

V - 202

シリカフュームの分散の程度がセメント硬化体の強度に及ぼす影響

東京工業大学大学院 学生員 水野 和彦
 東京工業大学工学部 正会員 長滝 重義
 東京工業大学工学部 正会員 大即 信明
 東京工業大学工学部 正会員 久田 真

1. はじめに

近年、労働人口の高齢化や建設産業における人手不足、あるいは、コンクリート構造物の早期劣化の社会問題化などを背景としたコンクリートの高性能化（高流動化、高強度化、高耐久化）に対する要請から、また、資源の有効利用の観点から、コンクリート用混和材としてシリカフュームを積極的に活用するための研究が、主生産国である北欧やカナダなどをはじめわが国においても数多く行われている。しかし、実際にシリカフュームを混和したコンクリートにおいてシリカフュームの効果が十分発揮されない、あるいは、性能にばらつきが見られるのが現状である。これは水分による粒子間吸着力の相互作用や、粒子表面に働く電気2重層の相互作用、Van der Waals力による作用などから、シリカフュームの効果が期待される一次粒子レベルまで混和したシリカフュームが分散していないためと思われる。

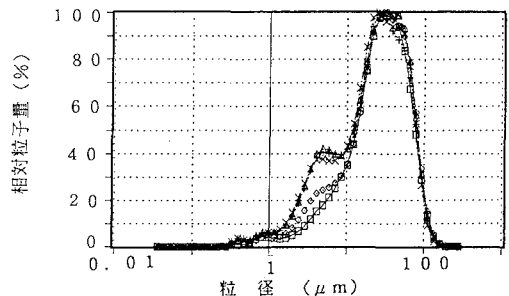
したがって、本研究はシリカフュームにあらかじめ処理を施し粒子をより一次粒子レベルに近づけ、モルタル練り混ぜ後においてウェットスクリーニングペーストの粒度分布を測定し、その粒度分布の変化がモルタルの強度特性及び細孔構造に及ぼす影響について検討したものである。

2. 実験概要

本研究においては、フレッシュ時のモルタル中におけるシリカフュームの分散レベルに最も影響を与えると思われる初期形態に関して、粉末・顆粒という2タイプのシリカフュームを用いた。なお、この2銘柄の主な物理化学的性質は表-1に示す。使用材料としては豊浦標準砂と相馬硅砂を用い、セメントは研究用普通ポルトランドセメント（セメント協会製）を用いた。配合としては、土木学会編「コンクリート用高炉スラグ微粉末規格（案）」に準じ、水結合材比0.50、砂結合材比2.50、シリカフュームの置換率を10%とした。練り混ぜ方法については、JIS A 5201「セメントの物理試験方法」に準じ、高性能減水剤は使用しない。なお、シリカフュームはあらかじめ練り混ぜ水に混和し、超音波ホモジナイザー（約200W）で100cc当り3分間処理して分散させておく。練り混ぜ後、88 μ mのふるいを用いたウェットスクリーニングによってモルタルからペースト分を抽出し、レーザー回折式粒度分布測定装置を用いてそのペーストの粒度分布を測定する。作製した $\phi 5 \times 10$ cmのモルタル供試体はJIS A 1108に準じ圧縮強度を測定し、細孔径分布は水銀圧入方式のポロシメーターを用い全細孔量を測定した。

表-1 シリカフュームの物理化学的性質

初期形態	比重	比表面積	SiO ₂ 含有率
粉末	2.56	19.55	93.6
顆粒	2.46	17.73	92.7



□：無混和 +：粉末・無処理 ◇：顆粒・無処理
 △：粉末・処理 ×：顆粒・処理

図-1 超音波処理による粒度分布の変化

3. 結果及び考察

図-1にウェットスクリーニングペーストの粒度分布を示す。これによれば、粉末タイプのシリ

カフュームの場合は超音波処理を施しても変化が見られないのに対し、顆粒タイプのシリカフュームの場合は処理を施すことで $10\mu\text{m}$ 以下の粒子量においてかなりの変化が見られた。セメントの平均粒径は数十 μm であるため $10\mu\text{m}$ 以下でのこの変化はおそらく処理によって分散したシリカフュームによって引き起こされていると思われる。図-2は超音波処理を施したことによる圧縮強度の変化を示したものである。これによると、超音波処理は粉末より顆粒に対して効果があると思われる。これは、顆粒タイプのシリカフュームは製造過程において粒子間に凝集力をかけられているため、処理の有無がモルタル中のシリカフュームの分散レベルに大きく影響しているためと思われる。

次に、図-3は超音波処理によって粒度分布に最も変化の見られた $10\mu\text{m}$ 以下の相対粒子量を分散進行の指標として用いて、材令7日におけるモルタルの圧縮強度との相関を見たものである。これによると、 $10\mu\text{m}$ 以下の相対粒子量が増加すればモルタルの圧縮強度も増加しており、シリカフュームをより分散させれば圧縮強度が増加する傾向にあると思われる。さらに、図-4は図-3と同様に $10\mu\text{m}$ 以下の相対粒子量を指標として材令7日におけるモルタルの全細孔量との相関を見たものである。これによると $10\mu\text{m}$ 以下の相対粒子量が増加するとモルタルの全細孔量が若干減少する傾向が見られる。

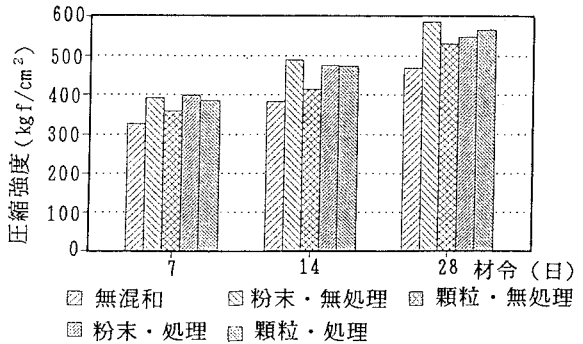


図-2 超音波処理による圧縮強度の変化

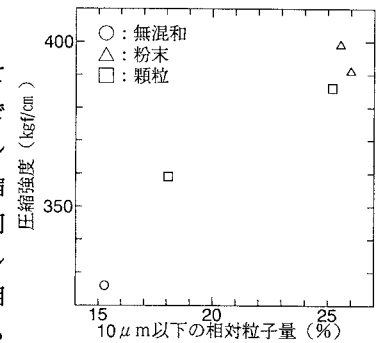


図-3 $10\mu\text{m}$ 以下の相対粒子量とモルタルの圧縮強度の相関図

4. 結論

本研究において以下のことが言える。

1) 顆粒タイプのシリカフュームの場合、シリカフュームの凝集力が練り混ぜ時のせん断エネルギーを上回っていると思われ、そのため練り混ぜ前にシリカフュームに分散処理を施すことは圧縮強度に有効であると考えられる。

2) 粉末タイプの場合、処理の有無によってウェットスクリーニングペーストの粒度分布が変化せず、圧縮強度においても同様であるため、本研究において用いた分散処理の処理能力ではほとんど効果が無いと考えられる。

【参考文献】

斎藤進六編：超微粒子ハンドブック、フジ・テクノシステム、976p.、1990.9

【謝辞】

本研究に実施に当たって、(株)島津製作所の方々に多大なご協力を得たことを付記しここに謝意を表します。