

衝撃弾性波法に基づくボルトナットタイプのグラウンドアンカーの健全性評価手法に関する基礎研究

ソイルアンドロックエンジニアリング(株) 正会員 ○高上勇二 正会員 吉村 貢
 大阪大学大学院工学研究科 正会員 鎌田敏郎 正会員 内田慎哉

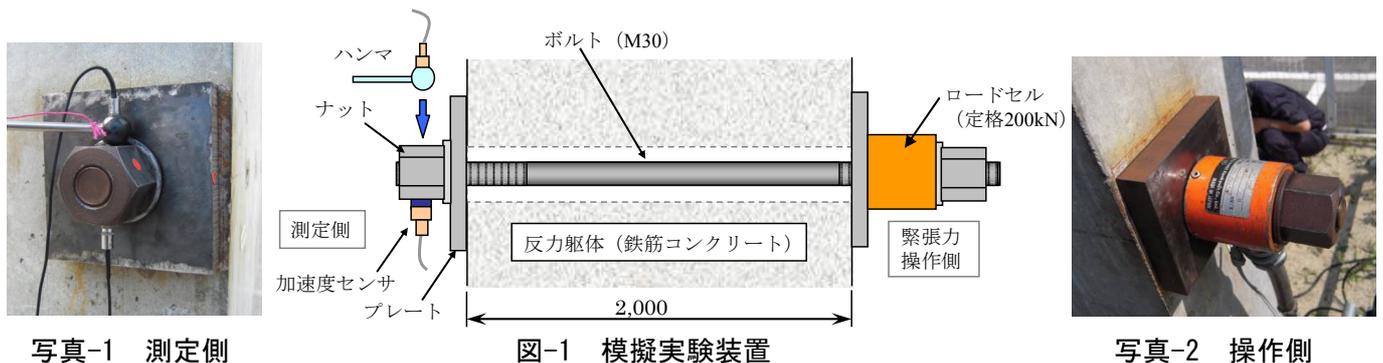
1. はじめに

切土のり面等の安定化を図る目的で、グラウンドアンカー（以下、アンカーとする）が広く用いられている。アンカーの引張材には緊張力が導入されているが、地盤の変形や引張材のクリープなどが主な原因で、緊張力が時間の経過とともに低下する場合がある。また、引張材の破断により、アンカー本来の機能を失うことも知られている。そのため、地盤の挙動を把握し、かつ地盤の崩壊を防ぐためには、引張材に導入された緊張力を評価することにより、アンカーの健全性を適切に把握することが極めて重要である。設置後のアンカーの健全性を評価する従来からの方法には、代表点でのロードセルによる緊張力測定及びその継続的な監視、あるいはリフトオフ試験などがある。前者は設置数が限られていること、後者は試験が大掛かりとなりコストも大きくなることから適用数が限定され、より簡便な健全性評価手法の開発が望まれている。

筆者らは、アンカーの緊張力を把握するため、弦の張力を調整することにより音、すなわち弦の振動を制御している弦楽器の原理に着目した。この原理に従い、アンカーの引張部に外力を与えることができれば、その健全性を評価できると考えた。しかしながら、現実のアンカーの引張材は地盤中にあるため、これに直接外力を加えることは難しい。そこで、地表面に出ており、かつ緊張力の作用を受けるプレートや締結部材（ナット）に対して、コンクリートの内部欠陥の評価手法などに利用されている衝撃弾性波法を適用する方法を考案した。この手法の適用性を把握する目的で、モデル供試体での実験で検証を行うこととした。

2. モデル供試体概要

図-1に示したように、実験に適用したボルトナットタイプのアンカーのモデル供試体は、端面に対して垂直に円筒状の空洞を開けた鉄筋コンクリートの反力躯体にボルトを通し、その両端に鋼製プレートを置き、ナットを締めることで緊張力を変化させるものである。一端を測定側（写真-1）として、もう一端を緊張力の操作側とした。操作側にはひずみケージ式ロードセルを配して（写真-2）、ボルトの緊張力を測定した。



3. 衝撃弾性波法による測定方法

操作側のナットを締め込むことによりボルトに緊張力を導入し、緊張力が約 80kN となるまでの間、約 10kN ごとに、測定側のナット、あるいはプレートの打撃を適宜行なった。打撃ハンマはステンレス製の球に柄を剛結したもので、加速度センサ（ハンマ側と呼ぶ）を取り付けている（図-1）。打撃面と対向する面にはもう 1 つの加速度センサ（センサ側と呼ぶ）をマグネットにより固定している。2 つの加速度センサで検知した信号を $4\mu\text{sec}$ の間隔でそれぞれサンプリングし、その信号を記録した。記録された測定信号の一例を図-2 に示す。測定した波形から、「計算周波数 f_c 」および「加速度比 R_a 」の評価パラメータを算出した。計算周波

キーワード：グラウンドアンカー，緊張力，健全性評価，衝撃弾性波法，モデル供試体実験
 連絡先：〒561-0834 豊中市庄内栄町 2-21-1 ソイルアンドロックエンジニアリング(株) TEL. 06(6331)6031

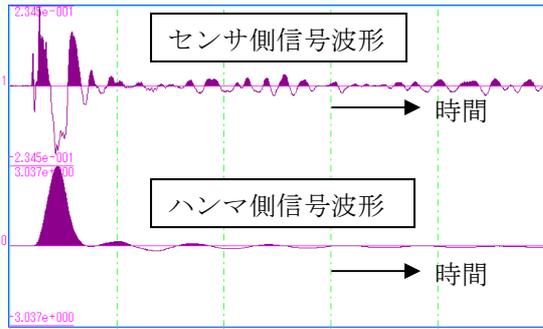


図-2 測定信号波形の一例

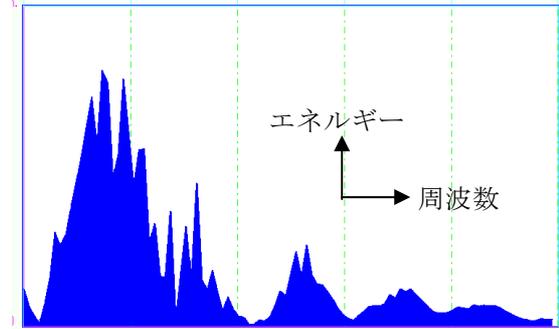


図-3 センサ側信号のFFT解析結果の一例

数 f_c はセンサ側信号波形をFFT解析して得られた図-3の周波数成分から求めた。一方、加速度比 R_a はハンマ側の最大加速度(信号の最大値)をセンサ側最大加速度(信号の最大値)で除して算出した。

4. 実験結果および考察

図-4および図-5に結果を示す

1) 計算周波数 f_c

打撃部材および打撃～受信方法に関わらず、緊張力が小さい約0~20kNの範囲では緊張力の増加に対する計算周波数の増分が大きくなるものの、その後の計算周波数は一定の値に収束していることがわかる。

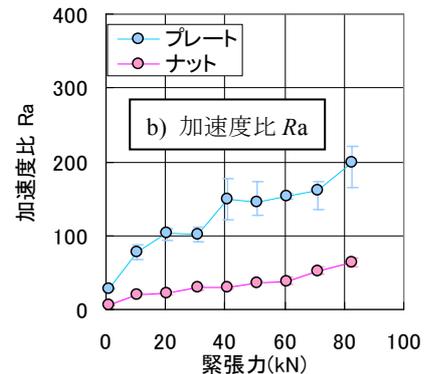
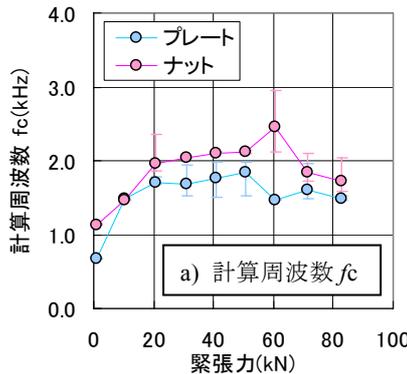


図-4 打撃部材の差違に関する実験結果の例

2) 加速度比 R_a

いずれの場合においても、加速度比は共に大きくなり、その変化は緊張力に比例するような応答を示した。

通常、アンカーの頭部(ナット)は防錆材が塗布された状態でキャップが取り付けられている。そのため、ナットを打撃するためには手間がかかる。露出しているプレートを打撃して張力を評価できることは望ましい。

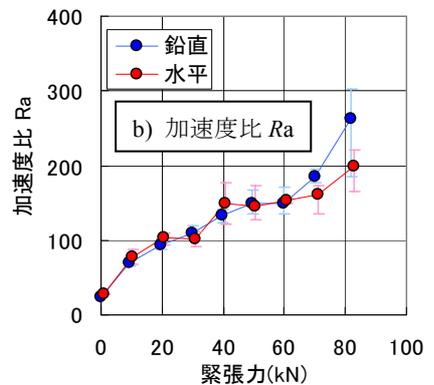
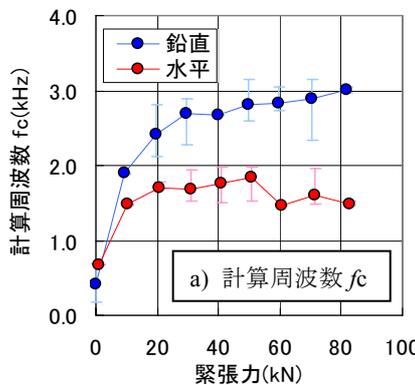


図-5 打撃～受信の方向に関する実験結果の例

図-4に打撃部材の差違に関する実験結果に着目すると、計算周波数 f_c では両方でそれほど大きな差を示さないものの、加速度比 R_a ではナットのケースはプレートの1/4程度の値となり、打撃部材の差違が明瞭である。したがって、実際のアンカーでの計測を考えた場合は、打撃対象をプレートとして、加速度比 R_a を評価パラメータとするのが望ましいといえる。ここで、加速度センサの内部振動子の動きに重力が影響すると考えられるため、図-5の打撃～受振方向の違いが評価パラメータに与える影響についての考察を加える。図によれば、計算周波数 f_c では打撃～受振方向による影響は大きい。しかしながら、加速度比 R_a では、打撃～受振方向による差異は生じておらず、ほぼ同じ値となった。

5. まとめ

アンカーの健全性を評価する方法について検討するため、モデル供試体を対象に衝撃弾性波法の適用を試みた。その結果、ボルトの緊張力と計算周波数および加速度比との相関関係はおおむね良好であり、本手法が適用できることが明らかとなった。今後は、多種多様な現場条件の下で、本手法の有効性を把握すると共に、FEM解析による本手法の妥当性の検証も併せて実施する予定である。