課題情報シート

課題名：	木材塑性加工			
施設名：	関東職業能力開発大学校			
課程名：	専門課程	**訓練科名：**	建築科	
課題の区分：	総合制作実習	**課題の形態：**	開発	

課題の制作･開発目的

(1) 課題実習の前提となる科目または知識、技能・技術

構造力学、材料実験、構造実験、木質構造の設計、施工、安全衛生

(2) 課題に取り組む推奨段階

構造力学、材料実験終了後

(3) 課題によって養成する知識、技能・技術

木質厚密分野において最先端の知識を得るとともに、前例のない課題への取り組み手法と開発手法を習得する

(4) 課題実習の時間と人数

人　数：5 名

時　間：216 時間

日本には四季があり、その四季によって春材と秋材ができ、木材の年輪が構成されます。年輪の傾角によってヤング率などに大きな影響を及ぼします。木材の高強度化の手法の１つに圧密技術があります。これはスギのような軟質針葉樹材を横圧縮変形して細密化し、その変形を永久固定化することで得られる材料であり、高密度材とほぼ同等の材料特性を有しています。本制作では、横圧縮時の形状変形特性を、年輪傾角と細胞形状から考察し、加工精度の高い圧密技術の確立を目指します。得られる成果は、フローリング、腰壁材を初めとした各種加工技術への応用が期待されます。木質材料工場にこの技術を用いた場合、材料の無駄、加工力の低減によるコスト削減、製品の均一性向上及び性能向上が可能となります。また、木質構造建築物においては、めり込み論への応用が期待され、その理論式への組み込み、計算式の信頼向上が可能となります。

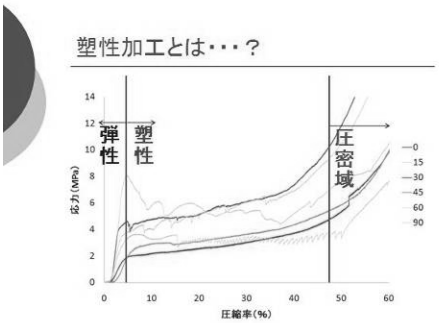


図１　横圧縮の一般的な応力とひずみの関係

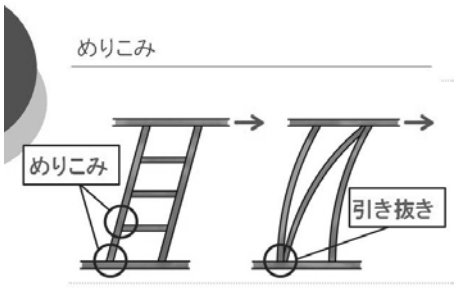


図 2　横圧縮によりエネルギーを吸収するモデル例

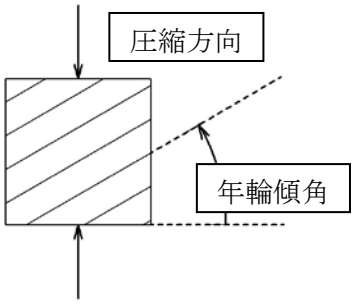
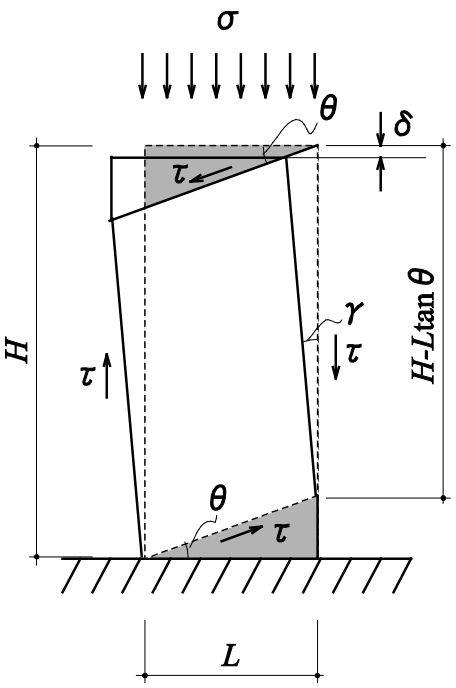


図 3　年輪傾斜角と圧縮方向の関係

課題の成果概要

年輪傾角 0 度はヤング率が大きくエネルギー吸収に長けているため、めりこみの発生時には最も有効に働く傾角だと考えられます。しかし実際には 0 度以外の繊維傾斜でめり込むことがあり、めり込みは設計値より実測値が小さいという現状があります。繊維傾斜によりヤング率が低くなることを考慮し、安全率として設計に加える必要があります。一方、ヤング率が最小の年輪傾角は、小さい荷重でも潰れやすく、圧縮加工の際には省エネルギーになります。また、縦横比が変わるとヤング率の最小をとる年輪傾角も変化するので（図 4）、圧縮する際に木取りなど断面形状によって年輪傾角を変えることが有効であると分かりました（図 5）。表 1 からは真っすぐに加工するためには 0 度より 30 度の方が有効であることが示唆されます。ただし、これは気乾状態の場合であり、軟化させる設備が整った場所では、年輪傾角と縦横比の影響は受けません。今回の成果は、めり込み論において年輪傾角を新たなパラメータと認識し、安全率を見直す必要性と新たな安全率を定める際の参考になり得ます。また、圧密木材（フローリングなど）のような塑性加工を効果的に取り入れた技術の開発に貢献できると考えられます。



$$\delta = (H - L\tan\theta)\gamma\sin\theta$$

$$\gamma = \frac{\tau}{G} = \frac{\sigma}{G}\sin\theta$$

$$\delta = \frac{(H - L\tan\theta)\sin^2\theta}{G}\sigma$$

$$\therefore \varepsilon = \frac{(1 - L/H\tan\theta)\sin^2\theta}{G}\sigma$$

$$E = \frac{G}{(1 - L/H\tan\theta)\sin^2\theta}$$

図 4　理論式

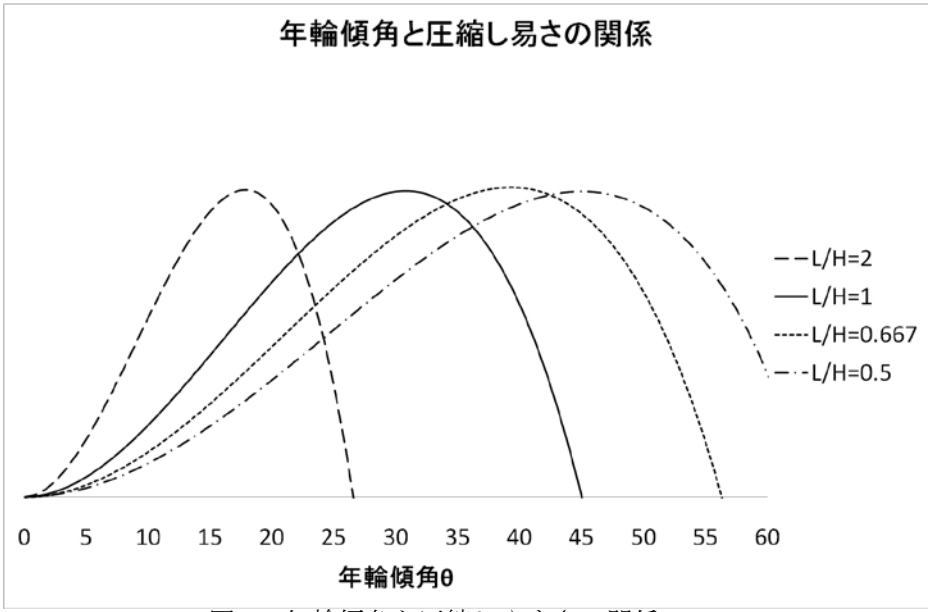
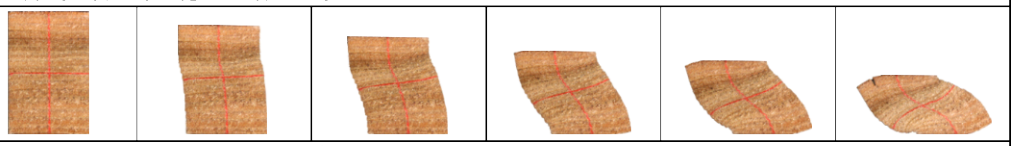
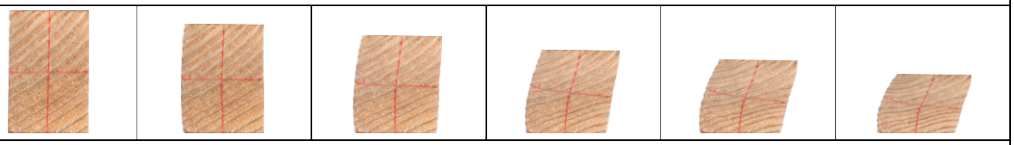


図５　年輪傾角と圧縮しやすさの関係

表１　年輪傾角、縦横比によって傾く方向や大きさが異なる１例

			圧縮率（%）					
			0	10	20	30	40	50
0度	縦寸法 R(mm)（【】内…サンプル番号 1～3）	15【1】						
			左への倒れ。亀裂など目に見える破壊はない。					
		30【2】						
			右への倒れ。亀裂など目に見える破壊はない。					
		45【2】						
			左への倒れ。圧縮率50%の時に左上部にヒビが入ったがそれ以外に破壊は見られない。					
			圧縮率（%）					
			0	10	20	30	40	50
30度	縦寸法 R(mm)（【】内…サンプル番号 1～3）	15【2】						
			ほぼ真っ直ぐ潰れている。亀裂など目に見える破壊はない。					
		30【1】						
			圧縮率20%までは若干左に倒れる傾向にあったが、30%以降は中央に戻り真っ直ぐ潰れた。					
		45【3】						
			右への倒れ。亀裂など目に見える破壊はない。					

課題制作･開発の訓練ポイントおよび所見

学生の知見を深めるためゼミ方式を取り入れ、不足分を補いました。また、書籍化されていないものであるし、他に例があるわけでもないので、手探り状態で成果に結びつかない失敗もあった。学生が将来、何かをつくりたいと考えたとき開発手法が分からず、きっかけを逃してしまわないように、様々な事を経験させる事が重要であると思います。

養成する能力 （知識､技能･技術）	課題制作・開発のポイント	訓練（指導）ポイント
○ 研究開発をする前段の知識を整理する能力	◇ 取り巻く情勢を的確にとらえること。また、広い視野を持ち、他の研究開発機関がどの様な角度からどの様にアプローチしているのかを分析します。そこから、新たなオリジナリティーを見出すと共に、既往研究よりも先に進む手段を考察します。独りよがりな研究にならないように注意が必要です。	◆ 該当する技術の情勢調査手を指導します。 ◆ 該当する技術や関連する・文献調査手法を指導します。 ◆ 厚密技術の知識習得を指導します。 ◆ 三次元大変形技術の知識習得を指導します。 ◆ 木材の軟化技術の知識習得を指導します。 ◆ 部分圧縮技術の知識習得を指導します。 ◆ めりこみ論の技術習得と、その理論式と実験値との誤差を検証し、パラメータとして「年輪傾角」を導入した場合を考察します。 年輪に注目する理由は、物質的に豊富なスギに特化することを前提とした場合、他の樹種との物性相違がそこにあるからです。
○ 最終目的を定め、計画を立てる能力	◇ 限られた設備、時間、人員を考慮し、何が可能であり、何が不可能であるのかを明確にし、研究全	◆ 既存実験環境を把握する指導をします。 ◆ オリジナリティーの決定手法を指導します。今回

養成する能力 （知識､技能･技術）	課題制作・開発のポイント	訓練（指導）ポイント
	体の時間管理を行う事が必要です。	は変形挙動と力学特性をモデル式化する試みとした。 ◆ 実験計画書の作成手法を指導します。想定される事象の検証に対し、どの様な実験をどのくらいの試験体で行うのかを決定します。 ◆ 理論式作成手法を指導します。多変量解析などから重要パラメータを想定し、複雑になりすぎないようにある条件（仮定）を決定することで導き出したのが図 4 です。 ◆ 実験機材の使用方法を指導します。 ◆ 実験時間管理手法を指導します。
○ スムーズな実験手法	◇ 試験体数が多い時は無駄のない要領が必要です。本研究は本試験で 360 体でした。	◆ 圧縮試験を行います。 ◆ 実験が失敗しているかどうかを早期に発見させるための簡易報告を指導します。
○ データ分析と論文作成手法	◇ 既往の知見から想定した結果と、実験結果が一致するかを検証することが必要です。 ◇ 就職活動、他大学進学などにも使用できるよう製本します。当コースは５名で２テーマに取り組ん	◆ グラフ作成技術を指導します。様々に転用可能とするため、白黒表示とします。 ◆ 論文製本技術を指導します。これには学生の労力が大きいので、事前の意思確認が必要です。

養成する能力 （知識、技能･技術）	課題制作・開発のポイント	訓練（指導）ポイント
	だのでもう一つのテーマ「竹筋コンクリート」と合わせると 150 ページの論文製本となりました。	◆ 印刷業者に渡すデータの作成手法を指導します。
○ プレゼンテーション技法	◇ 研究全体を発表する時間が無いため、要点のみを伝える必要があります。	◆ 多数あるグラフの中から、発表で使用するグラフを選択します。 ◆ 発表時間から適切なスライド枚数を指導します。 ◆ 発表練習をします。

課題に関する問い合わせ先

施設名　　：関東職業能力開発大学校
住　所　　：栃木県小山市横倉三竹 612-1

電話番号　：0285-31-1711
施設 Web アドレス　：http://www.ehdo.go.jp/tochigi/college/index.