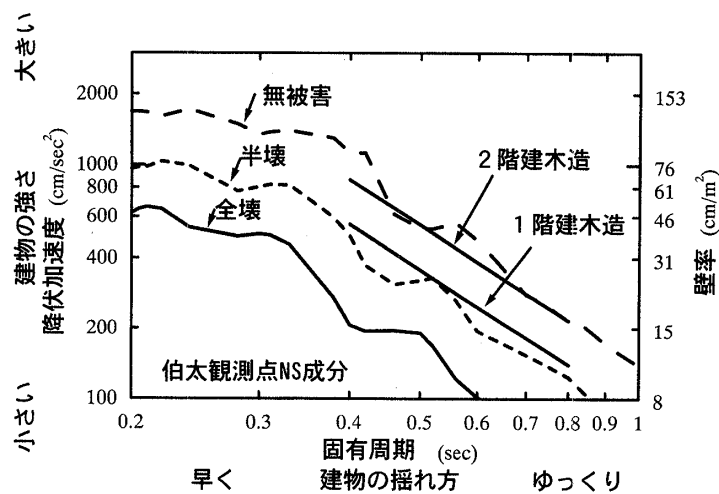
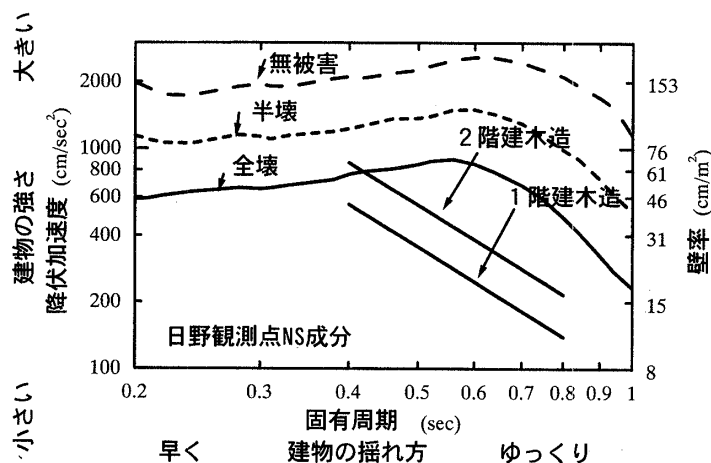




(a) 伯太観測点 NS 波成分の結果



(b) 日野観測点 NS 波成分の結果

図 3-3-4 弾塑性応答スペクトルによる木造家屋の被害の推定

無被害、半壊、全壊は、塑性率の値で、それぞれ、1, 2, 4 で判定した。1 階 2 階建木造家屋の弾性限強度は、降伏層間変位が一定として算定し、復元力特性はスリップ+トリリニア型としている

日野町と異なり、地震動が大きくても、伯太観測点のように地盤が硬く、地震の破壊力のある周期が、木造家屋のそれとずれていれば、被害は少なくなる。

3.4 建物被害と地震動

林 康裕*

3.4.1 はじめに

地震直後に気象庁マグニチュードで 7.3 と、兵庫県南部地震の 7.2 (鳥取県西部地震後に 7.3 と修正) を越えた値が公表され、それにも関わらず倒壊した木造建物が少なく、死者もでなかったこ

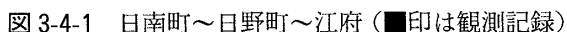
とから、相対的に地震動の破壊力が弱かったのではないかと推論が多くなされた。しかし、それはあくまでも推論であり、性能を考慮した設計法に移行しようとする現在、震源域で地震動レベルがどの程度で、木造建物がどのように挙動し、最終的にはどの程度の耐震性能を有していたのかを明らかにしておく必要がある。そして、鳥取県西部地震に比べて倒壊木造家屋が格段に多かった兵庫県南部地震と比較し、地震動強さ(破壊力)が違っただけなのか、それとも木造建物の耐震性能

* 京都大学防災研究所

ここでは、筆者ほかが行った研究結果^{1), 2), 3)}を簡単に紹介し、考察を加える。

墓石の転倒現象は、滑り・転倒を伴う極めて複雑な現象であるが、鳥取県西部地震のような比較的高い振動数が卓越した地震動の場合には、大凡、墓石の転倒率を最大地動速度（地面が一秒間に動く距離の最大値）に対応づけることができる⁴⁾。

日本建築学会「木構造と木文化の再構築」特別



鳥取県西部地震と兵庫県南部地震とは、小破率についてはよい対応関係にある。これに対して、兵庫県南部地震における倒壊率と比較して鳥取県西部地震における大破率は非常に小さく、約半分

以下になっている。即ち、鳥取県西部地震では、小破以上の被害を被った建物のうち、大破・倒壊へ至った建物の割合が、兵庫県南部地震の場合と比べて格段に少なかったと言えよう。

この1つの原因として以下の事が考えられる。外壁のひび割れや仕上げ剥落に代表されるように、小破は構造体に大きな損傷を被っていないものの、比較的大きな変形を経験したことを示す痕跡が残った状態を表しているが、必ずしも木造家屋の構造体の被災度や危険度を表しているわけではない。これに対して、大破、倒壊は木造家屋の構造的被災程度を直接的に表しており、対象地区の構造耐震性能の統計的性質に関係する。この観点から図3-4-2を見ると、鳥取県西部地震における被災木造建物の耐震性能は、兵庫県南部地震で被災した建物に比べて高かった可能性がある。

3.4.4 被災した木造建物の耐震性能について

「鳥取県西部地震における被災木造建物の耐震性能が、兵庫県南部地震で被災した建物に比べて高かった可能性」を支持する状況証拠を以下に記述する。写真3-4-1には、黒坂地区で比較的大きな被害を被った住宅の写真であるが、最大残留せん断変形角で約1/7に達しながら倒壊を免れている。地震時には、より大きな変形を経験した事を示すとともに、変形性能の高さを示す良い例であると考えられる。このような高い変形性能は、地域の木構造の特徴および木造文化に支えられていると考えている。現地の建物の特徴は、詳細調査結果をまとめた文献[3]に詳しいが、それを

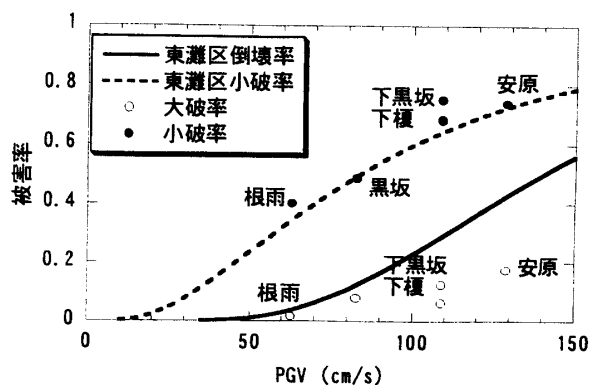


図3-4-2 推定最大地動速度と木造被害率の関係（兵庫県南部地震との比較）

まとめると以下ようになる。

まず、通し柱は檜材で135 mm×135 mm、管柱も檜材で120 mm×120 mmを使用し、縁桁に象徴されるように木材をふんだんに使い、施工も非常に丁寧に行われている（写真3-4-2）。住宅の基本モジュールは半間（柱芯）985 mm～990 mmで、床面積も広く平均的には60坪から70坪程度で、100坪を越すものがある。屋根は瓦葺き入母屋造りが多く、外観目視では非常に重い印象がある。また、建築後100年以上経過している住宅も多いが、比較的建築年代の新しい住宅でも筋交いは施工されておらず、壁は3段貫に土壁という伝統的な構法が多数を占めている。そして、

- 被災地は中山間地であって林業が古くから発達しており、使用木材の品質もよい
- 断面寸法の大きな柱及び横架材の使用による骨太の躯体と、技能の高い大工によって施工されており、仕口・継手の加工精度が高いことなどが特に住宅の耐震性能の高さに関係している



写真3-4-1 日野町黒坂地区の住宅と被害

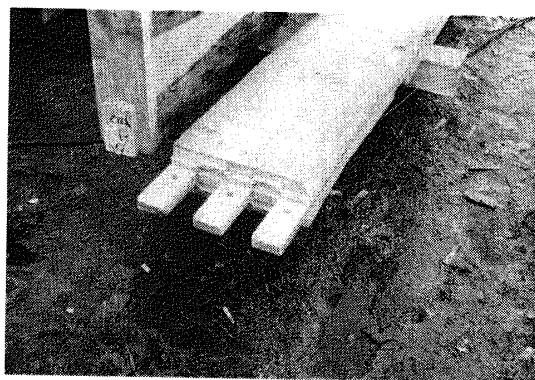
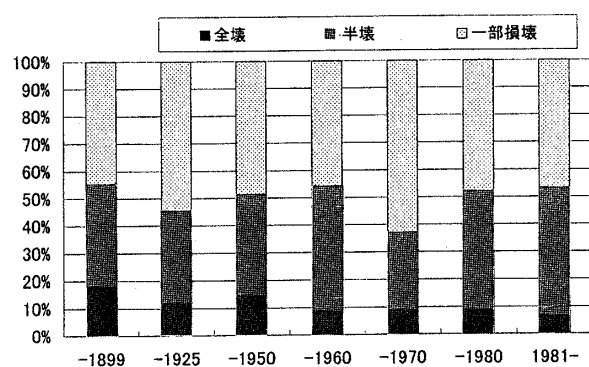


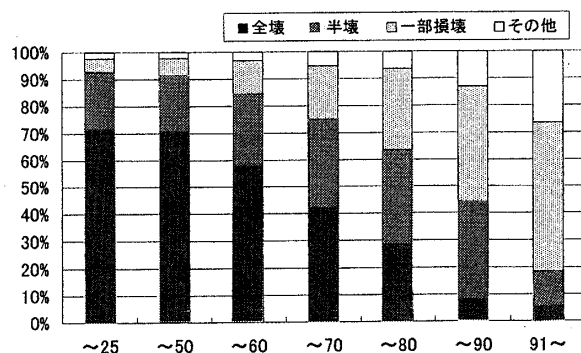
写真3-4-2 大断面の横架材と仕口部の丁寧な仕事

と思われる。このような特徴により、柱仕口部の断面欠損が少なく、大きな変形に対しても柱が折れにくくなる。また、ほぞを長くでき、大きな変形に対しても仕口部で抜け落ちることがなく、崩壊に至りにくいと考えられる。

一方、図3-4-3 (a) には、調査対象とした5地区の建設年代別被害を示している。図3-4-3 (b) には比較のために兵庫県南部地震における芦屋市の住宅の建築年代別被害率⁷⁾を示す。芦屋市では、建築年代が古い住宅ほど被害率が高くなっている。特に1970年以前では40%以上、1950年以前では70%以上が全壊になっており、1980年以降の数%に比べて格段に大きくなっている。これに対して日野町では、建築年代の影響は少なく、築100年を経過した住宅でも全壊率は20%程度で、1980年以降の住宅の全壊率の2倍にはなっていない。これは、日野町の木造住宅の耐震性が単に優れていただけでなく、良質な住宅を地域に密着



(a) 日野郡日野町（鳥取県西部地震）



(b) 芦屋市（兵庫県南部地震）

図3-4-3 建築年代別の被害率（罹災証明による）

した大工が長い間にわたって維持管理してきたためと思われる。このことは、地域の自然環境・風土やすまいに関する文化と、地域の住宅の耐震性能が関係していることを示唆しており、今後の地域計画や地震防災対策を考える上でも重要な要因であると考えている。今後、さらなる検討が必要であろう。

参考文献

- 1) 林 康裕, 北原昭男, 平山貴之, 鈴木祥之: 2000年鳥取県西部地震の地震動強さの評価, 日本建築学会構造系論文集, No. 548, pp.35-41, 2001.10.
- 2) 北原昭男, 鈴木祥之, 後藤正美: 木造建物の被害状況—鳥取県西部地震—木造建物被害調査報告, 日本建築学会「木構造と木造文化の再構築」特別研究委員会, 日本建築学会近畿支部, 木構造と木造文化の再構築, pp.159-183, 2001.
- 3) 奥田辰雄: 木造住宅の構法と耐震性—鳥取県西部地震—木造建物被害調査報告, 日本建築学会「木構造と木造文化の再構築」特別研究委員会, 日本建築学会近畿支部, 木構造と木造文化の再構築, pp.194-202, 2001.
- 4) 金子美香, 林 康裕: 剛体の転倒率曲線の提案, 日本建築学会構造系論文集, No.536, pp.55-62, 2000.10.
- 5) 林 康裕, 宮腰淳一, 田村和夫, 川瀬 博: 1995年兵庫県南部地震の低層建物被害率に基づく最大地動速度の推定, 日本建築学会構造系論文集, No. 494, pp.59-66, 1997.
- 6) 林康裕, 宮腰淳一: 兵庫県南部地震における被害率曲線, 災害部門 PD, 地震動の特性と建築物の被害—経験と予測—, pp.15-20, 1998.
- 7) 阪神・淡路大震災調査報告編集委員会: 阪神・淡路大震災調査報告, 建築編-4, 木造建築物, pp.64-79, 1998.

3.5 液状化被害について

藤村 尚*

3.5.1 液状化被害

鳥取県西部地震による液状化の被害は、震源から約 35 km 以内に位置する米子市, 日吉津村, 境

* 鳥取大学工学部