

**平成7年兵庫県南部地震
木造住宅等被害調査報告
(中間報告)**

平成7年3月

木造住宅等震災調査委員会

まえがき

兵庫県南部地震は、最大加速度が800galにも及ぶ記録を観測しており、震度7に相当する地域がかなり広く分布するなど我が国における地震動に関する記録史上最大級のものである。この地震による木造住宅等の住宅被害をみると、22万棟余（うち全壊10万棟）にも及んでいる。

木造住宅等の低層住宅がこうした甚大な被害を受けたことにかんがみ、その被害の状況と要因を明らかにするとともに、講ずべき施策についての提言等を行うことを目的に、建設省住宅局及び林野庁の指導の下に、木造住宅等震災調査委員会が設置された。

当該委員会は、事務局を（財）日本住宅・木材技術センターに置き、大学、国立研究所等の学識者を委員とするほか、関係団体等からの協力委員及び行政委員によって構成されている。

本調査報告は、（財）日本住宅・木材技術センターの派遣にかかる委員等による現地調査の結果を主体に、委員等が関係したその他の機関の派遣にかかる現地調査結果も含めて、これまでに実施した外観による調査に基づいて、現時点で中間的な整理を行ったものである。

現在、これら外観調査結果を基礎として、個別に詳細な調査を行っているところであるが、それが終了し、その結果の分析整理が完了した段階で最終的な報告書を取りまとめる予定である。

委員各位には年度末で多忙な中を、また、交通事情の悪いところを現地調査の実施をお願いし、その結果を短期間に取りまとめていただいた。また、委員以外の学識者、関係業界、関係行政機関、住宅金融公庫、事務局である（財）日本住宅・木材技術センター等多くの機関や関係の各位に調査、資料提供、委員会運営等種々の面でご支援をいただいた。ここに関係の各位に心から謝意を表する。

平成7年3月

木造住宅等震災調査委員会

委員長 杉山 英男

木造住宅等震災調査委員会の設置

1. 設置目的

兵庫県南部地震においては、木造住宅等の低層住宅等の被害が数多く発生した。これら木造住宅等の被害状況を把握し、その損傷状況と原因究明の取りまとめを行うとともに、講ずべき施策についての提言を行うことを目的とする。

2. 委員会の構成

委員会の構成は、次ページのとおり。

委員会の下に幹事会を置く。

委員会及び幹事会の委員は必要に応じて追加を行う。

3. 活動計画

- (1) 兵庫県南部地震における木造住宅の被害状況について、既往の現地調査の結果を関係者の協力の下で収集するとともに、必要な追加調査を行う。これらの調査結果を基に損傷状況の把握とその原因特性の究明を行う。
- (2) 上記(1)の原因特性等をさらに明らかにするために、対象となる住宅の特定ができるもの(建築時期、構造、間取り、公庫融資等)について、必要な詳細調査を企画実施し、住宅に係る各種基準等の課題について検討を行う。
- (3) 検討結果の内容を踏まえ、今後の講ずべき施策等についての提言を行う。
- (4) 建設省建築技術審査委員会の特別委員会「建築震災調査委員会」に対して取りまとめ結果を的確に情報提供するものとする。

木造住宅等震災調査委員会の構成

委員長	杉山 英男	東京理科大学工学部 教授	
委員	坂本 功	東京大学工学部 教授	
	神山 幸弘	早稲田大学理工学部 教授	
	有馬 孝禮	東京大学農学部 助教授	
	宮澤 健二	工学院大学建築学科 助教授	
	東樋口 護	京都大学工学部 助教授	
	岡田 恒	建築研究所耐風研究室 室長	
	神谷 文夫	森林総合研究所構造性能研究室 室長	
協力委員	高木 任之	(社)日本木造住宅産業協会 専務理事	
	中川 勝	(社)全国中小建築工事業団体連合会 専務理事	
	長谷川匡則	(社)日本ハウズビルダー協会 専務理事	
	矢入 裕久	(財)性能保証住宅登録機構 専務理事	
	安藤 弘之	(社)日本ツーバイフォー建築協会 技術部長	
	武田 和彦	(社)プレハブ建築協会 理事	
	野村 信之	(財)日本住宅・木材技術センター 専務理事	
行政委員	平山 和雄	全国建設労働組合総連合 書記次長	
	輪湖 元彦	(社)全国木材組合連合会 副会長	
	近藤 彰一	住宅金融公庫 技術開発課長	
	大桶 治雄	林野庁林政部 林産課長	
	杉山 義孝	建設省住宅局木造住宅振興室 室長	
	幹事会		
	幹事長	坂本 功	東京大学工学部 教授
委員	有馬 孝禮	東京大学農学部 助教授	
	宮澤 健二	工学院大学建築学科 助教授	
	神谷 文男	森林総合研究所構造性能研究室 室長	
	大橋 好光	東京大学工学部 助手	
	安村 基	建築研究所耐風研究室 主任研究員	
	本庄 博之	住宅金融公庫技術開発課 調査役	
	瀬戸口 満	建設省住宅局木造住宅振興室 課長補佐	
協力委員	白井 浩一	林野庁林政部林産課 課長補佐	
	尾内 俊夫	足利工業大学建築学科 講師	
	事務局		
事務局	牧 勉	(財)日本住宅・木材技術センター 試験研究部長	
	荒川 純一	(財)日本住宅・木材技術センター 主任研究員	
	北之園鉄男	(財)日本住宅・木材技術センター 技術主任	

目 次

	p.
第 1 章 調査の実施概要	1
第 2 章 木造住宅の被害調査の総括	4
第 3 章 (財)日本住宅・木材技術センターが実施した現地調査	8
I 神山委員等の調査	9
II 大橋委員等の調査	20
III 宮澤委員等の調査	40
IV 武蔵工業大学佐藤等の調査	53
第 4 章 他機関等が実施した現地調査	71
I 建設省建築研究所の調査	72
II 農林水産省森林総合研究所の調査	110
III 東京大学有馬助教授の調査	117
IV 京都大学東樋口助教授の調査	121
V 足利工業大学尾内講師の調査	127

第1章 調査の実施概況

平成7年兵庫県南部地震による被害が異例の大規模なものであったことにかんがみ、地震発生後早急に木造住宅の被害情報を収集することに努めつつ、幾組かの調査班を編成して、逐次現地調査を実施した。平成7年3月末までにおける（財）日本住宅・木材技術センターの派遣にかかる現地調査の実施状況を示すと、以下の一覧表のとおりである。

現地調査実施状況一覧表

期 日	メ ン バ ー	調 査 地 区
1/27 ~ 1/30	神山幸弘（早稲田大） 松村 収（住宅金融公庫） 臼井浩一（林野庁） 山井良三郎 鴛海四郎 （住木センター） 他早稲田大学生 3名 計 8名	東灘区、灘区 西宮市、芦屋市
1/29 ~ 1/31	上杉三郎 原田寿郎 前田 豊 （森林総合研究所） 計 3名	東灘区、灘区、長田区 中央区、兵庫区 尼崎市
1/31 ~ 2/2	佐藤 寛（武蔵工大） 成瀬友宏（東京大） 塚原孝夫（東京消防庁） 山田 誠（住木センター）計 4名	東灘区、灘区、須磨区 長田区
2/2 ~ 2/5	宮澤健二（工学院大） 村山健次（住宅金融公庫） 他工学院大学生 3名 計 5名	東灘区、灘区、中央区
2/2 ~ 2/5	大橋好光 山田文男 他学生 2名 （東京大） 計 4名	須磨区、長田区、灘区 兵庫区 宝塚市
2/20 ~ 2/23	工学院大 学生 2名	東灘区、灘区
3/2 ~ 3/5	工学院大 学生 3名	東灘区、灘区

期 日	メ ン バ ー	調 査 地 区
3/9 ~ 3/12	宮澤健二 他学生2名 (工学院大) 計3名	東灘区御影石町、 住吉宮町
3/9 ~ 3/12	大橋好光(東京大) 他学生等11名 計12名	神戸市、芦屋市、 西宮市等
3/15 ~ 3/18	安村 基 河合直人 中島史郎 山口修由 (建築研究所) 計4名	東灘区本山中町
3/15 ~ 3/20	神谷文夫 杉本健一 (森林総合研究所) 計2名	東灘区西岡本、岡本
3/18 ~ 3/21	大橋好光(東京大) 前川秀幸(職業能力開発大) 他学生等6名 計8名	東灘区森南町
3/18 ~ 3/21	尾内俊夫(足利工大) 他足利工大OB建築家3名 計4名	東灘区魚崎北町、 魚崎中町
3/19 ~ 3/22	神山幸弘 堀籠誠司 他学生2名 (早稲田大) 計4名	東灘区甲南町、田中町
3/23 ~ 3/25	有馬孝禮 槌本敬大 他学生2名 (東京大学) 計4名	琵琶町 液状化地域他
3/28 ~ 3/31	中井 孝 長尾博文 軽部正彦 (森林総合研究所) 計3名	東灘区住吉本町

- 注) 早稲田大 : 早稲田大学理工学部建築学科
武蔵工大 : 武蔵工業大学建築学科
工学院大 : 工学院大学建築学科
東京大 : 東京大学工学部建築学科
職業能力開発大 : 職業能力開発大学校建築工学科
足利工大 : 足利工業大学建築学科
住木センター : (財)日本住宅・木材技術センター

第2章 木造住宅の被害調査の総括

木造住宅等震災調査委員会が平成7年3月28日付けで取りまとめた兵庫県南部地震における木造住宅等の被害概況は、次ページ以下に示すとおりである。この取りまとめは、（財）日本住宅・木材技術センターの派遣にかかる委員等による現地調査の結果を主体に、委員等が関係したその他の機関の派遣にかかる現地調査の結果も含めて、これまでに実施した外観による調査に基づいて、委員の意見を反映しつつ取りまとめたものである。

なお、この文章は平成7年3月28日に建設省の「建築震災調査委員会」（委員長岸谷孝一日本大学理工学部教授）の記者発表の一環として、木造住宅等震災調査委員会委員長より記者発表されたものである。

兵庫県南部地震における木造住宅等の被害の概況について

平成7年3月28日

木造住宅等震災調査委員会

兵庫県南部地震における木造住宅等の被害の概況について、当委員会に参加した委員が持ち寄った調査結果および当委員会としてこれまでに行なった調査結果の範囲で、現時点で中間的な整理をすると、以下のとおりである。

1. 木造住宅等の分類

この地震で被害を受けた地域における木造住宅等を、構法によって分類すると、おおむね次のようになる。

(A) 在来構法（軸組構法）で住宅用のもの。これはさらに次の3種類に分類できる。

(A-1) 屋根が葺き土のある瓦葺き。壁は竹小舞に土塗り壁、外装は下見板張りまたは金属板張り、筋かいのないものが多い。ただしラスモルタル塗りに改修されているものも多い。

(A-2) 屋根が葺き土のある瓦葺き。壁は竹小舞に土塗り壁。外装は木ずりにラスモルタル塗り。筋かいが入っているものが多い。

(A-3) 屋根は瓦葺きが多いが、必ずしも葺き土はない。スレート葺き等もある。壁は、内装下地がラスボード張り、外装は木ずりにラスモルタル塗りまたはサイジング張り。断熱材が用いられているものもある。ほぼすべて筋かいが入っている。

(B) 枠組壁工法（ツーバイフォー）。

(C) プレハブ構法。これには、木質系のものと、鉄骨系及びコンクリート系のものがある。

(D) その他。社寺などの伝統構法や、少数ながら集成材構造がある。

また、木造住宅を、用途や形態によって分類すると、おおむね次のようになる。

(イ) 戸建専用住宅。

- (ロ) 戸建ての同じ形式の住宅で並列または群をなしているもの。いわゆるミニ開発による建て売り住宅。
- (ハ) 2階建ての集合住宅で2層の賃貸アパート。いわゆる「文化住宅」と呼ばれているもの。
- (ニ) 店舗併用住宅。
- (ホ) その他。3階建、増築したもの（特に平屋を2階建てにしたもの）等。

2 住宅の躯体の被害の概況

(1) 在来構法のうちの構法別の被害

(A-1)のものにきわめて倒壊が多い。(A-2)のものも少なからず倒壊している。また(A-3)のものでも倒壊したものがある。

(2) 構造的なディテール

大きな被害を受けたものの柱と土台の接合は、短ほぞ差しのみで金物による補強がなく、筋かい端部の止めつけは、突き付け釘止め程度である。これらには、倒壊に至らなかったものでも、柱脚の抜け出しや筋かいの折損または踏み外しが見られる。

(3) 平面計画

(ハ) 2階建ての集合住宅や(ニ) 店舗併用住宅のように、間口に壁がほとんどないものだけでなく、(イ) 戸建専用住宅や(ロ) ミニ開発の戸建て住宅でも、南面にほとんど壁がないものなど、筋かいの量(太さ、本数)が少なく、またその配置が不十分であると思われるものが大きな被害を受けている。

(4) 被害がないかあるいは少ない在来構法

耐力壁(筋かいの入った壁など)の量と配置が適切で、施工も入念であるなど、構造的・耐震的配慮がなされていると思われる在来構法は、外見上はほとんど被害がない。

(5) 増築

2階を増築したもので、1階部分の補強が不十分なものは、大きな被害を受けている。

(6) 3階建

構造的配慮がなされたとみられる3階建は、被害がないか外壁の損傷程度におさまっているが、一部に被害を受けたものもある。

(7) 枠組壁工法（ツーバイフォー）住宅・プレハブ住宅

外見上はほとんど被害がない。

(8) なお、最近建てられた新耐震基準に適合し適切な施工管理が行われたと思われる住宅（住宅金融公庫のマイホーム新築融資を受けた住宅）は、調査の範囲では、在来構法・枠組壁工法・プレハブ構法によらず、外見上はほとんど被害がない。

3 その他の被害状況

(1) 埋立地の新興住宅街では、地盤の液状化が起こっており、そのためにわずかに傾斜したものが多いが、それ以上の構造的被害はほとんどない。

(2) 傾斜地では、地盤の変状に伴う被害が少なくない。

(3) 外壁ラスモルタルの剥離がきわめて多い。

(4) 屋根瓦の落下・ずれがきわめて多い。

(5) 被害を受けた建物には、浴室まわりや豎どいまわりなどで、柱・土台・壁下地などの腐食・蟻害が著しいものがある。

(6) 構造計算された集成材構造は、もともと数が少ないが、構造的被害はなかったと思われる。

(7) 社寺建築には、倒壊したものが多数ある。

4 今後の調査

(1) 公庫融資住宅、住宅性能保証の住宅など建築年次が明らかなもので、建築法規や仕様書に基づいて設計及び施工されていると思われる木造住宅等について、個別に詳細な調査を行っており、分析整理中である。

(2) 半壊（傾斜しているなど）状態の住宅について、建築内部を含む個別的な詳細調査を行っており、分析整理中である。

第3章 (財)日本住宅・木材技術センターが実施した現地調査

本章で記述する調査報告は、第1章で示した(財)日本住宅・木材技術センターの派遣にかかる現地調査を主体にして3月下旬の時点で整理可能なものを取りまとめたものである。

それぞれ調査班を編成して調査を実施したので、以下に示すそれぞれの調査班ごとに取りまとめた報告を記述する。

- I 神山委員等の調査
- II 大橋委員等の調査
- III 宮澤委員等の調査
- IV 武蔵工業大学佐藤等の調査

I 神山委員等の調査

1 調査目的

兵庫県南部地震により木造住宅に大きな被害が生じたという報道に接し、その被害状況をつぶさに把握するために調査を実施した。

2 調査概要

2.1 調査期日

平成7年1月27日（金）～1月30日（月）

2.2 調査地域

西宮市、芦屋市、神戸市（東灘区、灘区）の阪急電鉄ならびに阪神電鉄で囲まれる地域

2.3 調査対象

軸組構法による木造住宅（2階建て共同住宅を含む）

2.4 調査項目と調査方法

(1) 大変形した建物調査

修復不能と思われる建物について、構造の特徴、損傷の状況、接合部の状況を目視で観察をするとともに、簡易傾斜計を用いて、建物の最大傾斜角を測定した。

(2) 損傷が軽微な建物調査

近隣の建物が倒壊している中であって、肉眼では建物の傾斜が認められず、屋根、外壁にあっても損傷が軽微な建物を選定し、建設時期、被災状況、公庫融資住宅の有無などについて調査した。

上記の調査は、調査者を3班に分け、それぞれ調査地域を分割して調査を行った

2.5 調査者

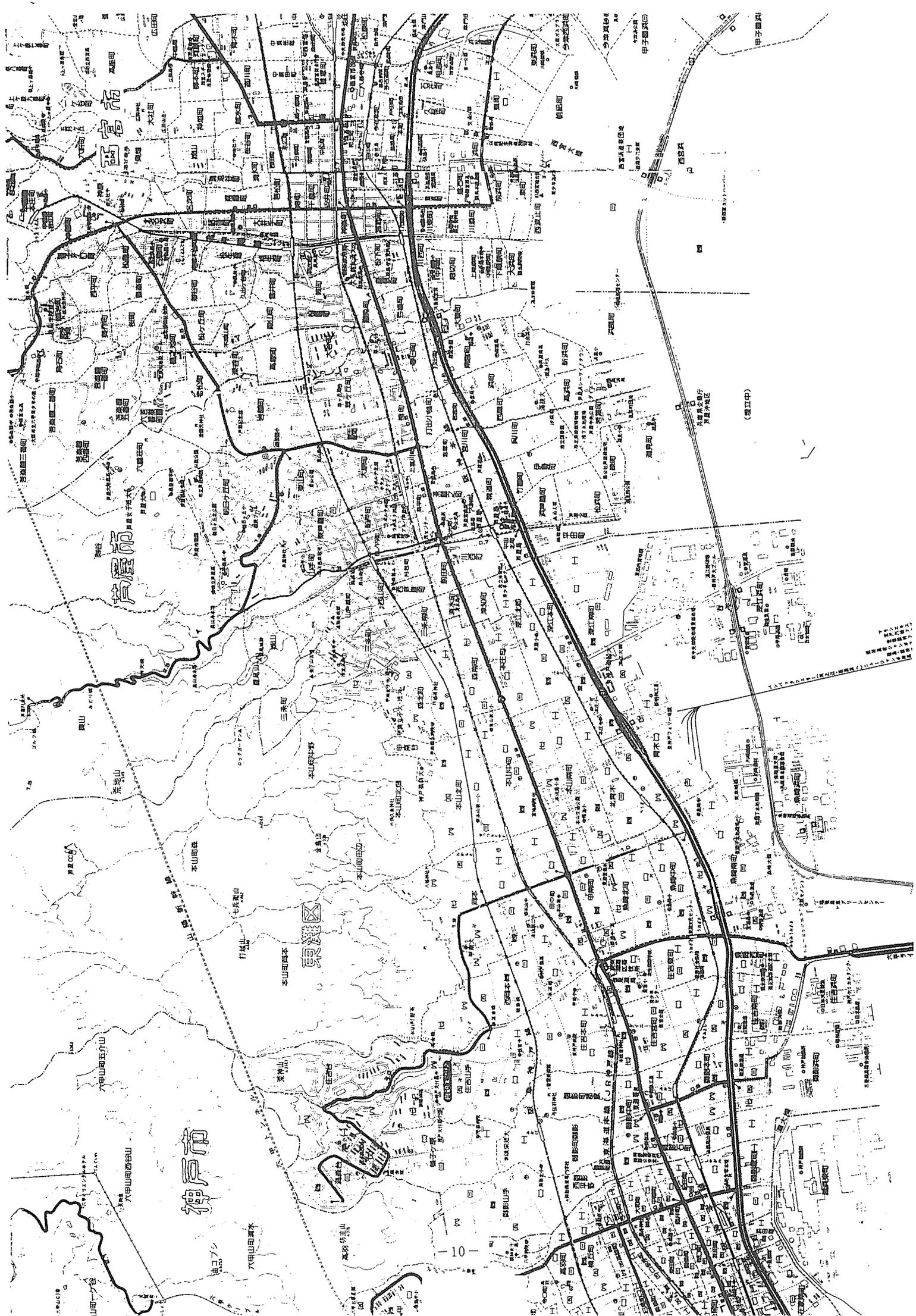
神山幸弘	早稲田大学理工学部
山井良三郎	（財）日本住宅・木材技術センター
鷺海四郎	（財）日本住宅・木材技術センター
松村 収	日本住宅金融公庫建設サービス部
白井浩一	林野庁林政部林産課
村上淳史	早稲田大学大学院理工学研究科
窪田智広	早稲田大学大学院理工学研究科
高山朝子	早稲田大学大学院理工学研究科

3 調査結果

3.1 調査地域を示せば、図1のごとくである。

3.2 大変形した建物の調査結果を示せば、表1のごとくである。

3.3 損傷の軽微な建物の調査結果をしめせば、表2のごとくである。



高宮市

菅野市

神戸市

東山区

表1. 大変形建物調査

番号	所在地	居住形式	階数・形状	仕上げ		最大傾斜角と方向		破損状況				
				屋根葺	外壁	内壁	筋かい	柱	屋根	外壁	内壁	
1	西宮市 松原町	戸建	総2階	瓦	モルタル	土壁	桁行 1階 26/300	妻部折損	通柱折損	一部脱落	西面剥落	内壁 一部亀裂
2	西宮市 池田町	戸建	総2階 下屋付	瓦	モルタル	土壁	桁行 1階 42/300	西北部はづれ	通柱折損	一部脱落	北面剥落	一部亀裂
3	西宮市 中須佐町	共同	総2階	瓦	モルタル	土壁	桁行 1階 53/300	妻部折損		一部脱落	桁・妻部剥落	剥落
4	西宮市 室川町	戸建	総2階、下屋付	瓦	モルタル	土壁	桁行 1階 26/300 2階 8/300	妻上部隙間		下屋部脱落	亀裂	剥落
5	西宮市 室川町	戸建(建売)	総2階、下屋付	瓦	モルタル	土壁	1階 26/300			一部脱落	亀裂	剥落
6	西宮市 室川町	戸建	一部2階	瓦	モルタル	土壁	1階 86/300	妻面折損	妻面引き抜け	一部脱落	亀裂	剥落
7	西宮市 室川町	共同	総2階	瓦	1階モルタル 2階付着型	土壁	2階 10/300			一部脱落	剥落	脱落
8	西宮市 室川町	共同	総2階	瓦	モルタル	土壁	妻行 1階 5/300	隙間		一部脱落	妻面剥落	脱落
9	西宮市 常盤町	共同	総2階	瓦	モルタル	土壁	1階 86/300 2階 5/300	妻面折損	管柱引き抜け	一部脱落	脱落	脱落
10	西宮市 常盤町	戸建	平家	瓦	土壁	土壁	1階 53/300		隅柱裂け	脱落	脱落	脱落
11	西宮市 常盤町	戸建	総2階	瓦	モルタル	土壁	1階 33/300 2階 6/300	妻面はづれ		一部脱落	隅部剥落	脱落
12	西宮市 神楽町	共同	総2階	瓦	モルタル	土壁	1階 16/300	妻面厚き上り		一部脱落	脱落	一部剥落
13	西宮市 宮西町	共同	総2階	瓦	モルタル	土壁	1階 64/300	老朽	老朽	一部脱落	脱落	剥落
14	東灘区 御影石町	共同	総2階	瓦	モルタル	土壁	1階 26/300	妻面厚き上り	通柱折損	一部脱落	脱落	剥落
15	東灘区 御影中町	戸建	総2階	瓦	モルタル	土壁	1階 26/300	妻部折損	通柱・柱脚はづれ	一部脱落	脱落	剥落
16	東灘区 住吉宮町	戸建	総2階	瓦	モルタル	土壁	1階 48/300	妻部はづれ	通柱折損	一部脱落	脱落	剥落
17	西宮市 松下町	戸建	総2階	瓦	モルタル	土壁	妻行 52/300			一部脱落	亀裂	剥落
18	西宮市 松下町	戸建	一部2階	瓦	モルタル	土壁	桁行	なし	通柱折損	一部脱落	脱落	亀裂
19	西宮市 犀敷町	戸建	総2階	瓦	モルタル	土壁	妻行 5/300			一部脱落	桁・妻部剥落	亀裂
20	西宮市 郷免町	戸建	総2階	瓦	モルタル	土壁	妻行 69/300			一部脱落	脱落	亀裂
21	西宮市 殿町	戸建	総2階	瓦	モルタル	ボード	妻行 左 7/200 右 2/200			一部脱落	脱落	無傷
22	西宮市 霞町	戸建	総2階	瓦	モルタル	土壁	妻行 3/200			一部脱落	北面剥落	剥落
23	西宮市 雲井町	戸建	一部2階	瓦	モルタル	土壁	妻行 一部 25/300		通柱折損・管柱傾斜	脱落	南面剥落	剥落
24	西宮市 郷免町	戸建	一部2階	瓦	モルタル	土壁	妻行 30/300			脱落	脱落	剥落
25	西宮市 弓場町	戸建	総2階	瓦	モルタル	土壁	桁行 26/300		通柱1階途中で折損		玄関前剥落	剥落
26	西宮市 弓場町	共同	総2階	瓦	モルタル	ボード	妻行 1階 3/300				亀裂	剥落
27	西宮市 弓場町	戸建	一部2階	瓦	モルタル	土壁	桁行 1階 52/300			一部脱落	東西面剥落	剥落
28	芦屋市 川西町	戸建	総2階L型	瓦	モルタル	土壁	梁間方向 42/300			一部脱落	一部剥落	剥落
29	芦屋市 津知町	戸建(文化)	総2階	瓦	モルタル	土壁	梁間方向 9/300			一部脱落	一部剥落	剥落
30	芦屋市 津知町	戸建	総2階	瓦	その他	土壁	梁間方向 17/300			一部脱落	一部剥落	剥落
31	芦屋市 二条南	戸建	総2階	スレート	モルタル	土壁	梁間方向 8/300			無傷	亀裂	亀裂
32	芦屋市 二条南	戸建	2階、平屋	瓦	モルタル	土壁	桁行方向 17/300			脱落	亀裂	亀裂
33	芦屋市 月若町	戸建	一部2階	瓦	モルタル	土壁				一部脱落	亀裂	亀裂
34	芦屋市 茶屋之町	戸建	総2階	瓦	モルタル	土壁	梁間方向 21/300	折損		一部脱落	脱落	剥落
35	芦屋市 茶屋之町	戸建	2階下屋付	瓦	モルタル	土壁	桁行方向 16/300			一部脱落	一部剥落	一部脱落
36	芦屋市 精進町	戸建	平屋	瓦	下見板	土壁	桁行方向 4/300			無傷	破損	破損
37	芦屋市 浜風町	戸建	総2階	瓦	モルタル	ボード	桁行方向 10/300			無傷	亀裂	亀裂
38	芦屋市 南宮町	戸建	総2階	瓦	サイディング	土壁	桁行方向 24/300			無傷	亀裂	亀裂
39	芦屋市 大谷町	戸建	総2階	瓦	モルタル	土壁	桁行方向 4/300			一部脱落	亀裂	亀裂
40	芦屋市 大谷町	戸建	総2階	瓦	モルタル	土壁	桁行方向 4/300		土台よりはづれ	一部脱落	脱落	剥落
41	芦屋市 大谷町	共同	総2階	トタン	モルタル	土壁		妻面はづれ		一部脱落	1階東面脱落	剥落
42	芦屋市 大谷町	戸建	一部2階	瓦	モルタル	土壁	桁行方向 10/300			1階部脱落	剥落	剥落

表2. 隣家が倒壊し被災軽微な建物

番号	所在地	居住形式	階数・形状	経過年数	仕上げ		公庫融資対象	被災状況
					屋根	外壁		
1	東灘区 魚崎西町	戸建(文化住宅)	総2階	17年	瓦	モルタル	-	文化住宅といわれる間口2K、真行5Kの住宅が4戸並んでおり、裏側のS道の集合住宅(4F)と右、隣の木造が倒壊 4戸のうち1戸が10/300の傾斜が見られたが、3戸は外壁の亀裂、一部剥落、瓦のずり落ち程度
2	東灘区 住吉東町	戸建	総3階	4ヶ月	スレート	モルタル	-	1、2階モルタル亀裂、内部下地ボードの剥目亀裂、隔壁紙の破、高差タイル剥落
3	東灘区 住吉東町	2戸建	総2階	14年	瓦	モルタル	-	瓦ずれ落ち、基礎に亀裂(北面のみ調査)
4	東灘区 住吉東町	戸建	総2階	-	スレート	モルタル	-	屋根損傷なし、外壁亀裂なし
5	東灘区 住吉東町	戸建	総2階	10年	スレート	サイディング	-	工業化住宅、外壁の損傷みあたらず
6	東灘区 住吉東町	戸建	総2階	-	スレート	モルタル	-	陥立った被災なし
7	東灘区 住吉東町	戸建	大屋根	-	スパイン瓦	モルタル	-	屋根平部で2ヵ所瓦ずれ、外壁開口部に亀裂
8	東灘区 住吉宮町	戸建(文化)	総2階	-	瓦	モルタル	-	数棟併列のうち傾いた建物、傾斜の少ない建物とあり、瓦のずれは全棟にあり、外壁は被害程度によって亀裂が異なる、モルタルの剥離は少なかつた
9	東灘区 御影塚町	戸建	総2階	-	瓦	サイディング・モルタル	-	瓦損部のみ損傷、外壁亀裂なし
10	東灘区 住吉宮町	戸建	総2階	14年	瓦	モルタル	-	瓦ずれ、外壁亀裂なし、内部土盛り壁に亀裂
11	東灘区 青木	戸建	一部2階	-	瓦	モルタル	○	瓦損部の破損、外壁亀裂なし
12	東灘区 青木	戸建	一部2階	5年	瓦	モルタル	○	瓦ずれ落ち、内壁壁紙の亀裂・破、高差タイル亀裂、外周7.5mハイト(古いもの)は倒壊
13	東灘区 青木	戸建	総2階	-	スレート	モルタル	○	1階外壁の開口部まわり亀裂、2階は亀裂なし
14	東灘区 青木	戸建	総2階	6年	スレート	モルタル	○	屋根損傷なし、外壁損傷なし
15	東灘区 北青木	戸建	総2階	-	スレート	モルタル	○	周辺の住宅はほとんど倒壊しているが、この物件と画題はほとんど被害なし、玄関前の7.5mハイト倒壊
16	東灘区 北青木	戸建	総2階	1年	スレート	モルタル	○	外壁亀裂なし、北側の窓枠が倒壊したためかかっている
17	東灘区 北青木	戸建	総2階	1年	瓦	モルタル	○	建物の出壁なし、北側7.5mハイト倒壊し、もたれかかっている
18	東灘区 北青木	戸建	総2階	6年	スレート	モルタル	○	基礎と外壁に亀裂あり、内壁は破、南側車庫の地面が盛り上げ、ほんの少し傾く
19	東灘区 魚崎中町	戸建	総2階	4年	スレート	モルタル	○	外壁、内壁に亀裂あり
20	東灘区 北青木	戸建	総2階	-	セメント瓦	モルタル	○	外壁に亀裂、南側基礎に亀裂あり
21	西宮市 松下町	戸建	一部2階	-	瓦	モルタル	-	門が歪んでいる、建物に出壁なし
22	西宮市 屋敷町	戸建	一部2階	-	瓦	モルタル	-	外壁に亀裂、一部剥落
23	西宮市 霞町	戸建	一部2階	-	瓦	モルタル	-	南面の一部外壁剥落、全体のガラスが破損
24	西宮市 岩園町	戸建	一部2階	-	瓦	モルタル	-	屋根・外壁の損傷なし、玄関のガラスが破損
25	西宮市 郷免町	戸建	総2階	-	瓦	モルタル	-	西面の一部外壁剥落、全体的に少し東(7/300)と北(5/300)に傾いている
26	西宮市 屋敷町	戸建	総2階下屋付	1~10年	瓦	モルタル	○	外壁亀裂・一部剥落・傾斜なし
27	西宮市 弓場町	戸建	総2階	1~10年	スレート	モルタル	○	外壁亀裂(開口部回りに多い)
28	西宮市 松園町	戸建	総2階	1~10年	瓦	モルタル	○	瓦一部破損・外壁(北面)亀裂・開口部回り亀裂
29	西宮市 御森家所町	戸建	総2階	1~10年	スレート	モルタル	○	無傷
30	西宮市 川東町	戸建	総2階下屋付	1~10年	瓦	モルタル	○	下屋部玄関傾斜
31	西宮市 川東町	戸建	総2階	1~10年	スレート	モルタル	○	無傷
32	西宮市 川東町	戸建	総2階下屋付	1~10年	瓦	モルタル	○	梁柱が寄り掛かり壁一部破損
33	西宮市 川添町	戸建	総2階	1~10年	スレート	サイディング	○	無傷
34	西宮市 川添町	戸建	総2階下屋付	1~10年	瓦	モルタル	○	裏側倉の倒壊による破損あり
35	西宮市 川添町	戸建	総2階下屋付	1~10年	瓦	モルタル	○	開口部回りモルタル剥落
36	西宮市 川添町	戸建	総2階下屋付	1~10年	瓦	モルタル	○	玄関獨立柱のモルタル剥落
37	西宮市 正石町	戸建	総2階	1~10年	瓦	モルタル	○	無傷
38	西宮市 川添町	戸建	総2階	1~10年	スレート	モルタル	○	無傷
39	西宮市 正石町	戸建	総2階	1~10年	スレート	モルタル	○	無傷
40	西宮市 川添町	戸建	総2階	1~10年	スレート	モルタル	○	無傷
41	西宮市 川添町	戸建	総2階	1~10年	スレート	モルタル	○	無傷
42	西宮市 川添町	戸建	総2階	1~10年	瓦	モルタル	○	外壁に亀裂
43	西宮市 川添町	戸建	総2階下屋付	1~10年	瓦	モルタル	○	無傷
44	西宮市 前浜町	戸建	総2階	1~10年	スレート	サイディング	○	無傷
45	西宮市 前浜町	戸建	小屋裏3階	1~10年	スレート	モルタル	○	無傷
46	西宮市 上葎原町	戸建	総2階下屋付	1~10年	スレート	モルタル	○	無傷
47	西宮市 堀切町	戸建	総2階	1~10年	スレート	モルタル	○	無傷
48	西宮市 堀切町	戸建	総2階下屋付	1~10年	スレート	モルタル	○	無傷

4 考 察

4.1 大変形した建物について

調査対象とした建物は、建物を外回りから眺めて駆体、屋根、外壁、開口部などの破損状況ならびに1階の傾斜によって選定した。当初より選定のためのチェックリスト等を作成していたわけではないので、班によって選定上の食違いはある。また、以下に述べる考察は、外観上の損傷状況を基にして、調査者の従来知見より判断して記述したものである。正確な検証については今後の調査を待ちたい。

(1) 調査建物の構造的特徴

調査した建物の構造的特徴を集約すれば以下のごとくである。

- a 駆 体 軸組構造
- b 基 礎 コンクリート造（鉄筋入りかどうかは不明）
- c 小屋組 和小屋
- d 部材寸法 通柱105角、筋かい30内外×90、105(所謂柱の三っ割り)
- e 屋 根 背板あるいは幅の不揃いな野地板の上にヘギ板を用いて下葺とし、その上に土を乗せて和瓦を葺いたもの
- f 外 壁 背板あるいは幅の不揃いな下地板の上にタールフェルトを張り、メタルラスにモルタルを塗り付けた鉄網ラスモルタル塗り
- g 内 壁 竹小舞を下地とした土塗り壁
- h 接合部 通柱と胴差とは羽子板ボルト、管柱と胴差とは短ほぞ差しかすがい打ち、胴差の継手一腰掛け蟻継ぎかすがい打ち、筋かいと柱、土台、胴差とは釘打ち 接合部での金物は釘、かすがい、羽子板ボルトであった。

(2) 建設時期

大変形した建物の個々の建設時期については、家屋台帳によって明らかにされるであろうが、調査建物のいづれにも断熱材が挿入されていなかったこと、ならびに野地板、外壁下地板に背板が用いられていること、金物の使用方法などから判断して、多くの建物は昭和47年以前に建築されたものと思われる。特に軸組構法での断熱材の挿入は、オイルショック以来のことで、それ以前には用いられることは少なかった。

(3) 変形性状

調査建物の多くは、総2階建てで、それに下屋がつくものが幾つかあった。変形の特徴としては、1階部分が大きく傾き、2階部分が水平移動している。

2階建て共同住宅にあっては、ほとんどの建物の1階部分が桁行方向に傾斜し、2階部分は幾分の傾きはあるものの1階部分につられて水平移動している。ある建物にあっては、1階の最大傾斜が86/300に達しており、その際の2階部分の傾斜は10/300であった。1階の傾斜は、一方向だけでなしに、捻れて傾斜している。

戸建て住宅の変形性状には2種類あった。1つは文化住宅（主として建売住宅）と言われる住宅で、間口（梁間方向）3640、奥行（桁行方向）9100程度で、方位に関係なく道路に面して間口があり、その面に玄関ドアが取りついており、さらにその隣には開口部がある。桁行方向にあっては、隣棟間隔（並列している場合が多い）が極めて僅かであるために窓は小さく、数も少ない。これらの建物の変形の特徴は、一様に

1 階部分が梁間方向に傾斜している。同一地域にあって並列している建物群でも、すべてが上記のような様相を呈するのではなく、無傷に近いものと傾斜が10/300の建物とが並んで建っている。

他の1つは注文住宅と思われる住宅で、塀で囲まれ、小さいながらも庭があり、南面に長い開口部を持つものである。この建物は東西方向が桁行方向となり長く、南北方向は短い。この建物の変形の特徴は、多くが桁行方向に傾斜している。

(4) 各部の損傷状況

- a 屋根 屋根構法は和瓦を土葺とした構法であり、年数が経過した建物であったこともあって瓦と土との粘着力が失われ、ほとんどの建物に瓦のずれ落ち、ずれが見られた。この現象は棟、軒先、けらば、平の各部分を問わず生じており、破損面積も大小あるが、建物の傾斜との関係は掴めていない。
- b 外壁 外壁は殆どが鉄網ラスモルタル塗りである。ラスにはメタルラスが用いられており、剥落したモルタルの裏面を見るとメタルラスは腐食している。モルタルの塗り厚も不揃いである。モルタルの剥落した面は、変形方向と平行する面が多いが、調査した建物は大変形した建物であったので、桁行方向に変形した場合、妻面はくの字型に曲がるので、変形方向に直交する面でもモルタルは剥落している。大変形した建物ではモルタルの亀裂は少ない。これは亀裂が生じた部分のモルタルが剥落してしまうためであらう。
- c 内壁 内壁は殆どの建物で土壁が用いられていた。調査できた数例では、壁全面が剥落し竹小舞下地が露出してしまっているもの、隅部のみが剥落しているもの、壁の周囲が崩れたものなど様々であった。外観の損傷が少ない建物にあっても内壁の損傷が目につくということであった。
- d 筋かい 筋かいには中筋かいが用いられ、端部のとめつけは全て釘であった。損傷の形態には折損、踏み外し、引き抜けがあった。折損の場合は、外壁側え下地板を突き破ったもの、単に切断したもの、二ヶ所で切断したものがあった。下地板を突き破ったものは、当然のことながら外壁のモルタルを剥落させている。踏み外し、引き抜けにあっては、大変形した建物なので大きく踏み外し、引き抜けた箇所があった。踏み外しの箇所は殆どが筋かいの下端部であり、引き抜けは上下端部を問わず生じている筋かいの量、配置については定かでないが、露出した外周壁で見た限りでは入れられる箇所にも入っていない。
- e 柱 通柱にあっては、調査建物が大変形した建物であったので柱と胴差との接合部でくの字型に曲がり折れている。したがって、通柱の土台よりの引き抜けは見られていない。
管柱は傾斜の大きい建物ほど土台あるいは胴差よりほぞが抜け出している
- f 接合部 通柱と胴差の接合は、羽子板ボルトが用いられているが、いずれも充分緊結されており、ボルトのネジ山破損など無かった。

(5) 老 朽

腐朽、蟻害箇所がみられたのは、外壁の隅部における土台、柱ならびにモルタル下地板、ベランダの桁、浴室でのコンクリートあるいは、コンクリートブロックを積んだ壁の上に据えられた土台などが顕著であった。そして10棟に1棟の割合で見いだせた。外壁モルタル下地板の虫菌害を受けた箇所は、建物の隅角部のみで平の部分での被害は見当らなかった。したがって、外壁モルタルの剥落は経年によるメタルラスの腐食に起因している。

4.2 損傷が軽微な建物

近隣の建物が倒壊したり大きな被害を蒙った中において、隣に外観上軽微な損傷に留まっている建物がある。そこで、これらの建物の特徴を探るべく調査を実施した。また、その建物では接合部での金物使用の確認がとれないので、公庫融資住宅であれば仕様に基づいて金物が使用されているであろうことを前提に公庫融資住宅も調査の対象にとりあげた。

(1) 構造概要

表2でもわかるように、建設時期は公庫物件以外ヒヤリングを行い回答を得たが、いずれも昭和55年以降に竣工したものである。公庫物件については経過年数10年以下のものが選ばれている。

建物形態は総二階のものが多く、これに下屋付のもので約80%を占めている。デザインもどちらかといえば洋風で、和風のように南面に幅の広い開口をとったものは少なかった。

屋根葺材については瓦もみられるが、スレートが多い。外壁は防火、コストの関係でモルタル塗りが多いが、サイディング（金属系かセメント系かは不明）もみられる

(2) 損傷の程度

建物の傾きは肉眼では認められない。屋根にあっては瓦の場合、土葺きのときはずれ、一部剥落が生じていた。スレート葺では剥落などなかった。外壁モルタル塗では亀裂、剥落が生じているが、剥落の面積は小さく、亀裂は開口部の四隅に入るものであった。

5 まとめ

大変形した建物の特徴は以下のごとくであった。

- 1) 建築構法からみて建物の建設時期は昭和47年以前と推察される
- 2) 屋根葺材は瓦で、葺きかたは土葺である
- 3) 部材の接合は釘、かすがい、羽子板ボルトによっている
- 4) 建物の規模、形態が筋かいの配置、量を充足できない

一方、損傷が軽微な建物の特徴は以下のごとくである。

- 1) 建設時期は昭和55年以降の建物であった
- 2) 屋根はスレート葺が過半を占めていた
- 3) 所要の箇所に有効な金物が使用されている
- 4) 筋かいの配置、量を充足しやすい建物規模、形態になっている



表1-2 の建物
木造戸建住宅の外観
柱の最大傾斜角は42
/300、桁行方向に傾
斜している。桁面が
南面しているため、
大きな開口ができ、
壁が少なくなる



下屋妻面にある浴室
コンクリートブロッ
ク腰壁上にある土台
の腐朽、外壁モルタ
ル剥がれる



東南角の筋かいの踏
外し

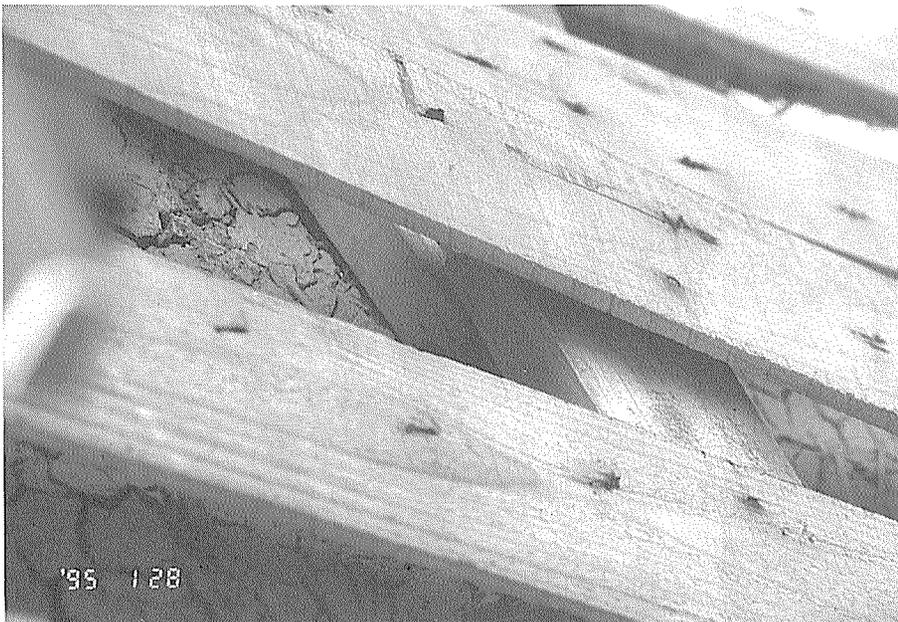
表1-7 の建物
木造共同住宅外観
柱の最大傾斜角は86
/300、桁面に各戸の
入口があり、桁行方
向に筋かいが入って
いない。桁行方向に
1階部分が大きく傾
斜している



内部の状況。内壁は
土塗り壁、亀裂、端
部破損、脱落など破
壊性状が全てみられ
る



妻面壁内の筋かいの
折損。筋かいが折れ
て重なりあっている



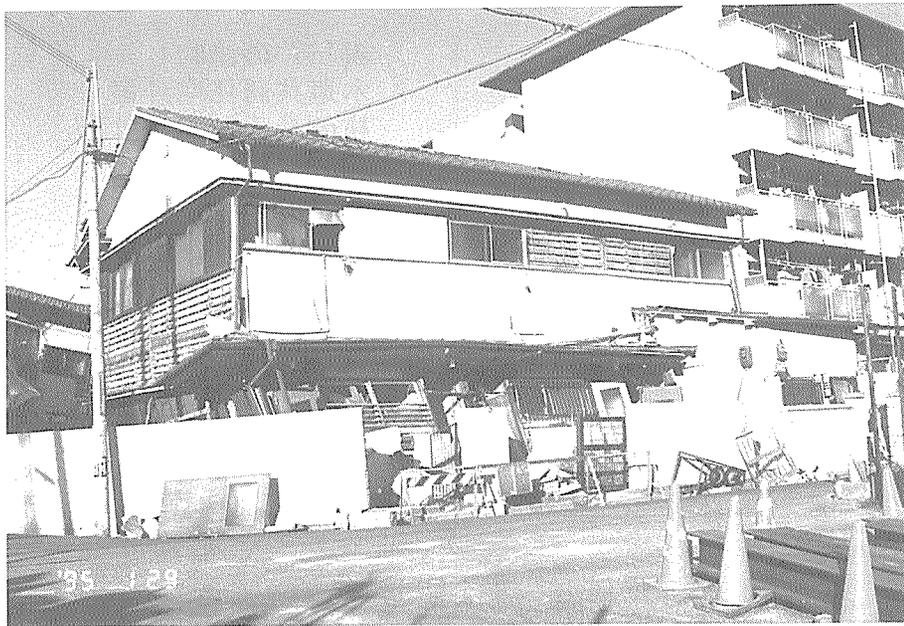
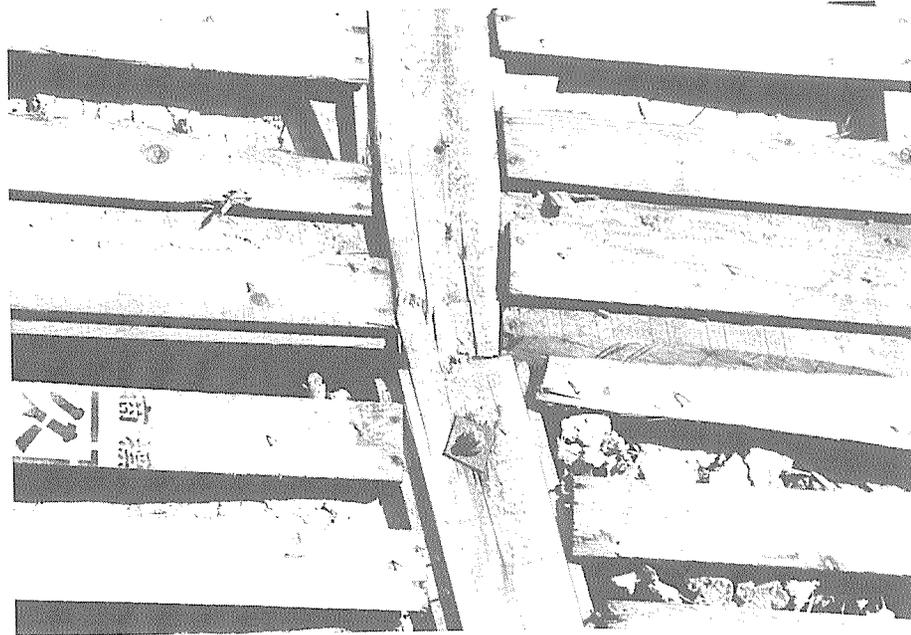


表1-14の建物
木造共同住宅外観
妻行、桁行両方向に
傾斜しており、柱の
最大傾斜角は64/300



妻面中央の通柱は折
れている



妻面端部の筋かい尻
が釘接合であったた
め、筋かいが引き抜
かれている



表2-1 の建物
外壁窓まわりに亀裂
があり、内部土壁と
周囲木部に隙間が
生ずる



表2-7 の建物
瓦の一部、外壁に亀
裂あり



表2-4 の建物

II 大橋委員等の調査

1 調査の目的

地域のうち、被害の特に大きそうな地区に絞って、かつ、比較的新しい住宅の被害状況を調査した。また、途中、被災地域の概観調査を行った。

2 調査の概要

(1) 調査日程等

調査月日	調査参加者	調査地域	派遣機関
1/19~1/22	坂本 功、大橋好光 清家 剛、山田文夫 他学生4名	西宮市、芦屋市、神戸市 (東灘区、灘区、三宮)	東京大学
2/2 ~2/5	大橋好光、山田文夫 他2名	宝塚市、神戸市(須磨区、 長田区、兵庫区、灘区)	(財)日本住宅・木材技術 センター
2/11~2/12	大橋好光	神戸市(東灘区)	東京大学

(2) 調査内容

地域のうち、被害の特に大きそうな地区に絞って調査を行った。

調査結果は、外観調査シートに記入した。

1) 金融公庫融資建物(最近10年以内のもの)の被害調査

宝塚市：46棟 神戸市須磨区：23棟 神戸市長田区：5棟

合計：74棟

2) 新しい建物で、被害の大きいものの被害調査

長田区、兵庫区、灘区で合計31棟

3 調査結果の概要

(1) 地域の住宅の特徴

1) 街並みの特徴

集落により、古い建物が密集しているところがある。

2) 住宅の特徴

①古い建物は、屋根に葺き土がある。また、瓦は留め付けられておらず落下しやすい。

②古い建物は、壁も土塗り壁である。

③少し古い建物も、壁は土塗り壁と筋かいを併用している。

- ④新しい建物は、土塗り壁がなく断熱材が入っている。ただし、この構法がどの程度普及しているかは明らかではない。現在も土塗り壁に、筋かいを併用しているものがある。

(2) 被害の概要

1) 地震被害の特徴

近年の地震被害は、ほとんどが地盤崩壊など地盤に起因する被害であった。しかし、今回の地震では、純粹に振動で壊れたものが大量に見られる。

2) 地域による被害程度の相違

被災地域の一部分を調査したに過ぎないが、その範囲では次のようなことが観察された。

- ①西宮市・芦屋市では、倒壊した建物の大部分は古い建物であり、新しい建物の倒壊は殆どない。
- ②神戸市に入ると、新しいと思われる建物で倒壊したものが見られる。
- ③何カ所かの地域は、ほとんど全滅している処がある。特に古くからの集落、商店街は壊滅的な打撃を受けている。

3) 建物被害一般

- ①壁量が足りているようなものでも壊れているものが見られる。
- ②古いラスモルタル塗り壁は、ほとんど利いていない。
- ③ラスモルタルは、新しくても剥離・脱落しているものがたくさん見られる。
- ④3階建て住宅は、計算をしたであろう新しいものは被害が少ない。
ただし、モルタルの割れ、傾斜したものは見られる。
- ⑤3階建ての古いものには、2階が潰れたものがあるなど被害が大きい。
- ⑥プレハブ・2×4の被害はほとんど見あたらない。
- ⑦壊れたもので、合板耐力壁のものは見当たらなかった。

4) 金融公庫住宅に関して

金融公庫住宅（最近10年以内のもの）の結果は次の通り。

倒壊：0 全壊：0 半壊：1棟 軽微：15棟 無被害：58棟

以上のように、被害の集中した地域を選んでいることを考慮すると、金融公庫融資を受けた建物の被害は小さかった。

また、半壊のものは、周囲は全て消失して1棟だけ残ったもので、むしろよく残ったと言える建物であった。この建物の地震の揺れによる被害は半壊と軽微の中間程度と思われる。むしろ、モルタルが防火に効果があった例と言える。

また、被害程度の「軽微」は、モルタルの小さなクラックなど、ごく軽微なもので、無被害ではないという程度を示す。

なお、長田区は、金融公庫融資建物でも、鉄骨+ALCが多く、木造は少なかった。

注) 本調査における被害程度の定義

本調査においては、次のような被災程度を目安に被害程度を定めた。

倒壊：いずれかの層が潰れているもの、または、隣りに寄り掛かっており隣の建物がなければ倒れているであろう建物。

全壊：建物は修復が著しく困難で、ほとんどの持ち主が建て直すであろう程度の被害を受けたもの。概ね、建物の傾斜が $1/20\text{rad.}$ 以上のもの。

半壊：建物は修復が可能で、大半の人は修復して使用するであろう程度の被害。概ね、建物の傾斜が $1/60\sim 1/20\text{rad.}$ のもの。

軽微：軽微ではあるが被害を受けているもの。外壁・基礎の小さなひび割れを含め、無被害ではないもの。概ね、建物の傾斜が $1/60\text{rad.}$ 以下のもの。

無被害：外見上被害が観察されないもの。

5) 一般の木造住宅に関して

- ①兵庫区では、傾斜地の木造建物被害がたくさん見られる。詳細な調査が必要と考えられる。
- ②一般に、柱が抜けているものが非常に多い。柱の下部は、短ほぞが切っているのみで、ほとんど何の金物も留められていない。
- ③筋違い端部の釘打ち仕様は、繰り返しの揺れで踏み外しているものが沢山見られた。なお、筋違いが圧縮座屈している例が散見された。
- ④筋かいに関しては、壊れたもので、プレート金物が打たれてあるものはほとんどない。ただし、1棟、ごく新しくプレート金物が使われていて倒壊したものがあつた。その場合、金物は実験の時と同様に、土台を引き裂いている。詳細調査が必要と考えられる。
- ⑤ラスモルタルは夥しく落下している。何らかの改善が是非必要である。
- ⑥ラスモルタルの壁内部が腐食している例が多い。また、須磨区では蟻害も見られる。
- ⑦鉛直荷重の影響として、古い建物で、壁はあまり変形していないが、屋根が崩れているものがある。また、屋根が陥没するように、壊れているものも僅かだが見受けられた。

4 調査結果のまとめ

(1) 軸組工法の構法分類と構造性能について注意すべきこと

1) 昔の構法と今の構法は異なっている。

現在の構法は、筋交いに耐力を依存しており、また、内装下地に石膏ボードが多用されるなど、従来の工法と大きく異なっている。それは、ほとんど別の構造といつてよいこと。

2) 設計者の裁量の範囲が広い。

軸組構法は、ツーバイフォー構法やプレハブ構法に比べて、設計者や施工者に裁量

をまかされている部分が多い。従って、その具備する性能にも大きな幅がある。

そこで、金融公庫融資建物のようなきちんと設計・施工された建物では、大きな被害を受けたものは少なかった。また、自主的に構造の規準を設定しているようなメーカーのものは、比較的被害が小さかった。

(2) 被害の原因

これまでの調査に関する限り、以下のようなものが、今回の地震で被害が大きかったと考えられる。

1) 古い建物

古い建物は用途を問わず、全般的に大きな被害を受けた。倒壊したものも多数に上った。それらは、次のような構法のものであった。

①葺き土のある瓦屋根、真壁土塗り壁（筋かい無し）

1階が 陥没するように壊れたものもある

②葺き土のある瓦屋根、木摺ラスモルタル塗り壁

内部に土塗り壁があり、筋かいの入っているもの

③簡易なもの

計画的でなく次々と建て増したもので、簡易な作りのもの

2) 比較的新しい建物で被害を受けたもの

比較的新しい建物で被害を受けたものは、以下のような建物である。

①必要壁量の足りないもの

絶対的な壁量が著しく少ないもの、あるいは、後から外してしまったと考えられるもの

②構造計画に問題のあるもの

ア) 壁が偏っているもの

- ・間口に大きな開口があるもの

特に商店など

- ・南面に開口が沢山あるもの

ミニ開発地に見られるような小規模な住宅や郊外・農村部に見られるような間取りの住宅

- ・角に壁がないもの

イ) 上の階が重いもの

- ・張り出しが大きいもの

- ・葺き土瓦屋根

ウ) 増築における下階の補強の不十分なもの

2階や3階を増築したもので、大きな被害を受けたものがたくさん見られた。

増築の際に、下階の補強が不十分だったものと考えられる。

③ディテールに問題のあるもの

ア) 筋かいの留め付けが十分でないもの

金物がないか、あっても簡易なもので、筋かいの踏み外しを生じている。

イ) 柱の留め付けが不十分なもの

ほとんどは短ほぞ差しのみで、金物が用いられていない。

ウ) 基礎の断面や鉄筋などが不十分なもの

基礎に被害を受けた建物では、鉄筋が入っていないものがほとんどであった。

エ) ラスモルタル

モルタル厚が大きく、ホチキスで留めてあるものがほとんどであった。

オ) 瓦の止め付け方

葺き土があり、瓦の落下対策のないものが大量に被害を受けた。

(付録) 調査写真集

以下は、特徴のある被害写真を順不同で整理したものである。

〔写真 1〕

建て売り住宅で、
1階に開口の多い
ものに、被害がか
なり見られた。

(神戸市東灘区)



〔写真 2〕

1階に開口の多い
住宅は、1階が大
きく変形した。

(神戸市東灘区)



〔写真 3〕
新築2カ月で倒壊
した住宅。
(神戸市東灘区)



〔写真 4〕
同上住宅。屋根は
スレートで比較的
軽くできている。
1階に18畳の居
間があったという。



〔写真 5〕
同上住宅詳細。外
壁はコンクリート
系のサイディング
を間柱に架けてい
る。下地合板がな
い。また、筋かい
には金物が使われ
ている。



〔写真 6〕
新築7年で倒壊した住宅。
（神戸市東灘区）



〔写真 7〕
同上住宅詳細。T
形の金物が使われ
ている。



〔写真 8〕
同上住宅詳細。筋
かいプレートが用
いられていた。横
架材を引き裂いて
いる。



〔写真 9〕

1階が比較的壁が多いにも拘わらず、大きく変形している。

(神戸市長田区)



〔写真 10〕

かなり老朽化した建物であるが、柱が座屈している。こうした例は珍しい。

(神戸市長田区)



〔写真 11〕
焼失地に1軒だけ
焼け残った住宅。
(神戸市長田区)



〔写真 12〕
同上住宅詳細。モ
ルタル外壁にひび
が入っている他、
変形で障子が破れ
ている。また、塩
ビの樋が溶けてい
る。



〔写真 13〕

1階に比べて2階
が重い住宅。1階
が大きく変形した。
(神戸市東灘区)



〔写真 14〕
同上住宅壁脚部詳
細。筋かいが突っ
張って、引き抜き
の加わった柱が抜
け出している。



〔写真 15〕
小屋裏3階建て住宅。筋かいが入っている
ので大変形は免れたが、ラス
モルタル外壁が大きく脱落した。
(神戸市東灘区)



〔写真 16〕
同上住宅。独立壁の脚部固定が不
分で、抜け出している。

〔写真 17〕
同上住宅。筋かい脚部が踏み外して
いる。



〔写真 18〕

筋かいが座屈して 外壁モルタルを脱落させている。(神戸市東灘区)



〔写真 19〕

同左住宅詳細。

〔写真 20〕

筋かいが座屈している例がたくさん見られた。

(神戸市東灘区)



〔写真 21〕
1階が倒壊した建
物。
(神戸市東灘区)



〔写真 22〕
同上住宅詳細。ラ
スモルタルは薄く
塗られており、大
きな脱落は見られ
ない。



〔写真 23〕

3階建て住宅の大傾斜。隣の建物が寄り掛かっているとはいえ、この建物自体も1階間口に壁が少なく、また、ホールダウン金物は使われていない。

(神戸市東灘区)



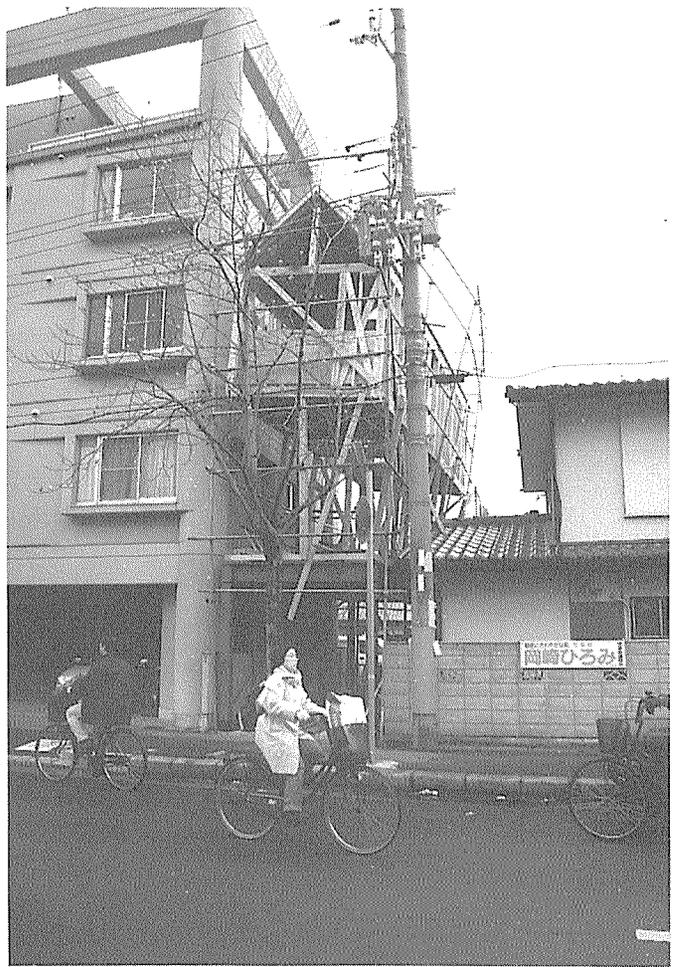
〔写真 24〕

ツーバイフォー構法の3階建て住宅。工事中であったが、大きく傾斜した。

(神戸市東灘区)



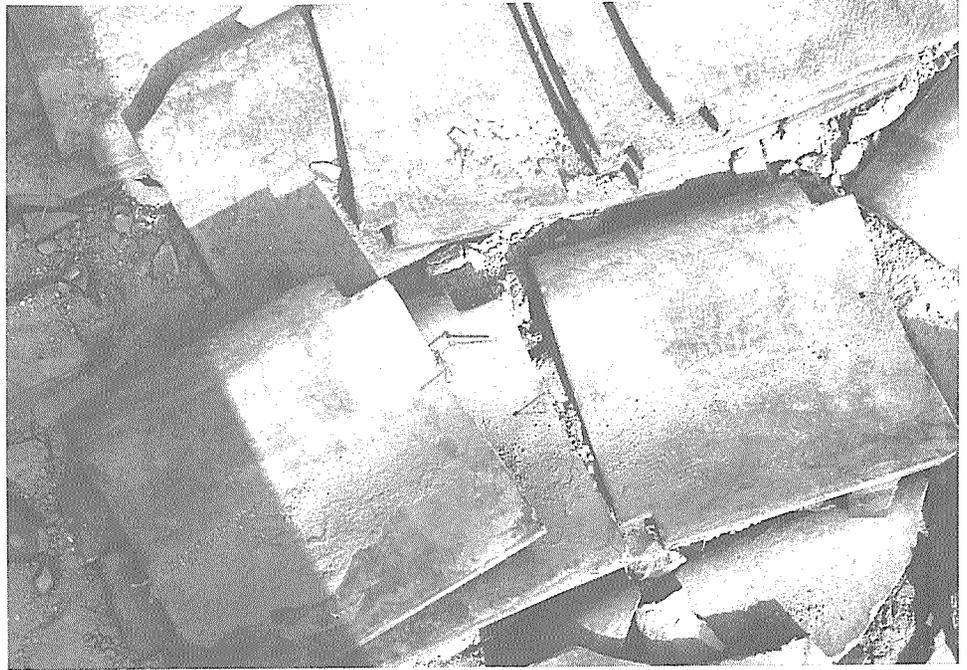
〔写真 25〕
混構造3階建て住宅。工事中の建物の被害。2階以上がまだ、固まっていない状態で被災したようだ。
(神戸市東灘区)



〔写真 26〕
2階が横転した住宅。新しいタイプの住宅は、壊れても2階が形を保っているものが多い。
(神戸市東灘区)



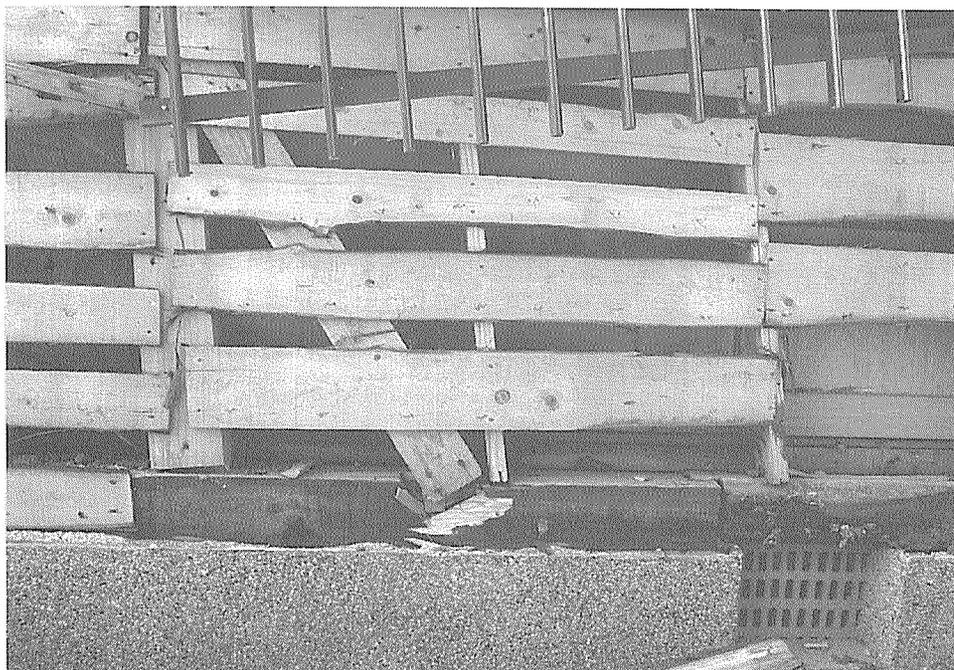
〔写真 27〕
葺き土のある瓦屋根の
詳細。この例
では、番線で瓦を
留め付ける。うに
なっている。
(神戸市東灘区)



〔写真 28〕
電柱が地中にめり込んでいる。地下
では液状化が起きているようだ。
(神戸市東灘区)

〔写真 29〕
正常な電柱。これと比較すると、前
写真の電柱は約1.5m埋没している。

〔写真 30〕
圧縮筋かいが土台
を裂いている。
(神戸市須磨区)



〔写真 31〕
1階が崩壊した住
宅。土塗り壁の貫
は2段しか入っ
ていない。
(神戸市須磨区)



〔写真 32〕
同上住宅詳細。柱
上部で短ほぞで桁
に刺さっているの
みで、金物がない。



〔写真 33〕
軸組が完全に倒壊
した寺院。
(神戸市須磨区)



〔写真 34〕
同様に、軸組が倒
壊して屋根のみと
なった寺院。
(神戸市須磨区)



〔写真 35〕
白蟻の被害を受けた土台。
(神戸市須磨区)



〔写真 36〕
白蟻の被害が上部
にも及んだ例。
(神戸市須磨区)



Ⅲ 宮澤委員等の調査

1. 調査目的

兵庫県南部地震により阪神・淡路地区に多くの被害が生じた。被害は殆どの構造物に及んでいる。木質住宅等も不幸にしてその例外でなく、2月7日現在で住宅の地震による半壊は兵庫県で62,100棟、全壊は81,300棟以上に及び関東大震災以来の大被害となった。この被害実態と被害原因の詳細調査に先立ち、全体概要を把握するため、予備的な概要調査を行った。その概要を報告する。

2. 調査日程、区域と調査概要

調査日程、区域と主な調査概要を下表-1に示す。

表-1 調査日程、区域と調査概要

次数	日程・人数	調査区域と対象	調査成果と概要
第1次	1/23～24 宮澤 院生1名	国道2号線沿い 芦屋から長田区 概要調査	被害の全体概要把握 建築構造物、土木構造物、火災被災地 住宅被害地、古い住宅、新しい住宅
第2次	2/2～5 宮澤+学生 8人 住宅メーカーの 協力者1名	東灘、灘、中央区 公庫築10年以内 139棟外観調査 被害例/3階建 振動測定計6棟	公庫築10年以内外観調査 在来:2階:50棟、3階:25棟 在来:無微被害:36、小:32、中:0、大:1 ﾌﾟﾗﾝｸ、枠:無微:17、小:3、中:0、大:0 非公庫在来:壁配置・アソカボルト・筋かい不適切有
第3次	2/20～25 宮澤+学生 3人	応急危険度判定 資料約6000調査 灘公庫32棟追加 会下山、前原と 芦屋、東灘被害	応急危険度判定資料約6,000件から築14年以内 木質系住宅を121件抽出 公庫概要調査追加(青谷町他):殆ど被害無し 傾斜地の被害概要視察 芦屋液状化、東灘被害例探し
第4次	3/2～5 院生+学生 3名	応急危険度B、C 121棟概要調査	応急危険度B、Cの121棟全数の概要調査 増改築等古いものの混在、調査不能も 約40棟を詳細調査候補に選定
第5次	3/10～13 宮澤+学生 2人	東灘/灘区 詳細/区域調査 選定済+新規	室内調査、図面収集、面談/小区域全数概要調査 東灘区:住吉宮町、住吉東町、住吉本町 灘区:琵琶町、下河原町、楠丘町、記田町

注1) 上記調査には、(財)日本住宅・木材技術センターの派遣にかかるものの他、大学の調査も含む。

注2) 第5次調査は主に詳細調査の一部であり、詳細は今後の調査及び分析を待って取りまとめる。調査報告には概要のみを記述した。

2. 調査結果

2.1 新しい住宅の被害状況

灘区のはほぼ全域、東灘と中央区の1部で震度7の区域を中心に、築10年以内の公庫融資住宅の外観概要調査を行った。その結果を次表-2に示す。外観調査であるので、内部や建物の外観で死角に当たる部分の被害は見逃されていることもある。現在アンケート調査を行い、必要に応じ詳細調査も行う予定である。



(注) 詳：詳細調査

公：金融公庫融資物件よりの調査

応：応急危険度判定よりの調査

表一 3 調査事例

(1) 東灘区物件一覽

NO	町名	階数	築年月	仕上		公庫融資	振動測定	図面/計算 入手状況	被害度	被害		状況		破壊要因と思われ る事項	備考
				屋根葺	外壁					最大傾斜角(1F, 2F, 3F)	柱	外壁	その他の被害		
1	御影石町	3	4年	スレート	4行インダ	宮	無	図/計	1階倒壊	1F倒壊	>1/20	1F折損	外壁 亀裂大	1階玄関側壁量少、壁長57cm、隣接住宅衝突	解体決定
2		3	約2年	スレート	4行インダ	宮	有	図	中被害	1/180	1/180	金物引抜	無被害	被害小さいが(2階柱脚金物耐力不足)	1階RCの湿構造
3		3	9ヶ月	スレート	モザ	非	有	図/計	被害軽微	1/180	9/180		亀裂微		
4		3	11ヶ月	スレート	モザ	公	有	図	被害軽微				亀裂微		
5		3	5ヶ月	スレート	モザ	非	有	図/計	被害軽微						
6	住吉宮町	43	8年	瓦	A.L.C	宮?	無	図	中大被害	1/10		1F折損	剥落大	1階東側壁量少、脚部耐力不足、壁ALC重さと剛性	補修予定
7		43	7年2月	瓦	モザ	非?	無	図	中被害				剥落大	1階西側壁量少、大空洞	
8		3	8年	瓦	モザ	非?	無	図/施工写	被害軽微	無	.6/120	.2/120	剥落小	1階RC造部と2、3階木造部の接合不良(施工不良)	RC湿構造4F小屋裏
9		43	8年	瓦	モザ	非?	無	図	中被害	無	無		剥落大		
10	住吉東町	3	5年10月	スレート	モザ	非	無	図/計	被害軽微	無	無		剥落小		
11		43	6年2月	瓦	モザ	公	無	図	中被害	.9/120	.6/120	1F引抜	亀裂大		
12		43	6年2月	瓦	モザ	公?	無	図	中大被害				剥落大		
13		43	6年2月	瓦	5モザ	公	無	図	被害軽微	.5/150			亀裂中		
14		43	6年2月	瓦	5モザ	公	無	図	被害軽微	.2/150			亀裂小		
15		2	6年	スレート	モザ	非	無	図	被害無微	無	-----		亀裂小		
16		43	2年	瓦	5モザ	公	無	図	被害無微	1/150			亀裂中		
17		43	5年	スレート	4行インダ	宮	無	図	被害無微	.6/120			亀裂微		

(2) 灘区物件一覽

NO	町名	階数	築年月	仕上		公庫融資	振動測定	図面/計算 入手状況	被害度	被害		状況		予測される破壊要因	備考		
				屋根葺	外壁					最大傾斜角(1F, 2F, 3F)	柱	外壁	その他の被害				
1	司水町	43	2ヶ月	スレート	4行インダ	宮	無	図	1階倒壊	1F倒壊		1階は完全	1階倒壊	外壁	1階間取り大きい、間仕切不足、筋かい接合部不良	2ヶ月、構造計画	
2	楠丘町	3	9年	エック	A.L.C	宮	無	図	大被害	12/120		S柱溶接	1FALC破			3階壁量鉄骨	
3		2	8年2月	瓦	モザ	非	無	図写真	中大被害	17/120		1階3本折	剥落				3階壁量鉄骨
4		3	7年5月	瓦	モザ	非	無	図(1Fのみ)	中被害	17/120		1F踏外し	亀裂大				図写真階体予定
5	記田町	2	7年	瓦	モザ	公?	無	図なし	大被害	>1/20			剥落大				1Fのみ平面モザ
6	下河原通	3	4年2月	エック	ALC+4行	宮	無	図(1モザ)	被害無微	無	無		剥落中				図面未入手
7		3	躯体終	スレート	-----	宮	無	図写真	大被害	12/90		踏み外し	踏み外し				3階壁量鉄骨
8		3	モザ終	スレート	モザ	非	無	図(1モザ)	中被害			踏み外し	踏み外し				接合補強再工事
9	森喜町	43	1年6月	スレート	5モザ	非	無	図(1モザ)	大被害	1F倒壊		1階は完全	1階は完全				接合補強再工事
10		43	8年	瓦	モザ	公	無	図(モザ)	小被害	無	無	1階は完全	亀裂微				1F平面モザ

2. 2 調査事例

築年数がほぼ確定でき、図面が入手可能な住宅について今後詳細調査を進めるが、現在の調査状況段階での概要を次表－3に示す。被害を受けた建物が主であるが、被害の少なかったものもその要因の検討が今後必要となるため、これらも含んでいる。

2. 3 被害の特徴

築10年以内の住宅の被害は非常に少ない。3階建ても、構造計画が適正で構造計算が十分行われたものは周辺の構造物の被害に比べ、高い耐震性を示した。しかしながら、築年数の浅いものにも数は少ないが被害が見られた、その特徴を述べれば以下のとおりとなる。

(1) 狭小間口の敷地に建つミニ開発住宅

道路側に耐力壁が設けられず完全に偏心し、耐力不足のものが多い。極端なものでは全く無いものや、60cm程度の壁が1枚だけのものがある。概して道路に何棟か並列しており、完全には倒れず倒れかかっているものもある。

(2) 耐力壁の偏心配置によるもの

明らかに偏心しているもの、重いベランダが2階に跳ね出しになっているものなどがある。また、建築面積は大きい構造計画が悪く壁量も少なく、偏心も著しく、隅柱が破損したり、土台から外れている。また、壁量が少なく筋かいが折れているものもあった。

(3) アンカーボルト不足または施工ミス

倒壊したもので、アンカーボルトが柱位置にきており、ナットが締められずただ刺しているものもあった。

1階が鉄筋コンクリートの混構造で、アンカーが無かったり位置が外れていて、2階がずれ、転倒はしなかったが、2階床下配管系に被害が出たものがあった。この建物では、施工当初から工務店との間で問題になっていたものであった。

(4) 柱や筋かい端部の金物が無いか耐力不足

被害のあった建物を見ると、柱脚部に金物がなく、筋かいも土台にほんのわずか掛かっているだけのものや、柱に簡単な斜め釘打ちしただけのものがあった。

3. まとめ

(1) 耐震性の配慮が足りない

壁の偏心、柱や筋かい端部の接合耐力の不足は、耐震性に関する配慮不足から来るもので、施工不良も目立った。

住民の耐震性に関する考慮も欠けている。壁量不足や偏心を承知の上で、地震は来ないものとして新築したものや、道路側に壁が無いのに今だに平気で過ごしている住民が多い。

(2) 偏心、接合部耐力等耐震設計法の検討が必要

①施行令の「釣り合い良く配置」②筋かいの性状③接合部の耐力に関して具体的な目安を設けることを検討する必要がある。

(3) 小屋裏利用3階建て

調査区域では小屋裏利用3階建てが多かったが、概して狭小間口で、構造検討不足と思われるものが目立った。

物件：東灘区N o. 2
住宅金融公庫融資：有り
建築時期：1993年秋
被害度：中被害
物件所在地：神戸市東灘区御影石町
建築用途：住宅
建築工法：混構造（1階RC造 2、3階在来軸組工法）
階数：3階建て
外壁構造：木筋かい
屋根：スレート葺き
外壁仕上げ：サイディング
使用金物：筋かいプレート、T字金物

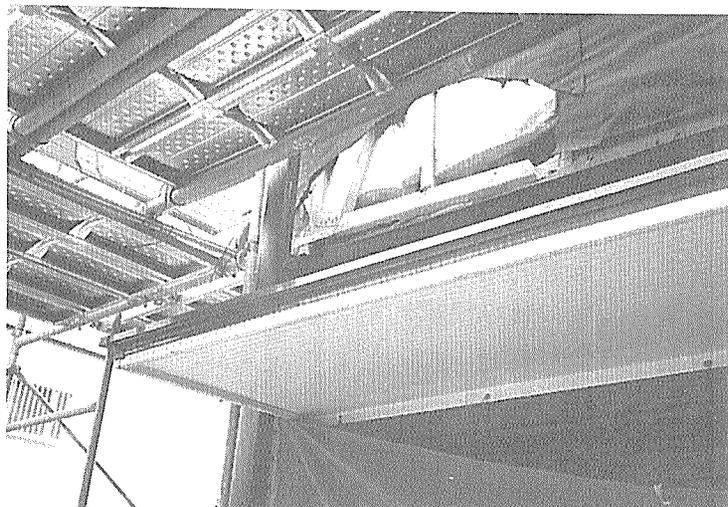
被害概要：建物全体的（2、3階）に若干傾いている。補修工事の様式を見ると、2階柱脚部と土台を接合するT字金物の釘が引き抜けていたことが確認できた。



建物全景北西面
北面は補修工事中。



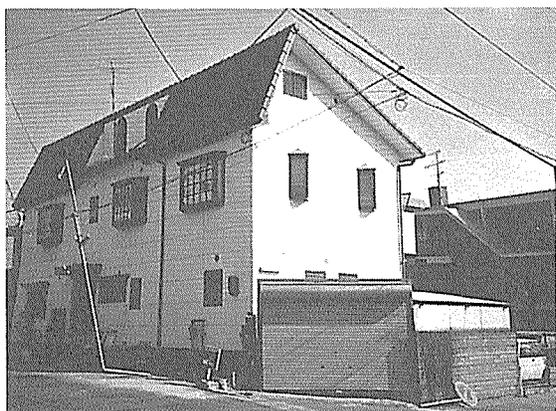
2階東面柱脚部
補修工事のためサイディングボード
がはがされている。金物は地震
後取り付けられたものもある。



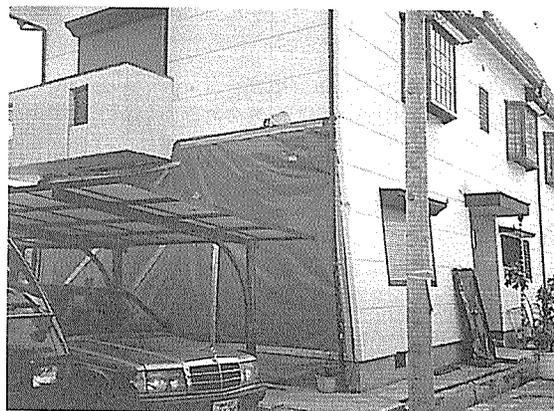
2階東面柱脚部
土台がねじれている。

物件：東灘区N o. 6
築年数：8年
被害度：中大被害
物件所在地：神戸市灘区住吉宮町
建物用途：住宅
建物工法：在来軸組工法
階数：小屋裏3階建て
屋根：瓦
外壁仕上げ：A.L.C+タイル

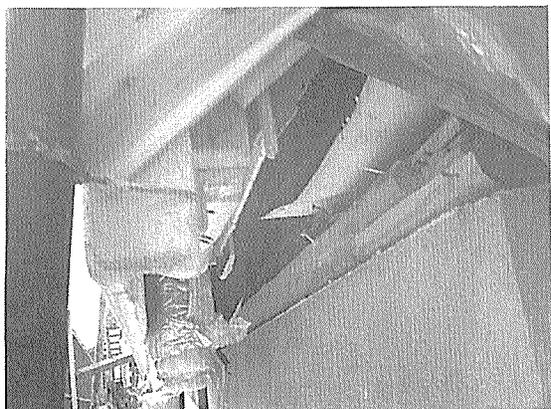
被害概要：1階の柱が2本折損。また1階東側の壁量が少なく、脚部の耐力不足。



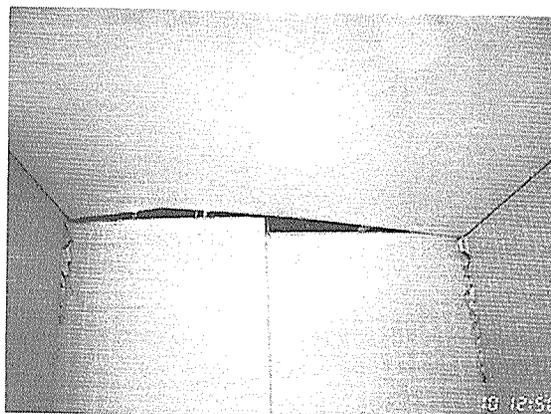
建物全景北西面
1階東面の壁量の不足



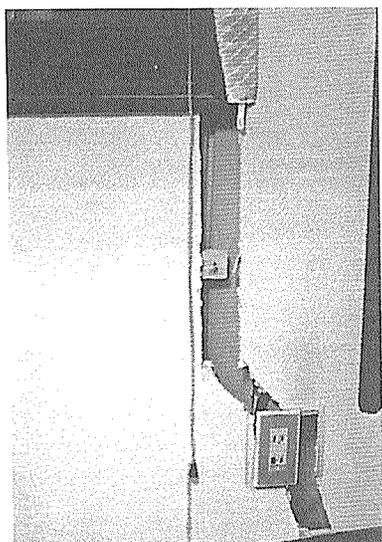
建物東面
外壁仕上げ材が剥落し、仮補強され、シートで覆っている。



1階南東の隅柱脚部
1階の柱が土台から踏み外している。



1階居間西側の壁
内装材がせん断すべりを起こした様子



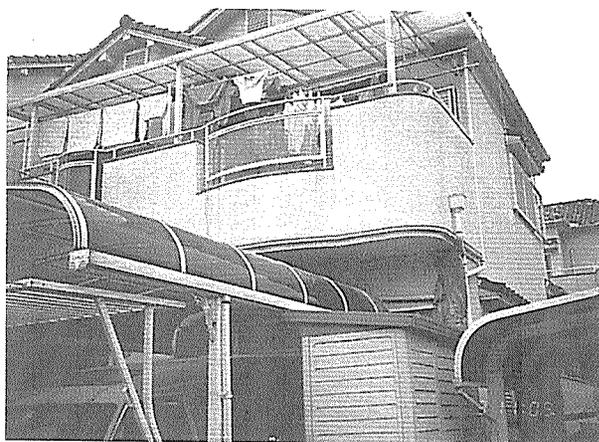
1階洋室南側の壁
1階洋室南側内装材、開口端部より亀裂。



1階外壁仕上げ材
1階外壁仕上げ材 (A.L.C) 開口端部より亀裂。

物件：東灘区No.11
住宅金融公庫融資：有り
建築時期：S63.10
被害度：中被害
物件所在地：神戸市東灘区住吉東町
建物用途：住宅
建物工法：在来軸組工法
階数：2階建て
外壁構造：木筋かい(85×30mm)
木柱断面(100×100mm)

屋根：瓦
外壁仕上げ：モルタル
金物使用：羽子板ボルト(梁端)
被害概要：1階南側のハ型配置の片筋かいが1本中央の節の位置で折れる。また、外壁仕上げ材(モルタル)の亀裂も大きい。



建物全景南面

1階は全体的に被害は大きく、2階はきしみ、隙間がある程度。



南側ベランダ下の外壁材
玄関横の雨戸のモルタル亀裂。ベランダまで延びている。



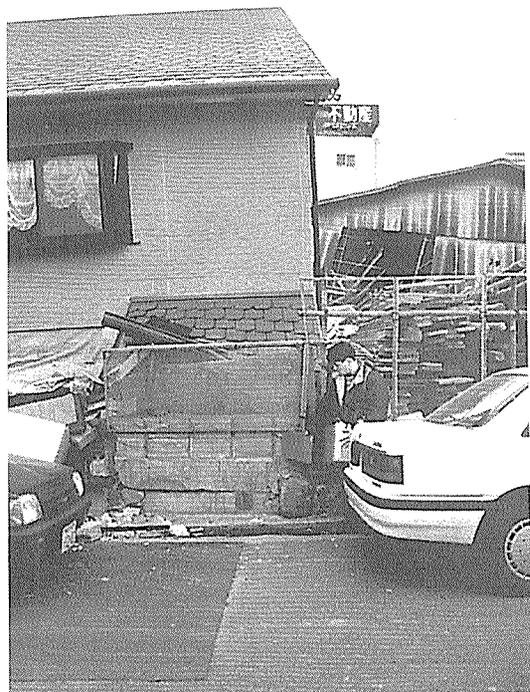
1階玄関廻り外壁材
玄関廻りのモルタル亀裂。玄関の煉瓦も剥落する。



1階南側筋かい
1階南側のハ型配置の片筋かいが1本中央の節で折損。

物件：灘区No.1
住宅金融公庫融資：無し
築年数：2カ月
被害度：大被害
物件所在地：神戸市東灘区弓木町
建築用途：住宅
建築工法：在来軸組工法
階数：小屋裏3階建て
外壁構造：木筋かい
屋根：スレート葺き
外壁仕上げ：サイディング
床：在来板張り（火打ち無し）
使用金物：かすがい（柱脚部-土台）

被害概要：1階が完全に倒壊しており、約2.5m隣の敷地に倒れかかっている。これは1階は1.8畳くらいの広いリビングとなっていて、間仕切り壁がほとんどない状態であった（施主の話による）ことが原因と考えられる。また、1階柱脚部と土台はかすがい1本のみで接合されている。



建物東面
約2.5m隣の敷地に倒れかかっている。



建物全景南面
完全に1階が倒壊してしまい2階のみ残る。



1階南東柱脚部
土台と柱脚はかすがい1本のみで接合されている。

物件：灘区N o. 3
 住宅金融公庫融資：無し
 築年数：8年2カ月
 被害度：大中被害
 物件所在地：神戸市灘区楠丘町
 建物用途：住宅
 建土工法：在来軸組工法
 階数：2階建て
 外壁構造：木筋かい(90×30mm)
 木柱断面(105×105mm)
 屋根、外壁仕上げ：瓦、モルタル
 金物使用：山形プレート、筋かいプレート
 被害概要：1Fに大空間があり偏心が大きい。また西、南面の壁量が小さく、内装落下が激しい。



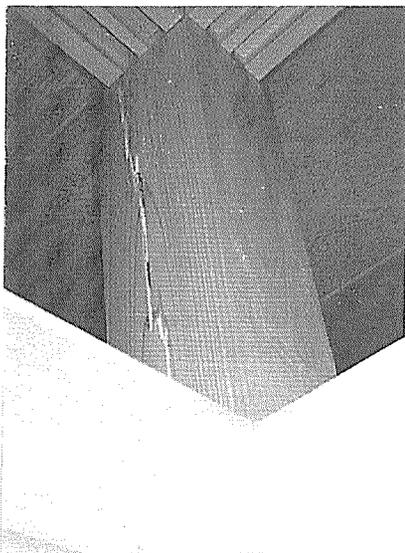
建物全景北西面
 1階に大空間があり偏心が大きい。



1階居間南西隅通し柱
 1階南面柱踏み外し写真の上部(内部から撮影)。



ベランダ支持柱脚部
 2階ベランダ支持柱、柱脚部で踏み外し。

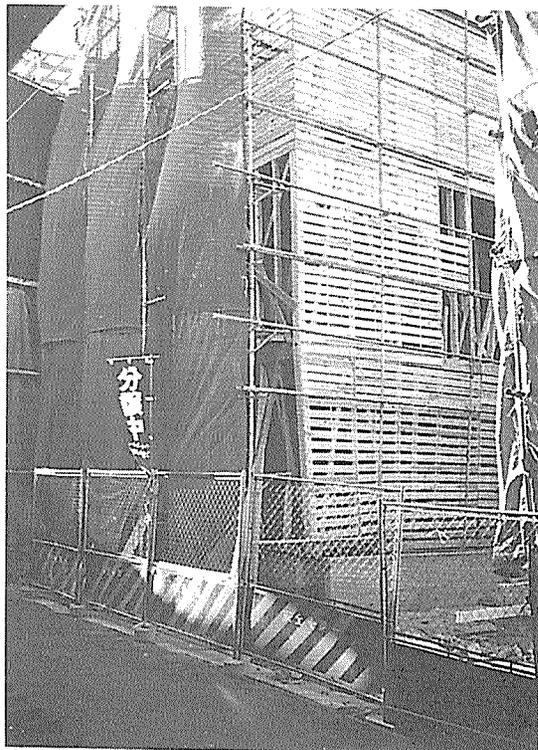


1階和室南西隅通し柱
 1階南面隅(縁側)の通し柱の亀裂

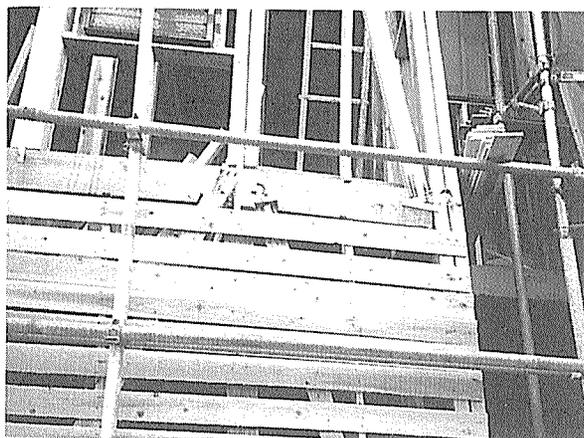


1階居間南西隅通し柱
 土台から通し柱が踏み外している。この上部では柱が折損している。

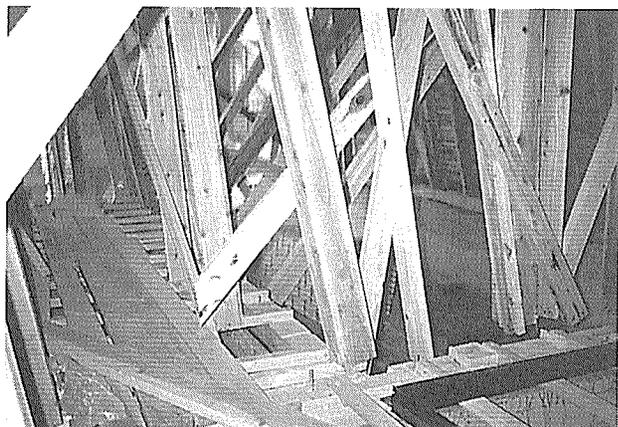
物件：灘区No.7
 住宅金融公庫融資：無し
 被害度：大被害
 物件所在地：神戸市灘区下河原通
 建物用途：住宅（1階付属車庫有り）
 建物工法：在来軸組工法
 階数：3階建て
 外壁構造：木筋かい(103×33mm)
 木柱断面(120×120mm)
 床：未着手
 金物使用：ひら金物（土台-柱階）
 アンカーボルト
 釘2本（筋かい端部）
 被害概要：筋かい、柱が土台から踏み外している。
 1階南側は駐車場、玄関があり幅910mmの壁が1枚
 だけである。
 1階の傾き（EW方向）は、12/90であった。
 だけである。



建物全景南東
 1階の東面が被害が大きく12/90傾いている。



1階筋かい端部
 釘2本斜めうちでのみ接合されている。



建物1階内部
 筋かい、柱全て土台から踏み外している。



1階南東隅柱脚部
 完全に踏み外しており、20cmほどずれている。

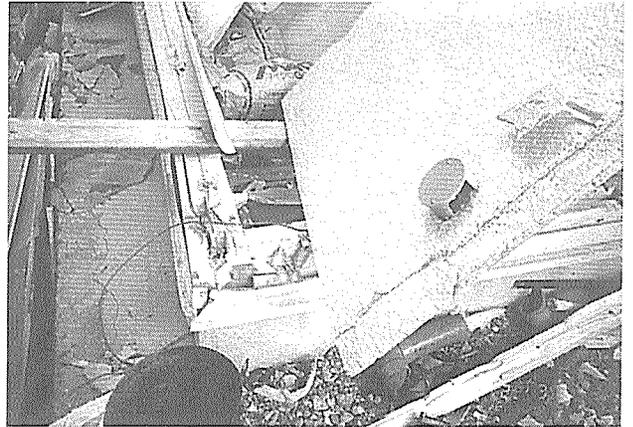
物件：灘区No. 9
 住宅金融公庫融資：無し
 建築時期：1993年7月
 被害度：大被害
 物件所在地：神戸市灘区琵琶町
 建物用途：1階 工場 2、3階 住宅
 建物工法：在来軸組工法
 階数：小屋裏3階建て
 外壁構造：木筋かい(105×45mm) 合板(7mm)
 木柱断面(105×105mm)
 間柱(105×27mm) 胴差(175×105mm)
 金物使用：合板釘1階 @250 N50
 筋かい釘 N75
 かすがい 羽子板ボルト アンカーボルト
 基礎種別：布基礎 梁幅120mm 梁立ち上がり350mm
 土台 105×105
 被害概要：通し柱が1階柱頭部でおれている。
 アンカーボルトは差し込んであるだけで締めていない。
 隣の建物が押し倒した感じである。



建物全景南面
 手前の建物は既に倒壊しなくなっている。



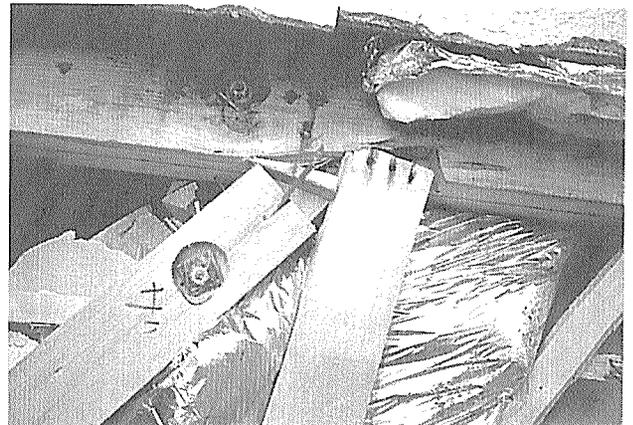
建物全景西面
 南側の2階建住宅に寄り掛かれて傾いている。



南東隅土台部分
 アンカーボルトが柱の下に位置しており接合不良。



建物1階東面
 外壁が剥落し、柱、筋違いも踏み外す。



1階東側壁の柱頭部
 柱はかすがい1本で接合され、筋かいは釘3本で接合。

IV 武蔵工業大学佐藤等の調査

1 調査目的

平成7年1月17日午前5時46分、淡路島北部を震源とするマグニチュード7.2の大地震では、約5,500人に及ぶ死者が生じると共に、大小多くの建物をはじめ、高速道路、鉄道、ライフライン等が倒壊したり、使用不可能になるなど未曾有の被害が生じた。なかでも火災の多発により数十の地域が広範囲に焼失した。その焼跡はあたかも記録写真にみる関東大震災や空襲の再現かの如き様相を呈した。

今回の地震火災による焼失地域の現場の状況、焼け止まり状況、特異火災現象等を把握し記録しておくことは、今後の木造建物の防火性向上を図る上でも大事なことである。本調査はこのような目的のもとに実施したものである。

2 調査概要

2.1 調査期間

A班 平成7年1月29日(日)～1月31日(火)

B班 平成7年1月31日(火)～2月2日(木)

2.2 調査地域

A班 尼崎市、東灘区、灘区、中央区、兵庫区、長田区

B班 東灘区、須磨区、長田区

2.3 調査対象

今回の調査対象は、主として木造住宅に関して焼失地域の現場の状況、焼け止まり状況、特異火災現象について実施する予定で出発したが、火災現場は伊丹、尼崎市から垂水区まで広範囲であること、しかも交通は寸断されており、徒歩による移動が強いられたこと、現地には宿泊施設もなく京都、大阪から通うため調査時間に限りがあること、火災発生状況や消火状況の事前情報が断片的にしか入手されていないこと、火災地域の木造建物は完全に焼失していること、現場は混乱しておりヒヤリングする雰囲気ではないことなどの制約から、とにかく1現場でも多く、時間の可能な限り歩き回り木造建物の火災現象を記録することとした。

2.4 調査項目及び方法

火災実験等とは異なり、事前に詳細な系統立てた調査項目を用意することは出来なかったが、目的にも述べたように、焼失地域の状況把握、焼け止まりの状況把握を木造建物と絡ませて、目視と写真撮影により行った。

2.5 調査者

A班 上杉三郎(森林総合研究所) 原田寿郎(森林総合研究所)

前田 豊(森林総合研究所)

B班 佐藤 寛(武蔵工業大学) 成瀬友宏(東京大学) 塚原孝夫(東京大学)

山田 誠(日本住宅・木材技術センター)

3 調査結果と考察

A班とB班の調査結果と考察をまとめて以下に述べる。

3. 1 灘区御影石町（阪神電鉄・石屋川駅北）

1階がRCの駐車場、2階が木造の本堂、庫裏及び住宅となっている寺院が全焼しているのを始め、付近の木造家屋はほぼ全焼している。周辺には倒壊家屋がないことから倒壊した家屋からの火災ではなく、消火も十分ではなかったものと推定される。東側は河川及び平行する道路、南側は5m以上の土手（線路）、西側は4m道路とモルタル及び不燃外壁の家屋で、北側は工事中の家屋によって延焼は阻止されている（写3.1-1）（写3.1-2）。

3. 2 灘区琵琶町、烏帽子町、鹿ノ下町（阪神電鉄・新在家駅裏）

高架下の木造家屋（バラックに相当する極めて貧弱な家屋）でガラス、瓦などに被害が全く無いものがあったが、RC高架橋によって保護されたのではないかと考えられる。高架に隣接した木造家屋では火災が発生していたが道路によって延焼は阻止されていた。また、高架下の工場で出火し、消火がないため長時間火災が継続した関係でRCが爆裂をし鉄筋が現れている箇所があった（写3.2-1）（写3.2-2）。

3. 3 阪神青木駅南側（深江本町一帯）

深江本町5丁目1～3及び6丁目8にかけた街区の火災現場。現場は青木駅南口商店街と阪神高速道路3号線に囲まれた一角で、周辺道路（写3.3-2）、駐車場（写3.3-3）及びRC建物で焼け止まっている。顕著な現象は焼け跡一角から約3m幅の道路に面した南側（写3.3-4）及び西側（写3.3-5）の建物は、比較的新しい木造建物が多く、被災状況も外見上は軽微で窓ガラスの破損もほとんど見られず、建物外壁の一部溶融・炭化が見られる程度（写3.3-1）で類焼も受けていない。火災拡大地域の内部にある木造の被災建物は損傷の大きいものと、モルタル外壁が脱落していないため類焼を免れた外見上健全なものもある。道路上の電柱の倒壊（写3.3-6）も目につく。この地域は街区外の周辺建物に対して初期の段階で延焼防止の消火活動が行われたのではないかと、また、出火場所は不明であるが火災発生時の風向は北向き（風速は3mと言われている。）であったのではないかと推測される。

3. 4 魚崎北町5、6丁目付近

広範囲に延焼しており推定の仕様もないが、RC建物の側で焼け止まっている箇所が数カ所（写3.4-1）（写3.4-2）見られる。個々の事例では焼け止まりの一角に木造建物で類焼を免れたものが数棟ある。外見上地震による損傷もなく類焼も受けていない（写3.4-3）（写3.4-4）。モルタル外壁が健全なことと、鋼製雨戸が閉まっていたこと、別の建物では前面の樹木が火熱を遮蔽したと見られるものがある。

3. 5 田中町4、5丁目付近

この付近は火災はないが倒壊、半倒壊建物が多い。このなかで、木造によるいわゆる文化住宅や3階建て木造住宅の健全なものが数棟見られる（写3.5-1）（写3.5-2）。

3. 6 住吉本町2丁目付近

木造2階建てで、1階が南側に倒壊した建物（建物内部に駐車場、南側前面開口）で棟瓦数枚（写3.6-1）が落下したのみで瓦屋根及びモルタル外壁がそっくり残っている建物が目についた。この近所には棟上げが終わったばかりで仮筋違いのついた、補強金物もまだ締め付けていない建物があって僅かに傾いていた（写3.6-2）（写3.6-3）。

この地域でも延焼した一角がある。焼け止まりは被火災RC建物と約7mの道路で終わっている。消火器が十数本角地にまとめて置いてあったことから、初期の段階では住民による消火も行われたものと思われる。延焼地域内は鉄骨の残骸は殆ど見られず木造家屋が多かったものと推定される（写3.6-4）（写3.6-5）。

3. 7 森南町1、2丁目及び本山中町1、2丁目付近

この地域は類焼は受けていないが、1階が押しつぶされた倒壊家屋が数多く見られる。比較的新しいと思われる木造も1階部分が押しつぶされている（写3.7-1）。倒壊を免れている家屋も、大部分は傾き、1階部分のモルタルの落下が多く木摺が露出（写3.7-2）している。大部分のものが土台から柱のほぞが抜けている。他の地域でも同様の現象のもので柱と土台間に補強金物を使用していないものが多く目についた。

本山中町2丁目の延焼区域では他と同様に道路、被火災RC建物で延焼を阻止しているが（写3.7-3）、隣家の火勢は激しいものであったと推定されるが、境界に木造建物の健全なものがあり、しかもモルタル壁の落下がないため壁面と不燃建材による軒裏及びブロック塀で延焼を阻止している例があった（写3.7-4）。

3. 8 大池町、千歳町一带

長田区の広域延焼地域で小規模工場が多い地域である。火災現場は軽量鉄骨を含む鉄骨造の焼け落ち残骸（写3.8-1）や内部外部とも完全に焼きつくしているRC造（写3.8-2）、同様に自立はしているがALC外壁をぶら下げ、曲がりくねった鉄骨のみとなった建物（写3.8-3）が目につく。RC造の内部の梁は爆裂により鉄筋が露出している。木造がどのくらい混在していたのかは不明である。火災が長時間継続していたこと、また繰り返し出火したため木材の炭化残物が若干見られる程度である。伝聞によると零細企業の工場が多いことから朝の早い人が多く、火気の使用も早いため、尼崎方面に比べ出火は多発したと言われる。他の延焼地域が道路で焼け止まっているのに比べ、道路を越して幾街区にも延焼している。この地域は区画整理が実施されていないため道路は狭く、戦後の古い建物や建ぺい率以上の建物が多かったとのことである。ここで近所の人へのヒヤリングができたが、3日間に数回出火し、加えて消火が十分に行えなかったのもこれだけ拡大したと述べていた。（備考：朝日新聞 2/7によると、17日地震発生直後の出火80件、同日中で56件、18日16件、19日12件と報告され、また、出火原因の特定されたものはガス22件、電気30件、石油ストーブ8件、その他となっているが、その中でガス及び電気の復旧に係るものが17件とある。）

3. 9 御屋敷通、水笠通、松野通一带

御屋敷通では大通りに面した建物の内側で焼け止まっている。水笠通では道路を挟んで4丁目は倒壊家屋はあるが延焼はしていない。5丁目一带は類焼を受けているが道路に面した一角は延焼を免れている。また、外見上健全な木造も見られる。

さらに松野通に到ると、1丁目の商店街は倒壊している建物は少ないが類焼を受けているものが多く、木造でも自立しているため通常の火事場跡を見るようである。道路を挟んだ2丁目の商店街は半倒壊の木造が並んでいるが道路で延焼を止めている（写3.9-1）。しかし、家屋に取り付いた空調機の換気扇、庇、看板などでプラスチック製品は熱のため変形している（写3.9-2）。（備考：朝日新聞によると大通りを隔てた戸崎、西代通では住民のバケツリレーや炎上建物の破壊消火により延焼を食い止めたとある。）

3. 1 0 若松町周辺

J R新長田駅（倒壊）の南側一帯の延焼街区で、多くのR C建物が内外共真っ黒に焼けただれて林立しており、鬼気迫るものがある。街区を取り巻く道路と被火災建物とにより延焼も食い止められている（写3.10-1）。この中に木造と思われる1棟が倒壊せず、殆ど類焼も受けずにR C造に囲まれ自立している姿は奇異であった（写3.10-2）。

3. 1 1 腕塚町、久保町一帯

J R新長田駅から阪神高速道路3号線を越した南側の延焼街区。駅側から一直線の大正筋商店街のアーケードの両脇は焼け野原で、R C建物の焼失残骸で焼け止まっている（写3.11-1）。アーケードは鉄骨の骨組みのみ残っているが、このアーケードに直角に直結している腕塚4丁目からのアーケードに面した商店街は、片側はそっくり延焼し無くなっているが、片側の建物は裏側一帯が延焼しているのに類焼を受けていない。ただ、アーケード側に面したプラスチック系の覆い、看板等は熱のため変形変色をしている。類焼を受けていない久保町7丁目付近には外見上軽微な損傷の木造が多く残っている（写3.11-2）。

3. 1 2 大橋町、若松町一帯

高橋病院のある一帯。焼け跡は他の地域と同じ状況である。前面道路まで延焼してきている野田4丁目の一角は建物は損傷しているが自立している木造も多い（写3.12-1）。また、鷹取駅南口には倒壊も傾きもしない健在な木造も残っている（写3.12-2）。

3. 1 3 御船通一帯

焼け跡は他の地域と同じ状態であるが、焼け跡の状況や町並みからみて木造家屋が多かったものと思われる（写3.13-1）。この中で、焼け跡に面した2 m位の路地で類焼を免れている2棟の木造家屋があった。焼け跡側に倒壊したブロック塀の残骸があり、これと何らかの関係があるのではないかと思われる。焼け跡に面した道路の反対側の木造家屋は類焼を受けていない。

3. 1 4 御蔵通、菅原通一帯

御蔵通（約4 h a焼失）、菅原通（約8 h a焼失）は大池、千歳町と同様に広範囲な延焼街区である。倒壊、非倒壊にかかわらずR C建物は丸焼けの状態、その他の構造の建物は判断の仕様もない。幅の広い道路も延焼を阻止できないほど激しい火災であったことがうかがえる。とくに御蔵通ではR C造の燃え方が激しく、建物内の可燃物が多かったのではないかと推定される。この状況の中で菅原通の焼け跡で、周囲が延焼しているのに、文化住宅が6棟綺麗に残っているのが目立った。裏側は空地、表側は4 m位の道路、側面の一方は駐車場、他の一面は2 m位の路地で囲まれている。構造的にも外見上は無傷同然で屋根瓦も一部の損傷のみである（写3.14-1）。

3. 1 5 兵庫区新開地

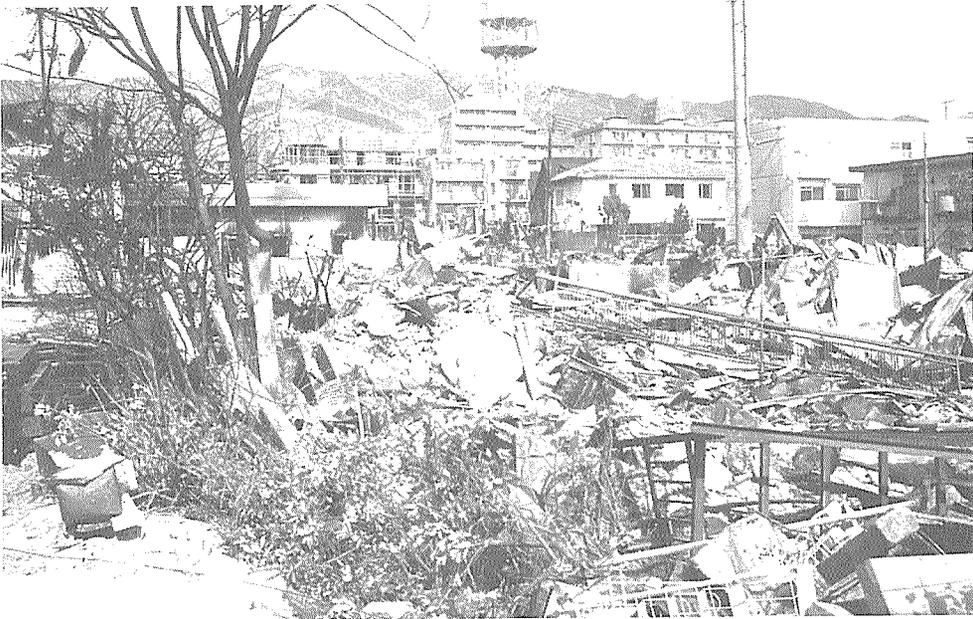
西側に小さい公園、北側に鉄道高架の土手で囲まれた三角地帯の火災。三方向に空間があったため延焼が阻止されている。

3. 1 6 中央区二宮町

アパート及び住宅で火災が発生しているが、内部は完全に焼失しているものの、アパートのモルタル外壁が効果を発揮して延焼を遮断している（写3.16-1）。なお、消火活動もあった模様である。

4 まとめ

- ① 広域延焼区域内の建物構造は、RC造、鉄骨造、軽量鉄骨造、木造の被災建物が混在していたものと思われるが、長時間の火災であったためと地震破壊により耐火造でも原形を止めていない状態である。したがって、通常の火災現場でみられる柱、梁が自立した木造建物の痕跡はほとんど見られなかった。
- ② 延焼区域は1街区のものから数街区に及ぶものもある。いずれの場合も最終的には道路が焼け止まり点となっている。
- ③ 地震火災の特徴として同時多発火災があげられるが、今回の地震でも多数の出火をみた。出火原因としては、火気を使用している場合は揺れにより周囲の可燃物等に着火し出火したもの、ガス管が破断したり、管の接続部がはづれたりして建物内にガスが溜まり、ローソクの火などにより引火したもの、停電中の電気の復旧により切断された電線がショートをおこし出火したものなどが報告されている。
- ④ 倒壊建物から出火したものは、あたかも薪を燃え易く積んだ状態であったものと推定される。自立している家屋でも、激しい揺れでモルタル等湿式の外壁材が落下し、下地の木摺等が露出したため、裸木造と同様に木部に着炎し燃え広がったものと推定される。モルタルが完全に固定されていたものは延焼を阻止しているものが多く、今後、下地のラスの断面形状、タッカーの長さ、留めの工法などの研究が必要となろう。
- ⑤ 木造家屋の瓦葺き屋根は葺き土を使用しているものが多い。火災を受けていない倒壊、半倒壊家屋の屋根の状況は、激しい揺れで瓦が葺き土とともにずり落ちており野地板が露出している。このことから飛び火により野地板に着炎し延焼したものも多いと推定される。
- ⑥ 古い建物が多いこともあって、倒壊建物には布基礎となっていないものが多い。布基礎を使用している比較的新しい家屋でも、傾いた建物をみると土台から柱のほぞが抜けており補強金物も使用されていない。湿式の外壁材の脱落は下部ほど大きく木部の露出も大きい。この状態が延焼を拡大させた要因の1つと想像される。
- ⑦ 木造建物に限らず窓に網入りガラス使用のもの、鋼製雨戸を使用したものは加害、被害に係わらず類焼を小さく抑えるのに効果を示したところが多く見られた。隣棟間隔が十分にとれない都市住宅では、法規制に係わらず積極的に防火上有効なドア、窓を取り入れることが望まれる。
- ⑧ 街路樹や庭木などの樹木が折れたり、倒れたりしているところは殆どみられない。むしろ、そのままでは倒壊する建物が樹木で支えられた状態や、樹木によって延焼を阻止したのではないかと思われる事例が数多く見られた。都市の中に火熱に強い街路樹や庭木を増やすことは防災のみならず都市環境を整備する上でも効果があると思われる。



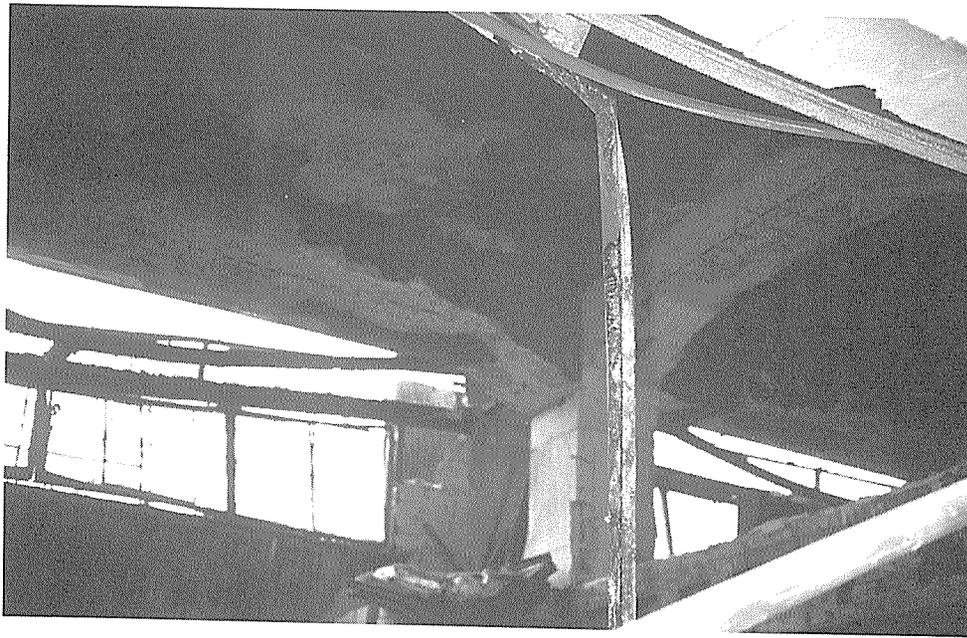
3. 1 - 1
灘区御影石町



3. 1 - 2
灘区御影石町



3. 2 - 1
灘区琵琶町
烏帽子町
鹿ノ下町



3. 2 - 2
灘区琵琶町
烏帽子町
鹿ノ下町



3. 3 - 1
深江本町
阪神青木駅南側



3. 3 - 2
深江本町
阪神青木駅南側

3. 3 - 3
深江本町
阪神青木駅南側



3. 3 - 4
深江本町
阪神青木駅南側



3. 3 - 5
深江本町
阪神青木駅南側





3. 3 - 6
深江本町
阪神青木駅南側



3. 4 - 1
魚崎北町
5、6丁目



3. 4 - 2
魚崎北町
5、6丁目



3. 4 - 3
魚崎北町
5、6丁目



3. 4 - 4
魚崎北町
5、6丁目



3. 5 - 1
田中町
4、5丁目



3. 5 - 2
田中町
4、5丁目



3. 6 - 1
住吉本町2丁目



3. 6 - 2
住吉本町2丁目



3. 6 - 3
住吉本町2丁目



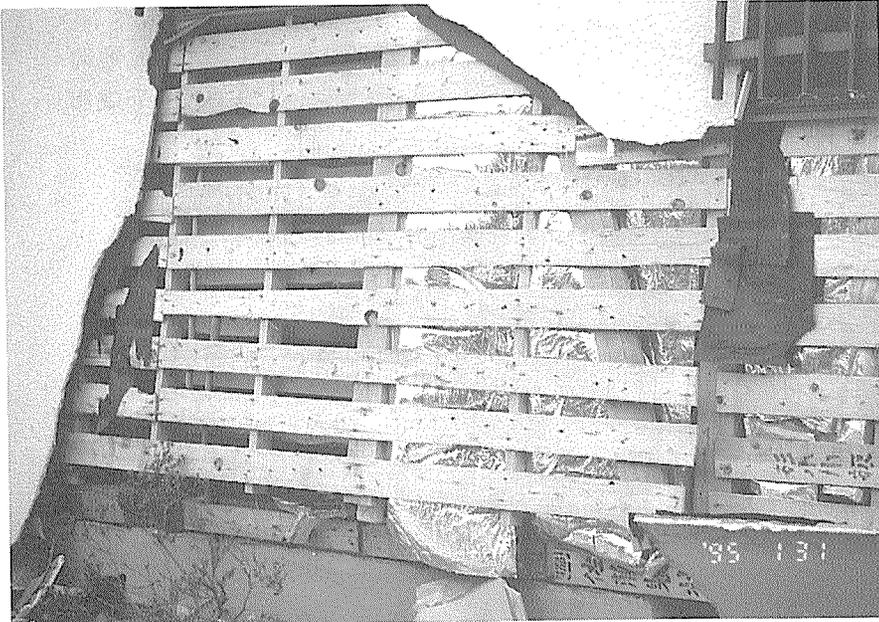
3. 6 - 4
住吉本町2丁目



3. 6 - 5
住吉本町2丁目



3. 7-1
森南町1、2丁目
本山中町
1、2丁目



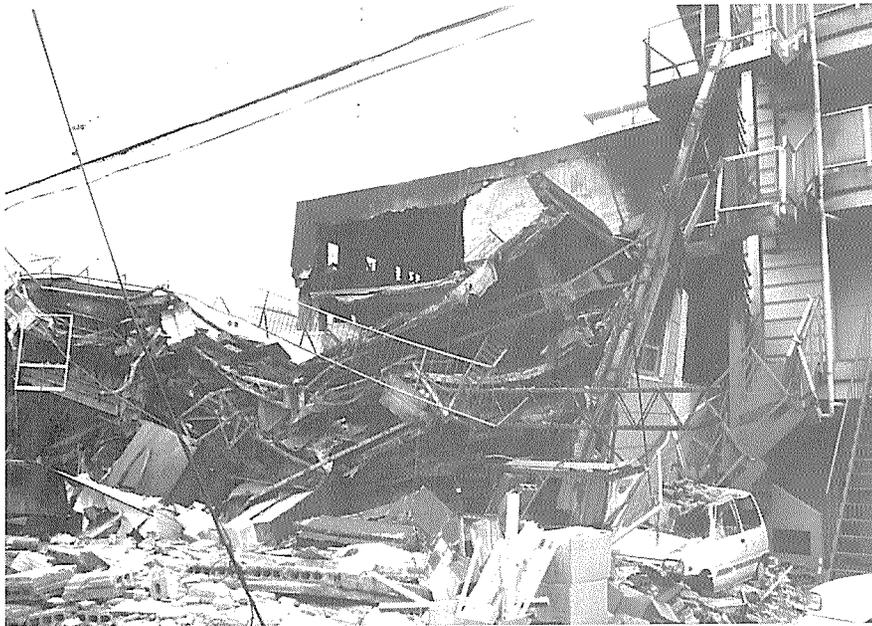
3. 7-2
森南町1、2丁目
本山中町
1、2丁目



3. 7-3
森南町1、2丁目
本山中町
1、2丁目



3. 7-4
森南町1、2丁目
本山中町
1、2丁目



3. 8-1
大池町
千歳町



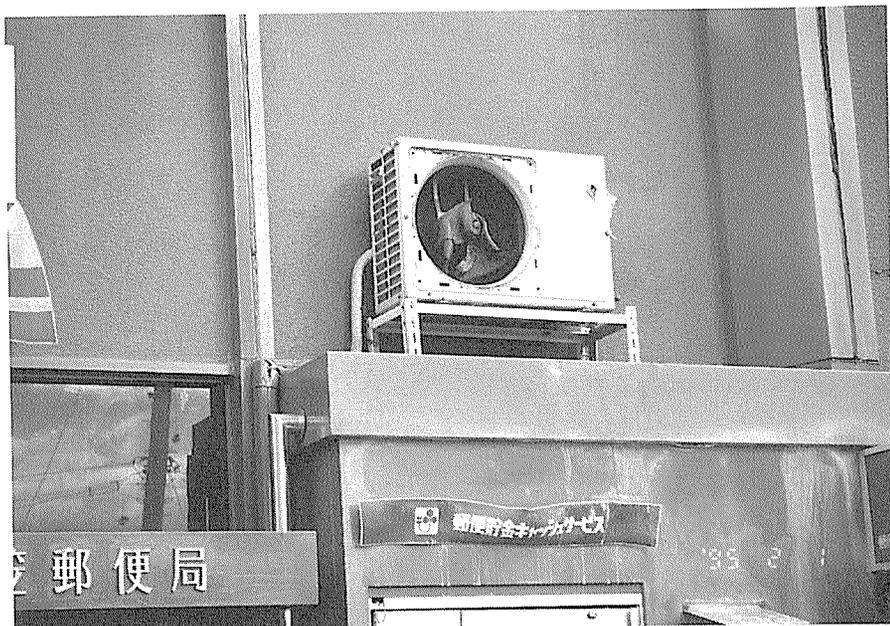
3. 8-2
大池町
千歳町



3. 8 - 3
大池町
千歳町



3. 9 - 1
御屋敷通
水笠通
松野通



3. 9 - 2
御屋敷通
水笠通
松野通



3. 10 - 1
若松町



3. 10 - 2
若松町



3. 11 - 1
腕塚町
久保町



3. 11 - 2
腕塚町
久保町



3. 12 - 1
大橋町
若松町



3. 12 - 2
大橋町
若松町

3. 13-1
御船通



3. 14-1
御蔵通
菅原通



3. 16-1
中央区二宮町



第4章 他機関等が実施した現地調査

本章では、建設省建築研究所及び農林水産省森林総合研究所が実施した木造住宅に関する被害調査報告並びに木造住宅等震災調査委員会の委員または協力委員が実施した被害調査報告を記述した。

これらの調査に携わった者が当センターの委員会を構成する委員等となっていることから、これらの調査結果は、関係委員等の意見を通じて第2章の調査の総括に反映されている。

- I 建設省建築研究所の調査
- II 農林水産省森林総合研究所の調査
- III 東京大学有馬助教授の調査
- IV 京都大学東樋口助教授の調査
- V 足利工業大学尾内講師の調査

I 建設省建築研究所の調査

本報告は、平成7年2月建設省建築研究所「平成7年兵庫県南部地震被害調査報告（速報）」に記載の木造建物にかかる部分を抜粋したものである。ただし、読者の便に資するため、標題の番号を順に追い番とすることとして、1部分訂正した。

1. 調査の実施状況

(1) 二次調査

日時 : 平成7年1月25日（水）～28日（土）

場所 : 神戸市、芦屋市

団員	: 第二研究部有機材料研究室研究員	中島 史郎
	第三研究部耐風研究室研究員	山口 修由
	第二研究部有機材料研究室研究員	宮村 雅史

(2) 補足調査

日時 : 平成7年2月7日（火）～12日（日）

場所 : 神戸市、宝塚市、淡路島

団員	: 第三研究部耐風研究室主任研究員	安村 基
	同	河合 直人
	同 研究員	山口 修由
	第二研究部有機材料研究室研究員	中島 史郎

2. 木造建物の被害の概要

(1)木造建物の分類

木造建物は、様々な時期に建てられた建物が広範囲に渡って分布しており、その被害の状況は、その地域にどのような木造建物が分布するかにより大きく左右される。木造建物の建設時期を推定することは容易ではないが、ここでは、便宜的に建設時期をその仕様から以下の3つに分類することとする。

第Ⅰ期：昭和30年頃以前。土塗壁に漆喰塗、下見板張り又は金属板張り、ふき土を有する瓦屋根が多い。この時期の建物は改築され、外壁にモルタル等が施されている場合がある。

第Ⅱ期：昭和30年～40年代後半頃。土塗壁に木ずり、モルタル塗り。筋かいを有することが多い。屋根は、ふき土を有する瓦屋根が多い。

第Ⅲ期：昭和50年頃以降。外装は木ずり、モルタル塗り又はサイジング張り。内装は、ラスボード下地、石膏ボード張り。土塗壁は一般に用いられず、断熱材が用いられることが多い。一般には筋かいが用いられ、釘打ち張り面材等が用いられることもある。在来構法の他に枠組壁工法や木質系プレファブ構法等がある。

(2)灘区、東灘区

灘区、東灘区東部における木造建物の被害は、国道2号線沿いの地域で大きく、灘区では、さらに南部にまで被害が広がっている。この地域では、第Ⅰ期及び第Ⅱ期に建てられた木造住宅の多くが大破、倒壊などの被害を受けており、第Ⅲ期に建てられたものも構造計画の不適切なものは、大破、倒壊等の被害を受けているものがあった。この地域に建つ木造建物は、第Ⅱ期に建てられたと推定されるものの割合が多く、これらの建物の被害が大きいことから、結果として木造建物の倒壊率が高い。東灘区で上記の国道2号線沿いの範囲から南北に外れる地域では、第Ⅰ期の建物の倒壊が見られたが、第Ⅱ期及び第Ⅲ期の建物の倒壊は比較的少なかった。

(3)長田区

長田区の国道28号線以南の地域は、木造の古い連棟型共同住宅とRC造やS造の工場等が高密度に混在した地域で、木造の古い連棟型共同住宅や店舗併用住宅の被害が目立った。長田区の国道28号線と新湊川との間やJR新長田駅北東部一帯の地域では、高密度に建てられた古い木造の連棟型共同住宅が多く、第Ⅰ期及び第Ⅱ期に建てられたと推定される木造建物の多くが大破または倒壊の被害を受けていた。第Ⅲ期に建てられたと推定される木造建物も、振動や衝突等により大破等の被害を受けているものが見られた。

(4)兵庫区・中央区（調査経路沿い）

国道28号線と新湊川に挟まれた地域では、長田区から新開地にかけて、第Ⅰ期に建設されたと推定される連棟型木造共同住宅の被害が著しく、JR神戸線から国道28号線に挟まれた地域でも、第Ⅰ期及びⅡ期に建設されたと推定される木造建物の被害が見られた。中央区のJR神戸から元町にかけては木造建物の被害は比較的少なかったが、三宮北部中山手通に至る一帯では、第Ⅰ期及びⅡ期に建設されたと推定される木造建物の被害が目立った。

長田区に接した地域では、第Ⅰ期の連棟型共同住宅の被害が著しい。調査経路となった福原町、橋通、元町の被害は長田区と比べて少なく、また第Ⅰ期の建物の被害も同様に少なかった。しかし、三宮に近づくと、被害が増える傾向があった。

(5)西宮市（西宮北口駅北側の調査地域）

調査した地域は、駅周辺の商店街の外側に位置する、第Ⅰ期、第Ⅱ期及び第Ⅲ期の住宅が混在した地域である。東灘区の被害と同様に第Ⅰ期に建設されたと推定された建物の多くが大破以上の被害を受けている。第Ⅱ期や第Ⅲ期の建物も大破以上の被害を受けている場合があった。第Ⅲ期に建設されたと推定される建物の被害は、第Ⅰ期や第Ⅱ期の建物より少なかった。

(6)神戸市三宮フラワーロード

フラワーロード通り沿線の木造建物は、店舗或いは店舗併用住宅がその大半を占めていた。これらの木造建物は1階の通りに面した側に大きな掃き出し開口を有しており、第Ⅰ期と第Ⅱ期の建物が全体の約8割を占めていた。これら木造建物の大部分は三宮駅の北側にあり、三宮駅の北側100m以内の木造建物に大破以上の被害が集中していた。この地域の大破以上の建物の被害形態は、主として1階部分の層崩壊によるものであった。三宮駅の100m以北から新神戸にかけては、大破以上の木造建物の被害は大幅に減少した。

(7)宝塚市

宝塚市では北部を走る阪急電鉄宝塚線の売布神社駅から中山駅にかけての一帯および中山駅から南方数百メートルの範囲において、被害が集中して見られた。中でも、売布2丁目では第Ⅰ期の木造住宅の大破、中山寺1丁目では第Ⅱ期の木造住宅の地盤変状の影響も加わったと思われる大破程度の被害が目立った。また、星の荘から今里町にかけては、第Ⅱ期から第Ⅲ期と見られる2階建農家型住宅の1階での層崩壊または大破が特徴的であった。

(8)淡路島北淡町及び津名町

淡路島においては北淡町の育波、斗の内、富島、藁浦、津名町志筑などの海岸地域で被害が顕著であった。これらの地域では、戦前に建てられた第Ⅰ期の住宅の倒壊が多く、また、津名町志筑では店舗併用住宅の倒壊が多いと考えられるが、調査時点では被災建物の相当数が解体撤去されており、詳細は不明である。第Ⅰ期の住宅は切石土台に柱を立てており、倒壊家屋は原型をとどめない。また、竹を縄で編み土を乗せて瓦の下地とするが、倒壊しない建物でも瓦が落下する被害が目立った。第Ⅱ期、第Ⅲ期の住宅は、傾斜が大で大破となる被害が見られたが、倒壊に至

る例は第Ⅰ期に比べて少ないようである。

上記の他、島の内陸にも若干の被害があり、育波から2 km程度内陸に入った黒谷では、第Ⅲ期の住宅に大破の被害が認められた。なお、一宮町の被害状況は未調査である。

3. 木造建物の被害実体

1) 被害程度

木造建物の代表的な被害程度を以下に示す。なお、写真中に「東灘 NO.1」等の記載のあるものは、別途付録の「調査した建物とその被害度」の中の建物番号と対応する。

a) 全体崩壊

写真 2.5.3.1 は神戸市長田区三番町の被害で、第 1 期の木造連棟型共同住宅が全体に崩壊した状況を示す。

b) 層崩壊

写真 2.5.3.2 は東灘区本庄町にある 2 階建木造建物の被害を示す。1 階部分の耐力が地震力に対して不十分であったため、過大な層間変形を生じ、最終的には自重により層崩壊が生じたと考えられる。写真 2.5.3.3 は東灘区本山中町にある 2 階建住宅で、写真 2.5.3.2 と同様に 1 階部分の層崩壊が生じている。

c) 倒壊

写真 2.5.3.4 と写真 2.5.3.5 は、東灘区森南町で 2 階建木造住宅が倒壊した例を示す。

d) 傾斜

写真 2.5.3.6 と写真 2.5.3.7 は、東灘区森南町の 2 階建住宅で、1 階部分に大きな傾斜が生じている。

e) 壁構面の傾斜、外装材の脱落

写真 2.5.3.8 は長田区二番町で同様な被害が生じていた例である。写真 2.5.3.9 は東灘区本庄町の 2 階建住宅で、1 階部分の外壁が傾き、外装のモルタルが大きく脱落するなどの被害が生じている。

f) 無被害

・写真 2.5.3.10 は在来構法による木造部分 3 階建て住宅である。建物は無被害である。この建物は築 10 年以内で基準法の壁量規定を満たし、補強金物が使用されていると思われる住宅である。同様の仕様による他の調査建物を被害集中地域で調査したが、無被害或いは被害軽微であった。

・写真 2.5.3.11 は阪急神戸線の北側に建つ在来構法による木造 3 階建て住宅であり、被害の程度は軽微である。

・写真 2.5.3.12 は枠組壁工法による住宅である。構造体・仕上げ材とも被害はほとんどない。調査した他の枠組壁工法住宅についても、構造体・仕上げ材とも被害はほとんど皆無であった。

・写真 2.5.3.13 はパネル構法による総 3 階建て住宅であり、無被害であった。壁量が十分にあると考えられる。

2) 被害の特徴

以下、被害の特徴を記す。

a) 被害の無かった建物の例

・西宮北口駅北側にある店舗併用住宅。1階部分の開口部が少ないことと、合板を壁面材として使用していたため、構造体の被害はない。合板に吹き付けられた仕上げモルタルは1階部分の一部が剥落していた（写真 2.5.3.14）。

・被害が少ない在来構法による木造住宅。屋根仕上げの被害はあるが、構造体の被害はない。1階に十分な壁量があり、建物の構造計画にも無理がない（写真 2.5.3.15）。

b) 壁量の不足による被害実態

・1階・2階とも傾斜した在来構法による住宅。1階の南側構面に構面全体の約8割を占める掃き出し開口があり、この部分に十分な耐力壁が配置されていない（写真 2.5.3.16）。

・1階部分が層崩壊した比較的新しい在来構法による住宅。構造体に大きな被害があるにも関わらず、屋根瓦の被害は軽微であった（写真 2.5.3.17）。

・古い共同住宅の被害例。2例とも1階部分が層崩壊している。1階の壁量が不足していたものと考えられる（写真 2.5.3.18～19）。

・1階部分がせん断変形した在来構法による店舗の被害例。1階の道路に面した壁面に大きな開口があり、この部分に十分な耐力壁が配置されていない。フラワーロード通り沿線の店舗及び店舗共用建物の被害の多くは、このタイプであった。また、1階部分が層崩壊した建物もあった（写真 2.5.3.20～21）。

c) 構造計画の不適切による被害実態

・1階部分が層崩壊した比較的新しい在来構法による住宅。この住宅の1階部分には駐車スペースが設けられており、北面に駐車場の出入口となる大きな開口があり、同面の耐力壁はきわめて少ない（写真 2.5.3.22）。

・2階部分が層崩壊し、建物全体が西側に転倒している在来構法住宅の被害例である。建物の西側には車3台分の駐車スペースが建物の下に設けられており、この部分の水平力に対する耐力が十分に確保されていないものと推定される（写真 2.5.3.23）。

・2階部分を古い家屋の上に増築した建物の被害例。2階の増築部分が原型をとどめた状態で傾いている。下階の壁量の不足が原因と考えられる（写真 2.5.3.24）。

・2階部分を増築した在来構法住宅の被害例。無理な増築による構造計画上の問題により被害が生じたものと考えられる。壁面には断熱材が使用されており、比較的新しい住宅であると思われる（写真 2.5.3.25）。

d) 接合や筋かいの不備による被害実態

・倒壊した在来構法住宅の崩壊した壁。柱と梁の接合部は、ほぞが抜けており、耐力要素となるべき無開口壁にも筋かいは挿入されていない。柱梁間の補強金物を使用していないことによる被害例の一つである。このように柱梁間に補強金物を使用していない建物では、筋かいが挿入されている場合でも、筋かいが面外に外れ、有効に働かなかったと思われるケースが多くみられた。被害を受けた建物では、筋違いが窓下に延長された変則的な筋かいが使用されていたり、筋かいが「K」字に挿入されている建物が多く見られた。また、土台と柱の接合に金物を使用している場合においても、金物や材の劣化により緊結が十分に行われなかったケースもあった（写真 2.5.3.26～29）。

e) 材の腐朽と白アリの害による被害実態

・白アリによる柱の被害例。白アリや腐朽菌により木質部材が劣化していた建物も調査した被害建物の中にいくつか見られた（写真 2.5.3.30～31）。

f) 複数の因子による被害実態

・第Ⅰ期の在来構法による住宅の被害例。壁は土壁であり外観から判断できる限りにおいては筋かいはなく、柱と梁・土台との接合に補強金物は使用されておらず、ほぞが抜けていた。屋根は土葺瓦仕様である。このような仕様の建物は、今回の調査で「大破」以上の被害に分類された建物の中に多く見られた（写真 2.5.3.32～33）。

・在来構法による共同住宅の倒壊例。1階部分から北側に建物全体が傾斜している。この建物の1階東側には車庫があり、東側の壁面は全面が掃き出し開口となっている。1階の南北方向の壁量が不十分で、構造計画に無理があったものと考えられる。また、北側の柱材には白アリの被害が見られた（写真 2.5.3.34～35）。

・第Ⅰ期に分類される在来構法による建築物の被害例。このタイプの建物で三宮駅の北側100m以内に存在していたものは、多くが倒壊していた（写真 2.5.3.36）。

g) その他の要因による被害実態

・基礎に大きなひび割れが生じ、アンカーボルトが引き抜かれ、土台が浮き上がり、建物が傾いている被害例。この近くでは、道路に大きな陥没や隆起が生じており、塀も多く倒壊していた。阪急神戸線以北で調査した範囲内では、被害が大きい地域であった（写真 2.5.3.37～39）。

・丘陵地の高台にある木造住宅の被害例。基礎の形状に特徴があり、1階部分の開口が大きい（写真 2.5.3.40）。

・地盤の変形による被害例。東灘区本山中町にある2階建住宅で、築10年以下で、筋かいと金物を使用したと思われる比較的新しい建物である。この建物の敷地は小さな川沿いにあり、地盤が川の方向に一部移動・流失して、布基礎の地中部分が露出している。地盤の変形により、建物の被害が生じた例と考えられる（写真 2.5.3.41）。

・衝突による被害例。東灘区森南町にある第Ⅲ期の2階建木造建物の被害例で、隣家のうち一棟が崩壊し他の一棟が大きな傾斜を起こしてこの建物に衝突している。衝突により第Ⅲ期の建物が被害を受けた例である（写真 2.5.3.42）。

h) 連棟型共同住宅の被害例

・第Ⅰ期に属する連棟型共同住宅で間口が2間とせまく、間口に当る桁行方向に入口及び採光のための開口を設け、内壁を含めても桁行方向の壁が極めて少ない。

4戸が連続した連棟型共同住宅のうち2戸が2階を増築していることもあり、4戸が全てつながったまま1階が桁行方向に大きく（1/10以上）傾斜していた（写真 2.5.3.43）。

i) 連続戸建住宅の被害例

・Ⅲ期に属する2階建戸建て住宅で、間口が2間と狭い。間口に当たる桁行方向に入口及び採光のための開口を設け、内壁を含めても桁行方向の壁が極めて少ない。同一プランの戸建てが軒を連ねて並んでおり、あたかも将棋倒しのように衝突して、1階が同一方向に大きく傾斜していた（写真 2.5.3.44）。

3) 建設時期による被害の特徴

建設時期による、被害の特徴をまとめて以下に示す。

a) 第Ⅰ期の建物

被害集中地域にある第Ⅰ期の建物は、崩壊している場合が多く、元の建物の様相が推察困難な場合が多い。崩壊現場では屋根の土葺や土塗壁に使用されていた土、瓦の破片、木片、家財道具などが大量に折り重なって堆積していた。ただし、第Ⅰ期の建物でも、平屋の建物の中には、倒壊を免れている例もあった。

b) 第Ⅱ期の建物

外装をモルタル塗とする第Ⅱ期の仕様は、都市内での防火上の規定の影響と考えられる。調査した範囲で第Ⅱ期の建物は、筋かいが設置している例と設置していない例の両方があった。内壁の仕様は、小舞下地に土塗壁とする場合が多い。被害集中地域内では、第Ⅱ期の木造建物も多数大破以上の被害を受けていた。被害形式は一階部分の層崩壊や転倒、大傾斜などであった。木造建物の被害集中地域以外では、個別の欠点を有する建物を除いて、この仕様の建物の被害は比較的少なく、第Ⅰ期の建物が多い長田区の調査地域を除いた今回の調査地域では、第Ⅱ期に建設された建物が占める割合が多かったために、第Ⅱ期の建物の被害度が、その地域の被災程度を左右していた。

c) 第Ⅲ期の建物

この仕様の建物には、在来構法に加えて枠組壁工法や木質プレハブの建物が含まれる。3階建建物（1階部分はRC造の建物を含む）も含まれる。また、瓦葺き屋根に加えてスレート葺きの屋根が加わる。外装材はモルタル塗以外に乾式のサイディング張りが加わる。この場合内壁に土塗壁が使用されることは少なく、ラスボードや石膏ボード張りが多い。第Ⅲ期の建物の被害は第Ⅰ、第Ⅱ期の建物と比べると比較的少ない。第Ⅲ期の建物の中で構造計画、施工等に特に問題のないものは、被害集中地域でも1階部分の層崩壊などの被害を受けたものは少なかった。



写真2.5.3.1 全体が崩壊した第Ⅰ期の連棟式共同住宅（長田区三番町）



写真2.5.3.2 1階が層崩壊した2階建て建物（東灘区本庄町）



写真2.5.3.3 1階が層崩壊した2階建て住宅（東灘区本山中町）



写真2.5.3.4 転倒した2階建て住宅（東灘区森南町）



写真2.5.3.5 道路に転倒した2階建て住宅（東灘区森南町）



写真2.5.3.6 1階部分に大きな傾斜が生じた2階建て住宅（東灘区森南町）



写真2.5.3.7
1階部分に大きな傾斜が生じ、隣家に
支えられている2階建て住宅
(東灘区森南町)



写真2.5.3.8
1階部分に大きな傾斜が生じ、電柱に
支えられた2階建て住宅
(長田区二番町)



写真2.5.3.9 外壁が傾斜して、外装材が脱落した2階建て建物
(東灘区本庄町)



写真2.5.3.10 築10年以内の住宅
(東灘；NO. 29)



写真2.5.3.11 在来構法による木造
3階建て住宅
(東灘；NO.35)

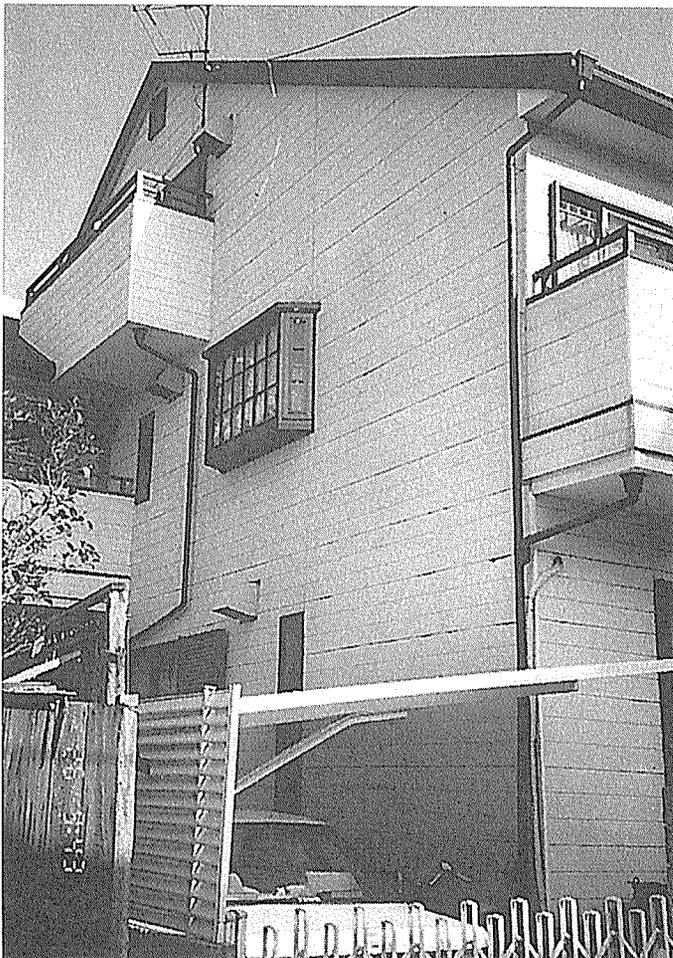


写真2.5.3.12 2×4工法による住宅
(東灘；NO.5)



写真2.5.3.13 パネル工法による総3階建て住宅
(東灘; NO.30)



写真2.5.3.14 西宮北口駅北側にある
店舗共用住宅
(西宮; NO.29)

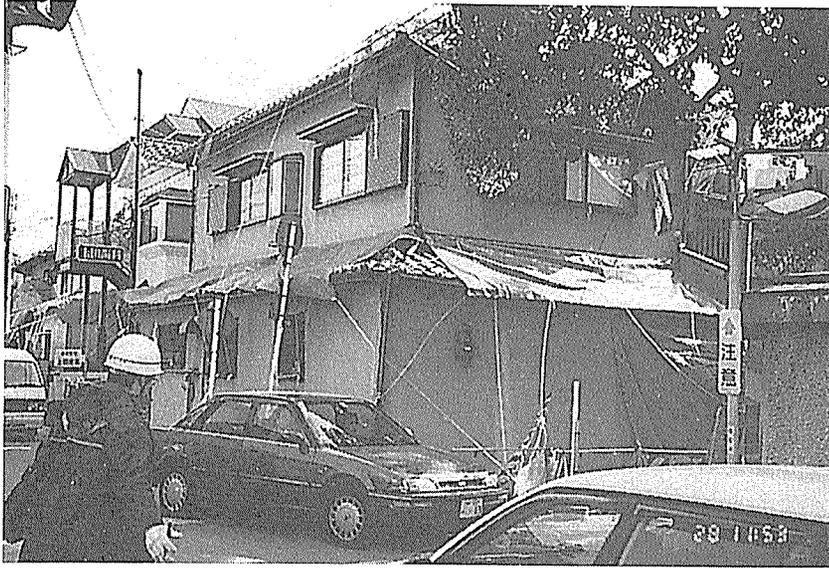


写真2.5.3.15 被害が少ない在来構法住宅の例
(西宮；NO.21)

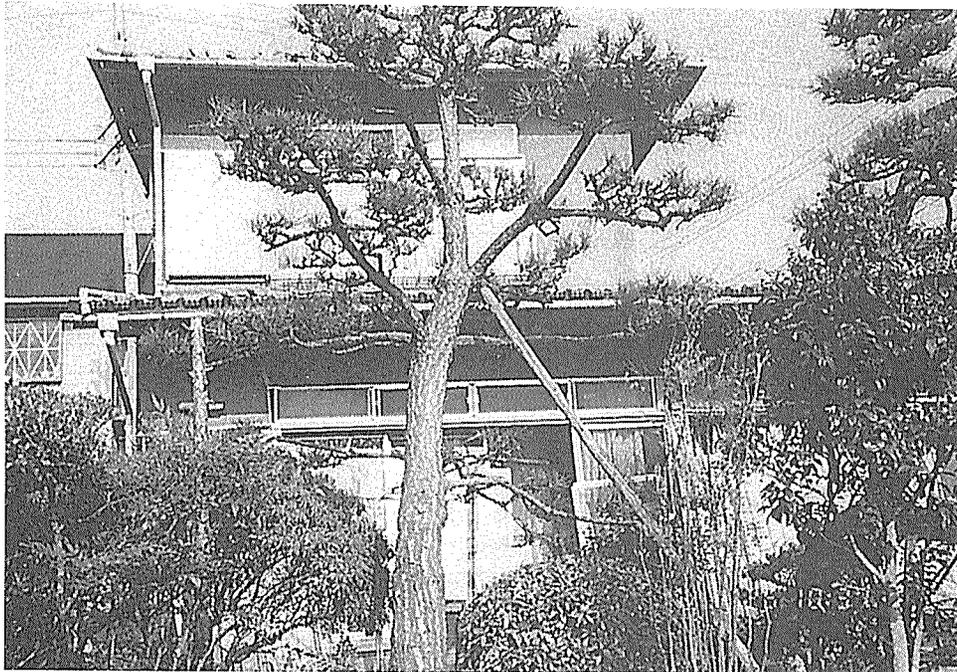


写真2.5.3.16 1階・2階とも傾斜した在来構法による住宅
(東灘；NO.16)



写真2.5.3.17 1階部分が層崩壊した比較的新しい在来構法による住宅。(東灘；NO.2)

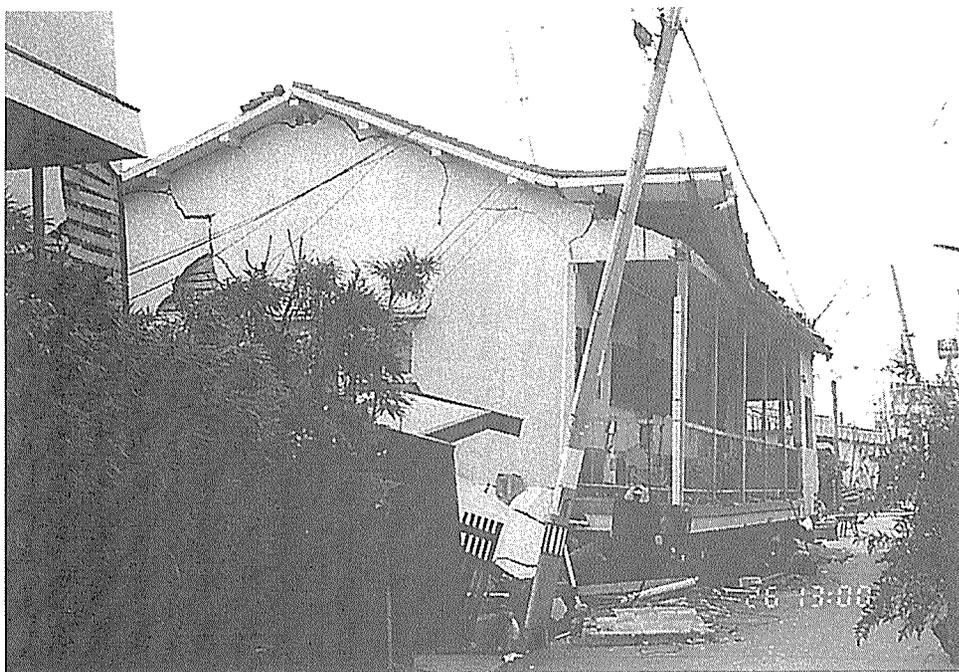


写真2.5.3.18 古い共同住宅(東灘；NO.31)



写真2.5.3.19 古い共同住宅（東灘区）

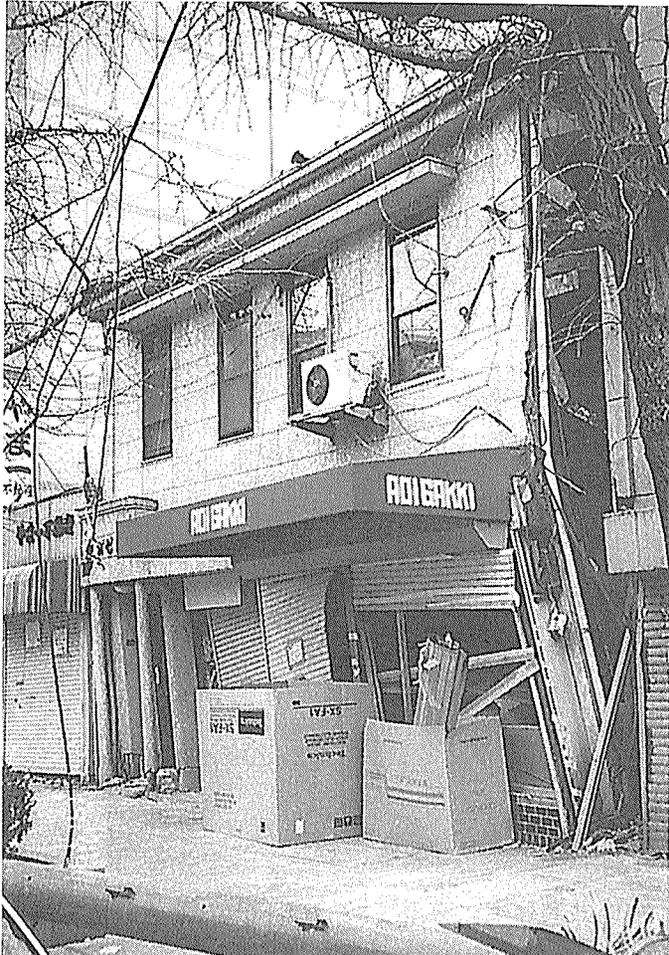


写真2.5.3.20 1階部分がせん断変形した在来構法による店舗（三宮；NO.164）



写真2.5.3.21 1階部分の層崩壊した
在来構法による店舗
(三宮；NO.159)



写真2.5.3.22 1階部分が層崩壊した比較的新しい在来構法
による住宅(東灘；NO.6)



写真2.5.3.23 2階部分が層崩壊し、建物全体が西側に転倒している在来構法による住宅（東灘；NO.25）



写真2.5.3.24 2階部分を古い家屋の上に増築した住宅（東灘；NO.14）



写真2.5.3.25 2階部分を増築した在来構法による住宅
(東灘；NO.24)



写真2.5.3.26 倒壊した在来工法住宅の崩壊した壁
(東灘区)

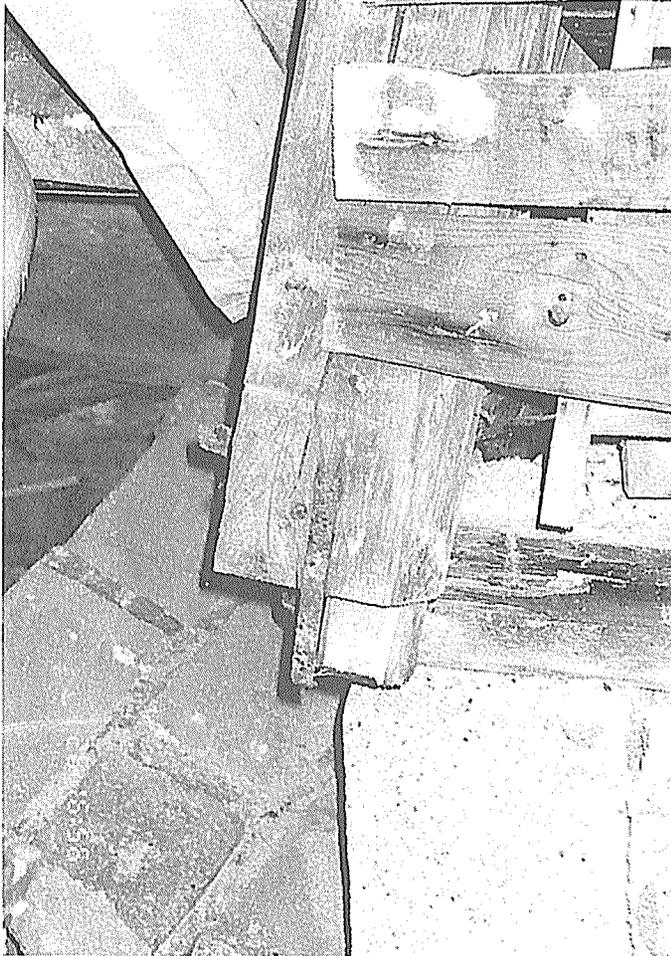


写真2.5.3.27 土台と柱の接合に金物が効いていない例
(東灘区)



写真2.5.3.28 窓下に伸ばされた変則的な筋かい (東灘区)



写真2.5.3.29 筋違いが「K」字に挿入されている建物（東灘区）



写真2.5.3.30 白アリの害を受けた柱（東灘区）



写真2.5.3.31 白アリの害を受けた柱
(東灘区)



写真2.5.3.32 第I期の在来構法による住宅
(西宮；NO.11)

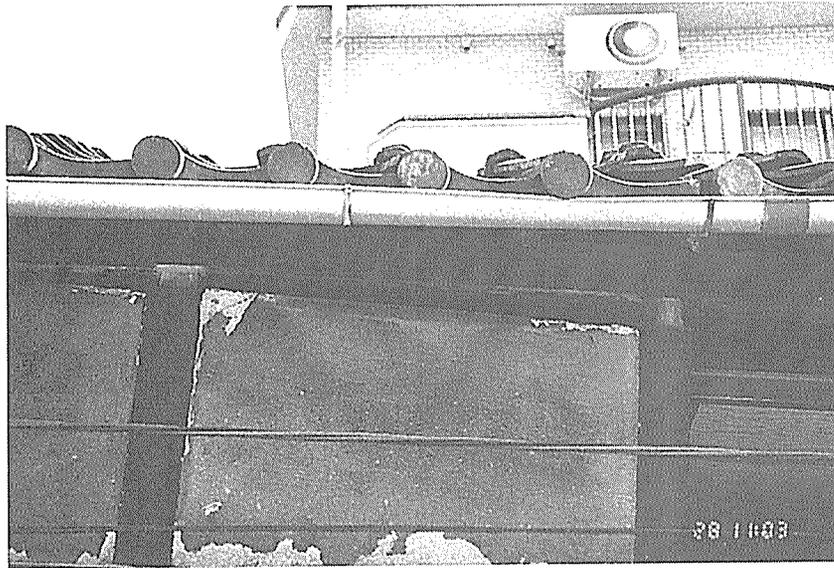


写真2.5.3.33 写真2.5.3.32の建物の壁の詳細（西宮；NO.11）



写真2.5.3.34 在来構法による共同住宅（西宮；NO.28）



写真2.5.3.35 写真2.5.3.34の共同
住宅の北側の柱材の
白アリによる害
(西宮；NO.28)



写真2.5.3.36 第I期に分類される在来構法による建築物



写真2.5.3.37 地盤の影響による
住宅の被害例
(東灘；NO.45)

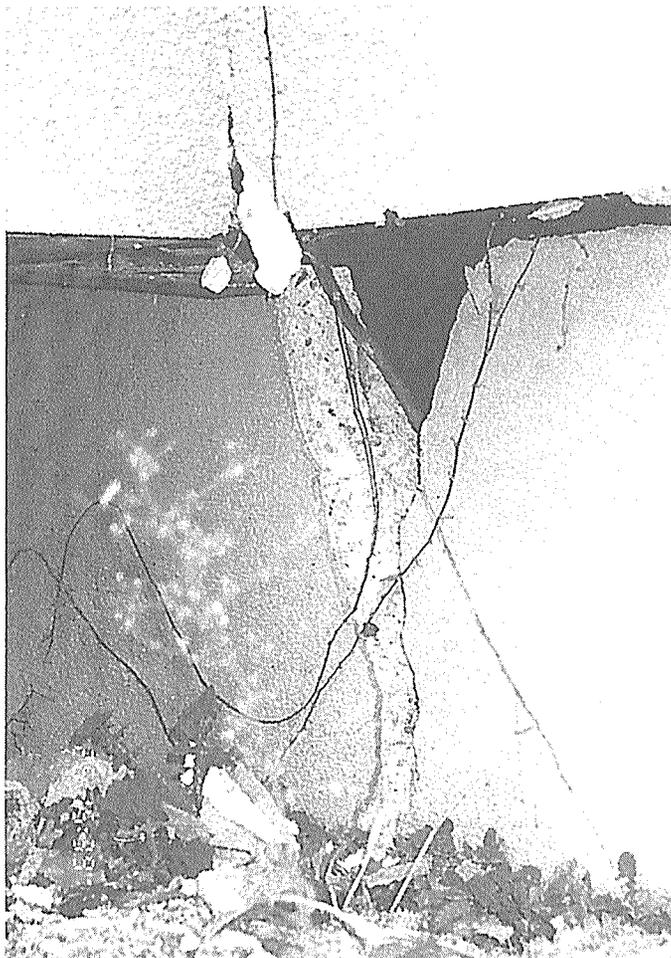


写真2.3.5.38 写真2.5.3.37の住宅
の基礎部分
(東灘；NO.45)



写真2.3.5.39 写真2.5.3.37の住宅付近の道路の地面の状況
(東灘区～芦屋市)

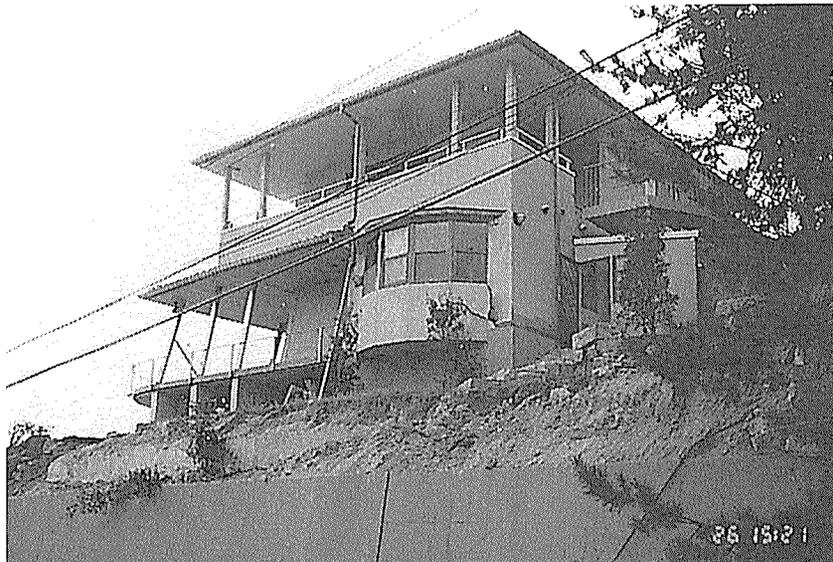


写真2.3.5.40 丘陵の傾斜地にある住宅の被害(芦屋市)



写真2.5.3.41 地盤が移動して基礎が露出した2階建て建物
(東灘区本山中町)



写真2.5.3.42 隣家との衝突により被害を受けた2階建て住宅
(東灘区森南町)



写真2.5.3.43 連棟型共同住宅
の被害
(長田区川川西通り)



写真2.5.3.44 間口の狭い建物の被害(灘区友田町)

4. 木造建物の被害についての所見と今後の検討項目

4. 1 所見

1) 腐朽、虫害、腐食

今回の調査において、古い木造建物では部材が腐朽や虫害を受けた建物が見られた。木材と同様に金物などの金属も腐食している例が見られた。

2) 屋根、壁の重量

比較的古い建物では、葺土を伴う瓦屋根が多く、また壁には土塗壁が使用されており、建物の重量が大きい。金属板葺やスレート葺の屋根、ボード類を使用した壁の建物と比較すると、前者の建物は重く、地震時に作用する荷重が大きい。瓦屋根の場合、新しい建物では葺土の使用割合は少なく、また瓦屋根に代わってスレート等の軽い屋根を用いる場合もみられた。壁については、新しい建物では土塗壁の使用割合は少なく、建物の重量が軽い場合が多い。

3) 水平耐力の不足

筋かいの設置は、戦前においても推奨されていたが、実際にどの程度設置されていたかは不明である。建築基準法制定（昭和25年）以前には、壁量規定がないため、筋かいを含めた耐力壁の必要量の規定もなかった。

住宅の場合は南側の壁構面に、窓や玄関などの開口部を大きく設けた場合、この構面の壁量が少なくなりやすい。このような例は、間口長さが二間以下程度の連棟型共同住宅や連続戸建住宅でよく見られた。このような建物では、間口方向の壁量が不足しがちである。

4) 筋かいの設置方法の不適切

筋かいは原則として柱と横架材の接点を繋ぎ、軸組の中にトラスを形成することを目的としている。しかし、今回の調査では、筋かいを変則的に窓下に伸ばすなどして、途中の柱断面の一部を欠いて横断、もしくは途中の柱部分で筋かいを継いで設置したり、K型の筋かいを設置している場合などが見られた。

5) 接合部、補強金物の不備

筋かい等を設けた軸組では、柱を横架材から引抜力が作用するため、柱の引抜防止の補強金物が必要である。そのほか、部材の脱落等を防止するため、接合部を補強する金物も地震時には重要である。今回の調査で柱の引抜防止の補強金物を確認できた例は少ない。柱の引抜けを防止する補強金物がない筋かい入りの軸組みでは、柱が土台から引抜けた場合が見られた。また、柱のほぞが調査の範囲ではほとんどが短ほぞであり、架構の一体化が図られていないものが多かった。

6) 不均衡な壁配置

比較的新しい建物で大きな被害を受けたものには、南側などの壁構面に大開口や、連続した開口部を設け、その構面の壁量が極端に少ない場合がみられた。これらの建物では、耐力壁が不均衡に配置される結果となり、地震時に建物のねじれ変形を生じさせる原因となっている。

7) 増改築

今回の調査では、被害を受けた建物に、古い建物に2階部分を増築したり、下屋を増築したりした例が多数見られた。

8) 地盤の変形

一般に、地盤の変形、流失、基礎の不同沈下が生じた場合は、上部構造に十分な耐力を保有している場合でも、上部構造に被害が生じやすい。

9) 衝突

今回の地震では、本来被害が生じていないと思われる建物に、倒壊や大きな傾斜が生じた隣家が衝突して、被害を生じさせている場合が数多く見られた。

4. 2 今後の検討項目

以下に、調査の結果明らかになった今後の検討項目を記す。

1) 被害原因の究明

各建設時期に建てられた建物及び各種の構法における被害原因について、さらに詳細な究明を行う。

2) 特定の建物の詳細調査

特定の建物について、設計図書の収集と調査を行う。

3) 現行基準、設計法の検証

現行の壁量規定、設計法が適切であるか検証する。

4) 既存木造建物の耐力評価法と補強法

既存の建物の耐震診断と補強法の検討を行う。

二次調査では被害パターン調査等を中心に外観調査を実施した。建設時期の判断も外観による推定である。補足調査では、ヒヤリング、敷地内および建物内の調査を一部の建物で実施した。二次調査および補足調査は、一般住宅を主な調査対象としたため、大規模木造や伝統的な木造建物など、調査できなかった構法もある。木造建物の被害に関する情報収集、追加調査、詳細な調査結果の分析が今後も必要である。

調査した木造家屋の被害状況一覧表

表中では、第Ⅰ期を「古い」、第Ⅰ期と第Ⅱ期の中間を「やや古い」、第Ⅱ期を「中間」、第Ⅱ期と第Ⅲ期の中間を「やや新しい」、第Ⅲ期を「新しい」と表記した。番号欄の※を付した建物は、築10年以内で、壁量規定を満たし、補強金物が使用されていると思われる建物である。

被害状況欄に示した建物の被害度の分類を以下に示す。

- 0：無被害
- Ⅰ：被害軽微（仕上げ材のひび割れ程度）
- Ⅱ：小破（約1/60以下程度の残留変形）
- Ⅲ：中破（約1/60以上、1/20以下程度の残留変形）
- Ⅳ：大破（約1/20以上程度の残留変形）
- Ⅴ：一部崩壊（層崩壊や倒壊等）
- Ⅵ：全壊（瓦礫状態）

表1 木造家屋の被害状況(その1: 東灘地区サンプル調査)

調査日: 1995. 1. 26

番号	用途	構法	階数	建築面積 m ²	築年代	仕様			被害状況				備考			
						基礎		壁		屋根		全体		基礎	被害状況	
						構造	仕上げ	構造	仕上げ	構造	仕上げ				構造	仕上げ
2	住宅	在来構法	総二階	40	やや新しい	-	モルタル	切妻	瓦	無被害	無被害	無被害	無被害	筋交い無し		
3	住宅	在来構法	総二階	40	やや新しい	-	モルタル	寄せ棟	瓦	-	倒壊	倒壊	剥落	一階のみ倒壊		
4	住宅	在来構法	総二階	20	やや新しい	布基礎	モルタル	切妻	瓦	亀裂	1/10	剥落	剥落	開口割合が大きい		
※5	住宅	2' x 4'	小屋葺利用三階	60	新しい	布基礎	モルタル	寄せ棟	瓦	-	無被害	無被害	無被害	2階は無被害。基礎の鉄筋あり		
6	住宅	在来構法	総二階	60	やや新しい	布基礎	モルタル	寄せ棟	瓦	亀裂	1/2	剥落	剥落	一階のみ倒壊		
7	住宅	在来構法	総二階	60	やや古い	布基礎	モルタル	切妻	瓦	-	倒壊	倒壊	剥落	全壊であるが、屋根は無被害		
8	住宅	在来構法	-	-	やや古い	-	土壁	切妻	瓦	-	倒壊	倒壊	剥落	全壊であるが、屋根は無被害		
9	住宅	在来構法	-	-	新しい	-	-	切妻	瓦	-	無被害	無被害	無被害	-		
※10	住宅	2' x 4'	部分二階	60	新しい	布基礎	モルタル	寄せ棟	瓦	-	無被害	無被害	無被害	-		
11	住宅	在来構法	部分二階	60	やや古い	布基礎	モルタル	寄せ棟	瓦	-	無被害	無被害	無被害	-		
12	住宅	在来構法	部分二階	60	古い	布基礎	モルタル	寄せ棟	瓦	亀裂	1/4	亀裂	剥落	外壁の仕上げは、サイディングと下見板。筋交いあり		
13	住宅	在来構法	平屋	60	古い	布基礎	モルタル	切妻	瓦	亀裂	1/3	亀裂	剥落	-		
※14	住宅	在来構法	部分二階	60	新しい	-	モルタル	寄せ棟	瓦	-	無被害	無被害	倒壊	-		
15	-	在来構法	-	-	古い	-	土壁	-	瓦	-	倒壊	倒壊	剥落	-		
16	住宅	在来構法	部分二階	60	やや新しい	布基礎	モルタル	寄せ棟	瓦	亀裂	1/10	無被害	剥落	基礎の鉄筋なし		
※17	住宅	在来構法	部分二階	80	新しい	-	モルタル	寄せ棟	瓦	-	無被害	剥落	剥落	構造体の被害は少ない		
18	住宅	在来構法	総二階	40	中間	布基礎	モルタル	切妻	瓦	亀裂	無被害	剥落	剥落	筋交い有り。金物なし		
19	-	在来構法	-	-	古い	-	土壁	-	-	-	倒壊	倒壊	剥落	-		
20	-	在来構法	-	-	古い	-	土壁	-	瓦	-	倒壊	倒壊	剥落	筋交い無し		
21	住宅	在来構法	総二階	60	やや新しい	布基礎	モルタル	切妻	瓦	-	無被害	無被害	無被害	-		
22	共同住宅	2' x 4'	小屋葺利用三階	140	新しい	布基礎	モルタル	大屋根	瓦	1/4	剥落	剥落	剥落	基礎の鉄筋なし		
※23	住宅	在来構法	総二階	60	やや新しい	-	モルタル	切妻	瓦	亀裂	無被害	無被害	無被害	構造体の被害は少ない		
※24	住宅	在来構法	総二階	100	やや古い	-	モルタル	切妻	瓦	-	倒壊	倒壊	倒壊	増築部分は、健全		
25	住宅	在来構法	-	80	やや古い	-	モルタル	切妻	瓦	-	倒壊	倒壊	倒壊	-		
※26	住宅	在来構法	総二階	100	新しい	布基礎	モルタル	切妻	瓦	0	無被害	無被害	無被害	二世帯住宅。1Fに車庫あり		
27	住宅	在来構法	総二階	40	新しい	布基礎	モルタル	切妻	瓦	0	倒壊	倒壊	無被害	一階部分の倒壊		
※28	住宅	2' x 4'	小屋葺利用三階	60	新しい	布基礎	モルタル	切妻	瓦	0	無被害	無被害	無被害	一階部分の倒壊		
※29	住宅	在来構法	総二階	60	新しい	布基礎	モルタル	切妻	瓦	0	無被害	無被害	無被害	一階部分が車庫。実質3階建て		
30	住宅	バungalow	総二階	40	新しい	-	モルタル	切妻	瓦	0	無被害	無被害	無被害	-		
31	共同住宅	在来構法	総二階	140	やや古い	-	モルタル	切妻	瓦	0	倒壊	倒壊	剥落	-		
32	住宅	在来構法	平屋	20	古い	-	鉄板	切妻	金属板	0	無被害	無被害	無被害	-		
33	住宅	在来構法	総二階	40	古い	布基礎	モルタル	切妻	瓦	1	無被害	無被害	無被害	阪急電鉄の線路北側。東西面に殆ど開口部無し		
34	住宅	在来構法	総二階	40	やや新しい	その他	モルタル	寄せ棟	瓦	II	無被害	無被害	剥落	-		
35	住宅	在来構法	総二階	20	やや新しい	布基礎	モルタル	寄せ棟	瓦	0	無被害	無被害	無被害	-		
※36	住宅	在来構法	部分二階	80	新しい	-	モルタル	寄せ棟	瓦	0	無被害	無被害	無被害	-		
37	住宅	在来構法	総二階	60	古い	布基礎	モルタル	切妻	金属板	III	亀裂	無被害	無被害	-		
38	住宅	在来構法	総二階	40	やや古い	布基礎	モルタル	寄せ棟	瓦	IV	無被害	剥落	剥落	-		
39	住宅	在来構法	総二階	80	中間	布基礎	モルタル	切妻	瓦	III	無被害	無被害	剥落	-		
※40	住宅	在来構法	部分二階	100	新しい	布基礎	モルタル	寄せ棟	瓦	0	無被害	無被害	無被害	-		
41	住宅	在来構法	部分二階	100	やや新しい	布基礎	モルタル	寄せ棟	瓦	V	無被害	剥落	剥落	造成地。コンクリート部に連続した開口部あり		
42	住宅	在来構法	総二階	60	新しい	布基礎	モルタル	寄せ棟	瓦	IV	無被害	亀裂	亀裂	断層あり。土台ごと傾斜している		
43	住宅	在来構法	部分二階	60	やや新しい	布基礎	モルタル	寄せ棟	瓦	IV	無被害	剥落	剥落	-		
44	住宅	在来構法	部分二階	60	やや古い	-	モルタル	切妻	瓦	III	無被害	無被害	無被害	道路の亀裂と塀の倒壊が著しい		
45	住宅	在来構法	部分二階	40	やや新しい	布基礎	モルタル	寄せ棟	瓦	IV	断層	剥落	剥落	基礎のアンカー一部にて破壊あり。横筋あり		
※46	住宅	在来構法	総二階	60	新しい	布基礎	モルタル	切妻	瓦	III	無被害	無被害	無被害	建物の中央部に断層。基礎ごと傾斜。30cmのスレ		
47	住宅	在来構法	-	-	やや古い	-	土壁	切妻	瓦	VI	倒壊	倒壊	倒壊	-		
48	住宅	在来構法	総二階	20	中間	-	土壁	切妻	瓦	V	-	剥落	剥落	筋交いあり		
49	住宅	在来構法	-	-	古い	-	土壁	切妻	瓦	VI	倒壊	倒壊	倒壊	-		
50	住宅	在来構法	総二階	80	やや新しい	-	モルタル	切妻	瓦	V	-	剥落	剥落	筋交い無し		

表2 木造家屋の被害状況（その1：東灘地区サンプル調査）

番号	用途	構法	階数	建築面積 m ²	築年代	仕込			屋根			被害状況				備考
						基礎	壁	仕上げ	構造	仕上げ	構造	基礎	壁	仕上げ	全体	
51	住宅	在来構法	部分二階	-	-	-	モルタル	切り妻	瓦	VI	-	倒壊	倒壊	剥落	1階崩壊	
※52	住宅	2"×4"	総三階	60	-	布基礎	石綿スレート	陸屋根	モルタル	II	0	無被害	倒壊	-	-	
53	店舗	在来構法	総二階	-	11.4	-	モルタル	ハコ住	ノット防水	I	0	無被害	無被害	-	-	
54	住宅	在来構法	総二階	-	S.53	布基礎	モルタル	寄せ棟	瓦	IV	-	1/70	無被害	無被害	筋交い有り	
※55	住宅	在来構法	総二階	80	-	布基礎	モルタル	寄せ棟	モルタル	I	-	無被害	無被害	無被害	筋交いあり。柱ほぞ抜け	
※56	住宅	在来構法	総二階	-	-	布基礎	モルタル	切り妻	瓦	V	-	1/10	無被害	-	-	
※57	住宅	在来構法	総二階	80	-	布基礎	モルタル	寄せ棟	モルタル	0	0	無被害	無被害	無被害	-	
※58	住宅	2"×4"	総二階	40	-	布基礎	モルタル	切り妻	モルタル	II	-	-	無被害	無被害	-	
※59	住宅	2"×4"	部分三階	-	-	布基礎	モルタル	切り妻	モルタル	0	-	無被害	無被害	-	-	
※60	住宅	在来構法	総二階	80	-	布基礎	モルタル	切り妻	モルタル	0	0	無被害	無被害	-	-	
※61	住宅	在来構法	総二階	60	-	布基礎	モルタル	切り妻	瓦	III	沈下	-	-	すれ	川隣	
※62	住宅	2"×4"	総二階	-	-	布基礎	モルタル	切り妻	モルタル	0	0	無被害	無被害	無被害	-	
63	住宅	在来構法	総二階	-	-	布基礎	ボード	寄せ棟	瓦	0	-	無被害	無被害	-	-	
64	共同住宅	在来構法	総二階	60	50年代始め	布基礎	モルタル	切り妻	瓦	VI	亀裂	倒壊	倒壊	無被害	-	
※65	住宅	2"×4"	総三階	100	-	布基礎	モルタル	寄せ棟	モルタル	0	0	無被害	無被害	-	-	
66	住宅	2"×4"	部分三階	-	-	布基礎	パネル	切り妻	モルタル	0	-	無被害	無被害	-	-	
※67	住宅	在来構法	総二階	80	-	布基礎	モルタル	寄せ棟	瓦	0	-	無被害	無被害	-	-	
※68	住宅	パネル	総二階	60	-	布基礎	パネル	寄せ棟	モルタル	0	-	無被害	無被害	-	-	
69	住宅	在来構法	部分二階	60	50年代後半	-	モルタル	寄せ棟	瓦	VI	-	倒壊	倒壊	剥落	-	
70	住宅	在来構法	総二階	60	-	布基礎	モルタル	寄せ棟	モルタル	VI	-	倒壊	倒壊	無被害	短辺方向に壁が少くない	

表3 木造家屋の被害状況(その2:西宮地区全数調査)

調査日:1995.1.28

番号	用途	構造	階数	建築面積 m ²	築年代	仕様			被害状況			備考						
						基礎		屋根		全体	壁		屋根					
						基礎	構造	仕上げ	形状		仕上げ			構造	仕上げ			
1	店舗共用	在来構法	総2階	40	中間	布基礎	木張り	モルタル	-	-	II	亀裂	傾斜なし	構造	仕上げ	屋根	-	釘業樹合板を壁材に使用
3	住宅	在来構法	部分2階	80	古い	-	土塗り壁	モルタル	瓦	瓦	VI	-	倒壊	倒壊	落下	屋根	落下	屋根-土下地
4	住宅	在来構法	部分2階	100	やや新しい	布基礎	土塗り壁	モルタル	瓦	瓦	IV	-	傾斜なし	傾斜なし	剥落	剥落	剥落	屋根-土下地。瓦は新しいタイプ。筋交いあり
5	住宅	在来構法	総2階	60	中間	-	-	-	瓦	瓦	VI	-	倒壊	倒壊	剥落	剥落	剥落	文化住宅
6	住宅	在来構法	総2階	60	やや新しい	-	土塗り壁	モルタル	寄せ棟	瓦	VI	-	倒壊	倒壊	無被害	無被害	無被害	瓦は、新しいタイプ
7	住宅	在来構法	平屋	20	古い	-	土塗り壁	モルタル	切妻	瓦	VI	-	傾斜なし	傾斜なし	剥落	剥落	剥落	カッターによる開口あり
8	住宅	在来構法	部分2階	60	やや新しい	布基礎	土塗り壁	モルタル	切妻	瓦	VI	-	倒壊	倒壊	倒壊	倒壊	倒壊	かなり古い住宅。筋交いなし
9	住宅	在来構法	-	-	古い	布基礎	-	モルタル	切妻	瓦	II	無被害	傾斜なし	無被害	剥落	剥落	剥落	屋根以外の被害は、ほとんど無い
10	住宅	在来構法	部分2階	60	やや新しい	布基礎	土塗り壁	モルタル	寄せ棟	瓦	VI	-	倒壊	倒壊	無被害	無被害	無被害	1階部分の崩壊。筋交い無し
11	住宅	在来構法	総2階	20	古い	-	土塗り壁	モルタル	切妻	瓦	VI	-	倒壊	倒壊	倒壊	倒壊	倒壊	筋交い有り
12	住宅	在来構法	-	-	古い	布基礎	土塗り壁	モルタル	切妻	瓦	V	-	倒壊	倒壊	剥落	剥落	剥落	筋交い無し
13	住宅	在来構法	部分2階	40	古い	布基礎	土塗り壁	モルタル	切妻	瓦	IV	-	傾斜なし	傾斜なし	剥落	剥落	剥落	筋交い一部あり
14	住宅	在来構法	部分2階	60	古い	布基礎	土塗り壁	モルタル	切妻	瓦	VI	-	傾斜なし	傾斜なし	剥落	剥落	剥落	筋交い一部あり
15	-	在来構法	-	-	古い	-	土塗り壁	モルタル	-	瓦	VI	-	倒壊	倒壊	倒壊	倒壊	倒壊	
16	住宅	在来構法	部分2階	60	古い	布基礎	土塗り壁	下見板	切妻	瓦	V	-	倒壊	倒壊	剥落	剥落	剥落	
17	住宅	在来構法	-	-	古い	布基礎	土塗り壁	モルタル	-	瓦	VI	無被害	倒壊	倒壊	剥落	剥落	剥落	
18	店舗共用	在来構法	部分2階	40	古い	布基礎	-	モルタル	切妻	瓦	III	-	1/10	剥落	剥落	剥落	剥落	筋交い有り
19	住宅	在来構法	部分2階	80	やや古い	布基礎	-	モルタル	寄せ棟	瓦	III	-	傾斜なし	傾斜なし	-	-	-	屋根と壁仕上げの被害のみ
20	住宅	在来構法	部分2階	60	やや新しい	布基礎	土塗り壁	モルタル	寄せ棟	瓦	V	-	倒壊	倒壊	倒壊	倒壊	倒壊	建物の南側の半分だけが完全に崩壊。筋交い有り
21	住宅	在来構法	部分2階	60	やや新しい	布基礎	土塗り壁	モルタル	寄せ棟	瓦	III	-	傾斜なし	傾斜なし	-	-	-	
22	住宅	在来構法	総2階	20	やや新しい	布基礎	-	モルタル	切妻	瓦	II	無被害	傾斜なし	傾斜なし	亀裂	亀裂	無被害	
23	住宅	在来構法	部分2階	40	中間	布基礎	-	モルタル	切妻	瓦	II	無被害	傾斜なし	傾斜なし	剥落	剥落	剥落	被害は屋根のみ
24	住宅	在来構法	部分2階	80	やや古い	布基礎	-	モルタル	寄せ棟	瓦	II	無被害	傾斜なし	傾斜なし	剥落	剥落	剥落	仕上げ材の被害のみ
25	住宅	在来構法	部分2階	80	中間	布基礎	-	モルタル	寄せ棟	瓦	III	無被害	傾斜なし	傾斜なし	剥落	剥落	剥落	
26	住宅	在来構法	部分2階	140	中間	布基礎	土塗り壁	綾羽目板	入母屋	瓦	IV	無被害	1/5	剥落	剥落	剥落	筋交いあり	
27	住宅	在来構法	総2階	80	-	布基礎	-	モルタル	-	瓦	IV	-	1/5	剥落	剥落	剥落		
28	共同住宅	在来構法	総2階	120	中間	布基礎	-	モルタル	切妻	瓦	V	亀裂	1/2	倒壊	倒壊	倒壊	腐朽が著しい	
29	共同住宅	2'×4"	総2階	80	新しい	布基礎	-	モルタル	切妻	瓦	0	-	傾斜なし	傾斜なし	無被害	無被害	無被害	
30	住宅	在来構法	-	-	古い	-	土塗り壁	モルタル	切妻	瓦	VI	-	倒壊	倒壊	剥落	剥落	剥落	屋根下地に土を使用
31	店舗共用	在来構法	平屋	40	古い	布基礎	土塗り壁	モルタル	切妻	瓦	III	-	傾斜なし	傾斜なし	剥落	剥落	剥落	モルタルの剥落が著しい。筋交いあり
32	住宅	在来構法	-	-	古い	-	土塗り壁	モルタル	切妻	瓦	VI	-	倒壊	倒壊	剥落	剥落	剥落	
33	店舗共用	在来構法	総2階	60	中間	布基礎	-	モルタル	切妻	瓦	I	無被害	傾斜なし	傾斜なし	亀裂	亀裂	無被害	木張り・柱の腐朽によりモルタル落下。筋交い有り
34	住宅	在来構法	部分2階	240	中間	布基礎	-	モルタル	切妻	瓦	III	-	傾斜なし	傾斜なし	剥落	剥落	剥落	瓦による被害が著しい
35	住宅	在来構法	平屋	80	古い	布基礎	-	鉄板葺	切妻	瓦	II	無被害	傾斜なし	傾斜なし	剥落	剥落	剥落	
36	店舗共用	在来構法	部分2階	40	古い	布基礎	-	モルタル	切妻	瓦	II	無被害	傾斜なし	傾斜なし	剥落	剥落	剥落	工法は古い。建設時期は新しい
37	住宅	在来構法	部分2階	100	中間	布基礎	土塗り壁	モルタル	入母屋	瓦	III	-	傾斜なし	傾斜なし	剥落	剥落	剥落	1階と2階にズレが生じている
38	住宅	在来構法	部分3階	120	中間	-	-	モルタル	切妻	瓦	III	-	傾斜なし	傾斜なし	亀裂	亀裂	亀裂	隣の家がもたれ掛かり、押された方向に傾斜
39	住宅	在来構法	部分2階	80	古い	布基礎	土塗り壁	モルタル	切妻	瓦	VI	-	倒壊	倒壊	剥落	剥落	剥落	
40	店舗共用	在来構法	総2階	80	中間	布基礎	ボード張り	モルタル	切妻	瓦	III	無被害	1/60	倒壊	剥落	剥落	剥落	戦前に建設された古い部分は崩壊
41	住宅	在来構法	平屋	-	古い	-	土塗り壁	モルタル	寄せ棟	瓦	VI	-	倒壊	倒壊	倒壊	倒壊	倒壊	筋交い及び壁物の風断はなかった
42	住宅	在来構法	部分2階	140	中間	布基礎	絨羽目板	モルタル	入母屋	瓦	V	無被害	1/8	倒壊	倒壊	倒壊	倒壊	
43	住宅	在来構法	部分2階	140	中間	布基礎	絨羽目板	モルタル	入母屋	瓦	VI	-	倒壊	倒壊	剥落	剥落	剥落	

表4 被害度と建設時期（ブロック全数調査、灘区大石北町）

	第Ⅰ期	第Ⅱ期	第Ⅲ期	合計
小破（Ⅱ）以下	0	5（17%）	7（54%）	12（23%）
中破（Ⅲ）	1（9%）	0	0	1（2%）
大破（Ⅳ）以上	10（91%）	24（83%）	6（46%）	40（75%）
合計	11（20%）	29（55%）	13（25%）	53（100%）

表5 被害度と建設時期（ブロック全数調査、長田区川西通り4丁目）

	第Ⅰ期	第Ⅱ期	第Ⅲ期	合計
小破（Ⅱ）以下	4（14%）	1（5%）	3（30%）	8（14%）
中破（Ⅲ）	1（3%）	3（16%）	1（10%）	5（9%）
大破（Ⅳ）以上	24（83%）	15（79%）	6（60%）	45（77%）
合計	29（50%）	19（33%）	10（17%）	58（100%）

表6 被害度と建設時期（ブロック全数調査、東灘区本山中町3丁目）

	第Ⅰ期	第Ⅱ期	第Ⅲ期	合計
小破（Ⅱ）以下	0	0	6（47%）	6（13%）
中破（Ⅲ）	1（33%）	4（14%）	2（15%）	7（16%）
大破（Ⅳ）以上	2（67%）	25（86%）	5（38%）	32（71%）
合計	3（7%）	29（64%）	13（29%）	45（100%）

表7 被害度と建設時期（沿線全数調査、西宮市高木西町、高木東町）

	第Ⅰ期	第Ⅱ期	第Ⅲ期	合計
小破（Ⅱ）以下	1（6%）	6（27%）	1（100%）	8（20%）
中破（Ⅲ）	3（17%）	7（32%）	0	10（24%）
大破（Ⅳ）以上	14（77%）	9（41%）	0	23（56%）
合計	18（44%）	22（54%）	1（2%）	41（100%）

第Ⅰ期：昭和30年頃以前。土塗壁に漆喰塗、下見板張り又は金属板張り、ふき土を有する瓦屋根が多い。この時期の多くは、改築された外壁にモルタルが施されている。

第Ⅱ期：昭和30年～40年代後半頃。土塗壁に木ずり、モルタル塗り。筋かいを有することが多い。屋根は、ふき土を有する瓦屋根が多い。

第Ⅲ期：昭和50年頃以降。外装は木ずり、モルタル塗り又はサイジング張り。内装は、ラスボード下地、石膏ボード張り。土塗壁は一般に用いられず、断熱材が用いられることが多い。一般に筋かい、又は釘打ち張り面材が用いられる。在来構法の他に枠組壁構法や木質系プレファブ構法等がある。

Ⅱ 農林水産省森林総合研究所の調査

本調査報告は、森林総合研究所が調査結果を外部に発表する際に取りまとめたものである。また、本調査に基づいて、3人の調査担当者が（社）日本木材加工技術協会「木材工業」に、被害調査結果を分かりやすく取りまとめものを添付する。

- ・ 兵庫県南部地震被害調査メモ
- ・ 1995年兵庫県南部地震における木造建物の被害調査
（出典：（社）日本木材加工技術協会「木材工業」VOL. 50 NO. 3）

平成7年2月6日

兵庫県南部地震被害調査メモ

1. 調査員

木材利用部	木材特性科長	中井孝（団長）
同	構造性能研究室長	神谷文夫
木材化工部	複合化研究室長	海老原徹

2. 日程

1月24日（月）～26日（水）

3. 調査範囲

- ・ JR甲子園口より王子動物園までの2号線沿い（徒歩による）
- ・ 三田市，神戸市北区しあわせの村（集成材建物の存在が分っていたのでその被害調査）
- ・ 神戸市北区星和台・鈴蘭台
- ・ 宝塚市川面，宮の町

4. 地域による被害の大きさ

西宮，芦屋，灘，東灘：報道のとおり

三田市：被害殆ど無し

北区星和台，鈴蘭台：被害小（瓦ずれ程度）

宝塚市：地域に限られるが武庫川の北側で被害大きい

5. 主な木造建物の被害の状況 — 今回の調査範囲内であることに留意

【戦前・戦後復興期に建てられた住宅】 — 最も数が多く，最も被害が大きかった

建物の特徴：比較的質素．使用材料も伝統的構法のように太くはない．戦争前後のものは材料の品質悪い．瓦はふき土ありの日本瓦（屋根が重い）．壁は竹小舞土塗り壁で，外部は漆喰仕上げ，あるいは小幅板下地（木ずり）のモルタル仕上げ．和風であるため内部に間仕切壁が少ない．

耐震性への配慮：倒壊した建物ではすじかいが皆無のものがあつた．すじかいがあつても申し訳程度で，断面も三つ割以下と細い（土塗りのため入れにくい）．柱－梁，柱－土台，すじかい端部などを止める金物は殆ど見られず．被害を受けた建物に限定されるが合板等のボードの耐力壁は全く見られなかった．耐震要素としては土塗り壁と木ずりが主であるが，十分な耐力はととても期待できない（既存不適）．

被害の状況：「1・2階とも完全に崩壊」，あるいは，「1階は倒壊2階は原型を保持」の形で多くの死傷者を出した．「1階は大きく傾き2階は原型保持」の場合は幸運とさえ云える．

国道沿いの建物は1階を店舗としているため，間口の殆どが開口部であり壁の配置が極端にアンバランスである．また造改築がなされている．耐震性に乏しいところに来て，これらのことが被害を加速したと云えよう．

最近の地震での倒壊のパターンは「1階が横に倒れ2階は原型保持」であるが，ばらばらに分解した部材が，隙間なく文字どおりガレキの山になるのはあまり見たことがない崩壊の形である（亡くなられた方の殆どが圧死と云われている）．この崩壊の形の原因とし

ては、断面が比較的細く金物がなかったため（部材と部材が簡単に離れた）、ふき土と瓦が重かったため、上下動が大きかったため、などが考えられるが、推測の域を出ない。

平屋に2階を造築したものは、1・2階の緊結性が悪いため、2階が大きく傾いた。

すじかいがあってもお座なりの入れ方の中で、すじかいの配置に考慮し鉄帯で補強した建物（昭和25年築）があった。この建物は被害の大きい地区にありながら、倒壊を免れていた。また、旧基準の時代に建設した店舗併用住宅でも、隅部に耐力壁を設けたものは被害小。

【現在の住宅】

現在の工法（金融公庫融資住宅型）で建てられた在来軸組工法、枠組壁工法、木質系プレハブ工法の被害は、今回調査の範囲では見なかった。ただし、従来から危険とされてきた耐力壁の配置など構造計画が非常に悪い建物（例えば、2階建て住宅で、1階の間口2.5間の内1間が駐車場、1間が掃き出し開口、0.5間が片すじかいと云ったミニ開発の建物）では、1階が大きく傾くなどの被害が見られた。

【伝統的な真壁造り住宅】

宝塚市内では、真壁造り（一部にすじかいもある）の古い住宅があったが、最近塗り直したと思われる建物は軽被害に留まっていた。メンテのない場合は被害が大きかった（1階が大きく傾くなど）

【入り母屋造り】

芦屋市芦屋川沿い国道2号線近くにあった入り母屋造りは軽被害か？（未確認）

【土蔵造り】

漆喰や土壁が落ち、大破、完全倒壊も見られた。但し、同じ場所でも無被害もある

【社寺建築】

木造の神社では東灘区本住吉神社、宝塚市川面の皇太后神社などを見たが、殆どが倒壊に近い大被害を受けていた。

【倉庫等】

古い市場の木造トラスの屋根（アーケード）には被害があったものと比較的被害が小さかったものとがあった。また、最近建てた製材の方杖ラーメンとすじかいによる比較的規模の大きな倉庫は、殆ど無被害。

【集成材使用建物】

芦屋市公光町、愛光幼稚園：壊滅的地区にあり、鉄筋コンクリート壁構造に集成材の屋根をのせた平屋の建物（規模小）。無被害。

灘区王子町、市民ギャラリー：鉄筋コンクリートの耐力壁に集成材アーチを乗せた教会風建物。急傾斜のため瓦は少し落ちたが骨組み等には被害なし。なお、すぐ近くの神戸近代美術館は基礎からずれているのでこの辺りの地震力は小さくはない。

三田市、三田学園小学校：体育館、教室とも無被害。ただし三田市では殆ど被害なし。

神戸市北区しあわせの村（淡路島－神戸の延長線の山の上）にあり、神戸市馬事公苑：鉄筋コンクリートの耐力壁上に集成材による大規模の屋根がかけてある。鉄筋コンクリート壁に取り付けたシャッターは外れたが集成材部分は無被害。

1995年 兵庫県南部地震における 木造建物の被害調査

神谷文夫*・海老原徹*・中井孝*

1995年1月17日午前5時46分、近畿地方を直撃したマグネチュード7.2の直下型「兵庫県南部地震」は、淡路島や神戸市とその周辺都市に甚大な被害をもたらした。森林総合研究所では、第1次調査団として上記3名が同月24～26日に神戸市・宝塚市などにおいて木造建物の被害調査を行った。木造建物の被害によって多数の犠牲者が出、その原因や工法に関する議論が起こっている。調査した範囲は被害地域の一部であり、これで被害の全貌が捉えられたとは云い難いが、これまでにまとめた部分を取り急ぎ、速報の形で報告する。

調査範囲と被害の程度

JR 甲子園口より、主として国道2号線を通り、西宮市、芦屋市、東灘区を経て灘区西端の王子町まで徒歩で調査を行った。また、宝塚市の一部、神戸市北区鈴蘭台と星和台、三田市の調査を行った。今回の建物被害は、これまでと違って、地盤が裂けて誘発されたものではなく、振動によるものがほとんどである。被害の分布と程度は、国道2号線沿いでは激烈であるが、山の手に行くに従って軽くなっていた。宝塚市では全壊を含む被害があったが、武庫川に沿う一部に集中していた。鈴蘭台と星和台、三田市の被害は、上記の2つの地域と比べて軽微であった。

被害の状況

最も被害の大きかったのは、戦前からおよそ昭和30年代（推定）にかけて建てられた建物である。これらの建物は建設年や外部の仕上げ方法などから2つの時代に分けられる。

前者は戦前・戦争直後に建てられた建物で、壁は基本的に竹小舞土塗壁である。一般に、使用さ

れている木材は断面が小さく品質も悪いように見えた。外壁は漆喰仕上げ、中には木ずり下地モルタル仕上げの場合もある。和風のため内部の間仕切りは少なく、後から取り付けた場合でも非常に薄いので、その耐力は期待できない。耐震性の乏しいところにきて、屋根はふき土を乗せた本瓦ぶき（当地では今日も続いている）で、重いため（基準法ではふき土なしの場合の1.54倍）、1、2階とも完全に崩壊するなど（写真1）、大きな人的被害の要因となった。



写真1 全壊した土塗壁の住宅。元の形が全く判らない(芦屋市)

従来の地震で見られた倒壊の形は、横に倒れ、部材の間にある程度の間隙が残る形であるが、今回のように部材がバラバラに分解して隙間なくガレキの山となる（多くの犠牲者が圧死と云われている）のは、これまでに見たことがない形である。その原因として、部材断面が比較的細く、金物がなかったため、屋根が重かったため、上下動が大きかったため、等が考えられるが、現段階では推測の域を出ない。

後者は、戦後しばらくしてから昭和30年代頃にかけて建てられた建物で、屋根は同様に本瓦ぶきであるが、外壁は当初から木ずり下地モルタル塗りで仕上げられている。壁は土塗が多く、基本的には筋違いはない（写真2）。あるいは無開口部分

*森林総合研究所第1次調査団



写真2 木づくりだけで筋違いのない住宅の被害（芦屋市）
 が十分であっても、筋違いは必要最小限にしか入れられていない。これは土塗壁の施工上、筋違いを入れるのがめんどろだったためではないかと考えられる。

筋違いは断面が薄く（実測例では1.8～2.7cm×9cm）金物補強もないため、踏み外したり座屈しており、今日の筋違いほどに効いたかは疑問である。

木づくりやモルタルは場合によっては抵抗力が期待できるが、被害建物の木づくりの間隔は広く、モルタルも古いものではワイヤラスが非常に細くて直ちに剥落したと推定されるので、これらが余力



写真3 増改築した建物の被害。外見は新しいが中味は古い（芦屋市）



写真4 1階間口部分に耐力壁がほとんどない住宅の被害（芦屋市）



写真5 間口に耐力壁がほとんどない店舗は軒並み倒れた（芦屋市）
 として抵抗したとは考え難い。

これらの2つの建物は、現行基準には合致しない、いわゆる既存不適であるが、元々、耐震性が乏しいところに来て、増改築（写真3）、耐力壁の配置のアンバランス（写真4）、店舗併用型（写真5）などによる構造計画上の欠陥のため、1階が完全に倒壊するなど被害を大きくし、多くの犠牲者を出す結果となった。

しかしながら、旧基準で建てられているとは云え、中には筋違いの施工や配置に配慮した建物があり、そのような建物は倒壊を免れていた（写真6）。

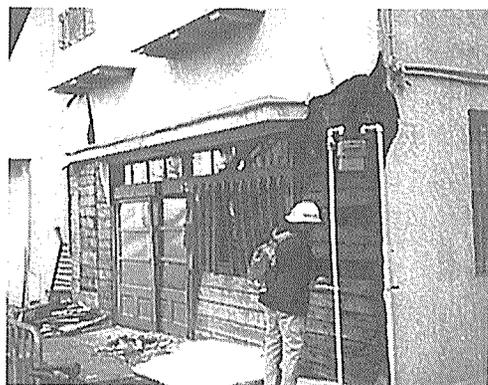


写真6 旧基準の時代に建てられても、両隅に筋違いのある事務所は倒れていない（東灘区）

現在の在来軸組工法、枠組工法、木質プレハブ工法などの住宅では、外見上はほとんど被害は認められなかった（写真7）。なお、「現在の」とは、金融公庫融資住宅のタイプのと云う意味である。ただ、従来からその危険性が繰り返し叫ばれてきた耐力壁の配置などが非常に悪い建物、例えば狭い間口の隅部が開口で耐力壁が殆どない建物（写真8、9）などでは、1階が大きく傾くなどの被害があった。

なお、そもそもあまり使用されていないのかも

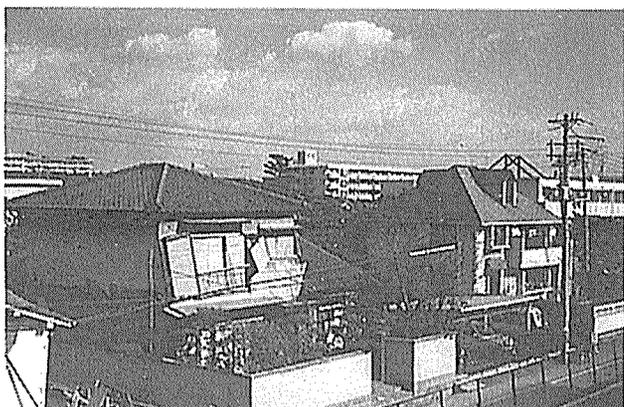


写真7 無被害の現在の基準の住宅(右)と損傷の大きい写真2の住宅(芦屋市)

しれないが、今回の調査の範囲では、合板等のボード類を張った耐力壁の被害例は全く見ることができなかった。

入母屋造りの比較的高级な住宅は、たまたま見かけた中では、被害は少ないように見受けられた(写真10)。

芦屋市船戸町近辺では複数の土蔵がかたまっていたが、1階部分が全壊(写真11)から、外見上無被害(写真12)のものまで、被害の程度に大き



写真10 入母屋造りは比較的軽被害か?(東灘区)



写真11 1階部分が倒れた土蔵(芦屋市)



写真8 間口に耐力壁(片筋違い)が91cmしかないミニ開発住宅の被害(宝塚市)



写真12 写真11の近くにおいて被害の小さかった土蔵(芦屋市)な違いがあった。

木造の神社は一般に大きな被害を受けていた(写真13)。

製材のトラス構造は、たまたま見かけた新しい倉庫(写真14)については、大きな被害は見られなかった。構造力学的な配慮がされた建物は、それなりの耐震性を有するということであろうか。

集成材を使用した建物として、芦屋市公光町の幼稚園(RC耐力壁上の屋根)、神戸市灘区王子の市民ギャラリー(RC耐力壁に3ヒンジアーチを乗せた教会風建物、写真15)、三田市の学園小学校(3ヒンジアーチ)、神戸市北区しあわせの村の馬術競

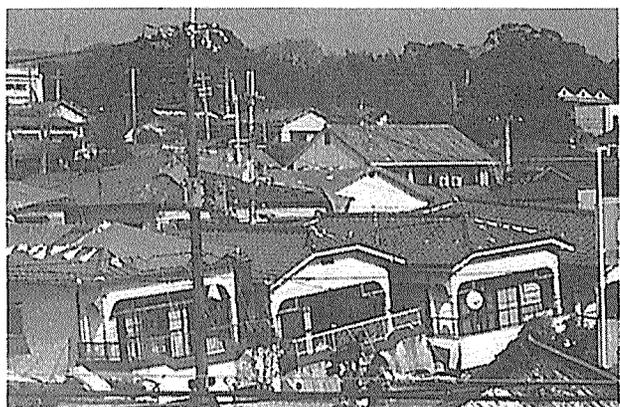


写真9 写真8のような住宅は軒並み被害に合った(宝塚市)



写真13 神社の多くは大きな被害にあった(東灘区)

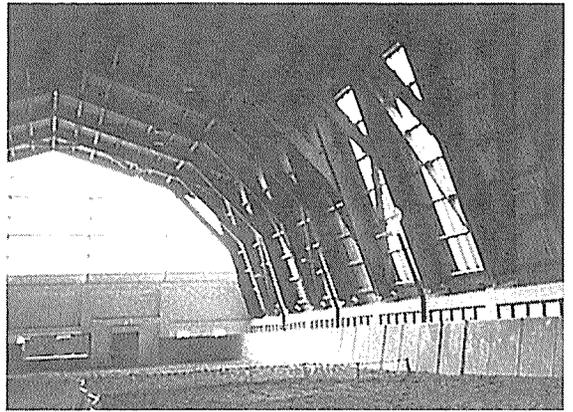


写真16 方杖式集成材ラーメンの建物は無被害
(北区しあわせの村)

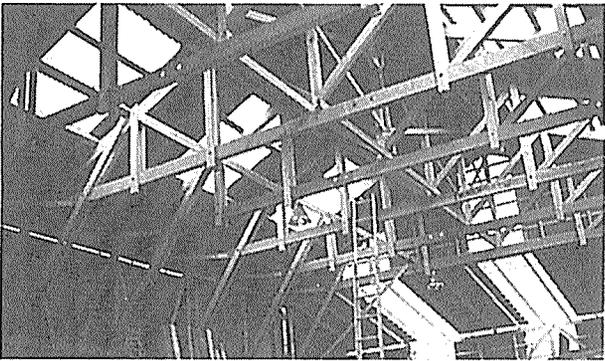


写真14 木造トラスによる中規模の倉庫は無被害(西宮市)



写真15 RC耐力壁と集成材アーチ屋根の組み合わせ。構造的な被害なし(灘区)

技場(方杖式ラーメン、写真16)を調査したが、市民ギャラリーの瓦の一部がずれ落ちただけ、いずれも構造的な被害はなかった。

今回の調査は、範囲もさることながら、被害建物の建設年や耐力壁の種類・配置などを十分に調査した訳ではなく、結論めいた知見を誘導するには不十分と思われるので、さらに詳細な第2次調査を行う予定でいる。

最後に犠牲者の方々のご冥福をお祈りするとともに、被災された方々に心からお見舞いを申し上げます。

Ⅲ 東京大学有馬助教授の調査

兵庫県南部地震（阪神大震災1995. 1. 17）の木造建築物の被害調査

1. 被害を受けた木造建築物の傾向

（1）倒壊など大きな被害を受けたもの

ここでは倒壊現場に散在している資材や周辺状況から判断した、きわめて概略的な傾向を述べたものである。もちろん壁量や平面や立面など構造計画上の詳細は明らかでないものが多いが、既存の実験や近年各地で発生した地震の実態調査から、その要因の推測はかなり正確であると思われる。あえてここで概略的な傾向と断わった理由はこれらの形式の建物がすべて被害を受けた訳ではなく、被害の少ないものも存在するし、逆にこれ以外のものが全く被害がなかったという訳でもないからである。別の言い方をすれば、被害を受けた建物の構造的な要因の検討がきわめて重要で、新しいとか、外観や資材あるいは建築構法で被害の程度を評価をすることは誤解を生じやすいし、ことの重大さを曖昧にするからである。

（a） 比較的古い形式の住宅

比較的古い建物は激震地はもとよりかなり広範囲で倒壊が目立っている。旧お屋敷と思われるものでも倒壊した例は少なくない。以下のような要因が重なっていると考えられる。
＜建物重量の大きさ＞

葺土瓦であり、それを支える梁などの寸法も大きい。壁も小舞壁、木摺り漆喰壁など重量が大きいものが多い。長野県中部地震の被害でもこれらは比較的みられているが郡部のため平家がほとんどで、今回は2階建がかなり多かったことも被害を大きくさせている。これは倒壊によって圧死した人の多かったことの要因となっている。葺土瓦を歴史的に考えるならば台風対策が主であったと予想されるが、どっしりとした造りという先入観が耐震性への配慮を欠いたともいえなくはないだろうか。

＜壁の少なさ＞

気候、風土条件から概して開口部の大きなものが多い。結果的に耐力壁の不足をもたらしているとおもわれる。ここでも地震の経験のなさが耐震性への配慮を欠いたといえよう。

＜壁耐力の不足＞

筋かいのないもの、筋かい接合不足など耐震性への配慮がないものもあるが、土塗り壁などでは必要壁量を満たさないであろうと思われる規模の建築物も少なくないようである。倒壊に到るかどうかの状態では接合金物の欠如も粘り不足を生じている可能性も少なくない。

＜余力不足＞

地震（加速度）の大きさから考慮すると必要壁量を上記のような耐力壁で満たしていたとしても限界の状態かそれを越えることが予想される。それは近年の住宅と違って内外装材や耐力壁にカウントされない間仕切り壁などがきわめて少ないことが考えられるからである。

＜腐朽、白蟻など劣化＞

古い木造建築物は水周りなど部分的には腐朽、白蟻など劣化が生じている可能性は十分ある。耐震性に係るところは主として接合部分になるであろうが、全体に対する寄与は明確でない。

<増改築>

比較的安直な増築改築が引き金になったと思われる被害もある。とくに2階への増築が下階壁量不足を生んだ可能性も少なくない。

ここでとくに注意したい点は古かったから問題があったのではなく、古い木造住宅は構造的な配慮が欠けていたものが多く存在したということである。別の言葉でいうならば現在新築中の構造的、耐久的に配慮された住宅は、たとえば30年経過し古くなったとしても倒壊する恐れはまず考えられないということである。

(b) 木造軸組モルタル構造

あえてここで木造軸組モルタル構造を挙げた理由は少なくとも現行基準法施行後の建築物の範囲内で造られ、防火木造として位置されているからである。とくに重要な点は倒壊した建物と、モルタル壁が剥落したが倒壊は免がれたもの(後述)、ほとんど被害がなかったものに大別できることである。ここでは倒壊した要因がきわめて重要である。

<建物重量の大きさ>

葺土瓦であり、壁は外壁仕上げモルタルで下地はラス下地板で重量が大きい。また都市部のため2階建が多い。ただし、重要な点は建物重量の大きさが問題だったのではなく、以下の要因のもとで重要な位置を占めたということである。

<壁の配置や少なさ>

著しく大きな開口部や隅角部の両面開口などに無理のある計画が多い。耐力壁の不足もあるようで耐震性への配慮を欠いたといえよう。

<壁耐力の不足>

筋かいのないもの、筋かい接合不足など耐震性への配慮が全くなされていないものや、必要壁量を満たさないであろうと思われる規模の建築物も少なくない。接合金物はないか軽微で粘り不足を生じている。とくに筋かいは三割り(2.5cm程度)で突きつけ、釘のないものや、あっても釘2本で引張りに耐力を期待できないものがほとんどである。引張りと圧縮筋かいのバランスの極端に悪いものも予想される。

<余力不足>

モルタル壁は適切に施工されているならばきわめて大きな耐力を余力として期待できるはずであるが、剥落などで寄与し得なかったと予想される。内装材が軽微であることも倒壊現場から観察される。

<腐朽、白蟻など劣化>

モルタル壁の内部の木部は雨仕舞いが悪かったり、水周りなど部分的には腐朽、白蟻など劣化が生じている可能性は十分ある。近年の断熱材の挿入による内部結露も要因になり得る。いずれにしても耐震性に係わる場所は主として接合部分になるであろうが、全体に対する寄与は明確でない。ただし、モルタルの剥落には下地の腐朽とラスやタツカなどの腐蝕も考えられている。

<増改築>

比較的安直な増改築が引き金になったと思われる被害もある。とくに2階への増築が下階壁量不足を生んだ可能性も少なくない。2階増築するときに通し柱添え付けて増築したが一体化がなされておらず、下階壁量不足も予想された。

とくに在来軸組構法やモルタル壁がすべて被害を生じていることを意味していない。被害を受けていないものも多いことから、被害のあったものは構造的な配慮の欠けたものであり、建築基準法や技術基準以前の問題である。しかしながら、これらが倒壊と多くの人命を奪ったことは事実であり、これらが混在していたという事実を厳粛に受け止める必要がある。

(c) ミニ開発など構造計画上の無理のあるもの

これは(b)に述べた要因にほとんど重なっているが、とくに構造計画上の無理を述べておきたい。

前面間口が2～2.5間程度であまり大きくとれないため、壁の偏在が著しくなりがちである。またこのような鰻の寝床では一方向にはきわめて耐力壁の不足が生じがちである。土塗り壁や、三割り筋かい程度では必量壁量を満たすことは現実には困難である。

とくに、構造計画、施工上に配慮のなさが被害を大きくしている。

(d) ガレージ付き

とくに鉄筋コンクリート造が損傷がなく上階に構造的な配慮がなされていれば問題は比較的少ない。木造で造られたガレージ上に上階を有するタイプではかなり無理があり、倒壊を誘発したものも少なくない。

(e) 店舗型住宅

前面が開口あるいは前面ガラスなどであることが多く、壁の著しい偏在がある。過去の被害ではくの字になったりする例が多かったが、今回は倒壊が少なくない。密集地帯での間口の小ささなどに伴う1階の耐力壁の不足が決定的な要因になっていると推定される。

(f) 不用意な増改築

上階への増築は前記した通りであるが、横への増築は接合部に問題が多く、変形性能の違いによる追突などがみられている。

(g) 建設途中

現実には構造が不安定な状態であるため損傷が生じがちである。

(2) 半壊など問題となる被害

以上みてきたように在来軸組構法、枠組壁工法、パネル工法など、その構法を問わず構造計画、施工に配慮のなされたものは倒壊はほとんどみられていない。先に述べたようにモルタルの壁の剥落が多くみられたが、筋かい量が満足しているため、モルタルの剥落のみですんでいるものも多い。もちろんそれらは補修、補強で十分再利用可能であるが、モルタルの剥落はその危険性だけでなく、このような緊急時の防火にきわめて重要な意味を持つ。それは外装仕上げという側面にとらえてはならない。

2. 目立った傾向と留意すべき点

ここでは繰り返しになるところが多いが、今回の被害で目立った傾向とそれに伴う取扱上の留意すべき点とまとめておきたい。

(1) 従来より指摘されていた弱点を有した住宅が大量に共通的に倒壊した。

(2) 葺土瓦、土塗り壁（小舞い）の2階建（従来はこのタイプでは平家が多い）の形跡をとどめない倒壊が多く、構造的な配慮の不足と余力の不足が主要因であろう。これを単純に古い、新しいで置き換えてはならない。

(3) 構造的にそれなりの配慮のなされたものは倒壊していない。

たとえば筋かい量が満足しているため、モルタルの剥落のみですんでいるものも多い。それらは補修、補強で十分再利用可能と思われる。

(4) 在来軸組構法、枠組壁工法、パネル工法、大断面木造を問わず、壁量など配慮のなされた構造の損傷は壁紙亀裂、タイル亀裂程度できわめて少ない。

先に述べたように在来軸組構法がすべて被害を生じていることを意味していない。被害を受けていないものも多いことから、被害のあったものは構造的な配慮の欠けたものであり、建築基準法や技術基準以前の問題がほとんどであると推測される。しかしながら、これらの一部が倒壊し、多くの人命を奪ったことは事実であり、これらが混在していたという事実を厳粛に受け止める必要がある。

被害の大小や要因を（2）で述べたのと同じく構法の種類や建設年数で表現することは誤解を招きやすいので控えるべきである。すなわち、今回被害の少なかった構法であったとしても、それは現行の構造的な配慮、施工、維持管理のなかで確保されただけあっていづれかが欠けたら同じ被害を受けるであろうことは容易に予想されるからである。

(5) モルタルの壁の剥落が多くみられたが、最近の配慮がなされたモルタル壁（軽量、留め付け）は剥落がみられない。モルタル壁がすべて被害を生じていることを意味していないが故に、その施工あるいは維持管理が重要である。

(6) モルタルの壁の剥落は過去の被害でも多くみられ問題が指摘されてきた。モルタルの剥落はその危険性だけでなく、このような緊急時の防火にきわめて重要な意味を持つ訳で剥落は論外である。仕上げという側面にとらえてはならない。これは近年の防火サイディングでも必須条件である。

(7) 液状化が発生したとみられる地域でも地盤条件に応じた対策や、一体化した布基礎が配置され、壁量、一定の余力を満たしている住宅の損傷はきわめて少ない。しかしながら、建物全体のわずかな傾斜は観測されている。今後、補修法やこれら被害を想定したときのジャッキアップへの対応など計画上の検討が望まれる。

注) 本報告は以下の日程と場所で開催した現地調査に基づくものである。

期間：平成7年1月27日（金）～1月29日（土）

場所：神戸市の東灘区、灘区、長田区及び中央区、西宮市、宝塚市

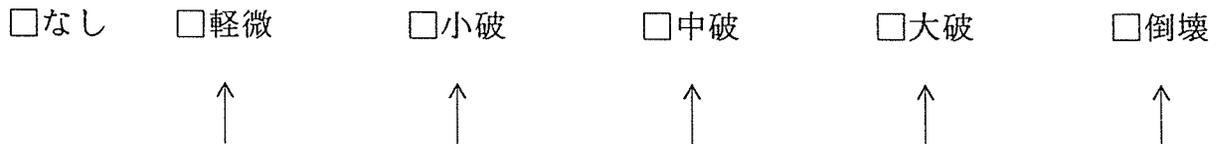
IV 京都大学東樋口助教授の調査

芦屋西部地区・西宮高木地区の外観目視被害調査の集計概要

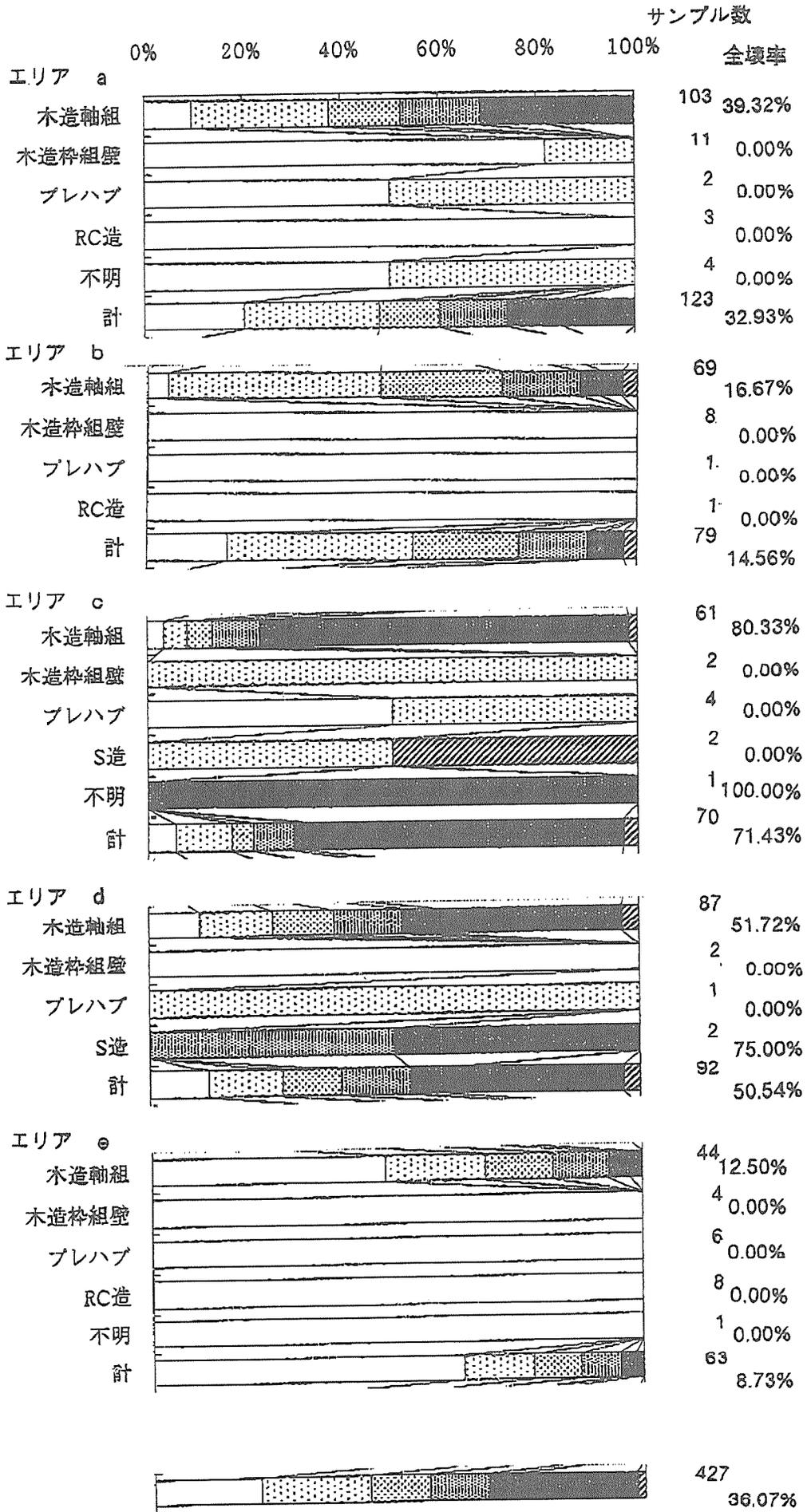
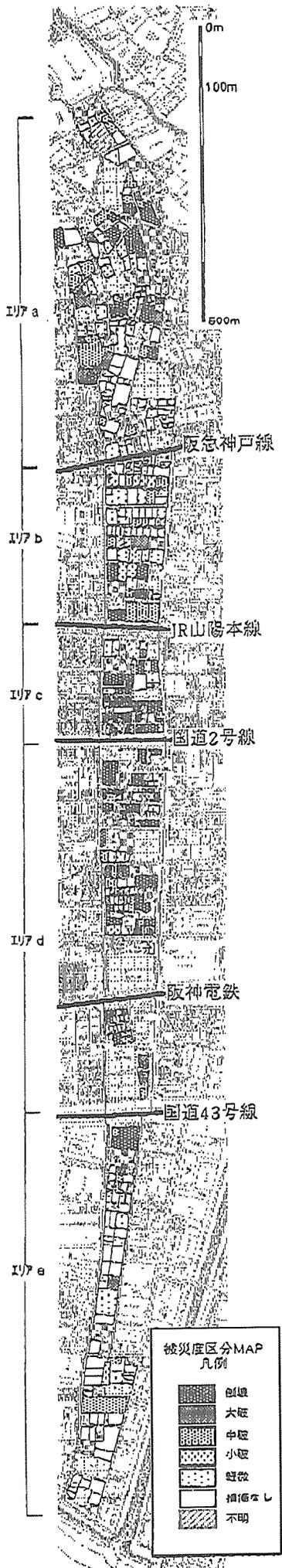
建物被害から見た木造建築の課題

文中の被災度区分は下表の記述を基に各グループが判定した。

被災度区分



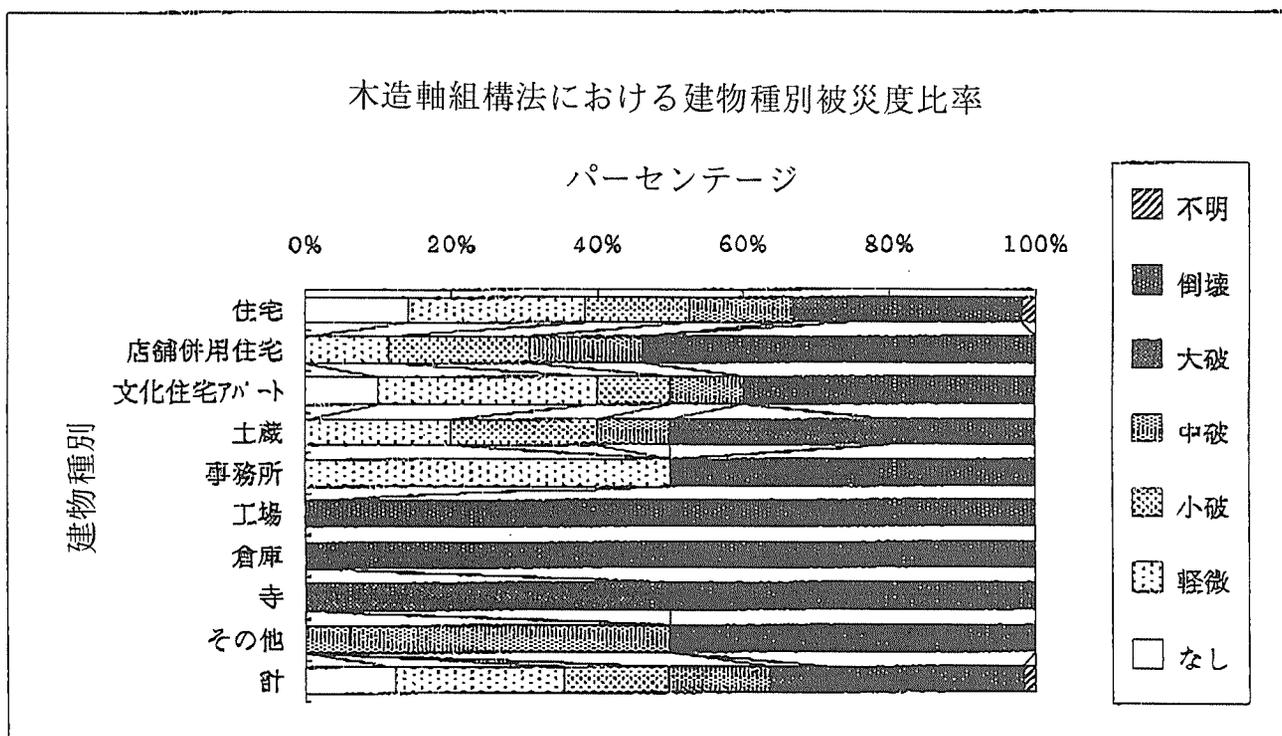
基礎		<input type="checkbox"/> ひび割れあり	<input type="checkbox"/> 不況沈下 <input type="checkbox"/> 仕上モルタルのはく離	<input type="checkbox"/> 破断 <input type="checkbox"/> ひび割れ著しい	<input type="checkbox"/> 1階倒壊 <input type="checkbox"/> 2階倒壊 <input type="checkbox"/> 全壊
床組	<input type="checkbox"/> 木組と壁の間にわずかなずれ		<input type="checkbox"/> 土台と基礎のずれ <input type="checkbox"/> 柱と土台のわずかなずれ	<input type="checkbox"/> 束か束石から脱落 <input type="checkbox"/> 柱と土台の著しいずれ	<input type="checkbox"/> 全ての柱が守根土台からずれ
軸組	<input type="checkbox"/> 柱梁仕口にわずかなずれ	<input type="checkbox"/> 一部の柱梁仕口にめり込み <input type="checkbox"/> 柱梁の若干のたわみ	<input type="checkbox"/> 柱、梁に割れ <input type="checkbox"/> 柱梁仕口にずれ	<input type="checkbox"/> 柱、梁等が破損 <input type="checkbox"/> 天井面の歪、天井板のずれ	<input type="checkbox"/> 大きな残留変形(1/10を越える)
壁	<input type="checkbox"/> 壁面にわずかなずれ	<input type="checkbox"/> ポート壁：隅角部にひび割れ <input type="checkbox"/> 土塗壁：ひび割れ小	<input type="checkbox"/> 筋違壁：仕口のずれ <input type="checkbox"/> ボード：著しいずれ <input type="checkbox"/> 土塗壁：殆どひび割れ	<input type="checkbox"/> 1/10の残留変形 <input type="checkbox"/> 下地材から脱落 <input type="checkbox"/> 貫の破損	<input type="checkbox"/> 全ての仕上材が脱落
仕上材	<input type="checkbox"/> モルタルの開口隅角部に若干ひび割れ <input type="checkbox"/> 目地のずれ	<input type="checkbox"/> 若干モルタルの脱落 <input type="checkbox"/> サッシ開閉不能 <input type="checkbox"/> タイル目地に亀裂	<input type="checkbox"/> 大半モルタルの脱落 <input type="checkbox"/> ボードの著しいずれ <input type="checkbox"/> タイルのはく離	<input type="checkbox"/> 殆どのモルタル脱落 <input type="checkbox"/> サッシ・建具の破損 <input type="checkbox"/> タイルの剥落	<input type="checkbox"/> 全建具、サッシの破損
屋根	<input type="checkbox"/> 棟瓦の一部がずれ、破損	<input type="checkbox"/> 棟瓦のずれ、破損、落下	<input type="checkbox"/> 棟瓦以外の瓦にもずれ	<input type="checkbox"/> 小屋組の一部破損 <input type="checkbox"/> 瓦の全面的なずれ、破損、落下	<input type="checkbox"/> 小屋組の著しい破損、葺材の損傷



芦屋市西部地区における調査地域と被災状況

構法と建物種別ごとの被災度

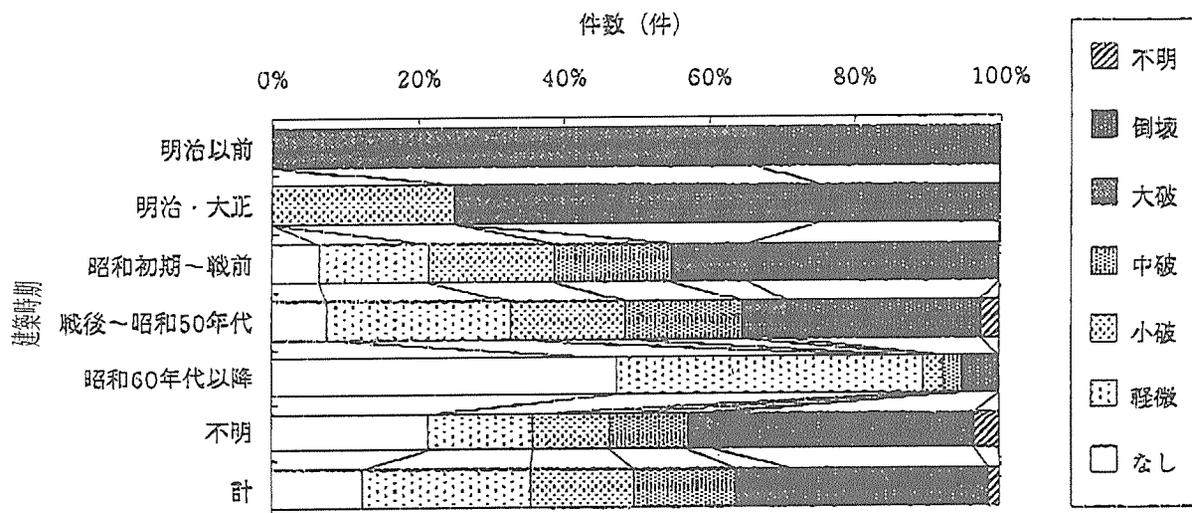
構法	建物種別	被災度区分							総数	全壊率
		なし	軽微	小破	中破	大破	倒壊	不明		
木造軸組	住宅	44	75	44	44	23	74	6	310	38.39%
	店舗併用住宅	0	3	5	4	0	14	0	26	61.54%
	文化住宅アパート	1	3	1	1	0	4	0	10	45.00%
	土蔵	0	2	2	1	3	2	0	10	55.00%
	事務所	0	1	0	0	0	1	0	2	50.00%
	工場	0	0	0	0	0	1	0	1	100.00%
	倉庫	0	0	0	0	0	1	0	1	100.00%
	寺	0	0	0	0	1	1	0	2	100.00%
	その他	0	0	0	1	0	1	0	2	75.00%
	計	46	84	52	51	27	99	6	364	41.62%
木造枠組壁	住宅	22	4	0	0	0	0	0	26	0.00%
	店舗併用住宅	1	0	0	0	0	0	0	1	0.00%
	計	23	4	0	0	0	0	0	27	0.00%
プレハブ	住宅	8	3	0	0	0	0	0	11	0.00%
	店舗併用住宅	0	1	0	0	0	0	0	1	0.00%
	文化住宅アパート	1	0	0	0	0	0	0	1	0.00%
	事務所	1	0	0	0	0	0	0	1	0.00%
	計	10	4	0	0	0	0	0	14	0.00%
S造	住宅	0	0	0	1	0	0	0	1	50.00%
	店舗併用住宅	0	1	0	0	0	0	0	1	0.00%
	文化住宅アパート	0	0	0	0	1	0	0	1	100.00%
	その他	0	0	0	0	0	0	1	1	0.00%
	計	0	1	0	1	1	0	1	4	37.50%
RC造	住宅	12	0	0	0	0	0	0	12	0.00%
	計	12	0	0	0	0	0	0	12	0.00%
不明	住宅	3	2	0	0	0	1	0	6	16.67%
	計	3	2	0	0	0	1	0	6	16.67%
総数		93	95	52	52	28	100	7	427	36.07%

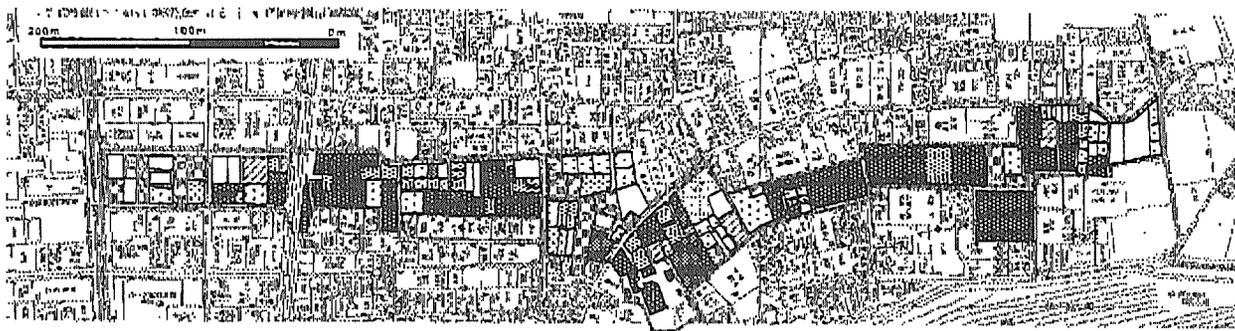


芦屋市西部地区における建物構法別建築時期別被災状況

構法	建築時期	被災度区分							総数	全壊率
		なし	軽微	小破	中破	大破	倒壊	不明		
木造軸組	明治以前	0	0	0	0	2	1	0	3	100.00%
	明治・大正	0	0	1	0	2	1	0	4	75.00%
	昭和初期～戦前	6	14	16	15	10	32	0	93	53.23%
	戦後～昭和50年代	15	50	31	32	12	53	5	198	40.91%
	昭和60年代以降	18	16	1	1	0	2	0	38	6.58%
	不明	6	4	3	3	1	10	1	28	44.64%
	計	45	84	52	51	27	99	6	364	41.62%
木造枠組壁	戦後～昭和50年代	3	0	0	0	0	0	0	3	0.00%
	昭和60年代以降	16	4	0	0	0	0	0	20	0.00%
	不明	4	0	0	0	0	0	0	4	0.00%
	計	23	4	0	0	0	0	0	27	0.00%
プレハブ	戦後～昭和50年代	4	2	0	0	0	0	0	6	0.00%
	昭和60年代以降	2	1	0	0	0	0	0	3	0.00%
	不明	4	1	0	0	0	0	0	5	0.00%
	計	10	4	0	0	0	0	0	14	0.00%
S造	戦後～昭和50年代	0	0	0	1	1	0	0	2	75.00%
	昭和60年代以降	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
	不明	0	1	0	0	0	0	1	2	0.00%
	計	0	1	0	1	1	0	1	4	37.50%
RC造	戦後～昭和50年代	2	0	0	0	0	0	0	2	0.00%
	昭和60年代以降	3	0	0	0	0	0	0	3	0.00%
	不明	7	0	0	0	0	0	0	7	0.00%
	計	12	0	0	0	0	0	0	12	0.00%
不明	昭和初期～戦前	0	1	0	0	0	0	0	1	0.00%
	戦後～昭和50年代	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
	昭和60年代以降	2	1	0	0	0	0	0	3	0.00%
	不明	1	0	0	0	0	1	0	2	50.00%
	計	3	2	0	0	0	1	0	6	16.67%
総数		93	95	52	52	28	100	7	427	36.07%

木造軸組構法の建物における建築時期別被災状況

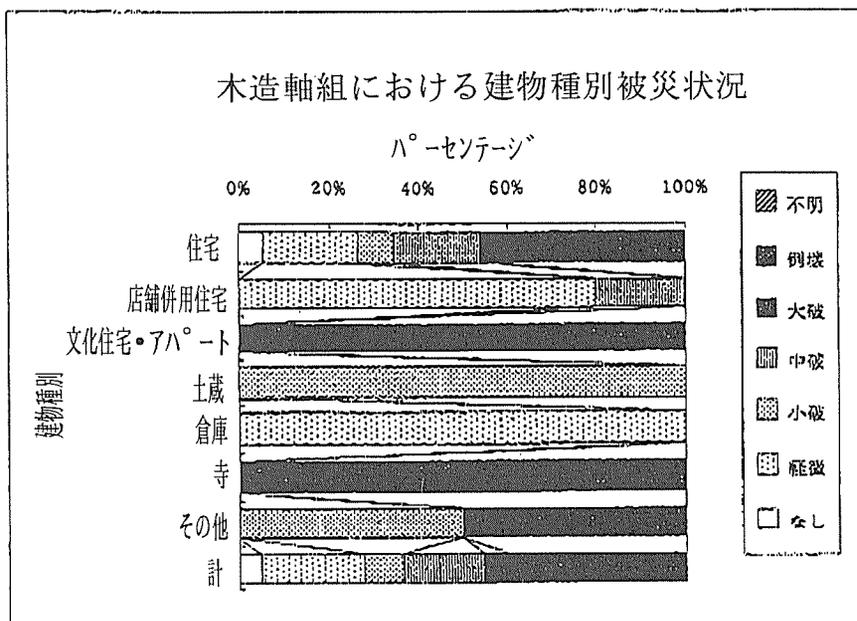




西宮市高木地区の調査対象地域における被災度状況

構法	建物種別	被災度区分							総数	全壊率
		なし	軽微	小破	中破	大破	倒壊	不明		
木造軸組	住宅	6	24	9	22	5	47	0	113	55.75%
	店舗併用住宅	0	1	0	1	0	0	0	5	10.00%
	文化住宅・アパート	0	0	0	0	2	0	0	2	100.00%
	土蔵	0	0	1	0	0	0	0	1	0.00%
	倉庫	0	1	0	0	0	0	0	1	0.00%
	寺	0	0	0	0	0	2	0	2	100.00%
	その他	0	0	1	0	0	1	0	2	50.00%
計		6	29	11	23	7	50	0	126	54.37%
プレハブ	住宅	2	1	0	0	0	0	0	3	0.00%
	文化住宅・アパート	2	1	0	0	0	0	0	3	0.00%
	その他	0	1	0	0	0	0	0	1	0.00%
計		4	3	0	0	0	0	0	7	0.00%
S造	住宅	1	0	0	0	0	0	0	1	0.00%
	商店	0	0	0	0	1	0	0	1	100.00%
	その他	1	0	0	0	0	0	0	1	0.00%
計		2	0	0	0	1	0	0	3	33.33%
RC造	住宅	3	0	0	0	0	0	0	3	0.00%
	計		3	0	0	0	0	0	0	3
その他	住宅	1	0	0	0	0	0	0	1	0.00%
	その他	0	0	0	0	0	1	0	1	100.00%
	計		1	0	0	0	0	1	0	2
不明	文化住宅・アパート	1	0	0	0	0	0	0	1	0.00%
	その他	0	0	0	0	0	1	3	4	25.00%
	計		1	0	0	0	0	1	3	5
総数		17	32	11	23	8	52	3	146	48.97%

* 倒壊率 = (中破の件数 × 0.5 + 大破の件数 + 倒壊の件数) / 母数



阪神・淡路大震災の建物被害から見た木造建築の課題

1. 老朽住宅 ----- 構造材の蟻害・腐朽
2. 不良施工 ----- 筋かい、仕口・継手、下地材
3. 計画上の問題の多い住宅
 - (1) 狭小宅地の住宅（ミニ開発） ----- 間口1.5～2間、壁の量
 - (2) 文化住宅（木賃アパート）
 - (3) 店舗併用住宅
 - (4) 展望・採光・通風偏重住宅
 - (5) 無理な計画の住宅 ----- 重いベランダ、大きな吹き抜け
 - (6) 無理な増築・改造 ----- 2階の継ぎ足し、界壁の取り外し
4. 基礎の弱い住宅
独立基礎、煉瓦、切石
5. 弱い継手・仕口
 - (1) 現代構法；土台と柱、胴差しと柱の短ほぞ
 - (2) 伝統構法；桁と梁、小屋束、棟木の継手
6. 伝統構法の問題 ----- しころ造りなどの伝統民家、社寺
 - (1) 淡路のしころ造り；桁うえの束立て
 - (2) 伝統民家・社寺の貫 ----- 変形の大きさ
 - (3) 土蔵 ----- 土壁・漆喰壁の振り落とし

V 足利工業大学尾内講師の調査

平成7年兵庫県南部地震被災報告 1995/1/25

第1陣として1/21-23の3日間、救援物資の搬送をおこなうとともに被災状況の概要を把握した。中央高速名神高速京都で一般道にはいり、国道171号線で西宮方面に向かったが、橋梁の落下により大阪方面に下る。吹田より南西に向かい、尼崎にはいる頃より沿線の住宅や商店の外壁や屋根部分に被災した形跡を確認。深夜であったので沿線の様子からして、比較的軽微なものと考えた。尼崎から武庫川を渡ると被災状況は甚大で倒壊圧壊の家屋が道路面に散乱し、通行も難しくルートを何度も変えて、深夜2時に西宮の目的地に到着した。

この間交通の混乱は深夜にも拘らず多くの車両と、徒歩による多くの人の行列が各所でみられた。被災4日目の状況は未だ混乱の中で人も車も大混雑の様子であった。

ライフラインの中では電気が使える地区が多く見受けられ、街路の明かりは比較的多く点灯していた。

- | | | |
|---------|--|---------------------------------------|
| 1. 調査地域 | 西宮市 夙(しゅく)川沿線
尼崎市
芦屋市 国道2号線北側
神戸市東灘区 国道2号線沿い | 車の移動と徒歩
車の移動
車の移動と徒歩
車の移動と徒歩 |
| 2. 調査対象 | 市街地全体の被災状況
木造建築物の被災状況
その他RC, S造建築物の被災状況
土木構造物 | |
| 3. 被災状況 | 1) 市街地
西宮市
倒壊した建物が各所で道路に散乱し進行の障害となっている。
電柱も多く根元より折れ、道路に覆いかかったり、建築物にもたれ掛かっている。
通行可能な道路に限られるため日中はここに人と車が殺到し大混雑となっている。通常車で5分程度のところが1時間30分もかかる。
国道2号線より北の夙川近辺は周囲の被災家屋を除けば静かである。
おもに混雑は東西に走る幹線道路(2号線)とその混雑を避けるため迂回した車の走るその近辺の平行した道路がひどい。
東灘区、芦屋市
幹線道路より2km北側は地元の車以外は少なく、比較的流れは良いが倒壊した建築物や散乱物で通行不能の箇所もある。
国道2号線では、宮地病院の圧壊現場で道路への倒壊の危険から、通行規制がおこなわれている。そのため路地に迂回した車両がその近辺では大混雑となっている。
尼崎市
国道2号線や山手幹線といった幹線道路は緊急物資の輸送車と一般車により混雑している。これを避けて路地を通ると多くの障害物で後退しなければならないところもある。

2) 木造建築物
*被災家屋の多くは2階建ての在来工法の住宅や店舗併用住宅アパート | |

が多く、1階の部分が上階により押しつぶされている。2階部分が1階と見間違えるような状態の建物も多い。路線店舗は1階の間口が大きい
ためか隣接する店舗が同じ方向（道路に平行）に倒壊している。

比較的屋根の重そうなものが多い、台風時の被災が第1なのか

*柱頭部の仕口の抜けや座屈または大きな横力による1階の柱の折損がある。

柱梁の仕口の羽子板ボルトの部分から柱が繊維方向に割れているものもある。

聞き取りによれば縦揺れが大きく、その後短い間にねじられるような挙動だった。そして短時間のうちにつぶれた

*建物全体が所在の場所から4m余り隅角部の柱を中心として回転移動している。屋根は軽微な金属板葺き、建物全体は直方体である。

主な要因としてはアンカー部の剛性不足と考えられる。建物の外形は維持されている。壁も比較的多い。

*被害の軽微だった建物は比較的近年（10年？）のものでモルタルの剝落や屋根の一部損傷程度でおさまっている。

比較的壁が多い

*古い建物（40-50年以上？）は1階の圧壊や建物全体が倒壊し原型をとどめないものもある。

圧壊は1階部分だけすべて壊れ、2階が形をとどめているものと、

2階が1階の中に潜り込むように落ちているものがある。縦揺れがやはり大きかったのか。

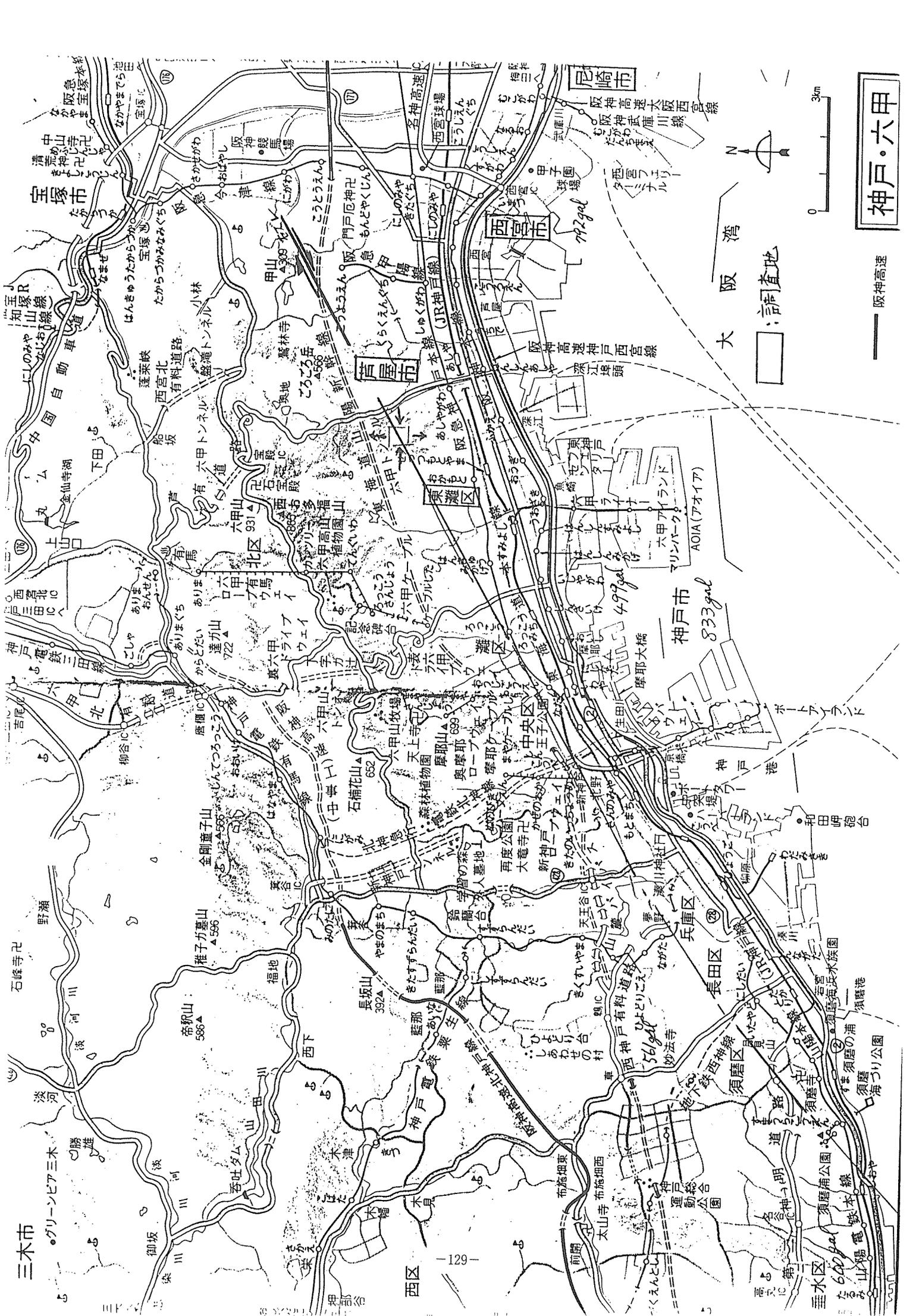
*無被害の家屋

在来工法では、比較的窓が小さく雑壁が多く入っているもの、枠組み壁工法、プレファブ工法の住宅が無被害の状態、倒壊や圧壊した家屋と並んでたっている。

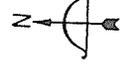
1995 / 1 / 26

足利工業大学建築学科

尾内 俊夫



神戸・六甲

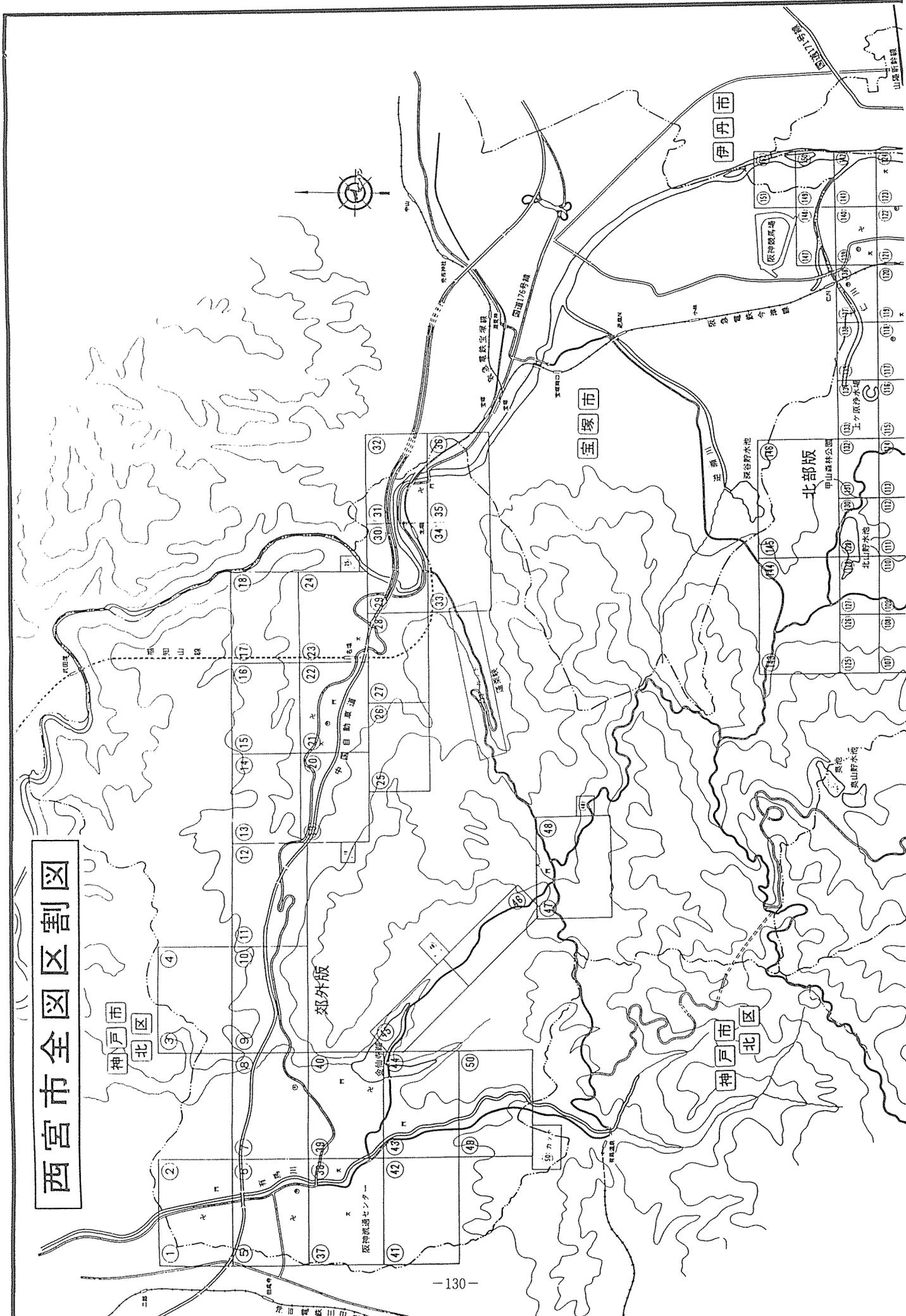


調査地

大阪湾

阪神高速

西宮市全図区割図



1. 地盤の問題

西宮市阪急甲陽線苦楽園口南
阪急線に沿線の住宅が地盤の崩壊とともに
倒れかかる



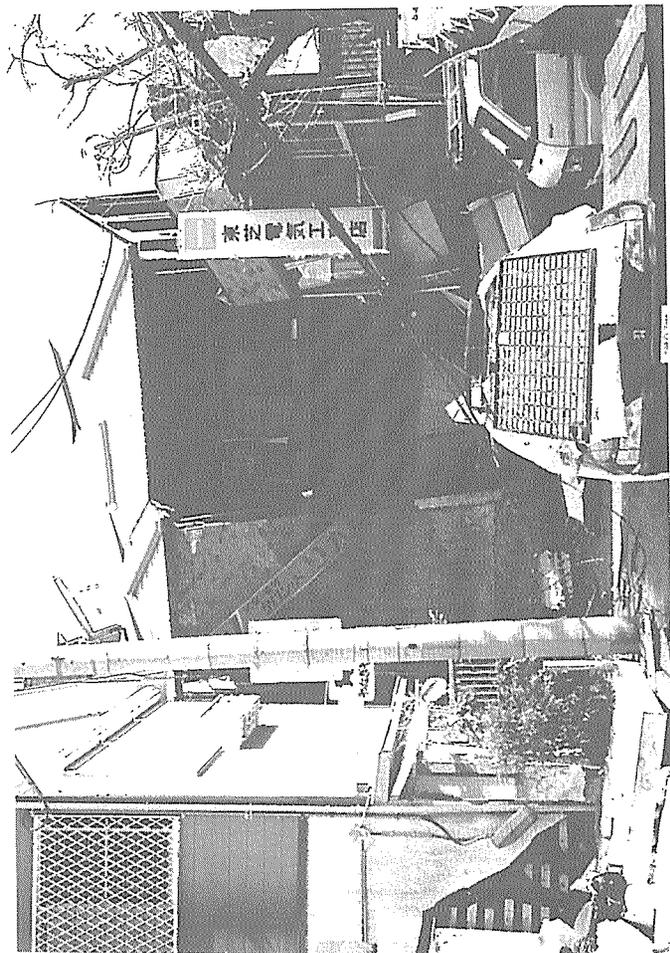
西宮市大井出町 在来木造住宅
前面道路より約60cm高い位置に地盤面が
あり、石積擁壁の崩壊にともなって住宅が前
面道路へ向かって崩壊した。



2. アンカー部分の剛性と耐力不足

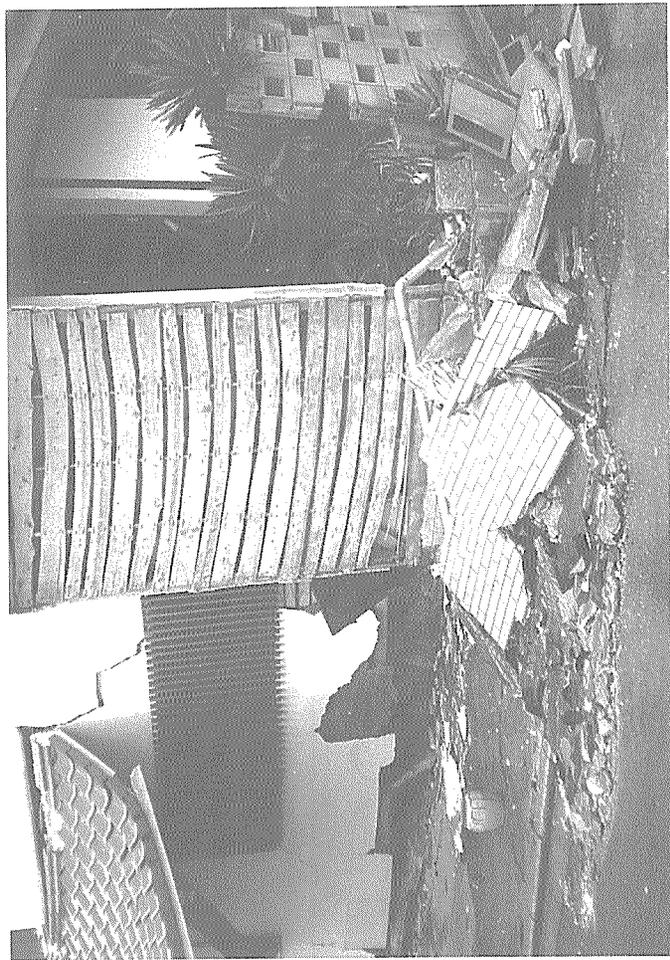
神戸市東灘区 店舗併用住宅

道路右手側にあつたこの住宅は原型を保つたまま約90度回転しながら道路にはみ出した



西宮市松生町

建物全体が基礎からズレ、外壁が亀裂や剥落し、木ずりも大きく変形した。



3. 重い屋根

神戸市東灘区 在来木造住宅

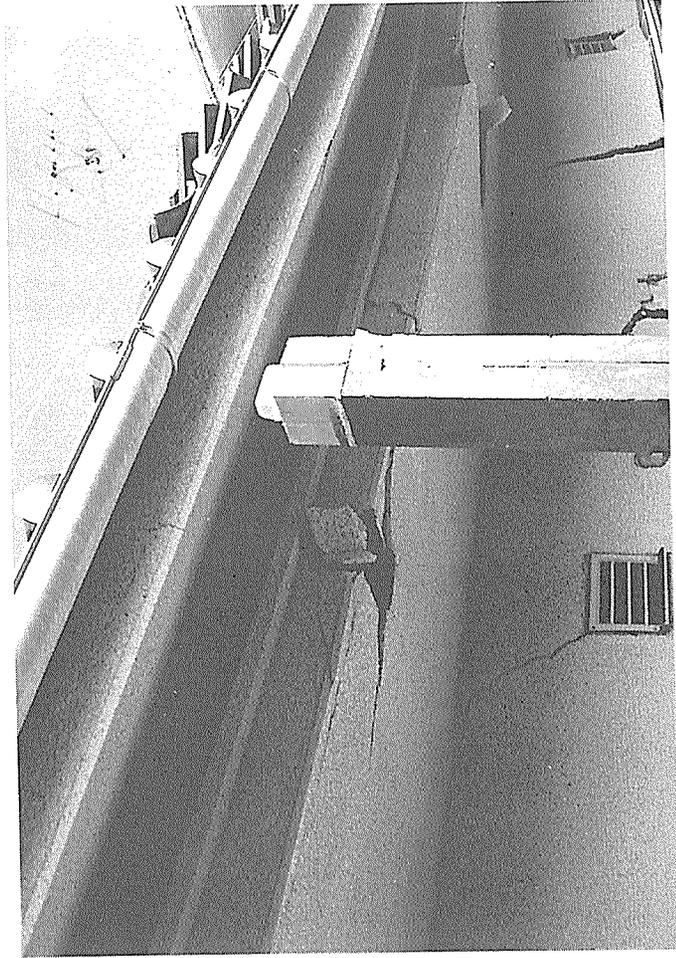
2階建て住宅が完全に崩壊し屋根の葺き土が日本瓦の落下にともなまって露出した。



4. 接合部の強度不足

神戸市東灘区 (T邸) 在来木造住宅

(1部にガレージを持つ)
この2階建て住宅は様々な倒壊原因を持つものと思われる。接合部の端部処理が不十分な剛性強度であったと考えられ、2階柱頭部の抜け出し



神戸市東灘区 (T邸)

これは1階通し柱の梁接合部の欠きとりによる断面欠損部の局部破断。



5. 耐力壁の配置不良と強度不足

神戸市東灘区 (T邸)

1階の一部はガレージ部分が建物の中にある(写真手前) 大きな開口には耐力壁がみられない。



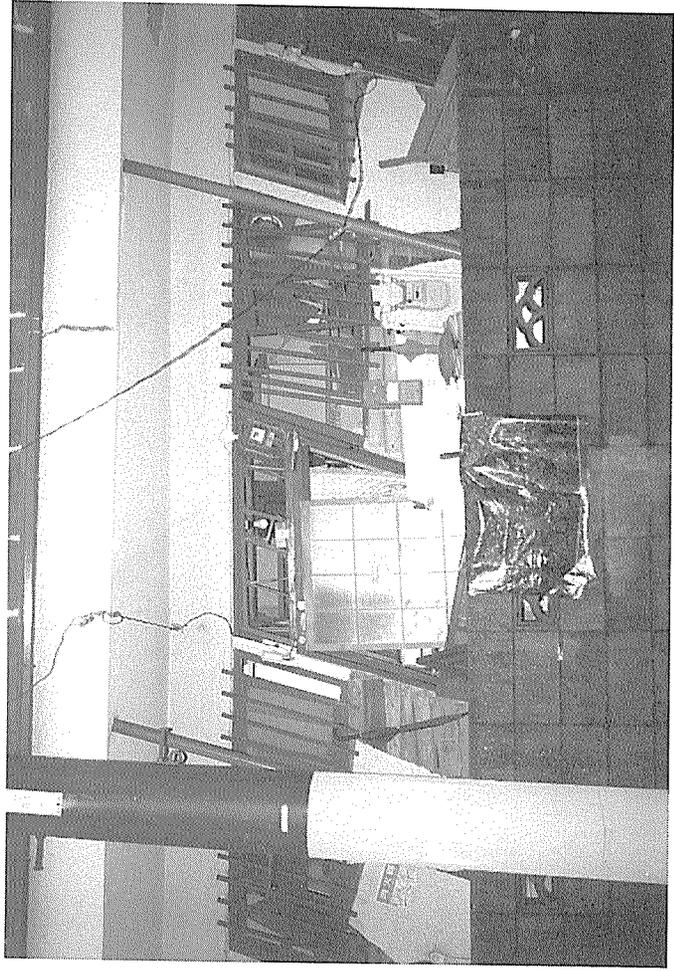
神戸市東灘区 店舗併用住宅

幹線道路沿いの典型的な木造2階建。2階が住居部分とみられるが、1階の道路に面した部分には耐力壁が全く無く、壁の偏在が顕著である。



西宮市久出ヶ谷町 アパート（文化住宅）

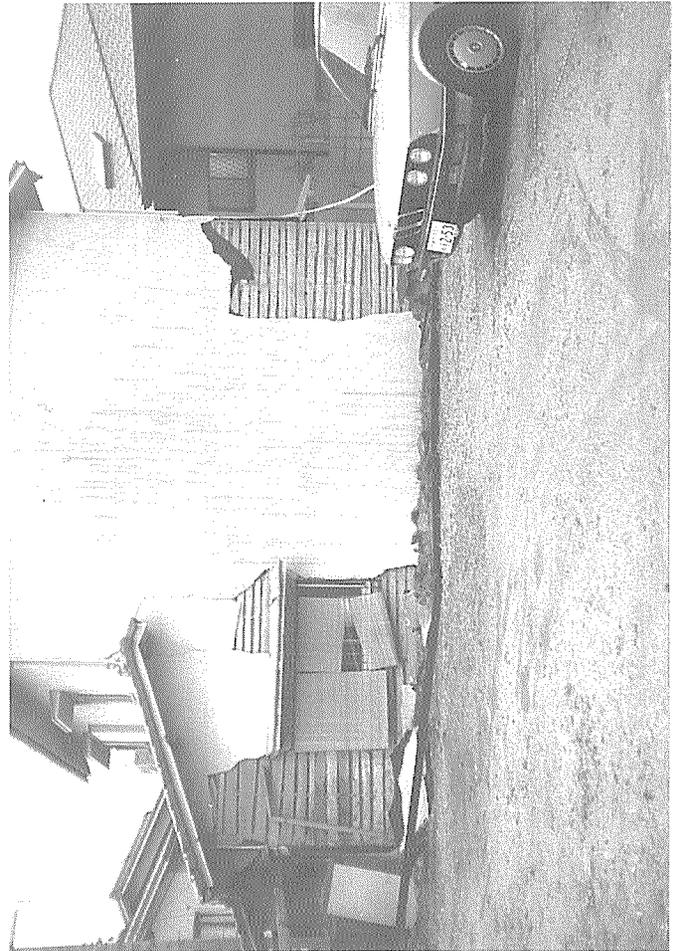
一方向に開口部ばかりで耐震要素が全くみられない。上階の重量による激しい揺れに抵抗できなかつたと考えられる。



6. 外壁の損傷

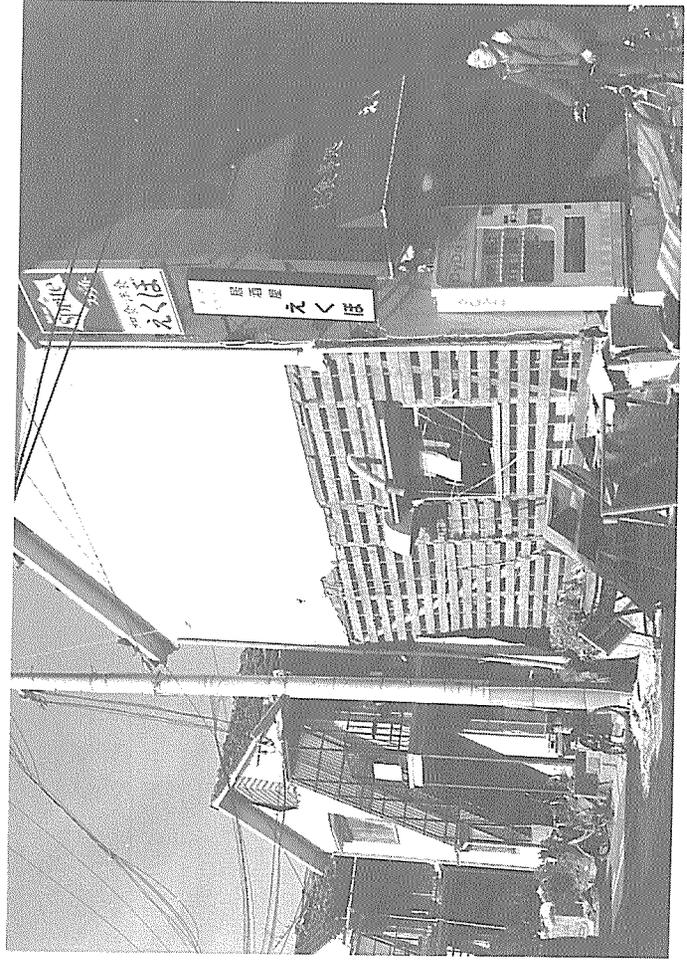
西宮市松生町 在来木造住宅

比較的壁が大きくとられ、筋違も3つ割の引張り筋違であったが、雑壁による余力が十分にあり、外壁モルタルの剥落程度の被害で済んだものと考えられる。



神戸市東灘区 店舗併用住宅

1階が店舗、2階が住宅の長屋形式の建物である。コーナ部に耐力壁が配置されておりモルタルの剥落の被害が主たるものであった。木ずりの下地がやや荒いことと、厚さ6mm程度の薄いものもあった。



7. その他

7. 1 地盤

西宮市結善町、松生町（夙川沿い）

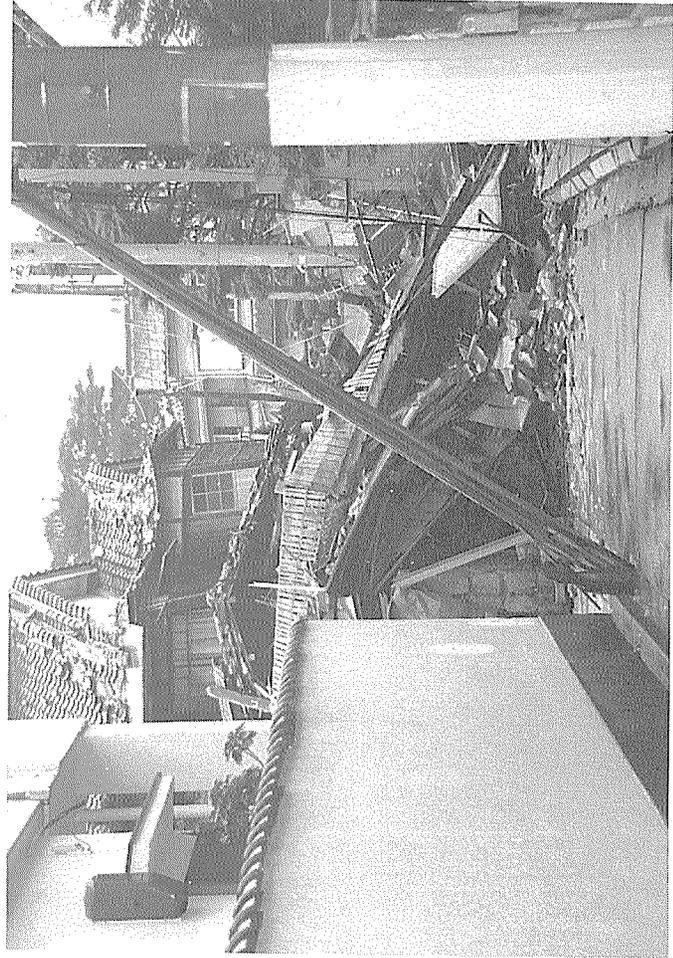
まさ土と呼ばれるさらさらした砂質地盤であり、この周辺では亀裂や噴砂跡がみられた。



7. 2 家屋倒壊による道路の遮断

西宮市大井出町 住宅

このように住宅の倒壊が通行の障害となった場所が随所にあつた。特に幅員の狭い生活道路が全幅にわたって塞がれ、避難に際してもたいへん困難となったことがうかがえる。



8. 被害の軽微な住宅

神戸市東灘区

比較的開口が小さく、壁の部分が腰壁垂れ壁を含めて面積が多くとられている。また平面形が整形に近く壁や開口の配置が比較的バランスがとれているものに多い。枠組み壁工法やプレファブ住宅も軽微な被害のものが多い

