

AE 法によるコンクリート・コア供試体の損傷度測定の考察

○熊本大学大学院 学生員 時任哲郎
 熊本大学工学部 正員 友田祐一
 熊本大学工学部 正員 大津政康

1. はじめに

損傷を受けた構造体コンクリートの評価をコア試験片の圧縮下での破壊挙動より行う方法¹⁾について検討した。ここで損傷を有するコンクリート・コア供試体は、曲げ試験後の鉄筋コンクリート梁より採取した。AE 法に関してはレートプロセス解析により AE 発生頻度を近似し、応力-ひずみ挙動から損傷力学²⁾の損傷パラメータをローランドモデルにより評価した。これらから得られたすべてのパラメータを比較し、コンクリートの圧縮挙動と損傷度の関係からコア採用されたコンクリートの損傷度を健全時の資料なしに定量的に評価しうる AE 計測法について考察した。

2. 実験および解析

実験では、鉄筋コンクリート梁の曲げ載荷試験を実施した。そのコンクリートの配合は表-1 に示し、配筋図および載荷状態を図-1 に示す。ここで用いた主鉄筋は D10 の異形鉄筋、スターラップ筋は $\phi 6$ の丸鋼鉄筋である。その梁から曲げ試験後に直径 10cm、高さ 20cm のコア供試体を図-1 に示す位置から 7 本採取した。これらのコア供試体に一軸圧縮試験を行い、同時に AE に関するパラメータおよび荷重を計測した。

表-1 コンクリートの示方配合

最大粒径 (mm)	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)				混和剤 (cc)	スランプ [°] (cm)	空気量(%)
			水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G			
20	50	48	172	344	830	1021	104	4.0	4.6

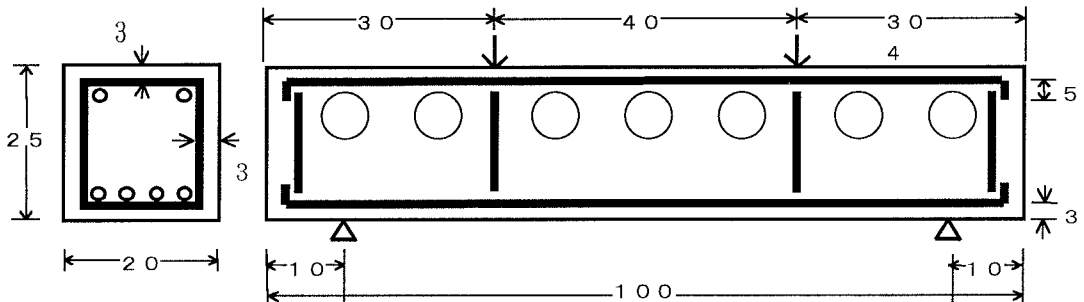


図-1 鉄筋コンクリート梁の配筋図およびコア抜き位置(cm)

梁の曲げ試験は2本実施し、中立軸付近までひび割れが進展した時点（荷重値で122kN及び141kN）で除荷した。解析では、総AE発生数Nと応力レベルVとの関係をレートプロセス解析により近似し、

$$N = CV^a \exp(bV) \quad (1)$$

と近似した。ここでa,bはAE発生に関する実験パラメータである。次に、損傷力学モデルとしてのローランドモデルにより応力とひずみの関係を表すと³⁾、

キーワード：AE法、損傷力学、レートプロセス解析、ローランドモデル

〒860-8555 熊本県熊本市黒髪2-39-1 TEL 096-342-3542 FAX 096-342-3507

$$\sigma = E^* \cdot (1 - \Omega_0 - A_0 \varepsilon^\lambda) \cdot \varepsilon \quad (2)$$

となる。 E^* は健全なコンクリートのヤング率、 Ω_0 は圧縮試験時の損傷度、 λ は応力一ひずみの破壊時の値から決定される定数である。

3. 結果および考察

コア供試体の圧縮試験結果において、AE 発生挙動をレートプロセス解析した例を図-2に、ローランドモデルの解析結果の例を図-3に示す。図-2、3に見られるようにレートプロセス解析、ローランドモデル共に実験結果と解析結果が非常によく一致していることがわかる。また、ローランドモデルで Ω_0 を導くと、

$$\Omega_0 = 1 - (\lambda + 1)(\Omega_c - \Omega_0) \quad (3)$$

という式が得られる。ここで Ω_c は、圧縮破壊時の損傷度である。この式(3)より損傷度 Ω_0 は、 λ と Ω_c 。 Ω_0 がわかれば決定可能であることがわかる。 λ は、図-3のようにモデルの決定の際に求められている。そこで、レートプロセス解析により得られるパラメータ a 、 b とローランドモデルにより得られるパラメータの関係について考察した。応力レベル V に 100(%)を代入すれば圧縮試験中に生じた AE の発生総数 N_e が式(1)より求まる。この N_e が式(3)の $\Omega_c - \Omega_0$ の値に相関関係があると考え、パラメータ a 、 b に注目して式(1)より導かれる 100^a と $\exp(100b)$ のそれぞれについて $\Omega_c - \Omega_0$ との相関を求め、その結果から解析により $\Omega_c - \Omega_0$ を求めた。その例を図-4に示す。この図より a による一次近似の相関直線は減少傾向にあることがわかる。実験では2つの梁を使用した、もう一方の梁についても同様の結果が得られた。このようにして得られた $\Omega_c - \Omega_0$ の値を式(3)に代入すれば解析からの Ω_0 が Ω_{0a} 、 Ω_{0b} として求められる。実験から得られた Ω_0 とここまでの解析から得られた Ω_{0a} 、 Ω_{0b} の比較を図-5に示す。(○)は a から、(▲)は b から出した初期損傷度で、直線は理論上での2つの Ω_0 が一致した場合の直線である。曲げ実験で導入した損傷度がそれ程大きくないため、多少のばらつきは認められるが、実験から得られた Ω_0 が、レートプロセス解析によりかなりの精度で求められていることがわかる。このことからレートプロセス解析を用いる AE 法、ローランドモデルを用いる損傷力学の2つの理論を利用すれば実際の構造物の初期損傷度を予測することができると考えられる。この方法では、初期の健全度との比較は必要ではないため、点検・調査に有用な測定となることが期待できる。

参考文献

- 1) 大津政康・丹羽義次：アコースティックエミッションの特性と理論、森北出版、1988
- 2) L.M.Kachanov: Introduction to Continuum Damage Mechanics、Martinus Nijhoff Publishers、Dordrecht、1986
- 3) 大津政康、時任哲郎、藤岡泰作：AE 法と損傷力学に基づいたコンクリートの劣化度評価、セメント・コンクリート論文集、No.51、198—203、1997

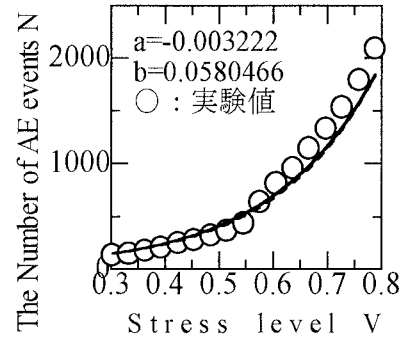


図-2 レートプロセス解析

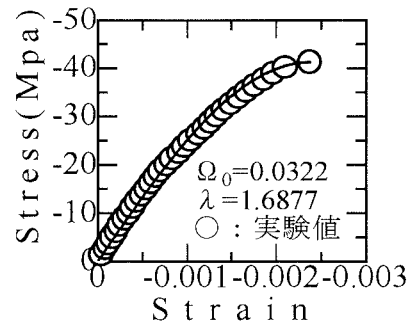


図-3 ローランドモデル

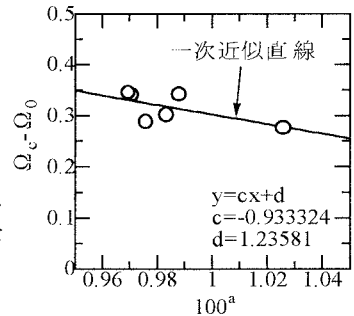


図-4 $\Omega_c - \Omega_0$ と a の関係

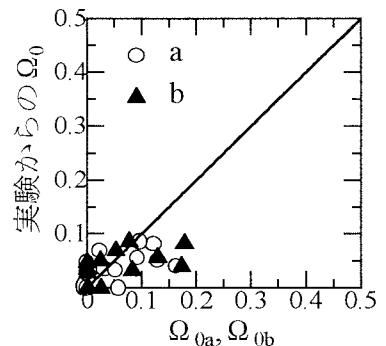


図-5 実測の Ω_0 と Ω_{0a} 、 Ω_{0b} の比較