

平成10年度 農林水産省補助事業
低コスト住宅資材供給体制整備事業
住宅資材標準化推進事業

住宅資材標準化推進指導事業報告書

平成11年3月

財団法人 日本住宅・木材技術センター

まえがき

良質な住宅の供給コストの削減を達成するためには、住宅生産の量産・工業化に対応し得る住宅供給体制の整備促進を推進する必要があるが、このためには、それに対応した資材供給や設計施工体制の整備が重要となる。特にその中でも、兵庫県南部地震において多数の木造住宅が全半壊したことを契機として、木造住宅の耐震性能に関する技術開発が急務となっている。

この事業は、こうした状況をふまえ、木造住宅の構造分野について、より精度の高い設計体制を整備・標準化するために必要な技術資料を収集・整備することを目的として推進したものである。

昨年度に引き続き木造軸組構法の設計法について検討を行いながら、精度の高い構造設計法としての計算プログラム開発等の推進を行った。

多忙な中で、精力的に討議・執筆していただいた委員各位のご尽力に対して厚くお礼を申し上げます。

平成11年 3月

財団法人 日本住宅・木材技術センター
理事長 岡 勝 男

執筆者

(敬称略)

| | | |
|-----|--------------------|---------|
| 第1章 | 軸組構法耐力壁に関する解析的検討 | : 宮澤 健二 |
| 第2章 | 簡易設計法 (壁量設計法) | : 大橋 好光 |
| 第3章 | 性能明示型耐震設計法プログラムの開発 | : 稲山 正弘 |

木質構造設計法委員会 委員名簿

(五十音順、敬称略)

| | | |
|-----|-------|----------------------------|
| 委員長 | 坂本 功 | 東京大学大学院工学系研究科 教授 |
| 委員 | 有馬 孝禮 | 東京大学大学院農学生命科学研究科 教授 |
| 〃 | 稲山 正弘 | (株) 稲山建築設計事務所 代表取締役 |
| 〃 | 大橋 好光 | 東京大学大学院工学系研究科 助手 |
| 〃 | 神谷 文夫 | 森林総合研究所木材利用部構造利用科 科長 |
| 〃 | 河合 直人 | 建築研究所基準認証研究センター認証システム研究 室長 |
| 〃 | 野口 弘行 | 明治大学理工学部建築学科 助教授 |
| 〃 | 平嶋 義彦 | 名古屋大学農学部応用生物化学科 教授 |
| 〃 | 宮澤 健二 | 工学院大学工学部建築学科 教授 |
| 〃 | 村上 雅英 | 近畿大学理工学部建築学科 専任講師 |

木質構造設計法WG 委員名簿

(五十音順、敬称略)

| | | |
|-----|-------|----------------------------|
| 主査 | 宮澤 健二 | 工学院大学工学部建築学科 教授 |
| 委員 | 稲山 正弘 | (株) 稲山建築設計事務所 代表取締役 |
| 〃 | 大橋 好光 | 東京大学大学院工学系研究科 助手 |
| 〃 | 河合 直人 | 建築研究所基準認証研究センター認証システム研究 室長 |
| 〃 | 後藤 正美 | 金沢工業大学工学部建築系 講師 |
| 〃 | 野口 弘行 | 明治大学理工学部建築学科 助教授 |
| 〃 | 村上 雅英 | 近畿大学理工学部建築学科 専任講師 |
| 事務局 | 牧 勉 | (財) 日本住宅・木材技術センター試験研究部長 |
| 〃 | 鴛海 四郎 | 〃 主任研究員 |
| 〃 | 江口 和也 | 〃 技術主任 |
| 〃 | 佐藤 章 | 〃 研究員 |

要 約

木造軸組構法住宅の構造分野において、性能規定化時代に対応した、より制度の高い設計体制を整備することを目的として、前年度に引き続き設計法についての下記項目について検討を行った。

- ①設計法を確立していくための軸組構法耐力壁に関する解析的検討を行った。
- ②壁量設計法についての検討を行った。
- ②コンピュータを用いた性能明示型の設計法において、図面入力から計算に至るまでの一連の計算プログラムを開発した。

キーワード

木質構造、性能規定、耐震設計、構造計算、構造安全性、荷重変形曲線、許容応力度、注地震、大地震、層間変形角、許容限界、等価ラーメン応力解析、降伏モーメント、最大耐力、荷重－変形曲線、等価粘性減衰定数、有限要素法、保有耐力設計法、ヤング係数、曲げモーメント、軸組構法、枠組壁構法、せん断剛性、降伏耐力、保有耐力、層せん断力、壁倍率

目次

第1章 軸組構法耐力壁に関する解析的検討

| | | |
|-----|-------------------------|----|
| 1 | はじめに | 1 |
| 2 | 実験とその結果の概要 | |
| 2.1 | 単位耐力壁実験 | 3 |
| 2.2 | 有開口耐力壁実験 | 8 |
| 2.3 | 2層軸組構法耐力壁実験 | 13 |
| 3 | 有限要素法による単位耐力壁に関する検討 | |
| 3.1 | 検討概要 | 22 |
| 3.2 | 解析方法と解析結果 | 22 |
| 3.3 | 有限要素法解析によるせん断力分布 | 36 |
| 3.4 | 考察 | 37 |
| 4 | 有限要素法による有開口耐力壁に関する検討 | |
| 4.1 | 検討概要 | 38 |
| 4.2 | 解析方法と解析結果 | 38 |
| 4.3 | 考察 | 49 |
| 5 | 略解析法 | |
| 5.1 | 解析法概要 | 50 |
| 5.2 | 解析理論 | 50 |
| 5.3 | 解析手法 | 52 |
| 5.4 | 考察 | 64 |
| 6 | 保有耐力設計法による2層軸組耐力壁に関する検討 | |
| 6.1 | 検討概要 | 65 |
| 6.2 | 計算方法 | 65 |
| 6.3 | 保有耐力設計法による計算例 | 67 |
| 6.4 | まとめ | 76 |
| 7 | まとめ | 78 |

第2章 簡易設計法（壁量設計法）

| | | |
|-----|-------------|----|
| 1 | 適用範囲 | 80 |
| 2 | 必要壁量 | |
| 2.1 | 中地震に対する必要壁量 | 80 |
| 2.2 | 大地震に対する必要壁量 | 80 |
| 2.3 | 暴風に対する必要壁量 | 81 |
| 3 | 壁倍率 | |
| 3.1 | 耐力壁の仕様と壁倍率 | 82 |

| | | |
|------|------------|----|
| 3. 2 | 壁倍率の低減 | 82 |
| 3. 3 | 非耐力壁の考慮 | 83 |
| 4 | 構造計画 | |
| 4. 1 | 耐力壁線 | 84 |
| 4. 2 | 耐力壁の配置 | 85 |
| 4. 3 | 水平構面 | 86 |
| 5 | 各部の仕様 | |
| 5. 1 | 基礎の設計 | 87 |
| 5. 2 | 柱脚の引き抜きの確認 | 87 |
| 5. 3 | 接合部の仕様 | 87 |
| 5. 4 | 和室続き間の特記仕様 | 88 |
| 6 | 保有耐力の確認 | 89 |

第3章 性能明示型耐震設計法プログラムの開発

| | | |
|-------|-------------------------|-----|
| 1 | 性能明示型耐震設計法の概要 | |
| 1. 1 | 設計法の特徴 | 91 |
| 1. 2 | 設計法の流れと概要 | 91 |
| 1. 3 | 計算例として用いる木造住宅（狭小プラン） | 94 |
| 1. 4 | プログラムの概要 | 95 |
| 2 | 入力ソフト“松ぼっくりVer1.0”の操作手順 | |
| 2. 1 | 一般事項の入力 | 99 |
| 2. 2 | 仕様書の入力 | 100 |
| 2. 3 | 1階外壁の入力 | 101 |
| 2. 4 | 1階開口部の入力 | 102 |
| 2. 5 | 1階平面図の入力完了 | 103 |
| 2. 6 | 2階平面図の入力 | 104 |
| 2. 7 | バルコニー等付属物の入力 | 105 |
| 2. 8 | 1階下屋伏図の入力 | 106 |
| 2. 9 | 2階屋根伏図の入力 | 107 |
| 2. 10 | 各階平面図および屋根伏図の入力終了 | 108 |
| 2. 11 | 1階柱の入力 | 109 |
| 2. 12 | 基礎の入力 | 110 |
| 2. 13 | 土台、大引の入力 | 111 |
| 2. 14 | アンカーボルトの入力 | 112 |
| 2. 15 | 1階床水平構面の入力 | 113 |
| 2. 16 | 2階の梁桁の入力 | 114 |

| | | |
|--------|---|-----|
| 2. 1 7 | 2階床および1階下屋水平構面の入力 | 115 |
| 2. 1 8 | 小屋梁桁の入力 | 116 |
| 2. 1 9 | 2階屋根水平構面の入力 | 117 |
| 2. 2 0 | 入力データの保存 | 118 |
| 3 | Excelのワークブック形式の保存データ例 | |
| 3. 1 | 一般情報シート | 120 |
| 3. 2 | 共通仕様書シート | 121 |
| 3. 3 | 壁情報シート | 122 |
| 3. 4 | 柱情報シート | 123 |
| 3. 5 | 梁情報シート | 124 |
| 3. 6 | 屋根伏関連情報シート | 125 |
| 3. 7 | 水平構面情報シート | 126 |
| 3. 8 | 基礎・アンカーボルト情報シート | 127 |
| 3. 9 | 付属物情報シート | 128 |
| 4 | 計算・出力ソフト“表計算プログラム”の計算例 | |
| 4. 1 | 壁の剛性・降伏耐力・終局変形の計算シート | 129 |
| 4. 2 | 梁荷重の算定シート | 130 |
| 4. 3 | 柱軸力の算定シート | 131 |
| 4. 4 | 梁せい計算シート | 132 |
| 4. 5 | 梁で囲まれた単位水平構面の剛性・降伏耐力の計算シート | 133 |
| 4. 6 | 鉛直構面通りの柱と壁の構成表 | 134 |
| 4. 7 | 土台・基礎・柱脚による1階壁の剛性と耐力の低減計算シート | 135 |
| 4. 8 | 梁上・柱脚による上階壁の剛性と耐力の低減計算シート | 137 |
| 4. 9 | 低減処理後の壁の剛性・降伏耐力・終局変形を 鉛直構面通りで合算したシート | 139 |
| 4. 1 0 | 梁荷重から通り荷重への分配シート | 140 |
| 4. 1 1 | 鉛直構面通りで短冊分割した水平構面の剛性・降伏耐力の 合算シート | 141 |
| 4. 1 2 | 偏心による捻れと水平構面のせん断変形による 通り変位分布の計算シート | 142 |
| 4. 1 3 | 通りの変位差を考慮して足し合わせた 荷重変形関係の算定シート | 143 |
| 4. 1 4 | 各階各方向の荷重変形グラフ | 144 |

付録1

設計法の概要

| | | |
|-----|-----------------------------|----|
| 1 | 設計法の要点 | |
| 1.1 | 設計手法 | 2 |
| 1.2 | 設計法の特徴 | 3 |
| 2 | 構造解析の前提 | |
| 2.1 | 構造要素および固定荷重の整理 | 4 |
| 2.2 | 計算に用いる木質資材の強度等の性能 | 4 |
| 2.3 | 計算に用いる接合部および構造要素の耐震性能 | 5 |
| 3 | 構造計算の手順 | |
| 3.1 | 壁等鉛直構面の荷重変形性能の評価 | 6 |
| 3.2 | 鉛直構面の荷重変形性能の低減 | 7 |
| 3.3 | 鉛直構面の壁線別荷重変形性能の評価 | 8 |
| 3.4 | 床等水平構面の荷重変形性能の評価 | 9 |
| 3.5 | 降伏時点の壁線のねじれ評価 | 10 |
| 3.6 | 降伏時点の壁線間水平構面のせん断変形評価 | 10 |
| 3.7 | 水平構面の変形を考慮した降伏時点の壁線のせん断変形評価 | 10 |
| 3.8 | 建物の荷重変形性能の評価 | 11 |
| 3.9 | 建物の耐震性能の判定 | 11 |

付録2

設計法の計算方法

| | | |
|-----|--------------------------|----|
| 1 | 鉛直構面の面内せん断剛性・耐力の算出 | |
| 1.1 | 面材構面 | 2 |
| 1.2 | 軸力系構面（筋かい入り軸組構面） | 5 |
| 1.3 | 曲げ系構面（「小壁+柱」構面） | 6 |
| 2 | 水平構面の面内せん断剛性・耐力の算出 | |
| 2.1 | 面材釘バネの荷重変形性能 | 8 |
| 2.2 | 根太の転びおよび根太端接合バネの荷重変形性能 | 9 |
| 2.3 | 面材釘バネと根太バネの足し合せ剛性および降伏変形 | 9 |
| 2.4 | 火打梁バネの荷重変形性能 | 10 |
| 3 | 梁上鉛直構面の荷重変形性能の低減 | |
| 3.1 | 梁上鉛直構面柱の軸力 | 12 |
| 3.2 | 1次梁のたわみ計算 | 13 |
| 4 | 鉛直構面の捻れ回転角の算出 | |
| 4.1 | 鉛直構面の剛芯の計算 | 19 |

| | | |
|------|-----------------------------|----|
| 4. 2 | 鉛直構面の捻れモーメントの算出 | 21 |
| 4. 3 | 鉛直構面の捻れ回転角 | 22 |
| 5 | 鉛直構面間水平構面のせん断変形の算出 | |
| 5. 1 | 鉛直構面間水平構面の拾い出し | 23 |
| 5. 2 | 水平構面に作用する鉛直構面からの移行せん断力 | 23 |
| 5. 3 | 移行せん断力による水平構面のせん断変形角 | 24 |
| 6 | 水平構面の変形を考慮した鉛直構面の変形 | |
| 6. 1 | 鉛直構面と水平構面の変形の足し合せ間水平構面の拾い出し | 25 |
| 6. 2 | 水平構面の変形を考慮した鉛直構面の変形の算出 | 25 |
| 7 | 建物の荷重変形性能の把握 | |
| 7. 1 | 鉛直構面の変位補正 | 26 |
| 7. 2 | 鉛直構面壁線の荷重変形関係の把握 | 26 |
| 7. 3 | 建物の荷重変形性能の把握 | 26 |
| 8 | 建物の耐震性の判定 | |
| 8. 1 | 荷重変形性能の曲線 | 29 |
| 8. 2 | 要求耐震性能曲線 | 29 |
| 8. 3 | 耐震性能の判定 | 29 |

第1章 軸組構法耐力壁に関する解析的検討

1. はじめに

1. 1 研究の背景と既往の研究

木造軸組構法の水平力を負担する構造材として筋かいがあげられるが、近年構造用合板などの面材との併用が多くみられる。構造用合板などの面材の構造的性能は枠組壁工法で多くの研究がなされていて、設計法へ適用されている。

枠組壁工法での基本構造である合板釘打ち単体耐力壁のせん断耐力については、R.L.Tuomi ら¹⁾により理論的な研究が始まった。その後、非線形の分野の解明(神谷²⁾、平嶋³⁾の研究)や実務設計への応用(安村の研究⁴⁾)が行われた。そして、開口耐力壁の研究(杉山の研究⁵⁾)や宮澤のせん断パネル理論やせん断D値法などがある。せん断パネル理論は開口により分割される各矩形パネルごとに完全なせん断変形場を仮定することにより、開口耐力壁の剛性(変形)及び耐力を比較的容易な計算で算出することができる。せん断D値法はせん断パネル理論を応用した等価ラーメン応力解析法である。

木造軸組構法での面材併用構造の研究としては村上らの研究⁶⁾がある。釘の配列形状を考慮して面材の回転剛性を求め、回帰式を用いて降伏モーメントを求めている。実験値と比較して理論値では降伏モーメントはほぼ一致するが、回転剛性は高めである。これは柱の曲げ変形を考慮していないためであると考えられる。

木造軸組構法での面材併用構造の研究は少なく、実務設計へ応用するにはまだ難しい。そこで、本研究では非線形有限要素法解析及び簡略解析による解析値と実験値との確認をして、解析手法の妥当性を検討する。

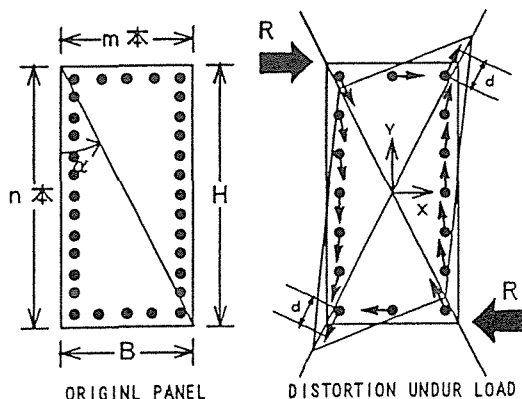
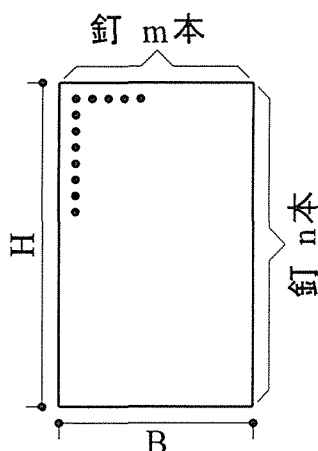


図 1. 1. 1 R.L.Tuomi 理論による釘と枠材の変形



$$\frac{1}{K} = \frac{2h}{K_n} \left\{ \frac{1}{h(m-1)} + \frac{h}{L^2(n-1)} \right\} + \frac{h}{G \cdot L \cdot t}$$

ここで

K : 層剛性 K_n : 釘の剛性 G : 面材のせん断弾性係数
t : 面材厚 m : 水平外周釘本数 n : 鉛直外周釘本数

※神谷は「 $m-1 \rightarrow m$ 、 $n-1 \rightarrow n$ 」という提案をしている。
以後本論文でも、これに従った。

図 1. 1. 2 安村の理論式(実務設計用近似式)

$$r = \frac{1}{1 + (\alpha/\beta)} \quad (\text{Sheathing area ratio})$$

ここで、 $\alpha = A_o/H L$ (Opening area ratio)

$\beta = \Sigma L_i/L$ (Wall length ratio)

A_o = 開口面積

H = 耐力壁の高さ

L = 耐力壁の長さ

・見かけ変形1/300ラジアン時のせん断耐力低下率

$$F = \frac{3r}{8-5r}$$

・見かけ変形1/100~1/60ラジアン時のせん断耐力低下率

$$F = \frac{r}{2-r}$$

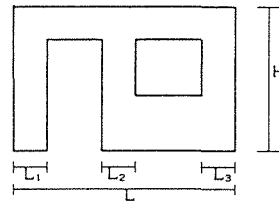


図 5. 7 開口耐力壁

図 1. 1. 3 杉山の実験式 (有開口耐力壁のせん断耐力低下率)

--- 枠材 — 面材

Xモード Yモード

$$K \theta = \frac{k I_x I_y}{I_x + I_y}$$

$$M_y = f_{max} / \sqrt{\frac{1}{Z_x^2} + \frac{1}{Z_y^2}}$$

$$R_y = M_y / K \theta$$

$$R_u = R_y \times \delta u / \delta y \times \mu$$

k: 釘の初期剛性
 I_x, I_y : 釘の断面 2 次モーメント
 f_{max} : 釘の降伏せん断力
 Z_x, Z_y : 釘の断面 1 次モーメント
 δu : 釘の終局変位
 δy : 釘の降伏変位

図 1. 1. 4 村上の理論式 (面材併用軸組構法耐力壁)

1. 2 研究目的

本研究ではこれまでに行った単位耐力壁実験及び有開口耐力壁実験について非線形有限要素法や簡略解析法を用いて木造軸組構法での面材併用構造の解析的検討を行いモデル化とその解析手法の妥当性を検討する。

非線形有限要素法解析ではタイロットの初期導入張力の違いによる耐力の解析を行う。簡略解析法はせん断パネル理論を基礎として柱の曲げ変形を考慮した解析手法である。比較的容易な計算で有開口耐力壁の剛性 (変位)、応力、耐力を計算できることが特徴である。

実験値を解析値で把握して、木造軸組構法面材併用構造での耐震設計法の基礎的資料を得ることを本研究の目的とする。

2. 実験とその結果の概要

2. 1 単位耐力壁実験

2. 1. 1 実験方法

加力は5tfアクチュエータ型加力機をコンピュータで変位制御し、正負交番繰り返し漸増加力で、層間変形角 $1/480\text{rad.} \sim 1/20\text{rad.}$ を8サイクルで行った。土台をアンカーボルトで固定し、タイロットによって供試体に初期軸力を導入した。タイロットの軸力は1本あたり導入ひずみ 100μ を基本とし、導入ひずみを 0μ 、 50μ としたものとタイロット無しのものの実験も行った。また、接合部完全ピンの実験はタイロット無しで行った。図3. 2. 1に加力状態を示す。また、加力履歴を図3. 2. 2に示す。

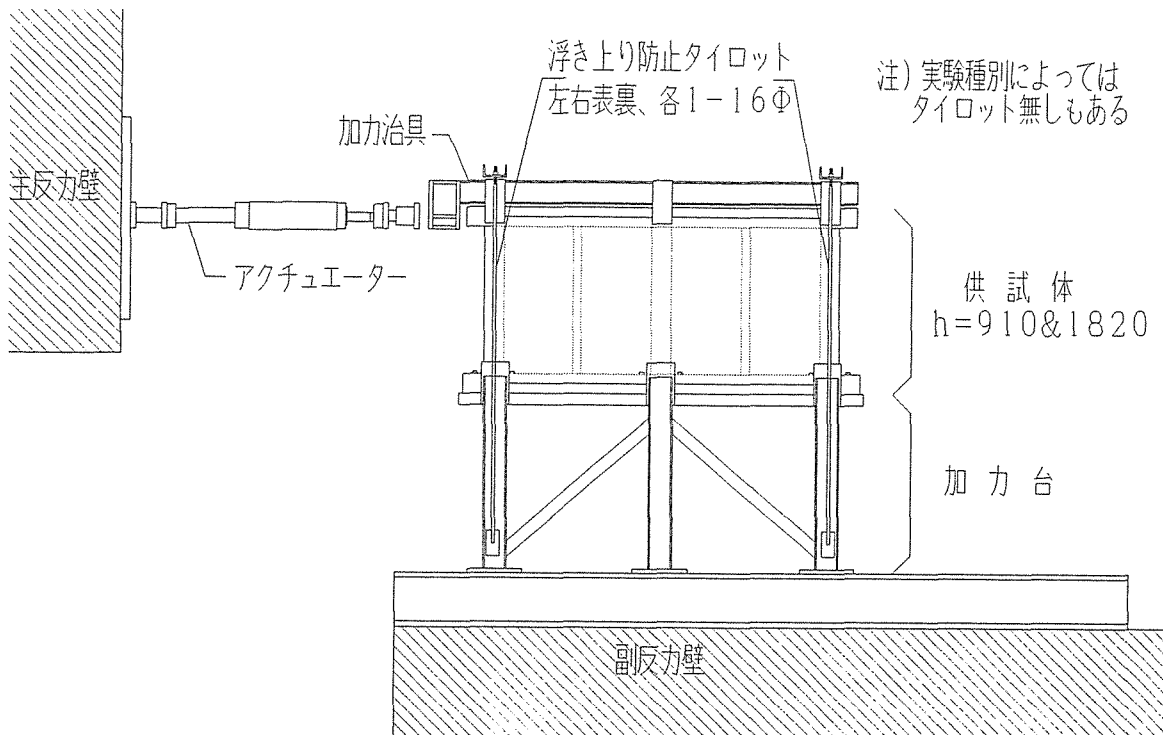


図2. 1. 1 加力状態平面図 (Bタイプ設置例)

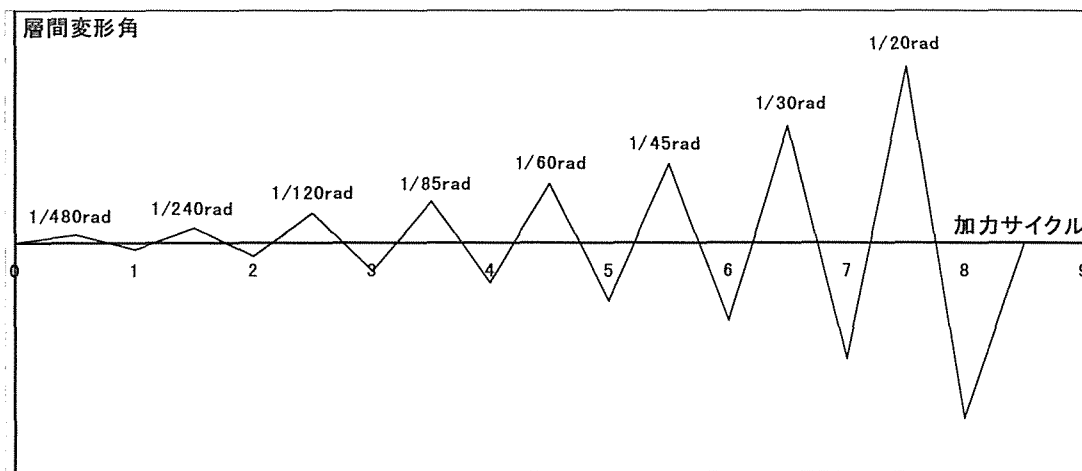
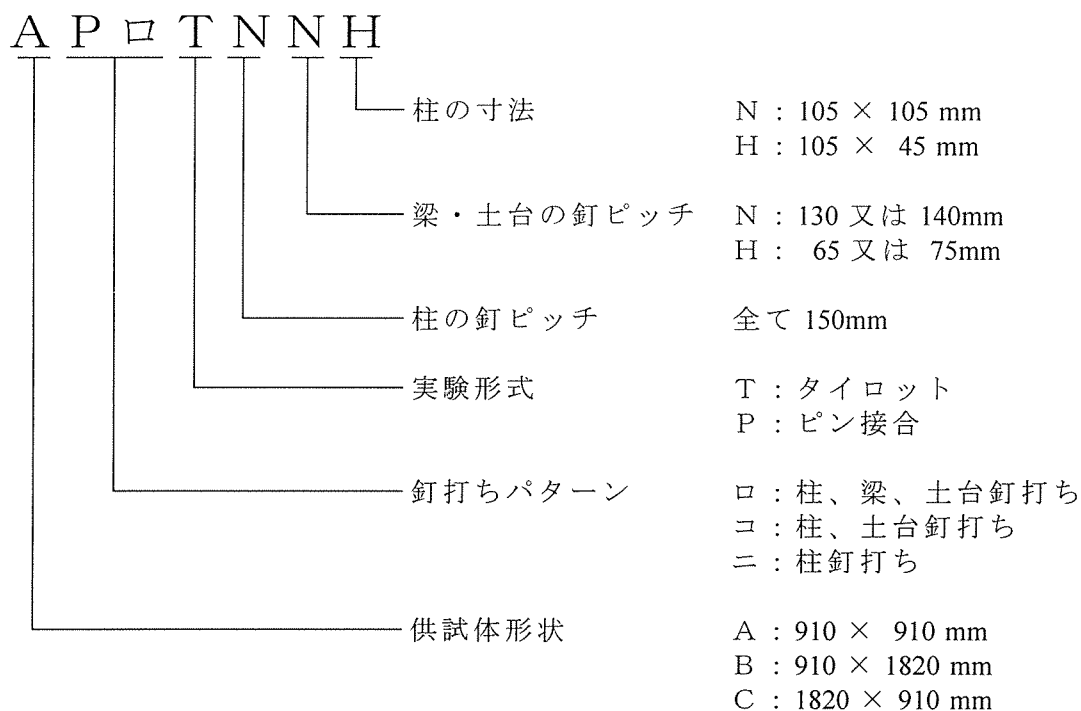
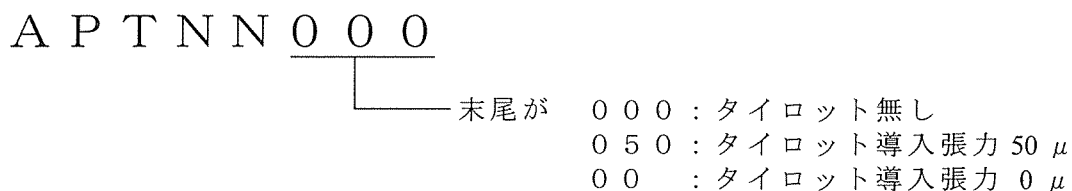


図2. 1. 2 正負交番繰り返し加力履歴

2. 1. 2 実験試験体概要
 供試体名の説明を以下に示す。



接合部に山形金物を使用した物は供試体名の最後の文字「V」で区別、タイロットの導入張力の違いによる区別は以下のように00、050等の連続する数字で識別した。また、基本実験では全てタイロットの導入張力100 μ で行った。



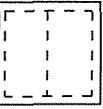
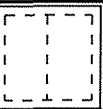



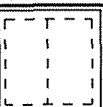
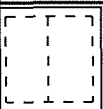
柱、梁、土台及び間柱は全てベイツガを使用し、面材は構造用合板 9mm を使用した。合板の釘打ちにはN50を使用し、機会打ちではなく手打ちとした。

2. 1. 3 実験結果概要

(1) 各実験の最大耐力

各実験の供試体の形状と最大耐力を表3. 2. 1～3. 2. 3に示す。

表2. 1. 1 各実験の最大耐力 Aタイプ (910×910mm)

| | 供試体 記号 | 最大耐力 | | 柱脚 接合部 仕様 | 導入 ひずみ 張力 |
|---|--|-------------------------|------------------|-----------------|-----------------|
| | | 押し(t) 引き(t) | 押し(mm) 引き(mm) | | |
| 基本実験 | | | | | |
| フレームのみ | | | | | |
| | AF1-1 | -0.36 0.38 | -53.98 126.03 | ほぞ | タイロット |
|  | 柱:@130 梁:@130 土台:@130 間柱:@215 | AP □ TNN-3 タイロット100μ | -1.33 1.27 | -45.50 45.45 | ほぞ タイロット |
| | | AP □ TNN-4 タイロット100μ | -1.42 1.26 | -45.43 45.51 | ほぞ タイロット |
|  | 柱:@130 梁:@65 土台:@65 間柱:@215 | AP □ TNH-3 タイロット100μ | -1.75 1.56 | -45.47 45.43 | ほぞ タイロット |
| | | AP □ TNH-4 タイロット100μ | -1.56 1.49 | -45.52 45.44 | ほぞ タイロット |
|  | 柱:@130 土台:@130 間柱:@215 | AP □ TNN-3 タイロット100μ | -1.01 0.65 | -30.28 30.30 | ほぞ タイロット |
| | | AP □ TNN-4 タイロット100μ | -0.88 0.77 | -30.24 30.31 | ほぞ タイロット |
|  | 柱:@130 土台:@65 間柱:@215 | AP □ TNH-3 タイロット100μ | -0.89 1.01 | -45.60 30.17 | ほぞ タイロット |
| | | AP □ TNH-4 タイロット100μ | -1.12 0.96 | -30.30 30.28 | ほぞ タイロット |
|  | 柱:@130 間柱:@215 | AP □ TNN-3 タイロット100μ | -1.01 0.82 | -45.48 30.29 | ほぞ タイロット |
| | | AP □ TNN-4 タイロット100μ | -0.88 0.81 | -45.48 30.28 | ほぞ タイロット |
| タイロット導入張力の影響 | | | | | |
|  | 柱:@130 梁:@130 土台:@130 間柱:@215 | APTNN000 タイロット無 | -0.89 0.75 | -30.30 30.26 | ほぞ |
| | | APTNN050 タイロット50μ | -1.43 1.13 | -45.44 30.32 | ほぞ タイロット |
| | | AP □ TNN00 タイロット0μ | -1.37 1.12 | -45.46 45.50 | ほぞ タイロット |
| 完全ピン接合 | | | | | |
|  | 柱:@130 梁:@130 土台:@130 間柱:@215 | AP □ PNN- 1 | -0.91 0.80 | -54.56 45.45 | ピン |
| | | AP □ PNN- 2 | -0.92 0.87 | -63.71 45.44 | ピン |

* 基本実験はタイロット軸力導入ひずみ裏表左右各100μよって、軸力換算で各844.2kg

表 2. 1. 2 各実験の最大耐力 Bタイプ (910×1820 mm)


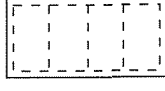
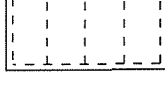
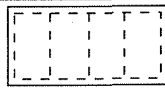
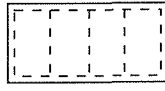
| | 供試体 記号 | 最大耐力 | | 柱脚 接合部 仕様 | 導入 ひずみ 張力 | |
|---|---|--------------------|------------------|-----------------|-----------------|--|
| | | 押し(t) 引き(t) | 押し(mm) 引き(mm) | | | |
| 基本実験 | | | | | | |
| フレームのみ | BF1-1 | -0.46 0.52 | -79.94 140.00 | ほ ぞ | タイロット | |
|  柱:@130 土台:@140 梁:@140 間柱:@215 | BP □ TNN-1 タイロット100μ | -3.25 2.70 | -45.38 45.47 | ほ ぞ | タイロット | |
| | BP □ TNN-2 タイロット100μ | -2.56 2.52 | -45.43 30.28 | ほ ぞ | タイロット | |
| | BP □ TNH-1 タイロット100μ | -3.44 3.46 | -45.30 45.81 | ほ ぞ | タイロット | |
| | BP □ TNH-2 タイロット100μ | -4.09 3.95 | -45.29 45.35 | ほ ぞ | タイロット | |
|  柱:@130 土台:@70 梁:@70 間柱:@215 | BP □ TNN-1 タイロット100μ | -1.64 1.67 | -45.51 30.25 | ほ ぞ | タイロット | |
| | BP □ TNN-2 タイロット100μ | -1.81 1.52 | -45.50 30.27 | ほ ぞ | タイロット | |
| | BP □ TNH-1 タイロット100μ | -1.89 1.66 | -30.17 20.24 | ほ ぞ | タイロット | |
| | BP □ TNH-2 タイロット100μ | -1.72 1.32 | -30.24 30.28 | ほ ぞ | タイロット | |
|  柱:@130 土台:@70 間柱:@215 | BP □ TN0-1 | -1.61 1.33 | -45.49 30.27 | ほ ぞ | タイロット | |
| | BP □ TN0-2 | -1.63 1.49 | -45.44 45.49 | ほ ぞ | タイロット | |
| | タイロット導入張力の影響 | | | | | |
| |  柱:@130 土台:@140 梁:@140 間柱:@215 | BPTNN000 タイロット無 | -1.48 1.53 | -30.25 30.23 | ほ ぞ | |
| BPTNN050 タイロット50 | | -2.26 1.98 | -45.48 29.92 | ほ ぞ | タイロット | |
| BP □ TNN00 タイロット0μ | | -2.72 2.32 | -45.41 45.44 | ほ ぞ | タイロット | |
| 完全ピン接合 | | | | | | |
|  柱:@130 土台:@140 梁:@140 間柱:@215 | BP □ PNN-1 タイロット無 | -1.96 1.84 | -45.50 45.50 | ピ ン | | |
| | BP □ PNN-2 タイロット無 | -2.11 1.92 | -45.50 45.50 | ピ ン | | |

表 2. 1. 3 各実験の最大耐力 Cタイプ (1820×910mm)

| | 供試体 記号 | 最大耐力 押し(t) 引き(t) | 最大耐力時変位 押し(mm) 引き(mm) | 柱脚 接合部 仕様 | 導入 ひずみ 張力 |
|--------------|-----------|------------------------|-----------------------------|------------------|-----------------|
| 基本実験 | | | | | |
| フレームのみ | | CF1-1 | -0.17 0.62 | -140.03 76.96 | ほぞ タイロット |
| | 柱:@140 | CP □ TNN-1 | -1.02 | -60.69 | ほぞ タイロット |
| | 梁:@130 | タイロット100μ | 0.83 | 60.67 | |
| | 土台:@130 | CP □ TNN-2 | -1.32 | -137.76 | ほぞ タイロット |
| | 間柱:@221 | タイロット100μ | 1.09 | 90.95 | |
| | 柱:@140 | CP □ TNH-1 | -1.53 | -90.94 | ほぞ タイロット |
| | 梁:@65 | タイロット100μ | 1.35 | 90.98 | |
| | 土台:@65 | CP □ TNH-2 | -1.50 | -90.90 | ほぞ タイロット |
| | 間柱:@221 | タイロット100μ | 1.20 | 60.76 | |
| | 柱:@140 | CP □ TNN-1 | -1.07 | -91.01 | ほぞ タイロット |
| | 土台:@130 | タイロット100μ | 0.91 | 90.95 | |
| | 間柱:@221 | CP □ TNN-2 | -1.04 | -91.05 | ほぞ タイロット |
| | | タイロット100μ | 0.89 | 60.62 | |
| | 柱:@140 | CP □ TNH-1 | -1.00 | -60.66 | ほぞ タイロット |
| | 土台:@65 | タイロット100μ | 0.90 | 145.00 | |
| | 間柱:@221 | CP □ TNH-2 | -1.23 | -90.99 | ほぞ タイロット |
| | | タイロット100μ | 1.11 | 90.94 | |
| | 柱:@140 | CP □ TN0-1 | -0.89 | -90.94 | ほぞ タイロット |
| | 間柱:@221 | タイロット100μ | 0.73 | 91.03 | |
| | | CP □ TN0-2 | -0.70 | -59.50 | ほぞ タイロット |
| | | タイロット100μ | 0.64 | 39.20 | |
| | 柱:@140 | CP □ TNNH1 | -1.01 | -60.65 | ほぞ タイロット |
| | 梁:@130 | 柱45×105 | 0.84 | 60.68 | |
| | 土台:@130 | タイロット100μ | | | ほぞ タイロット |
| | 間柱:@221 | CP □ TNNH2 | -0.99 | -60.70 | |
| | | 柱45×105 | 0.86 | 40.34 | ほぞ タイロット |
| | | タイロット100μ | | | |
| | 柱:@140 | CP □ TNNH1 | -1.17 | -57.80 | ほぞ タイロット |
| | 梁:@65 | 柱45×105 | 1.04 | 58.30 | |
| | | タイロット100μ | | | ほぞ タイロット |
| | 土台:@65 | CP □ TNNH2 | -1.23 | -60.65 | |
| | 間柱:@221 | 柱45×105 | 0.86 | 60.71 | ほぞ タイロット |
| | | タイロット100μ | | | |
| | 柱:@140 | CP □ TNN-V | -1.29 | -59.00 | 山形 金物 |
| | 梁:@130 | 山形金物 | 1.08 | 57.90 | |
| | 土台:@130 | タイロット100μ | | | ほぞ タイロット |
| | 間柱:@221 | | | | |
| タイロット導入張力の影響 | | | | | |
| | 柱:@140 | CPTNN000 | -0.59 | -91.02 | ほぞ タイロット |
| | 梁:@130 | タイロット無し | 0.30 | 21.34 | |
| | 土台:@130 | CPTNN050 | -1.07 | -60.68 | ほぞ タイロット |
| | 間柱:@221 | タイロット50μ | 0.96 | 40.37 | |
| | | CP □ TNN00 | -1.06 | -45.50 | ほぞ タイロット |
| | | タイロット0μ | 1.28 | 73.71 | |
| 完全ピン接合 | | | | | |
| | 柱:@140 | CP □ PNN-1 | -1.08 | -90.97 | ピン |
| | 梁:@130 | タイロット無し | 1.00 | 90.99 | |
| | 土台:@130 | CP □ PNN-2 | -0.82 | -45.50 | ピン |
| | 間柱:@221 | タイロット無し | 0.80 | 45.50 | |

2. 2 有開口耐力壁実験

2. 2. 1 実験方法

実験供試体をホールダウン金物 (S-HD25) で外柱脚-土台 (2カ所) を緊結し、実験を行った。加力は容量 20 [tf] のアクチュエータ型加力機をコンピュータで変位制御し、層間変形角を $\pm 1/600$ 、 $1/300$ 、 $1/150$ 、 $1/120$ 、 $1/100$ 、 $1/60$ 、 $1/40$ 、 $1/30$ 、 $1/20$ 、[rad]、破壊までの順に正負交番繰り返し漸増加力で行った。

加力治具は胴差しの両端部を鋼棒で緊結したものを用いた。実験供試体設置方法、正負交番繰り返し漸増加力の方法はそれぞれ図 2. 2. 1、図 2. 2. 2 に示す。

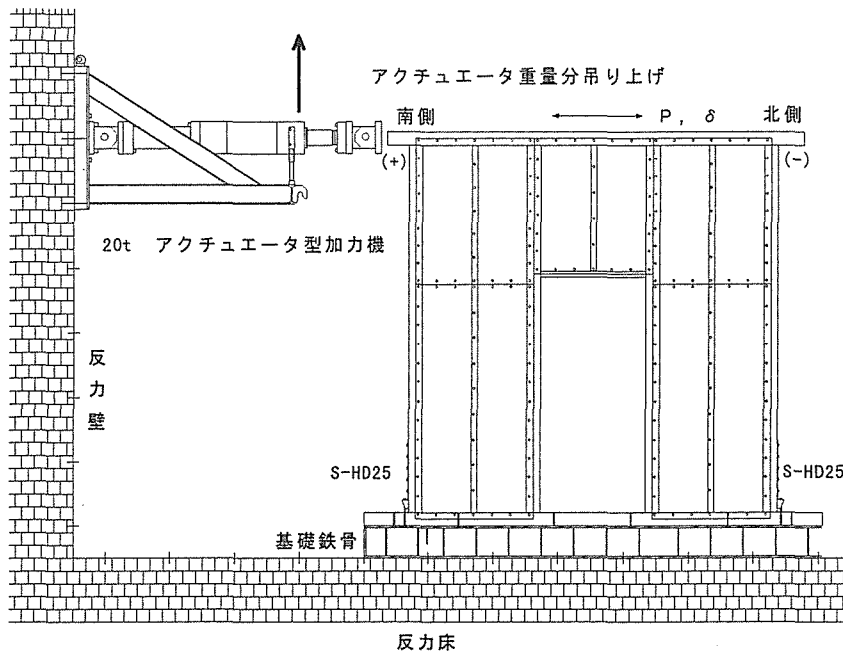


図 2. 2. 1 実験供試体設置概要図

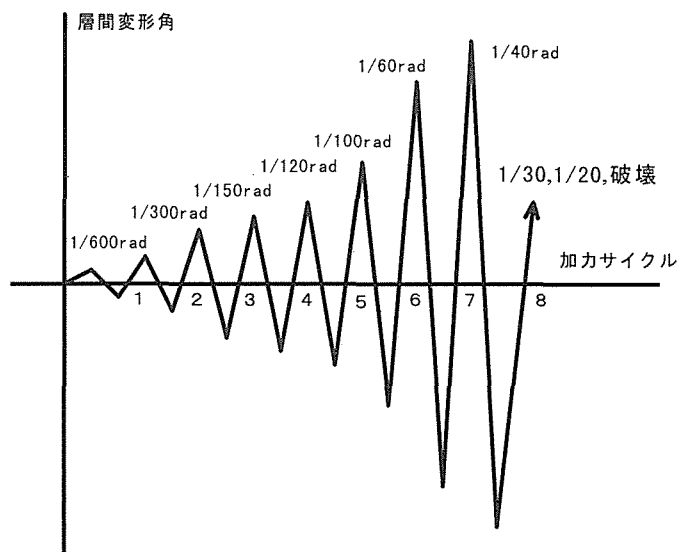
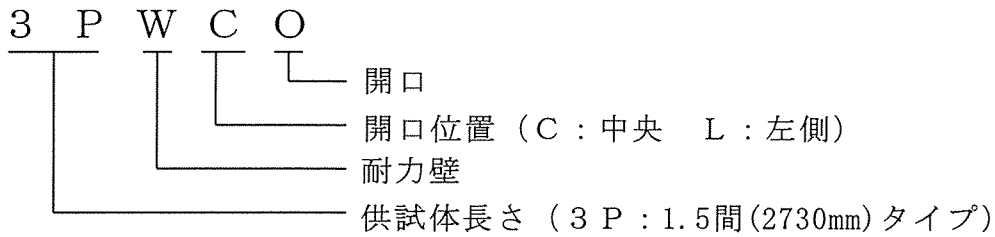


図 2. 2. 2 正負交番繰り返し漸増加力履歴

2. 2. 2 実験供試体概要

面材釘打ち開口耐力壁実験供試体は2体である。供試体名は、以下のように定義した。



実験供試体2体とも各部材寸法、使用金物、釘は同じで表2. 2. 1～3に示す。

表2. 2. 1 各部材寸法

| 部材 | 断面寸法(mm) | 材種 |
|-------|-----------|------|
| 柱 | 105 × 105 | ベイツガ |
| 梁 | 105 × 105 | ベイツガ |
| 土台 | 105 × 105 | ベイツガ |
| 間柱 | 105 × 45 | ベイツガ |
| まぐさ | 105 × 45 | ベイツガ |
| 受け材 | 105 × 45 | ベイツガ |
| 構造用合板 | 9 | ラワン材 |

表2. 2. 2 使用金物

| 用途 | 種類 | 記号 | 数 |
|---------------------|----------|---------|----|
| 外柱と基礎(土台)の緊結 | ホールダウン金物 | S-HD-25 | 2 |
| ホールダウン金物と柱 | 六角ボルト | 10-M12 | 10 |
| ホールダウン金物と土台、基礎鉄骨の緊結 | 六角ボルト | 2-M16 | 2 |
| 土台と基礎鉄骨の緊結 | アンカーボルト | 6-M12 | 6 |

表2. 2. 3 釘

| 使用箇所 | 種類 | 間隔/本数 |
|--------|-----|---------|
| 面材周辺 | N50 | @ 150mm |
| 面材中央部 | N50 | @ 200mm |
| 柱-胴差し | N75 | 1本 |
| 柱-土台 | N75 | 1本 |
| 間柱-胴差し | N75 | 1本 |
| 間柱-土台 | N75 | 1本 |
| 窓枠-柱 | N75 | 2本 |
| 窓枠-間柱 | N75 | 2本 |
| 受け材-柱 | N75 | 2本 |
| 受け材-間柱 | N75 | 2本 |

(1) 実験供試体 3PWCO

3PWCOは、供試体幅3Pの面材耐力壁であり、中央部分に1Pの開口のある供試体である。外柱脚部はホールダウン金物で緊結し、面材釘打ちの釘はN50を使用した。面材は、構造用合板9mm、ラワン合板を使用した。

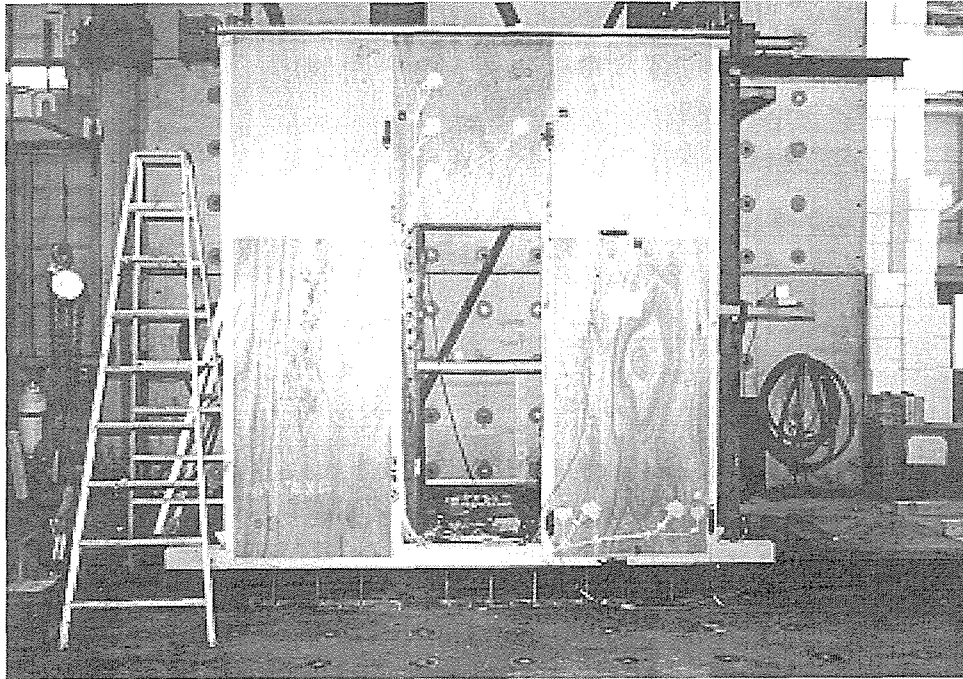


写真 2. 2. 1 実験供試体 3PWCO 実験前

(2) 実験供試体 3PWLO

3PWLOは、供試体幅3Pの面材耐力壁であり、左側部分に2Pの開口のある供試体である。外柱脚部はホールダウン金物で緊結し、面材釘打ちの釘はN50を使用した。面材は、構造用合板9mm、ラワン材を使用した。

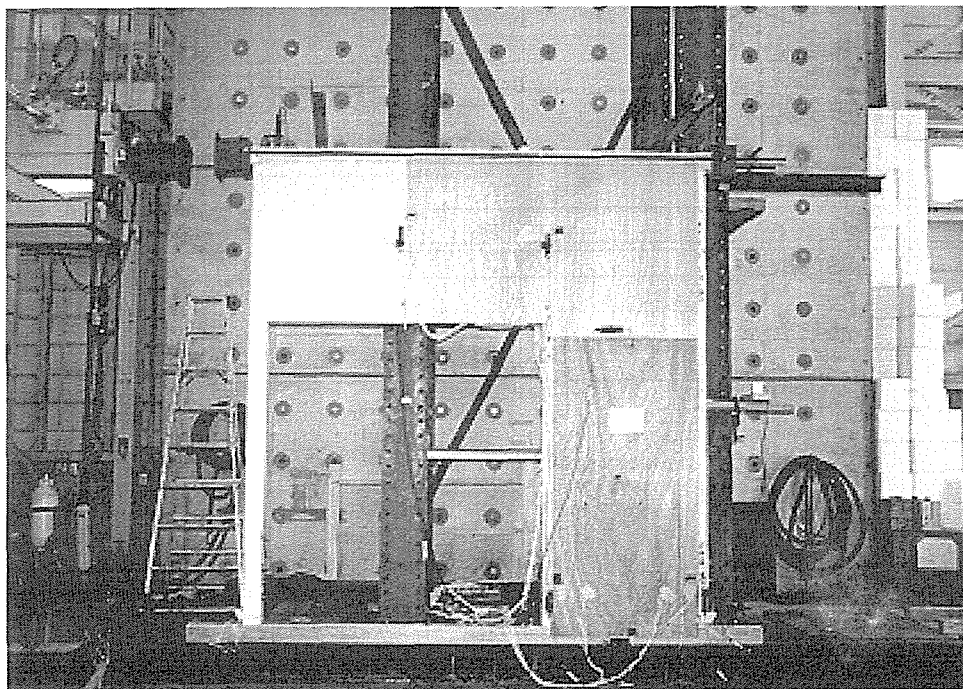


写真 2. 2. 2 実験供試体 3PWLO 実験前

2. 2. 3 実験結果概要

(1) 荷重－変位曲線

実験供試体 3PWCO、3PWLO のアクチュエータ荷重－層間変形角の関係を図 2. 3. 1～2 に示す。また、スケルトン曲線を図 2. 3. 3～4 にそれぞれ示す。

各実験供試体の荷重－変位曲線は、3PWCO の最大耐力は「押し」で -1.682 [tf] (最大耐力時変位: -979 mm), 「引き」で 1.473 [tf] (最大耐力時変位: 75.1 mm) であり、3PWLO の最大耐力は「押し」で -1.076 [tf] (最大耐力時変位: -100.6 mm), 「引き」で 1.061 [tf] (最大耐力時変位: 75.4 mm) であった。

3PWCO と比べて、柱と面材の少ない 3PWLO は最大耐力も低く、3PWCO の「押し」で 64%、「引き」で 72% 程度となった。

耐力壁実長を考慮すると各供試体の最大耐力は、3PWCO 「押し」で -0.92 t/m、「引き」で 0.81 t/m で 3PWLO 「押し」で -1.18 t/m、「引き」で 1.17 t/m となり 3PWCO と比べて 3PWLO は「押し」で 128%、「引き」で 144% となり、耐力壁に含まれないたれ壁、柱の影響で高い割合となった。

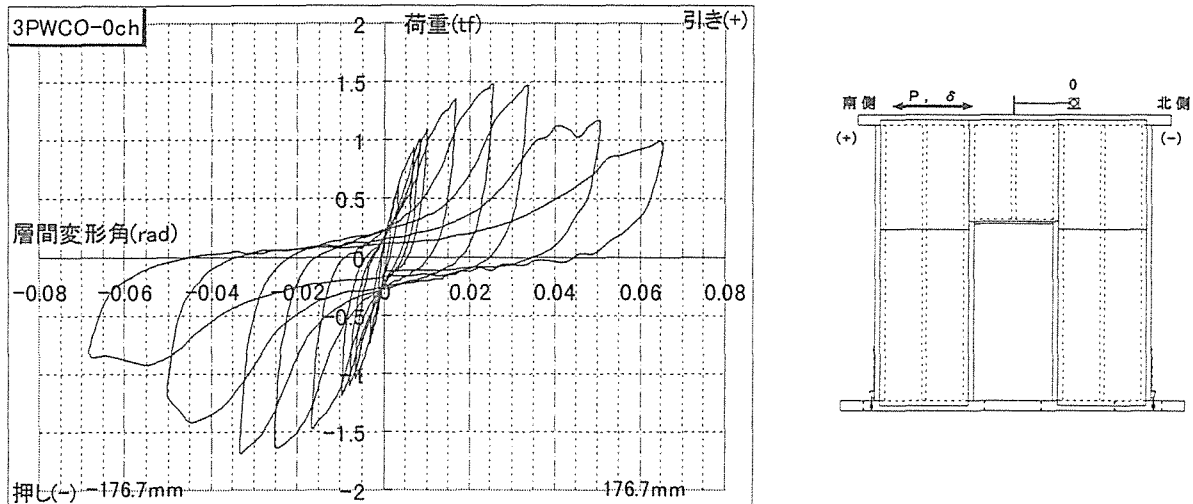


図 2. 3. 1 3PWCO のアクチュエータ荷重－層間変形角

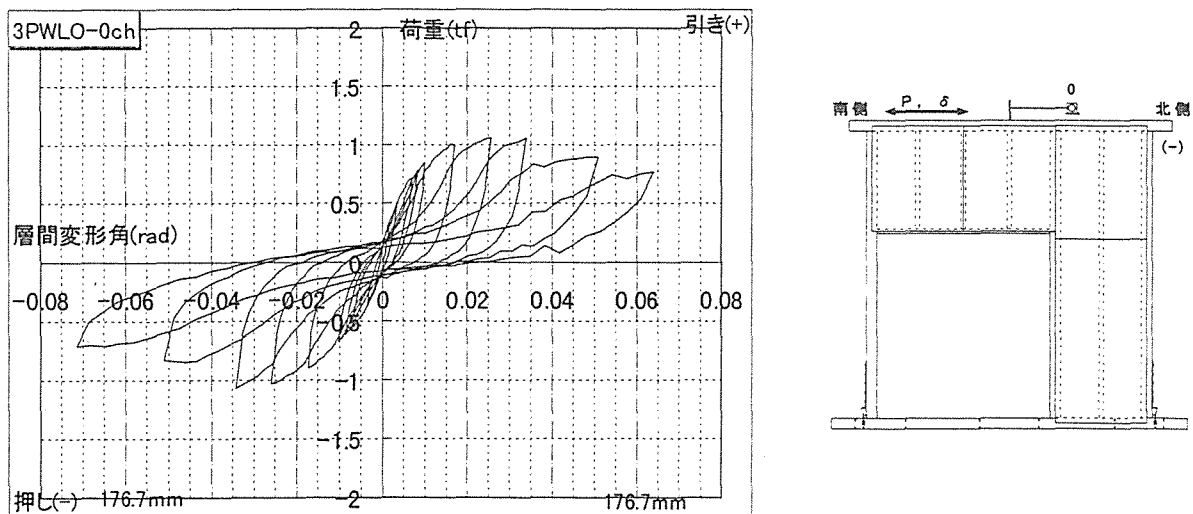


図 2. 3. 2 3PWLO のアクチュエータ荷重－層間変形角

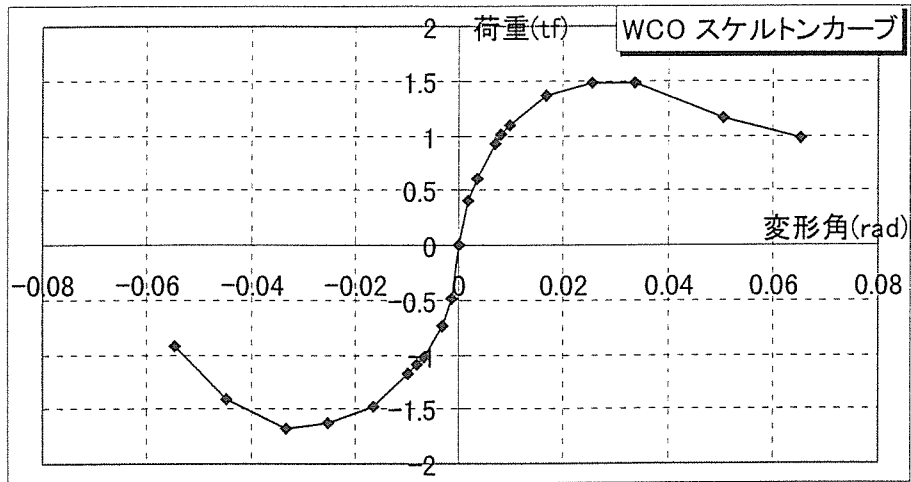


図 2. 3. 3 3PWCOのアクチュエータ荷重－層間変形角スケルトン曲線

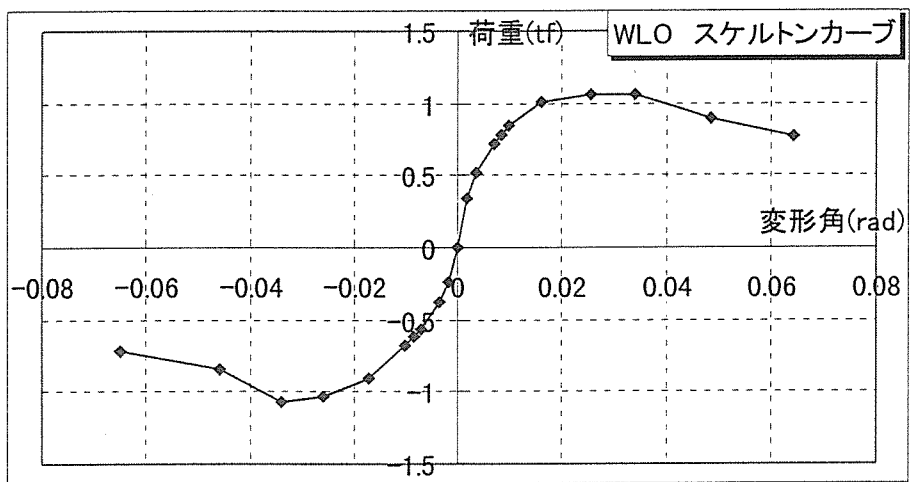


図 2. 3. 4 3PWLOのアクチュエータ荷重－層間変形角スケルトン曲線

(2) 特定変形時耐力

各供試体の見かけの層せん断変形角1/300[rad]時の耐力、1/120[rad]時の耐力、最大耐力を表 2. 3. 1 に示した。

表 4. 3. 1 特定変形時耐力

| | | 1/300[rad]時 | | 1/120[rad]時 | | 最大耐力 [tf] | 最大耐力時変位 [mm] (rad) |
|-------|----|-------------|--------------|-------------|--------------|--------------|-----------------------|
| | | 耐力 [tf] | 割線剛性 [tf/mm] | 耐力 [tf] | 割線剛性 [tf/mm] | | |
| 3PWCO | 押し | -0.734 | -0.073 | -1.096 | -0.046 | -1.682 | -97.9 (1/30) |
| | 引き | 0.534 | 0.053 | 0.934 | 0.039 | 1.473 | 75.1 (1/39) |
| 3PWLO | 押し | -0.322 | -0.032 | -0.579 | -0.024 | -1.076 | -100.6 (1/29) |
| | 引き | 0.446 | 0.045 | 0.730 | 0.030 | 1.061 | 75.4 (1/39) |

2.3 二層軸組構法耐力壁実験

2.3.1 実験・加力方法

実験は供試体に固定荷重として荷重（200kgf/m、実重量 315kgf）を鉛直に載荷して行うという載荷式実験であり、2層桁部分を加力機により加力した。加力は図2.3.1のように5tfアクチュエータを用いた正負交番繰り返し加力であり、頂部水平変位での変位制御により層間変形角「1/960、1/640、1/240、1/120、1/60、1/70、1/40 [rad.]、破壊」(図2.3.2)のように行う。加力治具を桁両端部で鋼棒により緊結したものをを用いて、2層頂部にアクチュエータの荷重及び変位が均一に作用するように配慮した。

また、本実験ではホールダウン金物は①1層外柱の脚部を基礎に固定したもの（全供試体）、②1-2層上下管柱の緊結したもの（一部の供試体）がある。これらのホールダウン金物には、実験前に導入ひずみとして 200μ （導入張力として、 200×10^{-6} （ひずみ） $\times 2.1 \times 10^6$ （ヤング係数） $\times 0.8 \times 0.8 \times \pi$ （アンカーボルト断面積） $= 844$ [kgf]）を与え、ゼロクリア（0位置に補正）を行い、加力実験では増分ひずみを測定した。

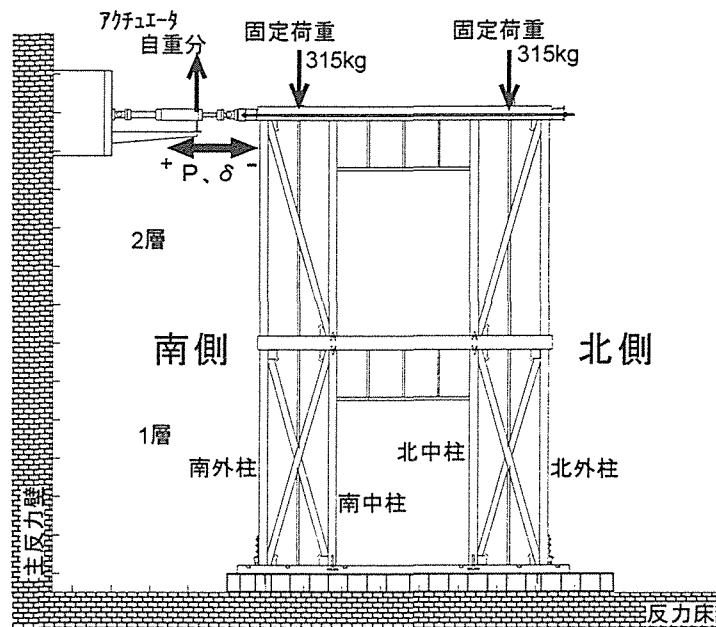


図2.3.1 実験概要立面図

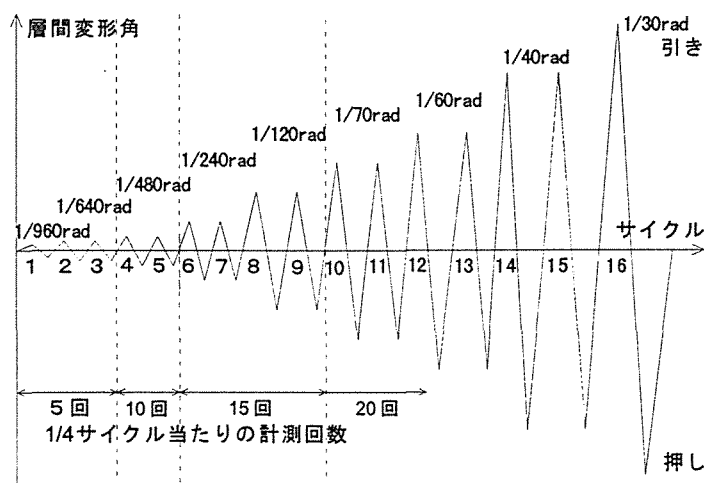


図2.3.2 加力履歴

2.3.2 実験供試体概要

(1) 実験供試体名称と仕様

供試体は合計3体であるが、実験方法、層数の種別、供試体特徴や外柱の仕様などにより区別し、以下の表記ルールに基づき供試体名を定義する。

S 2 O O K 0 1

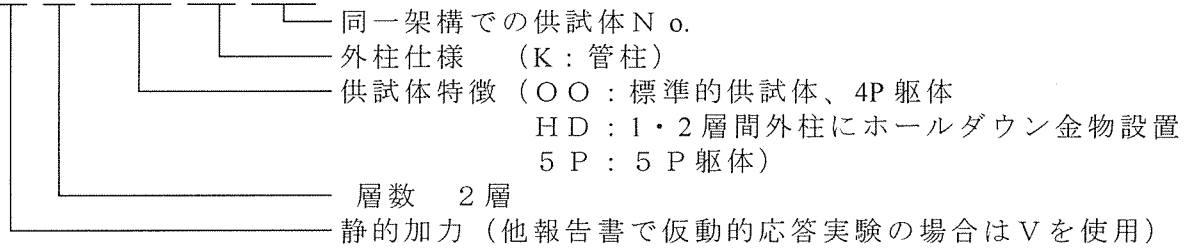


表2.3.1 供試体パラメーター一覧

| 供試体名 | 層 | 供試体構成内容 | 実験日 |
|---------|---|--|---------|
| S2OOK01 | 2 | 4P 躯体 (2P 開口)、管柱 (外柱) | 97/7/18 |
| S2HDK01 | 2 | 4P 躯体 (2P 開口)、管柱 (外柱) ホールダウン金物 (1・2層管柱間を緊結) | 97/8/11 |
| S25PK01 | 2 | 5P 躯体 (2P 開口)、管柱 (外柱) ホールダウン金物 (1・2層管柱間を緊結)、左右不対称 | 97/8/20 |

注) 全ての供試体に、1層外柱脚部－基礎鉄骨間にホールダウン金物を設置している。

本実験供試体の接合部で使用した金物を表2.3.2、各部材特性を表2.3.3に示す。

表2.3.2 使用金物一覧

| 種類 記号 | かど金物 CP-T | 山形プレート VP | 2.0倍用筋かい ボックス金物 | 2t用ホールダウ ン金物 S-HD20 | かすがい C120 | 羽子板ボルト SB・E |
|----------|--------------|--------------|--------------------|------------------------|--------------|----------------|
| 形状 | | | | | | |

表2.3.3 各部材の特性

| 部材 | 断面寸法 (mm) | 材種 |
|-----|--------------|----|
| 桁 | 180 × 105 | 米松 |
| 筋かい | 90 × 45 | 榿 |
| 柱 | 105 × 105 | 榿 |
| 間柱 | 45 × 105 | 榿 |
| 受け材 | 45 × 105 | 榿 |
| 胴差し | 180 × 105 | 米松 |
| 土台 | 105 × 105 | 榿 |

(2) 実験供試体 S20OK01

本実験での供試体は2層門型開口耐力壁とし、外柱を管柱としたものである（標準管柱タイプ）。開口部では腰壁は取り付けず、垂れ壁のみを取り付けた掃き出しタイプの開口部である。1, 2層部分の筋かいは2層を片筋かいとし、1層部分を両筋かいとした。

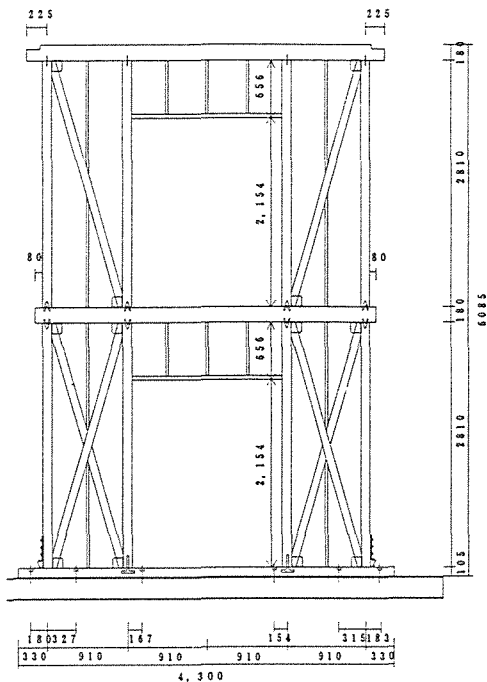


図 2. 3. 3 供試体詳細図面

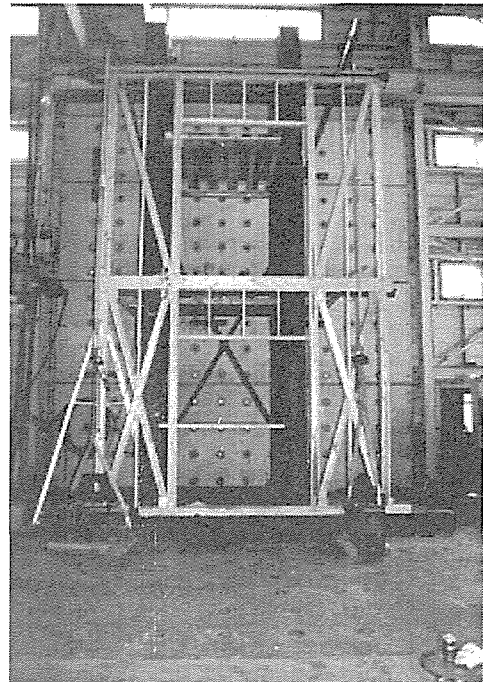


写真 2. 3. 1 S20OK01 実験供試体

(3) 実験供試体 S2HDK01

本実験での供試体は2層門型開口耐力壁とし、外柱を管柱としたもので1, 2層管柱間をホールダウン金物で緊結した（ホールダウン金物付き管柱タイプ）。開口部では腰壁は取り付けず、垂れ壁のみを取り付けた掃き出しタイプの開口部である。1, 2層部分の筋かいは2層を片筋かいとし、1層部分を両筋かいとした。

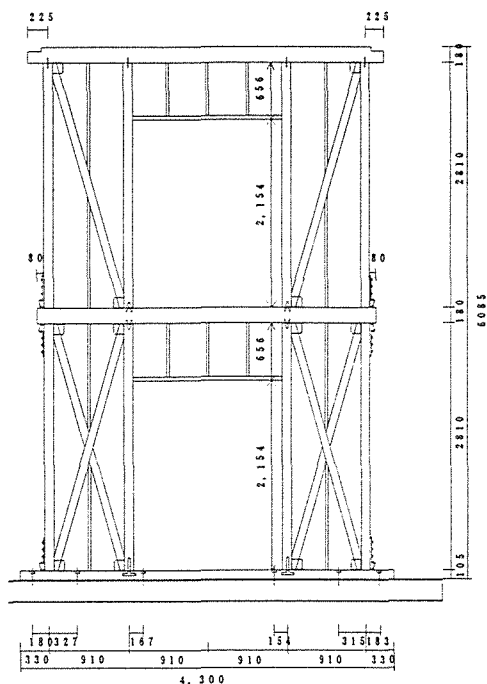


図 2. 3. 3 供試体詳細図面

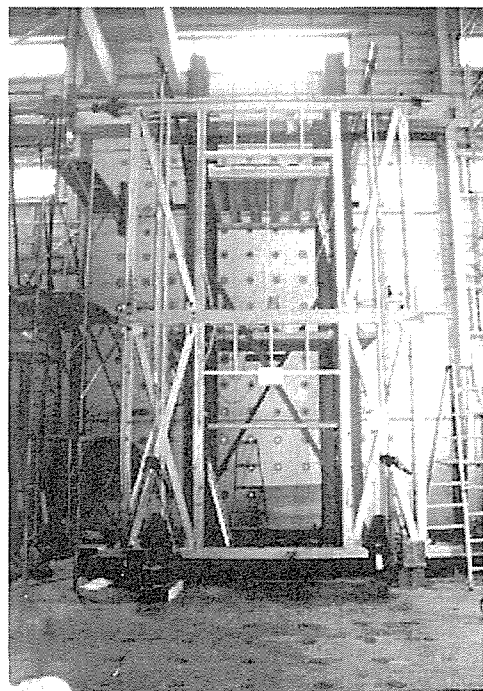


写真 2. 3. 2 S2HDK01 実験供試体

(4) 実験供試体 S25PK01

本実験での供試体は2層門型開口耐力壁とし、外柱を管柱としたもので耐力壁を1P(910mm)増設した(5P管柱タイプ)。開口部では腰壁は取り付けず、垂れ壁のみを取り付けた掃き出しタイプの開口部である。1、2層部分の筋かいは2層を片筋かいとし、1層部分を両筋かいとした。

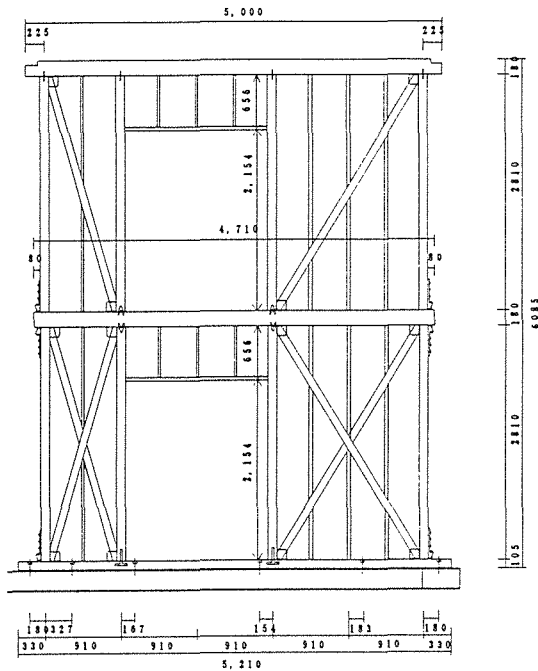


図 2. 3. 5 供試体詳細図面

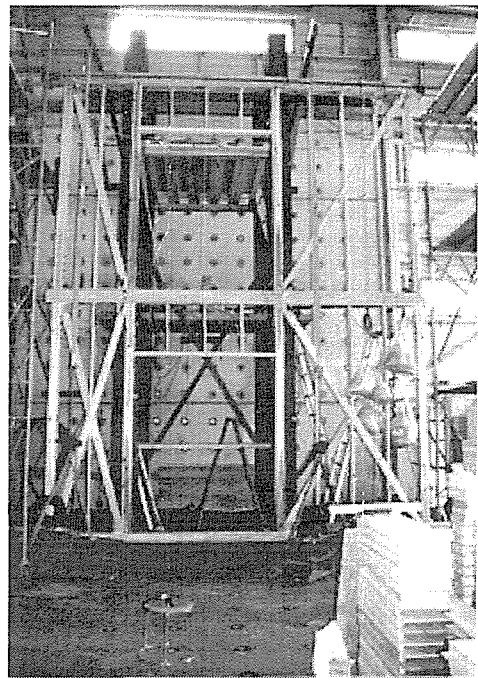


写真 2. 3. 3 S25PK01 実験供試体

(5) 各部材のヤング係数

以下に実測ヤング係数の一覧を表 2. 3. 4 に示す。

加力実験後損傷を受けていない部分を抜き取り、供試体の主要部位(柱、筋かい)のヤング係数を材料曲げ試験により求めた。ヤング係数の柱部材(樹種: 梅)の平均値は 63,500 [kg/cm^2]であり、筋かい材(樹種: 梅)の平均値は 107,200 [kg/cm^2]であった。

表 2. 3. 4 部材のヤング係数一覧

| 供試体名 | 部材名 | 断面 [mm] | ヤング係数 [kg/cm^2] | 供試体名 | 部材名 | 断面 [mm] | ヤング係数 [kg/cm^2] |
|---------|-------|------------|--------------------------------------|---------|---------|------------|--------------------------------------|
| S200K01 | 2階管柱 | 105×105 | 51000 | S25PK01 | 2階管柱 | 105×105 | 74400 |
| | 2階筋かい | 90×45 | 107200 | | 2階筋かい | 90×45 | 86300 |
| | 2階中柱 | 105×105 | 62000 | | 2階中柱 | 105×105 | 63500 |
| | 1階管柱 | 105×105 | 65800 | | 2階中柱 | 105×105 | 50500 |
| | 1階筋かい | 90×45 | 115000 | | 2階筋かい | 90×45 | 96200 |
| | 1階筋かい | 90×45 | 143600 | | 2階管柱 | 105×105 | 78600 |
| | 1階中柱 | 105×105 | 71800 | | 1階管柱 | 105×105 | 75200 |
| S2HDK01 | 2階管柱 | 105×105 | 67800 | 1階筋かい | 90×45 | 114200 | |
| | 2階筋かい | 90×45 | 107200 | 1階筋かい | 90×45 | 99800 | |
| | 2階中柱 | 105×105 | 57600 | 1階中柱 | 105×105 | 74700 | |
| | 1階管柱 | 105×105 | 54500 | 1階中柱 | 105×105 | 63400 | |
| | 1階筋かい | 90×45 | 114700 | 1階筋かい | 90×45 | 107200 | |
| | 1階筋かい | 90×45 | 117400 | 1階筋かい | 90×45 | 106200 | |
| | 1階中柱 | 105×105 | 71200 | 1階管柱 | 105×105 | 70600 | |

2. 3. 3 実験結果概要

(1) 荷重－変位曲線及び特定変形時耐力

表 2. 3. 5 に実験結果概要として、荷重－頂部水平変位関係、最大耐力、特定変位 (1/120rad.) 時耐力等を一覧にしてまとめた。

表 2. 3. 5 実験供試体図とその P-δ 曲線

| 供試体名称 | 供試体形状 | 荷重－頂部水平変位曲線 最大耐力(最大耐力時変位) | 備考欄 |
|---|-------|---|--|
| 1 S200K01 躯体 4P 2P 開口 (管柱) | | 押し -0.953t(-7.64cm) 引き 0.882t(6.84cm) | 1/120rad 押し -0.743t 引き 0.731t 10 サイクル 変位± 85.7mm 北側胴差し割裂 2層南側間柱の割裂 |
| 2 S2HDK01 躯体 4P 2P 開口 (管柱 +ホルダダウン) | | 押し -0.972t(-8.66cm) 引き 0.936t(17.13cm) | 1/120rad 押し -0.714t 引き 0.679t 10 サイクル 変位± 85.7mm 間柱の亀裂発生 12 サイクル 変位± 100.0mm ホルダダウン緩み始める |
| 3 S25PK01 躯体 5P 2P 開口 (管柱 +ホルダダウン) | | 押し -1.434t(-10.13cm) 引き 2.087t(14.83cm) | 1/120rad 押し -1.070t 引き 1.246t 10 サイクル 変位± 85.7mm 2層筋かい座屈 12 サイクル 変位± 100.0mm 1層筋かい若干の座屈 |

各実験のスケルトンカーブを図 2. 3. 6～8 に示した。図中の黒丸は、各サイクルごとの頂部における荷重－変位関係曲線の最大値を示している。ここでは同変位での繰り返し加力時の耐力低下は 10%～20% 程度である。

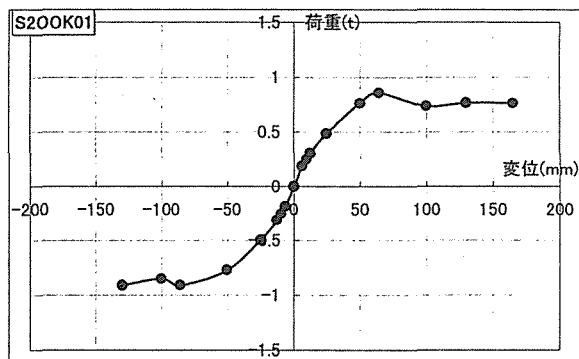


図 2. 3. 6 供試体 S200K01

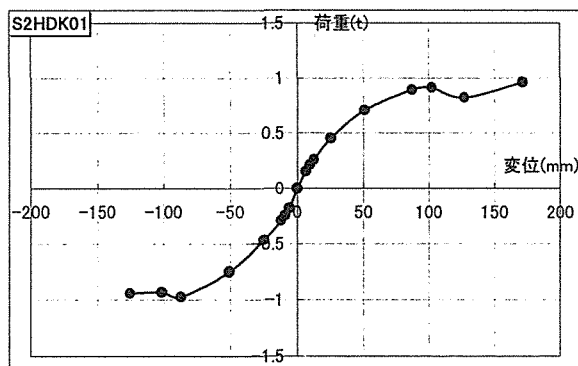


図 2. 3. 7 供試体 S2HDK01

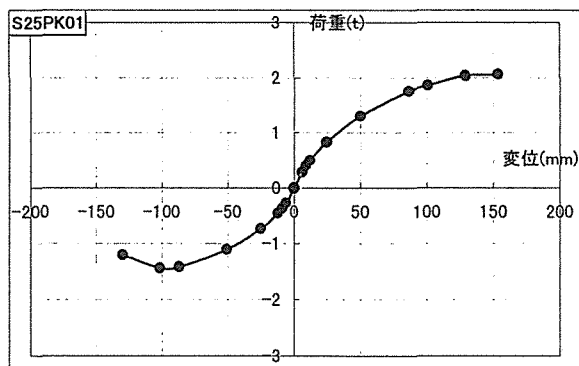


図 2. 3. 8 供試体 S25PK01

(2) 各供試体破壊概要

1) 供試体 S200K01

本実験での供試体は、通し柱タイプ (S200K01) に対して外柱を管柱としたものである。外柱が管柱ということもあり、通し柱タイプの時よりも2層部分が大きく変形し、破壊は2層部分に集中した。特に胴差し部分での破壊が多く見られた。また破壊では2層の筋かいの部分での座屈による破壊が考えられていたが、先に北側の胴差し部分の割裂が起きたため北側筋かいの座屈が生じなかった。これは供試体にかかる荷重の位置が施工上の関係で左右対称とならなかったためと思われる。最大耐力(最大耐力時変位)は、押しで-0.953t (-76.4mm)、引きで0.882t (68.4mm)であった。

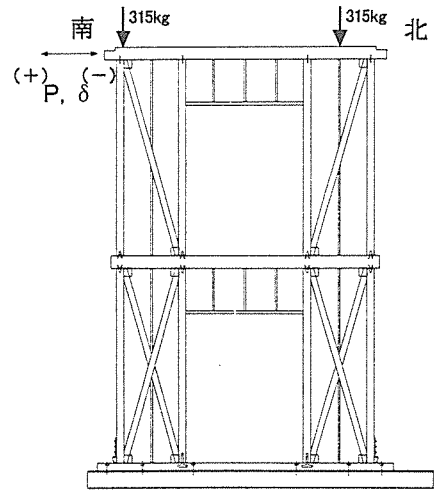


図 3. 3 供試体概要図

供試体 S200K01 破壊写真



写真 2. 3. 4
14C 金物浮き上がり



写真 2. 3. 5
14C 筋かい座屈



写真 2. 3. 6
14C 中柱柱頭浮き上がり

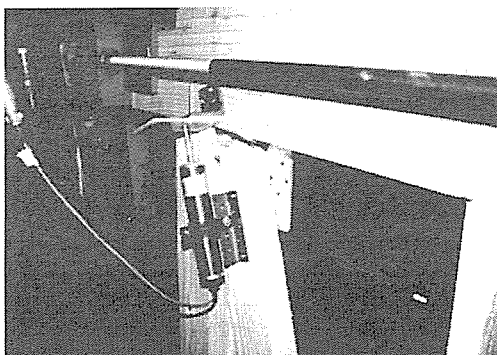


写真 2. 3. 7
16C 筋かい浮き上がり



写真 2. 3. 8
16C 胴差し割裂

2) 供試体 S2HDK01

本実験での供試体は1、2層の外柱をホールダウン金物で緊結し、通し柱タイプ (S2OOT01) との比較をしたものである。この供試体と通し柱タイプと比較すると、ほぼ同じ耐力、粘り強さをもつ結果となった。また、直交壁通し柱タイプ (S2CWT01) と比較しても若干耐力が落ちるものの、ほぼ同じ変形性能をもっている。主な破壊としてホールダウン金物のボルトは最大で5 mmの浮きがあり、ボックス金物の釘の浮きも多少見られた。筋かいの座屈による間柱の割裂は釘を打った所から亀裂が生じ、そこから破壊へと発展した。最大耐力 (最大耐力時変位) は、押しで $-0.972t (-86.6\text{mm})$ 、引きで $0.936t (171.3\text{mm})$ であった。

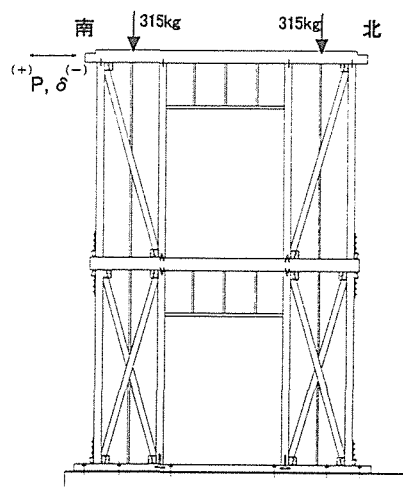


図 3. 4 供試体概要図

供試体 S2HDK01 破壊写真

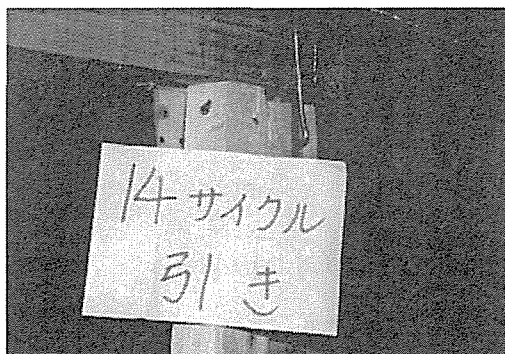


写真 2. 3. 9
14C かすがいの浮き



写真 2. 3. 10
17C 金物釘の引き抜け



写真 2. 3. 11
17C 筋かいの浮き



写真 2. 3. 12
17C ボルトの浮き



写真 2. 3. 13
17C 間柱の割裂

3) 供試体 S 2 5 P K 0 1

本実験での供試体は今までの4Pの躯体と異なり1P(910mm)増設した5Pの躯体で実験を行った。また形状としては前回と同様に外柱を金物で緊結した。1Pの耐力壁の取り付けに伴い、ホールダウン付き管柱タイプ(S2HDK01)と比較すると、耐力では押しで1.5倍、引きでは2倍以上もの強度が得られた。また2層北側筋かい脚部の接合部分では金物の釘が大きく引き抜かれ、筋かいの座屈によって中心の間柱が桁から引き抜かれた。その他、管柱を緊結したホールダウン金物のボルトの浮きは最大で4.5mmで、柱脚のホールダウン金物も座屈が生じていた。最大耐力(最大耐力時変位)は押しが-1.434t(-101.3mm)、引きが2.087t(148.3mm)であった。

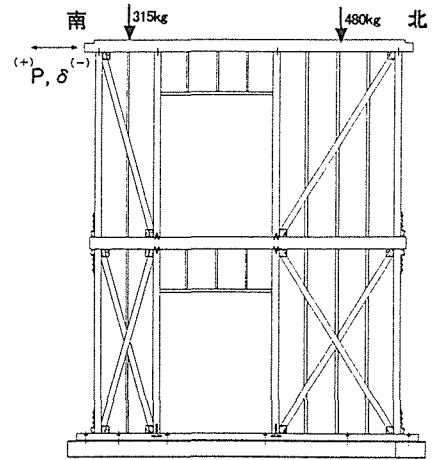


図 3 . 8 供試体概要図

供試体 S25PK01 破壊写真

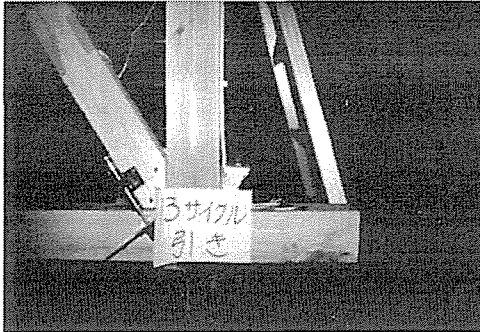


写真 2 . 3 . 9
13C ホールダウン金物の座屈

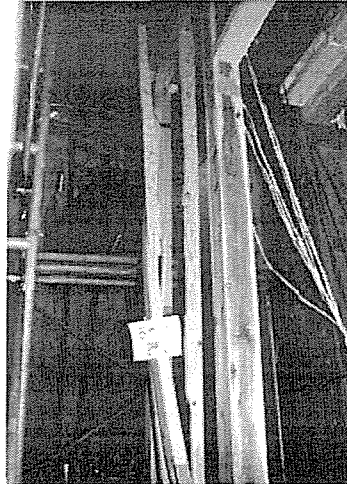


写真 2 . 3 . 10
16C 間柱の割裂



写真 3 . 33 16C 柱頭浮

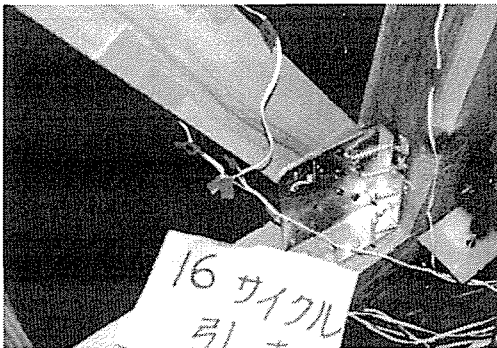


写真 3 . 34 16C 金物釘の引き抜け



写真 3 . 35 16C 筋かい座屈による
間柱の引き抜け

(3) まとめ

本研究報告の研究目的に掲げたいくつかの検討すべきパラメータについて、本実験結果から分かった耐震的効果をまとめてみる。

1) ホールドダウン金物の効果

ホールドダウン金物は全供試体について1層南北外柱脚部に基礎鉄骨からアンカーボルトで脚部に設置したもの(実験方法上、柱脚部の浮き上がりを防ぐため)と、1-2層管柱間を緊接するために設置したものと2種類あるので、それぞれについてホールドダウン金物の効果をまとめてみる。

2) 1層外柱脚部に設置したホールドダウン金物の効果

本実験での1層外柱脚部には大きな引抜き力が発生する。ホールドダウン金物はその引抜き力を直接基礎へと伝達するので有効に機能している。また、柱脚部の土台からの浮き上がり(踏み外し)を押さえるのにも有効である。

多度津での実大振動実験の時でもホールドダウン金物の設置していない(ただし、かど金物C P-Lが設置してあった)1層柱脚部が土台から15cm程度浮きあがったことが観測されている。

設計では、大きな引抜き力が発生すると考えられる部分(例えば、建物平面の外周4隅や出隅、入隅など)に設置すると効果的である。

3) 層管柱間に設置したホールドダウン金物の効果

1-2層管柱間にホールドダウン金物を設置した供試体では、山形金物を設置したものの耐力、初期剛性には相違は見られなかった。しかし、ホールドダウン金物を設置したものの減衰エネルギーは山形金物を設置したものに比較し約1割上昇している。ホールドダウン金物が引張り力を受けて変形したことや、柱に圧縮応力発生時ボルトが効かずにナットが金物から浮き上がった状態になることが結果的にその部分でエネルギーを吸収していたと考えられる。

4) 筋かい材の性状

筋かい材の層せん断力の負担率は85%~95%程度であった。圧縮筋かいは50%~65%程度、引張筋かいは30%~45%程度であった。圧縮筋かいは引張筋かいの約1.5~2.0倍の負担率であった。

筋かい材の傾きについて、筋かい材を2P幅に設置したものは1P幅に設置したものに比較して、幅1mあたりの最大耐力では約1.2倍あった。筋かい材を1P幅にかけるよりも2P幅にかけた方が効果的であることが分かった。

筋かい材の傾きに関する実設計への適切な評価反映ができると良いのではないだろうか。

5) 2層部分の耐力壁の性状

2層部分の耐力壁はその1階建てでの耐力壁に比較して、耐力、剛性、そして変形性能が低下するようである。本実験では2層層間での等価粘性減衰が1層層間のものに比較して0.01ポイント程上昇しているが、減衰エネルギー吸収性能は若干上がるようである。

2層部分の耐力壁を1層部分の耐力壁と同様に扱うべきではないと思う。精緻型では性格に評価されるであろうが、略算方でも2層部分での耐力壁には低減率を設けるべきではないであろうか。

6) 接合部の性状(変形性状、減衰エネルギー性状)

接合部の性状はどの供試体でもほぼ同様の性状を示していた。圧縮側は木部へのめり込み性状であり剛性が高く、引張側は金物のせん断や引抜き性状であり変形性能が高い。接合部の等価粘性減衰定数はおよそ10%~20%であった。特に、圧縮筋かいの等価粘性減衰は5%~15%程度であり、引張筋かいの等価粘性減衰は10~25%程度であった。

3. 有限要素法による単位耐力壁に関する検討

3. 1 検討概要

単位耐力壁の材料実験のデータを基に構造モデルを作成し、有限要素法による解析を行う。

3. 2 解析方法と解析結果

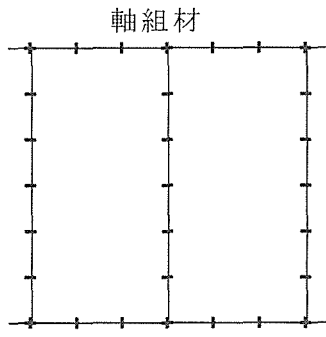
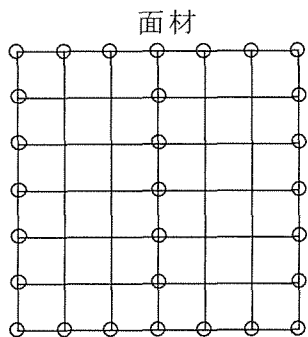
a) 解析モデルの検討

(1) 要素分割

面材と枠材の要素分割を各供試体ごとに示した。面材の釘ピッチにあわせて要素分割をし、枠組みは面材の釘ピッチにあわせて要素分割をした。

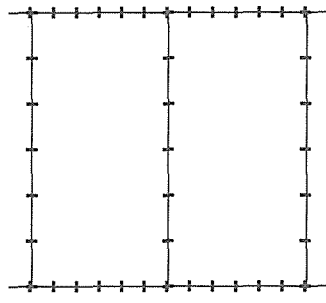
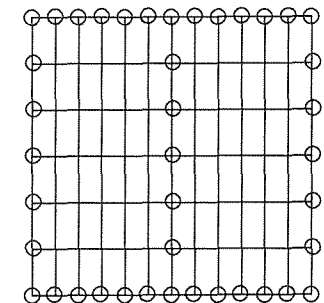
・ A-TYPE (910 × 910 mm)

APOTTNN-3, 4



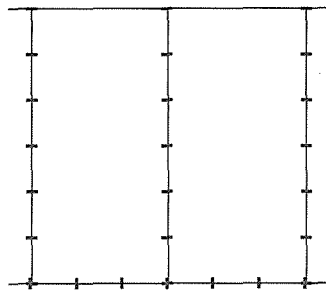
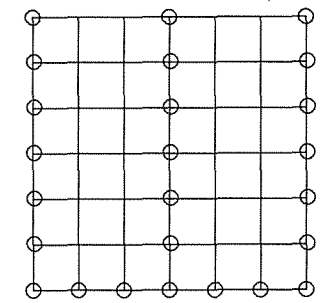
○は釘位置
要素分割：縦150mm
：横150mm
*タイロット導入張力の影響、完全ピン接合の実験も同じモデル

APOTNH-3, 4



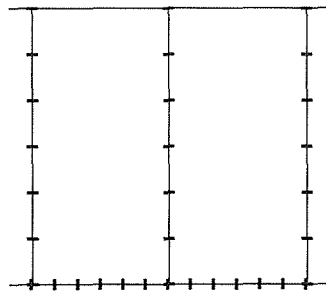
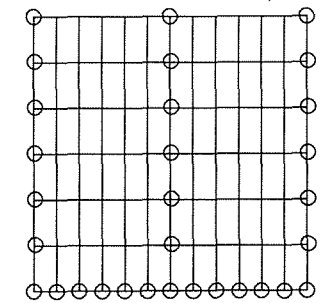
○は釘位置
要素分割：縦150mm
：横75mm

APOTTNN-3, 4



○は釘位置
要素分割：縦150mm
：横150mm

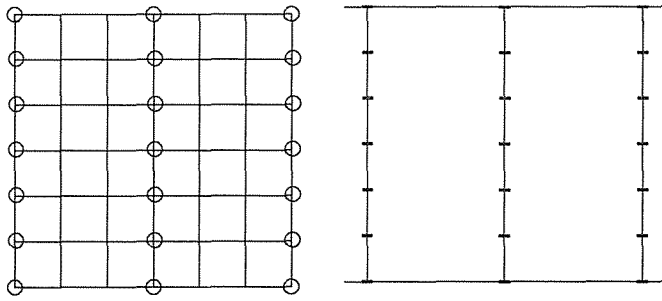
APOTNH-3, 4



○は釘位置
要素分割：縦150mm
：横75mm

図 3. 2. 1 要素分割 (A-TYPE)

AP = TNO - 3, 4

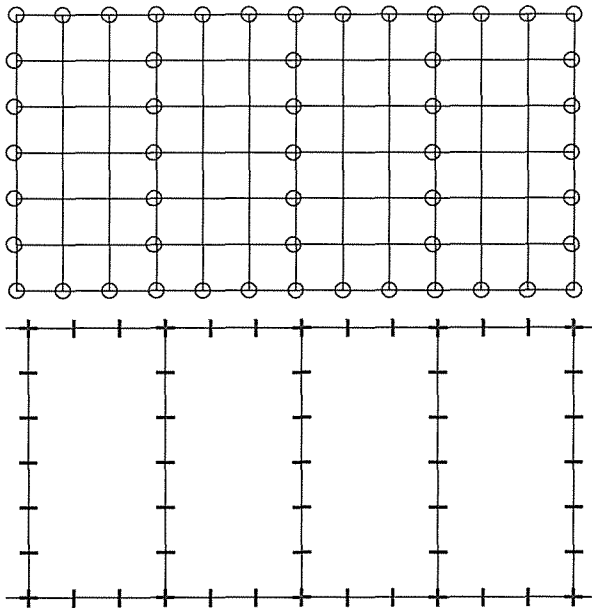


○は釘位置
 要素分割：縦150mm
 : 横150mm

図 3. 2. 2 要素分割 (A-TYPE)

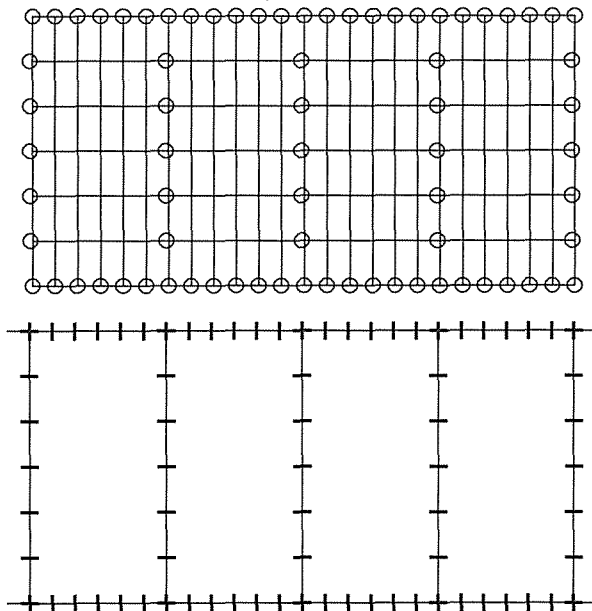
・ B-TYPE (910 × 1820 mm)

BP □ TNN - 1, 2



○は釘位置
 要素分割：縦150mm
 : 横150mm
 *タイロッド導入張力の影響、
 完全ピン接合の実験も同じ
 モデル

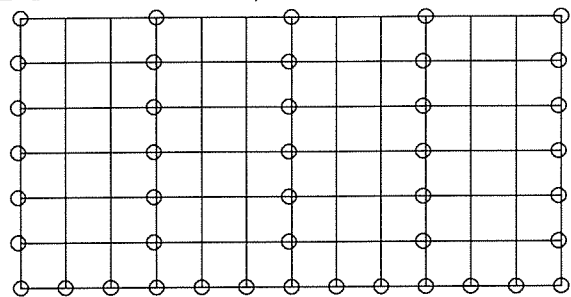
BP □ TNH - 1, 2



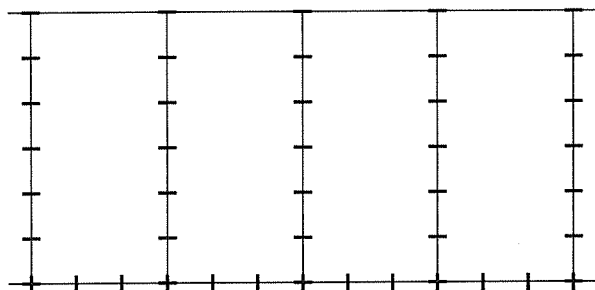
○は釘位置
 要素分割：縦150mm
 : 横 75mm

図 3. 2. 3 要素分割 (B-TYPE)

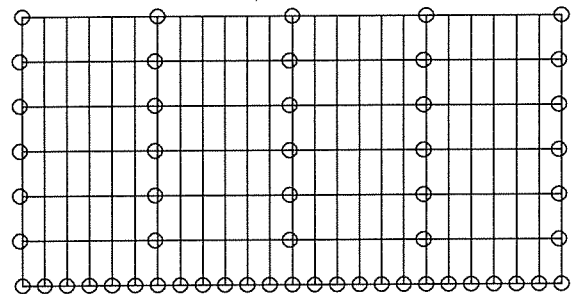
BP = TNN - 1, 2



○は釘位置
要素分割：縦150mm
：横150mm



BP = TNH - 1, 2



○は釘位置
要素分割：縦150mm
：横 75mm

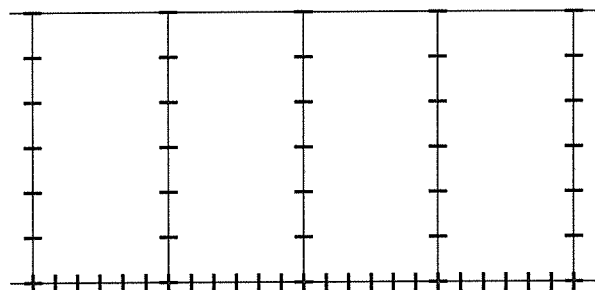
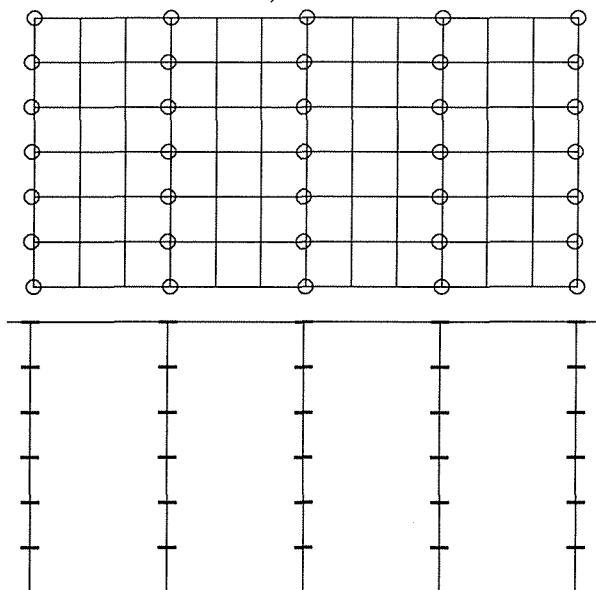


図 3. 2. 4 要素分割 (B - TYPE)

BP = TNO - 1, 2

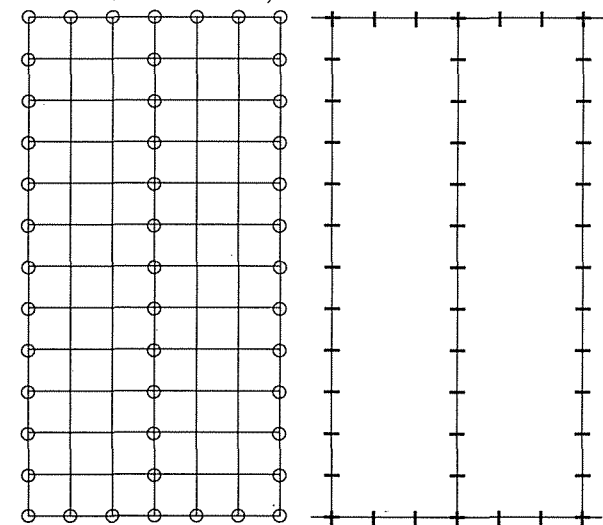


○は釘位置
要素分割：縦150mm
：横150mm

図 3. 2. 5 要素分割 (B-TYPE)

・ CTYPE (1820 × 910 mm)

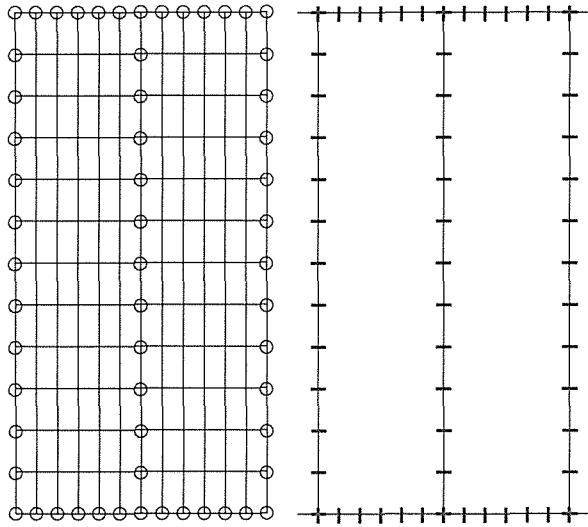
CP □ TNN - 1, 2



○は釘位置
要素分割：縦150mm
：横150mm
* 柱45×105、タイロット
導入張力の影響、完全
ピン接合、の実験も同
じモデル

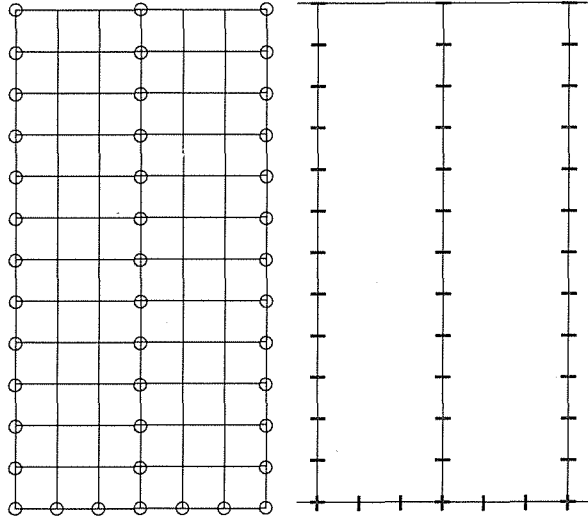
図 3. 2. 6 要素分割 (C-TYPE)

CPOTHNH-1, 2 解析モデル



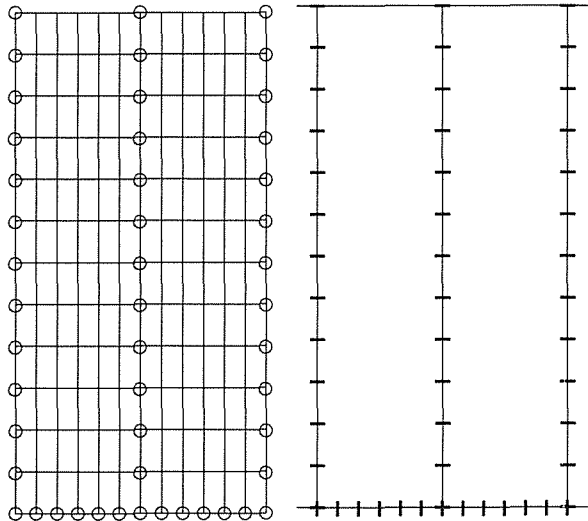
○は釘位置
要素分割：縦150mm
：横 75mm

CPONTNN-1, 2



○は釘位置
要素分割：縦150mm
：横 150mm

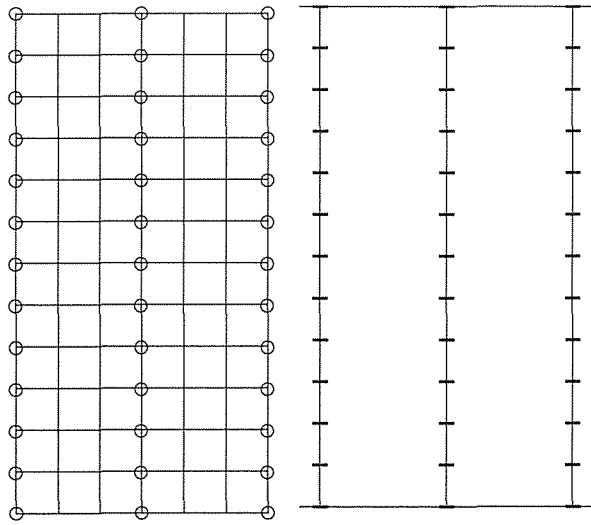
CPONTNH-1, 2



○は釘位置
要素分割：縦150mm
：横 75mm

図 3. 2. 7 要素分割 (C-TYPE)

CP = TN0 - 1, 2



○は釘位置
要素分割：縦150mm
：横150mm

図 3. 2. 8 要素分割 (C - TYPE)

(2) 断面特性

| 部材 | 寸法 (cm) | 断面積 (cm ²) | 断面2次モーメント (cm ⁴) | ヤング係数 (kg/cm ²) | せん断弾性係数 (kg/cm ²) |
|-------|-------------|------------------------|------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| 柱 | 10.5 × 10.5 | 110.25 | 1012.9 | 100000 | 6666 |
| | 10.5 × 4.5 | 47.25 | 79.7 | 100000 | 6666 |
| 梁 | 10.5 × 10.5 | 110.25 | 1012.9 | 100000 | 6666 |
| 間柱 | 10.5 × 4.5 | 47.25 | 79.7 | 100000 | 6666 |
| タイロット | φ 16 | 0.95 | 0.32 | 2100000 | 55000 |

(3) 面材要素特性

せん断弾性係数 : 4000 (kg/cm²)

面材厚さ : 0.9 (cm)

(4) 軸材相互の接合部特性とモデル化の確認

(4.1) 柱頭-梁接合

柱頭-梁接合はピン接合となっているので、X方向とY方向の並進剛性は∞としている。回転剛性については各タイプとも枠材のみの実験 (AF1-1、BF1-1、CF1-1) をすでに行なっているため、その実験データを接合部特性として用いた、以下に示す。完全ピン接合についてはX、Y方向の並進剛性 : ∞, θ方向の剛性 : 0とした。ここで回転角の計算方法とモーメントの算出方法を図3.3.9、図3.3.10に示す。

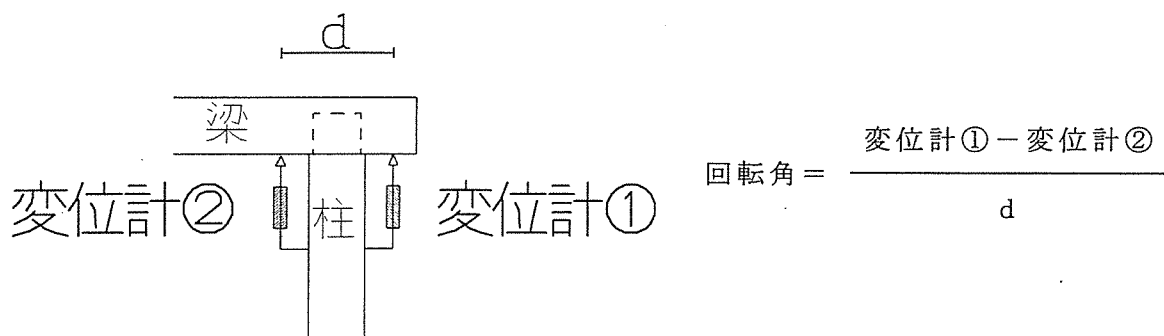
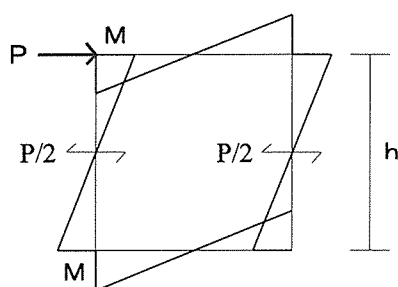


図3.2.9 接合部の変位特性と回転変位計算方法



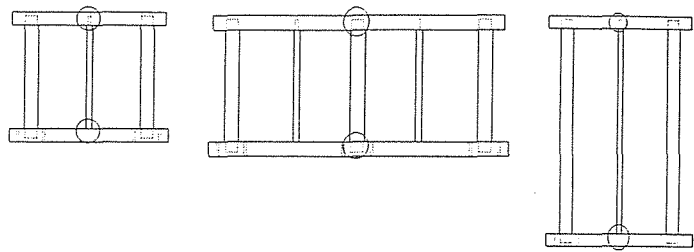
$2 \cdot M / h = P / 2$ より

$M = P \cdot h / 4$ (kg · cm)

柱頭と柱脚のモーメントの負担率が同じため、反曲点高さを $h / 2$ とした。

図3.2.10 実験接合部曲げモーメントの算出方法

(4. 1) 間柱-梁、土台
 ほぞのみの接合なのでX方向の並進剛性は ∞ とし、回転剛性はないこととしている。Y方向の並進剛性は引っ張りが小さく圧縮は大きく仮定し、各タイプとも共通として以下のデータから求めた。



各タイプ共通 (Y方向の並進剛性)

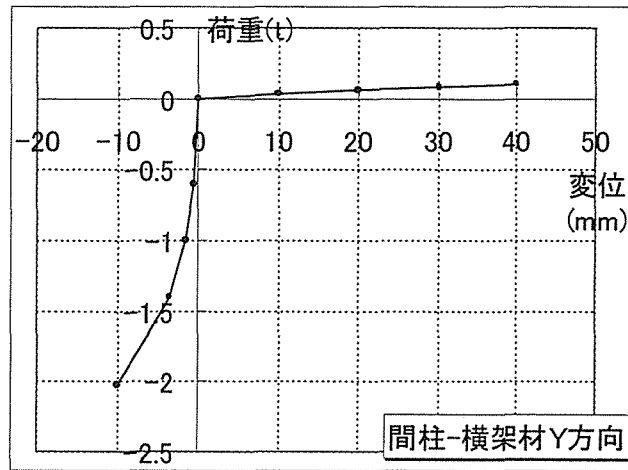


図 3. 2. 1 1 間柱-梁、土台接合

(5) 釘 (N50) 耐力特性とモデル化

釘の耐力は、一方向せん断加力実験結果に基づき決定した。せん断耐力実験の供試体図を図 3. 3. 1 4 に、実験結果と弾塑性モデルを図 3. 3. 1 5 に示す。せん断耐力の評価において、繰返し加力は一方向加力の耐力の 80% 程度の耐力になる^{*1}ことから、釘の耐力を 80% 低減したものをデータとして入力した。

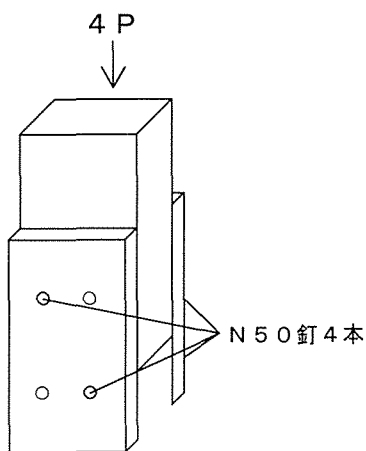


図 3. 2. 1 2 供試体図

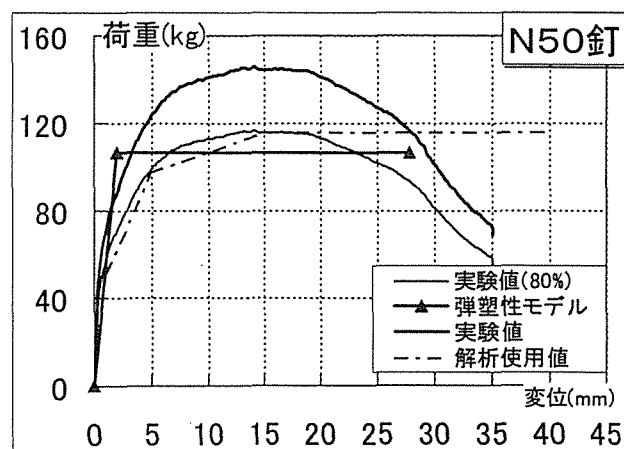
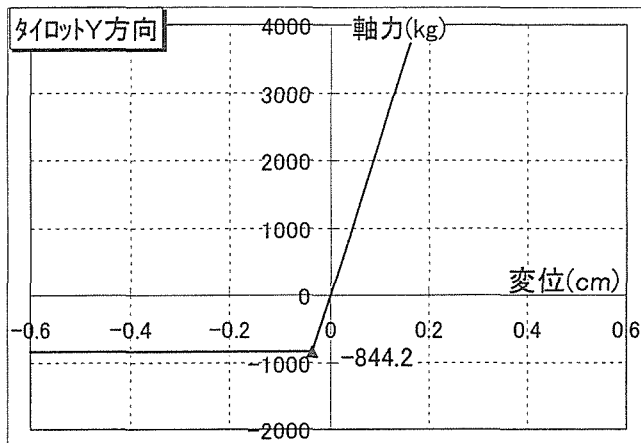


図 3. 2. 1 3 釘の実験値とモデル

(6) 鉛直タイロット張力のモデル化

初期張力を導入したタイロットのY方向をバネ剛性に置換した(図3.3.16)。タイロット導入張力分の解析方法は、バネ剛性を0として鉛直荷重の増分を行い、次に水平荷重増分過程において図3.3.16に示す原点から始める。この結果タイロットの応力は張力導入後の増分張力を求めることになる。解析上鉛直荷重段階で木材側に応力として残っている。



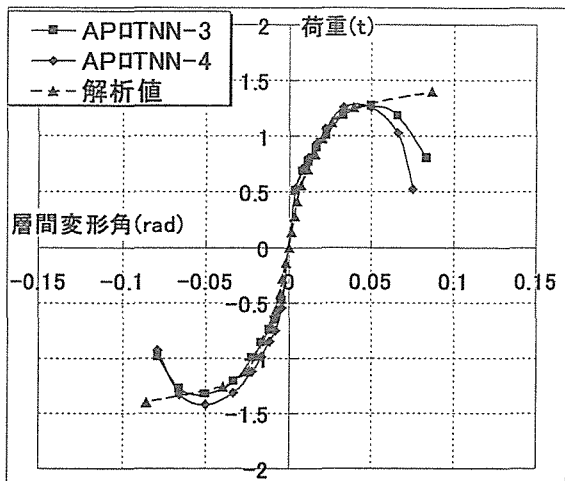
*初期導入張力 100μ はタイロット1本あたり、422.1kgに相当するが、表裏にあるので1カ所あたり2本分の844.2kgとして入力している。

図3.2.14 タイロットY方向剛性

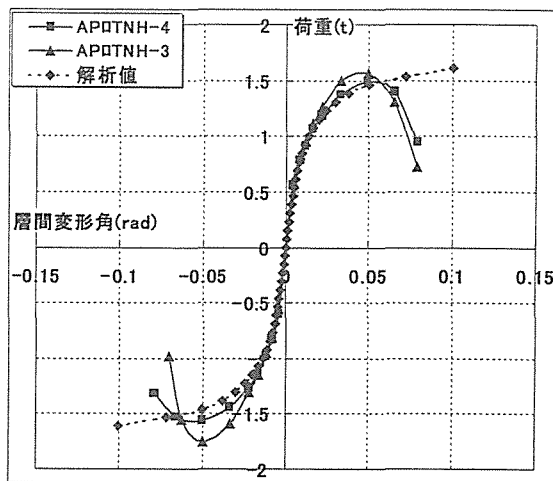
b) 解析結果

(1) ~ (6) に示した、モデルを用いて有限要素法による解析を行った。結果を図 3. 3. 17 ~ に示す。

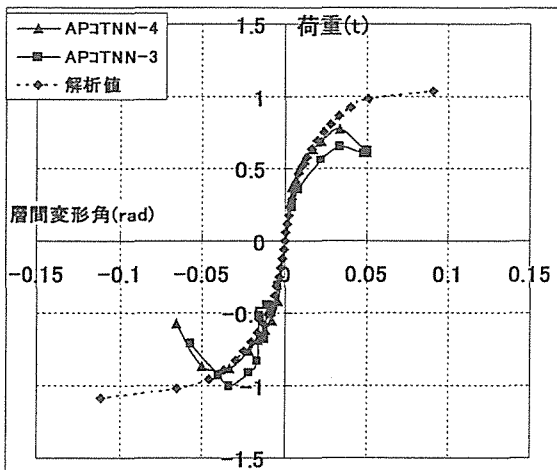
- ・ A-TYPE (910 × 910 mm)
- ・ タイロットの初期張力 100 μ (844.2kg)
- ・ APロTNN-3, 4 の実験値と解析値



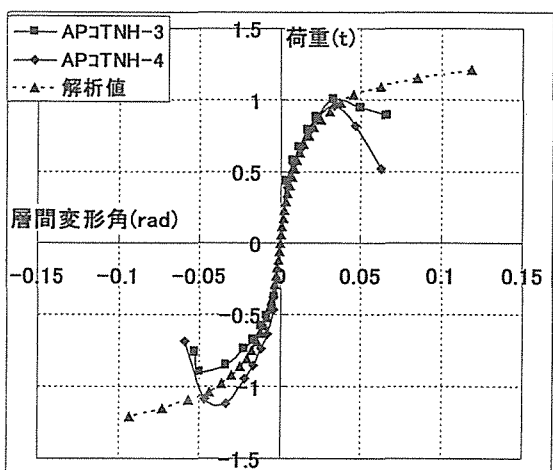
APロTNH-3, 4 の実験値と解析値



APコTNN-3, 4 の実験値と解析値



APコTNH-3, 4 の実験値と解析値



APニTN0-3, 4 の実験値と解析値

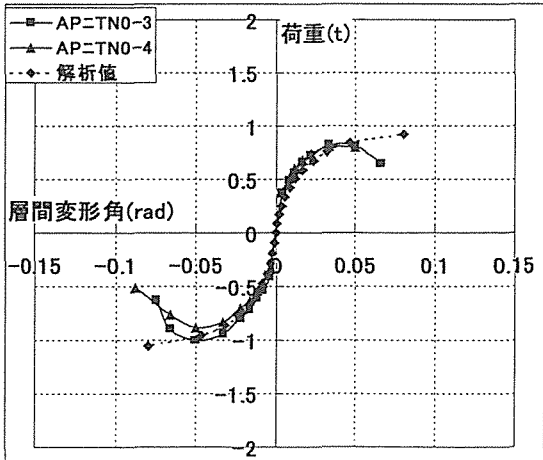
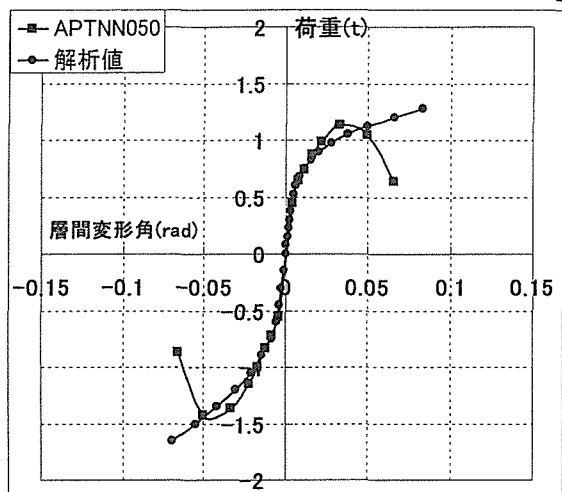
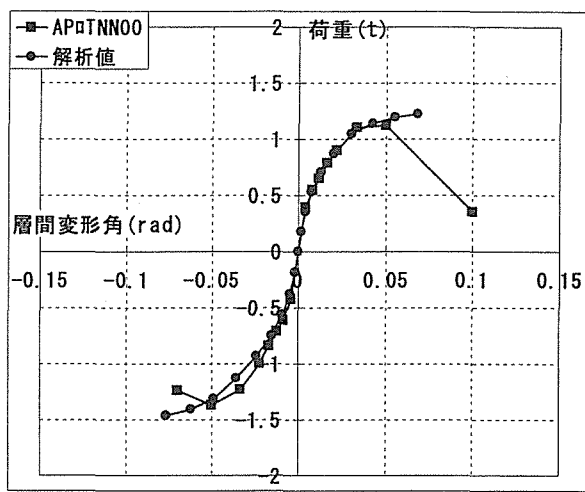


図 3. 2. 15 実験と解析値 (Aタイプ)

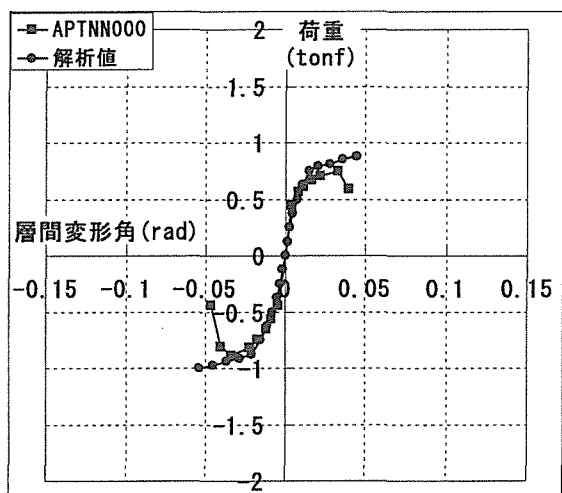
タイロットの初期張力 50 μ (422.1kg)



タイロットの初期張力 0 μ



タイロット無し



完全ピン

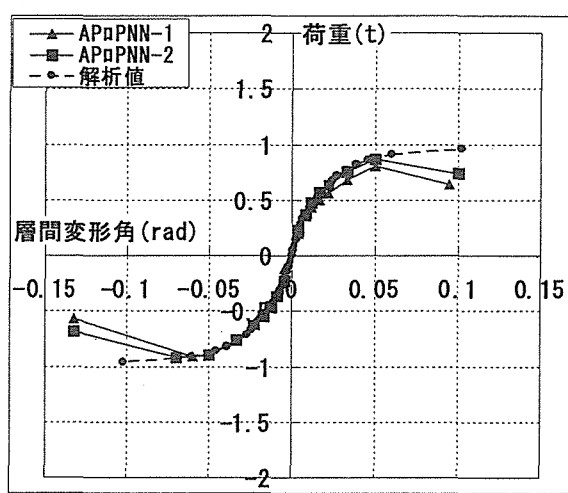
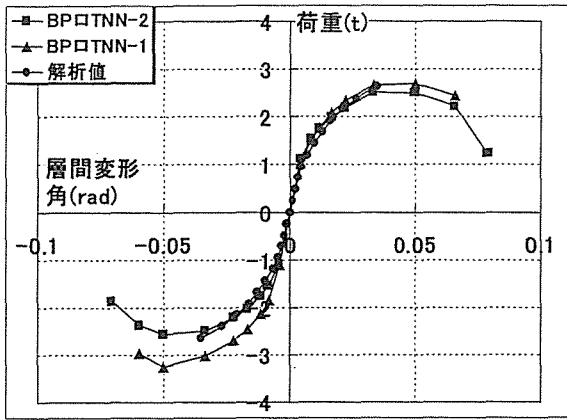
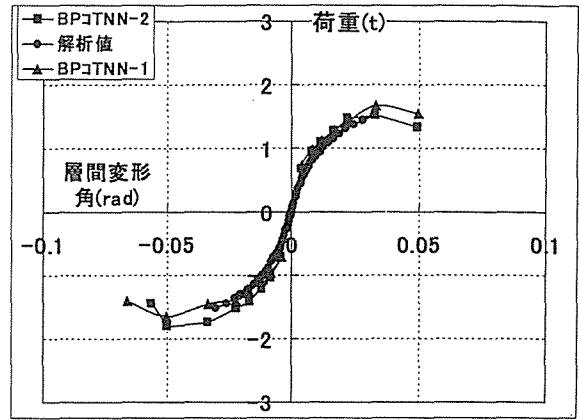


図 3. 2. 16 実験と解析値 (Aタイプ)

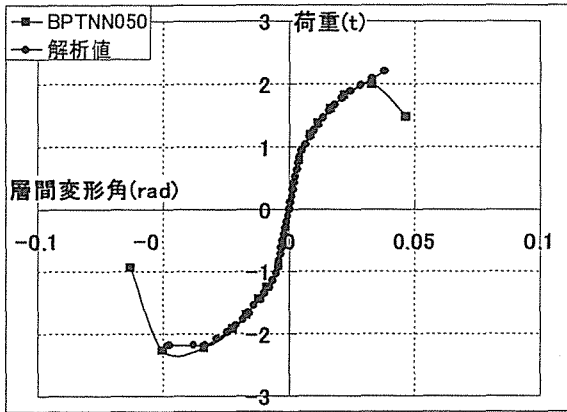
・ B-TYPE (910×1820 mm)
 タイロットの初期張力100 μ (844.2kg)
 BPTNN-1, 2の実験値と解析値



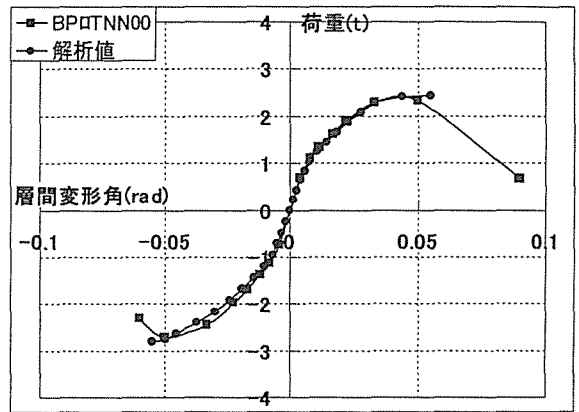
BPTNN-1, 2の実験値と解析値



タイロットの初期張力50 μ (422.1kg)



タイロットの初期張力0 μ



タイロット無し

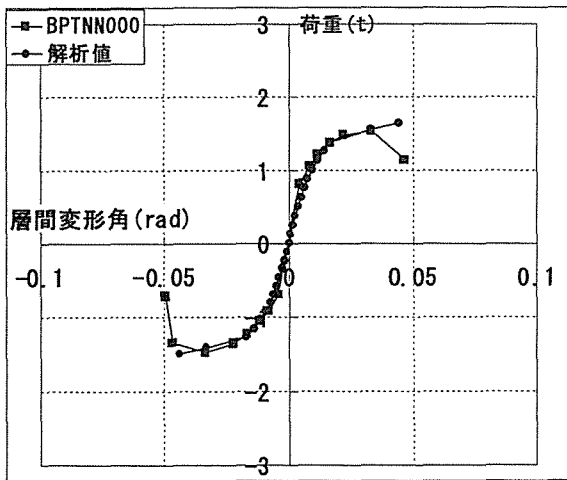


図 3. 2. 17 実験と解析値 (Bタイプ)

完全ピン

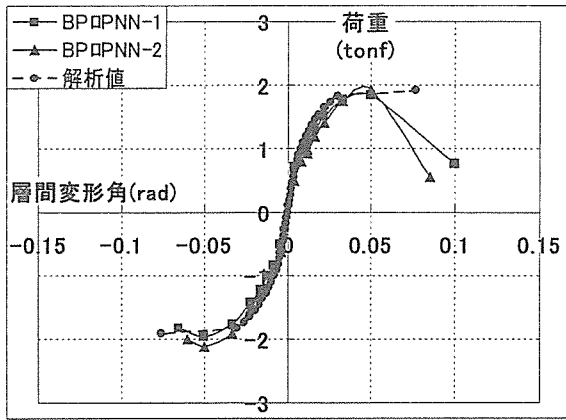
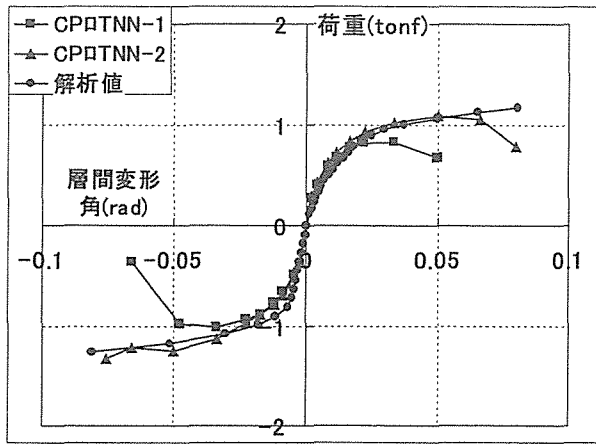
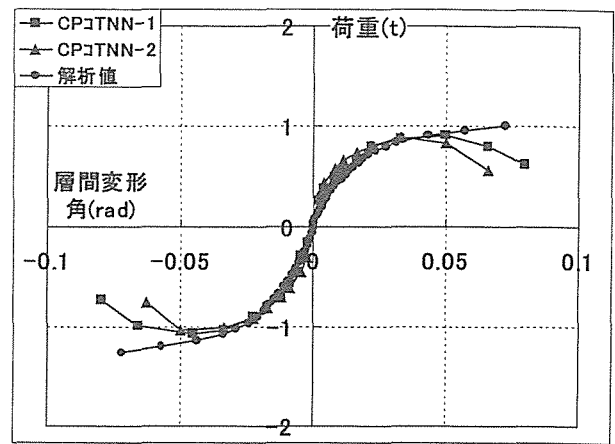


図 3. 2. 18 実験と解析値 (Bタイプ)

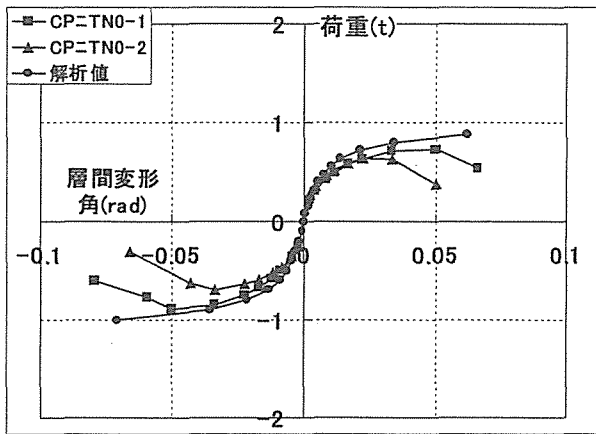
・ C-TYPE (1820×910 mm)
 タイロットの初期張力100μ (844.2kg)
 CP TNN-1, 2の実験値と解析値



CP TNN-1, 2の実験値と解析値



CP TNN-1, 2の実験値と解析値



柱幅45mm

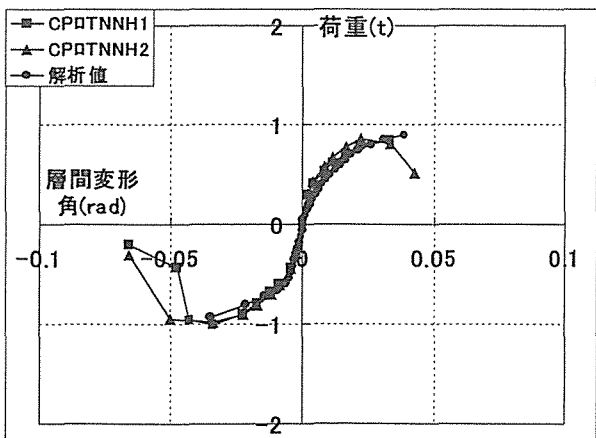


図 3. 2. 19 実験と解析値 (Cタイプ)

完全ピン

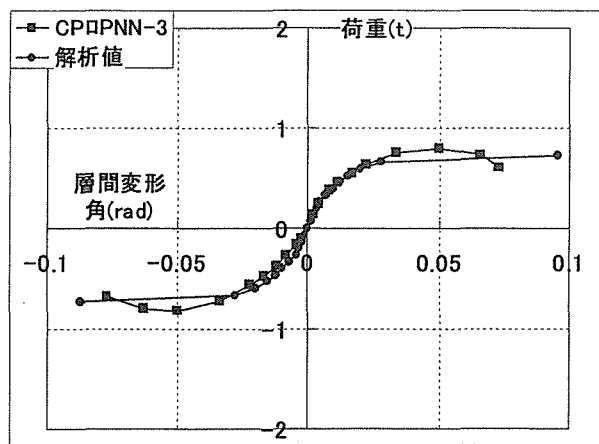


図 3. 2. 20 実験と解析値 (Cタイプ)

3. 3 有限要素法解析によるせん断力分布

有限要素法解析による A タイプ、A □ TNN の供試体のせん断力分布を図 3. 4. 1 に示す。

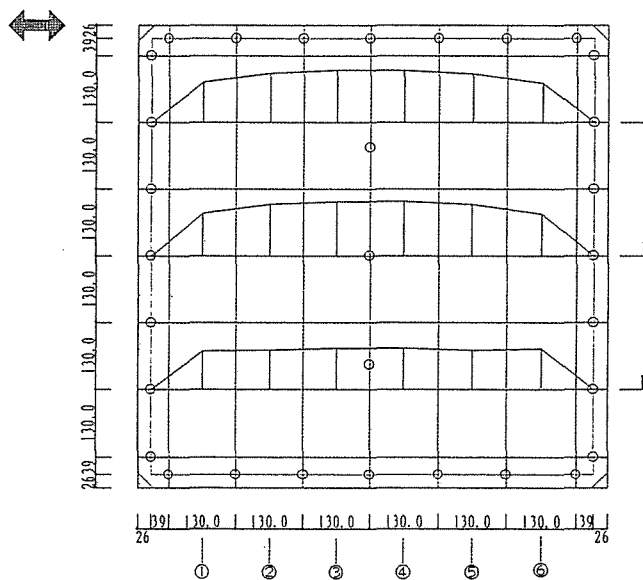


図 3. 3. 1

表 3. 3. 1 せん断力分布

| [kgf] | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ |
|-------|------|-------|-------|-------|-------|------|
| I | 7.94 | 9.68 | 10.28 | 10.23 | 9.54 | 7.70 |
| II | 8.43 | 10.22 | 10.75 | 10.70 | 10.14 | 8.26 |
| III | 7.59 | 7.73 | 8.15 | 8.13 | 7.67 | 7.59 |

3. 4 考察

任意釘打ち単位耐力壁の有限要素法による解析を行った。タイプ別に実験結果を検討した。なお、特別な表示のない限りタイロットの導入張力は 100μ としている。

Aタイプ：釘の標準ピッチ (@130) とハーフピッチ (@65) の最大耐力は押し・引きともにハーフピッチの方が約20%増しで強度が上がってる。3辺釘打ち標準ピッチは、4辺釘打ちより約23%の耐力低下が見られる。2辺釘打ち標準ピッチは、4辺釘打ちより約30~40%の耐力低下がみられ、釘ピッチが狭い方が耐力の強度が上がっているのがわかる。

タイロットによる張力 50μ を導入したAP \square TNN50は、導入張力 100μ のAP \square TNNの最大耐力の約89~96%であった。張力 0μ のAP \square TNN00は、導入張力 100μ とでほとんど変化は見られなかった。タイロット無しではAP \square TNNに比べ約35~40%の耐力低下が見られた。

Bタイプ：釘の標準ピッチ (@140) とハーフピッチ (@70) の最大耐力は押し・引きともにハーフピッチの方が約20~40%増しで強度が上がってる。3辺釘打ちは、標準ピッチに比べハーフピッチは約3~7%の耐力増加でほとんど変化は見られない。

タイロットによる張力 50μ を導入したBP \square TNN50は、導入張力 100μ のBP \square TNNの最大耐力の約75%であった。張力 0μ のBP \square TNN00は導入張力 100μ とではほとんど変化は見られなかった。導入張力タイロット無しではBP \square TNNに比べ約40~50%の耐力低下が見られた。

Cタイプ：釘の標準ピッチ (@130) とハーフピッチ (@65) の最大耐力は押し・引きともにハーフピッチの方が約25%増しで強度が上がってる。3辺釘打ちは、標準ピッチに比べハーフピッチは約10%の耐力増加が見られる。2辺釘打ちの場合は、約20%の耐力増加が見られる。柱を45 \times 105にして釘ピッチで比較するとほとんど耐力の変化はなく、柱105 \times 105と比較してもほとんど耐力の変化はなかった。

また、柱脚部に山形金物をつけたタイプは標準タイプと比べて約10%の耐力の増加が見られた。

タイロットによる張力 50μ を導入したCP \square TNN50は、導入張力 100μ のCP \square TNNの最大耐力の約10%減少している。張力 0μ のCP \square TNN00は、導入張力 100μ とではほとんど変化は見られなかった。導入張力タイロット無しではCP \square TNNに比べ約50~70%の耐力低下が見られた。

釘のピッチを変えてもBタイプのコ型には大きな強度増しが見られなかった。4辺釘打ちでAタイプとCタイプでは最大耐力がほぼ同じ、Bタイプでは約2倍である。これは加力方向に供試体が長いためと考えられる。

解析結果は、各供試体とも実験結果と初期剛性、降伏変位ともほぼ一致した。しかし、この解析方法は塑性域の耐力低下による破壊性状を把握できないので、今後の検討が必要である。

4. 有限要素法による有開口耐力壁に関する検討

4. 1 検討概要

面材釘打ち開口耐力壁実験供試体の構造モデルを作成して有限要素法による解析を行った。3PWCOについては供試体が左右対称であることから供試体半分の構造モデルを作成し、3PWLOについては供試体は左右非対称なので供試体全体の構造モデルを作成してそれぞれの供試体について枠材と面材について要素分割を行い、解析を行った。

解析用の各パラメータ等は材料実験や基準書から求めた値を使用して決定している。解析結果より得られた頂部の荷重-変位関係、各接合部の荷重-変位関係、枠材要素の軸力とモーメントを面材釘打ち開口耐力壁の実験の際に変位計、ひずみゲージより計測した各部の実験値と比較を行い、面材釘打ち開口耐力壁構造モデルの有限要素法による解析の妥当性を検討する。

4. 2 解析方法と解析結果

4. 2. 1 有限要素法

(1) 解析モデルの検討

・要素分割

図4. 2. 1、図4. 2. 2に構造モデルの要素分割を示す。図の左側が枠材のモデルで断面特性については下記に示す。枠材間の接合部については非線形バネモデルを作成した。その接合部特性についても下記に示す。枠材については柱でおよそ30cmピッチ、横架材については20cmピッチで要素分割した。図の右側は面材のモデルで縦30cm、横23cmとして要素分割を行い、釘の非線形バネモデルを枠材と面材の接合として用いた。釘の本数については実験に使用した本数を面材の要素分割にあわせて配分した。

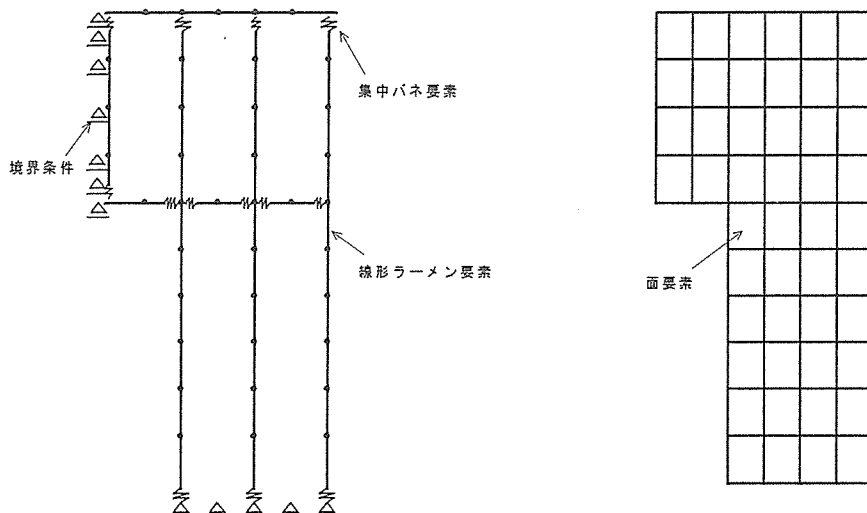


図4. 2. 1 3PWCO要素分割

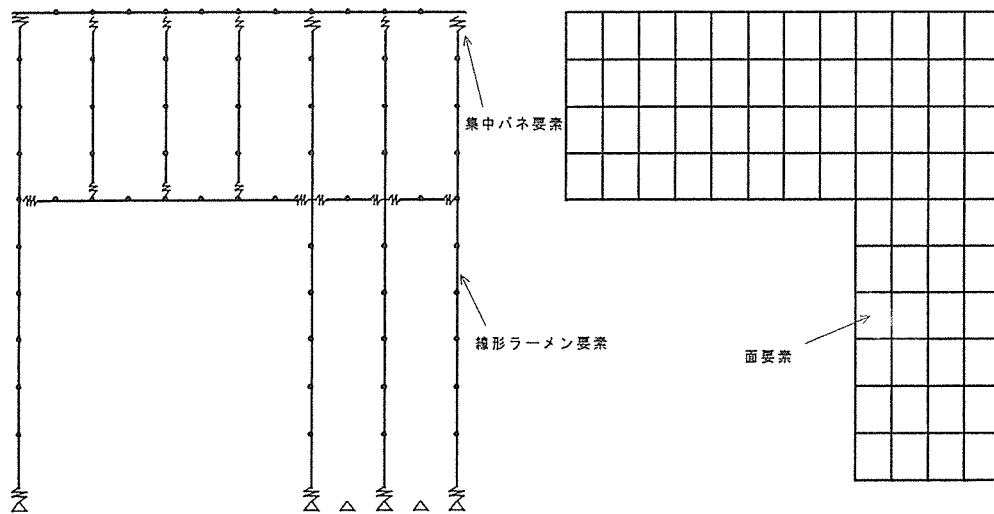


図4. 2. 2 3PWLO要素分割

・ 断面特性

表 4. 2. 1 断面特性

| 部材 | 寸法 (cm) | 断面積 (cm ²) | 断面 2 次モーメント (cm ⁴) | ヤング係数 (kg/cm ²) | せん断弾性係数 (kg/cm ²) |
|-----|-------------|---------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|
| 柱 | 10.5 × 10.5 | 110.25 | 1012.9 | 90000 | 6000 |
| 梁 | 10.5 × 10.5 | 110.25 | 1012.9 | 90000 | 6000 |
| 受け材 | 10.5 × 4.5 | 47.25 | 79.7 | 90000 | 6000 |

・ 面材要素特性

せん断弾性係数 . . . 4000 (kg/cm²)
 面材厚さ . . . 0.9 (cm)

・ 接合部特性

a) 釘

種類 . . . N 5 0

釘の接合部特性は N 5 0 釘の釘接合せん断加力実験を行い、その実験結果を基にモデルを作成した。

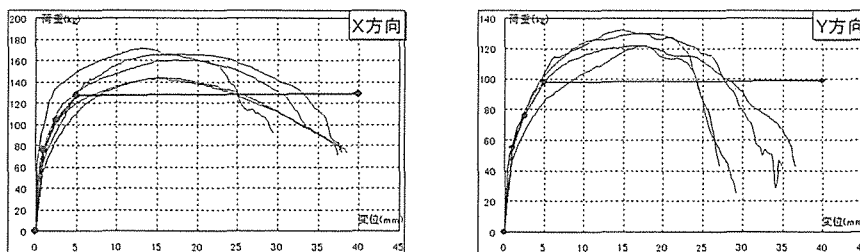


図 4. 2. 3 釘の X 方向釘モデルと Y 方向釘モデル (釘 1 本あたり)

b) ホールドダウン金物

種類 . . . S-HD-25

ホールドダウン金物の接合部特性は以前から使用しているモデルデータを使用した。

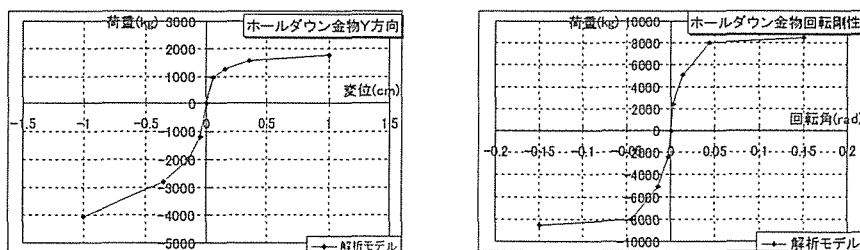


図 4. 2. 4 ホールドダウン金物 Y 方向モデルと回転剛性

c) 柱-梁接合

木-木接合接合部特性は釘のみの接合データを使用した。なお、間柱との接合及びまぐさとの接合の引き抜きの耐力は断面比を考慮した値を用いている。

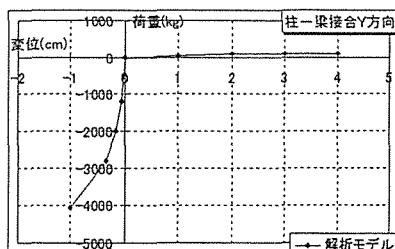


図 4. 2. 5 柱-梁接合の Y 方向モデル

(2) 3PWC0解析結果

・荷重－頂部水平変位曲線と解析結果

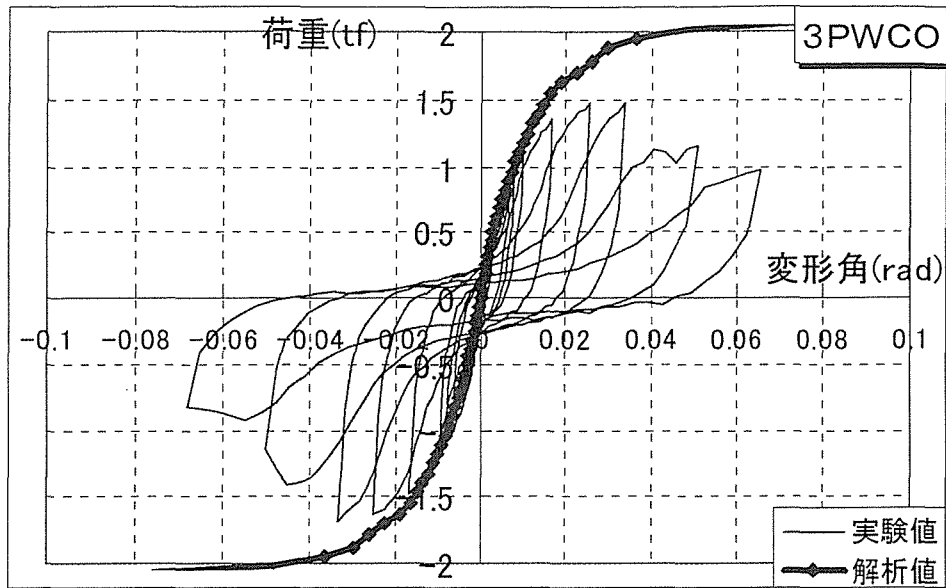


図 4. 2. 6 実験値と解析値

・実験値と解析値の比較

実験値の荷重－頂部水平変位と解析値を数値で比較した結果を表 4. 2. 2 に示す。

表 2. 2. 2 実験値と解析値の比較

| 3PWC0 | | 1/300[rad]時耐力[tf] (実験値との比較) | 1/120[rad]時耐力[tf] (実験値との比較) | 最大耐力[tf] (実験値との比較) |
|-------|-----|--------------------------------|--------------------------------|-----------------------|
| 押し | 実験値 | -0.734 | -1.096 | -1.682 |
| | 解析値 | -0.546 (74.4%) | -1.060 (96.7%) | -1.917 (114.0%) |
| 引き | 実験値 | 0.534 | 0.934 | 1.473 |
| | 解析値 | 0.546 (102.2%) | 1.060 (113.5%) | 1.784 (121.1%) |

実験値と比較して解析値は初期剛性から降伏耐力、最大耐力付近まで、よく一致している。実験は正負交番漸増繰り返し加力で行ったため、「押し」での破壊が大きかったため実験値の「引き」側では「押し」側に比べて耐力が低かった。表 2. 2. 2 に示すように 1/300 [rad]時の「押し」側で実験値の方が高い値がでていたがほぼ実験値と解析値は一致している。表の最大耐力の比較は、実験値の最大耐力とそのときの変位から解析値の変位時の耐力を表示し比較した。解析値の結果が若干高いが最大耐力付近まで実験結果、解析結果とも一致している。

・各部変位計荷重－変位曲線と解析結果

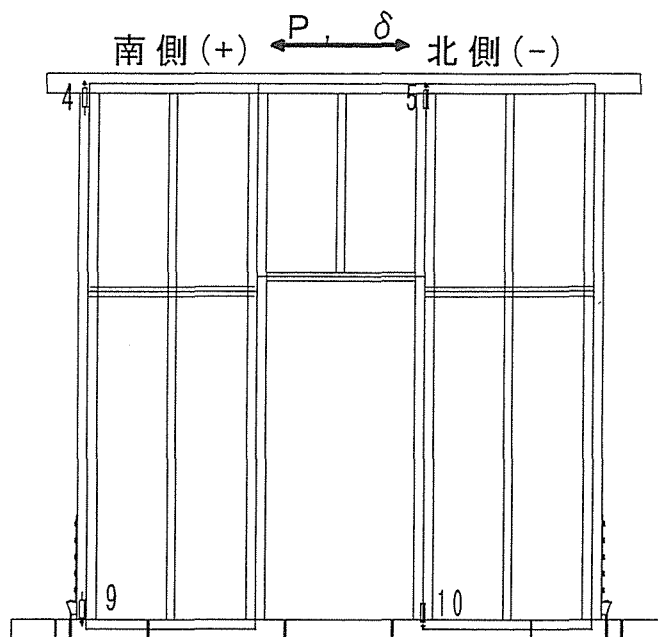
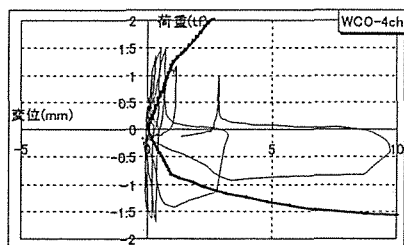
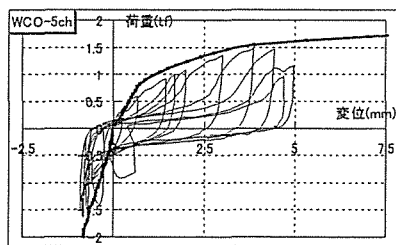


図 4. 2. 7 3PWCO変位計設置位置

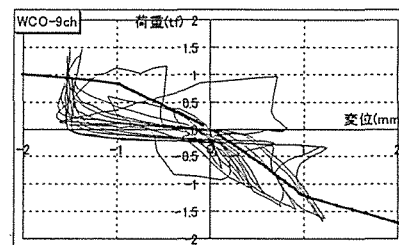
面材釘打ち開口耐力壁の有限要素法解析は各構造モデルについて「押し」「引き」を行って実験値と比較した。ここで、3PWCOについては構造モデルは実際の供試体半分であるので、頂部の荷重－水平変位曲線は「押し」「引き」の解析を行った後、「押し」の荷重－変位関係と同じ解析変位時の「引き」の耐力を足しあわせて荷重－変位曲線を示した。このようにして変位計の測定値と比較した。



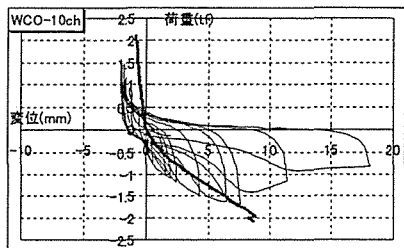
4ch : 外柱頭－胴差し変位



5ch : 中柱頭－胴差し変位



9ch : 外柱脚－土台変位



10ch : 中柱脚－土台変位

図 4. 2. 8 荷重－各部変位関係

・各部材軸力とモーメントと解析結果

面材釘打ち開口耐力壁実験の実験の際に軸組構成材各部にひずみゲージを貼り、ひずみを測定した。その結果より枠材の軸力及びモーメントが算出できる。その結果を解析値と比較する。解析値も枠材の軸力とモーメントを出しており面材ではない。比較する箇所は枠材の要素分割してある測定位置に一番近い要素をとっている。算出方法については以下に示す。ここでは部材の対面に貼付した2枚のひずみゲージを使用しているのそのおのひずみを ϵ_1 、 ϵ_2 とする。また、ここで使用したヤング係数は、実験値からの算出に使用した値は、ひずみを測定した部材の曲げヤング係数の測定試験結果を用いている。

a) 軸力

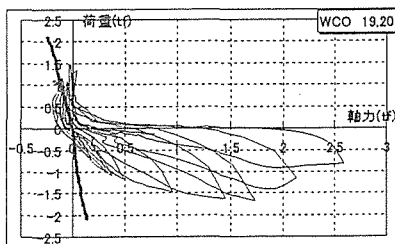
$$N = \left(\epsilon_1 - \frac{\epsilon_1 - \epsilon_2}{2} \right) \times E \times A$$

ここで N : 軸力 (kgf)
E : ヤング係数 (kgf/cm²)
A : 断面積 (cm²)

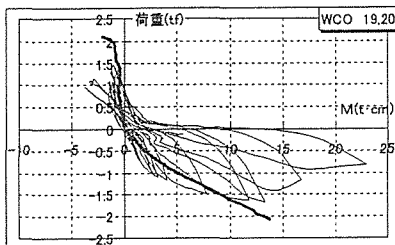
b) 曲げモーメント

$$M = \left(\frac{\epsilon_1 - \epsilon_2}{2} \right) \times E \times Z$$

ここで M : 曲げモーメント
E : ヤング係数 (kgf/cm²)
Z : 断面係数 (cm³)



垂れ壁部北側胴差し軸力



垂れ壁部北側胴差しモーメント

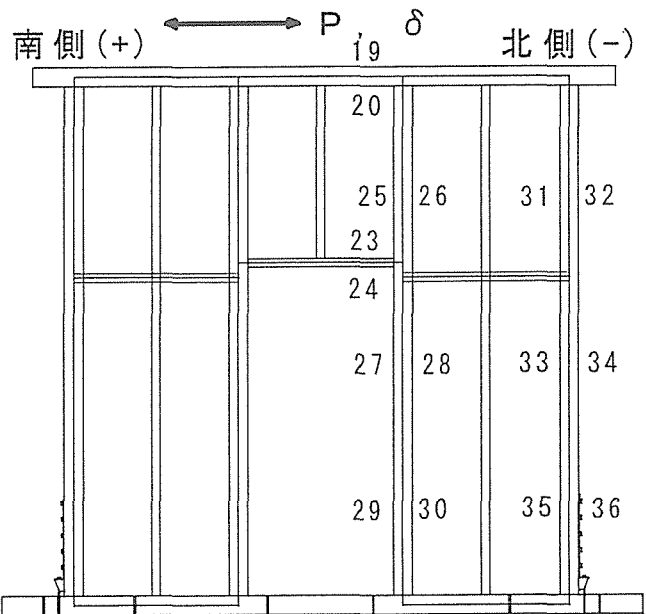
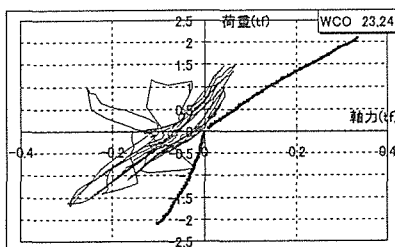
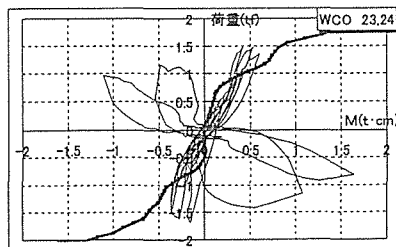


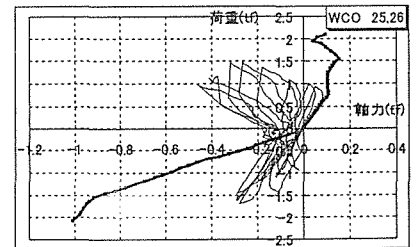
図4. 2. 9 3PWCOひずみゲージ測定位置



まぐさ北側軸力

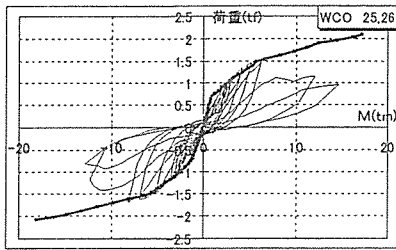


まぐさ北側モーメント

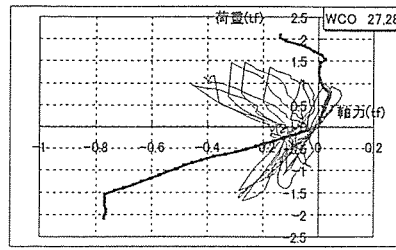


北側中柱まぐさ上軸力

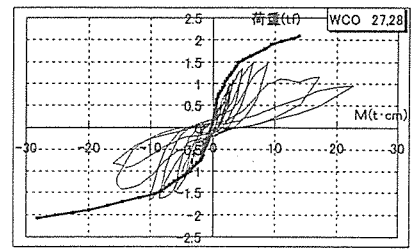
図4. 2. 10 各部材軸力、モーメント実験値と解析値



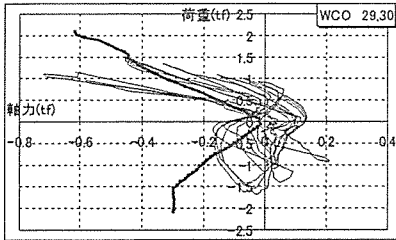
北側中柱まぐさ上モーメント



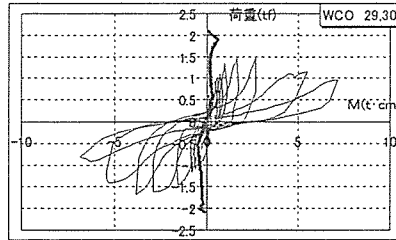
北側中柱まぐさ下軸力



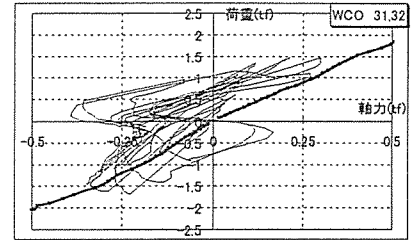
北側中柱まぐさ下モーメント



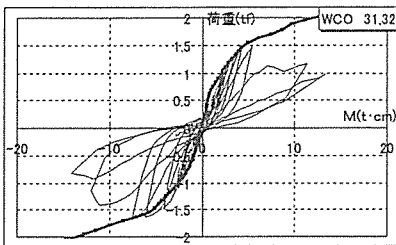
北側中柱脚軸力



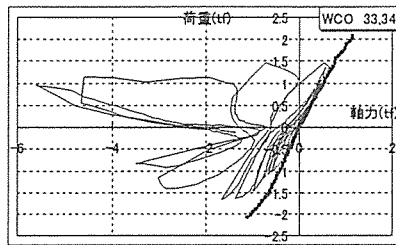
北側中柱脚モーメント



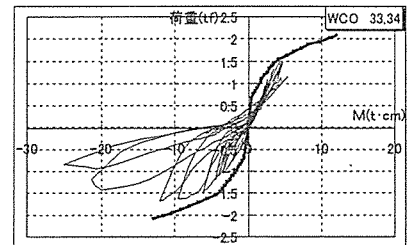
北側外柱まぐさ上軸力



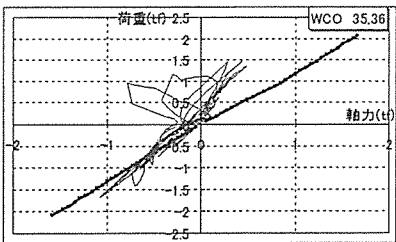
北側外柱まぐさ上モーメント



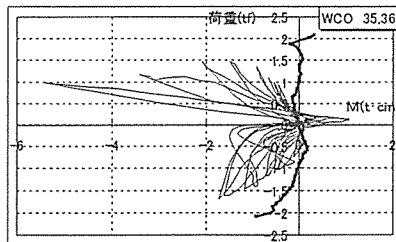
北側外柱まぐさ下軸力



北側外柱まぐさ下モーメント



北側外柱脚軸力

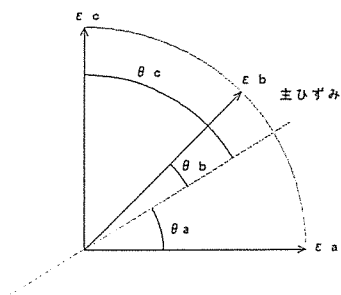


北側外柱脚モーメント

図 4. 2. 11 各部材軸力、モーメント実験値と解析値

・面材各部ひずみと解析結果

実験供試体の面材の各部に直角 3 軸型に貼り付けたひずみゲージからその計測位置のせん断応力度を算出し、解析結果である計測位置付近の面材要素のせん断応力度と比較を行う。実験結果からのせん断応力の算出方法は、図 4. 2. 11 のように各軸の測定ひずみをそれぞれ ε_a 、 ε_b 、 ε_c とする。面材のせん断弾性係数は解析時に使用した 4000kg/cm^2 を使用して算出した。結果であるせん断応力の単位は kg/cm^2 である。



θ : それぞれの軸から主ひずみまでの角度

γ_{max} : 最大せん断ひずみ

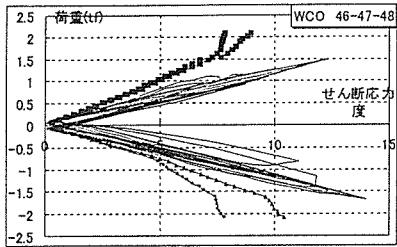
τ_{max} : 最大せん断応力度

G : せん断弾性係数 (4000kg/cm^2)

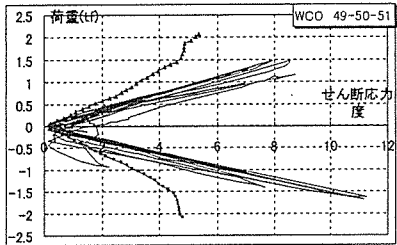
$$\gamma_{\text{max}} = \sqrt{2 \{ (\varepsilon_a - \varepsilon_b)^2 + (\varepsilon_b - \varepsilon_c)^2 \}}$$

$$\tau_{\text{max}} = G \cdot \gamma_{\text{max}}$$

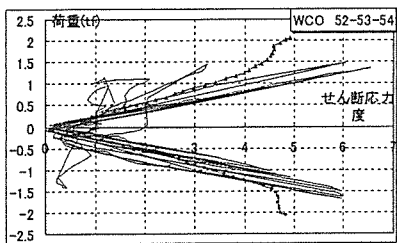
図 4. 2. 11 3 軸型ひずみゲージ



ch46,47,48 : 中央まぐさ北側中



ch49,50,51 : 北側面材南側下



ch52,53,54 : 北側面材北側下

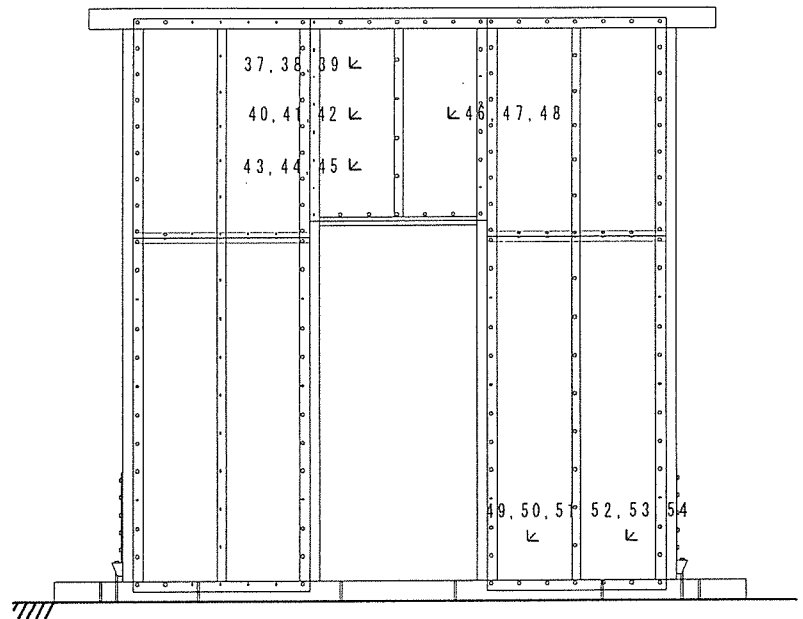


図 4 . 2 . 12 3 P W C O 面材 3 軸 ひずみ 測定 位置

せん断応力度単位 [kg/cm²]

図 4 . 2 . 13 せん断応力度実験値と解析値

(3) 3PWLO解析結果

・荷重-頂部水平変位曲線と解析結果

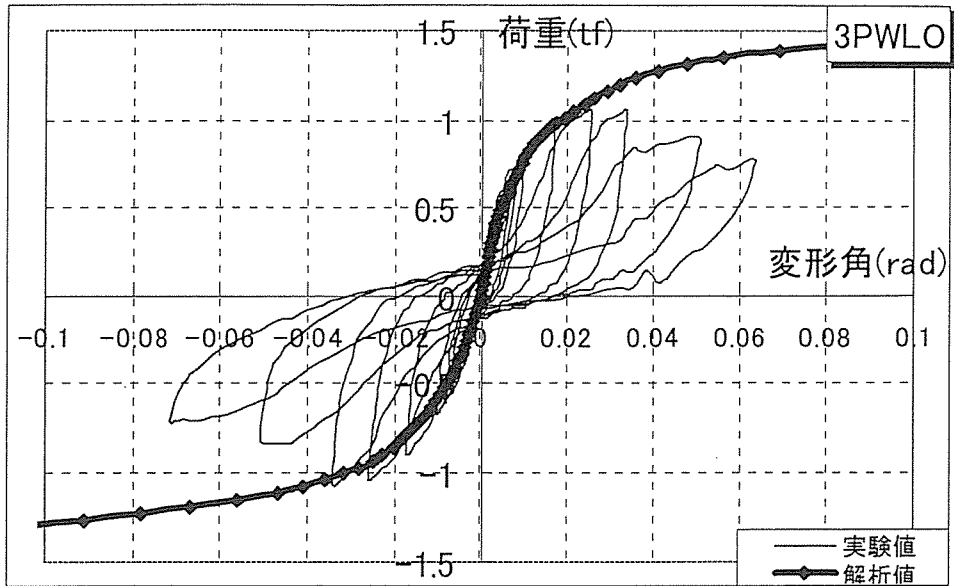


図 4. 2. 14 実験値と解析値

・実験値と解析値の比較

実験値の荷重-頂部水平変位と解析値を数値で比較した結果を表 4. 2. 3 に示す。

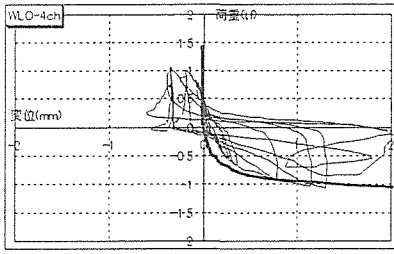
表 2. 2. 3 実験値と解析値の比較

| 3PWLO | | 1/300 [rad]時耐力 [tf] (実験値との比較) | | 1/120 [rad]時耐力 [tf] (実験値との比較) | | 最大耐力 [tf] (実験値との比較) | |
|-------|-----|----------------------------------|---------|----------------------------------|---------|------------------------|----------|
| | | 実験値 | 解析値 | 実験値 | 解析値 | 実験値 | 解析値 |
| 押し | 実験値 | -0.322 | | -0.579 | | -1.076 | |
| | 解析値 | -0.262 | (81.4%) | -0.523 | (90.3%) | -1.050 | (97.6%) |
| 引き | 実験値 | 0.446 | | 0.730 | | 1.061 | |
| | 解析値 | 0.384 | (86.0%) | 0.698 | (95.6%) | 1.114 | (105.0%) |

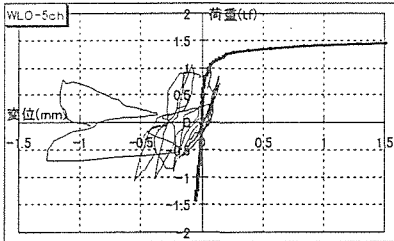
供試体全体の構造モデルを作成して解析を行った3PWLOは、解析値の方が全体的に実験値を下回っている結果となったが、ほぼ一致した結果が得られた。3PWLOは実験において「押し」「引き」ともに最大耐力はほぼ1.05tfと一致したが、剛性において「引き」側は「押し」に比べて高い値がでていいる。このことは解析値を見ても同様の結果が得られており、片側開口の耐力壁に関する有限要素法解析はその傾向を一致させている。

・各部変位計荷重-変位曲線と解析結果

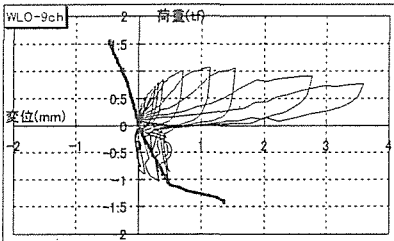
3 PWLOについても実験の際に測定した箇所と解析モデルの変位を比較した。実験の際に測定した箇所は、図4. 2. 15に示す。



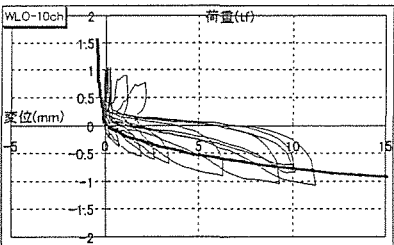
4ch : 南側外柱頭変位



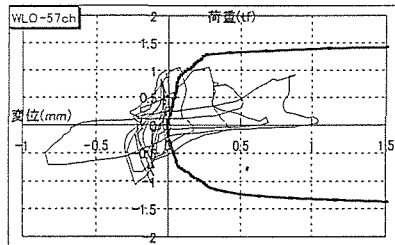
5ch : 北側中柱頭変位



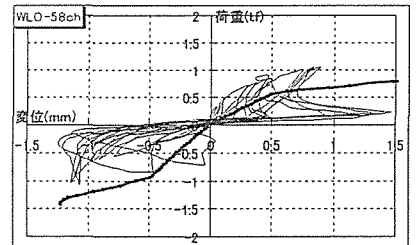
9ch : 南側外柱脚変位



10ch : 北側中柱脚変位



57ch : 北側外柱頭変位



58ch : 北側外柱脚変位

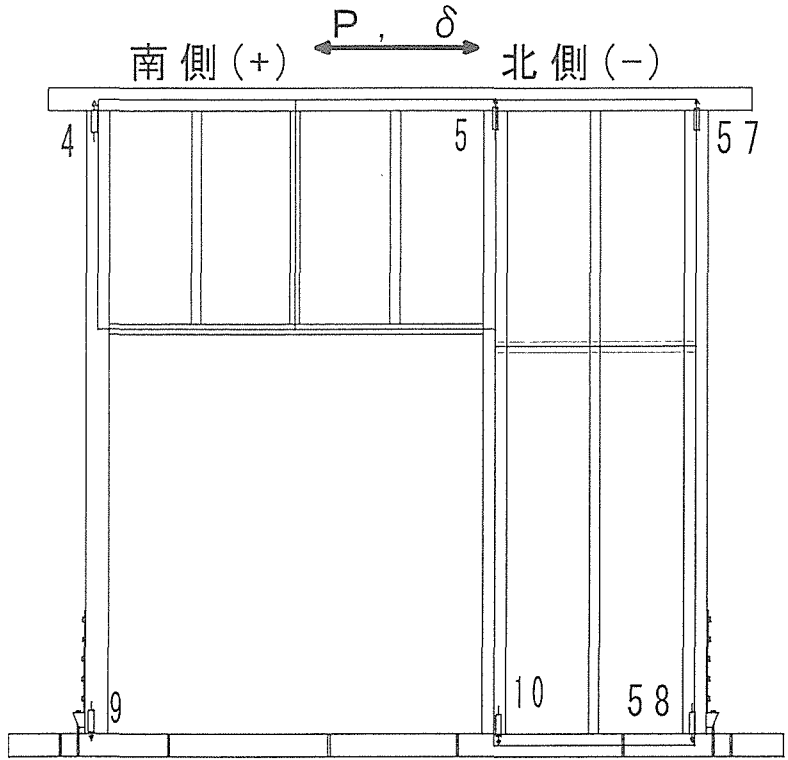
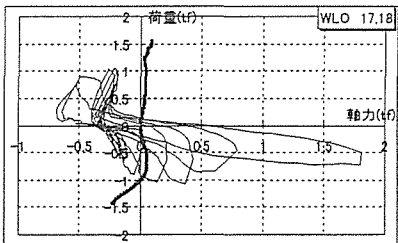


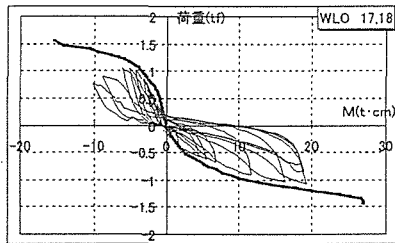
図4. 2. 15 3PWLO変位計設置位置

図4. 2. 16 荷重-各部変位関係

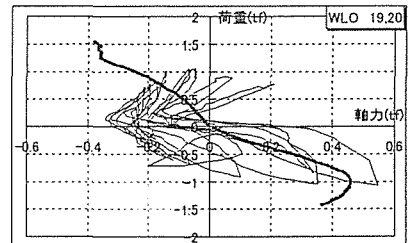
・各部材軸力、モーメントと解析結果



垂れ壁部南側洞差し軸力

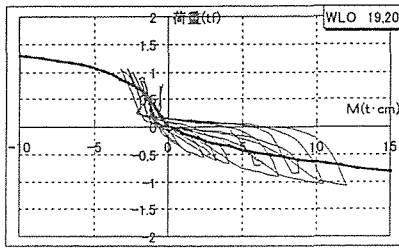


垂れ壁部南側洞差しモーメント

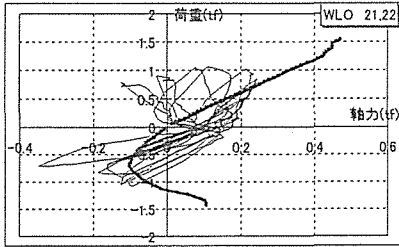


垂れ壁部北側洞差し軸力

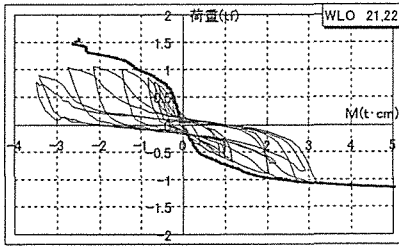
図4. 2. 17 各部材軸力、モーメント実験値と解析値



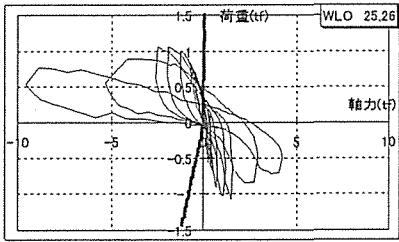
垂れ壁部北側胴差しモーメント



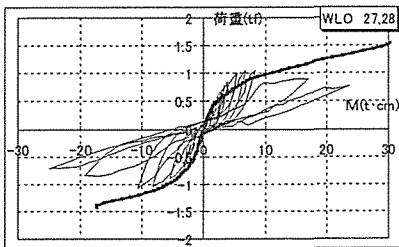
まぐさ南側軸力



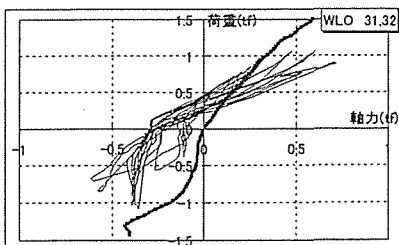
まぐさ南側モーメント



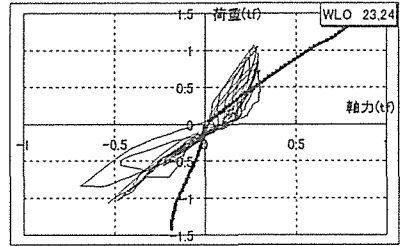
北側中柱まぐさ上軸力



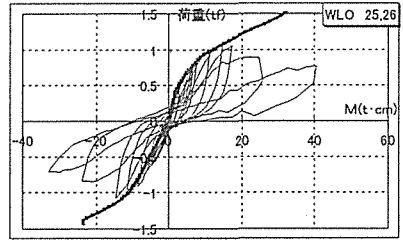
北側中柱まぐさ下モーメント



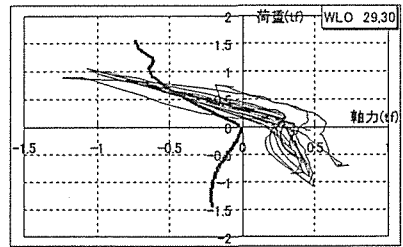
北側外柱まぐさ上軸力



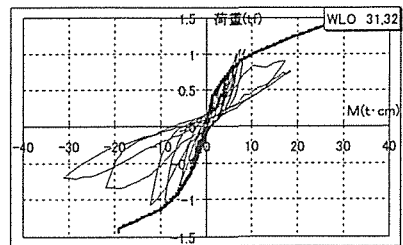
まぐさ北側軸力



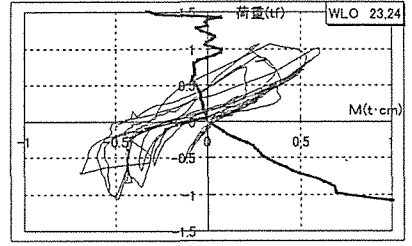
北側中柱まぐさ上モーメント



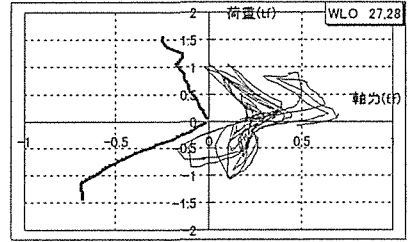
北側中柱脚軸力



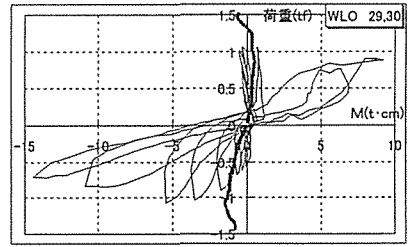
北側外柱まぐさ上モーメント



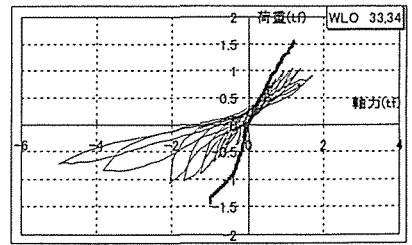
まぐさ北側モーメント



北側中柱まぐさ下軸力



北側中柱脚モーメント



北側外柱まぐさ上軸力

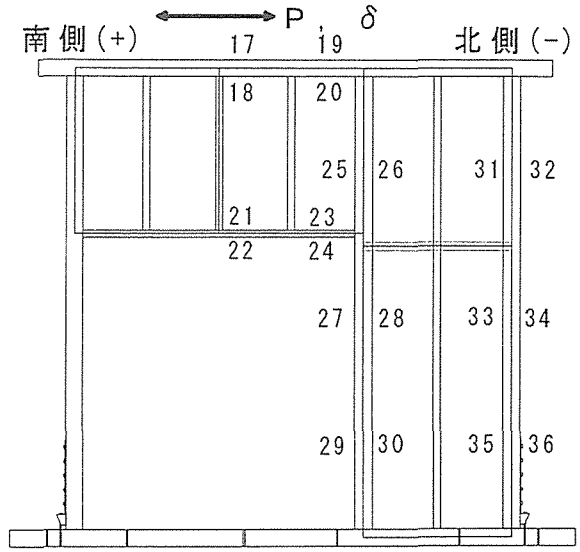
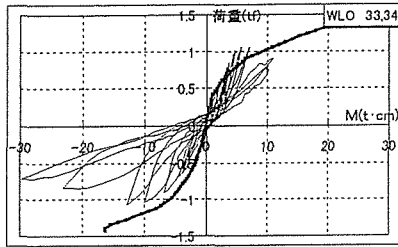
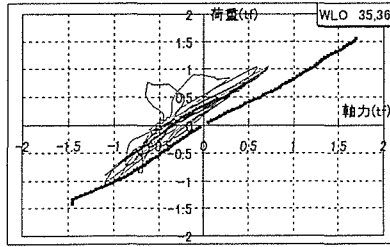


図 4. 2. 18 3PWLOひずみゲージ測定位置

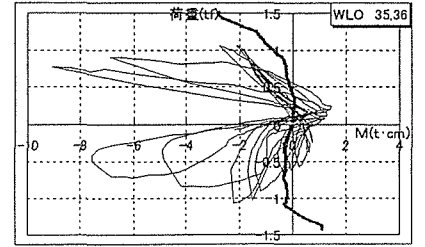
図 4. 2. 19 各部材軸力、モーメント実験値と解析値



北側外柱まぐさ上モーメント



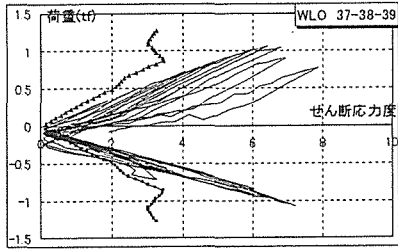
北側外柱脚軸力



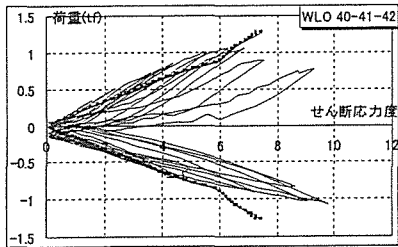
北側外柱脚モーメント

図 4. 2. 20 各部材軸力、モーメント実験値と解析値

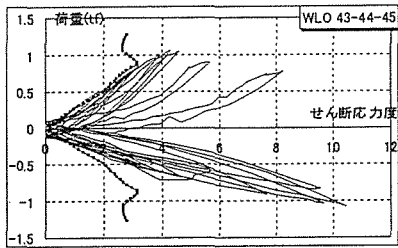
・面材各部ひずみと解析結果



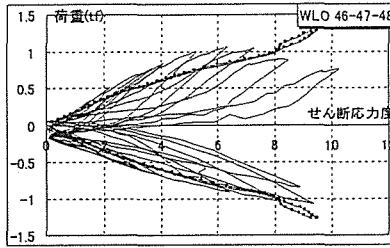
ch37,38,39 : 中央まぐさ南側上



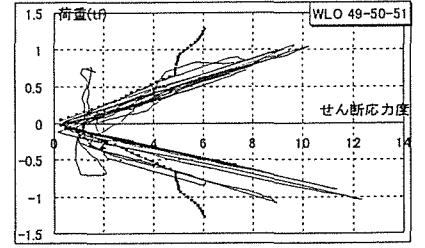
ch40,41,42 : 中央まぐさ南側中



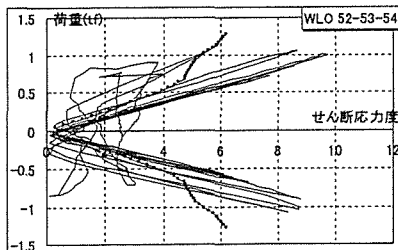
ch43,44,45 : 中央まぐさ南側下



ch46,47,48 : 中央まぐさ北側中



ch49,50,51 : 北側面材南側下



ch52,53,54 : 北側面材北側下

せん断応力度単位 [kg/cm²]

図 4. 2. 22 せん断応力度実験値と解析値

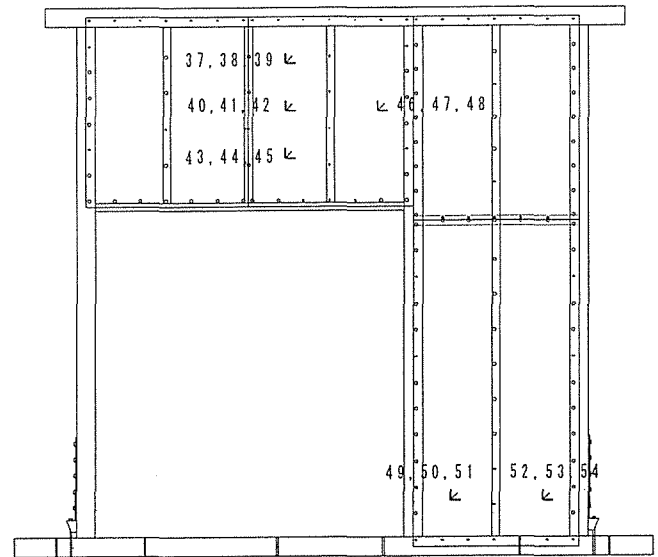


図 4. 2. 21 3 P W L O 3 軸ひずみ計測位置

4. 3 考察

有開口耐力壁の有限要素法による解析を計2体おこなった。3PWCOでは実験供試体頂部の荷重－変位関係の実験結果と比較して実験値の最大耐力時変位に比べて解析値のその耐力時の変位の方が低いという結果が得られた。初期剛性から降伏位置まではかなりよく一致している。3PWLOでは初期剛性から降伏位置、最大耐力までよくあった結果が得られた。3PWLOは供試体全体について構造モデルを作成し解析を行ったことで正確な解析が行われたといえる。実験では「押し」に比べて「引き」の方が剛性が高いという結果が得られたが、解析においてもその傾向が見られた。3PWCOについては左右対称の供試体ということで半分の構造モデルで解析を行ったことで若干正確さが欠けたと思われるので今後全体解析につなげていきたい。また、3PWCOは実験において押し加力時に大きな破壊が見られ、引き加力時に押し加力時ほど耐力が出なかったためでもある。

実験時に各部の変位を計測した。その実験結果と解析モデルの接合位置の変位の比較を行った。実験結果の荷重－変位曲線とほぼ一致していることが確認でき、接合部のモデル化が妥当な物であったことがいえる。若干、木材のめり込みに関するモデル作成に検討する必要があると思われる。

実験時に枠材各部にひずみゲージを貼り、ひずみを測定し軸力、モーメントを算出した。その結果と解析モデルの枠材の応力と比較を行った。ほとんどの計測位置の応力は実験結果と一致しており、解析による応力伝達と実験の計測値は妥当なものであったといえる。一部違う挙動を示している結果については実験結果と解析モデルを検討して行かなければならない。また、面材に貼り付けたゲージからせん断応力度を算出し、解析値と比較を行った。算出法は正の値しか出てこないため正負の調整を行ったが各部とも実験結果と大きな誤差はなく一致している。

以上の結果より有開口耐力壁の有限要素法による解析方法は妥当なものであり、各解析用パラメータ、釘やホールダウン金物及び木－木接合などの非線形バネのモデル化に関しても実験結果から確認できる範囲で妥当であったといえる。しかし、面材釘打ち耐力壁の有限要素法による解析結果は、釘のモデル化に依存するところが大きく今後データの蓄積が必要である。また、最大耐力以後の耐力低下域を検討し、解析法を開発していく必要がある。

5 略解析法

5.1 解析法概要

本解析は軸組み壁工法による有開口耐力壁架構の剛性及び耐力を、容易かつ正確に算定するためのものである。村上らの略解析法は、耐力に関しては正確な値を算出しているが、剛性に関しては実際値よりも大きい値が算出され、剛性に関しては実用性がなかった。本解析は有開口耐力壁架構の変形を合板材の変形のみでなく、それを支持する柱材の変形を考慮した。そのため任意釘打ち仕様の面材釘打ち有開口耐力壁架構の各部部材応力の算出、せん断剛性の算出、降伏せん断耐力の算出を容易かつ的確に行うことができる。

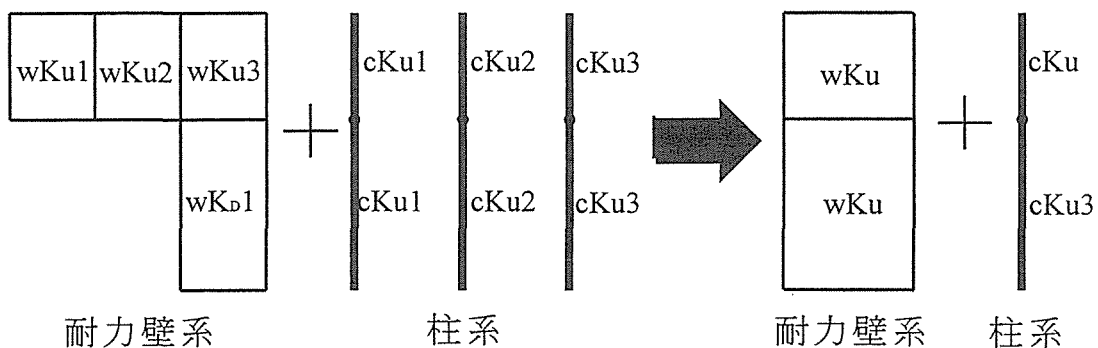
5.2 解析理論

(1) 仮定条件とモデル化

本解析では簡略化のため以下の条件を仮定し、有開口耐力壁架構を図のように耐力壁系と柱系に分割しモデル化する。

- 1) 耐力壁は矩形の面材耐力壁、管柱と胴差し、合板受け材と土台からなる平面架構とする。壁開口は掃き出し開口のみとし、開口高さを全て同じとする。腰壁はない（又は無視できる）ものとする。
- 2) 面材耐力壁は、面材が剛体で釘の変形によりせん断変形し、その弾性剛性が評価される。
- 3) 管柱、胴差し、土台、合板受け材がピン接合である。
- 4) 胴差しと合板受け材は剛体である。
- 5) 管柱は、面材パネル受けとしては一旦剛体と見なすが、架構全体として水平力を受けたとき、掃き出し開口上端上下でせん断変形は不連続性となるが、この時柱は面材とは柱脚、土台及びこの開口端で面材と水平変形適合とする。

本解析では有開口耐力壁架構を「耐力壁系」「柱系」に分割し、それらの合成構造として解析する。有開口耐力壁架構の「耐力壁系」及び「柱系」を図5.2.1のように仮定する。ここで各管柱が掃きだし開口端レベルに水平力が作用し土台及び胴差し面で支持されているときの上部のパネルを上部パネル、下部のパネルを下部パネルとする。また、 wK_U 、 wK_D 、 cK_U 、 cK_D はそれぞれ耐力壁上部剛性の和、耐力壁下部剛性の和、柱上部剛性の和、柱下部剛性の和とする。



$$\begin{aligned}
 wK_U &= wK_{U1} + wK_{U2} + wK_{U3} \\
 wK_D &= wK_{D1} + wK_{D2} + wK_{D3} \\
 cK_U &= cK_{U1} + cK_{U2} + cK_{U3} \\
 cK_D &= cK_{D1} + cK_{D2} + cK_{D3}
 \end{aligned}$$

図5.2.1 略解析法モデル作成図

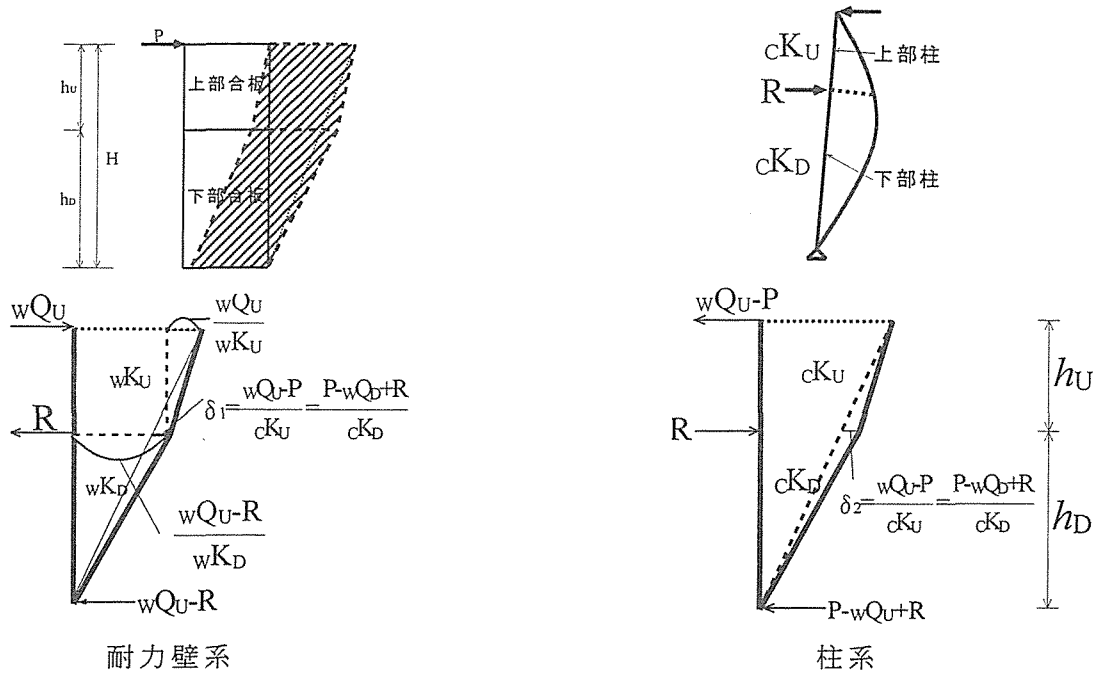


図 5. 2. 2 略解析におけるモデル化

(2) 簡略式の算出

上に略解析法のモデル図を示す。この図の上部柱、下部柱のまぐさレベルの水平変位が等しく、また耐力壁パネルと柱材のまぐさレベルの変形量が等しいという関係より式を作る。(δ₁ = δ₂) [式①]

また柱は連続している(下部柱と上部柱のまぐさレベルの水平変位が等しい)ことから式を作る。[式②]

これらの式(式①、式②)より有開口耐力壁架構の応力解析を行う。

$$-\left(\frac{w_{QU}}{wK_U} + \frac{w_{QU}-R}{wK_D}\right) \frac{H_D}{H} + \frac{w_{QU}-R}{wK_D} = \frac{P-w_{QU}+R}{cK_D}$$

$$\therefore \frac{w_{QU}-R}{wK_D} (H-H_D) - \frac{w_{QU}}{wK_U} H_D = \frac{P-w_{QU}+R}{cK_D} H \dots \dots \dots \text{①}$$

$$\frac{w_{QU}-P}{cK_U} = \frac{P-w_{QU}+R}{cK_D} \dots \dots \dots \text{②}$$

$$\therefore \left\{ \left[\frac{H-H_D}{wK_D} - \frac{H_D}{wK_U} + \frac{H}{cK_D} \right] - \left[\frac{H-H_D}{wK_D} + \frac{H}{cK_D} \right] \frac{cK_D+cK_U}{cK_U} \right\} w_{QU} = \left\{ \frac{H}{wK_D} - \left[\frac{H-H_D}{wK_D} + \frac{H}{cK_D} \right] \frac{cK_D+cK_U}{cK_U} \right\} P$$

ここで

$$\alpha = \frac{H-H_D}{cK_D} + \frac{H}{cK_D} \quad \beta = \frac{cK_D+cK_U}{cK_U} \quad \text{とおくと}$$

$$\left\{ \left[\alpha - \frac{H_D}{wK_U} \right] - \alpha \cdot \beta \right\} w_{QU} = \left\{ \frac{H}{cK_D} - \alpha \cdot \beta \right\} P \dots \dots \dots \text{③}$$

計算によって得られた、式③を使い有開口耐力壁架構の各部応力、せん断剛性、降伏せん断耐力の算出を行う。

5.3 解析手法

前項で説明した略解析法により実験供試体「3PWCO」及び「3PWLO」を解析し、実験値との比較を行う。供試体「3PWCO」及び「3PWLO」の仕様図を下記に示す。

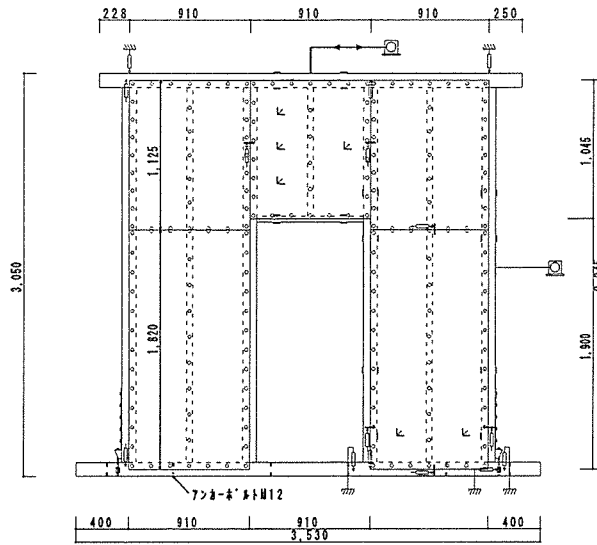


図 5.3.1 3PWCO 供試体仕様図

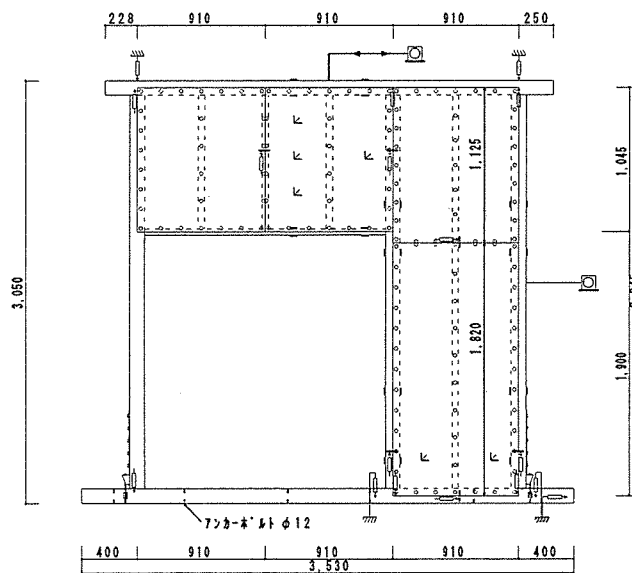


図 5.3.2 3PWLO 供試体仕様図面

5. 3. 1 単一パネルの剛性算出

耐力壁パネルのせん断剛性は枠組壁工法で用いられている計算法を適用する。枠組壁工法で用いられている計算法を式④に示す。なお、ここでの kn 、 t 、 G 、 L 、 h 、 m 、 n はそれぞれ釘のすべり剛性 (kg/cm)、面材の厚さ (cm)、面材のせん断弾性係数 (kg/cm²)、パネルの幅 (cm)、パネルの高さ (cm)、面材周囲の釘の本数 [水平方向] (cm)、面材周囲の釘の本数 [垂直方向] (cm) を表す。(図 5. 3. 3 参照) m, n は面材周囲の各方向の釘本数を表すが、左右又は上下で釘の本数が異なる場合は、それぞれの平均値を使うものとする。

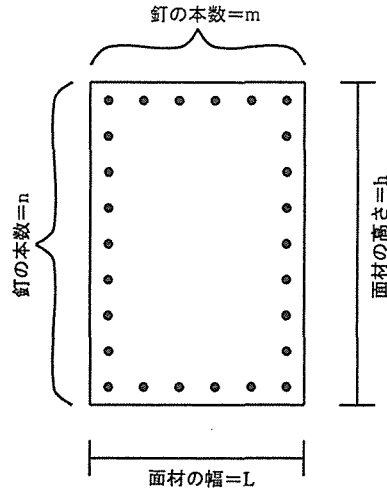


図 5. 3. 3 単一パネルの剛性算出

$$\frac{1}{K} = \frac{2h}{k} \left(\frac{1}{h(m-1)} + \frac{h}{L^2(n-1)} \right) + \frac{h}{G \cdot L \cdot t} \dots \dots \dots \textcircled{4}$$

ここで

- kn : 釘のすべり剛性 (kg/cm)
- t : 面材の厚さ (cm)
- G : 面材のせん断弾性係数 (kg/cm²)
- L : パネルの幅 (cm)
- h : パネルの高さ (cm)
- m : 面材周囲の釘の本数 [水平方向] (cm)
- n : 面材周囲の釘の本数 [垂直方向] (cm)

釘のすべり剛性は材料試験より得られた値を用いる。釘の材料試験は 1 方向加力で行っているが、実際には繰り返し加力であるため釘の降伏せん断耐力を 80 % 低減しバイリニア化 (完全弾塑性化) したものを使用する。

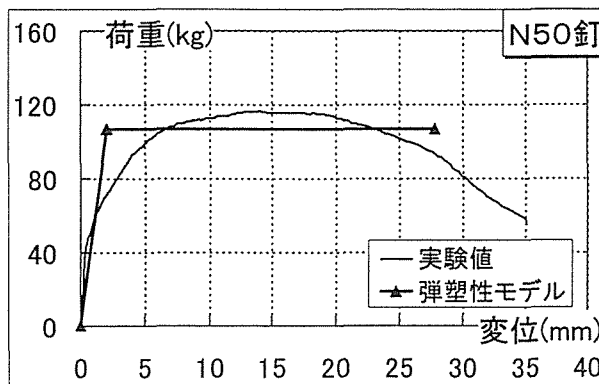


図 5. 3. 4 N50 釘の完全弾塑性化 (80% 低減後)

実験供試体 3PWCO 及び 3PWLO は「上部パネル」「下部パネル」の 2 種類の合板と柱で構成される有開口耐力壁架構とする。上部パネル、下部パネルのせん断剛性を下記に求める。単一パネルのせん断剛性算出には式④を使う。

表 5. 3. 1 単一パネル仕様書

| 上部パネル | |
|-----------------|-----------------------------|
| 釘 | N50釘 |
| 釘のすべり剛性 | 535.85 (kgf/cm) |
| 面材の厚さ | 0.9 (cm) |
| 面材のせん断弾性係数 | 4000 (kgf/cm ²) |
| 面材の幅 | 91 (cm) |
| 面材の高さ | 104.5 (cm) |
| 面材周囲の釘本数 [水平方向] | 7 (本) |
| 面材周囲の釘本数 [垂直方向] | 8 (本) |

| 下部パネル | |
|-----------------|-----------------------------|
| 釘 | N50釘 |
| 釘のすべり剛性 | 535.85 (kgf/cm) |
| 面材の厚さ | 0.9 (cm) |
| 面材のせん断弾性係数 | 4000 (kgf/cm ²) |
| 面材の幅 | 91 (cm) |
| 面材の高さ | 190 (cm) |
| 面材周囲の釘本数 [水平方向] | 7 (本) |
| 面材周囲の釘本数 [垂直方向] | 14 (本) |

上部パネル面内せん断剛性 = 608.2 (kgf/cm)
 下部パネル面内せん断剛性 = 407.56 (kgf/cm)

5. 3. 2 柱材の剛性算出

柱材の上部、下部それぞれのせん断剛性を算出する。柱材のせん断剛性は、柱材を下記のような上部剛体モデルと仮定し導く（図 5. 3. 5 参照）。荷重 P を加えたとき、柱材の上部、下部の間に反力が P_1 、 P_2 が働く。また下記モデルでの δ を算出し、反力 P_1 、 P_2 、変位 δ を用いて柱剛性を算出する。

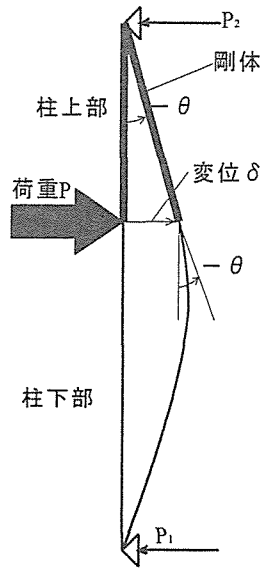


図 5. 3. 5 柱材剛性算出モデル

実験供試体 3PWCO 及び 3PWLO は全て同じ柱材を使用するものとする。以下に柱材上部、及び下部のせん断剛性算出に必要なパラメータを示す。なお、柱材のヤング係数は材料試験より得られた値の平均値を使用する。

- ベイツガ 105 × 105 を使用
- ヤング係数 = 88400 (kgf/cm²)
- 断面二次モーメント = 1012.9 (cm⁴)
- 柱長さ = 294.5 (cm)
- 柱上部長さ = 104.5 (cm)
- 柱下部長さ = 190 (cm)

図 5. 3. 6 の柱下部のモデルより変位 δ を算出する。

$$\begin{cases} Q = -C_1 \\ M = -C_1x - C_2 \\ \theta_1 = \frac{1}{EI} \left(\frac{C_1}{2}x^2 + C_2x + C_3 \right) \\ \delta_1 = \frac{1}{EI} \left(\frac{C_1}{6}x^3 + \frac{C_2}{2}x^2 + C_3x + C_4 \right) \end{cases}$$

ここで

C_1 、 C_2 、 C_3 、 C_4 は積分定数とする。

x については点 A を原点とし高さ方向を正とする。

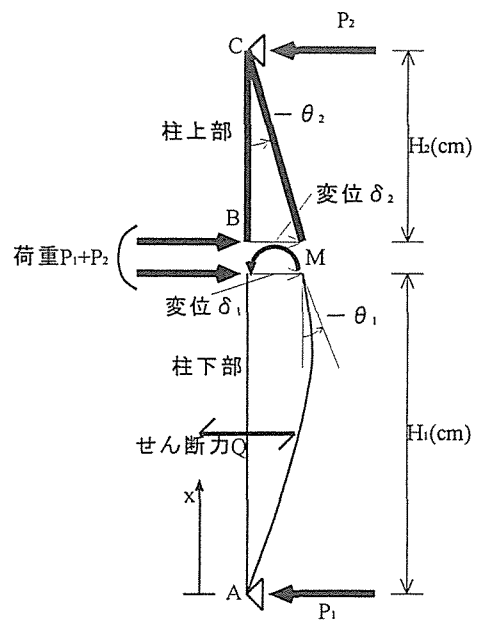


図 5. 3. 6 基礎微分方程式モデル図

境界条件

- ① $x=0$ の時 $M=0$
- ② $x=0$ の時 $Q=P_1$
- ③ $x=0$ の時 $\delta_1=0$
- ④ $x=H_1$ の時 $M=P_1H_1$
- ⑤ $x=H_1$ の時 $Q=P_1$

上の5つの条件より 点Bにおいて

$$\begin{cases} Q=P_1 \\ M=P_1H_1 \\ \theta = \frac{1}{EI} \left(-\frac{P_1}{2}H_1^2 + C_3 \right) \\ \delta = \frac{1}{EI} \left(-\frac{P_1}{6}H_1^3 + C_3H_1 \right) \end{cases}$$

が得られる。

ここで C_3 が消去できないが、下記の条件を導入する。

$$\begin{cases} \delta_1 = \delta_2 \\ \theta_1 = \theta_2 \end{cases}$$

また $\delta_2 = \theta_2 \cdot H_2$

これらの関係を使い C_3 を算出する。

$$\begin{aligned} Q &= P_1 \\ M &= P_1H_1 \\ \theta &= \frac{1}{EI} \left(-\frac{H_1^2}{2}P_1 + \frac{3P_1H_2H_1^2 + PH_1^3}{6(H_1+H_2)} \right) = -\frac{H_1^3}{3(H_1+H_2)}P_1 \\ \delta &= \frac{1}{EI} \left(-\frac{H_1^3}{6}P_1 + \frac{3P_1H_2H_1^3 + P_1H_1^4}{6(H_1+H_2)} \right) = \frac{H_1^3H_2}{3EI(H_1+H_2)}P_1 \end{aligned}$$

$$P_1 = \frac{H_2}{H_1+H_2}P \quad \text{より}$$

$$\theta = -\frac{H_1^3H_2}{3(H_1+H_2)^2}P \quad \delta = \frac{H_1^3H_2^2}{3EI(H_1+H_2)^2}P$$

まぐさレベル水平変位 δ_1 と荷重 P_1 との関係より 柱材剛性を算出する。

$$K_1(\text{柱下部剛性}) = \frac{P_1H_2}{H_1+H_2} / \frac{H_1^3H_2^2}{3EI(H_1+H_2)^2} = \frac{3EI(H_1+H_2)}{H_1^3H_2}$$

$$K_2(\text{柱上部剛性}) = \frac{P_1H_1}{H_1+H_2} / \frac{H_1^3H_2^2}{3EI(H_1+H_2)^2} = \frac{3EI(H_1+H_2)}{H_1^2H_2^2}$$

E : ヤング係数 = 88400 (kgf/cm²)

I : 断面2次モーメント 1012.9 (cm⁴)

よって

柱下部剛性 = 110.37 (kgf/cm)

柱上部剛性 = 200.67 (kgf/cm)

5. 3. 3 層剛性の算出

本解析ではモデルを「耐力壁系」「柱系」に分割し解析を進める。そのため「耐力壁系」「柱系」の剛性は上部部材、下部部材それぞれ算出する必要がある。つまり、実験供試体 3PWCO 及び 3PWLO 剛性の算出は、 wK_U 、 wK_D 、 cK_U 、 cK_D の 4 つ行う。ここで wK_U 、 wK_D 、 cK_U 、 cK_D はそれぞれ耐力壁系上部剛性、耐力壁系下部剛性、柱系上部剛性、柱系下部剛性を表す。

耐力壁系、柱系それぞれ上部、下部の剛性を算出する
供試体 3PWCO

$$\begin{aligned} wK_U &= 608.5 \times 3 = 1824.6 \text{ (kg/cm)} \\ wK_D &= 407.6 \times 2 = 815.1 \text{ (kg/cm)} \\ cK_U &= 200.7 \times 4 = 802.7 \text{ (kg/cm)} \\ cK_D &= 110.4 \times 4 = 441.5 \text{ (kg/cm)} \end{aligned}$$

供試体 3PWLO

$$\begin{aligned} wK_U &= 608.5 \times 3 = 1824.6 \text{ (kg/cm)} \\ wK_D &= 407.6 \times 1 = 407.6 \text{ (kg/cm)} \\ cK_U &= 200.7 \times 3 = 602.0 \text{ (kg/cm)} \\ cK_D &= 110.4 \times 3 = 331.1 \text{ (kg/cm)} \end{aligned}$$

5. 3. 4 層せん断力の算出

前項で求めた式③より下記の式⑤、⑥を導くことができる。式⑥より各層の「耐力壁系」「柱系」にかかる層せん断力、それぞれ wQ_U 、 wQ_D 、 cQ_U 、 cQ_D を求める。ここで wQ_U 、 wQ_D 、 cQ_U 、 cQ_D は耐力壁系上部面内せん断力、耐力壁系下部面内せん断力、柱系上部せん断力、柱系下部せん断力を表す。

$$\alpha = \frac{H-H_D}{cK_D} + \frac{H}{cK_U} \qquad \beta = \frac{cK_D+cK_U}{cK_U} \qquad \text{とおくと}$$

$$\left\{ \left(\alpha - \frac{H_D}{wK_U} \right) - \alpha \cdot \beta \right\} wQ_U = \left(\frac{H}{cK_D} - \alpha \cdot \beta \right) P \dots \dots \dots \text{⑤}$$

$$wQ_U = \frac{H/cK_D - \alpha \beta}{\alpha - H_D/wK_U - \alpha \beta} P \dots \dots \dots \text{⑥}$$

式⑥より wQ_U 、 wQ_D 、 cQ_U 、 cQ_D 、 R を求める

なお、ここでの解析外力は、実験値との比較を容易に行うために 3PWCO は 980 (kgf) の引き [1/120 (rad)]、3PWLO は 580 (kgf) の押し [-1/120 (rad)] とする。

供試体 3PWCO

$$\begin{aligned} wQ_U &= -971.41 \text{ (kgf)} \\ wQ_D &= -907.23 \text{ (kgf)} \\ cQ_U &= -41.41 \text{ (kgf)} \\ cQ_D &= -22.77 \text{ (kgf)} \\ R &= -64.18 \text{ (kgf)} \end{aligned}$$

供試体 3PWLO

$$\begin{aligned} wQ_U &= 668.02 \text{ (kgf)} \\ wQ_D &= 531.61913.44 \text{ (kgf)} \\ cQ_U &= 88.02 \text{ (kgf)} \\ cQ_D &= 48.4 \text{ (kgf)} \\ R &= 136.42 \text{ (kgf)} \end{aligned}$$

5. 3. 5 層間変位の算出

層間変位の算出は式③及び図5. 2. 2より算出する。

供試体 3PWCO

頂部変位 = - 1.65 (cm)

まぐさ-土台間変位 = - 1.11 (cm)

胴差し-まぐさ間層間変位 = - 0.54 (cm)

供試体 3PWLO

頂部変位 = 1.64 (cm)

まぐさ-土台間変位 = 1.26 (cm)

胴差し-まぐさ間層間変位 = 0.38 (cm)

5. 3. 6 各部応力の算出

前々項で求めた値を使い、解析供試体各部の応力を算出する。なおここで耐力壁系上部、耐力壁系下部、柱系上部、柱系下部それぞれに使用している部材は全て均一であり、同じ大きさの力を負担するものとする。また前回行った実験値との比較のため実験値も表記する。(5.3.9 実験値との比較検討参照)

供試体 3PWCO

$$wQ_u = -971.41 \text{ (kgf)} \quad : \text{耐力壁系上部部材} = -971.41 \text{ (kgf)} \div 3 \text{ (枚)} = -323.8 \text{ (kgf)}$$

$$wQ_d = -907.23 \text{ (kgf)} \quad : \text{耐力壁系下部部材} = -907.23 \text{ (kgf)} \div 2 \text{ (枚)} = -453.6 \text{ (kgf)}$$

$$cQ_u = -41.41 \text{ (kgf)} \quad : \text{柱系上部部材} = -41.41 \text{ (kgf)} \div 4 \text{ (本)} = -10.4 \text{ (kgf)}$$

$$cQ_d = -22.77 \text{ (kgf)} \quad : \text{柱系下部部材} = -22.77 \text{ (kgf)} \div 4 \text{ (本)} = -5.7 \text{ (kgf)}$$

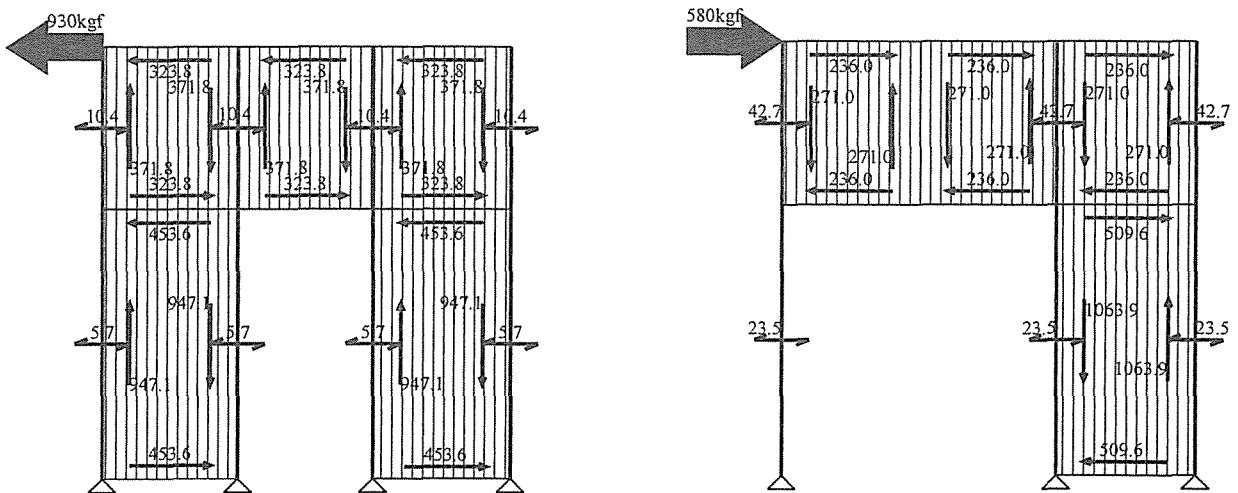
供試体 3PWLO

$$wQ_u = 668.02 \text{ (kgf)} \quad : \text{耐力壁系上部部材} = 668.02 \text{ (kgf)} \div 3 = 222.7 \text{ (kgf)}$$

$$wQ_d = 407.56 \text{ (kgf)} \quad : \text{耐力壁系下部部材} = 407.56 \text{ (kgf)} \div 1 = 407.6 \text{ (kgf)}$$

$$cQ_u = 88.02 \text{ (kgf)} \quad : \text{柱系上部部材} = 88.02 \text{ (kgf)} \div 3 = 29.3 \text{ (kgf)}$$

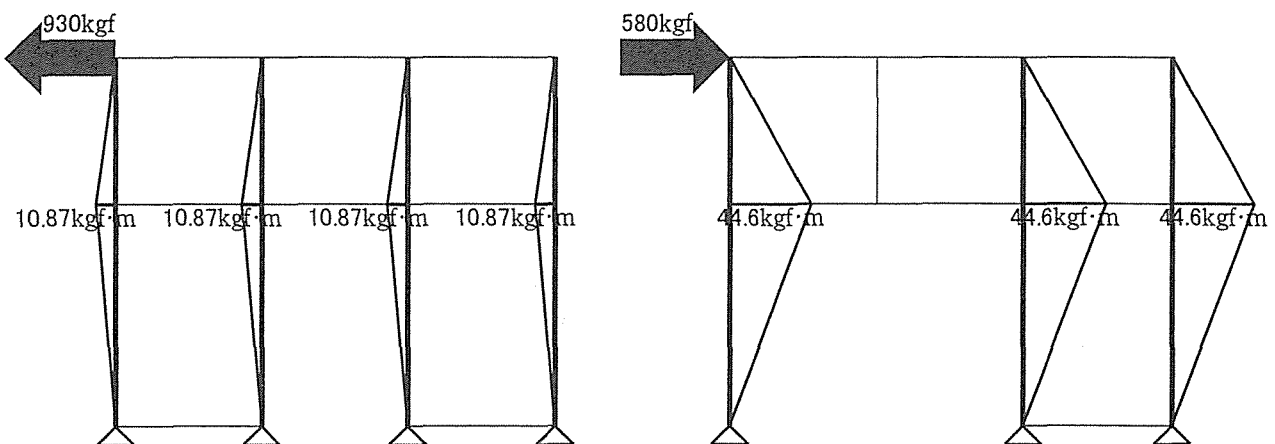
$$cQ_d = 48.4 \text{ (kgf)} \quad : \text{柱系下部部材} = 48.40 \text{ (kgf)} \div 3 = 16.1 \text{ (kgf)}$$



供試体 3PWCO

供試体 3PWLO

図 5. 3. 7 略解析法による各部応力算出結果
(単位：特記無きものは kgf とする)



供試体 3PWCO

供試体 3PWLO

図 5. 3. 8 略解析法によるモーメント算出結果
(単位：特記無きものは kgf·m とする)

5. 3. 7 せん断剛性算出

有開口耐力壁架構の全体剛性、部分剛性を算出する。前々項より全体又は求めたい部分の変位を求め式⑦より、全体剛性、部分剛性を算出する。

$$K = \frac{P}{\delta} \dots \text{式⑦}$$

K : 剛性 (kg/cm)
P : 荷重 (kg)
δ : 変位 (cm)

供試体 3PWCO

全体剛性 = 930/1.65=563.6 (kgf/cm)

下部剛性 = 930/1.11=837.8 (kgf/cm)

上部剛性 = 930/0.54=1722.2 (kgf/cm)

供試体 3PWLO

全体剛性 = 580/1.64=353.7 (kgf/cm)

下部剛性 = 580/1.26=460.3 (kgf/cm)

上部剛性 = 580/0.38=1526.3 (kgf/cm)

5. 3. 8 降伏せん断耐力の算出

降伏耐力は耐力壁系の合板、柱系で柱材の降伏耐力を算出し最も小さな値を採用する。合板、柱材の降伏耐力を求め、その値を wQ_u 、 wQ_b 、 cQ_u 、 cQ_b に代入し、そのときの P (外力) を有開口耐力壁架構の降伏耐力とする。なお合板 1 枚単位の降伏せん断耐力については枠組壁工法規準書による計算法を使用する。(式⑧参照)

$$Q_0 = q \cdot s \cdot \frac{L}{l_0} \dots \text{式⑧}$$

$$s = \min \left[m-1, \left(n_1-1 \right) \frac{l_0}{h_1}, \left(n_2-1 \right) \frac{l_0}{h_2} \right]$$

Q_0 = 無開口壁の降伏せん断力 (kg)

l_0 = 基準パネルの長さ (cm)

q = 釘の一面せん断降伏耐力 (kg)

h_1 、 h_2 = 面材の高さ (cm)

m 、 n_i = 基準パネルの長さ方向及び高さ方向の面材外周部における釘本数 (本)

L = 耐力壁の長さ (cm)

供試体 3PWCO

供試体 3PWCO では wQ_b が降伏せん断耐力を決定させる。つまり下部パネルの応力合計が wQ_b に達したとき供試体 3PWCO は降伏せん断耐力を得ることになる。

下部パネル 1 枚当たりの降伏せん断耐力 = 612.0 (kgf)

∴ 612.0 (kgf) × 2 (枚) = 1224.0 (kgf)

wQ_b = 1224.0 (kgf) の時の P (kgf) を算出する。

式⑤より

P = 1242.8 (kgf)

∴ 供試体 3PWCO 降伏せん断耐力 = 1242.8 (kgf)

供試体 3PWLO

供試体 3PWCO では wQ_b が降伏せん断耐力を決定させる。つまり下部パネルの応力合計が wQ_b に達したとき供試体 3PWLO は降伏せん断耐力を得ることになる。

下部パネル 1 枚当たりの降伏せん断耐力 = 612.0 (kgf)

∴ 612.0 (kgf) × 1 (枚) = 612.0 (kgf)

wQ_b = 612.0 (kgf) の時の P (kgf) を算出する。

式⑤より

P = 668.4 (kgf)

∴ 供試体 3PWCO 降伏せん断耐力 = 668.4 (kgf)

5.3.9 実験値との比較検討

前項までで求めた面内せん断剛性、降伏せん断耐力を実験値と比較するため下記に実験値を示す。また本報告書では面内せん断剛性、降伏せん断耐力の比較を行うために「略解析法」の他に「枠組壁工法規準書」並びに、村上らの行った略解法での値を記した。以下に「枠組壁工法規準書」における降伏耐力の算出方法を明記する。村上らの行った「略解法」については※(1)を参照されたい。

「枠組壁工法規準書」による降伏耐力の算定方法

$$Q_a = \min \begin{cases} Q_0 \cdot \frac{1-\alpha}{1-\alpha+\alpha\beta} \\ f_x \cdot (1-\alpha) \cdot L \cdot t \end{cases}$$

$$Q_0 = q \cdot s \cdot \frac{L}{l_0}$$

$$s = \min \left(m-1, (n_1-1) \frac{l_0}{h_1}, (n_2-1) \frac{l_0}{h_2} \right)$$

Q_a = 開口を含む耐力壁の降伏せん断耐力 (kg)

Q_0 = 無開口壁の降伏せん断力 (kg)

H = 耐力壁の高さ (cm)

L = 耐力壁の長さ (cm)

h_w = 開口の高さの最大値 (cm)

l_w = 開口の長さの合計 (cm)

α = l_w/L

β = h_w/H

t = 面材の厚さ (cm)

f_x = 面材の許容せん断応力度 (kg/cm^2)

l_0 = 基準パネルの長さ (cm)

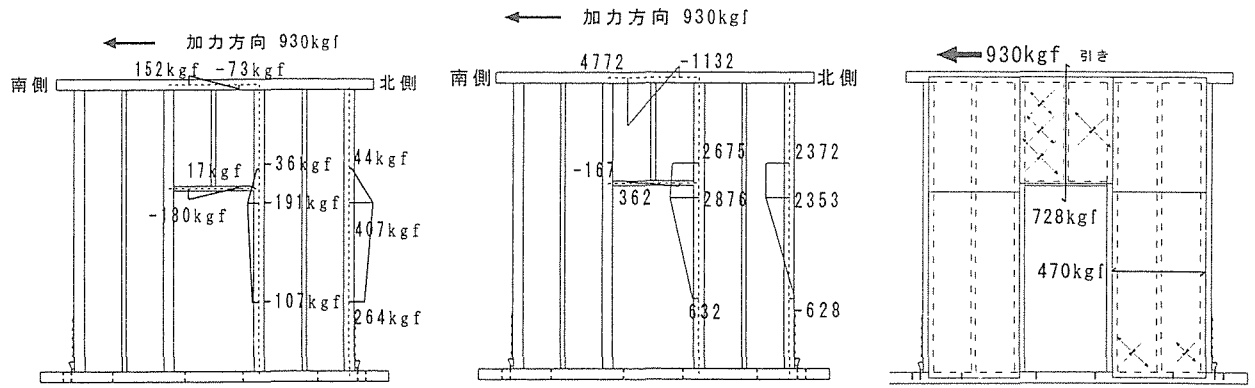
q = 釘の一面せん断降伏耐力 (kg)

h_1, h_2 = 面材の高さ (cm)

m, n_i = 基準パネルの長さ方向及び高さ方向の面材外周部における釘本数 (本)

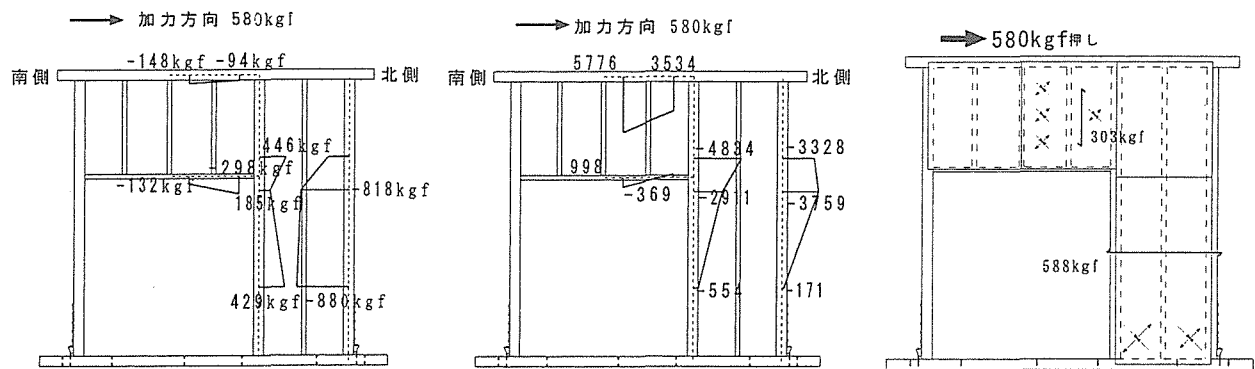
※(1) 任意釘配列で打たれた面材壁の弾塑性挙動の予測式
村上雅英、稲山正弘

(1) 供試体 3pwco 実験値



軸力図 (単位 : kgf) モーメント図 (単位 : kgf·cm) 面内せん断力図 (単位 : kgf)
 図 5. 3. 9 供試体 3pwco 実験値

(2) 供試体 3pwlo 実験値



軸力図 (単位 : kgf) モーメント図 (単位 : kgf·cm) 面内せん断力図 (単位 : kgf)
 図 5. 3. 10 供試体 3pwlo 実験値

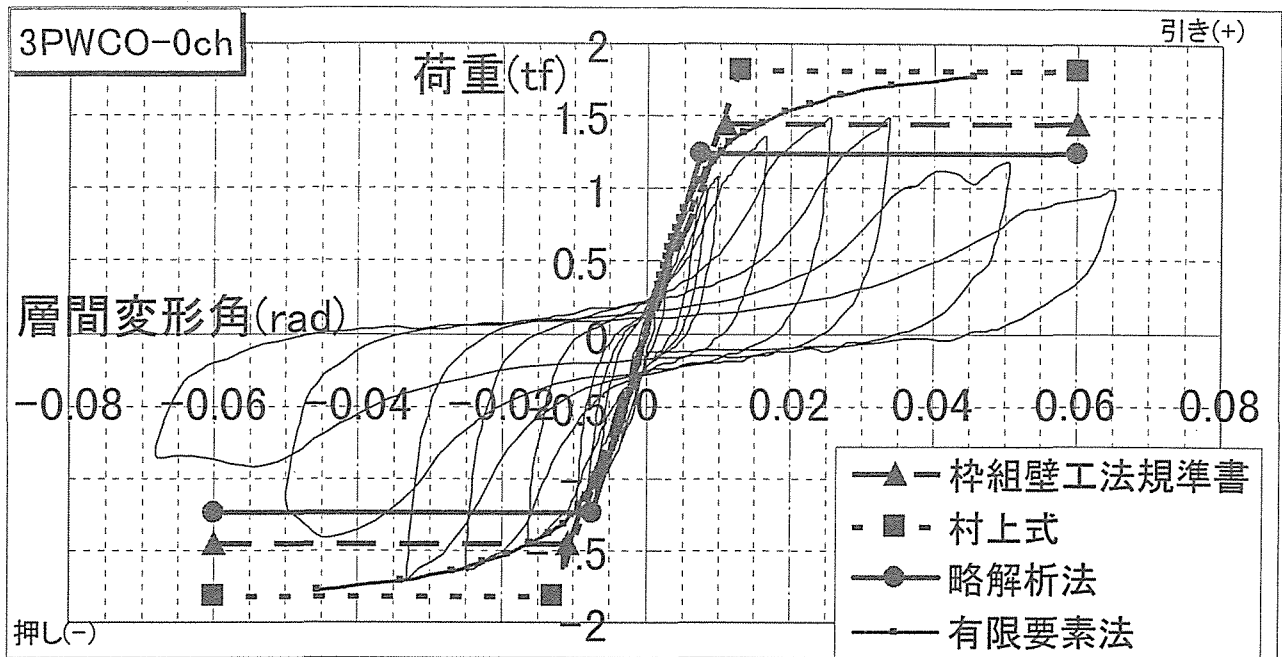


図 5. 3. 1 3 供試体 3pwco 荷重変位曲線比較グラフ

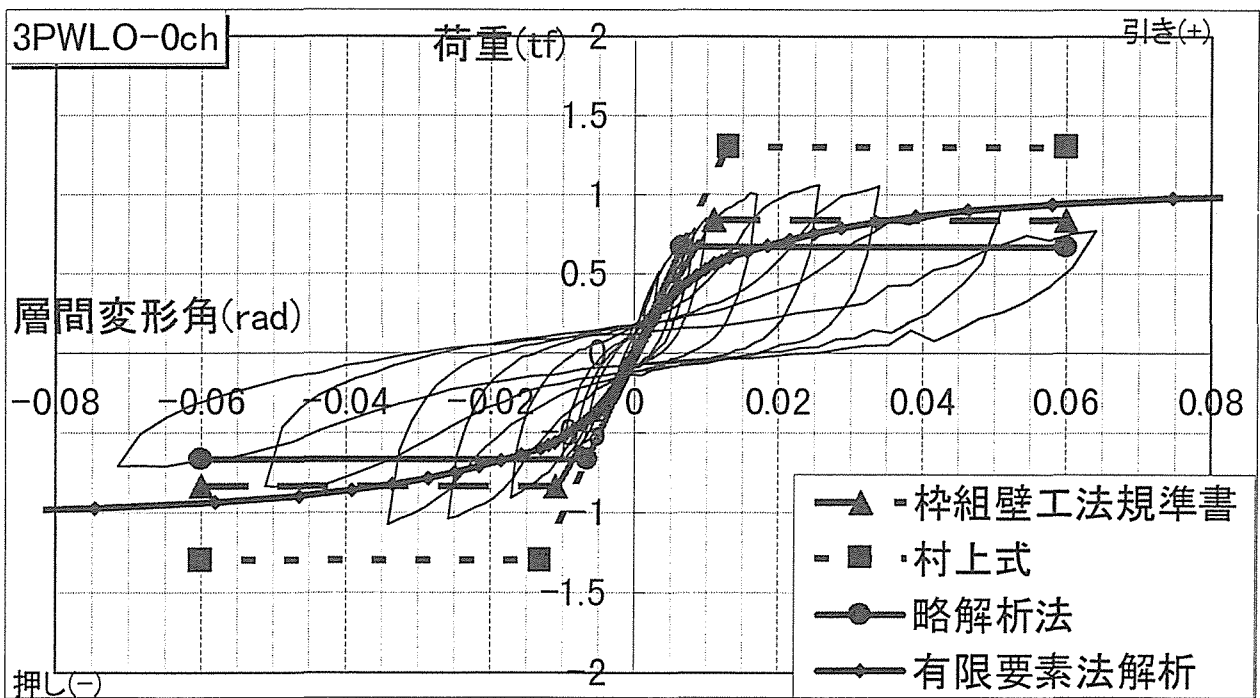


図 5. 3. 1 4 供試体 3pwlo 荷重変位曲線比較グラフ

表 5. 3. 2 各計算式の比較表

| 1CH | 3PWCO | | 3PWLO | |
|----------|-------------|----------------|-------------|----------------|
| | 降伏せん断耐力(kg) | 面内せん断剛性(kg/cm) | 降伏せん断耐力(kg) | 面内せん断剛性(kg/cm) |
| 枠組壁工法規準書 | 1449.3 | 468.0 | 836.9 | 270.3 |
| 村上式 | 1810.1 | 468.4 | 1298.8 | 329.9 |
| 略解析法 | 1242.8 | 563.6 | 668.4 | 353.7 |

5. 4 考察

略解析法について、次にまとめる。

5. 4. 1 モデル化について

略解析法解析値を実験値、有限要素法解析値に近づけるためには柱材の適切なモデル化が必要になる。しかし本解析では、独立柱とパネルと接合した柱が全て同じ応力状態と考えているために解析値と実験値に誤差が生じている。柱についてパネルとの接合の有無を考慮する必要があると思われる。

5. 4. 2 面材応力について

面内せん断力については解析値は実験値に対して約 90 % の値が出ている。しかし供試体 3PWCO の上部パネル垂直面内せん断力は実験値に対して約 50 % の値である。これは先に述べた柱のモデル化と関係があると思われる。柱せん断力に関しては実験値に対して約 90 % の値の算出が可能でありまた、柱のせん断モーメントに関しても実験値に対して± 20 % の値が出ている。従って応力解析ではほぼ信頼できる値の算出が可能であり、容易かつ正確な算出ができる。

5. 4. 3 初期剛性について

初期剛性に関して解析値は実験値に対して± 20 % 以内の値が出ている。面材応力と同様に信頼できる値の算出が可能である。

5. 4. 4 降伏せん断耐力について

降伏せん断耐力は実験値よりも低く算出される傾向がある。これは解析モデルの柱、梁接合部を完全ピン接合と仮定したためと思われる。完全ピン接合に仮定した接合部は、実際は外力に対して若干ではあるが抵抗しており、それらの耐力を無視したためと思われる。降伏せん断耐力の正確な算出には適切なモデル化が必要とされる。

6. 保有耐力設計法による2層軸組耐力壁に関する検討

6. 1 検討概要

今まで木質構造の保有耐力設計法は鉄筋コンクリート構造の保有耐力設計を基に行われてきた。しかし、鉄筋コンクリート構造のラーメンと木造耐力壁の等価ラーメンでは、基本的に特性が異なる。それは、木質系では等価柱・等価梁でせん断破壊が起こることである。鉄筋コンクリートの部材ではせん断破壊をさせずに曲げ破壊を先行させるためせん断耐力を曲げより大きくする設計を行っている。しかし、木質構造では設計上、等価柱・等価梁でせん断破壊と曲げ破壊のどちらの破壊が先行しても良いので、鉄筋コンクリート構造での保有耐力設計法と違うものになる。したがって、本設計法ではせん断破壊も考慮した保有耐力設計法を行う。

6. 2 計算方法

本設計では木造軸組工法での開口部が多い構造の保有耐力設計法を行うにあたり軸組工法耐力壁面を等価ラーメンに置換し、各接合部の破壊状態からせん断降伏時の曲げモーメントと曲げ降伏時の曲げモーメントから梁の巻き戻し効果を考慮して曲げモーメントを修正し、最終の終局曲げモーメントを算出する方法をとる。以下にその手順を記載する。

(1) 各耐力壁の柱頭・柱脚における降伏耐力を算出する。

外力から耐力壁の柱頭・柱脚にかかるモーメントの向きを考え、そのモーメントが引き起こす耐力壁の破壊モード選定し各柱頭・柱脚の降伏耐力を算出する。

図6. 2. 1に右方向に水平荷重がかかったときの各耐力壁にかかるモーメントの向きと耐力壁を等価ラーメンに置換したもの(点線)を示す。

水平荷重がかかったときの耐力壁の破壊モードを以下に示す。また、図6. 2. 2に示す。

等価柱せん断破壊モード

- ① 筋かい脚部引張破壊
- ② 筋かい脚部圧縮破壊

等価柱柱頭曲げ破壊モード

- ⑤ まぐさ端部引張破壊
- ⑥ 柱頭引抜破壊

等価柱柱脚曲げ破壊モード

- ⑨ 面材系柱脚浮き上がり破壊
- ⑩ 面材系柱脚めり込み破壊

- ③ 筋かい座屈破壊
- ④ 面材釘剪断破壊

- ⑦ まぐさ端部めり込み破壊
- ⑧ 柱頭めり込み破壊

- ⑪ 筋かい系柱脚浮き上がり破壊
- ⑫ 筋かい系柱脚めり込み破壊

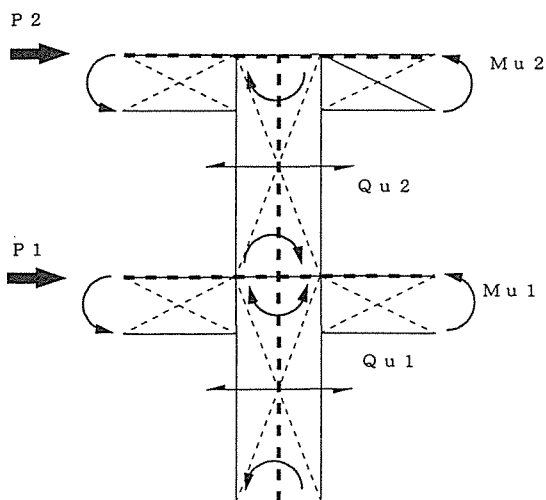


図6. 2. 1 耐力壁にかかるモーメント及び等価ラーメンモデル

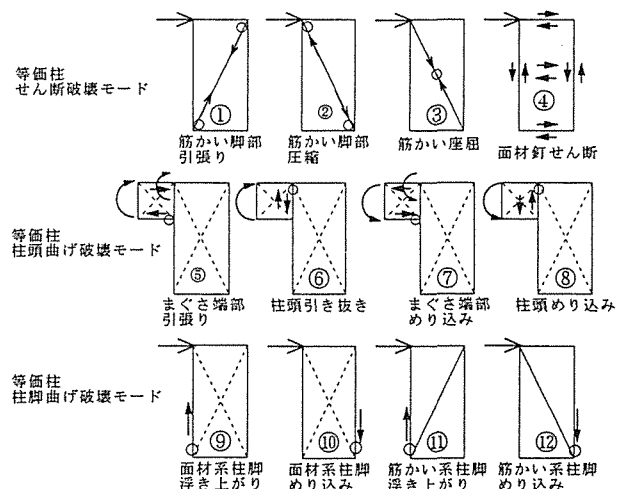


図6. 2. 2 耐力壁破壊モード

図中の2階耐力壁の柱頭ではモーメントが時計回りに回転しているため2階左側の柱頭は梁にめり込み破壊をするか、右側の柱頭が引張り破壊をするかそれぞれ降伏耐力を計算して値が小さい方が先に降伏する。このように各耐力壁の柱頭・柱脚でどちらの柱が先に降伏するかを算出し、その値から等価ラーメンに置換したときの柱頭・柱脚の降伏曲げモーメントをだす。これを、等価柱における柱頭・柱脚の降伏曲げモーメントとする。

1階の柱頭にかかるモーメントは梁・腰壁・垂れ壁による柱の曲げモーメントの巻き戻しを考慮する際にどちらの方向になるのか巻き戻すまで推測できないので両方算出する。

筋かいや面材も破壊モードから降伏耐力の算出を行い、その水平成分をせん断力とこのときの柱頭・柱脚のモーメントをせん断降伏時の曲げモーメントとする。

(2) せん断破壊か曲げ破壊かの判定

筋かい・面材の降伏耐力から算出したせん断降伏時の曲げモーメントを図6.2.3(a)に、等価柱における柱頭・柱脚の降伏曲げモーメントを同図(b)に示す。

せん断降伏時の曲げモーメントと等価柱における柱頭・柱脚の降伏曲げモーメントの各柱頭・柱脚のモーメントの値を比べ、すべての柱頭・柱脚においてせん断降伏時の曲げモーメントの方が小さな値であれば、この木質構造はせん断破壊が先に生じて崩壊に至り、その時のせん断降伏時の曲げモーメントが終局応力状態とする。

しかし柱頭・柱脚で1つでもせん断降伏時の曲げモーメントが等価柱における柱頭・柱脚の曲げモーメントより大きな値であれば、曲げ破壊が先に生じてしまい耐力壁のせん断抵抗を十分に活かしていないまま曲げ降伏をしていることになる。柱頭・柱脚での破壊はせん断破壊より補修の際大変なので、せん断破壊を有効に考えると、せん断降伏を保ったまま柱の曲げ応力を低減する。その方法は3)の方法を使う。

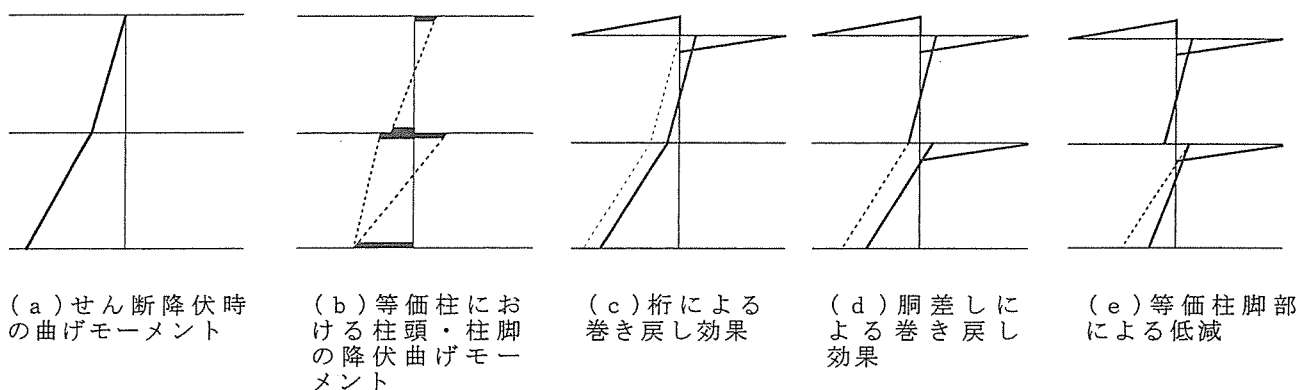


図6.2.3 曲げ応力状態

(3) 柱の曲げモーメントを梁による巻き戻し効果で終局応力状態を修正する。

梁の降伏曲げ応力の和分以下の範囲でせん断降伏時の曲げモーメントの柱の曲げ応力を巻き戻し、低減する。梁による巻き戻し効果を図6.2.3(c)、(d)に、及び等価柱脚部による低減を同図(e)に示す。図中の点線は巻き戻す前の応力状態である。

桁や胴差しによって低減した柱の曲げ応力がまだ等価柱による柱頭・柱脚の降伏曲げモーメントよりも大きいのであれば、その時はせん断抵抗を低減させて脚部の曲げ応力を減らし、その応力を終局応力状態とする。

6. 3 保有耐力設計法による計算例

本章 2. 3 の 2 層軸組構法耐力実験での供試体計 3 体を基に、この保有耐力設計法を用いて終局応力状態を求める。

注) 実験では頂部のみ水平荷重を加えているが、ここでの保有耐力設計法では 1 階の破壊も考慮するため 1 階頂部にも水平荷重を加えていると想定する。

各部材の降伏耐力を求める際、計算式に使う構造材の降伏応力度は長期応力度の 3 倍、短期応力度の 1.5 倍したものを使用する。これは各構造材の最大耐力を意図したものである。柱頭・柱脚でのめり込み・引き抜き耐力を計算する際に鉛直荷重も考慮して求めた。以下に各構造材の降伏耐力を求めた際に使用した計算式を載せる。

(1) 柱頭・柱脚・筋かいでのめり込み破壊

$$N_u = f_{c0} \cdot A$$

$$\left(\begin{array}{l} N_u : \text{軸方向圧縮降伏耐力} \\ A : \text{接触面積} \\ f_{c0} : \text{許容めり込み応力度} \end{array} \right.$$

(2) 柱頭・柱脚・筋かいでの引き抜き

引き抜きは各接合部での金物の使用によって降伏耐力が異なる。

1) ホールダウン金物のラグスクリューのせん断破壊

$$P_u = C \cdot F_e \cdot d \cdot l$$

$$\left(\begin{array}{l} P_u : \text{ボルト接合の降伏耐力} \\ F_e : \text{取材の支圧強度} \\ d : \text{ボルト径} \\ C : \text{接合形式とその破壊形式によって定まる係数} \end{array} \right.$$

2) 山形プレートのせん断破壊

$$Q_u = 732 \text{kgf/cm}^2$$

3) かすがいのせん断破壊

$$Q_u = 180 \text{kgf/cm}^2$$

4) 筋かいボックス釘でのせん断破壊及び釘の引抜破壊

$$P_u = K \cdot d^{1.8}$$

$$\left(\begin{array}{l} P_u : \text{一面せん断に対する降伏耐力} \\ K : \text{樹種グループによる係数} \\ d : \text{釘径} \end{array} \right.$$

$$P_u = 150 \cdot \rho^{2.5} \cdot d \cdot l$$

$$\left(\begin{array}{l} P_u : \text{引抜降伏耐力} \\ \rho : \text{木材の気乾比重} \\ d : \text{釘径} \\ l : \text{打ち込まれた長さ} \end{array} \right.$$

3) 筋かいの座屈破壊

$$N_u = f_k \cdot A$$

$$\left(\begin{array}{l} N_u : \text{軸方向圧縮降伏耐力} \\ A : \text{全断面積} \\ f_k : \text{許容座屈応力度} \end{array} \right.$$

(4) 梁の曲げ破壊

$$M_u = f_b \cdot C_r \cdot Z_o$$

$$\left(\begin{array}{l} M_u : \text{降伏曲げモーメント} \\ f_b : \text{許容曲げ応力度} \\ C_r : \text{寸法調整係数} \\ Z_o : \text{有効断面係数} \end{array} \right.$$

(2) せん断破壊か曲げ破壊かの判定

図6. 3. 4に各降伏耐力から求めたせん断降伏時の曲げモーメントと等価柱における柱頭・柱脚の降伏曲げモーメントを示す。

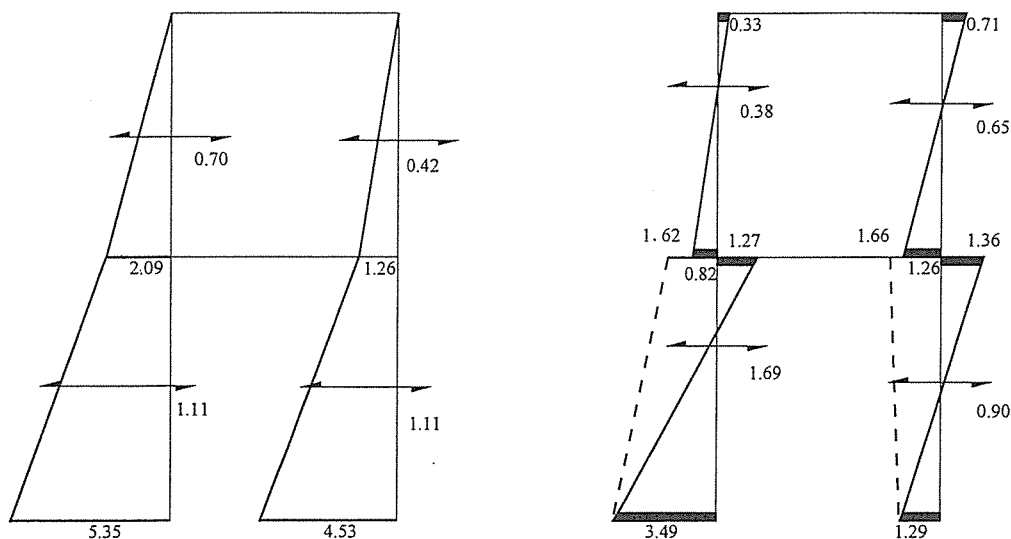


図6. 3. 4 せん断降伏時の曲げモーメント (左)
 等価柱における柱頭・柱脚の降伏曲げモーメント (右)
 (単位 Mu : tf · m Qu : tf)

二つのモーメント図を見比べると、せん断降伏時の曲げモーメントがすべての柱頭・柱脚において同じか大きな値なので梁の巻き戻しで柱頭・柱脚のモーメントを低減させる。

(3) 柱の曲げモーメントを梁による巻き戻し効果で終局応力状態を修正する。

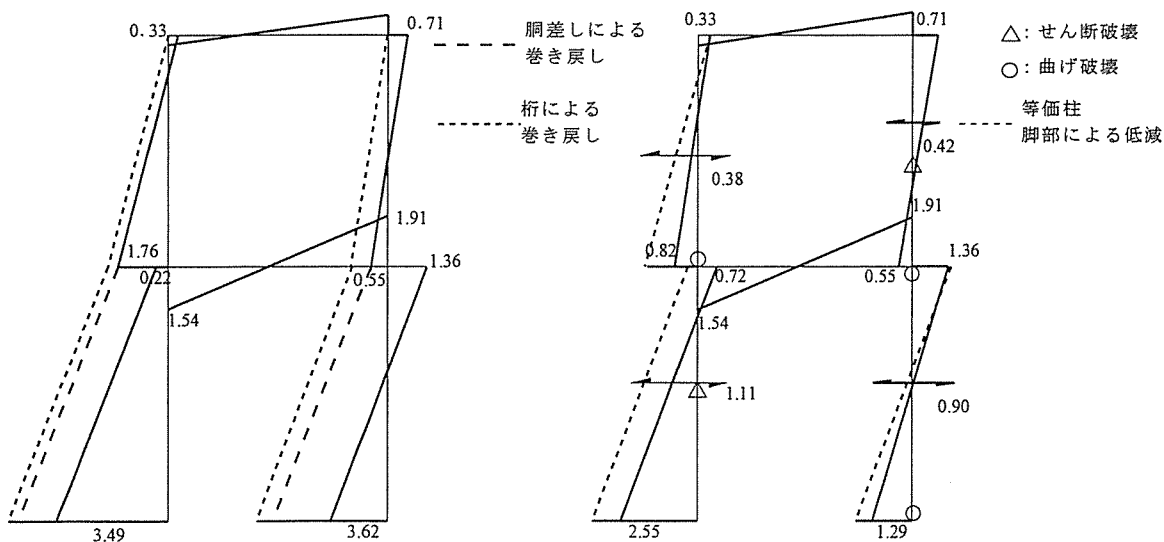


図6. 3. 5 梁の巻き戻し効果を行ったモーメント図
 (単位 Mu : tf · m Qu : tf)

図6. 3. 6 脚部による低減及び終局応力状態
 (単位 Mu : tf · m Qu : tf)

梁の巻き戻し効果を行っても2階の左等価柱と1階右等価柱の柱脚の値がまだ等価柱における柱頭・柱脚の降伏曲げモーメントよりも大きいので、せん断の抵抗を減らして脚部の曲げ応力を低減させこれを終局応力状態にする。よって2層層せん断力は 0.8tf 1層層せん断力は 2.01tfになる。

(2) せん断破壊か曲げ破壊かの判定

図 6. 3. 10 に各降伏耐力から求めたせん断降伏時の曲げモーメントと等価柱における柱頭・柱脚の降伏曲げモーメントを示す。

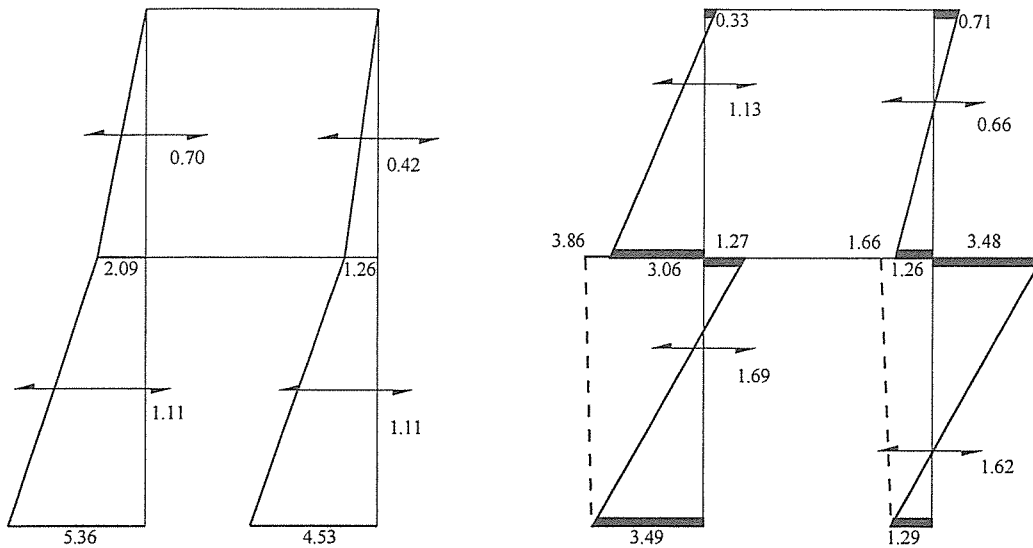


図 6. 3. 10 せん断降伏時の曲げモーメント (左)
 等価柱における柱頭・柱脚の降伏曲げモーメント (右)
 (単位 $M_u : tf \cdot m$ $Q_u : tf$)

二つのモーメント図を見比べると、1階柱脚のせん断降伏時の曲げモーメントが等価柱における柱頭・柱脚の降伏曲げモーメントより大きな値なので、梁の巻き戻し効果を行いせん断降伏時の柱脚の曲げモーメントを低減させる。

(3) 柱の曲げモーメントを梁による巻き戻し効果で終局応力状態を修正する。

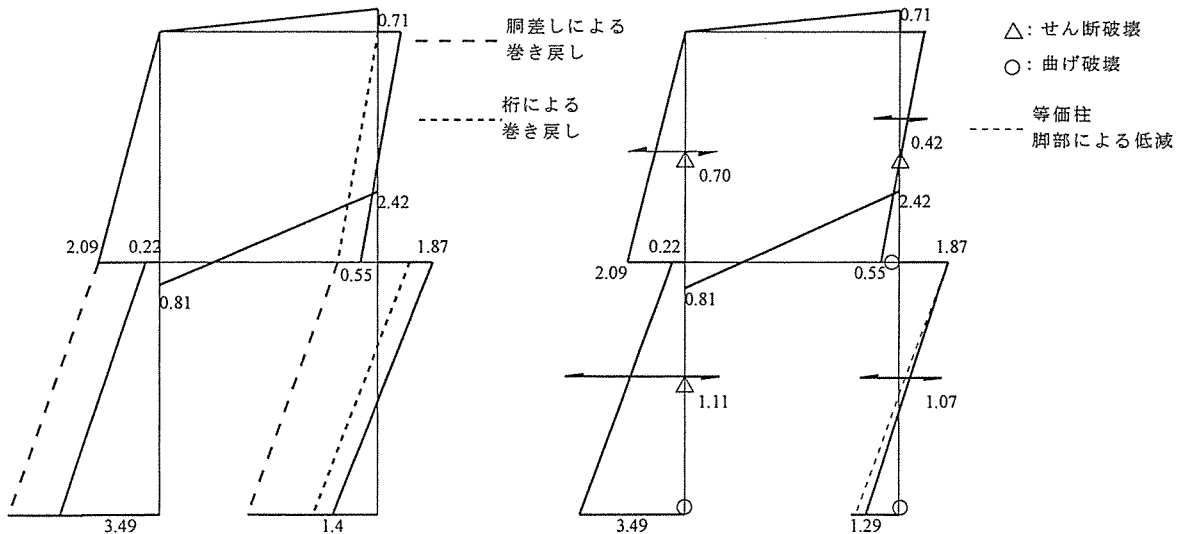


図 6. 3. 11 梁の巻き戻し効果を行ったモーメント図

図 6. 3. 12 脚部による低減及び終局応力状態

梁の巻き戻し効果を行っても1階右等価柱の柱脚のモーメントが等価柱における柱頭・柱脚の降伏曲げモーメントよりも大きいので等価柱脚部による低減を行い、これを終局応力状態とする。よって2層層せん断力は $1.11tf$ 、1層層せん断力は $2.18tf$ になる。

6. 3. 3 供試体 S 2 5 P K 0 1 (押し)

前節の設計方法を基に保有耐力設計法を行う

(1) 各耐力壁の柱頭・柱脚における降伏耐力を算出する。

各耐力壁の柱頭・柱脚にかかるモーメントの向き及び等価ラーメンモデルを図 6. 3. 13 に、そのモーメントから考えられる各耐力壁の破壊モードを図 6. 3. 14 に示した。

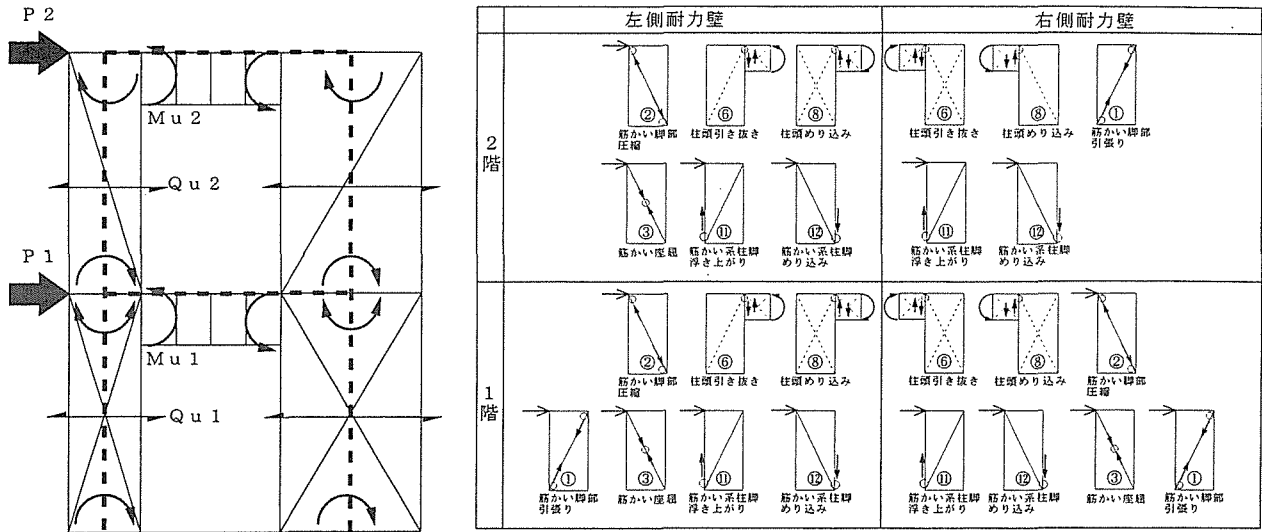


図 6. 3. 13 耐力壁にかかるモーメント 図 6. 3. 14 考えられる破壊モード及び等価ラーメンモデル

供試体 S 2 5 P K 0 1 は供試体 S 2 H D K 0 1 と金物仕様は同じであるが、右耐力壁が 2 P であるために筋かいの降伏耐力が変わってくる。だが、左耐力壁は S 2 H D K 0 1 と同じ仕様であるため破壊モードは変わらない。

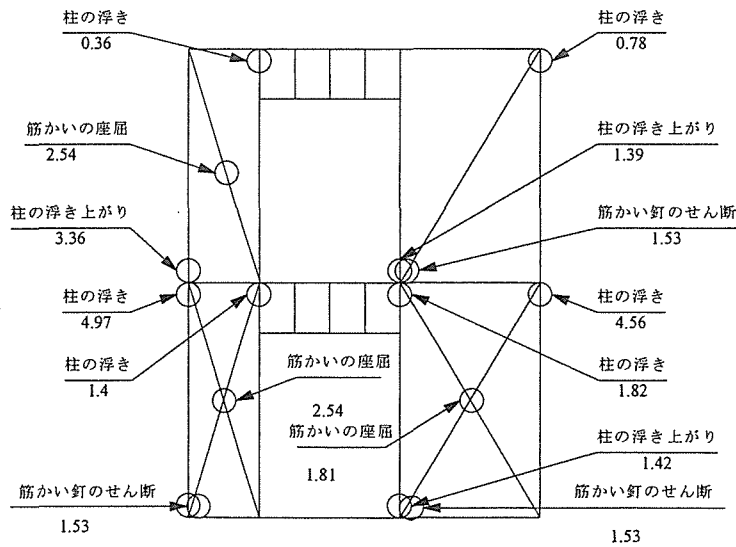


図 6. 3. 15 接合部破壊状態と降伏耐力 (単位 t f)

(2) せん断破壊か曲げ破壊かの判定

図 6. 3. 16 に各降伏耐力から求めたせん断降伏時の曲げモーメントと等価柱における柱頭・柱脚の降伏曲げモーメントを示す。

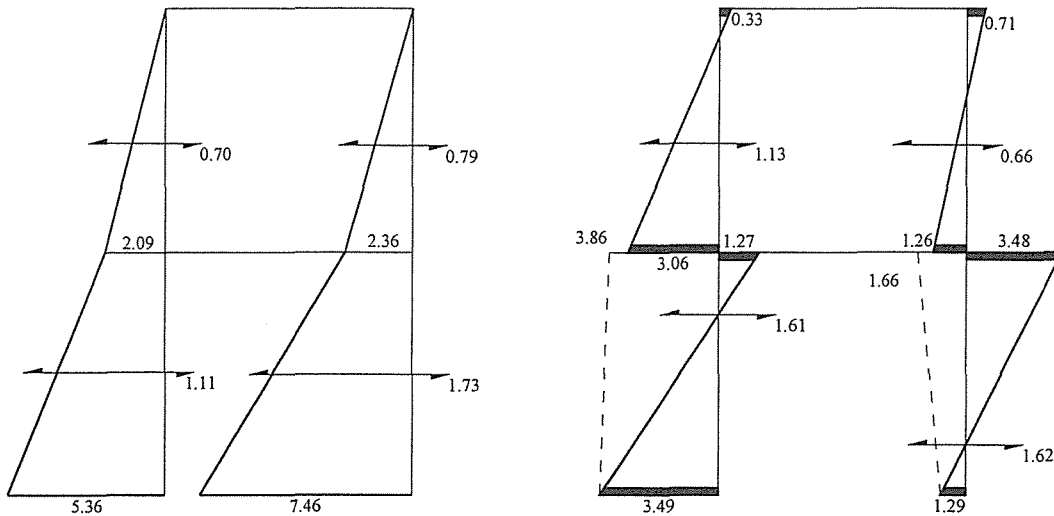


図 6. 3. 16 せん断降伏時の曲げモーメント (左)
 等価柱における柱頭・柱脚の降伏曲げモーメント (右)
 (単位 $M_u : tf \cdot m$ $Q_u : tf$)

二つのモーメント図を見比べると、2階の左等価柱以外すべてせん断降伏時の曲げモーメントが等価柱における柱頭・柱脚の降伏曲げモーメントより大きな値なので、梁の巻き戻し効果を行いせん断降伏時の柱脚の曲げモーメントを低減させる。

(3) 柱の曲げモーメントを梁による巻き戻し効果で終局応力状態を修正する。

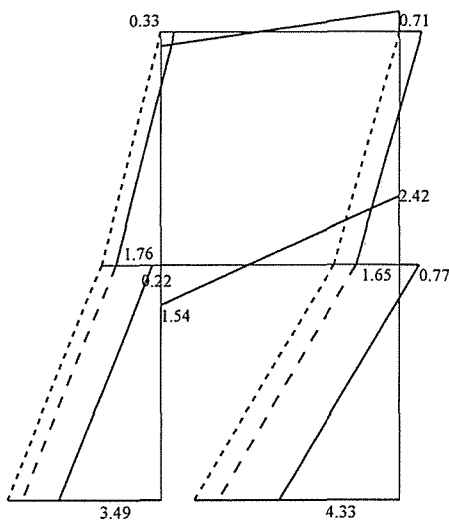


図 6. 3. 17 梁の巻き戻し効果を行ったモーメント図

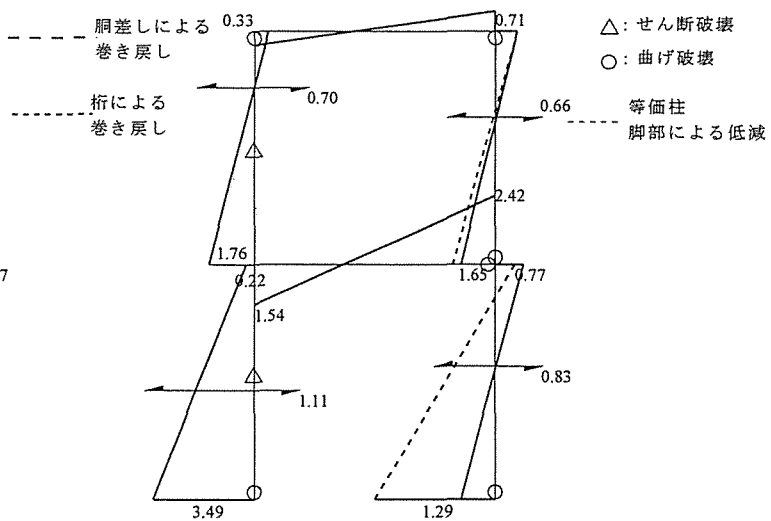


図 6. 3. 18 脚部による低減及び終局応力状態

梁の巻き戻し効果を行っても左等価柱は柱脚のモーメントが等価柱における柱頭・柱脚の降伏曲げモーメントまで低減できるが右等価柱は1. 2階両方とも上回っているため、せん断の抵抗を低減して柱脚の曲げ応力を減らし、これを終局応力状態とする。よって2層層せん断力は1.36tf、1層層せん断力は1.94tfとなる。

6.3.4 供試体 S25PK01 (引き)

前節の設計方法を基に保有耐力設計法を行う

(1) 各耐力壁の柱頭・柱脚における降伏耐力を算出する。

各耐力壁の柱頭・柱脚にかかるモーメントの向き及び等価ラーメンモデルを図 6.3.19 に、そのモーメントから考えられる各耐力壁の破壊モードを図 6.3.20 に示した。

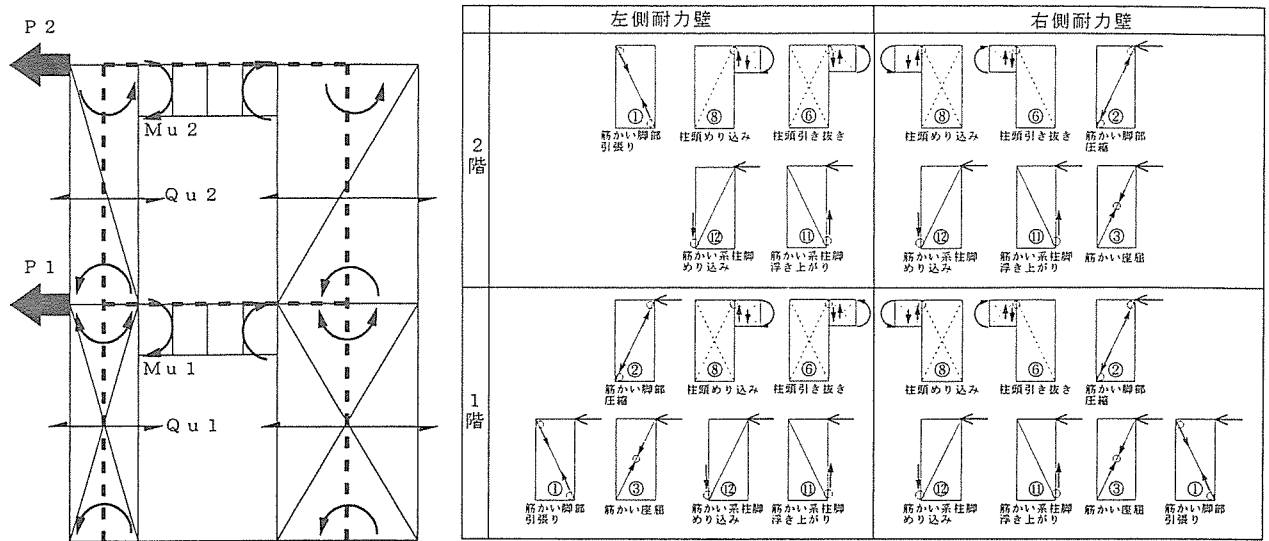


図 6.3.19 耐力壁にかかるモーメント 図 6.3.20 考えられる破壊モード及び等価ラーメンモデル

引きになると供試体 S25PK01 は右耐力壁の筋かいが引っ張りから圧縮に変わるので破壊モードが変わり降伏耐力が変化する。1 階では筋かいが両方入っているので破壊モードは変わらない。

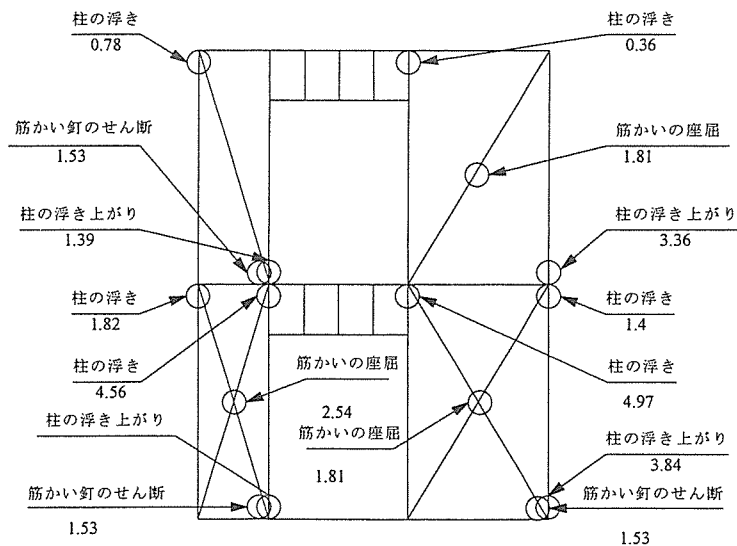


図 6.3.21 接合部破壊状態と降伏耐力 (単位 t f)

(2) せん断破壊か曲げ破壊かの判定

図6.3.22に各降伏耐力から求めたせん断降伏時の曲げモーメントと等価柱における柱頭・柱脚の降伏曲げモーメントを示す。

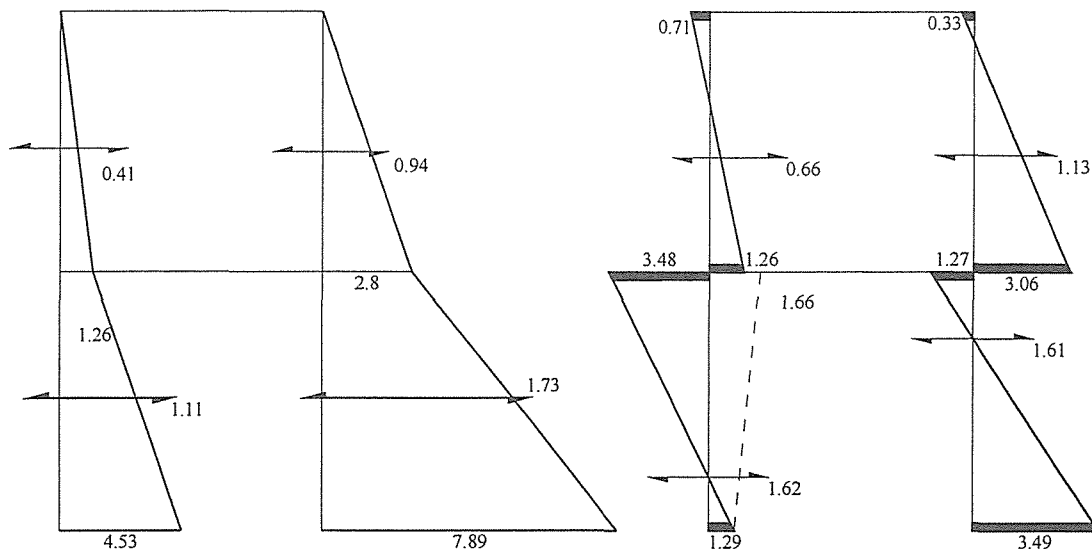


図6.3.22 せん断降伏時の曲げモーメント (左)
 等価柱における柱頭・柱脚の降伏曲げモーメント (右)
 (単位 $M_u : tf \cdot m$ $Q_u : tf$)

二つのモーメント図を見比べると、すべてせん断降伏時の曲げモーメントが等価柱における柱頭・柱脚の降伏曲げモーメントより大きな値なので、梁の巻き戻し効果を行いせん断降伏時の柱脚の曲げモーメントを低減させる。

(3) 柱の曲げモーメントを梁による巻き戻し効果で終局応力状態を修正する。

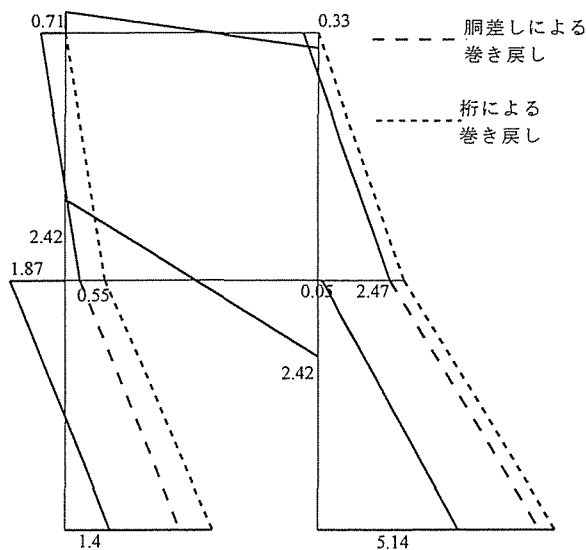


図6.3.23 梁の巻き戻し効果を行ったモーメント図終

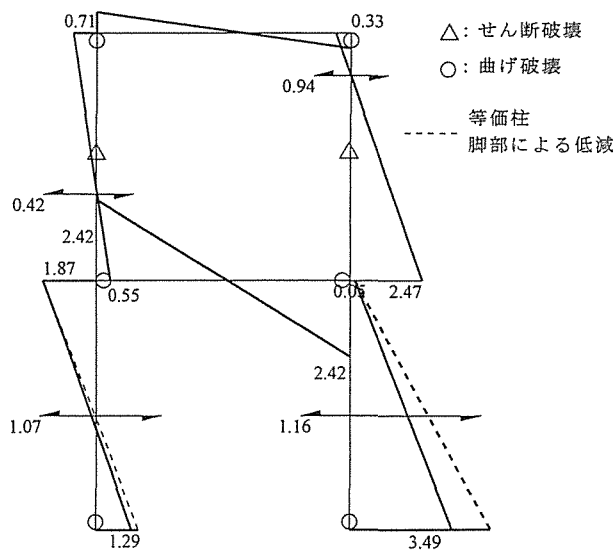


図6.3.24 脚部による低減及び局応力状態

梁の巻き戻し効果を行っても1階左・右等価柱は柱脚のモーメントが等価柱における柱頭・柱脚の降伏曲げモーメントより上回っている。よってせん断の抵抗を低減して柱脚の曲げ応力を減らし、これを終局応力状態とする。よって2層層せん断力は1.37tf、1層層せん断力は2.23tfとなる。

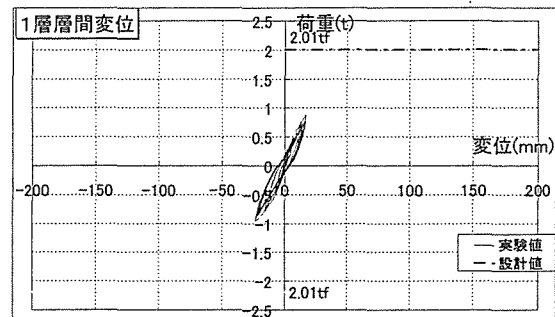
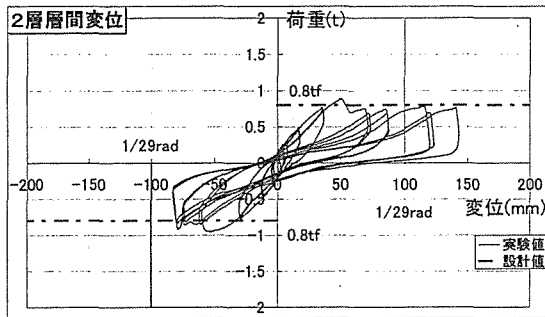
6. 4 まとめ

6. 4. 1 実験値との比較

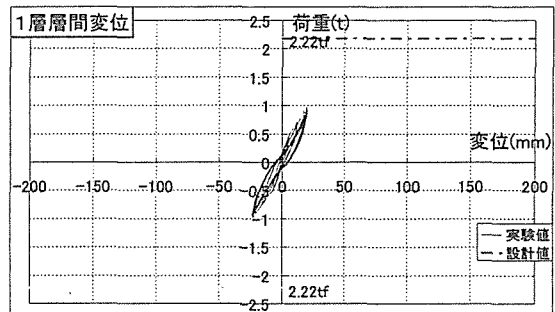
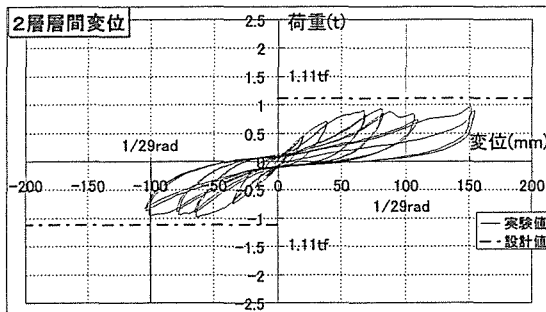
図6. 4. 1に実験で得られた各供試体の1・2層の層せん断力-層間変位関係と設計法から求めた終局応力状態の1・2層の層せん断力を示した。

1層の実験値は1層の頂部に水平荷重を加えていないため降伏まで至らなかった。よって2層の層せん断力の倍にした値を1層の層せん断力にして考慮する。またS200K01とS2HDK01に関しては供試体が左右対称なので引きの水平荷重を加えても押しと同じ終局応力状態になるので、層せん断力は押しの時と同じになる。

(1) S200K01



(2) S2HDK01



(3) S25PK01

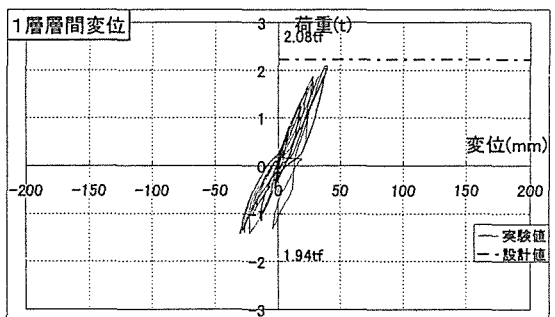
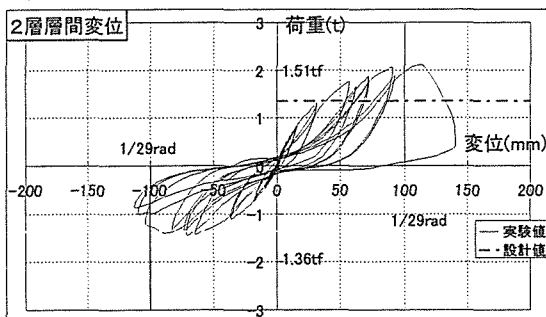


図6. 4. 1 実験値と設計法での層せん断力の比較

S200K01の2階では、引きの時には実験値の最大耐力を捉えていると言えるが若干実験値の最大耐力の方が押しの方では約0.15tfくらい実験値の最大耐力が高い。1階では2階の倍の値を最大耐力とすると、押し引き両方とも設計値の層せん断力の方が高い値を示した。

S2HDK01の2階では押しが約0.1tf引きが約0.15tfくらい設計値の層せん断力の方が高い値を示した。1階では2階の倍の最大耐力よりも設計値の層せん断力の方が高い値を示した。

S25PK01の2階では、押しでは実験値の最大耐力を捉えているが引きの時には約0.75tfも実験値の最大耐力の方が高い結果となった。1階では2階の倍の最大耐力の方が押しでは約1tf引きでは約4tfも高い値を示した。

6. 4. 2 結果の検討

S200K01とS2HDK01は若干実験値の最大耐力が上回ったものがあるがほとんど1・2層の押し引き両方とも高い値になった。この事で考えられるのが層せん断力を担っている耐力壁の筋かい材の降伏耐力に問題があるのだろう。引っ張り破壊である筋かい端部の筋かいボックス釘のせん断破壊の降伏耐力を求める際にはあまり深く考慮するような式を使用していないので、問題は筋かいの座屈耐力の算出にあったのであろう。座屈耐力を求めるのに使う f_k を算出する際に筋かいの座屈長さをどのぐらいにしなければならぬのか考慮する必要がある。筋かいの両端がピンであり途中で拘束するものがないならば座屈長さは筋かいの長さになるが、この実験の供試体では筋かいの真ん中に間柱があり筋かいを拘束している。だから座屈長さは筋かいの長さの半分にして本設計法では座屈耐力を算出した。しかし、本来間柱での筋かいの拘束は完全拘束とは言えない接合である。よって座屈長さを半分にするのではなく数十%長くした値にして座屈耐力を求めるのであろう。S2HDK01の2層の実験値の最大耐力と設計値の層せん断力との差が0.15tfある。S2HDK01は終局応力時に2階の圧縮側筋かいの耐力壁はせん断破壊しているの、そのまま逆に計算して行って座屈耐力を出し座屈長さを求めた結果166.4cmになった。よって、真ん中に間柱がある筋かい耐力壁の座屈破壊を算出する際には、座屈長さを半分にした値の13%増しにした値で考慮していけばよいだろう。

だが層せん断力が減るのであればS200K01とS25PK01ではさらに層せん断力が減ってしまうと考えられるが、S200K01は2層圧縮筋かいの耐力壁は終局応力状態の時にせん断破壊をしているのではなく曲げ破壊をしているので筋かいの座屈長さが変わったことでの層せん断力の低減はない。よって筋かい長さが変わっても実験値との差は変わらない。

S25PK01ではどうかだがこの供試体は右耐力壁に間柱が3本入っているが、ここでの座屈長さも筋かい材端長さの半分で座屈耐力を算出しているために、今度は座屈長さを長く考慮しすぎてしまったのだろう。だが筋かい材端長さの1/4では f_k が大きくなってしまふのは明確である。引きの時の設計値の層せん断力と実験値の最大耐力の差は4である。この供試体は終局応力状態の時供試体が引きをうけると右耐力壁はせん断破壊しているの筋かい座屈長さが短くなることにより座屈耐力が上がりせん断抵抗が増す。よって実験の最大耐力から逆に座屈耐力を計算しその時の筋かいの座屈長さを算出すると99cmとなった。よって筋かい材端長さの半分の値である126.15cmの21.5%削減で座屈長さを考慮すれば実験値の値に近づくだろう。

6. 4. 3 今後の検討

今回行った設計法では耐力壁のせん断力の算出にまだ問題があると言える。特に筋かいの座屈破壊について計算の精度を上げていく必要がある。その中で特に筋かいの座屈長さについて、もっと正確な値を出せば実験値と同じ値になるだろう。その手法として、今回の検討で行った実験から推測される筋かいの座屈長さをもっと他の実験から算出し平均を取ったものを使用する。ただ供試体の高さが変われば筋かいの座屈長さも変わるので、高さの比率でどれだけ筋かいの座屈長さが変わるのかをも検討していきたい。

7. まとめ

軸組構法耐力壁の解析的研究について述べてきたが、以下のようにまとめる。

7. 1 タイロットによる効果

単位耐力壁実験および有限要素法解析でタイロットによる効果について検討した。次のことがまとめられる。

タイロット無しの供試体に比較して、導入張力 422[kgf]（導入ひずみ 50 μ ）の供試体及び導入張力 844[kgf]（導入ひずみ 100 μ ）の供試体では、最大耐力はそれぞれ 1.2 倍～ 2.5 倍程度、1.4 倍～ 2.8 倍程度であった。タイロットによる張力導入は最大耐力に影響を与えることが分かった。

7. 2 解析法とその適応限界について

7. 2. 1 有限要素法解析

有限要素法解析では実験での最大耐力近傍までは、特定変形（ $R=1/300\text{rad}$ 、 $R=1/120\text{rad}$ 、最大耐力時層間変形角）時の耐力で比較すると、実験値に対して解析値は 75 %～ 121 % であり、大凡捉えることが確認できた。また、層間変形—各部変位、各部応力関係などでも実験値を解析値で捉えることができた。

しかし、解析モデルの作成が難しく、時間もかかる。解析についても電算機を利用しなければ解くことは不可能である。したがって、詳細な変形性能及び応力性状を把握できるが必ずしも実用的ではない。

最大耐力以後の耐力低下域では適応範囲の限界であり実験値を解析値で捉えることはできない。耐力低下域も評価できるように解析手法を検討していく必要がある。

また、有限要素法の解析結果は釘のせん断すべりのモデル化に依存する部分が大きいので今後のデータの蓄積が必要である。

7. 2. 2 略解析法

略解析法では枠組み壁工法の基準式に比較して、耐力が 79 %～ 85 % 程度（村上式では 124 %～ 155 % 程度）であり、面内せん断剛性は 120 %～ 130 % 程度（村上式では 100 %～ 122 % 程度）である。

比較的容易に手計算ができるが、単位面材のせん断剛性の算出や柱系をモデル化する手法を検討する必要がある。

7. 2. 3 保有耐力設計法

本研究での保有耐力設計法は非常に簡便であり、手計算で応力状態を把握できる。実験値に対する解析値は 109 %～ 161 % 程度である。

しかし、各破壊モードの最大耐力を算定する際や決定する際に検討する必要がある。

参考文献

- 1) R.L.Tuomi, W.L.MaCutcheon : Racking Strength of Light-Frame Nailed Walls, ASCE ST7, pp.1131-1140, 1978.7
- 2) 神谷文夫 : 面材を釘打ちした耐力壁のせん断剛性および強度に関する研究, 建築学会論文報告集第 309 号, 1981.11
- 3) 平嶋義彦 : 木質平面材料の構造的性能に関する研究, 林業試験場研究報告第 330 号, 1984.9
- 4) 安村 他 : 1992 年・枠組壁工法建築物構造計算指針, 日本ツーバイフォー建築協会, 1992.11
- 5) H.Sugiyama, T.Matsumoto : Empirical Equations for the Estimation of Racking Strength of a Plywood-Sheathing Shear Walls with Openings, 建築学会大会・東海, pp.89-90
- 6) 村上、稲山 : 任意の釘配列で打たれた面材壁の弾塑性挙動の予測式

第2章 簡易設計法（壁量設計法）

はじめに

以下に、簡易設計法（壁量設計法）の骨子を示す。ここに述べる部分は、従来の方法との変更点を示したものである。また、数値は例であり、別途、具体的に検討が必要である。

1 適用範囲

簡易設計法（壁量設計法）は、延べ床面積が500㎡以下、地階を除く階数が3以下の軸組構法建物に適用する。

具体的な適用の範囲を定める必要がある。

階数、形状の制限が必要か。

特に、平面のプロポーションに関する制限が必要と思われる。

2 必要壁量

2.1 中地震に対する必要壁量

地震に対する必要壁量は、各階の層せん断力を基準壁耐力で割ったものとする。

$$L_{yri} = Q_i / P_0$$

ここで、 L_{yri} ：必要壁量(m)

Q_i ：各階の層せん断力(kgf)

P_0 ：耐力壁の基準強度

また、 Q_i は、次のようにして求める。

$$Q_i = W_i \times C_0 \times A_i$$

W_i ：各階の支える重量(kgf)

C_0 ：標準せん断力係数 = 0.2

A_i ： A_i 分布

標準的な A_i 分布として、以下の値を用いてもよい。

| | 1階部分 | 2階部分 | 3階部分 |
|------|------|------|------|
| 平屋 | 1.0 | — | — |
| 2階建て | 1.0 | 1.4 | — |
| 3階建て | 1.0 | 1.3 | 1.5 |

2.2 大地震に対する必要壁量

地震に対する必要壁量は、各階の層せん断力を基準壁エネルギーで割ったものとする。

$$L_{er} = E_i / E_0$$

ここで、 L_{er} : 必要壁量(m)
 E_i : 各階の入力エネルギー(kgf·m)
 E_0 : 耐力壁の基準エネルギー(kgf·m)

また、 E_i は、次のようにして求める。

$$E_i = \frac{1}{2} \frac{Q d^2}{S t}$$

$Q d$: $R_g \cdot F_{es} \cdot Q_{ud}$: 地震力によって各階に生じる水平力
 R_g : 地盤が軟弱な場合の割増係数
 F_{es} : 形状係数
 Q_{ud} : 各階の地震層せん断力
 $Q_{ud} = Z \cdot R_t \cdot A_i \cdot C_0 \cdot W_i$
 $S t$: 各階の初期剛性

2.3 暴風に対する必要壁量

強風に対する必要壁量は、各階の風圧力の合計を基準壁最大耐力で割ったものとする。

$$L_{wri} = Q_{wi} / P_0$$

ここで、 L_{wri} : 暴風必要壁量(m)
 Q_{wi} : 各階の風圧力の合計(kgf)
 P_0 : 耐力壁の基準最大耐力(kgf)

また、 Q_{wi} は、次のようにして求める。

.....

風荷重に関しては、新しい施行令との整合が必要。

3. 壁倍率

壁は、中地震用の倍率（y指標）、大地震用の倍率（e指標）と風用の倍率（w指標）とを有する。
 例えば、

***** (y, e, w) 例えば、「30×90筋交い(1.5, 1.6, 3.0)」

と表示する。ただし、その仕様は、筋交いの金物や柱横架材接合金物が特定された仕様を条件とする。

3.1 耐力壁の仕様と壁倍率

| | | | |
|--------------------------------|------------|-------------|-----------------|
| 耐力壁の壁倍率は、仕様により以下の数値とする。（表示法の例） | | | |
| 筋かいの種類 | 筋かい端部接合の種類 | 柱と横架材の接合の種類 | 壁倍率 |
| 3 cm × 9 cm | S-1群 | H-1群 | (1.5, 1.6, 3.0) |
| 3 cm × 9 cm | S-2群 | H-1群 | (2.0, 1.8, 3.2) |
| 4.5cm × 9 cm | S-1群 | H-1群 | (2.0, 2.2, 2.8) |
| 4.5cm × 9 cm | S-2群 | H-2群 | (2.5, 3.0, 2.5) |
| | | | |
| | | | |

②筋交いは、石膏ボードなどのボードと一体となっているものを評価する。

③耐力壁は、具体的な仕様を特定する。

壁倍率に相応しい金物、及びそれを組み込むことのできる柱-横架材の金物を併せて指定する。

筋かい金物のグループ分け（S群）

| グループ | 許容引き抜き耐力 | 金物 |
|------|-----------|---------------------|
| S-1 | 〇〇 kgf 以上 | B P 金物、〇〇金物、..... |
| S-2 | ×× kgf 以上 | B P 2 金物、××金物、..... |
| .. | | |

柱と横架材の接合に関するグループ分け（H群）

| グループ | 許容引き抜き耐力 | 金物 |
|------|-----------|---------------------|
| H-1 | 〇〇 kgf 以上 | V P 金物、〇〇金物、..... |
| H-2 | ×× kgf 以上 | B P 2 金物、××金物、..... |
| .. | .. | |

3.2 壁倍率の低減

| | |
|------------------------|------|
| 壁倍率の低減 | |
| 壁高さが大きい場合には、壁倍率を低減する。 | |
| $K_b = K_0 \times k$ | |
| K _b : 有効壁倍率 | |
| K ₀ : 基準壁倍率 | |
| k : 壁高さによる修正係数 | |
| 壁高さ | k |
| ~ 3.0 m | 1.0 |
| 3.0 ~ 3.5 m | 0.85 |

| |
|-------------|
| 3.5 ~ 4.0 m |
|-------------|

| |
|-----|
| 0.7 |
|-----|

①壁高さにより倍率を低減する。

3.3 非耐力壁の考慮

耐力壁線上の垂れ壁・腰壁の強度を考慮する。

杉山式によって、非耐力壁の強度を考慮する。

4. 構造計画

4.1 耐力壁線

耐力壁線：

耐力壁は耐力壁線上に配置する。建物は、外周を耐力壁線で構成し、平面は閉じた耐力壁線によって区画する。

- (1)耐力壁線は、上部が桁などの横架材、下部は、2階、3階にあっては梁等、1階にあっては土台および布基礎、をそれぞれ有するものとする。
- (2)相対する耐力壁線相互の距離は、原則的に8 m以下とする。ただし、水平構面を適切に補強した場合には、1.2 m以下とすることができる。
- (3)耐力壁線で囲まれた部分の水平投影面積は、原則的に4.0 m²以下とする。ただし、水平構面を適切に補強した場合には、6.0 m²以下とすることができる。
- (4)1階および2階の耐力壁線は、原則として上下一致させるものとする。

(1)耐力壁は耐力壁線上に配置する。耐力壁線とは、建物の平面を構造的に区分した線分で、上部には、桁などの横架材、下部は2階、3階にあってははり等、1階にあっては、土台および布基礎をそれぞれ有するものをいう。

(2)相対する耐力壁線相互の距離は、原則的に8 m以下とする。ただし、構造計算または実験の結果より床の面内剛性が確保され、安全上支障のない場合にはこの限りではない。

(3)耐力壁線で囲まれた部分の水平投影面積は、原則的に4.0 m²以下とする。ただし、構造計算または実験の結果により面内剛性が確保され、安全上支障のない場合には、6.0 m²以下とすることができる。なお、耐力壁線で囲まれた部分の平面形は長方形でなくてもよい。

$$\text{床壁剛性比} = \frac{\text{床の剛性}}{\text{壁の剛性}}$$

床壁剛性比と耐力壁線の相対距離、囲まれる面積

(4)1階および2階の耐力壁線は、原則として、上下一致していること。ただし、1階 および2階の耐力壁線の水平方向のずれが、2 m以内で、かつ、有効な水平力の伝達および床の水平剛性の確

保の措置が講じられている場合はこの限りでない。（オーバー ハングにあつては1 m以内に限る）
(5)耐力壁のずれは、平面上2 m以内のずれで、かつ、耐力壁の上下の水平構面が力を有効に伝達するように一体化されたものは一つの耐力壁線と見なすことができる。

水平剛性と一体と見なせる耐力壁のずれ

4.2 耐力壁の配置

- (1)各方向とも、構造耐力上、必要な壁量を有すること。この場合、耐力壁線外にある壁（耐力壁と同等以上の耐力を有する壁に限る）で、上部および下部が構造耐力上有効に緊結されているものについては、壁量として参入することができる。
- (2)2階の耐力壁は、原則として下階の耐力壁の直上に設ける。2階の耐力壁が1階の耐力壁の直上に配置されない場合は、2階の耐力壁の壁倍率を適切に低減すること。
- (3)耐力壁は、耐力壁線上に釣り合いよく配置し、かつ、隅角部は耐力壁などで適切に補強する。
- (4)耐力壁線上の連続する開口部の幅は4 m以下、かつ、一つの耐力壁線上の開口部の幅の合計は、当該耐力壁線の長さの3/4以下とする。

- (1)2階の耐力壁は、市松状に配置してもよい。
- (2)耐力壁線上の開口部は、平面的に折れ曲がってもよいが、隅角部には柱等を設ける。
- (3)耐力壁は、耐力壁線上に釣り合いよく配置し、かつ、隅角部は耐力壁などで適切に補強する。

耐力壁の偏心と壁量割り増し①

（建物の1階平面が概ね矩形で面積が100 m²以下のもの）

耐力壁の偏心と壁量割り増し②

注：偏心率の計算法は従来のものと同じ

4.3 水平構面

(1) 2階床面、小屋梁面、屋根面等の水平構面は、十分な面内剛性を有し、応力を耐力に壁に安全に伝達できること。特に、吹き抜き部分を設ける場合には、構造上の支障を生じないこと。吹き抜け部分の平面形は、整形なものとし、その外周に面する壁面は、2面以下とする。

(2) 2階の層せん断力は、2階の直下の1階部分に、伝達するようにすること。

(3) セットバックした壁の水平力が外側の階下壁面に伝達されるように、連続した水平構面を設ける。

(1) 2階床面、小屋梁面、屋根面等の水平構面は、十分な面内剛性を有し、応力を耐力に壁に安全に伝達できること。特に、吹き抜き部分を設ける場合には、構造上の支障を生じないこと。吹き抜け部分の平面形は、整形なものとし、その外周に面する壁面は、2面以下とする。

床／壁剛性比と吹き抜けの大きさの制限

(2) 2階の層せん断力は、2階の直下の1階部分に、伝達するようにすること。

(3) 「セットバック」と「下屋」を区別する。「セットバック」は、下階の耐力壁線が上階の耐力壁線よりも、外に設けられている場合をいう。「下屋」は、上下で耐力壁線は一致しており、その外側に外壁線が設けられている場合をいう。「セットバック」の場合には、小屋裏に水平構面を設ける必要があり、床構面を設けることとした。セットバックした壁の水平力が外側の階下壁面に伝達されるように、連続した水平構面を設ける。

5 各部の仕様

各部の仕様は以下の通りとする。

各部の設計は、壁量設計では「仕様」による部分が大部分を占めることになると考えられる。その場合、各部の要求性能を具体的に数値で表示し、それを満足しているディテール・金物を指定する。従って、「仕様」ごとにどの程度の強度・剛性を有しているのかが適切に評価されている必要がある。

各部の設計は、基本的には現状のディテールの強度を確認していくことから始めなければならない。その標準的なディテールは、金融公庫仕様書が参考となろう。

各部の仕様中でも、個別に検討すべき部位を以下に述べる。

5.1 基礎の設計

基礎の設計

- (1) 1階（あるいは最下階）の耐力壁線の下部には、一体のコンクリート造布基礎またはこれと同等以上の強度を有するものを設ける。
- (2) 基礎は、構造計算に基づいた鉄筋コンクリート造布基礎またはべた基礎とする。
- (3) 基礎の設計に当たっては、地盤調査を行う。

軸組構法の基礎は、構造計算に基づいていない場合がほとんどである。近年、倍率の大きな耐力壁が増えており、今後は、適切な評価方法・計算方法が必要となろう。その中で、鉄筋のない基礎は、使用できなくなるであろうし、地盤調査も必須なものとなるであろう。

5.2 柱脚の引き抜きの確認

柱脚の引き抜きの確認

建物隅角部の柱に生じる引き抜き力に十分耐え得るような引き寄せ金物等を設置する。

兵庫県南部地震では、新しい住宅は、比較的面積の小さい建物に被害が大きかったことが報告されている。これは、間口の小さい建物では、隅角部の引き抜きが大きくなるのに対して、ホールダウン金物などの引き寄せ金物が取り付けられていなかったためと報告されている。壁量の設計では、構造計算によらない場合には、例えば、「隅角部の柱には、引き寄せ金物を取り付ける」などの仕様の規定が必要と考えられる。

5.3 接合部の仕様

接合金物の使用

接合部は、所定の金物を使用する。（表示法の例）

柱－梁 せん断耐力〇〇 kg 以上の金物（例：〇〇金物、××金物）

柱－胴差し せん断耐力〇〇 kg 以上の金物（例：〇〇金物、××金物）

| | |
|-------|-------------------------------|
| 梁－梁 | せん断耐力〇〇 kg 以上の金物（例：〇〇金物、××金物） |
| 梁－束 | せん断耐力〇〇 kg 以上の金物（例：〇〇金物、××金物） |
| | |

出隅の引き寄せ金物以外にも、筋かい金物などの使用が不十分であることも指摘されている。これらの金物の使用を徹底する。

5.4 和室続き間の特記仕様

耐力壁線により囲まれる面積が60㎡を越えて、和室続き間を設ける場合の特記仕様は以下による。

- (1) 続き間は2室以下であること。
- (2) 建物内で1カ所であること。
- (3) その上層の床または小屋組が十分な強度を有する水平構面が構成されていること。
- (4) 当該部分の上下階で耐力壁線にずれがないこと。または、平屋部分であること。
- (5) 開口の両側に耐力壁線の交点がL型に耐力壁が配置されていること。
- (6) 面外風圧に対して十分な強度を有していること。

6 保有耐力の確認

保有耐力の確認

次の式により、保有耐力を確認する。

$$(2.0 \times \sum \alpha \cdot l_b + 1.33 \times \sum \beta \cdot l_t) > 5.0 \times l_r$$

2.0：耐力壁の 1/120rad.時耐力に対する最大耐力の比率

α ：それぞれの耐力壁の壁倍率

l_b ：それぞれの耐力壁の実長

1.33：無開口壁（非耐力壁）の 1/120rad.時耐力に対する最大耐力の比率

l_t ：無開口壁の実長

5.0：許容応力度設計の必要壁量に対する保有耐力の必要壁量の比率

l_r ：必要壁量

保有耐力確認の式は次のようにして導かれた。

保有耐力は、次の式によって確認するものとした。

$$(4/3 \times 1.5 \times \sum \alpha \cdot l_b + 4/3 \times 1.0 \times \sum \beta \cdot l_t) > 5.0 \times l_r$$

4/3：実験によるばらつき inverse、

1.5：耐力壁の 1/120rad.時耐力に対する最大耐力の比率

α ：それぞれの耐力壁の壁倍率

l_b ：それぞれの耐力壁の実長

1.0：無開口壁の 1/120rad.時耐力に対する最大耐力の比率

β ：無開口壁の等価倍率 = 1.0

l_t ：無開口壁の実長

（問題のある「無開口壁」は除外する）

5.0：許容応力度設計の必要壁量に対する保有耐力の必要壁量の比率

l_r ：必要壁量

故に、上式は、次のように略することができる。

$$(2.0 \times \sum \alpha \cdot l_b + 1.33 \times \sum l_t) > 5.0 \times l_r$$

ここで、左辺は、耐力壁と非耐力壁の保有耐力を加算したものである。耐力壁の 1/120rad.時耐力に対する最大耐力の比率は 1.5 としたが、非耐力壁が繰り返し加力による低下があることなどを考慮して 1.0 とした。

無開口壁の等価倍率（ β ）は、壁面の下地および仕上の表裏合わせての、等価的な壁倍率で、以下の数値とする。

| β の値 | 構 法 |
|------------|-------------------------------------|
| 0.7 | 内壁下地が石膏ボード 外壁がサイディング張り（金物に掛ける構法） |
| 1.0 | 内壁下地が石膏ボード 外壁がサイディング張り（合板下地） |
| 1.5 | 内壁下地が石膏ボード 外壁がラスモルタル塗り壁 |

また、耐力壁部分は、無開口壁部分に再度含めてよい。

右辺は、許容応力度設計の必要壁量に対する保有耐力の必要壁量の比率である。5.0 は、多度津で実施された実大振動実験より設定したものである。

第3章 性能明示型耐震設計法プログラムの開発

1. 性能明示型耐震設計法の概要

1. 1 設計法の特徴

本設計法は、在来軸組工法建築物を対象とし、耐震性能に影響を及ぼす以下の項目の定量的評価を可能とした。

- (1) 軸力系、せん断系、曲げ系を含み、垂れ壁や腰壁なども含む鉛直構面の剛性と降伏耐力と終局変形の評価
- (2) 水平構面のせん断剛性、降伏耐力の評価
- (3) 耐震要素より先に降伏する可能性のある以下の要因を考慮した剛性と降伏耐力の低減。
 - ① 連層を考慮した柱の引き抜き
 - ② 梁上に載る耐力壁の引き抜き
 - ③ 礎石や島方基礎のロッキングおよび半島型起訴の折れ
 - ④ 水平構面、特にくびれの隅角部や壁線間距離の大きい場合などの梁桁接合部の引張破壊
- (4) 柔床のせん断変形と偏心によるねじれを考慮した建物の代表荷重変形曲線の予測。

1. 2 設計法の流れと概要

以降に本設計法の流れを図解で示す。

(1) 荷重の算定 … 図1

まず梁荷重を算定する。壁重量は上下の梁に、床と屋根の重量は梁に囲まれた長方形ゾーンごとに根太方向を考慮して2辺はの梁に集める。この梁荷重は、後で梁下の耐力壁の柱引き抜きの押さえ込み効果として使用される。

長期用梁荷重は上階から柱を介して下階の梁荷重に加算していく。地震用梁荷重はX Y各方向の鉛直構面荷重へと分配、加算していく。

(2) 鉛直構面の荷重変形関係の算定 … 図2

せん断系（面材張り）、軸力系（筋かい）、曲げ系（柱+小壁）それぞれ単位耐震要素ごとに、完全弾塑性の荷重変形関係を求める。

せん断系は実験に基づく面材釘1本あたりの完全弾塑性データを用いて、くぎ配列（三、ヨ、日）と釘ピッチと面材の大きさから計算される。曲げ系は両側とも壁でない場合のみとし、小壁のせん断と柱の曲げの両者から計算される。軸力系は筋かい単部を軸方向バネ（実験に基づく完全弾塑性データ）としてトラス計算による。

(3) 水平構面の荷重変形関係の算定 … 図3

梁で囲まれた長方形ゾーン毎に〔面材張り+根太の転び〕+（並列）〔火打の回転バネ+梁桁弱軸ラーメン〕にモデル化して計算する。面材張り部分は鉛直構面のせん断系と同

じ。根太の転びは、転ばし背によるトルクと根太の断面2次極モーメントから計算して求める。火打の回転バネは、曲げ実験から完全弾塑性データ化したものを用いる。梁桁弱軸ラーメンは、火打のある角を剛節、ない角をピンとして略算式を用意した。

(4) 鉛直構面の耐震要素の剛性・降伏耐力の低減の検定 … 図4

①柱の引き抜きによる耐力低減のチェック

1本の梁の下に複数の耐震要素がつく系を単位として、梁荷重と柱脚柱頭金物による押さえ込み効果を考慮した浮き上がり耐力を計算する。

②耐力壁のロッキングによる低減のチェック … 図5

耐力壁が載る1次梁と、それがかかる2次梁までを対象範囲として、梁の曲げと梁端接合部のせん断について、変形と耐力を計算する。

③弱基礎による耐力低減のチェック … 図6

玉石基礎および島方基礎のロッキング耐力の計算、および半島方の布基礎を片持ち梁とみなした場合の基礎の曲げ耐力の計算を行う。

(5) 柔床と偏心を考慮した建物荷重変形曲線の算定 … 図7

終局耐力時には鉛直構面が全て塑性状態にあるものと仮定し、偏心によるねじれと水平構面のせん断変形を計算する。建物の代表荷重変形曲線は、構面ごとに終局時の変位差に比例した座標変換を行って、平均変位位置で足し合わせをして求める。このとき、水平構面が先に降伏する場合には低減を行う。

(6) 等価線形化法による耐震性能評価 … 図8

建物の荷重変形曲線を、入力地震動に対応する応答スペクトルに重ね合わせることで、地震動の規模に対応した最大変位量と降伏箇所を推定することができる。

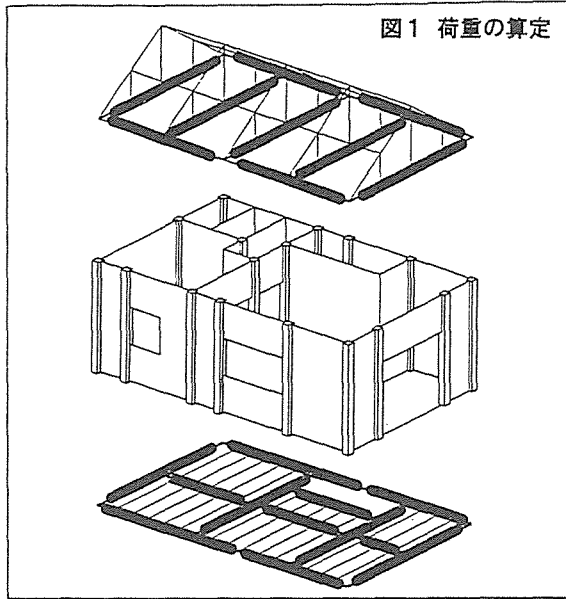


図1 荷重の算定

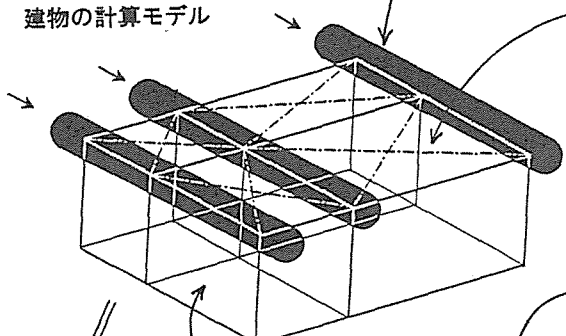
単位面積のサイズと釘配列により k, l_v, Z_v を求める。
面材と釘の種類により、 k, f_{max}, μ を求める。

剛性： $\frac{k l_v l_r}{(l_v + l_r)}$
降伏耐力： $\frac{f_{max}}{\sqrt{Z_v^2 + Z_r^2}}$
塑性率： μ

剛性： $\frac{3EI}{H+L}$
降伏耐力： $\frac{12EI}{H+2L}$
塑性率： $\frac{24EI}{H+L}$

剛性： $\frac{n_s \times H^3}{G \times I_s \times \frac{2}{k_1}}$
降伏耐力： $n_s \times H \times k_1 \times \delta_{v1}$
終局変形角： $\frac{\sigma^2 \times k_1 \times \delta_{v1} + 2 \times \delta_{v1}}{G \times I_s \times H}$

図3 水平構面の荷重変形関係の算定



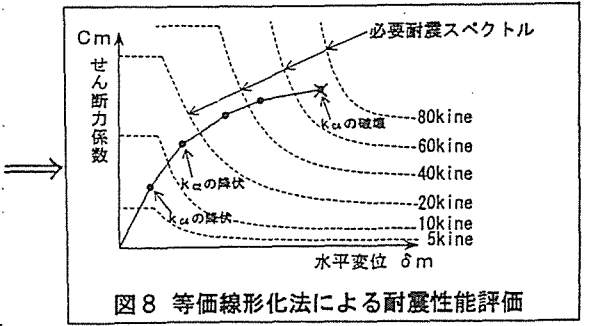
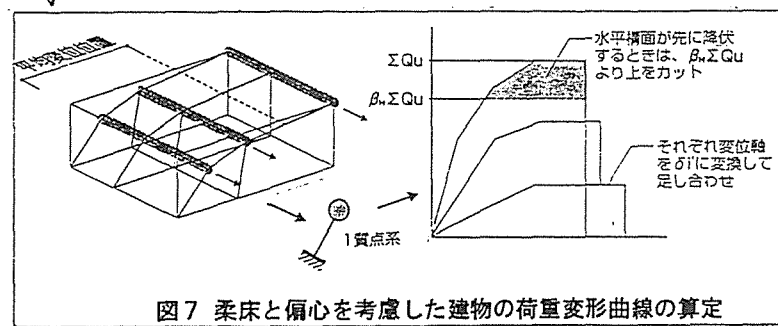
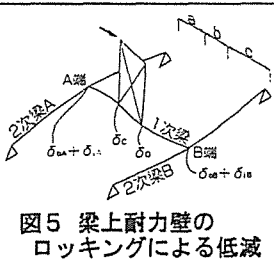
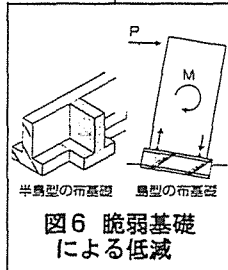
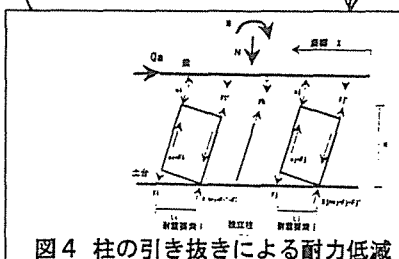
建物の計算モデル

剛性： $\frac{3EI}{H+L}$
降伏耐力： $\frac{12EI}{H+2L}$
塑性率： $\frac{24EI}{H+L}$

剛性： $\frac{k_1 l_v l_r}{(l_v + l_r)}$
降伏耐力： $\frac{f_{max}}{\sqrt{Z_v^2 + Z_r^2}}$
塑性率： μ

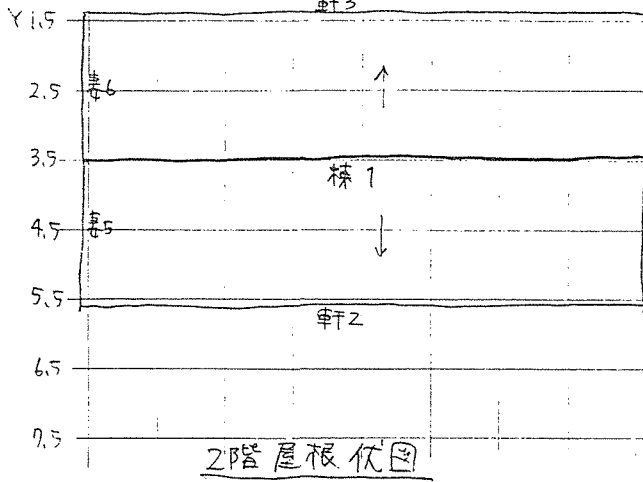
剛性： $\frac{k_1 l_v l_r}{(l_v + l_r)}$
降伏耐力： $\frac{f_{max}}{\sqrt{Z_v^2 + Z_r^2}}$
塑性率： μ

図2 鉛直構面の荷重変形関係の算定

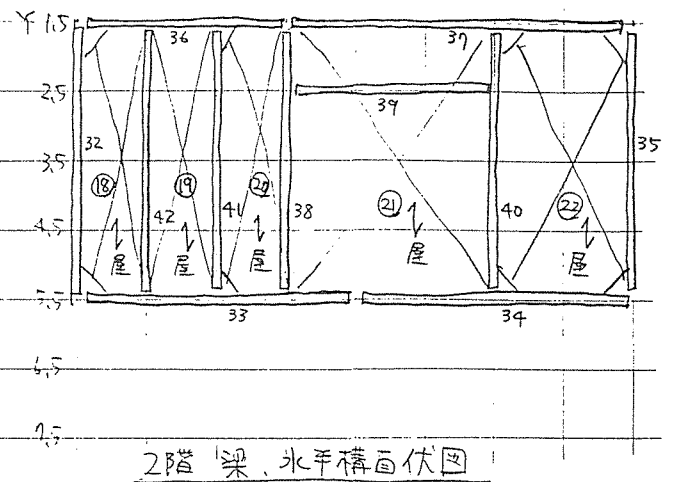


1.3 計算例として用いる木造住宅（狭小プラン）

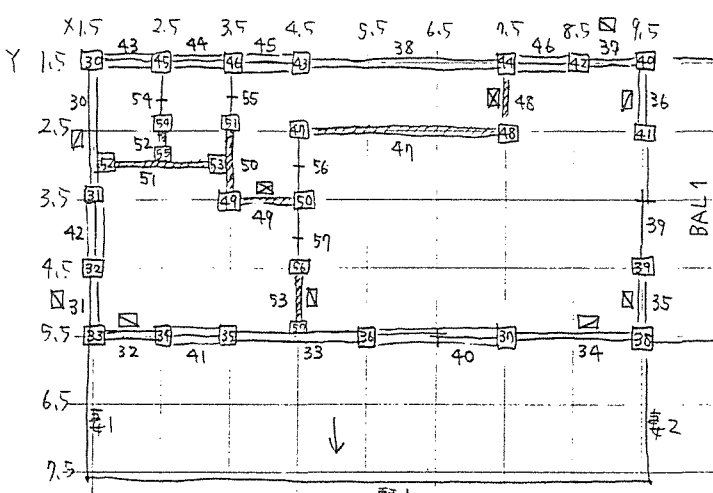
X 1.5 2.5 3.5 4.5 5.5 6.5 7.5 8.5 9.5 X 1.5 2.5 3.5 4.5 5.5 6.5 7.5 8.5 9.5



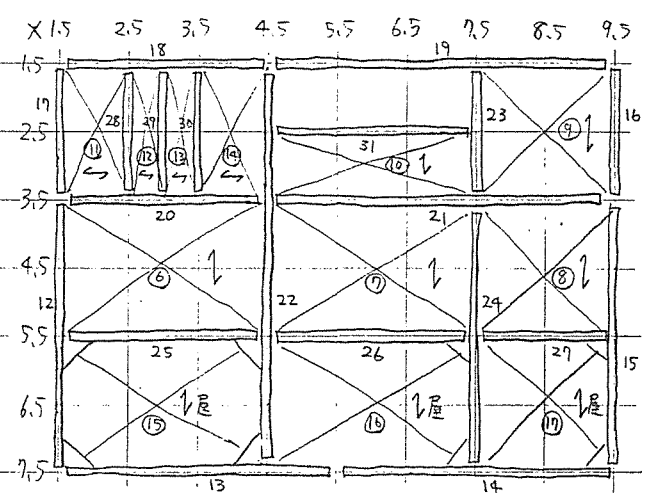
2階屋根伏図



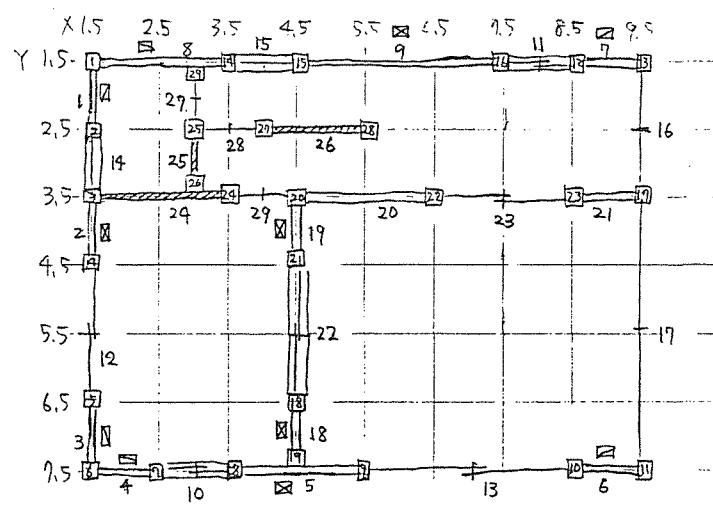
2階梁、水平構面伏図



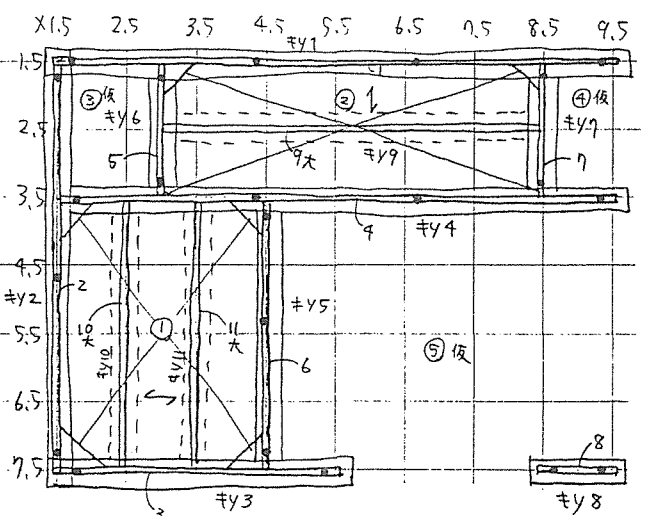
2階壁、柱、1階下屋伏図



1階梁、水平構面伏図



1階壁、柱伏図



0階キヤ、土台大引、P=カ、水平構面伏図

- : 柱
- ▨: 片筋
- ▩: 面筋
- ==: 外-内壁
- : 内-内壁
- ⊥: A開口
- ⊥: B開口
- ⊥: C開口

1. 4 プログラムの概要

本プログラムは前節までの理論に基づき作成されており、大きく分けて下記の2つより構成されている。

① 入力プログラム（松ぼっくり Ver.1.0）

② 計算・出力プログラム

プログラムの動作環境として、現時点でOSはWindows95以上、Microsoft Visual Basic4.0および5.0の両者、そしてMicrosoft Excel 95(もしくは97)が必要となる。なお、Microsoft Visual Basicが4.0と5.0の両者が必要になるのは両者に一部互換性がなく、当初4.0をベースとして開発作業を行っていたことによる。(今後修正していく予定)

1. 4. 1 入力プログラム（松ぼっくり Ver.1.0）

本プログラムはMicrosoft Visual Basicで作成したものであり、後述の構造体の計算・出力プログラムに用いるデータシートをMicrosoft Excelのワークブック形式で生成する。作業手順の概要は以下のとおり。

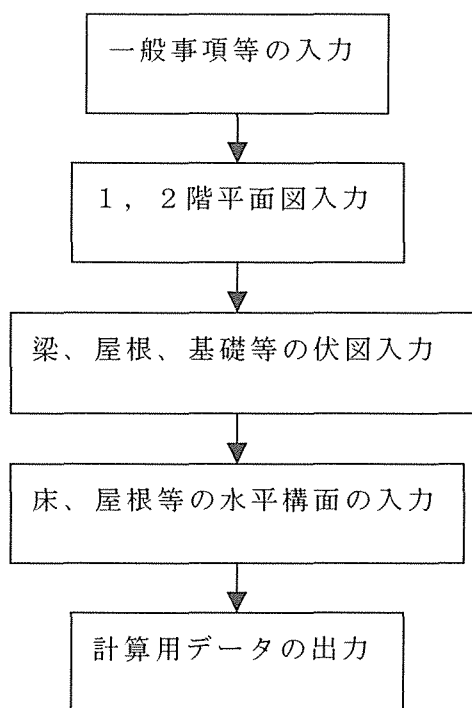


図1 松ぼっくり Ver.1.0での入力の流れ

一般事項等の入力では耐力算定のための部材データとして以下の項目を入力する。

一般事項 : 平面モジュール、階高、開口部の高さ、積載荷重など

せん断要素 : 外壁面、室内外壁面、床面、屋根面の構成要素

- 軸材 : 軸材の樹種、断面形状
- 基礎 : 基礎形状、鉄筋・コンクリート強度など
- 固定荷重 : 屋根、床、外壁、内壁の単位荷重

平面図、伏図入力では、入力対象となる住宅の図面からそれぞれ壁、柱の配置や開口部、筋かいの配置、アンカーボルト配置などを入力していく。

水平構面の入力では、床、屋根それぞれにせん断要素を選択し、水平構面を形成する。全てのデータを入力し終わると計算・出力用のデータシートの作成が終了する。

1. 4. 2 計算・出力プログラム

本プログラムは Microsoft Excel のマクロ機能を使用して作成しており、松ぼっくりにて生成した構造部材データを用いて住宅の構成要素ごとにおける剛性、降伏耐力、終局変形等を求めるものである。これらの最終的な評価は住宅を一質点系に置き換えた場合の荷重－変形曲線から判断を行うことができるようになっている。なお、これらの計算は全て自動的に行われ、各構成要素の詳細なデータは Excel の各シートに出力される。

(1) 壁の剛性・降伏耐力・終局変形の計算シート

壁情報とせん断系、軸力系、曲げ系において下記の項目算出されるシート。

- K : 剛性 M_y : 降伏耐力
- R_y : 降伏変位 R_u : 終局変位

シートにおける主な項目は以下のとおり

| | |
|------------|--------------------------------|
| 壁番号 | 入力順に整理された壁の番号 (自動) |
| 表 (裏) 仕様番号 | 共通仕様書情報の「面材+釘」に記された壁表 (裏) 面の情報 |
| 面材番号 (イ、ロ) | 壁表面における面材の張り方により区分される番号 (自動) |
| 要素数 (イ、ロ) | 対応する面材の張り方の枚数 |
| 面材番号 (ハ、ニ) | 壁裏面における面材の張り方により区分される番号 (自動) |
| 要素数 (ハ、ニ) | 対応する面材の張り方の枚数 |
| 端部仕様番号 | 共通仕様書情報の「筋かい」に記された筋かいの情報 |
| 本数 | 面を構成している筋かいの本数 |

(2) 梁荷重の算定シート

梁情報および住宅重量を算定し、梁の負担する荷重を算出する。

| | |
|------|------------------------|
| 梁番号 | 入力順に整理された梁の番号 (自動) |
| A 開口 | 掃き出し開口 |
| B 開口 | 腰高の開口 |
| C 開口 | 腰高の開口 (B 開口より小さいものを想定) |

(3) 柱軸力の算定シート

柱情報と柱の負担する軸力を算出するシート。

(4) 梁せい計算シート

梁情報と計算による最小梁せいを算出するシート。

| | |
|-------|-----------------------|
| 梁番号 | 入力順に整理された梁の番号（自動） |
| 樹種群 | 共通仕様書情報の「樹種仕様」に記された樹種 |
| 決定梁せい | 同一梁の中で最も大きな梁せいに決定される。 |

(5) 梁で囲まれた単位水平構面の剛性・降伏耐力の計算シート

梁で囲まれた水平構面の剛性・降伏耐力を算出するシート。屋根および床の降伏変形角が算出される。なお、水平構面を構成する要素は面材釘、根太、火打ち、梁・桁（弱軸）とする。

R：降伏変形角

(6) 鉛直構面通りの柱と壁の構成表

各鉛直構面の柱と壁を参照するためのシート。

(7)、(8) 剛性と耐力の低減計算シート

柱の引き抜きによる耐力の低減と梁上耐力壁のロッキングによる低減、脆弱基礎による耐力の低減を計算するシート。

(9) 低減処理後の壁の剛性・降伏耐力・終局変形を鉛直構面通りで合算したシート

鉛直構面ごとに低減処理を行ったシート。

| | |
|------|-------------------------------|
| 通り番号 | 鉛直構面ごとに整理された番号（自動） |
| 方向 | 0…X方向、1…Y方向 |
| 通り | 鉛直構面のある通り（直上に構面がある場合は仮想通りとする） |

(10) 梁荷重から通り荷重への分配シート

各梁にかかる荷重を影響を及ぼす通りごとに再配分する。

(11) 鉛直構面通りでの短冊分割した水平構面の剛性・降伏耐力の合算シート

鉛直構面（X方向、およびY方向）にて水平構面を分割し、その構面ごとに下記の項目の評価を行う。

K：剛性 R_y：降伏変形角

(12) 偏心によるねじれと水平構面のせん断変形による通り変位分布の計算シート

通りごとの鉛直構面からの移行せん断力を算出し、水平構面のせん断変形と鉛直構面の変位を算出する。

(13) 通りの変位差を考慮して足し合わせた荷重変形関係の算定シート

1, 2階のX, Y通りごとに下記の項目について算出する。

K : 剛性 M_y : 降伏耐力 R_y : 降伏変形角

R_u : 終局変形角 δ_y : 降伏点変位 δ_u : 終局変位

(14) 各階各方向の荷重変形グラフ

1, 2階のX, Y方向ごとに建物の荷重変形曲線をあらわした評価シート。

2. 入力ソフト”松ぼっくり Ver1.0” の操作手順

2.1 一般事項の入力

松ぼっくり Ver 1.0
 ファイル(E) 編集(E) 計算(C) 結果(R) ウィンドウ(W)

松ぼっくり Ver 1.0
 松ぼっくり屋人

建物名称

設計担当者名

設計会社名

施工会社名

階数

平屋

2階建

3階建

用途

住宅

事務所

学校

店舗

集会場

積雪地域区分

一般(積雪50cm以下)

一般(積雪100cm未満)

多雪(積雪100cm以下)

多雪(積雪150cm以下)

多雪(積雪200cm以下)

地震地域および地震区分

第1種地盤

第2種地盤

第3種地盤

第3種で特に軟弱な地盤

地震地域係数

許容耐力力(k/m²)

平面モジュール(mm) 屋根勾配 軒の出(mm) けらばの出

910

高さ寸法(mm)

| | | | | |
|--------------|------|------|------|------|
| 階高 | 天井高 | A開口高 | B開口高 | C開口高 |
| 1階 2800 | 2400 | 1900 | 1000 | 600 |
| 2階 2800 | 2400 | 1900 | 1000 | 600 |
| 3階 2800 | 2400 | 1900 | 1000 | 600 |
| GLから1FLまでの高さ | 軒高 | 最高高さ | 手すり高 | |
| 500 | 6100 | 7500 | 1100 | |

新規入力、またはデータの読み込みを選択して下さい。

2. 2 仕様書の入力

松ぼっくり Ver.10
 ファイル(F) 編集(E) 計算(C) 結果(R) ウィンドウ(W)
 松ぼっくり Ver. 1.0
 松ぼっくり星人

仕様の入力

1: 各面のせん断要素の登録

登録名称

| | |
|------|--|
| 室内壁面 | |
| 外壁面 | |
| 床面材 | |
| 屋根面材 | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

下記の仕様で登録

せん断要素の位置の種類

土壁 小樫板

鉛直(室内側) 鉛直(室外側)

水平(床) サテイング

水平(屋根)

面材と釘の種類

合板+N50

K: |213.6| δ y: |0.5| δ u: |1.666|

間柱・根木・垂木 |45.5|

釘ピッチ(Gm): 外列 |22.5| 内列 |22.5|

受材の有無 有 無 しぬい する

せん断要素の位置の種類 土壁 小樫板

鉛直(室内側) 鉛直(室外側)

水平(床) 水平(屋根)

面材と釘の種類 合板+N50

K: |213.6| δ y: |0.5| δ u: |1.666|

間柱・根木・垂木 |45.5|

釘ピッチ(Gm): 外列 |22.5| 内列 |22.5|

受材の有無 有 無 しぬい する

2: 軸材の登録

登録名称

| | |
|---------|--|
| 柱(標準) | |
| 通し柱 | |
| 間柱 | |
| 梁・桁(標準) | |
| 土台 | |
| 大引 | |
| 1階根太 | |
| 2階根太 | |
| 垂木 | |
| 筋違 | |

下記の仕様で登録

種類 柱 梁 土台・大引 筋違 根太・垂木

仕様詳細 製材 |針葉樹II類|

ひま・ひのき等

断面(Gm) : 幅 |10.5| せい |10.5|

柱芯とアノホットの距離(Gm) |20|

3: 基礎の登録

登録名称

| | |
|---------|--|
| 連続した布基礎 | |
| 島状の布基礎 | |
| 礎石+束 | |

下記の仕様で登録

基礎形状 連続した布基礎 島状の布基礎 礎石+束

コンクリート基準強度 |180|

鉄筋の降伏点強度 |3000|

単位重量(kg/m) |280|

アーチ幅(Gm) |45| 布幅 |12|

底面から天端までの高さ(Gm) |60|

主筋径(Gm) |13| 上端距離 |6|

打筋径(Gm) |9| ピッチ |30|

OK

4: 固定荷重

登録名称

| | |
|---------|--|
| 屋根 | |
| 床 | |
| 外壁(-股部) | |
| 内壁(-股部) | |
| | |
| | |
| | |
| | |

下記の仕様で登録

部位 屋根 床 外壁 内壁

仕上がり種類 彩色石綿板葺き

単位重量(kg/m²) |60|

Cancel

新規入力、またはデータの読み込みを選択して下さい。

2. 4 1階開口部の入力

松ぼっくり Ver.10

ファイル(F) 編集(E) 計算(C) 結果(R) ウィンドウ(W)

松ぼっくり Ver. 1.0

松ぼっくり屋人

1階の入り

立面構成材の選択

タイプ 内外面の組合せ、筋違の有無、面材の仕様、重量仕舞、筋違仕舞を選択して、OKボタンをクリックして下さい。

| | | |
|-----------------------------|----------------------------|-------------------------|
| タイプ | 内外面の組合せ | 筋違 |
| <input type="radio"/> 全壁 | <input type="radio"/> 外-内壁 | <input type="radio"/> 有 |
| <input type="radio"/> 掃き出し窓 | <input type="radio"/> 内-内壁 | <input type="radio"/> 無 |
| <input type="radio"/> ドア、戸 | <input type="radio"/> 外-外壁 | <input type="radio"/> / |
| <input type="radio"/> 中窓 | <input type="radio"/> 内-無壁 | <input type="radio"/> x |
| <input type="radio"/> 小窓 | <input type="radio"/> 外-無壁 | |

表側面

裏側面

重量仕舞

OK

Cancel

立面構成材を選択し、位置をドラッグアップして下さい。

2.5 1階平面図の入力完了

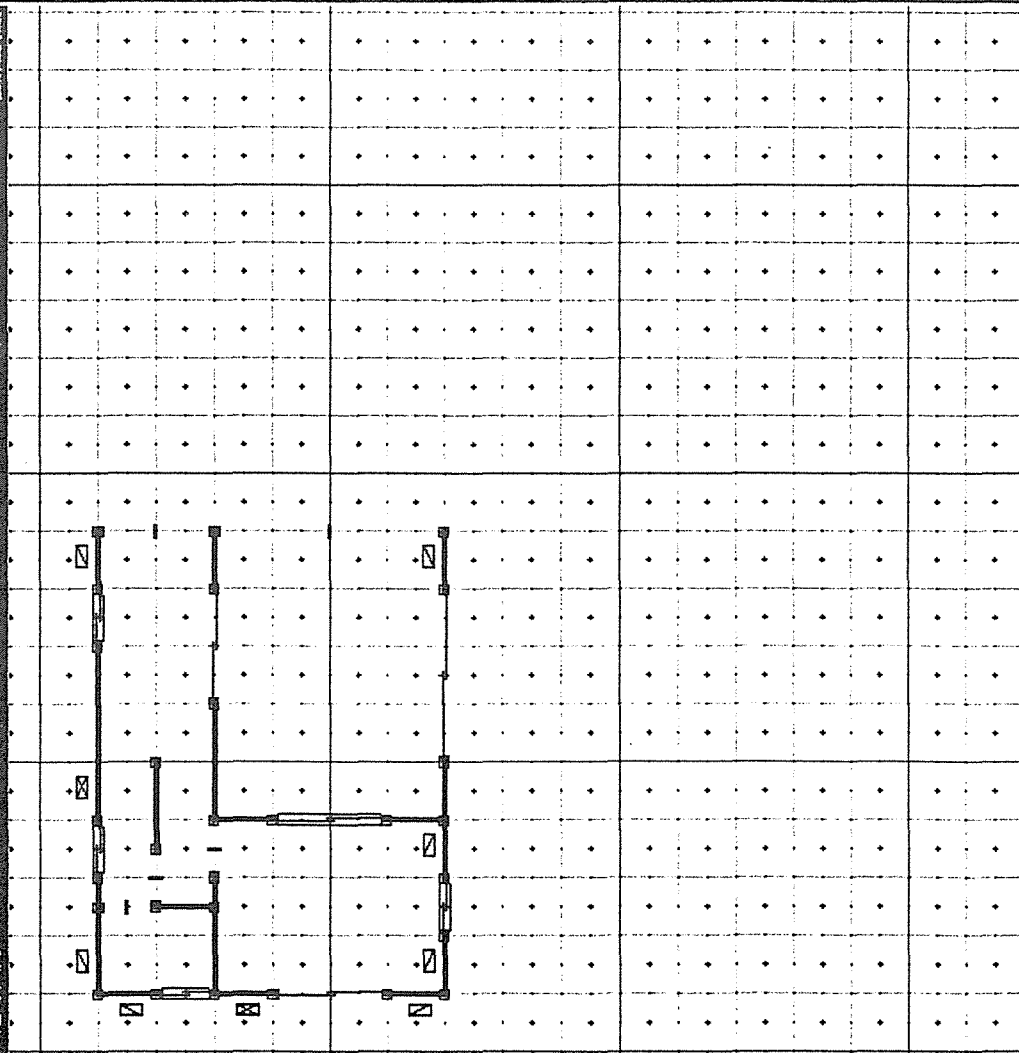
松ぼっくり Ver.1.0

ファイル(F) 編集(E) 計算(C) 結果(R) ウインドウ(W)

松ぼっくり Ver.1.0

松ぼっくり星人

1階の入力



立面構成材の選択

タイプ 内外面の組合せ 筋違

| | | | |
|-------|------|----|----|
| 全壁 | 外-内壁 | 筋違 | 無し |
| 掃き出し窓 | 内-内壁 | | 〇 |
| ドア、戸 | 外-外壁 | | 〇 |
| 中窓 | 内-兼壁 | | 〇 |
| 小窓 | 外-無壁 | | 〇 |

タイプ 内外面の組合せ 筋違

〇 外-内壁 筋違 〇 無し

〇 内-内壁 筋違 〇 〇

〇 外-外壁 筋違 〇 〇

〇 内-兼壁 筋違 〇 〇

〇 外-無壁 筋違 〇 〇

表側面 室内壁面

裏側面 室内壁面

重量仕様 内壁(一般部)

OK Cancel

立面構成材を選択し、位置がラガ外叩きして下さい。

2.8 1階下屋伏図の入力

松ぼっくり Ver.1.0

ファイル(F) 編集(E) 計算(C) 結果(R) ウィンドウ(W)

松ぼっくり Ver. 1.0

松ぼっくり屋入

屋根伏図の入力

屋根伏図に入力する
ものを選択してOK
ボタンをクリックして下さい

- 軒線の入力
- 間線の入力
- 棟線の入力
- 妻線の入力

入力するものを選択

妻線の重畳仕様
外壁(一般部)

OK Cancel

2階の入力

妻線を低い方から高い方へドラッグ&ドロップで入力して下さい

2.9 2階屋根伏図の入力

松まっくり Ver 1.0

ファイル(F) 編集(E) 計算(C) 結果(O) ウィンドウ(W)

松まっくり Ver 1.0

松まっくり屋入

2階の屋根伏図の入力

屋根伏図の入力

屋根伏図を入力する
ものを選択してOK
ボタンをクリックしてください

入力するものを選択

- 軒線の入力
- 隅線の入力
- 積線の入力
- 妻線の入力

妻線の重量仕様
外壁(一般部)

OK Cancel

妻線を低い方から高い方へドラッグ＆ドロップで入力して下さい。

2. 10 各階平面図および屋根伏図の入力終了

松ぼっくり Ver.1.0

ファイル(F) 編集(E) 計算(C) 結果(R) ウィンドウ(W)

松ぼっくり Ver. 1.0

松ぼっくり星人

1階平面図および屋根伏図

2階平面図および屋根伏図

3階平面図および屋根伏図

閉じる

印刷

ヘルプ

構造材の入力に移って下さい。(柱の入力を選択)

2. 13 土台、大引の入力

松ぼっくり Ver. 1.0
 ファイル(F) 編集(E) 計算(C) 結果(R) ウィンドウ(W)
 松ぼっくり Ver. 1.0
 土台、大引の入力
 土台、大引の入力

標準の仕様を選択して、OKボタンをクリックして下さい

仕様選択

大引
 土台、大引

OK Cancel

構造材の入力に移って下さい。(柱の入力を選択)

2. 1 4 アンカーボルトの入力

松ぼっくり Ver.1.0
 ファイル(F) 編集(E) 計算(C) 結果(R) ウィンドウ(W)
 松ぼっくり Ver. 1.0
 アンカーボルトの入力
 アンカーボルトの入力

アンカーボルトの位置をリセットして下さい。
 入力値は、1個ずつして下さい。

OK

構造材の入力に移って下さい。(柱の入力を選択)

2. 15 1階床水平構面の入力

松ぼっくり Ver 1.0

ファイル(F) 編集(E) 計算(C) 結果(R) ウィンドウ(W)

松ぼっくり Ver 1.0

水平構面の入力

水平構面の入力

重量仕様、せん断要素、根太垂木
火打の仕様、根太方向、火打の位置
を登録して、OKボタンをクリックして本

仮想構面(土間、吹き抜け)とする

重量仕様 | 床

せん断要素 | 床面材

根太・垂木 | 1階根太

火打の仕様

火打金物ID

根太方向

↑ ↓ ← →

火打を入れる箇所を
チェックして下さい

OK Cancel

根太の入力

構造材の入力に移って下さい。(柱の入力を選択)

2. 16 2階の梁桁の入力

松ぼっくり Ver.1.0
 ファイル(F) 編集(E) 計算(C) 結果(R) ウィンドウ(W)
 松ぼっくり Ver.1.0
 梁、桁等の入力

構造材の入力

構造材の仕様を選択して、OKボタンをクリックして不

仕様選択
 梁-桁(標準)

梁端接合部
 蝶かナ+羽子板本口

OK Cancel

構造材の入力に移って下さい。(柱の入力を選択)

2. 17 2階床および1階下屋水平構面の入力

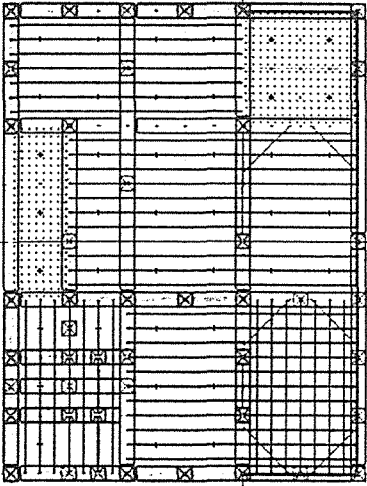
松ぼっくり Ver. 1.0

ファイル(F) 編集(E) 計算(C) 結果(R) ウィンドウ(W) 印刷(P)

松ぼっくり Ver. 1.0

松ぼっくり屋人

根太の入力



重量仕様 せん断要素 根太・垂木

火打の仕様 1階根太 2階根太

根太方向
↑ ↓
← →

火打を入れる箇所をチェックして下さい

OK Cancel

構造物の入力に移して下さい。柱の入力を選択

2.18 小屋梁桁の入力

松ぼっくり Ver.1.0

ファイル(F) 編集(E) 計算(C) 結果(R) ウィンドウ(W) ヘルプ(H)

松ぼっくり Ver. 1.0

梁・桁等の入力

梁の入力

構造材の仕様を選択して、OKボタンをクリックして下さい。

仕様選択

梁・桁(標準)

梁端接合部

蝶かじ+羽子板ボルト

OK Cancel

構造材の入力に移って下さい。(桁の入力を選択)

2. 19 2階屋根水平構面の入力

松ぼっくり Ver.1.0
 ファイル(F) 編集(E) 計算(C) 結果(R) ウィンドウ(W)
 松ぼっくり Ver.1.0
 水平構面の入力
 根太の入力

水平構面(土間、吹き抜け)とする
 重畳仕様、せん断要素、根太垂木、火打の仕様、根太方向、火打の位置を選択して、OKボタンをクリックして本

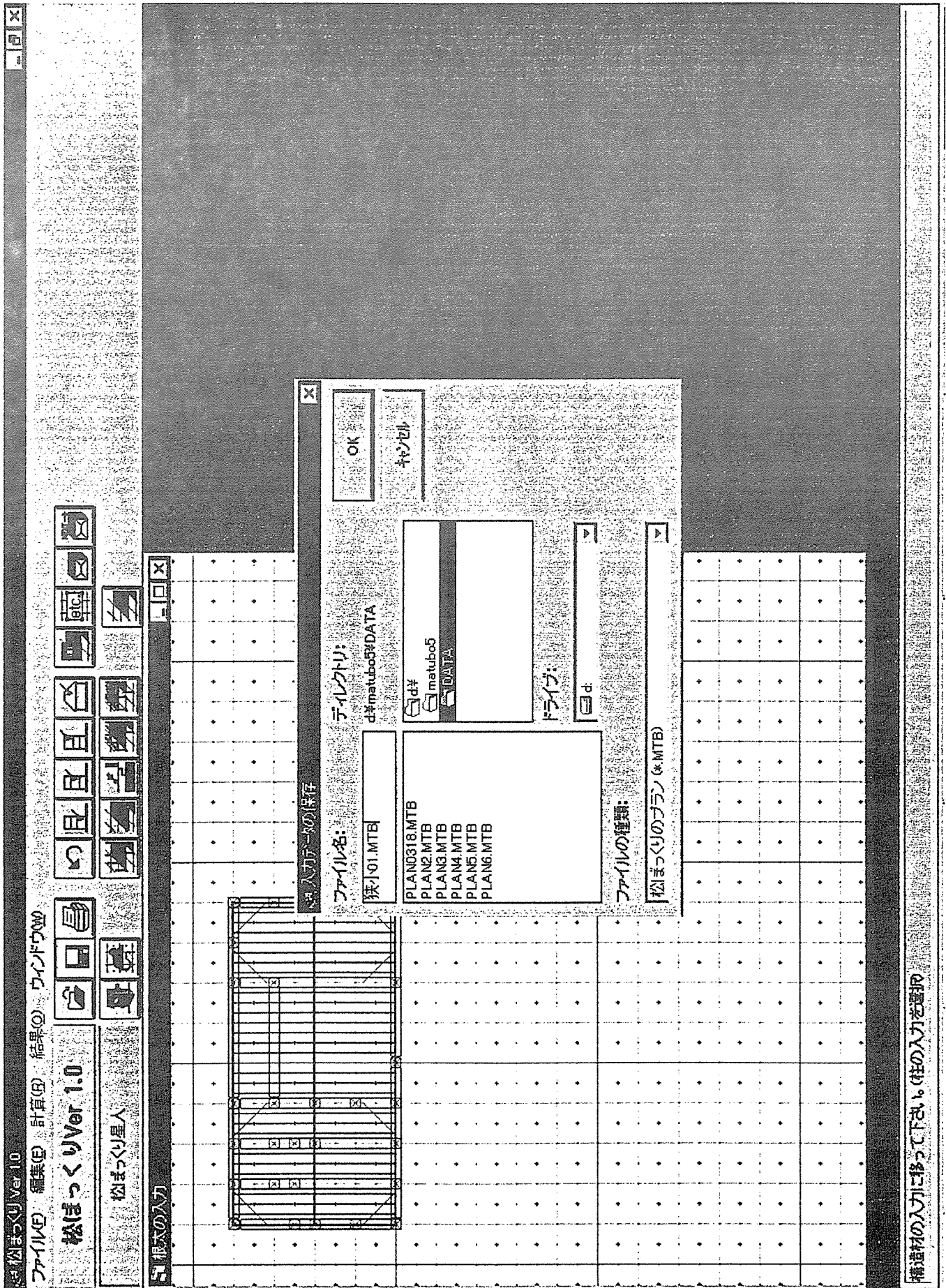
重畳仕様 屋根
 せん断要素 屋根面材
 根太・垂木 垂木
 火打の仕様 火打金物H/B

根太方向
 ↑ ↓ ← →
 火打を入れる箇所をマウスで指定

OK Cancel

構造材の入力に移って下さい。(柱の入力を選択)

2.20 入力データの保存



3. Excelのワークブック形式の保存データ例

| Microsoft Excel | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-----|------|-----|------|--------|------|------|---------|---------|-----------|-------|-----------------|-----|--|--|--|--|--|--|
| ファイル名: 編集(表示) 挿入(書式) ツール(データ) ワンド(ワーク) ヘルプ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MS Pゴシック 100% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| G15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Kyosho08.xls | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | | | | | | | | |
| 1 | | 壁情報 | | 総壁数→ | | 57 | | | | | | | | | | | | | |
| index | 始点X | 始点Y | 終点X | 終点Y | 階 | 開口種類 | 重量仕様 | 表SspNo. | 裏SspNo. | 筋かいFspNo. | 筋かい本数 | | | | | | | | |
| 1 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 2.5 | 1 | 0 | 3 | 2 | 1 | 10 | 1 | | | | | | | | |
| 2 | 1.5 | 3.5 | 1.5 | 4.5 | 1 | 0 | 3 | 2 | 1 | 10 | 2 | | | | | | | | |
| 3 | 1.5 | 6.5 | 1.5 | 7.5 | 1 | 0 | 3 | 2 | 1 | 10 | 1 | | | | | | | | |
| 4 | 1.5 | 7.5 | 2.5 | 7.5 | 1 | 0 | 3 | 2 | 1 | 10 | 1 | | | | | | | | |
| 5 | 3.5 | 7.5 | 5.5 | 7.5 | 1 | 0 | 3 | 2 | 1 | 10 | 2 | | | | | | | | |
| 6 | 8.5 | 7.5 | 9.5 | 7.5 | 1 | 0 | 3 | 2 | 1 | 10 | 1 | | | | | | | | |
| 7 | 8.5 | 1.5 | 9.5 | 1.5 | 1 | 0 | 3 | 2 | 1 | 10 | 1 | | | | | | | | |
| 8 | 1.5 | 1.5 | 3.5 | 1.5 | 1 | 0 | 3 | 2 | 1 | 10 | 1 | | | | | | | | |
| 9 | 4.5 | 1.5 | 7.5 | 1.5 | 1 | 0 | 3 | 2 | 1 | 10 | 1 | | | | | | | | |
| 10 | 2.5 | 7.5 | 3.5 | 7.5 | 1 | 0 | 3 | 2 | 1 | 10 | 1 | | | | | | | | |
| 11 | 4.5 | 1.5 | 7.5 | 1.5 | 1 | 0 | 3 | 2 | 1 | 10 | 1 | | | | | | | | |
| 12 | 2.5 | 7.5 | 3.5 | 7.5 | 1 | 0 | 3 | 2 | 1 | 10 | 1 | | | | | | | | |
| 13 | 7.5 | 1.5 | 8.5 | 1.5 | 1 | 0 | 3 | 2 | 1 | 10 | 1 | | | | | | | | |
| 14 | 1.5 | 4.5 | 1.5 | 6.5 | 1 | 0 | 3 | 2 | 1 | 10 | 1 | | | | | | | | |
| 15 | 5.5 | 7.5 | 8.5 | 7.5 | 1 | 0 | 3 | 2 | 1 | 10 | 1 | | | | | | | | |
| 16 | 1.5 | 2.5 | 1.5 | 3.5 | 1 | 0 | 3 | 2 | 1 | 10 | 1 | | | | | | | | |
| 17 | 3.5 | 1.5 | 4.5 | 1.5 | 1 | 0 | 3 | 2 | 1 | 10 | 1 | | | | | | | | |
| 18 | 9.5 | 1.5 | 9.5 | 3.5 | 1 | 0 | 3 | 2 | 1 | 10 | 1 | | | | | | | | |
| 19 | 9.5 | 3.5 | 9.5 | 7.5 | 1 | 0 | 3 | 2 | 1 | 10 | 1 | | | | | | | | |
| 20 | 4.5 | 6.5 | 4.5 | 7.5 | 1 | 0 | 3 | 2 | 1 | 10 | 1 | | | | | | | | |
| 21 | 4.5 | 3.5 | 4.5 | 4.5 | 1 | 0 | 3 | 2 | 1 | 10 | 1 | | | | | | | | |
| 22 | 4.5 | 3.5 | 6.5 | 3.5 | 1 | 0 | 3 | 2 | 1 | 10 | 1 | | | | | | | | |
| 23 | 8.5 | 3.5 | 9.5 | 3.5 | 1 | 0 | 3 | 2 | 1 | 10 | 1 | | | | | | | | |
| 24 | 4.5 | 4.5 | 4.5 | 6.5 | 1 | 0 | 3 | 2 | 1 | 10 | 1 | | | | | | | | |
| 25 | 6.5 | 3.5 | 8.5 | 3.5 | 1 | 0 | 3 | 2 | 1 | 10 | 1 | | | | | | | | |
| 26 | 1.5 | 3.5 | 3.5 | 3.5 | 1 | 0 | 3 | 2 | 1 | 10 | 1 | | | | | | | | |
| 27 | 3 | 2.5 | 3 | 3.5 | 1 | 0 | 3 | 2 | 1 | 10 | 1 | | | | | | | | |
| 28 | 4 | 2.5 | 5.5 | 2.5 | 1 | 0 | 3 | 2 | 1 | 10 | 1 | | | | | | | | |
| 29 | 3 | 1.5 | 3 | 2.5 | 1 | 0 | 3 | 2 | 1 | 10 | 1 | | | | | | | | |
| Kyosho01.xls | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | | | | | | | | |
| 1 | | 基礎情報 | | 基礎数→ | | 11 | | | | | | | | | | | | | |
| index | 始点X | 始点Y | 終点X | 終点Y | BspNo. | Lf | | | | | | 交点の1:上2:左3:下4:右 | | | | | | | |
| 1 | 1.5 | 1.5 | 9.5 | 1.5 | 1 | 0 | | | | | | 1.5 | 1.5 | | | | | | |
| 2 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 7.5 | 1 | 0 | | | | | | 1.5 | 1.5 | | | | | | |
| 3 | 1.5 | 7.5 | 5.5 | 7.5 | 1 | 0 | | | | | | 9.5 | 1.5 | | | | | | |
| 4 | 1.5 | 3.5 | 9.5 | 3.5 | 1 | 0 | | | | | | 1.5 | 7.5 | | | | | | |
| 5 | 4.5 | 3.5 | 4.5 | 7.5 | 1 | 0 | | | | | | 1.5 | 7.5 | | | | | | |
| 6 | 3 | 1.5 | 3 | 3.5 | 1 | 0 | | | | | | 5.5 | 7.5 | | | | | | |
| 7 | 8.5 | 1.5 | 8.5 | 3.5 | 1 | 0 | | | | | | 8.5 | 7.5 | | | | | | |
| 8 | 8.5 | 7.5 | 9.5 | 7.5 | 2 | 91 | | | | | | 9.5 | 7.5 | | | | | | |
| 9 | 3 | 2.5 | 8.5 | 2.5 | 3 | 91 | | | | | | 1.5 | 3.5 | | | | | | |
| 10 | 2.5 | 3.5 | 2.5 | 7.5 | 3 | 91 | | | | | | 9.5 | 3.5 | | | | | | |
| 11 | 3.5 | 3.5 | 3.5 | 7.5 | 3 | 91 | | | | | | 3 | 1.5 | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | | | 3 | 3.5 | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | | | | | 4.5 | 3.5 | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | | | | 4.5 | 7.5 | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | | | 8.5 | 1.5 | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | | | | | 8.5 | 3.5 | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | | | | | 6.5 | 1.5 | | | | | | |
| 交点の1:上2:左3:下4:右 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| NUM | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

3. 1 一般情報シート

| | | |
|--------------------------|---|-------------|
| 一般情報 | 建物名称 | 狭小タイプモデルプラン |
| | 平面単位モジュール(cm) | 91 |
| | 許容地耐力(t/m ²) | 8 |
| | 階数 | 2 |
| | 雪地域区分(0=一般50、1=一般100、2=多雪100、3=多雪150、4=多雪200) | 0 |
| | 建物用途(0=住宅、1=事務所、2=学校、3=店舗、4=集会場) | 0 |
| | 地盤の割増係数 | 1.200000048 |
| | 振動特性係数 | 1 |
| | 地域係数 | 1 |
| | 地盤の固有周期(秒) | 0.800000012 |
| | 略算による建物の固有周期(秒) | 0.224999994 |
| 軒の出(cm) | 1階 | 45 |
| | 2階 | 45 |
| | 3階 | |
| けらばの出(cm) | 1階 | 45 |
| | 2階 | 45 |
| | 3階 | |
| 屋根勾配 | 1階 | 0.400000006 |
| | 2階 | 0.400000006 |
| | 3階 | |
| 積載荷重(kg/m ²) | 地震用 | 60 |
| | 長期軸力用 | 130 |
| | 床計算用 | 180 |
| 積雪荷重(kg/m ²) | 地震用 | 0 |
| | 長期軸力用 | 0 |
| | 短期用 | 100 |
| 高さ情報(cm) | 基礎高さ(GL~1FL) | 50 |
| | 軒高 | 610 |
| | 最高高さ | 750 |
| | 手すり高さ | 110 |
| 階高(cm) | 1階 | 280 |
| | 2階 | 280 |
| | 3階 | |
| 天井高(cm) | 1階 | 240 |
| | 2階 | 240 |
| | 3階 | |
| A開口高さ(cm) | 1階 | 190 |
| | 2階 | 190 |
| | 3階 | |
| B開口高さ(cm) | 1階 | 100 |
| | 2階 | 100 |
| | 3階 | |
| C開口高さ(cm) | 1階 | 60 |
| | 2階 | 60 |
| | 3階 | |

3. 2 共通仕様書シート

| せん断要素 | | せん断要素種類数→ | |
|-------|------|-----------|----|
| index | 名称 | 位置 | 種類 |
| 1 | 室内壁面 | 1 | 3 |
| 2 | 外壁面 | 2 | 2 |
| 3 | 床面材 | 3 | 3 |
| 4 | 屋根面材 | 4 | 3 |
| 5 | | | |
| 6 | | | |

| 柱、梁、土台、根太、垂木仕様 | | 数→ | |
|----------------|---------|----|------|
| index | 名称 | 種類 | 樹種番号 |
| 1 | 柱(標準) | 1 | 10.5 |
| 2 | 通し柱 | 1 | 12 |
| 3 | 間柱 | 1 | 10.5 |
| 4 | 梁・桁(標準) | 2 | 12 |
| 5 | 土台 | 3 | 10.5 |
| 6 | 大引 | 3 | 9 |
| 7 | 1階根太 | 4 | 4.5 |
| 8 | 2階根太 | 4 | 4.5 |
| 9 | 垂木 | 4 | 4.5 |
| 10 | 筋違 | 5 | 1 |

| 重量仕様 | | 単位重量種類数→ | |
|-------|---------|----------|-----------|
| index | 名称 | 単位重量 | 部位 |
| 1 | 屋根 | 60 | 1 彩色石綿板葺き |
| 2 | 床 | 60 | 2 木造床 |
| 3 | 外壁(一般部) | 90 | 3 ラスモルタル壁 |
| 4 | 内壁(一般部) | 35 | 4 石膏ボード壁 |
| 5 | | | |

| 基礎仕様 | | 基礎仕様数→ | |
|-------|---------|--------|-------|
| index | 名称 | 種類 | 基礎仕様 |
| 1 | 連続した布基礎 | 280 | 1 高さ |
| 2 | 島状の布基礎 | 280 | 2 底面積 |
| 3 | 礎石十束 | 30 | 3 高さ |

| 樹種仕様 | | 樹種仕様数→ | |
|-------|----|--------|----------|
| index | 種別 | 樹種群名称 | 代表的な名称 |
| 1 | 製材 | 針葉樹Ⅳ類 | すぎ等 |
| 2 | 製材 | 針葉樹Ⅰ類 | ベイマツ等 |
| 3 | 製材 | 針葉樹Ⅱ類 | ひば、ひのき等 |
| 4 | 製材 | 針葉樹Ⅲ類 | ベイツガ、からま |

| 共通仕様書情報 | | 接合部仕様 | |
|------------|-------|--------|-------|
| 名称 | 数→ | 数→ | 数→ |
| 1 GB12+N32 | 129.7 | 0.2814 | 1.462 |
| 2 杉板12+N38 | 204.2 | 0.289 | 1.284 |
| 3 合板12+N50 | 344.7 | 0.32 | 1.463 |
| 4 合板12+N38 | 285.9 | 0.243 | 1.024 |

| 土壁 | | 数→ | |
|-------|----|----------|---------|
| index | 名称 | k(kg/cm) | δ y(cm) |
| 1 | | | 0 |

| 筋かい | | 数→ | |
|-------|----------|----------|---------|
| index | 名称 | k(kg/cm) | δ y(cm) |
| 1 | 筋かいワレトBP | 283.988 | 1.58 |

| 柱脚 | | 数→ | |
|-------|---------|----------|---------|
| index | 名称 | k(kg/cm) | δ y(cm) |
| 1 | かど金物CPT | 2536.04 | 0.277 |

| 火打 | | 数→ | |
|-------|--------|-----------|----------|
| index | 名称 | k(kgcm/r) | θ y(rad) |
| 1 | 火打金物HB | 5000000 | 0.01 |

| 梁端部 | | 数→ | |
|-------|---------|----------|---------|
| index | 名称 | k(kg/cm) | Qy+(kg) |
| 1 | 蟻掛け十羽子板 | 3722.92 | 1924.7 |

3.3 壁情報シート

| 壁情報 | | | | | | 総壁数→ | 57 | | | | |
|-------|-----|-----|-----|-----|---|------|------|---------|---------|-----------|-------|
| index | 始点X | 始点Y | 終点X | 終点Y | 階 | 開口種類 | 重量仕様 | 表SspNo. | 裏SspNo. | 筋かいFspNo. | 筋かい本数 |
| 1 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 2.5 | 1 | 0 | 3 | 2 | 1 | 10 | 1 |
| 2 | 1.5 | 3.5 | 1.5 | 4.5 | 1 | 0 | 3 | 2 | 1 | 10 | 2 |
| 3 | 1.5 | 6.5 | 1.5 | 7.5 | 1 | 0 | 3 | 2 | 1 | 10 | 1 |
| 4 | 1.5 | 7.5 | 2.5 | 7.5 | 1 | 0 | 3 | 2 | 1 | 10 | 1 |
| 5 | 3.5 | 7.5 | 5.5 | 7.5 | 1 | 0 | 3 | 2 | 1 | 10 | 2 |
| 6 | 8.5 | 7.5 | 9.5 | 7.5 | 1 | 0 | 3 | 2 | 1 | 10 | 1 |
| 7 | 8.5 | 1.5 | 9.5 | 1.5 | 1 | 0 | 3 | 2 | 1 | 10 | 1 |
| 8 | 1.5 | 1.5 | 3.5 | 1.5 | 1 | 0 | 3 | 2 | 1 | 10 | 1 |
| 9 | 4.5 | 1.5 | 7.5 | 1.5 | 1 | 0 | 3 | 2 | 1 | 10 | 2 |
| 10 | 2.5 | 7.5 | 3.5 | 7.5 | 1 | 2 | 3 | 2 | 1 | 0 | 0 |
| 11 | 7.5 | 1.5 | 8.5 | 1.5 | 1 | 2 | 3 | 2 | 1 | 0 | 0 |
| 12 | 1.5 | 4.5 | 1.5 | 6.5 | 1 | 1 | 3 | 2 | 1 | 0 | 0 |
| 13 | 5.5 | 7.5 | 8.5 | 7.5 | 1 | 1 | 3 | 2 | 1 | 0 | 0 |
| 14 | 1.5 | 2.5 | 1.5 | 3.5 | 1 | 3 | 3 | 2 | 1 | 0 | 0 |
| 15 | 3.5 | 1.5 | 4.5 | 1.5 | 1 | 3 | 3 | 2 | 1 | 0 | 0 |
| 16 | 9.5 | 1.5 | 9.5 | 3.5 | 1 | 1 | 3 | 2 | 1 | 0 | 0 |
| 17 | 9.5 | 3.5 | 9.5 | 7.5 | 1 | 1 | 3 | 2 | 1 | 0 | 0 |
| 18 | 4.5 | 6.5 | 4.5 | 7.5 | 1 | 0 | 3 | 2 | 1 | 10 | 2 |
| 19 | 4.5 | 3.5 | 4.5 | 4.5 | 1 | 0 | 3 | 2 | 1 | 10 | 2 |
| 20 | 4.5 | 3.5 | 6.5 | 3.5 | 1 | 0 | 3 | 2 | 1 | 0 | 0 |
| 21 | 8.5 | 3.5 | 9.5 | 3.5 | 1 | 0 | 3 | 2 | 1 | 0 | 0 |
| 22 | 4.5 | 4.5 | 4.5 | 6.5 | 1 | 2 | 3 | 2 | 1 | 0 | 0 |
| 23 | 6.5 | 3.5 | 8.5 | 3.5 | 1 | 1 | 3 | 2 | 1 | 0 | 0 |
| 24 | 1.5 | 3.5 | 3.5 | 3.5 | 1 | 0 | 4 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 25 | 3 | 2.5 | 3 | 3.5 | 1 | 0 | 4 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 26 | 4 | 2.5 | 5.5 | 2.5 | 1 | 0 | 4 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 27 | 3 | 1.5 | 3 | 2.5 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 28 | 3 | 2.5 | 4 | 2.5 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 29 | 3.5 | 3.5 | 4.5 | 3.5 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 30 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 3.5 | 2 | 0 | 3 | 2 | 1 | 10 | 1 |
| 31 | 1.5 | 4.5 | 1.5 | 5.5 | 2 | 0 | 3 | 2 | 1 | 10 | 1 |
| 32 | 1.5 | 5.5 | 2.5 | 5.5 | 2 | 0 | 3 | 2 | 1 | 10 | 1 |
| 33 | 3.5 | 5.5 | 5.5 | 5.5 | 2 | 0 | 3 | 2 | 1 | 0 | 0 |
| 34 | 7.5 | 5.5 | 9.5 | 5.5 | 2 | 0 | 3 | 2 | 1 | 10 | 1 |
| 35 | 9.5 | 4.5 | 9.5 | 5.5 | 2 | 0 | 3 | 2 | 1 | 10 | 1 |
| 36 | 9.5 | 1.5 | 9.5 | 2.5 | 2 | 0 | 3 | 2 | 1 | 10 | 1 |
| 37 | 8.5 | 1.5 | 9.5 | 1.5 | 2 | 0 | 3 | 2 | 1 | 10 | 1 |
| 38 | 4.5 | 1.5 | 7.5 | 1.5 | 2 | 0 | 3 | 2 | 1 | 0 | 0 |
| 39 | 9.5 | 2.5 | 9.5 | 4.5 | 2 | 1 | 3 | 2 | 1 | 0 | 0 |
| 40 | 5.5 | 5.5 | 7.5 | 5.5 | 2 | 2 | 3 | 2 | 1 | 0 | 0 |
| 41 | 2.5 | 5.5 | 3.5 | 5.5 | 2 | 3 | 3 | 2 | 1 | 0 | 0 |
| 42 | 1.5 | 3.5 | 1.5 | 4.5 | 2 | 3 | 3 | 2 | 1 | 0 | 0 |
| 43 | 1.5 | 1.5 | 2.5 | 1.5 | 2 | 3 | 3 | 2 | 1 | 0 | 0 |
| 44 | 2.5 | 1.5 | 3.5 | 1.5 | 2 | 3 | 3 | 2 | 1 | 0 | 0 |
| 45 | 3.5 | 1.5 | 4.5 | 1.5 | 2 | 3 | 3 | 2 | 1 | 0 | 0 |
| 46 | 7.5 | 1.5 | 8.5 | 1.5 | 2 | 3 | 3 | 2 | 1 | 0 | 0 |
| 47 | 4.5 | 2.5 | 7.5 | 2.5 | 2 | 0 | 4 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 48 | 7.5 | 1.5 | 7.5 | 2.5 | 2 | 0 | 4 | 1 | 1 | 10 | 2 |
| 49 | 3.5 | 3.5 | 4.5 | 3.5 | 2 | 0 | 4 | 1 | 1 | 10 | 2 |
| 50 | 3.5 | 2.5 | 3.5 | 3.5 | 2 | 0 | 4 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 51 | 1.5 | 3 | 3.5 | 3 | 2 | 0 | 4 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 52 | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 3 | 2 | 0 | 4 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 53 | 4.5 | 4.5 | 4.5 | 5.5 | 2 | 0 | 4 | 1 | 1 | 10 | 1 |
| 54 | 2.5 | 1.5 | 2.5 | 2.5 | 2 | 1 | 4 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 55 | 3.5 | 1.5 | 3.5 | 2.5 | 2 | 1 | 4 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 56 | 4.5 | 2.5 | 4.5 | 3.5 | 2 | 1 | 4 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 57 | 4.5 | 3.5 | 4.5 | 4.5 | 2 | 1 | 4 | 1 | 1 | 0 | 0 |

3. 4 柱情報シート

| 柱情報 | | | 総柱数→ 57 | | | | | |
|-------|-----|-----|---------|-------|---|--------|--------|-------------|
| index | X座標 | Y座標 | X有効無効 | Y有効無効 | 階 | FspNo. | 鉛直有効無効 | 柱脚接合 JspNo. |
| 1 | 1.5 | 1.5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 2 | 1.5 | 2.5 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 3 | 1.5 | 3.5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 4 | 1.5 | 4.5 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 5 | 1.5 | 6.5 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 6 | 1.5 | 7.5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 7 | 2.5 | 7.5 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 8 | 3.5 | 7.5 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 9 | 5.5 | 7.5 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 10 | 8.5 | 7.5 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 11 | 9.5 | 7.5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 12 | 8.5 | 1.5 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 13 | 9.5 | 1.5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 14 | 3.5 | 1.5 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 15 | 4.5 | 1.5 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 16 | 7.5 | 1.5 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 17 | 9.5 | 3.5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 18 | 4.5 | 6.5 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 19 | 4.5 | 7.5 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 20 | 4.5 | 3.5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 21 | 4.5 | 4.5 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 22 | 6.5 | 3.5 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 23 | 8.5 | 3.5 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 24 | 3.5 | 3.5 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 25 | 3 | 2.5 | 1 | 1 | 1 | 3 | 0 | 1 |
| 26 | 3 | 3.5 | 0 | 1 | 1 | 3 | 0 | 1 |
| 27 | 4 | 2.5 | 1 | 0 | 1 | 3 | 0 | 1 |
| 28 | 5.5 | 2.5 | 1 | 0 | 1 | 3 | 0 | 1 |
| 29 | 3 | 1.5 | 0 | 1 | 1 | 3 | 0 | 1 |
| 30 | 1.5 | 1.5 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| 31 | 1.5 | 3.5 | 0 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| 32 | 1.5 | 4.5 | 0 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| 33 | 1.5 | 5.5 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| 34 | 2.5 | 5.5 | 1 | 0 | 2 | 3 | 0 | 1 |
| 35 | 3.5 | 5.5 | 1 | 0 | 2 | 3 | 0 | 1 |
| 36 | 5.5 | 5.5 | 1 | 0 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| 37 | 7.5 | 5.5 | 1 | 0 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| 38 | 9.5 | 5.5 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| 39 | 9.5 | 4.5 | 0 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| 40 | 9.5 | 1.5 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| 41 | 9.5 | 2.5 | 0 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| 42 | 8.5 | 1.5 | 1 | 0 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| 43 | 4.5 | 1.5 | 1 | 0 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| 44 | 7.5 | 1.5 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| 45 | 2.5 | 1.5 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| 46 | 3.5 | 1.5 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| 47 | 4.5 | 2.5 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| 48 | 7.5 | 2.5 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| 49 | 3.5 | 3.5 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| 50 | 4.5 | 3.5 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| 51 | 3.5 | 2.5 | 0 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| 52 | 1.5 | 3 | 1 | 0 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| 53 | 3.5 | 3 | 1 | 0 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| 54 | 2.5 | 2.5 | 0 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| 55 | 2.5 | 3 | 0 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| 56 | 4.5 | 4.5 | 0 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| 57 | 4.5 | 5.5 | 0 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 |

3.5 梁情報シート

| 梁情報 | | 総梁数→ | | | | 42 | | | |
|-------|-----|------|-----|-----|---|--------|------------|------------|--|
| index | 始点X | 始点Y | 終点X | 終点Y | 階 | FspNo. | 始点端部JspNo. | 終点端部JspNo. | |
| 1 | 1.5 | 1.5 | 9.5 | 1.5 | 1 | 5 | 1 | 1 | |
| 2 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 7.5 | 1 | 5 | 1 | 1 | |
| 3 | 1.5 | 7.5 | 5.5 | 7.5 | 1 | 5 | 1 | 1 | |
| 4 | 1.5 | 3.5 | 9.5 | 3.5 | 1 | 5 | 1 | 1 | |
| 5 | 3 | 1.5 | 3 | 3.5 | 1 | 5 | 1 | 1 | |
| 6 | 4.5 | 3.5 | 4.5 | 7.5 | 1 | 5 | 1 | 1 | |
| 7 | 8.5 | 1.5 | 8.5 | 3.5 | 1 | 5 | 1 | 1 | |
| 8 | 8.5 | 7.5 | 9.5 | 7.5 | 1 | 5 | 1 | 1 | |
| 9 | 3 | 2.5 | 8.5 | 2.5 | 1 | 6 | 1 | 1 | |
| 10 | 2.5 | 3.5 | 2.5 | 7.5 | 1 | 6 | 1 | 1 | |
| 11 | 3.5 | 3.5 | 3.5 | 7.5 | 1 | 6 | 1 | 1 | |
| 12 | 1.5 | 3.5 | 1.5 | 7.5 | 2 | 4 | 1 | 1 | |
| 13 | 1.5 | 7.5 | 5.5 | 7.5 | 2 | 4 | 1 | 1 | |
| 14 | 5.5 | 7.5 | 9.5 | 7.5 | 2 | 4 | 1 | 1 | |
| 15 | 9.5 | 3.5 | 9.5 | 7.5 | 2 | 4 | 1 | 1 | |
| 16 | 9.5 | 1.5 | 9.5 | 3.5 | 2 | 4 | 1 | 1 | |
| 17 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 3.5 | 2 | 4 | 1 | 1 | |
| 18 | 1.5 | 1.5 | 4.5 | 1.5 | 2 | 4 | 1 | 1 | |
| 19 | 4.5 | 1.5 | 9.5 | 1.5 | 2 | 4 | 1 | 1 | |
| 20 | 1.5 | 3.5 | 4.5 | 3.5 | 2 | 4 | 1 | 1 | |
| 21 | 4.5 | 3.5 | 9.5 | 3.5 | 2 | 4 | 1 | 1 | |
| 22 | 4.5 | 1.5 | 4.5 | 7.5 | 2 | 4 | 1 | 1 | |
| 23 | 7.5 | 1.5 | 7.5 | 3.5 | 2 | 4 | 1 | 1 | |
| 24 | 7.5 | 3.5 | 7.5 | 7.5 | 2 | 4 | 1 | 1 | |
| 25 | 1.5 | 5.5 | 4.5 | 5.5 | 2 | 4 | 1 | 1 | |
| 26 | 4.5 | 5.5 | 7.5 | 5.5 | 2 | 4 | 1 | 1 | |
| 27 | 7.5 | 5.5 | 9.5 | 5.5 | 2 | 4 | 1 | 1 | |
| 28 | 2.5 | 1.5 | 2.5 | 3.5 | 2 | 4 | 1 | 1 | |
| 29 | 3 | 1.5 | 3 | 3.5 | 2 | 4 | 1 | 1 | |
| 30 | 3.5 | 1.5 | 3.5 | 3.5 | 2 | 4 | 1 | 1 | |
| 31 | 4.5 | 2.5 | 7.5 | 2.5 | 2 | 4 | 1 | 1 | |
| 32 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 5.5 | 3 | 4 | 1 | 1 | |
| 33 | 1.5 | 5.5 | 5.5 | 5.5 | 3 | 4 | 1 | 1 | |
| 34 | 5.5 | 5.5 | 9.5 | 5.5 | 3 | 4 | 1 | 1 | |
| 35 | 9.5 | 1.5 | 9.5 | 5.5 | 3 | 4 | 1 | 1 | |
| 36 | 1.5 | 1.5 | 4.5 | 1.5 | 3 | 4 | 1 | 1 | |
| 37 | 4.5 | 1.5 | 9.5 | 1.5 | 3 | 4 | 1 | 1 | |
| 38 | 4.5 | 1.5 | 4.5 | 5.5 | 3 | 4 | 1 | 1 | |
| 39 | 4.5 | 2.5 | 7.5 | 2.5 | 3 | 4 | 1 | 1 | |
| 40 | 7.5 | 1.5 | 7.5 | 5.5 | 3 | 4 | 1 | 1 | |
| 41 | 3.5 | 1.5 | 3.5 | 5.5 | 3 | 4 | 1 | 1 | |
| 42 | 2.5 | 1.5 | 2.5 | 5.5 | 3 | 4 | 1 | 1 | |

3. 6 屋根伏関連情報シート

| 屋根関連情報 | | | | | | |
|--------|-----|-----|-----|-----|----|---|
| 軒線情報 | | | | | 数→ | 3 |
| index | 始点X | 始点Y | 終点X | 終点Y | 階 | |
| 1 | 1.5 | 7.5 | 9.5 | 7.5 | 1 | |
| 2 | 1.5 | 5.5 | 9.5 | 5.5 | 2 | |
| 3 | 1.5 | 1.5 | 9.5 | 1.5 | 2 | |
| 4 | | | | | | |
| 5 | | | | | | |
| 6 | | | | | | |
| 7 | | | | | | |
| 8 | | | | | | |
| 9 | | | | | | |
| 10 | | | | | | |
| 11 | | | | | | |
| 12 | | | | | | |
| 13 | | | | | | |
| 14 | | | | | | |
| 15 | | | | | | |
| 16 | | | | | | |
| 17 | | | | | | |
| 18 | | | | | | |
| 19 | | | | | | |
| 20 | | | | | | |
| 21 | | | | | | |
| 22 | | | | | | |
| 23 | | | | | | |
| 24 | | | | | | |
| 25 | | | | | | |
| 26 | | | | | | |

| 妻壁情報 | | | | | | |
|-------|-----|-----|-----|-----|---|---------|
| 数→ | | | | | | 6 |
| index | 始点X | 始点Y | 終点X | 終点Y | 階 | 妻壁仕様No. |
| 1 | 1.5 | 7.5 | 1.5 | 5.5 | 1 | 3 |
| 2 | 9.5 | 7.5 | 9.5 | 5.5 | 1 | 3 |
| 3 | 9.5 | 5.5 | 9.5 | 3.5 | 2 | 3 |
| 4 | 9.5 | 1.5 | 9.5 | 3.5 | 2 | 3 |
| 5 | 1.5 | 5.5 | 1.5 | 3.5 | 2 | 3 |
| 6 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 3.5 | 2 | 3 |
| 7 | | | | | | |
| 8 | | | | | | |
| 9 | | | | | | |
| 10 | | | | | | |
| 11 | | | | | | |
| 12 | | | | | | |
| 13 | | | | | | |
| 14 | | | | | | |
| 15 | | | | | | |

| 棟線情報 | | | | | |
|-------|-----|-----|-----|-----|---|
| 数→ | | | | | 1 |
| index | 始点X | 始点Y | 終点X | 終点Y | 階 |
| 1 | 1.5 | 3.5 | 9.5 | 3.5 | 2 |
| 2 | | | | | |
| 3 | | | | | |
| 4 | | | | | |
| 5 | | | | | |
| 6 | | | | | |
| 7 | | | | | |
| 8 | | | | | |
| 9 | | | | | |
| 10 | | | | | |

| 隅線情報 | | | | | |
|-------|-----|-----|-----|-----|---|
| 数→ | | | | | 0 |
| index | 始点X | 始点Y | 終点X | 終点Y | 階 |
| 1 | | | | | |
| 2 | | | | | |
| 3 | | | | | |
| 4 | | | | | |
| 5 | | | | | |
| 6 | | | | | |
| 7 | | | | | |
| 8 | | | | | |
| 9 | | | | | |
| 10 | | | | | |

3. 7 水平構面情報シート

| 水平構面情報 | | | | 水平構面総数 | | | | | | | | |
|--------|-----|-----|-----|--------|---|----|------|--------|------------|----------|------|--------|
| index | 始点X | 始点Y | 終点X | 終点Y | 階 | 種類 | 重量仕様 | SspNo. | 根太垂木のFspNo | 火打のJspNo | 根太方向 | 火打数・方向 |
| 1 | 1.5 | 3.5 | 4.5 | 7.5 | 1 | 0 | 2 | 3 | 7 | 1 | 0 | 4 |
| 2 | 3 | 1.5 | 8.5 | 3.5 | 1 | 0 | 2 | 3 | 7 | 1 | 1 | 2 |
| 3 | 1.5 | 1.5 | 3 | 3.5 | 1 | -1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | 8.5 | 1.5 | 9.5 | 3.5 | 1 | -1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | 4.5 | 3.5 | 9.5 | 7.5 | 1 | -1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | 1.5 | 3.5 | 4.5 | 5.5 | 2 | 0 | 2 | 3 | 8 | 1 | 1 | 0 |
| 7 | 4.5 | 3.5 | 7.5 | 5.5 | 2 | 0 | 2 | 3 | 8 | 1 | 1 | 0 |
| 8 | 7.5 | 3.5 | 9.5 | 5.5 | 2 | 0 | 2 | 3 | 8 | 1 | 1 | 0 |
| 9 | 7.5 | 1.5 | 9.5 | 3.5 | 2 | 0 | 2 | 3 | 8 | 1 | 1 | 0 |
| 10 | 4.5 | 2.5 | 7.5 | 3.5 | 2 | 0 | 2 | 3 | 8 | 1 | 1 | 0 |
| 11 | 1.5 | 1.5 | 2.5 | 3.5 | 2 | 0 | 2 | 3 | 8 | 1 | 0 | 0 |
| 12 | 2.5 | 1.5 | 3 | 3.5 | 2 | 0 | 2 | 3 | 8 | 1 | 0 | 0 |
| 13 | 3 | 1.5 | 3.5 | 3.5 | 2 | 0 | 2 | 3 | 8 | 1 | 0 | 0 |
| 14 | 3.5 | 1.5 | 4.5 | 3.5 | 2 | 0 | 2 | 3 | 8 | 1 | 0 | 0 |
| 15 | 1.5 | 5.5 | 4.5 | 7.5 | 2 | 1 | 1 | 4 | 9 | 1 | 1 | 4 |
| 16 | 4.5 | 5.5 | 7.5 | 7.5 | 2 | 1 | 1 | 4 | 9 | 1 | 1 | 2 |
| 17 | 7.5 | 5.5 | 9.5 | 7.5 | 2 | 1 | 1 | 4 | 9 | 1 | 1 | 2 |
| 18 | 1.5 | 1.5 | 2.5 | 5.5 | 3 | 1 | 1 | 4 | 9 | 1 | 1 | 2 |
| 19 | 2.5 | 1.5 | 3.5 | 5.5 | 3 | 1 | 1 | 4 | 9 | 1 | 1 | 0 |
| 20 | 3.5 | 1.5 | 4.5 | 5.5 | 3 | 1 | 1 | 4 | 9 | 1 | 1 | 2 |
| 21 | 4.5 | 1.5 | 7.5 | 5.5 | 3 | 1 | 1 | 4 | 9 | 1 | 1 | 0 |
| 22 | 7.5 | 1.5 | 9.5 | 5.5 | 3 | 1 | 1 | 4 | 9 | 1 | 1 | 4 |

3. 8 基礎・アンカーボルト情報シート

| 基礎情報 | | | 基礎数→ | | 11 | |
|-------|-----|-----|------|-----|--------|----|
| index | 始点X | 始点Y | 終点X | 終点Y | BspNo. | Lf |
| 1 | 1.5 | 1.5 | 9.5 | 1.5 | 1 | 0 |
| 2 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 7.5 | 1 | 0 |
| 3 | 1.5 | 7.5 | 5.5 | 7.5 | 1 | 0 |
| 4 | 1.5 | 3.5 | 9.5 | 3.5 | 1 | 0 |
| 5 | 4.5 | 3.5 | 4.5 | 7.5 | 1 | 0 |
| 6 | 3 | 1.5 | 3 | 3.5 | 1 | 0 |
| 7 | 8.5 | 1.5 | 8.5 | 3.5 | 1 | 0 |
| 8 | 8.5 | 7.5 | 9.5 | 7.5 | 2 | 91 |
| 9 | 3 | 2.5 | 8.5 | 2.5 | 3 | 91 |
| 10 | 2.5 | 3.5 | 2.5 | 7.5 | 3 | 91 |
| 11 | 3.5 | 3.5 | 3.5 | 7.5 | 3 | 91 |
| 12 | | | | | | |
| 13 | | | | | | |
| 14 | | | | | | |
| 15 | | | | | | |
| 16 | | | | | | |
| 17 | | | | | | |
| 18 | | | | | | |
| 19 | | | | | | |
| 20 | | | | | | |

| アンカー情報 | | | 数→ | | 22 | |
|--------|-----|-----|------------------|--|----|---|
| index | X座標 | Y座標 | 交点の 1:上2:左3:下4:右 | | | |
| 1 | 1.5 | 1.5 | | | | 4 |
| 2 | 1.5 | 1.5 | | | | 3 |
| 3 | 9.5 | 1.5 | | | | 2 |
| 4 | 1.5 | 7.5 | | | | 1 |
| 5 | 1.5 | 7.5 | | | | 4 |
| 6 | 5.5 | 7.5 | | | | 2 |
| 7 | 8.5 | 7.5 | | | | 4 |
| 8 | 9.5 | 7.5 | | | | 2 |
| 9 | 1.5 | 3.5 | | | | 4 |
| 10 | 9.5 | 3.5 | | | | 2 |
| 11 | 3 | 1.5 | | | | 3 |
| 12 | 3 | 3.5 | | | | 1 |
| 13 | 4.5 | 3.5 | | | | 3 |
| 14 | 4.5 | 7.5 | | | | 1 |
| 15 | 8.5 | 1.5 | | | | 3 |
| 16 | 8.5 | 3.5 | | | | 1 |
| 17 | 6.5 | 1.5 | | | | 4 |
| 18 | 4.5 | 1.5 | | | | 2 |
| 19 | 1.5 | 4.5 | | | | 3 |
| 20 | 6.5 | 3.5 | | | | 4 |
| 21 | 4.5 | 3.5 | | | | 2 |
| 22 | 4.5 | 5.5 | | | | 1 |

3.9 付属物情報シート

付属物情報

| バルコニー情報 | | 数→ | | 1 | | | |
|---------|-----|-----|------|-----|---|-------|--------|
| index | 始点X | 始点Y | 終点X | 終点Y | 階 | 床仕様No | 腰壁仕様No |
| 1 | 9.5 | 1.5 | 10.5 | 5.5 | 2 | 2 | 3 |
| 2 | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | |

| 外階段情報 | | 数→ | | 0 | | | | | | | |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--------|-----|-------|--------|
| index | 始点X | 始点Y | 終点X | 終点Y | タイプ | 階段幅 | 離れ幅 | 1/2階段長 | 踊場長 | 床仕様No | 腰壁仕様No |
| 1 | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | |

4. 8 梁上・柱脚による上階壁の剛性と耐力の低減計算シート

| 棟 | | 柱 | | 壁 | | 梁 | | 1次後 | | A部補全部 | | B部補全部 | | 一次梁の曲げ計算 | | 耐力低減 | | A部系2次後 | | |
|----|----|-----|----|----|------|------|----|--------|-----|-------|-----|-------|----|----------|----|------|----|--------|----|---|
| 番号 | 通し | 長さ | 断面 | 断面 | 断面 | 断面 | 断面 | 断面 | 断面 | 断面 | 断面 | 断面 | 断面 | 断面 | 断面 | 断面 | 断面 | 断面 | 断面 | |
| 番号 | 通し | 長さ | 断面 | 断面 | 断面 | 断面 | 断面 | 断面 | 断面 | 断面 | 断面 | 断面 | 断面 | 断面 | 断面 | 断面 | 断面 | 断面 | 断面 | |
| 2 | 0 | 1.5 | 14 | 30 | 229 | 691 | 43 | 17395 | 78 | 91 | 191 | 16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 1.5 | 14 | 45 | 134 | 693 | 44 | 17395 | 78 | 91 | 191 | 16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 1.5 | 14 | 46 | 143 | 155 | 45 | 17395 | 78 | 91 | 191 | 16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 1.5 | 14 | 43 | 387 | 647 | 38 | 72776 | 55 | 273 | 266 | 58 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 1.5 | 14 | 44 | 368 | 794 | 46 | 17395 | 78 | 91 | 191 | 16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 1.5 | 14 | 42 | 82 | 0009 | 37 | 62987 | 24 | 91 | 692 | 17 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 1.5 | 14 | 40 | 107 | 745 | 37 | 62987 | 24 | 91 | 692 | 17 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 2.5 | 15 | 34 | 21 | 358 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 2.5 | 15 | 30 | 4203 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 2.5 | 15 | 47 | 138 | 962 | 47 | 133348 | 4 | 273 | 488 | 46 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 2.5 | 15 | 48 | 271 | 751 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 2.5 | 15 | 41 | 230 | 405 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 3 | 16 | 52 | 176 | 944 | 51 | 88898 | 33 | 182 | 488 | 46 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 3 | 16 | 53 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 3.5 | 17 | 31 | 72 | 1111 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 3.5 | 17 | 49 | 71 | 4723 | 49 | 82918 | 55 | 91 | 119 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 3.5 | 17 | 50 | 84 | 4686 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 3.5 | 18 | 34 | 201 | 397 | 32 | 62987 | 24 | 91 | 692 | 17 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 3.5 | 18 | 35 | 204 | 073 | 33 | 48517 | 7 | 182 | 266 | 58 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 3.5 | 18 | 35 | 254 | 312 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 3.5 | 18 | 37 | 426 | 746 | 40 | 26483 | 61 | 182 | 145 | 51 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 3.5 | 18 | 38 | 200 | 471 | 34 | 116988 | 182 | 642 | 79 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 1 | 1.5 | 19 | 30 | 229 | 691 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 1 | 1.5 | 19 | 31 | 72 | 1111 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 1 | 1.5 | 19 | 32 | 148 | 056 | 42 | 17395 | 78 | 91 | 191 | 16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 1 | 1.5 | 19 | 33 | 152 | 591 | 31 | 62987 | 24 | 91 | 692 | 17 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 1 | 1.5 | 20 | 45 | 134 | 693 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 1 | 1.5 | 20 | 54 | 21 | 958 | 54 | 7385 | 457 | 91 | 81 | 159 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 1 | 1.5 | 20 | 55 | 68 | 787 | 52 | 27043 | 05 | 45 | 5 | 484 | 46 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 1 | 1.5 | 20 | 55 | 68 | 787 | 55 | 7385 | 457 | 91 | 81 | 159 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 1 | 1.5 | 21 | 46 | 143 | 155 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 1 | 1.5 | 21 | 51 | 30 | 4203 | 50 | 40086 | 13 | 91 | 484 | 46 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 1 | 1.5 | 21 | 53 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 1 | 1.5 | 21 | 49 | 71 | 4723 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 1 | 1.5 | 22 | 50 | 84 | 4686 | 56 | 7385 | 457 | 91 | 81 | 159 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 1 | 1.5 | 22 | 56 | 87 | 6581 | 57 | 7385 | 457 | 91 | 81 | 159 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 1 | 1.5 | 22 | 57 | 182 | 96 | 53 | 82918 | 55 | 91 | 119 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 1 | 1.5 | 23 | 44 | 368 | 794 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 1 | 1.5 | 23 | 48 | 271 | 751 | 48 | 82918 | 55 | 91 | 119 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 1 | 1.5 | 24 | 40 | 107 | 745 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 1 | 1.5 | 24 | 41 | 230 | 405 | 36 | 62987 | 24 | 91 | 692 | 17 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 1 | 1.5 | 24 | 39 | 217 | 487 | 39 | 9001 | 19 | 182 | 49 | 457 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 1 | 1.5 | 24 | 39 | 217 | 487 | 35 | 62987 | 24 | 91 | 692 | 17 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 1 | 1.5 | 24 | 38 | 200 | 471 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

4. 9 低減処理後の壁の剛性・降伏耐力・終局変形を鉛直構面通りで合算したシート

鉛直構面通り耐力情報

通りの数
24

低減処理
0

← 0 : 無し 1 : 有り

| 鉛直構面通り情報 | | | | | 低減処理前 | | | | 低減処理後 | | | |
|----------|---|----|-----|----|------------|--------------|--------------|--------------|------------|--------------|--------------|--------------|
| 通し番号 | 階 | 方向 | 通り | 番号 | ΣK | ΣM_y | ΣR_y | ΣR_u | ΣK | ΣM_y | ΣR_y | ΣR_u |
| 1 | 1 | 0 | 1.5 | 1 | | | | | 38458816 | 345823.813 | 0.00899206 | 0.02211669 |
| 2 | 1 | 0 | 2.5 | 2 | | | | | 1534589.5 | 27464.8789 | 0.01789721 | 0.07779416 |
| 3 | 1 | 0 | 3 | 3 | | | | | | | | |
| 4 | 1 | 0 | 3.5 | 4 | | | | | 22580896 | 179086.156 | 0.00793087 | 0.0338039 |
| 5 | 1 | 0 | 5.5 | 5 | | | | | | | | |
| 6 | 1 | 0 | 7.5 | 6 | | | | | 18286328 | 253906.578 | 0.01388505 | 0.0341932 |
| 7 | 1 | 1 | 1.5 | 1 | | | | | 12105151 | 158928.453 | 0.01312899 | 0.03886466 |
| 8 | 1 | 1 | 2.5 | 2 | | | | | | | | |
| 9 | 1 | 1 | 3 | 3 | | | | | 4637943.5 | 38161.1953 | 0.00822804 | 0.04363163 |
| 10 | 1 | 1 | 3.5 | 4 | | | | | | | | |
| 11 | 1 | 1 | 4.5 | 5 | | | | | 10640564 | 103127.781 | 0.00969195 | 0.03668706 |
| 12 | 1 | 1 | 7.5 | 6 | | | | | | | | |
| 13 | 1 | 1 | 9.5 | 7 | | | | | 2190363.75 | 27044.6348 | 0.0123471 | 0.08632427 |
| 14 | 2 | 0 | 1.5 | 1 | | | | | 19813904 | 210895.172 | 0.0106438 | 0.0357948 |
| 15 | 2 | 0 | 2.5 | 2 | | | | | 7128075 | 133621.234 | 0.01874577 | 0.05068498 |
| 16 | 2 | 0 | 3 | 3 | | | | | 10427683 | 88948.0469 | 0.00852999 | 0.04039292 |
| 17 | 2 | 0 | 3.5 | 4 | | | | | 6295890.5 | 68190.6875 | 0.01083098 | 0.04139376 |
| 18 | 2 | 0 | 5.5 | 5 | | | | | 21314972 | 251091.844 | 0.01178007 | 0.03221177 |
| 19 | 2 | 1 | 1.5 | 1 | | | | | 14713462 | 138877.391 | 0.0094388 | 0.0298376 |
| 20 | 2 | 1 | 2.5 | 2 | | | | | 2116739.5 | 29405.3594 | 0.01389182 | 0.04616087 |
| 21 | 2 | 1 | 3.5 | 3 | | | | | 9481807 | 95649.8594 | 0.01008772 | 0.04208399 |
| 22 | 2 | 1 | 4.5 | 4 | | | | | 2130671.25 | 24086.6348 | 0.01130472 | 0.06096469 |
| 23 | 2 | 1 | 7.5 | 5 | | | | | 4391126 | 80298.8125 | 0.01828661 | 0.04664772 |
| 24 | 2 | 1 | 9.5 | 6 | | | | | 9194604 | 127679.875 | 0.01388639 | 0.04007974 |

4. 10 梁荷重から通り荷重への分配シート

梁桁荷重から通り荷重へ

| 梁番号 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 |
|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|------|-----|------|-----|-----|-----|-----|------|-----|------|-----|
| 梁階 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 方向 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 通り | 1.5 | 7.5 | 7.5 | 9.5 | 9.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 3.5 | 3.5 | 4.5 | 7.5 | 7.5 | 5.5 | 5.5 | 2.5 | 3 | 3.5 | 2.5 | |
| 始点 | 3.5 | 1.5 | 5.5 | 3.5 | 1.5 | 1.5 | 4.5 | 1.5 | 4.5 | 1.5 | 1.5 | 3.5 | 1.5 | 3.5 | 1.5 | 7.5 | 1.5 | 1.5 | 4.5 | |
| 終点 | 7.5 | 5.5 | 9.5 | 7.5 | 3.5 | 3.5 | 4.5 | 9.5 | 4.5 | 9.5 | 7.5 | 3.5 | 7.5 | 4.5 | 7.5 | 9.5 | 3.5 | 3.5 | 7.5 | |
| 梁xW(地) | 726 | 609 | 552 | 991 | 593 | 282 | 697 | 1173 | 464 | 1212 | 581 | 48.4 | 155 | 483 | 524 | 227 | 85.7 | 111 | 73.3 | 215 |
| 確認 | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK |

| Vtori 梁 | X | Y | Z |
|---------|-----|-----|-----|
| 11 | 1.1 | 1.1 | 1.1 |
| 12 | 1.1 | 1.1 | 1.1 |
| 13 | 1.1 | 1.1 | 1.1 |
| 14 | 1.1 | 1.1 | 1.1 |
| 15 | 1.1 | 1.1 | 1.1 |
| 16 | 1.1 | 1.1 | 1.1 |
| 17 | 1.1 | 1.1 | 1.1 |
| 18 | 1.1 | 1.1 | 1.1 |
| 19 | 1.1 | 1.1 | 1.1 |
| 20 | 1.1 | 1.1 | 1.1 |
| 21 | 1.1 | 1.1 | 1.1 |
| 22 | 1.1 | 1.1 | 1.1 |
| 23 | 1.1 | 1.1 | 1.1 |
| 24 | 1.1 | 1.1 | 1.1 |
| 合計 | 11 | 13 | 14 |

| 通階 | 方 | 番 | 通 | 始 | 終 | Vtori 重 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 |
|----|---|---|---|----|---|---------|------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1 | 1 | 0 | 1 | 2 | 2 | 10 | 2218.89304 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | 1 | 0 | 2 | 3 | 2 | 10 | 738.138393 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | 1 | 0 | 3 | 3 | 2 | 10 | 348.978992 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 1 | 0 | 4 | 4 | 2 | 10 | 2415.56397 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | 1 | 0 | 5 | 6 | 2 | 10 | 2364.11018 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | 1 | 0 | 6 | 8 | 2 | 10 | 1725.84225 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | 1 | 1 | 1 | 2 | 0 | 8 | 1368.07209 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | 1 | 1 | 2 | 3 | 0 | 6 | 610.966301 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | 1 | 1 | 3 | 3 | 0 | 8 | 460.712711 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | 1 | 1 | 4 | 4 | 0 | 6 | 598.5448 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | 1 | 1 | 5 | 5 | 0 | 8 | 2236.71723 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | 1 | 1 | 6 | 8 | 2 | 6 | 2224.14502 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | 1 | 1 | 7 | 10 | 2 | 8 | 2512.36934 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | 2 | 0 | 1 | 2 | 2 | 10 | 1400.30342 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | 2 | 0 | 2 | 3 | 2 | 10 | 598.410136 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16 | 2 | 0 | 3 | 3 | 2 | 10 | 276.609606 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17 | 2 | 0 | 4 | 4 | 2 | 10 | 681.524014 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18 | 2 | 0 | 5 | 6 | 2 | 10 | 1730.29447 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19 | 2 | 1 | 1 | 2 | 0 | 6 | 774.419532 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20 | 2 | 1 | 2 | 3 | 0 | 6 | 437.171889 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21 | 2 | 1 | 3 | 4 | 0 | 6 | 459.466887 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 22 | 2 | 1 | 4 | 5 | 0 | 6 | 943.587365 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23 | 2 | 1 | 5 | 8 | 2 | 6 | 1211.95753 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 24 | 2 | 1 | 6 | 10 | 0 | 6 | 870.53847 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

4. 1. 1 鉛直構面通りで短冊分割した水平構面の剛性・降伏耐力の合算シート

鉛直構面間水平構面

| | | |
|----|---|----|
| X | Y | 計 |
| 1階 | 5 | 6 |
| 2階 | 4 | 5 |
| 3階 | 0 | 0 |
| 計 | 9 | 11 |

Hkou数最大値 6

| 通し階 番号 | 階 方向 | 番 号 | 左 上 | 左 下 | 右 上 | 右 下 | Hkou 1 | | Hkou 2 | | Hkou 3 | | Hkou 4 | | Hkou 5 | | Hkou 6 | | | | | | | | | | | | |
|-----------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------------|--------|--------|-----------|----------|--------|--------|-----------|----------|--------|--------|-----------|----------|----|------|-----------|----------|----|------|-----------|----------|
| | | | | | | | 面 積 | 剛 性 | 面 積 | 剛 性 | 面 積 | 剛 性 | 面 積 | 剛 性 | 面 積 | 剛 性 | 面 積 | 剛 性 | 面 積 | 剛 性 | | | | | | | | | |
| 1 | X | 1 | 2 | 1.5 | 1.5 | 9.5 | 2.5 | 5 | 43810485 | 0.0094 | 91.66 | 17524194 | 0.009385 | 11 | 0.83 | 8762097 | 0.009385 | 12 | 0.41 | 4381048.5 | 0.009385 | 14 | 0.83 | 8762097 | 0.009385 | | | | |
| 2 | X | 2 | 3 | 1.5 | 2.5 | 9.5 | 3 | 6 | 32862915.5 | 0.0085 | 90.83 | 8762097 | 0.009385 | 10 | 1.24 | 10957673 | 0.008529 | 11 | 0.41 | 4381048.5 | 0.009385 | 13 | 0.21 | 2190524.3 | 0.009385 | 14 | 0.41 | 4381048.5 | 0.009385 |
| 3 | X | 3 | 4 | 1.5 | 3 | 9.5 | 3.5 | 6 | 32862915.5 | 0.0085 | 90.83 | 8762097 | 0.009385 | 10 | 1.24 | 10957673 | 0.008529 | 11 | 0.41 | 4381048.5 | 0.009385 | 13 | 0.21 | 2190524.3 | 0.009385 | 14 | 0.41 | 4381048.5 | 0.009385 |
| 4 | X | 4 | 5 | 1.5 | 3.5 | 9.5 | 5.5 | 3 | 12270972 | 0.0085 | 64.97 | 43830692 | 0.008529 | 7 | 4.97 | 43830692 | 0.008529 | 8 | 3.31 | 35048388 | 0.009385 | 13 | 0.21 | 2190524.3 | 0.009385 | 14 | 0.41 | 4381048.5 | 0.009385 |
| 5 | X | 5 | 6 | 1.5 | 3.5 | 9.5 | 7.5 | 3 | 57107128 | 0.0133 | 154.97 | 23908232 | 0.013317 | 16 | 4.97 | 17646984 | 0.013317 | 17 | 3.31 | 15551912 | 0.016173 | | | | | | | | |
| 6 | X | 6 | 7 | 1.5 | 0 | 2.5 | 5.5 | 2 | 32134426 | 0.0085 | 61.66 | 14610232 | 0.008529 | 11 | 1.66 | 17524194 | 0.009385 | | | | | | | | | | | | |
| 7 | X | 7 | 8 | 1.5 | 0 | 2.5 | 5.5 | 2 | 16067213 | 0.0085 | 60.83 | 7305116 | 0.008529 | 12 | 0.83 | 8762097 | 0.009385 | | | | | | | | | | | | |
| 8 | X | 8 | 9 | 1.5 | 0 | 3.5 | 5.5 | 2 | 16067213 | 0.0085 | 61.66 | 14610232 | 0.008529 | 11 | 1.66 | 17524194 | 0.009385 | | | | | | | | | | | | |
| 9 | X | 9 | 10 | 3 | 0 | 3.5 | 5.5 | 2 | 32134426 | 0.0085 | 61.66 | 14610232 | 0.008529 | 11 | 1.66 | 17524194 | 0.009385 | | | | | | | | | | | | |
| 10 | X | 10 | 11 | 3.5 | 0 | 4.5 | 5.5 | 2 | 32134426 | 0.0085 | 61.66 | 14610232 | 0.008529 | 11 | 1.66 | 17524194 | 0.009385 | | | | | | | | | | | | |
| 11 | X | 11 | 12 | 4.5 | 1.5 | 7.5 | 5.5 | 2 | 65746038 | 0.0085 | 74.97 | 43830692 | 0.009385 | 9 | 3.31 | 35048388 | 0.009385 | | | | | | | | | | | | |
| 12 | X | 12 | 13 | 7.5 | 1.5 | 9.5 | 5.5 | 2 | 70088726 | 0.0094 | 83.31 | 35048388 | 0.009385 | 9 | 3.31 | 35048388 | 0.009385 | | | | | | | | | | | | |
| 13 | X | 13 | 14 | 15 | 1.5 | 1.5 | 9.5 | 3 | 22567616.38 | 0.0114 | 180.83 | 2254428.5 | 0.01425 | 19 | 0.83 | 8762097 | 0.01425 | 20 | 0.41 | 4381048.5 | 0.01425 | 22 | 1.66 | 17524194 | 0.01425 | 22 | 1.66 | 17524194 | 0.01425 |
| 14 | X | 14 | 15 | 16 | 1.5 | 2.5 | 9.5 | 3 | 11259808.19 | 0.0114 | 180.41 | 1112714.3 | 0.01425 | 19 | 0.41 | 4381048.5 | 0.01425 | 20 | 0.41 | 4381048.5 | 0.01425 | 22 | 1.66 | 17524194 | 0.01425 | 22 | 1.66 | 17524194 | 0.01425 |
| 15 | X | 15 | 16 | 17 | 1.5 | 3.5 | 9.5 | 3 | 45175232.75 | 0.0114 | 181.66 | 44506578 | 0.01425 | 19 | 0.41 | 4381048.5 | 0.01425 | 20 | 0.41 | 4381048.5 | 0.01425 | 22 | 1.66 | 17524194 | 0.01425 | 22 | 1.66 | 17524194 | 0.01425 |
| 16 | X | 16 | 17 | 18 | 1.5 | 3.5 | 9.5 | 5.5 | 8907114 | 0.0114 | 183.31 | 8907114 | 0.01425 | 19 | 1.66 | 17524194 | 0.01425 | 20 | 1.66 | 17524194 | 0.01425 | 22 | 1.66 | 17524194 | 0.01425 | 22 | 1.66 | 17524194 | 0.01425 |
| 17 | X | 17 | 19 | 20 | 1.5 | 0 | 2.5 | 5.5 | 614945.5 | 0.0114 | 193.31 | 614945.5 | 0.01425 | 20 | 3.31 | 35048388 | 0.01425 | 21 | 3.31 | 35048388 | 0.01425 | 22 | 1.66 | 17524194 | 0.01425 | 22 | 1.66 | 17524194 | 0.01425 |
| 18 | X | 18 | 21 | 22 | 3.5 | 0 | 4.5 | 5.5 | 8907114 | 0.0114 | 203.31 | 8907114 | 0.01425 | 20 | 3.31 | 35048388 | 0.01425 | 21 | 3.31 | 35048388 | 0.01425 | 22 | 1.66 | 17524194 | 0.01425 | 22 | 1.66 | 17524194 | 0.01425 |
| 19 | X | 19 | 22 | 23 | 4.5 | 1.5 | 7.5 | 5.5 | 35293668 | 0.0133 | 219.94 | 35293668 | 0.013317 | 21 | 1.66 | 17524194 | 0.013317 | 22 | 1.66 | 17524194 | 0.013317 | 22 | 1.66 | 17524194 | 0.013317 | 22 | 1.66 | 17524194 | 0.013317 |
| 20 | X | 20 | 24 | 7.5 | 1.5 | 9.5 | 5.5 | 1 | 31103824 | 0.0162 | 226.62 | 31103824 | 0.016173 | 22 | 1.66 | 17524194 | 0.016173 | 22 | 1.66 | 17524194 | 0.016173 | 22 | 1.66 | 17524194 | 0.016173 | 22 | 1.66 | 17524194 | 0.016173 |

4. 1 2 偏心によるせりと水平構面のせん断変形による通り変位分布の計算シート

せりと半断版

19 20

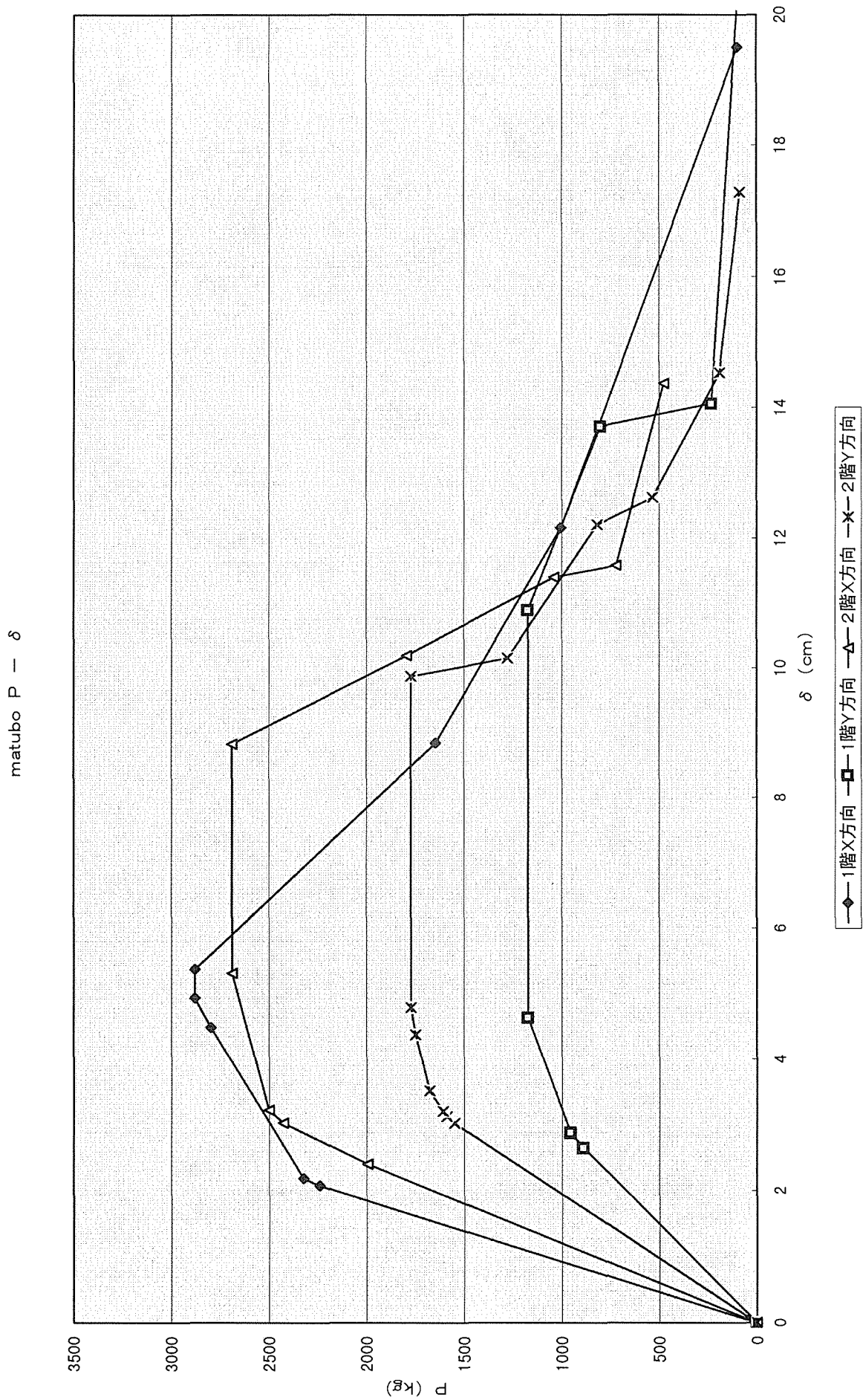
| 鉛直座標 方向 座標 | 通り 番号 | 通り 幅 | 通り 高 | W×B (kg/cm) | Kθ (kg/cm/rad) | Ry (rad) | Ru (rad) | RU (rad) | K (kg/cm) | δu (cm) | Qu (kg) | K×B (kg) | ΔQ (kg) | せりモーメント (kg・cm) | Wkcou 通行 番号 | Kθ | Ry | α1水準断面 隆状低高度数 隆状低高度数 | α2水準断面 隆状低高度数 隆状低高度数 | せん断変形角 α1水準断面 隆状低高度数 | α2水準断面 隆状低高度数 | 変位分布のδ10-u-δ10 α1水準断面 隆状低高度数 | 変位分布のδ10-u-δ10 α2水準断面 隆状低高度数 | 変位補正係数 |
|------------------|----------|---------|---------|----------------|-------------------|-------------|-------------|-------------|--------------|------------|------------|-------------|------------|--------------------|-------------------|-------------|--------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|------------------|------------------------------------|------------------------------------|-------------|
| 1 | 1 | 1.5 | 3619 | 196533 | 494020 | 0.00895206 | 0.02211695 | 0.00895206 | 280 | 490.55 | 6.1927 | 1235.06 | 5019.66 | 59.546 | 1519399.78 | -516.77207 | -10539.48675 | 0.00330494 | 0.00330494 | 0.001073604 | 0.001073604 | 0.192674 | 0.192674 | 0.87200494 |
| 2 | 1 | 2.5 | 1936 | 548384 | 304065 | 0.0178721 | 0.077794157 | 0.0178721 | 280 | 19.574 | 782.98 | 98884936 | 1453.0499 | 141513.0245 | 167.179197 | 38033.38623 | 3262915.5 | 0.00852934 | 0.00852934 | 0.00484025 | 0.00484025 | 2.1952 | 2.1952 | 0.89515002 |
| 3 | 1 | 3 | 625 | 589234 | 17086 | 0 | 0 | 0 | 280 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.000312118 | 0.000312118 | 0.4472391 | 0.4472391 | 0.91824402 | 0.91824402 | 0.93477303 |
| 4 | 1 | 4 | 483 | 38234 | 140706 | 0.00380393 | 0.0380393 | 0.00380393 | 280 | 288.92 | 9.4651 | 593.6098 | 91734.89 | 10273.46675 | 320.4955116 | 10207.9205 | 3262915.5 | 0.00852934 | 0.00852934 | 0.000140998 | 0.000140998 | 101.0538 | 101.0538 | 0.94515173 |
| 5 | 1 | 5 | 2364 | 110107 | 118237 | 0 | 0 | 0 | 280 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.00139345 | 0.00139345 | -1.98214955 | -1.98214955 | 4.20934 | 4.20934 | 1.289529047 |
| 6 | 1 | 7.5 | 1726 | 842385 | 1171887 | 0.01386528 | 0.01386528 | 0.01386528 | 280 | 233.24 | 9.5741 | 906.8092 | 145159 | 183.02 | 3192630.25 | -584.216426 | -385.1186693 | 0.013131669 | 0.013131669 | 51.07128 | 51.07128 | 0.93131669 | 0.93131669 | 0.94515173 |
| 合計 | | | 14508 | 66607 | 4870702 | 0.0886029 | 0.0886029 | 0.0886029 | 1033.4 | 2819.57492 | 32236.5 | 41728046.52 | 3192630.25 | 41728046.52 | せりモーメント 合計 | | | α1, α2 | α1, α2 | | | せりモーメント 合計 | せりモーメント 合計 | |

| 鉛直座標 方向 座標 | 通り 番号 | 通り 幅 | 通り 高 | W×B (kg/cm) | Kθ (kg/cm/rad) | Ry (rad) | Ru (rad) | RU (rad) | K (kg/cm) | δu (cm) | Qu (kg) | K×B (kg) | ΔQ (kg) | せりモーメント (kg・cm) | Wkcou 通行 番号 | Kθ | Ry | α1水準断面 隆状低高度数 隆状低高度数 | α2水準断面 隆状低高度数 隆状低高度数 | せん断変形角 α1水準断面 隆状低高度数 | α2水準断面 隆状低高度数 | 変位分布のδ10-u-δ10 α1水準断面 隆状低高度数 | 変位分布のδ10-u-δ10 α2水準断面 隆状低高度数 | 変位補正係数 | |
|------------------|----------|---------|---------|----------------|-------------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|------------|-------------|------------|--------------------|-------------------|-------------|------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|------------------|------------------------------------|------------------------------------|-------------|-------------|
| 7 | 1 | 1.5 | 2142 | 491899 | 292450 | 0.01219511 | 0.01219511 | 0.01219511 | 280 | 154.4 | 10.882 | 567.01259 | 710.5 | 333.008232 | -53918.35073 | 32134426 | 0.00852934 | 0.00852934 | 0.0011106 | 0.0011106 | 0.002094639 | 0.002094639 | 0.104821 | 0.104821 | 1.289529047 |
| 8 | 1 | 2.5 | 1948 | 138184 | 238451 | 0 | 0 | 0 | 280 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.000879469 | 0.000879469 | 0.551757283 | 0.551757283 | 99.44824 | 99.44824 | 0.8643094 | |
| 9 | 1 | 3 | 460 | 712705 | 12575 | 0.00822804 | 0.04531828 | 0.00822804 | 280 | 59.157 | 12.217 | 36.28981 | 16149.982 | 81709.80517 | -99.174769 | 16067213 | 0.00852934 | 0.00852934 | 0.00016034 | 0.00016034 | 0.00454217 | 0.00454217 | 99.90547 | 99.90547 | 1.18600611 |
| 10 | 1 | 4 | 35 | 1658 | 011719 | 0 | 0 | 0 | 280 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.000918977 | 0.000918977 | 0.816756387 | 0.816756387 | 11.4001 | 11.4001 | 0.94515173 | |
| 11 | 1 | 5 | 3180 | 304688 | 1302335 | 0.00669195 | 0.03668057 | 0.00669195 | 280 | 135.12 | 10.272 | 366.31513 | 5557.946 | 1342357.06 | -112.113717 | 45910.56993 | 32134426 | 0.00852934 | 0.00852934 | 0.000130228 | 0.000130228 | 10.64425 | 10.64425 | 0.90502992 | |
| 12 | 1 | 6 | 406 | 641113 | 2939283 | 0 | 0 | 0 | 280 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.00232818 | 0.00232818 | 3.47297664 | 3.47297664 | 96.5702 | 96.5702 | 0.89004121 | |
| 13 | 1 | 8 | 2312 | 389385 | 1999943 | 0.023471 | 0.06624267 | 0.023471 | 280 | 271.938 | 24.171 | 96.587981 | 143124.52 | 672.858886 | 189.69248193 | 77539.13334 | 70998776 | 0.00938094 | 0.00938094 | 4.11289905 | 4.11289905 | 19.4555 | 19.4555 | 0.834120661 | |
| 合計 | | | 14508 | 66607 | 4870702 | 0.0886029 | 0.0886029 | 0.0886029 | 377.22 | 1168.793192 | 116958.53 | 1466273.081 | 34741.93 | 23374.1951 | せりモーメント 合計 | | | α1, α2 | α1, α2 | | | せりモーメント 合計 | せりモーメント 合計 | | |

| 鉛直座標 方向 座標 | 通り 番号 | 通り 幅 | 通り 高 | W×B (kg/cm) | Kθ (kg/cm/rad) | Ry (rad) | Ru (rad) | RU (rad) | K (kg/cm) | δu (cm) | Qu (kg) | K×B (kg) | ΔQ (kg) | せりモーメント (kg・cm) | Wkcou 通行 番号 | Kθ | Ry | α1水準断面 隆状低高度数 隆状低高度数 | α2水準断面 隆状低高度数 隆状低高度数 | せん断変形角 α1水準断面 隆状低高度数 | α2水準断面 隆状低高度数 | 変位分布のδ10-u-δ10 α1水準断面 隆状低高度数 | 変位分布のδ10-u-δ10 α2水準断面 隆状低高度数 | 変位補正係数 | |
|------------------|----------|---------|---------|----------------|-------------------|-------------|-------------|-------------|--------------|------------|------------|-------------|-------------|--------------------|-------------------|-------------|--------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------|-------------|
| 14 | 2 | 0 | 1 | 1500 | 304667 | 191141 | 18913904 | 0.005438 | 0.035794602 | 280 | 252.73 | 10.023 | 753.197042 | 34897.422 | 7211375.948 | 25857748 | 6597.80726 | 0.00284422 | 0.00284422 | 0.000184422 | 0.000184422 | 0.102254 | 0.102254 | 1.01749675 | |
| 15 | 2 | 0 | 2.5 | 598 | 410563 | 136138 | 128075 | 0.0184577 | 0.050684885 | 280 | 90.919 | 14.192 | 471.216688 | 20884.146 | 552934.5193 | -134.72607 | -30649.7021 | 32134426 | 0.00852934 | 0.00852934 | 0.00024624 | 0.00024624 | 0.03282806 | 0.03282806 | 1.01749675 |
| 16 | 2 | 0 | 3 | 276 | 606191 | 25514.4 | 10427683 | 0.00952999 | 0.04039292 | 280 | 133.01 | 11.31 | 317.671605 | 36310.882 | 138000.3256 | -159.355681 | -43504.10992 | 32134426 | 0.00852934 | 0.00852934 | 0.000930245 | 0.000930245 | 11.2284 | 11.2284 | 0.90389506 |
| 17 | 2 | 0 | 4 | 597 | 579868 | 279290 | 6795890 | 0.01803098 | 0.041389764 | 280 | 80.305 | 11.59 | 243.5381657 | 25577.055 | 13738.20621 | 152.2819235 | 48492.14207 | 32134426 | 0.00852934 | 0.00852934 | 0.000376861 | 0.000376861 | 0.33975518 | 0.33975518 | 0.919171023 |
| 18 | 2 | 0 | 5 | 1730 | 294434 | 866072 | 2134972 | 0.0178607 | 0.032211168 | 280 | 271.87 | 9.0193 | 1986.265906 | 136078.26 | 1036476.33 | 83.83 | 46830.53722 | 32134426 | 0.00852934 | 0.00852934 | 0.000376861 | 0.000376861 | 0.673569 | 0.673569 | 0.919171023 |
| 合計 | | | 4697 | 141683 | 1490057 | 84900524 | 0.057244666 | 0.057244666 | 328.83 | 2688.39297 | 253142.56 | 18262415.36 | -4.5475 | 27156.60946 | せりモーメント 合計 | | | α1, α2 | α1, α2 | | | せりモーメント 合計 | せりモーメント 合計 | | |

| 鉛直座標 方向 座標 | 通り 番号 | 通り 幅 | 通り 高 | W×B (kg/cm) | Kθ (kg/cm/rad) | Ry (rad) | Ru (rad) | RU (rad) | K (kg/cm) | δu (cm) | Qu (kg) | K×B (kg) | ΔQ (kg) | せりモーメント (kg・cm) | Wkcou 通行 番号 | Kθ | Ry | α1水準断面 隆状低高度数 隆状低高度数 | α2水準断面 隆状低高度数 隆状低高度数 | せん断変形角 α1水準断面 隆状低高度数 | α2水準断面 隆状低高度数 | 変位分布のδ10-u-δ10 α1水準断面 隆状低高度数 | 変位分布のδ10-u-δ10 α2水準断面 隆状低高度数 | 変位補正係数 | |
|------------------|----------|---------|---------|----------------|-------------------|-------------|-------------|-------------|--------------|------------|------------|-------------|-------------|--------------------|-------------------|-------------|--------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------|-------------|
| 19 | 2 | 1 | 1.5 | 714 | 418557 | 105100 | 1173462 | 0.0094388 | 0.029837601 | 280 | 187.67 | 8.3545 | 495.996901 | 25671.188 | 14278818.27 | -203.935795 | -72897.23596 | 32134426 | 0.00852934 | 0.00852934 | 0.002094639 | 0.002094639 | 0.835428 | 0.835428 | 1.182415381 |
| 20 | 2 | 1 | 2.5 | 437 | 171875 | 99454.6 | 211639.5 | 0.01389182 | 0.046160666 | 280 | 76.999 | 12.925 | 105.017495 | 6142.324 | 321988.6652 | 89.850263 | 33015.90263 | 32134426 | 0.00852934 | 0.00852934 | 0.00212225 | 0.00212225 | 12.49374 | 12.49374 | 1.24370367 |
| 21 | 2 | 1 | 3 | 459 | 468884 | 14670 | 9481807 | 0.01089778 | 0.042083386 | 280 | 120.94 | 11.84 | 341.6066407 | 38519.841 | 106919.15 | -168.12051 | -53612.80271 | 32134426 | 0.00852934 | 0.00852934 | 0.003192395 | 0.003192395 | 10.9169 | 10.9169 | 1.07255479 |
| 22 | 2 | 1 | 4.5 | 943 | 587343 | 38739 | 2130671.25 | 0.0130478 | 0.060964692 | 280 | 177.17 | 17.07 | 86.0269502 | 11128.953 | 212.256381 | 629.820212 | 10494.9842 | 32134426 | 0.00852934 | 0.00852934 | 0.00032994 | 0.00032994 | 15.67099 | 15.67099 | 0.919171023 |
| 23 | 2 | 1 | 5 | 810 | 95192 | 827161 | 439126 | 0.01828661 | 0.04664712 | 280 | 56.009 | 13.061 | 268.7814957 | 39276.32 | 408987.2541 | 70.2810255 | 11621.18799 | 32134426 | 0.00852934 | 0.00852934 | 0.000140998 | 0.000140998 | 0.94515173 | 0.94515173 | 0.94515173 |
| 24 | 2 | 1 | 6 | 9 | 5384531 | 75960 | 9194664 | 0.01386528 | 0.040019743 | 280 | 117.28 | 11.222 | 455.9995589 | 101866.93 | 23892160.02 | -27.695586 | -110392.8343 | 32134426 | 0.00852934 | 0.00852934 | -0.000747194 | -0.000747194 | 8.68138 | 8.68138 | 0.904899013 |
| 合計 | | | 4697 | 141683 | 1490057 | 84900524 | 0.057244666 | 0.057244666 | 536.08 | 1771.42181 | 1721921.55 | 4432451.56 | 136871-3 | 48484.87369 | せりモーメント 合計 | | | α1, α2 | α1, α2 | | | せりモーメント 合計 | せりモーメント 合計 | | |

4. 1 4 各階各方向の荷重変形グラフ



付 録 1

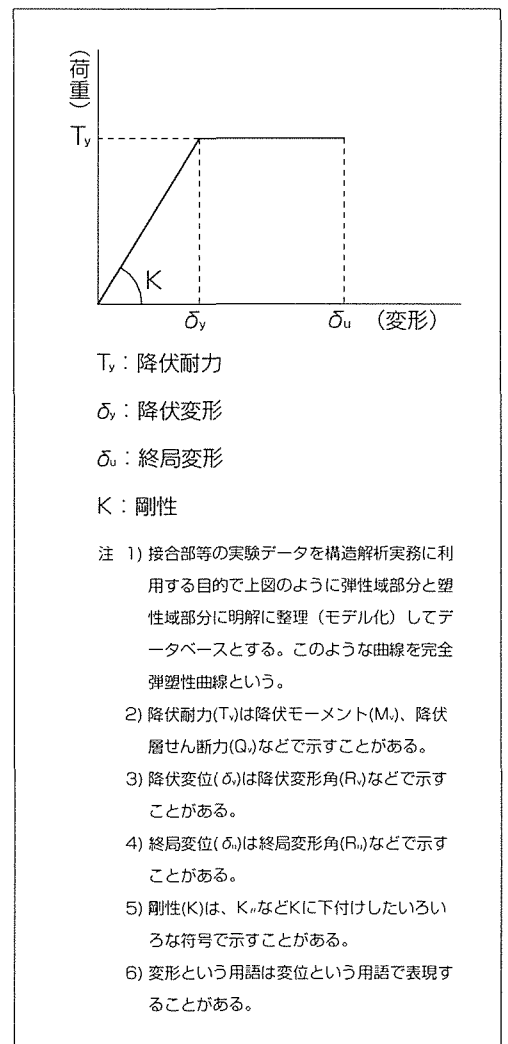
設計法の概要

1 設計法の要点

1.1 設計手法

- [1] まず、データベースから木材の強度及び剛性並びに接合部の荷重変形性能のデータを選択する。
- [2] ここで荷重変形性能とは図 1.1 に示すような完全弾塑性体の降伏耐力、降伏変形、終局変形及び剛性をさす（データベースの整備方法を図 1.2 に示す）。
- [3] 次に、構造力学を応用した計算式に上記[1]の木材及び接合部のデータを使用することにより、おおよそ以下に示すような過程を経て、建物の耐震性能を算出する。
 - ア. 鉛直構面及び床構面が保有している地震力に対する荷重変形性能を算出する。
 - イ. 上記ア. の性能を基礎に算出する壁線及び壁線間床構面が保有している地震力に対する荷重変形性能を算出する。
 - ウ. 建物自身の荷重が作用している中で壁線が地震力によって降伏すると仮定したときに、壁線がどの程度変形し、その結果、壁線間床構面がどの程度変形するかを算出し、更に、この結果、床構面の変形を加味した場合に壁線の変形は最終的にどの程度になるかを算出する。
 - エ. 前記ウ. の壁線の変形データを基礎に、イ. で算出した壁線が保有している荷重変形性能を補正する。この補正は、壁線間には、建物の荷重、壁の配置、床構面の剛性等の偏りがあり、それによって壁線の荷重変形性能が影響を受けるので、この影響を考慮したものである。

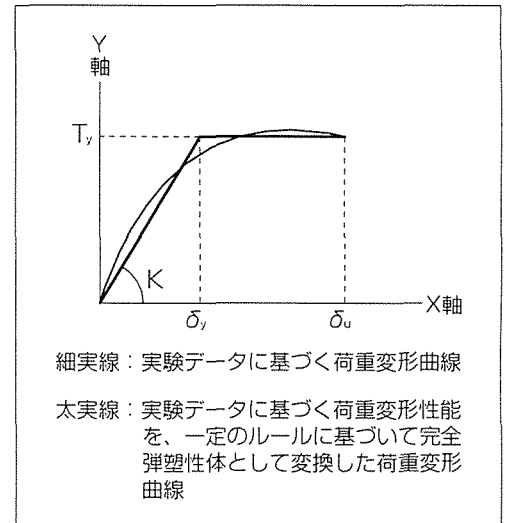
- オ. 前記エ. で補正した各壁線の保有する荷重変形性能を足し合わせて建物としての荷重変形性能を算出する。つまり、壁線ごとの図 1.1 のような荷重変形曲線を足し合わせて、図 1.3 のような建物としての荷重変形曲線を算出する。
- カ. 建物を代表する荷重変形曲線を、地震動の大きさに応じて建物に要求される耐震性能と対比して、当該建物の耐震性能を評価する（図 1.4 参照）。



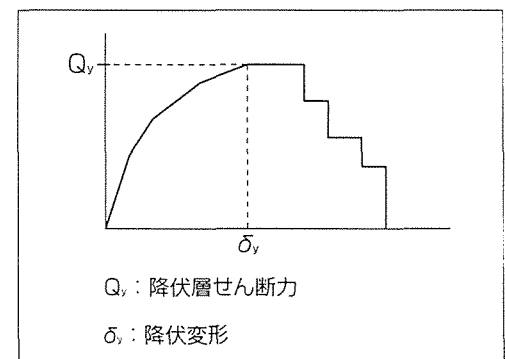
●図 1.1 荷重変形曲線模式図

1.2 設計法の特徴

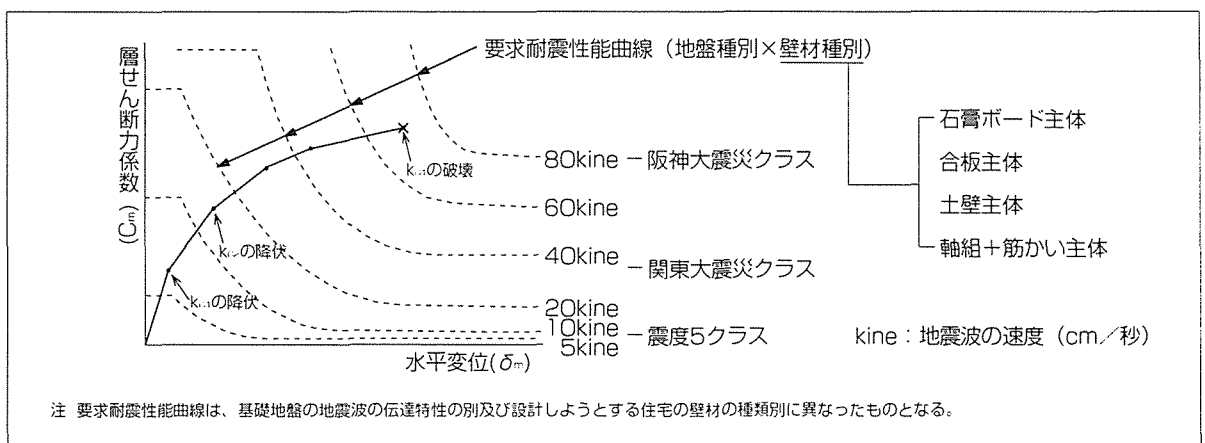
- [1] 耐震性の評価を精度よく行える（耐風性も同様、以下同じ。）。
- [2] 耐震性の水準を計数化できる。
- [3] 水平構面の剛性を含めた内容で壁線ごとに保有する荷重変形性能を計数化できる。
- [4] 偏心、荷重の偏在、セットバック、オーバーハング、隅柱の柱脚部など部分的な構造を含め各種の構造要素の不具合の影響を計数的に把握することができる。
- [5] パソコンで簡単にかつ短時間に設計することができる。



●図1.2 完全弾塑性体としての荷重変形曲線データベースの整備方法模式図



●図1.3 建物の荷重変形曲線模式図

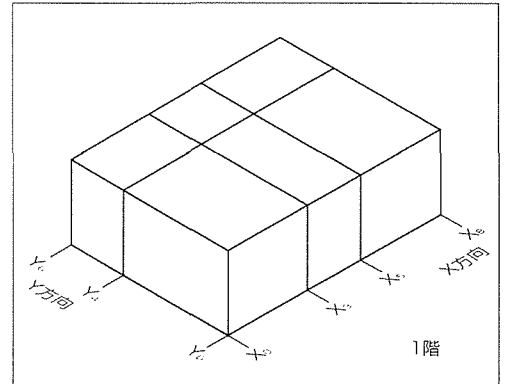


●図1.4 建物の耐震性判定模式図

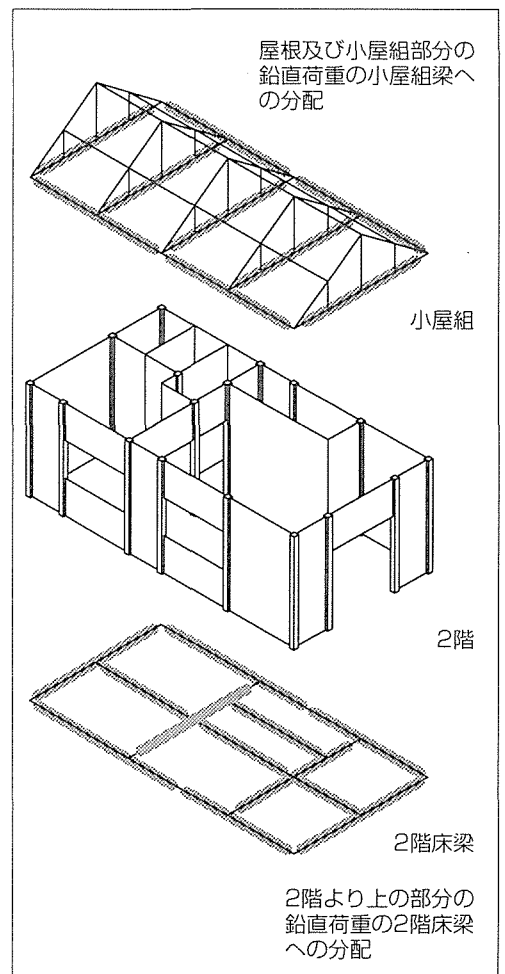
2 構造解析の前提

2.1 構造要素及び固定荷重の整理

- [1] 構造要素とは、ここでは壁、床、屋根等の構造体及び壁線などの構造体の集合体をさす。
- [2] 鉛直構面の壁については、建物を図2.1のようにX方向とY方向に区分し、それぞれの方向に壁の線があるとしてモデル化する。壁線から1m以内の壁は近くの壁線に属するものとして整理する。
- [3] 床など水平構面は、壁線の間で介在するものとして整理する。
- [4] 固定荷重、積載荷重等の長期の鉛直荷重の分配については、壁線の上の梁に分配する。つまり、屋根及び小屋組荷重は2階梁に、2階より上の部分の荷重は1階梁にそれぞれ分配する(図2.2)。



●図2.1 壁線の模式図



●図2.2 鉛直荷重の分配模式図

2.2 計算に用いる木質資材の強度等の性能

構造計算に用いる木質資材の強度等の性能については、強度は長期又は短期の許容応力度、剛性は曲げ等のヤング係数を利用する。これらは使いやすいようデータベース化する。

2.3 計算に用いる接合部及び構造要素の耐震性能

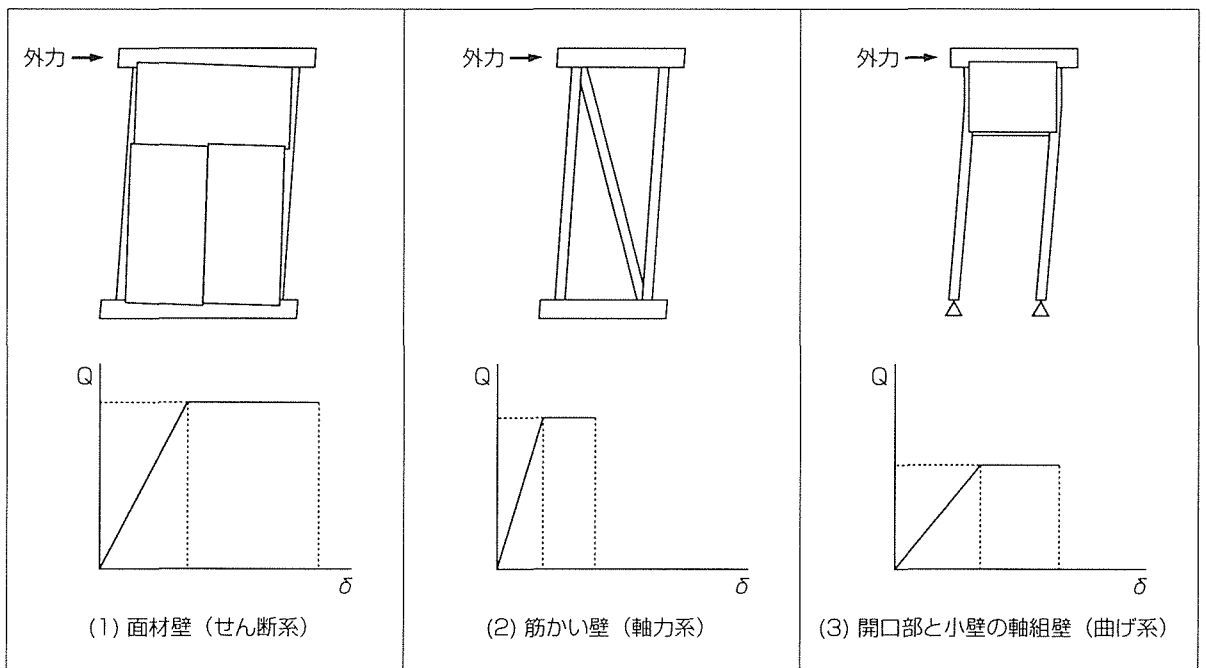
- [1] 合板の釘接合面、柱と梁等の接合部など計算に使用するための各種の接合部については、実験データを完全弾塑性体としてデータベース化した荷重変形性能の指標を利用する。

- [2] この指標は、図 1.1 に示すような完全弾塑性体の降伏耐力、降伏変形、終局変形及び剛性（以下荷重変形性能という）である。図 1.1 の注に記述しているように、これらの表現名称は状況により異なる場合がある。

3 構造計算の手順

3.1 壁等鉛直構面の荷重変形性能の評価

- [1] 合板などの面材の壁(以下、面材壁という。)については、各種の面材と釘の組み合わせのデータベースから釘1本当たりの耐力、変形性及び剛性を選び出し、それを使って釘の配列を基礎とする力学計算式によりその荷重変形性能を計算する(図3.1の(1))。
- [2] 筋かい壁については、各種の筋かいと金物の組み合わせ別のデータベースから筋かい接合部の荷重変形性能を選び出し、それを使って力学計算式により筋かい壁の荷重変形性能を計算する(図3.1の(2))。
- [3] 開口部と小壁のついた軸組壁については、柱と小壁のデータベースから柱の曲げ強度と剛性及び小壁の剛性を選び出し、それを使って力学計算式によりこの軸組壁の荷重変形性能を計算する(図3.1の(3))。



●図3.1 鉛直構面区分と荷重変形模式図

3.2 鉛直構面の荷重変形性能の低減

[1] 構造を同じくする鉛直構面でも、柱脚の接合部、即ち柱下部の土台や梁との接合部の耐力や剛性が低い場合や端部が柱に支えられていない梁の上にある壁の場合（図3.2）には、その荷重変形性能は低下する。このような状態の鉛直構面については、以下により荷重変形性能の低減を行う。

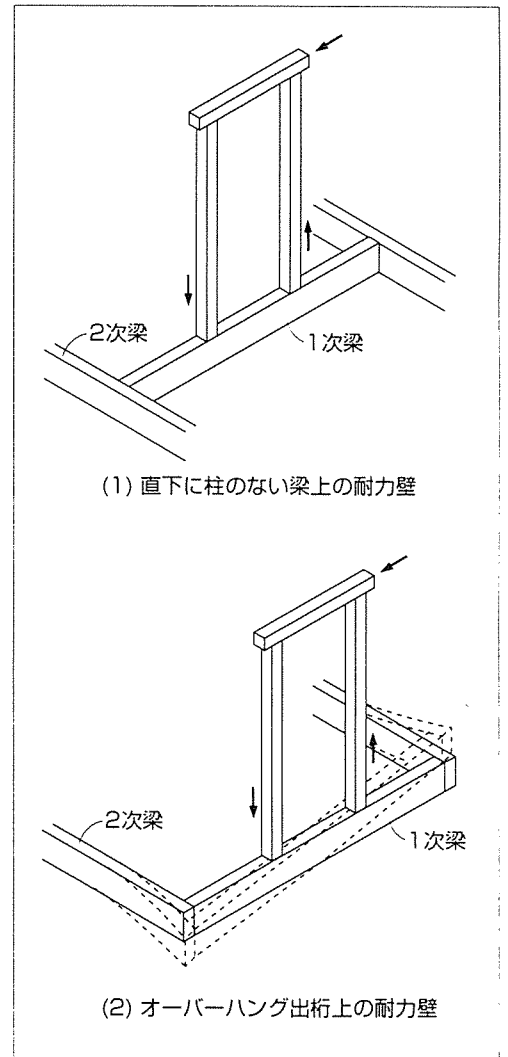
[2] まず、柱脚の接合については、データベースにより接合部の種類に応じた荷重変形性能を選択し、それが鉛直構面のそれより小さい場合は、小さい方の荷重変形性能を採用する。

[3] 次に、検討しようとする壁の下部にある梁（以下1次梁という）が別の梁（以下2次梁という）の中間部（図3.2の（1））や片持ち梁先端部（図3.2の（2））に接合されている場合には、地震などの水平力を受けると、通常の梁に乗っている壁に比べ1次梁及び2次梁の変形のため、より大きく変形する（図3.2）。このため、以下の方法により、地震で壁が降伏するとき起きる1次梁と2次梁の変形をそれぞれに計算し、それらを加算した結果によって、鉛直構面の荷重変形性能を低減する。

すなわち、

ア．データベースにより当該梁部材の強度性能及び剛性並びに当該梁接合部の荷重変形性能を選択する。

イ．当該壁の柱を通じて梁に作用する固定荷重などの長期荷重による軸力及び壁が降伏するとき柱を通じて梁に作用する軸力を算出する。

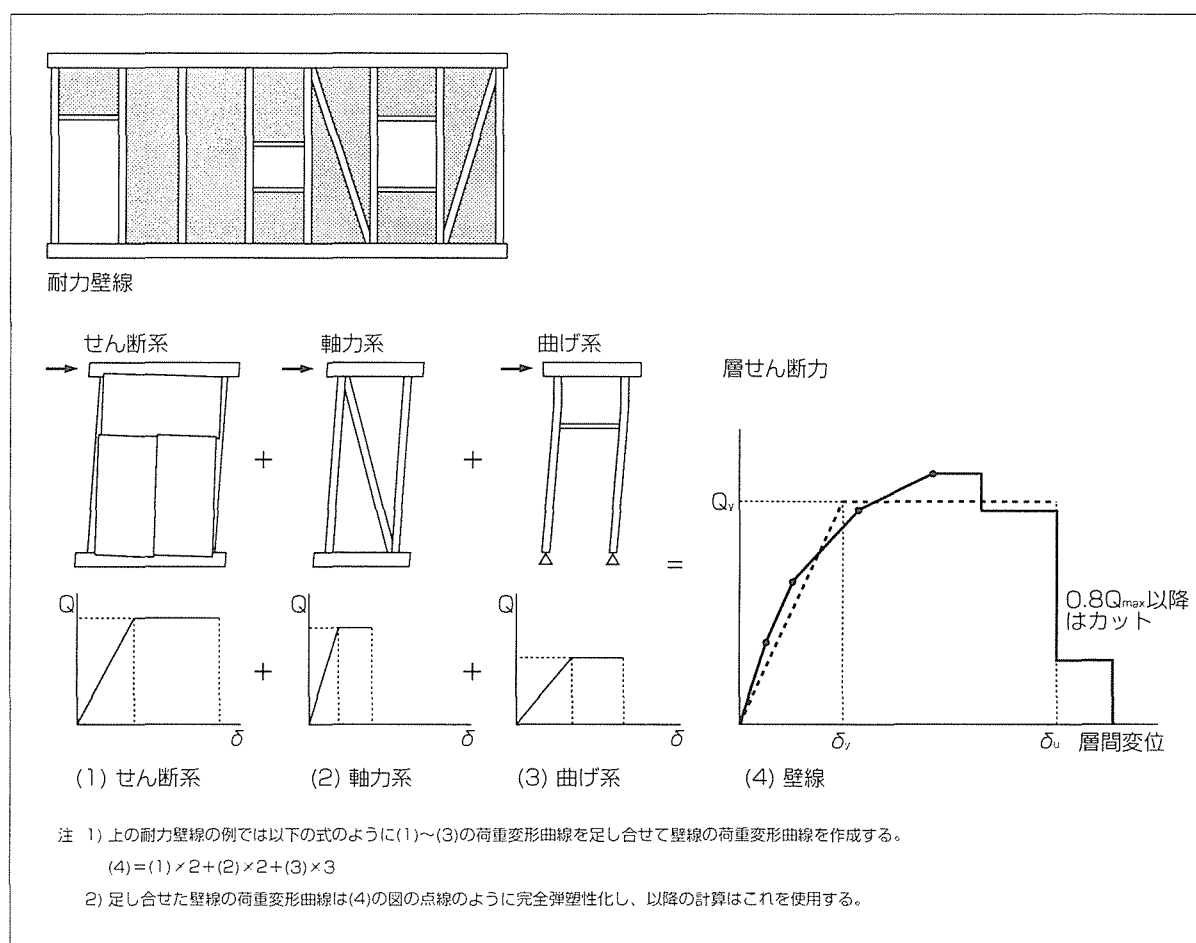


● 図3.2 直下に柱のない梁の上の壁模式図

ウ．前記イ．の梁に作用する2種類の軸力を使って力学計算式によって1次梁と2次梁がどの程度変形するかを算出する。

3.3 鉛直構面の壁線別荷重変形性能の評価

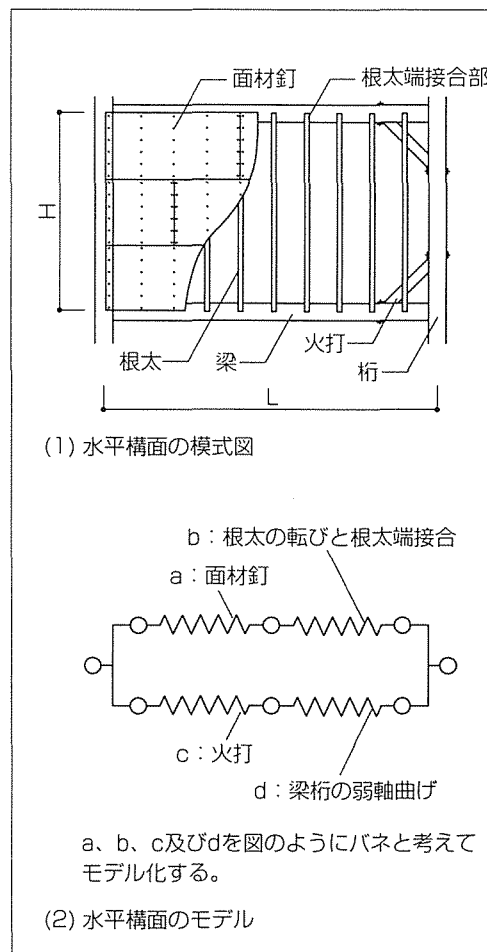
3.1 及び 3.2 の方法で計算した鉛直構面の荷重変形性能を壁線ごとに足し合わせて、X 方向及び Y 方向の別に壁線別に鉛直構面の荷重変形性能を計算する (図 3.3)。



● 図3.3 壁線の荷重変形性能評価法模式図

3.4 床等水平構面の荷重変形性能の評価

- [1] 水平構面の荷重変形性能の評価は、X方向及びY方向の別に、2つの壁線に囲まれた水平構面ごとに行う。その評価は、以下の3つに区分して行う（図3.4の(1)）。
 - ア．合板などの面材を根太に釘打ちした部分
 - イ．根太と梁、大引等の接合部分
 - ウ．梁、大引き等による枠組み部材の部分
- [2] これら3つの評価結果を足し合わせて水平構面の荷重変形性能を算出する（図3.4の(2)）。
- [3] 面材の根太釘打ち部分については、3.1の[1]で説明した面材壁の場合と同様の手法で、荷重変形性能を計算する。
- [4] 根太・梁釘打ち部分については、根太がせん断力を受けて起こす転倒現象についての荷重変形性能を評価する。根太・梁釘打ち接合のデータベースから該当接合の荷重変形性能を選択し、それを使って力学計算式によって根太・梁釘打ち接合の荷重変形性能を算出する。
- [5] 梁、大引き等による枠組み部材については、データベースから該当の火打ち接合部の荷重変形性能及枠組み部材の曲げヤング係数を選択し、それを使って力学計算式により構面の荷重変形性能を計算する。
- [6] なお、屋根面については、床面と同様の計算方法で評価した後に屋根の傾斜により補正する。



●図3.4 水平構面のモデル化

3.5 降伏時点の壁線の捻れ評価

- [1] X方向及びY方向別に検討する。
- [2] 全ての鉛直構面が地震力により塑性変形状態に移行したと仮定して、その時に水平構面を通じて流れるせん断力（以下移行せん断力という。）を壁線ごとに算出する。その計算は壁線に作用する固定荷重と壁線の荷重変形性能を基礎に力学計算式により行う。
- [3] この移行せん断力から壁線の降伏時点の捻れモーメントを算出し、これと壁線の剛性を基礎に力学計算式により壁線の降伏時点の捻れ回転角を計算する。

3.6 降伏時点の壁線間水平構面のせん断変形評価

- [1] 壁線からの移行せん断力を該当水平構面の剛性で除することにより、それぞれの壁線間の水平構面の降伏時点のせん断変形を算出することができる。
- [2] X方向及びY方向について計算する。

3.7 水平構面の変形を考慮した降伏時点の壁線のせん断変形評価

既に前項及び前々項で述べた壁線と壁線間水平構面の変形を足し合わせて壁線ごとに変形を算出する。これは水平構面の変形を考慮したものである。

3.8 建物の荷重変形性能の評価

- [1] 前項で求めた壁線ごとの変形は、他の壁線や水平構面の影響を受けた見かけ上のものである。
- [2] そこで、見かけ上の変形部分を除去して建物を代表する1本化した値を得るため、前記[1]の変形データを平均値で除した補正係数を算出し、それを3.3で求めた壁線の荷重変形性能に乗じて補正する。
- [3] 最後に、X方向とY方向の別に壁線ごとのそれらを足し合わせて、建物を代表する荷重変形性能を求める（図 1.3）。

3.9 建物の耐震性能の判定

- [1] 建物の荷重変形性能を基礎に建物の層せん断力係数と層間変形角との関係を示す曲線を作成する。
- [2] 他方、地震動の大きさに応じて建物に要求される性能に関して、層せん断力係数と層間変形角との関係を示す曲線を作成する。これは、
 - ① 基礎地盤の地震波の伝達特性の別
 - ② 建物の主要な耐力壁材料の種別に作成する。
- [3] 最後に、[1]の曲線と[2]の曲線を比較できるような1つの図に重ね合わせて描き、それにより建物の耐震性能を判定する（図 1.4）。

付 録 2

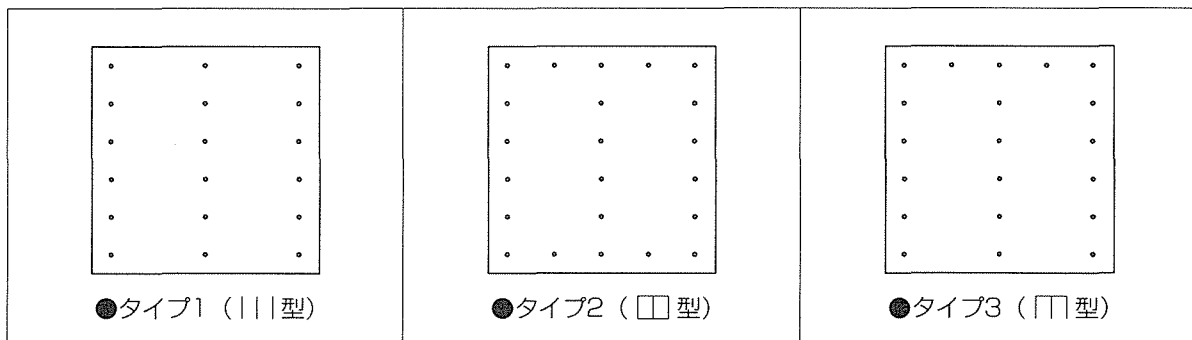
設計法の計算方法

1 鉛直構面の面内せん断剛性・耐力の算出

1.1 面材構面

1.1.1 面材構面の釘打ち型式区分

以下の3タイプに区分する。

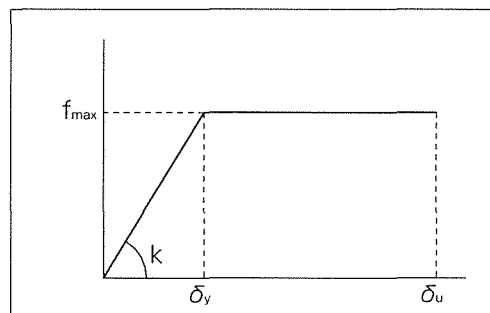


●図1.1.1 面材構面の釘打ち型式

1.1.2 釘の仕様と1本当たりの耐力等指標値の決定

釘の仕様を決定し、次いでデータベースに基づいて使用する釘の完全弾塑性モデルとした場合における以下の指標値を決定する。

- k (kg/cm) : 剛性
- f_{max} (kg) : 降伏耐力
- δ_y (cm) : 降伏変位
- δ_u (cm) : 終局変位
- δ_u / δ_y : 塑性率

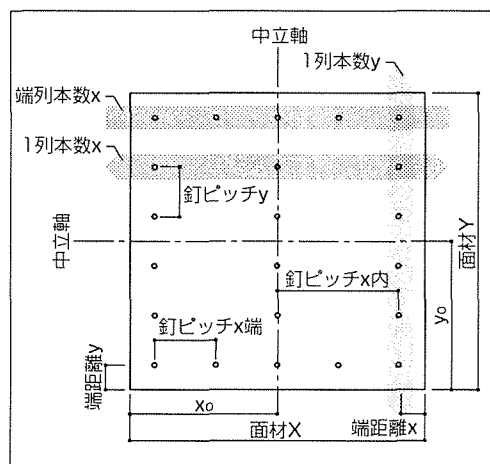


●図1.1.2 釘の完全弾塑性モデル

1.1.3 釘配列の決定

合板等面材に対する釘打ちの配列状況を以下により明らかにする。

- 端列本数 (x) : 本
- 1列本数 (x) : 本
- 1列本数 (y) : 本
- 端距離 (x) : cm
- 端距離 (y) : cm
- 釘ピッチ (x端) : cm
- 釘ピッチ (x内) : cm
- 釘ピッチ (y) : cm
- 端部と中立軸との距離 (x_0) : cm
- 端部と中立軸との距離 (y_0) : cm



●図1.1.3 釘配列に関する指標数値決定の把握方法

1.1.4 面材構面の断面関係係数

図 1.1.4 の例で説明する。

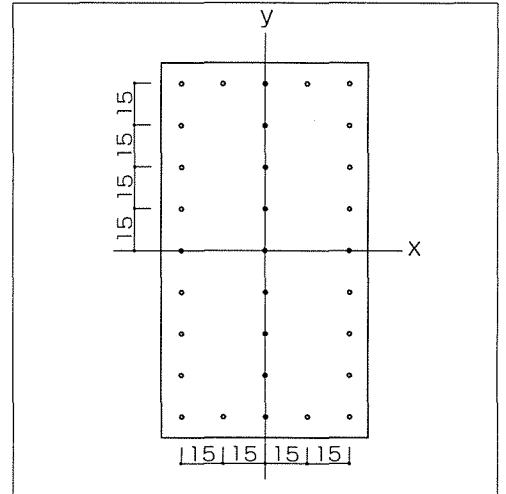
[1] 断面 2 次モーメントの算出

$$I_x \text{ (x軸断面2次モーメント)} = \sum_{i=1}^{\text{全釘}} y_i^2$$

$$= 6\text{本}(15^2 + 30^2 + 45^2) + 10\text{本} \times 60^2 = 54,900$$

$$I_y \text{ (y軸断面2次モーメント)} = \sum_{i=1}^{\text{全釘}} x_i^2$$

$$= 4\text{本}(15^2) + 18\text{本} \times 30^2 = 17,100$$



● 図 1.1.4 釘・面材構面の例

[2] 断面係数の算出

$$Z_x \text{ (x軸断面係数)} = \frac{I_x}{\text{中立軸から最外側釘までの距離}} = \frac{I_x}{60} = \frac{54,900}{60} = 915$$

$$Z_y \text{ (y軸断面係数)} = \frac{I_y}{\text{中立軸から最外側釘までの距離}} = \frac{I_y}{30} = \frac{17,100}{30} = 570$$

1.1.5 面材構面の耐力指標値の算出

図に示す釘・面材構面の耐力指標値を以下の式により算出する。

$$k_{\theta} \text{ (剛性)} = \frac{I_x I_y k}{I_x + I_y}$$

$$M_y \text{ (降伏耐力)} = \frac{f_{\max}}{\sqrt{\frac{1}{Z_x^2} + \frac{1}{Z_y^2}}}$$

$$u \text{ (塑性率)} = \frac{\delta_u}{\delta_v}$$

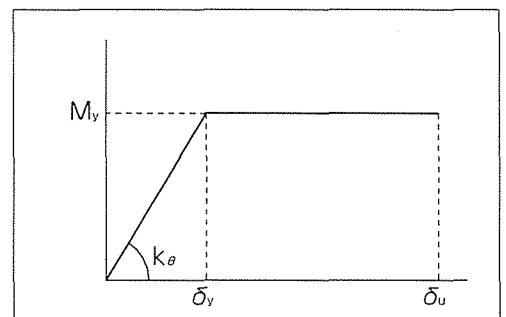
$$R_y \text{ (降伏変形角, rad)} = \frac{\delta_u}{l}$$

$$R_u \text{ (終局変形角, rad)} = \frac{\delta_u}{l}$$

l : 面材構面の長さ

k 及び f : 釘の剛性

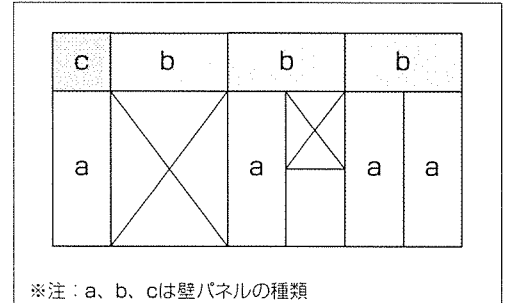
f_{\max} : 釘の降伏耐力



● 図 1.1.5 面材構面の完全弾塑性モデル

1.1.6 壁線別耐力指標値の算出

前項 1.1.5 で算出した個別の壁パネルの耐力指標値を壁線ごとに加算して壁線ごとの k_{θ} 、 M_y 、 R_y 、 R_u を求める。



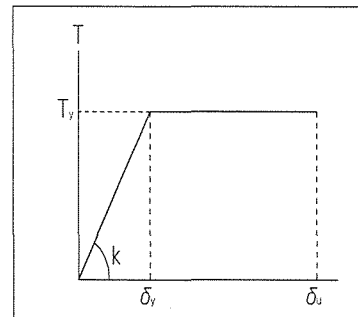
● 図1.1.6 壁線の面材構面配置例

1.2 軸力系構面（筋かい入り軸組構面）

1.2.1 筋かいの軸力と両端部の変形に関する耐力指標値

データベースに基づき以下の指標値を求める。

| | | |
|------------|---------|--------|
| k | (kg/cm) | : 剛性 |
| T_y | (kg) | : 降伏耐力 |
| δ_y | (cm) | : 降伏変位 |
| δ_u | (cm) | : 終局変位 |



●図1.2.1 筋かいの軸力と両端部の変形 δ

の関係図

1.2.2 筋かい入り軸組の耐力指標値の算出

以下の式を適用して筋かい入り軸組の耐力指標率を算出する。ここで k 、 T_y 、 δ_y 、 δ_u は前項でデータベースより求めた数値とする。

$$\text{層間変形角} \quad R = \frac{P(h^2 + \ell^2)}{h \cdot \ell^2 \cdot k}$$

$$\text{モーメント} \quad M = P \cdot h$$

$$\text{降伏耐力} \quad M_y = \frac{T_y \cdot \ell \cdot h}{\sqrt{h^2 + \ell^2}}$$

$$\text{剛性} \quad k_\theta = \frac{M}{R} = \frac{k \cdot \ell^2 \cdot h^2}{(h^2 + \ell^2)}$$

$$\text{降伏変位} \quad R_y = \frac{\sqrt{h^2 + \ell^2}}{\ell \cdot h} \delta_y$$

$$\text{終局変位} \quad R_u = \frac{\sqrt{h^2 + \ell^2}}{\ell \cdot h} \delta_u$$

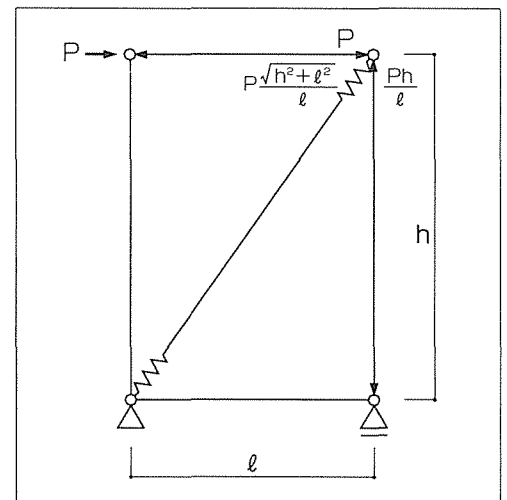
$$\text{塑性率} \quad u = \frac{R_u}{R_y}$$

上記式を完全弾塑性モデルとして図示すると図 1.2.3 のとおり。

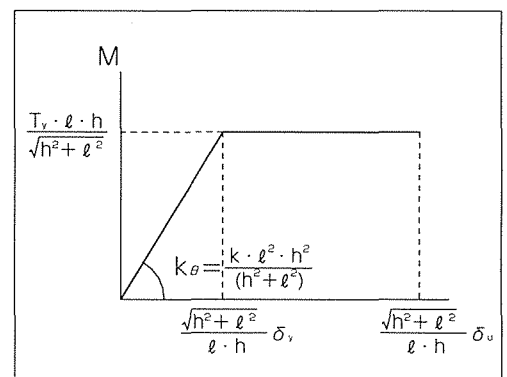
筋かいのたすき掛けについては、上記の並列足し合わせとして求める。

注 1) 本来は、引張側と圧縮側で、 k 、 T_y 、 δ_y 、 δ_u は異なるが、加力方向によって耐力、剛性が異なると処理が複雑になるため、ここでは全て安全側と思われる引張側の値を用いて計算する。

2) 部材の軸方向変位（図 1.2.2 の上下変位）は無視する。



●図1.2.2 筋かい軸組荷重－変形モデル図



●図1.2.3 筋かい入軸組のモーメント－層間変形角図

1.3 曲げ系構面（「小壁+柱」構面）

1.3.1 柱及び小壁の剛性

柱の剛性 $K_{柱} = \frac{3EI}{b}$

小壁の剛性 $K_{小} = \text{面材構面の剛性 } K_{\theta} \text{ と同様}$

E : 柱の曲げヤング係数

I : 柱の断面2次モーメント

図1.3.3の例で計算すると、

$$I = \frac{12 \times 12^3}{12} - \left\{ \frac{6 \times 12^3}{12} - \left(\frac{2 \times 1.5 \times 9^3}{12} - \left(\frac{2 \times 1.5 \times 3^3}{12} \right) \right) \right\} - \frac{2 \times 1.5 \times 3^3}{12} - \frac{2 \times 1.5 \times 6^3}{12} \approx 979$$

1.3.2 柱及び小壁の変形角

柱の変形角 $R_{柱} = \frac{Pb(a+b)}{3EI}$

小壁の変形角 $R_{小} = \frac{Ph}{K_{小}}$

1.3.3 柱の断面係数

右図を参考例として柱の断面係数を求める。

図1.3.3の例で計算すると、

$$Z = I \div (12 \div 2) = 979 \div 6 \approx 163$$

1.3.4 曲げ系構面の耐力指標値の算出

層間変形角 $R = R_{柱} + R_{小} = Ph \left(\frac{1}{K_{小}} + \frac{b}{3EI} \right)$

剛性 $K_{\theta} = \frac{1}{\left(\frac{1}{K_{小}} + \frac{b}{3EI} \right)}$

降伏時モーメント $M_y = \min(M_{y柱}, M_{y小})$

ここで柱の降伏時モーメント $M_{y柱} = a \times Z \times F_b$

a : 小壁の高さ

Z : 柱の断面欠損部の断面係数

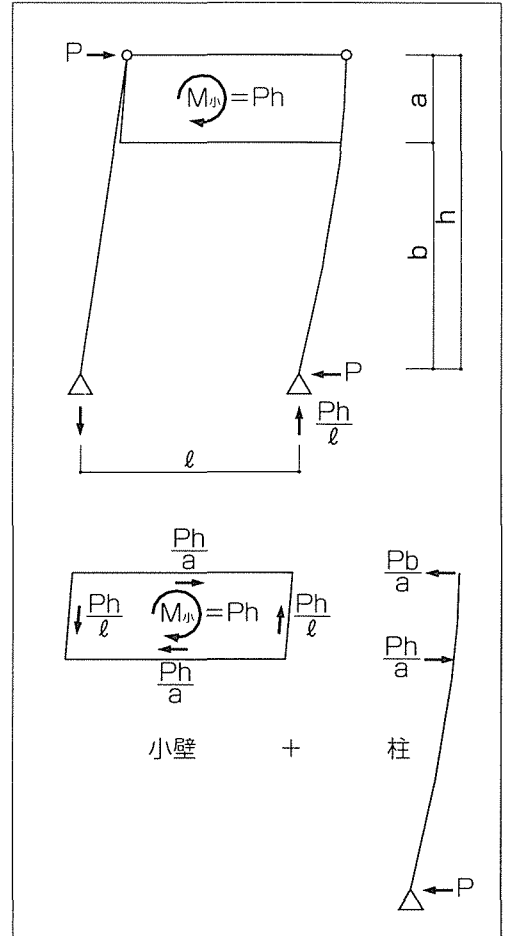
F_b : 柱の短期許容応力度

小壁の降伏時モーメント $M_{y小} =$

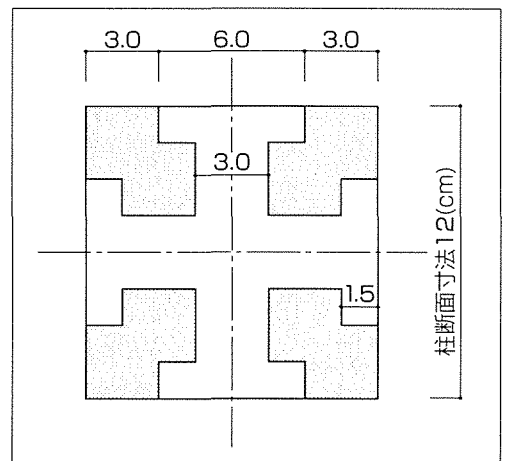
降伏層間変形角 $R_y = \frac{M_y}{M_{\theta}}$

終局層間変形角 $R_u = R_y \quad (M_{y柱} < M_{y小} \text{ のとき})$

$R_u = R_{u小} + \frac{M_y}{K_{柱}} \quad (M_{y小} < M_{y柱} \text{ のとき})$



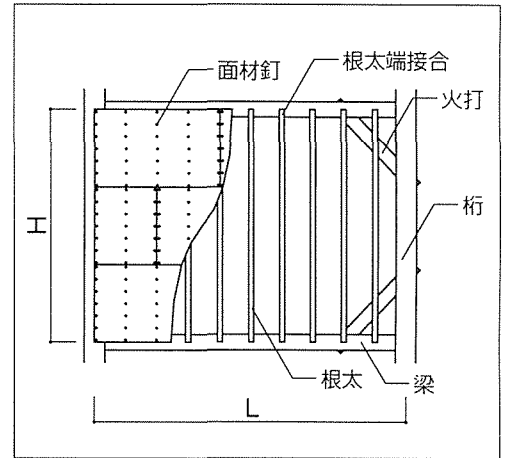
● 図1.3 小壁+柱構面の荷重-変形モデル図



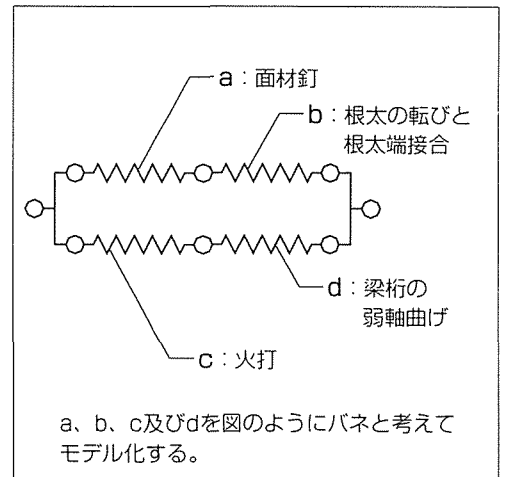
● 図1.3.3 曲げ系柱の断面欠損部の寸法例

2 水平構面の面内せん断剛性・耐力の算出

- 図2.1のような水平構面を図2.2のようにモデル化する。
- 図2.2のaとbの耐力等の評価を行い、足し合わせ評価を行う。
- 図2.2のcとdの耐力等の評価を行い、足し合わせ評価を行う。
- a + bの評価とc + dの評価を足し合わせて、水平構面の剛性、降伏耐力及び塑性率の評価を行う。



●図2.1 水平構面の例

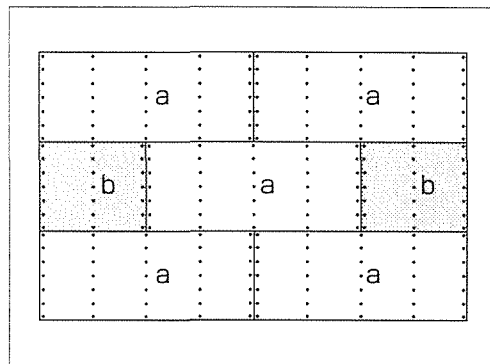


●図2.2 水平構面の耐力等評価モデル

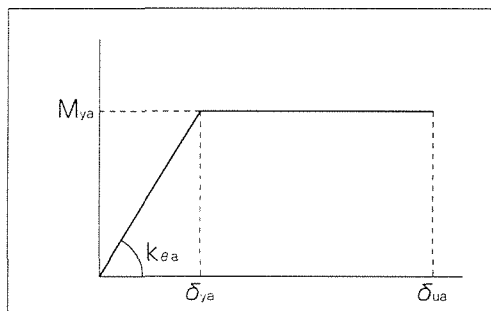
2.1 面材釘バネの荷重変形性能

1.1 項で説明した面材パネル構面の荷重変形性能の計算法と同様の方法で性能評価を行う。以下図 2.1.1 の a パネルと b パネルからなる水平構面の例で示す。

- a パネルの荷重変形性能を計算する。
(図 2.1.2)
- b パネルの荷重変形性能を計算する。
(図 2.1.3)
- a パネルと b パネルの荷重変形性能を足し合わせて面材釘バネの荷重変形性能を計算する。(図 2.1.4)
($5 \times a$) + ($2 \times b$)



●図2.1.1 面材釘バネ水平構面の例



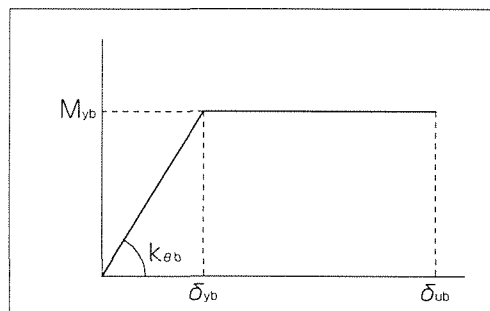
●図2.1.2 aパネルの荷重変形完全弾塑性モデル

M_{ym} : 降伏モーメント

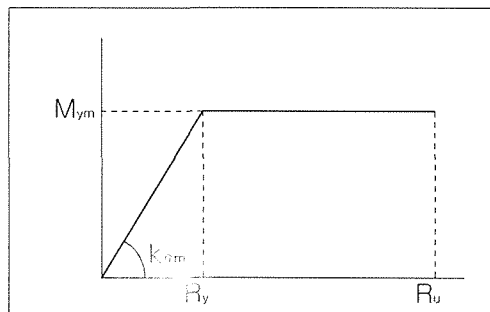
$k_{\theta m}$: 剛性

R_y : 降伏変形角

R_u : 終局変形角



●図2.1.3 bパネルの荷重変形完全弾塑性モデル



●図2.1.4 面材釘バネの荷重変形完全弾塑性モデル

2.2 根太の転び及び根太端接合バネの荷重変形性能

根太の転び及び根太端接合バネを以下「根太バネ」という。

根太バネの断面2次極モーメントを I_p とすると、

$$I_p = \frac{BD^3 + DB^3}{12}$$

注 断面極2次モーメント：

断面2次モーメントは曲げ剛性に関する材料の寸法面の係数である。図2.2.1の根太で例示すると、Dをせいにする場合の断面2次モーメントとBをせいにする場合の断面2次モーメントを加えたものが断面極2次モーメントとなる。

- 根太バネの剛性 $K_{\theta n}$ は、

$$K_{\theta n} = \frac{n \cdot G \cdot I_p \cdot H}{d^2}$$

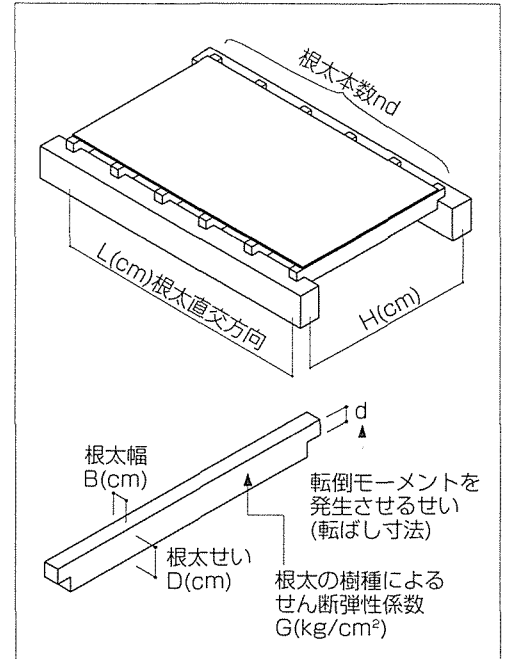
ここで n ：根太の本数

G ：根太の樹種に応じたせん断弾性係数 (kg/cm^2)、
データベースから求める。

- 降伏モーメント $M_{yn} = n \times H \times k_1 \times \delta_{y1}$

- 終局変形角 $R_{\omega n} = \frac{d^2 \times k_1 \times \delta_{y1}}{G \times I_p} + \frac{2 \times \delta_{\omega 1}}{H}$

ここで k_1 、 δ_{y1} 、 $\delta_{\omega 1}$ は根太端接合の剛性、降伏変形及び終局変形で、データベースから求まる数値



● 図2.2.1 根太の転び及び根太端接合模式図

2.3 面材釘バネと根太バネの足し合せ剛性及び降伏変形

2.3.1 床面の場合の足し合せ剛性及び降伏変形

$$K_{1床} = \frac{1}{\frac{1}{K_{\theta m}} + \frac{1}{K_{\theta n}}}$$

$$R_{1床} = \frac{M_{ym}}{K_{\theta床}}$$

2.3.2 屋根面の場合の足し合せ剛性及び降伏変形

$$K_{1屋} = \left\{ \frac{1}{\frac{1}{K_{\theta m}} + \frac{1}{K_{\theta n}}} \right\} \times \cos^2 \theta$$

$$R_{1屋} = \left(\frac{M_{ym}}{K_{\theta屋}} \right) \times \cos \theta$$

$K_{\theta m}$ ：面材釘バネの剛性

$K_{\theta n}$ ：根太バネの剛性

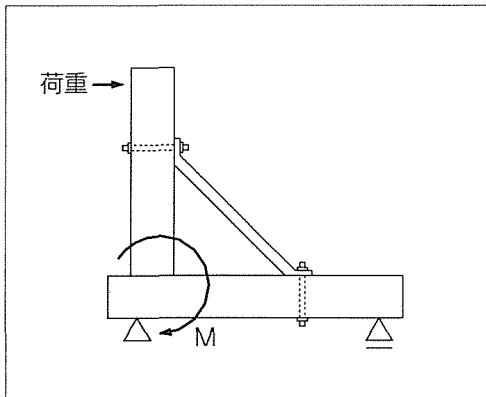
M_{ym} ：面材釘バネの降伏モーメント

θ ：屋根の勾配

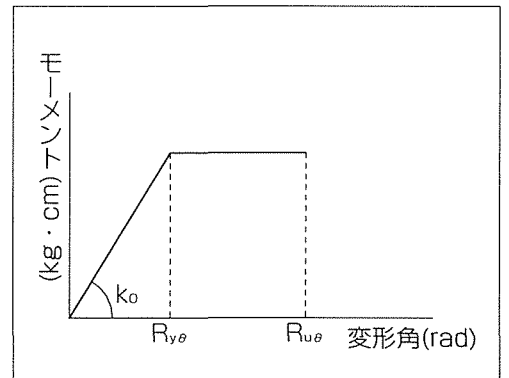
2.4 火打梁バネの荷重変形性能

2.4.1 火打梁の荷重変形性能

データベースより火打梁の剛性 (k_0 ($\text{kg} \cdot \text{cm} / \text{rad}$)), 降伏変形角 ($R_{y\theta}$, rad) 及び終局変形角 ($R_{u\theta}$, rad) を求める。



●図2.4.1 火打梁の実験模式図

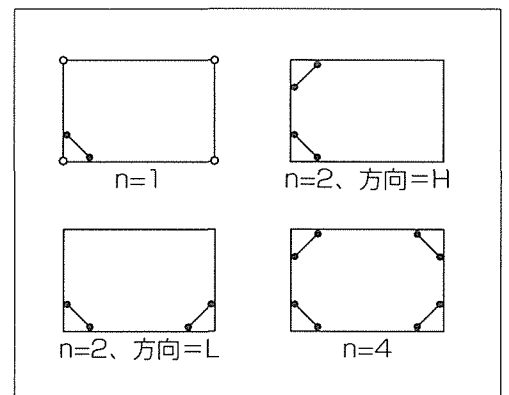


●図2.4.2 火打梁の荷重変形完全弾塑性モデル

2.4.2 火打梁の個数と方向

図 2.4.3 により下記のように求める。

- $n=1$
- $n=2$, L
- $n=2$, H
- $n=4$



●図2.4.3 火打梁の個数と方向

2.4.3 火打梁の荷重変形性能

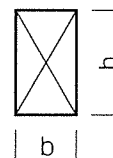
剛性 $k_c = n \times k_0$

降伏モーメント $M_{yc} = k_c \times R_{y\theta}$

2.4.4 弱軸梁桁の断面 2 次モーメント等

四辺の梁桁の断面の平均的な断面の値を用いて、火打の梁桁の弱軸についての断面 2 次モーメントを求める。

$$I = \frac{b^3 h}{12}$$



2.4.5 弱軸梁桁の剛性

$$n=1\text{のとき} \quad K_d = \frac{3EI}{H+L}$$

$$\text{ここで} \quad n=2\text{のとき} \quad K_d = \frac{12EI}{2H+L}$$

$$\text{方向がLのとき}$$

$$n=2\text{のとき} \quad K_d = \frac{12EI}{H+2L}$$

$$n=4\text{のとき} \quad K_d = \frac{24EI}{H+L}$$

E : 梁桁の曲げヤング係数(kg/cm²)

I : 2.4.4項で求めた梁桁の弱軸の
断面2次モーメント

H : 梁桁の短辺方向の長さ(cm)

L : 梁桁の長辺方向の長さ(cm)

2.4.6 「火打梁+弱軸梁桁」の剛性及び降伏変形角

[1] 剛性

$$\Sigma K_2 = \frac{1}{\left(\frac{1}{K_c} + \frac{1}{K_d}\right)} \quad (\text{kg} \cdot \text{cm}/\text{rad})$$

[2] 降伏変形角

$$R_2 = \frac{M_{yc}}{\Sigma K_2} \quad (\text{rad})$$

2.4.7 水平構面の荷重変形性能

水平構面の荷重変形性能は、

(面材釘バネ+根太バネ) + (火打梁バネ+弱軸梁桁バネ)

により足し合せして求める。

[1] 剛性 $\Sigma K = \Sigma K_1 + \Sigma K_2$ (kg · cm/rad)

ここで

ΣK_1 : 「面材釘バネ+根太バネ」の剛性

ΣK_2 : 「火打梁バネ+弱軸梁桁バネ」の剛性

[2] 降伏変形角 $R_y = R_1$ と R_2 の小さい方 (ただしゼロでないとき)

ここで

ΣR_1 : 「面材釘バネ+根太バネ」

の降伏変形角

ΣR_2 : 「火打梁バネ+弱軸梁桁バネ」

の降伏変形角

[3] 単位面積当たり剛性 $= \frac{\Sigma K}{L \times H}$ (kg · cm/rad · cm²)

3 梁上鉛直構面の荷重変形性能の低減

3.1 梁上鉛直構面柱の軸力

3.1.1 柱の長期軸力 ($L_N(\text{kg})$)

荷重により求める。

3.1.2 柱脚接合部の剛性、耐力

データベースより接合部の種類に応じた剛性 ($K_c(\text{kg/cm})$) と降伏耐力 ($T_v(\text{kg})$) を入力する。

3.1.3 壁の降伏モーメント等

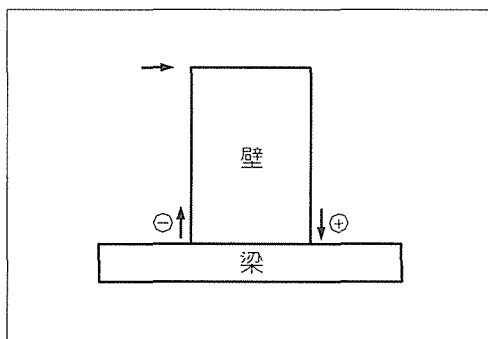
壁の降伏モーメント ($M_v(\text{kg/cm})$) 及び壁長 ($l_w(\text{cm})$) は自動入力される。

3.1.4 壁中の柱の短期軸力 ($sN(\text{kg})$)

$$sN_i = M_{y_i} / l_{w_i} \quad i: \text{壁番号}$$

$$sN_j = sN_{i+1} - sN_i \quad j: \text{柱番号}$$

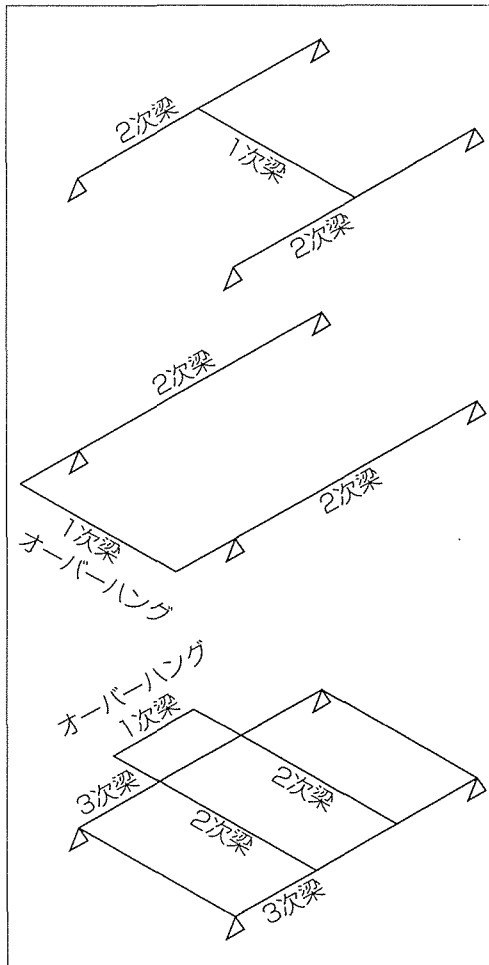
図3.1.1のように左から水平力がかかるとき
の下向きの軸力 (sN_i) が正で、上向きの軸力
(sN_i) が負である。



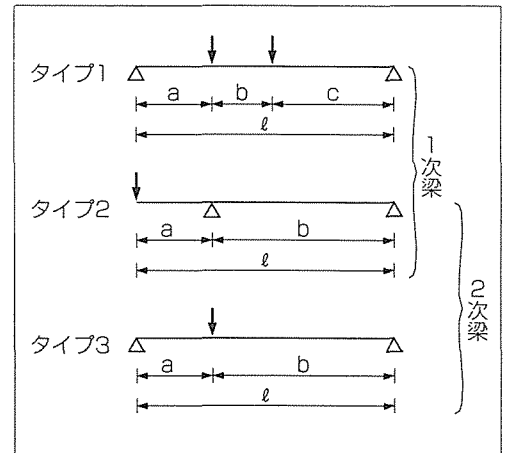
●図3.1.1

3.2 1次梁のたわみ計算

3.2.1 1次梁のタイプ入力



●図3.2.1 1次・2次梁・3次梁模式図



●図3.2.2 梁荷重のタイプ

3.2.2 1次梁の強度性能の入力

1次梁のヤング係数 $E(\text{kg}/\text{cm}^2)$ 及び長期曲げ許容応力度 $f_b(\text{kg}/\text{cm}^2)$ を入力する。

別途作成した樹種群別の強度性能一覧表の番号を入力すると E 及び f_b が自動入力される。

| 番号 | 樹種群 | E | f_b |
|----|-------|-----|-------|
| 1 | 針葉樹Ⅰ類 | | |
| 2 | 針葉樹Ⅱ類 | | |
| ⋮ | ⋮ | | |
| ⋮ | ⋮ | | |

●図3.2.3 1次梁の強度性能一覧表

3.2.3 1次梁の断面及び断面に関する強度特性係数の入力

[1] 断面の寸法の入力

図 3.2.4 により入力する。

[2] 断面に関する強度特性係数の入力

1. 1次梁の断面 2次モーメントを次式により求める（断面欠損部は無視する。）。

$$I = \frac{wh^3}{12} \quad (\text{cm}^4)$$

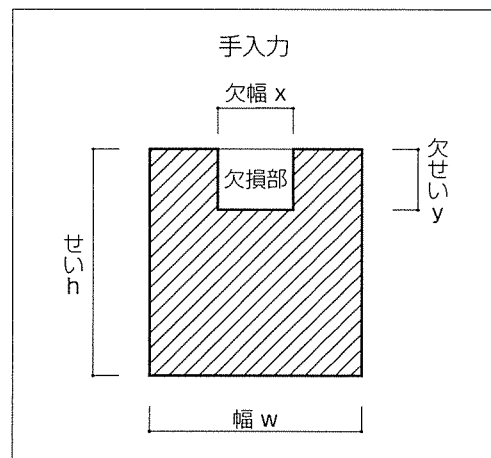
2. 次に 1次梁の断面係数を次式により求める。

$$Z = \frac{1}{12y_0} [wh(h^2 + 3(2y_0 - h)^2) - xy(y^2 + 3(2y_0 - y)^2)]$$

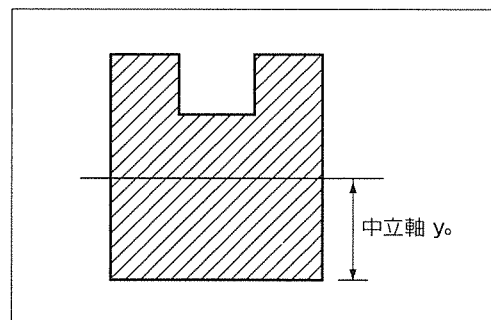
ただし、 y_0 は次により求める。

1次梁断面の図心を通る x 軸を中立軸とし、次式により求める。

$$y_0 = \frac{wh^2 - xy^2}{2(wh - xy)}$$



●図3.2.4 1次梁の断面



●図3.2.5 中立軸

3.2.4 1次梁の梁端接合部の剛性及びせん断耐力の入力

あらかじめ用意してある 1次梁の梁端接合部の種類に対応したその剛性(K)及びせん断耐力(Q_{y+} 、 Q_{y-})の一覧表より該当する接合部の番号を読み取る。その番号を入力すると、K、 Q_{y+} 及び Q_{y-} が自動入手される。

K： 接合部の剛性

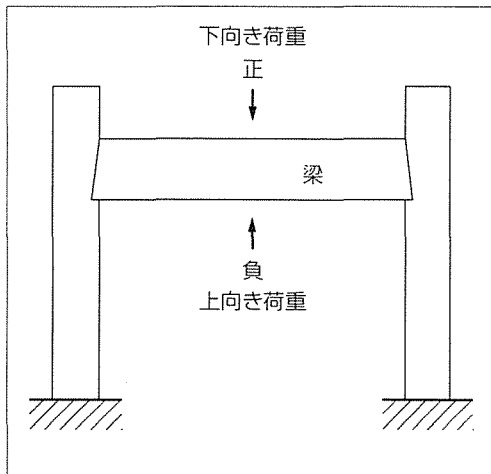
Q_{y+} ：下向き荷重時の接合部のせん断耐力

Q_{y-} ：上向き荷重時の接合部のせん断耐力

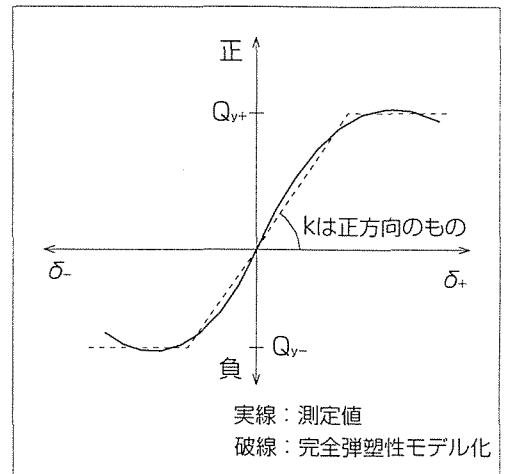
上記は表 3.2.6 の完全弾塑性モデルのデータから求められる。

| 番号 | 梁端接合部 | K | Q_{y+} | Q_{y-} |
|----|----------------|---|----------|----------|
| 1 | 蟻掛け +羽子板ボルト | | ⊕ | ⊖ |
| 2 | クレテック | | | |
| ⋮ | ⋮ | | | |

●表3.2.6



●図3.2.7 1次梁への荷重の方向



●図3.2.8 接合部のせん断耐力変形曲線

3.2.5 1次梁の曲げたわみ等の算出

1次梁上の壁の両側の短期軸力を N_c 、 N_b として、1次梁に作用する荷重、モーメント及び変形を以下により計算する。なお、1次梁の単位長さ当たりの荷重を W_b (kg/cm)とする。

[1] タイプ1の場合 (図3.2.2 参照)

$$\text{A点の短期荷重} \quad {}_sP_A = \frac{b+c}{\ell} N_c + \frac{c}{\ell} N_b$$

$$\text{B点の短期荷重} \quad {}_sP_B = \frac{a}{\ell} N_c + \frac{a+b}{\ell} N_b$$

$$\text{A点の曲げモーメント} \quad {}_sM_c = \frac{a(b+c)}{\ell} N_c + \frac{ac}{\ell} N_b$$

$$\text{B点の曲げモーメント} \quad {}_sM_b = \frac{ac}{\ell} N_c + \frac{c(a+b)}{\ell} N_b$$

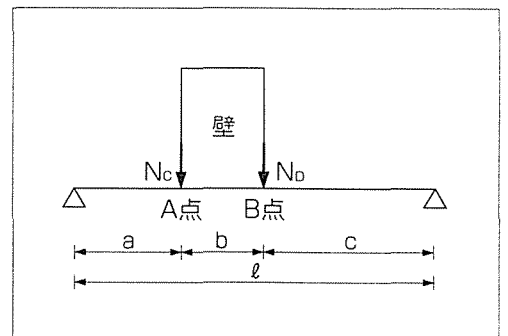
$$\text{A点の曲げたわみ} \quad {}_s\delta_c = \frac{a^2(b+c)^2 N_c}{3EI\ell} + \frac{acN_b}{6EI\ell^2} \{(\ell-a)(\ell-c)(2\ell-b) + abc\}$$

$$\text{B点の曲げたわみ} \quad {}_s\delta_b = \frac{c^2(a+b)^2 N_b}{3EI\ell} + \frac{acN_c}{6EI\ell^2} \{(\ell-a)(\ell-c)(2\ell-b) + abc\}$$

$$\text{梁の自重による荷重} \quad {}_lP_A = \frac{W_b \ell^2}{2}$$

$$\text{A点の梁の自重による曲げモーメント} \quad {}_lM_c = \frac{W_b a \ell (b+c)}{2}$$

$$\text{B点の梁の自重による曲げモーメント} \quad {}_lM_b = \frac{W_b c \ell (a+b)}{2}$$



●図3.2.9 タイプ1の1次梁上壁の柱荷重

[2] タイプ2の場合 (図3.2.2 参照)

A点の軸力による荷重 $sP_A = -\frac{a}{b} N_c$

B点の軸力による荷重 $sP_B = \frac{\ell}{b} N_c$

A点の軸力による曲げモーメント $sM_c = -aN_c$

B点の軸力による曲げモーメント $sM_D = 0$

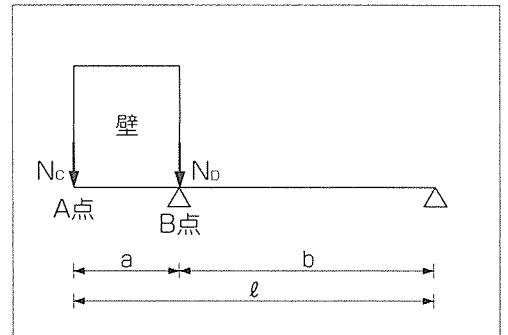
A点の軸力による曲げたわみ $s\delta_c = \frac{a^2 \ell N_c}{3EI}$

B点の軸力による曲げたわみ $s\delta_D = 0$

A点の梁の自重による荷重 $\iota P_A = W_b \ell \left(1 - \frac{\ell}{2b}\right)$

A点の梁の自重による曲げモーメント $\iota M_c = -a^2 W_b$

B点の梁の自重による曲げモーメント $\iota M_D = 0$



●図3.2.10 タイプ2の1次梁上壁の柱荷重

3.2.6 1次梁上鉛直構面の耐力低減率の計算

[1] 1次梁の曲げたわみに伴う耐力低減率

1. A点の1次梁の曲げたわみに伴う耐力低減率

$$\{(z \times \iota f_b \times 3) - (ABS \times \iota M_c)\}$$

$$\div (ABS \times sM_c)$$

z: 断面係数

ιf_b : 長期曲げ許容応力度

注 ABSはその後の数値を絶対値とするための符号
(以下同じ。)

2. B点の1次梁の曲げたわみに伴う耐力低減率

$$\{(z \times \iota f_b \times 3) - (ABS \times \iota M_D)\}$$

$$\div (ABS \times sM_D)$$

注 タイプ1以外ときは、電算機の処理のため、 sM_D を極めて大きな数値、例えば10,000kgとして計算する。この数値で除することによってネグリジブルにする。

[2] 接合部のせん断耐力の低減

1. A端 $\min \{ABS \{(Q_{y+} - \iota P_A) / sP_A\}, ABS \{(Q_{y-} - \iota P_A) / sP_A\}\}$

2. B端 (タイプ1のみ)

$\min \{ABS \{(Q_{y+} - \iota P_B) / sP_B\},$

$ABS \{(Q_{y-} - \iota P_B) / sP_B\}\}$

注 タイプ1以外ときは、B端は発生しないので、 sP_B を極めて大きな数値、例えば10,000などとして計算する。この数値で除することによってネグリジブルにする。

鉛直構面の耐力の低減は、本項の[1]及び[2]で計算したもののうち最も大きな数値を3.2.9項の[2]のCとして定め、同項の方法により計算する。

3.2.7 2次梁のたわみの算出

[1] 梁のタイプの入力及び梁の断面の入力

1次梁の場合に同じ。

[2] A端側の梁及び接合部のたわみ

ア. 梁のたわみ

1. タイプ2のとき

$$\delta_b = \frac{a^2(a+b)}{3EI} \cdot sP_A$$

2. タイプ3のとき

$$\delta_b = \frac{a^2b^2 \cdot sP_A}{3EI(a+b)}$$

イ. 接合部のたわみ

タイプ2、タイプ3とも同じ

$$\delta_j = sP_A / K_{A端}$$

[3] B端側の梁及び接合部のたわみ

ア. 梁のたわみ

1. タイプ2のとき

$$\delta_b = \frac{c^2(b+c)}{3EI} \cdot sP_B$$

2. タイプ3のとき

$$\delta_b = \frac{b^2c^2 \cdot sP_B}{3EI(b+c)}$$

イ. 接合部のたわみ

タイプ2、タイプ3とも同じ

$$\delta_j = sP_B / K_{B端}$$

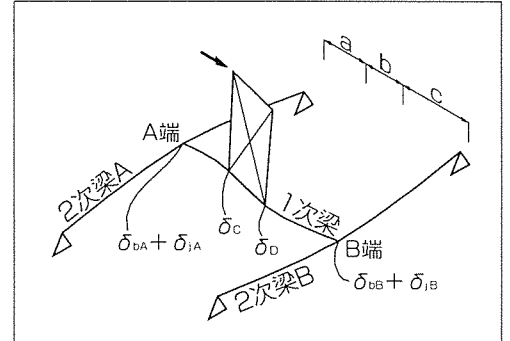
3.2.8 「1次梁+2次梁」に起因する変形角の増加量の計算

- [1] 1次梁がタイプ1のときの「1次梁+2次梁」に起因する変形角の増加量

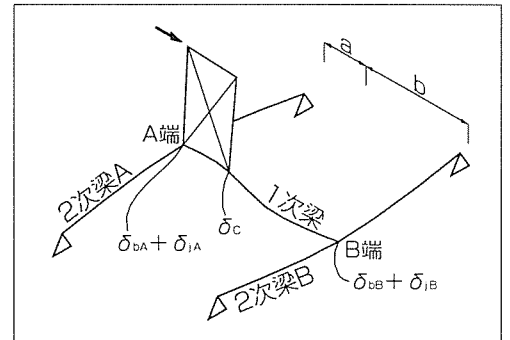
$$R_{\pm} = \frac{(s\delta_D - s\delta_C)}{1次梁b} + \frac{(\delta_{bB} + \delta_{jB}) - (\delta_{bA} + \delta_{jA})}{1次梁\ell}$$

- [2] 1次梁がタイプ2のときの「1次梁+2次梁」に起因する変形角の増加量

$$R_{\pm} = \frac{s\delta_C}{1次梁a} + \frac{\delta_{bB} - (\delta_{bA} + \delta_{jA})}{1次梁b}$$



● 図3.2.11 1次梁がタイプ1のときの「1次梁+2次梁」の変形模式図



● 図3.2.12 1次梁がタイプ2のときの「1次梁+2次梁」の変形模式図

3.2.9 梁上鉛直構面の荷重変形性能の低減方法

- [1] 3.2.8項で算出した「1次梁+2次梁」の変形角を用いて、該当する1次梁上の鉛直構面の荷重変形性能を図3.2.13に示すよう低減する。

- [2] 図3.2.13に示す鉛直構面の荷重変形性能の低減のための計算は以下の式により行う。

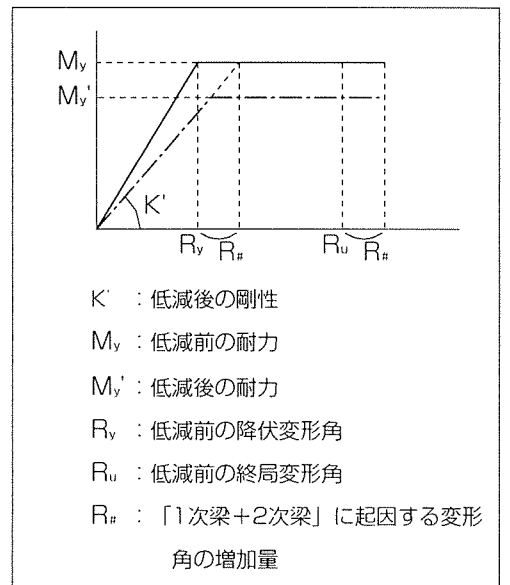
$$K' = \frac{M_y}{(R_y + R_{\pm})}$$

$$M' = C \times M_y$$

ここでCは、3.2.6項で算出した1次梁上鉛直構面の耐力低減率（計算した数値のうち、最も大きい数値を採用する）である。

$$R'_y = \frac{M'_y}{K'}$$

$$R'_{\pm} = R_{\pm} + R_{\pm}$$



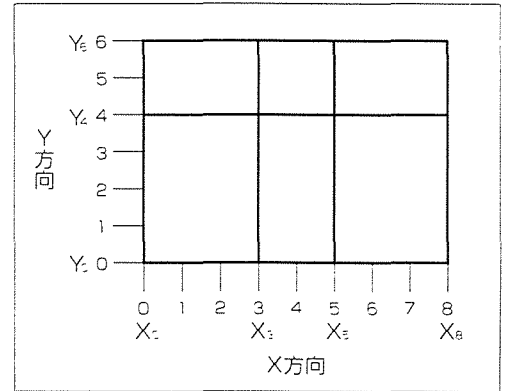
● 図3.2.13 梁上鉛直構面の荷重変形性能の低減図

4 鉛直構面の捻れ回転角の算出

4.1 鉛直構面の剛心の計算

4.1.1 鉛直構面壁線の決定

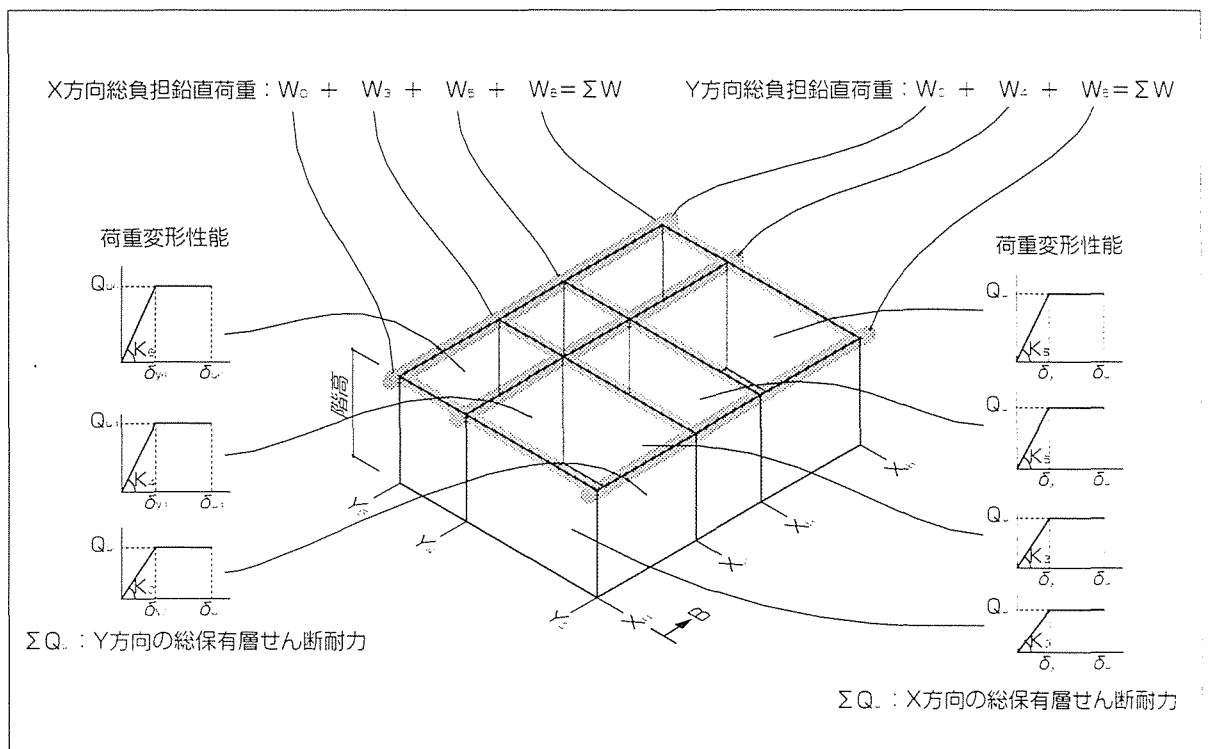
図4.1.1のようにX方向とY方向の壁線を決定する。



●図4.1.1 平面図

4.1.2 鉛直構面が負担する鉛直荷重の計算

図4.1.2のように個別の鉛直構面が負担する鉛直荷重を加算していった壁線ごとの鉛直荷重 (W_i , i は壁線番号) 及びX方向とY方向の総鉛直荷重 (ΣW_i) を算出する。



●図4.1.2 鉛直構面が負担する鉛直荷重とその保有する層せん断剛性・耐力の算定模式図

4.1.3 重心の算出

- [1] 図 4.1.2 に示すような X 方向及び Y 方向の壁線について、 Y_0 及び X_0 からの距離 B をそれぞれ算出する。
- [2] 壁線ごとに負担する鉛直荷重に [1] で算出したそれぞれの壁線距離 B を乗じる。
- [3] [2] で算出した壁線ごとの $W_i \times B$ を X 方向及び Y 方向について加算して ΣWB を求める。
- [4] X 方向及び Y 方向について下式により重心を求める。

$$\text{重心 } L_c = \frac{\Sigma WB}{\Sigma W}$$

4.1.4 剛心の算出

- [1] 鉛直構面の保有層せん断剛性・耐力の算出
 1. 各壁線を構成する鉛直構面の荷重変形性能を足し合せて、図 4.1.2 に示すように壁線ごとの荷重変形性能（降伏モーメント M_i 、単純変形角あたりの剛性 $K_{\theta i}$ 、降伏変形角 R_{yi} 、終局変形角 R_{ui} ）を算出する。
 2. 次いで、1. の荷重変形性能を以下のように変換する。

$$\text{剛性} : K_i = \frac{K_{\theta i}}{h^2}$$

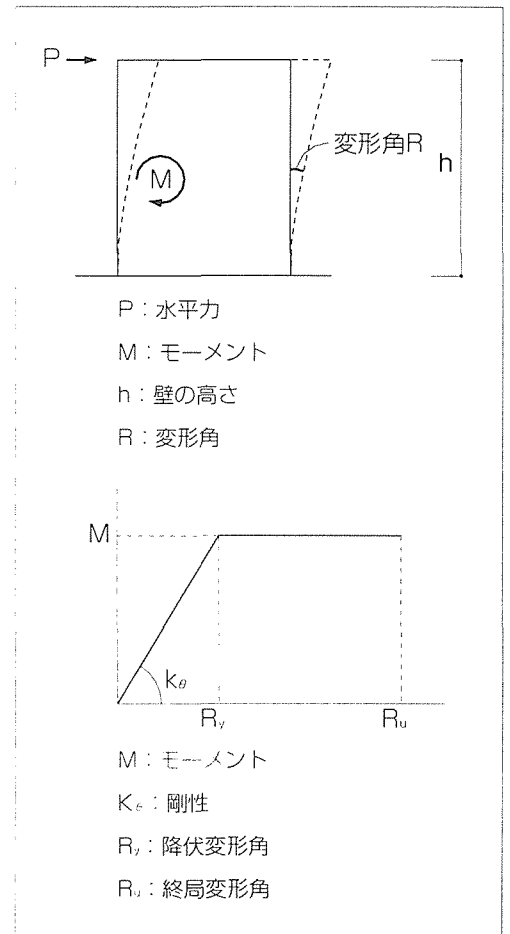
$$\text{終局変位} : \delta_{ui} = R_{ui} \times h$$

$$\text{保有層せん断耐力} : Q_{ui} = \frac{K_{\theta i} R_{yi}}{h} = \frac{M_i}{h}$$

ただし、 h は鉛直構面の高さ

- 3. 2. の剛性 K_i と図 4.1.2 の原点からの距離 B を用いて、X 方向及び Y 方向について下式により計算して、剛心 L_k を求める。

$$\text{剛心 } L_k = \frac{\Sigma K_i B_i}{\Sigma K_i}$$

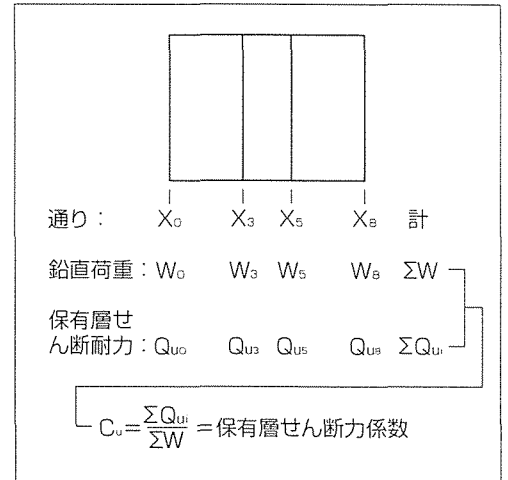


●図4.1.4 鉛直構面の荷重変形性能模式図

4.2 鉛直構面の捻れモーメントの算出

4.2.1 保有層せん断力係数の算出

図4.2.1のように壁線ごとの鉛直荷重及び保有層せん断耐力 Q_u から保有層せん断力係数 C_u を求める。X方向及びY方向の別に算出する。



●図4.2.1 保有層せん断力係数の算出フロー

4.2.2 水平構面への移行せん断力の算出

[1] 鉛直構面の全てが水平荷重を受けて大きく変形し、弾性状態から塑性状態に移行したと仮定する。

[2] この塑性状態にあるときの鉛直構面の水平力は、以下のとおり。

$$C_u W_0, C_u W_3, C_u W_5, C_u W_8$$

$$: C_u \Sigma W_i = \Sigma Q_{ui}$$

[3] [2]の壁線ごとの水平力から、その保有層せん断耐力を差し引くと、当該壁線が塑性状態にあるときの壁線内の鉛直構面の層せん断耐力の不足耐力(又は余裕耐力)(下記式)が得られる。この個々の鉛直構面壁線で不足する耐力に相当する外力は、水平構面を流って他の余裕耐力のある鉛直構面に流れ、鉛直構面全体で抵抗して吸収することになる。

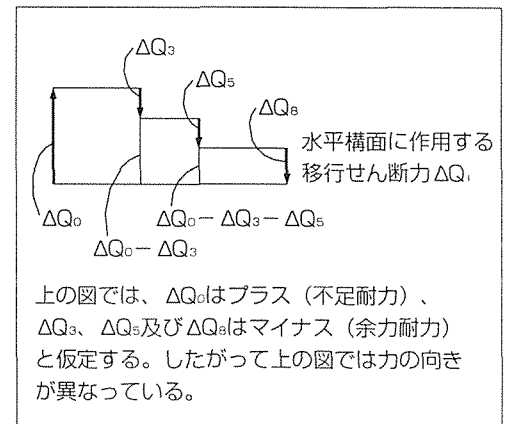
この水平構面に流れていくせん断力を、移行せん断力という。

$$\Delta Q_i = C_u \cdot W_i - Q_{ui}$$

$$\Delta Q_0 = C_u \cdot W_0 - Q_{u0}, \Delta Q_3 = C_u \cdot W_3 - Q_{u3},$$

$$\Delta Q_5 = C_u \cdot W_5 - Q_{u5}, \Delta Q_8 = C_u \cdot W_8 - Q_{u8},$$

$$\Sigma \Delta Q_i = \Delta Q_0 + \Delta Q_3 + \Delta Q_5 + \Delta Q_8$$



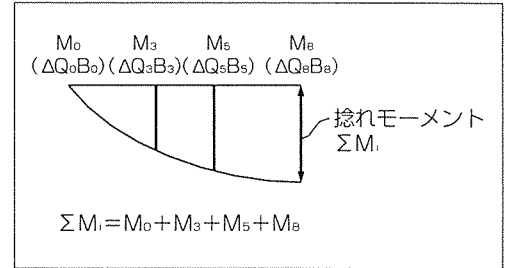
●図4.2.2 移行層せん断力図

4.2.3 捻れモーメントの算出

- [1] 4.2.2の[3]で求めた移行層せん断耐力に
図4.1.2の原点からの距離 B_i を乗じて、
壁線ごとの余力である層せん断力のモー
メントを求める。これが捻れモーメント
(ΣM_i)である(図4.2.3参照)。

$$\begin{array}{ccccccc} \Delta Q_0 B_0 & \Delta Q_3 B_3 & \Delta Q_5 B_5 & \Delta Q_8 B_8 & \Sigma \Delta Q_i B_i & & \\ M_0 & M_3 & M_5 & M_8 & \Sigma M_i & & \end{array}$$

- [2] 上記から得られる捻れモーメント図は、
鉛直構面が全て塑性状態にあるときに建
物に働くモーメントの状態を示すもので
ある。



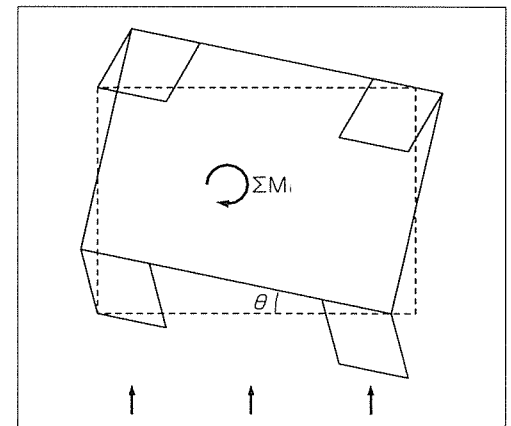
●図4.2.3 捻れモーメント図

4.3 鉛直構面の捻れ回転角

- [1] 水平構面が剛床であって、鉛直構面壁線に大
きな外力が作用して塑性状態になったと仮定
した場合、鉛直構面が偏心配置であるため、建
物が図4.3のように回転すると見なす。
- [2] このときの建物の回転角を捻れ回転角(θ)とい
う。
- [3] 当該方向の鉛直構面は全て塑性状態とすると、
当該構面は外力による回転に対して抵抗でき
なくなる。外力による回転に対する抵抗は、当
該壁線に直交する壁線によって行われると考
える。
- [4] 以上の考え方から捻れ回転角 θ は次式によっ
て算出する。

$$\theta = \frac{\Sigma M_i}{\underbrace{\Sigma K_i (B_i - L_k)^2}_{\text{剛心からの距離}}}$$

- M_i : 当該方向(X軸又はY軸方向)壁線の捻れモーメント
 K_i : 直交方向壁線の剛性
 B : 直交方向壁線の原点からの距離(図4.1.2参照)
 L_k : 直交方向鉛直構面の剛心(4.1.4項参照)



●図4.3 捻れ回転角

5 鉛直構面間水平構面のせん断変形の算出

5.1 鉛直構面間水平構面の拾い出し

2つの鉛直構面の間に介在する水平構面をX方向及びY方向についてそれぞれ拾い出す。

5.2 水平構面に作用する鉛直構面からの移行せん断力

ここでいう移行せん断力とは、4.2.2項で述べた個々の鉛直構面壁線から水平構面に流れるせん断力をさす。このせん断力は水平構面の剛性が十分に高い場合には、それを伝わって、他の壁線に流れていく。建物全体の壁線でこれらのせん断力に抵抗できなくなれば、その建物は破壊することになる。水平構面の剛性が、移行せん断力に十分に抵抗できなければ、その水平構面は変形することになる。この変形が一定の限界を起こすと当該水平構面は破壊する。

5.3 移行せん断力による水平構面のせん断変形角

水平構面に移行せん断力 (ΔQ_i) が作用すると、水平構面のせん断剛性 (K_H) に対応して水平構面に変形が生じる。この状態を模式的に示すと、図のとおりである。移行せん断力による水平構面のせん断変形角 (γ_n) は次式により算出できる。

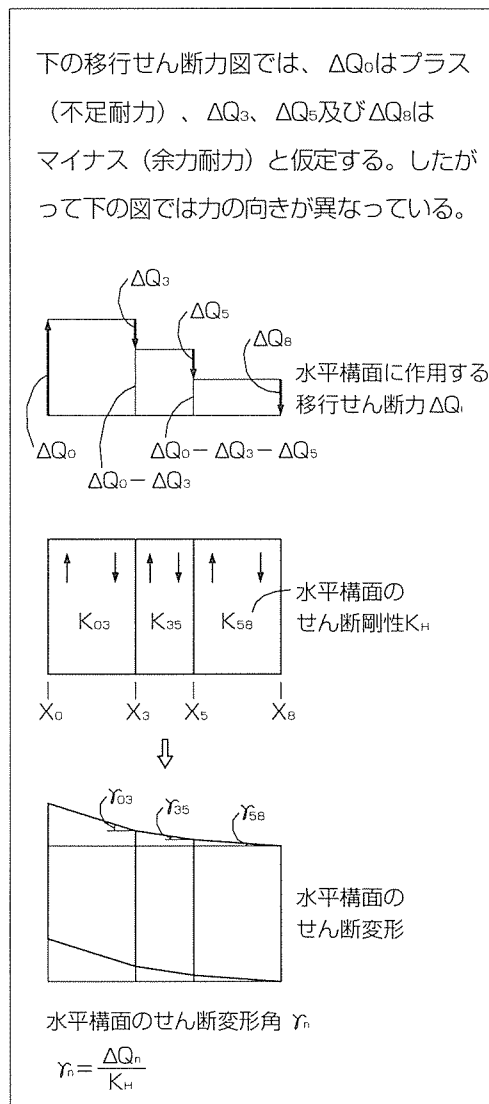
$$\gamma_n = \frac{\Delta Q_i}{K_H}$$

$$\gamma_{03} = \frac{\Delta Q_0}{K_H}, \quad \gamma_{35} = \frac{\Delta Q_3}{K_{35}}$$

$$\gamma_{58} = \frac{\Delta Q_5}{K_{58}}$$

ここで水平構面のせん断剛性は以下の式により算出できる。

$$K_H = \frac{K_s(\text{kg} \cdot \text{cm}/\text{rad})}{\text{水平構面幅}}$$

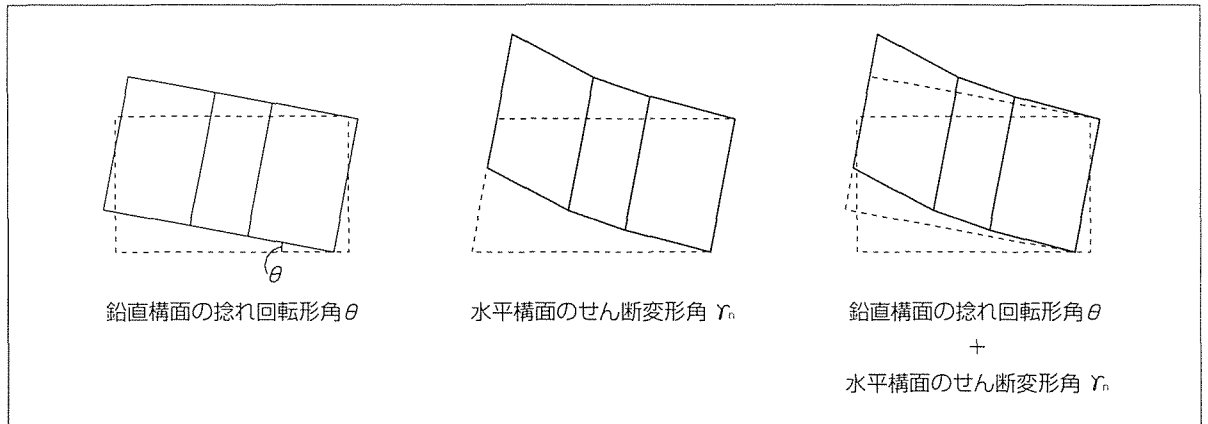


● 図5.3 移行せん断力による水平構面のせん断変形模式図

6 水平構面の変形を考慮した鉛直構面の変形

6.1 鉛直構面と水平構面の変形の足し合わせ

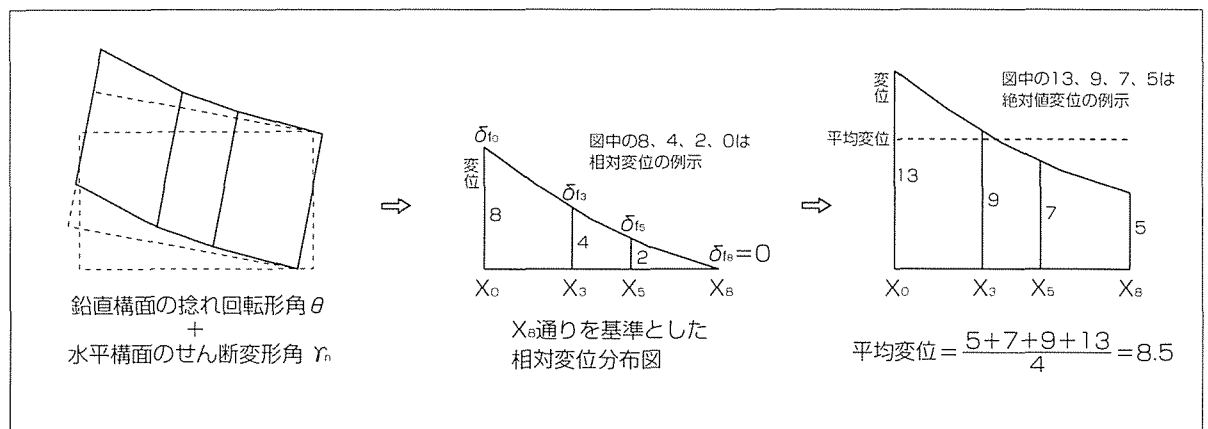
鉛直構面の捻れ回転角 (θ_n) と水平構面のせん断変形角 (γ_n) を加算することにより鉛直構面の変位を求める (図 6.1 参照)。



●図6.1 鉛直構面と水平構面の変形の足し合わせ模式図

6.2 水平構面の変形を考慮した鉛直構面の変形の算出

- [1] 6.1 項足し合わせ結果から変形はまず鉛直構面端部の壁線を基準とした相対変位分布を求める。
- [2] 相対変位分布を基礎に鉛直構面の変位の絶対値を求める (図 6.2 参照)。
- [3] 鉛直構面変位の絶対値に基づき、その平均変位を求める。



●図6.2 水平構面の変形のを考慮した鉛直構面の変形模式図

7 建物の荷重変形性能の把握

7.1 鉛直構面の変位補正

建物としての変形特性を明らかにするためには、6.2項で求めた鉛直構面の壁線ごとの変形をそのまま足し合わせるのは不適當である。なぜなら、6.2項で求めた壁線ごとの変形は、壁線と水平構面の変形を単純に足し合わせた見かけの変形であるからである。

そこで、それぞれの壁線の荷重変形特性を把握するため、X方向又はY方向の壁線の変形の平均値を求め（図6.2の例示参照）、それをそれぞれの壁線の変形で除した値を変位補正係数として算出する（表7.1参照）。

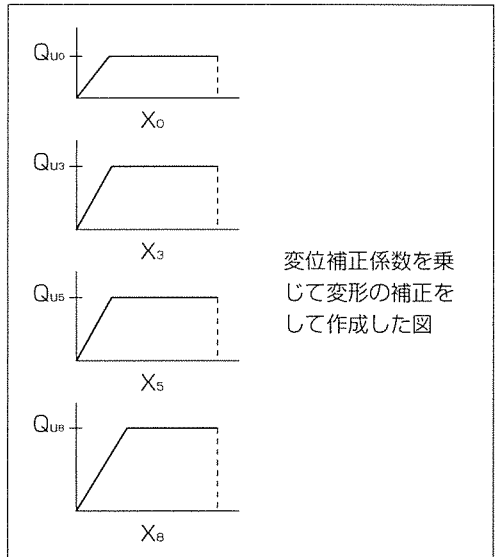
| 壁線 | X ₀ | X ₃ | X ₅ | X ₈ |
|-----------------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 見かけの変位 | 13 | 9 | 7 | 5 |
| 平均変位 $\bar{\delta}_i$ | 8.5 | 8.5 | 8.5 | 8.5 |
| 変位補正係数 | $\frac{8.5}{13}$ | $\frac{8.5}{9}$ | $\frac{8.5}{7}$ | $\frac{8.5}{5}$ |

●表7.1 変位補正の例示

7.2 鉛直構面壁線の荷重変形関係の把握

壁線ごとの荷重変形性能の変形（図4.1.2参照）を前項で説明した変位補正係数を乗じて補正して、新たに壁線ごとの荷重変形性能を明らかにする（図7.2参照）。

この壁線の荷重変形性能は、壁線間や水平構面間の影響による見かけの変形を修正したものである。

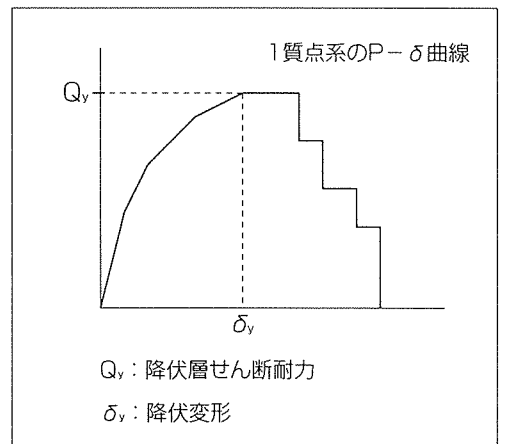


●図7.2 補正した壁線の荷重変形性能の例

7.3 建物の荷重変形性能の把握

X方向とY方向について、前項で補正したそれぞれの壁線の荷重変形性能を足し合わせて建物の性能を代表する荷重変形性能を求める（図7.3参照）。

これを1質点系の荷重変形性能という。



●図7.3 建物の耐震性能を示す荷重変形曲線の模式図

8 建物の耐震性の判定

8.1 荷重変形性能の曲線

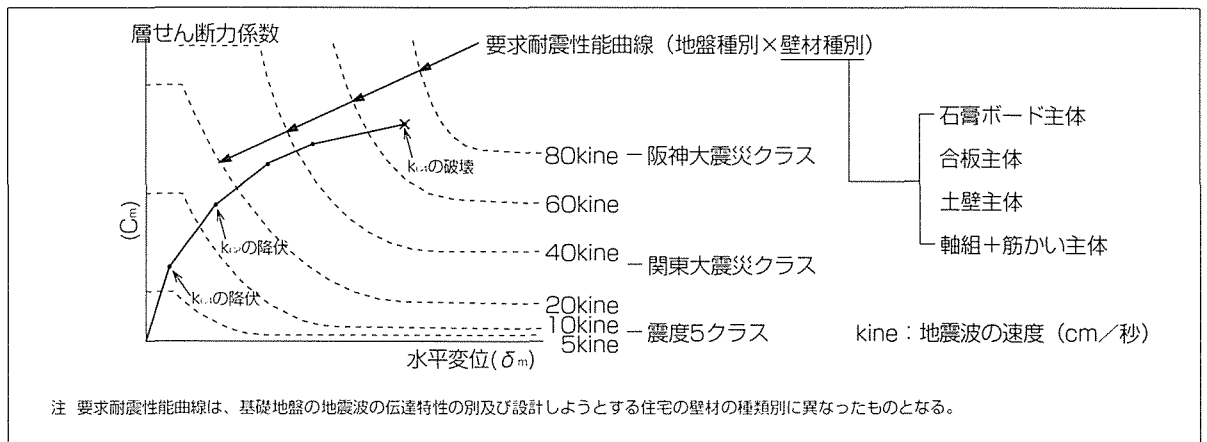
7.3 項による 1 質点系の荷重変形性能を Y 軸を層せん断力係数、X 軸を層間変形角にした曲線に変換する。

8.2 要求耐震性能曲線

他方、地震動の大きさ別に建物に要求される性能に関して、層せん断力係数と層間変形角との関係を示す曲線を作成する。これは、
[1] 基礎地盤の地震波の伝達特性の別、
[2] 建物の主要な耐力壁材料の種別に作成する。

8.3 耐震性能の判定

上記 8.1 の曲線と 8.2 の曲線を比較できるように一つの図に重ね合わせて描き、それにより建物の耐震性能を判定する (図 8.3 参照)。



● 図8.3 建物の耐震性判定模式図