セメント	C	普通ポルトランドセメント	3.15	3280
細骨材	S	岩瀬産	2.58	-

表2 化学成分表

	CaO	SiO ₂	T-Fe	MgO	Al ₂ O ₃	SO ₃	K ₂ O	Na ₂ O	塩基度
OPC	64.2	22.0	3.6	1.5	5.5	2.6	-	-	3.24
BFS	40.8	34.4	0.8	6.6	16.2	0.7	-	-	1.85
上総	36.1	38.3	3.6	3.9	14.9	-	0.25	1.29	1.43

表3 要因と水準

要因	水準
混和材	SL微粉末, BFS
エージング期間	0ヶ月, 6ヶ月
置換率 (%)	0, 10, 20, 30, 40, 50, 60
養生期間 (日)	1(蒸気)or 7(水中), 14, 28
養生方法	水中養生, 蒸気養生

表4 配合

置換率 [Vol%]	W/B[%]	W/C[%]	単位量[kg/m ³]			
			W	C	SL(BFS)	S
0	36.3	36.3	248	684	0	1322
10	36.6(36.8)	40.3	248	616	62(57)	1322
20	37.0(37.6)	45.3	248	547	123(113)	1322
30	37.3(38.2)	51.8	248	479	185(170)	1322
40	37.7(38.9)	60.5	248	410	247(227)	1322
50	38.2(39.7)	72.5	248	342	308(283)	1322
60	38.5(40.4)	90.5	248	274	370(340)	1322

水槽で所定材齢まで養生し、蒸気養生は湿度85%RH、前置き30℃・2h、昇温15℃/h、最高温度65℃の常圧蒸気養生を行い、終了後は自然放冷し、その後20±1℃、65±5%RHの恒温恒湿室で所定材齢まで養生した。

3. 実験結果及び考察

図1に水中養生(材齢28日)の圧縮強度と置換率の関係を、図2に置換率0%時の圧縮強度を1.0とした時の強度比と置換率の関係を、図3に材齢7日の圧縮強度を1.0とした時の強度比(置換率30%の場合)と材齢の関係を示す。混和材の種類に関わらず置換率の増加に伴い、圧縮強度および強度比が低下するとともに、強度比にSLのエージング期間およびBFSの大きな差は見られなかった。しかし、材齢による強度増進は、BFSを用いたいのが一番高く、次にエージング期間0ヶ月なり、エージング期間6ヶ月はOPCと同程度と塩基度が高いほど潜在水硬性による強度増進した。この

キーワード：一般廃棄物溶融スラグ，エージング，混和材，潜在水硬性

連絡先 〒316-8511 茨城県日立市中成沢町4-12-1 茨城大学大学院理工学部都市システム工学専攻 Tel:0294-38-5168

ことから、高炉スラグは、長期材齢において圧縮強度の増加が知られていることから、今後、長期材齢における圧縮強度において、混和材の種類による影響やエージングによる影響が確認できるものと考えられる。しかし、材齢28日において、BFSはSLと比較して強度比に差が見られなかったことから、比表面積4000ブレン程度での潜在水硬性は、非常に遅く、その効果も大きくないと考えられる。

図4に蒸気養生(材齢28日)の圧縮強度と置換率の関係を、図5に置換率0%時の圧縮強度を1.0とした時の強度比と置換率の関係を、図6に材齢1日の圧縮強度を1.0とした時の強度比(置換率30%の場合)と材齢の関係を示す。水中養生時とほぼ同等の結果が得られたが、水中養生時に比べ強度増進効果は小さくなった。これは、蒸気養生を行うことで、水和反応を促進したためと考えられる。

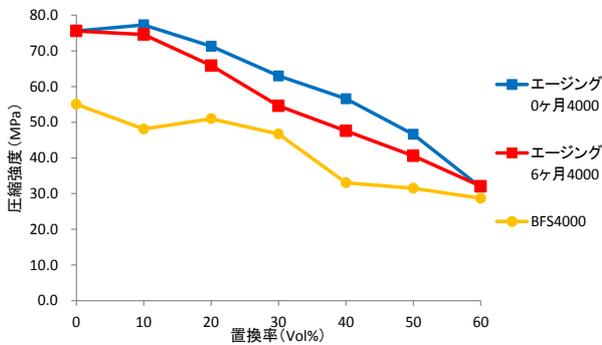


図1 圧縮強度と置換率の関係 (水中養生)

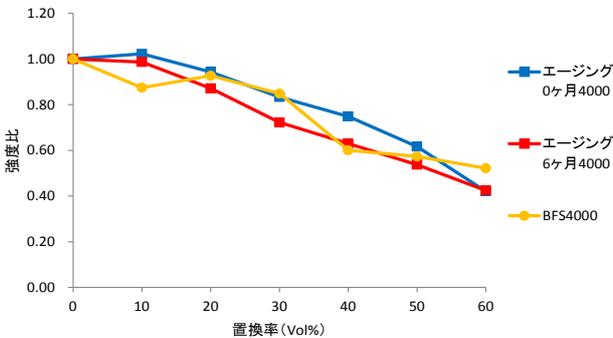


図2 強度比と置換率の関係 (水中養生)

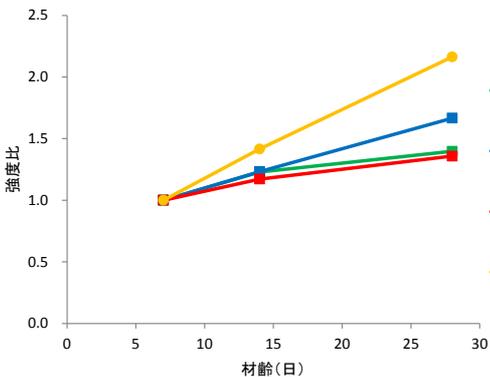


図3 強度比と材齢の関係 (水中養生)

4. まとめ

本実験により、シャフト炉式ガス化溶融炉から製造された一般廃棄物溶融スラグ微粉末をコンクリート混和材に用いた場合、以下の知見を得た。

- 1) エージング期間0ヶ月および6ヶ月の一般廃棄物溶融スラグは、高炉スラグと同等の性状を有する。
- 2) 塩基度が高いスラグほど材齢により強度増進をする。
- 3) 蒸気養生では、水中養生に比べ強度増進効果は小さい。

<参考文献>

- 1) 一般社団法人 日本産業機械工業会 エコスラグ利用普及委員会
- 2) 三井雅一・福澤公夫・宮坂洋介・小島均：都市ごみ溶融スラグ微粉末を用いた硬化体に関する基礎的研究，コンクリート工学年次論文集，Vol.25，No.1，pp.1451-1456，2003

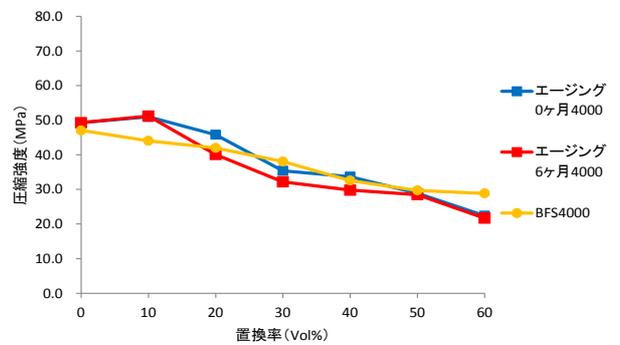


図4 圧縮強度と置換率の関係 (蒸気養生)

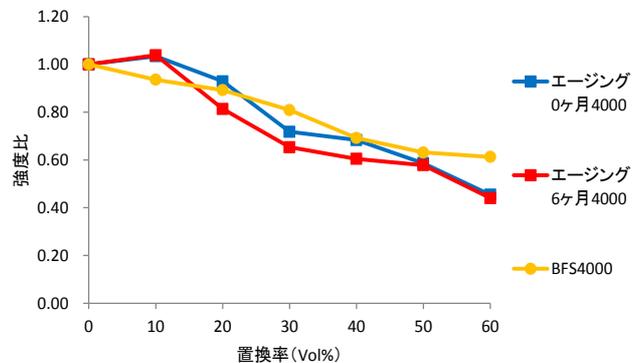


図5 強度比と置換率の関係 (蒸気養生)

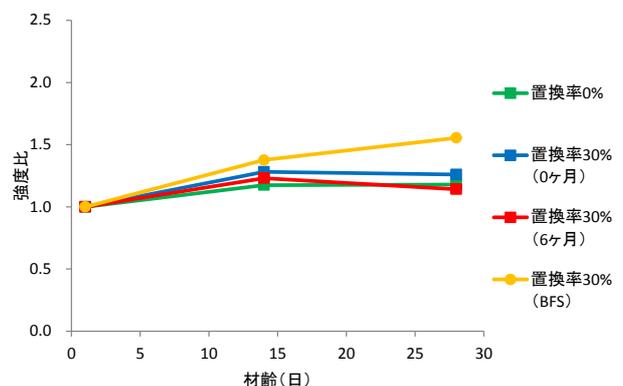


図6 強度比と材齢の関係 (蒸気養生)