

曲がり材の構造性能の検証による価値の見直し

森と木のクリエイター科 木造建築専攻 宮森 庸介

1. 研究背景と目的

かつては建築で多く利用されてきた曲がり材であるが、現代の建築ではほとんど使われなくなってしまった。需要が減少したため、搬出にも手間のかかる曲がり材は多くが山で切り捨てられ、また、粉々に碎かれパルプ・チップとして用材の半分以上の価格で取引されることが多い。

そこで、本研究では曲がり材を建築用材として有効的に使用するために、曲がり材の性能について検証し、その性能を活かした設計をすることで曲がり材の価値見直すことを目的とする。

2. 研究方法

研究内容として以下のことを実施した。

- ①曲がり材を扱う企業を訪問し、ヒアリングを行い、曲がり材の長所や課題について整理する。
- ②シミュレーション解析を行い、曲がり材の部材としての構造的な性能について明らかにする。
- ③曲がり材の形状を構造的にも意匠的にも活かした設計をする。

3. 研究結果

3.1 曲がり材を扱う企業へのヒアリング調査

ヒアリング調査では日頃から曲がり材を扱っている、もしくは曲がり材を扱ったことのある以下の 6 社に訪問した。

表 1 調査対象一覧

企業名	業種	所在
A 社	木材業者	岐阜県恵那市
B 社	木材加工・販売業	岐阜県飛騨市
C 社	木材加工・販売業	岐阜県白川町
D 社	大工	岐阜県白川町
E 社	大工	新潟県新発田市
F 社	構造設計事務所	岐阜県美濃市

6 社それぞれの視点から見た曲がり材の長所や課題について整理を行った。また、D 社では曲がり材の加工を体験し、E 社ではチョウナとマサカリを用いた曲がり材の加工を見学した。

調査結果から曲がり材の長所として以下のことが挙げられる。

- ①曲がり材の特徴的な形状。曲がり材はそれぞれが唯一無二の個性を持ち、その個性を残したまま設計に組み込むことで、他では真似できない空間を演出することが可能である。
- ②たいこ材や丸太材の場合、角材と比べて木材を

削る量が少ないため、歩留まりが良い。また、丸太に近い形で使用すると、建築としての寿命を迎えた後に古材や家具として、再利用の可能性を多く残しているといえる。

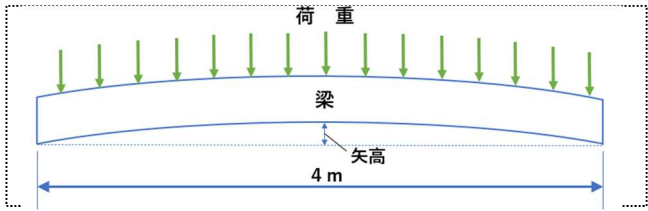
次に曲がり材の課題として以下が挙げられる。

- ①曲がり材は一品物(特殊な材)であることか構造計算の際に組み込みにくく、構造計算がなされないことが多い。
- ②伐採から加工までの多くの工程で直材と比べて手間が多いことから最終的なコストアップにつながるが多い。
- ③角材に比べて、加工には高い技術を要するめ、技術者がいなければ気軽に取り入れることができない。

本研究では課題の中でも、構造に関する課題がもっとも重要であると判断し、構造に注目して研究を進めることとした。

3.2 シミュレーション解析

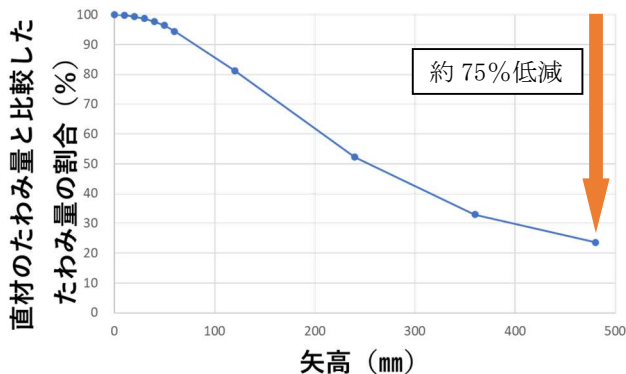
構造計算に組み込みやすくするために、曲がり材のシミュレーション解析を行うことで、曲がり材の構造的な優位性を明らかにする。解析は、上に凸の 4m の曲がり材の梁に梁自体の重量と屋根の荷重が上から加わったことを想定し、断面形状や矢高などを変更し、合計 193 パターン行った。



解析モデルのイメージ

解析の結果から以下のことが分かった。

- ①梁の拘束条件(固定度)が重要
ローラー端(水平方向に動く)の場合：矢高に関わらず、性能は直材とほぼ変わらない。
固定端(しっかり固定)の場合：矢高が高くなるほど、直材と比べてたわみの低減や力の流れの面で優位。固定する方法としては梁が接合する柱の外側に壁を設置することなどが考えられる。
例：矢高 0mm(直材)→480 に変更すると最大たわみ量が約 75%低減
要因として、直材であれば曲げに働いていた力が、曲がり材の場合軸方向の力に変換されたことが考えられる。



グラフ 1 矢高とたわみ量の関係

ここで制作したグラフは曲がり材の矢高から簡易的に低減効果を推定する早見表として使用可能だと考えられる。

②矢高位置はスパンの中心に近いほどたわみの低減効果大きい。図 1 の例では、矢高がスパンの中心(下図)にあるタイプの方が、矢高の位置が木口に近いタイプ(上図)に比べて最大たわみ量が約 1.5%程度低減した。

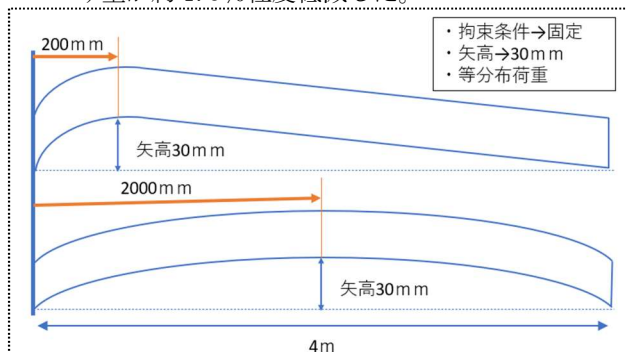


図 1 矢高位置が木口から 200mm(上)と 2000mm(下)

③材成が小さいほど矢高によるたわみの低減効果大きい。材成を 150mm、180mm、210mm、240mm の 4 パターンでそれぞれ矢高を 0~60mm まで変化させて結果、材成が 150mm のものがもっとも矢高によるたわみの低減効果が顕著であった。

3.3 曲がり材を用いた設計

白川町の社寺建築用材を中心に材木の販売を行っている C 社の敷地を想定し、曲がり材を活かした木橋を設計した。

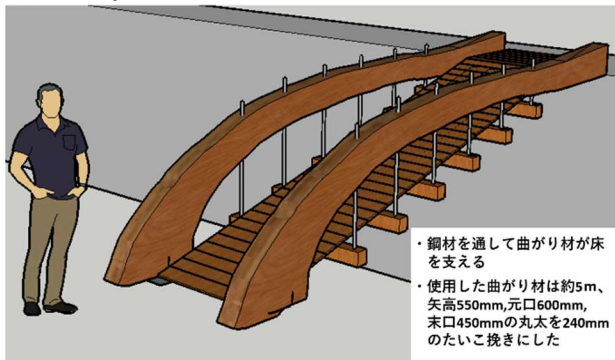


図 2 設計した木橋のイメージ写真

荷重はほぼすべて曲がり材が負担し、意匠の面でも主役である曲がり材を強調するような設計にした。使用

した曲がり材は実際に生えている曲がり材から輪郭を模っている。シミュレーション解析の結果、設計した木橋は十分な構造性能があることが分かった。設計した木橋を C 社の代表の F 氏に向けてプレゼンを行い、以下のようなアドバイスを受けた。

- ・曲がり材の形状が意匠に活かされている
- ・構造についても検討していることに感心した
- ・設計で使われているほど大きな曲がり材を用意できるか不安

F 氏はかねてから、曲がり材を活用したいと考えており、今回のプレゼンを喜ばれていた様子だった。しかし、C 社のような曲がり材がよく使われる社寺建築用材を扱う企業であっても、流通システムが整備されていない曲がり材は、希望通りのものを入手することが難しいのだということが分かった。また、解析の結果、設計で用いた曲がり材は必要な基準を大きくクリアし、過剰に断面が大きいことが分かった。そこで、改めて解析を行い、構造が成り立つ曲がり材の最小径を求めた結果、幅 105mm、成が 100mm (もともと幅が 240mm、成が 360mm) であることが分かった。

この断面同士の直材と曲がり材についてそれぞれ解析を行った結果、曲がり材のたわみ量は直材の 1/4 以下になった。また、直材で同程度の性能を発揮するためには、直径が約 1.5 倍の丸太が必要だということが分かった。このことから、曲がり材の形状は構造的に優位に働いていることが分かる。

4. まとめ

本研究で曲がり材の長所と課題を整理し、シミュレーション解析によって形状による構造的な性能の検証を行った。これにより曲がり材の形状は支点の拘束条件が重要であり、固定端であれば、たわみを大きく低減できるなど、構造的なポテンシャルは高いといえる。

また、木橋の設計で使用することを想定した曲がり材は曲がり非常に大きいため、C 材として扱われる可能性が高い。このような、本来であれば欠点となる曲がり部分を構造的にも意匠的に活かした設計を行ったことで、本研究は曲がり材の価値について見直すきっかけになるのではないかと考える。

5. さいごに

本研究では、曲がり材について構造的なアプローチで活用に向けた取り組みを進めたが、残る課題として曲がり材の流通や作業効率とコストのバランスなどが考えられる。今後、曲がり材に魅力を感じ、様々な視点から曲がり材の活用や普及に取り組む人が増え、曲がり材の価値の向上につながることを期待する。