

野島断層における繰り返し注水実験 - 2004 年自然電位観測 -

Repeated Water Injection Experiments at the Nojima Fault - Self-potential measurement result in 2004 -

村上 英記[1]; 大志万 直人[2]; 山口 覚[3]; 吉村 令慧[2]; 中尾 節郎[4]; 宇都 智史[5]; 長谷 英彰[6]; 中川 渥[7]

Hideki Murakami[1]; Naoto Oshiman[2]; Satoru Yamaguchi[3]; Ryokei Yoshimura[2]; setsuro Nakao[4]; Tomofumi Uto[5]; Hideaki Hase[6]; Atushi Nakagawa[7]

[1] 高知大・理・自然環境; [2] 京大・防災研; [3] 神戸大・理・地球惑星; [4] 京大・防災・地震予知研究センター; [5] 京大・院・理; [6] 産総研; [7] 京大・防災研

[1] Natural Environmental Sci., Kochi Univ.; [2] DPRI, Kyoto Univ.; [3] Earth and Planetary Sci., Kobe Univ.; [4] RCEP, DPRI, Kyoto Univ.; [5] Graduate School of Science Kyoto University; [6] AIST; [7] RCEP, DPRI, KYOTO-UNIV.

1. はじめに

1995 年に発生した兵庫県南部地震の地震断層である野島断層の回復過程を調べるために 1997 年, 2000 年, 2003 年に野島断層において注水実験が実施された。我々は注水に伴い発生すると予想される流動電位を計測し透水係数の推定するために地表において注水期間中自然電位の連続観測をおこない, 注水に伴う自然電位の変化を検出しその結果から断層周辺の透水係数が減少していることを報告してきた。

これまでの傾向を確認するために 2004 年に 4 回目の注水実験が実施された。我々はこれまでの 3 回の観測と同様に自然電位の観測をおこない注水に伴う電位変化を検出し地下の透水係数の推定をおこなった。また, 観測した自然電位変動を説明するためのモデルを検証する目的で 1800m 孔のケーシングパイプを電極として使用する通電実験も実施した。

2. 自然電位観測および通電実験

2004 年 12 月 4 日から 27 日の期間, 野島断層に掘られた 1800m 孔を使い注水実験 (15-20l/min, 4.5MPa) 実施された。今回の実験では 1800m 孔のどの部分から周囲に水が流出しているかは現在まだ確認されていない。しかし, これまでの 3 回の注水実験では地表から約 550m の深さから流出していることが孔内の温度計測から確認されているので, 今回も同様の深度で流出したものと推定される。

自然電位の観測は注水期間を含む 2004 年 11 月 28 日から 2005 年 1 月 13 日までおこなった。1800m 孔の周辺 70m の範囲に 2 つの測線 A と B を設け銅 - 硫酸銅電極をそれぞれ 7 本ずつ設置し注水孔から 128m 地点に設置した基準電極との間の自然電位変動を 10 秒間隔で記録した。しかし, 記録装置の不調のために測線 A の記録のみしか得られなかった。

1800m 孔のケーシングパイプを電流電極として使用する通電実験を 2005 年 2 月 13 日から 15 日にかけて実施した。この実験では 1800m 孔から西に約 400m 程度離れたところにもう一方の電流電極を設置し, 周期 40 秒の交番直流 (90V/0.73A, 150V/1.51A) を流した時に 1800m 孔周辺に発生する電場を測定した。電場の計測は, 測線 A および測線 B さらに注水孔近傍に 5 点追加して実施した。

3. 観測結果

データの得られた測線 A において注水に伴う自然電位変動が従来の観測と同様に検出された。変動の大きさは約 10 数 mV から 80mV 程度であり次の 3 つの特徴がある: 1) 注水の開始と停止に同期して変化している, 2) 注水孔周辺が電位的に負になる, 3) 変化量が注水孔からの距離が離れると小さくなる。これらの特徴は, 従来の注水実験時の自然電位変動と共通する特徴である。

2005 年 2 月に実施した通電実験においては測線 A, B および追加の 5 点において S/N 比のよい電場変化を観測することができた。現在この結果については整理中であり後日報告する予定である。

4. 考察

水の流出に伴い発生する流動電位が原因で, 1800m 孔のケーシングパイプが発生した電場を地表に伝える電流電極になっているという Line Source Model を使い注水時に流れた電流を見積もってやると約 0.80A (暫定値) となる。注水時の流量 15.5l/min を使い流量 (J) と電流 (I) の比を求めてやると $J/I=0.00032[m^3/Asec]$ (暫定値) となり 2003 年の値 (0.00060) よりも小さくなっていることがわかる。この流量と電流の比は次のように表される:

$$J/I=(k/t^2)/(\quad)$$

ここで k は透水率を, ϕ は空隙率, t は構造係数, α は誘電率, ϕ はゼータ電位を表す。この式の分子は岩石の水理的なパラメータを, 分母は岩石と水の系の電気的なパラメータを表している。

この流量と電流の比 (J/I) は, 1997 年から 2000 年にかけて約 50% の減少, 2000 年から 2003 年にかけてさらに約 30% の減少が見られた。2004 年の結果はまだノイズ処理の検討が十分ではないので暫定ではあるが, この減

少傾向を指示するものである。これまでの実験で電氣的パラメータの変動は大きくないと推定されるので、水理的なパラメータの減少と解釈できる。

実験参加者：畑 真紀（立命館大学）、新山明理・南賢一郎（高知大学）