

グラウンドアンカー緊張力点検の効率化を図る VIBRES® (ビブリス) システム

グラウンドアンカーとは？

グラウンドアンカーは、アンカー体と呼ばれる定着部をグラウト材(セメント)によって地盤内に造成し、地表面との間を引張り材(テンドンと呼ばれる鋼材)でつないで、テンドン自由長に緊張力をかけ、アンカー頭部と受圧構造物によってその緊張力を保持することで斜面・のり面の安定化を図る構造物です(図-1)。グラウンドアンカーは、一つの斜面・のり面において数十本～数百本を面的に施工して(写真-1)、崩壊や地すべりを抑える働きがあり、高速道路には少なくとも120,000本のグラウンドアンカーが施工されています。

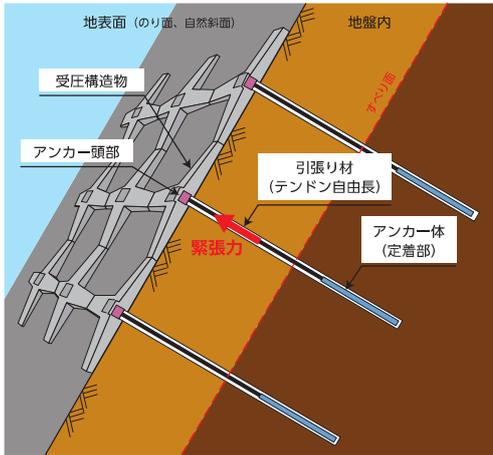


図-1 グラウンドアンカーの断面図 (模式図)

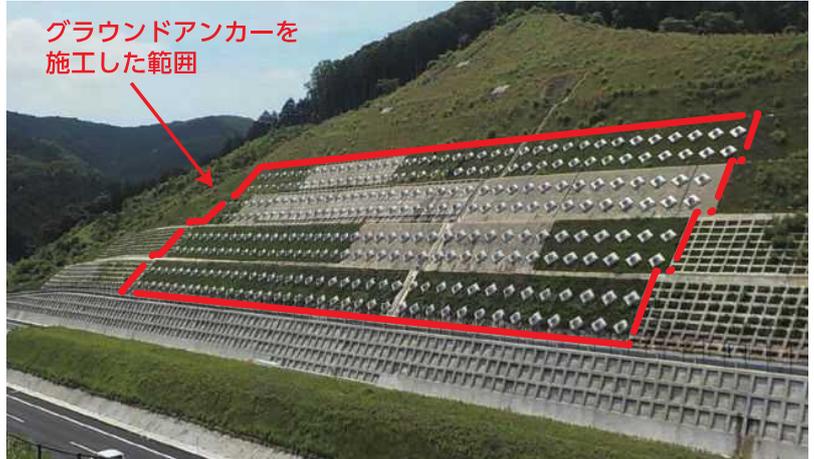


写真-1 グラウンドアンカーが施工されたのり面の例

グラウンドアンカー緊張力の点検・維持管理とその課題

緊張力の働きによって斜面・のり面の安定化を図るグラウンドアンカーは、緊張力の点検・維持管理が必要な構造物です。グラウンドアンカー緊張力の点検はこれまで、油圧ジャッキ(センターホールジャッキ)を用いたリフトオフ試験が行われてきました(写真-2)。リフトオフ試験は、地表面にあるアンカーの頭部をつかんで、それを油圧ジャッキで引っ張って(持ち上げて)、緊張力を測定するものです(図-2)。

リフトオフ試験に用いる油圧ジャッキは、重量が40kg～120kgと重く大型の装置であり、場合によっては仮設足場(写真-3)が必要になる手間とコストがかかる試験です。このため、従来から行われてきたリフトオフ試験に代わる簡易で安全な緊張力の測定技術の開発が、グラウンドアンカー点検の効率化の課題となっていました。



写真-2 リフトオフ試験の油圧

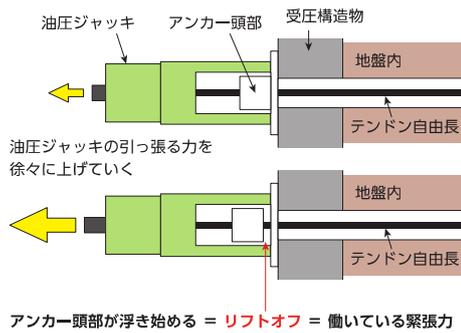


図-2 リフトオフ試験の原理 (模式図)



写真-3 仮設足場の例

VIBRES® システムの原理

緊張力が作用するテンドン自由長部は、ギターの弦のように高い緊張力では高い周波数で、低い緊張力では低い周波数で振動します(図-3)。緊張力と振動周波数の関係は、式(1)の物理式で表されます。グラウンドアンカーのテンドン自由長(m)、テンドン自由長の線密度(kg/m)は、設計・施工図から分かっているため、振動周波数の測定ができれば、緊張力を求めることができます。VIBRES®システムは、緊張力によって変化するテンドン自由長部(弦)の振動周波数を測定することを原理とした技術です。

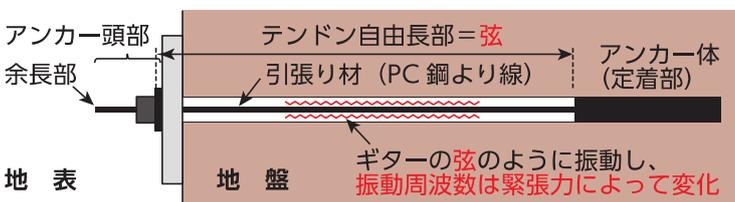


図-3 グラウンドアンカーの構造とテンドン自由長部の振動 (模式図)

●緊張力と振動周波数の関係式

$$T = 4 \times L^2 \times f^2 \times \mu \quad \dots \text{式(1)}$$

ここに、 T : 緊張力 (N)
 L : テンドン自由長 (m)
 f : 振動周波数 (Hz)
 μ : テンドン自由長の密度

グラウンドアンカー緊張力点検の効率化を図る VIBRES® (ビブリス) システム

VIBRES® システムによる緊張力の測定方法

グラウンドアンカーのテンドン自由長部は地盤内にあるため、振動周波数を直接測定することはできません。そこで、VIBRES®システムでは、アンカー余長部に小型バイブレータと加速度計を取り付け(写真-4)、小型バイブレータによって時間とともに徐々に高くなる「スイープ振動(図-4)」を加えます(加振します)。高くなっていく周波数とテンドン自由長部の振動周波数とが一致すると、共振して振動をし始めます。この共振点(図-4)の周波数を加速度計によって測定(受振)し、式(1)から緊張力を求めます。



写真-4 VIBRES® システムの取り付け状況

測定作業には、余長部に取り付けた小型バイブレータ(約400g)と加速度計(約30g)の他に、測定ユニットとノートパソコンを uses。測定ユニットは、縦30cm×横45cmのコンパクトなケースに収納されています。これらに、解析ソフトをインストールしたノートパソコンとを接続することで、グラウンドアンカー緊張力の測定を行うことができます(写真-5)。VIBRES®システムの緊張力の測定時間は、1回あたり1~2分(任意の設定可能)と、従来のリフトオフ試験よりも短い時間で測定ができます。

VIBRES®システムは、従来のリフトオフ試験のように大型の装置や、仮設足場などの大掛かりな機材を必要としないため、測定作業の時間短縮が可能となり、効率的に緊張力を求めることが可能です。さらに、アンカー頭部を引っ張らないためグラウンドアンカーが破断して飛び出す恐れがなく、作業員および通行車両など第三者の安全性が向上します。

VIBRES® システムによる緊張力測定の精度

現場の法面にある様々な規格のグラウンドアンカーにおけるVIBRES®システムと従来のリフトオフ試験を比較します(図-5)。

VIBRES®システムで測定した緊張力は、リフトオフ試験の緊張力に対しておおむね±10%の範囲に入りました。また、グラウンドアンカー維持管理マニュアルに定められている、グラウンドアンカー緊張力の目安においても両者の評価に差はなく、VIBRES®システムがグラウンドアンカー緊張力の点検作業の効率化に有効であることが確認できました。

VIBRES®システムは、グラウンドアンカー緊張力測定に振動を用いることで、点検の効率化と安全性向上を実現しようとする画期的で独創的な技術です。

※VIBRES® システムは、当社、応用地質、岐阜大学が共同で開発した技術です。(特許第 6283439 号)

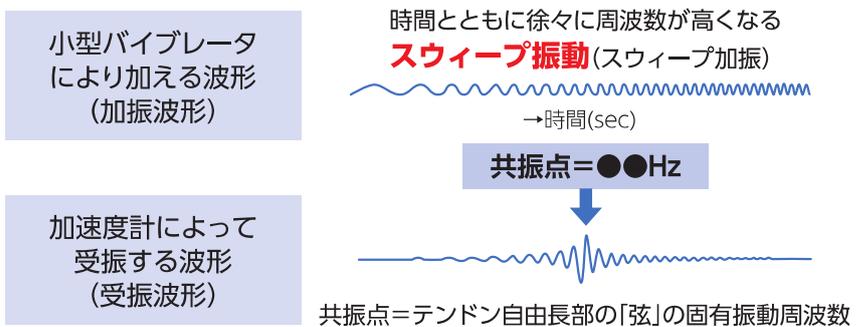


図-4 VIBRES® システムの加振・受振波形

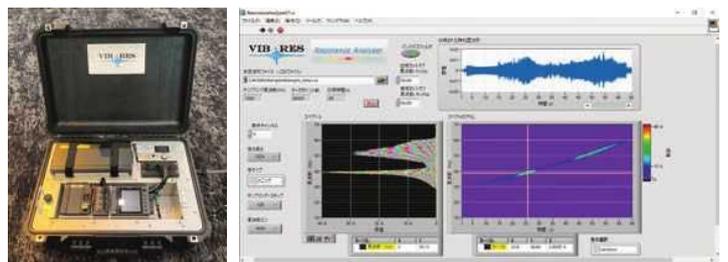


写真-5 測定ユニット(左)と解析結果の画面(右)

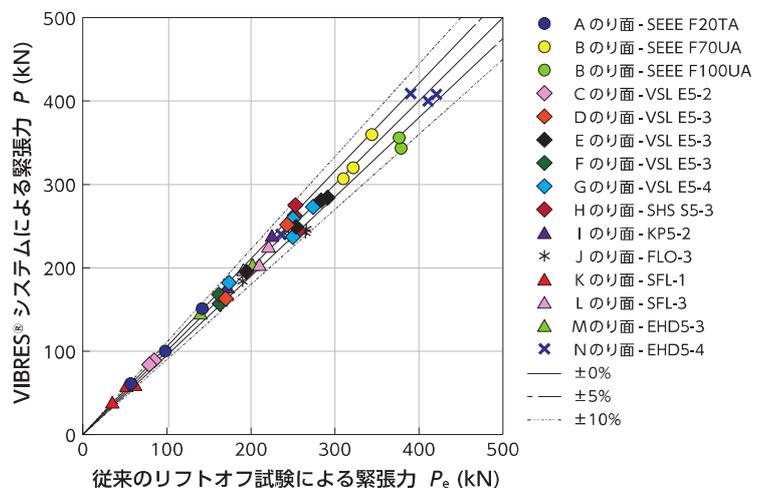


図-5 リフトオフ試験とVIBRES® システムによる緊張力の比較

(問合せ先)

中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋株式会社

名古屋市中区錦1-8-11 DPスクエア錦9F 〒460-0003
TEL:052-212-4551(代表)052-212-4597 営業部直通

中日本エンジ名古屋 検索 FAX:052-203-5106

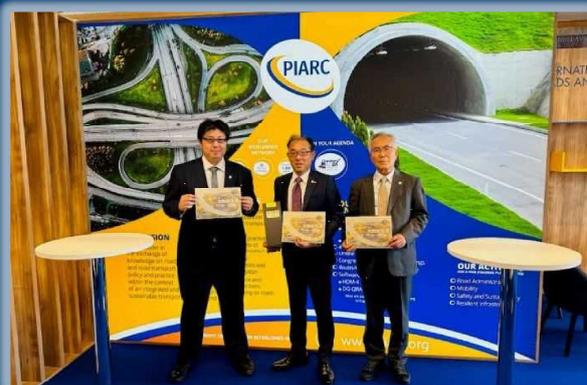
<https://www.c-nexco-hen.jp/> mail:info.yy@c-nexco-hen.jp



グラウンドアンカーの維持管理技術 「VIBRESシステム」が 第27回世界道路会議 (PIARC:プラハ大会)において 「ベストイノベーション賞」を受賞しました



受賞式の様子



受賞者):中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋株式会社(写真左、中央)、国立大学法人東海国立大学機構岐阜大学(写真右)

2023年10月2日～6日にかけて世界道路協会 (PIARC) 主催の「第27回世界道路会議」がチェコ共和国プラハ市で開催され、中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋株式会社・応用地質株式会社・国立大学法人東海国立大学機構岐阜大学が研究開発した「VIBRES システム」の技術論文 (Efficient Safety Assessment of Expressway Slope Reinforced by Ground Anchor based on Residual Tensile Load Evaluated by Vibration Method) が、「ベストイノベーション賞」を受賞しました。

世界道路協会 (PIARC) は、創立から100年以上の歴史を持つ権威ある組織で、現在125か国が加盟しています。世界道路会議は4年に1回開催され、世界中から交通大臣をはじめとする道路関係の技術者や研究者が参加し、最新技術の発表や道路行政に関する対話が行われます。

世界道路会議では世界各国から論文を募集しており、その中から最も優秀な論文を8部門から選定し、PIARC 賞として表彰しています。プラハ大会では500編を超える論文の応募があり、その中から VIBRES システムの技術論文が「ベストイノベーション賞」、つまり「最も優れた革新的な技術」として認められました。

「VIBRES システム」の技術は、世界道路会議でベストイノベーション賞を受賞したことにより、NEXCO中日本グループのプレゼンスを高めることに貢献しました。

