

釜石鉱山における地震観測結果 その2 地震に伴う地下水圧の変動

Earthquake observation at the Kamaishi Mine -Groundwater pressure change associated with earthquakes-

佐々木 俊二 [1], 小林 芳正 [2], 川村 淳 [3], 阿部 寛信 [4], 青木 和弘 [3]

Shunji Sasaki [1], Yoshimasa Kobayashi [2], Makoto Kawamura [3], Hironobu Abe [4], Kazuhiro Aoki [3]

[1] 電中研, [2] 広工大・環境, [3] サイクル機構・立地, [4] サイクル機構

[1] CRIEPI, [2] Environment., Hiroshima I.T., [3] JNC, Site Plan. Div., [4] JNC

地震動と地下水圧の変動との関係を明らかにする目的で、釜石鉱山において1990年から1998年までおよそ9年にわたり地震および地下水圧の観測を行った。その結果、地震に伴う動的な水圧変動が最も大きいのは地震動のS波主要動部分であること、また、水圧変動の最大振幅は地震動の最大速度振幅に比例することが明らかになった。

1. はじめに

地震動と地下水圧の変動との関係を明らかにする目的で、釜石鉱山において1990年から1998年までおよそ8年にわたり地震および地下水圧の観測を行った。その結果、地震に伴う動的な水圧変動が最も大きいのは地震動のS波主要動部分であること、また、水圧変動の最大振幅は地震動の最大速度振幅に比例することが明らかになったので、以下にその結果について報告する。

2. 観測の概要

水圧の観測は、釜石鉱山の550m坑（地表からの深度300m）においてほぼ水平に掘削した3本のボーリング孔（長さ約390m～540m）の孔口に歪みゲージ型の水圧計を設置して行った。水圧データをサンプリング時間10秒でAD変換し水圧の静的な変動を調べるとともに、地震時には孔口の近傍に設置した加速度型地震計の記録とともにサンプリング時間200HzでAD変換しデジタル収録した。

3. 観測結果

およそ8年間に344個の地震が観測されている。このうち、最大加速度が1gal以上、最大水圧変動が0.03kgf/cm²以上の92個の地震記録を用いて以下の解析を行った。

(1) 地震波形と水圧波形の比較

観測された地震波は10Hz以上の短周期成分が卓越しているため、10Hzのハイカットフィルターを施したのち地震波形と水圧波形の比較を行った。加速度波形は、いずれの場合でも水圧波形に比べ短周期成分が卓越し、二つの波形は相似とはいえない。加速度波形を1回積分して求めた速度波形の場合でも、水圧波形と相似とはいえないが、主要な相やピーク位置などは加速度波形に比べて水圧波形と似通っている。この傾向は、地震のS波主要動が数波程度の単純な波形であるほど顕著である。

(2) 地震波と水圧変化の最大振幅発生時間の関係

静的な水圧変動は、先にShimizu et al(1996)が報告したように、地震に伴いステップ状に変化するが、およそ1週間以内に元の水圧レベルに戻る。動的な水圧変化は、P波初動部分でも生じている。しかし、水圧変化が最大を示すのは、地震波の振幅が最も大きいS波主要動部分である。この点を

確認するため、地震波の振幅が最大となる時間と水圧変化が最大となる時間の差について調べた結果、加速度波形が最大となる時間と水圧変化が最大となる時間の差は、孔井により多少の相違はあるものの、0秒を中心に±1秒の範囲に分布するが、速度波形の場合は、速度波形が最大となった後、1秒以内に水圧変化が最大となる傾向が見られた。

(3) 地震波と水圧変化の最大振幅の関係

地震波の最大値（水平2成分の平均）と水圧変化の最大値との間には正の相関が認められる。両者の関係は、速度の場合に特に顕著で、加速度の場合に比べはるかに明瞭な相関関係が見られる。このことから、水圧の動的な変化は地震動のうち速度に比例すると言える。

(4) 地震動により動的な水圧の発生する機構

従来、S波は体積変化を伴わないと考えられており、S波に伴って水圧変化が生ずることは予想されていなかった。しかし、先に示した結果から、動的な水圧変化はS波主要動に比例して発生すると推定される。水圧変化が発生するのは以下の場合である。岩盤に体積変化が起こる。地震動によりボアホールの中に観測可能な音波が発生する。に関しては、地震動によりボアホール中に誘起される音波の波長がボアホール長と同程度であるとかなりの水圧が生ずることが推測されるが、地震動に伴って動的な水圧が変化する機構は、今後の課題である。

謝辞

本研究は、動力炉・核燃料開発事業団（核燃料サイクル開発機構）からの委託研究として資源素材学会の「地震に関する調査研究委員会（山口梅太郎委員長）」において実施した研究の一部をまとめたものである。同委員会の委員長はじめ各委員、および資源素材学会関係者からご支援を賜りました。記して感謝致します。

参考文献

Shimizu, I., Osawa, H., Seo, T., Yasuike, S. and Sasaki, S., 1996. Earthquake-related ground motion and groundwater pressure change at the Kamaishi Mine. Engineering Geology., 43:107-118.