

シリカ微粉末と赤泥を用いたコンクリートの諸性質

徳島大学工学部 正会員 河野 清
 阿南工業高等専門学校 正会員 天羽 和夫
 建設省四国地方建設局 正会員○池添 好巨

1. まえがき

近年、コンクリート用混和材としてシリカフュームに変わるものとして、ごく最近開発されたシリカ微粉末がある。シリカ微粉末は、天然の良質な珪酸白土をボールミルで約 $12\text{m}^2/\text{g}$ の比表面積になるまで微粉砕したもので、シリカフュームと化学成分および物理的性質が似ている点が多いため、シリカフュームと同様な性能を示すことが期待されている。しかし、新材料であるためにコンクリート用混和材としての性能が明らかにされていない。そこで本研究では、シリカ微粉末に充填効果と経済性を高めるために工場副産物の赤泥を併用してコンクリートに対する影響を検討することを目的に、まずシリカ微粉末と赤泥の混合比率を変化させて実験を行い、それらの圧縮強度特性について無混入のものと比較した。さらに、その試験結果を参考に混合比率を一定にして代替率を変化させた場合についても実験を行い、圧縮強度を比較した。また、耐薬品性、水密性などコンクリートの諸性質におよぼす影響についても調査、研究を行った。

2. 実験概要

本実験での配合条件および使用材料を表-1に、シリカ微粉末および赤泥の化学成分を表-2に示す。圧縮強度試験および耐薬品性試験の供試体は、円柱供試体型枠（ $\phi 10 \times 20\text{cm}$ ）、また、透水試験用の供試体は、中空円柱供試体型枠（ $\phi 15 \times 30\text{cm}$ ）を使用した。締固めは、振動台（公称振動数6000rpm, 公称振幅1.0mm）を用いて30秒間の締固めを行い成形した。耐薬品性試験は、供試体を14日間水中養生後、硫酸ナトリウム10%溶液に70日間浸漬し、動弾性係数を測定しその増加率で調べた。透水試験は、供試体を14日間水中養生後、外圧式透水試験機に固定した後、外水圧を約3MPaに保ち透水量が一定になったところで水量を測定し透水係数を求めた。

表-1 配合条件と使用材料

配 合	単位結合材料=350, 500 (kgf/m^3)
	水結合材比 = 45.7, 32 (%)
使 用 材 料	スランブ = 6 ± 1 (cm)
	普通ポルトランドセメント(比重=3.15)
	細骨材 (比重=2.61, 吸水率=1.67%)
	粗骨材 (比重=2.60, 吸水率=1.37%)
	シリカ微粉末(比重=2.27, 比表面積=12.0 m^2/g)
	赤泥 (比重=3.35, 比表面積=21.5 m^2/g)

表-2 シリカ微粉末と赤泥の化学成分

化学成分(%)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	K ₂ O	Na ₂ O	C	S	Ig. loss
シリカ微粉末	87.23	2.67	0.81	0.28	0.06	0.04	0.13	0.66	5.78
赤 泥	14.84	19.92	32.93	0.94	0.034	8.84	0.54	0.16	10.10

3. 実験結果と考察

3. 1 混合比率の圧縮強度におよぼす影響

図-1に混和材としてシリカ微粉末と赤泥をセメントの10%代替使用し、その混合比率を変化させた配合で標準養生と蒸気養生とを行った場合の材令14日の圧縮強度におよぼす影響を示す。混和材を無混入したものより、混入したものの方が、どの混合比率でも強度は大きくなっている。また、代替率を10%と一定したならば、シリカ微粉末の比率が多いほど強度は大きくなっている。

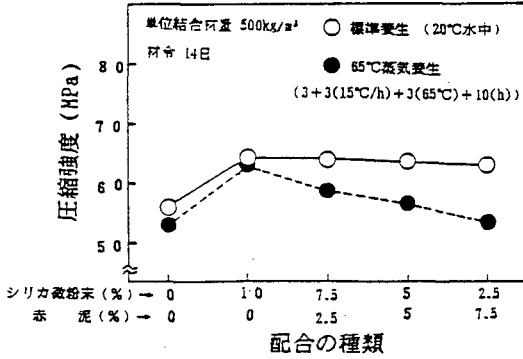


図-1 混合比率が圧縮強度におよぼす影響

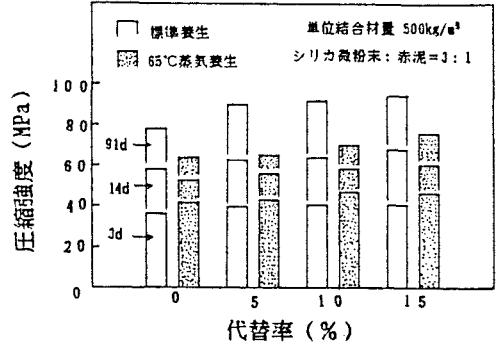


図-2 代替率が圧縮強度におよぼす影響

3. 2 代替率の圧縮強度におよぼす影響

図-2に混和材としてシリカ微粉末と赤泥を3:1の割合で混合して代替した場合の、代替率が圧縮強度におよぼす影響を示す。どの材令でも代替率が大きくなるほど圧縮強度は大きくなっている。また、材令91日のように長期材令ほど無混入のものに比べて強度の伸びが大きくなっている。これは、可溶性 SiO_2 含有率が高く、粉末度が $12\text{m}^2/\text{g}$ と大きいシリカ微粉末が代替率と共に多くなることや赤泥の充填効果によるものと考えられる。

3. 3 耐薬品性におよぼす影響

図-3に混合比率が動弾性係数増加率におよぼす影響を示す。シリカ微粉末と赤泥で代替することによって標準養生、蒸気養生とも動弾性係数の増加率は無混入のものより大きくなっており、耐薬品性は改善される傾向を示している。

3. 4 水密性におよぼす影響

図-4に混合比率が透水係数におよぼす影響を示す。シリカ微粉末のみを10%代替させたものは無混入のものに比べて約1/4、赤泥との併用のものは約1/10の透水係数となっており、水密性の改善にこれらの混和材の使用がきわめて有効であることを示している。これは、シリカ微粉末のポゾラン反応やマイクロファイラー効果のために内部の組織が緻密になること、特にシリカ微粉末よりさらに粒子の細かい赤泥を混合することによってシリカ微粉末単独使用のものよりもマイクロファイラー効果が高められることが考えられる。

4. まとめ

コンクリート用混和材としてシリカ微粉末と赤泥からなる混和材を使用することは、シリカ微粉末単独使用に比べコストを下げる意味からも有効であるといえる。また、水密性での効果が大きいことから、コンクリート製品としては上・下水道管などに用いると特に有効であるといえる。

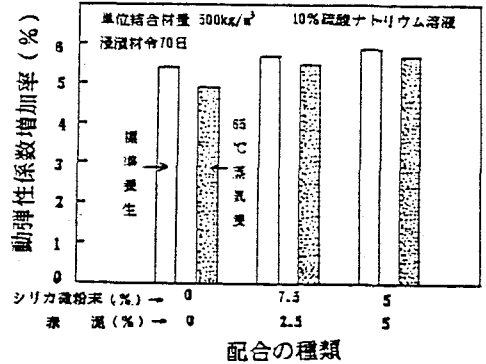


図-3 耐薬品性におよぼす影響

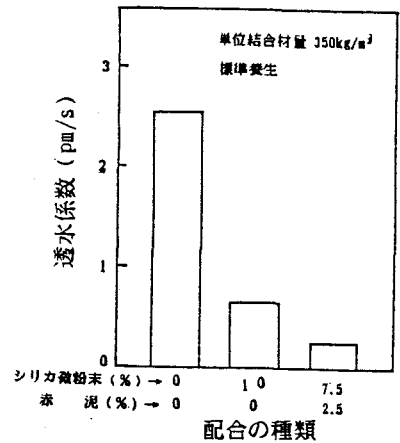


図-4 透水係数におよぼす影響