

炭素繊維強化集成材（ハイブリッドティンバー）の開発

知事もカラマツ6m試験体の曲げ強度試験を視察

1 はじめに

集成材は、必要とされる強度性能に合わせて製造できる、優れた材料です。

しかし、木材のみで造る以上、その強度性能には必ずから限界があります。

そこで、さらに高性能の集成材を造るため、炭素繊維を用いた強化方法を研究しています。

8月3日には、「体験学習の森」のオープニングセレモニーの後、知事にも炭素繊維強化カラマツ集成材（6m長）の曲げ強度試験を見ていただきました（写真-1）。

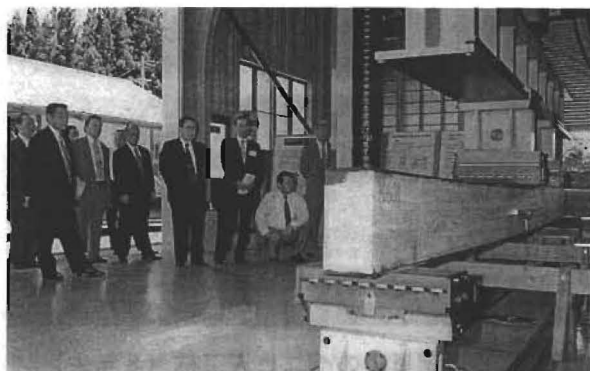


写真-1 炭素繊維強化試験の知事視察

2 炭素繊維とは

本研究に使っている炭素繊維は、アクリル系合成繊維を特殊な方法で炭化して作られています。

炭素繊維は金属よりも軽量で、かつ木材よりも強度性能が著しく高い材料です（表-1）。

また、金属等と同様、強度性能のバラツキが小さく、信頼性の高い材料でもあります。

そのため、炭素繊維は釣竿やゴルフクラブ等の

スポーツ用品をはじめとして、一般産業用途・航空宇宙用途にまで、幅広く利用されています。

また、阪神大震災を機に、コンクリート橋脚等の補強材としても使われるようになりました。

表-1 炭素繊維の強度性能（一例）

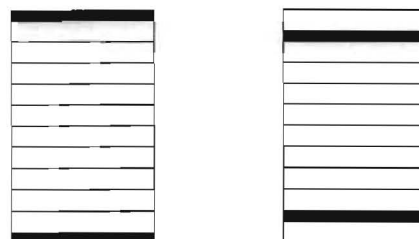
材料名	引張強度 (kgf/cm ²)	引張ヤング係数 (×10 ³ kgf/cm ²)	密度 (g/cm ³)
炭素繊維	41,000	2,400	1.77
カラマツ*	850	100	0.50

※「木材工業ハンドブック」から、無欠点試料のデータを引用しました。節等を有する一般の材では、引張強度の平均値が半減します。

3 炭素繊維強化集成材とは

(1) 炭素繊維強化集成材の造り方

炭素繊維で集成材を強化する場合は、炭素繊維の強度性能を最大限に生かすため、通常は図-1の位置に炭素繊維を配します。



①集成材の最外層 ②集成材の最外接着層

図-1 炭素繊維（■）による強化方法〔断面図〕

(2) 炭素繊維強化集成材の特徴

主たる特徴としては、次の点が上げられます。

- ① 高強度、高剛性（高ヤング係数）
- ② 高信頼性（強度性能のバラツキの減少）
- ③ 高耐火・耐久性等

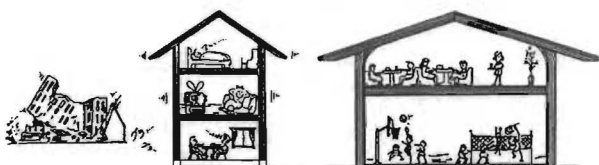
高強度・高剛性となるため、長スパンでの利用、構造の簡略化、部材数の削減、工期の短縮等が図れます。

また、通常の集成材や他材料と比較して小断面あるいは軽重量で同等の強度を得ることができるため、保管・輸送の効率化、基礎工事の簡略化、施工機械の小型化、防錆・塗装処理面積の軽減等も図れます。

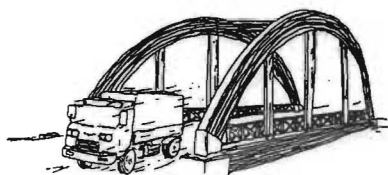
従って、炭素繊維強化により部材単価は上昇しますが、トータルコストでは抑制・低減効果が期待されます。

(3) 炭素繊維強化集成材の用途

炭素繊維強化集成材の活用例としては、次のようなものがあげられます。



木造の耐震・安全・高層建築物、
大空間を有する木造建築物



木造の車道橋、人道橋、遊歩道（長スパンも可）

図-2 炭素繊維強化集成材の活用例

北米では、炭素繊維等を用いた繊維強化集成材の研究開発が積極的に進められており、既に車道橋を含む木橋を中心に、長スパンの屋根等も造られています。

4 林業総合センターにおける研究の経過

平成8年の初めから、産学官の共同で試験が進められてきました。

当初からの開発メンバーは、京都大学木質科学研究所の石原教授（当時）、東邦レーヨン株、アイカ工業株、リグナイト株、齋藤木材工業株および長野県林業総合センターです。

平成10年度からは林野庁の補助事業にも取り上げられ、(社)全国木工機械工業会を事業主体とし、上記メンバーに京都大学木質科学研究所の小松助教授と榎セイブを加えた体制で、製造技術の開発を進めています。

5 本研究の特徴

我々の研究の主たる特徴は、次の2点です。

- ①耐火・耐熱性能の観点からフェノール系およびレゾルシノール系樹脂を選択し、炭素繊維との接着性に優れた樹脂を新たに開発しました。（通常は、エポキシ樹脂が使われています）
- ②上述の樹脂を含浸させた炭素繊維シートをつき

板・樹脂含浸紙等で挟み、あらかじめ加熱・硬化させて「炭素繊維複合硬化シート」を作製しました。その結果、炭素繊維の取り扱いが容易になるとともに、木材用のレゾルシノール樹脂で集成材に接着できるようになりました。

6 本研究の成果

上記5の結果、木材と炭素繊維との接着性は著しく改善され、「構造用集成材の日本農林規格」で定める「使用環境1（屋外使用等）」の接着性能に到達できました。

また、炭素繊維の使用量に応じて、曲げヤング係数や曲げ強さも、設計通りに向上させられるようになりました。

炭素繊維強化の一例を、図-3に示します。

前述したとおり、8月3日に強度試験を実施した6m長の炭素繊維強化カラマツ集成材では、曲げヤング係数が $195 \times 10^3 \text{ kgf/cm}^2$ に達しています。

なお、炭素繊維強化集成材は、適当な刃物を選択すれば、通常の本工機械で加工が可能です。

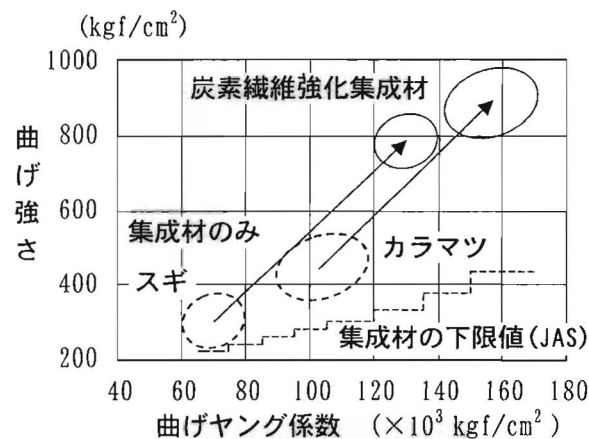


図-3 炭素繊維強化による強度性能の向上

集成材寸法：4.5(幅)×10.5(高)×200(長)cm

引張側最外層ラミナは、中央で縦継ぎ

炭素繊維使用量：上下面とも 1200 g/m^2 (0.68mm厚)

7 おわりに

炭素繊維強化により、木材のみでは不可能な、優れた性能の材料が造れるようになりました。

今後は木造の人道橋や遊歩道の試作等、実用化の検討も進めていきたいと考えています。

《参考資料》

- 1) 最新木材工業事典、P.168-169 (1999)
- 2) 平成10年度 長野林総セ 業務報告、P.82-83 (1999) (木材部 柴田)