

弾性体力学の不変量による深部ボアホール歪・応力連続観測の精度確認 How precise is continuous observation of stress-strain in deep borehole? Examination by invariants of elastic theory.

石井 紘^{1*}, 浅井 康広¹, 川崎 一朗¹
ISHII, Hiroshi^{1*}, ASAI, Yasuhiro¹, KAWASAKI, Ichiro¹

¹ 地震予知総合研究振興会 東濃地震研

¹Tono Research Institute of Earthquake Science

東濃地震科学研究所ではボアホール地殻活動総合観測装置を開発し、深部ボアホール（最深は1030m）に設置し地殻活動のデータを蓄積している。地震に関連した種々の現象を検知し確実にするためには1本のボアホールにおいて多成分・多項目の観測をすることが重要である。このために1本の深部ボアホールで多成分・多項目の観測を可能にする地殻活動総合観測装置を開発してきた。この装置は4成分水平成分歪計または応力計、2成分の斜め成分歪計または応力計、2成分の鉛直歪計または応力計、2成分傾斜計、4成分の地磁気計、3成分速度型地震計、3成分加速度計、水晶温度計、IC温度計などを搭載することが可能であり、任意の組み合わせも可能である。ここで歪計、応力計、傾斜計と地磁気計は当研究所で新しく開発したものであるが他は市販の計器を搭載している。

この総合観測装置は現在10カ所の深部ボアホールにおいて観測を実施し良好なデータを蓄積している。2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震（M9.0）は震央距離約600kmであったがすべてのボアホール観測点の応力計と歪計において応力地震動や歪地震動が記録された。

そこでこれらのボアホール計器がどの程度精度のよい観測をしているかを調べることを試みた。弾性体力学においては応力や歪には不変量というものが存在する。この不変量は座標が異なっても同じ値であることが証明されている。それぞれのボアホール観測点では応力や歪の複数の観測をしている。従って計器の異なる成分から複数の不変量を計算することが出来る。それぞれの観測点においてこの異なる観測成分から合成した複数の不変量は初動から後続波まで完全に一致した。従ってボアホールによる応力や歪の観測の精度は非常によいことが明らかになった。

更に異なる観測点の不変量を比較してみた。その結果は異なる観測点の不変量を比較してもほとんど一致することが明らかになった。また、地震波ではなく地球潮汐の記録の比較も行ったが同様の結果が得られた。このことから深部ボアホールの観測データは信頼性のある観測をしていることが明らかになった。これらの結果を報告する。

キーワード: 深部ボアホール, 応力・歪連続観測, 弾性体力学の不変量, 観測精度確認, 3.11地震の応力地震動波形, ボアホール地殻活動総合観測装置

Keywords: deep borehole observation, continuous observation of stress and strain, invariants of elastic theory, observation accuracy, stress seismogram of 3.11 earthquake, multi-component borehole instrument