

木材の強さを生かして環境にやさしい木造ビルを造る

(国)森林総合研究所・フェロー、セイホク(株)・技師長

神谷 文夫

経歴：1948年京都府舞鶴市出身
永大産業(株)を経て現在の森林総合研究所にて研究コーディネータなどを歴任。2009年定年退職後、現職へ。
専門は木質材料、木造の耐震設計

1. 木材は鉄より強い？

木材の強度は、樹種によりますが、例えば比較的低い樹種であるスギの引張強度は、断面積 1cm^2 当たり約900kgです。鉄では約4,000kgなので、スギの強度は鉄の約1/4ということになります。

建物にかかる地震力は、建物重量に比例します。また、ドームのように、はりを太く長くしていくと、ある長さで、はり自身が自分の重量に耐えずに折れてしまう限界点に達します。したがって建築構造材料としては、強度のほかに、軽いことが重要な性能になります。

重さを考慮した強度の表記法として、先ほどの強度をその材料の比重で割った比強度があります。スギの 1cm^2 当たりの比強度は約2,500kg、鉄は650kgです。したがって、重さを考慮すると、スギの強度は鉄の約4倍ということになります。

ただし、この強度は、節がなく目の通ったものです。一般の建築に用いられる木材には節や繊維傾斜があり、強度は下がります。鉄も同様に強度のバラツキがあります。このため、設計では、安全性を考えて低く設定した強度値を使用します。実際に、強度とたわみの性能が同じという条件で、ある建物の梁の断面を設計すると、鋼材は $100\text{mm} \times 200\text{mm}$ のH形鋼で重さが94kg、スギは $105\text{mm} \times 445\text{mm}$ のムク材で64kgとなり、やはり、木は鉄より軽くて強いという結果になりました。

2. 強いから木造ドームができる

大きなドームは木造、鉄骨、空気膜などで造られます。日本には直径が100mを超える木造ドーム



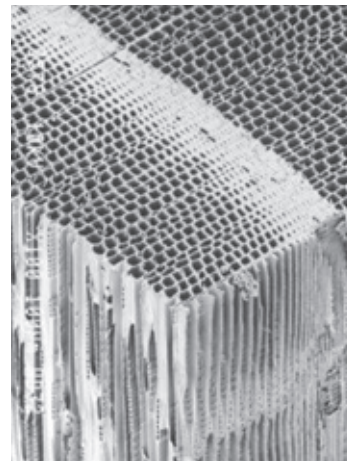
■木の花ドーム (建設中写真)

ムが三つあります。皆さんがご覧になった可能性が高いのは、宮崎市の「木の花ドーム」です。巨人軍がキャンプを張るので、春先には毎日のようにTVに登場します。ご存知でしたでしょうか？

3. 木材はなぜ軽くて強い？

顕微鏡で見ると、樹幹はパイプ状の繊維の束でできています。パイプが力学的に軽くて強い形状であることは分かりますよね。このパイプは単純ではなく、ミクロの繊維がスパイラル状に取り巻く高度な構造になっています。

もっとミクロに見れば、セルロース、ヘミセルロース、リグニンという化学物



■木材の顕微鏡写真
提供：森林総合研究所

質で構成されていることが分かります。この組成はよく鉄筋コンクリート（RC）に例えられます。コンクリートは圧縮には強いが、引張りにはもろいので、引張りに強い鉄筋で補強したのがRCです。木材の場合は、セルロースが鉄筋、リグニンがコンクリート、ヘミセルロースがそれらをくっつける接着剤であるという訳です。

セルロース、ヘミセルロース、リグニンは、C、O、Hでできており、大気中のCO₂と水が食料ですが、光合成を行うために太陽エネルギーが必要です。一方、木は生物ですから、自然界の中で生存競争をしなければなりません。他の木や草の上により多くの葉を付け、太陽を浴びようとします。つまり、木は限られた材料を最大限有効に使って、できるだけ高く、かつ風や雪の力に耐えることを強いられているのです。その結果できあがったのが軽くて強い体です。木材はいわば自然という神様が造った究極の構造材料といえるでしょう。

4. 地球環境を守るため木造ビルを建てる

木材を使った大規模建築に目を転じましょう。法隆寺や東大寺を造るには、匠達の全知能を結集する必要がありました。今日では、鉄（当時は砂鉄から作る貴重品でした）、コンクリート、接着剤など、いろいろな材料がふんだんに利用できます。また、コンピュータによる構造力学、信頼性工学、地震データなど、多くの学問やデータを駆使することができます。木材工学も進化を遂げました。

木材を乾燥する技術、割れに強い合板や、強度の高い大断面の長大材（集成材など）を製造する技術、耐火性や耐久性を付与する技術などです。

地球温暖化対策は、建設行為にも及んでいます。木材利用に関しては、人工林での木材の伐採と植林を進めて森林を活性化するとともに、伐採した木材で造った建築物を長期間使用し、炭素をストックすることです。ビルを木造で建てれば、地球温暖化を防止する大きな力になります。

欧州ではそのような動きが始まっています。現在は10階建て程度ですが、20階を超える木造ビルの建設計画があります。木造が盛んな北米では、木造部分の階数が6~8階の中層木造建物の建設が進んでいます。

日本では、公共施設はできるだけ木造で造る法律ができ、非住宅建物の木造化が始まりました。木造ビルに関しては、10階建て程度までは十分な耐震性を確保できますが、地震後の都市火災の問題があるので、耐火性能を確保することが現在の課題です。建築基準法に規定された1時間耐火では最下階または最上階から数えて4階まで、2時間耐火という性能を確保すれば同様に14階までの建設が可能となっています。すでに中層ビルの上部4階部分を木造としたビルが建設されています。今年、2時間耐火の試験棟（6階建て）が建築研究所で建設されようとしています。東京などの都市に木造ビルの森ができるのは、それほど遠いことではないかもしれません。



■ロンドンの木造ビル
（上部8階が木造）



■アメリカの木造ビル（上部4階が木造）
写真提供：WWPA



■さいたまふれあいキューブ
（上部2階が木造）