

振動法によるグラウンドアンカー緊張力測定手法の実物大模型実験による検証

応用地質株式会社 正会員 ○新部 貴理
応用地質株式会社 正会員 斎藤 秀樹
応用地質株式会社 非会員 小川 直人
中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋株式会社 正会員 山崎 充
中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋株式会社 非会員 清水 光亮
岐阜大学 フェロー会員 八嶋 厚

1. はじめに

グラウンドアンカーの維持管理では、鋼材の残存緊張力を定期的に測定し、劣化状況を把握する必要があるが、多数のアンカーの緊張力をリフトオフ試験や荷重計で確認する方法は、過緊張アンカーへの安全対策や、足場仮設等の費用が課題である。そこで筆者らは、振動法を用いた比較的簡便で安全な緊張力測定手法「ノンリフト試験」を提案した^{1) 2)}。

くさび定着タイプ VSL E5-3 の既設アンカーでは、加振する鋼線が同一の場合、受振する鋼線が異なってもほぼ同じ共振周波数を得た。加振鋼線で受振した場合は S/N 比が低下するため、どの鋼線で検出した共振周波数も加振鋼線の固有振動周波数と見なせると結論付けたが²⁾、既設アンカーは鋼線毎の緊張力を別手法で確認できないため、推論の域を出ない。

そこで筆者らは、この結論の検証を目的とし、実物大 VSL E5-3 アンカー模型の各鋼線に異なる緊張力を載荷し、ノンリフト試験を実施する実験を行った。

2. 実験内容

模型実験には鋼製反力台を用い、ジャッキによって鋼線を引張り、緊張力を加えてくさび定着を行った。模型の諸元を表 1 に示す。自由長は 5.28 m とした。アンカー余長部に 1 台の加振機と 4 台の加速度計（うち 1 台は加振機特性を測定）、自由長部に 3 台の加速度計を設置し、測定機 VIBRES システムに接続した。測定系模式図を図 1 に示す。

実験は、(1)自由長部を打撃して自由振動を励起し、

自由長部で固有振動周波数を測定できるか、(2)加振機で余長部をスウィープ加振し、自由長部で測定して共振を確認できるか、(3)自由長部を打撃し、余長部で自由長部の固有振動周波数を観測できるか、(4)加振機で余長部をスウィープ加振し、余長部で自由長部の固有振動周波数を観測できるか、の 4 点を検証した。(4)が検証できれば現場適用性が示される。スウィープ波形は、10～40 Hz の正弦波を 120 秒間（1 oct/min）として加振機に与えた。

3. 実験結果

受振器で捉えた振動波形に対してランニングスペクトル解析を行い、測定結果はスペクトログラムとして出力した（図 2～図 5）。

(1) 自由長部打撃-自由長部受振

鋼線①打撃時は 34.29 Hz（緊張力換算 101.49 kN）、鋼線②打撃時は 30.89 Hz（同 82.36 kN）、鋼線③打撃時は 26.76 Hz（図 2 参照，同 61.81 kN）が卓越した。これらは目標定着緊張力に近いことから、自由長部の固

表 1 実物大アンカー模型実験諸元

アンカー規格	PC鋼より線			目標定着緊張力 (kN)	固有振動周波数 (Hz)	換算緊張力 (kN)
	番号	φ径 (mm)	断面積 (mm ²)			
VSL E5-3	①	12.7	98.7	110.0	34.29	101.5
	②	12.7	98.7	85.0	30.89	82.4
	③	12.7	98.7	60.0	26.76	61.8

自由長部

余長部

受振器

加振機

鋼線①

鋼線②

鋼線③

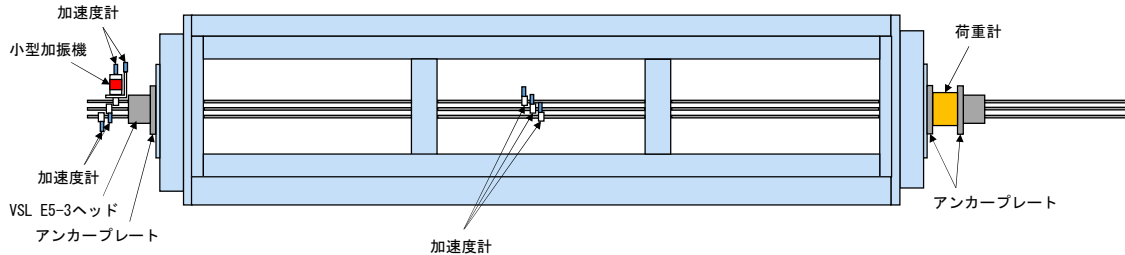


図 1 測定系模式図

キーワード グラウンドアンカー、残存緊張力、非破壊試験、共振周波数、スウィープ振動、模型実験
連絡先 〒331-8688 埼玉県さいたま市北区土呂町 2-61-5 応用地質株式会社 TEL：048-652-4956

有振動周波数であると考えられる（表1に記載）。

(2) 余長部加振-自由長部受振

鋼線③余長部に設置した加振機の加振周波数が、加振鋼線の自由長部の固有振動周波数に一致した瞬間、その周波数で振幅が強まった（図3参照）。鋼線①、鋼線②加振時も同様であったため、加振機を用いた鋼線余長部のスウィープ加振により、加振鋼線の自由長部の共振を励起することができた。

(3) 自由長部打撃-余長部受振

鋼線③を打撃したところ、打撃した鋼線③の自由長部の固有振動周波数（26.76 Hz）が全ての鋼線の余長部で卓越した（図4参照）。鋼線①、鋼線②打撃時も同様であったため、共振する鋼線の固有振動周波数をどの鋼線の余長部でも観測できた。

(4) 余長部加振-余長部受振

鋼線③加振時には、どの鋼線の余長部でも鋼線③の固有振動周波数に近い 25.7 Hz 前後にピークが見られた（図5参照）。鋼線①、鋼線②加振時には各々の固有振動周波数と少し異なる 32.5 Hz 程度がどの鋼線の余長部でも卓越した。これは、反力台の固有振動周波数を測定したところ、2 倍振動の周波数と一致したため、外部ノイズと考えられる。

4. まとめ

(1)～(4)の結果から、余長部でスウィープ加振した鋼線の自由長部の固有振動周波数を、どの鋼線の余長部でも観測できることを示した。ただし、既設アンカーの測定でも、鋼線①および鋼線②加振時のように、鋼線自由長部の固有振動周波数が他の構造物と近い場合、共振周波数を明瞭には観測できない可能性がある。今後、明瞭な周波数ピークのデータのみを使って緊張力推定ができるか、リフトオフ試験結果との差異がどの程度かを検討する。

謝辞

本研究は、科学研究費補助金（国際共同研究加速基金（国際共同研究強化(B)20KK0091)）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, 山崎充, 八嶋厚, 名波一輝, 青池邦夫, 曾根好徳 (2021), 振動法によるグラウンドアンカー緊張力の推定, 土木学会論文集 C (地圏工学), Vol. 77, No. 3, 213-232.
- 2) 斎藤秀樹, 山崎充, 八嶋厚, 名波一輝, 小島杏介, 小原原敬徳 (2021), 振動を用いたグラウンドアンカー緊張力測定手法のくさび定着タイプアンカーへの適用, 土木学会第 76 回年次学術講演会講演概要集, III-183.

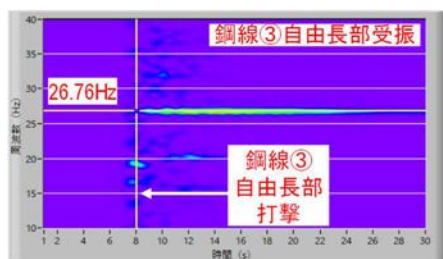


図2 自由長部打撃-自由長部受振記録(鋼線③の例)

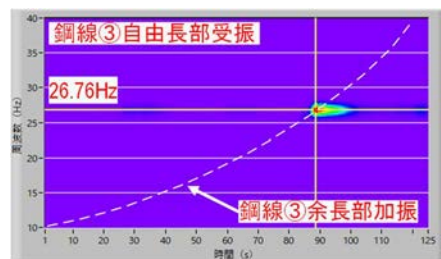


図3 余長部加振-自由長部受振記録(鋼線③の例)

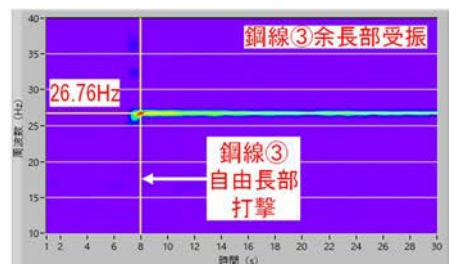
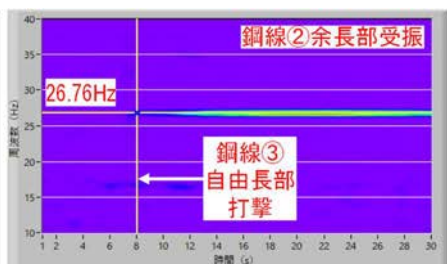
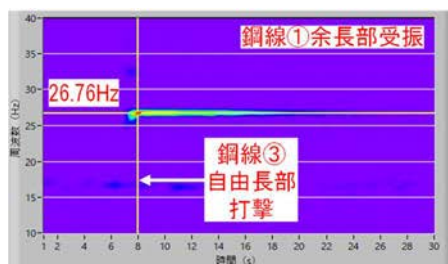


図4 自由長部打撃-余長部受振記録(鋼線③打撃の例)

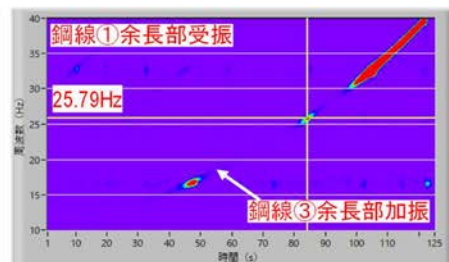
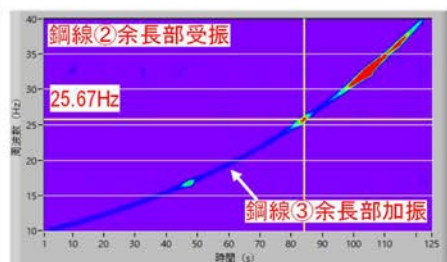
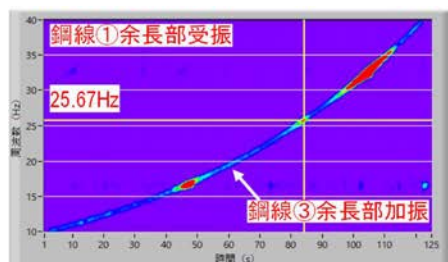


図5 余長部加振-余長部受振記録(鋼線③加振の例)