

I-449

1986年バームスプリングス地震の強震記録を用いたインバージョン解析

清水建設・大崎研究室 (正) 赤尾 嘉彦

1. はじめに

地震防災上、震源の近傍で得られた短周期強震動の記録が重要であることは、改めて説明するまでもない。地震学的にも近地の短周期記録には地震の局地的なメカニズムを解明するための重要な情報が数多く含まれていると考えられる。ところが、その記録を使った個々のイベントの逆解析は今までほとんどおこなわれていない。(断層面全体を細分化して波形の適合性を計る逆解析はおこなわれている。) その理由は、この種の波形は反射射や屈折波が重なって複雑な形状を示し、記録から多重震源を決定するために特異相を同定することが困難であったためと思われる。我々は記録を時間軸上だけから見るのではなく、時間軸上と周波数軸上の両面から眺めることにより特異相を同定することを試みた。この方法を1986年のバームスプリングス地震の強震記録に適用したところ、比較的簡単に短周期地震波の特異相を読み取ることができた。この特異相をサブイベントからの直達の実体波の到着相と見なし、多重震源の最適な震源位置と発生時刻の推定をおこなった。

2. 地震概要

バームスプリングス地震は1986年7月8日にカリフォルニア州Palm Springsの北約18kmで発生した $M_L 5.9$ の地震である。震央位置は $<34^{\circ}0.0'N, 116^{\circ}36.3'W>$ 、震源深さ11.3km、発震時間9:20:44.5(U.T.C.)と推定されている。またメカニズム解より走向 $N60^{\circ}W$ 、傾斜角 50° 、 $\text{rake } 180^{\circ}$ 以下で右横ずれに多少逆ずれが加わったものと考えられる。我々は余震分布図より断層面の長さ16km、幅12kmと推定した。Fig.1に今回の地震を引起したと考えられるBanning断層、断層面、主な観測点の位置などを示す。この地震ではUSGSとCDMGの約80の強震計が起動した。この中から震源に近い地表のCDMGの5観測点($\Delta=10\sim 42\text{km}$)の記録(USGSの記録は未入手)を用い、多重震源を決定するためのインバージョン解析をおこなった。

3. 特異相の同定

Fig.2は、震央に対して接線方向に座標変換した後の加速度波形とその非定常スペクトルである。加速度波形は計器補正とバンドパスフィルターを掛けた後の波形である。非定常スペクトルはマルチフィルター法で求めたスペクトルで、最大振幅の20%, 40%, 60%, 80%の振幅のところに順次太くなる等高線を描いてある。各スペクトル上で、S波の到着の1秒以内(S1相)と1~2秒後(S2相)と約2秒後(S3相)の3ヶ所に大きな振幅のピークが見られ、各相は大体同じ周期(0.15秒, 0.3秒, 0.2秒)を持っている。SJSではS2相がはっきりと認められないが、これを除いて3つの相は全ての観測点に共通に見られる。各相はS波の到着から数秒以内にあること、振幅が比較的大きいこと、から断層震源で本震に続いて起こったサブイベントより直接伝播してきた実体波(S波)の到着相と考えられる。PSAやSJCでは3相以外に後続部分の中に大きな振幅の相が見られる。しかし、これらの相は他の観測点にはなく、局地的な地形や地盤の影響と思われる。

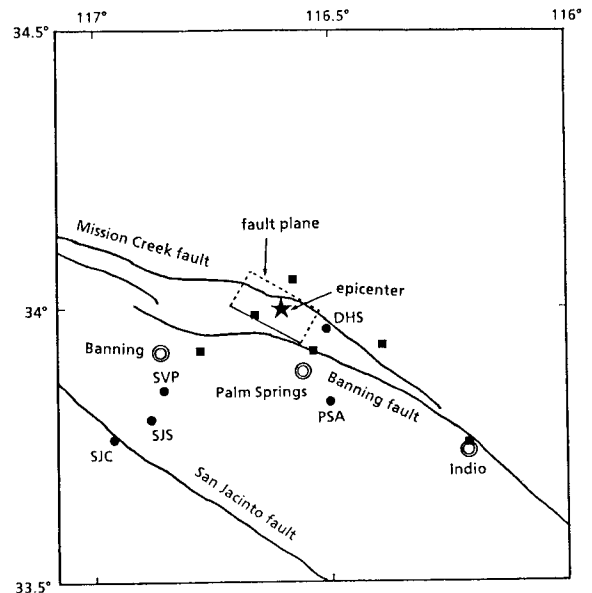


Figure 1. Locations of major fault traces near Palm Springs and strong motion stations whose seismograms have been digitalized.
(● indicate CDMG stations, ■ indicate USGS.)

る。以上より、震源では強い短周期波を発生させるイベントが3回ほど発生し、非定常スペクトル上にそれが現れたと考えた。

3. サブイベントの震源決定

S1相とS3相の到着時刻からサブイベントの位置と発震時刻を推定する。ただし、データ数が少ないこと、観測点の位置が断層面の南側に偏っていること、から通常の震源決定の方法ではよい解が得られない。そこで、本震の位置が決まっているとして、本震とサブイベントからの地震波の到着時間差を入力してサブイベントの位置を求めた。仮定したS波の速度構造は、深さ5.5kmに層境界を置いて表層を2.8km/sec、第2層を3.5km/secとしてある。

解析の結果、第1イベントは1.1秒後に2.9km南西で発生したと求まり、平均(r.m.s.)の走時残差0.05秒となった。第3イベントは2.4秒後に4.4km西上方に求まり、平均残差0.07秒となった。これらの位置を断層面上に投影したときの位置をFig.3に示す。短周期波を伴う破壊の発生場所は震源付近に集中し、余震分布から決められた断層面全体から一様には短周期波が発生していないことがわかる。また、破壊は震源から上方に進行していると推定される。

(謝辞) 有意義な助言をいただいた横浜市立大学の菊地正幸氏、茨城大学の井上涼介氏、地震観測記録を送っていただいたUSGSのM.Celebi氏、ご指導いただいた東京都立大学の渡部丹氏の各氏に感謝します。

(参考文献) 1) 赤尾・他(1988) 大崎研究所研究報告88-01. 2) Huang et al.(1986) CDMG, OSMS 86-05. 3) Jones et al.(1986) BSSA, 76, 1830-1837.

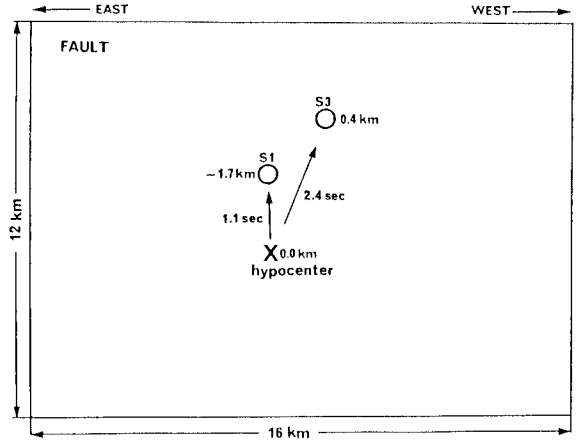


Figure 3. Projection of the hypocenter, x, and the 1st- and 3rd-events, O, on the fault plane. Distance written beside each position indicates deviation to the anti-plane direction. (Positive value means southern, negative value means northern deviation from the plane.)

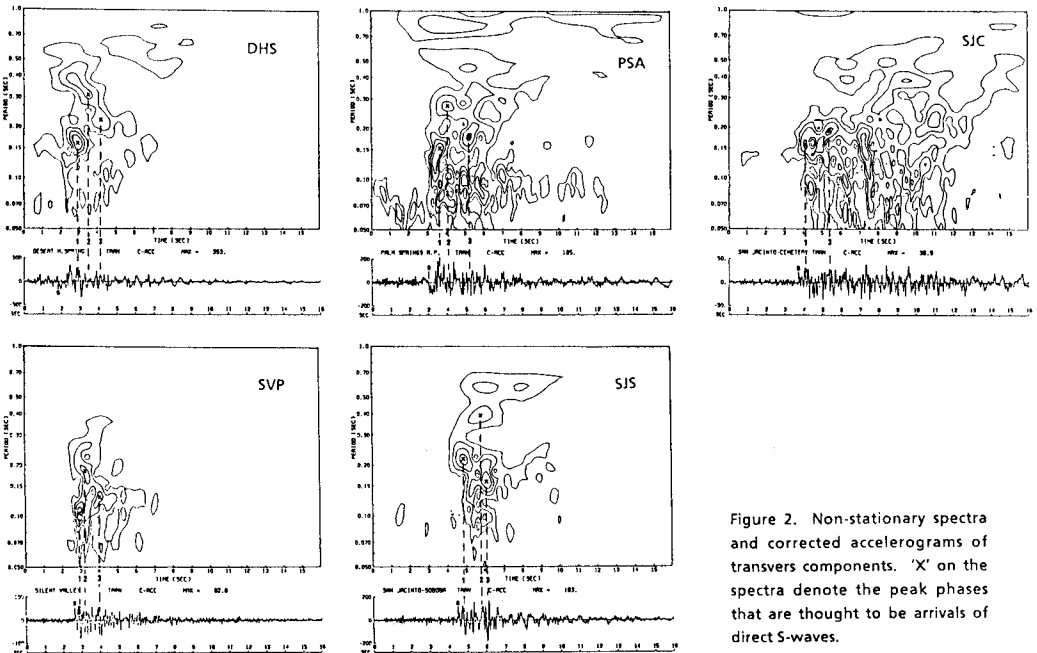


Figure 2. Non-stationary spectra and corrected accelerograms of transvers components. 'X' on the spectra denote the peak phases that are thought to be arrivals of direct S-waves.