

1995 年阪神・淡路大震災における家屋解体率と解体原単位に関する 資料調査・分析

Analysis about Demolition of Damaged Dwellings and the Waste Generation Rates by the 1995

Hanshin-Awaji Earthquake

村上 ひとみ¹、○宮脇 寛¹

Hitomi MURAKAMI and Hiroshi MIYAWAKI

1 山口大学大学院 理工学研究科

Division of Environmental Systems Eng, Graduate School of Science and Eng, Yamaguchi University

When a big earthquake occurs, a large quantity of waste is generated, and local government in charge of disaster management will be overwhelmed by tasks of waste processing. Immediate estimation of the amount and kinds of wastes in an emergency plays a vital role in relief and recovery after an earthquake disaster. In this study, we collected data and records of demolished dwellings and disasters wastes and examined factors affecting demolition rates and quantity of waste in the 1995 Hanshin-awaji earthquake. Derived empirical equations indicate that approximately 85% of dwellings heavily damaged and 15% of those moderately damaged were demolished, and that of aged dwellings tend to increase the demolition rates. The waste generation rates of timber dwellings in case of an earthquake were found more than twice compared with those in normal conditions.

Key Words: Hanshin-awaji earthquake, demolition rates, waste generation rates, environmental problem, disaster management

1. 序論

1995 年 1 月 17 日午前 5 時 46 分、淡路島北部（北緯 34 度 36 分、東経 135 度 02 分）、深さ 16km を震源とするマグニチュード 7.2 の地震が発生した。大都市を直撃したため、240,000 棟を超える家屋が全半壊し、そのうち、約 110,000 棟の家屋が解体申請された。

大地震が発生した場合、被災住宅の解体・撤去によって廃棄物が大量に発生し、処理を行う段階で混乱が生じることから、早急な廃棄物量の把握は、震災後の対策に大きな役割を果たすと考えられる。

2000 年鳥取県西部地震については、村上ら²⁾が解体率と廃棄物量に関する調査・分析を行った。本研究では 1995 年阪神・淡路大震災における被害状況、家屋解体及び廃棄物処理に関するデータや資料を収集し、それをもとに家屋解体率の推定式を導出し、解体原単位に関する比較・検討を行った。また、住宅・土地統計調査報告をもとに、兵庫県住宅ストックの推移における震災の影響を分析した。さらに、本分析の結果を用いた廃棄物量予測のシステム化に関する考察を行った。

2. 調査方法・資料

震災当時の家屋解体と災害廃棄物処理について、県の保有・管理する情報を収集するため、2003 年 11 月上旬に筆者が、兵庫県県土整備部、県土企画局及び同健康生活部環境局を訪ね、関連する報告資料、データの提供を受けた。

また、阪神・淡路大震災発生から 8 年以上経過し、データ入手が困難な状況であると予想されたため、まず激甚災害の指定を受けた 14 市町村に対して阪神・淡路大震災における家屋解体と解体原単位に関するデータについて、2003 年 11 月上旬に

郵送にて調査を行い、8 市町村から回答を得た。返答内容より 2003 年 12 月 4 日～5 日に西宮市役所と宝塚市役所を訪問して、家屋解体率の推定式の導出に必要な地区別データを頂いた。

3. 被害状況と解体作業の概要

阪神・淡路大震災では、兵庫県を中心として、多くの建物が被害を受け、それに伴い、多くの建物が解体された。本章では、阪神・淡路大震災における、家屋の被害状況、解体の規模について述べる。

表 1 に兵庫県 9 市 1 地域における総棟数、解体棟数、全壊棟数、半壊棟数を示す。解体棟数については、市町村に解体申し込み手続きを行った建物（住宅、マンションなど）を指す。神戸市は解体家屋数がかかなり多いことが分かる。また、全壊棟数と解体家屋数が近い値をとっていることが分かる。解体に関する影響要因については、第 4 章で分析を行っている。

表 1 兵庫県 9 市 1 地域における解体状況²⁾、被害状況²⁾

	全棟数	解体棟数	解体棟数の うち木造率	全壊棟数	半壊棟数
神戸市	462,591	61,850	93.94%	61,800	51,125
尼崎市	152,507	4,878	97.25%	5,688	36,002
西宮市	75,258	17,370	96.93%	20,667	14,593
芦屋市	17,143	4,643	95.69%	3,915	3,571
伊丹市	42,799	2,908	98.25%	1,395	7,499
宝塚市	46,334	4,678	98.53%	3,559	9,313
川西市	48,032	1,227	98.53%	554	2,728
明石市	84,365	2,790	96.42%	2,941	6,673
三木市	46,157	41	100.00%	24	94
淡路地域	129,533	8,287	99.13%	3,460	5,323
合計	1,104,719	108,672	97.47%	104,003	136,921

図1に兵庫県内9市1地域における全半壊率を示す。被害の数でいうと神戸市が圧倒的に多いが、西宮市、芦屋市の方が深刻な被害であったと考えられる。

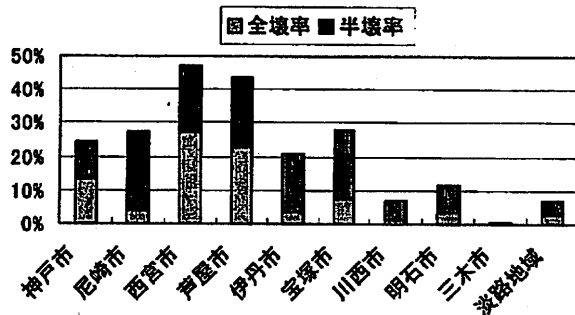


図1 兵庫県内9市1地域における全半壊率

表1のデータをもとに、図2に兵庫県内9市1地域における解体棟数と、解体と全半壊の関係を示す。地域全体で約109千棟が解体され、そのうち神戸市が約57%、西宮市が約16%を占める。神戸市、西宮市、芦屋市は全半壊棟数に対する解体割合が高くなっている。これは全半壊棟数に占める全壊棟数の割合が高いためと考えられる。全半壊棟数に対する解体割合が低い尼崎市については、逆に全半壊棟数に占める全壊棟数の割合が低いためであると考えられる。また、淡路地域については全半壊棟数のほぼ100%が解体された。

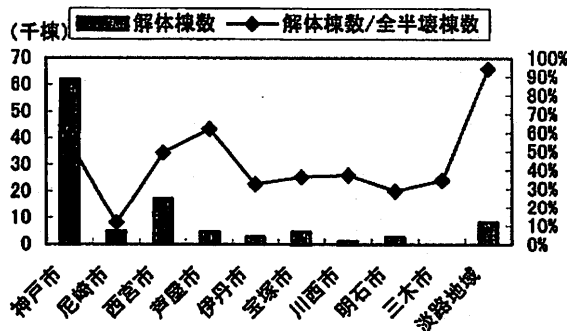
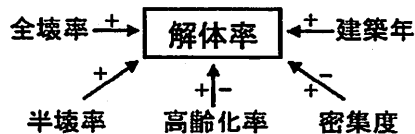


図2 解体棟数と解体と全半壊の関係

4. 家屋解体と災害廃棄物に関する分析

(1) 家屋解体率の重回帰分析

家屋解体率への影響要因として、図3が挙げられる。重回帰分析の際、考えられる影響要因のうち、データとして得られるものを独立変数の候補として、変数減少法を用いて有意水準5%のもとで家屋解体率の推定式を導出する。



+: 要因が増加すると解体率が増加

-: 要因が増加すると解体率が減少

図3 家屋解体率への影響要因候補

まず、神戸市を9区に分けて兵庫県内9市1地域における家屋解体率の推定式を導出した。独立変数の候補として、全壊率・半壊率・65歳以上割合を挙げている。解体率と全壊率の散布図(図4)から、解体率と全壊率の間には正比例の関係があることが読み取れる。

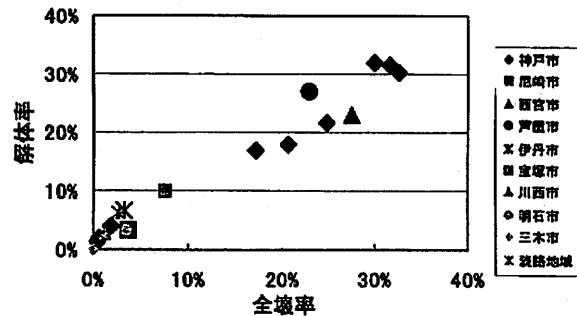


図4 解体率と全壊率の関係(9市1地域)

変数減少法を用いて、重回帰分析を行った結果、式(1)が得られた(重相関係数 $R=0.983$, $N=18$ 件)。独立変数は全壊率のみとなった。これは、解体率と全壊率の相関が非常に高いためである。

$$y = 0.911x_1 + 0.016 \quad (1)$$

y : 解体率(%) x_1 : 全壊率(%)

次に、宝塚市の地区別(町名別)における家屋解体率の推定式を導出した。ここで、本研究では地区別の総世帯数、全壊世帯数、半壊世帯数を総棟数、全壊棟数、半壊棟数に変換する係数($k_1=0.633$ (棟/世帯))を決定し、棟数の推定を行っている。独立変数の候補として、全壊率・半壊率・65歳以上割合・75歳以上割合・人口密度・建物密度を挙げている。解体率と全壊率の散布図(図5)から、解体率と全壊率の間には正比例の関係があることが読み取れる。

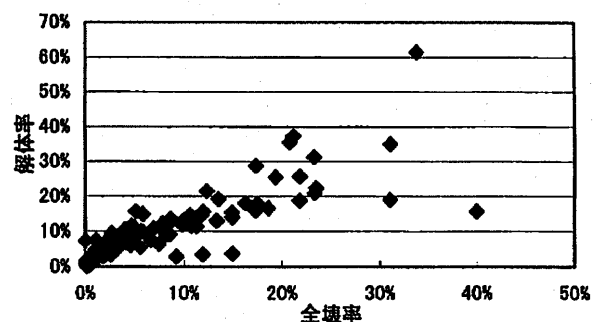


図5 解体率と全壊率の関係(宝塚市)

9市1地域の場合と同様に、重回帰分析を行った結果、式(2)が得られた(重相関係数 $R=0.831$, $N=92$ 件)。この式から、全壊が修復不能により近く、解体される確率が約88%と高く、半壊も約12%の確率で解体に至ることが分かる。

$$y = 0.881x_1 + 0.116x_2 + 0.013 \quad (2)$$

y : 解体率(%) x_1 : 全壊率(%) x_2 : 半壊率(%)

次に、西宮市の地区別（町丁目別）における家屋解体率の推定式を導出した。変換係数 $k_2 = 0.536$ 〔棟／世帯〕である。独立変数の候補として、全壊率・半壊率・木造率・終戦前建設割合・1981年以前建設割合を挙げている。解体率と全壊率の散布図（図6）から、解体率と全壊率の間には正比例の関係が読み取れるものの、9市1地域（図4）や宝塚市（図5）に比べてばらつきが大きい。

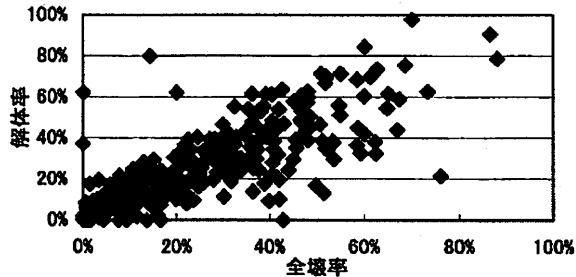


図6 解体率と全壊率の関係（西宮市）

同様に重回帰分析を行った結果、式（3）が得られた（重相関係数 $R=0.864$ 、 $N=383$ 件）。この式から、全壊率、半壊率の寄与が大きいこと、また、終戦前割合の値が10%（標準偏差に相当）増加すると解体率が約4%増加する程度の影響があることが分かる。

$$y = 0.780x_1 + 0.172x_2 + 0.380x_3 + 0.001 \quad (3)$$

y : 解体率(%) x_1 : 全壊率(%)

x_2 : 半壊率(%) x_3 : 終戦前建設割合(%)

2000年鳥取県西部地震との比較を行うため、兵庫県内9市1地域のうち、宝塚市、西宮市については、地区別に細分化したデータ（ $N=495$ 件）を用いて、独立変数を全壊率、半壊率と固定して重回帰分析を行う。図7に、解体率と全壊率の関係を示す。

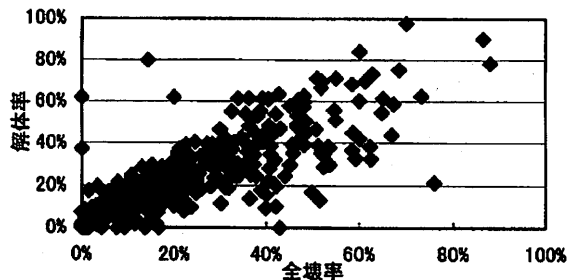


図7 解体率と全壊率の関係（阪神・淡路大震災）

重回帰分析の結果、式（4）が得られた（重相関係数 $R=0.848$ 、 $N=495$ 件）。この式から、解体率には全壊率の寄与分が大きいことが分かる。

$$y = 0.850x_1 + 0.143x_2 + 0.017 \quad (4)$$

y : 解体率(%) x_1 : 全壊率(%) x_2 : 半壊率(%)

また、2000年鳥取県西部地震における、鳥取県内7市町村と日野町25地区について、目的変数を解体率、独立変数を全壊率、半壊率と固定して重回帰分析を行った結果、次の重回帰式（5）が得られた²⁾。この重回帰式においても、全壊率が解体率に大きな影響を与えていることが分かる。

$$y = 0.848x_1 + 0.063x_2 + 0.016 \quad (5)$$

y : 解体率(%) x_1 : 全壊率(%) x_2 : 半壊率(%)

表2に、1995年阪神・淡路大震災と2000年鳥取県西部地震における解体率推定式の偏回帰係数の比較を示す。全壊率の係数、定数項は両地震でほぼ一致しているが、半壊率の係数は、阪神・淡路大震災（都市部で発生）が鳥取県西部地震（地方で発生）の約2.3倍となっている。

表2 解体率推定式の偏回帰係数

	全壊率	半壊率	定数項
阪神・淡路大震災	0.850	0.143	0.017
鳥取県西部地震	0.848	0.063	0.016

(2) 住宅ストックの平均更新率と解体率の関係

住宅土地統計調査の報告⁴⁾⁵⁾⁶⁾をもとに兵庫県における5年ごとの住宅ストックの推移を比較した。その結果、阪神・淡路大震災の影響がある5年間（1993年～1998年）の取り壊し戸数（280,000戸）は、平常時（1988年～1993年）の取り壊し戸数（115,900戸）と比較して2.4倍に達することが分かった。

図8に1993年から1998年における被災各市の建設年代ごとの住戸減少率を示す。ほぼ全ての市において、1945年以前に建築された建物は半数以上減少していることが分かる。この5年ごとの統計結果から、阪神・淡路大震災において、古い建物ほど減少率が高いことが推測できる。また、1981年から1990年に建設された建物は、ほとんど減少していないことから、震災の影響は小さかったと推測できる。

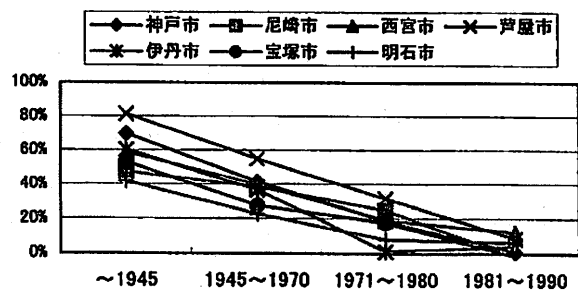


図8 各市の建設年代ごとの住戸減少率（1993年～1998年）

(3) 解体原単位

本研究では、（6）式により廃棄物の原単位を求める。

$$\text{解体原単位} = \frac{\text{廃棄物量 (tまたは} m^3 \text{)}}{\text{家屋の解体面積 (} m^2 \text{)}} \quad (6)$$

表3に、廃棄物処理の実績に基づく解体原単位と、震災当初

計画の推定解体原単位⁹⁾の比較を示す。宝塚市を除けば、ほぼ推定があたっていることが分かる。しかし、ここでは宝塚市の推定解体原単位が高めに設定されたことよりも、尼崎市の木造可燃、芦屋市と伊丹市の木造不燃のように推定解体原単位が廃棄物処理の実績に基づく解体原単位よりも低いことが問題であると考えらるべきである。なお、伊丹市の解体原単位は木造可燃も不燃も他の市より小さいが、これは中間置場が狭く分別を徹底したことの効果と指摘されている⁹⁾。

表3 実績に基づく解体原単位と推定解体原単位の比較

	解体原単位 (t/m ²)		推定解体原単位 (t/m ²)	
	木造可燃	木造不燃	木造可燃	木造不燃
尼崎市	0.193	0.425	0.140	0.430
西宮市	0.180	0.395	0.179	0.390
芦屋市	0.179	0.392	0.187	0.348
伊丹市	0.134	0.373	0.150	0.345
宝塚市	0.179	0.392	0.230	0.530

阪神・淡路大震災における解体原単位を、実績に基づく9市1地域全体の廃棄物総量、解体総床面積より求めた。木造、非木造の解体原単位の比較をそれぞれ図9、図10に示す。想定東海地震の静岡県推定⁹⁾については、可燃・不燃の区別がなかったため、両者をまとめて表記する。平常時と比較すると、木造不燃では約2.5倍の値を、木造可燃と非木造可燃では約2倍の値を、非木造不燃ではほぼ同じ値をとっている。鳥取県西部地震については木造可燃の解体原単位が容積 (m³/m²) で報告されているため、阪神・淡路大震災において兵庫県が提示した木造可燃の解体原単位⁹⁾より比重を求め変換している (比重 = 0.179 / 0.470 = 0.381 t/m³)。木造の解体原単位に関して、阪神・淡路大震災 (都市部) と鳥取県西部地震 (地方) の値を比較すると、前者が後者に対して可燃では約0.03小さく、不燃では0.03大きいことが分かる。これは、鳥取県西部に伝統的な木造住宅が多いためであると考えられる。

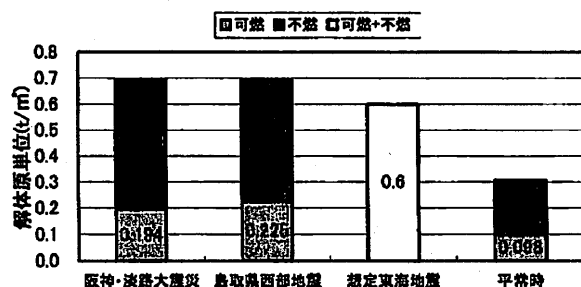


図9 木造の解体原単位の比較

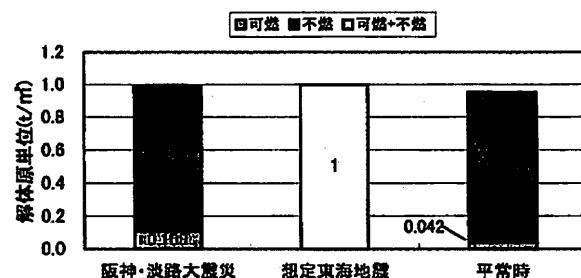


図10 非木造の解体原単位の比較

(4) 廃棄物量予測のシステム化に関する考察

神戸復興誌¹⁰⁾にも述べられているように、大震災が発生した場合、要解体家屋数の把握とガレキ発生量の予測は必要不可欠であり、阪神・淡路大震災においては、実際に全半壊棟数からの要解体棟数、構造別1棟あたりの標準面積、構造別1棟あたりの標準ガレキ発生量などの予測が困難であったという事実がある。

そこで、本研究の成果をもとに廃棄物量予測のシステム化に関する考察を行った。家屋解体率の推定式を用いることにより、地域特性に応じた要解体家屋数を推定し、また、解体原単位を用いることにより、木造・非木造建物の解体による廃棄物 (ガレキや木くず) 発生量の予測が可能となる。

5. 結論

本研究では、1995年阪神・淡路大震災により被災した家屋の解体と災害廃棄物に関する資料を収集し、分析した。解体率には全壊率と半壊率の寄与分が強く、地域によっては終戦前割合の影響が見られる。半壊率の偏回帰係数は鳥取県西部地震に比べ阪神・淡路大震災の方が大きい。住宅土地統計調査をもとに、震災を含めた5年間の、市町村別住宅戸数の推移を分析した結果、古い建物が多く取り壊されたという傾向が顕著に見られた。震災時の解体原単位は非木造不燃を除き平常時の2~2.5倍に達し、鳥取では阪神より木造可燃が大きい。また、分析結果をもとに、廃棄物量予測のシステム化に関する考察を行った。

今後の課題として、家屋解体率に対する他の影響要因を考慮することによる推定式の改善、解体率軽減策の検討、解体家屋のうち木造・非木造の比に関する検討、災害時の解体原単位に関する検討、廃棄物量予測のシステム化が挙げられる。

謝辞

阪神・淡路大震災の資料収集にあたり、兵庫県の県土企画局技術管理室・環境局環境整備課、西宮市の情報化推進部・環境局環境施設部、宝塚市総務部総務室防災防犯課の皆様にご協力いただきました。ここに深く感謝の意を表します。

なお、本研究は、文部科学省「大都市大災害軽減化特別プロジェクト」IV-3復旧・復興の「被災戸建住宅の補修・補強プログラムの開発」により実施されたことを付記する。

参考文献

- 1) 村上ひとみ 森山勉: 2000年鳥取県西部地震による家屋解体と災害廃棄物に関する基礎的調査・分析, 地域安全学会梗概集, No.13, pp.47-50, 2003.
- 2) 兵庫県生活文化部環境局環境整備課: 阪神・淡路大震災における災害廃棄物処理について, 1997.
- 3) <http://web.pref.hyogo.jp/syoubou/daishinsai/jyokyo.html>
- 4) 総理府統計局: 1988年住宅統計調査報告, 第3巻, 兵庫県号, 1990
- 5) 総理府統計局: 1993年住宅統計調査報告, 第3巻, 兵庫県号, 1995
- 6) 総務庁統計局: 1998年住宅土地統計調査報告, 第5巻, 兵庫県号, 2000
- 7) 渡辺信久: 災害廃棄物の発生特性, 災害廃棄物フォーラム講演論文集, pp.93-110, 1996
- 8) 三菱総合研究所: 平成12年度第3次地震被害想定調査業務委託報告書, pp.225-235, 2001.
- 9) 橋本征二 寺島泰: 建築物解体廃棄物の原単位設定, 廃棄物学会論文誌, Vol.10, No.1, pp.35-44, 1999
- 10) 神戸市: 神戸復興誌, pp.190-191, 2000.