

補修用材料としてのシリカフェーム混入モルタルの性状

金沢工業大学 正会員 ○ 石森 広
 金沢工業大学 正会員 太田 実

1. まえがき

最近、早期に劣化したコンクリート構造物の補修工事が増えて来ている。その際の補修材料としては、もっぱらエポキシ、ポリマー等の高分子材料が一般に用いられているが、経済的でしかもコンクリート母材と近い特性を有する補修材料の開発が望まれている。そこで本研究では、耐久性改善の効用が一般に認められ始めている『シリカフェーム』（以下、SFと略）に着目し、これを混和材としたセメントモルタルを、コンクリート面の保護あるいは局所的な断面修復に利用することを試みた。ここでは、SFを混入したモルタルの基本的性質を確かめるために行った室内実験結果について報告する。

2. 実験概要

補修材としてのモルタルには、強度、耐久性（水密性）に優れ、かつ乾燥収縮量の小さいことが要求される。このような性状を有するモルタルを見出すため、SFと減水剤とをそれぞれ種々の割合で混入したモルタルの強度、乾燥収縮、吸水率等を調べ、これらの混和材の望ましい混和率を探ることとした。

使用材料を、表-1に示す。SFは国産3社の製品を使用し、減水剤はナフタリンスルホン酸塩を主成分とする高性能減水剤（以下、Rと略）を用いた。試験要因の組合せを、表-2に示す。試験はSFの混入率、Rの添加率およびSFの種類をそれぞれ主変動要因とするI、II、IIIの3つのシリーズで構成した。モルタルの配合は各シリーズともに、フロー値一定(160±10)の条件とした。モルタルの練り混ぜ、フロー試験および供試体作製はセメントの強さ試験(JIS R 5201)に準じて行い、SFは練り混ぜに際し、あらかじめセメントと十分に混合したものを使用した。シリーズIの場合の配合を、表-3に示す。SFを5、10、15%混入したモルタルは、SF無混入のものに比べ、同一のフロー値を得るのに必要な単位水量は小さくなっている。適量のSF混入は、モルタルの流動性を高める効果があることがわかる。本実験では、主として4×4×16cm供試体により試験を行い、供試体数は要因別にそれぞれ3個とした。

3. 実験結果

各要因と曲げ強度・圧縮強度との関係を、それぞれ図-1、図-2に示す。材令91日の場合を除いて、曲げ強度はSF混入率10%付近で、圧縮強度は混入率15%付近で最大値を示している。材令91日の長期強度は混入率の増加とともに増大する傾向を示しており、これはSF中の非晶質SiO₂のポズラン反応による緩慢な強度増進の現われと考えられる。R添加率の影響をみ

表-1 使用材料

材 料	品 質
セメント(C)	早強ポルトランドセメント、比重=3.12
細 骨 材(S)	豊浦標準砂、比重=2.61
シリカフェーム(Sf)	(A) 比中=2.23、比表面積(ブレン)=38,920 cm ² /g (B) 比中=2.25、比表面積(ブレン)=63,800 cm ² /g (C) 比中=2.25、比表面積(ブレン)=25,310 cm ² /g
減 水 剤(R)	高性能減水剤、比重=1.18

表-2 試験要因の組合せ

要 因	シ リ ーズ	I	II	III
SFの混入率(SF/(C+SF)) (%)	(X)	0, 5, 10, 15, 20, 25	15	15
Rの添加率(R/(C+SF)) (%)	(Y)	2	0, 1, 2, 3, 4	2
SFの 種 類		B	B	A, B, C

表-3 モルタルの配合 (シリーズIの場合)

フロー値	SF混入率(S)	水セメント比(W+R)/(C+SF), (%)	甲		乙		丙	
			W	R	W	R	W	R
160±10	0	45.6	283		649	0	1300	
	5	44.0	274		621	32	1308	
	10	44.3	274	13	583	65	1300	
	15	44.7	276		549	97	1289	
	20	44.8	292		499	126	1253	
	25	49.5	294		463	155	1242	

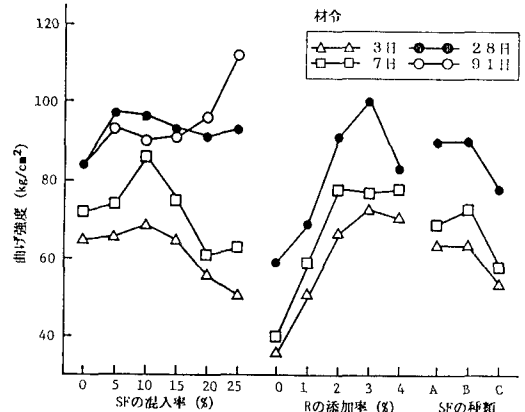


図-1 曲げ強度

ると、添加率2%までは曲げおよび圧縮強度はともに直線的に増大しているが、2%を越える添加では添加率増加による強度の増進はあまり期待できない。SFの種類A、Bは、ほぼ同等の強度であるのに対し、Cの強度は小さいことが認められる。

乾燥収縮試験の結果を、図-3に示す。SF混入率の違いによる収縮量は、乾燥日数によって異なった傾向を示している。7日ではSF混入率の増加につれて収縮量も大きくなっているが、35日の結果では混入率15%以下で収縮量はSF無混入のものとはほぼ同等であるのに対し、混入率20、25%では収縮量がやや大きくなっている。R添加率の結果をみると、R無添加の場合に比べて、Rを1、2%添加すると収縮量は著しく小さくなるが、添加率をさらに増しても収縮量の低減がほとんどないことがわかる。図-6に、R添加率と水セメント比との関係を示す。R添加率が増すほど一定のフロー値に対する水セメント比が低下するが、R添加率が2%を越えるとその低下の割合が小さくなっている。この減水効果の違いが、強度と乾燥収縮の結果に関係しているものと考えられる。

防水剤に関する試験(JIS A 1404)に基づいて行った吸水試験結果を、図-4に示す。SF無混入の場合に比してSFを10、15%混入したものが最小の吸水率となっていることから、適量のSF混入は、モルタルの水密性向上に寄与すると言える。

塩水浸漬乾燥試験の結果を、図-5に示す。試験は60℃の塩水(3%濃度の食塩水)に1日浸漬し、引き続き50℃の温風乾燥を2日与えた計3日間を1サイクルとし、10サイクル毎にコアを採取して、モルタル表面より30mm区間に浸透した塩分量を硝酸銀による電位差滴定法で測定した。SFの種類による塩分量に多少の差が認められるが、SF無混入に比べて明らかに、SF混入モルタルの塩分量は小さく、SF無混入のほぼ1/3程度の塩分量となっている。

4. あとがき

今回の試験で対象とした材料の範囲では、SF混入率15%程度、R添加率2%程度のモルタルが、強度特性、乾燥収縮、吸水率(水密性)の観点から最善であり、このような混入率でSFを混入したモルタルは補修材として有用なものと考えられる。また、鉄筋の発錆に多大な影響を及ぼす塩分の浸透が、SFの混入によりかなり抑制されることが確かめられた。

謝辞：本研究の実施に際し、SF等の材料調達にご協力頂いたピー・エス・コンクリート株式会社七尾工場の関係者各位に謝意を表します。

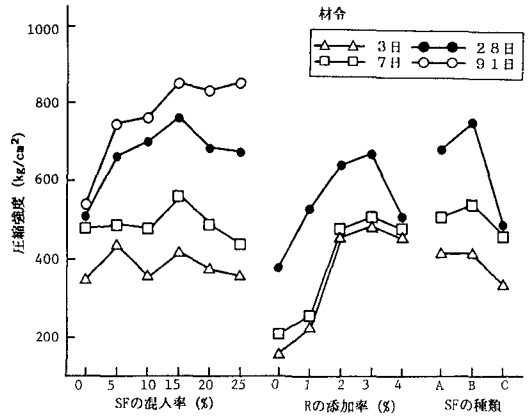


図-2 圧縮強度

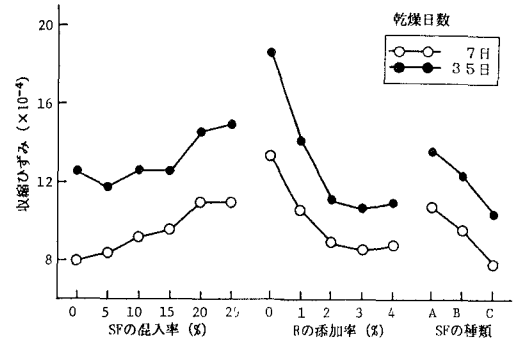


図-3 乾燥収縮

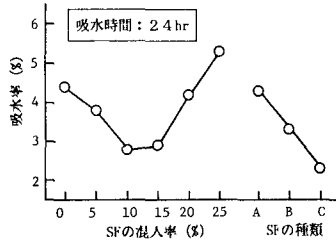


図-4 吸水率

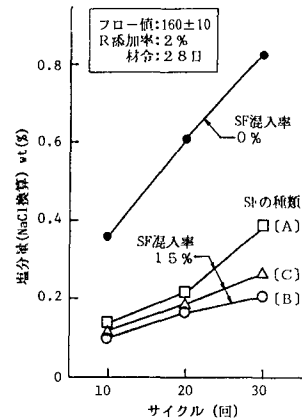


図-5 塩分浸透量

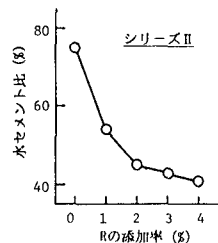


図-6 減水効果