

平成6年度農林水産補助事業  
木材技術専修センター事業  
木造建築担い手育成事業

財団法人日本住宅・木材技術センター

秋山 俊夫

石川 孝澄

貝本富之輔

鎌田 紀彦

小池 一三

齊藤 剛司

須貝 高

中 武兵衛門

中脇 修身

増田 稔

武川 弘文

# 新しい木造住宅づくりの ための「新」基礎知識

## はじめに

平成不況という言葉に現されているように、住宅需要は横這い傾向をみせ、現状では技能者不足の逼迫感は幾分ゆるやいだ雰囲気もありますが、短期的にも長期的にも木造住宅を取り巻く状況は、木造住宅建築の担い手である大工技能者の労働力不足—若年労働力の減少と高齢化において予断を許さない状況にあります。

この大工技能者の不足状況の中でもっとも今後深刻な課題として、その不足感を受容しなければならないのが一般的な木造住宅建設を行う大工・工務店である、という予測がなされております。

このような背景を踏まえ、平成3年度より木造建築担い手育成研修として「木材技術専修センター事業」がスタートしました。

木造住宅供給の中心的な担い手である大工・工務店に対して、以上のような状況下の中で業態変革課題、技能者養成環境の整備課題を中心として、これからの大工・工務店にとって必須となるであろう情報の提供を目的として4カ年で、延べ15,000人を超える受講者を得て、木造建築担い手育成研修会は全国的に大きな実績と定着をみせております。

その内容は多岐にわたり、

1. 木造建築と施工を学ぶ講座
2. 木材知識を学ぶ講座
3. 法律・制度・融資の知識を学ぶ講座
4. 地域適合木造住宅を学ぶ講座
5. 伝統技能を学ぶ講座
6. 技能者育成を学ぶ講座
7. 工務店経営の課題を学ぶ講座
8. 市場動向とニーズを学ぶ講座
9. 木造住宅の開発を学ぶ講座
10. 住宅生産の合理化とプレカットを学ぶ講座
11. 設計・デザインを学ぶ講座
12. 積算と設備材料知識を学ぶ講座
13. 高断熱・高气密住宅と省エネルギーを学ぶ講座

14. 木造3階建てを学ぶ講座

15. 高齢者対応とリフォーム対応を学ぶ講座

といった講座が本研修事業において開催されております。

木造住宅の担い手に対してこのような全国規模での研修が組織的に系統だった形で展開されているのは、本研修事業だけであり、その意味からも貴重な知識や情報が研修に参加することによって得ることができた、と殆どの参加者から賛辞が寄せられる研修会となっています。

こうした貴重な研修内容を知識向上に今後とも役立つ教材としてまとめて欲しいという要望があり、これまでに『木造住宅供給とこれからの大工・工務店』及び『地域における木造住宅の課題と大工・工務店の役割』と題して作成いたしました。

さて、平成7年1月17日に発生した阪神・淡路大震災は、木造住宅に対して深刻な被害を生み出しました。

この被害は、現地における現実的な被害ばかりでなく、木造住宅に対する耐震性能等についての全国的な見直しと耐震施工技術に対する見直しを迫る事態となりました。

木造住宅の信頼性をさらに強固にするためにもこうした課題に対応することはもちろんのこと、やはり基本的には、快適で高耐久な木造住宅をどのように提供していくのかということが、そのこと的前提となります。

こうした課題に対応するために、本年度は『新しい木造住宅づくりのための「新」基礎知識』と題し編集いたしました。

同時に刊行しました『木造住宅における耐震設計の基礎知識』と併せて、研修時はもとより、日常業務の参考書として広く活用いただける内容であると考えております。

本教材の刊行に当たり、講演録の加筆訂正作業をいただいた諸先生をはじめ、研修会開催にご協力を賜りました関係各位に厚くお礼申し上げます。

平成7年3月

財団法人日本住宅・木材技術センター

理事長 下川 英雄

## I. 木造住宅設計・施工の「新」基礎知識

- 阪神大震災から学ぶ工務店の反省と課題
- 地震と木造住宅
- 高断熱・高気密住宅の展開
- 住まい手の喜ぶ木造住宅にするために  
ー木造住宅の断熱化と高耐久化ー
- 木造建築のデザイン  
ー木にこだわった住宅設計ー

---

## 阪神大震災から学ぶ工務店の反省と課題

ハウス企画 主宰  
齊藤 剛司

---

阪神大震災（兵庫県南部地震）の被災地を、木構造の施工技士（スーパーバイザー）として2度、2月初旬に全体の被害状況を、3月初旬には住宅被害の大きかった地域での無被害か軽微な被害建物について視察しました。これまでの建築に関する情報はビルの倒壊状況や一部のプレハブ住宅の堅牢さだけが報道され、木造住宅の情報は少なく耐震性が無いように扱われています。住宅での倒壊被害は、戦後の古い在来工法が多いためそのような報道がされていると思われます（写-1）。阪神大震災は、今までの工務店像と今後の工務店像を被害状況を通してリアルに表現しており、震災を教訓として木構造に関わる工務店は反省と課題に取り組まなければなりません。

私は1954年から3年がかりでわが家の新築を体験して、木と大工仕事の素晴らしさに憧れ、8歳で木造建築の道を志しました。以来、工業高校卒業まで大工棟梁の指導を受け、遊びの中心は木工でした。卒業後、木造建築の施工・設計を行い、山の立ち木伐採から竣工までの一貫施工の体験を3度しています。また、1975年より2×4工法（枠組壁工法）と特殊木構造を手掛け、木構造建設一筋に従事しています。

代表プロジェクトとして、1987年大阪千里での大断面集成材と2×4工法の試行建設では施工図作成とスーパーバイザーを、1989年にアメリカ・カナダ・日本3国による日本初の輸入住宅プロジェクト神戸S・V

ビレッジで、施工コーディネーター（スーパーバイザー）を行いました。

また、地震の直接体験は、1968年の十勝沖地震（M7.9）震度5では建築中の7階建棟屋の上から振り落とされそうになりました。1978年宮城県沖地震（M7.4）震度5では設計・施工した2×4工法住宅の強さを実感し、また現地視察で被害状況を視察しました。昨年の北海道東方沖地震（M8.1）では、設計・施工指導した準耐火構造3階建て（1993年6月25日建築基準法施行）約1,000㎡が根室で直撃を受けましたが、被害はありませんでした。以上の体験を基に、木構造の施工技術者としての視覚で感じた点を記載します。

### 木造住宅の被害状況

倒壊した建物の多くは、終戦後から1975年までに建てられた在来木造と私は見てきました。5月1日現在5,500余人の尊い生命を奪った震災は、25年から40年前の家屋に集中しています。年齢別犠牲者の最多は女性74歳で、60歳から84歳までの高齢者が実に全体犠牲者の1/2を占めていると報道されています。犠牲者の年齢から建設された年代を差し引くと、35歳から45歳の働き盛りに新築した家屋が被害を受けたこととなります。

1960年から認可されたプレハブ住宅の建設戸数は全体の一部分であり、被災地域ではどれだけの戸数が建っていたのか判りませんが、時代背景から見ても少数だったと思います。特に、被災地域の多くはプレハブ住宅建設の認可がされる以前に満杯状態となっており、建て替え需要からプレハブ住宅は普及しています。

犠牲者の多い「文化アパート」に、私も仕事で被災地近くで短期間に2度入居した経験がありますが、耐力壁が一方に偏り筋違不足と小さい2階梁のため、2階を歩くと1階の建具がガタガタと動き1階の床も動きます。「文化アパート」の多くは、瓦屋根と2階の重さに耐えかねて1階が潰れて多くの犠牲者が出ました。多くの若い留学生は、家賃の安い「文化アパート」で犠牲になりました。利益第一主義の安普請が生んだ人災と言っても過言ではなく、施主である大家と施工工務店は反省しなければなりません。

私が見た最近建築された在来木造の倒壊は、地割れが建物の中を走っ

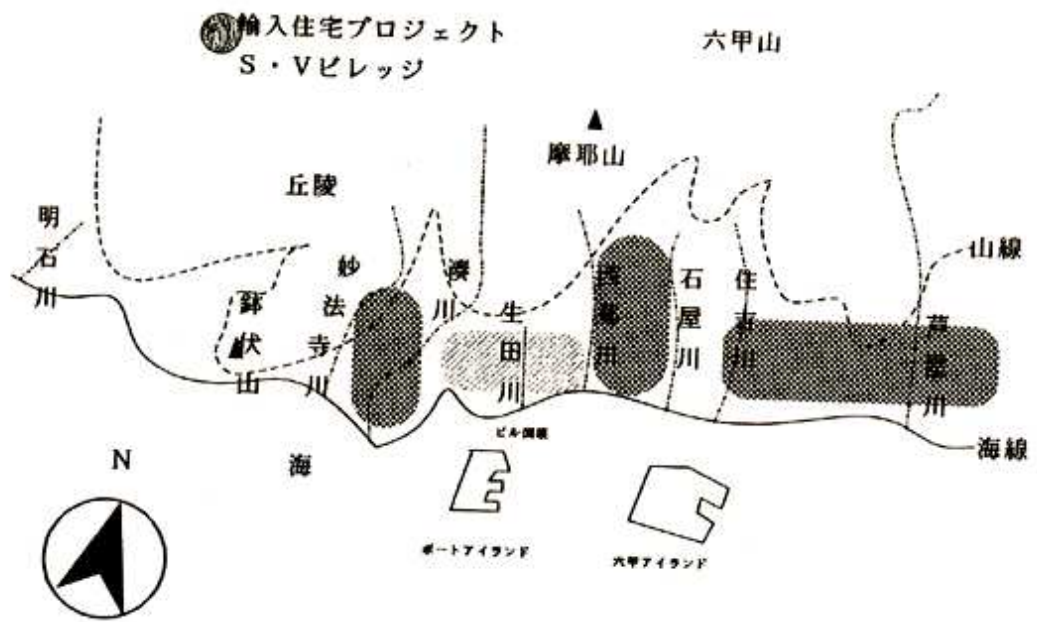


図-1 震災地略図

て敷地が崩れて倒れた家と、明らかに手抜き工事と思われる1軒の2棟だけでした。その他は、屋根瓦の崩落による下屋の損傷や外壁モルタルの剝離・落下が一部ある程度でした。

意外に思われたのは、築後30年程度であっても外壁を手入れしている家はわずかな損傷で済み、倒壊隣接家屋とは対照的でした。

今回の被害は地震による倒壊と火災による焼失、そしてそれらの複合があります。原因別に見ると、地震では上部が重い建物・耐力壁の配置バランス・筋違の施工方法・建物形態と方向・地耐力不足・施工管理（手抜き工事）が挙げられます。

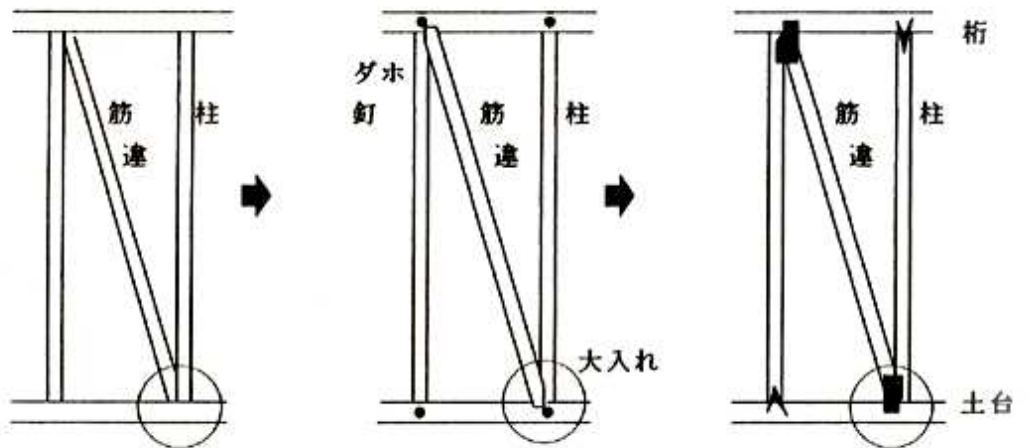
### 軟弱地盤の扇状地に大きな被害

木造倒壊地域は六甲山沿いから海辺へかけて河川を挟んだ扇状地で、大別して三地区に集中しています（図-1）。軟弱地盤（地表3.5mまで地耐力1t未満『大角邸の地質調査資料』より）で多くの火災を伴った妙法寺川から湊川の長田区・須磨区、広範囲な倒壊で多数の死傷者の出た地域の西郷川から石屋川までの灘区・東灘区。古い家屋の倒壊が多い住吉川から芦屋川までの東灘区から芦屋市西部となっています。その他に、尼崎までの間にも数カ所の中規模な破壊地域を見ました。三宮地

表-1 屋根の和形粘土瓦の普及状況

	平均	鉄骨プレハブ	木質プレハブ
兵庫県	43%	0~1%	2%
大阪府	25%	1~3%	7%
東京都	8%	0~1%	5%

資料：「図解・日本の住宅がわかる本」より



1971年以前の筋違

1975年頃の筋違

1982年以降の筋違

(住宅金融公庫融資仕様)



図-2 筋違の施工遷移図



域はビルの倒壊が多く、木造はあまり見るできませんでした。

(写一2参考)

### 被害と構造

倒壊家屋のほとんどは、筋違も小さく(2.5cm×9.0cm)、柱と横架材間に切り込みして釘止めしたものが主流でした。また、建築基準法が施行された1950年以前や1959年以後の建物では、筋違がなく倒壊しているものもあります。1978年の宮城県沖地震(M7.4)を機に、建築基準法が1981年に改正されたのに伴い住宅金融公庫も仕様を改定して、筋違の端部を金物で補強し現在の工法となりました。しかし、関西地区は住宅金融公庫の融資物件は他に比べて少ない(『日本の住宅がわかる本』都道府県別公庫利用率より)ので、一般の建物は1973年の木構造設計基準改定版によってつくられているため、筋違の強度をはじめ構造的には公庫物件より劣ります。

私は関西で現場監督を行った際に、工務店に公庫融資木造住宅工事の依頼をして断られたことがあります。断られた理由は「何やかんやとややこしい」とのことで、簡単に施工できる一般のものを望んでいました。

注目したいのは、100年以前のやまと造り住宅(写一3)や土蔵(写一4)は、屋根瓦の崩落や落壁はありましたが倒壊を免れていました。関東大震災でも桁の上に屋根梁を乗せ、家の中心に大黒柱を持ち、大きな胴差しと長ほぞでつくった古来からの在来木造の倒壊は少なかったと言われており、幼少より目に焼き付いている構造の建物を今回の被災地でも見ることができました(写一5)。(図一2、3参考)

自重の大きい瓦屋根に大きな被害が出ています。本来ならば重さにつりあった構造が必要ですが、被害状況を見ると重い屋根ほど被害が大きく、残った建物に揺れの状況を見ることができます。瓦の種類別では、土葺き銀ねず瓦の屋根が最も被害が大きく、次に土葺き無しの銀ねず瓦葺き屋根・陶器瓦葺き屋根・洋瓦葺き屋根の順に被害が少なく、厚型スレート葺き屋根やカラー鉄板葺き 葺き銀ねず瓦葺き屋根でも、漆喰で納めたものは被害を和らげていたように感じました。葺き方と瓦の陶器質強度によって、被害が異なったものと思われまます。(表一1参考)

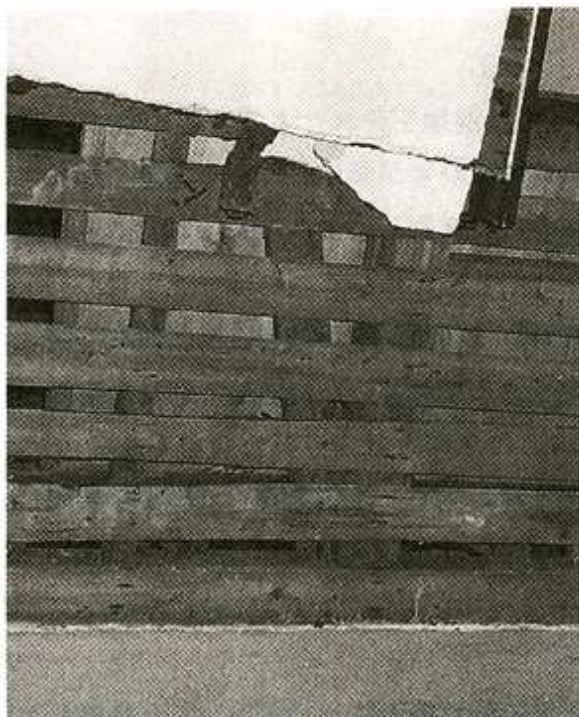


写真-5 古い筋違の入れ方



写真-1 古い街壊家屋



写真-2 地割れ



写真-6 東西に倒れた家



写真-3 100年以上の建物右側の近年増築箇所は倒壊している



写真-7 南北方向の倒壊現場



写真-4 損傷のみで倒壊しなかった土蔵

### 被害の方向性

建物の方向と形によっては倒壊を免れたように思います。東西に長く、南北に短い長方形の建物に被害が集中していると思われます（写一6、7）。倒れ方は、南北に将棋倒しのように矢印方向に多く倒れています（図一4）。このため南北方向に歩くことはできますが、東西方向は瓦礫の山で行き先を塞がれました。不思議と道路に面して倒れているのは、建物同士がぶつかり合っただけで障害のない道路に倒れたものと思います。構造的に弱い建物はこの法則とは違う倒れ方をしたようです。また、被害のない建物へ寄り掛かって、外壁を壊して被害を拡大した例もあります。

### 建築の基本が財産を守る

須磨区の家屋倒壊と火災の焼け野原に、“ポツン”と新築したような1軒の在来木造が建っています（写一8）。家主の名前は大角智彦氏で、「ゴムで出来ている町なので『無性に火事が怖かった』。家の設計は頑丈に、そして窓の位置にこだわった」そうです。隣接建物との距離は、建築基準法の1階3m・2階5mに近い距離を確保して延焼を防ぎ、地耐力測定をして基礎工事の補強で家屋の倒壊と大火の炎から逃れたものです（写一9）。

家族の反対を押し切りゴム工場側には窓をつくらず、家の四隅には耐力壁を配置したため理想の構造となりました（写一10）。家族は「家をつくる時はほんまガンコやった。でも父さんのガンコが私たちと家を守った」と私に話してくれました。

家の中は、倒れた家具で床に出来たキズと一部クロスが破けているものの軽微な損傷です。外部は、北面一面と南面バルコニーの防火サイディングの張り直しと雨樋全面取り替え程度の被害です。大角邸を守った基本は、①間取りバランスが良く、かつ出隅は耐力壁だった。②過去に埋め立て地であったことを知り、地耐力測定を行い支持地盤が軟弱なので基礎を補強した。③隣接火災に対応して、危険方向には家族に反対されても窓をつくらなかった。④防火サイディングの内部の断熱材にはロックウールを使用した。⑤隣接建物が倒壊してから火災になったので火炎が低かった。さらに隣地間隔について大角氏は「贅沢にとらしてもろおた」と話すように、建築基準法第22条の規定線上にありました。

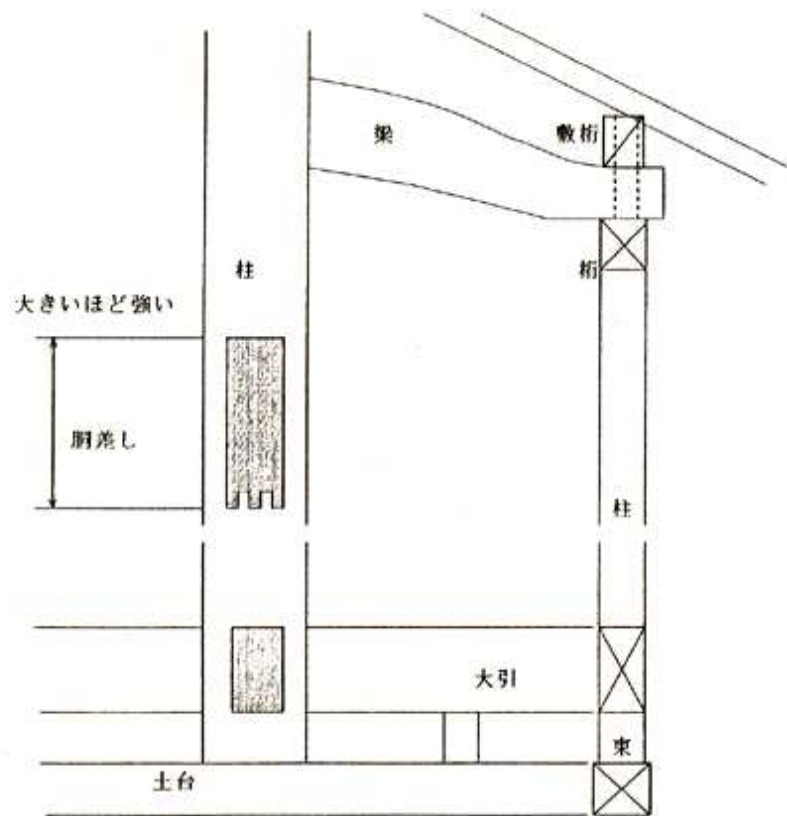


図-3



写真-9 大角邸

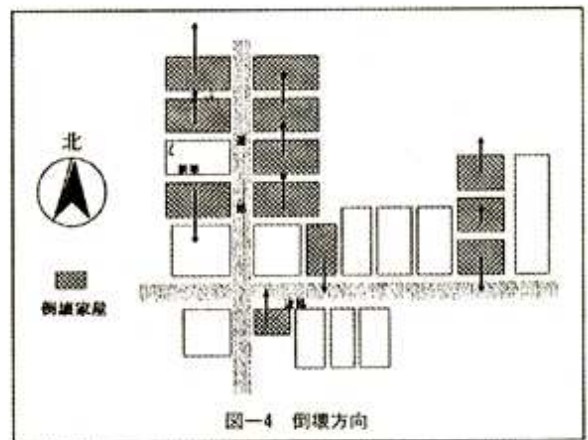


写真-10 大角邸の無窓壁



写真-8 大角邸

(図一5 参考)

### 筋 違

耐力壁（筋違壁）の配置バランスについては、建築基準法施行令に「水平につりあいよく配置すべきもの」と記述されており、プレハブ住宅・ブロック建築・2×4工法は配置をいろいろな形で制限してつりあいを保っています。出隅・入隅やT型には必ず90cm以上の耐力壁を一面以上設けることや、最大開口幅を4m以内にするように細部規制もあります。しかし、在来工法は長年の習慣で廻り縁側やコーナー出窓などが設けられ必ずしもつりあいが保たれていません。間取りも、広さや上階・屋根の形を無視して設計されています。建設業者は「施主の言うがままの意匠と間取り設計」ではなく、構造重視の上に設計をしてより良い監理の上に建設しなければなりません。

### 監 理

新築入居後わずか9カ月で倒壊した不幸な家がありました（写一11）。一階が駐車スペースと物置、そして玄関ホールのこの家は一番力のかかる隅柱のほぞがなく、釘2本が打ってあるだけで筋違を入れた形跡がなく金物補強もしていません。構造的に無理な間取りの上に、施工不良を見つけられない「監理」不良が原因でした。また2×4工法3階建て住宅の工事現場では、1階にホールダウン金物（浮き上がり防止金物）のためのアンカーボルトが基礎がなく、1階壁が壊れていました。壁の手直し後に金物は現場に放置されています。アンカーボルトがないのにどうするのか不思議です。「監理」のいい加減さに「あきれてものも言えない」とはこのことだと思います。2×4工法でも現場管理者不足と管理体制の見直しが急務となり、私は構造フレーマーと造作大工の中間に北米同様の工事工程切断と中間検査を確実に実行できる工程（ドライウォール）を入れて、大工主導工程から現場監督主導に指導をして歩いています。在来工法も、熟練大工不足解決と検査体系確立の面から、構造工事と造作工事を完全分離する手法の確立が工務店の今後の課題だと思います。（写一12、13、14参考）

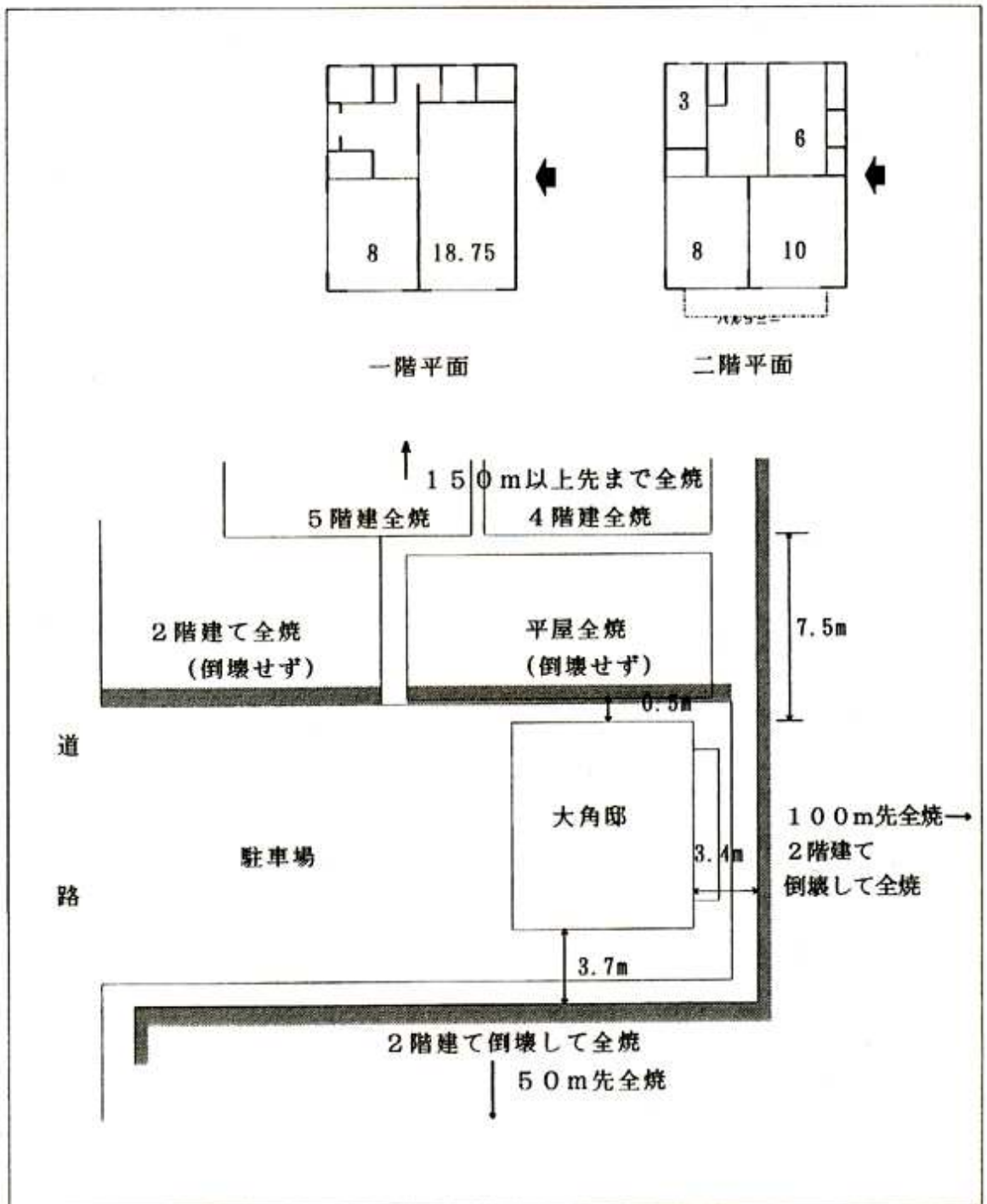


図-5 大角邸の配置図と間取り図

## 被害者と被害を回避した人

2度目の視察は大変辛い思いになりました。瓦礫の山の中で被害のない家からはご夫婦が装って、さっそうと車に乗ってどこかへ出て行き、一方、隣の被災家族は着崩れ姿で瓦礫の山に登り家財道具を取り出す姿がありました。あまりに無情で、私の心には涙が溢れ脳裡に深く刻まれました。建て替えて家族と財産を守った奥様と話ができました。

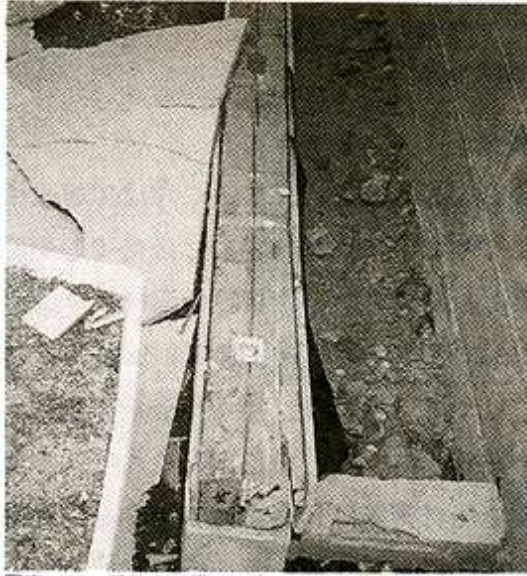
1年前に建て替えた無被害の奥様は、興奮しながら私の問いに近隣で多くの犠牲者が出たことや被害状況を、瓦礫の山に指さしながら話して下さいました。「1年前、500万円かけて立派に瓦屋根を修理したお宅は奥様が犠牲者となり、古い家の老夫婦は共に犠牲に……。もし私たちも建て替えを1年前に決断していなければ、近隣の家族のように家族も家・財産をも失っていたでしょう」。夕暮れ時、無被害の家には明かりが灯り、家族が会社から学校から帰ってきます。一方避難所では、暗闇に夕げの列にボールを持った老若男女が規律正しく寒空の下で給食を待っています。何とも言えない思いでした。

## 阪神大震災から学んだこと

震災現場に行って学んだこととして、私たち住宅建設に関わる者と住宅を持つ者の建物維持管理「メンテナンス」に対する今後の意識について述べます。

被害をくい止めたものとして、古い建物でも後から筋違を45度に柱を欠いて取付けたら、窓上に筋違を延ばして45度に近づけた建物は倒壊を免れています（写-15、16）。築後30年程度であっても、外壁等を手入れしている家はわずかな損傷で済み、倒壊隣接家屋とは対照的でした。

結果として、40年前新築した家を何らかの手法で「メンテナンス」を行った家は軽微な損傷で人命と財産を守り、新築後何もしなかった家は倒壊と尊い人命を失ったと感じています。大震災が教えた結果として、被害の最大の原因は重さに対する耐力不足と耐力壁（筋違壁）の配置アンバランスです。この2点を改善すれば被害は1/10以下にすることができます。中部地方以南は重い瓦葺き屋根が大半を占めていますし（『日本の住宅がわかる本』より）、瓦の種類と葺き方によっても被害が分かれます。被災地へ向かう電車の車窓からは、被害のメカニズムを段階的



写真一四 手抜き工事の土台 土台は釘で割れている



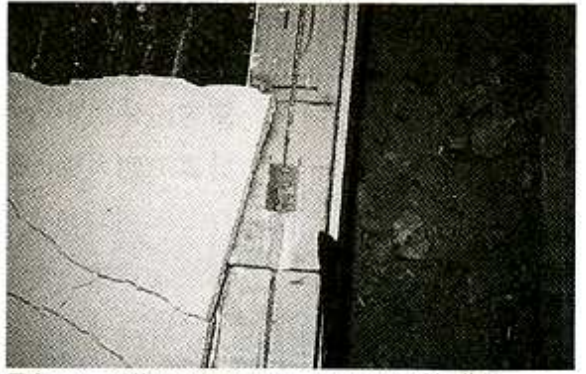
写真一〇 手抜き工事 新しいのに1階が潰れた



写真一二 手抜き工事の柱 釘3本に注意



写真一五 筋違に及ぼす力を表現したビル ×印に注意



写真一三 手抜き工事の短ほぞ あまりにひどい施工



写真一六 筋違を45度に入れた古い家 外壁は15年くらい前に土塗壁ヘラス板を張ってモルタル下地漆喰塗りをしている



に見ることができました（写真—17、18）。

### 地震災害に強い木造住宅

建築価格を上げて耐震性・耐火性を向上することはできますが、施主にとっては大変な負担となります。比較的容易な価格での耐震手法は、2×4工法オープン前哨としてできた「合板等の面材張り工法」（1972年建設省告示163号、最終改正1990年の建設省告示1897号）の利用と吹上げにくい軽い屋根づくりです。当時は、構造用合板の規格も新設されて間がないため高価な手法でした。私も1973年にこの工法に挑戦しましたが、構造用合板の名称を建材問屋は知らず購入できないため、鉄筋丸棒プレス工法に変更した経験があります。現在は生産性重視と構造用合板の普及により、価格と供給は2×4工法の普及と共に安定しています。

今回の地震は、東西方向に長い形で南北に方向性をもって倒壊した家が多くありました。土台・柱・桁が一体となる合板等の面材張り工法は、地震波に対し無指向性で対応し易くできています。既に9,000棟の販売実績を持つ日本製紙株式会社（パル合板）の激震被災地調査でも、外壁のわずかなひび割れで済んでいると報告されています。激震地での被害の少なかった2×4工法では合板の厚さと釘の種類・本数で、構造計算で耐力壁の配置状態に合わせて壁別耐力強度の設定が可能になるように、1992年より指針ができていたためバランス調整ができるのでより安全な建物となっています。

3階建ての在来工法で外壁下地に合板を張った住宅の倒壊を見ましたが、土台から柱が抜けて30cmもずれていて、基礎と柱の緊結不良によるものでした。先に記載した2×4工法の3階建て工事途中も、壁縦枠と基礎を緊結するホールダウン金物をつけず1階壁が損傷していました。以上のことから基礎と土台と壁が十分に緊結されることを条件にすれば、表—2を参考にして比較的安価で容易に壁を補強して、震災に強い住宅への変身で人命と財産を守ることが可能です。

耐力を左右する釘打ち間隔を2×4と同等の10cmとすれば、現行強度より約1.5倍となると予想されます。今後は高耐久性の外壁面材普及が必要と思います。

表-2 大壁造耐力壁仕様 (幅91cmの代表的なもの)

	震災で多く倒壊した建物	公庫木造住宅仕様書 (雑告1897号)	2×4工法
外壁下地	木ずり	構造用合板7.5mm	構造用合板9.0mm
耐力材	片筋違 30×90	同上による	同上による
働き方向	圧縮方向のみ	圧縮引張共	圧縮引張共
壁屋内下地	プラスター	石膏ボード厚12mm	石膏ボード厚12mm
釘打間隔		15cm	10cm
壁内外壁	0.5+1.5	2.5+1.0	3.0+1.5
倍率合計	2.0	3.5	4.5
屋根吹き上げ防止	なし	金物	金物

表-3 耐震性向上面張り改修工事基本内容

名 称	内 容
調査・診断	現況調査と補強手法調査・診断書作成
仮設工事	足場・シート養生・脚立
外壁剥離工事	モルタル切断・モルタル剥離・木ズリ剥離・処分材宅内搬出
下地補強工事	筋違の金物補強・合板張り下地入れ・水切り幕板入れ
防腐防蟻処理工事	構造材・下地材
構造用合板張工事	厚さ9mm又は防腐構造用合板使用
サイディング工事	防風紙張り・通気胴縁・サイディング張・コーキング
軒天井補修工事	張り替え・取り合い工事
残材剥離材処分	処分材運搬・処分料
経 費	直接費用・間接費用

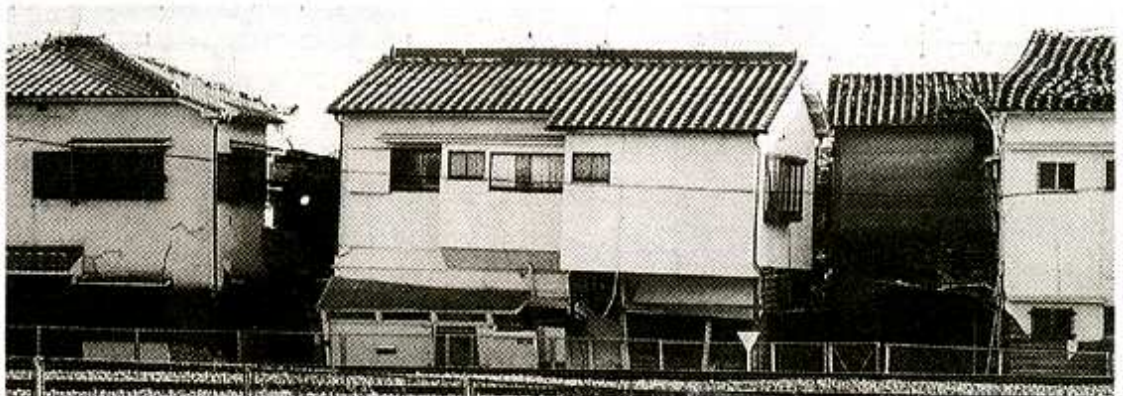


写真-17 車窓からの屋根



写真-18 車窓からの屋根 瓦の動きに注意

## 既存住宅を震災から救う

今日までの改築・改装（リフォーム）の主要目的は、台所・浴室の改装や外部建具の交換など生活の質向上のためと、外壁塗装のように美観維持のために行われてきました。しかし、これからは震災から尊い生命と財産を守るための「メンテナンス」を行うことが、主目的かつ急務となりました。耐震性向上の2階を含む外壁全面改築は、仮設足場なども加わり多大の費用負担となって現実には実行率はかなり低いと思われます。多くの住宅を救うために阪神大震災での教訓から、屋根が比較的軽い建物は1階が壊れた影響で二次的に2階が壊れたものが多数を占めます。関西と中部地方は屋根が重いです（『日本の住宅がわかる本』より）が、その他の地域では比較的容易な1階外壁の改修だけでも震災から多くの人と財産を救うことができます。予算が許すならば、台所へ石膏ボード厚さ12mmを張り不燃化することも大変有効です。

## 震災から守る改修工事例

実際に多く既存する30坪（建坪17坪）2階建て1階の代表的な改修について試算します。構造用合板は横張りの方が耐力は優れますが、価格と効果比率より優位な縦張りとししました。



診断内容によって改修工事等が追加されて行われます。特に建物内部の布基礎のひび割れや土台の腐食を調べるために、1階の和室の畳下地板を取るか、壁面の家具下面の床に穴をあけて調査を行うことをお勧めします（図-6、表-3参考）。

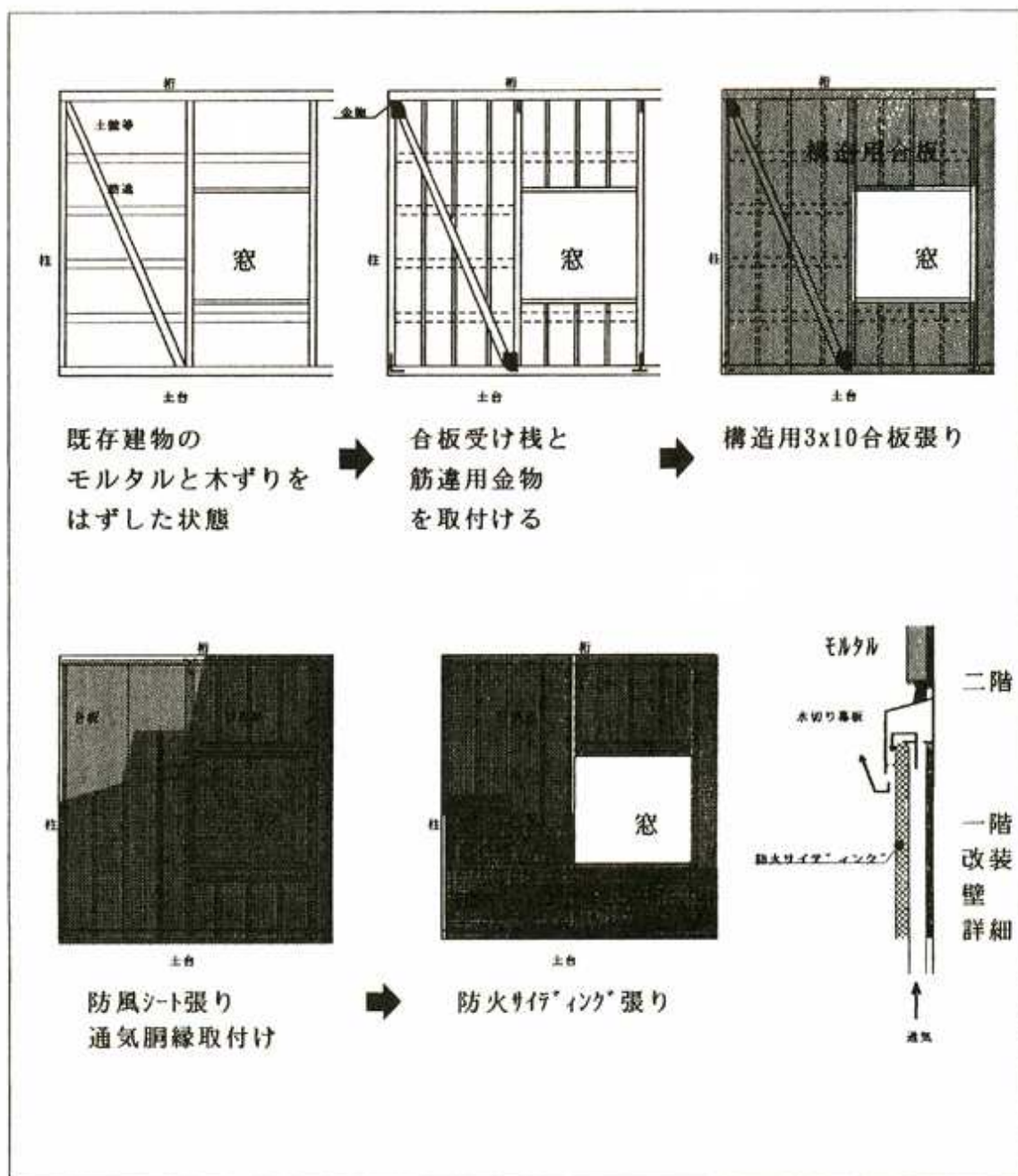


図-6 耐震性向上面材張り改修工事の流れ