

グラウンドアンカーの頭部振動特性に着目した健全度調査・評価システムの開発

西日本高速道路(株) 正会員 ○浜崎 智洋
 原子燃料工業(株) 正会員 松永 嵩, 小川 良太, 匂坂 充行
 原子燃料工業(株) 磯部 仁博
 (有) マサクリーン 佐山 政幸, 佐山 勝一

1. はじめに

グラウンドアンカー(以下、「アンカー」という)は, 所定のプレストレスを定着地盤に伝達し, 反力構造物と地盤を一体化させて, のり面・斜面を安定化させる工法である. アンカーの維持管理においては, アンカー頭部や支圧された構造物の劣化状況の把握, 周辺地盤の動きの観察とあわせて, 残存引張り力の測定が実施されている. 残存引張り力を精度よく測定する場合は, リフトオフ試験と呼ばれる大規模な試験装置を必要とし, 労力的にも経済的にも多大な負担を要する. そのため, のり面に多数施工されたアンカーから一部(例えば, 全体の5~10%程度)を抽出してリフトオフ試験を実施するのが一般的であり¹⁾, 簡易かつ精度よくアンカーの残存引張り力を把握する調査・評価方法の開発が必要とされている.

本稿は, アンカーの打撃による頭部振動特性に着目し, Acoustic Emission(以下, 「AE」という)センサにより取得した振動波形をもとに周波数解析を行い, 残存引張り力の推定およびそれを用いた健全度評価方法の開発に向けた実験的検討を行ったものである.

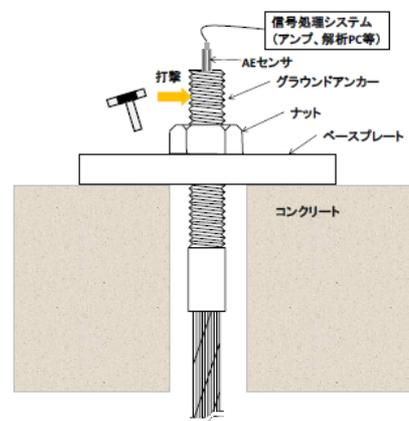


図-1 AEセンサを用いた打音調査概要

2. AE センサを用いた打音調査

(1) 調査および解析概要

図-1 に AE センサを用いた打音調査概要を示す. ハンマでアンカー頭部に強制振動を加え, AE センサで振動波形を取得し, 高速フーリエ変換処理により信号波形の周波数分布を得る. この周波数分布のうち, 低次の固有振動を表す最も低周波側のピークに着目し, 評価ピーク周波数と定義する(図-2 参照).

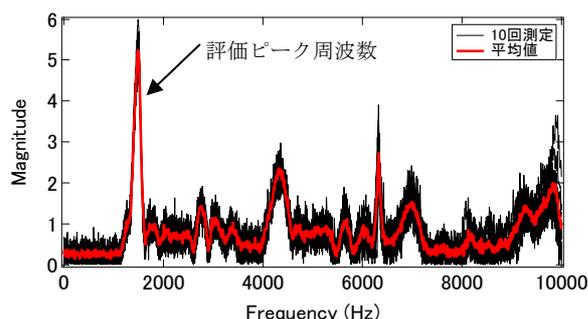


図-2 周波数分布と評価ピーク周波数

(2) 調査条件

表-1 に調査対象としたアンカーの諸元を示す. 今回の調査対象は多重より PC 鋼より線タイプのアンカーとし, 64 本の新設アンカー(表-1 の種別①)と 5 本の既設アンカー(表-1 の種別②)について, 種々の荷重状態における振動特性について調査を行った. なお, 新設アンカーについては, アンカー頭部の緊張・定着作業が完了した後に打音調査を行った. 一方, 既設アンカーについては打音調査前にリフトオフ試験を行い, 残存引張り力を把握した.

3. 解析結果

(1) 自由長と評価ピーク周波数

新設アンカーを対象に, 自由長の差異がおよぼす振動特性について検討を行った. 図-3 に, 頭部余長(以下, 「余長」という)が 140 mm 程度で, それぞれ自由長

表-1 アンカーの諸元

種別	自由長 (m)	頭部余長 (mm)	定着時緊張力 (kN)	残存引張り力 (kN)	摘要
①	5.5~12	120~190	410~422	—	新設
②	9~10	60~80	—	88~328	既設

キーワード グラウンドアンカー, 維持管理, 非破壊調査, 残存引張り力, 健全度評価

連絡先 〒812-0013 福岡市博多区博多駅東 3-13-15 西日本高速道路(株)九州支社 TEL092-260-6157

が異なる 3 種類のアンカーに関する評価ピーク周波数の算出結果を示す。この結果、自由長の長短に関わらず評価ピーク周波数はほぼ一定であり、自由長の影響は限定的であることが確認できた。

(2) 余長と評価ピーク周波数

図-4 に、新設アンカーにより得られた余長と評価ピーク周波数の関係を示す。この結果、定着時緊張力(以下、「緊張力」という)が一定の場合、余長が長くなるにしたがい評価ピーク周波数は低周波側にシフトするとともに、評価ピーク周波数は余長に対し良い相関を示すことが確認できた(相関係数 $R=0.94$)。例えば、余長が 124 mm から 194 mm になることで、約 430 Hz の低下となった。

(3) 緊張力と周波数分布

図-5 は、新設アンカーを対象に、緊張力を導入したアンカーと、頭部を固定しているが緊張力を導入していないアンカーの周波数分布を対比したものである。緊張力の有無により周波数分布の形状は大きく異なり、緊張力が導入されていないアンカーは、評価ピーク周波数の特定が困難な特異な形状となった。このように健全なアンカーの周波数分布と対比することにより、アンカーの破断や定着部の付着切れなど、アンカー頭部の拘束力が著しく低下している状態のアンカーを検出できるものと考えられる。

(4) 残存引張り力と評価ピーク周波数

図-6 は、既設アンカーにより得られた余長と評価ピーク周波数の関係を示したものである。残存引張り力が増加した状態のアンカー(328kN; 想定される許容アンカー297kN の約 110%に相当)は、残存引張り力が低下した状態のアンカー(90~140kN; 同 30~50%に相当)と比べて、評価ピーク周波数が高くなる傾向が得られた。なお、図-4 に示したように、緊張力が一定の場合、余長に対する評価ピーク周波数のバラつきは約 200Hz であった。一方、残存引張り力が極端に増加した状態では、残存引張り力が低下した状態に対し、約 400Hz 高い評価ピーク周波数が算出された。このように、余長と評価ピーク周波数の関係に着目することによりアンカーの残存引張り力を推定可能であることが示された。

4. まとめ

今回の調査・解析結果から、低次の固有振動数である評価ピーク周波数は余長に依存し、両者は良い相関を示すことが明らかとなった。また、残存引張り力が著しく低下した状態では周波数特性が特異な形状を示し、残存引張り力が著しく増加した状態では低次の固有振動数が有意に高くなることが明らかとなった。これにより、例えば、アンカータイプごとに荷重に応じた余長-評価ピーク周波数の基準曲線を事前を取得しておくことにより、残存引張り力の推定およびそれを用いた健全度評価が可能となることが示唆された。

参考文献

- 1) 地盤工学会：グラウンドアンカー設計・施工基準，同解説 (JGS4101-2012)

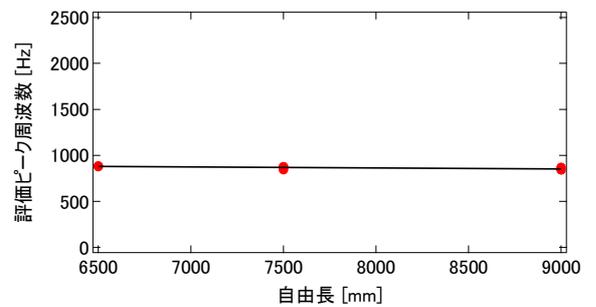


図-3 自由長と評価ピーク周波数の関係

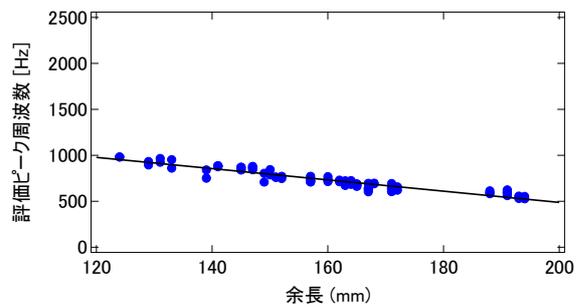


図-4 余長と評価ピーク周波数の関係(1)

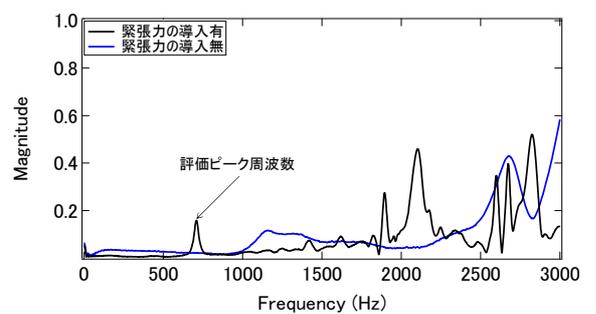


図-5 緊張力の有無による周波数分布の対比

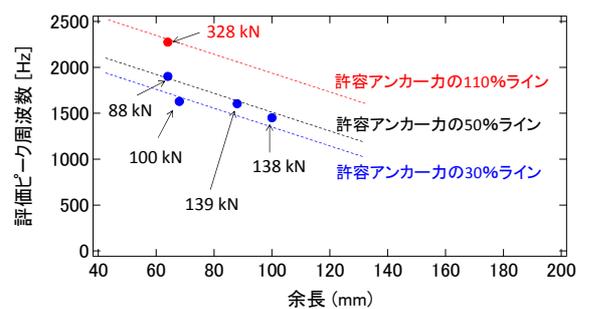


図-6 余長と評価ピーク周波数の関係(2)