

[54] 左官用鋼繊維補強モルタルの作業性

正会員 大 浜 嘉 彦 (日 本 大 学 工 学 部)
 正会員 ○ 菅 原 鉄 治 (東邦シートフレーム建材事業部)
 正会員 小 玉 陽 彦 (日 本 大 学 工 学 部)

1. はじめに

鋼繊維補強モルタルは、ひびわれに対する抵抗性が非常に優れ、いったんひびわれが生じても、そのひびわれが伝ばしにくいという利点を持つ。従って、鋼繊維補強モルタルを、建築物の外壁モルタルとして用いることは、非常に有効と考えられる。しかしながら、セメントモルタルへの鋼繊維の混入は、その作業性を低下させる傾向にあり、鋼繊維混入率、砂セメント比の如何によっては、施工が困難となることが予想される。そこで、本研究では、金ごてによる鋼繊維補強モルタルの作業性を左官によって評価し、鋼繊維混入率、砂セメント比及びフロー値の差異が、その作業性に及ぼす影響を検討し、その結果について報告するものである。


2. 使用材料

セメントは普通ポルトランドセメントを用い、その化学成分及び物理的性質を表-1に示す。骨材は、川砂(粒径: 2.5 mm以下、粗粒率: 2.45)を用いた。鋼繊維は、図-1に示す2種類のものを用いた。下地材として、JIS A 5524〔ラスシート(角波亜鉛鉄板ラス)〕に規定するラスシート(板厚: 0.25 mm、全幅: 835 mm、長さ: 1829 mm)を使用した。

表-1 セメントの化学成分及び物理的性質

Chemical Compositions (%)									
Ig.loss	Insol.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	Total	
0.7	0.1	22.2	5.2	3.1	65.4	1.3	1.6	99.6	

Physical Properties										
Specific Gravity	Fineness		Setting Time		Flexural Strength of Mortar			Compressive Strength of Mortar		
	Residue on Sieve of 88µ (%)	Blaine's Specific Surface Area (cm ² /g)	Initial Set (h-min)	Final Set (h-min)	(kg/cm ²)			(kg/cm ²)		
					3days	7days	28days	3days	7days	28days
3.17	1.3	3270	2-17	3-26	35	50	78	138	229	423

Type I 
 (Shape: Flat)
 (Size: 0.25×0.25×20 mm)


Type II 
 (Shape: Deformed)
 (Size: 0.25×0.25×20 mm)

図-1 鋼繊維の形状

3. 試験方法

(1)鋼繊維補強モルタルの配合

供試モルタルは、セメント:砂=1:2及び1:3(重量比)とし、鋼繊維混入率を0、0.5及び1.0 vol.%と変化した配合を用い、JIS R 5201(セメントの物理試験方法)に準じて練り混ぜ、直ちにフロー試験を行い、そのフロー値が160±5、170±5及び180±5となるように、水セメント比を変化させて調製した。供試モルタルの配合は、表-2に示す通りである。

(2)鋼繊維補強モルタルの練り混ぜ

(1)で定めた配合の供試モルタルを、強制かくはん式ミキサー(容量、50ℓ)を用いて練り混ぜた。ミキサーへの鋼繊維の投入は1~2分間かけて行い、鋼繊維投入終了と同時に、供試モルタルの練り混ぜを完了した。手練りと機械練りによる供試モルタルのフロー値の差異は、2~4程度であった。

(3)左官による鋼繊維補強モルタルの作業性の評価

練り混ぜた鋼繊維補強モルタルについて、金ごてを用い、左官（年令30才、左官歴15年）による試験施工を実施し、各種鋼繊維補強モルタルの作業性を、次に示す項目について評価した。(1)粘り、こて伸び (2)仕上げの難易 (3)仕上がり程度 (4)下地に対する付着性 各項目別に、次に示す5段階の評点を与え、その総合評点を指標として各種鋼繊維補強モルタルの作業性を検討した。(1)Excellent(評点5) (2)Good(評点4) (3)Fair(評点3) (4)Poor(評点2) (5)Failed(評点1)

表-2 鋼繊維補強モルタルの配合

Cement:Sand (By Weight)	Target Flow	Steel Fiber Content (vol.%)	Type of Steel Fibers	Water- Cement Ratio (%)	Mix Proportion by Weight (kg/m ³)				Flow
					Cement	Sand	Water	Steel Fibers	
1 : 2	160±5	0	—	41.5	674	1347	279	0	160
		0.5	I	41.5	674	1332	279	39.0	161
			II	42.0	671	1328	282		161
		1.0	I	42.0	671	1314	282	78.0	157
			II	42.5	669	1310	284		156
		170±5	0	—	42.5	669	1338	284	0
	0.5		I	42.5	669	1323	284	39.0	170
			II	43.0	667	1319	287		168
	1.0		I	43.0	667	1305	287	78.0	171
			II	43.5	664	1301	289		170
	180±5		0	—	43.5	664	1329	289	0
		0.5	I	43.5	664	1314	289	39.0	183
II			44.0	662	1310	291	179		
1.0		I	44.0	662	1297	291	78.0	177	
		II	45.0	658	1288	296		180	
1 : 3		160±5	0	—	53.5	504	1513	270	0
	0.5		I	54.5	502	1493	274	39.0	158
			II	54.5	502	1493	274		157
	1.0		I	55.5	499	1472	277	78.0	157
			II	56.0	498	1468	279		158
	170±5		0	—	55.0	499	1498	277	0
		0.5	I	56.5	497	1478	281	39.0	168
			II	56.5	497	1478	281		167
		1.0	I	57.5	494	1457	284	78.0	173
			II	58.5	493	1454	286		168
		180±5	0	—	57.5	494	1483	284	0
	0.5		I	58.5	492	1463	288	39.0	181
			II	58.5	492	1463	288		177
	1.0		I	59.5	490	1443	291	78.0	177
			II	60.0	498	1439	293		176

4. 試験結果及び考察

表-3は、鋼繊維補強モルタルの作業性の評価結果を、図-2は、各フロー値における鋼繊維補強モルタルの鋼繊維混入率と総合評点の関係を示すものである。本研究では、セメント：砂＝1：2及び1：3（重量比）とした配合であるため、便宜上、砂セメント比別にその作業性を考察し、次に、施工終了後に左官から得た全体的感想についても述べる。最後に、各種鋼繊維補強モルタルの作業性の総合評価を総合評点を指標として行い、実用可能な鋼繊維補強モルタルの配合を明らかにする。

(1)セメント：砂＝1：2（重量比）の場合

いずれのフロー値においても、鋼繊維混入率の増加に伴い、鋼繊維補強モルタルの作業性は低下する。鋼繊維を0.5vol.%混入し、そのフロー値を170±5及び180±5とした鋼繊維補強モルタルの作業性は、普通モルタルのそれとほとんど変わらないが、鋼繊維を1.0 vol.%混入する場合は、そのフロー値を180±5以上にすることが望ましい。

表-3 鋼繊維補強モルタルの金ごてによる作業性の評価

Cement: Sand (By Weight)	Target Flow	Steel Fiber Content (vol.%)	Type of Steel Fibers	Evaluation Marks				Total Marks	
				Troweling Motion	Adherability by Troweling	Finishability by Troweling	Finishing Level		
1 : 2	160±5	0	—	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	20	
		0.5	I	—	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	—	
			II	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	16	
		1.0	I	—	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	—	
	II		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	8		
	170±5	0	—	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	20	
		0.5	I	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	17	
			II	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	15	
		1.0	I	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	12	
	II		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	12		
	180±5	0	—	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	20	
		0.5	I	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	18	
			II	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	18	
		1.0	I	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	16	
	II		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	16		
	1 : 3	160±5	0	—	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	16
			0.5	I	—	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	—
				II	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	12
			1.0	I	—	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	—
		II		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	4	
		170±5	0	—	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	17
			0.5	I	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	14
				II	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	14
			1.0	I	—	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	—
II		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	10		
180±5		0	—	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	20	
		0.5	I	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	16	
			II	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	16	
		1.0	I	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	14	
II			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	14		

Note: Evaluation Marks (5 Points): Excellent, (4 Points): Good, (3 Points): Fair, (2 Points): Poor, (1 Point): Failed.

一般に、セメント：砂 = 1:2 のモルタルの作業性は、1:3 モルタルのそれに比べて優れており、フロー値 180±5、鋼繊維混入率 1.0 vol.% の 1:2 モルタルの作業性は、フロー値 170±5 とした鋼繊維無混入の 1:3 モルタルのそれと、ほぼ同程度である。

(2)セメント：砂 = 1:3 (重量比) の場合

セメント：砂 = 1:2 の場合と同様の傾向を示すが、単位セメント量が少ないために、全般的に 1:2 モルタルに比べて、その作業性は低下する。鋼繊維を 0.5 vol.% 混入する場合は、フロー値を 170±5 以上、1.0 vol.% 混入する場合は、180±5 以上にすることが望ましい。

(3)左官の全般的な感想

(a)本研究では、同寸法で形状の異なる 2 種類の鋼繊維を用いたが、その形状の差異が、作業性に及ぼす影響はほとんど認められない。(b)鋼繊維補強モルタルでは、その塗り厚を薄くしにくい、一定の塗り厚に仕上げやすい。(c)鋼繊維補強モルタルは、広い面積への施工には支障がないが、出隅・入隅部分では、鋼繊維がとびでるために、仕上げにくい。(d)本研究は、垂直面に対する施工であったために、鋼繊維の落下あるいは「とび」による左官への危険は皆無であったが、天井などへの施工では鋼繊維の落下が予想されるため避けるべきと考えられる。

(4)総合評価

左官の感覚的評価であるため、鋼繊維補強モルタルの作業性を確実に判断することは難しいが、図-2及び図-3に示す総合評点が12点以上のものが、施工可能と考えられる。

写真-1は、セメント：砂＝1：3、フロー値 180 ± 5 、鋼繊維混入率0、0.5及び1.0 vol.%としたモルタルの金ごてによる塗装状況を示すものである。

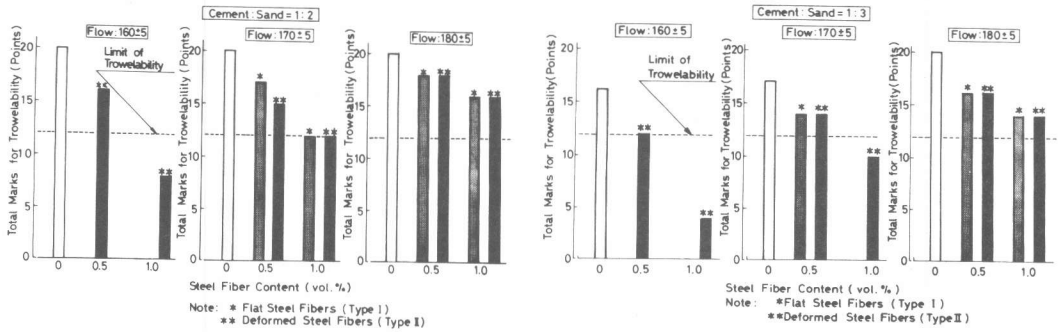
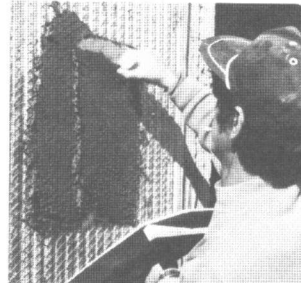


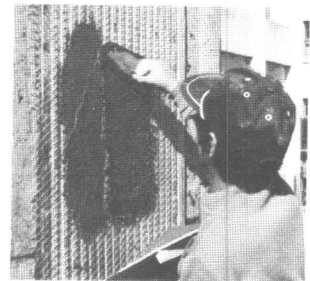
図-2 鋼繊維補強モルタルの鋼繊維混入率と金ごてによる作業性の総合評点の関係



鋼繊維混入率 0 vol.%



鋼繊維混入率 0.5 vol.%



鋼繊維混入率 1.0 vol.%

写真-1 鋼繊維補強モルタルの金ごてによる塗装状況

5. 総括

本研究における試験結果を総括すれば、次に示す通りである。

(1)セメントモルタルへの鋼繊維の混入は、その作業性を低下させるものの、練り混ぜ水量を調整することにより、鋼繊維補強モルタルは、左官用モルタルとして十分実用可能である。

(2)本研究の範囲では、左官用モルタルとして実用可能な鋼繊維補強モルタルの配合は次に示す通りである。

(a)セメント：砂＝1：2（重量比）の場合

鋼繊維を0.5 vol.%混入する場合は、そのフロー値を 160 ± 5 及び 170 ± 5 、1.0 vol.%混入する場合は、 170 ± 5 及び 180 ± 5 程度にすることが望ましい。

(b)セメント：砂＝1：3（重量比）の場合

鋼繊維を0.5 vol.%混入する場合は、そのフロー値を 170 ± 5 、1.0 vol.%混入する場合は、 180 ± 5 程度にすることが望ましい。

(3)左官用に鋼繊維補強モルタルを使う場合、鋼繊維の分散性、配向性、形状、寸法などの検討が必要と考えられる。