

平成12年度 農林水産省補助事業
構造用間伐材利用推進対策事業

木造施設間伐材利用技術開発事業報告書

(間伐材利用壁工法建築物構造設計・施工マニュアル)

平成13年3月

財団法人 日本住宅・木材技術センター

まえがき

間伐は、杉、檜等人工林を育成する上において必要不可欠な行為である。間伐により生産される間伐材は、利用用途が限られていて販路の確保に苦慮している現状にあり、育林費用の山林への還元面でこのことが大きな問題となっている。

本事業は、間伐材の利用を促進するため、間伐材の構造材としての利用が見込まれる木造建築物を対象に、設計・施工方法を開発し、その普及を図ることを目的とするものである。

本報告書は、今まで検討してきた間伐材利用による中規模多目的用途建築物を想定した枠組壁構造とトラス屋根による 2 階建て建築物をとりまとめたものである。構造設計の考え方から各部構造、施工方法や設計例をわかりやすく整理するとともに、設計を担保する構造試験までを含む資料とし、実務にそのまま使えるよう実的なマニュアルとした。

本事業は、下記委員会を設置して推進してきた。委員及び関係者の皆様には、忙しい中のご尽力を頂戴し、厚くお礼を申し上げます。

平成12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

構造用間伐材用途開発委員会 委員等名簿

(五十音順)

委員長	有馬 孝禮	東京大学大学院農学生命科学研究所 教授
委員	新井 信吉	(株)新井建築工学研究所 代表取締役
〃	神谷 文夫	森林総合研究所木材利用部 構造利用科長
〃	川村 勲	(株)フォーユー 代表取締役
〃	齋藤 陸郎	日東木材産業(株) 代表取締役
〃	諏訪 勝志	(有)諏訪設計事務所 代表取締役
〃	趙 海光	(株)ぷらん・にじゅういち 代表取締役
〃	友井 政利	TTL一級建築士事務所 所長
事務局	西村 勝美	
〃	江口 和也	

事業主旨

間伐は、杉、檜等人工林を育成する上において必要不可欠な行為である。間伐により生産される間伐材は、利用用途が限られていて販路の確保に苦慮している現状にあり、育林費用の山林への還元の面でこのことが大きな問題となっている。

本事業は、間伐材の利用を促進するため、間伐材の構造材としての利用が見込まれる木造建築物を対象に、設計・施工方法を開発し、その普及を図ることを目的とするものである。

事業計画

本事業における各年次計画は以下のとおり。

【平成10年度】

農業用施設、倉庫、郊外型店舗などの建築物に間伐丸太や間伐製材を使用することを条件とした設計を行うとともに、間伐材を構造材とする多様な小規模建築物の製造・販売に関わる実体について聞き取りを含む調査を実施し、トラス構造及び埋設丸太構造の強度実験並びに一部建物の試作検討を行う。これらは今後、設計施工マニュアルを作成するための資料として活用する予定。

設計図及び構造計算書の作成にあたっては間伐材を使用する建物として、小規模特定用途建築物、小規模多目的建築物及び中規模多目的建築物を選定し、それぞれ用途を検討した上で設計を行う。

また、トラス構造体及びコンクリート埋設丸太構造体について、その強度性能の評価を行い、評価仕様での実験を行う。

さらに、丸太軸組小規模建築物(物置、車庫)の試作を行い、施工上の問題点を把握する。

【平成11年度】

農業用施設、事務所、集会所などの特定用途建築物に間伐丸太や間伐製材の使用を条件とした設計を行うとともに、解説書的位置付けとなる設計マニュアルの検討を行う。

また、前年実施のコンクリート埋設丸太構造体試験に関連する土質試験を行い、土質性能と丸太構造体性能の評価をとりまとめる。

さらに、中規模特定用途建築物の試作を行い、前年実施の試作を踏まえた施工上の問題点について検討する。

【平成12年度】

前年度までの資料・データを基に構造設計・施工マニュアルを作成する。マニュアル作成に当たっては、間伐の促進や間伐材の利用拡大につながるように、地域の林業・木材産業が比較的容易に取り組めるような内容とする。

また、検討した構造設計の検証実験・試作を行い、構造設計の裏付けと資料整備のために利用する。

なお、これまでに検討・作成したマニュアル等より、改正基準法に合わせたガイドブックを作成し、事業成果の普及のための資料とする。

事業成果

平成12年度間伐材利用技術開発事業における事業成果は以下のとおり。

①マニュアルの作成

意匠・構造設計、解説書の作成を行った。主な項目は以下のとおり。

1. 総合ガイドブック

これまでの検討結果を踏まえ、間伐材の種類、乾燥など材料から意匠設計、構造設計、施工、維持管理に至るまでの間伐材利用建築物に関する総合的なガイドブックを作成した。

2. 構造設計マニュアル

平成10・11年度に行った間伐材利用中規模建築物について、構造設計マニュアルの資料を作成した。

3. 間伐材利用中規模建築物設計図説

平成11年度に行った間伐材利用建築物の設計に基づき、設計マニュアル図説を作成した。

②ポールコンストラクションの施工評価

ポールコンストラクションの作業性、接合方式等の構法的問題に関する検証をおこなった。この施工結果は12年度に作成した総合マニュアルにおいてとりまとめた。

③間伐材利用の試作建築物の構造性能評価試験

昨年度試作を行った丸太軸組中規模建築物(2階建事務所用途(80㎡、製材タイプ))の設計実用化に必要な「設計ルール」作成のための耐力壁と床構面の面内せん断試験を行い、設計資料として構造設計マニュアルにまとめた。

本報告の要約

本報告書は、中規模多目的用途建築物を想定した枠組壁構造とトラス屋根による 2 階建て建築物をとりまとめたものである。この壁工法建築物は昨年度に 2 階建ての試作建築を行い、本年度は構造実験による検証確認を行ってきた。本報告書は構造計画・設計から各部構造や施工方法、設計例及び構造試験まで、実務に直結できるよう必要となるものを詳細な図解と解説を用いてわかりやすく解説したマニュアルであり、各章の構成は下記の通り。

1. 一般事項
2. 許容応力度等
3. 構造設計
4. 各部構造及び施工方法
5. 設計例
6. 構造試験結果(耐力壁、床構面)
7. 付録一 試験成績書:(財)日本住宅・木材技術センター

キーワード

間伐材、スギ、事務所、枠組壁構法、トラス、ツーバイフォー、耐力壁、許容応力度、基準強度、ヤング係数、標準せん断力係数、速度圧、風力係数、積雪荷重、水平荷重、許容耐力、鉛直荷重、接合部、枠組壁工法建築物設計指針、木質構造設計基準、鉄筋コンクリート構造設計基準、合板ガセット、基礎、耐力壁、床構面、面内せん断試験、最大荷重、せん断変形角、壁倍率、構造特性係数、塑性率、終局耐力、剛性

目 次

1. 一般事項	
1. 1 目的及び運用	1- 1
1. 2 適用範囲	1- 1
1. 3 構造躯体の概要	1- 2
1. 4 構造設計フロー	1- 4
1. 5 水平荷重に対する基本構造設計方針	1- 5
1. 6 材料	1- 6
2. 許容応力度等	
2. 1 部材の基準強度と許容応力度	2- 1
2. 2 部材の基準強度	2- 2
2. 3 許容応力度及びヤング係数	2- 3
2. 4 許容応力度の増減	2- 4
2. 5 部位別最大たわみ	2- 5
2. 6 使用材の断面寸法及び最大耐力	2- 6
2. 7 接合具の許容耐力	2- 7
2. 8 設計荷重	2- 8
3. 構造設計	
3. 1 鉛直荷重に対する構造計画	3- 1
3. 2 水平荷重に対する構造計画	3- 3
4. 各部構造及び施工方法	
4. 1 基礎・土台及びアンカーボルト	4- 1
4. 2 1階床枠組	4- 2
4. 3 2階床枠組	4-11
4. 4 壁枠組	4-20
4. 5 小屋組	4-34
4. 6 床下張り	4-35
5. 設計例	
5. 1 設計条件	5- 1
5. 2 一般事項	5- 1
5. 3 構造躯体概要図	5- 1
5. 4 構造伏図	5- 2
5. 5 設計荷重	5- 8
5. 6 トラスの設計	5-10
5. 7 各部設計	5-19
5. 8 基礎の設計	5-25
5. 9 壁量計算及び壁配置のチェック	5-26

6. 構造試験結果

6. 1 耐力壁の面内せん断試験	6- 1
6. 2 床構面の面内せん断試験	6- 4

7. 付録一試験成績書

1

一般事項

1. 1	目的及び運用	1-1
1. 2	適用範囲	1-1
1. 3	構造躯体の概要	1-2
1. 4	構造設計フロー	1-4
1. 5	水平荷重に対する基本構造設計方針	1-5
1. 6	材料	1-6

1. 一般事項

1. 1 目的及び運用

この「設計・施工マニュアル」は、桝組壁工法に準じた間伐材利用建築物の設計・施工に際して必要となる構造上の基本事項について規定し運用するものである。

この「設計・施工マニュアル」に規定されていない事項は、建築基準法及び同施行令、日本建築学会「木構造設計規準・同解説」、「鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説」、建設省告示第56号（桝組壁工法技術基準）、社団法人日本ツーバイフォー建築協会「1998年 桝組壁工法建築物構造計算指針」等各種の設計基準を準用する。

1. 2 適用範囲

(1) 用途

事務所及び店舗併用住宅

(2) 構造

間伐材による建設省告示第56号（桝組壁工法技術基準）に準じた建築物

(3) 規模

①階数

地階を除く階数が2以下

②高さ

軒高9m以下、最高高さ13m以下

③面積

延べ面積 500m²以下

(4) 建設地域

①地耐力

50kN/m²以上、30kN/m²以上50kN/m²未満

②垂直最深積雪量

一般地 100cm未満（単位積雪重量20N/m²/cm）及び多雪区域

③標準せん断力係数

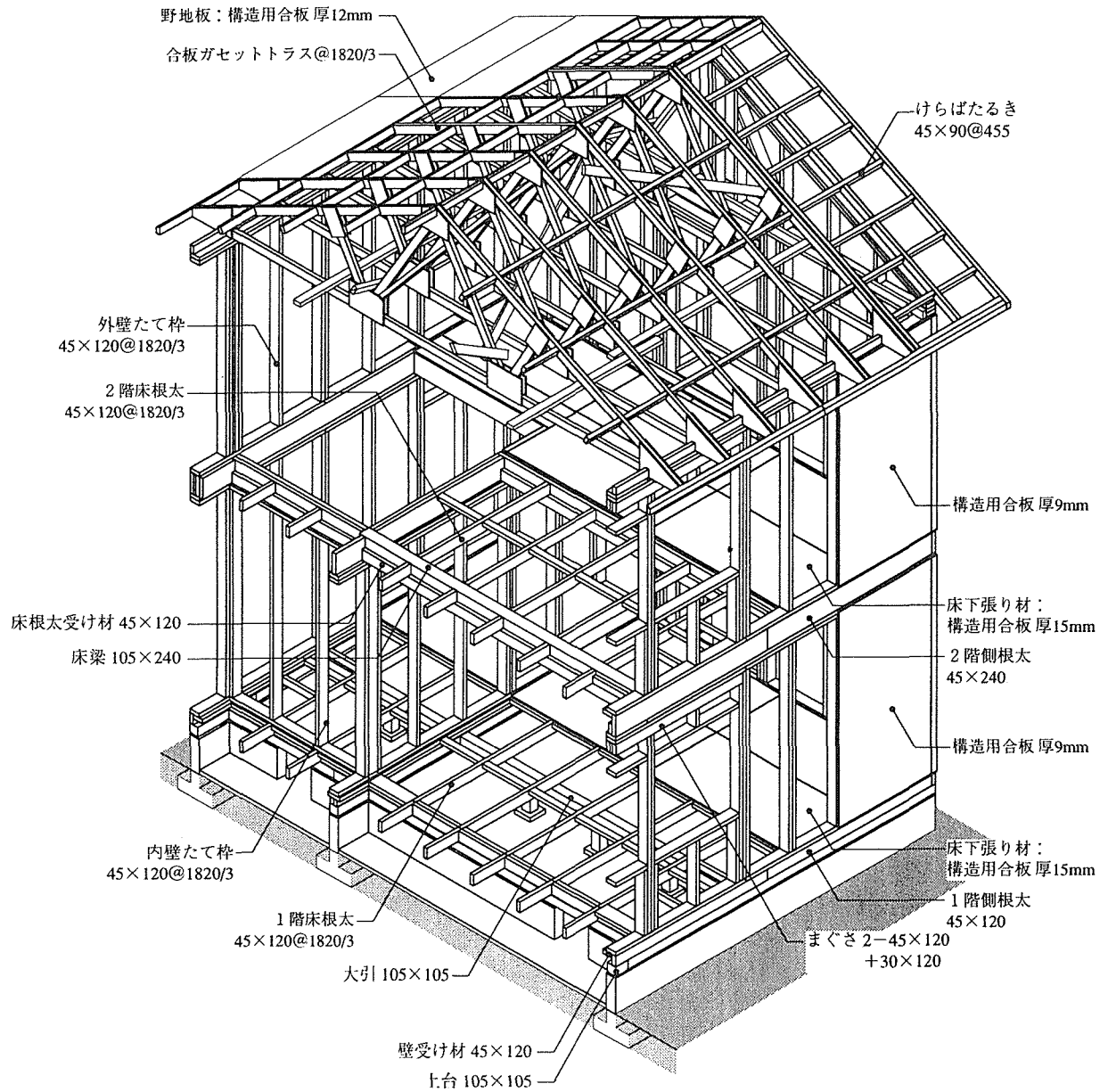
$C_0=0.2$ （ただし、建築基準法施行令第88条第2項の規定により指定した区域：0.3）

④速度圧

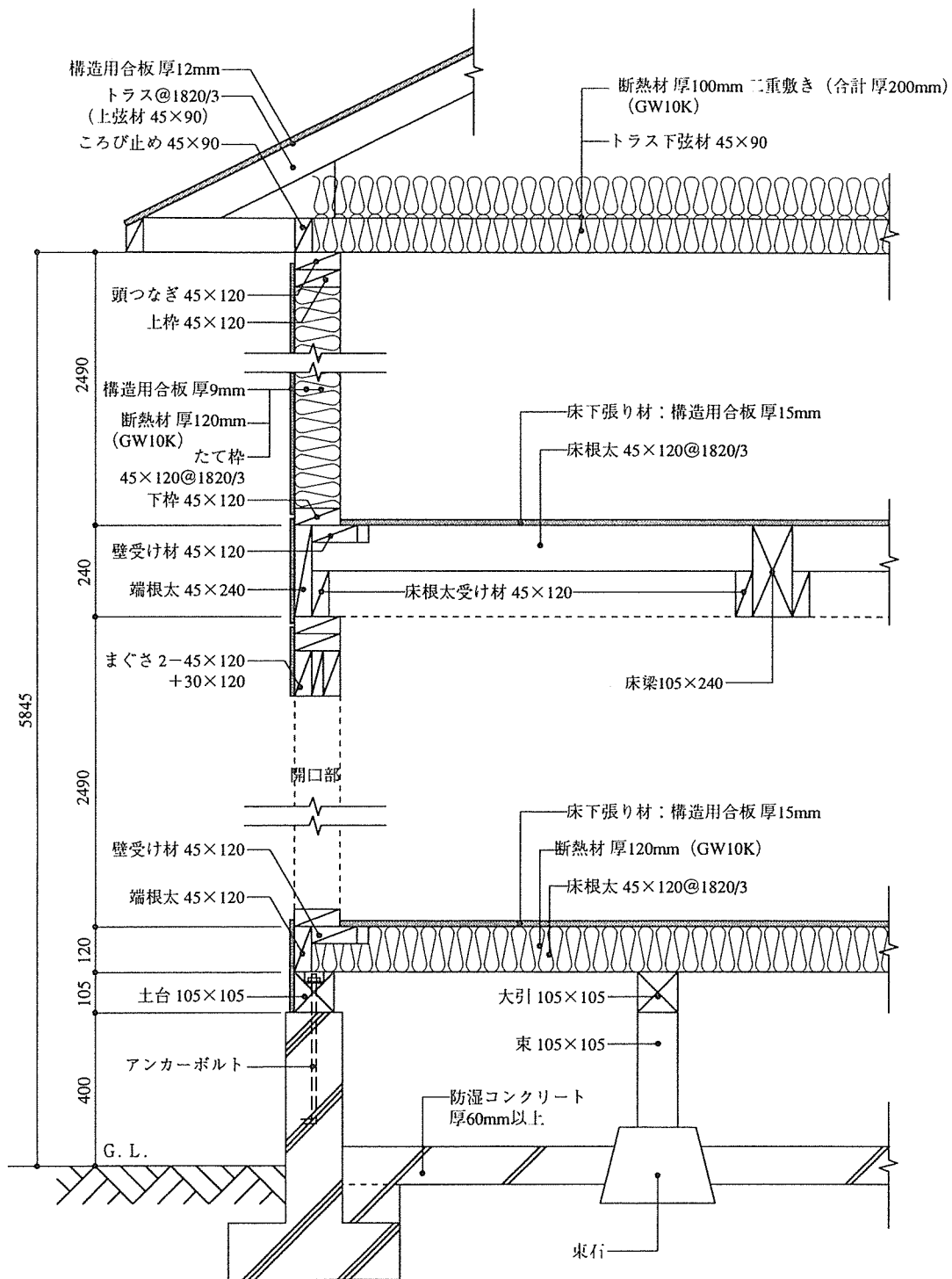
$q=0.6 \times E \times V_0^2$ (N/m²) E及びV₀の値は、＜建設省告示第1454号＞により定める数値。

1. 3 構造躯体の概要

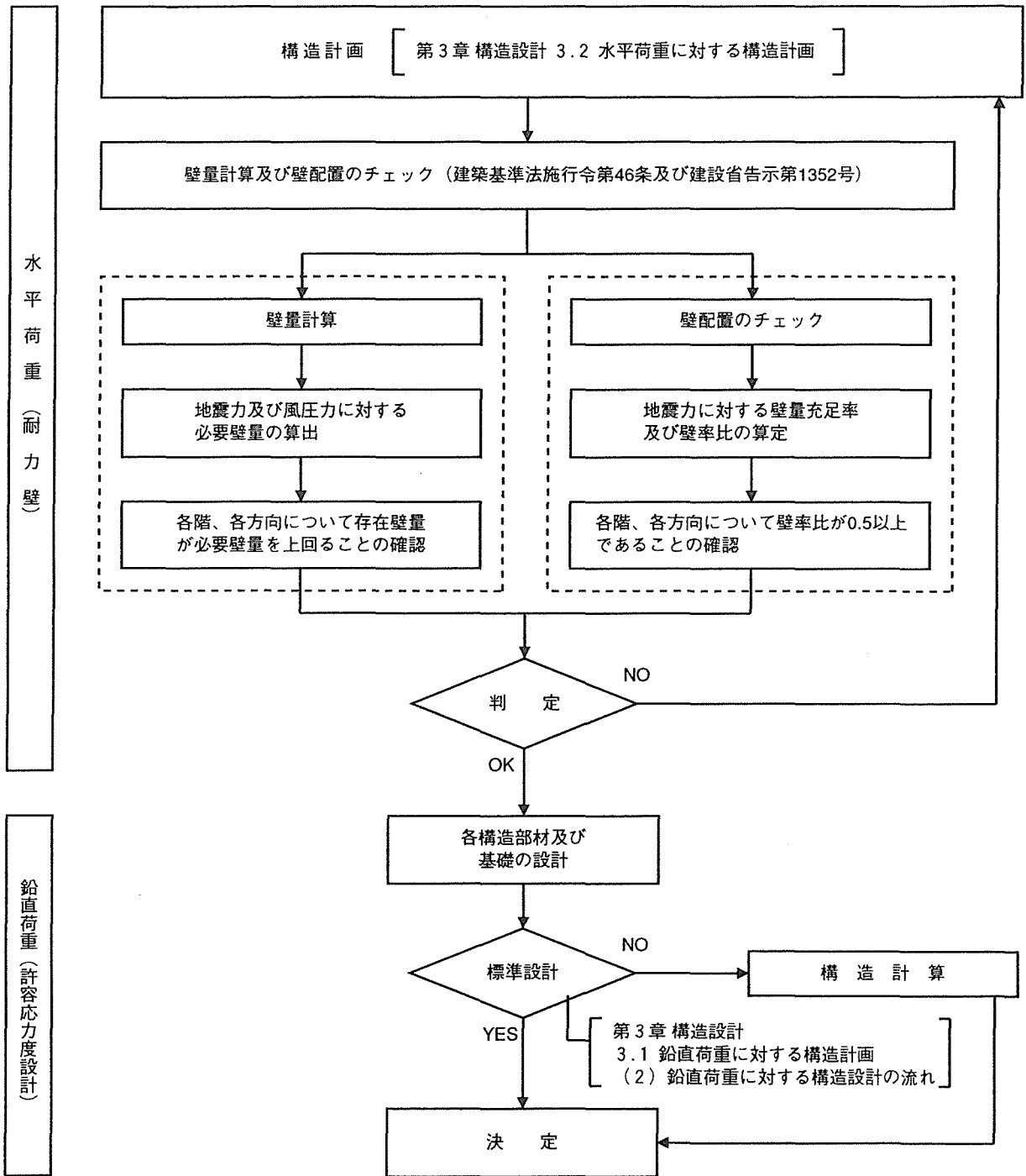
(1) 構造躯体概要図



(2) 標準矩計図



1. 4 構造設計フロー



1. 5 水平荷重に対する基本構造設計方針

地震力に対する構造設計の方法は、建設省告示第56号第9第1号に該当する以下の構造計算の項目について検討を行う。標準せん断係数及び耐力壁の倍率の決定における保有水平耐力の確認にあたっては、耐力壁の面内せん断試験結果の検討による。

①耐力壁の保有水平耐力の確認

耐力壁の面内せん断試験により、構造特性係数 D_s を考慮した壁倍率を採用しているため、壁量計算において保有水平耐力の確認が保証されていることとしている。

②標準せん断力係数 $C_0=0.2$ とする。

③耐力壁の基準値（倍率1.0）は1.275kN/m（=130kgf/m）とする。

④耐力壁の壁量計算は、建築基準法施行令第46条に準じて行う。

⑤建物内の耐力壁の配置の検討は、建設省告示第1352号に準じて行う。

⑥層間変形角は、壁のせん断耐力が層間変形角1/200の時の耐力以下で決められているため、検討は行わない。

⑦接合部の保有水平耐力

接合部の短期許容耐力は $2.0F/3$ （ F ：終局耐力）であることから、短期許容耐力の1.5倍が終局耐力となる。また、短期許容応力度計算時（ $C_0=0.2$ ）に対する必要保有水平耐力計算時（ $C_0=1.0$ ）の地震力の関係を求めると、

$$\frac{1.0 \times D_s}{0.2} = \frac{1.0 \times 0.26}{0.2} = 1.3 \text{倍} < 1.5 \text{：接合部の短期許容応力度と終局耐力の比}$$

D_s ：構造特性係数（耐力壁の面内せん断試験結果による値※）
※耐力壁の面内せん断試験報告書参照

となり、許容応力度計算の範囲内において必要保有水平耐力以上の保有水平耐力を有する。

1. 6 材料

構造耐力上主要な部分に用いる構造用製材、構造用面材の規格及び等級は「表 1.1 各構造部位に用いる構造材の規格及び等級」、釘及び金物の規格は「表 1.2 釘及び金物の規格」による。

表 1.1 各構造部位に用いる構造材の規格及び等級

構造部位	使用部材	寸法 (mm)	規格・等級
1 階床組	土台・大引	105×105	無等級材 (すぎ)
	床根太・端根太・側根太	45×120	
	側根太ころび止め	45×75	
	壁受け材	45×120、45×160	
	床下地材	910×1820×15	構造用合板 1 級又は 2 級
2 階床組	床梁	105×240、90×240 2-45×240、3-45×240	無等級材 (すぎ)
	床根太	45×120	
	端根太・側根太	45×240	
	側根太ころび止め	45×75	
	壁受け材	45×120、45×160	
	床下地材	910×1820×15	構造用合板 1 級又は 2 級
壁 組	たて枠・まぐさ受け	45×120	無等級材 (すぎ)
	上枠・下枠・頭つなぎ	45×120	
	まぐさ	2-45×120+30×120 2-45×240+30×240	
	壁下地材	1220(1212)×2440×9 ()内は加工寸法	構造用合板 1 級又は 2 級
小屋組	トラス弦材	45×90、45×120	無等級材 (すぎ)
	つなぎ材、振れ止め、ころび止め	45×90、45×120	
	屋根下地材	910×1820×12	構造用合板 1 級又は 2 級

表 1.2 釘及び金物の規格

種類	記号	使用箇所	規格
釘	CN50	面材と枠材	JIS A 5508 くぎ
	CN65	面材と枠材	
	CN75	枠材相互	
	CN90	枠材相互	
	ZN40、ZN65、ZN90	金物	財団法人 日本住宅・木材技 術センター規格 Cマーク表示
帯金物	S-45、S-50、S-65 S-90、SW-67	壁と床枠組等	
あおり止め金物	TS	トラスと頭つなぎ	
根太受け金物	JH-S	床根太の支持点がない場合	
ホールダウン金物	HD-B10、HD-B15	基礎とたて枠	
アンカーボルト	A-40	基礎と土台	
	A-60、A-70	基礎とホールダウン金物	

2

許容応力度等

2. 1	部材の基準強度と許容応力度	2-1
2. 2	部材の基準強度	2-2
2. 3	許容応力度及びヤング係数	2-3
2. 4	許容応力度の増減	2-4
2. 5	部位別最大たわみ	2-5
2. 6	使用材の断面寸法及び最大耐力	2-6
2. 7	接合具の許容耐力	2-7
2. 8	設計荷重	2-8

2. 許容応力度等

2.1 部材の基準強度と許容応力度

建築基準法施行令第89条の定めるところにより木材の繊維方向の許容応力度は、表2.1の数値によらなければならない。ただし、建築基準法第82条第1号から第3号までの規定（許容応力度等計算）によって積雪時の構造計算をするに当たっては、長期に生ずる力に対する許容応力度は当該数値に1.3を乗じて得た数値と、短期に生ずる力に対する許容応力度は当該数値に0.8を乗じて得た数値としなければならない。表2.2は各荷重状態に対する許容応力度計算条件式を示している。

表2.1

長期に生ずる力に対する許容応力度 (N/mm ²)				短期に生ずる力に対する許容応力度 (N/mm ²)			
圧縮	引張り	曲げ	せん断	圧縮	引張り	曲げ	せん断
$\frac{1.1F_c}{3}$	$\frac{1.1F_t}{3}$	$\frac{1.1F_b}{3}$	$\frac{1.1F_s}{3}$	$\frac{2F_c}{3}$	$\frac{2F_t}{3}$	$\frac{2F_b}{3}$	$\frac{2F_s}{3}$

(注) この表において、 F_c 、 F_t 、 F_b 及び F_s は、それぞれ木材の種類及び品質に応じて建設大臣の定める圧縮、引張り、曲げ及びせん断に対する基準強度（単位 N/mm²）を表すものとする。

表2.2 許容応力度計算条件式（建築基準法施行令第82条による）

建設地	力の種類	荷重について想定する状態	許容応力度計算条件式	
			各部位の断面に生ずる各応力度	許容応力度
一般地	長期に生ずる力	常時	G+P	$< \frac{1.1F}{3}$
		積雪時	G+P+S	$< \frac{2.0F}{3} \times 0.8 = \frac{1.6F}{3}$
	短期に生ずる力	暴風時	G+P+W	$< \frac{2.0F}{3}$
		地震時	G+P+K	
多雪区域	長期に生ずる力	常時	G+P	$< \frac{1.1F}{3}$
		積雪時	G+P+0.7S	$< \frac{1.1F}{3} \times 1.3 = \frac{1.43F}{3}$
	短期に生ずる力	積雪時	G+P+S	$< \frac{2.0F}{3} \times 0.8 = \frac{1.6F}{3}$
		暴風時	G+P+W	$< \frac{2.0F}{3}$
			G+P+0.35S+W	
地震時	G+P+0.35S+K			

(注) ここで、G、P、S、W、Kはそれぞれ固定荷重、積載荷重、積雪荷重、風圧力及び地震力によって生ずる力（軸方向力、曲げモーメント、せん断力）を示し、Fは基準強度を示す。

2. 2 部材の基準強度

(1) 無等級材（日本農林規格に定められていない木材をいう。）の針葉樹

基準強度は建設省告示第1452号（平成12年5月31日）第6無等級材の基準強度により、次の表の数値とする。ただし、たるき、根太その他荷重を分散して負担する目的で並列して設けた部材にあっては、曲げに対する基準強度 F_b の数値について、当該部材群に構造用合板又はこれと同等以上の面材をはる場合には1.25を、その他の場合には1.15を乗じた数値とする。

表 2.3

樹 種		基準強度 (N/mm ²)			
		圧縮 (Fc)	引張り (Ft)	曲げ (Fb)	せん断 (Fs)
針葉樹	あかまつ、くろまつ及び べいまつ	22.2	17.7	28.2	2.4
	からまつ、ひば、ひのき 及びべいひ	20.7	16.2	26.7	2.1
	つが及びべいつが	19.2	14.7	25.2	2.1
	もみ、えぞまつ、とどまつ、 べにまつ、すぎ、べいすぎ 及びスプルース	17.7	13.5	22.2	1.8

(2) 針葉樹の構造用製材の日本農林規格（平成3年農林水産省告示第143号）に適合する目視等級区分による製材

基準強度は建設省告示第1452号（平成12年5月31日）第1により、針葉樹の構造用製材の日本農林規格（平成3年農林水産省告示第143号）に適合する目視等級区分によるもの、その樹種、区分及び等級に応じて次の表の数値とする。ただし、たるき、根太その他荷重を分散して負担する目的で並列して設けた部材にあっては、曲げに対する基準強度 F_b の数値について、当該部材群に構造用合板又はこれと同等以上の面材をはる場合には1.25を、その他の場合には1.15を乗じた数値とする。

表 2.4

樹 種	区 分	等 級	基準強度 (N/mm ²)			
			圧縮 (Fc)	引張り (Ft)	曲げ (Fb)	せん断 (Fs)
すぎ	甲種構造材	2級	20.4	15.6	25.8	1.8

2. 3 許容応力度及びヤング係数

(1) 無等級材（日本農林規格に定められていない木材をいう。）針葉樹

各荷重状態に対する許容応力度を以下の表に示す。ただし、ヤング係数については、「日本建築学会 木質構造設計規準・同解説（1995年）表4.5 木材の繊維方向のヤング係数で、普通構造材の場合」による数値をS I単位に換算したものを示す。

表2.5

樹種		荷重状態	許容応力度 (N/mm ²)				ヤング係数 (N/mm ²)
			圧縮	引張り	曲げ	せん断	
針葉樹	もみ、えぞまつ、とどまつ、べにまつ、すぎ、べいすぎ、及びスプルス	G+P	6.5	5.0	8.1	0.66	6,865
		G+P+S	9.4	7.2	11.8	0.96	
		G+P+0.7S	8.4	6.4	10.6	0.86	
		G+P+W	11.8	9.0	14.8	1.20	
		G+P+0.35S+W					
G+P+K							
G+P+0.35S+K							

(注) G：固定荷重 P：積載荷重 S：積雪荷重 W：風圧力 K：地震力

(2) 針葉樹の構造用製材の日本農林規格（平成3年農林水産省告示第143号）に適合する目視等級区分による製材

各荷重状態に対する許容応力度を以下の表に示す。ただし、ヤング係数については、「日本建築学会 木質構造設計規準・同解説（1995年）表4.5 木材の繊維方向のヤング係数で、普通構造材の場合」による数値をS I単位に換算したものを示す。

表2.6

樹種	区分	等級	荷重状態	許容応力度 (N/mm ²)				ヤング係数 (N/mm ²)
				圧縮	引張り	曲げ	せん断	
すぎ	甲種構造材	2級	G+P	7.5	5.7	9.5	0.66	6,865
			G+P+S	10.9	8.3	13.8	0.96	
			G+P+0.7S	9.7	7.4	12.3	0.86	
			G+P+W	13.6	10.4	17.2	1.20	
			G+P+0.35S+W					
G+P+K								
G+P+0.35S+K								

(注) G：固定荷重 P：積載荷重 S：積雪荷重 W：風圧力 K：地震力

2. 4 許容応力度の増減

(1) 湿潤

常時湿潤状態で使用される場合は各許容応力度を70%とする。

(2) 直接雨露にさらされる建築物

この場合に対しては、状況に応じて各許容応力度を80%まで低減させる。

(3) せん断

割裂きを伴わないせん断の場合には、許容せん断応力度を1.5倍まで増加することが出来る。

(4) むり込み

少量のむり込みを生じてでも差し支えない建築物においては、むり込み許容応力度を1.5倍まで増加することが出来る。

(5) システム係数による曲げ応力度

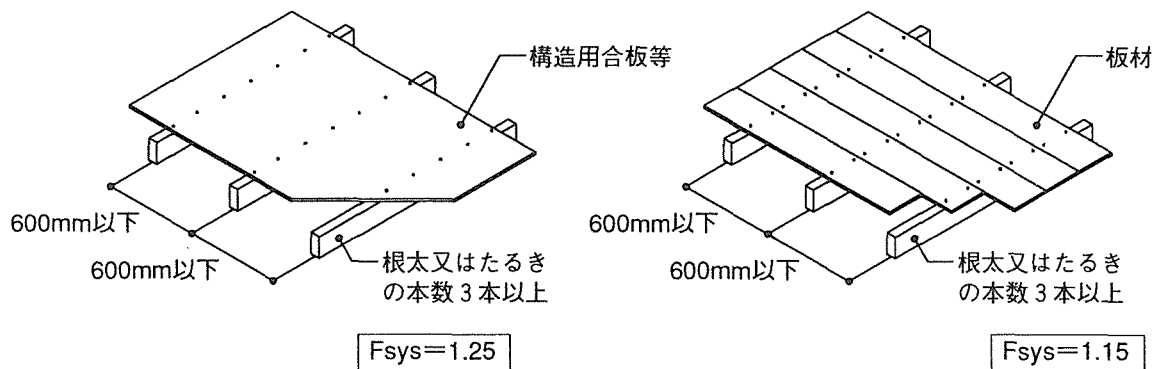
システム係数 (F_{sys}) は、根太及びたるき (トラスの上弦材も含む) 等の曲げ材が、単独ではなく相互の間隔が600mm以内で3本以上並列で使用される場合における、曲げ許容応力度に対する割増係数である。3本以上の曲げ並列材相互間に張りつめられる構造用面材の種類によって、曲げ材の割増係数が定められている。

構造用面材として、構造用合板又これと同等以上の面材を張る場合は、システム係数 (割増係数) を1.25倍、その他の場合にはシステム係数 (割増係数) を1.15倍とすることができる。

(建設省告示第1459号、平成12年6月1日)

表2.7 曲げ計算に適用するシステム係数 (F_{sys}) と条件

使用状況	部 位	システム係数	条 件
並列材として使用 (3本以上、相互の間隔 600mm以内)	根 太	1.25	構造用合板又は同等面材使用
		1.15	その他
	たるき	1.25	構造用合板又は同等面材使用
		1.15	その他
単独材として使用	はり材	1.00	



2. 5 部位別最大たわみ

木材は、たわみ（変形）を算出する際の要素であるヤング係数の値が、他の建築材料と比べると小さくそれだけたわみが大きくなる傾向となる。更に、構造木材には長期間にわたって荷重が作用する場合、初期たわみに比べてたわみが増進するクリープ現象が生じる。初期たわみとクリープ後のたわみの比を変形増大係数とよび、建築基準法施行令82条第4号による建設省告示第1459号において、木造の変形増大係数を2.0と定めている。更に、木造の梁材は、梁材のせいがスパン長さの1/12未満の場合には、たわみを考慮した構造計算によって安全を確かめることが要求されている。

次に重要なことは、構造計算を行う際の許容たわみを設定することであるが、建設省告示第1459号において、床組に使用する横架材に対しては、たわみをスパンの1/250以下と設定している。ただし、この場合たわみ計算用の積載荷重として、地震力を計算する場合の積載荷重を採用することができる。住宅の居室の場合は600N/m²、事務室の場合は800N/m²となる。

各横架材の断面寸法を構造計算の結果より決定する際には、構造計算によるたわみの検討と以下の関連事項を考慮して適切な断面寸法とすることが必要となる。

たわみに関連して考慮する事項

- ①屋根 (i) 雨もり防止－屋根勾配との関連－勾配が低い場合には雨もりの可能性が大となる。
(ii) たるきの下地面に直接取り付け付けた天井材のひび割れ－小屋裏を居室とする場合。
(iii) その他心理的不安定及び美観
- ②床 (i) 振動障害－初期たわみを出来るだけ小さくする。
(ii) 天井材のひび割れ－たわみの絶対値を小さくする。
例) 1.0cm以下
(iii) 建具類の開閉に支障が生じないこと。
(iv) その他心理的不安定及び美観

表2.8 部位別最大たわみ

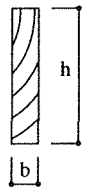
建設地	部 位	許容たわみ量 (Lはスパン)			変形増大係数
		G+P	G+P+S	G+P+0.7S	
一般地及び多雪区域	床根太、床梁	L/250	—	—	2
	1階まぐさ (床荷重支持)	L/250	—	—	2
	天井根太	L/150	—	—	2
一般地	たるき、屋根梁	L/150	L/100	—	2
	2階まぐさ (小屋荷重支持)	L/150	L/100	—	2
	1階まぐさ (小屋・床荷重支持)	L/250	L/250	—	2
多雪区域	たるき、屋根梁	L/150	—	L/100	2
	2階まぐさ (小屋荷重支持)	L/150	—	L/100	2
	1階まぐさ (小屋・床荷重支持)	L/250	—	L/250	2

G、P、Sはそれぞれ固定荷重、積載荷重及び積雪荷重を示す。

(注) 最大たわみ量の目安は、振動障害、クリープ変形後のたわみ等の考慮の有無や、仕上げ材の種類・取付け方法等に応じ、設計者の判断により変更する。

2. 6 使用材の断面寸法及び最大耐力

<矩形断面>



断面積 $A = b \times h \quad (\text{cm}^2)$

断面係数 $Z = \frac{b \times h^2}{6} \quad (\text{cm}^3)$

断面2次モーメント $I = \frac{b \times h^3}{12} \quad (\text{cm}^4)$

<最大耐力算定式>

曲げ $\sigma_b = \frac{M}{Z} \leq f_b$ より 最大曲げ耐力: $Ma = f_b \times Z$

せん断 $\tau_s = \frac{1.5 \times Q}{A} \leq f_s$ より 最大曲げ耐力: $Qa = \frac{f_s \times A}{1.5}$

表 2.9 間伐製材の断面寸法及び最大耐力

樹種: 無等級材 (すぎ)

単位 $Ma: \text{N} \cdot \text{m}$

$Qa: \text{N}$

断面寸法 (cm)	断面積 (cm^2)	断面係数 (cm^3)	断面2次モーメント (cm^4)	最大曲げ耐力: $Ma = f_b \times Z$				最大せん断耐力: $Qa = (f_s \times A) / 1.5$					
				$F_b = 22.2 \text{ N/mm}^2$		$F_s = 1.8 \text{ N/mm}^2$		$F_s = 1.8 \text{ N/mm}^2$		$F_s = 1.8 \text{ N/mm}^2$			
				$f_b(G+P) =$ 1.1 $F_b/3 = 8.1$	$f_b(G+P+S) =$ 1.6 $F_b/3 = 11.8$	$f_b(G+P+0.7S) =$ 1.43 $F_b/3 = 10.6$	$f_b(G+P+W) =$ 2.0 $F_b/3 = 14.8$	$f_s(G+P) =$ 1.1 $F_s/3 = 0.66$	$f_s(G+P+S) =$ 1.6 $F_s/3 = 0.96$	$f_s(G+P+0.7S) =$ 1.43 $F_s/3 = 0.86$	$f_s(G+P+W) =$ 2.0 $F_s/3 = 1.20$		
矩形断面													
b × h	A	Z	I	Ma(GP)	Ma(GPS)	Ma(GP0.7S)	Ma(GPW)	Qa(GP)	Qa(GPS)	Qa(GP0.7S)	Qa(GPW)		
3.0 × 12.0	36.0	72.0	432	583	850	763	1,066	1,584	2,304	2,064	2,880		
3.0 × 24.0	72.0	288.0	3456	2,333	3,398	3,053	4,262	3,168	4,608	4,128	5,760		
4.5 × 7.5	33.8	42.2	158	342	498	447	625	1,487	2,163	1,938	2,704		
4.5 × 9.0	40.5	60.8	273	492	717	644	900	1,782	2,592	2,322	3,240		
4.5 × 12.0	54.0	108.0	648	875	1,274	1,145	1,598	2,376	3,456	3,096	4,320		
4.5 × 16.0	72.0	192.0	1536	1,555	2,266	2,035	2,842	3,168	4,608	4,128	5,760		
4.5 × 24.0	108.0	432.0	5184	3,499	5,098	4,579	6,394	4,752	6,912	6,192	8,640		
10.5 × 10.5	110.3	192.9	1013	1,562	2,276	2,045	2,855	4,853	7,059	6,324	8,824		
10.5 × 24.0	252.0	1008.0	12096	8,165	11,894	10,685	14,918	11,088	16,128	14,448	20,160		

2. 7 接合具の許容耐力

①釘接合部（木材と木材）の一面せん断許容耐力

CN釘の降伏せん断耐力の算定式は、「1998年枠組壁工法建築物構造計算指針」による。
降伏せん断耐力（樹種はS-P-Fを採用）

$$\text{CN50} : F = 657\text{N/本}$$

$$\text{CN65} : F = 814\text{N/本}$$

$$\text{CN75} : F = 990\text{N/本}$$

$$\text{CN90} : F = 1187\text{N/本}$$

許容せん断耐力

$$\text{(固定荷重時)} \quad f_{1.10} = 1.1F / 3$$

$$\text{(固定+積雪荷重時)} \quad f_{1.60} = 1.6F / 3$$

$$\text{(固定+風荷重時)} \quad f_{2.00} = 2.0F / 3$$

$$\text{(固定+地震荷重時)} \quad f_{2.00} = 2.0F / 3$$

釘の打ち方による許容せん断耐力の低減率

$$\text{平打ち (記号: F)} \quad 1$$

$$\text{斜め打ち (記号: T)} \quad 5/6$$

$$\text{木口打ち (記号: E)} \quad 2/3$$

②釘接合部（合板と木材）の一面せん断許容耐力

CN釘の許容耐力は、「1998年枠組壁工法建築物構造計算指針」による。

CN65：降伏せん断耐力

$$F = 775\text{N/本 (合板12mm、木材の樹種はS-P-Fを採用)}$$

許容せん断耐力

$$\text{(固定荷重時)} \quad f_{1.10} = 1.1F / 3 = 1.1 \times 775 / 3 = 284\text{N/本}$$

$$\text{(固定+積雪荷重時)} \quad f_{1.60} = 1.6F / 3 = 1.6 \times 775 / 3 = 413\text{N/本}$$

$$\text{(固定+風荷重時)} \quad f_{2.00} = 2.0F / 3 = 2.0 \times 775 / 3 = 517\text{N/本}$$

$$\text{(固定+地震荷重時)} \quad f_{2.00} = 2.0F / 3 = 2.0 \times 775 / 3 = 517\text{N/本}$$

2. 8 設計荷重

(1) 固定荷重

<小屋組>

■屋根

石綿スレート厚6.0mm	260	390N/m ² (屋根面)
アスファルトルーフィング	20	
構造用合板厚12mm ($\rho=0.6$)	80	
合板受け材 45×75@910	30	

$$W_r (\text{水平面}) = (\text{屋根面}) \times 1/\cos \beta < \text{勾配} = \tan \beta > = 390 \times 1.118 = 437 \rightarrow 450 \text{N/m}^2$$

■トラス

トラス重量 (ガセット、つなぎ材等を含む) 100N/m
 間隔0.607m : $W_t = 100 \text{N/m} / 0.607 \text{m} = 165 \text{N/m}^2 \rightarrow 200 \text{N/m}^2$

■天井

断熱材厚200mm (GW10K)	20	130→150N/m ² (Wc)
せっこうボード厚12.5mm ($\rho=0.8$ 、クロスを含む)	110	

<外壁>

サイディング (胴縁含む)	200	500N/m ² (Wew)
防水紙	10	
構造用合板厚9mm ($\rho=0.6$)	60	
枠組 45×120@607	100	
断熱材厚120mm (GW10K)	20	
せっこうボード厚12.5mm ($\rho=0.8$ 、クロスを含む)	110	

<2階床>

フローリング厚15mm ($\rho=1.0$)	150	330→350	550N/m ² (Wf)
構造用合板厚15mm ($\rho=0.6$)	90		
床根太 45×120@607	60		
合板受け材 45×75@910	30		
■天井			
吊木・野縁等	50	160→200	
せっこうボード厚12.5mm ($\rho=0.8$ 、クロスを含む)	110		
床梁 105×240@1820		90N/m ²	
間仕切壁		300N/m ²	

(2) 積載荷重

建築基準法施行令第85条による

室の種類	床根太用 (単位 N/m ²)	床梁、まぐさ、 たて枠、基礎用 (単位 N/m ²)	地震力計算用 (単位 N/m ²)
住宅の居室	1800	1300	600
事務室	2900	1800	800

(注) たわみ算定用の積載荷重は上表の地震力算定用の数値とする。

(3) 積雪荷重

建築基準法施行令第86条の規定により、以下の算定式による。

積雪荷重 = (積雪の単位重量) × (その地方における垂直積雪量) × (屋根形状係数 μb)

■積雪の単位重量

一般地 20N/m²/cm多雪区域 30N/m²/cm (標準) *注) *印は特定行政庁の定める値によるが、標準として30N/m²/cmを採用する。■屋根形状係数 μb

$$\mu b = \sqrt{\cos(1.5\beta)}$$

 β : 屋根勾配 (単位: 度) ただし、 $\beta > 60$ 度の場合 $\mu b = 0$ 屋根形状係数 μb 一覧

3寸 ($\beta = 16.699^\circ$) $\mu b = \sqrt{\cos(1.5 \times 16.699)} = 0.952$

4寸 ($\beta = 21.801^\circ$) $\mu b = \sqrt{\cos(1.5 \times 21.801)} = 0.917$

5寸 ($\beta = 26.565^\circ$) $\mu b = \sqrt{\cos(1.5 \times 26.565)} = 0.876$

6寸 ($\beta = 30.964^\circ$) $\mu b = \sqrt{\cos(1.5 \times 30.964)} = 0.830$

$\beta > 60^\circ$ $\mu b = 0$

■積雪荷重の算出例

一般地 垂直積雪量: $h = 50$ cm屋根勾配 : 4/10 ($\beta = 21.801$)、 $\mu b = 0.917$

(短期用) $ws = 20(\text{N/m}^2/\text{cm}) \times 30(\text{cm}) \times 0.917 = 551 \rightarrow 560 \text{N/m}^2$

(4) 風荷重

建築基準法施行令第87条の規定により、風荷重は、速度圧に風力係数を乗じて求める。

$$W_w = q \times C_f \text{ (N/m}^2\text{)}$$

速度圧 $q = 0.6 \times E \times V_o^2 \text{ (N/m}^2\text{)}$

風力係数 $C_f = C_{pe} - C_{pi}$

速度圧、及び風力係数の値は建設省告示第1454号による。

3

構造設計

3. 1	鉛直荷重に対する構造計画	
(1)	構造計画の方針及び力の流れ図	3-1
(2)	鉛直荷重に対する構造設計の流れ	3-2
3. 2	水平荷重に対する構造計画	
(1)	構造計画の方針及び力の流れ図	3-3
(2)	耐力壁の配置計画	3-4
(3)	水平荷重に対する構造設計の流れーフローチャート	3-5
(4)	壁量計算の方法ーフローチャート	3-6
(5)	壁量計算	3-7
(6)	耐力壁の倍率	3-7
(7)	耐力壁線区画作成上の基本事項	3-8
(8)	耐力壁と耐力壁線の配置	3-9
(9)	特殊部分の構造計画	3-12

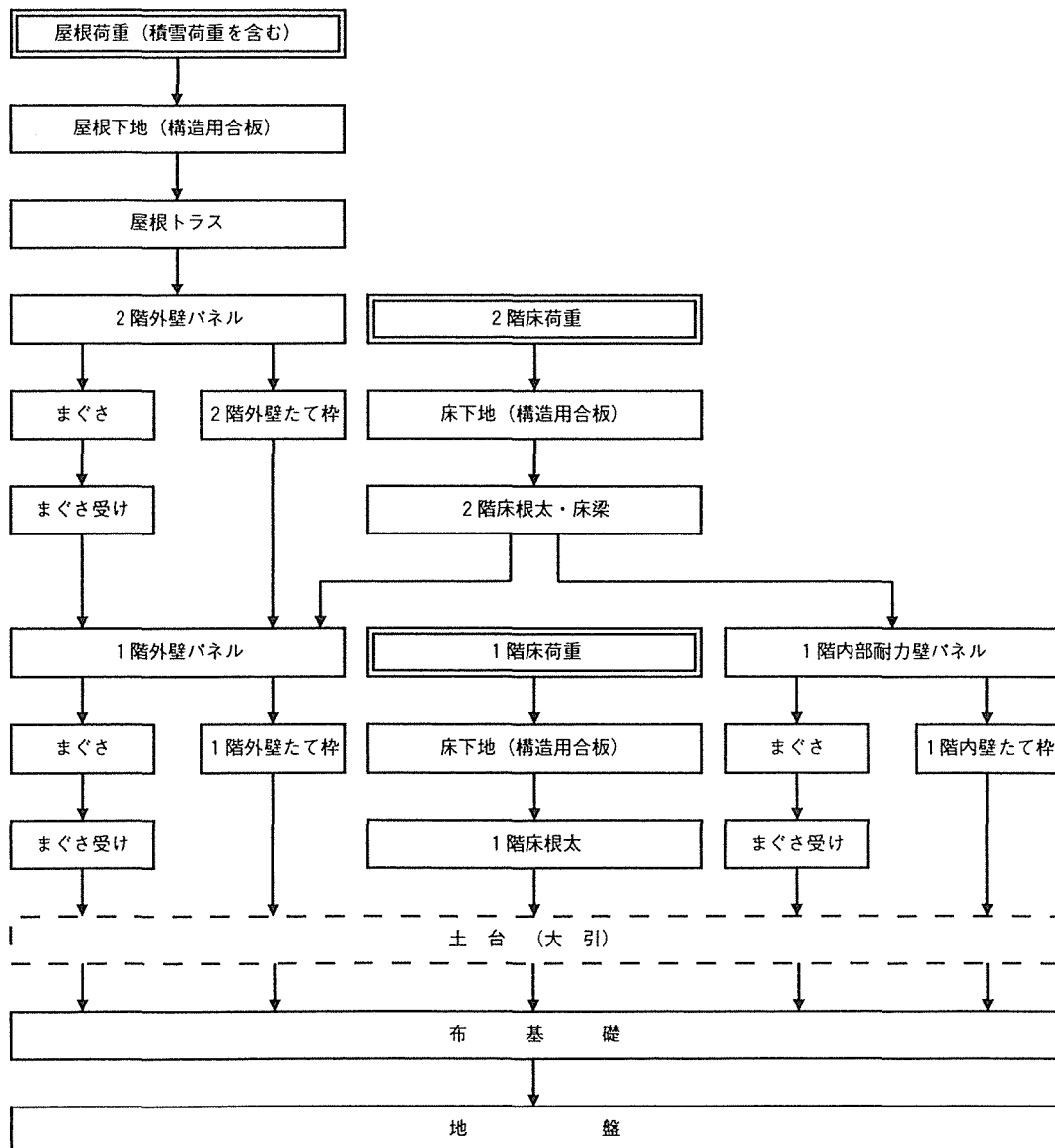
3. 構造設計

3. 1 鉛直荷重に対する構造計画

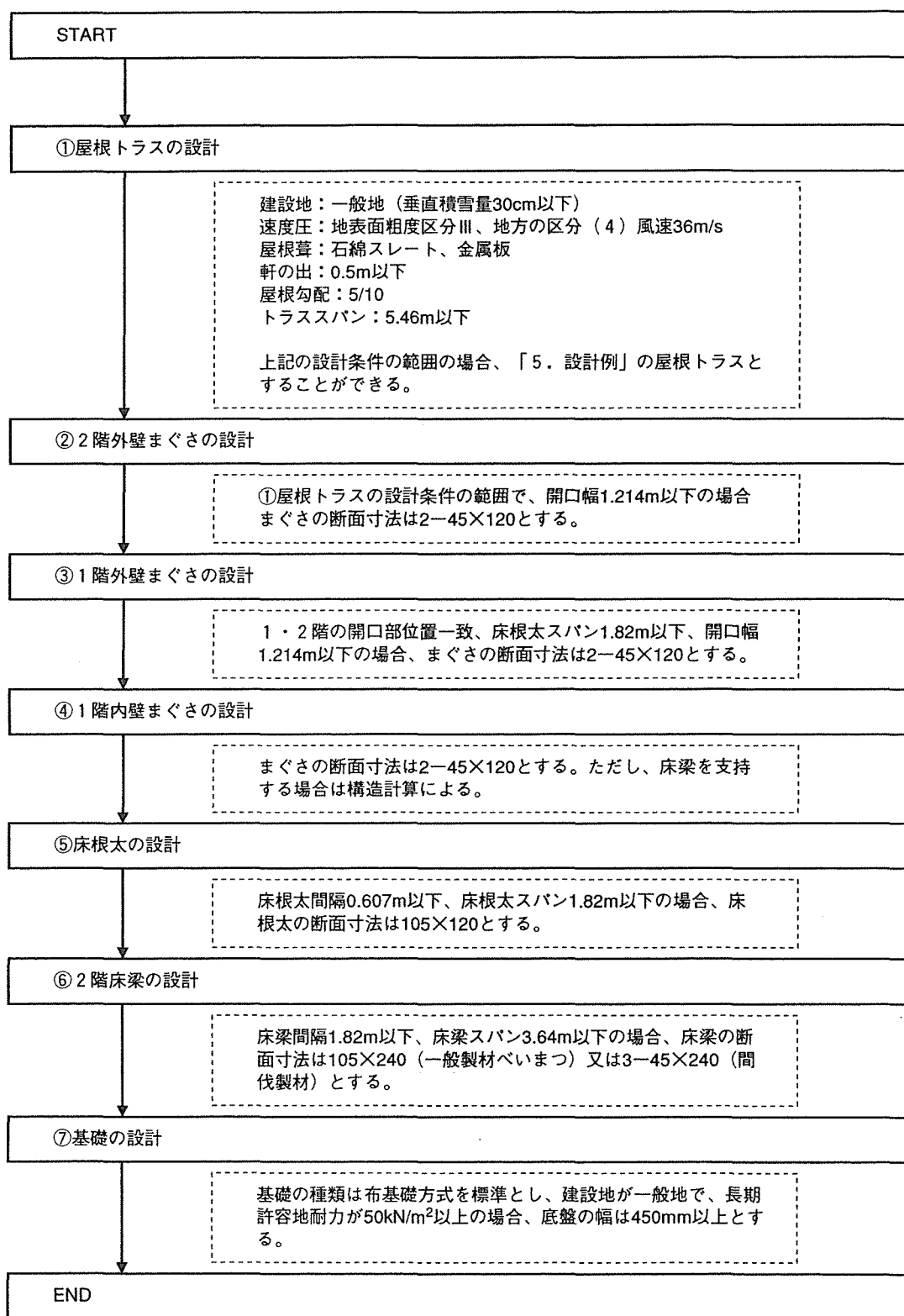
鉛直荷重に対しては、建築基準法施行令第3章第8節及び1998年枠組壁工法建築物構造設計指針第Ⅱ編の構造耐力上の規定に基づいて、以下の構造計画を前提とした許容応力度計算によって各構造部材の安全を確かめる。

(1) 構造計画の方針及び力の流れ図

- ・鉛直荷重に対する設計は、固定荷重、積載荷重及び積雪荷重の組合せ応力について検討を行う。
- ・屋根及び床枠組にかかる鉛直荷重は、それぞれ小屋トラス及び床根太又は床梁によって壁組及び基礎に伝達されるものとする。
- ・耐力壁及び支持壁に伝達された荷重は、たて枠又はまぐさを通じて下部の壁組及び基礎に伝達されるものとする。



(2) 鉛直荷重に対する構造設計の流れ



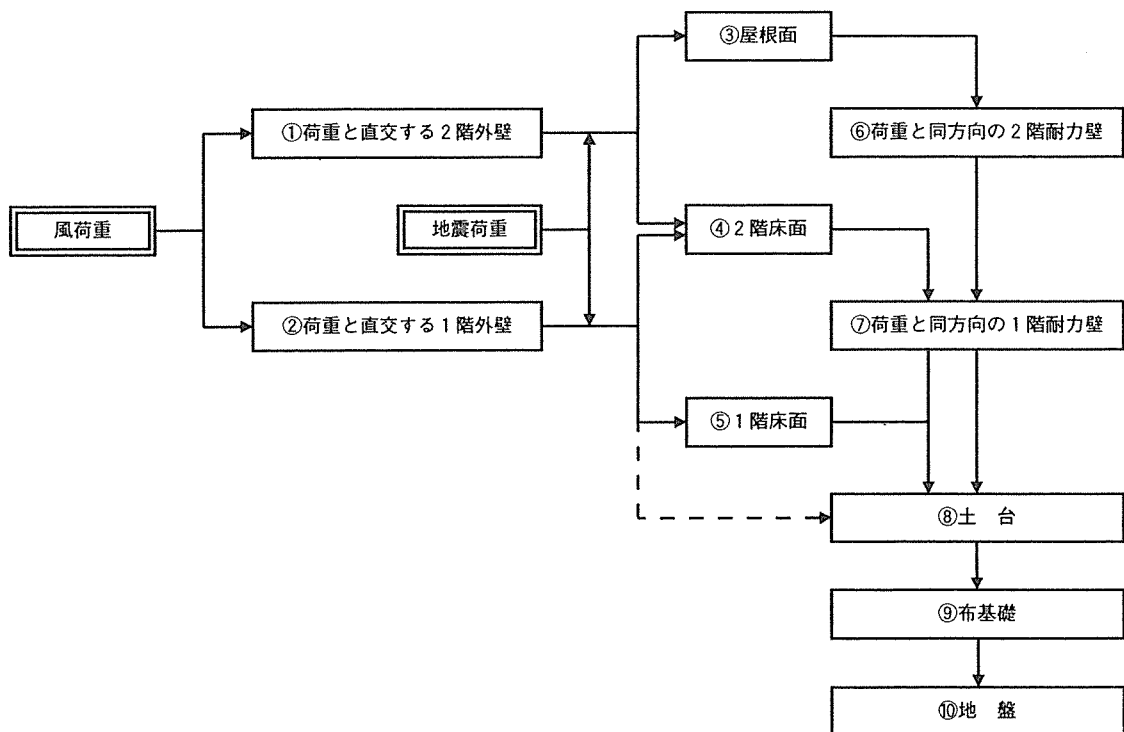
内は、標準設計による断面寸法等

3. 2 水平荷重に対する構造計画

水平荷重に対しては、建築基準法施行令第3章第8節の構造耐力上の規定に基づいて以下の構造計画を前提とした許容応力度計算によって各構造部材の安全を確かめるとともに、各構造部材相互の接合部の検討を行う。又、設計壁量が必要壁量以上であることを確かめる。壁量計算に用いる耐力壁の倍率は、財団法人 日本住宅・木材技術センターにおける「耐力壁の面内せん断試験」の結果に基づいて設定した数値による。

(1) 構造計画の方針及び力の流れ図

- ・ 水平荷重に対する設計は、地震力及び風圧力について検討を行う。
- ・ 地震力によって屋根面及び床面に生じる荷重は、各階の水平構面を支持する下階の耐力壁を通じて下部の基礎に伝達されるものとする。
- ・ 風圧力によって屋根面及び外壁面に生じる荷重は、各階の水平構面が負担し、水平構面を支持する下階の耐力壁を通じて基礎に伝達されるものとする。
- ・ 床構面の水平せん断耐力は、財団法人 日本住宅・木材技術センターにおける「実物大による床構面の水平せん断試験」の結果により床構面の耐力の検討を行っている。
- ・ 床構面の制限事項は、①耐力壁線の間隔は8m以下とする、②耐力壁線で囲まれる面積は40m²以下とする。ただし、耐力壁線区画の各耐力壁線上のくぎ打ちを補強した場合には、それぞれ12m、60m²以下とすることができる。



(2) 耐力壁の配置計画

① 耐力壁の釣合いよい配置とするための耐力壁の平面配置計画

- ・ 耐力壁の長さは900mm以上とする。
- ・ 建物の隅部には、900mm以上の耐力壁を原則として両方向に設ける。
- ・ 隅部において、各階1ヶ所に限り双方の幅の合計が4.0m以下の両面開口を設けることができる。
- ・ 耐力壁線上の開口部は、4.0m以下とする。
- ・ 耐力壁線上の開口部の幅の合計は、全長の $\frac{3}{4}$ 以下とする。

② 水平構面の剛性を考慮した耐力壁の平面配置計画

- ・ 耐力壁線間の距離は8m以下とする。ただし、耐力壁線区画の各耐力壁線上のくぎ打ちを補強した場合には、12m以下とすることができる。
- ・ 耐力壁線に囲まれた部分の水平投影面積は40m²以下とする。ただし、耐力壁線区画の各耐力壁線上のくぎ打ちを補強した場合には、60m²以下とすることができる。
- ・ 耐力壁線による区画の形状比（建物の幅／耐力壁線間の距離）は $\frac{1}{3}$ 以上とする。
- ・ 2階建の平家建部分は独立した耐力壁線区画とする。
- ・ 吹抜け部分の周辺部は耐力壁線を設ける。
- ・ 床開口部が床面の $\frac{1}{2}$ を超える場合は耐力壁線による区画とする。

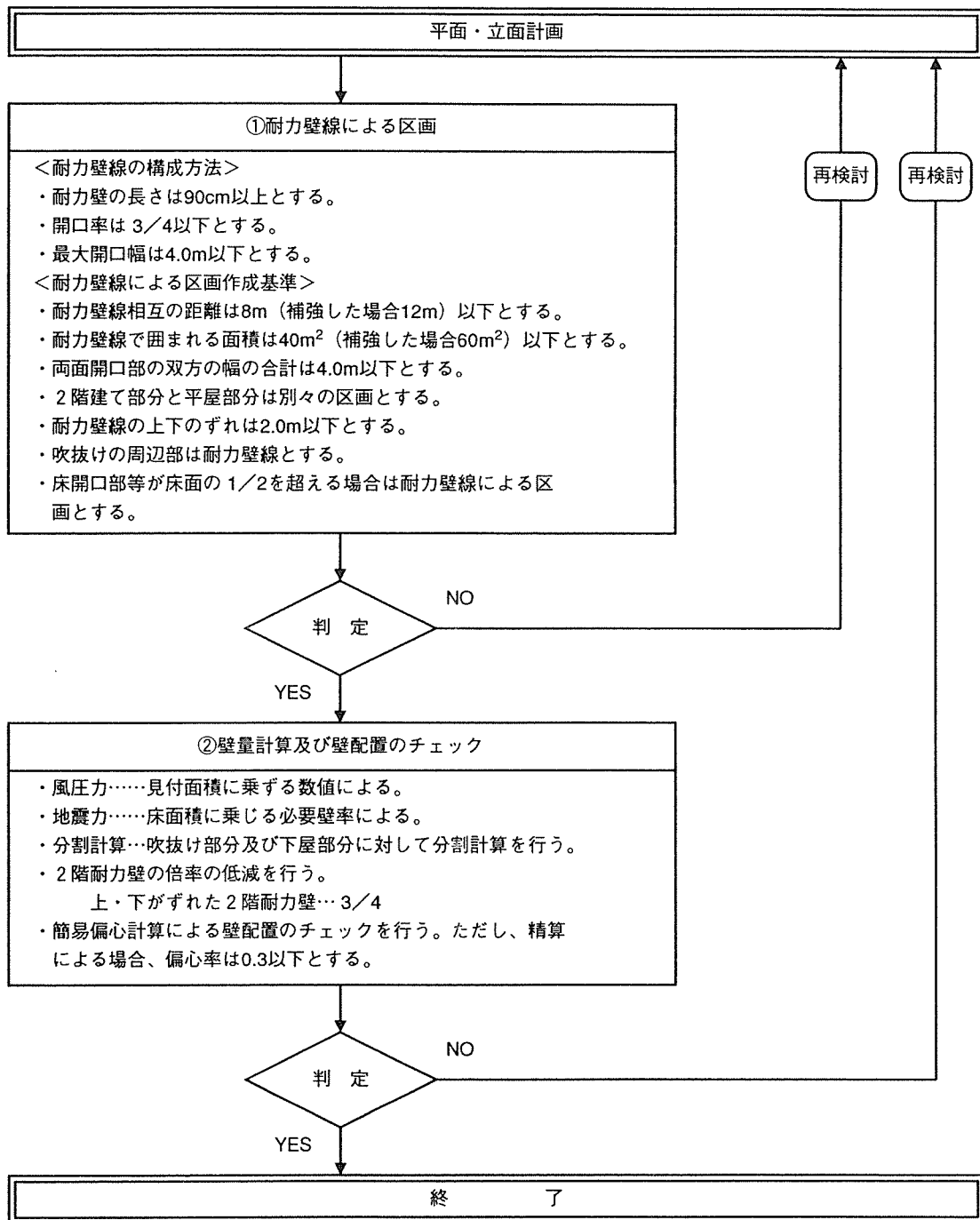
③ 耐力壁の上・下階の配置計画

- ・ 原則として、上・下階の耐力壁の位置は一致させる。ただし、やむおえず上・下階の耐力壁の位置がずれる場合は2.0m以下とし、2階耐力壁の壁倍率を $\frac{3}{4}$ に低減する。

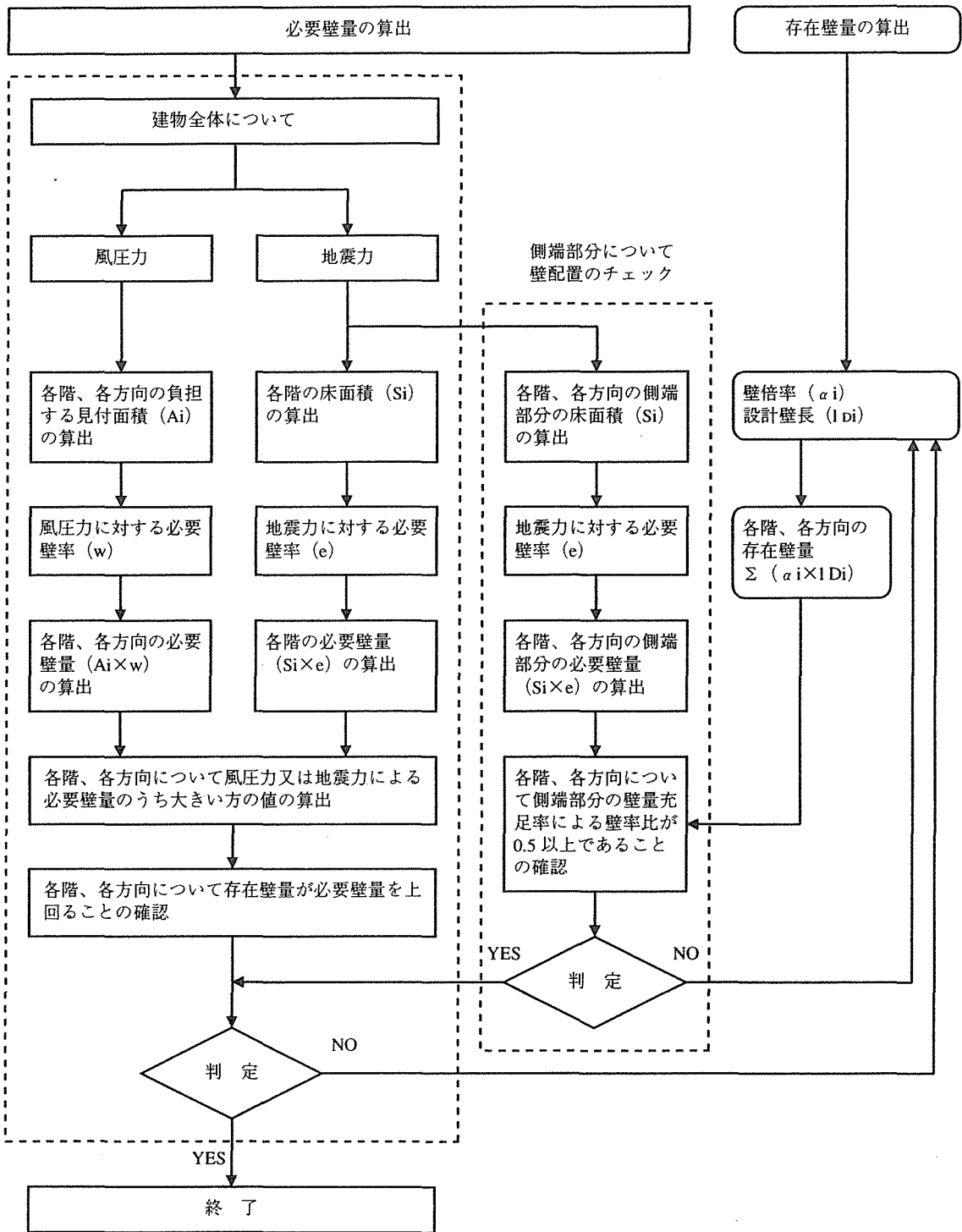
④ 偏心率

- ・ 建築基準法施行令第46第4項及び建設省告示第1352号に準じ、「簡易偏心計算」により壁配置のチェックを行う。ただし、精算により偏心率を算定する場合、偏心率が0.3以下であることを確認する。

(3) 水平荷重に対する構造設計の流れ—フローチャート



(4) 壁量計算の方法—フローチャート



(5) 壁量計算

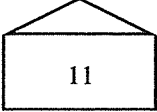
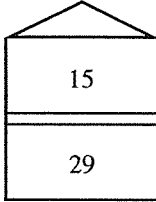
地震力に対してその階の床面積に乗じる数値は表3.1による数値とする。バルコニーがある場合、壁量計算においては、バルコニー床面積を1階の床面積に算入する。

風圧力に対してその階の見付面積に乗じる数値は表3.2による数値とする。又、壁量計算に用いる耐力壁の倍率は、財団法人 日本住宅・木材技術センターにおける「耐力壁の面内せん断試験」の結果に基づいて設定した数値とする。

表3.1 地震力に対する必要壁率

(建設省告示第56号による数値)

階の床面積に乗ずる数値 単位：cm/m²

■設計条件 建設地：一般地 屋根葺材料：軽い屋根（鉄板、石板、石綿スレート等）	
平屋建	2階建
 <p>11</p>	 <p>15 29</p>

(注) 特定行政庁が建築基準法施行令第88条の2項の規定によって指定した区域（著しく軟弱な地盤）内における場合は、図中の数値の1.5倍とした数値とする。

表3.2 見付面積に乗じる数値

(建設省告示第56号による数値)

単位：cm/m²

	区 域	見付面積に乗じる数値
(1)	令第46条第4項の表3の(1)の規定に基づき特定行政庁がその地方における過去の風の記録を考慮してしばしば強い風が吹くと認めて規則で指定した区域	令第46条第4項の表3の(1)の規定に基づき50を超え、75以下の範囲において特定行政庁がその地方における風の状況に応じて規則で定めた数値
(2)	(1)に掲げる地区以外の区域	50

(6) 耐力壁の倍率

耐力壁の倍率は、財団法人 日本住宅・木材技術センターにおける「耐力壁の面内せん断試験」の結果による。

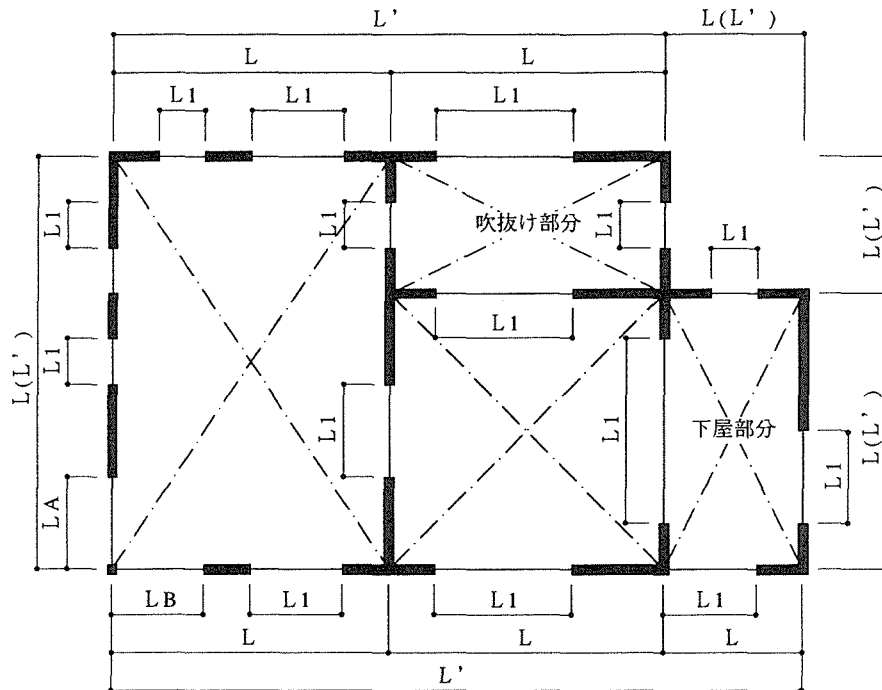
表3.3 耐力壁の倍率

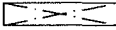
耐力壁の種類	設計倍率
片面 厚さ9mm構造用合板張り	3.0

(7) 耐力壁線区画作成上の基本事項

以下の場合建物内部に耐力壁線を配置し、耐力壁線区画とする。

- ・ 耐力壁線間隔が8m（補強した場合は12m）を超える部分
- ・ 耐力壁線で囲まれる区画の面積が40m²（補強した場合は60m²）を超える部分
- ・ 下屋部分が2階建部分に接する部分
- ・ 吹抜けの周辺部分
- ・ 床の開口部が大きい場合の床開口部の周辺部分



 : 耐力壁線区画40m²（補強した場合は60m²）以下
下屋部分及び吹抜け部分は独立した耐力壁線区画とする

L₁ : 最大開口幅 4.0m以下

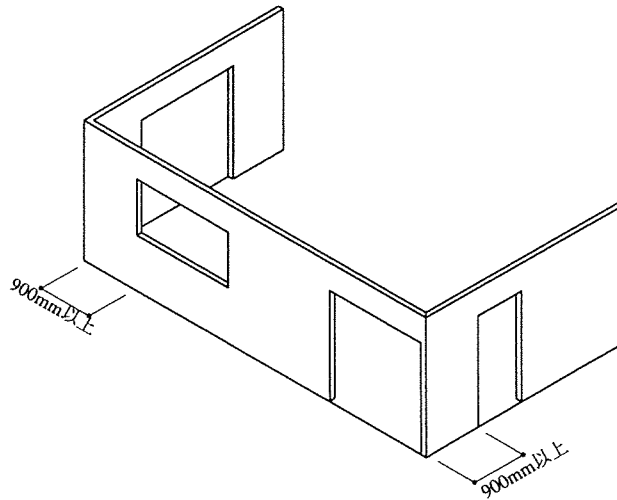
L : 耐力壁線間隔 8m（補強した場合は12m）以下

LA+LB : 両面開口部双方の幅の合計 4.0m以下

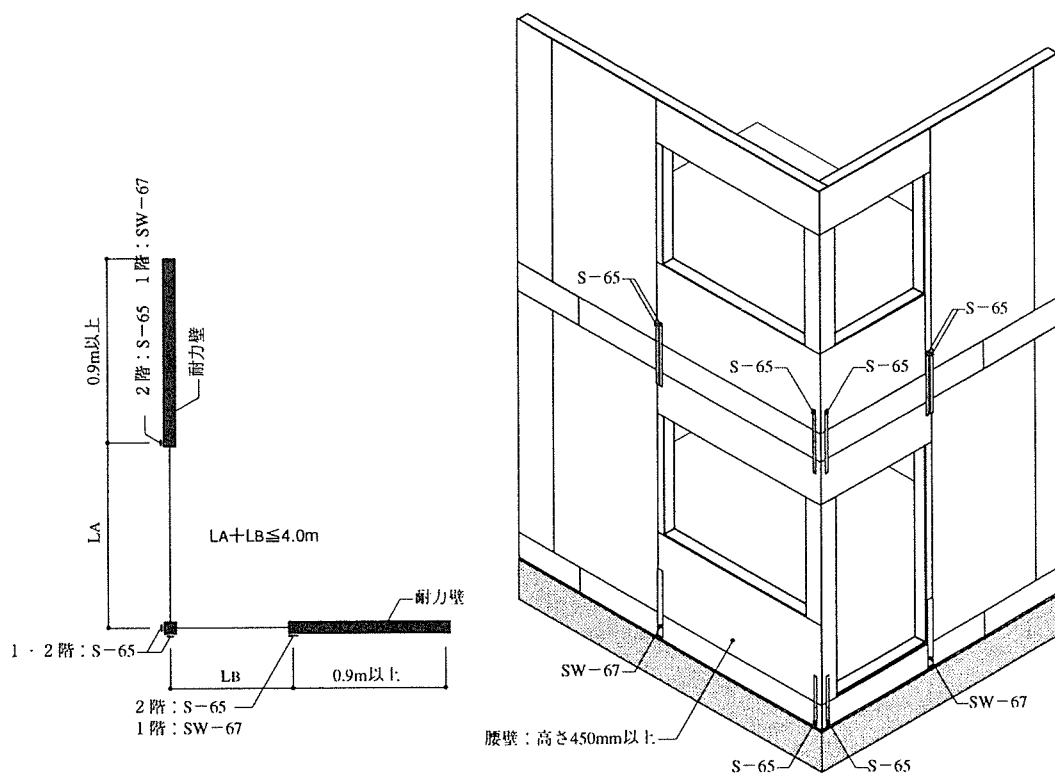
開口率 : L' に対して開口率は 3/4 以下とする

(8) 耐力壁と耐力壁線の配置

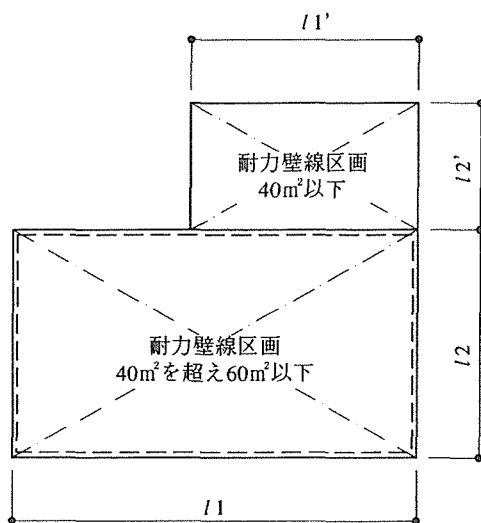
- ①耐力壁の長さは900mm以上とし、平面計画上偏りがなく釣り合いよい配置する。
- ②建物外周壁は耐力壁線とする。
- ③建物外周耐力壁線相互の交差部には、原則として耐力壁（900mm以上）を1以上設ける。



- ④外壁耐力壁線の交差部において両側に開口部を設ける場合、原則として以下による。
 - ・両面開口部は各階1カ所とする。
 - ・両面開口部双方の幅の合計は4m以下とする。
 - ・開口部の下部には高さ450mm以上の腰壁を設ける。ただし、どちらか一方を掃き出しとすることができる。
 - ・両面開口部に接する部分には、900mm以上の耐力壁を設け、開口側に補強金物（SW-67）を設け、浮き上がりに対応させる。
 - ・隅部には柱等を設け、下部に補強金物S-65を取り付ける。



- ⑤耐力壁線間の距離は8m以下とする。ただし、床枠組の周辺部（---部分）のくぎ打ちを補強した場合は12m以下とすることができる。
- ⑥耐力壁線で囲まれる区画の面積は40m²以下とする。ただし、床枠組の周辺部（---部分）のくぎ打ちを補強した場合は60m²以下とすることができる。【財団法人 日本住宅・木材技術センターにおける「実物大による床構面の水平せん断試験」による】



床枠組周辺部をくぎ打ちにより補強した場合

$$l_1, l_2 \leq 12\text{m}$$

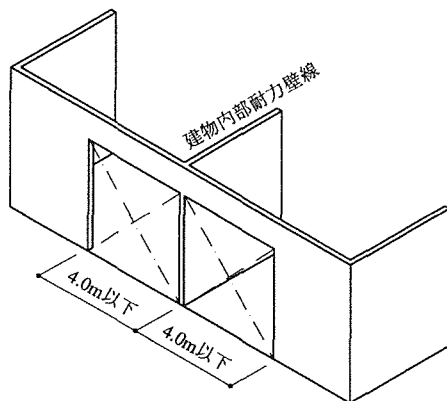
$$l_1 \times l_2 \leq 60\text{m}^2$$

床枠組周辺部を補強しない場合

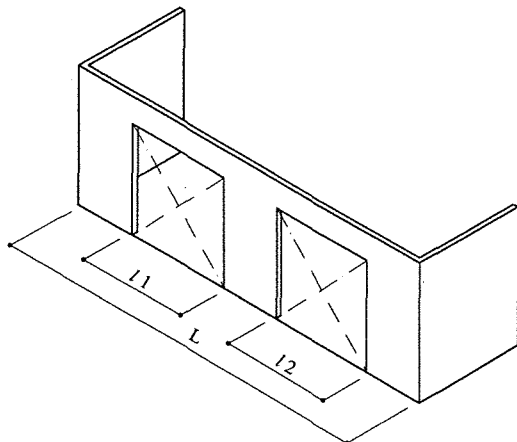
$$l_1', l_2' \leq 8\text{m}$$

$$l_1' \times l_2' \leq 40\text{m}^2$$

- ⑦耐力壁線上における連続する開口部の幅は4.0m以下とする。直交する耐力壁がある場合はそれぞれの開口部の幅は4.0m以下とすることができる。



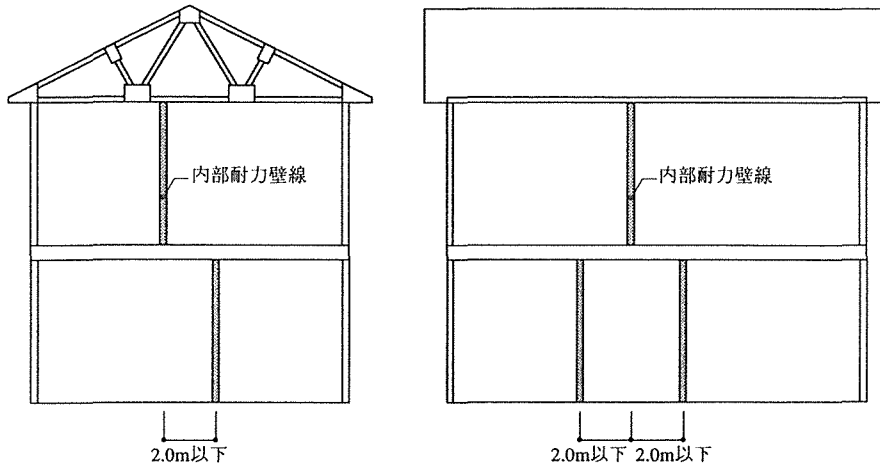
- ⑧開口部の幅の合計は当該耐力壁線全長に対して $\frac{3}{4}$ 以下とする。



$$(l_1 + l_2) / L \leq \frac{3}{4}$$

$$l_1, l_2 \leq 4.0\text{m}$$

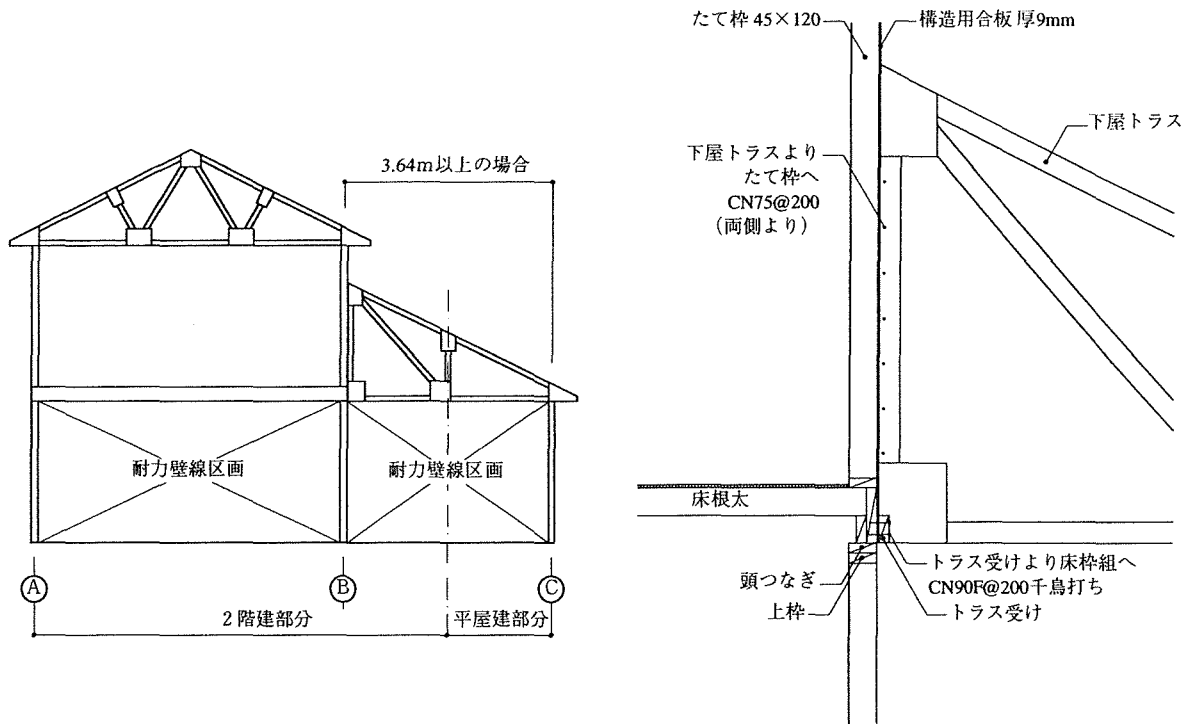
- ⑨ 1階の耐力壁線は原則として2階の耐力壁線の直下に設けることとする。ただし、上・下階の耐力壁線のずれは、建物内壁耐力壁線においては2.0m以下とする。この場合、建物内部の2階耐力壁の倍率を3/4に低減する。また、上・下階の耐力壁線のずれた2階床組部分の補強を行う。



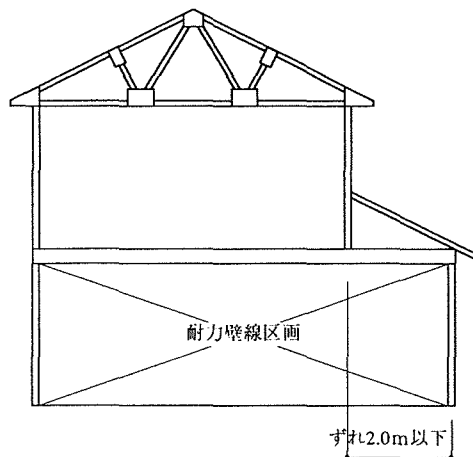
(9) 特殊部分の構造計画

① 下屋のある住宅

- ・原則として2階の外周壁直下には耐力壁線を設け、下屋部分を独立した耐力壁線で囲まれた区画とする。セットバックの距離が3.64m以上の場合、壁量計算において分割計算を行い、2階建部分の壁量の確保を行う。2階建部分を(A)及び(B)通りの耐力壁で負担し、下屋部分を(C)通りの耐力壁で負担することとする。
- ・下屋部分と2階壁との緊結方法は、下屋トラスの束材の両側より、CN75を間隔200mm以内に斜め打ちにて止め付け、下屋部分の水平荷重を2階部分に伝達させる。

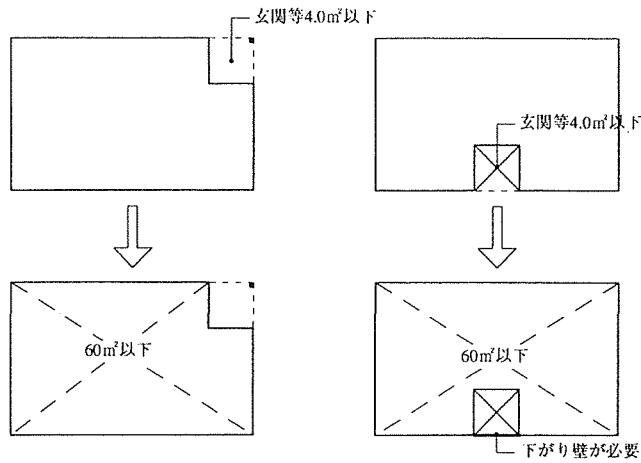


- ・下屋の出が2m以下の場合で、下屋部分に2階建部分の床構面が延長されている場合は、2階建て部分と下屋部分とを一つの区画とすることができる。この場合のセットバック部分の2階耐力壁の倍率は $\frac{3}{4}$ に低減する。

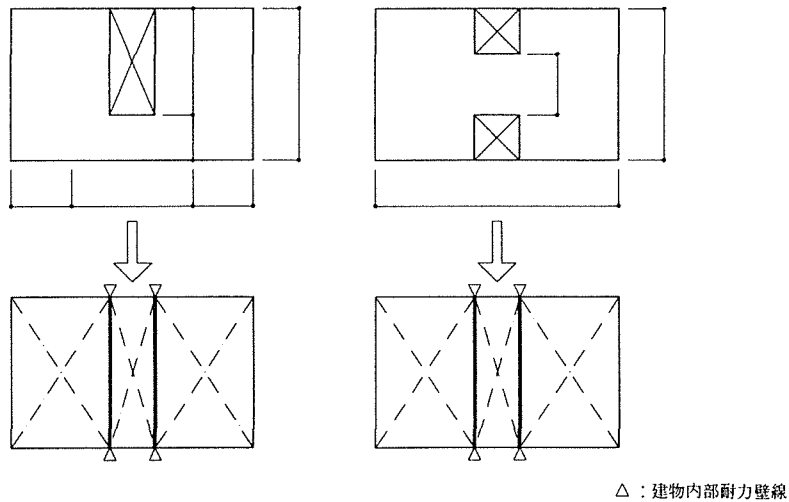


②吹き抜け部分

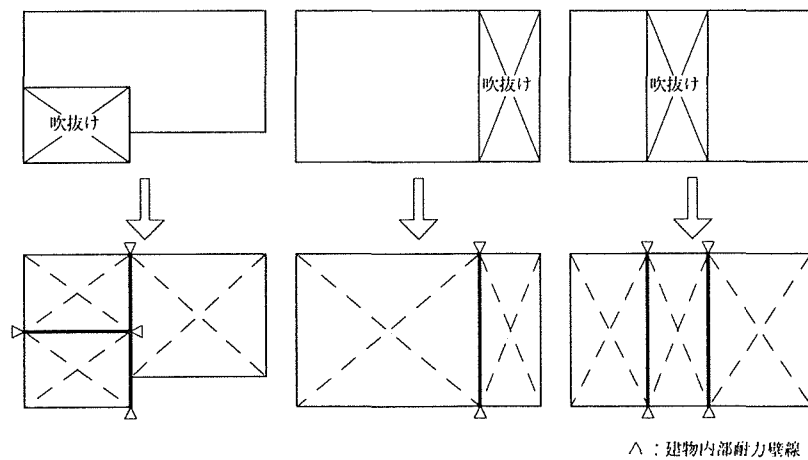
- ・大きさが4m²以下の玄関等の吹き抜けの場合は1つの区画とすることができる。



- ・階段室等の吹き抜けで、開口部の比率が建物の幅の $\frac{1}{2}$ を超える場合は、開口部の周辺に建物内部耐力壁線を設け耐力壁線による区画を行う。ただし、中央部 $\frac{1}{2}$ の範囲内とする。



- ・独立した吹き抜けの場合、吹き抜け部分の周辺部に耐力壁線を設け、耐力壁線による区画を行う。吹き抜け部分が外部に面する耐力壁は、分割計算によって壁量計算を行う。全体計算の場合は、吹き抜け部分の耐力壁の倍率を $\frac{1}{2}$ に低減する。



4

各部構造及び施工方法

4. 1	基礎・土台及びアンカーボルト	4-1
4. 2	1階床枠組	4-2
4. 3	2階床枠組	4-11
4. 4	壁枠組	4-20
4. 5	小屋組	4-34
4. 6	床下張り	4-35

4. 各部構造及び施工方法

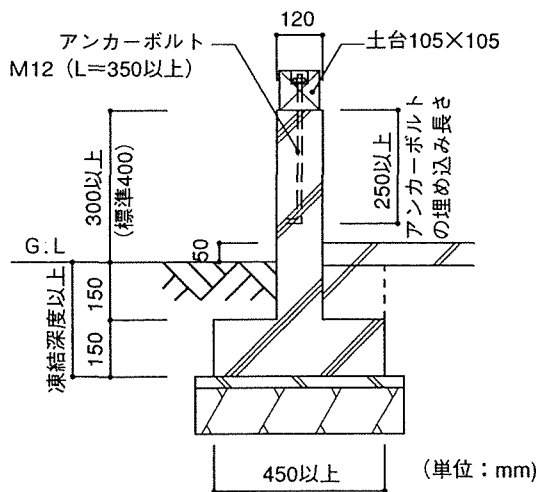
4. 1 基礎・土台及びアンカーボルト

(1) 基礎

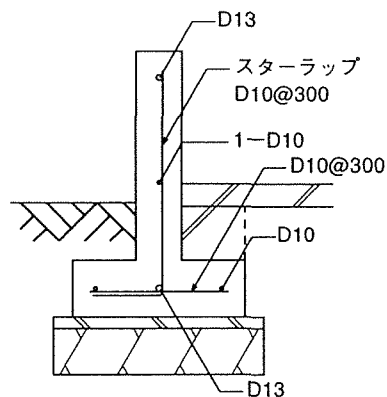
- ・基礎は鉄筋コンクリート造布基礎又はべた基礎とする。
- ・布基礎の立上りは300mm以上、標準として400mmとする。
- ・布基礎底盤面は設計地耐力の地盤まで掘り下げるとともに建設地域の凍結深度以上とする。
- ・標準布基礎の断面は、一般地（垂直積雪量 $h=50\text{cm}$ 以下）、長期設計地耐力 50kN/m^2 以上、根入れ深さ300mmの場合、布基礎立上りの幅は120mm、基礎底盤の幅は450mm以上とする。他の設計条件となる場合及び、べた基礎の場合構造計算による。
- ・布基礎は、建物外周、建物内部耐力壁線及び支持壁直下に設け、建物外周布基礎には間隔4m以下となるように有効換気面積 300cm^2 以上の床下換気孔を設ける。

(2) 土台及びアンカーボルト

- ・土台の断面は、 $105\text{mm} \times 105\text{mm}$ とする。
- ・土台は、建物外周部、建物内部耐力壁線直下及び建物内部支持壁直下の布基礎の上部に設ける。
- ・土台は、径12mm、長さ350mm以上のアンカーボルトを、その間隔2.0m以下に配置し、布基礎と緊結する。
- ・大引の断面は、 $105\text{mm} \times 105\text{mm}$ 、間隔 $3640/3=1213\text{mm}$ （一部調整のため1214mm）とし、大引と同断面の束によって支持させる。



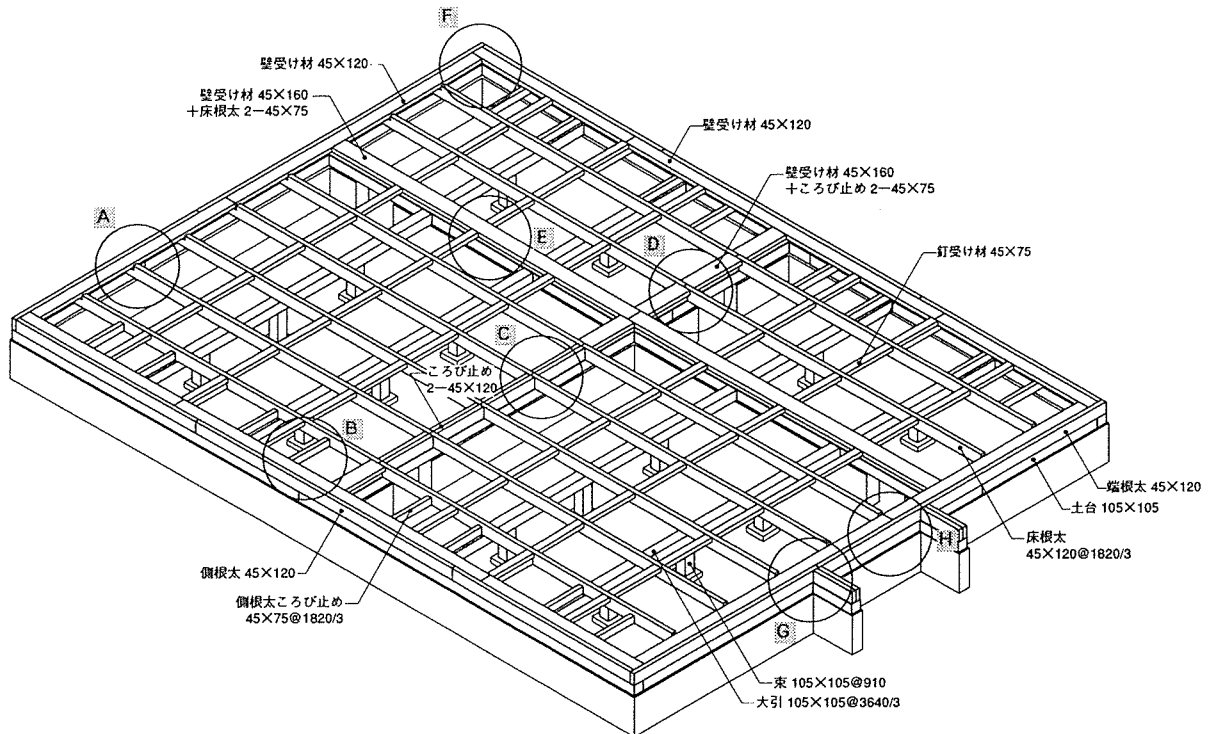
<標準基礎断面図（一般地）>



<標準基礎配筋図>

4. 2 1階床枠組

1階の床枠組は、土台、端根太、側根太、床根太、壁受け材、側根太ころび止め及びころび止めを相互に釘打ちして接合する。更に、1階耐力壁及び支持壁の施工後、床下地材である厚さ15mmの構造用合板を壁受け材及び床枠組材に釘打ちして構成する。【4. 6 床下張り 参照】



部材一覧

- ①端根太・側根太・床根太・壁受け材(外周)・ころび止め.....45×120
- ②側根太ころび止め・壁受け材下部ころび止め・釘受け材.....45×75
- ③壁受け材(内部).....45×160

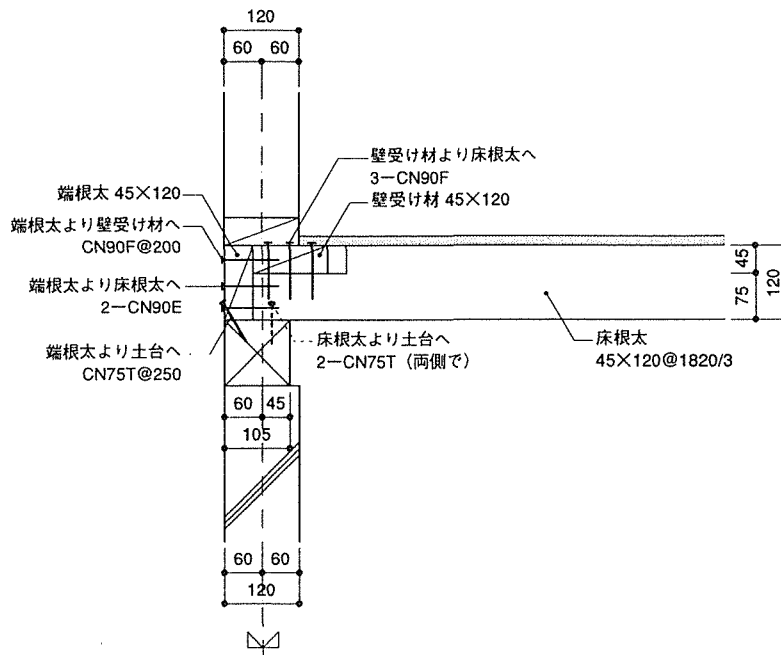
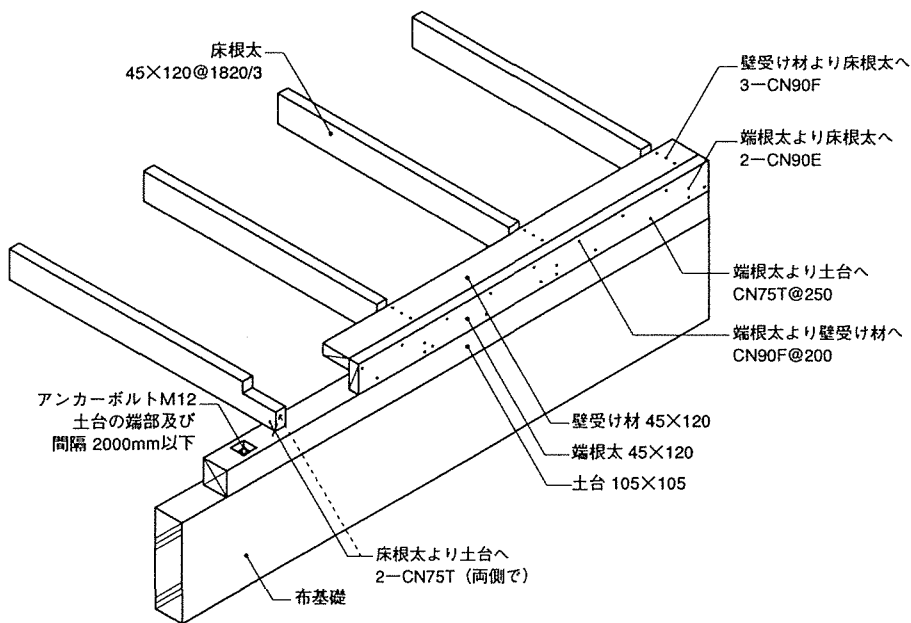
(1) 端根太部 (A部)

①端根太

- ・端根太は、断面45mm×120mmとする。
- ・端根太と土台は、端根太からCN75を間隔250mm以内に斜め打ちし、緊結する。

②床根太

- ・床根太は、断面45mm×120mm、間隔1820/3=607mm (一部調整のため606mm) とする。
- ・床根太の端部は、床根太上部を長さ150mm程度、深さ45mm欠き込んで、断面45mm×120mmの壁受け材を釘打ちによって緊結する。



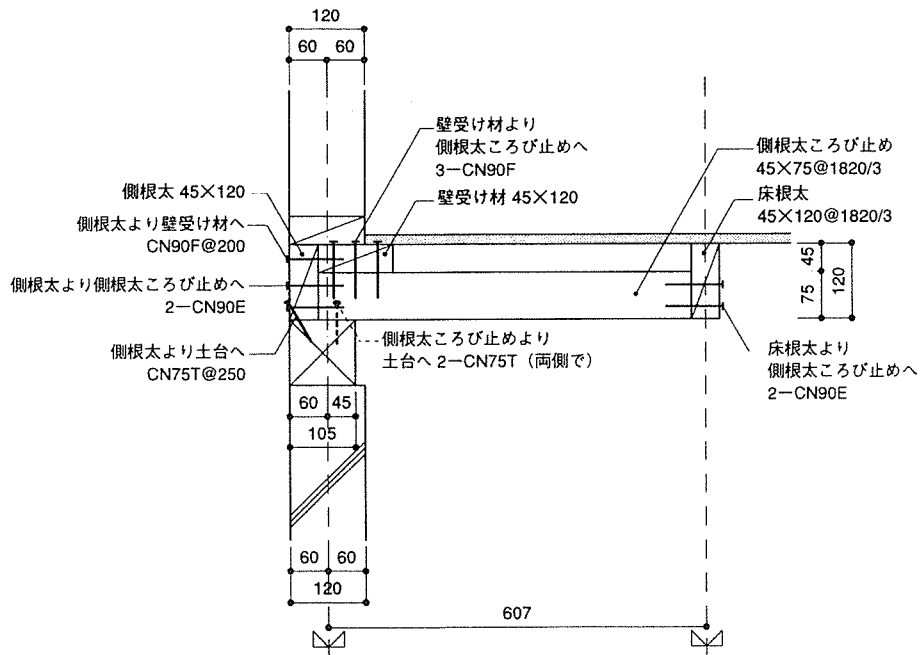
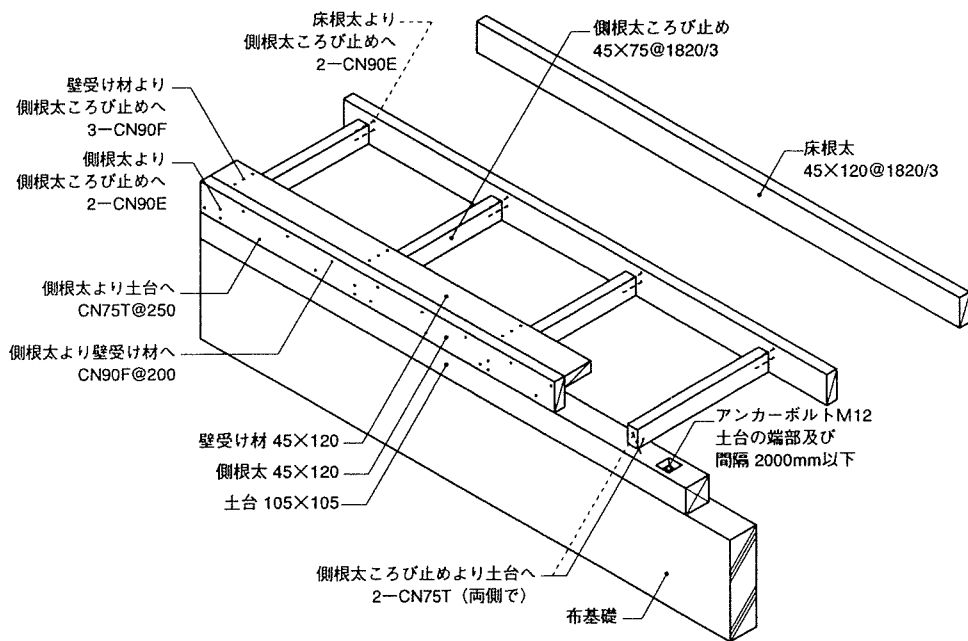
(2) 端根太部 (B部)

①側根太

- ・側根太は、断面45mm×120mmとする。
- ・側根太と土台は、側根太からCN75を間隔250mm以内に斜め打ちし、緊結する。

②側根太ころび止め

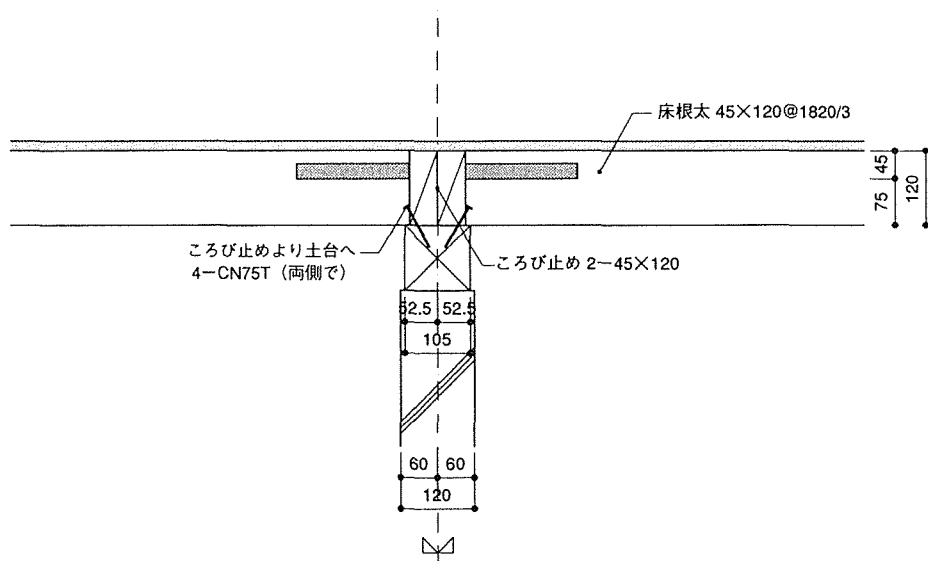
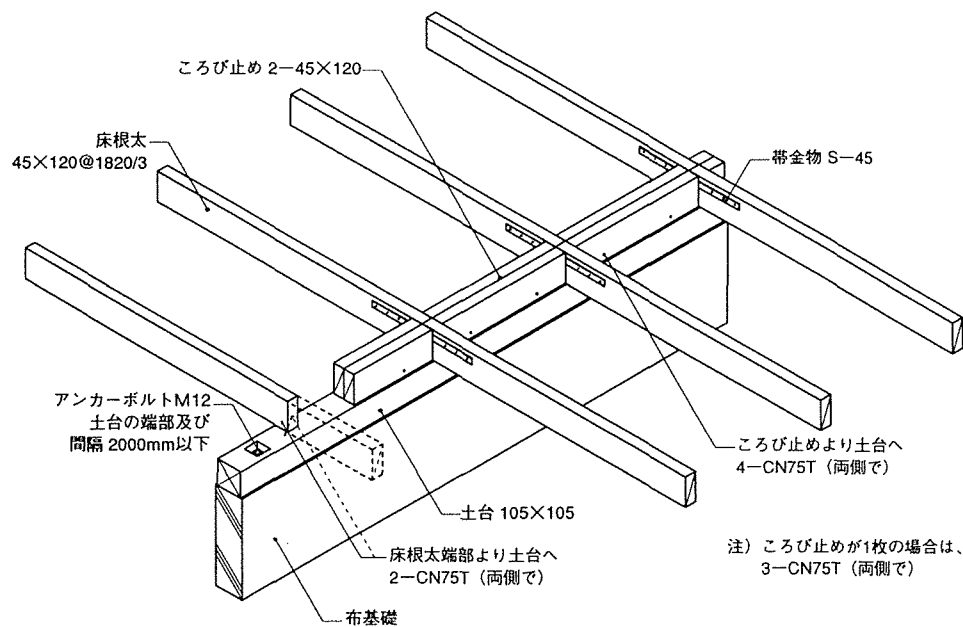
- ・側根太部は、側根太に直交して断面45mm×75mmの側根太ころび止めを、間隔 $1820/3=607$ mm (一部調整のため606mm) に設けて、床枠組の周辺部を補強する。
- ・側根太ころび止めと壁受け材とは釘打ちによって緊結する。



(3) 床根太継手部 (C部)

① 床根太の継手

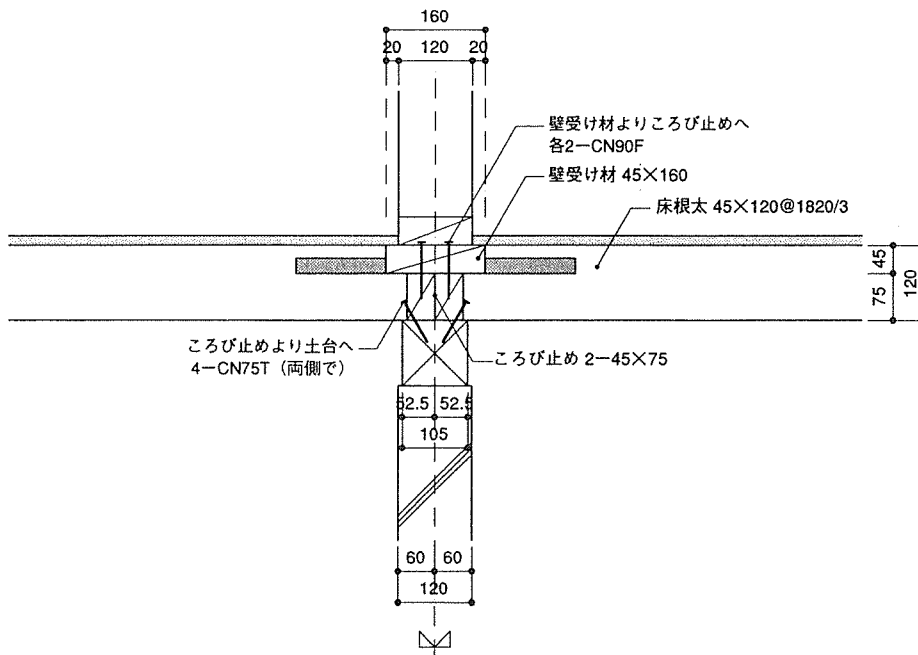
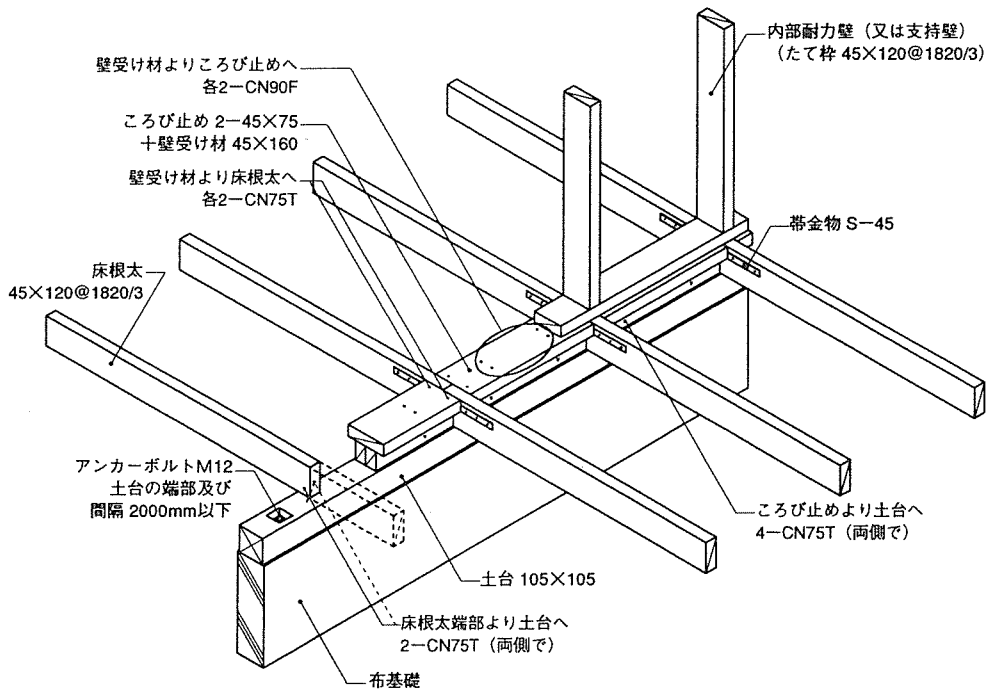
- ・床根太の継手は、土台の上で行う。
- ・継手部は、帯金物 (S-45) を用いてZN40を6本平打ちし、緊結する。
- ・床根太間には、床根太と同寸のころび止めを設ける。ただし、継手通りが内部耐力壁線の場合、ころび止めは2枚合わせとする。(下図は、継手通りが内部耐力壁線の場合)



(4) 内部耐力壁線及び支持壁直下 (D部)

①内部耐力壁線及び支持壁の直下 (直交する場合)

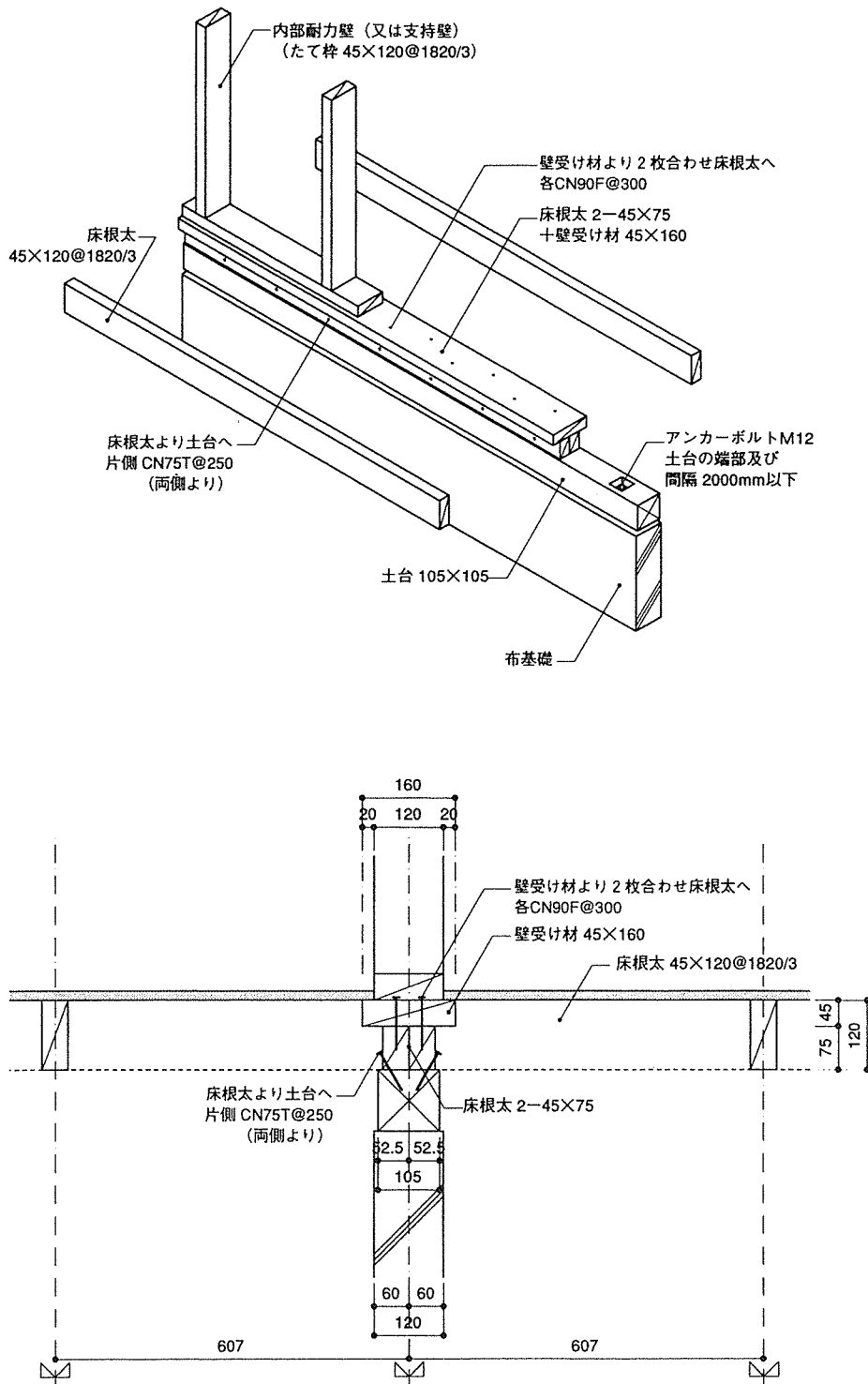
- ・建物内部耐力壁線 (支持壁の場合も含む) が床根太と直交する場合、直下に補強用のころび止めを設ける。
- ・補強用のころび止めは、断面45mm×75mmを2枚合わせしたものと、断面45mm×160mmの壁受け材を組合わせたものを設ける。
- ・内部耐力壁線の直下で床根太を継ぐ場合は、(3) 床根太継手による。



(5) 内部耐力壁線及び支持壁直下 (E部)

①内部耐力壁線及び支持壁の直下 (平行する場合)

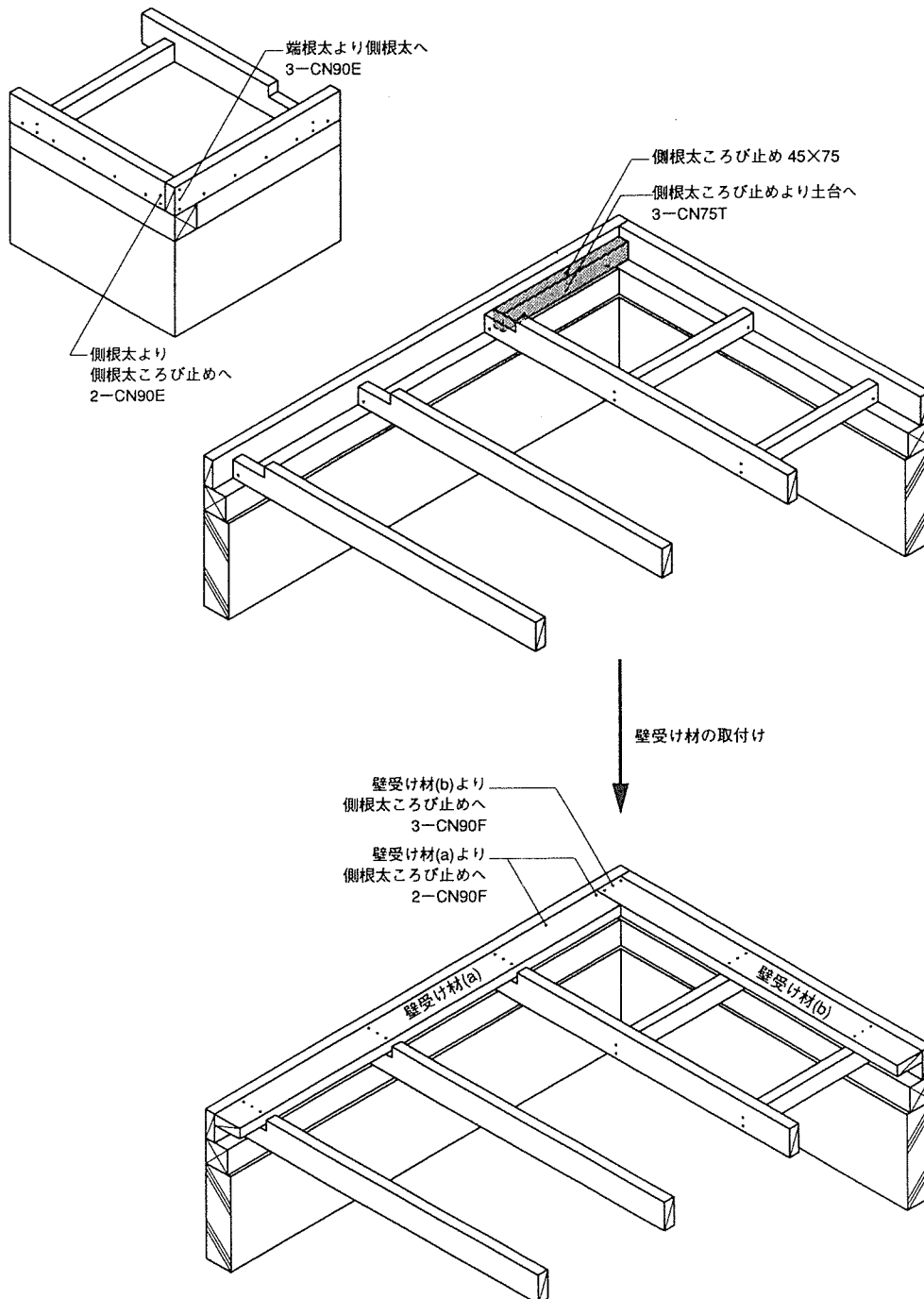
- ・建物内部耐力壁線 (支持壁の場合も含む) が床根太と平行する場合、直下に補強用の床根太を設ける。
- ・補強用の床根太は、断面45mm×75mmを2枚合わせしたもの、壁受け材45mm×160mmを組合わせたものを設ける。



(6) 床枠組隅部の補強 (F部)

① 床枠組隅部の補強

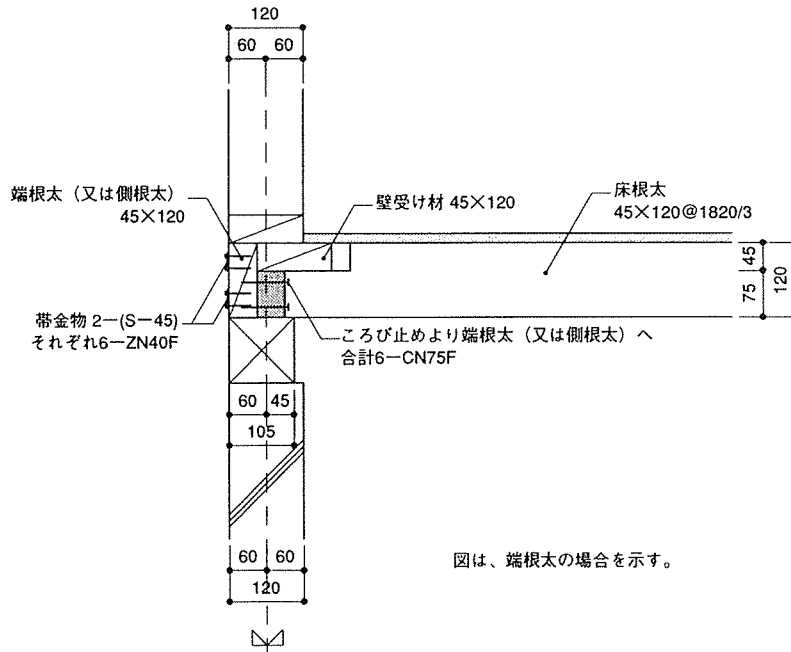
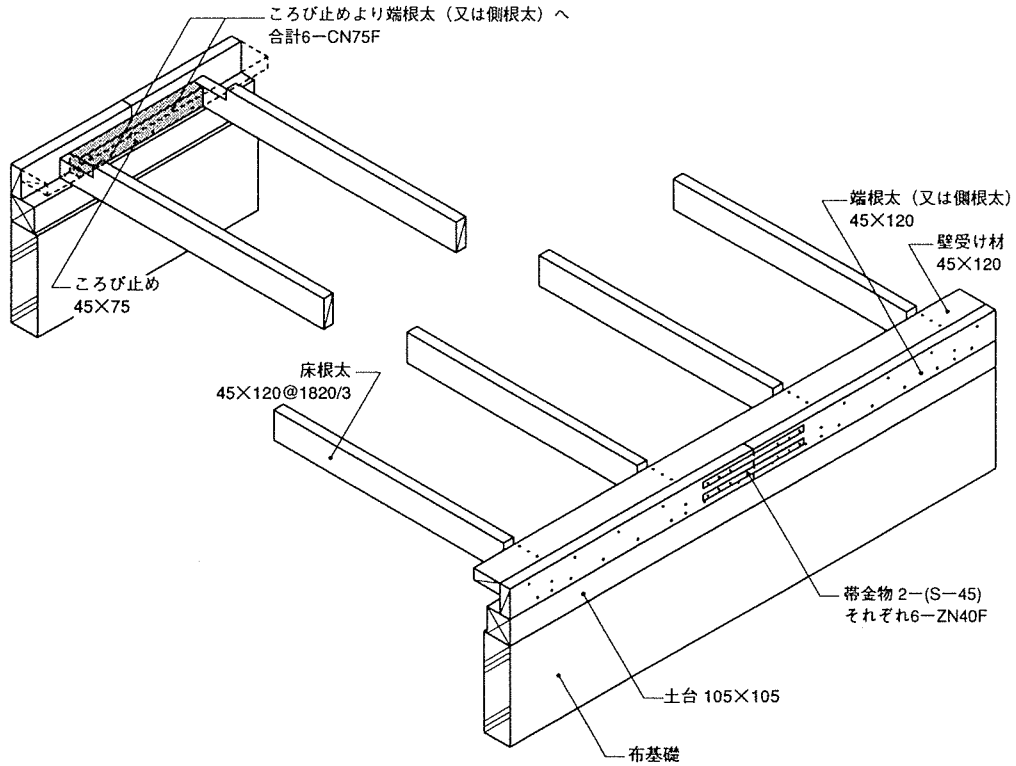
- ・ 床枠組隅部は、断面45mm×75mmの側根太ころび止めを設けて補強する。
- ・ 床枠組隅部の側根太ころび止めと土台は、側根太ころび止めからCN75を3本斜め打ちし、緊結する。
- ・ 床枠組隅部の側根太ころび止めと壁受け材は、各壁受け材から釘打ちし、緊結する。



(7) 端根太 (又は側根太) の継手 (G部)

① 端根太 (又は側根太) の継手

- ・ 端根太 (又は側根太) の継手は、帯金物 (S-45) を 2 組用いて ZN40 を各金物につき 6 本平打ちし、緊結する。
- ・ 端根太 (又は側根太) の継手部の内側には、ころび止め 45mm×75mm を設け CN75 を合計 6 本平打ちし、緊結する。

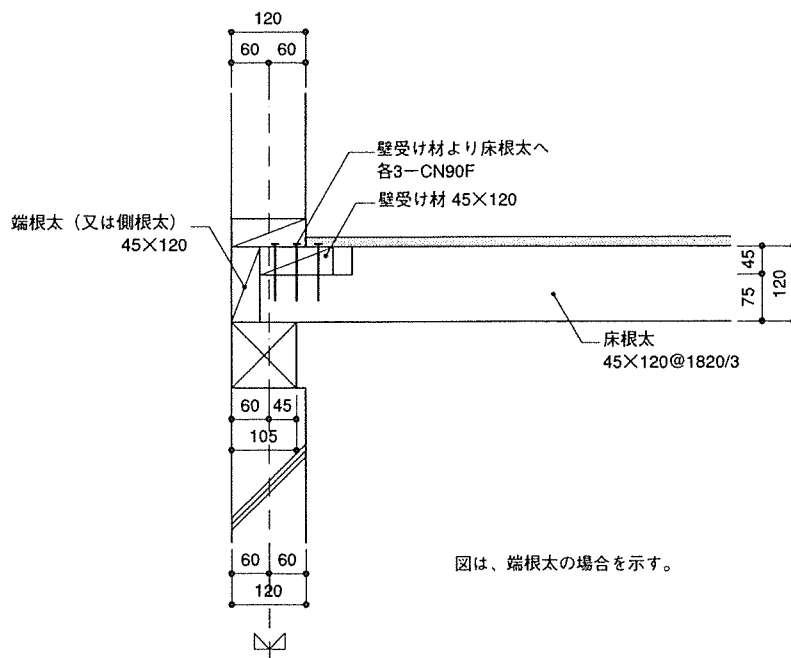
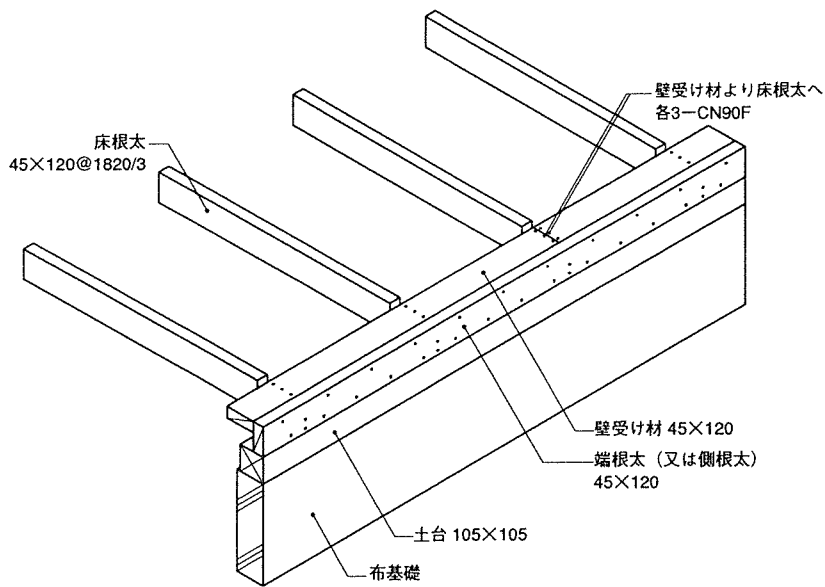


図は、端根太の場合を示す。

(8) 壁受け材の継手 (H部)

① 壁受け材の継手

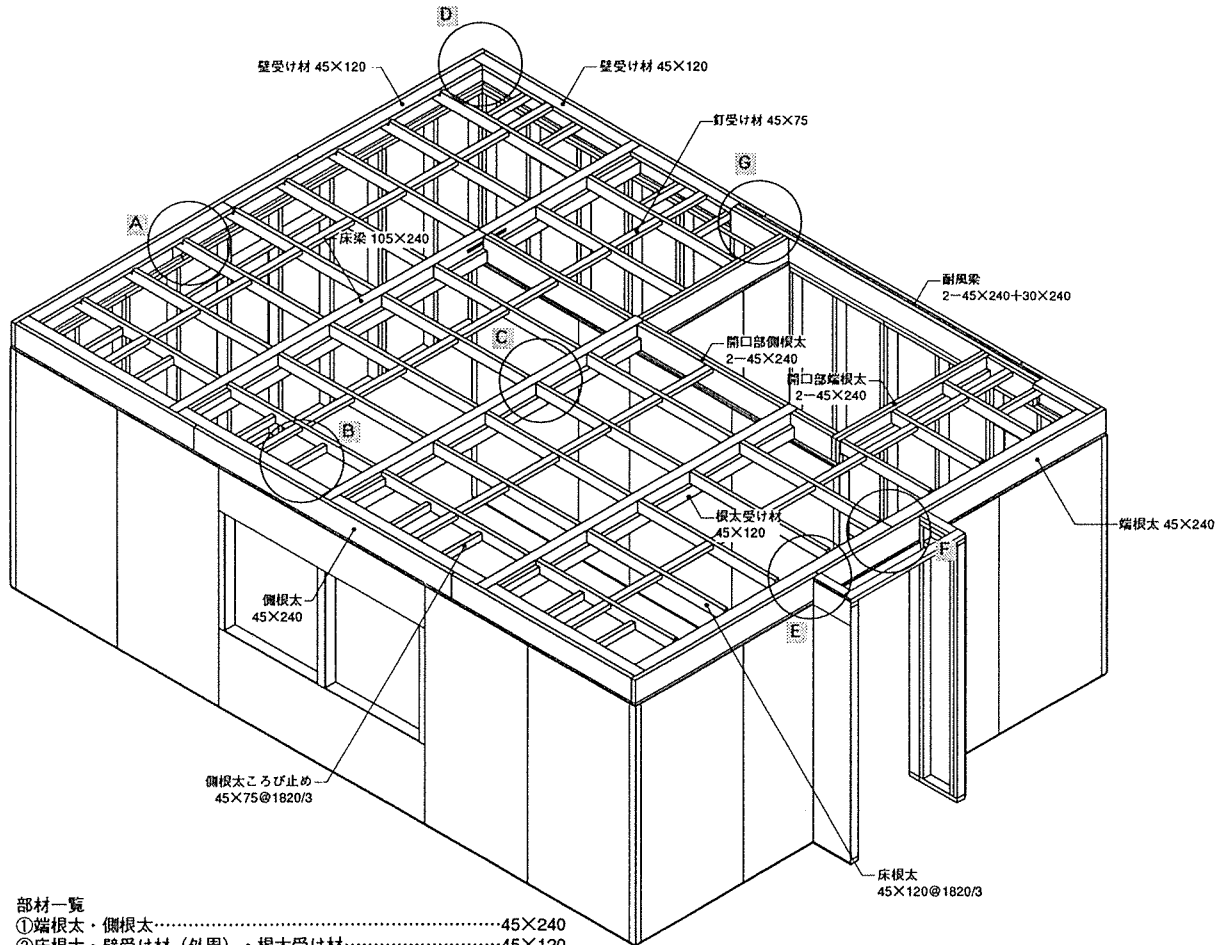
・ 壁受け材の継手は、床根太の上で行い、壁受け材端部よりCN90を各3本平打ちし、緊結する。



図は、端根太の場合を示す。

4. 3 2階床枠組

2階の床枠組は、床梁、端根太、側根太、床根太、壁受け材、側根太ころび止め及びころび止めを相互に釘打ちして接合する。更に、2階耐力壁及び支持壁の施工後、床下地材である厚さ15mmの構造用合板を壁受け材及び床枠組材に釘打ちして構成する。【4. 6 床下張り 参照】



部材一覧

①端根太・側根太	45×240
②床根太・壁受け材(外周)・根太受け材	45×120
③側根太ころび止め・釘受け材	45×75
④床梁	3-45×240
⑤耐風梁	2-45×240+30×240

(1) 端根太部 (A部)

① 端根太

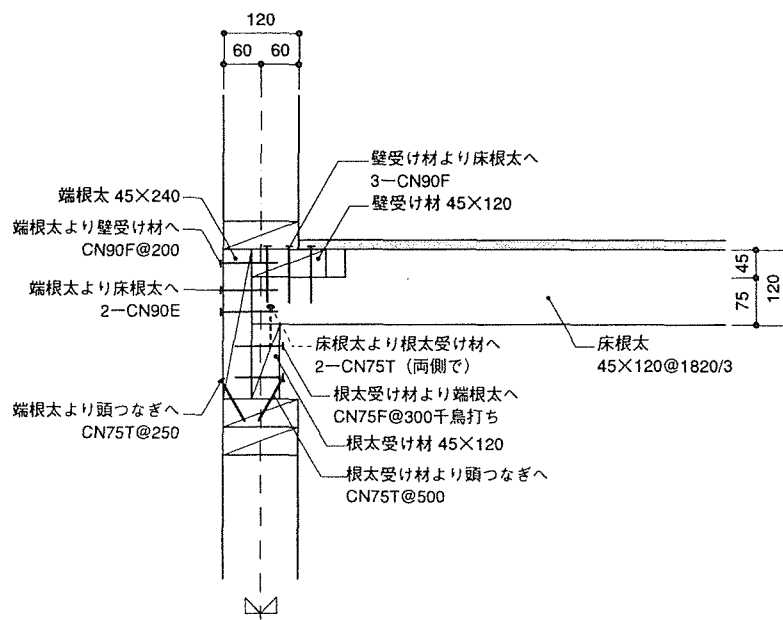
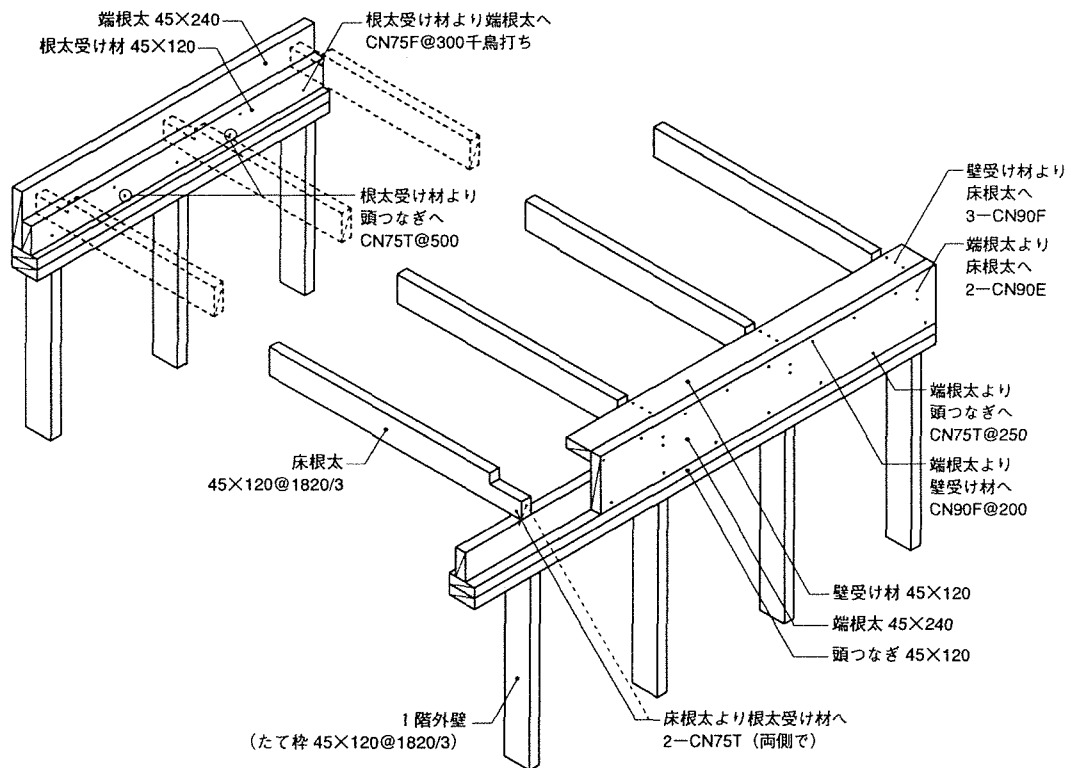
- ・ 端根太は、断面45mm×240mmとする。
- ・ 端根太と頭つなぎは、端根太からCN75を間隔250mm以内に斜め打ちし、緊結する。

② 床根太

- ・ 床根太は、断面45mm×120mm、間隔1820/3=607mm (一部調整のため606mm) とする。
- ・ 床根太の端部は、床根太上部を長さ150mm程度、深さ45mm欠き込んで、断面45mm×120mmの壁受け材を釘打ちによって緊結する。

③ 根太受け材

- ・ 根太受け材は、断面45mm×120mmとし、端根太と釘打ちによって緊結する。



(2) 端根太部 (B部)

①側根太

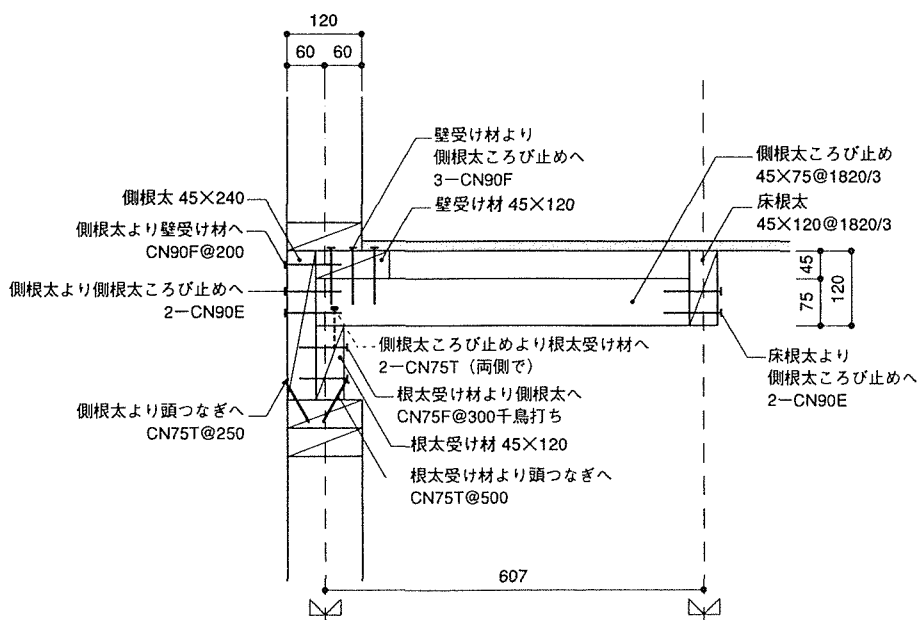
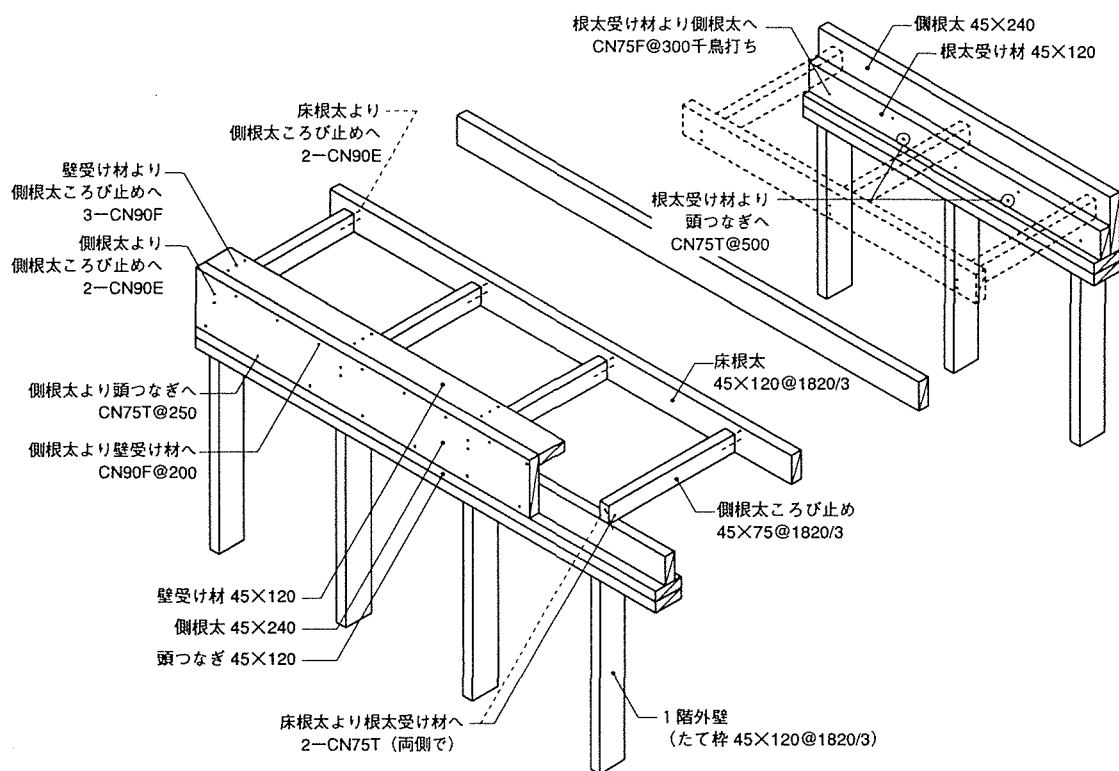
- ・側根太は、断面45mm×240mmとする。
- ・側根太と頭つなぎは、側根太からCN75を間隔250mm以内に斜め打ちし、緊結する。

②側根太ころび止め

- ・側根太部は、側根太に直交して断面45mm×75mmの側根太ころび止めを、間隔 $1820 \div 3 = 607\text{mm}$ (一部調整のため606mm) に設けて、床枠組の周辺部を補強する。
- ・側根太ころび止めと壁受け材とは釘打ちによって緊結する。

③根太受け材

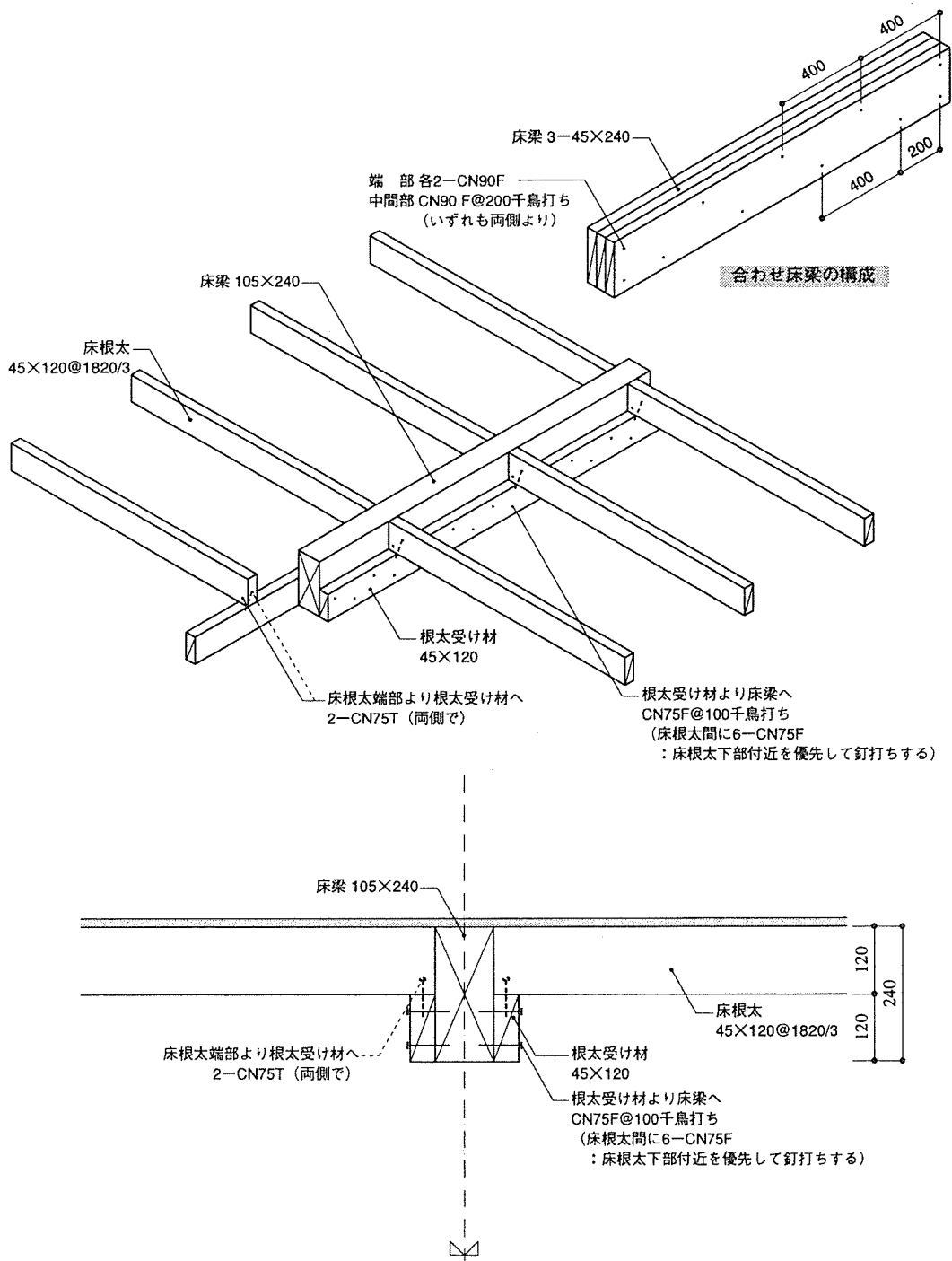
- ・根太受け材は、断面45mm×120mmとし、側根太と釘打ちによって緊結する。



(3) 床 梁 (C部)

① 床 梁

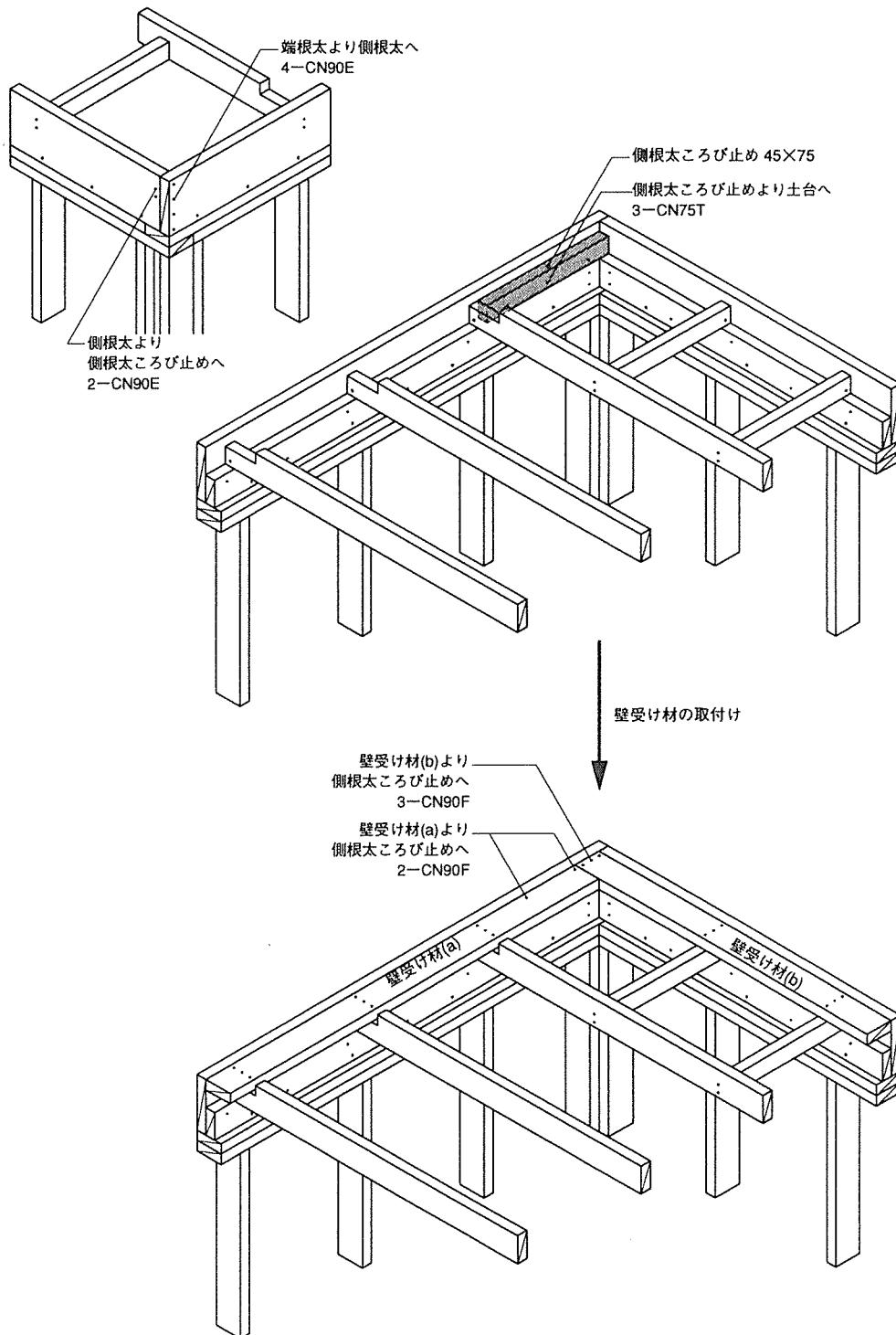
- ・ 床梁の断面は、105mm×240mmを標準とする。
- ・ 床梁を、断面45mm×240mmを用いて合わせ床梁とする場合は、端部2-CN90、中間部CN90を間隔200mm以内に平打ちし、緊結する。
- ・ 床梁の端部は、外壁又は内部耐力壁（又は支持壁）を支点とし、掛りは60mm以上とする。
- ・ 端部の釘打ちは、CN75を両側から合計2本斜め打ちし、緊結する。更に、外壁上部は端根太（又は側根太）よりCN90を8本木口打ち、内部耐力壁上部（又は支持壁）で継ぐ場合は添え木又は帯金物で相互を緊結する。



(4) 床枠組隅部の補強 (D部)

①床枠組隅部の補強

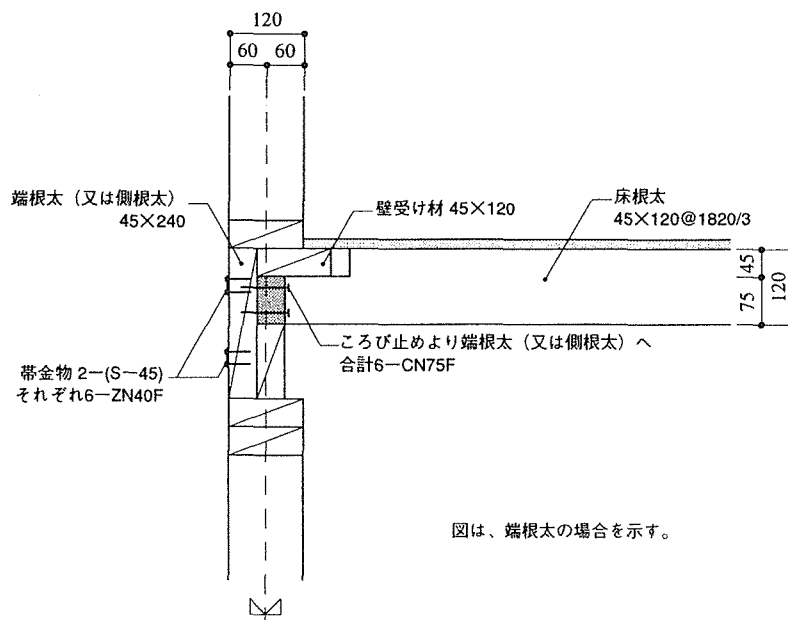
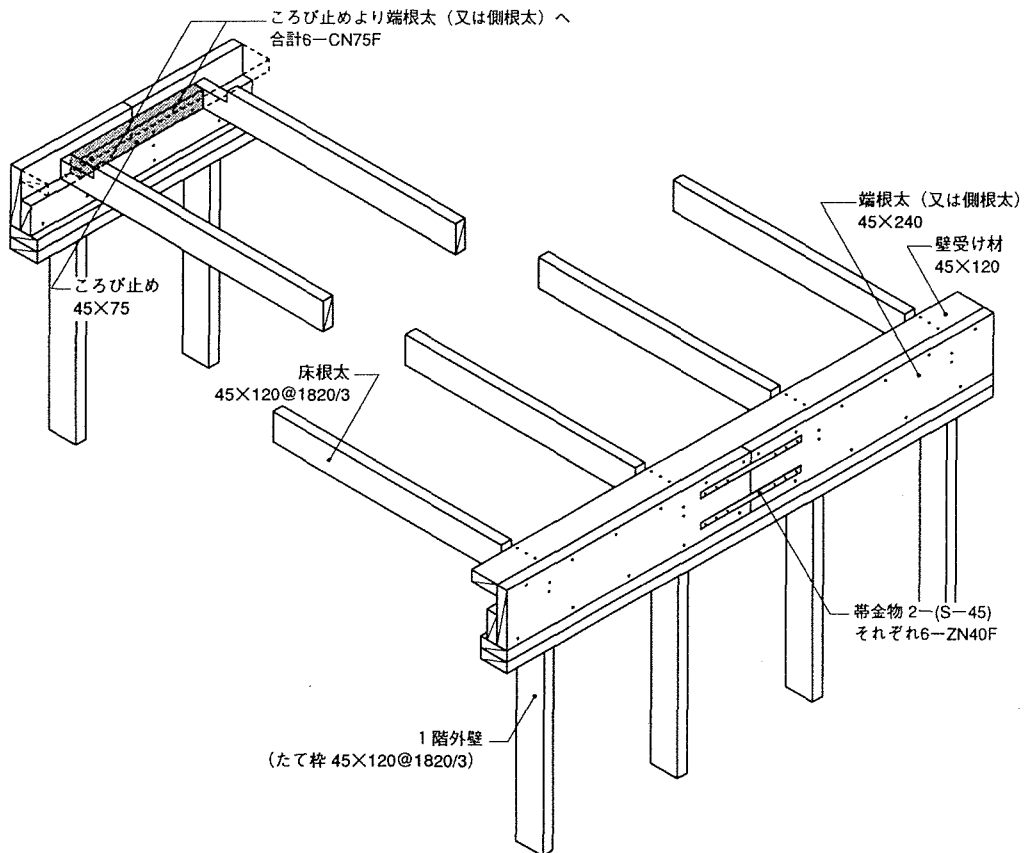
- ・床枠組隅部は、断面45mm×75mmの側根太ころび止めを設けて補強する。
- ・床枠組隅部の側根太ころび止めと根太受け材は、側根太ころび止めからCN75を3本斜め打ちし、緊結する。
- ・床枠組隅部の側根太ころび止めと壁受け材は、各壁受け材から釘打ちし、緊結する。



(5) 端根太 (又は側根太) の継手 (E部)

① 端根太 (又は側根太) の継手

- ・ 端根太 (又は側根太) の継手は、帯金物 (S-45) を 2 組用いて ZN40 を各金物につき 6 本平打ちし、緊結する。
- ・ 端根太 (又は側根太) の継手部の内側には、ころび止め 45mm×75mm を設け CN75 を合計 6 本平打ちし、緊結する。
- ・ 端根太 (又は側根太) の継手は、根太受け材の継手と床根太間隔 (607mm) 以上離して継ぐこととする。

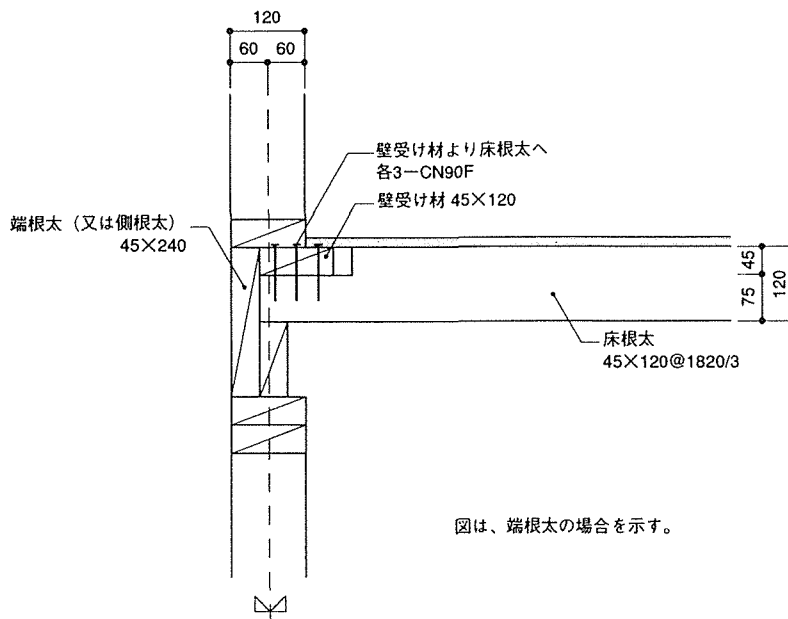
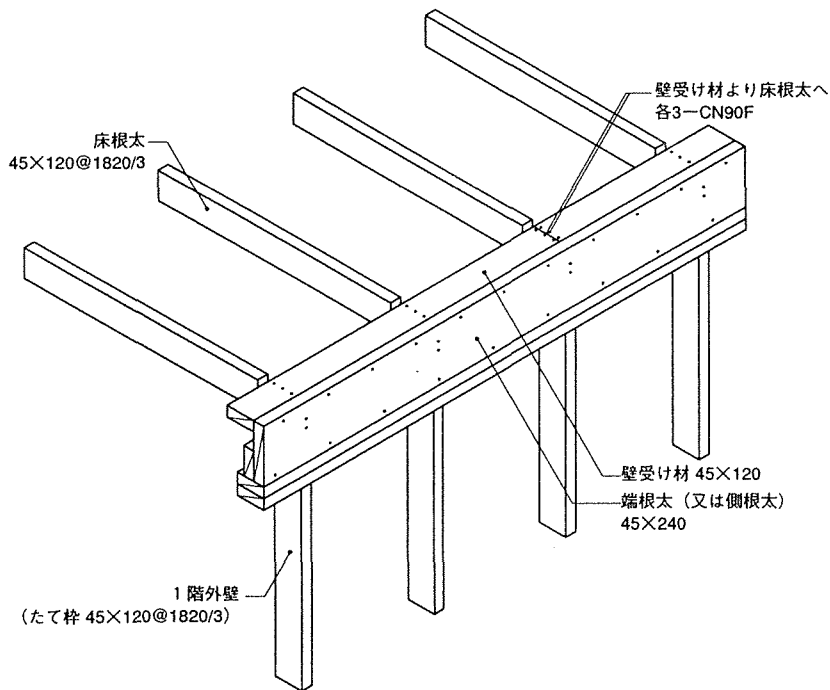


図は、端根太の場合を示す。

(6) 壁受け材の継手 (F部)

① 壁受け材の継手

・ 壁受け材の継手は、床根太の上で行い、壁受け材端部よりCN90を各3本平打ちし、緊結する。

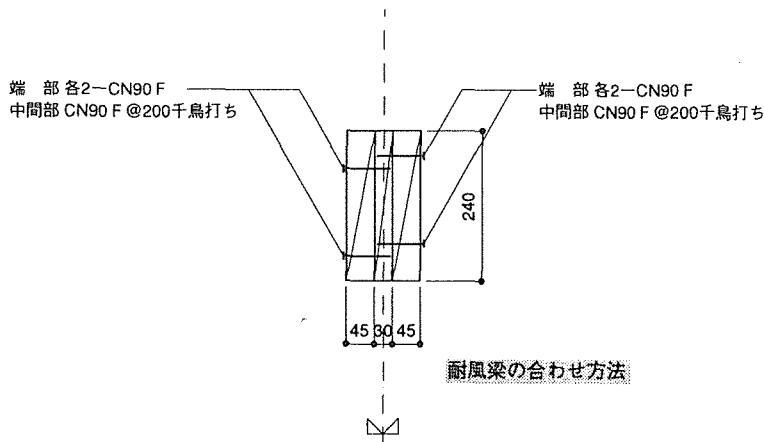
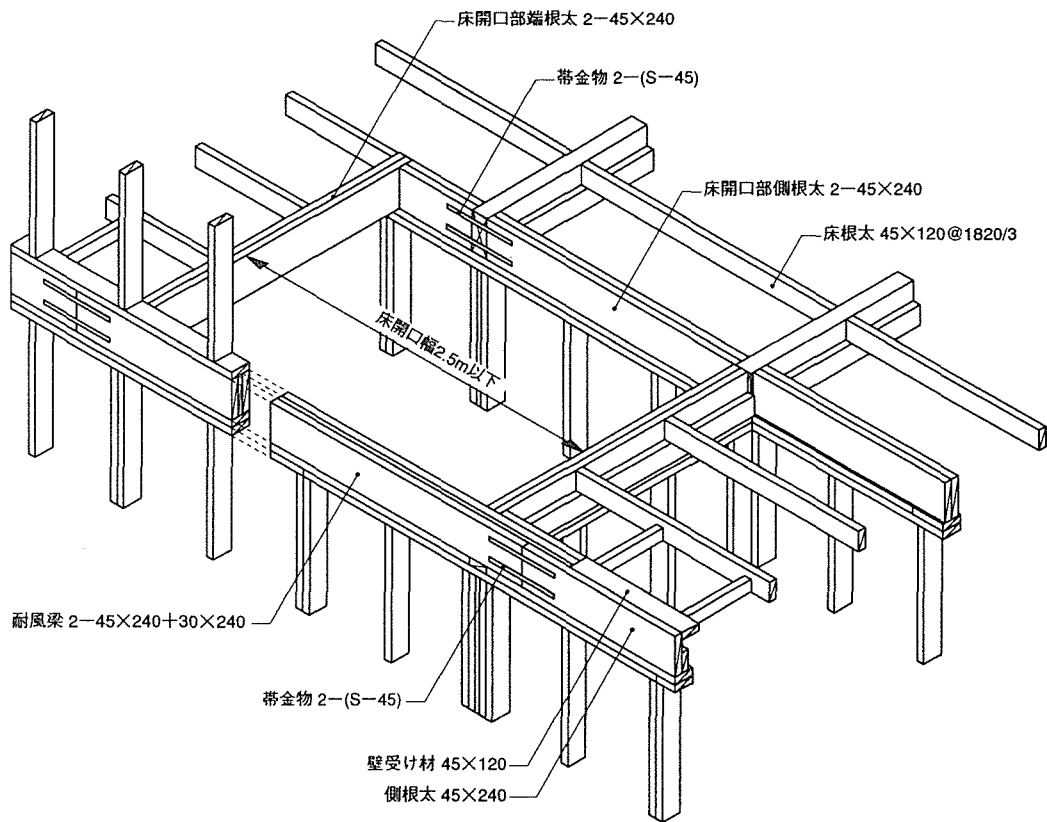


図は、端根太の場合を示す。

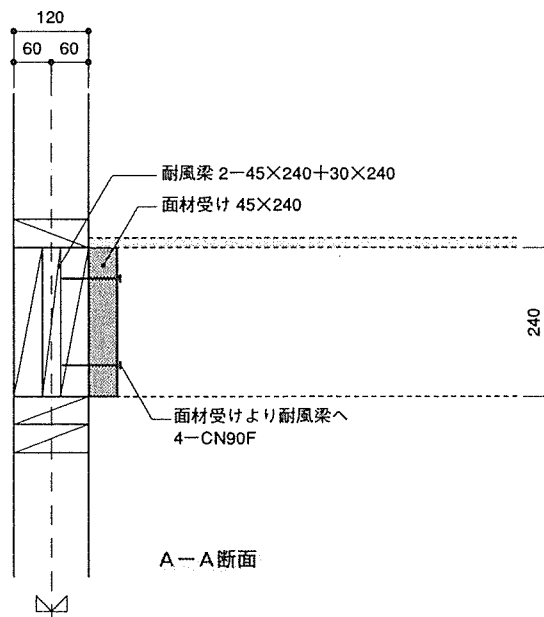
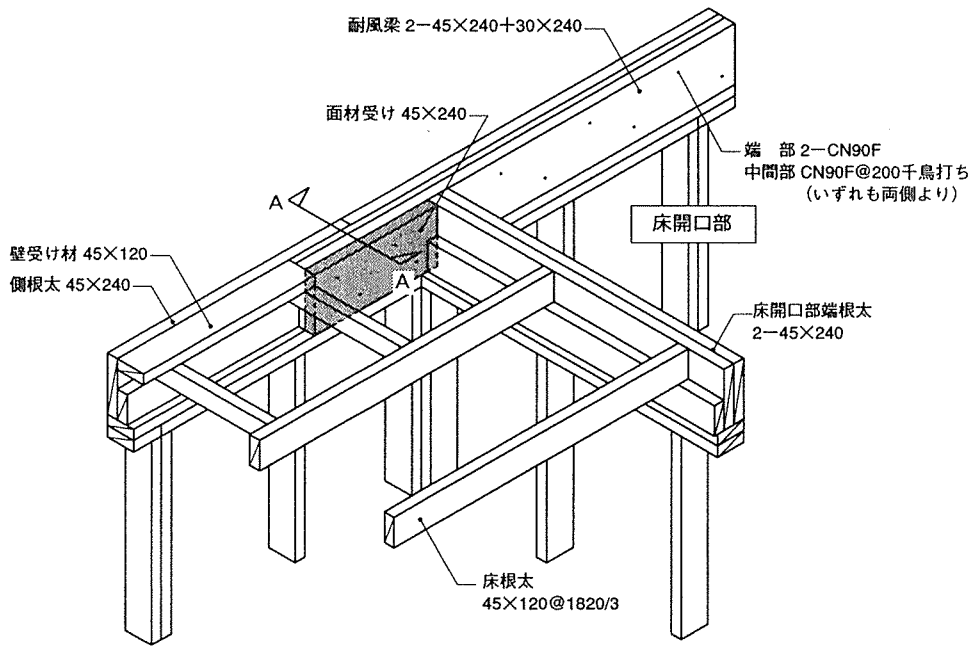
(7) 床開口部の補強 (G部)

①耐風梁

- ・耐風梁は、床開口幅が2.5m以下のときは、断面2-45mm×240mm+30mm×240mmの合わせ梁とし、端部2-CN90、中間部CN90を間隔200mm以内にいずれも両側から釘打ちする。2.5mを超える場合は構造計算による。
- ・耐風梁の端部は、300mm程度のばして帯金物 (S-45) を2組用いてZN40を各金物につき6本平打ちし、緊結する。

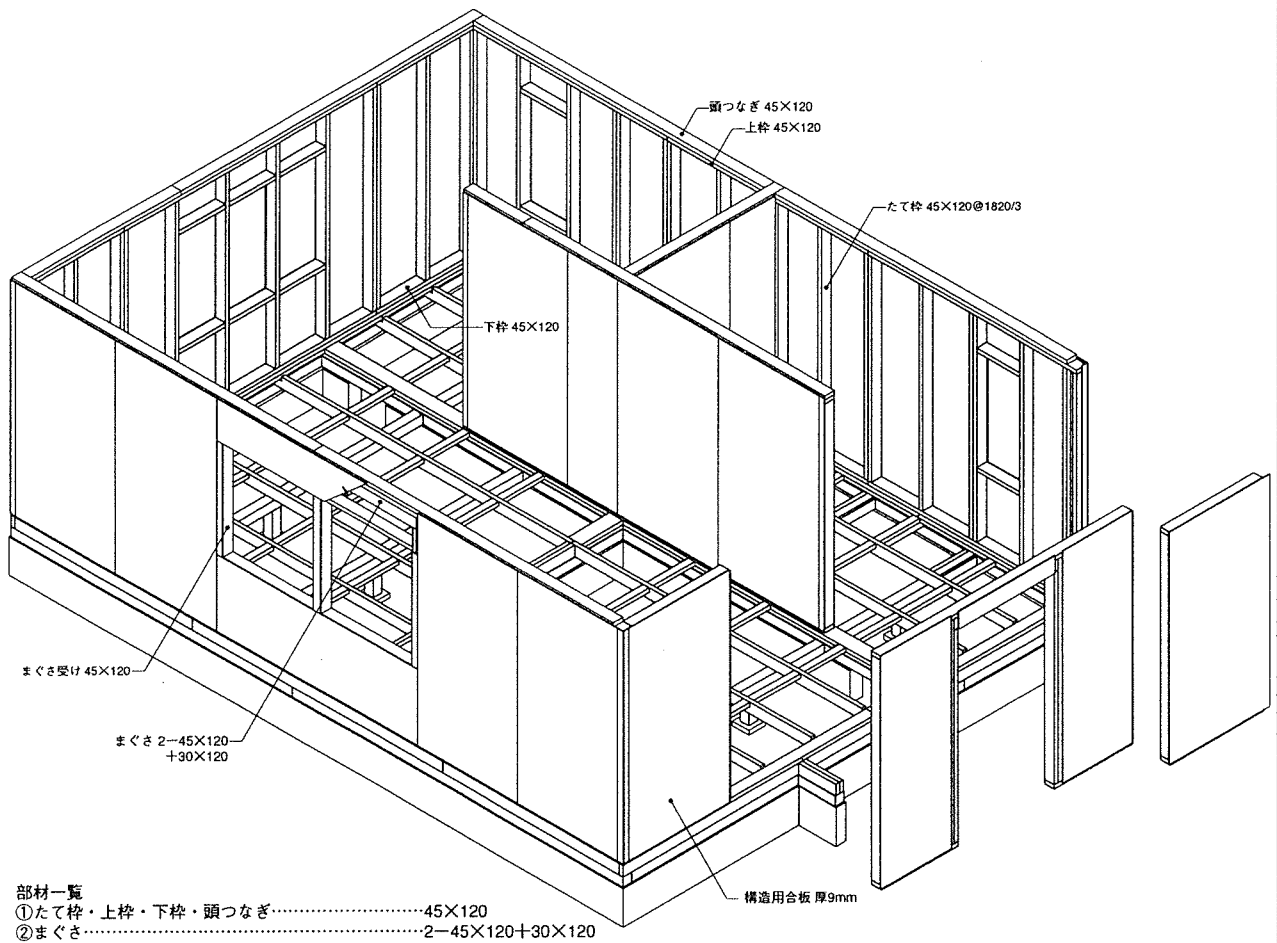


- 耐風梁の端部の内側には、面材受けとして45mm×240mmをCN90、合計4本平打ちで釘打ちし、緊結する。



4. 4 壁 枠 組

壁枠組は、たて枠、上枠、下枠を相互に釘打ちして壁枠組を構成し、壁下地材である厚さ9mmの構造用合板を壁枠組に釘打ちして壁パネルとする。壁パネル相互を接合したうえで、頭つなぎを釘打ちにより緊結し、一体化させる。また、壁枠組をパネルとせず現場で組立てる場合は、一般的な枠組壁工法に準じる。



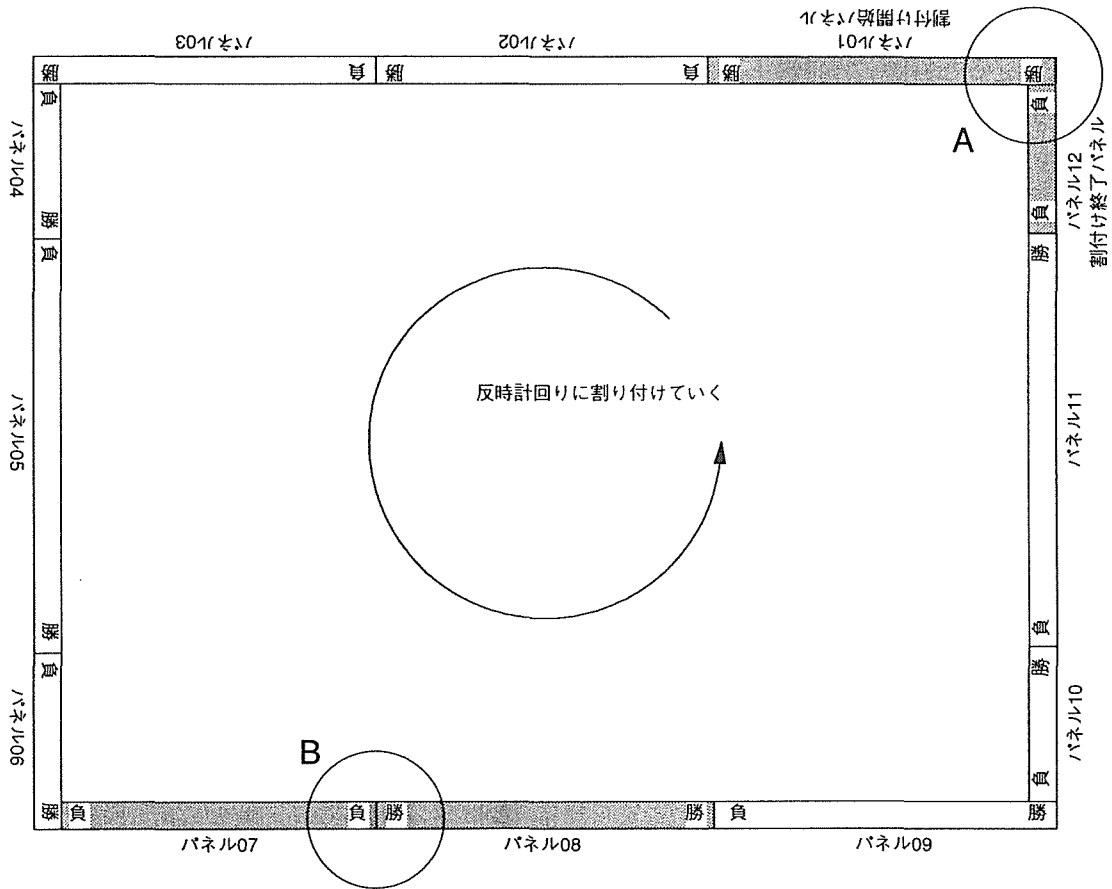
(1) 壁パネルの基本事項

①原則として、室外側から見てパネル左端が負け、パネル右端が勝つ。

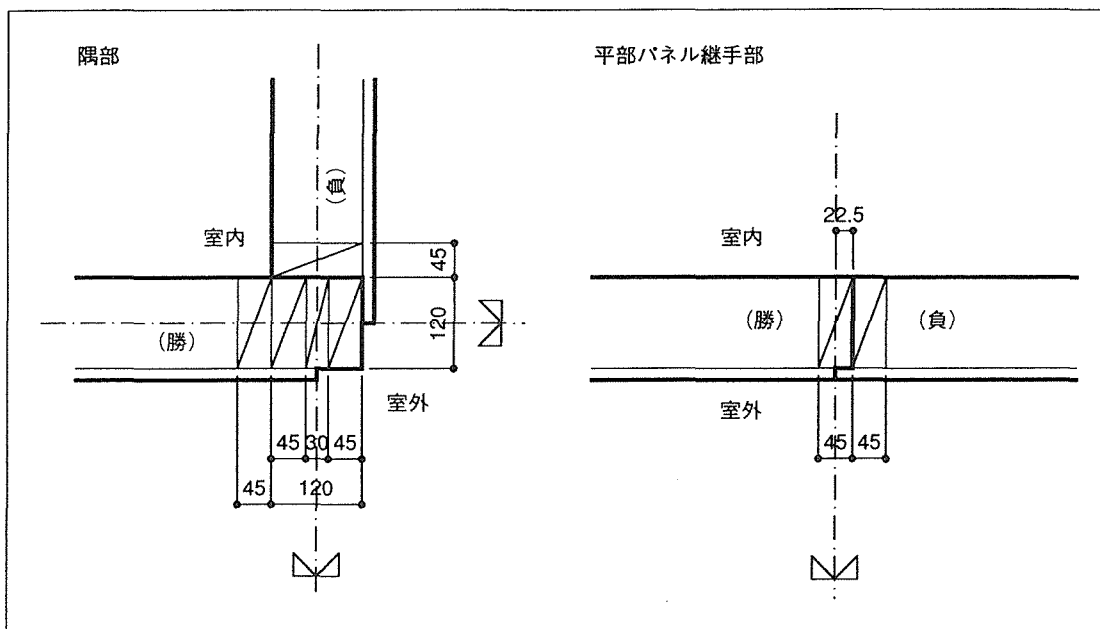
ただし、次の場合は前述の原則に反する。

- イ) 割付け開始パネル (下図○A部)
- ロ) 割付け終了パネル (下図○A部)
- ハ) 開口部がパネル端部にくる場合 (下図○B部)

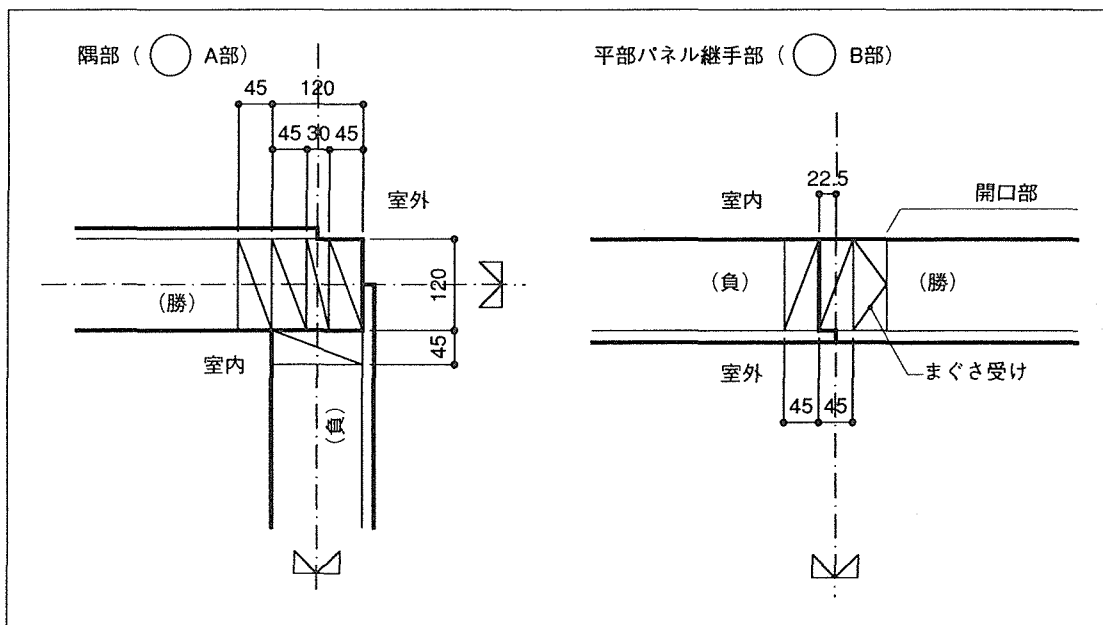
②壁下地 (構造用合板) の継手位置はモジュール (@607) 上とする。



標準納まり



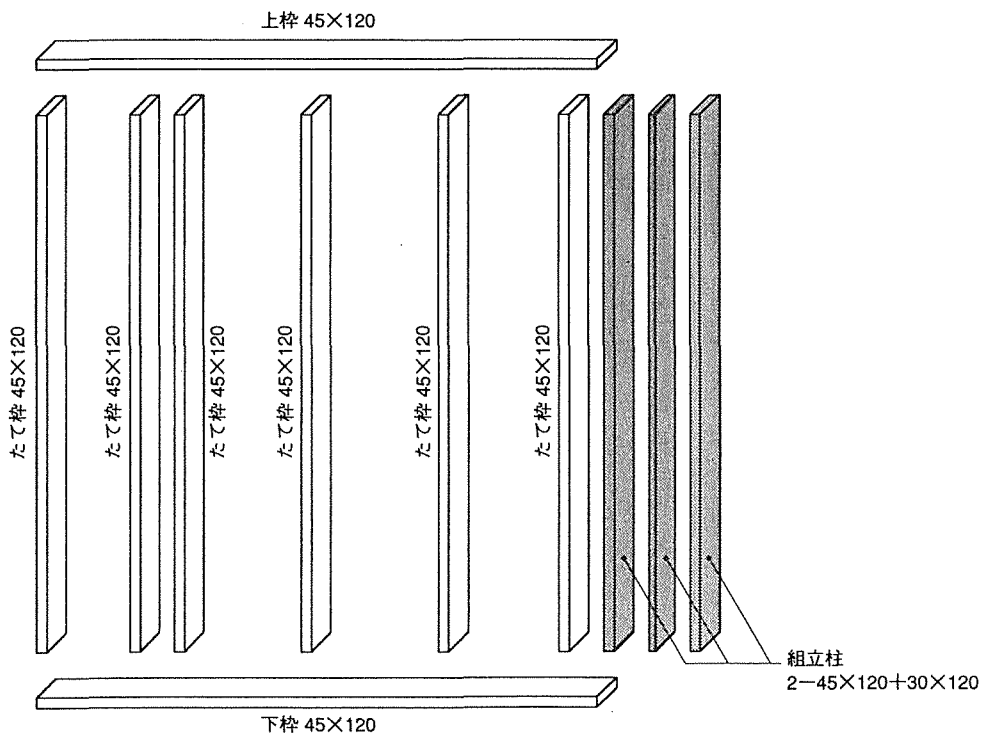
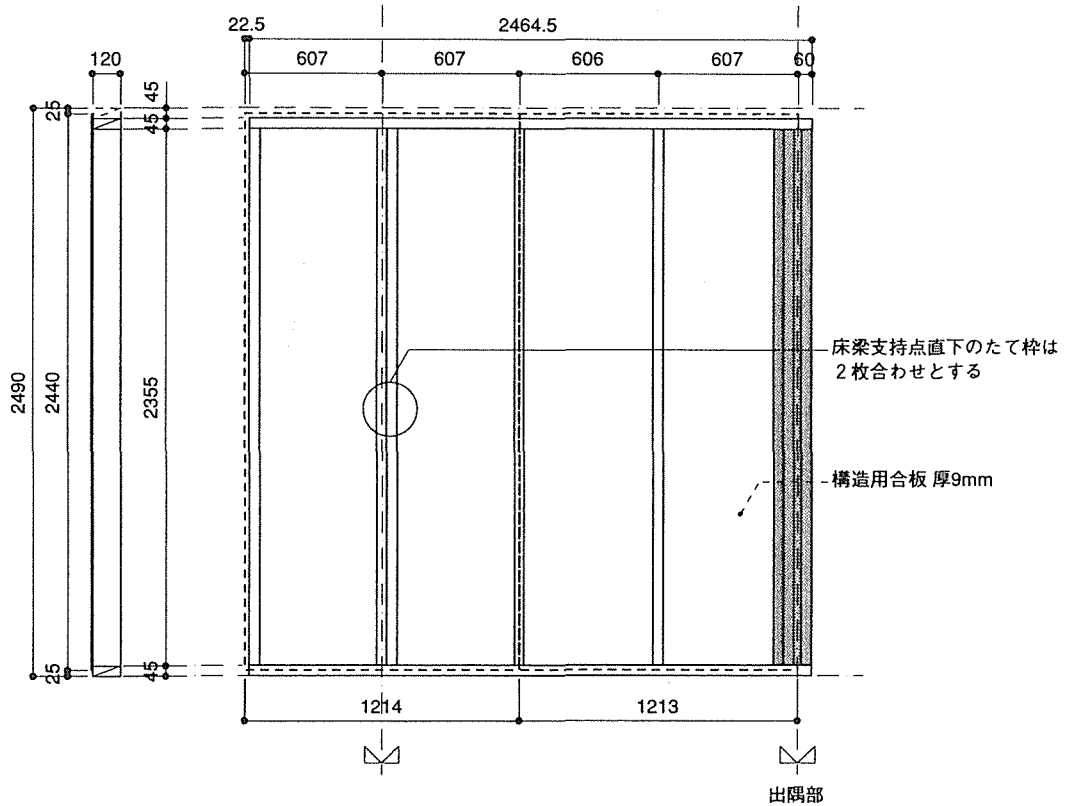
標準外の納まり



(2) 無開口壁パネルの構成方法

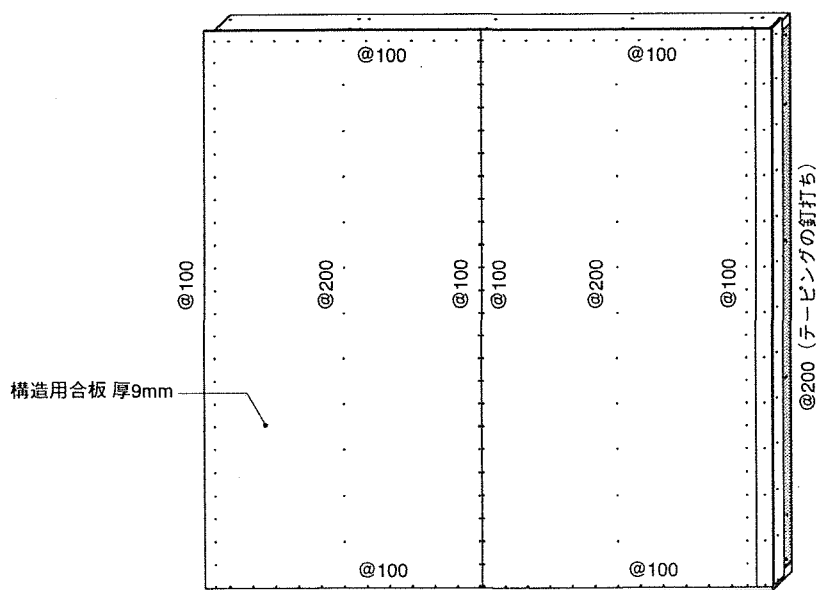
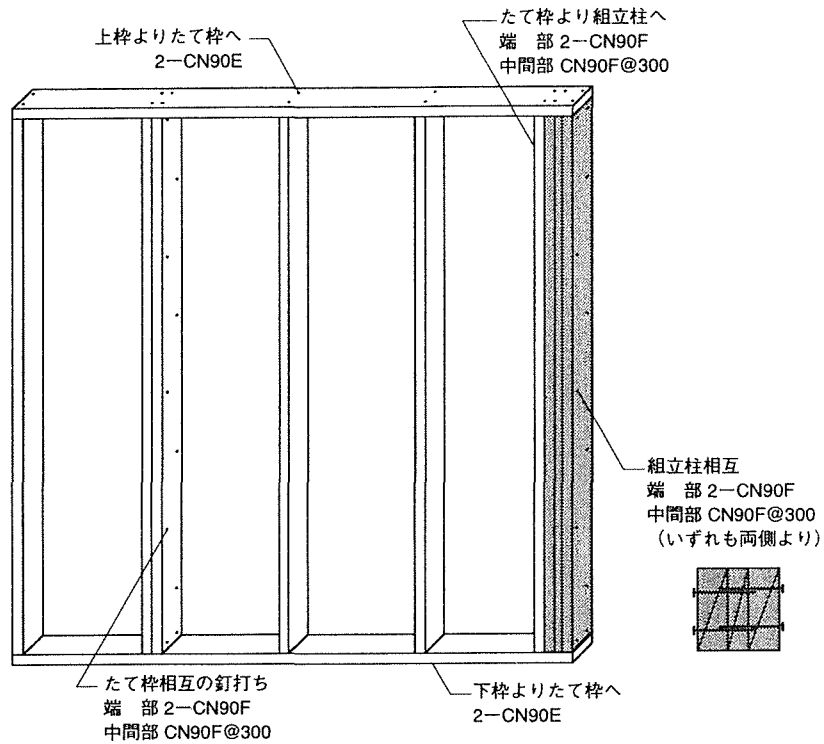
①無開口壁パネルの構成方法

- ・ たて枠、上枠及び下枠の断面寸法は、45mm×120mmとする。
- ・ たて枠の間隔は、 $1820/3=607\text{mm}$ （一部調整のため606mm）とする。
- ・ 床梁支持点直下のたて枠は2枚合わせとし、隅角部及びT字部のたて枠は、3本以上のたて枠で構成する。



②無開口壁パネルの釘打ち方法

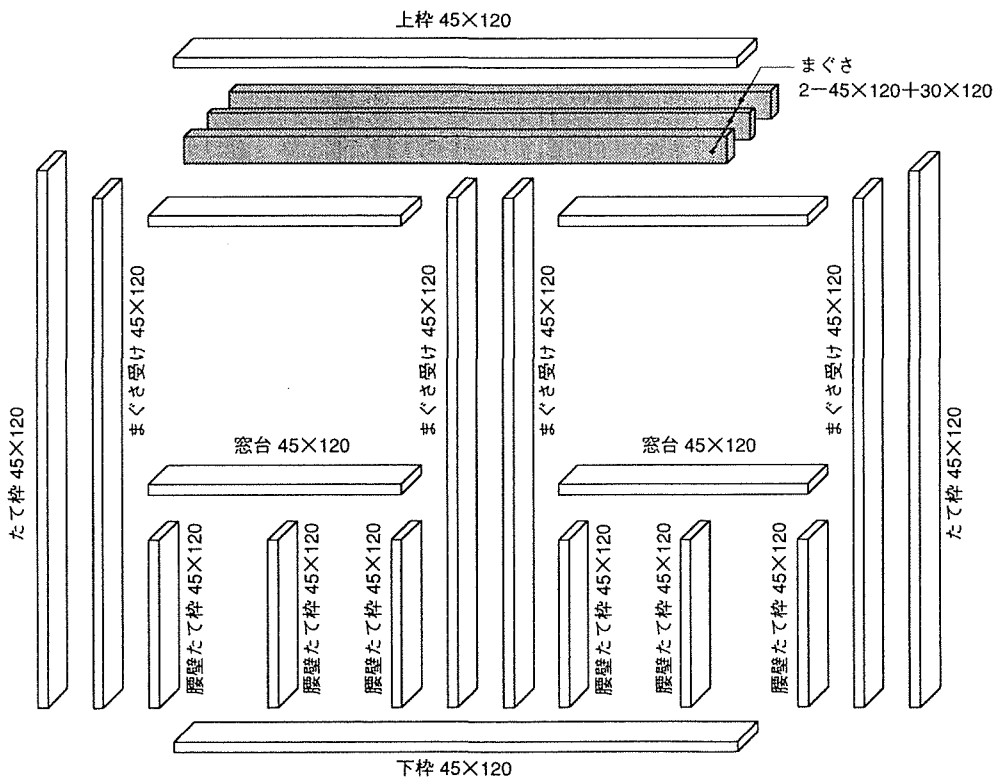
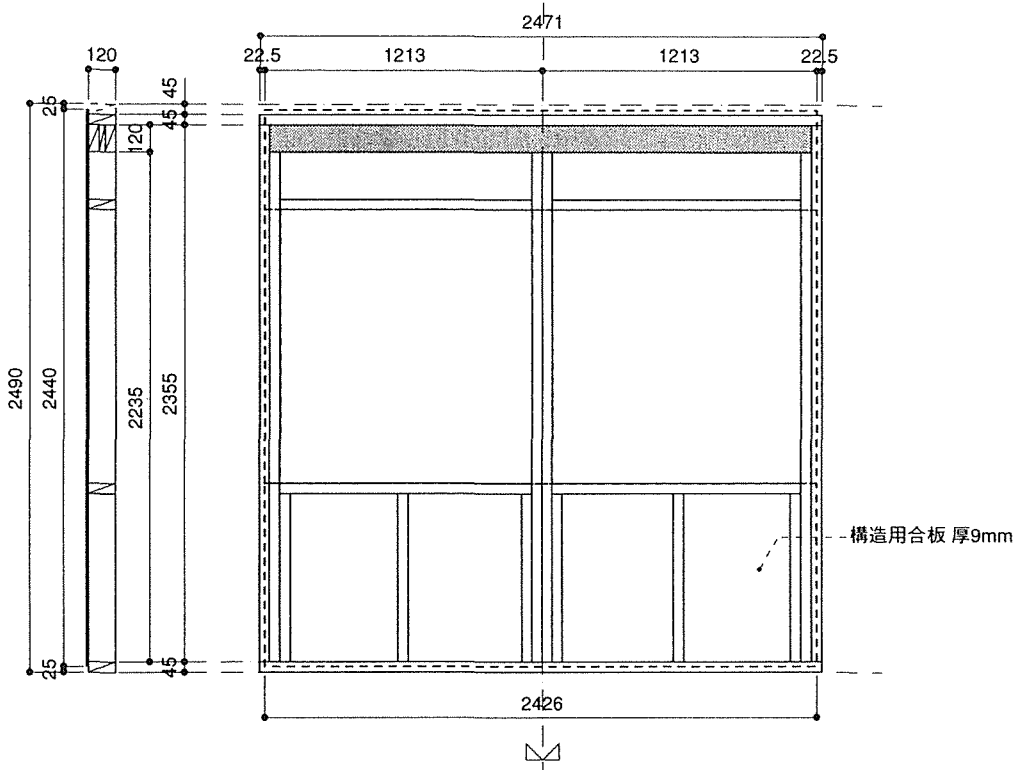
釘打ちにより緊結された枠材に、構造用合板厚9mmをCN50で合板周辺部100mm、中間部200mmの間隔に釘打ちする。



(3) 開口壁パネルの構成方法

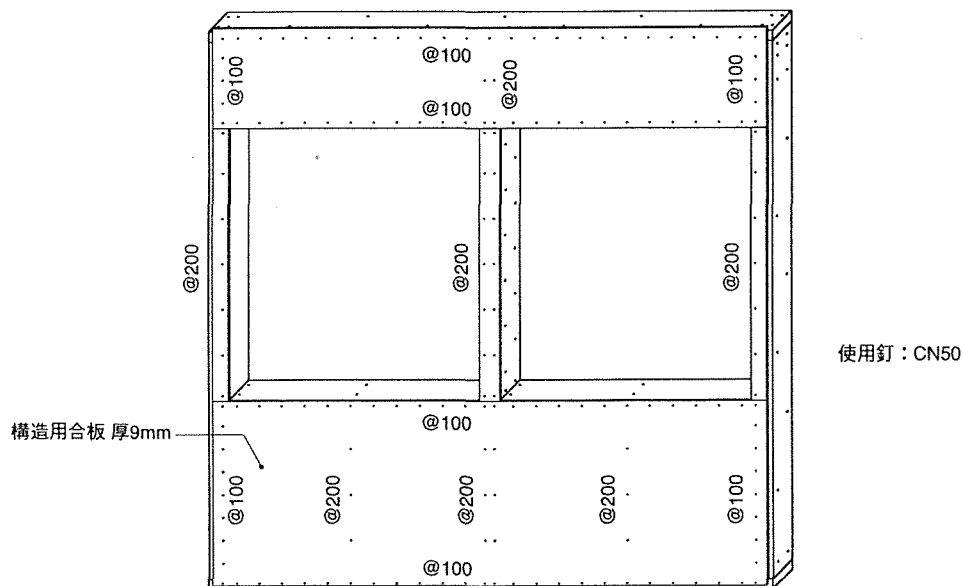
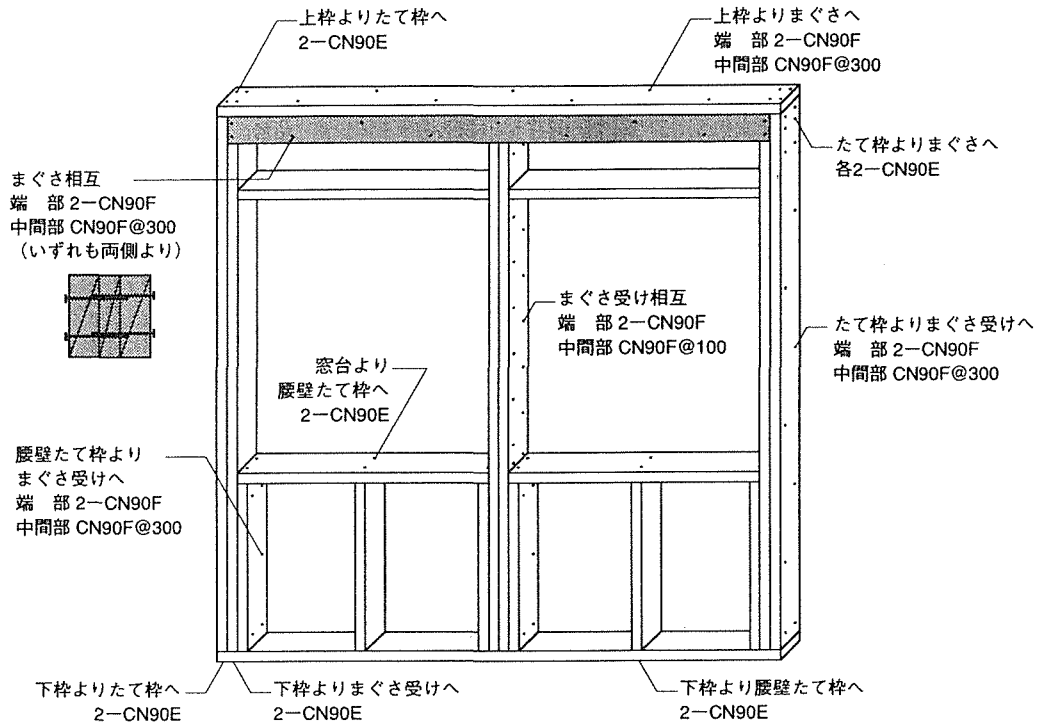
① 開口壁パネルの構成方法

- ・ たて枠、上枠及び下枠の断面寸法は、45mm×120mmとする。
- ・ 開口部を構成する部材（まぐさ受け、窓台、腰壁たて枠）の断面寸法は、45mm×120mmとする。
- ・ まぐさは、合わせ梁とし、その断面は（2-45mm×120mm+30mm×120mm）又は（2-45mm×240mm+30mm×240mm）とする。



②開口壁パネルの釘打ち方法

- ・まぐさの合わせ方法は、端部2-CN90、中間部CN90を間隔300mm以内にいずれも両側から釘打ちする。
- ・構造用合板厚9mmの釘打ちは、耐力壁の釘打ちと同様にCN50で合板周辺部100mm、中間部200mmの間隔に釘打ちする。

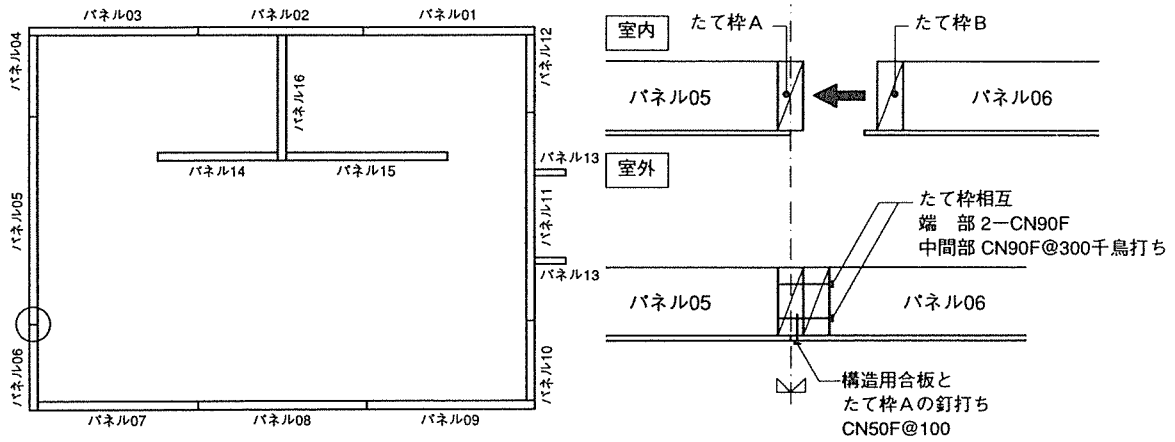


(4) 壁パネル相互の接合方法

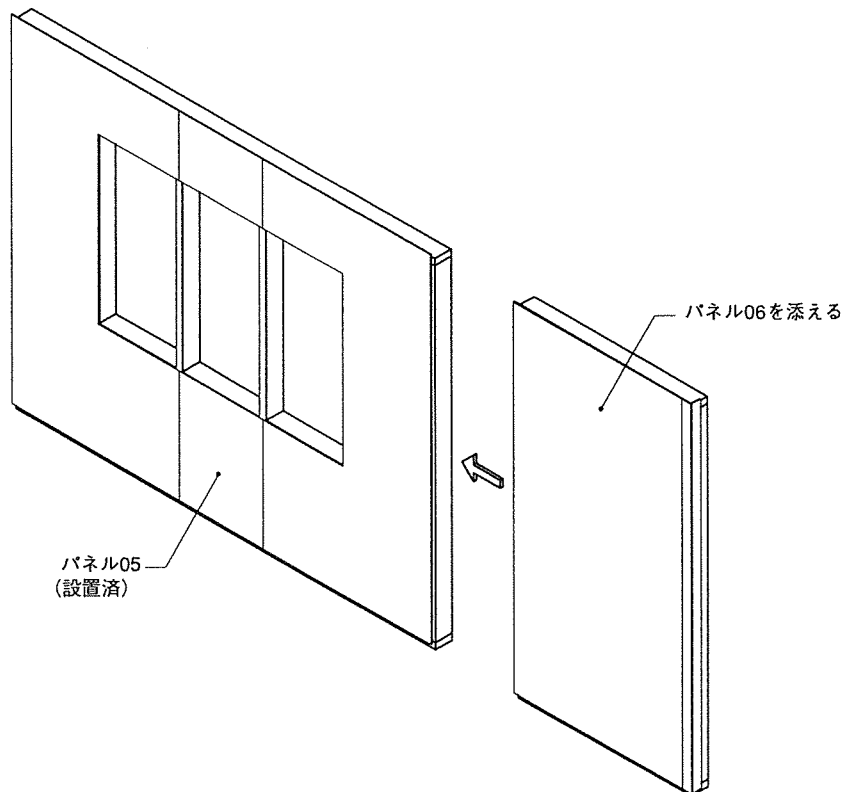
①平部

モジュール上に配置した壁パネルの端部たて枠（下図のたて枠A）に、構造用合板のつばを出した壁パネルの端部たて枠（下図のたて枠B）を接合する。

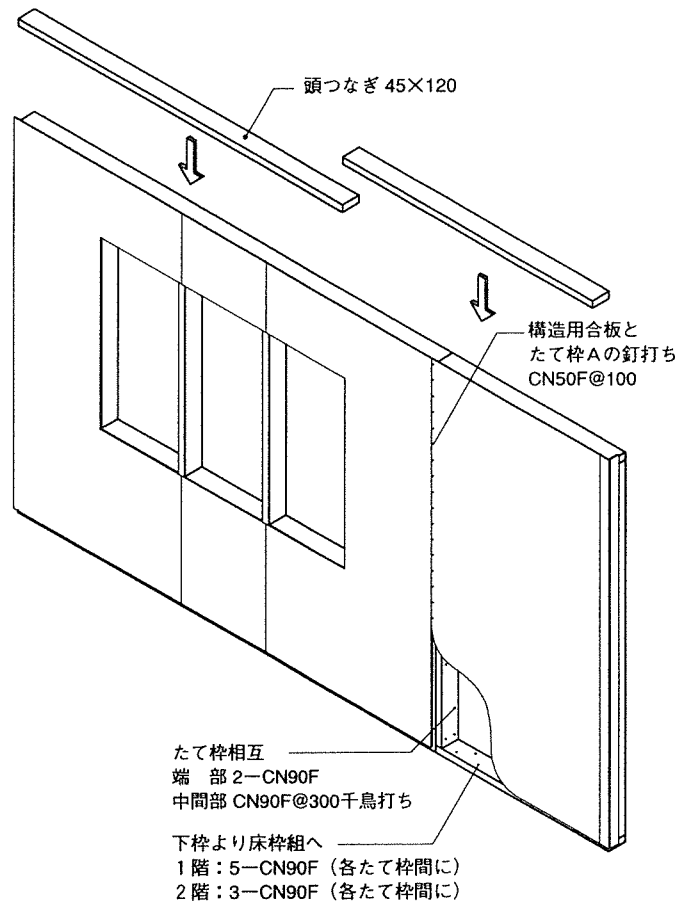
以下にパネル05とパネル06の接合手順を示す。



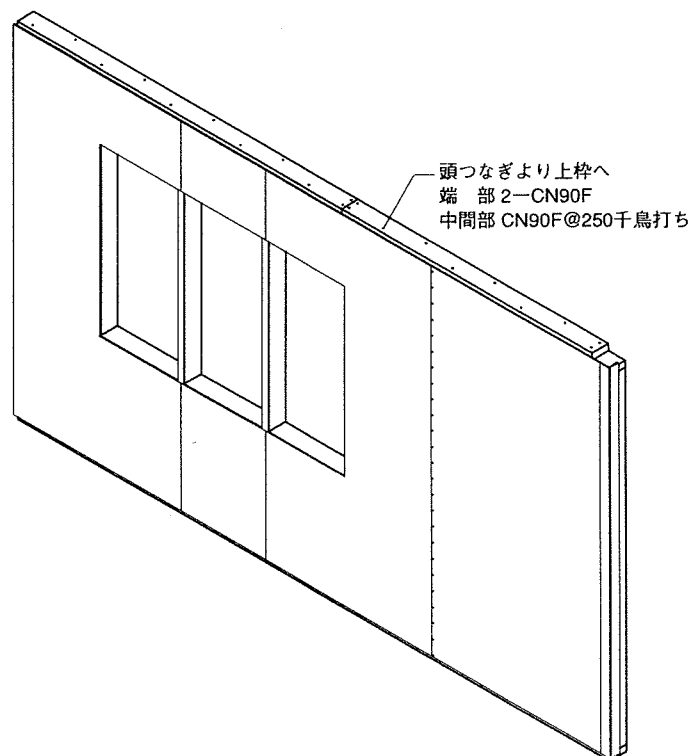
手順1 パネルの配置



手順2 パネル相互の釘打ち



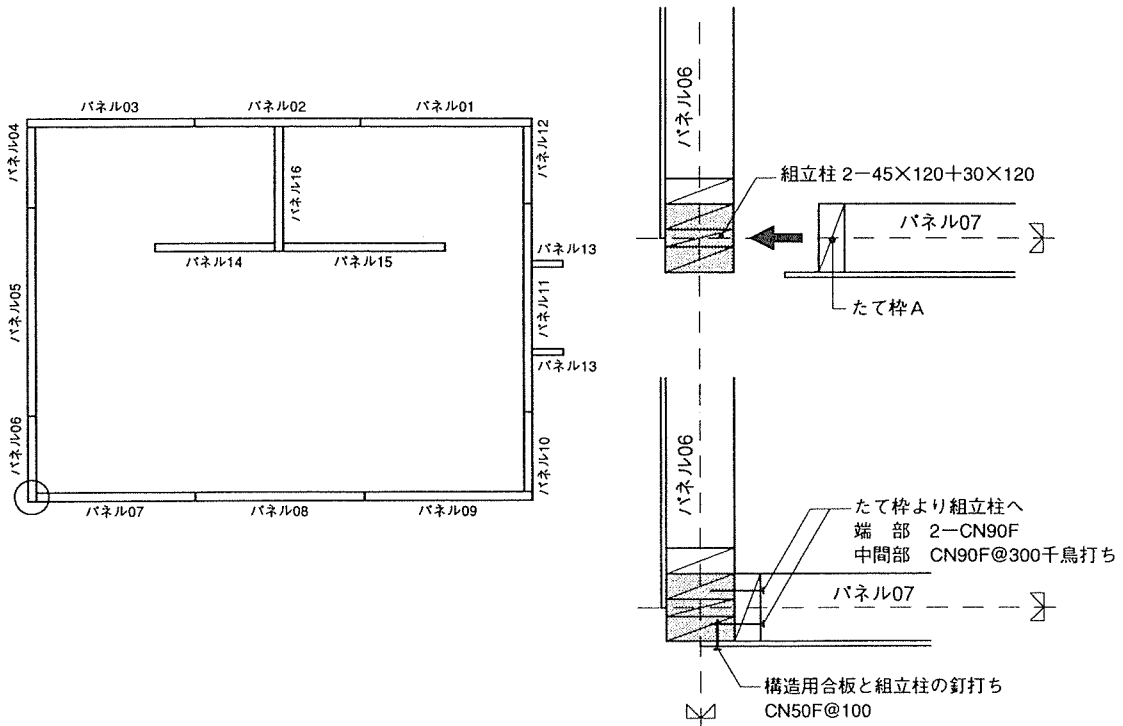
手順3 頭つなぎの釘打ち



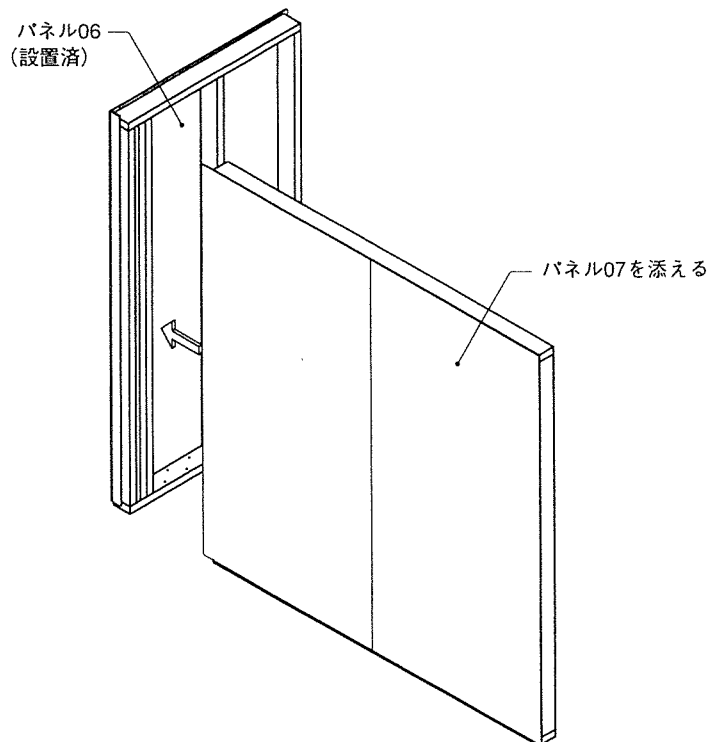
②出隅部

端部に組立柱を設けた壁パネルに、構造用合板のつばを出した壁パネルの端部たて枠（下図のたて枠A）を接合する。

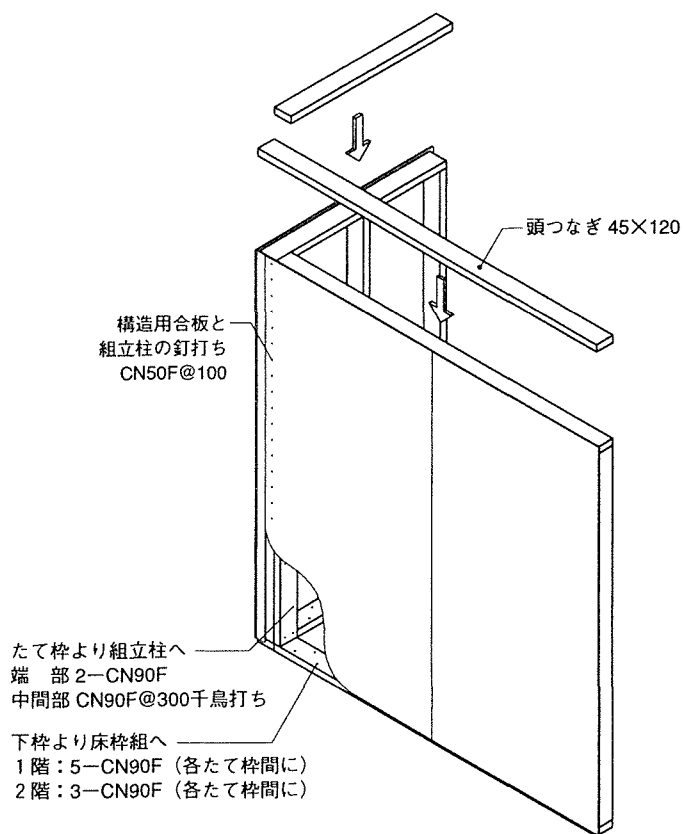
以下にパネル06とパネル07の接合手順を示す。



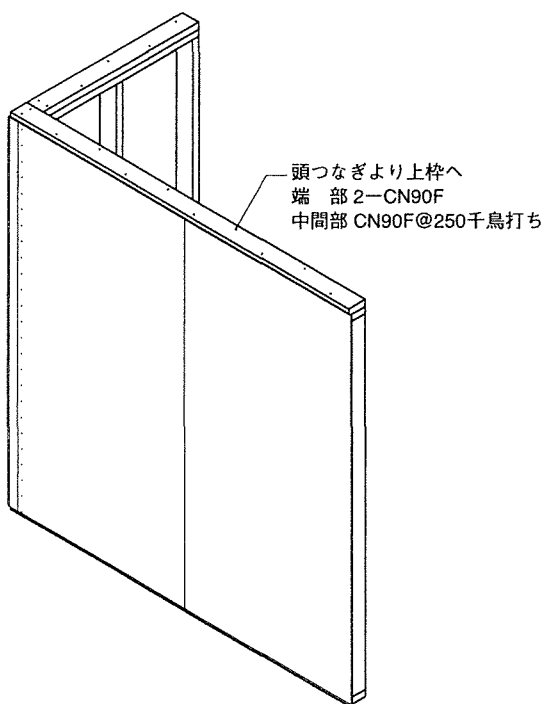
手順1 パネルの配置



手順2 パネル相互の釘打ち



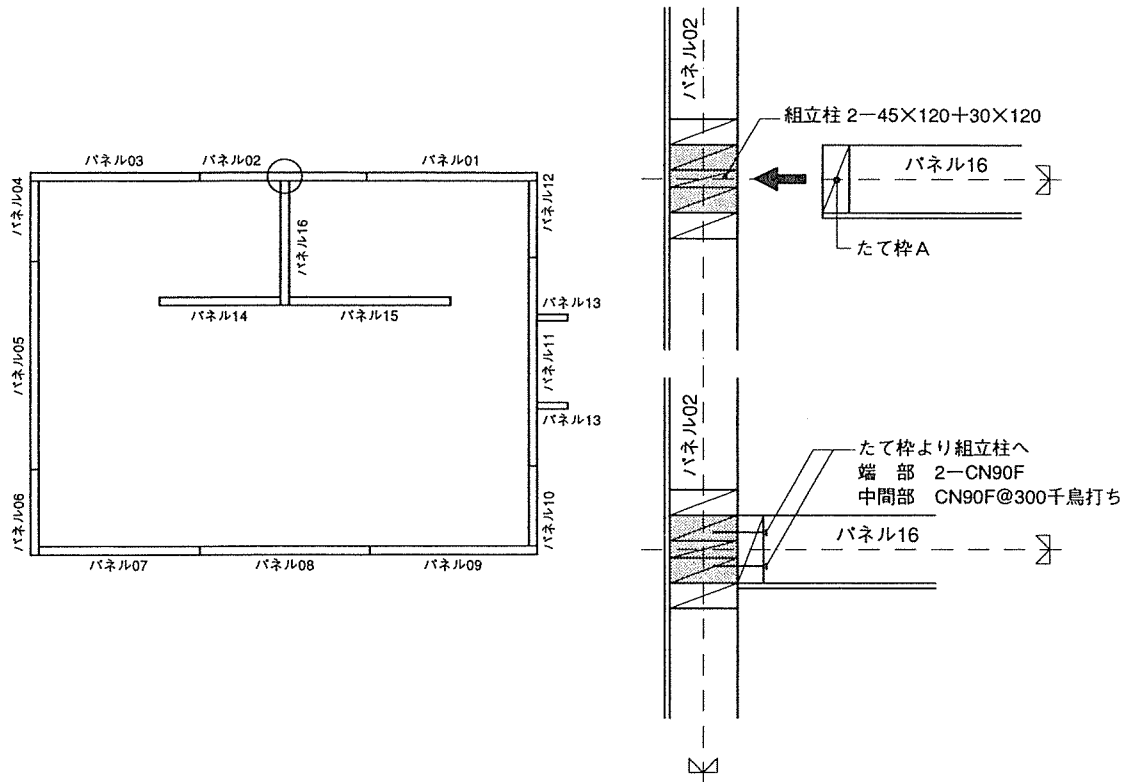
手順3 頭つなぎの釘打ち



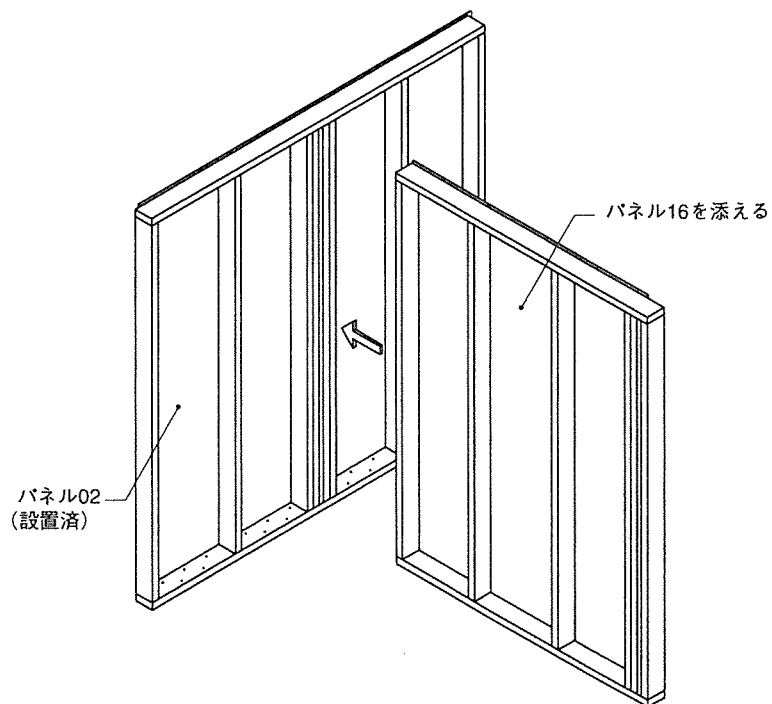
③T字部

平部の壁パネルに組立柱を設け、その組立柱に直交する壁パネルの端部たて枠（下図のたて枠A）を接合する。

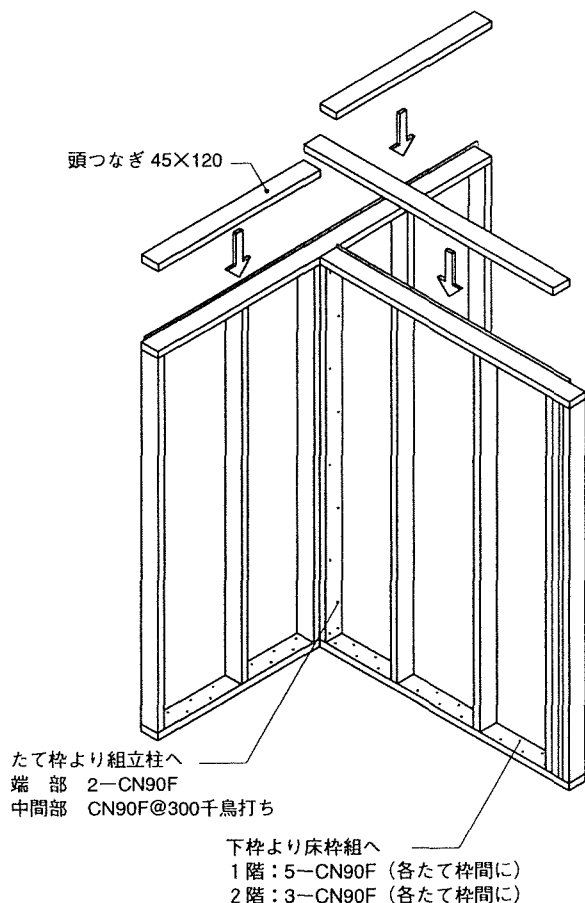
以下にパネル02とパネル16の接合手順を示す。



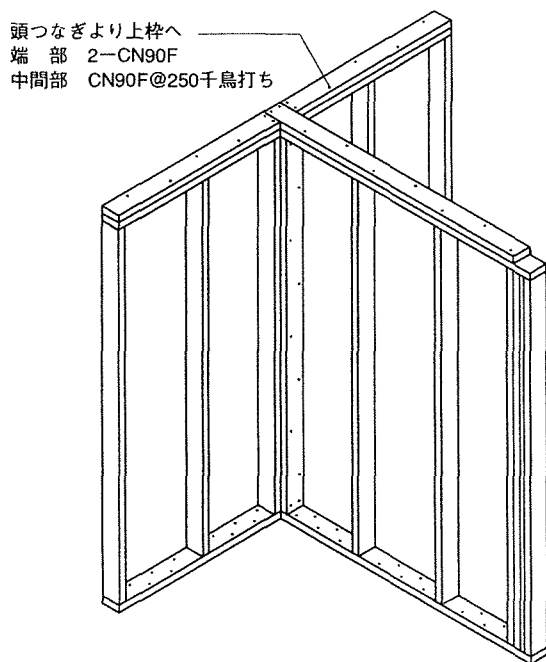
手順1 パネルの配置



手順2 パネル相互の釘打ち

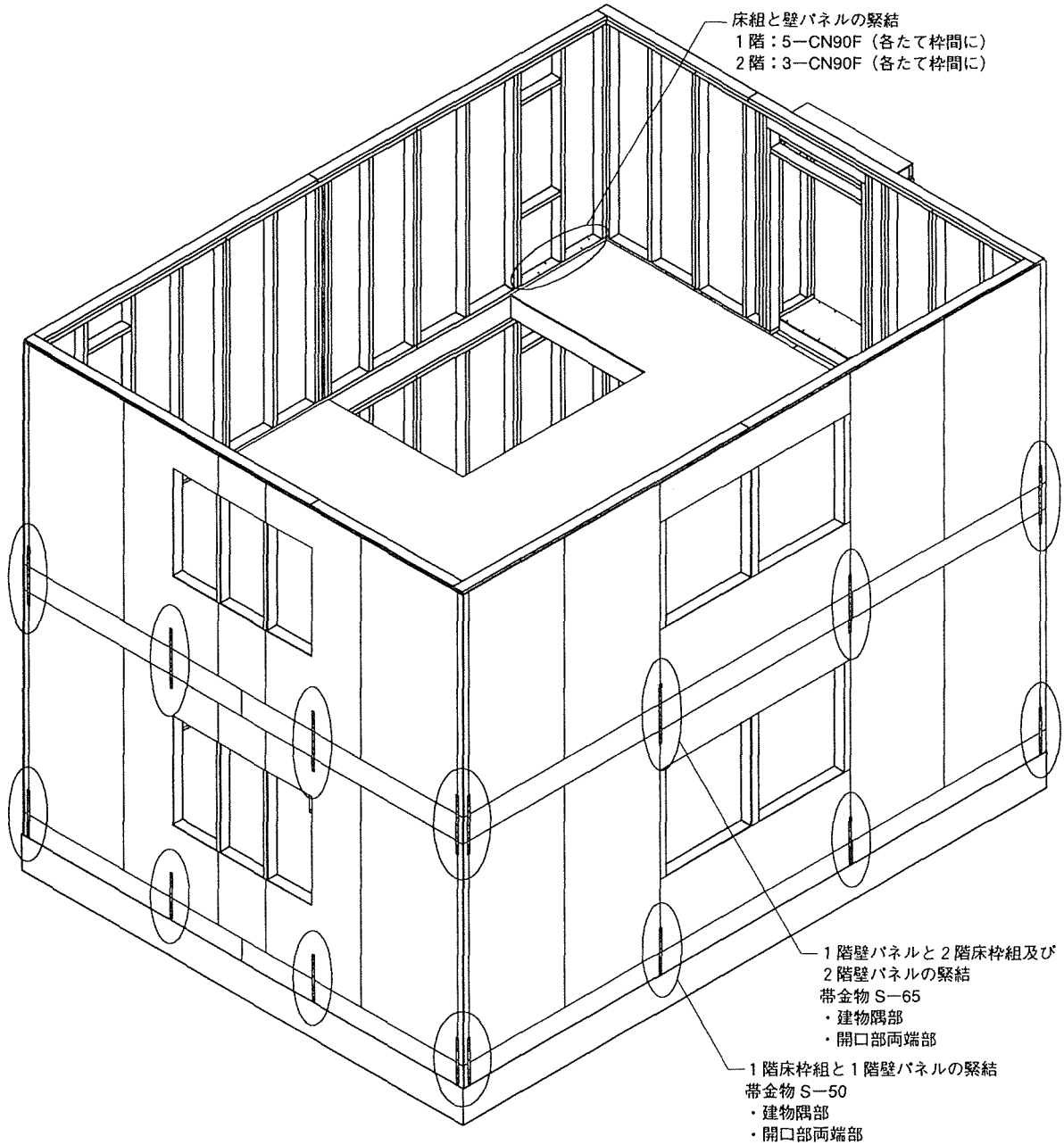


手順3 頭つなぎの釘打ち



(5) 床枠組と壁パネルの補強方法

床枠組と壁パネルの接合は、下枠からの釘打ちに加え、帯金物を用いて補強する。帯金物の配置は、隅部と開口部両端部に設けることとする。



4. 5 小屋組

小屋組は合板ガセットによるトラス方式を標準とする。

(1) トラス

- ・トラスの弦材は45mm×120mmとする。
- ・トラスの間隔は $1820/3=607\text{mm}$ （一部調整のため606mm）とする。
- ・トラスと頭つなぎの釘打ちはトラスよりCN75を2本斜め打ちとし、あおり止め金物TSによってトラスと外壁を緊結する。
- ・トラス下弦材には45mm×90mmのつなぎ材を、斜材間には45mm×90mmの振れ止めを取り付ける。
- ・トラスの頂部及び外壁上のトラス間には、45mm×90mmのころび止めを設ける。

(2) 屋根下地材

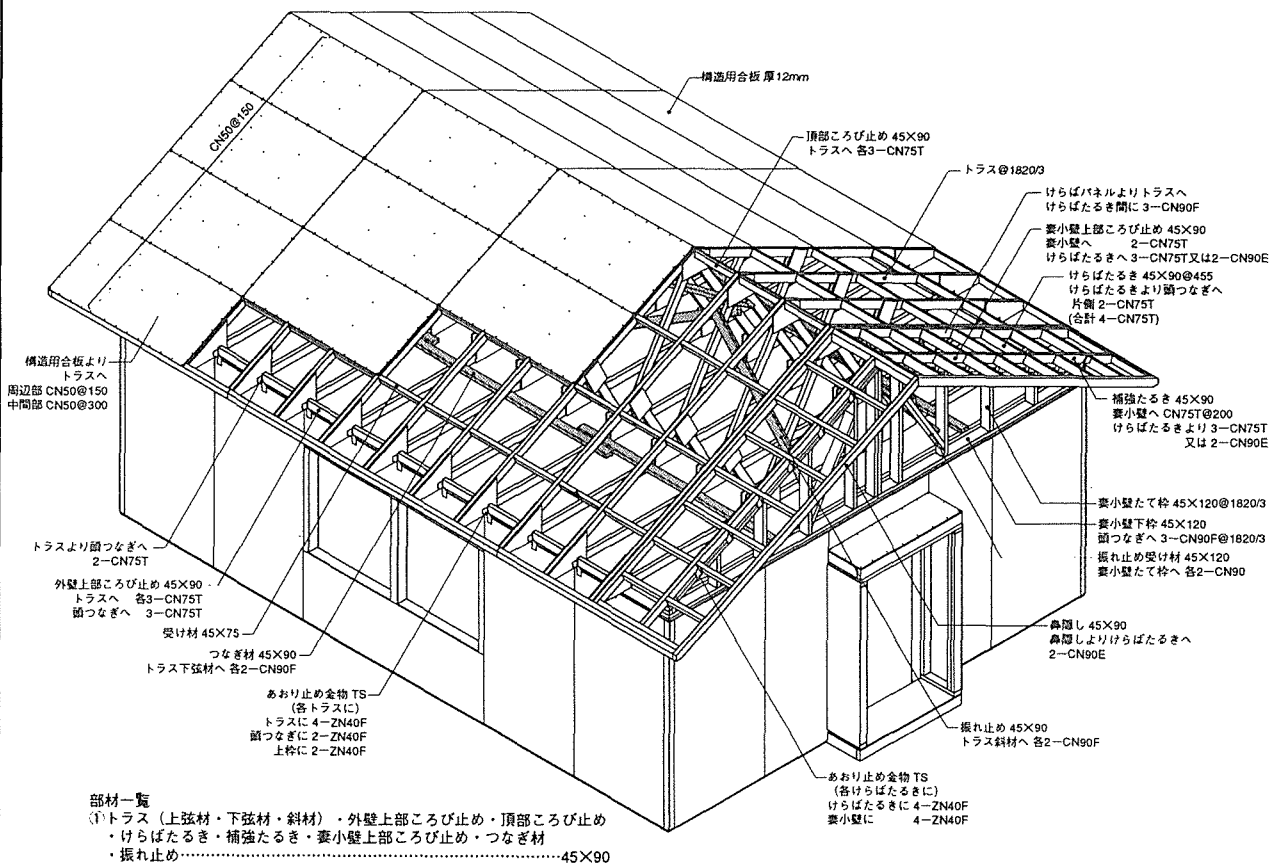
- ・構造用合板厚さ12mmを使用する。合板長辺方向に受け材を用いて、トラス上弦材に直交となるように張りつめる。
- ・構造用合板からトラス上弦材及び受け材への釘打ちは、CN50を合板周辺部は間隔150mm、中間部は間隔300mmにて留め付ける。

(3) 妻小壁の構成

- ・妻小壁は、45mm×120mmのたて枠を間隔 $1820/3=607\text{mm}$ （一部調整のため606mm）に配置し、厚さ9mmの構造用合板をCN50によって、合板周辺部は間隔100mm、中間部は間隔200mmにて留め付ける。

(4) けらば

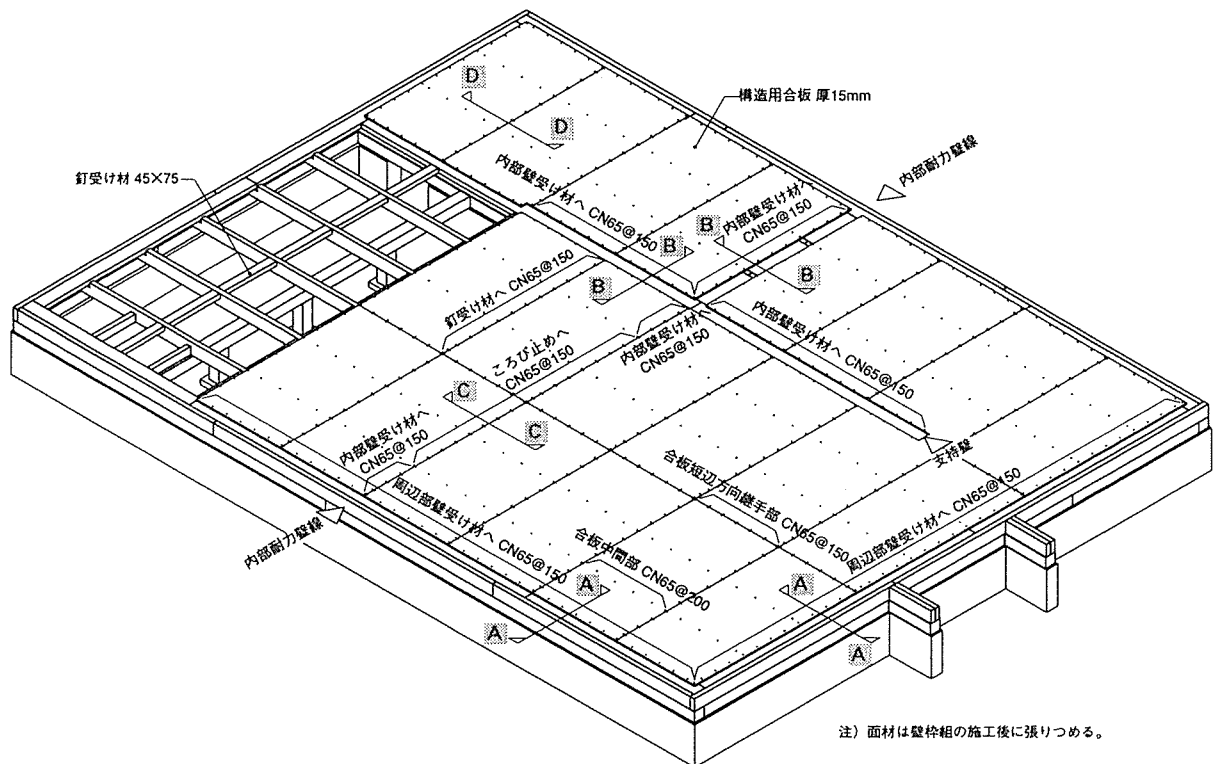
- ・けらばは、トラス上弦材より45mm×90mmのけらばたるきを間隔455mmにてはね出し、更に隅部において妻小壁の上部に補強たるきを設けて、けらば部分を構成する。けらばたるきと妻小壁とは、あおり止め金物TSによって緊結する。



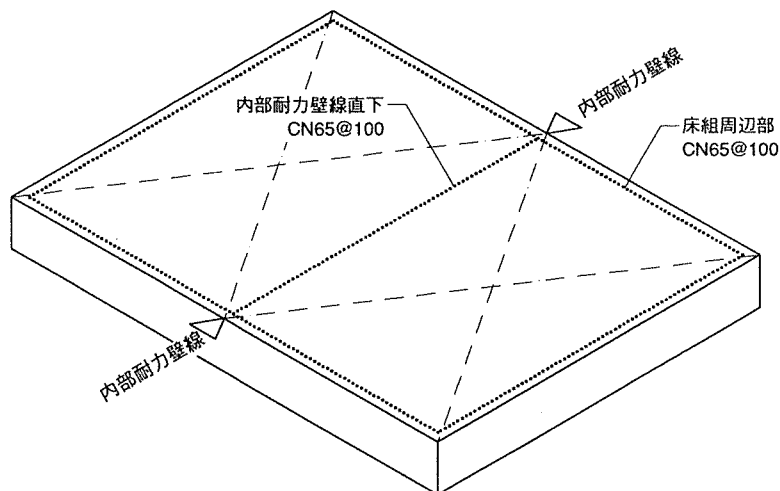
4. 6 床下張り

(1) 1階床下張り

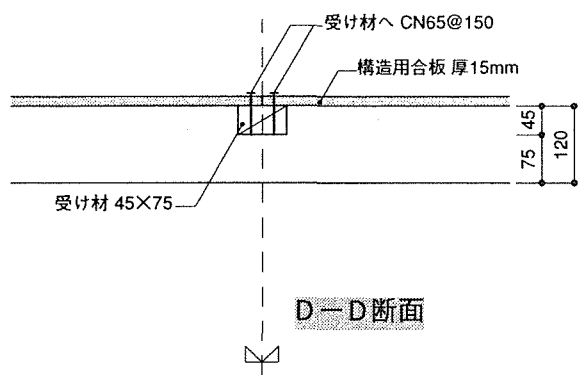
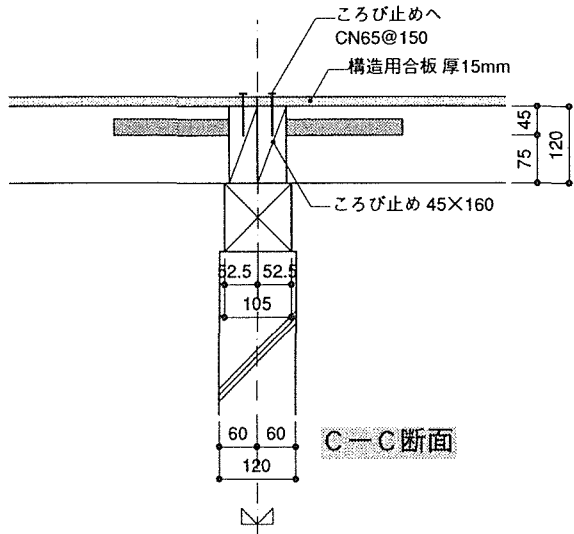
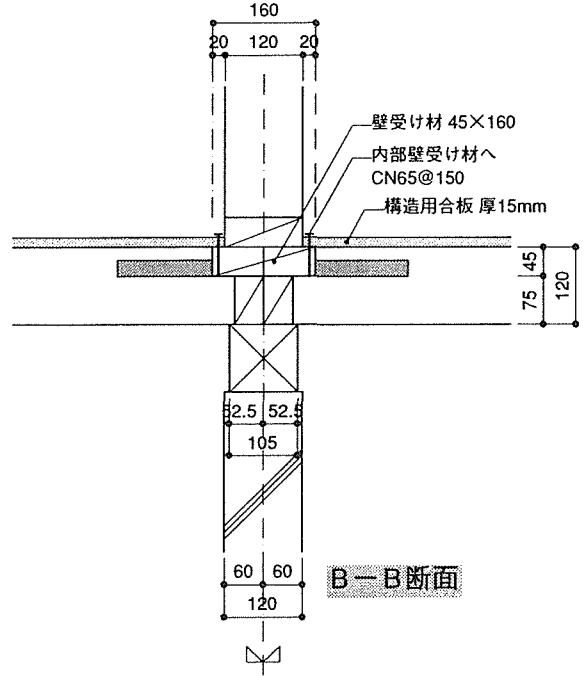
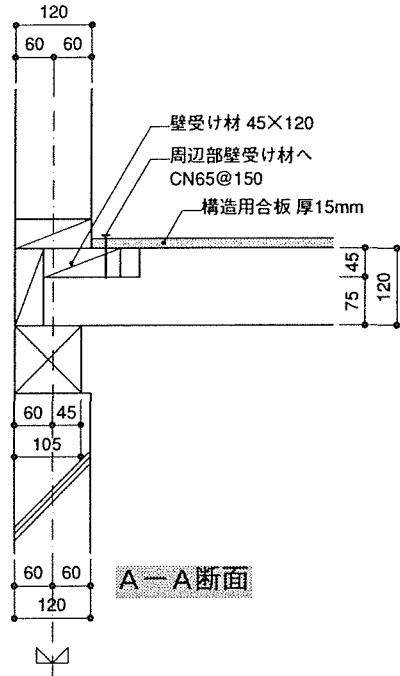
- ・床下張りは、厚さ15mmの構造用合板を壁枠組の施工後に張りつめる。
- ・床下張りの長辺方向は受け材を用い、周辺部はCN65を間隔150mm以内に、中間部はCN65を間隔200mm以内に留め付ける。



- ・耐力壁線の間隔が8mを超え12m以下の場合又は耐力壁線区画の面積が40m²を超え60m²以下の場合には、床枠組周辺（建物外周壁直下）及び内部耐力壁線上の釘打ちはCN65を間隔100mm以内に留め付ける。

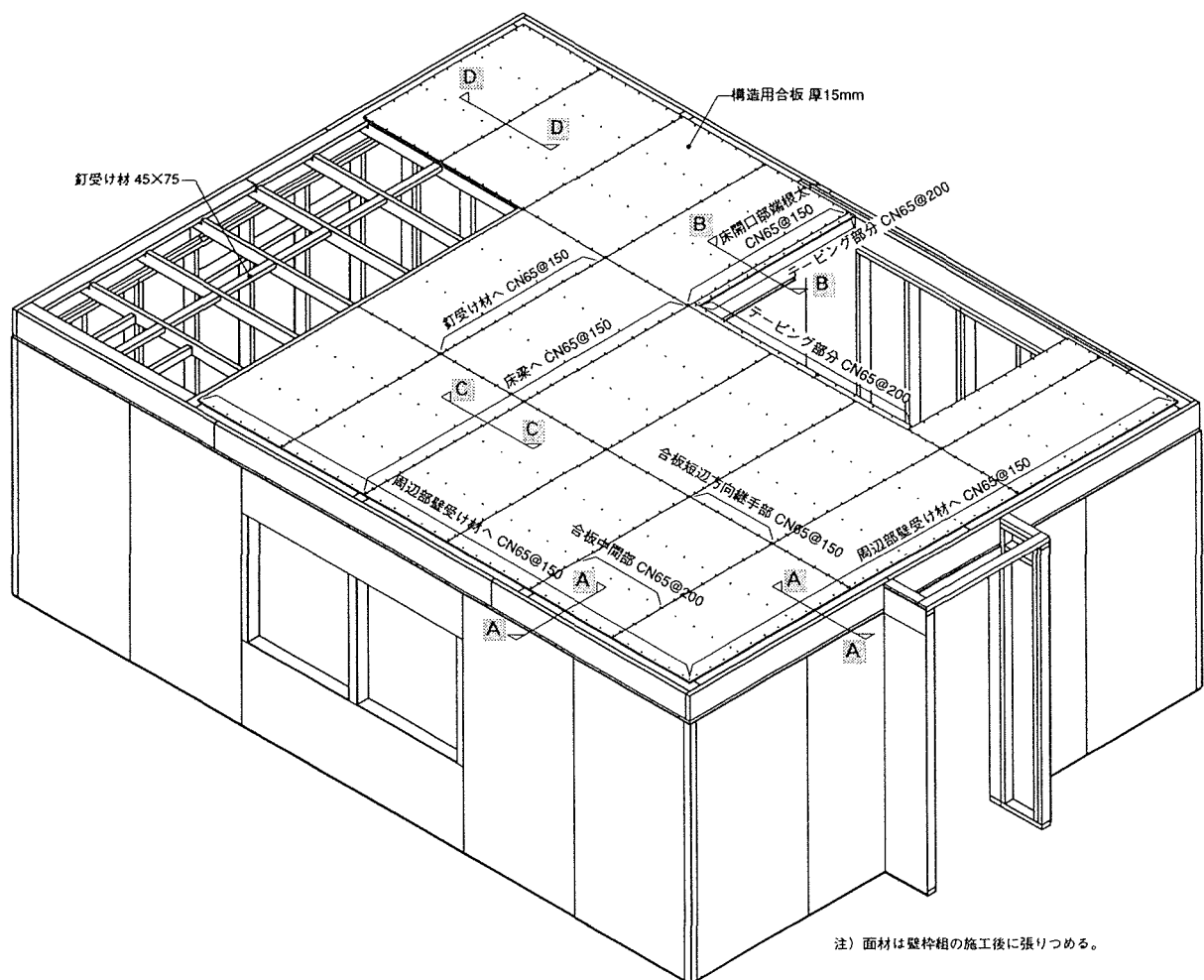


■部分断面詳細

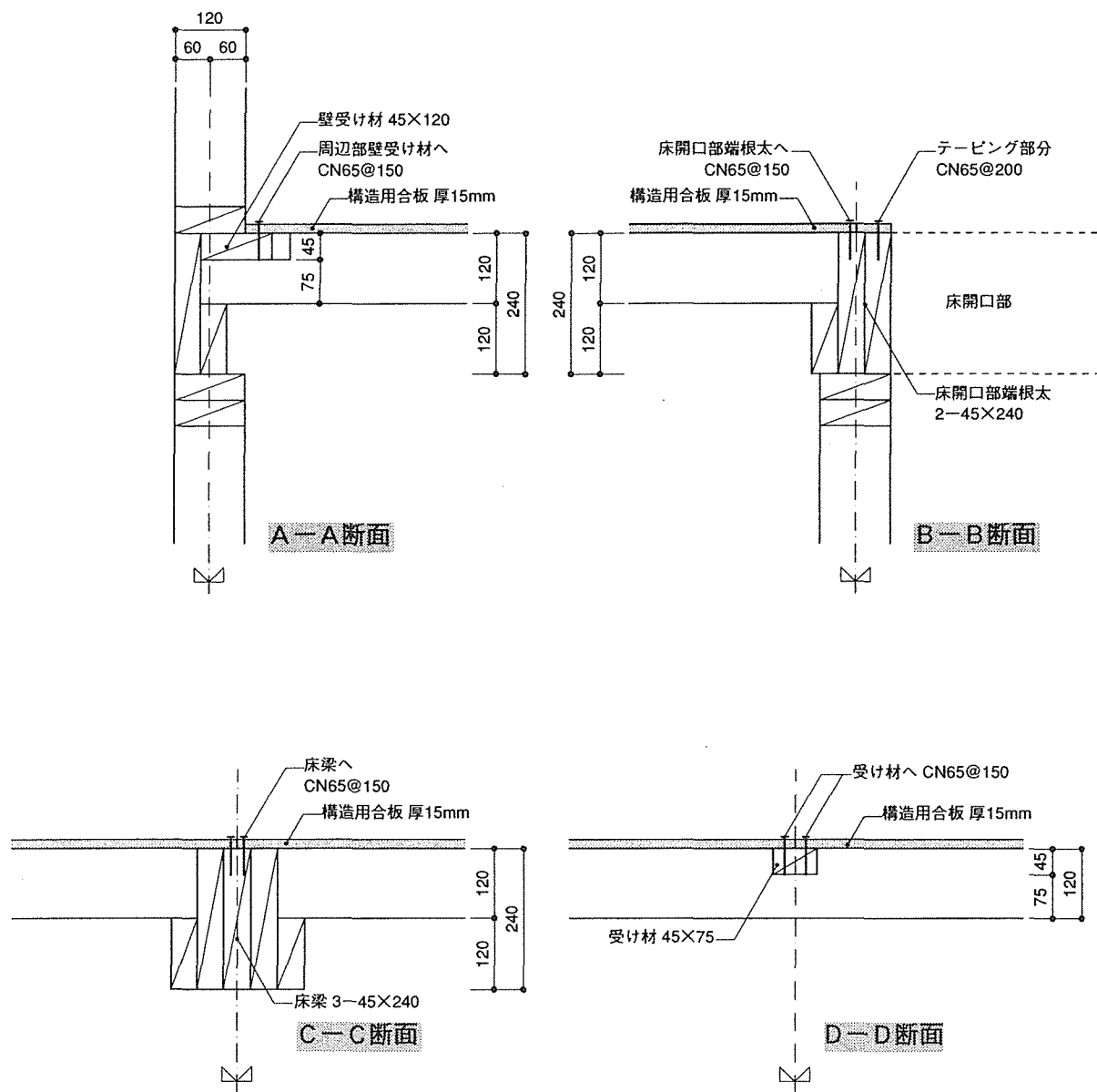


(2) 2階床下張り

- ・床下張りは、厚さ15mmの構造用合板を壁枠組の施工後に張りつめる。
- ・床下張りの長辺方向は受け材を用い、周辺部はCN65を間隔150mm以内に、中間部はCN65を間隔200mm以内に留め付ける。
- ・耐力壁線の間隔が8mを超え12m以下の場合又は耐力壁線区画の面積が 40m^2 を超え 60m^2 以下の場合には、床枠組周辺（建物外周壁直下）及び内部耐力壁線上の釘打ちはCN65を間隔100mm以内に留め付ける。



■部分断面詳細



5

設計例

5. 1	設計条件	5-1
5. 2	一般事項	5-1
5. 3	構造躯体概要図	5-1
5. 4	構造伏図	5-2
5. 5	設計荷重	5-8
5. 6	トラスの設計	5-10
5. 7	各部設計	
(1)	けらばたるきの設計	5-19
(2)	まぐさの設計	5-20
(3)	床根太の設計	5-21
(4)	床梁の設計	5-22
(5)	床梁を受けるたて枠の設計	5-23
5. 8	基礎の設計	5-25
5. 9	壁量計算及び壁配置のチェック	5-26

5. 1 設計条件

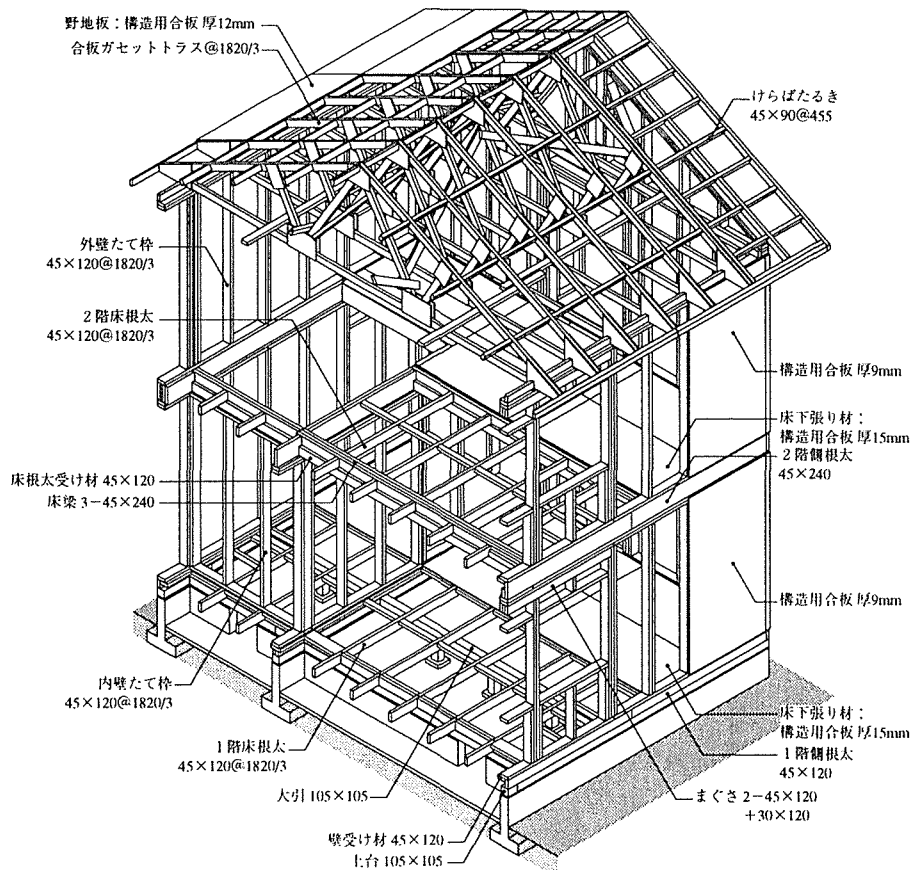
- | | |
|--------------|-----------------------------------------------|
| (1) 建物形式 | 建設省告示第56号に準じる枠組壁工法 |
| (2) 建物規模 | 階数：2 |
| (3) 長期許容地耐力 | 50kN/m ² 以上 |
| (4) 積雪荷重 | 一般地、垂直積雪量 h = 30cm以下 (20N/m ² /cm) |
| (5) 速度圧 | 地表面粗度区分Ⅲ、地方の区分(4) 風速36m/s |
| (6) 標準せん断力係数 | 0.2 |
| (7) 用途 | 事務所 |

5. 2 一般事項

- (1) 部材の基準強度と許容応力度
- (2) 部材の基準強度
- (3) 許容応力度及びヤング係数
- (4) 許容応力度の増減
- (5) 部位別最大たわみ
- (6) 使用材の断面寸法及び最大耐力
- (7) 接合具の許容耐力

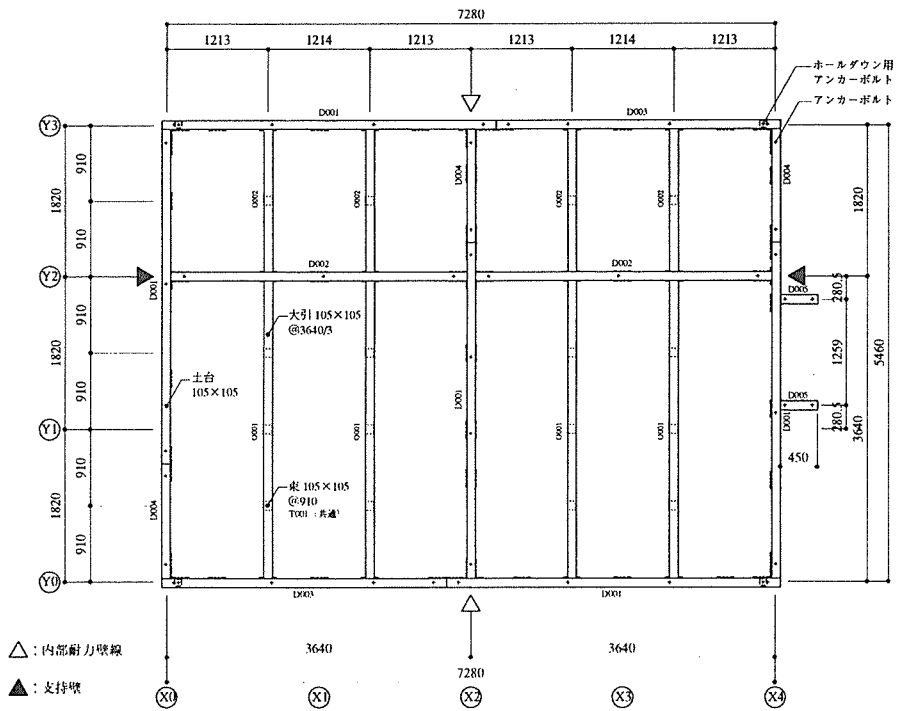
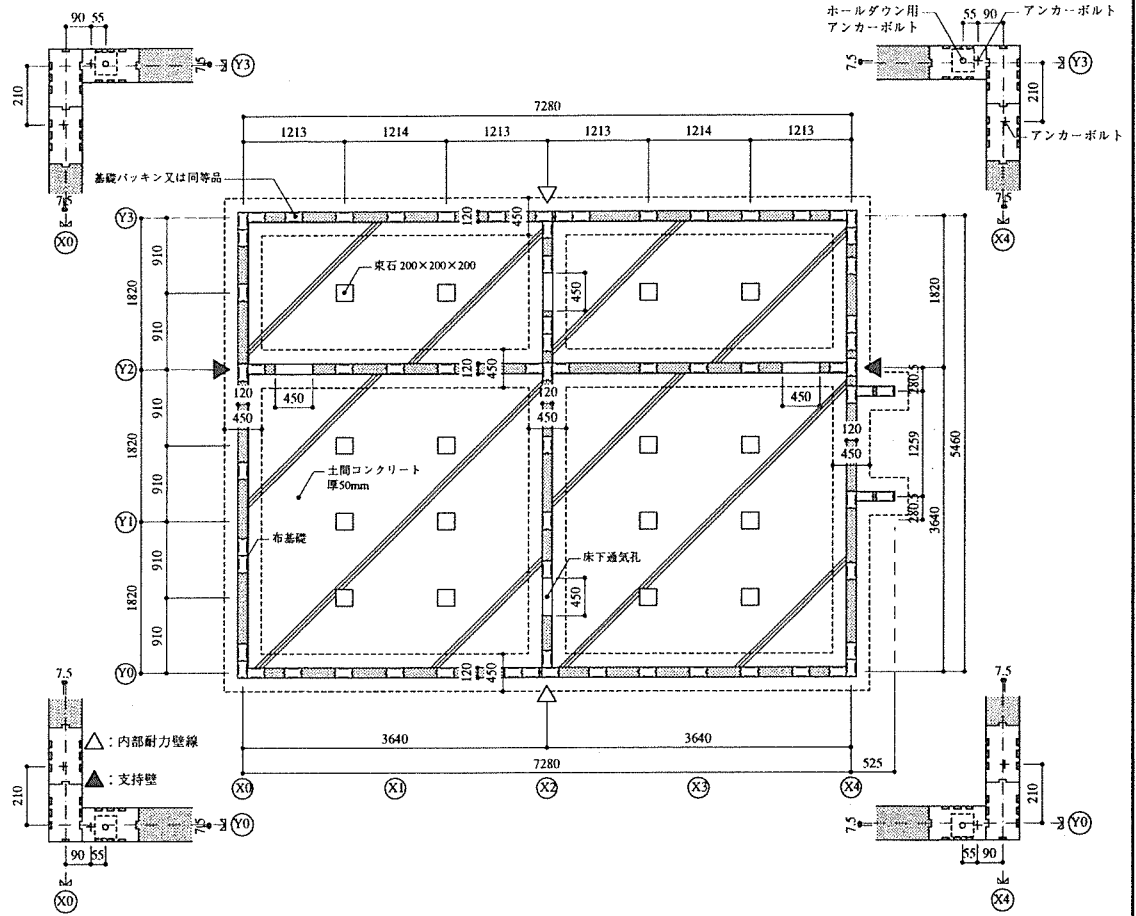
以上の(1)～(7)の項目は、「第2章 許容応力度等」の同項目による。

5. 3 構造躯体概要図

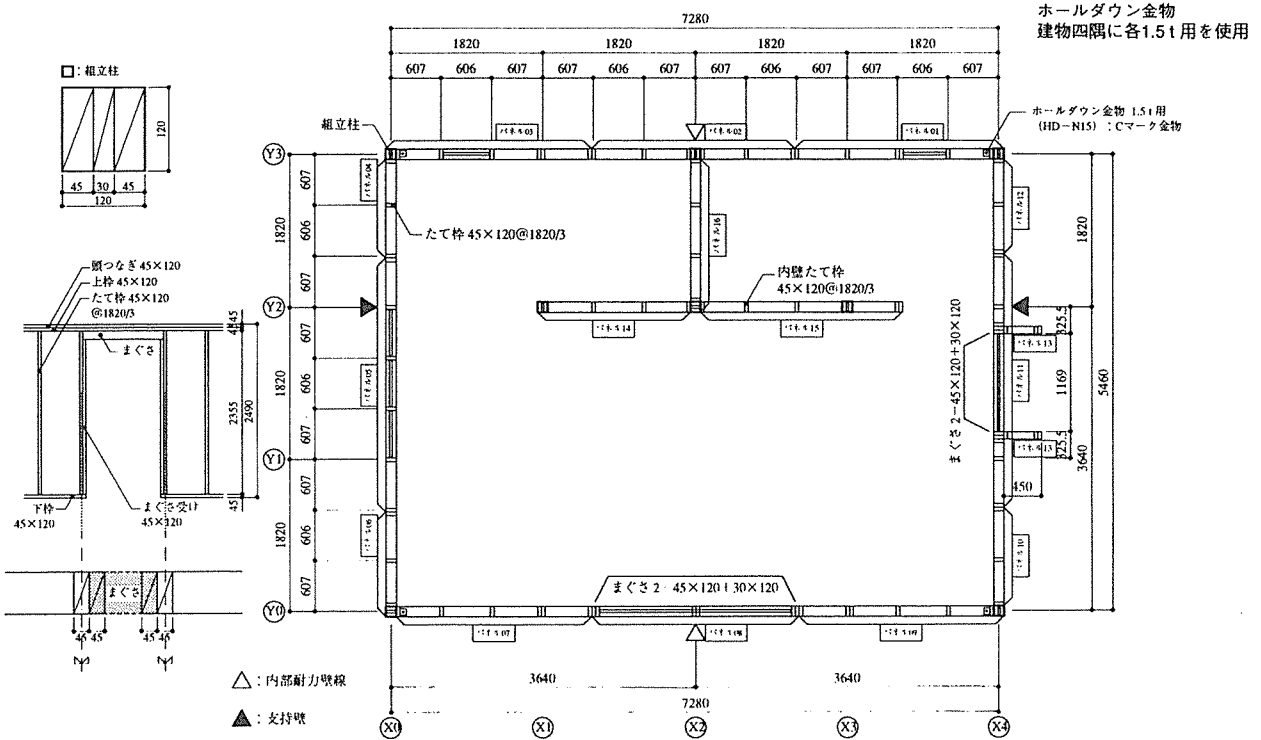
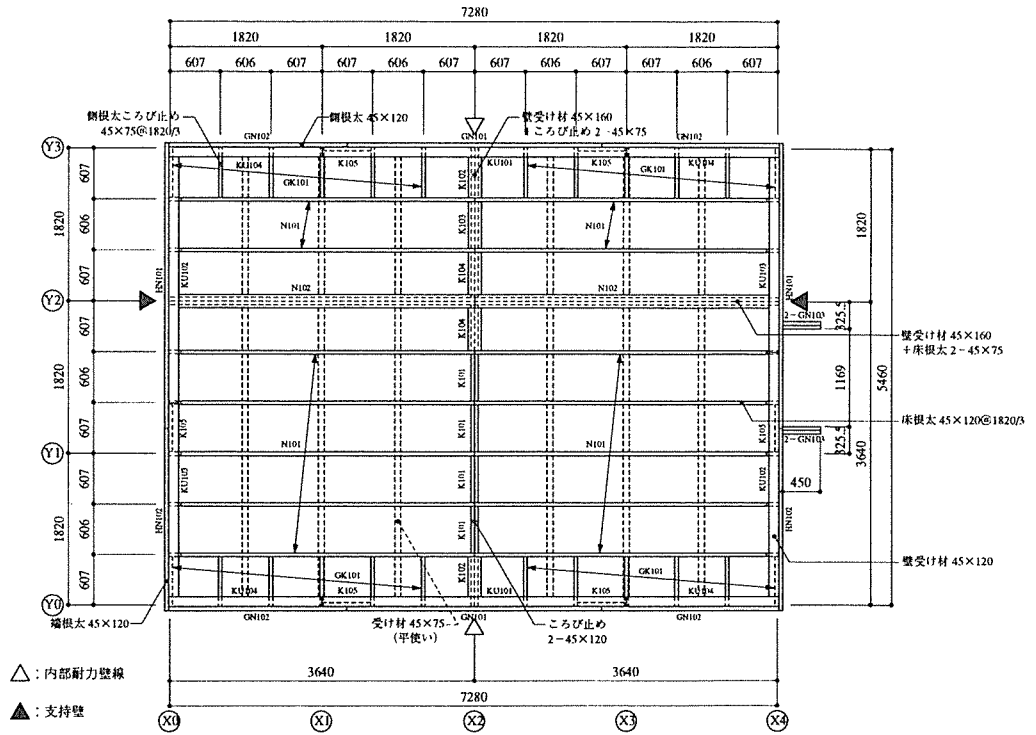


5. 4 構造伏図

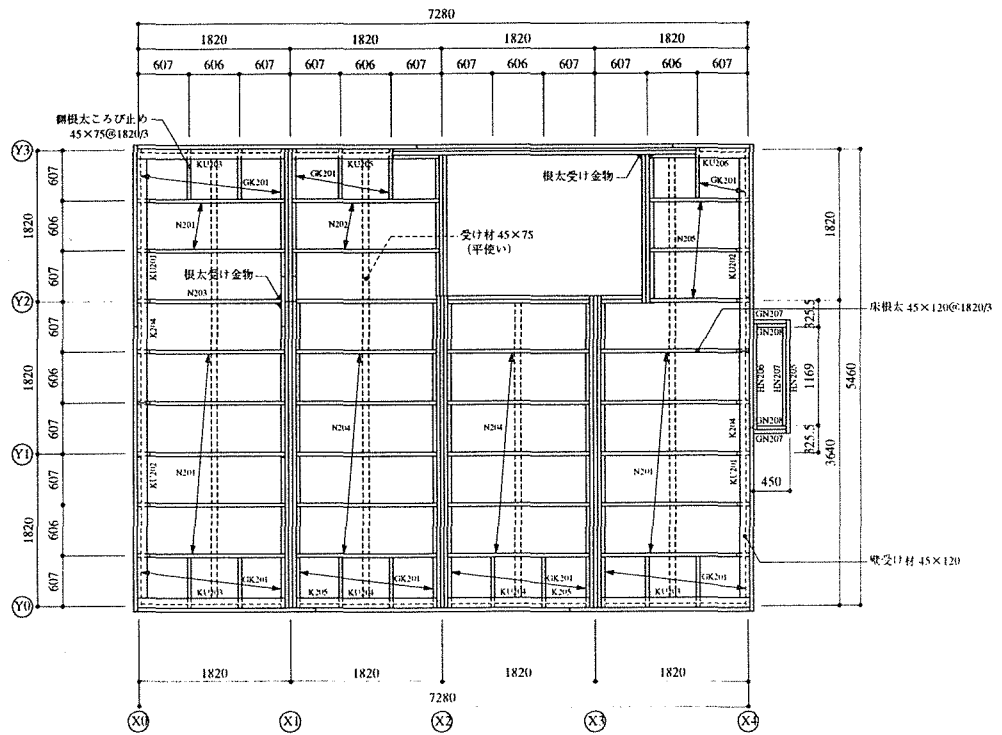
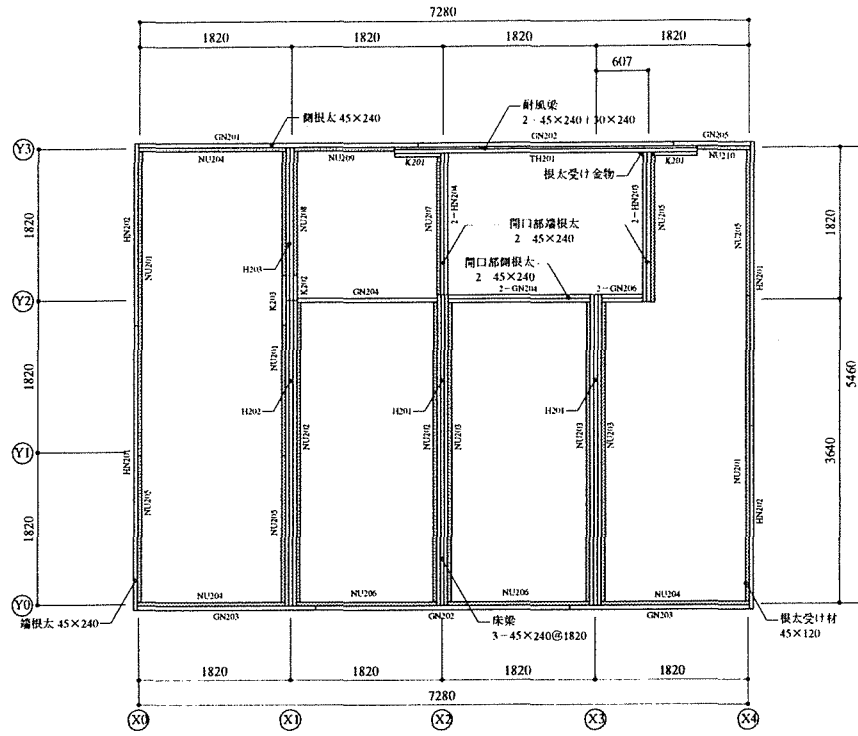
(1) 基礎・土台伏図



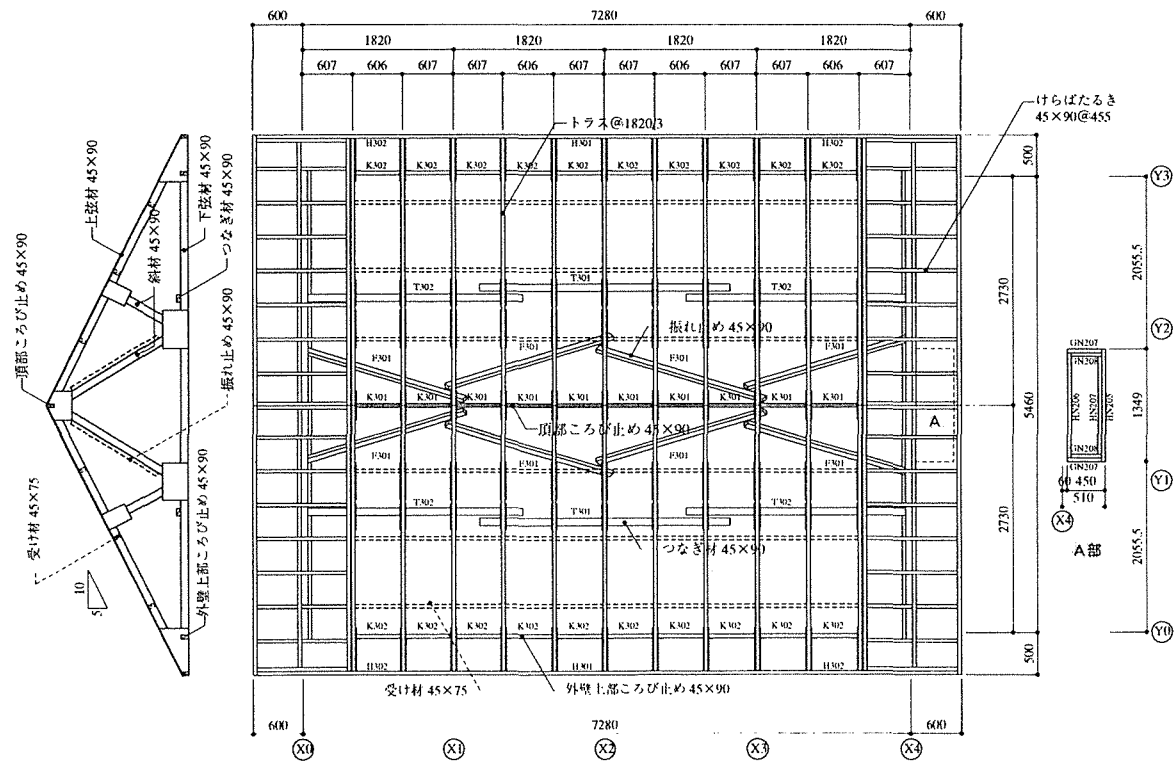
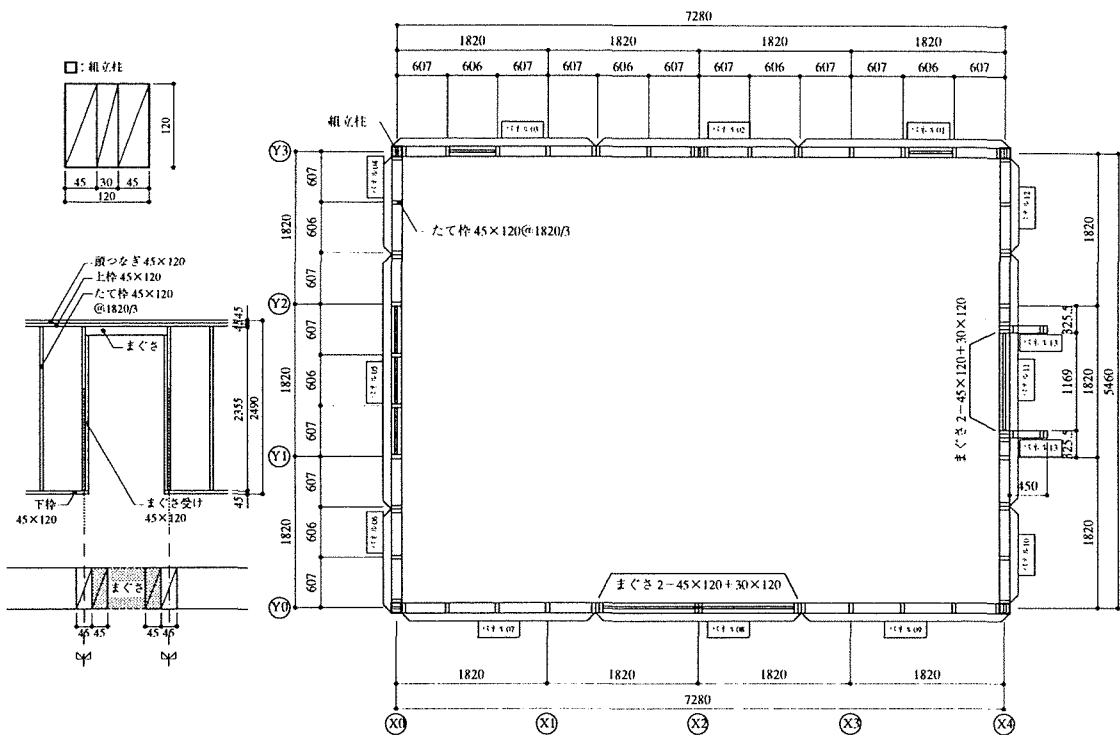
(2) 1階床・1階壁伏図



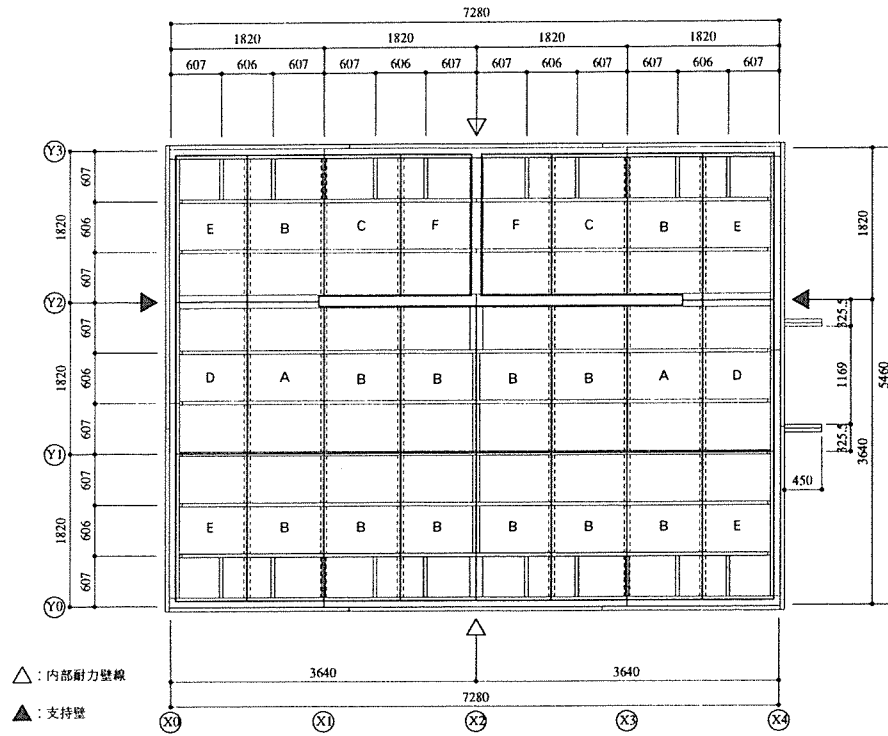
(3) 2階床伏図



(4) 2階壁・小屋伏図



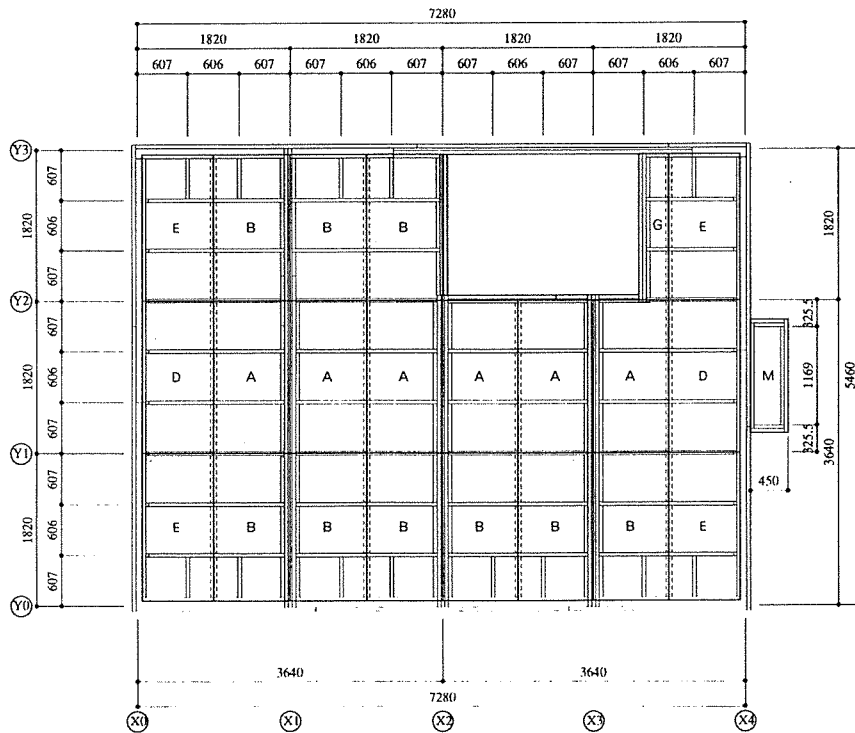
(5) 1階床下張り・2階床下張り割付図



合板サイズ一覧表

合板記号	合板サイズ	合板枚数
A	910×1820	2
B	910×1760	12
C	910×1700	2
D	850×1820	2
E	850×1760	4
F	850×1700	2
G	363×1760	0
合計枚数		24

合板の厚さは、全て15mmとする。

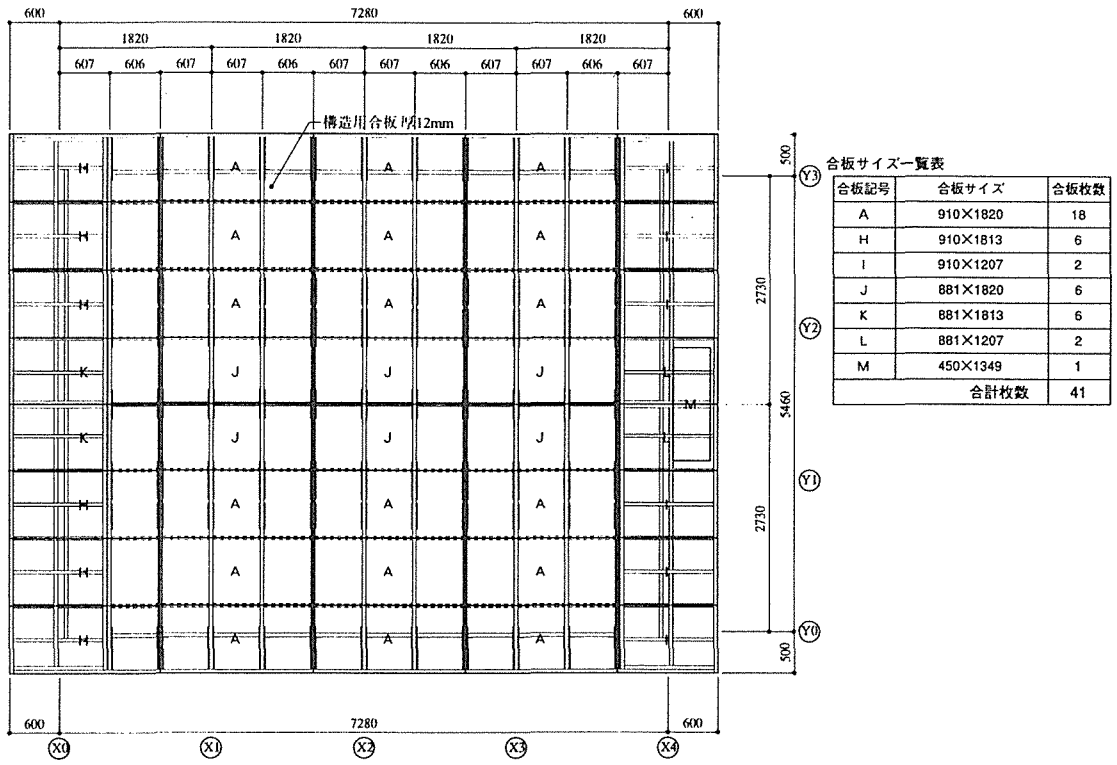


合板サイズ一覧表

合板記号	合板サイズ	合板枚数
A	910×1820	6
B	910×1760	9
C	910×1700	0
D	850×1820	2
E	850×1760	4
F	850×1700	0
G	363×1760	1
M	450×1349	1
合計枚数		23

合板の厚さは、全て15mmとする。

(6) 野地板割付図



5. 5 設計荷重

①固定荷重

<小屋組>

■屋根

石綿スレート 厚6.0mm	260	390N/m ² (屋根面)
アスファルトルーフィング	20	
構造用合板 厚12mm ($\rho=0.6$)	80	
合板受け材 45×75@910	30	

$$W_r (\text{水平面}) = (\text{屋根面}) \times 1/\cos \beta < \text{勾配} = \tan \beta > = 390 \times 1.118 = 437 \rightarrow 450 \text{N/m}^2$$

■トラス

トラス重量 (ガセット、つなぎ材等を含む) 100N/m
 間隔0.607m : $W_t = 100\text{N/m} / 0.607\text{m} = 165\text{N/m}^2 \rightarrow 200\text{N/m}^2$

■天井

断熱材 厚200mm (GW10K)	20	130→150N/m ² (Wc)
せっこうボード 厚12.5mm ($\rho=0.8$ 、クロスを含む)	110	

<外 壁>

サイディング (胴縁含む)	200	500N/m ² (Wew)
防水紙	10	
構造用合板 厚9mm ($\rho=0.6$)	60	
枠組 45×120@607	100	
断熱材 厚120mm (GW10K)	20	
せっこうボード 厚12.5mm ($\rho=0.8$ 、クロスを含む)	110	

< 2 階床 >

フローリング 厚15mm ($\rho=1.0$)	150	330→350	550N/m ² (Wf)
構造用合板 厚15mm ($\rho=0.6$)	90		
床根太 45×120@607	60		
合板受け材 45×75@910	30		
■天井			
吊木・野縁等	50	160→200	
せっこうボード 厚12.5mm ($\rho=0.8$ 、クロスを含む)	110		
床梁 3-45×240@1820		110N/m ²	
間仕切壁		300N/m ²	

②積載荷重

室の種類	床根太用 (単位 N/m ²)	床梁、まぐさ、 たて枠、基礎用 (単位 N/m ²)	たわみ計算用 (単位 N/m ²)
事務室	2900	1800	800

③積雪荷重

一般地 垂直積雪量：h=30cm、屋根勾配：5/10、 $\mu b = \sqrt{\cos(1.5 \times 26.565)} = 0.876$

$W_s = (\text{積雪の単位重量}) \times (\text{その地方における垂直積雪量}) \times (\text{屋根形状係数 } \mu b)$

$$= 20(\text{N/m}^2/\text{cm}) \times 30(\text{cm}) \times 0.876 = 526 \rightarrow 530\text{N/m}^2$$

④風荷重

$$W_w = q \times C_f \quad (\text{N/m}^2)$$

$$\text{速度圧} \quad q = 0.6 \times E \times V_o^2 \quad (\text{N/m}^2)$$

$$\text{風力係数} \quad C_f = C_{pe} - C_{pi}$$

5. 6 トラスの設計

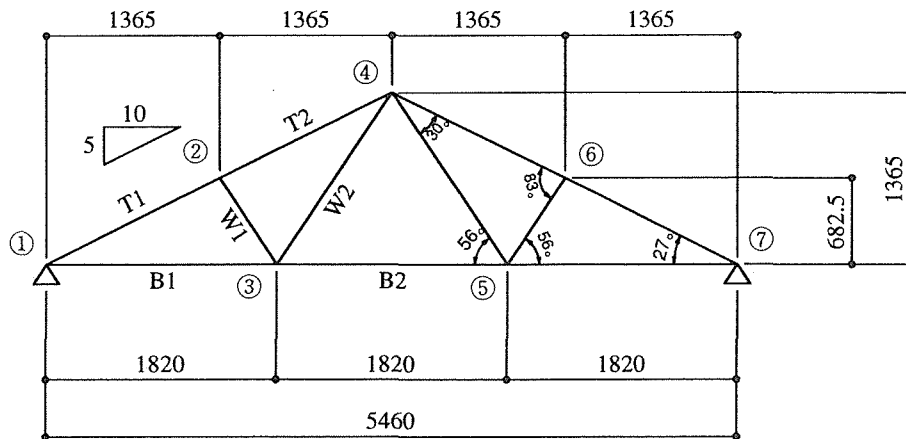
(1) 概要

本トラスは、間伐製材（すぎ）をトラスの各弦材に使用し、接合部は合板ガセットを釘打ちにより一体化した、トラスの設計である。

(2) 設計条件

- 積雪荷重 : 一般地、垂直積雪量 $h = 30\text{cm}$ 以下 ($20\text{N/m}^2/\text{cm}$)
- 速度圧 : 地表面粗度区分Ⅲ、地方の区分(4) 風速 36m/s
- 屋根葺材料 : 軽い屋根(彩色石綿板、金属板等)
- 屋根勾配 : $5/10$
- 構造方式 : 合板ガセット釘打ちによる山形トラス
- トラススパン : 5.46m
- トラス間隔 : 0.607m

(3) 架構寸法



(4) 材料及び許容応力度

①許容応力度及びヤング係数

樹種		荷重状態	許容応力度 (N/mm ²)				ヤング係数 E (N/mm ²)
			圧縮 fc	引張り ft	曲げ fb	せん断 fs	
針葉樹	無等級材 (すぎ)	G+P	6.5	5.0	8.1	0.66	6,865
		G+P+S	9.4	7.2	11.8	0.96	
		G+P+0.7S	8.4	6.4	10.6	0.86	
		G+P+W	11.8	9.0	14.8	1.20	
		G+P+0.35S+W					
		G+P+K					
		G+P+0.35S+K					

(注) G：固定荷重 P：積載荷重 S：積雪荷重 W：風圧力 K：地震力

②釘（合板ガセットの場合）

CN釘の許容耐力は、「1998年枠組壁工法建築物構造計算指針」による。

CN65、：降伏せん断耐力

$F=775\text{N/本}$ （合板12mm使用時）

許容せん断耐力

（固定荷重時） $f_{1.10}=1.1F/3=1.1\times 775/3=284\text{N/本}$

（固定+積雪荷重時） $f_{1.60}=1.6F/3=1.6\times 775/3=413\text{N/本}$

（固定+風荷重時） $f_{2.00}=2.0F/3=2.0\times 775/3=517\text{N/本}$

（固定+地震荷重時） $f_{2.00}=2.0F/3=2.0\times 775/3=517\text{N/本}$

(5) 屋根トラスの計算

① 荷重の算出

■ G (固定荷重)

固定〔G〕 屋根+上弦材 $W_1 = W_r + W_t \times 1/2 = 450 + 200 \times 1/2 = 550 \text{N/m}^2$
 天井+下弦材 $W_2 = W_c + W_t \times 1/2 = 150 + 200 \times 1/2 = 250 \text{N/m}^2$

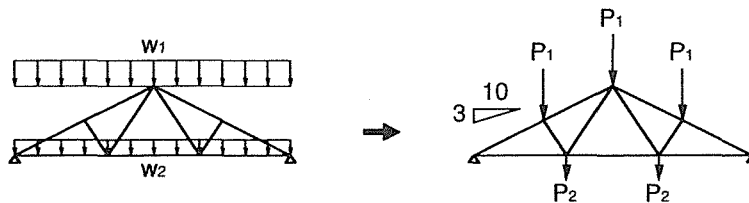
$w_1 = W_1 \times p = 550 \times 0.607 = 340 \text{N/m}$

$w_2 = W_2 \times p = 250 \times 0.607 = 160 \text{N/m}$

p: トラス間隔 (m)

$P_1 = w_1 \times 1.365 \text{m} = 340 \times 1.365 = 470 \text{N}$

$P_2 = w_2 \times 1.820 \text{m} = 160 \times 1.820 = 300 \text{N}$



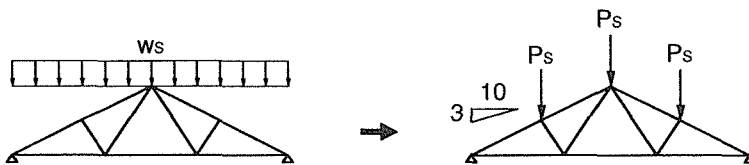
■ S (積雪荷重)

積雪〔S〕 $W_s = 530 \text{N/m}^2$

$w_s = W_s \times p = 530 \times 0.607 = 330 \text{N/m}$

p: トラス間隔 (m)

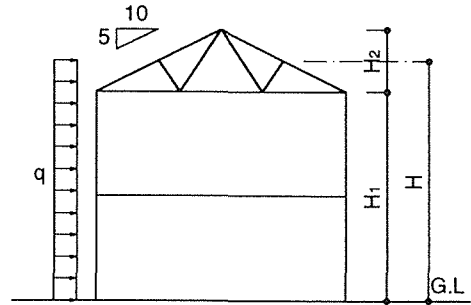
$P_s = w_s \times 1.365 \text{m} = 330 \times 1.365 = 460 \text{N}$



■ W (風荷重)

◇速度圧 $q=0.6 \times E \times V_0^2$ (N/m²) の算出

地方の区分 : (4) $V_0=36\text{m/s}$
 地表面粗度区分 : III $Z_b=5.0\text{m}$
 最高高さ $H_{\text{max}} = H_1 + H_2 = 5.865 + 1.365 = 7.230\text{m}$
 軒高 $H_r = H_1 = 5.865\text{m}$
 平均高さ $H = (H_{\text{max}} + H_r) / 2 = (7.230 + 5.865) / 2 = 6.548\text{m} > Z_b$



$q = 0.6 \times E \times V_0^2 = 0.6 \times 1.33 \times 36^2 = 1040$ (N/m²)
 ここに、

$E_r = 1.7(H/Z_b)^{\alpha} = 1.7 \times (6.548/450)^{0.20} = 0.73$
 $G_f = 2.5$
 $E = E_r^2 G_f = 0.73^2 \times 2.5 = 1.33$

◇風力係数 C_f の取り方

閉鎖形に限るものとし、次の表に示す6通りの場合を想定する。


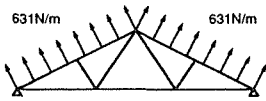
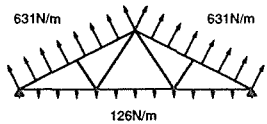

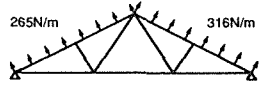
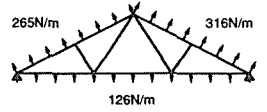

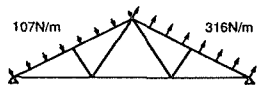
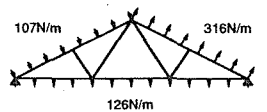
	内圧係数 : $C_{pi}=0$	内圧係数 : $C_{pi}=-0.2$
風向 けた行方向 	Case.1-1 	Case.1-2
風向 張り間方向 風上の屋根面 外圧係数が負 	Case.2-1 	Case.2-2
風向 張り間方向 風上の屋根面 外圧係数が正 	Case.3-1 	Case.3-2

◇風荷重 w_w の取り方

$w_w = q \times C_f \times p$
 $= 1040\text{N/m}^2 \times C_f \times 0.607\text{m}$
 $= 631 \times C_f$ (N/m)

p : トラス間隔 (m) 、 C_f : 風力係数で上表の各部位毎の値

風荷重一覧

	内圧係数 : $C_{pi}=0$	内圧係数 : $C_{pi}=-0.2$
<p>風向 けた行方向</p> 	<p>Case.1-1</p> 	<p>Case.1-2</p> 
<p>風向 張り間方向</p>  <p>風上の屋根面 外圧係数が負</p>	<p>Case.2-1</p> 	<p>Case.2-2</p> 
<p>風向 張り間方向</p>  <p>風上の屋根面 外圧係数が正</p>	<p>Case.3-1</p> 	<p>Case.3-2</p> 

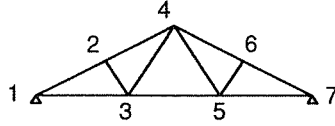
②断面の仮定

上弦材：45mm×90mm

下弦材：45mm×90mm

斜材：45mm×90mm

③軸力算定結果一覧



■鉛直荷重時 [(-) は圧縮力、(符号なし) は引張力]

部材	G		G+S		最大値 (N)			
	固定	(×1/1.1)	積雪	(×1/1.6)	圧縮	決定荷重	引張	決定荷重
1-2	-2248	(-2044)	-3792	(-2370)	-3792	積雪	-	-
1-3	2011	(1828)	3392	(2120)	-	-	3392	積雪
2-3	-424	(-385)	-840	(-525)	-840	積雪	-	-
2-4	-1985	(-1805)	-3271	(-2044)	-3271	積雪	-	-
3-4	785	(714)	1200	(750)	-	-	1200	積雪
3-5	1340	(1218)	2260	(1413)	-	-	2260	積雪
4-5	785	(714)	1200	(750)	-	-	1200	積雪
4-6	-1985	(-1805)	-3271	(-2044)	-3271	積雪	-	-
5-6	-424	(-385)	-840	(-525)	-840	積雪	-	-
5-7	2011	(1828)	3392	(2120)	-	-	3392	積雪
6-7	-2248	(-2044)	-3792	(-2370)	-3792	積雪	-	-

■鉛直+水平荷重時 [(-) は圧縮力、(符号なし) は引張力]

部材	G+W						最大値 (N)			
	風1-1	風2-1	風3-1	風1-2	風2-2	風3-2	圧縮	決定荷重	引張	決定荷重
1-2	641	-937	-1931	128	-1450	-2444	-2444	風3-2	641	風1-1
1-3	-359	998	2268	99	1457	2727	-359	風1-1	2727	風3-2
2-3	547	-16	-589	546	-16	-589	-589	風3-1	547	風1-1
2-4	784	-725	-1647	271	-1238	-2160	-2160	風3-2	784	風1-1
3-4	-186	377	949	89	653	1225	-186	風1-1	1225	風3-2
3-5	48	780	1414	353	1085	1720	-	-	1720	風3-2
4-5	-186	298	299	89	574	575	-186	風1-1	575	風3-2
4-6	784	-695	-1405	270	-1208	-1918	-1918	風3-2	784	風1-1
5-6	547	61	61	546	61	61	-	-	547	風1-1
5-7	-359	911	1546	99	1370	2005	-359	風1-1	2005	風3-2
6-7	641	-898	-1608	128	-1411	-2121	-2121	風3-2	641	風1-1

④断面検定

■鉛直荷重時

断面検定は、最も応力状態が不利となる荷重条件にて行う。

<上弦材> 無等級材 (すぎ) 45×90

部材 (1-2) $N_c=3792\text{N}$ (圧縮) . . . 【固定+積雪荷重時 (G+S)】

$$M = 1/8 \times \{(w_1 + w_s) \times \cos \beta\} \times l k^2 = 1/8 \times \{(340 + 330) \times 0.894\} \times 1.526^2 = 175\text{N} \cdot \text{m} = 17500\text{N} \cdot \text{cm}$$

$$A = 40.5\text{cm}^2, Z = 60.8\text{cm}^3, l k = 152.6\text{cm}$$

$$i = h / 3.46 = 9.0 / 3.46 = 2.60 \text{ (面材の拘束により強軸方向にて検討)}$$

$$\lambda = l k / i = 152.6 / 2.60 = 58.7 \text{ (} 30 < \lambda \leq 100 \text{)}$$

$$f_c = 9.4\text{N/mm}^2 \text{ (G+S)} = 940\text{N/cm}^2$$

$$f_k = (1.3 - 0.01 \lambda) \times f_c = (1.3 - 0.587) \times 940 = 670\text{N/cm}^2$$

$$f_b = 11.8\text{N/mm}^2 = 1180\text{N/cm}^2$$

$$\begin{aligned} \text{断面検定 } N_c / (f_k \cdot A) + M / (f_b \cdot Z) &= 3792 / (670 \times 40.5) + 17500 / (1180 \times 60.8) \\ &= 0.14 + 0.25 = 0.39 < 1.0 \dots \text{OK} \end{aligned}$$

<下弦材> 無等級材 (すぎ) 45×90

部材 (1-3) $N_t=3392\text{N}$ (引張) . . . 【固定+積雪荷重時 (G+S)】

$$M = 1/8 \times w_2 \times l^2 = 1/8 \times 160 \times 1.82^2 = 67\text{N} \cdot \text{m} = 6700\text{N} \cdot \text{cm}$$

$$A = 40.5\text{cm}^2, Z = 60.8\text{cm}^3$$

$$f_t = 7.2\text{N/mm}^2 \text{ (G+S)} = 720\text{N/cm}^2$$

$$f_b = 11.8\text{N/mm}^2 = 1180\text{N/cm}^2$$

$$\begin{aligned} \text{断面検定 } N_t / (f_t \cdot A) + M / (f_b \cdot Z) &= 3392 / (720 \times 40.5) + 6700 / (1180 \times 60.8) \\ &= 0.12 + 0.10 = 0.22 < 1.0 \dots \text{OK} \end{aligned}$$

<斜材> 無等級材 (すぎ) 45×90

部材 (2-3) $N_c=840\text{N}$ (圧縮) . . . 【固定+積雪荷重時 (G+S)】

$$A = 40.5\text{cm}^2$$

$$l k = \sqrt{(0.455^2 + 0.6825^2)} = 0.820 = 82.0\text{cm}$$

$$i = h / 3.46 = 4.5 / 3.46 = 1.3 \text{ (弱軸方向)}$$

$$\lambda = l k / i = 82.0 / 1.3 = 63.1 \text{ (} 30 < \lambda \leq 100 \text{)}$$

$$f_c = 9.4\text{N/mm}^2 \text{ (G+S)} = 940\text{N/cm}^2$$

$$f_k = (1.3 - 0.01 \lambda) \times f_c = (1.3 - 0.631) \times 940 = 629\text{N/cm}^2$$

$$\text{断面検定 } N_c / (f_k \cdot A) = 840 / (629 \times 40.5) = 0.04 < 1.0 \dots \text{OK}$$

部材 (3-4) $N_t=1200\text{N}$ (引張) . . . 【固定+積雪荷重時 (G+S)】

$$A = 40.5\text{cm}^2$$

$$f_t = 7.2\text{N/mm}^2 \text{ (G+S)} = 720\text{N/cm}^2$$

$$\text{断面検定 } N_t / (f_t \cdot A) = 1200 / (720 \times 40.5) = 0.05 < 1.0 \dots \text{OK}$$

■ 水平荷重時

断面検定は、最も応力状態が不利となる荷重条件にて行う。

<上弦材> 無等級材 (すぎ) 45×90

部材 (1-2) $N_c=2444\text{N}$ (圧縮) . . . 【固定+風荷重時 (G+W) 、Case.3-2】

$$M = 1/8 \times (w_l \times \cos \beta + w_w) \times l^2 = 1/8 \times (340 \times 0.894 + 107) \times 1.526^2 = 120\text{N} \cdot \text{m} = 12000\text{N} \cdot \text{cm}$$

$$f_c = 11.8\text{N}/\text{mm}^2 \text{ (G+W)} = 1180\text{N}/\text{cm}^2$$

$$f_k = (1.3 - 0.01 \lambda) \times f_c = (1.3 - 0.587) \times 1180 = 841\text{N}/\text{cm}^2$$

$$f_b = 14.8\text{N}/\text{mm}^2 \text{ (G+W)} = 1480\text{N}/\text{cm}^2$$

$$\begin{aligned} \text{断面検定 } N_c / (f_k \cdot A) + M / (f_b \cdot Z) &= 2444 / (841 \times 40.5) + 12000 / (1480 \times 60.8) \\ &= 0.08 + 0.14 = 0.22 < 1.0 \dots \text{OK} \end{aligned}$$

部材 (2-4) $N_t=784\text{N}$ (引張) . . . 【固定+風荷重時 (G+W) 、Case.1-1】

$$M = 1/8 \times (w_l \times \cos \beta + w_w) \times l^2 = 1/8 \times (340 \times 0.894 - 631) \times 1.526^2$$

$$= -95\text{N} \cdot \text{m} = -9500\text{N} \cdot \text{cm} \text{ (吹上げ)}$$

$$A = 40.5\text{cm}^2, Z = 60.8\text{cm}^3$$

$$f_t = 9.0\text{N}/\text{mm}^2 \text{ (G+W)} = 900\text{N}/\text{cm}^2$$

$$f_b = 14.8\text{N}/\text{mm}^2 \text{ (G+W)} = 1480\text{N}/\text{cm}^2$$

$$\begin{aligned} \text{断面検定 } N_t / (f_t \cdot A) + M / (f_b \cdot Z) &= 784 / (900 \times 40.5) + 9500 / (1480 \times 60.8) \\ &= 0.03 + 0.11 = 0.14 < 1.0 \dots \text{OK} \end{aligned}$$

<下弦材> 無等級材 (すぎ) 45×90

鉛直荷重時に比べて応力が小さいため検討は省略

<斜材> 無等級材 (すぎ) 45×90

鉛直荷重時に比べて応力が小さいため検討は省略

⑤ 接合部の設計

■ トラス節点

鉛直荷重時（固定+積雪荷重時）

CN65：許容せん断耐力 $f_{1.60} = 1.6 \times 775 / 3 = 413\text{N/本}$

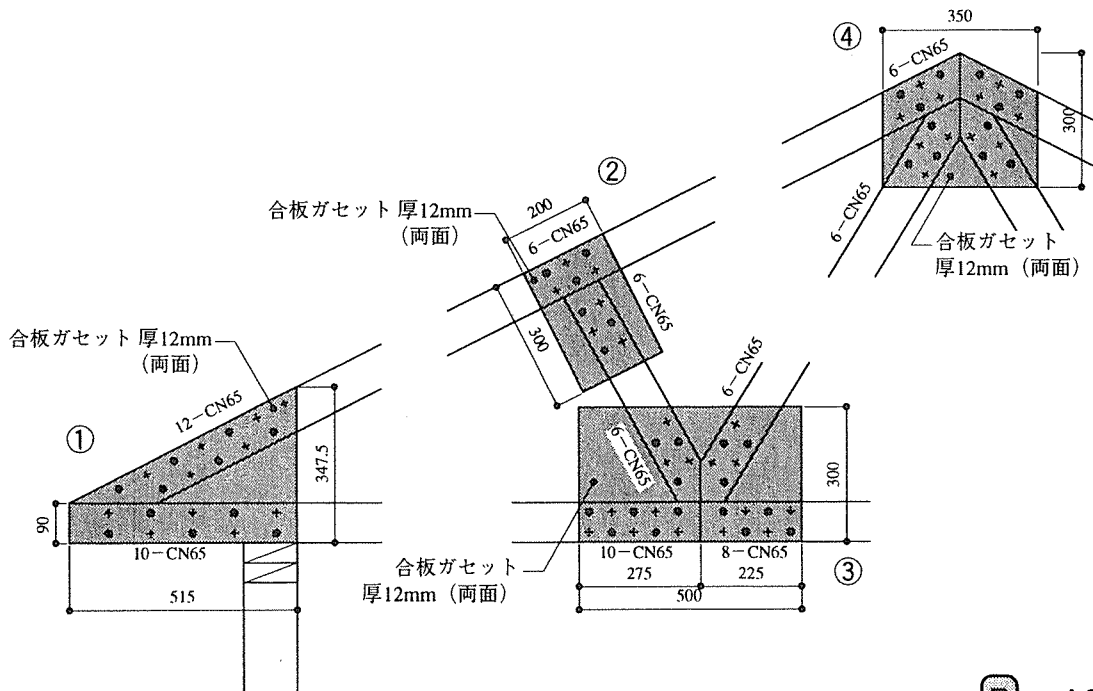
接合部	弦材	軸力N (N) [(-) は圧縮、(符号なし) は引張]	必要本数	設計本数
①	1-2	-3792	$3792 / 413 = 9.2$	12
	1-3	3392	$3392 / 413 = 8.3$	10
②	1-4	$-3792 - (-3271) = -521$	$521 / 413 = 1.3$	6
	2-3	-840	$840 / 413 = 2.1$	6
③	1-3	3392	$3392 / 413 = 8.3$	10
	3-5	2260	$2260 / 413 = 5.5$	8
	2-3	-840	$840 / 413 = 2.1$	6
	3-4	1200	$1200 / 413 = 3.0$	6
④	2-4	$-3271 \times 1/2^* = -1636$	$1636 / 413 = 4.0$	6
	3-4	1200	$1200 / 413 = 3.0$	6

※ 組み込みにて50%を負担

水平荷重時（固定+風荷重時） 軸力の大きい【風荷重時Case.3-2】にて検討する

CN65：許容せん断耐力 $f_{2.00} = 2.0 \times 775 / 3 = 517\text{N/本}$

接合部	弦材	軸力N (N) [(-) は圧縮、(符号なし) は引張]	必要本数	設計本数
①	1-2	-2444	$2444 / 517 = 4.8$	12
	1-3	2727	$2727 / 517 = 5.3$	10
②	1-4	$-2444 - (-2160) = -284$	$284 / 517 = 0.6$	6
	2-3	-589	$589 / 517 = 1.2$	6
③	1-3	2727	$2727 / 517 = 5.3$	10
	3-5	1720	$1720 / 517 = 3.4$	8
	2-3	-589	$589 / 517 = 1.2$	6
	3-4	1225	$1225 / 517 = 2.4$	6
④	2-4	-2160	$2160 / 517 = 4.2$	6
	3-4	1225	$1225 / 517 = 2.4$	6



5. 7 各部設計

(1) けらばたるきの設計

■設計条件

地方の区分 : (4) $V_0=36\text{m/s}$
 地表面粗度区分 : III
 速度圧 $q=1040\text{N/m}^2$ (5.6 トラスの設計による)
 けらばたるきの間隔 : $a=0.455\text{m}$
 けらばの出 : 0.6m 以下

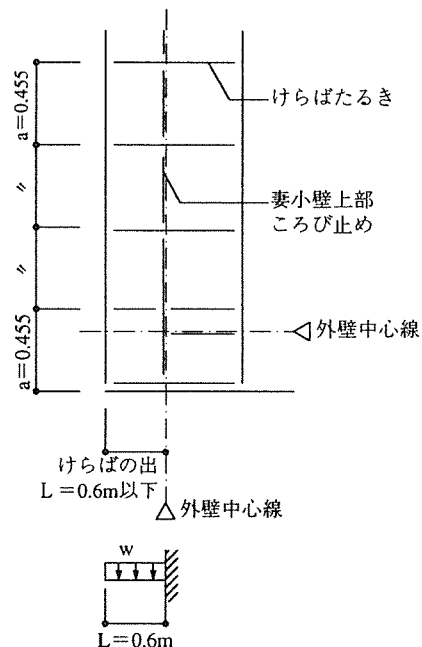
① 【固定+積雪荷重】に対する検討

$$\begin{aligned} w &= \{(390_{\text{(屋根)}} + 150_{\text{(軒天)}}) + (530 \times 0.894)SL\} \times 0.455(a) + 30_{\text{(自重)}} \triangleleft \\ &= 500\text{N/m} \text{ (屋根面荷重)} \\ M &= 1/2 \times 500 \times 0.6^2 = 90\text{N} \cdot \text{m} \\ Q &= 500 \times 0.6 = 300\text{N} \end{aligned}$$

<無等級材(すぎ) 45×90>

$$\begin{aligned} Ma &= 717\text{N} \cdot \text{m} > M=90\text{N} \cdot \text{m} \text{ OK} \\ Qa &= 2592\text{N} > Q=300\text{N} \text{ OK} \\ \delta &= \{wL^4 / (8EI)\} \times 2^{\text{注)}} \\ &= \{5.00 \times (60)^4 / (8 \times 686500 \times 273)\} \times 2 \\ &= 0.09\text{cm} = L/666 \end{aligned}$$

注) 変形増大係数



② 【固定+風荷重】に対する検討

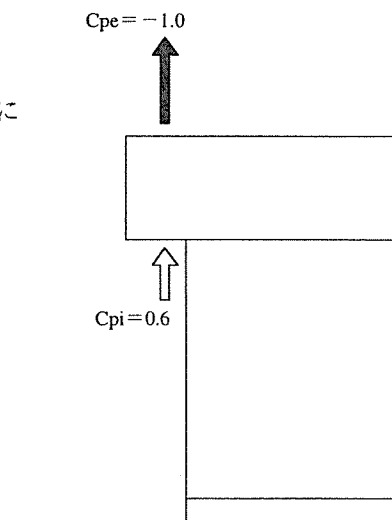
G_w : 固定荷重
 W_w : $q \times C_f = 1040\text{N/m}^2 \times (-1.6) = -1664\text{N/m}^2$ (吹き上げ)
 風力係数は開放型の風上を想定し、
 $C_f = C_{pe} - C_{pi} = -1.0 - 0.6 = -1.6$ とする。

G_w は吹き上げ力 W_w に対して押え込む荷重となるが、安全側に考えこれを無視し、風荷重 W_w に対して検討を行う。

$$\begin{aligned} w &= W_w \times a = 1664 \times 0.455 = 760\text{N/m} \\ M &= 1/2 \times 760 \times 0.6^2 = 137\text{N} \cdot \text{m} \\ Q &= 760 \times 0.6 = 456\text{N} \end{aligned}$$

<無等級材(すぎ) 45×90>

$$\begin{aligned} Ma &= 900\text{N} \cdot \text{m} > M=137\text{N} \cdot \text{m} \text{ OK} \\ Qa &= 3240\text{N} > Q=456\text{N} \text{ OK} \\ \delta &= wL^4 / (8EI) \\ &= 7.60 \times (60)^4 / (8 \times 686500 \times 273) \\ &= 0.07\text{cm} = L/857 \end{aligned}$$



(2) まぐさの設計

① 2階外壁まぐさ (Y0通り、開口幅1.214m)

荷重条件の不利となる固定+積雪荷重にて検討する。

$$L = 1.214\text{m (まぐさスパン)}$$

$$a = 5.46\text{m (トラススパン)}$$

$$w = (450(w_r) + 200(w_n) + 150(w_c) + 530(w_s)) \times (5.46(a)/2 + 0.50(\text{軒の出})) + (500(w_{ew}) \times 0.5) + 100(\text{自重})$$

$$= 4650\text{N/m}$$

$$M = 1/8 \times w \times L^2$$

$$= 1/8 \times 4650 \times 1.214^2 = 860\text{N} \cdot \text{m}$$

$$Q = 1/2 \times w \times L$$

$$= 1/2 \times 4650 \times 1.214 = 2830\text{N}$$

<無等級材 (すぎ) 2-45×120> 固定+積雪荷重時 (G+S)

$$Ma = 2 \times 1274 = 2548\text{N} \cdot \text{m} > M = 860\text{N} \cdot \text{m} \text{ OK}$$

$$Qa = 2 \times 3456 = 6912\text{N} > Q = 2830\text{N} \text{ OK}$$

$$\delta = \{5wL^4 / (384EI)\} \times 2^{注)}$$

$$= \{5 \times 46.5 \times 121.4^4 / (384 \times 686500 \times 2 \times 648)\} \times 2$$

$$= 0.30\text{cm} = L/404 < L/100 \text{ OK}$$

注) 変形増大係数

② 1階外壁まぐさ (X4通り、開口部位置一致・開口幅1.214m)

$$L = 1.214\text{m (まぐさスパン)}$$

$$a = 1.82\text{m (床根太スパン)}$$

強度用

$$w = (550DL + 1800LL) \times (1.82(a)/2 + 0.51/2) + (500(w_{ew}) \times 0.5) + 100(\text{自重}) = 3090\text{N/m}$$

たわみ用

$$w' = (550DL + 800LL) \times (1.82(a)/2 + 0.51/2) + (500(w_{ew}) \times 0.5) + 100(\text{自重}) = 1930\text{N/m}$$

$$M = 1/8 \times w \times L^2$$

$$= 1/8 \times 3090 \times 1.214^2 = 570\text{N} \cdot \text{m}$$

$$Q = 1/2 \times w \times L$$

$$= 1/2 \times 3090 \times 1.214 = 1880\text{N}$$

<無等級材 (すぎ) 2-45×120> 固定+積載荷重時 (G+P)

$$Ma = 2 \times 875 = 1750\text{N} \cdot \text{m} > M = 570\text{N} \cdot \text{m} \text{ OK}$$

$$Qa = 2 \times 2376 = 4752\text{N} > Q = 1880\text{N} \text{ OK}$$

$$\delta = \{5wL^4 / (384EI)\} \times 2^{注)}$$

$$= \{5 \times 19.3 \times 121.4^4 / (384 \times 686500 \times 2 \times 648)\} \times 2$$

$$= 0.13\text{cm} = L/933 < L/250 \text{ OK}$$

注) 変形増大係数

(3) 床根太の設計

■床根太用設計荷重

強度用

$$w = (\text{固定} + \text{積載}) \times \text{床根太間隔} \\ = (350 + 2900) \times 0.607 = 1980 \text{N/m}$$

たわみ用

$$w' = (\text{固定} + \text{積載}) \times \text{床根太間隔} \\ = (350 + 800) \times 0.607 = 700 \text{N/m}$$

■床根太の検討

$$L = 1.82 \text{m} \text{ (床根太スパン)}$$

$$M = 1/8 \times w \times L^2 \\ = 1/8 \times 1980 \times 1.82^2 \\ = 820 \text{N} \cdot \text{m}$$

$$Q = 1/2 \times w \times L \\ = 1/2 \times 1980 \times 1.82 \\ = 1810 \text{N}$$

<無等級材(すぎ) 45×120> 固定+積載荷重時 (G+P)

$$M_a = 875 \text{N} \cdot \text{m} > M = 820 \text{N} \cdot \text{m} \text{ OK}$$

$$Q_a = 2376 \text{N} > Q = 1810 \text{N} \text{ OK}$$

$$\delta = \{5w'L^4 / (384EI)\} \times 2^{\text{注)}} \\ = \{5 \times 7.0 \times 182.0^4 / (384 \times 686500 \times 648)\} \times 2 \\ = 0.45 \text{cm} = L/404 < L/250 \text{ OK}$$

注) 変形増大係数

(4) 床梁の設計

■床梁用設計荷重

強度用

$$w = (\text{床} + \text{間仕切} + \text{積載}) \times \text{床梁間隔} + \text{床梁自重}$$

$$= (550 + 300 + 1800) \times 1.82 + 200 = 5030 \text{N/m}$$

たわみ用

$$w' = (\text{床} + \text{間仕切} + \text{積載}) \times \text{床梁間隔} + \text{床梁自重}$$

$$= (550 + 300 + 800) \times 1.82 + 200 = 3210 \text{N/m}$$

■床梁の検討

$$L = 3.64 \text{m} \quad (\text{床梁スパン})$$

$$M = 1/8 \times w \times L^2$$

$$= 1/8 \times 5030 \times 3.64^2$$

$$= 8340 \text{N} \cdot \text{m}$$

$$Q = 1/2 \times w \times L$$

$$= 1/2 \times 5030 \times 3.64$$

$$= 9160 \text{N}$$

<無等級材 (すぎ) 3-45×240> 固定+積載荷重時 (G+P)

$$M_a = 3 \times 3499 = 10497 \text{N} \cdot \text{m} \quad > \quad M = 8340 \text{N} \cdot \text{m} \quad \text{OK}$$

$$Q_a = 3 \times 4752 = 14256 \text{N} \quad > \quad Q = 9160 \text{N} \quad \text{OK}$$

$$\delta = \{5wL^4 / (384EI)\} \times 2^{\text{注}}$$

$$= \{5 \times 32.1 \times 364.0^4 / (384 \times 686500 \times 3 \times 5184)\} \times 2$$

$$= 1.38 \text{cm} = L/263 < L/250 \quad \text{OK}$$

注) 変形増大係数

床梁を一般製材品とする場合

<無等級材 (べいまつ) 105×240> 固定+積載荷重時 (G+P)

$$A = 252.0 \text{cm}^2$$

$$Z = 1008.0 \text{cm}^3$$

$$I = 12096 \text{cm}^4$$

$$F_b = 28.2 \text{N/mm}^2, F_s = 2.4 \text{N/mm}^2, E = 9807 \text{N/mm}^2$$

$$f_b = 1.1F_b / 3 = 10.3 \text{N/mm}^2, f_s = 1.1F_s / 3 = 0.88 \text{N/mm}^2$$

$$M_a = f_b \times Z = 1030 \times 1008 = 1038240 \text{N} \cdot \text{cm} = 10382 \text{N} \cdot \text{m} \quad > \quad M = 8340 \text{N} \cdot \text{m} \quad \text{OK}$$

$$Q_a = f_s \times A / 1.5 = 88 \times 252 / 1.5 = 14784 \text{N} \quad > \quad Q = 9160 \text{N} \quad \text{OK}$$

$$\delta = \{5wL^4 / (384EI)\} \times 2^{\text{注}}$$

$$= \{5 \times 32.1 \times 364.0^4 / (384 \times 980700 \times 12096)\} \times 2$$

$$= 1.24 \text{cm} = L/294 < L/250 \quad \text{OK}$$

注) 変形増大係数

(5) 床梁を受けるたて枠の設計

①建物内部 (Y2通り、X1)

$$\text{たて枠の支持する床梁スパン} \quad L = (3.64 + 1.82) / 2 = 2.73\text{m}$$

$$\text{たて枠の支持する床梁間隔} \quad a = 1.82\text{m}$$

$$\begin{aligned} \text{設計荷重} \quad N &= (550_{(w)} + 300_{(間仕切)} + 110_{(床梁)} + 1800LL) \times 2.73(L) \times 1.82(a) + 300_{(1F内壁)} \times 2.49 / 2 \\ &= 14090\text{N} \end{aligned}$$

<無等級材 (すぎ) 2-45×120>

$$A = 54.0\text{cm}^2, Z = 108.0\text{cm}^3$$

$$lk = 2490 - 45 \times 3 = 2355\text{mm} \rightarrow 235.5\text{cm}$$

$$i = h / 3.46 = 12 / 3.46 = 3.47 \quad (\text{面材の拘束により強軸方向へ座屈})$$

$$\lambda = lk / i = 235.5 / 3.47 = 67.9 \quad (30 < \lambda \leq 100)$$

$$fc = 6.5\text{N/mm}^2 \quad (G+P) = 650\text{N/cm}^2$$

45×120、1枚あたりの許容圧縮応力度

$$\begin{aligned} fk &= (1.3 - 0.01 \lambda) \times fc \\ &= (1.3 - 0.679) \times 650 = 404\text{N/cm}^2 \end{aligned}$$

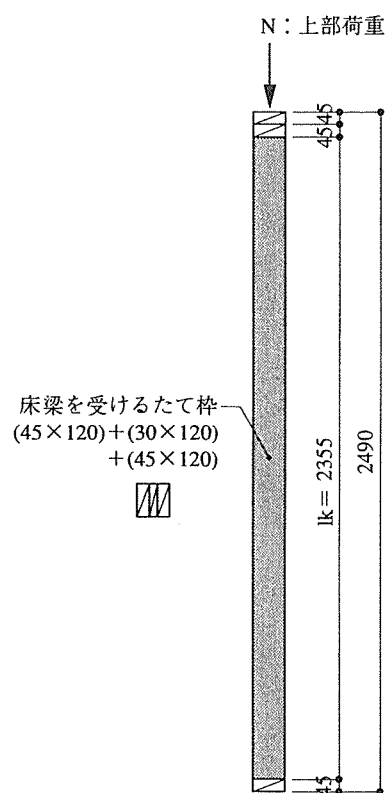
【45×120、2枚の許容圧縮力】

$$\begin{aligned} N_{\max} &= (fk \times A) \times 2 = (404 \times 54.0) \times 2 = 43632\text{N} \\ &> N = 14090\text{N} \dots \text{OK} \end{aligned}$$

【上・下枠のめり込み許容圧縮力】

$$\text{めり込み許容応力度} : fc_{\perp} = (200 \times 1.1) \times 0.8_{\text{端部低減}} = 176\text{N/cm}^2$$

$$\begin{aligned} N_{\max} &= (fc_{\perp} \times A) \times 2 = (176 \times 54.0) \times 2 = 19008\text{N} \\ &> N = 14090\text{N} \dots \text{OK} \end{aligned}$$



②建物外部 (Y0通り、X2)

たて枠の支持する屋根及び2階負担幅 $b=1.214\text{m}$
 たて枠の支持する床梁スパン $L=3.64/2=1.82\text{m}$
 たて枠の支持する床梁間隔 $a=1.82\text{m}$

設計荷重

(固定荷重時)

$$N_G = \{(450_{(w_r)} + 200_{(w_t)} + 150_{(w_c)}) \times (5.46/2 + 0.5) + 500_{(w_{ew})} \times (2.49 + 0.24 + 0.5)\} \times 1.214(b) \\ + (550_{(w_n)} + 300_{(間仕切)} + 110_{(床梁)} + 1800LL) \times 1.82(L) \times 1.82(a) \\ = 14240\text{N}$$

(固定+積雪荷重時)

$$N_{G+s} = \{(450_{(w_r)} + 200_{(w_t)} + 150_{(w_c)} + 530_{(w_s)}) \times (5.46/2 + 0.5) + 500_{(w_{ew})} \times (2.49 + 0.24 + 0.5)\} \times 1.214(b) \\ + (550_{(w_n)} + 300_{(間仕切)} + 110_{(床梁)} + 1800LL) \times 1.82(L) \times 1.82(a) \\ = 16320\text{N}$$

<無等級材 (すぎ) 2-45×120>

$$A = 54.0\text{cm}^2, Z = 108.0\text{cm}^3, l_k = 120\text{cm} \text{ (ラフ開口高)} \\ i = h/3.46 = 4.5/3.46 = 1.3 \text{ (弱軸方向)} \\ \lambda = l_k/i = 120/1.3 = 92.3 \text{ (} 30 < \lambda \leq 100 \text{)}$$

(固定荷重時)

45×120、1枚あたりの許容圧縮応力度

$$f_c = 6.5\text{N/mm}^2 \text{ (G+P)} = 650\text{N/cm}^2 \\ f_k = (1.3 - 0.01\lambda) \times f_c \\ = (1.3 - 0.923) \times 650 = 245\text{N/cm}^2$$

【45×120、2枚の許容圧縮力】

$$N_{\max} = (f_k \times A) \times 2 = (245 \times 54) \times 2 = 26460\text{N} \\ > N_G = 14240\text{N} \dots \text{OK}$$

【上・下枠のめり込み許容圧縮力：たて枠2枚有効】

$$\text{めり込み許容応力度：} f_{c\perp} = 200 \times 1.1 = 220\text{N/cm}^2 \\ N_{\max} = (f_{c\perp} \times A) \times 2 = (220 \times 54) \times 2 = 23760\text{N} \\ > N_G = 14240\text{N} \dots \text{OK}$$

(固定+積雪荷重時)

45×120、1枚あたりの許容圧縮応力度

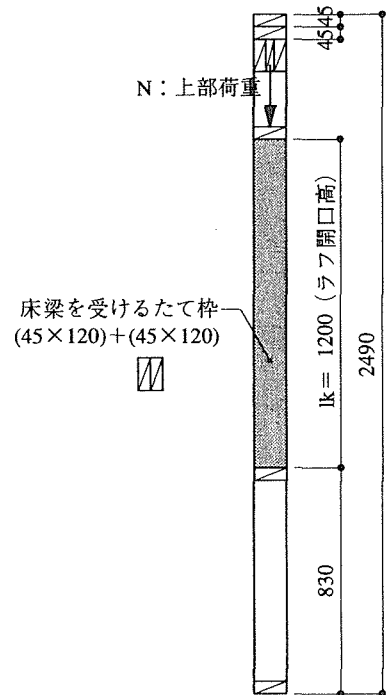
$$f_c = 9.4\text{N/mm}^2 \text{ (G+P+S)} = 940\text{N/cm}^2 \\ f_k = (1.3 - 0.01\lambda) \times f_c \\ = (1.3 - 0.923) \times 940 = 354\text{N/cm}^2$$

【45×120、2枚の許容圧縮力】

$$sN_{\max} = (s f_k \times A) \times 2 = (354 \times 54) \times 2 = 38232\text{N} \\ > N_{G+s} = 16320\text{N} \dots \text{OK}$$

【上・下枠のめり込み許容圧縮力：たて枠2枚有効】

$$\text{めり込み許容応力度：} s f_{c\perp} = 200 \times 1.6 = 320\text{N/cm}^2 \\ sN_{\max} = (s f_{c\perp} \times A) \times 2 = (320 \times 54) \times 2 = 34560\text{N} \\ > N_{G+s} = 16320\text{N} \dots \text{OK}$$



5. 8 基礎の設計

■設計荷重 (Y0通り)

①小屋組	$(W_r + W_t + W_c) \times (L/2 + l)$	$= (450 + 200 + 150) \times (5.46/2 + 0.5)$	$= 2590 \text{ N/m}$
②2階外壁	$W_{ew} \times h_2$	$= 500 \times 2.5$	$= 1250 \text{ N/m}$
③2階床	$(W_{f2} + L.L.) \times L_{j2} \times 1/2$	$= (550 + 300 + 110 + 1800) \times 3.64 \times 1/2$	$= 5030 \text{ N/m}$
④1階外壁	$W_{ew} \times h_1$	$= 500 \times 3.0$	$= 1500 \text{ N/m}$
⑤1階床	$(W_{f1} + L.L.) \times L_{j1} \times 1/2$	$= (350 + 1800) \times 0.91 \times 1/2$	$= 980 \text{ N/m}$

ここに、

W_r	: 屋根荷重	(N/m^2)
W_t	: トラス荷重	(N/m^2)
W_c	: 天井荷重	(N/m^2)
W_{ew}	: 外壁荷重	(N/m^2)
W_{f2}	: 2階床荷重	(N/m^2)
W_{f1}	: 1階床荷重	(N/m^2)
L.L.	: 積載荷重 = 1800	(N/m^2)
L	: 建物の幅	(m)
l	: 軒の出	(m)
L_{j2}	: 2階床梁スパン	(m)
L_{j1}	: 大引スパン	(m)

基礎上部荷重

$$N_1 = \Sigma \text{①} \sim \text{⑤} = 2590 + 1250 + 5030 + 1500 + 980 = 11350 \text{ (N/m)} = 11.350 \text{ (kN/m)}$$

基礎の立上がり高さ40cmの場合

 N_1 : 基礎上部鉛直荷重 N_2 : G.L上部基礎重量

$$N_2 = 24 \times b \times 0.4 = 24 \times 0.12 \times 0.4 = 1.152 \text{ (kN/m)}$$

24 : コンクリート重量 (kN/m^3)

b : 布基礎の幅 (m)

0.4 : 立上がり (m)

 N_3 : G.L下部基礎重量 (布基礎長さ1.0mあたり)

$$N_3 = 20 \times h = 20 \times 0.3 = 6.0 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

20 : 土とコンクリートの平均重量 (kN/m^3)

h : 根入れ深さ (m)

G.L地盤面の釣合いより

$$\text{上部からの全鉛直荷重 } N = N_1 + N_2 = 11.350 + 1.152 = 12.502 \text{ (kN/m)}$$

$$\text{G.L下部基礎重量 } N_3 = 6.0 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$\text{支持地盤面の長期地耐力 } f_e = 50 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

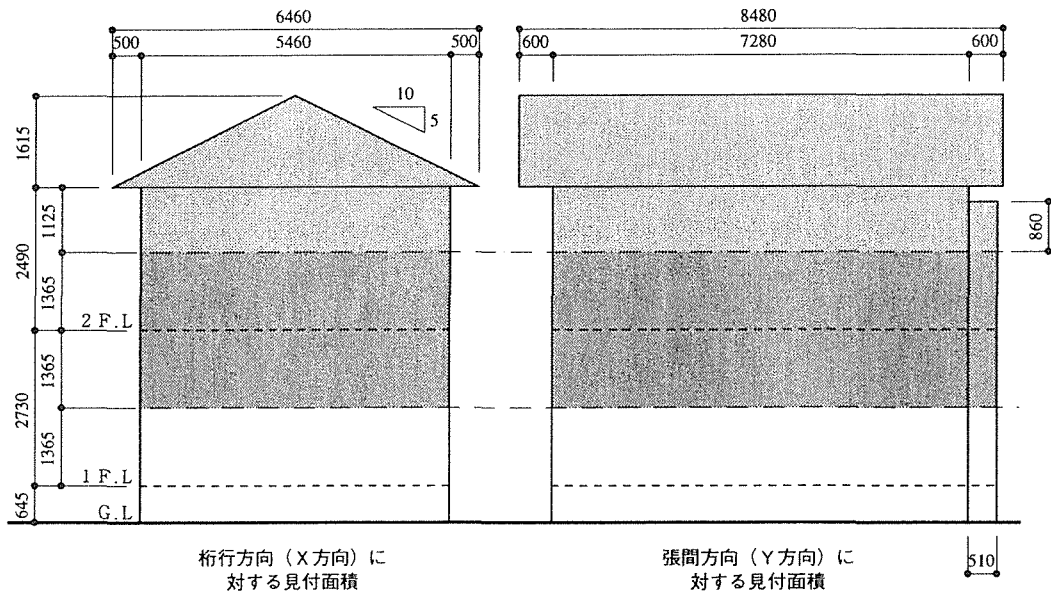
$$\text{G.Lにおける有効地耐力 } f_e' = f_e - N_3 = 50 - 6.0 = 44 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

布基礎底盤の幅 B (m)

$$\text{支持耐力 } N_e = B \times f_e' \geq N$$

$$B \geq N / f_e' = 12.502 / 44 = 0.29 \text{ m} \rightarrow 0.45 \text{ m とする。}$$

5. 9 壁量計算及び壁配置のチェック



耐力壁による区画
 (a) 外壁：厚さ9mmの構造用合板を片面に打ち付けた耐力壁（壁倍率：3.0）
 ※ 耐力壁の長さ（単位：cm）

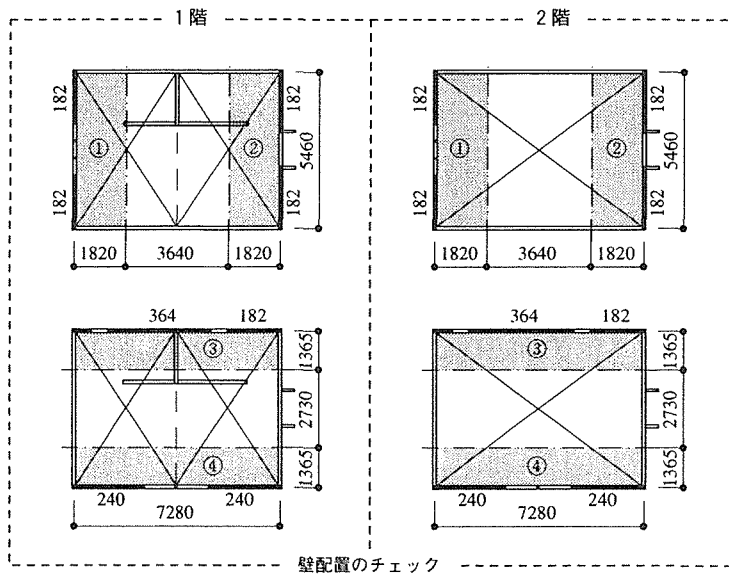
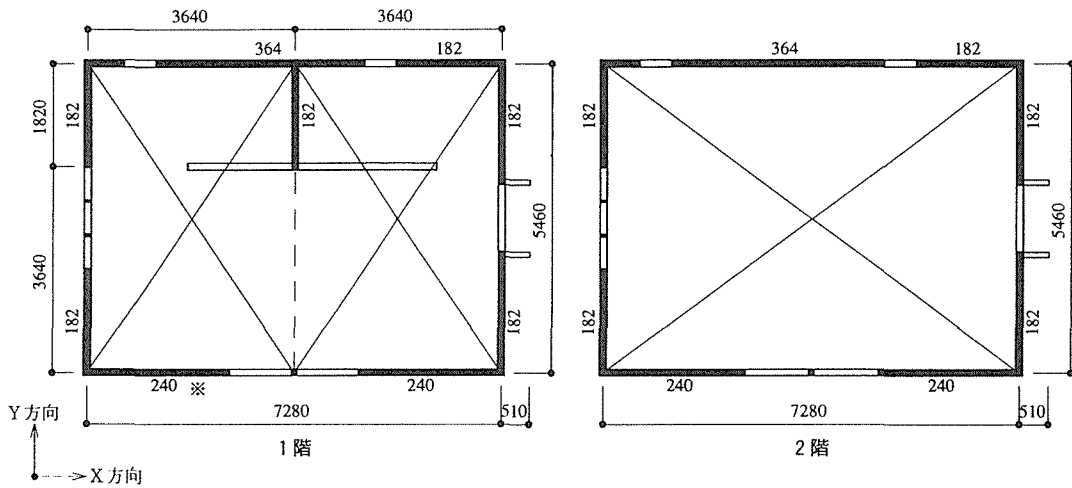


表1 壁量計算表 (その1 必要壁量算定表)

■風圧力に対する必要壁量 (見付面積による必要壁量)

階・方向		見付面積 (m ²)	必要壁率 (cm/m ²)	必要壁量 (cm)
2階	Y方向	22.33	× 50 =	1117
	X方向	11.36	× 50 =	568
1階	Y方向	43.60	× 50 =	2180
	X方向	26.27	× 50 =	1314

■地震力に対する必要壁量 (床面積による必要壁量)

階	Y方向				X方向				
	側端	床面積 (m ²)	必要壁率 (cm/m ²)	必要壁量 (cm)	側端	床面積 (m ²)	必要壁率 (cm/m ²)	必要壁量 (cm)	
2階	側端①	9.94	× 15 =	150	側端③	9.94	× 15 =	150	
	中央	19.87	× 15 =	299	中央	19.87	× 15 =	299	
	側端②	9.94	× 15 =	150	側端④	9.94	× 15 =	150	
	合計				599	合計			
1階	側端①	9.94	× 29 =	289	側端③	9.94	× 29 =	289	
	中央	19.87	× 29 =	577	中央	19.87	× 29 =	577	
	側端②	9.94	× 29 =	289	側端④	9.94	× 29 =	289	
	合計				1155	合計			

表2 壁量計算表 (その2 必要壁量算定表)

■設計壁量計算表

階	壁量計算 (全体)						壁配置のチェック (側端部)		
	耐力壁の種類 *注1	壁長 (cm)	倍率	存在壁量 Ld (cm)	必要壁量 Ln (cm)	充足率	壁率比		
Y 方向									
2階	地震力	側端①	(a)	364	3.0	1092	150	$\gamma ① = Ld / Ln = 7.28$ $\gamma ② = Ld / Ln = 7.28$	$\gamma ① / \gamma ②$ $\gamma ② / \gamma ①$
		中央	(a)	0	3.0	0	299		
		側端②	(a)	364	3.0	1092	150		
	風圧力	合計				2184	判定 ≥ O.K	599	壁率比 ≥ 0.5 であるかの判定 ^{注2}
					判定 ≥ O.K	1117	$\gamma ① > 1, \gamma ② > 1 \dots\dots\dots$ O.K		
1階	地震力	側端①	(a)	364	3.0	1092	289	$\gamma ① = Ld / Ln = 3.77$ $\gamma ② = Ld / Ln = 3.77$	$\gamma ① / \gamma ②$ $\gamma ② / \gamma ①$
		中央	(a)	182	3.0	546	577		
		側端②	(a)	364	3.0	1092	289		
	風圧力	合計				2730	判定 ≥ O.K	1155	壁率比 ≥ 0.5 であるかの判定 ^{注2}
					判定 ≥ O.K	568	$\gamma ① > 1, \gamma ② > 1 \dots\dots\dots$ O.K		
X 方向									
2階	地震力	側端③	(a)	546	3.0	1638	150	$\gamma ③ = Ld / Ln = 10.92$ $\gamma ④ = Ld / Ln = 9.60$	$\gamma ③ / \gamma ④$ $\gamma ④ / \gamma ③$
		中央	(a)	0	3.0	0	299		
		側端④	(a)	480	3.0	1440	150		
	風圧力	合計				3078	判定 ≥ O.K	599	壁率比 ≥ 0.5 であるかの判定 ^{注3}
					判定 ≥ O.K	2180	$\gamma ③ > 1, \gamma ④ > 1 \dots\dots\dots$ O.K		
1階	地震力	側端③	(a)	546	3.0	1638	289	$\gamma ③ = Ld / Ln = 5.66$ $\gamma ④ = Ld / Ln = 4.98$	$\gamma ③ / \gamma ④$ $\gamma ④ / \gamma ③$
		中央	(a)	0	3.0	0	577		
		側端④	(a)	480	3.0	1440	289		
	風圧力	合計				3078	判定 ≥ O.K	1155	壁率比 ≥ 0.5 であるかの判定 ^{注3}
					判定 ≥ O.K	1314	$\gamma ③ > 1, \gamma ④ > 1 \dots\dots\dots$ O.K		

*注1：耐力壁の種類は以下による。

注2： $\gamma ①$ 及び $\gamma ②$ がそれぞれ1.0を超える場合は、壁率比の算定及び判定は不要

注3： $\gamma ③$ 及び $\gamma ④$ がそれぞれ1.0を超える場合は、壁率比の算定及び判定は不要

耐力壁	面材の種類	倍率
(a)	・構造用合板 厚9.0mm以上 釘打ち：面材周辺部 CN50@100 面材中間部 CN50@200	3.0

6

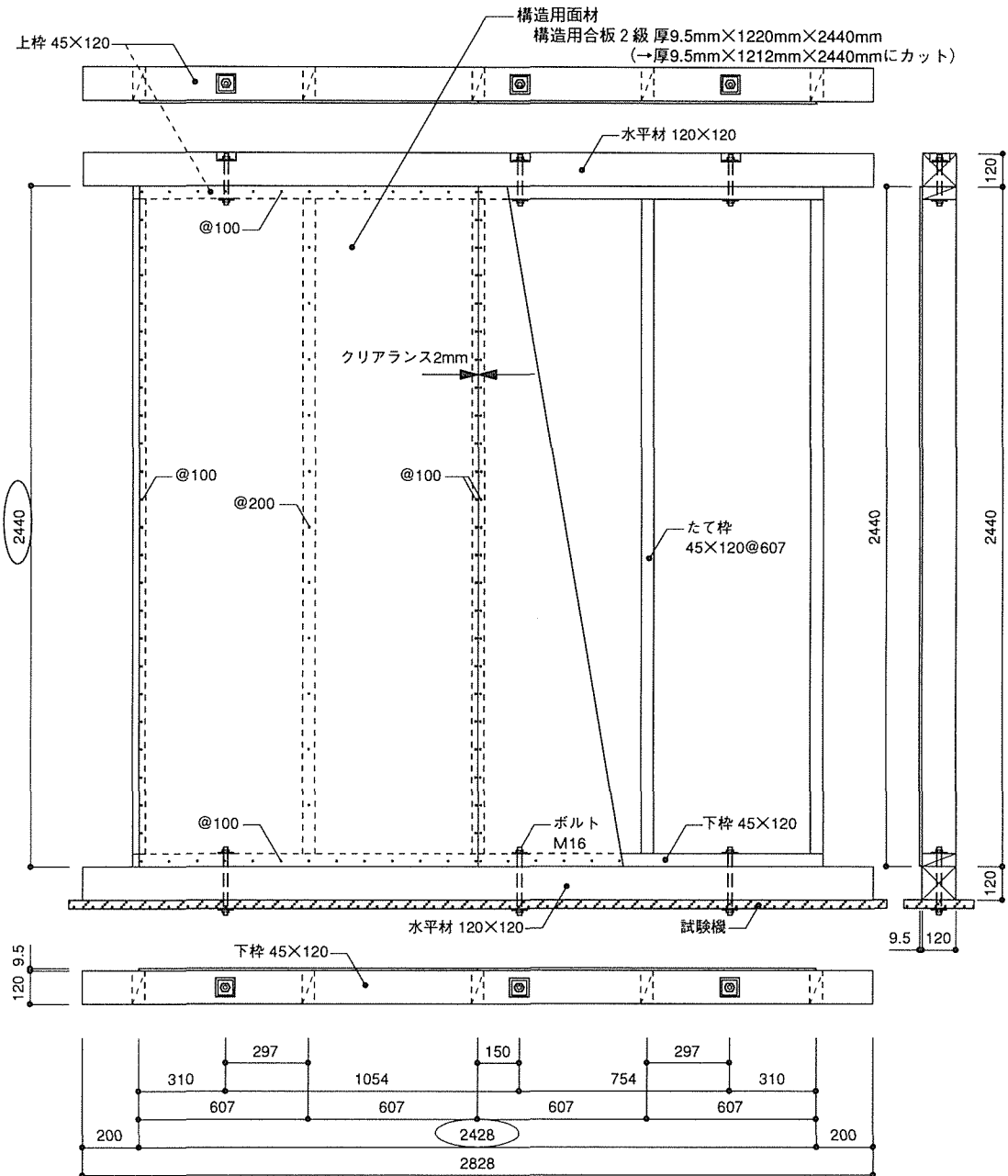
構造試験結果

- 6. 1 耐力壁の面内せん断試験6-1
- 6. 2 床構面の面内せん断試験6-4

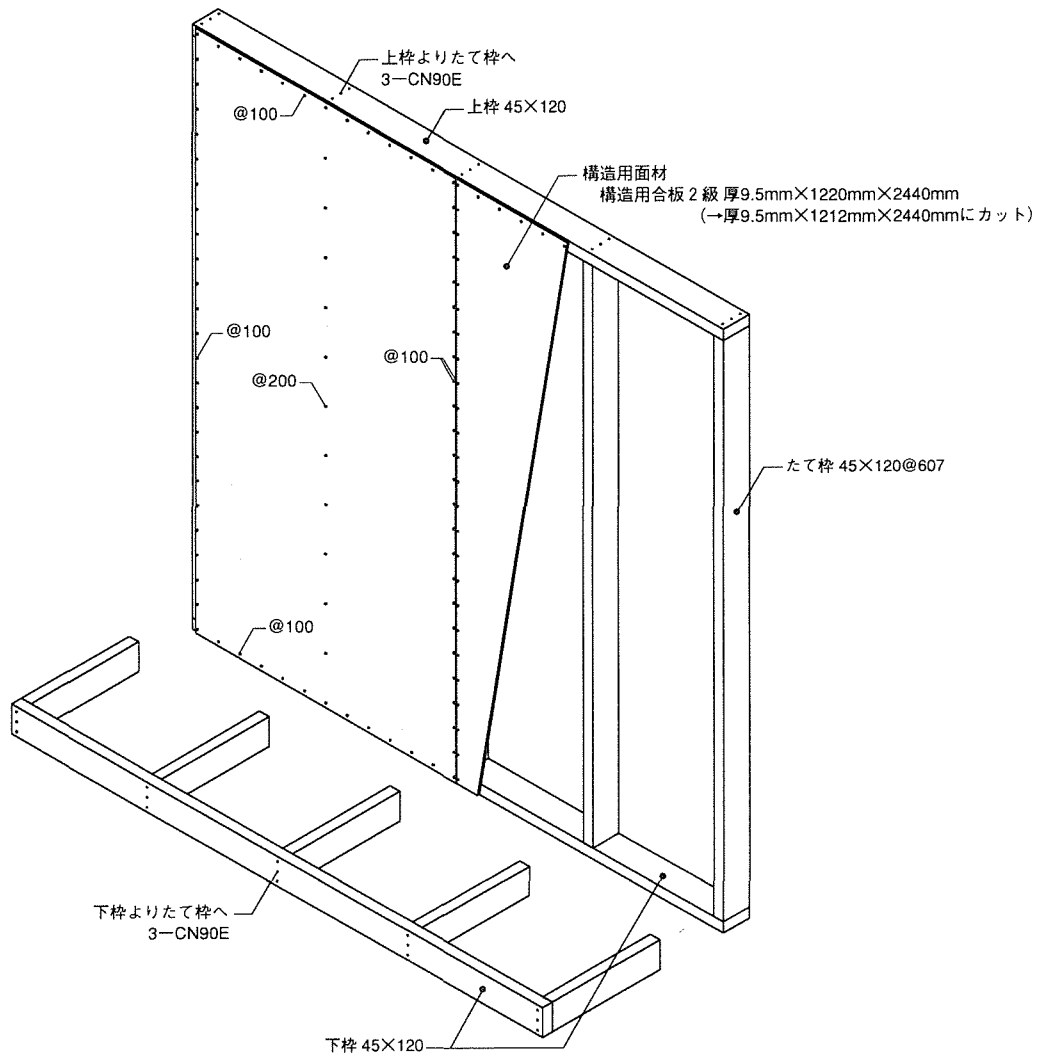
6. 構造試験結果

6.1 耐力壁の面内せん断試験

(1) 試験体の概要



構造用間伐材 用途開発	試験体 寸法図	枠材	間伐材(すぎ) 45mm×120mm	図番 1
		面材	構造用合板 2級 厚9.5mm×1220mm×2440mm (→厚9.5mm×1212mm×2440mmにカット)	
		目標倍率	3.0	
		釘打ち	面材周辺部CN50F@100 面材中間部CN50F@200	



図中の釘打ち記号は、E：木口打ちを示す。

構造用間伐材 用途開発	試験体	枠材の寸法	45mm×120mm	図番 2
	釘打ち方法	面材の寸法	厚9.5mm×1220mm×2440mm (→厚9.5mm×1212mm×2440mmにカット)	
		目標倍率	3.0	
		釘打ち	面材周辺部CN50F@100 面材中間部CN50F@200	

(2) 試験結果及び壁倍率の算定

■壁倍率の算定

①降伏耐力 P_y 、終局耐力 P_u および $\gamma = 0 - 1/150\text{rad}$.時の荷重を求めるために、終局加力を行った側の包絡線を作成する。包絡線は繰り返し加力の各サイクルの最大荷重点を変位の小さい順に結んで作製する。これら包絡線より完全弾塑性モデルを求め、降伏耐力 P_y 、終局耐力 P_u および構造特性係数 D_s を算定した。

②短期せん断耐力の算定は、次の方法により行った。

- 1) 降伏耐力 P_y
- 2) 終局耐力 P_u に(0.2/構造特性係数 D_s)を乗じた値
- 3) 最大荷重 P_{\max} の2/3の値
- 4) 真のせん断変形角が $1/150\text{rad}$.時の耐力

上記の1)～4)の各平均値(試験荷重 P_e)にばらつき係数を乗じ、その4つの値の最小値を短期基準せん断耐力 P_0 とする。

ばらつき係数は次式により算定する。

$$\text{ばらつき係数} = 1 - CV \cdot K$$

ここで、

CV : 変動係数(標準偏差/平均値)

K : 信頼水準75%の50%下側許容限界を求めるための定数
(試験体数に依存し、3体は $K = 0.471$)

③壁倍率の算定は次式による

$$\text{壁倍率} = P_0 \times (1/1.96) \times (1/L)$$

ここで、

P_0 : 短期基準せん断耐力(kN)(低減係数は考慮していない)

1.96 : 壁倍率1を算定する数値(kN/m)

L : 壁の長さ(ここでは2.428m)

表1 すぎ枠組材を用いた耐力壁の壁倍率を求めるための各数値

供試体記号	降伏耐力 P_y (kN/2.248m)	$P_u \times (0.2/D_s)$ (kN/2.248m)	$2/3P_{\max}$ (kN/2.248m)	$\gamma = 1/150\text{rad}$. (kN/2.248m)	塑性率 μ	構造特性係数 D_s	終局耐力 P_u (kN/2.248m)
KW-1	16.60	22.81	20.69	21.62	8.46	0.25	28.59
-2	15.00	18.29	17.35	21.49	7.74	0.26	24.04
-3	17.17	20.74	19.75	22.48	7.71	0.26	27.29
平均値 (試験荷重 P_e)	16.26	20.61	19.26	21.87	7.97	0.26	26.64
標準偏差	1.12	2.26	1.72	0.54	0.42	0.01	2.34
ばらつき係数	0.967	0.948	0.958	0.988	0.975	0.987	0.959
50%下限値 (平均値×ばらつき係数)	15.73	19.55	18.45	21.61	7.77	0.26	25.54

表2 すぎ枠組材を用いた耐力壁の壁倍率

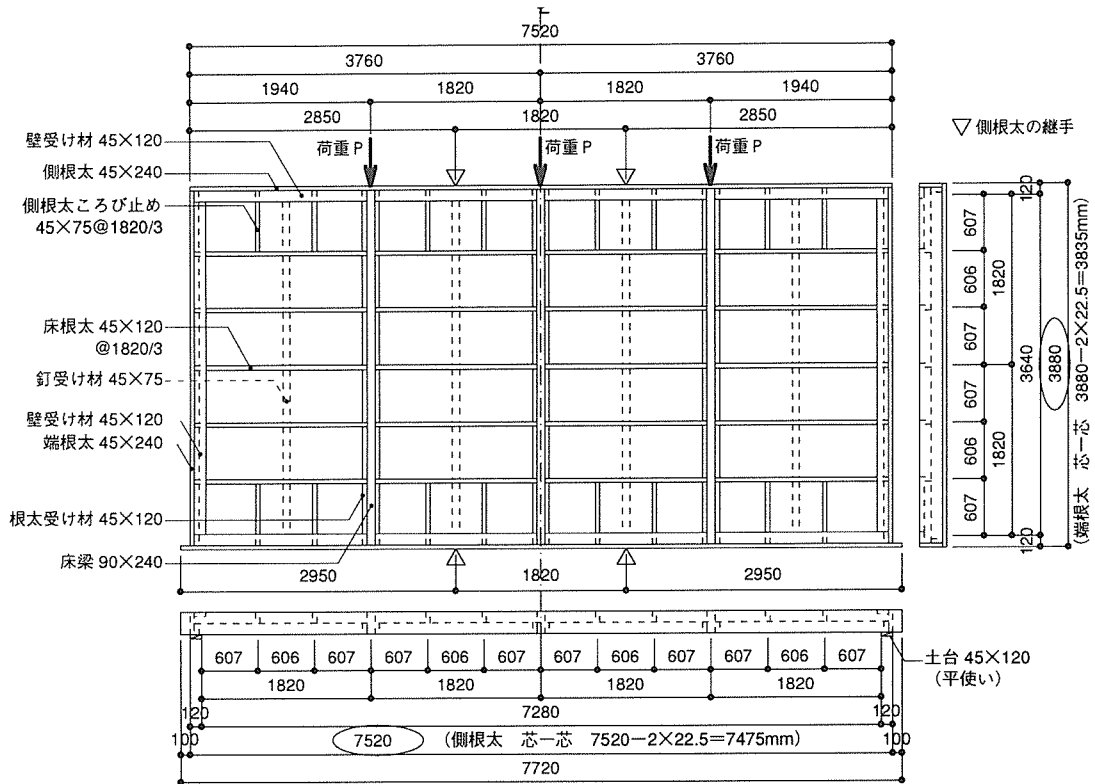
供試体記号	短期基準せん断耐力 P_0 (kN/2.248m)	壁倍率
KW-1,2,3	15.73	3.30

表1及び表2の数値は、「7. 付録 7. 1 耐力壁の面内せん断試験報告書*」による。

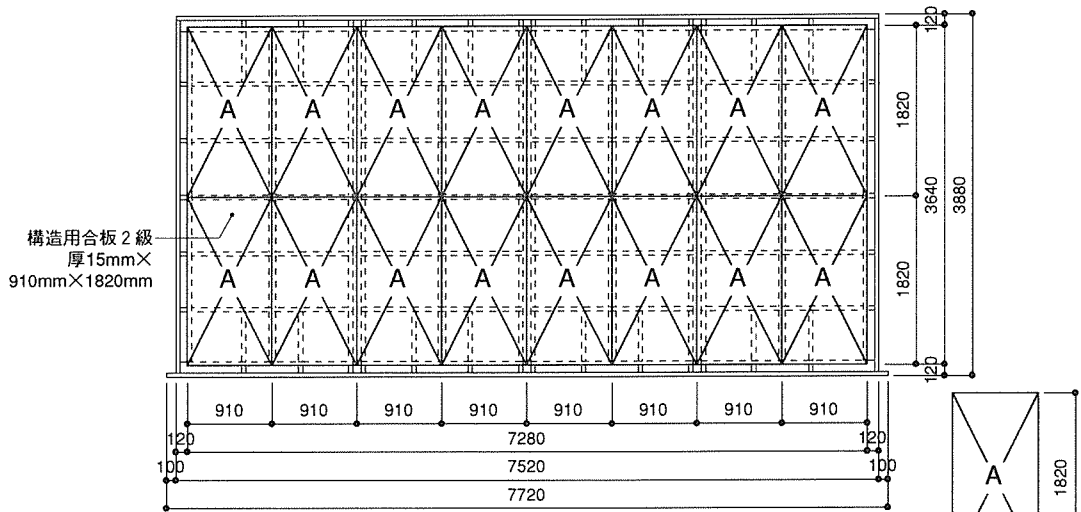
* (財)日本住宅・木材技術センター試験研究所における試験結果

6. 2 床構面の面内せん断試験

(1) 試験体の概要

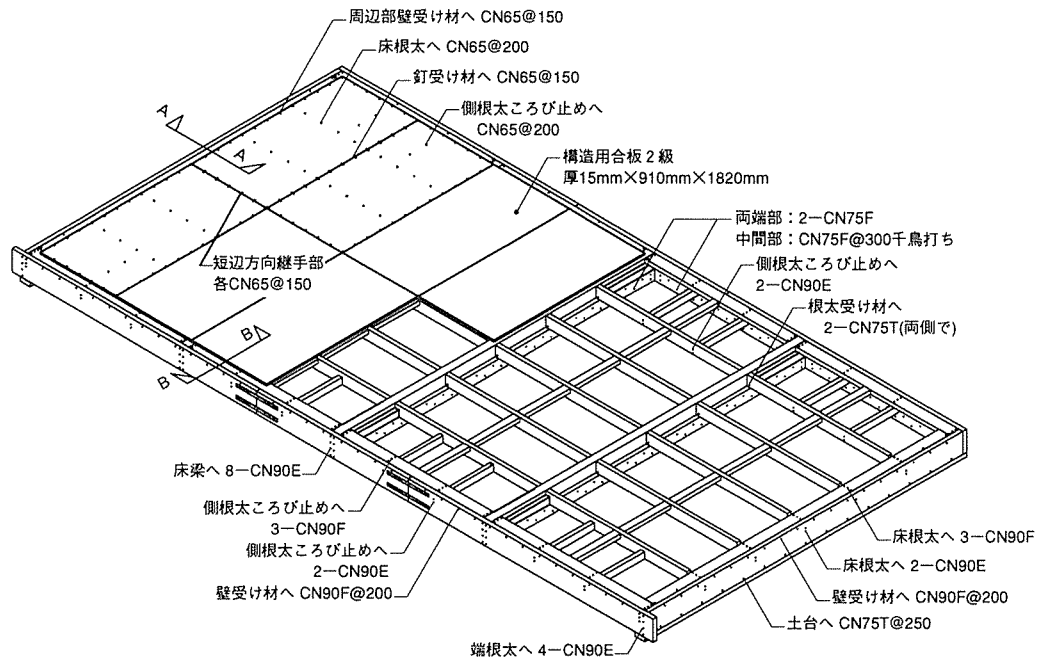


<試験体図一枠組>

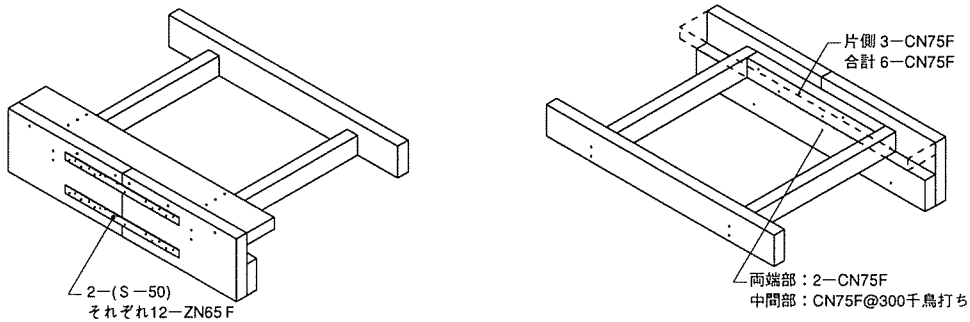


<試験体図一面材の割付け>

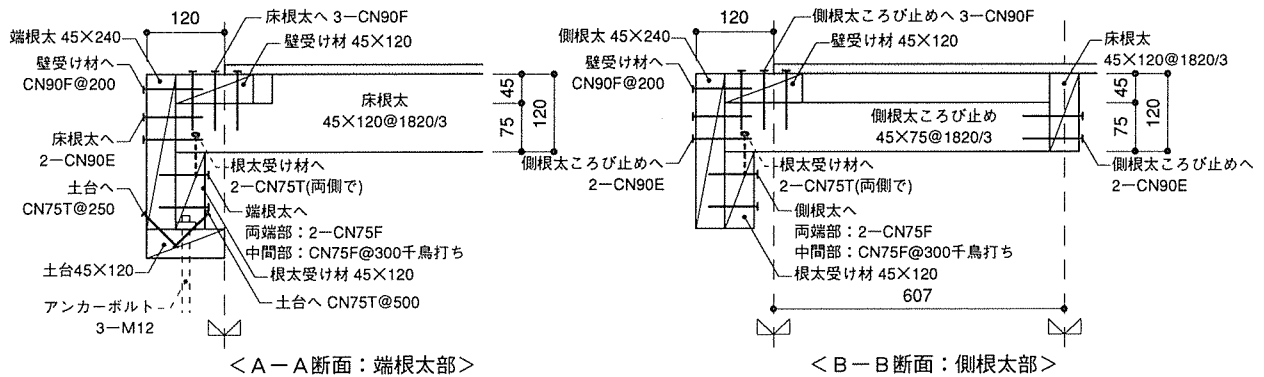
構造用間伐材 用途開発	試験体 寸法図	枠材	間伐材(すぎ) 45mm×120mm、45mm×240mm	図番 1
		面材	構造用合板 2級 厚15mm×910mm×1820mm	
		根太間隔	@1820/3=607mm	
		釘打ち	面材周辺部CN65F@150 面材中間部CN65F@200	



< 部材相互の釘打ち方法 >



< 側根太の継手 >



図中の釘打ち記号は、E：木口打ち、F：平打ち、T：斜め打ちを示す。

構造用間伐材 用途開発	試験体 釘打ち方法	枠材	間伐材(すぎ) 45mm×120mm、45mm×240mm	図番 2
		面材	構造用合板 2級 厚15mm×910mm×1820mm	
		根太間隔	@1820/3=607mm	
		釘打ち	面材周辺部CN65F@150 面材中間部CN65F@200	

(2) 床構面の面内せん断試験結果の検討

■検討方針

試験結果より床構面の許容せん断耐力を算出する。
実荷重による設計荷重の算出

■検討方法

- A. 設計荷重と試験による許容せん断応力との比較
B. 建設省告示第56号第4床第7号(3)床材の外周部分に要求される許容せん断応力との比較
上記A. 及びB. の検討結果より、水平構面としての安全の確認を行なう。

A. 試験結果による床構面の許容せん断耐力の算定

真のせん断変形角より算定した試験結果

供試体記号	一定変形時の荷重(kN)								最大荷重時	
	真のせん断変形角(γ_3) (rad.)								荷重 (kN)	変形角 (rad.)
	1/1000	1/600	1/300	1/200	1/150	1/120	1/100	1/60		
KF	49.97	59.23	78.44	91.49	100.74	108.36	115.82	134.76	140.69	1/41

上表の数値は、「7. 付録 7. 2床構面の面内せん断試験報告書*」による。

* (財) 日本住宅・木材技術センター試験研究所における試験結果

① P₀及びP_aの算出方法

P₀: 最大荷重の2/3

短期荷重時の許容せん断耐力 P_a: P₀×3/4

② P₀の算出

最大荷重 P_{max} = 140.69kN

P₀ = P_{max} × 2/3 = 140.69 × 2/3 = 93.79kN

③ P_aの算出

P_a = 93.79 × 3/4 = 70.34kN > 設計荷重 P_d = 28.9kN...⑥より

④ 最大荷重と設計荷重の比 (荷重係数)

P_{max} / P_d = 140.69kN / 28.9kN = 4.87

⑤ スパン中央変位が L/600時の荷重と設計荷重の比較

スパン L = 7280mm、L/600 = 7280/600 = 12.13mm

L/600時の荷重 (γ_3 が1/300rad.時) 78.44kN > 設計荷重 P_d = 28.9kN...⑥より

L/600時と設計荷重の比 78.44kN / 28.9kN = 2.71

⑥ 実荷重による設計荷重の算出 (風圧力にて決定)

風圧力

想定する建設地域 地方の区分(5) (風速V₀=38m/秒)、地表面粗度区分 III

1) 速度圧 q = 1187N/m² → 1200N/m²

2) 風力係数 c = 0.8Kz + 0.4 = 0.8 × 1.0 + 0.4 = 1.2

3) 風圧力 w = q × c = 1200 × 1.2 = 1440kN/m²

4) 負担面積 A = 7.28m (スパン) × (2.5m/2 + 0.25m + 2.5m/2) = 20.02m²

5) 設計荷重 P_w = w × A = 1440kN/m² × 20.02m² = 28,829N ⇒ 28.9kN

地震力は風圧力に比べて小さい

ゆえに、設計荷重 P_d = (P_w) = 28.9kN

B. 建設省告示第56号第4床第7号(3)床材の外周部分に要求される許容せん断応力との比較

建設省告示第56号による許容せん断応力 1 m当り280kg=2.75kN/m

- ①試験による許容せん断力： $P_a = 70.34\text{kN}$
- ②短辺方向有効長さ： $L' = 3.64 \times 2 = 7.28\text{m}$
- ③試験による許容せん断応力 P_a / L'
 $P_a / L' = 70.34\text{kN} / 7.28\text{m} = 9.66\text{kN/m}$
- ④告示による許容せん断応力と設計許容せん断応力との比
 $9.66(\text{kN/m}) / 2.75(\text{kN/m}) = \underline{3.51}$ 倍



付録一 試験成績書

「スギ杣材構成する杣組壁工法の耐力壁、床構面の構造試験」

1. 一般事項

構 造 試 験 概 要	
1. 構造試験の名称	スギ枠材で構成する枠組壁工法の耐力壁、床構面の構造試験
2. 試験の目的・内容	<p>[1] 目的・内容 厚45mm、せい120又は240mmのスギ枠材で構成する枠組壁工法の合板張り耐力壁及び合板張り床構面の面内せん断試験を行い、それらの性能を試験的に確認し、技術開発のための技術資料とする。</p> <p>[2] 試験体の概要 1) 構造用合板張り耐力壁 試験体寸法：幅2428×高2440mm 面材：構造用合板 厚9mm、品質2級 サイズ 幅1220×高2440mm (4×8板) くぎ：CN50 @外周100mm、中通200mm 2) 構造用合板張り床構面 試験体寸法：幅7280×奥行3460mm 面材：構造用合板 厚15mm、品質2級 サイズ 幅910×長1820mm (3×6板) くぎ：CN65 @外周150mm、中通200mm 3) 枠組材 樹種スギ、サイズ 45厚×せい120又は240mm 耐力壁の縦枠間隔：607mm 床構面の根太間隔：607mm 5) 試験体数：耐力壁；3体 床構面；1体</p> <p>[3] 試験方法 壁：タイロッド式の面内せん断試験 床：曲げ型の面内せん断試験</p>
3. 構造試験実施日	平成12年 11月14～17日
4. 試験実施場所	東京都江東区新砂3丁目3番1号 (財)日本住宅・木材技術センター 試験研究所
5. 構造試験担当者 及び試験成績書作成者	試験担当者 主任研究員 鴛海 四郎 研究員 後藤 隆洋 研究員 清水 庸介

2. 試験体

(1) 試験体の詳細は、表2. 1及び図2. 1～図2. 4に示す。

表2. 1：試験体の詳細

項目	仕様詳細	
種類	耐力壁	床構面
タイプ	2P×3P	8P×4P
試験体記号	KW	KF
試験体数	3体	1体
試験体寸法 (面材)	幅2428Bmm(外々) 高2440mm(外々)	幅7280mm(外々) 奥行3640mm(外々)
試験体寸法 (枠材)	幅2428Bmm(芯々) 高2440mm(外々)	幅7520mm(芯々) 奥行3880mm(芯々)
面材とくぎ	面材；構造用合板 厚9mm、 品質2級、3プライ サイズ幅1220×長2440mm 密度 0.607 くぎ；CN50 @外周100mm、中通200mm	面材；構造用合板 厚15mm、 品質2級、7プライ サイズ幅910×長1820mm 密度 0.599 くぎ；CN65 @外周150mm、中通200mm
面材の張り方	4×8板縦2枚張り	加力方向に縦張り目地通し
枠組材	枠組材 樹種；スギ(密度 0.47～0.49程度) 縦枠、下枠、上枠、床根太、受材；45厚×せい120mm 側根太、端根太；45厚×せい240mm 床梁；90厚×せい240mm	
枠組材の構成 方法	縦枠間隔607mm 釘打ち等は枠組壁工法の技術基準に 準拠する。	床構面の外周部に壁受材(45×120 mmの平使い) 床梁間隔1820mm 床根太間隔607mm 釘打ち等は同左
含水率(抵抗 式水分計)	45×120；12～19% 45×240；16～19% 90×120；30%以上	

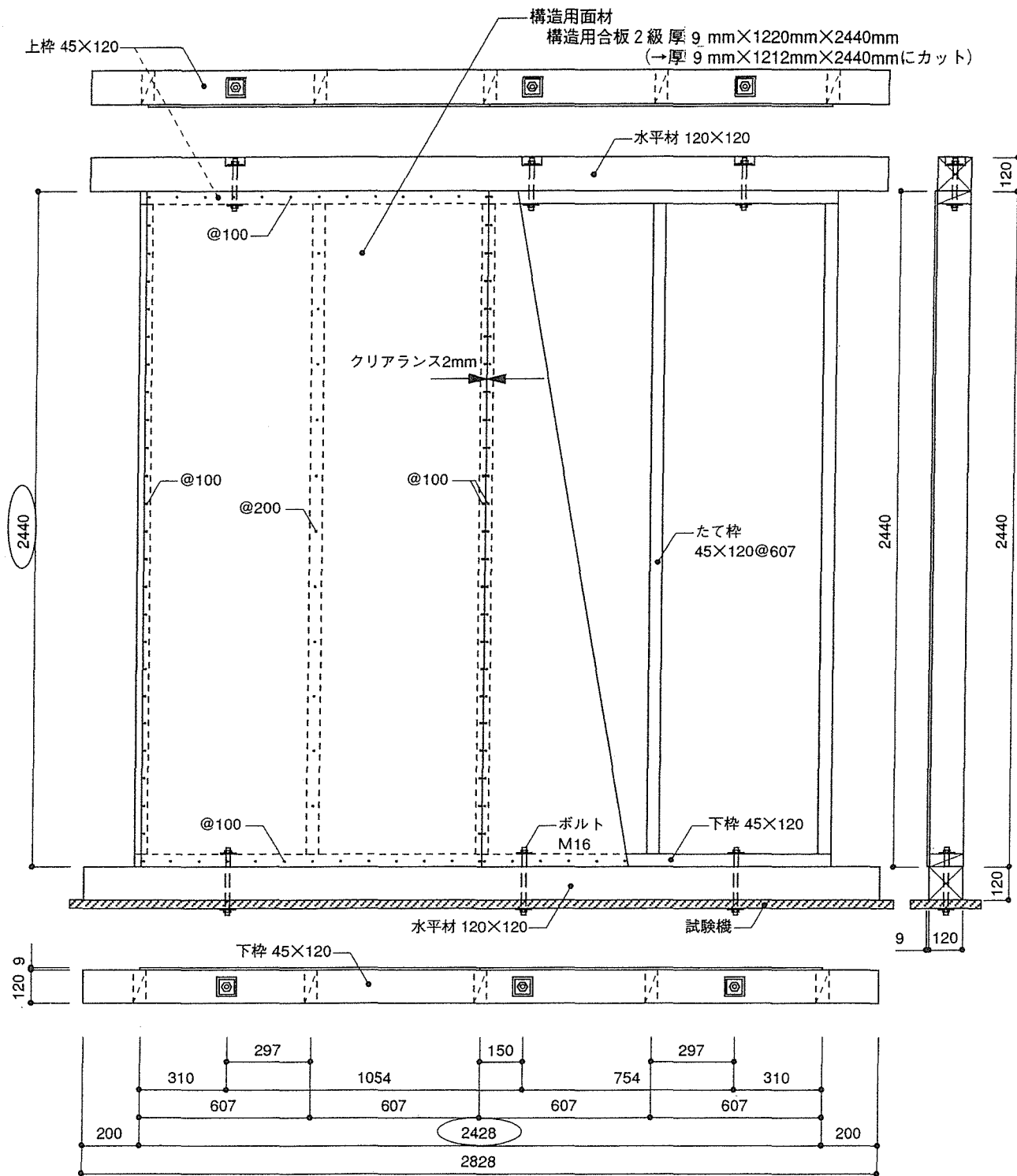


図 2. 1 耐力壁試験体の詳細図 (mm)

構造用間伐材 用途開発	試験体 寸法図	枠材	間伐材 (すぎ) 45mm×120mm	図番 1
		面材	構造用合板 2級 厚9.6mm×1220mm×2440mm (→厚9.6mm×1212mm×2440mmにカット)	
		目標倍率	3.0	
		釘打ち	面材周辺部CN50F@100 面材中間部CN50F@200	

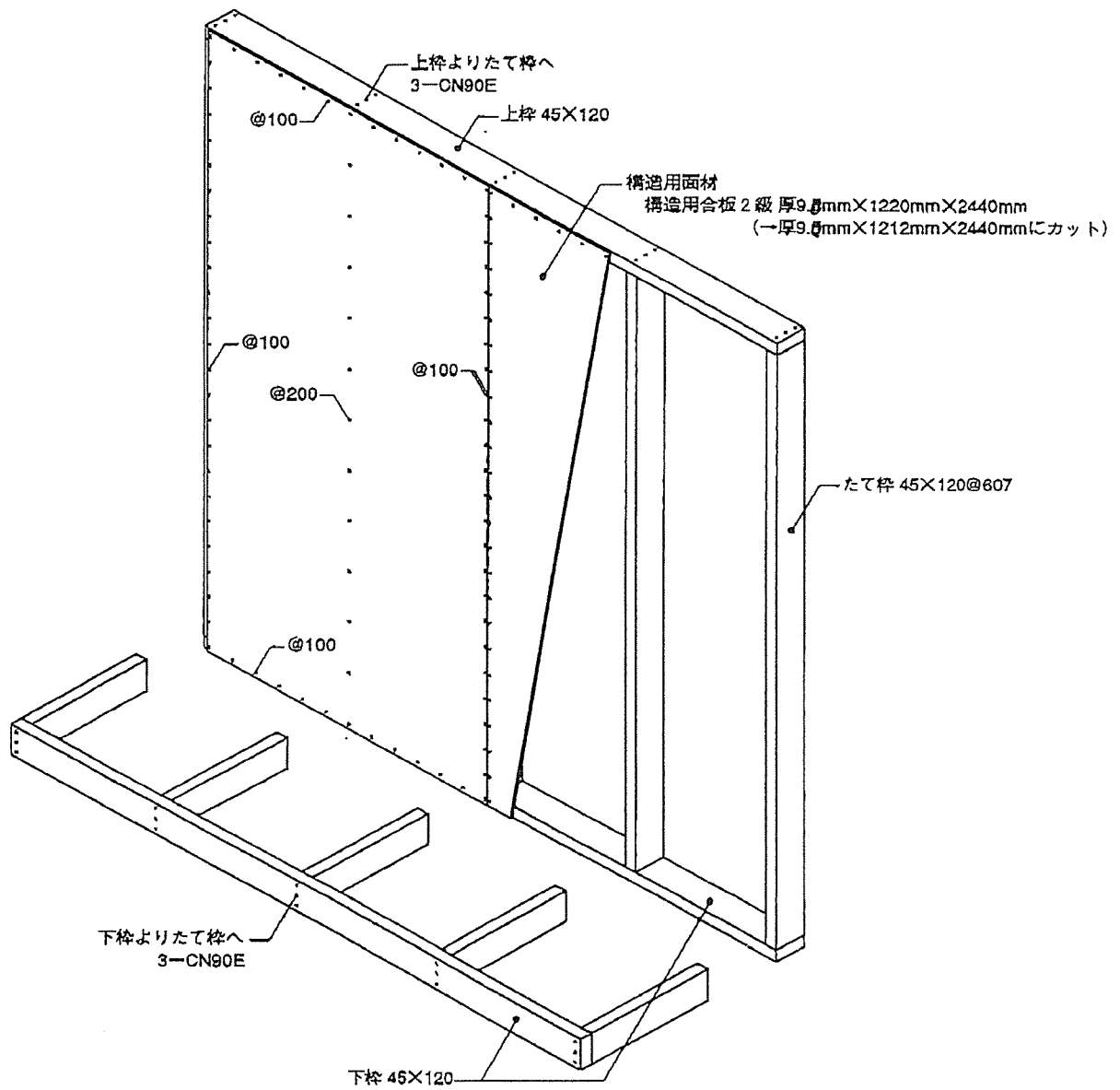


図 2. 2 耐力壁のアイソメ図 (mm)

図中の釘打ち記号は、E:木口打ちを示す。

構造用間伐材 用途開発	試験体 釘打ち方法	枠材の寸法	45mm×120mm	図番 2
		面材の寸法	厚9.0mm×1220mm×2440mm (→厚9.0mm×1212mm×2440mmにカット)	
		目標倍率	3.0	
		釘打ち	面材周辺部CN50F@100 面材中間部CN50F@200	

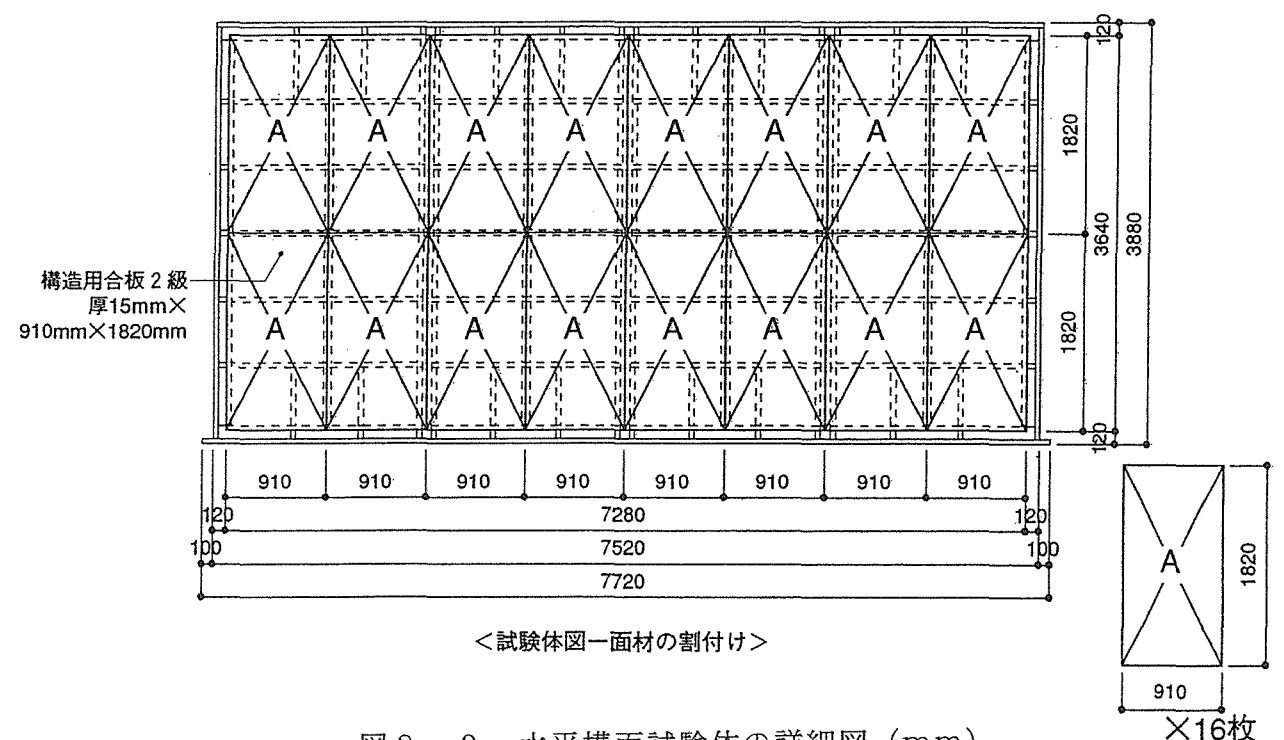
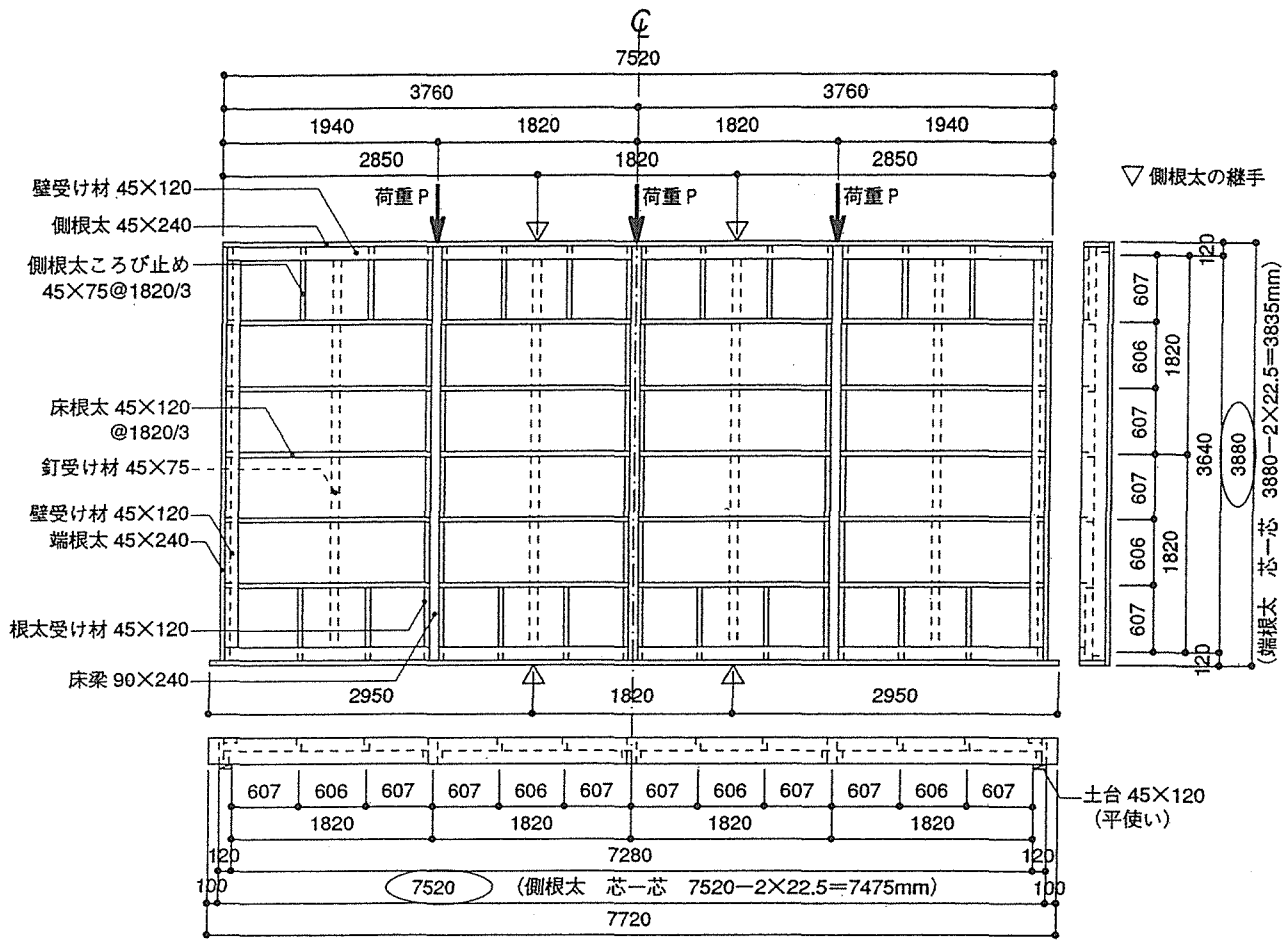
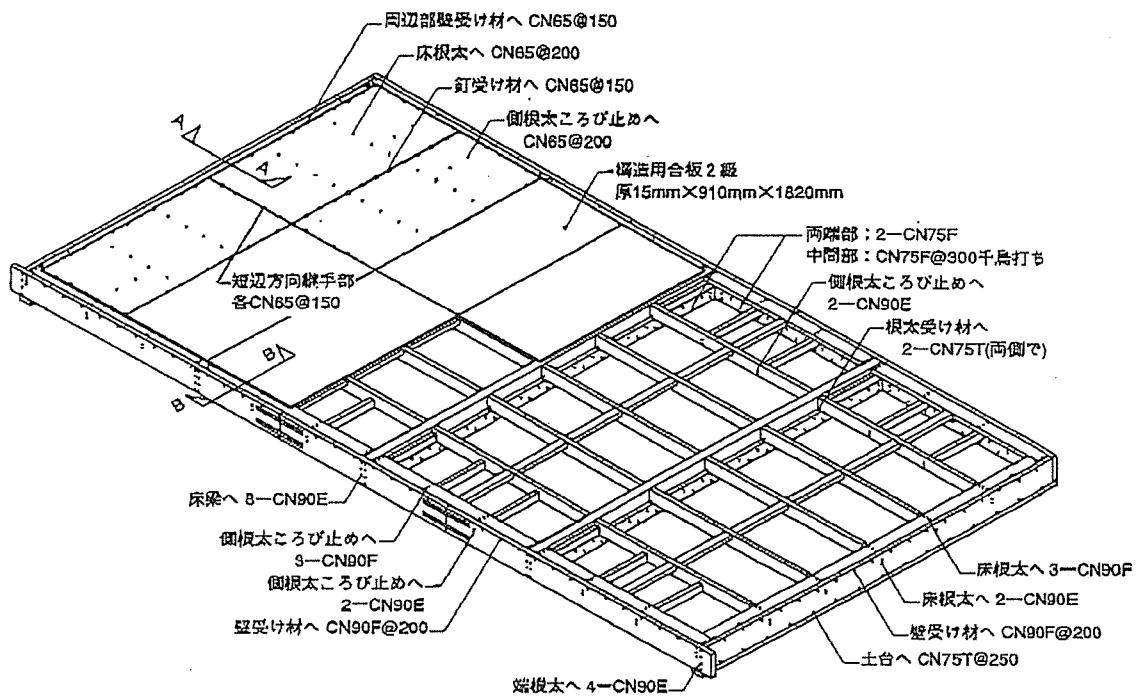
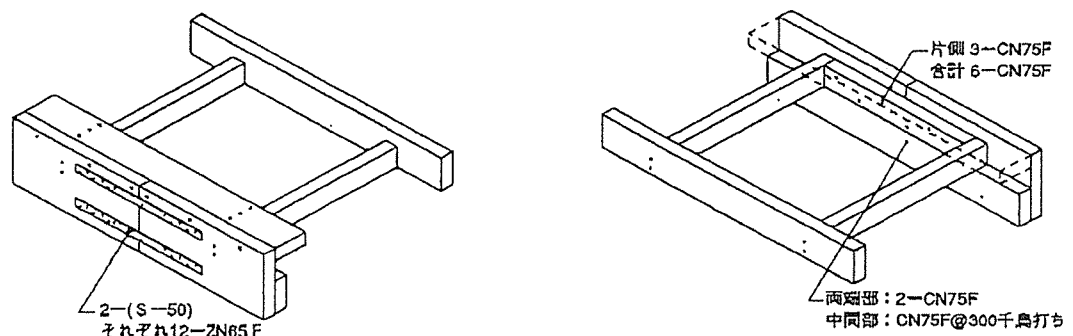


図 2. 3 水平構面試験体の詳細図 (mm)

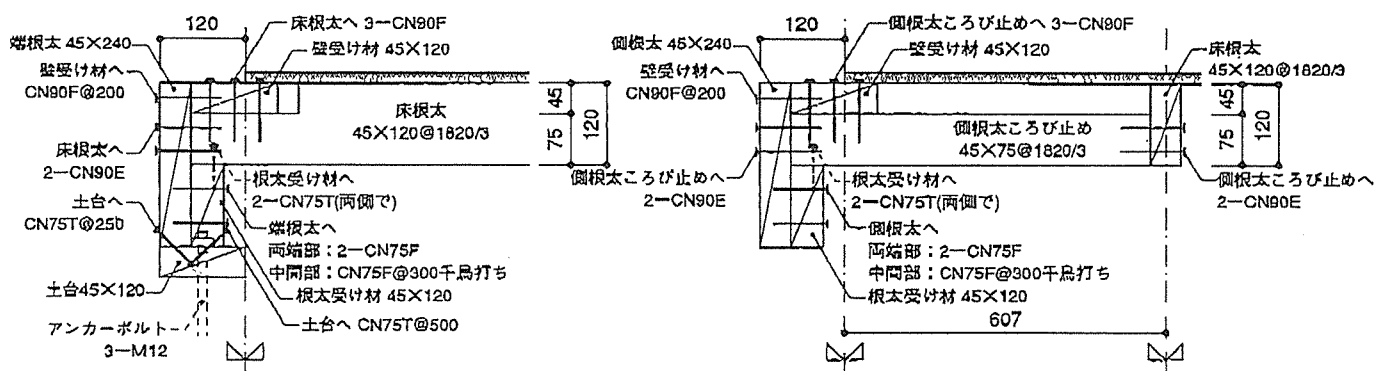
構造用間伐材 用途開発	試験体 (案) 寸法図	枠材	間伐材 (すぎ) 45mm×120mm、45mm×240mm	図番 1
		面材	構造用合板 2級 厚15mm×910mm×1820mm	
		根太間隔	@1820/3=607mm	
		釘打ち	面材周辺部CN65F@150 面材中間部CN65F@200	



<部材相互の釘打ち方法>



<側根太の継手>



< A-A断面：端根太部 >

< B-B断面：側根太部 >

図 2. 4 水平構面のアイソメ図 (mm)

図中の釘打ち記号は、E：木口打ち、F：平打ち、T：斜め打ちを示す。

構造用間伐材 用途開発	試験体 釘打ち方法	枠材	間伐材(すぎ) 45mm×120mm、45mm×240mm	図番 2
		面材	構造用合板 2級 厚15mm×910mm×1820mm	
		根太間隔	@1820/3=607mm	
		釘打ち	面材周辺部CN65F@150 面材中間部CN65F@200	

3. 試験方法

3. 1 耐力壁の面内せん断試験

(1) 面内せん断試験は、JIS A 1414に規定される「タイロッドを用いる面内せん断試験」に準じて行った。図3. 1に試験方法の概要を示す。

(2) 供試体の固定

供試体は、下枠、下水平材の3カ所をM16ボルトで基礎に相当する試験装置に固定する。また、下水平材の両端部には横すべり防止用の治具を固定する。

(3) タイロッド

タイロッド(φ20mm)は外側の縦枠より内側に約200mmの位置に設置する。

(4) 載荷方法

加力は、梁の軸心を加力中心として、正負交番繰返し加力を行う。繰返し履歴は、 γ 3の変形制御で1/900、1/500、1/300、1/200、1/150、1/100、1/75、1/50rad.を標準とする。なお、同一変形時に3回の繰返し加力を行う。

加力装置は油圧式復動ジャッキ、荷重の検力は、ロードセル(容量10t、出力4000 μ /FS)で行う。

(5) 変位の測定

変位は加力と反対側の供試体の縦枠の頂部と脚部で水平方向変位(H1)(H2)を、供試体の両側の縦枠の脚部で上下方向変位(V3)(V4)を測定する。計測には電気式変位計(抵抗式;容量300mm、出力33 μ /mm及び抵抗式;容量100mm、出力3000 μ /FS)を用いる。

(7) データの集録は、ロードセル及び電気式変位計を静デジタルひずみ測定器、コンピュータシステムに接続して行う。

3. 2 床構面の面内せん断試験

(1) 床構面の面内せん断試験の概要は、図3. 2に示す。

(2) 試験体の設置

試験体は、サイズが大きいため、試験装置の中で組立を行う。両側の端根太は試験装置の短手側のH形鋼フレームの上に載せ、1820mmごとに設置される床梁(90×240mm)の下には軸力発生防止のためにローラを配置する。試験体の長手(7520mm)は、試験装置の両端のピン支点で支持する。また、試験体の浮き上がりを防止するために、床合板を打ち付けた後で、短手方向にH形鋼を渡し、試験装置に固定する。そのH形鋼と床合板の間に軸力発生防止用にローラを配置する。また、側根太の加力側は、浮き上がり防止のために下のH形鋼に固定する。

(3) 載荷方法

加力は、試験装置のフレームに1820mm間隔で取り付けた3本の油圧ジャッキ(容量100kN)により一方向繰返し加力を行う。荷重の検力は、ジャッキ先端に取り付けたロードセル(容量10t、出力4000 μ /FS)を用いた。ジャッキの加力位置は、試験体の端根太の上端より約40mm付近とする。

(4) 加力履歴

一方向繰返し加力の履歴は、見かけのせん断変形角(中央変位をスパンの1/2で除

す)で制御とし、 $1/900$ 、 $1/500$ 、 $1/300$ 、 $1/200$ 、 $1/150$ 、 $1/100$ 、 $1/75$ 、 $1/50$ rad. の後、最大荷重に達するまで荷重を加えた。

(5) 変位の測定

変位の計測位置は、図3.3に示す。 $P-\delta$ 、 $P-\gamma$ 曲線はロードセル(容量; 10 t、出力; 4000μ /FS)、変位計(容量; 200 mm、出力1 mm/100 μ 、及び容量50 mm、出力1 mm/200 μ)をデジタル静ひずみ測定器、コンピュータシステムに接続し、記録した。荷重は3台のジャッキの合計の荷重とした。

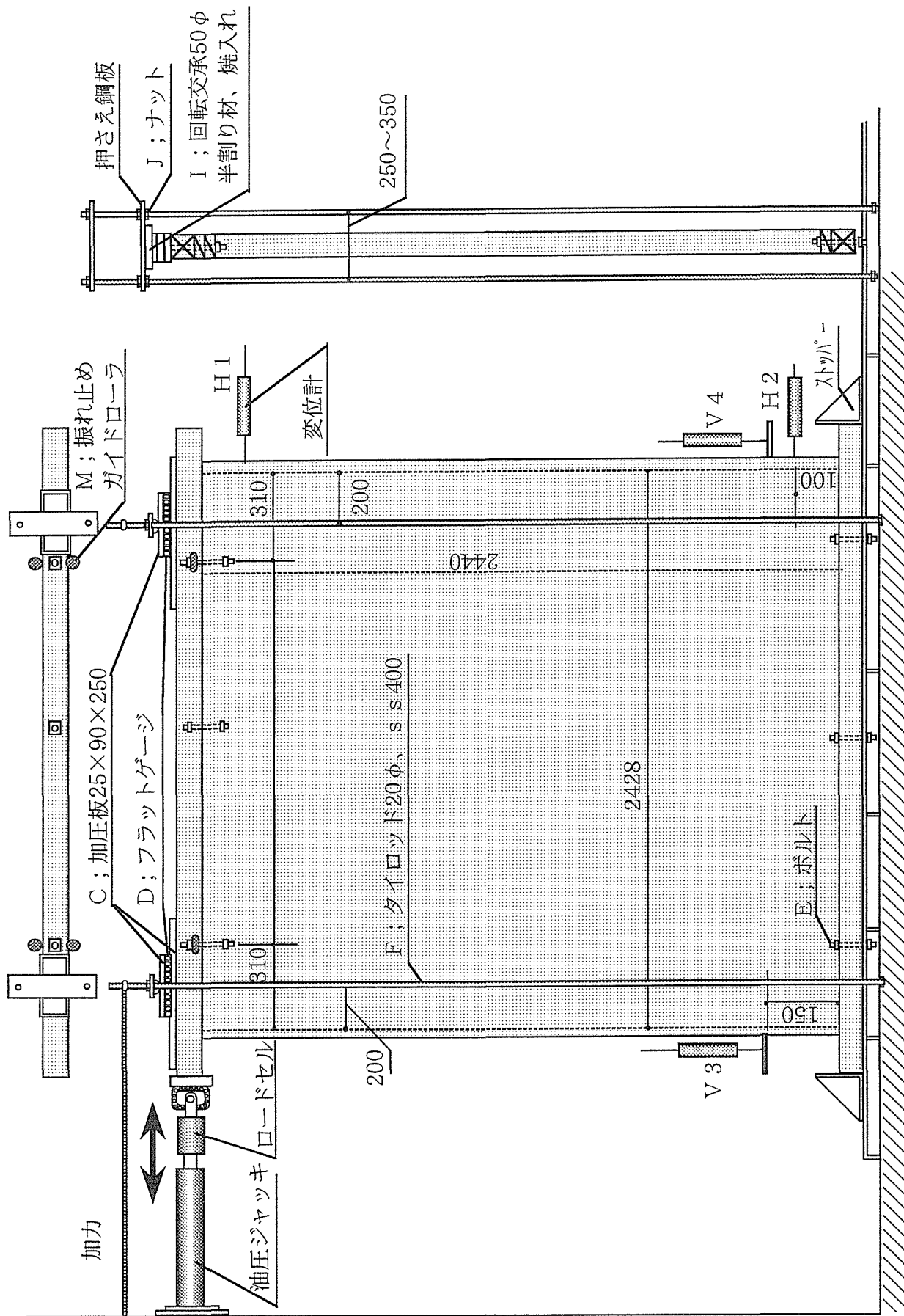


図3. 1: タイロッド式の面内せん断試験装置 (mm)

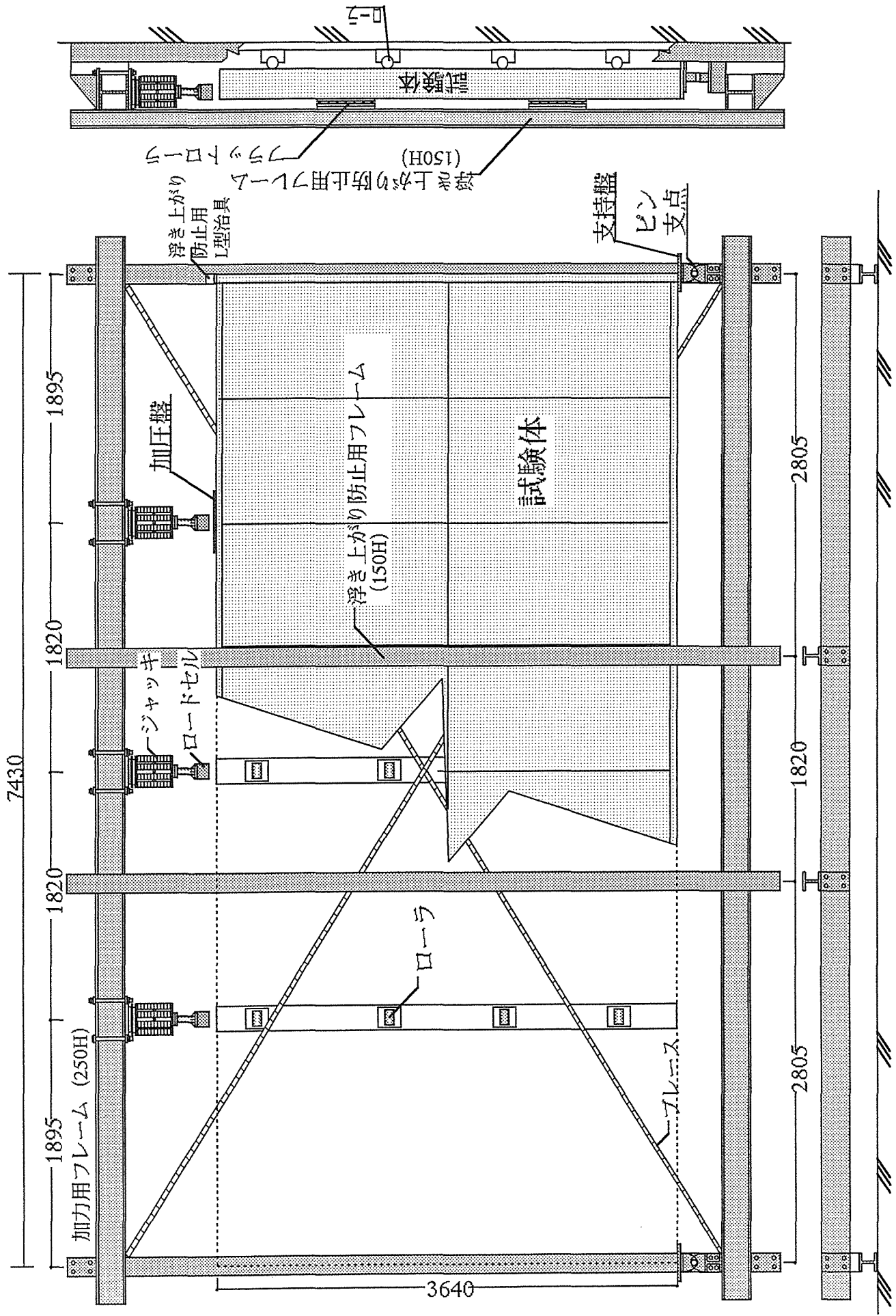


図3. 2 水平構面の面内せん断試験装置 (mm)

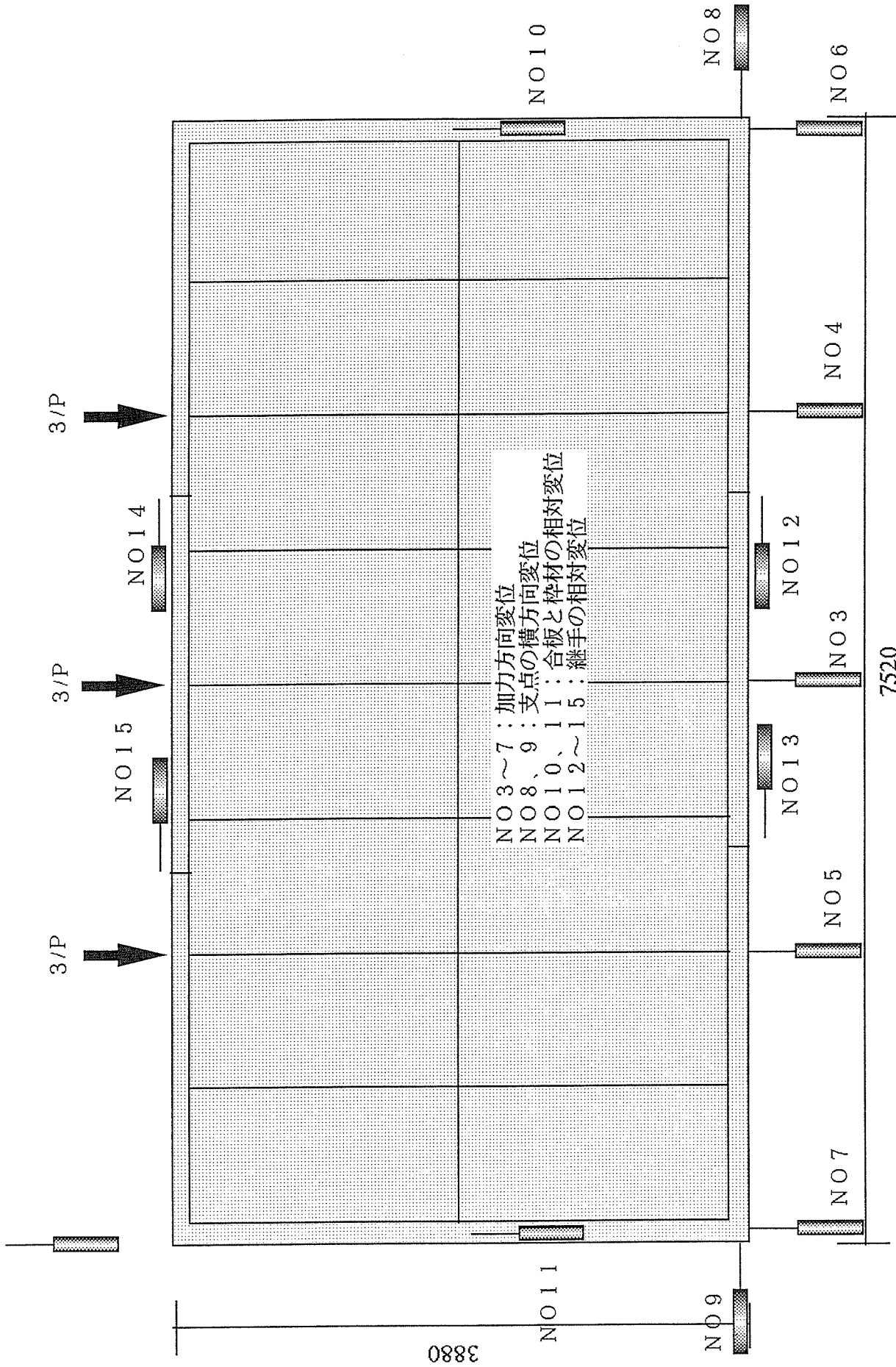


図3.3 変位計の配置図

4. 試験結果

4. 1 耐力壁の面内せん断試験

(1) 試験結果の概要は、表 4. 1 に示す。

(2) 見かけのせん断変形角 (γ)、脚部のせん断変形角 (θ) 及び真のせん断変形角 (γ_0) は、次式を用いて算出した。

$$\gamma = (H1 - H2) / H$$

$$\theta = (V3 - V4) / V$$

$$\gamma_0 = \gamma - \theta$$

ここで、 γ ; 見かけのせん断変形角 (rad.)

H1 ; 供試体頂部の水平変位 (mm)

H2 ; 供試体脚部の水平変位 (mm)

H ; H1 と H2 の距離 (mm)

θ ; 脚部のせん断変形角 (rad.)

V3 ; 供試体加力側脚部の上下方向変位 (mm)

V4 ; 供試体反加力側脚部の上下方向変位 (mm)

V ; V3 と V4 の距離 (mm)

γ_0 ; 真のせん断変形角 (rad.)

(3) 荷重－せん断変形角曲線は、図 4. 1～図 4. 6 に示す。

(4) 供試体の主な破壊状況は、表 4. 2 及び写真 1～写真 1 4 に示す。

表 4. 1 : 構造用合板張り耐力壁の結果 (真の変形角)

供試体記号	1/300rad.時の荷重 (kN/1.82m)	最大荷重 Pmax (kN/1.82m)	最大荷重時変形角 (rad.)
KW-1	+16.31 -17.67	31.03	1/49
KW-2	+16.40 -17.02	26.03	1/50
KW-3	+17.36 -18.33	29.63	1/49

表4. 2 : 耐力壁の主な破壊状況

供試体記号	主な破壊状況
KW-1	釘の引き抜け、せん断、パンチングアウト。
KW-2	釘の引き抜け、せん断。面外への合板の浮き上がり。合板の回転。
KW-3	釘の引き抜け、せん断、パンチングアウト。 下枠のめり込み破壊。縦枠の座屈変形。

4. 2 床構面の面内せん断試験

- (1) 試験結果は、一括して表 4. 3 に示す。
- (2) 床構面の支持スパン（長辺）は、7430mm である。
- (3) 有効長さ（短辺）は、床構面の支持部の長さ（合板）で、 $3.64\text{m} \times 2 = 7.28\text{m}$ である。
- (4) 見かけのせん断変形角 γ_1 および真のせん断変形角 γ_3 は、次式より算定した

$$\text{見かけのせん断変形角 } \gamma_1 = (\text{スパン中央の変位}) / (0.5 \text{ スパン})$$

$$\text{真のせん断変形角 } \gamma_3 = (\text{スパン中央の変位} - \text{支点の変位}) / (0.5 \text{ スパン})$$

- (5) 荷重変形角および荷重変位曲線は、図 4. 7 図 4. 12 に示す。
- (6) 破壊状況は、写真 1527 に示す。

表 4. 3 : 構造用合板張り床構面の試験結果

供試体 記号	1/300rad.時の荷重 (kN)		最大荷重時		
	見かけのせん断変形角 (γ_1)	真のせん断変形角 (γ_3)	荷重 (kN)	変形角 (rad.)	
				見かけのせん断変形角 (γ_1)	真のせん断変形角 (γ_3)
K F	77.23	78.44	140.69	1/40	1/41

(7) 結果について

- 1) 最大荷重と真の 1/300rad 時荷重の比は、1.79 倍である。
- 2) 真の 1/300rad 時荷重を有効長さ 7.28m で除すると 10.77 kN/m となる。この数値は、枠組壁工法の標準床（厚 12mm 合板、釘 CN50 ピッチ 150mm、千鳥張り）より高い数値である。
(標準床の数値：真の 1/300rad 時荷重 6.87 kN/m、最大荷重 97.78 kN)

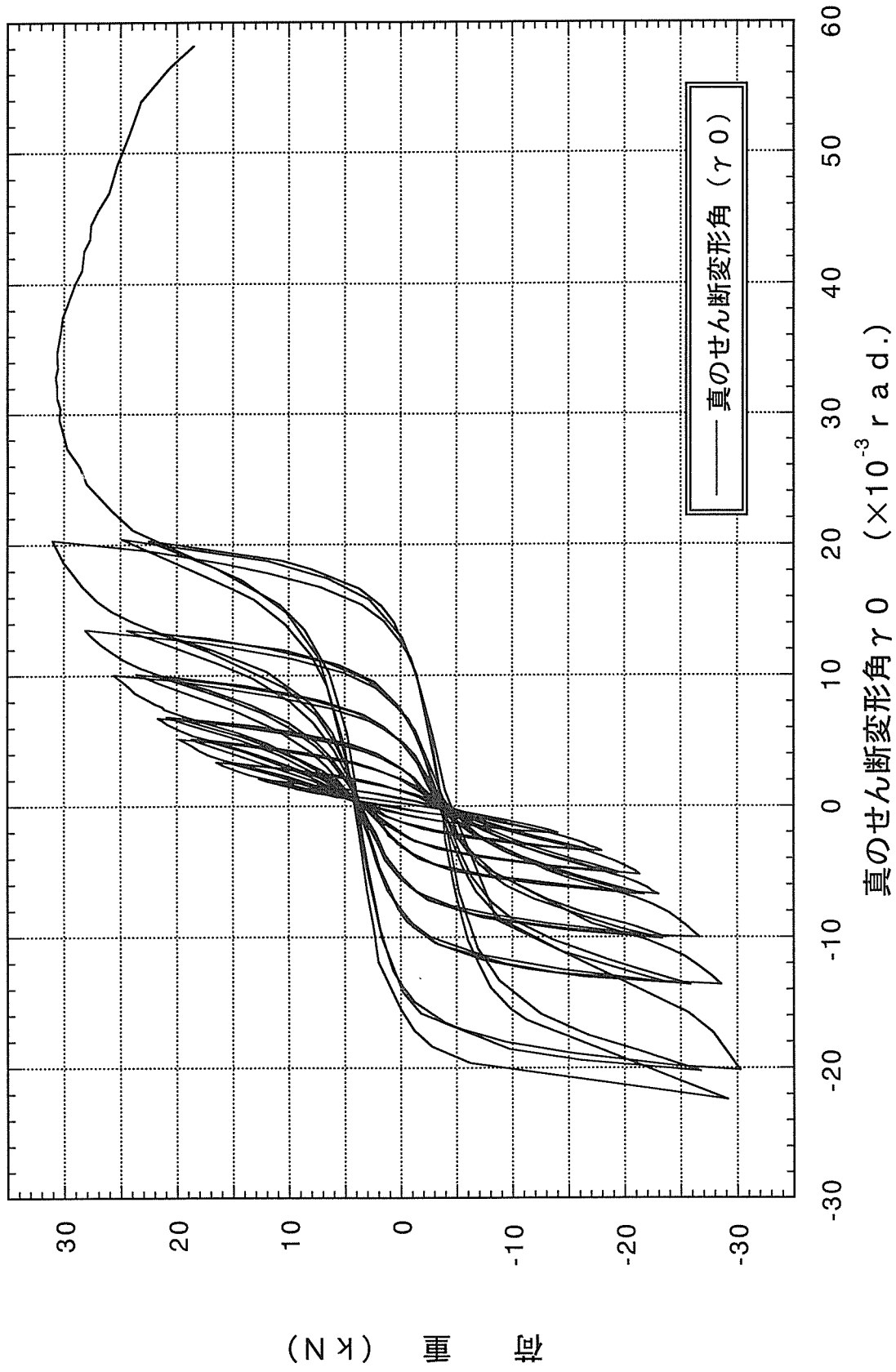


図4. 1 : KW-1 構造用合板9mm張り枠組耐力壁の荷重-真のせん断変形角曲線

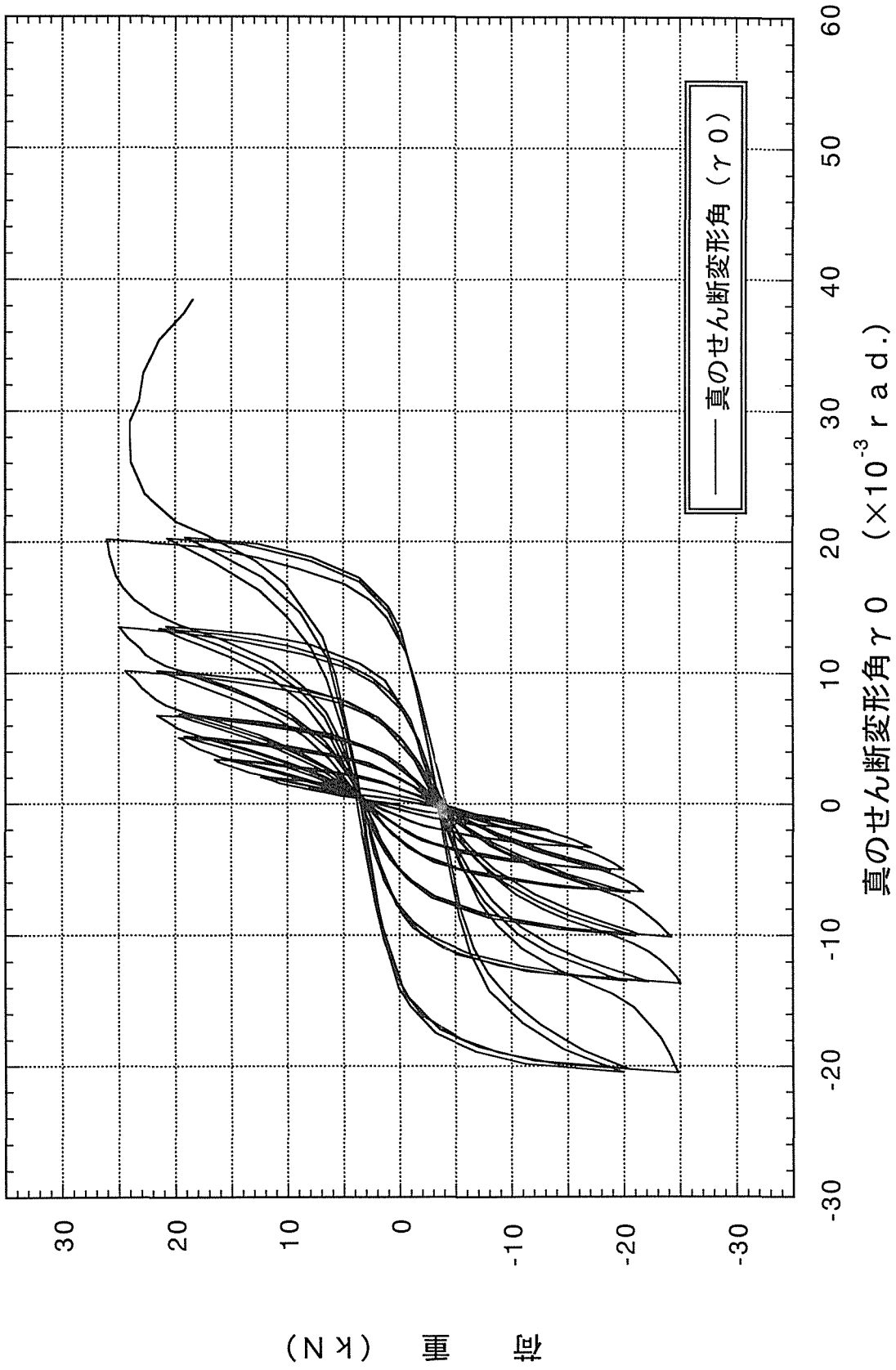


図4. 2 : KW-2 構造用合板9 mm張り枠組耐力壁の荷重-真のせん断変形角曲線

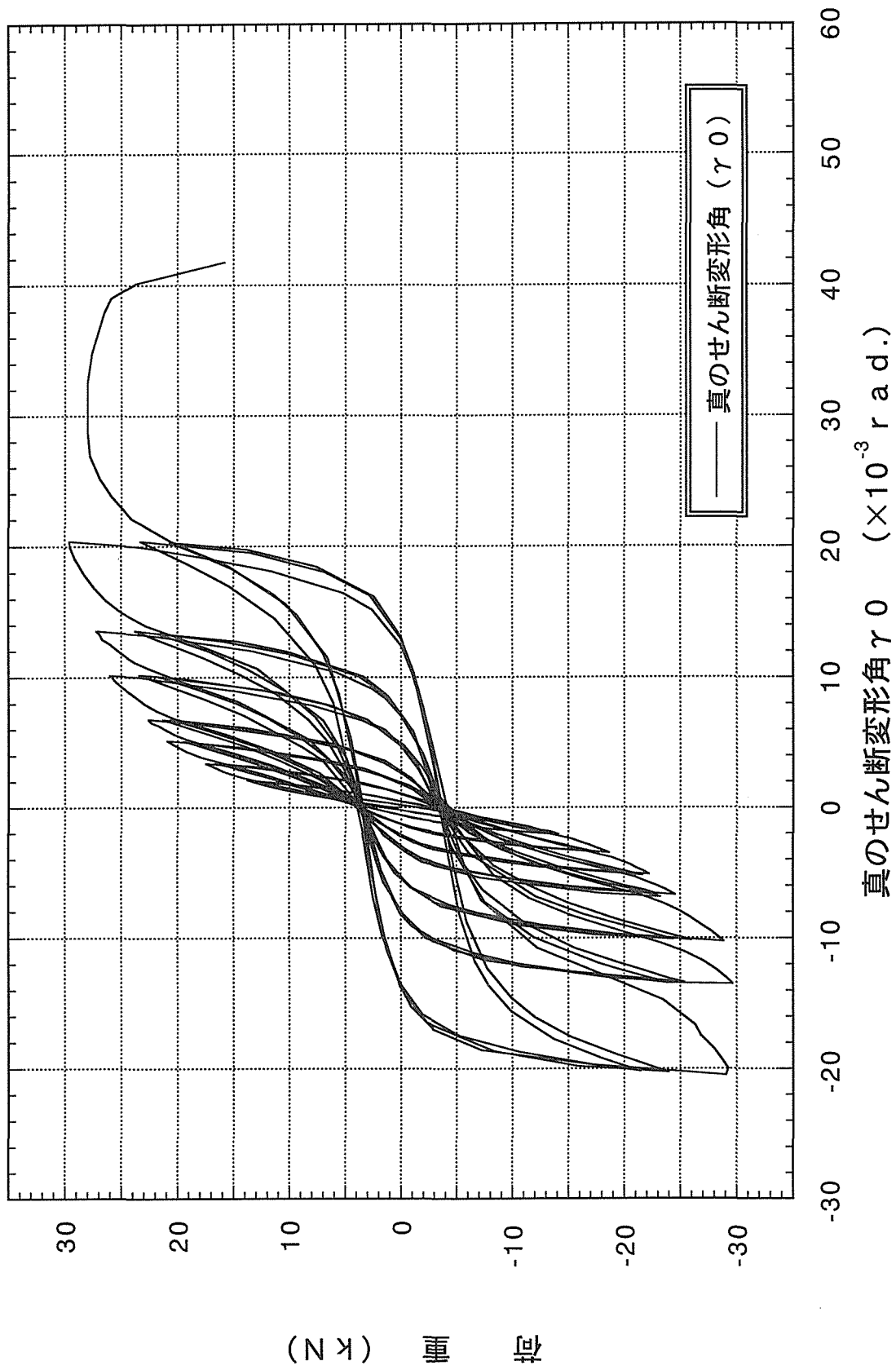


図 4. 3 : KW-3 構造用合板 9 mm 張り 枠組耐力壁の荷重 - 真のせん断変形角曲線

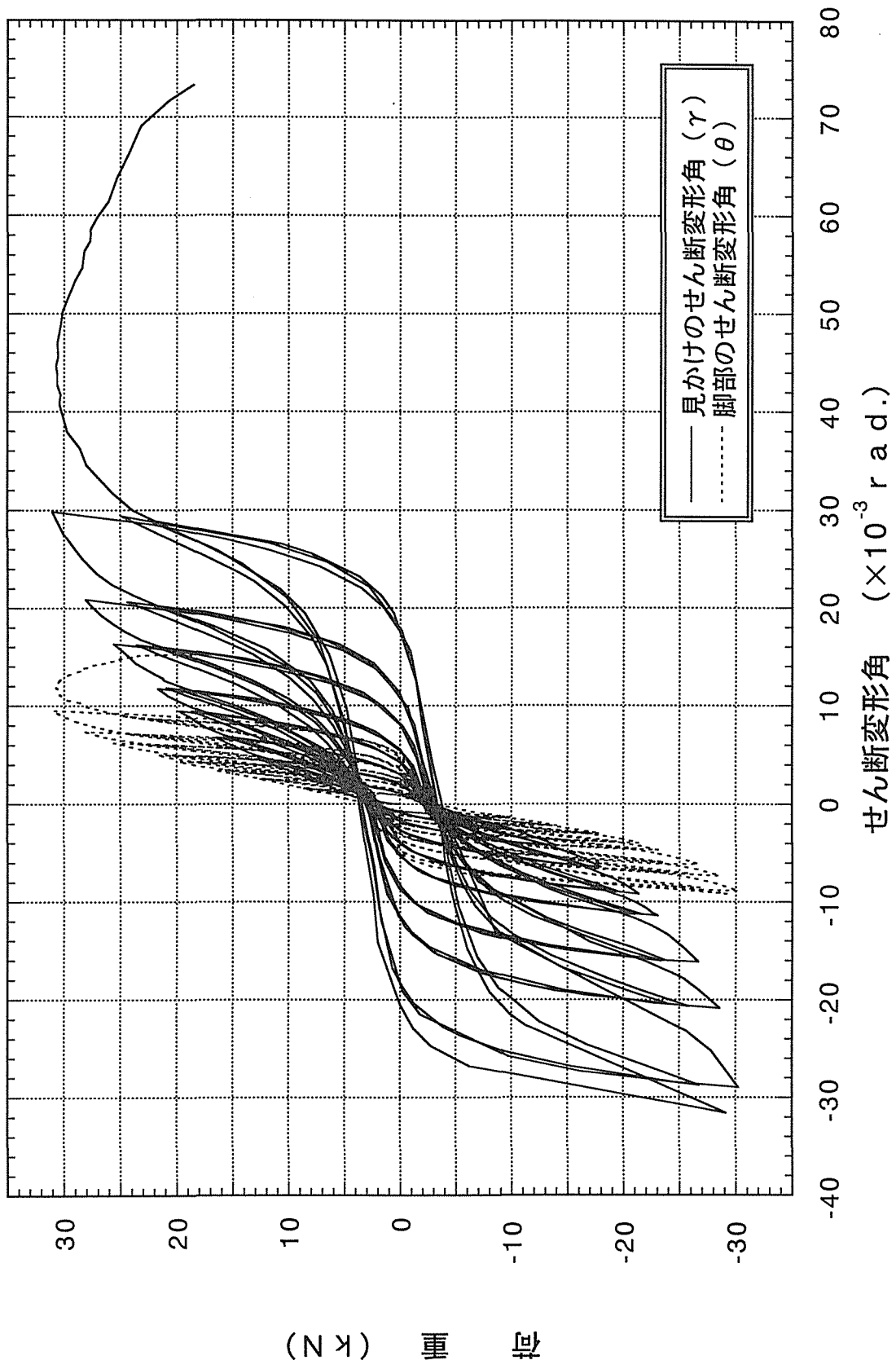


図4. 4 : KW-1 構造用合板9 mm張り枠組耐力壁の荷重-せん断変形角曲線

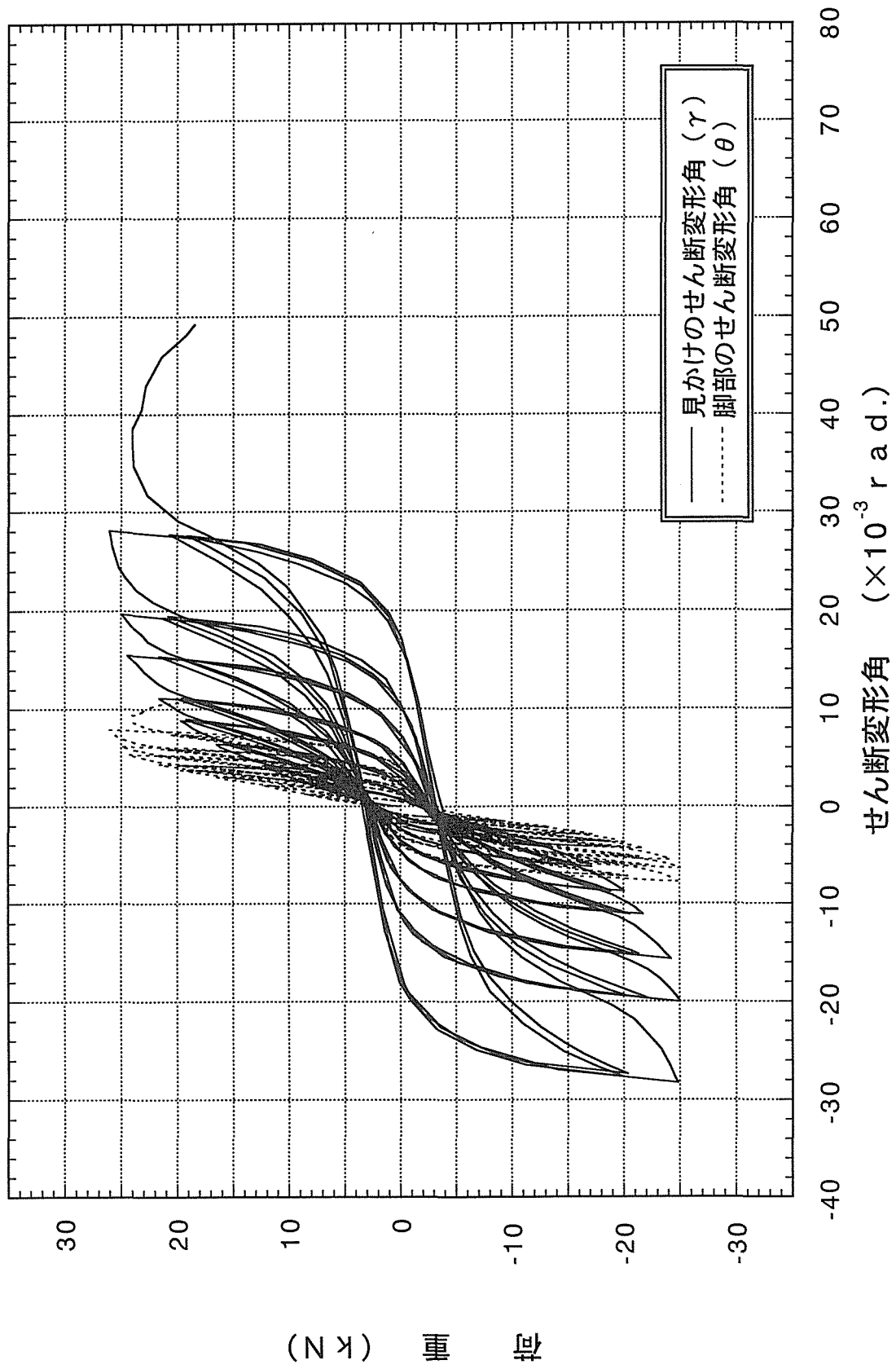


図4. 5 : KW-2 構造用合板9 mm張り枠組耐力壁の荷重-せん断変形角曲線

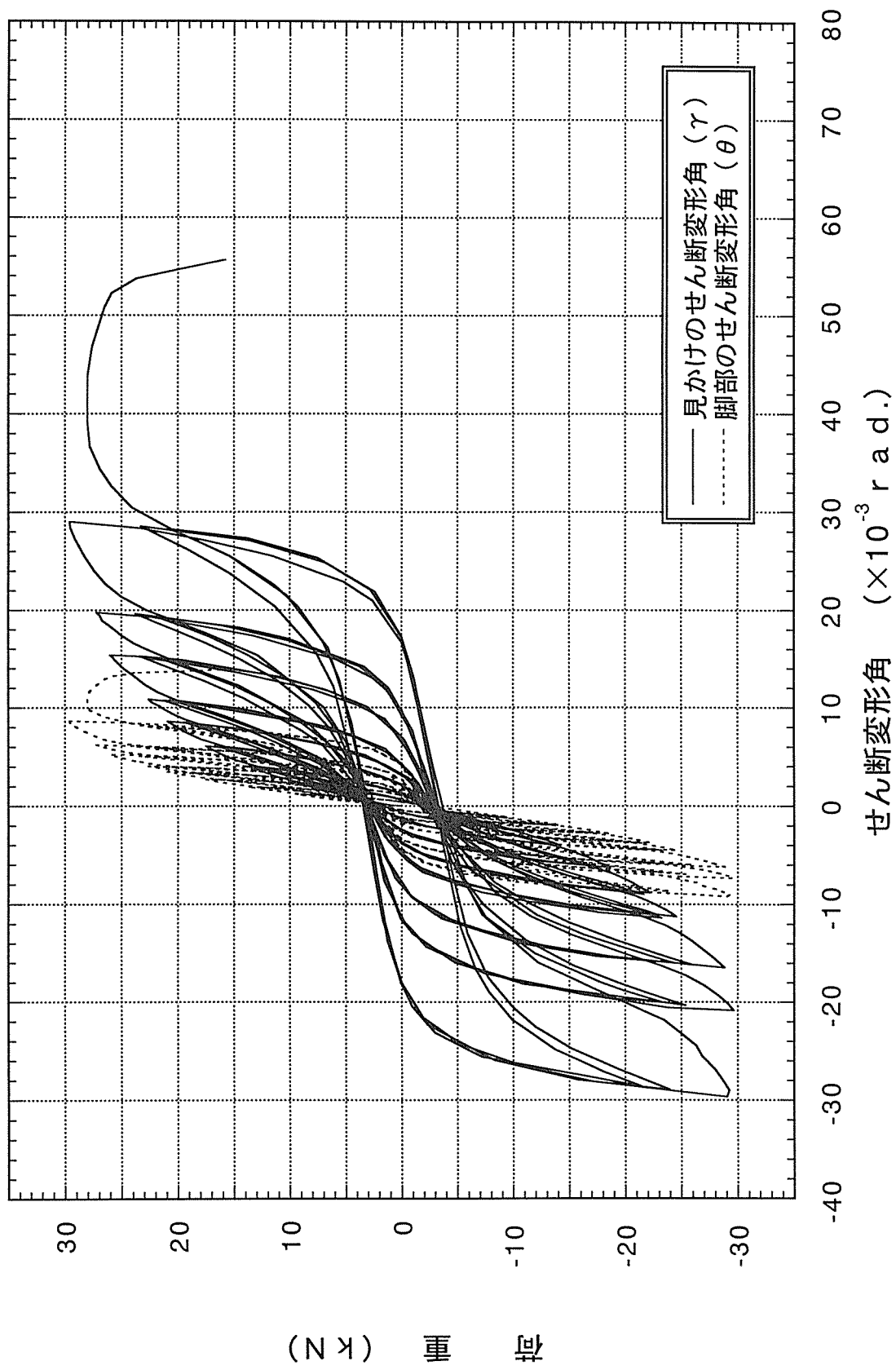


図4. 6 : KW-3 構造用合板9 mm張り枠組耐力壁の荷重-せん断変形角曲線

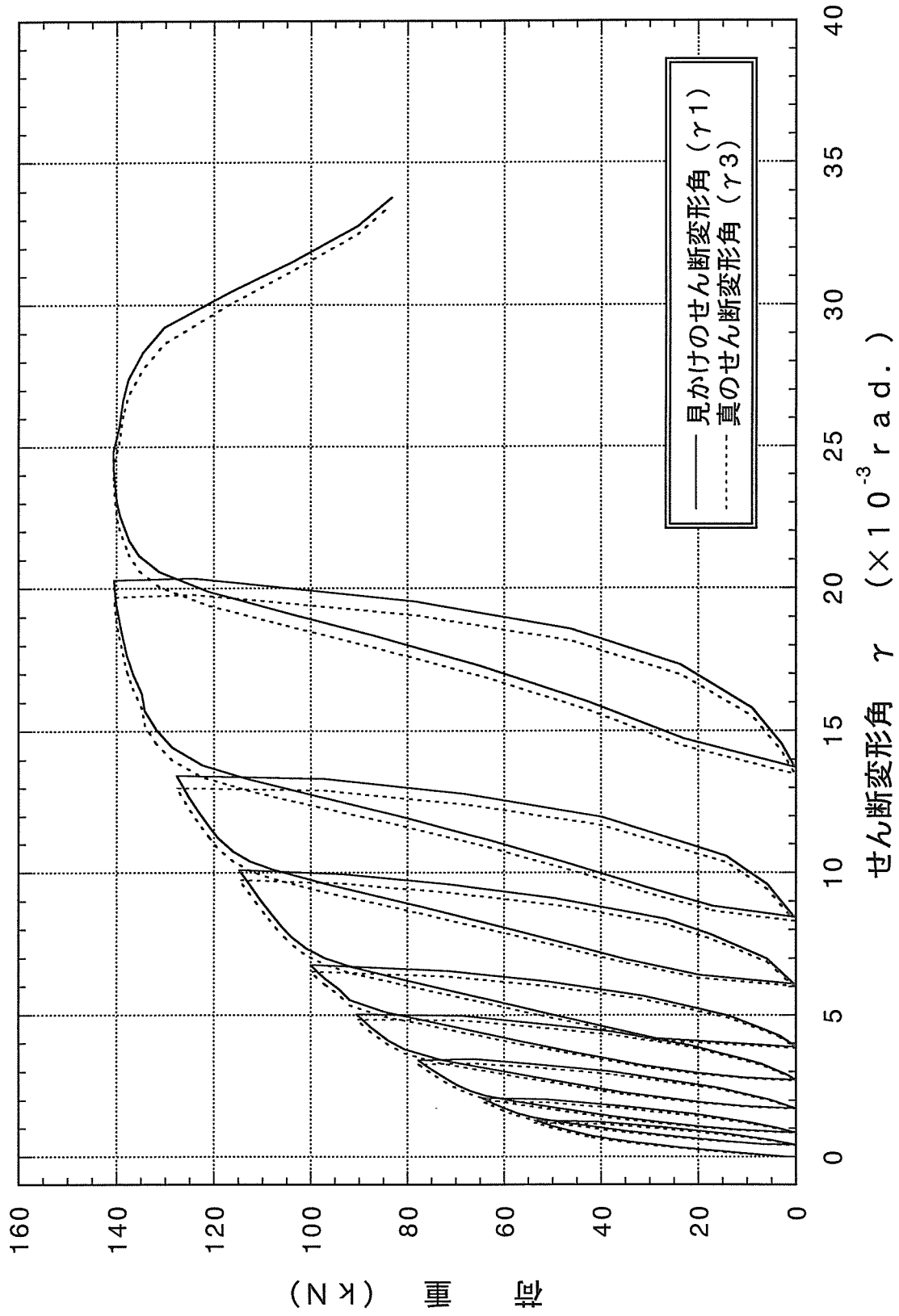


図4. 7 : KF 構造用合板15mm張り床構面の荷重-せん断変形角曲線

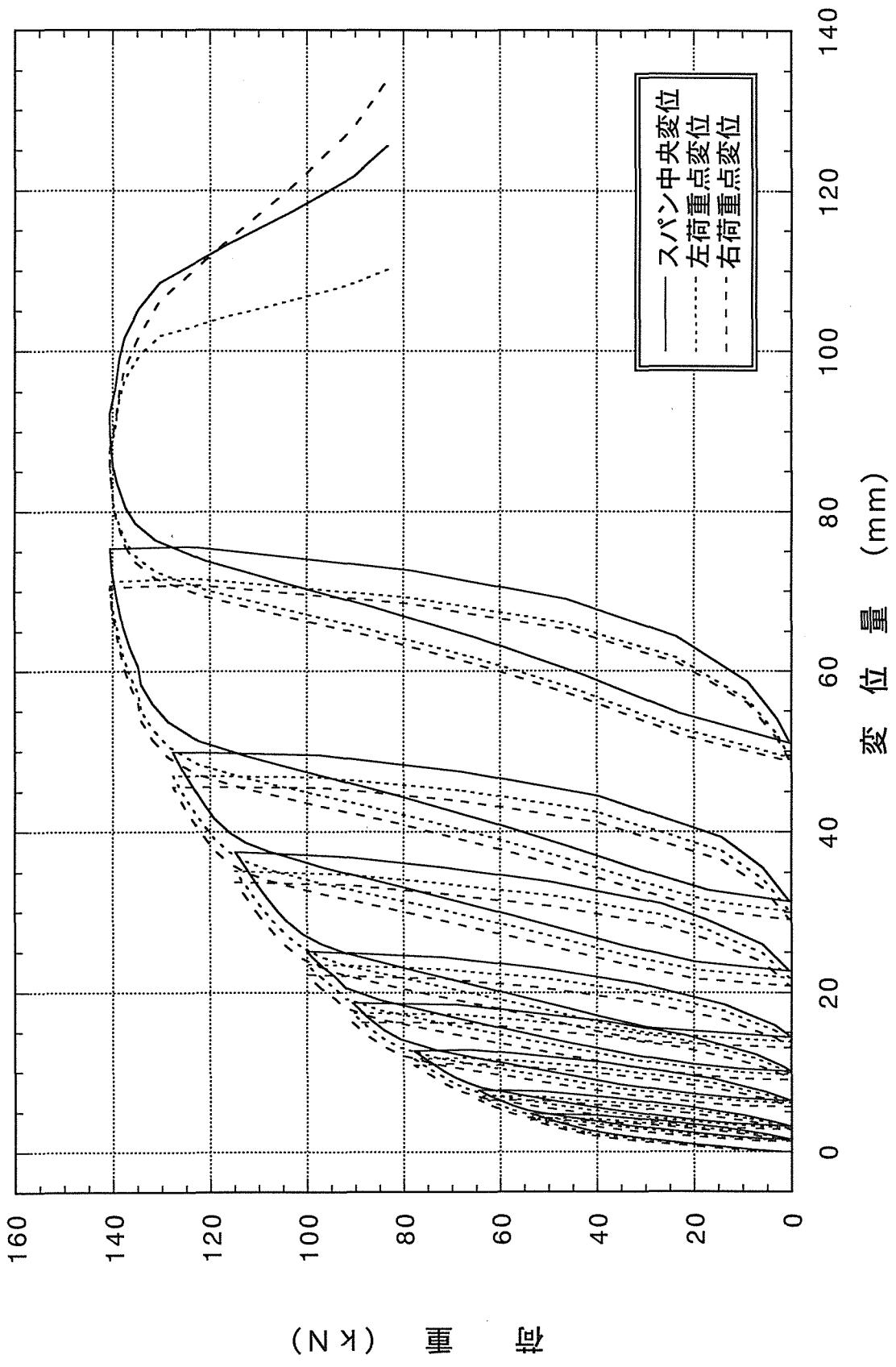


図4. 8 : K F 構造用合板15mm張り床構面の荷重-変位置曲線

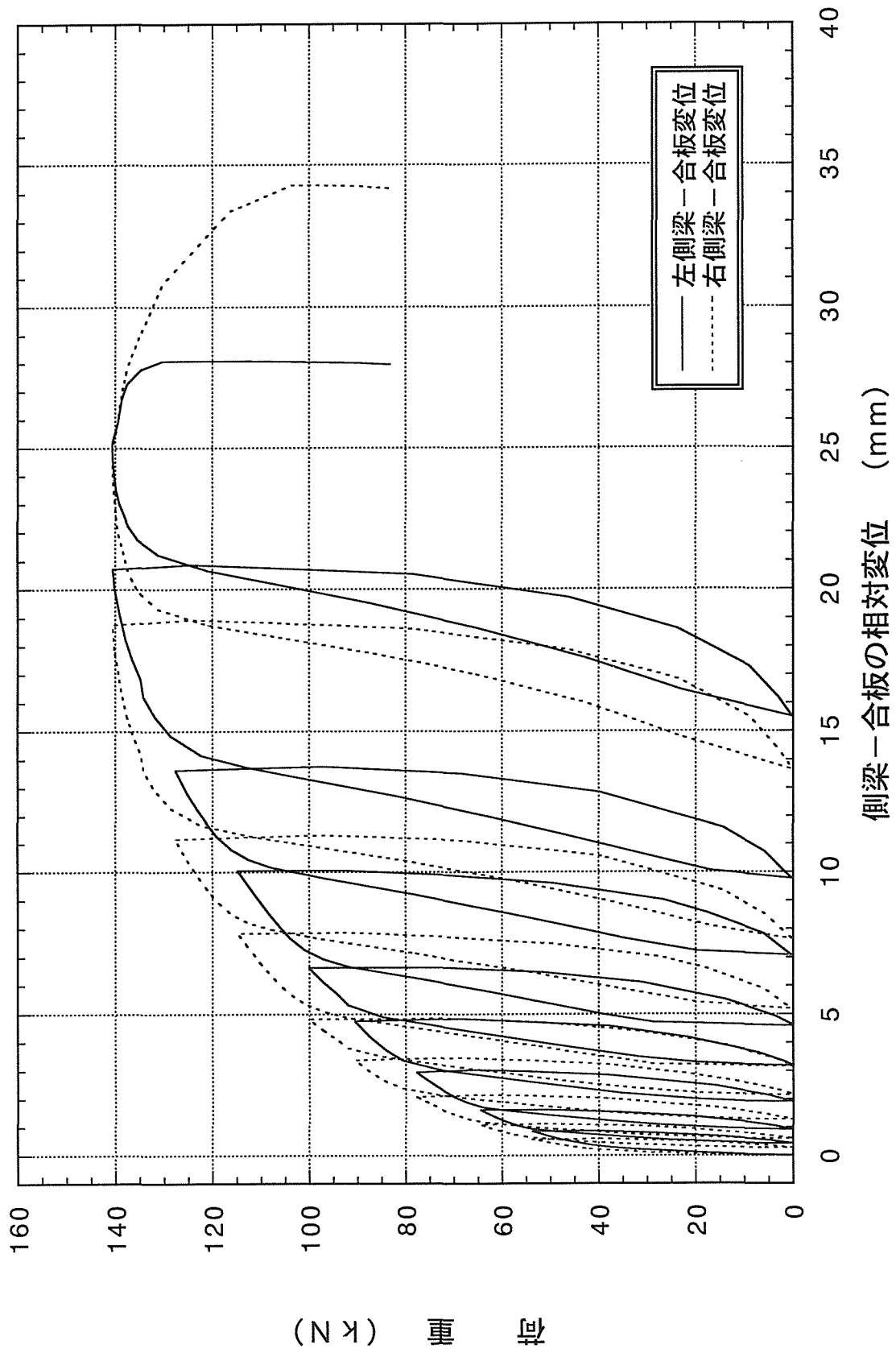


図 4. 9 : KF 構造用合板 15mm張り床構面の荷重-変位曲線

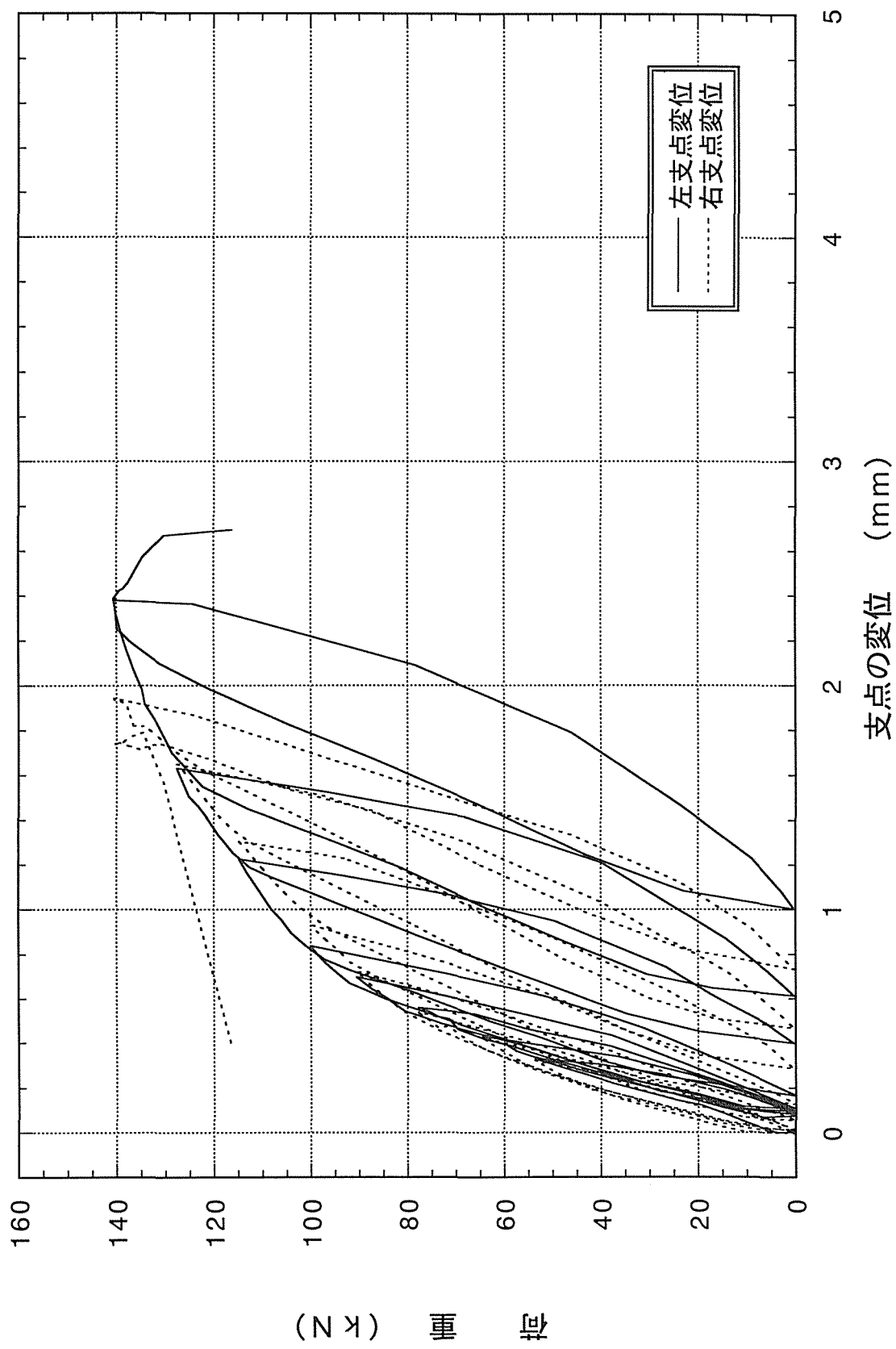
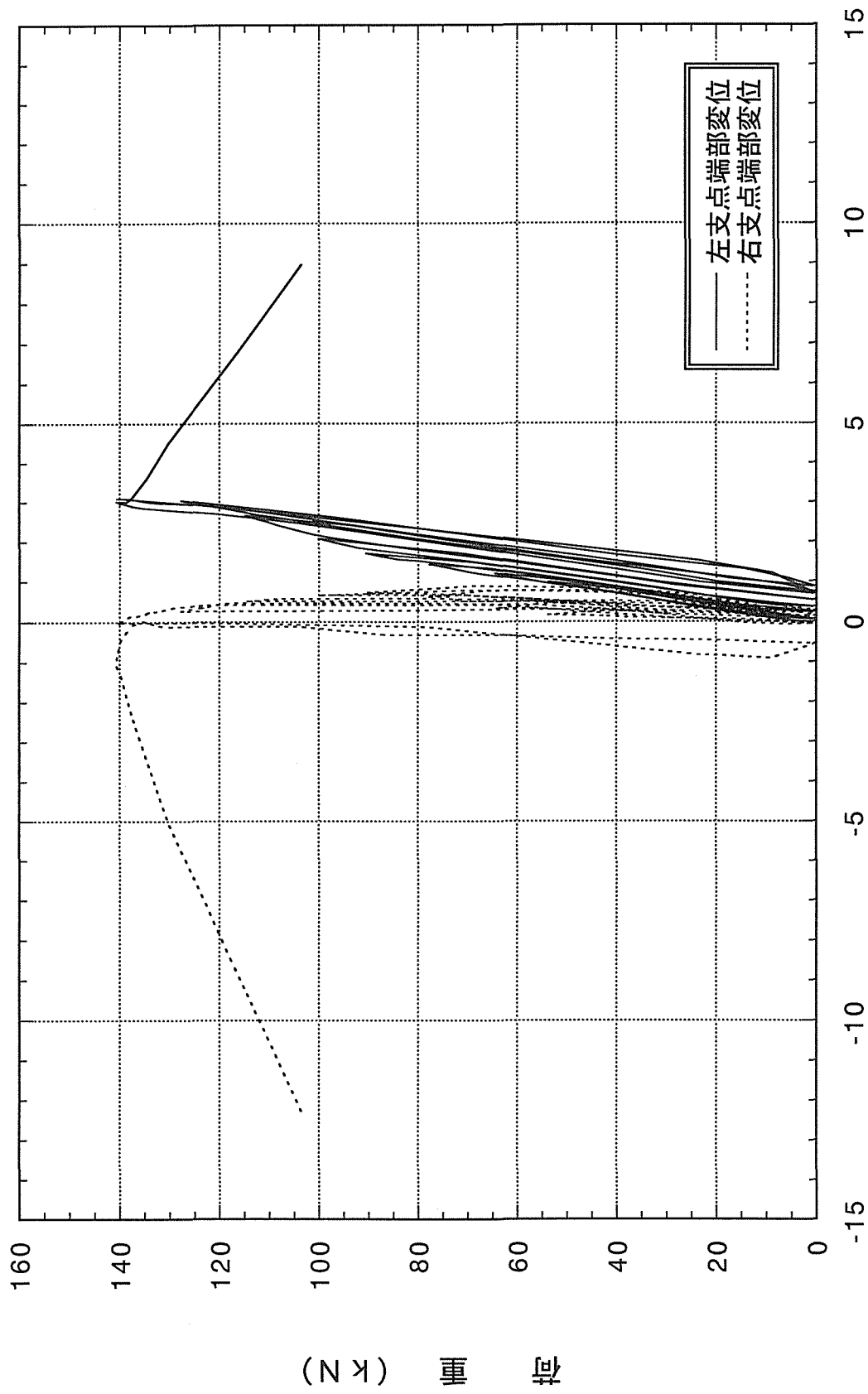


図4. 10 : KF 構造用合板15mm張り床構面の荷重-変位曲線



支点側長辺梁端部の移動変位 (mm; マイナスで内側へ)

図4. 11:KF 構造用合板15mm張り床構面の荷重-変位曲線

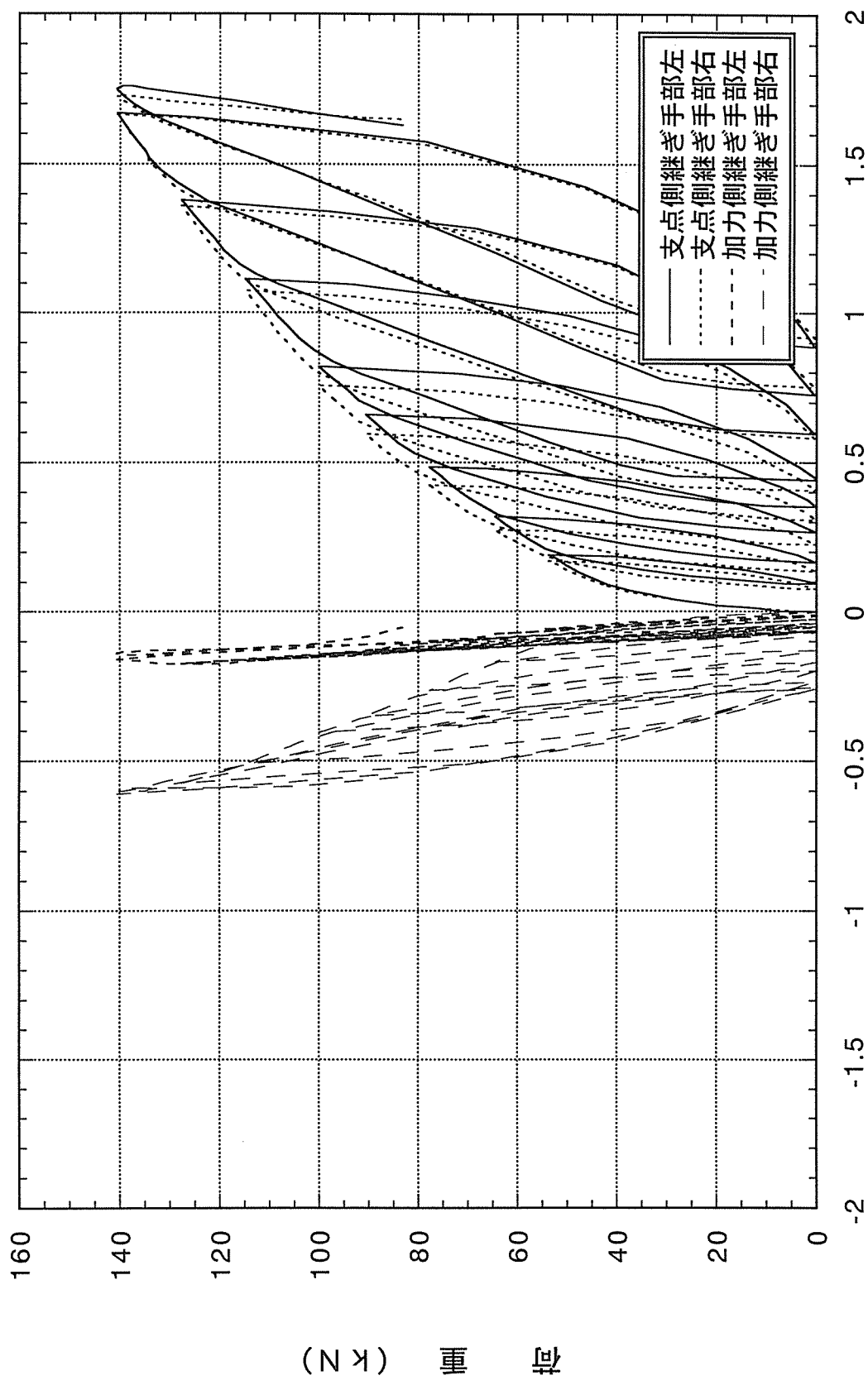


図4. 1 2 : K F 構造用合板 1 5 mm 張り床構面の荷重 - 変位曲線

5. 耐力壁の短期基準せん断耐力と倍率の算定

短期基準せん断耐力は、以下の方法により行った。

(1) 包絡線の作成

包絡線は終局加力側の各繰返しサイクルの最大荷重点を変位の小さい順に結んで作成する。図5. 1に包絡線を示す。

(2) 短期基準せん断耐力

包絡線より図5. 2の完全弾塑性モデルの方法により以下の数値を求める。

- 1) 降伏耐力 P_y
- 2) 終局耐力 P_u に $(0.2/D_s)$ を乗じた値
- 3) 最大荷重 P_{max} の $2/3$ の値
- 4) 見かけのせん断変形角が $1/120\text{rad.}$ 時の耐力

上記の1)～4)の各平均値(試験荷重 P_e) にばらつき係数を乗じ、その4つの値の最小値を短期基準せん断耐力 P_0 とする。ばらつき係数は次式により算定する。

$$\text{ばらつき係数} = 1 - CV \cdot K$$

ここで、 CV ; 変動係数 (標準偏差/平均値)

K ; 信頼水準 75% の 50% 下側許容限界を求めるための定数
(試験体数に依存し 3 体は $K=0.471$)

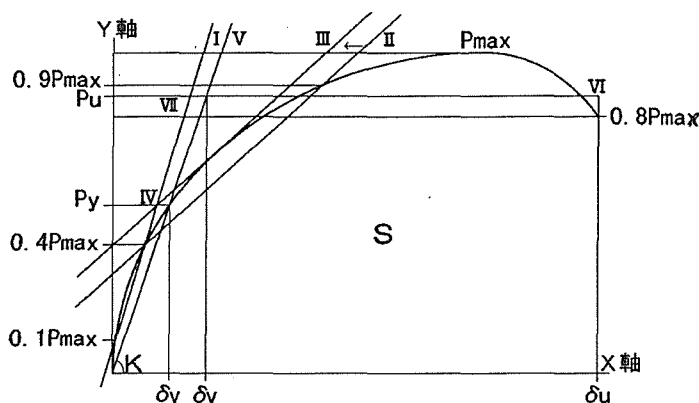


図5. 2 P_y 、 P_u の求め方

(3) 算定した各種の数値及び短期基準せん断耐力は表5. 1に示す。最小値は、降伏耐力 P_y で、 15.73 kN である。

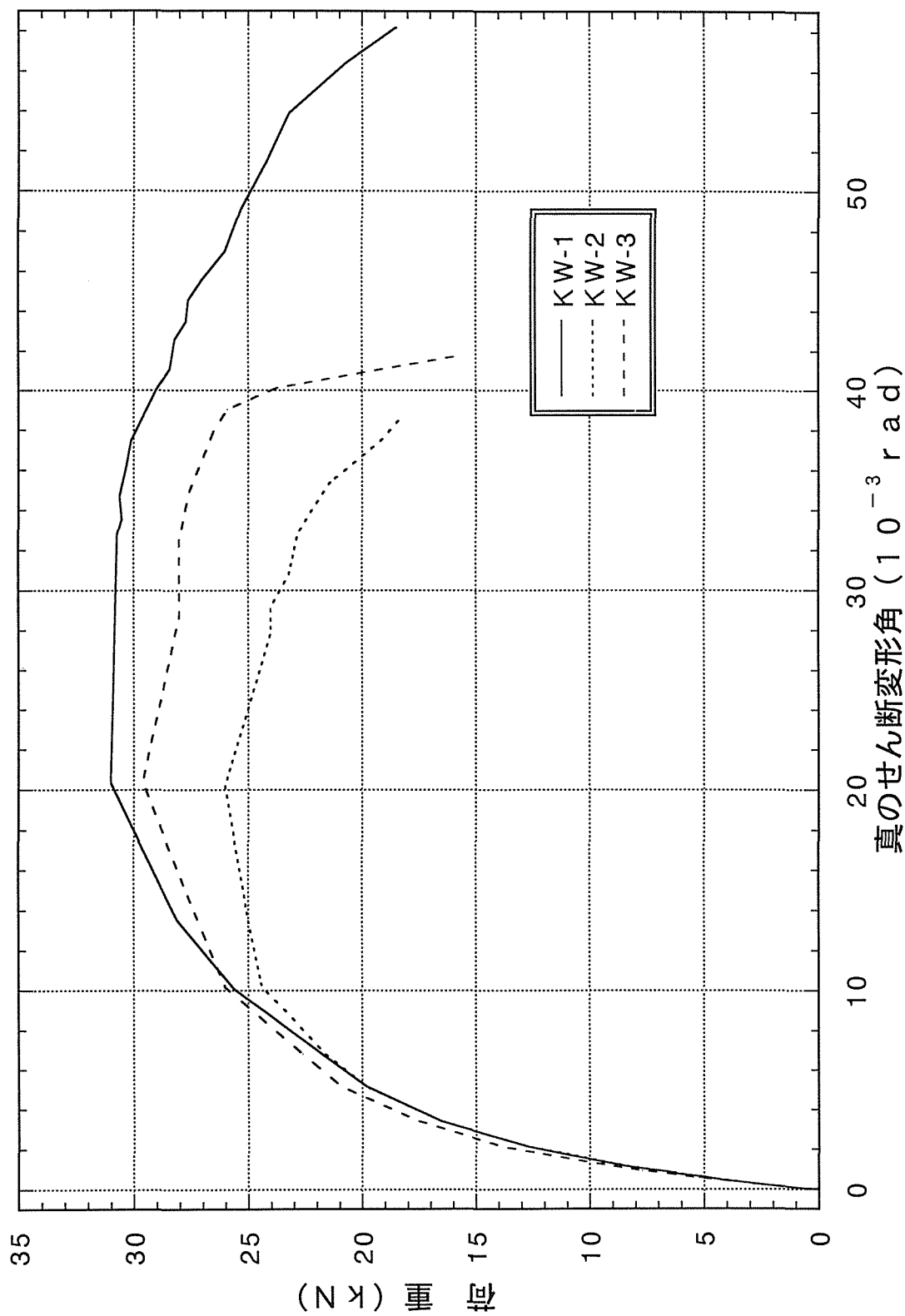


図5.1 KW スギを枠材とする構造用合板張り耐力壁の包絡線の包絡線 (真のせん断変形角)

表5. 1 : 壁倍率を求めるための各数値

供試体記号	P _y (kN/2.428m)	P _u ×(0.2/Ds) (kN/2.428m)	2/3P _{max} (kN/2.428m)	γ ₀ - 1/150rad. (kN/2.428m)	塑性率 μ	構造特性係数 D _s	終局耐力 (kN/2.428m)	剛性 K	
								(10 ³ kN/rad)	
KW-1	16.60	22.81	20.69	21.62	8.46	0.25	28.59	4.82	
KW-2	15.00	18.29	17.35	21.49	7.74	0.26	24.04	5.18	
KW-3	17.17	20.74	19.75	22.48	7.71	0.26	27.29	5.25	
平均値 (試験荷重P _e)	16.26	20.61	19.26	21.87	7.97	0.26	26.64	5.08	
標準偏差	1.12	2.26	1.72	0.54	0.42	0.01	2.34	0.23	
ばらつき係数	0.97	0.95	0.96	0.99	0.98	0.99	0.96	0.98	
50%下限値 (平均値× ばらつき係数)	<u>15.73</u>	19.55	18.45	21.61	7.77	0.26	25.54	4.97	

(4) 倍率の算定

上記の短期基準せん断耐力より、次式により倍率を算定する。

$$\text{倍率} = \text{短期基準せん断耐力 } P_0 \times 1 / 1.96 \times 1 / L$$

ここで、1.96：倍率1の基準値

L：壁長 (m)

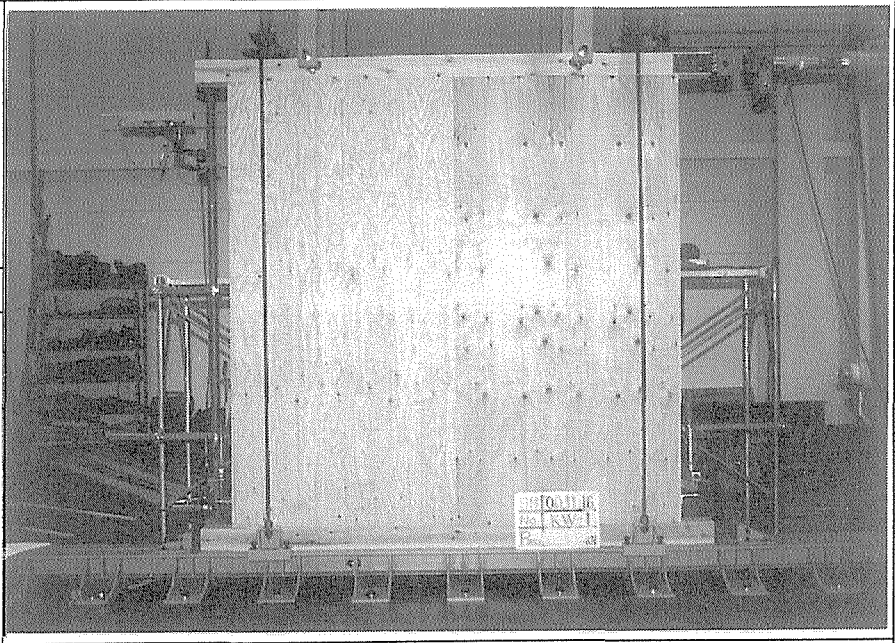
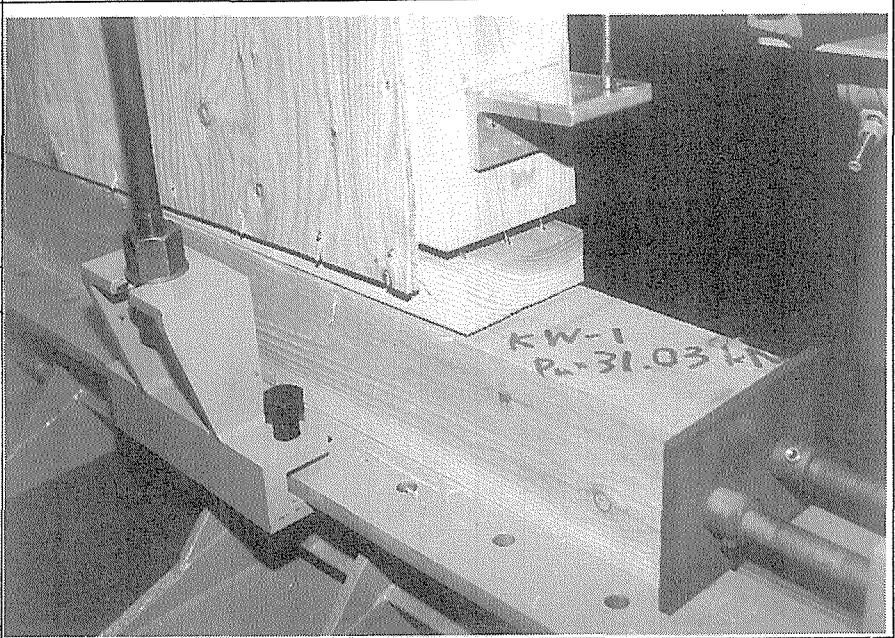
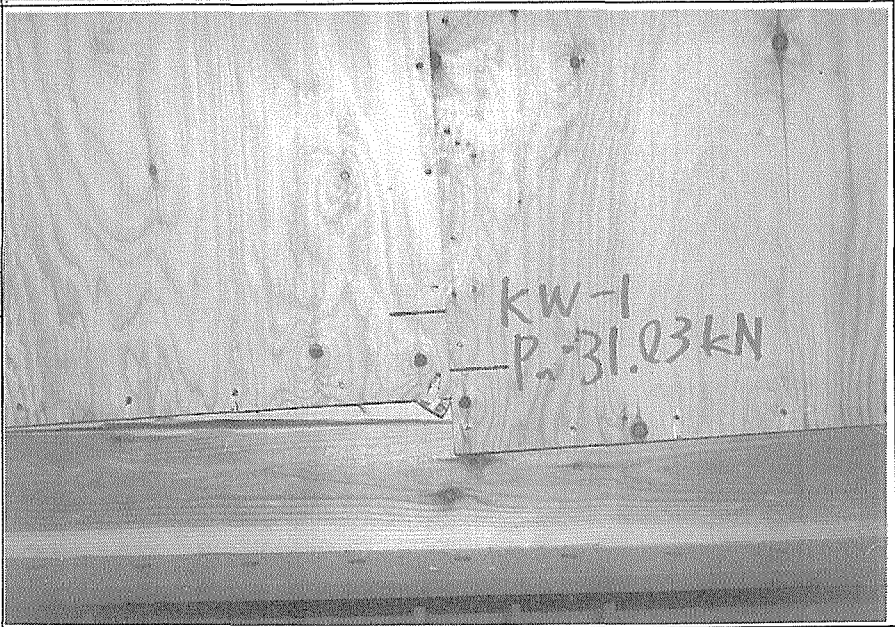
スギ枠組材に9mm厚構造用合板張りの耐力壁の倍率=3.30倍

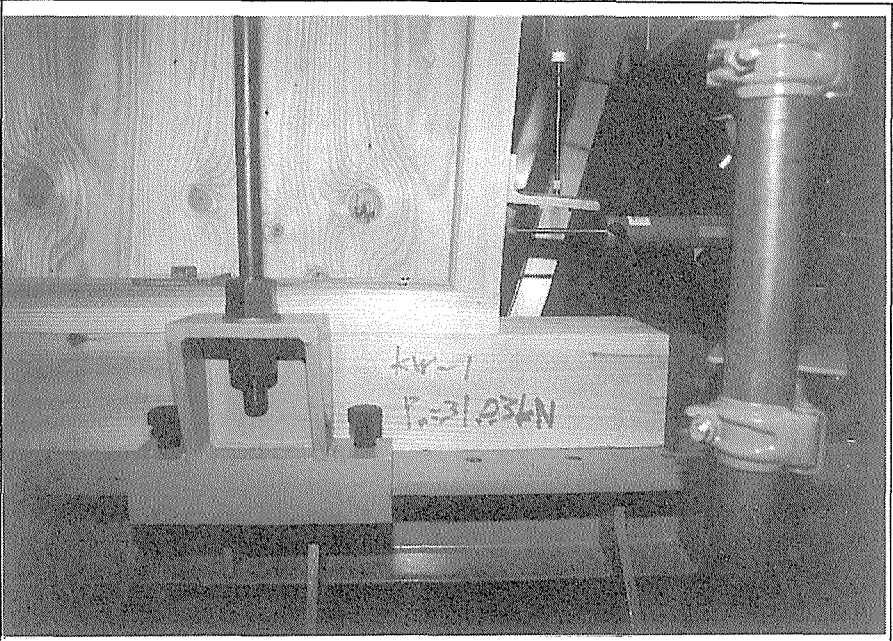
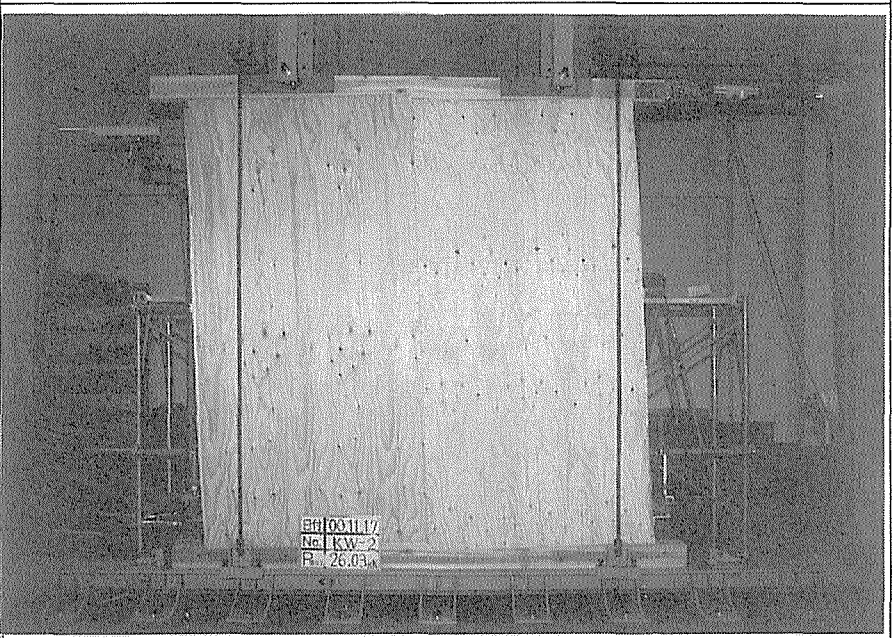

(面材が合板であるため、低減係数は考慮していない。)


(参考)

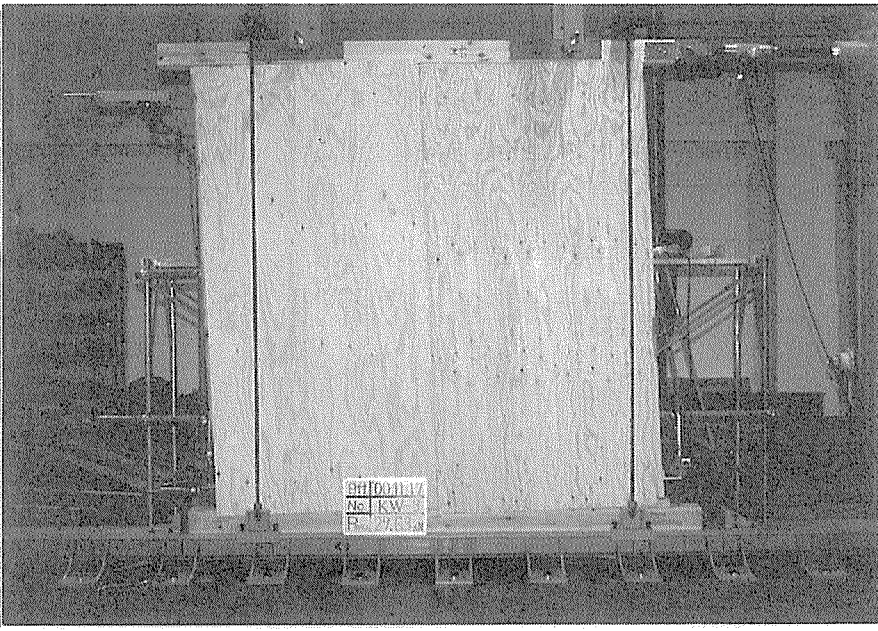


倍率を従来の方法で算定して下記に示す。


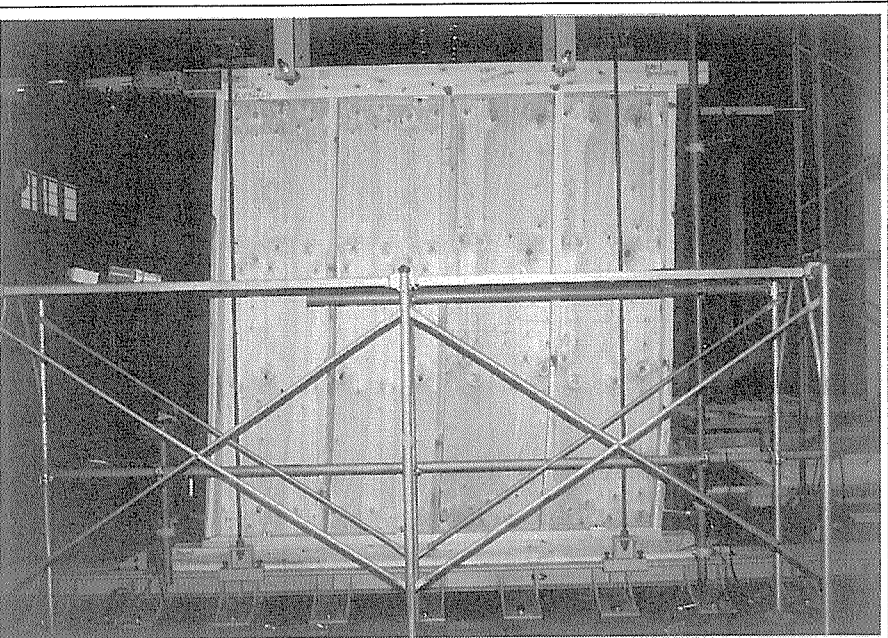
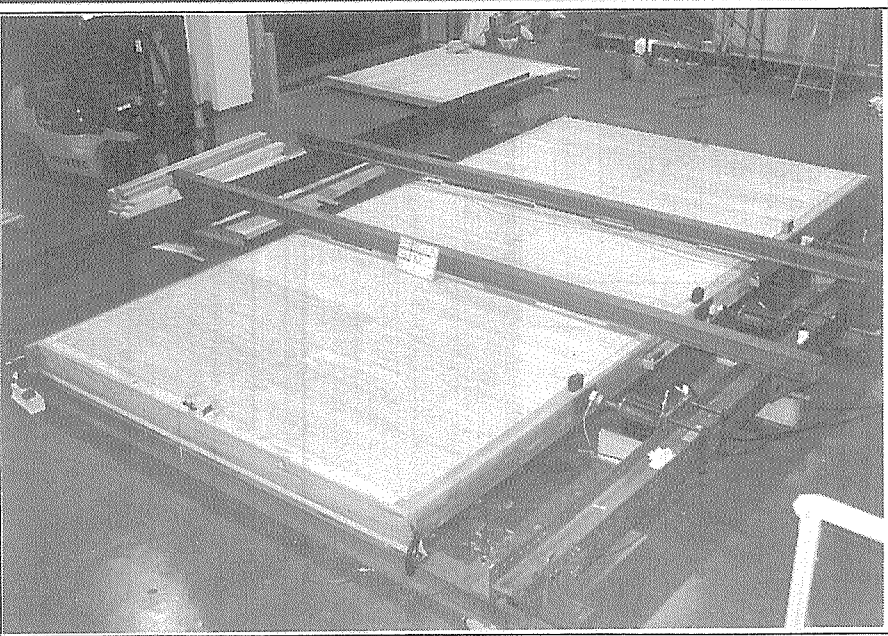
$$\begin{aligned} \text{従来の倍率} &= 1 / 300 \text{ rad 時荷重 (包絡線)} \times 3 / 4 \times 1 / 2.75 \times 1 / L \\ &= 16.66 \times 3 / 4 \times 1 / 1.275 \times 1 / 2.428 = 4.04 \text{ 倍} \end{aligned}$$

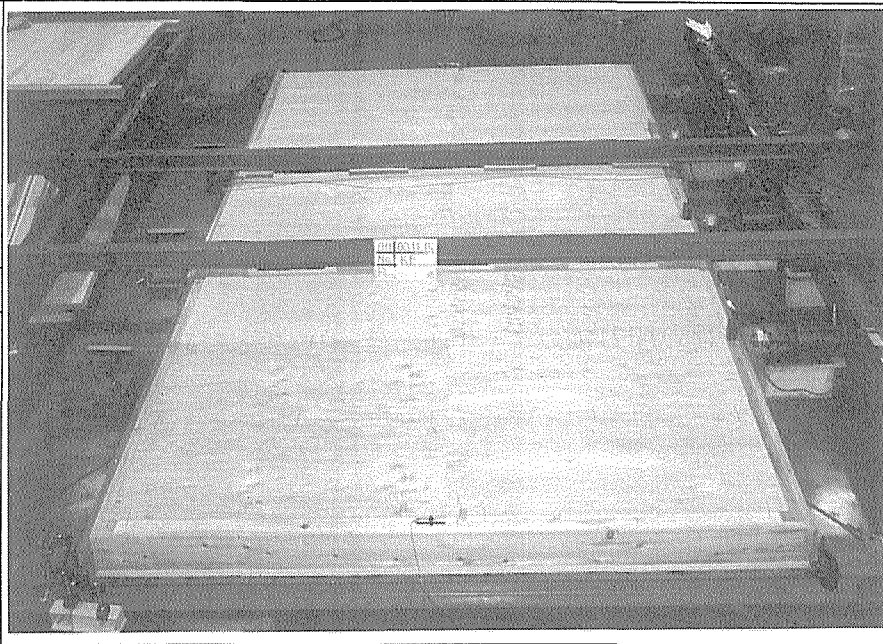
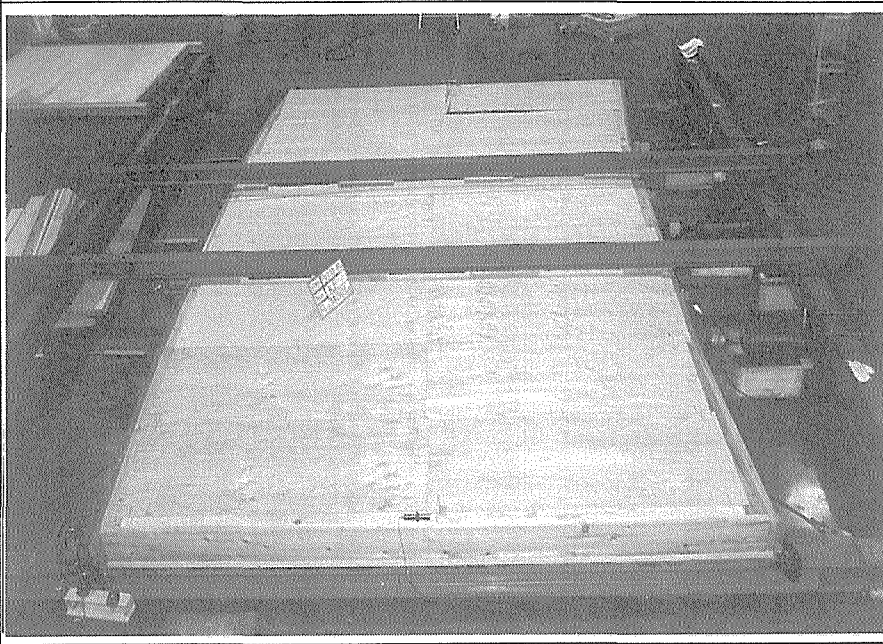

<p>写真番号 1</p> <p>試験体記号 KW-1</p>	
<p>コメント</p>	
<p>試験体のセットの状況</p>	
<p>写真番号 2</p> <p>試験体記号 KW-1</p>	
<p>コメント</p>	
<p>加力側の脚部</p>	
<p>写真番号 3</p> <p>試験体記号 KW-1</p>	
<p>コメント</p>	
<p>合板目地部のズレ。釘の引き抜け。</p>	

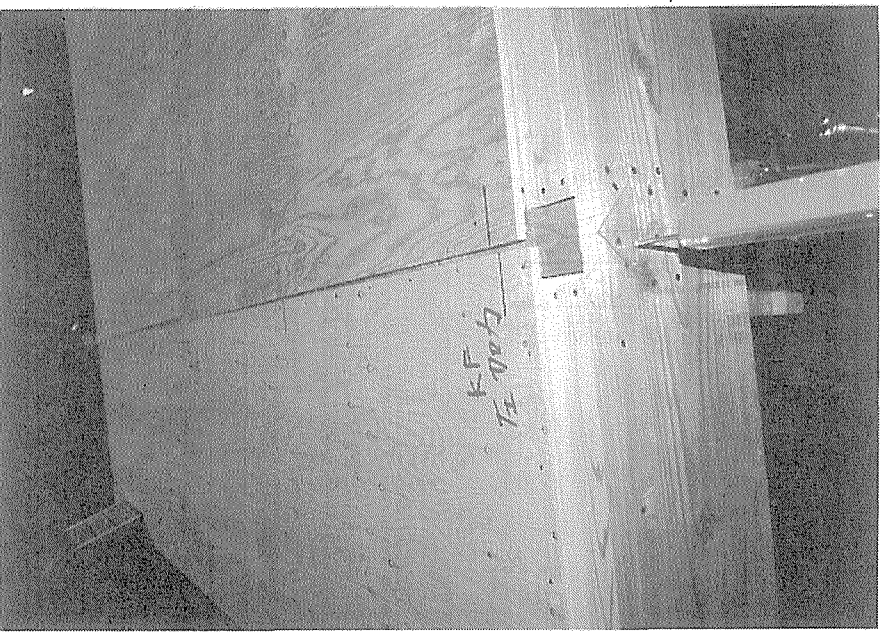
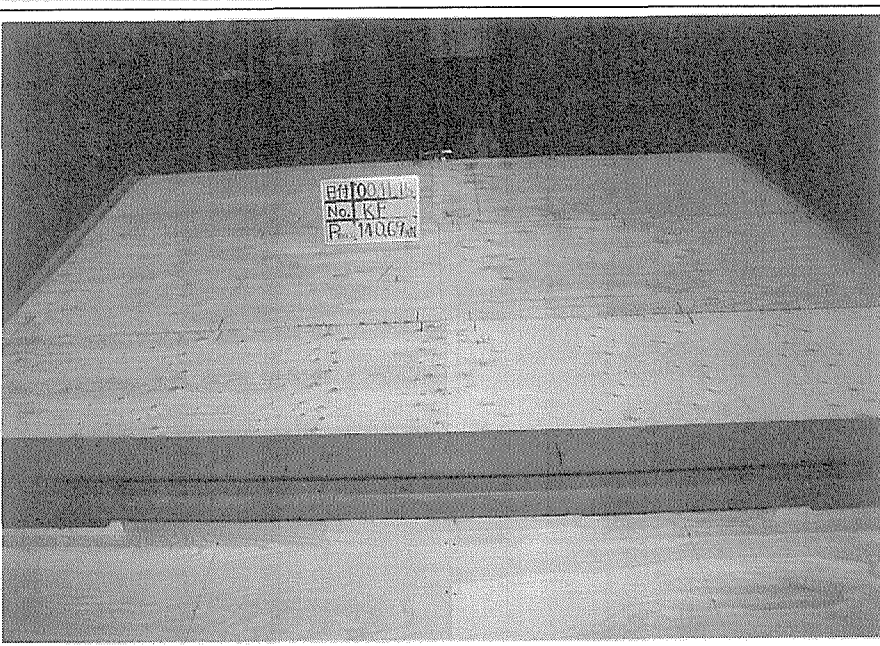
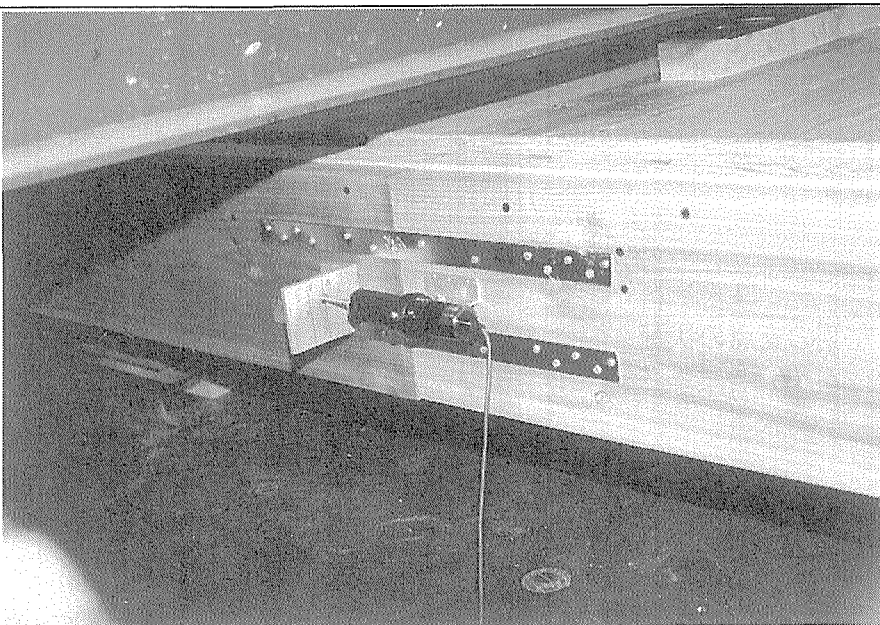
<p>写真番号 4</p> <p>試験体記号 KW-1</p>	
<p>コメント</p> <p>終局加力時の下枠のめり込み。</p>	
<p>写真番号 5</p> <p>試験体記号 KW-2</p>	<p>コメント</p> <p>終局加力時のパネルの変形。 最大荷重=26.03kN</p>
<p>写真番号 6</p> <p>試験体記号 KW-2</p>	
<p>コメント</p> <p>合板目地部のズレとくぎの引き抜け。</p>	

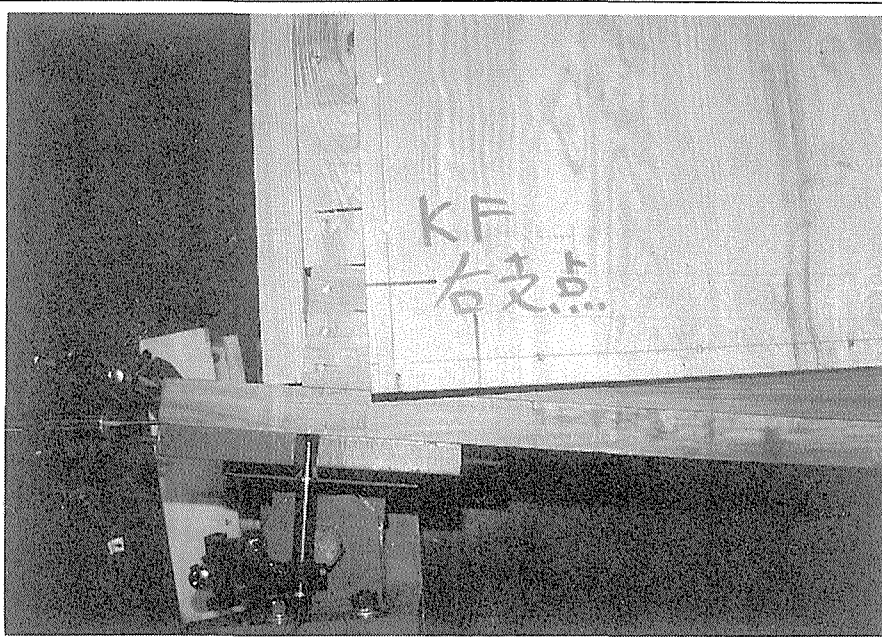
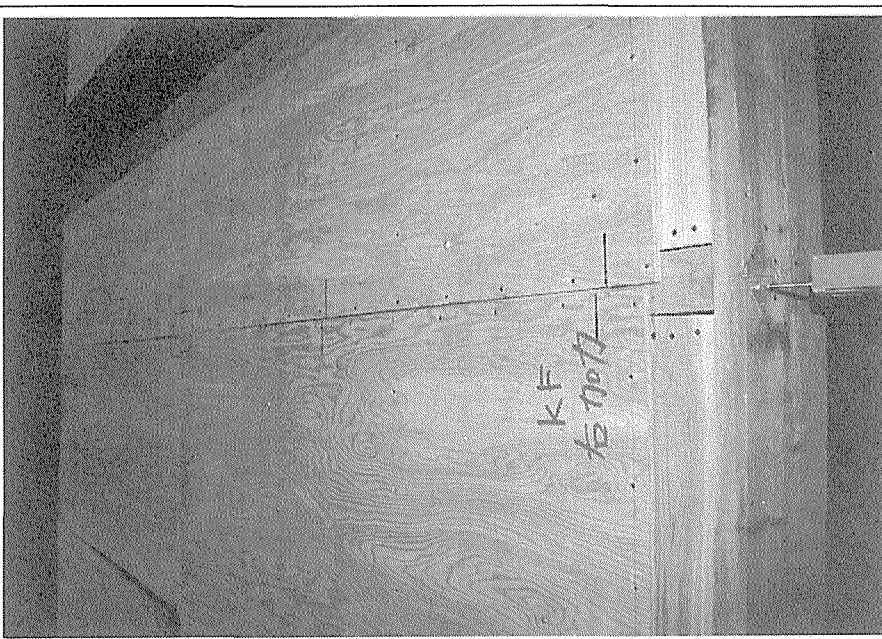
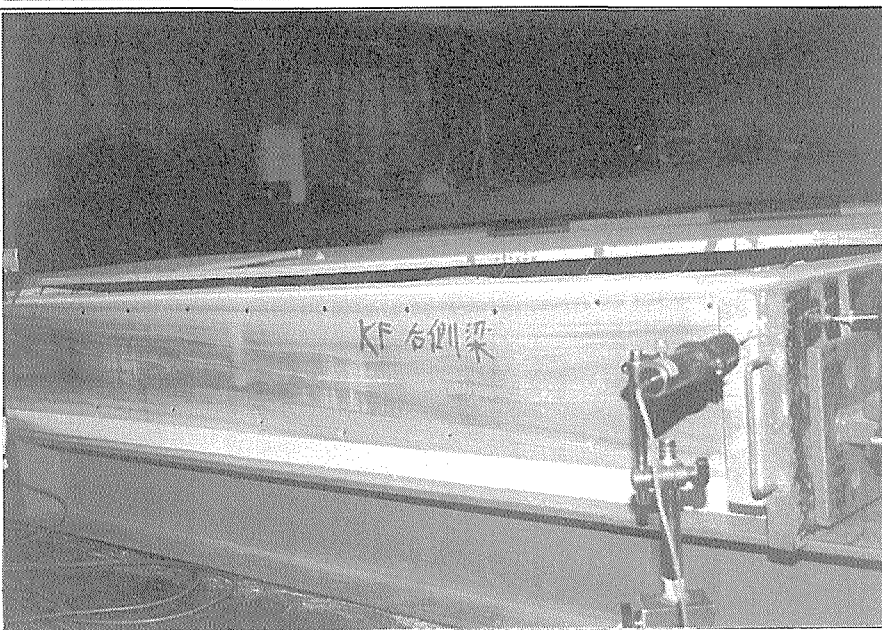
<p>写真番号 7</p> <p>試験体記号 KW-2</p>	
<p>コメント</p> <p>合板目地部のズレ。</p>	
<p>写真番号 8</p> <p>試験体記号 KW-2</p>	
<p>コメント</p> <p>合板の釘の引き抜け。</p>	
<p>写真番号 9</p> <p>試験体記号 KW-3</p>	
<p>コメント</p> <p>試験体のセットの状況。</p>	

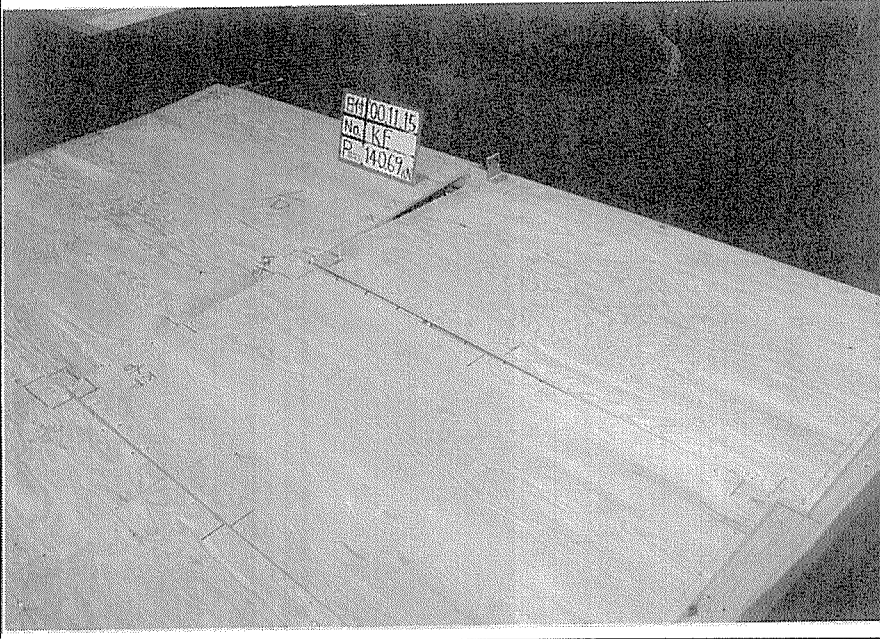
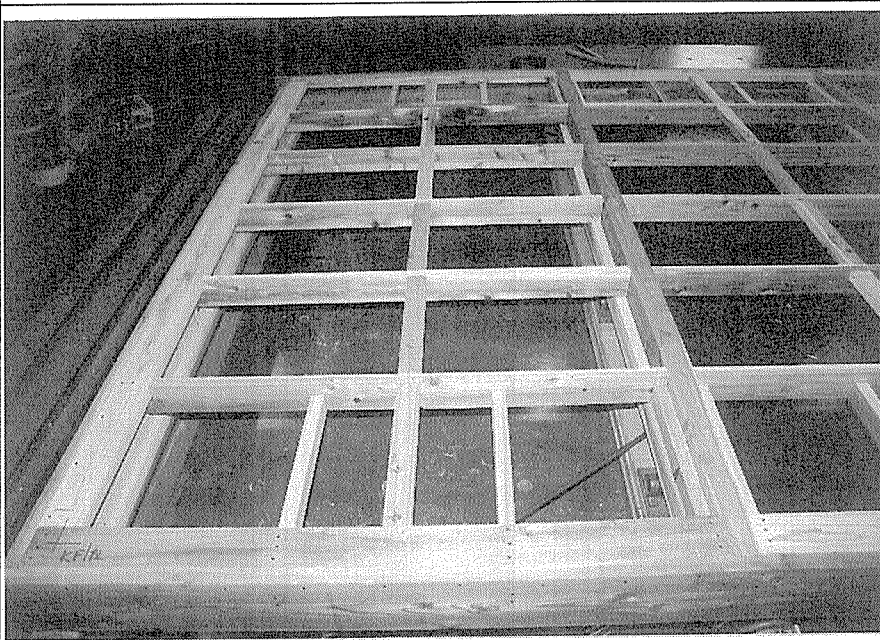
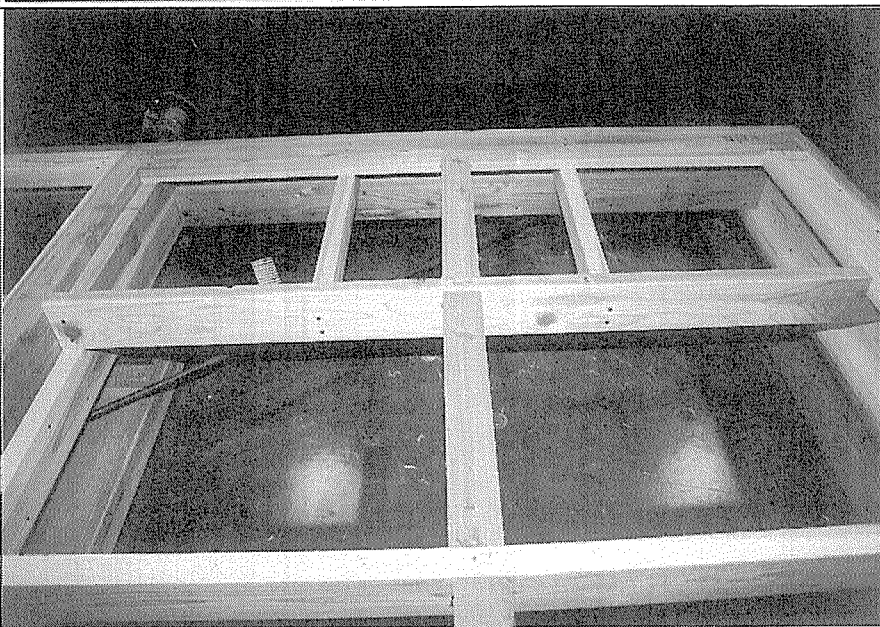
<p>写真番号 1 0</p> <p>試験体記号 KW-3</p>	
<p>コメント</p> <p>終局加力時のパネルの変形 最大荷重=29.63 kN</p>	
<p>写真番号 1 1</p> <p>試験体記号 KW-3</p>	
<p>コメント</p> <p>脚部の浮き上がり。</p>	
<p>写真番号 1 2</p> <p>試験体記号 KW-3</p>	
<p>コメント</p> <p>合板目地部のズレ。</p>	

<p>写真番号 13</p> <p>試験体記号 KW-3</p>	
<p>コメント</p> <p>縦枠のめり込みによる下 枠の破壊。</p>	
<p>写真番号 14</p> <p>試験体記号 KW-3</p>	
<p>コメント</p> <p>縦枠が座屈変形してい る。</p>	
<p>写真番号 15</p> <p>試験体記号 KF</p>	
<p>コメント</p> <p>床構面の面内せん断試験 の全景</p>	

<p>写真番号 16</p> <p>試験体記号 KF</p>	
<p>コメント</p> <p>試験体の側面からの状況</p>	
<p>写真番号 17</p> <p>試験体記号 KF</p>	
<p>コメント</p> <p>終局加力時の試験体の変形状況 最大荷重= 140.69 kN</p>	
<p>写真番号 18</p> <p>試験体記号 KF</p>	
<p>コメント</p> <p>左側の支点の状況</p>	

<p>写真番号 19</p> <p>試験体記号 KF</p>	
<p>コメント</p> <p>試験体の左側の加力軸方向</p>	
<p>写真番号 20</p> <p>試験体記号 KF</p> <p>コメント</p> <p>左構面の破壊状況</p>	
<p>写真番号 21</p> <p>試験体記号 KF</p> <p>コメント</p> <p>左側の引張側側根太の接合部</p>	

<p>写真番号 2 2</p> <p>試験体記号 KF</p>	
<p>コメント</p>	
<p>右側支点の状況</p>	
<p>写真番号 2 3</p> <p>試験体記号 KF</p>	
<p>コメント</p>	
<p>右側の加力軸方向</p>	
<p>写真番号 2 4</p> <p>試験体記号 KF</p>	
<p>コメント</p>	
<p>端根太側の合板の浮き上がり (右)</p>	

<p>写真番号 25</p> <p>試験体記号 KF</p>	
<p>コメント</p> <p>右構面の破壊状況 手前が支点側。</p>	
<p>写真番号 26</p> <p>試験体記号 KF</p> <p>コメント</p> <p>試験後の試験体の枠組。 外周に壁受材を配置して いる。</p>	
<p>写真番号 27</p> <p>試験体記号 KF</p> <p>コメント</p> <p>枠組材の状況</p>	