

特集 『住宅部材』

道産材を用いたツーバイフォー用床根太部材の開発

- トドマツ製材とカラマツ合板を用いた 形梁 -

大橋 義徳

キーワード：ツーバイフォー工法，床根太，形梁

はじめに

積雪寒冷地である北海道では、厳しい冬でも少ないエネルギーで暖かく暮らすために、全国に先駆けて高断熱高気密工法が開発されています。厚い断熱層の室内側に防湿層、室外側に防水層と通気層^{くたい}を設けて計画換気を行うことで、室内や躯体内部が結露せずに暖かな室内環境と耐久性の高い住宅構造が得られるようになりました。しかし、冬季間には、取り込まれた外気が暖められて室内が過乾燥状態になりやすく、乾燥が不十分な構造部材を使用すると大きな収縮によって床の凹凸や床鳴りといったクレームにつながるおそれが出てきました。そのため、ツーバイフォー住宅では、床根太として使われる210材の代替材料として、寸法安定性に優れた形梁が注目されるようになりました。品確法の施行に伴い、10年間の瑕疵保証が義務づけられるとさらに関心は高まり、床根太を210材から形梁に切り替える住宅メーカーも増えています。そこで、道産材によるツーバイフォー用床根太部材として、道産形梁を開発しました^{1, 2)}。

形梁とは

形梁とは、図1に示すように、断面形状が「」の形をした梁で、鉄骨系建築物でよく見られる形鋼の木質版と言えます。フランジと呼ばれる上下弦材とウェブと呼ばれる中央の面材によって断面が構成され、フランジが曲げ強度、ウェブがせん断強度を負担するというように力学的な役割が明確な材料です。木質形梁は北米で1920年代に飛行機の部材として使われたのが始まりとされています。その後、様々な構造物に使われ、1970年頃に本格的な商業生産が始まると住宅部材としての普及が進み、最近では北米の新設住宅の床根太に占める割合は約4割と推定されています³⁾。現在、日本には北米3社の製品が輸入されており、それらの使用量が徐々に増えてきています。い

れの製品もフランジにはLVL、ウェブにはOSBを使用しています。国産品については、輸入原材料を国内で組み立てた製品が最近出現していますが、国産の原材料を使った製品はまだ実用化されていません。

開発した道産形梁

今回、形梁を開発するにあたり、道内のツーバイフォー住宅メーカー24社を対象に床根太部材の使用状況と道産形梁に対する要望を調査しました。その結果、6社で輸入形梁を導入していることが分かりました。また、要求される床根太スパンは根太間隔455mmで3640~4550mm、長尺の状態で施工するために製品長さは最大で10m、上から釘を打ち込みやすいようにフランジの幅広い面を水平にする、梁せいは210材と212材の2種類、などの要望が挙げられました。これらをふまえて種類と断面形状を図1のように決めました。フランジ幅は44、64、89mmの3種類、梁せいは235mmと286mmの2種類で計6種類としました。ここでは、梁せいが235mmのものをLタイプ、286mmをHタイプと呼ぶことにします。

フランジには道産トドマツのツーバイフォー製材をたて継ぎしたものを、ウェブには道産カラマツの構造

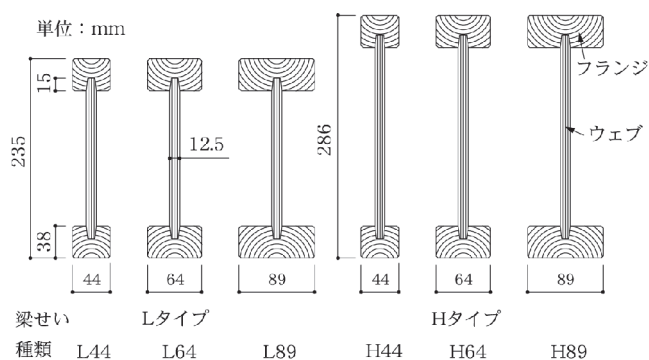


図1 道産I形梁の種類

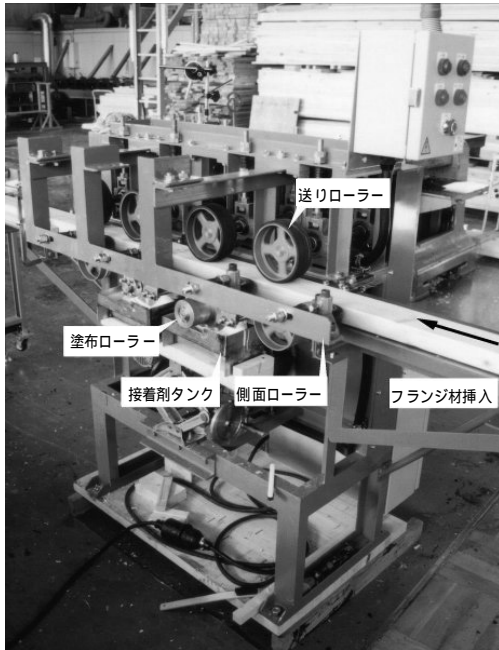


写真1 塗布装置

用合板(厚さ12.5mm, 等厚4ply構成)を使用しました。合板は表板の繊維方向が形梁の長さ方向と直交するように配置し、その継ぎ手はバットジョイントとしました。また、フランジとウェブの接合部は、互にくさび形に切削加工し、FJによる幅はぎ210材の場合と同様に短い圧縮時間で解圧できるようにしました。接合部の接着には、構造用の水性高分子・イソシアネート系接着剤を用いました。

製造装置の開発

道産形梁を量産するため、専用の接着剤塗布装置(写真1)と圧縮装置(写真2)を開発しました。

塗布装置は、送りローラーで送材しながら、2枚の塗布ローラーによりフランジの溝に接着剤を塗布する機構としました。

圧縮装置は、仮組みした形梁を投入し、縦圧と上押さえ圧をかけながら側圧をかけてフランジとウェブを接合し、解圧後に押し出される機構としました。本装置によって製造可能な梁幅は38~89mm, 長さは最大10mとしました。

曲げ強度試験

これらの装置を用いて製造した形梁の曲げ強度性能を調べるため、曲げ強度試験を行いました(写真3)。試験は4等分点2点荷重で行いました。試験スパンは、

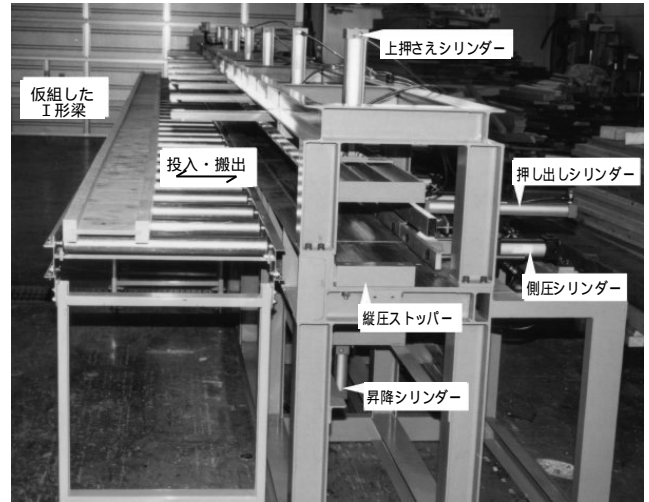


写真2 圧縮装置

断面計算により想定した実用的なスパンとし、L44は3,185mm, L64とH44は3,640mm, L89とH64とH89は4,550mmとしました。試験体数は6種類各10体としました。

まず、最大荷重の結果を図2に示します。グラフには、各試験体の最大荷重 P_{max} , 各種類の平均値 A_v と下限値TL, 長期許容荷重 P_a , 設計荷重 P_b が示してあります。 P_b は床根太間隔を455mmとして各スパンで使用したときに床根太1本に負荷される設計荷重です。長期許容荷重 P_d は、下限値TLの1/3の値で、長期間かけても問題ない荷重の上限を意味します。そして、この P_a が P_b を上回る範囲で使用すれば、十分に安全であると考えます。グラフを見ると、6種類すべての P_a が P_b を上回っていることから、これらの形梁をそれぞれのスパンで使用しても強度的に十分安全であるこ

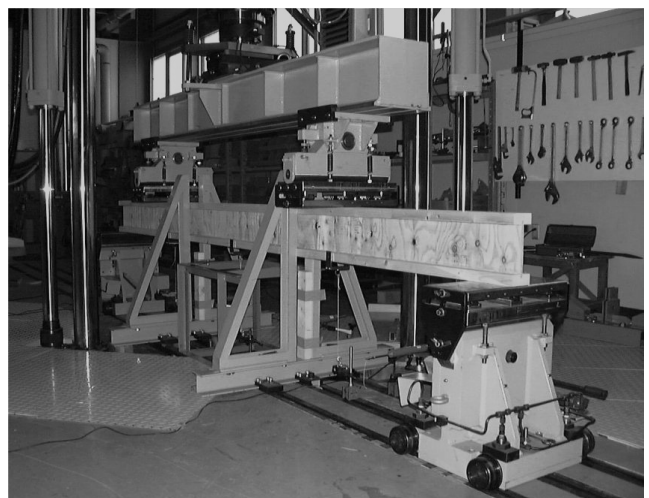


写真3 曲げ強度試験

道産材を用いたツーバイフォー用床根太部材の開発

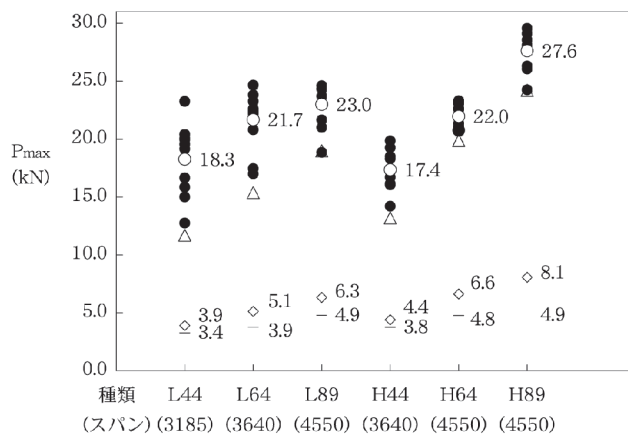


図2 最大荷重P_{max}

凡例 ●: P_{max}(各試験体の最大荷重), ○: Av(P_{max}の平均値), △: TL(P_{max}の下限値), ◇: Pa(長期許容荷重), —: (P_{pl}設計荷重)

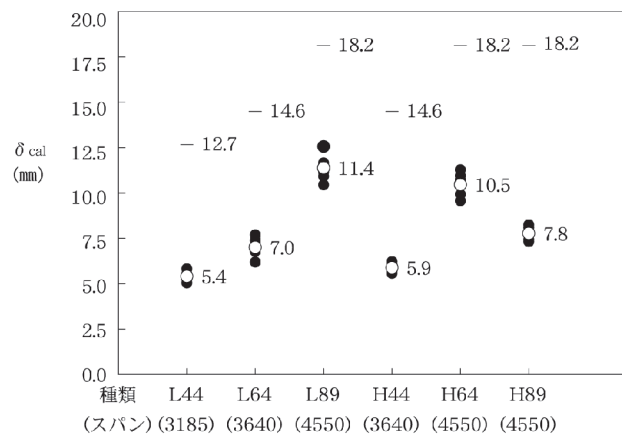


図3 計算たわみ delta_{cal}

凡例 —: delta_{lim}(制限たわみ), ●: delta_{cal}(各試験体の計算たわみ), ○: Av(delta_{cal}の平均値)

とが明らかとなりました。

次に、たわみの結果を図3に示します。ここで示す計算たわみ δ_{cal} は、ツーバイフォー住宅の構造計算⁴⁾と形梁のたわみ計算法⁵⁾に基づいて算出したもので、それぞれのスパンで設計荷重が負荷されたときの予測値です。グラフには、各試験体の δ_{cal} 、各種類の平均値 Av、各スパンの制限たわみ δ_{lim} が示してあります。

δ_{lim} は、建設省告示第1459号に基づきスパンの1/250としました。グラフを見ると、 δ_{cal} のすべてが δ_{lim} を下回っていることから、それぞれのスパンで使用しても十分小さなたわみで済むことが明らかとなりました。

以上により、製造した道産形梁が十分な曲げ性能を持つこと、想定したスパンで施工しても強度と剛性に問題のないことが確かめられました。

試験施工

道産形梁の施工性を調べるため、試験施工を行いました。施工した物件は、旭川市内のツーバイフォー住宅2棟(A, B)です。

試験施工に提供した形梁は、施工前に品質検査として寸法測定と保証荷重試験を行い、全数が高い寸法精度と十分な強度性能を持つことを確かめました。

A邸では1階床と2階床に施工し、その使用量は長さ8.3mでL44が40体、L89が50体となりました(写真4) また、B邸では1階床、2階床、2階天井に施工し、その使用量は長さ9.1mでL44が70体、L64が50体となりました。

試験施工2棟において、床組作業終了後に施工者、設計者、現場監理者に施工性に関する聞き取り調査を

行いました。その結果を以下に示します。

【デメリット】

- ・特殊な断面形状のため現場カット、根太受け金物、断熱などの施工が面倒である。
- ・長尺のため持ち運びにくい。

【メリット】

- ・長尺のため床根太間の継ぎ手が不要となり、手間が省ける。
 - ・軽量である。
 - ・輸入形梁よりも釘打ちによる材面の割れが少ない。
 - ・梁幅が広いため釘が打ちやすい。また、梁上を歩きやすく作業がしやすい。
 - ・寸法精度が高いため、床レベルの調整作業が不要となる。
 - ・床組のたわみと振動が少ない。
- 挙げられたデメリットはいずれも形梁の使用経験



写真4 試験施工の様子(A邸の2階床組)

のない工務店Bによるもので、使用経験のある工務店Aからは挙げられませんでしたが、形梁の施工に慣れればこれらのデメリットはかなり解消されるものと考えられます。そのほかの施工性や床組としての性能については、輸入210材や輸入形梁に比べて多くのメリットが挙げられ、全般的には道産形梁の施工性と品質が良好であるとの評価が得られました。

コスト試算

道産形梁のコストを試算しました。試算条件を以下に示します。

- ・工場建物と機械設備を新設し、公的補助は受けられないものとする。
- ・トドマツ乾燥材の単価を32,000円/m³とする。
- ・カラマツ合板(4×8尺)の単価を1,700円/枚とする。
- ・接着剤の単価を350円/kgとする。
- ・製品長さを10mとする。
- ・1日の生産量を60体(約0.8棟分)とする。

試算したコストのうちLタイプの結果を図4に示します。ここでは、輸入210材のように断面形状が異なるものと比較するため1mあたりの価格で示しています。それを見ると、Lタイプは輸入210材に比べて30～67%も高くなりました。しかし、輸入形梁と比べるとL44タイプが同等で、L64は12%、L89は28%

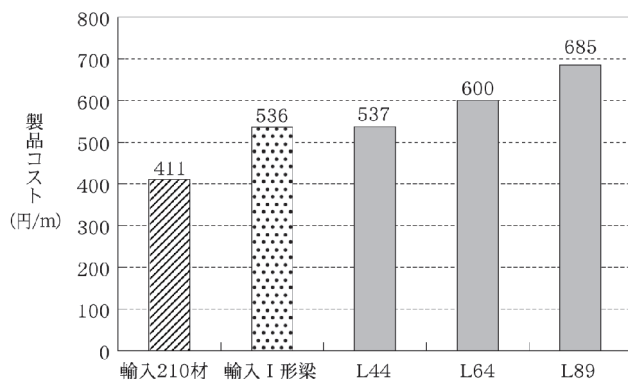


図4 製品コストの比較

高くなりましたが、試験施工で分かるように半数はL44タイプとの併用になるため、床組全体では6～14%ほどの価格差になります。これは、施工性や安定供給などのメリットによって輸入形梁に対抗できるのではないかと考えられます。

おわりに

今回開発した道産形梁は、民間企業へ技術移転し、製品化を進めているところです。現在は、新しく定められた建設省告示第1446号に基づく指定建築材料の大臣認定を取得するため、技術移転先の企業で試験生産した製品について様々な性能試験を行っています。

道産形梁は、トドマツとカラマツの豊富な人工林資源を持つ北海道だからこそ製造できたと言えます。小断面の間伐材から大きな断面に相当する部材を製造でき、間伐材の有効利用の一例を示すことができました。

当初はツーバイフォー住宅の床組として開発した道産形梁ですが、現在は、屋根組や在来工法への利用なども要望されています。これらの新たな用途開発にも取り組んでさらに普及を進め、構造部材の自給率の向上と道産材の需要拡大につながればと願っています。

参考資料

- 1) 大橋義徳ほか5名：日本木材学会北海道支部講演集第32号，1-4(2000)。
- 2) 大橋義徳ほか6名：日本木材学会北海道支部講演集第33号，46-49(2001)。
- 3) Cバーズ：木材情報，1998年11月号，7-9(1998)。
- 4) 新井信吉：“枠組壁工法の構造計算の手引き - スパン表の解説 - ”，財住宅金融普及協会，21-46(2001)。
- 5) “木質構造設計規準・同解説”(社)日本建築学会，216-220(1995)。

(林産試験場 加工科)