V-120　AE 法によるコンクリート部材のひび割れ評価技術

太平洋セメント(株)　正会員　○内田昌勝、非会員　辻伸幸、正会員　岡本享久
熊本大学　正会員　大津政康

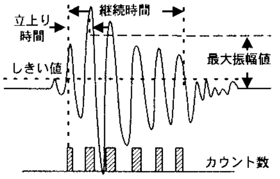
1. はじめに

近年、社会の成熟化や環境問題の顕在化によって、社会基盤の中枢として高度成長期に急激に整備されたコンクリート構造物の維持管理が問題になっている。このような社会事情を背景に、コンクリート構造物の健全性を簡易に評価できる技術の確立が強く望まれている。

本研究では、発生しているひび割れの進展状態を評価するため、アコースティック・エミッション(AE)法に着目し、引張型およびせん断型のひび割れの進展に伴って発生する AE の波形パラメータを用いた簡易識別方法を検討した。さらに、供用下にあるコンクリート橋脚において検出した AE に対して、この方法により評価を行い、実構造物への適用性も検討した。

2. 実験概要

コンクリート構造物で発生するひび割れの種類は基本的な 2 種類のひび割れ、すなわち引張りおよびせん断ひび割れに大別することができる。発生しているひび割れが、主としてどのような種類であるかを正確に判断することは、補修あるいは補強対策を講じる場合に重要となる。



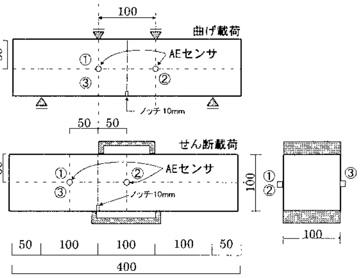
図－1　波形パラメータ

そこで、無筋コンクリート供試体を各 3 体用いて、純曲げ載荷および 2 面せん断試験を行い、その際に発生した AE の波形パラメータ解析(図-1)により両者の関連を調べた。

表－1 センサ配置

供試体番号 No.	AE センサの配置 ①	②	③
1	R3	R6	R15
2	R6	R15	R3
3	R15	R3	R6

AE の検出には、センサの種類が評価結果に及ぼす影響を調べるため、共振周波数の異なる 3 種類のセンサ(R3;30kHz 共振型, R6;60kHz 共振型, R15;150kHz 共振型)を用いた。配置位置による影響を考慮して、表-1 の順序で図-2 に示す位置に配置した。検出した AE は、プリアンプで 40dB 増幅した後、しきい値を 45dB として AE 計測･記録装置により収録した。

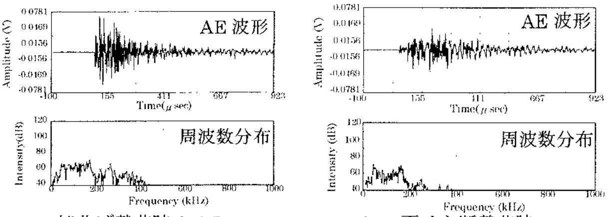


図－2　センサ配置および載荷方法

3. ひび割れの発生状態と AE パラメータ

図-3 は純曲げ載荷時および 2 面せん断載荷時に発生した代表的な AE の波形および周波数分布を示している[1]。既往の研究で報告されているように[2)3)]、引張りひび割れが卓越する純曲げ載荷時には立上り時間が短い波形が、せん断ひび割れが卓越する 2 面せん断載荷時には立上り時間の長い波形が観察され、純曲げ載荷時には 200kHz 以上のピークを持つ AE が、2 面せん断載荷時には 200kHz 以上のピークが小さい AE が多く計測された。

そこで、この 2 つのパターンを図-1 の波形パラメータを組合わせた RA 値(立上り時間/最大振幅値)と平均周波数(カウント数/継続時間)を用いて評価することとした。ここで、RA 値は AE の最大振幅値が増加するほど立上



(a) 純曲げ載荷時の AE　(b) 2 面せん断載荷時の AE

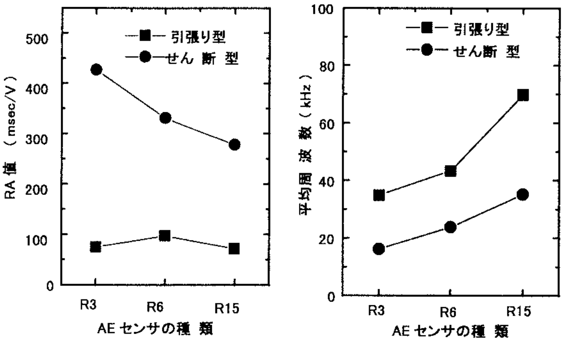
図－3　曲げ載荷時およびせん断載荷時に発生した代表的な AE

キーワード；非破壊検査、ｱｺｰｽﾃｨｯｸｴﾐｯｼｮﾝ、波形パラメータ解析、RA 値、平均周波数
連絡先；東京都江東区清澄 1-2-23　太平洋セメント清澄研究所　TEL.03(3642)7174　FAX.03(3643)2047

り時間が増加する傾向を考慮して、立上り時間を最大振幅値で除している。平均周波数は、AE の周波数特性値として広く解析に用いられている[4)5)]。

また、引張り型とせん断型のひび割れを明確に区別するため、引張り型は最大荷重に達するまでの AE を、せん断型はせん断面が形成される最大荷重後の AE をそれぞれ各 100 個を用いてパラメータ解析を行った。

図-4 に各条件でのパラメータの平均値を示した。このようにいずれのセンサを用いても引張り型のひび割れが卓越すると考えられる曲げ載荷時には RA 値が小さく、かつ平均周波数が大きい AE が計測されることがわかった。



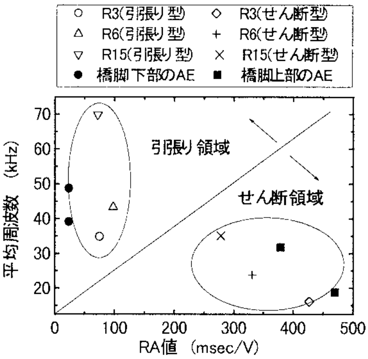
(a)RA 値　(b)平均周波数

図－4　AE パラメータ解析の結果

4.　実構造物への適用

実際にひび割れが発生しているコンクリート橋脚で、AE 法によるひび割れの進展状況の評価を実施した。橋脚の上部および下部に各 2 個の AE センサを取付け、使用荷重下の AE を計測を行った。図-5 に前述の解析値と橋脚で計測した AE の解析値を示す。

このように、ひび割れの先端部では RA 値が小さく、平均周波数が大きい特徴を持つ AE が計測され、引張り型の AE に分類できた。これは、ひび割れの進展を押さえるために施した PC 鋼棒による補強が十分ではなかったため、下部で引張型ひび割れ進展しているためと考えられる。一方、上部では PC 鋼棒で締め付けられたひび割れが、使用荷重下でずれたことで AE が発生したと判断された。



図－5　実構造物への適用例

5. まとめ

コンクリート部材に発生しているひび割れの種類を AE パラメータ解析により簡易に識別する目的で、基礎的な検討を行った結果、以下のことが明らかになった。

(1)AE パラメータの RA 値(立上時間/最大振幅値)が大きく、平均周波数(カウント数/持続時間)が低い場合、せん断型が卓越したひび割れが発生していると判断できる。

(2)AE パラメータの RA 値が小さく、平均周波数が大きい場合、引張型が卓越したひび割れが発生していると判断できる。

以上のひび割れの評価手法を用いて、実構造物の評価を行った結果、進展しているひび割れの種類を判定できることがわかった。

【参考文献】

1)大津政康，内田昌勝，森大介，岡本享久，村上祐治：AE 法による鉄筋コンクリート建築物の健全性評価，第 11 回アコースティック・エミッション総合コンファレンス論文集，pp.221-226，1997.11
2)長滝重義，大即信明，鎌田敏郎，川島正史，矢崎剛吉，岩波光保：モルタル供試体において発生するひび割れの AE 特性，第 21 回セメント・コンクリート研究討論会論文報告集，pp. 81-84，1994.10
3)辻伸幸,重石光弘,大津政康；損傷を受けた鉄筋コンクリートの低レベル繰り返し載荷時における AE 波形解析，コンクリート工学年次論文報告集,Vol.18,No.2,pp.71-76,1996
4)黒坂基，鎌田敏郎，長瀧重義：鉄筋コンクリート梁のひび割れモニタリングにおける AE 法の適用，第 51 回セメント技術大会講演要旨，pp.86-87，1997
5)岩波光保，鎌田敏郎，長瀧重義：鉄筋コンクリート梁のひび割れモニタリングにおける AE 法の適用，セメント･コンクリート論文集，No.51，pp.192-197，1997