

粉末度の異なるシリカ微粉末を用いたコンクリートの特性

徳島大学工学部
阿南工業高等専門学校
徳島大学大学院
小野田セメント（株）

正会員
正会員
学生員

河野 清
○天羽 和夫
松永 史朗
児玉 明彦

1. まえがき

近年、コンクリートの高強度化、高耐久性化の観点から高炉スラグ微粉末、シリカフェーム等の微粉末の鉱物質混和材が注目され、使用されるようになってきている。これらの一種に天然の珪酸白土を人工的にきわめて高粉末に微粉砕したシリカ微粉末が最近開発された。この混和材は、物理的性質および化学成分がシリカフェームと大差がなく、高価かつ生産量の少ないシリカフェームの代替品としての有効性については今後の研究成果が待たれるところである。本報告は、シリカ微粉末をコンクリート用混和材として用いる場合の基礎資料を得ることを目的として、目標比表面積を4、8および12m²/gの3種に微粉砕したシリカ微粉末を用い、コンクリートの諸性質に及ぼす影響について検討した。

2. 実験概要

本実験で用いた材料と配合条件を表-1に示す。細骨材は徳島県吉野川産の川砂、粗骨材は徳島県市場産の砕石を使用した。配合は比較的高強度を必用とする分野への利用を考え、水結合材比を38%とした。

本実験では、粉末度の異なるシリカ微粉末のコンクリートの諸性質への影響を検討するため、フリージング試験、圧縮強度試験、引張強度試験、耐薬品性試験および塩分浸透性試験を行った。硬化コンクリートの試験には、すべてφ10×20cm円柱供試体を用いた。なお、耐薬品性試験は、供試体を28日間水中養生後、硫酸ナトリウム10%溶液に浸漬し、共振振動数を測定し動弾性係数の変化を調べた。また、塩分浸透性試験は、14日間の水中養生の後、海水に浸漬して材令42日において供試体を切断し、3種の薬剤を散布し塩分浸透深さを測定した。

3. 実験結果と考察

3.1 粉末度がフリージングに及ぼす影響

図-1にシリカ微粉末がフレッシュコンクリートのフリージング率に及ぼす影響を示す。粉末度が高く、比表面積が大きくなるにしたがってフリージング率は減少しており、ブレンコンクリートに比べて、最も大きい比表面積のものでは約50%減少している。これは、粉末度が高くなると、コンクリート中の微細な空隙をシリカ微粉末が埋めて水みちをふさぐと同時に、微粒子の表面が水を吸着し、保水性が良くなることが原因と考えられる。

3.2 粉末度が圧縮強度及び引張強度に及ぼす影響

シリカ微粉末の粉末度とその代替率を2種(10%および20%)に変えた場合の圧縮強度試験結果をブレンコンクリートと比較して図-2に、引張強度試験結果を図-3にそれぞれ示す。図-2からみられるように、全般的にみて、シリカ微粉末を用いたものの方がこ

表-1 使用材料と配合条件

使用材料	普通ポルトランドセメント (比重=3.15)
	細骨材 (比重=2.60, FM=2.81)
	粗骨材 (比重=2.56, FM=6.56, MS=20mm)
	シリカ微粉末 (比重=2.27, 比表面積: S1=4.1, S2=7.9, S3=11.8m ² /g)
高性能減水剤	(比重=1.20)
配合	単位結合材量 =450 (kg/m ³)
	水結合材比 =38 (%)
	代替率 =0, 10, 20 (%)
	スランプ =8±1 (cm)

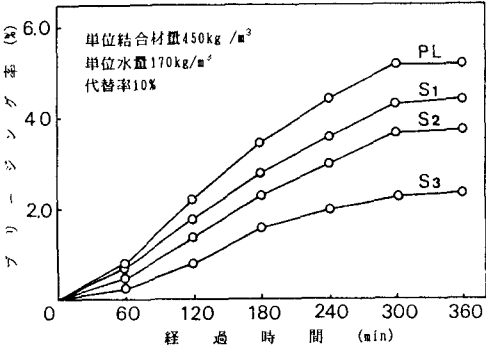


図-1 粉末度がフリージングに及ぼす影響

れを用いないものに比べて、材令初期の7日の圧縮強度は劣るものの、それ以降の強度はブレンコンクリートよりも増進している。また、粉末度によって強度発現が異なっているが、これは粉末度の高い方がブリージングが減少し、マイクロファイラー効果とあわせてコンクリート内部をち密にし、ボゾラン反応も活発に進むため強度も大きくなると考えられる。代替率による影響は、10%と20%とでは圧縮強度に大差なく、経済的にみて代替率10%程度の使用が適しているのではないと思われる。

一方、引

張強度も粉末度が高いほど大きくなる。材令7日では、ブレンの引張強度発現が最も良いが、ボゾラン反応によって長期

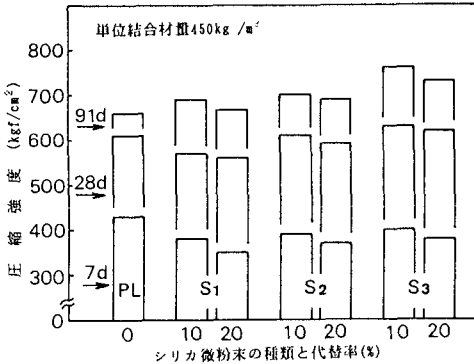


図-2 圧縮強度試験結果

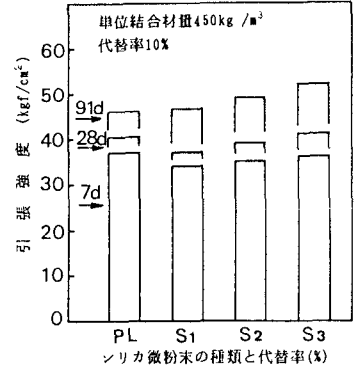


図-3 引張強度試験結果

材令への強度増進が大きく、材令91日では、3種の粉末度の場合ともブレンコンクリートより大となっている。

3. 3 耐薬品性に対する影響

図-4に硫酸ナトリウム溶液に浸漬したコンクリートの動弾性係数を示す。シリカ微粉末を用いることによって、また粉末度が高いものほど材令にともなう増進率が大きくなっており、耐薬品性は改善されている。これは、シリカ微粉末を用いるとコンクリートがち密になり、有害イオンの拡散が抑制されること、溶解性のあるCa(OH)₂がシリカ微粉末とのボゾラン反応によってに減少していることなどが原因と思われる。

3. 4 塩分浸透性に対する影響

塩分浸透性試験結果を示した図-5から明らかなように、塩分浸透深さはシリカ微粉末の混入によって小さくなっている。とくに、最も粉末度の高いシリカ微粉末を20%代替することによって、ブレンコンクリートの約25%の値であり、粉末度の高いほうが塩分浸透性には有効となっている。したがって、シリカ微粉末を用いたコンクリートは耐薬品性も改善されるので、硫酸塩や塩分の影響を受ける海洋コンクリートへの利用は効果的となる。

4. むすび

シリカ微粉末の使用は、コンクリートのブリージング低減、強度発現、耐薬品性の改善および塩分浸透性の抑制に効果的であることが明かになった。今後も、利用機会の多い製品用コンクリートに対しても検討していく予定である。なお、シリカ微粉末を提供いただいた東洋電化工業(株)に感謝の意を表する。

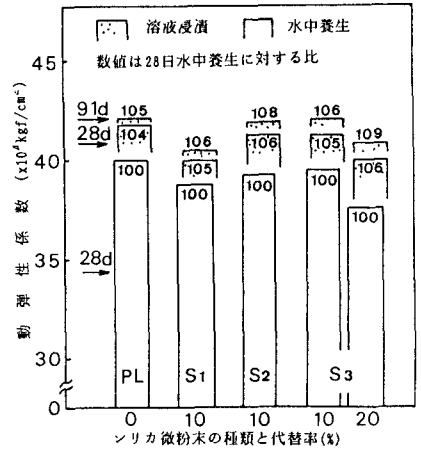


図-4 粉末度が耐薬品性に及ぼす影響

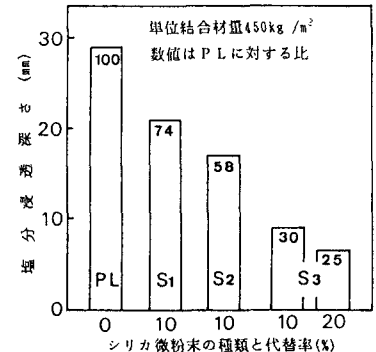


図-5 粉末度が塩分浸透性に及ぼす影響