

## 振動を用いたグラウンドアンカー緊張力測定方法のくさび定着タイプアンカーへの適用

応用地質 正会員 ○斎藤秀樹

中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋 正会員 山崎 充

岐阜大学 フェロー会員 八嶋 厚

名古屋市 名波一輝

東海旅客鉄道 小島杏介

応用地質 小河原敬徳

### 1. はじめに

筆者らは、グラウンドアンカーの残存緊張力を非破壊で把握するため、アンカー頭部の PC 鋼材余長部に小型バイブレータを設置し、スイープ加振することによって、自由長部に「弦」の振動を励起し、共振現象を利用してその固有振動周波数を測定し、緊張力を算出する方法を提案した<sup>1)</sup>。本試験法は、「リフトオフ試験」に対して「ノンリフト試験」と名付け、実用化を目指している。前報<sup>2)</sup>では、模型実験により、余長部のみでの加振・受振で自由長部の固有振動周波数を測定することができ、緊張力の推定が可能であることを示した。しかしながら、良好な結果が得られたのは「ナット定着タイプ」および「くさび・ナット定着タイプ」のアンカーに限られ、「くさび定着タイプ」のアンカーでは、安定的に良好な結果を得ることができなかった。今回、くさび定着タイプのアンカーに対して、2種類の測定方法を試みたので報告する。

### 2. 余長部の固有振動周波数を利用する方法

浜崎ら<sup>3)</sup>は、ナット定着タイプのアンカーを対象として、余長部の固有振動周波数から緊張力を推定する方法を提案した。そこで、同様の方法をくさび定着タイプアンカー (VSL E5-3) に適用してみた。自由長約 6.8m のアンカー材を模型実験用架台に設置し、緊張力を約 50kN~400kN の 8 段階で載荷し、3 本の鋼より線のうち 1 本を対象に実験を行った。余長部の長さは 215mm であり、加振は余長部の鋼より線を指で弾くことによって行った。受振は、余長部への受振器の設置が固有振動周波数に影響を及ぼす恐れがあるため、レーザドップラー振動計で非接触計測した。減衰振動する波形記録から 2048 ポイントを切り出してフーリエスペクトルを求めた。各載荷段階でのフーリエスペクトルを図 1 に示す。実験の結果、緊張力が変化しても余長部の固有振動周波数には全く変化が認められず、本方法をくさび定着タイプのアンカーに適用するのは難しいと判断した。

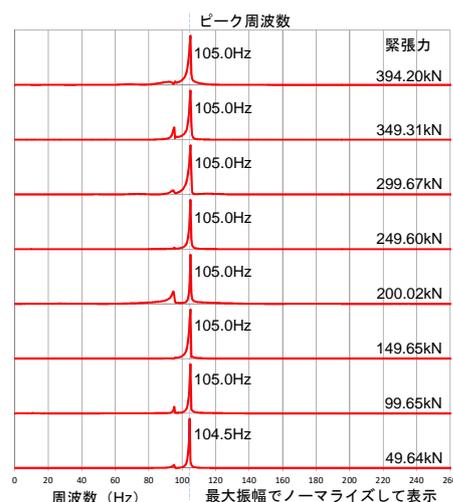


図 1 各載荷段階における余長部の固有振動のフーリエスペクトル図

### 3. 自由長部の固有振動周波数を利用する方法

筆者らがこれまでに提案してきた方法を、既設のくさび定着タイプアンカー (VSL E5-3) に適用した。対象アンカーの設計自由長は 4.0m、直近のリフトオフ試験による残存緊張力は 243.3kN であった。図 2 に測定系模式図を示す。まず 3 本の鋼より線のうちの 1 本に小型バイブレータを取り付け、3 本の鋼より線すべてに加速度計を設置する。ファンクションジェネレータからスイープ(周波数掃引)信号を送り、鋼より線と直交する方向に小型バイブレータで加振する。3 個の加速度計で、それぞれの鋼より線の振動を同時測定する。小型バイブレータを設置する鋼より線を順次変えて、3 本すべての鋼より線で加振・測定を行った。

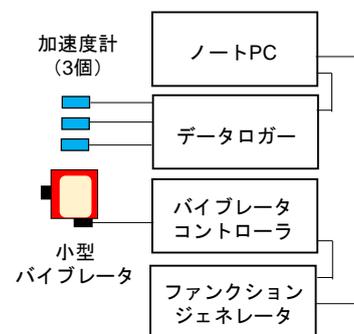


図 2 測定系模式図

キーワード グラウンドアンカー, 残存緊張力, 共振周波数, スウィープ, スペクトログラム, くさび定着タイプ

連絡先 〒331-0812 埼玉県さいたま市北区宮原町 1-66-2 応用地質株式会社 TEL 048-663-8614

スイープ波形は 1 oct/min の形状で、スイープ周波数は 30~60Hz、スイープ時間は 60s、測定時間は 65s とした。収録波形のランニングスペクトル解析を行い、スペクトログラムを求めた。図 3 にスペクトログラムを示す。

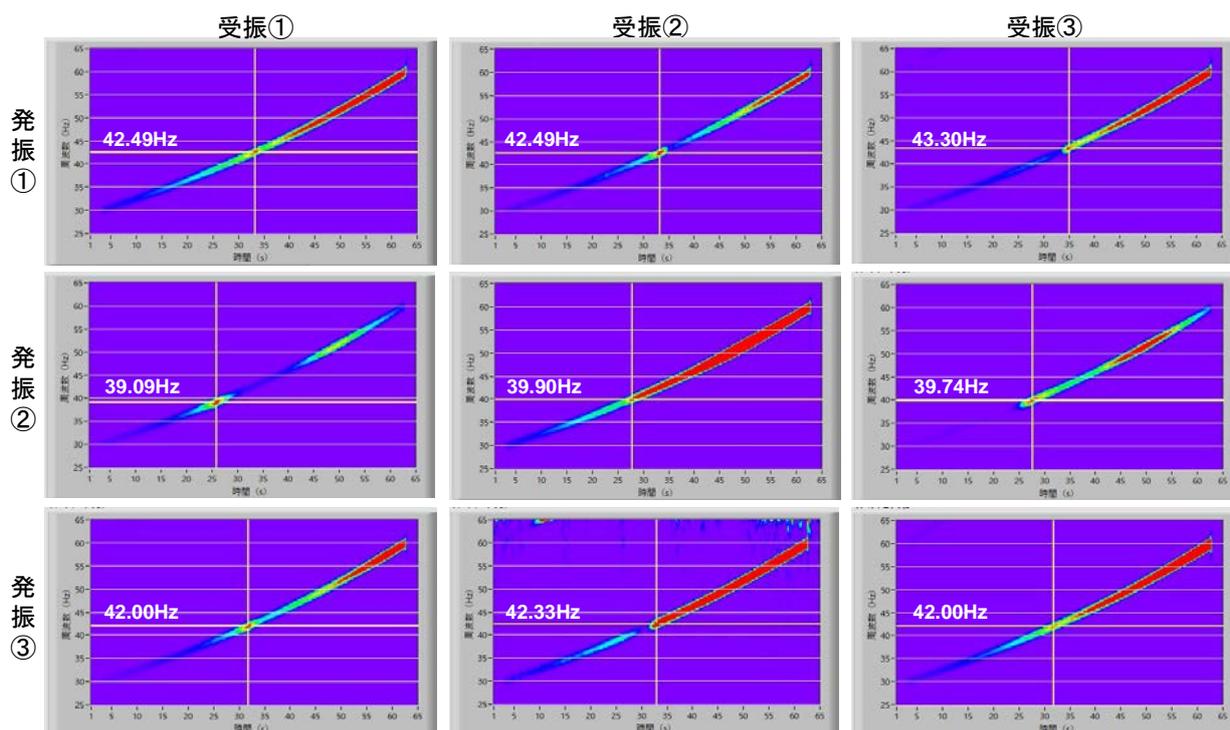


図 3 3本の鋼より線で発受振を行ったときのスペクトログラム図(VSL E5-3, 自由長 4.0m, 残存緊張力 243.3kN)

図中、発振①~③は小型バイブレータを設置した鋼より線番号、受振①~③は加速度計を設置した鋼より線番号である。スペクトログラムの縦横カーソルの交点は共振点として読み取った点を示し、その共振周波数を図中に記載した。発振鋼より線が同一であれば、受振鋼より線が異なってもほぼ同じ共振周波数が得られた。従来は、発振と受振を同一鋼より線でのみ行っていたが、別の鋼より線で測定することにより、共振点が検出しやすくなる場合があることがわかった。これは、発振鋼より線では、振動源(小型バイブレータ)の近傍で測定するため S/N 比が低くなり、共振点の検出が難しくなる場合がある一方、それ以外の鋼より線では、S/N 比が比較的高く、共振点が検出しやすくなることによると考える。したがって、どの鋼より線で検出された共振周波数も、発振鋼より線の自由長部の固有振動周波数と見なすことができる可能性が高い。なお 9 個の共振周波数実測値の平均値 (41.48Hz) から求められる緊張力は 255.7kN であり、リフトオフ試験による残存緊張力 (243.3kN) との違いは約 5%であった。

#### 4. おわりに

くさび定着タイプのアンカーにおいても、余長部のみでの加振・受振によって、自由長部の固有振動周波数を測定できることがわかった。今後、さらに多くのくさび定着タイプアンカーへの適用とリフトオフ試験結果との比較検証を行い、測定精度の向上に努め、「ノンリフト試験」を実用的な試験法として確立したい。

#### 謝辞

本研究は科学研究費補助金(挑戦的研究(萌芽)18K18875)の支援により実施した。ここに記して感謝します。

#### 参考文献

- 1) 斎藤秀樹・青池邦夫・八嶋 厚・山崎 充・宮澤敏孝・曾根好徳 (2017), 振動を用いたグラウンドアンカー残存引張り力の推定方法, 土木学会第 72 回年次学術講演会講演概要集, III-187.
- 2) 斎藤秀樹・山崎 充・八嶋 厚・名波一輝・田住哲志・村田芳信・苅谷敬三・青池邦夫・曾根好徳 (2020), 振動を用いたグラウンドアンカー緊張力測定方法の実用化, 土木学会第 75 回年次学術講演会講演概要集, III-166.
- 3) 浜崎智洋, 笠間清伸, 松本 嵩, 小川良太, 磯部仁博, 佐山政幸: 打音診断技術を活用したグラウンドアンカーのあらたな緊張力計測手法に関する実験的研究, 土木学会論文集 C (地圏工学), Vol.75, No.1, pp.90-102, 2019.