

## (36) 兵庫県南部地震の衝撃に対する被災者の意識調査

当麻庄司\*、河村 廣\*\*

A SURVEY ON SUFFERERS' CONSCIOUSNESS TO IMPACT LOADING OF THE HYOGOKEN-NANBU EARTHQUAKE

Shouji TOMA\* and Hiroshi KAWAMURA\*\*

\*Ph. D. 北海学園大学工学部土木工学科教授 (〒064-0926 札幌市中央区南 26 西 11)

\*\*工博 神戸大学工学部建設学科教授 (〒657-0013 神戸市灘区六甲台町)

キーワード：兵庫県南部地震、衝撃、震災、破壊、地震動、地震

(Hyogoken-nanbu earthquake, impact, shock, disaster, collapse, vibration, earthquake)

## 1. はじめに

兵庫県南部地震が発生してから早くも3年が過ぎ、当初予想外の大被害にあわてふためいた構造を専門とする我々もようやく冷静に考えることができるようになってきた。しかし一方では、なぜあのように多くの構造物が壊れたのか、それは単に地震力が過大であったということだけで済まされるのか、被災者の言う衝撃的な力は構造物の破壊にどのように寄与したのか、等々、震災当時提起された疑問の多くはまだ残されたままである。特に構造物の破壊に及ぼした衝撃力と縦振動の影響については、まだ多くの研究者が解明しようと努力している<sup>1)~3)</sup>。

筆者らは構造物の破壊メカニズムの解明に焦点を当て、架設住宅に住む被災者にアンケート調査を実施した<sup>4)</sup>。その項目は、建物の構造、被害の程度および揺れの感覚についての調査からなる。特に揺れと被害との関係を被災者の感覚を通して解明しようと試みた。ここではその内、衝撃に関する項目についての結果をまとめて報告する。

## 2. アンケートの概要

アンケート調査の概要を以下に示す。

実施日：平成8年3月

対象者：芦屋市高浜町架設住宅入居者

回答数：212 (アンケート用紙配布数：680 (回収率31%))

アンケートの対象者はすべて架設住宅の入居者であるので、回答者は被災して住居を放棄した人々である。従って、その住んでいた場所を調べると被害の地域差がわかる。対象となった芦屋市は南北に細長い地域にまたがっており、入居者はその全域に散らばっているが、大部分の人の元の住所は芦屋市の中央部ともいえる阪急鉄道線から南へJRおよび阪神鉄道線をまたぎ、国道43号線を越えた辺りまでのいわゆる震度7の地域に位置している。

## 3. アンケート調査結果

## 3.1 衝撃の感覚について

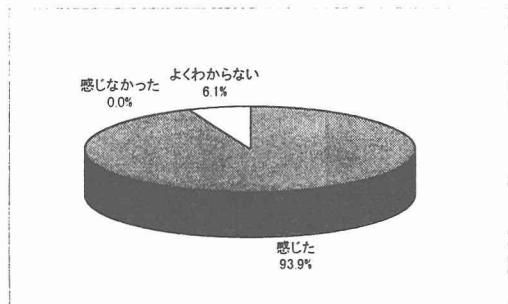
地震時の衝撃は、図-1(a)に示すように90%以上の人を感じている。これは直下型地震の特徴として、波長の短い地震波があまり減衰することなく最初に到達したということである。そして、図-1(b)によると、その衝撃は縦横の両方であったと

(a) 地震の時大きな衝撃を感じましたか？

(b) その衝撃は縦揺れでしたか、それとも横揺れでしたか？

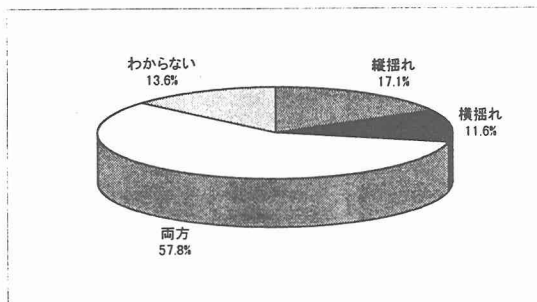
	回答数	構成比
感じた	199	93.9%
感じなかった	0	0.0%
よくわからない	13	6.1%
合計	212	100.0%

回答：212、無回答：0



	回答数	構成比
縦揺れ	34	17.1%
横揺れ	23	11.6%
両方	115	57.8%
わからない	27	13.6%
合計	199	100.0%

回答：199、無回答：0



図－1 衝撃の存在

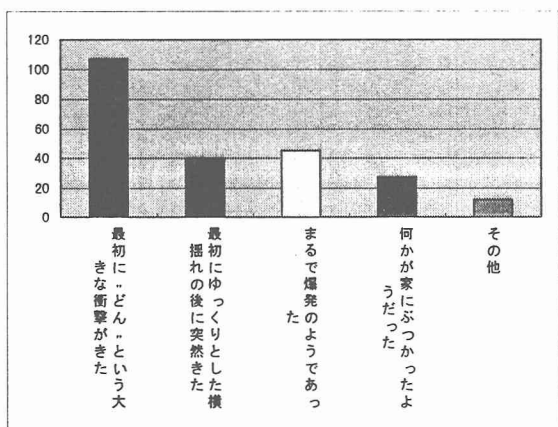
衝撃はどのようなものでしたか？

(a) 突き上げるような縦揺れを感じましたか？

	回答数	構成比
最初に“どん”という大きな衝撃がきた	107	46.3%
最初にゆっくりとした横揺れの後に突然きた	40	17.3%
まるで爆発のようであった	45	19.5%
何かが家につかったようだった	27	11.7%
その他	12	5.2%
合計	231	100.0%

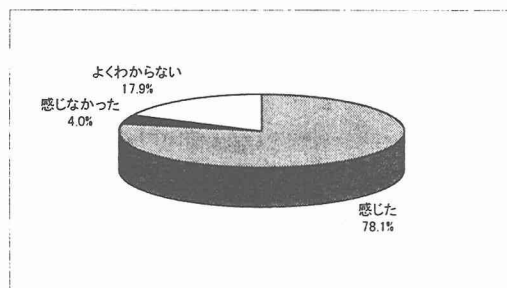
回答：189、無回答：23

- その他
- ・よくわからない(9)
  - ・少し強い横揺れの後(1)
  - ・強い横揺れから縦揺れで(1)
  - ・体が数回浮きあがった(1)



	回答数	構成比
感じた	157	78.1%
感じなかった	8	4.0%
よくわからない	36	17.9%
合計	201	100.0%

回答：201、無回答：11



図－2 衝撃の感覚

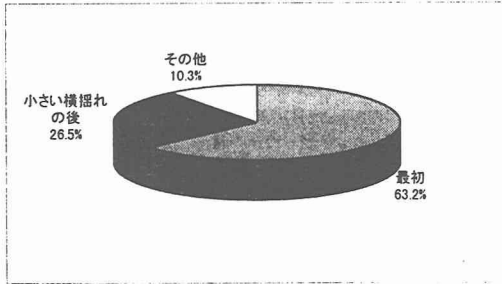
図－3 縦揺れの存在

(b) その縦揺れはいつかんじましたか？

	回答数	構成比
最初	86	63.2%
小さい横揺れの後	36	26.5%
その他	14	10.3%
合計	136	100.0%

回答：136、無回答：21

- その他
- ・大きな横揺れの後（5）
  - ・よくわからない（4）
  - ・3回の揺れの後（1）



(c) 地震の揺れ方はどちらが大きかったですか？

	回答数	構成比
横揺れ	35	18.8%
縦揺れ	60	32.3%
同じくらい	54	29.0%
よくわからない	37	19.9%
合計	186	100.0%

回答：186、無回答：26

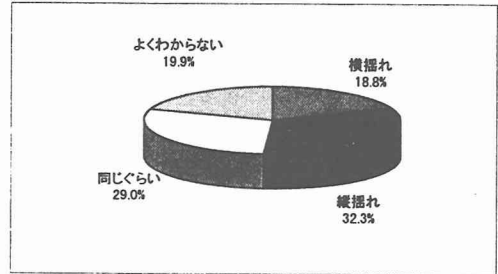


図-3 縦揺れの存在 (続き)

あなたの建物が揺れた時、何か印象的な現象がありましたか？

	回答数	構成比
ピアノが歩いた	14	5.5%
物が飛び上がった	65	25.5%
自分の体が飛び上がった	47	18.4%
大きな音が聞こえた	63	24.7%
その他	66	25.9%
合計	255	100.0%

回答：161、無回答：50

- 物が飛び上がった
- ・テレビ（8）
  - ・棚の上の物（5）
  - ・家具類（4）
- その他
- ・よく覚えていない（17）
  - ・物の下敷きになった（9）

- 大きな音が聞こえた
- ・家の中の物が壊れる音（12）
  - ・建物が壊れる音（9）
  - ・瓦や柱が壊れる音（7）
  - ・地鳴り（5）

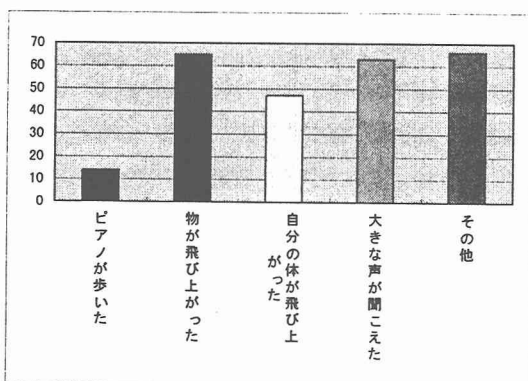


図-4 印象的な現象

あなたの建物はどのような揺れで壊れたとおもいますか？

	回答数	構成比
強い衝撃で一瞬にして壊れた	58	21.0%
強い揺れで一瞬にして壊れた	43	15.6%
強い揺れで徐々に壊れた	22	8.0%
縦揺れで壊れた	32	11.6%
横揺れで壊れた	25	9.1%
初めに縦揺れで壊れた後横揺れで更に壊れた	52	18.8%
よくわからない	36	13.0%
その他	8	2.9%
合計	276	100.0%

回答：195、無回答：17

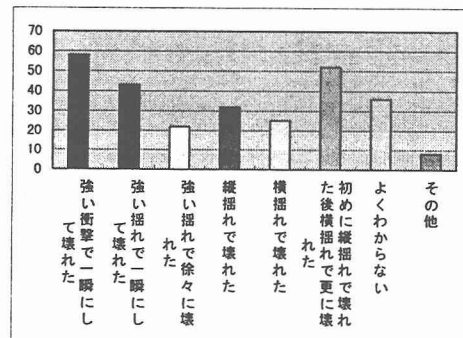


図-5 被害と揺れ

感じた人が最も多いが、その他の答をした人も多く、結局はどちらとも言い難いほど衝撃の印象が強かったということではなかろうかと思われる。

次に衝撃の感じ方について、図-2に複数回答で示している。それによると最初に突然衝撃を感じた人が最も多いが、注目されるのは小さな横揺れの後に感じた人もかなりいることである。これは場所によって地震波の伝わり方に相違があったということであろうと推測される。特に衝撃波は直接破壊面から高速で伝播する波長の短い波であり、それが地表面に到達するときには局所的な地盤や地形等の影響を受け易いと考えられる。このように考えると、ここでの衝撃の感覚の相違に対する説明が見つかる。また、地震後発表された地震計の記録やビデオテープには衝撃が捉えられていないことについても理解できる。これは実際の被災地を見たときに印象的に感じたことであるが、同じ震度7の地域の中ですぐ隣合った同じような住宅地が、1ブロック違うだけでかなり被害の程度に差があった。このことも、非常にせまい範囲で揺れ方に差があったことを物語っているものと思われる。

衝撃の感じ方としては爆発や衝突のようなものであったようである。これは屋内にいた人の建造物の応答としての感覚である。しかし、屋外にいた人でも最初に大きな衝撃を感じた人が何人かいることが今回の調査でわかった。

### 3.2 縦揺れの存在について

突き上げるような縦揺れは、図-3(a)に示すように約80%の人が感じている。そして、その時期は最初と答えた人がその内の約60%で、先ほどの衝撃と同じように小さな横揺れの後と答えた人が26%いる(図-3(b))。縦揺れと横揺れのどちらが大きかったかについては、意見が分かれている(図-3(c))。

### 3.3 印象的な現象について

図-4に地震時の印象的な出来事のアンケート結果(複数回答)を示す。よく言われているように、何かの物が飛び上がった、自分の身体が飛び上がったあるいはピアノが歩いた等の回答が見られる。

### 3.5 被害と揺れの感覚について

図-5にどのような揺れで自分達の住居が壊れたのかについて、被災者が感じた結果を複数回答で示している。これによると、まず建物の多くは一瞬にして壊れたということである。そして衝撃や縦揺れ

の影響が強く現れた結果となっている。これは建造物の破壊メカニズムの解明のために地震後種々の実験や解析が行われ、結論的に横揺れの影響が大きかったという意見が多いことと矛盾する。先ほど述べたように、局所的な衝撃力を実際に捉えていない可能性の高い地震波形をもとに検討したこれらの研究には疑問があり、もう一度原点に立ち帰って検討する必要があるように思われる。

## 4. クロス分析結果

### 4.1 被害と揺れについてのクロス分析

建物被害とその原因となった揺れについて、被災者の感覚をさらに詳しくみるためにいくつかのクロス分析結果を以下に示す。まず図-6(a)は地震時何をしてたのかとの関係を示すが、寝ていて地震の揺れで気がついた人が最も多い。これらの人が突然の地震をより衝撃的な力として感じられたと解釈できないこともないが、布団の中で目が覚めていた人や起きていた人も同じように衝撃や縦揺れの影響を強く感じているので、やはり衝撃は存在したと考えるのが妥当である。

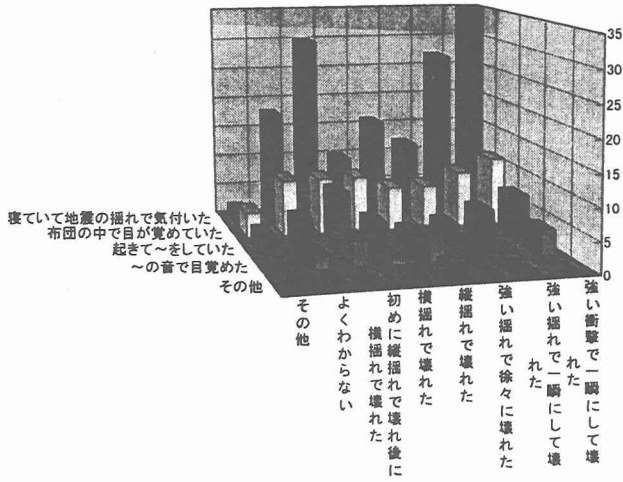
図-6(b)は建物の材料別種類との関係を示しているが、被災者は木造に住んでいた人が圧倒的に多い。また図-6(c)は住居の種類との関係で、一戸建てが最も多い。これらの図を詳しくみると、木造と長屋アパートは強い衝撃で一瞬に壊れたのが多く、鉄筋コンクリート造り(これにはマンションが多いと思われる)は初めに縦揺れで壊れた後に横揺れで壊れたのが最も多い。これは建物の強度と関係が深く、鉄筋コンクリート造りは一挙には崩壊しなかったのが多かったことを意味する。図-6(d)は建物の築年数との関係を示すが、当然ながら古いものに被害が多くなっている。

### 4.2 衝撃の感覚についてのクロス分析

図-7(a)は、被害に対する揺れの感覚と衝撃との関係を示したものである。両方共に複数回答であることに留意しておく必要があるが、かなり衝撃的な力で一瞬にして壊れた傾向が強いことがわかる。横揺れで崩壊したとする回答は割合が少ない。

図-7(b)は、衝撃の感覚と地震当時何をしてたかとの関係をみたものである。地震時に寝ていて最初に大きな衝撃が来たと感じた人が最も多いのは前に見たとおりであるが、この傾向は起きていた人にも同様なことが言える。従って必ずしも寝てい

(a) 地震時何をしていたかとの関係



(b) 建物の材料別種類と揺れの関係

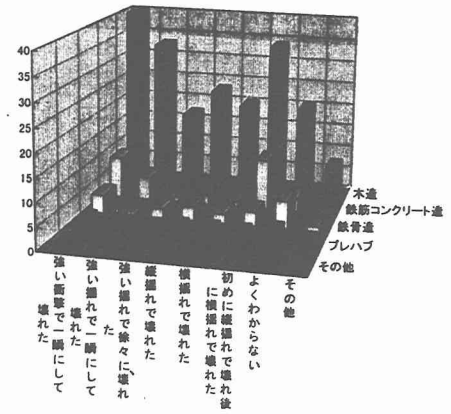
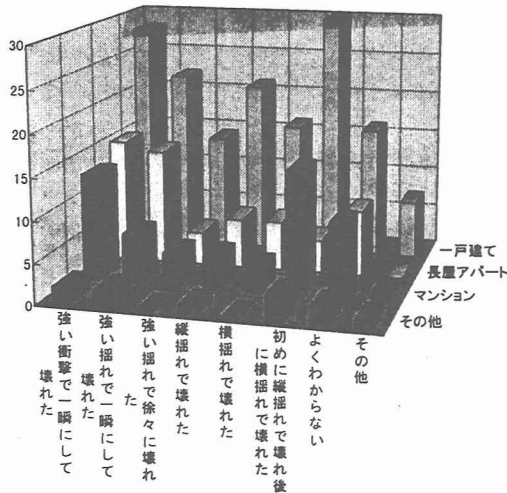


図-6 被害と揺れのクロス分析

(c) 住居の種類と揺れの関係



(d) 建物の築年数と揺れの関係

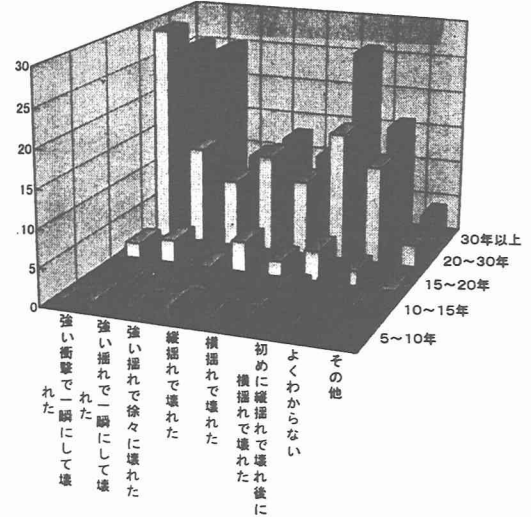
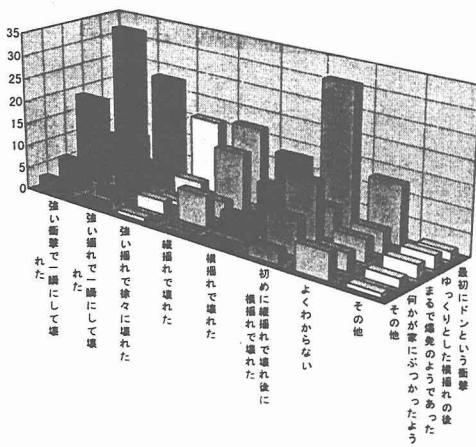


図-6 被害と揺れのクロス分析

(a) 被害に対する揺れの感覚と衝撃との関係



(b) 衝撃と地震時何をしていたかとの関係

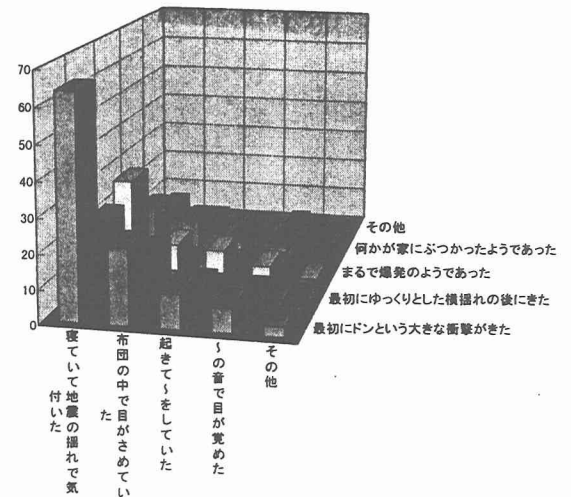


図-7 衝撃と感覚のクロス分析

(c) 住居の構造と衝撃の感じ方の関係

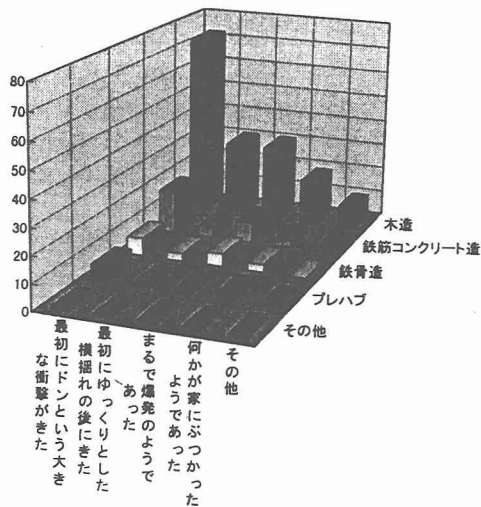


図-7 衝撃の感覚のクロス分析 (続き)

たために最初の小さな揺れを感じ損なったということでもなさそうである。

図-7 (c) は、住宅の構造との関係をみたものである。木造に最も被害が大きかったのでその回答が多いが、衝撃の感じ方に対して構造の種類による差はあまりないようである。

## 5. 結語

これまで我々が地震力あるいは地震動というものに漠然とイメージしていたものが、今回の兵庫県南部地震でかなり変わったものになった。このアンケート調査は地震力に関する証言集でもある。本調査によって、構造物の被害原因に対する衝撃や縦揺れの影響についてはかなり明確になったと考えている。本アンケート結果は被災者の貴重な

生の証言であり、後世に残しておくことは非常に意義あることと考える。

## 謝辞

本調査は地震発生から約1年後に行われ、まだ被災者の方々には悲惨な記憶が残っている中でご協力を頂いた。また、本アンケートのデータ整理は大学院生(修士課程)の黒田保博および卒業研究生の吉谷一広(平成9年3月卒業)の両君が行った。なお、本研究は北海学園学術研究補助金(総合研究、研究代表者:世戸憲治)の援助により遂行した。これら多くのご好意および援助に対し深く謝意を表します。

## 参考文献

- 1) 大野友則、喜多龍一郎、藤掛一典: 軸方向に衝撃力を受けるRC円柱試験体の圧縮破壊メカニズムに関する実験的研究、土木学会論文集、NO. 584/I-42、1998年1月。
- 2) 西尾研二、竹宮宏和: 衝撃的地震動によるRC橋脚の引張破壊とその対策、土木学会第52回年次学術講演会、平成9年9月。
- 3) 別府万寿博、香月智、石川信隆、宮本文穂: 衝撃的突き上げを受けるRC橋脚模型の衝撃応答解析と輪切り状ひび割れ破壊の原因究明について、土木学会第52回年次学術講演会、平成9年9月。
- 4) 当麻庄司、河村 廣: 阪神大震災の家屋被害に関するアンケート調査 -被害原因究明の立場から-、北海学園大学工学部研究報告、第25号、1998年2月。