

1999年集集地震による地下水位変化と地震動との関係 Groundwater change by seismic ground motion of the 1999 Chi-Chi earthquake

比嘉 万友美^{1*}, 中村 衛¹, 小泉 尚嗣²
Mayumi Higa^{1*}, Mamoru Nakamura¹, Naoji Koizumi²

¹ 琉球大学理学部, ² 産業技術総合研究所

¹ Faculty of Science, University of the Ryukyus, ² Advanced Industrial Science and Technology

地震時または地震直後に地下水位が変動する現象がこれまで数多く報告されている。変動の要因として、地殻変動による体積歪・垂直変動、および動的体積歪・地震動が考えられている。例えば1999年台湾集集地震(Mw7.6)では断層近傍の山間部で水位低下、断層から離れた海岸平野では10m近い水位上昇が見られた。Wang et al.(2001)では山間部の水位低下は空隙増加による地下水圧低下、海岸平野での水位上昇は液状化によるものとした。過去の研究によると地震動の最大加速度振幅・最大速度振幅と地下水位変化量の間には正の相関が見られる。だが、どの地震についてもこの関係が成り立つのかについては不明な点が多い。また地震動の卓越周波数は地震ごとに異なるため、地震動の最大振幅だけでなく、周波数ごとの最大振幅で考える必要がある。しかし、様々な周波数の地震動に対する地下水位変化についてはこれまで十分には研究されてこなかった。また、これらの井戸の中には地球潮汐による体積歪変化(10⁻⁷?~10⁻⁸?)によって地下水位が変化する井戸と変化しない井戸とがある。地球潮汐に応答する井戸は地震動による歪変化に対しても応答性が良いと考えられるが、井戸の潮汐応答性と地震動に対する応答性はこれまで比較されてこなかった。そこで、地震動の周波数ごとの応答スペクトルと地下水位変化を比較し、地震動のどのような周波数成分が地下水位変化に影響を与えているのか検証した。

上記のような研究を行うためには、地震と地下水位の両方において、多点・高密度の観測網のデータを使用する必要がある。台湾の観測網はその条件に適しており、その観測網の中で発生した1999年集集地震(Mw7.6)の時に広範囲かつ高密度で地震波形と地下水位データが得られた。そこで、台湾の観測データを用いて1999年集集地震時の地下水位変化と地震動の最大速度・応答スペクトルとの関係を調べた。データは台湾水資源管理局が台中付近で管理する井戸での水位(1994年1月1日~2000年12月31日)、および台湾中央気象局が管理する強震計の波形記録を用いた。

まず、Baytap-G(田村, 1995)を用いて地下水位データに含まれる潮汐成分を抽出し、地球潮汐応答を示す観測井戸を選択した。観測井戸183本のうち、地球潮汐応答のある井戸は20本、潮汐応答のない井戸は163本であった。次に地震時の地下水位変化の有無を確認した。地震時に地下水位変化が見られた観測井戸は183本のうち162本であった。次に周波数ごとに地震動の最大速度振幅・応答スペクトルと水位変化量を比較した結果、以下の2つのことが明らかになった。まず、地球潮汐応答のある井戸において、最大速度振幅・速度応答スペクトルと水位変化量との間にやや高い相関が見られた。例えば0.1-0.2Hzにおける上下動最大速度との相関係数は0.68、0.1Hzにおける上下動速度応答スペクトルとの相関係数は0.65であった。地球潮汐応答のある井戸は応答しない井戸よりも歪変化に対する感度が高い、または水の出入りの効果が小さいため水圧変化を正しく記録できたと考える。また、地下水位変化は高周波より低周波で相関が高かった。集集地震の速度振幅・変位振幅が低周波で大きく、大きな振幅の方が水位変化により反映されやすいため、低周波側で相関が高くなったと考えられる。

地下水データを提供していただいた台湾成功大学の頼文基博士に感謝します。

キーワード: 1999年集集地震, 地下水位変化, 地震動, 液状化

Keywords: the 1999 Chi-Chi earthquake, groundwater change, seismic ground motion, liquefaction