

スマート AE センサによる RC 構造物のモニタリングに関する実験的研究 (その 2)

Experimental Study on Health Monitoring for Reinforced Concrete Structure
Used by Smart AE Sensor (Part 2)

柳瀬 高仁 池ヶ谷 靖
TAKAHITO YANASE SEI IKEGAYA
株式会社ジャスト
JUST CO. LTD.

概 要

構造物の構造性能をモニタリングするために開発したスマート AE センサ (SAE) を鉄骨鉄筋コンクリート造柱試験体に貼り付け構造実験を行った。その結果, AE 信号は損傷が生ずる変形で多く発生し, 既に経験している変形領域では少なくなることが確認された。また, 最終破壊の時にはそれまでで最も多くの AE 信号を検出した。

鉄骨の材料試験に SAE を貼付けた場合, 破断時に多くの AE 信号を検出した。

実験の結果, スマート AE センサはコンクリート系構造物の損傷検出や鋼材の割れの検出に有効であることを確認した。

キーワード: アコースティックエミッション, モニタリング, コンクリート構造

1. はじめに

本研究は構造物の構造安全性をモニタリングするシステムを, 前報で報告したスマート AE センサ (以下 SAE と記す) を用いて構築することを目的としている。本報告では, SAE の有用性を確認するために, 試験体に SAE を貼り付けて実施した実験について報告する。

2. 実験概要と結果

実験は, 鉄骨鉄筋コンクリート造柱の構造実験と鉄板の引張試験を行った。

2.1 柱の構造実験

実物の約 1/2 の鉄骨鉄筋コンクリート造柱部材に SAE を貼り付けて構造実験を行った。試験体は, ピロティ形式の建物 1 階を模擬し, 柱断面寸法が 400mm 角で, 内法高さが 1,100mm である。試験体には, 地震を想定して鉛直力と水平力を同時に加えている。水平力は正負交番の繰り返し荷重とし, 鉛直力は水平力に応じて変動させた。SAE は水平力を加力方向と直交する試験体表面に貼り付けた。SAE による計測は, 損傷が著しくなる変形角 $R=1/67\text{rad.}$ 以降について行った。

試験体の最終破壊状況 ($R=1/50\text{rad.}$ 終了時) を写真 1 に示す。試験体は $R=1/50\text{rad.}$ の繰り返しサイクルで耐力低下を起こした。この時までには, 試験体全面にせん断ひび割れが発生し, 柱頭部および柱脚部にコンクリートの圧壊が生じていた。

$R=1/67\text{rad.} \sim 1/50\text{rad.}$ の AE 信号発生経過を各変形サイクルごとに図 1 に示す。なお, AE 信号の検出レベルは 4 段階のうち最低 (LL) のものと 2 番目 (L) のものについて示した。AE 信号の発生度数は, 各変形サイクルの前半部分で比較的多く発生しており, 後半部分では少なくなっている。これは, 前半部分の荷重を加えている段階で AE 信号が多く発生し, 後半部分の除荷している段階では AE

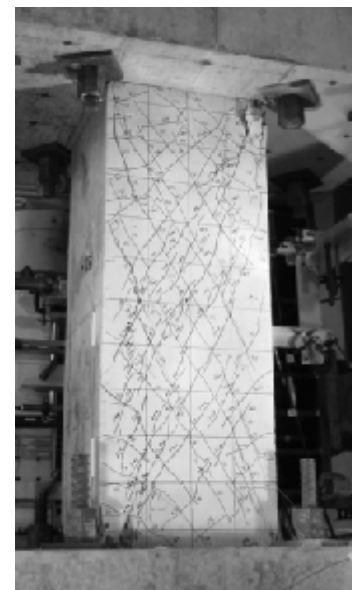


写真 1 最終破壊状況

信号の発生は少ないことを示している。また、変形サイクルの中央部付近に AE 信号発生ピークがあり、これは変形サイクルの最大変形付近で多くの AE 信号が発生していることを示している。最も多くの AE 信号が発生しているのは、 $R=1/50$ rad の 1 回目であり、耐力低下を起こした時に最も多くの損傷が生じていることがわかる。繰り返しによる影響については、1 回目の加力のほうが 2 回目に比べて多くの AE 信号が発生しており、一度経験した変形では AE 信号の発生度数は少なくなる。検出レベルによる違いは、AE 信号の発生度数が異なるが、発生する傾向は同じであり、検出レベルにより AE 信号の発生度数を評価することにより、損傷の検出が可能である。

以上より、SAE は、新たに経験する変形で多くの AE 信号を受信し、耐力低下を示した変形で最も多くの AE 信号を受信していることなどから、AE 信号の発生度数を評価することにより、構造物の損傷を検出することができる。

2.2 鋼板溶接継手の引張試験

鉄骨の引張試験では、万能試験機により単調载荷で引張試験を行っている。試験体は図 2 に示すように厚さが 12mm で、N 試験体は部材中央の溶接部を完全溶け込み溶接、F 試験体は部材厚の半分のみ溶接している。鋼材は SM490B を使用した。

F 試験体における引張力と AE 信号の推移を図 3 に示す。N 試験体では、破断直前に SAE を取り外すまで AE 信号を受信しなかった。F 試験体は、降伏強度に達するまえに、溶接部付近が局部的に伸び始め溶接部が破壊した。SAE が受信した AE 信号は、最大荷重付近で若干発生しているが、破断時に急激に多くの信号が発生している。

以上より、鋼材に SAE を貼り付けた場合、鋼材の割れ発生を検出ができる。

4. まとめ

スマート AE センサを構造実験および材料実験に適用し、コンクリート系構造物では損傷の発生する時に、鉄骨では破断時に多くの AE 信号が発生した。SAE は構造物の損傷を検出するのに有効である。

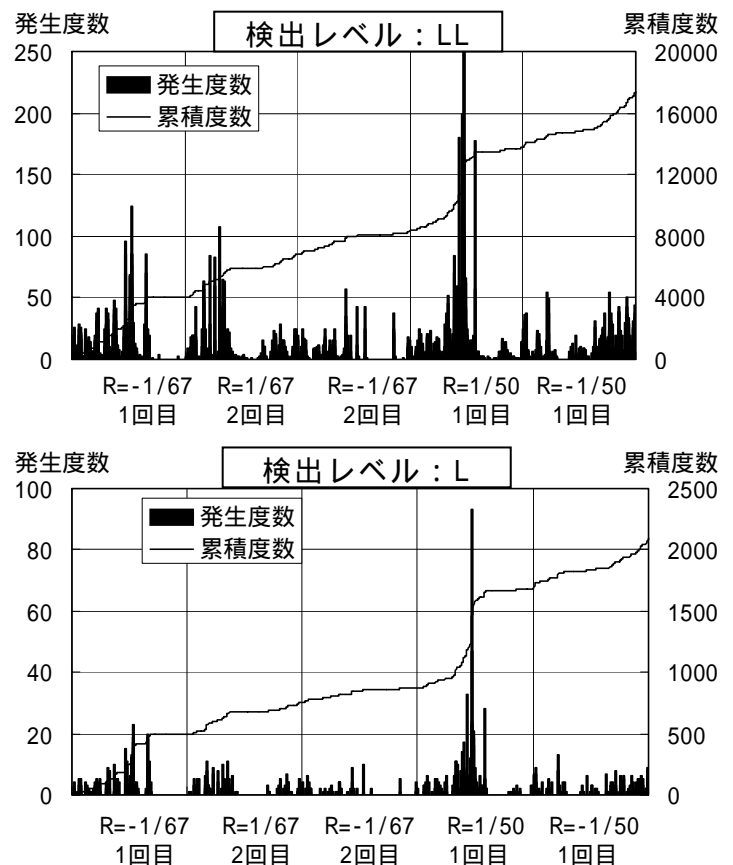


図 1 AE 信号発生経過

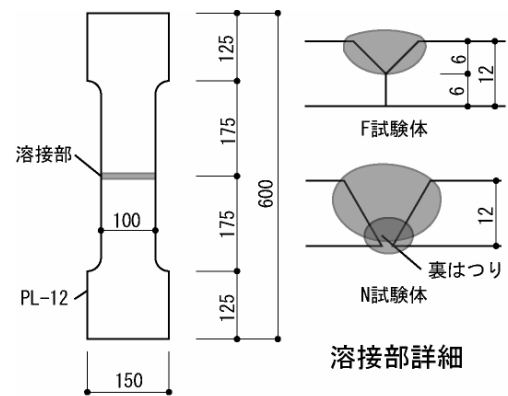


図 2 試験体概要 (鉄板引張試験)

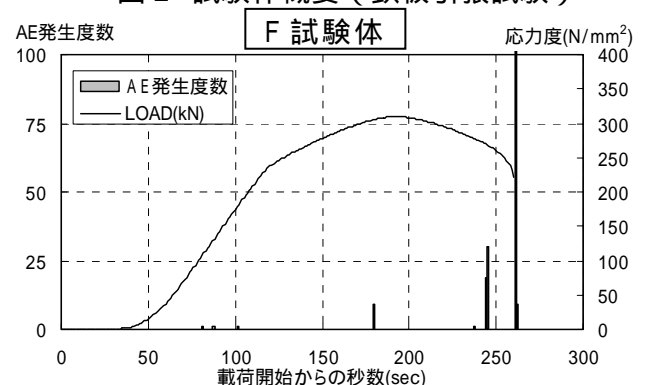


図 3 AE 発生度数と荷重の経時変化