

木製トラスの設計と実用化

前田 典昭

はじめに

より少ない材料を効率的に使用して、軽量かつ性能の高い構造を生み出す。これは、建築構造に課せられた一つの大きな課題です。

トラスは、小さな断面の部材を三角形のパターンに組み合わせることによって、大きなスパンの梁をつくることのできる合理性の高い構造形式です(図)。全体の形状や部材の配置方法、また部材同士の接合の方法によって、いろいろなタイプのもがあります。

トラス構造は、積雪や風あるいは積載荷重などのような外力によって発生する曲げモーメントを上下の弦材で、またせん断力をトラスの内部の斜材や束材で、いずれも構成部材の引張力や圧縮力といった軸力として抵抗します。

このような構造上の特質から、トラスは梁のせいを大きくするほど部材の利用効率が高くなるため、木製トラスの場合には、一般的に全体の梁の形状を山形あるいは片流れの三角形として、屋根トラスに利用される例が多いのですが、上下の弦材を平行に配置した平行弦トラスの場合には、床梁として使用されることもあります。

開発の経緯

木製トラスは、以下に述べるような多くの特徴を有しているにもかかわらず、一般への普及があまり進展していませんでした。それは、道内の木造住宅が、多様な屋根形状を有するためトラスの量産化が困難で、生産コスト低減の障害となるなどの理由からです。そこで林産試験場では、トラスの主要な用途を牛舎などの農業用建築物と無落雪屋根住宅の2点に絞って、実用化に向けた研究を実施してきました。

トラスに関する研究としては、農林水産用の施設用として位置付けられるPT型ハウス(丸太を地中に埋め込んで柱とし、これに木製トラスを載せた簡易建築物)の開発に端を発しますが、これについては本シリーズの別項(1991年7月号参照)に譲ります。

住宅への適用に関しては、工法の合理化と小径材の有効利用を目的として、無落雪住宅の屋根トラスの研究を続けています。これは特に、枠組壁工法住宅の無落雪屋根の施工では、通常の仕様で3階床G2階建ての場合)を構成し、その上に置屋根的に束とラフターでM型の屋根を仕上げる

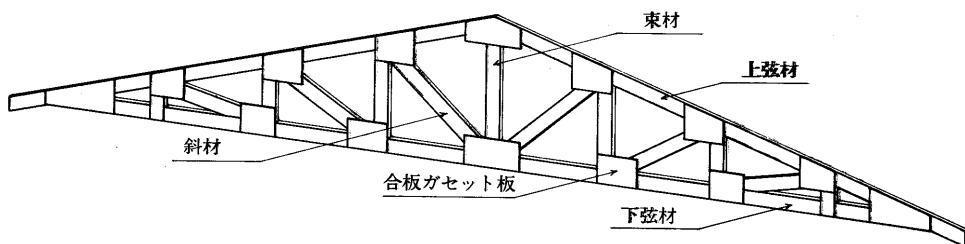


図 木製トラスの外観

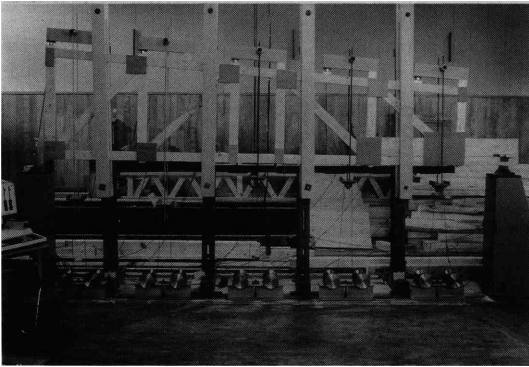


写真1 屋根トラスの載荷試験

など二重の手間と材料をかけている例が大半で、トラスを採用することによって、施工の簡略化と材料の節減効果が大きいとの判断によるものです。

この研究の過程で、形状や接手法の異なる実大のトラスを数種類試作し、鉛直荷重による破壊試験や、積雪荷重に相当する長期にわたる載荷によるたわみの観察を実施して、剛性や耐力など強度的な性能の確認や設計方法の見直しなどを行ってきました(写真1)。その結果、短期性能ならびに長期性能の両方において、合板釘打ち工法で要求性能を十分に満たすトラスが実用化できることが明らかとなりました。

また、比較的大スパンの構造物にも対応が可能なように、接手法に鋼板挿入型のボルト接合を採用した屋根トラスについても設計範囲を拡大しています。

製品・技術の特徴

トラスは、その耐力や剛性を構造計算によって予測することが可能であり、個々の部材や接合部の負担する力を正確に求めることができます。これによって、使用する部材の断面や品質あるいは部材同士の接合方法を、必要とされる性能に応じて選択することができるなど合理性の高い設計ができ、材料の有効な活用が容易です。

接合方法としては、合板ガセット釘打ち、鋼板挿入ボルト締め、メタルプレートコネクタの圧入によるものなどがあり、用途や生産規模に応じた選択の幅が広いものとなっています。

特に、現場で組み立てのできる合板ガセット釘打ちトラスでは、製造者の技術レベルによらず一定の水準の性能をもつトラスを安定的に製造することが可能です。

また、住宅の屋根に適用した場合、高所での作業を大幅に短縮することができるほか、トラスのスパン内には耐力壁を必要としないため、自由な間取りの設定や、後々の間取りの変更が可能になる利点もあります。

施工例

林産試験場で開発、普及を進めているトラスは、特別な生産施設を持たなくても現場で部材の加工・組み立てが可能のように合板ガセットを使用した釘打ちトラスを主な対象としています。したがって、最近見受けられるようになったメタルプレート・コネクタによる屋根トラスのような定常的な生産は期待できませんが、高額な設備投資をしなくてもトラス構造を試行できる手軽さから関心を示す工務店なども少なくありません。

施工例として合板ガセット釘打ち接合によるU型トラスを無落雪屋根へ適用したものの、鋼板挿入型ボルト接合トラスを木材加工工場へ適用したものを写真2,3に示します。

合板ガセットトラスは、旭川市内の枠組壁工法住宅に施工したものです。基本的に屋根中央部に位置する谷樋をはさんだ2種類のトラスを使用することとなりますが、この例では平面計画の複雑さから5種類のトラスで屋根面が形成されています。トラスの最大スパンは、4.55mで、トラス部材としては躯体が枠組壁工法ということもあって、北米産のスプルスが使用されています。

二つ日の例は、接合部に鋼板とボルトを使用した比較的大スパンのトラスです。下弦材の傾斜した片流れトラスと桁行方向の平行弦トラスを配して、広い屋根空間を強調しています。トラスのスパンは片側で13.5m、使用樹種はエゾマツ・トドマツです。また、接合金物により梁間方向と桁行方向に直交するトラスが立体的に組み合わせられています。



写真2 無落雪屋根への利用例

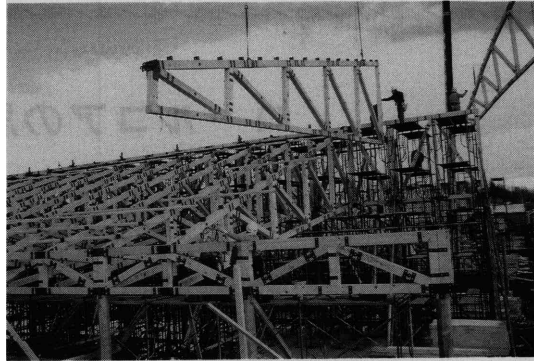


写真3 木材加工工場への利用例

今後の展開

木製トラスの中で合板ガセット釘打ち接合によるものでは、その接合部分のガセット板や釘打ち位置の設計が、製造段階で要する時間の多くを占めることとなります。特にトラスの種類が多く、少量の生産しか見込めないときには、これが大きな問題となります。林産試験場でも、この点が木製トラス普及のネックとなると考え、トラスの設計から接合部の釘打ちの配置図の出力までを行うことが可能なトラス製造支援用のプログラムの開発を進め、その成果を場内で何例かのトラス設計に活用しましたが、実用・普及には至っていません。一般の設計者、あるいはトラスの製造者がプログラムを容易に操作ができるような改善が必要と考えています。

一般の木造住宅向けのトラスで大量の需要を開拓するには、屋根工法の標準的な仕様を設定することによって、トラスの設計ならびに製造の簡素化を進めることが望まれます。このためには、トラス専門のファブリケータの育成が必要であり、それにともなってトラスの接合工法もメタルプレートコネクタなどの接合金物への移行は避けられないものと思われます。

住宅外の用途では、トラスの大スパンが可能な特徴を生かし、大規模な建築物への適用が期待されます。現状では、接合金物は各節点ごとに異なる形状のものを特注で対応しなければなりません。幾つかの標準パーツの組み合わせにより任意の接合部が形成できるような接合部品の開発が望まれます。

おわりに

トラスには、これまでに述べてきたような平面トラスのほか、鋼構造の分野で発展を遂げてきた立体トラスがあります。木造においても、ごく一部ではありますが、これに類似した立体トラスが見られるようになり、話題性のある構造手法として注目されています。

このような例ばかりでなく、これまで木造建築や木質の構造部材に対して、あまり関心をもたなかった建築設計に携わる人々も、構造材料としての木材に興味を示すようになりつつあります。

今後、木製トラスが木構造の中で特殊構造に分類されることを脱却して、広く普及することを願うものです。

(林産試験場 構造性能科)