

小径間伐材による新建造方式木造船の開発

大阪支所 *多賀 謙治
東海小型船舶工業会 山田 恒治

1. はじめに

我が国の森林面積の内その約40%が人工林である。その保全には間伐が不可欠である。近年主に足場丸太などに使用されていた小径間伐材の需要は著しく減退しており、人工林の約60%は間伐が行われていないと言われている。このため林野庁においては2005年度から間伐材などの利用を進める事業が3ヶ年計画で進められている。一方小型船においてはFRP、アルミ船に移行して久しいが、木造船は揺れにくく乗り心地が良いことから小型漁船、訓練艇などの一部で利用されている。さらに廃船処理がしやすいという長所も備えている。またボート事業者の中では初心者が取り扱い易い船が求められている。

これらのことから小径間伐材を利用して簡易な小型木造船を開発し上記要望に対応するとともに、有価物としての間伐材の利用促進を喚起し、森林保全に寄与することを目的とする。

2. 開発経緯

近年大空間を有する建築構造物においても集成材加工された木材が構造素材として利用されるようになった。小径木である間伐材は節などの欠点を生じ易く、また小径であるため集成材として利用することで欠点を補完出来る。また曲げ集成材加工することで曲面構成の船殻に対応出来ることから間伐材の特性を生かすためには集成材を用いた建造方式が妥当と考えられる。このため杉間伐材、集成材の強度特性、接着の強さ、長期屋外暴露における強度変化について調査などを行った。

船殻に対応した棒状の曲げ集成材を積み重ねて船殻を構成する案を図-1に示す。他に、振った板状の曲げ集成材を用いて船殻を構成する案も考えている。

今回は実際に建造することを目標として、操船

に海技免許が不要な長さ約3mのレジャー船の建造を対象にして進めている。一隻建造を前提にすると集成材を用いた建造方式はFRP製の同様仕様船に比べ高価な建造費を要する。このため従来建造方式により建造する方針とした。

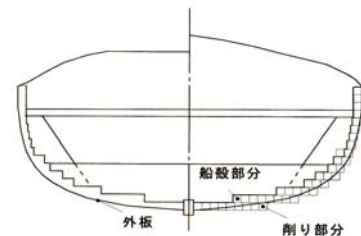


図-1 集成材による木造船建造案

3. 材料に関する調査結果

材料強度に関する内容については、代表的な以下の項目について示す。

①杉間伐材、成木の材料強度特性：小径木（間伐材）、成木の未成熟部分では木材を構成する仮導管（針葉樹の細胞壁に当たる部分。仮導管が水分運搬と構造体としての木を構成）が一様方向に配向していないため、また成木に比べ仮導管壁が薄く細胞が大きくなるため、一般論として針葉樹では成木に比べ引張強度で55～95%、曲げ強度で60～90%、弾性係数で60～80%を示すことが報告されている¹⁾。強度については様々な報告がされている。たとえば中央径約13cmの吉野杉材では、112試験体について曲げ弾性係数、曲げ強度の平均値は成木の平均値に比べ約86%、97%を示すことが報告されている²⁾。また成木においては強度の異方向性が大きく、長さ方向、年輪の法線方向、年輪の接線方向で約20:2:1の強度比を示す³⁾。

②集成材の強度特性：一般的に集成材は木材の欠点部分を省いて無欠点部分を利用できるため、無垢材に比べ安定した材料を得ることが出来る。また構造用集成材には近年までレゾルシノール系のみが使用を許されていた。接着剤のせん断強度は母材である木材のそれと同等以上の強度を有するため、母材強度が無垢材と同一であれば集成材にしたときの曲げ強度は無垢材と同一になる。無垢材は欠点を有しやすいため、通常は集成材の方が強度的には優位になる。

③接着剤の耐環境性：10年間の屋外暴露試験でせん断強度は、レゾルシノール系、水性高分子系、ポリウレタン系の接着剤では初期強度のそれぞれ67%、25～33%、24%を示した。また別の報告ではレゾルシノール系接着剤の接着強度は5年後表面無処理で初期強度の60～65%、クレオソート処理で90～100%の残存強度を示した。レゾルシノール系接着剤の耐候性能は木質系接着剤の中では優れている。またうまく防腐剤処理を行い外気を遮断することで強度をある程度保持出来ることが報告されている⁴⁾。

4. 建造予定船についての強度試算

長さ3m、幅1.3m、深さ約0.7mのおもてとだての和船船型の船を予定している。全体概観を図-2に、船体中央断面を図-3に示す。1.0～2.4cmの4種類の船殻板厚について、サギング、ホギング時に船体中央部分に生じるモーメントを想定し、生じる最大応力について検討した。サギング時には $M=303000N \cdot cm$ 、ホギング時には $M=176000N \cdot cm$ と置いた。結果を表-1に示す。杉間伐材の曲げ強度の平均値は $6190N/cm^2$ 、95%信頼限界の下限值は $5050N/cm^2$ という報告²⁾がなされ、他の報告⁵⁾でも12試験体平均で $6300N/cm^2$ 、下限値で $3150N/cm^2$ という報告があり、縦強度については十分な強度を保持している。木材は強い強度の異方性を示すため、横強度の余裕についてはこの限りではないものと考えられる。このため今後検討を行う予定である。ここで表-1中の σ_{**} の添え字S、Hはそれぞれサギング、ホギング想定時、T、Sは引張、圧縮を示す。

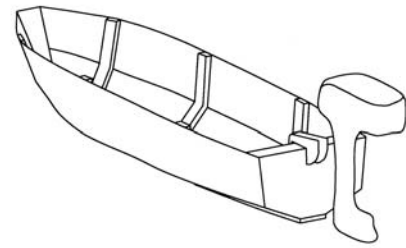


図-2 建造予定船概観

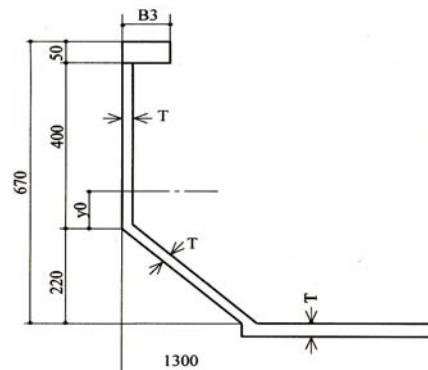


図-3 中央断面

表-1 縦強度試算

T (cm)	B3 = 10.0 (cm)		B3 = 15.0 (cm)	
	σ_{ST} $\sigma_{SC}(N/cm^2)$	σ_{HT} $\sigma_{HC}(N/cm^2)$	σ_{ST} $\sigma_{SC}(N/cm^2)$	σ_{HT} $\sigma_{HC}(N/cm^2)$
1.0	69.1 51.8	30.1 40.1	63.9 41.7	24.2 37.0
2.0	40.2 37.4	21.7 23.3	32.1 27.5	16.0 18.6
2.2	37.4 35.8	20.8 21.7	34.3 28.7	16.7 19.9
2.4	34.1 34.9	19.8 20.1	32.1 27.5	16.0 18.6

参考文献

- 1) 植村武他, 木材活用辞典, 1994, 産業調査会辞典出版センター
- 2) 山口他, 吉野スギ間伐材の強度性能, 奈良県森林技術センター木材加工資料, No-6, 1976
- 3) 森林総合研究所監修, 木材工業ハンドブック, 丸善
- 4) 井上明生, 木材工業, 55-1, 2000
- 5) たとえば“小径木を主材料とする大断面構造材に関する研究 報告書”, 2002, 福島県技術開発共同組合