

地震発生帯周辺における孔内長期電磁気観測へむけて

Design for Borehole Electromagnetic Observatory in and around Seismogenic Zone

後藤 忠徳[1], 木下 正高[1], 三ヶ田 均[2], 佐柳 敬造[3], 長尾 年恭[4], 上嶋 誠[5], IODP 国内科学掘削推進委員会孔内計測検討ワーキンググループ 篠原 雅尚

Tada-nori Goto[1], Masataka Kinoshita[1], Hitoshi Mikada[1], Keizo Sayanagi[2], Toshiyasu Nagao[3], Makoto Uyeshima[4], OD21 SAC Downhole Measurement/Monitoring Working Group Shinohara Masanao

[1] JAMSTEC, [2] 海洋科学技術センター, [3] 理研・地震国際フロンティア, [4] 東海大・予知研究センター, [5] 東大・地震研

[1] JAMSTEC, [2] IFPER, Riken, [3] Earthquake Prediction Res. Center, Tokai Univ., [4] Earthq. Res. Inst., Univ. Tokyo

<http://www.jamstec.go.jp/jamstec/DSR/tgoto/index.html>

岩石の破壊現象を制御するものは、応力場と間隙水圧である。地震発生現象を理解するためには、地震発生帯周辺での応力場と間隙水圧の情報を得ることが必要であり、深部掘削孔内に多種のセンサーを長期間設置することが最も効果的である。このうち間隙水圧は地下水流動の情報から推測することが可能であり、そのための水理学的あるいは熱学的孔内長期計測が実施されつつある。しかしながら、これらの観測ではバッカーなどを用いて掘削孔に閉鎖空間を作る必要があり、得られる情報は狭い領域に限られる。地下水流動の情報を得るもう一つの手段は、電磁気学的なアプローチである。地下水流動に伴う電気伝導度の変化や界面動電現象のために生じる電磁場変動を測定することで、観測点周辺の平均的な地下水流動の情報を得ることができる。水理学的観測・熱学的観測から得られる「点」としての流体の情報と、電磁気学的観測から得られる「立体的」な情報を、相補的に組み合わせることにより、地下水流動の情報を総合的に把握することが可能になるとと思われる。そこで本研究では、地震発生帯およびその周辺の上部地殻内での地下水流動をモニターするための孔内長期電磁気観測のデザインについて提案する。ここでは特に沈み込み帯前弧部から沈み込むプレート上面まで掘削した場合をテストケースとして議論する。また孔内電磁気観測によって地下水流動についてどの程度の情報が得られるかについても議論する予定である。

空隙のある物質中をイオンを含む流体が移動すると、界面動電現象によって電磁場が発生することが知られている。たとえば Jouniaux et al. (1999)は海底の衝上断層帯を流体が上昇する際に発生する電磁場を計算している。これによれば、海底に水平に設置した電極間に電位差はほとんどないが、孔内に上下方向に設置した電極間の電位差は観測可能な強度（数 10mV /km）である。従って、このような地下水流動に伴って発生する電場変動を測定するには孔内に電極をアレイ状に配置し、上下方向に自然電位を測定することが効果的である。

Jouniaux et al. (1999)によれば、上記の地下水流動によって磁場も発生する。この磁場は海底面ではほとんど同様であるが、上下方向には数 nT/kmの勾配を有している。従って複数台の磁力計を孔内に設置することが効果的である。磁力計間の磁場の差はその間の電流量を反映している。つまり上下方向の2台の磁力計はその間の水平方向の電流を測定することとなる。孔内では測定困難な水平成分の電流の情報を得られる点と、電極と違い海水や岩石と非接触で地電流測定できる点から、このような磁力計差分観測は重要である。

岩石の電気伝導度は流体の電気伝導度と間隙率に強く依存する。流体の伝導度が1%変化すれば、岩石の伝導度も1%程度変化する。また間隙率が1%から1.1%に変化する場合（空隙のconnectivityにもよるが）電気伝導度は数十%変化する。断層（プレート境界）近傍の孔内に上下に設置した電流電極へ電流を流し、前述の孔内電極アレイでこの時の人工電位変動を測定すれば、断層近傍の電気伝導度の推定が可能である。消費電力の問題と自然電位測定も並行して行う都合上、電気伝導度の連続測定を行うことは困難である。数日～数十日に1度という間欠計測、あるいはROVによる孔内長期計測システムのメンテナンス時に計測する案が考えられる。加えて、海底に水平に設置した長スパン（～1km）の電流電極や、船上からの曳航体から電流を流し、その際の電位を孔内で測定することで地殻全体の電気伝導度の推定も可能である。これら電気伝導度の繰り返し測定の詳細については現在検討中である。

本研究では、孔内長期電磁気観測によってどの程度定量的に地下水流動を把握することができるのかを、数値実験を通じて議論する予定である。また同時に、電磁気センサーの高温対策など測器に関する解決すべき問題点も議論する。