

群馬大学 工学部 正会員 ○ 辻 幸和
 群馬工業高等専門学校 正会員 古川 茂
 群馬工業高等専門学校 宮本正雄

1. まえがき

炭素繊維補強モルタルの製造では、練りまぜに特殊なミキサを用いてモルタルマトリックス中に繊維を分散させる方法が多く用いられている。この場合、補助手段として用いる混和材料の種類や配合などによっても、製造方法や炭素繊維補強モルタルの性状は相違するものと考えられる。

本研究は、繊維の分散に有効と思われる混和材料を用いた、炭素繊維補強モルタルの製造時における材料の投入順序やミキサの種類などが、作業性や強度に及ぼす影響について実験的に検討したものである。

2. 実験の概要

炭素繊維は、引張強度が $7800\text{kgf}/\text{cm}^2$ 、比重が1.63、直径が $18\mu\text{m}$ のK社製のビッチ系のものを用いた。繊維長は、10mmあるいは15mm、アスペクト比に直して、それぞれ、555あるいは833である。繊維の混入率 V_f は容積で0.1および3%とした。使用したセメントおよび細骨材は、それぞれ普通ポルトランドセメントおよび豊浦標準砂である。混和材料としては、S社製の高炉スラグ微粉末（ブレンド $7860\text{cm}^2/\text{g}$ ）あるいはT社製のセルロースエーテル系を主成分とする水中コンクリート用混和剤（水中混和剤）を用いた。

配合は、水セメント比を50%あるいは60%、砂セメント比を0.5あるいは1.0とし、混和材料の添加量は配合や繊維長によって変化させた。練りまぜには通常のもルタルミキサおよびオムニミキサを用いた。材料の投入順序は表-1に示すように、同時投入のA法、砂を炭素繊維より前に投入するB法および後に投入するC法の3種類とした。練りまぜ時間はオムニミキサで平均6分、もルタルミキサで平均4分とした。また、供試体の作製、フロー試験および強度試験はJIS R 5201に準じて行った。40×40×160mmの供試体は材令1日で脱型し、以後 $20\pm 2^\circ\text{C}$ の水中養生を強度試験の材令7日あるいは28日まで行った。

表-1 材料の投入順序および練りまぜ時間

投入方法	投入順序および練りまぜ時間
A	[C+W+ α +CF+S] 平均6分
B	[C+W+S] + [α] + [CF] 1.5分 1分 平均4分
C	[C+W+ α] + [CF] + [S] 1.5分 平均4分 1分

C：セメント，W：水， α ：混和材料，
S：砂，CF：炭素繊維

3. 結果および考察

砂を含め材料を同時に投入したA法によるもルタルのフロー値と繊維混入率の関係を図-1に示す。ミキサはもルタルミキサとオムニミキサを用い、また、炭素繊維の分散を良好にするため水中混和剤を用いた場合も示している。繊維混入率が増加するとフロー値はいずれも低下するが、その低下の程度は水中混和剤を用いた方が小さくなった。水中混和剤を用いるともルタルに粘性を付与するため、図-2に示すようにフロー値は小さくなる。また、水中混和剤を用いると、いずれの繊維混入率の場合とももルタルミキサで練りまぜたもルタルの方がオムニミキサの場合より

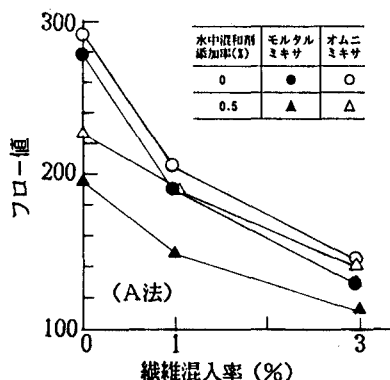


図-1 フロー値と繊維混入率の関係

もフロー値が小さくなっている。このことは図-1からも認められる。これはオムニミキサを用いるとモルタルミキサの場合よりも、水中混和剤の分散が不十分であったためと考えられる。なお、水中混和剤を用いてもセメント重量の0.5%添加しても、繊維混入率が3%のモルタルではいずれの場合もファイバーボールが認められ、炭素繊維の分散は十分とはいえなかった。

図-3では、砂を炭素繊維の投入の前後に加えて作ったモルタルにおけるフロー値と繊維混入率の関係を示している。モルタルミキサとオムニミキサのいずれを用いた場合とも、繊維混入率の増加に伴うフロー値の低下の傾向はほぼ同様であるが、砂を炭素繊維の前に投入する方法では、オムニミキサを用いるとフロー値の低下の程度が著しくなった。これはモルタルミキサを用いた場合に比べて、モルタル中に繊維を分散させるにくくなったためである。砂を炭素繊維の後から投入したC法では、前に投入したB法に比べて炭素繊維の分散は良好であり、ミキサ間の相違も小さくなっている。これは、まずセメントペーストを作り、そこに炭素繊維を投入した方が繊維の分散が良好となったためである。そして、その後砂を投入してもファイバーボールは少なく、仕上げも良好であった。

材令7日におけるモルタルの曲げ強度および圧縮強度を、強度試験直前に測った供試体の重量とともに表-2に示す。炭素繊維を3%混入すると、曲げ強度は約2倍に増すものがあるが、圧縮強度の増加は少なく、強度低下を生じる場合もある。これは重量の減少と対応しており、炭素繊維を混入すると空気泡が巻き込まれたためと考えられる。

4. まとめ

炭素繊維補強モルタルの製造では、セメントペースト中に炭素繊維を分散させた後、砂を投入することが良好な作業性を確保するために重要である。

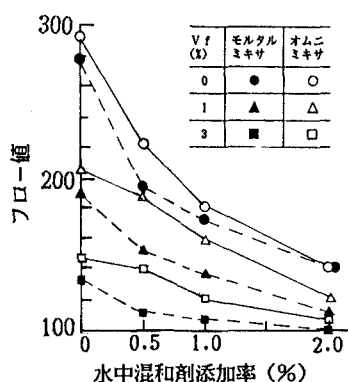


図-2 フロー値と水中混和剤添加率の関係 (A法)

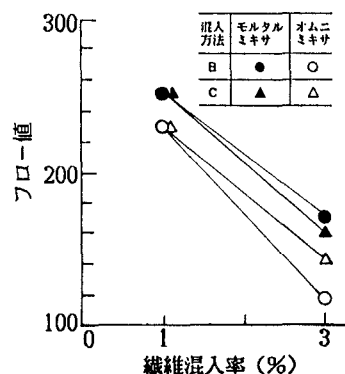


図-3 フロー値と繊維混入率の関係

表-2 強度および供試体重量

混和材料 または 投入順序	繊維 混入率 (%)	モルタルミキサ			オムニミキサ		
		曲げ強度 (kgf/cm ²)	圧縮強度 (kgf/cm ²)	重量 (g)	曲げ強度 (kgf/cm ²)	圧縮強度 (kgf/cm ²)	重量 (g)
※水中 混和 剤	0	61 (73)	240 (338)	537	69 (79)	280 (354)	538
	3	68 (98)	227 (272)	498	79 (102)	181 (269)	489
※材料 投入 順序	0	49 (77)	170 (364)	508	53 (75)	218 (304)	512
	3	82 (124)	180 (350)	494	72 (108)	186 (269)	453
※材料 投入 順序	B	64	357	494	71	319	499
	3	106	410	475	118	324	461
※材料 投入 順序	C	64	357	494	71	319	499
	3	119	365	464	100	379	475

※ 材料の投入順序はA法による。W/C=60%、S/C=1.0、繊維長=15mm

※※高炉スラグをセメント重量の50%添加した。W/C=60%、S/C=0.5、繊維長=10mm

() 内は材令28日の場合