

AE-SiGMA 解析の鉄筋コンクリート構造物に対する劣化評価への適用

熊本大学工学部 学生会員 安岡 大輔
熊本大学工学部 正 会 員 重石 光弘
熊本大学工学部 辻 伸幸
熊本大学工学部 学生会員 戸田 和博

1. はじめに

AE-SiGMA 解析における現在の研究段階では、発生したアコースティック・エミッション (AE) 波を検出し、これを理論解析することによって、AE 波の発生源となった微小ひび割れの位置、その運動方向および面の方向などの幾何学的諸量を逆解析することができる。筆者らは、供用中の鉄筋コンクリート構造物が果たすべき機能を長時間停止させることなく、継続的に劣化評価を行うための手法の開発を進めており^{2,3)}、本研究では、欠陥を有する鉄筋コンクリート梁が繰り返し载荷を受ける際に生じる微小ひび割れの発生源を AE 法により同定し、鉄筋コンクリート梁の劣化が進行する過程を観察することを試みた。

2. 実験概要

実験には、図 1 に示すような単純な鉄筋コンクリート梁供試体を使用した。供試体に用いたコンクリートの配合を表 1 に、また材令 28 日における力学的特性を表 2 に示す。供試体には、角柱供試体 (100×100×400 mm) の中に異形鉄筋 (D10) または丸鋼棒 (φ10) を配筋した。さらに下面中央部にノッチを設けておき、図 2 に示すような 4 点曲げ载荷を行った。

はじめに供試体の曲げ降伏荷重の 50 %に相当する荷重 (2.25 tf) を静的に载荷し、ノッチ先端よりあらかじめひび割れを進展させて供試体に欠陥をあたえた。これに対して最大荷重を曲げ破壊荷重の 25 %に相当する荷重 (2.13 tf) を上限とする繰り返し载荷を連続的に 100 回行った。その際に発生する AE 波は、6 チャンネルの AE 計測システムにより記録した。

表 1 供試体の配合 (kg/m³)

水	セメント	細骨材	粗骨材	スランプ	空気量
190	379	784	542	14.9 cm	19 %

表 2 力学的特性

圧縮応力	引張応力	ヤング率	ポアソン比
42.6 MPa	4.0 MPa	31.3 GPa	0.202

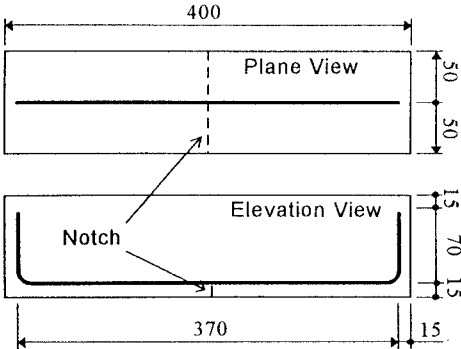


図 1 鉄筋コンクリート梁供試体 (mm)

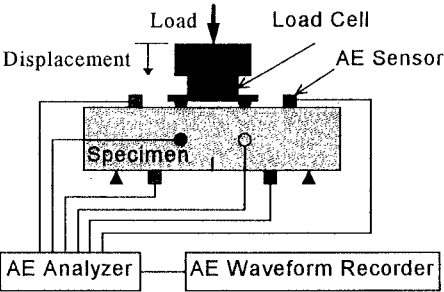


図 2 曲げ破壊試験における AE 計測

3. 解析結果及び考察

丸鋼鉄筋ならびに異形鉄筋を使用したそれぞれの梁供試体において、事前载荷時および繰り返し曲げ载荷時

の AE 発生源の発生位置とその発生源である微小ひび割れの種別と方向を図 3 および図 4 にそれぞれ示した。図中の $\leftrightarrow$ 印は、この微小ひび割れが引張モードで生じ、その開口した方向を示している。一方、 $\times$ 印は、せん断モード、あるいは引張とせん断の混合モードで生じ、その交差した線分方向は、微小ひび割れ面方向と運動方向を示している。また、供試体表面より観察されたひび割れ（主破壊）を点線（供試体前面）および破線（同背面）で示した。

図 3 に示す AE 発生源すなわち微小ひび割れの経時的な分布の変化から、繰り返し载荷によって事前载荷時に受けた供試体内部の損傷範囲からさらに損傷範囲が拡大したことが伺える。また、引張モードの微小ひび割れは、せん断モードの微小ひび割れの発生範囲を取り囲むように分布している。

異形鉄筋を用いた梁供試体では、丸鋼鉄筋梁供試体に比べて、微小ひび割れの発生分布が狭く、同じ繰り返し回数時点での損傷範囲が狭いことが考えられる。

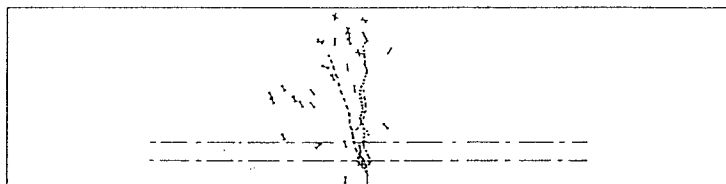


図 3 (a) 丸鋼鉄筋梁の事前载荷時における AE 発生源

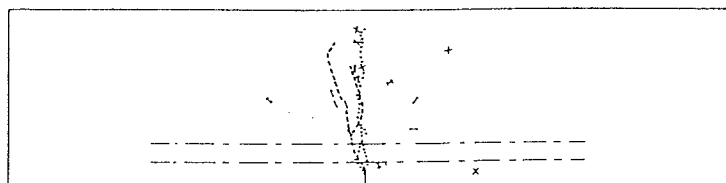


図 3 (b) 丸鋼鉄筋梁の繰り返し载荷 0～15 回における AE 発生源

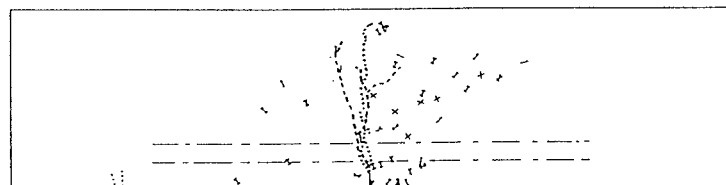


図 3 (c) 丸鋼鉄筋梁の繰り返し载荷 16～100 回における AE 発生源

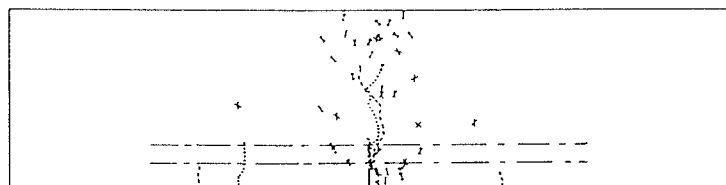


図 4 異形鉄筋梁の事前载荷および繰り返し载荷時における AE 発生源

4. まとめ

AE 法を用いた鉄筋コンクリート構造物の継続的な劣化度評価手法を開発するための基礎実験として、欠陥を有する鉄筋コンクリート梁供試体が繰り返し曲げ载荷を受ける際に検出された AE 波形に AE-SiGMA 解析を適用し、AE 発生源である微小ひび割れの同定を行った。その結果、丸鋼鉄筋を使用した梁供試体と異形鉄筋を使用した梁供試体とでは、繰り返し载荷の同一回数までにおける微小ひび割れの発生分布の形態が異なり、両者の繰り返し载荷による疲労劣化を受けるメカニズムが異なることが伺える。

【参考文献】

- 1) 大津政康, 「アコースティック・エミッションの特性と理論」, 森北出版, 1988.
- 2) 重石光弘, 辻 伸幸, 「損傷を受けた鉄筋コンクリートの低レベル動的载荷時における AE パラメータ解析」, 日本コンクリート工学協会年次講演論文集, 第 18 巻, 第 2 号, pp.65-70, 1996.
- 3) 辻 伸幸, 重石光弘「損傷を受けた鉄筋コンクリートの低レベル繰り返し载荷時における AE 波形解析」, 日本コンクリート工学協会年次講演論文集, 第 18 巻, 第 2 号, pp.71-76, 1996.