



2015.09.05 CLT構造設計法資料作成小委員会  
拡大委員会

## 5. モデル化の手法

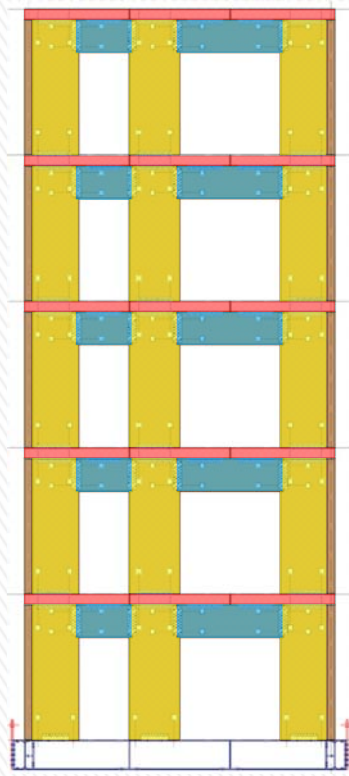
三宅辰哉  
(株)日本システム設計

### プレゼンテーションの構成

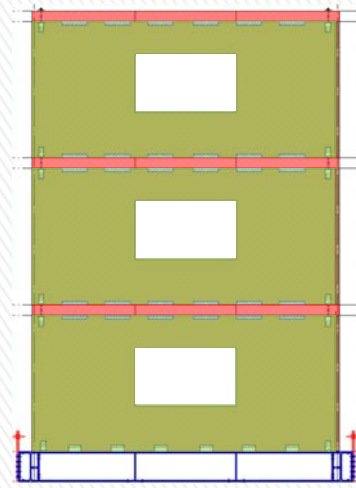
- 対象とする構法 (鉛直構面の構成)
- 対象とする構法 (接合部例)
- モデルの構成
- モデル構成要素の構造性能
- 振動台実験結果に対するFEMの適合性
- FEMモデルとフレームモデルの適合性
- 2Dモデルと3Dモデル



# 対象とする構法 (鉛直構面の構成)



小幅パネル構法  
(H26振動台実験A棟)

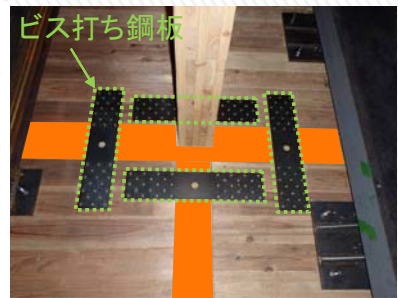
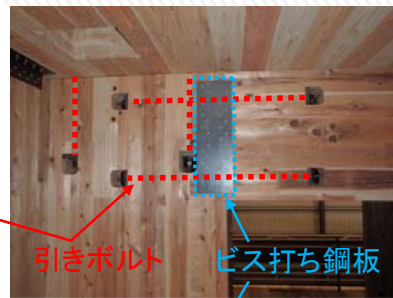
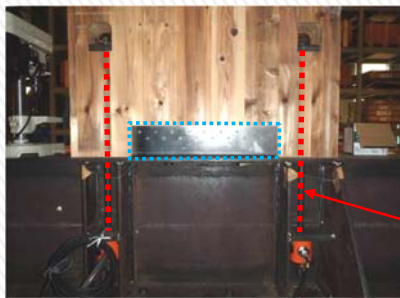


大型有開口パネル構法  
(H26振動台実験B棟)

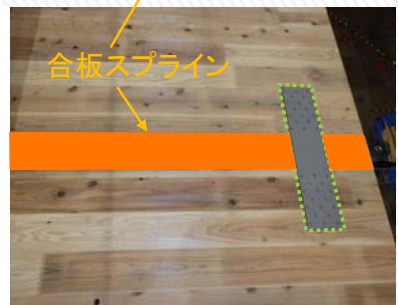
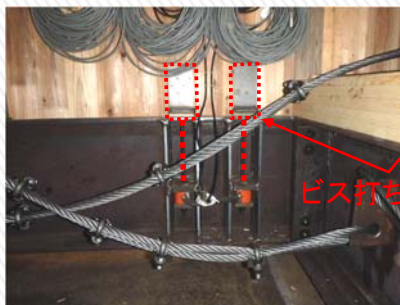


# 対象とする構法 (接合部例)

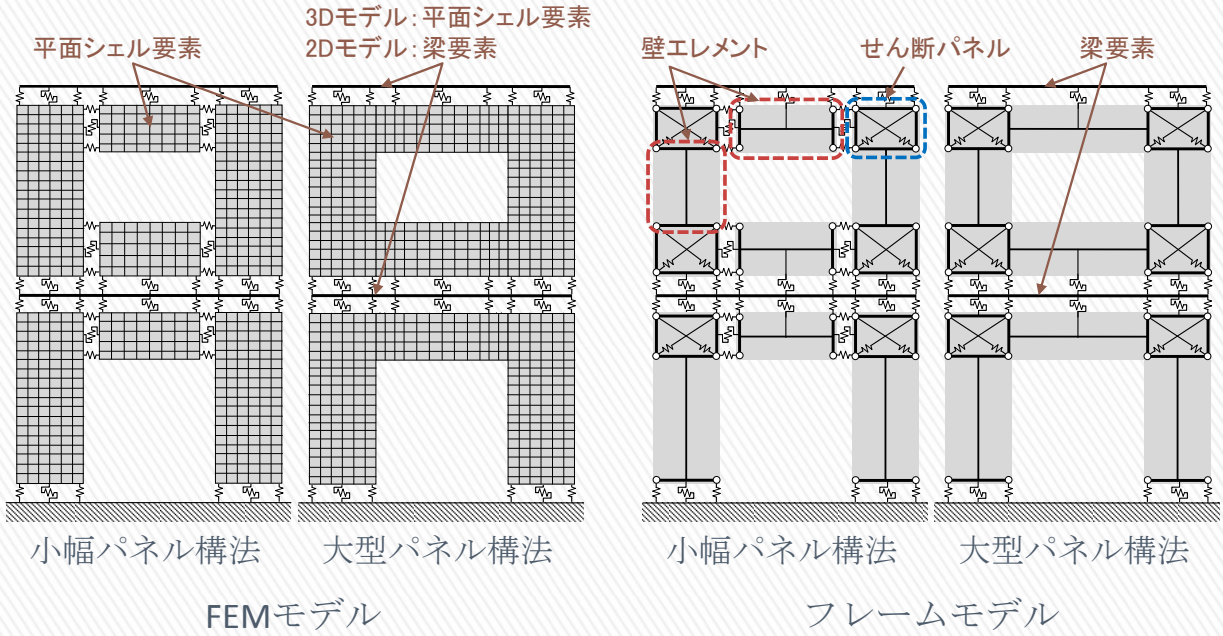
## ■ A棟



## ■ B棟

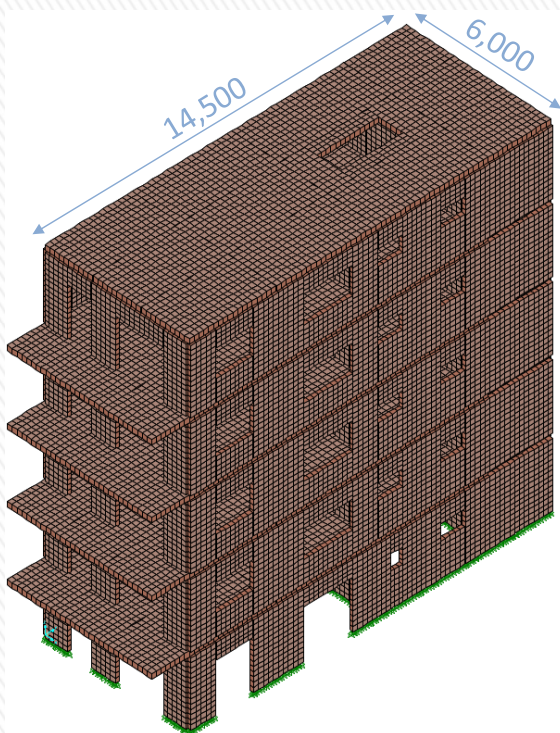


# モデルの構成

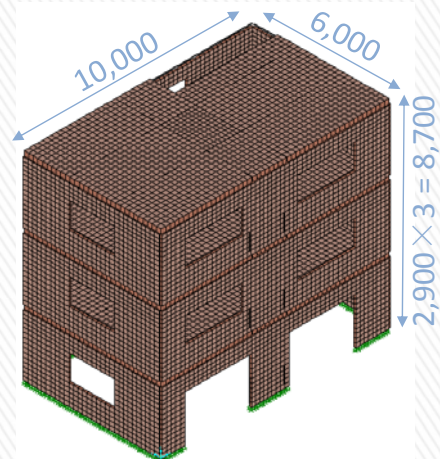


# モデルの構成

## ■ 立体FEMモデル



H26振動台実験A棟

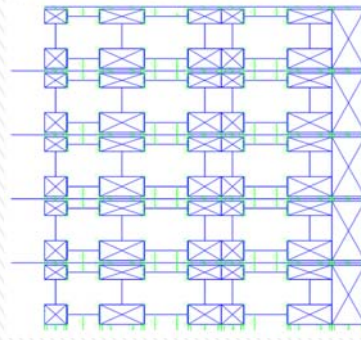
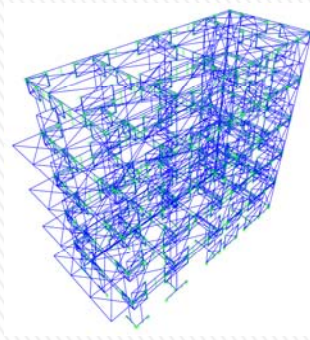


H26振動台実験B棟

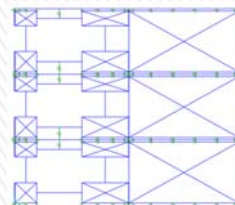
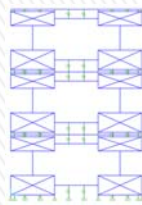
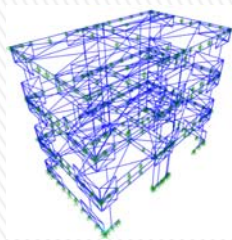


# モデルの構成

## ■ 立体フレームモデル



H26振動台実験A棟

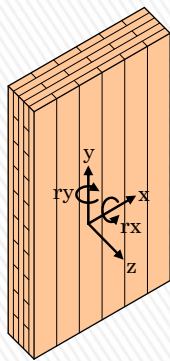


H26振動台実験B棟

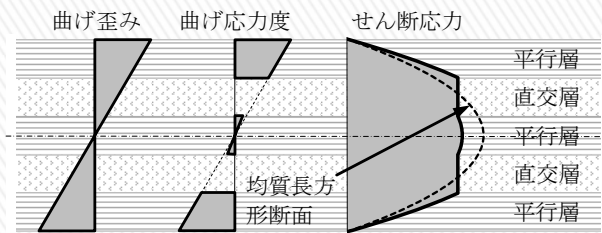


# モデル構成要素の構造特性

## ■ CLTパネル：弾性要素としてモデル化



- x : 表層ラミナ直交方向
- y : 表層ラミナ平行方向
- z : CLTパネル厚さ方向
- rx : x軸回り(強軸)
- ry : y軸回り(弱軸)



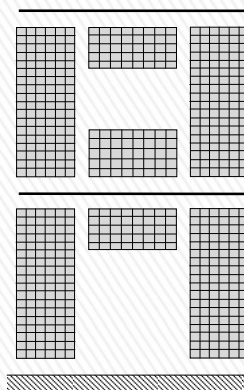
均質長方形断面  
平行層有効・平面保持仮定(面外)

### FEMモデル

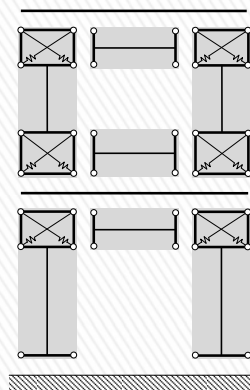
- 直交異方性平面シェル要素
- $E_x, E_y, E_{rx}, E_{ry}, G_{xy}, G_{yz}, G_{zx}$

### フレームモデル

- 壁エレメント  $EI, GA$
- せん断パネル  $Ab$



FEMモデル

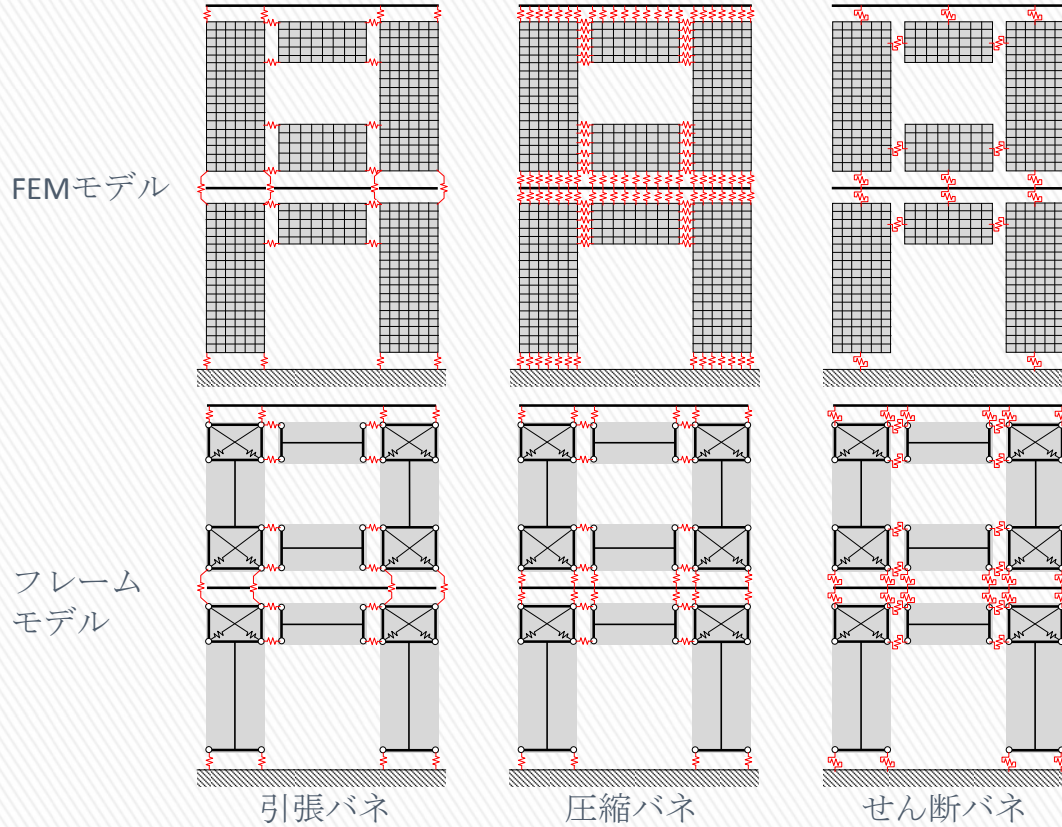


フレームモデル



# モデル構成要素の構造特性

## ■ 接合部：非線形バネ要素としてモデル化



# 振動台実験結果に対するFEMの適合性

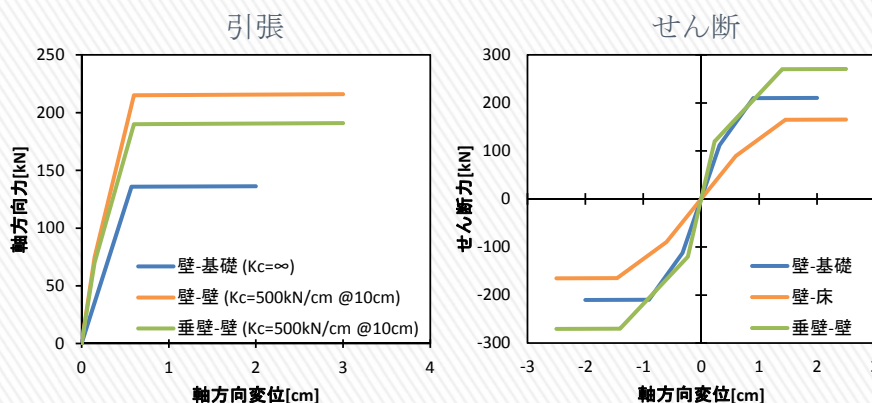
## ■ 試験体A棟

CLTパネル(Mx60相当)の弾性係数 [N/mm<sup>2</sup>]

部位	厚さ [mm]	面内			面外			
		Ex	Ey	Gxy	Erx	Ery	Gyz	Gzx
壁	150	1200	3000	231	4728	624	78	31
床	210	1286	2571	198	4041	866	99	53

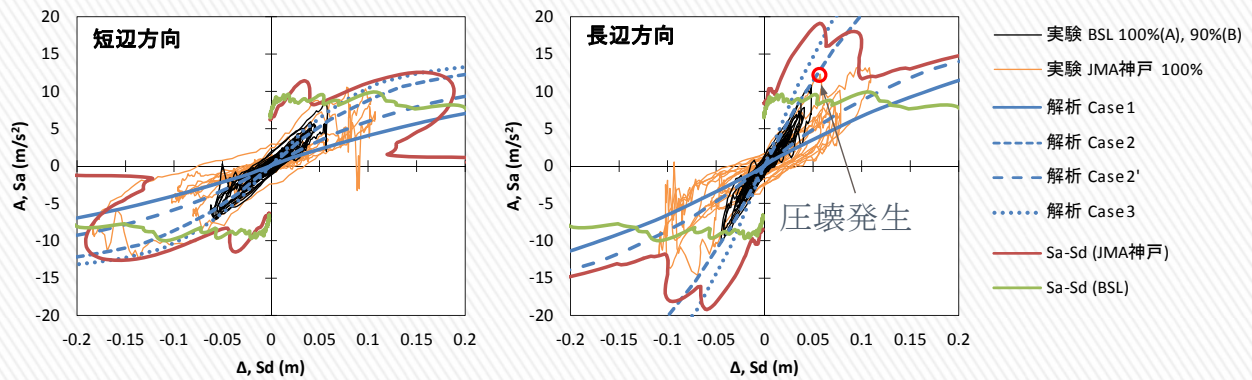
$G_p = E_p / 13$ ,  $G_c = G_p / 4$   
 $E_p = 6.0 \text{ GPa}$  (外層),  $3.0 \text{ GPa}$  (内層)

接合部の応力変形特性 (鉛直構面)



# 振動台実験結果に対するFEMの適合性

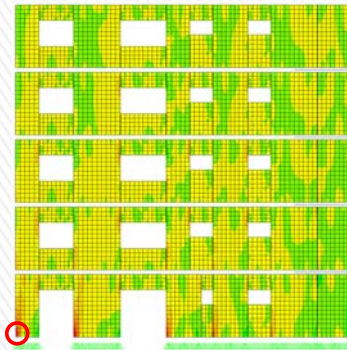
## ■ 試験体A棟



### 解析パラメータ

Case	CLT E,G	軸バネ剛性	せん断バネ剛性
1	1倍	1倍	1倍
2	2倍	2倍	100倍
2'			1倍
3	3倍		100倍

### CLTパネル検定比 (F=20MPa)



JMA神戸 3.23  
BSL100% 2.13

# 振動台実験結果に対するFEMの適合性

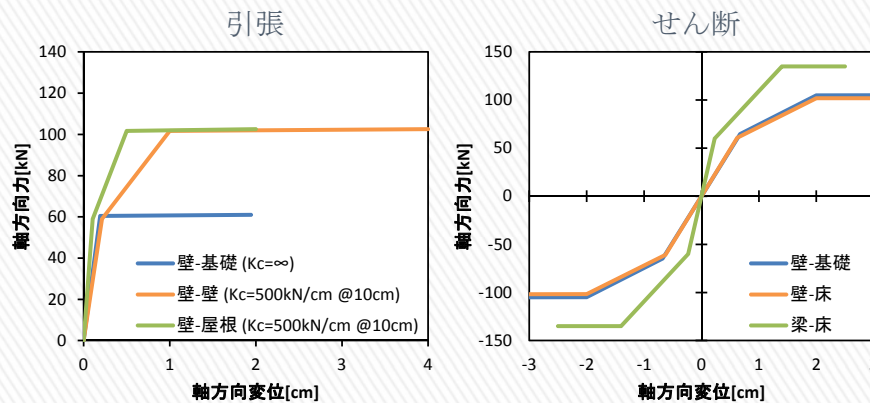
## ■ 試験体B棟

### CLTパネル(S60相当)の弾性係数 [N/mm<sup>2</sup>]

部位	厚さ [mm]	面内			面外			
		Ex	Ey	Gxy	Erx	Ery	Gyz	Gzx
壁	90	2000	4000	308	5778	222	123	154
床	210	1286	2571	198	4041	866	99	53

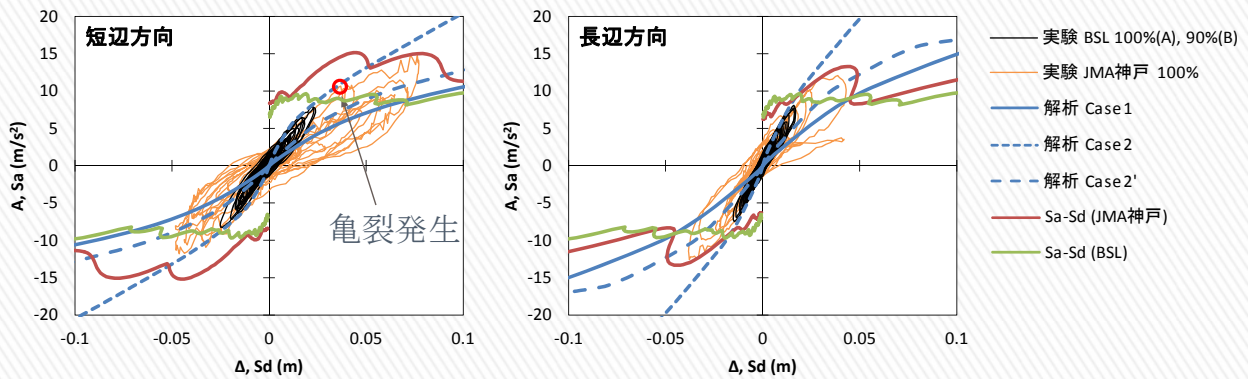
$G_p = E_p / 13$ ,  $G_c = G_p / 4$   
 $E_p = 6.0 \text{ GPa}$  (外層),  $6.0 \text{ GPa}$  (内層)

### 接合部の応力変形特性 (鉛直構面)



# 振動台実験結果に対するFEMの適合性

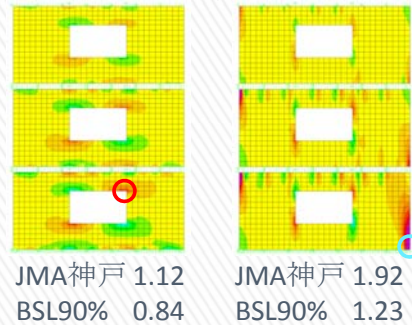
## ■ 試験体B棟



### 解析パラメータ

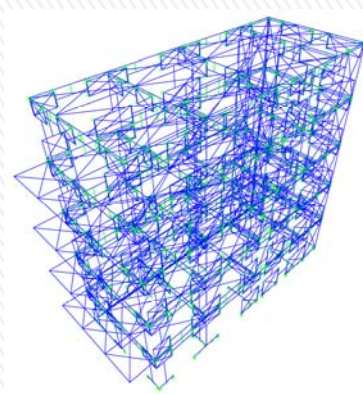
Case	CLT E,G	軸バネ剛性	せん断バネ剛性
1	1倍	1倍	1倍
2	2倍	2倍	100倍
2'			1倍

### CLTパネル検定比 (F=20MPa)

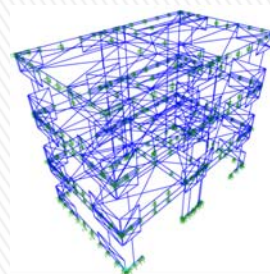


# FEMモデルとフレームモデルの適合性

## フレームモデル構成条件



A棟

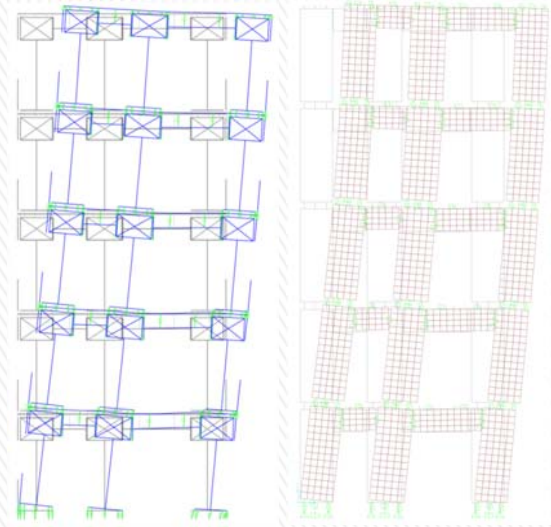
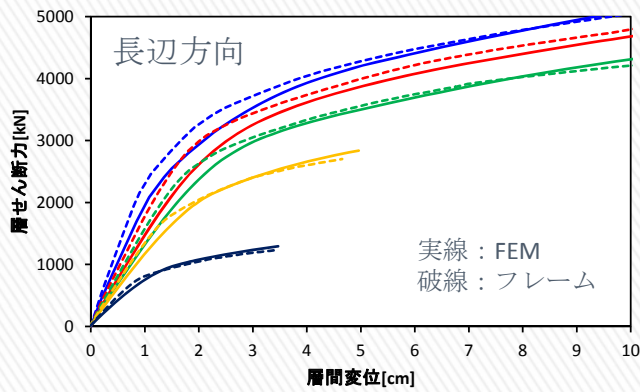
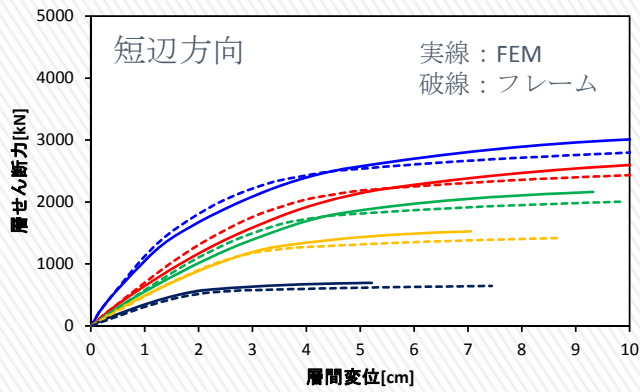


B棟

- 壁エレメントとせん断パネルの断面性能はCLTパネルのE, Gに基づいて設定
- 接合部バネ配置は圧縮バネを除きFEMモデルと共通
- 圧縮バネは、壁エレメント・せん断パネル端部のみ
- CLT床パネルは梁要素(協力幅は1000mm)
- 水平構面はブレース置換

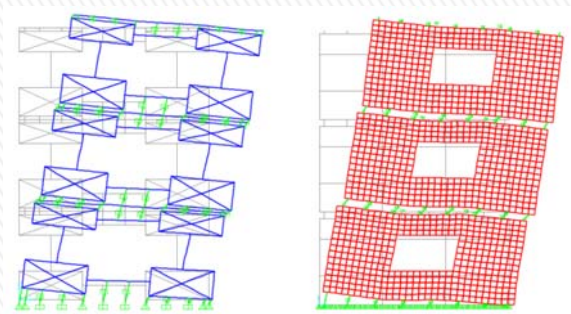
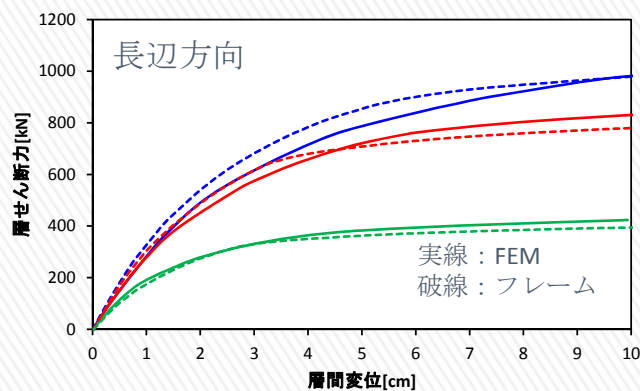
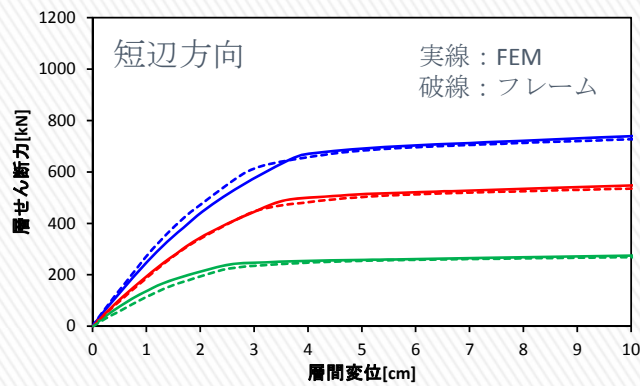
# FEMモデルとフレームモデルの適合性

## ■ 試験体A棟



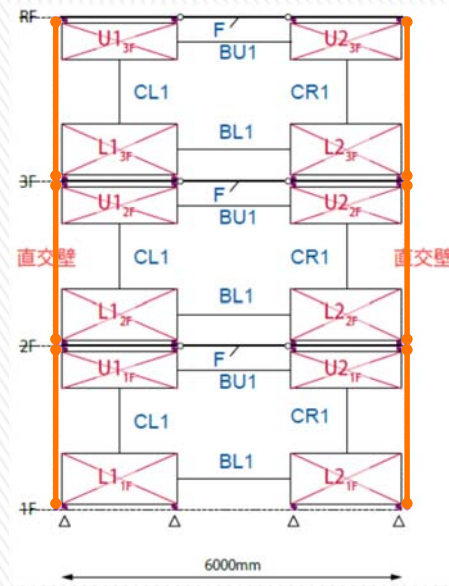
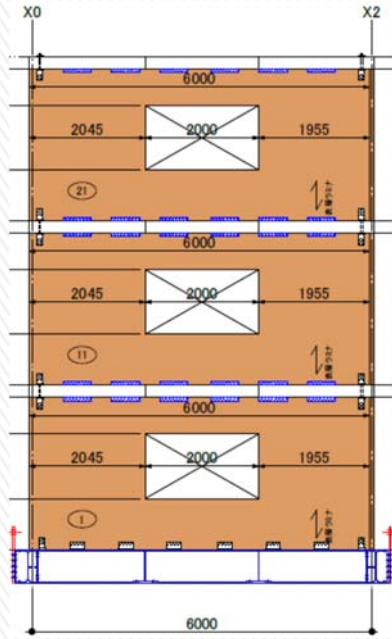
# FEMモデルとフレームモデルの適合性

## ■ 試験体B棟





# 2Dモデルと3Dモデル

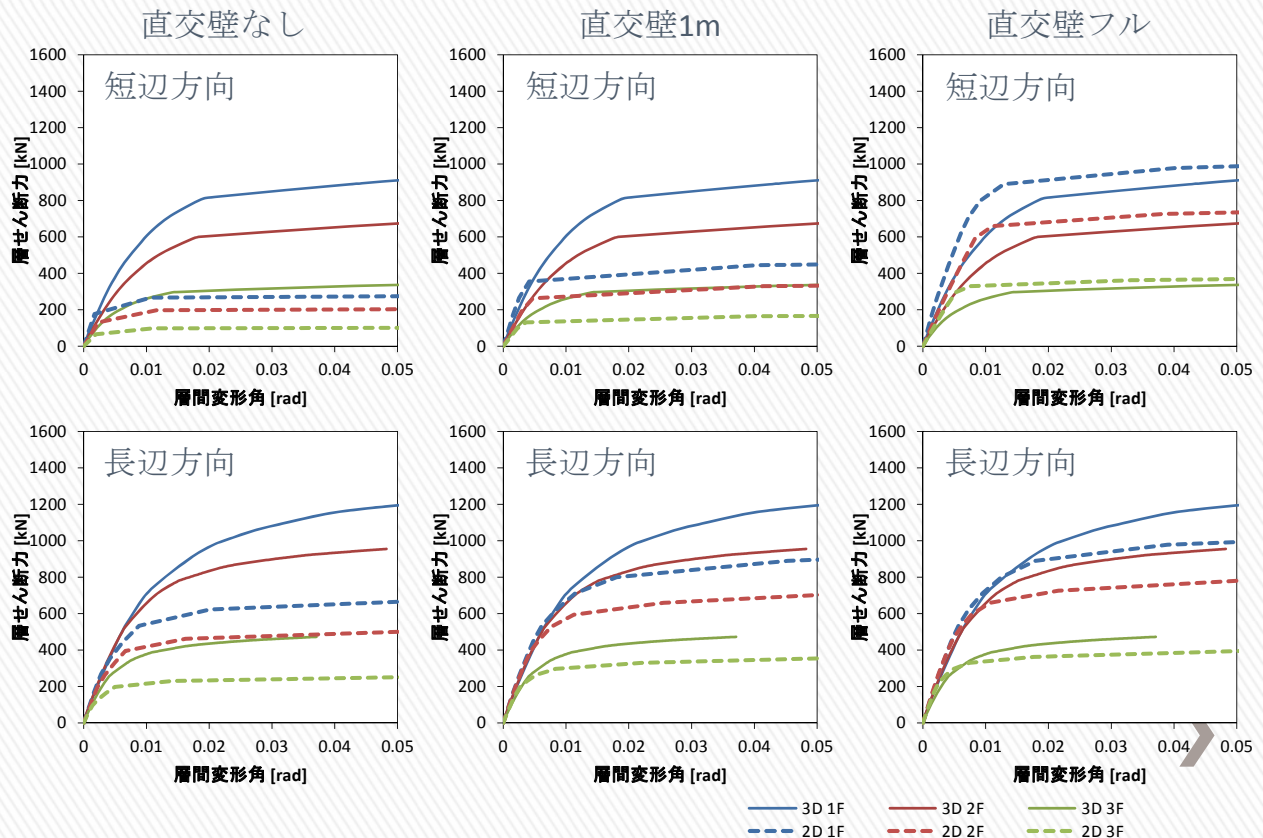


直交壁無し

直交壁1m : 平面隅角部から1mの範囲の直交CLT壁パネル・引張接合部が有効

直交壁フル : すべての直交CLT壁パネル・引張接合部が有効

# 2Dモデルと3Dモデル



## まとめ

- モデルの構成・・・FEMモデル／フレームモデル
- モデル構成要素の構造特性・・・CLTパネル／接合部
- 振動台実験結果に対するFEMモデルの適合性
  - ✓ CLTパネル・接合部の剛性を増大しないと適合しない
  - ✓ 圧縮応力度の検定比が2.0を超えても実験では無損傷
  - ✓ 限界耐力計算が適用可能
- FEMモデルとフレームモデルの適合性・・・概ね適合
- 2Dモデルと3Dモデルの比較
  - ✓ 直交壁効果を見ても弾性剛性はほぼ適合
  - ✓ 2Dモデルの終局耐力は直交壁の評価方法に強く影響を受ける。

