

厚板を用いた Two-Rail Shear 試験に関する研究

正会員      ○鎌田 貴久\*  
同            中村 亮太\*\*  
同            大橋 好光\*\*\*

せん断試験                  構造用合板                  MDF  
PB

はじめに

ASTM D 2719 Method C Two-Rail Test<sup>1)</sup>に規定される面内せん断試験方法では、加力レール材に関して、heavy lumber または steel rails を使用することが求められている。ただ、長さ 700mm 幅 140mm 厚さ 18mm の鋼材を加力レールとして用いた場合、1つの重さが約 14kg となり、これを 4 本接着した試験体を試験機に設置すること、試験後に取り外すことはいずれも容易ではない。このことから国内で試験要件を満たすせん断試験は、森林総合研究所が所有する油圧クランプ型のせん断試験機<sup>2)</sup>のみと言っても過言ではない。一方で、在来軸組工法住宅の許容応力度設計法でも釘配列による耐力壁の計算が可能となり、せん断弾性係数(G)の値を得るための試験が必要である。このような現状から、せん断試験では、従来固い材料を用いるべき加力レール材に針葉樹である SPF206 材が用いられる事例が散見されている。一方で、我々が実施した試験では、面材に構造用 MDF9mm を使用した場合においても、せん断強度とせん断剛性にレール材の種類が影響をおよぼす可能性が確認された<sup>3)4)</sup>。そこで、本研究においては、レール材に LVL206 材を用い、さらに MDF をレール補助材に用いてせん断試験を実施し、その結果を報告することとした。

試験体

試験に用いた面材を表 1 に示す。厚さ 9mm の構造用 MDF、パーティクルボード、厚さ 24mm スギ合板、厚さ 18mm ヒノキ合板、カラマツ合板、パーティクルボード（以下 PB と表記）、MDF とし、各試験において 6 体実施した。

試験体作成

試験体作成手法を示す。面材大きさを 600×480mm（一部 450mm）とし、長辺端部両面にレール材の補強としての MDF 材(合板系は 9mm、MDF と PB18mm には 18mm)を介してレール材の LVL 材を貼り付けた。MDF 材貼り付けに至った経緯は、予備試験において厚さ 18mm の MDF せん断試験



写真 1 レール材補強

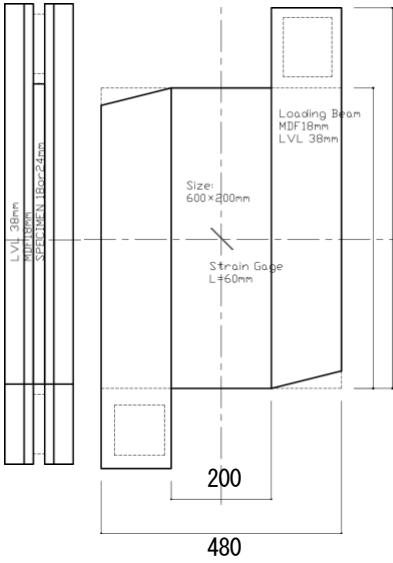


図 1 試験体仕様



写真 2 試験方法概要

表 1 試験体一覧

名称	厚さ	記号	数	密度 (kg/m <sup>3</sup> )	MC (%)
MDF	9mm	MDF_9	6 体	799	8.2
PB	9mm	PB_9	6 体	775	8.3
スギ合板	24mm	PWS24	6 体	425	9.4
ヒノキ合板	18mm	PWH18	6 体	512	10.4
カラマツ合板	18mm	PWK18	6 体	629	9.6
パーティクル	18mm	PB_18	6 体	707	7.4
MDF_A	18mm	MDA18	6 体	711	7.7
MDF_B	18mm	MDB18	6 体	660	6.8
MDF_C	18mm	MDC18	6 体	736	7.7

を実施した際に、面材の破壊が生じる前に LVL レール材の材破による破壊が発生したことから、レール材の補強と面材とレール材による応力集中を緩和するためである。接着には、エポキシ樹脂系接着剤（クイックメンダー30）を用い、櫛目コテにて一定量を塗布したのち、長さ 20mm 程度のピンネイルを用いて仮固定した。仮固定後、可使用時間以内に溝型鋼（H×B：100×50）を用いた圧縮を行った。なお締め付け時の偏心等を防止することを目的とし、加力レール端部に 100mm 角のスペーサーを設置し試験体を作成した。

試験方法

試験体設置概要を写真 2 に示す。試験は、万能試験機

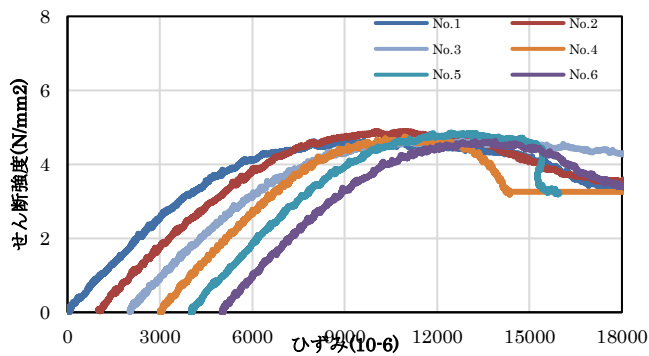


図2 合板 24mm (スギ) せん断強度ひずみ関係

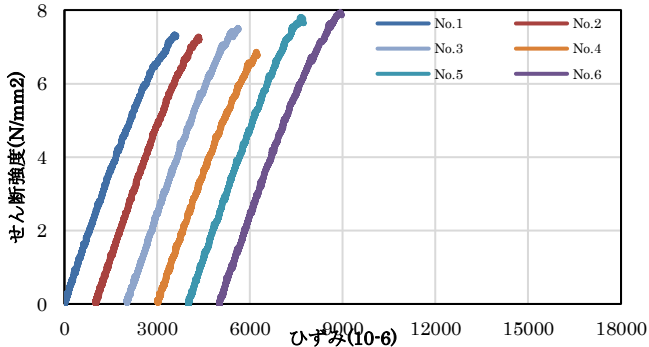


図4 MDF\_C 18mm せん断強度ひずみ関係

を用い、引張力で面材断面にせん断力が生じるよう行った。試験時荷重は、試験機により検知し、ひずみは試験体両面に取り付けられたひずみゲージ（60mm長さ）にて計測した。計測項目は、荷重と両面のひずみとし、試験加力は 1mm/min とし、データサンプリングは 5Hz とした。

#### 試験結果

試験結果一覧を表 2 に示す。また、計測した荷重を長さ 600mm と厚さで除し算出したせん断強度 (N/mm²) と両面ひずみ平均値の関係を示す。紙面の都合上、特徴的な 4 種類のみを示す。せん断弾性係数は、最大せん断強度の 0.1 倍と 0.4 倍を結ぶ直線の傾きより求めた。

図 2、図 3 に示したスギ、カラマツ合板のグラフの形状としては、ひずみが増すほど傾きが緩やかになっており、弾性域の設定が難しいことが判明した。例として、カラマツ合板 1 体目は、最大荷重に対して 0.1 倍毎の剛性は、1.11、1.02、0.89、0.86、0.69 (N/mm²/ひずみ) と低下していた。このことは、せん断弾性係数が、計算する範囲によって異なる値となることを示唆する。一方で MDF、PB は最大荷重の 0.5 倍付近まではほぼ同程度の剛性を示しており計算範囲に関する差はなかった。

つぎに、破壊性状に関して、レール材に補強材を取り付けたことで、レール材破壊はほとんど発生しなかった。しかし、今後、レール材と試験面材の間に使用する材料の材質があえる影響についての検討・検証が必要である。

現段階においては、一応の試験実施は可能であったが、

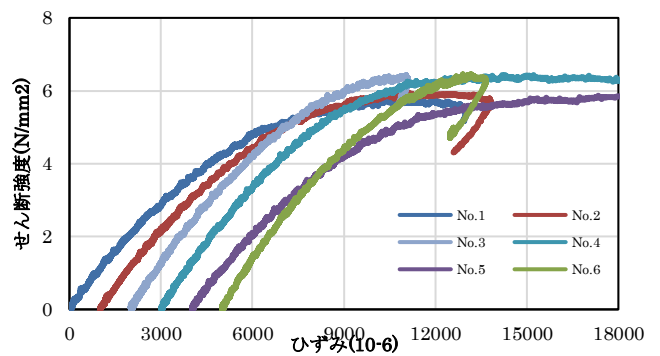


図3 合板 18mm (カラマツ) せん断強度ひずみ関係

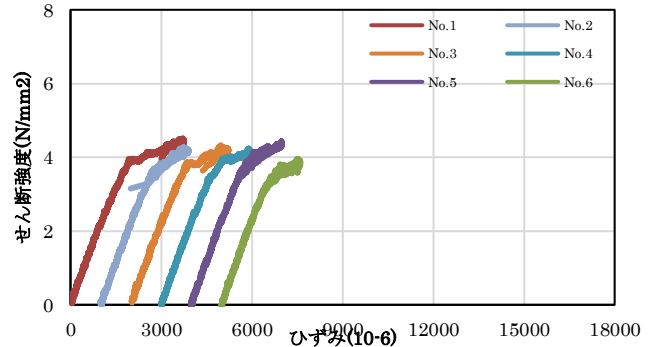


図5 PB 18mm せん断強度ひずみ関係

表 2 試験結果一覧

記号	せん断弾性係数 G (GPa)	(SD)	せん断強度 $\tau$ (MPa)	(SD)
MDF_9	1.07	(0.09)	10.30	(0.81)
PB_9	1.06	(0.05)	6.51	(0.58)
PWS24	0.43	(0.01)	4.74	(0.12)
PWH18	0.45	(0.04)	5.29	(0.25)
PWK18	0.53	(0.05)	6.15	(0.30)
PB_18	1.11	(0.02)	4.29	(0.19)
MDA18	0.96	(0.06)	7.23	(0.53)
MDB18	0.83	(0.05)	5.89	(0.54)
MDC18	1.21	(0.03)	7.45	(0.39)

今後、入手が容易な材料でかつレール破壊が先行しない適切なレール材選定、さらには、合板等に関する剛性算出に関する検討が必須であると考え。

【謝辞】本研究の一部は、令和 6 年度鎌田研究室卒業研究にて実施した。なお、本事業は林野庁の「令和 5 年度 木材製品の消費拡大対策のうち CLT 建築実証支援事業のうち CLT 等木質建築部材技術開発・普及事業」のうち「令和 5 年度（補正）非住宅・中大規模木造建築用の高耐力壁及び各部要素の開発検討（継続）事業」として一般社団法人 木を活かす建築推進協議会の委託により実施したものである。研究実施にあたり、藤村晃太（学部 4 年生）をはじめとする鎌田研究室 4 年生の多大なる協力を得た。ここに衷心より感謝申し上げます。

【参考文献】1) ASTM D 2719 Standard Test Methods for Wood Structural Panels in Shear Through-the-Thickness: Method C Two-Rail Test 2) 木質系構造用面材の強度性能とその評価：その 11 EN 方式 Two-rail shear 法の妥当性の検討、洪沢龍也 他 日本建築学会学術講演梗概集、C-1、構造 III (2004)、257-258、2004-07-31 等 3) 令和 6 年度鎌田研究室卒業論文（非公開）4) [H19-P-16] 面内せん断試験におけるレール材の影響に関して 令和 6 年度木材学会大会（仙台）鎌田貴久他

\*日本大学生産工学部 専任講師・博士（農学）

\*\* (株)えびす建築研究所

\*\*\*東京都市大学 名誉教授・工学博士

\* Lecturer, College of Industrial Technology, Nihon Uni. Dr.Agr

\*\* Ebisu Building Laboratory Co.

\*\*\* Prof. Emeritus, Tokyo City Uni., Dr.Eng.