

AE センサを用いた鉄筋コンクリート造梁の損傷検出に関する研究

(株) ジャスト 正会員 ○柳瀬 高仁
(株) ジャスト 正会員 池ヶ谷 靖
摂南大学工学部 柳沢 学

1. 目的

鉄筋コンクリート造構造物が大地震などの外乱により損傷を受けた場合に、損傷を検出する方法として光ファイバーセンサ、加速度計、AE センサを使用するものなどが提案されている。AE センサを使用する方法は、構造物が損傷を生じた時に発生する超音波を捕えることにより損傷を検出する方法である。AE センサを用いたこれまでの損傷検出システムは、主目的が損傷の発生・進展位置を精度良く同定することであったため、複数のセンサが必要で煩雑な波形処理を行っていた。しかし、実際の構造物では損傷の生じる位置はある範囲で予測できるため、複数個の AE センサを用いた煩雑な波形処理を行う必要なくなる。

そこで、損傷の発生が予測された範囲に1つの AE センサを設置して、構造物の損傷程度を AE 信号の振幅と単位時間当たりの発生度数のみで扱う簡単な損傷検出システムを開発した。本報告では、この損傷検出システムを適用した鉄筋コンクリート造梁試験体の構造実験の概要および結果について報告する。

2. 損傷検出システム

本実験で用いた AE センサを用いた損傷検出システム概要を以下に示す。

(1) 損傷の検出は、受信した AE 信号が4段階に設定した振幅レベル（閾値）を越えた単位時間の度数で行う。

(2) 試験体に設置するセンサには、AE 信号の受信部と信号処理・保存・PC との通信機能を持たせる。

(3) PC とは USB により接続し、送信するデータは各閾値を越えた AE 信号の発生度数と時刻とする。

使用した AE センサを写真1に示す。AE センサは、写真1のように基板上に AE 信号の受信部とデータの処理、保存、通信機能を持たせる CPU など配置したものである。

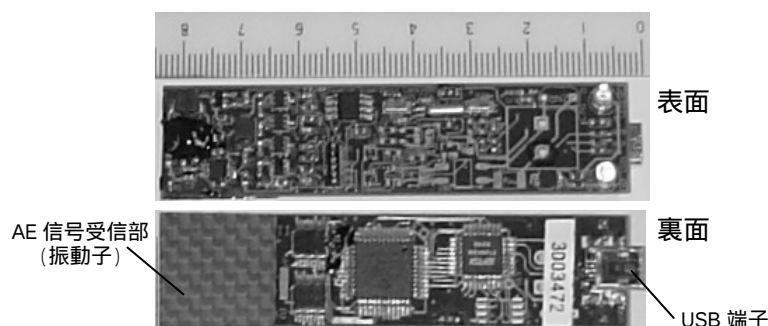


写真1 使用した AE センサ

表1 試験体諸元

試験体名		S B
断面寸法(mm)		250 × 400
スパン長(mm)		1,800
主筋	上筋	2-D22(SD295)
	下筋	4-D22(SD295)
横補強筋		D10(SD295)
コンクリート強度		36.9N/mm ²

3. 実験概要

試験体の諸元を表1に、形状および配筋状況を図1に示す。

試験体の形状は、250 × 400mm の矩形断面を有し、スパン長を1,800mm とした。せん断破壊が曲げ破壊に先行するように、下端主筋量を上筋に比べて多くし、横補強筋は配筋しなかった。加力は単純梁形式とし、両端をローラー支持し、スパン中央に漸増の集中荷重を加えた。

計測は、荷重、スパン中央部での変位、スパン中央位置の下端主筋のひずみおよ

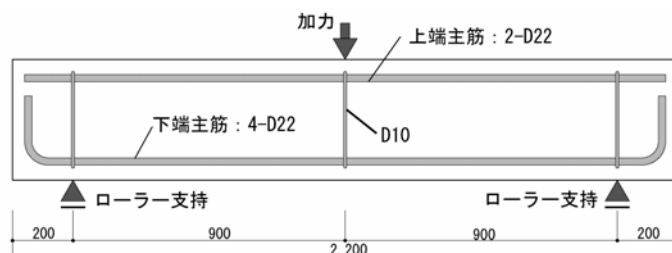


図1 試験体形状・配筋

キーワード 鉄筋コンクリート造、梁、AE、損傷検出

連絡先 〒225-0012 横浜市青葉区あざみ野南2-4-1 (株) ジャスト TEL 045-911-5191

び A E センサによる A E 信号について行った。ひび割れは目視により観察を行った。

A E センサの設置は、加力点と支持点の中間の梁上面の位置に、エポキシ樹脂により接着した。A E 信号の計測は、振幅が各閾値を越える度数とし 1 秒間隔で行い、データは P C に記録した。

4. 実験結果

荷重と中央部変形との関係を図 2 に、最終破壊状況を写真 2 に示す。試験体の破壊経過は次の通りである。荷重 $P=79\text{kN}$ 時に目視で初めての曲げひび割れが観察された。その時の下端主筋スパン中央部のひずみは 300×10^{-6} 程度であった。その後曲げひび割れは進展し、 $P=194\text{kN}$ 時に目視でせん断ひび割れが始めて観察された。その後、加力点付近から梁下面までひび割れが貫通し、最大荷重を示した $P=271\text{kN}$ (変形 0.4mm) でせん断破壊を生じた。最大荷重以降は、変形を増大しているにもかかわらず荷重が減少し、A E センサを貼り付けていない側のせん断ひび割れ幅が拡大していったため、変形が 1.0m を超えた時点で加力を終了した。

最大荷重までの A E 信号発生度数累計値の推移を図 3 に示す。図 3 の横軸は部材中央部の変形であり、縦軸は A E 信号の発生度数の累計値である。グラフは、4 段階の閾値を越えた A E 信号ごとに示しており、参考のために荷重の推移も示している。

図 3 より、曲げひび割れを確認した荷重より若干低い荷重で最も低い閾値 LL を超える A E 信号が発生しており、せん断ひび割れが発生し進展している $P=200\text{kN} \sim 250\text{kN}$ で A E 信号が急増している。しかし、最大荷重付近の $P=250\text{kN}$ を越えると A E 信号の発生度数は減少しており、累計値は微増する程度であった。これは、拡大したひび割れが加力点を挟んで A E センサと反対側であったこと、横補強筋を配していないため 1 本のせん断ひび割れのみが拡大し、新たなひび割れが発生しなかったためであると考えられる。A E 信号発生度数における閾値の違いによる影響は、発生度数が明らかに異なっているが、発生している時期は閾値によらず同様な傾向を示しており、せん断ひび割れが発生、進展している時に多くの信号を受信している。

5. まとめ

構造物の損傷程度を A E 信号の振幅と単位時間当たりの発生度数のみで扱う簡単な損傷検出システムを鉄筋コンクリート造梁試験体の構造実験に適用した結果、以下のことが確認された。

- (1) 曲げひび割れの発生により生じる A E 信号は、最も振幅の低い閾値により検出できた。
- (2) せん断ひび割れの発生および進展により発生する A E 信号は、全ての閾値により検出でき、曲げひび割れのそれより振幅レベルが大きく、発生度数が多い。
- (3) 最大荷重付近において受信した A E 信号は、せん断ひび割れの進展に伴うものより少なかった。それは、拡大したひび割れが加力点を挟んで A E センサと反対側であったこと、横補強筋を配していないため 1 本のせん断ひび割れのみが拡大し、新たなひび割れが発生しなかったためであると考えられる。

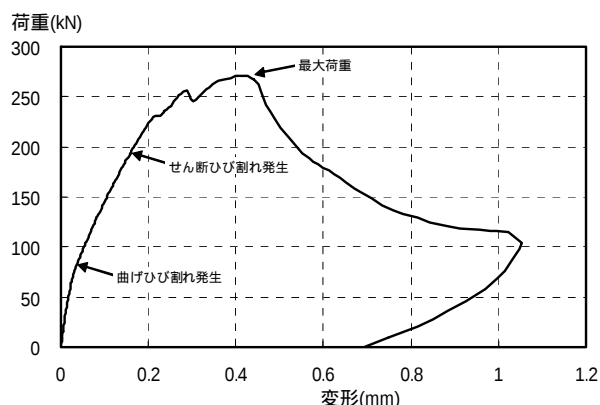


図 2 荷重と中央部変形との関係

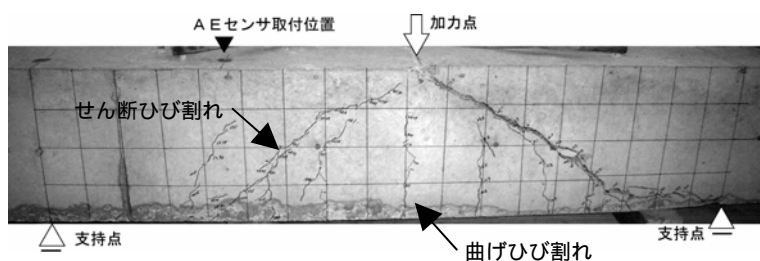


写真 2 最終破壊状況

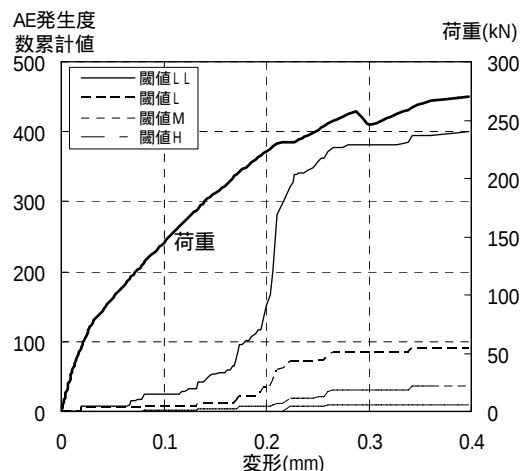


図 3 AE 発生度数累計値の推移