

## A E レートプロセス解析によるコンクリートの劣化度判定法の考察

熊本大学工学部 学生員 ○糸中 教博  
 熊本大学工学部 正 員 大津 政康  
 (株) 四国総合研究所 油野 邦弘

## 1. はじめに

コンクリート構造物の劣化度診断に関する手法の開発は、維持・管理へのニーズの増加に伴って非常に重要なテーマとなりつつある。筆者らは、この目的のために構造物より採取されたコア供試体の一軸圧縮試験時のアコースティック・エミッション(AE)発生特性に基づいた判定法に関する技術開発を行って来ている<sup>1)</sup>。しかし、強度、ヤング率などの物理量とは異なりAEの発生挙動については、まだ定量化に問題が残されており測定条件の影響なども明かではない。そこで、これらについて基礎的な検討を行った。

## 2. 実験概要

表-1 コンクリートの配合

## 2.1 供試体

試験を行ったコンクリートの配合を表-1に示す。W/Cの異なる2種類の配合において骨材最大寸法は20mmとし、空気量はAE剤により調整した。劣化として凍結融解作用を対象としたため、W/C = 45%

| W/C<br>(%) | 単位量 (kg/m <sup>3</sup> ) |     |     |      | Slump<br>(cm) | 空気量<br>(%) | 圧縮強度<br>(MPa) |
|------------|--------------------------|-----|-----|------|---------------|------------|---------------|
|            | W                        | C   | S   | G    |               |            |               |
| 45         | 165                      | 367 | 727 | 1058 | 5.1           | 2.5        | 56.3          |
| 55         | 165                      | 300 | 750 | 1092 | 6.0           | 5.2        | 44.5          |

の方の空気量を低く、55%の方を空気量を高くした。そして、一軸圧縮用の標準供試体(φ10cm X 20cm)を作成した。その供試体の20℃で水中養生を行った材令28日の3本の平均圧縮強度も表中に示す。他の供試体は、その後水中凍結融解試験装置により人工的に劣化させた。2種類の配合ともゴムスリーブに入れ水中に設置し、凍結融解過程は4時間で最高+4℃から最低-17℃の凍結融解1サイクルを完了するようにした。ここで、150サイクルの凍結融解劣化後にも一軸圧縮試験が可能なように、氷による直接の被害を防ぐようにゴムスリーブ内の隙間には砂を充填した。

表-2 AE計測条件

| 測定条件    | 標準パラメータ          | 変更パラメータ         |
|---------|------------------|-----------------|
| センサ     | 905S             | 905US           |
| 周波数帯    | 10 kHz - 300 kHz | 300 kHz - 1 MHz |
| 頻度計数法   | 事象計数             | リングダウン計数        |
| しきい値レベル | 雑音レベルの1.5倍       | 雑音レベルの3.0倍      |
| 載荷速度    | 10 tonf/min      | 3 tonf/min      |

## 2.2 一軸圧縮試験とレートプロセス解析

一軸圧縮試験におけるAE計測の測定条件は、表-2のように与えた。これは、従来から用いてきた測定条件(標準)に対して、変更パラメータとして、いずれか一つを代えた条件でAE測定を行った。ここで、センサにはあまり特性の異なるものは、影響が大きいと考えられたため同じ共振特性を持ち形状の異なる感度の低いものを採用した。また、頻度計数として従来から広く採用されている波形のしきい値を越えた頻度を全て計数するリングダウン計数についても検討することにした。以上の測定条件の影響は、健全な供試体について検討した。劣化した場合としては凍結融解の50、100、150サイクル後にそれぞれ3本の供試体の一軸圧縮試験を行った。全ての実験で、供試体には縦ひずみゲージとAEセンサを取り付け、強度、弾性率、

AE 頻度  
を求めた。  
一軸圧  
縮試験に  
おける A  
E 頻度の  
発生挙動  
よりコン  
クリートの劣化度  
を評価す  
るために、

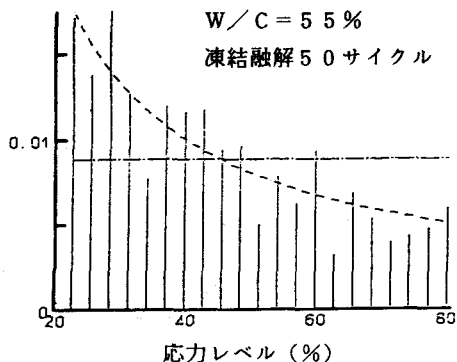
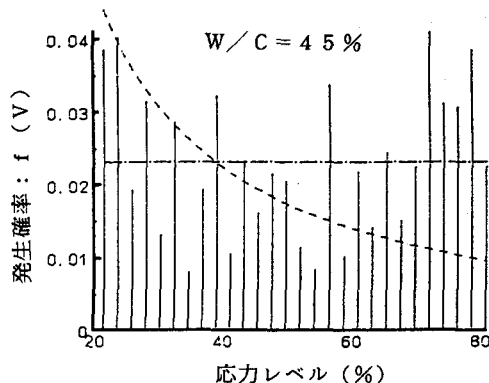


図-1 AE 発生確率  $f(V)$  の挙動

レートプロセス解析を用いた。この手法では、AE 発生頻度  $N$  を終局破壊に対する応力レベル  $V$  (%) の関数として、次式状態方程式の成立を仮定する。

$$dN/N = f(V) dV \quad (1)$$

既報<sup>1)</sup>では、劣化度を評価するために、上式の発生確立  $f(V)$  を双曲線と仮定して解析したが、その後の研究により、健全な場合には適用困難となることが認められた。そこで、直接に AE 頻度を式(1)に代入し  $f(V)$  を求めた。

#### 4. 結果及び考察

健全な  $W/C=45\%$  の供試体と  $W/C=55\%$  で凍結融解サイクルを 50 回受けた供試体での AE 計測結果より求められた  $f(V)$  の例を図-1 に示す。図中のヒストグラムが応力レベルでの  $f(V)$  であり、一点鎖線がその平均値、破線は双曲線で近似したものである。これより  $f(V)$  の関数形は非常に変動が大きく、劣化した場合には、ある程度双曲線で近似し易い分布とはなっているが、健全な場合はどのような関数でも近似しづらいものであることが分かる。そこで、応力レベル 20% から 80% までの間における  $f(V)$  の平均値  $b$  を求めることにした。この場合には、式(1)は簡単に積分できて、次のようになる。

$$N = C \cdot \exp(bV) \quad (2)$$

種々の AE 計測の設定条件における  $b$  値

への影響をまとめたところ、 $b$  値の変動はそれほど大きくはないことがわかった。そこで、凍結融解作用によって劣化した場合の結果は、標準パラメータのみにより検討した。その結果を図-2 に示す。 $W/C=45\%$  のコンクリートは強度はあるが、空気量が少なかったため相対弾性係数の低下は大きい。一方、 $W/C=55\%$  のものは強度は普通であるが、空気量があるため相対弾性係数の低下は小さいことがわかる。これに対して、 $b$  値の変化はいずれのコンクリートでも同じ程度の値となっており、これより AE 発生頻度の発生確率で見れば同じ程度の劣化度と評価していることになることが認められた。

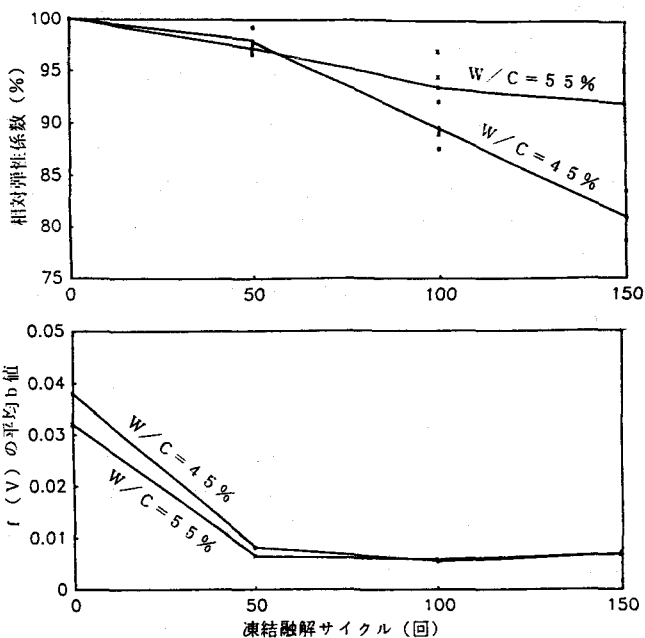


図-2 凍結融解過程での劣化指標

【参考文献】1) 大津政康、森永浩通、セメント・コンクリート論文集, No. 43, pp. 394-399, (1989)