

V-233 産業副産物の混合使用に関する検討

徳島大学 正員 河野 清
 徳島大学大学院 学生員 栗飯原 史朗
 徳島県庁 正員。阿部 真仁
 建設材料試験所 楠原 重美

1. はじめに

近年になり、省資源・省エネルギーを図る目的や産業公害防止の立場から産業副産物の有効利用が検討され、セメントに代替できる混和材について各国で研究が進められてきた。現在、コンクリートに用いられている産業副産物は、その化学成分及び物理的特性により、コンクリート用混和材として有効であると報告されているが、従来の研究はこれらを単独使用した場合が多く、混合使用した場合についてはほとんど報告されていない。

そこで、本研究では産業副産物の混合使用の有効性すなわち相乗効果を検討する目的で、高炉スラグ、フライアッシュ及びシリカフェームを採り上げ、まず、モルタルについて混和材の組合せ及びその代替率を変化させて実験を行い、その強度特性について調査し単独使用の場合と比較した。さらに、そのモルタル試験結果を参考にして、コンクリートではシリカフェームを中心とした配合を用い圧縮強度、曲げ強度などについて調べあわせて蒸気養生の影響についても調査・検討した。

2. 使用材料とモルタル及びコンクリートの配合

(1) 使用材料 セメントには普通ポルトランドセメント（比重3.15）を、骨材にはモルタル用骨材として豊満標準砂、コンクリート用細・粗骨材として徳島県吉野川産の川砂（F.M. 2.85, 比重2.61）と玉砕石（ $M_s 15mm$, 比重2.69）をそれぞれ使用した。混和材には、表-1～表-3に品質を示すシリカフェーム（以下SFと略記）、フライアッシュ（以下FAと略記）及び高炉スラグ（以下BSと略記）を、また混和剤として高縮合トリアジン系の高性能減水剤を使用した。

(2) モルタル及びコンクリートの配合 モルタルの配合はJIS R5201

“セメントの物理試験方法”に準じた配合とフローを240と一定とした配合とを用いた。コンクリートの配合は工場製品への利用を考え、比較的硬練り配合のコンクリートとするため目標スランプを8cmとした。コンクリートの示方配合を表-4に示す。

3. 実験方法

(1) 供試体の作製及び養生方法 モルタルは容量7Lのモルタルミキサーを用い練り混ぜを行った後、JIS型枠に2層に詰め突き棒を用いて成形を行った。またコンクリートは強制練りミキサーを用いて練り混ぜを行い、 $\phi 10 \times 20cm$ の円柱及び $10 \times 10 \times 40cm$ のはり型枠に

詰め振動台で振動締め固め成形した。翌日供試体を脱型し、所定の材令まで $20 \pm 2^\circ C$ の水中養生を行った。また蒸気養生は最高温度を $65^\circ C$ とし、前養生、温度上昇及び等温養生期間を各3時間、温度下降期間を12時間とした。

(2) 試験方法 所定の材令に達した供試体を用い、曲げ強度試験及び圧縮強度試験を行った。なお、供試体数はモルタルの圧縮強度試験については1種につき各6本、その他については各3本とし、その平均値を採用した。

表-1 シリカフェームの品質

比重	比表面積 ブレン (cm^2/g)	化学成分 (%)					
		SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	C
2.22	21400	89.5	0.4	0.8	0.2	1.5	1.2

表-2 フライアッシュの品質

比重	比表面積 ブレン (cm^2/g)	化学成分 (%)					
		SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Total
2.91	3670	34.0	15.1	0.6	42.0	6.0	97.7

表-3 高炉スラグの品質

比重	比表面積 ブレン (cm^2/g)	化学成分 (%)			
		速分	強熱減量	SiO ₂	
2.27	3710	0.06	4.17	56.6	

表-4 コンクリートの示方配合

配合の種類	組骨材最大寸法 (mm)	目標スランプ (cm)	水結合率 (%)	細骨材率 (%)	単 位 量 (kg/m ³)										高性能減水剤 (cc)					
					水					セメント						単位量				
					W	C	S	G	SF	BS	FA	BS	FA	BS						
PL	15	8±1	52	50	177	342	893	920							5130					
SF5					174	318	910	937	17						5025					
SF10					176	304	903	931	34						5070					
BS15+SF5					174	268	908	936	17	50					5025					
FA5+SF5					174	302	907	935	17					17	5025					
BS15+FA5					163	250	917	943		48	16				4695					

4. 結果の考察

(1) フローの異なる場合のモルタル強度に及ぼす混和材の組合せ及び代替率の影響 モルタルの圧縮強度試験結果を図-1に

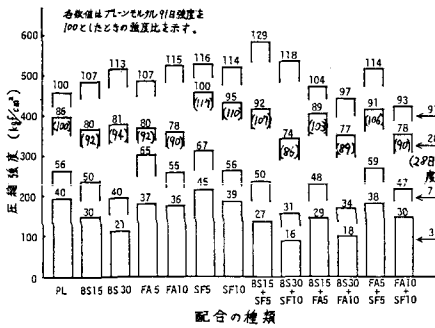


図-1 フローの異なる場合の圧縮強度

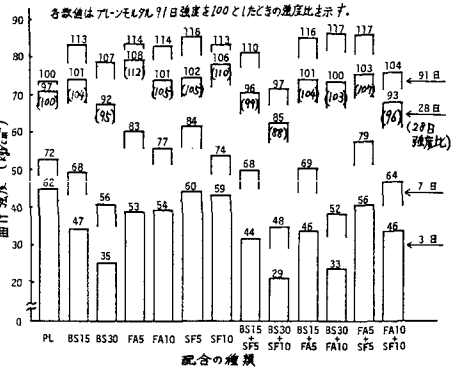


図-2 フローの異なる場合の曲げ強度

これらの図より、混和材を混合使用した場合のモルタルの強度はプレーンモルタル及び混和材を単独使用した場合に比べて、初期材令では劣るものの、その後の強度の伸びは大きく、材令91日ではプレーンモルタルより大となる傾向がみられる。混和材の組合せについては、圧縮強度ではSF+BSの混合がまた、曲げ強度ではFASを混合したものの強度が大となっており、混合使用の効果が伺える。

(2) フロー一定の場合のモルタル強度に及ぼす混合使用の影響 フローを一定にした場合の圧縮強度試験結果を図-3に曲げ強度試験結果を図-4に示す。フローを一定にした場合はフローの異なる場合に比べて

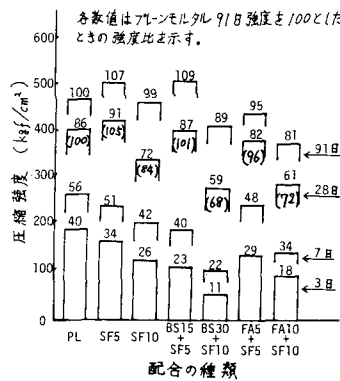


図-3 フロー一定の場合の圧縮強度

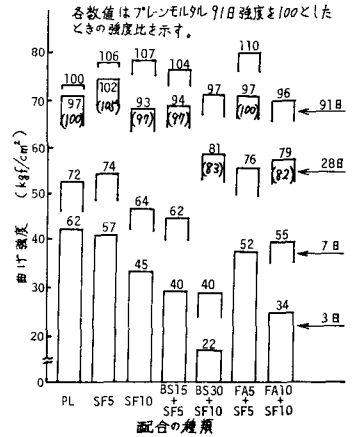


図-4 フロー一定の場合の曲げ強度

比べて長期材令での強度の伸びは小さくなっており、混合使用の効果はあまりみられない。この傾向は代替率の大きい場合に著しい。

(3) 混合使用のコンクリート強度に及ぼす影響 コンクリートの圧縮強度試験結果を図-5に曲げ強度試験結果を図-6に示す。混合使用したコンクリートの強度はSF単独使用の場合に比べて多少劣っているものの、材令91日では、BS+FAの圧縮強度を除いてプレーンと同等

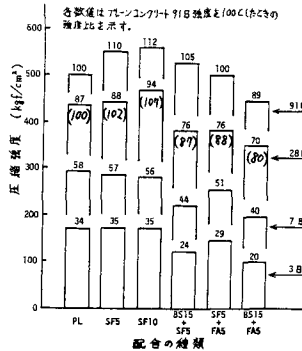


図-5 コンクリートの圧縮強度

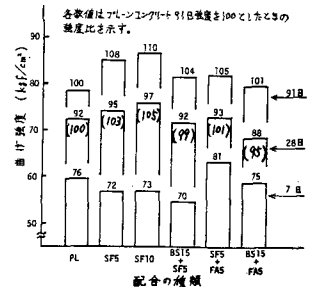


図-6 コンクリートの曲げ強度

あるいはそれ以上の強度が得られており、混合使用の効果が多少みられる。

(4) 蒸気養生の影響 蒸気養生を行ったコンクリートの圧縮強度試験結果を示した図-7より、混合使用に対する蒸気養生の効果はあまりみられない。

5. まとめ

産業副産物を混合使用することは、初期材令での強度の低下が多少みられるものの長期材令での強度の伸びは大きく、長期材令での品質改善にシリカフェームと高炉スラグあるいはフライアッシュとの混合使用は有効であると考えられる。

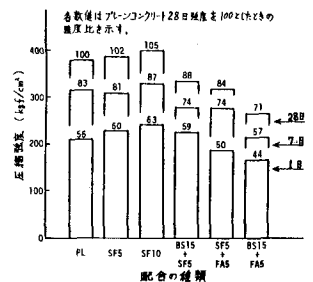


図-7 蒸気養生を行ったコンクリートの圧縮強度