

廃棄物利用に関する基礎研究

名城大学大学院理工学研究科 学生会員 ○池山 佳宏
 名城大学理工学部建設システム工学科 正会員 飯坂 武男
 名城大学理工学部建設システム工学科 正会員 石川 靖晃
 名城大学理工学部建設システム工学科 フェロー 菊川 浩治

1. 目的

近年、建設事業を取り巻く環境が厳しさを増す中、環境に対して効率的かつ効果的な社会資本整備の遂行等、取り組まなければならない課題は山積みしている。その中でも廃棄物、副産物をめぐる諸問題の解決は環境保全、資源の有効利用といった側面から、建設事業において最も重要な課題の一つと位置づけされている。そこで本研究は、大量に生産される廃棄物を再利用化することを目的として、大型家電製品、主にテレビや冷蔵庫等を廃棄物処理した際に、再生資源として得られるシリカを混和材料として用い、モルタルを対象とした場合の初期特性評価を報告する。また、既に物性の知られている類似品のシリカフューム¹⁾と比較検討を行う。

2. 実験概要

2.1 使用材料

本研究で使用した材料の物性を表-1 に示す。シリカは、球状の微粒子で、比表面積はシリカフュームの比表面積のおよそ 1/10 倍程度である。シリカおよびシリカフュームの密度は、 2.25g/cm^3 である。シリカは二酸化珪素(以後 SiO_2 と記す)を 100% 含み、シリカフュームは 85% 程度である。また、セメントには普通ポルトランドセメント(C)を使用し、細骨材には豊浦標準砂(S)を使用した。

表-1 使用材料の物性

種類	密度 (g/cm^3)	比表面積 (cm^2/g)
普通ポルトランドセメント	3.16	3450
シリカ	2.25	5900
シリカフューム	2.2	10000以上

2.2 試験方法

シリカを混和させたモルタルのフロー試験およびモルタル供試体の圧縮・曲げ強度試験を実施した²⁾。フロー試験では、置換率を 0%~60% まで変化させ実施した。圧縮・曲げ強度試験では、材齢 3 日、7 日、28 日、56 日および 91 日時の強度を測り、最適置換率を抽出した。また、置換率 0%~20% においてシリカフュームとの比較検討を実施した。フロー試験および強度試験で使用した配合を表-2 に示す。

表-2 試験配合

置換率 (%)	W (g)	C (g)	Silica (g)	S (g)
0	338	520	0	1040
5	338	494	26	1040
10	338	468	52	1040
15	338	442	78	1040
20	338	416	104	1040
30	338	364	156	1040
40	338	312	208	1040
50	338	260	260	1040
60	338	208	312	1040

3. 試験結果および考察

3.1 フロー試験結果

フロー試験結果を図-1 に示す。また、シリカフュームとの比較を図-2 に示す。置換率が増加するに従いフロー値は低下していることが分かる。これは、シリカの比表面積がセメントに比べて大きく、置換率が増加するに従い一定のフロー値を得るのに必要な水量が増加したためと考えられる。しかし、20% までの置換率の変化では、さほどフロー値の変化は少ない。よって、置換率 20% までは、流動性を確保するための補正は必要ないと考えられる。また、シリカフュームと比較した結果、シリカのほうがフロー値

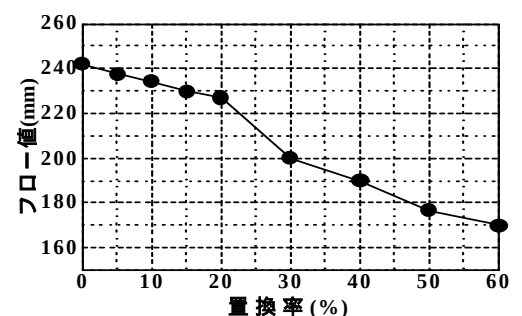


図-1 フロー試験結果

キーワード シリカ、シリカフューム、混和材料、強度

連絡先 〒468-8502 愛知県名古屋市天白区塩釜口 1 丁目 501 番地 TEL (052)832-1151

の減少率は小さい．これは，シリカフュームに比べてシリカの比表面積が小さいためと考えられる．よって，同じ置換率においては，シリカのほうが流動性は確保されることが分かる．

3.2 強度試験結果

材齢別の圧縮強度および曲げ強度の結果を，図-3 および図-4 にそれぞれ示す．図-3 および図-4 共に置換率 5%で最大値を示している．また，置換率 0%と置換率 20%では，ほぼ同一の強度を得たが，20%以上置換をすると強度は，ほぼ直線的に低下していくことが確認された．このことから，実際に置換可能な最大置換率は 20%であると考えられる．また，置換率 20%までの圧縮強度におけるシリカフュームとの比較を図-5 に示す．図-5 から強度における最適置換率は，5%である．また，シリカのほうが同じ置換率における強度増加は大きい値を示した．これは，シリカおよびシリカフュームに含まれる SiO_2 の含有量の差であると考えられる．

3.3 潜在水硬性

材齢 7 日，28 日および 91 日における各置換率とプレーンモルタルとの強度比を図-6 に示す．置換率 15%までは，材齢 7 日における強度比が 100%を超えていることから，早期に硬化していることが分かる．また，どの置換率においても材齢 91 日で材齢 28 日より高い強度比を示した．このことより，シリカには潜在水硬性が確認され，セメントが水和した際に発生した水酸カルシウム $\text{Ca}(\text{OH})_2$ と，シリカの SiO_2 がポズラン反応により結合したと考えられる．

4. 結論

モルタルを対象に，シリカを混和材料として利用した研究を行った結果，以下のような結論が得られた．

1. シリカの置換率増加に伴い，フロー値は小さくなるが，20%までの置換では所要のワーカビリティを得るための補正は必要ない．また，同じ置換率においてシリカフュームよりも流動性は改善される．
2. シリカには潜在水硬性が確認され，ポズラン反応が発生し，硬化したと考えられる．
3. 置換率 0%に比べて，15%まで強度増加が確認され，20%でほぼ横ばいになった．よって実際に置換可能な最大置換率は 20%であり，最適置換率は 5%であると考えられる．
4. シリカフュームに比べシリカのほうが，強度増加は顕著に現れる．これは， SiO_2 の含有量の差に起因するものであると考えられる．

参考文献

- 1) 日本建築学会：シリカフュームを用いたコンクリートの調合設計・施工ガイドライン，1996
- 2) 土木学会：土木材料実験指導書 丸善(株)，pp.2～pp.24，2003

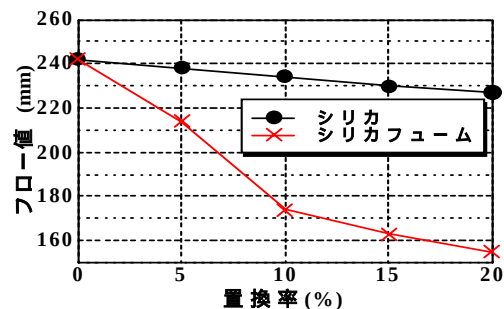


図-2 シリカフュームとの比較

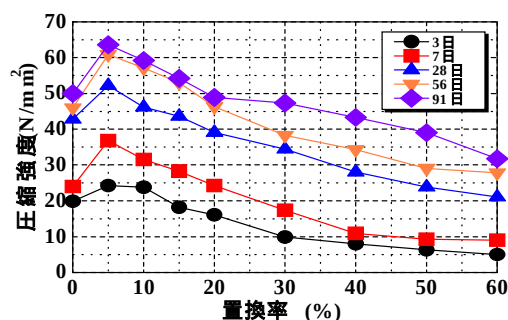


図-3 圧縮強度試験結果

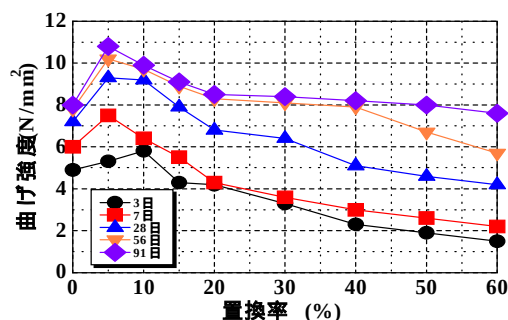


図-4 曲げ強度試験結果

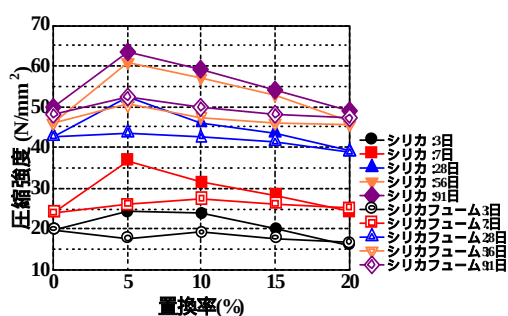


図-5 圧縮強度におけるシリカフュームとの比較

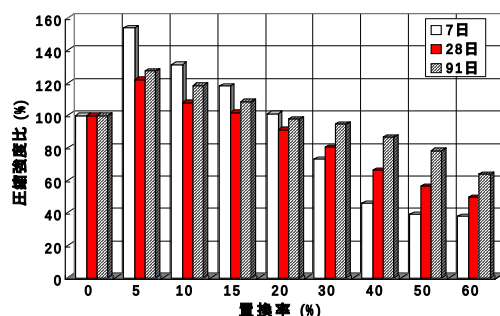


図-6 各材齢における置換率とプレーンとの圧縮強度比