

V-9 粉末度の高い高炉スラグ微粉末を用いたモルタルの強度

阿南工業高等専門学校 正会員 天羽 和夫
阿南工業高等専門学校 学生員 ○山根 睦子
(株)アーバン・プロジェクト 内藤 啓二
(株)トーカン 佐藤 武

1. はじめに

鉄鉄を製造する際に副産される高炉スラグ微粉末は年間約3000万トンも発生し、路盤材やコンクリート用材料などに積極的に利用されてきた。中でも急冷・粉砕して作られる高炉スラグ微粉末は混和材としてコンクリートの品質改善や経済性の向上のため重要な役割を果たしてきたが、近年の粉砕技術の進歩により比表面積が15000cm²/g程度の極めて高粉末度のものが製造可能となり、新たな利用に関する研究が求められている。また、石炭灰の大半を占めるフライアッシュもセメント原料やコンクリート用混和材として使用されてきたが石炭灰の利用率は60%程度で、省資源や省エネルギーなどから有効活用を図ることが求められている。

そこで本研究では産業副産物としての有効利用の観点からだけではなく、コンクリートに用いる場合の基本的特性を把握する目的で、粉末度の異なる高炉スラグ微粉末とフライアッシュとを用いて代替率、混合比率などを変化させた場合のモルタル強度に対する影響について検討を行った。

2. 実験概要

2.1使用材料および配合

使用材料は細骨材として那賀川産川砂（比重2.62）のものを
を用いた。また、結合材として表-1に物理的性質を示す普通ポ
ルトランドセメント、高炉スラグ微粉末およびJISⅡ種に該当す
るフライアッシュを使用した。

表-1 結合材の主な物理的性質

種 類	密 度 (g/cm ³)	比 表 面 積 (cm ² /g)
普通ポルトランドセメント(C)	3.16	3270
高炉スラグ微粉末 (B4)	2.92	4450
高炉スラグ微粉末 (B15)	2.90	14780
フライアッシュ (F)	2.26	4270

2.2実験方法

モルタルの配合は、表-2に示すように水結
合材比を50%、砂結合材比3：1の一定として、
混和材の代替率を0から80%に変化させた。
供試体はJIS R 5201に準じて作製し、所定
材齢に達した供試体を用いて曲げ強度試験お
よび圧縮強度試験を行った。

表-2 モルタルの配合条件

記 号	代替率 (%)	水結合材比 (%)	砂結合材比	結合材の混合比率			
				C	B4	B15	F
B0	0	50	3:1	100	0	0	0
B40	40			60	40	0	0
				60	20	20	0
B20F20	40			60	20	0	20
				60	0	20	20
B60	60			40	60	0	0
				40	40	20	0
				40	20	40	0
B40F20	60			40	40	0	20
				40	0	40	20
				40	20	20	20
B20F40	60			40	20	0	40
				40	0	20	40
B80	80			20	80	0	0
				20	60	20	0
				20	40	40	0
B60F20	80	20	60	0	20		
		20	40	20	20		
		20	20	40	20		
B40F20	80	20	40	0	40		
		20	20	20	40		

3. 実験結果

図-1は水結合材比50%、砂結合材比3：1の
一定とし、混和材の代替率を40%とした場合の
結果である。図からみられるように、高炉ス
ラグ微粉末のみを混和材として用いた場合に
は強度発現性は大きく、特に粉末度の異なる
ものを混合使用した材齢58日強度はセメント
のみのB0のものより大きい強度となっている。

また、フライアッシュを代替したものは、高炉スラグ微粉末のみのものより曲げ強度、圧縮強度とも小さい
値となっているがB15との併用することによって強度改善が図られており、B4-40のものと遜色のない強度と
なっている。

高炉スラグ微粉末を60%代替した図-2からみられるように粉末度の高い高炉スラグ微粉末の代替率が大きくなるほど強度は大きくなっており、代替率が

20%増加すると曲げ強度では1N/mm²、圧縮の場合では5N/mm²ほどの強度増加となり、粉末度の高い高炉スラグ微粉末を40%混入したものは材齢28日および56日ともセメント単独のものより大きい強度となっている。また、材齢28日の強度も高粉末度のものを用いると強度が高くなっており、比較的強度発現の遅い高炉スラグ微粉末でも高粉末度のものを混入することにより早期強度の改善が図られる。

混和材の代替率が同じ60%でフライアッシュを併用した図-3からも粉末度の高いものを用いると強度は大きくなり、粉末度の異なる高炉スラグ微粉末との場合には特に顕著で、セメント単独のものとはほぼ同等の強度となっている。これは、高炉スラグ微粉末の潜在水硬性やフライアッシュの鉱物質効果の他に結合材の粒度改善による影響も一因と思われる。

産業副産物を積極的に利用することを考え本研究では80%まで代替使用し、その結果を図-4に示す。従来の粉末度のB4のみを用いたものではB0ものと比較して曲げ強度は3～5N/mm²、圧縮強度は15～25N/mm²ほどの強度低下となっている。また、高粉末度のB15による強度への効果も代替率40%の場合に比べて全体的に小さくなっている。

図-5はフライアッシュを併用した場合の結果である。高粉末度の効果はみられるが全体的に強度は小さく、材齢に伴う強度増加もあまりみられない。これは、セメント水和により生成される水酸化カルシウムの量が少なくなり高炉スラグ微粉末やフライアッシュとの反応量が少なくなるため、多量に混和材を代替する場合には一般にいわれているような水酸化ナトリウムや水酸化カリウムなどの刺激材の添加についての検討も必要と思われる。

4 まとめ

粉末度の高い高炉スラグ微粉末はモルタルの強度改善に効果的であったが、三成分系セメントと利用されているように高粉末度の高炉スラグ微粉末を含んだ結合材がコンクリートの諸性質に及ぼす影響については今後の課題になる。

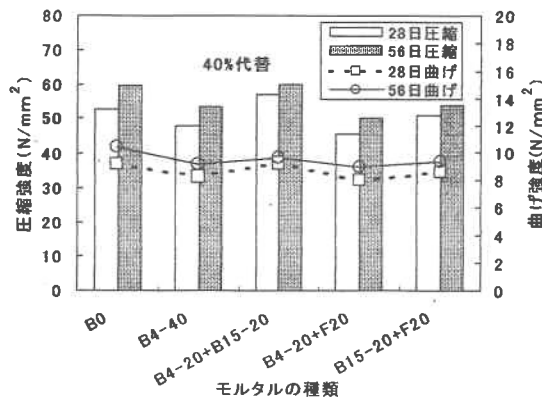


図-1 モルタルの種類と強度との関係

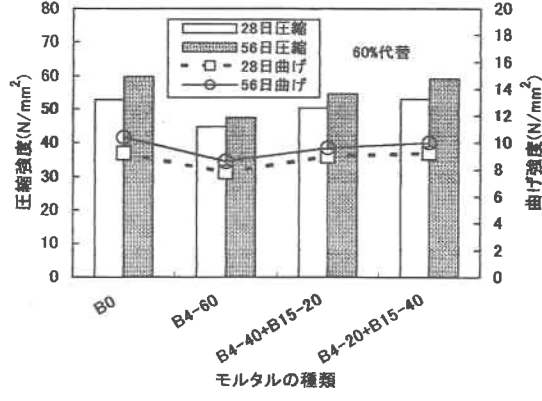


図-2 モルタルの種類と強度との関係

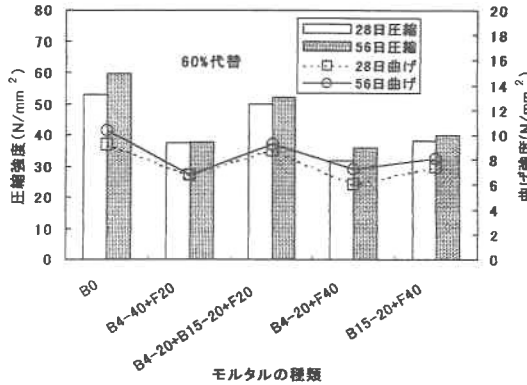


図-3 モルタルの種類と強度との関係

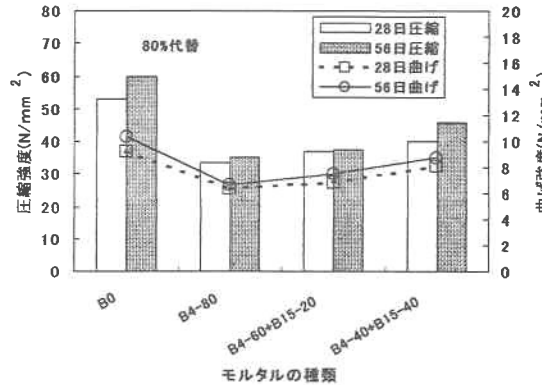


図-4 モルタルの種類と強度との関係

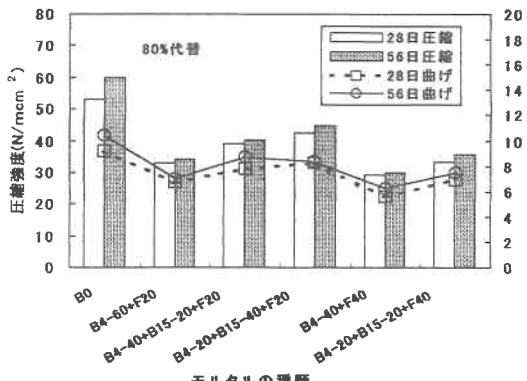


図-5 モルタルの種類と強度との関係