

日本大学工学部

大浜 嘉彦
○天野 幹夫

1. はじめに

最近、石油及び石炭のピッチを原料とする低価格の炭素繊維（ピッチ系炭素繊維）が開発され、セメント系材料の補強材としての利用が試みられている。この炭素繊維によるセメントコンクリートの補強効果に関する研究は、既に数件報告されているが、それらは主に連続繊維による一次元的な補強に関するもので、短繊維による三次元ランダム配向に関するものはごくわずかである²⁾。

本研究では、炭素繊維の分散性改善に効果のある超微粉末シリカ及び各種シリカを用いて、ピッチ系炭素繊維の短繊維を三次元ランダム配向し、オートクレーブ養生した炭素繊維補強モルタル（CFRM）について、シリカの種類及びシリカの添加量がCFRMのコンシステンシー及び強さに及ぼす影響について検討する。

2. 使用材料

(1) セメント

セメントとしては、普通ポルトランドセメント(C)を使用した。

(2) シリカ

シリカとしては、フェロシリコンを製造する際に副生するシリカ A (S_A)、ガラス製造用のシリカ B (S_B)、石炭火力発電所において煙道の途中の電気集じん機で採取されるシリカ C (S_C) 及び JIS A 6201 (フライアッシュ) の規定に合格するシリカ D (S_D) を使用した。これらの性質を Table 1 に示す。

Table 1. Physical Properties of Silicas.

Type of Additive	Size (μm)	Specific Gravity (20°C)	Bulk Specific Gravity (20°C)	Blaine's Specific Surface Area (cm ² /g)	Water Content (%)
Silica A (S _A)	70×10 ⁻³	2.23	0.17	18890	0.85
Silica B (S _B)	<44	2.63	—	4620	0.05
Silica C (S _C)	<100	2.10	1.00-1.10	1800	0.15
Silica D (S _D)	40-70	2.10	1.00-1.10	2800-3000	0.15

(3) 炭素繊維

炭素繊維としては、ピッチ系炭素繊維を使用した。その性質を Table 2 に示す。

Table 2. Physical Properties of Carbon Fibers.

Type of Carbon Fiber	Average Diameter (μm)	Average Length (mm)	Specific Gravity (20°C)	Young's Modulus (kg/mm ²)	Tensile Strength (kg/mm ²)
Pitch Type Carbon Fiber	14.5	10	1.63	3800	80.0

(4) 混和剤

混和剤としては、市販のポリアルキルアリルスルホン酸塩系高性能減水剤を使用した。

3. 試験方法

3.1 供試モルタルの調製

Table 3 に示す調合の供試モルタルを JIS R 5201 (セメントの物理試験方法) に準じて練り混ぜた。

Table 3. Mix Proportions of CFRMs.

Mix No.	Water-Cement Ratio (%)	Carbon Fiber Content (vol%)	Water Reducing Agent Content (wt% to Cement)	Mix Proportion by Weight					Flow					
				Cement	Silica A	Silica B	Silica C	Silica D						
1	30	0	4	1	0.2	—	—	—	213					
		5							144					
		0							0.3	—	—	—	168	
		5											132	
		0											142	
		5							0.4	—	—	—	118	
		0			*									
		5			*									
2		0			0.3	0.2	—	—	166					
		5							133					
		0							0.39	—	—	149		
		5										124		
		0										148		
		5							124					
3		0				0.3	—	0.2	—	164				
		5								125				
		0								—	0.39	—	140	
		5											112	
		0											—	0.5
		5								*				
4		0					0.3	—	—	0.2	168			
		5									128			
		0									—	—	0.39	148
		5												120
		0												—
		5									*			

Note; * Unable to mix.

3.2 フロー試験

JIS R 5201に準じてフロー試験を行った。

3.3 強さ試験

供試モルタルを寸法40×40×160mmに成形し、24時間湿空養生(20℃, 80% R.H.)後、オートクレーブ養生(180℃, 10^{kg}/cm², 3時間保持)を行って供試体を作製し、JIS R 5201に準じて、曲げ及び圧縮強さ試験を行った。

4. 試験結果

試験結果は、Fig.1 から Fig.6 に示す通りである。

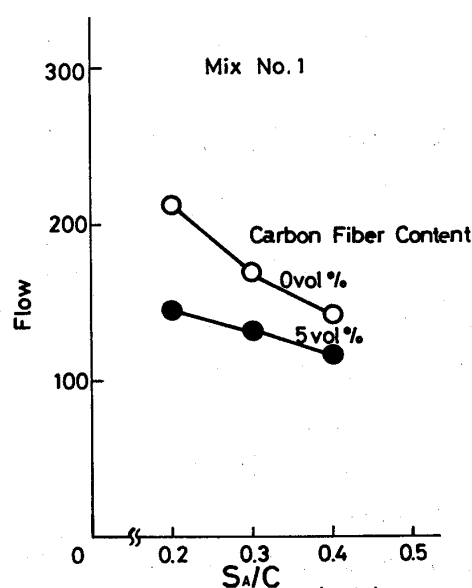


Fig.1. Silica-Cement Ratio (S_A/C) vs. Flow of CFRMs.

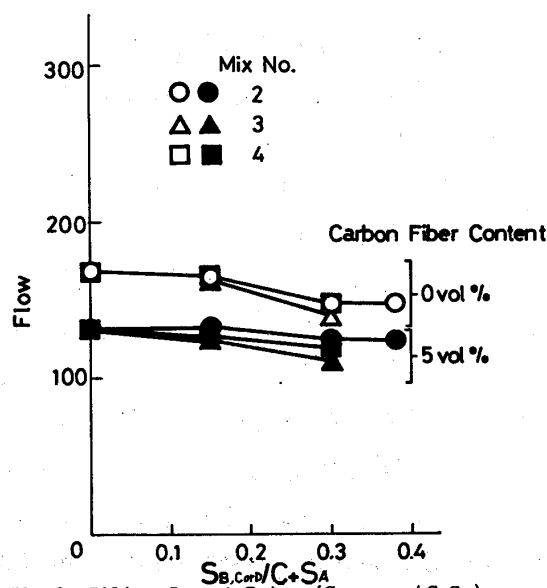


Fig.2. Silica-Cement Ratio ($S_{B,C \text{ or } D} / C + S_A$) vs. Flow of CFRMs.

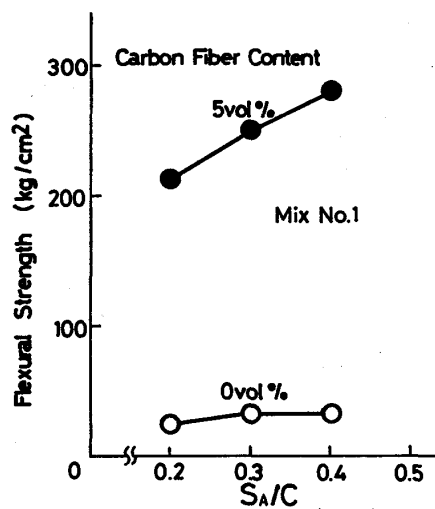


Fig. 3. Silica-Cement Ratio (S_A/C) vs. Flexural Strength of CFRMs.

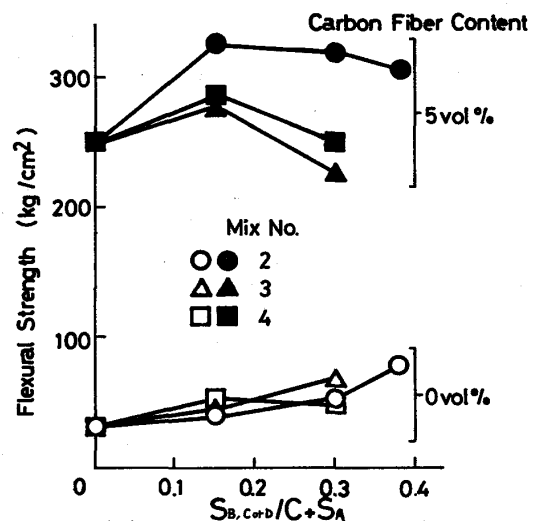


Fig. 4. Silica-Cement Ratio ($S_{B,C \text{ or } D} / C+SA$) vs. Flexural Strength of CFRMs.

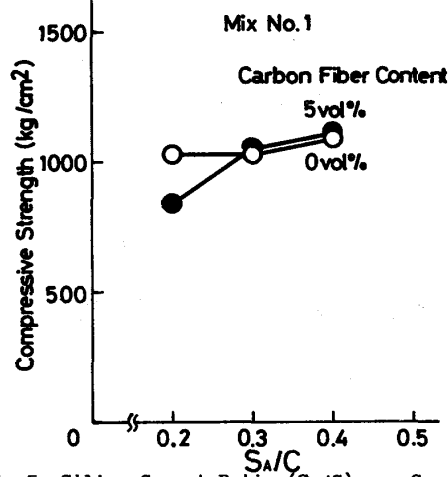


Fig. 5. Silica-Cement Ratio (S_A/C) vs. Compressive Strength of CFRMs.

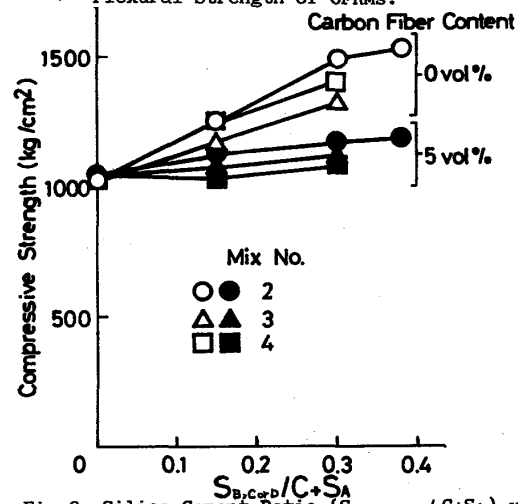


Fig. 6. Silica-Cement Ratio ($S_{B,C \text{ or } D} / C+SA$) vs. Compressive Strength of CFRMs.

5. 総括

(1) 一般に、シリカの種類にかかわらず、炭素繊維の混入とシリカセメント比の増加に伴い、モルタルのフロー値は減少する。

(2) シリカの種類及びシリカセメント比にかかわらず、炭素繊維を5vol%混入することによって、モルタルの曲げ強さは格段に向上し、繊維無混入のその約5~7倍となる。又、シリカセメント比が、炭素繊維無混入モルタルの曲げ強さに及ぼす影響は小さいが、炭素繊維を5vol%混入した場合には、シリカの混入が曲げ強さの改善に大きく寄与しシリカAとシリカBの併用が最適と考えられる。

(3) モルタルの圧縮強さは、炭素繊維の混入によって低下する傾向にあり、炭素繊維を混入し、シリカAと他のシリカを併用した場合には、シリカセメント比及びシリカによる強さの差異は認められない。一方、シリカの種類にかかわらず、シリカAと他のシリカを併用した炭素繊維無混入モルタルの圧縮強さは、シリカセメント比の増加に伴い著しく増加し、シリカAを単独で用いるよりも、他のシリカとの併用が効果的である。

参考文献 (1) 例えは、炭素繊維強化コンクリート(CFRC)の基礎的研究(前編)、CFRCの基礎的研究(後編)、日本建設技術協会報告、No. 29, June 1981, pp. 81-88など。

(2) 例えは、白根、中島、炭素繊維強化コンクリートの曲げ強さに関する研究、第4回コンクリート学会年次講演論文集、Apr. 1972, pp. 153-156など。