



MISAWA HOMES INSTITUTE OF
RESEARCH & DEVELOPMENT
TECHNICAL REPORT

vol.62

耐震技術と パネル工法

地震国日本に建つ建物には、十分な耐震性能が要求されます。それは、鉄筋コンクリート造や鉄骨造の高層建築物だけではなく、低層の住宅についても同様です。ミサワホームでも、昭和37年、木質パネル工法を世に出して以来、多くの実験や検証を重ね、住宅の耐震性能の向上に努めてきました。

1995年1月17日に発生した阪神淡路大震災は、ミサワホームにおける実験検証の再確認とともに、改めて住宅の耐震技術の重要性を再認識させました。

阪神・淡路大震災における住宅被害

阪神・淡路大震災の被害概要

今回の震災では、5000人を越える人命の被害だけでなく、40万棟を超える住宅が被害を受け、高速道路や新幹線といった交通機関の被害も多く、大きな都市災害となりました。

特に、住宅の全・半壊の数が20万棟を超え、建物倒壊時の圧死による多くの死者を出しました。そのような大きな被害を受けたのは、多くの古いタイプの木造住宅でした。土葺き瓦の屋根で、南に広い縁側などがあるタイプの建物です。

住宅被害とその特徴

阪神・淡路大震災で木造住宅に大きな被害が出たのは事実ですが、一口に木造住宅といっても広義に把えると次の3つの工法があります。いわゆる在来木造と呼ばれる木造軸組工法、ツーバイフォーと呼ばれる枠組壁工法、そしてミサワホームの木質パネル構造を含む木質系プレファブ工法があります。今回の震災で被害が大きかったのは古いタイプの木造軸組工法です。

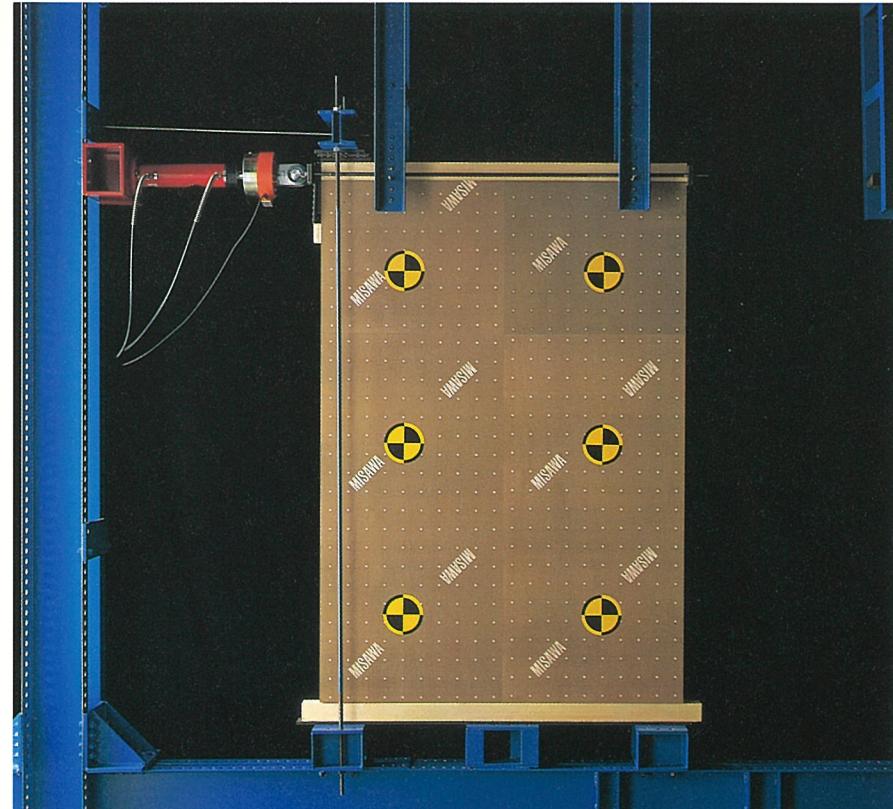
被害の大きかった建物の特徴を示すと次のようにになります。

- ◆壁の量が少ない
- ◆壁の配置が偏っている
- ◆基礎がしっかりしていない
- ◆柱、梁の仕口の接合が弱い
- ◆柱の下部等が腐っている
- つまり、耐震性のために必要な処置がなされていなかったと考えられます。

現状の木質構造建物の耐震性能

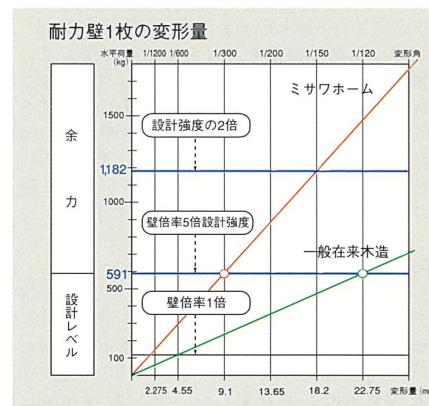
新耐震設計法と木造住宅

木造の建物の耐震規定は、法規上は建築基



木質パネルのせん断実験(耐力壁2枚)

水平荷重2,364kg (壁倍率5倍設計強度の2倍)



地震力に対する必要壁量

区域	屋根 葺材	階	地震力に対する必要壁量			
			平屋建 の 建物	2階建の建物	小屋裏3階建の 建物	2階部分
一般地	軽い (注1)	1	11	15	29	25
		2	15	21	33	30
多雪 1m以下	軽い	25	33	43	42	52
	重い	29	38	47	51	57
多雪 2m以下	軽い	39	51	57	60	66
	重い	43	56	61	72	73

(注1) 屋根葺材が軽い場合（鉄板、彩色石継板等）

(注2) 屋根葺材が重い場合（瓦等）

(注3) 多雪1m以下から2m以下の区域では各階の数値を直線的に補間した数値とすることができる。

準法施行令第3章第3節にあります。特に第46条には壁量規定があり、地震や台風といった水平力に耐えるために耐力壁（筋かいなどの入った壁）の量を規定しています。雪の多い地域や屋根の重い建物ではより多くの耐力壁の配置が指示されています。現状の壁量規定の数値は、昭和56年のいわゆる新耐震設計法のときに見直された値になっています。

木造の建物は、この規定を満たすだけの量の耐力壁が配置されていなければなりません。今回の震災では昭和の初期までに建てられた古い住宅が多かったために被害が大きくなったりとも事実ですが、古い木造住宅でも被害の小さい建物もあり、建設年代が新しくても大きな被害を受けた古いタイプの建物もありました。それは、建築基準法に規定された耐力壁の量が確保できていなかったことが一つの原因になっています。

地震力と筋かい

地震力は、地盤の振動により生じ、建物との間に働く、相対的なずれようとする力だと考える事が出来ます。地震力などの水平力が建物に発生すると、耐力壁内の筋かいに力を伝わります。地震の時に発生する水平力を負担するためには、十分な量の耐力壁を確保する必要があります。そして、耐力壁の強さは、基準の強さに対して、1倍から5倍までの値（壁

倍率）が定められており、この壁倍率に応じて実際に配置する必要のある壁の長さが異なります。

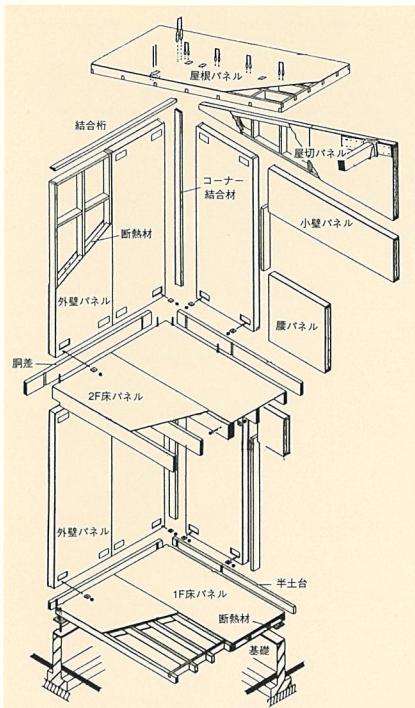
しかし、耐力壁（筋かい）の量が十分であったとしても、その接合方法がきちんとしていない力が発揮できません。耐力壁が力を發揮するためには、筋かい端部などの接合部が十分な力を伝達できる構造にならなければなりません。現在、住宅金融公庫では、融資の条件として筋かい端部における金物の利用を進めています。

水平構面の重要性

建築基準法第46条では壁量の確保だけでなく、耐力壁の配置について釣り合い良い配置を義務づけています。

ところが、日本における住宅のプランを見ると多くは南面に大きな開口部を設けます。それに比べると北面は水廻り等が配置されるため、開口部の量は少なくなります。こうすると耐力壁の配置におけるバランスを欠いて、地震力に抵抗する力が偏ってしまいます。そして、建物の変形は上から見てねじれた様な変形をし、南側がその力に耐えられなくなる可能性があります。今回の震災では、大きな被害を受けた建物で、ひどい場合は南面に1枚も壁のない建物もありました。

この事に対応するには、床や屋根といった



ミサワホーム木質パネル工法の見取図

水平構面を強く剛にする必要があります。そうすれば、少しでも建物のねじれた変形を防ぐ事が出来るのです。居間などの大きな部屋が多くなる1階のためには、特に2階の床面を剛にすることが大切となります。具体的には、合板などの面材を床の全面に貼り付け、床根太や床梁と一体化させることができ、剛性確保の合理的な方法です。

木質パネル工法の耐震技術

木質パネル工法

木質パネル工法は、あらかじめ工場で作られた木質パネルを現場で組み立てる工法であり、耐力壁だけでなく、床及び屋根も木質パネルで作られています。工場における木質パネルの生産には木質の芯材と合板等の耐力面材の接合に接着剤を用いており、現場におけるパネル相互の接合にも、釘やボルトと併用して接着剤を用いています。

木質パネルの耐力壁は、全面に筋交いが貼られたのと同様であり、基準法上の評価として最高である5倍の壁倍率が認められています。また、床パネルも壁パネルと同様に工場で面材を接着接合されるため、面材を釘打ちして作る床に比べ、高い剛性のある水平構面が確保できるのです。

このような壁パネルと床パネルそして屋根パネルによって組み立てられる木質パネル構造の建物は、力を分散して受け止めることによって耐震性能が高められます。(前ページ図参照)

実大実験と安全率

木質パネル工法の建物は、建築基準法第38条による建設大臣認定を取得しています。これは、建築基準法のなかで表現されていない材料や構造等に対して、その安全性が認められる場合に適用される条項です。認定の取得の際には、安全を確認できる多くの実験データが必要です。

木質パネル構造の安全性は実験で確認されており、計算に用いる場合は実験の最大耐力の半分の値を用いています。つまり、計算では2倍以上の安全率をみます。

特に耐力壁の実験は、縮小モデルではなく壁パネルの実際のものを使ってJIS(日本工業規格)で規定された方法で行い、耐力の安全率の他に変形の安全率も合わせて評価しています。



3階建て実大構造耐力実験

適切な安全率の確保は、地震など大きな力に対応させるためには大切な考え方となります。

設計段階における耐震手法

建築基準法第38条による建設大臣認定を取得するためには、データに基づいて理論的に安全な設計ができるルールを設計要項として定める必要があります。この設計要項は、非常に細かい内容まで規定していますが、その例として次のようなものがあります。

◆耐力壁線(耐力壁を含む壁の線状につながったもの)の中の開口部の長さの合計は、耐力壁線長さの3/4以下

◆耐力壁線の交点には耐力壁が1枚以上必要

これらの設計要項により耐力壁を合理的に配置し、建物における極端な弱点を作らないような注意が払われたものになります。

さらにミサワホームでは、ブロックチェックシステム Block Check System (略してBCS) と呼ぶ簡易の壁量チェック方法を採用しています。建物全体をいくつかのブロックに分割し、各々のブロックに対して必要な量の耐力壁を配置する事で建物全体としても必要な量の壁量が確保され、それと一緒にこの方法を用いる事で容易に耐力壁の配置をバランスよく偏りの少ないものとすることができます。

3階建の耐震技術

昭和62年の基準法改正により、準防火地域での木造3階建の建設が可能となりました。ミサワホームでは改正後の第1号の認定を取得し、それ以降、都市部を中心に木質パネル構造の3階建を供給してきました。特に阪神地域は、木質3階建の実績も多く、今回の震災では、その被害が心配されました。調査の結果、木質パネル構造の3階建の被害は軽微なものでした。これは、木質パネル構造3階建が新しい建物であるだけでなく、実験により確認された構造であり、構造計算がなされた建物であったためとも言えます。

昭和62年3月、基準法の改正を前に控え、実大建物による木質パネル構造3階建の水平耐力実験を行いました。最大耐力は、中小の地震で想定される約7tに対して、約4倍の28.7tという値を確認しました。この実大実験による耐震性の確認と、昭和56年に実大火災実験における耐火性能の確認により、認定を取得了。特に、耐力壁パネル周囲の接合に用いる接着剤には、ポリウレタン系の接着剤を用いており、現場接着としては我国で初めてその構造耐力上の有効性が認められました。この接合により接合部に働く大きな力を確実に伝達ができ、建物全体として剛性のある建物が実現できたといえます。

今後の耐震技術

家具・収納の見直し

今回の阪神・淡路大震災だけでなく、ここ数年の地震被害と共に見られるものの一つに家具等の転倒による負傷があげられます。器具等を使って少しでも転倒防止を図る対策も言われていますが、震度6以上ともなれば、



被災地に建つ3階建てミサワホーム

充分な対策となり得ません。

根本的な対策を考えるならば、寝室を始めとした居室内から倒れそうな家具等を、できる限り排除する事が好ましいといえます。ところが、通常の住宅プランの設計では、収納に充分な面積をとることができず、しかたなく、家具などを居室に設置することになります。大きな収納は、小屋裏収納等がありますが、実際に利用してみると、梯子を使って大きな物を持ち上げることに、危険と使いづらさを感じます。そこで、1階の天井と2階床の間の空間を利用する考えが出てきました。1階に設ける居間等を少し天井の高い豊かな空間とし、その廻りに出来る天井内の空間を利用するのです。これを実際の商品として実現化したのが「蔵のある家」です。この商品では、「2階床下収納」という考え方で1階と2階の間の空間を収納空間として利用しました。

豊かな生活を実現させる技術として開発した「2階床下収納」ですが、住宅の耐震性を向上させる技術として幅広く活用していくことを考えます。

耐久性の向上技術

今回の震災では古い木造住宅の被害が多かったのですが、古いから弱いというよりは、耐久性がなかったためと言えることができます。建設直後の耐震性を、その後も確保するには、建物の耐久性を高くすることが必要です。

まず、防水性能の確保が大切です。これは、木材だけでなく鉄骨に対してもいえることですが、特に外壁とサッシ等の開口部周りの防水性能が重要です。

1階床下や小屋裏の換気も大切です。ミサワホームでは、これらの耐久性を高くるための技術を持込み、さらに設備の点検、交換などによる耐用性をも確保した、100年住宅を実現しました。これらの耐久性の技術により、長い間の建物の耐震性を維持できるのです。

その他の技術

阪神・淡路大震災において、地盤の液状化や移動による住宅の被害が出ました。このような被害を少なくするために、住宅を建築する場合の基礎及び地盤の技術向上を図らねばなりません。現状では、良好な地盤を選択して住宅を建てることが困難になってきており、埋立地や造成による分譲宅地では、場合によっては、一般的な基礎だけでは耐震上不十分です。専門家による十分な地盤調査をし、調査結果に基づいた基礎を設置する必要があり、そのためには地盤や基礎のわかる技術者の育成も必要です。

住宅の耐震性能向上を目指して進めなければならない技術開発は、まだまだ沢山あります。今後とも、地震国日本での住宅を供給するために、ミサワホームでも技術開発を続けていかねばなりません。

ミサワホーム総合研究所

〒168 東京都杉並区高井戸東2-4-5
03(3332)5111