

7-12 強震記録で見た兵庫県南部地震の震源過程

Source Process for the South of Hyogo Prefecture Earthquake

京都大学防災研究所
地震予知研究センター

Research center for Earthquake Prediction,
Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

1. データ

今回用いた強震記録は、1) 気象庁、2) 関西地震観測研究協議会、3) 京都大学防災研究所地震予知研究センター（以下、予知センターと呼ぶ）、の3つの機関より提供された。それらの観測点配置を第1図に示す。原波形からまず、地震計の応答の影響を取り除く。速度記録は、その後フィルターをかけるだけだが、加速度記録は、数値積分により速度に変換した後に、同様のフィルターをかけた。今回は、低周波側のみに解析対象を絞っているため、0.5Hzをコーナー周波数、1.0Hzをストップ周波数とするチェビシェフ型ローパス・フィルターを使用した。

2. 解析

Hartzell and Heaton (1983) によるmultiple time window法で解析した。この手法は、断層を幾つかの副断層に分割し、その各々の副断層でのモーメント解放量を求めることを目的としている。予め破壊伝播速度を仮定するので、解くべき問題が線形となり、解きやすくなるが、このままでは、破壊伝播速度の変化等の破壊の時間的なゆらぎを表現できなくなってしまう。そこで、一つの副断層が時間軸方向に広げた幾つかの機会にわたって破壊が生じることを許すことで、破壊の時間的なゆらぎを再現している。したがって、破壊フロントが到達したから必ずしもその場所が破壊するのではなく、しばらくしてから壊れることも原理的には考えられる。この意味で、上記の破壊伝播速度は、ハスケル=モデルで使われる、本来の意味での破壊伝播速度と違う性質を帯びているのに注意する必要がある。

予知センター阿武山観測所の定常観測で行われている自動震源決定による余震分布をもとに、断層のパラメータを仮定した。すなわち、断層の走向、傾斜角を各々、232度、85度、断層の長さ、幅を40km、15kmとした。この断層を4km×3kmの副断層に分割する。従って、副断層の数は、走向方向に10個、傾斜角方向に5個、計50個である。なお、すべり角は、ハーバード大学のCMT解速報値のbest double couple値をそのまま採用し、162度とした。

震源の位置は、京都大学防災研究所により決められた値(34.601°N, 135.033°E)を仮定した。深さは17.8kmと求まっているが、余震よりも明らかに深いので、14kmとした。

仮定した破壊伝播速度は3.0km/secである。破壊フロント通過直後を含めて5回の破壊を許した。また、震源時間関数としては、継続時間が1.0秒の2等辺3角形で、それらの時間間隔は1.0秒である。したがって、原理的には最大6.0秒の継続時間を持つ破壊を再現することが可能である。

3. 結果

5つのtime window各々でのモーメントの解放量を、各副断層ごとに合計したものを、1月17日から31日の間に発生したマグニチュード2.0以上の余震の分布とモーメント解放の分布を重ね合わせたものを第2図に示す。モーメントの解放が大きかった場所（以下、アスペリティーと呼ぶ）として、3ヶ所挙げることができる。1つめは、破壊開始点と走向方向で正の部分、すなわち、淡路島側で、これが一番大きなアスペリティーである。また、このアスペリティーが断層最上部近くまで達しているのは、地表で野島断層が動いた跡が見られた（中田・蓬田，1995）ことと調和的である。一方、神戸市側（走向方向で負の側）では、深いところに、破壊開始点に隣接して1つ、そして、やや離れた浅いところにもう一つあることが分かる。淡路島側のアスペリティーに比べると、その大きさも解放したモーメント量も小さい。断層の一番浅いところではほとんどモーメントの解放が見られないことは、現時点でも、神戸市側では起震断層と考えられる地表断層が見つからない事実と調和的である。なお、本モデルによる地震モーメントの値は、 2.2×10^{19} [Nm] で、ハーバード大学によるCMT解の速報値、 2.5×10^{19} [Nm] とよい一致を示している。

第3図に、一定時間（1秒）ごとのモーメント解放量の断層面上での分布を示す。この図から、以下のような破壊の時刻歴が描ける。破壊は最初、破壊開始点より上の方へ伸び（0.0～2.0sec）、次いで左右に広がり、そこで大きなモーメントの解放が生じた（2.0～4.0sec）。その後、淡路島側では一気に破壊が地表近くまで進み（4.0～5.0sec）、更に大きなモーメントを解放していった（5.0～8.0sec）。一方、神戸市側では、破壊開始点近くで大きくモーメントを解放した後、断層の下部を破壊が進行して、破壊開始から約6秒後に、断層深部で再び大きなモーメント解放が生じた（6.0～8.0sec）。そして、最後にKOBという観測点近くの浅い部分で、やや大きなモーメントの解放があった（9.0～11.0sec）。

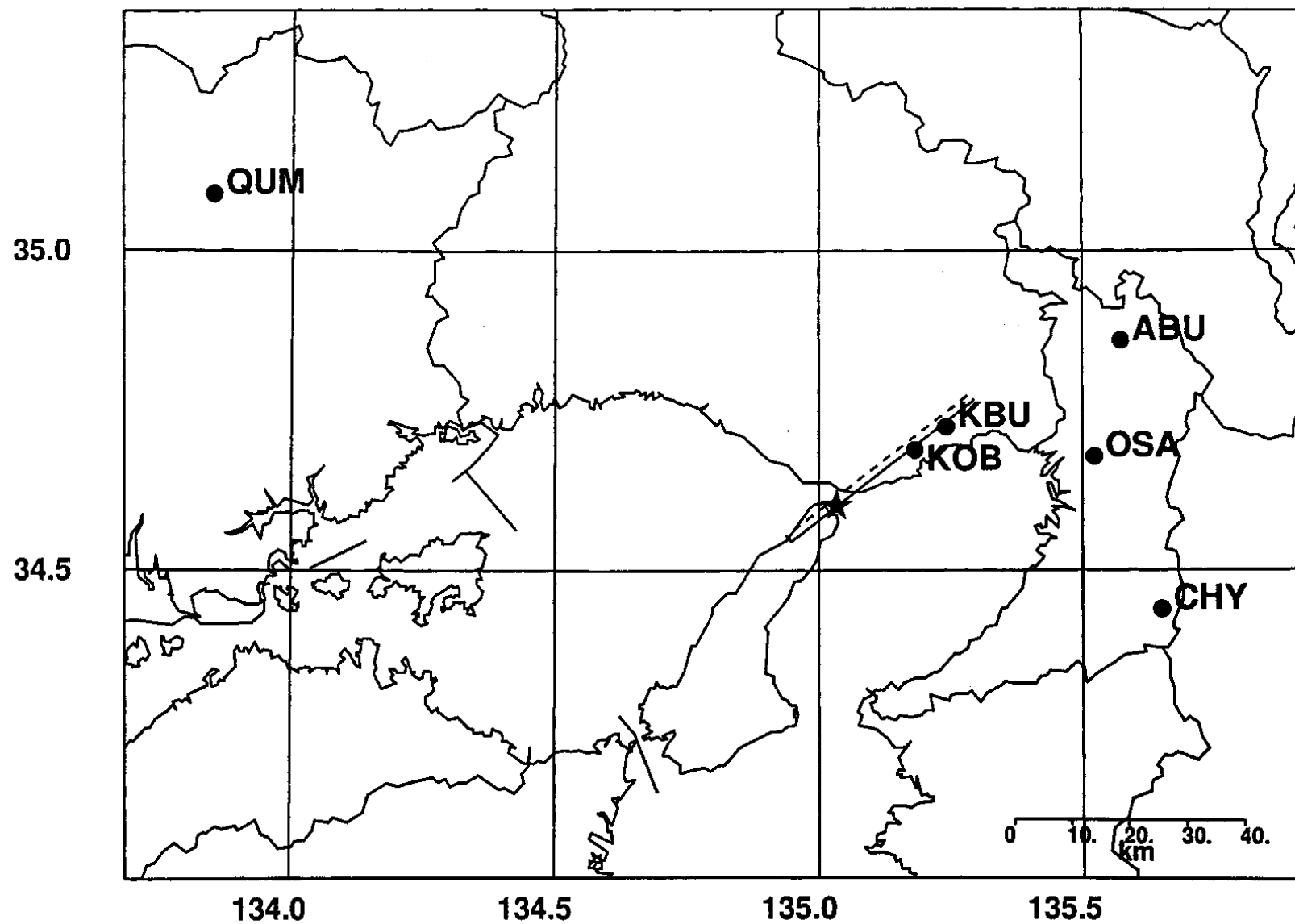
第4図に、観測波形（実線）と合成波形（破線）との比較を示す。水平成分の一致は、満足のいくものとなっている。しかし、合成波形の上下動は、全般的に観測波形よりも振幅が小さく、一致も水平動ほどよくない。特に、KOB、OSAといった観測点では、水平成層構造では表現できない観測点近傍での地盤による増幅が、振幅に大きく寄与していると思われる。

（文責 堀川晴央）

参 考 文 献

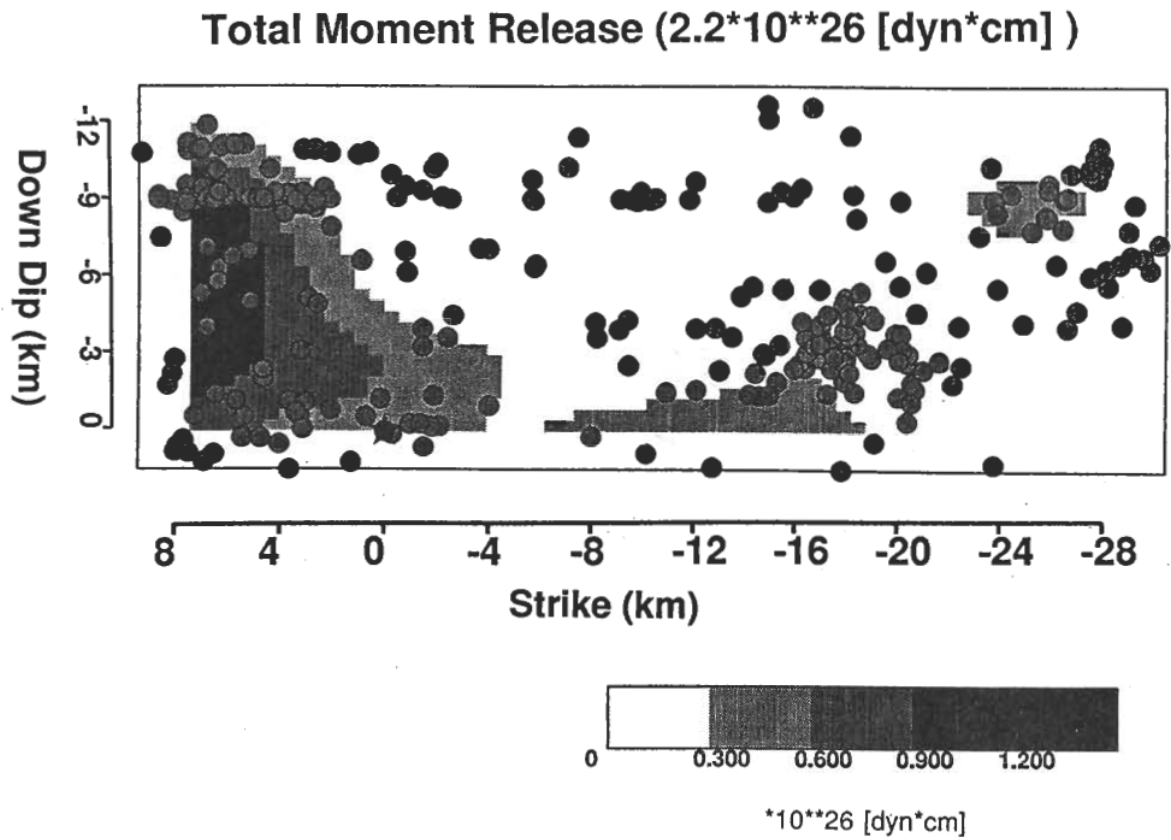
Hartzell, S. H., and T. H. Heaton, 1983, Inversion of strong ground motion and teleseismic wave form data for the fault rupture history of the 1979 Imperial Valley, California earthquake, Bull. Seismol. Soc. Am., **73**, 1553 - 1583.

中田高・蓬田清, 1995, 地震断層から見た兵庫県南部地震, 科学, **65**, 202-204.



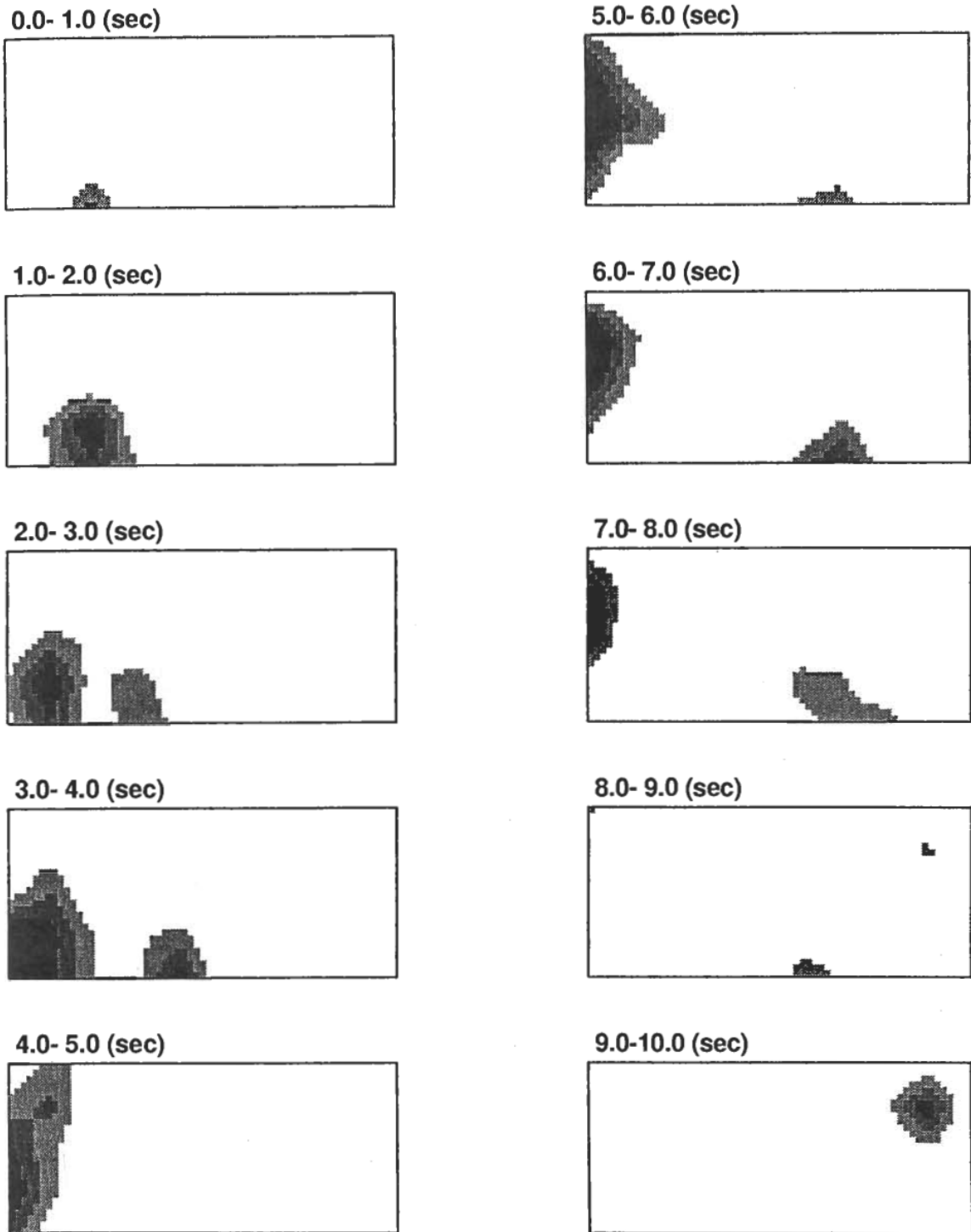
第1図 解析に用いた観測点の分布

Fig.1 Station distribution used in this study.

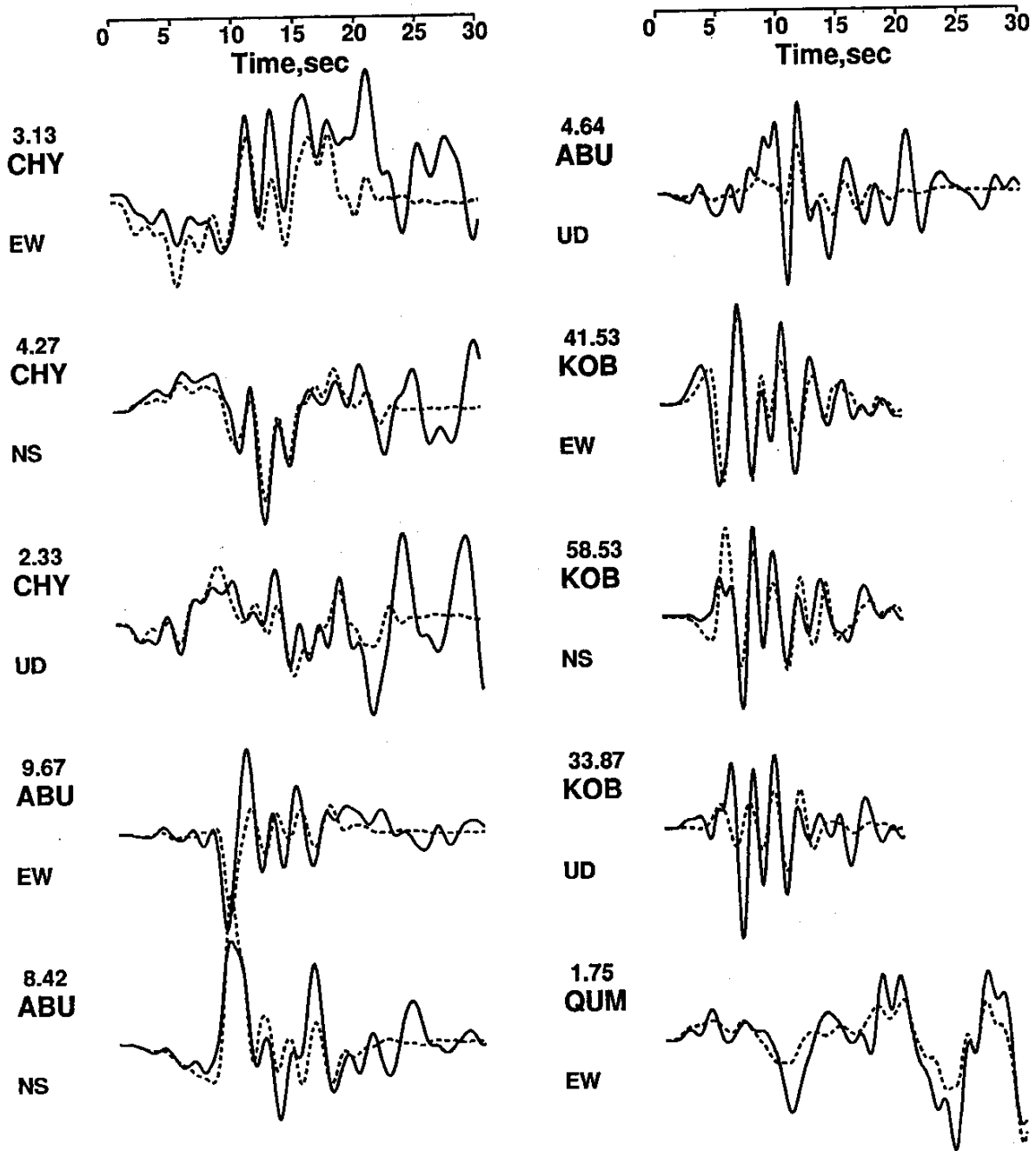


第2図 5つの time window を合計した、モーメント解放量の断層面状での分布と1月17日～31日に発生した余震 ($M > 2.0$)。

Fig. 2 Cross section of the moment release distribution compared with aftershocks with $M > 2.0$ occurring during Jan. 17 and 31 (gray circles).

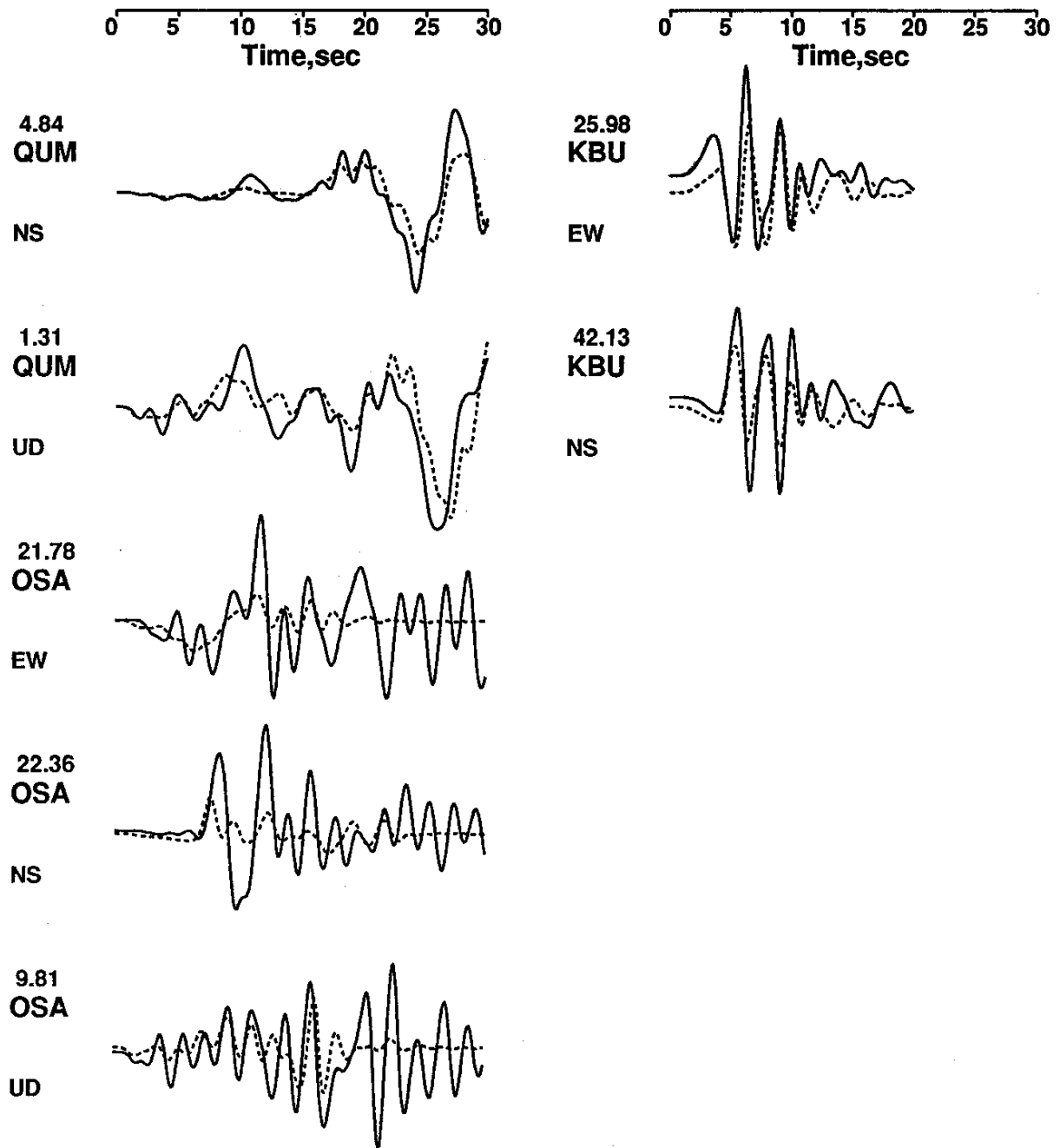


第3図 破壊の時刻歴
 Fig.3 Time history of the rupture.



第4図 観測速度波形（実線）と合成速度波形（破線）との比較

Fig.4 Strong-motion velocity observations (solid lines) and synthetics (dashed lines).



第4図 つづき
Fig.4 (Continued)