

野島断層注水試験に伴う自然電位変化（序報）

Self-potential variations due to the water injection experiment at the Nojima fault: A preliminary report

村上 英記[1], 橋本 武志[2], 大志万 直人[3], 山口 覚[4], 坂中 伸也[5], 笠谷 貴史[6], 吉村 令慧[7], 根岸 弘明[8], 住友 則彦[9]

Hideki Murakami[1], Takeshi Hashimoto[2], Naoto Oshiman[3], Satoru Yamaguchi[4], Shin'ya Sakanaka[5], takafumi kasaya[6], Ryokei Yoshimura[7], Hiroaki Negishi[8], Norihiko Sumitomo[9]

[1] 高知大・理・自然環境, [2] 京大理, [3] 京大・防災研, [4] 神大・理・地球惑星, [5] 京大・理・火山研, [6] 京大防災研, [7] 京大・理・地球惑星, [8] 京大防災研・地震予知研究センター, [9] 京大・防災研・地震予知
[1] Natural Environmental Sci., Kochi Univ, [2] Inst. Geothem. Sci., Kyoto Univ., [3] DPRI, Kyoto Univ., [4] Earth and Planetary Sci., Kobe Univ., [5] Aso Volcanological Laboratory, Kyoto Univ, [6] RCEP DPRI Kyoto Univ., [7] Earth and Planetary Sci., Kyoto Univ., [8] RCEP-DPRI, Kyoto Univ., [9] RCEP, DPRI, Kyoto Univ.

活断層の強度回復プロセスを探るために、野島断層において繰り返し注水試験が行われた。その試験の際に、注水により発生すると予測される流動電位を測定し断層破砕帯の透水率やゼータ電位の推定をおこなうために注水孔周辺で自然電位の観測をおこなった。その結果、注水に伴う自然電位の変化（最大-20～-30mV程度）を観測した。特徴としては、注水孔周辺が負になること、注水孔から距離が離れると変化量が小さくなるなどの特徴がある。これは注水に伴い発生した流動電位として解釈することができる。

1. はじめに

活断層の強度回復プロセス（破壊 - 固着）を探るために、野島断層において繰り返し注水試験が行われた。野島断層破砕帯に達する1800m孔において繰り返し注水試験をおこない、断層周辺部の物理特性の時間的な変化を検出しようというものである。最初の注水期間は1997年2月から3月であり、2度目は2000年1月から3月である。

本報告では、2000年1月から3月にかけて実施された注水試験時に地表で観測された注水に伴うと考えられる自然電位変化について報告する。

2. 注水試験の概要

まず注水試験そのものは、流量一定で注水し1800m孔口での圧力を測定するという方式で実施された。今回の注水試験は大きく3回に分けて実施され、孔口での圧力はそれぞれ3MPa（流量10-12 l/min, 総注水量62.8kl）、4MPa（16-18 l/min, 119.9kl）、4.5MPa（本予稿作成直後に実施予定）と設定された。1800m孔は全ケーシングパイプのうち孔底付近の深さ約150m区間のみジェット・パーフォレーションが施されている。注水によりここから水が断層周辺部に出ていくことになる。

3. 自然電位観測の目的と概要

自然電位観測の目的は、注水試験 - 水の流動 - に伴う自然電位の変化を検出し断層破砕帯における透水率やゼータ電位を推定することにある。1800m孔に注入された水がケーシングパイプから破砕帯中に流れ出ると、界面動電現象の一つである流動電位が発生することが期待される。この時、絶縁されていない金属ケーシングパイプが電流電極となり地表に電場を発生させる。地表でこの電場を観測し、流動電位発生にかかわる破砕帯の透水係数やゼータ電位を推定しようというのが目的である。1997年の注水試験では、 $k/$ （透水率/ゼータ電位）が $(1.6-5.4) \times 10^{-13} [m^2/V]$ であるという結果が得られている。ゼータ電位の現場測定はできないので、透水率を求めるにはゼータ電位に関する適当な推定が必要となる。しかし、水理学的な測定では帯水層の厚さを仮定しないと透水率は推定できないので、水理学的な測定とは独立に情報を提供する点でこの測定の意味がある。

注水試験に伴う自然電位の変化を検出するために、注水孔周辺の14ヶ所ならびに注水孔から約100m程度離れたところ8ヶ所、さらにノイズ状況をモニタするために注水孔から約300m離れたところ3ヶ所（電極間距離50mを2セット）の合計25ヶ所に自作の銅 - 硫酸銅電極を設置した。長期間の観測に耐えるように硫酸銅溶液にゼラチンをまぜ固化させたものを電極に使用した。事前の鉛 - 塩化鉛電極との比較では遜色ない測定結果を得ている。また、長期間の野外での測定であることを考慮して、深さ20cm程度の穴を掘り電極を地中に完全に埋設した。注水孔から300m離れた地点の電極の一つを基準点として各地点における電位差を10秒間隔でSES-93データ収録装置に取り込み、収録装置に直結されたパソコンで吸い上げMOに保存するようにした。

4. 測定結果

現状では予備的な解析しかできていないが、注水に伴い注水孔周辺で最大で-20 から -30mV 程度の自然電位変化が発生していることがわかった。注水に伴い注水孔周辺の電場が負に変化すること、注水孔から離れるにつれ変化量が小さくなることなどの特徴がある。これらは特徴は、1997 年の注水試験時に観測された自然電位変化の特徴と同じであり、流動電位として説明可能である。

観測地域では漏洩電流と考えられる短周期変化が数十 mV と大きく、注水に伴う自然電位の変動を詳細に検討するためにはノイズ処理についてさらに検討する必要がある。また、実際の注水がおこなわれる前に注水孔を開いた段階でも電位変化が見られるなど興味深い現象も見られている。

3月に実施される注水試験の結果と合わせて注水試験に伴う自然電位の変動とその解釈について報告をおこなう予定である。

本研究を進めるにあたり野島断層注水実験グループの方々にご協力をいただきました。ここに感謝いたします。