

## 広帯域 AE センサを用いた PC 部材破断検知に関する実験的研究

(一社) 日本建設機械施工協会 施工技術総合研究所 正会員 ○榎園 正義  
 (一社) 日本建設機械施工協会 施工技術総合研究所 正会員 谷倉 泉

### 1. はじめに

既存の橋梁、特にプレストレストコンクリート (PC) 桁においては、PC グラウト充填不良や塩害等の劣化現象に起因した PC 鋼材の腐食や破断事例が報告されている。コンクリート内に埋設された PC 部材の破断を非破壊で検出する手法は研究段階<sup>1~2)</sup>にあり、PC 構造物の崩壊に結びつく危険性を予知するモニタリングシステムの確立が重要な課題の一つとなっている。

本研究は、PC 梁試験体のディスクグラインダを用いた PC 部材の切断実験において、独自開発の広帯域型 AE センサと簡易な計測システムを用いた AE 法によって切断時ノイズ環境下での破断検知モニタリングへの適用性について検討を行ったものである。

### 2. 実験概要

#### 2.1 PC 梁試験体

対象とした供試体は、スパン 7.5m の単純梁試験体 (2 体) で、主な諸元は次に示すとおりである。

<主な諸元>

- 1) 型式 ; ポストテンション PC 単純梁
- 2) コンクリート設計基準強度 ; 49N/mm<sup>2</sup>
- 3) グラウト強度 ; 20N/mm<sup>2</sup>
- 4) PC 部材 ; PC 鋼より線, SWPR7L×12 本

#### 2.2 切断試験方法

切断試験は、写真-1 に示すように PC 鋼材を切断するため供試体端部 (固定側) 付近に開口部を設け、グラウトが充填されたシーす内の PC 鋼材をディスクグラインダで徐々に切断する方法とした。



写真-1 切断試験状況

#### 2.3 調査項目と調査方法

破断検知の調査項目と調査方法は、次のとおりとした。

##### (1) 簡易 AE (アコースティック・エミッション) 計測による方法

切断試験中のノイズ環境下での PC 部材の破断音の

キーワード PC 梁, AE 法, 非破壊検査, PC 鋼材の破断, モニタリング

連絡先 〒417-0801 静岡県富士市大淵 3154 (一社) 日本建設機械施工協会 施工技術総合研究所 TEL 0545-35-0212

検出を行うため、開発した広帯域 AE センサ、ハイパスフィルタを用いて簡易 AE 計測システムを構築し、連続的なモニタリングを行った。また、AE センサの設置位置を図-1 に、システム構成を図-2 に示す。

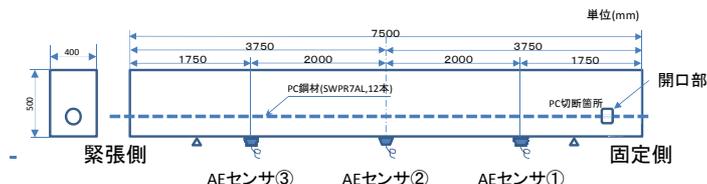


図-1 AE 計測用センサの設置位置

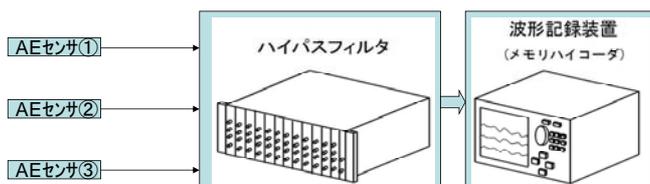


図-2 AE 計測システムの構成

##### (2) 破断音による聴覚判断、騒音分析による

###### ①破断音による判断 ((作業員、計測員の聴覚))

切断作業を行う作業員と計測員の聴覚で切断時に発生する破断音の有無を識別した。

###### ②騒音分析による (ビデオ音声信号の分析)

切断作業時の画像と音をビデオに収録し、その後、周波数分析器 (FFT アナライザ) を用いて分析・評価した。

### 3. 実験結果および考察

#### 3.1 簡易 AE 計測による

切断試験時の時間経過（横軸記録速度；1cm/sec）と AE 発生事象の記録例（ハイパスフィルタ 15kHz）を図-3 に示す。

この図から、AE センサの信号は未切断時の場合、PC 梁試験体にはノイズの発生が無い場合直線となる。また、グラインダでの切断作業中は切削作業に伴うノイズにより、振幅の小さな AE が発生した。さらに、PC 部材の破断時には大振幅の AE 波が AE-1~3 の全 3 カ所で同時に検出された。このように AE センサでモニタリングした結果、PC 部材の全素線数 84 本の切断に対して、梁試験体(1)では 84 回(100%)、梁試験体(2)では 80 回(95%)の破断時の AE 事象が検知された。

梁試験体(2)の 4 本分の AE 波が検出できなかった要因としては、今回採用した波形記録装置のレコーダ機能の時間分解能（1/120s=8.3ms）が低く、ほぼ同時に破断が発生した場合には、その破断による AE が記録出来なかったものと考えられる。今後、ほぼ同時に破断する現象を捉えるためには、高速サンプリング（1 μs）とともに、メモリ分割機能を有する波形記録装置の採用が有効と考えられる。

#### 3.2 破断音による聴覚判断、騒音分析による

##### (1) 破断音による聴覚判断

切断作業を行う作業者の聴覚で切断時に発生した破断音の有無で判別した。その結果、周囲に騒音が無い場合には、試験体(1)では破断音が 79 回(94%)確認された。一方、やや騒音がある条件下では 77 回(91%)程度と差が大きくなる傾向となった。

##### (2) 騒音分析による

図-4 には破断時のビデオ音声信号の時間軸状況を上段に、周波数分析した結果を下段に示す。この図からディスクサンダによる切削音と破断時の音はともに可聴周波数の範囲であるため、両波形には特徴的な変化・変動の現象は認められない。このことから、しきい値を設定することができず、音声波形の分析による破断数量の判別は困難と考えられる。

### 4. まとめ

本研究では、簡易 AE 計測システムによる PC 部材切断時のモニタリングへの適用性について検討を行ったものである。主な結果は次のとおりである。

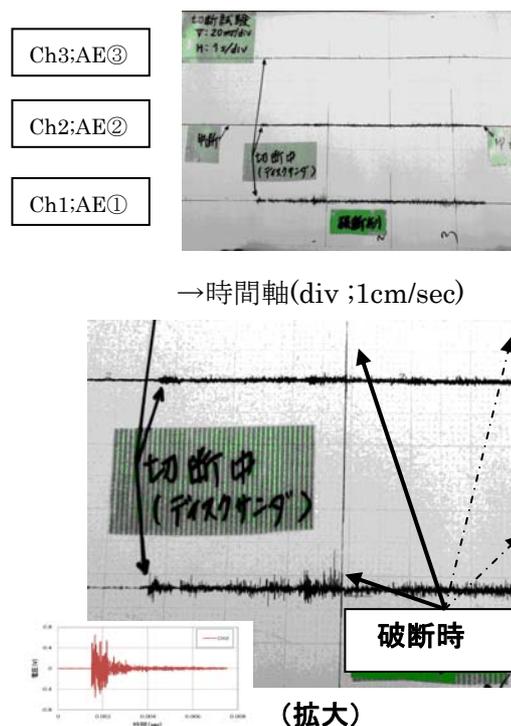


図-3 PC 鋼材破断時の AE 発生状況

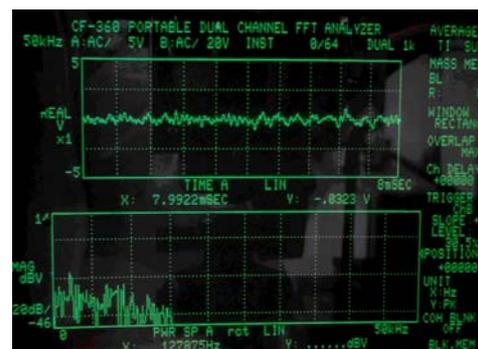


図-4 ビデオ音声信号の分析結果の例

- ① 広帯域 AE センサと簡易計測システムによって、PC 部材の切断作業時に生じるノイズ環境下であっても破断による AE が検知でき、その有効性が検証できた。
- ② 切断作業を行う作業者の聴覚や騒音分析による手法では、連続的な破断や騒音条件下では検知が困難であった。

#### <参考文献>

- 1) 鎌田敏郎:PC 構造物のメンテナンスにおける非破壊検査, プレストレストコンクリート, vol. 45, No. 1, 2003. 1, pp. 51~58
- 2) 稲葉将吾, 宮下剛, 丸山久一他, PC 鋼材破断検出に向けた音響モニタリングシステムの開発, 土木学会第 67 回年次学術講演会, 平成 24 年 9 月, pp. 127~128