

# 1995年兵庫県南部地震における木造家屋倒壊方向 と地震動特性について

正会員 久田嘉章<sup>1)</sup>同 ○南栄治郎<sup>2)</sup>

## 1. はじめに

本論文では1995年兵庫県南部地震で倒壊した木造家屋に関するデータベース<sup>1)2)</sup>から、震災の帯での強震動特性を探ることにある。兵庫県南部地震の際に震災の帯といわれる被害の集中した地域があり、そこでの強震動特性について大きな議論(文献<sup>3)4)</sup>)となっている。ところが震災の帯付近には観測点が数点しかなく、そのため墓石の転倒率<sup>5)</sup>や、構造物の被害率<sup>6)</sup>、といった間接的な方法を使って強震動特性を推定しているのが現状である。また、松田・竹村<sup>7)</sup>は震災の直後に現地で木造家屋の倒壊方向についての膨大なデータを作成している。著者らは、このデータを数値化しており<sup>1)</sup>、本研究でこのデータを用いて各地域での倒壊方向を決定付ける要因とともに強震動特性を調べる。

## 2. データベース

使用したデータベース<sup>1)</sup>は、松田・竹村<sup>7)</sup>によって作成された木造家屋倒壊方向のデータを基にGISソフトを使用して数値化し、作成したものである。データ作成過程の詳細は文献<sup>1)2)</sup>を参照されたい。誤差としては家屋位置で10~30m程度、倒壊角度で5°~10°程度あると考えられる。また、図1に数値化された震災の帯と被害家屋の位置を示す。対象となった家屋は全2790棟であり、このデータはインターネット上で公開しており

(<http://kouzou.cc.kogakuin.ac.jp/>)から見る事ができる。

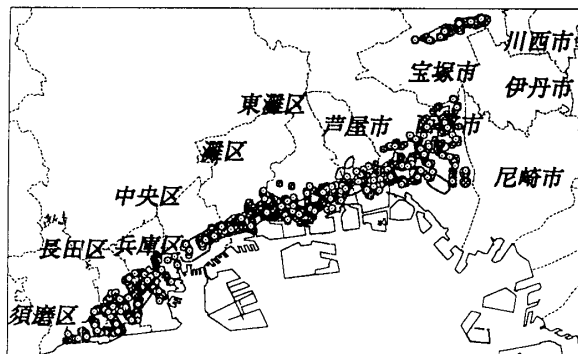


図1 震災の帯と被害家屋(白-半壊、黒-全壊)

## 3. 地域別方向性

図2に強震動観測点、地域別の倒壊方向を矢印とパーセントで、さらに林・川瀬<sup>8)</sup>らが推定した地表面での最大速度も示す。速度の表示は60kine未満、60-120kine、120kine以上の3段階で表している。図2で、倒壊方向は

16方向に22.5°間隔で分割し区分けしている。考えられる誤差は5°~10°であるので16方向の分割でその誤差は許容できると考えられる。

倒壊方向には地域別に卓越した方向が存在する。これは松田・竹村<sup>7)</sup>にも指摘されているが、須磨区から長田区・兵庫区では6割以上が南~南東方向に倒壊している。中央区で倒壊方向が反転し、南東方向に加え北向きに卓越するようになる。灘区・東灘区では北北西~北方向に6割以上倒壊している。芦屋市で北北西~北向きに加え西向きに卓越するようになる。西宮市では6割以上が、宝塚市では5割以上が西方向に倒壊している。特徴として、中央区で震災の帯の谷間を境として倒壊方向が逆転するという傾向がある。このことは様々な構造物の倒壊方向を調べた本木・瀬尾<sup>9)</sup>にも指摘されている。同様に、芦屋市でも最大速度が途切れており、倒壊方向にその両隣の区域の中間の特性が現れている。

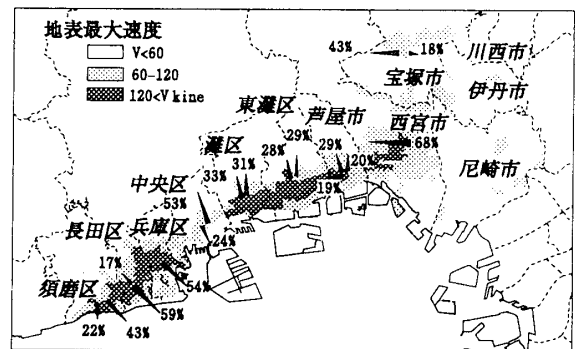


図2 強震観測地点・卓越倒壊方向・最大速度分布

## 4. 強震動の卓越関係方向と街区方向との関係

### 4.1 強震動の卓越方向

図3に今回の震災の帯付近で観測された速度波形の位置、そこで観測された最大振幅を生じた主要動部分の平面内での軌跡を示す。また兵庫県南部地震で震源断層と考えられている活断層を太線で、その他の断層を細線で示す。よく知られているように、活断層付近では断層面に直交する南東~北西方向に強震動が卓越している。<sup>3)4)</sup>

図2、図3との比較から、須磨区・長田区・兵庫区・中央区西部では倒壊方向と強い強震動の向きがほぼ一致している。中央区東部・灘区・東灘区での倒壊方向である北~北北西、南南東などは一致しない。芦屋市・西宮市・宝塚市の西向きの倒壊方向は、近くの強震動の向きに対して一致していないが、尼崎市での強震動の卓越方向と一致している。強震動と倒壊方向が一致しない原因

Estimation of the dominant directions of the strong ground motion on the disaster belt during 1995 Hyogoken-Nambu (Kobe) earthquake

HISADA Yoshiaki, MINAMI Eijiro

として2点が挙げられる。第1に観測された強震動記録が震災の帯にないために、その記録が震災の帯の強震動を表していないという可能性であり、第2に木造家屋には倒壊しやすい方向<sup>2)</sup>があり、その方向に集中的に倒れたという可能性である。

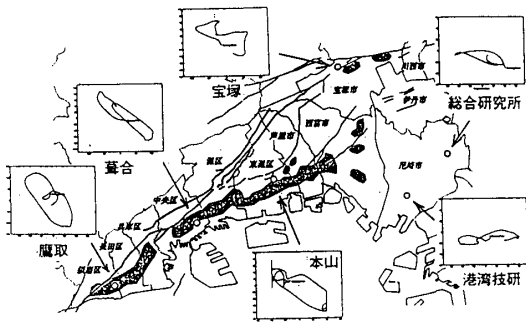


図3 強震観測点、最大速度分布を生じた主要動部分の平面内での軌跡(図中太線は震源断層と考えられる活断層)

#### 4.2 街区方向と倒壊方向

図4に各地域毎の街区道路の方向との相関係数、倒壊建物の道路方向に対する一致率を計算した<sup>2)</sup>。一般に街区道路は、建物の弱軸方向に走っているなのでその方向に倒壊しやすい。図4の相関係数は、倒壊方向と街区方向を各地域別に16方向に分布させ、両方の分布に関する相関係数を計算したものである。一致率は、個々の建物の倒壊方向と街区方向が水平または直交しているかという基準で、誤差が2.5度以内ならば一致しているとし、各地域別にその割合を計算したものである。図3、図4から須磨区・長田区・兵庫区では相関係数が1前後、一致率でも0.7以上と非常に高い値になっている。中央区は倒壊方向が変化している地域であるがどの値も高い数値になっている。灘区・東灘区・芦屋市では街区方向とは無関係に多くの建物が倒壊している。西宮市・宝塚市では相関係数が高い値になった。一致率では神戸市の西側に比較して多少低い値ではあるが0.6以上となった。

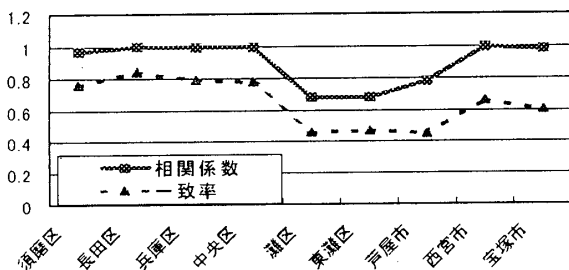


図4 倒壊方向と街区方向との関係

#### 5. 考察

これらの結果と図2、3、4から強震動特性に関して以下のことが推定される。須磨区・長田区・兵庫区では、街区方向と強震動方向が一致し、多くの建物が北西方向

に非常に強い地震動を受けた。震災の帯の谷間である中央区では、強震動の卓越する方向が変化し、かつそれほど強い地震動でなかった。灘区・東灘区では地震動方向と街区方向が異なり、南向きに非常に強い地震動がかかった。芦屋市は震災の帯の谷間に当たり、東灘区と西宮市の中間の特性を持っている。西宮市・宝塚市では主に西方向に倒壊している、街区道路方向との相関係数が高い値を示しているように、南北方向に比べ東西方向に強震動の方向が向いていた。一方、これらの結果からでは地域毎の倒壊方向がなぜある一方向に多くの建物が倒壊しているのか、例えば長田区では南東方向に約6割倒壊しているのに対して北西方向には約2割しか倒壊していないのか、ということを説明できない。そのためには、被害に遭った木造の家屋を実際にモデル化して非線形解析の必要であり、大会当日に若干の考察を行いたい。

#### 参考文献

- 1) 久田嘉章、1995年兵庫県南部地震における木造家屋の倒壊方向の数値データベース化、日本建築学会構造係論文集、1998(投稿中)
- 2) 久田嘉章 1995年兵庫県南部地震における木造家屋の倒壊方向と地震動特性、日本地震工学シンポジウム、1988(投稿中)
- 3) 久田嘉章、山本俊六：ノースリッジ地震の地震動一類似点と相違点一、第23回地盤震動シンポジウム論文集、日本建築学会、pp.93-100、1995
- 4) K.Irikura, T.Iwata, H.Sekiguchi, A.Pitaruka, and K.Kame: Lesson from the 1995 Hyogo-ken Nambu Earthquake: Why are such destructive motions generated to buildings?, J.Natural Disaster Science, vol. 17 pp.99-127, 1997
- 5) 翠川三郎、藤本一雄：墓石の転倒調査から推定した兵庫県南部地震の際の神戸市及びその周辺での震度分布、日本建築学会構造係論文集、No.490、pp.111-118、1996
- 6) 林康裕、宮腰淳一、田村和夫、川瀬博：1995年兵庫県南部地震の低層建物被害率に基づく最大地動速度の推定、日本建築学会構造係論文集、No.494、pp.59-66、1997
- 7) 松田高明、武村厚司：兵庫県南部地震における木造家屋の倒壊方向と分布、「阪神・淡路大震災と地質環境論文集、日本地質学会、pp.181-186、1995
- 8) 元木健太郎、瀬尾和夫：震源域における地震動特性についての一考察、日本建築学会大会学術講演梗概集、構造2、pp.101-102、1997

\*1 工学院大学建築学科、助教授、工博

Dept. of Architecture, Kogakuin University, Associate Prof., Dr. Eng.

\*2 工学院大学建築学科、大学院生、

Graduate Student of Dept. of Architecture, Kogakuin University