

要素断層地震動による兵庫県南部地震動の合成

日本大学大学院理工学研究科 学生会員 高内 めぐみ

日本大学理工学部 正会員 仲村 成貴

鈴村 順一

花田 和史

1. 研究の目的

構造物の耐震設計の際には、設計用入力地震動を用いる必要がある。この作成方法にはいくつかの手法があるが、これまでは過去の強震記録をそのまま用いたものや経験式による手法がほとんどであり、断層の破壊過程を考慮する手法は研究段階にある。平成7年の兵庫県南部地震では、構造物は倒壊、損傷をはじめ、壊滅的な被害を受け、これを機に断層諸元を考慮した地震動予測の必要性が提言されたが、その手法はまだ確立されていないのが現状である。また、兵庫県南部地震では断層近傍で多くの余震記録が得られた。そこで本研究ではこれらの余震記録の中から、神戸海洋気象台で観測された余震記録を基にして断層の破壊過程を考慮した模擬地震動を作成し、その作成精度を検証し、本震の挙動及び震動特性を検討することを目的とする。なお、本研究では模擬の対象波形を神戸海洋気象台で得られた強震記録とする。

2. 研究の方法

本研究の流れを図1に示す。まず、神戸海洋気象台で観測された1995兵庫県南部地震の余震記録を用いて震源断層を仮定し、要素断層モデルを作成した。次いで、余震記録を用いて要素地震を決定し、断層破壊過程を考慮しながらそれらを重ね合わせることで本震を模擬した。

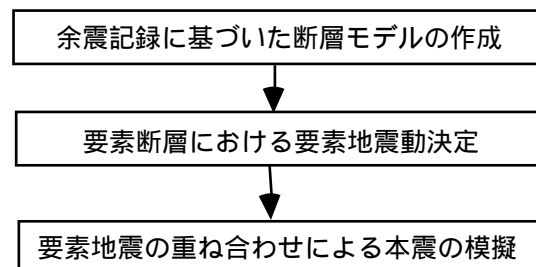


図1 本研究の流れ

3. 余震記録による断層モデルの作成

本震後約1年間の余震の震央分布より震源断層を仮定し、断層モデルを作成した。作成にあたって、余震は震源断層に沿って分布するという地震学上の経験より、淡路島側で食い違いが現れた野島断層から神戸側の須磨、諏訪山、五助橋断層を震源断層と仮定した。また地震断層長さ L は、(1)式より、本震のマグニチュード $M=7.2$ とするとおよそ65 kmとなり、これをモデルの地震断層長さとした。

$$\log L = 0.5M - 1.8 \quad (1)$$

さらに、震源域を13 km × 4 kmの10個の小領域に分割し、各領域内に1つの断層が存在すると仮定し、これを要素断層と呼ぶことにする。余震の震央分布と仮定した要素断層を図2に示す。

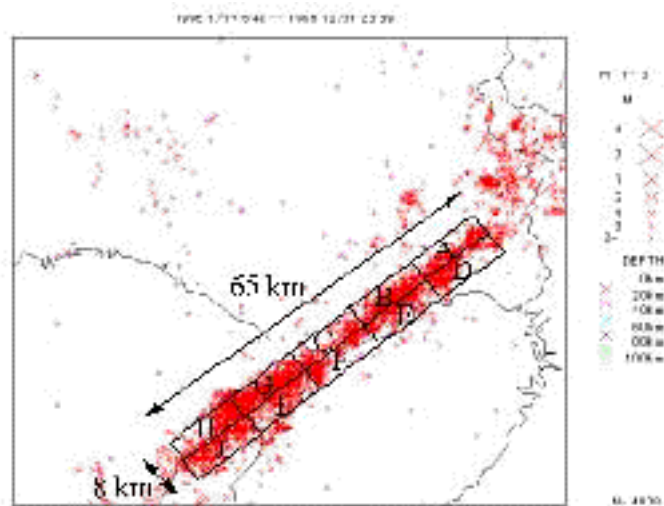


図2 余震の震央分布と要素断層

4. 要素地震動のエネルギー

要素断層による地震動を模擬するために、神戸海洋気象台で観測された余震記録の中から各要素断層毎に比較的大きな余震を選んだ。本研究では、地震波のエネルギー量を断層の破壊規模を表す地震モーメントで表すことにする。Sato (1979) による地震モーメントとマグニチュードの関係式より、本震 ($M=7.2$) が持つ地震モーメントを推定し、この地震モーメントが図2に示した各要素断層に等分配されると仮定する。

キーワード：直下型地震、断層近傍、破壊過程、震動特性

連絡先：〒101-8308 千代田区神田駿河台1-8-14 TEL: 03 (3259) 0693

5. 断層運動の仮定

断層運動の速度が一定であると仮定した場合、変位スペクトルは図3のような形状を示すことがわかっていて、一方、要素断層内で得られた余震記録についてそれぞれ変位スペクトルを描くと、一例として図4のようになり、図3に赤線で示す包絡形と同じような包絡形を示すことが分かった。そこで、本研究では「要素断層内における断層運動の速度は一定である」と仮定した。この仮定によって、振動数領域における合成倍率が決定される。

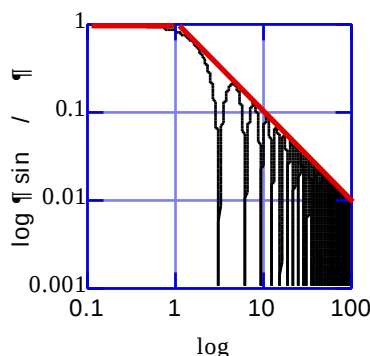


図3 断層運動速度一定の場合の変位スペクトル

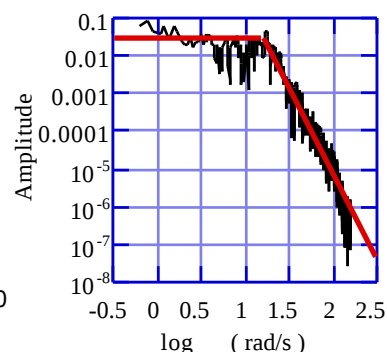


図4 要素断層における余震記録の変位スペクトル

6. 要素地震動の決定

4及び5より、要素断層が破壊したとき持つべきエネルギーを与え、合成倍率により余震記録の振動数特性を変化させ、要素地震動を作成した。この作業を10個の要素断層について行った。その結果得られた要素地震動の相対速度応答スペクトルの一例を、合成前の余震記録と共に図5に示す。

5. 本震の模擬

断層破壊の順序を考慮して6で求めた要素地震動を重ね合わせた。図6-(a)に本震の加速度時刻歴波形、図6-(b)に模擬波の加速度時刻歴波形を示す。さらに、図7に本震記録と模擬波の速度応答スペクトルを示す。スペクトル形状はほぼ本震記録に近いものが得られた。

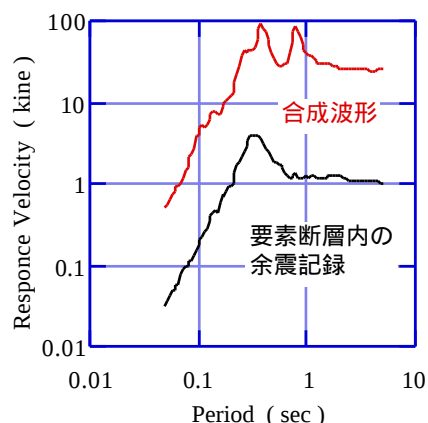
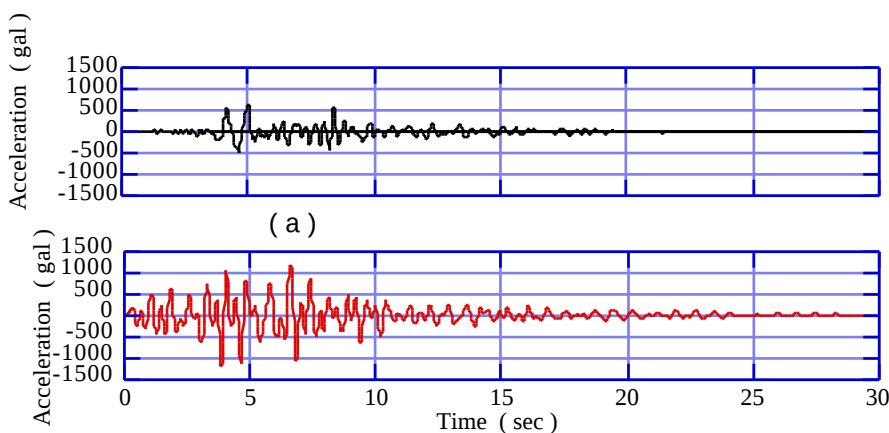


図5 速度応答スペクトルの比較（余震記録と合成波形）



(b)
図6 本震記録と模擬波の加速度時刻歴

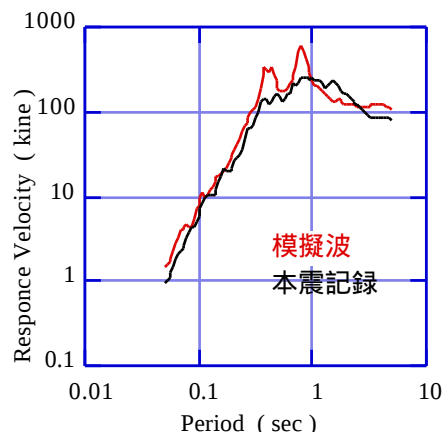


図7 模擬波と本震記録の比較（速度応答スペクトル）

6. まとめ

余震記録から作成した各要素断層の地震動を重ね合わせることによって、本震の相対速度応答スペクトルをほぼ表現することができた。今回の手法では、すべての要素断層において断層運動の速度が一定であるという仮定のもとで地震のエネルギー（地震モーメント）にのみ着目して解析を行った。本手法の定性的な有用性は確認することができた。今後は今回考慮していない震源パラメータを用いるなど、定量的な模擬を目標とする。

参考文献

- 大崎順彦、新・地震動のスペクトル解析入門、1997.10、鹿島出版会
理論地震動研究会・編、地震動 - その合成と波形処理 -、1994.2、鹿島出版会
気象庁、地震月報 1995年1月～12月