

最近の四国産フライアッシュを用いたモルタル コンクリートの特性

徳島大学 正会員 河野 清
徳島県庁 正会員 阿部真仁
徳島大学大学院 学生員 〇兼飯原史朗
建設材料試験所 楠原重美

1. まえがき

従来、水工構造物に用いられる各種コンクリートにおいて、ワーカビリティの改善、長期強度・水密性の増進、セメントの節約等を目的として、混和材にフライアッシュを使用した例が多い。しかし、オイルショック後のわが国の石炭事情や火力発電所を取り巻く環境問題による石炭の品質低下、ボイラーの燃焼温度の規制等により、強熱減量の増加、粉末の粗粒部分の増大等のフライアッシュ自体の品質の低下が指摘されている。

そこで、本研究では、品質を改善した四国産のフライアッシュをモルタル及びコンクリートに有効利用することを目的とし、セメントの一部に代替して用い、予めセメント製造時にフライアッシュを混合したフライアッシュセメント及び標準的な普通ポルトランドセメントと比較して、モルタル及びコンクリートの諸性質について実験・検討を行った。

2. モルタル及びコンクリートの使用材料と配合

(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)、B種フライアッシュセメント(比重2.97)を、モルタル用細骨材には、豊浦標準砂と相馬砂とを、コンクリート用細骨材及び粗骨材には、徳島県吉野川産の川砂(F.M 2.85 比重2.61)と川砂利(最大寸法25mm、比重2.64)を使用した。混和材には、表-1に品質を示すフライアッシュを、また、混和材として減水剤とフライアッシュ用AE剤を使用した。

表-1 フライアッシュの品質

比重	ブレン ド灰分 (cm ² /g)	単位水量比 (%)	化学成分(%)		
			水分	強熱減量	SiO ₂
2.23	3830	96.7	0.26	4.17	56.6

(2)モルタル及びコンクリートの配合 モルタルの配合及びコン

クリートの示方配合を表

表-2 モルタルの配合

配合 種別	セメント種類	水セメン ト比 (%)	骨材/個分重量(g)			
			水	セメント	フライ アッシュ	砂
1:2 モルタル	普通ポルトランドセメント	65	338	520	—	1040
	B種フライアッシュセメント	65	338	520	—	1040
	フライアッシュ標準砂	65	338	442	78	1040

I及び表-2に示す。な
お、コンクリートのス
ランポは、コンクリー

トポンプの使用を考慮し2cmを目標とした。

表-3 コンクリートの配合

配合 種別	粗骨材 最大寸 法(mm)	目標 粗骨材 量(cm)	目標 水セメン ト比 (%)	水セメン ト比 (%)	単位 水量比 (%)	単位重量(kg/m ³)						
						水	セメント	フライ アッシュ	細骨材	粗骨材	減水剤	AE剤
NPC	25	12	4~5	52	40	162	312	—	725	1099	0.312	0.110
F C	25	12	4~5	52	40	157	302	—	727	1102	0.302	0.320
FA10	25	12	4~5	52	40	159	275	31	726	1101	0.306	0.250
FA15	25	12	4~5	52	40	157	257	45	727	1102	0.302	0.320
FA20	25	12	4~5	52	40	150	238	60	729	1106	0.298	0.390

3. 実験方法

(1)供試体の作製 モルタルについては、モルタルミキサーを用いて練りませを行い、JIS R 5201に準じて供試体を作製した。コンクリートについては、強制練りミキサーを用いて練りませを行い、φ10×20cm φ15×30cmの円柱型枠及びφ10×10×40cmはり型枠にコンクリートを詰め、振動台(6000rpm)で振動締固め成形し、供試体を作製した。

(2)養生方法 モルタルの強度試験用供試体及びコンクリート供試体は脱型後20±2℃の水中で所定の材令まで標準養生を行った。また、モルタルの耐薬品性試験用供試体は表-4に示す各種の養生条件で養生した後、3ヵ月間硫酸ナトリウム10%溶液に浸漬した。

表-4 試験後に浸漬するまでの養生条件

A	型枠が脱型後材令7日まで20±2℃で水中養生
B	型枠が脱型後材令28日まで20±2℃の恒温室内において封かん
C	20±2℃の相対湿度60±5%の恒温室内に静置
D	20±2℃の水中養生

(3)試験方法 所定材令に達した供試体を用いて、モルタルについては、曲げ強度及び圧縮強度試験を、コンクリートについては、圧縮強度試験、乾燥収縮試験及び透水試験を行った。

々、実験結果の考察、

(1)モルタルの材令と圧縮強度との関係 フライアッシュを用いたモルタルの圧縮強度は、図-1に示したように材令28日までにはフライアッシュを用いないモルタルに比べて劣るものの、材令28日以降の強度の伸びが大きく、材令91日ではフライアッシュを用いないモルタルの圧縮強度を追い抜き、長期材令における強度発現の良さが認められる。また、曲げ強度についても同様の傾向がみられた。

(2)フライアッシュがモルタルの耐薬品性に及ぼす影響 図-2にみられるように、前処理条件の如何にかかわらず、

フライアッシュを用いたモルタルの強度は、フライアッシュを用いないものより優れており、フライアッシュを用いることは、モルタルの化学抵抗性の改善に有効であるといえる。

(3)コンクリートの材令と圧縮強度との関係 図-3にみられるようにモルタルの試験結果と異なり、材令91日でフライアッシュセメントやフライアッシュ代替使用したものが普通セメントのコンクリートの強度に追いついていないが、単位セメント量がモルタルに比べて少ないこと、冬期になり養生温度が低下したことなどの影響があるためと思われる、さらに長期6ヵ月になると普通セメントのコンクリートを追い越すと考えられる。

(4)コンクリートの水密性 材令と耐透水指数との関係を図-4に示す。フライアッシュを用いたコンクリートの水密性は、図に示したように短期材令では普通セメントのコンクリートより劣るものの、長期材令になるほど改善される傾向がみられ、材令91日ではフライアッシュセメントを用いたコンクリートの水密性が最も良い。

(5)乾燥収縮に及ぼす影響 乾燥材令と乾燥収縮率との関係を示した図-5にみられるように フライアッシュを15%代替したコンクリートの乾燥収縮はフライアッシュを用いないアレーンコンクリートよりわずかに大なる傾向がある。また、フライアッシュセメントを用いると乾燥収縮はアレーンコンクリートと同程度となっている。

以上、まとめ

四国産のフライアッシュを普通セメントに15%代替して用いたコンクリートでは、材令28日で240kg/cm²前後の強度が得られており、湿潤養生による長期材令での強度増進、水密性と化学抵抗性の改善等を考えると、土木の土工構造を中心に、十分使用可能であるといえる。

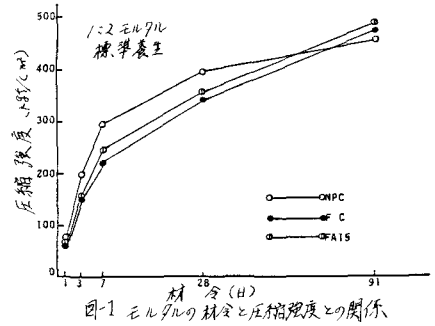


図-1 モルタルの材令と圧縮強度との関係

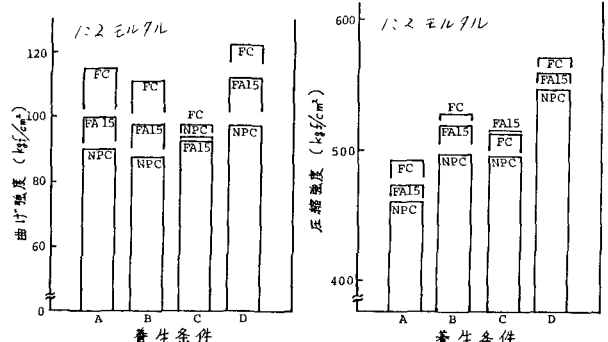


図-2 養生条件を変えた場合のモルタルの耐薬品性試験結果

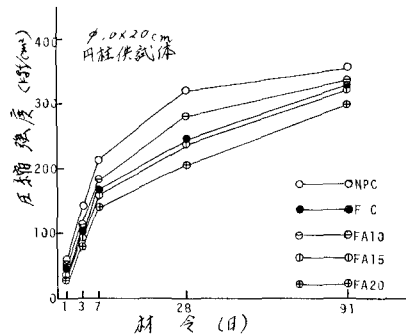


図-3 コンクリートの材令と圧縮強度との関係

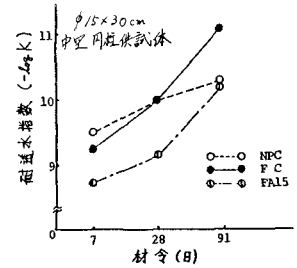


図-4 材令と耐透水指数との関係

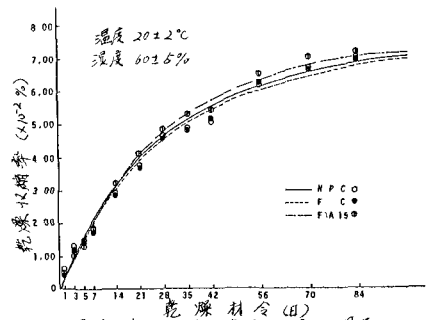


図-5 乾燥材令と乾燥収縮率との関係