

平成30年度 建築基準整備促進事業報告会

# S24 枠組壁工法中層建築物の 構造設計法の合理化に関する検討

三井ホーム株式会社  
一般社団法人日本ツーバイフォー建築協会

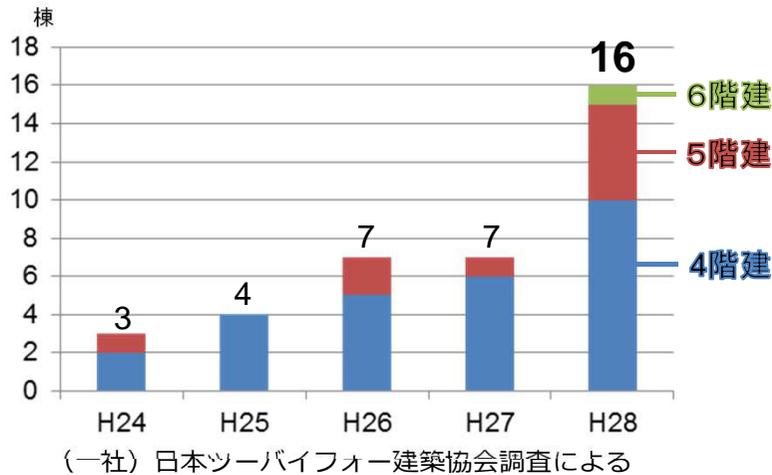
平成31年 4月24日

 **三井ホームコンポネント**  
株式会社日本システム設計

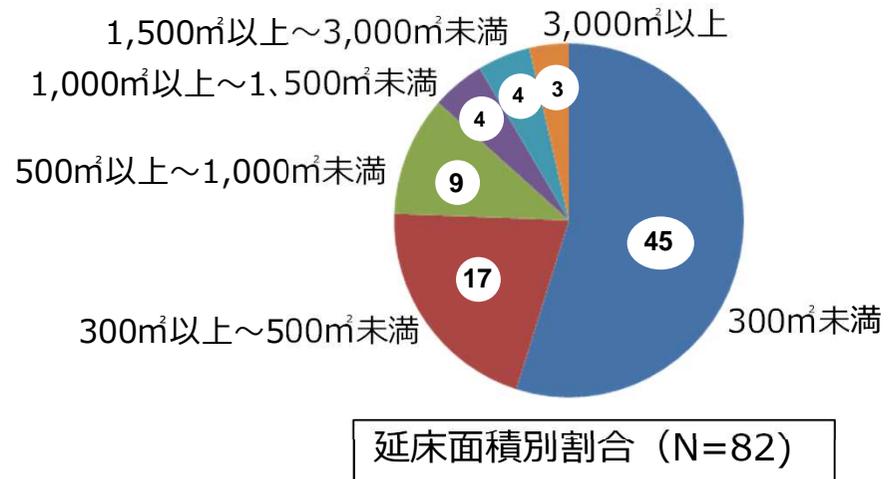
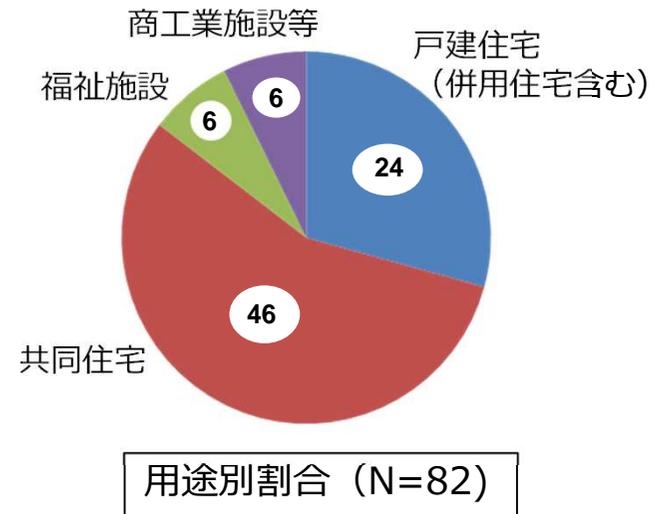
大橋 修  
岡崎 友也

# 1. 中層枠組壁工法建築物の実績

中層枠組壁工法建築物（4階建以上）が近年増加している。（累計82棟 平成16年から平成28年）



建築事例) 5階建特別養護老人ホーム



- ・桝組壁工法建築物は、昭和49年にオープン化されてから40年が経過。
- ・1997年の告示改正では、保有水平耐力計算等の安全確認により性能規定化が行なわれた。
- ・2000年の基準法改正により木造建築での耐火建築物建築が可能となった。
- ・4階建て以上の桝組壁工法建築物では、平13国交告第1540号の規定により保有水平耐力計算が求められる。  
(在来軸組工法では高さ31m以下は保有水平耐力計算は不要)



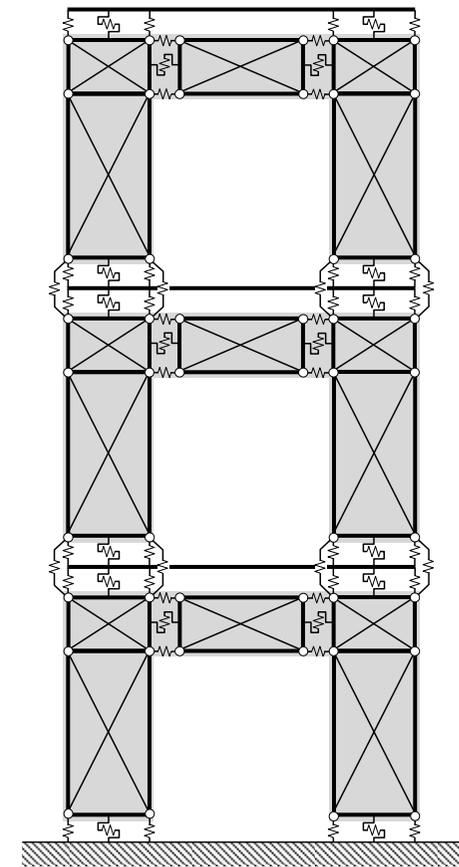
本事業では、  
構造計算適合性判定手続きの省略、構造計算者による構造計算や  
指定確認検査機関による審査の合理化のために、  
桝組壁工法中層（4階以上）建築物に係る  
許容応力度等計算の妥当性について検討する。

### 3. 平成29年度の主な成果

多層階鉛直構面の平面構造モデルについて増分解析を行い、許容応力度等計算により、安全限界検定を満足するような「応力割り増し率」を求めた。

表3.1 パラスタの条件

項目	内容
層数	3～6
耐力壁幅	1.0, 1.5, 2.0m
開口幅	2.0, 4.0m
階高	2.8, 3.3m
垂れ壁	有, 無
耐力壁 壁倍率	5, 10, 15, 20, 25
最上階 壁充足率	1.5, 2.0
耐力壁引抜き抵抗形式 (固定金物)	ホールダウン(3, 4層) タイダウン (4～6層)



(a) ホールダウン形式

### 3. 平成29年度の主な成果

- ・耐力壁の応力割増率 $R_{f1}$ について、概ねすべてのケースで1.0以下であることから、耐力壁の検定について特段の応力割増しは必要ない。
- ・梁の応力割り増し率 ( $R_{f2G}$ ) は2.1前後であり、耐力壁上下端の引張力および圧縮力の割り増し率( $R_{f2T}$ および $R_{f2C}$ ) は、1.4前後である。  
解析結果を考慮して $R_{f2}$ の推奨値を設定する。

$R_{f2}$ の推奨値

垂壁有り			垂壁無し		
$R_{f2G}$	$R_{f2T}$	$R_{f2C}$	$R_{f2G}$	$R_{f2T}$	$R_{f2C}$
2.2	1.5	1.4	2.3	1.4	1.4

$R_{f2G}$  : 梁 (横架材) の割り増し率

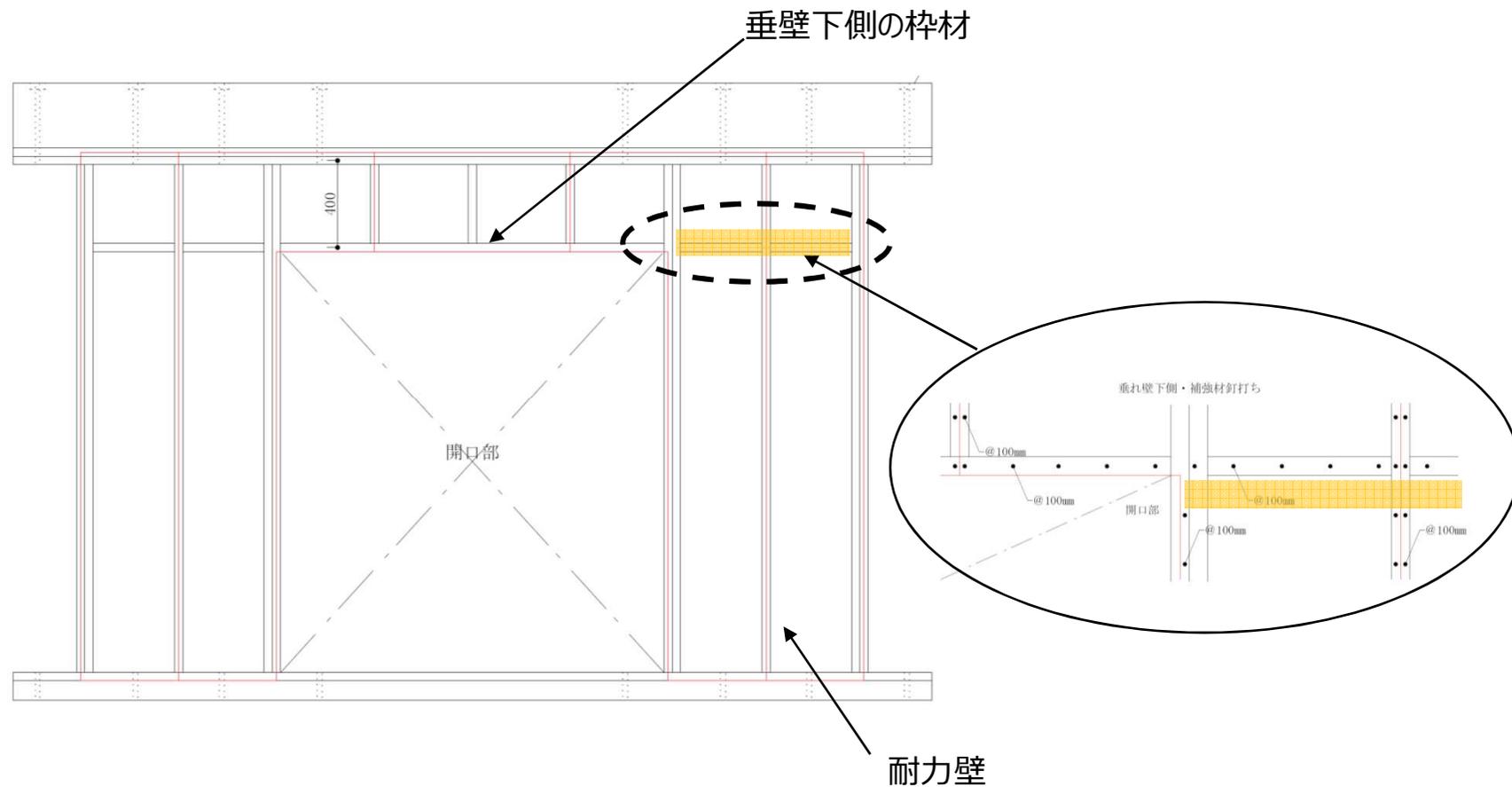
$R_{f2T}$  : 耐力壁上下端の引張力に関する割り増し率

$R_{f2C}$  : 耐力壁上下端の圧縮力に関する割り増し率

- 1) 許容応力度等計算で設計する際の  
適用範囲の整理や追加解析を実施  
(平成29年度からの継続)
- 2) 各種構造試験
  - 2)-1 開口部補強効果を確認するための試験
  - 2)-2 タイダウン座金圧縮試験
  - 2)-3 高耐力壁試験
  - 2)-4 4層鉛直構面静加力試験
- 3) 許容応力度等計算による設計法の検証

### (1) 目的

垂壁下側の枠材を延長する耐力壁内部の位置に補強材を組み込み  
剛性・耐力上昇の効果を検証した。



# 5.1 開口部補強効果を確認するための試験

## (2) 試験体仕様

- ①補強材の有（-2シリーズ）・無（-1シリーズ）の比較
- ②一般耐力壁(Aシリーズ）・高耐力壁（Bシリーズ）の比較

表5.1-1 開口部補強効果を確認するための試験 試験体仕様

試験体名	A1	A2	B1	B2
接合具	CN50	CN50	CN65	CN65
ピッチ	100mm	100mm	50mm	50mm
面材	構造用合板特類2級 9mm厚 3プライ カラマツ		構造用合板特類2級 12mm厚 4プライ カラマツ	
面材の張り方	片面	片面	両面	両面
補強材接合具		CN50		CN65
補強材の接合具留付け 間隔	-	100mm	-	38mm
垂壁下の 接合具間隔	100mm (5本)	100mm (5本)	75mm (7本)	75mm (7本)
端部たて枠	甲種2級SPF 2-206		甲種2級SPF 6-206	
緊結方法	CN90 @300千鳥、端部2-CN90		2-PX8-230 @200	
上下枠、 頭つなぎ	甲種2級SPF 206			
桁	対称異等級構成集成材E120-F330 オウシュウアカマツ 140mm×300mm			
土台	対称異等級構成集成材E105-F300 オウシュウアカマツ 140mm×89mm			

# 5.1 開口部補強効果を確認するための試験

## (3) 試験方法

- ①ターンバックルを用いたタイロッド式試験
- ②加力サイクル：1/600、1/450、1/300、1/200、1/150、1/75、1/50rad  
正負交番3回繰り返し、1/30正負1回繰り返し



写真5.1-1 試験体設置時の様子

# 5.1 開口部補強効果を確認するための試験

## (4) 破壊性状



写真5.1-2 圧縮側面材の割れ (B-1)



写真5.1-3 圧縮側面材の割れ (B-2)



写真5.1-4 引張側釘の抜け (A-1)



写真5.1-5 たて枠の浮き上がり、面材の縁切れ (B-1)

# 5.1 開口部補強効果を確認するための試験

## (5) 試験結果① (荷重 - 変形角関係)

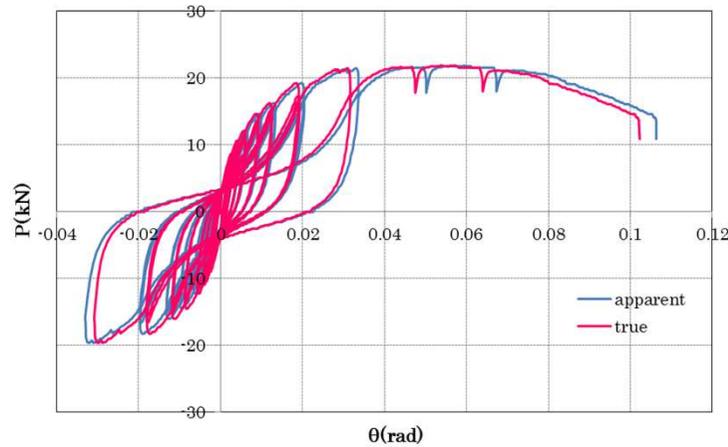


図5.1-1 A-1 荷重 - 変形角関係

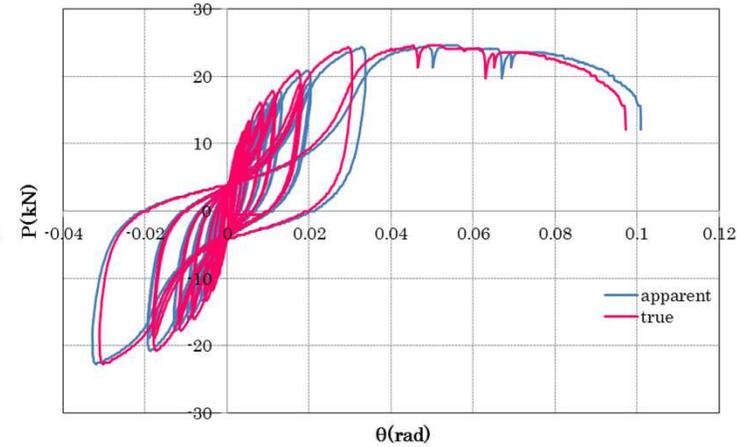


図5.1-2 A-2 荷重 - 変形角関係

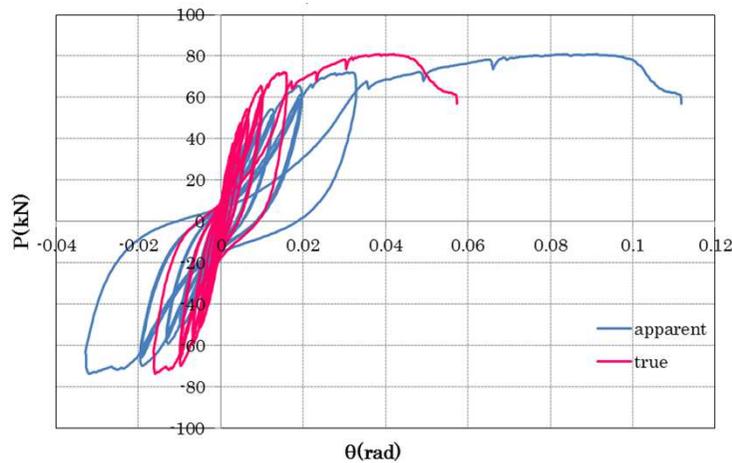


図5.1-3 B-1 荷重 - 変形角関係

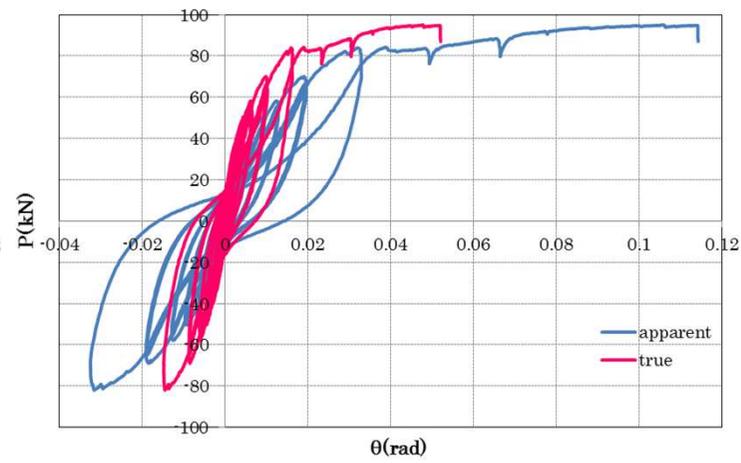


図5.1-4 B-2 荷重 - 変形角関係

## 5.1 開口部補強効果を確認するための試験

### (5) 試験結果②(補強材の有無によるせん断耐力・剛性の比較)

・補強材による効果は、A、Bシリーズともにせん断耐力、剛性が10%程度上昇した。

表5.1-2 Aシリーズの補強材の有無によるせん断耐力・剛性の比較

真-平均	A1	A2	A2 (有) / A1 (無)
降伏せん断耐力(kN/m)	6.83	7.60	1.11
終局せん断耐力(kN/m)	11.06	12.46	1.13
最大せん断耐力(kN/m)	12.03	13.50	1.12
特定変形角時 せん断耐力(kN/m)	7.15	8.09	1.13
剛性(kN/mm)/m	1078.2	1222.8	1.13

表5.1-3 Bシリーズの補強材の有無によるせん断耐力・剛性の比較

真-平均	B1	B2	B2 (有) / B1 (無)
降伏せん断耐力(kN/m)	30.94	33.33	1.08
終局せん断耐力(kN/m)	41.74	48.86	1.17
最大せん断耐力(kN/m)	44.49	52.21	1.17
特定変形角時 せん断耐力(kN/m)	29.38	31.53	1.07
剛性(kN/mm)/m	4227.9	4550.8	1.08

## 5.2 タイダウン座金圧縮試験

12/51

### (1) 目的

4層鉛直静加力試験で耐力壁の固定方法として使用するタイロッドの座金の性能を確認し、事前解析の精度向上をはかる。



写真5.2-1 タイダウン設置例



写真5.2-2 タイダウン設置例詳細

# 5.2 タイダウン座金圧縮試験

## (2) 試験体仕様

表5.2-1 タイダウン座金性能確認試験 試験体仕様

試験体名	座金	ナット	下枠	床合板	試験体数
W8-1~7	W8	N18	ベイマツ集成材 (E120F375)	構造用合板(厚15) (表層ベイマツ中間層スギ)	7
W13E-1~7	W13E	N18	ベイマツ集成材 (E120F375)	構造用合板(厚15) (表層ベイマツ中間層スギ)	7

図5.2-1 タイダウン座金寸法図

種類	記号	形状と寸法
座金	W8	
	W13E	



写真5.2-3 タイダウン設置例

## 5.2 タイダウン座金圧縮試験

14/51

### (3) 試験方法：万能試験機による単調圧縮载荷試験



写真5.2-4 試験装置



写真5.2-5 試験体設置状況

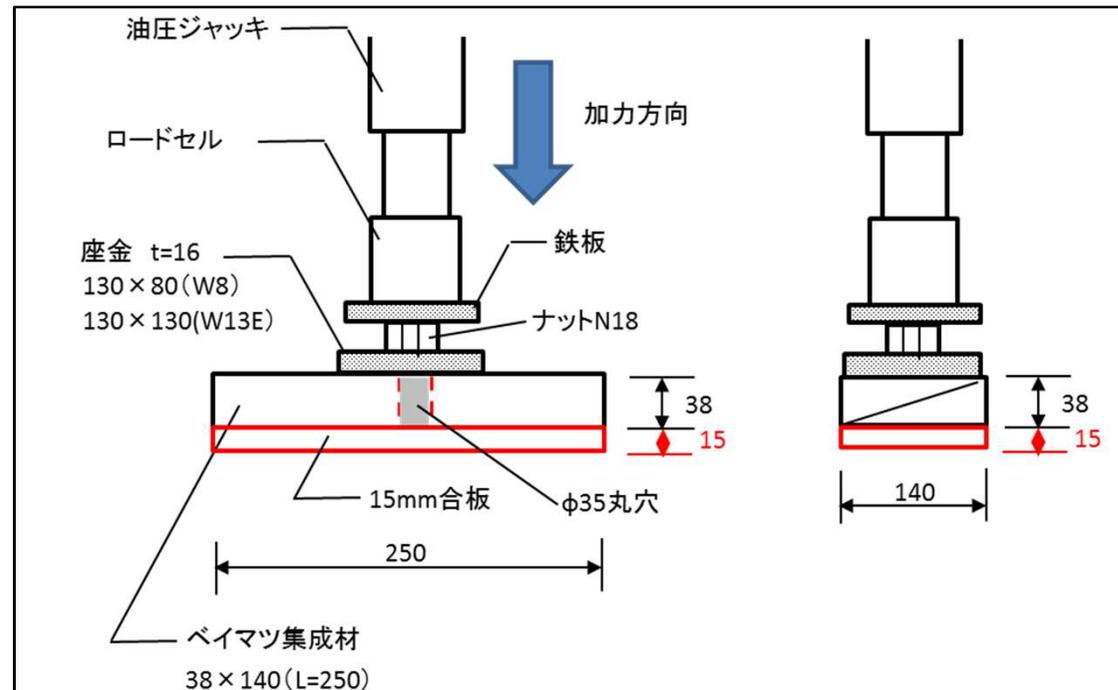


図5.2-1 タイダウン座金寸法図

## 5.2 タイダウン座金圧縮試験

### (4) 破壊性状

- ・偏心を伴うめり込み、材の横割れ、縦割れ等



写真5.2-6 偏心を伴うめり込み (W13)



写真5.2-7 めり込みの状況 (W8)



写真5.2-8 材の縦割れ (W13)



写真5.2-9 材の横割れ (W13)

## 5.2 タイダウン座金圧縮試験

### (5) 試験結果

・信頼水準75%の95%下限許容限界における結果を比較すると

初期剛性：  $W8 < W13E$

終局強度：  $W8 > W13E$

表5.2-2 仕様W8特性値一覧

-	緑本特性値						
	初期剛性K	Pu	試験終局強度Ft	$\delta v$	$\delta u$	Pmax	2/3Pmax
	[kN/mm]	[kN]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[mm]	[mm]	[kN]	[kN]
W8-1	80.1	107.5	20.2	1.3	12.4	123.5	82.3
W8-2	100.1	121.5	22.8	1.2	10.9	134.4	89.6
W8-3	88.9	115.8	21.8	1.3	13.4	136.3	90.8
W8-4	113.6	125.0	23.5	1.1	14.4	143.8	95.9
W8-5	94.8	119.4	22.4	1.3	14.1	139.8	93.2
W8-6	76.3	120.7	22.7	1.6	15.0	149.4	99.6
W8-7	89.3	114.1	21.4	1.3	13.7	133.3	88.8
Ave.	92.3	118.3	22.2	1.3	13.4	137.9	91.9
S. D.	13.7	6.1	1.1	0.2	1.5	8.9	5.9
C.V.	15%	5%	5%	12%	11%	6%	6%
L.L.	60.3	104.1	19.6	0.9	9.9	117.1	78.1

## 5.2 タイダウン座金圧縮試験

### (5) 試験結果

・信頼水準75%の95%下限許容限界における結果を比較すると

初期剛性：  $W8 < W13E$

終局強度：  $W8 > W13E$

表5.2-3 仕様W13特性値一覧

-	緑本特性値						
	初期剛性K	Pu	試験終局強度Ft	$\delta v$	$\delta u$	Pmax	2/3Pmax
	[kN/mm]	[kN]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[mm]	[mm]	[kN]	[kN]
W13E-1	109.9	137.3	25.8	1.2	15.0	165.8	110.5
W13E-2	92.8	129.2	24.3	1.4	8.6	148.5	99.0
W13E-3	84.0	107.1	20.1	1.3	7.5	125.4	83.6
W13E-4	79.4	142.7	26.8	1.8	14.5	172.1	114.7
W13E-5	98.1	131.0	24.6	1.3	10.7	156.2	104.1
W13E-6	115.9	152.3	28.6	1.3	14.0	181.6	121.1
W13E-7	74.7	125.1	23.5	1.7	14.0	156.4	104.2
Ave.	96.7	133.3	25.0	1.4	11.7	158.2	105.5
S. D.	14.3	15.3	2.9	0.2	3.3	19.9	13.2
C.V.	15%	11%	11%	15%	28%	13%	13%
L.L.	63.3	97.5	18.3	0.9	4.1	111.8	74.5

## 5.3 高耐力壁試験

### (1) 目的

4層鉛直静加力試験で使用する各階耐力壁の性能を単体試験で確認し、事前解析の精度向上をはかる。

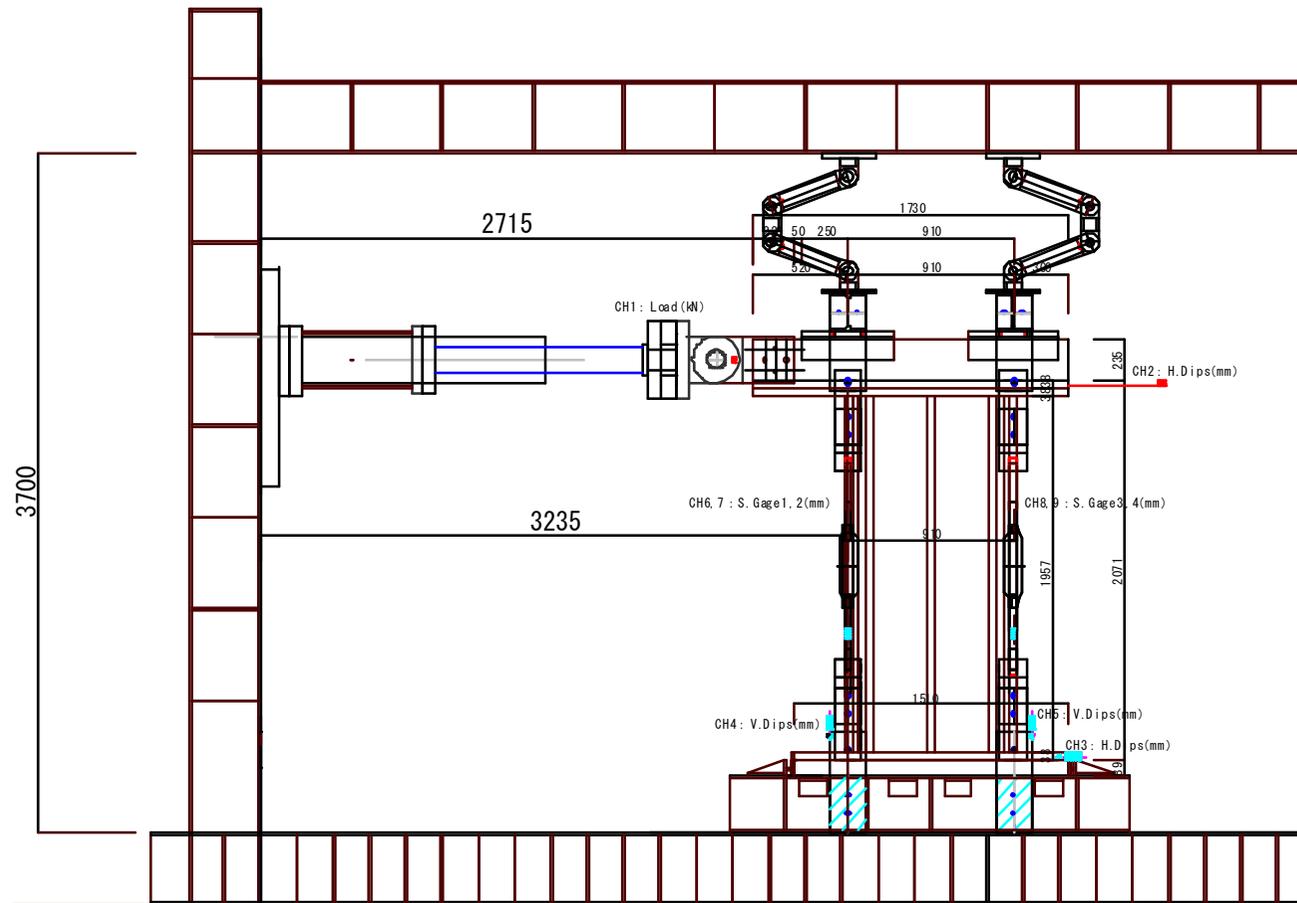


図5.3-1 試験体セットアップ

## 5.3 高耐力壁試験

### (2) 試験体仕様

- ・各層仕様 3 仕様（1、2 層は同一仕様）各 3 体、合計 9 体
- ・寸法は4層鉛直構面試験体に用いる耐力壁と同様、幅910mm、高さ2071mm。

表5.3-1 高耐力試験 試験体仕様

試験体名	PW126550S (4層用)	PW126560D (3層用)	PW126550D (1・2層用)
接合具	CN65		
ピッチ (外周)	50mm	60mm	50mm
ピッチ (中間部)	200mm		
面材	構造用合板特類2級 12mm厚 4プライ カラマツ		
面材の張り方	片面	両面	両面
端部たて枠	甲種2級SPF 2-206		甲種2級SPF 4-206
緊結方法	2-CN90@200	2-PX8-110@200	2-PX8-170@150
上下枠	同一等級集成材E120-F375 ベイマツ206		
頭つなぎ	同一等級集成材E120-F375 ベイマツ206		
土台	対称異等級構成集成材 E120-F375 SPF 406		

### (3) 試験方法

①ターンバックルを用いたタイロッド式試験

②加力サイクル：1/600、1/450、1/300、1/200、1/150、1/75、1/50rad

正負交番3回繰り返す、1/30正負1回繰り返す、その後引き側に加力。



写真5.3-1 試験体設置時の様子

## 5.3 高耐力壁試験

### (4) 破壊性状



写真5.3-2 下枠の割裂



写真5.3-3 面材縁切れ・パンチングアウト



写真5.3-4 釘の抜け



写真5.3-5 たて枠の下枠へのめり込み

# 5.3 高耐力壁試験

## (5) 試験結果① (荷重変形角 - 関係)

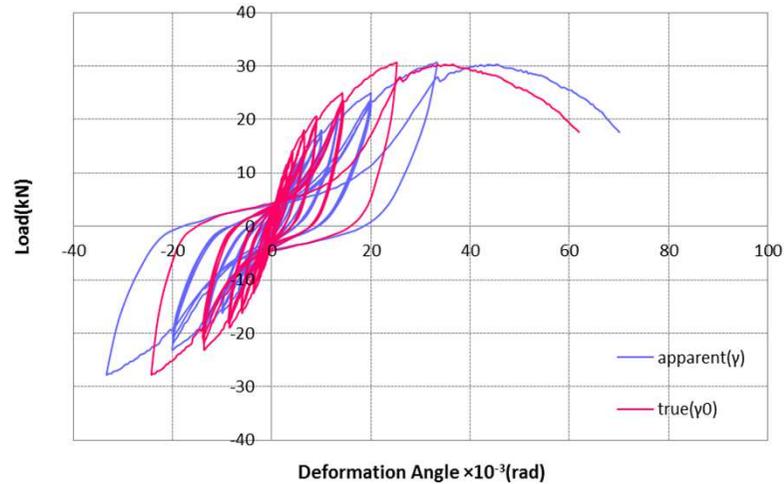


図5.3-1 PW126550S-1 荷重 - 変形角関係

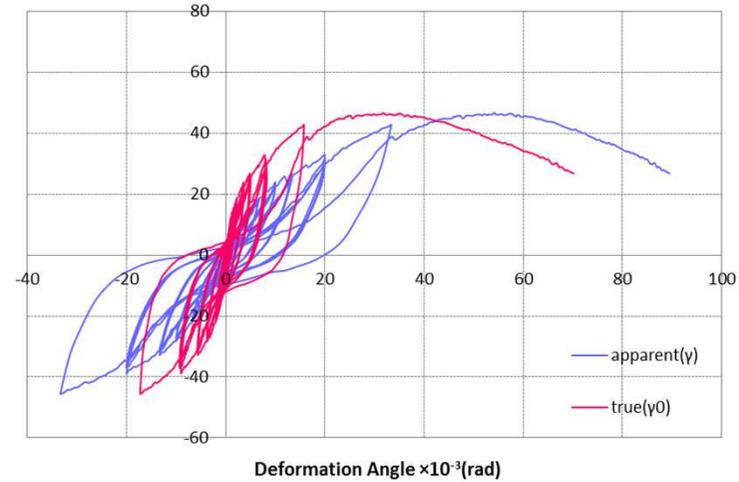


図5.3-2 PW126560D-1 荷重 - 変形角関係

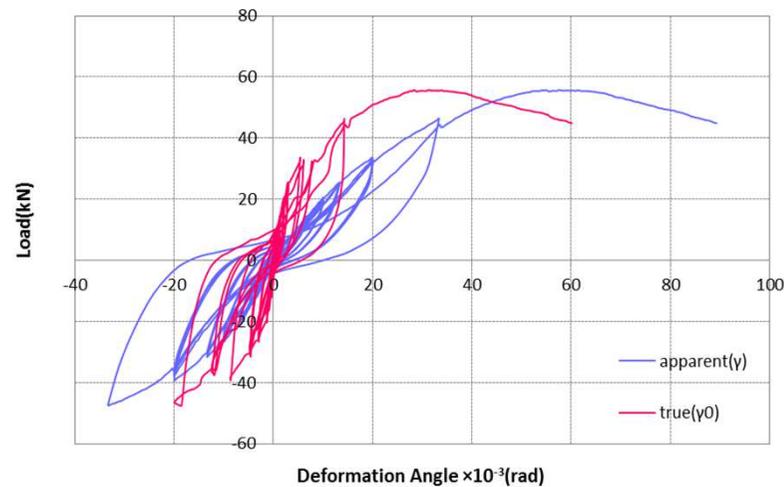


図5.3-3 PW126550D-1 荷重 - 変形角関係

## 5.3 高耐力壁試験

### (5) 試験結果②(各種特性値一覧：PW126550S 真)

表5.3-2 PW126550S (4層耐力壁) の各種特性値一覧

	50S-1	50S-2	50S-3	平均	標準偏差	50%下限値
$P_{max}$ (kN/m)	33.64	29.11	-	31.37	2.87	30.02
$\theta_{max}$ ( $10^{-3}$ rad)	25.23	24.34	-	24.79	3.40	23.19
$P_y$ (kN/m)	18.07	15.72	-	16.90	2.21	15.86
$\theta_y$ ( $10^{-3}$ rad)	5.52	5.63	-	5.57	1.97	4.64
$P_u$ (kN/m)	30.28	26.09	-	28.19	2.37	27.07
$\theta_u$ ( $10^{-3}$ rad)	52.83	47.71	-	50.27	3.36	48.68
$\theta_v$ ( $10^{-3}$ rad)	9.25	9.34	-	9.29	2.82	7.96
$K$ (kN/ $10^{-3}$ rad /m)	3.275	2.794	-	3.034	0.695	2.707
$\mu$	5.714	5.108	-	5.411	1.551	4.681
$D_s(=1/\sqrt{(2\mu-1)})$	0.310	0.329	-	0.320	0.046	0.298
$2/3P_{max}$ (kN/m)	22.42	19.41	-	20.92	1.91	20.02
$P_y$ (kN/m)	<u>18.07</u>	<u>15.72</u>	-	16.90	2.21	<u>15.86</u>
$P_{1/150}$ (kN/m)	18.97	16.53	-	17.75	1.24	17.17
$0.2P_u\sqrt{(2\mu-1)}$ (kN/m)	19.56	15.84	-	17.70	1.16	17.15
$P_o$ (kN/m)	18.07	15.72	-	-	-	15.86

※50-3は、治具の固定不足、脚部鉛直変位の測定がレンジオーバーとなったため評価から外した。

※50%下限値は、PW126550Dよりばらつきの大いPW126560Dの変動係数を参照し標準偏差を求め、これに3体の場合に標準偏差に乗ずる係数0.471を乗じて算出した。

## 5.3 高耐力壁試験

### (5) 試験結果②(各種特性値一覧：PW126560D 真)

表5.3-3 PW126560D（3層耐力壁）の各種特性値一覧

	60D-1	60D-2	60D-3	平均	標準偏差	50%下限値
$P_{max}$ (kN/m)	51.26	59.45	61.00	57.24	5.23	54.77
$\theta_{max}$ ( $10^{-3}$ rad)	31.81	31.86	40.04	34.57	4.74	32.34
$P_y$ (kN/m)	26.72	30.98	34.76	30.82	4.02	28.92
$\theta_y$ ( $10^{-3}$ rad)	4.16	6.06	8.59	6.27	2.22	5.22
$P_u$ (kN/m)	46.27	52.52	54.49	51.09	4.29	49.07
$\theta_u$ ( $10^{-3}$ rad)	54.27	52.49	59.62	55.46	3.71	53.71
$\theta_v$ ( $10^{-3}$ rad)	7.21	10.27	13.47	10.31	3.13	8.84
$K$ (kN/ $10^{-3}$ rad /m)	6.421	5.114	4.047	5.194	1.189	4.634
$\mu$	7.531	5.111	4.427	5.690	1.631	4.922
$D_s(=1/\sqrt{(2\mu-1)})$	0.267	0.329	0.357	0.318	0.046	0.296
$2/3P_{max}$ (kN/m)	34.18	39.63	40.67	38.16	3.49	36.52
$P_y$ (kN/m)	<u>26.72</u>	30.98	34.76	30.82	4.02	<u>28.92</u>
$P_{1/150}$ (kN/m)	32.32	<u>30.65</u>	<u>28.12</u>	30.36	2.11	29.37
$0.2P_u\sqrt{(2\mu)}$ (kN/m)	34.70	31.90	30.54	32.38	2.12	31.38
$P_o$ (kN/m)	26.72	30.65	28.12	-	-	28.92

## 5.3 高耐力壁試験

### (5) 試験結果②(各種特性値一覧：PW126550D 真)

表5.3-4 PW126550D（1・2層耐力壁）の各種特性値一覧

	50D-1	50D-2	50D-3	平均	標準偏差	50%下限値
$P_{max}$ (kN/m)	61.27	65.43	63.16	63.29	2.08	62.31
$\theta_{max}$ ( $10^{-3}$ rad)	31.64	27.46	27.60	28.90	2.37	27.78
$P_y$ (kN/m)	33.40	35.14	31.69	33.41	1.73	32.60
$\theta_y$ ( $10^{-3}$ rad)	4.75	4.66	4.07	4.49	0.37	4.32
$P_u$ (kN/m)	53.90	59.14	57.25	56.76	2.66	55.51
$\theta_u$ ( $10^{-3}$ rad)	60.72	47.79	49.40	52.63	7.05	49.31
$\theta_v$ ( $10^{-3}$ rad)	7.66	7.85	7.35	7.62	0.25	7.50
$K$ (kN/ $10^{-3}$ rad/m)	7.035	7.538	7.794	7.455	0.386	7.274
$\mu$	7.925	6.091	6.725	6.913	0.932	6.475
$D_s(=1/(2\mu-1))$	0.259	0.299	0.283	0.281	0.020	0.271
$2/3P_{max}$ (kN/m)	40.85	43.62	42.11	42.19	1.39	41.54
$P_y$ (kN/m)	<u>33.40</u>	<u>35.14</u>	<u>31.69</u>	33.41	1.73	<u>32.60</u>
$P_{1/150}$ (kN/m)	35.23	41.35	40.83	39.13	3.39	37.53
$0.2P_u\sqrt{2\mu-1}$ (kN/m)	41.54	39.55	40.40	40.50	1.00	40.03
$P_o$ (kN/m)	33.40	35.14	31.69	-	-	32.60

## 5.4 4層鉛直構面静加力試験

(1) 目的： 事前解析の確からしさを実大試験で確認する。

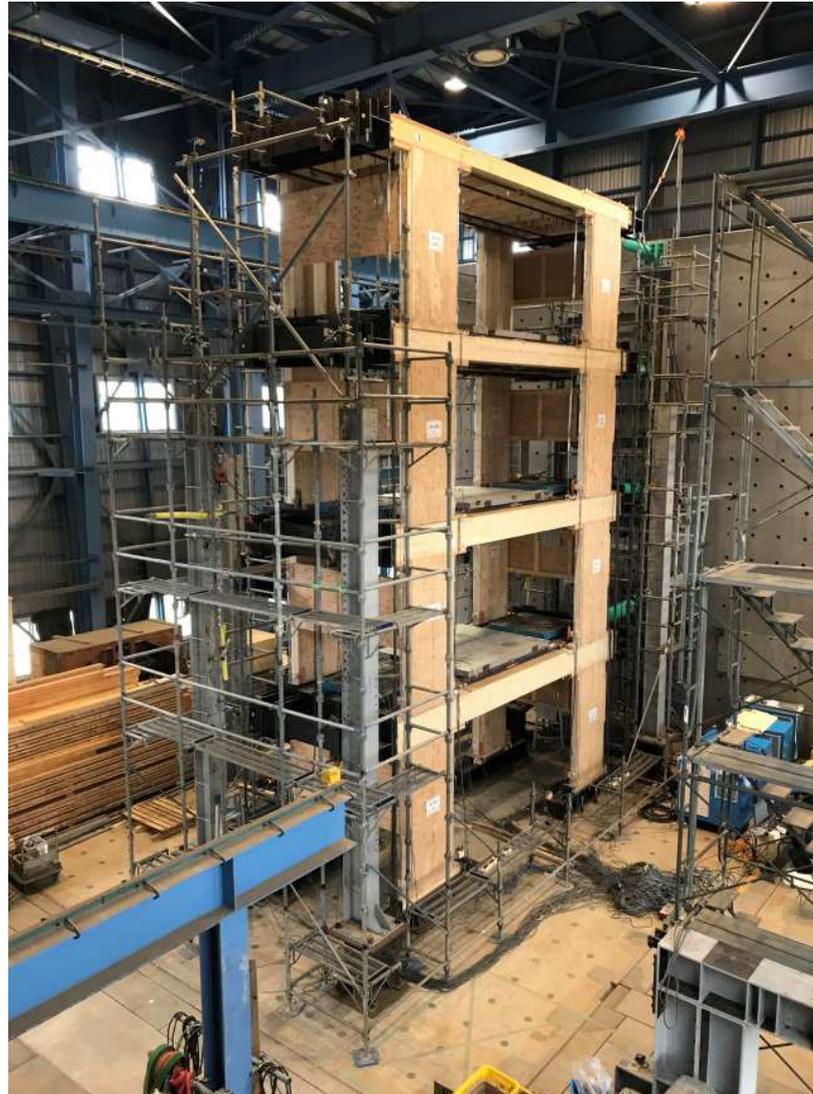


写真5.4-1 4層鉛直構面静加力試験 試験体全景

# 5.4 4層鉛直構面静加力試験

## (2) 試験体仕様

表5.4-1 試験体外形寸法

試験体幅 (間口)	芯々2.06m (外寸2.2m)
試験体長さ (奥行)	5.46m (床構面6.30m)
層数	4
最高高さ	10.083m

表5.4-2 耐力壁仕様

耐力壁仕様	4層	3層	1・2層
接合具	CN65		
ピッチ (外周)	50mm	60mm	50mm
ピッチ (中間部)	200mm		
面材	構造用合板特類2級 12mm厚 4プライ カラマツ		
面材の張り方	片面	両面	両面
端部たて枠	甲種2級SPF 2-206		甲種2級SPF 4-206
耐力壁固定方法	各耐力壁両脇にタイダウンシステム(PC鋼棒M20)		

表5.4-3 床構面仕様

層	2	3	4	R
接合具、ピッチ	CN65 外周150mm、中間部200mm			
面材	構造用合板特類2級 15mm厚 5プライ (表層:ペイマツ、中央層:スギ)			
床根太	甲種2級SPF 210@455		甲種2級SPF 208@455	
側 (端) 根太	対称異等級構成集成材 E120-F375 SPF			
	140×390	140×300	140×210	



写真5.4-2 試験体全景



## 5.4 4層鉛直構面静加力試験

### (3) 試験方法

加力制御：1層（2階床レベル）を以下の特定変形角により変位制御。

制御変位：見かけの変形角1/450、1/300、1/200、1/150、1/75、1/50radで正負交番3回繰り返した後、1/30 radで正負1回、その後引き側へ1/15 rad程度まで加力。

2層以上は1層の特定変形角に対して事前解析求めた変位（表5.4-4）で制御。

表5.4-4 加力スケジュール

単位(mm)

1階 層間変形角 (rad)	繰り返し 回数	2階床	3階床	4階床	R階床
1/450	正負3回	4.60	6.35	7.03	7.74
1/300	〃	6.90	9.39	10.58	11.80
1/200	〃	10.36	13.58	15.73	17.43
1/150	〃	13.81	17.76	18.92	20.74
1/100	〃	20.71	25.52	25.58	27.23
1/75	〃	27.61	33.47	33.75	33.67
1/50	〃	41.42	45.38	51.73	43.47
1/30	正負1回	69.03	66.40	80.69	57.08
1/18	引きのみ	110.17	67.10	81.48	57.48

## 5.4 4層鉛直構面静加力試験

30/51

### (4) 破壊性状



写真5.4-3 加力終了後（1/14rad時）の試験体全景

## 5.4 4層鉛直構面静加力試験

31/51

### (4) 破壊性状



写真5.4-4 加力終了後（1/14rad時）の1層の状況

## 5.4 4層鉛直構面静加力試験

32/51

### (4) 破壊性状



写真5.4-5 面材の縁切れ、たて枠の浮き上がり



写真5.4-6 たて枠の下枠へのめり込み



写真5.4-7 面材の縁切れ、パンチングアウト



写真5.4-7 釘の枠材からの抜け

# 5.4 4層鉛直構面静加力試験

## (5) 試験結果① (荷重-層間変形角関係)

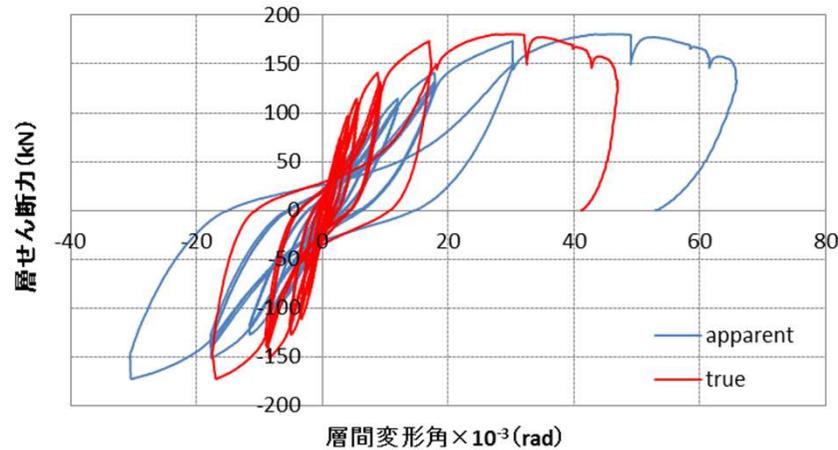


図5.4-1 1層 荷重-層間変形角関係

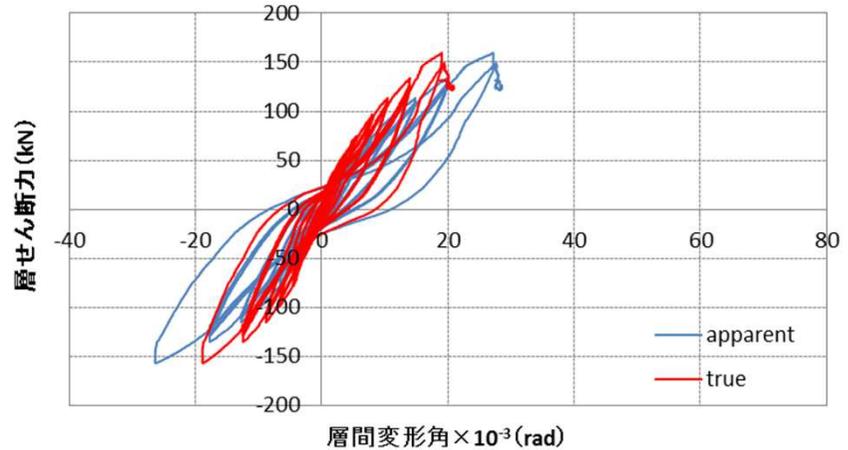


図5.4-2 2層 荷重-層間変形角関係

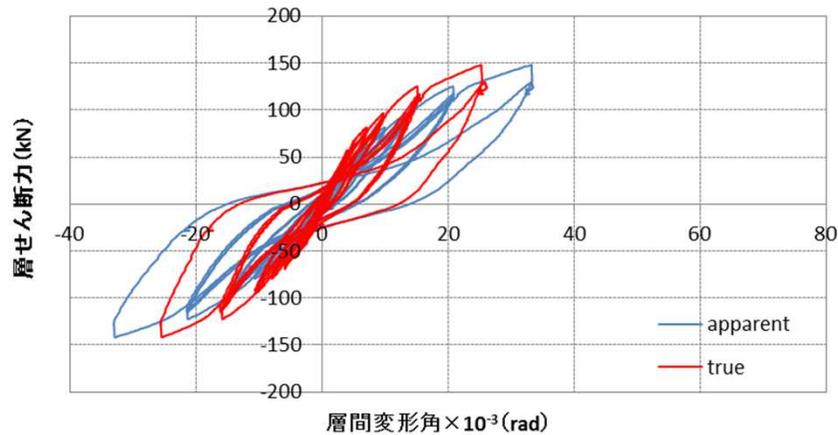


図5.4-3 3層 荷重-層間変形角関係

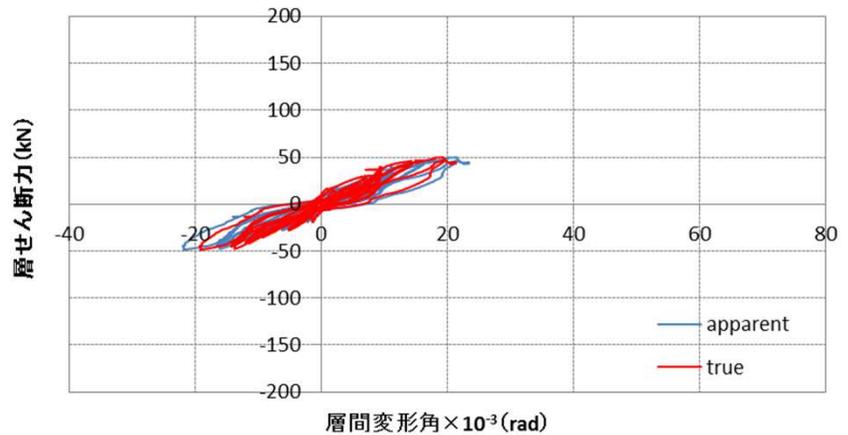


図5.4-4 4層 荷重-層間変形角関係

## 5.4 4層鉛直構面静加力試験

### (5) 試験結果② (タイロッド張力-層間変形角関係)

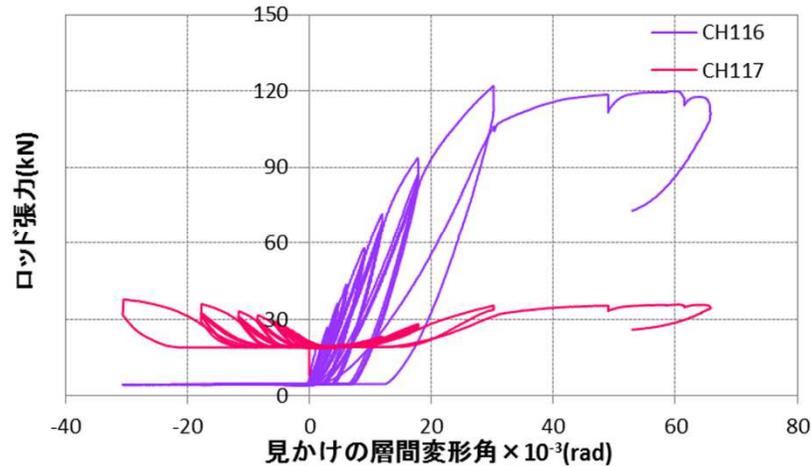


図5.4-5 1層南東壁 タイロッド張力-層間変形角関係

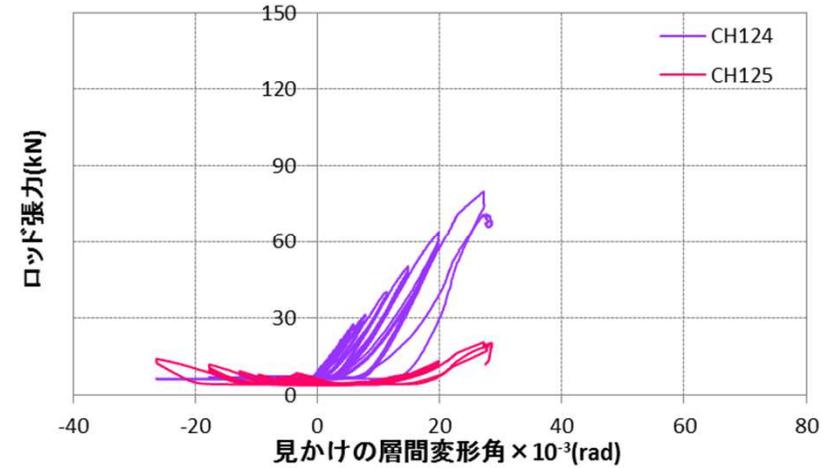


図5.4-6 2層南東壁 荷重-変形角関係

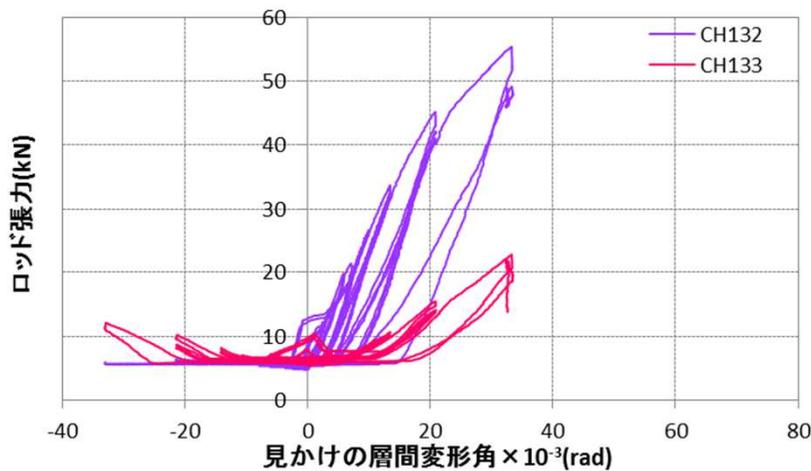


図5.4-7 3層南東壁 タイロッド張力-層間変形角関係

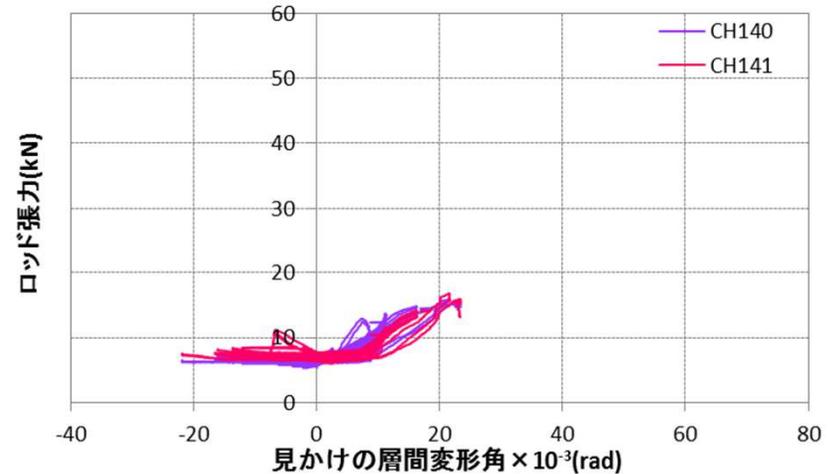


図5.4-8 4層南東壁 荷重-変形角関係

## 5.4 4層鉛直構面静加力試験

### (5) 試験結果③ (壁試験結果との比較)

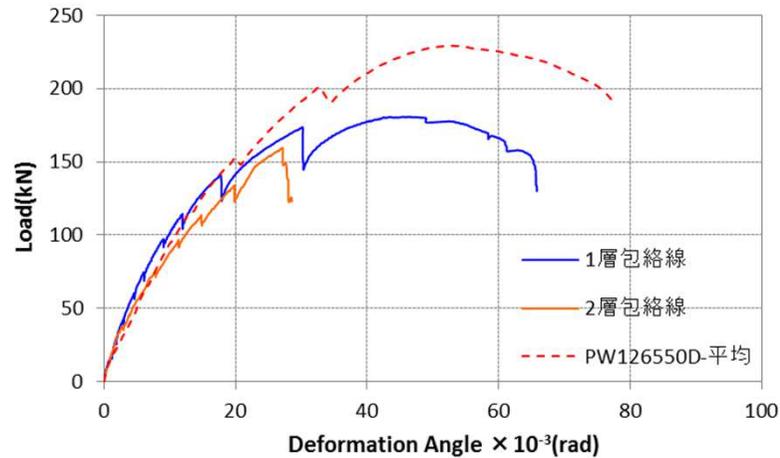


図5.4-9 耐力壁試験の平均包絡線と1、2層のせん断力のせん断力－見かけの層間変形角の包絡線

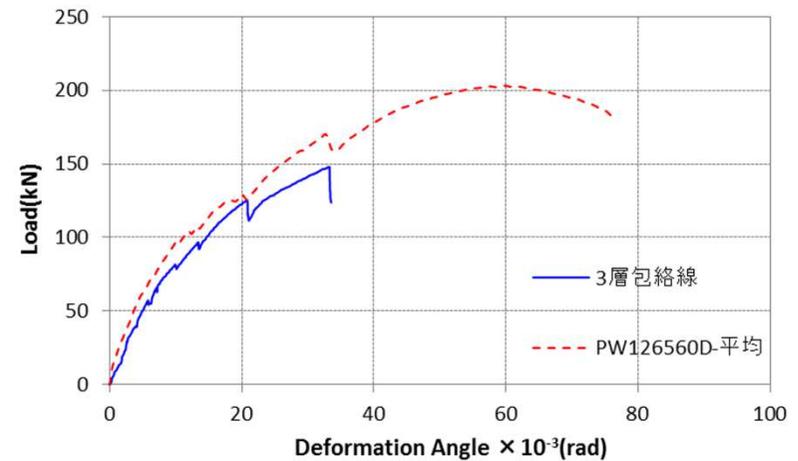


図5.4-10 耐力壁試験の平均包絡線と3層のせん断力のせん断力－見かけの層間変形角の包絡線

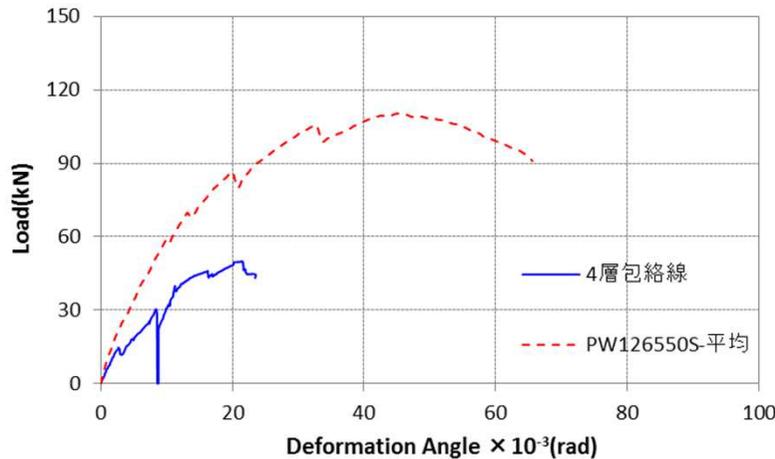


図5.4-11 耐力壁試験の平均包絡線と4層のせん断力のせん断力－見かけの層間変形角の包絡線

## 平成29年度の検討で設定した応力割増し係数による許容応力度等計算(ルート2)の設計法

- (1)  $C_0=0.2$ の地震時応力に、応力割増し係数を考慮することで、終局時の検定を満足することを担保
- (2) 検討パラメータは、層数, 耐力壁種, 階高, 垂壁の有無など
- (3) 応力割増し係数は、部位・部材の種類ごとに設定

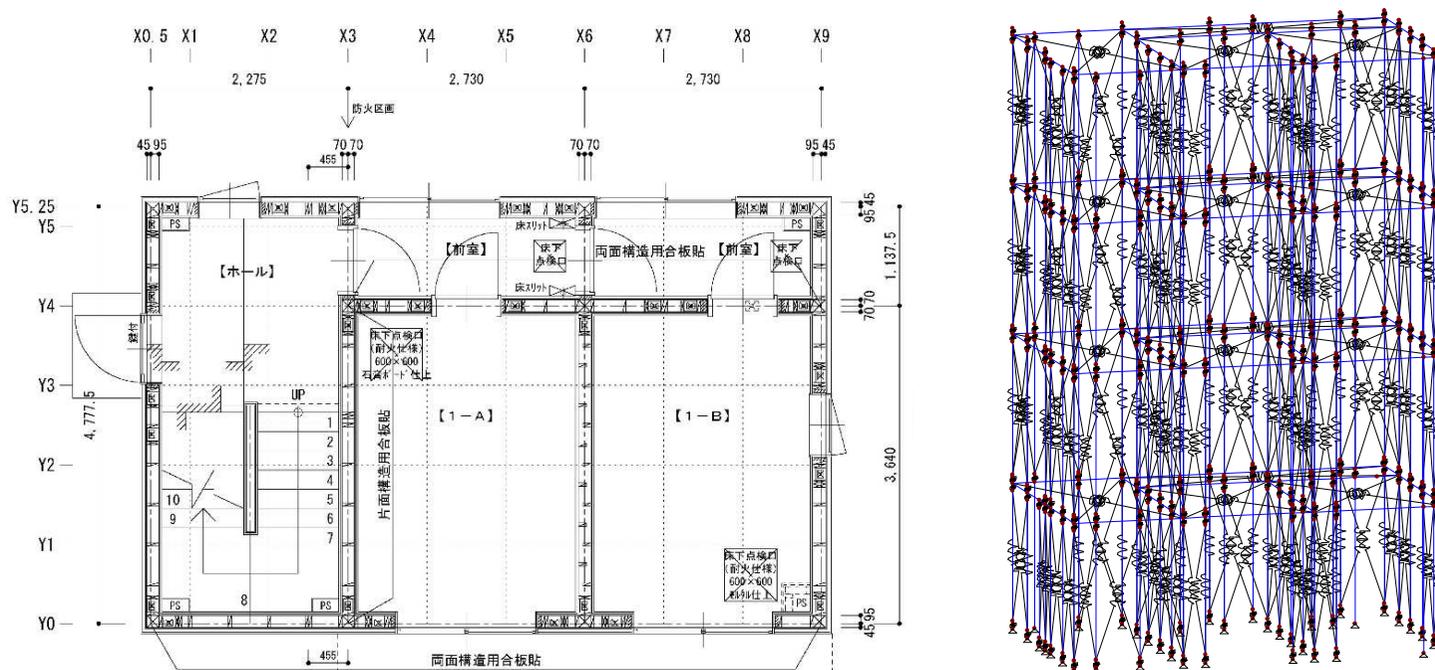
$R_{f1}$  : 耐力壁 ⇒ 割増し不要

$R_{f2}$  : 横架材, たて枠, 接合部 ⇒ 部位に応じて設定

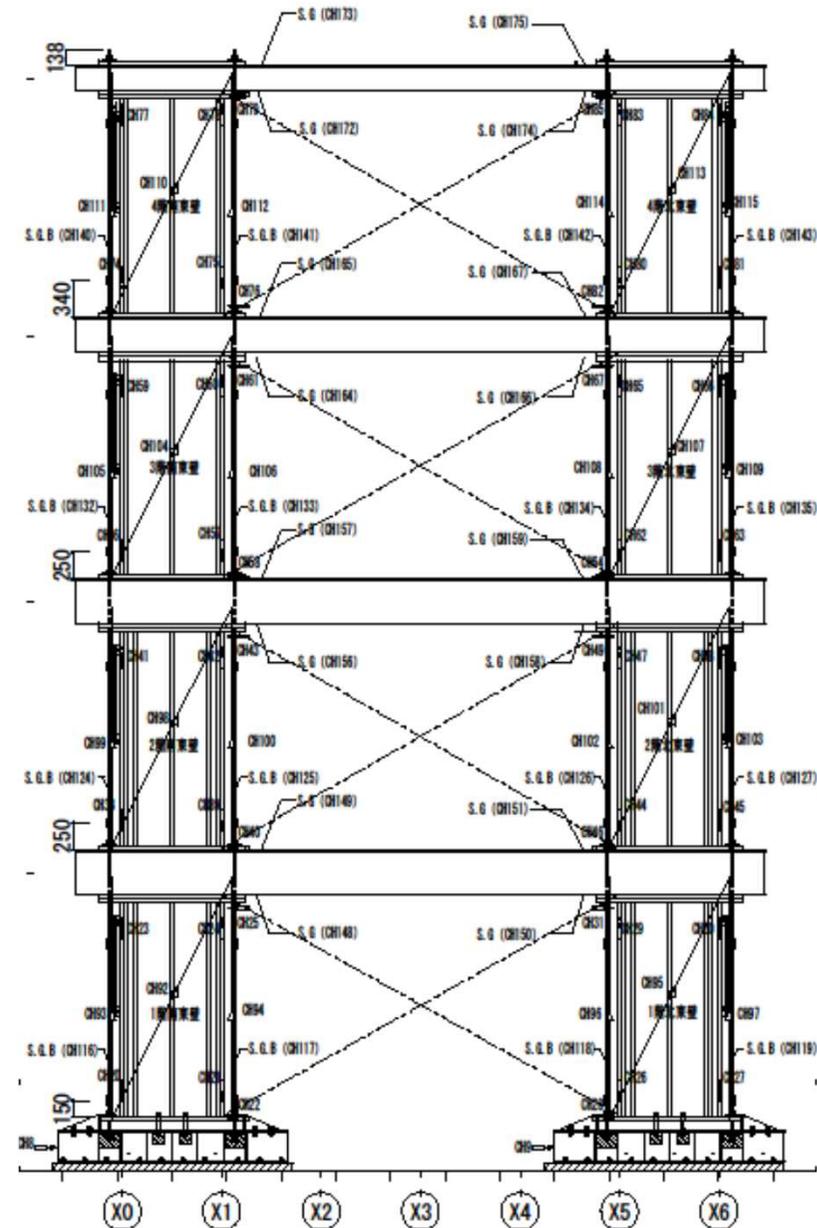
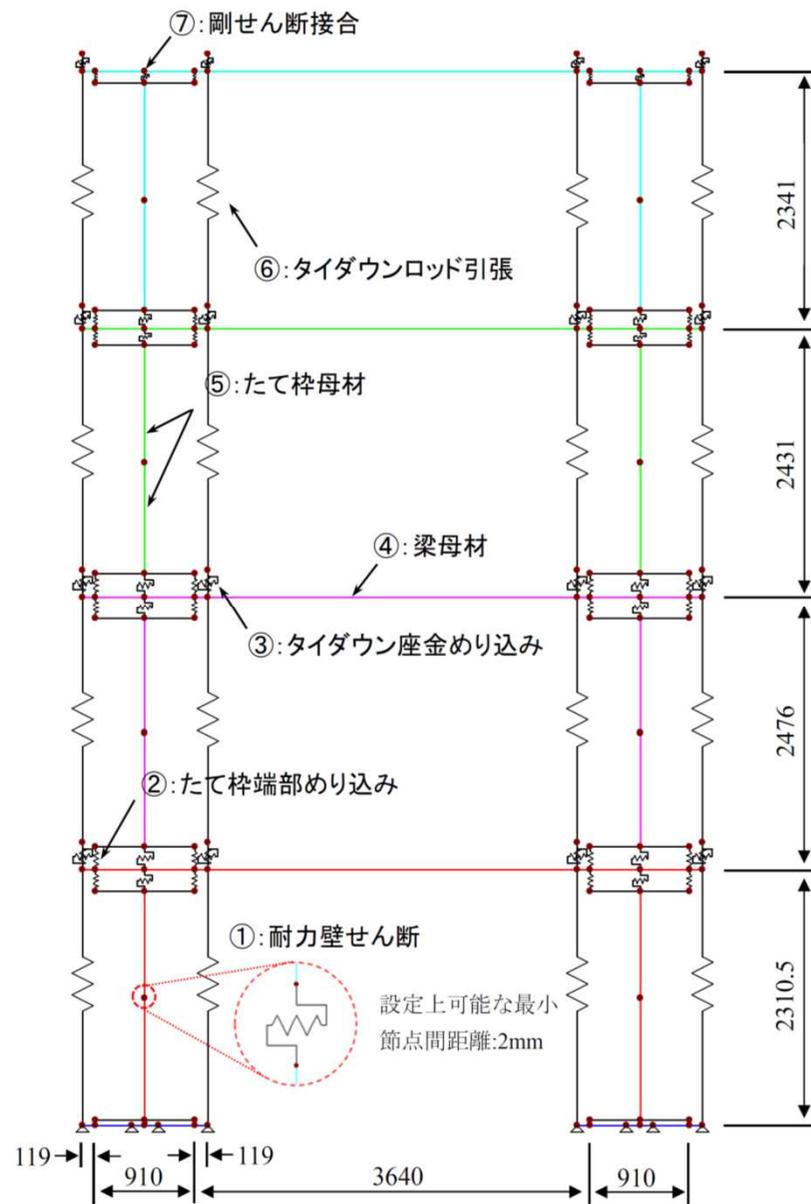
垂壁あり			垂壁なし		
横架材	引張接合部	たて枠	横架材	引張接合部	たて枠
2.2	1.5	1.4	2.3	1.4	1.4

## 6. 許容応力度等計算による設計法の検証

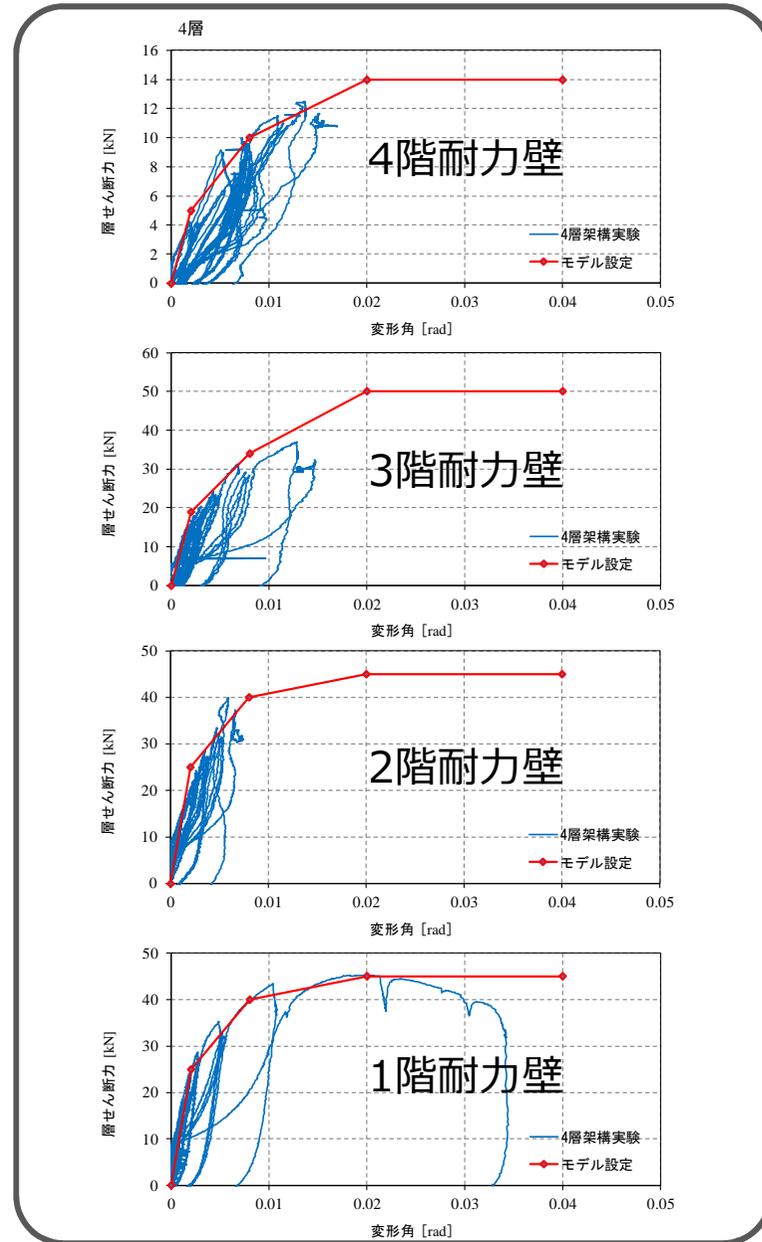
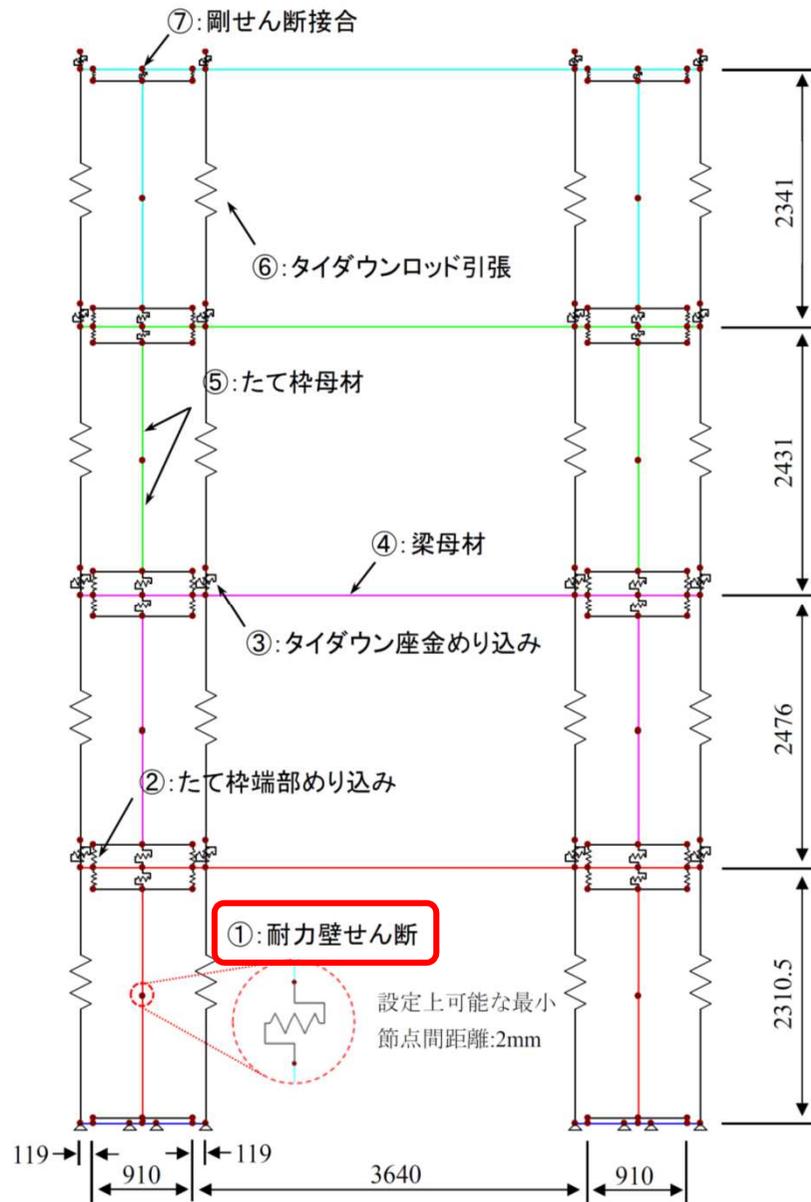
- ① 4層鉛直構面試験を再現する「事後解析モデル」を構築し、 $R_{f1}$ 、 $R_{f2}$  の設定が妥当であることを確認する。
- ② モデルプランに対して、応力割増し係数を考慮した試設計を実施し、必要断面や設計上の留意点を検討する。



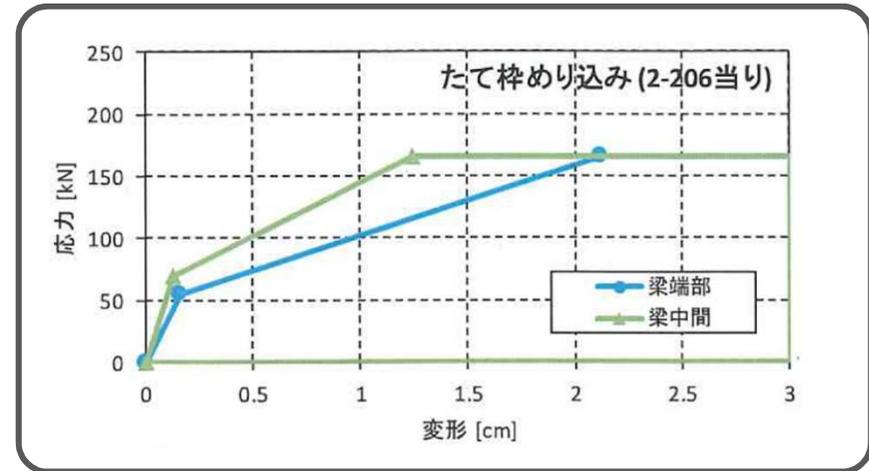
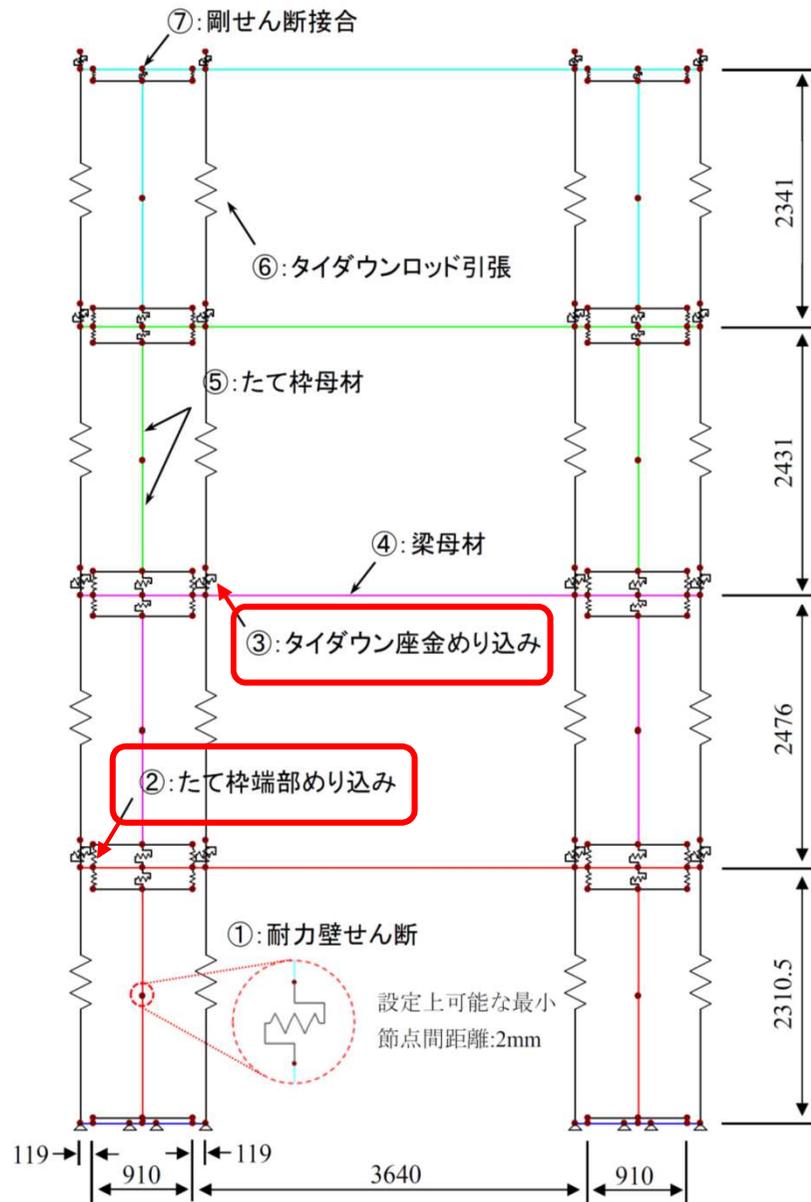
# 6-1. 事後解析モデルの設定



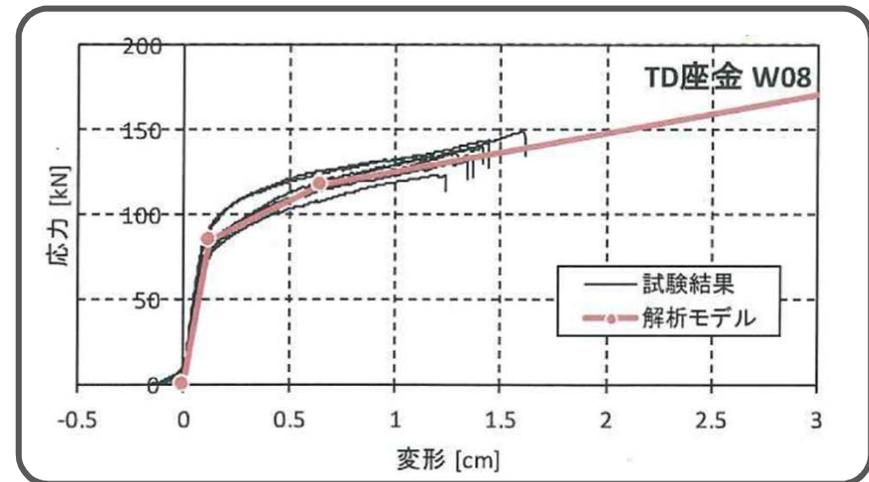
# 6-1. 事後解析モデルの設定－要素①



# 6-1. 事後解析モデルの設定－要素②,③

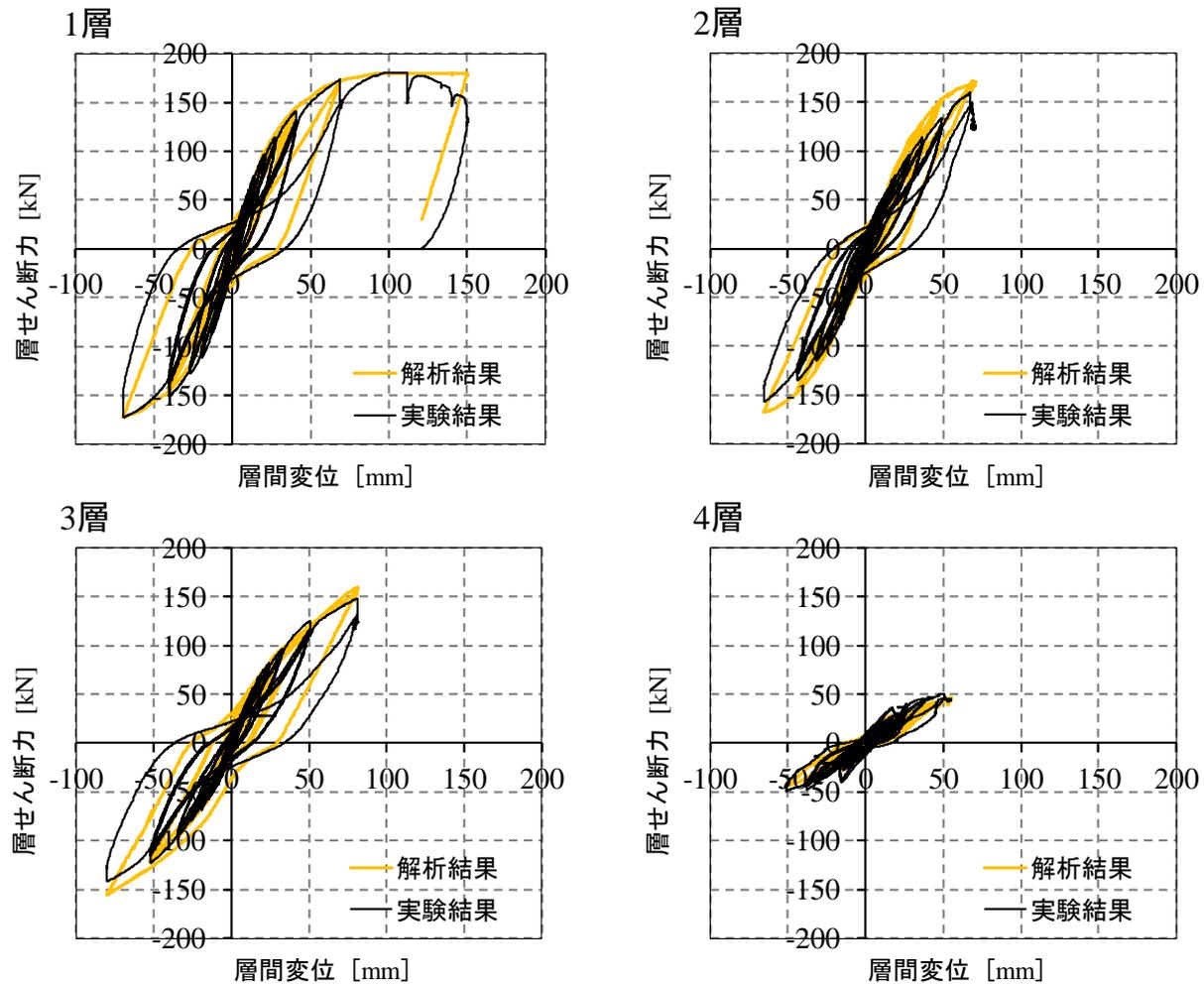


要素②：たて枠の接触断面による理論値



要素③：別途のめり込み試験による評価値

## 6-2. 解析結果（解析モデルの精度検証）



実験結果を良好に再現



事後解析モデルの精度を確認

◆ 応力割増し係数の定義

$$R_{f1} = \frac{Q_{aw}}{Q_u} \cdot \frac{D_s}{0.2} \quad : \text{耐力壁に対する応力割増し係数}$$

$$R_{f2} = \frac{f_s}{F} \cdot \frac{S_u}{S_{aw}} \quad : \text{耐力壁の周辺部材に対する応力割増し係数}$$

$Q_{aw}$  : 耐力壁が許容耐力に達する時のベースシア

$Q_u$  : 解析終了時（終局時）のベースシア

$D_s$  : 耐力壁の構造特性係数

$f_s$  : 短期許容応力度または短期許容耐力

$F$  : 基準強度または終局耐力

$S_u$  :  $Q_u$ 時応力

$S_{aw}$  :  $Q_{aw}$ 時応力

◆ 応力割増し係数 $R_{f2}$  推奨値（パラメトリックスタディによる）

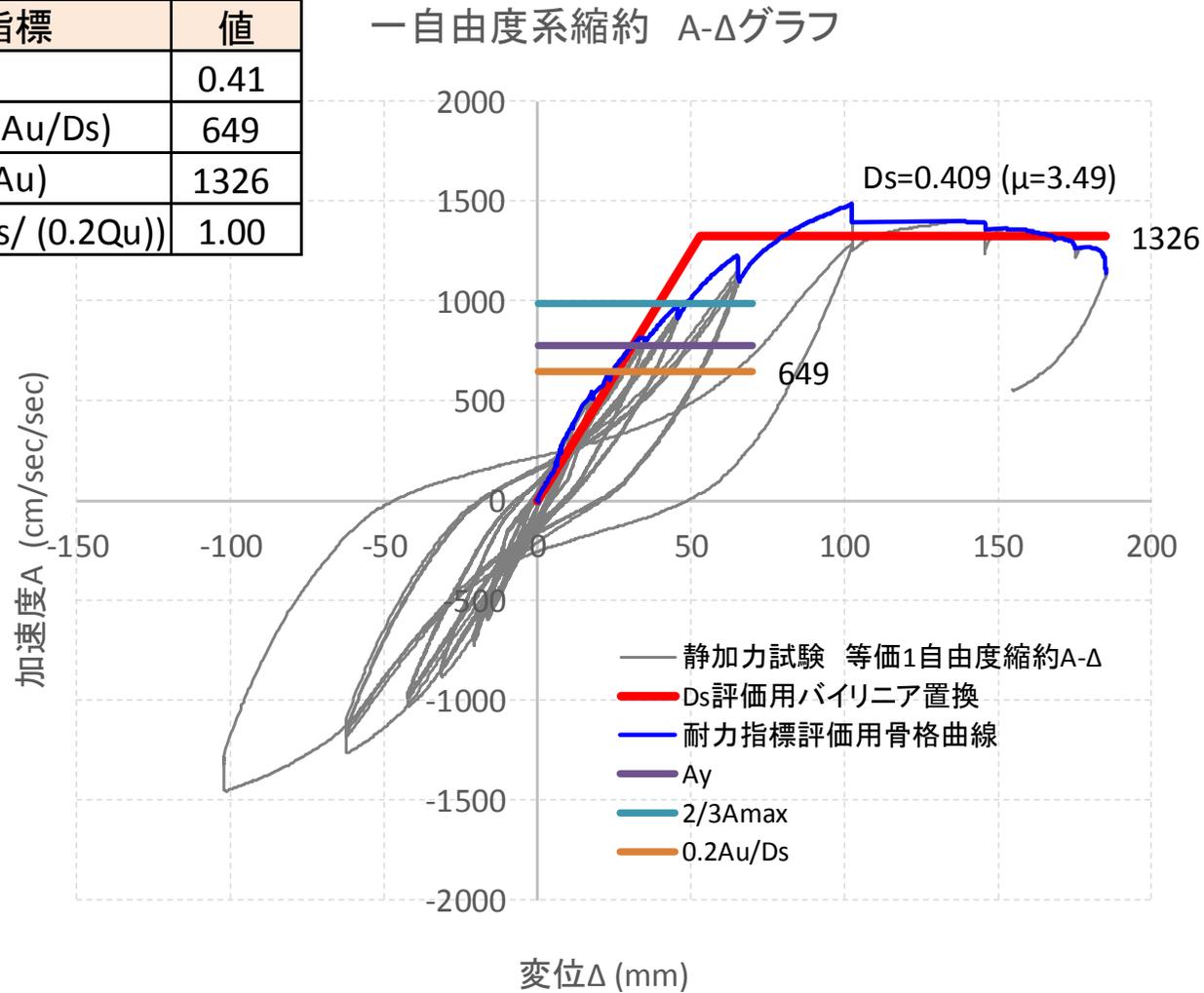
4層架構試験体

垂壁あり			垂壁なし		
横架材	引張接合部	たて枠	横架材	引張接合部	たて枠
2.2	1.5	1.4	2.3	1.4	1.4

# 6-4. $R_{fl}$ の検証結果

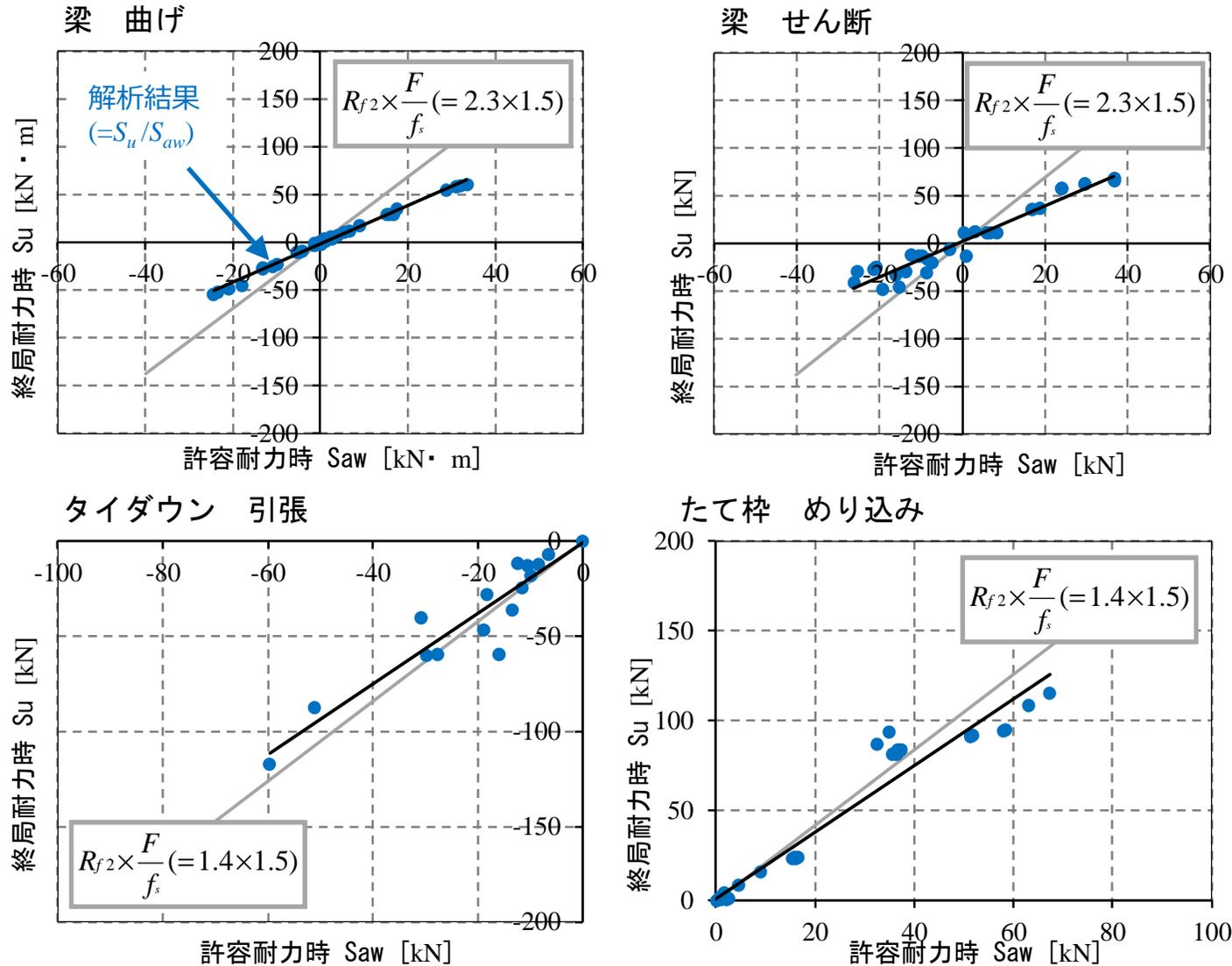
◆耐力壁の負担応力に対する割増しは不要であった。

評価指標	値
Ds	0.41
Qaw (=0.2Au/Ds)	649
Qu (=Au)	1326
Rf1 (=Qaw・Ds/ (0.2Qu))	1.00



# 6-5. $R_{f2}$ の検証結果

◆ $R_{f2}$ による応力割増率の評価は、設計上安全側であった。



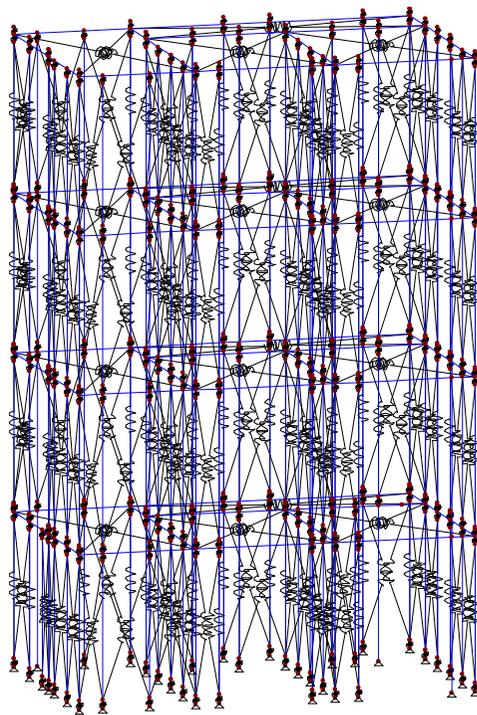
- ① 応力割増し係数に基づき設定した4層構面試験体は、  
周辺部材での先行破壊等は生じず、**耐力壁のせん断モードによって  
耐力が決まることを確認した。**
- ② H29年度のパラスタで用いた解析モデルに即した事後解析モデルは、  
4層構面試験体の挙動を良好に再現でき、**モデル化の妥当性を確認した。**
- ③ 事後解析モデルにより評価した応力割増し係数は、  
H29年度に提案した評価値に対して設計上安全側であり、  
**応力割増し係数を適用した設計法は妥当であることを確認した。**

## 6-6. モデルプラン試設計 - 対象プラン

46/51

「2018年枠組壁工法構造計算指針」  
設計例【事例3】のプランを採用

- ◆ 階数 : 4階建て
- ◆ 各階床面積 : 36.95m<sup>2</sup>
- ◆ 各階階高 : 3.038m



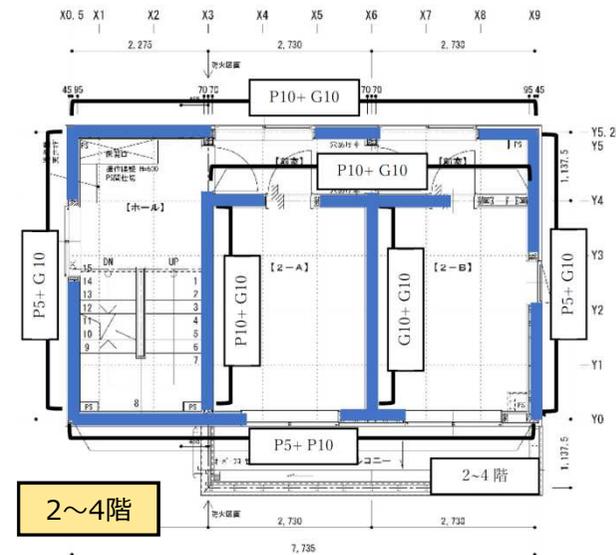
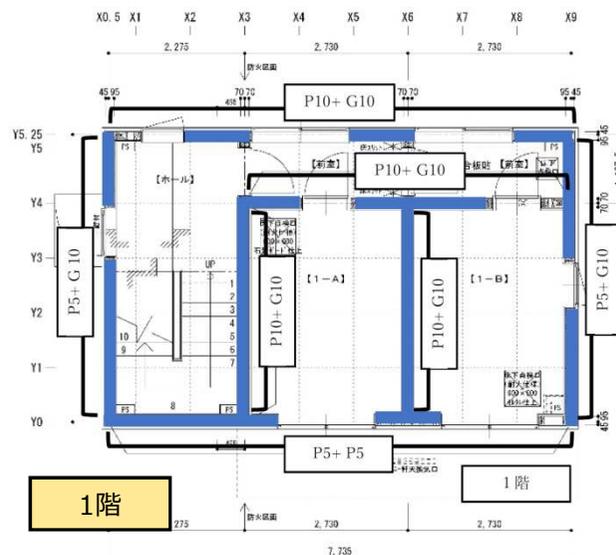
1階

2~4階

応力計算モデル（立体フレームモデル）

# 6-7. モデルプラン試設計 – 構造仕様

- ◆横架材 : 集成材E120-F330, 610材 (140×235)
- ◆タイダウン金物 : 耐力壁の端部ごとに径Φ32のロッドを配置
- ◆たて枠 : SPF甲種2級, n-206材 (本数nは事例3に合わせる)
- ◆耐力壁 : 階に応じ、下図のように設定

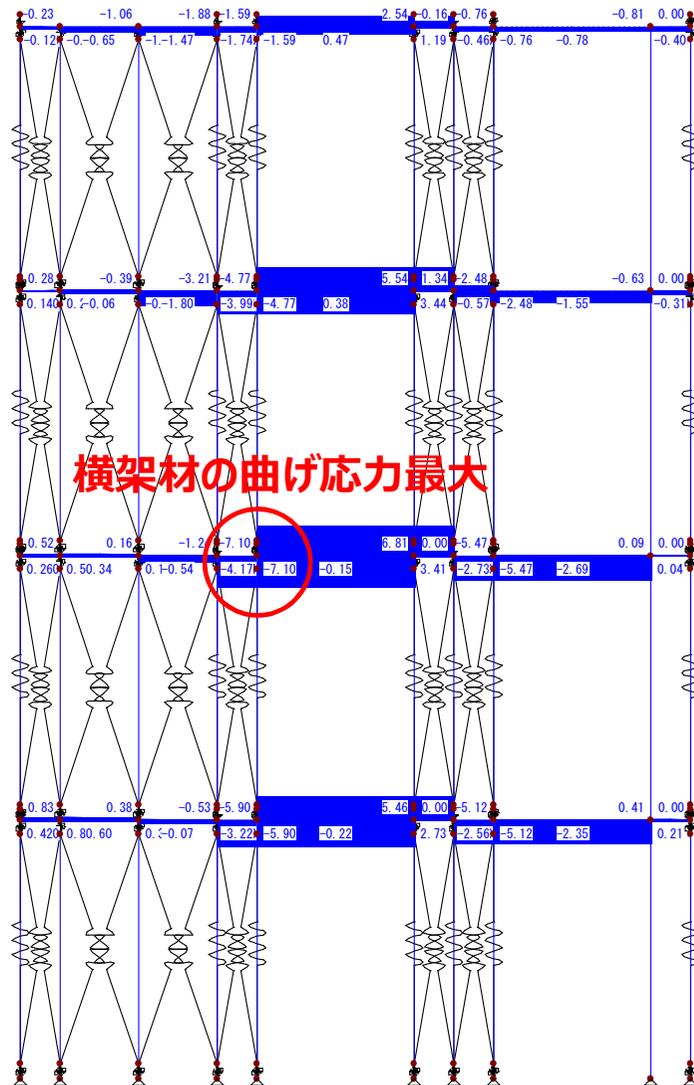


面材両面貼り耐力壁性能 (h=2,750 mm)

仕様	高さ (mm)	$K_1$ (N/mm)	$Q_1$ (N)	$K_2$ (N/mm)	$Q_2$ (kg)	$\delta_1$ (mm)	$\delta_2$ (mm)	$h/200$ (mm)	$\delta_{max}$ (mm)	$K$ (N/mm/P)	$Q_a$ (N/P)
G 10+G 10	2,750	173.8	2,160	173.8	2,160	12.4	12.4	13.8	13.8	313	4,320
P 10+G 10	2,750	364.2	5,310	173.8	2,160	14.6	12.4	13.8	14.6	512	7,470
P 10+P 10	2,750	364.2	5,310	364.2	5,310	14.6	14.6	13.8	14.6	727	10,620
P 5+G 10	2,750	599.7	10,620	173.8	2,160	17.7	12.4	13.8	17.7	722	12,780
P 5+P 10	2,750	599.7	10,620	364.2	5,310	17.7	14.6	13.8	17.7	900	15,930
P 5+P 5	2,750	599.7	10,620	599.7	10,620	17.7	17.7	13.8	17.7	1,200	21,240

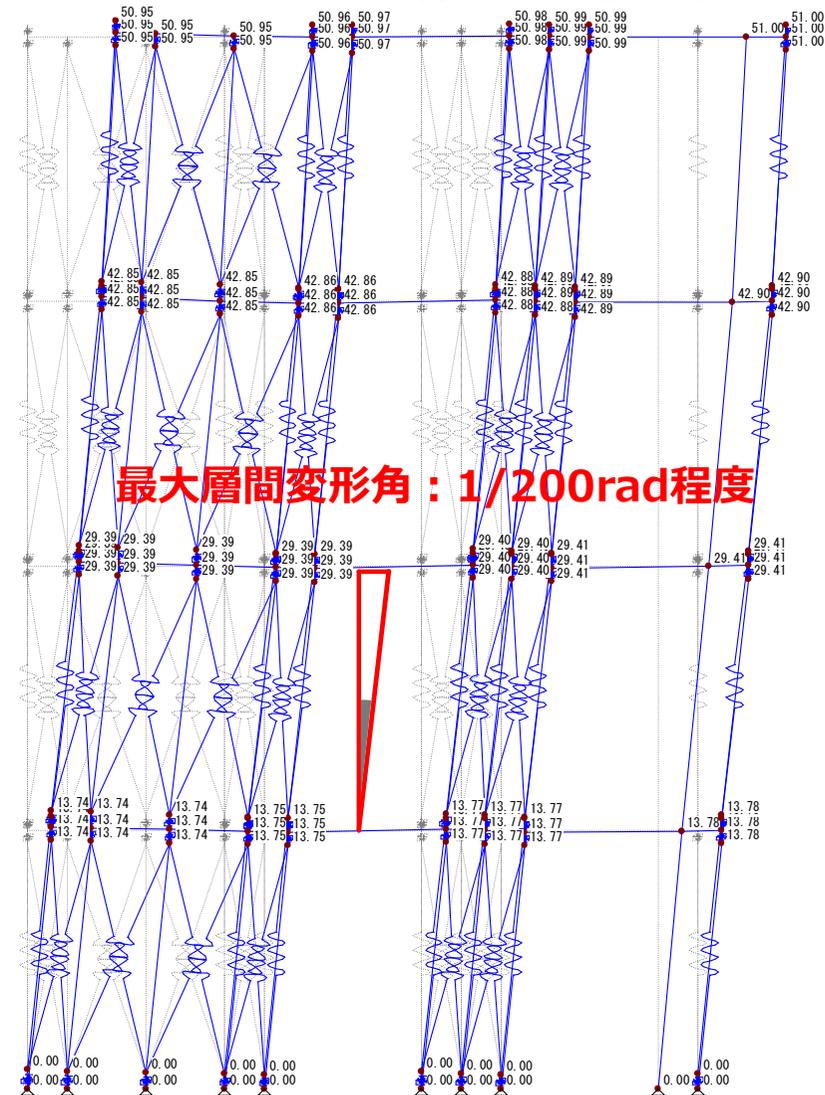
# 6-8. モデルプラン試設計 - 解析結果

※変形量は20倍に強調して表示している



横架材の曲げ応力最大

曲げ応力図 (Y0通り)



最大層間変形角 : 1/200rad程度

変形図 (Y0通り)

### ◆【事例3】現設計内容と本設計法による必要断面等の比較

#### ① たて枠

- ・ 座屈に対して、現状の【事例3】と同程度のたて枠本数が必要であった。
- ・ たて枠端部の上下枠へのめり込みに対して、補強たて枠206を1本程度追加、又は、めり込み強度の高い樹種への置き換えなどの対策が必要であった。

#### ② 横架材（床梁）

- ・ 曲げ及びせん断に対して、現状の【事例3】は床梁に2-210を用いているが、**集成材E120-F330, 140×235の横架材が必要**であった。

#### ③ タイダウン金物

- ・ ロッドの引張耐力に対してロッド径を決定すると、相対的に細径のロッドが選択され、ロッドの弾性変形による壁及び建物のロッキングの影響が大きくなる。**層間変形角を抑えるために、耐力的に余裕がある場合も太径のロッドの選択が必要**であった。

### (1) 適用範囲

本設計法の適用範囲を下記のように設定する。

- ① 階数は6以下とする。
- ② 耐力壁の上部には構造用集成材等による一体の根太を配置した剛床と緊結するものとする。
- ③ 耐力壁端部にはタイダウン金物等を配置して、頂部脚部に作用する引張力に抵抗する接合とする。
- ④ 耐力壁は構造用合板等の木質系構造用面材の規格適合材を貼るものとする。

## (2) 応力割増し係数による設計法

$R_{f1}$  : 耐力壁に対する応力割増し係数 $R_{f1}$ は、1.0とする。

$R_{f2}$  : 耐力壁の周辺部材に対する地震時応力の割増し係数 $R_{f2}$ は、垂壁の有無および対象部位に応じて、下表の値の採用する。

垂壁あり			垂壁なし		
横架材	引張接合部	たて枠	横架材	引張接合部	たて枠
2.2	1.5	1.4	2.3	1.4	1.4