

V-358

シリカヒュームによる超速硬SF吹付けモルタルの施工性改善効果について

東 急 建 設（株）土 木 技 術 部 正 会 員 ○ 増 田 芳 久
住 友 セ メ ン ト（株）技 術 開 発 セ ン ター 正 会 員 内 田 美 生
日 本 開 発 土 木（株）技 術 部 正 会 員 田 中 喜 樹

1. はじめに

非晶質の超微粉であるシリカヒュームを吹付けコンクリート中に混入すれば、耐水性、耐酸性、耐薬品性、各種強度性状等の硬化コンクリートの各種性状を改善でき、さらに吹付け施工時の粉塵濃度、吹付け材料のはね返り率を低減することが可能である。これらは、シリカヒュームのマイクロフィラー効果および粘糊効果に起因するものとされているが、このシリカヒュームを劣化コンクリート構造物の補修工法の1つである『鋼繊維を混入した超速硬セメントモルタルの乾式吹付け工法』¹⁾（以下、超速硬SF吹付けモルタルと称す）に適用し、硬化後の超速硬SF吹付けモルタルの性状について検討した。その結果、超速硬セメントの初期強度発現性を損なうことなく、硬化後の性状において、シリカヒュームの効果が期待できる最適置換率はセメント重量の10%程度であることが明らかとなった。²⁾

表-1 使用材料、分析結果および目標吐出配合

セメント	超速硬セメント、 $p=3.04$									
水	飲料水									
細骨材	鹿島産陸砂、 $p=2.62$ 、 $FM=2.70$									
鋼繊維	波型せん断品、 $0.5 \times 0.5 \times 25\text{mm}$ 、 $\sigma_t=74.5\text{kgf/mm}^2$ 、 $p=7.85$									
シリカヒューム	造粒タイプシリカヒューム、 $p=2.20$ 、 $\text{SiO}_2 \geq 90\%$									
シリカヒュームの化学分析結果										
見掛け比	見掛け比重	分析値 (%)								
比重量	比重	ig. los	SiO ₂	MnO	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Al ₂ O ₃	Na ₂ O	K ₂ O
2.22	3070	4.08	90.8	0.075	1.288	.625	.294	.5669	.260	1.63
水結合材比 (%)	砂結合材比	Vf	置換率 (%)	単位量 (kg/m ³)						
				水	セメント	細骨材	鋼繊維	シリカヒューム		
45	4	1.0	0	193	429	1717	78.5	—		
			10	192	384	1708	78.5	42.7		

本報は、引続き実施した施工性試験結果について報告するもので、主に、シリカヒュームの混入が超速硬SFモルタル吹付け施工時の粉塵濃度およびはね返り率におよぼす影響について述べる。

2. 実験概要

今回の実験においては、シリカヒュームの有無（置換率0および10%）および細骨材の表面水率（2、4、6%）が粉塵濃度およびはね返り率におよぼす影響について検討した。使用材料、シリカヒュームの化学分析結果および目標吐出配合を表-1に示す。実験は、図-1に示す吹付けシステムを用い、 $8 \times 6 \times 3\text{m}$ のテント内に鉛直に設置した $1 \times 2\text{m}$ のパネルに、超速硬SFモルタルを約20cmの厚さで水平方向から吹付け、そのときの粉塵濃度およびはね返り率を測定した。粉塵濃度の測定には、 $7.07\mu\text{m}$ 以上の粗大粒子を除去するためのセパレーターを有するローボリュームサンプラーにより、質量濃度換算係数を校正した光量積算型デジタル粉塵計を用いた。測定は吹付け位置から3、5、7m後方、高さ1.5mで実施した。また、はね返り率は吹付け前後のパネル重量および吹付け施工後に回収したりバウンド重量より算出した。

3. 実験結果および考察

超速硬SFモルタル吹付け時の平均粉塵濃度と細骨材の表面水率との関係を図-2に示す。図より、表面水率が2%の場合はシリカヒュームの有無に係わらず粉塵濃度はほぼ同等であるが、表面水率が4もしくは6%となるとシリカヒュームの使用により粉塵濃度は明らかに低下している。一般に、粉塵低減を目的としてシリカヒュームを使用する場合、乾式よりも湿式工法において効果的であるとされている。しかしながら、今回の検討結果より、乾式吹付け工法においても細骨材の表面水を適宜管理すれば、シリカヒューム

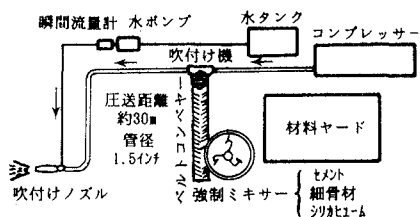


図-1 吹付けシステム

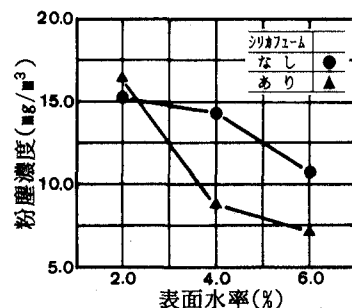


図-2 粉塵濃度と表面水率の関係

を用いて粉塵濃度を低下させることが可能であるといえる。また、練り混ぜ水の添加位置、添加方法等を改良すれば、吹付け施工時の粉塵濃度をさらに低下させることも可能と思われる。

乾式吹付け工法においては、細骨材の表面水率は施工能率に影響するため、粉塵濃度のみから使用細骨材の表面水率を規定することは出来ない。図-3には、超速硬SF吹付けモルタルの時間当たり吐出量と細骨材の表面水率の関係を示す。図より、シリカヒュームの有無に係らず表面水率が4%の時、吐出量は最大となっており、またシリカヒュームを使用した場合には、表面水率が4%から6%に増加しても吐出量におよぼす影響は小さい。したがって、今回の材料において施工能率から決定される細骨材の最適表面水率は4～6%程度であると考えられる。これは粉塵濃度から決定する値に近く、実用範囲内では粉塵濃度を元に表面水率を管理しても、施工能率上の問題は発生しないものと思われる。

図-4には、表面水率6%の場合における粉塵濃度の経時変化を示す。図より、シリカヒュームの使用により、粉塵濃度は吹付けの全般において減少している。しかしながら、シリカヒュームを使用しない場合、吹付け場所からの距離が7mとなると粉塵濃度はかなり減少しているのに対し、シリカヒュームを使用した場合には、必ずしも減少していない。また、吹付け終了後の粉塵濃度の低下速度もシリカヒュームの使用により減少する傾向にある。

さらに図-5には、吹付け開始5分後から終了までの平均粉塵濃度と吹付け位置からの距離の関係を示す。図より、細骨材の表面水率に係らずシリカヒュームを使用した場合の粉塵濃度は、吹付け位置からの距離が増加してもさほど低下していない。図-4および図-5より、シリカヒュームの使用により粉塵の粒度が変化していることも予想され、浮遊珪酸濃度も含めてさらに検討することが必要である。

図-6には、はね返り率と細骨材表面水率の関係を示す。図より、超速硬SF吹付けモルタルのはね返り率はシリカヒュームの使用により減少傾向にあると言える。なお今回、吹付けは水平方向に実施したが、これを高架橋の補修工事等に適用した場合には、鉛直方向への作業が多くなるため、シリカヒュームの使用によるはね返り率の低減効果はより明らかになるものと思われる。

4. まとめ

超速硬SFモルタル吹付け施工時の粉塵濃度および吹付け材料のはね返り率を低減することを目的として、シリカヒュームの効果について検討した。その結果、セメント重量の10%をシリカヒュームで置き換えることにより、超速硬SFモルタル吹付け施工時の発生粉塵濃度およびはね返り率は低減可能であるが、所定の効果を得るためには細骨材の表面水率を4%以上とすることが必要であることが明らかとなった。

<参考文献>

- 1) 例えば、浅野他：超速硬セメントと鋼繊維を用いた吹付けコンクリートによる急速補修工事、コンクリート工学、vol.23、No.2、1985
- 2) 内田他：シリカヒュームと鋼繊維を混入した超速硬吹付けモルタルの諸性質、第12回コンクリート工学年次学術講演会論文集、1990

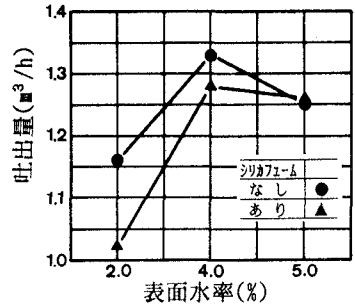


図-3 吐出量と表面水率の関係

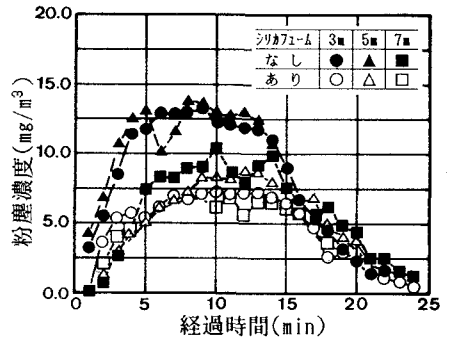


図-4 粉塵濃度の経時変化

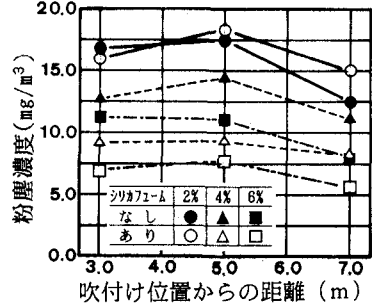


図-5 粉塵濃度と吹付け位置からの距離の関係

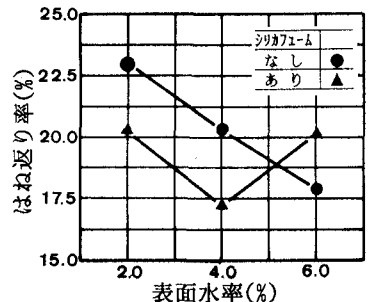


図-6 はね返り率と表面水率の関係