

木造軸組工法住宅の許容応力度設計に用いる各種面材釘のせん断性状のデータベース

DATABASE OF DESIGN SHEAR PROPERTIES OF NAIL AND SCREW ON SHEETS TO TIMBER FRAMES FOR THE ALLOWABLE STRESS DESIGN OF CONVENTIONAL POST AND BEAM STRUCTURES

富永純一 ——*1 野田 徹 ——*1
村上雅英 ——*2

Junichi TOMINAGA ——*1 Toru NODA ——*1
Masahide MURAKAMI ——*2

キーワード：
せん断性状, くぎ, ねじ, 面材壁, データベース, 在来軸組工法

Keywords:
Shearing properties, Nails, Screws, Sheathed walls, Database, Conventional post and beam structures

This report presented a database of shear properties of nail and screw while they are driven on sheets to timber frames. Based on our experiments varying with the thickness of sheathing materials and type of nail and screw classified as 86 types, the database table has shown stiffness, equivalent shear strength and ultimate displacement which are evaluated with method of allowable stress design for conventional post and beam structures by Japan Housing & Wood Technology Center.

1. はじめに

近年の在来軸組工法においては、筋かい耐力壁に代わり面材を軸材に釘打ちした大壁耐力壁の普及がめざましい。2000年に施行された住宅の品質確保の促進等に関する法律では、在来軸組工法木造住宅の構造耐力の1/3を負担するいわゆる雑壁効果の仮定を無くし、準耐力壁、たれ壁、腰壁などの耐力を構造耐力として加算することにより、雑壁効果を定量的に評価し、耐力評価の精度が向上した。また、2002年に刊行された「木造軸組工法住宅の許容応力度設計」¹⁾では、建設省告示1100号の耐力壁仕様とは異なる耐力壁、準耐力壁、たれ壁、腰壁などにも適用できる任意の釘配列による面材大壁の設計式が示されている。しかしながら、本設計式を運用するための基となる面材を側板として軸材に打ちつけた釘（以下、面材釘と称する）のせん断性状に関する設計用データの種類が極めて少なく、実務設計で活用し辛いのが現状である。

本研究では、実務で使用されている面材と釘の種類を組み合わせに対して、スギを軸材とした試験体を用いて、文献1)の「2章4.2 面材釘のせん断試験」の方法に準拠した試験法及び評価法により収集された木造軸組工法住宅の許容応力度設計で用いる面材釘のせん断性状に関する86体の設計用データベースを作成し、データの妥当性を検証した。

2. 単位面材で構成された面材大壁のせん断試験に基づく釘のせん断性状評価法の特徴

面材釘のせん断性状の設計用データを得るための試験法^{2) 3) 4)} 5) としては、軸材の側面に面材を釘打ちして圧縮（あるいは引張り）試験を行う、いわゆる2面せん断あるいは1面せん断試験が主

流である。

しかしながら、文献1)では、単位面材で構成された面材大壁のせん断試験結果を完全弾塑性評価し、得られた特性値から文献6)で示されている任意の釘配列からなる面材大壁の弾塑性挙動の予測式で逆算し、釘1本当たりの設計用データを求めている。

前者の2面せん断あるいは1面せん断試験法では、通常十分な縁端距離のもとでせん断試験を行うが、実際の施工現場では、縁端距離が15mm以下となる場合が多く、石膏ボードなどでは、大変形時に面材の縁端部分のちぎれによる耐力低下が見られるなど最大耐力以降の変形能力の評価に疑問が残る。また、面材に打たれた釘のすべりベクトルと破壊性状は、面材内の釘の位置に依存するので、後者の単位面材で構成された面材大壁のせん断試験法で評価された値は、各釘の面材内の位置による壁体耐力への寄与率で重み付けした平均的なせん断挙動と解釈できる。

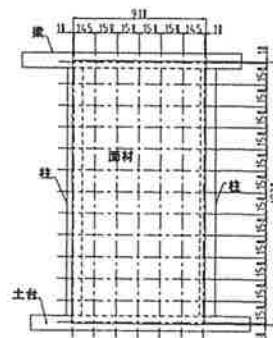


図1 試験体構成図

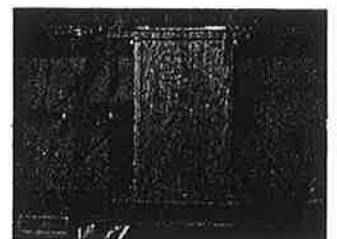


写真1 試験体外観

*1 アマテイ(株), 締結合耐力試験技術センター
(〒660-0845 尼崎市西高洲町9番地)

*2 近畿大学理工学部建築学科 助教授・工博

*1 Amatei Incorporated, Fastening Technology Laboratory Inc.

*2 Assoc. Prof., Dept. of Architecture, School of Science & Engineering, Kinki Univ., Dr. Eng.

3. せん断試験

当せん断試験は、文献1)の「2章4.2 面材釘のせん断試験」に基づき実施した。

3.1 試験体

試験体の構成図及び外観を、図1及び写真1に示す。

試験体は105mm×105mm角のスギ材で構成される軸組に910mm×1,820mmの面材を縁端距離10mm、150mmピッチで全周に釘又はねじ36本で貼り付けた。

面材は8種類、釘及びねじは32品種を使用し、その分類を表1に示す。また図2に使用したねじの形状図を示す。

尚、試験で使用したスギ材(甲種構造材構造用Iの3級)の含水率は17%程度、比重は0.38~0.49であった。

表1 面材とねじの種類

(a)面材		(b)釘及びねじ		
種類	厚さ (mm)	種類	品名	品種数
針葉樹合板	7.5	鉄丸釘 (ϕ 7-N釘) (針金連結 ϕ 7-N釘)	N50, N65, N75	3
	9.0		FN50, FN65	2
	12.0		N50, N65, N75, N90	4
	24.0		N50, N65, N75, N90	4
OSB	9.5	太め鉄丸釘	CN50, CN65, CN75, CN90	4
		Zマーク釘	ZN40, ZN65, ZN90, ZS50	4
石こうボード*	12.5	針金連結釘	NC2150, NC2565	2
強化石こうボード*	12.5	めっきスクリーナー釘(※)	2.75×50, 3.05×65	3
			3.40×75	
		石こうボード用釘	GN40	1
		タッピンねじ(コースレット*)	3.8×51, 5.0×65, 5.0×75	3
		石こうボード用ねじ	28, 32	2
		合計		32

※: 商品名 E/G スクリュー

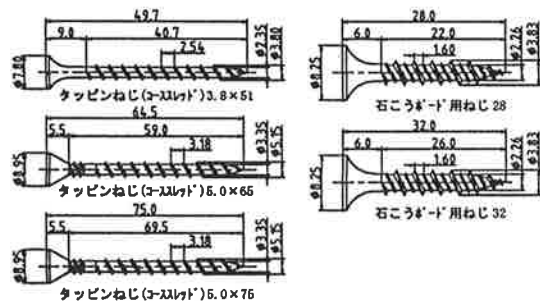


図2 ねじ形状図

3.2 試験体の設置

試験装置の概略図を図3に示す。

試験体の設置は柱脚固定式(無載荷式)とし、土台の曲げ、浮き上がりを防止するため、試験体はM16mmボルトと角座金(80×80×9mm)を用いて土台の両端2ヶ所を試験装置に固定した。

尚、ホールダウン金物の締付け力による軸組仕口の拘束が面材壁のせん断耐力に与える影響を考慮し、横架材と締結するボルトは締付けた後緩め、手締め程度とした。

1組の軸組を共用して異なる3種類の面材と釘又はねじの組み合わせによる試験を実施した。その際、釘及びねじの打ち込み部の重複を避けるため、面材を貼り付ける時に前回貼り付けた位置より水平に20mm移動した箇所に貼り付けた。

3.3 加力、計測方法

加力及び計測方法は、図3に示すように原則として文献1)に従った。

軸組のみの負担せん断力を調べるために、見かけのせん断変形角1/15radで軸組単体を初回のみ2回繰り返し加力を行い、残留変形を0としてから面材を貼り付けた。

その後、履歴の同一段階(1/450、1/300、1/200、1/150、1/100、1/75、1/50、1/30、1/15rad)で3回の正負交番繰り返し加力を行い、同一の軸組に対して異なる種類の面材あるいは釘又はねじの組み合わせによる計3種類の試験を実施した。各試験終了後に軸組のみを1/15radで1回繰り返し加力を行い、その時点での軸組のみの負担せん断力を調べた。

尚、試験の回数が増すにつれてホールダウン金物のボルトは緩んでいくが、全試験終了後まで増し締めは一切行っていない。

加力の終了は、最大荷重に達するまで加力した後、最大荷重の80%の荷重に低下するか、試験の見かけのせん断変形角が1/15rad以上に達するまで加力した。尚、見かけの変形角が1/15radを超えても最大荷重の80%まで荷重が低下しない場合には見かけの変形角1/15rad時の荷重を最大荷重とし、終局変形角はその時の変形角とした。

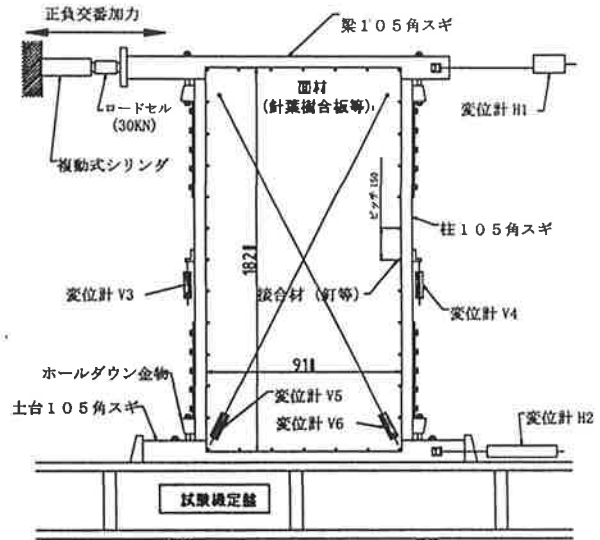


図3 試験装置概略図

4. 試験結果

4.1 試験結果の処理方法

計測データを以下の手順で纏めた。

- (1) 各試験毎に、せん断力と真の変形角の関係を求める。
- (2) 面材試験の直前(初回のみ2回目の加力時)、直後の軸組単体の加力試験結果の包絡線からそれぞれの所定変形荷重を求め、それらの平均値を算出し、それらを軸組の負担力とした。
- (3) 面材試験結果の包絡線から所定変形荷重を求め、(2)で求めた軸組負担力を引き、その値を面材のみの負担力とした。
- (4) 面材のみの負担力と真の変形角の関係から、文献1)の「2章6. 完全弾塑性モデルによる降伏耐力、終局耐力等の求め方」に従って剛性、終局耐力、終局変形角を算出した。

(5) 完全弾塑性モデルによる評価値から、文献1)の「2章4.2 面材釘のせん断試験」に従い、釘1本当たりのせん断性状の特性値を算出した。

4. 2 試験結果一覧

面材と釘及びねじの組み合わせの仕様、4. 1項の処理手順で得られた釘及びねじ1本当たりのせん断性状並びに文献2)より求めた長期許容耐力の計算値(Pa)を表2に示す。尚、長期許容耐力は文献2)の602.2(6.3)式と602.3(6.4)式で求めた値を比較し低い値を選択した。

表2 面材と釘及びねじの組み合わせの仕様、釘及びねじ1本当たりのせん断性状並びに長期許容耐力の計算結果

No.	くぎ・ねじ	面材 (注1)			剛性 K (N/cm)			終局耐力 Pu (N)			終局変位 δu (cm)			長期許容耐力 Pa (N)	Pu下限値 ÷ Pa	備考 (注3)
		種類	厚さ (mm)	比重δp	平均	変動係数	下限値 (%)	平均	変動係数	下限値 (%)	平均	変動係数	下限値 (%)			
1	鉄丸釘(針金巻付)50	P	9.0	0.69	5,409	0.264	4,737	1,037	0.081	998	1.52	0.35	1.27	245	4.08	
2	鉄丸釘(針金巻付)50	P	12.0	0.58	4,829	0.087	4,630	1,325	0.097	1,265	2.17	0.00	2.17	245	5.17	
3	鉄丸釘(針金巻付)50	O	9.5	0.68	4,138	0.124	3,897	951	0.072	918	1.76	0.22	1.58	191	4.79	
4	鉄丸釘(針金巻付)65	P	9.0	0.67	5,232	0.275	4,554	1,408	0.072	1,360	1.93	0.18	1.76	235	4.61	
5	鉄丸釘(針金巻付)65	P	12.0	0.59	5,499	0.072	5,313	1,566	0.038	1,537	2.17	0.00	2.17	235	5.21	
6	鉄丸釘(針金巻付)65	O	9.5	0.68	5,033	0.045	4,925	1,154	0.030	1,110	1.75	0.23	1.56	231	4.81	
7	鉄丸釘(針金巻付)75	P	9.0	0.65	5,637	0.260	4,954	1,533	0.055	1,493	1.40	0.17	1.29	368	4.17	
8	鉄丸釘(針金巻付)75	P	12.0	0.64	6,394	0.300	5,492	2,234	0.080	2,150	1.76	0.28	1.53	368	6.00	
9	鉄丸釘(針金巻付)75	O	9.5	0.66	9,067	0.683	6,109	1,180	0.070	1,141	1.38	0.37	1.14	281	4.07	
10	鉄丸釘(針金巻付)90	P	9.0	0.59	7,125	0.211	6,417	1,596	0.104	1,518	1.53	0.17	1.40	428	3.55	
11	鉄丸釘(針金巻付)90	P	12.0	0.62	7,242	0.078	6,974	2,168	0.090	2,096	2.12	0.03	2.09	428	4.88	
12	鉄丸釘(針金巻付)90	O	9.5	0.67	7,825	0.132	7,338	1,304	0.024	1,289	1.18	0.12	1.11	335	3.65	
13	太が鉄丸釘(O)50	P	9.0	0.57	5,991	0.175	5,496	1,277	0.021	1,265	1.33	0.00	1.33	264	4.79	
14	太が鉄丸釘(O)50	P	12.0	0.65	6,804	0.216	5,932	1,256	0.094	1,205	1.93	0.14	1.81	264	4.57	
15	太が鉄丸釘(O)50	O	9.5	0.68	7,082	0.184	6,468	1,064	0.032	1,048	1.29	0.09	1.24	207	5.07	
16	太が鉄丸釘(O)65	P	9.0	0.65	7,633	0.164	7,097	1,750	0.044	1,714	1.52	0.29	1.31	345	4.96	
17	太が鉄丸釘(O)65	P	12.0	0.55	8,486	0.101	8,083	2,102	0.057	2,045	2.17	0.00	2.17	345	5.92	
18	太が鉄丸釘(O)65	O	9.5	0.68	8,708	0.232	7,758	1,134	0.116	1,072	1.15	0.03	1.13	270	3.97	
19	太が鉄丸釘(O)75	P	9.0	0.61	8,012	0.041	7,857	1,793	0.078	1,727	1.09	0.13	1.02	432	4.00	
20	太が鉄丸釘(O)75	P	12.0	0.54	10,175	0.233	8,769	2,163	0.008	2,155	1.61	0.26	1.41	432	4.99	
21	太が鉄丸釘(O)75	O	9.5	0.68	11,249	0.143	10,490	1,274	0.110	1,208	1.13	0.07	1.10	338	3.58	
22	太が鉄丸釘(O)90	P	9.0	0.69	8,291	0.081	7,976	2,191	0.088	2,100	1.37	0.13	1.29	439	4.30	
23	太が鉄丸釘(O)90	P	12.0	0.57	10,951	0.172	10,061	2,337	0.147	2,175	1.95	0.10	1.86	439	4.45	
24	太が鉄丸釘(O)90	O	9.5	0.68	13,303	0.449	10,487	1,330	0.073	1,284	1.27	0.40	1.03	383	3.35	
25	Zネジ(25)40	P	9.0	0.56	6,953	0.116	6,453	1,183	0.025	1,169	1.32	0.03	1.30	-	-	Pa適用外
26	Zネジ(25)40	P	12.0	0.56	8,497	0.075	8,198	1,414	0.056	1,377	1.11	0.14	1.04	-	-	Pa適用外
27	Zネジ(25)65	P	9.0	0.55	6,371	0.161	5,890	1,563	0.083	1,502	1.50	0.38	1.23	332	4.52	
28	Zネジ(25)65	P	12.0	0.57	8,032	0.072	7,759	1,797	0.019	1,781	1.55	0.35	1.30	332	5.35	
29	Zネジ(25)90	P	9.0	0.56	6,844	0.063	6,673	2,188	0.123	2,060	1.38	0.26	1.21	439	4.21	
30	Zネジ(25)90	P	12.0	0.57	9,053	0.129	8,501	2,307	0.056	2,246	1.86	0.31	1.58	439	4.59	
31	Zネジ(25)50	P	9.0	0.56	7,345	0.142	6,852	1,711	0.040	1,679	1.17	0.05	1.14	624	2.18	
32	Zネジ(25)50	P	12.0	0.59	6,192	0.178	5,672	2,281	0.098	2,175	2.15	0.01	2.14	-	-	Pa適用外
33	鉄丸釘(P)50	P	9.0	0.62	5,375	0.235	4,627	1,110	0.161	1,026	1.39	0.28	1.21	-	-	Pa適用外
34	鉄丸釘(P)50	P	12.0	0.58	6,757	0.094	6,458	903	0.122	851	1.26	0.07	1.22	-	-	Pa適用外
35	鉄丸釘(P)50	O	9.5	0.67	5,029	0.244	4,450	886	0.018	888	1.28	0.13	1.20	-	-	Pa適用外
36	鉄丸釘(P)65	P	9.0	0.59	5,613	0.224	5,021	1,297	0.140	1,212	1.32	0.04	1.29	245	4.95	
37	鉄丸釘(P)65	P	12.0	0.61	7,245	0.046	7,067	1,160	0.021	1,149	1.28	0.17	1.18	245	4.70	
38	鉄丸釘(P)65	O	9.5	0.68	5,623	0.035	5,529	1,130	0.024	1,117	1.31	0.14	1.22	191	5.83	
39	針金巻付NC2150	P	9.0	0.61	3,729	0.131	3,498	687	0.021	680	1.70	0.25	1.50	-	-	Pa適用外
40	針金巻付NC2150	P	12.0	0.57	7,028	0.006	7,009	524	0.075	506	1.06	0.22	0.95	-	-	Pa適用外
41	針金巻付NC2150	O	9.5	0.70	3,557	0.385	2,912	677	0.188	617	1.48	0.12	1.40	-	-	Pa適用外
42	針金巻付NC2565	P	9.0	0.56	4,683	0.135	4,363	1,109	0.063	1,076	1.40	0.02	1.38	-	-	Pa適用外
43	針金巻付NC2565	P	12.0	0.57	4,270	0.102	4,065	1,055	0.140	967	1.52	0.24	1.35	-	-	Pa適用外
44	針金巻付NC2565	O	9.5	0.67	4,801	0.069	4,646	920	0.049	899	1.31	0.11	1.24	-	-	Pa適用外
45	鉄丸釘N50	P	9.0	0.58	5,886	0.294	5,079	900	0.012	895	1.26	0.16	1.17	245	3.66	
46	めっきスクリュー50	P	9.0	0.60	5,042	0.162	4,668	1,152	0.056	1,121	1.93	0.13	1.81	245	4.58	
47	クビソねじ(スルスド)3.8×51	P	9.0	0.61	10,101	0.172	9,281	1,385	0.028	1,366	1.00	0.07	0.96	-	-	Pa適用外
48	クビソねじ(スルスド)5.0×65	P	9.0	0.61	7,562	0.237	6,718	1,882	0.079	1,821	1.50	0.05	1.46	-	-	Pa適用外
49	クビソねじ(スルスド)5.0×75	P	9.0	0.64	10,262	0.306	8,781	2,021	0.036	1,930	1.38	0.16	1.28	-	-	Pa適用外
50	鉄丸釘F65	P	12.0	0.57	6,707	0.383	5,497	1,362	0.132	1,305	1.99	0.12	1.89	235	4.43	
51	めっきスクリュー65	P	12.0	0.56	7,027	0.218	6,305	1,753	0.062	1,702	2.07	0.05	2.02	235	5.77	

表2 続き 面材と釘及びねじの組み合わせの仕様、釘及びねじ1本当たりのせん断性状並びに長期許容耐力の計算結果

No.	くぎ・ねじ	面材 (注1)		剛性 K (N/cm)			終局耐力 Pu (N)			終局変位 δu (cm)			長期許容耐力 Pa (Pa)	Pu下限値 ÷ Pa	(備考 (注3))	
		種類	厚さ (mm)	比重δp	平均	変動係数	下限値 (Pa)	平均	変動係数	下限値 (Pa)	平均	変動係数				下限値 (Pa)
52	クビレねじ(コースレッド)3.8×51	P	12.0	0.56	9,748	0.245	8,624	1,733	0.069	1,685	1.13	0.12	1.07	—	—	Pa適用外
53	クビレねじ(コースレッド)5.0×65	P	12.0	0.58	10,564	0.034	10,396	2,469	0.062	2,408	1.62	0.02	1.60	—	—	Pa適用外
54	クビレねじ(コースレッド)5.0×75	P	12.0	0.58	7,880	0.530	5,915	2,334	0.134	2,187	1.32	0.23	1.18	—	—	Pa適用外
55	鉄丸釘75	P	24.0	0.00	6,500	0.370	5,440	1,645	0.028	1,624	1.91	0.23	1.71	—	—	Pa適用外
56	めっきスクリュー釘75	P	24.0	0.59	6,305	0.467	4,919	2,017	0.074	1,947	2.07	0.08	1.99	—	—	Pa適用外
57	クビレねじ(コースレッド)3.8×51	P	24.0	0.59	7,858	0.012	7,812	1,134	0.027	1,120	0.70	0.09	0.67	—	—	Pa適用外
58	クビレねじ(コースレッド)5.0×65	P	24.0	0.59	8,071	0.065	7,824	3,318	0.069	3,179	1.93	0.09	1.84	—	—	Pa適用外
59	クビレねじ(コースレッド)5.0×75	P	24.0	0.61	6,713	0.309	5,737	3,590	0.010	3,573	1.80	0.02	1.79	—	—	Pa適用外
60	鉄丸釘(クビレ)50	P	7.5	0.63	6,685	0.185	6,103	1,174	0.137	1,099	1.45	0.43	1.15	245	4.49	
61	太め鉄丸釘(クビレ)50	P	7.5	0.65	6,681	0.246	6,063	1,225	0.119	1,157	1.54	0.24	1.37	264	4.38	
62	鉄丸釘(針金巻クビレ)50	P	7.5	0.63	4,450	0.239	3,949	1,161	0.032	1,143	1.52	0.39	1.24	245	4.67	
63	鉄丸釘(クビレ)65	P	24.0	0.54	7,045	0.018	6,986	1,237	0.030	1,185	1.54	0.10	1.46	—	—	Pa適用外
64	鉄丸釘(クビレ)75	P	24.0	0.53	9,362	0.060	9,104	1,719	0.065	1,650	1.81	0.25	1.60	—	—	Pa適用外
65	鉄丸釘(クビレ)90	P	24.0	0.53	10,362	0.170	9,511	1,998	0.050	1,951	2.17	0.00	2.17	428	4.56	
66	太め鉄丸釘(クビレ)65	P	24.0	0.52	8,882	0.267	7,776	1,328	0.025	1,312	1.54	0.31	1.32	—	—	Pa適用外
67	太め鉄丸釘(クビレ)75	P	24.0	0.55	10,517	0.155	9,748	1,917	0.078	1,847	2.15	0.01	2.14	—	—	Pa適用外
68	太め鉄丸釘(クビレ)90	P	24.0	0.53	9,664	0.021	9,569	2,130	0.056	2,006	2.04	0.11	1.94	489	4.16	
69	鉄丸釘(針金巻クビレ)65	P	24.0	0.54	4,371	0.219	3,920	1,222	0.293	1,062	1.79	0.36	1.48	—	—	Pa適用外
70	鉄丸釘(針金巻クビレ)75	P	24.0	0.54	5,727	0.140	5,347	1,697	0.037	1,668	2.17	0.00	2.17	—	—	Pa適用外
71	鉄丸釘(針金巻クビレ)90	P	24.0	0.55	7,807	0.060	7,583	2,121	0.015	2,107	2.15	0.01	2.14	428	4.93	
72	鉄丸釘(クビレ)65	P	28.0	0.53	8,087	0.348	6,762	1,236	0.126	1,163	1.61	0.31	1.37	—	—	Pa適用外
73	鉄丸釘(クビレ)75	P	28.0	0.53	8,731	0.190	7,966	1,647	0.052	1,607	2.14	0.02	2.11	—	—	Pa適用外
74	鉄丸釘(クビレ)90	P	28.0	0.54	10,316	0.130	9,664	2,172	0.046	2,125	2.17	0.00	2.17	—	—	Pa適用外
75	太め鉄丸釘(クビレ)65	P	28.0	0.53	10,464	0.187	9,540	1,644	0.093	1,572	2.06	0.09	1.97	—	—	Pa適用外
76	太め鉄丸釘(クビレ)75	P	28.0	0.52	9,972	0.271	8,697	2,301	0.036	2,262	2.09	0.06	2.03	—	—	Pa適用外
77	太め鉄丸釘(クビレ)90	P	28.0	0.53	9,905	0.210	8,923	2,646	0.054	2,578	2.17	0.00	2.17	—	—	Pa適用外
78	鉄丸釘(針金巻クビレ)65	P	28.0	0.56	9,404	0.180	8,603	1,300	0.041	1,363	1.67	0.24	1.48	—	—	Pa適用外
79	鉄丸釘(針金巻クビレ)75	P	28.0	0.54	7,775	0.060	7,587	1,979	0.075	1,909	2.15	0.01	2.14	—	—	Pa適用外
80	鉄丸釘(針金巻クビレ)90	P	28.0	0.57	8,993	0.400	7,310	2,417	0.004	2,412	2.08	0.07	2.00	—	—	Pa適用外
81	石こうボード用釘(N40)	G1	12.5	0.67	4,557	0.190	4,151	340	0.079	327	0.89	0.40	0.72	—	—	Pa適用外
82	石こうボード用ねじ28	G1	12.5	0.67	6,501	0.300	5,574	373	0.063	364	0.58	0.16	0.53	—	—	Pa適用外
83	石こうボード用ねじ32	G1	12.5	0.67	5,859	0.170	5,377	469	0.096	447	0.74	0.33	0.63	—	—	Pa適用外
84	石こうボード用釘(N40)	G2	12.5	0.77	7,874	0.080	7,575	484	0.063	470	0.78	0.14	0.73	—	—	Pa適用外
85	石こうボード用ねじ28	G2	12.5	0.77	9,409	0.140	8,779	553	0.005	561	0.86	0.11	0.82	—	—	Pa適用外
86	石こうボード用ねじ32	G2	12.5	0.77	9,125	0.040	8,945	569	0.021	564	0.77	0.07	0.74	—	—	Pa適用外

注1：面材の種類記号P, O, G1, G2は、P:針葉樹合板、O:OSB、G1:石こうボード (GB-R)、G2:強化石こうボード (GB-F)を示す。比重は測定質量と公称寸法より算出した。

注2：3体の試験結果から得られた信頼水準75%の50%下限値。

注3：Paの適用条件は、文献2)で「合板を側材とし、釘の胴径が2.7mm以上、長さは側材厚の3.5倍以上、かつ、主材に打込まれる釘の長さは胴径の9倍以上」と示されており、条件に当てはまらない組み合わせは、適用外とする。

5. 試験結果の妥当性の検討

5.1 「木質構造設計基準・同解説」²⁾の長期許容耐力との比較

図4に文献1)の試験、評価法より求めた終局耐力と文献2)より算出した長期許容耐力の関係を示す。

終局耐力は長期許容耐力の3.0倍～7.0倍の近傍に分布している事が判明した。尚、胴部の形状がスムーズの釘をスムーズ釘と表した。

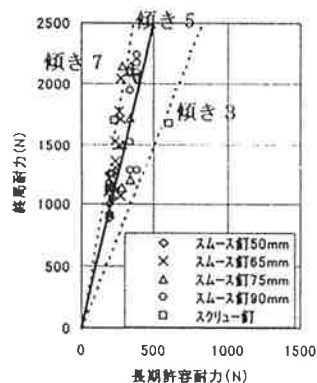


図4 終局耐力と長期許容耐力との関係

5.2 釘の長さ、破壊モードと終局耐力の関係

釘長さとの関係について面材毎に分類した結果を図5に示す。

図5より同一面材間では、釘の長さとの関係は比例傾向が認められる。しかしながら、同一釘に対する面材の厚みと終局耐力の間には比例関係は認められなかった。

図5(d)の鉄丸釘と図5(e)の太め鉄丸釘について上述した傾向を、釘の破壊モードと関連させて、試験結果の妥当性を以下のように検討する。

試験において観察された破壊モードは以下の4種類である。(写真2) ①せん断による釘胴部の軸材からの引抜け：写真2(a)②繰り返し加力による釘胴部破断：写真2(b)③面材の縁端部分のちぎれ：写真2(c)④面材のパンチングシアによる釘の外れ：写真2(d)破壊モードは上述した4種類になるが、ここでは「釘の引抜け」、「釘の破断」、縁端部分のちぎれとパンチングシアを纏めて「面材の破壊」として、3種類に分類した。

破壊モードは、引抜け耐力が高い場合、すなわち、釘の長さが長い場合には、軸材と面材のズレに伴い、面材が厚い場合には、「釘の引抜け」から「釘の破断」へ、面材が薄い場合には、「釘の引抜け」から「面材の破壊」へと変化する。

「面材の破壊」が始まると、釘の滑りの増加に伴い、徐々に釘のせん断耐力は低下する。面材隅角部の釘で「面材の破壊」が始まった後に面材壁は最大耐力を迎え、その後変形の増大と共に隣接した釘で「面材の破壊」が始まり、面材壁の耐力は徐々に低下する。

一方、面材が厚く、釘の長さが長い場合では、隅角部の釘で「面材の破壊」が発生し、その後、隣接した釘に連鎖的に「釘の破断」が始まり、耐力が急激に低下する。

次に、試験終了後の破壊モード別の釘の本数の割合と終局耐力との関係について図6及び図7で検討する。

面材が同一厚さで、面材が薄く、釘の長さが長くなると、図6(a), (b)及び図7(a), (b)に示すように、「面材の破壊」となった釘の本数の増加に伴い、最大耐力が「面材の破壊」で頭打ちとなるため、終局耐力は釘の長さに関係なくほぼ同じ値となった。

一方、同一厚さの厚い面材の場合は、「釘の引抜け」で最大耐力が決まり、その後に「釘の破断」が生じたため、図6(c), (d)及び図7(c), (d)に示すように、終局耐力は釘の長さに関係なくほぼ比例する。

このように釘の長さとの関係は、釘の破壊モードの影響を考慮すると試験結果の傾向を説明でき、試験結果の妥当性が確認された。

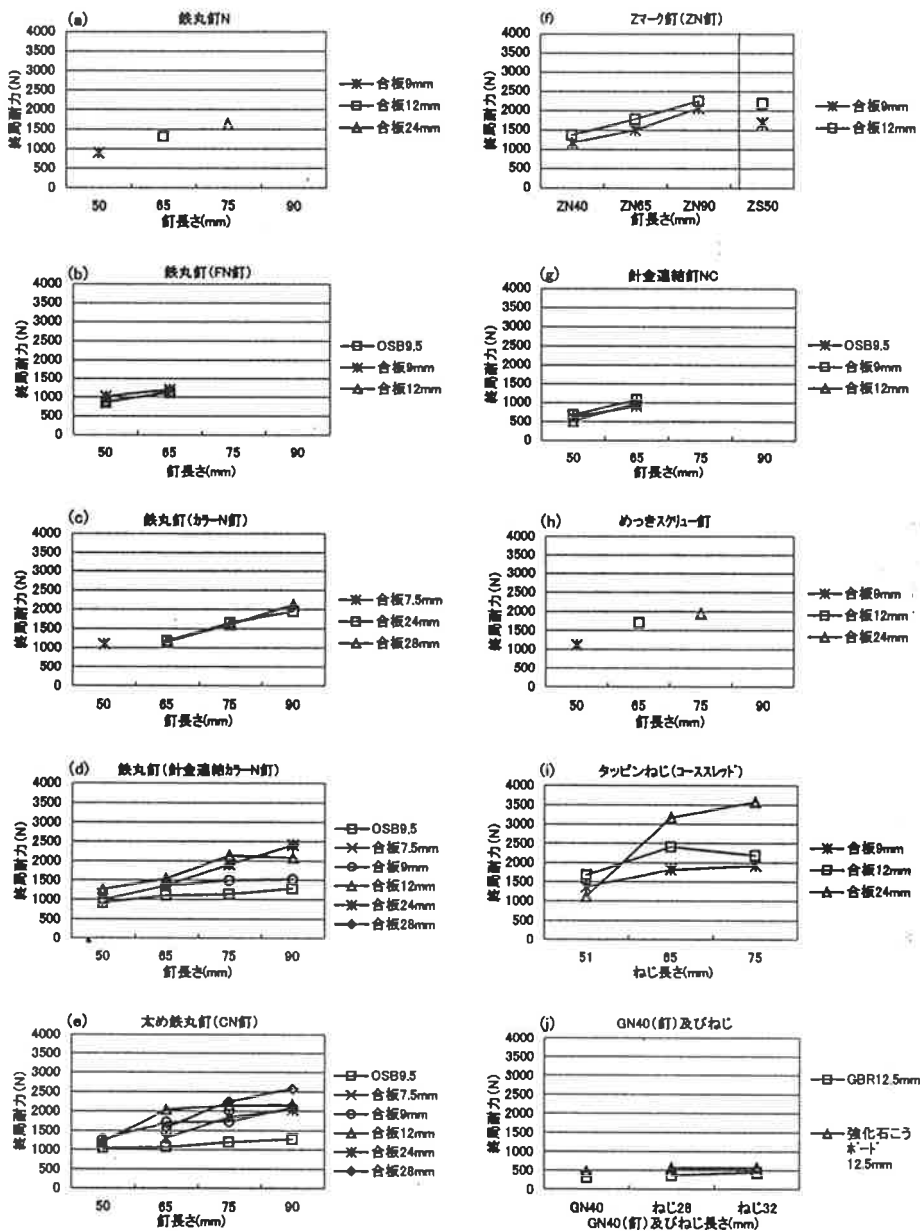


図5 釘長さと終局耐力の関係

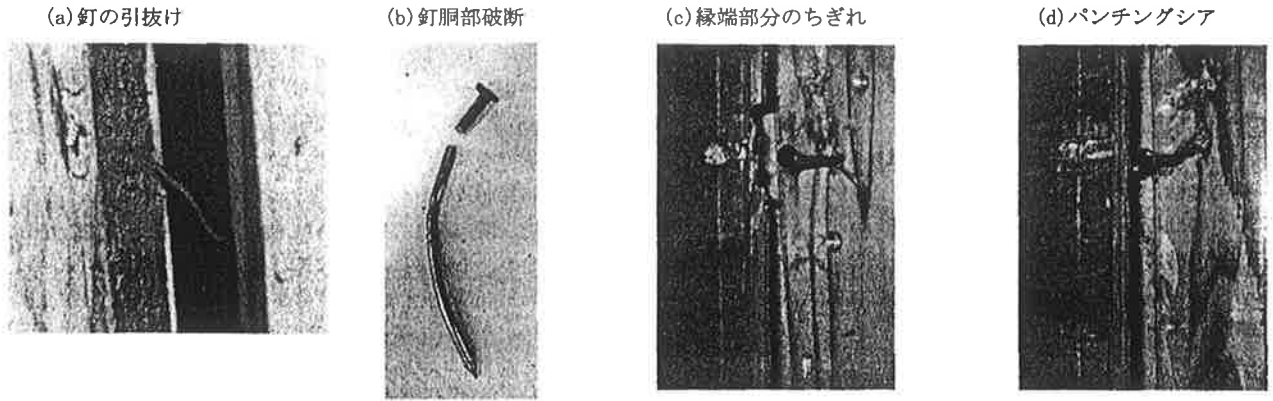


写真2 破壊モード写真

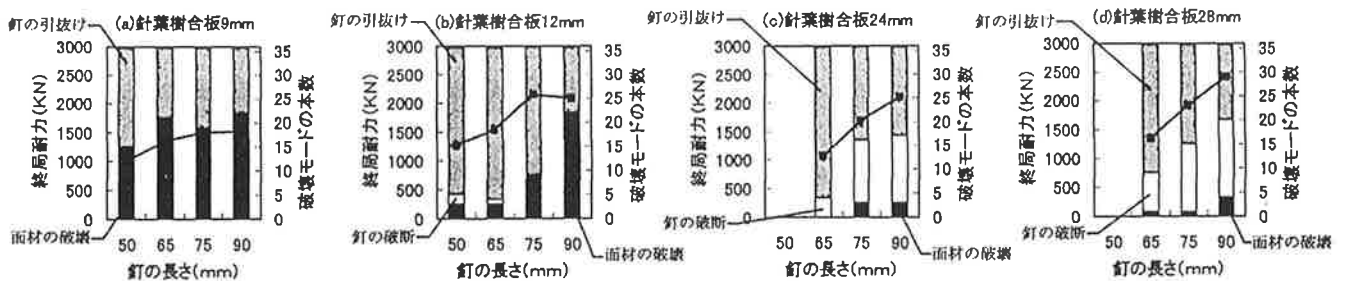


図6 鉄丸釘（針金連結カーN釘）の破壊モードと終局耐力の関係

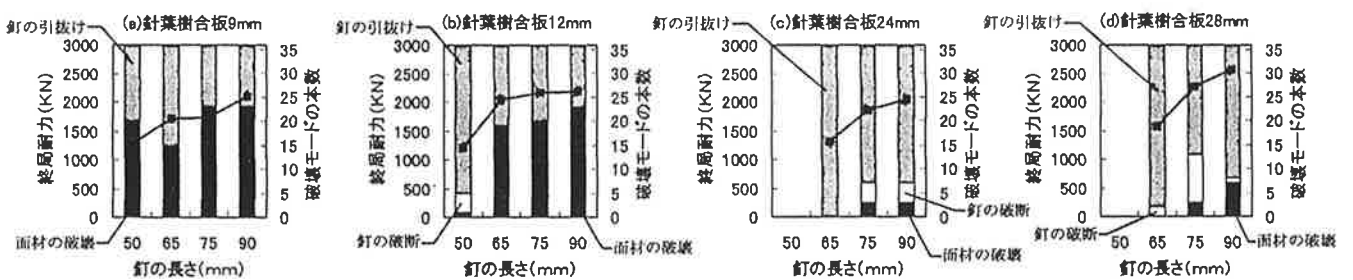


図7 太め鉄丸釘（CN釘）の破壊モードと終局耐力の関係

6. まとめ

「木造軸組工法住宅の許容応力度設計」¹⁾の試験方法及び評価方法に従って、86種類の釘及びねじ1本当たりのせん断性状を調査しデータを収集、解析した。

面材中の破壊モード別の釘及びねじの本数の割合と終局耐力との関係を考察する事により、本試験結果が妥当である事を確認した。

参考文献

- 1) 木造軸組工法住宅の許容応力度設計（第2版）、(財)日本住宅・木材技術センター、2002年、pp.148～153
- 2) 木質構造設計基準・同解説-許容応力度設計-、(社)日本建築学会、2002年、pp.219～221,317～321
- 3) 2002年枠組壁工法建築物構造計算指針、(社)日本ツーバイフォー建築協会、2002年、pp.234～240
- 4) ASTM D1761-88(2000)e1 Standard Test Methods for Mechanical Fasteners in Wood
- 5) JAS「構造用パネル」、(社)日本農林規格協会
- 6) 村上雅英、稲山正弘、「任意の釘配列で打たれた面材壁の弾塑性挙動の予測式」、日本建築学会構造系論文集、第519号、1999年5月、pp87～93

[2003年10月20日原稿受理 2004年2月23日採用決定]