

Acoustic Emissionによるコンクリート構造物の破壊過程の観測

京都大学 工学部 正員 丹羽義次 同 正員 小林昭一
 京都大学 工学部 正員 福井卓雄 同 正員 〇大津政康

1. はじめに

Acoustic Emission (AE)とは、材料が破壊などの過程において解放されるエネルギーにより、応力波を発生する現象と定義される。このAE現象を検出し、それを材料研究、あるいは、構造物の安全性のモニターに利用する技術は、AE法と呼ばれ、従来の既存欠陥の有無を調べる非破壊検査法に対して何らかの応力の加わった状態で使用する、いわば動的な非破壊検査法として注目をあびつつある。しかしながら土木分野では、まだわずかの研究しかなされておらず、これについて基礎的な研究の蓄積が必要であると考えられる。

本研究は、このような考察のもとに、鉄筋コンクリート構造物が、破壊過程において発生するAE現象を検出し、その発生挙動の観測結果について述べたものである。

2. 実験概要

実験は、鉄筋コンクリートはり伏試体について、高強度コンクリート(H)、普通強度コンクリート(N)、鋼繊維補強コンクリート(F)の3種類、またSRC構造物の屋外でのねじり試験について3種類(B.C.D.)、計6種類について行なった。

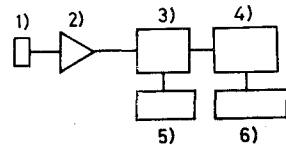
使用したAE計測装置については、そのブロックダイヤグラムを図-1に示す。この装置により、50dB~60dB増幅し、100kHz~1MHzないし100kHz~300kHzの周波数帯で、ディスクレベル1V/100mV~300mVを越えるものを検出した。

また加速度計システムもSRC実験においては、使用した。

3. 実験結果および考察

a) 鉄筋コンクリートはり伏試体の載荷試験

本実験により、鉄筋コンクリートはりにおいてAEは、載荷初期から検出されることが観測され、この破壊過程におけるAEの挙動には、材料、鉄筋強度などが大きく影響することがわかった。HシリーズのAEの発生特性の相異から、鉄筋が降伏しはじめれば、AEは漸増的に発生し、鉄筋の強度が大きくなり、それ以前にコンクリートが破壊すれば、AEはその破壊点付近で急激に頻発することが観測されたが、このことは、その後のN、Fシリーズの試験でも確かめられた。これは、鉄筋の降伏前に大きなせん断ひびわれを生じて耐力を失な、伏試体における結果(図-2(a))と、鉄筋降伏後まげ破壊を生じた伏試体(図-2(b))の結果を見れば明らかである。このような結果から、AEの発生源は、鉄筋との付着部分をも含めて、系全体に存在し、系内では伏試体の変形量に呼応するようにクラックの発生、既存クラック面の移動、鉄筋の変形などが生じていると考えられる。この系全体からの発生に対し、鉄筋降伏後は、付着部分からの発生が卓越すると思われる。また、鉄



- | | |
|------------------|------------------|
| 1) Pick-up | 2) Pre-Amplifier |
| 3) Discriminator | 4) Counter |
| 5) Oscillo-scope | 6) Printer |

図-1. AE検出システム

筋の付着部分からのAEの発生は、鉄筋の変形量がコンクリートに比して大きいため、その部分で摩擦スベリが生じることによると考えられるが、このことは、曲げひびわれの発生原因ともよく一致しており、AEによる内部ひびわれ検出の有効性も示していると考えられる。

H.N.F.のシリーズにおいて、AE頻度の挙動は、材料の相異にもかかわらず、上述のように破壊形態により、ほぼ定性的に二つの型に分類できるが、各々についてAE頻度を比較すればH.N.F.の順に減少している。このことより、H.N.F.の順にAEの減衰が大きくなっていると考えられる。

② SRC供試体の屋外ねじり試験

AEを様々な建造物の非破壊検査に、また稼働時のモニターリングに応用するためには屋外でのAE計測法の確立が必要であると考えられ、本実験では、屋外でのモデル建造物の破壊過程でのAE頻度の挙動について観測を行なった。その結果、屋外では、様々な空気中の雑音に妨害されること、建造物の複雑な形状、寸法、材質などにより大きな影響をうけることが認められた。観測結果からは、図-3のC供試体の結果にあるように、ひびわれ発生前(ひびわれ発生荷重5.5ton)、大変形を供試体が生じる前(大変形時の荷重10ton)においてAEが頻発している。この大変形時におけるAEの頻発については、加速度計システムからは検出されておらず、この変形時に発生するAEの周波数成分に変形開始時とその後では相異があり、変形開始時には、高周波成分が卓越することが認められた。また、D,C,Bにおける載荷初期のAEの静止期間と、その後の発生挙動から、AEはその系内の安定状態を何らかの外部からの要因によって破らないうかざり発生しないことが、認められた。

このような結果からAE計測法は、土木分野において、建造物の破壊予測に、破壊度の検討に、また稼働時のモニターリングに応用しうることが示されたと、考えられる。

なお、その他の結果、詳細については、当日発表を行う。

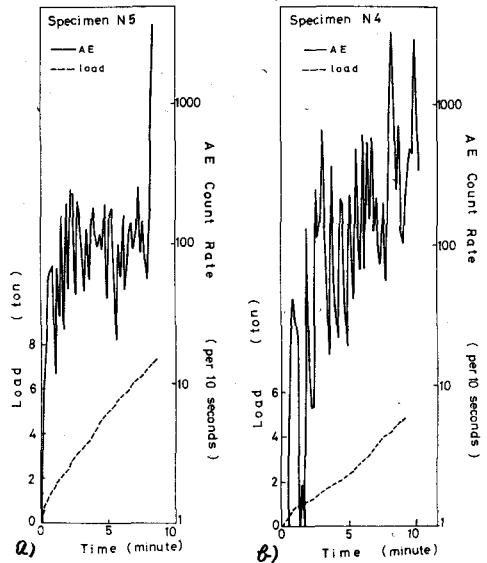


図-2 AE頻度と荷重曲線

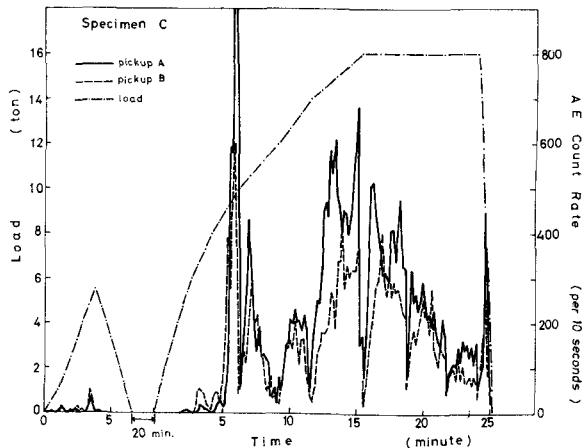


図-3 AE頻度と荷重曲線