

平成9年度 農林水産省補助事業  
木質資源利用分野開発促進事業  
ティンバーエンジニア養成事業

# ティンバーエンジニア養成事業報告書

平成10年3月

財団法人 日本住宅・木材技術センター



# 目 次

1	事業の内容	1
2	事業の概要	1
	ティンバーエンジニア養成研修会	1
(1)	概要	1
(2)	研修会テキスト	1
①	建築基準の性能規定化の方向	3
②	木造住宅の構造安全性評価のあり方	75
③	木造住宅の性能明示型構造設計法	115
④	大規模木造建築物の保守管理マニュアル	161
⑤	構造用合板の手引き	171



## 1 事業の内容

先端的な構造用建築部材の製造方法の合理化に資するため、部材設計、品質管理等に関する知識・技能を有する人材を養成するために研修を行なう。

## 2 事業の概要（要約・キーワード）

### <要約>

建築基準の性能規定化の方向等をテキストとして、東京会場及び大阪会場において木材の加工・流通業者をはじめ設計者、ハウジングメーカー等の技術者を対象としたティンバーエンジニア養成研修会を実施した。

### ティンバーエンジニア養成研修会

#### (1) 概要

内 容	講 師	開催年月日・会場	参加者数
①建築基準の性能規定化の方向	東京大学大学院工学系研究科 教授 坂本 功	9.11.25 (東京都)	140名
②木造住宅の構造安全性評価のあり方	東京大学大学院工学系研究科 助手 大橋 好光	9.12.1 (大阪市)	95名
③木造住宅の性能明示型構造設計法 代表取締役 稲山 正弘	(株)稲山建築設計事務所		

#### (2) 研修会テキスト（別紙のとおり）

- ① 建築基準の性能規定化の方向
- ② 木造住宅の構造安全性評価のあり方
- ③ 木造住宅の性能明示型構造設計法
- ④ 大規模木造建築物の保守管理マニュアル（目次のみ抜粋）
- ⑤ 構造用合板の手引き（目次のみ抜粋）

### <キーワード>

ティンバーエンジニア養成事業、ティンバーエンジニア養成研修会、建築基準、性能規定化、木造住宅、構造安全性評価、性能明示型構造設計、大規模木造建築物、保守管理マニュアル



# 建築基準法の性能規定化の方向

平成9年11月

財団法人 日本住宅・木材技術センター





# 目 次

■ 建築基準の性能規定化	1
第1章 性能規定化の背景	1
1 建築行政の課題	
第2章 建築基準の性能規定化	3
1 性能規定化の概要	
2 性能規定化に対応した審査制度等の整備	
【フロー1】	7
第3章 民間企業・団体等を活用した執行体制の整備	9
1 民間企業・団体による建築確認・検査の実施	
2 地方公共団体の体制整備	
3 違反对策の充実	
第4章 実効性確保のための措置の充実	10
1 適法性確保のための工事監理制度及び検査制度の充実	
【フロー2】	11
■ 2×4工法に関する技術的基準の改正	13
1 改正の趣旨	
2 主な改正点	
( 参 考 )	
■ 住宅性能表示制度	16
【フロー3】	17
( 付 録 )	
■ 補足資料	18



# 建築基準の性能規定化

基本問題分科会において「講ずべき具体的施策」として掲げられた「建築基準の性能規定化」に焦点をあてて、主要な事項を説明する。

- ・ 建築審議会の答申が平成9年3月に発表された。
- ・ 建築審議会は、2つの部会に大きく分かれている。
  - ① 建築行政部会
  - ② 官公庁施設部会
- ・ 今回の答申は建築行政部会の議論をまとめたもの。
- ・ 建築行政部会は次の3つの分科会に分かれている。
  - ① 基本問題分科会
  - ② 市街地環境分科会
  - ③ 建築生産分科会

以下の記述は、建築審議会の答申書を基本として、それを解説するためのメモを加えたものである。なお本書は、財団法人 日本住宅・木材技術センターの責任で作成したものである。

## 第1章 性能規定化の背景

### 1. 建築行政の課題

新たな世紀へと時代が転換する中で、建築行政においても、戦後まもなく組み立てられた制度について、抜本的な変革が求められている。

- ・ 50年前に作成された建築法規制は、逐次改正されてきたものの基本的には制定当時の枠組みを維持している。

## 1. 1 経済社会の構造的変革と 規制緩和の要請

- ① 経済社会の成熟化、国際競争の激化、技術の高度化等の構造的変革期に入っている中で、それらに適切に対応できるよう規制緩和への要求が高まっている。
- ② 技術革新の成果を積極的に採用した新技術や新材料の円滑な導入、海外の基準・規格との整合を図ることが可能となる仕組みを建築行政の中で再構築することが重要。
- ③ 建築物が満たすべき性能項目・性能水準を明確かつ客観的なものとする必要がある。

- ・ ライフスタイルやニーズの高度化・多様化に対応して、多種多様な材料、設備、工法の開発・供給が可能となっている。
- ・ 海外の建築資材の市場参入への動きが強まっている。
- ・ 現在の固定化した仕様が自由な選択を妨げるという問題がある。

## 1. 2 構造変革に対応した行政のあり方

- ① 建築行政における官民の役割分担を見直し、簡素で効率的な執行体制（民間の役割を拡大）へ改革することが求められている。
- ② 市場の機能を高め、競争性の向上を図るため、消費者に対する情報提供体制の整備、生産・流通の合理化及び産業構造改革の推進を強力に行ない、消費者需要に的確に対応できる地域住宅産業を実現することが重要。

### 1. 3 震災を踏まえた安全性確保の要請

- ① 安全性を中心とする建築物の質の確保や適切な維持保全を図るため、建築規制の実効性を確保することが強く求められている。
- ② 地方公共団体のマンパワーが追い付かない状況にあり、効果的な執行体制を整備することが必要である。
- ③ 専門技術者による建築物の安全性等の確保をよりの確に実施できる体制が求められている。
- ④ 信頼が得られる生産体制の整備が求められている。

- ・ 着工前の建築確認、施工時の中間検査、工事完了時の完了検査を着実に実施
- ・ 違反建築物に対する是正措置
- ・ 違反行為を行なった者への罰則の適用・処分等

## 第2章 建築基準の性能規定化

### 1 性能規定化の概要

#### 1. 1 性能規定化とは

建築物に要求される以下の事項を規定することである。

- ① 性能項目
- ② 性能水準
- ③ 検証方法（計算方法、材料・構造の試験方法等）

## 1. 2 要求される性能項目

- ① 地震、強風、積雪等に対する構造安全性
- ② 火災に対する安全性、避難時の安全性、環境・衛生上の安全性

など

## 1. 3 要求される性能水準

- ① 国民の生命、健康、財産の保護のために必要最低限の水準とする。
- ② 検証方法については、国際規格等との調和に配慮する必要がある。

## 1. 4 性能の検証方法

- ① 構造設計法等で、性能を確認するための手段である。
- ② 設計法としては、「適合みなし仕様」と「性能検証方法」がある。
  - ・適合みなし仕様  
現行の木造住宅の設計基準や防火の仕様などは一種の適合みなし仕様である。
  - ・性能検証方法  
構造安全性を評価する詳細な構造計算の方法など。

例

- ・通常の荷重、外力に対し損傷を受けず、最大規模のものには崩壊によって在館者の生命に危害が及ばない等
- ・避難不能となるまでに、在館者が安全に避難完了できる等
- ・建築物の利用の状況、形態に応じた水準とする。
- ・ISO等への参画、諸外国との相互認証、海外規格の受入の推進等
- ・適合みなし仕様や構造計算法には様々な内容を持つものが生じる。
- ・適合みなし仕様の基準としては、最低水準のみではなく、より水準の高い基準を設定できる。
- ・設計者はどのような設計法を利用しても、また、性能水準の高い設計基準を利用してもよい。

## 1. 5 性能規定化のメリット

- ① 建築主、利用者にとって規制の目的、要求水準が分かりやすい。
- ② 要求性能をみたせば、どんな仕様でも建築が可能となり、設計の自由が広がる。
- ③ 多種多様な製品開発の促進につながる。
- ④ 複数の基準書が作成され、多種多様な材料、工法を選択することが可能になる。
- ⑤ 技術力の高い設計者や組織にとっては、より高度な構造計算法を利用することができる。このことにより設計の選択の幅やコストダウンの可能性が広がる。

・基準書が増えるため、その検索システムの検討が必要とされる。

・この反面、従来のやり方に甘んじていれば、競争力を失うことを覚悟しなければならなくなる。

## 2 性能規定化に対応した審査制度等の整備

### 2. 1 「適合みなし仕様」の整備

- ① 性能の検証を簡単に行えるよう、要求される性能水準に適合しているとみなす具体的な材料、工法、寸法等の仕様を整備する。
- ② 適合みなし仕様を整備する機関  
国が自ら  
民間企業  
団体等

・国が定める「適合みなし仕様」  
・在来木造、2×4工法等の住宅建築の標準仕様  
・防火材料・構造等の標準仕様

## 2. 2 多様な材料、工法等の円滑な導入

- ① 民間企業・団体等が作成する設計・施工要領や部材の仕様を認定する制度を創設する。
- ② これらの仕様を効率的に検索できるようにするための情報システムの整備等の措置を積極的に講じる。

## 2. 3 性能規定による設計と建築確認を円滑に実施するための措置

- ① 設計者、建築主事に対する講習、研修等を実施する。
- ② 性能について評価・試験等を行う民間団体等を拡充する。
- ③ 超高層建築物等の特殊な建築物については、建築主事による審査が困難であることから、高度な審査能力を有する機関を活用する。

・民間機関の要件として、能力、責任体制、第三者性の3点が考えられるが、具体的な姿は明らかにされていない。

・現在も日本建築センターで評定が行われている。これと同じ様なことが行われるだろう。

・こうした指定審査機関を複数にするという考えがある。



【フロー 1】

# 建築物の性能の検証方法

## 1. 現行（仕様規定）

一般的な材料・構造方法の検証	特殊な材料・構造方法の検証
<p><b>規定内容</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>具体的な材料、工法、寸法等 ＝仕様規定 (現行では要求性能とその水準は明示されていない。)</li></ul> <p>例</p> <p>避難施設等の規定</p> <ul style="list-style-type: none"><li>居室の各部から避難階等に通ずる直通階段に至る歩行距離は、40m以下としなければならない。</li></ul>	<p>特殊な材料や構造方法を用いた建築物が、建築基準法令と同等以上の効力をもつことを、日本建築センターが評定し、建設大臣が認定する。 (38条認定)</p>

## 2. 改正（性能規定）

1. 建築に要求される原則
<p>「建築物の材料・構造方法に要求される性能項目を示し、それぞれについて一定の水準を満足しなければならない。」</p> <p><b>要求性能項目</b> (例) ・ 構造安全性 ・ 防火・避難上の安全性 など</p> <p><b>要求性能水準</b> ・ 国民の生命、健康、財産の保護のため必要最低限の性能水準を規定</p> <p>(例) ・ まれに発生する地震に対して、建築物の構造躯体に損傷が生じないこと。 また、極めてまれに発生する地震に対して、人命に危害を与えるような破壊が生じないこと。</p>

<b>2. 性能の検証方法</b>	
2.1 一般的な材料・ 構造方法等の検証	2.2 特殊な材料・ 構造方法等の検証
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <b>適合みなし仕様による方法</b> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>・性能の検証を簡単に行なえるよう、要求される性能水準に適合していると見なす標準仕様を国が示す。</li> <li>・民間企業や団体なども標準仕様を示せるようにする。</li> </ul> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <b>性能検証による方法</b> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>・法令に示されている要求性能を満たしていることを詳細な構造計算等により明らかにする方法である。</li> <li>・検証方法 <ul style="list-style-type: none"> <li>① 規定された標準的な性能の検証方法（国が定めるもの）</li> <li>② ①以外の方法（民間企業、団体等が定めるもの）</li> </ul> </li> </ul>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <b>指定審査機関による性能審査を行なう</b> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>・複数の機関を指定することを検討</li> </ul>
<b>3. 指定審査機関による審査</b>	
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <b>3.1 民間企業や団体が示す適合みなし仕様</b> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <b>3.2 国が定める標準的な性能の検証方法であって、電算プログラムを使用する場合</b> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <b>3.3 民間企業や団体が定める性能の検証方法</b> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <b>3.4 超高層建築物など特別な建築物の性能検証</b> </div>	そのプログラムの事前審査が必要

## 第3章 民間企業・団体等を活用した執行体制の整備

### 1 民間企業・団体等による建築確認・検査の実施

- ① 一定の要件を満たし、信頼の置ける民間企業・団体等が、建築主の依頼により建築計画の確認、施工時の中間検査、工事完了時の検査等を実施する途を開くべきであるとしている。
- ② 民間企業、団体等の要件としては、高い確認・検査能力、組織力、責任体制、第三者性が挙げられるが、具体的なことは今後検討される。
- ③ 建築確認・検査を設計者等の自己認証に委ねることについては、設計・施工段階での品質確保の体制、自己審査・自己検査の公正さを担保するための方策等も含め、今後検討する。

### 2 地方公共団体の体制整備

- ① 確認・検査に関する民間機関の活用を図ることを通じて、違反对策等に携わる吏員の充実等、体制整備を図る。
- ② 建築確認・検査等に要する費用負担のあり方等については、地方自治体の自主性に委ねる。

### 3 違反对策の充実

- ① 民間による建築確認・検査を通じ、行政としては違反对策のための執行体制の充実を図る。
- ② このほか、違反建築物所有者に対し経済的制裁を課すなどの新たな手法についても長期的な課題として検討する。

- ・ 建築主が、効率的かつ的確に建築物の安全性等を確保することが可能となる。
- ・ 民間企業・団体、建築主事のどちらによる確認を受けるかは建築主の選択による。
- ・ 適法性確保のために必要な検査業務の内容等については、建築物の用途、規模、構造、品質確保体制等を踏まえて検討することが必要。

- ・ 罰則の適用や建築士、建築士事務所、工事施工者等に対する処分の強化も検討する。

## 第4章 実効性確保のための措置の充実

### 1 適法性確保のための工事監理制度 及び検査制度の充実

#### ① 工事監理の徹底

- ・ 主要な材料の品質・性能、主要な接合部、配筋等の施工状況等に関して工事監理結果を建築主事に報告することを求める措置を検討する。
- ・ 建築主による工事管理者選任を徹底するための措置を検討する。

#### ② 検査の充実

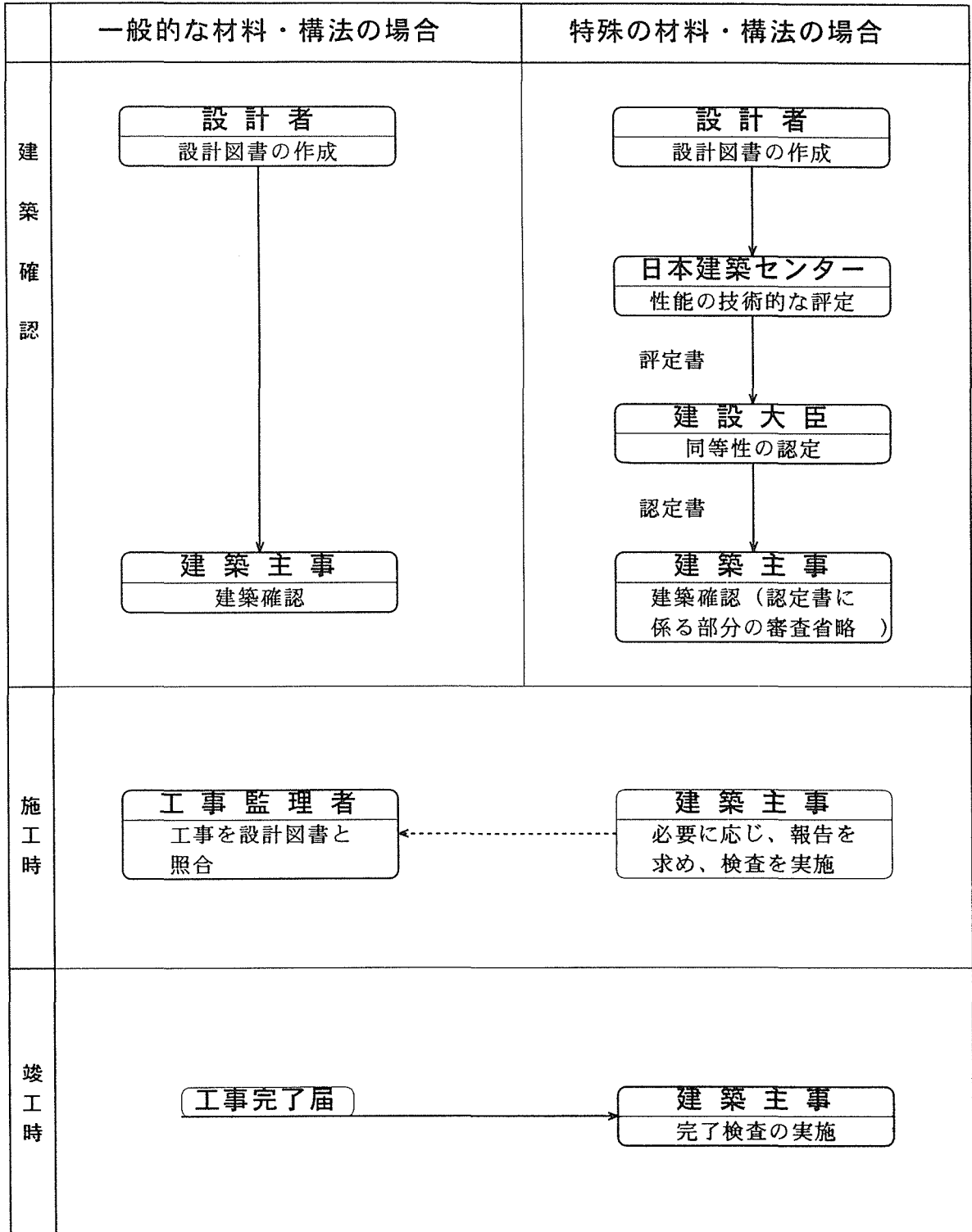
- ・ 中間検査を強化するとともに、工事完了検査を徹底する。

- ・ 建築物の概要及び検査実施等の情報を公開することで受検を促す等の措置を講ずることが必要。

【フロー 2】

# 建築の確認・検査

## 1. 現行



## 2. 改正のイメージ



※A、Bのいずれの方法によるかは建築主が選択できる。

# 2×4 工法に関する技術的基準の改正

建築基準が仕様規定から性能規定へと大きく変革されようとしている。こうしたなか、他工法に先立ちツーバイフォー工法の技術基準が、性能規定化の方向で改正された。

建築基準の性能規定化に対する理解を深めるためその改正の概要を以下に紹介する。

- ・平成9年建設省告示第960号（以下新告示）
- ・平成9年6月1日に施行された。

## 1 改正の趣旨


- ① 枠組壁工法を用いた建築物等の構造方法に関する安全上必要な技術基準として、仕樣的な基準に加え、構造計算によって構造耐力上安全であることが確かめられた建築物等については仕樣的な基準によらなくてもよいこととなった。
- ② 従来の規定の合理化等を行なった。

- ・仕樣的な基準（新告示第1～第8）
- ・性能規定的基準（新告示第9）

## 2 主な改正点

### 2.1 階数

- ① 旧告示は階数を適用対象の項で規定していたが、新告示では階数の項を新たに設け、そこで、「地階のぞく階数が3以下でなければならない」と規定した。

- ・  部分が性能規定化の主なもの

- ・ 性能規定により構造安全性が確かめられた場合には、階数3の適用除外となり、小屋裏4階建てが可能となる。

## 2. 2 構造計算によって構造耐力上安全であることが確かめられた建築物等に関する基準の整備

構造計算によって構造耐力上安全であることが確かめられた建築物等については、防腐措置等に関する基準を除き、仕様の基準の全部又は一部を適用しない。

### ・安全性の確認方法

イ. 次の構造計算によって安全であることが確かめられたものであること。

- ・許容応力度計算
- ・層間変形角の確認
- ・保有水平耐力計算  
(床の規定の適用除外の場合)

ロ. 直接土に触れる部分及び地面から30cm以内の外周部が腐朽、白蟻等の害を受けない構造であること

## 2. 3 床材及び屋根下地材に使用する材料の種類追加等

- ① 構造耐力上主要な部分に使用する材料の品質として規定する日本工業規格及び日本農林規格の改正等を踏まえた改正を行なう。
- ② 床材及び屋根下地材に使用する材料の種類として新たに「硬質木片セメント板」を追加した。
- ③ 旧告示に適合する材料も引き続き使用できるよう経過措置を設けた。



## 2. 4 構造耐力上主要な接合部分の緊結方法に関する基準の合理化

① 構造耐力上主要な接合部分の緊結方法は、構造計算又は実験によって許容せん断応力の数値が一定以上であれば、仕様規定によらなくともよい。

・主要接合部に使用するくぎ又はビスの品質は日本工業規格に適合するものでなくてもよいこととなった。

② 壁の枠組みと壁材との緊結方法は従来通りくぎ又はねじの種類、本数及び間隔による基準に適合するものとする。

・建設大臣が同等の効力を有すると認めるものについてはこの限りではない。

## 2. 5 床梁を用いる場合の基準

床梁を用いる場合、床に関する告示の仕様規定と同等以上の効力を有する方法により床を構成するものについては、床に関する仕様規定は適用しない。

・床梁を用いる場合が追加となった。  
・床梁としてスチール材の使用が可能となった。

## 2. 6 外壁の耐力壁線相互の交差部における開口部に関する基準の合理化

外壁の耐力壁線相互の交差部を構造耐力上有効に補強した場合は、外壁双方の開口部の幅の合計が4メートル以下であればよい。

・旧告示では外壁双方に、それぞれ幅2メートル以下の開口部を設けることができるとしていた。

## 2. 7 小屋の屋根に設ける開口部に関する基準の合理化

一定の基準に適合するものについては、幅を3メートル以下とすることができるとした。

・旧告示では2メートル以下としなければならなかった。

(参考)

## 住宅性能表示制度

日本の住宅産業が抱えている高コスト体質を是正するためには、構造的な問題を解決しなくてはならない。

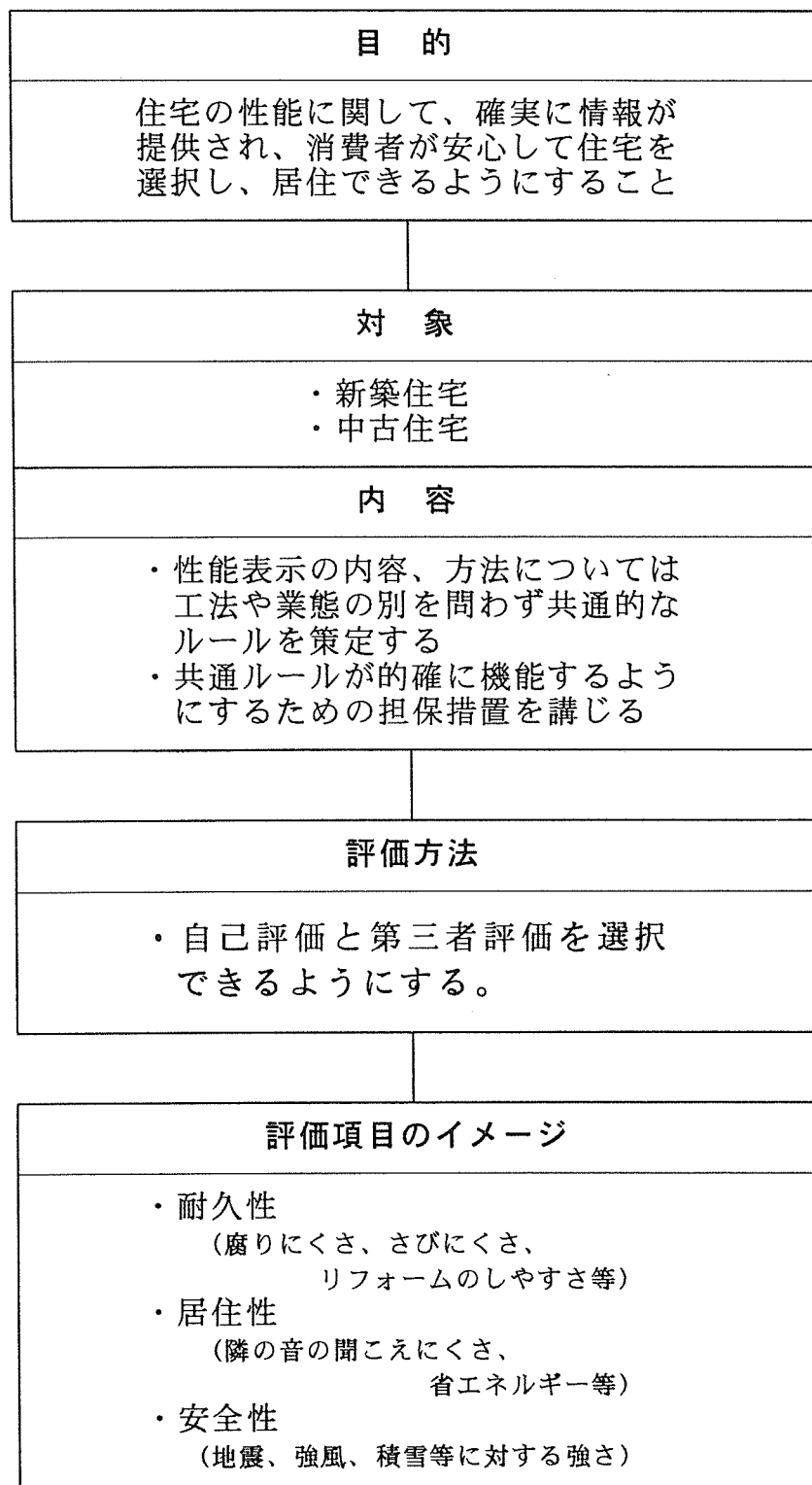
- ① 戸建て住宅の大部分を担っている中小工務店は、生産性が低く価格が高い。
- ② 大手住宅メーカーは生産性が高いにもかかわらず、相場順応性が高く価格の引き下げが十分でない。
- ③ 消費者に対して必要な情報が提供されていない。

建築審議会では、その答申の中で上述のような分析を行なった上で、論点の中心を「市場競争の活発化を目指すこと」とした。

当該答申の中で、第一に求めた施策が「住宅性能表示制度」である。

建築基準の性能規定化との関係があることから以下に、この性能表示制度の概要をフローで紹介する。

## 住宅性能表示制度



# ( 付 録 )

## 補 足 資 料

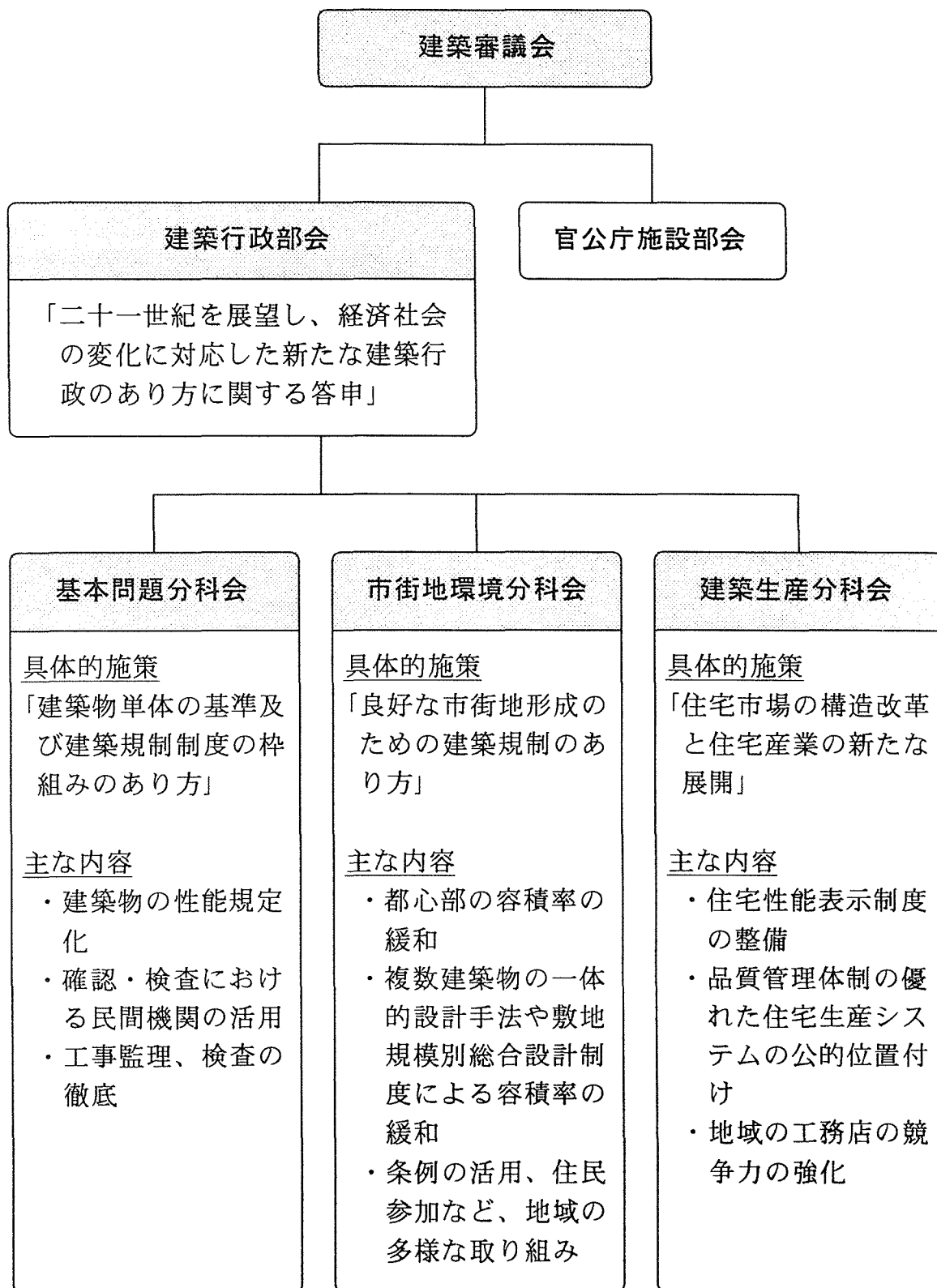
### 目 次

建築審議会の構成と答申 .....	1 9
性能規定化した場合の要求性能の例 .....	2 0
性能規定化した場合の 検証・審査方法のイメージ .....	2 3
建築生産分科会による 住宅性能表示制度以外の施策のあり方 .....	2 5

この補足資料の内容は、答申から類推され、  
検討が必要とされている具体的内容の例とし  
て取り上げたものである。

# 建築審議会の構成と答申

P1 関連



## 構造安全性

- ・ 建築物は、稀に発生する積雪荷重、極めてまれに発生する強風による風圧力、稀に発生する地震による地震力により損傷を生じないこと。
- ・ 建築物は、極めて稀に発生する地震による地震力に対して、人命に危害を与えるような破壊を生じないこと。

## 防火・避難上の安全性

- ・ 容易には出火しないこと。
- ・ 安全に避難できること。
- ・ 火災の拡大を抑止すること。
- ・ 火災によって建築物の構造全体に影響が及ぶような損傷を生じないこと。
- ・ 消防活動が円滑に行えるような構造、設備を備えること。
- ・ 周辺の建築物との間で延焼を抑止すること。

## 日常の安全性

- ・ 建築物内部において日常時の安全性が確保されること。  
(歩行時の安全性、昇降機の使用上の安全性等)
- ・ 落雷により建築物の安全上支障が生じないこと。

### 居住環境・衛生上の安全性

- ・ 建築物内部において、生命、健康上の支障が生じないこと。  
（換気性能、給排水の衛生等）
- ・ 汚水、煙等により、周辺環境の汚染が生じないこと。
- ・ 共同住宅などの各戸の界壁は一定の遮音性を確保すること。

### その他

- ・ 建築物の主要な部分（土台、柱、等）に、腐食、腐朽、摩損等が生じないこと。
- ・ 工事中の構造物の崩壊・落下等により人命に危害を与えることのないこと。

## ● 性能水準を規定する場合の考え方

- ・ 国民の生命、健康、財産の保護のため必要最低限のものとする。
- ・ 利用者が少なく滞在時間が短い施設（畜舎、園芸用施設等）及び屋外的利用がなされる施設（駐車施設、スポーツ練習場等の上屋等）については、その利用状況、形態等に応じた性能水準とする。

## ● 規制項目の見直し

- ① 室内の居住環境の確保のための規制（住宅の居室の採光、住戸内の日照確保、地階における住宅等の居室の禁止、居室の天井の高さ等）については、照明、換気、防湿等の技術の進展、住宅政策の充実等の社会状況の変化にかんがみ、規制からの除外又は規制内容の見直しを行なう。
- ② 高齢者・身体障害者等への配慮、省エネルギー対策、省資源対策、建築材料に含まれる化学物質の影響への対策、フロン、生活排水等による環境汚染対策、防災上重要な建築物に対する要求性能の強化等の新たな社会的要請については、現段階では、
  - ・ ハートビル法や省エネ法等の誘導的施策の充実
  - ・ 情報の公開
  - ・ 研究開発の推進
  - ・ 先導的な事業の推奨等を積極的に進めることを基本として対応する。



# 性能規定化した場合の検証・審査方法のイメージ

P4 関連

## ● 一般の建築物の場合①

	検証方法	審査方法	効果
性能の検証が行なわれる場合	・性能の標準的な検証方法の規定（構造計算方法、材料・構造の試験方法等）	○性能を証明する図書の添付で、建築主事又は民間確認機関が性能を確認（構造計算書、試験成績書等）  ○民間機関による性能確認が行なわれた場合は建築主事の確認は不要	○建築主、利用者にとって規制の目的、要求水準がわかりやすい  ○要求性能を満たせばどんな仕様も採用が可能となり、選択の幅が広がるとともに、トータルの建設コストの低減が期待される  ○多種多様な製品開発の促進につながる
	・民間機関が定める性能検証方法の適用も可能とすることを規定	○建設大臣が指定する認定機関による認定を義務付ける	

● 一般の建築物の場合②

	検証方法	審査方法	効果
適合みなし仕様と照合される場合	<ul style="list-style-type: none"> <li>要求性能を満たす標準的な仕様を定める。これらの仕様に合致する場合要求性能を満たすとみなす</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○設計図書の内容が適合みなし仕様に適合することを建築主事又は民間確認機関が確認する</li> <li>○民間機関による性能確認が行なわれた場合は建築主事の確認は不要</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>企業、団体、個人が作成する仕様で、要求性能を満たすと認められるものを指定する認定機関が認定し、建設省が公表する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○設計図書の内容が適合みなし仕様に適合することを建築主事又は民間確認機関が確認する</li> <li>○民間機関による性能確認が行なわれた場合は建築主事の確認は不要</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○多種多様な適合みなし仕様により選択の幅が大きくなる</li> <li>○多様な適合みなし仕様を検索するシステムの検討が必要</li> </ul>

● 特別な建築物

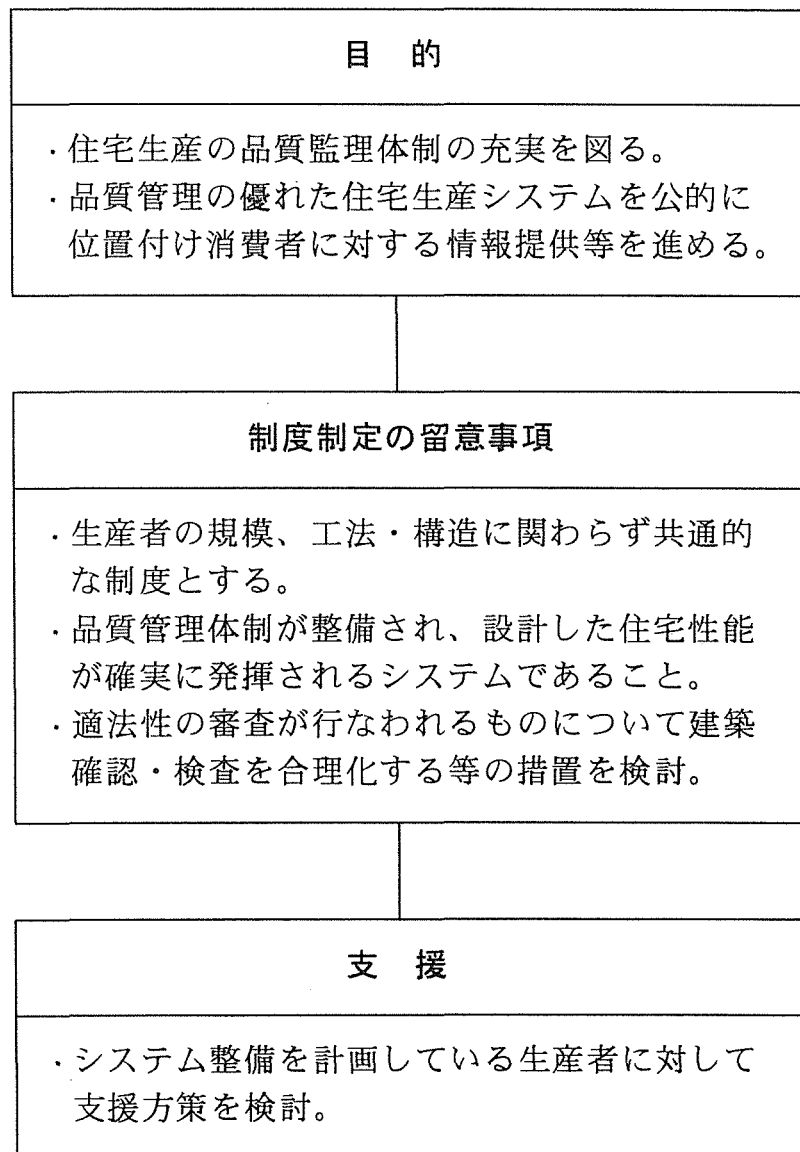
超 高 層 建 築 物 等	検証方法	審査方法	効果
	特別な検証方法によらなければならないことを規定	○建設大臣が指定する認定機関によ認定を義務付け	

# 建築生産分科会による

## 住宅性能表示制度以外の施策のあり方

P16関連

### ●優良な住宅生産システムの公的位置付け



## ● 地域で活動する工務店等への誘導・支援

- ① 合理化工法等の開発・普及のための新木造工法の開発への支援等
- ② 営業企画等の体制を充実するための経営手法の開発・普及への支援等
- ③ 資材等について、流通の合理化を進めるための共同調達システムの開発への支援等
- ④ 技能者の確保・育成を推進するための技術者育成システム整備への支援等
- ⑤ 建築基準の性能規定化への対応、住宅性能表示制度及び優良な住宅生産システムの公的位置付け制度の活用を円滑に進めるための取り組みへの支援

二十一世紀を展望し、経済  
社会の変化に対応した新たな  
建築行政の在り方に関する答申

性能規定化関連部分抜粋

平成9年3月24日

建 築 審 議 会



目 次

I. 経済社会の変化と建築行政の課題

- (1) 経済社会の構造的変革と規制緩和の要請
- (2) 構造的変革に対応した行政の在り方の見直しの要請
- (3) 震災を踏まえ新たな視点からの安全性確保の要請

II. 改革に当たっての基本的考え方

- (1) 規制緩和による選択の自由の拡大
- (2) 新たな経済社会に対応した行政執行体制や市場の整備
- (3) 建築主の自主的努力を活かした建築規制の実効性の確保等

III. 講ずべき具体的施策

1. 建築物単体の基準及び建築規制制度の枠組みの在り方

- (1) 自由度の高い新たな建築基準体系の構築
  - ① 建築基準の性能規定化
  - ② 性能規定化に対応した審査制度等の整備
  - ③ 技術開発の進展等に対応した規制項目の見直し
- (2) 民間企業・団体等を活用した執行体制の整備
  - ① 民間企業・団体等による建築確認・検査の実施
  - ② 地方公共団体の体制整備
  - ③ 違反对策の充実
- (3) 実効性確保のための措置の充実
  - ① 適法性確保のための工事監理制度及び検査制度の充実
  - ② 建築士等の業務責任の明確化
  - ③ 維持保全に関する制度の充実
  - ④ 敷地情報の管理の充実

## 2. 良好な市街地形成のための建築規制の在り方

### (1) 市街地空間の再構築を支える条件の整備

- ① 複数建築物の一体的設計手法の確立
- ② 道路空間と一体となった敷地内空地の形成
- ③ 質の高い建築計画実現に向けた敷地規模の拡大促進
- ④ 都市居住における共用空間の充実

### (2) 市街地の密度に対応した空間構成の実現

- ① 都心地域等高密度市街地における居住空間の形成
- ② 中程度の密度の市街地における土地の有効利用の促進
- ③ 低密度市街地にふさわしい環境の形成

### (3) 地域特性に対応した多様な取り組みの展開

- ① 許可・認定手法の充実による建築計画の誘導
- ② 条例の活用による建築ルールの充実
- ③ 住民の参加と協働によるまちづくり

## 3. 住宅市場の構造改革と住宅産業の新たな展開

### (1) 住宅市場の条件整備

### (2) 住宅生産・供給体制の強化・充実

### (3) 主要な施策

- ① 住宅性能表示制度の整備
- ② 長期耐用住宅ストックの形成に向けた消費者ニーズの形成
- ③ 優良な住宅生産システムの公的位置づけ
- ④ 地域住宅産業の構造改革と支援施策
- ⑤ 社会的財としての住宅の役割を重視した住宅供給の推進
- ⑥ モデルプロジェクトの推進



## I. 経済社会の変化と建築行政の課題

新たな世紀へと時代が転換する中で、我が国は現在、経済社会の成熟化、国際競争の激化、技術の高度化等の構造的変革を経験しつつある。このような時代背景の中にあつて、建築行政においても、戦後間もなく組み立てられ一定の役割を果たしてきた制度について、抜本的な変革が求められている。

我が国の建築行政の基本をなす建築規制の体系は、大正8年に制定された市街地建築物法にその淵源を有し、戦後、行政の民主化、地方自治等の新憲法の理念を取り入れて昭和25年に制定された建築基準法と建築士法を基礎として構築されている。

前者は建築物等が満たすべき基準と基準適合を確認するための審査手続き等を定め、後者は設計、工事監理等を行う技術者の資格を定めており、両法の制定以来、急激な都市化や、技術革新といった経済社会情勢の変化に対応して逐次改善が図られてきたものの、基本的には制定当時の制度的枠組みを維持して現在に至っている。

本来、国民の経済社会活動や家庭生活の基盤である建築物の安全性を確保することや良好な市街地環境の形成を図ることは、国民の生命、健康、財産を保護するために不可欠のものであり、そのための建築規制は社会的に必要なものであるが、その制度的枠組みは、国民のニーズの高度化・多様化や技術の進展、都市形成過程の変遷等の経済社会構造の変化に的確に対応したものであるべきである。

このような観点から現在の状況をみると、規制緩和による多様な選択と自由で競争性の高い市場を求める国民の強い声がある一方、阪神・淡路大震災を契機に安全性の確保についても要求が高まっている。また、我が国の都市は外延的な拡大から内部市街地の再整備への移行期を迎えており、良好な市街地環境の形成を図るための規制・誘導施策もこれに対応することが求められている。また、住文化の継承、まちづくりへの貢献等、住宅の社会的財としての役割を一層重視した住宅供給を推進することが求められている。

このため、今後の経済社会の変化を踏まえた上で、建築行政の在り方を基本から見直し、新たな制度へと再構築することが必要となっている。

## (1) 経済社会の構造的変革と規制緩和の要請

我が国の経済社会が構造的な変革期に入ってきている現在、現行の各種規制制度の在り方が新たな経済社会に的確に対応することが困難になっており、このことが広く規制緩和を求める国民の強い声を生む背景となっている。

これを建築物についてみると、ライフスタイルやニーズが高度化・多様化するなかで、これに対応して多種・多様な材料、設備、工法等の開発・供給が可能となっている。また、経済活動の国際化の進展に伴い、海外の建築資材等の市場参入の動きが急速に強まっている。

こうした状況の下で、建築物の意匠・工法や材料・設備等の選択の自由の拡大、高コスト構造の是正が強く求められているが、現行の建築基準は材料、工法、寸法等を具体的に規定する、いわゆる仕様規定が中心であるため、確保すべき性能水準が必ずしも明確でなく、固定化した仕様が自由な選択を妨げるという問題を生んでいる。

このため、建築物が満たすべき性能項目・性能水準を明確化することにより、技術革新の成果を積極的に採用した新技術や新材料の円滑な導入、海外の基準・規格との整合等を図ることが可能となる仕組みを建築行政の中で再構築することが求められている。

また、我が国の市街地において街区の形成が不十分であることや、狭小な敷地が多いこと等から、敷地毎に建築できる範囲を規制する現行の方式のみでは合理的土地利用による調和あるまちなみの形成が困難となっている。このため、設計の自由度を拡大しつつ良好な建築計画の誘導に向け、個々の敷地の範囲を超えた視点からの規制方式を充実する必要がある。

さらに、職住のバランスのとれた都市構造を実現するため、都市計画とも連携しつつ、土地の有効高度利用を図り、良好な中高層住宅の整備を促進する必要がある。

## (2) 構造的変革に対応した行政の在り方の見直しの要請

構造的変革に的確に対応し、自由で活力ある経済社会を創造するためには、従来の政策体系を、より市場を重視し明確なルールと透明な手続きに基づく政策体系へと再構築することが求められている。

このため、建築行政においては、官民の役割分担の見直し等により、簡素で効率的な執行体制へと改革する一方で、市場の機能を高め、競争性の向上を図るため、消費者に対する情報提供体制を整備するとともに、生産・流通の合理化や産業構造改革を強力に推進し、消費者需要に的確に対応できる地域住宅産業の実現を図ることが求められている。

また、居住環境やまちなみ景観への住民の関心が高まるなか、住民に身近で地域の状況を知悉する地方公共団体が建築規制において果たす役割は今後より一層重要なものとなると考えられる。このため、その執行は地方公共団体が自らの責任において行うことを基本としつつ、建築物の安全性等を全国にわたって確保すべき国の責務や、運用の整合性を確保する要請等を踏まえながら建築規制制度の枠組みを再構築することが求められている。

### (3) 震災を踏まえ新たな視点からの安全性確保の要請

大都市地域を直撃した阪神・淡路大震災においては、被災建築物約44万棟、死者約6400名と戦後最大規模の被害が発生し、防災性の確保の必要性が改めて認識された。なかでも、建築行政においては、安全性を中心とする建築物の質の確保や適切な維持保全を図るため、建築規制の実効性を確保することが強く求められている。

そのためには、着工前に行われる建築確認のみならず施工時の中間検査や工事完了時の完了検査を着実に実施するとともに、違反建築物に対する是正措置や違反行為を行った者への罰則の適用・処分等を通じて、違反行為に対する抑止効果を発揮することが重要である。

しかしながら、大規模建築物の建築確認申請件数が増加したことや新たなまちづくり関連行政へのニーズが高まっていること等から、地方公共団体のマンパワーが追いつかない状況となっており、建築規制の実効性の確保のための効果的な執行体制を整備する必要がある。

さらに、建築主及び建築士等の専門技術者による建築物の安全性等の確保がよりの確に実施できる体制が求められている。併せて、生産者においても、自らの社会的責任を十分に認識し、信頼が得られるような生産体制の整備を図ることが求められている。

## II. 改革に当たっての基本的考え方

経済社会の構造的変革に的確に対応した新たな建築規制体系の構築と住宅をはじめとする市場の構造改革等を図るためには、設計から施工、さらには維持保全に至るまで、建築物が満たすべき基礎的要件を明確にし、その確実な実現を図るという建築行政の原点に立ち返り、次の基本的考え方に基づいた抜本的改革に取り組む必要がある。

### (1) 規制緩和による選択の自由の拡大

建築物単体の基準については、建築主や消費者が多様な選択を行うことができるよう建築設計の自由度を高め、新技術、新材料の開発や導入が円滑に行える新たな基準体系へと再構築すべきである。

その際、規制が広く社会に受け入れられ有効に機能するためには、規制の目的と必要性について国民の理解を得ることが不可欠であることから、規制項目や規制対象を必要最小限のものとするとともに、必要な規制については基礎となる考え方を明らかにした上で、建築物が満たすべき性能項目・性能水準を明確かつ客観的なものとすべきである。さらに、我が国の建築市場の国際化を踏まえ、国際調和に配慮した規制体系とすることが必要である。

また、集団規定については、街区レベルを視野に入れつつ、複数の建築物について、これを一体のものとして建築規制を適用する手法を充実する必要がある。

さらに、都心部等における新たな居住空間の形成や低層住居専用地域における市街地環境の確保など、市街地特性に対応した密度規制の在り方について見直しを行うべきである。

### (2) 新たな経済社会に対応した行政執行体制や市場の整備

効率的な建築規制の執行体制を実現するため、これまでの行政と民間の役割分担を抜本的に見直す必要がある。特に、従来、行政が行ってきた建築確認・検査等についても、今後は行政側の十分な体制整備を期待することが困難であることや、建築産業の成長拡大を通じて建築士等の建築生産業務に携わる専門技術者の絶対数が確保され、民間による多様なサービスの提供が期

待できる状況になっていることを踏まえ、建築規制制度における民間の役割を積極的に拡大すべきである。具体的には民間企業等が、建築確認・検査を行政に代わって行う仕組みを構築し、行政による直接的な対応を中心とする枠組みから、監査や処分の厳正な実施等の間接的コントロールにより制度の適正な運営を確保する方式へと移行すべきである。

また、地域特性に対応したまちづくりを進めるため、地方公共団体の役割を一層重視する方向で制度を充実するとともに、住民の参加と協働によるまちづくりの支援を強化する必要がある。さらに、地域によって建築活動や建築産業の状況が大きく異なっていることから、建築規制を実効あるものとするためには、その執行体制が地域の実情を踏まえた適切なものである必要があり、各地方公共団体が地域の特性に対応した的確な執行体制を自ら整備する途を開くことが重要である。

我が国の住宅市場の高コスト構造の要因として、消費者が的確な情報を入手することが困難なこと等により市場が有効に機能せず、その競争性が十分に確保されていないことが挙げられる。このため、共通のルールの下で消費者が住宅の性能・価格に関する客観的な情報を確実に入手できる条件整備等を図り、自由で競争性の高い市場へと構造改革を進める必要がある。これにより産み出される投資余力が住宅・住生活の質の向上に向かうことが期待される。

さらに、これに併せて住宅産業の新たな展開を構想しつつその構造改革を進めることが必要である。具体的にはリフォーム等の住宅に関連する各種サービスを提供するライフサイクル産業や、住生活全般にわたるサービスを提供する総合住生活産業への発展も含めて今後一層の活性化が期待されるが、良質かつ低廉な住宅の安定的供給を図るためには、品質管理、技術開発等、生産供給体制の強化・充実に係る施策を進めることが必要である。加えて、住宅供給の相当部分を担う中小住宅生産者からなる生産体制を地域住宅産業として捉え、市場競争力の強化を図ることが市場全体の競争性の向上等を図る上で重要である。

### (3) 建築主の自主的努力を活かした建築規制の実効性の確保等

建築物の安全性等の確保や周辺環境との調和は、第一義的には建築主が自己の責任において確保すべきであるという原則を再認識すべきである。特に、近年、分譲住宅供給の普及等に見られるように、建築主と最終利用者が異なる場合が増加していることを視野に入れ、的確な情報開示のもと、建築主が自覚と責任を持って工事監理や検査を活用し、自主的に建築物の品質確保や周辺環境との調和の実現を図ることを促進すべきである。

また、建築主のために設計・工事監理等を行う専門技術者としての建築士等の役割が、今後益々重要度を増すことが予想されることから、その責任と役割の明確化を図り、的確に業務が遂行される仕組みをさらに充実すべきである。

さらに、住宅については、市場において資産価値の高い長期耐用性のある住宅に対する合理的な消費者ニーズの形成を通じて、住宅の品質確保や維持管理に対する消費者の意識の向上を図ることが必要である。併せて、住宅の生産・供給者自らが、品質管理・保証等の充実により、市場における信頼性の向上を図ることを推進すべきである。

## Ⅲ. 講ずべき具体的施策

### 1. 建築物単体の基準及び建築規制制度の枠組みの在り方

#### (1) 自由度の高い新たな建築基準体系の構築

##### ① 建築基準の性能規定化

建築物の単体に関する基準については、原則として、建築物に要求される性能項目、性能水準及びその検証方法（計算方法、試験方法等）を規定する「性能規定」へと見直すべきである。

その際、要求される性能項目としては地震、強風、積雪等に対する構造安全性、火災に対する安全性、避難時の安全性、環境・衛生上の安全性等とし、これらの性能水準については国民の生命、健康、財産の保護のため

必要最低限のものとする必要がある。

なお、利用者が少なく、利用される時間も短い施設（畜舎、園芸用施設、機械収納式の倉庫等）及び屋外的利用がなされる施設（駐車施設、スポーツ練習場等の上屋等）については、その利用状況、形態等に応じた性能水準とする必要がある。

また、検証方法については国際規格等との調和に配慮する必要がある。さらに、そうした国際規格の策定を行う I S O（国際標準化機構）等の国際機関へ積極的に参画するとともに、諸外国の認証・試験・検査機関との相互認証に関する協議、海外規格の受入れ等を推進する。

## ②性能規定化に対応した審査制度等の整備

性能の検証を簡易に行えるよう、要求される性能水準へ適合しているとみなす具体的な材料、工法、寸法等の仕様を整備する。その際、国が自ら示す仕様のみならず、民間企業・団体等が作成する設計・施工要領や部材の仕様を認定する制度を創設し、多様な材料、工法等の円滑な導入を図るとともに、これらの仕様を効率的に検索できるようにするための情報システムの整備等の措置を積極的に講じる。

また、性能規定による設計及び建築確認を円滑に実施するため、設計者、建築主事に対する講習、研修等を実施するとともに、性能について評価・試験等を行う民間団体等を拡充する。

なお、超高層建築物等の特殊な建築物については、建築主事による審査が困難であることから、高度な審査能力を有する機関を活用することを検討する必要がある。

## ③技術開発の進展等に対応した規制項目の見直し

現行の規制項目のうち、室内の居住環境の確保のための規制（住宅の居室の採光、住戸内の日照確保、地階における住宅等の居室の禁止、居室の天井の高さ等）については、照明、換気、防湿等の技術の進展、住宅政策の充実等による居住水準の向上等の社会的状況の変化に鑑み、規制項目からの除外又は内容の見直しを行う。また、既に社会的使命を終えているも

の（学校の木造の校舎の基準等）についても規制項目から除外することを検討する。

一方、高齢者・身体障害者等への配慮、省エネルギー対策、省資源対策、建築材料に含まれる化学物質の影響への対策、フロン、生活排水等による環境汚染対策、防災上重要な建築物に対する要求性能の強化等の新たな社会的要請については、現段階ではハートビル法や省エネ法等の誘導的施策の充実や情報の公開、研究開発の推進、先導的な事業の推奨等を積極的に進めることを基本として対応する。

## (2) 民間企業・団体等を活用した執行体制の整備

### ① 民間企業・団体等による建築確認・検査の実施

建築主が自らの選択により、効率的で、かつ、的確に建築物の安全性等を確保することを可能とするため、一定の要件を満たし信頼の置ける民間企業・団体等が、建築主の依頼により、建築計画の確認、施工時の中間検査や工事完了時の完了検査等を実施する途を開くべきである。

このような民間企業・団体等の要件としては、技術能力として性能規定化に対応した高い確認・検査能力や一定の確認・検査組織等を有すること、保険制度の活用等による事故や紛争等に対応した責任体制を有すること、第三者性として対象建築物の設計者、工事監理者、工事施工者等との利害関係を有さないこと等が必要であり、今後、建築物の用途、規模、敷地状況等に応じた地方公共団体の関与の在り方も含め、具体的な要件を検討する必要がある。また、公正・適正な業務を確保するための厳正的確な監査と不正行為を行った者に対する厳格な処分の実施等が必要である。

さらに、適法性の確保のために必要な検査業務の内容等については、建築物の用途、規模、構造、品質確保体制等を踏まえて適切な設定が行われる必要がある。

なお、建築確認・検査を設計者等の自己認証に委ねる範囲を拡大することについては、設計・施工段階での品質確保の体制、自己審査・自己検査の公正さを担保するための方策等も含め、その可能性について今後さらに



検討する必要がある。

## ②地方公共団体の体制整備

外部の確認・検査機関の活用等により、地方公共団体の総合的な確認・検査能力の向上を図るとともに、住宅金融公庫融資住宅の審査・検査についての合理化措置を講じ、違反对策等に携わる職員の充実等の体制整備を図る。また、建築確認・検査等に要する費用負担の在り方等についても、地方の自主性に委ねることを検討する。

## ③違反对策の充実

民間による建築確認・検査を推進すること等を通じ、行政においては違反对策のための執行体制の充実を図り、違反是正等を強力に進めるとともに、罰則の適用や建築士、建築士事務所、工事施工者等に対する処分を強化するなど、総合的な違反对策を進め、規制の実効性の確保に努めるべきである。

なお、現行の違反是正手法のほかに、違反建築物所有者に対し経済的制裁を課すなどの新たな手法についても、長期的課題として検討する必要がある。

## (3) 実効性確保のための措置の充実

### ①適法性確保のための工事監理制度及び検査制度の充実

工事が適法に実施されることを確実にするため、工事監理の徹底及び検査制度の充実を図る。工事監理を徹底するための措置としては、適法性確保のため重要な事項（主要な材料の品質・性能、主要な接合部、配筋等の施工状況等）の工事監理結果について建築主事に対する報告を求めるとともに、建築主の工事監理者選任義務を徹底するための措置を検討する。

また、現在必ずしも十分に行われていない施工時の中間検査を強化するとともに、工事完了時の完了検査を徹底する。その際、検査の実施率を向上させるため、住宅金融公庫等の融資において検査の活用等を図るととも

に、建築物の概要及び検査実施等の情報を登録するデータベースを整備し、登録された情報を公開することにより受検を促す等の措置を講じる必要がある。

## ②建築士等の業務責任の明確化

建築士等の業務責任の明確化を図るため、建築設計・工事監理業務標準委託契約約款の整備等により契約慣行を改善するとともに、情報開示等の業務体制の整備を図る。

また、長期的課題として、建築設計資格者の国際交流の円滑化等に対応した建築士制度の在り方及び建築設計・工事監理に関する紛争処理体制の在り方について検討する必要がある。

## ③維持保全に関する制度の充実

既存建築物の安全性等の確保に向けて、維持保全計画の作成の徹底、定期調査・検査報告制度の充実を図るための既存建築物データベースの整備と情報の公開、他の行政機関が行う検査との連携の強化等を検討する必要がある。

## ④敷地情報の管理の充実

敷地に関し、確認申請図書の記載と実際の状況とを的確に照合できるよう、敷地情報の管理を充実する必要がある。このため、近年における地図情報システムの進展を踏まえ、建築確認申請に係るデータベースの活用により敷地台帳の一層の充実を図るとともに、敷地情報の開示について検討する必要がある。

# ツーバイフォー工法 技術基準告示の新旧対照表

## 新 告 示

平成 9 年建設省告示第 9 6 0 号

## 旧 告 示

昭和 5 7 年建設省告示第 5 6 号

## 通 達

建設省住指発第 2 5 5 号



新旧対照表

○ 昭和五十七年建設省告示第五十六号（枠組壁工法を用いた建築物等の構造方法に関する安全上必要な技術的基準を定める件）（抄）

（傍線部分は改正部分）

新	旧
<p>建築基準法施行令（昭和二十五年政令第三百三十八号。以下「令」という。）第八十条の二第一号の規定に基づき、構造耐力上主要な部分に枠組壁工法（木材で組まれた枠組に構造用合板その他これに類するものを打ち付けた床及び壁により建築物を建築する工法をいう。）を用いた建築物又は建築物の構造部分（以下「建築物等」という。）の構造方法に関する安全上必要な技術的基準を次のように定める。</p> <p>第一 階数</p> <p>地階を除く階数は三以下としなければならない。</p> <p>第二 材料</p> <p>一 構造耐力上主要な部分に使用する枠組材の品質は、構造部材の種類に応じ、次の表に掲げる規格に適合するものとしなければならない。</p>	<p>建築基準法施行令（昭和二十五年政令第三百三十八号。以下「令」という。）第八十条の二第一号の規定に基づき、<u>地階を除く階数が三以下の構造耐力上主要な部分に枠組壁工法（木材で組まれた枠組に構造用合板その他これに類するものを打ち付けた床及び壁により建築物を建築する工法をいう。）を用いた建築物又は建築物の構造部分の構造方法に関する安全上必要な技術的基準を次のように定める。</u></p> <p>第一 材料</p> <p>一 構造耐力上主要な部分に使用する枠組材の品質は、構造部材の種類に応じ、次の表に掲げる規格に適合するものとしなければならない。</p>

構造部材の種類	規 格
(一) (略)	(一)に掲げる規格、枠組壁工法構造用製材規格に規定する甲種枠組材の三級若しくは乙種枠組材のコンストラクション若しくはスタンダード又は枠組壁工法構造用たて組材規格に規定する甲種たて組材の三級若しくは乙種たて組材のコンストラクション若しくはスタンダード
(二) (略)	(略)
(三) (略)	(略)
(四) (略)	(二)に掲げる規格(構造用集成材規格に規定する非対称異等級構成集成材に係るものを除く。)又は針葉樹の地下用製材の日本農林規格(平成八年農林水産省告示第千八百五号)に規定する板頭の一級
(五) 筋かい	(略)

二 構造耐力上主要な部分に使用する床材、壁材又は屋根下地材の品質は、構造部材及び材料の種類に応じ、次の表に掲げる規格(構造耐力に係る規定に限る。)に適合するものとしなければならない。

構造部材の種類	材料の種類	規 格
(一) 屋外に面する部分に用いる製材又は常時浸潤の状態となるおそれのある部分に用いる製材	構造用合板	(略)
	パーティクルボード	日本工業規格A五九〇八(パーティクルボード)一〇九九四に規定する一八タイプ、一三タイプ、二四一〇タイプ、一七・五一一〇・五タイプ又は三〇一五タイプ
	ハードボード	日本工業規格A五九〇五(繊維板)一〇九九四に規定するハードタイプ又は四五タイプ
	硬質木片セメント板	日本工業規格A五四一七(木片セメント板)一〇九九二に規定する硬質木片セメント板
	フレキシブル板	日本工業規格A五四三〇(繊維強化セメント板)一〇九九五に規定するフレキシブル板
	石綿パラライト板	日本工業規格A五四三〇(繊維強化セメント板)一〇九九五に規定する〇・八パラライト板
石綿けい酸カルシ	日本工業規格A五四三〇(繊維強化セメント板)一〇九九五	

構造部材の種類	規 格
(一) (略)	(一)に掲げる規格、枠組壁工法構造用製材規格に規定する甲種枠組材の三級若しくは乙種枠組材のコンストラクション若しくはスタンダード
(二) (略)	(略)
(三) (略)	(略)
(四) (略)	(二)に掲げる規格(構造用集成材規格に規定する非対称異等級構成集成材に係るものを除く。)又は製材の日本農林規格(昭和四十七年農林水産省告示第千八百九十二号)に規定する針葉樹の製材の板頭の特等若しくは一級
(五) 筋かい	(略)

二 構造耐力上主要な部分に使用する床材、壁材又は屋根下地の品質は、構造部材及び材料の種類に応じ、次の表に掲げる規格(構造耐力に係る規定に限る。)に適合するものとしなければならない。

構造部材の種類	材料の種類	規 格
(一) 屋外に面する部分に用いる製材又は常時浸潤の状態となるおそれのある部分に用いる製材	構造用合板	(略)
	パーティクルボード	日本工業規格A五九〇八(パーティクルボード)一〇九九六に規定する二〇〇タイプ、一五〇タイプ、二四〇一〇〇タイプ又は一七五一一〇五タイプ
	ハードボード	日本工業規格A五九〇七(硬質繊維板)一〇九九七に規定する四五又は三五〇
	硬質木片セメント板	日本工業規格A五四一七(木片セメント板)一〇九九九に規定する〇・九C
	フレキシブル板	日本工業規格A五四〇三(石綿スレート)一〇九八〇に規定するフレキシブル板
	石綿パラライト板	日本工業規格A五四一三(石綿セメントパラライト板)一〇九九九に規定する〇・八P又は〇・八P・A
石綿けい酸カルシ	日本工業規格A五四一八(石綿セメントけい酸カルシウム板)	

(三)		(二)			
床材又は厨櫃下地材		堅材		(一)に掲げる部分以外の部分に用いる	
切	硬質木片セメント	構造用合板	せつこうボード	ラスシート	ウム板
	硬質木片セメント	構造用パネル	せつこうボード	ラスシート	炭酸マグネシウム板
	硬質木片セメント	構造用パネル	せつこうボード	ラスシート	炭酸マグネシウム板
	硬質木片セメント	構造用パネル	せつこうボード	ラスシート	炭酸マグネシウム板
	硬質木片セメント	構造用パネル	せつこうボード	ラスシート	炭酸マグネシウム板
	硬質木片セメント	構造用パネル	せつこうボード	ラスシート	炭酸マグネシウム板
	硬質木片セメント	構造用パネル	せつこうボード	ラスシート	炭酸マグネシウム板
	硬質木片セメント	構造用パネル	せつこうボード	ラスシート	炭酸マグネシウム板
	硬質木片セメント	構造用パネル	せつこうボード	ラスシート	炭酸マグネシウム板
	硬質木片セメント	構造用パネル	せつこうボード	ラスシート	炭酸マグネシウム板

三 構造耐力上主要な部分に使用するくぎ又はねじの品質は、日本工業規格 A 五五五二 (太め鉄丸くぎ) 一一九七七、日本工業規格 A 五五五三 (せつこうボード用くぎ) 一一九八七、日本工業規格 A 五五五三 (シーディングインシュレーションファイバーボード用くぎ) 一一九七七、日本工業規格 A 五五五四 (ステンレス鋼くぎ) 一一九七八、日本工業規格 A 五五五五 (細め鉄丸くぎ) 一一九八九、日本工業規格 B 一一一二 (十字穴付き木ねじ)

(三)		(二)			
床材又は厨櫃下地材		堅材		(一)に掲げる部分以外の部分に用いる	
切	硬質木片セメント	構造用合板	せつこうボード	ラスシート	ウム板
	硬質木片セメント	構造用パネル	せつこうボード	ラスシート	炭酸マグネシウム板
	硬質木片セメント	構造用パネル	せつこうボード	ラスシート	炭酸マグネシウム板
	硬質木片セメント	構造用パネル	せつこうボード	ラスシート	炭酸マグネシウム板
	硬質木片セメント	構造用パネル	せつこうボード	ラスシート	炭酸マグネシウム板
	硬質木片セメント	構造用パネル	せつこうボード	ラスシート	炭酸マグネシウム板
	硬質木片セメント	構造用パネル	せつこうボード	ラスシート	炭酸マグネシウム板
	硬質木片セメント	構造用パネル	せつこうボード	ラスシート	炭酸マグネシウム板
	硬質木片セメント	構造用パネル	せつこうボード	ラスシート	炭酸マグネシウム板
	硬質木片セメント	構造用パネル	せつこうボード	ラスシート	炭酸マグネシウム板

「一九七四又は日本工業規格B一一二五（十字穴付きドリリングタッピングねじ）一一九八四に適合するものとしなければならない。」

### 三 (略)

## 第三 土台及び基礎

### 一 (略)

二 土台は、次に定めるところにより、一体の鉄筋コンクリート造又は無筋コンクリート造の布基礎（地階を除く階数が三の建築物又は地階を除く階数が二である建築物で特定行政庁が令第四十二条第一項の規定によつて指定した区域内におけるものにあつては、一体の鉄筋コンクリート造の布基礎）に、直径十二ミリメートル以上、長さ三十五センチメートル以上のアンカーボルトで緊結しなければならぬ。

イ 布基礎は、その幅を十二センチメートル（地階を除く階数が三である建築物にあつては、十五センチメートル）以上、地面からその上端までの高さを三十センチメートル以上とすること。

### 四 (略)

## 第二 土台及び基礎

### 一 (略)

二 土台は、次に定めるところにより、一体の鉄筋コンクリート造又は無筋コンクリート造の布基礎（地階を除く階数が三の建築物又は地階を除く階数が二である建築物で特定行政庁が令第四十二条第一項の規定によつて指定した区域内におけるものにあつては、一体の鉄筋コンクリート造の布基礎）に、直径十二ミリメートル以上、長さ三十五センチメートル以上のアンカーボルトで緊結しなければならぬ。

イ 布基礎は、その幅を十二センチメートル（地階を除く階数が三である建築物にあつては、十五センチメートル）以上、地盤面からその上端までの高さを三十センチメートル以上とすること。



ロ、ニ (略)

三・四 (略)

#### 第四 床

一・二 (略)

三 床根太相互及び床根太と側根太の間隔(以下「床根太間隔」という。)は、六十五センチメートル以下としなければならない。

四・五 (略)

六 床材は、厚さ十五ミリメートル以上の構造用合板、厚さ十八ミリメートル以上のパーティクルボード又は構造用パネル(構造用パネル規格に規定する一級のものに限る。)としなければならない。ただし、床根太間隔を五十センチメートル以下とする場合においては、厚さ十二ミリメートル以上の構造用合板、厚さ十五ミリメートル以上のパーティクルボード又は構造用パネル(構造用パネル規格に規定する一級、二級又は三級(床根太相

ロ、ニ (略)

三・四 (略)

#### 第三 床

一・二 (略)

三 床根太相互及び床根太と側根太の間隔は、六十センチメートル以下としなければならない。

四・五 (略)

六 床材は、厚さ十五ミリメートル以上の構造用合板、厚さ十八ミリメートル以上のパーティクルボード又は構造用パネル(構造用パネル規格に規定する一級のものに限る。)としなければならない。ただし、床根太相互及び床根太と側根太の間隔を五十センチメートル以下とする場合においては、厚さ十二ミリメートル以上の構造用合板、厚さ十五ミリメートル以上のパーティクルボード又は構造用パネル(構造用パネル規格に規定する一級



(三)	床の枠組分	BN五〇		十センチメートル以下	二百八十キログラム
	と床材	CN五〇		二十センチメートル以下	一米ートル当たり
	その他の部分	BN五〇		十五センチメートル以下	二百十キログラム

この表のくぎの種類は、日本工業規格A五五〇八(くぎ)―一九九二に規定する規格を表すものとする。以下第五の第十四号及び第七の第九号の表において同様とする。

八 大引き及び床つかを用いる場合、床梁を用いる場合、布基礎を鉄筋コンクリート造とする場合又は床を鉄筋コンクリート造若しくは無筋コンクリート造とする場合において、前各号に規定するものと同等以上の効力を有する方法により床を構成するものについては、これらの規定は、適用しない。

第五 耐力壁等

一〜五 (略)

六 外壁の耐力壁線相互の交さ部(以下この号において「交さ部」という。)には、長さ九十センチメートル以上の耐力壁を二以上設けなければならぬ。ただし、交さ部をこれと同等以上に構造耐

(四)	床の枠組と床材	BN七五		建築材の一冠	三十八センチメートル以下
		CN五〇		一枚の床材につき厚み部分十五センチメートル以下	
	その他の部分	BN五〇		一枚の床材につき外周部分は十センチメートル以下、その他の部分は十五センチメートル以下	

この表において、CN九〇、CN七五、CN六五及びCN五〇は、それぞれ、日本工業規格A五五〇八(太め鉄丸くぎ)―一九七七に定めるCN九〇、CN七五、CN六五及びCN五〇を、BN九〇、BN七五、BN六五及びBN五〇は、それぞれ、日本工業規格A五五〇八(細め鉄丸くぎ)―一九八九に定めるBN九〇、BN七五、BN六五及びBN五〇をいう。以下第四の第十四号及び第六の第九号の表において同様とする。

八 大引き及び床つかを用いる場合、布基礎を鉄筋コンクリート造とする場合又は床を鉄筋コンクリート造若しくは無筋コンクリート造とする場合において、前各号に規定するものと同等以上の効力を有する方法により床を構成するものについては、これらの規定は、適用しない。

第四 耐力壁等

一〜五 (略)

六 外壁の耐力壁線相互の交さ部には、長さ九十七センチメートル以上の耐力壁を二以上設けなければならぬ。ただし、外壁の耐力壁線相互の交さ部をこれと同等以上に構造耐力上有効に補強した場

力上有効に補強した場合において、交さ部に接する開口部又は交さ部からの距離が九十センチメートル未満の開口部で、幅（交さ部から開口部までの距離を含み、外壁の双方に開口部を設ける場合は、それらの幅の合計とする。）が四メートル以下のものを設けるときは、この限りでない。

七十三 (略)

十四 壁の各部材相互及び壁と床、頭つなぎ又はまぐさ受けとは、次号を適用する場合を除き、次の表の緊結する部分の欄に掲げる区分に応じ、それぞれ同表の緊結の方法の欄に掲げるとおり緊結しなければならぬ。ただし、構造計算又は実験によつて接合部の短期応力に対する許容せん断応力が次の表の許容せん断応力の欄に掲げる数値以上であることが確かめられた場合においては、この限りでない。

壁		許容せん断応力
せん断	引張	
せん断	引張	同一所当たり 百キログラム
せん断	引張	
せん断	引張	同一所当たり 百キログラム
せん断	引張	
せん断	引張	同一所当たり 百キログラム
せん断	引張	
せん断	引張	同一所当たり 百キログラム
せん断	引張	
せん断	引張	同一所当たり 百キログラム
せん断	引張	

合においては、外壁双方に幅二メートル以下の開口部を設けることができる。

七十三 (略)

十四 壁の各部材相互及び壁と床、頭つなぎ又はまぐさ受けとは、それぞれ、次の表に掲げるとおり緊結しなければならぬ。ただし、建設大臣が次の表に掲げるものと同等以上の効力を有すると認める方法により緊結するものについては、この限りでない。

壁		許容せん断応力
せん断	引張	
せん断	引張	同一所当たり 百キログラム
せん断	引張	
せん断	引張	同一所当たり 百キログラム
せん断	引張	
せん断	引張	同一所当たり 百キログラム
せん断	引張	
せん断	引張	同一所当たり 百キログラム
せん断	引張	
せん断	引張	同一所当たり 百キログラム
せん断	引張	

品名	規格	寸法	重量	(一) 下枠と束		(二) 上枠と頭ひなき	(三) 上枠と頭ひなき	(四) たて枠とたて枠又ははまぐき受け	(五) 壁の枠組と筋かいの両方
				他の筋	筋の他の筋				
壁用	BZ六五	下枠、たて枠及び上枠	百十キログラム		二十五センチメートル以下				
壁用	CZ六五	下枠、たて枠及び上枠							
壁用	BZ七五	下枠、たて枠及び上枠							
壁用	CZ七五	下枠、たて枠及び上枠							
壁用	BZ九〇	下枠、たて枠及び上枠							
壁用	CZ九〇	下枠、たて枠及び上枠							
壁用	BZ九〇	下枠、たて枠及び上枠							
壁用	CZ九〇	下枠、たて枠及び上枠							
壁用	BZ九〇	下枠、たて枠及び上枠							
壁用	CZ九〇	下枠、たて枠及び上枠							

品名	規格	寸法	重量	(一) 下枠と束の枠組		(二) 上枠と頭ひなき	(三) 上枠と頭ひなき	(四) たて枠とたて枠又ははまぐき受け	(五) 壁の枠組と筋かい
				右筋以外の筋	筋の他の筋				
壁用	BZ六五	下枠、たて枠及び上枠	百十キログラム						
壁用	CZ六五	下枠、たて枠及び上枠							
壁用	BZ七五	下枠、たて枠及び上枠							
壁用	CZ七五	下枠、たて枠及び上枠							
壁用	BZ九〇	下枠、たて枠及び上枠							
壁用	CZ九〇	下枠、たて枠及び上枠							
壁用	BZ九〇	下枠、たて枠及び上枠							
壁用	CZ九〇	下枠、たて枠及び上枠							
壁用	BZ九〇	下枠、たて枠及び上枠							
壁用	CZ九〇	下枠、たて枠及び上枠							

十五 壁の枠組と壁材とは、次の表に掲げるとおり緊結しなければならぬ。ただし、建設大臣が次の表に掲げるものと同等以上の効力を有すると認める方法により緊結するものについては、この限りでない。

壁材の種類	くぎ又はねじの種類	くぎ又はねじの本数	くぎ又はねじの埋込深さ
構造用合板、パーティクルボード、ハードボード、構造用パネル、硬質木片セメント板、ラスシート又は第三種の規定により建設大臣が定める石膏	C H Z Q	II	壁材の外周部は十センチメートル以下、他の部分の埋込深さは二十センチメートル以下
			壁材の外周部は七・五センチメートル以下、他の部分の埋込深さは二十センチメートル以上

この表において、GN四〇は日本工務規格A五五五(二)せつこうボード用くぎ、一一九七七に定めるGN四〇を、SZN四〇は日本工務規格A五五五(三)シーティングインシチュレーションファイバーボード用くぎ、一一九七七に定めるSZN四〇を、SFN四五は日本工務規格A五五五(四)ステンレス鋼くぎ、一一九七八に定めるSFN四五を、WSNは日本工務規格B一一二(十)十字穴付きねじ、一一九七四に定める呼び径三・八ミリメートルで、長さ三十二ミリメートル以上のものを、DTSNは日本工務規格B一一二(五)十字穴付きドリリングタッピングねじ、一一九八四に定める呼び径四ミリメートルで、長さ二十八ミリメートル以上のものをそれぞれいう。	壁材が壁材である場合	GN四〇 SFN四五	下部は二本 及び上部は二本	「他の部分」は三十センチメートル以下
	壁材が壁材である場合	GN四〇 SFN四五	下部は二本 及び上部は二本	「他の部分」は三十センチメートル以下
	壁材がフレキシブル板、石膏、ハライト板、石綿板、硬質カルクシウム板又は硬質マニツキシウム板である場合	GN四〇 SFN四五	下部は二本 及び上部は二本	「他の部分」は三十センチメートル以下
	壁材が壁材である場合	GN四〇 SFN四五	下部は二本 及び上部は二本	「他の部分」は三十センチメートル以下

鋼材	B <sub>N</sub> 五〇	下枠、たて枠 及び上枠		
	C <sub>N</sub> 五〇	二本		
プレキシブル板、石綿パーライト板、石綿 けい酸カルシウム板又は炭酸マグネシウム 板	S <sub>F</sub> N四四〇			鋼材の外周部分は十五センチメートル以下、その他の部分は三十センチメートル以下
	G <sub>N</sub> F四四〇			
シーリングボード	S <sub>N</sub> 四〇			鋼材の外周部分は十センチメートル以下、その他の部分は二十センチメートル以下
	D <sub>T</sub> S <sub>N</sub>			
セメントボード	W <sub>S</sub> N			鋼材の外周部分は十センチメートル以下、その他の部分は二十センチメートル以下
	S <sub>F</sub> N四四五			
ポルセメント板	S <sub>F</sub> N四四五			鋼材の外周部分は十センチメートル以下、その他の部分は二十センチメートル以下
	G <sub>N</sub> F四四〇			
	B <sub>N</sub> 五〇			鋼材の外周部分は十五センチメートル以下

この表において、S<sub>F</sub>N四四五、C<sub>N</sub>五〇、B<sub>N</sub>五〇、G<sub>N</sub>F四四〇及びS<sub>N</sub>四〇は、それぞれ、日本工業規格A五五〇八(くき)一一九九二に規定するS<sub>F</sub>N四四五、C<sub>N</sub>五〇、B<sub>N</sub>五〇、G<sub>N</sub>F四四〇及びS<sub>N</sub>四〇を、W<sub>S</sub>Nは、日本工業規格B一一二二(十字穴付き木ねじ)一一九九五に適合する十字穴付き木ねじであつて、呼び径及び長さが、それぞれ、三・八ミリメートル及び三十二ミリメートル以上のものを、D<sub>T</sub>S<sub>N</sub>は、日本工業規格B一一二五(ドリリングタングステンねじ)一一九九五に適合するドリリングタングステンねじであつて、頭部の形状による種類、呼び径及び長さが、それぞれ、トラヘッド、四・二ミリメートル及び三十三ミリメートル以上のものを表すものとする。

十六 地階の壁は、鉄筋コンクリート造としなければならぬ。ただし、直接土に接する部分及び地面から三十センチメートル以内の外周の部分以外の壁は、これに作用する荷重及び外力に対して、第

十七 地階の壁は、鉄筋コンクリート造としなければならぬ。ただし、直接土に接する部分及び地面から三十センチメートル以内の外周の部分以外の壁は、これに作用する荷重及び外力に対して、第

一号及び第三号から前号までの規定に準じ、構造耐力上安全なものとした枠組壁工法による壁とすることができる。

## 第六 根太等の横架材

(略)

## 第七 小屋

一〇七 (略)

八 屋根下地材は、厚さ十二ミリメートル以上の構造用合板、厚さ十五ミリメートル以上のパーティクルボード又は構造用パネル（構造用パネル規格に規定する一級若しくは二級のものに限る。）としなければならない。ただし、たるき相互の間隔を五十センチメートル以下とする場合においては、厚さ九ミリメートル以上の構造用合板、厚さ十二ミリメートル以上のパーティクルボード、構造用パネル（たるき相互の間隔が三十一センチメートルを超える場合においては、構造用パネル規格に規定する一級、二級若しくは三級のものに限る。）又は厚さ十五ミリメートル以上の硬質木片セメント板（たるき相互の間隔が三十一センチメー

一号及び第三号から前号までの規定に準じ、構造耐力上安全なものとした枠組壁工法による壁とすることができる。

## 第五 根太等の横架材

(略)

## 第六 小屋

一〇七 (略)

八 屋根下地は、厚さ十二ミリメートル以上の構造用合板、厚さ十五ミリメートル以上のパーティクルボード又は構造用パネル（構造用パネル規格に規定する一級若しくは二級のものに限る。）としなければならない。ただし、たるき相互の間隔を五十センチメートル以下とする場合においては、厚さ九ミリメートル以上の構造用合板、又は厚さ十二ミリメートル以上のパーティクルボード又は構造用パネル（たるき相互の間隔が三十一センチメートルを超える場合においては、構造用パネル規格に規定する一級、二級若しくは三級のものに限る。）とすることができる。



トルを超える場合においては、厚さ十八ミリメートル以上のものに限る。」とすることができ。

九 小屋組の各部材相互及び小屋組の部材と頭つなぎ又は屋根下地材とは、次の表の緊結する部分の欄に掲げる区分に応じ、それぞれ同表の緊結の方法の欄に掲げるとおり緊結しなければならない。ただし、構造計算又は実験によつて接合部の短期応力に対する許容せん断応力が次の表の許容せん断応力の欄に掲げる数値以上であることが確かめられた場合においては、この限りでない。

(四)		(三)		(二)		(一)	
地材	その他の部分	たるき、天井根太又はトラスと頭つなぎ		たるきと天井根太		たるきと天井根太	
屋根下地材	外周部分	B N 六五	B N 七五	C N 七五	B N 七五	C N 七五	C N 九〇
たるき又はトラス	屋根下地材の	B N 六五	B N 七五	C N 七五	B N 七五	C N 七五	C N 九〇
外周部分	外周部分	B N 六五	B N 七五	C N 七五	B N 七五	C N 七五	C N 九〇
その他の部分	その他の部分	B N 六五	B N 七五	C N 七五	B N 七五	C N 七五	C N 九〇
許容せん断応力	許容せん断応力	百十キログラム	百十キログラム	百七十キログラム	百七十キログラム	百四十キログラム	百四十キログラム
くぎの種類	くぎの本数	三本	三本	四本	三本	四本	三本
くぎの間隔	くぎの間隔	〃	〃	〃	〃	〃	〃
許容せん断応力	許容せん断応力	百十キログラム	百十キログラム	百七十キログラム	百七十キログラム	百四十キログラム	百四十キログラム
くぎの種類	くぎの本数	三本	三本	四本	三本	四本	三本
くぎの間隔	くぎの間隔	〃	〃	〃	〃	〃	〃
許容せん断応力	許容せん断応力	百十キログラム	百十キログラム	百七十キログラム	百七十キログラム	百四十キログラム	百四十キログラム
くぎの種類	くぎの本数	三本	三本	四本	三本	四本	三本
くぎの間隔	くぎの間隔	〃	〃	〃	〃	〃	〃
許容せん断応力	許容せん断応力	百十キログラム	百十キログラム	百七十キログラム	百七十キログラム	百四十キログラム	百四十キログラム

九 小屋組の各部材相互及び小屋組の部材と頭つなぎ又は屋根下地材とは、それぞれ、次の表に掲げるとおり緊結しなければならない。ただし、建設大臣が次の表に掲げるものと同等以上の効力を有すると認める方法により緊結するものについては、この限りでない。

(四)		(三)		(二)		(一)	
地材	その他の部分	たるき、天井根太又はトラスと頭つなぎ		たるきと天井根太		たるきと天井根太	
屋根下地材	外周部分	B N 六五	B N 七五	C N 七五	B N 七五	C N 七五	C N 九〇
たるき又はトラス	屋根下地材の	B N 六五	B N 七五	C N 七五	B N 七五	C N 七五	C N 九〇
外周部分	外周部分	B N 六五	B N 七五	C N 七五	B N 七五	C N 七五	C N 九〇
その他の部分	その他の部分	B N 六五	B N 七五	C N 七五	B N 七五	C N 七五	C N 九〇
許容せん断応力	許容せん断応力	百十キログラム	百十キログラム	百七十キログラム	百七十キログラム	百四十キログラム	百四十キログラム
くぎの種類	くぎの本数	三本	三本	四本	三本	四本	三本
くぎの間隔	くぎの間隔	〃	〃	〃	〃	〃	〃
許容せん断応力	許容せん断応力	百十キログラム	百十キログラム	百七十キログラム	百七十キログラム	百四十キログラム	百四十キログラム
くぎの種類	くぎの本数	三本	三本	四本	三本	四本	三本
くぎの間隔	くぎの間隔	〃	〃	〃	〃	〃	〃
許容せん断応力	許容せん断応力	百十キログラム	百十キログラム	百七十キログラム	百七十キログラム	百四十キログラム	百四十キログラム

十 実験又は計算によつて構造耐力上安全であることが確かめられた場合を除き、小屋の屋根又は外壁（以下「屋根等」という。）に設ける開口部の幅は二メートル以下とし、かつ、その幅の合計は当該屋根等の下端の幅の二分の一以下としなければならぬ。ただし、構造耐力上有効な補強を行つた開口部であつて次のイからハまでに該当するものは、その幅を三メートル以下とすることができる。

イ 小屋の屋根に設けられるものであること。

ロ 屋根の端部からの距離が一メートル以上であること。

ハ 他の開口部からの距離が二メートル以上であること。

十一・十二 (略)

第八 防腐措置等

一〜三 (略)

第九 構造計算によつて構造耐力上安全であることが確かめられた建築物等

十 小屋の屋根又は外壁（以下「屋根等」という。）に設ける開口部の幅は二メートル以下とし、かつ、その幅の合計は当該屋根等の下端の幅の二分の一以下としなければならぬ。ただし、実験又は計算によつて構造耐力上安全であることが確かめられた場合においては、この限りでない。

十一・十二 (略)

第七 防腐措置等

一〜三 (略)

第八 適用除外

一 次のイ及びロに該当する建築物等については、第一から第七までの規定は適用しない。

イ 次の(1)から(5)までに定めるところにより行う構造計算によつて構造耐力上安全であることが確かめられたもの

(1) 令第八十二条各号に定めるところによること。

(2) 構造耐力上主要な部分に使用する構造部材相互の接合部がその部分の存在応力を伝えることができるものであることを確かめること。

(3) 建築物等の地上部分について、令第八十七条第一項に規定する風圧力（以下「風圧力」という。）によつて各階に生じる水平方向の層間変位の当該各階の高さに対する割合が二百分の一（風圧力による構造耐力上主要な部分の変形によつて建築物等の部分に著しい損傷が生じるおそれのない場合にあつては、百二十分の一）以内であることを確かめること。

(4) 建築物等の地上部分について、令第八十八条第一項に規定する地震力（以下「地震力」という。）によつて各階に生じる水平方向の

一 次のイからホまでに定めるところにより行う構造計算によつて構造耐力上安全であることが確かめられた建築物又は建築物の構造部分については、第三の第七号、第四の第四号及び第十四号並びに第六の第九号の規定は適用しない。

イ 令第三章第八節第二款に規定する荷重及び外力によつて建築物の構造耐力上主要な部分に生ずる応力を計算すること。

ロ イの構造耐力上主要な部分の断面に生ずる長期及び短期の各応力度を令第八十二条第二号の表に掲げる組合せによる各応力の合計によつて計算すること。

ハ ロの規定によつて計算した長期及び短期の各応力度が、それぞれ令第三章第八節第三款の規定による長期の応力又は短期の応力に対する各許容応力度を超えないことを確かめること。

ニ 構造耐力上主要な部分に使用する構造部材相互の接合部がその部分の存在応力を伝えることができるものであることを確かめること。

ホ 必要がある場合においては、構造耐力上主要な部分である構造部材の変形又は振動によつて建築物の使用上の支障が起こらないことを確かめること。

層間変位の当該各階の高さに対する割合が二百分の一（地震力による構造耐力上主要な部分の変形によつて建築物等の部分に著しい損傷が生じるおそれのない場合にあつては、百分の二）以内であることを確かめること。

(5) 建築物等の地上部分について、令第八十二条の四各号に定めるところによること。

ロ 構造耐力上主要な部分のうち、直接土に接する部分及び地面から三十センチメートル以内の外周の部分が、鉄筋コンクリート造、鉄骨造その他腐朽及びしろありその他の虫による害で構造耐力上支障のあるものを生じるおそれのない構造であること。

二 次のイ及びロに定めるところにより行う構造計算によつて構造耐力上安全であることが確かめられた建築物等については、第四の第二号（床根太の支点間の距離に係る部分に限る。）及び第七号、第五の第四号、第五号、第十一号、第十四号及び第十五号並びに第七の第九号の規定は適用しない。

イ 前号イ(1)及び(2)に定めるところによること。

ロ 建築物等の地上部分について、令第八十二条

二 次のイ及びロに定めるところにより行う構造計算によつて構造耐力上安全であることが確かめられた建築物又は建築物の構造部分については、第三の第二号（床根太の支点間の距離に係る部分に限る。）並びに第四の第五号及び第十一号の規定は適用しない。

イ 前号イからホまでに定めるところによること。

ロ 建築物の地上部分について、各階の偏心率を令第八十二条の三第二号に規定する式によつて計算し、それらの偏心率がそれぞれ百分の十五を超えないことを確かめること。

の三第二号に定めるところによること。

三 第一号イ(1)及び(2)に定めるところにより行う構造計算によつて構造耐力上安全であることが確かめられた建築物等については、第四の第七号、第五の第四号、第十四号及び第十五号並びに第七の第九号の規定は適用しない。

建設省住指発第255号

平成9年5月30日

都道府県建築主務部長 殿

建設省住宅局建築指導課長

## 枠組壁工法の技術的基準の運用について

標記については、昭和57年2月5日付け建設省住指発第19号、昭和61年4月24日付け建設省住指発第110号、昭和63年4月1日付け建設省住指発第112号及び平成4年4月7日付け建設省住指発第120号をもって貴職あて通知したところであるが、今般、昭和57年建設省告示第56号（以下「告示」という。）の一部が、別添のとおり、平成9年建設省告示第960号（以下「改正告示」という。）により改正された。

改正告示は、平成9年6月1日から施行されるが、その運用に当たっては下記の事項を参考とし、遺憾のないよう取り扱われたい。

また、貴管下特定行政庁に対しても、この旨、周知方お願いする。

## 記

## 1. 改正の趣旨

枠組壁工法を用いた建築物等の構造方法に関する安全上必要な技術的基準として、仕樣的な基準（改正告示による改正後の告示（以下「新告示」という。）第1から第8まで）に加え、構造計算によって構造耐力上安全であることが確かめられた建築物等に関する基準（新告示第9）を定め、構造計算によって構造耐力上安全であることが確かめられた建築物等については仕樣的な基準によらなくてもよいこととするとともに、従来の規定の合理化等を行った。

## 2. 主な改正点

## (1) 適用対象

改正告示による改正前の告示（以下「旧告示」という。）は、適用対象を地階

を除く階数が3以下のものとしていたが、階数による適用対象の限定を行わないこととするとともに、仕様のな基準の一つとして新たに階数に関する基準を定め、地階を除く階数が3以下でなければならないこととした。（新告示第1）

(2) 構造計算によって構造耐力上安全であることが確かめられた建築物等に関する基準の整備

構造計算によって構造耐力上安全であることが確かめられた建築物等については、防腐措置等に関する基準（新告示第8）を除き、仕様のな基準（新告示第1から第7まで）の全部又は一部を適用しないこととした。（新告示第9）

(3) 床材及び屋根下地材に使用する材料の種類追加等

構造耐力上主要な部分に使用する材料の品質として規定する日本工業規格及び日本農林規格について、これらの規格の改正等を踏まえ所要の改正を行うとともに、床材及び屋根下地材に使用する材料の種類として新たに「硬質木片セメント板」を追加した。（新告示第2第1号及び第2号、第4第6号及び第7号、第5第14号及び第15号並びに第7第8号及び第9号）

併せて、旧告示に適合する材料も引き続き使用できるよう所要の経過措置を設けた。（改正告示附則第2項及び第3項）

(4) 構造耐力上主要な部分に使用する構造部材相互の接合部の緊結方法に関する基準の合理化

構造耐力上主要な部分に使用する構造部材相互の接合部（以下「主要接合部」という。）の緊結方法は、くぎ又はねじの種類、本数及び間隔による基準に適合するもののほか、構造計算又は実験によって短期応力に対する許容せん断応力が一定の数値以上であることが確認されたものによることができることとした。（新告示第4第7号、第5第14号及び第7第9号）

これに伴い、主要接合部に使用するくぎ又はねじの品質は、必ずしも日本工業規格に適合するものとする必要がないこととした。（旧告示第1第3号の規定を削除）

ただし、壁の枠組と壁材との緊結方法は、従来どおりくぎ又はねじの種類、本数及び間隔による基準に適合するものによることとしている。（新告示第5第15号）

(5) 床梁を用いる場合の基準の整備

大引き及び床つかを用いる場合等に加えて、床梁を用いる場合においても新告示第4第1号から第7号までに規定するものと同様以上の効力を有する方法により床を構成するものについては、これらの規定は適用しないこととした。（新告示第4第8号）

#### (6) 外壁の耐力壁線相互の交さ部に設ける開口部に関する基準の合理化

外壁の耐力壁線相互の交さ部を構造耐力上有効に補強した場合は、当該交さ部に接して外壁双方にそれぞれ幅2メートル以下の開口部を設けることができることとしていたが、これを、外壁双方の開口部の幅の合計が4メートル以下であればよいこととした。(新告示第5第6号)

#### (7) 小屋の屋根に設ける開口部に関する基準の合理化

小屋の屋根に設ける開口部の幅は2メートル以下としなければならないこととしていたが、一定の基準に適合するものについては幅を3メートル以下とすることができることとした。(新告示第7第10号)

### 3. 運用方針

#### (1) 構造計算について

##### イ 風圧力

構造計算において用いる風圧力は、令第87条に定めるところによること。この場合において、建築物が市街地にあること等により、建築物に近接してその建築物を風の方向に対して有効に遮る他の建築物等がある場合には、同条3項の規定に基づきその方向における速度圧を適切に低減することができることに留意すること。

##### ロ 木材の許容応力度

構造計算において用いる木材の繊維方向の許容応力度については、最新の試験結果等に基づき、昭和63年4月1日付け建設省住指発第112号(以下「通達112号」という。)の別紙「枠組壁工法枠組材許容応力度表」を別紙1「枠組壁工法構造用製材許容応力度表」に、平成4年4月7日付け建設省住指発第120号(以下「通達120号」という。)の別紙のうち「枠組壁工法構造用たて継ぎ材許容応力度表」を別紙2「枠組壁工法構造用たて継ぎ材許容応力度表」にそれぞれ改める。

##### ハ 保有水平耐力の計算

第9第1号イ(5)に規定する構造計算(保有水平耐力の計算)を行うに当たっては、昭和56年5月1日付け建設省住指発第96号の第2の5.保有水平耐力によること。この場合において、耐力壁の脚部に係るものについては、引抜き力を考慮してその安全性を確認すること。

#### (2) 昭和57年2月5日付け建設省住指発第19号及び第20号、昭和61年4月24日付け建設省住指発第110号、通達112号並びに通達120号の取扱いについて



改正告示により改められた部分以外の部分に対応する上記通達の取扱いについては従来どおりであるので、今後ともこれらの通達を参考とされたい。この場合において、これら通達中改正告示による改正前の告示の規定を引用している部分については、それぞれ当該規定に対応する改正後の告示の規定に読み替えて運用されたい。

枠組壁工法構造用製材許容応力度表

(1) 寸法形式 104、203、204 又は 404 の場合

樹種 グループ の略号	樹種群 の略号	規 格		長期応力に対する 許 容 応 力 度 (単位 kg/cm <sup>2</sup> )				短期応力に対する 許 容 応 力 度 (単位 kg/cm <sup>2</sup> )			
				圧縮	引張 り	曲げ	せん 断	圧縮	引張 り	曲げ	せん 断
S I	D Fir-L	甲 種 枠組材	特 級	87	81	122	8	長期応力に対する圧縮、引張り、曲げ又はせん断のそれぞれの数値の2倍とする。			
			1 級	74	55	82	8				
			2 級	65	49	72	8				
			3 級	37	28	42	8				
		乙 種 枠組材	コンストラクション	72	37	55	8				
			スタンダード ユティリティ	59	21	31	8				
	Hem-Tam	甲 種 枠組材	特 級	61	45	98	7				
			1 級	51	28	61	7				
			2 級	42	22	45	7				
			3 級	24	12	28	7				
乙 種 枠組材		コンストラクション	47	15	33	7					
		スタンダード ユティリティ	38	9	18	7					
S II	Hem-Fir	甲 種 枠組材	特 級	80	75	115	7				
			1 級	69	49	78	7				
			2 級	63	41	69	7				
			3 級	36	24	40	7				
		乙 種 枠組材	コンストラクション	67	31	52	7				
			スタンダード ユティリティ	56	17	29	7				
	S-P-F又は Spruce- Pine-Fir	甲 種 枠組材	特 級	69	56	102	6				
			1 級	61	40	74	6				
			2 級	58	37	72	6				
			3 級	34	22	42	6				
乙 種 枠組材	コンストラクション	62	28	54	6						
	スタンダード	53	16	30	6						

			ユティリティ	34	7	14	6
	W Cedar	甲種 枠組材	特級	51	47	79	6
			1級	42	33	57	6
			2級	33	33	55	6
			3級	19	20	32	6
		乙種 枠組材	コンストラクション	38	23	39	6
			スタンダード	29	14	22	6
			ユティリティ	19	6	11	6

(2) 104、203、204及び404以外の寸法形式の場合

上記の表の数値に、寸法形式及び応力の種類に応じて以下の表に掲げる数値を乗じた数値とする。

応力の種類 寸法形式		圧縮			引張り			曲げ			せん断		
		0.96			0.84			0.84			1.00		
106	206	0.96			0.84			0.84			1.00		
406													
208	408	0.93			0.75			0.75					
210		0.91			0.68			0.68					
212		0.89			0.63			0.63					

枠組壁工法構造用たて継ぎ材許容応力度表

(1) 寸法形式 104 又は 204 の場合

樹種 グループ の略号	樹種群 の略号	規 格		長期応力に対する 許 容 応 力 度 (単位 kg/cm <sup>2</sup> )				短期応力に対する 許 容 応 力 度 (単位 kg/cm <sup>2</sup> )			
				圧縮	引張 り	曲げ	せん 断	圧縮	引張 り	曲げ	せん 断
S I	D Fir-L	甲種たて 継ぎ材	特 級	87	81	122	8	長期応力に対する圧縮、引張り、曲げ又はせん断のそれぞれの数値の2倍とする。			
			1 級	74	55	82	8				
			2 級	65	49	72	8				
			3 級	37	28	42	8				
		乙種たて 継ぎ材	コンストラクション	72	37	55	8				
			スタンダード	59	21	31	8				
			ユティリティ	38	10	14	8				
	たて枠用たて継ぎ材	59	21	31	8						
	Hem-Tam	甲種たて 継ぎ材	特 級	61	45	98	7				
			1 級	51	28	61	7				
			2 級	42	22	45	7				
			3 級	24	12	28	7				
		乙種たて 継ぎ材	コンストラクション	47	15	33	7				
			スタンダード ユティリティ	38 24	9 4	18 9	7 7				
たて枠用たて継ぎ材	38	9	18	7							
Hem-Fir	甲種たて 継ぎ材	特 級	80	75	115	7					
		1 級	69	49	78	7					
		2 級	63	41	69	7					
		3 級	36	24	40	7					
		乙種たて 継ぎ材	コンストラクション	67	31	52	7				
			スタンダード	56	17	29	7				
			ユティリティ	36	8	14	7				
	たて枠用たて継ぎ材	56	17	29	7						
	S-P-F又は	甲種たて 継ぎ材	特 級	69	56	102	6				
			1 級	61	40	74	6				
2 級			58	37	72	6					

S II	Spruce- Pine-Fir		3 級	34	22	42	6
		乙種たて 継ぎ材	コンストラクション	62	28	54	6
			スタンダード	53	16	30	6
			ユティリティ	34	7	14	6
		たて枠用たて継ぎ材	53	16	30	6	
	W Cedar	甲種たて 継ぎ材	特 級	51	47	79	6
			1 級	42	33	57	6
			2 級	33	33	55	6
			3 級	19	20	32	6
		乙種たて 継ぎ材	コンストラクション	38	23	39	6
スタンダード			29	14	22	6	
ユティリティ			19	6	11	6	
	たて枠用たて継ぎ材	29	14	22	6		

(2) 203及び204以外の寸法形式の場合

上記の表の数値に、寸法形式及び応力の種類に応じて以下の表に掲げる数値を乗じた数値とする。

応力の種類 寸法形式	圧 縮	引 張 り	曲 げ	せん断
206	0.96	0.84	0.84	1.00
208	0.93	0.75	0.75	
210	0.91	0.68	0.68	
212	0.89	0.63	0.63	

(別添は省略)

# 木造住宅の構造安全性評価のあり方

平成9年11月

財団法人 日本住宅・木材技術センター





# 目 次

1 木造住宅の新しい構法	1
(1) 構造の高度化	1
(2) 生産の合理化	2
(3) 構法と材料	2
(4) 各部構造の合理化	3
(5) 「木材」オリエンテッド住宅	4
(6) プレハブ住宅とツーバイフォー構法	4
(7) 新しい「木質住宅」へ	4
2 JR鷹取波加振による軸組構法木造住宅の実大振動実験	5
(1) その1 研究概要	5
(2) その2 平屋建試験体(S1)の実験概要と中小加振	7
(3) その3 平屋建試験体(S1)の3次元フルスケール加振	9
(4) その4 総2階建試験体(S2)の実験概要と中小加振	11
(5) その5 総2階建試験体(S2)の3次元フルスケール加振	13
(6) その6 下屋付き2階建試験体(S3)の実験概要と中小加振	15
(7) その7 下屋付き2階建試験体(S3)の3次元フルスケール加振	17
(8) その8 総2階建試験体(S2)の動的崩壊過程	19
3 多度津A棟静的実大実験	21
(1) 軸組	21
(2) 軸組+GB	21
(3) 軸組+GB+SD	21
4 これからの木質構造住宅の接合部	24
(1) クレテック型金物	24
(2) 補強金物と構造金物	24
(3) キーワードは「保有耐力と変形性能」	24
(4) 実大振動実験の結果	25
(5) 構造特性係数DS	25
(6) 2つの耐震性能目標	25
(7) 性能規定時代の設計	26
(8) 保有耐力の確認が必要	26
(9) 接合部にも保有耐力の考え方が必要	26
(10) 接合部の実験法	26
(11) ツーバイフォー構法の改訂告示	27
(12) 土塗り壁と性能規定	27
(13) まとめ	27
5 性能規定化と木造住宅	28
(1) 住宅性能に関するユーザーニーズの整理と消費者ニーズ調査との対照	31
(2) 住宅性能に関するユーザーニーズの整理	32
(3) 住宅性能表示・保証制度の意義・効果	33
(4) 住宅性能に関する情報提供手段について	34
(5) 住宅性能表示・保証制度フロー図(案)	35



# 木造住宅の新しい構法

大橋好光・東京大学助手

木造住宅、特に軸組構法住宅は、今、新しい時代に入ろうとしている。昨年の特集号（'94年11月号「特集・木質構造の技術」）で木造住宅の新しい動きを述べたが、1年後の今、その方向性が一層明らかになってきた感がある。ここでは、木造住宅の特に躯体構法に関する動向を紹介する。

## 構造の高度化

### 神戸と軸組構法

木造住宅にとって、この1年間で最も衝撃的な出来事は、やはり兵庫県南部地震であった。全壊戸数約10万戸、6千人に及ぶ死者の8割以上は、潰れた建物の下敷きになっての圧死といわれる。特に、比較的大きな被害を生じた建物の多い軸組構法では、問題点の洗い出しが行われている。

こうした状況の下、構造に関する事で、新しく採用されようとしていることがいくつか見られる。それらを一言でまとめると、構造技術の高度化といっても良いであろう。

### 軸組構法と構造計算

平成2年度まで実施された、建設省のいわゆる「新木造総プロ」では、木造建築のほとんどの分野で設計法の見直しが行われた。そして、その新木造総プロで打ち出された一つの姿勢は、「木造建物も構造計算で構造安全性を確認する」ということであった。3階建て以上の大規模な木造では、当然、法規的にも構造計算

は要求されるが、小規模な建物でも、構造計算によって安全性が確認できれば、仕様規定的な設計による範囲を超えた実現可能にしようとするものであった。

例えば、軸組構法住宅の構造設計は、これまで、いわゆる壁率の計算によっていた。昨年の特集で、「新木造総プロでは、小規模な木造軸組構法だけが、その構造計算法の見直しが残された」と記したが、この一年の間に、軸組構法にもそうした動きが生まれてきた。住宅を構造計算に基づいて、設計しようとするものである。

後で述べる高倍率の耐力壁の使用、変形量の計算、あるいは2階に耐力壁を配置したときの筋かい強度の評価、などを実現しようとするれば詳細な構造計算は必須である。しかし何よりも、「木造は構造計算をしていないのか」という一般の素朴な疑問に答えられるようになることに最大の意味がある。

今後は、こうした構造計算を行った場合には、壁率の計算との切り放し、あるいは融資上の優遇、など制度上のサポートが求められる。

### 高倍率耐力壁の使用

プレハブ住宅では高倍率の耐力壁は珍しくないが、軸組構法では、2割の筋かい（倍率2.0）を用いる程度で、比較的低い倍率の耐力壁が使用されてきた。ところが、最近、軸組構法でも高倍率の耐力壁を使用するシステムが増えている。

こうした傾向は、3階建ての一般

化以来の現象と考えられる。3階建てで使用した高倍率の耐力壁を2階建てに用いると、耐力壁の配置に余裕ができてうまくいったのであろう。新しく開発される構法では、高倍率の耐力壁を用いて、外周壁のみで壁量をまかなおうとするものが多い。

### 間口に壁のない住宅を実現する

また、神戸では、2間程度の狭い間口の住宅で大きな被害を生じたが、商店のような間口に壁が少ない建物を木造でつくるにはどうしたらよいかは、木造界全体に投げかけられた課題といえる。

そうした間口に壁のない建物を可能にする1つの方法は、いわゆるラーメン架構を実現することである。昨年の特集号で、集成材等を用いたラーメン架構をいくつか紹介したが、それらは現在コストダウンに苦心している。住宅価格の低下は、それらの普及の妨げになっている。

そうした課題はツーバイフォー構法やプレハブ住宅でも同様である。ツーバイフォー構法住宅の開口部分に集成材の門型フレームを組み込んで解決しようとするものが現われた。こうした異なった構造方式の組合せでは、地震時の挙動を一体化させることが最も重要で、両者の剛性を整合させることに最大の注意が払われた。

また、プレハブメーカーでも、軸組の要素を取り入れた構法を開発して、これに対応しようとしている。

ホールダウン金物の2階建てへの使用

また、ホールダウン金物を2階建てにも用いるところが現れている。

神戸では、隅角部の柱が土台から抜け出した例が数多く報告された。実際、隅角部の柱には、数トンの引抜き力が生じる可能性があることが明らかになってきている。

一方、引抜き力が予想以上であったことは、ツーバイフォー構法やプレハブ住宅の反省材料でもある。これらの構法は比較的被害が小さかったと言われているが、被害を受けた建物では、やはり壁の脚部が浮き上がったたり、外側にずれたりしているものが見られる。

## 生産の合理化

### プレカット加工の普及

軸組構法の躯体生産の合理化で、最も普及しているのがプレカット加工である。特に、大手の住宅メーカーは、ほとんどがこれを採用しており、近年では、小屋垂木など軸組以外の部材もプレカットしているところが増えている。

また、プレカット工場が情報の中心としての役割を果たす可能性を指摘する向きもある。プレカット工場には、さまざまな設計情報が集中しており、ここに各種の部品情報も集約される可能性がある。また、コンピュータで処理すれば、「今売れているプラン」とか「最近流行っているシステムキッチン」などの分析を簡単に行うことができよう。

また、一方で、プレカットは、大工職人を躯体の加工から解放してくれる。そこで、躯体の組立と内装工事の分業も始まっている。プレカット業者には、中小の工務店に向けて「躯体の建方サービス」を実施しようとしているところがある。

プレカットとパネル化工法

プレカットの次に、軸組構造の住宅メーカーが採用した合理化工法が、外壁などのパネル化であった。バブルが崩壊した現在、パネル化採用の勢いは一時ほどではないが、メーカーは長期的にはパネル化は避けられない趨勢と考えている。

そこで、軸組部材のプレカットとパネル化の組み合わせは、多くの合理化構法で採用されている。三ツワの「P & P 工法」はそうした工法の一つである。ただし、この2つの技術を有機的に結びつけるためには、横架材せいの統一や、筋かい耐力壁の処理など、まだ、いくつかの問題点が残されている。殖産住宅の「LWS システム」は横架材のせいを積極的に統一しており、管柱、間柱、筋かいなどの部材をそれぞれ同一長さ揃えることが可能となった。

### 軸組構法とパネル構法・ユニット工法

軸組構法とツーバイフォー構法などのパネル構法の境目がなくなっていることは、前回の特集でも記したが、一層、その傾向が高まっている。

例えば、エス・バイ・エルの「新桂」のグリッドシステムはユニークである。パネル構法であるが、ダブルグリッドを採用しているため、グリッドの交点には柱のようなダミー材が配されている。そして、大きめの頭つなぎ材を用いると、軸組構法にパネルを組み込んだ構法とほとんど同じになる。

また、エス・バイ・エルはこれをさらに進めたユニット工法を開発した。同社の「コモハウス」は、あたかも「軸組のユニット住宅」である。木質系住宅のユニット工法は積水化学がツーバイフォー構法の「ツーユーホーム」で先鞭を付けたが、名実ともに軸組構法のユニット住宅も可能性がある。なお、「コモハウス」は、ユニットを「離れ置き」するこ

とで部材の重複を避けるなど、架構の組立も興味深い。

ところで、このように、軸組構法なのかパネル構法なのかは、単に部位形状だけを見たのでは分かりにくくなっている。こうした複合的な構法では、構造の原則を整理しておかないと、各部の設計で食い違いが生じる可能性がある。

## 構法と材料

### パネル化と加工精度

壁や床をパネル化する構法が軸組構法の中に広がっていることは、前述のとおりである。こうした躯体要素の部品化は、部材に高い寸法精度を要求する。その対策として、エンジニアリングウッドと呼ばれる木質部材の採用が増えている。具体的には、乾燥された製材、集成材、PSLなどを柱や横架材、パネルの枠に用いているというものである。

### 集成材・ディメンジョンランバーの軸組構法への普及

住宅の部屋は大きくなるのに対して、太径の部材は得にくくなっている。それに対する解決策の一つは太径材を使用しない構法とすることで、例えば住友林業の「スミリン SF'85」は、そうした例である。

一方、製材の太径材を別の部材に置き換える方法がある。近年、集成材を住宅の軸組に用いる例が増えている。住宅メーカーにとっては、集成材の価格が下がって製材と遜色なくなってきたことに加えて、材の乾燥収縮の心配が少ないことが大きなメリットになっている。現在のところ、30 cm を超えるような大きな梁材を集成材に切り替えるところが多いが、徐々に小さい材にも広がっている。

同様の主旨で、軸組構法の中に、ツーバイフォー構法用のディメンジョンランバーを取り入れたものが増

えている。旭化成スクラムハウスの「スクラムハウス」はこの典型的な構法で、軸組にはパララムを用い、その他の部材はディメンジョンランバーによって構成されている。国産材はまったく使用されていない。軸組構法のメーカーでも、すべての柱を集成材としたシステムが現われている。

この点でツーバイフォー構法やプレハブ住宅は一步先んじている。以前から乾燥材の使用を当然のこととしてきた。それでも一層徹底しようという動きがある。単にディメンジョンランバーを用いるのではなく、LVLなどのさらに通直性の高い材料を採用するところも現れている。木材にも、①価格の安定、②品質の安定、③供給の安定、という工業製品には必須の3つの安定を求められている。軸組構法はこの意味でも、「工業化」を避けて通ることはできないようである。

#### サンドイッチ・パネル

サンドイッチ・パネル構法については、昨年の特集で詳しく触れた。高い断熱性能と、施工の合理性からこの構法に注目しているメーカーは多い。外壁下地としてのサンドイッチパネルは、間柱を省略できるなど、施工上のメリットも大きい。

これを、軸組構法や集成材の躯体と組み合わせたものがある。サンドイッチパネル外壁をカーテンウォールのように取付け、併せて外断熱するものである。重機の使用を前提とすれば、部品は、多少大きくても数が少ない方がよいのであろう。

三井ホームの「Rコントロール住宅」は、サンドイッチパネルを構造躯体として用いたものである。こうした構法も、その後いくつかのシステムが加わった。これらの構法では、小さい開口なら現場加工が可能など、施工は簡素化されている。内部間仕切壁はツーバイフォー構法でつくる

ほか、現在のところ設計のルールもツーバイフォー構法に準じている。

#### Iビームと新しい面材

海外から紹介される新しい材料の普及も著しい。OSBやLVLなどは、住宅メーカーを中心に着実に定着しているが、その後も新しい材料は次々と導入されている。

Iビームは、従来、ツーバイフォー構法に使用が限られていたが、軸組構法への使用も可能になった。また、これらの梁材として開発された材料を、パネル構法のスタッドに用いるなど、応用の範囲は広がっている。

また、新しい合板類の導入も多い。こうした合板の多くは、これまでの単にラミナを張り合わせたものから、ストランド状のものを接着したもの、紙状のものを接着したものなど、木材の歩留りを高めたものが多い。耐力壁となる面材の種類は一層増加しつつある。

また、断熱材・気密性を高めた構法では、前述のサンドイッチパネルだけでなく、成形したウレタンやスチレンをディメンジョンランバーなどと接着したものが紹介されている。**厚板利用による根太の省略**

床の構法では、板厚24~28mm程度の厚い板を用いて、根太を省略する構法が増えている。野村ホームの「G構造」はその例である。

また、こうした厚板合板による床の合板の接合法には、T&Gと呼ばれる接合法が用いられている。T&G工法では、施工の効率を上げるために、合板の周辺に実はぎ加工を施し、くぎ受け材を省略している。ただし、このT&G構法による床では、水平剛性の確保のためには、実はぎ部分に接着剤を併用することが望ましい。

なお、こうした厚板を「実」でなく、ドリフトピンなどのシアファスナーで接合しようとする構法も現れている。

## 各部構造の合理化

### 軸組構法への合板耐力壁の普及

パネル化とともに、軸組構法の中に、合板耐力壁を採用するところが増えている。パネルへの筋かいの組込みや、壁下地材の施工を考慮してのものであろう。松本建工の「FP軸組工法」は早くからのそうした例である。

しかし、軸組構法への合板の使用で注意しなければならないのは、壁の内部結露である。壁の内部結露は、かつて工業化住宅が直面した大きな問題の一つである。パネル化に関しては、工業化住宅の歩んだ道を、軸組構法が辿っている。また、構造的には、構造用合板などを用いた耐力壁では、合板類を柱や間柱に直張りする必要がある。強度を確保しながら、壁体内通気を確保するディテールの開発が求められている。

また、床板の場合と同様に、厚板合板を真壁に入れ、間柱を省略する耐力壁も現れている。

### 補強金物から金物による接合へ

また、本特集で紹介されているタツミの「クレテック金物」あるいは類似の金物が、多くのシステムで採用されている。この金物は2つの点で、現在の軸組構法を象徴している。

第1は生産の合理化で、軸組部分の生産性を上げる手法として、プレカットに並ぶ主要な手段となっている。プレカットは機械のコストが大きく、相当の生産量が確保されなければ採算は成り立たない。中小規模の工務店がプレカットに頼らないで軸組の合理化を進めるためには、簡単な工作機械で加工可能な接合が必要となる。「クレテック金物」や三井木材の「ストロングラム接合金物」は、こうした要求に応えたものである。

このように、軸組構法の接合部の

合理化は、大手を中心にしたプレカット加工と中小工務店の金物接合の両極に進んでいると言ってよからう。

第2は構造的な側面で、これまで軸組構法の金物はあくまでも補強と考えられていた。しかし、この構法では、柱-梁は金物がなければ架構が成り立たない。応力のすべてを金物が負担するようなメカニズムになっている点である。

ただし、力学的にこれらの接合金物に要求される性能のレベルは定かでない。現在は、既存の仕口加工の接合との比較で強度の確認を行っているが、実験項目も必ずしも標準化されているわけではない。また、こうした構法が、基準法施行令の想定するいわゆる「軸組構法」の範疇を逸脱していないか、どこかの時点で再検討しておく必要があると思われる。

## 「木材」オリエンテッド住宅

一方で、木造であることにこだわってつくっている住宅がある。木材の使用材積は多く、大工の手間も多い。ここでは、こうした住宅を「木材オリエンテッド住宅」と呼ぶことにしよう。現代計画研究所が進めてきた「民家型住宅」や三澤康彦らの「杉板真壁工法」はそうした住宅である。

一見、合理化に背を向けたように見えるこれらの住宅も、「合理化構法」に負けない競争力を目標としているので、具体的な手法は共通するものが多い。パネル化や部材種類の集約などの部品生産の効率化は、合理化構法と同様の思想に基づいている。同一の材料を壁や床、野地などの用いて資材の集約を図っている。異なっているのは、小規模生産を前提にしていることである。大工手間の多さや材積の多さは、窓口を一本化して間接経費や職種を削減することが狙いでもある。

また、これらの住宅の特徴は建築家と木材関係者との結びつきの中から生まれてきたものが多いということである。単なる中小規模工務店の住宅と異なっているだけでなく、住宅メーカーとも違った新しい住宅生産を目指している。

## プレハブ住宅とツーバイフォー構法

プレハブ住宅は、設計要項に従って設計される。一般に、その設計要項は、制約が大きく自由度は高くないと考えられている。しかし、設計要項を超えるような建物は、現在の技術では構造的に何らかの問題が生じる可能性があるか、または問題がないことを確認できないものである。原則的には、これを「制限」と捉えるべきではないだろう。また、設計要項は、次々と追加の申請が加えられており、プレハブ住宅の設計の自由度は決して小さくない。例えば、ミサワホームは、階高を大きくして、床下や天井に大きな収納を組み込むことができるようなシステムまで開発した。

同様に、ツーバイフォー構法も、現在ではかなり自由な設計が可能になっている。特に平成4年の枠組み壁工法の技術基準告示の見直しの結果、例えば以下のような項目の変更が可能になった。①耐力壁線に囲まれる面積が60 m<sup>2</sup>を超えるもの。②耐力壁線間の距離が12 mを超えるもの。③耐力壁の合板の種類やくぎの仕様、くぎ打ち間隔の独自設定。

このように、それぞれの構法の設計段階の自由度は大きくなっており、「ツーバイフォーやプレハブは設計の自由度が低い」という簡単な図式は成り立たない。

## 新しい「木質住宅」へ

現在、軸組構法でシェアを伸ばし

ているのはフランチャイズの住宅メーカーである。地方の工務店が次々とフランチャイズの代理店になっていること自体が、住宅の構法が大きく変わりつつあることを示していると思われる。

なぜならば、地方や中小の工務店の情報収集力、開発力には限界がある。フランチャイズへの加盟は、具体的な構法の導入もさることながら、高断熱・高气密、外壁通気工法、パネル化などの新しい技術に関する、情報収集の保険としての側面も否定できない。

軸組構法住宅は、少しずつ構法に変革が加えられ、大手のメーカーが供給している住宅と、小規模の大工・工務店による住宅との違いが大きくなっている。そして、大手メーカーのつくる住宅は、構造用合板による耐力壁や小屋組などへのディメンションランバーの採用など、ツーバイフォー構法に近づいている。

一方、ツーバイフォー構法やプレハブ住宅は軸組の要素を取り入れながら、設計の自由を高めている。軸組構法やツーバイフォー構法、プレハブ構法はもはや論拠している法律上の分類であって、具体的な構法は、連続的に繋がっていると言ってよからう。

こうした傾向は、しばらくは、一層強まっていくと考えられる。その過程で、これらの住宅は現在の施行令の想定する木造住宅像とは一層離れていく。施行令3章3節の見直しが必要となるであろう。

これら新しい住宅に共通する特徴は、構造的には計算による設計に代表される「構造の高度化」であり、生産の上からは「工業化」である。こうしてつくられる新しい住宅は、まとめて「木質住宅」と呼ぶのが相応しいかもしれない。

(おおはし よしみつ)

# JR 鷹取波加振による軸組構法木造住宅の実大振動実験

## その1 研究概要

正会員 ○坂本 功\*<sup>1</sup> 同 大橋 好光\*<sup>2</sup>  
同 木村正彦\*<sup>3</sup> 同 川久保政茂\*<sup>4</sup>  
同 宮本善人\*<sup>5</sup> 同 永尾 弘行\*<sup>6</sup>

X 3. 振動実験、実大建物実験 Y 7. 軸組構造 Z 3. 地震応答

### 1. はじめに

1995年兵庫県南部地震では、新しい住宅にも被害を受けたものが少なくないことから、軸組構法による木造住宅の耐震安全性の再検討が必要になった。

建物の耐震性を確認する最も直接的な方法は、実大の建物を振動台に載せ、地震動を与えることである。本研究は、実物大の木造軸組構法住宅に、兵庫県南部地震で観測された地震動記録による振動台加振実験を行い、その結果をまとめたものである。その1は、一連の実験の概要を述べたものである。

### 2. 試験体概要

試験体は合計3体で、図1.1~1.3に立面図・平面図をそれぞれ示す。S1試験体は平屋建、S2試験体は総2階建、S3試験体は2階建下屋付きである。1階の平面はすべて3.6m×5.5m、床面積約20㎡の長方形である。なお、S1試験体は、S2試験体の1階部分に相当している。各試験体は、基礎に相当する鉄骨架台に、土台を

アンカーボルトで緊結した。また、軸組の接合部は、金融公庫仕様書程度の接合金物で補強されている。柱脚にはホールダウン金物を使用した。また、内壁は石膏ボード張り、外壁は横張りサイディングで、床面は合板張り、天井面の仕上げはない。なお、屋根面および2階床面には、重りを載せ振動台加振実験を行った。重りは、耐力壁の許容耐力が概ね $C_0=0.2$ に相当するような重さとした。写真1.1~1.3に各試験体の軸組の状態の外観写真を、表1.1に主な部材の仕様を示した。

### 3. 計測計画

振動特性を確認するために、各試験体に加速度計・変位計・歪みゲージを取り付けて、実験を行った。各試験体とも、加速度計は、1階床・2階床・2階天井(梁・桁)面に約20成分設置した。軸力の測定のために、歪みゲージを柱、筋かい、ホールダウン金物に取り付けた。また、梁に歪みゲージを貼り、その曲げモーメントを測定した。また、柱脚の引き抜け、および試験体の層間変

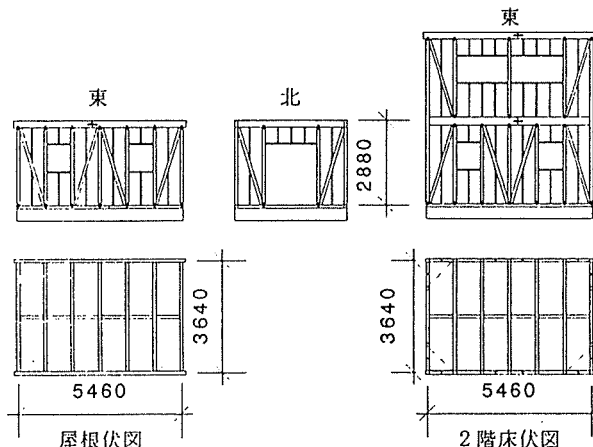


図1.1 S1試験体の立面図・平面図

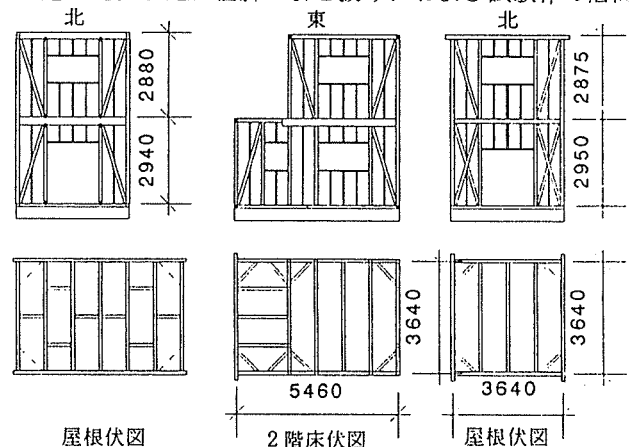


図1.2 S2試験体の立面図・平面図

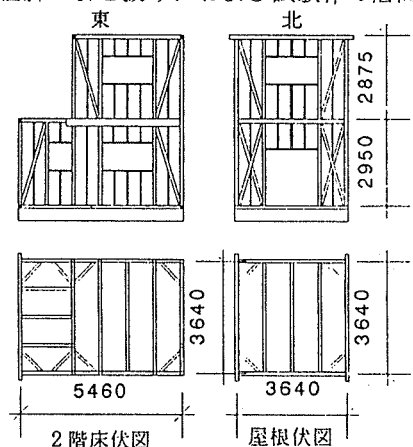


図1.3 S3試験体の立面図・平面図

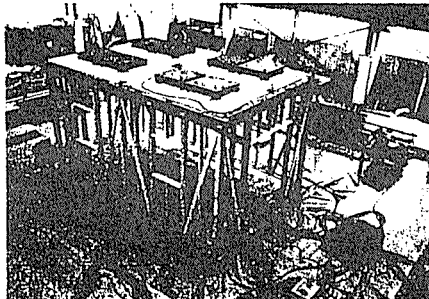


写真1.1 S1試験体

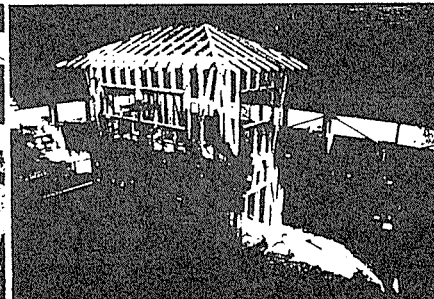


写真1.2 S2試験体

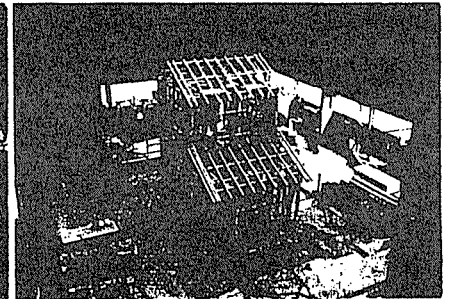


写真1.3 S3試験体

Shaking Table Test of Fullscale Wood-Framed Residential Structures to JR-Takatori Seismic Motions  
(Part I) Overview of Experiment

SAKAMOTO Isao, OHASHI Yoshimitsu, KIMURA Masahiko, KAWAKUBO Masashige,  
MIYAMOTO Yoshito and NAGAO Hiroyuki

位を測定するための変位計を設置した。

試験体に設置された上記の計器類による測定のほかに、試験体の構造変更後および加振後に、常時微動測定を行い、試験体の剛性の変化を調べた。

実験日 平成8年10月8日～平成8年11月12日

実験場所 東急建設(株)技術研究所 構造実験棟

#### 4. 加振波

入力地震動として、1995年兵庫県南部地震の際に、JR西日本鷹取駅構内でJR警報地震計により観測された地震動記録(以下JR鷹取波と呼ぶ)を用いた。ただし、振動台の可動最大振幅の関係から、各成分とも反時計回りに40°回転させることで3次元フルスケール加振を実現した。図1.4に40°回転させたJR鷹取波のXYZ方向の加速度の時刻歴波形を、表1.2にJR鷹取波各成分の最大値を、図1.5にJR鷹取波の振動台のXY方向の変位軌跡を示す。X方向の最大変位が50cm、最大速度が135kineと極めて大きな振幅をもつことが特徴的である。なお、加振時間は約40秒である。また、図1.6にその加速度応答スペクトルを示す。この図から、卓越周期はX方向成分が1.2秒付近であり、Y方向成分が0.2～0.4秒であることがわかる。

また、試験体の振動特性を把握するため、JR鷹取波の他に正弦波およびホワイト波(X 0Hz～30Hz、Y 0Hz～50Hzのホワイトノイズ)による加振も併せて行った。

#### 5. 加振スケジュール

各試験体とも各フェーズにおいて、主にJR鷹取波フルスケールの約1/5である25kine加振波を用いて1方向加振、2方向加振、3方向加振を行った。主に以下の(1)～(6)を1サイクルとし、振動台加振を行った。

- (1) ホワイト波 50gal 2次元
- (2) 正弦波掃引加振 25gal 1次元(X方向・Y方向)
- (3) JR鷹取波 25kine 1次元(X方向・Y方向)
- (4) JR鷹取波 25kine 2次元
- (5) JR鷹取波 25kine 3次元
- (6) ホワイト波 50gal 2次元

大振幅加振としては、JR鷹取波3次元50kine、3次元135kine(フルスケール)加振を行った。

実験の結果については、その2～その8で述べる。

#### 謝辞

S1試験体実験は、(財)日本住宅・木材技術センターと東急建設(株)技術研究所、東京大学坂本研究室の共同研究により実施したものである。また、JR鷹取波は、(財)鉄道総合技術研究所ユレダス開発推進部の中村豊博士から提供いただきました。深く感謝いたします。

表1.1 各試験体の主な使用部材

	S1・S2		S3	
通し柱	120×120	ベイマツ集成材	120×120	ヒノキ
管柱	105×105	杉付材集成材	105×105	ロウソク集成材
桁・梁	105×210～270	ベイマツ	105×120～330	ベイマツ
筋かい	45×90	ホワイトウッド	45×105	ベイマツ
土台	105×105	ベイツガ	105×105	ベイヒバ
大引	105×105	ベイツガ	105×105	ベイマツ
床構造用合板	3'×6'	厚12	3'×6'	厚12
石膏ボード	3'×8'	厚12.5	3'×8'	厚12.5
サイディング	1.5'×9'	厚12	1.5'×9'	厚12

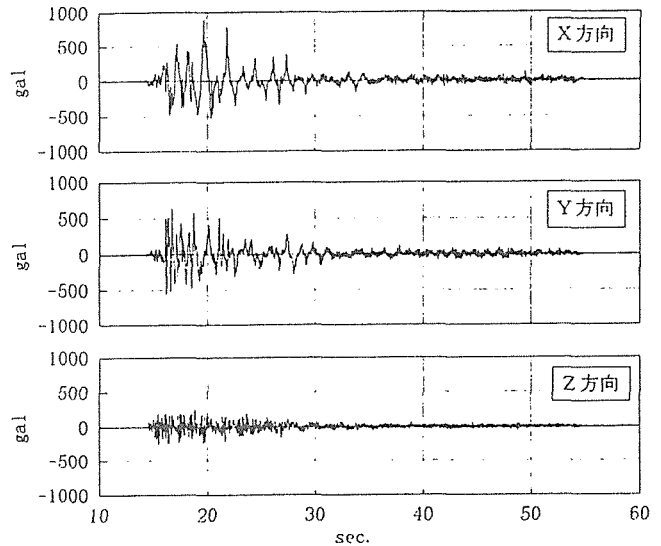


図1.4 JR鷹取波の加速度の時刻歴波形

表1.2 振動台での実測におけるJR鷹取波の各成分の最大値

成分	加速度	速度	変位
X方向	818 gal	135 kine	50.0 cm
Y方向	566 gal	55 kine	18.0 cm
Z方向	227 gal	13 kine	4.9 cm

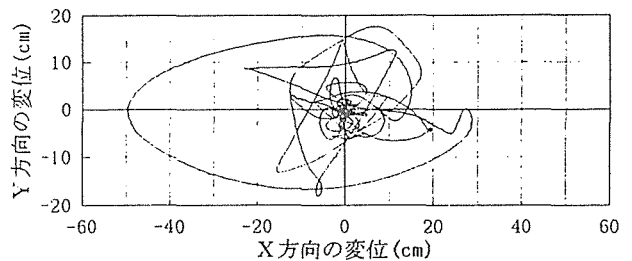


図1.5 JR鷹取波の振動台の変位軌跡

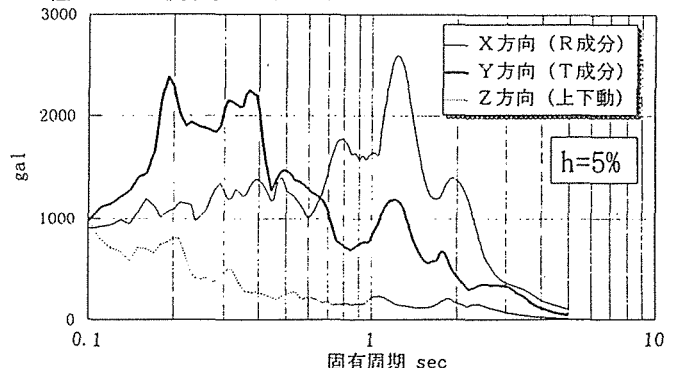


図1.6 JR鷹取波の加速度応答スペクトル

\*1 東京大学建築学科教授・工博 Prof., Dept. of Arch., The Univ. of Tokyo, Dr. Eng.

\*2 東京大学建築学科助手・工博 Assoc. Res., Dept. of Arch., The Univ. of Tokyo, Dr. Eng.

\*3 東急建設(株)技術研究所・工博 Tokyu Construction Co. Ltd., Dr. Eng.

\*4 東急建設(株)技術研究所・振動研究室長 Tokyu Construction Co. Ltd.

\*5 産産住宅相互(株)技術開発部

Shokusan-jutaku-sogo Co. Ltd.

\*6 住友林業(株)筑波研究所

Sumitomo Forestry Co. Ltd.



# JR鷹取波加振による軸組構法木造住宅の実大振動実験 その2 平屋建試験体(S1)の実験概要と中小加振

正会員 ○小野塚浩基\*1  
同 大橋 好光\*2  
同 木村 正彦\*3  
同 坂本 功\*4

X 3. 振動実験、実大建物実験 Y 7. 軸組構造 Z 3. 地震応答

## 1. はじめに

その2では、軸組構法による平屋建て試験体S1に対する振動台実験の概要と中小加振レベル(25kineまでの加振)の振動台実験結果について報告する。

## 2. 試験体S1

試験体S1は二間×三間の長方形プランをもつ平屋建てであるが、2階建ての1階部分を想定している。屋根面には鉄製のおもりを8t載せている。この試験体は筋かいの配置や内壁、外壁の組合せにより、計5つのフェーズで振動性状を測定した。図2.1に示すように、軸組は基本配置(X方向筋かい8本、Y方向筋かい4本)および偏心配置(X、Y方向ともに筋かい6本)の2つの筋かい配置がある。まず、軸組+筋かいで、これら2つのフェーズを実施した。次に、それぞれに石膏ボード(GB)を取り付けた2フェーズ、最後に偏心の軸組に石膏ボード、サイディング(SD)を取り付けたフェーズの計5フェーズとした。なお、隅柱柱脚はホールダウン金物により土台と緊結されている。

## 3. 中小レベル(25kine)加振結果

図2.2は、各フェーズにおけるX方向・Y方向の振動台の加速度と屋根面中央の応答加速度の最大値を表している。X方向(長辺方向)の加速度の応答倍率は、軸組+筋かい基本配置のときに1.3倍である。Y方向(短辺方向)でみると、応答加速度は内外壁の付いた時が最も大きく、およそ応答倍率は1.8倍である。

図2.3は、各フェーズにおけるX方向・Y方向の層間変形角を表している。軸組基本のY方向で最も大きく、およそ1/120rad.(約24mm)変形している。

図2.4は、軸組偏心の状態における応答加速度の最大値を比較したものである。北面よりも南面で応答加速度が大きく、Y方向の偏心が大きいが分かる。

図2.5は、各フェーズにおけるX方向とY方向の層間変形角と層せん断力(屋根中央加速度×質量)のグラフである。この3フェーズのグラフは、軸組がすべて偏心の状態であり、石膏ボードおよびサイディングの効果を比較することができる。3次元25kine加振では、Y方向の剛性は、石膏ボードを付けたら軸組剛性の約2.0倍、

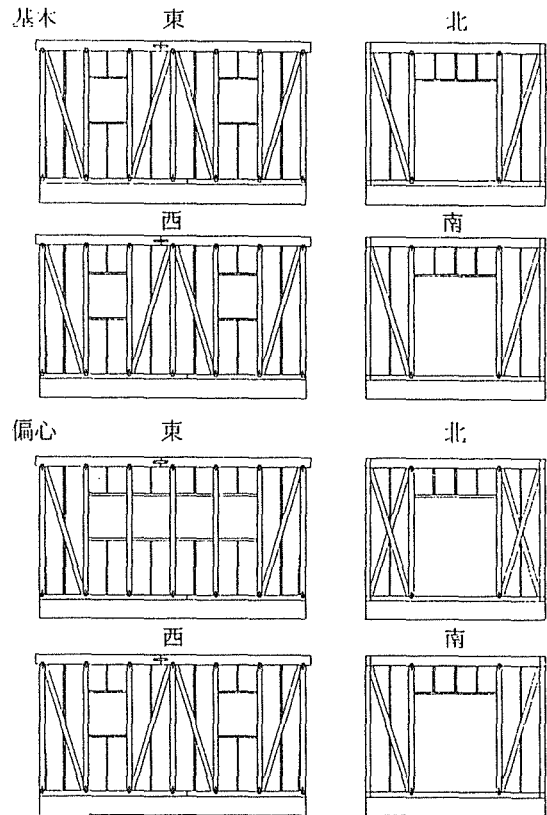


図2.1 筋かいの配置

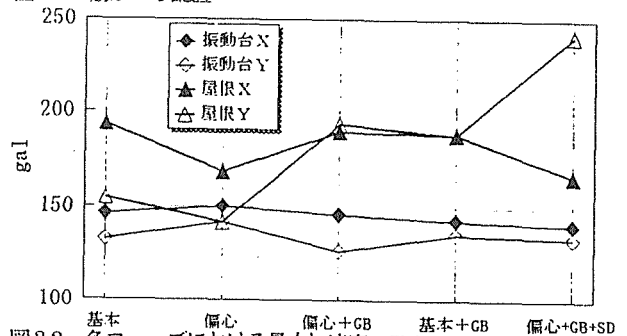


図2.2 各フェーズにおける最大加速度の最大値

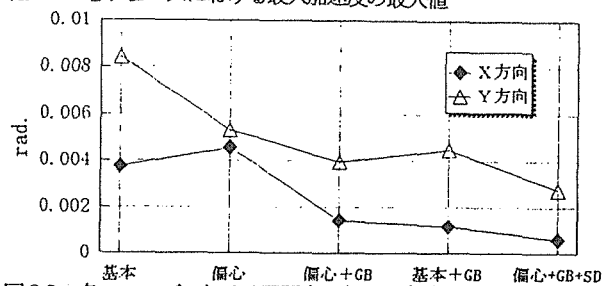


図2.3 各フェーズにおける層間変形角の最大値

Shaking Table Test of Fullscale Wood-Framed Residential Structures to JR-Takatori Seismic Motions

(Part 2) Overview and Test Results of S1 by Medium-level Excitation

ONOUZUKA Koki, OHASHI Yoshimitsu, KIMURA Masahiko and SAKAMOTO Isao

サイディングを付けると軸組剛性の約3.8倍であった。

図2.6は、軸組が偏心の状態における層間変形角と柱および筋かいの軸力の関係である。隅柱は500kg弱の引張力が生じ、中央の管柱にはほぼ引張力のみが生じている。X方向の筋かいは500kg前後の圧縮力が生じているのに対し、Y方向の筋かいは最大で約1.5tもの圧縮力が加わったことが分かる。

4. まとめ

試験体S1の中小加振において、石膏ボードやサイ

ディングが剛性に大きく寄与していること、隅柱には大きな引き抜き力が生じることが分かった。大加振の実験結果については、その3で述べる。

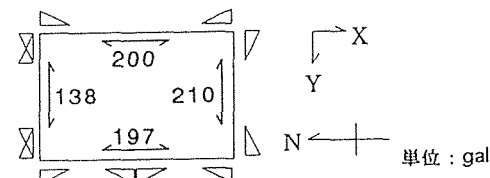


図2.4 筋かいの偏心配置時の最大応答加速度

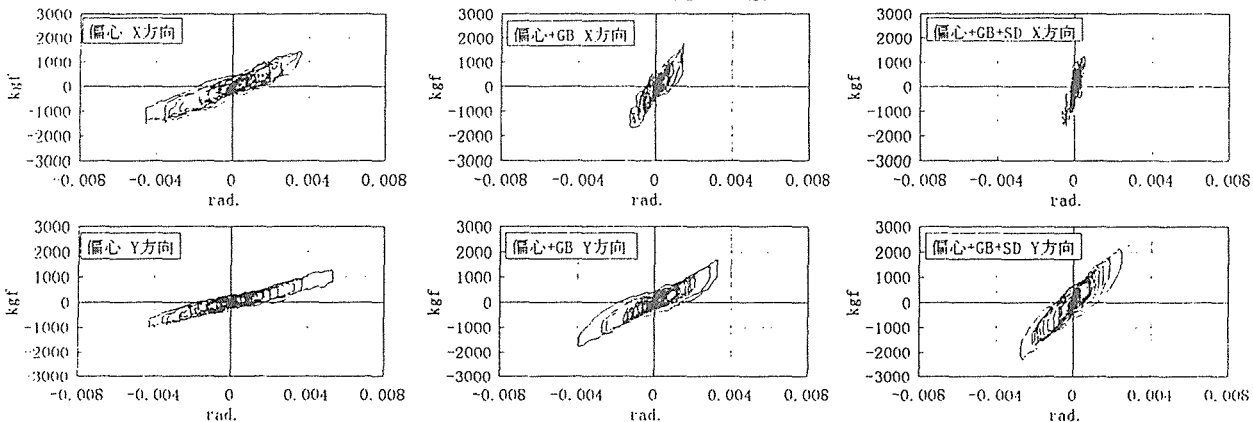


図2.5 層間変形角と層せん断力

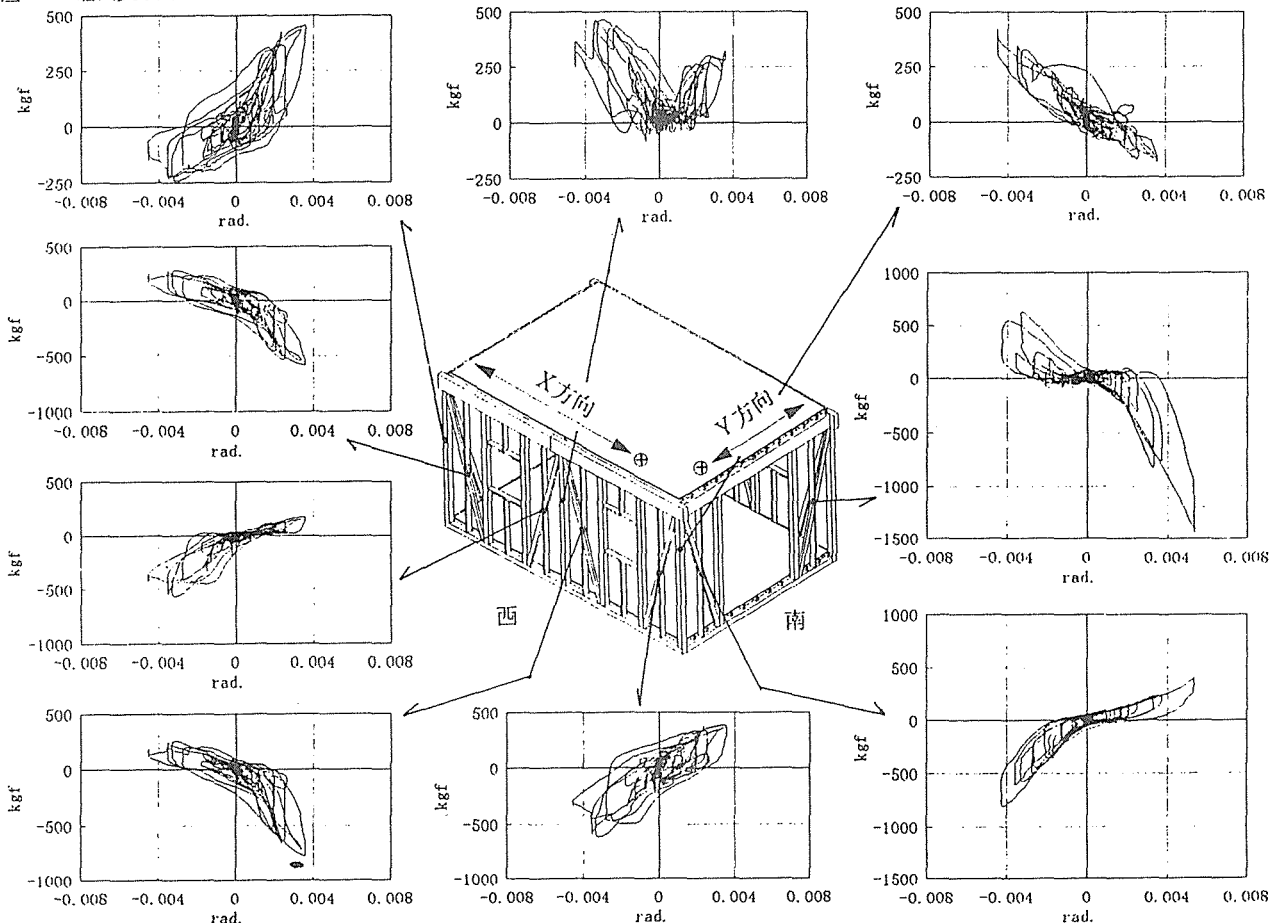


図2.6 柱および筋かいの荷重変形曲線(筋かいの偏心配置の状態)

- \*1 東京電機大学大学院修士課程
- \*2 東京大学大学院工学系研究科建築学専攻助手・工博
- \*3 東急建設(株)技術研究所・工博
- \*4 東京大学大学院工学系研究科建築学専攻教授・工博

- Dept. of Arch and Building Eng. Grad. school of Tokyo Denki Univ.
- Assoc. Res., Dept. of Arch., Grad. school of Eng. The Univ. of Tokyo, Dr.Eng.
- Institute of Technology, Tokyu Construction Co. Ltd., Dr.Eng.
- Prof., Dept. of Arch., Grad. school of Eng. The Univ. of Tokyo, Dr.Eng.

# J R 鷹取波加振による軸組構法木造住宅の実大振動実験 その3 平屋建試験体(S1)の3次元フルスケール加振

正会員 ○田中 裕樹\*<sup>1</sup>  
同 大橋 好光\*<sup>2</sup>  
同 木村 正彦\*<sup>3</sup>  
同 坂本 功\*<sup>4</sup>

X 3. 振動実験、実大建物実験 Y 7. 軸組構造 Z 3. 地震応答

## 1. はじめに

その3では、軸組構法による平屋建て試験体S1をJR鷹取波で大振幅加振を行った結果について報告する。振動台加振は、JR鷹取波3次元50kine加振のあとにJR鷹取波3次元135kine(フルスケール)加振を2回行った。なお、試験体は筋かいを偏心配置した軸組(X、Y方向ともに筋かい6本)に石膏ボードとサイディングを取り付けた状態で、隅柱柱脚にはホールダウン金物を取り付けてある。

## 2. 試験体の損傷

50kine加振および135kine加振1回目後の試験体は、開口部隅や脚もとの石膏ボードに小さな亀裂がいくつか生じる程度の損傷で、軸組の損傷は観察されなかった。135kine2回目加振の後には、石膏ボードの割れが進展し、サイディングもY方向で一部剥落した。また、筋かい金物接合部の損傷など躯体軸組にも損傷がおよび、ホールダウン金物も変形していた。

## 3. 応答加速度

図3.1は、上記3回の加振について、X方向とY方向の振動台および屋根面中央の加速度の最大値を示したものである。50kine加振レベルでは、最大応答加速度はY方向でおよそ420galである。135kine加振では、応答加速度はX方向でおよそ1Gに達するが、応答倍率では1.3倍程度である。

図3.2は、図3.1で示した振動台と屋根面中央のX方向およびY方向の加速度の時刻歴波形である。135kine2回目の波形は、1回目と比べると、Y方向で大きなピークの数減り、応答加速度の絶対値も小さくなっている。このとき、試験体は大きく変形し、最大層間変位がY方向でおよそ14cm(1/20rad.)に達し、135kine加振1回目のおよそ1.5倍の変形が確認された。

## 4. 各部応力

図3.3は、各加振について、X方向のベースシア係数がはじめて0.2に達した時刻における各筋かいの軸力を示している。なお、引張が正である。135kine2回目加振のX方向の筋かいの圧縮軸力が、1回目加振よりも2倍以上大きく、建物全体の水平力に対する筋かいの負担

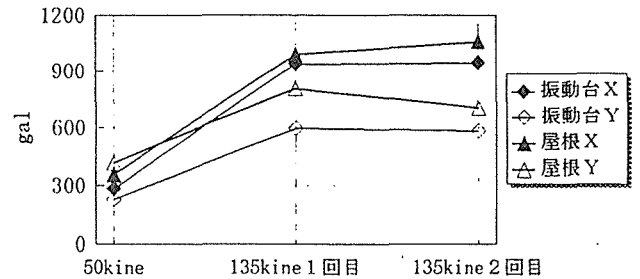


図3.1 大加振時における加速度の最大値

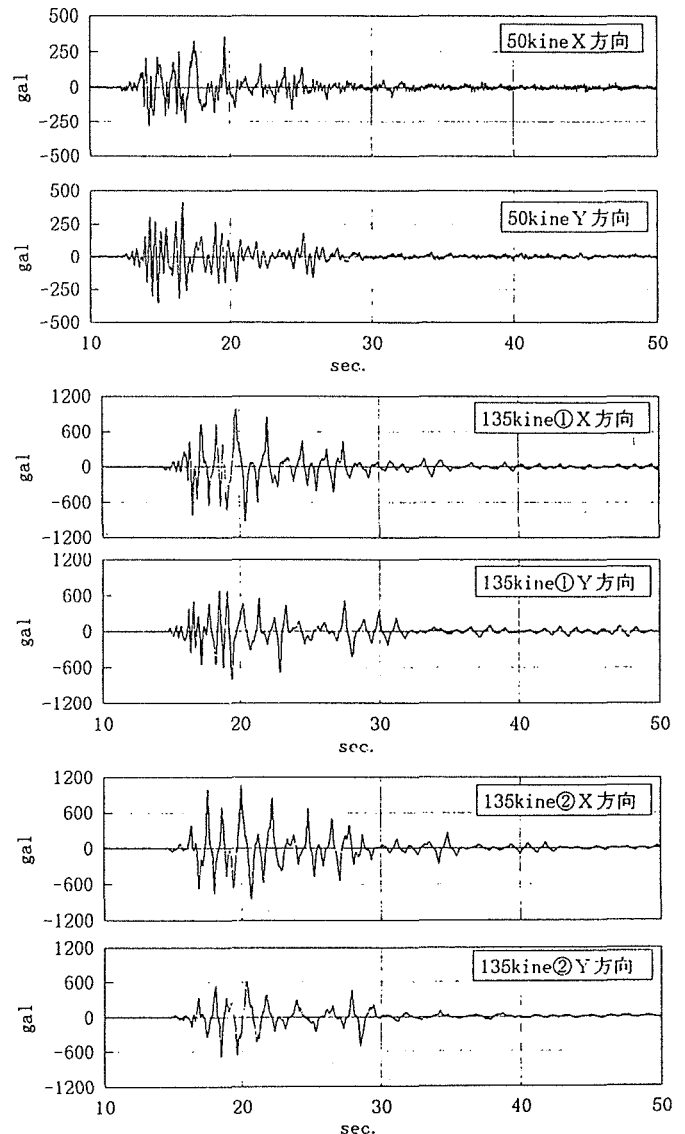


図3.2 応答加速度(屋根面)の時刻歴波形

Shaking Table Test of Fullscale Wood-Framed Residential Structures to JR-Takatori Seismic Motions

(Part 3) Test Results of S1 by 3D Fullscale Excitation

TANAKA Yuki, OHASHI Yoshimitsu, KIMURA Masahiko and SAKAMOTO Isao

する割合が大きくなったことが分かる。石膏ボードやサイディングは繰り返しの実験で、小変形時には水平力を負担できなくなっていることが分かる。

図3.4は、各加振について、4隅のホールダウン金物の引張軸力を示したものである。50kine加振ではホールダウンの引張軸力は1tを超えることはなかった。135kine加振では2回目の方が全体的に大きな引張軸力を生じており、およそ2~3tである。

図3.5は、層間変形角がはじめて1/120に達した時刻の各構面の応力状態を示している。この変形角において、筋かいの圧縮軸力は最大で約1.5t、柱の軸力は最大で引張圧縮ともに500kg前後である。また、隅柱に大きな軸力が生じている。

図3.6は、フルスケール1回目の荷重-変形曲線を示している。変形は最大で約10cm (1/28rad.) であるが、まだ、最大耐力には達していないものと考えられる。

### 5. 固有周波数

図3.7は、X方向およびY方向の各フェーズにおける、加振の前後の固有周波数の推移を表したものである。常時微動、ホワイト波加振 (50gal) およびサインスweep試験 (25gal) から固有周波数をそれぞれ算出した。この三者は、測定中の試験体の振幅が大きいほど、固有周波数は小さくなる傾向にある。ホワイト波加振およびサインスweepによる固有周波数は、常時微動測定による固有周波数よりも、それぞれ約1.0Hz、約1.5Hz小さい。ただし、石膏ボードを張ったフェーズでは、いずれの差もやや大きい傾向にある。

また、石膏ボード (GB) やサイディング (SD) の取り付けにより、固有周波数が増加し、試験体の剛性が著しく向上していることが分かる。なお、石膏ボードを取り付けたフェーズの25kine加振の後に固有周波数の低下が見受けられるが、これは135kine加振1回目後のときが最も顕著で、固有周波数はおよそ半分に低下している。

### 6. まとめ

JR鷹取波の加振により、大振幅加振時の挙動を把握することができた。平屋建て試験体S1は、1回目のフルスケール加振では大きな損傷は見られなかった。2回目のフルスケール加振では、層間変位で10cm以上の大きな変形を生じていた。その結果、石膏ボードの割れ、サイディングの一部剥落、筋かい金物接合部の損傷などが観察されたが、倒壊に至ることはなかった。

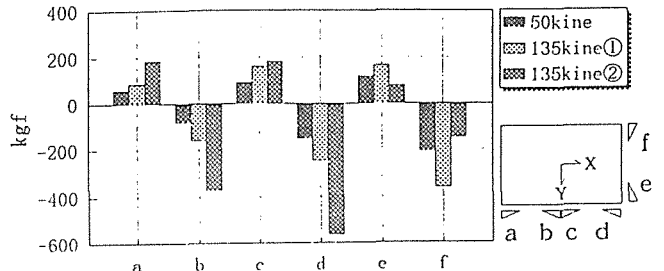


図3.3 層せん断力係数が最初に0.2に達したときの筋かいの軸力

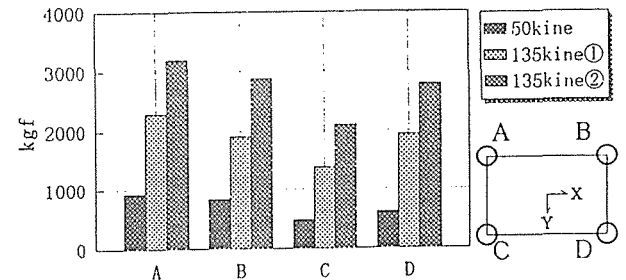


図3.4 ホールダウン金物の最大引張軸力

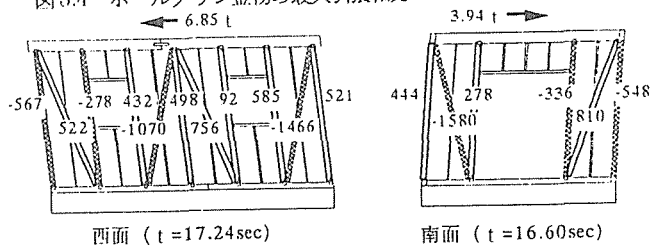


図3.5 層間変形角が最初に1/120に達したときの柱・筋かいの軸力

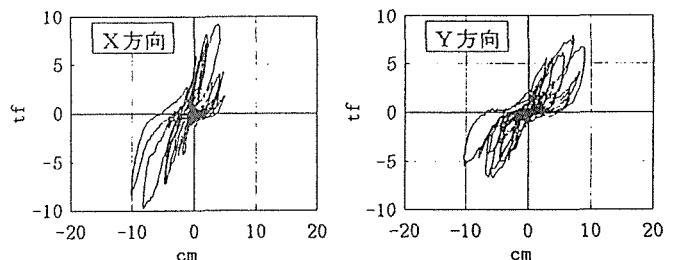


図3.6 フルススケール加振 (1回目) の荷重変形曲線

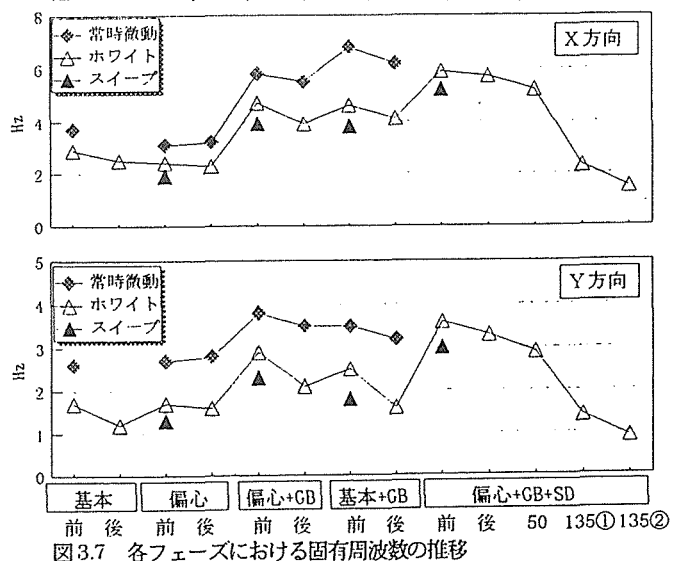


図3.7 各フェーズにおける固有周波数の推移

\*1 東京大学大学院修士課程  
 \*2 東京大学大学院工学系研究科建築学専攻助手・工博  
 \*3 東急建設(株)技術研究所・工博  
 \*4 東京大学大学院工学系研究科建築学専攻教授・工博

Grad. school of Eng.The Univ. of Tokyo  
 Assoc. Res., Dept. of Arch., Grad. school of Eng.The Univ. of Tokyo, Dr.Eng.  
 Institute of Technology, Tokyu Construction Co. Ltd., Dr.Eng.  
 Prof.,Dept. of Arch.,Grad. school of Eng.The Univ. of Tokyo, Dr.Eng.

## J R 鷹取波加振による軸組構法木造住宅の実大振動実験

正会員 ○ 宮本善人\*<sup>1</sup>

### その4 総2階建試験体(S2)の実験概要と中小加振

同 木村正彦\*<sup>2</sup> 同 田中裕樹\*<sup>3</sup>

同 大橋好光\*<sup>4</sup> 同 坂本 功\*<sup>5</sup>

X 3. 振動実験、実大建物実験 Y 7. 軸組構造 Z 3. 地震応答

#### 1. はじめに

その4では、軸組構法による総2階建実大試験体S2に対する振動台実験の概要と中小加振レベル(25kine加振)の振動台実験結果について報告する。

#### 2. 実験概要

##### 2.1 試験体

試験体S2は実大の総2階建軸組構法木造住宅で、平面の寸法は三間×二間である。2階床と屋根裏に鉄製の重りを載せ、屋根荷重と積載荷重を代替している。試験体S2は、試験体を構成する構造要素の組み合わせにより、6つのフェーズを実現させた。実現された6つのフェーズを図4.1に示す。これらのフェーズは、軸組木造住宅の構成要素がどのような力学的役割を果たしているのかを明らかにすることを目的として設定している。フェーズ1.1は、構造的に対称となっている軸組のみで構成された状態で基本形としている。フェーズ1.2は筋かいの設置位置を非対称にすることにより偏心をもつ軸組のみの構造を実現している。フェーズ2.1はフェーズ1.2の試験体に石膏ボードを貼った状態である。フェーズ2.2は再び筋かいを対称になるように取り付け、フェーズ1.1の基本形に石膏ボードを貼った状態である。フェーズ3は基本形1.1の試験体から2階床の半分(南側)を取り去って吹き抜けの状態を実現させた。フェーズ4はフェーズ3の試験体に石膏ボードを貼っている。フェーズ5はフェーズ4の試験体の筋かいを非対称位置に設置し直して偏心させ、これにサイディングを貼った状態である。フェーズ6.1は、フェーズ5の試験体からサイディングをはがした状態である。フェーズ6.2はフェーズ6.1の試験体から隅柱に使用されているホールダウン金物(HD)を除いた状態である。フェーズ6.3は、フェーズ6.2試験体の1階部筋かいを長辺、短辺とも2本ずつ減らした状態である。なお、S2のフェーズの中で隅柱にHDがないのは、6.2と6.3のみである。また、図4.1にはS2を2質点系に置換した場合の質点重量(振動に寄与する重量)も示した。

##### 2.2 振動台加振波

加振は各フェーズとも、常時微動測定、2次元ホワイト波加振、1次元サインスイープ加振、1次元25kine加振を原則とし、耐力の高いフェーズでは50kine加振と

3次元フルスケール加振を実施した。フェーズ6.3では、地震動による動的崩壊過程を調べるための破壊実験を実施している。地震波加振は、JR鷹取波を振動台入力波とし、波形を須磨断層に直角な方向(R成分)と平行な方向(T成分)に分解して使用した。加振方向は、試験体の長辺方向(X方向)をR成分加振、短辺方向(Y方向)をT成分加振とした。

##### 2.3 振動計測と波形処理

計測は、各階の絶対加速度と層間変位、筋かいの軸ひずみ、胴差しの曲げひずみである。計測チャンネル数は75~79程度である。計測されたデータは、波形処理され、伝達関数、力-変位関係、時系列などの形で考察する。

#### 3. 中小レベル(25kine)加振結果

図4.2に軸組のみのフェーズであるS2-11の25kine加振における長辺方向(X方向、R成分加振)と短辺方向(Y方向、T成分加振)の屋根裏位置(RF)の応答加速度波形、振動台入力加速度波形、伝達関数を示す。R成分の25kineは最大加速度で約150Gal程度、T成分は約300Gal程度である。表4.1と表4.2には、25kine加振で計測された加速度記録から同定されたS2の1次の固有振動数、減衰定数、剛性値、剛性比をフェーズごとに示す。固有振動数と減衰定数は、入力を振動台絶対加速度、出力を屋根裏部(RF)の絶対加速度として1自由度系のシステム同定理論から求めている。表4.1と表4.2に示す水平剛性は、同定された1次の固有振動数と質量から求めているが、石膏ボードやサイディングを使用しているフェーズでは剛性が軸組のみの場合に比べて数倍にも増大しているのが明瞭である。25kine加振レベルの応答では、石膏ボードやサイディングは軸組と同一の変形をして応答をしていると考えてよいので、各フェーズの剛性値の比から、軸組、石膏ボード、サイディングが受け持つ水平剛性の分担比を求め、表4.3と表4.4に示した。

#### 4. まとめ

軸組構法木造住宅の構成要素である石膏ボードとサイディングは25kineレベルの地震応答時には全体の水平剛性に大きく寄与している。振動台加振実験で得られた総2階建三間の場合の分担比を表4.3に、同様に総2階建二間の場合の分担比を表4.4に定量的に示した。

Shaking Table Test of Fullscale Wood-Framed Residential Structures to JR-Takatori Seismic Motions

Part 4 Overview of S2 Experiment and Test Results of S2 by Medium-level Excitation

MIYAMOTO Yoshito, KIMURA Masahiko, TANAKA Yuki, OHASHI Yoshimitsu and SAKAMOTO Isao

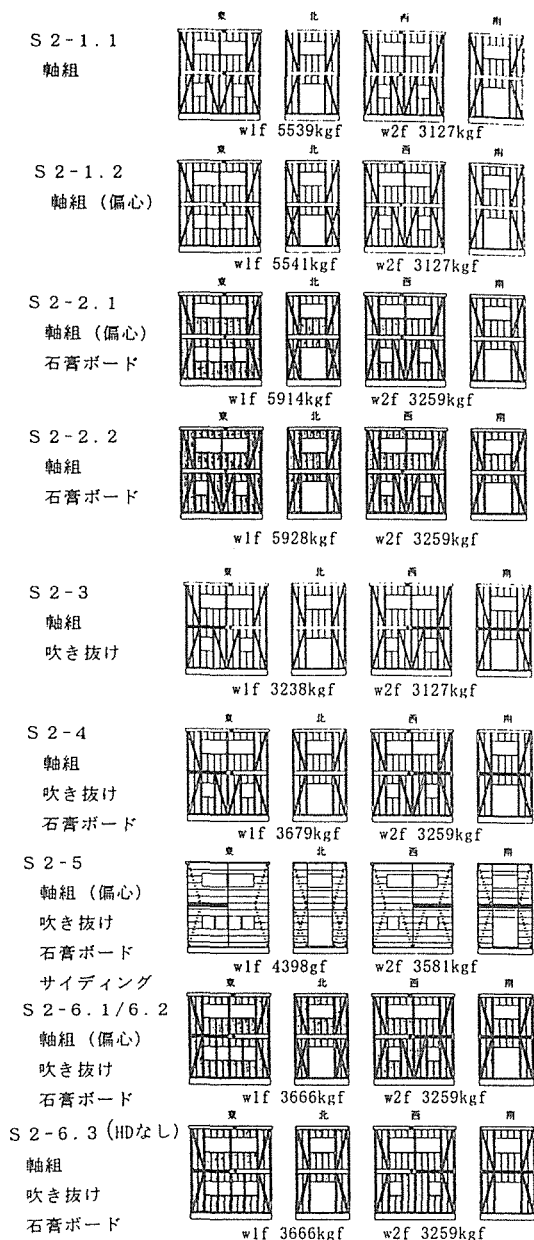


図4.1 軸組構法総2階建試験体S2のフェーズ

表4.3 S2試験体長辺方向の水平剛性の分担比

試験体の構成	軸組	石膏ボード	サイディング
軸組+石膏ボード	1	1.90	—
軸組(吹き抜け)+石膏ボード	1	2.36	—
軸組(吹き抜け, 偏心)+石膏ボード+サイディング	1	2.36	1:7.6

表4.4 S2試験体短辺方向の水平剛性の分担比

試験体の構成	軸組	石膏ボード	サイディング
軸組+石膏ボード	1	0.28	—
軸組(吹き抜け)+石膏ボード	1	0.61	—
軸組(吹き抜け, 偏心)+石膏ボード+サイディング	1	0.61	2:17.7

- \*1 殖産住宅相互(株) 技術開発部
- \*2 東急建設(株) 技術研究所 工博
- \*3 東京大学大学院工学系研究科 大学院生
- \*4 東京大学大学院工学系研究科 助手 工博
- \*5 東京大学大学院工学系研究科 教授 工博

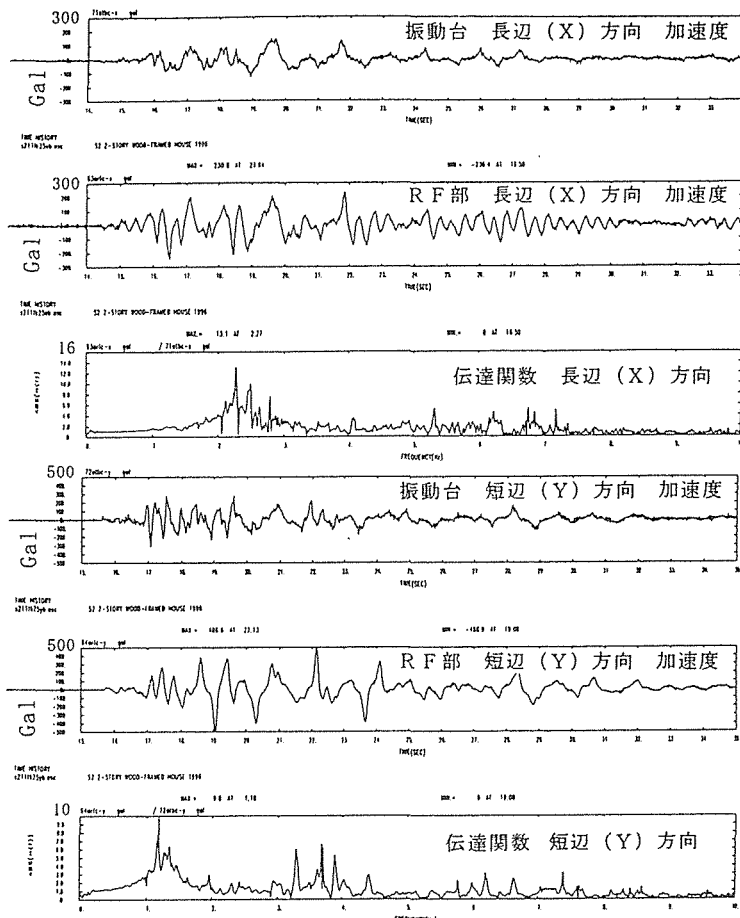


図4.2 S2-1.1の振動台とRF部の加速度波形と伝達関数

表4.1 JR鷹取波R成分25kine加振によるS2長辺方向動特性と剛性値

フェーズ	固有振動数 Hz	減衰定数	固有振動数比	重量 Kgf	剛性値 Kgf/cm	剛性比
S2-1.1	2.29	0.135	1.00	8667	1831	1.00
S2-2.1	3.52	0.145	1.54	9174	4579	2.50
S2-2.2	3.79	0.167	1.66	9187	5316	2.90
S2-3	2.45	0.137	1.07	6366	1539	0.84
S2-4	4.3	0.164	1.88	6938	5168	2.82
S2-5	4.95	0.155	2.16	7978	7875	4.30

表4.2 JR鷹取波T成分25kine加振によるS2短辺方向動特性と剛性値

フェーズ	固有振動数 Hz	減衰定数	固有振動数比	重量 Kgf	剛性値 Kgf/cm	剛性比
S2-1.1	1.23	0.126	1.00	8667	528	1.00
S2-2.1	1.54	0.148	1.25	9174	876	1.66
S2-2.2	1.35	0.112	1.10	9187	674	1.28
S2-3	1.25	0.125	1.02	6366	401	0.76
S2-4	1.52	0.158	1.24	6938	646	1.22
S2-5	2.17	0.165	1.76	7978	1513	2.87

- Dept. of Technical Development, Shokusan jutaku sogo Co., Ltd.
- Institute of Technology, Tokyu Construction Co., Ltd., Dr. Eng.
- Graduate Student, The Univ. of Tokyo, Eng. Dept.
- Res. Assoc., Eng. Dept., The Univ. of Tokyo, Dr. Eng.
- Prof., Eng. Dept., The Univ. of Tokyo, Dr. Eng.

# J R 鷹取波加振による軸組構法木造住宅の実大振動実験

正会員 ○ 鶴田文男\*<sup>1</sup>

その5 総2階建試験体(S2)の3次元フルスケール加振 同 木村正彦\*<sup>2</sup> 同 大橋好光\*<sup>3</sup>

同 坂本 功\*<sup>4</sup>

X 3. 振動実験、実大建物実験 Y 7. 軸組構造 Z 3. 地震応答

## 1. はじめに

その5では、軸組構法による総2階建実大試験体S2をJR鷹取波で3次元フルスケール加振した結果について報告する。

## 2. 加振概要

### 2.1 試験体のフェーズ

JR鷹取波3次元フルスケール加振における試験体S2のフェーズは5、6.1、6.2である。フェーズ5は軸組(偏心、吹き抜け)に石膏ボードとサイディングが加わった状態であり、一連のフェーズの中では最も水平耐力の高い試験体である。フェーズ5の試験体は、現代的な軸組構法で施工された乾式の軸組構法木造住宅である。フェーズ6.1は、フェーズ5からサイディングを取りはずした試験体である。フェーズ6.2では、さらに隅柱のホールダウン金物を取り外している。フェーズ6.2は、過去の加振履歴により石膏ボードは軸組にゆるく留められている状態である。

### 2.2 JR鷹取波

JR鷹取波の3次元フルスケール加振入力レベルは、  
X方向(R成分,長辺方向) 135kine 818Gal 50cm  
Y方向(T成分,短辺方向) 55kine 566Gal 18cm  
Z方向(上下動成分) 13kine 227Gal 5cm  
であり、最大速度と最大変位が極めて大きな大振幅波形である。上記の値は振動台での測定値である。

この記録は、1995年兵庫県南部地震で神戸市須磨区のJR西日本鷹取駅構内の地表レベルに設置された地震計で記録された加速度波形である<sup>1)</sup>。

## 3. 3次元フルスケール加振結果

表5.1と表5.2に、測定された加速度記録から同定した固有振動数と減衰定数、水平剛性、剛性比などを示す。剛性比はフェーズ1.1(軸組のみ)の25kine加振で求められた値を基準にしている。

フェーズ5では、JR鷹取波3次元フルスケール加振でも損傷は軽微であった。この時の最大層間変形角は、長辺方向1階部で1/129、同2階部で1/218、短辺方向1階部で1/45、同2階部で1/105であった。

フェーズ5の水平剛性は、長辺方向で25kine加振時に7875kgf/cmであったが、3次元フルスケール加振時には2538kgf/cmと約32%に低下している。同様に、短

辺方向の剛性は25kine加振時に1513kgf/cmを示したが、3次元フルスケール加振時には833kgf/cmと55%に低下した。振動パラメータ(固有振動数、減衰定数)の変化で見ると、長辺方向が25kine加振時に4.95Hz、15.5%であったものが、3次元フルスケール加振時には2.81Hz、26.3%を示し、大きな固有振動数の低下と減衰の増大が見られる。短辺方向では、2.17Hz、16.5%から1.61Hz、19.9%に変化している。

フェーズ6.1の3次元フルスケール時の最大層間変形角は、短辺方向1階部で1/35、同2階部で1/61であった。同様にフェーズ6.2では、短辺方向1階部で1/34、同2階部で1/48の最大層間変形角を示した。

図5.1と図5.2にはフェーズ5におけるS2の長辺方向(三間)および短辺方向(二間)の加速度応答(RF)と伝達関数を示す。図5.3~図5.5には短辺方向1階部の層せん断力-層間変位関係を示す。

## 4. まとめ

(1)フェーズS2-5の構成[軸組(偏心、吹き抜け)+石膏ボード+サイディング]からなる軸組構法木造住宅(隅柱HD使用)は、JR鷹取波3次元フルスケールの地震動に対して長辺方向1階部の最大層間変形角は1/129、短辺方向1階部の最大層間変形角は1/45、ベースシア応答が1程度であり、損傷も軽微であった。石膏ボードとサイディングが軸組にしっかり留めてあれば、これらの構成要素は剛性を大きく高め、変形を抑える働きをする。

(2)フェーズS2-5試験体の短辺方向1階部の層せん断力-変位関係は、スリッパ的、硬化型、multi-linearな性状を示した。

(3)フェーズS2-6.2試験体は、加振履歴により石膏ボードの留めがゆるくなっていると考えられる。石膏ボードが軸組にゆるく留められている、ホールダウン金物を使用していない軸組であるこの試験体は、JR鷹取波3次元フルスケール加振でも倒壊はしなかったが、大きな変形応答を示した。このときの応答は、短辺方向の1階部で1/34、2階部で1/48の最大層間変形角を示し、ベースシア応答は約0.9であった。

参考文献1)中村豊ほか:1995年兵庫県南部地震の地震動記録(II),

(財)鉄道総合技術研究所ユレダス開発推進部、1996年3月

Shaking Table Test of Full-scale Wood-Framed Residential Structures to JR-Takatori Seismic Motions  
Part 5 Test Results of S2 by 3D Fullscale Excitation

TOKITA Fumio, KIMURA Masahiko, OHASHI Yoshimitsu and SAKAMOTO Isao

表5.1 J R 腐取波 3次元フルスケール加振による総2階建試験体S2の長辺方向動特性と剛性値 (単位 重量kgf 剛性値kgf/cm)

フェーズ	固有振動数 Hz	減衰定数	固有振動数比	重量	剛性値	剛性比	試験体の構成
S2-5	2.81	0.263	1.23	7978	2538	1.39	軸組(偏心)、吹き抜け、石膏ボード、サイディング
S2-6.1	1.75	0.305	0.76	6925	854	0.47	軸組(偏心)、吹き抜け、石膏ボード
S2-6.2	1.43	0.264	0.62	6925	570	0.31	軸組(偏心)、吹き抜け、石膏ボード、HDなし

表5.2 J R 腐取波 3次元フルスケール加振による総2階建試験体S2の短辺方向動特性と剛性値 (単位 重量kgf 剛性値kgf/cm)

フェーズ	固有振動数 Hz	減衰定数	固有振動数比	重量	剛性値	剛性比	試験体の構成
S2-5	1.61	0.199	1.31	7978	833	1.58	軸組(偏心)、吹き抜け、石膏ボード、サイディング
S2-6.1	1.32	0.145	1.07	6925	486	0.92	軸組(偏心)、吹き抜け、石膏ボード
S2-6.2	1.13	0.160	0.92	6925	356	0.67	軸組(偏心)、吹き抜け、石膏ボード、HDなし

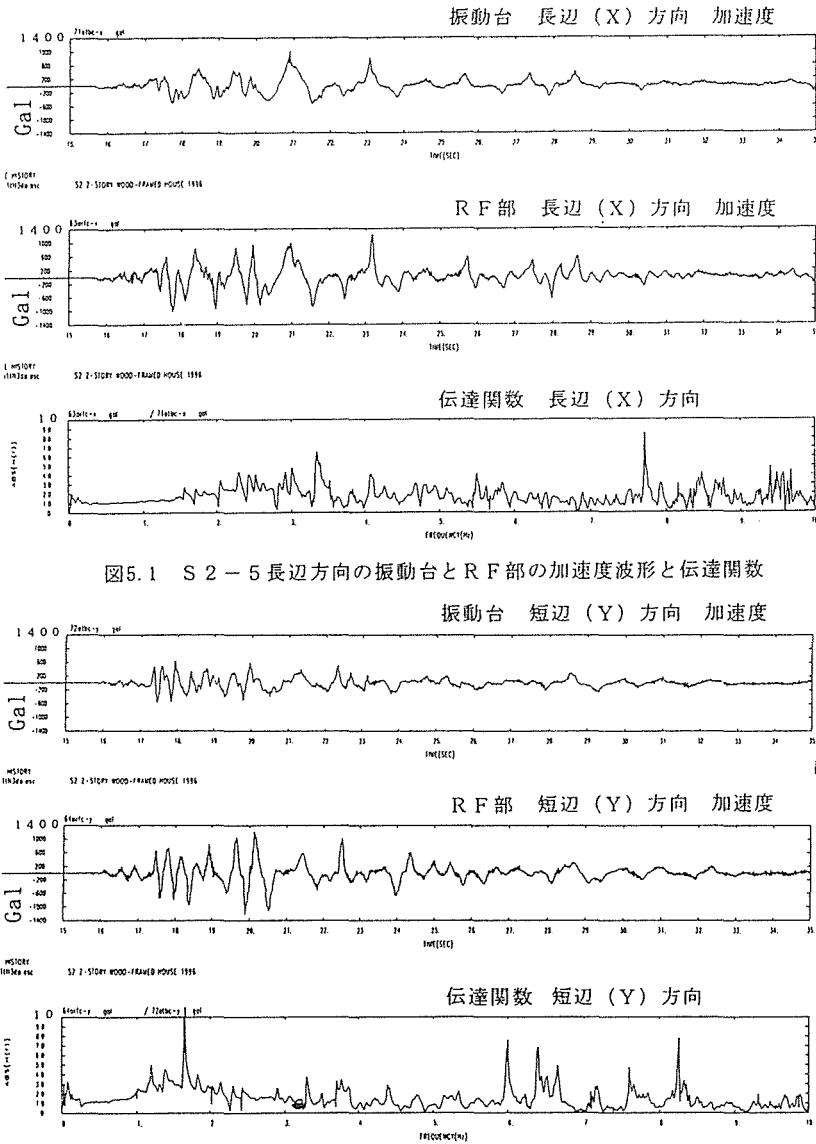


図5.1 S2-5長辺方向の振動台とRF部の加速度波形と伝達関数

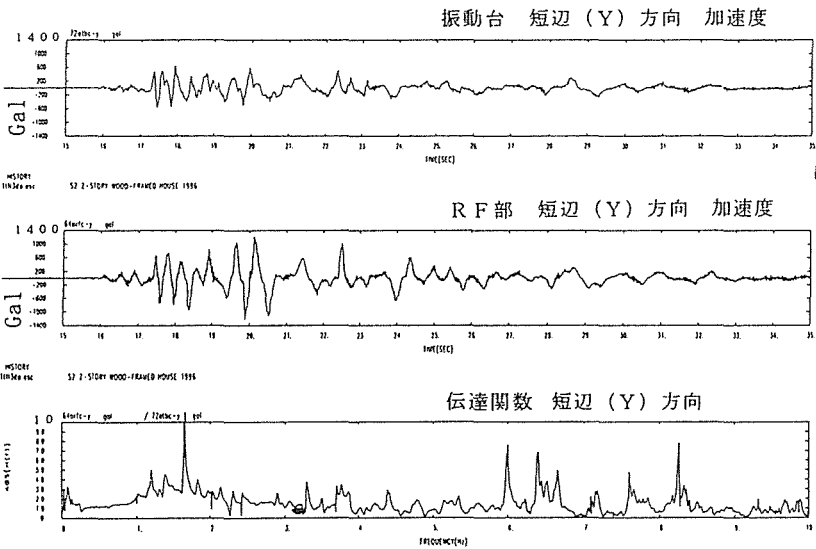


図5.2 S2-5短辺方向の振動台とRF部の加速度波形と伝達関数

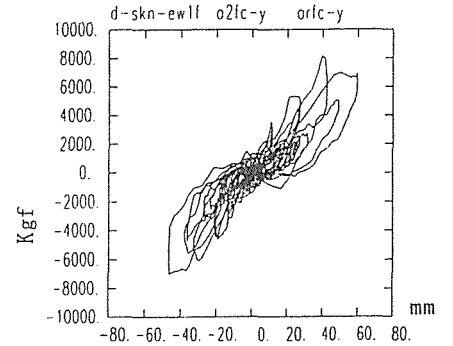


図5.3 S2-5短辺方向1階部の層せん断力-層間変位関係

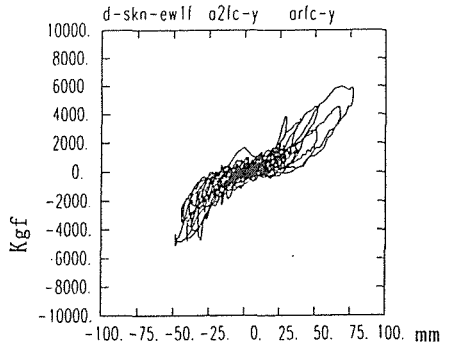


図5.4 S2-6.1短辺方向1階部の層せん断力-層間変位関係

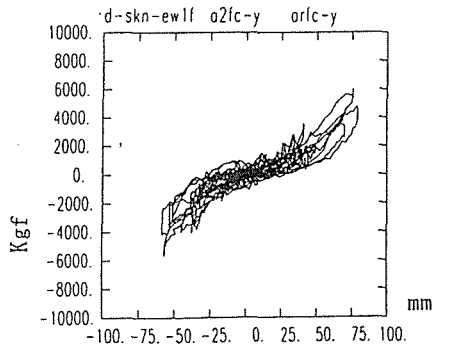


図5.5 S2-6.2短辺方向1階部の層せん断力-層間変位関係

- \*1 殖産住宅相互(株) 技術開発部
- \*2 東急建設(株) 技術研究所 工博
- \*3 東京大学大学院工学系研究科 助手 工博
- \*4 東京大学大学院工学系研究科 教授 工博

Dept. of Technical Development, Shokusan jutaku sogo Co., Ltd.  
 Institute of Technology, Tokyu Construction Co., Ltd., Dr. Eng.  
 Res. Assoc., Eng. Dept., The Univ. of Tokyo, Dr. Eng.  
 Prof., Eng. Dept., The Univ. of Tokyo, Dr. Eng.



# J R 鷹取波加振による軸組構法木造住宅の実大振動実験

正会員 ○ 永尾弘行\*<sup>1</sup>

その6 下屋付き2階建試験体(S3)の実験概要と中小加振

同 木村正彦\*<sup>2</sup> 同 田中裕樹\*<sup>3</sup>

同 大橋好光\*<sup>4</sup> 同 坂本 功\*<sup>5</sup>

X 3. 振動実験、実大建物実験 Y 7. 軸組構造 Z 3. 地震応答

## 1. はじめに

その6では、軸組構法による下屋付き2階建実大試験体S3に対する振動台実験の概要と中小加振レベル(25kine加振)の振動台実験結果について報告する。

## 2. 実験概要

### 2.1 試験体

試験体S3は実大の下屋付き2階建軸組構法木造住宅で、平面の寸法は三間×二間である。2階床と屋根裏、下屋屋根裏部に鉄製の重りを載せ、屋根荷重や積載荷重を代替している。試験体S3は、試験体を構成する構造要素の組み合わせにより、5つのフェーズを実現させた。5つのフェーズを図6.1に示す。

フェーズ1.1は、筋かいが逆向きに取り付けられた構造的に対称な軸組のみで構成されている。フェーズ1.2は筋かいを通常の向きに取り付けた構造的に対称な軸組のみの状態で基本形としている。フェーズ1.3はフェーズ1.2の試験体の1階部北面と西面に筋かいを1ペアずつ増設し、構造的に偏心とさせている。フェーズ2は基本形(フェーズ1.2)の西面1階部の管柱を2本抜いた状態としている。フェーズ3はフェーズ2の試験体に石膏ボードを貼った状態である。フェーズ4はフェーズ3の試験体にサイディングを貼り、1階部北面と東面に1本ずつ筋かいを増設した試験体である。フェーズ5はフェーズ4の試験体から1階部の筋かいを全部取り去り、代わりに合板を使用した状態である。なお、S3のすべてのフェーズで隅柱にホールダウン金物を使用している。図6.1には試験体S3を2質点系に置換した場合の質点重量(振動に寄与する重量)も示した。

### 2.2 振動台加振波

加振は各フェーズとも常時微動測定、2次元ホワイト波加振、1次元サインスイープ加振、1次元25kine加振を原則とし、耐力の高いフェーズでは50kine加振と3次元フルスケール加振を実施した。加振方向は、試験体の長辺方向(三間、X方向)をJR鷹取波のR成分加振、短辺方向(二間、Y方向)をJR鷹取波のT成分加振とした。

### 2.3 振動計測と波形処理

計測は、各階の絶対加速度と層間変位、筋かい、柱

の軸ひずみである。計測チャンネル数は75~79程度である。計測されたデータは、波形処理され、伝達関数、カー変位関係、時系列などの形で考察した。

### 3. 中小レベル(25kine)加振結果

図6.2に軸組のみのフェーズであるS2-1.2の25kine加振における長辺方向(X方向、R成分加振)と短辺方向(Y方向、T成分加振)の屋根裏位置(RF)の応答加速度波形、振動台入力加速度波形、伝達関数を示す。R成分の25kineは最大加速度で約150Gal程度、T成分は約300Gal程度である。

表6.1と表6.2には、25kine加振で計測された加速度記録から同定したS3の1次固有振動数、減衰定数、剛性値、剛性比をフェーズごとに示す。固有振動数と減衰定数は、入力を振動台絶対加速度、出力を屋根裏部(RF)の絶対加速度として線形1自由度系のシステム同定理論から求めている。表6.1と表6.2に示す水平剛性は、同定された1次の固有振動数と質量から求めている。石膏ボードやサイディングを使用しているフェーズでは剛性が軸組のみの場合に比べて大きく増大している。25kine加振レベルの応答では、石膏ボードやサイディングは軸組と同一の変形をして応答をしていると考えてよいので、各フェーズの剛性値の比から、軸組、石膏ボード、サイディングが受け持つ水平剛性の分担比を求め、それらの値を表6.3と表6.4に示した。表6.3と表6.4から、石膏ボードやサイディングは、25kine加振レベルでは、大きな剛性分担比を持つことがわかる。

### 4. まとめ

(1) 軸組構法木造住宅の構成要素である石膏ボードとサイディングは、25kineレベル入力の地震応答では、全体の水平剛性に大きく寄与している。今回の加振実験から求められた、下屋付き2階建三間の場合の分担比を表6.3に、同様に下屋付き2階建二間の場合の分担比を表6.4に定量的に示した。

(2) 軸組のみの試験体であるS3-1.2(1階部全柱数16本)から1階部管柱を2本抜くことで、水平剛性は、長辺方向、短辺方向とも8%低下した。管柱を2本中抜きすることでも、水平剛性には無視できない影響が現れる。

Shaking Table Test of Fullscale Wood-Framed Residential Structures to JR-Takatori Seismic Motions

Part 6 Overview of S3 Experiment and Test Results of S3 by Medium-level Excitation

NAGAO Hiroyuki, KIMURA Masahiko, TANAKA Yuki, OHASHI Yoshimitsu and SAKAMOTO Isao

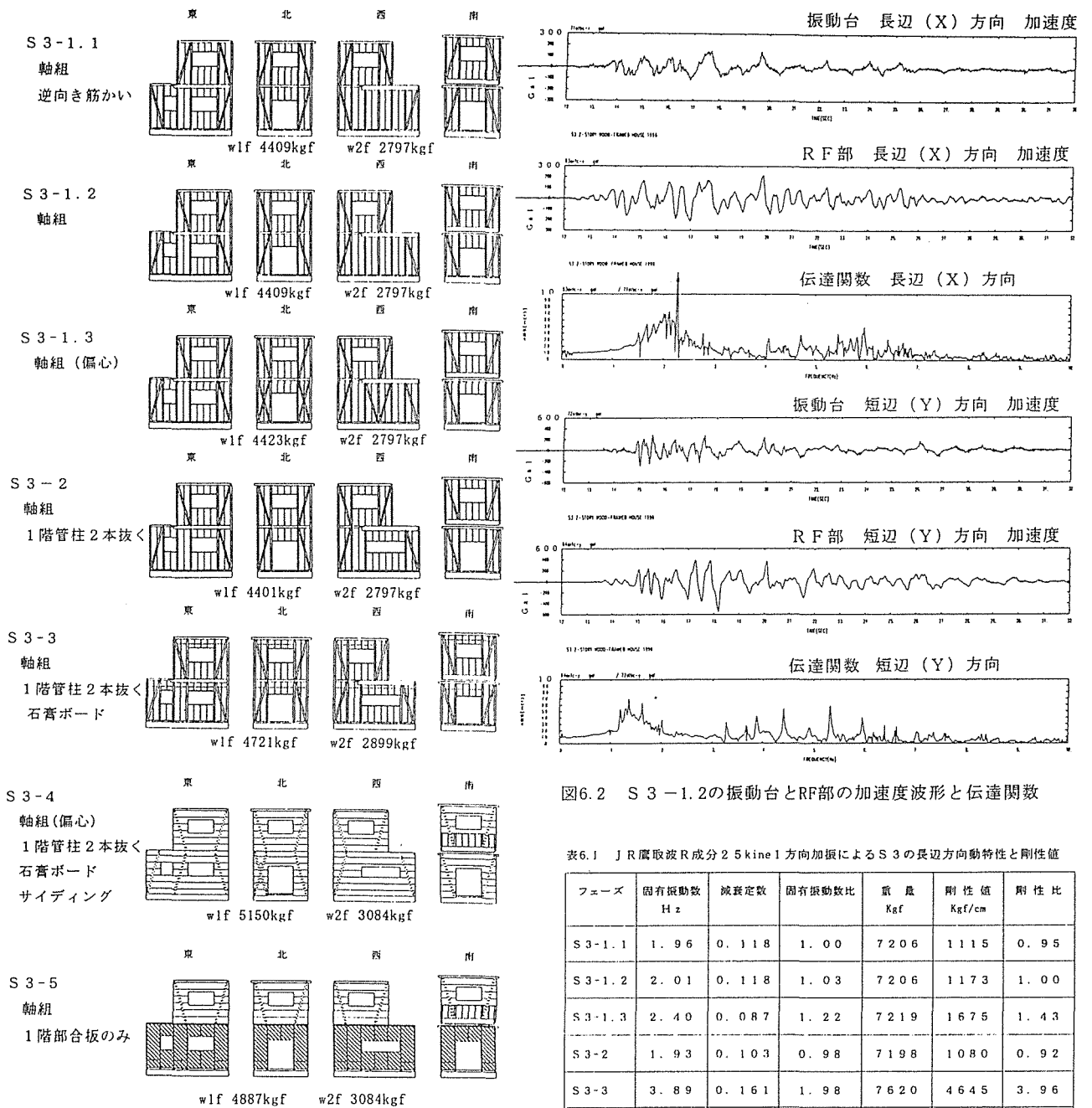


図6.2 S3-1.2の振動台とRF部の加速度波形と伝達関数

表6.1 J R 腐敗波 R 成分 2.5 kine l 方向加振による S 3 の長辺方向動特性と剛性値

フェーズ	固有振動数 Hz	減衰定数	固有振動数比	重量 Kgf	剛性値 Kgf/cm	剛性比
S3-1.1	1.96	0.118	1.00	7206	1115	0.95
S3-1.2	2.01	0.118	1.03	7206	1173	1.00
S3-1.3	2.40	0.087	1.22	7219	1675	1.43
S3-2	1.93	0.103	0.98	7198	1080	0.92
S3-3	3.89	0.161	1.98	7620	4645	3.96
S3-4	4.70	0.195	2.40	8234	7327	6.25

表6.2 J R 腐敗波 T 成分 2.5 kine l 方向加振による S 3 の短辺方向動特性と剛性値

フェーズ	固有振動数 Hz	減衰定数	固有振動数比	重量 Kgf	剛性値 Kgf/cm	剛性比
S3-1.1	1.6	0.131	1.00	7206	743	1.17
S3-1.2	1.48	0.139	0.93	7206	636	1.00
S3-1.3	1.61	0.133	1.01	7219	754	1.19
S3-2	1.42	0.122	0.89	7198	585	0.92
S3-3	1.72	0.167	1.08	7620	908	1.43
S3-4	2.17	0.176	1.36	8234	1562	2.46

図6.1 軸組構法下屋付き2階建試験体S3のフェーズ  
(すべてのフェーズで隅柱にHD使用)

表6.3 S3試験体長辺方向の水平剛性の分担比 (J R 腐敗波 R 成分 2.5 kine 加振)

試験体の構成	軸組	石膏ボード	サイディング
軸組(1階管柱2本抜く, 偏心)+石膏ボード+サイディング	1	3.3	2.48

表6.4 S3試験体短辺方向の水平剛性の分担比 (J R 腐敗波 T 成分 2.5 kine 加振)

試験体の構成	軸組	石膏ボード	サイディング
軸組(1階管柱2本抜く, 偏心)+石膏ボード+サイディング	1	0.55	1.12

\*1 住友林業(株) 筑波研究所  
 \*2 東急建設(株) 技術研究所 工博  
 \*3 東京大学大学院工学系研究科 大学院生  
 \*4 東京大学大学院工学系研究科 助手 工博  
 \*5 東京大学大学院工学系研究科 教授 工博

Tsukuba Research Institute, Sumitomo Forestry Co., Ltd.  
 Institute of Technology, Tokyu Construction Co., Ltd., Dr. Eng.  
 Graduate Student, Eng. Dept., The Univ. of Tokyo  
 Res. Assoc., Eng. Dept., The Univ. of Tokyo, Dr. Eng.  
 Prof., Eng. Dept., The Univ. of Tokyo, Dr. Eng.

# J R 鷹取波加振による軸組構法木造住宅の実大振動実験

正会員 ○ 三川 卓\*<sup>1</sup>

## その7 下屋付き2階建試験体(S3)の3次元フルスケール加振

同 木村正彦\*<sup>2</sup> 同 大橋好光\*<sup>3</sup>

同 坂本 功\*<sup>4</sup>

X 3. 振動実験、実大建物実験 Y 7. 軸組構造 Z 3. 地震応答

### 1. はじめに

その7では、軸組構法による下屋付き2階建実大試験体S3をJ R 鷹取波で3次元フルスケール加振した結果について報告する。

### 2. 加振概要

#### 2.1 試験体のフェーズ

J R 鷹取波3次元フルスケール加振における試験体S3のフェーズは4である。フェーズ4は軸組(偏心、1階管柱2本抜き)に石膏ボードとサイディングが加わった状態である。1階部の管柱を2本抜いた状態は、開口部の関係で一般の住宅でよく見られる状態である。フェーズ4はS3の一連のフェーズの中では最も水平耐力が高く、現代的な軸組構法で施工された乾式の軸組構法木造住宅であるといえる。

#### 2.2 J R 鷹取波

J R 鷹取波の3次元フルスケール加振入力レベルは、  
X方向(R成分,長辺方向) 135kine 818Gal 50cm  
Y方向(T成分,短辺方向) 55kine 566Gal 18cm  
Z方向(上下動成分) 13kine 227Gal 5cm  
であり、最大速度と最大変位が極めて大きな大振幅波形である。上記の値は、試験体が振動台に載っていない状態でJ R 鷹取波の3次元フルスケール再現を実施したとに振動台の動きを実測した値である。この実測には、速度計、加速度計、変位計を使用し、物理量ごとにそれぞれ独立したセンサーを用いた。

このJ R 鷹取波は、1995年兵庫県南部地震で神戸市須磨区のJ R 西日本鷹取駅構内の地表レベルに設置された地震計で観測された加速度波形である<sup>1)</sup>。

### 3. 3次元フルスケール加振結果

表7.1と表7.2に、測定された加速度記録から同定した固有振動数と減衰定数、水平剛性、剛性比を示す。

固有振動数と減衰定数の同定は、線形1自由度系のシステム同定理論を使って求めた。観測された入出力波形から計算される伝達関数の振幅と位相の情報から1次固有振動数と減衰定数をまず特定し、この値を初期値として、仮定した系の伝達関数と実測から求められた伝達関数の差が最小になるように固有振動数と減衰定数を決定している。

剛性比はフェーズ1.2(軸組のみ)の25kine加振で

求められた値を基準にしている。フェーズ4では、J R 鷹取波3次元フルスケール加振による試験体の損傷は比較的少かったが、大きな変形応答を示した。このときの最大層間変形角は、長辺方向(三間)の1階部で1/78、同2階部で1/123、短辺方向(二間)の1階部で1/36、同2階部で1/110であった。

フェーズ4の剛性は、長辺方向で25kine加振時には7327kgf/cmであったが、3次元フルスケール加振時には1724kgf/cmと約24%に大きく低下している。同様に短辺方向の剛性は25kine加振時に1562kgf/cmを示したが、3次元フルスケール加振時には787kgf/cmと50%に低下した。

振動パラメータ(固有振動数、減衰定数)の変化で見ると、長辺方向で25kine加振時に4.7Hz、19.5%であったものが、3次元フルスケール加振時には2.28Hz、29.0%に変化し、大きな固有振動数の低下と減衰の増大が見られる。同様に短辺方向では、2.17Hz、17.6%から1.54Hz、18.6%に変化している。

図7.1と図7.2にはフェーズ4におけるS3の長辺方向および短辺方向の応答加速度波形(振動台とR F部)と伝達関数を示す。

図7.3には3次元フルスケール加振時の長辺方向1階部の層せん断力-層間変位関係を示す。図7.4には参考までに50kine加振における長辺方向1階部の層せん断力-層間変位関係を示す。なお、表7.1と表7.2には50kine加振時の結果も併せて示した。

### 4. まとめ

(1)フェーズS3-4の構成(軸組(偏心、1階管柱2本抜き)+石膏ボード+サイディング)からなる下屋付き2階建軸組構法木造住宅(隅柱HD使用)は、J R 鷹取波3次元フルスケールの地震動に対しても倒壊はせず、ベースシア応答は1程度であった。しかしながら、大きな変形応答を示し、短辺方向(二間)の1階部の最大変形角は1/36であった。

(2)フェーズS3-4の層せん断力-層間変位関係(長辺方向、三間)は、硬化型、ダブルバイリニア的な性状を示した。

参考文献 1)中村豊他:1995年兵庫県南部地震の地震動記録(II)、

(財)鉄道総合技術研究所エレグス開発推進部、1996年3月

表7.1 J R 腐取波 3次元フルスケール加振および50kine加振による試験体S3 (フェーズS3-4)の長辺方向動特性と剛性値 (単位 重量kgf 剛性kgf/cm)

加振レベル	固有振動数 Hz	減衰定数	固有振動数比	重量 Kgf	剛性値 Kgf/cm	剛性比	試験体の構成
50 kine	3.56	0.263	1.82	8234	4204	3.58	軸組(偏心)、1階管柱2本抜く、石膏ボード、サイディング
フルスケール	2.28	0.290	1.13	8234	1724	1.47	軸組(偏心)、1階管柱2本抜く、石膏ボード、サイディング

表7.2 J R 腐取波 3次元フルスケール加振および50kine加振による試験体S3 (フェーズS3-4)の短辺方向動特性と剛性値 (単位 重量kgf 剛性kgf/cm)

加振レベル	固有振動数 Hz	減衰定数	固有振動数比	重量 Kgf	剛性値 Kgf/cm	剛性比	試験体の構成
50 kine	2.12	0.156	1.33	8234	1491	2.34	軸組(偏心)、1階管柱2本抜く、石膏ボード、サイディング
フルスケール	1.54	0.186	1.04	8234	787	1.24	軸組(偏心)、1階管柱2本抜く、石膏ボード、サイディング

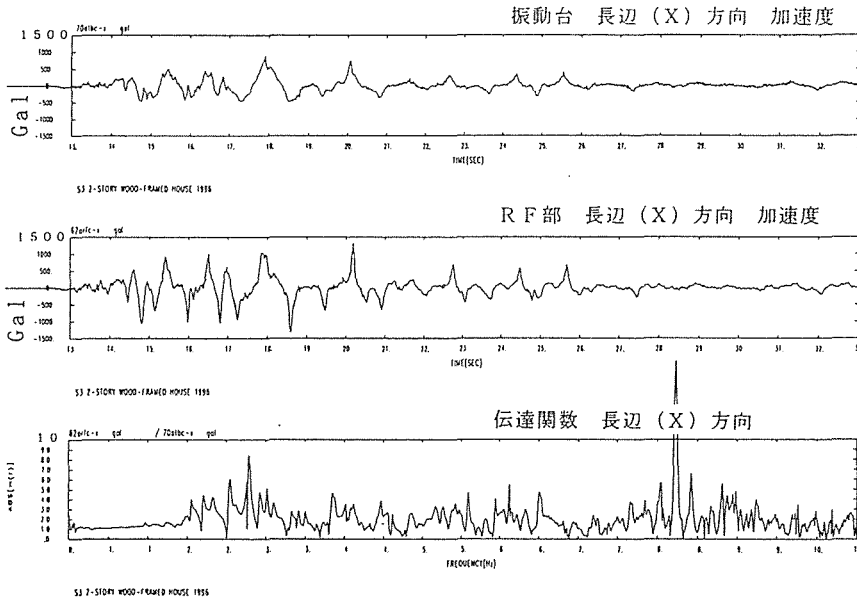


図7.1 S3-4長辺方向の振動台とRF部の加速度波形と伝達関数

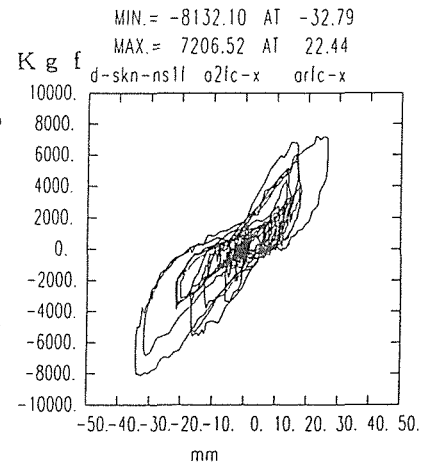


図7.3 S3-4長辺方向1階部の層せん断力-層間変位関係 (3次元フルスケール加振)

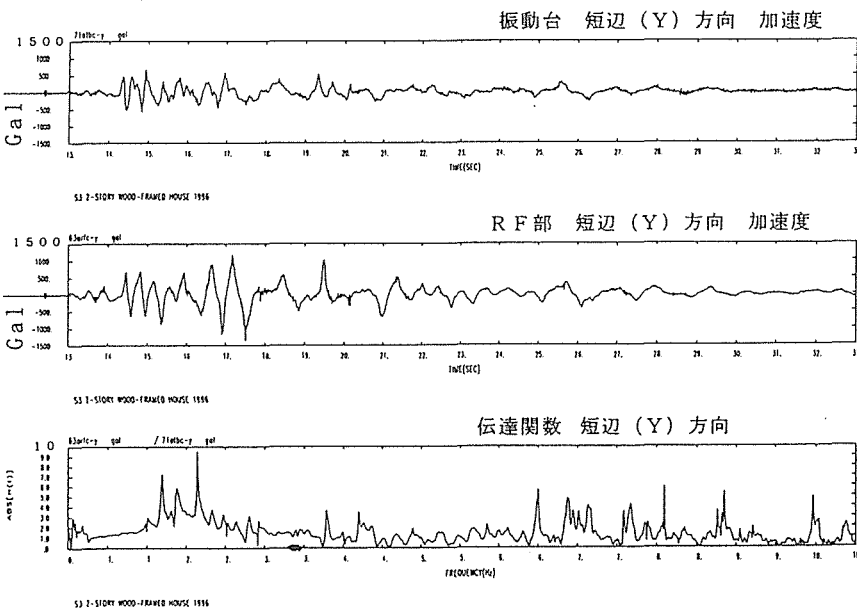


図7.2 S3-4短辺方向の振動台とRF部の加速度波形と伝達関数

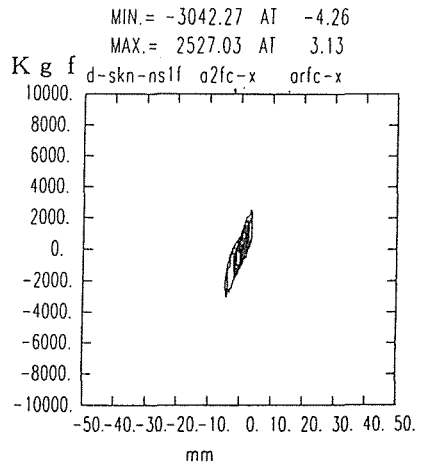


図7.4 S3-4長辺方向1階部の層せん断力-層間変位関係 (3次元50kine加振)

- \*1 住友林業(株) 住宅本部
- \*2 東急建設(株) 技術研究所 工博
- \*3 東京大学大学院工学系研究科 助手 工博
- \*4 東京大学大学院工学系研究科 教授 工博

Housing Headquarters, Sumitomo Forestry Co., Ltd.  
 Institute of Technology, Tokyu Construction Co., Ltd., Dr. Eng.  
 Res. Assoc., Eng. Dept., The Univ. of Tokyo, Dr. Eng.  
 Prof., Eng. Dept., The Univ. of Tokyo, Dr. Eng.

# J R 鷹取波加振による軸組構法木造住宅の実大振動実験 その8 総2階建試験体(S2)の動的崩壊過程

正会員 ○大橋 好光\*1  
同 木村 正彦\*2  
同 田中 裕樹\*3  
同 坂本 功\*4

X3. 振動実験、実大建物実験 Y7. 軸組構造 Z3. 地震応答

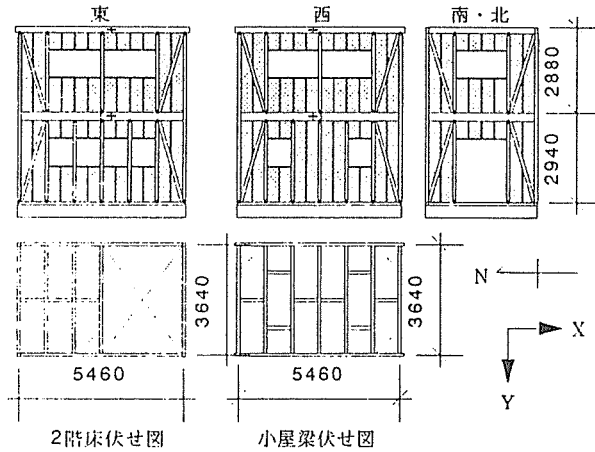


図8.1 試験体の立面図・平面図

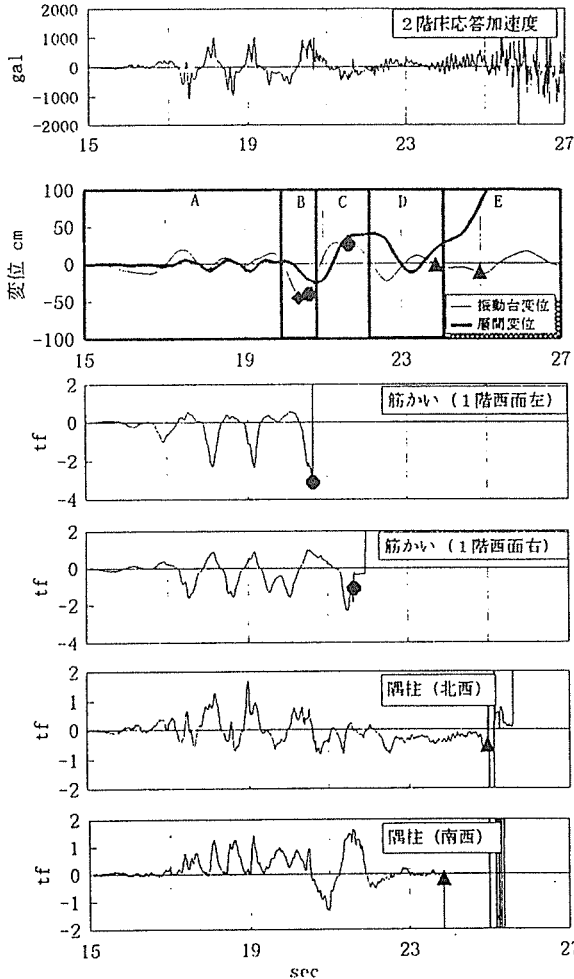


図8.2 振動台変位および筋かい・柱の軸力の時刻歴

## 1. はじめに

その8では、軸組構法による総2階建て実大試験体S2のJR鷹取波フルスケール加振による動的な崩壊過程について報告する。

## 2. 試験体の状態

図8.1に、このフェーズにおける試験体S2の状態を示した。試験体は、軸組に石膏ボードを取り付けた状態で、筋かいはX、Y方向、1階、2階ともに4本ずつである。また、2階床は半分が吹き抜けとなっており、4隅の柱脚のホールダウン金物は留め付けていない。さらに、この加振の前にすでにフルスケール加振を2回行っており、石膏ボードの耐力はすでにある程度低下している。

## 3. 3次元フルスケール加振の結果

図8.2は、X方向の2階床の応答加速度、西面の2本の筋かいおよび2本の隅柱の応力を、振動台の変位の時刻歴波形の時間軸に揃えたものである。筋かいは座屈の瞬間を、柱は引き抜きの瞬間をプロットしてある。座屈した瞬間の筋かいの圧縮軸力はおよそ3tであった。

図8.3は、崩壊に至る前の1階部分の荷重変形曲線を示している。1階の最大層せん断力は、およそ7tであった。加振の前半は、筋かい軸組で一般的に見られる挙動を示している。その後、筋かいの座屈により、耐力が低下し、変形が進む様子が表れている。図表のマークは、荷重変形曲線の履歴からはずれる瞬間をプロットした。

図8.4は、JR鷹取フルスケール加振の1階のX、Y方向の

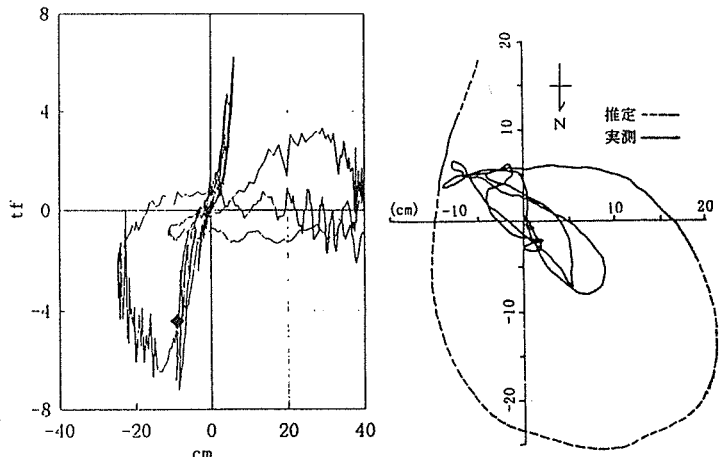


図8.3 倒壊前の荷重変形曲線

図8.4 2階床部分の変位軌跡

Shaking Table Test of Fullscale Wood-Framed Residential Structures to JR-Takatori Seismic Motions

(Part 8) Process of Collapse

OHASHI Yoshimitsu, KIMURA Masahiko, TANAKA Yuki and SAKAMOTO Isao

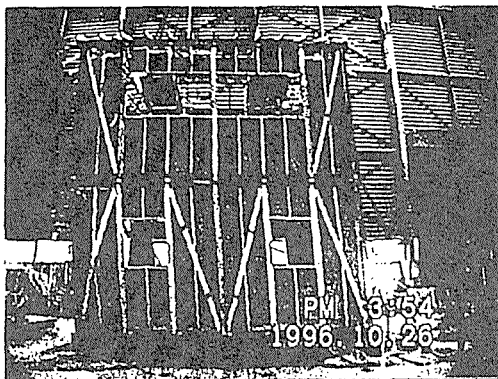


写真8.1 西面 1階左側の筋かい座屈  
(1階中央2本の筋かいは事前に切断しておいた)

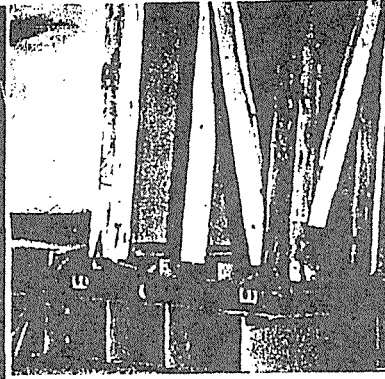


写真8.2 南東 柱脚の引き抜け

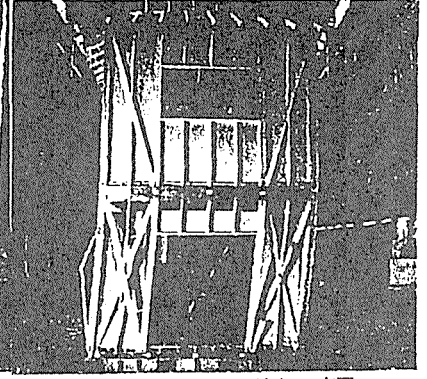


写真8.3 北面 左側面の筋かい座屈

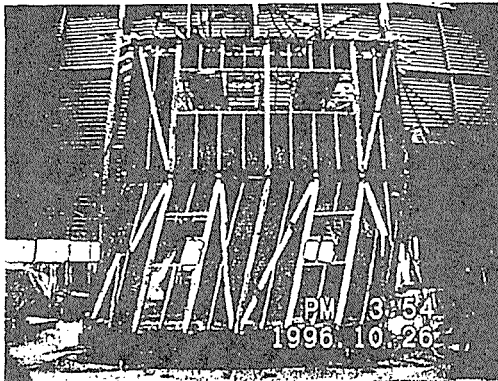


写真8.4 西面 1階右側の筋かい座屈

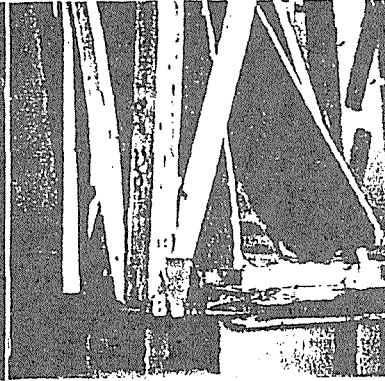


写真8.5 南東 柱脚の踏み外し

層間変位の軌跡である。加振の前半では、1階の層間変位は10cm以下で北西から南東方向に動いている。後半は、変形が大きかったために、すべての軌跡を追跡することはできなかったが、解析により北側に最大で25cmの層間変位が生じたと推定された。その後、南側に大きく変形し倒壊に至った。写真8.1～8.8に、試験体を西側から見た写真を中心に、その崩壊過程を示す。

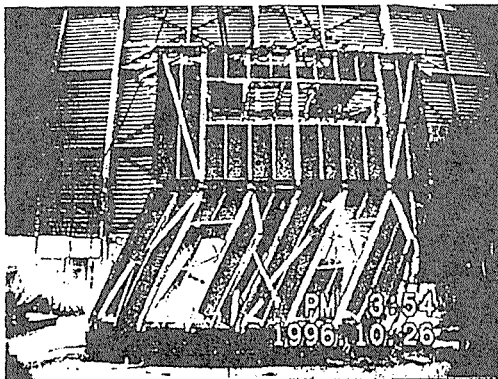


写真8.6 西面 通し柱の折損

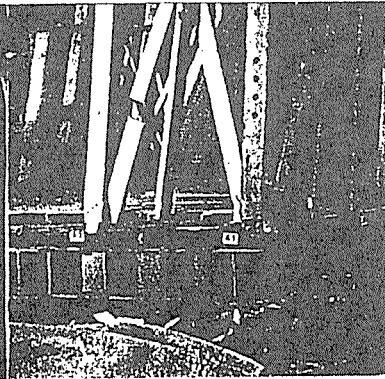


写真8.7 北西 柱脚の引き抜け

写真8.1～8.3は、振動台が大きく北に変位し、西面および東面の1階の北側筋かいは座屈した瞬間である。このとき、南東の柱脚が完全に持ち上がっている。写真8.4、8.5は西面南側の筋かいは座屈し、それと同時に南東の柱脚が踏み外した状態である。その後は、1階部分の傾斜が徐々に南側に大きくなり、通し柱が折損し(写真8.6)、北面の柱脚が引き抜かれ(写真8.7)、最後に1階が完全に潰れた(写真8.8)。

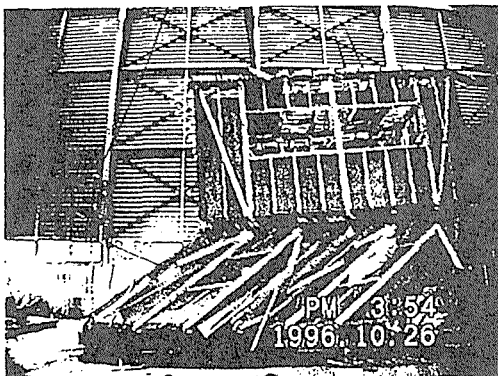


写真8.8 西面 1階部分の倒壊

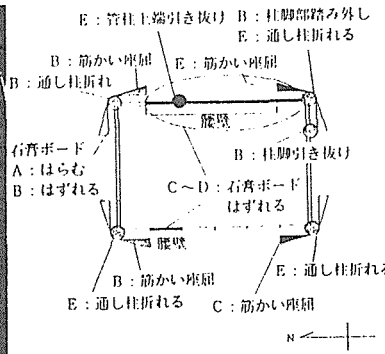


図8.5 試験体各部の損傷状況

なお、図8.2に示すように、時刻歴を損傷状況によりA～Eの5つに区分したが、その範囲に生じた試験体の損傷状況を図8.5に示した。

#### 4. まとめ

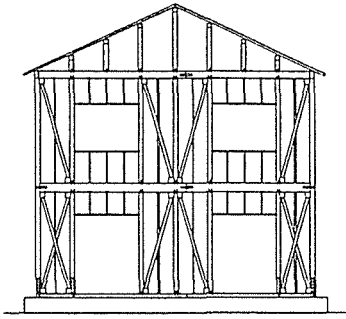
木造住宅の地震被害は、1階が崩壊し、2階には大きな損傷が見られないケースが数多く見られる。本実験において、このような崩壊のプロセスを把握することができた。

\*1 東京大学大学院工学系研究科建築学専攻助手・工博  
 \*2 東急建設(株)技術研究所・工博  
 \*3 東京大学大学院修士課程  
 \*4 東京大学大学院工学系研究科建築学専攻教授・工博

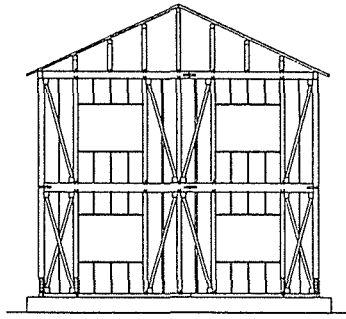
Assoc. Res., Dept. of Arch., Grad. school of Eng. The Univ. of Tokyo, Dr. Eng.  
 Insititute of Technology, Tokyu Construction Co. Ltd., Dr. Eng.  
 Grad. school of Eng. The Univ. of Tokyo  
 Prof., Dept. of Arch., Grad. school of Eng. The Univ. of Tokyo, Dr. Eng.

多度津 A 棟 静的実大実験

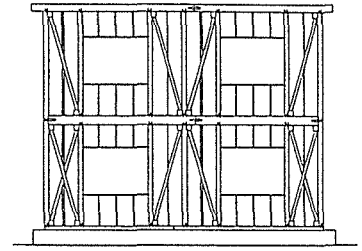
軸組



南面

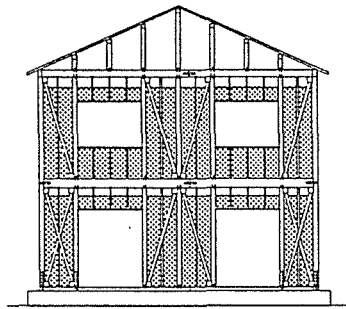


北面

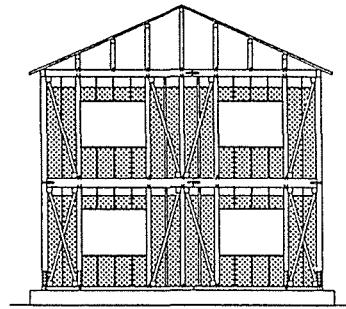


東西面

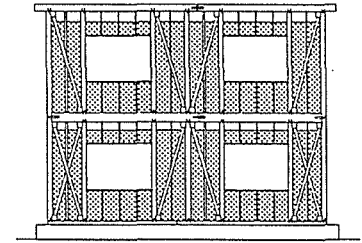
軸組+GB



南面

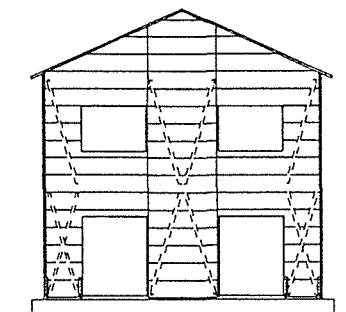


北面

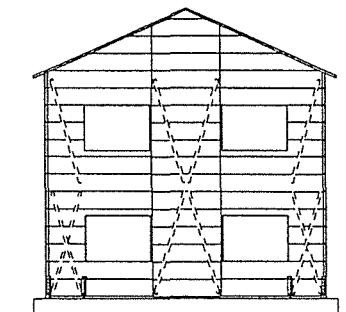


東西面

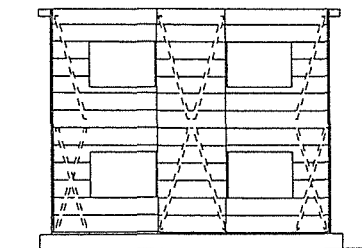
軸組+GB+SD



南面

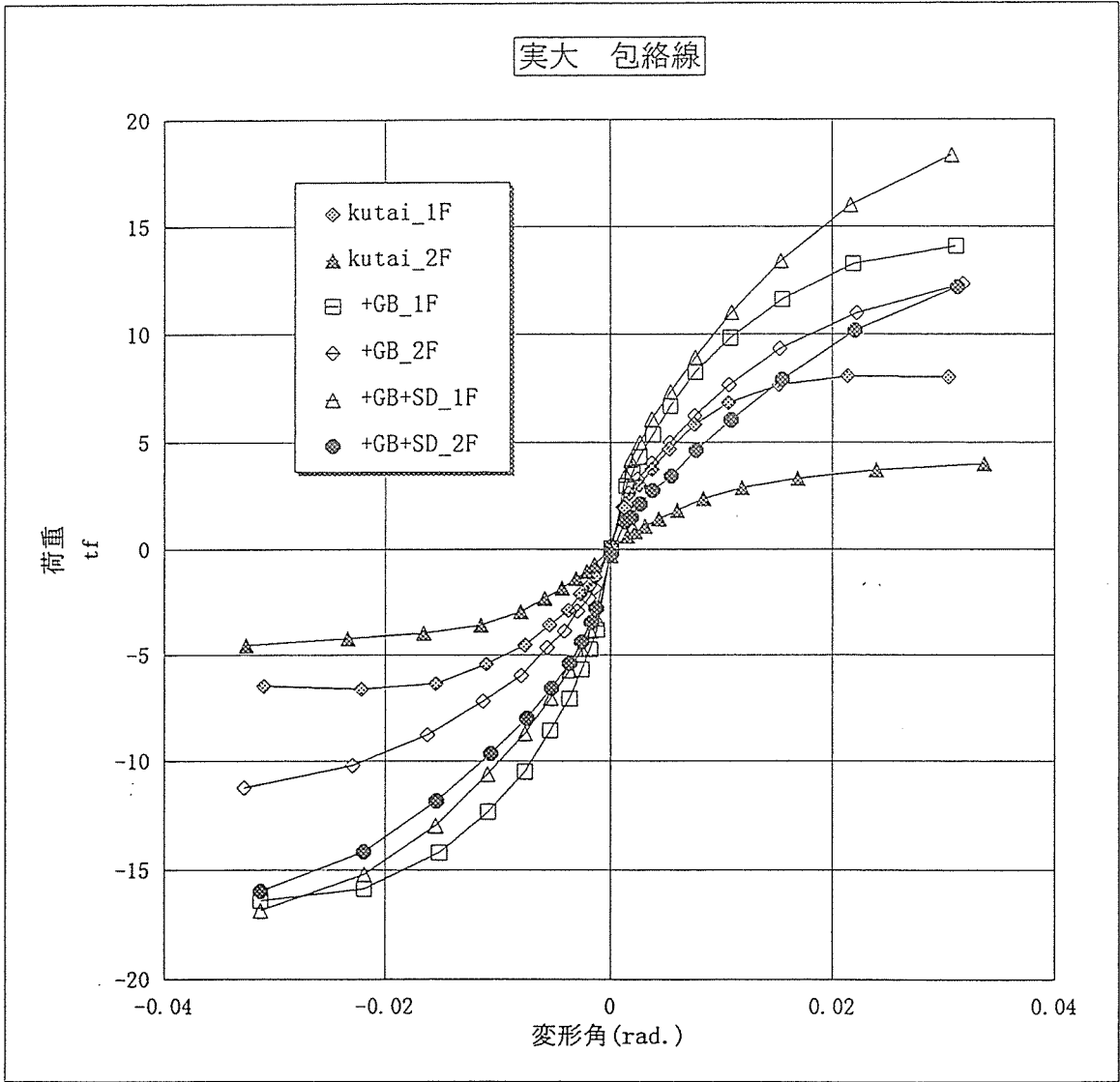


北面



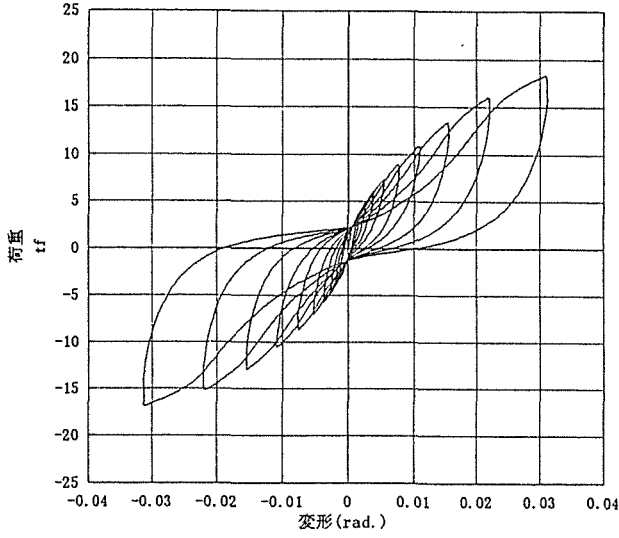
東西面

実大 包絡線

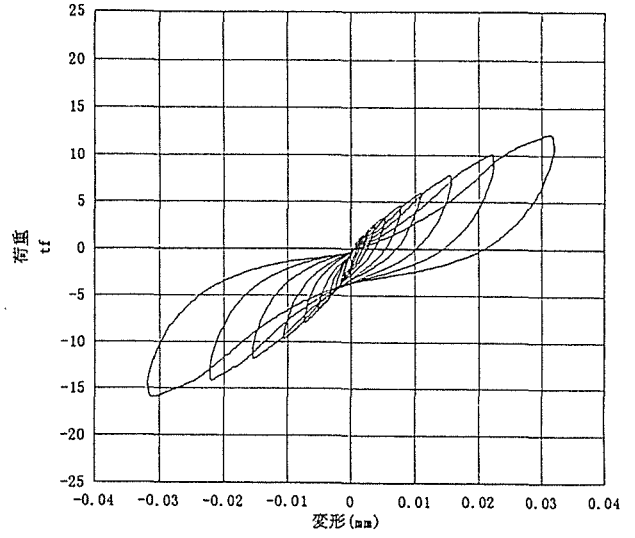




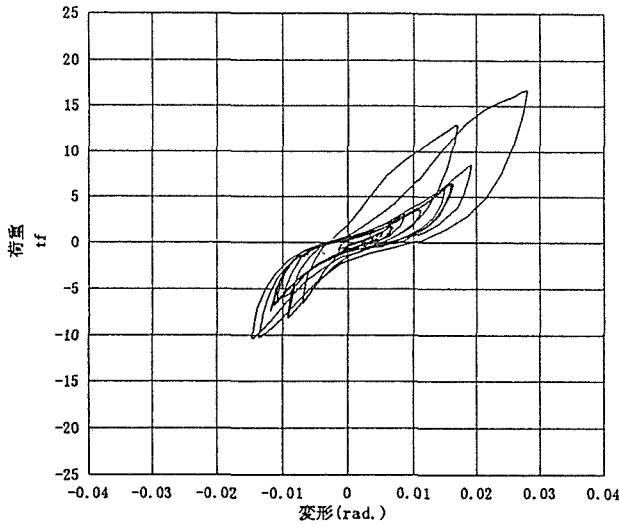
静加力試験 荷重変形曲線  
躯体+GB+SD-1階



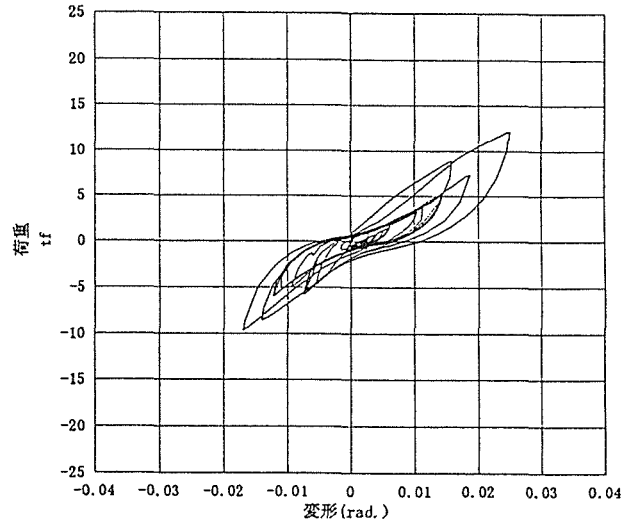
静加力試験 荷重変形曲線  
躯体+GB+SD-2階



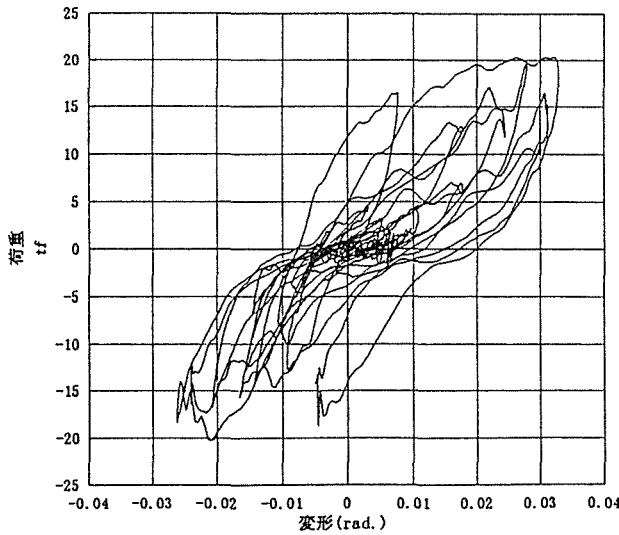
反動的応答実験 荷重変形曲線  
躯体+GB+SD-1階



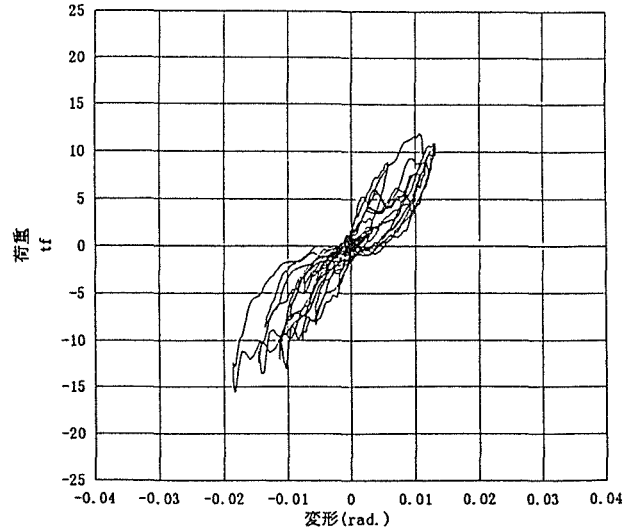
反動的応答実験 荷重変形曲線  
躯体+GB+SD-2階



振動台実験 荷重変形曲線  
躯体+GB+SD-1階



振動台実験 荷重変形曲線  
躯体+GB+SD-2階



# これからの木質構造住宅の接合部

## ——性能規定と接合部——

### 大橋好光

木造の設計で、接合部は、厄介だが木造の醍醐味を味わせてくれる部分でもある。建築家による新しい接合の試みが行われており、本書でも興味深い接合部がいくつも紹介されている。接合部の形態は、構造だけから決まるものではないが、まず、所定の構造的な強度を備えていなければならないことは言うまでもない。ところが、木造住宅の場合、所定の強度が必ずしも明解でないために、さまざまところで問題を生じている。ここでは、これからの接合部開発における強度の評価法を述べてみたい。

#### クレテック型金物

まず、具体的な例で見てみよう。現在、軸組構造木造住宅で普及の著しい金物の一つにクレテック金物というものがある。これは、図1のように、カットした鋼板を曲げて作った金物で、主に柱-梁、梁-梁の接合部に用いる。受け側の柱や梁にはラグスクリューやボルトで固定する。梁の端部には金物が入り込むスリットとドリフピン用のドリル穴が明けられており、梁は、落とし込んでドリフトピンを打ち込むだけである。簡便なことから、この方式を採用する住宅メーカーが増えている。構造金物の中で、特定の会社が社内で用いるというのではなく、一般化しているという意味でも意義が大きい。このタイプを仮にクレテック型金物と呼ぼう。

この種の金物は、前述のように簡便なことから、プレカットと並んで、軸組部分の構法合理化の大きな手段となっている。一貫したラインのプレカットは、大きな投資を必要とするが、クレテック金物は大きな加工ラインを必要としない。手軽な合理化手法として、中小規模の事業体の合理化手法として採用が増えている。

第2に、加工や組立が手軽な上に、金物が露出しないので、金物を使っているとの印象が薄いこと。大工も、外見上金物が露出していなければ、金物を使うことに抵抗感が少ないのだという。

#### 補強金物と構造金物

さて、ここで注意しなければならないのは、この金物は、従来軸組構法で用いられてきた金物とは、構造上の意味づけが大きく異なっているということである。

従来、木造建物の金物は補強金物であった。これは、基本的には木材自体の接合により、耐力をまかなうもので、金物は、

あくまでも補強として用いられてきた。(財)日本住宅・木材技術センターの認定している「Zマーク金物」は、そうした金物の代表的な例である。ところが、このクレテック型の金物は、この金物がないと架構が成り立たない。こういう金物を仮に「構造金物」と呼ぼう。現在、住宅の接合金物は、この「補強金物」と「構造金物」が位置づけが曖昧なまま、混在しているのである。

そのようになったのは、以下の経緯によるものと考えられる。昭和50年代の後半からの木造建物の見直しに伴って、大型の木造建築が次々と建てられるようになった。そうした大規模木造建築における接合部は、基本的にはガセットプレートなどの鋼材によって力を伝達していた。つまり、それらの建物の多くは、伝統的な木造の仕口ではなく、鉄骨造のような接合を行っていたのである。それは、これらの建物の設計が、従来、木造とは関わりの少なかったゼネコンや設計事務所の人間によってなされたこととも関係している。この時点で、これらの建物と住宅の接点はなかった。

次に、都市部で3階建て木造が建てられるようになる。昭和62年のことである。3階建ては、それまでの強度の小さい耐力壁では、1階が壁だらけになってしまうことから、壁倍率の高い耐力壁が必要とされた。そうした中で、前述の大断面木造に用いられていたような強度の大きな接合方式が住宅にも適用したものが現れてくる。住宅にも集材材を用いることが増え、併せて、徐々に住宅にも普及していったと考えられる。

こうして、住宅の接合部に関して、「補強金物」と「構造金物」とが同じような扱いで使用されるという今日の状況が生まれた。

木造住宅の接合金物は、もう一度、抜本的に整理し直す時期にきている。そして、それに伴って、金物以外の接合も再評価を行うことになろう。

#### キーワードは「保有耐力と変形性能」

今後の木造建物の構造設計を考えるのに重要となるのは、やはり「兵庫県南部地震」と「性能規定」である。接合部に限らず、木造建物の構造設計は大きく変わろうとしているが、その今後の構造設計のキーワードとして、ここでは「保有耐力と変形性能」をあげたい。特に構造設計が性能規定に向けて動いている今日、この言葉は、一層重要性を増しているように思われる。少し話は長くなるが、「兵庫県南部地震」と「性能規定」の2つの面か

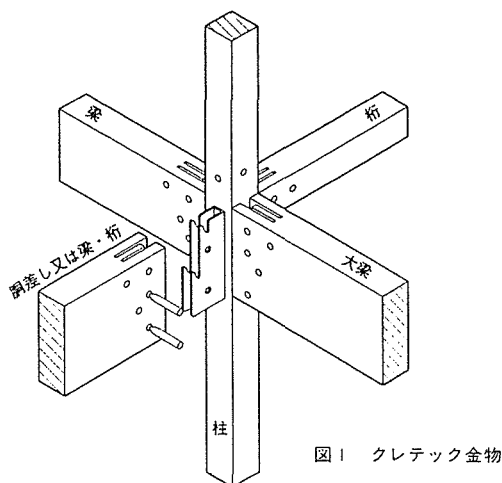


図1 クレテック金物

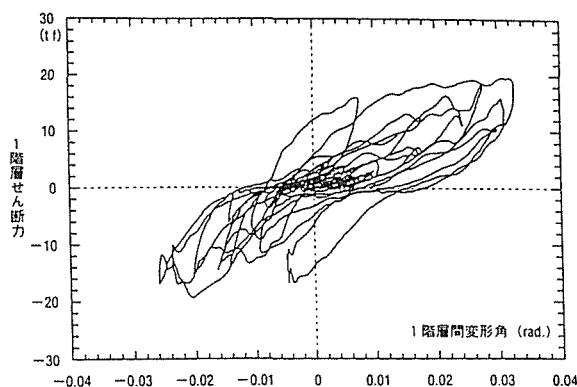


図2 多度津A棟の層せん断力-変形角曲線(建物の条件:壁量は施行令46条の1.5倍、内壁は石膏ボード、外壁は窯業系のサイディング張り、1階の階が支える重量18t、縦軸の層せん断力は加速度と質量を掛けたもの。)

ら、キーワード「保有耐力と変形性能」を考えてみたい。そうした住宅全体の構造設計の仕組みを考えることで、これからの具体的な接合部の考え方が明らかになると考えるからである。

### 実大振動実験の結果

兵庫県南部地震では、多くの古い木造建物が倒壊して注目されたが、新しい建物や鉄筋コンクリート構造、鉄骨造建物も少なからず被害を受けた。まず、その地震の揺れの大きさについて触れてみたい。

図2は、兵庫県南部地震の後に行われた、実大の木造住宅の振動実験の結果を示している。一般的な軸組構法木造住宅を振動台に載せ、兵庫県南部地震の際に神戸海洋気象台で観測された地震動(註1)の、水平1成分と鉛直成分をそのままの大ききで同時に加えたものである。図は、1階部分の層せん断力と層間変形角の関係を示している。ちなみに、建物の1階が支えている重量は約18トンである。

この図から、次のようなことが読みとれる。

「この建物は、層せん断力係数で1.0相当程度の最大耐力があった。」

「にも拘わらず、約1/30rad.まで変形した。」

ちなみに、これは軸組構法だからということではなく、この程度の最大耐力・粘りの建物であれば、どの構法でも同じような結果になる。

この応答変位の大きさは、今後の耐震設計にとって重要な意味を持っているように思われる。

これと、現在の設計基準の耐震レベルとはどのような関係にあるのだろうか。

現在の施行令に定める基準は、許容応力度設計は200gal相当の $C0=0.2$ である。保有耐力設計は $C0=1.0$ を標準として、構造特性係数 $Ds$ が0.4であれば保有耐力設計は400gal相当の最大耐力で設計することになる。とすると、兵庫県南部地震では、基準法ぎりぎりに設計された建物は、法律を満たしていても、倒壊に近い被害を受けてもおかしくないと言える。基準法では、800galもの地盤入力は想定していないといってよいだろう。現在の法律の基準は、兵庫県南部地震の揺れに対して、倒壊しないことを保証できない(註2)。

→ 施主がそうした現在の設計法で実現される建物のレベルを正

確に理解しているならばそれでもよいかもしれない。しかし、一般には、現在の基準で実現される建物は、「関東大震災にも耐える頑丈な建物」ができると思われてきた。しかも、この場合の「関東大震災」は、最大級の大地震として理解されていることが多い。すなわち、「建物の性能は横並びで、それは大地震にも耐えられる」と考えられてきた。

しかし、兵庫県南部地震によって、こうした解釈は間違っていたことが明らかになった。建物によって性能に大きな差があり、また、基準法を満たしていても壊れる建物があること、が明らかになった。もともと、建築基準法の第1条は、この法律は「建築物の(中略)構造(中略)に関する最低の基準を定め(中略)」たものと述べている。むしろ、正しい解釈になったというべきかもしれない。しかし、では、そうした大地震にも耐え得るような建物を確実に建てたい場合には、基準法を上回る性能を設定しなければならないことになる。また、それに従って、設計法も、いくつかの性能レベルに対応できるような手法でなければならない。

### 構造特性係数 $Ds$

ここで、 $Ds$ を説明しておこう。構造特性係数( $Ds$ )は、保有耐力設計において、標準せん断力係数に乗ずる係数の一つである。建物が振動するときの減衰性や、変形が大きくなってからの粘りを評価した係数で、図3に示すように、粘りのある構造は、最大耐力自体は小さくても、エネルギー吸収により倒壊を防ぐことができるという性質を考慮したものである。粘りの大きい架構は、 $Ds$ を小さく設定してよいことになる。

### 2つの耐震性能目標

ところで、現在の耐震設計は、次のような2つの目標を掲げている。「中地震で構造体に損傷を生じないこと」、そして「大地震では、構造体は損傷を受けるが、倒壊を防ぎ人命を守ること」である。この場合、いわゆる1次設計と呼ばれる許容応力度の設計は、第1の中地震に対する具体的な評価手法と位置づけられる。したがって、いわゆる1次設計だけで終わってしまう場合には、第2の大地震に対する目標に関しては、具体的な評価のプロセスは省かれていることが分かる。

その理由は、現在の1次設計は、それによって実現される建

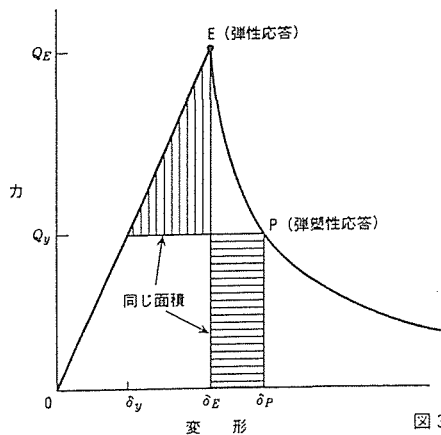


図3 構造特性係数 (Ds) の考え方

物の「保有耐力と変形性能」が概ね想定されており、その範囲で適用する限り、構造特性係数Dsを考慮すれば、必要な保有耐力を満足することができるという見込みがあるためと考えられる。たとえば、短期の許容耐力に対して2.0倍の安全率を有している場合、Dsが0.4以下となるような建物であれば、自動的に保有耐力も満足されるという推定が成り立つ。

ところが、たとえば、前述のような兵庫県南部地震で倒壊しないかを確認したいといった要求に対して、実質的に保有耐力設計が行われていない現在の木造の設計法では対応できない。現在の許容値の評価法は、必ずしも変形性能を考慮していないので、現在の許容応力度設計法でしか使えないのである。

#### 性能規定時代の設計

第2は性能規定である。現在、建設省によっていわゆる「新構造総プロ」が進められている。その成果を受けて、近い将来、設計法は、現在の仕様規定的な内容から、性能規定に移行するといわれている。

そうした性能規定時代の建物の構造設計はどのように進められるのだろうか。その要点は、設計のクライテリアが要求性能で示されるという点にある。既に一部のゼネコンや大手の設計事務所では、建物の耐震性のレベルを何段階かに定めて設計を進めるようなことが行われているが、これからの設計は、施主と設計者が協議して、建てようとする建物の性能を設定してから取りかかることになる。耐震性に関する建物全体の目標でいえば、例えば「中地震に対して構造は無被害。大地震に対しても、構造躯体は大きな損傷を受けず、仕上げ材はいくらかの被害を受ける」というような目標を設定してもよい(註3)。

そして、性能を定めて設計するからには、正しく性能が満足できていることを、設計の中で検証できなければならない。

また、性能規定は、要求性能を規定するために、それを評価する設計法は、複数の手法を許容するとされる。これまでの許容応力度設計は、そうした評価手法の一つと位置づけられるという。そうした場合、前述のように、現在の木造の許容応力度設計法は、いくつかの修正が必要となる。

#### 保有耐力の確認が必要

その第1の変更点は、仕様によらない設計では、1次設計と呼ば

れる段階でも、何らかの手法で保有耐力を確認することが必要となるだろうという点である。前述のように、大地震に対する具体的な評価を行うには、保有耐力の設計を行う以外にない。

ところが、現在の1次設計の許容応力度設計は、これから出てくるであろうさまざまな架構形式に対応できない。特に木質構造の場合、あらゆる構造形式が可能である。そこでは、Dsが大きな値となる架構もあり得る。たとえば、木材自体の圧縮、引張、曲げは靱性に乏しい破壊形態を示すが、そうした破壊がクリティカルになる架構では、現在の安全率、許容応力度の手法では、十分な保有耐力が確保できない。また、接着剤を用いた接合なども同様である。

性能規定の時代には、自由度が高くなる分だけ、確認しなければならない項目は増える。今後、粘りのない構造なども構造計算により実現していくことを考えると、仕様によらない場合には、1次設計と呼ばれる段階でも、何らかの手法で保有耐力を確認することが必要となるであろう。

#### 接合部にも保有耐力の考え方が必要

接合部も同様である。架構全体に保有耐力が求められるなら、これまでのような許容耐力だけを求める接合部実験では不足である。接合部もそうした性能規定に基づいた設計に耐え得るだけの情報を整備しておかなければならない。

#### 接合部の実験法

以上のような背景の下で、当面考えられる接合部の実験法および評価法の一例を紹介する(註4)。最大のポイントは、「接合部の変形性能を適切に考慮すること」である。

実験は次のように行う。

- ①試験は繰り返しの加力を標準とし、試験体数は3体以上とする。
- ②加力は変形制御とし、各サイクルの最大変位は、前のサイクルの最大変位の $\sqrt{2}$ 倍とする。
- ③最初のサイクルは、事前に1体単調加力を実施した実験の結果から、最大耐力の20%の荷重における変位とする。
- ④加力は、破壊、荷重が最大荷重の80%以下まで低下、または、変位が50mmに到達、のいずれかに達するまで行う。次に、実験の評価を行うために、繰り返し加力の包絡線から、

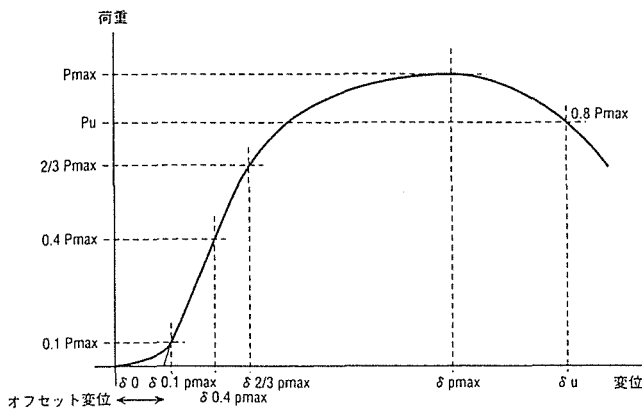


図4 実験結果の整理法

以下のような諸量を整理しておく(図4参照)。これらは、設計用のデータベースとして集積するのが望ましい。

- ①最大荷重の10%の荷重時の荷重(0.1Pmax)と変位( $\delta$  0.1pmax)
- ②最大荷重の40%の荷重時の荷重(0.4Pmax)と変位( $\delta$  0.4pmax)
- ③最大荷重の2/3の荷重時の荷重(2/3Pmax)と変位( $\delta_{2/3pmax}$ )
- ④最大荷重(Pmax)と変位( $\delta_{pmax}$ )
- ⑤最大荷重の後の80%の荷重時の荷重(0.8Pmax)と変位( $\delta$  0.8pmax)
- ⑥初期剛性: ①と②の点を結ぶ直線の傾き
- ⑦オフセット変位: ⑥の直線とX軸の交点の変位

もし、これらから、完全弾塑性モデルへの読み替えを行うのであれば、例えば、図5のような方法がある。ただし、この方法では、降伏付近の強度が危険側に設定されてしまうことなど、さまざまな意見があり、議論が続いている。

#### ツーバイフォー構法の改訂告示

さて、6月1日に施行されるツーバイフォー構法の改訂告示は、性能規定を先取りしたものとされる。そこでは、部位ごとの接合部の必要耐力が示されている。例えば、「根太と土台は1カ所当たり110kg」とか、「垂木と棟木は1カ所当たり240kg」と示されている。いずれ軸組構法でも、これと同様な要求性能の設定が行われるであろう。

その場合、いつかの時点で、軸組構法の従来の仕様が確かに要求性能を満たしているか、どのような性能に相当するのか、を確認しておかなければならない。また、特殊なディテールを採用している場合には、メーカーが確認を行わなければならない。更に、特殊な構造形式を採用している場合には、保有耐力設計の考え方、例えば、Dsとしてどのような数値を採用するか、をまとめておく必要がある。

#### 土塗り壁と性能規定

また、そうした作業の過程で、性能を正確に評価できない構法は、淘汰される可能性がある。接合部では、各種の伝統的継手・仕口も、仕様と強度の関係を再整理しておく必要があるだろう。

話は接合部からそれるが、土塗り壁は、現在、高い強度は認

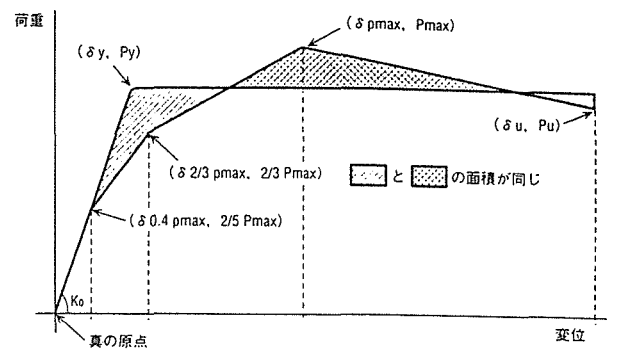


図5 完全弾塑性モデルへの変換

められていない。しかし、実際に土塗り壁を試作して加力実験をしてみると、かなりの強度を有していることが分かる。少なくとも壁倍率0.5の何倍かの強度を示す。これまでの実験を整理してみると、壁長さ1m当たり、壁厚1cm当たり数十kg程度の許容耐力を見込めそうなことが分かっている。しかし、現時点ではそれを担保するような仕様書がない。どのような材料でどうやって施工すればどのような強度になるのか、データを集積し、標準仕様書のようなものを整備する必要がある。

これまで、土塗り壁だけの建物は「こっそり」施工してきた例も少なくないのではなかろうか。次の設計法の改訂では、品質管理に関しても何らかの新しい仕組みが取り入れられると言われている。その際、きちんと性能を確保できるものは、正々堂々と造ることができるようになるが、そうでないものは施工できなくなる可能性がある。

#### まとめ

接合部は、地震時の性能を評価し直す時期にきている。そして、設計法が性能規定へ移行することを考えると、その評価法は、保有耐力と変形性能を適切に考慮したものでなければならない。特に、軸組構法は、これまで性能が曖昧な点多かった。構造安全性に限らず、性能を定量的に評価することが求められている。また、そうしたデータをできるだけ多くの人が活用できるような仕組みが求められている。

(おおし・よしみつ 東京大学助手)

註1) 加えた神戸海洋気象台波の諸元。水平成分の最大加速度818gal, 最大速度90kine, 最大変位20.2cm。上下成分の最大加速度332gal, 最大速度40kine, 最大変位10.2cm。

註2) 新しい住宅の被害が小さかったのは、内装石膏ボードや外壁サイディングなどの非耐力壁による余力が大きかったためである。

註3) もちろん、具体的な計算では、構造形式を設定して、層せん断力係数や層間変形角といった諸量で目標を設定することになると考えられる。具体的な性能クライテリアの設定例が、『日経アーキテクチャ』1997.3.24号に示されている。

註4) 本稿で紹介した接合部試験法、および評価法は、(財)日本住宅・木材技術センターの略称「接合部設計法委員会(委員長:坂本功東京大学教授)」の検討過程で提出された資料に基づいている。

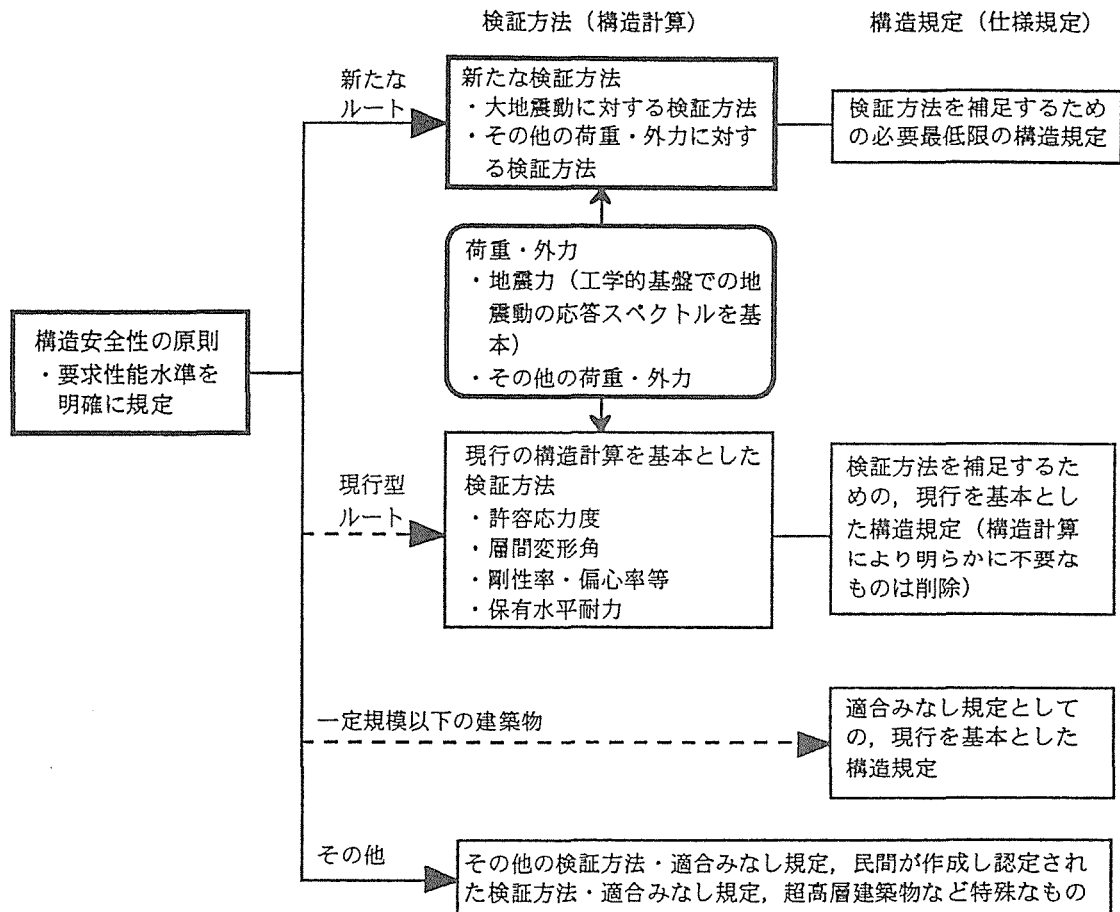


図1 性能規定型構造規準の基本的構成イメージ

表1 構造骨組に対する要求と荷重・外力レベル (案) (建築研究所・緑川資料)

荷重・外力	地震	風	雪	積載	
(a) 人命保護 (作用時に階の崩壊を生じない)	想定すべき最大級 (過去の記録, 地震地体構造, 活断層等により設定)	想定すべき最大級 (再現期間概ね100年~数100年程度)			
(b) 損傷防止 (構造安全性の維持に支障のある損傷, 又は法令による他の要求を満たさない状態になる損傷を生じない) [本要求には(a)の要求も含まれる]	1度以上遭遇を想定 (再現期間概ね数10年~50年程度)			非日常を想定	日常を想定
(c) 機能性の確保 (機能性を損なう変形等を生じない) [本要求には(a),(b)の要求も含まれる]	/		日常的に (複数回) 想定 (再現期間概ね数年~5年程度)	/	/

注) (1)建築物の供用期間中における材料特性の低下を考慮すること。(2)斜線部分は要求しない。

表2 各要求に対する新たな検証方法に用いる応答値、限界値、解析法(案)

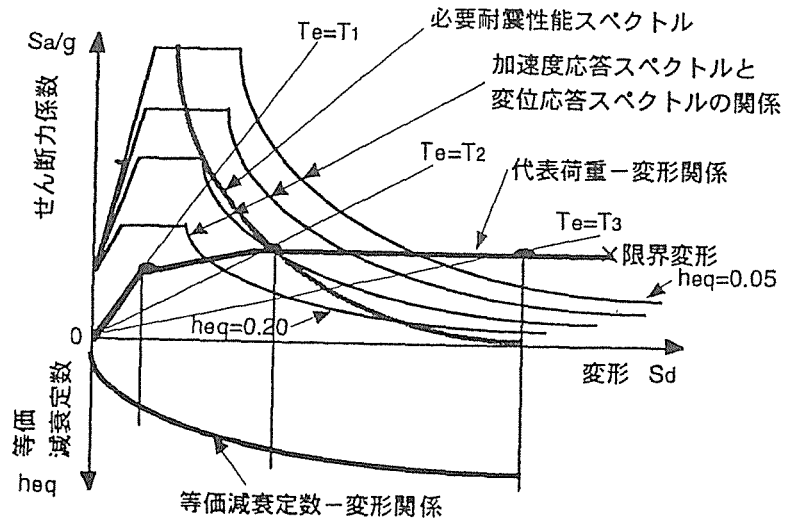
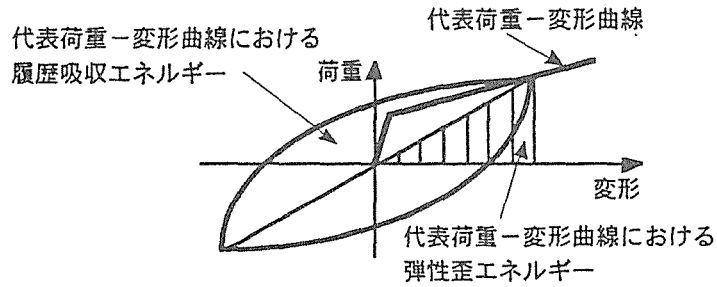
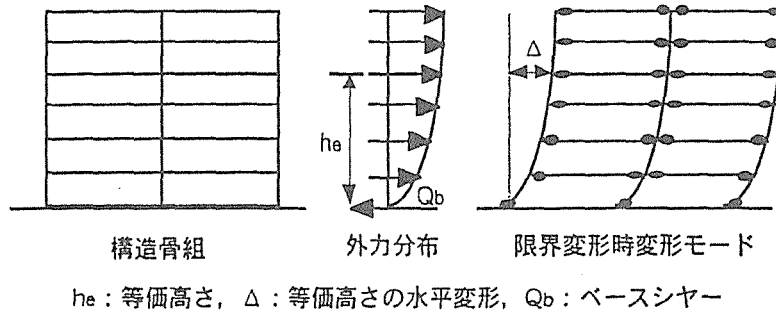
要求	荷重・外力		地震	風	雪	積載		
	レベル	応答値	想定すべき最大級 (過去の記録, 地震 地体構造, 活断層等 により設定)	想定すべき最大級 (再現期間概ね100年~数100年程度)		非日常を 想定	日常を 想定	
(a) 人命保護 (作用時に階の崩 壊を生じない)	レベル							
	応答値	地震によって生じる 最大変形	風によって生じる最 大応力	積雪によって生じる 最大応力	積載によって生じる 最大応力			
	限界値	限界変形(塑性域で の繰返しの影響を考 慮した限界値)	限界応力(塑性域で の繰返しの影響を考 慮した限界値)	限界応力(クリープ の影響を考慮した限 界値)	限界応力(クリープ の影響を考慮した限 界値)			
	解析法	応答スペクトル法等 (変形計算法)	静的弾塑性解析法等			静的弾塑性解析法等		
(b) 損傷防止 (構造安全性の維 持に支障のある損 傷, 又は法令によ る他の要求を満た さない状態になる 損傷を生じない)	レベル	1度以上遭遇を想定 (再現期間概ね数10年~50年程度)				非日常を 想定	日常を 想定	
	応答値	各部に生じる応力				各部に生じる応力		
	限界値	限界応力 (骨組全体が概ね弾性挙動を示す範囲)	限界応力(骨組全体 が概ね弾性挙動を 示す範囲, かつクリ ープの影響を考慮 した限界値)		限界応力(骨組全体 が概ね弾性挙動を 示す範囲, かつクリ ープの影響を考慮した 限界値)			
	解析法	静的弾性解析法等				静的弾性解析法等		
(c) 機能性の確保 (機能性を損なう 変形などを生じな い)	レベル	/			日常的に(複数回) 想定(再現期間概ね 数年~5年程度)	/		
	応答値				要求される部分に生 じる応力又は変形			要求される部分に生 じる応力又は変形
	限界値				限界応力・変形(弾 性限以下の応力, かつ クリープの影響を考 慮したたわみ)			限界応力・変形(弾 性限以下の応力, かつ クリープの影響を考 慮したたわみ)
	解析法				静的弾性解析法等			静的弾性解析法等

注) (1) 人命保護の荷重・外力レベルに対応する構造骨組の限界値は、応力の釣合い、変形の適合が保証されて  
いる下で、鉛直支持能力の喪失以前の状態で設定する。

(2) 2次部材、設備等に対する要求水準から定まる限界値に対応する変形と応答加速度を、限界値として考  
慮する場合がある。  
(建築研究所・緑川資料)

大地震動に対する新たな検証方法の手順の流れ  
 (縮約1自由度系と等価線形化による応答スペクトル法)

(建築研究所・緑川資料)





# 住宅性能に関するユーザーニーズの整理と消費者ニーズ調査との対照

(建設省資料)

## <ユーザーニーズ>

## <住宅性能に関する消費者ニーズ調査>

1. 構造安定性
- ①人命の保護
  - ②財産の保護
  - ③使用性の確保

2. 火災安全性
- ①早期火災感知
  - ②避難の安全
  - ③消火・救助の円滑実施
  - ④火災による倒壊防止
  - ⑤建物内の延焼防止
  - ⑥建物外の延焼防止

3. 温熱空気環境
- ①防寒
  - ②防暑
  - ③防露
  - ④省エネルギー
  - ⑤空気清浄

4. 音環境
- ①騒音防止
  - ②プライバシー確保

5. 光・視環境
- ①光環境の快適性
  - ②視環境の快適性
  - ③外部環境への影響
  - ④照明の省エネルギー

6. 耐久性
- ①物理的耐久性
  - ②社会的耐久性

7. 移動・操作
- ①移動・操作の安全性
  - ②移動・操作の容易性
  - ③高齢者等への配慮

8. ライフスタイルへの空間の適合性
- 面積に関する項目
  - 高さに関する項目
  - 間取りに関する項目
  - 基本的な機能に関する項目

○今後住みたいと思える分譲マンションの条件で「大地震に対しても十分に耐えられること」がトップで41%  
(「分譲マンションに関する意識調査」(1996/東京都住宅局))

○阪神・淡路大震災を機に重視するようになった住宅要素では、「耐震性」が首都圏74%関西圏91%でトップ。その他、「耐火性」が両地区とも60%以上。「耐久性」は関西圏で50%強  
○阪神・淡路大震災以降、住宅に関して「今後の重視したい点」では、「耐震性」がトップとなり、「耐火性」「耐久性」などのポイントが上昇  
(「阪神・淡路大震災後の住宅意識に関する調査報告」(1995/三井ホーム))

○居住環境に対する消費者の評価では、住宅に対して重要であると考える要素として、「日当たりや風通し」63.9%に次いで、「耐久性や耐震性」が50.0%をポイント  
(「都市生活に関する意識調査」(1995/東京都情報連絡室))

○住宅選択の際に重視するポイントについて、「今住んでいる住宅」と「今後の住宅」との間のポイント差が大きい項目は、「耐震性」24.5%と最大。次いで、「地盤の強さ」、「医療」、「耐久性」、「耐火性」の順  
(「住宅に関するアンケート-阪神・淡路大震災を経て-」(1995/さくら総合研究所))

○注文住宅における相談の内容は、「雨漏り」がトップで41%、次いで「亀裂」「傾斜」「振動」の順  
○建売住宅における相談の内容は「雨漏り」「亀裂」がトップで各22%、次いで「傾斜」「振動」の順  
(日弁連「欠陥住宅110番」の結果より)

○「居住者間の生活のマナー」をめぐるトラブルでは騒音問題が46.5%と最も多く、「建物の不具合」については、雨漏り29.7%、水漏れが23.7%。  
(「目で見るマンション管理」(財)マンション管理センター)

○持家取得時の重視事項としては、間取り・広さ、収納に次いで、「耐久性があること」が多く、88.9%  
(「住宅需要動向調査」(1996/住宅金融公庫))

○住宅の構造についてのユーザー評価では、「高耐久住宅」について76.2%、「段差解消」について64.3%が「必要と感じる」と回答。  
(「新築一戸建て購入意向調査」(1996/リクルート住宅情報事業部))

○住宅に関して、不満率の高い項目は、収納に次いで「遮音性や断熱性」で54.8%  
(住宅需要実態調査(1993/建設省))

○居住後に住宅購入時に不足していたと思う情報では、「住宅の遮音や断熱・耐久性などに関する情報」がトップで、34%  
(「住情報利用主体アンケート調査」(1990/ベクターリビング))

# 住宅性能に関するユーザーニーズの整理

(建設省資料)

## 1. 構造安定性

- ①人命の保護（人命に危険が及ぶ構造躯体の破壊や部材の脱落等が生じないこと）
- ②財産の保護（再び使用することが困難な構造躯体や部材の損傷等が生じないこと）
- ③使用性の確保（通常の居住に適さない揺れや変形等が生じないこと）

## 2. 火災安全性

- ①早期火災感知（避難、初期消火のため、火災を早期に感知できること）
- ②避難の安全（安全、容易に避難ができること）
- ③消火・救助の円滑実施（消火・消防活動が妨げられず、円滑に行われること）
- ④火災による倒壊防止（人命に危険が及ぶ構造躯体の破壊が生じないこと）
- ⑤建物内の延焼防止（避難・財産保護のため、建物内で火災が広がり難いこと）
- ⑥建物外の延焼防止（外部の火災を受け難いこと、外部に火災を広げ難いこと）

## 3. 温熱空気環境

- ①防寒（冬季に寒さを防げること）
- ②防暑（夏季に暑さを防げること）
- ③防露（結露により、仕上げ・構造体が損傷を受けないこと）
- ④省エネルギー（灯油、電気、ガス等のエネルギーの消費が低減されること）
- ⑤空気清浄（人体にとって、有害・不快な物質の影響を受けないこと）

## 4. 音環境

- ①騒音防止（騒音を受けない、与えない、発生させないこと）
- ②プライバシー確保（生活上発生する音が近隣に聞こえないこと）

## 5. 光・視環境

- ①光環境の快適性（日照・採光の確保、明るさの程度・ムラ、光の方向性・拡散性、照明の色の効果、照明設備、窓の調節性）
- ②視環境の快適性（外部情報の取り入れ、眺望の確保、プライバシーの確保等の外部との接触、コミュニケーションの確保等の内部の接触、空間の見え方・使い勝手・色）
- ③外部環境への影響（外装や建物のボリュームの周辺に与える影響）
- ④照明の省エネルギー性（昼光利用等による照明の経済性）

## 6. 耐久性

- ①物理的耐久性（居住が困難になる（致命的で大規模改修等が必要な構造上の劣化の発生）までの期間及び日常生活に支障が生じる（不具合の発生）までの期間が長いこと）
- ②社会的耐久性（通常生じる劣化を低減するための維持管理が容易に行われ、ライフサイクルに応じて、増改築が容易に行われることにより、長期に居住できること）

## 7. 移動・操作

- ①移動・操作の安全性（建物内での移動、設備・建具の操作が安全にできること）
- ②移動・操作の容易性（建物内での移動、設備・建具の操作が容易にできること）
- ③高齢者等への配慮（高齢者等の身体機能が低下した者が、建物内での移動、設備・建具の操作を安全かつ容易に行えること）

## 8. ライフサイクルへの空間の適合性

- 面積に関する項目（建築面積、住戸専用面積、建蔽率、容積率、室有効床面積等）
- 高さに関する項目（建物高さ、軒高さ、階高、天井高等）
- 間取りに関する項目
- 基本的な機能に関する項目（サービス系統、収納、共用部施設等）

\*その他特別な措置（免震・制振構造の採用、情報化配線、防犯装置、リサイクル・緑化等の環境共生への配慮等）

# 住宅性能表示・保証制度の意義・効果

(建設省資料)

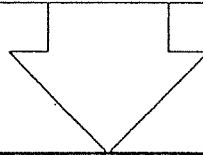
## [住宅の性能に関する現状の問題点]

### ○住宅取得等に関する消費者の不安

- ・住宅の性能の内容が良くわからない
- ・約束された住宅の性能に十分な担保がない
- ・住宅の紛争の解決が円滑に進まない

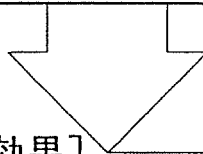
### ○住宅の性能に関する制度上の課題

- ・建築規制体系の抜本の見直し（性能規定化、規制項目の見直し等）が必要
- ・住宅が製造物責任（P L）法の対象でなく、民法における瑕疵立証が困難
- ・住宅の売買等に関する専門的な紛争処理機関がない



## 住宅性能表示・保証制度の整備

- 住宅性能の表示に関する共通ルールの設定
- 性能表示をする住宅に保証責任の義務付け等を法定
- 瑕疵発生時の瑕疵認定等を行う専門的紛争処理機関を設置

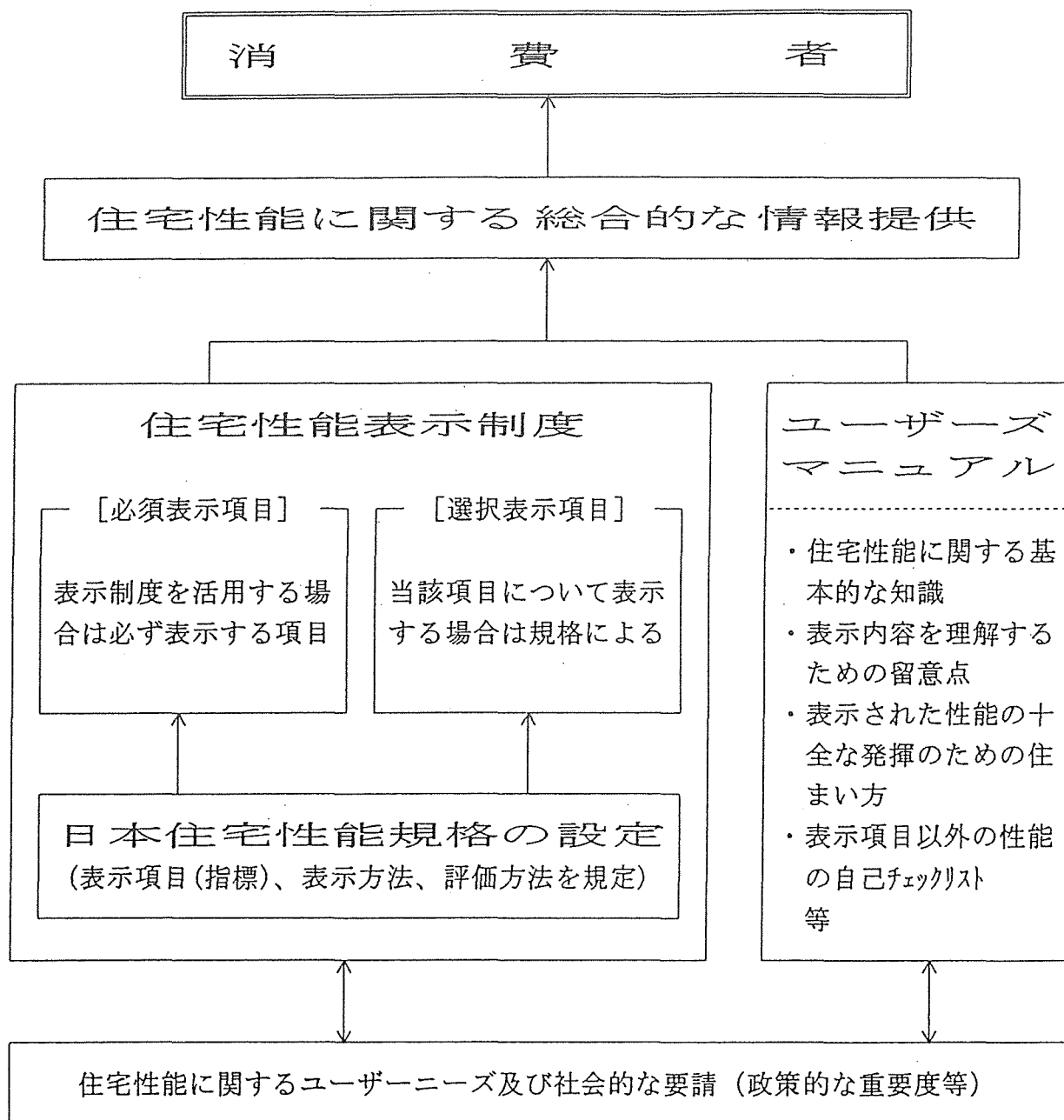


## [住宅性能表示・保証制度の効果]

- 住宅に関する消費者の合理的な選択を支援
- 住宅に関するトラブル・紛争の防止、円滑な解決を促進
  - ：制度上の消費者クレームを吸収し、合理的な処理を促進
- 住宅市場の条件整備を通じて、住宅生産者の生産の合理化を促進
- 建築規制体系との適切な役割分担による住宅水準の確保・向上
- P L法、民法の規定の補充・代替による消費者保護の充実
- 中古住宅市場、リフォーム市場の拡大・活性化
- 住宅性能向上に資する技術開発、新技術を有する企業参入の促進

# 住宅性能に関する情報提供手段について

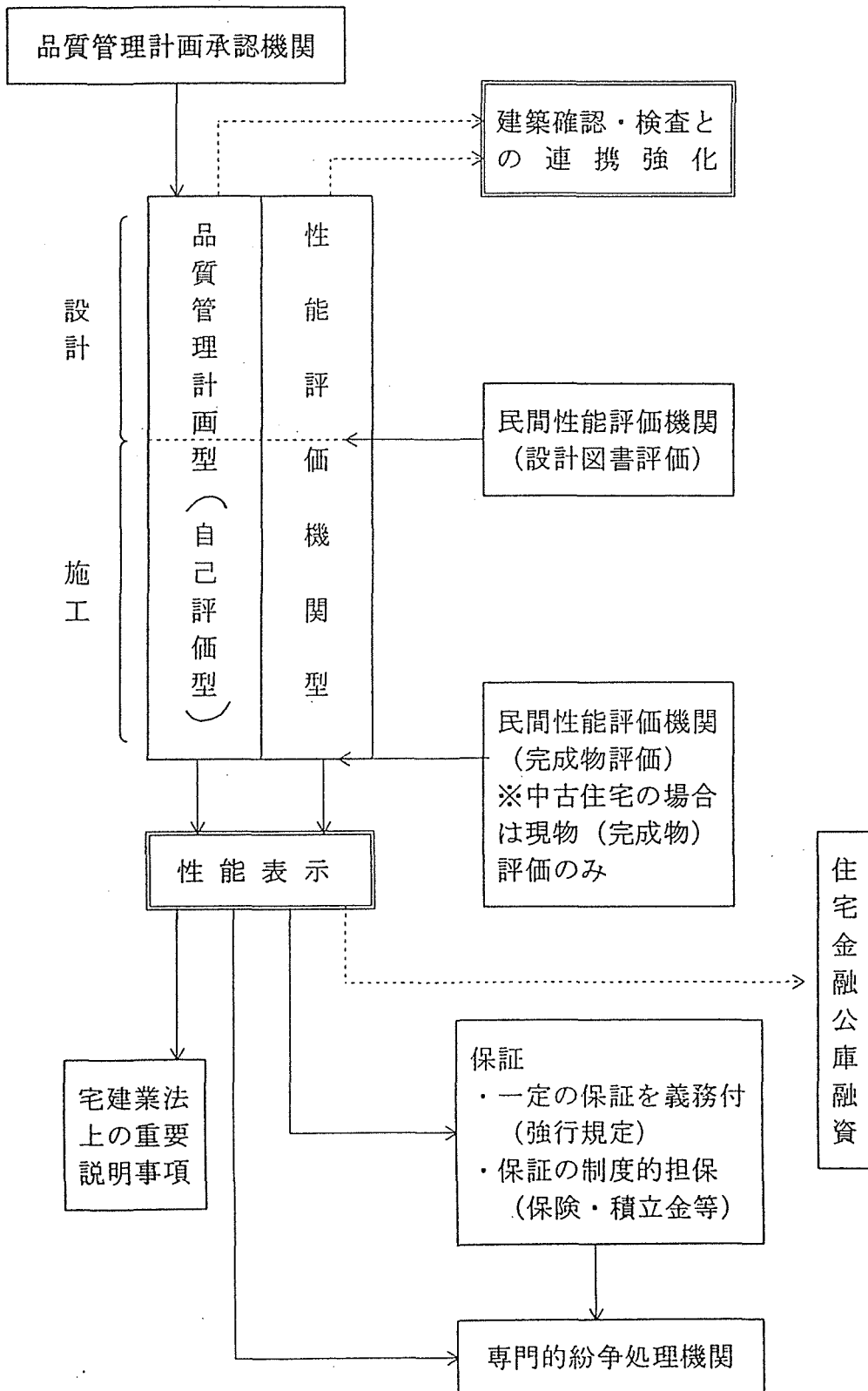
(建設省資料)



※ユーザーズマニュアルは、住宅性能表示者が自らの判断で提供することとなるが、公的主体の役割として、標準ユーザーズマニュアルの作成を検討。住宅生産者の団体等が作成することも考えられる。

# 住宅性能表示・保証制度フロー図（案）

（建設省資料）





# 木造住宅の性能明示型構造設計法

平成9年11月

財団法人 日本住宅・木材技術センター





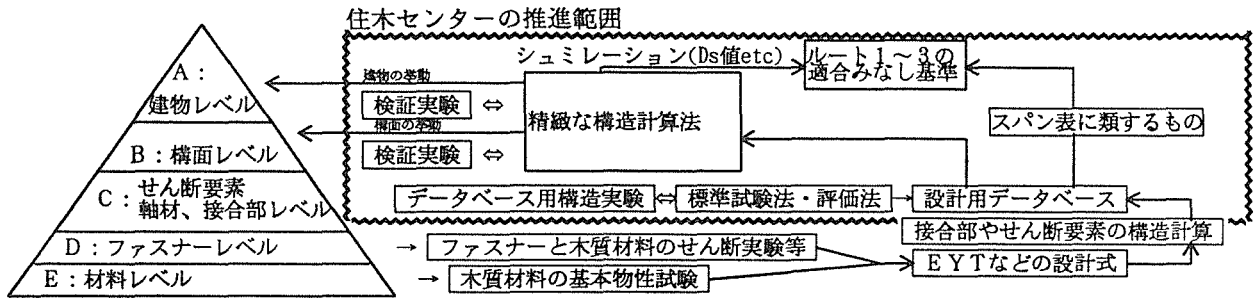
# 目次

<b>第1章 木造住宅の性能明示型構造設計法を実用化するための推進計画</b>	<b>1</b>
1. 木質構造設計体系における住木センター推進計画の位置づけ	1
2. ルート4に基づく構造設計法の概要	1
3. データベース用の構造実験およびその試験法と評価法の概要	2
4. 標準試験法	2
5. 標準評価法	5
<b>第2章 性能明示型構造設計法の枠組み</b>	<b>7</b>
1. 使用者側から望ましい設計体系のあるべき姿とは	7
2. 設計法のルート分けの大原則	8
3. 構造モデル化と構造安全性の検討項目	8
4. ルート1（みなし仕様規定）による構造計画ルールの例	11
<b>第3章 ルート4（精緻型）の構造設計法</b>	<b>12</b>
1. はじめに	12
2. 雑壁と水平構面を含む終局耐力計算の必要性	12
3. 力学的に考慮すべき要素	13
4. 建物のモデル化の方法	13
5. 簡易3次元解析モデルのつりあい方程式	15
6. まとめ	17
7. 任意の面材と一部に筋かいをもつ、小壁・腰壁付き耐力要素の一般式	18
8. 「一部筋かい＋小壁・腰壁付き」耐力要素のP- $\delta$ 包絡線の算定方法	22
<b>第4章 パソコンによる構造計算ソフト（ルート4に基づく）</b>	<b>24</b>
1. 入力手順の概説	24
2. 計算結果の出力	41

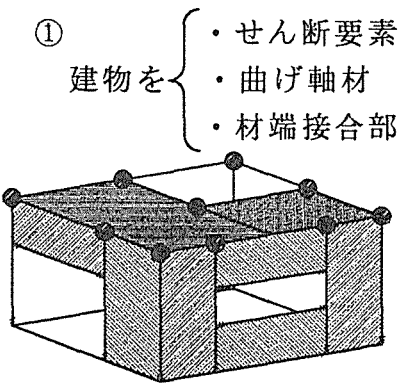


# 第1章 木造住宅の性能明示型構造設計法を実用化するための推進計画

## 1. 木質構造設計体系における住木センター推進計画の位置づけ

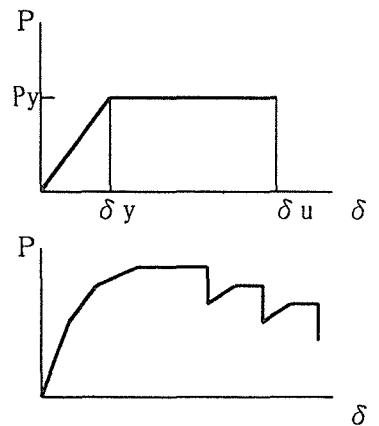


## 2. ルート4に基づく構造計算法の概要



から成るモデルに置換する。

それぞれの要素には、  
実験又は計算から求めた右図の  
ような完全弾塑性の設計用データ  
が与えられる。



② 節点荷重を計算し、各要素間の力と変形のつり合い方程式（三次元剛性マトリクス）を解くことにより、各部の応力と変形が計算できる。

③ これを増分解析法のループに入れれば、建物の各構面のP-δ包絡線（右図）が生成され、終局耐力が可能となる。

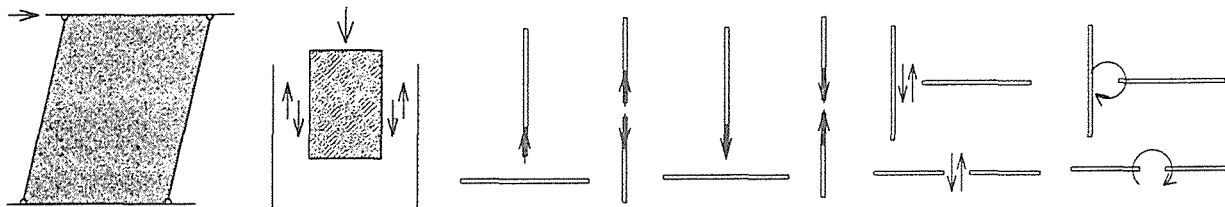
・ 小壁、腰壁の効果、直交壁の効果、水平構面の負担、継手の影響などを考慮した、弾性域から終局耐力まで含む構造設計法である。

→これをパソコンプログラム化し、実用レベルの精緻な設計法を全国の工務店に普及させる。

→このプログラムによって、ルート1～3の適合みなし仕様基準（Ds表etc）をつくるシュミレーションを行う。

### 3. データベース用の構造実験及びその試験法と評価法の概要

#### (1) データベース用構造実験の分類 ([ ]内は対応部位)



- |  |   |   |   |  |   |
|--|---|---|---|--|---|
| ①せん断要素の<br>面内せん断試験<br>〔外壁面、内壁面〕<br>〔床面、屋根面〕<br>〔筋違い入り軸組〕 | ②せん断要素と<br>軸材間の<br>せん断試験<br>〔屋根面—軒桁〕<br>〔下屋-2階外壁〕 | ③材端接合部の<br>引張試験<br>〔柱—土台、柱—梁、梁—梁(仕口)、梁—梁(継手)〕<br>〔開口端部、etc〕 | ④材端接合部の<br>圧縮試験<br>〔柱—土台、柱—梁、梁—梁(仕口)、梁—梁(継手)〕<br>〔開口端部、etc〕 | ⑤材端接合部の<br>せん断試験<br>〔柱—土台、柱—梁、梁—梁(仕口)、梁—梁(継手)〕<br>〔開口端部、etc〕 | ⑥材端接合部の<br>曲げ試験<br>〔ラーメン 柱—梁〕<br>〔ラーメン 柱脚〕<br>〔ラーメン 継手〕 |
|--|---|---|---|--|---|

#### (2) 試験法と評価法

枠組壁工法建築物構造計算指針（1997年版）に掲載予定の試験法・評価法（案）に原則として準拠する。ただし、試験体数や繰り返し回数等の便法（安全側）も用意する。

### 4. 標準試験法

#### (1) 試験体の作成と数

分類①、②のせん断要素試験：繰り返し加力3体以上

分類③～⑥の接合部試験：繰り返し加力6体以上

試験体各部の樹種を記録し、また、試験体に用いられる木材は、きざみ前に含水率と比重を、試験時に含水率を必ず測定しておくこと。

#### (2) 試験体の形状及び寸法、並びに試験装置

別紙参照

#### (3) 試験方法

##### 1) 正負繰り返しか片方向繰り返しか

a：加力の正側と負側でメカニズムが同じものは、正負繰り返し加力を行う。

b：加力の正側と負側とでメカニズムが異なるものは、正側負側別々に片方向繰り返し試験を行ってもよく、別々に破壊と最大耐力を求めることが出来る（例えば③と④）。この場合、破壊と最大耐力は、正側で上記試験体数分、負側で上記試験体数分行わなければならない。

ただし、正側の加力によるめり込みや損傷によって負側の剛性や耐力に影響がある場合については、正負繰り返し試験でなければならない。

## 2) 繰り返し载荷の制御方法と加力サイクル、繰り返し回数など

- ・繰り返し载荷は変位（変形角）制御で行うものとする。加力サイクルの折り返し変位点は、目標降伏点変位  $\delta y_0$  までに4回の繰り返しが行われるように定めるものとし、次に示す等比数列方式、等差数列方式のどちらでも可とする（いずれも、目標降伏点変位  $\delta y_0$  を1とした場合）。

a : 等比数列方式 :  $\frac{\sqrt{2}}{4}$ 、 $\frac{1}{2}$ 、 $\frac{\sqrt{2}}{2}$ 、1、 $\sqrt{2}$ 、2、 $2\sqrt{2}$ 、4、 $4\sqrt{2}$ 、以下 $\sqrt{2}$ 倍ずつ増加

b : 等差数列方式 :  $\frac{1}{4}$ 、 $\frac{1}{2}$ 、 $\frac{3}{4}$ 、1、2、4、6、8、12、16、24、以下4ずつ増加

- ・各グループにおける繰り返し回数は、原則として $1/2 \delta y$ までは1回ずつ、その後は3回ずつとする。ただし、過去の実験において疲労破壊その他、多数回繰り返しの影響のないことが推測される試験体については、すべて1回繰り返しでよいこととする。

〔 分からない場合は、予備試験体1体と本試験体1体を用いてそれぞれ1回繰り返すと3回繰り返して試験を行い、破壊形状、最大耐力、じん性がほぼ同じと判断された場合には、その後の本試験体は1回繰り返してよい。 〕

- ・加力速度は、1サイクル当たり1秒以上とする。
- ・加力の終了は、記録された最大荷重 $P_{max}$ に対し、そのサイクル以降で加力を続けて、正負共に折り返し変位点での荷重値が $0.8P_{max}$ に達しなかった場合、そのサイクル終了時をもって打ち切るものとする。いつまでも最大荷重が更新され続ける場合には、30mm（変形角制御の時は1/30）を越える任意の繰り返しサイクルが終了した時点で打ち切るものとする。
- ・ボルト穴のガタなど初期あそびがある試験体で正負繰り返し加力を行う場合は、微小荷重で正負プレロードを行って、原点が中央に来るよう調整を行ってからスタートする。

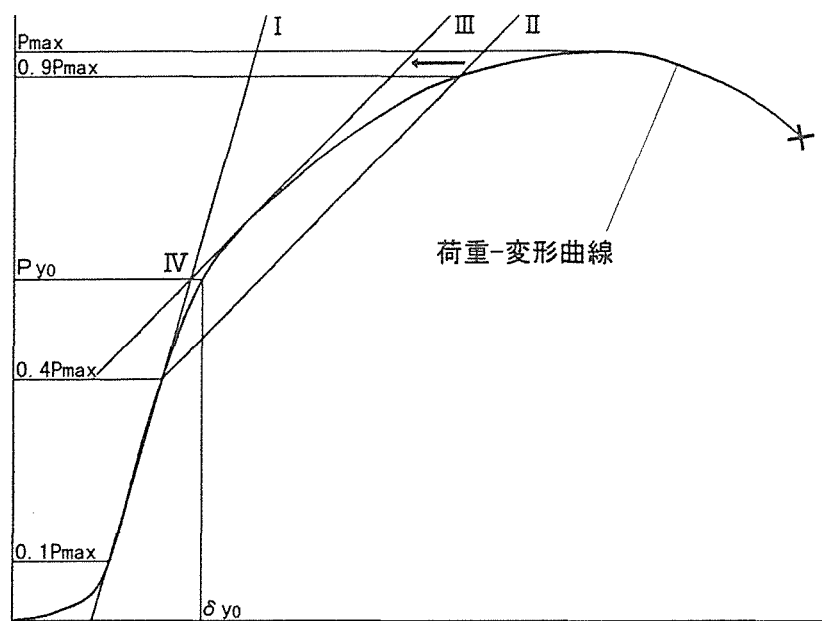
### 3) 目標降伏変位 $\delta y_0$ の定め方

目標降伏点  $\delta y_0$  は当該試験体の降伏点変位の推定値とする。

具体的に求める方法は以下の通りとする。ただし、他の方法で合理的に算出できる場合は、その方法によってもよい。

#### a: 予備試験体から $\delta y_0$ を求める方法

(1) で述べた繰り返し加力試験体数の他に、もう 1 体予備試験体を作成しておき、最初に予備試験体の片方向単調加力試験を行い、この荷重-変形曲線をもとに下図の方法で  $\delta y_0$  を求める。なお、正側と負側でメカニズムが異なるため正と負で  $\delta y_0$  が異なると思われるものについては、正側と負側それぞれについて予備試験を行って  $\delta y_0$  を求める。



I)  $0.1P_{max}$  と  $0.4P_{max}$  を通る直線を引く (第 I 直線)

II)  $0.4P_{max}$  と  $0.9P_{max}$  " (第 II 直線)

III) 第 II 直線を平行移動し、荷重変形曲線に接するところを第 III 直線とする。

IV) 第 I 直線と第 III 直線との交点の荷重を  $P_{y_0}$  とし、荷重変形曲線における  $P_{y_0}$  の時の変位を  $\delta y_0$  と定める。

※) 初期あそびがある試験体の場合は、微小荷重で正負プレロードを行って、原点が中央にくるよう調整してから、片方向単調加力試験をスタートする。

b : 予備試験体によらないで  $\delta y_0$  を求める方法

ア) : せん断要素の面内せん断試験 (分類①) の場合

通常は、真のせん断変形角で、 $\delta y_0 = 1/300$  とする。接着パネルなど、剛性が極めて高いと思われる試験体については、過去の実験結果や計算によって、 $1/300$  以下の値で  $\delta y_0$  を定める。

イ) : 接合部試験 (分類②~⑥) の場合

過去の実験結果や計算によって  $\delta y_0$  を定めてよい。

釘やボルトなど接合部を構成するファスナーの降伏によって  $\delta y_0$  が決まる場合には、ファスナーの径を  $d$  として [ $\delta y_0 \leq d/4$  かつ  $\delta y_0 \leq 2 \text{ mm}$ ] によるか、または、ヨーロッパ型降伏理論による降伏耐力と、弾性床土梁理論式によるせん断剛性を計算によって求め、ここから  $\delta y_0$  の計算値を推定するか、のいずれかとする。

5. 標準評価法

荷重変形関係の評価は以下のように行う。ただし、途中で許容損傷レベルを越える損傷を生じた場合には、その変位をもって終局点とする。

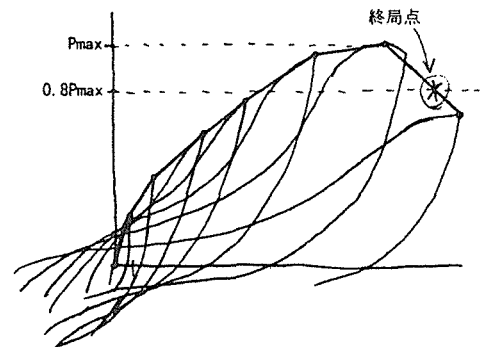
(1) 繰り返し加力試験の荷重-変形曲線から包絡線を作成する方法 (図1)

I) 正負それぞれ荷重最大点と最終サイクルの最大変位点を変位の小さい順に結んで包絡線とする。

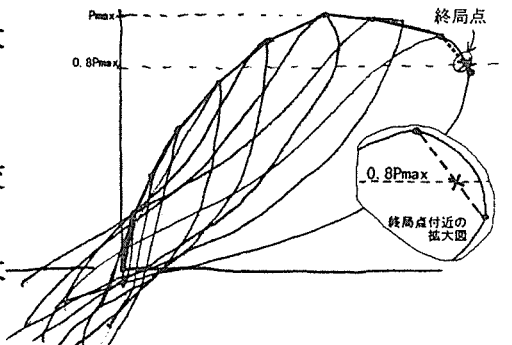
II) 包絡線と  $y = 0.8P_{max}$  の荷重最大点以降における交点を終局点とする。… a)、b)

ただし交わらない場合は、最終サイクルの最大変位点を終局点とする。… c)

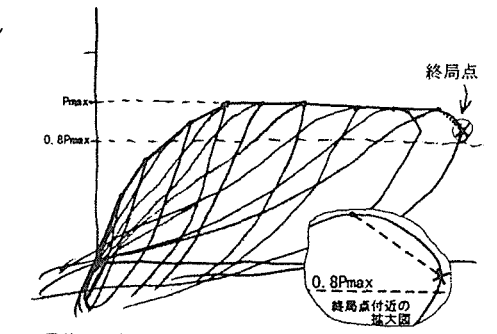
III) この操作を、正側と負側それぞれについて行う。データベースには、ここで求めた正負それぞれの各点の荷重と変形を記録する。



a) 最終サイクルの  $\leq 0.8P_{max}$  最大荷重



b) 最終サイクルの最大荷重  $> 0.8P_{max}$   $\geq$  最終サイクルの経験最大変位点の荷重の場合

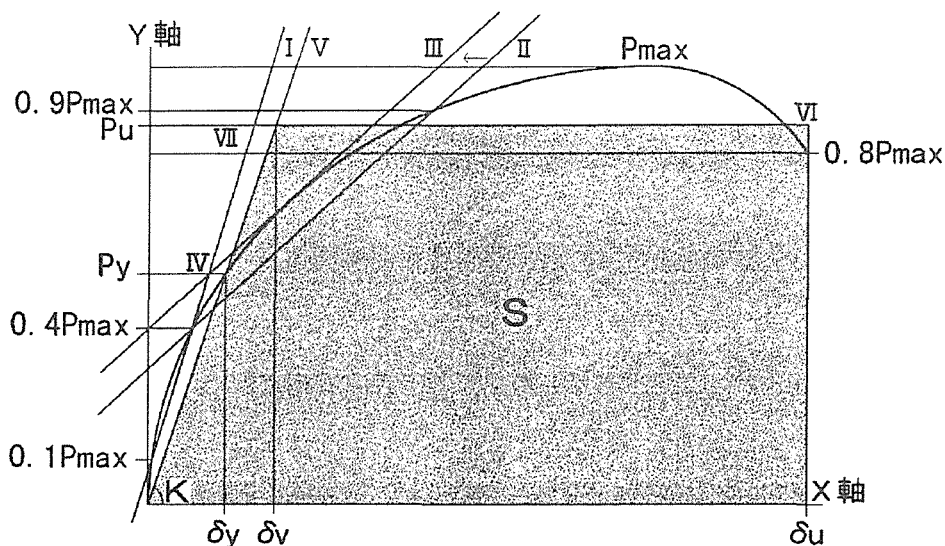


c) 最終サイクルの経験最大変位点の荷重  $> 0.8P_{max}$  の場合

図1

(2) 完全弾塑性モデルへの置換方法

- I) 包絡線上の $0.1P_{max}$ と $0.4P_{max}$ を結ぶ直線を引く(第I直線)。
- II) 包絡線上の $0.4P_{max}$ と $0.9P_{max}$ を結ぶ直線を引く(第II直線)。
- III) 第II直線を平行移動し、包絡線に接するところを第III直線とする。
- IV) 第I直線と第III直線との交点の荷重を $P_y$ とし、包絡線上の $P_y$ のときの変位を $\delta_y$ とする。
- V) 原点と $(\delta_y, P_y)$ を結ぶ直線を第V直線とし、これを完全弾塑性モデルにおける初期剛性 $K$ と定める。
- VI) 包絡線の最終点である $0.8P_{max}$ の点における変位を終局変位 $\delta_u$ と定める。
- VII) 包絡線とX軸および $\delta_u$ で囲まれる面積を $S$ とする。これに対し、第V直線と $\delta_u$ と



X軸およびX軸に平行な直線で囲まれる台形の面積が $S$ と等しくなるようにX軸平行線を引いたとき、その荷重を完全弾塑性モデルの仮想降伏点荷重 $P_u$ と定め、そのときの変位を「仮想降伏点変位 $\delta_v$ 」とする。

(3) 初期剛性、降伏耐力、終局耐力、最大耐力、仮想降伏点変位、終局変位の整理

- ・初期剛性 $K$ 、降伏耐力 $P_y$ 、終局耐力 $P_u$ 、最大耐力 $P_{max}$ 、仮想降伏点変位 $\delta_v$ 、終局変位 $\delta_u$ について、それぞれ平均値、標準偏差を算出する。
- ・降伏耐力 $P_y$ 、終局耐力 $P_u$ 、最大耐力 $P_{max}$ についてはさらに、信頼水準75%における95%下側許容限界を算出する。



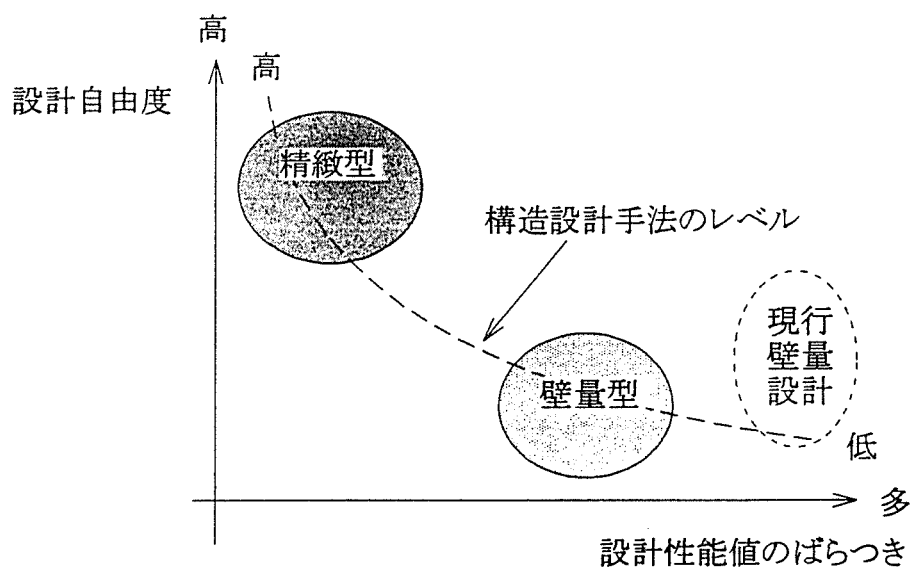
## 第2章 性能明示型構造設計法の枠組み

### 1. 使用者側から望ましい設計体系のあるべき姿とは

性能規定型設計体系により、  
個別の住宅に対応した自由度の高い設計が、住み手の要求に合わせた性能  
値に対し高い精度で実現可能となるようにしたい。

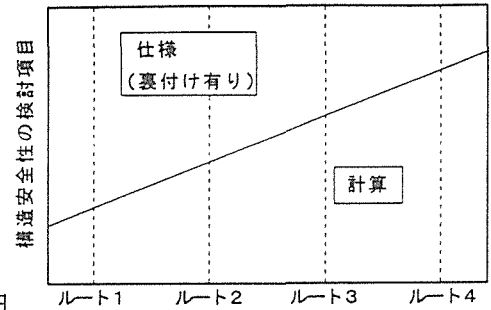
#### 設計自由度の項目

1. 開口部の大きさ(壁開口、屋根開口、吹き抜け等)
  2. 間取りの自由性(狭小間口対応、下屋形状対応等)  
...壁配置のバランスとの対応
  3. 部屋の大きさの自由性(大空間対応)  
...壁線間距離との対応
  4. 必要最低壁量
  5. 建物高さ(3階屋根裏部屋付き等)
  6. 混構造に対する許容度(ラーメン構造、S構造、RC構造等)
  7. 新しい構法、材料等に対する許容度
- etc.



## 2. 設計法のルート分けの大原則

- ① ルートが低くても、必要な構造安全性の検討項目は全て仕様規定または構造計算でチェックされていなければならない。
- ② ルートの区分は、構造形態、要求性能、外力、耐力、変形、構造計画の精度によって分けられ、設計者の判断により選択可能とする。



## 3. 構造モデル化と構造安全性の検討項目

### (1) 構造形態と構造計画

非／耐力の区別	耐力壁仕様 (90cm以上)	非耐力壁も考慮
耐力壁線	仕様規定	
壁線間距離	仕様規定	
囲まれる面積	仕様規定	
外壁開口条件	仕様規定	
隅角開口	仕様規定	
吹き抜け	仕様規定	
剛柔床	仕様規定：剛床	
セットバック	仕様規定	
オーバーハング	仕様規定	
偏心率	釣り合い良く	
剛性率	釣り合い良く	
狭小性	仕様規定高さ／幅比	
平屋～3階建て	2階建てまで	

### (2) 剛性評価

屋根	ファスナー	剛	非線形剛性	
小屋	面材	剛	線形剛性	
下屋	ファスナー	剛	非線形剛性	
	面材	剛	線形剛性	
床水	面材	ファスナー	剛	非線形剛性
	面材	面材	剛	線形剛性
平	軸	軸材	剛	線形剛性
	軸	梁－梁継手	剛	非線形剛性
	接合部	接合部	剛	非線形剛性
構面	組	火打ち	剛	非線形剛性
耐力壁	内外装材	無視	考慮／無視	
	筋交	軸	実験等価剛性	線形剛性
	接合部	接合部	実験等価剛性	非線形剛性
	面材	ファスナー	実験等価剛性	非線形剛性
	面材	面材	実験等価剛性	線形剛性
	軸	軸	剛	線形剛性
	接合部	接合部	剛	非線形剛性
	組	軸力効果	剛	線形剛性
垂れ腰壁	面材	無視	線形剛性	
	接合	無視	非線形剛性	
軸組	軸	軸	剛	線形剛性
	柱	接合部	剛	非線形剛性
	間柱	軸	直接考慮せず	線形剛性
	接合部	接合部	直接考慮せず	非線形剛性
	梁	軸／曲げ	剛	線形剛性
	胴	接合部	剛	非線形剛性
土台基礎	土台	直接考慮せず	非線形剛性	
	アンカボルト	直接考慮せず	線形剛性	

(3) 応力解析法 (解析モデル)

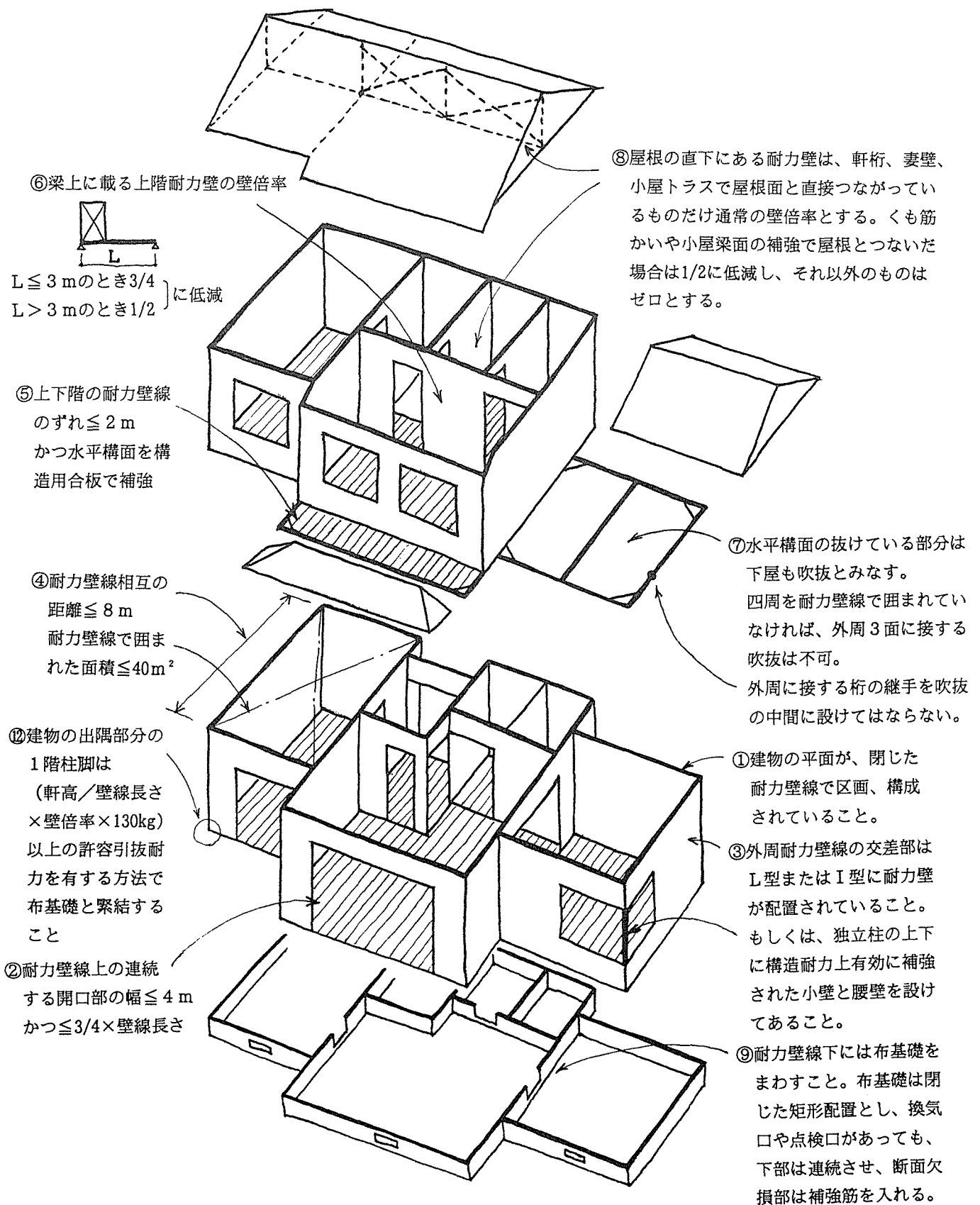
	ルート 1	ルート 2	ルート 3	ルート 4
中地震時 応力	壁平均せん断力 脚部引き抜き力	壁せん断、曲げ 軸力	部材、接合部 線形応力	部材、接合部 非線形応力
中地震時 変形	概算 層間変形角	層間変形角	各柱層間変形角 接合部線形変形	各柱層間変形角 接合部非線形変形
2階壁水平剛性 側柱の押さえ込み 直交壁の押さえ込み 軸力評価 ねじり考慮 非線形性 立体効果 スペクトル 等価粘性振動 非線形振動解析				
大地震時 極大地震時 応力	層せん断	層せん断 脚部応力	層せん断 接合部応力	部材応力 接合部応力
大地震時 極大地震時 変形	評価出来ず	層間変形角	層間変形角 脚部変形	各柱層間変形角 接合部非線形変形
地盤振動特性	地震せん断力係 数割り増し	地震せん断力係 数割り増し	上部構造と込み で考慮	上部構造と込み で考慮
保有耐力	略算	Dsによる		
エネルギー吸収		層せん断モデル として	疑似立体モデル として	立体モデルとし て
非線形振動特性			等価粘性振動 スペクトル/質点系	
立体非線形振動				疑似立体非線形 振動

(4) 許容耐力、変形制限と許容損傷検討部位

		仕様規定	計算で確認
屋根面		面と横架材のせん断	
		面材のファスナーせん断（転び込み）	
		面材の破壊	
小屋組		束のすっぽ抜け	
		くも筋かい引張、座屈	
下屋		2階外壁面と下屋根の接続部せん断	
		下屋根と1階軒桁の接続部せん断	
		下屋の梁の面外せん断あるいは曲げ破壊	
床水平構面		ファスナーせん断	
		面材の破壊	
		火打ち部の梁の面外曲げ	
		梁-梁継手の引張、せん断	
床吹き抜け		吹抜け部の胴差し、軒桁の継ぎ手	
		吹抜けまわりの補強	
層間変位			
機能限界			
躯体			
雑壁			
修復限界			
倒壊限界			
建物転倒			
壁力壁	内外装	亀裂、剥落	
	筋かい耐力壁	筋かい座屈	
		端部めり込み	
		端部引き抜け	
		ファスナーせん断	
	面材	面材周辺釘損傷	
		面材の破壊	
	軸組	柱脚の引き抜け	
柱脚のめり込み			
腰壁面材	亀裂、剥落		
垂壁接合	ファスナーせん断		
軸組		柱の曲げ破壊	
		梁（ほぞ有・無）曲げ破壊	
		ファスナーのせん断	
垂れ壁腰壁		面材の破壊	
		枠材の引き抜け	
土台・基礎		アンカーボルトの引張	
		アンカーのせん断による布基礎の割裂	
		基礎の曲げ破壊	
		基礎のせん断破壊	
		布基礎の転倒	
		アンカーボルトの偏在による土台の曲げ	
	土台継ぎ手とアンカーボルトと柱の位置関係		

#### 4. ルート1（みなし仕様規定）による構造計画ルール例

### 壁量計算以外に考慮すべき耐震構造計画ルール



### 第3章 ルート4（精緻型）の構造設計法

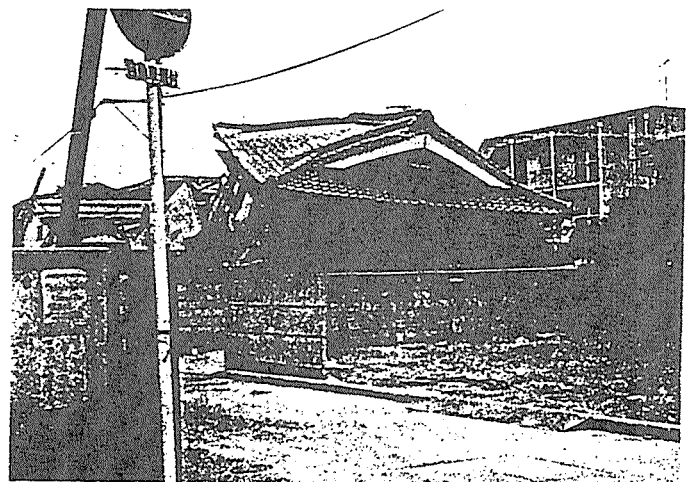
#### 1 はじめに

本設計法は、荷重・外力を受ける木造建築物において力学的に考慮すべき全ての部位の応力と変形を、簡単なパソコン計算程度でおおむね正確に計算する設計法である。性能明示型設計法のレベルA～レベルDのなかでは最も精算型の設計法であり、雑壁部分や水平構面の力の流れも考慮して、弾性計算および増分法による塑性計算を行うことができる。主として在来軸組構法を対象に（枠組壁工法や伝統構法などにも適用可能）、必要最小限の変形成分のみに単純化された、[せん断パネル+曲げ材+材端軸方向バネ]から成る3次元構造モデルを、応力変形解析の基本としている。

#### 2 雑壁と水平構面を含む終局耐力計算の必要性

実大振動実験によれば、耐力壁など従来の構造設計対象範囲よりも、それ以外の部分（以後、雑壁部分と呼ぶ）のほうが力の負担割合が大きく、しかも雑壁部分を含めなければ耐力壁だけでは神戸海洋波クラスの大地震に対する終局耐力設計が成り立たないことが明らかになってきた\*1。今後の設計法を考えると、阪神大震災クラスの大地震に対して終局耐力設計を行って安全性を確認することは必須条件であると思われる。この終局耐力設計を成立させるためには、必要壁量を大幅に増やして本来の耐力要素だけでも大地震に耐え得るようにするか、あるいは、雑壁部分も構造設計対象に含めてトータルで終局耐力を算定するか、のいずれかしかない。現行法の必要壁量を大幅に増やすことは、設計上の制約とコストアップを招くため住宅業界の猛反発は必至であるばかりか、世の中のほとんどの住宅に既存不適格のレッテルを貼ることにもつながるため、現実問題としてほとんど不可能といってよい。したがって、今後は実際に耐力負担している雑壁部分の力の流れについての解明と設計法の確立が急務であると考えられる。

また、在来軸組構法においては、上下階の壁線の不一致が多く、とくに下屋付き2階建て住宅では、下屋の水平構面としての性能が不十分であったために鉛直構面より先に致命的な破壊に至ったと推測される被災住宅が阪神大震災でみられた（右写真）。このように、上下階の鉛直構面のずれや壁線間距離の大きさによっては、鉛直構面より水平構面によって建物の終局耐力が



決まる場合もあり得る。本設計法では、雑壁部分や水平構面も含めて、建物の実際の力の流れと変形や破壊を、初期から終局段階まで予測し、建物の耐震性能に影響を及ぼす部位は全て構造計算で検討できることを目指すものである。

### 3 力学的に考慮すべき要素

雑壁と称され、単体耐力壁の総和以外で建物の層せん断耐力に寄与しているのは、次の要素と考えられる。

- ・外装部分の下地(木刷り等)と仕上げ材(モルタル等)
- ・内壁部分の石膏ボード類の下地
- ・垂れ壁や腰壁部分の剛域効果
- ・上部横架材による曲げ戻し効果
- ・直交壁によるフランジ効果

構造設計上これらを耐震要素として期待して良いか否かは別として、建物のどこにどれだけ力が流れてどの部位がどういう破壊を生じるかを正しく把握するためには、これらの要素が考慮されなければならない。

また、以下の構造計画上の検討事項を力学的根拠にもとづいて決定するには、鉛直構面と同時に水平構面の力の流れと変形を計算できなければならない。

- ・上下階の壁線のずれに対して必要となる水平構面のせん断耐力と剛性  
(とくに下屋について)
- ・壁線間距離や壁線で囲まれる面積に対して必要な水平構面の耐力と剛性  
およびフランジ材の継手の引張耐力
- ・壁の平面配置のつりあい悪さによる偏心やねじれに対して必要な水平構面の耐力と剛性

### 4 建物のモデル化の方法

前記の考慮すべき項目が全て計算でき、かつ実用設計レベル(パソコンプログラム化したとき1棟あたり入力時間が30分以下)を前提条件として、次のようなモデル化を行った(図4-1、4-2)。

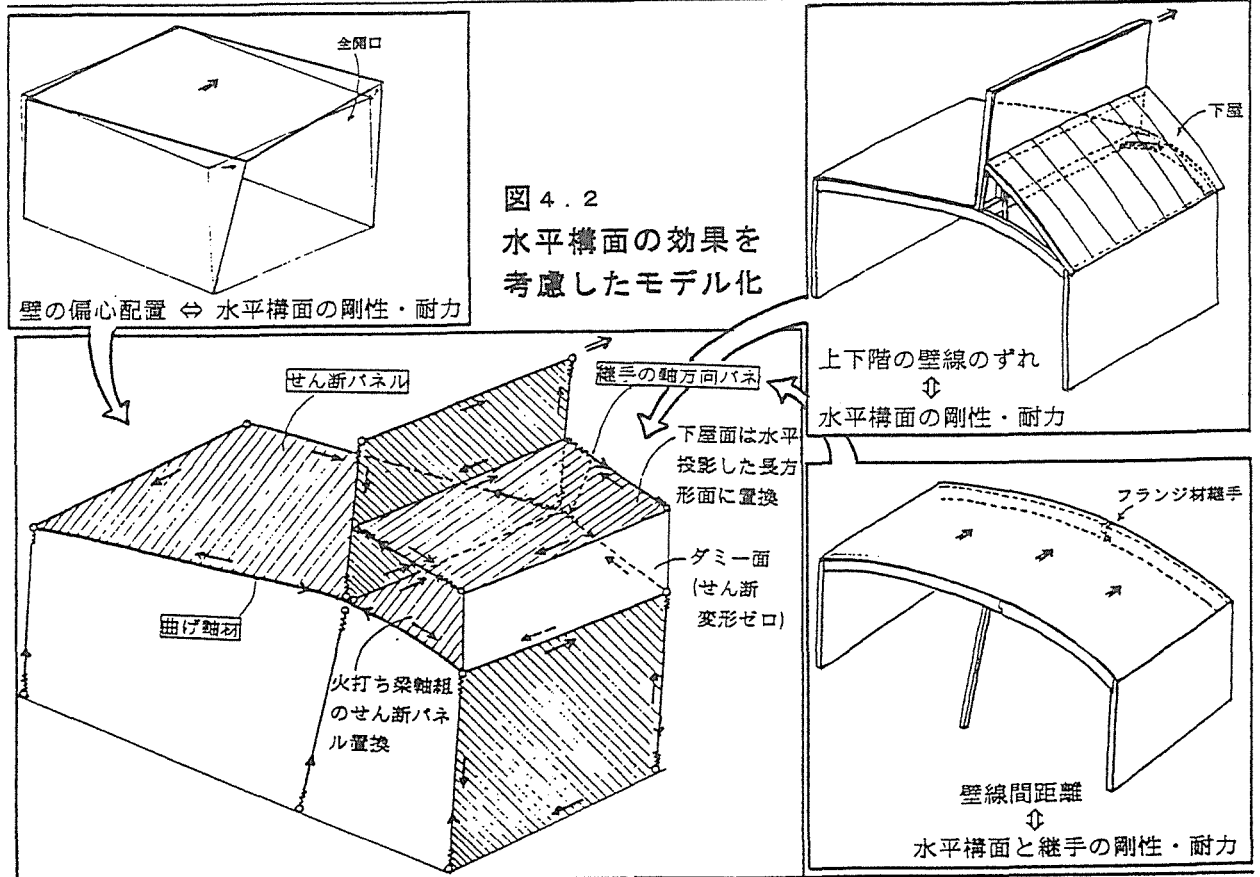
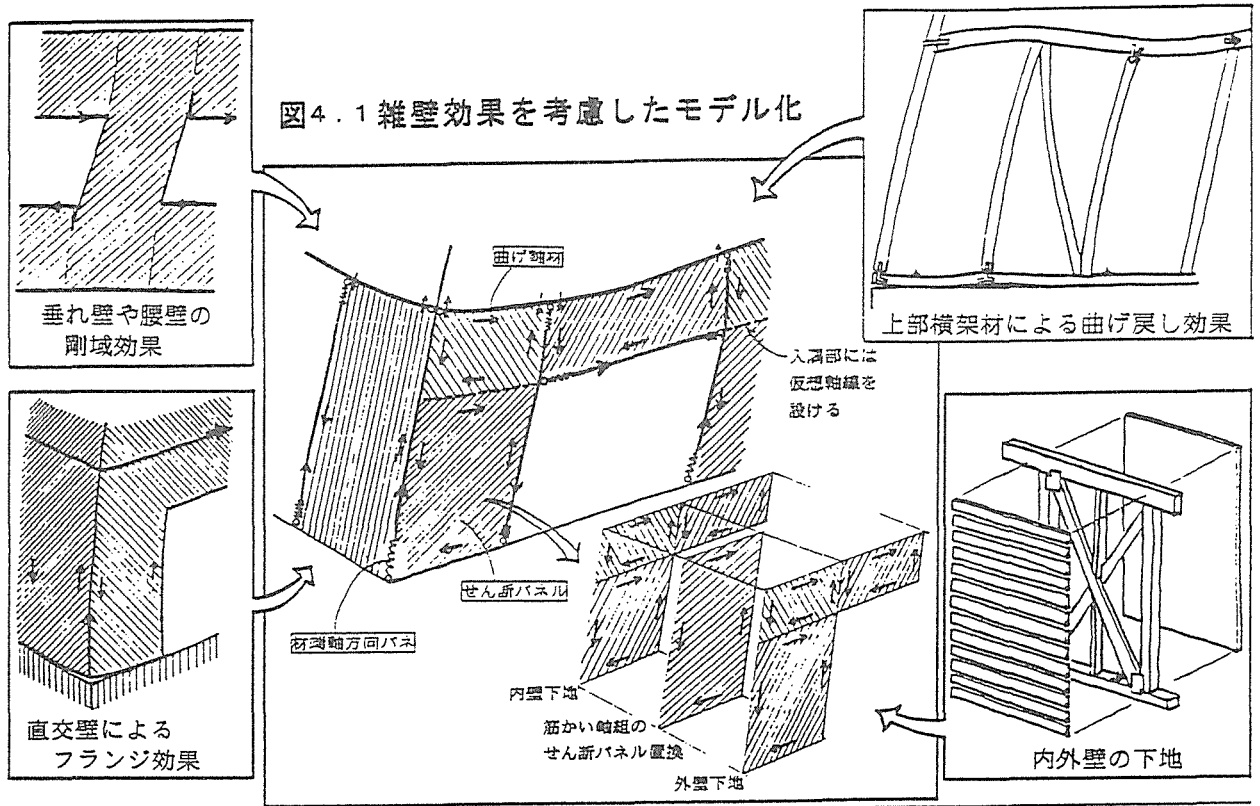
■建物各部を、①柱梁などの軸材、②軸材で囲まれた長方形の平面、③軸材端部の接合部に要素還元し、①を曲げ材、②をせん断パネル、③を軸方向バネに置換する。

建物においてはこの3つの変形成分が卓越するものと考え、これ以外の変形成分(例えば長方形面の曲げ変形など)は無視あるいは①②③の剛性評価に等価近似式を用いて組み込んでおく。

■せん断パネルは、直交3次元平面上に属し、同一のせん断剛性 $G$ を有し、せん断変形角 $\gamma$ で変形する単位長方形要素とする。内外壁下地や床下地だけでなく、筋かい軸組や火打ち梁軸組もせん断パネル置換して扱う。屋根面は、寄棟部分なども含めて水平投影した長方形せん断パネルとみなす。

■曲げ軸材は、直交3次元軸のいずれかに属し、軸方向に同一変形 $\delta$ で動き、直交2軸方向にそれぞれの曲げ剛性 $EI$ を有し、直交軸材との節点に曲げ変形 $\Delta$ を有する単位線材要素とする。線で接するせん断パネルとの間で軸方向力の伝達が行われる。また、直交する軸材との間で材端バネを介して反力の伝達が行われる。壁面の窓の四隅や床の吹き抜けの隅のように、入隅部の奥に軸材がない場合には仮想軸材を設ける。

■軸方向バネは、軸材(仮想を除く)端部と直交軸材上の節点をつなぐ。圧縮剛性 $k_c$ と引張剛性 $k_t$ が異なるものとして別々に与えておき、平均値でマトリクス計算を1回行って圧縮か引張かを決定した後、再計算させる。





## 5 簡易3次元解析モデルのつりあい方程式

### 5.1 軸材の軸方向力のつりあい方程式

図4.3に示すように、軸材につながっている長方形面*i*に流れるせん断力 $Q_i$ 、直交軸材*j*の曲げ反力 $R_j$ 、材端バネの軸力 $N_a$ 、 $N_b$ 、および軸方向外力 $P_o$ の力のつりあいより、

$$\sum Q_i + \sum R_j + N_a + N_b + P_o = 0 \quad \dots \text{式①}$$

長方形面*i*のせん断力 $Q_i$ とせん断変形角 $\gamma_i$ の関係式

$$Q_i = G_i \cdot L_i \cdot \gamma_i \quad \dots \text{式②}$$

$G_i$ :長方形面の単位長さあたりのせん断剛性(kg/cm)

$L_i$ :せん断長さ(cm)

図4.4に示す曲げを受ける軸材の反力 $R$ と節点変位 $\Delta$ の関係式は、

(反力節点数が3の場合。4以上についても用意する)

$$\begin{pmatrix} R_1 \\ R_2 \\ R_3 \end{pmatrix} = 3EI \begin{pmatrix} 1 & -1 & 1 \\ a^2 l & a^2 b & abl \\ -1 & 1 & -1 \\ a^2 b & a^2 b^2 & ab^2 \\ 1 & -1 & 1 \\ abl & ab^2 & b^2 l \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} \Delta_1 \\ \Delta_2 \\ \Delta_3 \end{pmatrix} \quad \dots \text{式③}$$

式③より、反力節点の曲げ剛性マトリクスを $A(\ )$ と表して一般化したとき、反力節点数 $s$ の直交軸材*j*が当該軸材から反力を受ける節点番号を $q$ とすると、 $R_j$ は、

$$\begin{aligned} R_j &= EI_j \{ A_j(q,1) \cdot \Delta_{j1} + \dots + A_j(q,s) \cdot \Delta_{js} \} \\ &= EI_j \sum \{ A_j(q,k) \cdot \Delta_{jk} \} \quad \dots \text{式④} \end{aligned}$$

なおここで、 $\Delta_{jq} = \delta_o$ :当該軸材の軸方向変位

材端バネ $k_a$ が取り付く直交軸材*u*の節点変位 $\Delta_{ua}$ と、当該軸材の軸方向変位 $\delta_o$ の関係より、 $N_a$ は、

$$N_a = k_a (\delta_o - \Delta_{ua}) \quad \dots \text{式⑤}$$

以上より、式②、式④、式⑤を式①に代入すると、当該軸材の軸方向力のつりあい方程式は、軸方向変位 $\delta_o$ 、曲げを受ける直交軸材の節点変位 $\Delta$ 、当該軸材に接する長方形面のせん断変形角 $\gamma$ を変数として表される。

$$\begin{aligned} &\sum G_i \cdot L_i \cdot \gamma_i + \sum [ EI_j \cdot \sum \{ A_j(q,k) \cdot \Delta_{jk} \} ] \\ &+ k_a (\delta_o - \Delta_{ua}) + k_b (\delta_o - \Delta_{vb}) + P_o = 0 \quad \dots \text{式⑥} \end{aligned}$$

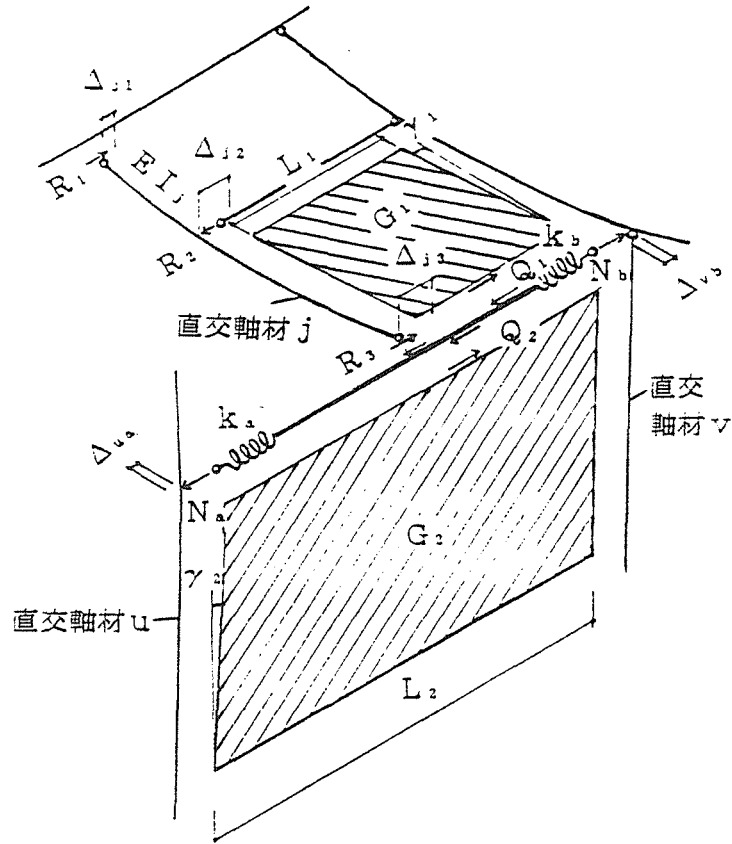


図4.3 軸材の軸方向力のつりあい

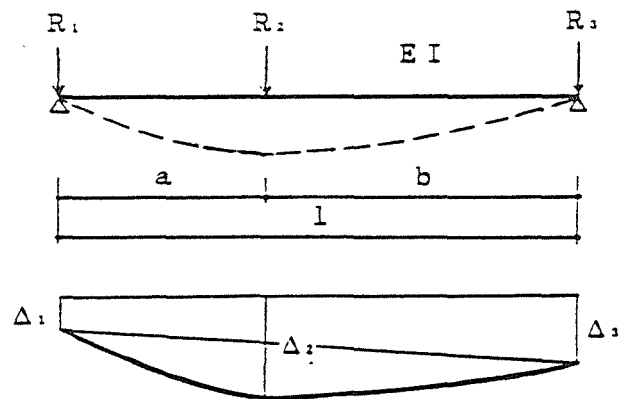


図4.4 曲げ材の反力と節点変位

### 5. 2 曲げを受ける軸材の節点のつりあい方程式

図4.5に示すように、当該節点qの変位 $\Delta_q$ の方向に追従して曲げを受ける軸材jの反力 $R_j$ 、および節点変位 $\Delta_q$ の方向につながっている材端バネa、bの軸力 $N_a$ 、 $N_b$ の力のつりあいより、

$$\Sigma R_j + N_a + N_b = 0 \quad \dots \text{式⑦}$$

式⑦に式④、式⑤を代入すると、当該節点のつりあい方程式は、 $\Delta$ 、 $\delta$ を変数として、次のように表される。

$$\Sigma [E I_j \cdot \Sigma \{A_{jk}(q,k) \cdot \Delta_{jk}\}] + k_a (\delta_1 - \Delta_q) + k_b (\delta_2 - \Delta_q) = 0 \quad \dots \text{式⑧}$$

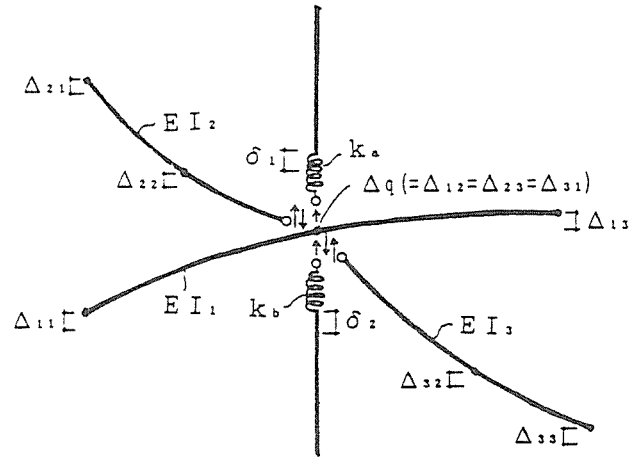


図4.5 曲げを受ける軸材上の節点のつりあい

### 5. 3 せん断パネルのつりあい方程式

図4.6に示すように、長方形面の4辺の軸材の軸方向変位 $\delta$ と、当該面のせん断変形角 $\gamma$ の関係より、

$$\gamma_{xy} = \frac{\delta_{x2} - \delta_{x1}}{L_y} + \frac{\delta_{y2} - \delta_{y1}}{L_x} \quad \dots \text{式⑨}$$

### 5. 4 建物の3次元モデルの系剛性方程式

式⑥、式⑧、式⑨により、軸材の軸方向変位 $\delta$ 、曲げを受ける軸材上の節点変位 $\Delta$ 、長方形面のせん断変形角 $\gamma$ を変数とする変位ベクトル $\delta$ と系剛性マトリクス $[D]$ および外力ベクトル $P$ によって、3次元建物モデルの系剛性方程式が表される。

$$[D] \delta = P \quad \dots \text{式⑩}$$

このうち、系剛性マトリクス $[D]$ は変えることなく、外力ベクトル $P$ だけを、1)長期軸力、2)X方向水平力、3)Y方向水平力、の3とおりに置き換えて解く。

### 5. 5 簡易3次元解析モデル化のまとめ

通常の3次元解析では1節点あたり6変数必要であるのに対し、ここでは主要な変形成分のみを変数としているため、通常の半分以下の行列サイズと入力手間で、雑壁や水平構面を含む建物各部の応力計算が可能となる。例えば、図4.7に示す建物モデルでは、材端バネを含めて通常の3次元解析にかけると計558変数が必要なのに対し、この簡易3次元解析法で計算すると計99変数で済む。

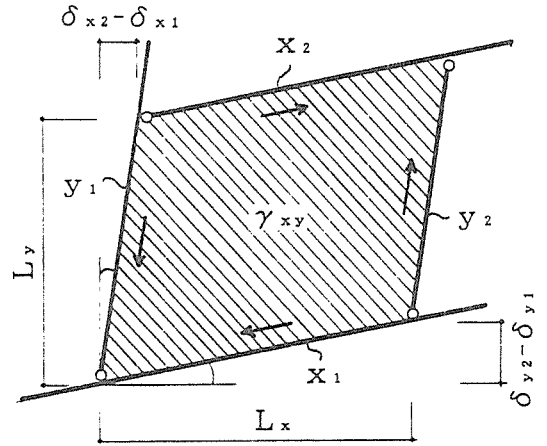


図4.6 せん断パネルの変形のつりあい

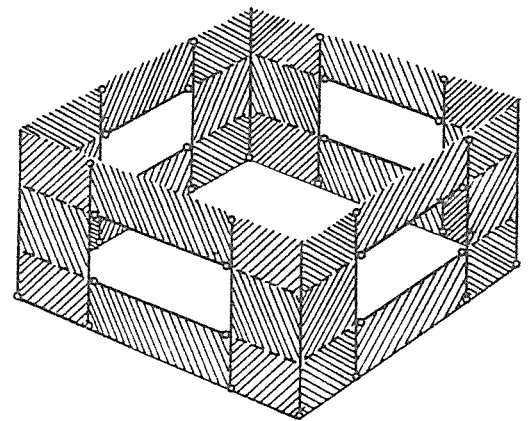
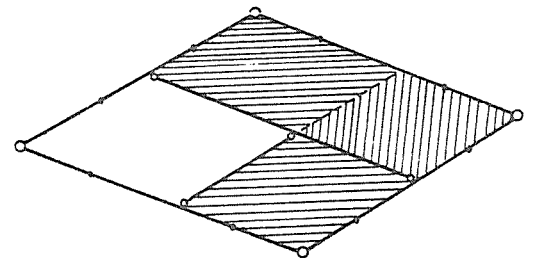


図4.7 簡易3次元モデルの例

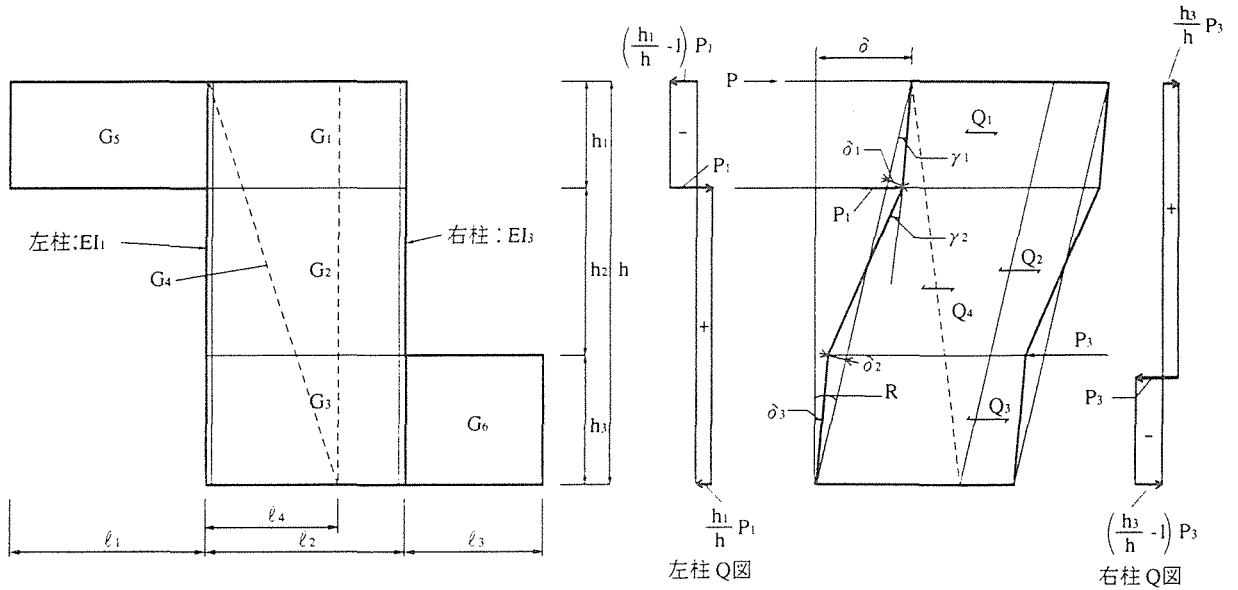
## 6 まとめ

本設計法により雑壁や水平構面を含む建物のシミュレーション計算が簡単に行えるようになれば、水平構面の仕様に応じた耐力壁線間距離などの構造計画規定を力学的根拠に基づいて決定することが可能となる。また、建物各部の構造実験法と評価法を、構造設計に用いるデータ収集という目的において標準化することができる。すなわち、構造計算における建物の単位要素の分割ルールと計算に必要な値の受け渡しが本設計法により明確になるため、たとえば電子部品のソケットの規格が決定されたようなもので、あとは各ユニットごとに必要な値をOUTPUTするための実験方法および計算式がいろいろな研究機関からばらばらに提案されても、パーツを組み立てるように建物の構造計算に組み入れることが可能となる。また、現在どのパーツの実験データや計算式が不足しているか、ということが一目瞭然でわかるため、木質構造研究の欠損分野の開拓が進展することが期待できる。

現在、この方法による一貫構造計算プログラムソフトを作成中である。また、雑壁や水平構面の効果の検証実験を計画しており、この結果の解析による修正をふまえて、最終的には実大水平加力実験の結果とおおむね合致することが確認できれば、木造住宅の性能明示型構造設計法として実用化が期待できる。

\*1)坂本功、大橋好光、宮沢健二、神谷文夫他：軸組構法住宅の実大振動実験(A棟～F棟)，日本建築学会大会学術講演梗概集、pp129-156、1996.9

7. 任意の面材と一部に筋かいをもつ、小壁・腰壁付き耐力要素の一般式



$G_1 \sim G_6$  : 壁の面材などによるせん断弾性係数 [厚さを含んだディメンジョン(kg/cm)]

$G_4$  : 筋かい軸組部分をせん断パネル置換したときのG(kg/cm) [筋かい両端接合部バネを含む]

$Q_1$  : 上部面材部分の負担せん断力  $G_2$  : 中央部面材部分の負担せん断力  $G_3$  : 下部面材部分の負担せん断力

$Q_4$  : 筋かい軸組の負担せん断力

$P$  : 水平力、 $\delta$ : 層間変位  $R$ : 層間変形角

$P_1$  : 小壁の下枠材が左側の柱を押す水平圧縮力  $P_2$  : 腰壁が右柱を押す水平圧縮力

$\gamma_1$  : 上部面材部分のせん断変形角、 $\gamma_2$  : 中央部面材部分のせん断変形角  $\gamma_3$  : 下部面材部分のせん断変形角

$\delta_1$  :  $P_2$ によって左柱に生じる曲げたわみ  $\delta_3$  :  $P_3$ によって右柱に生じる曲げたわみ

※左小壁の下枠が押す力は、左側の柱だけを曲げて、右側の柱は影響を受けないものとした

力と変形のつりあい方程式

$$\left[ \begin{array}{l} \gamma_1 = \frac{Q_1}{G_1 l_2 + G_5 l_1}, \gamma_2 = \frac{Q_2}{G_2 l_2}, \gamma_3 = \frac{Q_3}{G_3 l_2 + G_6 l_3}, R = \frac{Q_4}{G_4 l_4} \dots \text{各部のせん断力とせん断変形角の関係} \\ R = \frac{\delta}{h} = \frac{\gamma_1 h_1 + \gamma_2 h_2 + \gamma_3 h_3}{h}, \delta_1 = (R - \gamma_1) h_1, \delta_3 = (R - \gamma_3) h_3 \dots \text{変形角と変位の相互関係} \\ \delta_1 = \frac{P_1 h_1^2 (h_2 + h_3)^2}{3EI_1 h}, \delta_3 = \frac{P_3 h_3^2 (h_1 + h_2)^2}{3EI_3 h} \dots \text{柱の曲げ剛性、長さとなわみの関係} \\ Q_1 + \left(\frac{h_1}{h} - 1\right) P_1 + \frac{h_3}{h} P_3 = P - Q_4 \\ Q_2 + \frac{h_1}{h} P_1 + \frac{h_3}{h} P_3 = P - Q_4 \\ Q_3 + \frac{h_1}{h} P_1 + \left(\frac{h_3}{h} - 1\right) P_3 = P - Q_4 \end{array} \right. \dots \text{のせん断力のつりあい}$$

上部  
中央部  
下部

$$\delta_1 = (R - \gamma_1) h_1 = \frac{Q_4 h_1}{G_4 l_4} - \frac{Q_1 h_1}{G_1 l_2 + G_5 l_1} = \frac{P_1 h_1^2 (h_2 + h_3)^2}{3EI_1 h} \dots\dots\dots ①$$

$$\delta_2 = (R - \gamma_3) h_3 = \frac{Q_4 h_3}{G_4 l_4} - \frac{Q_3 h_3}{G_3 l_2 + G_6 l_3} = \frac{P_3 h_3^2 (h_1 + h_2)^2}{3EI_3 h} \dots\dots\dots ②$$

$$\begin{array}{ll} Q_1 + \left(\frac{h_1}{h} - 1\right)P_1 + \frac{h_3}{h} P_3 = P - Q_4 & Q_3 + \frac{h_1}{h} P_1 + \left(\frac{h_3}{h} - 1\right)P_3 = P - Q_4 \\ -) Q_2 + \frac{h_1}{h} P_1 + \frac{h_3}{h} P_3 = P - Q_4 & -) Q_2 + \frac{h_1}{h} P_1 + \frac{h_3}{h} P_3 = P - Q_4 \\ \hline Q_1 - Q_2 - P_1 = 0 & Q_3 - Q_2 - P_3 = 0 \end{array}$$

$$\text{よ) } P_1 = Q_1 - Q_2 \dots\dots\dots ③$$

$$P_3 = Q_3 - Q_2 \dots\dots\dots ④$$

$$R = \frac{\gamma_1 h_1 + \gamma_2 h_2 + \gamma_3 h_3}{h} = \frac{I}{h} \left\{ \frac{Q_1 h_1}{G_1 l_2 + G_5 l_1} + \frac{Q_2 h_2}{G_2 l_2} + \frac{Q_3 h_3}{G_3 l_2 + G_6 l_3} \right\} = \frac{Q_4}{G_4 l_4}$$

$$\frac{h_1}{G_1 l_2 + G_5 l_1} Q_1 + \frac{h_2}{G_2 l_2} Q_2 + \frac{h_3}{G_3 l_2 + G_6 l_3} Q_3 - \frac{h}{G_4 l_4} Q_4 = 0 \dots\dots\dots ⑤$$

$$\text{③, ④ よ、 } Q_2 + \frac{h_1}{h} P_1 + \frac{h_3}{h} P_3 = Q_2 + \frac{h_1}{h} (Q_1 - Q_2) + \frac{h_3}{h} (Q_3 - Q_2) = P - Q_4$$

$$Q_2 h + Q_1 h_1 - Q_2 h_1 + Q_3 h_3 - Q_2 h_3 + Q_4 h = Ph$$

$$Q_1 h_1 - Q_2 h_2 + Q_3 h_3 + Q_4 h = Ph \dots\dots\dots ⑥$$

$$\frac{Q_4}{G_4 l_4} - \frac{Q_1}{G_1 l_2 + G_5 l_1} = \frac{(Q_1 - Q_2) h_1 (h_2 + h_3)^2}{3EI_1 h}, \quad \frac{Q_4}{G_4 l_4} - \frac{Q_3}{G_3 l_2 + G_6 l_3} = \frac{(Q_3 - Q_2) h_3 (h_1 + h_2)^2}{3EI_3 h}$$

$$\frac{Q_4}{G_4 l_4} - \left\{ \frac{1}{G_1 l_2 + G_5 l_1} + \frac{h_1 (h_2 + h_3)^2}{3EI_1 h} \right\} Q_1 + \frac{h_1 (h_2 + h_3)^2}{3EI_1 h} Q_2 = 0 \dots\dots\dots ⑦$$

$$\frac{Q_4}{G_4 l_4} - \frac{Q_3}{G_3 l_2 + G_6 l_3} = \frac{(Q_3 - Q_2) h_3 (h_1 + h_2)^2}{3EI_3 h}$$

$$\frac{Q_4}{G_4 l_4} - \left\{ \frac{1}{G_3 l_2 + G_6 l_3} + \frac{h_3 (h_1 + h_2)^2}{3EI_3 h} \right\} Q_3 + \frac{h_3 (h_1 + h_2)^2}{3EI_3 h} Q_2 = 0 \dots\dots\dots ⑧$$

式⑤、⑥、⑦、⑧、より、 $Q_1 \sim Q_4$ を変数とする4元連立方程式は以下のとおりとなる。

$$\begin{bmatrix} \frac{h_1}{G_1 l_2 + G_5 l_1} & & & \\ & \frac{h_2}{G_2 l_2} & & \\ & & \frac{h_3}{G_3 l_2 + G_6 l_3} & \\ & & & -\frac{h}{G_4 l_4} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} Q_1 \\ Q_2 \\ Q_3 \\ Q_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ Ph \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

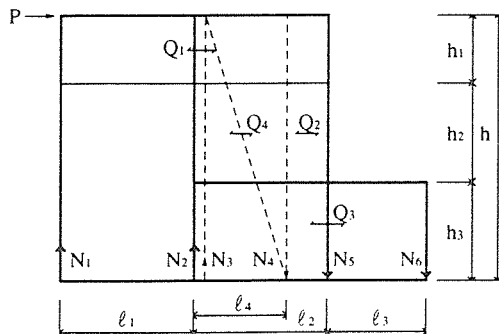
$$\begin{bmatrix} h_1 & & & \\ & h_2 & & \\ & & h_3 & \\ & & & h \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} Q_1 \\ Q_2 \\ Q_3 \\ Q_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ Ph \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} -\left\{ \frac{h_1}{G_1 l_2 + G_5 l_1} + \frac{h_1(h_2+h_3)^2}{3EI_1} \right\} & & & \\ & \frac{h_1(h_2+h_3)^2}{3EI_1} & & \\ & & 0 & \\ & & & -\left\{ \frac{h}{G_3 l_2 + G_6 l_3} + \frac{h_3(h_1+h_2)^2}{3EI_3} \right\} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} Q_1 \\ Q_2 \\ Q_3 \\ Q_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ Ph \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

これを解いて、 $Q_1 \sim Q_4$ を得る。このとき、耐力要素の水平剛性  $D$  (kg/cm) は、

$$D = \frac{P}{\delta} = \frac{P}{Rh} = \frac{P}{h} \times \frac{G_4 l_4}{Q_4} = \frac{PG_4 l_4}{Q_4 h} \dots\dots\dots \textcircled{9}$$

また、各柱脚部の鉛直方向軸力は、次のようになる(引張方向を正とした)。



$$N_1 = Q_1 \times \frac{l_1}{l_1 + l_2} \times \frac{h_1}{l_1} = \left( \frac{h_1}{l_1 + l_2} \right) Q_1 \dots\dots\dots \textcircled{10}$$

$$N_2 = Q_2 \times \frac{h_2}{l_2} + Q_3 \times \frac{h_3}{l_2 + l_3} \dots\dots\dots \textcircled{11}$$

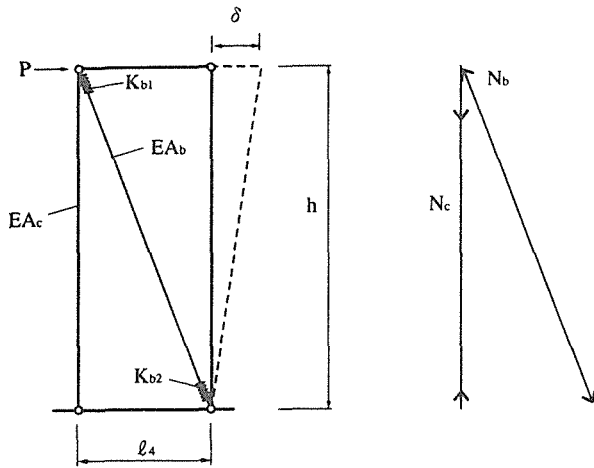
$$N_3 = -N_4 = Q_4 \times \frac{h}{l_4} \dots\dots\dots \textcircled{12}$$

$$N_5 = - \left( Q_2 \times \frac{h_2}{l_2} + Q_1 \times \frac{h_1}{l_1 + l_2} \right) \dots\dots\dots \textcircled{13}$$

$$N_6 = - \left( Q_3 \times \frac{h_3}{l_2 + l_3} \right) \dots\dots\dots \textcircled{14}$$

筋かい軸組の柱と、壁部の柱が一致するときは、 $N_2 + N_3$  および  $N_4 + N_5$  となる。

筋かい軸組のせん断パネル置換式誘導



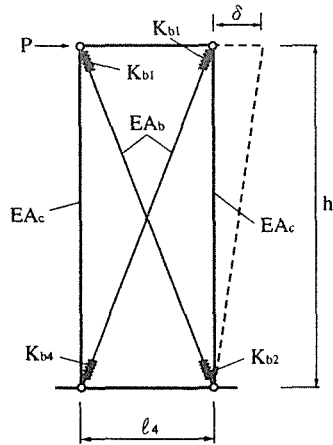
※柱脚バネは、全ての耐力要素の計算終了後に、柱鉛直荷重と、左右の耐力要素からの軸力を加えてから導入する。

$$N_c = \frac{Ph}{l_4} \quad N_b = \sqrt{\frac{P^2 h^2}{l_4^2} + P^2} = P \sqrt{1 + \frac{h^2}{l_4^2}}$$

$$\delta = \int \frac{N_o N_i}{EA} ds = \frac{Ph}{EA_c} \times \frac{h}{l_4} \times h + \frac{P(1 + \frac{h^2}{l_4^2}) \times \sqrt{l_4^2 + h^2}}{EA_b} + \frac{P(l_4^2 + h^2)}{K_{b1} l_4^2} + \frac{P(l_4^2 + h^2)}{K_{b2} l_4^2}$$

$$= \frac{Ph^3}{EA_c l_4^2} + \frac{P(l_4^2 + h^2)^{\frac{3}{2}}}{EA_b l_4^2} + \frac{P(l_4^2 + h^2)}{K_{b1} l_4^2} + \frac{P(l_4^2 + h^2)}{K_{b2} l_4^2} = \frac{Ph}{G_4 l_4} \quad \text{より}$$

$$\therefore G_4 = 1 / \left\{ \frac{h^2}{EA_c l_4} + \frac{(l_4^2 + h^2)^{\frac{3}{2}}}{EA_b l_4 h} + \frac{l_4^2 + h^2}{K_{b1} l_4 h} + \frac{l_4^2 + h^2}{K_{b2} l_4 h} \right\} \dots \dots \dots \text{片筋かい}$$



$$\delta = \frac{Ph^3}{EA_c l_4^2} + \frac{P_1(l_4^2 + h^2)^{\frac{3}{2}}}{EA_b l_4^2} + \frac{P_1(l_4^2 + h^2)}{K_{b1} l_4^2} + \frac{P_1(l_4^2 + h^2)}{K_{b2} l_4^2}$$

$$= \frac{(P-P_1)h^3}{EA_c l_4^2} + \frac{(P-P_1)(l_4^2 + h^2)^{\frac{3}{2}}}{EA_b l_4^2} + \frac{(P-P_1)(l_4^2 + h^2)}{K_{b3} l_4^2} + \frac{(P-P_1)(l_4^2 + h^2)}{K_{b4} l_4^2}$$

$$P_1 \left[ \left\{ \frac{2h^3}{EA_c l_4^2} + \frac{2(l_4^2 + h^2)^{\frac{3}{2}}}{EA_b l_4^2} \right\} + \frac{(l_4^2 + h^2)}{l_4^2} \left\{ \frac{1}{K_{b1}} + \frac{1}{K_{b2}} + \frac{1}{K_{b3}} + \frac{1}{K_{b4}} \right\} \right]$$

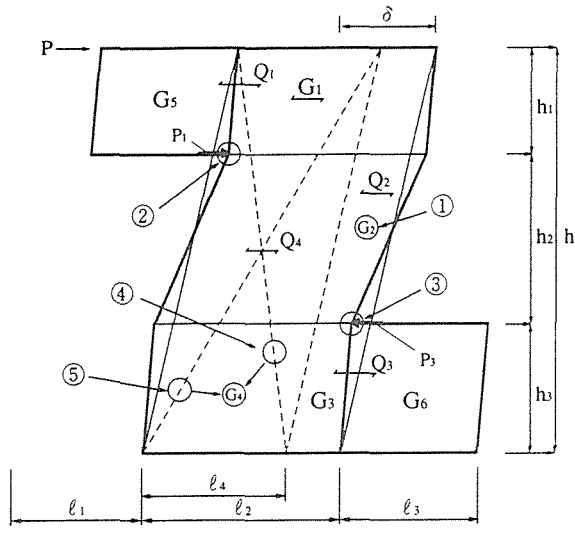
$$= P \left[ \left\{ \frac{h^3}{EA_c l_4^2} + \frac{(l_4^2 + h^2)^{\frac{3}{2}}}{EA_b l_4^2} \right\} + \frac{(l_4^2 + h^2)}{l_4^2} \left\{ \frac{1}{K_{b3}} + \frac{1}{K_{b4}} \right\} \right]$$

$$\therefore G_4 = \frac{\frac{l_4 h}{EA_c l_4^2} \left\{ \frac{2h^3}{EA_c l_4^2} + \frac{2(l_4^2 + h^2)^{\frac{3}{2}}}{EA_b l_4^2} + \frac{(l_4^2 + h^2)}{l_4^2} \left\{ \frac{1}{K_{b1}} + \frac{1}{K_{b2}} + \frac{1}{K_{b3}} + \frac{1}{K_{b4}} \right\} \right\}}{\left[ \frac{h^3}{EA_c l_4^2} + \frac{(l_4^2 + h^2)^{\frac{3}{2}}}{EA_b l_4^2} + \frac{(l_4^2 + h^2)}{l_4^2} \left\{ \frac{1}{K_{b1}} + \frac{1}{K_{b2}} \right\} \right] \left[ \frac{h^3}{EA_c l_4^2} + \frac{(l_4^2 + h^2)^{\frac{3}{2}}}{EA_b l_4^2} + \frac{(l_4^2 + h^2)}{l_4^2} \left\{ \frac{1}{K_{b3}} + \frac{1}{K_{b4}} \right\} \right]} \dots \dots \dots \text{両筋かい}$$

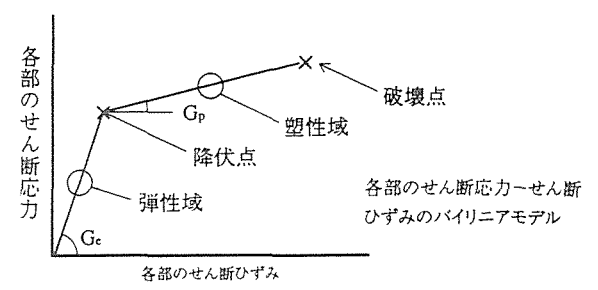
$$= \frac{EA_c EA_b l_4 h \left[ 2EbAh^3 + 2EcAc(l_4^2 + h^2)^{\frac{3}{2}} + EcAcEbAb(l_4^2 + h^2) \right] \left\{ \frac{-K_{b2}K_{b3}K_{b4} + K_{b1}K_{b3}K_{b4} + K_{b1}K_{b2}K_{b4} + K_{b1}K_{b2}K_{b3}}{K_{b1}K_{b2}K_{b3}K_{b4}} \right\}}{\left[ EbAbh^3 + EcAc(l_4^2 + h^2)^{\frac{3}{2}} + EcAcEbAb(l_4^2 + h^2) \right] \left\{ \frac{K_{b1} + K_{b2}}{K_{b1}K_{b2}} \right\} \left[ EbAbh^3 + EcAc(l_4^2 + h^2)^{\frac{3}{2}} + EcAcEbAb(l_4^2 + h^2) \right] \left\{ \frac{K_{b3} + K_{b4}}{K_{b3}K_{b4}} \right\}} \times Ec^2 Ac^2 Eb^2 Ab^2$$

$$= \frac{EA_c EA_b l_4 h \left[ 2K_{b1}K_{b2}K_{b3}K_{b4} | EbAbh^3 + EcAc(l_4^2 + h^2)^{\frac{3}{2}} + EcAcEbAb(l_4^2 + h^2) (K_{b2}K_{b3}K_{b4} + K_{b1}K_{b3}K_{b4} + K_{b1}K_{b2}K_{b4} + K_{b1}K_{b2}K_{b3}) \right]}{| EbAbh^3 K_{b1}K_{b2} + EcAc(l_4^2 + h^2)^{\frac{3}{2}} + K_{b1}K_{b2} + EcAcEbAb(l_4^2 + h^2) (K_{b1}K_{b2}) | | EbAbh^3 K_{b3}K_{b4} + EcAc(l_4^2 + h^2)^{\frac{3}{2}} K_{b3}K_{b4} + EcAcEbAb(l_4^2 + h^2) (K_{b3}K_{b4}) |}$$

## 8. 「一部筋かい+小壁・腰壁付き」耐力要素のP-δ包絡線の算定方法

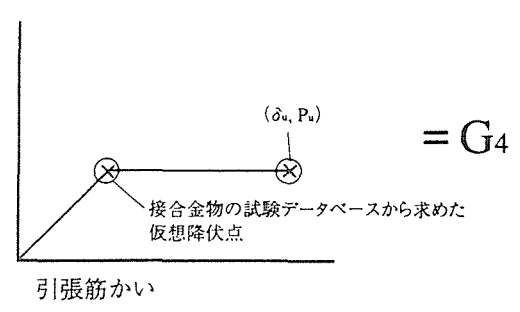
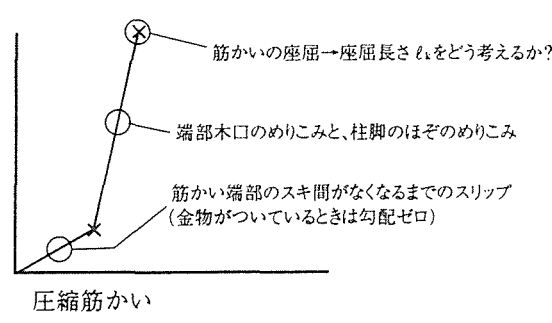


左図の①～⑤の各部分が、Pの増加に伴い、弾性域→降伏点→塑性域→破壊



のどの段階に、どういう順番で達するかを追跡することで、P-δ包絡線が求められる。

- ①：壁の面材のせん断破壊。なお、 $G_2 = G_{2外} + G_{2内}$ としておき、外壁側面材と内壁側面材のバイリニアモデルを別々に与え、それぞれの降伏、破壊を追跡する
- ②：小壁の下枠材が左側の柱を押す力によって起こる柱の曲げ破壊
- ③：腰壁の上枠材が右側の柱を押す力によって起こる柱の曲げ破壊  
 …木材の曲げ破壊は、ほとんど脆性破壊に近い性状であるため、塑性域はなしとする。  
 なお、枠材と柱の接点で、柱に断面欠損がある場合は、それを考慮したZとすること。
- ④：圧縮筋かいの、初期スリップ(すき間がなくなるまで)、端部めりこみ、座屈破壊
- ⑤：引張筋かいの、端部接合金物の降伏、破壊



### 荷重増分解析の方法

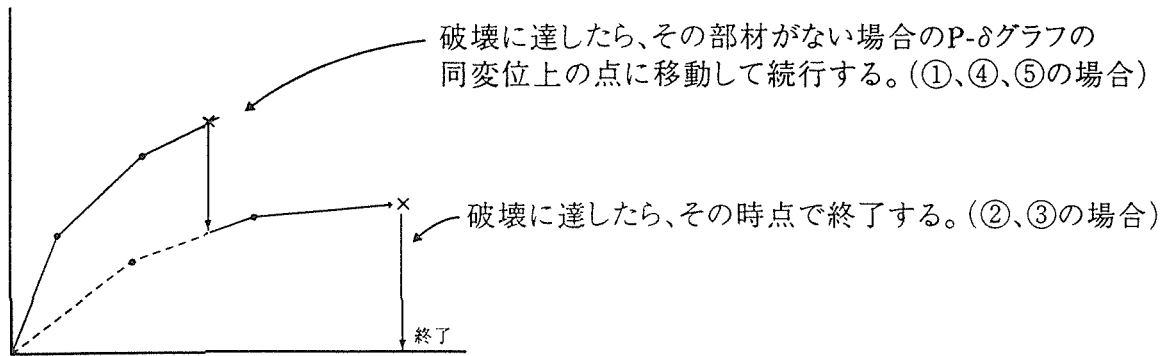
せん断弾性係数を $G_e$ 、塑性係数を $G_p$ としたとき、

```

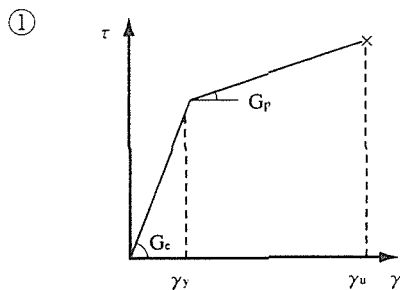
    graph TD
      Start([スタート]) --> Step1[全ての部材が弾性として、P=1kgの力を与えたときのQ1～Q4などを求める]
      Step1 --> Step2[それぞれの部材iの降伏点に達するときの荷重Piを比べ、最小値を第1降伏荷重とする]
      Step2 --> Step3[部材iの剛性を塑性Gpiにして、P=1を与えて再計算する]
      Step3 --> Step4[各部材の(先ほどのPiのときのせん断応力)+(今回の再計算による応力)×Pj=降伏応力としたときのPjの最小値を、第2降伏荷重とする]
  
```



破壊点に達したときは、それぞれの部材ごとに、次のように対応する

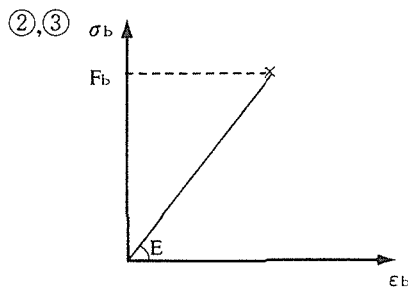


計算に必要な各部材の入力情報

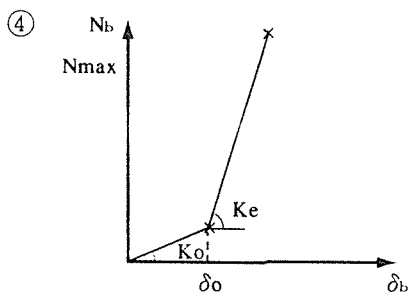
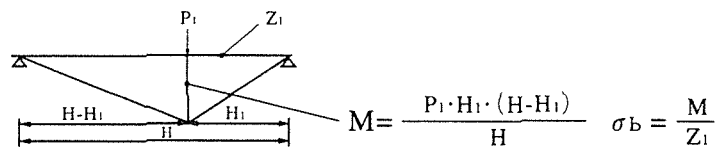


外壁面材 内壁面材それぞれについて

- せん断弾性係数： $G_e$  (kg/cm)
- せん断塑性係数： $G_p$  (kg/cm)
- 降伏せん断変形角： $\gamma_y$  (rad)
- 最大せん断変形角： $\gamma_u$  (rad)



- 柱材の曲げヤング係数： $E$  (kg/cm)
- 柱材の終局曲げ強度： $F_b$  (kg/cm)

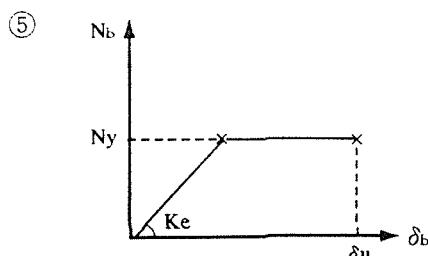


- 圧縮筋かい端部のスキ間がなくなるまでのオフセット変位： $\delta_o$  (cm)
- 圧縮筋かいの座屈軸力： $N_{max}$  (kg)

$$\left[ \begin{array}{l} \text{細長比が 100 以上のときは、} N_{max} = \frac{\pi^2 E_b I_b}{l_k} \dots \text{オイラー式} \\ \text{細長比が 100 以下のときは、} N_{max} = (1.3 - 0.01 \lambda) F_{cb} \dots \text{テトマイヤー式} \end{array} \right]$$

- 圧縮筋かいの初期スリップ剛性： $K_o$
- ...  $k_{b1}, k_{b2}$  をゼロ、又は「筋かい金物+釘」のすべり剛性としたもの

- 圧縮筋かいの弾性剛性： $K_e$
- ...  $k_{b1}, k_{b2}$  に、端部木口のめりこみと柱脚ほぞのめりこみによる圧縮剛性を入れたもの



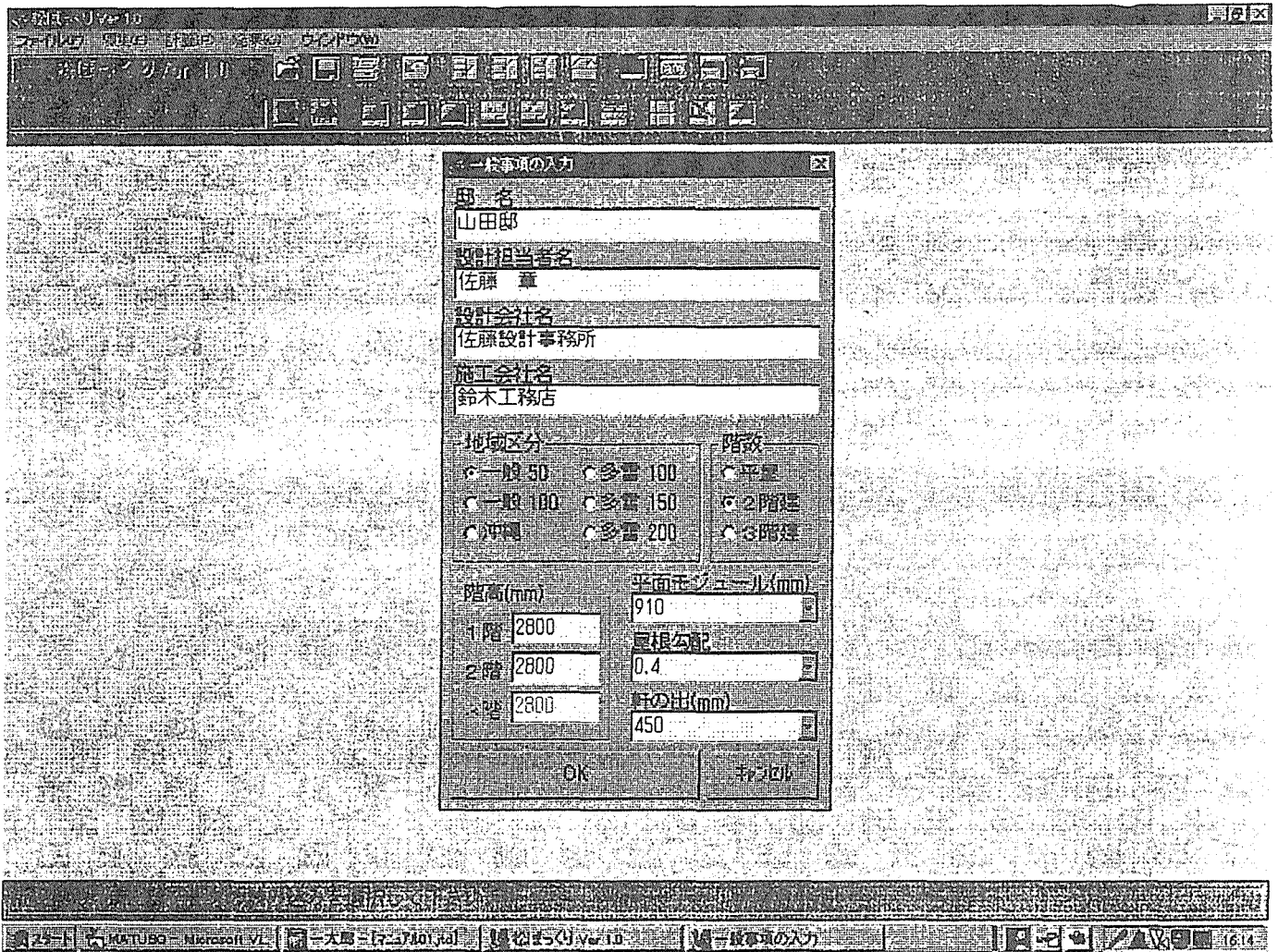
- 引張筋かい端部の接合金物の仮想降伏点荷重： $N_y$

- 引張筋かいの弾性剛性： $K_e$
- ...  $K_{b3}, K_{b4}$  に、接合金物の弾性剛性を入れたもの。
- 接合金物の終局変位にもとづく  $\delta_u$

## 第4章 パソコンによる構造計算ソフト（ルート4に基づく）

### 1. 入力手順の概説

#### ■一般事項の入力



邸名などを文字入力し、地域と階数を選択して下さい。階高寸法を入力し、平面モジュールと屋根勾配と軒の出を選択または数値入力して下さい。OKボタンを押すと次へ進みます。

## ■ 仕様書の入力

The screenshot shows a software window titled "仕様書の入力" (Input of Specifications) with the following content:

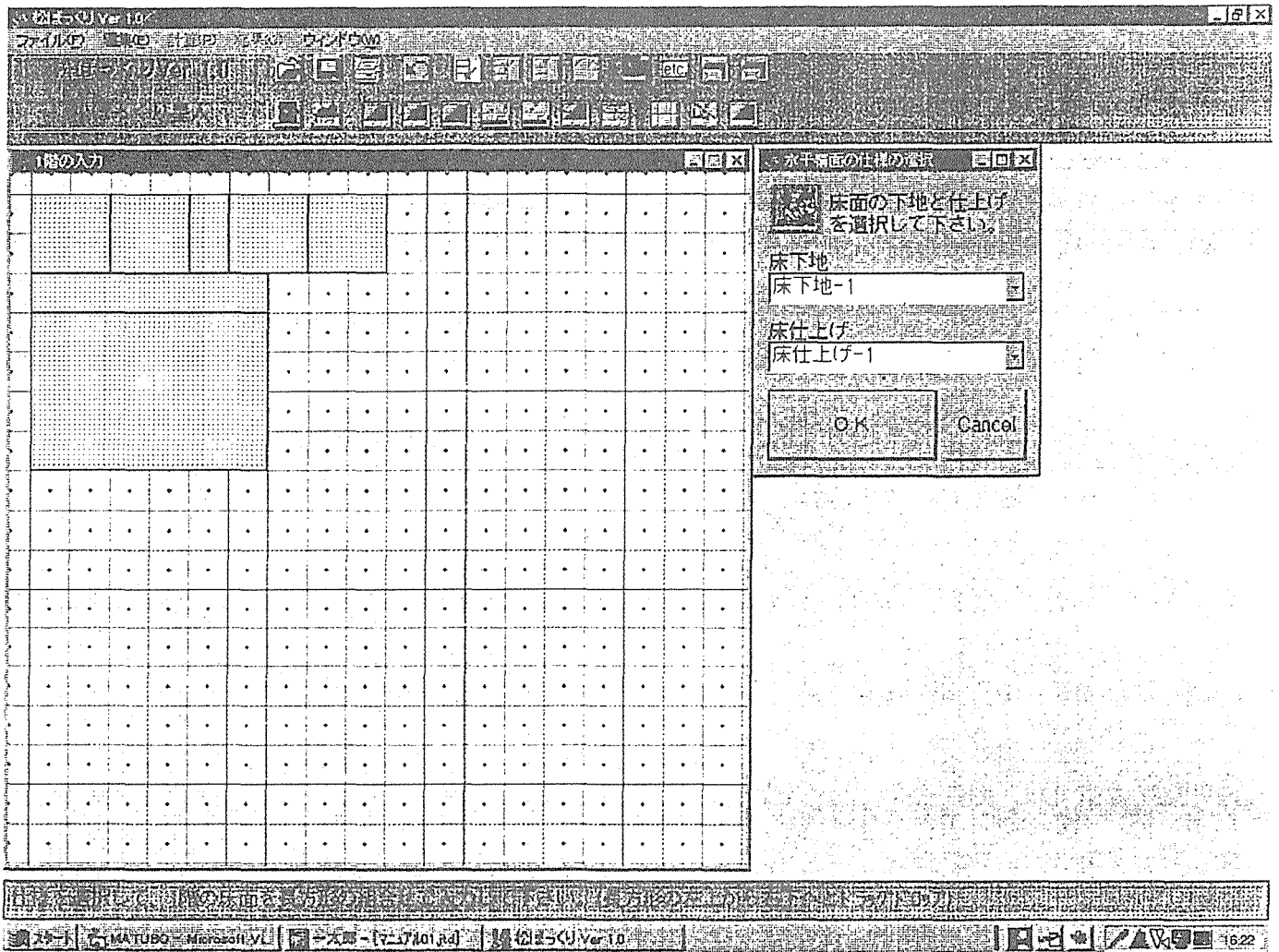
- 各面の下地の登録 (Registration of Underlayment for Each Surface):**
  - 登録名称 (Registration Name):
    - 外壁下地-1
    - 内壁下地-1
    - 床下地-1
    - 屋根下地-1
- 各面の仕上げの登録 (Registration of Finishing for Each Surface):**
  - 登録名称 (Registration Name):
    - 外壁仕上げ-1
    - 床仕上げ-1
    - 屋根仕上げ-1
- 軸材の登録 (Registration of Structural Members):**
  - 登録名称 (Registration Name):
    - 柱
    - 梁-5
    - 梁-6
    - 梁-7
    - 土台
    - 大引き
    - 窓枠
    - 梁-1
    - 梁-2
    - 梁-3
    - 梁-4

At the bottom, there are input fields for material details:

- 面材の種類 (Material Type): 石膏ボード (Gypsum Board)
- 面材厚×面材幅×長さ(mm) (Material Thickness × Width × Length (mm)): 12 × 910 × 1820
- 面材の釘 (Material Nail): GN40
- 短辺の釘本数 (Short Edge Nail Count): 6
- 長辺の釘本数 (Long Edge Nail Count): 12
- 面材と枠材のとのめり方 (Material and Frame Connection): 胴縁の上から面材張り (Attach material from the back of the furring strip)
- 仕上げ材料 (Finishing Material): サイディング (Siding)
- 板幅 (Board Width): 455
- 材質 (Material): 硬質木片セメント (Hard Wood Chip Cement)
- ファスナー (Fastener): 胴縁ありSFN75 (With furring strip SFN75)
- 樹種群 (Species Group): 製材Ⅳ類(ｽ+等) (Manufactured Wood Class IV (S+ etc))
- 断面(mm) (Cross-section (mm)): 幅 12, せい 12

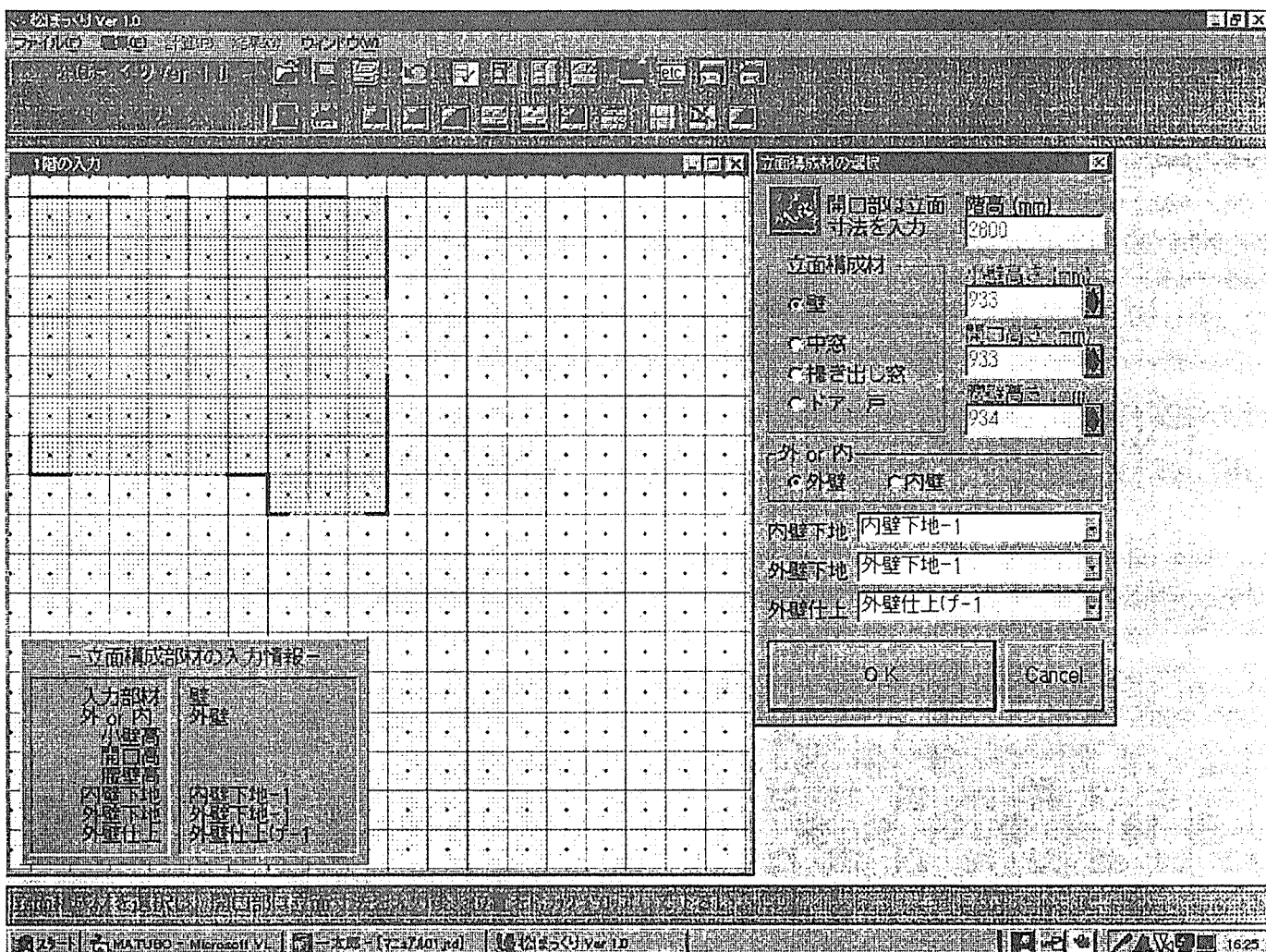
「各面の下地の登録」「各面の仕上げの登録」「軸材の登録」を行います。この先の床、壁、柱梁などの平面入力の際には、ここであらかじめ仕様や断面が登録された種類のなかから選択していきます。材料やファスナーは、データベースに登録されているものだけが選択できるようになっています。全ての種類の登録が完了したら、OKボタンを押します。

## ■ 1階床面の入力



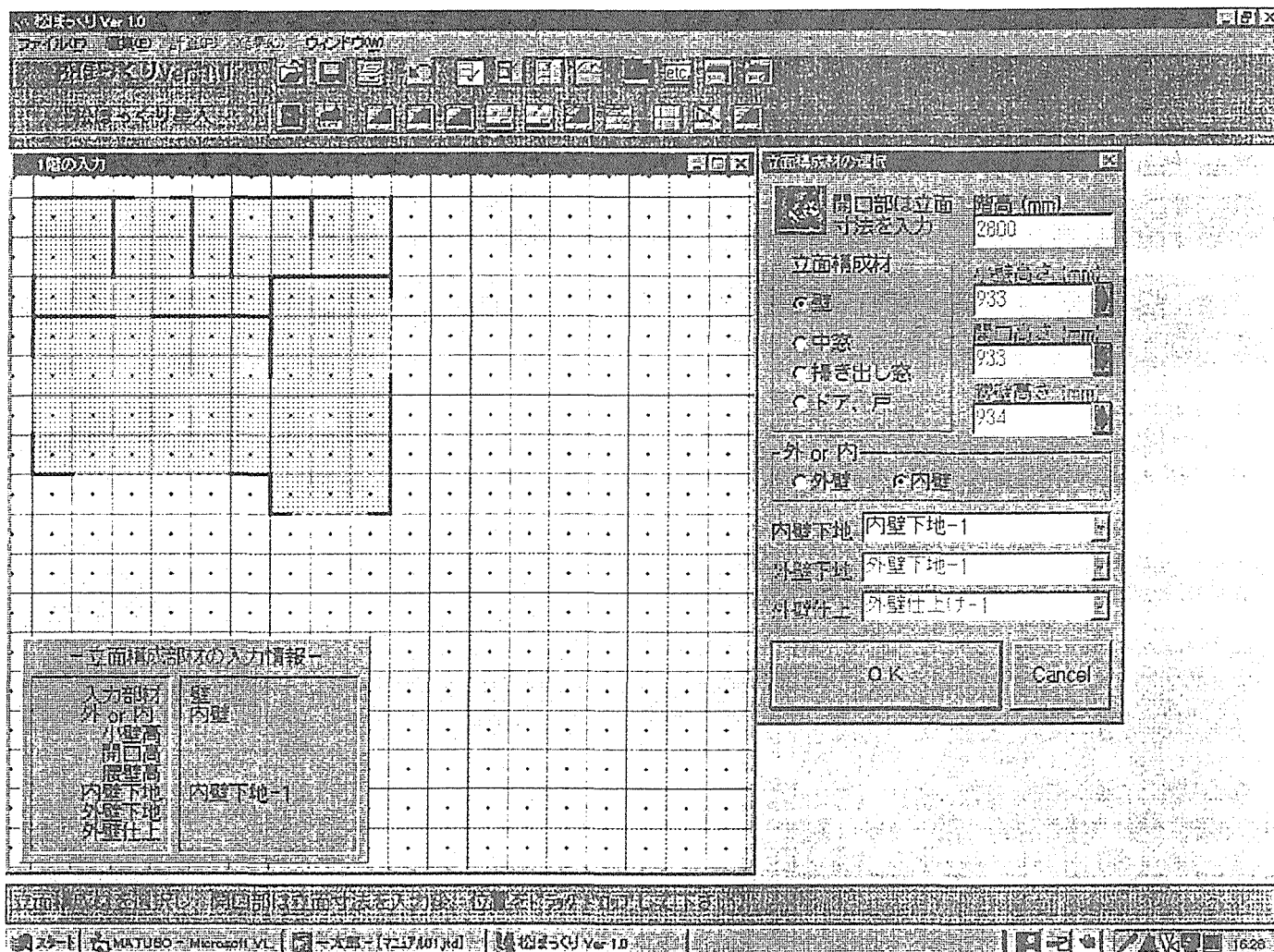
「水平構面の仕様の選択」ウィンドウの中から、床下地と床仕上げを選択して、OKボタンを押します。平面グリッド上で床面を長方形の組み合わせで入力していきます。入力方法は、長方形の左上から右下へとドラッグ&ドロップします。

## ■ 1階外壁の入力



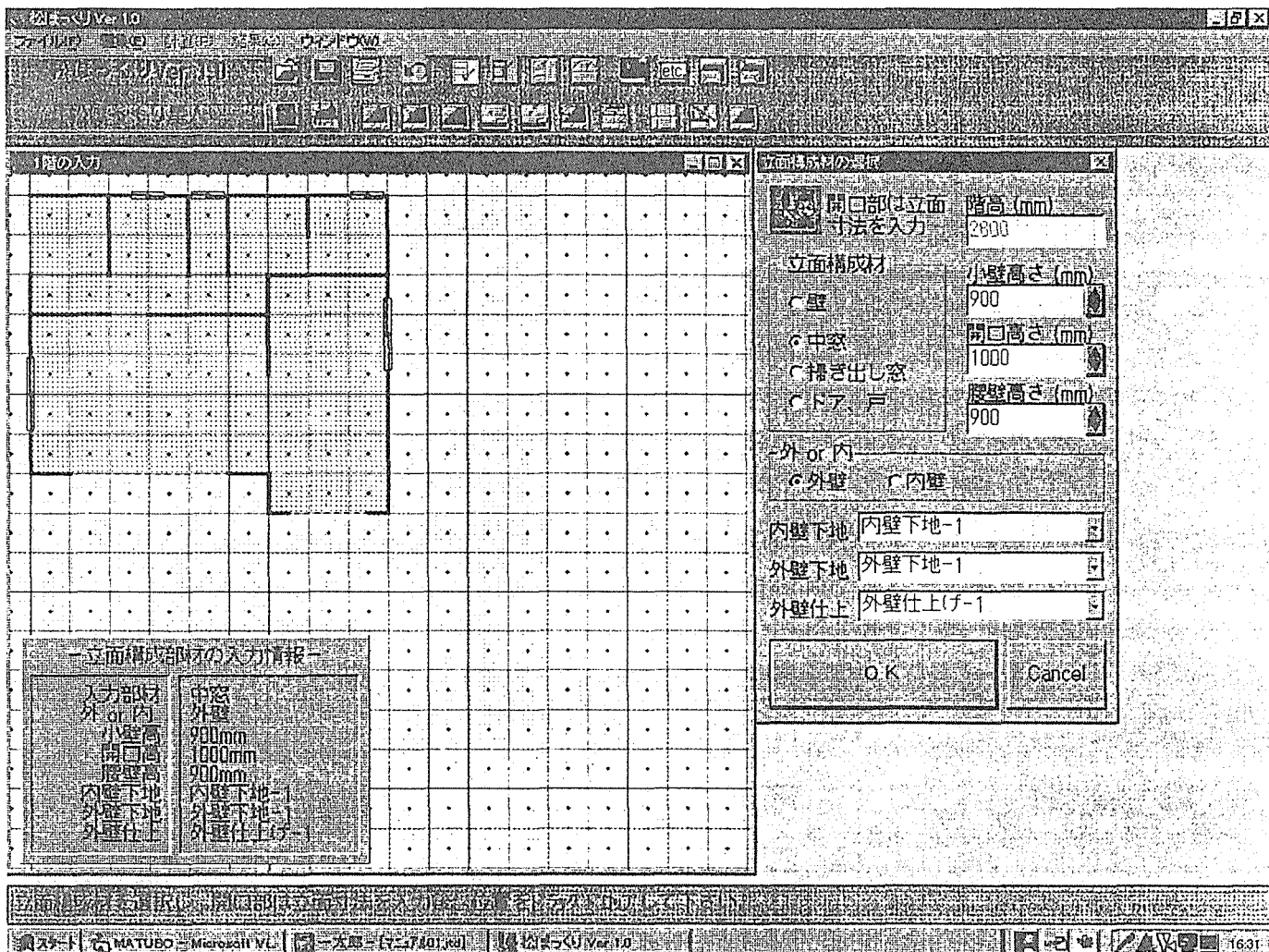
「立面構成材の選択」ウィンドウの中から、外壁を選択し、内壁下地と外壁下地と外壁仕上げを、仕様書で登録した中から選択して、OKボタンを押します。平面グリッド上の入力情報が間違っていないことを確認したら、グリッド上の外壁の位置を始点から終点までドラッグ&ドロップして入力します。同じ仕様であればグリッド上に続けて入力していくことができます。

## ■ 1階内壁の入力



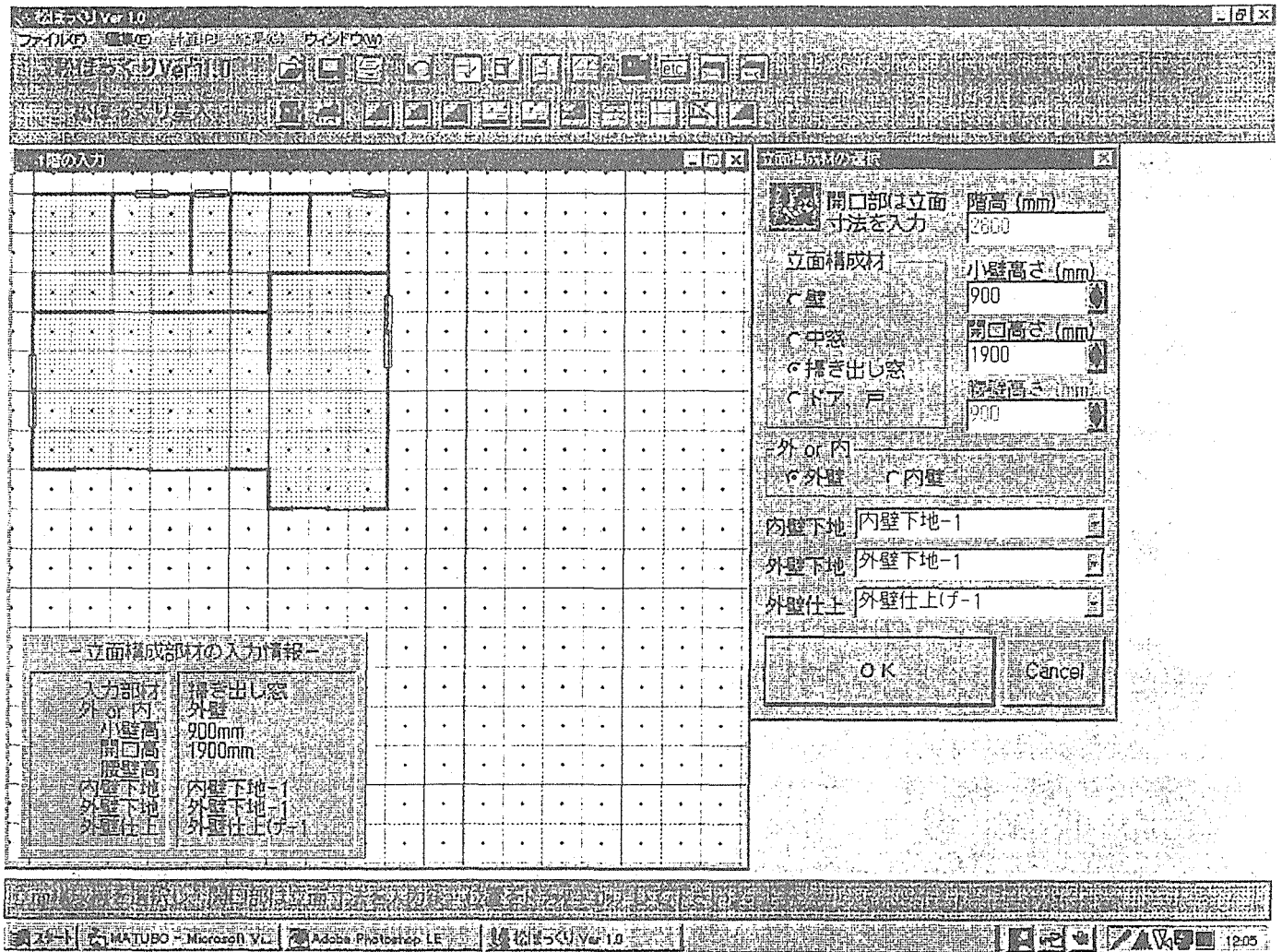
「立面構成材の選択」ウィンドウの中から、内壁を選択し、内壁下地を仕様書で登録した中から選択して、OKボタンを押します。平面グリッド上の入力情報が間違っていないことを確認したら、グリッド上の内壁の位置を始点から終点までドラッグ&ドロップして入力します。同じ仕様であればグリッド上に続けて入力していくことができます。

■ 1階外周開口部の入力 - 1



「立面構成材の選択」ウィンドウの中から、中窓を選択し、小壁の高さと開口高さと腰壁高さを数値で入力します。さらに、外壁を選択し、内壁下地と外壁下地と外壁仕上げを選択して、OKボタンを押します。平面グリッド上の入力情報が間違っていないことを確認したら、グリッド上の開口部の位置を始点から終点までドラッグ&ドロップしていきます。

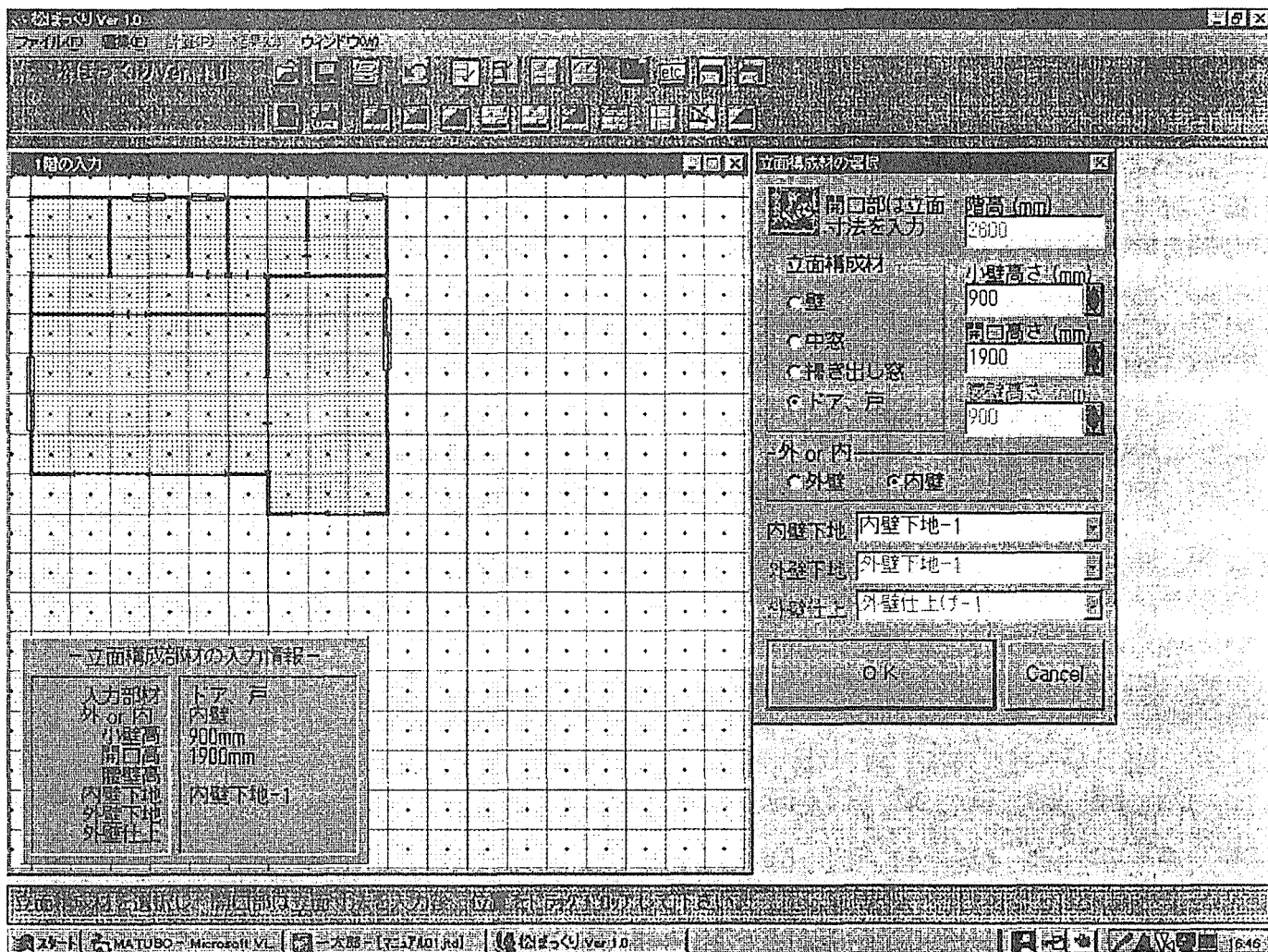
■ 1階外周開口部の入力 - 2



「立面構成材の選択」ウィンドウの中から、掃き出し窓を選択し、小壁の高さと開口高さの数値を入力します。さらに、外壁を選択し、内壁下地と外壁下地と外壁仕上げを選択して、OKボタンを押します。平面グリッド上の入力情報が間違っていないことを確認したら、グリッド上の開口部の位置を始点から終点までドラッグ&ドロップします。

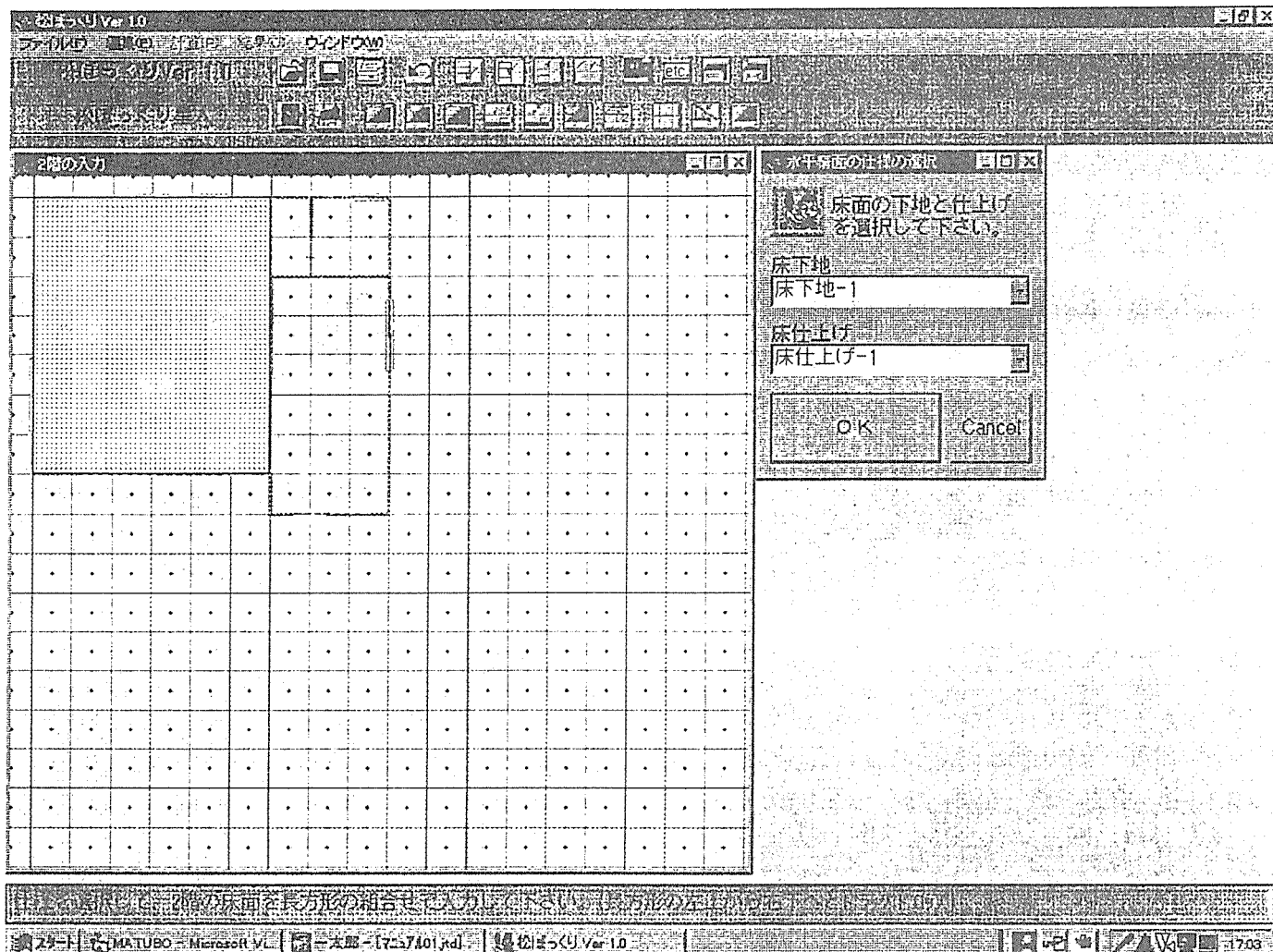


## ■ 1階内周開口部の入力



「立面構成材の選択」ウィンドウの中から、ドア、戸を選択し、小壁の高さと開口高さの数値を入力します。さらに、内壁を選択し、内壁下地を選択して、OKボタンを押します。平面グリッド上の入力情報が間違っていないことを確認したら、グリッド上の開口部の位置を始点から終点までドラッグ&ドロップします。ドアや戸がなく垂れ壁だけが存在する箇所も、ここで入力して下さい。

## ■ 2階床面の入力



1階平面の入力が終了したら、上段6番目のツールボタンを押すと1階平面図の色が薄くなり、2階平面の入力に移ります。「水平構面の仕様の選択」ウィンドウの中から、床下地と床仕上げを選択して、OKボタンを押します。平面グリッド上で1階平面図の上から、2階床面を長方形の組み合わせで入力していきます。入力方法は、長方形の左上から右下へとドラッグ&ドロップします。

## ■ 2階立面構成材の入力

The screenshot shows a software window titled '2階の入力' (2nd Floor Input) with a grid for defining the facade layout. A dialog box titled '立面構成材の入力' (Facade Material Input) is open on the right, and a summary table is visible at the bottom left of the grid area.

**立面構成材の入力 (Facade Material Input) Dialog Box:**

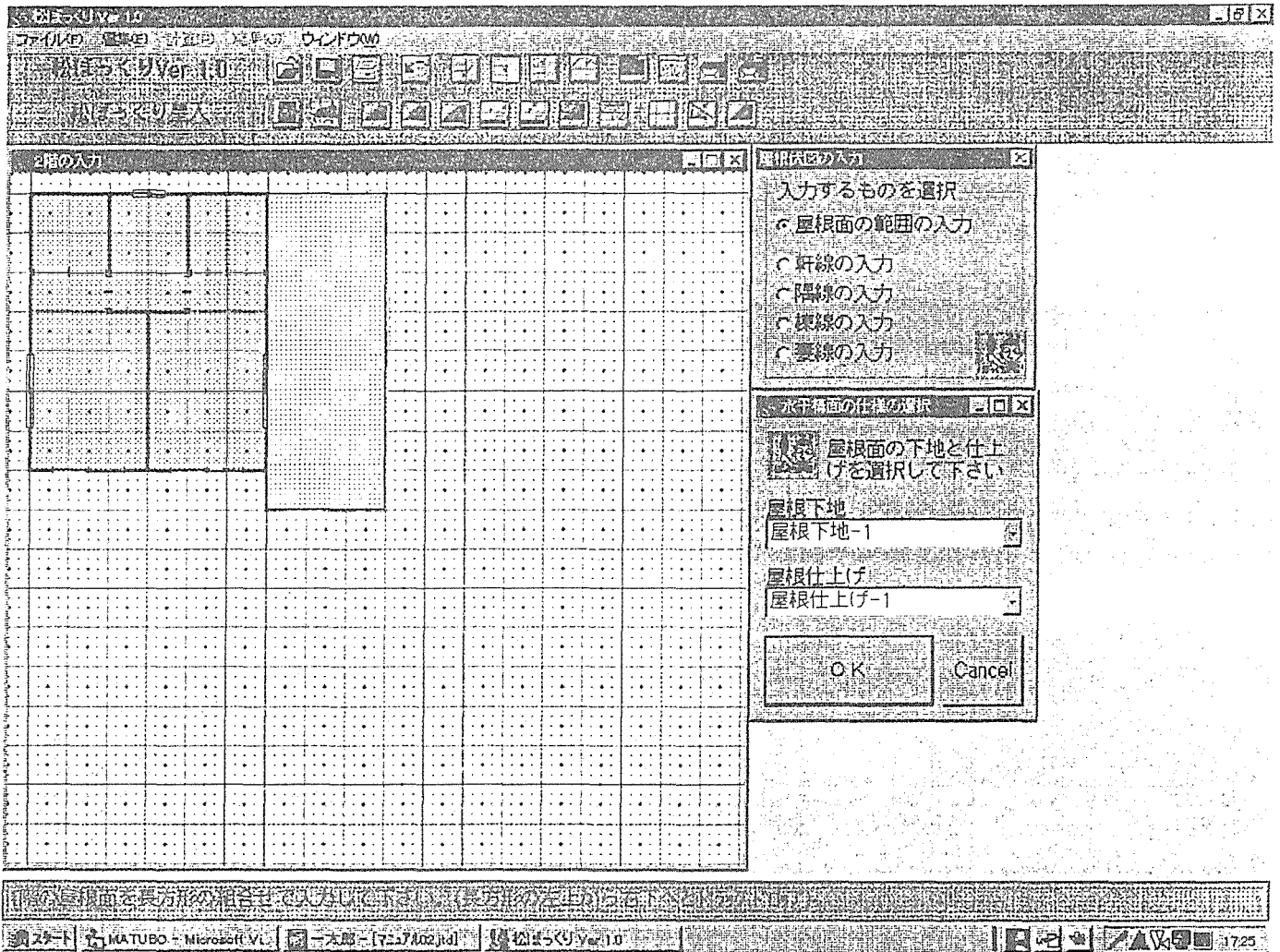
- 開口部は立面:  階高 (mm): 2500
- 寸法を入力: 2500
- 立面構成材:
  - 壁: 小壁高さ (mm): 900
  - 中窓: 開口高さ (mm): 1900
  - 掃き出し窓: 開口高さ (mm): 1000
  - ドア、戸: 開口高さ (mm): 1000
- 外 or 内:
  - 外壁:  内壁:
- 内壁下地: 内壁下地-1
- 外壁下地: 外壁下地-1
- 外壁仕上: 外壁仕上げ-1

**立面構成材の入力情報 (Facade Material Input Information) Summary Table:**

入力部材	ドア、戸
外 or 内	内壁
小壁高	900mm
開口高	1900mm
腰壁高	
内壁下地	内壁下地-1
外壁下地	
外壁仕上	

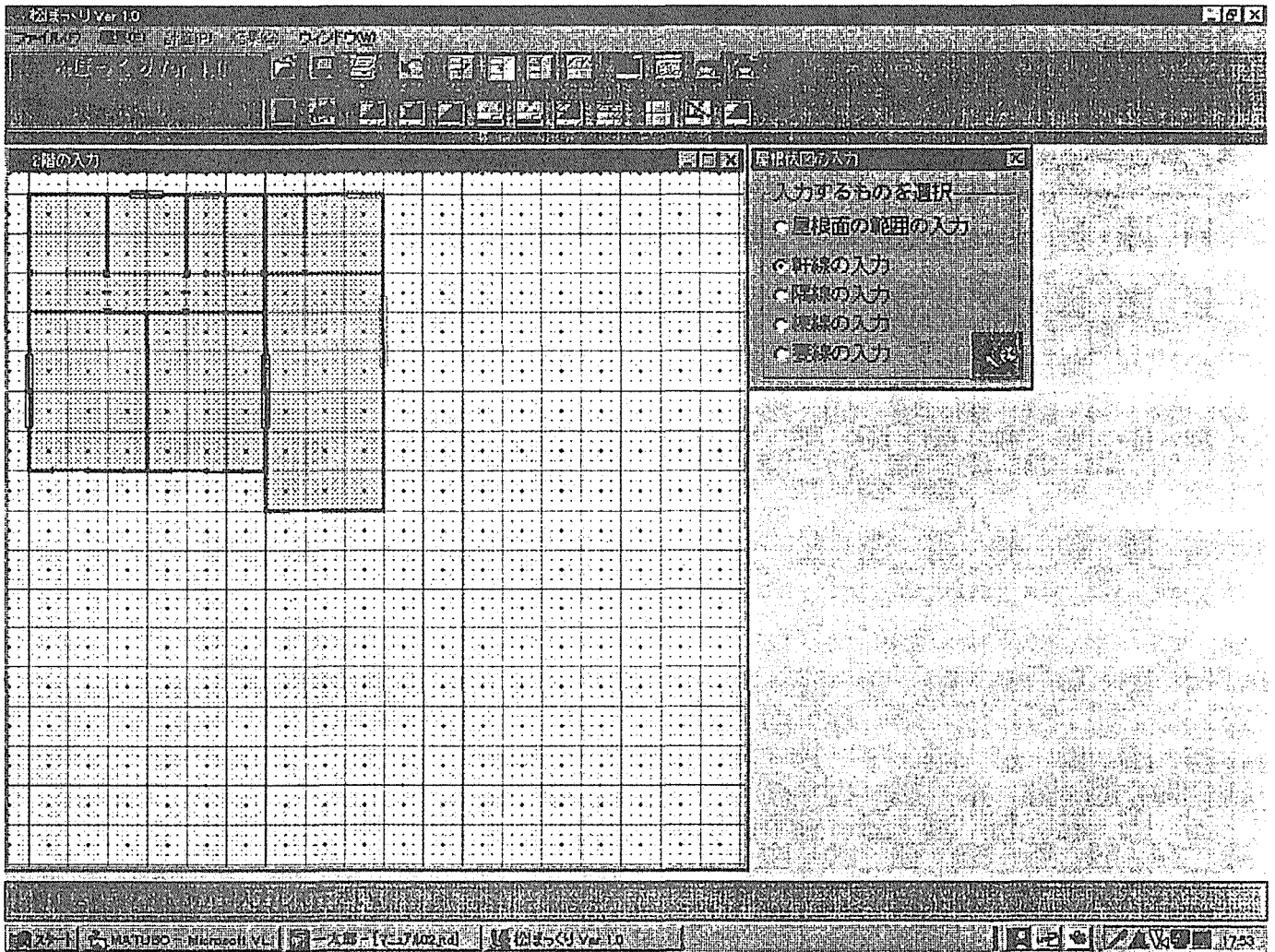
1階と同様の方法で、2階の外壁、内壁、外周開口部、内周開口部を入力していきます。

## ■ 1階屋根範囲の入力



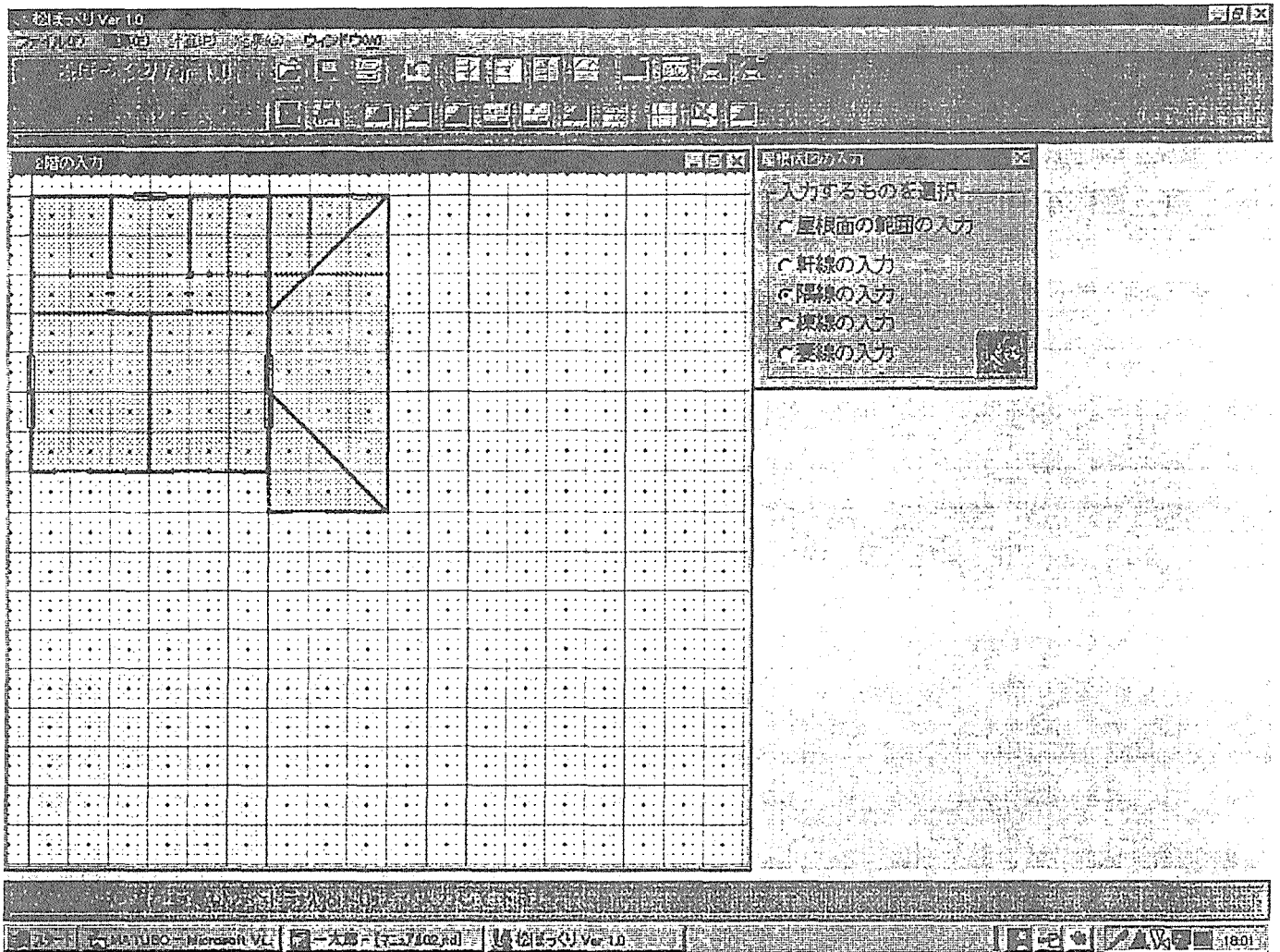
2階の平面入力を終了したら、上段右から2番目のツールボタンを押すと、1階屋根（下屋）の入力に移ります。まず、屋根の仕様を選択し、屋根範囲（軒の出部分は除く）を1階平面図の上からドラッグ&ドロップして入力します。

## ■ 1階屋根の軒線の入力



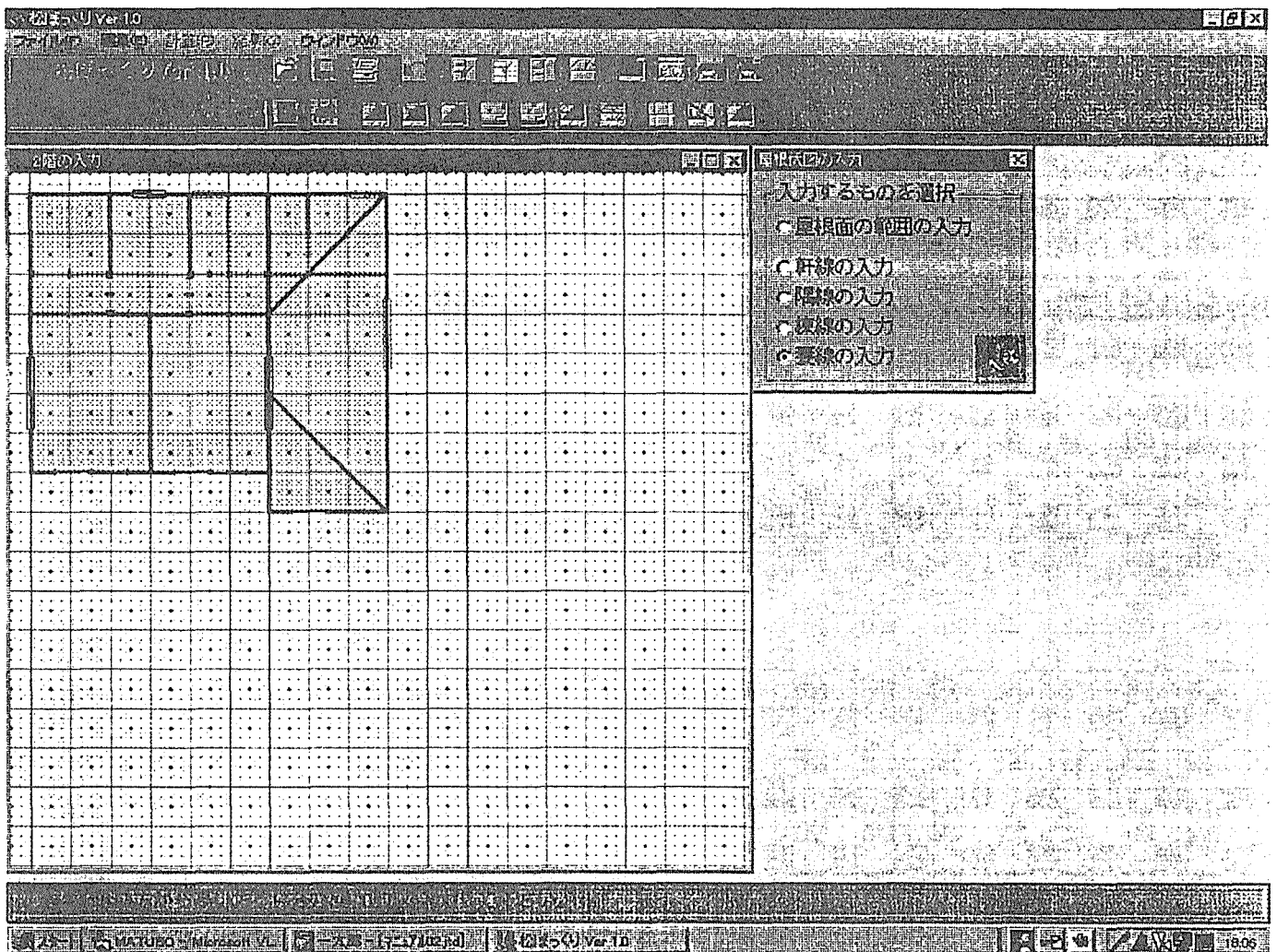
「屋根伏図の入力」ウィンドウの中から、軒線を選択し、軒桁の位置を始点から終点までドラッグ&ドロップして入力します。

## ■ 1階屋根の隅線の入力



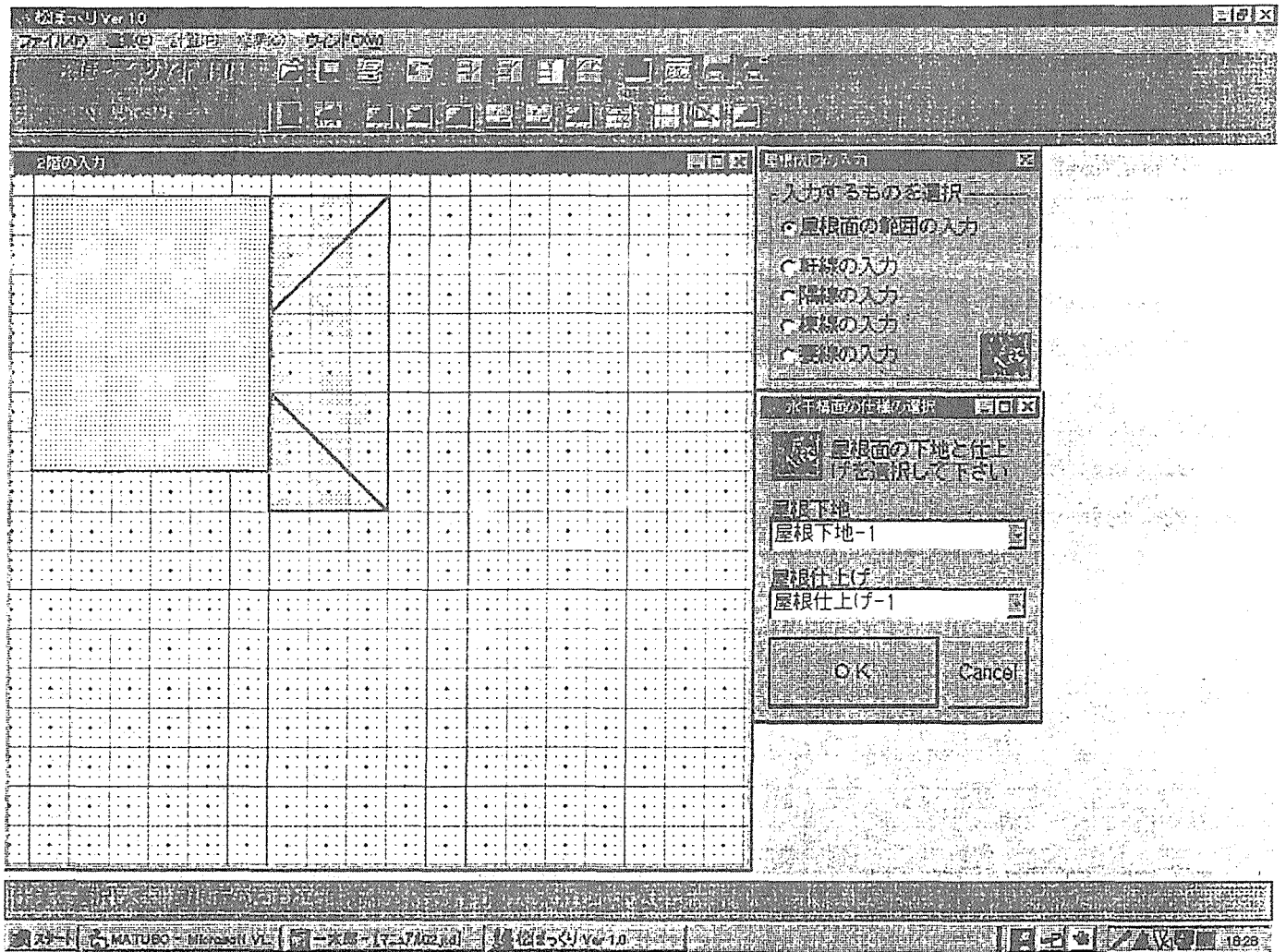
「屋根伏図の入力」ウィンドウの中から、隅線を選択し、隅木に沿って軒から棟に向かってドラッグ&ドロップします。

## ■ 1階屋根の棟線、妻線の入力



このような下屋の場合、2階の外壁に接する線分も入力しなければなりません。2階の外壁に接する線分のうち、水平部分は棟線として、勾配部分は妻線として入力します。「屋根伏図の入力」ウィンドウの中から選択し、妻線は低い方から高い方に向かって、ドラッグ&ドロップします。

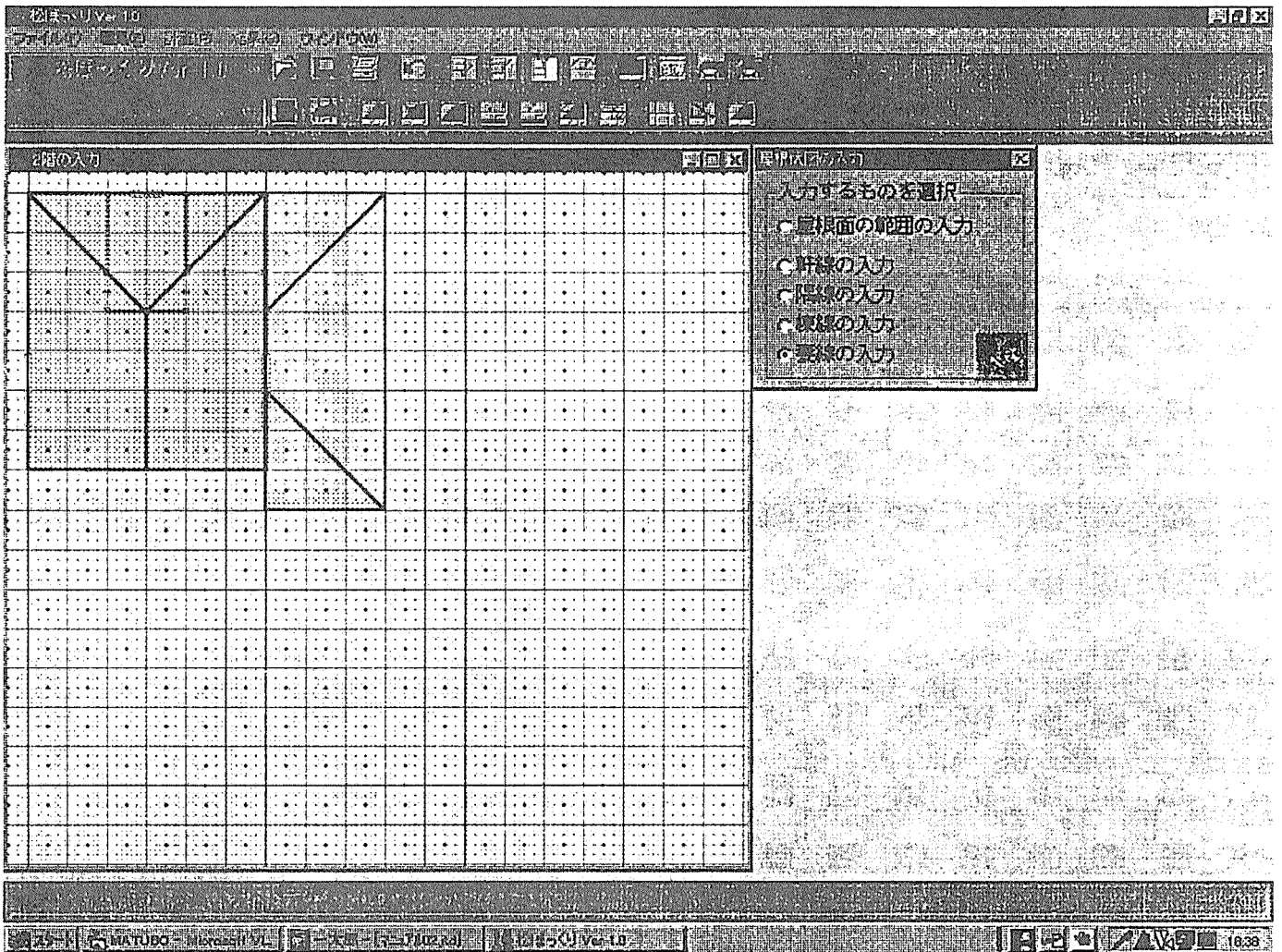
## ■ 2階屋根範囲の入力



下屋の入力が終了したら、上段一番右のツールボタンを押して、2階屋根の入力へと進みます。1階と同様に、まず屋根の仕様を選択し、屋根範囲をドラッグ&ドロップで入力します。

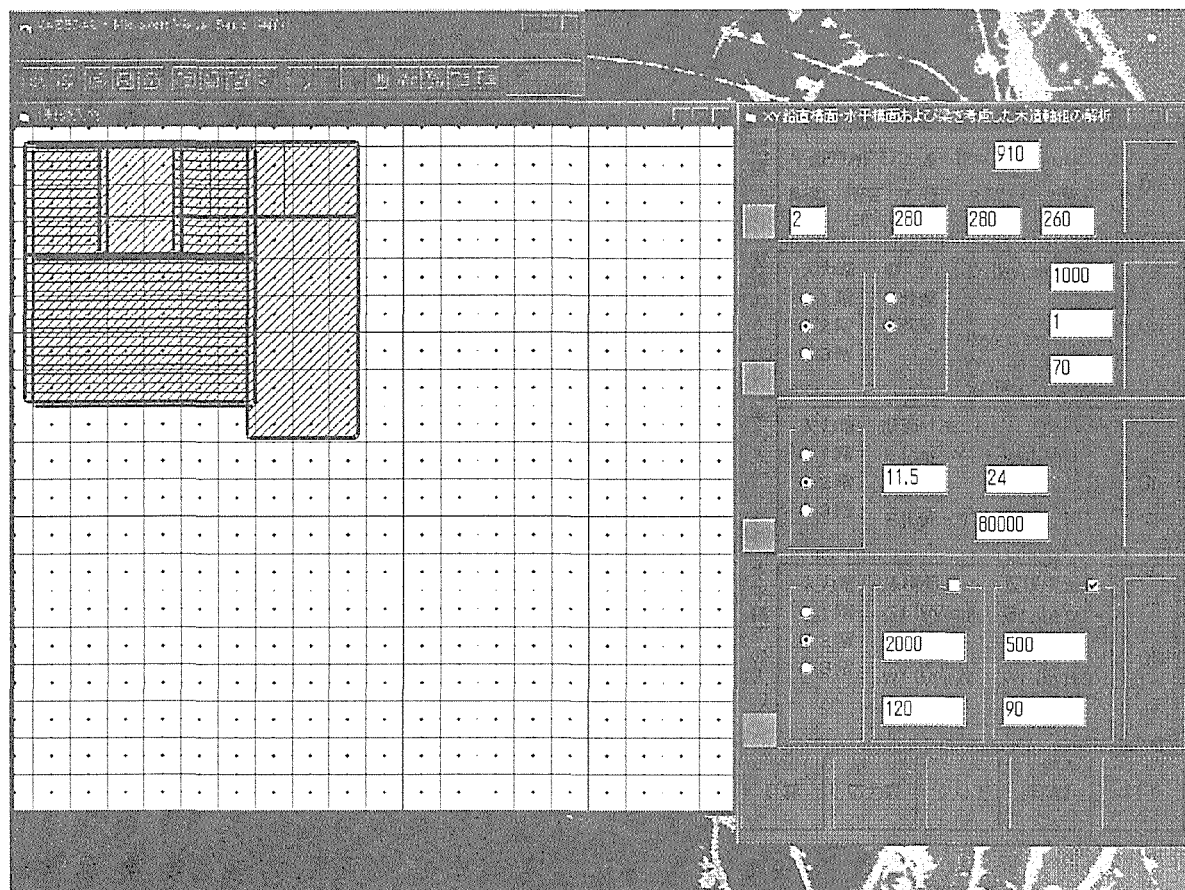


## ■ 2階屋根の入力



1階屋根と同様に、軒線、隅線、棟線、妻線をドラッグ&ドロップで入力します。2階の屋根入力が終了したら、上段一番右のツールボタンを押して、構造材の入力にうつります。

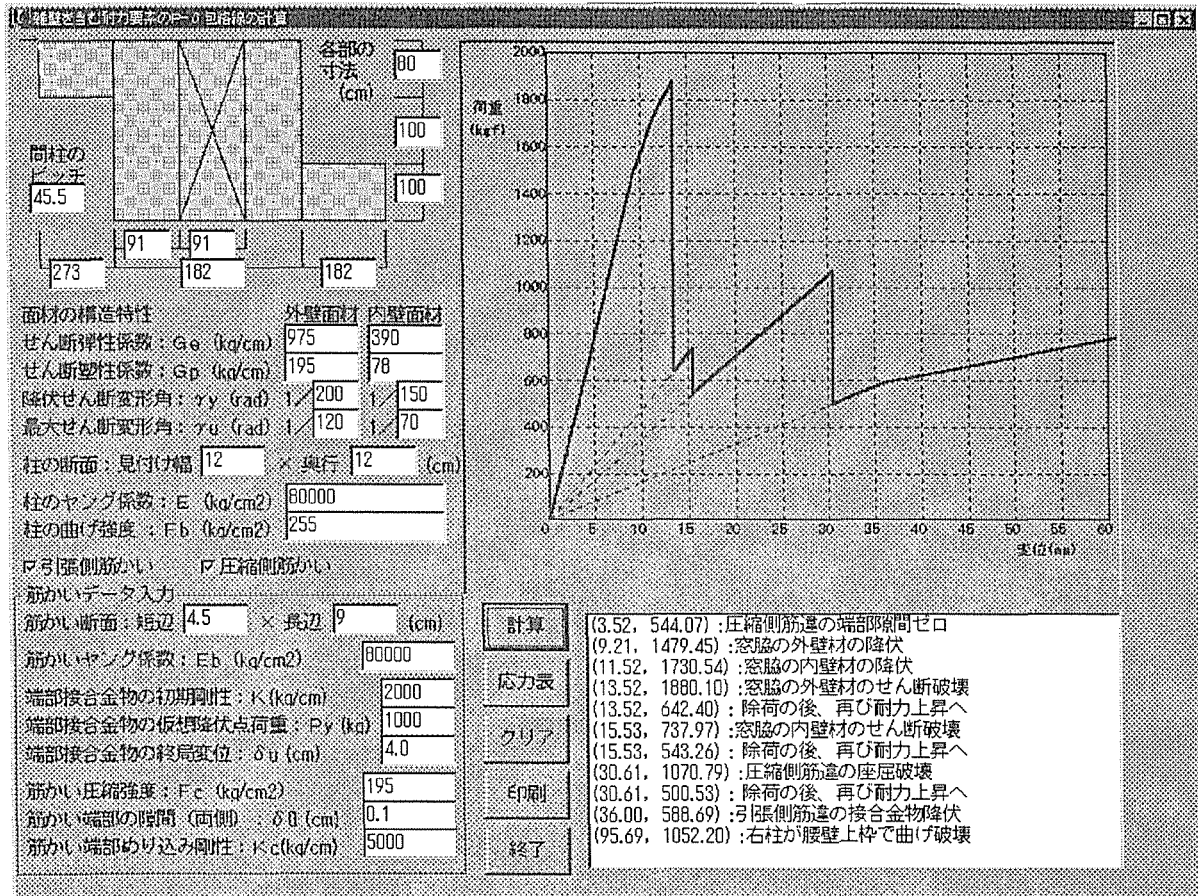
## ■ 計算のためのインターフェイス



入力された壁、開口部、床、屋根、柱、梁などの情報を計算部分に渡すために、中間処理が必要となります。例えば、入り隅のある面要素は、仮想軸線を設けて分割されます。この画面は、計算部分に渡される情報を直接入力できるようにしたものです。

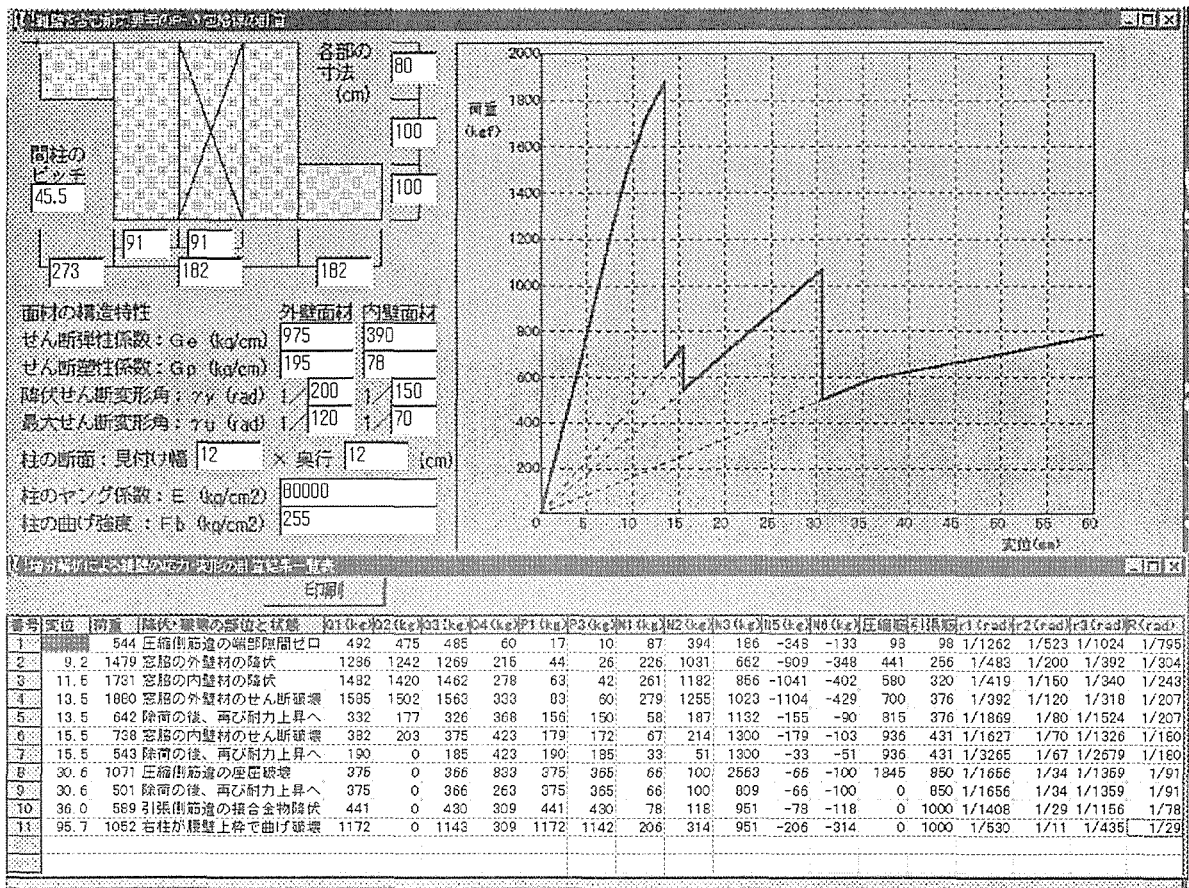
## 2. 計算結果の出力

### ■ 計算結果の出力 - 1



計算は、入力された壁、床、屋根、柱、梁、接合部それぞれに関する、剛性、降伏耐力、塑性率をもとに、増分解析によって各鉛直構面の荷重-変形曲線が図のように出力されます。また、各降伏点の変位と荷重および、どの部位がどのような破壊性状によって降伏したかという経歴が表示されます。

■ 計算結果の出力 - 2

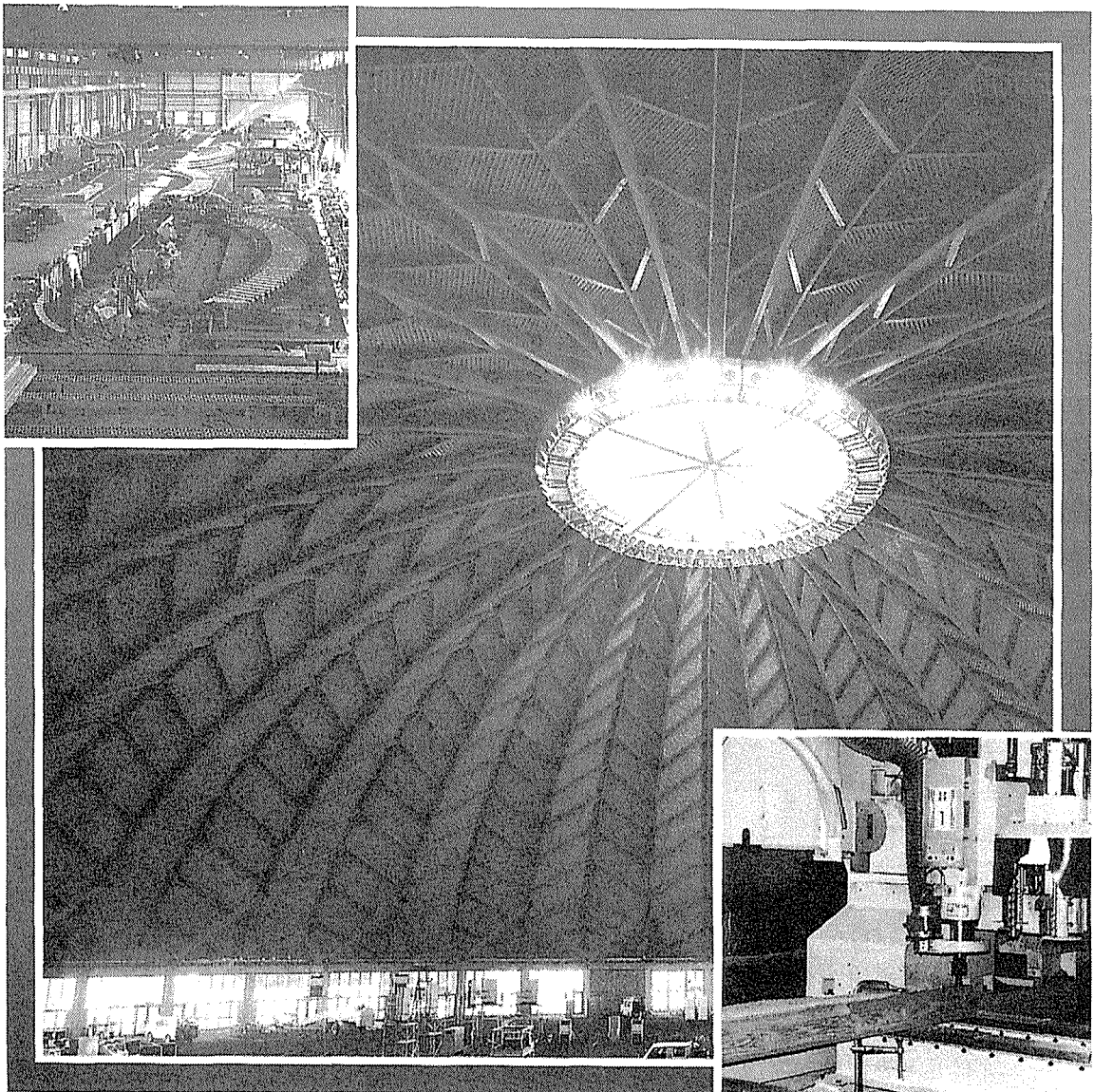


詳細な計算結果が見たいときは、応力表を出力します。応力表には、各せん断要素の負担するせん断力とせん断変形角、および軸材の軸方向力とせん断力、構面の層間変形角などが一覧表示されます。これによって、外力によってどの部位にどれだけの応力が加わりどのくらい変形しているかが、建物の全ての部位についてわかります。

監修 林野庁

# 大規模木造建築物の 保守管理マニュアル

—— 材料・施工・維持保全 ——



財団法人 日本住宅・木材技術センター

## 目次

## 第1章 大規模木造建築物の材料・施工・維持保全に関する技術指針

1 総則	1
1.1 適用範囲	1
1.2 用語の定義	1
2 材料	2
2.1 木材の品質	2
2.2 集成材の品質	2
2.3 乾燥	3
2.4 接着剤	3
2.5 防腐・防蟻・防せい	4
2.6 塗装	4
3 部材の加工	5
3.1 工場加工	5
3.2 加工精度	5
3.3 工場における製品検査	6
3.4 現場加工	6
4 接合	7
5 運搬・養生	7
5.1 運搬	7
5.2 養生	8
6 組立	8
6.1 建て方計画	8
6.2 建て方準備	9
6.3 建て方	9
6.4 建て入れ直し	10
6.5 建て入れ精度	10
7 維持保全	10
7.1 維持保全の計画と実施	10
7.2 設計者が考慮すべき事項	11
7.3 施工者が考慮すべき事項	11
7.4 所有者・管理者が考慮すべき事項	12
7.5 使用者が考慮すべき事項	12
7.6 維持保全計画で定めるべき事項	12
7.7 参考とすべき維持保全の標準	13

## 目 次

7.8	ライフサイクルコストによる維持保全計画の検討	14
8	保 守	14
8.1	保守の実施	14
8.2	保守の実施に当たって参考とすべき資料	15
第2章 乾燥マニュアル		
1	適用範囲	17
2	木材乾燥の必要性	17
3	木材中の水分と寸法変化	18
3.1	含水率	18
3.2	平衡含水率	18
3.3	乾燥による寸法の変化	19
4	含水率の管理	20
4.1	使用環境による含水率の変化	20
4.2	含水率基準	20
4.3	適正な仕上げ含水率	21
4.4	含水率の測り方	22
5	乾燥の仕組み	23
5.1	乾燥条件と乾燥の速さ	23
5.2	乾燥による損傷	23
6	原木の乾燥	24
6.1	葉枯らし	24
6.2	土場での乾燥	25
6.3	燻煙処理及び熱処理	25
7	製材寸法と材の選別	26
7.1	製材寸法の歩増し	26
7.2	乾燥前の材の選別	26
8	天然乾燥	27
8.1	天然乾燥の方法	27
8.2	天然乾燥の速さ	28
9	乾燥設備	28
9.1	一般的な乾燥設備	28
9.2	急速乾燥のための乾燥設備	29
9.3	やに処理や割れ防止を目的とした設備	30
10	人工乾燥の方法	31
10.1	一般的な乾燥方法	31
10.2	高温乾燥法	32

10.3	高周波過熱・減圧乾燥法	33
11	乾燥後の処理と出荷	34
11.1	乾燥材の養生	34
11.2	寸法仕上げ	35
11.3	出荷検査と表示	35
第3章 防腐・防蟻・防せいマニュアル		
1	適用範囲	37
2	防腐・防蟻処理構造用集成材の製造	37
2.1	製造工程	37
2.2	ひき板の選定	39
2.2.1	樹種	39
2.2.2	品質	40
2.2.3	寸法	41
2.3	防腐・防蟻薬剤の選定	41
2.4	加圧注入処理	46
2.4.1	加圧注入処理前の含水率の調整	46
2.4.2	加圧注入処理方法	47
2.4.3	養生	47
2.4.4	品質検査	48
3	防腐・防蟻処理構造用製材の製造	49
4	加工部分、塗装及び保守に当たって留意すべき事項	52
4.1	加工部分の処理	52
4.1.1	加工部分を処理する方法	52
4.1.2	防腐・防蟻処理薬剤の選定	52
4.2	塗装	53
4.3	保守	53
4.3.1	診断方法	53
4.3.2	補修方法	54
5	構造用金物などの防せい処理	56
5.1	亜鉛を用いた防せい処理	58
5.1.1	亜鉛による防せい処理の種類	58
5.1.2	亜鉛めっき処理方法	62
5.1.3	建築物への適用	63
5.2	防せい塗装	65
5.2.1	防せい塗装の種類	65
5.2.2	防せい塗料	66



## 目 次

5.2.3 防せい塗装施工	68
5.3 防せい計画上の留意点	70

## 第4章 塗装マニュアル

1 総 則	73
1.1 適用範囲	73
1.2 用語の定義	73
1.3 施工管理技術者	74
1.4 技能士	75
2 工法一般	75
2.1 塗装工程及び工法の承認	75
2.2 塗り見本及び塗装試験	75
2.3 計画及び工程管理	76
2.4 塗装用器材及び工具	77
2.5 塗り工法	80
2.6 気象及び環境	81
2.7 養生	82
2.8 安全管理	82
2.9 検 査	83
3 材料一般	84
3.1 材料の種類及び品質	84
3.1.1 材料の種類	84
3.1.2 材料の品質	84
3.2 材料の取扱い及び保管	85
3.3 材料の調整	85
4 素地一般	86
4.1 素 地	86
4.2 塗り替え下地	86
4.3 素地及び塗り替え下地の状態	87
4.3.1 素地の状態	87
4.3.2 塗り替え下地の状態	88
5 塗り工事	89
5.1 適用及び工事の範囲	89
5.2 新築塗装工事	89
5.2.1 適用する素地及び状態	89
5.2.2 適用する塗装の種類	89
5.2.3 素地調整	90

5.2.4	素地調整の工程	90
5.2.5	工法	91
5.3	木材保護着色塗料塗り	91
5.3.1	適用範囲	91
5.3.2	材料	92
5.3.3	素地及び素地調整	92
5.3.4	工程	92
5.3.5	工法	93
5.4	塗り替え塗装工事	94
5.4.1	適用する下地及び状態並びに塗り替え時期	94
5.4.2	適用する塗装の種類	94
5.4.3	下地調整用材料	94
5.4.4	工事の範囲	94
5.4.5	下地調整の工程	95
5.4.6	木材保護着色塗料塗り	95
6	木材保護着色塗料の性能基準	97
6.1	適用範囲	97
6.2	種類	97
6.3	品質	97
6.4	試験方法	98
6.4.1	容器の中での状態	98
6.4.2	耐候性試験	98
6.4.3	防腐性能試験	98
6.4.4	かび抵抗性試験	101
6.4.5	発水度試験方法	102
6.5	防腐試験方法解説	102
6.5.1	防腐効力試験方法	102
6.5.2	本法の要点	102
第5章 施工マニュアル		
1	材料	108
1.1	木材の品質	108
1.1.1	素材及び製材の品質	108
1.1.2	構造用製材の品質	108
1.2	集成材の品質	113
1.2.1	構造用集成材の品質	113
1.2.2	造作用集成材の品質	121

## 目 次

2 部材の加工	122
2.1 工場加工	122
2.1.1 工作図の作成及び承認	122
2.1.2 原寸図の作成及び検査	123
2.1.3 定規・型板の作成	124
2.1.4 墨付け	124
2.1.5 長さ切断	125
2.1.6 ボルトなどの孔加工	126
2.1.7 その他の切削加工	126
2.1.8 表面仕上げ	127
2.1.9 塗装仕上げ	128
2.2 加工精度	128
2.2.1 はり及び柱の長さ	128
2.2.2 はりの曲り	128
2.2.3 柱の曲り	129
2.2.4 大断面部材の断面辺長	129
2.2.5 接合部	129
2.3 工場における製品検査	130
2.3.1 製品検査の目的	130
2.3.2 製材品の寸法、形状及び含水率	131
2.3.3 集成材の寸法及び形状	132
2.3.4 ボルトなどの孔径及び位置の精度	132
2.3.5 接合金物の寸法及び形状	134
2.3.6 仮組立	136
2.3.7 防腐・防蟻処理及び塗装処理の程度	136
2.3.8 補修	136
2.4 現場加工	137
3 接合	137
3.1 適切な接合方法の選択	137
3.2 接合具及び接合金物の保守	145
3.3 接合具及び接合金物の検査	146
4 運搬及び養生	146
4.1 運搬	146
4.1.1 輸送計画の立案	146
4.1.2 部材の寸法規制	147
4.1.3 荷積み、荷降ろし及び作業者の資格	147
4.1.4 荷積み及び荷降ろしの作業手順	148

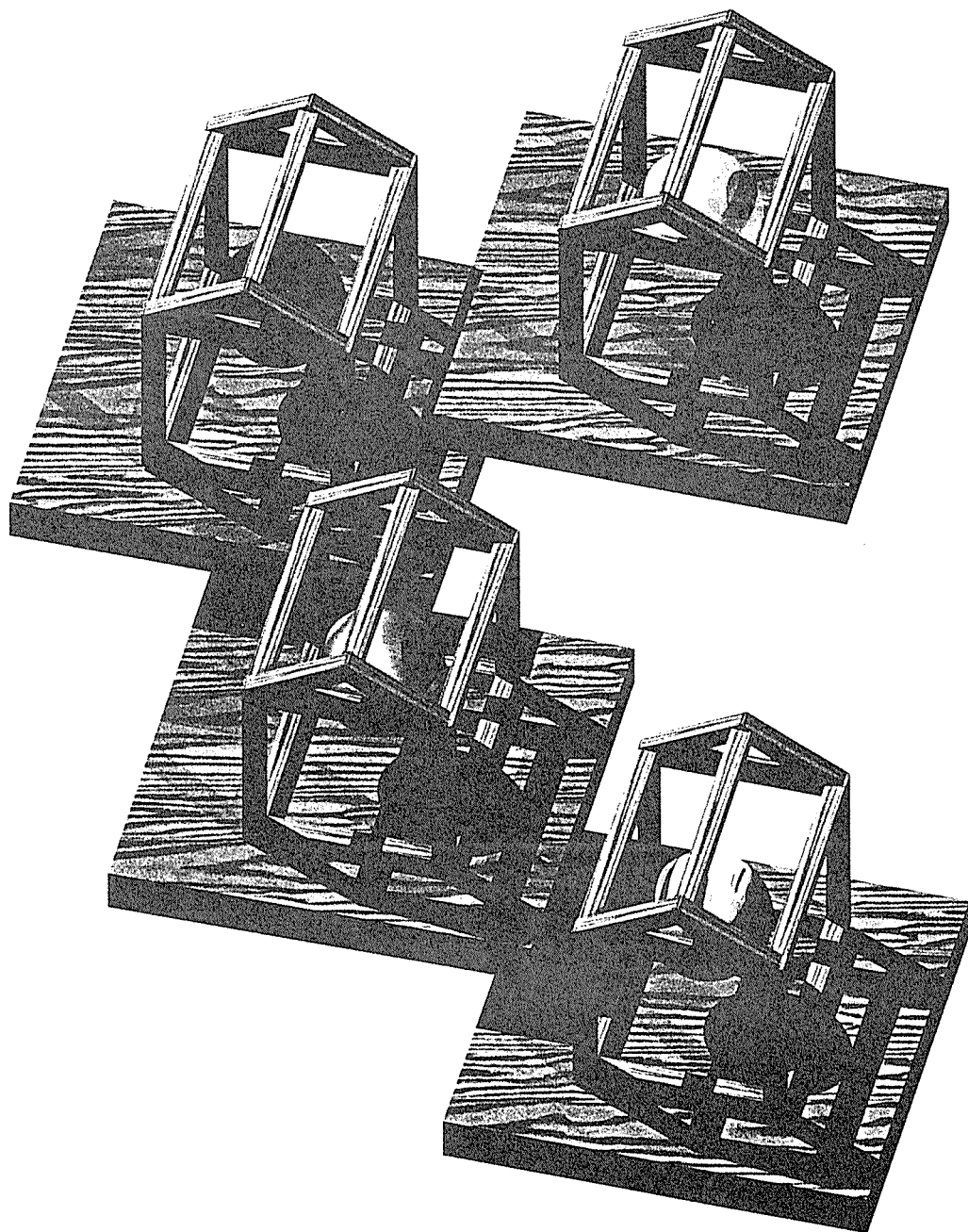
4.1.5	部材運搬時の注意	148
4.1.6	荷積み及び荷降ろし作業時の部材保護	149
4.2	養生	149
4.2.1	荷降ろし後の現場での養生	149
4.2.2	屋外における長期間の保護	150
5	組立	150
5.1	建て方計画	150
5.1.1	作業計画	150
5.1.2	建て方計画立案に必要な検討項目	150
5.2	建て方準備	152
5.2.1	建て方準備作業	152
5.2.2	アンカーボルトの位置の確認	152
5.2.3	部材の搬入	153
5.2.4	部材の受入れ検査	153
5.2.5	地組	153
5.2.6	建て方作業の安全性確認	154
5.3	建て方	154
5.3.1	建て方順序	154
5.3.2	吊り揚げ作業	155
5.3.3	建て方途中における構造安全対策	156
5.3.4	建て方途中における作業休止時の対策	156
5.3.5	悪天候時の安全対策	156
5.4	建て入れ直し	156
5.4.1	建て入れ直しの目標精度	156
5.4.2	建て入れ直しの時期	157
5.4.3	建て入れ直しの際の注意	157
5.4.4	建て入れ直しの検査	157
5.4.5	本締め	158
5.5	建て入れ精度	158
5.5.1	柱及びフレームの鉛直度	158
5.5.2	建築物の湾曲	158
5.5.3	階高	159
5.6	構造躯体の組立事例	159
第6章 建物維持管理マニュアル		
1	建築物の変状診断	165
1.1	点検箇所	165

## 目 次

1.2	点検項目	166
1.3	点検方法及び点検周期	169
1.4	点検結果の判定	170
1.5	修繕の指針	171
2	腐朽診断	171
2.1	点検箇所	171
2.2	点検項目及び点検方法	172
2.2.1	点検項目	172
2.2.2	点検方法	173
2.3	点検時期及び点検周期	174
2.4	点検結果の判定	174
2.5	修繕の指針	174
3	蟻害診断	175
3.1	点検箇所	175
3.2	点検項目及び点検方法	176
3.3	点検時期及び点検周期	178
3.4	点検結果の判定	179
3.5	修繕の指針	182
4	腐食診断	183
4.1	点検対象	183
4.2	点検項目及び点検方法	184
4.3	点検周期	188
4.4	点検結果の判定	189
4.5	修繕の指針	191
5	接着層診断	196
5.1	点検箇所	196
5.2	点検項目及び点検方法	198
5.3	点検周期	198
5.4	点検結果の判定	199
5.5	修繕の指針	199
6	接合部診断	200
6.1	点検箇所	200
6.2	点検項目及び点検方法	200
6.3	点検周期	201
6.4	点検結果の判定	202
6.5	補修の指針	202

[付]	木材・腐朽・シロアリ・キクイムシ・腐食並びに防腐・防蟻処理及び耐久性に関する基礎知識	
1	木 材	205
2	腐 朽	207
3	シロアリ	213
4	キクイムシ	224
5	腐 食	226
6	防腐・防蟻処理及び耐久性	230

# 地震に強い丈夫な家造り 構造用合板の手引き



(財)日本住宅・木材技術センター  
日本合板工業組合連合会

---

1.	合板の基礎知識……………1	4.	構造用合板を張った床・屋根…11
1.1	合板とは	4.1	水平耐力
1.2	合板の特徴	4.2	水平構面の役割
1.3	合板の種類	4.3	耐力のメカニズム

---

2.	構造用合板とは……………1	4.4	施工の要点
2.1	構造用合板の種類	4.4.1	床構面の施工
2.1.1	1級と2級	4.4.2	屋根構面の施工
2.1.2	特類と1類	4.5	床の鉛直荷重に対する性能
2.2	構造用合板の許容応力度		
2.3	構造用合板の弾性定数		
2.4	構造用合板の厚さとJASマーク		
2.5	ラワン合板から針葉樹合板へ		

---

3.	構造用合板を張った耐力壁…7	5.	構造用合板のその他の利用…17
3.1	耐力	5.1	合板ガセットトラス
3.2	耐力のメカニズム	5.2	合板ボックスビーム
3.3	施工の要点		

---

		6.	構造合板の施工例……………18
			施工例 ①～⑤

---