

超微粒子高炉スラグ微粉末を混合したコンクリート品質の向上

九州共立大学 正会員 高山俊一
 (株)柏木興産 前田博人
 同上 正会員 田辺和美

1. まえがき

リサイクル資源の有効利用を目的とし、各方向で多くの材料について実験研究が行われている。本研究で利用した高炉スラグ微粉末は、比表面積が約 $20000\text{cm}^2/\text{g}$ の超微粒子である。さらに、塩基度が 1.81 であり、十分な潜在水硬性が期待できる。したがって、強度の増進および水密性の向上を目的とし、高炉スラグ微粉末を混合したコンクリートについて諸試験を行った。

2. 実験概要

2. 1 超微粒子高炉スラグ微粉末

超微粒子高炉スラグ微粉末(以下、高炉スラグと略す)の密度および化学分析等を表-1 に示す。高炉スラグの比表面積が $21390\text{cm}^2/\text{g}$ と大きく、小さな微粒子である。また、塩基度は 1.81 を示し、十分な潜在水硬性が期待できる。高炉スラグはセメント量(容積)に対し、0、10、20、30 および 50%と置換して使用した。

表-1 超微粒子高炉スラグ微粉末の密度・化学分析 (%)

密度 g/cm^3	比表面積 cm^2/g	CaO	MgO	Al_2O_3	SiO_2	SO_3	塩基度
2.60	21390	23.8	9.5	11.8	24.9	7.2	1.81

2. 2 実験項目

実験は表-2 に示す 3 シリーズに分けて行った。シリーズ 1 では、モルタルについてフロー値および強度を調べた。シリーズ 2 およびシリーズ 3 では、コンクリートの諸性質について調べた。促進中性化試験(CO_2 濃度 5%)は 56 日間(気中では約 20 年に相当)行った。水銀圧入式ポロシメータで細孔直径およびその分布を測定した。高炉スラグ以外の材料の物理的性質を表-3 に示す。熔融スラグ細骨材(北九州市新門司工場で製造)はシリーズ 3 にて使用した。セメントは普通ポルトランドセメント(宇部三菱セメント製)を使用した。

表-2 実験項目

シリーズ	実験項目
1	モルタルのフロー値、強度、高炉スラグ混合量0, 10, 20, 30および50%
2	リートおよび硬化コンクリートの諸性質 ・フレッシュコンクリート (W/C40%, 55%) スランプ(目標12cm)、空気量(4%) ・硬化コンクリート 圧縮強度(7日, 28日)
3	高炉スラグ混合によるコンクリートの水密性の検討(セメントの20%) ・熔融スラグ(0, 20, 30および50%) ・中性化、細孔径分布の各測定

3. 結果および考察

3. 1 モルタルの強度

モルタルのフロー値は、高炉スラグの混合量が多くなるほど、低下する傾向を示した。図-1 は高炉スラグの混合量とモルタルの曲げ強度の変化を示す。水セメント比 55%での曲げ強度は、高炉スラグ量の混合量が増加しても、ほとんど変化が見られた。他方、水セメント比 40%の場合、高炉スラグ量が多くなるにしたがって強度の増加が見られた。

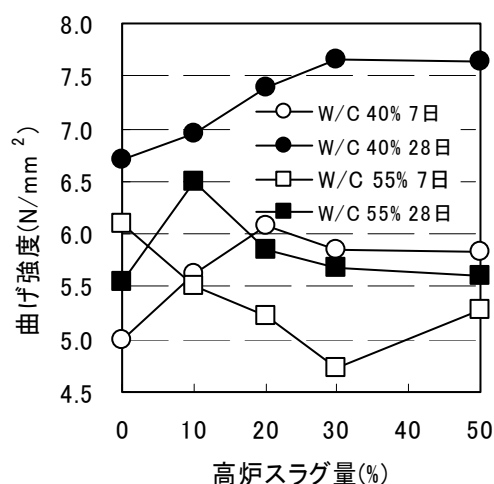


図-1 モルタルの曲げ強度試験

3. 2 高炉スラグ混合量とフレッシュコンクリートの性質

表-3 使用材料の物理的性質

	密度 g/cm^3	吸水率 %	粗粒率 %	実積率 %
海砂	2.61	1.05	2.63	65.3
熔融スラグ	2.77	0.77	2.45	62.9
粗骨材	2.73	0.45	6.96	61.0

粗骨材の最大寸法：20mm

図-2 および図-3 にスランプおよび空気量の測定結果を示す。スランプは、高炉スラグ混合量が 10~20% の場合に最も大きくなっている。スランプの変化は、前述したモルタルのフロー値の変化とは異なっている。空気量は、ばらつきがみられるが高炉スラグ混合量が多くなるにしたがって減少傾向を示した。

3. 3 高炉スラグ混合量と強度

図-4 にコンクリートの圧縮強度を示す。コンクリート(W/C55%および 40%)は、材齢の経過にしたがって強度が順調に大きくなっている。両コンクリートの強度は、高炉スラグ混合量が多くなるほど増大している。しかしながら、高炉スラグ混合量が 30%および 50%の場合にはほぼ同程度であるものとする。したがって、高炉スラグの最適混合量は、30~50%程度であるものとする。

3. 4 溶融スラグ細骨材使用コンクリートに高炉スラグを混合

溶融スラグ細骨材使用コンクリートの品質向上のために、高炉スラグを混合し、強度、中性化および細孔径および細孔量の試験を行った。図-5 は圧縮強度の変化を示す。同図によると、溶融スラグ細骨材使用コンクリートに高炉スラグを混合した場合の強度は、両材齢において 8~10N/mm² の増加が認められる。したがって溶融スラグ細骨材を多量に使用し、強度低下が生じた場合、高炉スラグが強度増進に寄与するものとする。図-6 は各細孔体積と細孔直径の関係を示す。高炉スラグ 0%(白丸)のコンクリートでは、細孔直径 6000nm 以上が多くなっている。終わりに、中性化試験およびポロシメータの測定にご協力を戴いた、新日鉄高炉

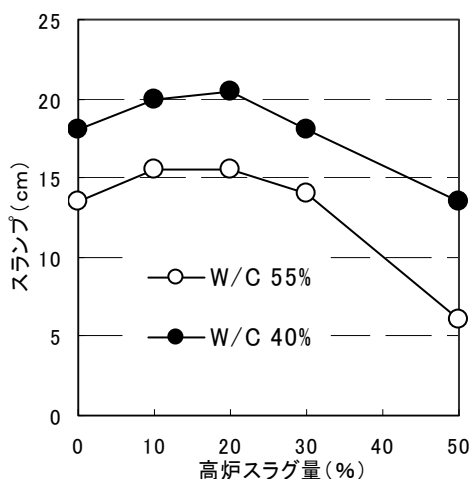


図-2 スランプと高炉スラグ混合量

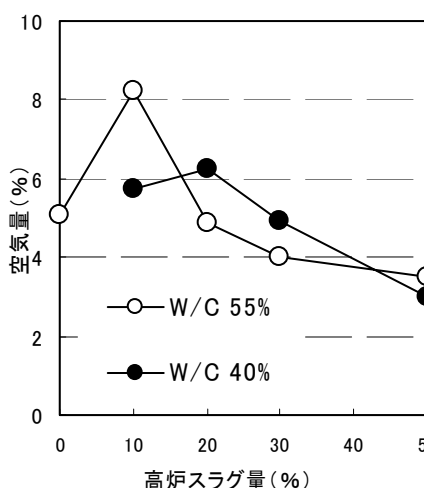


図-3 空気量と高炉スラグ混合量

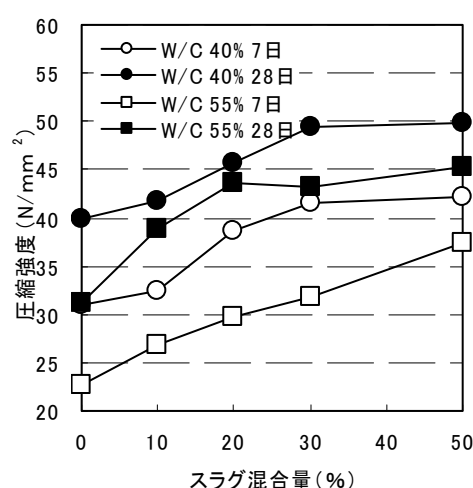


図-4 コンクリートの圧縮強度

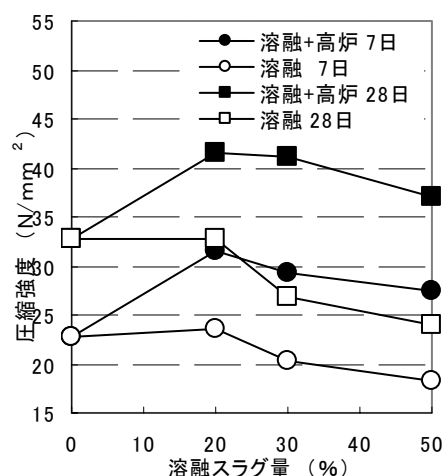


図-5 コンクリートの圧縮強度
(W/C55%, 高炉20%)

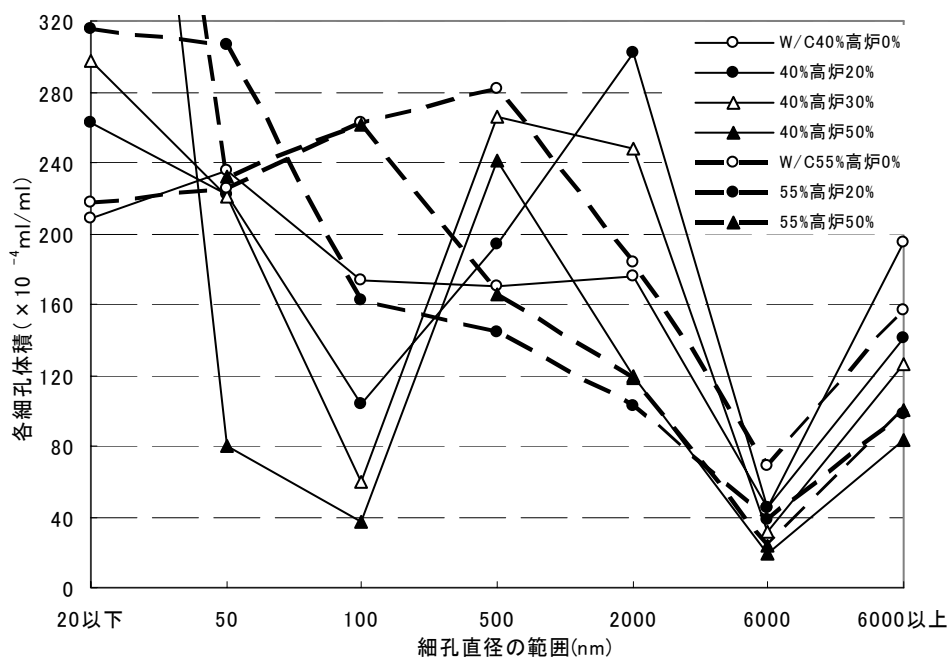


図-6 各細孔体積と細孔直径

セメント(株)に謝意を表します。