

ボアホール用小型変位計の開発

佐賀大学 学生員 ○ 金子 智 裕
正会員 石 橋 孝 治

1. まえがき

ボアホールを利用して岩盤内初期応力を測定する方法の一つとして、孔壁の一部を軸方向にスロツティングすることにより円周方向の応力を解放し、円周方向のひずみ応答から初期応力を推定する独創的な方法がBockらによって提案されている¹⁾。その後、孔壁に半径方向にオーバーコアリングを行ってコア部のひずみ応答を利用する方法にまで研究が展開されたが、この間、超小型で再利用可能な特殊なひずみセンサーが開発されている。さらに、孔壁に半径方向にドリリングを行うアンダーコアリング法の導入が検討されている。この方法では、超小型で再利用可能な変位計の開発が要求される。本研究は、このアンダーコアリング法の仕様を満たすような変位計の開発を試みたものである。

2. 超小型再使用可能型の変位計の概要

既存の変位計の計測原理は変位のひずみ変換型と差動トランス型に大別される。変位計は親となるH Qサイズ(外径96mm)のボアホール内に設置され、子となる小孔のドリリングによるスラッジを被る環境下に置かれる。このような環境条件を考慮して、ひずみ変換型の超小型の変位計の開発を試みた。応力解放に伴う岩盤の変位応答は非常に小さく、高感度のものが要求される。高さ×幅×奥行きが20×10×15mm以内で出力感度が20mv/V/mm程度を最終的な変位計の仕様として設定した。既に開発されている超小型の再利用可能なひずみセンサーの形状を参考にして、図-1に示すような変位計を試作した。

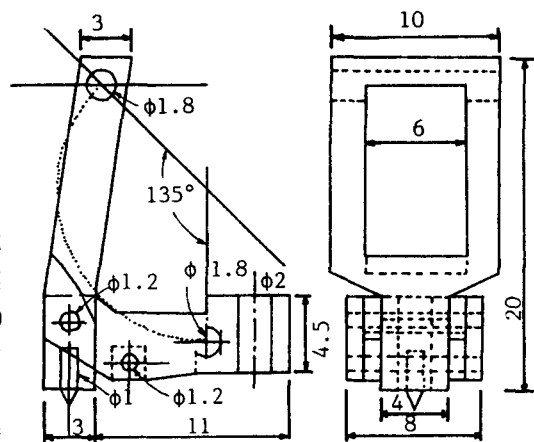


図-1 変位計の形状と寸法

試作に際してのパラメータは、ヒンジの構造(ピンヒンジとスリップレスヒンジ)とワイヤストレインゲージを貼付する極薄鋼板(ストリップ)の変形タイプ(曲げと座屈)である。本報では、第一段階として試作したピンヒンジ構造で曲げストリップを採用した変位計について報告する。ストリップの厚さは、0.1mmであり、ゲージ長5mmのワイヤストレインゲージを両面に2枚ずつ平行に貼付して4ゲージを構成している。変位計本体の材質は真鍮である。

3. キャリブレーションの方法

本実験で使用したキャリブレーション装置の構成を写真-1に示す。変位計は、取付棒の先端に両側を挟んで固定している。取付棒の他端はピンヒンジ構造になっており、変位計の針部先端に設置力を与えるために、中間点に重錘が釣り下げられるよう工夫している。変位計の針先端をスライドテーブル面に接触させ、スライドテーブルをマイクロメーターを使って前後に動かすことによって、変位

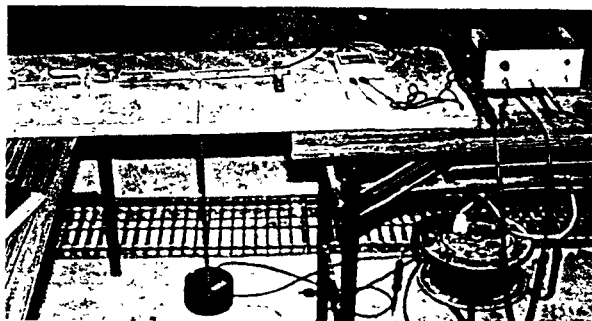


写真-1 キャリブレーション装置

計に所定の変位を与えることができる。キャリブレーション実験のパラメーターは、ブリッジに与える入力電圧(3,5,7,9Vの4種類)と重錘の重さ(3~9kgwの7種類)である。重錘は市販のものを使用した。ブリッジ電圧を可変とするために、独自に可変型定電圧装置を製作した。キャリブレーションは $\pm 0.5\text{mm}$ 区間の変位量を 0.05mm ステップで変位計に与え、このときの出力電圧をデジタルボルトメーターで計測することによって行った。

4. 実験結果と考察

実験結果の一例を図-2に示す。本図は、入力電圧が7Vで釣り下げた重錘の重さが3, 5, 7kgwのときの変位と出力電圧の関係を示したものである。釣り下げた重錘の重さが重くなるにつれて、測定値の変動が少なくなり直線性が良くなっている。これは、重錘の重さが軽いと変位計の針先端に作用する力が小さくなるので、変位計の針がスライドテーブル上で滑動したことによって生じた現象であると考えられる。変位計の針先端に作用する力が大きくなれば直線性も良くなるが、過大な設置力を作用させるとヒンジを壊してしまう可能性もあり、線形性と変位

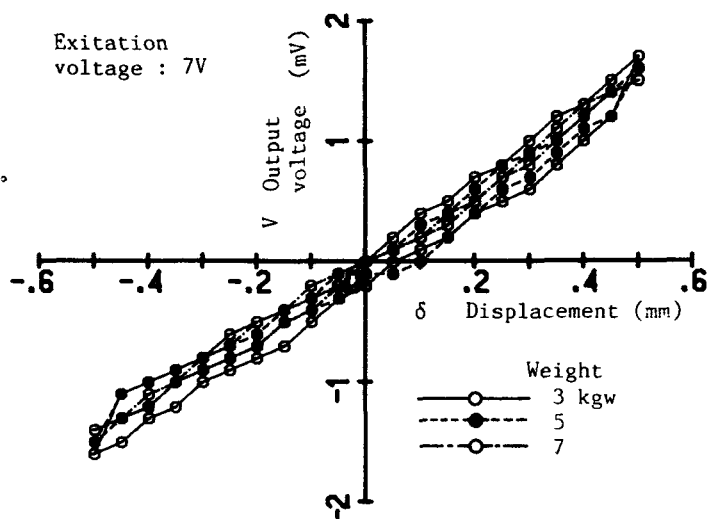


図-2 キャリブレーションの一例

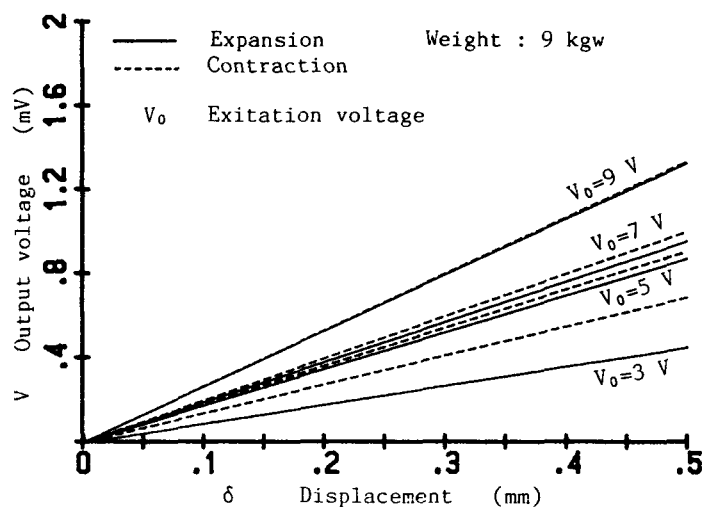


図-3 変位計の出力感度

計の耐久性を考えれば適当な力の値が存在する。本実験で製作した変位計においては、5kgw以上の重錘を釣り下げる必要があると考えられる。次に、重錘の重さを9kgwとしてブリッジへの入力電圧を3, 5, 7, 9Vと変化させた場合の変位と出力電圧の関係を図-3に示す。これは、測定値を最小自乗法により直線に近似したものである。ブリッジ電圧が高ければ高いほど、感度が良くなるのがわかる。しかしながら、これを出力感度で表せば約 $0.4\text{mV}/\text{V}/\text{mm}$ であり、仕様を満足していない。曲げストリップの限界とも考えられる。 $20\text{mV}/\text{V}/\text{mm}$ の出力感度を得るには、約30dBの増幅が必要であり、アンプの使用が不可欠となる。

5. おわりに

次段階として、スリップレスヒンジ、座屈タイプのストリップを採用した変位計を試作して、所要の性能を有する変位計の開発を目指してゆく予定である。

参考文献 1) Rock, H.: In-situ validation of the borehole slotting stress-meter, Proc. Int. Symp on Rock Stress etc. stockholm, pp 261-270, 1986