

2000年野島断層注水実験による極微小誘発地震活動の観測

Observation of induced seismicity by the second water injection experiment at the Nojima Fault area, in southern Hyogo, Japan

永井 悟[1], 足立 啓二[1], 飯沼 卓史[1], 吉位 明伸[1], 平田 直[1], 田所 敬一[2], 西上 欽也[3], 加納 靖之[4], 大見 士朗[2], 小泉 誠[5], 松尾 成光[3], 平松 良浩[6]

Satoru Nagai[1], Keiji Adachi[2], Takeshi Inuma[1], Akinobu Yoshii[1], Naoshi Hirata[3], Keiichi Tadokoro[4], Kin'ya Nishigami[5], Yasuyuki Kano[6], Shiro Ohmi[7], Makoto Koizumi[8], Shigemitsu Matsuo[4], Yoshihiro Hiramatsu[9]

[1] 東大・地震研, [2] 京大防災研, [3] 京大・防災研, [4] 京大防災研・地震予知, [5] 京大・防災研・技術室, [6] 金大・理・地球

[1] ERI, Tokyo Univ, [2] ERI, Tokyo Univ, [3] ERI, Univ. Tokyo, [4] DPRI, Kyoto Univ., [5] Disas. Prev. Res. Inst., Kyoto Univ., [6] RCEP, DPRI, Kyoto Univ., [7] D.P.R.I., Kyoto Univ., [8] DPRI, Kyoto Univ, [9] Earth Sci., Kanazawa Univ

断層の固着過程を観測し、地震発生機構を理解するために、1995年兵庫県南部地震の主破壊断層の一つである野島断層において、2000年初め、注水実験が行われた。

ボアホール中の観測点、地表臨時観測点、及び、既存観測点により臨時地震観測網を構築し、データを連続収録した。地震は自動及び目視による検測を行い、震源を決めた。その結果、第3回目注水(4MPa)開始から約6日後の2月6日から数日間、微小地震活動が観測された。これらの地震の震源分布はボアホール周辺である。S-P時間は0.4秒前後で、地震波形の類似性は高い。これらの地震活動は断層への注水による誘発地震の可能性が高い。

(1) はじめに

淡路島西岸には、1995年兵庫県南部地震(M7.2)の主破壊断層の一つである野島断層がある。地震発生後、野島断層南端の富島にボアホールが掘削され、各種の物理計測が行われた(野島断層解剖計画)。その一環として、1997年2月から3月にかけて注水実験が行われ、注水開始4,5日後くらいから注水点から3~4km、深さ2~4kmで、M₂-1の極微小地震活動の増加が観測された。また、注水による誘発地震では水の浸透を反映して震源の移動が報告された。〔Tadokoro et al., 2000〕

(2) 注水実験

2000年1月から、再び注水実験が行われた。97年の注水実験は、破壊された直後の断層に注水をしたものだったが、今回は、破壊されてから5年後の断層に注水をするという点で、前回とは違う条件下である。前回と今回の結果と照らし合わせることで、断層の固着過程を観測し、地震の発生機構を理解することが実験の目的である。

(3) 地震観測

1800m ボアホール中に地震計を3ヶ所(設置深度:1500m, 1600m, 1700m)、800m ボアホール中に地震計(設置深度:800m)を1ヶ所、その他に地表に臨時観測点を4ヶ所設置した。これらの観測点は1997年の注水実験と同じ配置とし、これら8ヶ所の観測点と既存の観測点により構成される臨時地震観測網を設置した。

地表臨時観測点には、2Hz地震計(3成分)をおき、400MHzの無線テレメーター(WIN-formatによるパケット送信)でボアホール近傍の野島断層観測室に送った。このデータは、衛星通信テレメーターシステムにより、全国に配信され、東大地震研、京大防災研、名大で受信しデータベースが作られた。

(4) 解析と結果

野島断層観測室、地震研及び防災研ではそれぞれボアホール地震計4点、地表臨時観測点4点及び隣接の定常観測点のデータを連続収録した。可視モニター記録を作成し地震数を調べ、また、異なる条件でトリガーをかけて地震検出を行った結果と比較した。トリガーされた地震は自動及び目視による検測を行い、震源を決めた。

その結果、注水後に極微小地震活動(M=-1.0)の増加が観測された。これは、注水により誘発された地震活動であると考えられる。特に、3回目の注水開始から約6日が経過した2月6日11時04分から2分間に20個の極微小地震が集中して発生した。これらは800mボアホール地震計でS-P時間が0.4秒前後であった。また、波形が互いに相似であり、狭い地域のクラスターの的に発生したことが示唆される。

2月6日~14日に発生した地震の震源は、次の2つの地域に集中していた。一つは、注水孔から西北西に約2kmのさしわたし約4kmの地域で、もう一つは北に約1kmのさしわたし約2kmの地域である。この両地域における震源の深さはともに約2~4kmであった。

