

平成8年度

# 林産試験場の研究成果



発表会

本稿は4月21日、北海道立林産試験場で開催された「平成8年度林産試験場研究成果発表会」の要旨をとりまとめたものです。

## トドマツ間伐材から枠組壁工法用材を製材する

工藤 修

### 枠組壁工法とは

枠組壁工法はツーバイフォー工法とも呼ばれていますが、アメリカ、カナダで一般的な木造住宅の建て方です。その特徴としては、

- (1) 規格化・単純化され、部材の断面種類が少ない
  - (2) くぎ打ちと金物を使用することによって、仕口・継ぎ手が簡単になり、高度な大工技術を必要としない
  - (3) 施工が合理的で、現場生産性が高い
  - (4) 断熱・気密性が良好
- などがあげられます。

わが国では、

- (1) 大工技能者不足の解消
- (2) 住宅のコストダウン

を目的にこの工法を導入し、昭和49年（西暦1974年）、建設省告示によりオープン化（この告示に従えば、誰でも建築できる）されました。

### 枠組壁工法に使われる製材

枠組壁工法には公称厚さ2インチ、公称幅4～12インチで2インチきざみ、長さ8～20フィートで2フィートきざみの製材が主に用いられます。枠組壁工法構造用製材の日本農林規格（JAS）では公称断面2インチ×4インチの製材を204、2インチ×6インチの製材を206のように表現しています。

枠組壁工法に用いられる製材はほぼ100%輸入材です。輸入材はJグレードと呼ばれる特級、1級材を選別したものが中心になっています。

表1 枠組壁工法構造用製材輸入量の推移（北海道）

単位：m<sup>3</sup>

年 度	合 計	輸 出 国		
		アメリカ	カナダ	その他
平成元	73,405	764	72,614	27
2	68,220	1,636	66,564	20
3	80,526	379	80,035	112
4	77,332	305	77,023	4
5	137,067	1,139	132,806	3,122
6	154,963	1,482	148,456	5,025

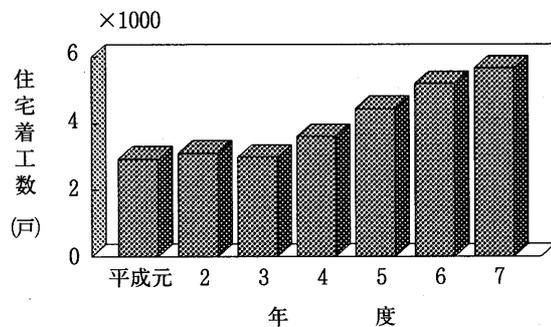


図1 枠組壁工法住宅着工数の推移（北海道）

表1は北海道における枠組壁工法構造用製材輸入量の推移をあらわしています。ほとんどカナダ材で占められています。その他の地域にはニュージーランド材や北欧材が含まれます。これらがすべて枠組壁工法に使用されるわけではなく、集材用ラミナや在来工法に用いられる場合もあります。

### 枠組壁工法による住宅着工数の推移

図1は北海道における枠組壁工法による住宅着工数

の推移をあらわしています。平成4年度（1992）から2けたの高い伸び率を示しています。全国的にも近年、この工法の建築戸数が増大しています。特に、平成7年（1995）1月に発生した阪神・淡路大震災でツーバイフォー工法住宅の被害が少なかったことから、信頼性が高まり、高い伸び率を示しています。

## 試験の背景

平成6年（1994）に、ツーバイフォー建築協会北海道支部から枠組壁工法住宅部材の安定確保をはかるため、道産材による枠組壁工法用製材の製造について検討してほしいという要望がありました。一方、林産試験場ではトドマツ人工林間伐材の用途開発について、いろいろ検討していました。輸入材との価格競争を考えると、原木価格の安い中小径材を利用し、たて枠材に限定して製造することによって、道産材による枠組壁工法部材の生産が具体化できるのではないかと考え、その方向で研究を開始することになりました。

床面積120㎡程度の枠組壁工法住宅には約20㎡の製材が使用され、そのうち20%がたて枠材（スタッド）であると言われています。したがって、1戸の住宅には4～5㎡のたて枠材が使われることとなります。

また、径級18cm以下の原木価格は10,000～11,000円/㎡、径級20cm以上の原木価格は16,000～17,000円/㎡程度です。

## 製造試験

製造試験は3回にわたって行いました。

第1回目は径級14～18cm、北海道で一般的な原木長さである3.65mの中径原木から可能と思われるすべての木取り条件（11条件）を考え、条件ごとに3本の原木を用いて204、206材を製材し、適切な木取りを検討しました。

第2回目は径級14～18cm、たて枠材（製品長さ2,336mm）を目的とすることから長さ2.4mの原木約50㎡を用いて204材を製材し、歩留まりを検討するとともに、製品は工務店に渡して建築現場で実際に使用してもらうことにしました。

第3回目は径級9～13cm、長さ2.4mの小径原木から204材を製材し、その利用の可能性を検討しました。

製材試験には主としてツインバンドソーを用い、各径級原木からの木取り法（どのような寸法の材が何本とれるか）、歩留まり、製材寸法歩増し量（最終製品

寸法に対してどれだけの寸法をプラスするか）の検討を行いました。

乾燥試験は、これまで針葉樹材の乾燥で一般的に行われてきた65～80の中温条件に対して100～110の高温条件で乾燥すればどのようなようになるか比較しました。仕上がり目標含水率は15%、ねじれ狂いを抑えるため圧縮乾燥を行いました。

加工試験にはモルダーを用い、送材速度は毎分10m、モルダーを1回通すだけで上下左右4材面の寸法決め切削と成型刃物を用いた4すみの面取り切削を同時に実施しました。また、第1回目の製造試験で長さ3.65mの材から2,336mmの製品をとった残りをフィンガージョイントでたて継ぎして、その強度試験を行いました。

## 製造試験結果

製材木取りについては、径級9cmの原木では丸身が残るため製品を得ることは困難、10～11cmでは204材1本、12～14cmでは204材2本、16cmでは204材3本または204材2本と206材1本、18cmでは204材3本または206材2本の製品を得ることができます。

製材寸法は204材（製品断面寸法38×89mm）では45×98mmが妥当であるという結果が得られました。

原木からの製品歩留まりは原木径級によって異なりますが、およそ30～40%です。

乾燥試験の結果、中温条件と比較して高温条件では乾燥時間が半分以下、蒸気消費量は約45%、電力消費量は約65%となり、割れ・狂い・収縮については差が認められませんでした。このことから、100～110の高温条件で乾燥することによって、乾燥コストの低減が可能であると判断されました。

第1回目の製造試験で得られた材を等級格付けし、ツーバイフォー建築協会の方々に見ていただいたところ、2級以上であればJグレード材に相当するとの見解が得られました。

第2回目の製造試験で得られた1,776本の204材につ

表2 製品の等級格付け

等級	数（本）	比率（%）
特級	268	15.1
1級	978	55.1
2級	439	24.7
3級	47	2.6
格 外	44	2.5
合 計	1,776	100.0

表3 曲げ強度試験結果

試験回数	材種	本数(本)	負荷方向	曲げ強さ(kgf/cm <sup>2</sup> )		
				最小	平均	最大
第1回目 製造試験	204	15	フラットワイズ	305	516	656
		15	エッジワイズ	168	453	739
第3回目 製造試験	206	10	フラットワイズ	305	501	692
		9	エッジワイズ	331	519	695
第3回目 製造試験	204	88	フラットワイズ	283	476	633
		88	エッジワイズ	294	415	551

注) フラットワイズ: 幅の広い面を水平にして負荷  
エッジワイズ: 幅の広い面を垂直にして負荷

表4 たて継ぎ材の強度性能

材種	本数(本)	負荷方向	曲げ強さ(kgf/cm <sup>2</sup> )		
			最小	平均	最大
204	14	フラットワイズA	206	341	438
	5	フラットワイズB	278	394	466
	4	エッジワイズA	268	309	396
	13	エッジワイズB	286	375	481
206	5	フラットワイズA	256	336	398
	10	フラットワイズB	316	402	469
	10	エッジワイズA	296	360	430
	5	エッジワイズB	343	390	435

注) フラットワイズ: 幅の広い面を水平にして負荷  
エッジワイズ: 幅の広い面を垂直にして負荷  
A : フィンガー切削方向と負荷方向が垂直  
B : フィンガー切削方向と負荷方向が平行

いて等級格付けを行った結果は表2のとおりです。

2級以上が約95%と高い値が得られました。

実際に建築現場でSPF材(スプルース, パイン, ファー)の略で, エゾマツ, トドマツと同じような材)と一緒にたて枠材として使用した結果, 大工さんの話では特に問題はなく, 十分使えるとのことでした。SPF材と比較して軽いので扱いやすいという評価もありました。

第1回目の試験で得られた試験体から2級以上の材を数本抜き取って曲げ強度試験を行った結果, 1体をのぞいて建設省の通達に示された甲種枠組材の1級に相当する十分な強度値を示しました(表3)。また, 第3回目の小径材から得られた試験体でも, 2体(3級材および格別材)をのぞいて甲種枠組材の1級に相当する強度が示されました(表3)。たて継ぎ材の曲げ強度も1体をのぞいて甲種2級の値を上回る結果となっています(表4)。

これらのことから, 強度性能的には問題なく使用できると思います。

表5 モデル生産ライン

製材工程: チップキャンター, ギャングリッパー  
乾燥工程: 高温用蒸気式乾燥装置(重油ボイラー), 自動棧積機  
加工工程: モルダー(送材速度30m/分)  
設備総額: 約7億4千万円(土地代を除く)

表6 コスト試算条件

工場稼働日数: 年間270日  
人員: 管理3名, 工場14名(常勤12名, パート2名)  
原木価格: φ14~18cm 11,000円/m<sup>3</sup>  
年間原木消費量: 39,000m<sup>3</sup>  
年間製品生産量: 2級以上 12,000m<sup>3</sup>  
3級 340m<sup>3</sup>

### コスト試算

以上の結果を参考にし, ひとつのモデル工場を設定してコスト試算を行いました。モデル生産ラインは表5のとおりです。

また, コスト試算条件は表6のとおりです。

その結果, 製造コストはおよそ42,000円/m<sup>2</sup>となりました。これは安い輸入材に何とか対抗できる数字ではないかと思えます。

### 今後の課題

今後の課題としては,

- (1) 機械装置の自動化による生産能率の向上
- (2) 不良品を少なく抑え, 製品歩留まりの向上などがあげられます。

また, 今回はたて枠材に限って製造しましたが, 枠組壁工法住宅としては, その他に曲げの力を受ける屋根たるき, 床根太などの断面が大きく, 長い材や, 上枠, 下枠, 頭つなぎなど, 3.65m以上の長い材も必要です。屋根たるき, 床根太などは中小径材から製造することは困難なので, 型ばりなどの複合材を必要とします。上枠材などにはフィンガージョイントによるたて継ぎも必要となります。今後, それらの製造・供給体制についても検討しなければならないと考えています。

### 国産ツーバイフォー工場の紹介

平成7年暮れから, 上川郡新得町屈足にある株式会社関木材工業国産ツーバイフォー工場が稼働しています。その工場の状況を写真で紹介いたします。

写真1: 原木はバーカーで皮をむいた後, 径級別に



写真1 原木選定装置

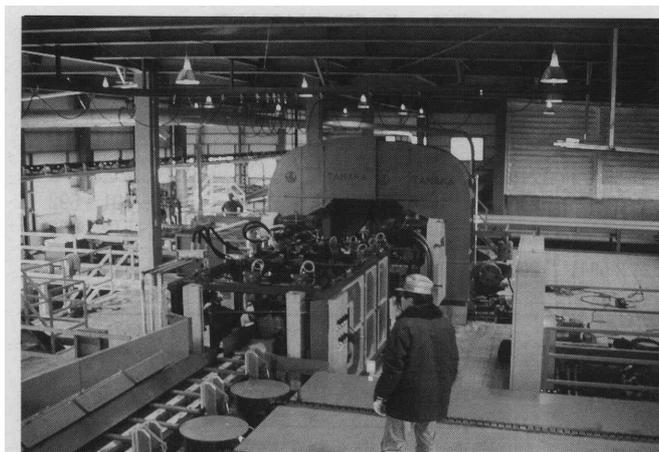


写真2 チップキャンター・ツインバンドソー



写真3 キャンター入り口



写真4 エッジャー

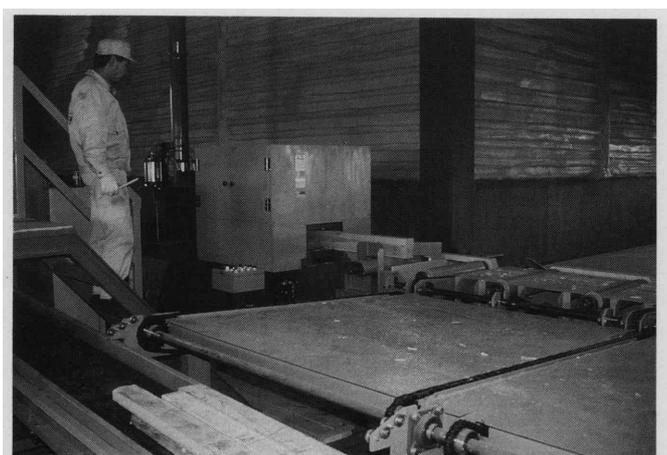


写真5 センターカットソー

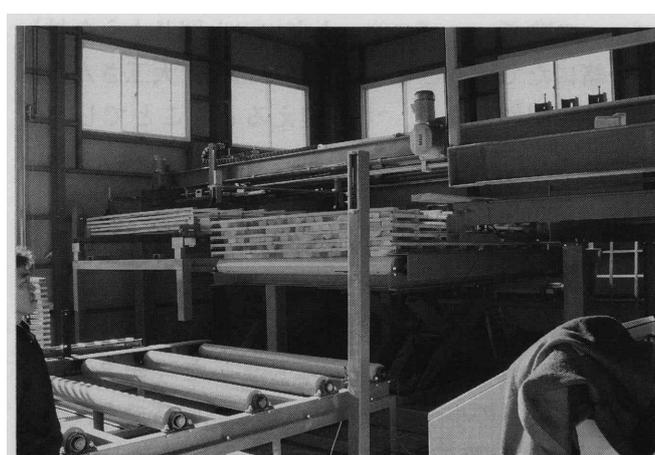


写真6 自動材積み装置

3グループに分けられます。

**写真2**：中央部にあるのがこの工場のメインの製材機械です。手前左側から原木が入り、丸太の両側面をチップに削りながらたいこ落とし材にするチップキャンター

を通り、さらにツインバンドソーで耳つき材に製材します。材料は写真手前から奥に向かって一方向に流れます。場合によっては、たいこ材のまま写真右側のリターンラインを通過して、チップキャンター入り口へ戻っ



写真7 オペレーター室

てきます。

写真3：チップキャンター入り口付近から見た状態で、一度チップキャンターを通ったたいこ材が再度通過するところです。左手前からは原木が供給されます。

写真4：耳つき材の幅方向を204または206材に仕上げられるダブルエッジャーです。

写真5：角材を真ん中からひき割って2枚の204または206材にするセンターカットソーです。

写真6：製材された204または206材が写真の右方向から送られてきて、1段に所定の枚数がならべられると写真左側からパレット状になった栈木が自動的にはさみこまれ、乾燥のための積み込みが行われます。

写真7：皮をむかれた原木が工場に入ってから乾燥のための栈積みの段階までは、原則としてオペレーター

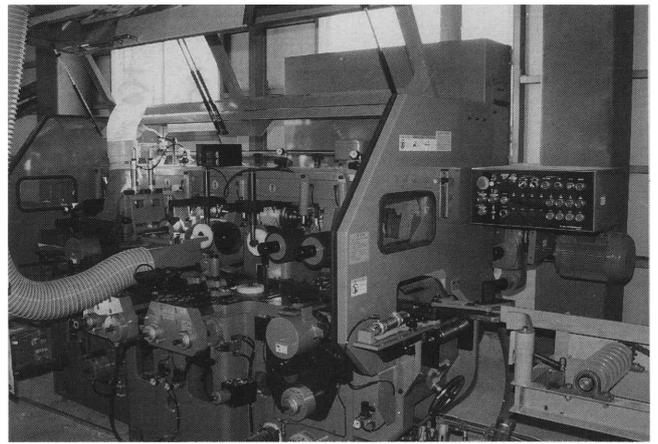


写真8 モルダラー

室のオペレーターがモニターテレビや工場内を監視しながら、両手両足を使って各種の機械の操作・制御を行います。

写真8：製材は乾燥室で所定の含水率まで乾燥された後、モルダラーで4面切削、面取り、さらに長さ決めをし、製品格付け、梱包して出荷されます。

（株）関木材ではトドマツ中小径材などの有効利用のひとつとして、ツーバイフォー工法用たて枠材の生産を行っています。カナダを中心とする安い輸入材に対抗するのはなかなか大変ですが、国産のメリットを強調できる製品を目指しています。その努力に敬意を表し、今後のより一層の発展を期待します。

（林産試験場 主任研究員）