

自然地震発生直前の微小クラックによる破壊核形成期の同定(2) Identification of the Nucleation Stage of Natural Earthquakes by Monitoring Microcracks

藤井 基貴^{1*}, 野田 洋一², 高橋 耕三³, 小林 真二⁴, 高松 謙一⁵, 梶田 次郎⁵

Motoki Fujii^{1*}, NODA, Yoichi², TAKAHASHI, Kozo³, KOBAYASHI, Masaji⁴, TAKAMITSU, Kenichi⁵, NATSUMEDA, Jiro⁵

¹ 藤縄地震研究所, ² テラテクニカ, ³ 元通信総合研究所, ⁴ リアルタイム地震情報利用協議会(元), ⁵ 沖エンジニアリング株式会社

¹Fujinawa Earthquake Res. Inc., ²Tierra Tecnica Corp., ³Communication Res. Lab., ⁴Real-time Earthquake Information Cons., ⁵OKI Engineering Co. Ltd

はじめに

2012年の合同大会では、東北日本太平洋沖地震に伴って検出されたパルス状の変動の解析の結果、電磁気的手法によって地震発生前後のマイクロクラックが検出できる可能性があること、DC帯では火山活動、群発地震に伴って発生することがわかっていたULF/VLF帯のパルス状の変動(間歇泉型変動)に注目していたが、それと殆ど同じ変動が検出された(これをA型という、図1-a)こと、AC帯では継続時間10ms以下の単パルス状の変動で、地震の前に急激に増大するものがあることを報告した。ここでは、波形の詳細な解析を結果明らかとなった事柄を報告する。

2. AC帯のパルス状の変動は、周波数帯がSLF帯(約400Hz)のもの(B型)と、VLF帯(約4kHz)のもの(C型、図1-e)にわけられる。B型は、A型の変形(B-1、図1-b)と波束型(B-2、図1-c)およびそれらの混合型(B-3、図1-d)に分類できる。

B型は地震の直前にのみ発生し、3月6日から増加し、3月9日の最大、10日に少なくなり増加に転じ11日の地震を迎えた。積算パルス数の時間変化 $N(t)$ は、破壊時 t_f を10.8日とする冪関数 $(t_f - t)^{-n}$ で記述され地震発生の11.6日とよい対応を示す。指数 n はほぼ3で、前震の場合の1.7(Varnes,1989; Maeda,1999)岩石実験の場合の0.5(Yoshida,1994)とは、異なる。DC帯の間歇泉型は、地震前に一例ある以外はすべて地震後に発生した。また、高周波数のC型は、地震後にのみ検出された。

観測されたB帯の変動は、岩石破壊実験でのAE波形・時空間分布とかなり類似しており、地震直前の破壊核形成期のマイクロクラック発生によるものと考えられる。電界強度はGUVが数 μ V/m、UUVが0.1 μ V/mと小さく、高感度かつ環境ノイズにロバストな計測方向により検出される。現在のところポアホール計測が唯一の計測方法である。

3. 考察

1) 多段階欠泉型は開口性のクラック(第1型)に、波束型はシェア型(第2型、第3型)クラックに、混合型は第1型と第2型との連結により発生していることが、岩石破壊実験の結果をもとに推測される。2) マイクロクラックと電磁気現象の相互作用は、流動電位効果によるものと推定される。

3) 地震後のC型は余効段階におけるジョイントのかみ合い、A型はジョイントへの大量の間隙水の出入によるものと、推定される。

4) 電界変動計測による大きな検知距離は、クラック発生に伴う弾性波動が間隙水の流動電位効果により電磁波に変換され、媒質の境界にトラップされて弾性波に比べて何桁も小さな減衰率を有するためと考えられる。

4. 結論

自然地震の破壊核形成がマイクロクラックをモニタすることで判定できること、地震の直前予測手法の発展に新たな展開が期待されることを示した。

謝辞:

本研究は、JSTによる「研究成果最適展開支援事業フェージビリティスタディ可能性発掘タイプシーズ顕在化」の平成22年度採択課題です。

キーワード: 地震直前予測, 破壊核形成, マイクロクラック, 電磁気現象, 間隙水流動

Keywords: earthquake precursor, nucleation stage, microcrack, electric phenomena, confined water

SSS02-03

会場:201B

時間:5月21日 09:30-09:45

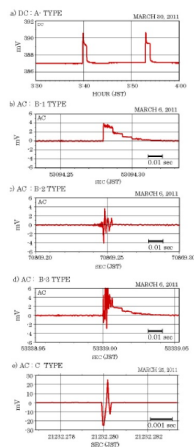


Figure 1
 a) Waveform of the pulse-like particular signals in the DC band (type A). Type A has a duration of several tens of seconds to several tens of minutes, and a height of about 2-3 mV. The form was first identified by the temporarily rapid recording at the time of volcanic eruption activities in 1990 at Izu-Oshima (Fujinawa *et al.*, 2001). Afterward, we detected similar signals at almost cases of nearby volcanism eruption and seismic swarms (11).
 (b) Type B-1 waveform of the pulse-like signals in the AC band. The form is very similar to type A except that it is of smaller duration (several tens of ms) and shows several steps in the process of relaxation.
 (c) Type B-2 waveform of the pulse-like signals in the AC band similar with a wave-packet. There is no coda phase, in contrast to seismic waves. A similar pattern was detected in the case of wetted granite specimens with a dominant frequency of 500 kHz (Yoshida *et al.*, 1998). The S-P time was about 30 ms, suggesting an epicentral distance of 270 m. Several examples of events having P-S phases can be seen. The absence or very slight appearance of a P-phase indicates an epicentral distance larger than a few km.
 (d) Type B-3 waveform in the AC band with a waveform compounded by type B-1 and type B-2.
 (e) Type C waveform in the AC band. The waveform is the same as type B-2, but its amplitude is very large: 20-50 mV, with some 10 times larger than those of type A and B.