

東北大学工学部 学生員 柏原賛和

中国建築材料科学研究 任 子明

東北大学工学部 佐武正雄

1. まえがき

近年、中国においては、毎年セメント需要に対して生産量が数百万も不足している状態にある。これを補う手段として、火力発電所の廃棄物のフライアッシュセメント及びコンクリートの製造に使用する研究が盛んに行われている。また、AE法は、コンクリートの力学特性の研究に導入されているが、その時期が比較的新しいこともあって、AE特性にはいまだ不明な点が多く、今後より一層の研究が必要である。このような観点から本文は、フライアッシュセメントを使用したコンクリートのAE特性について考察したものである。

2. 実験方法

実験には、 $\phi 10\text{cm} \times 20\text{cm}$ の円柱供試体を用い、セメントは普通ポルトランドセメントを使用した。また、各配合についてそれぞれ材令7日、28日、56日としたので、合計9種類の供試体について、荷重速度 20 kN/sec で一軸圧縮試験を行った。載荷方法は、供試体の端面にグリースを塗布し、載荷板と供試体の間にテフロンシートとゴムシートを挿入して間接載荷とした。また、実験に使用されたAE計測システムのブロックダイアグラムを図-1に示す。

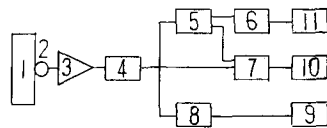
3. 実験結果

図-2は、AE事象総数と材令の関係。図-3は、破壊に至るまでに発生するAEの最大エネルギー比と材令の関係。図-4は、圧縮強度と材令の関係をそれぞれ配合A、B、Cについて各3本ずつの供試体の平均値を示したものである。また、図5~7は、それぞれA、B、Cの材令56日における応力レベルの変化に伴うAEエネルギー分布の変化を例として示したものである。ここで、図中の σ_{cu} は、破壊応力に対する載荷応力の比を表す。

4. 考察

図-2を見ると、配合B、C即ち、フライアッシュセメントを使用したコンクリートについては、材令が長くなるにつれてAE事象総数は増加する。フライアッシュを添加しない配合Aの場合についても、材令7日~28日の間は増加するが、28日~56日の間では、逆に若干ではあるが減少する。また、どの材令についてもAE事象総数は、配合A、B、Cの順で減少している。即ち、材令が同じであれば、フライアッシュの添加量が多い程、AE

表-1 配合表										
配合	W/C (%)	S/A (%)	単位量 (kg/m³)						添付率 7 フ ライ ア ッ シ ュ (%)	
			W	C		S (11砂)		G (砕石)		
				セメント	75 Zr	0.04 ~0.05	0.04 ~0.05	5~10		10~15
A	55	50	205	373	0	411	411	466	466	0
B	55	50	205	298	75	411	411	466	466	20
C	55	50	205	224	149	411	411	466	466	40



1. 供試体 2. トランスデューサ 3. アンプ
4. フィルタ 5. エネルギーアナライザ
6. データ取得システム 7. データ処理
8. トランジスタメモリ 9. シフトレジスタ
10. ペン書きレコーダ 11. XYレコーダ

図-1 AE計測システム

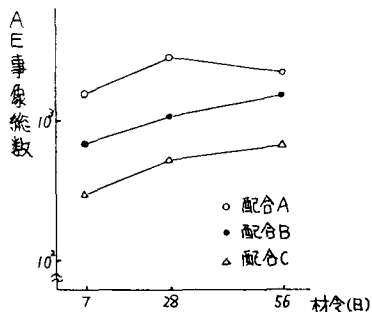


図-2 AE事象総数と材令の関係

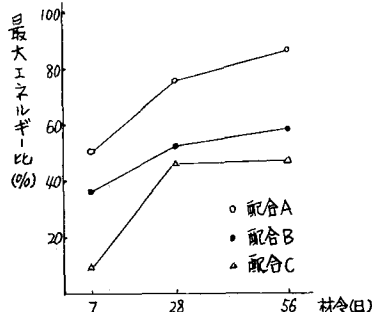


図-3 最大エネルギー比と材令の関係

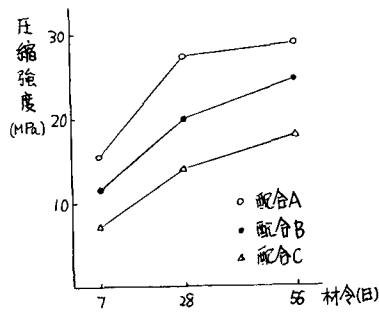


図-4 圧縮強度と材令の関係

事象総数は少くなる。図-3を見ると、配合A、B、C全てのものが、
 いて、最大エネルギー比は、材令が長くほるにつれて高くなり、図-2
 の場合と同様、材令が同じであれば、フライアッシュ添加量が大きい程
 最大エネルギー比は低くなる。図-4についても全く同様の傾向が見ら
 れる。山崎ら²⁾は、25%のフライアッシュを添加したコンクリートの強度
 が、フライアッシュを添加しないものと同等になるまでは、良質のフ
 ライアッシュで2~6ヶ月、粗粒のものは1年以上かかることを指摘
 しているが、本文で述べた実験結果は全て、このようなフライアッシュ
 セメントを使用したコンクリートの性質に関係があると考えられる。図-
 5~7は、それぞれ配合A、B、Cの材令56日におけるAEエネルギー分
 布の代表例であるが、破壊時に発生するAEの最大エネルギー比を見
 と、図-3において述べたように、配合A、B、Cの順にそれぞれ約90%、
 80%、30%と低くなる。また、破壊時におけるAEエネルギー分
 布の山の面積は、AE事象総数を表すのであるが、これも図-2で述べ
 たように、配合A、B、Cの順にこの山の面積が小さくなる。即ち、AE
 事象総数が減少しているのがわかる。次に、図-5~7で σ_{cu} の低い方
 から順に見てみると、いずれの場合も $\sigma_{cu} \approx 90\%$ までは、最大エネルギ
 ー比に対して1/2以下(配合Aについては約1/3)、10%前後の低いエネル
 ギー比でもAEが発生していない。ところが、 $\sigma_{cu} \approx 90\%$ を越え、
 破壊近くになると、最大エネルギー比に対して1/2以上の高いエネルギ
 ー比でもAEが発生する。図-8は、AE事象総数と荷重の関係の一例
 を示しものであるが、これを見ると、AE事象総数は破壊付近から急
 激に立ち上がる様子がわかる。このような傾向は、材令、配合によらず
 全ての試験体において現れた。これは、図-5~7で、 $\sigma_{cu} \approx 90\%$ を越
 えに後、山の面積が急激に大きくなることを意味している。ここでフ
 ライアッシュの化学成分については、主に SiO_2 と Al_2O_3 であるが、これは
 普通及び早強ポルトランドセメントの主な化学成分と共通である。従
 って、コンクリートの硬化過程中的水和反応などは、類似していると思われ
 る。また、昨年、早強ポルトランドセメントを使用したコンクリートに関し
 て、AEエネルギー分布と微視的破壊機構がよく対応していることを明らかに
 しているが、これらのことと今回の実験で、AEエネルギー分布の変化が、フ
 ライアッシュ添加量に関係なくほぼ同様の傾向を示したことから、フライ
 アッシュセメントを使用したコンクリートにおいても、その破壊レベルとAEエ
 ネルギー分布の変化からある程度予測することが可能ではないかと考えら
 れる。なお、本研究については、東北大学土木工学科材料力学研究室の新聞
 茂・石見政男両氏の協力を得たことを記し、謝意を表す。

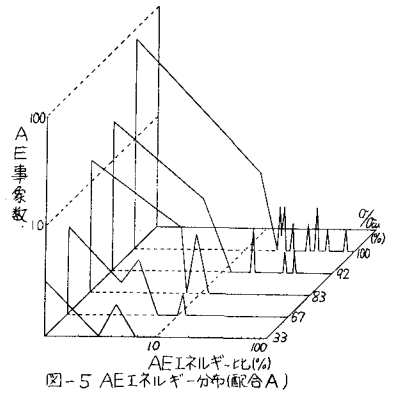


図-5 AEエネルギー分布(配合A)

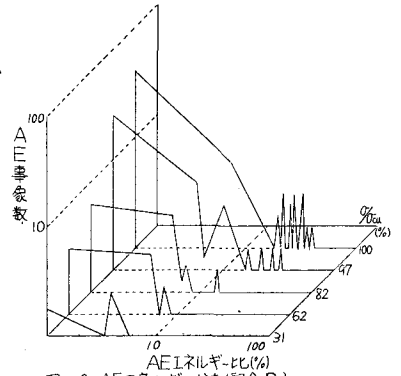


図-6 AEエネルギー分布(配合B)

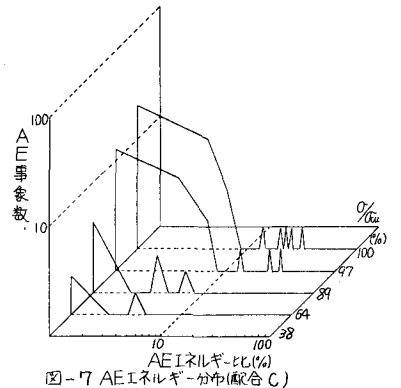


図-7 AEエネルギー分布(配合C)

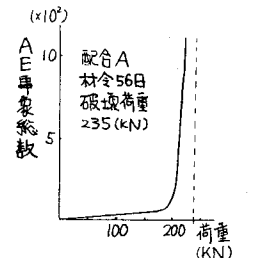


図-8 AE事象総数と荷重の関係

参考文献

- 1) 王幼云、任子明：中国セメント工業 Gypsum & Lime NO. 184 1983 PP. 145~150
- 2) 山崎寛司、佐藤健：コンクリート工学 VOL. 19 NO. 11 1981 PP. 68~74
- 3) 柏原賢和、佐武正雄、新聞茂：土木学会第38回年次学術講演会講演集 V 1983 PP. 13~14