

## 兵庫南部地震の被害分析

—その6 尼崎市の建築物被害の分析—

Analysis on Seismic Damage Due to the Hyogoken-Nanbu Earthquake

—Part 6 Bulding Damage in Amagasaki City—

後 藤 寛 子\*・山 崎 文 雄\*・若 松 加 寿 江\*

Hiroko GOTO, Fumio YAMAZAKI and Kazue WAKAMATSU

### 1. はじめに

1995年兵庫県南部地震に関する建物被害の研究は、震度7の帯が出現し甚大な被害を受けた神戸市や西宮市などの地域については数多くなされているが、その周辺地域についてはあまり多くない。しかし、震度5～6程度の地域における建物被害分析の研究は、地震被害想定の際に用いられる建物被害推定式の作成、地域防災計画立案などのために重要である。そこで本研究では、尼崎市について建物被害の分析を行った。

尼崎市では建物被害が全市域に及び、全壊10,166世帯、半壊43,557世帯が被害を受けた<sup>1)</sup>。死者48名、負傷者7,112名を出し、地震後8件の火災が発生し16棟が罹災した。また山陽新幹線の橋桁が2地区で落下し、臨海部や河川敷などでは液状化現象が発生し、ほぼ市内全域で断水した。市内5箇所(関震協尼崎、尼崎高架橋、尼崎港、尼崎第3発電所、関電総研)で地震動が記録されており、最大加速度300～470 gal、最大速度40～60 kine、計測震度5.4～5.7程度であった。

### 2. 使用したデータ

使用した建物被害データは、尼崎市税務部資産税課から入手した固定資産課税台帳であり、家屋ごと(区分所有建物、増築部分は別々の家屋)の建物属性および被害ランクが入っている。建物属性は、町丁目・地番・枝番・所属棟番号など建物の位置を特定できるデータ、家屋の種類・構造・工法・屋根・階数(地上・地下)・戸数・延床面積・1階床面積・建築年月日などのデータが入っている。被害ランクは、震災後、固定資産税減免のために調査したもので、全壊(10割減免)、半壊(5割減免)、一部破損(2割減免)、その他となっている。これ

\*東京大学生産技術研究所 第5部

らのデータには焼失棟数(全焼7、半焼1、部分焼5、ほや3棟)なども含まれているが、ゆれ・液状化による損壊家屋棟数に比較するとわずかである。

この家屋データ(160,803件)をもとに、町丁目・地番・枝番・棟番号などの情報を用いて建物1棟処理を行ったデータ(117,303棟)から延床面積10 m<sup>2</sup>未満の建物(2,073棟)を除いて、115,230棟の建物被害データベースを作成し、被害の分析に用いた。

### 3. 市全体の建物被害

市全体の構造別被害棟数を表1に、構造別被害率を図1に示す。建物棟数115,230棟のうち木造建物が約78%を占め、非木造建物では鉄骨造(S造)10.5%、鉄筋コンクリート造(RC造)4.9%、軽量鉄骨造(軽S造)4.5%、鉄骨鉄筋コンクリート造(SRC造)とコンクリートブロック造(CB造)はわずかである。なお、工法コードはほとんど使われていないことから、一部の建物を除きプレハブ造か否かはわからない。全半壊建物の約94%が木造建物の被害であり、木造は全壊率5.8%、半壊率28.1%と被害率が最も大きい。全半壊率で見ると、CB造の12.6%、S造8.4%、軽S造8.3%、SRC造5.9%、RC造4.4%と続く。非木造建物の全壊率は概ね1～3%程度である。

木造、RC造、S造について、建築年代別被害率、階数別被害率を図2、図3に示す。建築年代は耐震基準の改訂年次などを参考に区分している。木造建物の全壊率は建築年代が新しくなるとともに減少する傾向が見られるが、全半壊率はS37～S46で最も高い。また、一部破損率はS47年以降の比較的新しい建物で高い。RC、S造建物においては、S57年以降はそれ以前より若干全半壊率が低くなっているのが見受けられる程度であり、芦屋市<sup>2)</sup>、西宮市<sup>3)</sup>のように建築年代が古いほど被害率が高い傾向が明瞭に見られない。芦屋市、西宮市よりも地震動が小

表 1 建物の構造別被害棟数

構造	全壊	半壊	一部破損	その他	計
木造	5,225	25,418	24,026	35,689	90,358
SRC	8	26	211	330	575
RC	32	217	2,173	3,235	5,657
S	120	902	3,861	7,222	12,105
軽S	81	352	1,208	3,548	5,189
CB	35	135	238	938	1,346
計	5,501	27,050	31,717	50,962	115,230

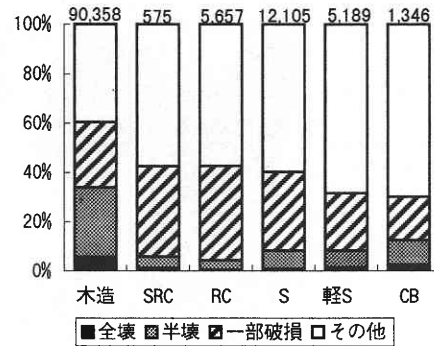


図 1 建物の構造別被害率

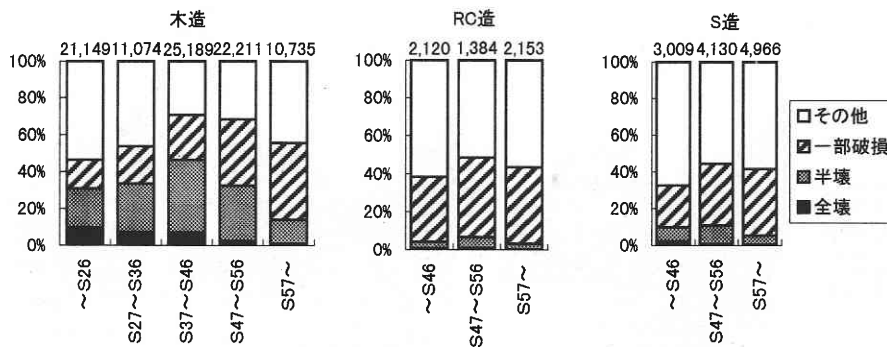


図 2 構造別建築年代別の建物被害率

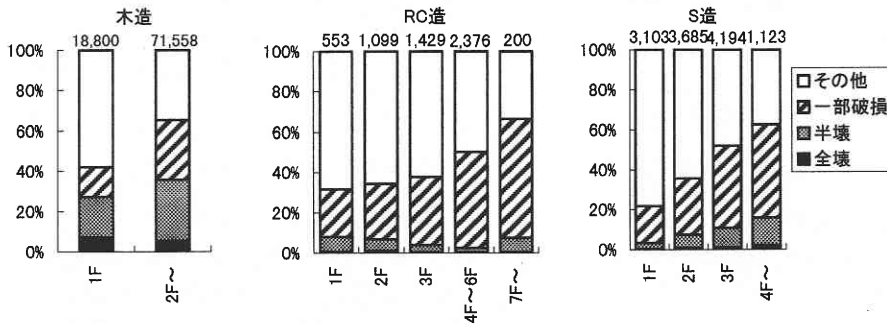


図 3 構造別階数別の建物被害率

さかったことが、建築年代による建物被害率の差が顕著に現れなかった要因と推定することができる。また図3から、木造、S造については、階数が高くなると全半壊率が高くなる傾向が見られる。RC造については、1～2階の低層、7階以上の高層が全半壊率が高く、3～6階の中層では若干低い傾向が見られるが、階数によっては存在棟数が少ないので、分布状況により地震動の大きさの影響を受けている可能性もある。さらに、どの構造も階数が高いほど一部破損率が高くなる特徴がある。

4. 建物の被害分布

木造、RC造、S造の全半壊率を図4に、木造建物(2

階以上、重い屋根：主に瓦)の建築年代別全半壊率を図5に示す。図4から、どの構造の建物も市北部に被害の大きな地域が分布しており、その傾向は木造建物において顕著である。これらは、西宮市以西の震度7の帯を延長させた地域にあたる。また、西側地域が東側よりも被害が大きい傾向が見られる。その他に、市中央部、市南部(築地町周辺、丸島町など)に被害が大きい地域が何箇所か点在しているが、このうち築地町周辺と丸島町では液状化が発生したことが確認されている<sup>1), 4)</sup>。また、図5からは建築年代が新しくなるとともに全半壊率が低くなる傾向が見えるが、図2と同様に、S37～46年築の全半壊率がそれ以前に比較して高い町丁が目立つ。全

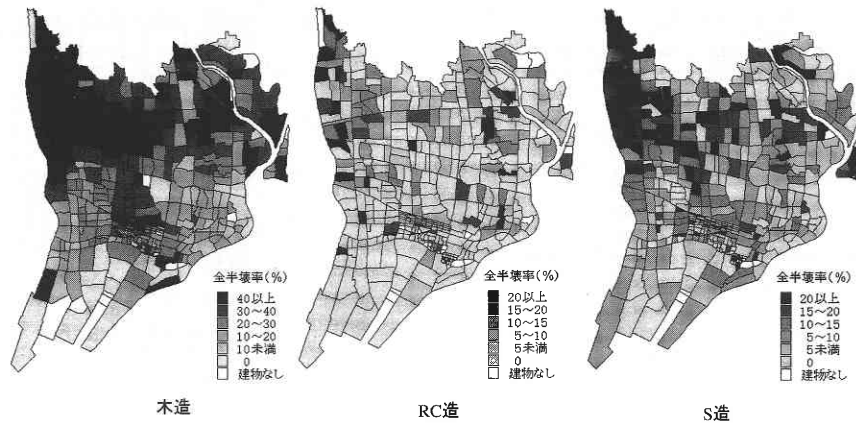


図 4 建物の構造別全半壊率

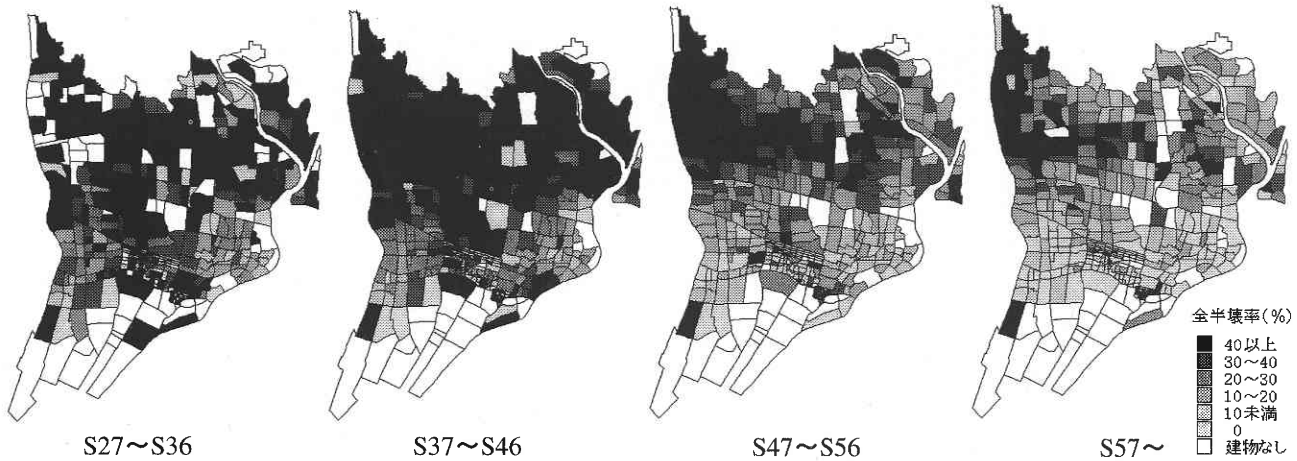


図 5 木造建物（2階以上・重い屋根）の建築年代別全半壊率

半壊率の高い地域について建物の棟数・表層の地盤条件などを調査したが、今のところ原因は定かではなく、より詳細に被害要因を分析中である。

5. 木造建物の被害率と表層地盤条件との関係

尼崎市の表層 20 m 程度の地盤を、文献<sup>5), 6), 7)</sup>を参考にして、低位段丘（沖積粘性土層＋洪積砂礫層）、扇状地（沖積砂礫層＋洪積砂礫層）、後背低地（沖積粘性土層＋沖積砂礫層）、デルタ・干拓地（沖積砂層＋沖積海成粘性土層 M13）、埋立地（埋土＋沖積海成粘性土層 M13）の 5 つに分類し、各町丁目（426 町丁目）において最も面積が広い地盤種類を代表地盤（図 6）として割当てた。各地域の木造建物（2 階以上、重い屋根）の被害率を図 7 に示す。ただし、埋立地には木造建物がほとんど存在しないため分析から外した。なお、図 8 に示したとおり、各地盤における建築年代別建物棟数比率は、デルタ・干拓地において古い建築年代の建物比率が大きいほか、ほ

とんど差異はない。地盤タイプ別に全半壊率を比較すると、扇状地（沖積砂礫層＋洪積砂礫層）＞低位段丘（沖積粘性土層＋洪積砂礫層）および後背低地（沖積粘性土層＋沖積砂礫層）＞デルタ・干拓地（沖積砂層＋沖積粘性土層）の順で小さくなっているが、デルタ・干拓地以外では全半壊率は大差ない。表層の地盤構成（上記カッコ内）に注目して全半壊率の大小を比較すると、洪積砂礫層＞沖積砂礫層＞沖積粘性土層と、硬い地盤ほど全半壊率が高いことが分かる。また、4 つの地盤タイプの中では唯一砂礫層が含まれていないデルタ・干拓地での被害率がかなり小さくなっていることが注目される。

吉田ら<sup>8)</sup>は数値解析により、沖積粘性土および沿岸地域の埋立地では地盤の非線形挙動が著しく地震動が低減されたが、反対に震災の帯では地盤が比較的硬かったため非線形効果による地震動の低下があまりなかったという可能性を示している。尼崎市における木造建物の被害率は地盤の非線形化挙動が著しかったと推定されている

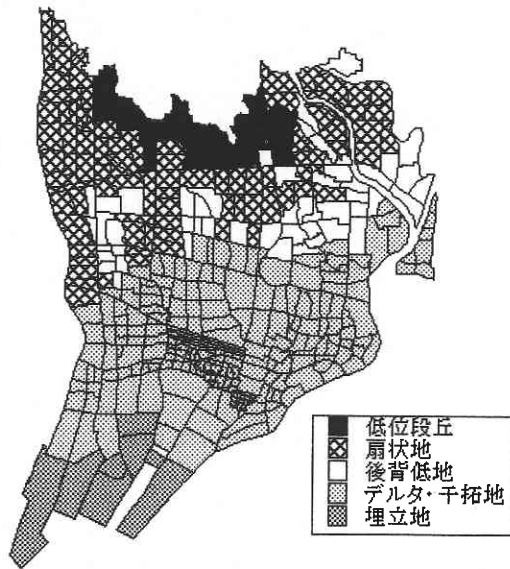


図6 地盤分類

デルタ・干拓地で最も小さく、上記の数値解析結果と整合する傾向が認められた。

図4に示した木造建物の全半壊率において、市中央部(デルタに該当)に被害率の高い地域が存在する。同じデルタでも被害率に差を生じた原因を明らかにするために、表層の地盤条件をさらに詳しく検討した。その結果、表層部の沖積砂層の土質に違いが認められ、被害率が高い市中央部では六甲花崗岩系の礫混じり砂であるのに対して、被害率が低い市の西側および東側の地域では礫を含まない海成の砂層であることが判明した。

6. まとめ

尼崎市の固定資産課税データを用いて、兵庫県南部地震の建物被害分析を行った。構造・建築年代・階数による建物被害率の差は見られたものの、震度7の帯が出現した芦屋市や西宮市ほど顕著ではなかった。また、震災の帯の延長上にあたる扇状地型地盤では被害率が大きく、デルタ・干拓地型地盤では被害率が小さいことが明らかになった。さらに、同じデルタの中でも、液状化の発生や表層地盤の土質等も被害率に影響を与えているのが認められた。

最後に、貴重なデータを提供していただいた尼崎市の関係各者とデータ分析を手伝って頂いた金沢工業大学経営工学科大学院浅野進一郎さんに謝意を表します。

(1997年7月7日受理)

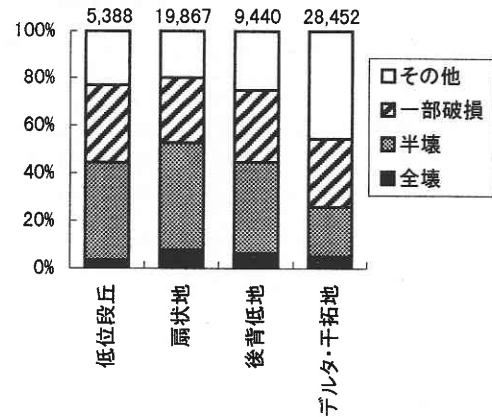


図7 地盤分類別の木造建物(2階以上・重い屋根)被害率

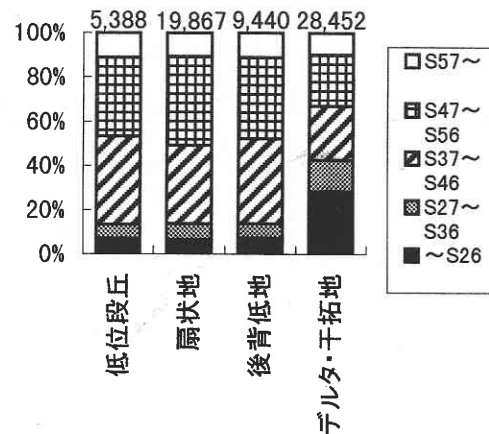


図8 木造建物(2階以上・重い屋根)の建築年代別棟数比率

参考文献

- 1) 尼崎市消防局・尼崎市消防団：阪神・淡路大震災 尼崎199の活動記録, 1996.
- 2) 後藤寛子, 山崎文雄：兵庫県南部地震の被害分析—その1 芦屋市の建築物被害—, 生産研究, 48巻, 7号, 1996.
- 3) 山口直也, 山崎文雄：兵庫県南部地震の被害分析—その4 西宮市における建築物被害のマクロ分析—, 生産研究, 49巻, 7号, 1997.
- 4) 濱田政則, 磯山龍二, 若松加寿江：1995年兵庫県南部地震液状化, 地盤変位及び地盤条件, (財)地震予知総合研究振興会, 1995.
- 5) 土質工学会関西支部・関西地質調査協会編著：新編大阪地盤図, コロナ社, 1987.
- 6) 日本建築学会近畿支部・土質工学会関西支部：大阪地盤図, コロナ社, 1966.
- 7) 建設省国土地理院：1:25,000土地条件図「大阪北西部」, 1983.
- 8) 吉田望, 末富岩雄, 中村晋, 規矩大義：兵庫県南部地震における地盤の非線形挙動, 阪神・淡路大震災に関する学術講演会論文集, 1996.