

10 EWSによる構造解析シミュレーションと実物破壊試験の整合性研究

日田産業工芸試験所 北 嶋 俊 朗
大 野 善 隆

要 旨

平成5年度に導入した構造解析システムを用いて家具の構造解析を行った。従来の経験に基づく設計手段から、有限要素法で応力・ひずみ・変位を解析することによって、家具の構造強度の向上や設計支援を行う方法を検討した。

1. 緒 言

コンピュータを用いた有限要素法は、1956年に、米国ボーイング社の技術者たちが、航空機の翼の新しい強度計算方法を提案したことに始まると言われている。第二次世界大戦中の我が国の三菱零式戦闘機に代表されるように、航空機の構造体の全金属化が進む中、最適な計算方法であったと思われる。この為、現在では金属・プラスチック等の等方性の素材を用いた工業製品の設計には、有限要素法はなくてはならないものとなっている。

一方、木材のような異方性の素材はどうだろうか。線形静解析に必要なヤング率及びポアソン比は木材の場合一般的に $E_L : E_R : E_T = 10 : 2 : 1$ 、 $\nu_{LR} : \nu_{LT} : \nu_{RT} = 4 : 6 : 9$ と言われている。このような異方性の材料で構成された構造物を解析できるシステムは市販されていない。これは木材の強度にばらつきがあり、精密加工ができず、他の素材のような大がかりな加工装置を必要としないため、工業製品の素材として使いにくいためである。また簡単に加工ができるため、今まで設計段階での構造解析は必要がなかった。

しかし、経験を持った職人が減っていく中、平成7年度には製造物責任法が施行され、今まで以上に家具業界にも品質管理や、安全性が求められている。このため等方性の素材の構造物の構造解析システムで、異方性の材料である、木材を素材とした構造物の構造解析を検討することにした。

2. 計算方法例

2-1 材料特性の測定及び入力

構造解析を行う素材としてスギを選び、縦圧縮ヤング係数 E 及びポアソン比 ν_{LR} を測定して、構造解析プログラムに入力した。

2-2 モデル形状の作成

図-1のような形状の椅子を作成した。形状が前方向から見て左右対称であるので、解析は半分を行った。

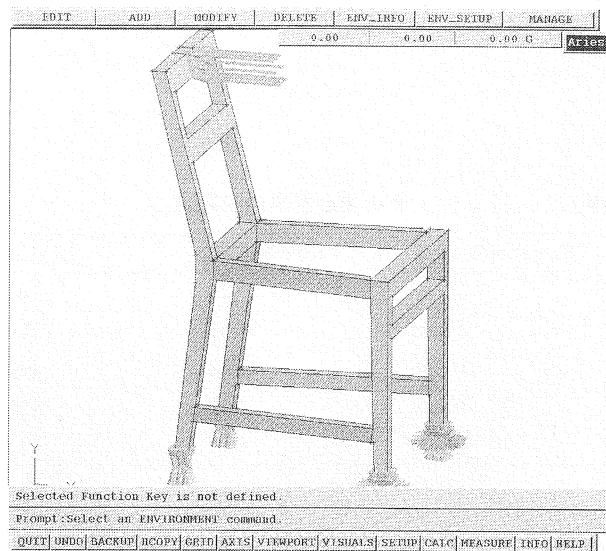


図-1

2-3 荷重及び拘束条件の設定

図-2のように荷重は、背板部に500N。拘束条件は、前脚下部を、並進方向・回転方向とも $X \cdot Y \cdot Z$ 強制拘束、後ろ脚下部を並進 Y 方向を強制拘束した。また X, Y 面对称なので切り口を、並進 $X \cdot Y$ 方向の強制拘束を行った。

2-4 メッシュ分割

中実体のオートメッシュで表-1の様に分割した。

2-5 構造解析

MSC/NASTRANサブセットで線形静解析を行った。

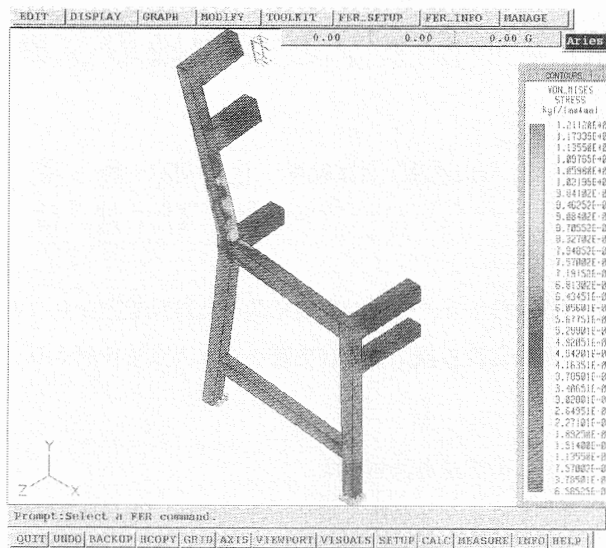


図-2

表-1 メッシュサイズと要素の分割数

ELEMENT SIZE	ELEMENTS	NORDS
15mm	8150	2432
20mm	3256	1194
30mm	1023	481
40mm	908	405
50mm	532	272

3. 計算結果例

図-2の様な結果となった。ここでは15mmでメッシュ分割を行ったものの解析結果例である。表示は、変位と応力である。実際の椅子の強度試験の結果と同様に、後ろ脚と座面の接合部に応力が集中している。

4. まとめ

オートメッシュで分割したため、全体のメッシュの大きさが変わらず、要素の大きさによって解析結果が異なった。これは応力集中部分の、要素分割数が影響していると考えられる。木材の異方性によるヤング率の違いは、椅子の場合木材の異方性を上手に利用した形状のため、解析結果に大きな影響はないと考えられる。ポアソン比の違いは、ピストンリング等のすりあわせのある精密部品ではないので、解析結果に大きな影響はないと考えられる。

来年度は、メッシュのバイアス・アスペクト比・ヤング率・ポアソン比等を考えながら、実際の製品と解析結果の比較を行う予定である。

参考文献

- 東町高雄：有限要素法のノウハウ、森北出版
- FEM入門、電通国際サービス
- 渥美光、伊藤勝悦：やさしく学べる材料力学、森北出版
- 豊田正敏、島村和夫：図説構造力学、東洋書店
- 伏谷賢美他：木材の物理、文永堂出版