

兵庫県南部地震による
住宅建材被害実態調査報告書

平成7年10月

社団法人 日本建材産業協会

兵庫県南部地震による
住宅建材被害実態調査報告書

平成7年10月

神戸大学人社系図



00098033230

社団法人 日本建材産業協会

目 次

| | |
|-------------------|--------------------|
| はじめに | 1 頁 |
| 第1章 調査の概要 | 2 頁 |
| 1.1 調査目的 | 2 頁 |
| 1.2 地震概況 | 2 頁 |
| 1.3 調査対象 | 4 頁 |
| 1.4 調査項目及び調査票 | 4 頁 |
| 1.5 調査地域 | 6 頁 |
| 1.6 調査期間と調査委員会 | 9 頁 |
| 1.7 被害状況の分類 | 10 頁 |
| 第2章 調査結果 | 17 頁 |
| 2.1 調査数 | 17 頁 |
| 2.2 地区別の概要 | 17 頁 |
| 2.3 建物の構造被害 | 26 頁 |
| 2.4 材料別被害 | 32 頁 |
| 第3章 調査結果のまとめ | 44 頁 |
| 第4章 今後の課題と提言 | 49 頁 |
| 4.1 序 | 49 頁 |
| 4.2 委員会の提言 | 51 頁 |
| 4.3 今後の課題 | (神戸大学教授 河村 廣) 53 頁 |
| 4.4 調査方法の反省と今後の課題 | 54 頁 |
| 第5章 調査データと資料 | 59 頁 |
| 5.1 調査データ | 59 頁 |
| 5.2 「建材被害の概観」 | (東京大学教授 菅原進一) 84 頁 |
| 5.3 会員団体の報告書抜粋 | 89 頁 |
| 5.4 参考文献 | 101 頁 |

はじめに.

平成7年1月17日午前5時46分、淡路島北部付近で震源の深さ約20Km、マグニチュード7.2の地震が発生した。本地震は平成7年兵庫県南部地震と命名され、大都市の直下で発生した地震としては昭和60年のメキシコ地震及び平成6年のロサンゼルスノースリッジ地震以来のものとなった。しかも、社会資本が密集している現代の大都市直下で発生した地震としては世界でもまれなものであり、神戸市、芦屋市等では我が国において歴史上初めての震度7の激震を記録することとなった。

この地震により兵庫県神戸市、西宮市、芦屋市、宝塚市、伊丹市、津名郡北淡町、一宮町では未曾有の大災害が発生し、かつて経験したことの無い深刻な打撃を受けた。被害は住宅家屋及び高層建物の倒壊、圧壊、による人的被害を始めとして、道路、鉄道などの交通機関、並びにライフライン施設がほぼ完全に寸断され臨港部においては広範囲に及ぶ液状化現象が、六甲山麓では地滑りが発生した。二次的被害としては火災が地震と同時に広範囲の地域で多数発生し、被害を更に大きくする要因になった。

この様な激甚被害の実態をふまえ、建築物の被害と使用される建材のそれとの相互関係を調査できる場所を選定しその調査結果が今後の地震に強い建築に資する建材の開発の指標を得る事は極めて重要である。

この認識の下に、(社)日本建材産業協会は、東京大学教授菅原進一氏の指導により、神戸大学教授河村廣氏を委員長とする阪神大震災被害実態調査委員会を設置し、通商産業省、兵庫県の協力をえて調査、研究を行った。

当面の実情調査については、平成7年4月25日付『阪神大震災における建材被害実態調査報告書』－住宅を中心とした建材被害実態調査とその分析－にて取括め、報告会で発表をしたが、本報告書においては、そこで得られたデータを各種要因毎に被害状況との解析を行い、且つ(社)日本建材産業協会加盟の業界団体が実施した被害調査報告書等も参考にし、問題点を明確にし、提言を取り括めたものである。

なお、住宅の地震被害については、その建築年が大きな影響を持つ事を意識して、その正確さを期すため、被害家屋の電気メーター類の設置年をその指標として採用した。調査した1750戸の総ての資料は、データベースとして整理、保管されている。更に詳細に解析する事も可能であるので活用いただければ幸いである。

平成7年10月

社団法人 日本建材産業協会
会長 川上正平

第 1 章 調査概要

1.1 調査目的

被災地における建築材料の被害状況を調査し、今後の建材の安全性、耐火性等に関する地震被害対策のための基礎資料とする。

1.2 地震概況

平成7年1月17日午前5時46分頃、阪神、淡路島を中心に大規模な地震が発生した。大阪管区気象台によると、震度分布は図1-1に示され、震源は淡路島北端付近で、北緯34.6° 東経135.0°に位置し、震源の深さは20km、マグニチュードはM7.2とされた。震度分布については、家屋の倒壊率が30%以上とされる震度7（激震）の地域が、気象庁により、現地調査の結果から2月7日に図1-2のように認定された

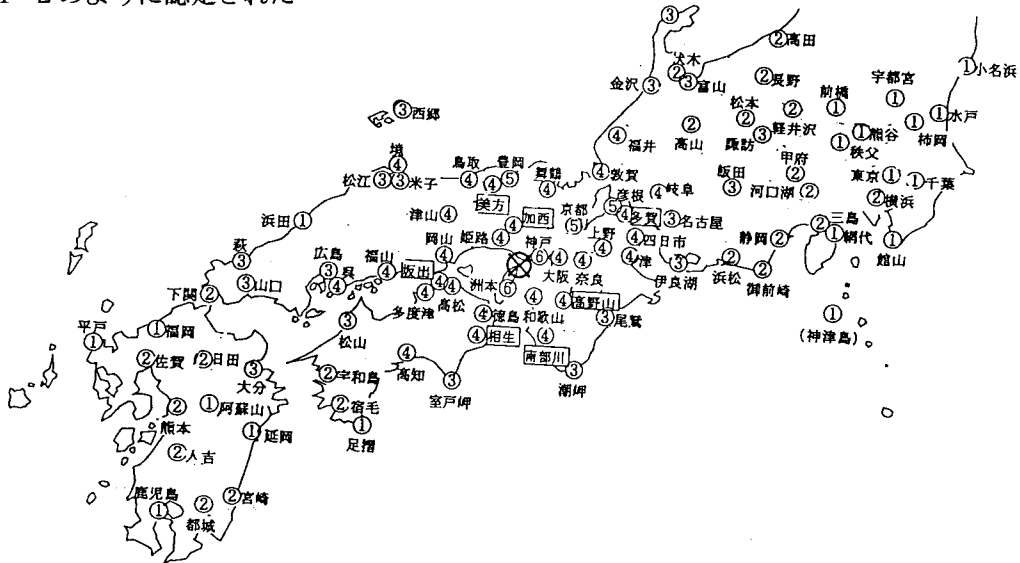


図1-1 兵庫県南部地震の震度分布図
(気象庁災害時地震・津浪速報 平成7年1月31日)

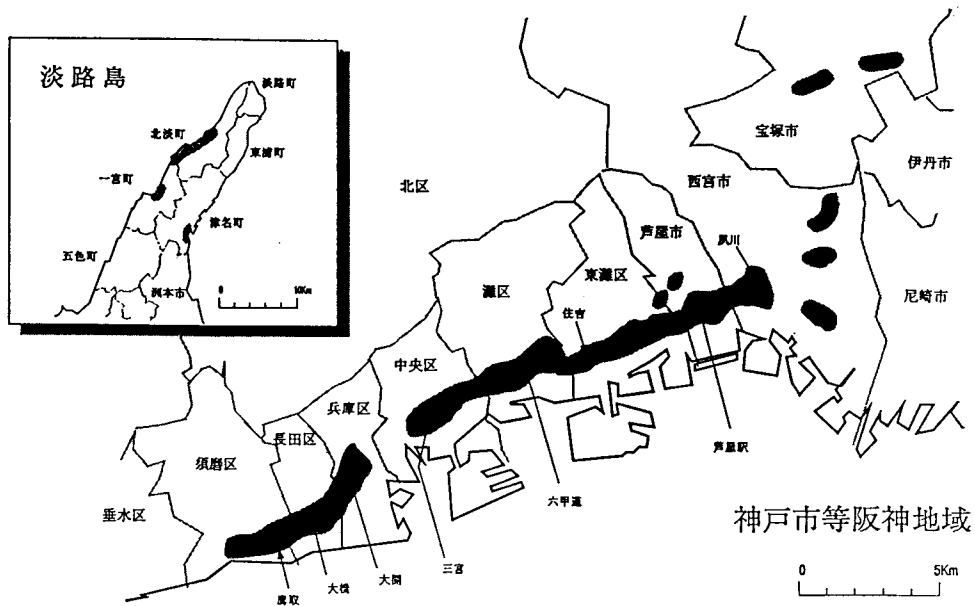


図1-2 現地調査による震度7の分布
(日本気象協会「気象」No. 455 '95-3)

神戸のような近代大都市が直下型地震におそわれた例は過去に無く、死者は約5500人を超え、全半壊家屋は約20万棟を超える被害をもたらした。気象庁により兵庫県南部地震と命名されたが、災害を総称して、公式には阪神・淡路大震災と称され、一般には阪神大震災と呼ばれている。六甲山そのものが太平洋プレートとフィリピン海プレートに押されて褶曲作用により形成されたもので、近辺には活断層が数多く走っている。それらの内のどれかが動いたものとされているが、一例を図1-3に示す。

観測された地動地震波の最大加速度は800galを超え、速度も55cm/secに及び、また、上下動が、水平動よりも大きな観測地点もあり、いずれも予想外の値であった。近代都市とは言え、インフラストラクチャーの設計震度は関東大震災の6（烈震：家屋倒壊率30%以下、最大加速度250~400gal）とされていたため、それを上回る予想外の地震により、高速道路、橋梁、鉄道、ライフライン（ガス、電気、水道）、電話回線、中層のオフィスビルとマンション等が数多く倒壊し、都市機能は一時完全に麻痺した。特に木造の老朽家屋が断層と海岸の間の沖積層沿いに数多く建っていたためにそれらの大部分が倒壊し、火災も多数発生した。地震発生が早朝だったこともあり、家屋倒壊による圧死者が約5000名に及ぶ大惨事となった。

六甲山腹の地崩れ、港湾施設の破壊、人工島の液状化と孤島化等々、山と海に挟まれた美しい国際都市神戸のイメージも相当損なわれてしまった。家を失い避難所に見を寄せた人は350万人を超え、操業停止となった工場、営業停止となった企業も数多く、被害総額は10兆円にも及ぶと言われ、阪神間はもとより日本全体に及ぼす経済的な影響が懸念されている。

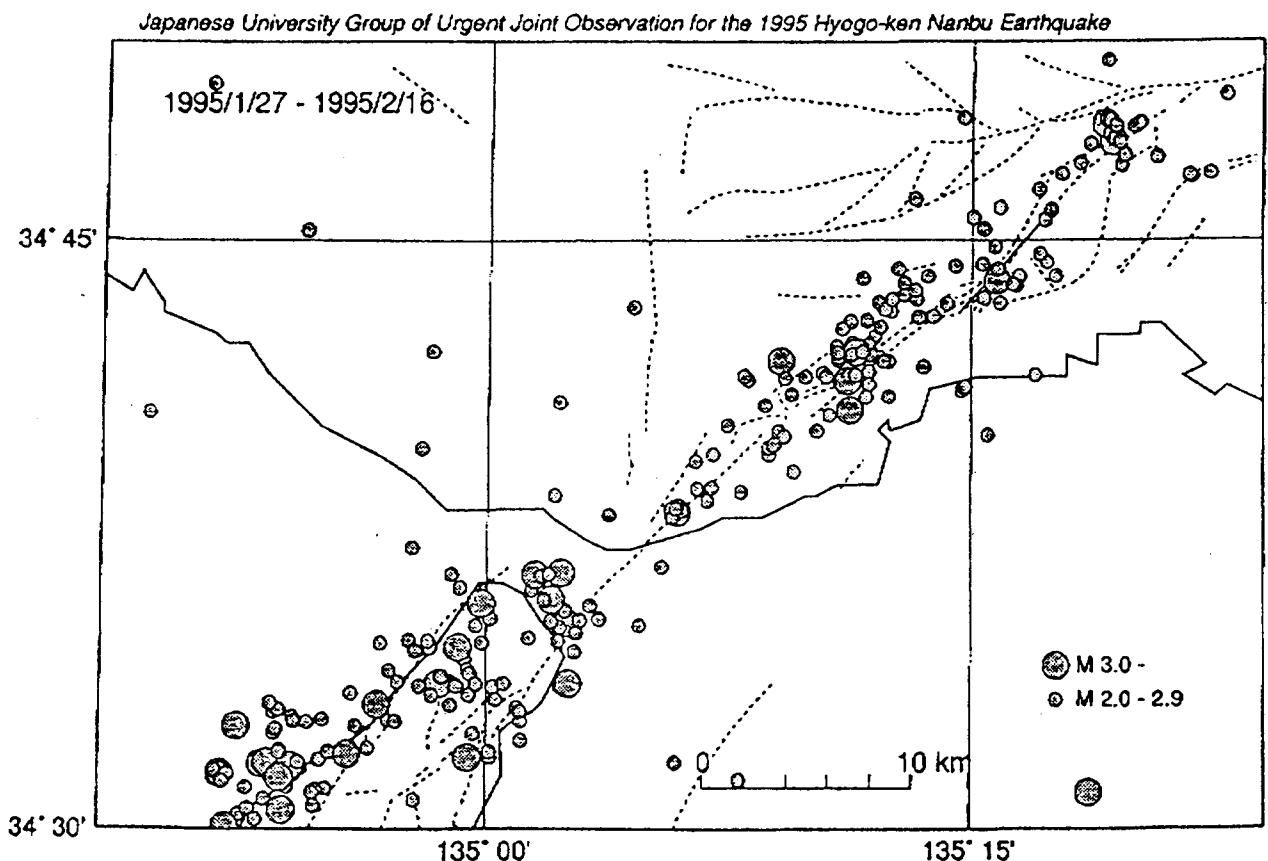


図1-3 活断層と余震分布
（日本地震学会ニュースレター 平成7年3月15日付けより）

1.3 調査対象

神戸市、西宮市、等被災地区の3階建てまでのアパート、及び文化住宅等を含む戸建て住宅1750棟を調査対象とした。

1.4 調査項目及び調査票

1.4.1 調査項目

- (1) 調査建築物の住所及び連絡先
- (2) 建築物の種類 (3階建てまでの戸建て住宅、連棟及び世帯数)
- (3) 建築物の被害の程度 (全壊、半壊、一部損傷、無傷、焼失)
- (4) 建築構造 (在来木造、プレハブ、RC造、鉄骨造、2×4)
- (5) 建築年数 (最新、新近、旧基準、古い、不明等、具体的年代別)
- (6) 各種建材の被害の度合い (屋根材、外壁材、開口部、土台、塀)
- (7) 屋根材の種類 (和瓦、洋瓦、セメント瓦、スレート系、金属系)
ただしスレート系とは平板系住宅屋根用化粧スレートをいう
- (8) 外壁材の種類 (モルタル、土壁、窯業系サイディング、ALC、金属系)
- (9) 開口部材の種類 (木製、金属系)
- (10) 土台の種類 (布基礎、独立基礎)
- (11) 塀の種類 (コンクリート、ブロック、石、土、木製、金属系)
- (12) 特記事項
- (13) 被害箇所概略図

1.4.2 調査票

表1-1 阪神大震災被害調査票（建築材料）

神戸大学工学部建設学科河村研究室

整理番号No: _____ 調査年月日:平成7年 月 日() 調査員* _____

調査対象:住 所 兵庫県:神戸市(灘区、東灘区)、伊丹市、尼崎市、宝塚市、西宮市、芦屋市、 _____ 市
 _____ 丁目 _____ 番地 _____ 号

移転先または連絡先: _____ 都道府県 _____ 市町村 _____ 区 _____ 丁目 _____ 番地 _____ 号 _____ 様方 (TEL: _____)

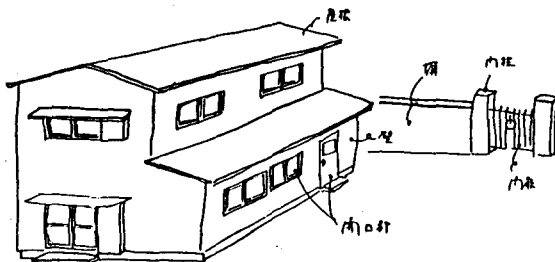
建物の種類:戸建住宅(階数:1階建 2階建 3階建)、連棟(階数:1階建 2階建 3階建)、世帯数(_____ 世帯)

調査内容(該当箇所を○印で囲んで下さい)

(最も損傷の多い階層を調査して下さい)

| | |
|---------------------------|--|
| 1. 建築物の構造上被害状況 | 1. 全壊 2. 半壊 3. 一部損傷 4. 無傷 5. 焼失 6. その他. (小屋根・輪郭) (小屋根・輪郭) (小屋根・輪郭) |
| 2. 建築構造 | 1. 木造 2. プレハブ(木・RC・鉄) 3. RC造 4. 鉄骨造 5. 2×4 6. その他 |
| 3. 建築年数 年数見当 | 1. 最新 2. 新近 3. 旧基準 4. 古い 5. 不明 6. その他 (1) 1年以内 (2) 2~5年 (3) 6~15年 (4) 15~29年 (5) 30~39年 (6) 40~49年 (7) 50年以上 |
| 4-1. 屋根の種類 | 1. 和瓦(土葺き・葎葺き) 2. 洋瓦 3. セメント瓦 4. カラーベスト系 5. 金属系 6. その他 |
| 4-2. 屋根の損傷の度合 | 1. 全部落下 2. 一部落下 3. ずれ(一部落下を含む) 4. シート有不明 5. 無損傷 (20.40.60.80%) (20.40.60.80%) (20.40.60.80%) (20.40.60.80%) 6. その他 (HH・土・T地) (HH・土・T地) (HH・土・T地) |
| 5-1. 外壁の種類 | 1. モルタル 2. 土壁 3. 窯業系サイディング 4. ALC 5. 金属 6. その他 |
| 5-2. 外壁の損傷の度合 | 1. 全壊 2. 一部破損 3. 亀裂 4. ゆがみ(水平・傾斜) 5. 無傷 6. その他 |
| 6-1. 土台の種類 | 1. 布基礎 2. 独立基礎(玉石、束石) |
| 6-2. 土台の損傷の度合 | 1. クラック 2. ずれ 3. 破損 4. 不明 5. 無傷 6. その他 |
| 7-1. 開口部の種類 | 1. 金属系 2. 木製 3. その他 |
| 7-2. 開口部の損傷の度合 | 1. ゆがみ 2. ガラスの破損(有・無) 3. 無傷 6. その他 |
| 8-1. 塀の種類 (門柱・門扉・柵を含む) | 1. コンクリート 2. ブロック 3. 石 4. 土 5. 木製 6. 金属系 7. その他 |
| 8-2. 塀の損傷の度合 | 1. 倒壊 2. 崩れている 3. 傾いている 4. 浮き上がり 5. 浮き沈み 6. その他 (20.40.60.80%) |
| 9. 特記事項 | 写真番号(_____), 再調査の必要性の有・無、電気メーター設置年(_____ 年) 周辺の地盤状況(造成地、地割れ、道路のわん曲、その他 _____) |

被害箇所(概略図): 屋根の種類(切妻・寄せ棟・その他)



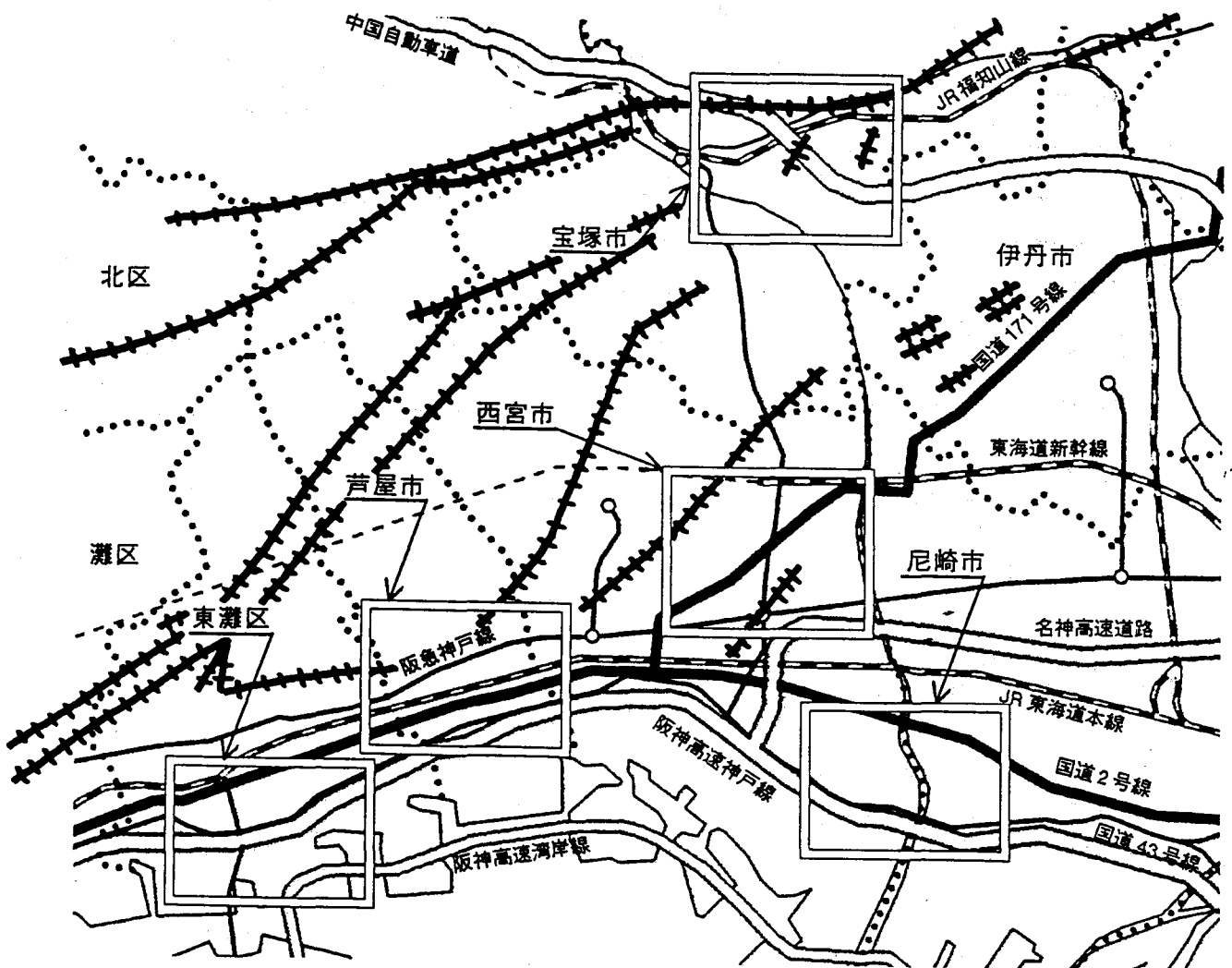
注) 全壊: 住めない状態
 半壊: 住める状態
 一部損傷: 住める状態

1.5 調査地域

今回実施した調査では、多様な地区の被害特徴を抽出するために、今回動いたと考えられる活断層に近い市街地及び郊外地と活断層から少し離れた市街地を選定した。調査地区は、先に述べた活断層の影響や地域による建物形式の違いを考慮し、さらに、対比をとるために倒壊率ができるだけ50%以下になるような地区として、以下の5地区を設定し調査を行った。

表1-2 調査地域

| | | |
|---------------------------------------|------------------------------------|------------------------|
| ① 神戸市東灘区—魚崎中町、北町 (以下「東灘区」という) | : 活断層に近い市街地 | (震度6~7) |
| ② 芦屋市 —茶屋之町、宮塚町、精道町、 大榎町、公光町 | : 活断層に近い市街地 | (震度6~7) |
| ③ 西宮市 —下大市町、丸橋町、北昭和町 能登町、 —小松南町 | : 活断層に近い郊外地 : 活断層から少し離れた市街地 | (震度6~7) (震度4~5) |
| ④ 宝塚市 —中山寺、中筋、川面 | : 活断層に近い郊外地 | (震度6~7) |
| ⑤ 尼崎市 —大庄西町 | : 活断層から少し離れた市街地 | (震度4~5) |



- 調査地域
- 活断層
- 市境界

図1-4 調査地域図

神戸市東灘区

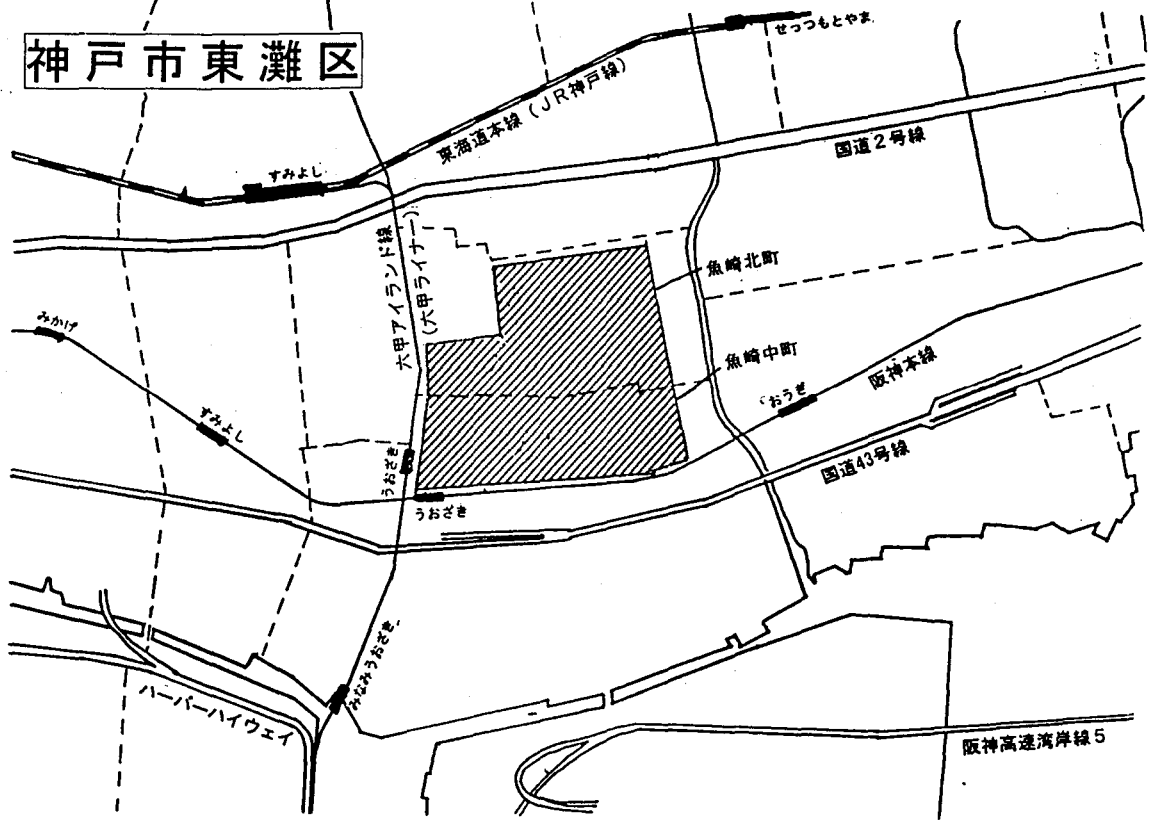


図 1 - 5 東灘区調査地域

芦屋市

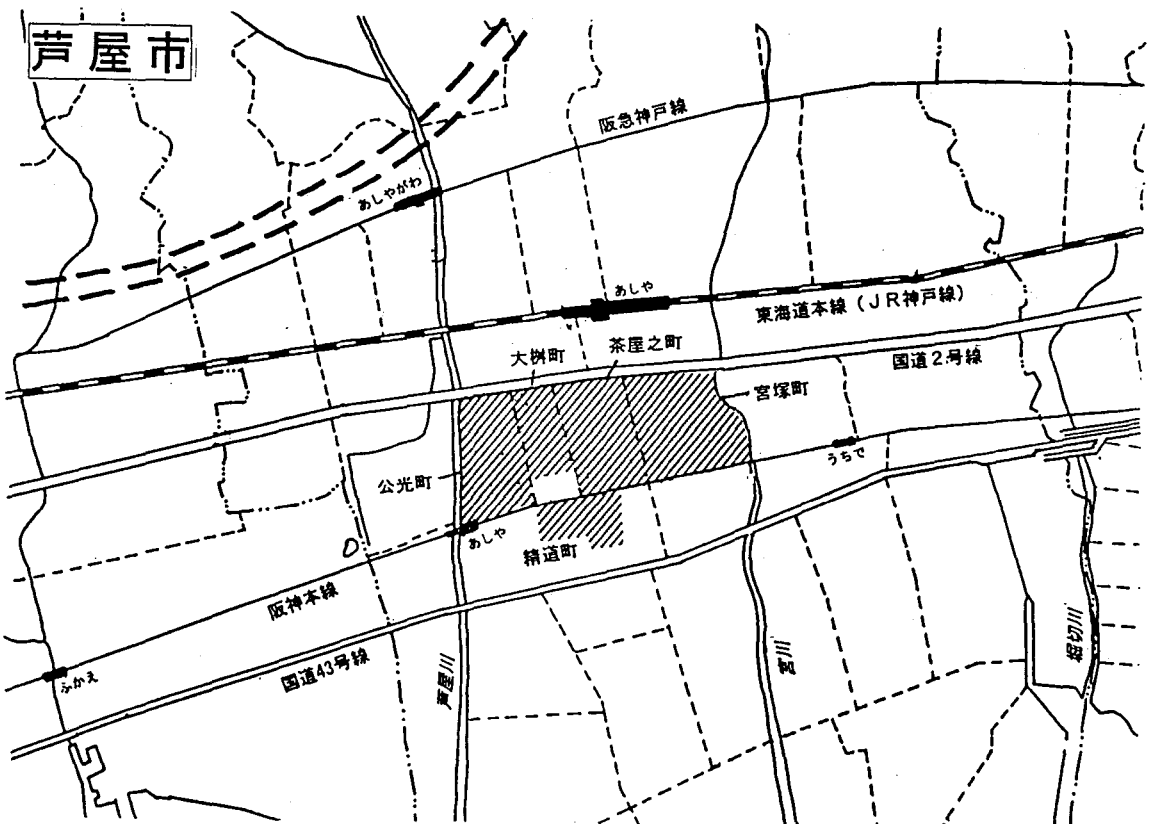


図 1 - 6 芦屋市調査地域

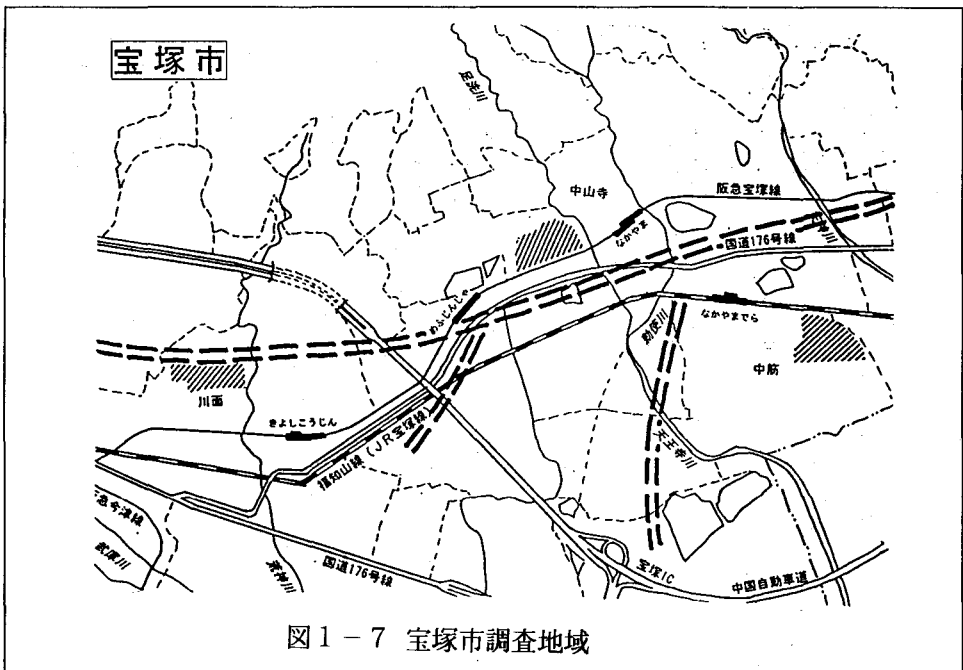


図1-7 宝塚市調査地域

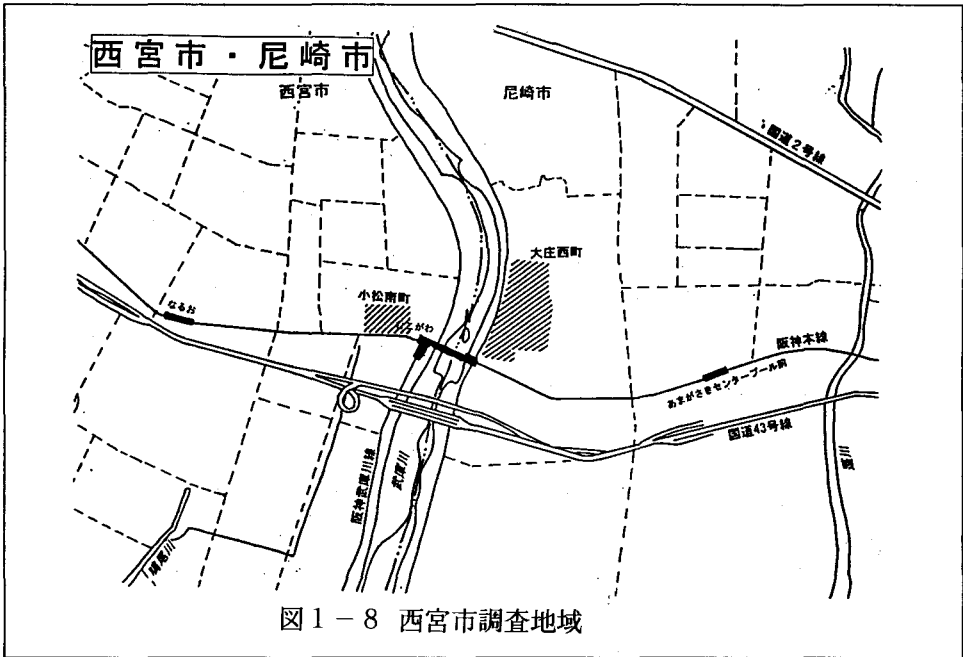


図1-8 西宮市調査地域

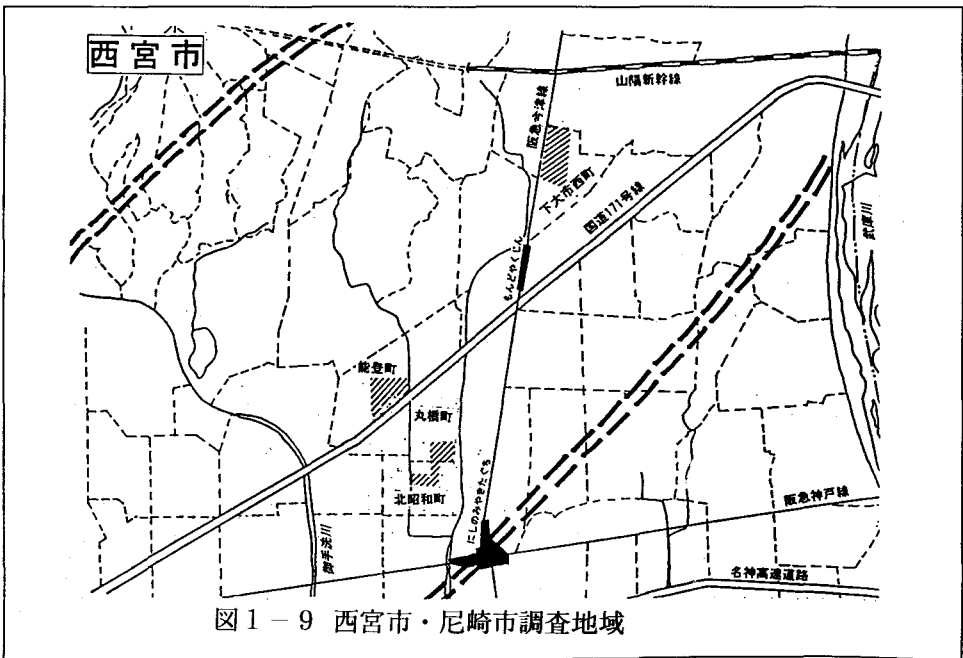


図1-9 西宮市・尼崎市調査地域

1.6 調査期間と調査委員会

1.6.1 調査期間

調査票に基づく現地調査 : 平成7年2月12日～ 3月31日

実態調査結果に基づく解析、提言 : 平成7年4月 1日～11月31日

1.6.2 調査委員会

建材被害実態調査委員会（委員長 河村 廣神戸大学工学部建設学科教授）を構成した。

<調査委員会メンバー>

| | | | |
|--------|-------|--------------------|--------|
| 主査 | 菅原 進一 | 東京大学工学部建築学科 | 教授 |
| 委員長 | 河村 廣 | 神戸大学工学部建設学科（建築系教室） | 教授 |
| 委員 | 長尾 正三 | 社団法人日本建材産業協会技術委員会 | 委員長 |
| 〃 | 十倉 毅 | 財団法人日本建築総合試験所環境試験室 | 室長 |
| 〃 | 谷 明勳 | 神戸大学工学部建設学科（建築系教室） | 助教授 |
| 〃 | 松原 光彦 | 大阪工業大学建築学科 | 助教授 |
| 〃 | 宮山 博明 | 日本窯業外装材協会 | 技術委員長 |
| 〃 | 中瀬 純一 | 社団法人日本サッシ協会 | 専務理事 |
| 〃 | 佐藤 太郎 | 全国陶器瓦工業組合連合会 | 専務理事 |
| 〃 | 岩田 誠二 | 社団法人日本建材産業協会 | 専務理事 |
| 〃 | 橋本 隆治 | 社団法人日本建材産業協会技術委員会 | 委員 |
| 〃 | 若木 和雄 | 社団法人日本建材産業協会技術委員会 | 委員 |
| オブザーバー | 塩見 保 | 通商産業省前生活産業局窯業建材課 | 課長補佐 |
| 〃 | 児島 寿夫 | 通商産業省生活産業局窯業建材課 | 課長補佐 |
| 事務局 | 高橋 淑男 | 前社団法人日本建材産業協会 | 業務第一部長 |
| 〃 | 内河 良彦 | 社団法人日本建材産業協会 | 業務第一部長 |

<現地調査に協力していただいた方々（順不同）>

| | | |
|-------|---------------|---------|
| 市川 創 | 神戸大学大学院 | 研究科院生 |
| 小島 一誠 | 神戸大学大学院 | 研究科院生 |
| 劉 世宏 | 神戸大学大学院 | 研究科院生 |
| 阿部 直之 | 神戸大学工学部 | 学生 |
| 荒木 公樹 | 神戸大学工学部 | 学生 |
| 滝沢 重志 | 神戸大学工学部 | 学生 |
| 藤原 史朗 | 神戸大学工学部 | 学生 |
| 坪内 秀一 | (株)クボタ住宅建材技術部 | 第2グループ長 |

<本調査に協力していただいた機関等（順不同）>

通商産業省生活産業局窯業建材課
近畿通商産業局商工部繊維生活産業課
兵庫県商工部工業課
日本窯業外装材協会
社団法人日本サッシ協会
全国陶器瓦工業組合連合会
ALC協会
社団法人日本建材産業協会技術委員会関西地区企業会員
<(株)クボタ、日本インシュレーション(株)>
神戸大学工学部建設学科（土木系教室）
大阪工業大学工学部建築学科

1.7 被害状況の分類

1.7.1 被害状況及び判定の基準

建物の構造及び材料の屋根材と外壁材について被害状況を、被害の程度に応じ「大」、「中」、「小」に区分した。次に開口部、基礎、塀の被害については、それぞれの被害程度を文言で表現し区分した。

(1) 構造被害の判定

表1-3

| 被害程度 | 大 | 中 | 小 | 無傷 |
|------|--------------------------------------|--|---|----------------------------------|
| 被害状況 | 建物が傾いたり、倒れており、修繕が不可能と判断した状態を「全壊」とした。 | 大幅な亀裂、崩れ、があるが、修繕すれば住めると判断した状態を「半壊」とした。 調査時には殆ど住んでいない状況であった。 | 軽微な損傷で何らかの修理が必要であるが、そのままでも住めると判断した状態を「一部損傷」とした。 | 外観上、構造上に被害が見られないと判定した状態を「無傷」とした。 |

(2) 屋根材被害の判定

表1-4

| 被害程度 | 大 | 中 | 小 | 無傷 |
|------|--------------------------|----------------------------------|---------------------|---------------------------------|
| 被害状況 | 屋根材が殆ど落下している状況を「全部落下」とした | 屋根材が部分的に残っているが、落下もある状態を「一部落下」とした | 屋根材がずれている状態を「ずれ」とした | 外観上、屋根に被害が見られないと判定した状態を「無傷」とした。 |

(3) 外壁材被害の判定

表1-5

| 被害程度 外壁材種類 | 大 | 中 | 小 | 無傷 |
|---------------|------------------|--------------------|-------------------|---------------------------------|
| モルタル | 大部分が崩落している状態 | 部分的な崩落、割れ浮きがある状態 | 軽微な亀裂、クラック、がある状態 | 外観上、外壁に被害が見られないと判定した状態を「無傷」とした。 |
| 土 壁 | 大部分が崩落している状態 | 部分的な崩落、割れ浮きがある状態 | 軽微な亀裂、クラック、がある状態 | |
| 金属系 | 剥落、大きなゆがみが見られる状態 | ゆがみが見られる状態 | 軽微なゆがみ、へこみが見られる状態 | |
| A L C | 破損、脱落が見られる状態 | 補修可能な割れ、欠け、亀裂がある状態 | わずかな亀裂、欠けがある状態 | |
| 窯業系 サイディング | 一部脱落が見られる状態 | 割れ、欠け、亀裂が見られる状態 | クラックが見られる状態 | |

(4) 開口部材被害の状況

表1-6

| 被害程度 | ガラス破損 | ゆがみ・ガラス破損 | ゆがみ | 無傷 |
|------|----------------------------------|---|-------------------------------------|---|
| 被害状況 | ガラスが破損している状態を「 ガラス破損 」とした | 開口部材、サッシがゆがみ、ガラスが破損している状態を「 ゆがみ・ガラス破損 」とした | 開口部材、サッシがゆがんでいる状態を「 ゆがみ 」とした | 外観上、開口部に被害が見られないと判定した状態を「 無傷 」とした。 |

(5) 基礎被害の状況

表1-7

| 被害程度 | 破損 | 割れ | ずれ | 無傷 |
|------|------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|--|
| 被害状況 | 基礎が破損している状態を「 破損 」とした | 基礎が割れている状態を「 割れ 」とした | 基礎と土台がずれている状態を「 ずれ 」とした | 外観上、基礎に被害が見られないと判定した状態を「 無傷 」とした。 |

(6) 塀被害の状況

表1-8

| 被害程度 | 崩壊 | 一部崩壊 | 倒壊 | 傾き | 段差（浮き） | 無傷 |
|------|-------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|
| 被害状況 | 構成部材が崩れている状態を「 崩壊 」とした | 構成部材の一部が崩れている状態を「 一部崩壊 」とした | 全体が形を保って倒れている状態を「 倒壊 」とした | 倒壊に至っていないが、傾いている状態を「 傾き 」とした | 地盤との間に段差が生じて、浮いている状態を「 浮き 」とした | 外観上、塀に被害の見られない状態を「 無傷 」とした |

構造被害の状況



被害大：建物が傾いたり、倒れており、修繕が不可能と判断した状態を「全壊」とした。

屋根材被害の状況



被害大：屋根材が殆ど落下している状態を「全部落下」とした。



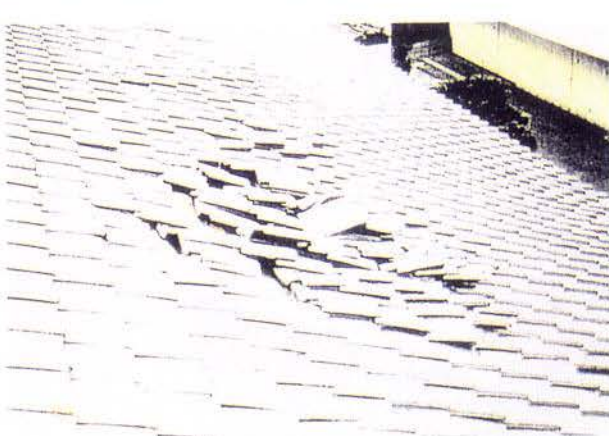
被害中：大幅な亀裂、崩れがあるが、修繕すれば住めると判断した状態を「半壊」とした。
(調査時には殆ど住んでいない状態であった。)



被害中：屋根材が部分的に残っているが、落下もある状態を「一部落下」とした。



被害小：軽微な損傷で何らかの修理が必要であるが、そのままでも住める状態を「一部損傷」とした。



被害小：屋根材がずれている状態を「ずれ」とした。

外壁材被害の状況



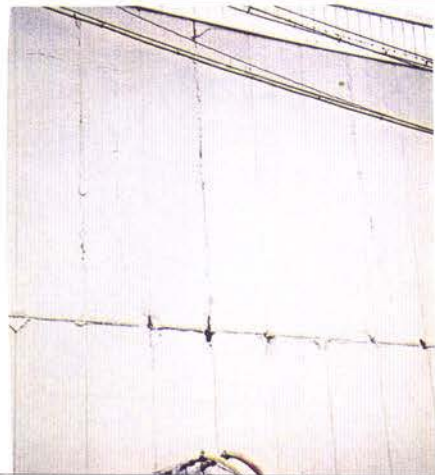
モルタル被害大：大部分が崩落している状態。



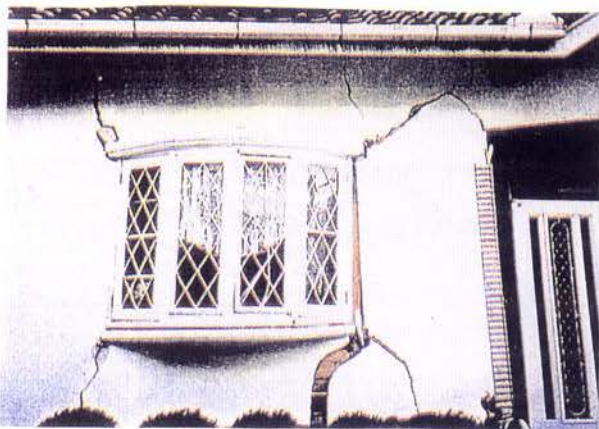
ALC被害大：破損、脱落が見られる状態。



モルタル被害中：部分的な崩落、割れ、浮きがある状態。



ALC被害中：補修可能な割れ、欠け、亀裂がある状態。



モルタル被害小：軽微な亀裂、クラックがある状態



ALC被害小：わずかな亀裂、欠けがある状態

外壁材被害の状況



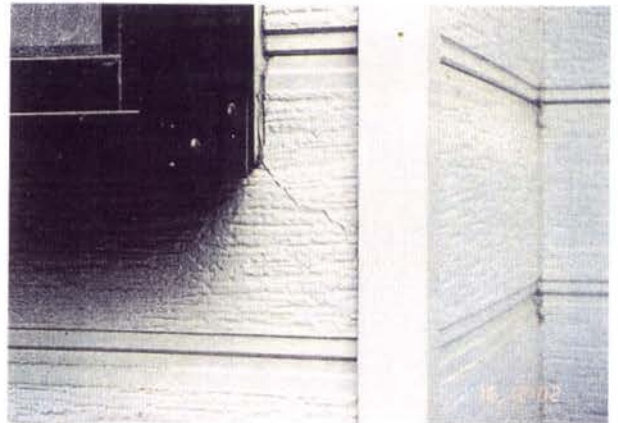
土壁被害大：大部分が崩落している状態。



窯業系サイディング被害中：割れ、欠け、亀裂が見られる状態



土壁被害中：部分的な崩落、割れ、浮きがある状態。



窯業系サイディング被害小：わずかなクラックが見られる状態。



金属系被害中：ゆがみが見られる状態。

基礎被害の状況



破損：基礎が破損している状態を「破損」とした。

塀被害の状況



崩壊：構造部材がくずれている状態を「崩壊」とした。



割れ：基礎が割れている状態を「割れ」とした。



倒壊：全体が形を保って倒れている状態を「倒壊」とした。



ずれ：基礎と土台がずれている状態を「ずれ」とした。



一部崩壊：構造部材の一部が崩れている状態を「一部崩壊」とした。

塀 被 害 の 状 況



傾き：倒壊にいたっていないが、傾いている状態を「傾き」とした。
(修復が不可能な状態。)



段差(浮き)：地盤との間に段差が生じて、浮いている状態を「浮き」とした。

全 体 の 被 害 状 況 写 真



第2章 調査結果

今回調査した各項目のうち開口部材、基礎、及び外構部材については被害状況の調査結果のみを報告する。

2.1 調査数

調査棟数は神戸市東灘区591棟、芦屋市446棟、尼崎市280棟、宝塚市220棟及び西宮市213棟の合計1750棟を調査した。

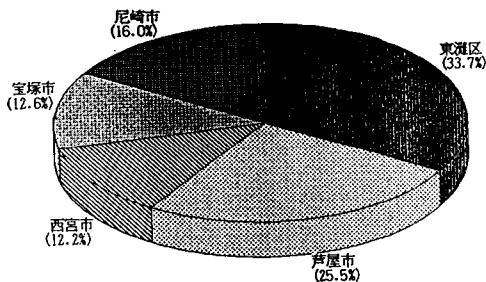


図 2-1-1 調査棟数

表 2-1-1 調査棟数

| 地域 | 調査棟数 |
|-----|------|
| 東灘区 | 591 |
| 芦屋市 | 446 |
| 西宮市 | 213 |
| 宝塚市 | 220 |
| 尼崎市 | 280 |
| 計 | 1750 |

2.2 地区別の概要

2.2.1 建築後の経過年数

建物の建築後の経過年数別の構成（表2-2-1）は、各地区とも、16～29年の建物の比率が36.5%（芦屋）～53.2%（宝塚）と最も高く、全体に古い建物が多かった。また15年以下の新しい建物は24.1%（宝塚）～35.2%（西宮）であった。

表 2-2-1 建物の建築後の経過年数別構成

| | 東灘区 | 芦屋市 | 西宮市 | 宝塚市 | 尼崎市 | 計 | 新旧比 |
|--------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|-------|
| 1年以内 | 13(2.2) | 9(2.0) | 8(3.8) | 2(0.9) | 3(1.1) | 35(2.0) | 30.4 |
| 1～5年 | 41(6.9) | 32(7.2) | 31(14.6) | 20(9.1) | 19(6.8) | 143(8.2) | |
| 6～15年 | 142(24.0) | 81(18.2) | 38(17.8) | 31(14.1) | 61(21.8) | 353(20.2) | |
| 16～29年 | 223(37.7) | 163(36.5) | 79(37.1) | 117(53.2) | 128(45.7) | 710(40.6) | 59.0 |
| 30～39年 | 20(3.4) | 54(12.1) | 42(19.7) | 33(15.0) | 56(20.0) | 205(11.7) | |
| 40～49年 | 23(3.9) | 5(1.1) | 0 | 5(2.3) | 2(0.7) | 35(2.0) | |
| 50年以上 | 57(11.3) | 5(1.1) | 1(0.5) | 1(0.5) | 10(3.6) | 84(4.8) | 10.6 |
| 不明 | 62(10.5) | 97(21.7) | 14(6.6) | 11(5.0) | 1(0.4) | 185(10.6) | 10.6 |
| 計 | 591(100.0) | 446(100.0) | 213(100.0) | 220(100.0) | 280(100.0) | 1750(100.0) | 100.0 |

棟数 (%)

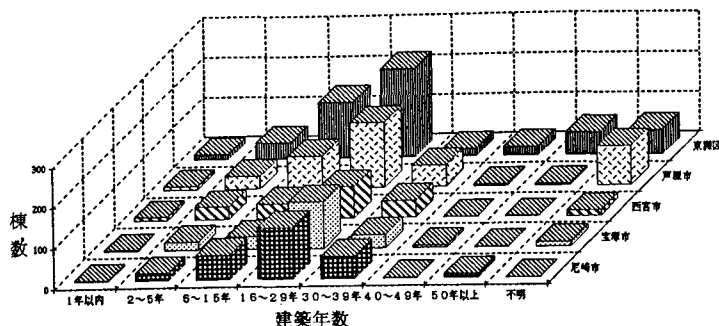
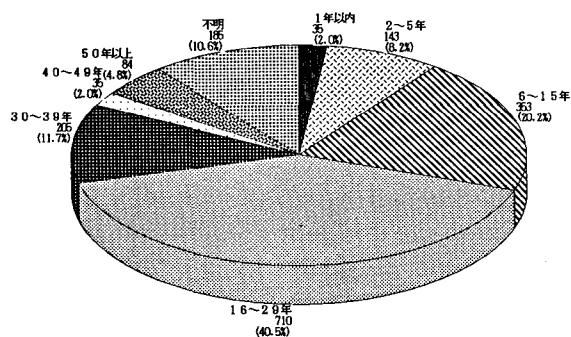


図 2-2-1 建築後の経過年数構成比率

2.2.2 構法、材料の種類別構成分布

(1) 構法の種類別分布

構法の種類は(表2-2-2)は、各地区とも在来木造比率が73.9%(尼崎)~77.7%(宝塚)と圧倒的に多くを占めていた。尼崎市ではRC造の比率が他地区より高くなっていった。

表2-2-2 地区別の構法の種類別分布

| 地区 構法 | 棟数 (%) | | | | | |
|----------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|
| | 東灘区 | 芦屋市 | 西宮市 | 宝塚市 | 尼崎市 | 計 |
| RC造 | 26(4.4) | 24(5.4) | 7(3.3) | 11(5.0) | 50(17.9) | 118(6.7) |
| 2×4 | 11(1.9) | 6(1.3) | 10(4.7) | 2(0.9) | 3(1.1) | 32(1.8) |
| プレハブ | 42(7.1) | 39(8.7) | 21(9.9) | 14(6.4) | 16(5.7) | 132(7.5) |
| 鉄骨造 | 36(6.1) | 20(4.5) | 4(1.9) | 7(3.2) | 0 | 67(3.8) |
| 在来木造 | 452(76.5) | 346(77.6) | 158(74.2) | 171(77.7) | 207(73.9) | 1334(76.2) |
| 混構造 | 3(0.5) | 2(0.4) | 5(2.3) | 3(1.4) | 3(1.1) | 16(0.9) |
| 小計 | 570(96.4) | 437(98.0) | 205(96.2) | 208(94.5) | 279(99.6) | 1699(97.1) |
| 不明 | 21(3.6) | 9(2.0) | 8(3.8) | 12(5.5) | 1(0.4) | 51(2.9) |
| 計 | 591(100.0) | 446(100.0) | 213(100.0) | 220(100.0) | 280(100.0) | 1750(100.0) |

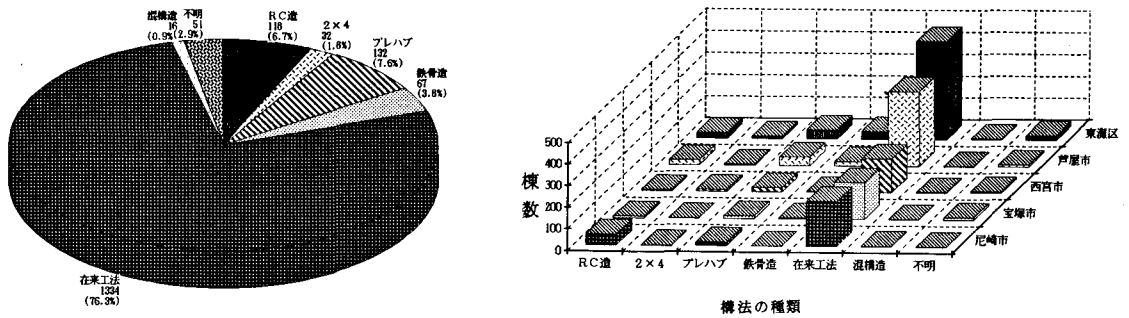


図2-2-2 地区別の構法の種類

(2) 屋根材の種類別分布

地区別の屋根材の種類(表2-2-3)は、殆どの地区で和瓦の比率が38.0%(西宮)~66.4%(尼崎)と最も高くなっており、その工法としては、土葺工法が殆どであった¹⁾。スレート系は11.8%(東灘)~24.4%(西宮)となっていた。又、金属系屋根材は5.7%(尼崎)~9.1%(宝塚)であった。

注1) 今回の調査対象地域では和瓦工法は、大部分が土葺きであり、棧葺きが確認されたのは6棟であった。

表2-2-3 地区別の屋根材の種類別分布

| 地区 屋根材 | 棟数 (%) | | | | | |
|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|
| | 東灘区 | 芦屋市 | 西宮市 | 宝塚市 | 尼崎市 | 計 |
| スレート系 | 70(11.8) | 74(16.6) | 52(24.4) | 40(18.2) | 33(11.8) | 269(15.4) |
| セメント瓦 | 20(3.4) | 13(2.9) | 2(0.9) | 7(3.2) | 3(1.1) | 45(2.6) |
| 金属系 | 43(7.3) | 34(7.6) | 19(8.9) | 20(9.1) | 16(5.7) | 132(7.5) |
| 洋瓦 | 34(5.8) | 24(5.4) | 24(11.3) | 5(2.3) | 19(6.8) | 106(6.1) |
| 和瓦 | 351(59.4) | 246(55.2) | 81(38.0) | 123(55.9) | 186(66.4) | 987(56.3) |
| 小計 | 518(87.6) | 391(87.6) | 178(83.6) | 195(88.6) | 257(91.8) | 1539(87.9) |
| 不明 | 73(12.4) | 55(12.4) | 35(16.4) | 25(11.4) | 23(8.2) | 211(12.1) |
| 計 | 591(100.0) | 446(100.0) | 213(100.0) | 220(100.0) | 280(100.0) | 1750(100.0) |

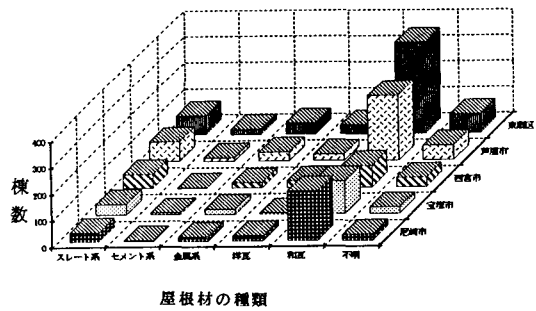
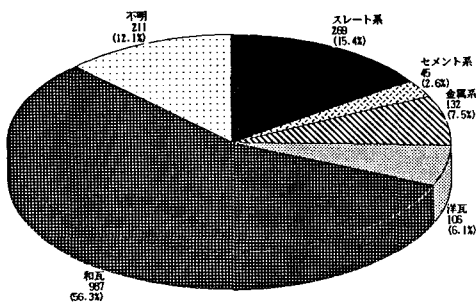


図 2-2-3 地区別の屋根材の種類

(3) 外壁材の種類別分布

地区別の外壁材の種類(表2-2-4)は、各地区ともモルタルの比率が68.2%(宝塚) 82.6%(西宮)と最も高くなっており、土壁も西宮市を除いて5%以上であった。金属系、ALC、窯業系サイディング等の乾式工法の張壁は約9%であった。

表 2-2-4 地区別の外壁材の種類別分布

| 外壁材 | 棟数 (%) | | | | | | 乾湿比率 (%) |
|------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|------------|
| | 東灘区 | 芦屋市 | 西宮市 | 宝塚市 | 尼崎市 | 計 | |
| モルタル | 455(77.0) | 329(73.8) | 176(82.6) | 150(68.2) | 231(82.5) | 1341(76.5) | 湿式 82.1 |
| 土壁 | 30(5.1) | 25(5.6) | 1(0.5) | 15(6.8) | 27(9.6) | 98(5.6) | |
| 金属系 | 21(3.6) | 11(2.5) | 1(0.5) | 3(1.4) | 0 | 36(2.1) | 乾式 8.8 |
| ALC | 10(1.7) | 32(7.2) | 4(1.9) | 2(0.9) | 3(1.1) | 51(2.9) | |
| 窯業系 | 23(3.9) | 7(1.6) | 6(2.8) | 12(5.5) | 18(6.4) | 66(3.8) | 90.9 |
| 小計 | 539(91.2) | 404(90.6) | 188(88.3) | 182(82.7) | 279(99.6) | 1592(90.9) | |
| 不明 | 52(8.8) | 42(9.4) | 25(11.7) | 38(17.2) | 1(0.4) | 158(9.1) | 9.1 |
| 計 | 591(100.0) | 446(100.0) | 213(100.0) | 220(100.0) | 280(100.0) | 1750(100.0) | 100.0 |

窯業系とは窯業系サイディング

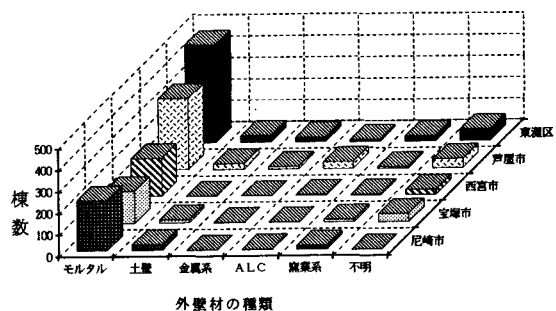
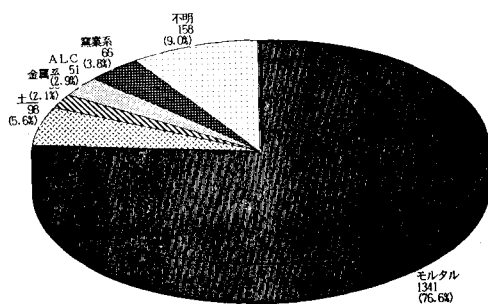


図 2-2-4 地区別の外壁材の種類

(4) 開口部材の種類別分布

地区別の開口部材の種類(表2-2-5)は、各地区とも金属系は53.5%(西宮)~68.9%(尼崎)の比率が最も高く、木製は20.6%(芦屋)~30.0%(宝塚)となっていた。又金属系と木製の両方が使われている住宅も全体で約7%であった。

表 2-2-5 地区別の開口部材種類別分布

| 開口部材 | 棟数 (%) | | | | | |
|--------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|
| | 東灘区 | 芦屋市 | 西宮市 | 宝塚市 | 尼崎市 | 合計 |
| 金属系 | 382(64.6) | 265(59.4) | 114(53.5) | 143(65.0) | 193(68.9) | 1097(62.7) |
| 金属系・木製 | 21(3.6) | 63(14.1) | 17(8.0) | 3(1.4) | 15(5.4) | 119(6.8) |
| 木製 | 154(26.1) | 92(20.6) | 53(24.9) | 66(30.0) | 72(25.7) | 437(25.0) |
| 小計 | 557(94.3) | 420(94.2) | 184(86.4) | 212(96.4) | 280(100.0) | 1653(94.5) |
| 不明 | 34(5.7) | 26(5.8) | 29(13.6) | 8(3.6) | 0 | 97(5.5) |
| 合計 | 591(100.0) | 446(100.0) | 213(100.0) | 220(100.0) | 280(100.0) | 1750(100.0) |

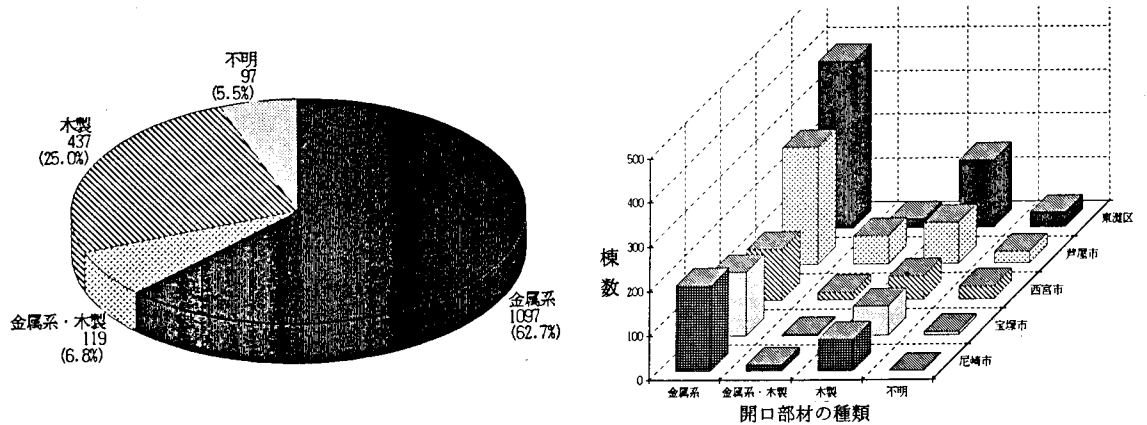


図 2-2-5 地区別の開口部材の種類

2.2.3 被害状況

構造、材料の被害程度の判定基準は前章1.7.1(1)~(3)を参照

(1) 構造被害

地区別の構造被害の状況(表2-1-6)は、調査した建物の被害程度「大」の割合で見ると、活断層近傍の市街地の東灘区、芦屋市でそれぞれ約40%、約34%、断層近傍の郊外地の西宮市、宝塚市でそれぞれ約16%、約12%、断層から少し離れた尼崎市で約1%となっていた。

また西宮市と宝塚市では、被害程度「中」の割合が約39%、約49%と最も高くなっていた。なお、「不明」とは調査時点で既に解体されていたり、周辺状況により対象建物に近づけず、調査ができないものをいう。

表 2-2-6 地区別の構造被害

| 構造被害程度 | 棟数 (%) | | | | | |
|--------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|
| | 東灘区 | 芦屋市 | 西宮市 | 宝塚市 | 尼崎市 | 合計 |
| 大 | 236(39.9) | 152(34.1) | 35(16.4) | 26(11.8) | 2(0.7) | 451(25.8) |
| 中 | 51(8.6) | 31(7.0) | 26(12.2) | 28(12.7) | 16(5.7) | 152(8.7) |
| 小 | 87(14.7) | 61(13.7) | 83(39.0) | 101(45.9) | 102(36.4) | 434(24.8) |
| 無傷 | 199(33.7) | 179(40.1) | 56(26.3) | 52(23.6) | 154(55.0) | 640(36.6) |
| 小計 | 573(97.0) | 423(94.8) | 200(93.9) | 207(94.1) | 274(97.8) | 1677(95.9) |
| 不明 | 18(3.0) | 23(5.2) | 13(6.1) | 13(5.9) | 6(2.2) | 73(4.1) |
| 合計 | 591(100.0) | 446(100.0) | 213(100.0) | 220(100.0) | 280(100.0) | 1750(100.0) |

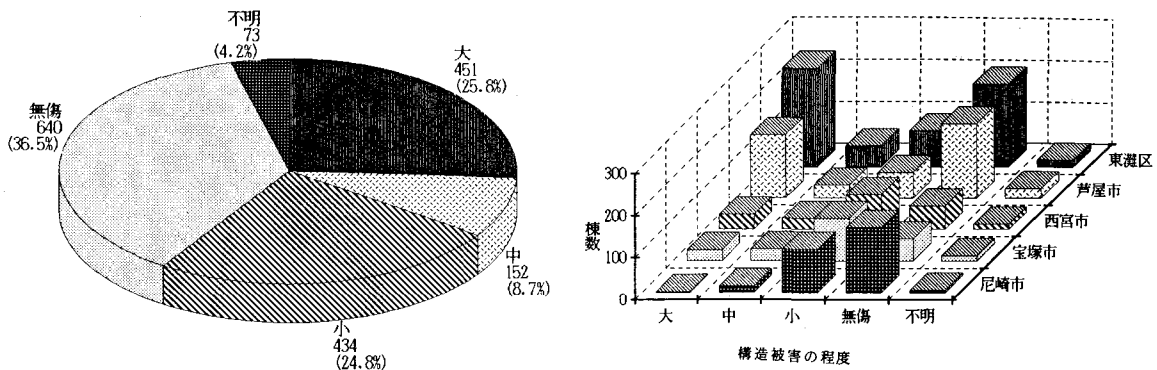


図 2-2-6 地区別の構造被害比率

(2) 屋根材の被害

- 1) 東灘区、芦屋市の各々の屋根材の被害割合はほぼ同じであった。
- 2) 和瓦の被害割合が高く、東灘区、芦屋市、西宮市が82%以上で、宝塚市は76%、尼崎市は23%であった。
- 3) スレート系、金属系の被害割合は少なく、スレート系は東灘区、西宮市に各々1棟で2%程度であった。金属系は東灘区、芦屋市で2.5%であった。

表 2-2-7 屋根材の被害

| 屋根材 | | 棟数 (%) | | | | | |
|-------|----|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------|
| | | 東灘区 | 芦屋市 | 西宮市 | 宝塚市 | 尼崎市 | 計 |
| スレート系 | 有り | 1 (1.8) | 0 | 1 (2.1) | 0 | 0 | 2 |
| | 無し | 56 (98.2) | 62 (100.0) | 47 (97.9) | 35 (100.0) | 32 (100.0) | 232 |
| | 小計 | 57 (100.0) | 62 (100.0) | 48 (100.0) | 35 (100.0) | 32 (100.0) | 234 |
| セメント瓦 | 有り | 10 (52.6) | 5 (50.0) | 0 | 0 | 0 | 15 |
| | 無し | 9 (47.4) | 5 (50.0) | 1 (100.0) | 5 (100.0) | 3 (100.0) | 23 |
| | 小計 | 19 (100.0) | 10 (100.0) | 1 (100.0) | 5 (100.0) | 3 (100.0) | 38 |
| 金属系 | 有り | 7 (24.1) | 5 (25.0) | 0 | 0 | 0 | 12 |
| | 無し | 22 (75.9) | 15 (75.0) | 17 (100.0) | 18 (100.0) | 14 (100.0) | 86 |
| | 小計 | 29 (100.0) | 20 (100.0) | 17 (100.0) | 18 (100.0) | 14 (100.0) | 98 |
| 洋瓦 | 有り | 9 (36.0) | 7 (38.9) | 14 (77.8) | 0 | 2 (11.8) | 32 |
| | 無し | 16 (64.0) | 11 (61.1) | 4 (22.2) | 5 (100.0) | 15 (88.2) | 51 |
| | 小計 | 25 (100.0) | 18 (100.0) | 18 (100.0) | 5 (100.0) | 17 (100.0) | 83 |
| 和瓦 | 有り | 231 (83.4) | 134 (82.7) | 51 (82.3) | 57 (76.0) | 34 (22.5) | 507 |
| | 無し | 46 (16.6) | 28 (17.3) | 11 (17.7) | 18 (24.0) | 117 (77.5) | 220 |
| | 小計 | 277 (100.0) | 162 (100.0) | 62 (100.0) | 75 (100.0) | 151 (100.0) | 727 |
| 小計 | 有り | 258 (63.4) | 151 (55.5) | 66 (45.2) | 57 (41.3) | 36 (16.6) | 568 |
| | 無し | 149 (36.6) | 121 (44.5) | 80 (54.8) | 81 (58.7) | 181 (83.4) | 612 |
| | 小計 | 407 (100.0) | 272 (100.0) | 146 (100.0) | 138 (100.0) | 217 (100.0) | 1180 |
| | 不明 | 111 | 119 | 32 | 57 | 40 | 359 |
| 不明 | 中計 | 518 | 391 | 178 | 195 | 257 | 1539 |
| | — | 73 | 55 | 35 | 25 | 23 | 211 |
| 不明 | 計 | 591 | 446 | 213 | 220 | 280 | 1750 |

材料被害有り：被害度「大」、「中」、「小」の合計

無し：「無傷」

(3) 外壁材の被害

- 1) モルタルの被害割合は尼崎市の約50%を除いて、他の地区は80%以上と大きかった。
- 2) 土壁の被害割合は尼崎市で65%、他の地区は90%以上と大きかった。
- 3) 金属系の被害割合は東灘区が75%と大きかった。芦屋市38%、宝塚市33%であった。
- 4) ALCの被害割合は芦屋市で40%。他の地区の被害は0%であった。
- 5) 窯業系サイディングの被害割合は東灘区5%（1棟）、芦屋市33%（2棟）、宝塚市17%（2棟）で西宮市と尼崎市は0%だった。

表 2-2-8 外壁材の被害状況

| | | 棟数 (%) | | | | | |
|-------|------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------|
| 外壁材 | 地区 | 東灘区 | 芦屋市 | 西宮市 | 宝塚市 | 尼崎市 | 計 |
| | 材料被害 | | | | | | |
| モルタル | 有り | 359 (82.7) | 284 (92.0) | 135 (83.9) | 120 (83.3) | 104 (46.4) | 1002 |
| | 無し | 75 (17.3) | 24 (8.0) | 26 (16.1) | 24 (16.7) | 120 (53.6) | 269 |
| | 小計 | 434 (100.0) | 308 (100.0) | 161 (100.0) | 144 (100.0) | 224 (100.0) | 1271 |
| 土 壁 | 有り | 26 (89.7) | 25 (100.0) | 0 | 15 (100.0) | 17 (65.4) | 83 |
| | 無し | 3 (10.3) | 0 | 0 | 0 | 9 (34.6) | 12 |
| | 小計 | 29 (100.0) | 25 (100.0) | 0 | 15 (100.0) | 26 (100.0) | 95 |
| 金 属 系 | 有り | 15 (75.0) | 3 (37.5) | 0 | 1 (33.3) | 0 | 19 |
| | 無し | 5 (25.0) | 5 (62.5) | 1 (100.0) | 2 (66.7) | 0 | 13 |
| | 小計 | 20 (100.0) | 8 (100.0) | 1 (100.0) | 3 (100.0) | 0 | 32 |
| A L C | 有り | 0 | 10 (40.0) | 0 | 0 | 0 | 10 |
| | 無し | 9 (100.0) | 15 (60.0) | 3 (100.0) | 1 (100.0) | 3 (100.0) | 31 |
| | 小計 | 9 (100.0) | 25 (100.0) | 3 (100.0) | 1 (100.0) | 3 (100.0) | 41 |
| 窯 業 系 | 有り | 1 (4.8) | 2 (33.3) | 0 | 2 (16.7) | 0 | 5 |
| | 無し | 20 (95.2) | 4 (66.7) | 6 (100.0) | 10 (83.3) | 18 (100.0) | 58 |
| | 小計 | 21 (100.0) | 6 (100.0) | 6 (100.0) | 12 (100.0) | 18 (100.0) | 63 |
| 小 計 | 有り | 401 (78.2) | 324 (87.1) | 135 (78.9) | 138 (78.9) | 121 (44.6) | 1119 |
| | 無し | 112 (21.8) | 48 (12.9) | 36 (21.1) | 37 (21.1) | 150 (55.4) | 383 |
| | 小計 | 513 (100.0) | 372 (100.0) | 171 (100.0) | 175 (100.0) | 271 (100.0) | 1502 |
| | 不明 | 26 | 32 | 17 | 7 | 8 | 90 |
| 不 明 | 計 | 539 | 404 | 188 | 182 | 279 | 1592 |
| | 計 | 52 | 42 | 25 | 38 | 1 | 158 |
| 計 | | 591 | 446 | 213 | 220 | 280 | 1750 |

材料被害有り：被害程度「大」、「中」、「小」、の合計
無し：「無傷」

2.2.4 構法及び材料の種類と構造被害の関係

(1) 構法の種類と構造被害の関係

- 1) RC造では西宮市を除く各地区に被害程度「大～中」で1棟ずつ見られたが、ほとんどが「無傷」であった。
- 2) 2×4では「無傷」の割合が西宮市の80%以外は各地域とも100%であった。
- 3) プレハブでは、宝塚市に被害程度「大～中」で1棟が見られたのみで、他の地区は「無傷」が80%以上であった。
- 4) 鉄骨造の「無傷」の割合は東灘区76%、芦屋市50%、西宮市33%と東に向かって順次低くなっていった。
- 5) 在来木造の被害程度「大～中」の率は、東灘区61%、芦屋市51%、西宮市39%、宝塚市26%、尼崎市8%と西から東に向かって順次減少していた。
- 6) 混構造では調査母数も少ないが、西宮市を除く全地域に被害程度「大～中」が1～2棟みられた。

表 2-2-9 構法別の構造被害

棟数 (%)

| 地区 | | 東灘区 | 芦屋市 | 西宮市 | 宝塚市 | 尼崎市 | 計 |
|------|------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------|
| 構法 | 構造被害 | | | | | | |
| RC造 | 大・中 | 1 (3.8) | 1 (4.3) | 0 | 1 (10.0) | 1 (2.0) | 4 |
| | 小 | 2 (7.7) | 1 (4.3) | 0 | 0 | 4 (8.0) | 7 |
| | 無 傷 | 23 (88.5) | 21 (91.4) | 7 (100.0) | 9 (90.0) | 45 (90.0) | 105 |
| | 小 計 | 26 (100.0) | 23 (100.0) | 7 (100.0) | 10 (100.0) | 50 (100.0) | 116 |
| 2×4 | 大・中 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 小 | 0 | 0 | 2 (20.0) | 0 | 0 | 2 |
| | 無 傷 | 11 (100.0) | 4 (100.0) | 8 (80.0) | 2 (100.0) | 3 (100.0) | 28 |
| | 小 計 | 11 (100.0) | 4 (100.0) | 10 (100.0) | 2 (100.0) | 3 (100.0) | 30 |
| プレハブ | 大・中 | 0 | 0 | 0 | 1 (10.0) | 0 | 1 |
| | 小 | 5 (11.9) | 2 (5.9) | 1 (4.8) | 0 | 3 (18.8) | 11 |
| | 無 傷 | 37 (88.1) | 32 (94.1) | 20 (95.2) | 9 (90.0) | 13 (81.2) | 111 |
| | 小 計 | 42 (100.0) | 34 (100.0) | 21 (100.0) | 10 (100.0) | 16 (100.0) | 123 |
| 鉄骨造 | 大・中 | 4 (12.1) | 7 (35.0) | 0 | 2 (28.6) | 0 | 13 |
| | 小 | 4 (12.1) | 3 (15.0) | 2 (66.7) | 5 (71.4) | 0 | 14 |
| | 無 傷 | 25 (75.8) | 10 (50.0) | 1 (33.3) | 0 | 0 | 36 |
| | 小 計 | 33 (100.0) | 20 (100.0) | 3 (100.0) | 7 (100.0) | 0 | 63 |
| 在来木造 | 大・中 | 266 (60.5) | 170 (50.9) | 60 (39.2) | 43 (25.9) | 16 (8.0) | 555 |
| | 小 | 72 (16.4) | 54 (16.2) | 76 (49.7) | 93 (56.0) | 93 (46.2) | 388 |
| | 無 傷 | 102 (23.1) | 110 (32.9) | 17 (11.1) | 30 (18.1) | 92 (45.8) | 351 |
| | 小 計 | 440 (100.0) | 334 (100.0) | 153 (100.0) | 166 (100.0) | 201 (100.0) | 1294 |
| 混構造 | 大・中 | 2 (66.7) | 1 (50.0) | 0 | 1 (50.0) | 1 (33.3) | 5 |
| | 小 | 1 (33.3) | 0 | 2 (40.0) | 1 (50.0) | 1 (33.3) | 5 |
| | 無 傷 | 0 | 1 (50.0) | 3 (60.0) | 0 | 1 (33.4) | 5 |
| | 小 計 | 3 (100.0) | 2 (100.0) | 5 (100.0) | 2 (100.0) | 3 (100.0) | 15 |
| 小 計 | 大・中 | 273 (49.2) | 179 (42.9) | 60 (30.2) | 48 (24.4) | 18 (6.6) | 578 |
| | 小 | 84 (15.1) | 60 (14.4) | 83 (41.7) | 99 (50.3) | 101 (37.0) | 427 |
| | 無 傷 | 198 (35.7) | 178 (42.7) | 56 (28.1) | 50 (25.4) | 154 (56.4) | 636 |
| | 小 計 | 555 (100.0) | 417 (100.0) | 199 (100.0) | 197 (100.0) | 273 (100.0) | 1641 |
| | 不明 | 15 | 20 | 6 | 11 | 6 | 58 |
| 中 計 | 570 | 437 | 205 | 208 | 279 | 1699 | |
| 不 明 | — | 21 | 9 | 8 | 12 | 1 | 51 |
| 計 | | 591 | 446 | 213 | 220 | 280 | 1750 |

(2) 屋根材の種類と構造被害の関係

- 1) 和瓦使用の建物で被害程度「大～中」の割合が高かったのは東灘区、芦屋市、西宮市であった。なお、この現象は38頁の表2-4-5に示す屋根材-経過年数別構造被害率に見られるように、和瓦使用建物は872棟中701棟(80.3%)が16年以上の古い建物で、且つ関西特有の土葺き工法が多かったことが影響していると思われる。

2) スレート系使用の建物では各地区とも被害程度「大～中」の割合が低かった。

なお、この現象は36頁の表2-4-4に示す屋根材-経過年数別構造被害率に見られるように、スレート系屋根材使用建物は237棟中187棟(78.9%)が15年以下の新しい建物が多かったことが影響していると思われる。

3) 東灘区、芦屋市の金属系使用の建物では被害程度「大～中」の割合が高かった。

金属系屋根材を古い建物のリフォームに使用している影響もあると思われる。

表 2-2-10 屋根材の種類と構造被害の関係

棟数 (%)

| 種類 | 地区 構造被害 | 東灘区 | 芦屋市 | 西宮市 | 宝塚市 | 尼崎市 | 計 |
|-------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------|
| | | スレート系 | 大・中 | 2 (3.0) | 5 (7.1) | 2 (3.8) | 0 |
| | 小 | 10 (14.9) | 4 (5.7) | 15 (28.9) | 7 (20.6) | 4 (12.1) | 40 |
| | 無傷 | 55 (82.1) | 61 (87.2) | 35 (67.3) | 27 (79.4) | 29 (87.9) | 207 |
| | 小計 | 67 (100.0) | 70 (100.0) | 52 (100.0) | 34 (100.0) | 33 (100.0) | 256 |
| セメント瓦 | 大・中 | 12 (63.2) | 3 (23.0) | 1 (50.0) | 0 | 0 | 16 |
| | 小 | 3 (15.8) | 5 (38.5) | 0 | 5 (100.0) | 1 (33.3) | 14 |
| | 無傷 | 4 (21.0) | 5 (38.5) | 1 (50.0) | 0 | 2 (66.7) | 12 |
| | 小計 | 19 (100.0) | 13 (100.0) | 2 (100.0) | 5 (100.0) | 3 (100.0) | 42 |
| 金属系 | 大・中 | 15 (35.7) | 12 (41.4) | 4 (22.3) | 4 (21.1) | 1 (6.2) | 35 |
| | 小 | 8 (19.1) | 4 (13.8) | 8 (44.4) | 6 (31.6) | 3 (18.8) | 29 |
| | 無傷 | 19 (45.2) | 13 (44.8) | 6 (33.3) | 9 (47.3) | 12 (75.0) | 59 |
| | 小計 | 42 (100.0) | 29 (100.0) | 18 (100.0) | 19 (100.0) | 16 (100.0) | 123 |
| 洋瓦 | 大・中 | 10 (31.2) | 3 (13.6) | 6 (26.1) | 1 (20.0) | 1 (5.3) | 21 |
| | 小 | 6 (18.8) | 4 (18.2) | 17 (73.9) | 0 | 7 (36.8) | 34 |
| | 無傷 | 16 (50.0) | 15 (68.2) | 0 | 4 (80.0) | 11 (57.9) | 46 |
| | 小計 | 32 (100.0) | 22 (100.0) | 23 (100.0) | 5 (100.0) | 19 (100.0) | 101 |
| 和瓦 | 大・中 | 225 (65.0) | 143 (60.1) | 39 (50.6) | 39 (33.1) | 16 (8.8) | 462 |
| | 小 | 55 (15.9) | 41 (17.2) | 35 (45.5) | 76 (64.4) | 83 (45.9) | 290 |
| | 無傷 | 66 (19.1) | 54 (22.7) | 3 (3.9) | 3 (2.5) | 82 (45.3) | 208 |
| | 小計 | 346 (100.0) | 238 (100.0) | 77 (100.0) | 118 (100.0) | 181 (100.0) | 960 |
| 小計 | 大・中 | 264 (52.2) | 166 (44.6) | 52 (30.2) | 44 (24.3) | 18 (7.1) | 544 |
| | 小 | 82 (16.2) | 58 (15.6) | 75 (43.6) | 94 (51.9) | 98 (38.9) | 407 |
| | 無傷 | 160 (31.6) | 148 (39.8) | 45 (26.2) | 43 (23.8) | 136 (54.0) | 532 |
| | 小計 | 506 (100.0) | 372 (100.0) | 172 (100.0) | 181 (100.0) | 252 (100.0) | 1483 |
| | 不明 | 12 | 19 | 6 | 14 | 5 | 56 |
| | 中計 | 518 | 391 | 178 | 195 | 257 | 1539 |
| 不明 | — | 73 | 55 | 35 | 25 | 23 | 211 |
| 計 | | 591 | 446 | 213 | 220 | 280 | 1750 |

(3) 外壁材の種類と構造被害の関係

1) モルタル使用建物の被害程度「大～中」の割合は東灘区、芦屋市が43～47%と高く、次いで西宮市30%、宝塚市18%、尼崎市4%と東に向かって順次減少していた。

- 2) 土壁使用建物の被害程度「大～中」の割合は、尼崎市の30%を除いて他地区は、80～100%と高かった。
- 3) 金属系使用建物の被害程度「大～中」の割合は東灘区と宝塚市が約70%と高く、次いで芦屋市が36%であった。
- 4) ALCと窯業系サイディングの被害は少かった。
- 5) なお、この現象は40頁の表2-4-10に示す外壁材-経過年数別構造被害率に見られるように、モルタル使用の建物は1196棟中809棟(67.6%)、土壁使用は93棟中90棟(96.8%)、金属系外壁材使用は30棟中23棟(76.7%)が16年以上の古い建物が多かったことが影響していると思われる。

表 2-2-11 外壁材の種類と構造被害の関係

| | | 棟数 (%) | | | | | |
|------|------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------|
| 種類 | 地区 | 東灘区 | 芦屋市 | 西宮市 | 宝塚市 | 尼崎市 | 計 |
| | 構造被害 | | | | | | |
| モルタル | 大・中 | 212 (47.7) | 143 (45.1) | 52 (30.4) | 27 (18.7) | 10 (4.4) | 444 |
| | 小 | 84 (18.9) | 55 (17.4) | 81 (47.4) | 98 (68.1) | 85 (37.6) | 403 |
| | 無傷 | 148 (33.4) | 119 (37.5) | 38 (22.2) | 19 (13.2) | 131 (58.0) | 455 |
| | 小計 | 444 (100.0) | 317 (100.0) | 171 (100.0) | 144 (100.0) | 226 (100.0) | 1302 |
| 土壁 | 大・中 | 24 (82.8) | 24 (96.0) | 1 (50.0) | 15 (100.0) | 8 (30.8) | 72 |
| | 小 | 2 (6.9) | 0 | 0 | 0 | 15 (57.7) | 17 |
| | 無傷 | 3 (10.3) | 1 (4.0) | 0 (50.0) | 0 | 3 (11.5) | 7 |
| | 小計 | 29 (100.0) | 25 (100.0) | 1 (100.0) | 15 (100.0) | 26 (100.0) | 96 |
| 金属系 | 大・中 | 15 (75.0) | 4 (40.0) | 0 | 2 (66.7) | 0 | 21 |
| | 小 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 無傷 | 5 (25.0) | 6 (60.0) | 1 (100.0) | 1 (33.3) | 0 | 13 |
| | 小計 | 20 (100.0) | 10 (100.0) | 1 (100.0) | 3 (100.0) | 0 | 34 |
| ALC | 大・中 | 0 | 1 (4.0) | 0 | 0 | 0 | 1 |
| | 小 | 0 | 4 (16.0) | 0 | 0 | 0 | 4 |
| | 無傷 | 9 (100.0) | 20 (80.0) | 3 (100.0) | 1 (100.0) | 3 (100.0) | 36 |
| | 小計 | 9 (100.0) | 25 (100.0) | 3 (100.0) | 1 (100.0) | 3 (100.0) | 41 |
| 窯業系 | 大・中 | 1 (4.5) | 0 | 0 | 1 (8.3) | 0 | 2 |
| | 小 | 0 | 1 (16.7) | 1 (16.7) | 1 (8.3) | 2 (11.1) | 5 |
| | 無傷 | 21 (95.5) | 5 (83.3) | 5 (83.3) | 10 (83.4) | 16 (88.9) | 57 |
| | 小計 | 22 (100.0) | 6 (100.0) | 6 (100.0) | 12 (100.0) | 18 (100.0) | 64 |
| 小計 | 大・中 | 252 (48.1) | 172 (44.9) | 53 (29.1) | 45 (25.7) | 18 (6.6) | 540 |
| | 小 | 86 (16.4) | 60 (15.7) | 82 (45.1) | 99 (56.6) | 102 (37.4) | 429 |
| | 無傷 | 186 (35.5) | 151 (39.4) | 47 (25.8) | 31 (17.7) | 153 (56.0) | 568 |
| | 小計 | 524 (100.0) | 383 (100.0) | 182 (100.0) | 175 (100.0) | 273 (100.0) | 1537 |
| | 不明 | 15 | 21 | 6 | 7 | 6 | 55 |
| | 中計 | 539 | 404 | 188 | 182 | 279 | 1592 |
| 不明 | — | 52 | 42 | 25 | 38 | 1 | 158 |
| 計 | | 591 | 446 | 213 | 220 | 280 | 1750 |

2.3 建物の構造被害（以下構造被害という。）

2.3.1 建築後の経過年数と無傷率の関係；全地域（表2-3-1）

（構造が「無傷」であった割合を以下「無傷率」という。）

- (1) 表2-3-1より全地域・全構法の経過年数と無傷率の関係をみると、図2-3-1のごとくであり、相関係数（R）0.991、寄与率98.0%で相関がある。
- (2) 年数の経過とともに無傷率は低下している。これは経年による劣化等の因子が働いているものと思われる。

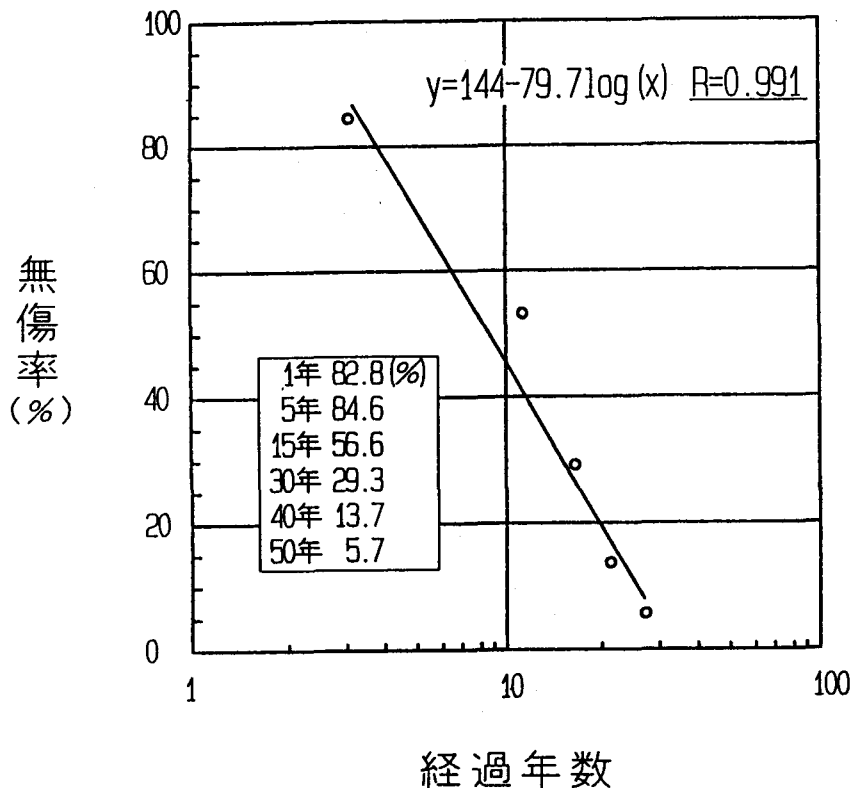


図 2-3-1 建築後の経過年数と無傷率の関係（全地域）

表 2-3-1 建築後の経過年数別の建物構造被害

| | | 棟 数 | | | | | | | | |
|------|------|------|-----|------|-------|-------|-------|-------|-----|------|
| 被害程度 | 経過年数 | 1年以内 | 2～5 | 6～15 | 16～29 | 30～39 | 40～49 | 50年以上 | 不明 | 計 |
| | 大 | | 4 | 1 | 31 | 184 | 77 | 18 | 60 | 76 |
| 中 | | 0 | 2 | 25 | 72 | 29 | 6 | 8 | 10 | 152 |
| 小 | | 1 | 15 | 85 | 228 | 61 | 8 | 10 | 26 | 434 |
| 無傷 | | 29 | 121 | 200 | 208 | 28 | 1 | 4 | 49 | 640 |
| 不明 | | 1 | 4 | 12 | 18 | 10 | 2 | 2 | 24 | 73 |
| 計 | | 35 | 143 | 353 | 710 | 205 | 35 | 84 | 185 | 1750 |

2.3.2 建物の建築後の経過年数と被害程度「大～中」の割合の関係（全地域）（付属資料 Table 4参照）

（構造被害程度の「大～中」の合計の割合を被害程度「大～中」の割合という）

- (1) 建築後の経過年数別・構法別被害程度「大～中」の割合は表2-2-2と図2-2-2の通りであり、いずれの構法も年数が経つに従って被害程度「大～中」の割合は上昇している。これは図2-2-1の

無傷率の関係とほぼ同じ傾向である。

(2) 構法別に比較すると

「在来木造、混構造」と「プレハブ、2×4」の(被害程度「大~中」の割合) / 経過年数の勾配にかなりの差がある。なお在来木造の経過年数が0.5年の場合で1棟に被害があった。

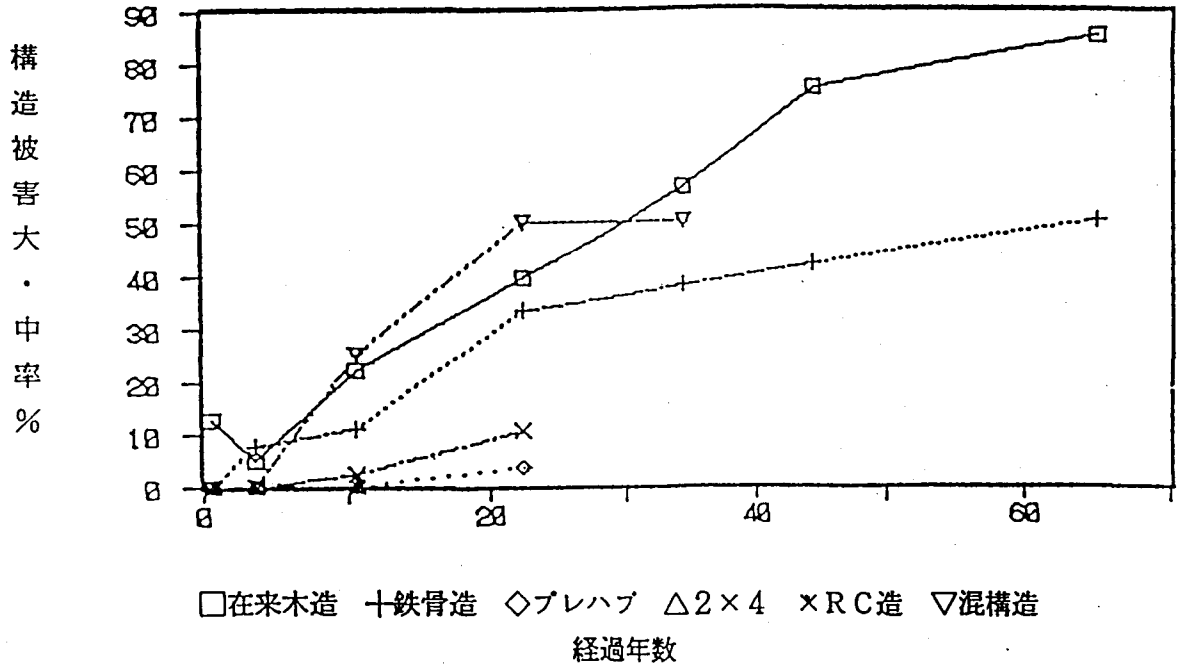


図 2-3-2 建築後経過年数と被害程度「大~中」の割合の関係 (全地域)

表 2-3-2 建築後経過年数と被害程度「大~中」の割合の関係 (全地域)

(年)は

| 年数 | 構法の種類 | | | | | | | 計 |
|-------------------|---------|------|------|------|-----|------|------|------|
| | 構造被害 | 在来木造 | 鉄骨造 | プレハブ | 2×4 | RC造 | 混構造 | |
| 1年以内 (0.5年) | 調査数 | 8 | 1 | 16 | 4 | 2 | - | 31 |
| | 被害程度大中数 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | - | 1 |
| | 被害割合(%) | 12.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | - | 3.2 |
| 2~5年 (3.5年) | 調査数 | 41 | 13 | 39 | 15 | 27 | 3 | 138 |
| | 被害程度大中数 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| | 被害割合(%) | 4.9 | 7.7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.2 |
| 6~15年 (10.5年) | 調査数 | 228 | 18 | 29 | 11 | 46 | 4 | 336 |
| | 被害程度大中数 | 50 | 2 | 0 | 0 | 1 | 1 | 54 |
| | 被害割合(%) | 21.9 | 11.1 | 0 | 0 | 2.2 | 25.0 | 15.7 |
| 16~29年 (22.5年) | 調査数 | 603 | 21 | 26 | - | 28 | 6 | 684 |
| | 被害程度大中数 | 238 | 7 | 1 | - | 3 | 3 | 252 |
| | 被害割合(%) | 39.5 | 33.3 | 3.8 | - | 10.7 | 50.0 | 36.8 |
| 30~39年 (34.5年) | 調査数 | 186 | 1 | 1 | - | 4 | 2 | 194 |
| | 被害程度大中数 | 105 | 0 | - | - | - | 1 | 106 |
| | 被害割合(%) | 56.5 | 0 | - | - | - | 50.0 | 56.1 |
| 40~49年 (44.5年) | 調査数 | 32 | - | - | - | - | - | 32 |
| | 被害程度大中数 | 24 | - | - | - | - | - | 24 |
| | 被害割合(%) | 75.0 | - | - | - | - | - | 75.0 |
| 50年以上 (*165年) | 調査数 | 76 | 4 | - | - | - | - | 80 |
| | 被害程度大中数 | 65 | 2 | - | - | - | - | 67 |
| | 被害割合(%) | 85.5 | 50.0 | - | - | - | - | 83.8 |
| 計 | 調査数 | 1174 | 58 | 111 | 30 | 107 | 15 | 1495 |
| | 被害程度大中数 | 485 | 12 | 1 | 0 | 4 | 5 | 506 |
| | 被害割合(%) | 41.3 | 20.7 | 0.9 | 0 | 3.7 | 33.3 | 33.9 |

*1) 50年以上は65年とした

2.3.3 建物の建築後経過年数と構造被害（付属資料 Table 7）参照

表2-3-3によるとつぎの通りである。

(1) 15年以下の新しい建物（以下「15年以下」という。）

なお「15年以下」を新しい建物として判断した理由は表2-3-4に示すとおり1981年（S56）建築基準法施行令の耐震規定が改正され、新耐震設計法が確立した年をもって区分した。

- 1) 被害程度「大～中」の割合は在来木造では19%、混構造14%、鉄骨造9%、RC造1%、プレハブ、2×4は0%であった。
- 2) 無傷率は在来木造で51%、混構造57%、鉄骨造75%でRC造、2×4は93%、プレハブは94%であった。

(2) 全期間を通じての被害（以下「全期間」という。）

- 1) 被害程度「大～中」の割合は在来木造41%、混構造33%、鉄骨造21%、RC造4%で2×4は0%であった。
- 2) 無傷率は在来木造28%、プレハブ92%、2×4は93%、RC造91%であった。

(3) 「全期間」と「15年以下」を比較すると構造の被害の程度に明らかに差がある。このような差を生じた原因としては建物の経年劣化が影響したと思われる。

表 2-3-3 全地域；構造－経過年数別構造被害率

棟数 (%)

| 構造種類 | 経過年数 被害程度 | 15年以下 | 16年以上 | 全期間 |
|------|--------------|-------------|-------------|--------------|
| | | | | |
| 在来木造 | 大～中 | 53 (19.1) | 432 (48.2) | 485 (41.3) |
| | 小 | 83 (30.0) | 282 (31.4) | 365 (31.1) |
| | 無傷 | 141 (50.9) | 183 (20.4) | 324 (27.6) |
| | 小計 | 277 [54.9] | 897 [90.7] | 1174 [78.6] |
| 鉄骨造 | 大～中 | 3 (9.4) | 9 (34.6) | 12 (20.7) |
| | 小 | 5 (15.6) | 9 (34.6) | 14 (24.1) |
| | 無傷 | 24 (75.0) | 8 (30.8) | 32 (55.2) |
| | 小計 | 32 [6.3] | 26 [2.6] | 58 [3.9] |
| プレハブ | 大～中 | 0 | 0 | 0 |
| | 小 | 5 (6.0) | 4 (15.4) | 9 (8.2) |
| | 無傷 | 79 (94.0) | 22 (84.6) | 101 (91.8) |
| | 小計 | 84 [16.6] | 26 [2.6] | 110 [7.4] |
| 2×4 | 大～中 | 0 | 0 | 0 |
| | 小 | 2 (6.7) | 0 | 2 (6.7) |
| | 無傷 | 28 (93.3) | 0 | 28 (93.3) |
| | 小計 | 30 [5.9] | 0 | 30 [2.0] |
| RC造 | 大～中 | 1 (1.3) | 3 (9.4) | 4 (3.7) |
| | 小 | 4 (5.3) | 2 (6.3) | 6 (5.6) |
| | 無傷 | 70 (93.3) | 27 (84.4) | 97 (90.7) |
| | 小計 | 75 [14.9] | 32 [3.2] | 107 [7.2] |
| 混構造 | 大～中 | 1 (14.3) | 4 (50.0) | 5 (33.3) |
| | 小 | 2 (28.6) | 3 (37.5) | 5 (33.3) |
| | 無傷 | 4 (57.1) | 1 (12.5) | 5 (33.3) |
| | 小計 | 7 [1.4] | 8 [0.8] | 15 [1.0] |
| 計 | 大～中 | 58 (11.5) | 448 (45.3) | 506 (33.9) |
| | 小 | 101 (20.0) | 300 (30.3) | 401 (26.8) |
| | 無傷 | 346 (68.5) | 241 (24.4) | 587 (39.3) |
| | 計 | 505 [100.0] | 989 [100.0] | 1494 [100.0] |

表 2-3-4 主な地震と建築基準に係わる法改正の推移

| 年 代 | 地 震 名 | 被害・基準の概要 |
|-------------|-------------|---|
| 1919 (T 3年) | | ・市街地建築物法公布(施行令に100尺の高さ規定) |
| 1923 (T 7年) | 関東大震災 | ・M7.9、死者14万余、全半壊家屋25万余、焼失45万余 |
| 1924 (T 8年) | | ・市街地建築物法の大改正 (水平震度0.1) |
| 1950 (S25年) | | ・建築基準法制定にともない、 木造建築物の壁量の制定 (水平震度0.2) |
| 1952 (S27年) | | ・地震地域係数告示制定 |
| 1964 (S39年) | 新潟地震 | ・M7.5、死者26、全半壊家屋86百余、大規模液状化現象で建物被災 ・住宅金融公庫「工場生産住宅承認」制度の発足 |
| 1968 (S43年) | 十勝沖地震 | ・M7.9、死者52、全半壊家屋36百余、 ビルでRC造の柱の剪断破壊目立つ |
| 1971 (S46年) | | ・建築基準法改正、RC造の柱の帯筋間隔規定強化にともない、木造は布基礎に原則一体化(土台は布基礎に緊結) |
| 1972 (S47年) | | ・通商産業省「工業生産等品質管理優良工場認定」制度の発足 |
| 1973 (S48年) | | ・建設省「工業化住宅性能認定」制度の発足 |
| 1974 (S49年) | | ・2×4認可(北米の新型木構法) |
| 1978 (S53年) | 宮城沖地震 | ・M7.4、死者28、全半壊家屋67百万余、ブロック塀の倒壊多発 |
| 1981 (S56年) | | ・建築基準法施行令の耐震規定改正(通称、新耐震設計法)にともない 地震力に動的配慮が加えられる。 (木造で軟弱な地盤においては水平震度基準0.3) |
| 1995 (H 7年) | 兵庫県 南部地震 | ・M7.2、死者55百余、各種調査報告の発表、現在にいたる。 ・M7.2、死者55百余、各種調査報告の発表、現在にいたる。 |

(参考文献、[6])

木造住宅の建築基準法における水平震度の変遷は1924年で0.1が1950年に0.2になり更に、1981年に0.3に改正された。

2.3.4 構造被害と部位別被害の関係

(1) 構造被害と屋根材被害の関係

(付属資料 Table 1-a ~ e 参照)

- 1) 表2-3-5によると屋根材の被害の有無と構法の種類の間には明確な関係は見あたらなかった。
- 2) 対象件数の多い在来木造では構造被害程度「大~中」の場合、屋根材は86%が被害を受けていた。また、構造被害「小」では47%、構造「無傷」では14%であった。

表2-3-5 構造被害程度と屋根材被害の関係

棟数 (%)

| 構法の種類 | 屋根材の被害 | | 有り | 無し | 計 |
|-------|--------|--|------------|------------|--------------|
| | 構造被害程度 | | | | |
| 在来木造 | 大~中 | | 386 (85.8) | 64 (14.2) | 450 (100.0) |
| | 小 | | 123 (47.3) | 137 (52.7) | 260 (100.0) |
| | 無傷 | | 36 (13.6) | 228 (86.4) | 264 (100.0) |
| | 小計 | | 545 [56.0] | 429 [44.0] | 974 [100.0] |
| 鉄骨造 | 大~中 | | 1 (33.3) | 2 (66.7) | 3 (100.0) |
| | 小 | | 1 (11.1) | 8 (81.9) | 9 (100.0) |
| | 無傷 | | 0 | 23 (100.0) | 23 (100.0) |
| | 小計 | | 2 [5.7] | 33 [94.3] | 35 [100.0] |
| プレハブ | 大~中 | | 0 | 1 (100.0) | 1 (100.0) |
| | 小 | | 1 (14.3) | 6 (83.7) | 7 (100.0) |
| | 無傷 | | 2 (2.2) | 82 (97.8) | 84 (100.0) |
| | 小計 | | 3 [3.7] | 89 [96.3] | 92 [100.0] |
| 2×4 | 大~中 | | - | - | - |
| | 小 | | 2 (100.0) | 0 | 2 (100.0) |
| | 無傷 | | 1 (4.2) | 23 (95.8) | 24 (100.0) |
| | 小計 | | 3 [11.5] | 23 [100.0] | 26 [100.0] |
| RC造 | 大~中 | | 1 (33.3) | 2 (66.7) | 3 (100.0) |
| | 小 | | 0 | 3 (100.0) | 3 (100.0) |
| | 無傷 | | 1 (1.6) | 63 (98.4) | 64 (100.0) |
| | 小計 | | 2 [2.9] | 68 [97.1] | 70 [100.0] |
| 計 | 大~中 | | 388 (84.9) | 69 (15.1) | 457 (100.0) |
| | 小 | | 127 (45.2) | 154 (54.8) | 281 (100.0) |
| | 無傷 | | 40 (8.7) | 419 (91.2) | 459 (100.0) |
| | 計 | | 555 [46.4] | 642 [53.6] | 1197 [100.0] |

屋根材被害有り：被害程度「大」、「中」、「小」の合計
無し：「無傷」

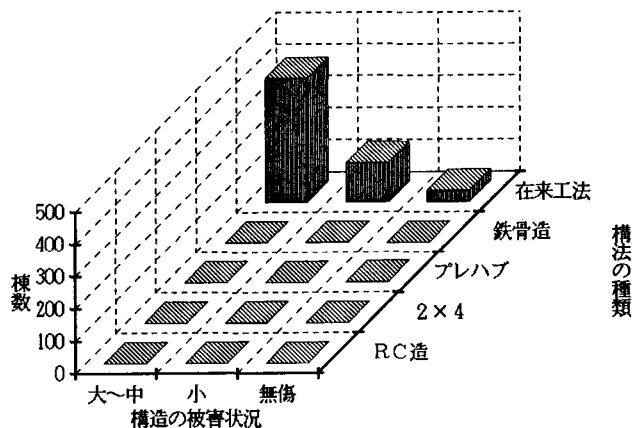


図 2-3-3 構造被害と屋根材被害

(2) 構造被害と外壁材被害の関係

(付属資料 Table 2-a～e 参照)

- 1) 在来木造で構造の被害程度「大～中」の場合(表2-3-6)、外壁材被害は98%である。また、被害程度「小」では94%、構造の被害程度「無傷」では53%であった。
- 2) 構造の被害程度「無傷」の場合で外壁材に被害のあった割合は在来木造で53%、鉄骨造で17%、プレハブで9%、2×4で27%、RC造で2%であった。
- 3) 外壁材の被害は構法の種類と構造被害の度合いに関係がある。

表 2-3-6 構造被害の程度と外壁材の被害

| 構法の種類 | 外壁材の被害 | | 有り | 無し | 計 |
|-------|--------|--|-------------|------------|--------------|
| | 構造被害程度 | | | | |
| 在来木造 | 大～中 | | 502 (98.4) | 8 (1.7) | 510 (100.0) |
| | 中 | | 359 (94.0) | 23 (6.0) | 382 (100.0) |
| | 無 傷 | | 182 (52.6) | 164 (47.4) | 346 (100.0) |
| | 小 計 | | 1043 [84.2] | 195 [15.8] | 1238 [100.0] |
| 鉄骨造 | 大～中 | | 12 (92.3) | 1 (7.7) | 13 (100.0) |
| | 中 | | 12 (85.7) | 2 (14.3) | 14 (100.0) |
| | 無 傷 | | 6 (17.1) | 29 (82.9) | 35 (100.0) |
| | 小 計 | | 30 [48.4] | 32 [51.6] | 62 [100.0] |
| プレハブ | 大～中 | | 0 | 1 (100.0) | 1 (100.0) |
| | 中 | | 6 (54.5) | 5 (45.5) | 11 (100.0) |
| | 無 傷 | | 10 (9.3) | 98 (90.7) | 108 (100.0) |
| | 小 計 | | 16 [13.3] | 104 [86.7] | 120 [100.0] |
| 2×4 | 大～中 | | - | - | - |
| | 中 | | 2 (100.0) | 0 | 2 (100.0) |
| | 無 傷 | | 7 (26.9) | 19 (73.1) | 26 (100.0) |
| | 小 計 | | 9 [32.1] | 19 [67.9] | 28 [100.0] |
| R C 造 | 大～中 | | 1 (25.0) | 3 (75.0) | 4 (100.0) |
| | 中 | | 5 (71.4) | 2 (28.6) | 7 (100.0) |
| | 無 傷 | | 9 (8.9) | 92 (91.1) | 101 (100.0) |
| | 小 計 | | 15 [13.4] | 97 [86.6] | 112 [100.0] |
| 計 | 大～中 | | 515 (97.5) | 13 (2.5) | 528 (100.0) |
| | 中 | | 384 (92.3) | 32 (7.7) | 416 (100.0) |
| | 無 傷 | | 214 (34.7) | 402 (65.3) | 616 (100.0) |
| | 計 | | 1113 [71.3] | 447 [28.7] | 1560 [100.0] |

外壁材被害有り：被害程度「大」、「中」、「小」の合計。

無し：無傷

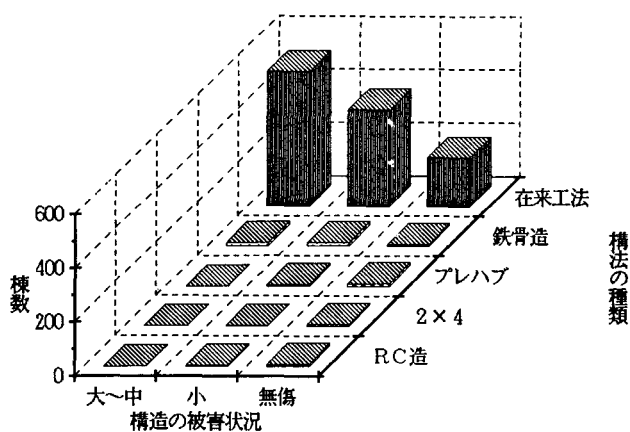


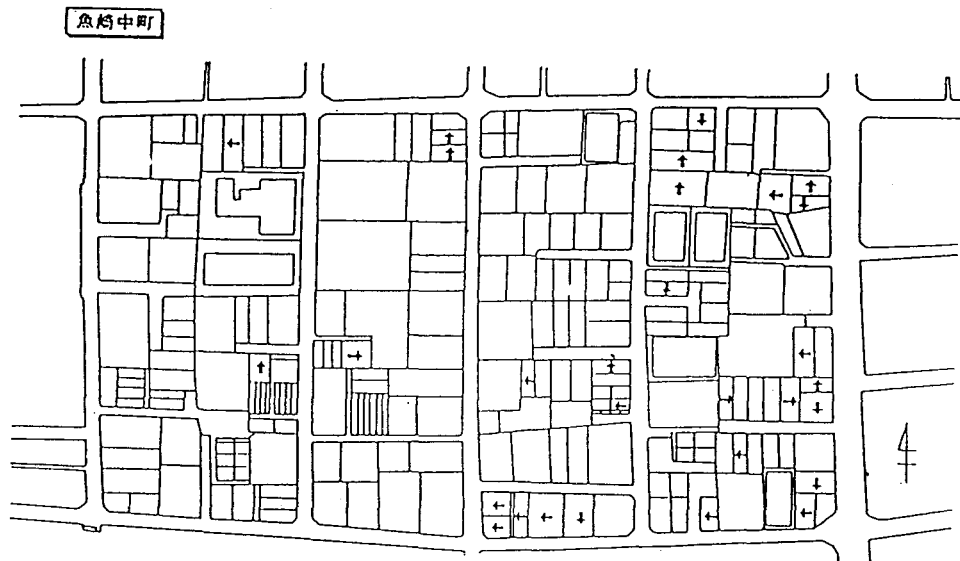
図 2-3-4 構造の被害と外壁材被害

2.3.5 建物被害の傾き方向の傾向

今回の地震被害では、建物が地震により傾いた被害が見られた。今回の調査地区の内、東灘区—魚崎中町、北町について、建物が傾いた方向の分布を見ると、地震波の方向に関係は少なく、建物形状に応じて、建物の短辺方向に傾いたものの割合が多く見られた。

(他の地区も相対的に同じような傾向が見られた。)

これらの建物では、短辺方向に玄関や開口部があるため、その方向の壁量不足も指摘されている。



← が傾き方向を示す

図 2-3-5 建物の傾斜被害の傾向

2.4 材料別被害

2.4.1 屋根材

(1) 屋根材種類別の被害状況

- 1) 屋根材の被害程度「大～中～小」の割合と傾向は、和瓦が70% (507棟)、続いてセメント瓦41% (16棟)、洋瓦39% (32棟)、と金属系12% (12棟)、スレート系は1% (2棟)と大きく3群に分かれていた。

表 2-4-1 屋根材種類別の被害状況

| 被害の程度 種類 | 棟数 (%) | | | | | | |
|-------------|-----------|------------|------------|------------|-------------|-----|------|
| | 大 | 中 | 小 | 無 傷 | 小 計 | 不明 | 計 |
| スレート系 | 0 | 1 (0.4) | 1 (0.4) | 232 (99.2) | 234 (100.0) | 13 | 247 |
| セメント瓦 | 2 (5.1) | 10 (25.6) | 4 (10.3) | 23 (59.0) | 39 (100.0) | 5 | 44 |
| 金属系 | 1 (1.0) | 3 (3.0) | 8 (8.2) | 86 (87.8) | 98 (100.0) | 19 | 117 |
| 洋 瓦 | 3 (3.6) | 9 (10.9) | 20 (24.1) | 51 (61.4) | 83 (100.0) | 11 | 94 |
| 和 瓦 | 86 (11.8) | 214 (29.4) | 207 (28.5) | 220 (30.3) | 727 (100.0) | 190 | 917 |
| 小 計 | 92 | 237 | 240 | 612 | 1181 | 238 | 1419 |
| 不 明 | 1 | 0 | 2 | 46 | 49 | 282 | 331 |
| 計 | 93 | 237 | 242 | 658 | 1230 | 520 | 1750 |

2) 和瓦の被害と施工方法との関係

和瓦の施工方法についてみると、今回の調査件数1750棟のうち、屋根材が不明であった211棟を除く1539棟のうち和瓦が987棟(64.1%)であり、これらのうち殆どが他の地方では見られなくなった土葺き工法であった。また和瓦使用の建物は35頁の表2-4-3に示すとおり構法の種類のうち在来木造の建物に多く、柱、土台等の構造部に腐朽や蟻害が相当数見られるとの報告もあり、このことが影響していると思われる。

3) 考察

- ① 全体的に和瓦、洋瓦、セメント瓦の被害が大きかった。これは留め付けが十分に行われていなかったことが大きな要因と思われる。また、和瓦屋根では棟部に被害が多く見られた。土葺き工法の場合は葺土で瓦を留める工法であり屋根の重量が重いこと、さらに建物の老朽化との関係等もあり、土葺き和瓦を使用した在来木造構法による建物の被害が大きくなったと思われる。
- ② スレート系及び金属系は、脱落・ずれなどの被害が少なかった。これは釘留め付け等で施工されている野地と屋根材の一体性が大きいことによると思われる。
- ③ 屋根材自体のずれ及び落下等の被害を防ぐためには、屋根材の留め付け工法を確立する必要がある。

(2) 構造被害と屋根材被害の関係 (付属資料 Table 1-a~e 参照)

- 1) 表2-4-2より構造に被害がなく、屋根材に被害のあったものは、木造14%(36棟)、2×4は4%(1棟)、プレハブ2%(2棟)、RC造2%(1棟)であり、鉄骨系には屋根材の被害は見られなかった。
- 2) 上記1)のうち特に被害が多かった在来木造についてみると、構造に被害がなく屋根材に被害のあったのは、セメント瓦30%(3棟)が多くみられ、次いで和瓦22%(30棟)、洋瓦10%(3棟)であった。また、プレハブ、2×4で構造には被害がなく屋根材に被害のあったものは和瓦、RC造では洋瓦であった。
- 3) 建材という観点から、構造に被害があり、屋根材に被害がなかったものについてみると、(表2-4-3)鉄骨造では、スレート系、金属系、プレハブではスレート系、金属系、洋瓦、和瓦、RC造ではスレート系、セメント瓦、和瓦であった。
- 4) 表2-4-3は表2-4-2の構造被害「有り」を被害程度「大~中」と「小」に分割したものである。
 - ① 構造被害が小で、屋根材に被害があるものについてみると在来木造では、和瓦が62.4%(108棟)であった。一方屋根材に被害のないものは金属系100%(17棟)、スレート系は96%(23棟)で和瓦は38%(68棟)であった。
 - ② 在来木造で構造被害が「大~中」の時、屋根材に被害のあるものは和瓦92%(351棟)、洋瓦80%(12棟)、セメント瓦79%(11棟)が50%以上であった。また、被害「小」の時、屋根材に被害のあったものは和瓦62%(108棟)、洋瓦50%(12棟)、が50%以上であった。他の構造では母数が少ないため比較は困難であった。

5) 考察

- ① 建物に大きな被害がなくても、屋根材が「大」・「中」の被害をうけるのは、通行人に対する被害を及ぼす場合もあり、防火の面からも好ましくない。少なくとも建物の被害が「小」以下の場合、屋根材の被害も「小」以下にする必要がある。
- ② 建物構造に被害なしでも屋根材に「ずれ」、落下等被害がみられた。そのため「ずれ」や落下防止の施工方法を確立する必要がある。
- ③ 在来木造の構造被害ありでも被害が少なかったのはスレート系94%(30棟)、金属系73%(30棟)であった。

表 2-4-2 構法種類別屋根材種類毎の被害状況

棟数 (%)

| 構法種類 | 構造被害 屋根材被害 根材種類 | 無し | | | 有り | | |
|----------|-----------------------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | | 有り | 無し | 計 | 有り | 無し | 計 |
| 在来 木造 | スレート系 | 0 | 62(100.0) | 62(100.0) | 2(6.2) | 30(93.8) | 32(100.0) |
| | セメント瓦 | 3(30.0) | 7(70.0) | 10(100.0) | 12(50.0) | 12(50.0) | 24(100.0) |
| | 金属系 | 0 | 28(100.0) | 28(100.0) | 11(26.8) | 30(73.2) | 41(100.0) |
| | 洋瓦 | 3(10.0) | 27(90.0) | 30(100.0) | 24(61.5) | 15(38.5) | 39(100.0) |
| | 和瓦 | 30(22.4) | 104(77.6) | 134(100.0) | 459(82.3) | 99(17.7) | 558(100.0) |
| | 不明 | — | — | — | 1(6.2) | 15(93.8) | 16(100.0) |
| | 小計 | 36(13.6) | 228(85.4) | 264(100.0) | 509(71.7) | 201(28.3) | 710(100.0) |
| 鉄骨造 | スレート系 | 0 | 11(100.0) | 11(100.0) | 0 | 6(100.0) | 6(100.0) |
| | セメント瓦 | — | — | — | — | — | — |
| | 金属系 | 0 | 4(100.0) | 4(100.0) | 0 | 1(100.0) | 1(100.0) |
| | 洋瓦 | 0 | 2(100.0) | 2(100.0) | 1(50.0) | 1(50.0) | 2(100.0) |
| | 和瓦 | 0 | 1(100.0) | 1(100.0) | 1(33.3) | 2(66.7) | 3(100.0) |
| | 不明 | 0 | 5(100.0) | 5(100.0) | — | — | — |
| | 小計 | 0 | 23(100.0) | 23(100.0) | 2(16.7) | 10(83.3) | 12(100.0) |
| プレ ハブ | スレート系 | 0 | 59(100.0) | 59(100.0) | 0 | 3(100.0) | 3(100.0) |
| | セメント瓦 | — | — | — | — | — | — |
| | 金属系 | 0 | 7(100.0) | 7(100.0) | 0 | 2(100.0) | 2(100.0) |
| | 洋瓦 | 0 | 2(100.0) | 2(100.0) | 0 | 1(100.0) | 1(100.0) |
| | 和瓦 | 1(25.0) | 3(75.0) | 4(100.0) | 0 | 1(100.0) | 1(100.0) |
| | 不明 | 1(8.3) | 11(91.7) | 12(100.0) | — | — | — |
| | 小計 | 2(2.4) | 82(97.6) | 84(100.0) | 1(12.5) | 7(87.5) | 8(100.0) |
| 2×4 | スレート系 | 0 | 21(100.0) | 21(100.0) | — | — | — |
| | セメント瓦 | 0 | 1(100.0) | 1(100.0) | — | — | — |
| | 金属系 | — | — | — | — | — | — |
| | 洋瓦 | 0 | 1(100.0) | 1(100.0) | 2(100.0) | 0 | 2(100.0) |
| | 和瓦 | 1(100.0) | 0 | 1(100.0) | — | — | — |
| | 不明 | — | — | — | — | — | — |
| | 小計 | 1(4.2) | 23(95.8) | 24(100.0) | 2(100.0) | 0 | 2(100.0) |
| RC造 | スレート系 | 0 | 31(100.0) | 31(100.0) | 0 | 1(100.0) | 1(100.0) |
| | セメント瓦 | — | — | — | 0 | 1(100.0) | 1(100.0) |
| | 金属系 | — | — | — | 1(33.3) | 2(66.7) | 2(100.0) |
| | 洋瓦 | 1(33.3) | 2(66.7) | 3(100.0) | — | — | — |
| | 和瓦 | 0 | 8(100.0) | 8(100.0) | 0 | 1(100.0) | 1(100.0) |
| | 不明 | 0 | 12(100.0) | 12(100.0) | — | — | — |
| | 小計 | 1(1.6) | 53(98.4) | 53(100.0) | 1(16.7) | 5(83.3) | 6(100.0) |

構造被害「有り」：被害程度「大」、「中」、「小」の合計。

「無し」：「無傷」

表 2-4-3 構造に被害が「有り」の建物の屋根材種類毎の被害内容

棟数 (%)

| 構造種類 | 屋根材種類 | 大~中 | | | 小 | | |
|----------|-------|-----------|----------|------------|-----------|-----------|------------|
| | | 有り | 無し | 計 | 有り | 無し | 計 |
| 在来 木造 | スレート系 | 1(12.5) | 7(87.5) | 8(100.0) | 1(4.2) | 23(95.8) | 24(100.0) |
| | セメント瓦 | 11(78.6) | 3(21.4) | 14(100.0) | 1(11.1) | 9(88.9) | 10(100.0) |
| | 金属系 | 11(45.8) | 13(54.2) | 27(100.0) | 0 | 17(100.0) | 17(100.0) |
| | 洋瓦 | 12(80.0) | 3(20.0) | 15(100.0) | 12(50.0) | 12(50.0) | 27(100.0) |
| | 和瓦 | 351(91.9) | 31(9.1) | 382(100.0) | 108(62.4) | 68(37.6) | 176(100.0) |
| | 不明 | 0 | 7(100.0) | 7(100.0) | 1(11.1) | 8(88.9) | 9(100.0) |
| | 小計 | 386(85.8) | 64(14.2) | 450(100.0) | 123(47.3) | 137(52.7) | 260(100.0) |
| 鉄骨造 | スレート系 | 0 | 1(100.0) | 1(100.0) | 0 | 5(100.0) | 5(100.0) |
| | セメント瓦 | 0 | 0 | | 0 | 0 | 0 |
| | 金属系 | 0 | 0 | | 0 | 1(100.0) | 1(100.0) |
| | 洋瓦 | 0 | 1(100.0) | 1(100.0) | 0 | 0 | 0 |
| | 和瓦 | 0 | 0 | | 1(100.0) | 0 | 1(100.0) |
| | 不明 | 1(100.0) | 0 | 1(100.0) | 0 | 2(100.0) | 2(100.0) |
| | 小計 | 1(33.3) | 2(66.7) | 3(100.0) | 1(12.5) | 8(87.5) | 9(100.0) |
| プレ ハブ | スレート系 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3(100.0) | 3(100.0) |
| | セメント瓦 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 金属系 | 0 | 1(100.0) | 1(100.0) | 0 | 1(100.0) | 1(100.0) |
| | 洋瓦 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1(100.0) | 1(100.0) |
| | 和瓦 | 0 | 0 | 0 | 1(50.0) | 1(50.0) | 2(100.0) |
| | 不明 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 小計 | 0 | 1(100.0) | 1(100.0) | 1(14.3) | 6(85.7) | 7(100.0) |
| 2×4 | スレート系 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | セメント瓦 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 金属系 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 洋瓦 | 0 | 0 | 0 | 2(100.0) | 0 | 2(100.0) |
| | 和瓦 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 不明 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 小計 | 0 | 0 | 0 | 2(100.0) | 0 | 2(100.0) |
| RC造 | スレート系 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1(100.0) | 1(100.0) |
| | セメント瓦 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1(100.0) | 1(100.0) |
| | 金属系 | 1(50.0) | 1(50.0) | 2(100.0) | 0 | 1(100.0) | 1(100.0) |
| | 洋瓦 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 和瓦 | 0 | 1(100.0) | 1(100.0) | 0 | 0 | 0 |
| | 不明 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 小計 | 1(33.3) | 2(66.7) | 3(100.0) | 0 | 3(100.0) | 3(100.0) |

屋根材の被害「有り」：被害程度「大」、「中」、「小」の合計

「無し」：「無傷」

(3) 建物の建築後経過年数と構造被害の関係

1) 15年以下の傾向

表2-4-4より和瓦を使用した建物で構造被害程度「大~中」の割合は26% (44棟)であった。同様に、セメント瓦では17% (2棟)、金属系では11% (3棟)、洋瓦では9% (4棟)、スレート系では2% (4棟)であった。構造被害の無傷率はスレート系を使用した建物では88% (165棟)であった。同様に金属系では71% (20棟)、洋瓦では57% (27棟)、セメント瓦では50% (6棟)、和瓦では43% (73棟)であった。

表 2-4-4 屋根材-経過年数別構造被害率

棟数 (%)

| 屋根材種類 | 経過年数 | | 15年以下 | 16年以上 | 全期間 |
|-------|--------|--|-------------|-------------|--------------|
| | 構造被害程度 | | | | |
| スレート系 | 大~中 | | 4 (2.1) | 8 (16.0) | 12 (5.1) |
| | 小 | | 18 (9.6) | 20 (40.0) | 38 (16.0) |
| | 無傷 | | 165 (88.2) | 22 (44.0) | 187 (78.9) |
| | 小計 | | 187 [37.6] | 50 [5.1] | 237 [16.1] |
| セメント瓦 | 大~中 | | 2 (16.7) | 14 (46.7) | 16 (38.1) |
| | 小 | | 4 (33.3) | 10 (33.3) | 14 (33.3) |
| | 無傷 | | 6 (50.0) | 6 (20.0) | 12 (28.6) |
| | 小計 | | 12 [2.4] | 30 [3.1] | 42 [2.8] |
| 金属系 | 大~中 | | 3 (10.7) | 29 (33.0) | 32 (27.6) |
| | 小 | | 5 (17.9) | 22 (25.0) | 27 (23.3) |
| | 無傷 | | 20 (71.4) | 37 (42.0) | 57 (49.1) |
| | 小計 | | 28 [5.6] | 88 [9.0] | 116 [7.9] |
| 洋瓦 | 大~中 | | 4 (8.5) | 12 (27.3) | 16 (17.6) |
| | 小 | | 16 (34.0) | 16 (36.4) | 32 (35.2) |
| | 無傷 | | 27 (57.4) | 16 (36.4) | 43 (47.3) |
| | 小計 | | 47 [9.4] | 44 [4.5] | 91 [6.2] |
| 和瓦 | 大~中 | | 44 (25.7) | 364 (51.9) | 408 (46.8) |
| | 小 | | 54 (31.6) | 217 (31.0) | 271 (31.1) |
| | 無傷 | | 73 (42.7) | 120 (17.1) | 193 (22.1) |
| | 小計 | | 171 [34.3] | 701 [71.7] | 872 [59.0] |
| その他 | 大~中 | | 2 (3.8) | 20 (30.8) | 22 (18.6) |
| | 小 | | 4 (7.5) | 15 (23.1) | 19 (16.1) |
| | 無傷 | | 47 (88.7) | 30 (46.2) | 77 (65.3) |
| | 小計 | | 53 [10.6] | 65 [6.6] | 118 [8.0] |
| 計 | 大~中 | | 59 (11.8) | 447 (45.7) | 506 (34.3) |
| | 小 | | 101 (20.3) | 300 (30.7) | 401 (27.2) |
| | 無傷 | | 338 (67.9) | 231 (23.6) | 569 (38.5) |
| | 小計 | | 498 [100.0] | 978 [100.0] | 1476 [100.0] |

2) 全期間の傾向

表2-4-4及び表2-4-5より和瓦を使用した建物で構造被害程度「大~中」の割合は47% (408棟)であった。同様にセメント瓦では38% (16棟)、金属系では28% (32棟)、洋瓦では18% (16棟)、スレート系では5% (12棟)であった。洋瓦、セメント瓦、和瓦を使用した建物で構造被害程度「小」の割合は約30%ほどであった。同様に金属系では23%、スレート系では16%と少なくなっている。スレート系を使用した建物で構造被害の無傷率は79% (187棟)であった。同様に金属系では49% (57棟)、洋瓦では47% (43棟)、セメント系では29% (12棟)、和瓦では22% (193棟)であった。

表 2-4-5 屋根材種類別の構造被害状況

棟数 (%)

| 屋根材種類 | 構造被害程度 | | | |
|-------|------------|------------|------------|-------------|
| | 大~中 | 小 | 無傷 | 計 |
| スレート系 | 12 (5.1) | 38 (16.0) | 187 (78.9) | 237 (100.0) |
| セメント瓦 | 16 (38.1) | 14 (33.3) | 12 (28.6) | 42 (100.0) |
| 金属系 | 32 (27.6) | 27 (23.3) | 57 (49.1) | 116 (100.0) |
| 洋瓦 | 16 (17.6) | 32 (35.2) | 43 (47.3) | 91 (100.0) |
| 和瓦 | 408 (46.8) | 271 (31.1) | 193 (22.1) | 872 (100.0) |

(付属資料 Table 5 より屋根材の種類のうち、「その他」を除く)

3) 考察

経過年数の関係を建物の構造無傷率について、「全期間」と「15年以下」で比較すると、和瓦では22%が43%（1.7倍）、セメント瓦は29%が50%（1.7倍）、金属系は49%が71%（1.4倍）、洋瓦47%が57%（1.2倍）、スレート系は79%が88%（1.1倍）であった。これは15年以下の建物の構造設計及び構法が、改善されているためと思われる。

2.4.2 外壁材

(1) 外壁材種類別の被害状況

表2-4-6より外壁材に被害（被害程度：大、中、小の合計）があった割合を外壁材の種類別に見ると、土壁が87%（83棟）、モルタル79%（1005棟）、金属系60%（19棟）、ALC24%（10棟）、窯業系サイディング8%（5棟）であった。

表 2-4-6 外壁材種類別の被害状況

| | | 棟 数 (%) | | | | | | |
|-------|-------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------|-----|------|
| 被害程度 | | 大 | 中 | 小 | 無 傷 | 小 計 | 不明 | 計 |
| 外壁材種類 | | | | | | | | |
| | モルタル | 170(13.4) | 433(33.9) | 402(31.6) | 269(21.1) | 1274(100.0) | 4 | 1278 |
| | 土 壁 | 42(44.2) | 35(36.9) | 6(6.3) | 12(12.6) | 95(100.0) | 0 | 95 |
| | 金 属 系 | 9(28.2) | 10(31.2) | 0 | 13(40.6) | 32(100.0) | 1 | 33 |
| | A L C | 1(2.5) | 3(7.3) | 6(14.6) | 31(75.6) | 41(100.0) | 0 | 41 |
| | 窯 業 系 | 1(1.6) | 3(4.8) | 1(1.6) | 58(92.0) | 63(100.0) | 1 | 64 |
| | 不 明 | 10 | 8 | 1 | 72 | 91 | 148 | 239 |
| | 計 | 233 | 492 | 416 | 455 | 1596 | 154 | 1750 |

注 窯業系：窯業系サイディング

(2) 構造被害と外壁材被害の関係（付属資料 Table 2-a～e 参照）

1) 構造被害が「無傷」で、外壁材に被害のあった比率

表2-4-7より

- ①在来木造53%（182棟）、2×4は27%（7棟）、鉄骨造17%（6棟）、プレハブ9%（10棟）、RC造9%（9棟）であった。
- ②このうち特に被害の多かった「在来木造」についてみると、構造に被害がなく外壁材に被害のあったのはALC100%（3棟）、土壁57%（4棟）、モルタル56%（173棟）で、窯業系サイディングと金属系は0%であった。「鉄骨造」では、モルタル31%（5棟）、窯業系サイディング14%（1棟）でALCと金属系は0%であった。「プレハブ」では、モルタル20%（7棟）、ALC10%（2棟）、窯業系サイディング4%（1棟）で金属系は0%であった。「2×4」では、モルタル29%、他の外壁材は対象がなかった。

2) 構造被害が「小」で外壁材に被害「有り」の比率

表2-4-8は表2-4-7の構造被害「有り」の部分で、構造被害程度「大～中」と「小」に分けた。この中で対象件数の多い「在来木造」についてみると、モルタル壁は360棟中約3/4に相当する344棟が被害を受けていた。

3) 構造被害が「小」で外壁材種類別の被害状況

表2-4-9より

外壁材の種類別に、夫々の調査数に対する被害「有」「無」の比率を建物の全構法についてみると湿式工法のモルタルは28.6%、土壁は13.7%が被害を受けている。乾式工法のALCは7.3%、窯業系サイディングは3.1%と被害率が低かった。

表 2-4-7 構法種類別の外壁材種類毎の被害状況

棟数 (%)

| 構法種類 | 構造被害 外壁材の被害 壁材種類 | 無し | | | 有り | | |
|----------|------------------------|-----------|-----------|------------|-----------|----------|------------|
| | | 有り | 無し | 計 | 有り | 無し | 計 |
| 在来 木造 | A L C | 3(100.0) | 0 | 3(100.0) | — | — | — |
| | 窯業系 | 0 | 12(100.0) | 12(100.0) | 3(75.0) | 1(25.0) | 4(100.0) |
| | 金属系 | 0 | 6(100.0) | 6(100.0) | 17(89.5) | 2(10.5) | 19(100.0) |
| | 土壁 | 4(57.1) | 3(42.9) | 7(100.0) | 79(89.8) | 9(10.2) | 88(100.0) |
| | モルタル | 173(56.0) | 136(44.0) | 309(100.0) | 747(97.8) | 17(2.2) | 764(100.0) |
| | 不明 | 2(22.2) | 7(77.8) | 9(100.0) | 15(88.2) | 2(11.8) | 17(100.0) |
| | 小計 | 182(52.5) | 164(47.4) | 346(100.0) | 861(96.5) | 31(3.5) | 892(100.0) |
| 鉄骨造 | A L C | 0 | 10(100.0) | 10(100.0) | 3(75.0) | 1(25.0) | 4(100.0) |
| | 窯業系 | 1(14.3) | 6(85.7) | 7(100.0) | — | — | — |
| | 金属系 | 0 | 2(100.0) | 2(100.0) | 1(100.0) | 0 | 1(100.0) |
| | 土壁 | — | — | — | — | — | — |
| | モルタル | 5(31.3) | 11(68.7) | 16(100.0) | 20(95.0) | 1(5.0) | 21(100.0) |
| | 不明 | — | — | — | 0 | 1(100.0) | 1(100.0) |
| | 小計 | 6(17.1) | 29(82.9) | 35(100.0) | 24(88.9) | 3(11.1) | 27(100.0) |
| プレ ハブ | A L C | 2(10.0) | 18(90.0) | 20(100.0) | 1(100.0) | 0 | 1(100.0) |
| | 窯業系 | 1(3.6) | 27(96.4) | 28(100.0) | 0 | 2(100.0) | 2(100.0) |
| | 金属系 | 0 | 2(100.0) | 2(100.0) | — | — | — |
| | 土壁 | — | — | — | — | — | — |
| | モルタル | 7(20.0) | 28(80.0) | 35(100.0) | 4(66.7) | 2(33.3) | 6(100.0) |
| | 不明 | 0 | 23(100.0) | 23(100.0) | 1(33.3) | 2(66.7) | 3(100.0) |
| | 小計 | 10(9.3) | 98(90.7) | 108(100.0) | 6(50.0) | 6(50.0) | 12(100.0) |
| 2×4 | A L C | — | — | — | — | — | — |
| | 窯業系 | — | — | — | — | — | — |
| | 金属系 | — | — | — | — | — | — |
| | 土壁 | — | — | — | — | — | — |
| | モルタル | 7(29.2) | 17(70.8) | 24(100.0) | 2(100.0) | 0 | 2(100.0) |
| | 不明 | 0 | 2(100.0) | 2(100.0) | — | — | — |
| | 小計 | 7(26.9) | 19(73.1) | 26(100.0) | 2(100.0) | 0 | 2(100.0) |
| RC造 | A L C | 0 | 1(100.0) | 1(100.0) | — | — | — |
| | 窯業系 | 0 | 10(100.0) | 10(100.0) | — | — | — |
| | 金属系 | 0 | 1(100.0) | 1(100.0) | — | — | — |
| | 土壁 | — | — | — | — | — | — |
| | モルタル | 9(16.0) | 47(84.0) | 56(100.0) | 6(66.7) | 3(33.3) | 9(100.0) |
| | 不明 | 0 | 33(100.0) | 33(100.0) | 0 | 2(100.0) | 2(100.0) |
| | 小計 | 9(8.9) | 92(91.1) | 101(100.0) | 6(54.6) | 5(45.4) | 11(100.0) |

外壁材の被害「有り」：被害程度「大」、「中」、「小」の合計

「無し」：「無傷」

表 2-4-8 構造に被害がある建物の外壁材の被害状況

棟数 (%)

| 構造被害の程度 | | 大～中 | | | 小 | | |
|----------|----------|------------|----------|------------|------------|-----------|------------|
| 構法種類 | 外装材の種類 | 有り | 無し | 計 | 有り | 無し | 計 |
| | 在来 木造 | A L C | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 窯業系 | | 1(100.0) | 0 | 1(100.0) | 2(66.7) | 1(33.3) | 3(100.0) |
| 金属系 | | 17(89.5) | 2(10.5) | 19(100.0) | 0 | 0 | 0 |
| 土壁 | | 66(93.0) | 5(7.0) | 71(100.0) | 13(76.5) | 4(23.5) | 17(100.0) |
| モルタル | | 403(99.8) | 1(0.2) | 404(100.0) | 344(75.6) | 16(24.4) | 360(100.0) |
| 不明 | | 15(100.0) | 0 | 15(100.0) | 0 | 2(100.0) | 2(100.0) |
| 小計 | | 502(98.4) | 8(1.6) | 510(100.0) | 359(94.0) | 23(6.0) | 382(100.0) |
| 鉄骨造 | A L C | 1(100.0) | 0 | 1(100.0) | 2(66.7) | 1(33.3) | 3(100.0) |
| | 窯業系 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 金属系 | 1(100.0) | 0 | 1(100.0) | 0 | 0 | 0 |
| | 土壁 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | モルタル | 10(100.0) | 0 | 10(100.0) | 10(90.9) | 1(9.1) | 11(100.0) |
| | 不明 | 0 | 1(100.0) | 1(100.0) | 0 | 0 | 0 |
| | 小計 | 12(92.3) | 1(7.7) | 13(100.0) | 12(85.7) | 2(14.3) | 14(100.0) |
| プレ ハブ | A L C | 0 | 0 | 0 | 1(100.0) | 0 | 1(100.0) |
| | 窯業系 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2(100.0) | 2(100.0) |
| | 金属系 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 土壁 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | モルタル | 0 | 0 | 0 | 4(66.7) | 2(33.3) | 6(100.0) |
| | 不明 | 0 | 1(100.0) | 1(100.0) | 1(50.0) | 1(50.0) | 2(100.0) |
| | 小計 | 0 | 1(100.0) | 1(100.0) | 6(54.5) | 5(45.5) | 11(100.0) |
| 2×4 | A L C | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 窯業系 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 金属系 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 土壁 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | モルタル | 0 | 0 | 0 | 2(100.0) | 0 | 2(100.0) |
| | 不明 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 小計 | 0 | 0 | 0 | 2(100.0) | 0 | 2(100.0) |
| RC造 | A L C | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 窯業系 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 金属系 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 土壁 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | モルタル | 1(50.0) | 1(50.0) | 2(100.0) | 5(71.4) | 2(28.6) | 7(100.0) |
| | 不明 | 0 | 2(100.0) | 2(100.0) | 0 | 0 | 0 |
| | 小計 | 1(25.0) | 3(75.0) | 4(100.0) | 5(71.4) | 2(28.6) | 7(100.0) |

外壁材の被害「有り」：被害程度「大」、「中」、「小」の合計

「無し」：「無傷」

表2-4-9 構造被害「小」における外壁材種類別の被害状況

| 構造被害程度 外壁材の被害 外壁材の種類 | 小 | | | 外壁材の 調査総数 |
|----------------------------|------------|----------|-----|--------------|
| | 有り | 無し | 計 | |
| A L C | 3(7.3) | 1(2.4) | 4 | 41(100.0) |
| 窯業系 | 2(3.1) | 3(4.7) | 5 | 64(100.0) |
| 金属系 | 0 | 0 | 0 | 33(100.0) |
| 土壁 | 13(13.7) | 4(4.2) | 17 | 95(100.0) |
| モルタル | 365(28.6) | 21(1.6) | 386 | 1278(100.0) |
| 不明 | 1(1.1) | 3(3.3) | 4 | 92(100.0) |
| 計 | 384(24.0) | 32(2.0) | 417 | 1603(100.0) |

外壁材の被害「有り」：被害程度「大」、「中」、「小」の合計
「無し」：「無傷」

(3) 建物の建築後経過年数と構造被害の関係

1) 「15年以下」の傾向

表2-4-10より

- ①外壁材の種類別に見ると、モルタル壁の建物では構造被害程度「大～中」の割合は14%（55棟）であった。同様に金属系では14%（1棟）、土壁では67%（2棟）、窯業系サイディング及びALCでは0%であった。
- ②窯業系サイディングを使用した建物では構造被害程度「無傷」の割合は94%（47棟）であった。同様にALCでは92%（22棟）、金属系では86%（6棟）、モルタルでは61%（236棟）、土壁では33%（1棟）であった。

表2-4-10 全地域：外壁材-建築後経過年数別構造被害率

| 外壁材種類 | 建築後経過年数 構造被害程度 | 棟数 (%) | | |
|---------------|-------------------|-------------|-------------|--------------|
| | | 15年以下 | 16年以上 | 全期間 |
| A L C | 大～中 | 0 | 1 (12.5) | 1 (3.1) |
| | 小 | 2 (8.3) | 1 (12.5) | 3 (9.4) |
| | 無傷 | 22 (91.7) | 6 (75.0) | 28 (87.5) |
| | 小計 | 24 [4.7] | 8 [0.8] | 32 [2.1] |
| 窯業系 サイディング | 大～中 | 0 | 2 (16.7) | 2 (3.2) |
| | 小 | 3 (6.0) | 2 (16.7) | 5 (8.1) |
| | 無傷 | 47 (94.0) | 8 (66.6) | 55 (88.7) |
| | 小計 | 50 [9.8] | 12 (1.2) | 62 [4.1] |
| 金属系 | 大～中 | 1 (14.3) | 19 (82.6) | 20 (66.7) |
| | 小 | 0 | 0 | 0 |
| | 無傷 | 6 (85.7) | 4 (17.4) | 10 (33.3) |
| | 小計 | 7 [1.4] | 23 [2.3] | 30 [2.0] |
| 土壁 | 大～中 | 2 (66.7) | 67 (74.4) | 69 (74.2) |
| | 小 | 0 | 17 (18.9) | 17 (18.3) |
| | 無傷 | 1 (33.3) | 6 (6.7) | 7 (7.5) |
| | 小計 | 3 [0.6] | 90 [9.1] | 93 [6.2] |
| モルタル | 大～中 | 55 (14.2) | 339 (41.9) | 394 (32.9) |
| | 小 | 96 (24.8) | 282 (34.9) | 378 (31.6) |
| | 無傷 | 237 (61.0) | 188 (23.2) | 424 (35.5) |
| | 小計 | 387 [75.9] | 809 [81.6] | 1196 [79.7] |
| 不明 | 大～中 | 3 (7.7) | 17 (34.7) | 20 (22.7) |
| | 小 | 0 | 4 (8.2) | 4 (4.5) |
| | 無傷 | 36 (92.3) | 28 (57.1) | 64 (72.7) |
| | 小計 | 39 [7.6] | 49 [4.9] | 88 [5.9] |
| 計 | 大～中 | 61 (12.0) | 445 (44.9) | 506 (33.7) |
| | 小 | 101 (19.8) | 306 (30.9) | 407 (27.1) |
| | 無傷 | 348 (68.2) | 240 (24.2) | 588 (39.2) |
| | 計 | 510 [100.0] | 991 [100.0] | 1501 [100.0] |

2) 全期間の傾向(表2-4-11)

表2-4-11より

- ①外壁材の種類別に構造被害程度「大～中」の割合を見ると、土壁を使用した建物は74%（69棟）、金属系67%（20棟）、モルタルが33%（394棟）と高い割合となっている。ALC3%（1棟）、窯業サイディング3%（2棟）で低い割合であった。
- ②構造被害が「無傷」の割合は窯業サイディング89%（55棟）、ALCは88%（28棟）と高い、金属系33%（10棟）、モルタル36%（424棟）、土壁8%（7棟）となっていた。

表 2-4-11 構造被害別外壁材被害状況

| | | 棟 数 (%) | | | |
|-----------------|------------|------------|------------|--------------|--|
| 構造被害程度 外壁材種類 | 大～中 | 小 | 無 傷 | 計 | |
| モルタル | 394 (32.9) | 378 (31.6) | 424 (35.5) | 1196 (100.0) | |
| 土 壁 | 69 (74.2) | 17 (18.3) | 7 (7.5) | 93 (100.0) | |
| 金 属 系 | 20 (66.7) | 0 | 10 (33.3) | 30 (100.0) | |
| A L C | 1 (3.1) | 3 (9.4) | 28 (87.5) | 32 (100.0) | |
| 窯 業 系 | 2 (3.2) | 5 (8.1) | 55 (88.7) | 62 (100.0) | |

(付属資料 Table 6 より外壁材の種類のうち、「その他」を除く)

(4) 考察

- 1) 外壁材の被害はモルタルに多く、窯業系サイディングとALCは少ない。この差異の生じた原因としては、施工法との関連があげられている。モルタル壁は下地（木ズリ）・ラスの性能や施工に起因する等変動要因が多く、木造、鉄骨造の建物での被害が目立った。その理由は「薄いメタル平ラスとメタルステーブルが普及した。これらは腐蝕し易く、モルタルの重量を支えるには不安がある」と指摘されている。(参考文献 [3], P6)
 窯業系サイディングに被害が少なかった理由は下地（木、鉄骨）に釘やビスで確実に固定され、構造体の動きの範囲内で、振動し、材料のジョイント部分に緩衝作用が働いているものと思われる。「窯業系サイディングは壁面に小幅状に分割して張られていること及び繊維補強強化セメントで釘留めのため、面内変形追随性がある。」(参考文献 [3], P7)
- 2) 構造被害程度が「小」における外壁材の被害を見ると、在来木造建物ではモルタル壁は約3/4が被害を受けた。建物の全構造について見ると、湿式壁工法（モルタル、土壁）の被害が高く、乾式壁（張壁）工法（ALC、窯業系サイディング）の被害が少なかった。
- 3) 建築後経過年数別に構造と外壁材被害の関係を見る。
 - ①「15年以下」では、モルタル壁使用建物は61%が無傷であった。それに対しALCは92%窯業系サイディング94%の建物が無傷であった。この差が生じた一因としては窯業系サイディングとALCは構造補強の効果があるためといわれている。(参考文献 [2], P13)
 「無開口壁に貼られる各種面材が、耐力壁並に水平力を負担することが明らかになっている。」(参考文献 [2], P13)
 - また、ALCの場合、構造被害「大～中」の割合は0%であった。「これは昭和56年（1981年）の建築基準法改正に伴ってALCの規定も整備されたことによる。」(参考文献 [3], P8)
 - ②建物構造「無傷」の場合に使用されている外壁材を、建築後経過年数「全期間」と「15年以下」で比較すると、土壁では8%が33%(4.1倍)、金属系33%が86%(2.6倍)、モルタルは36%が61%(1.7倍)となっており、ALCは88%が92%(1.05倍)、窯業系サイディングは90%が94%(1.04倍)となっている。これは15年以下の新しい建物は構造及び工法が改善されてきたためと思われる。

- 4) 「セラミックや金属系の外装材料は一般的に防火性が高いことから、これらが地震時に損壊しないような設計とすることも大切である。」 (参考文献 [3], P5)

開口部材、基礎、外構部材については構造部との相関が不明なので外観調査結果を持って報告する。

2.4.3 開口部材

その被害状況を判定したが、一戸の住宅の開口部のすべてを調査することが出来ず、開口部の大きさ、開口部総数に対する被害にあった開口部の割合、等の詳細な調査は行い得ず、一個所の開口部でもガラスの破損や、窓枠の変形が認められれば被害ありと記録している。

(1) 開口部材の被害状況

表2-4-12より開口部材の被害(被害程度: ゆがみ、「ゆがみ・ガラス破損」、ガラス破損の合計)が遭った割合を開口部材別に見ると、木質系63%(253棟)、金属系が32%(330棟)であった。

表 2-4-12 開口部材の被害状況率

| 開口部材の被害 開口部材の種類 | 棟数 (%) | | | | | | |
|--------------------|-----------|---------------|---------|-----------|-------------|-----|------|
| | ゆがみ | ゆがみ・ ガラス破損 | ガラス破損 | 無傷 | 小計 | 不明 | 計 |
| 金属系 | 176(17.1) | 127(12.3) | 27(2.6) | 700(68.0) | 1030(100.0) | 9 | 1039 |
| 金属・木質 | 33(35.1) | 24(25.5) | 3(3.2) | 34(36.2) | 94(100.0) | 7 | 101 |
| 木質系 | 109(27.3) | 125(31.2) | 19(4.7) | 147(36.8) | 400(100.0) | 5 | 405 |
| 小計 | 318 | 276 | 49 | 881 | 1524 | 21 | 1545 |
| 不明 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 204 | 205 |
| 計 | 318 | 277 | 49 | 881 | 1525 | 225 | 1750 |

(参考文献 [1], P.21のうち、「その他」を除く)

(2) 考察

- ① 開口部材の種類としては、金属系が63%(1097棟)と大半を占めた。開口部材の無傷率としては金属系68%(700棟)、木質系36%(147棟)であった。木質系は古い建物に被害が多いのに関連していると思われる。また金属・木質とは開口部材を金属系と木質系の混合使用している建物で、改築や増築した建物に使用されてるものが多く見られた。
- ② 「ゆがみ」、「ガラス破損」等については住宅の調査可能な開口部の被害状況を総合して記載した。
- ③ 概括して判断すると開口部に使用されていたガラスの破損は比較的軽度であり、被害の多くはガラスのはめ殺しの欄間窓や、ドア回りのはめ殺しガラスに生じており、サッシにガラスの入った窓でのガラスの破損例は少なく、ガラス窓がガラスの入ったまま外れている例が多く見られた。また、金属系サッシの方が木質系サッシよりガラス破損は少なかった。

2.4.4 基礎

(1) 基礎種類別の被害状況

① 表2-4-13により

土台と基礎の「ずれ」、基礎のクラック又は破損の被害がみられたのは、独立基礎51%(45棟)、布基礎は27%(259棟)であった。

- ② 基礎の種類としては布基礎が73%と大半を占め、独立基礎は9%であった。布基礎の73%、独立基礎の49%が無傷であった。

表 2-4-13 基礎の被害状況

| 基礎被害 基礎種類 | 棟数 (%) | | | | | | |
|--------------|----------------|------------|-----------|------------|-------------|-----|-------------|
| | 土台と基礎 の「ずれ」 | クラック | 破損 | 無傷 | 小計 | 不明 | 計 |
| 独立基礎 | 8(9.0) | 13(14.6) | 24(27.0) | 44(49.4) | 89 (100.0) | 60 | 149(8.5) |
| 布基礎 | 40(4.2) | 141(14.6) | 78(8.1) | 704(73.1) | 963 (100.0) | 306 | 1269(72.5) |
| 小計 | 48 | 154 | 102 | 748 | 1052 | 366 | 1418 |
| 不明 | 3 | 3 | 8 | 4 | 18 | 314 | 332(19.0) |
| 計 | 51 | 157 | 110 | 752 | 1070 | 680 | 1750(100.0) |

(2) 考察

基礎の被害は、外周部しか調査できなかったが、基礎のクラック及び破損はコーナー部及び換気口の周辺にみられた。

2.4.5 外構部材

外構部材のうち塀のみを調査した。

(1) 外構部材種類別の被害状況

1) 表2-4-14により

外構部材のうち、崩壊・倒壊の被害は土塀60% (3棟)、石材塀42% (29棟)、木塀39% (12棟)、ブロック塀33% (346棟)となっている。しかし金属フェンスは軽量であることから崩壊・倒壊が5% (3棟)の被害にとどまっている。傾斜では木塀26% (8棟)、続いて鉄筋が配筋されていると思われるブロック、ブロック+金属、コンクリートの順となっており、石、コンクリート及びブロック塀には段差(浮き)現象が見られた。

2) 外構部材の材料としてはブロックが59%と最も多いが、ブロックの被害状況は崩壊・倒壊・傾斜が46%となっている。これらには補強鉄筋の使用が十分でないものが多く見られた。

表 2-4-14 外構部材被害状況

| 外構部材の被害 外構部材の種類 | 棟数 (%) | | | | | |
|--------------------|------------|------------|------------|---------|------------|--------------|
| | 崩壊 一部崩壊 | 倒壊 | 傾斜 | 浮き | 不明 | 計 |
| コンクリート | 9(6.7) | 11(8.1) | 9(6.7) | 1(0.7) | 105(77.8) | 135 (7.7) |
| ブロック | 171(16.4) | 175(16.8) | 135(13.0) | 3(0.3) | 556(53.5) | 1040 (59.4) |
| ブロック金属 | 2(5.0) | 3(7.5) | 5(12.5) | 0 | 30(75.0) | 40 (2.3) |
| 金属 | 2(3.6) | 1(1.8) | 1(1.8) | 0 | 51(92.8) | 55 (3.1) |
| 石 | 15(21.5) | 14(20.0) | 1(1.4) | 2(2.9) | 38(54.2) | 70 (4.0) |
| 土 | 3(60.0) | 0 | 1(20.0) | 0 | 1(20.0) | 5 (0.3) |
| 木 | 6(19.4) | 6(19.4) | 8(25.8) | 0 | 11(35.4) | 31 (1.8) |
| 小計 | 208 | 210 | 160 | 6 | 792 | 1376 |
| 不明 | 9 | 13 | 1 | 0 | 351 | 374 (21.4) |
| 計 | 217 | 223 | 161 | 6 | 1143 | 1750 (100.0) |

(2) 考察

1) 軽量の金属フェンスを除いて全般的に外溝部材の崩壊・倒壊等の被害が多く見られた。また、塀についてはそれ自体が倒壊するケースと、他の構造物によって倒壊するケースに分けられる。

2) 木の塀は腐朽により、崩壊、倒壊及び傾斜の被害が66% (20棟)みられた。

3) ブロックでは崩壊・倒壊及び傾斜の被害が46% (481棟)みられた。特に倒壊したブロック塀などでは基礎に緊結されているケースがあまりみられなかった。

4) 塀全体が崩壊、倒壊、傾斜等により、避難道路を遮断している例が多くみられ、歩行者への二次的被害を考えれば、倒壊防止等の安全対策が特に必要であると思われる。

第3章 調査結果のまとめ

平成7年1月17日午前5時46分、淡路島北部付近を震源としてマグニチュード7.2の大地震が発生し、兵庫県南部地震（阪神・淡路大震災）と名付けられた。この地震により死者数は約5,500人を越え、全壊家屋数は約20万戸を超えた。本報告書は、今後の建材の耐震性の検討と改善を目的として調査した結果をまとめたものである。以下に調査の概要と調査により得られた特徴的な事柄を列挙する。

3.1 調査概要（参考文献[1], PP.9~13）

- (1) 調査地区は活断層との位置関係を考慮し、神戸市東灘区（591棟）、芦屋市（446棟）、西宮市（213棟）、宝塚市（220棟）、尼崎市（280棟）の5地区とした。
- (2) 調査対象となった1750棟の建物は主として住宅であり、その内訳は次のとおりである。
在来木造：1334棟、プレハブ：132棟、RC造：118棟、鉄骨造：67棟、2×4造：32棟、混構造その他：67棟
- (3) 被害調査は建物の構法、材料（屋根材、外壁材、開口部材、基礎、外構部材）及び地区別等について行った。
- (4) 建物の経過年数については、聞き取りや、配電メーターケースの刻印等を参考にし、1750棟のうち約90%が把握出来た。
- (5) 調査にあたっては、2人1組で班をつくり、上記地区を平成7年2月12日～3月31日にわたって一部聞き取りも入れ、主として目視観察する方法を採用した。

3.2 構法について

- (1) 各地区共在来木造が圧倒的に多く、その比率は75%程度を占めており、全体では76.2%（1334棟）となっている。（表2-2-2）（図2-2-2）
- (2) 建築後の経過年数別にみると、15年以下は30%、最も多かったのは16～29年が41%で、30年以上が19%であった。1980年建築基準法施行令の耐震規定改正（通称：新耐震設計法）—1981年施行—（参考文献[6]）以前に建築された古い建物が全体の約60%で、古い木造住宅比率が高い。（表2-2-1）（図2-2-1）
- (3) プレハブは15年以下は84棟（76%）あるが、16～29年では26棟（23%）、30～39年では1棟（1%）であった。2×4は15年以下で30棟あったが、16年以上では0%だった。
- (4) 地震による被害の内、「被害大と被害中の合計」を、「経過年数」との関係でみると、在来木造の被害大・中率はほぼ経年に比例して大きくなっている。（図2-3-2）
構法全体について、「被害無し」と「経過年数」の関係をみると無傷率は経年に比例して少なくなっている。（図2-3-1）。
- (5) 構造別の被害状況では在来木造は被害「大」の率が31%と高い。
- (6) 在来木造住宅の被害が大きかった一因として、長期間経過した木材に蟻害及び腐朽による主要構造部材の劣化も報じられている。（参考文献[4][7]）
本調査においても、倒壊建物には木材の蟻害、腐朽も多く認められた。又、土台と柱、仕口から「ほぞ」の抜けや、筋かいのふみはずしがかなり認められた。これらは木材の経時的な乾燥収縮による仕口の緊結度の低下も影響していると考えられる。（参考文献[7]）
- (7) 建物の傾きの方向は、全般に規則性はあまり認められないが長方形の建物においては建物短辺方向に傾いたものの割合が多かった。（図2-3-5）

- (8) 建設省の建築震災調査委員会が平成7年3月28日に発表した「被害状況及び推定される原因」を参考までに以下に転記する

(参考文献[5], P. 5)。

兵庫県南部地震における建築物の被害状況、推定される被害原因について現時点での中間的な整理をすると、以下の通りである。

木造建築について

【1】被害状況

- ① 古い老朽化した建築物は、総じて被害が大きかった。
- ② 最近建てられたと思われる建築物には、大きな被害を受けたものとそうでないものがあった。
- ③ 木造建築物で被害のない、または軽微なものには次のようなものがある。
 - ・ 壁量、壁配置が適切な在来構法（軸組構法）建築物
 - ・ 枠組壁工法（ツーバイフォー）、プレファブ構法による建築
 - ・ 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建築物

【2】推定される被害原因

- ① 壁量の不足、不適切な壁配置、柱・土台の結合力不足、筋交い端部不適切な接合、腐朽・蟻害等が被害原因として考えられる。

3.3 材料について

3.3.1 屋根材

- (1) 使用されている屋根材の種類としては和瓦が全体の56%（987棟）と大半を占める。次に多いのがスレート系で15%（269棟）であった。（表2-2-3）（図2-2-3）

和瓦は大部分が土葺工法で、関西地方の土地柄の特徴が出ている。

建築後経過年数「15年以下」の建物では、屋根材の種類がスレート系が187棟（38%）、和瓦171棟（34%）とほぼ同様の使用比率で、ついで洋瓦47棟（9%）、金属系28棟（6%）、セメント瓦12棟（2%）の使用順となっており、16年以上の建物では和瓦701棟（72%）、金属系88棟（9%）、スレート系50棟（5%）、セメント瓦30棟（3%）の使用順となっている。また屋根材毎全期間に対する15年以下の建物の割合を見ると、和瓦20%（171棟／872棟中）、金属系24%（28棟／116棟中）セメント瓦29%（12棟／42棟中）洋瓦52%（47棟／91棟中）、スレート系79%（187棟／237棟中）となっており、スレート系と洋瓦系は「15年以下」の新しい建物の割合が大きい。（表2-4-4）

- (2) 屋根材自体の被害を無傷率でみると、和瓦は30%と低い。これは和瓦の大部分が木造の古い建物で、且つ土葺で、釘留もされていない施工法の為、一部落下、ずれ等の被害が多く出た。

それに対し屋根材が野地板に釘やビス等で留付施工されるスレート系は99%、金属系は88%と高い無傷率だった。（表2-4-1）

- (3) 屋根材の種類別に建物の構造被害を無傷率でみると、スレート系屋根材を使用した建物は79%と高い。以下建物無傷率の高い順に並べると、金属系49%、洋瓦47%、セメント瓦29%、和瓦22%であった。（表2-4-5）

(4) 建物の構造被害と屋根材の被害をみると

1) 構造被害なしで屋根材に被害の有ったもの(表2-4-2)

- ①建物の構法別では、在来木造で14%、プレハブ、2×4、RC造で2~4%、鉄骨造は0%だった。
- ②屋根材の種類別を対象数の多い在来木造でみると、セメント瓦30%、洋瓦10%、和瓦22%に被害があった。スレート系と金属系は0%であった。

2) 構造被害有で屋根材に被害の無かったもの(表2-4-2)

- ①建物の構法別では、在来木造28%だったが、鉄骨造83%、プレハブ88%、RC造83%と高い無傷率だった。
- ②屋根材の種類別を対象数の多い在来木造でみると、スレート系94%、セメント瓦50%、金属系73%、洋瓦39%、和瓦18%で和瓦の無傷率が低い。

3) 在来木造の構造被害程度「小」で、屋根材に被害のあったものは和瓦が62%で、屋根材に被害の無いのは、金属系100%、スレート系96%で、和瓦は38%であった。(表2-4-4)

これらを建築経過年数「15年以下」の建物の構造被害の無傷率を見ると、338棟中スレート系屋根材165棟(88%)、金属系20棟(71%)、洋瓦27棟(57%)、セメント瓦6棟(50%)、和瓦7棟(43%)となっており、全期間に比べ、「15年以下」の場合、すべての屋根材の無傷率が上回っている。(表2-4-4)

3.3.2 外壁材

(1) 使用されている外壁材の種類としては、モルタルが77%(1341棟)を占め圧倒的に多い。以下、土壁6%(98棟)、窯業系サイディング4%(66棟)、ALC3%(51棟)、金属系2%(36棟)となっている。(表2-2-4)(図2-2-4)

これを「15年以下」の建物についてみると、モルタルは76%(387棟)と多いが土壁が0.6%(3棟)に減少し、代って窯業系サイディング10%(50棟)とALC5%(24棟)が多くなっている。

また、外壁材毎に全期間に対する「15年以下」の建物の割合についてみると土壁3%(3棟/93棟中)、金属系23%(7棟/30棟中)、モルタル32%(387棟/1196棟中)ALC75%(24棟/32棟中)、窯業系サイディング81%(50棟/62棟)となっている。

(表2-4-10)

(2) 外壁材自体の被害を無傷率でみると、モルタル21%、土壁13%、金属系は41%。それに対し、窯業系サイディング92%、ALC76%と高い無傷率であった。(表2-4-6)

モルタルや土壁に被害が大きかったのは壁材が構造の動きに追従出来なかった為で、それに対し窯業系サイディングやALCに被害が少なかったのは、それ自体に壁面の補強効果があることと、釘やビス留めで変形追従性がある為と考えられる。(参考文献[2], P.13, [3], P.7)

(3) これを建築後経過年数15年以下の建築構造被害のうち無傷率を見るとモルタル61%、土壁33%、金属系86%、ALC92%、窯業系サイディング94%となっている。なお、ALCと窯業系サイディング使用建物には構造被害程度「大~中」は見られなかった。(表2-4-10)

(4) 建物の構造被害と外壁材の被害をみると、

1) 構造被害なしで外壁材に被害の有ったもの(表2-4-7)

- ①建物の構法別では在来木造は53%と高い。次いで2×4が27%、鉄骨造17%、プレハブとRC造は9%であった。
- ②外壁材の種類別を対象数の多い在来木造でみると、ALC100%、土壁57%、モルタル56%だったが、窯業系サイディングと金属系は0%であった。

2) 構造被害有で外壁材に被害の無かったもの(表2-3-7)

- ①建物の構法別では、在来木造3.5%、鉄骨造11%、プレハブ50%、RC造45%で、在来木造の無傷率が低い。
- ②外壁材の種類別を対象数の多い在来木造で見ると、窯業系サイディング25%、金属系11%、土壁10%、モルタル2%で、モルタルの無傷率が低い。
- 3) 在来木造の構造被害程度「小」で、外壁材に被害のあったものは、モルタルと土壁が76%であった。外壁材に被害のなかったモルタルと土壁は24%であった。(表2-4-8)

3.3.3 開口部材

- (1) 開口部材の種類としては、金属系が63%(1097棟)と大半を占めた。(表2-2-5)

3.3.4 基礎

- 基礎の種類としては布基礎が73%と大半を占め、独立基礎は9%であった
布基礎の73%は無傷だった。独立基礎では49%が無傷であった。(表2-4-13)

3.3.5 外構部材

- (1) 外構部材の材料としてはブロックが59%と一番多い。
ブロックの被害状況は崩壊・倒壊・傾斜の計が46%となっている。(表2-4-14)
これらには補強鉄筋の使用が充分でないものが多く認められた。

3.4 地区別

3.4.1 構法

- (1) 建物構法の種別は各地区共在来木造比率が75%前後で高い。プレハブは6~10%で各地区に分布している。RC造は尼崎市で18%あったが他の地区では3~5%と低い。(表2-2-2)
- (2) 構造の被害と地区の関係は、在来木造の被害「大・中」率は東灘区61%、芦屋市51%、西宮市39%、宝塚市26%、尼崎市8%と西から東に向かって順次被害が減少する傾向が見られる。
また、在来木造について被害程度「大・中」と被害程度「小」を比較すると、東灘区と芦屋市は被害程度「大・中」率が被害程度「小」を上回っているが、西宮市、宝塚市、尼崎市では逆に被害程度「大・中」率が被害程度「小」率より小さい。
…東灘区の全半壊率61%(16%)
〔()は被害程度「小」〕以下同じく比較すると、芦屋市51%(16%)、西宮市39%(50%)、宝塚市26%(56%)、尼崎市8%(46%)であった。(表2-2-9)
- (3) RC造、2×4、プレハブは各地区共、無傷率が80%以上であった。(表2-2-9)

3.4.2 屋根材

- (1) 屋根材の種類別使用状況は、和瓦は全般に60%前後で高いが西宮市のみは38%だった。スレート系は西宮市が24%で他の地区は12~18%であった。(表2-2-3)
- (2) 屋根材自体の被害率と地区との関係は、和瓦の被害は全般的に約80%と高いが尼崎市のみは23%だった。スレート系は各地区共被害が少ない。(表2-2-7)
- (3) 構造の被害程度「大・中」率との関係は、和瓦使用建物で構造被害の大きい地区は東灘区65%、芦屋市60%、西宮市51%、次に宝塚市33%、尼崎市9%となっており、大まかに見れば西から東に向かって順次被害が減少する傾向が見られる。(表2-2-10)

3.4.3 外壁材

- (1) 外壁材の種類別使用状況をみると、モルタルは各地区共68～83%と高い使用率である。
特に西宮市はモルタルが83%で、他の壁材は0.5～3%と低い。土壁が尼崎市に10%あった。
ALCは芦屋市で7%。窯業系サイディングは各地区に2～6%と分布している。(表2-2-4)
- (2) 外壁材自体の被害率と地区との関係は、モルタルの被害は全般的に80～90%と高いが尼崎市のみは46%だった。土壁も全般的に90%以上と高く、尼崎市のみが65%であった。ALCと窯業系サイディングの被害は少なく、地区との関連性が乏しい。(表2-2-8)
- (3) 構造の被害程度「大・中」率との関係は、モルタル使用建物の構造被害は、東灘区47%、芦屋市44%、西宮市30%、宝塚市18%、尼崎市4%となっており、大まかに見れば西から東に向かって順次被害が減少する傾向が見られる。(表2-2-11)

3.5

総じて言えば、住宅、及び建材の被害を増大させる要因としては、(a)活断層に近いこと、(b)地盤が悪いこと、(c)老朽化していること、(d)耐震性の良くない構造であること、(e)屋根材が重いこと、などをあげることができるが、特に、(c)、(d)、(e)の因子は個々に作用するのではなく、それらが重複した時に被害を増大させると考えられる。