

V-227 フライアッシュ高含有コンクリート実験 (その 2)

○(株)大林組 正員 入矢 桂史郎
(株)大林組 正員 岩崎 良一
(株)大林組 正員 堅川 孝生
(株)大林組 大貫 一宏

1. ま え が き

重力式コンクリートダムの合理化施工の一環としてRCD (Roller Compacted Dam Concrete)によるダム施工が増加しつつある。これまで施工されたものは、比較的低強度($\sigma_{ck}=120\text{kg/cm}^2$ 程度)のものが主流であった。しかし、今後、ダムの形式やダムサイトの状況によってはある程度の強度が要求される場合が予想される。RCDの場合、従来の考え方からするとフライアッシュ(以下FAと称す。)の混入率を変えずに結合材量を増加させる方法が一般的であるが、その場合、水和熱による温度応力が問題となる。

ここでは、上記の要求に対する一方法としてFAのポゾラン反応による強度増進と低発熱特性を生かしたFA高含有コンクリートに着目し、FAの置換率をパラメータとしてその諸物性および温度特性について実験を行い検討した。

表-1 使用材料

2. 使用材料および配合

使用材料を表-1に示す。RCDの配合を定める場合、一般のコンクリートと異なり締固め度から最適単位水量および最適細骨材率が定まる。ここでは「RCD工法技術指針(案)」に準じてFA置換率50%をベースとして、それらを算出した。表-2に実験に用いた配合を示す。粗骨材の最大寸法は40mmとし、コンクリートは100ℓパン型強制練ミキサーを用いて2分間練り混ぜた。

表-2 コンクリートの配合

No	C+F (kg/m ²)	F/C+F (%)	W/C+F (%)	空 気 量 (%)	S/a (%)	単 位 量 (kg/m ³)					
						C	F	W	S	G	Ad
A-1	200	0	45	1.5±0.5	34	200	0	90	736	1460	0.6
A-2		25				150	50		728	1448	0.6
A-3		50				100	100		723	1436	0.6
A-4		75				50	150		718	1424	0.6
B-1	100	0	90		38	100	0	90	835	1424	0.3
B-2		25				75	25		850	1418	0.3
B-3		50				50	50		845	1412	0.3
B-4		75				25	75		842	1408	0.3

セメント	N社製普通ポルトランドセメント 比重3.16
フライアッシュ	D社製 比重2.20 SiO ₂ 51.6% 水分0.1% 強熱減量1.6%
細骨材	木更津産山砂 比重2.60, FM2.67 74μ以下0.64%
粗骨材①	栃木産碎石 G _{max} 40mm 比重2.66 FM7.41 74μ以下0.64%
粗骨材②	栃木産碎石 G _{max} 20mm 比重2.66 FM6.64 74μ以下0.68%
混和剤	遅延型減水剤

表-3 コンクリートの試験方法

試験項目	試験方法
コンシステンシー	小型VC試験
空気量	JIS A1128
単位容積重量	JIS A1116
断熱温度上昇量	断熱温度上昇試験
硬化収縮率	φ150×H 300 JIS A1108
弾性係数	φ150×H 300 ASTM 469

3. 試験項目および方法

フレッシュコンクリートおよび硬化コンクリートの試験項目および方法を表-3に示す。供試体の作成方法は、高さ方向に3層に分割し、軽便壁打パイプレータにより各層60秒間振動締固めを行った。

4. フレッシュコンクリートの品質

FAの置換率とVC値の関係を図-1に示す。FA置換率25%を境として置換率が増すほどVC値は小さくなり、締固めに要するエネルギーを減少できる。図-2にAシリーズ(C+F=200kg/m³)20℃室内での練り置き試料におけるVC値の経時変化を示す。

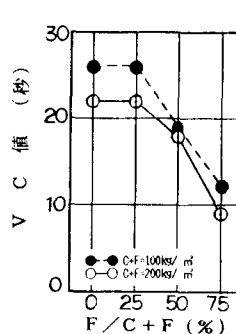


図-1 置換率とVC値

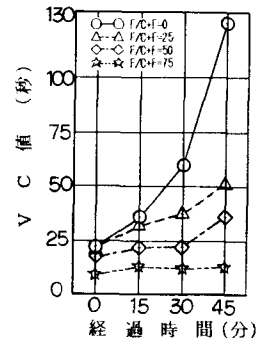


図-2 VC値の経時変化

FA置換率を大きくするほどVC値の経時変化は小さくなり、置換率75%のものは45分放置後もほとんど変化がみられなかった。図-3に空気量と置換率の関係を示す。空気量はFA置換率を大きくするほど減少するが単位体積重量はほとんど変化がみられなかった。図-4にAシリーズにおける断熱温度上昇試験結果を示す。FA置換率75%の場合、初期の発熱速度もおそく、最高温度上昇量も8℃と、かなり低い値を示した。

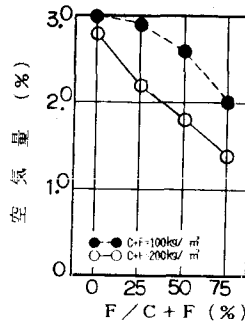


図-3 置換率と空気量

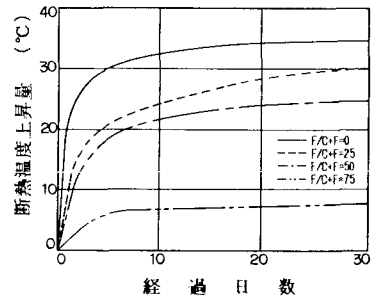


図-4 断熱温度上昇

5. 硬化コンクリートの性質

圧縮強度の経時変化を図-5～図-6に示す。B-4配合(C+F=100kg/m³ F/C+F=75%)を除き、50%以上置換したものは材令91日以降の強度増進が著しいが365日強度でも無置換の強度には至っていない。B-4配合ではFAの効果は顕著にみられないのは、単位セメント量25kg/m³と少ないためFAにポズラン反応をおこさせるに必要なCa(OH)₂の生成量が不足するものと考えられる。静弾性係数と圧縮強度の関係を図-7に示す。この関係は一般の普通コンクリートのものと大差ないと考えられる。Aシリーズについて断熱温度上昇量と圧縮強度に与えるFAの影響を単位セメント量比換算したものを表-4に示す。この結果から断熱温度上昇量低減という点からはFAの置換率を大きくする程、FAの発熱量が低減し、セメントのみの発熱量に近づいておりFA置換の効果があると判断できる。

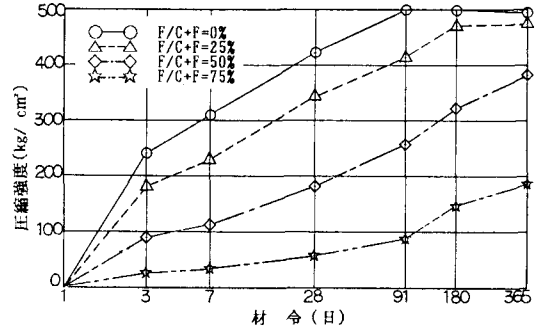


図-5 圧縮強度 (C/F=200kg/m³)

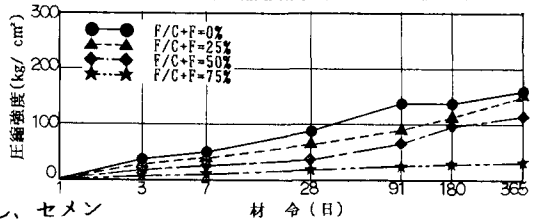


図-6 圧縮強度 (C/F=100kg/m³)

28日圧縮強度においてはFAを50%以上置換したものはFAの効果は認められず、逆に単位セメント量に見合った強度より低い。しかし、365日圧縮強度においては、FAが強度増進に大きく寄与していることが認められる。

6. まとめ

本実験をまとめると次のような事がいえる。

- 1) FA置換率を大きくする事によりRCDの施工性を改善できる。
- 2) 強度上FAの効果のある置換率の最大値は、本実験においては、C/F=200kg/m³の場合75%、C/F=100kg/m³の場合50%と考えられる。
- 3) C/F=200kg/m³、FA置換率75%で365日圧縮強度は

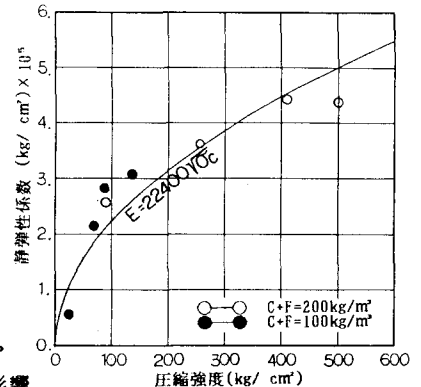


図-7 強度と静弾性係数

200kg/c m³程度期待できる。断熱温度上昇量は無置換の25%程度となる。以上、室内実験レベルでFA置換率の影響について比較検討したが、今後屋外施工実験等によりFA高含有の効果を確認したいと考えている。

表-4 FAの影響 (C + F = 200kg/m³)

配合	セメント (kg/m³)		温度上昇量 (°C)			28日圧縮強度 (kg/cm²)			365日圧縮強度 (kg/cm²)		
	単位量	比率	温度	比率	換算率	強度	比率	換算率	強度	比率	換算率
A-1	200	1.00	34	1.00		423	1.00		494	1.00	
A-2	150	0.75	30	0.88	53%	343	0.81	24%	474	0.96	84%
A-3	100	0.50	23	0.68	36%	181	0.42	-16%	382	0.77	54%
A-4	50	0.25	8	0.24	0%	57	0.13	-16%	188	0.38	52%

比率: A-1 配合を基準とした比率, 換算率: FAのうちセメントと同等の反応をしたと考えられる割合