

兵庫県南部地震の地震動特性と木造家屋の倒壊方向

正会員 ○久田嘉章*¹同 山本俊六*²

1. はじめに

兵庫県南部地震は都市近傍で起こったM7クラスの内陸型地震であり、その地震動特性と構造物の破壊パターンは、これまでの海洋型地震でみられたパターンとは著しい差異がみられた。すなわち震源に近い地震動には長周期(周期約1秒以上)で卓越するパルス状の波が見られ、断層線の直交方向の振幅が卓越していた。このため神戸市の構造物は断層線の直交方向に卓越する被害が見られた。松田・竹村¹⁾は地震直後、約2800戸の木造家屋の一階の柱・壁の倒壊方向を調べ、以下の発見をした: 1) 木造家屋の多くは共振的に倒壊したのではなく、「足払い」を受けたように始めの強い横力で倒壊した; 2) 図1に示すような地域ごとに明確な倒壊方向の卓越が見られた。すなわち南西から北東に向かって、A地区では北西-南東方向(特に南東)、B地区では南北方向(特に北)、C地区では北から西にかけた方向、D地区では西方向、にそれぞれ明瞭な倒壊方向の卓越が現れた。本研究では、なぜこのような倒壊方向の地域別な卓越が現れたのか、地震学的な見地から考察を行う。

2. 右横ずれ断層からの地震動特性

兵庫県南部地震の震源断層は主として右横ずれ断層であった。横ずれ断層からの地震動は断層面に直交する長周期の成分が卓越し、特に断層の破壊伝播の進む方向で大振幅のパルス波となる(Forward Directivity Effects^{2), 3)})。このような例は、兵庫県南部地震を始め、特にカルフォルニアの地震で数多く確認されている²⁾。長周期パルス波は構造物には衝撃的な地震力として作用し、これが木造家屋の「足払い」的な倒壊となったと考えられる。例として図2に、菊池の震源モデルを参考に右横ずれの断層震源から地表面での速度波形を計算し、その最大振幅の大きさと方向の分布を示す。破壊が伝播する右側の観測点での振幅が大きく、断層面の直交成分で最大振幅を示すことが分かる。

3. 神戸側の震源断層及び地震動特性と倒壊方向の関係

兵庫県南部地震の際、神戸側では地表に震源断層が現れなかった。しかし余震分布や観測された強震記録の軌跡などから、震源断層は図1に示される六甲山系の断層が動いたと考えられている。破壊は明石海峡の下でから開始したため、神戸側は右横ずれ断層のForward Directivity Effectsにより断層面の直交成分で大きなパルス波を生じたと考えられる。実際、神戸海洋気象台や神戸大、JR鷹取駅の強震記録でも断層面の直交成分に大きなパルス波が現れている。

神戸側で、六甲山系の活断層が震源断層であり、図1に示す須磨断層、諏訪山断層、五助橋または芦屋断層が次々に破壊したとすると、初めに述べたような木造家屋の倒壊方向がある程度説明できる。すなわちA地区では須磨断層、B地区では諏訪山断層の破壊により、それぞれ北西-南東方向から南北方向の地震動が卓越した。その後、五助橋断層または芦屋断層から断層線は北向きに回転しているため、C地区では北から西にかけた方向に、D地区では西向き地震動が卓越した、という解釈である。

これまで、兵庫県南部地震の遠地震記録や近地強震記録、測地データを用いて震源過程インバージョンがいくつか行われている。しかし断層の北東側では強震記録が無かったこともあり、断層北東部での北向きに回転を考慮した解析は殆ど行われていない。唯一、吉田ら⁴⁾が測地データを用いて五助橋断層を考慮したインバージョン解析を行っており、北東側の測地データをこのモデルが非常に良く説明するとしている。

4. 地質構造と倒壊方向の関係

最後に地質との関係を調べる。図3は、表層地質図と図1の家屋の倒壊分布図を重ねあわせたものである。倒壊分布は沖積層と先第三紀層の境界に沿っていることが分かる。図にはブーゲー異常の正負値の境界線も描いているが、神戸から宝塚にかけて地層の境界線とほぼ平行しており、沖積層の下にはかなり厚い堆積層があることが想像される。家屋倒壊の方向は、地層境界線やブーゲー異常の線にほぼ直交しており、その成因には何らかの地形効果も働いたのかもしれない。

5. 結論

兵庫県南部地震の際、多くの木造家屋が倒壊したが、その倒壊方向には地域による卓越があった。地震学的な考察から倒壊方向は断層線に直交していると予想され、その結果、五助橋断層または芦屋断層から震源断層が北向きに回転した可能性が指摘された。今後、地形効果の影響も含めたより詳細な解析を行う予定である。

参考文献

- 1) 松田高明、竹村厚司: 兵庫県南部地震における木造家屋の倒壊方向と分布、シンポジウム「阪神淡路大震災と資質環境」、日本地質学会、1995.5

- 2) P. G. Somerville 他: Accounting for Near-Fault Rupture Directivity Effects in the Development of Design Ground Motions, Pressure Vessels and Piping Conference, Vol. 319, Seismic, Shock and Vibration Isolation, ASME 1995
- 3) 久田嘉章・山本俊六: ノースリッジの地震動(類似点と相違点)、第23回地盤震動シンポジウム、日本建築学会、1995.10
- 4) S. Yoshida 他: Joint Inversion of Near- and Far-Field Waveforms and Geodetic data for the Rupture Process of the 1995 Kobe Earthquake, submitted to J. of Physics of the Earth, 1995

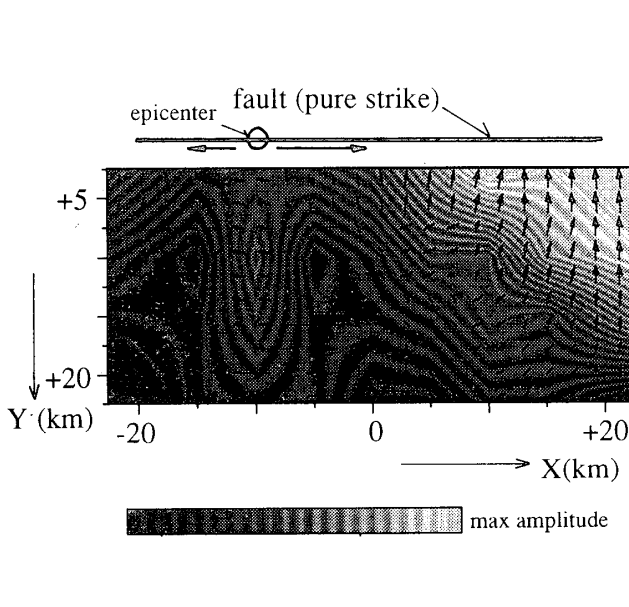
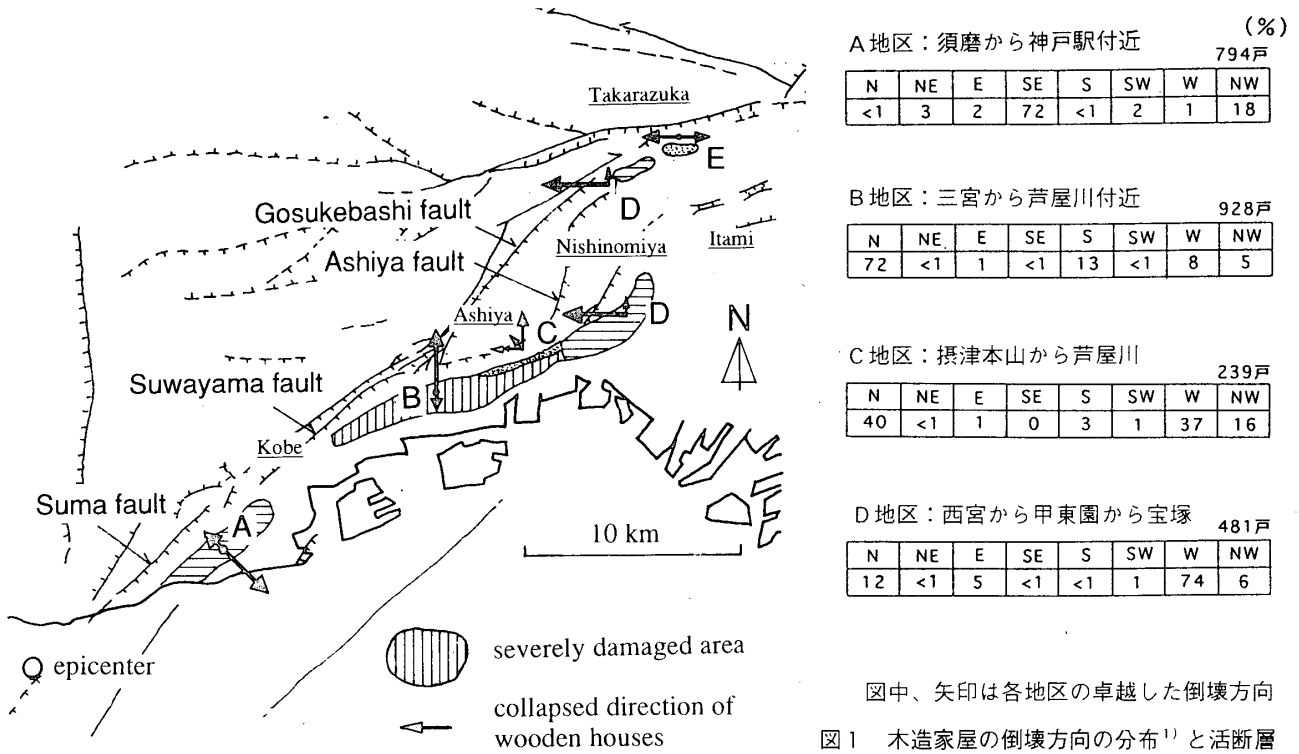


図2 横ずれ断層による最大速度振幅の分布図

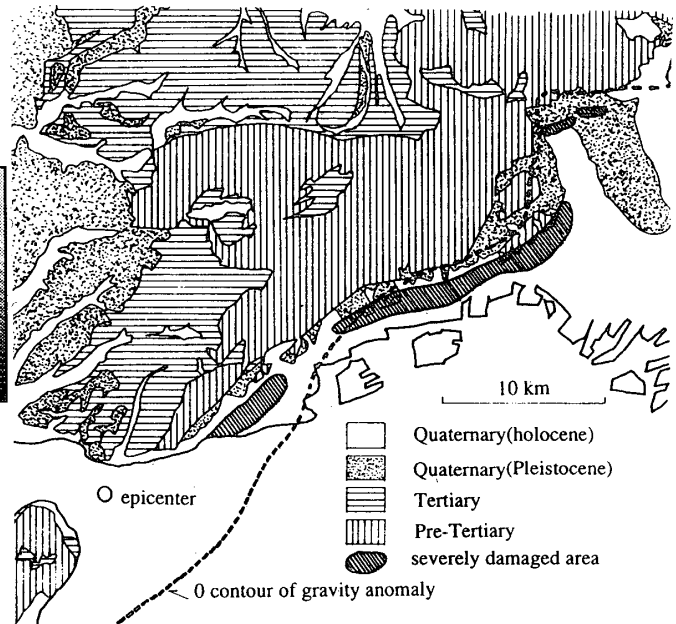


図3 表層地質図と木造家屋の倒壊方向の分布

*1 工学院大学建築学科

講師・工博

Kogakuin University, Lecturer, Dr.Eng.

*2 早稲田大学理工学総合研究センター

特別研究員・工博

Waseda University, Research Fellow, Dr.Eng.