

割製試験におけるAE特性について

京都大学工学部 小林昭一

大津政康

京都大学学生 ○松尾昭彦

1. はじめに

割製試験は、岩盤材料の引張強度を定める試験として標準的なものであり、最も広く用いられている。この試験法は、同位供試体に直径方向に對向して圧縮力を加えると、この直径上には、それと垂直な方向にほぼ一樣な引張主応力が生じ、この応力によって引張破壊（破断）が起ることを前提としている。しかし、果して、破壊は引張主応力だけによつて生じるかどうか、また、最大引張応力による破壊の可能性はどうか、さらに一様一様に瞬間的に全断面が破断するものかどうかはどうかは不明である。この疑問に答えるためには、実験的に検証する以外に方法はない。

本研究は、上記の疑問を解くことを意図して、最近非破壊試験のひとつであるエコーリング法として注目されるようになったアコースティックエミッション法（以下AE法と略す）を用いて、試験時のエコーリングを行い、AE特性を検討すると同時に、供試体内の破壊過程を推定しなすのである。

2. 試験概要

- i) 供試体寸法: $\phi 15\text{cm} \times 15\text{cm}$, ii) 供試体種類: A (水:セメント:砂 = 0.6:1:2, $\sigma_p = 440 \text{ kg/cm}^2$), B (水:セメント:砂 = 0.3:1:0.5, $\sigma_p = 390 \text{ kg/cm}^2$), C (水:セメント:砂 = 0.8:1:5, $\sigma_p = 68 \text{ kg/cm}^2$), D (水:セメント:砂:粗材 = 0.64:1:2:4, $\sigma_p = 310 \text{ kg/cm}^2$), iii) 養生: 水中20°C
iv) 載荷方法: 試験機剛性が増大させる目的で、I-200-150-5mmを介して載荷 (Fig.1)

割製時のロードセル荷重は、 $P/5 \sim P/10$ とした。

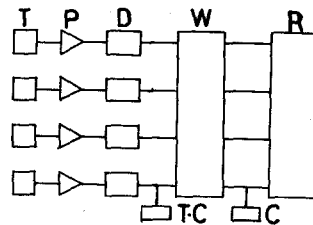
- v) AE測定: AE装置のブロックダイアグラムをFig.2に示す。

破壊源探査の目的で、4-ch構成とした。AEのトランスデューサーとして、PZT-5 ($\phi 8\text{mm} \times 2\text{mm}$)を用いた。

AE信号はFig.3の4点(A~D)より検出した。

なお、AE信号はポリアンプで20dB、高周波増幅器で約40dB増幅後、10kHz~300kHz、10mV以上のものをウェーブメモリーを用いて1μsecの隔でサンプリングして読み取り、20000倍に時間

スケールを拡大してペンレコーダーで記録した。記録紙上で、1μsecが1mmとなるようにした。



T: PZT-5 P: プリアンプ FC: カウンター
D: 高周波増幅器 W: ウェーブメモリー C: オシロスコープ
R: レコーダー

Fig.2

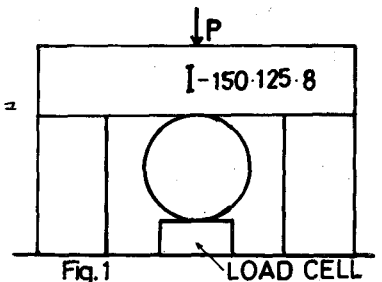


Fig.1

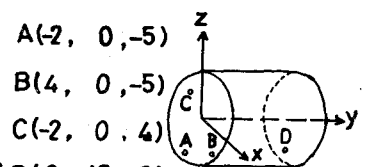


Fig.3

なお、試験では接触を十分にし、ノイズと極力減少させる一帯、常時オシロスコープで AE 信号と確認のうえ、記録した。
3 破壊源の精度検証

AE 信号の特性、AE 波（弾性波の弾性速度、破壊源探査の精度（計算方法の精度も同時に含まれている））などを確認する目的で、供試体表面の数点から 50 KHz 又は 100 KHz の単発信号を入れ、これを記録計算した。供試体 A に関する例を表-1 に示す。なお、弾性波速度（縦波） $V_p = 3700 \text{ m/s}$ である。

この結果、信号源 P_1, P_2 は除外し、精度は約 15 mm 以内ということになる。これは、トランスデューサ径の 2 倍程度ということであり、やむを得ない誤差であろう。なお信号源 P_5 は $P = 0$ 面上、 P_6 は反対側の面上にあり、前者はトランスデューサ A ~ C、後者は D と同じ平面上にあるため、検出は検出されない。表中の値は縦波によるとして算出したものであり、比較の対象とならないが参考のため掲げておいた。

	信号源の座標	信号源測定座標
P_1	(-7.5, 6.0, 0.0)	(-6.1, 6.0, 0.5)
P_2	(-3.8, 11.0, 6.5)	(-2.2, 10.9, 6.9)
P_3	(7.5, 1.0, 0.0)	(7.8, 2.0, -0.3)
P_4	(0.0, 7.5, -7.5)	(-0.3, 6.9, -8.1)
P_5	(0.0, 0.0, 0.0)	(-0.1, 1.0, 0.2)
P_6	(0.0, 15.0, 0.0)	(1.6, 12.6, 0.31)

表 1

4 試験結果とその他の検討

全ての供試体シリーズについて述べる紙面がないので、以下では、A 供試体に関する結果だけに述べる。

i) 荷重 - ひずみ（中央点）曲線と、破壊源探査のための検出した AE 信号の発生点を Fig-4 に示す。

ii) 荷重 - AE 強度（10 秒間毎の AE 回数）曲線を Fig-5 に示す。

iii) 破壊源探査の結果を Fig-6 に示す。

Fig-4 より、供試体は変形が十分制御されて載荷されていることが分る。中央部にヘヤクラックが認められ、後で急激には破壊しなかった。Fig-5 より、低荷重時の AE は加圧盤と供試体の接触部に生じたもの（供試体と加圧盤との不整合による）であり、8 秒後の急増は割裂かわずかな荷重増に急激に起こることを示している。

Fig-6 は破壊は必ずしも最終破断面だけに生ずるものではないことを示している。

5. おわりに

以上の結果から、AE 法は優れた非破壊試験法であることが分る。今後の活用が期待されよう。

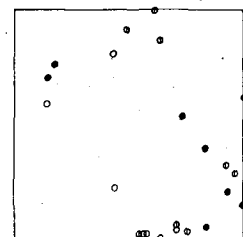
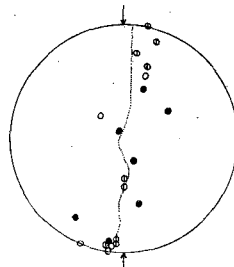
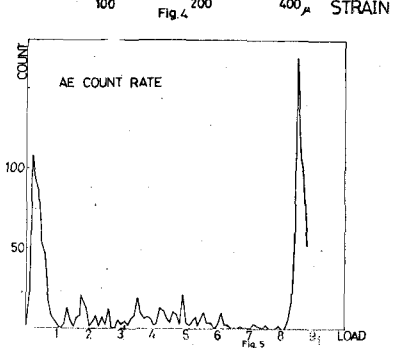
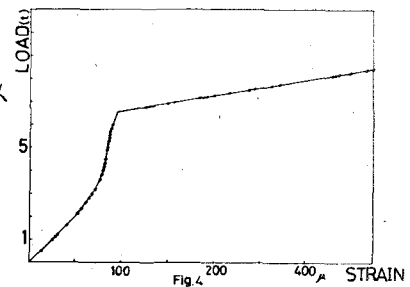


Fig. 6

○: 0<P<40, ●: 40<P<70, ⊙: 70<P