

4. 木造建築物の基準の整備に 資する検討

住友林業株式会社

三井ホーム株式会社

ミサワホーム株式会社

一般社団法人木を活かす建築推進協議会

共同研究 独立行政法人 建築研究所

検討の目的

現行の建築基準法における

- 木材の基準強度の考え方
- 木造建築物の設計方法

に関する基準の整備に資することを目的として実験、調査、解析を行った。

検討項目

イ) 長期許容応力度(荷重継続時間の調整係数)の検証

ロ) 木材のめり込みが建築物の安全性に与える影響に関する検証

ハ) 変形能力の異なる耐力要素併用時の地震時の挙動の検証と計算法及び設計法の検討

二) 平面・立面的に不整形な木造建築物に対する評価方法調査

検討の背景(基準強度関係)

- イ) 木材の短期許容応力度に対する長期許容応力度の比は、荷重継続時間の調整係数に基づいて1.1/2とされているが、これはベイマツの無欠点小試験片による数値であり、我が国で広く用いられているスギ、ヒノキその他の樹種や、接着再構成した集成材や単板積層材の荷重継続時間の調整係数は必ずしも明確になっていない。
- ロ) 木材がめり込みによって損傷を受けた場合における建築物全体への影響については必ずしも明らかでない。

検討の背景(設計法関係)

- ハ) 集成材フレーム構造の設計には、接合部の降伏、構造躯体の終局性状等を考慮しなければ適切な設計を行うことができないが、これらの設計法に関する指針等が示されていないため、集成材フレームの設計が事実上困難、又は根拠の不十分な設計(耐力壁と集成材フレームは変形能力が異なるにもかかわらず、耐力を単純加算)が行われている
- 二) 構造設計において、平面的、立面的不整形建物の形状が応力分布や構造耐力に与える影響を考慮する方法が明確でない

木材の基準強度の考え方の検討状況

<step1>

平成20、21年度
研究方針の検討、データ
の収集のための実験実施

<step2>

平成22年度
検証、データ収集のため
の実験実施

<step3>

平成23年度以降
実験実施、データとりま
とめ、指針とりまとめ

<長期許容応力度(荷重継続調整係数)の検証>

荷重継続時間の調整係数
を算出する実験用治具の
作成

製材、集成材スギの試験体
材料の調達方法検討、試
験体入手

製材、集成材とも応力レベル
算出のための曲げ試験実施

製材、集成材とも応力レベル
90%、80%での曲げクリープ
破壊試験の実施

荷重継続時間の調整
係数を算出する曲げク
リープ破壊試験の継続、
データとりまとめ

<木材のめり込みが建築物の安全性に与える影響に関する検証>

既往の論文等の収集
整理及び実務設計で
の実態調査

めり込みクリープ実験
の実施

めり込みクリープ実験
の継続実施

めり込みクリープ実験
の継続、データとりま
とめ、評価

木造建築物の設計方法の検討状況

<step1>

平成20、21年度
研究方針の検討、データ
の収集のための実験実施

<step2>

平成22年度
検証、データ収集のため
の実験実施

<step3>

平成23年度以降
実験実施、データとりま
とめ、指針とりまとめ

<変形能力の異なる耐力要素併用時の地震時の挙動の検証と計算法及び設計法の検討>

異なる変形能力を持つ壁を
有する建物について時刻
歴応答解析を行った。

壁式構造と集成材フレームの
直列的併用構造の実験実施

既往の木質ラーメンに関する
データを収集する

壁式構造と集成材フレームの並
列的併用構造の箱型試験体と接
合部試験体の実験実施

実験データの整理、評
価を行い、設計法の検
討、誘導を行う。

<平面・立面的に不整形な木造建築物に対する評価方法調査>

平面・立面的に不整形な形
状を有する建築物の設計方
法の検証

斜めの桁を有する鉛直構面や耐
力壁が平面上斜めに配置され
た場合の水平せん断力試験の実施

平面・立面的に不整形な形
状を有する建築物の設計方
法の検証の継続

斜めの桁を有する鉛直構面や
耐力壁が平面上斜めに配置さ
れた場合の評価方法の提案

実験データの整理、
評価を継続して行い、
設計法の検討、誘導
を行う。

検討体制

実施主体：住友林業（株）

三井ホーム（株）

ミサワホーム（株）

一般社団法人木を活かす建築推進協議会

共同研究：独立行政法人 建築研究所



委員会を組織して検討方針、内容、実験・解析等の仕様を検討した。

委員会構成

主査	河合 直人	(独)建築研究所構造研究グループ 上席研究員
委員	稲山 正弘	東京大学大学院農学生命科学研究科 准教授
	長尾 博文	(独)森林総合研究所 構造利用研究領域 研究室長
	五十田 博	信州大学工学部建築学科 准教授
	杉本 健一	(独)森林総合研究所 構造利用研究領域 研究室長
	腰原 幹雄	東京大学生産技術研究所 准教授
	藤田 香織	東京大学大学院工学系研究科 准教授
	デビット・バレット	ブリティッシュ・コロンビア大学教授
	ケビン・チャン	西部木材製品協会 技術部長
	小林 研治	静岡大学農学部環境森林科学科 助教
	高橋 仁	(財)建材試験センター中央試験所構造グループ統括リーダー
	岡部 実	(財)ベターリビングつくば建築試験研究センター 主席試験研究役
	三宅 辰哉	(株)日本システム設計 代表取締役
協力委員	槌本 敬大	国土技術政策総合研究所総合技術政策研究センター 研究室長
	宮村 雅史	国土技術政策総合研究所建築研究部 主任研究官
建築研究所 (共同研究)	中島 史郎	(独)建築研究所建築生産研究グループ 上席研究員
	山口 修由	(独)建築研究所材料研究グループ 主任研究員
	中川 貴文	(独)建築研究所材料研究グループ 主任研究員
	荒木 康弘	(独)建築研究所構造研究グループ 研究員
事務局	住友林業, 三井ホーム, ミサワホーム, 木活協	

(イ)長期許容応力度 (荷重継続時間の調整係数)の検証

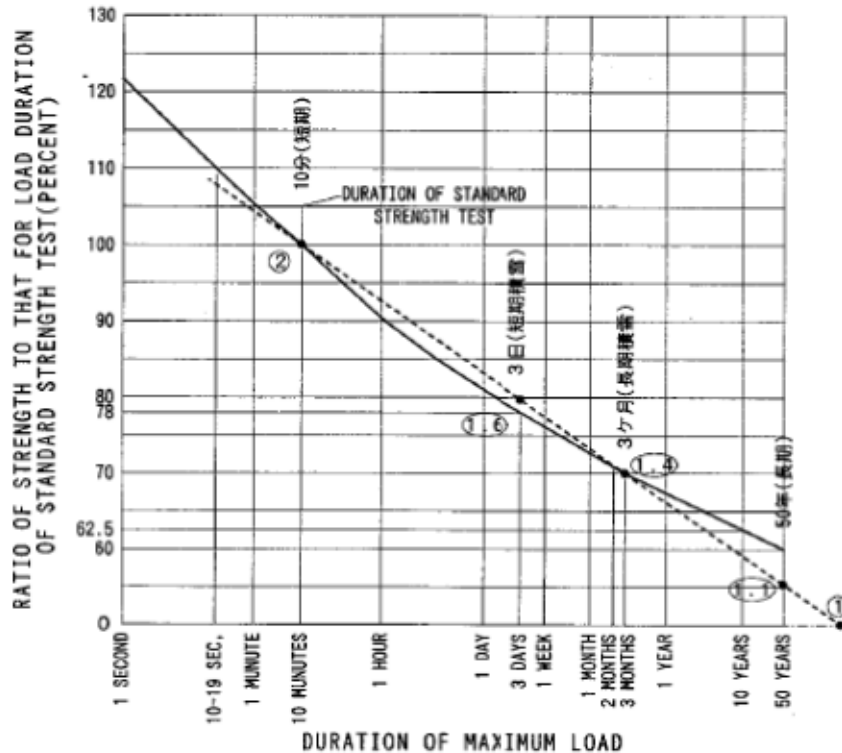


図1 荷重継続時間と支持し得る荷重の大きさの関係 (マディソンカーブ)

基準強度 F

短期許容応力度 $2/3F$

長期許容応力度 $1.1/3F$

長期/短期 = $1.1/2$



① べいまつ以外の木材

② 接着剤を用いた構造用材料

基礎データの蓄積が必要



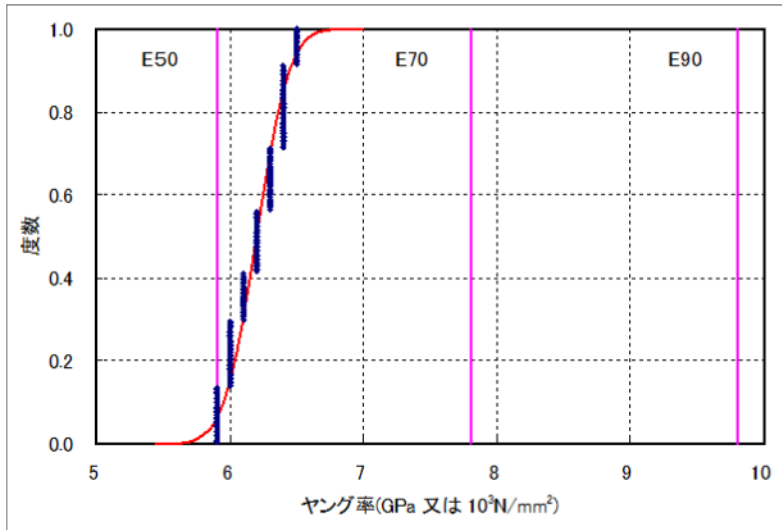
荷重継続時間の調整係数算出のための実験

「平成12年6月1日施行

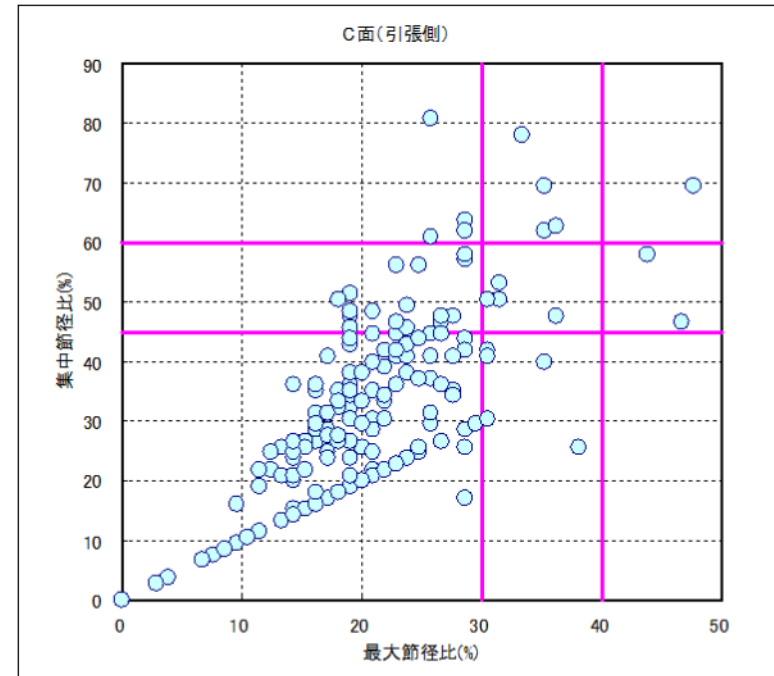
改正建築基準法(2年目施行)の解説」より引用

針葉樹の構造用製材 機械等級区分E70 すぎ

ヤング率範囲限定で材料入手(200本)



精緻に欠点調査を実施



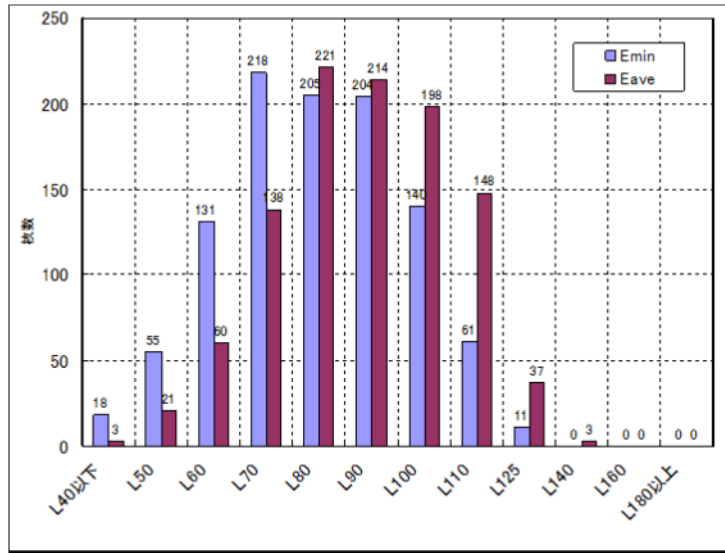
JAS 目視等級区分乙種2級レベル4面(189本)



JAS 目視等級区分乙種1級レベル4面 (112本)

4層構造用集成材 すぎ

ラミナのヤング率分布を測定



最外層用ラミナ

内層用ラミナ

最外層用ラミナ

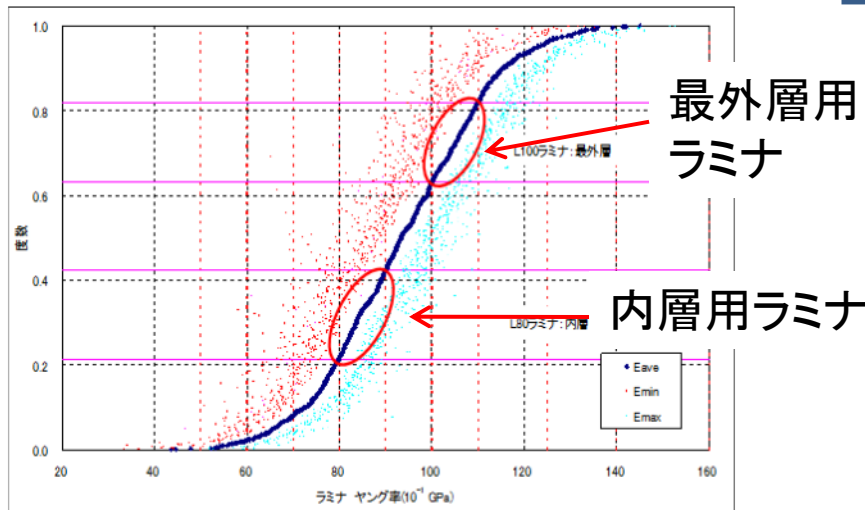
最外層にフィンガージョイント配置



集成材100本製造

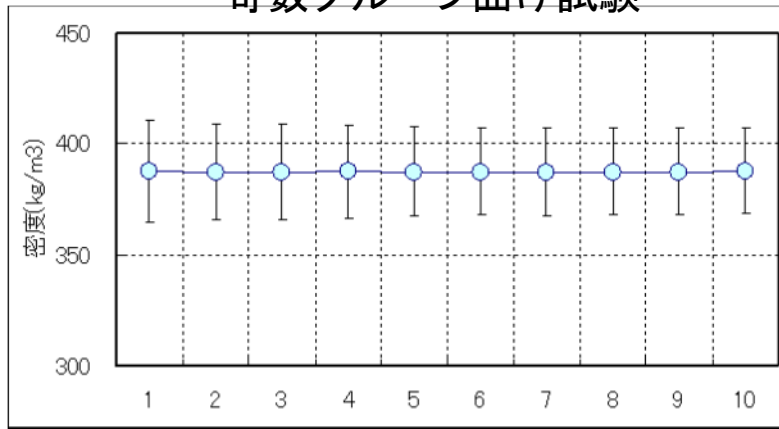


集成材ヤング率測定で70本分類

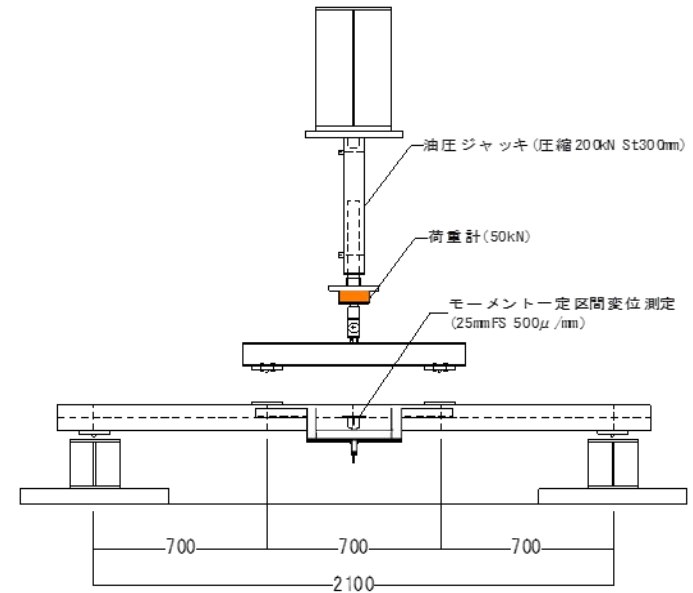
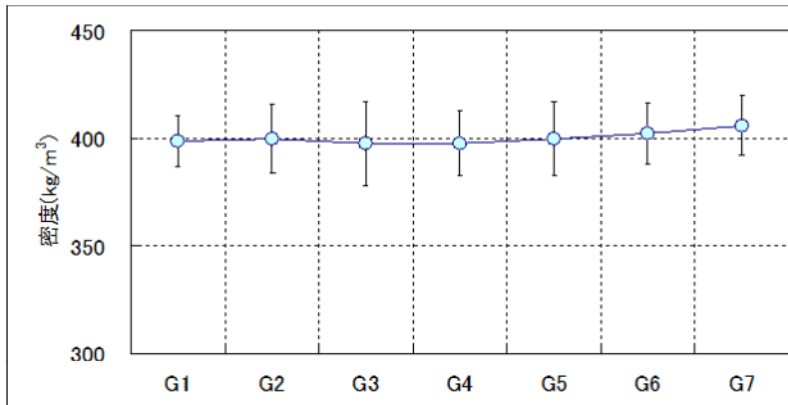


応力レベル算出のための曲げ試験

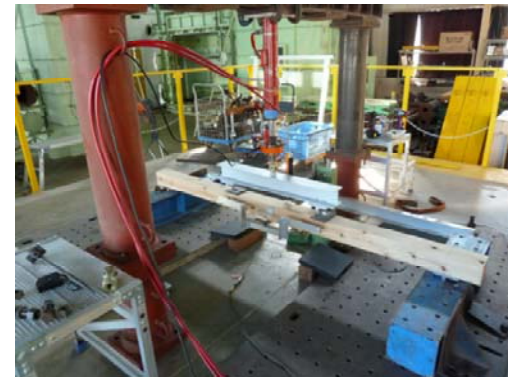
製材 同一密度10グループに分類
奇数グループ曲げ試験



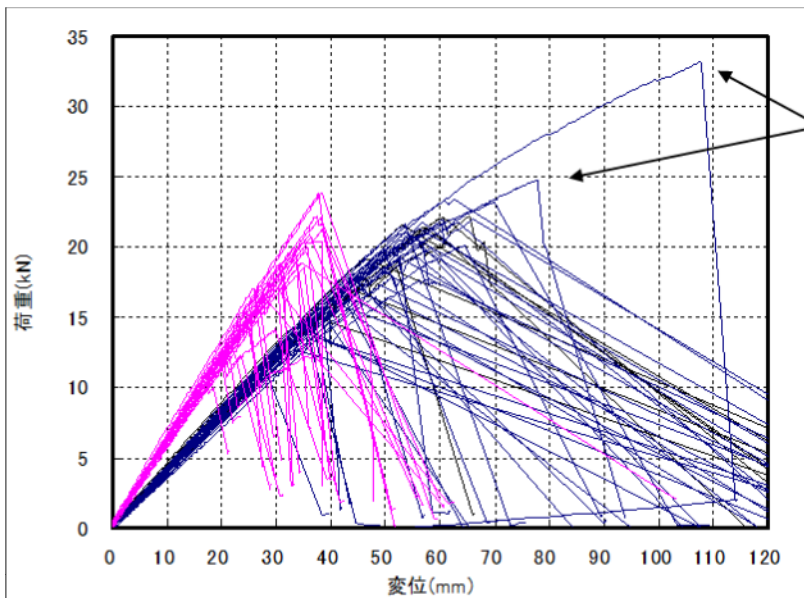
集成材 同一密度7グループに分類
3グループ曲げ試験



スパン2100mm 三等分点二点荷重



応力レベル算出のための曲げ試験

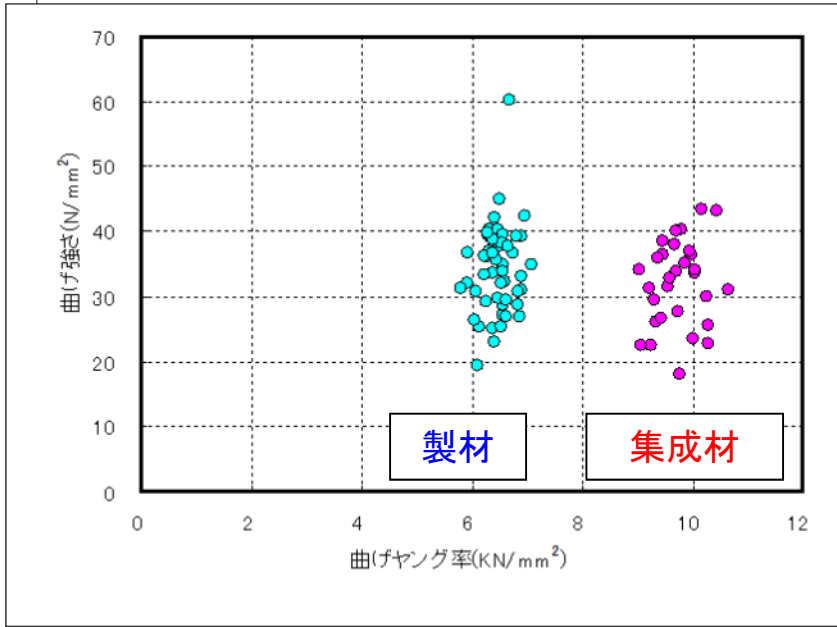


引張側無節

製材

破壊状況

集成材



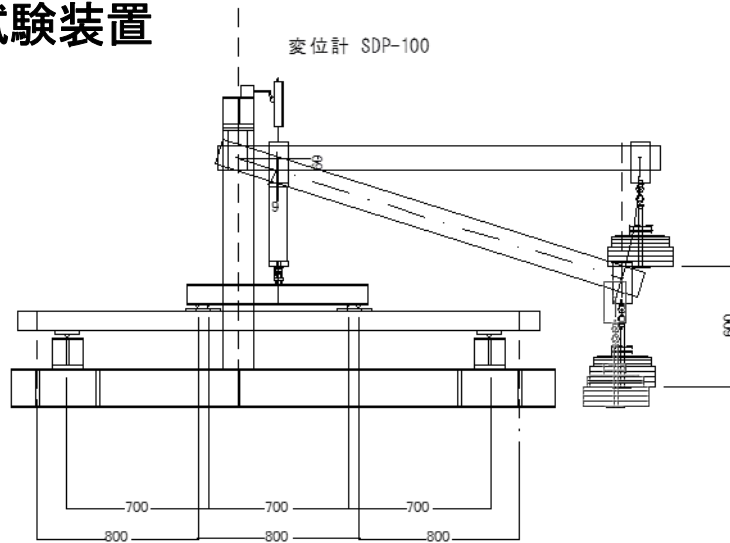
応力レベル100%を
曲げ試験の平均値とし
(無節除く)

製材は 33.0(N/mm²)

集成材は 32.0(N/mm²)

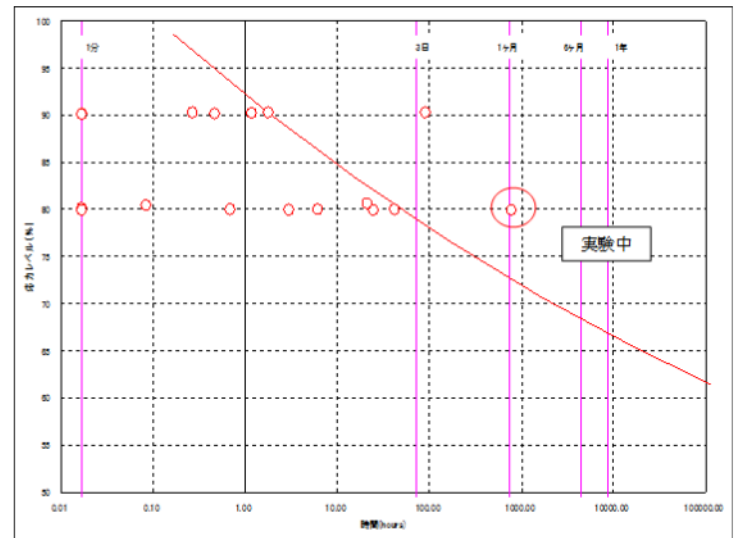
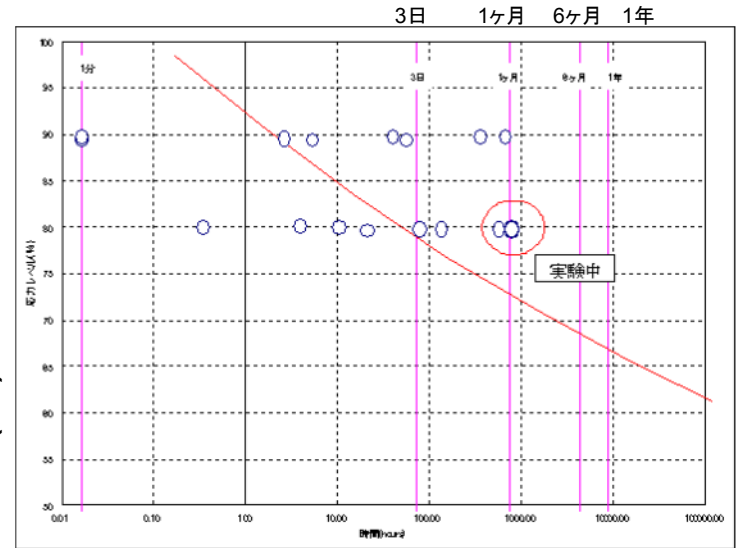
曲げクリープ破壊試験

試験装置



試験状況

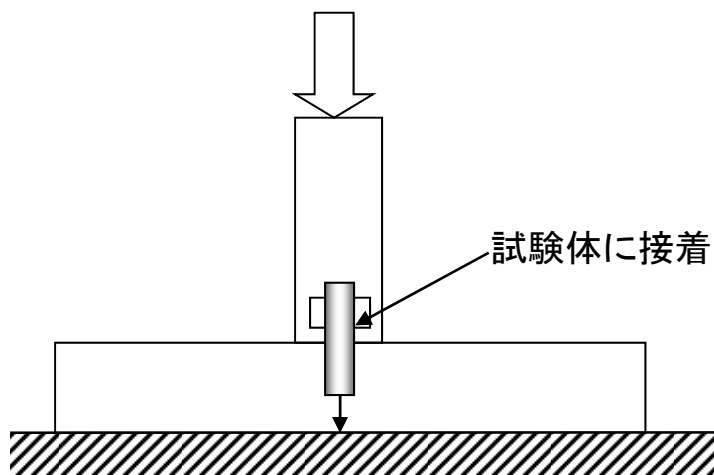
応力レベル(%)



破壊までの時間

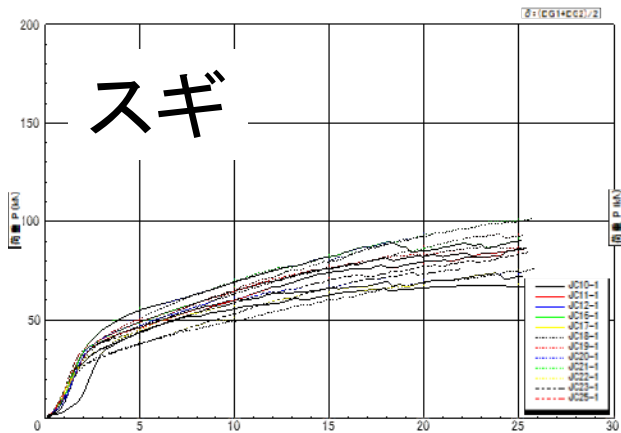
(口) 木材のめり込みが建築物の安全性に与える影響に関する検証

■土台に使用される主要な樹種として、スギ、ヒノキ、ベイマツ、ベイツガ、ホワイトウッド集成材に対して短期めり込み試験、及びクリープ試験を実施した。

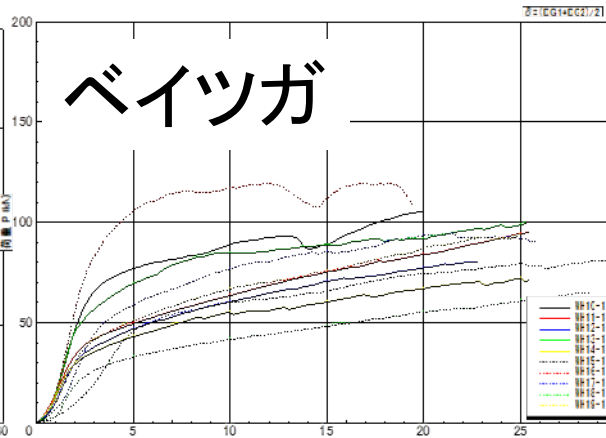


短期めり込み試験の概要

短期めり込み試験結果

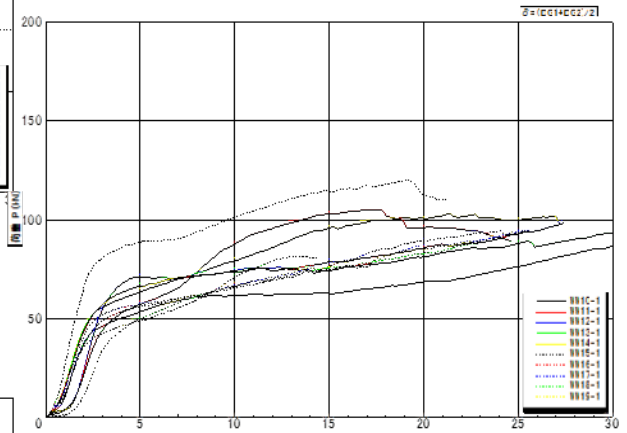


図一 荷重-変位曲線の比較(すぎ)

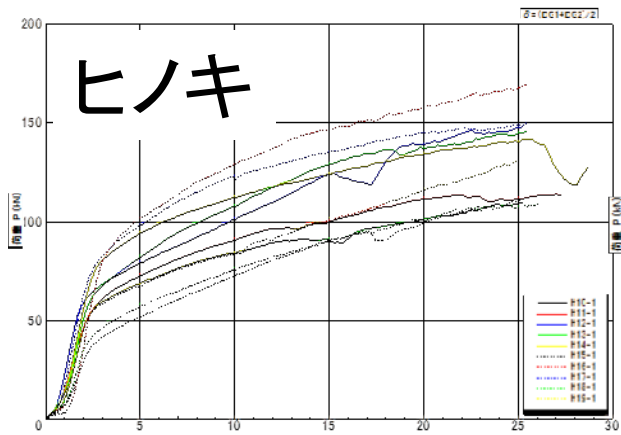


図一 荷重-変位曲線の比較(べいつが)

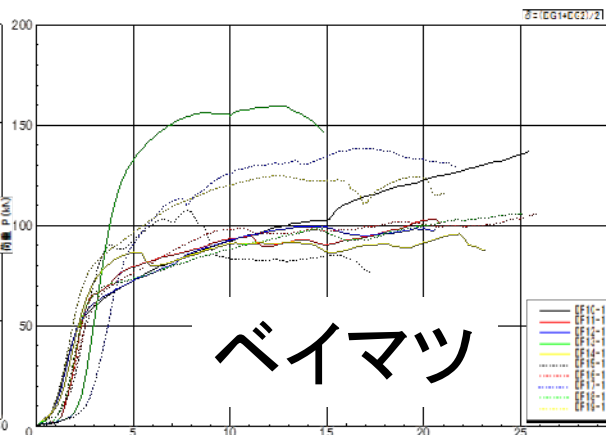
ホワイトウッド 集成材



図一 荷重-変位曲線の比較(ホワイトウッド)



図一 荷重-変位曲線の比較(ひのき)



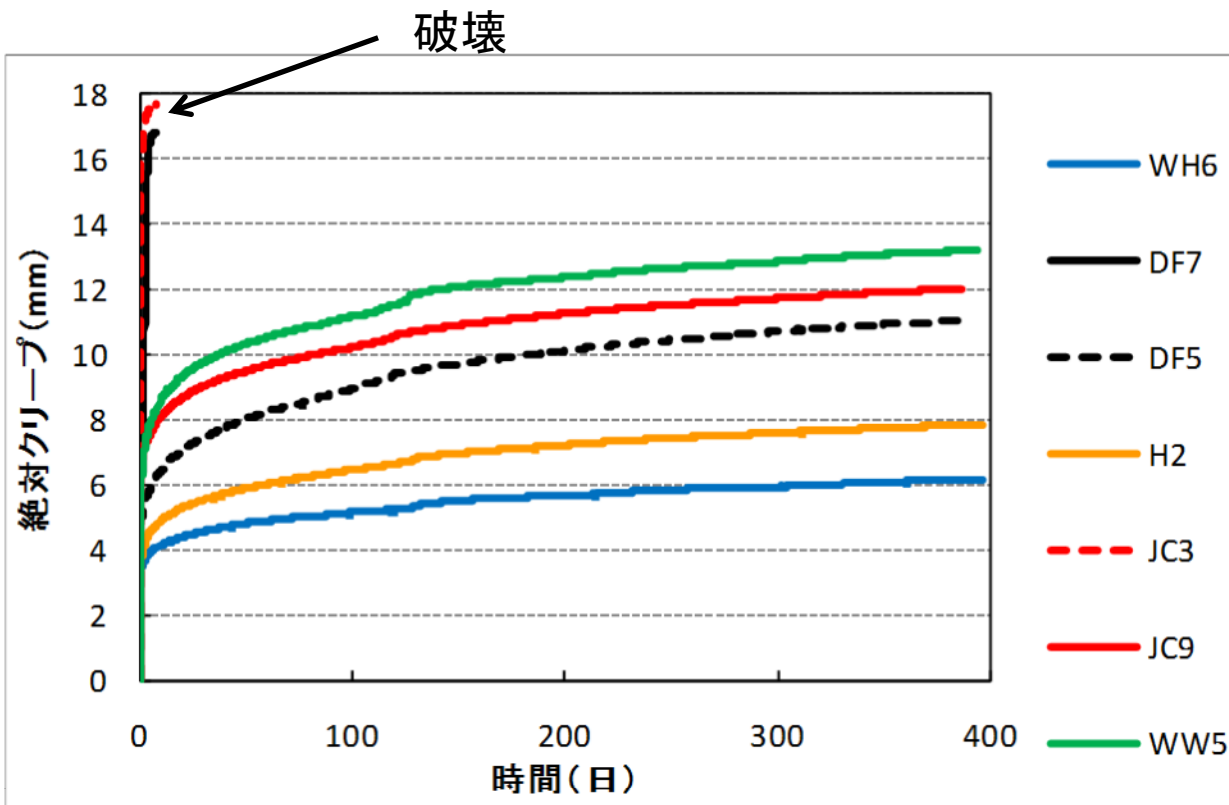
図一 荷重-変位曲線の比較(べいまつ)

短期めり込み試験結果のまとめ

	5%めり込み時の耐力 (平均:kN)	標準 偏差	変動 係数	めり込みの許容 材料強度(N/mm ²)		めりこみ に対する 基準強度 F _{cv} (N/mm ²)
				柱断面積 で除した 場合	ほぞを除いた 柱断面積で 除した場合	
スギ	46.63	4.75	0.106	4.23	5.31	6.0
ヒノキ	78.51	17.09	0.218	7.12	8.95	7.8
ベイツガ	59.06	21.35	0.361	5.36	6.73	6.0
ベイマツ	88.92	19.01	0.214	8.06	10.13	9.0
ホワイトウッド 集成材	61.70	11.88	0.193	5.60	7.03	6.0

めり込みクリープ試験結果(1)

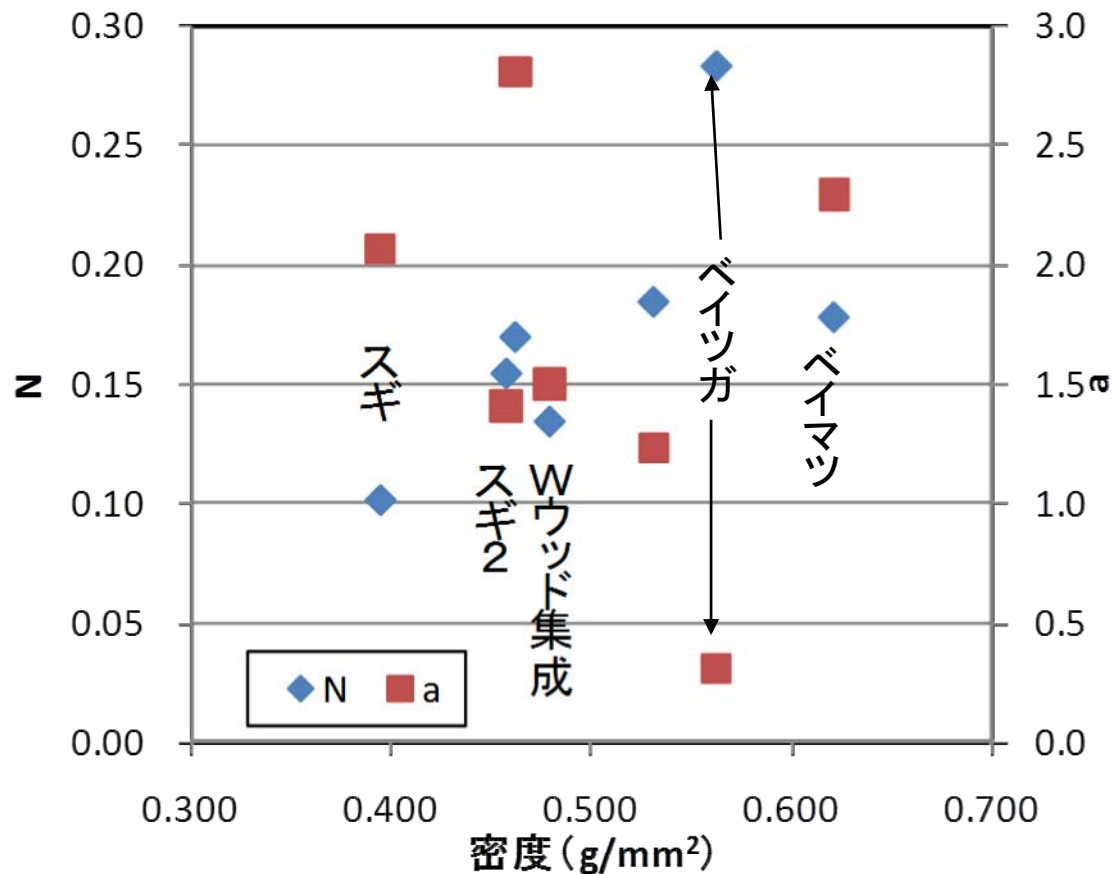
密度が当該樹種のなかで比較的小さいものは、3日以内に破壊に至る可能性が高いが、平成20年に緩和された積雪短期の許容応力度 $2/3F_{cv}$ は概ね妥当である。



	密度	破壊の有無
スギ	0.395	破壊
スギ2	0.457	
スギ3	0.388	破壊
ベイマツ	0.530	破壊
ベイマツ2	0.620	
ベイマツ3	0.544	破壊
ヒノキ	0.462	
ヒノキ2	0.483	
WW 集成材	0.479	
WW 集成材2	0.463	
ベイツガ	0.562	
ベイツガ2	0.546	

めり込みクリープ試験結果(2)

めり込み応力に対するクリープの係数 a 、 N のうち、 a は0.5~3.0あたりの数値をとるが、 N は0.1~0.3程度の数値となり、曲げに対して a 、 N いずれも2.0程度とされるのに対して、一方は大きく異なる数値をとる可能性が示唆された。



(ハ) 変形能力の異なる耐力要素併用時の地震時の挙動の検証と計算法及び設計法の検討

<H22年度>

耐力壁構造と集成材フレームの並列併用時の静的挙動の検討

耐力壁と木質ラーメンの加算から立体試験体の

短期許容耐力 (P_a)、保有耐力 (P_u)、 D_s の予測可能性の検討

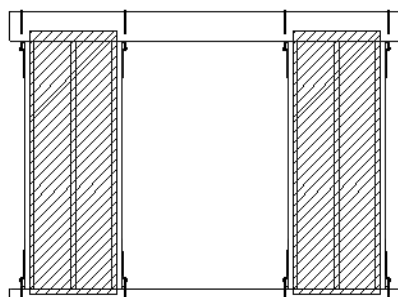
<試験体概要>

- ・耐力壁は構造用合板 ($t=9\text{mm}$, N50@150) 2P
- ・木質ラーメンは柱梁・柱脚接合部ともに引きボルト形式
- ・木質ラーメンは「高剛性低靱性タイプ」と「低剛性高靱性タイプ」の2種類
- ・耐力壁と木質ラーメン (2種類) の短期許容せん断耐力は同程度

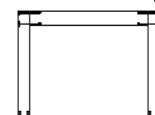
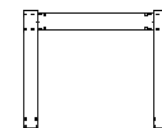
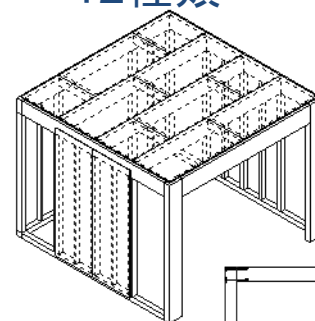
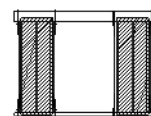
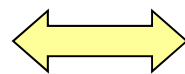
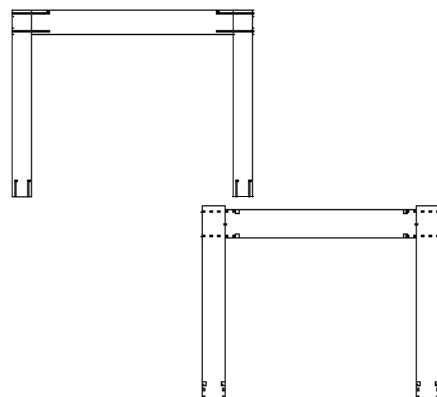
耐力壁: 1種類

木質ラーメン: 2種類

立体 (平面併用) 試験体
: 2種類

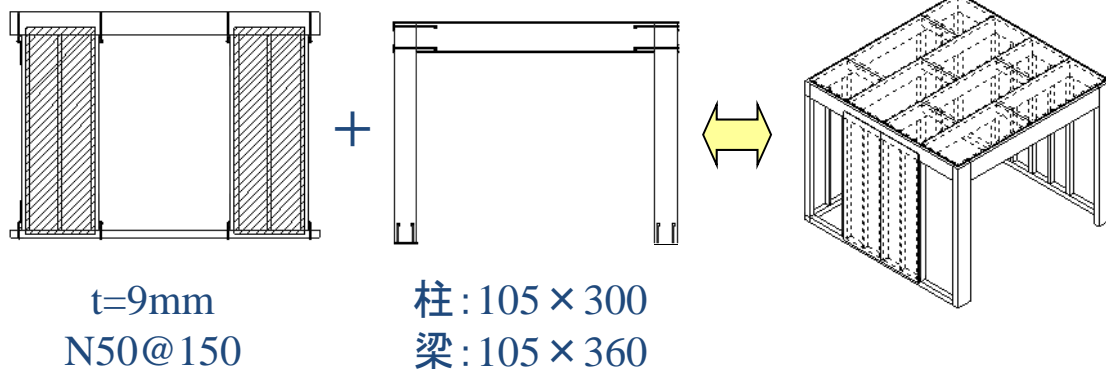


+

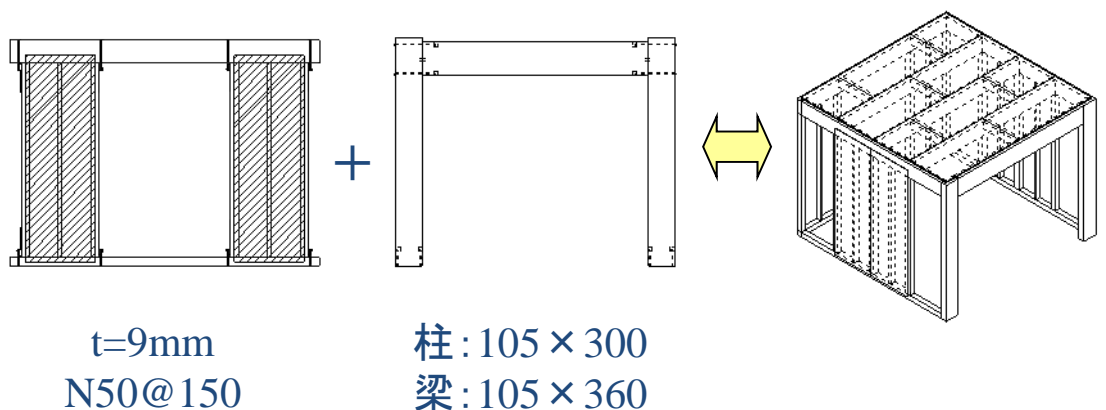


(1) 耐力壁構造と集成材フレームの並列併用時の静的挙動の検討

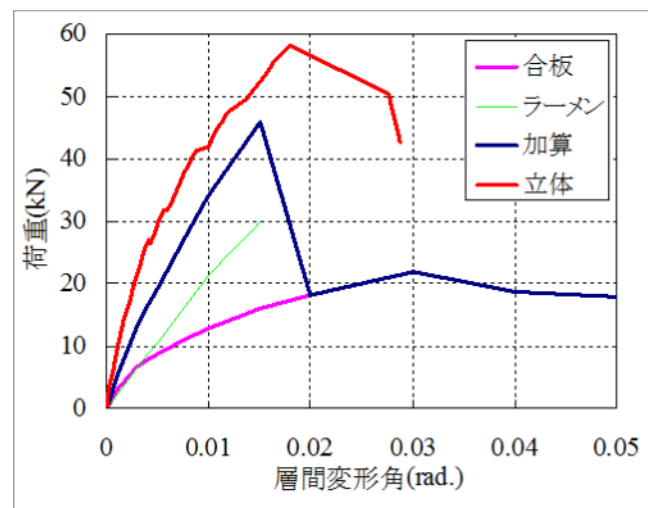
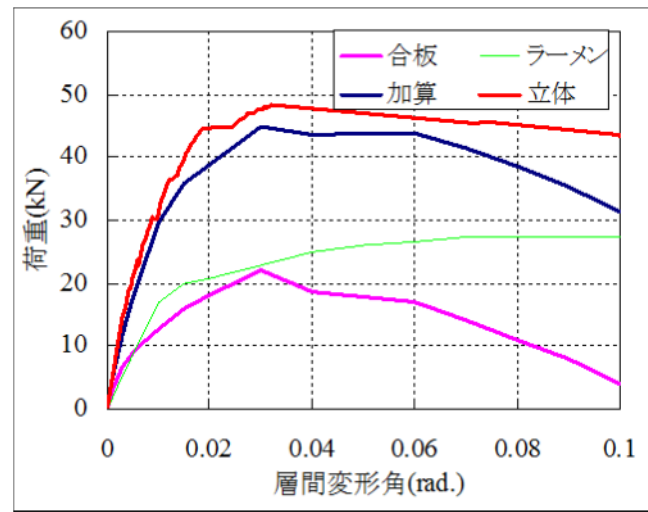
低剛性高靱性タイプ



高剛性低靱性タイプ



<骨格曲線の比較>



(2) 短期許容耐力(Pa)、保有耐力(Pu)、Dsの予測可能性の検討

<4指標の比較・Dsの比較>

低剛性 高靱性 タイプ		立体	木質ラーメン	構造用合板
	2/3Pmax(kN)	32.55	20.47	14.64
	0.2Pu/Ds(kN)	52.72	17.29	9.68
	Py (kN)	26.31	19.04	11.23
	P(1/150)(kN)	24.95	10.70	10.22
	Ds	0.42	0.92	0.36
	保有耐力 ^{*3} (kN)	44.54	16.86 *	19.05

高剛性 低靱性 タイプ		立体	木質ラーメン	構造用合板
	2/3Pmax(kN)	38.74	21.11	14.64
	0.2Pu/Ds(kN)	23.10	6.70	9.68
	Py (kN)	30.44	26.96	11.23
	P(1/150)(kN)	34.51	18.40	10.22
	Ds	0.25	0.32	0.39
	保有耐力 ^{*3} (kN)	48.35	84.71*	19.05

<短期許容耐力・保有耐力の比較>

	加算	立体	加算/立体
短期許容耐力1 ^{*1}	20.38	24.95	0.82
短期許容耐力2 ^{*2}	20.38	24.95	0.82
保有耐力 ^{*3}	35.91	44.54	0.81

	加算	立体	加算/立体
短期許容耐力1 ^{*1}	16.38	23.10	0.71
短期許容耐力2 ^{*2}	28.09	23.10	1.22
保有耐力 ^{*3}	103.76	48.35	2.15

*1 短期許容耐力1：ラーメン、合板、立体とも4指標の最小値

*2 短期許容耐力2：ラーメンはP(1/150)、合板、立体は4指標の最小値

*3 保有耐力：ラーメンはP(1/150)×5Ds、合板、立体はPu

(ハ) 平面・立面的に不整形な木造建築物に対する評価方法調査

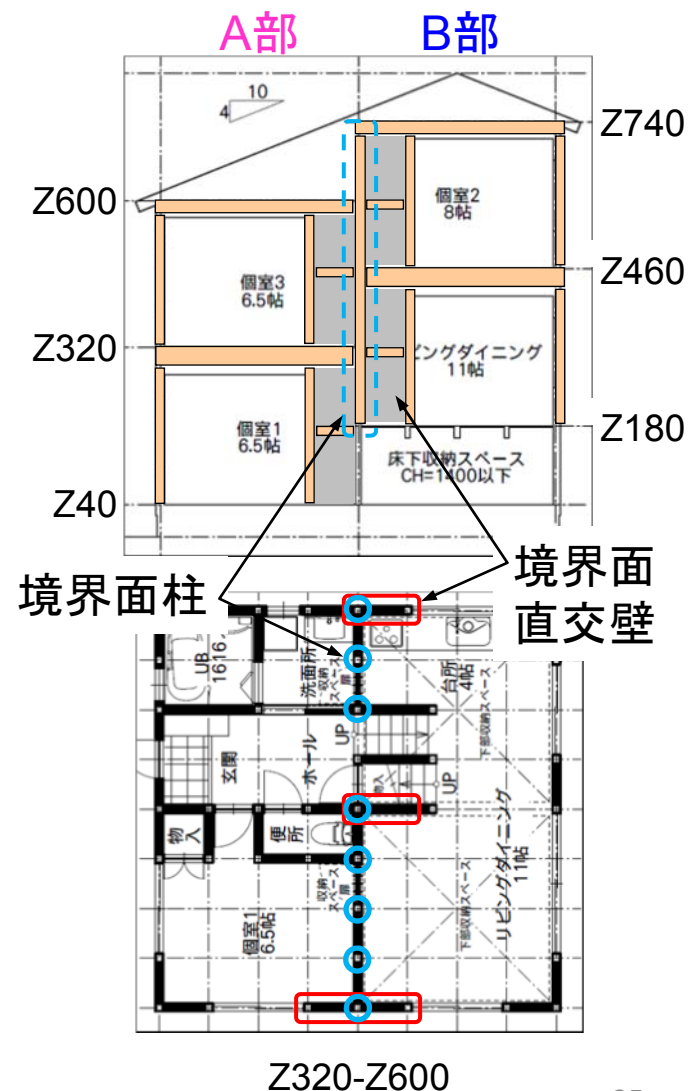
1. スキップフロアの設計方法の検証
2. 不整形な形状を有する建築物の設計方法の検証
3. 斜め桁を有する鉛直構面の評価方法の提案
4. 斜めに配置された耐力壁の評価方法の提案

1. スキップフロアの設計方法の検証

昨年 (H21)度の検討概要

■ 目的: 軸組工法木造住宅の許容応力度設計(2008年版)による規定の妥当性検証

- 1) 建物全体について許容応力度設計を満足する。
 - 地震力に対する水平耐力の検定比を1.0以下とする。
 - 偏心率を0.3以下とする。
- 2) スキップ境界面で区分されるA部、B部それぞれについて、
 - 地震力に対する水平耐力の検定比を1.0以下とする。
 - 偏心率を0.3以下とする。
 - A部・B部の水平耐力検定比を $3/4 \sim 4/3$ の範囲内とする。
 - スキップ境界面に直交して接する面材張り耐力壁(境界面直交壁)を配置する。



昨年(H21)度の検討概要

■ 応答解析シミュレーションのパラメータ

状態 ※	水平耐力充足比率(B/A)		A部・B部偏心率		現行規定との適合性
	X方向	Y方向	X方向	Y方向	
標準	1.0	1.0	0	0	○
X方向偏心率0.3	1.0	1.0	0.3	0	○
Y方向偏心率0.3	1.0	1.0	0	0.3	○
充足比率0.75	1.0	0.75	0	0	○
充足比率0.50	1.0	0.50	0	0	×

※それぞれについて、境界面直交壁の有無を考慮する。

共通事項

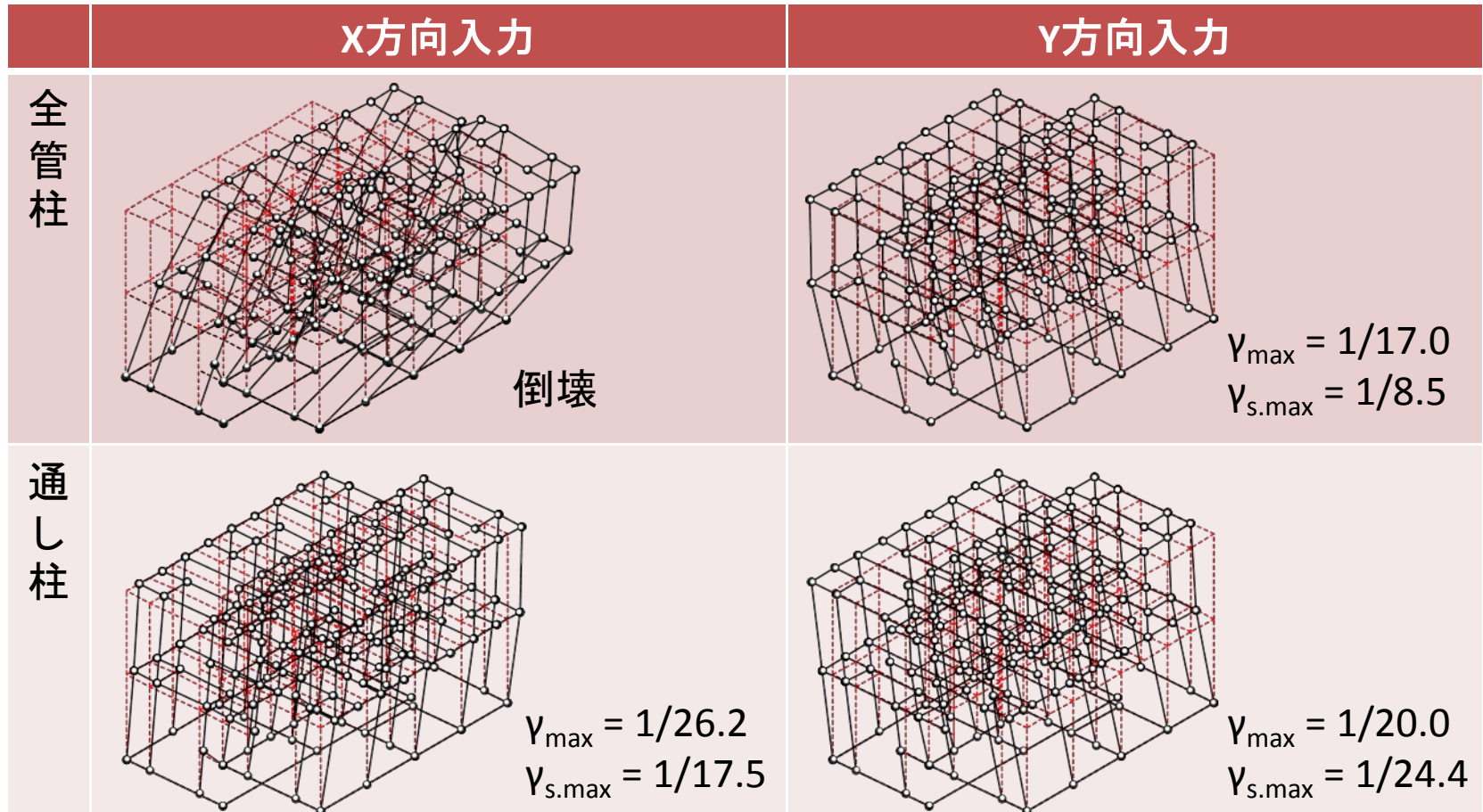
- 層全体の捩れ補正水平耐力充足率はほぼ1.0。
- 層全体の偏心率はほぼ0。
- 境界面直交壁の耐力は壁倍率1.0相当。
- 水平構面の耐力は床倍率3.0相当。

■ 検討結果

- すべての場合について、層間変形角、スキップフロア間変形角は重量・水平耐力の等しい通常の2階建て以下。
- 現設計法によれば、境界面柱に折損が生じるが、所要の耐震性能は担保される。

本年(H22)度の検討概要

- 昨年度の応答解析シミュレーション結果を用いて、境界面柱の連続性および折損がスキップフロア建築物の耐震性に及ぼす影響を検討する。
- 境界面柱の連続性による応答性状の差異



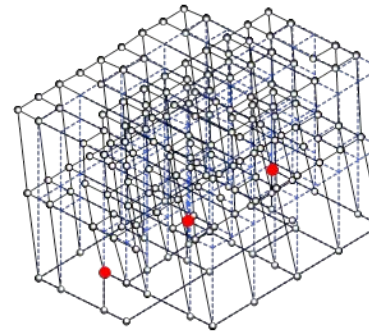
γ_{\max} : 最大層間変形角、 $\gamma_{s.\max}$: スキップフロア間の最大変形角 27

境界面柱が通し柱である場合の地震応答

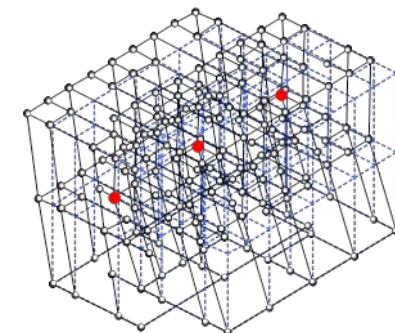
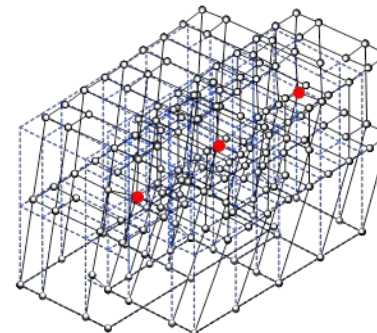
- 境界面柱の折損 (境界面柱断面: $105 \times 105\text{mm}$ $F_b=29.4\text{N/mm}^2$)

解析パラメータ	境界面直交壁	入力方向	
		X	Y
標準状態	有り	—	①
	無し	—	②
X方向偏心率0.15	有り	—	①
	無し	—	②
X方向偏心率0.30	有り	②	①
	無し	②	②
Y方向偏心率0.15	有り	—	①
	無し	—	②
Y方向偏心率0.30	有り	—	①
	無し	—	②
Y方向充足比率0.50	有り	—	①
	無し	—	②

①A部(低部)1階境界直交壁管柱折損



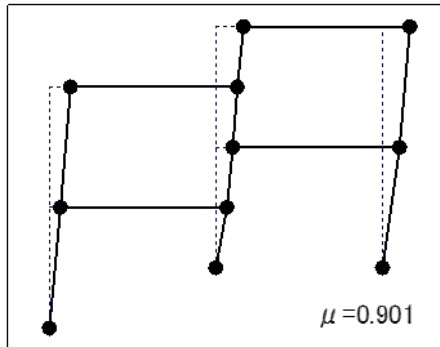
②境界面柱B部(高部)2階床レベル折損



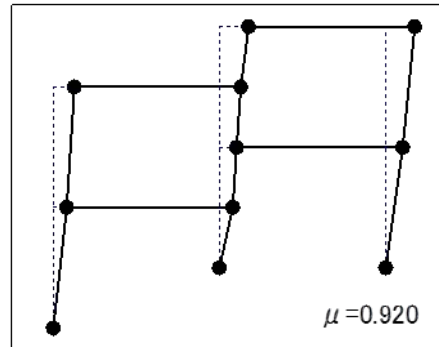
境界面柱の連続性が地震応答に及ぼす影響

- モード解析(SRSS)による検討 ($S_a = 0.2G$ 一定)

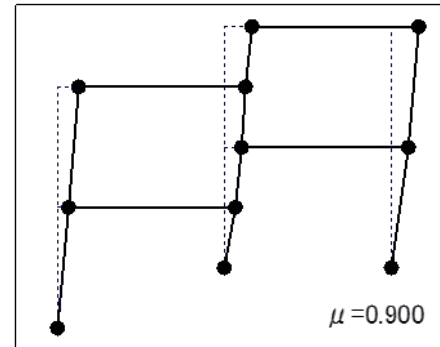
全通し柱



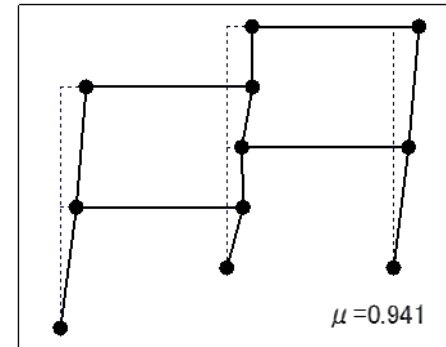
A部(低部)レベル管柱



B部(高部)レベル管柱



全管柱



部位	階	δ_{si} (cm)	Q_i (kN)	C_i
A	1F	1.203	13.80	0.131
	2F	1.120	10.87	0.265
B	1F	1.840	20.03	0.212
	2F	1.164	9.48	0.254

部位	階	δ_{si} (cm)	Q_i (kN)	C_i
A	1F	1.455	16.69	0.158
	2F	0.863	8.38	0.204
B	1F	1.862	20.27	0.214
	2F	1.304	10.61	0.285

部位	階	δ_{si} (cm)	Q_i (kN)	C_i
A	1F	1.190	13.65	0.129
	2F	1.117	10.85	0.264
B	1F	1.864	20.30	0.215
	2F	1.142	9.30	0.249

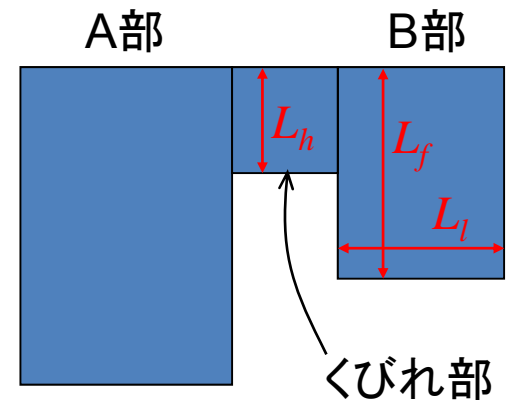
部位	階	δ_{si} (cm)	Q_i (kN)	C_i
A	1F	1.748	20.06	0.190
	2F	1.038	10.08	0.245
B	1F	1.624	17.68	0.187
	2F	1.136	9.25	0.248

- 「全管柱」ではスキップ境界面最下層の変形角が大きく、当該部耐力壁の先行破壊の恐れがある。
- 「全通し柱」、「B部レベル管柱」ではスキップ境界面の変形角が平均化され、有効質量比およびベースシアが小さい。
- 「A部レベル管柱」は上記三者の中間的な値。
- スキップ境界面柱は「全通し柱」、「B部レベル管柱」とすることが望ましい。

2. 不整形な形状を有する建築物の設計方法の検証 昨年(H21)度の検討概要

■軸組工法木造住宅の許容応力度設計(2008年版)による規定の妥当性検証

- 1) 建物全体について許容応力度設計を満足する。
 - 鉛直構面・水平構面の地震力に対する水平耐力の検定比を1.0以下とする。
 - 偏心率を0.3以下とする。
- 2) 次の条件のすべてに該当する場合は、水平構面の検定比が1.0以下であっても3)に示す検定を行うことが望ましい(検定比 >1.0 であれば必須)。
 - B部の平面の面積が 14m^2 以上
 - B部奥行き L_f に対するくびれ部の奥行き L_h の比率が $1/2$ 未満
 - B部の幅 L_l に対するくびれ部の奥行き L_h の比率が $1/2$ 未満
- 3) つなぎ部分を含む水平構面の地震時面内せん断力が許容耐力を超える場合はA部、B部それぞれについて、
 - 地震力に対する水平耐力の検定比を1.0以下とする。
 - 偏心率を0.3以下とする。
 - A部・B部の水平耐力検定比を $3/4 \sim 4/3$ の範囲内とする。



昨年(H21)度の検討概要

■ 応答解析シミュレーションのパラメータ

- 標準状態 A部・B部の水平耐力充足率の比率 $\doteq 1.0$ 、偏心率 ≤ 0.15
- 充足比率0.7 A部のY方向水平耐力充足率のB部に対する比率 $\doteq 0.7$
- 偏心率0.35 B部のY方向の偏心率 $\doteq 0.35$

■ 共通事項

- 層全体の捩れ補正水平耐力充足率は1.0以上。A部・B部それぞれの水平耐力充足率は1.0以上。
- くびれ部の水平構面の耐力は床倍率1.0、その他の部分は床倍率3.0。
- 非構造壁(サイディング)の耐力も考慮する。
- 入力波は建築基準法が想定する極稀地震動

■ 検討結果

- くびれ部のせん断変形角は1/30程度以下で、鉛直荷重支持能力を保持するレベル。
- 層間変位は安全限界変位以下。有効質量比は0.85程度以上で、一体性は保たれている。
- 現設計法によれば極稀地震に対する耐震性能はほぼ確保される。

本年(H22)度の検討方針

- 非構造壁の耐力を考慮しない

非構造壁の配置状態によりくびれ部のせん断変形角が大きく変化する。本年度の応答解析シミュレーションでは「許容応力度設計法」において耐力を考慮しない非構造壁の耐力は無視する。

- くびれ部の耐力は現設計法による必要値ぎりぎり

昨年度はくびれ部の耐力を床倍率1.0相当としたが、本年度は「許容応力度設計法」による必要値ぎりぎりの耐力とする。

- 稀地震に対する応答も検証する。

極稀地震に加え稀地震に対する応答も検討の対象とする。

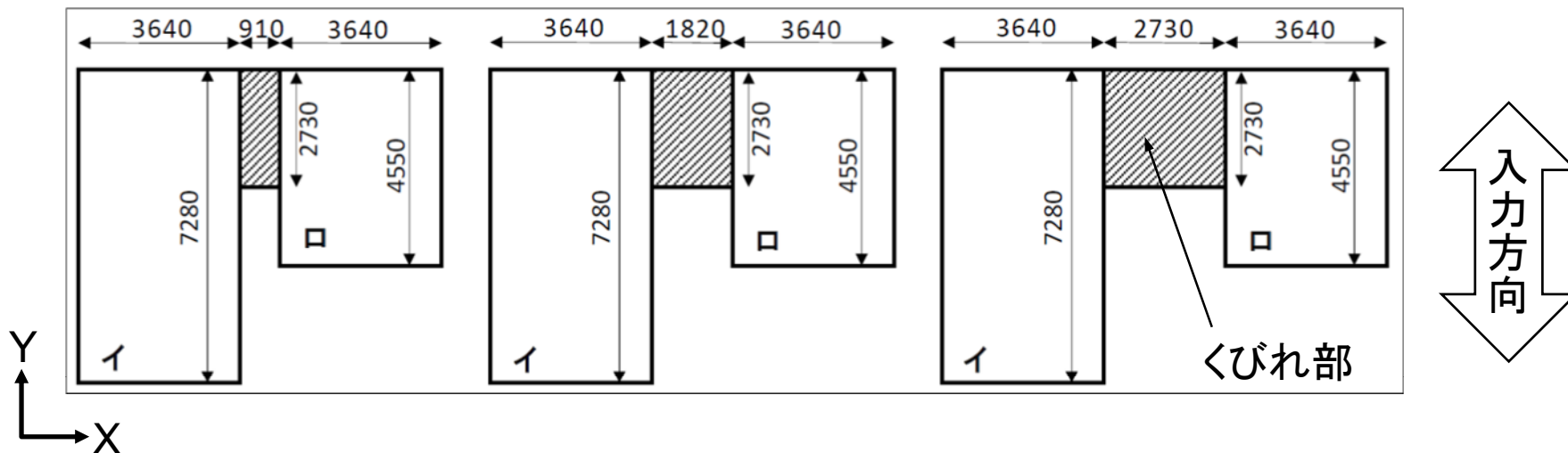
- 弱床部を有する矩形平面も検討対象に加える。

比較対象として、中間部に吹抜け等の弱床部を有する矩形平面建築物を検討対象に加える。

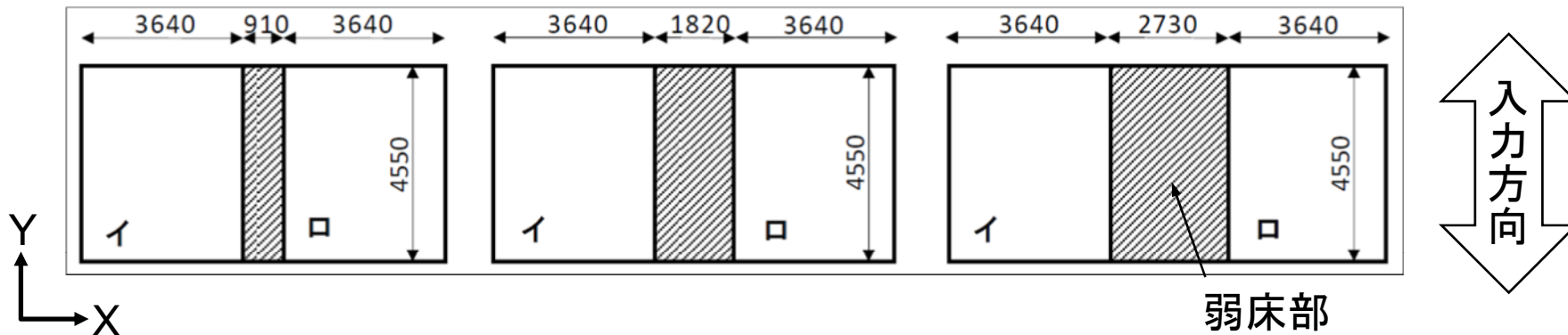
応答解析シミュレーションの対象

■ 建築物の平面形状 (いずれも総2階建て、総3階建て)

● コ字形平面



● 矩形平面



応答解析シュミレーションの対象

■ 応答解析シュミレーションのパラメータ

- くびれ部充足率 くびれ部・弱床部の地震時面内せん断力に対する充足率
コ字形平面 0.50, 0.75, 1.0, 2.0, 3.0
矩形平面 1.0, 2.0, 3.0
- 充足比率 イ部・口部の水平耐力充足率の比率(口部/イ部)
1.0, 0.9, 0.8, 0.7

■ 共通事項

- 層全体の水平耐力充足率(捩れ補正考慮)
1階:1.0~1.1 2,3階:1.3~1.5程度
- 偏心率 層全体／イ部単独／口部単独 いずれも0.15以下

検討結果

■コ字形平面 (総3階建て)

くびれ部の幅 (mm)	充足比率	設定床倍率	必要充足率				必要床倍率	
			稀		極稀		稀	極稀
			γ_{max}	μ_u	γ_{max}	μ_u		
910	0.9	0.11	3.00	0.50	3.00	0.50	0.33	0.33
	0.8	0.22	3.00	0.50	3.00	1.00	0.66	0.66
	0.7	0.35	NG	NG	3.00	2.00	NG	1.05
1820	0.9	0.22	1.00	0.50	0.75	0.50	0.22	0.17
	0.8	0.34	2.00	0.75	2.00	1.00	0.68	0.68
	0.7	0.47	NG	NG	2.00	2.00	NG	0.94
2730	0.9	0.34	0.50	0.50	0.50	0.50	0.17	0.17
	0.8	0.47	0.75	0.50	0.75	0.75	0.35	0.35
	0.7	0.59	0.75	NG	0.75	0.75	NG	0.44

γ_{max} : くびれ部・弱床部の変形角 (稀地震時 $\leq 1/120$, 極稀地震時 $\leq 1/15$)

μ_u : 有効質量比 (稀地震時・極稀地震時 ≥ 0.7)

検討結果

■矩形平面 (総3階建て)

くびれ部の幅 (mm)	充足比率	設定床倍率	必要充足率				必要床倍率	
			稀		極稀		稀	極稀
			γ_{max}	μ_u	γ_{max}	μ_u		
910	0.9	0.05	1.00	1.00	3.00	1.00	0.05	0.15
	0.8	0.11	2.00	NG	3.00	1.00	NG	0.33
	0.7	0.18	NG	NG	3.00	1.00	NG	0.54
1820	0.9	0.15	1.00	1.00	1.00	1.00	0.15	0.15
	0.8	0.22	3.00	NG	2.00	1.00	NG	0.44
	0.7	0.29	NG	NG	3.00	1.00	NG	0.87
2730	0.9	0.25	1.00	1.00	1.00	1.00	0.25	0.25
	0.8	0.32	1.00	NG	1.00	1.00	NG	0.32
	0.7	0.40	NG	NG	1.00	1.00	NG	0.40

γ_{max} : くびれ部・弱床部の変形角 (稀地震時 $\leq 1/120$, 極稀地震時 $\leq 1/15$)

μ_u : 有効質量比 (稀地震時・極稀地震時 ≥ 0.7)

まとめ

■ 極稀地震時

- コ字平面・矩形平面のいずれも水平構面の充足率を3以上(必要床倍率1.0以上)とすればNGは回避できる。
- 実態としてはほとんどの場合極稀地震に対する安全性は確保される。
- ただし、設計法としては必要床倍率の割増しまたは下限値の設定が必要。

■ 稀地震時

- コ字平面・矩形平面のいずれも、ここで設定したパラメータの範囲では有効質量比に関するNGを回避できない場合が多い。
- 稀地震に対する建物の一体性を確保し、損傷限界・許容耐力検定の精度向上のために何らかの制限を設ける必要がある。

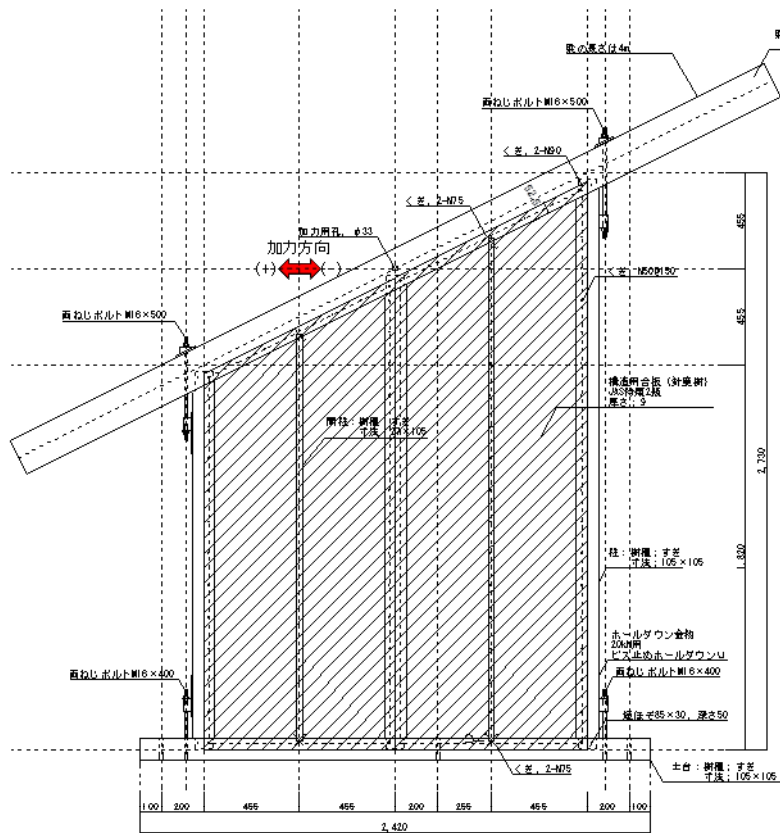
3.斜め桁を有する鉛直構面の評価方法の提案

昨年度、斜め桁の鉛直構面の評価方法の提案として梁の傾斜を10寸勾配とした面材耐力壁の試験を実施した。



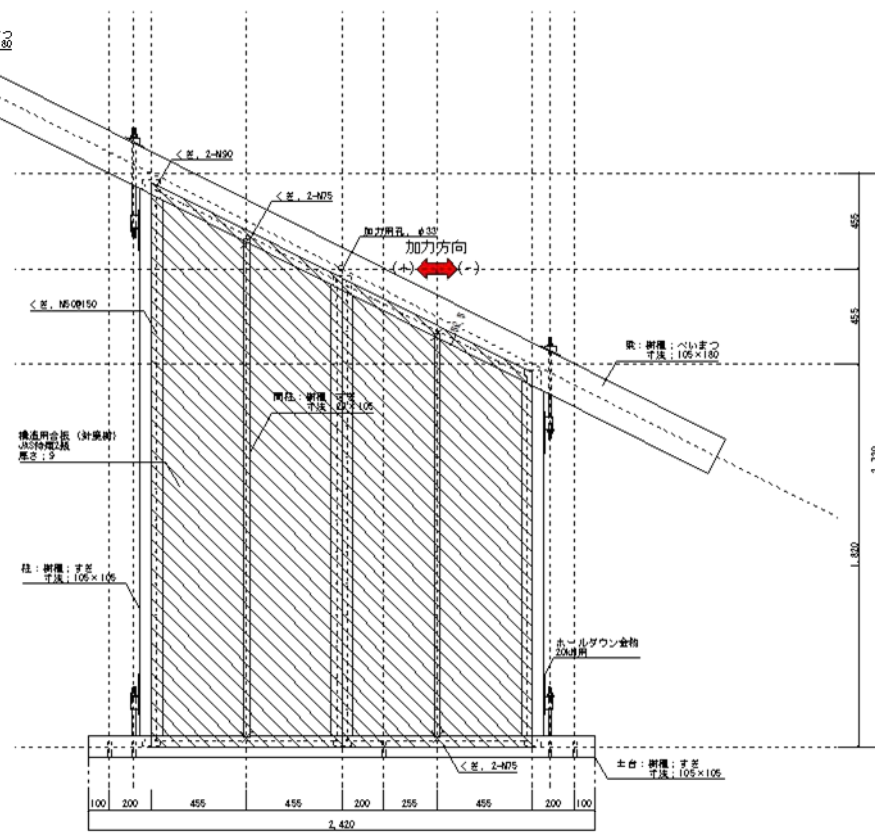
本年度は、梁の傾斜を5寸勾配とした面材耐力壁について面内せん断試験を行った。

試験体



梁の傾斜の向き：右上がり

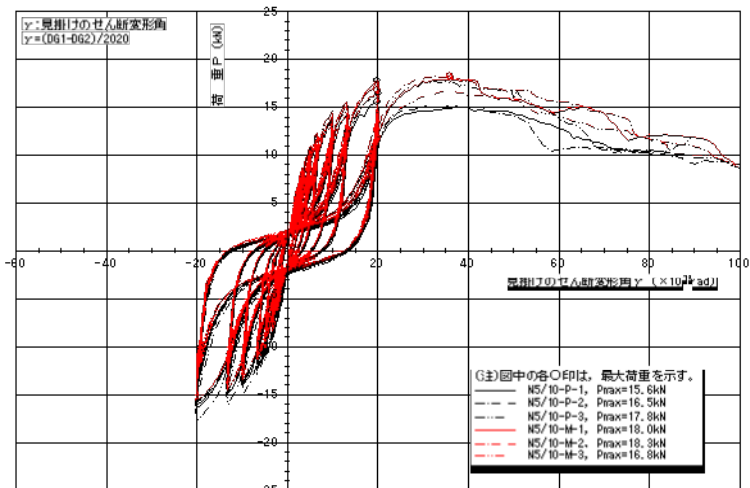
試験体記号：N5/10-P



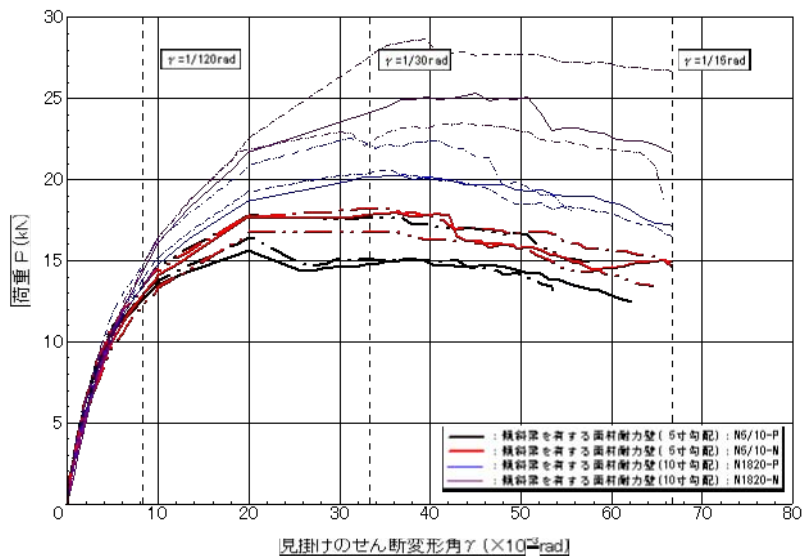
梁の傾斜の向き：左上がり

試験体記号：N5/10-M

試験結果



荷重－見掛けのせん断変形曲線の比較



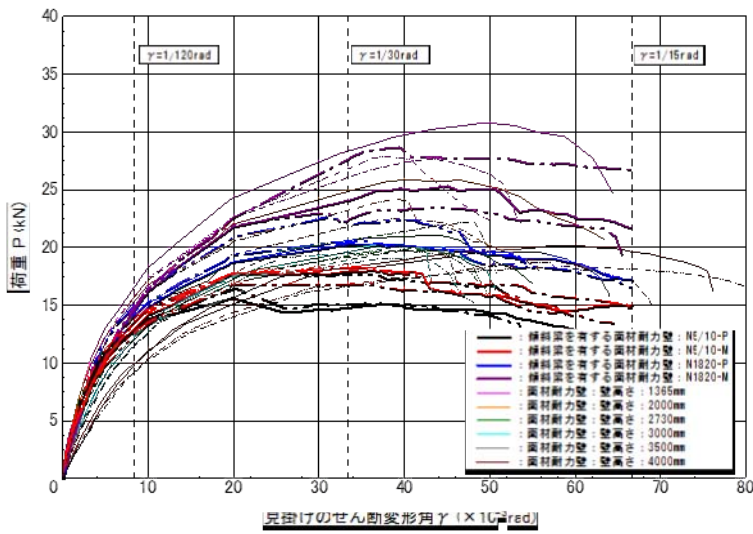
荷重－見掛けのせん断変形包絡線曲線の比較

試験結果の一覧

試験体		(a) 降伏耐力 P_y kN	(b) $(0.2/D_s) \cdot P_u$ kN	(c) $2/3 \cdot P_{max}$ kN	(d) $\gamma = 1/120$ rad 時 kN
記号	番号				
N5/10-P	1	9.2	13.0	10.4	12.7
	2	9.8	11.4	11.0	12.9
	3	9.8	13.3	11.9	13.5
	平均	9.6	12.6	11.1	13.0
	標準偏差	0.35	1.02	0.75	0.42
	変動係数	0.036	0.081	0.068	0.032
	ばらつき係数	0.983	0.962	0.968	0.985
	短期基準 せん断耐力	9.4	12.1	10.7	12.8
N5/10-M	1	10.3	13.0	12.0	12.9
	2	10.4	13.9	12.2	13.4
	3	9.6	12.4	11.2	12.3
	平均	10.1	13.1	11.8	12.9
	標準偏差	0.44	0.75	0.53	0.55
	変動係数	0.044	0.057	0.045	0.043
	ばらつき係数	0.979	0.973	0.979	0.980
	短期基準 せん断耐力	9.9	12.7	11.6	12.6

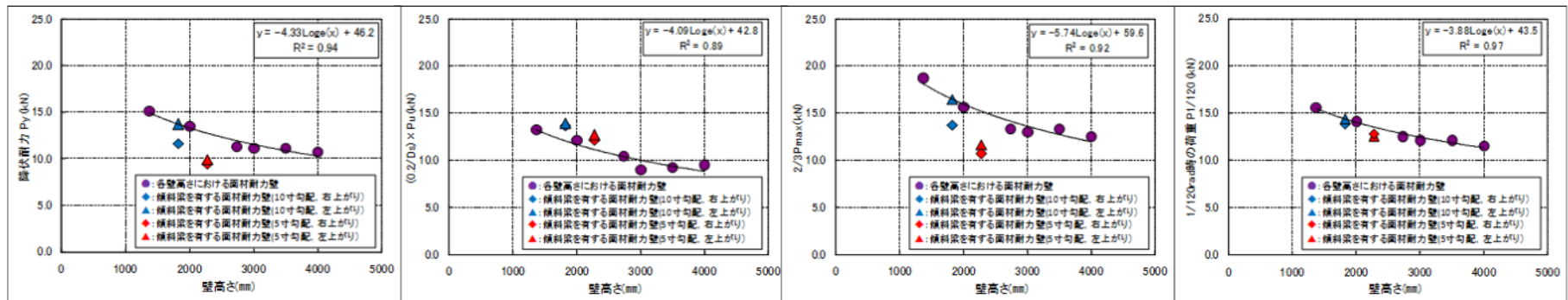
考察

面材耐力壁の各指標値の一覧



耐力壁の種類	壁高さ (加力位置) mm	壁長さ mm	梁の傾斜の向き	(a) 降伏耐力 P_y kN	(b) $(0.2/D_s) \cdot P_u$ kN	(c) $2/3 \cdot P_{max}$ kN	(d) $\gamma = 1/120 \text{ rad}$ 時 kN
傾斜梁を有する面材耐力壁	2275	1820	右上がり	9.4	12.1	10.7	12.8
			左上がり	9.9	12.7	11.6	12.6
	右上がり		11.6	13.6	13.7	13.8	
	左上がり		13.7	13.9	16.4	14.4	
面材耐力壁	1365	1820	-	15.1	13.2	18.7	15.6
	2000		13.5	12.1	15.6	14.1	
	2730		11.3	10.4	13.2	12.5	
	3000		11.1	9.0	13.0	12.1	
	3500		11.1	9.2	13.3	12.1	
	4000		10.7	9.5	12.5	11.5	

面材耐力壁の包絡線の比較



壁高さと各指標値の関係

まとめ(1/7)

イ) 長期許容応力度(荷重継続時間の調整係数)の検証

- ・荷重継続時間調整係数算出のための曲げクリープ破壊試験において、平成21年度に設定した条件での製材及び集成材の曲げ試験を実施し、応力レベルを算出した。
- ・算出した応力レベルから、応力レベル90%と80%での曲げクリープ破壊試験を行い、応力レベルと破壊時間の関係を得た。今後は応力レベル70%での曲げクリープ破壊試験の準備を行う

まとめ(2/7)

ロ) 木材のめり込みが建築物の安全性に与える影響に関する検証

・ $2/3F_{cv}$ に相当する荷重に対して、スギとベイマツは比較的早期に破壊に至ることが判明した。破壊に至った試験体はスギ、ベイマツの中で比較的密度が低い個体であった。

まとめ(3/7)

ハ) 変形能力の異なる耐力要素併用時の地震時の挙動の検証と計算法及び設計法の検討

- ・高剛性低靱性ラーメン、低剛性高剛性ラーメンを引きボルト接合で考案した。柱梁接合部および柱脚接合部の実験結果、概ね計算通りの荷重変形関係を得ることができた。
- ・木質ラーメンと耐力壁(構造用合板)を併用した箱型試験体の静的加力試験を実施した。高剛性低靱性タイプ、低剛性高靱性タイプともに大きなねじれ挙動を示すことはなかった。また計算結果と実験結果を比較すると、高剛性低靱性タイプでは実験結果が計算結果の1.5倍程度の荷重、低剛性高靱性タイプも、弾性剛性は概ね一致するが、計算結果の降伏後の挙動が実験結果と異なる。

まとめ(4/7)

二) 平面・立面的に不整形な木造建築物に対する評価方法調査

1. スキップフロアの設計方法の検証

- 「全管柱」ではスキップ境界面最下層の変形角が大きく、当該部耐力壁の先行破壊の恐れがある。
- 「全通し柱」、「B部レベル管柱」ではスキップ境界面の変形角が平均化され、有効質量比およびベースシアが小さい。
- 「A部レベル管柱」は上記三者の中間的な値。
- スキップ境界面柱は「全通し柱」、「B部レベル管柱」とすることが望ましい。

まとめ(5/7)

二) 平面・立面的に不整形な木造建築物に対する評価方法調査

2. 不整形な形状を有する建築物の設計方法の検証

■ 極稀地震時

- コ字平面・矩形平面のいずれも水平構面の充足率を3以上(必要床倍率1.0以上)とすればNGは回避できる。
- 実態としてはほとんどの場合極稀地震に対する安全性は確保される。
- ただし、設計法としては必要床倍率の割増しまたは下限値の設定が必要。

■ 稀地震時

- コ字平面・矩形平面のいずれも、ここで設定したパラメータの範囲では有効質量比に関するNGを回避できない場合が多い。
- 稀地震に対する建物の一体性を確保し、損傷限界・許容耐力検定の精度向上のために何らかの制限を設ける必要がある。

まとめ(6/7)

二) 平面・立面的に不整形な木造建築物に対する評価方法調査

3. 斜め桁を有する鉛直構面の評価方法の提案

傾斜梁を有する面材耐力壁の壁高さを中柱位置の壁高さ1820mmに想定して、各壁高さの面材耐力壁の壁高さとの関係と比較すると、 P_y 、 $2/3P_{max}$ 及び $1/120\text{rad}$ 時の荷重は、左上がりには各壁高さの面材耐力壁で得られた壁高さとの関係から求めた近似曲線にほぼ一致するが、右上がりには近似曲線より低い。 $(0.2/D_s) \times P_u$ の値は、右上がり、左上がりともに近似曲線より高い。

傾斜梁を有する面材耐力壁の各指標値の中で最も小さい値となるのは、右上がり、左上がりともに P_y で、この値を用いて見掛けの壁倍率(ただし、低減係数を0.95に仮定)を推定すると、右上がりには3.1、左上がりには3.5となり、いずれの方向も基準法で定められている壁倍率2.5を上回る傾向にある。

まとめ(7/7)

二) 平面・立面的に不整形な木造建築物に対する評価方法調査

4. 斜めに配置された耐力壁の評価方法の提案

(1) 壁倍率及び耐力については、 $\text{COS}\theta$ で概ね捉えることができるといえる。そして、壁量計算に用いる $\text{COS}^2\theta$ の低減率に比べ、実験結果の大部分の低下率は小さい。よって、 $\text{COS}^2\theta$ を用いた配置角度の低減は、 $\text{COS}\theta$ 程度の耐力の余裕度をもつ安全側の評価として十分に妥当であると言える。

(2) 偏心率などにもちいる初期剛性評価において、低減率と低下率の相異は、耐力壁の剛性の平面上での不均等に直接つながるために、評価上の注意を要する。

配置角度30度程度までは $\text{COS}^2\theta$ に概ね一致するが、配置角度の大きい範囲での低減率の相異は最大で32%であった。このことは、 $\text{COS}^2\theta$ の低減は、実際の剛性の低下より大きく評価する可能性もあることを意味する。