

アコースティック・エミッションにおけるカイザー効果について

京都大学 工学部 正員 丹羽義次
 京都大学 工学部 正員 大津政康
 (株) 日商岩井 倉光恭三

1. はじめに

アコースティック・エミッション(AE)現象は、現在、非破壊試験法への適用を中心に、その特性の研究が進められているが、このAEの一特性としてカイザー効果(再負荷の際、最大履歴荷重に至るまでAEがほとんど発生しない)という非可逆現象が知られている。これは、岩石試料による岩盤の初期地圧測定などに利用しうる現象として、注目されている。しかしながら、この現象についての実験結果は乏しく、また、その機構についての説明もなされていないのが現状である。

本研究は、この現象を解明しようとする意図のもとに、コンクリート、モルタルの圧縮荷重下でのAE特性を、履歴応力の大きさ、方向、履歴後の時間経過などについて実験的に検討したものである。

2. 実験概要

実験には、直径 10cm 、長さ 20cm の円柱状試体と一辺 10.5cm の立方体試体を用いた。コンクリート、モルタルの配合は、それぞれ重量比でセメント：砂：碎石：水 $=1:2:4:0.6$ 、セメント：砂：水 $=1:2:0.6$ であり、碎石の最大粒径は 15mm である。材令は4週として、 20°C 恒温水中養生とした。載荷は、テフロンシートにシリコングリースを塗布したものを減摩材として使用し、荷重速度を約 $20\text{kg/cm}^2/\text{min}$ として行なった。AE計測にはピックアップを供試体中央部に直接接着し、Fig.1に示すような装置で、 $10\text{kHz}\sim 300\text{kHz}$ の周波数帯のAEを 60dB 増幅して検出した。なお、ディスクリレベルは、ディスクリミネーター、パルスハイトアナライザーともに 100mV に設定した。

3. 実験結果および考察

①履歴応力の大きさについて

これまでのコンクリート、モルタルの圧縮荷重下でのAE特性の研究から、一軸圧縮下でAEは、初期の頻発の後、体積ひずみの比例限界付近までは定常的に若干発生し、これを越える応力状態から再び急発に発生するようになり、体積ひずみが減少し始める付近から急激に加速度的に発生し破壊に至ることがわかっている。このため、これらのAEの発生挙動が変化する領域を履歴するように載荷、除荷を繰り返した。この除荷の際は零荷重とはしなかった。コンクリートの円柱状試体における結果をFig.2に示す。この図でAE頻度は20秒毎の発生率を示している。また除荷時には、AEはモルタル、コンクリートともほとんど発生しなかったため図中には記入しなかった。この図から 体積ひずみの比例限

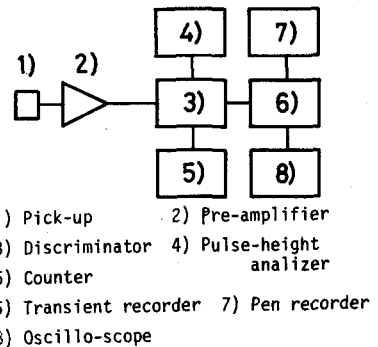


Fig. 1 AE装置ブロックダイアグラム

界(約 240 kg/cm^2)までの履歴に対しては明らかにカイザー効果が現われることがわかる。また、これを越える履歴に対しては、この比例限界付近から再びAEが発生するようになる。同様な結果は、モルタルにおいてもみられたが、このシリーズの実験からは、コンクリートでは、比例限界を越える履歴に対してでもカイザー効果が現われることがあった。これはモルタルの均質性に比べコンクリートの不均質性ならびにボンドクラックの安定性によるものと考えられる。

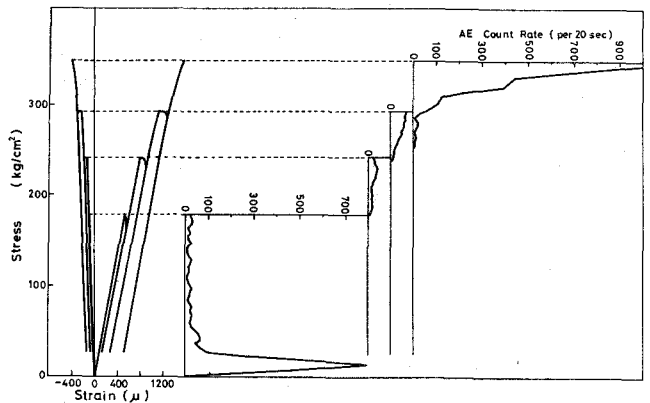


Fig. 2 応力-ひずみ曲線とAE頻度(コンクリート)

②履歴の方向性について

履歴の方向性を検討するために、立方体供試体を用い二軸圧縮試験を行なった。この結果、モルタルのような均質な材料では、最初の負荷時を除いて、一軸圧縮強度の75%以下のどのような履歴応力、経路によってもAEはほとんど発生せず、主破壊直前に急激に発生することが判った。これに対してコンクリートでは、この75%以下の載荷履歴に対してその大きさ方向も含めて履歴応力状態を越える毎にAEは発生した。このカイザー効果は、一軸強度の75%を越える履歴をうけた後は不明確となり、一軸圧縮下と異なり初期からAEは発生する。また、モルタル、コンクリートともに除荷時には、どのような経路によってもAEは発生しないことがわかった。

③除荷後の時間経過について

除荷後の経過時間による再負荷時のAE特性を検討するために、ここでは除荷の度に供試体を載荷装置から取りはずし時間経過を与えるものと、完全には除荷せず、わずかに(2ton)の荷重を与えたまま時間経過を与える2種類の実験を行なった。その除荷の度にとりはずしたモルタルの実験結果をFig.3に示す。ここにAEは20秒毎の発生率で示してある。この図からわかるように、AEの発生挙動は、初期と24時間後とでほとんど差異がなく、経過時間の効果が現われていない。コンクリートでも同様な結果を得たため、これが除荷後の回復現象によって生じたものか、載荷面付近の状態が、載荷の度に異なるために生じたものかを検討するために、破壊源探査を行なった。この結果、載荷の初期に発生するAEは端面付近に限られ、これは載荷面付近の状態に依存していることが判った。これらの結果、詳細については、当日発表を行う。

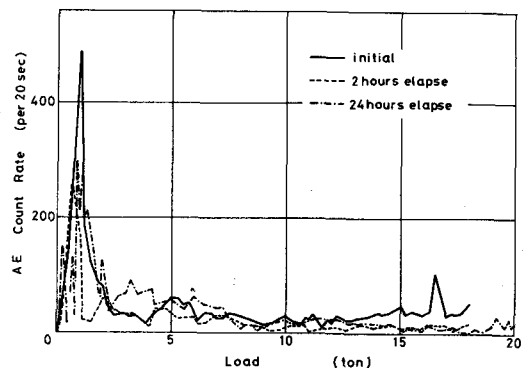


Fig. 3 除荷後の時間経過とAE頻度(モルタル)