

# V-324 シリカフュームの物理化学的性質がモルタルの諸特性におよぼす影響

東京工業大学工学部 正会員 久田 真  
 正会員 長 滝 重 義  
 正会員 大 即 信 明  
 学生員 北 出 啓一郎

## 1. はじめに

今日わが国においてシリカフュームは、高強度コンクリート用混和材料として特に注目を集めているが、シリカフュームの品質やその配合設計方法についての十分な検討がなされていないのが現状である。したがって本研究においては、現在市販されている入手可能なシリカフュームを用い、これらの物理化学的性質について検討を行うとともに、標準的な配合のモルタルを練り混ぜ、流動特性ならびに円柱供試体による強度特性についての比較検討を行った。

## 2. 実験概要

本研究においては、わが国で市販されている14銘柄(海外産10+国内産4)のシリカフュームを対象とした。使用したシリカフュームの物理化学的性質を表-1に示す。また、標準モルタルとしては、土木学会編「コンクリート用高炉スラグ微粉末規格(案)」に準じ、水結合材比0.50、砂結合材比2.50、シリカフュームの置換率を10%とした。使用材料としては豊浦標準砂、相馬硅砂を混合したものを用い、セメントは研究用普通ポルトランドセメント(セメント協会製)を用いた。なお、練り混ぜ方法についてはJIS A 5201「セメントの物理試験方法」に準じ、高性能減水剤は使用しなかった。

表-1 対象シリカフュームの物理化学的性質

NO	産地	形態	発生源	比重	比表面積 (m <sup>2</sup> /g)	SiO <sub>2</sub> (%)	R <sub>2</sub> O (%)	igloss (%)	C (%)
1	海外	粉末	SiMet	2.47	22.16	97.6	0.40	1.10	0.77
2	海外	粉末	FeSi	2.44	17.16	94.4	0.97	1.60	1.02
3	海外	顆粒	FeSi	2.48	17.46	93.4	1.11	1.70	1.07
4	海外	スリ-	FeSi	2.30	19.11	94.4	0.89	1.71	1.08
5	国内	顆粒	FeSi	2.50	22.53	90.8	1.29	2.96	1.40
6	海外	粉末	FeSi	2.44	18.53	90.0	1.93	2.85	2.19
7	海外	顆粒	FeSi	2.37	19.50	90.5	1.99	2.39	1.79
8	海外	粉末	混合系	2.54	23.13	95.6	0.72	2.11	1.67
9	海外	粉末	FeSi	2.48	17.58	90.3	1.44	2.03	1.41
10	海外	粉末	SiMet	2.62	19.87	95.8	0.78	2.08	0.65
11	海外	粉末	FeSi	2.59	20.11	92.9	1.18	2.01	0.99
12	国内	粉末	FeSi	3.24	21.53	91.4	0.73	1.30	0.71
13	国内	粉末	FeSi	2.99	16.86	87.2	2.95	2.84	1.46
14	国内	粉末	FeSi	2.58	12.70	87.0	4.08	2.11	1.51

## 3. 結果および考察

図-1に、使用したシリカフュームのSiO<sub>2</sub>含有率と等価アルカリ量との関係を示す。これによれば、シリカフュームの主成分であるSiO<sub>2</sub>含有率は、等価アルカリ量と高い相関関係にあり、このことから、シリカフュームの成分組成にはなんらかの規則性があることが予想される。したがって、アルカリ含有量の大きい、すなわちSiO<sub>2</sub>含有率の比較的少ないシリカフュームを用いる場合には、アルカリ骨材反応による影響等についての検討を行う必要があるものと考えられる。シリカフュームの発生源によると、FeSi系のものよりSiMet系のものの方がSiO<sub>2</sub>含有率が高いことがわかる。

シリカフュームのSiO<sub>2</sub>含有率とモルタルの圧縮強度ならびにフロー値との関係をそれぞれ図-2、3に示す。図-3によれば、練り混ぜ条件が一定であれば標準モルタルのフロー値はSiO<sub>2</sub>含有率が高いほど低下することがわかるが、図-2によれば、材令にかかわらずシリカフュームのSiO<sub>2</sub>含有率と標準モルタルの圧縮強度には、あまり相関関係はみられず、SiO<sub>2</sub>含有率が90%程度以下のものについて無混和モルタルの強度以下のものが若干見受けられる程度である。したがって、高強度を目的としてシリカフュームを用いる場合には、主成分であるSiO<sub>2</sub>含有率

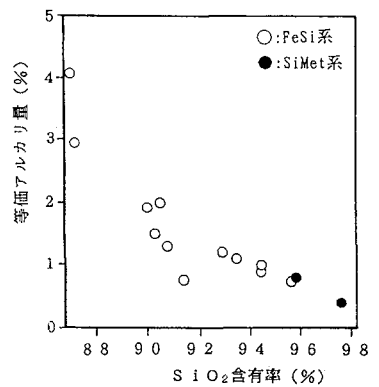


図-1 SiO<sub>2</sub>含有率と等価アルカリ量との関係

がある程度以上であればよいが、耐久性を目的としてシリカフェームを用いる場合には、前述の考察も含めて、 $SiO_2$ 以外の成分の組成にも着目する必要があるものと考えられる。

シリカフェームの練り混ぜ時の形態ならびに発生源がモルタルの圧縮強度ならびにフロー値に与える影響をそれぞれ図-4、5に示す。これらによれば、練り混ぜ時の形態が顆粒状のものは、粉末状あるいはスラリー状のものに比べて圧縮強度、フロー値ともに低いことがわかる。本研究においては、練り混ぜ条件が一定であることから、練り混ぜ時の形態によってモルタル中におけるシリカフェームの分散性状にちがいが生じ、顆粒状のシリカフェームの場合には、その他の品質が同程度であっても粉末状あるいはスラリー状のものよりも練り混ぜに十分な配慮が必要であることが考えられる。

一方、発生源別に比較した場合、SiMet系のものの方がFeSi系のものよりも圧縮強度、フロー値ともに若干高いものの、それほど顕著な差はないようである。以上より、コンクリート中におけるシリカフェームの特性は、シリカフェーム自体の物理化学的性質のほかに、練り混ぜ時の形態や練り上がり後のコンクリート中の分散状態に大きく影響を受けるものと考えられる。

4. 結論

本研究において得られた結論を以下に示す。

- (1) 標準モルタルの圧縮強度、フロー値は、シリカフェームの練り混ぜ時の形態によって影響を受け、このような形態が、コンクリート中のシリカフェームの分散状態に影響をおよぼす可能性がある。
- (2) モルタルの強度発現に基づいたシリカフェームの品質評価においては、 $SiO_2$ 含有率のみでは説明が困難であり、したがって、耐久性も含めたシリカフェームの品質を評価する場合には、シリカフェーム自体の物理化学的性質のほかに、練り混ぜ方法ならびに練り上がり後のコンクリート中における分散状態についての検討を行う必要がある。

【謝辞】本研究を実施するにあたり、三菱マテリアル(株)村田浩三氏、日本セメント(株)増本二巳一氏、花王(株)杉原 晃氏をはじめとするシリカフェーム技術研究会の方々、また東京工業大学学生佐野健一郎君の御助力を頂きました。この場を借りて謝意を表します。

【参考文献】[1]中込、岸谷、江口、梶田：シリカフェームの品質評価に関する研究、コンクリート工学年次論文報告集13-2、pp. 285-290、1991.6、[2]日本シリカフェーム技術研究会：第3会研究会資料、1991.3

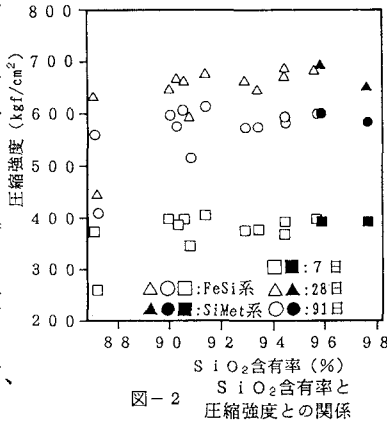


図-2  $SiO_2$ 含有率と圧縮強度との関係

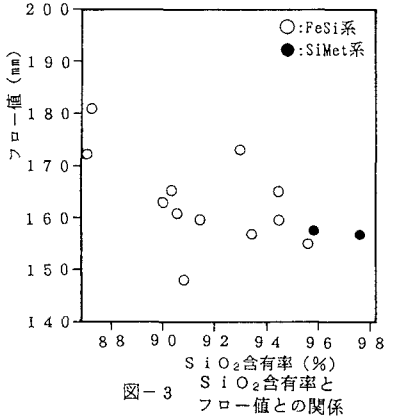


図-3  $SiO_2$ 含有率とフロー値との関係

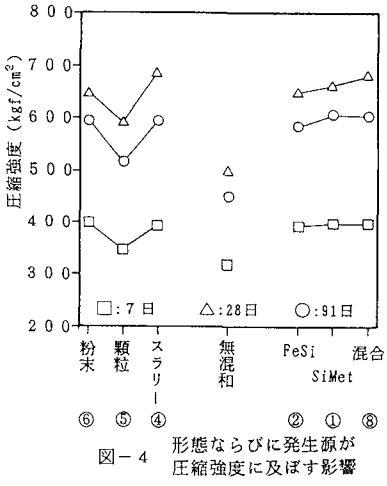


図-4 形態ならびに発生源が圧縮強度に及ぼす影響

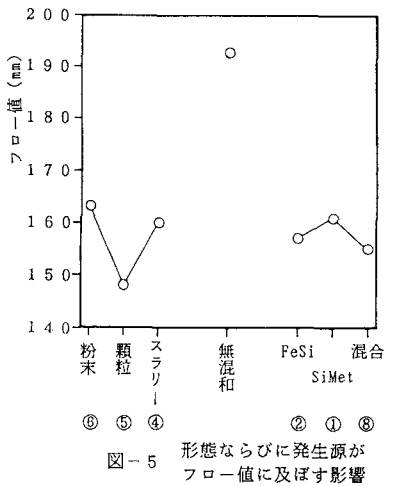


図-5 形態ならびに発生源がフロー値に及ぼす影響