

巨木を創る（高強度杉圧縮集成材の製造方法に関する研究）

国際環境工学部 建築デザイン学科 教授 福田 展淳

1. 間伐から皆伐へ

日本の森林資源の保全と活用は、CO₂削減目標達成のためにも必要不可欠である。特に戦後、大量に植林された杉林は、杉材が建設材料としては強度がないことや国内の人件費によるコスト高のために利用されず、人工林の荒廃が顕著である。国内の木材利用の70%が安い輸入材であることは、世界的な森林資源保全の観点からも問題である。また、戦後70年を過ぎており、中径木の杉材の利用促進が重要な課題となっている。

一方、国内の建築業界では、構造材としても利用できる集成材が市場を大幅に広げつつあり、1990年から2000年の十年間で国内使用量が約10倍に膨らんでいる。さらに2002年の建築基準法の大幅な改正により、防・耐火性が得られ、構造計算が可能な集成材であれば中高層建築にも利用できる可能性が出てきた。その後、リーマンショック後の落ち込みはあるものの、現在まで集成材の使用量は高いまま推移している。集成材は、一般木材では入手が難しい長さ6mの梁材や大きな板材になること、通常の木材の約1.5倍の強度を持ち、ばらつきがないため構造計算が可能であることなどから、一般の木材よりも高い価格で取引されている。

これらの背景を踏まえ、本研究では、戦後大量に植えられ、十分な需要が見込めない杉材を高強度の集成材として利用できる技術を開発することを目的としている。杉が戦後大量に植林された背景には、成長が早いことが大きな理由であった。しかし、成長が早いことは、比重が小さく軽い木材であったため、利用が進まず、山はそのまま放置林となっている。本研究では、高温高圧の状態で杉を軟化させ、圧縮成型し、密度を高めることによって、杉の高強度化技術を開発してきた。また、圧縮時に数本の木材を接着剤で接着しながら圧縮することで高密化と集成材化を一括して行い、製造コストを大幅に下げることを目指している。

2. 中高層建築物のための柱梁材となる巨木を創る

最終的に想定している木材は、断面が1m*1m、長さ12mの巨木のような柱梁材で、鉄骨造やRC造に変わる木造中高層建築物の構造材となる材料を目指している。このような巨大な人工木材の製造方法は、まだ、国内はもとより海外でも確立されていない。

製造工程は非常に単純で、まず、杉丸太を高温高圧容器の中で軟化させ、その後、接着剤を塗布し、杉が軟化している状態で治具に装填し、プレス機を用いた材に圧縮成型する。（図1,2）

(A)

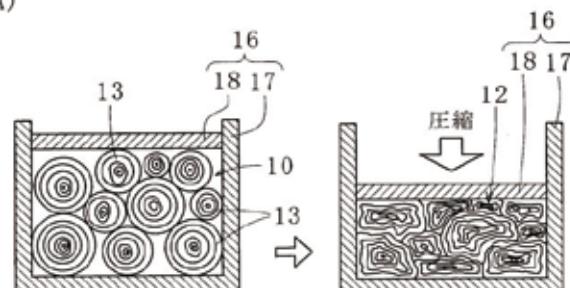


図1 高温状態で軟化した木材をプレス圧縮する際の変形イメージ

(A)

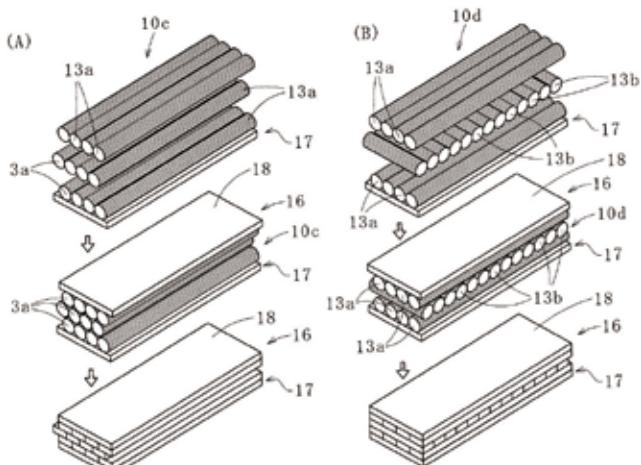


図2 圧縮成型する際の丸太材の配置例

3. 大断面集成材との違い

同様の大きな木材を製造する技術として大断面集成材がある。しかし、大断面集成材は、一般の木造住宅で使われる幅105~120mmの角材や梁など2階建て住宅用の小さな集成材を作る工程を経て、さらに大きな木材を製造している。20mm~30mm厚の板材(ひき板)を重ねて接着するため、大きな丸太から、一旦、小さなひき板を製造し、再度大きな木材に接着する工程を辿っている。500mm角以上の大きな材となるRCラーメン構造用木材として開発されたものではない。この大断面集成材の製造方法では、大きな材になればなるほど、工程が膨らみコストがかかる。一方、本技術では、大きな木材を製造することを製造の第1目的としているため、例えば、直径50cmの丸太を、板材に加工することなく、そのまま、集成材にすることが可能で板材の製造工程を省略できる。

4. CLTとの違い

現在日本各地で導入が進められている大規模木造の主要な材料にCLTがある。CLTは、集成材と同様に20mm～30mm厚のひき板を用い、大断面の柱、梁ではなく、厚さ150mm、6m×2.7mの巨大な板材を製造する技術である。ヨーロッパで開発が進んで来た背景には石作りによる壁を主体に建物を作ってきた壁構造(組石造)の文化がある。日本の場合は、柱梁による軸組構造が、大規模な木造建築でも使われてきた伝統があり、壁を主体とした建築物はほとんどない。現在、中高層の多くの建物がコンクリートや鉄骨の柱・梁によるラーメン構造で建てられており、これらに変わる安価で高強度の大断面集成材が開発できれば、CLTよりも、中高層建築には導入し易いと思われる。ただし、CLTに匹敵する強度特性とコスト競争力が必要である。

5. コスト面での優位性

丸太をそのまま利用できるため、ひき板を作る必要がないことは、歩留まりが高いことにつながる。一般の集成材やCLTが歩留まり30-35%に対し、本木材はほぼ100%の歩留まりとなり、材料費にかかるコスト低減につながっている。高温高圧にする工程が、コストアップにならないかとの懸念もあるが、圧縮木材は含水率が自然に低下するため、ほぼ同等の高温状態が必要となる木材を乾燥する工程を省略することができ、乾燥に必要な熱エネルギーのコストを相殺することになる。

6. 今後の取り組み

これまでの断面が10cm*6cm、長さ1mの製造実験では、比重0.35程度の杉材から比重0.7～1程度の杉集成材を製造し、高い曲げ強度及び圧縮強度を有することを確認してきた。今後は、断面積60cm*30cm、長さ3mの大断面集成材の製造実験を行い、強度特性を把握するとともに、増産を可能とする製造方法の検討を行う。(図3, 4, 5)

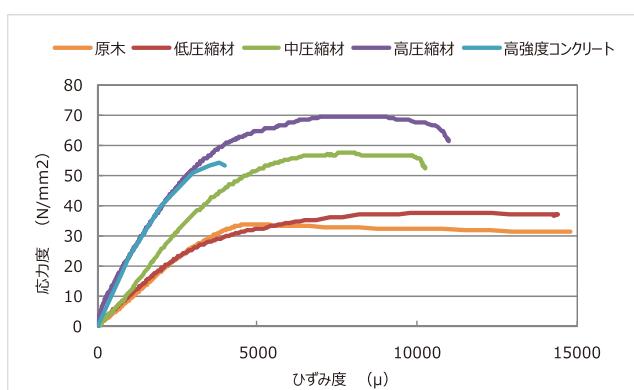


図3 圧縮強度の比較
(中圧縮材、高圧縮材は高強度コンクリートと同等以上の圧縮強度を示した。)

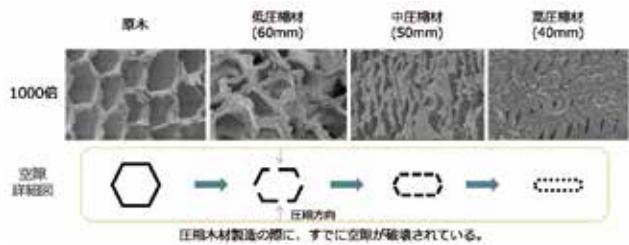


図4 走査電子顕微鏡による微視的観察
(密実になると、纖維密度が高まり、強度が向上したと考えられる)

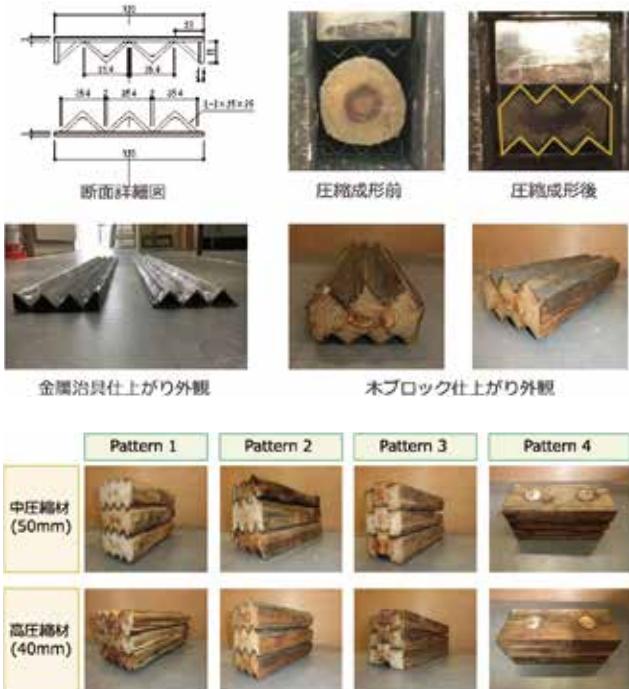


図5 金属治具による木ブロック製造実験
(圧縮強度が高まっており、木ブロックなどの用途も考えられる)

【参考資料】：日本CLT協会 <http://clta.jp/techreport/20170811>

Profile



福田 展淳
Hiroatsu Fukuda

役職／教授
学位／博士(工学)
学位授与機関／早稲田大学
【連絡先】
fukuda@kitakyu-u.ac.jp

■ 研究分野・専門
建築・都市環境工学、建築意匠、木質材料
■ 主要研究テーマ
省エネルギー建築及び住宅、住宅の湿気結露問題、高強度再生木材、リサイクル木材、低炭素まちづくり、コンパクトシティ、アルゴリズムデザイン
■ PR・その他
都心居住をテーマに学位を取り、環境に配慮したまちづくりから、建物の省エネルギー、リサイクル問題にテーマを広げ、現在は、動的熱負荷シミュレーションに基づく住宅設計、住宅の湿気問題、杉の有効利用のための再生木材の研究、杉105角材間伐材を多用した新たな建築構法、トロンプウォールやダブルスキンによる省エネルギー住宅の設計手法、アルゴリズムを用いた新たな建築デザインの生成法の研究を行っています。