

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
 群馬工業高等専門学校 宮本正雄

1. まえがき

短炭素繊維を補強材として用いるモルタルの製造では、炭素繊維の均一な分散やマトリックス自体の性状の改善を目的として、各種の混和材料が用いられている。しかしながら、繊維の均一な分散を前提として、炭素繊維補強モルタルの製造の簡略化を図ろうとすれば、できるだけ混和材料を用いないで炭素繊維をモルタルのマトリックス中に分散させることも有効な方法と考えられる。

本研究では、短炭素繊維の均一な分散に有効と思われる、分割練りまぜ方法を用いた炭素繊維補強モルタルの製造方法、ならびにモルタルの曲げ強度、圧縮強度およびたわみ変形などについて検討した。

2. 実験の概要

セメントは普通ポルトランドセメント、細骨材は豊浦標準砂をそれぞれ用いた。また、ナフタリンスルホン酸塩系の流動化剤およびセルロースエーテル系の消泡剤も用いた。炭素繊維は、ピッチ系の汎用品（比重：1.63、繊維直径：18 μ m、引張強度：7800kgf/cm²、ヤング率：3.8 $\times 10^5$ kgf/cm²）を用い、その長さは6、10および15mmとした。また、繊維の容積混入率(Vf)は0、表-1 流動化剤および消泡剤の添加率1および3%である。

モルタルの配合は、水セメント比を40%と一定にし、砂セメント比(S/C)は0.5、1.0および2.0とした。流動化剤および消泡剤は、セメントに対する重量比で、表-1に示す量をそれぞれ添加した。

混和剤	S/C	0.5	1.0	2.0
流動化剤(%)		0.5	1.0	2.0
消泡剤(%)		0.5	1.0	--

練りまぜは、通常のもルタルミキサを用い、表-2に示すような材料の投入順序および練りまぜ時間で、分割練りまぜ方法により行った。すなわち、水はいずれの場合も2回に分けて添加した。

表-2 材料の投入順序および練りまぜ時間

S/C	W/C(%)	材料の投入順序あるいは練りまぜ時間
0.5	10	[C/2 + W1 + S] + [CF] + [C/2] + [W2] + [消]
1.0	20	1分 平均 6分 2分 1.5分 1分
2.0	15	[C + W1 + S] 1分 + [CF] 平均 6分 + [W2] 2分 + [消] 1分

C：セメント、W：水、S：砂、CF：炭素繊維、消：消泡剤
 *Wは流動化剤を含む

供試体(40 $\times$ 40 $\times$ 160 mm)の作製、フロー試験および強度試験は、JIS R 5201に従って行った。供試体は1日で脱型し、以後強度試験の材令7日まで20 $\pm$ 2 $^{\circ}$ Cの水中養生を行った。曲げ強度試験の時には、

中央部の荷重-たわみ曲線を測定した。

3. 結果および考察

フロー値と繊維混入率との関係を図-1に示す。砂セメント比が0.5と1.0の炭素繊維を添加しないモルタルは、いずれもテーブルの外にあふれた。繊維混入率が増加すると、いずれの砂セメント比でもフロー値は低下している。

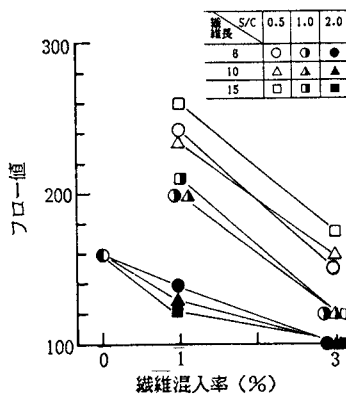


図-1 フロー値と繊維混入率の関係

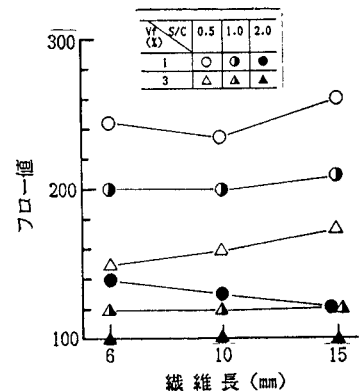


図-2 フロー値と繊維長との関係

砂セメント比が大きくなると、フロー値の低下の程度は小さくなっている。砂セメント比が 2.0 の場合には、容積比で3%の炭素繊維を混入すると、モルタルはほとんど流動性を示さなかった。図-2 から、砂セメント比が異なると、繊維長によってフロー値はやや異なる場合があるが、その差は小さいことが認められる。

表-3 には、目視により繊維の分散性および作業性について観察し、これを5段階に評価したものを示す。

繊維長にかかわらず、砂セメント比が大きくなると、繊維の分散性および作業性ともに低下する傾向を示している。砂セメント比が 1.0 までは両者ともあまり低下しないが、砂セメント比を 2.0 に増加すると大きく低下している。この場合には、水セメント比を大きくするとともに、練りませ時の最初に添加する一次水量を変えることが必要である。

曲げ強度と繊維混入率との関係を図-3 に示す。砂セメント比が 1.0 までは、繊維混入率の増加に伴って曲げ強度は増加し、繊維の混入率が3%で100kgf/cm²程度の値が得られた。しかし、砂セメント比を 2.0 に増加すると、繊維混入率が増加しても、流動性が低下したため、曲げ強度は増加していない。繊維長で比較すると、砂セメント比が1.0までは、6mmの繊維長を用いた場合が曲げ強度はやや大きくなる場合があるものの、繊維長の影響はほとんど認められない。

圧縮強度と繊維混入率との関係を図-4 に示す。砂セメント比が 1.0 までは、繊維混入率が増加しても、圧縮強度は低下しないが、砂セメント比が 2.0 になると低下している。また、いずれの砂セメント比でも、繊維混入率が3%では繊維長による圧縮強度の相違は、ほとんど認められない。

図-5 には、砂セメント比が 1.0 で繊維混入率が3%の場合の荷重-たわみ曲線を示す。最大荷重時のたわみ量を比較すると、繊維長が異なってもたわみ量は同程度の値を示している。このことは、いずれの砂セメント比でも同様であった。

4. まとめ

分割練りませ方法によって、短炭素繊維補強モルタルを製造することにより、いずれの繊維長でも、砂セメント比が1.0程度までは、容積比で3.0%の繊維を均一に分散させることができ、補強しない場合の2.5倍程度の曲げ強度を得ることができた。これは、従来からの一括練りませ方法によってモルタルを造る場合には不可能なことである。また、繊維の長さが強度や変形に及ぼす影響は小さいことが認められた。

表-3 繊維の分散性および作業性

S/C	繊維長(mm)	分散性		作業性	
		1	3	1	3
0.5	6	5	5	5	5
	10	5	5	5	5
	15	5	5	5	5
1.0	6	5	4	5	4
	10	5	4	5	4
	15	5	4	5	4
2.0	6	2	1	2	1
	10	2	1	2	1
	15	2	1	2	1

5:優れる、4:やや優れる、3:普通、2:やや劣る、1:劣る

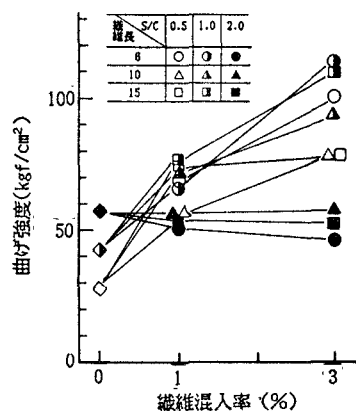


図-3 曲げ強度と繊維混入率の関係

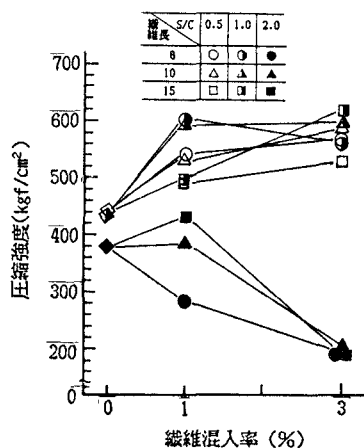


図-4 圧縮強度と繊維混入率の関係

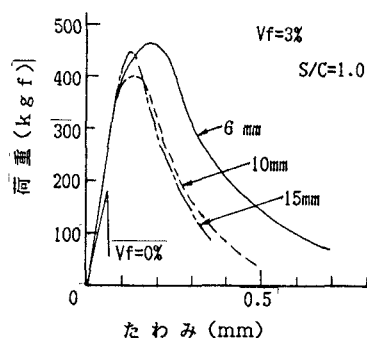


図-5 荷重-たわみ曲線