

椅子の耐衝撃強度向上に向けた構造解析の活用事例： 隅木の有無による接合部の応力比較

Application Example of Structural Analysis for Improved Impact Strength of Chairs:
Stress Comparison of Joints with and without Corner Woods

森茂智彦¹⁾

Tomohiko Morimo

1) 岐阜県生活技術研究所 専門研究員 (〒506-0058 岐阜県高山市山田町1554, E-mail: morimo-tomohiko@rd.pref.gifu.jp)

While seated on a wooden chair, dropping the front legs from a raised position with only the rear legs grounded may cause the joints to be overloaded and dislodged. In this study, we examined the possibility of reducing the load applied to the joints by using corner woods, which are originally used to fix the seat frames together. Verified using structural analysis, it was thought that the corner woods would make the joints between the rear legs and side seat frames more difficult to pull out than those without corner woods.

Key Words : Wooden Chair, Joint Strength, Solid-State Analysis, Contact Analysis

1. はじめに

NITE事故情報データベース[1]によると、椅子の着座中に脚と座枠の接合部が破損して座面が落下し、転倒して重傷を負った例がある。原因の一つとして、椅子の前脚を上げて後脚のみで接地する使用状態を続けていくうちに割れや亀裂が広がり、部材が外れて事故に至ったと考えられている。また、上げた前脚を落下させると、座っている人の体重による衝撃が接合部に加わり、これが繰り返されることで徐々に接合部が抜けていき、やがて座面の落下に繋がることも考えられる。このような動作に対する椅子の強度を評価するため、性能評価試験方法がJIS S 1032:1991 7.5.1にて荷重試験として規定されている(図1)[2]。この規格は旧規格であるが、現在でも実施されることがある試験方法である[3]。この試験によって異常が見られる場合には、著者の経験上、後脚と側座枠の接合部が抜けることが多い。

そこで、本研究では椅子の前脚を持ち上げて落下させる動きに対する後脚と側座枠の接合強度向上を目的とする。本研究では、椅子は木製を対象とし、まずは隅木に着目して検討を行う。隅木とは座枠同士の固定や補強に使われる部材である(図3左)。しかし、隅木には座枠同士だけでなく、脚と座枠の接合部も補強する効果があると考えた。前報では、静荷重に対して隅木により脚と座枠の接合部の補強効果があることを検証した[4]が、本報では、椅子の前脚を持ち上げて落下させた時の動荷重に対する隅木の効果を検証する。検証にあたっては、実際の椅子を用いて実験すれば確実であるが、椅子の試作や実験環境の構築には費用や時間を要するため、本研究では、まずは当たり付けのため、構造解析を用いて隅木の有無により後脚と側座枠の接合部に加わる応力を比較検証する。

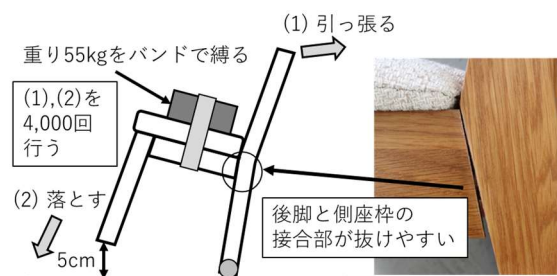


図-1 荷重試験の概要

2. 解析

(1) 椅子の形状

解析に用いる椅子の形状を図2,3に示す。形状の作成はFreeCAD Ver.0.21.1を用いた。隅木のあり/なしで2形状を用意した。隅木の寸法は図4に示す長さとした。

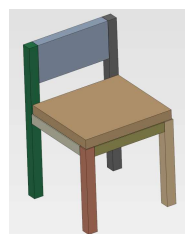


図-2 椅子の形状

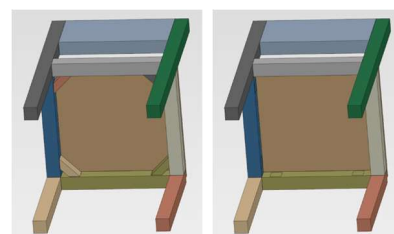


図-3 下から見た椅子の形状
(左：隅木あり、右：隅木なし)

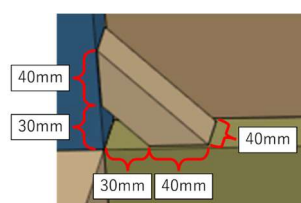


図-4 隅木の寸法

(2) 解析方法

解析ソフトは、PrePoMax Ver.2.0.0を用いた。図2の椅子形状の部材同士は、剛接合とした。解析条件は、JIS S 1032:1991 7.5.1 荷重試験[2]に基づき設定した。図5に示すように、椅子の座面の上に55kg相当のおもりを設置した。おもりと座面はTie結合とした。前脚を50mm持ち上げた状態で、おもりと椅子に床方向へ重力を与えた。前脚を持ち上げる時に支点となる後脚底面の後ろ側のエッジ部分は、変位をゼロに固定とした。椅子の4本の脚の底面と、床面の上面には、ペナルティ法による面-面接触を設定した($K=10000000\text{ N/mm}^3$)。椅子の物性値は、等方性とし、ヤング率9.8GPa、ポアソン比0.3、密度660kg/m³とした。床面の物性値は、S420相当(ヤング率210GPa、ポアソン比0.28、密度7,800kg/m³)とした。おもりの物性値は床面のヤング率とポアソン比が同じとし、密度のみ形状の体積から重さが55kg相当になるよう計算した値とした。解法は動的陰解法とした。ソルバは直接法ソルバのPardisoを用いた。

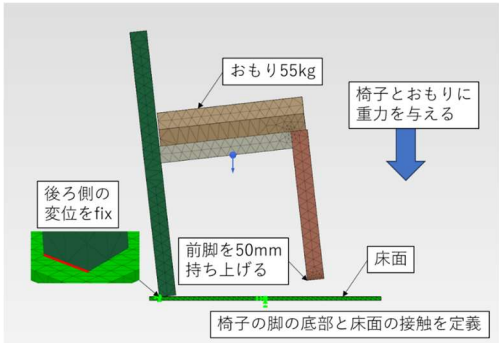


図-5 解析条件

3. 解析結果

(1) 応力分布

図9にミーゼス応力の解析結果を示す。隅木の有無に関わらず、衝突直後は前脚側の応力が高いが、時間経過とともに後脚側の応力が高くなっていることが分かる。

図10に脚と側座枠の接合部が抜ける方向(図の左右方向・右側を正)に加わる応力の解析結果を示す。隅木の有無に関わらず、時間経過とともに後脚と側座枠の応力が高くなっており、接合部が抜ける方向に力加わっていることが分かる。

(2) 接合部が抜ける方向に働く応力の比較

後脚と側座枠の接合部が抜ける方向の応力を隅木の有無で比較した。比較に用いる節点は、図6に示すように、(a)後脚と側座枠の接合部下側の角部の5節点(緑線)と、(b)側座枠下側の中心線に沿った後脚側の5節点(青線)とした。それぞれについて、節点に加わる応力の平均値を算出する。前脚が床に衝突してから約2.5msの間の平均応力を図7,8に示す。図7,8から表1に最大値を、表3に平均値を比較した結果を示す。割合は隅木なしに対する隅木ありの割

合を示す。表1～3より、どちらも隅木がある方が低い結果となった。よって、後脚と側座枠の接合部は、隅木があることで、ない時に比べて抜けにくくなると考えられる。

また、今回は隅木の寸法条件を1つで行ったが、前報[4]より、隅木の形状によっても接合部に働く応力に変化すると考えられるため、隅木の寸法によってさらに抜けにくくできることも考えられる。

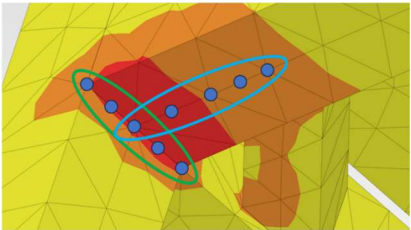


図-6 比較に用いる節点

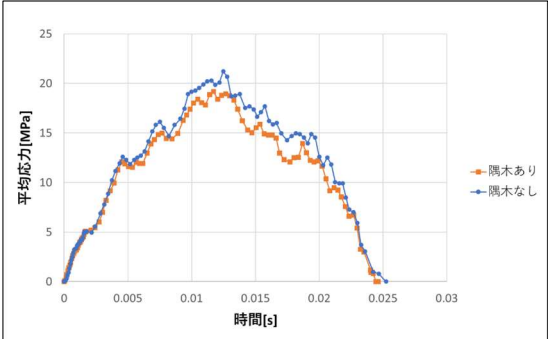


図-7 後脚と側座枠の接合部下側の角部の平均応力

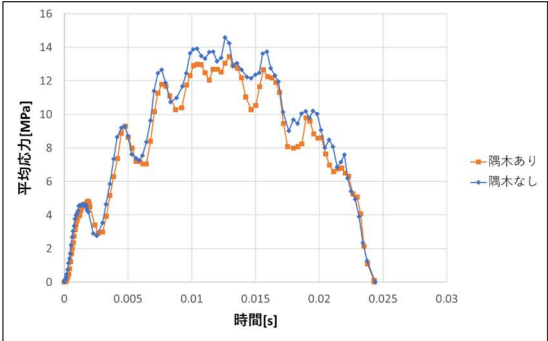


図-8 側座枠下側の中心線に沿った後脚側の平均応力

表-1 最大値

	隅木	最大値[MPa]	割合[%]
(a)	あり	19.187	-9.55%
	なし	21.213	
(b)	あり	13.444	-7.88%
	なし	14.594	

表-2 平均値

	隅木	平均[MPa]	割合[%]
(a)	あり	11.664	-6.30%
	なし	12.448	
(b)	あり	8.429	-3.13%
	なし	8.701	

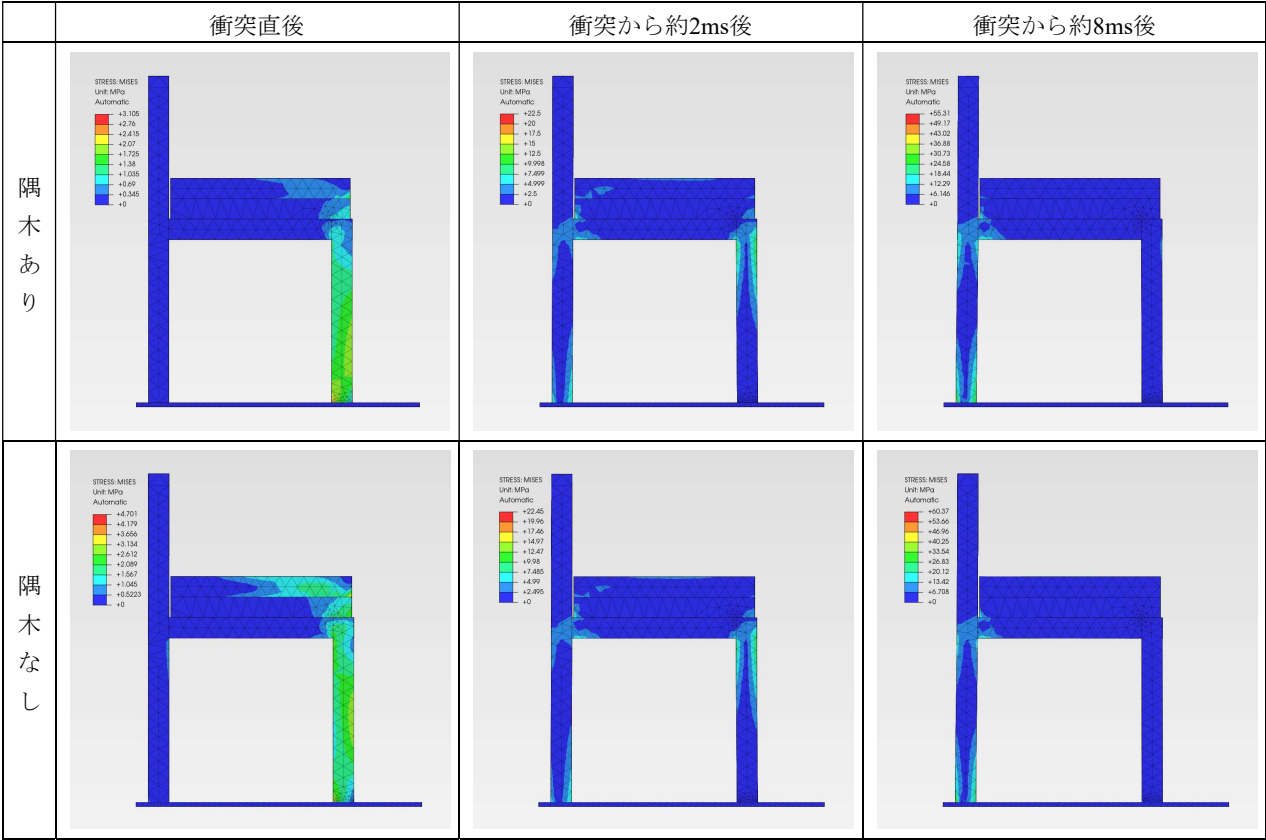


図-9 ミーゼス応力の解析結果

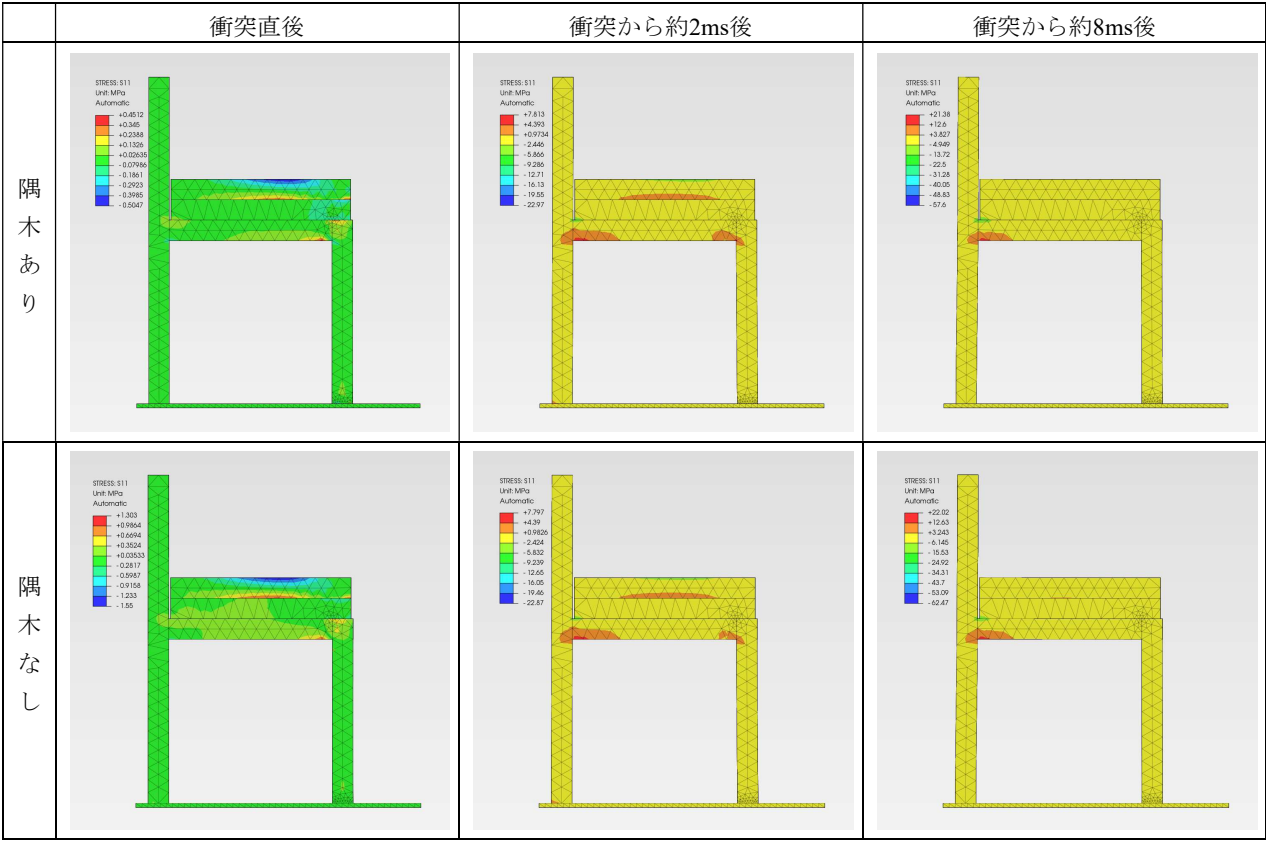


図-10 左右方向の応力の解析結果

参考文献

- [1] NITE事故情報データベース, 入手先<<https://www.nite.go.jp/jiko/jiko-db/accident/search/>>, 例えば年度番号A200900324 (参照2023-03-26) .
- [2] JIS S 1032:1991, 鋼製事務用いす, 1991.
- [3] 沖公友, 盛田貴雄, 矢野美希: 高知県産ヒノキの効率的利用に関する研究, 高知県立森林技術センター 平成30年度研究成果報告書, pp.11-12, 2019.
- [4] 森茂智彦, 柴田良一: 着座中の破損事故防止を目的とした木製椅子の接合強度に対する隅木の影響, 計算工学講演会論文集, Vol.28, 2023.

4. まとめ

着座中に椅子の前脚を持ち上げて落下させた時に, 経験上, 後脚と側座枠の接合部が抜けやすい. そこで, 本来, 座枠同士の固定に用いる隅木により, この接合部に加わる応力を小さくできると仮定し, 検証した. 本報では, 実験前の当たり付けのため, 構造解析により検討した. 結果, 側座枠が後脚から抜ける方向に働く応力は, 隅木がある方が, ない時よりも小さくなり, 抜けにくい結果となった.

今後は, 実際の椅子を用いて実験を行い, 隅木の効果を検証する.