

深部ボアホールにおける地殻変動・地殻応力測定装置の開発 - 成果と将来計画 -

Development of Multi-component borehole instrument and wireless intelligent type strainmeter in deep boreholes.

山内 常生[1], 石井 紘[2], 浅井 康広[2], 大久保 慎人[2], 松本 滋夫[3]
tsuneo yamauchi[1], Hiroshi Ishii[2], Yasuhiro Asai[2], Makoto OKUBO[2], sigeo matsumoto[3]
[1] 名大・理・地震火山観測研究センター, [2] 東濃地震科学研究所, [3] 東大地震研
[1] RCSV, [2] TRIES, [3] ERI

筆者らは、降雨による擾乱が小さい地下深部において地殻変動観測を行う目的でボアホール式の観測装置を開発してきた。また、地下深部において岩盤を破壊することなく応力測定できる初期応力測定装置を開発してきた。筆者等が開発したこれらの装置を組み合わせれば、地殻に作用している応力状態の変化を連続してモニターすることができる。この報告では、開発してきた測定装置による観測から得られた成果と今度の開発計画の概要について述べる。

地表に近い観測地点の地殻変動記録の場合、気象の影響、とりわけ、降雨の影響を受けやすい。このため、高精度の観測でありながら S/N 比が悪く、観測記録に含まれる地震発生に関連した現象を見落とす可能性が高い。しかし、S/N 比のよい地下深部において地殻変動観測ができれば、地震発生に関連する前兆的变化が検出しやすくなる。S/N 比のよい地下深部での地殻変動連続観測の威力は大きく、既に、2カ所の地点で明瞭な地震発生に先行した異常な地殻変動を観測した。第1は、伊豆東方沖の群発地震の際に伊東で観測された例である。この場合は、複数回、同じ現象が繰り返し観測された。第2は、岐阜県の東濃地域で観測された例で、せん断歪変化が卓越した前兆的地殻変動であった。

初期応力測定からは、広域の地殻変動から推定される結果と調和的であり、同じボーリング孔で実施された水圧破砕法により得られた結果と一致する暫定的な結果が得られている。また、地下深部において我が国では初めて鉛直方向の応力値を求めることができた。

地下深部で利用できるボアホール式の測定装置を製作するまでに多くことを克服しなければならなかった。深部に設置するボアホール式の観測装置では、浅い地点にボアホール式の観測装置を設置する場合と異なり、孔口までケーブルを延ばしてアナログ信号を取り出すことはできない。その理由は、

- 1) 信号ケーブルが太くなり重量が増すため設置作業が困難になること。
- 2) アナログ信号用のバッファアンプの出力容量の増加で発振しやすくなること。
- 3) 落雷対策を厳重にしなければならないこと。

である。筆者らは、バッファアンプの発振を避けるため、センサの出力を孔底でデジタル化した。一方、デジタル信号を微弱電波に変換し伝送する微弱電波利用のデータ送受信ユニットを開発した。このユニットは同軸ケーブルを使用することでデジタルデータの双方向通信が可能であり、かつ、同じ同軸ケーブルを電源線として兼用することができる。信号線と電源線を兼用することによりケーブルを細くでき、かつ、電波を介することで落雷対策を施し、観測装置を地下深部に設置できるようになった。現時点では、観測装置を1000mを超える深度に設置できる。また、観測装置の消費電流を少なくする努力を続け、同軸ケーブルの長さが2000m程度になっても、DC24Vの電源で観測装置を作動させることができるようになった。

1本の同軸ケーブルを利用して、電源を供給しながら孔底の観測装置のCPUと孔口のCPUとの間で直接通信できるため、リアルタイムで測定装置の状況を把握しながら装置を設置できる。複数のユニットを数珠つなぎに延長することもでき、これらのユニットの観測用プログラムを書き換えることも可能になる。ボアホールを掘削するためには膨大な経費が必要である。同じボアホール観測孔に複数の観測装置を設置し、鉛直方向のアレー観測ができれば掘削したボーリング孔を有効に利用できる。近い将来、同一のボアホールで設置深度を変えて複数の観測装置を設置し、アレー観測ができる観測システムに発展させたい。

地震予知研究にとって被破壊で原位置の応力測定ができることは重要である。初期応力測定装置に関すれば、オーバーコアリングをやすくするため、以下のことを目標に、順次、改良を続けている。

- 1) 小口径にすること。
- 2) 装置の長さを短くすること。
- 3) 多成分の測定が同時にできること。

この他に、測定装置を充電式にして現場での作業性の向上を図ることを試みている。

原位置での応力値の測定は、地震予知研究だけでなく、空洞を利用する地下発電所や地下の石油備蓄施設の

施工にとっても重要である。空洞を利用する地下発電所や地下の石油備蓄施設の施工等他の分野でも利用できるよう、感度が低い小型の応力測定装置を開発し、その普及を図りたい。