

立命館大学理工学部 正員 児島孝之 立命館大学理工学部 正員 高木宣章

立命館大学大学院 学生員○田部健一郎

1. はじめに

シリカフュームは、コンクリートの高強度化あるいは施工性と耐久性の改善のために、積極的に利用されるようになってきた。海外においては、シリカフュームの品質規格およびシリカフュームコンクリートの設計・施工指針に基づいて、シリカフュームコンクリートが本格的に使用されている国もある。しかし、国内にあっては、現在、土木学会と建築学会でこれらの品質規格と設計・施工指針が検討されている状況である。

本研究は、高性能減水剤を使用したシリカフュームモルタルの流動特性と圧縮強度に及ぼすシリカフュームの品質の影響を検討したものである。

2. 実験概要

シリカフュームの種類を表-1に、実験要因を表-2に示す。水結合材比は2水準、シリカフューム混入率は10%とした。砂結合材比は、モルタルの流動性を考慮して、水結合材比30%と50%時で各々2.0、3.0とした。目標フロー値は、水結合材比30%と50%時で各々180±10、230±10とした。

セメントはセメント協会製研究用普通ポルトランドセメント（比重3.17、比表面積3270cm²/g）を、細骨材は豊浦産標準砂、相馬産の細砂と粗砂を1:1:1（重量比）で混合使用した。シリカフュームは国内外の8銘柄を使用し、結合材重量に対して内割で混入した。シリカフュームの物理化学的性質を表-3に示す。高性能減水剤未使用時(1)ではなく、シリカフュームの現実的な利用と品質との関連を考慮して、高性能減水剤を使用した。高性能減水剤（β-ナフタリンスルホン酸Na塩）は、水の内割として容積計量した。

モルタルの練り混ぜには、JIS R 5201のモルタル用練り混ぜ機を使用した。練り鉢にあらかじめ水と高性能減水剤を入れ、低速回転（140rpm）で30秒間に結合材を入れ、その後の30秒間に細骨材を入れた。その後、3分間、

高速回転（285rpm）で練り混ぜた。空気量は、容積法で測定した。φ5x10cm供試体を用いて圧縮強度の測定を行なった。モルタル打設後1日で脱型し、その後水中養生を行なった。

3. 実験結果および考察

フロー値と高性能減水剤量の関係を図-1に示す。モルタルの空気量の調整は行っていない。高性能減水剤の空気連行性の程度にもよるが、同一のフロー値を得るのに必要な高性能減水剤量は、シリカフュームの種類により大きな影響を受けた。シリカフューム③⑤⑧のように、多量の高性能減水剤を使用しても流動性の改善効果が小さいものもあった。顆粒のシリカフュームは、粉体より流動性が低下する傾向にあった。

モルタルの圧縮強度を図-2に、圧縮強度とSiO₂量、強熱減量、湿分の関係を図-3に示す。今回使用した高性能減水剤は、コンクリートに使用すると空気連行しにくい混和剤である。しかし、細骨材として使用したTakayuki Kojima, Nobuaki Takagi, Kenichiro Tanabe

表-1 シリカフュームの種類

銘柄	産地	形態
①	カナダ	粉末
②	ノルウェー	粉末
③	ノルウェー	顆粒
④	インド	粉末
⑤	ノルウェー	粉末
⑥	ノルウェー	粉末
⑦	日本	粉末
⑧	ノルウェー	顆粒

表-2 実験要因

水結合比 (%)	30, 50
SF混入率 (%)	0, 10
SFの種類	8銘柄

SF:シリカフューム

表-3 シリカフュームの物理化学的性質（*はメーカー試験値あるいは規格値）

NO.	物理的性質			化学成分(%)												
	比重	比表面積* (cm ² /g)	湿分 (%)	I.g. loss		SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	C	
				(1000*°C)	(750*°C)											
①	2.38	18~20	0.65	2.94	2.50	94.53	0.17	0.15	0.24	0.55	0.09	0.13	0.77	0.0022	1.38	
②	2.38	20	0.74	3.34	2.94	92.29	0.65	0.57	0.22	0.79	0.16	0.40	0.98	0.0030	1.43	
③	2.57	20	0.59	2.73	2.45	89.29	0.35	3.52	1.11	0.76	0.46	0.41	0.72	0.0030	1.74	
④	2.35	17	0.44	1.77	1.48	95.20	0.30	0.74	0.15	0.31	0.02	0.23	0.50	0.0016	0.46	
⑤	2.36	15~20	0.96	4.28	3.33	88.65	0.57	1.15	0.40	1.85	0.70	0.42	1.58	0.0035	1.37	
⑥	2.36	23	0.55	2.59	2.12	95.13	0.19	0.05	0.20	0.26	0.11	0.20	0.81	0.0012	1.36	
⑦	2.57	-	1.27	5.28	3.00	82.29	0.22	5.69	0.63	0.82	2.10	0.22	1.86	0.0032	1.02	
⑧	2.37	-	0.31	2.89	2.48	90.20	0.13	2.53	0.89	1.16	0.67	0.41	0.51	0.0016	1.01	

豊浦標準砂の細粒分
(0.15~0.3mm)が多い
ために、水結合材比50
%でシリカフューム無混
入時、およびシリカフ
ューム③⑤⑧を使用し
たモルタルのように、
空気量が9~12%と大き
くなるモルタルもあっ
た。そのようなモルタ

ルでは、強度低
下が大きいので、
強度とシリカフ
ュームの成分の
関係の検討では
除外する。この
ように、シリカ
フュームと高性
能減水剤には相
性があり、組み
合わせによって

は空気連行性が増大し、流動性と強度特性に大きな影響を
及ぼす。シリカフュームの形態が同じであれば、水結合材
比30%と50%とも、幾分の例外はあるものの、シリカフュー
ムのSiO₂量が80%以上、強熱減量が1000℃では5.5%以下、7
50℃では3.5%以下、湿分が1.5%以下であれば、これらの要
因が圧縮強度へ及ぼす影響は少ないものと考えられる。

4. 結論

- (1) シリカフュームの形態が同じであれば、シリカフュー
ムのSiO₂量が80%以上、強熱減量が750℃では3.5%以下、湿
分が1.5%以下であれば、シリカフュームの品質がモルタル
の圧縮強度に及ぼす影響は小さい。
- (2) シリカフュームと高性能減水剤には相性があり、組
合せによっては、空気連行性が増大し、流動性と強度特性に
大きな影響を及ぼす。
- (3) シリカフュームの品質管理として、高性能減水剤を使
用したモルタルの強度試験を行なう場合には、空気量の管
理が非常に重要である。

【参考文献】

(1) 久田他、”シリカフュームの物理化学的性質がモルタル
の諸特性に及ぼす影響”、土木学会第47回年次学術講演会
V、pp.678-679,1992

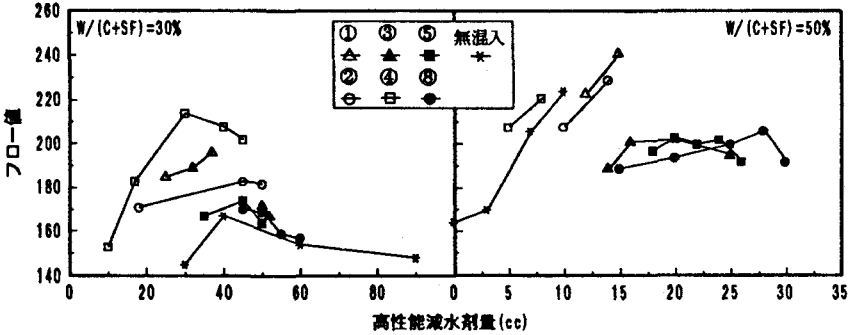


図-1 フロー値と高性能減水剤量の関係

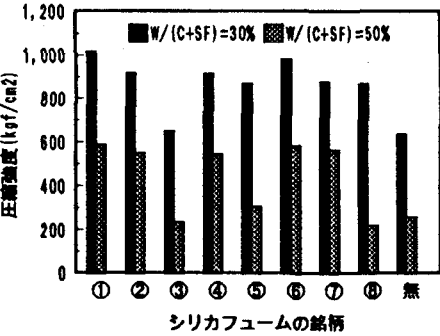


図-2 圧縮強度 (材令28日)

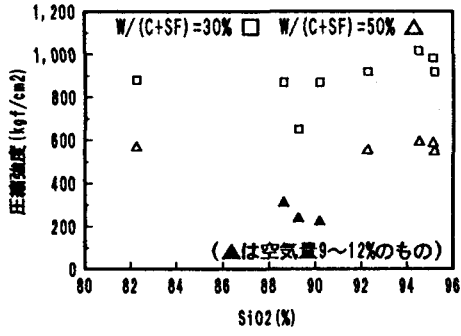


図-3-1 圧縮強度とSiO₂量の関係 (圧縮強度は28日強度)

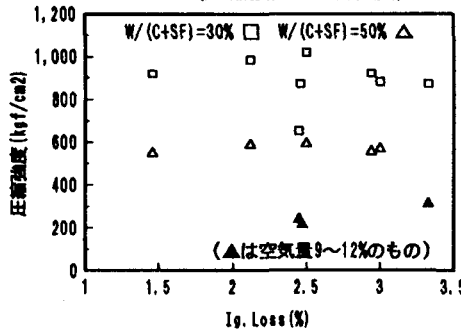


図-3-2 圧縮強度と強熱減量 (750℃) の関係 (圧縮強度は28日強度)

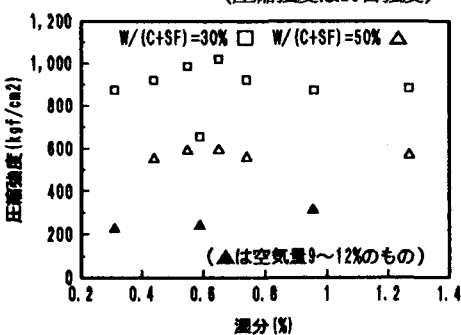


図-3-3 圧縮強度と湿分の関係 (圧縮強度は28日強度)