

磁歪法を用いた岩盤支保構造の応力計測

神戸大学工学部
神戸大学大学院

正会員 芥川真一^{*)}, 口池尚子^{*)}
学生会員 有村有紀^{*)}, 中森絵美^{*)},
○森本紘太郎^{*)}

(財)建設工学研究所

正会員 櫻井春輔^{**)}

関西電力株式会社

正会員 馬場修二^{***)}

株式会社ニュージェック

正会員 森聡^{****)}, 柿原満^{****)}

1. はじめに

本報では地下発電所空洞における長期安定性の評価法および維持管理手法の確立を目的とし, その第1歩として, 非破壊応力測定法として知られる磁歪法を用いて PS アンカーヘッド部のナットに発生する応力に注目して, 軸力を推定することを試みた。

しかし, 地下空洞に使用されている PS アンカーに対して, 磁歪法を用いた維持管理を行う中で, 鋼材の特性や, 支持条件により, 磁歪法特有の様々な問題が生じてきた。そこで, 本研究ではそういった種々の問題を解決すべく, より軸力推定に適した PS アンカーの提案を行うための実験を行った。

2. 磁歪法の概要

鉄などの強磁性体には応力を受けたときに, その方向において透磁率が変化するという性質がある¹⁾。磁歪測定器(プローブ)では, この性質(磁気異方性)を利用して, 鋼材を励磁し, その磁位差に起因する電磁誘導により発生する電圧を検出することで, 受けた応力の向きと大きさを測定することができる。これまでに橋梁¹⁾, トンネル²⁾などで適用され, 良好な成果を得ている。

3. ナットを用いた PS アンカー軸力推定

アンカーの引張試験を行い, ナット(最大外径 95mm, 高さ 45mm, ねじ穴径 55mm)表面の応力を測定した。

測定結果は図 1 のようになった。図 1 は磁歪センサから出力された電圧とそのときの荷重をグラフ化したものであり, ナット 6 面(1 面の広さは巾 47mm, 高さ 45mm)の平均を示している。

結果より载荷ラインと除荷ラインにおいて大きな開きがあり, 電圧からでは荷重の推定が難しいことがわかった。この問題を解決するために, ナットの载荷ラインと除荷ラインに開きが出ないようなものを開発する必要がある。

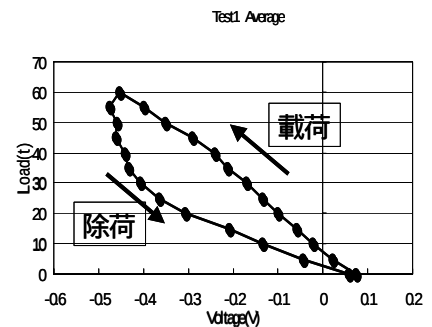


図 1 荷重—電圧 関係

4. 問題解決のための模索実験

両者に関きが現れる原因としてナット内壁のネジによって, 载荷時と除荷時で外力のかかり方が異なるためであると考えた。そのことを確かめるため, 現場で用いられている同様のナットでネジがないもの(溝なしナット写真 2)を利用して载荷実験を行い, 溝なしナットにかかる応力に着目し, 载荷ラインと除荷ラインの開き, ナット各面における応力のばらつきについて, どの程度改善されるかを調べた。

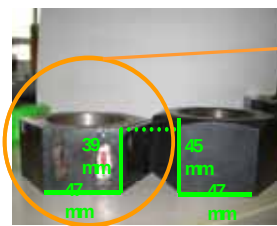
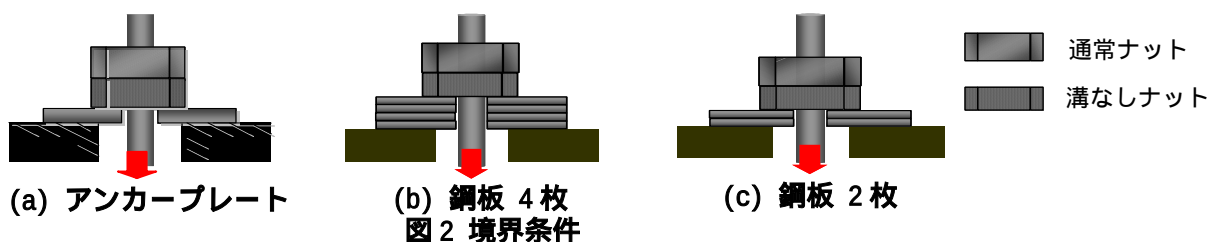


写真 2 溝なしナット

図 2 のように 3 つの境界条件(a)(b)(c)において溝なしナットを通常ナットの下に挟み, 3. ナットを用いた PS アンカー軸力推定と同様の試験を行なった。(b)(c)はアンカープレート(外径 360mm, 厚さ 36mm, 孔径 65mm)よりアンカーを通す穴が小さい鋼板(幅 250mm, 長さ 400mm, 厚さ 20mm, 孔径 57mm)を使用し, また耐性の違いも比べた。

キーワード PS アンカー, 軸力, ナット, 応力測定, 磁歪法

連絡先: ^{*)} 〒657-8501 神戸市灘区六甲台町 1-1 TEL 078-803-6015 FAX 078-803-1050
^{**)} 〒657-0011 神戸市灘区鶴甲 1-3-10 TEL 078-851-1850 FAX 078-851-5454
^{***)} 〒553-0003 大阪市福島区福島 5-1-7 TEL 06-4796-8869 FAX 06-6451-3893
^{****)} 〒542-0082 大阪市中央区島之内 1-20-19 TEL 06-6245-4901 FAX 06-6251-4633



2 段に重ねたとき, 上の通常ナットは歪が全体的に小さくなりすぎたため, 磁歪計測は下の溝なしナットのみとした。結果は, 図 3 のようになった。

(a) では, 1 段の通常ナットのときより多少は開きが納まったが, まだ十分な結果が得られなかった。

(b) では, 開きが完全に抑えられ, ほぼ線形のラインを描いた。

(c) では, (a) とほぼ同様の結果となった。

これより載荷ラインと除荷ラインの開きを抑えるには, 通常ナットと溝なしナットを重ねて, その下のプレートをできるだけ剛性が高いものを使用すればいいことがわかった。

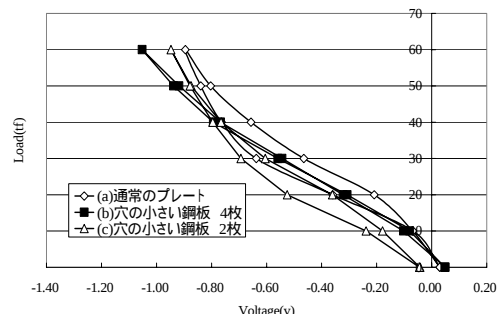


図 3 荷重—電圧 関係

5. 一体型ナットによるアンカー引張試験

4. 問題解決のための模索実験で用いた 2 段重ねナットを図 4 のように一体化したナットでも, 同様の 3 つの境界条件でアンカー引張試験を行った。

結果として図 5 のように 2 段重ねたときとほぼ同様で, (a)(c) は載荷ラインと除荷ラインの開きがあり, 大きさはほぼ同程度である。(b) はほぼ線形のラインを描いている。

また, 図 6 から精度はやはり鋼板 4 枚のときが一番良いことがわかる。

これより, アンカーを固定するナットは, 溝がある部分とない部分に分かれたものであればよいことが分かる。

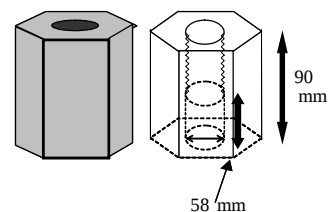


図 4 一体型ナット

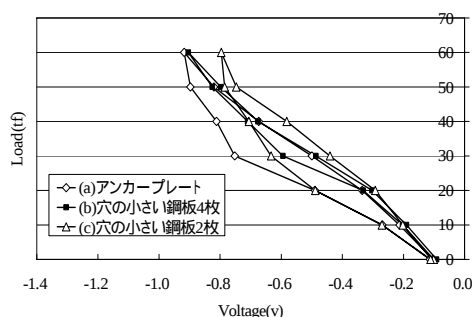


図 5 荷重—電圧 関係

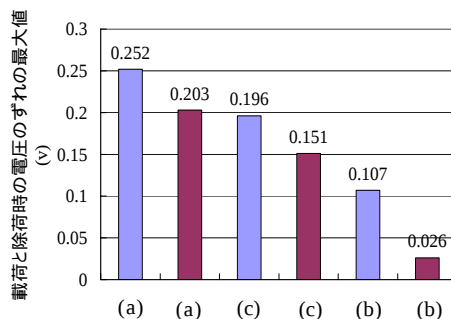


図 6 載荷と除荷時の電圧のずれの最大値

6. まとめ

磁歪法による PS アンカーの軸力推定法を実用化させるためには, 磁歪法から得られる電圧値と荷重の関係を把握することが大きな課題である。これまで行ってきた実験や現場から得られる電圧値には, まだまだずれが大きい。より正確に電圧値から荷重を推定するには, できるだけ線形的な電圧-荷重ラインが必要である。そこで本研究では, 通常ナットでは載荷ラインと除荷ラインにおいて大きな開きがあるものを, できるだけその開きをなくし線形に近づけようと様々な実験を行った。結果として, まずアンカーを固定するナットは, 溝がある部分とない部分に分かれたものを使用し, 次に, アンカープレートはできるだけ剛体に近づけたほうが良いことがわかった。

参考文献

- 1) 松岡敬, 池田誠, 織田卓哉, 安福精一: 磁歪式応力測定法の実構造物への適用化研究, 土木学会第 56 回年次学術講演概要集共通セッション, pp.138-139, 2000.
- 2) 芥川真一, 太田道宏, 安原幸二, 大井健史, 志村常彰, 松岡敬: 磁歪法を用いたトンネル鋼製支保工の応力状態の計測, 土木学会論文集, No.805 号/IV-67, 117-130, 2005.12.