

高周波衝撃弾性波法による打撃装置を用いたグラウンドアンカーの健全性調査事例

青木あすなろ建設(株) 技術本部 正会員 ○坂本浩之
 青木あすなろ建設(株) 技術本部 正会員 吉川正浩
 青木あすなろ建設(株) 技術研究所 坂本繁一
 青木あすなろ建設(株) 東京土木本店 高木雅広

1. はじめに

著者らは、高周波衝撃弾性波法による非破壊探査システム（オーリス）を用いて、ロックアンカーの健全性評価を目的として、室内試験^{1), 2)} および実際の地下発電所に施工されたロックアンカーの健全性調査³⁾へ適用しその有効性を検証してきた。本法ではこれまでアンカー頭部にセンサーを取り付け、調査員が鋼製ハンマーで打撃して tendon に弾性波を入力する方法で行ってきた。したがって、打撃力を一定の大きさにしたり、また微弱な打撃力を繰り返し与える必要から熟練した調査員に依存しており改善が望まれていた。そこで、熟練した調査員に頼らず、調査法としての精度向上と探査作業の効率化を図る目的で、新たにアンカー専用打撃装置を開発した。

本文では、この打撃装置を用いて試行したグラウンドアンカーの健全性調査事例について述べる。

2. 技術概要

高周波衝撃弾性波法とは、主に既設杭を対象として先端深度や途中の亀裂を探知できる非破壊探査法である。探査は対象物頭部に受信センサーを設置し、受信センサー近傍を鋼製ハンマーで打撃し弾性波を発生させ、得られた反射波から弾性波の伝播時間を計測して行う。受信センサーは高周波帯域に共振周波数特性を持ち、計測器本体のフィルター機能と高周波の高い指向性および対象物表面での減衰特性を利用して、構造物端部や亀裂からの反射波を精度良く検知できるのが特徴である。また、新たに開発したアンカー専用打撃装置は、打撃部と制御部から成り、制御部には打撃力可変機能を備える小型・軽量の装置である。この装置により、打撃力をある一定の大きさに定量化でき、微弱な打撃力を繰り返し与えることが可能となる。したがって、熟練した調査員が不要となり精度良く効率的に探査を行うことが可能となり、本法の信頼性の向上が期待できる。

3. 調査方法

施工中の現場において、グラウンドアンカー（VSLK5-2H、自由長 4m、定着長 3.5m、設計アンカー力 211.8kN/本）を対象にして、鋼製ハンマーと打撃装置を用いた2種類の方法で試行探査を行った。アンカー断面構造を図-1に示す。探査方法は、アンカーキャップを一旦外し露出したアンカーヘッドに受信センサーを付け、打撃装置をスタンドで支圧板に取り付け固定して行った。打撃装置とセンサーを設置した設置状況を写真-1に示す。

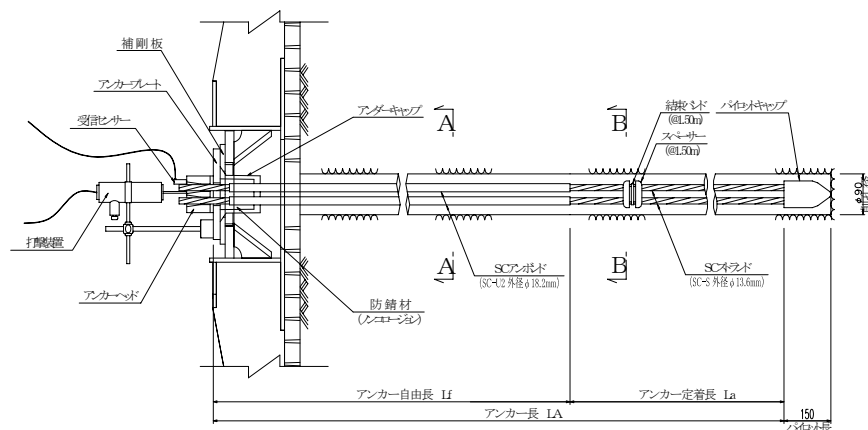


図-1 アンカー断面構造



写真-1 設置状況（打撃装置・センサー）

キーワード：非破壊，グラウンドアンカー，健全性，衝撃弾性波法，打撃装置

連絡先 〒105-0014 東京都港区芝 2-14-5 青木あすなろ建設(株)技術本部企画エンジニアリング部 TEL 03-5439-8724

4. 調査結果

(1) 探査波形

試行探査状況を写真-2に、得られた探査波形図を図-2（鋼製ハンマー使用）と図-3（打撃装置使用）に示す。

矢印位置がテンドン先端部の反射波である。反射波位置までの伝播時間を表-1に示す。打撃方法の違いによる反射波位置、伝播時間に大きな違いは見られないことがわかる。

また、探査波形図の初期波形の減衰形状を見ると打撃装置使用の方がよりなめらかであることが確認できる。

表-1 伝播時間

打撃区分	伝播時間 Δt (ms)
鋼製ハンマー	3.24
打撃装置	3.30

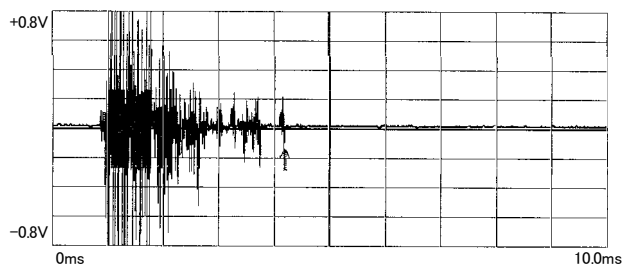


図-2 探査波形図（鋼製ハンマー使用）

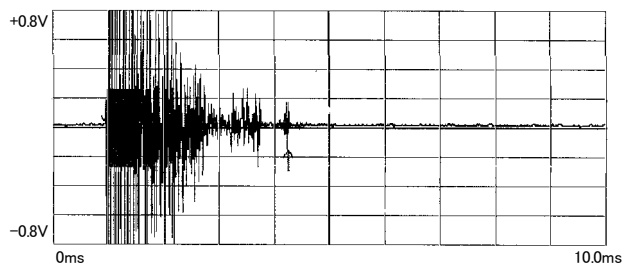


図-3 探査波形図（打撃装置使用）

(2) 解析・評価

試行探査で得られた伝播時間（打撃装置使用）と室内試験^{1), 2)}で得られた伝播速度に基づく解析・評価フロー³⁾に従い解析・評価を行う。評価対象のアンカーは設計長どおりに施工され、現場の適性試験により健全であることが確認されたアンカーである。ここでは、解析で得られた解析アンカー長 L_1 に対する設計アンカー長 L_2 （アンカーヘッド長 0.075m を設計アンカー長に含む長さ）に対する比率を健全度と定義する。したがって、1に近い程健全度が高いと評価される。また、解析アンカー長は自由長部の伝播時間と定着部の伝播時間それぞれに、 V_1 , V_2 を適用し算出した。解析結果を表-2に示す。健全度は 1.037 と L_1 との長さの差は L_2 の 5% 以内にあり健全であると評価できる。健全度が 1 より $\pm 5\%$ 以上大きく乖離する場合は、次のような状態である可能性が想定される。

表-2 解析結果

- 1) 設計長に比べて施工長が極端に異なる。
- 2) テンドンが途中で断面縮小している。
- 3) テンドンが途中で破断している。
- 4) 定着部の状態に異常がある。
- 5) 緊張力が低下あるいは増加している。

打撃区分	伝播時間 Δt (ms)	自由長部伝播速度 V_1 (m/sec)	定着部伝播速度 V_2 (m/sec)	自由長 $L_f + 0.075$ (m)	定着長 L_a (m)	設計アンカー長 L_2 (m)	解析アンカー長 L_1 (m)	健全度 L_1/L_2
打撃装置	3.3	5072	3942	4.075	3.0	7.075	7.338	1.037

6. まとめ

- 1) 打撃装置について、調査員が不要となり鋼製ハンマーに比べ精度良く効率的に反射波を検知できることが確認できた。
- 2) 健全度について、室内試験^{1), 2)}および解析・評価フロー³⁾に従い概ね適合する結果を得た。ただし、各種グラウンドアンカーは頭部や定着構造等の違いがあるため、自由長部の V_1 や定着部の V_2 について、信頼性向上のためには実際の現場調査による現象の確認と更なるデータ蓄積が必要であると考えている。
- 3) 竣工時の初期値 Δt を計測し、経年変化をモニタリングすることで比較的簡便に健全性の評価が可能になると考えている。



写真-2 試行探査状況

参考文献

- 1) 吉川正浩他：高周波衝撃弾性波法によるロックアンカーの健全性評価手法（その1），第60回土木学会年次学術講演会，2005。
- 2) 坂本浩之他：高周波衝撃弾性波法によるロックアンカーの健全性評価手法（その2），第60回土木学会年次学術講演会，2005。
- 3) 寺本達也他：高周波衝撃弾性波法によるロックアンカーの健全性調査事例，第60回土木学会年次学術講演会，2005。