

い2mmの隙間を想定した試験体 ($s_1=2\text{mm}$)、面材同士が大変形時まで接触しないと考えられる試験体 ($s_1=5\text{mm}$) とした。

くぎピッチは告示仕様の1/1.5倍のN50@100mmとし、面材高さはくぎピッチ100mmで均等割りできる寸法とした。面材のへりあきを12mm、胴つなぎの見つけ高さが45mmとすると、前述の $s_1=5\text{mm}$ が釘のせん断性能に影響を与えない最大の隙間である。また、ばらつきの影響を見るために $s_1=0\text{mm}$ の試験体はNo.1～No.3の3体とした。

(2) 真壁耐力壁

図-2に真壁耐力壁のa-a断面及び表-2に試験体一覧(真壁)を示す。面材と土台の外面の距離(ちり寸法)及び面材くぎのピッチを因子にした真壁耐力壁各1体計4体を作製した。実験変数はくぎピッチとちり寸法であり、くぎピッチは大壁と比較するため100mmとしたが、くぎ頭の面材からの抜け出しが起こりにくい150mmピッチの試験も行った。面材の位置は、柱と面一でおさまるもの(ちり寸法0mm(記号:E))と、柱芯付近におさまるもの(ちり寸法36mm(記号:C))である。筋かい効果により真壁の剛性及び耐力が大壁と比べ大きいと考えられ、真壁のなかでも柱芯でおさまるものは面一より多少剛性及び耐力が大きく、面材の座屈も生じやすいものと考えられる。表-2に示すように試験体名は真壁

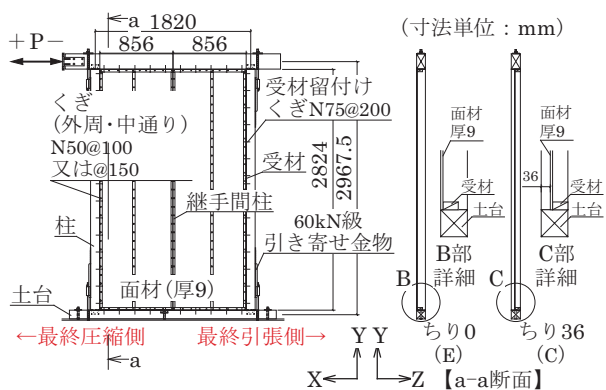


図-2 試験体の概要(真壁)

表-2 試験体一覧(真壁)

試験体名	横架材間内法 (mm)	面材幅 (mm)	くぎピッチ (mm)	ちり寸法 (mm)
s-E100	2825	1712	100	0
s-E150	(面材高さ: 2824)	(856+856)	150	0
s-C100			100	36
s-C150			150	36

注) 試験体名: **s** - **E** **100**
 真壁 くぎピッチ
 ちり0mm (E)
 ちり36mm (C)

を示すs及び、前述したちり寸法の記号CまたはE、くぎピッチの値を表すものとした。

(3) 使用材料

表-3に軸組構成部材及び面材の仕様を示す。試験で使用了材料は大壁、真壁いずれの試験体でも、くぎを含め全て同一ロットの材料を用いた。また、軸組構成部材と面材は試験体ごとに密度を計測し、材料を平均的に割り振った。

(4) 引き寄せ金物

大壁耐力壁は告示仕様(N50@150)に対し、くぎピッチが1/1.5倍に狭くなっている。そのため、告示仕様の壁倍率2.5倍に対し、くぎ本数増加分1.5倍の3.75倍相当の耐力壁として柱脚金物を決定し、各柱の柱脚側接合部に引き寄せ金物HDB-20を2個ずつ取り付け付けた。真壁耐力壁は詳細計算法⁴⁾によると壁倍率が2.65倍程度の耐力壁であった。しかし、経験的に真壁耐力壁に用いる引き寄せ金物には大きな引張力が掛かることが予想されたので、柱頭柱脚に60kN級の引き寄せ金物を1つずつ取り付け付けた。

2.2 計測及び加力

大壁耐力壁及び、真壁耐力壁のs-E100, s-E150, s-C150について、写真-1に示す画像処理方法で変位の計測をおこなった。画像処理の計測方法は図-3に●で示す位置に貼り付けた画像計測用ターゲットを、3台のカメラで撮影

表-3 試験体構成部材の仕様

部材	樹種	断面 (mm)	ヤング係 数	密度 (g/cm ³)
柱・土台	すぎ	105×105	E70 以上	0.46
間柱		30×105	—	0.39
胴つなぎ		45×105	—	0.38
継手間柱		45×60	—	0.48
受材		30×60	—	0.51
梁	ベイマツ	180×105	E110 以上	0.49
面材	構造用合板特種 2 級 全層 D.fir 積層数 3	厚さ 9	—	0.54

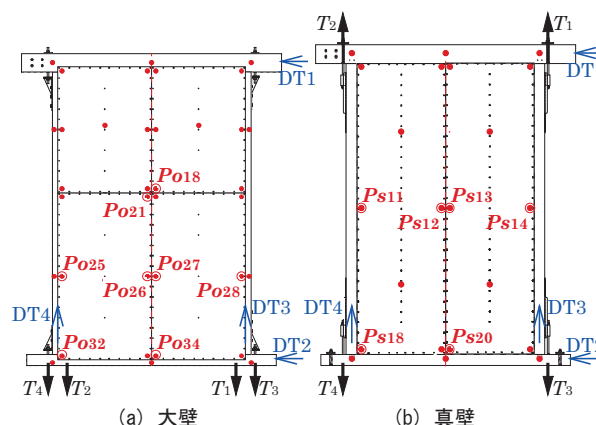


図-3 画像計測及び変位計設置、荷重測定点位置

し、視差からX, Y, Z方向の変位を求める方法である。なお、大壁および真壁の各点*Poi*, *Psi*位置のX方向変位を δ_{xoi} , δ_{xsi} 、Y方向変位を δ_{yoi} , δ_{ysi} 、Z方向変位を δ_{zoi} , δ_{zsi} とする(*i*はターゲット番号)。また、事前に画像計測による変位の測定について検証を行っており、検証の結果、5mm～25mmの標準値に対し、計測値が0.03mm以下の差であり、検討に支障がないものと判断した。画像計測だけでなく、図-3に示すDT1～DT4の位置に変位計を設置し、変位を計測した。また、 $T_1 \sim T_4$ の位置では、200kNロードセルを用いてボルトの軸力を計測した。

荷重は変位計で計測した変位をもとに制御し、耐力壁の見かけの変形角 γ が ± 2.22 , ± 3.33 , ± 5.00 , ± 6.67 , ± 10.00 , ± 13.33 , $\pm 20.00 \times 10^{-3} \text{rad}$ となる変形を3回繰り返した後、 $+66.67 \times 10^{-3} \text{rad}$ まで引き切った。⁵⁾

3. 実験結果の考察

3.1 大壁耐力壁試験

(1) 荷重変形関係

図-4に P - γ 関係の包絡線を示す。図-4には、最大荷重 $P_{\max}$ 時に○を、荷重が急激に低下し始めた点に×を記載し、以降の図-5及び図-7にも同様の記号を記載した。なお、すべての試験体とも、くぎ軸部の抜け出しと、くぎ頭の抜け出し、面材の縁切れにより荷重が低下した。

図-4によると、隙間ありと隙間なしでは、隙間がある試験体に剛性及び最大耐力が低い傾向がみられた。しかし、隙間なしの試験体の中でもo-0-No.2は、最大荷重 $P_{\max}$ がNo.1, No.3と比べ低く、 $P_{\max}$ 時まで隙間ありと同様の剛性であった。

表-4に試験結果諸量の比較一覧を示す。表中には、試験結果と詳細計算法の計算結果を示す。試験結果から求めた壁倍率は、隙間なしが4.1、隙間2mmが3.9、隙間5mmが3.8であり、詳細計算法の壁倍率は3.8であった。以下に、隙間の有無と耐力や剛性の違いの原因について、面材間の相対変位に着目して示す。

(2) 面材間の相対変位

図-5に図-1のA部詳細位置の面材間の相対変位(Δx , Δy)を示し、写真-2にA部位置の試験終了時の面材の状況の例を示す。図-5中の縦軸の相対変位は初期の隙間を考慮し、図-1に記載した面材間の隙間 s_1 と s_2 を用いて以下の式で求めた。

$$\Delta x = \delta_{xo18} - \delta_{xo21} - s_2 \quad \cdots \cdots (1)$$

$$\Delta y = \delta_{yo21} - \delta_{yo18} - s_1 \quad \cdots \cdots (2)$$

面材の傾きが生じるため正確ではないが、写真-2(a)に示すように $\Delta x > 0$, $\Delta y > 0$ 時に対角の面材が重なる(め

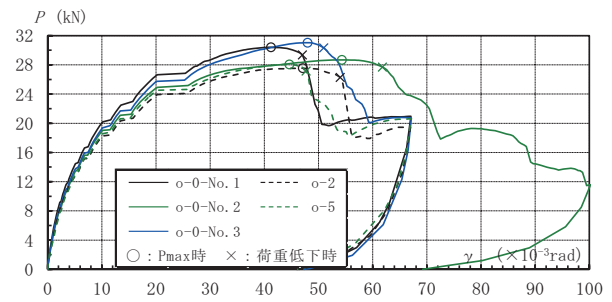


図-4 包絡線の比較(大壁)

表-4 試験結果諸量の比較一覧

		面材間隙間なし (o-0-No.1～No.3)			隙間あり		詳細 計算法
		No.1	No.2	No.3	o-2	o-5	
P_y	(kN)	17.20	16.52	17.23	15.66	16.17	16.22
$0.2 \cdot P_u / D_s$	(kN)	14.58	16.39	15.16	14.16	13.63	13.58
$(2/3) \cdot P_{\max}$	(kN)	20.28	19.12	20.69	18.36	18.71	—
P_{120}	(kN)	18.14	17.10	17.36	16.38	16.62	23.75
P_0	(kN)	14.95			14.16	13.63	13.58
壁倍率		4.1			3.9	3.8	3.8

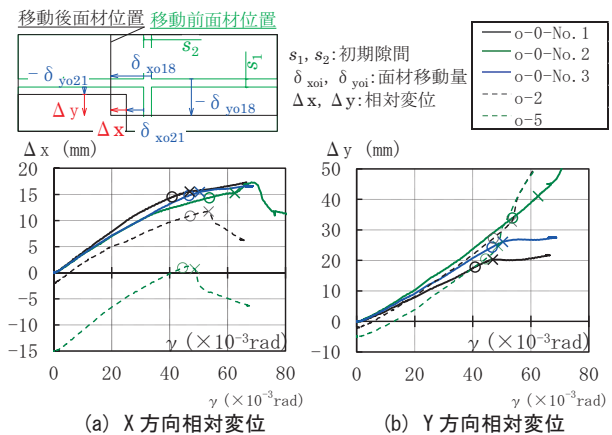


図-5 面材間の相対変位 [Po18, Po21間 (図-3(a))]

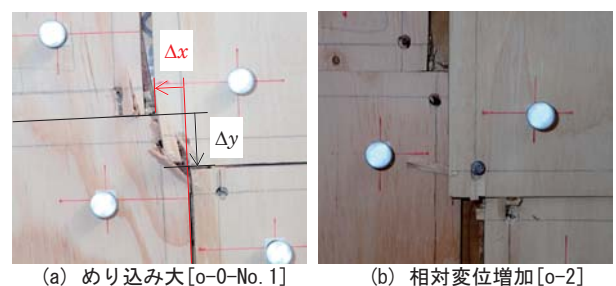


写真-2 試験終了時の面材接触状況の例

り込みが生じる)ことを示す。

$P_{\max}$ が大きいo-0-No.1及びo-0-No.3は、 $P_{\max}$ 時(○)以降に γ が増加しても相対変位 Δx , Δy 両方が増加しなくなった。一方、 $P_{\max}$ が小さい隙間ありの試験体やo-0-No.2は相対変位 Δx が減少に転じるが、相対変位 Δy は増加し続けている。また、特に変形性能の高かったo-0-

No.2は荷重低下時(×)以降もX方向の相対変形が増大している。

図-6に大壁の面材の接触状況と相対変位増加の概念図を示す。隙間ありの試験体やo-0-No.2は、圧縮によるめり込みがなく面材相互が滑り、回転したことで P_{max} が小さかったと考えられる(図-6(a))。一方、o-0-No.1, No.3は、図-6(b)のように壁中央A部で面材相互が圧縮によりめり込むと共に、面材の圧縮側の動きが抑制され、対辺側の変形が大きくなり P_{max} が高くなったと考えられる。

以上から、めり込みにより対角の面材間の相対変位がある値で頭打ちになると、剛性及び耐力が高くなり、めり込みが解除され上下方向の相対変位が増加し続ける(滑る)と剛性及び耐力が低くなる傾向があるといえる。隙間がある場合、面材のめり込みが解除されやすく、隙間が大きいものはめり込み自体が生じなかった。ただし、面材間の隙間がない場合であっても、面材相互の相対変位が増え続けることがあり、その時の荷重変形関係は隙間ありのものと同じ傾向となる。

図-7に面材中央高さ位置のZ方向(面外)変位の推移を示す。o-0-No.1, o-0-No.3では、 P_{028} のZ方向(面外)の変位が急激に増加し、くぎ頭が面材から抜け出し、荷重が低下した。同様に、o-0-No.2, o-2, o-5は P_{027} のZ方向(面外)の変位が増加し、くぎ頭が面材から抜け出し荷重が低下した。荷重の低下が比較的緩やかなo-0-No.2は P_{028} のZ方向(面外)変位の増加が緩やかであった。

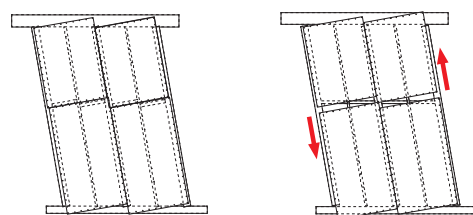
全ての試験体で荷重低下(×)後に面材のZ方向(面外)の浮きが増大し荷重が低下したが、荷重の低下が比較的緩やかなo-0-No.2はZ方向の浮きの増加が緩やかであった。このことから、面材の面外変位が耐力低下の挙動に影響すると考えられる。

3.2 真壁耐力壁試験

(1) 荷重変形関係

図-8に $P-\gamma$ 関係の包絡線を示し、写真-3に破壊状況を、表-5に試験結果諸量の比較一覧を、表-6に詳細計算法による計算耐力の一覧を示す。図-8には、最大荷重 P_{max} 時に○を、荷重が急激に低下した点に×を記載し、以降の図-9、図-10にも同変形角時に補助線を記載した。ちり0mmのs-E100及びs-E150は面材の軸組からのはずれ(写真-3(a))が生じ、くぎ頭が面材から抜け出し耐力が低下した。ちり36mmのs-C100及びs-C150では間柱の座屈(写真-3(b))が生じ耐力が低下した。

同じくぎピッチの場合、初期剛性は同じとなるが、ちり0mmの方が、最大耐力が小さくなる傾向にあった。同じくぎピッチであっても、100mmピッチの場合は最



(a) 面材相互が滑る場合 (b) 面材が押し合った場合

図-6 面材の接触状況と相対変位増加の概念図

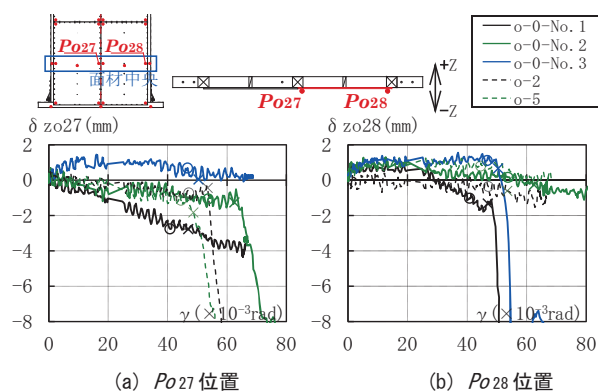


図-7 面材のZ方向(面外)変位

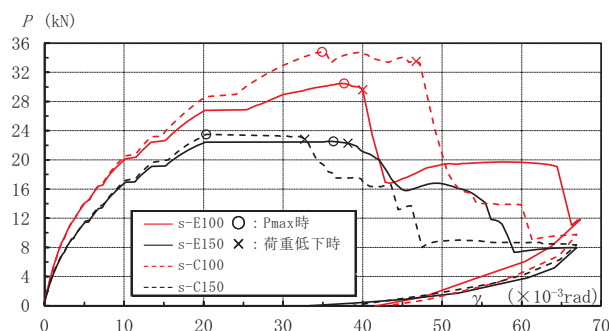


図-8 包絡線の比較(真壁)



(a) 面材の軸組からのはずれ

(b) 間柱の座屈

写真-3 破壊機構(真壁)

大荷重が12%変わるのに対し、150mmピッチの場合は4%程度の違いであった。

以下に最大耐力や破壊状況の違いを、面材の面外変形

に着目して考察する。

(2) 面材の面外変形

図-9に面材中央高さ位置のZ方向（面外方向）変位を、図-10に面材下部のZ方向（面外方向）変位を示す。

図-9(c)のように、土台の中央付近に面材を配置したちり36mmの試験体s-C150では、荷重の初期から γ の増加と共に P_{S13} , P_{S12} の面外変形が増加し、荷重低下時には座屈により間柱が折れ、急激に+Z方向に面外変位が増大した。図-9(a), (b)のように、ちり0mmの試験体s-E100, s-E150は、 $\gamma = 20 \times 10^{-3} \text{rad}$ 付近から-Z方向変位が生じ、荷重低下時にくぎ頭の面材からの抜け出しが生じることで、さらに-Z方向変位が急激に増加した。

いずれの試験体も、面材中央高さ位置で面外変位が生じた。

土台近傍の面材の面外変位を示した図-10の(a)s-E100、(b)s-E150のZ方向変位は、 γ が増大するとともに面材が軸組からはずれる方向に変形が生じている。これらの試験体は P_{S20} のZ方向変位が9mmを超えるとZ方向変位が急激に増加し、面材が外れることで荷重が低下した。一方、ちり36mmの(c)s-C150は変位が小さくZ方向に面材が外れていないことがわかる。ちり0mmの場合、ちり36mmに比べて面材下部が面外方向にずれやすいのは当然だが、s-E150は $\gamma = 20 \times 10^{-3} \text{rad}$ までZ方向変位が0mmであった。 $\gamma = 20 \times 10^{-3} \text{rad}$ まで面一のs-E150と柱芯付近おさまりのs-C150とで耐力及び剛性がほぼ同じなことから、面材が面外方向に外れない範囲では、ちり0mmの場合とちり36mmの場合とでは、 P - γ 関係に有意な差は生じないと考えられる。

3.3 大壁耐力壁と真壁耐力壁の比較

図-11にくぎピッチ100mmの試験体の荷重変形関係の比較を示し、図-12に面材下部のY方向変位（面材の沈み込み量）の比較を示す。なお、s-C100については面材の変位を測定していないため図-12から除外した。

図-11によると、真壁は最大耐力に至るまでは、大壁に比べて高めの荷重で推移した。o-0-No.1とs-E100の荷重変形角関係は、s-E100の耐力が低下する $\gamma = 40 \times 10^{-3} \text{rad}$ まで同じ挙動を示した。図-12によると、この2体の試験体o-0-No.1とs-E100は $\gamma = 20 \times 10^{-3} \text{rad}$ までは、最終圧縮側(L)面材、最終引張側(R)面材ともに圧縮部のY方向変位が同程度の値であった。そのため、軸組に面材がめり込む真壁仕様と、軸組に面材がめり込まない大壁仕様の違いがあっても、真壁の面材が面外方向に外れ耐力が低下するまでは、Y方向変位が同程度であれば同じ挙動を示すことがわかる。

表-5 試験結果諸量の比較一覧

		ちり0mm		ちり36mm	
		s-E100	s-E150	s-C100	s-C150
P_y	(kN)	17.33	12.23	17.96	12.84
$0.2 \cdot P_u / D_s$	(kN)	13.10	11.54	15.22	10.40
$(2/3) \cdot P_{\max}$	(kN)	20.32	15.03	23.20	15.65
P_{120}	(kN)	18.18	15.03	18.41	15.19
P_0	(kN)	13.10	11.54	15.22	10.40
壁倍率		3.6	3.2	4.2	2.9

表-6 詳細計算法による計算耐力の一覧

		ちり0mm		ちり36mm	
		@100	@150	@100	@150
P_y	(kN)	20.39	14.91	22.09	16.45
$0.2 \cdot P_u / D_s$	(kN)	10.52	9.80	11.20	10.59
P_{120}	(kN)	8.53	7.70	9.45	8.80
P_0	(kN)	8.53	7.70	9.45	8.80
壁倍率		2.3	2.1	2.6	2.4

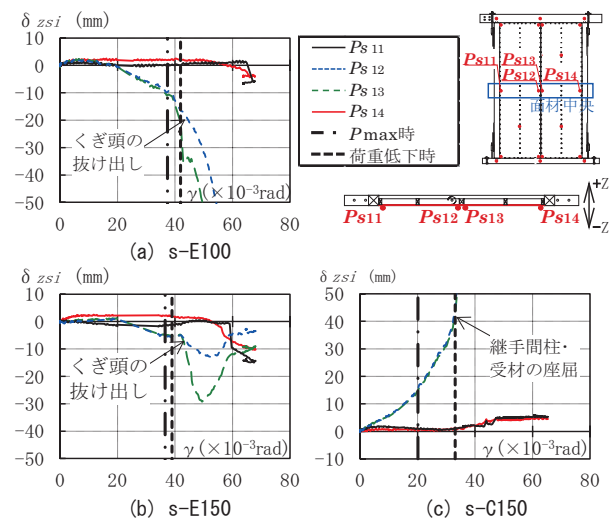


図-9 面材中央Z方向(面外方向)変位

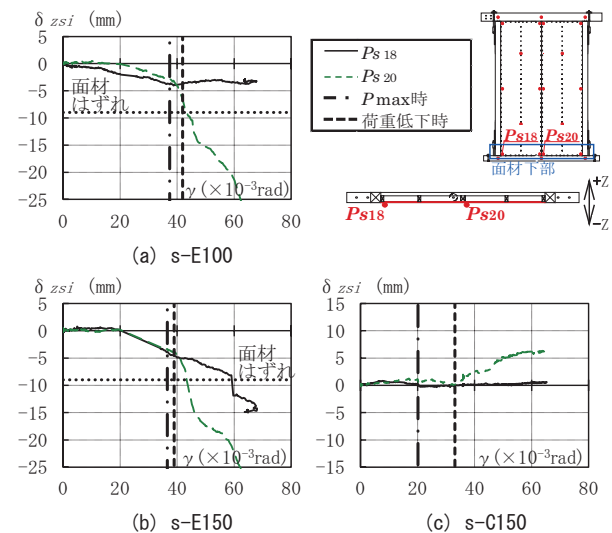


図-10 面材下部Z方向(面外方向)変位

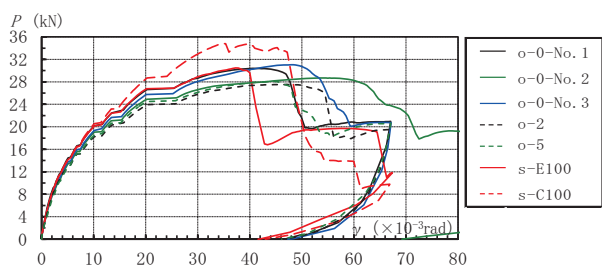
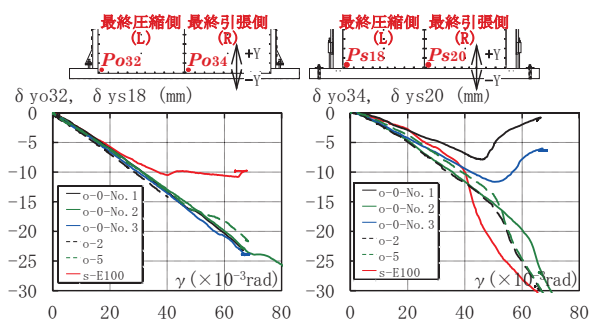


図-11 荷重変形角関係の比較(大壁, 真壁)



(a) 最終圧縮側(L)面材下部 (b) 最終引張側(R)面材下部

図-12 面材下部Y方向変位(大壁, 真壁比較)

3.4 引き寄せ金物

図-13に柱に生じる引張軸力 N_i と金物に生じる引張軸力 T_i の定義を示す。耐力壁に荷重 P が作用した場合の最終引張側柱脚の引張軸力 N_3 は、以下の式で与えられる。

$$N_3 = P \times H / W \quad (3)$$

ここで、 $W=1820\text{mm}$, $H=2885.5\text{mm}$ (大壁) または 2967.5mm (真壁)。

(1) 柱脚金物が2つの場合 (大壁)

表-7に引き寄せ金物引張力を示し、図-15に所定荷重時の各金物の柱に生じる引張力と引張軸力 N_3 の比較を示す。

図-15のように、正加力方向(+X方向)加力時において、 T_1 と T_4 にはほとんど引張力が生じなかった。同じ柱脚の対面に取り付けた引き寄せ金物 T_1 と T_3 を比較すると、図-14の引き寄せ金物の概念図で示すように引張力が大きく生じる T_3 側の金物だけでほとんどの引張力を負担している。また、耐力壁の最大耐力(図-4中○: $P_{\max}$)となった以降も T_3 金物の引張力は増加した。これは、耐力壁脚部の転倒モーメントにより柱に引張力が生じるだけでなく、図-14に示すように柱脚の回転により柱脚部に C_i の圧縮力が生じ、引張側となる引き寄せ金物に引張力が付加されたことを示している。

図-16に引き寄せ金物 T_3 最大引張力と $P_{\max}$ 時引張軸力 $N_3/2$ の関係を示す。 T_3 最大引張力は $P_{\max}$ 時引張軸力($N_3/2$)の1.66倍程度であった。つまり、引き寄せ金物

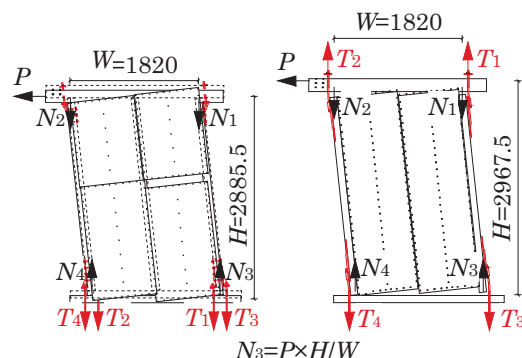
図-13 柱に生じる引張軸力 N_i と金物に生じる引張軸力 T_i の定義

表-7 引き寄せ金物引張力(大壁)

o-0-No.1	γ ($\times 10^{-3}\text{rad}$)	T_1 (kN)	T_3 (kN)
1/120	8.333	2.11	18.5
$P_{\max}$ 時	41.22	0.04	37.6
T_3 最大時	43.31	0.04	37.7
o-2	γ ($\times 10^{-3}\text{rad}$)	T_1 (kN)	T_3 (kN)
1/120	8.333	2.72	17.3
$P_{\max}$ 時	47.10	0.00	35.6
T_3 最大時	66.99	0.04	37.0

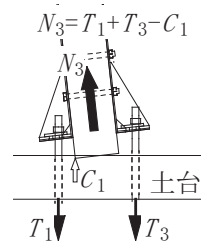
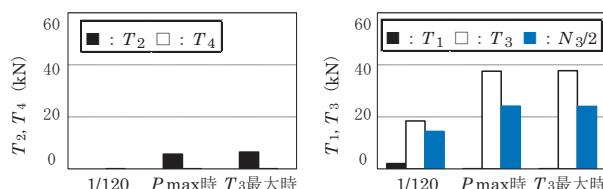
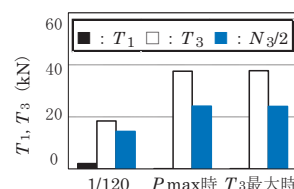


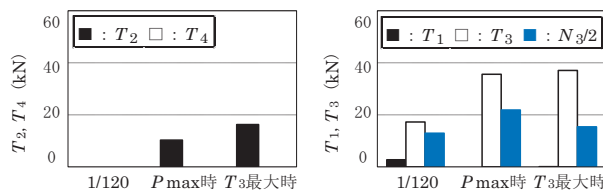
図-14 引き寄せ金物の概念図(大壁)



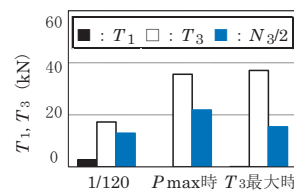
(a) 最終時圧縮側柱脚(o-0-No.1)



(b) 最終時引張側柱脚(o-0-No.1)



(c) 最終時圧縮側柱脚(o-2)



(d) 最終時引張側柱脚(o-2)

図-15 所定荷重時の各金物の引張力と柱に生じる引張軸力(大壁)

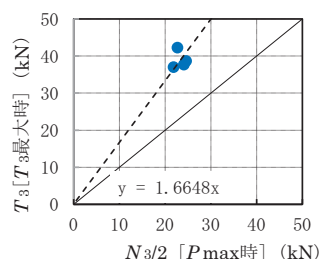
図-16 各試験体 T_3 - $N_3/2$ 関係(大壁)

表-8 引き寄せ金物引張力(真壁)

s-E100	γ ($\times 10^{-3}$ rad)	T_1 (kN)	T_3 (kN)
1/120	8.333	1.40	23.8
$P_{\max}$ 時	37.19	10.9	50.2
T_3 最大時	64.46	7.83	57.6
s-C100	γ ($\times 10^{-3}$ rad)	T_1 (kN)	T_3 (kN)
1/120	8.333	0.46	24.8
$P_{\max}$ 時	34.90	18.3	57.5
T_3 最大時	47.20	16.8	52.8

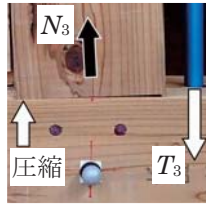


写真-4 最終引張側柱脚, 真壁(s-E100)

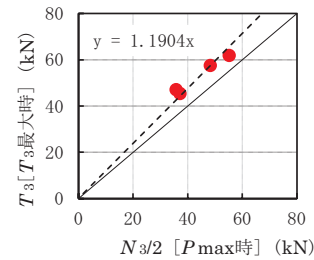
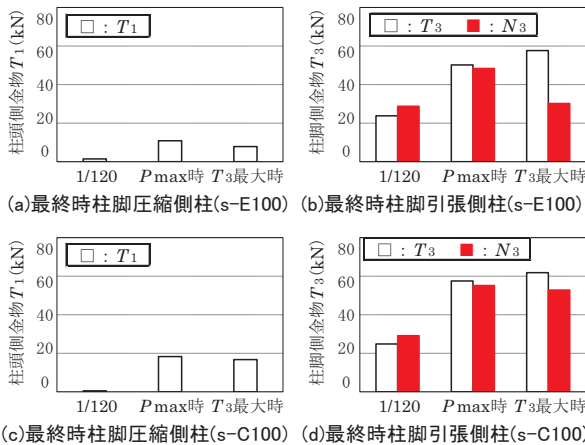
図-18 各試験体 T_3 - N_3 関係(真壁)

図-17 所定荷重時の各金物の引張力と柱に生じる引張軸力(真壁)

の設計耐力に余力がない場合や金物に靱性がない場合には、耐力壁の変形能力を損なう可能性がある。

(2) 柱脚金物が1つの場合(真壁)

表-8に引き寄せ金物引張力を示し、図-17に所定荷重時の各金物の引張力と柱に生じる引張軸力 N_3 を示す。

面材頂部には壁の転倒モーメントが生じないが、図-17に示すように壁頂部の引き寄せ金物 T_1 に引張力が生じた。また、引き寄せ金物の引張力 T_3 は、図-15の大壁と同様に、 $P_{\max}$ 後も引張力が増加した。

図-17の引張側柱の柱脚金物の T_3 は $P_{\max}$ 時の柱引張軸力 N_3 より大きくなっている。また、 T_3 最大引張力は $P_{\max}$ 時より大きい値となった。これは、柱脚の曲げモーメントにより生じたものと考えられ、写真-4でも柱脚の小口圧縮側が土台にめり込み、圧縮力を負担していることがわかる。

また、図-13(真壁)に示す柱頭金物の T_1 は引張力が生じており、面材による筋かい効果により横架材が突き上げられたことによると考えられる。

図-18に引き寄せ金物 T_3 最大引張力と引張軸力 N_3 の関係(真壁)を示す。 T_3 最大引張力は $P_{\max}$ 時引張軸力(N_3)の1.19倍程度であり、引き寄せ金物の設計時に余力が必要であることを示している。

4. まとめ

本研究では、木造耐力壁の面内せん断試験を実施し、画像計測により面材の面外変形、面材相互の挙動を明らかにするとともに、以下の知見が得られた。

大壁耐力壁試験では以下の挙動を定量的に示した。

- ①面材相互変位は、X方向、Y方向ともに変位が頭打ちとなると、耐力壁の最大耐力が高くなる傾向がみられた。ただし、接触が起こった場合に常に面材相互の移動が無くなるわけではなく、接触しても移動が生じ、面材相互の接触のない試験体と同様の傾向を示すこともある。
- ②面材相互に隙間を設けた場合、最大耐力が低下する傾向がみられたが、必ずしも変形性能が高くなる傾向はなかった。

真壁耐力壁試験から以下の結果が得られた。

- ③ちり36mmの場合は面材の座屈により、ちり0mmの場合は面材が軸組から外れることにより荷重が急激に低下した。
- ④ちり0mmの場合、面材下部が軸組から外れる方向にずれやすいが、ずれがない場合はちり36mmの P - γ 関係とあまり差がない。

大壁耐力壁と真壁耐力壁の比較から以下の結果が得られた。

- ⑤本試験では大壁耐力壁であっても、面材下端の上下変位が真壁と同程度となる場合は荷重変形角関係が真壁耐力壁と同様となった。
- 引き寄せ金物の引張力計測から以下の結果が得られた。
- ⑥柱脚の両面に取り付けた引き寄せ金物は、引張力が大きく生じる外側の金物が9割以上の引張力を負担していた。また、引き寄せ金物の引張力は $P_{\max}$ 時の引張軸力($N_3/2$)の1.66倍程度あった。

- ⑦柱脚の引き寄せ金物が1つの場合と2つの場合ともに、最大耐力以降も引き寄せ金物の引張力が増した。
- ⑧柱脚の引き寄せ金物が1つの真壁耐力壁では、引張側柱の柱脚金物の引張力最大値は $P_{\max}$ 時の柱引張軸力 N_3 の1.19倍程度あった。また、柱頭金物には引張力が生じていた。

以上の通り、これまで感覚的に、あるいは目視によって想定していた挙動を定量的に明らかにした。ただし、今回の実験では試験体数が少ないため、数値にばらつきがあると予想される。

【謝辞】

本研究の一部は、建築基準整備促進事業（S27）木造建築物の耐力壁に係る基準の合理化等に関する検討の一環として行われたものであり、対象の実験について試験体をご提供いただきました。ここに感謝の意を表します。

【参考文献】

- 1) 村上雅英, 安曇良治, 大下嘉剛: 釘打ちされた面材大壁のせん断座屈とせん断破壊の相関の解明に関する実験研究, 日本建築学会構造系論文集, 第80巻 第716号, pp.1569-1578, 2015
- 2) 河本和義, 安曇良治, 村上雅英, 稲山正弘: 在来軸組工法における面材真壁の構造性能評価式の修正と適用範囲の検証, 日本建築学会構造系論文集, 第81巻 第719号, pp.79-89, 2016
- 3) 藤井雅也, 稲山正弘, 村上雅英: 立体効果を考慮した在来軸組工法の柱頭柱脚接合耐力計算法の提案と検証, 日本建築学会構造系論文集, 第73巻 第628号, pp.931-938, 2008
- 4) 日本住宅・木材技術センター: 木造軸組工法住宅の許容応力度設計, 2017
- 5) 日本建築総合試験所: 木造の耐力壁及びその倍率性能試験・評価業務方法書, 2012

【執筆者】



*1 加藤 百合子
(KATO Yuriko)



*2 五十田 博
(ISODA Hiroshi)



*3 今西 達也
(IMANISHI Tastuya)



*4 塩見 直人
(SHIOMI Naoto)