

群馬工業高等専門学校 正会員 古川 茂
 群馬大学 工学部 正会員 辻 幸和
 群馬大学 工学部 大谷杉郎

1. まえがき

短炭素繊維を補強材として用いた短炭素繊維補強モルタルの製造方法や性状については、これまでも報告してきた^{1), 2)}。しかしながら、砂の使用量は通常のモルタルに比べて少なく、これを増加させると、モルタルの流動性や炭素繊維の分散性が低下する。

本研究では、繊維の分散性やモルタルの流動性を確保させながら砂の使用量を増加させるのに有効と考えられる粒径の細かいグラウト用セメントを用いた炭素繊維補強モルタルの製造の基礎研究として、繊維の分散性、モルタルの流動性、曲げ強度、圧縮強度およびたわみなどについて検討した。

2. 実験の概要

炭素繊維は、長さが6mmのピッチ系の汎用品（直径18 μ m、引張強度：7800kgf/cm²）を用いた。炭素繊維の容積混入率(V_f)は0、2%および3%とした。セメントはブレン値が9200cm²/gのグラウト用セメントを、また砂は豊浦標準砂をそれぞれ用いた。さらに、混和材料としてシリカフュームおよび主成分の異なる2種類の流動化剤も用いた。シリカフュームはセメントと置き換えて用いた。

実験は、水結合材比(W/(C+Si))が40%で、砂結合材比(S/(C+Si))を1.0と一定にし、繊維の混入率、流動化剤の種類および添加率を変化させたシリーズ1、および流動化剤は一種類を用い、その添加率を一定にして、繊維混入率、水結合材比および砂結合材比などを変化させたシリーズ2について行った。使用したモルタルの配合は、表-1の通りである。

表-1 モルタルの配合

配 合	A	B	C	D
W/(C+Si)(%)	40, 50			40
S/(C+Si)	1.0	1.0, 1.5	1.0	
S.P./((C+Si)(%))	1.5~6			0
Si/(C+Si)(%)	0	20	40	0

練りませには、通常のモルタルミキサを用い、いずれのシリーズとも図-1に示す材料の投入順序および練りませ時間で行った。

図-1 材料の投入順序および練りませ時間

寸法が40×40×160mmの供試体の作製、フロー試験および圧縮強度試験は、JIS R 5201に従って行った。供試体は材令2日で脱型し、以後試験の材令7日あるいは28日まで20±2℃の水中養生を行った。

[C+S+Si+W+S.P.] → [CF] → [S]
 1分 平均2分 平均1分
 C:セメント、Si:シリカフューム、W:水、
 S.P.:流動化剤、CF:炭素繊維、S:細骨材

曲げ強度試験は、スパンを130mmとして50+30+50mmの2点荷重で行い、同時に中央部の荷重-たわみ曲線をX-Yレコーダに記録した。

表-2 グラウト用セメントを用いたCFRCモルタルの諸性状（シリーズ1）

配合	S.P.の種類	S.P.の添加率(%)	V _f (%)	フロー値	曲げ強度(kgf/cm ²)	圧縮強度(kgf/cm ²)	繊維の分散性
A	A	1.5	0/3	over 125	37/77	472/539	D
		3	3	125	7.2	55	A
	B	1.5	0/3	115	82	343	D
		3	0/3	over 140	54/26	436/103	A
B	A	1.5	0/3	130/105	30/78	400/545	B
		5	3	140	13	257	A
	B	3	0/3	210/135	23/57	422/353	A
		3	0/3	100/100	32/44	425/241	D
C	A	6	3	135	47	534	A
		3	0/3	130/105	22/54	398/338	B
	B	3	0/3	125/100	30/81	697/602	D
		0	0/3	125/100	30/81	697/602	D

* A:優れる、B:やや優れる、C:やや劣る、D:劣る

3. 結果および考察

シリーズ1の諸性状を表-2に、またシリーズ2のフロー値、強度およびたわみを図-2～図-5にそれぞれ示す。

3.1 繊維の分散性およびモルタルの流動性

繊維の分散性は、流動化剤の種類にかかわらず流動化剤の添加率が増加すると改善されている。そしてシリーズ1の結果より、容積で3%程度の炭素繊維を混入する場合には、繊維の分散性およびモルタルの流動性の観点から、流動化剤Bを3%程度用いる

のが有効と考えられる。

フロー値と繊維混入率との関係を図-2に示す。シリカフュームを用いない配合Aでは、繊維を用いないモルタルのみの場合はフローテーブルから溢れた(図-2参照)。しかしながら、フロー値は、いずれの配合でも繊維混入率の増加に伴って

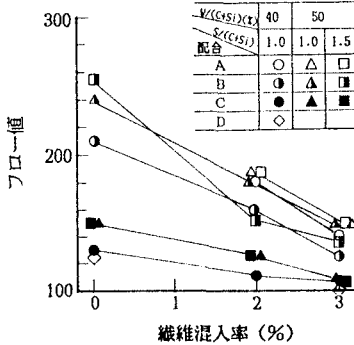


図-2 フロー値と繊維混入率の関係

低下する。そして、シリカフュームで置換した配合BおよびCに比べ粘性の低い配合Aでは、その低下率は著しい。

3. 2 曲げ強度および圧縮強度

一般に曲げ強度は、炭素繊維を混入すると増加する。しかしながら、表-2に示す配合Aのように、流動化剤の添加率が3%に増加すると、脱型の時期が遅れて強度が低下する場合も認められる。この原因は、流動化剤の添加率が通常の場合より多いことにより、流動化効果の他に遅延的な影響が現れたと考えられる。

水結合材比が50%の場合の曲げ強度と繊維混入率との関係を図-3に示す。曲げ強度は、繊維の混入率が2%まではその混入により増加しているが、混入率を2%から3%に増加しても、強度の増加が認められない場合が多い。しかしながら、シリカフュームの置換率が低い配合Bの場合には、砂結合材比が1.5の場合でも、補強しないものの約4倍の曲げ強度が得られた。これは繊維の分散性および流動性とも良好であったためである。

水結合材比が50%の場合の圧縮強度と繊維混入率との関係を図-4に示す。配合Aの場合は、繊維混入率の増加に伴って圧縮強度は大きく低下しているが、配合BおよびCの場合にはほとんど低下していない。このことは水結合材比が40%の場合にも同様に認められた。

3. 3 たわみ

図-5には、水結合材比が50%で砂結合材比が1.5の場合の荷重とたわみとの関係を示す。最大荷重時のたわみ量は、他の配合に比べ配合Bの場合が大きく、補強しない場合の4倍程度が得られた。

4. まとめ

グラウト用セメントを用いて、砂結合材比が1.5程度の短炭素繊維補強モルタルを作製する場合には、シリカフュームの置換率が20%で炭素繊維を3%混入すると、補強しない場合の4倍の曲げ強度(110kgf/cm^2)とたわみ量が得られる。

[参考文献] 1) 古川、辻、宮本:セメント技術年報41、1987、pp.455~458

2) 古川、辻、大谷、小島:コンクリート工学年次論文報告集 10-2、1988、pp.635~640

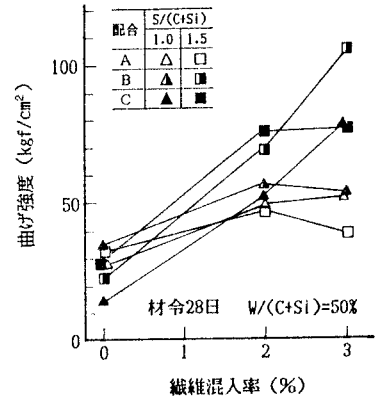


図-3 曲げ強度に及ぼす砂結合材比の影響

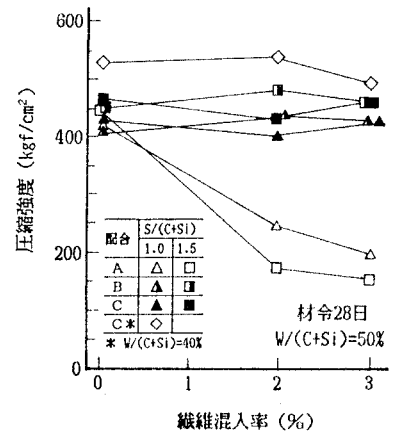


図-4 圧縮強度と繊維混入率の関係

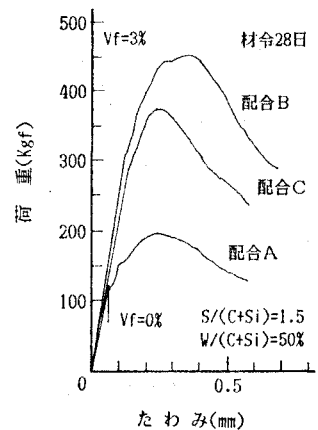


図-5 荷重とたわみの関係