

グラウンドアンカー残存引張り力の非破壊評価方法に関する模型実験

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
 応用地質 高橋 一徳
 応用地質 青池 邦夫
 応用地質 曾根 好徳

1. はじめに

グラウンドアンカーの残存引張り力を非破壊で推定する方法として、筆者らは、アンカーの PC 鋼材の余長部に小型バイブレータを取り付け周波数掃引（スウィープ）加振して、自由長部の固有振動を励起し、その振動を同一の PC 鋼材の余長部に取り付けした振動センサで計測して共振周波数を求める方法を提案した¹⁾。観測される振動を自由長部の弦の振動とみなせば、その固有振動周波数、PC 鋼材の線密度、自由長の長さから、簡単な式で緊張力を求めることができる。くさび定着タイプの実アンカーへの適用実験では、求めた固有振動周波数と直近のリフトオフ試験による残存引張り力の間に明瞭な相関が見られる結果を得た。一方、両者の関係は緊張力が大きくなるにつれて乖離する傾向が認められるなど、本当に自由長部の弦の振動が励起されているのか確証はない。また他の定着タイプのアンカーへの適用性についても課題と考えられた。今回は、定着タイプの異なる 3 種類のアンカー模型を使用し、それぞれ緊張力を 3 段階変化させて、緊張力の変化に伴う自由長部の固有振動周波数の変化が観測できるかどうか、模型実験によって検討することとした。

2. グラウンドアンカー模型

実験に使用した模型は、中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋（株）が研修用に設備している 3 種類のアンカー模型である。表 1 に各模型の諸元を示す。実アンカーに比べて自由長が短いのが特徴である。

表 1 アンカー模型の諸元と段階載荷緊張力および予測される弦の固有振動周波数一覧表

アンカー規格	定着タイプ	PC鋼線 本数	PC鋼線 径(mm)	許容アンカー 力 T_a (kN)	0.9 T_{ys} (kN)	自由長 (mm)	余長 (mm)	緊張力(3段階) (kN)			弦の固有振動周波数 (Hz)		
								① $\div T_a/3$	② $\div T_a/2$	③ $\div T_a$	緊張力①	緊張力②	緊張力③
VSL E5-3	くさび	3	12.7	329.4	421.2	784	210	105	160	320	136	167	237
SEEE F60UA	ナット	1	21.8	343.8	444.5	780	80	110	170	340	135	168	237
EHD 5-3	くさび・ナット	3	12.7	329.4	421.2	770	85	105	160	320	138	170	241

3. 実験方法および結果

(1) 載荷パターン

各アンカー模型への載荷は 3 段階 (①②③) で行い、最大荷重 (③) は許容アンカー力 (T_a) 程度とし、その 1/2 程度 (②)、1/3 程度 (①) の緊張力を段階的に与えることとした。設定した緊張力を表 1 に示した。

(2) 測定方法

PC 鋼材の地上に突出した余長部に小型バイブレータを取付け、鋼材と直交する方向に振動を与えた。予測される弦の固有振動周波数は表 1 に示すとおり 135~241Hz の範囲である。与えた振動は、予測周波数範囲を十分にカバーする 10~550Hz の正弦波スウィープ信号で、約 11.1 秒間で線形的に周波数が増加するように加振した。振動の検出には小型加速度計を用い、加振機の振動方向と同一方向に感度軸を持つよう鋼材に固定した。11.1 秒間の加振時間を含む 12 秒間の振動計測を行い、サンプリング間隔 0.1ms、分解能 16 ビットの A/D 変換を行って、120,000 ポイントの時刻歴波形を収録した。

キーワード グラウンドアンカー、残存引張り力、弦の振動、スウィープ、スペクトログラム、梁の振動
 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

(3) 解析方法

時刻歴波形のランニングスペクトル解析を行い、スペクトルピーク（共振周波数）の検出を試みた。ランニングスペクトル解析の時間ウィンドウは 512 ポイント（0.0512 秒）とし、これを 512 ポイントずつずらしてスペクトル解析を行った。

(4) 解析結果

今回対象とした 3 種類のグラウンドアンカー模型における実験結果（ランニングスペクトル解析によるスペクトログラム）の各 1 例を図 1 に示す。左から、VSL、SEEE、EHD の順に示し、それぞれ上から、緊張力①、②、③の順に示した。各図の横軸は時間、縦軸は周波数である。図からは、表 1 に示した弦の固有振動周波数に相当するピークは認められない。また緊張力の違いに伴って周波数が変化する成分も見られなかった。

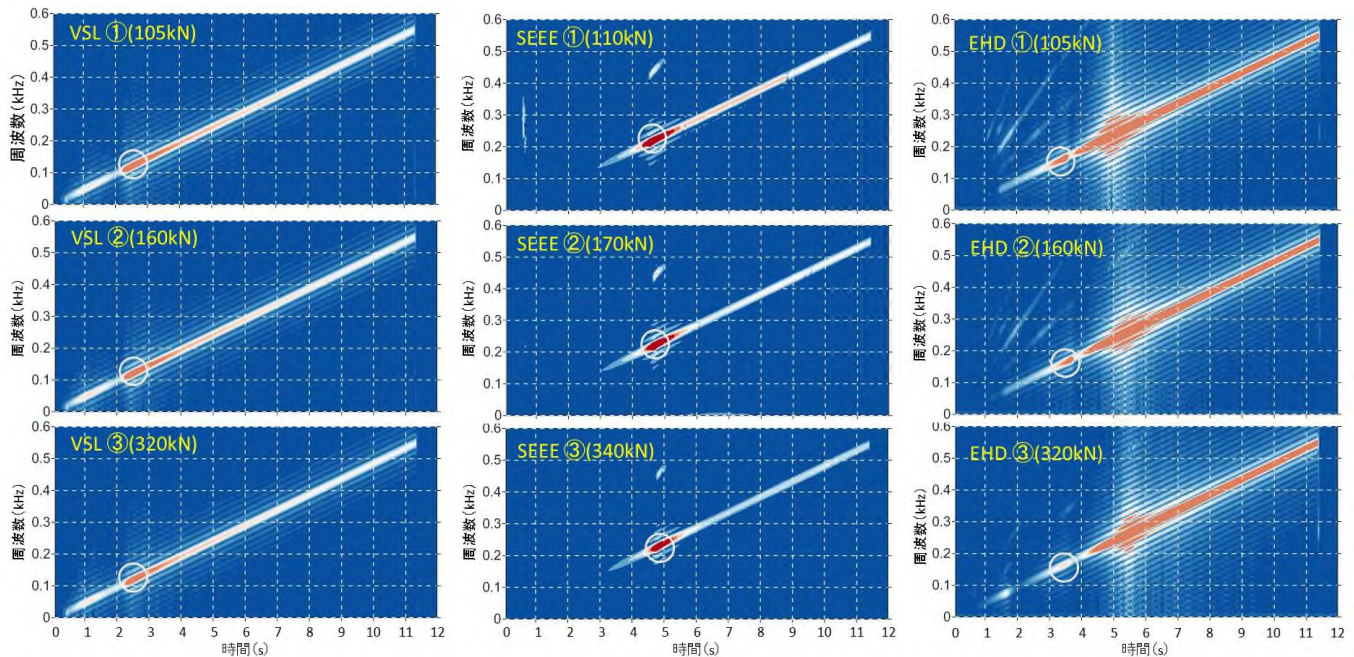


図 1 スペクトログラム (左) VSL (中) SEEE (右) EHD

4. 考察

本実験では、緊張力によって変化する弦の振動による周波数は観測されなかった。自由長が短いため弦の振動が励起されなかったか、卓越しなかったためと考える。一方、各アンカーのスペクトログラムには、緊張力によらずほぼ一定の周波数にピークが見られる（図中○印）。共振周波数は VSL では 110～130Hz 程度、SEEE では 210～230Hz 程度、EHD では 150～180Hz 程度と読み取れる。自由長部を両端を固定した梁（丸棒）と考え、その横振動周波数を試算したところ、VSL では 132Hz、SEEE では 221Hz、EHD では 140Hz となり、上記の読み取り値とおおむね一致した。梁の横振動周波数は張力によってほとんど変化しないため、この周波数から緊張力を求めることはできないが、自由長を両端固定の梁と考えた時の固有振動周波数が観測できたことは、余長部に設置した加振機によって自由長部の振動を励起することが可能で、さらにその振動を余長部に設置した振動センサで検出することが可能であることを示すものとする。

5. おわりに

実験の結果、自由長部の固有振動を励起するには、提案した方法が有効であることが示された。今後は、弦とみなせるような、より長い自由長を持つアンカー模型を使用し、自由長部で直接加振・受振することも可能な実験を行い、本方法の妥当性を検証していく。なお本方法は、特許第 6283439 号として登録済みである。

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, 373-374.