

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みると、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。