

ログハウスの 設計と施工 のポイント

金森勝義

はじめに

当場では、カラマツ中小径材を専用機械で一定の太さに削った円柱材（丸棒）に着目し、この用途開発について検討してきた。昭和55年度は小型ログハウス、あづま屋及び外壁材、56～57年度は木製遊具、58年度は中規模ログハウスとフェンスの製品化に向けて、それぞれ検討してきた。

今回は、58年夏当場の構内に建てたログハウスの建設過程を紹介しながら、このような建物の設計及び施工上の留意点、建設コストなどについて説明する。

校倉（あぜくら）

校倉の語源は、3角形断面の部材（これを横木あるいは校木ともいう。）が交差した形が田の畦（あぜ）に似ているからと考えられている。また校倉という言葉は本来、部材の断面が三角形（正確には面を付けているので六角形）の場合だけに使い、丸太の場合は丸太倉と称する慣習がある¹⁾。円柱材を横にして積み上げたログハウスは、校倉造り方式による丸太倉の一種と表現できる。

校倉造りと建築法規

わが国の校倉造りは、奈良時代に確立された正倉院宝庫などに見られるように、歴史が古い。しかし、現行の建築法規では、円柱材などを校倉造りのように積み上げる構造は認められていない。この構造は、建築基準法第38条の「特殊な構造方法」に抵触するからである。したがって、このよ

うな建物を建てる場合は、事前に（財）日本建築センターで構造の安全性について審査を受けたのち、建設大臣の認定を必要とする。

校倉造り方式によるもので、現在までに建設大臣の認定を受けたものは10件を超えている。これらは、部材を北欧などの外国からセットで輸入するものであり、建設コストの高いものが多い。

設計のポイント

図1は、今回建てたログハウスの平面図と断面図である。この建物は床面積が81.96㎡（24.24坪）、軒高さが3.93mの平屋建てである。以下にこの図面を参考にしながら、ログハウスの設計上

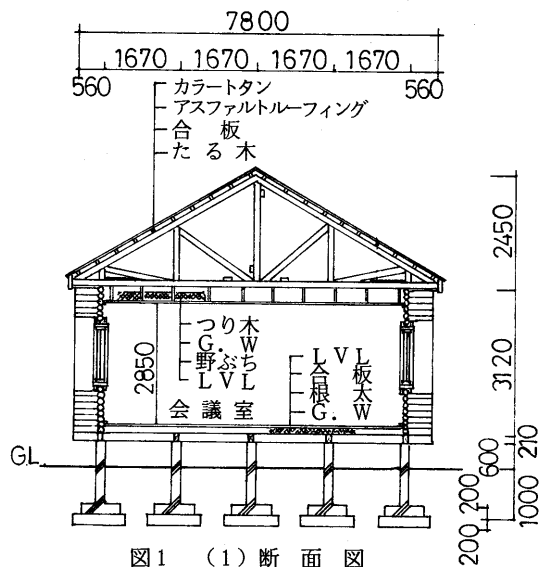


図1 (1) 断面図

の留意点を要約する。

イ．交点の数とそのバランス

部材の交差する「交点」は、壁体のせん断変形（平行四辺形に変形してしまうこと）を防ぐ重要な役目を持っている。このため、建物のコーナ部には両方の壁とも張り出しを設ける。この出の長さは約25～30cmが標準であるが、今回の場合はデザイン上から56cmとしている。

壁の長さが短く、さらに後述の軸ボルトの本数が少ない交点は、耐力上有効なものとはいえない。今回の場合は、片方の壁長さが120cm以上とし、これに直交するもう一方の壁長さを、45cm以上とし、さらに所定の位置に軸ボルトが5本以上入っているものを耐力壁としている。

暴風や地震に対して安全なログハウスを設計するには、耐力上有効な交点が多く、しかもそれらが対称形に配置された平面プランが望ましい。交点の間隔については、部材の縦づぎを交点の両側で1段ずつ千鳥に配置することを条件に、最大3.6mで設計している。なお、部材の交差は、サドルノッチと呼ばれるもので、両方の部材の下側を半分ずつ欠き込んで交互にかみ合わせたものである。したがって、張間あるいは桁行方向のどちらか一方の最下段の部材は、半円のものをを用いる。

ロ．軸ボルト

これは、サドルノッチや部材の重ね合わせ部分のかみ合わせを確実にして壁体のせん断耐力を維持するとともに、部材の浮き上がりによる建物の転倒を防ぐ役目を担っている。今回の軸ボルトは平面図の中に示した黒丸の位置に、直径13mmの丸鋼を最上段の部材から土台まで通して一体化を図っている。なお、軸ボルトのみでせん断変形に対抗するのではなく、ダボ（太柄）を入れる構造のものも多い。これには、約25mm角のブナ材やナラ材などの硬木が用いられる。

ハ．円柱材の乾燥収縮

含水率の高い部材を積み上げると、乾燥に伴って部材は収縮する。こうなると、部材相互の緊結にゆみが生じるため、土台の下で締直しの出来る構造設計が必要となる。締直しのためには、今回のように独立基礎では問題ないが、布基礎ではカブラなどをあらかじめ埋め込んでおくといよい。

また開口部に取り付けるドアや窓の縦枠は、部材の収縮に追従できるようにスライド方式とし、さらに収縮を見込んだ外のり寸法とする。軸ボルトのネジ切り長さについても同様である。

では、どの程度建物が縮むかであるが、これは部材の太さや積む段数などによって一概にいえない。一つの目安としては、カラマツ円柱材の天然乾燥試験の結果、この部材の厚さ方向の収縮率は

約1.5%であること、を利用するとよい。例えばこのログハウスの場合、直径14cmの円柱材を26段積みにした壁体は、部材の厚さ方向の働きが約12.1cmであることから、約4.7cm縮むことになる。しかし、実際は、部材の曲がりやねじれ、部材の間に挿入する断熱材などによって、計算どうりの値とはならない。したがって、窓やドアの縦枠の外のり寸法は、今回のように、開口部の高さよりも部材1

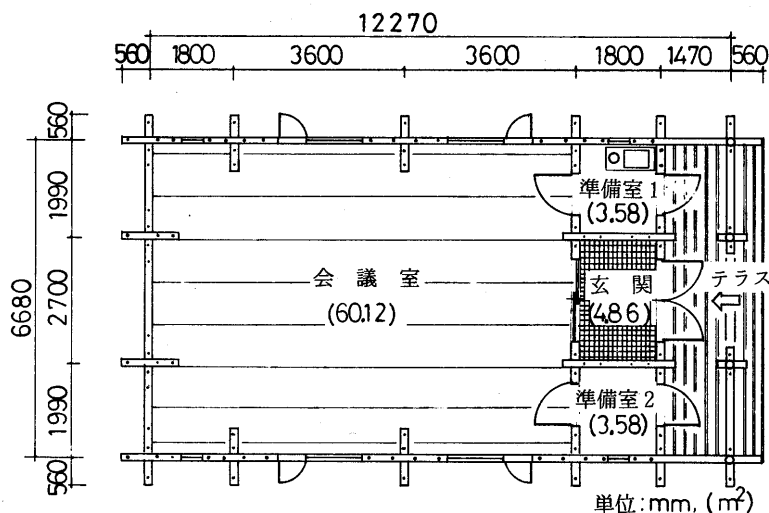


図1 (2) 平面図

本分だけ短く設計するとよい。

二．床組と小屋組

床組では、土台も円柱材の部材を使った設計が可能であるが、大引きの納まりを考えると、今回のように角物の土台で構成すると都合がよい。

小屋組でも、はり、棟木、母屋及び束などを円柱材で構成し、小屋裏を吹き抜けにした設計例が多い。ただし、この場合は、間仕切り壁のない広い部屋を設計することが難しい。今回は、断面図に示すように、会議室の張間方向のスペンが6.68mと長いので、釘打ち合板ガセットトラス（断面が5cm×10cmのカラマツ乾燥材を使用している）を採用している。

ホ．開口部の大きさ

ログハウスの場合は、壁長さが一定値以上ないと建物の強さが発揮されないのので、窓とドアを大きくすることが出来ない。設計の目安としては、開口部の幅では最大が180cm、高さではドアが200cm前後、窓が120cm以下にすべきであろう。設計条件によっては、開口部の上にある小壁を角材等で補強したり、小屋組の構造を今回のようなトラス方式に変更しなければならない。

ヘ．すき間風対策

部材の重ね合わせ、縦つぎ及び背割り部分にはすき間風や雨水の浸入を防ぐ工夫が必要である。重ね合わせ部分には、プラスチック（今回は、厚さ5mmの発泡ポリエチレンを使用している）を挟み込むとよい。次に、縦つぎ部分は、バットジョイント（いもつぎ）にするとすき間風が入りやすいので、相欠きや雇いざねつぎなどでつなぎ、気密化をはかる。背割り部分は、今回のように一液型の発泡ウレタンを充てんするとよい。

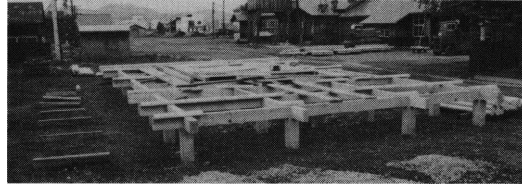
窓枠及びドア枠と開口部のすき間には、グラスウールやコーキング剤を使って密閉する。

施工のポイント

工事手順に沿って、施工上の留意点について説明する。

イ．基礎・床組工事

写真 は、鉄筋コンクリートの独立基礎に土台



独立基礎と床組

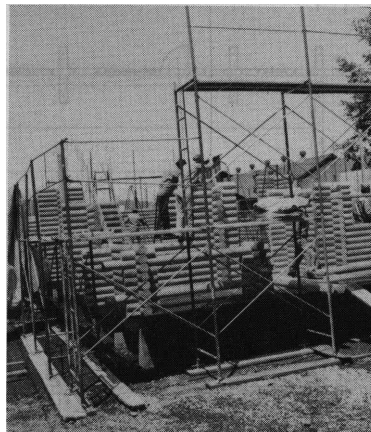
と大引きをアンカーボルトで固定し、張間方向の最下段の半割り材を載せたところである。今回の基礎は独立としたが、布基礎の場合は軸ボルトの締め直しができるようにカブラなどを埋め込む必要がある。なお、カブラは、基礎の上端の位置にしないで、鉄筋（主筋）の下側に埋める。

土台を円柱材の部材で構成する場合、アンカーボルトは部材の2段半あるいは3段までを固定し、独立基礎のときはボルト等で補強すべきであろう。

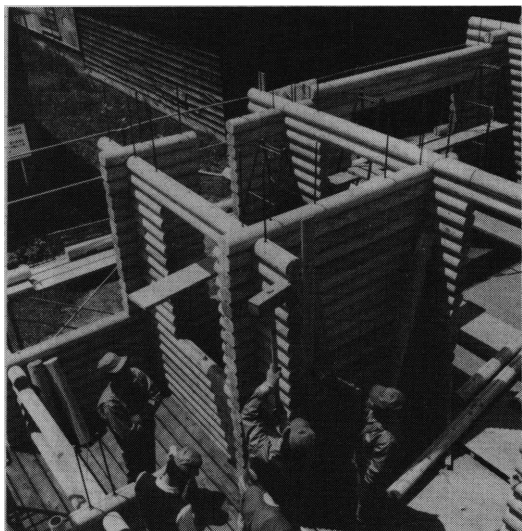
ロ．校倉組み

この工事は、写真に示すように、半割り材の釘打ちから始まる。この釘止めは、あらかじめ土台と大引きに心出しのための墨を入れておいてから慎重に行う。これは、このあとの校倉組みの垂直度をチェックするときの基準となる。

写真 は、部材をおおよそ開口部の上枠の高さまで積み上げたのち、直径13mmの軸ボルトを通していているところである。したがって、これから上に積む部材は、作業の手間がかかるけれども、軸ボルトで串ざしする形になる。軒高さが一般住宅



軸ボルトの配置



壁体の垂直度のチェック

程度であれば、この必要はない。なお、部材にあけた軸ボルト用の穴径は、余裕をみて約 25mm としている。

写真 は、校倉組みの垂直度をチェックしているところである。この作業は、定規や振り下げを壁に当て、かけ矢でたたきながら調整する。軒高さまで積み上げてから一度に調整することは困難と考えられるので、10段前後を目途に繰り返し実行すべきであろう。

写真 は、テラスの支柱の下端に取り付けたアジャスターである。これは、建物の縮みを考える



アジャスター



トラスによる小屋組

と、支柱では材軸（繊維）方向が、壁体の部材では材軸に直交する方向が縮むため、両者の収縮量の差を調整するものである。今回は、直径 25mm の長ボルトと長ナットを使って試作している。

八．小屋組・屋根工事

写真 は、工場で造られたトラスをクレーンで吊り上げ、連結しているところである。妻壁のトラスは、円柱材の半割り材を雇いざねつきで横はぎし、隠し釘で止めたものである。トラスの下弦材と最上段の部材（軸組工法の敷桁や胴差に相当するもの）の接合には、枠組壁工法のあおり止め金物を用いている。

屋根工事は在来工法と変わりなく、長尺カラートタンぶきである。

二．建具工事

写真 は、当场で研究開発した枠付きの木製窓を取り付けているところである。窓は、写真のように、開口部にはめ込み、引き続き室内側の額縁を枠材に木ねじ止めする方法である。円柱材が乾燥に伴って収縮するため、窓の枠材及び額縁は釘などで壁体と緊結してはならない。

ドアは、開口部の部材の木口面に、**写真** に示す木片を適当な間隔で釘打ちし、この木片の両側をはさみ込む部材2本をドアの縦枠に付け、上からスライドさせて取り付けしている。この方法は、窓の場合とは逆に、風が強い地域や開口部面積の広いときに有効である。なお、別な建具の取り付け



⑥ 木製窓の取り付け



⑦ ドア開口部へ木片の釘打ち

け方法としては、外国の例に見られるように、開口部の部材の木口面に溝を掘り、この溝の中をスライドできるように窓やドアの縦枠材を工夫したものなどがある。

ホ. 内装・塗装工事

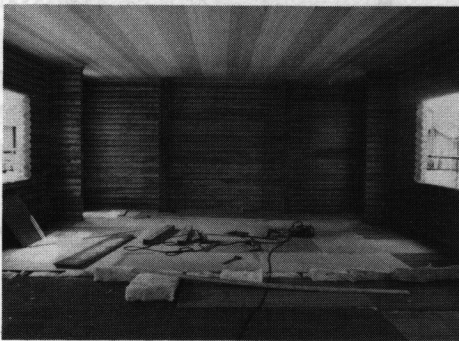
写真⑧は、内装工事に入り、天井材を仕上げたのち根太の上に床下地板（合板）を張っているところである。この工事は在来工法の場合とほとんど変わらないが、天井のまわり縁と床の幅木の取り付け作業時に若干の配慮がある。それは、張間及び桁行方向で部材が半段ずつずれているため、まわり縁と幅木はそれぞれ2種類の断面形状のもの

を必要とすることである。なお、天井と床の仕上げ材として、当场開発製品であるLVL、樹脂含浸処理単板フローアー及び配向性パーティクルボードなどを使っている。

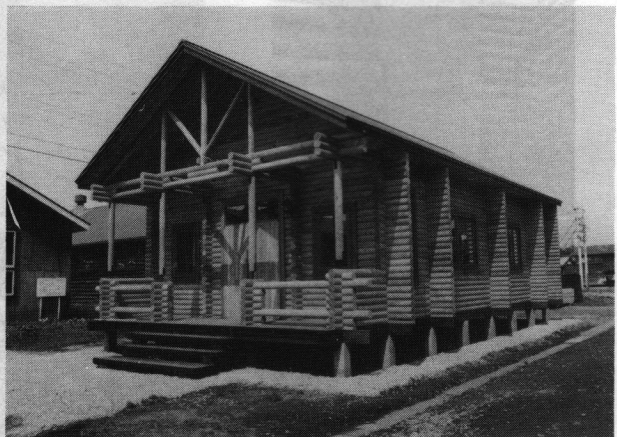
土台、テラスのデッキ材及び鼻かくしなどの外装は、防腐・防虫に対して効果があり、しかも重ね塗りが可能な表面保護着色剤で仕上げている。

へ. 竣工

引き続き、電気工事やその他の付帯工事が終わると、写真⑨に示すように建物は完成する。ただし、この建物の場合、完成後も軸ボルトを定期的に締め直す必要がある。



⑧ 内装工事



⑨ 完成したログハウス

表1 建設工事総費用（試算例）

原要素	原価費目	内 訳	概 算 額 (円)	構成比率 (%)
総 費 用	材 料 費 { 円柱材 製 材 その他	直径14cm, 3.65m換算500本	4,370,465	53.6 58.6
		エゾ・トドマツ, カラマツ10.3m ³	1,725,120	21.2 23.1
		LVL, 窓, 照明器具, 金具など	487,496	6.0 6.5
			2,157,849	26.4 29.0
	労 務 費	95人工	895,100	11.0 12.0
	外 注 費	基礎・床組・屋根工事など	1,750,000	21.5 23.5
	その他経費	完成工事原価の 5.9 %	440,000	5.4 5.9
	(小 計)		7,455,565	100
用	管理費	販売管理費など	692,593	8.5
	合 計		8,148,158	100

製造業の製造原価に対応する完成工事原価は、坪当たり約30万円である。この値に一般管理費を含めた総費用は、坪当たり約32万8千円である。さらに、総費用に企業利益や衛生設備などを含めたユーザ向け標準価格は、坪当たり40万円前後と考えられる。

参考までに、外国から部材をセットで輸入して建てるログハウスの中で、床面積がほぼ同じ場合の建設コストは、坪当たり約50～82万円である。

建設コスト

表1に建設工事総費用の試算結果を示す。試算条件は次のとおりである。

- i) その他の経費、販売管理費などは「昭和57年度中小企業の原価指標（中小企業庁）」の建設工事業の数値を参考にしている。
- ii) 円柱材の価格は、昭和59年度の林産技術普及協会の販売価格から算出し、輸送費は含んでいない。
- iii) 当场開発製品のLVLや木製窓などは、末端設計価格を参考にしている。
- iv) この建物は実験用であるため、水道工事、衛生・厨房設備費などを含んでいない。

おわりに

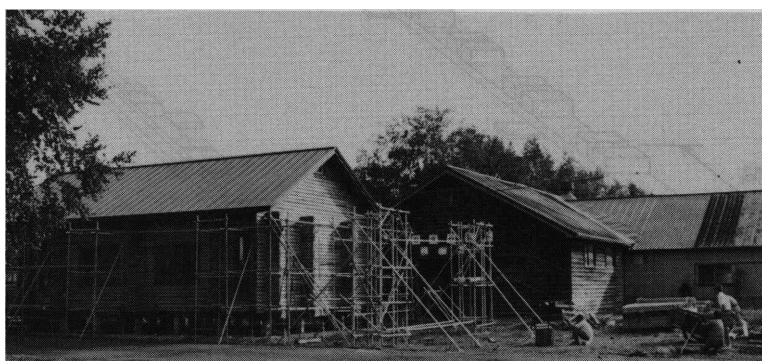
建設を終えたログハウスについて、写真に示すような静的水平加力試験を実施した。この結果建物の変位量1/120ラジアン時の許容耐力（実験値で、例えば壁の高さ2.4mのところでは2cmずれる）は、構造計算から求めた計算値よりも十分に安全側であった。さらに、積雪量1mのときの地震力を想定した荷重を加えたところ、これに対しても十分に安全側の変位量を示した。

以上の経過を踏まえ、昭和59年4月、林産業界から建築基準法第38条の大臣認可取得に向けて技術指導の要望があり、北海道庁林務部林産課と連携をとりながら、製品化を図りつつある。

文献

- 1) 飯塚五郎蔵：建築界，1月号，1973

（林産試験場 加工科）



建物の水平加力試験