

変形速度が釘側面の木部へのめり込み挙動に及ぼす影響

正会員 佐久間博文\*  
正会員 山口修由\*\*

枠組壁工法 接合部 要素実験  
単調加力 繰り返し加力 応力緩和

1. はじめに

木造住宅の耐震性能を考える場合、接合部の強度・変形特性を知ること重要な要素のひとつである。

本報では、接合部で釘側面が木部へめり込む際に、変形速度の違いが強度や変形挙動に及ぼす影響について、枠組壁工法における接合部を想定したモデルにより行った実験の結果について報告する。

2. 実験方法

釘(太め鉄丸釘、CN50)の側面投影幅(約 3mm)を想定した鋼製ジグにより、枠組壁工法用製材試験体(204 材試験体、SPF、89mm×38mm×114mm)に対して変形速度 3 水準(0.01、0.3 および 3mm/s)、加力面 3 種類(L、R および T 方向面)での単調加力によるめり込み試験を万能試験機(島津 AUTOGRAPH)にて行った(図 1、2 参照)。

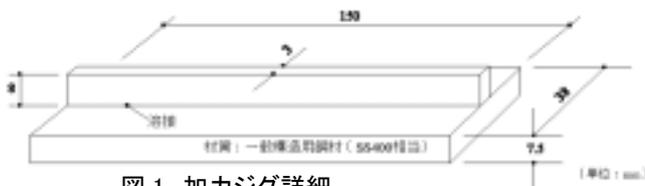


図 1. 加力ジグ詳細

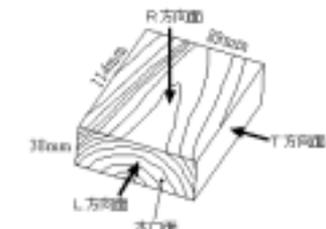


図 2. 試験体と加力面

また、同じジグ、同様の 204 材試験体、同様の変形速度水準にて、MTS 試験機による繰り返し加力試験(R 方向面加力、ISO 型の“0 - 正”負荷・除荷、繰り返しスケジュールはめり込み量 3mm の 1.25、2.5、

5、7.5 および 10%で 1 回、20、40、60、80、100、120、140、160、180 および 200%で各 3 回とした)、ならびに応力緩和試験(R 方向面加力、変形量 3mm までの単調加力後に最終状態を維持して荷重の緩和を 10 分間測定する)を行った。

204 材試験体は、あらかじめ用意した 7 本(長さ 2400mm)の 204 材より長さ 114mm(断面は不変)にて切り出した後、節の多いものを除き、重量と含水率(電気式含水率計使用)を計測したもので、1 試験項目(各 3 体)において試験体密度のばらつきがほぼ一定になるように調整した。(204 材試験体の測定結果は表 1 を参照)。

表 1. 204 材試験体測定結果

	平均密度 (g/cm <sup>3</sup> )	含水率 (%)	試験体数	備考
単調めり込み	0.50 (1.4)	13.6 (6.3)	24	T 方向加力のみ 変形速度 2 水準
繰り返し	0.50 (1.3)	13.4 (8.6)	9	
応力緩和	0.51 (1.6)	13.6 (5.0)	9	
全体	0.50 (1.5)	13.6 (6.5)	42	

注 1) 単調めり込みの T 方向加力は変形速度 0.01、3mm/s の 2 水準  
注 2) 括弧内の数値は変動係数 (%)

3. 実験結果

3.1 単調加力によるめり込み試験

単調めり込み試験で得られた荷重 - 変形関係を図 2 (次

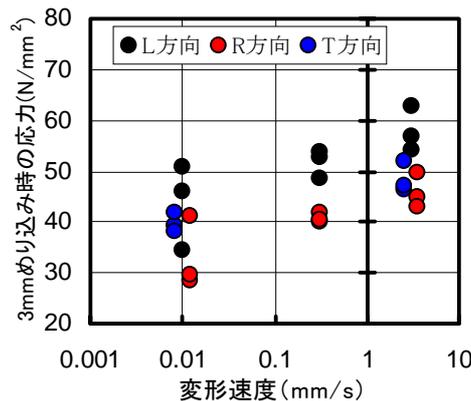


図 3. 変形速度とめり込み強さ

頁)に示す。めり込み量 3mm 時の応力(荷重を加力部投影面積で除した値と)と変形速度との関係を図 3 (横軸は対数表示)に示す。多少のばらつきはあるが、変形速度の増大に伴って強度特性が大きくなる傾向を示している。同様な解析を各結果の比例域の傾きについても行ったが、このような傾向は見られなかった。

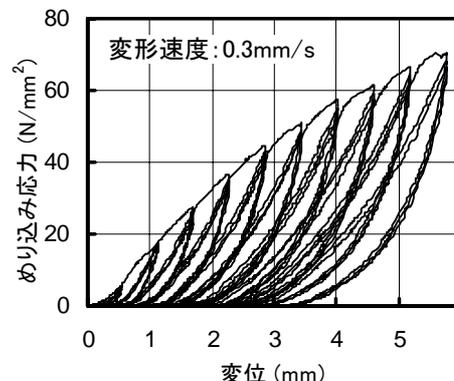


図 4. 繰り返し加力試験結果例

り込み量 3mm 時の応力(荷重を加力部投影面積で除した値と)と変形速度との関係を図 3 (横軸は対数表示)に示す。多少のばらつきはあるが、変形速度の増大に伴って強度特性が

3.2 繰り返し加力試験

繰り返し試験の結果について、図 4 に一例を示した。

各変形速度水準についての繰り返し加力試験の結果に顕著な相違は見られな

かったが、100%（めり込み量約 3mm）の繰り返し時のサイクルで比較した場合、サイクル中の最大めり込み応力は、変形速度が 3mm/s の場合に低下する傾向が観察された。

### 3.3 応力緩和試験

応力緩和試験の結果を表 2 に示す。表 2 では、変形停止時(めり込み量 3mm 時)と、その時点から 10 分後の荷重の比を緩和率として示した。

表 2. 応力緩和試験の結果

与えた変形速度(mm/s)	めり込み荷重(kN)		緩和率	平均値
	めり込み 3mm の時	10 分後		
0.01mm/s	11.45	9.42	0.822	0.805 (1.83)
	10.92	8.69	0.796	
	10.64	8.49	0.798	
0.3mm/s	12.23	8.69	0.710	0.712 (0.31)
	12.67	9.06	0.715	
	13.65	9.70	0.711	
3mm/s	10.86	7.26	0.669	0.672 (1.95)
	15.03	9.92	0.660	
	10.50	7.20	0.686	

注) 括弧内の数値は変動係数(%)

また、変形停止までに与えた変形速度と緩和率の関係

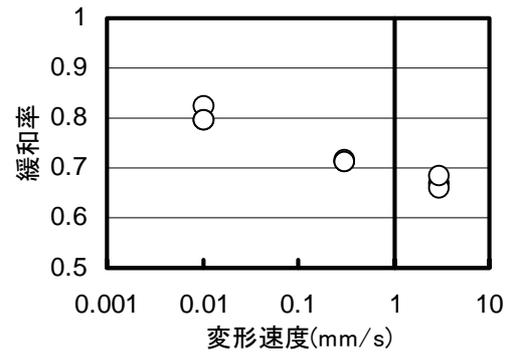


図 5. 緩和率と与えた変形速度の関係  
を 図 5 (横軸は対数表示) に示した。与えた変形速度が大きいほど応力緩和の割合も大きくなることを見てとれる。

今回行った実験では変形を固定して荷重の低下度合いを測定しているの、荷重を取り去った際の変形の回復については別途さらなる検討が必要と思われる。

### 4. まとめ

枠組壁工法釘合部での、木部に対する釘側面のめり込み挙動について、主に変形速度の影響を調べる実験を行い、以下のような知見が得られた。

1) 単調加力めり込み試験では、加力面の違いによらず、

変形速度が大きい場合にめり込み強度が大きく観測される傾向にあった。

2) 繰り返し加力試験における荷重 変形履歴曲線の比較において、変形速度の違いによる顕著な差異は認められなかったが、変形速度 3mm/s の場合のみめり込み荷重がやや低下した。

3) 応力緩和試験では、与えた変形速度が大きくなるに従い、一定時間後の荷重の緩和率が大きくなる傾向が観察された。

### 5. 今後の課題

今回報告した実験の他に、(釘ではなく)縦枠の断面がめり込むことを想定した実験も一部行っているため今後とりまとめる必要がある。また、めり込み試験実施前後の試験体の写真を解析し、木理の状態がめり込み強度に与える影響についても検討する予定である。

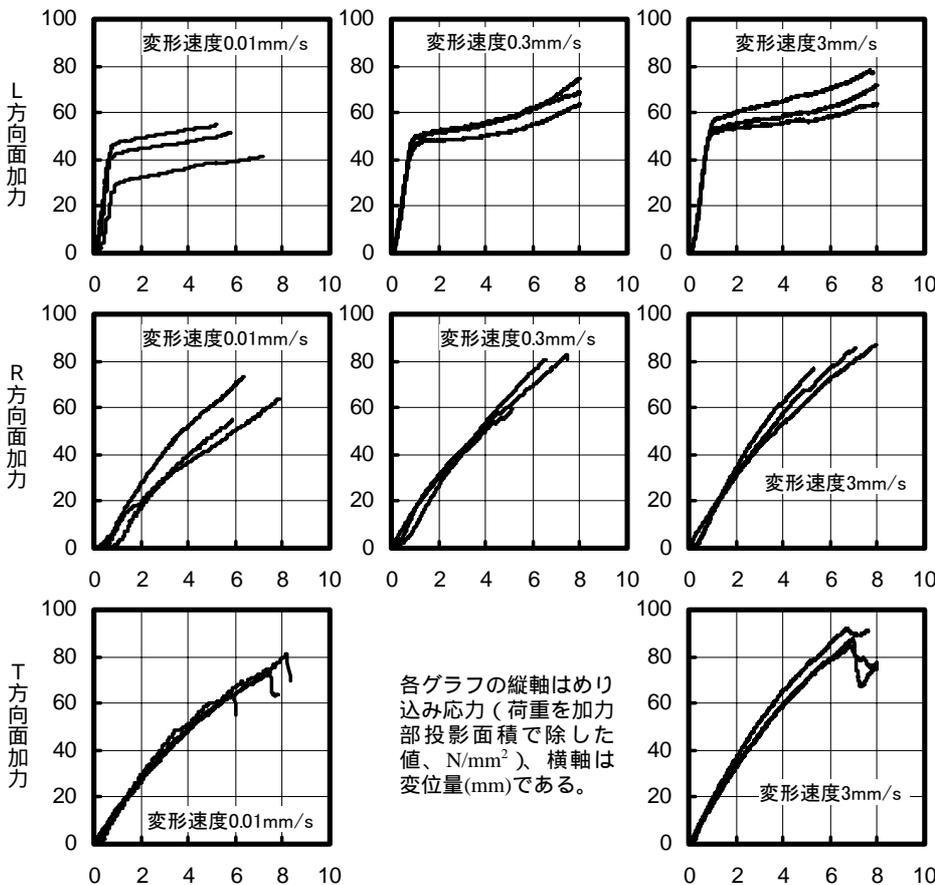


図 2. 単調加力めり込み試験の結果

\*ベターリビング筑波建築試験センター 博士(農学)

\*\*独立行政法人建築研究所 主任研究員

\*Tsukuba Building Test Lab., Center for Better Living /Dr. Arg.

\*\*Chief Researcher, Building Research Institute