

AE 法による PC 主ケーブル破断後の再定着部検知に関する研究

京都大学 正会員 ○大島 義信

京都大学 正会員 河野 広隆

1. 目的

ポストテンション方式のプレストレスコンクリート構造物では、ケーブルの防食や躯体との一体化を目的として PC ケーブル緊張後シース内にグラウトを注入する。しかし、グラウトが十分に充填されていない場合も確認されており¹⁾、状況によっては腐食し破断する恐れがある。一方で、PC ケーブルが破断した場合、グラウト充填区間においてケーブルが再定着することが確認されている。しかし、ケーブル破断が生じ再定着を生じた PC 桁の耐荷性は再定着の位置に依存する。よって、破断後の PC 桁の耐荷性評価のためにも、再定着が生じる位置を検知する必要がある。再定着の界面付近で起こる変化に着目することで、載荷時に AE 法で再定着区間を検知する方法が提案されている²⁾。この手法を用いることで、載荷過程においてグラウトとより線のずれによる特徴的な AE が発生し、周波数成分と発生位置に着目することにより他の破壊にともなって発生する AE と区別できる可能性が高いことが示されている³⁾。しかし、これら既往の研究では、いずれも供試体に与えた載荷回数が数回であり、実際の PC 桁とは状況が異なっている。そこで、本研究では、主ケーブル破断後に十分な繰返し載荷を与えた PC 桁に対して、曲げ載荷時に定着部付近から発生する AE を評価する。

2. 実験概要

本実験は図 1 に示す PC 桁供試体 2 体を用いて行った。コンクリートの設計基準強度は 40N/mm^2 、PC 鋼材は SWPR7BL を 4 本用いている。また図のようにグラウト充填部分とグラウト未充填部分を作成した。未充填部分は、一般に施工不良による空隙部を模擬しており、ケーブルをガス切断することで空隙部の腐食によるケーブルの破断を模擬した。図 2 に AE 計測でのセンサ配置を示す。センサは 60kHz 共振プリアンプ内蔵型を 15 個使用し、再定着区間を囲むように供試体片面に 2 次元配置した。AE 計測は 4 つのステージで行った。Stage-1 では、C2C3 ケーブル切断時の AE を計測した。Stage-2

では、Stage-1 で行ったケーブル切断に起因するコンクリートのクリープが収束するのを確認した後、繰返し載荷実施前に動的載荷により AE 計測を実施した。Stage-3 では、PC 桁に十分な繰返し載荷を与えるため、載荷速度 3Hz の正弦波により 100 万回の繰返し載荷を行い、この期間中に AE を計測し、その推移を観察した。Stage-4 では、繰返し載荷実施後に動的載荷時の AE を計測した。また、本実験の試験桁は 2 体である。1 体は、上限荷重を過大荷重の 132kN とした高レベル載荷を、もう 1 体は上限荷重を躯体の健全性を保つ 84kN とした低レベル載荷を与え、載荷レベルの違いが再定着検知に与える影響を検討した。高レベル載荷を与えた供試体では動的載荷速度は 0.2Hz, 0.5Hz, 1Hz, 3Hz の 4 種類で、低レベル載荷を与えた供試体では動的載荷速度を 0.01Hz, 0.1Hz, 0.2Hz, 1Hz, 3Hz の 4 種類で行った。ただし、高レベル載荷では、Stage-2 での動的載荷は行っていない。



図 1 供試体概要

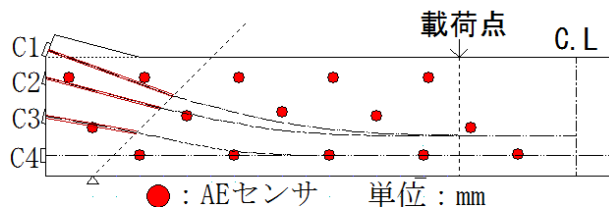


図 2 AE センサ配置

3. 実験結果および考察

(1) Stage-2 : 繰返し載荷前の再定着検知

Stage-2 として繰返し載荷実施前に動的載荷時に AE 計測を行った。その結果、いずれの載荷速度においても、再定着区間から有効な AE は確認できず、ケーブル破断後の繰返し載荷を与える前、すなわち載荷回数が少ない段階では、特徴的な AE を確認することが難

キーワード PC ケーブル破断 AE 再定着

連絡先

〒615-8540 京都市西京区京都大学桂 TEL 075-383-3114

しかった

(2)Stage-3 : 繰り返し载荷中の AE 検知

図 3 に, Stage-3 として繰り返し载荷期間中に行った AE 計測結果を示す. 図中のプロットの大きさは計測されたエネルギーの大きさを示し, プロットの色は中心周波数帯を示す. 図 4 より, 载荷回数の増加とともに, AE の発生源が桁端部から中央部へと推移していることが確認された.

(3)Stage-4 : 繰り返し载荷後の再定着検知

図 4 に, Stage-4 として繰り返し载荷実施後に行った AE 計測結果を示す. 図 4(a)より 0.01Hz の準静的な载荷では有効な AE は確認されなかった. また, 動的载荷では, 3Hz の場合を除き切断したケーブルのシース周辺から複数の AE が発生していることが確認できる. これらの AE の多くは低周波数帯を有するため, グラウトとケーブルとの間の既存損傷から発生した AE であると考えられる. この結果は, 载荷速度を 0.2Hz とした場合は特に顕著であり, 0.1Hz, 1Hz でも若干 AE の数は減少するものの, 同様の傾向が確認されている. 载荷速度が 3Hz の場合, 载荷速度の影響もしくは繰り返し载荷による影響により, 再定着区間から AE が確認できなかった. この点については, 今後検討する予定である.

20-40kHz 40-60kHz 60-80kHz
 80-100kHz 100-120kHz 120kHz<

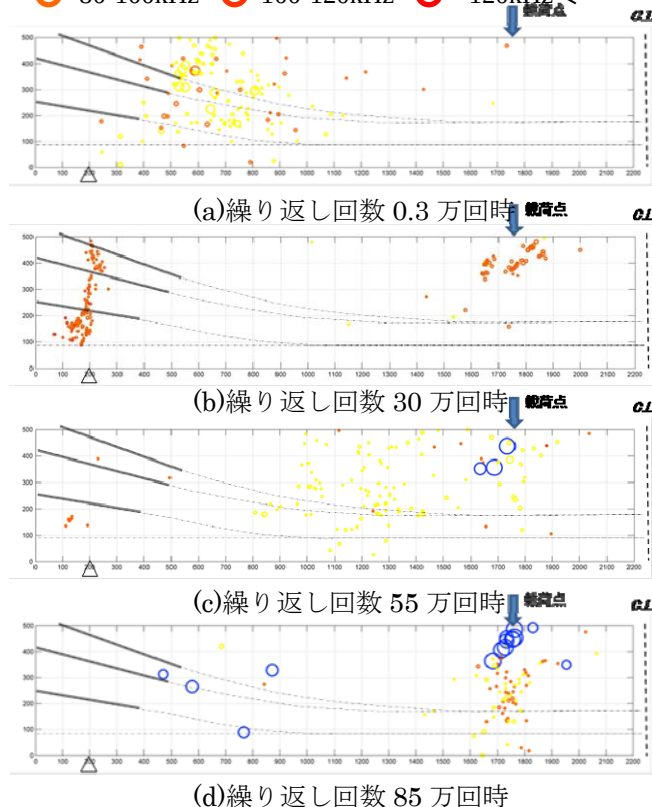


図 3 繰り返し载荷中の AE の推移

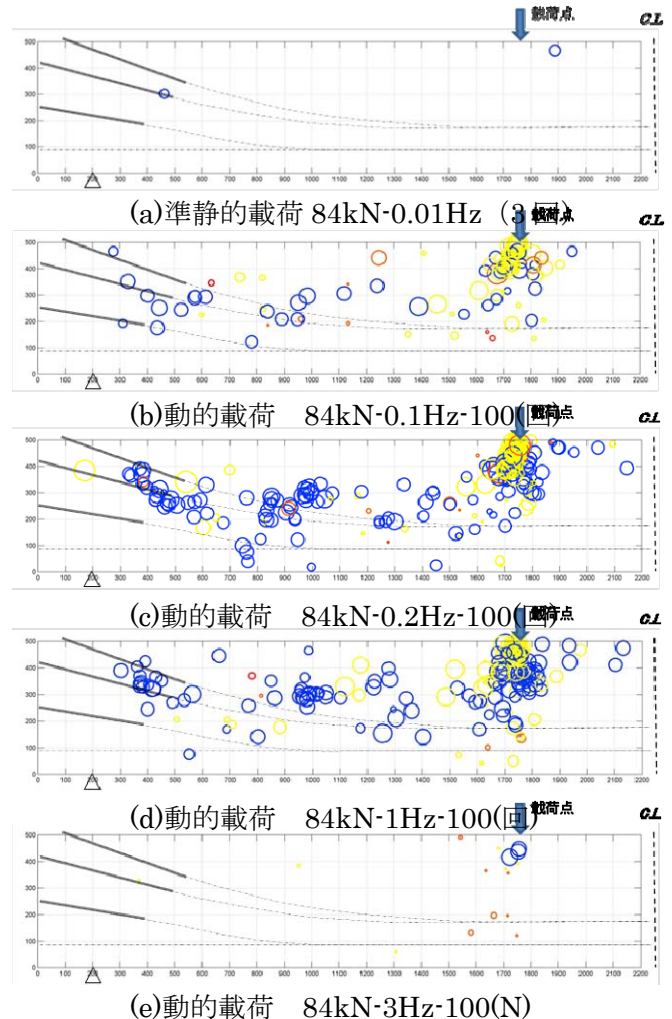


図 4 低レベル载荷時の AE 位置標定結果(100 万回後)

4. 結論

本研究により得られた知見を以下にまとめる.

- (1) PC 主ケーブル切断後, 十分な繰り返し载荷を与えた供試体に対し, 動的に荷重を加えることにより, 再定着部から特徴的な AE が発生し, 再定着部を検知できる可能性が示された. また再定着部付近から発生する AE は低周波数帯を有することが確認された.
- (2) 動的载荷時に発生する AE は, 载荷速度によって変化する可能性がある. ただし, 繰り返し载荷の影響も考えられるので, 今後検討する必要がある

謝辞: 実験の遂行にあたり異郁仁氏にご協力頂いた.
また供試体の作成は(株)ピーエス三菱にご協力頂いた.

参考文献

- 1) 上東泰: PC 橋の維持管理, 2003.
- 2) 大島義信・後藤基芳・塩谷智基・宮川豊章: 破断した PC 鋼より線を有する PC 梁の曲げ载荷における AE 計測~その 1 小型供試体~, 2011.
- 3) 後藤基芳・大島義信・桃木昌平・塩谷智基: 破断した PC 鋼より線を有する PC 梁の曲げ载荷における AE 計測, 2011.