

六甲高雄観測室で観測された東北地方太平洋沖地震後の短期的な透水係数の変化 Short-term Change of Permeability after Tohoku Region Pacific Coast Earthquake Observed at Rokko-Takao Station

向井 厚志^{1*}, 大塚 成昭²

MUKAI, Atsushi^{1*}, OTSUKA, Shigeaki²

¹ 奈良産業大学, ² 神戸学院大学

¹Nara Sangyo University, ²Kobe Gakuin University

兵庫県南部の六甲高雄観測室では、2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震において、 10^{-7} オーダの歪変化がステップ状に生じたことに加え、湧水量が550ml/sから800ml/sへと増大した。気圧変化に対する湧水量変化の応答係数を求めたところ、地震前と比べて地震直後の応答係数は約1.8倍となった。その後、応答係数は約1年かけて元の値に戻りつつある。六甲高雄観測室は万福寺断層の破碎帯に位置することから、この応答係数の時間的变化は、地震動によって破碎を目詰まりさせていた泥分等が流出し、周辺岩盤の透水係数が一時的に上昇したことを反映していると考えられる。本発表では、地震前後の湧水量変化、地下水位変化および歪変化を用いて観測室近傍の破碎帯における透水係数の経年変化を推定し、泥分等の蓄積によって短期間に生ずる破碎の再封鎖の特徴について報告する。

六甲高雄観測室は新神戸トンネル緊急避難路に開設された地殻変動観測室であり、その通路はほぼ東西方向に走向をもつ万福寺断層を横切っている。観測室内には、3成分ポアホール型歪計(ST1: N81°W, ST2: N39°E, ST3: N21°W), N69°E方向の伸縮計3台(EX2, EX3, EX4)、湧水量計および水位計などが設置されており、0.5秒間隔および10分間隔で連続観測を実施している。1993年以降に観測された歪変化に潮汐解析プログラムBAYTAP-G (Tamura et al., 1991)を適用して潮汐歪を推定したところ、その潮汐振幅は年間数%以下の割合で経年的に変化していた。このことは、1995年兵庫県南部地震後に断層破碎帯の固着が進行し、岩盤強度が経年的に上昇しつつあることによって説明できた(向井・大塚, 2008)。

六甲高雄観測室では、定常的に約550ml/sの湧水が生じている。湧水量は、東北地方太平洋沖地震の直後に800ml/sへと増大したが、その後、数日程度の時定数で300ml/sまで減少し、数ヶ月以上かけてほぼ元の値へと戻った。国土地理院が発表した東北地方太平洋沖地震の断層モデルに基づいて歪ステップを計算したところ、同観測室周辺は 10^{-7} の伸張場であった。そのため、周辺岩盤の伸張に伴う間隙水圧の低下が生じ、地震後に湧水量が減少したものと考えられる。一方、地震直後に生じた急激な湧水量の増大は、地震動によって破碎を目詰まりさせていた泥分等が流出し、周辺岩盤の透水係数が上昇したことに起因する可能性がある。

気圧の低下で湧水量が増大する場合を正として、気圧変化に対する湧水量変化の応答係数を求めたところ、東北地方太平洋沖地震前の2010年における応答係数は+3.4ml/s/hPaとなった。気圧が低下することによって周辺岩盤から地下水が吸い出され、湧水量が増大していることがわかる。2011年3月12日以降に観測された湧水量変化にBAYTAP-Gを適用して、応答係数の時間的变化を推定した。このとき、90日間の解析区間を67日ずつ移動させながら、計4区間で応答係数を推定した。第1区間である地震直後の応答係数は+6.1ml/s/hPaと求められた。この大きな応答係数は、上記で述べた地震直後の湧水量増大の原因と同様に、地震に伴い周辺岩盤の透水係数が上昇したことに起因すると考えられる。その後、応答係数は時間経過とともに低下し、2011年末には+4.0ml/s/hPaまで回復した。このことは、約1年という短い期間で破碎内に泥分等が再び蓄積し、目詰まりを起こさせて透水係数の低下を引き起こしたことを示唆する。こうした破碎内での泥分等の蓄積が破碎帯の回復過程への発端となり、歪観測値から推定された岩盤強度の経年的な上昇を引き起こすことになるものと考えられる。

キーワード: 湧水量, 歪, 透水係数, 東北地方太平洋沖地震

Keywords: groundwater discharge, strain, permeability, The 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake