

弾性スギ圧縮木材と無垢材による材の強度および振動特性

Strength and Vibration Characteristics of a Combination Compressed Elastic Japanese Cedar and Solid Wood

篠崎宏樹¹⁾ 阿部真理²⁾ 白石照美²⁾ 森岡大輔²⁾
Shinozaki Kouki¹⁾ Abe Mari²⁾ Shiraiishi Terumi²⁾ Morioka Daisuke²⁾
1) 拓殖大学大学院 2) 拓殖大学

Abstract : During earthquakes, most of people injuries are caused by falling furniture. In this research, we explore a method to reduce falling of furniture for storage by using furniture elements made by compressed elastic Japanese cedar. In this paper, in order to secure the strength as a furniture element, test pieces were made by combining compressed elastic

Key Word : Compressed wood, Vibration characteristic, Earthquake

Japanese cedar with softwood and hardwood. Furthermore, a vibration test was carried out to clarify the properties against shaking. As a result, it was confirmed that test pieces that use a combination with Japanese cedar, obtained improved bending and compressive strength, as well as anti-vibration effect.

1. 研究の背景と目的

我が国では頻繁に起きる地震による被害が多く、室内においても家具転倒によって負傷する人は少なくない。背の高い収納家具は地震の揺れを受けて倒れやすい。転倒防止対策としては、突っ張り棒、L字金具によって壁や天井に固定する方法等があるが【注1】、一般世帯においては十分に対策されているとは言えないのが現状である。東日本大震災が発生した2011年の東京都の調査では、家具転倒・落下防止対策を実施していると回答した世帯は全体の59%であった【注2】。また、大手家具量販店および家具メーカーにおいては、家具固定を促してはいるものの、家具自体の形状、材質等に変化はみられないのが現状である。さらに、新型コロナウイルス感染症拡大の影響により、ウッドショックと呼ばれる現象が起り、木材輸入の多い日本では価格高騰の影響を強く受けた【注3】。このことから、国産針葉樹材および広葉樹材の活用を推奨する動きが高まっている。

これまで、高木は、弾性スギ圧縮木材の他にシナ共芯合板あるいはスギ材を組み合わせる、木材単板を挟み込む、木製の丸棒材を挿入する等の方法で、家具部材としての強度および防振効果を確認した【注4】。しかし、強度不足や作製に手間がかかる点が課題として残っている。

本研究では、以上の課題を解決するために、積極的な使用が求められている針葉樹材および広葉樹材を用い、弾性スギ圧縮木材との組み合わせを変えながら、強度および防振効果を確認することとした。

2. 弾性スギ圧縮木材および試験片の作製

2.1. 弾性スギ圧縮木材の作製

まず、スギ材（含水率12%程度）をスチーマで3時間蒸した後、電子レンジ（900W）で3分加熱する。加熱後、90℃の温度を保ったアルミ板の上で繊維方向に対し垂直の高さが1/2になるまで圧縮する。アルミ板の温度を120℃に上げ、温度を保ったまま8時間圧縮する。さらに、図1に示した方法で弾性スギ圧縮木材に作製した。

2.2. 各試験片の作製

作製した弾性スギ圧縮木材とスギ材、またはクルミ材を組み合わせた場合の性質を確認するため、3点曲げ強度試験および圧縮強度試験を実施した。また、これらの試験片に対し、振動試験を実施し、揺れの大きさ等を明らかにした。

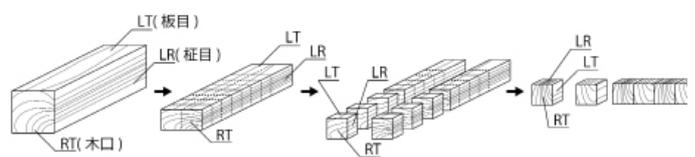


図1 弾性スギ圧縮木材の作製手順

試験片の組み合わせは、茶色は弾性スギ圧縮木材、白色はスギ材、灰色はクルミ材を示している。図2①弾性スギ圧縮木材のみ、②スギ材のみ、③弾性スギ圧縮木材・スギ材交互、④弾性スギ圧縮木材（中心から下部分）・スギ材（中心から上部分）、⑤両側部分弾性スギ圧縮木材・中心部分スギ材、⑥両側部分スギ材・中心部分弾性スギ圧縮木材、⑦クルミ材のみ、⑧弾性スギ圧縮木材・クルミ材交互、⑨弾性スギ圧縮木材（中心から下部分）・クルミ材（中心から上部分）、⑩両側部分弾性スギ圧縮木材・中心部分クルミ材、⑪両側部分クルミ材・中心部分弾性スギ圧縮木材である。なお、図2は曲げ試験の際の試験片の長さ260mmを示している。

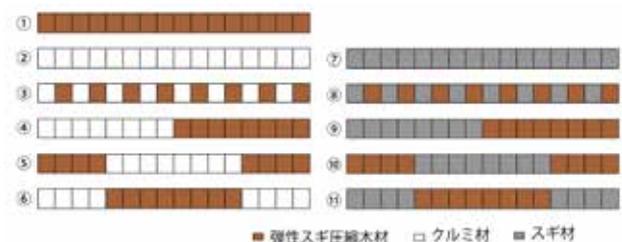


図2 試験片の組み合わせ

3. 3点曲げ強度試験および圧縮強度試験

3.1. 試験方法

各試験は、島津製作所の万能試験機 AG-100kNX を用いて行った。各試験の試験片寸法および荷重負荷位置は図3に示したとおりである。いずれの試験も試験速度は5mm/min、室温22.8℃、湿度46%の環境下で実施した。

3.2. 試験結果と考察

3点曲げ強度試験結果を表1、圧縮強度試験の結果を表2に示した。3点曲げ強度試験では、⑩両側にクルミ材、中心部分に弾性スギ圧縮木材が8.56MPaと最も高い強度を示した。スギ材と合わせた場合も、⑥両側にスギ材、中心部分に

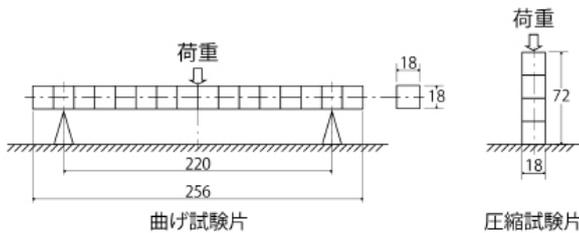


図3 曲げおよび圧縮試験片の寸法・荷重位置

弾性スギ圧縮木材の組み合わせが③④⑤より約 1.5 倍の 4.21 MPa の曲げ強度を得られることがわかった。圧縮強度試験においては、弾性スギ圧縮木材にスギ材を組み合わせるとクルミ材を組み合わせるより高い圧縮強さが得られることがわかった。特に⑤両側に弾性スギ圧縮木材、中心部分にスギ材の組み合わせは 24.91 MPa、また③弾性スギ圧縮木材とスギを交互に組み合わせさせた試験片は 23.11 MPa の高い圧縮強度を示した。

表1 3点曲げ強度試験結果

試験片 No.	最大試験力 (N)	最大応力 (MPa)	最大試験力時点での変位 (mm)	曲げヤング率 (GPa)	曲げ強度 (MPa)
①	28.24	1.60	44.53	0.02	2.28
②	65.94	3.73	7.69	0.25	5.31
③	34.26	1.94	33.00	0.03	2.76
④	35.49	2.01	29.48	0.03	2.86
⑤	35.70	2.02	41.91	0.02	2.88
⑥	52.27	2.96	7.99	0.17	4.21
⑦	51.43	2.91	3.33	0.32	4.14
⑧	49.04	2.78	33.53	0.04	3.95
⑨	41.84	2.37	26.60	0.04	3.37
⑩	34.42	1.95	36.30	0.02	2.77
⑪	106.28	6.01	11.37	0.24	8.56

表2 圧縮強度試験結果

試験片 No.	最大試験力 (N)	最大応力 (MPa)	最大試験力時点での変位 (mm)	圧縮ヤング率 (GPa)	圧縮強度 (MPa)
①	2910.16	8.98	24.94	0.03	8.98
②	627.83	1.94	19.12	0.01	1.94
③	7488.10	23.11	32.70	0.03	23.11
④	2780.82	8.58	21.47	0.02	8.58
⑤	8070.10	24.91	41.84	0.04	24.91
⑥	5998.16	18.51	38.86	0.03	18.51
⑦	1426.03	4.40	4.19	0.09	4.40
⑧	2638.21	8.14	18.50	0.03	8.14
⑨	3136.02	9.68	20.63	0.03	9.68
⑩	2523.11	7.79	17.58	0.03	7.79
⑪	1642.85	5.07	16.38	0.02	5.07

4. 振動試験方法について

4.1. 振動試験方法

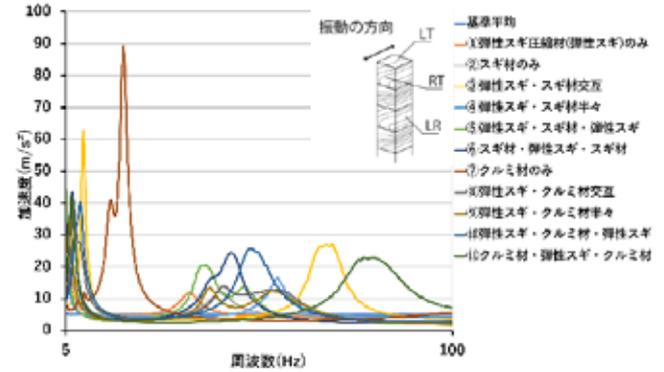
振動試験には、振動試験機 (IMW 社製 EM-2301) を使用した。試験片に 5 Hz から 100 Hz の振動を図 5 a.b 右上に示した方向に振動を与えた。加速度センター取り付け位置は試験片上部および試験台である。試験片数は各 3 本、試験環境は、室温 22.8℃、湿度 42% であった。また、試験台に取り付けた加速度センサーの値を基準値とした。

4.2. 振動試験結果

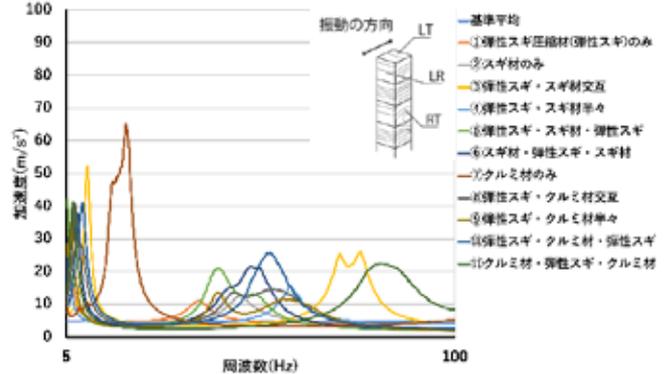
振動試験結果を図 5 a.b に示した。⑦クルミ材のみは、1 度共振を起こし、その



図4 振動試験片



a. 試験片の RT 面を手前にして振動を与えた場合



b. 試験片の LR 面を手前にして振動を与えた場合

図5 振動試験結果

際の揺れの増加量が 89.25 mm/s² と最も大きい。また、図 5 で示している基準値を下回る状態が確認できないことから、防振効果は期待できない。その他の試験片は 2 度共振しており、①弾性スギ圧縮木材のみ 19.13 mm/s²、④弾性スギ圧縮木材 (下)・スギ材 (上) 22.21 mm/s² と揺れを軽減していた。さらに、最初に与えた振動の基準値を下回る状態が見られ、防振効果が備わっていると解釈できる。なお、弾性スギ圧縮木材にスギ材やクルミ材を組み合わせると防振効果が備わることも今回の試験で確認することができた。

5. まとめと今後の予定

各試験によって、弾性スギ圧縮木材にスギ材を組み合わせると曲げおよび圧縮強度が得られ、揺れを軽減し、防振効果が備わることを確認した。クルミ材との組み合わせにおいては、スギ材ほどではないが、防振効果が備わることを確認した。今後は、各試験結果を考慮し、転倒軽減可能な収納家具の設計要件を検討する予定である。

なお、本研究の一部は、JSPS 科学研究費 21K12568 の助成によるものである。

注および参考文献

- 1) 東京都防災：https://www.bousai.metro.tokyo.lg.jp/bousai/1000027/1005737.html (2022.03.29 閲覧)
- 2) 東京消防庁：平成 23 年度長周期地震動等に対する高層階の室内安全対策専門委員会報告書第 2 章東日本大震災に伴う調査結果 https://www.tfd.metro.tokyo.lg.jp/hp-bousaika/report/2012/02/2402_02.pdf (2022.03.29 閲覧)
- 3) 経済産業省：https://www.meti.go.jp/statistics/toppage/report/minikaisetsu/hitokoto_kako/20210719hitokoto.html (2022.03.29 閲覧)
- 4) 高木拓哉：弾性スギ圧縮木材による防振効果を持つ家具部材の開発 拓殖大学大学院修士論文、2018