

各種木ねじによるスギ厚板の1面せん断性能^{*1}

中田 欣作

厚板耐力床および耐力壁において、厚板と梁材あるいは厚板どうしをねじ留めすることを目的として、各種の直径と長さの木ねじ17種類と鉄丸くぎ3種類を用いてスギ厚板の1面せん断試験を行った。

繊維方向加力による1面せん断試験では、最大耐力、降伏耐力および変位1mm時の荷重は、木ねじの直径と長さの積である木ねじ面積の増加とともに増加した。厚板耐力床用の木ねじの中では、直径6.0mm、長さ90mmの木ねじは、最大耐力、降伏耐力および変位1mm時の荷重が高く、一般的に用いられている長さ75mmの鉄丸くぎと比較すると、最大耐力が2.3倍、変位1mm時の荷重が1.8倍となった。厚板耐力壁用の木ねじの中では、直径4.2mm、長さ55mmの木ねじは、最大耐力、降伏耐力および変位1mm時の荷重が高く、一般的に用いられている長さ50mmの鉄丸くぎと比較すると、最大耐力が2.0倍、変位1mm時の荷重が1.3倍となった。

繊維直交方向加力による1面せん断試験では、厚板耐力床用木ねじおよび耐力壁用木ねじは繊維方向加力のそれぞれ1.2倍および1.0倍の性能を示した。ねじ込み角度の違いでは、角度30および45度では0度と同等の性能が得られたが、60度では性能が低下した。

木ねじの引き抜き試験では、引き抜き耐力は木ねじの直径の増加とともに増加した。厚板耐力壁用として優れていると考えられる直径4.2mm、長さ55mmの木ねじの引き抜き耐力は、長さ50mmの鉄丸くぎの4.3倍であった。

1. はじめに

木造住宅の中で柱や梁等の構造材に板等の造作材を打ち付けるためにはくぎが古くから用いられており、現在でも合板等の面材や製材品の接合にはくぎが一般的に用いられている。

近年では、このようなくぎに代わって、施工性が良く、くぎよりも引き抜き抵抗が高い木ねじが用いられることが多くなってきた。住宅内での木ねじは、建具の留め付けなどの造作的な用途に加えて、各種ボードや接合金物の留め付けなどの構造的な用途が拡大している。これらの用途には多くの種類の木ねじが使われており、用途に合ったものを選択することが重要となる。

厚板耐力壁¹⁾では、スギ厚板どうしを木ねじで留め付ける必要があり、厚板耐力床²⁾ではスギ厚板を梁材に木ねじで留め付ける必要がある。どちらの場合も高いせん断耐力が要求される。

本研究では、各種の木ねじを用いて厚板の1面せん断試験を行い、厚板耐力壁および厚板耐力床におけるせん断性能の向上の可能性について検討した。

2. 材料と方法

2.1 供試材料

図1に木ねじの1面せん断試験の方法を示す。厚板床用試験体では、厚さ40mmのスギ厚板2枚および幅100×厚さ100mmのスギ正角1本と木ねじ4本を用いて、厚板壁用試験体では、厚さ30mmのスギ厚板3枚と木ねじ4本を用いて、繊維方向および繊維直交方向で圧縮方向に加力した。荷重速度2mm/minとし、精度1/200mmの変位計2個を用いて厚板と正角あるいは厚板どうしの相対変位を測定した。厚板床用試験体の繊維直交方向加力では、さねの凸部の厚さが10および20mmの本ざね加工した2種類の厚板を用いて、ねじ込み角度を0、30、45および60度とした。

図2に木ねじの引き抜き試験の方法を示す。幅48×厚さ30×長さ120mmのスギ厚板を用いて、木ねじを深さ30mmまでねじ込み、荷重速度2mm/minで引き抜いた。

表1に木ねじの種類を示す。繊維方向加力では、厚板床用として長さ70~90mmの木ねじ11種類および鉄丸くぎ2種類、厚板壁用として長さ45~57mmの木ねじ6種類および鉄丸くぎ1種類を用いた。繊維直交方向加力では、

^{*1} 本研究の一部は、第64回日本木材学会大会（2014年3月、松山）、第65回日本木材学会大会（2015年3月、東京）および2014年度日本建築学会大会（2014年9月、近畿）において発表した。

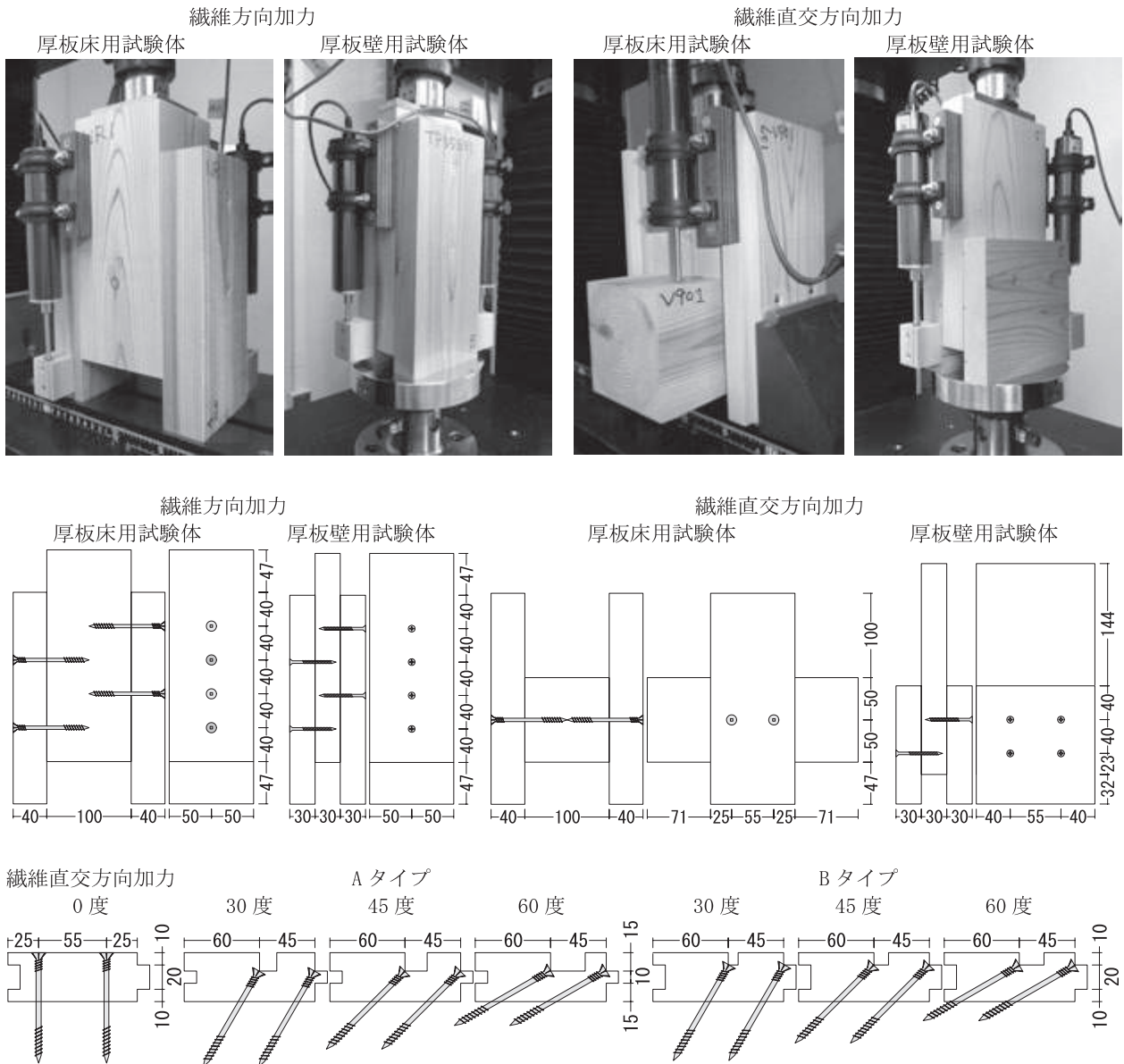


図1 木ねじの1面せん断試験の方法

後述するように厚板床および厚板壁用木ねじの中で最も性能の良かった木ねじ各1種類、木ねじPおよびTを用いた。木ねじTは厚板耐力壁¹⁾に用いるための特注品である。

表2に試験体の形状および性能を示す。厚板は曲げ剛性試験を行って曲げヤング係数を測定し、E90の機械等級のものを使用した。ただし、厚さ40mmの厚板ではE70の機械等級のものも使用した。試験体数は、厚板壁用の木ねじTでは、繊維方向および繊維直交方向加力でそれぞれ9体および6体とし、その他の試験体では各3体とした。

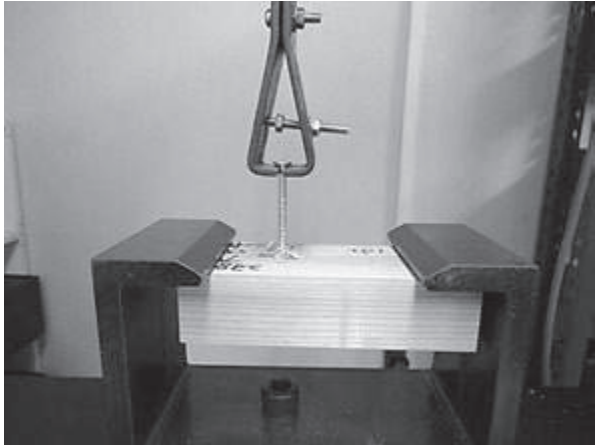
















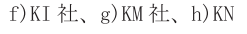





図2 木ねじの引き抜き試験の方法

表1 木ねじの種類

名称	略号	長さ			直径			ねじピッチ (mm)	ねじ形状		外観 (縮尺 1/2.8)
		全長 (mm)	首下 ^{a)} (mm)	ねじ部 (mm)	頭部 (mm)	胴部 (mm)	ねじ部 (mm)		頭部 ^{c)}	先端	
パネル用木ねじ ^{d)}	P	90	12	30	11.5	4.2	6.0	2.8	フレキ	切り刃先	
パネル用木ねじ ^{d)}	J	90	10	40	10.5	3.8	5.0	2.2	フレキ	切り刃先	
床用木ねじ ^{e)}	W	90	9	38	9.5	3.9	5.0	3.1	フレキ	とがり先	
コーススレッド ^{f)}	R90	90	—	60	8.4	3.3	4.5	2.8	ラッパ	とがり先	
コーススレッド ^{f)}	F	90	—	60	8.4	3.3	4.5	2.8	フレキ	とがり先	
床用木ねじ ^{e)}	H	90	8	35	8.4	3.4	4.5	3.6 ^{b)}	ラッパ	切り刃先	
鉄丸くぎ	N90	90	—	—	8.8	3.75	—	—	—	—	
コンクリートビス ^{f)}	C	75	—	40	12.0	4.8	6.0	3.6 ^{b)}	ラッパ	とがり先	
万能ビス ^{f)}	B75	75	—	40	8.4	3.2	4.5	3.2 ^{b)}	ラッパ	切り刃先	
鉄丸くぎ	N75	75	—	—	7.9	3.4	—	—	—	—	
床用木ねじ ^{e)}	L	70	7	30	10.0	3.9	5.5	2.5	フレキ	とがり先	
床用木ねじ ^{d)}	D	70	6	32	10.5	3.9	5.5	2.5	フレキ	とがり先	
ALCビス ^{f)}	A	70	—	45	11.0	3.9	5.0	3.2	フレキ	とがり先	
コーススレッド ^{g)}	M	57	—	45	8.0	2.7	3.8	2.6	ラッパ	とがり先	
耐力壁用ねじ ^{f)}	T	55	—	40	8.2	3.0	4.2	3.2 ^{b)}	ラッパ	切り刃先	
コーススレッド ^{f)}	R51	51	—	46	8.0	2.7	3.8	2.5	ラッパ	とがり先	
万能ビス ^{f)}	B50	50	—	30	8.2	2.9	4.2	2.8 ^{b)}	ラッパ	切り刃先	
細めスリムビス ^{f)}	S	50	—	35	6.0	2.3	3.3	2.0	フレキ	切り刃先	
鉄丸くぎ	N50	50	—	—	6.6	2.75	—	—	—	—	
金物用ビス ^{h)}	K	45	—	38	8.0	4.1	5.5	3.1	ラッパ	とがり先	

a) 首下ねじ部、b) 2段ねじ、c) フレキ：リブ付き皿頭、ラッパ：トランペット頭、d) EJ社、e) W社、f) KI社、g) KM社、h) KN社

表2 試験体の形状および性能

試験名	加力方向	部位	幅 (mm)	厚さ (mm)	長さ (mm)	密度 (g/cm ³)	ヤング係数 (kN/mm ²)	含水率 (%)
厚板床用 1面せん断試験	繊維方向	主材	100	100	247	0.41	8.8	10.1
		側材	100	40	247	0.42	7.5	12.9
	繊維直交方向	主材	100	100	247	0.41	8.8	10.1
		側材	105	40	247	0.39	9.2	13.1
厚板壁用 1面せん断試験	繊維方向	主材、側材	100	30	247	0.41	8.5	11.6
	繊維直交方向	主材	135	30	247	0.38	9.1	12.4
		側材	135	30	135	0.38	9.1	12.4
引き抜き試験		主材	48	30	120	0.39	7.9	10.8

3. 結果と考察

3.1 繊維方向加力による1面せん断試験の結果

図3および図4に厚板床用および厚板壁用試験体の繊維方向加力による1面せん断試験の荷重-変位曲線を示す。

厚板床用試験体の繊維方向加力では、変位30mmまで加力を行ったが、木ねじP、W、F、B75、LおよびDと鉄丸くぎN90およびN75では木ねじあるいはくぎの破断は認められなかった。一方、木ねじJは変位27.1および28.3mmで2体、木ねじR90は変位5.4~16.4mmで3体、木ねじHは変位12.6~16.2mmで3体、木ねじCは変位25.1mmで1体、木ねじAは変位7.8~12.4mmで3体の試験体において木ねじの破断が生じた。木ねじの破断位置はすべて胴部とねじ部の境界であった。

厚板壁用試験体の繊維方向加力では、木ねじTおよびR51と鉄丸くぎN50では木ねじあるいはくぎの破断は認められなかった。一方、木ねじMは変位9.9~14.2mmで3体、木ねじB50は変位12.2~17.6mmで3体、木ねじSは変位15.9mmで1体、木ねじKは変位7.7mmで1体の試験体において木ねじの破断が生じた。木ねじの破断位置はすべて胴部とねじ部の境界であった。また、木ねじKでは変位14.7mmで側材の厚板が割裂破壊した。

厚板床用木ねじでは、小さな変位で木ねじの破断が生じた木ねじR90およびHは、頭部形状がトランペット頭であり、頭部形状が木ねじの破断に影響を与えたと考えられる。しかし、同様に小さな変位で木ねじの破断が生じた木ねじAは、頭部形状がリブ付き皿頭であった。

厚板壁用木ねじでは、別途行った木ねじ単体の曲げ試験における最大曲げ角度は、木ねじT、MおよびB50では、それぞれ83、41および48度であった。最大曲げ角度が小

さい木ねじでは、1面せん断試験において木ねじの破断が生じている。一般的には、木ねじの製造過程での焼き入れおよび焼き戻し等の浸炭熱処理は木ねじの降伏耐力

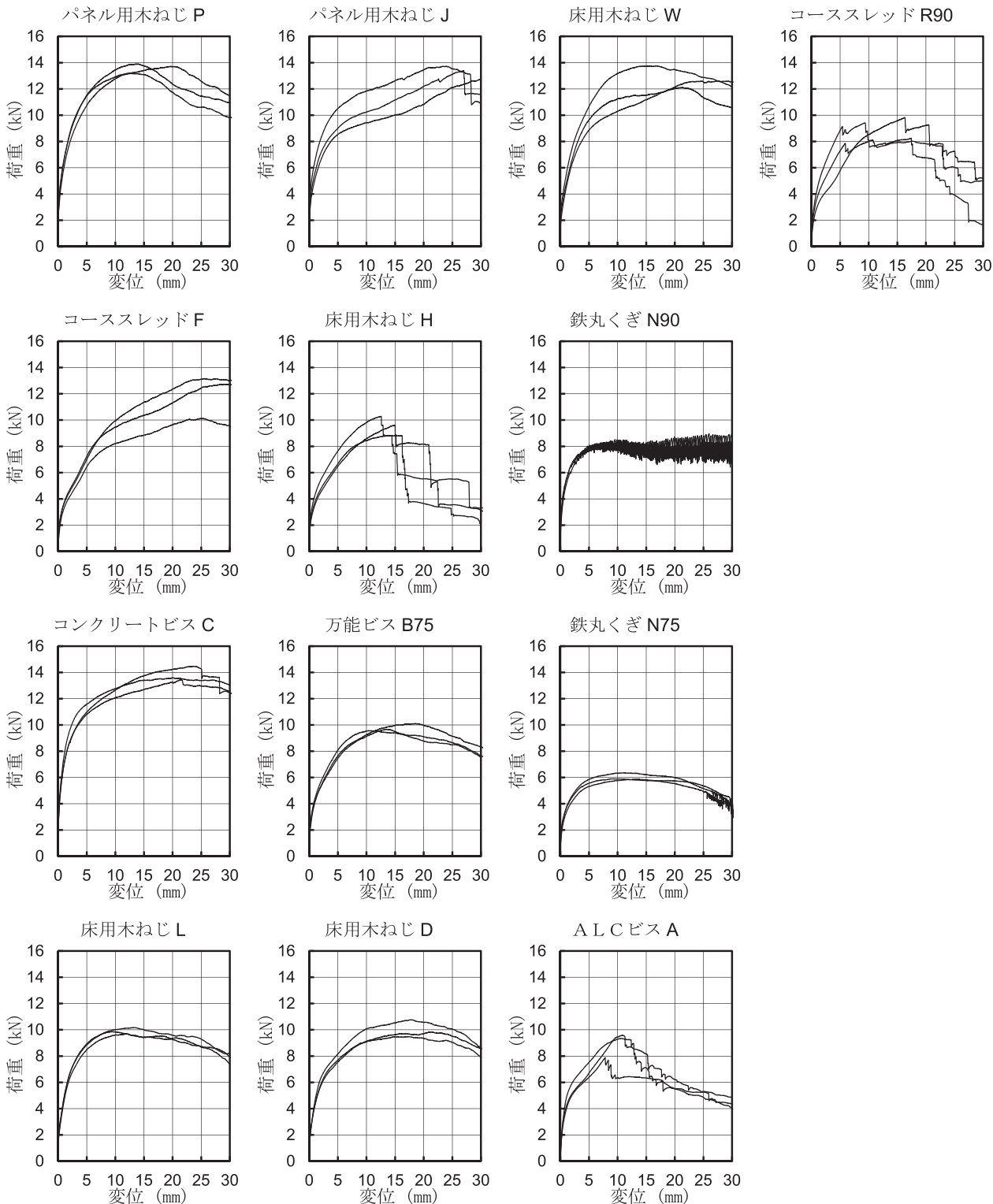


図3 厚板床用試験体の繊維方向加力による1面せん断試験の荷重と変位との関係

略号：表1参照

を向上させるが靱性を低下させる³⁾。また、焼き戻し温度が高いほど木ねじの硬さが低下するが、靱性は向上する⁴⁾。そこで、木ねじTでは靱性を向上させるために、特別な浸炭熱処理条件を採用しており、最大曲げ角度が大きいとともに、1面せん断試験において木ねじの破断が生じなかった。

表3および図5に繊維方向加力による1面せん断試験の結果を示す。PickPoint⁵⁾を用いて荷重-変位曲線の特徴点の抽出と完全弾塑性モデル化を行い、最大耐力 P_{max} および降伏耐力を求めた。なお、 $0.1P_{max}$ と $0.4P_{max}$ を結ぶ割線剛性を初期剛性とした。

木ねじ接合部の初期剛性および降伏耐力は、ボルト接合部と同様に、それぞれ弾性床上の梁の曲げ理論およびヨーロッパ型降伏理論により算出することができる⁶⁾。また、木ねじの1面せん断試験での最大耐力は比重の1.8乗と直径の2乗に比例する⁷⁾。ここで、式(1)⁷⁾および(2)⁷⁾により木ねじおよび鉄丸くぎの最大耐力の計算値 P_{a1} および P_{a2} を算出した。また、式(3)により木ねじ1本当たりの最大耐力の実験値 P_{ae} を求めた。

$$P_{a1} = \frac{85.2\rho^{1.8}d^2ab}{1-Ks} \quad (1)$$

$$P_{a2} = \frac{31.0d^{1.8}ab}{1-Ks} \quad (2)$$

$$P_{ae} = \frac{P_{max}}{4} \quad (3)$$

ここで、 ρ :厚板の密度(=0.41)、 d :木ねじまたはくぎ直径、 a :安全率(=2)、 b :長期応力に対する係数(=2)、 K :試験体数に依存する定数(=1.8)、 s :標準偏差(=0.2)。

木ねじの1本当たりの最大耐力の計算値と実験値の比の平均値は1.13となり、計算値は実験値とほぼ一致した。

最大耐力は、木ねじ直径、木ねじ直径の2乗および木ねじ長さの増加とともに増加した。しかし、それらの相関は高くなかった。最大耐力および降伏耐力は、木ねじの直径と長さの積である木ねじ面積の増加とともに増加し、高い相関が得られた。最大耐力時の変位は、木ねじ面積の増加とともに増加したが、木ねじ面積に関してすべての種類の回帰直線より変位が大きい木ねじと小さい木ねじが認められた。前者の木ねじJおよびFは、頭部形状がリブ付き皿頭であり、皿頭の長さ方向での角度が小さい。後者の木ねじP、LおよびAは、頭部形状がリブ付き皿頭であり、皿頭の長さ方向での角度が大きい。これらより、皿頭の角度の違いにより最大耐力時の変位が変化すると考えられる。

初期剛性と木ねじ面積との間には相関は認められなかった。初期剛性と木ねじの長さを胴部直径で除した形状比との関係では、相関は低い、初期剛性は形状比の

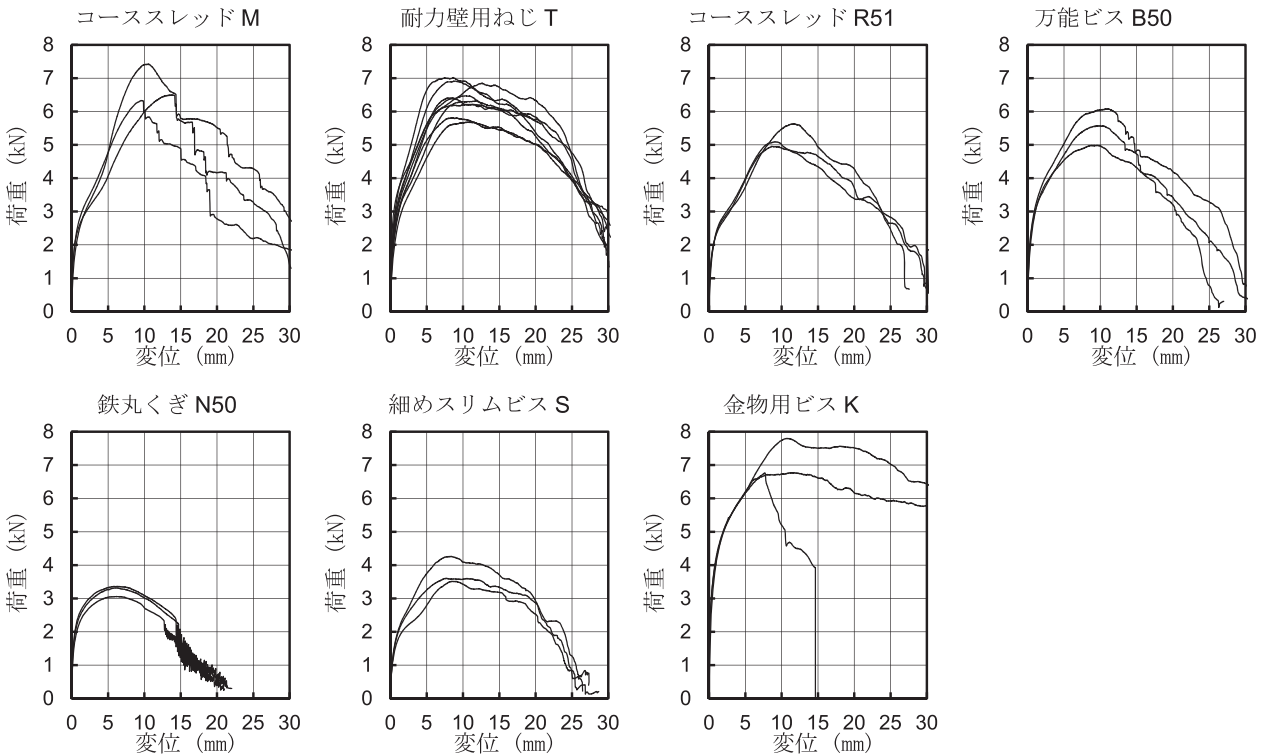


図4 厚板壁用試験体の繊維方向加力による1面せん断試験の荷重と変位との関係

略号:表1参照

増加とともに低下した。木ねじCおよびKは、太くて短い木ねじであり、初期剛性が高い。木ねじFは、細長い木ねじであり、初期剛性が低い。これらより、形状比の違いにより初期剛性が変化すると考えられる。

変位1mm時の荷重は木ねじ面積の増加とともに増加した。変位1mmは、厚板床および厚板壁に厚板を使用する際に重要となる変形角1/120rad時の変位を想定した値である。一方、初期剛性は各試験での初期の荷重域での荷重-変位曲線のこう配を示しており、一定の変位における性能を示していない。そこで、本研究では、木ねじ接合部の剛性を示す値として変位1mm時の荷重を使用することとした。

最大耐力は降伏耐力、最大耐力時の変位および変位1mm時の荷重との相関が高かった。

厚板床用の木ねじの中では、木ねじP、JおよびCは、最大耐力、降伏耐力および変位1mm時の荷重が高く性能が優れていた。厚板床における最大変形角は約1/10radと考えられ、厚板の幅が105~150mmの場合には厚板相互の変形は10.5~15mmとなる。木ねじJおよびCは、最大耐力時の変位が26.7mmおよび21.6mmであり、厚板床の変形角が1/10rad時には最大耐力を発揮できな

い。一方、木ねじPは、最大耐力時の変位が15.4mmであり、耐力床の変形角が1/10rad時に最大耐力を示すと言える。また、木ねじJおよびCでは破断が生じたが、木ねじPは破断が生じなかった。以上より、木ねじPが厚板床に適していると考えられる。厚板床に一般的に用いられている鉄丸くぎN75と比較すると、木ねじPの最大耐力は2.3倍、変位1mm時の荷重は1.8倍であった。

厚板壁用の木ねじの中では、木ねじM、TおよびKは、最大耐力、降伏耐力および変位1mm時の荷重が高く性能が優れていた。木ねじM、TおよびKの最大耐力時の変位は、いずれも約10mmであった。木ねじMおよびKでは破断が生じたが、木ねじTでは破断が生じなかった。以上より、木ねじTが厚板壁に適していると考えられる。厚板壁に一般的に用いられている鉄丸くぎN50と比較すると、木ねじTの最大耐力は2.0倍、変位1mm時の荷重は1.3倍であった。

3.2 繊維直交方向加力による1面せん断試験の結果

図6に厚板床および厚板壁用試験体の繊維直交方向加力による1面せん断試験の荷重-変位曲線を示す。

木ねじTを用いた厚板壁用試験体の繊維直交方向加力では、木ねじの破断は認められなかった。

表3 繊維方向加力による1面せん断試験の結果

名称	略号	最大耐力		1本当たりの耐力			降伏耐力	1mm時荷重	破断		初期剛性
		荷重 kN	変位 mm	実験値 kN	計算値 kN	比 ^{a)}			荷重 kN	変位 mm	
パネル用木ねじ	P	13.6	15.4	3.40	3.85	1.13	7.5	6.33	—	—	6.28
パネル用木ねじ	J	13.3	26.7	3.33	2.67	0.80	7.9	5.75	12.5 ^{b)}	27.7 ^{b)}	5.35
床用木ねじ	W	12.8	21.8	3.20	2.67	0.84	7.3	4.84	—	—	3.45
コーススレッド	R90	9.2	14.4	2.30	2.17	0.94	4.5	3.70	8.9	9.2	2.96
コーススレッド	F	12.0	26.6	3.00	2.17	0.72	7.1	3.49	—	—	1.56
床用木ねじ	H	9.6	14.5	2.40	2.17	0.90	4.6	3.85	9.6	14.6	3.02
鉄丸くぎ	N90	8.5	18.9	2.13	2.09	0.98	4.9	5.29	—	—	8.98
コンクリートビス	C	13.8	21.6	3.45	3.85	1.12	8.3	7.11	14.2 ^{c)}	25.1 ^{c)}	8.25
万能ビス	B75	9.8	14.1	2.45	2.17	0.88	5.0	4.23	—	—	3.75
鉄丸くぎ	N75	6.0	11.1	1.50	1.75	1.17	3.3	3.51	—	—	5.27
床用木ねじ	L	9.9	11.6	2.48	3.24	1.31	5.6	4.65	—	—	4.10
床用木ねじ	D	10.0	18.5	2.50	3.24	1.29	5.6	4.37	—	—	3.67
ALCビス	A	8.9	9.8	2.23	2.67	1.20	4.6	4.22	9.1	10.5	4.33
コーススレッド	M	6.7	11.3	1.68	1.54	0.92	2.9	2.56	6.4	12.8	1.87
耐力壁用ねじ	T	6.4	9.9	1.60	1.89	1.18	3.0	3.09	—	—	3.66
コーススレッド	R51	5.2	9.8	1.30	1.54	1.19	2.3	2.34	—	—	2.37
万能ビス	B50	5.5	9.8	1.38	1.89	1.37	2.9	3.00	5.0	14.3	4.09
細めスリムビス	S	3.8	8.1	0.95	1.17	1.23	1.9	1.89	3.1 ^{c)}	15.9 ^{c)}	2.16
鉄丸くぎ	N50	3.2	6.2	0.80	1.20	1.50	1.9	2.38	—	—	6.55
金物用ビス	K	7.1	10.0	1.78	3.24	1.82	4.0	4.17	6.8 ^{c)}	7.7 ^{c)}	7.91
平均値						1.13					

a) 計算値/実験値、b) 2体で破断が発生、c) 1体で破断が発生

木ねじPを用いた厚板床用試験体の繊維直交方向加力では、Aタイプのねじ込み角度30度および60度では、木ねじの破断は認められなかった。一方、0度では変位17.3~21.7mmで3体、Aタイプの45度では変位22.1~

26.8mmで3体、Bタイプの30度では変位26.4~27.9mmで3体、Bタイプの45度では変位20.5および21.8mmで2体、Bタイプの60度では変位19.2~21.8mmで3体の試験体において木ねじの破断が生じた。

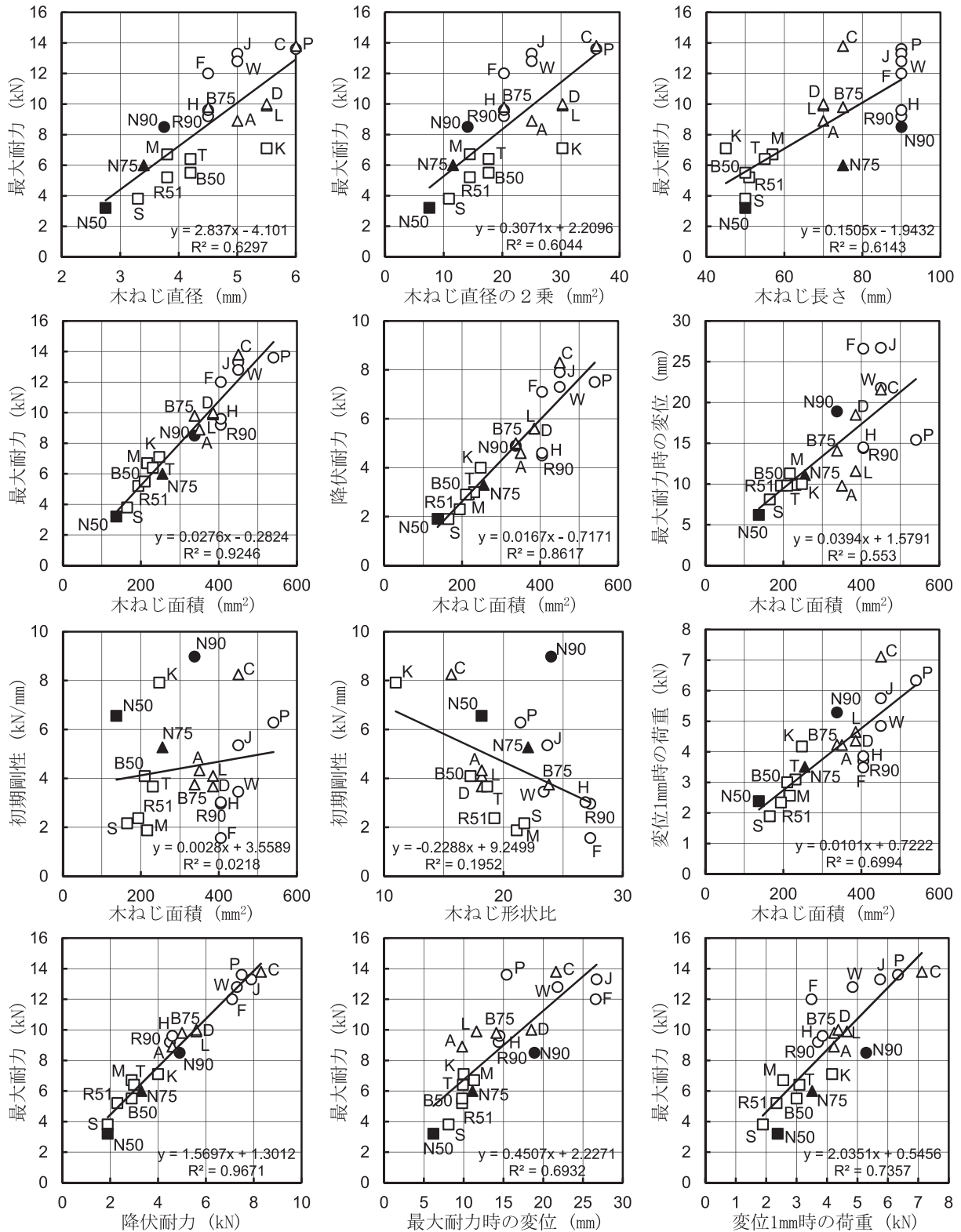


図5 繊維方向加力による1面せん断試験の結果

○：長さ90mm、△：長さ70~75mm、□：長さ45~57mm、●、▲、■：鉄丸くぎ、略号：表1参照

図7に繊維直交方向加力での1面せん断試験の結果を示す。木ねじPの繊維直交方向加力での最大耐力、降伏耐力および変位1mm時の荷重は、繊維方向加力のそれぞれ1.21、1.29および1.18倍であった。木ねじTの繊維直交方向加力での最大耐力、降伏耐力および変位1mm時の荷重は、繊維方向加力のそれぞれ1.00、1.10および0.91倍であった。

最大耐力、降伏耐力および最大耐力時の変位はねじ込み長さの増加とともに増加した。初期剛性とねじ込み長さとの相関は認められなかった。変位1mm時の荷重はねじ込み長さの増加とともに増加した。

最大耐力は降伏耐力、最大耐力時の変位および変位1mm時の荷重との相関が高かった。

Aタイプの30度での最大耐力、降伏耐力および変位1mm時の荷重は、0度のそれぞれ1.15、0.96および0.83倍であった。45度での最大耐力、降伏耐力および変位1mm時の荷重は、30度のそれぞれ0.88、0.85および0.77倍であった。60度での最大耐力、降伏耐力および変位1mm時の荷重は、30度のそれぞれ0.54、0.56および0.59倍であった。Bタイプでは、Aタイプと同様の傾向を示した。

ここで、AおよびBタイプは本ぎね加工した厚板に木

ねじを斜め打ちし、厚板表面に木ねじを露出させない方法を想定しており、ねじ込み角度30および45度では、平打ちした場合と同等の耐力が得られると予想される。

3.3 木ねじの引き抜き試験の結果

図8に厚板壁用試験体の引き抜き試験の荷重-変位曲線を示す。

厚板壁用木ねじの引き抜き試験では、変位2.4~2.8mmで最大耐力を示し、それ以上の変位では荷重が低下した。鉄丸くぎでは、変位0.5mmで最大耐力を示した。

図9および表4に木ねじの引き抜き試験の結果を示す。木ねじの引き抜き耐力は木ねじ直径の増加とともに増加した。最大耐力時の変位は、木ねじ直径の増加とともに減少するとともに、ねじピッチの増加とともに減少した。

式(4)⁷⁾および(5)⁷⁾により木ねじおよび鉄丸くぎの引き抜き耐力の計算値 P_{w1} および P_{w2} を算出した。ねじ込み長さは先端部を除いた長さとした。

$$P_{w1} = \frac{12.7\rho^{1.5}dlab}{1-Ks} \tag{4}$$

$$P_{w2} = \frac{14.7\rho^{2.5}dlab}{1-Ks} \tag{5}$$

ここで、 ρ :厚板の密度(=0.39)、 l :ねじ込み長さ

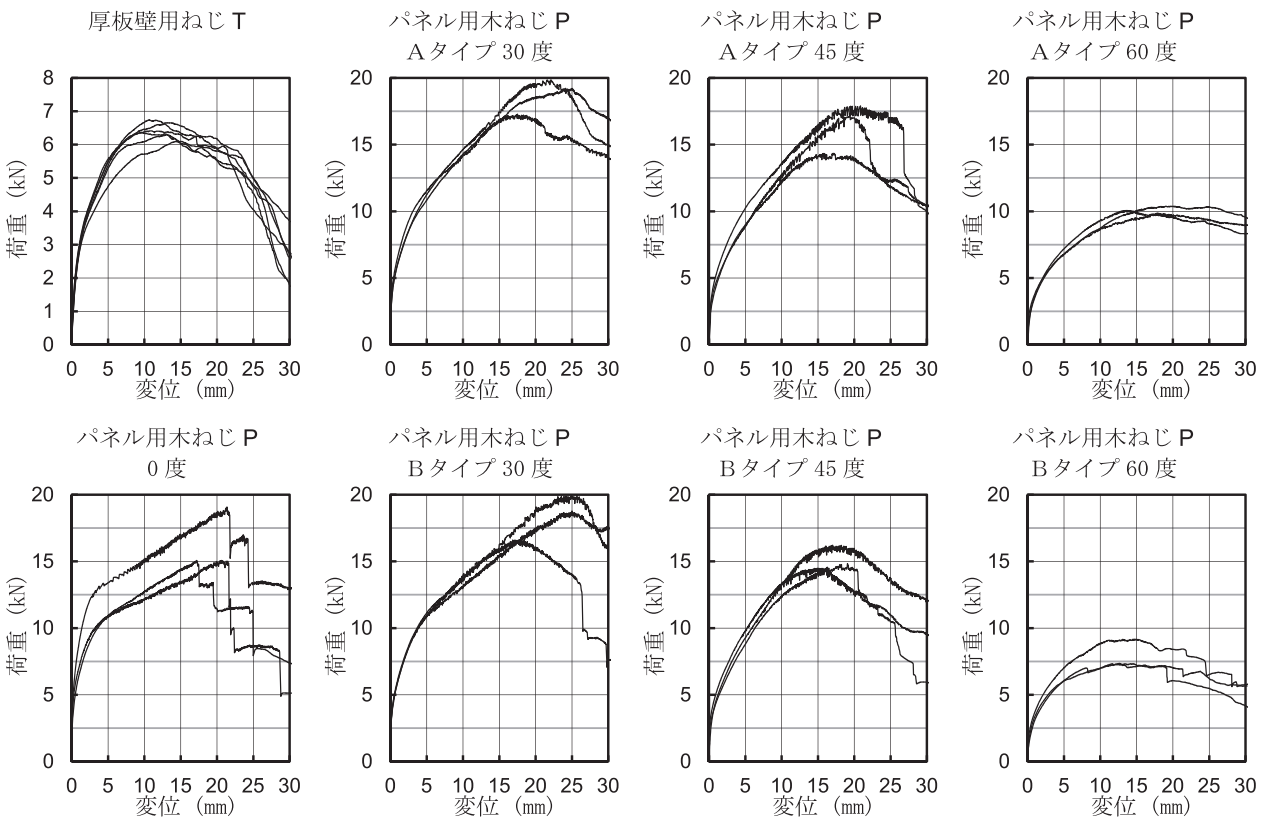


図6 繊維直交方向加力による1面せん断試験の荷重と変位との関係

略号：表1参照

(=25mm)。

木ねじの引き抜き耐力の計算値と実験値の比の平均値は1.16となり、計算値は実験値とほぼ一致した。

厚板壁用木ねじとして適していると考えられる木ねじTは、引き抜き耐力が鉄丸くぎN50の4.3倍と高かった。

まとめ

厚板耐力床および耐力壁において、厚板と梁材あるいは厚板どうしをねじ留めすることを目的として、各種の直径と長さの木ねじ17種類と鉄丸くぎ3種類を用いてスギ厚板の1面せん断試験を行った。

繊維方向加力による1面せん断試験では、直径6.0mm、長さ90mmの木ねじは、厚板耐力床用として適しており、最大耐力および変位1mm時の荷重は、一般的に用いられている長さ75mmの鉄丸くぎのそれぞれ2.3倍および1.8倍であった。また、直径4.2mm、長さ55mmの木ねじは、厚板耐力壁用として適しており、最大耐力および変位1mm時の荷重は、一般的に用いられている長さ50mmの鉄丸くぎのそれぞれ2.0倍および1.3倍であった。

繊維直交方向加力による1面せん断試験では、厚板耐力床用および耐力壁用木ねじは繊維方向加力のそれぞれ1.2倍および1.0倍の性能を示した。ねじ込み角度の違いでは、角度30および45度では0度と同等の性能が得られ

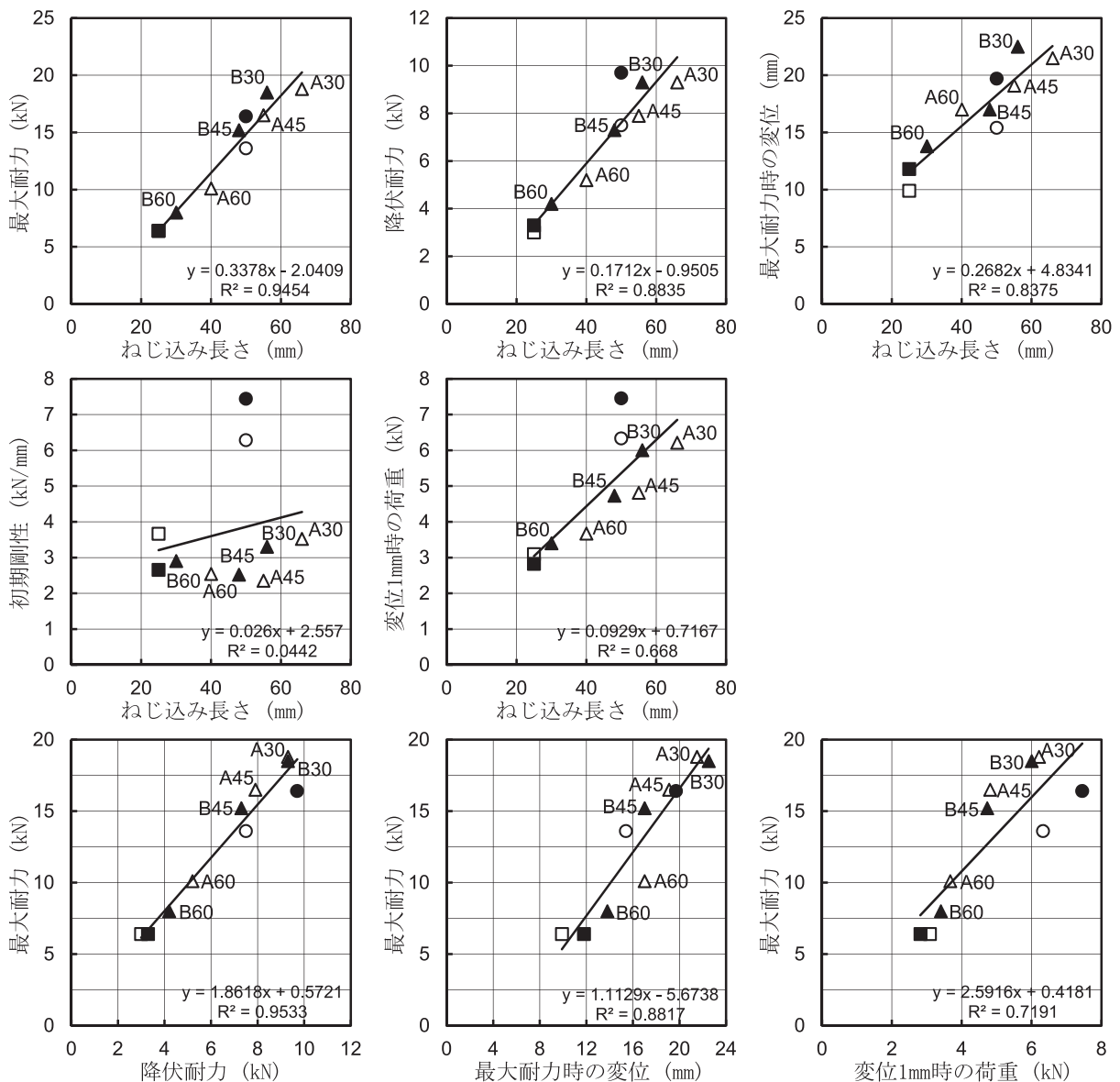


図7 繊維直交方向加力による1面せん断試験の結果

○：木ねじPの繊維方向加力、●：木ねじPの繊維直交方向加力、△：Aタイプ、▲：Bタイプ、
□：木ねじTの繊維方向加力、■：木ねじTの繊維直交方向加力、数字はねじ込み角度を示す。

たが、60度では性能が低下した。

木ねじの引き抜き試験では、直径4.2mm、長さ55mmの木ねじの引き抜き耐力は、長さ50mmの鉄丸くぎの4.3倍であった。

引用文献

- 1) 中田欣作：スギ落とし込み板壁における厚板ねじ留めの効果、奈良県森林セ研報 41、27-36 (2012)。
- 2) 中田欣作：木ダボおよび木ねじを用いたスギ厚板床

構面の面内せん断試験、日本建築学会学術講演梗概集、構造Ⅲ、近畿、2014、p.527-528。

- 3) (社)日本建築学会：“木質構造接合部設計マニュアル”、東京、(社)日本建築学会、2009、p.80-82。
- 4) 小林研治：木質構造におけるビス接合部の力学特性、木材工業64 (6)、252-257 (2009)。
- 5) 軽部正彦、原田真樹、林 知行：荷重変形曲線のモデル化とその問題点共有のための提案：特徴点抽出の自動化ツールについて、日本建築学会学術講演梗概集C-1構造Ⅲ、関東、2001、p.215-216。

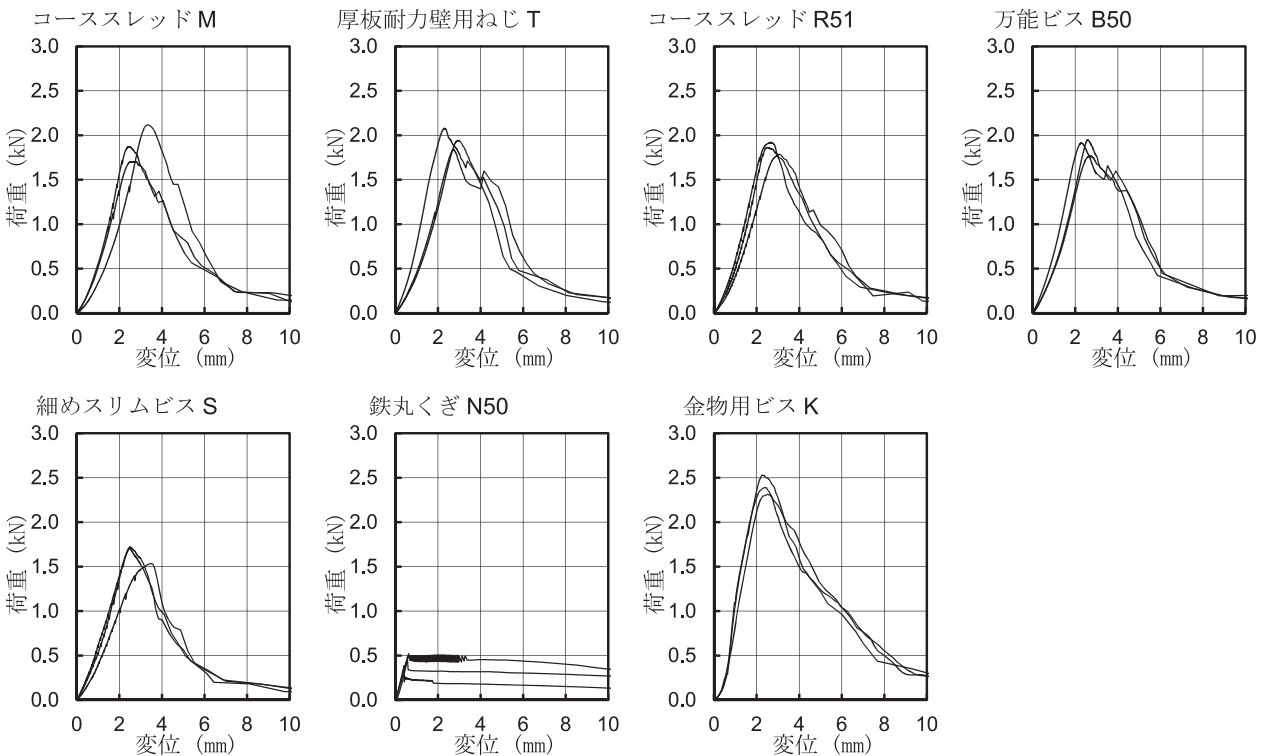


図8 厚板壁用試験体の引き抜き試験の荷重と変位との関係
略号：表1参照

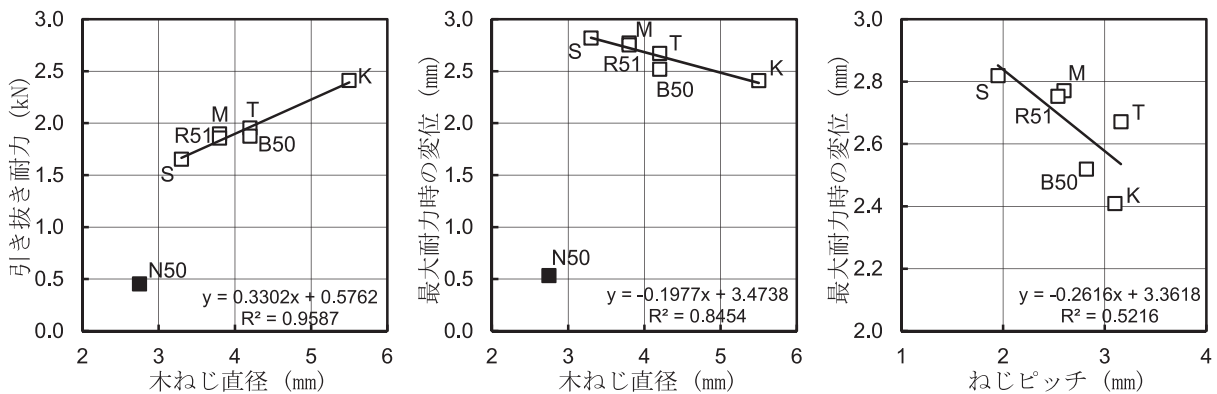


図9 厚板壁用木ねじの引き抜き試験の結果
略号：表1参照

- 6) (社) 日本建築学会：“木質構造設計基準・同解説、第4版”、東京、(社) 日本建築学会、2006、p.279-285.
 7) (社) 日本建築学会：“木質構造設計基準・同解説、第3版”、東京、(社) 日本建築学会、2002、p.219-223, 233-236.

(2015年3月3日受理)

表4 厚板壁用木ねじの引き抜き試験の結果

名称	略号	最大耐力			最大耐力 時の変位 mm
		実験値 kN	計算値 kN	比 ^{a)}	
コーススレッド	M	1.90	1.98	1.04	2.8
耐力壁用ネジ	T	1.95	2.19	1.12	2.7
コーススレッド	R51	1.86	1.98	1.07	2.8
万能ビス	B50	1.88	2.19	1.17	2.5
細めスリムビス	S	1.65	1.72	1.04	2.8
鉄丸くぎ	N50	0.45	0.68	1.50	0.5
金物用ビス	K	2.41	2.87	1.19	2.4
平均値				1.16	

a) 計算値/実験値