

## 0-8. 釘一面せん断接合部の単位接合に対する複数本接合のせん断性能評価

(北大院農) ○重本洋介、澤田圭、佐々木義久、平井卓郎、小泉章夫

### [緒言]

現在わが国で用いられている木造住宅の中で、在来軸組構法は最も一般的な構法のひとつである。在来軸組構法住宅では、自重などの鉛直加重に耐えるための軸組と地震や風などの水平力に耐えるための耐力壁の組み合わせによって成り立っている。耐力壁には、柱の間に筋違いを通す筋かい仕様や、受け材を用いて各種面材を軸組に取り付けた真壁仕様、面材を軸組に直接釘打ちした大壁仕様などがある。本研究は、その中の大壁仕様の耐力壁に着目した。

大壁仕様では、実際に水平力が掛かったときには軸組の木材と面材の間にせん断力が発生する。木材と面材を釘で接合した場合の一面せん断における許容耐力に関しては、木質構造設計規準に示されているが、そこに示されているのは端縁距離の条件を満たして、かつ釘1本の接合部に対する値である。

しかし実際の施工現場では、釘の本数が増えることで、割裂が起こりやすくなるなど破壊形態が異なることがあり、接合部全体の下限耐力が、釘1本あたりの下限耐力の合計と等しいか不明である。また端縁距離に関しても、施工条件によって木質構造設計規準で示している条件を満たしていない場合があることも考えられる。その場合、端縁距離が不足することに合わせて許容せん断耐力の低減が必要である。つまり、実際の施工時に複数本の釘が用いられる場合には、それらを考慮する必要があると考えられる。

そのような背景から、本研究では繊維直交加力を受ける釘接合の一面せん断実験より、釘の端縁距離や本数、あるいは打ち方によって、せん断性能にいかなる差が出るかを比較した。

### [試験体および試験方法]

#### 1. 試験体

試験体として、主材にスギ(*Cryptomeria japonica*)製材を、側材にカラマツ(*Larix kaempferi*)2級合板(12mm、24mm厚)を用いた。(建築基準法により、7.5mm以上の合板を使用した大壁仕様の耐力壁の壁倍率は、2.5倍と定められている。)

試験体の形は、合板表層の繊維平行方向に荷重が掛かるように合板を主材に52.5mmかぶせて1~6本の釘で打ちつけたものを基本形とした(Fig.1は、釘5本打ちの試験体)。試験体寸法はFig.1に記号で表記し、Table.1に試験体の一覧を載せた。欠き込みは、主材を土台に固定した際の拘束力がせん断破壊に影響を与えない為に入れることとし、欠き込みからの破壊を避ける為、角部分は円弧状にした(Photo.1はS505S)。

主材と側材の接合には、12mm厚合板にはCN50釘(釘径 $d=2.8\text{mm}$ )、24mm厚合板にはCN75釘(釘径 $d'=3.7\text{mm}$ )を使用して、釘間隔 $S$ は釘6本の場合のみ80mm(28 $d$ )とし、その他の場合は100mm(35 $d$ )とした。釘を打つ位置の基

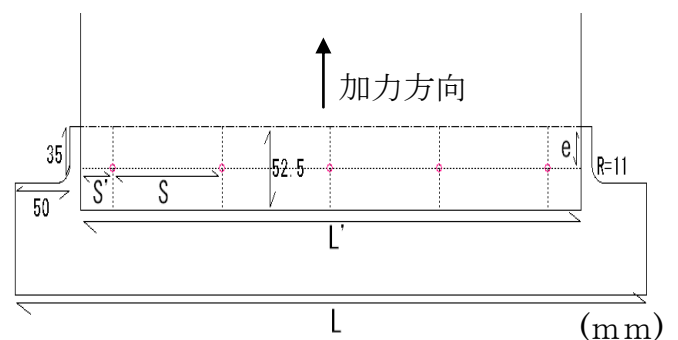


Fig.1 試験体図(5本打ち)

準線として、主材との縁距離  $e$  が  $13\text{mm}(4.6d, 3.5d')$ 、 $26\text{mm}(9.2d, 7d')$  を考えた。また釘の打ち方は、直線型、千鳥型、W 型の 3 種類とした。千鳥型は、縁距離  $e=13\text{mm}$ 、 $26\text{mm}$  の位置から釘径  $d$  あるいは  $d'$  だけずらして、W 型は縁距離が端から  $13\text{mm}$  と  $26\text{mm}$  の交互になるように釘を打ち付けた (Table.1)。各試験条件につき、6 体ずつ実験を行った。



Photo.1 試験体の写真(S505S)

Table.1 試験条件一覧

試験体	釘種	釘本数 $n$	$L(\text{mm})$	$L'(\text{mm})$	$S(\text{mm})$	$S'(\text{mm})$	$e(\text{mm})$	打ち方	
S501L	CN50	1	300	200		100	26	直線型	
S501S							13		
S503L		3	380	260			26		
S503S							13		
S505L		5	580	460	100	30	26		
S505W							26,13		W 型
S505S							13		直線型
S505SC							13		千鳥型
S506L		6			80		26		
S751L		CN75	1	300	200		100		26
S751S	13								
S753L	3		380	260			26		
S755L							26		
S755LC	5		580	460	100	30	26	千鳥型	
S755W							26,13	W 型	
S755S							13	直線型	
S755SC							13	千鳥型	

## 2. 試験方法

試験は、油圧式試験機を用いて、変位が  $1\text{mm}$  から  $4\text{mm}$  まで  $1\text{mm}$  ずつ増加するように制御して主材の繊維直交方向に正除荷加力を行い、その後最大荷重の半分になるまで引張り方向に一方方向加力していった。

### [結果と考察]

試験より、最大荷重( $P_{\max}$ )とエネルギー( $E$ )を求めた。

#### 1. CN50 を用いた試験体の試験結果

Fig.2 に CN50 を用いた試験体の釘 1 本あたりの  $P_{\max}/n$  と  $E/n$  を示す。初めに Fig.2 を全体的に眺めると、 $P_{\max}/n$ 、 $E/n$  とともにすべての試験体に対して有意水準 5% で有意差があること

が確認された。このことから、同じ CN50 釘を用いた場合でも、釘の端縁距離や本数あるいは打ち方によって  $P_{max}/n$  と  $E/n$  に明らかな違いが生まれることが確認された。

まず、本数ごとに、縁距離の異なる試験条件を比較した。全ての本数条件において破壊形態は、 $e=26mm$  で半数以上が引き抜け、 $e=13mm$  で全てが主材の割裂だった(Fig.3)が、釘の本数が増えるにつれて  $P_{max}/n$ 、 $E/n$  に対する縁距離の影響が顕著になった。そして、5 本の場合には  $P_{max}/n$ 、 $E/n$  ともに  $e=26mm$  と  $e=13mm$  の間で有意水準 5%の有意差があった。これは、縁距離が十分に確保されていない場合には、釘の本数が増えることで割裂が起こりやすくなるのが原因だと考えられる。しかし、釘 6 本で釘間隔  $S$  を  $80mm$  にした条件の結果を見ると、縁距離をある程度十分に確保しておけば釘の本数が増えることや、釘間隔が狭まることで影響を受けないことが確認された。

また  $E$  について  $e=13mm$  で比較した場合、釘本数の間で  $E/n$  に有意水準 5%の有意差があったが、 $e=26mm$  で比較した場合には釘本数の間で有意差はなかった。その原因として、 $e=13mm$  の様に主材が割裂する場合、端からの割れと同時に主材の釘を打ちつけた部分からも割裂が進み、本数が増えることでその影響も大きくなることが考えられる。一方  $e=26mm$  の場合、破壊形態が引き抜けなので、割裂のように釘同士が影響を与え合うことがないと考えられる。

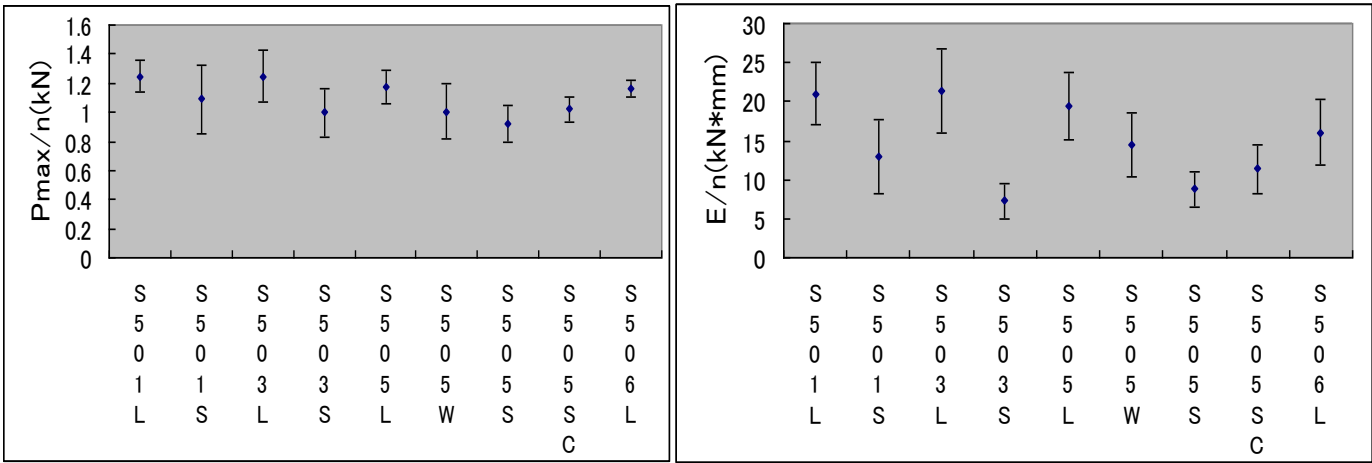


Fig.2 CN50 を用いた釘接合部の  $P_{max}/n$ 、 $E/n$

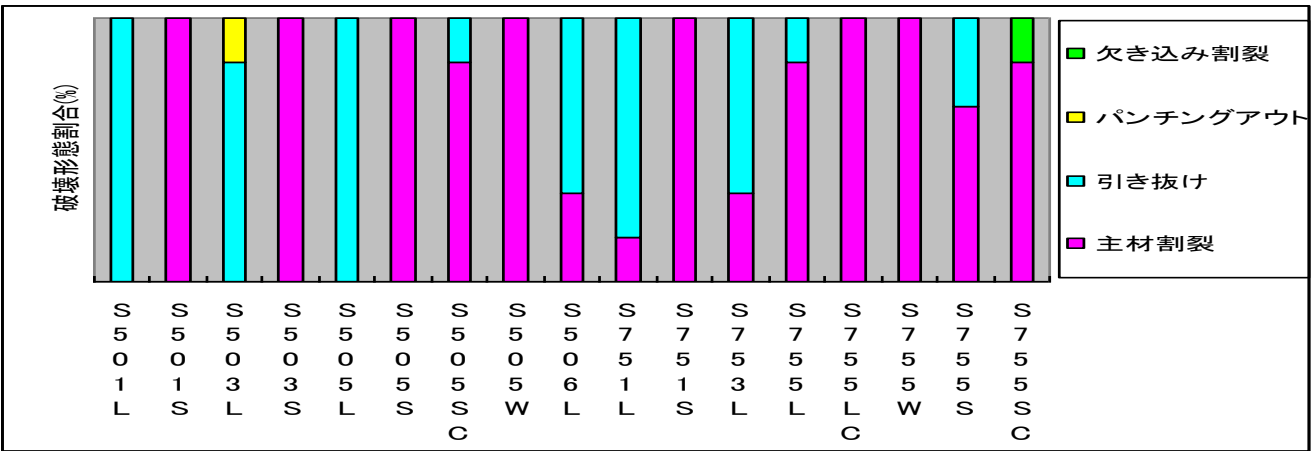


Fig.3 破壊形態の割合

2. CN75 を用いた試験体の試験結果

Fig.4にCN75を用いた試験体の釘1本あたりのPmax/nとE/nを示す。まず初めに、Fig.4を全体的に眺めると、Pmax/n、E/nともにすべての試験体に対して有意水準5%で有意差があることが確認された。このことから、同じCN75釘を用いた場合でも、釘の端縁距離や本数あるいは打ち方によってPmax/nとE/nに明らかな違いが生まれることが確認された。

e=26mmの1本打ちと5本打ちのE/nは有意水準5%で有意差が見られた。このことから、CN75で縁距離を十分に確保した場合、釘の本数がE/nに直接影響を与えられと考えられる。また、本数が1本から5本に増えることで、同じe=26mmの条件でも半数以上の破壊形態が引き抜けから主材の割裂に変化した(Fig.3)。それに対して、e=13mmの場合には、1本打ちと5本打ちともに主材の割裂によって破壊している。つまり、縁距離の違いによるPmax/nとE/nの差が1本打ちよりも5本打ちの方が顕著になったのは、破壊形態が変化したことが大きな原因だと考えられる。

次に同一本数の条件において、e=26mmとe=13mmの間でPmax/n、E/nともに有意水準5%で有意差があった。このことから、CN75の場合は縁距離を十分に確保することが重要なのではないかと考えられる。この考えに当てはめれば、e=13mmの5本打ちの条件で直線型に比べて千鳥型のPmax/n、E/nがともに小さくなったのも、千鳥にすることで5本のうち3本の縁距離がd'分だけ短くなったことが原因だと説明ができる。

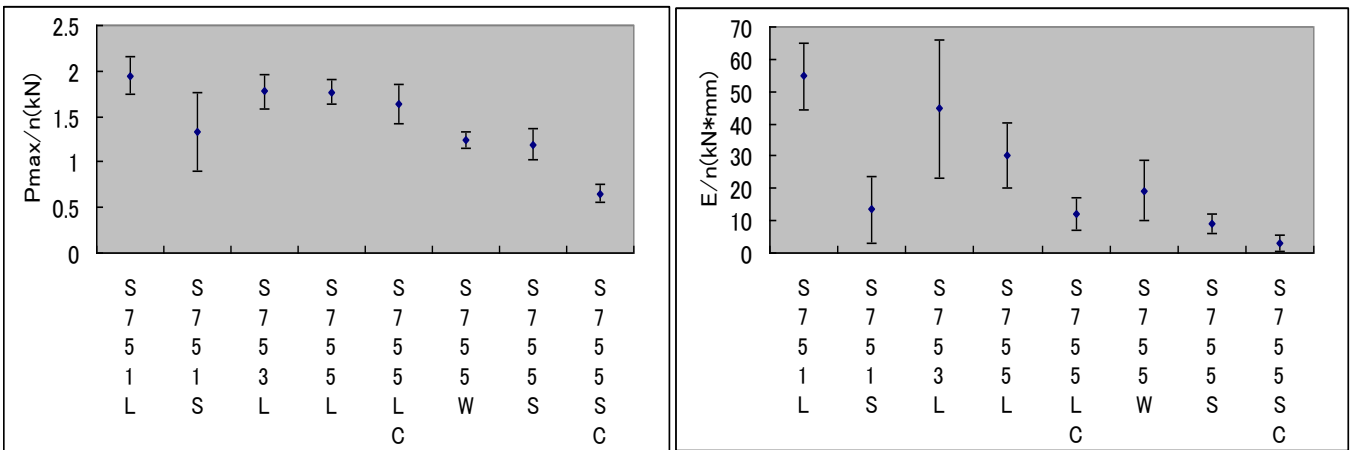


Fig.4 CN75を用いた釘接合部のPmax/n、E/n

[参考文献]

1. 日本建築学会：木質構造設計規準・同解説 一許容応力度・許容耐力設計法一(2006)
2. 平井卓郎，宮澤健二，小松幸平：木質構造[第3版](2009)
3. 平井卓郎：北海道大学農学部演習林研究報告 44，1307-1328(1987)
4. 平井卓郎，安藤康光，上田恒司：木材学会誌 37，1157-1166(1991)
5. 辻野哲司，平井卓郎：木材学会誌 39，1307-1316(1993)