

### 1. 研究の背景と目的

構造用集成材の使用がここ数年で急増している<sup>1)</sup>が、環境への影響はどのように変化するのだろうか。集成材の性質として、接着剤の使用などの環境負荷増加が考えられる一方、歩留まりの高さなどから環境負荷低減の可能性も考えられる。このことから、ライフサイクル全体について評価がなされなければ、全体として環境負荷が増加するのか、減少するのか判断することは難しい。

こうした問題意識に基づく研究として津森の研究があり、LCA手法を用いて構造用集成材の環境負荷を評価している<sup>2)</sup>。その結果、乾燥無垢材と比較すると、集成材の方が原油、CO<sub>2</sub>等の負荷は小さいことが示された。また、集成材からのCO<sub>2</sub>発生量等の環境負荷はラミナの海上輸送、および、ラミナ乾燥工程の寄与が大きく、集成工程の寄与は小さいことが明らかとなった。しかしながら津森は接着剤の評価はしていない。集成材を構成するラミナと接着剤の総合評価がされなければ集成材のLCAとしては不十分である。また、ラミナを欧州材から国産材へ切り替えることや、乾燥ボイラ用燃料に端材を利用することにより、海上輸送、乾燥工程での環境負荷をさらに低減できる可能性があるが、こうした評価も行われていない。

本研究では、構造用集成材の製造工程での環境負荷を、接着剤の製造工程も含めた上で、再度評価・比較することを目的とする。また国産材を使用し、木質廃棄物で乾燥することでどの程度の環境負荷改善が見られるかについても検討する。

### 2. 集成材およびラミナの製造

#### 2.1. 集成材の概況

集成材は用途面から、造作用と構造用に分けられる。平成16年の国内での集成材の生産量は1,488千m<sup>3</sup>で、構造用小断面集成材はその41%を占める。構造用小断面集成材の量は平成7年比で13.4倍と大きく増加した。原材料別にみると、国産材は13.0%、北米材18.2%、欧州材62.0%である<sup>3)</sup>。

#### 2.2. ラミナ製造工程の調査

ラミナ製造工程のデータを入手するため、A森林組合(愛媛県)に対してアンケート調査、ヒアリング調査を行った。平成18年12月18日には同組合の集成材製造工場の観察調査も行った。

### 3. 集製材のLCA

#### 3.1. LCAの手順と本研究の範囲

LCAとは製品のライフサイクルにわたって、製品の使用する資源やエネルギーと、製品が排出する環境負荷を

定量的、客観的に推定・評価し、さらに製品の潜在的な環境影響を評価する手法である<sup>4)</sup>。ただし本研究では環境負荷の推定までを行った。

なお本研究はヒアリングした企業に関する事例的なLCAである。

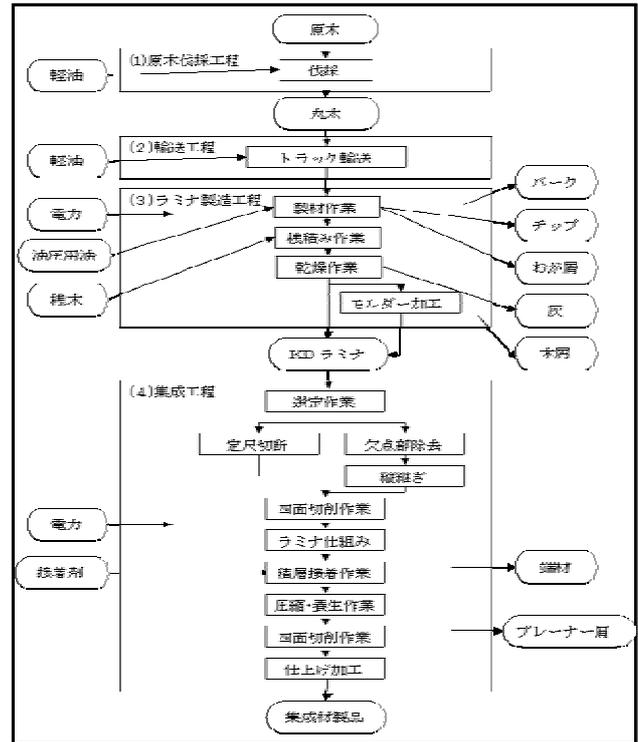


図1 本研究における環境負荷の評価範囲

#### 3.2. 評価の対象

本研究では、小断面構造用集成材、105角3M柱材を対象とした。評価範囲は、図1の原木伐採工程から集成工程までで、以後の集成材の流通、使用、廃棄については評価しない。栈木、木屑、端材、プレーナー屑、灰は投入量、発生量のみを計上し、その生産・使用・廃棄・再生工程は評価していない。

#### 3.3. 分析方法

本研究では積み上げ方式を採用した。データ処理はLCA実施ソフトウェアJEMAI-LCA Proを使用した。

#### 3.4. プロセスデータの収集

伐採、KDラミナ製造、集成材製造の各プロセスデータを表1にまとめた。伐採のデータはJEMAI-LCA Proの原木(国産)のデータを使用し、ラミナ製造工程は2.2.で述べたヒアリングデータを、集成材製造工程は津森のものを利用した。ラミナ製造時の木材投入量は原木、KDラミナの含水率をそれぞれ30%、12%として計算した。

また接着剤については服部のインベントリ分析結果を

用いた<sup>5)</sup>。接着剤のデータを表2に示す。

表1 伐採・ラミナ製造・集成材製造のプロセスデータ

	伐採(kg)	ラミナ製造(kg)	集成材製造(kg)
製品kg	丸太1kg	KDラミナ1kg	集成材1kg
原木kg	1		
丸太kg		2.71	
ラミナkg			1.19
栈木kg		3.11E-03	
接着剤kg			0.0179
陸上輸送tkm		3.35E-05	2.20E-06
電力kWh		0.242	0.061
軽油kg	0.0187		
端材kg			0.148
プレーナー屑kg			0.037
木屑kg		1.097	
灰 m		0.242	

表2 接着剤の環境負荷原単位(1kgあたり)

	CO <sub>2</sub> 排出量 (kg-CO <sub>2</sub> )	NO <sub>x</sub> 排出量 (kg-NO <sub>x</sub> )	SO <sub>x</sub> 排出量 (kg-SO <sub>x</sub> )
レゾルシノール樹脂 接着剤(PRF)	6.75E-01	1.25E+00	1.06E+00
水性高分子 イソシアネート系接着剤 (API)	9.46E-01	1.54E+00	7.99E-01

輸送はヒアリングデータをもとに設定した。丸太は伐採地から製材工場まで15tトラック、燃費2.7km/Lで30km輸送するとした。接着剤については接着剤製造工場から集成工場まで4tトラック、燃費6.5km/Lで200km輸送する。なお丸太の輸送はKDラミナ製造の投入として、接着剤の輸送は集成材製造の投入としてそれぞれ表1に掲載している。

### 3.5. 結果と考察

各環境負荷、資源投入がどのようなプロセスに誘発されているかの内訳を図2に示す。

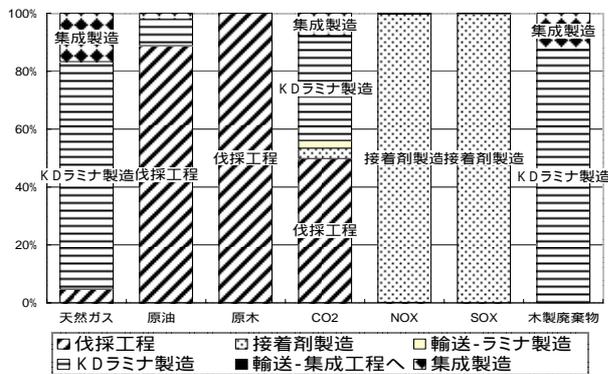
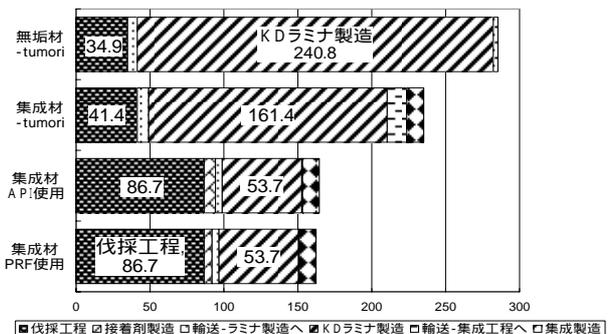


図2 集成材製造における各環境負荷発生の内訳

国産ラミナを使用した場合、CO<sub>2</sub>発生はおよそ5割が伐採工程での軽油使用によるもので、3.5割がKDラミナ製造の電力消費によるものであった。NO<sub>x</sub>、SO<sub>x</sub>の発生量は両者とも主に接着剤製造工程に起因していた。ただし分析で用いた服部らによる接着剤の原料の原単位をJEMAI-LCA Proのものと比較するとNO<sub>x</sub>、SO<sub>x</sub>のデータは大きな値となることがあり、この結果はそうした原単位の設定値の影響が考えられる。

一方、単位体積あたりのCO<sub>2</sub>量を津森の結果と比較すると図3のようになる。国産材の伐採は原木輸入よりも丸太1kg切り出すのにかかる軽油量が0.085kg(1.83倍)

多く、加えて今回の事例では集成材1kgの製造にかかる丸太の投入量が0.36kg(1.15倍)多いため伐採工程でCO<sub>2</sub>量が45.3kg(2.1倍)多い結果となった。しかし乾燥用燃料を重油から木質廃棄物に転換することで79.3kg(海上輸送の寄与を除いた値の33.8%)のCO<sub>2</sub>を削減できることが示された。なお計算は、津森のKDラミナ製造工程から誘発されるCO<sub>2</sub>発生量を今回のラミナ製造工程の値に置き換えて計算した場合の数値である。



集成材-tumoriは海上輸送による重油消費によるCO<sub>2</sub>排出量662kgを除く

図3 集成材・無垢材製造1m<sup>3</sup>当りのCO<sub>2</sub>発生量(kg)

さらに海上輸送による排出量662kgを含めた場合、明らかに国産材の方が環境負荷が小さい。なお海上輸送、乾燥工程でのCO<sub>2</sub>量削減によって今回はKDラミナ製造の電力消費の寄与も相対的に大きくなった。

### 4. 結論

国産材を用いた構造用集成材の環境負荷をLCA手法で推定した。津森の研究結果に対して国産材を用いることでラミナの海上輸送が省かれCO<sub>2</sub>負荷が7.4%低減された。さらにその値から木質廃棄物を乾燥用燃料に利用しKDラミナ製造を行う事で33.8%CO<sub>2</sub>削減ができた。また今回接着剤の製造工程も含めたところ、CO<sub>2</sub>については接着剤製造工程の影響は小さかったが、NO<sub>x</sub>、SO<sub>x</sub>についてはほとんどが接着剤製造工程となった。ただし使用する原単位の違いの影響が大きく、さらに今後検討する必要があると考えられた。

性能の安定性等から今後も集成材の利用拡大、生産増加は続くと思われる。国産材利用の集成材生産は欧州材に比べて少ない状況ではあるが、注目されつつある。環境負荷の少ない国産材の集成材が性能面、価格面の工夫で競争力をつけていくことが今後の課題である。

#### 【引用文献】

- 1) (株)住宅産業新聞社,住宅産業百科2003,2003,p.48
- 2)津森 慎一:集成材のLCA,2003年度卒業論文
- 3)財団法人日本住宅・木材技術センター,木材需給と木材工業の現況(平成16年度版),2005,p.134-p.135
- 4)LCA実務者入門編集委員改編:LCA実務入門,丸善,1998,p.9
- 5)服部順昭:木質材料に使われる接着剤のインベントリ分析,木材学会誌Vol.52, No4,p.235-240,2006