

「地殻の初期応力測定法として AE 法におけるカイザー効果に関する実験的研究」

東海大学 大学院 学生会員 ○大洞 光央
 東海大学 大学院 桑江 ひとみ
 東海大学 海洋学部 正会員 迫田 恵三
 東海大学 海洋学部 正会員 アイダン・オメル

1. はじめに

地殻の初期応力状態は構造物を建設する際に不可欠である。初期応力を計測するための様々な手法があるが、その費用は高く重要な構造物以外に実施されないことが多い。カイザー効果¹⁾ (Kaiser Effect) に基づいて AE (Acoustic Emission) 法による地殻の初期応力測定技術が研究・開発されてきた²⁾。当初 AE 法の計測装置も値段が高く簡便な手法としては実現されていない。しかし、近年技術が進歩し AE 計測装置も安くなったことから、AE 法による初期応力測定が再び着目されるようになってきている。しかし、AE 法が基づいているカイザー効果には、まだいくつかの問題点が残されている。今回、人工岩石材料として無応力履歴を持つ強度が異なるコンクリートの円柱供試体(計 56 本)を作成し、1 軸圧縮試験で破壊に至る前に数回にわたり载荷・除荷を繰り返した実験を行った。本論文で得られた実験結果を整理し報告する。

2. カイザー効果について

1953 年に Kaiser が金属材について行った実験で判明したカイザー効果は、図 - 1 に示すようにある応力レベルまで载荷された供試体を除荷し、再载荷するとその応力状態に達するまで AE が発生しない(少ない)と言う実験事実である。このことをはじめて地殻の応力測定に適用したのは金川らである。

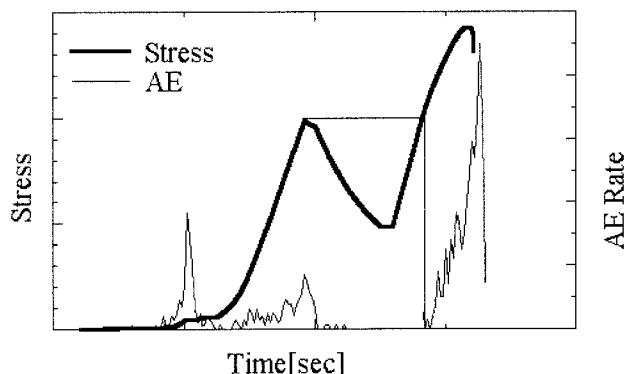


図 - 1 カイザー効果

3. 実験方法

図 - 2 に示したように、コンクリートの供試体に AE センサー、荷重計と変位計を取り付け、これをノートパソコンに接続し自動計測した。使用した供試体は直径 10cm 高さ 20cm の円柱供試体であり、使用骨材・養生日数・水セメント比・含有アルカリ量など条件を変えおり、様々な強度を持っている。

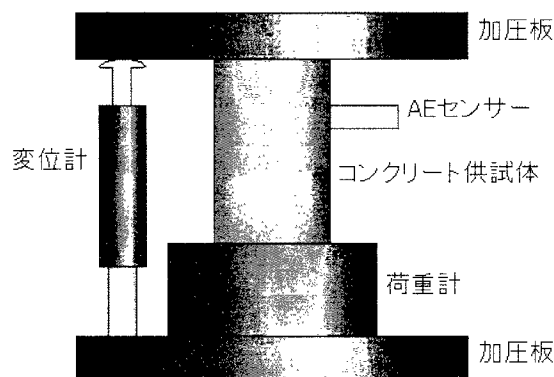


図 - 2 計測装置の取り付け状況

4. 実験結果と考察

以下に実験より得た時間と荷重・AE 発生率、変形量と荷重の関係の 1 例を示す。

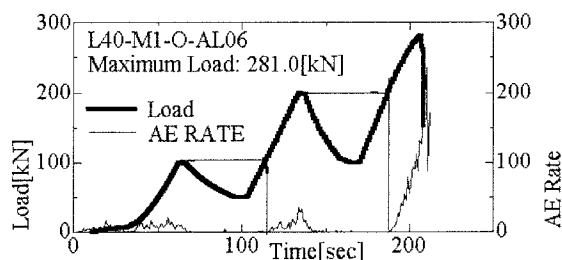


図 - 3 時間と荷重・AE 発生率

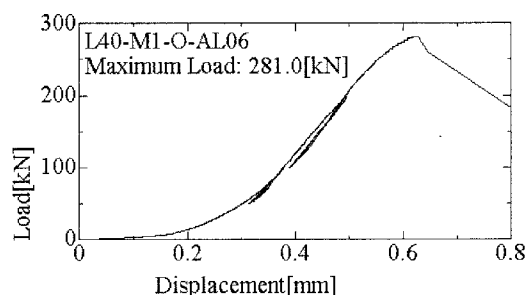


図 - 4 変形量と荷重

図-3を見るとAEが発生し始めるときの荷重レベルが前の段階での荷重のピーク値とかなりの精度で一致しているように見うけられる。グラフを見る限り他のケースでもこの特徴が見られた。また、載荷後除荷する際にもしばらくは AE の発生が見られることも特徴的である。

図-3 では載荷・除荷の繰り返しの内、前段階の荷重のピーク値とかなり近い荷重レベルで AE が発生しはじめる。しかし、細かくデータを見るとこの値1対1に対応していない。この理由は明確ではないが、供試体内の粗骨材の分布状況、塑性ひずみの量、端面の仕上げや平行度などの要因が考えられる。そこで、図-5 に示したように、先行応力ピークを σ_n とし、AEが発生し始めた時点での軸応力を σ'_n として、 σ_n と σ'_n の値をデータから読み取り、 σ'_n/σ_n を求めた。

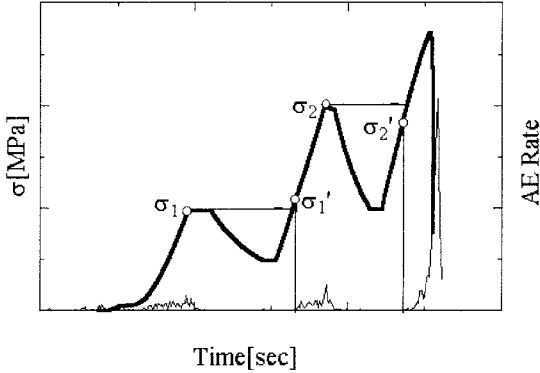


図-5 データの読み取り方

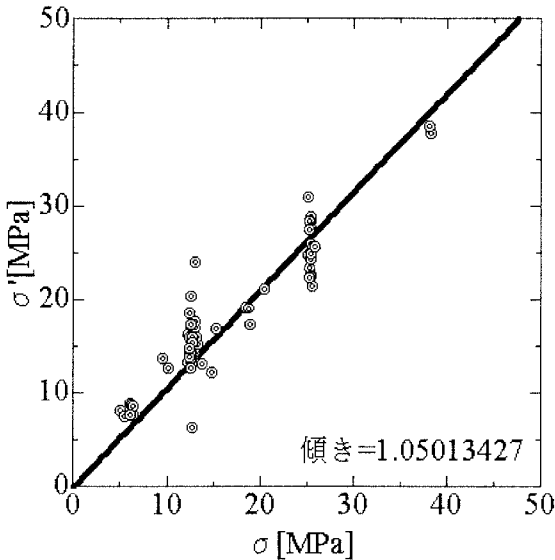


図-6 $\sigma' - \sigma$ の関係

図-6 における傾きは全計測データに関して適用したの最小2乗法近似より求めたもので、その値は1にかなり近い値になっている。しかし、 $\sigma' - \sigma$ の関係は 15[MPa]付近を境に近似直線の上下に分かれ

る傾向を示している。このデータに関する比を σ'/σ として計算した平均・分散・標準偏差を表-1に示す。

表-1 平均・分散・標準偏差

	平均	分散	標準偏差
$\sigma' - \sigma$	1.126	0.037	0.191

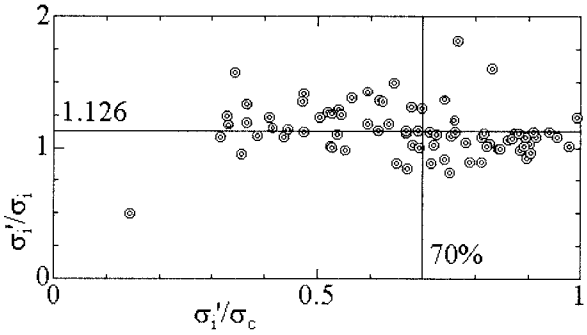


図-7 σ'_i/σ_i と σ'_i/σ_c の関係

次に各供試体の圧縮強度を σ_c として、 σ'_i/σ_i の比と強度に対する割合 σ'_i/σ_c の関係を計算し、この関係を図-7として示す。この図には σ'_i/σ_i の平均値1.126と σ'_i/σ_c の70%ラインを書いた。

図-7において σ'_i/σ_i の比が70%より少し手前を境に平均値の上下に分布している事がわかる。上下に関する分布状況が70%ラインより低くなる理由については、岩石に対する圧縮実験で応力レベルは強度の70%を超えると不安定亀裂の発生が開始すると知られている実験事実で説明可能であると考えられる。

5. 結論

多段階の載荷試験を行った結果から無応力履歴を持つ供試体は荷重の最大値のみを覚えていることが明らかになった。約2割ほどの誤差があるものの、応力履歴とAEの応答の相関関係を56個の供試体の実験結果で確認でき、カイザー効果に基づくAE法による地殻の応力状態を計測することが可能であることが明確になった。

《参考文献》

- 1) Kaiser, J.: Untersuchungen über das Auftreten gerauschen beim zugversuch, Arkiv für das Eisenhüttenwesen, Vol.24, pp.43~45, 1953.
- 2) 金川 忠・林 正夫・仲佐 博裕: 岩石における地圧成分の Acoustic Emission による推定の試み、土木学会論文報告集、第258号、pp.63~75、1977.