

AE 法によるコンクリートの定量的損傷度評価法の開発

熊本大学大学院 学生会員 ○一ノ瀬 誠 熊本大学 非会員 渡辺 満穂子
熊本大学大学院 学生会員 渡辺 弘史 熊本大学大学院 正会員 大津政康

1. はじめに

コンクリート供試体の一軸圧縮試験時に AE 計測を実施することにより、コンクリート構造物の損傷度を定量的に評価する手法について研究を進めている。既存実構造物の健全時弾性係数をレートプロセス解析結果から推定する手法を提案中であり、本論文では少数の供試体数でも適用可能なデータベースを用いた手法について検討を行った。

2. 解析理論

一軸圧縮試験における AE 発生特性の定量化のため、レートプロセス解析^{2),3)}により、AE 発生総数 N と応力レベル V を式(1)のように近似する。ここで、 a, b は定数、 C は積分定数である。

$$N = CV^a \exp(bV) \tag{1}$$

また、ローランドモデル⁴⁾により、応力-ひずみ関係は損傷関数 Ω を用いて式(2)のように近似する。ここで、 E^* は損傷を受けていない材料の弾性係数、 Ω_0 は初期損傷度、 A, λ は材料固有の定数である。

$$\sigma = E^* (1 - \Omega_0 - A \varepsilon^\lambda) \cdot \varepsilon \tag{2}$$

圧縮試験による損傷累積 $\Omega_e - \Omega_0$ を評価するために、式(3)の近似式を提案している。式(3)により $E^* = E_e + \exp(Y)$ として E^* を推定することができる⁵⁾。ここで、 E_0 は接線弾性係数、 E_e は終局時の割線弾性係数、 Ω_e は終局時損傷度である。

$$\ln(E_0 - E_e) = E^* (\Omega_e - \Omega_0) = Xa + Y \tag{3}$$

3. 実験概要

一軸圧縮試験で使用した AE 計測システムを図-1 に示す。供試体は、径 10cm、高さ 20cm の円柱供試体を用いた。実験では、水中凍結融解試験を行い、人工的に劣化させた状態で一軸圧縮試験を実施した。また、既設橋より採取したコア供試体(図-2)も同様に実験を実施した。AE 計測条件として、AE センサは広域帯型(共振周波数: 約 1MHz) のものを使用し、周波数帯域は 10kHz-300kHz、検出された AE 信号はプリアンプ 40dB、メインアンプ 20dB の計 60dB で増幅した。AE 発生数の計測に際して、しきい値は 42dB とした。AE 計測は、2 チャンネルで実施し、全てのデータはその平均値を採用した。

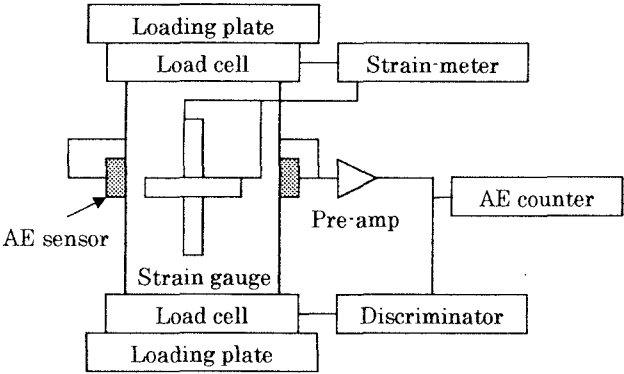


図-1 AE 計測システム

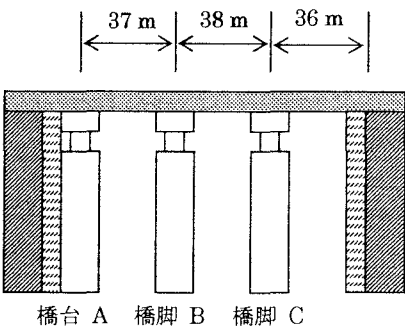


図-2 既設橋図

4. 結果および考察

式(3)により凍結融解劣化した供試体の弾性係数の変化 $\ln(E_0 - E_c)$ と a 値の関係を近似した例を図-3(a)に示す。この関係より E^* を評価することができる。次に、少数の供試体で精度の高い E^* を算出できるように、過去の全ての実験データを用いて $\ln(E_0 - E_c)$ と a 値の関係を近似した例を図-3(b)に示す。このデータベースを用いて算出した健全時の弾性係数を E^*_a とする。

式(3)より算出した解析値の健全時弾性係数 E^* 、 E^*_a 、実験値での健全時(0cycle)弾性係数 E_{0cycle} などに対して相対的な損傷度として弾性係数の相対比をとった結果を図-4に示す。ここで、 E_0^n は凍

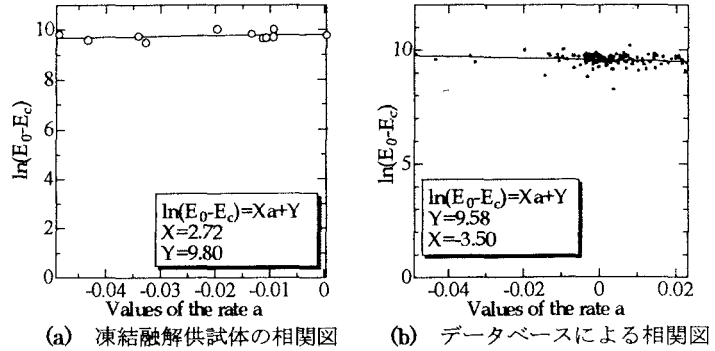


図-3 $\ln(E_0 - E_c)$ と a 値の相関図

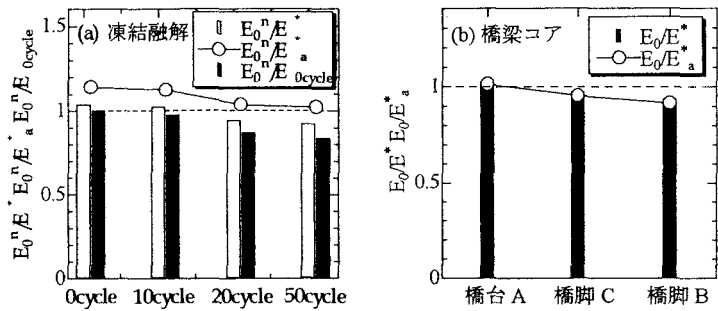


図-4 相対損傷度評価

結融解試験の n サイクル後の接線弾性係数である。 E_0^n/E^* は、各種の供試体について E^* を算出し、相対損傷度を評価しており、 E_0^n/E^*_a は、今回のデータベースを用いて E^*_a を算出した相対損傷度を評価している。 E_0^n/E_{0cycle} は、実際の実験値での相対損傷度評価である。図より、凍結融解試験を施した供試体では、サイクル数の変化により段階的に相対損傷度は減少しており、AE で評価した値も同様の挙動を示していることが分かる。データベースを用いると多少健全な方に評価しているようである。 E_0^n/E^* と E_0^n/E_{0cycle} については、ほぼ等しいと言える。次に、橋梁コアについては、 E^* と E^*_a はほぼ等しい値になっており、相対損傷度は各コアでほとんど同じ値を示している。これにより、実構造物において、少数の供試体コアで定量的な損傷度を評価できる可能性が示された。

5. まとめ

- (1) 圧縮試験時の弾性係数の低下 $\ln(E_0 - E_c)$ と a 値の相関関係から、健全時の弾性係数 E^* を推定した。この妥当性を凍結融解試験により劣化させた供試体で確認した。
- (2) データベースを用いることで少数の供試体であっても健全時の弾性係数 E^* を推定される可能性が示された。これにより、AE 法に基づいたコンクリートの定量的損傷度評価法が可能と考えられる。

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) M.Ohtsu：Progress in Acoustic Emission V p.311 (1990) JSNDI
- 3) K.Matsuyama and M.Ohtsu：AECM-4 p.132 (1991)
- 4) L.M.Kachanov：Introduction to Continuum Damage Mechanics (1986) Martinus Nijhoff Publishers.
- 5) 飯田剛史、渡辺弘史、友田祐一、大津政康：コンクリート工学年次論文集、Vol.22・No.1,271 (2000)