

林産試験場の研究成果応用例

林産試験場構造性能科長 前田 典昭



はじめに

これまで林産試験場が設計、あるいは実大規模の性能確認試験といった面で関わってきました、比較的大規模と思われる木造の建築物に関する事例について紹介します。

美深林務署庁舎

最初に紹介するのは、昭和60年度に建設された美深林務署の庁舎です(写真1)。ここでは、トドマツ造林木の活用の観点から、高度な生産技術と設備、それにも増して豊富な生産経験を必要とするわん曲集成材の採用を見合わせ、比較的簡易な工程で生産が可能な通直集成材を主要構造部材として採用したところに特徴があります。

これを建造物として実現するため、プルーフローダーによる材料の強度性能の検証、そして接合法としては挿入型鋼板ガセット・シアープレートボルト締めといった新たな手法を取り入れています(写真2)。

実大フレームの部分加力試験

林務署庁舎の構造単位には、山形の集成材フレーム



写真2 採用された集成材フレーム

ムと片流れ屋根のフレームとが採用されています。実大の性能確認試験は、このうち山形フレームを対象として実施しました。

設計条件は、長期の積雪荷重条件によるものが支配的であったため、それに応じた部材、接合部設計を行っています。なお最深積雪量は、150cmとなっています。

図1は柱と屋根梁との接合部の構造を模式的に表したものです。柱ならびに梁部材は、厚さ70mmの集成原板を幅方向に3枚接着積層した断面構成となっています。3枚を積層接着する前に、鋼板ガセットを挿入するための欠き込みを行い、さらに所定の位置にシアープレートを埋め込んでおきます。集成原板の積層後、現場でガセット板の挿入とボルトの打ち込みと締め付けを行うこととなります。

集成材のラミナとして使用されたトドマツ造林木は、構造材としての利用実績も強度的な基礎データの蓄積も乏しいため、ラミナの1枚1枚を丹念

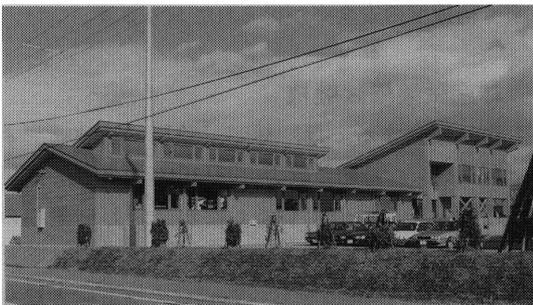


写真1 林務署庁舎の外観

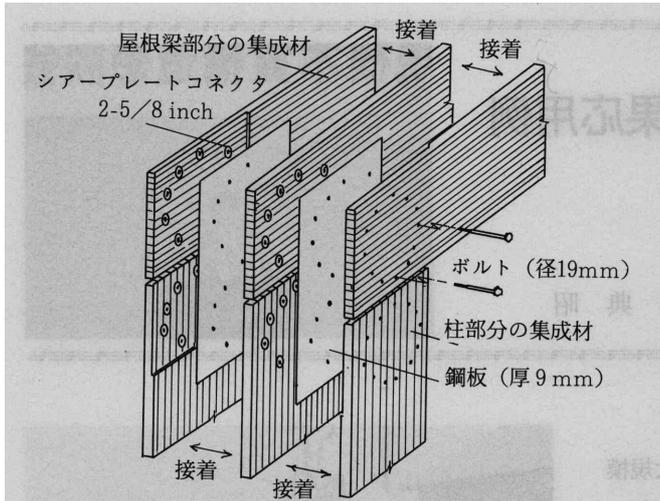


図1 柱-梁接合部の構造

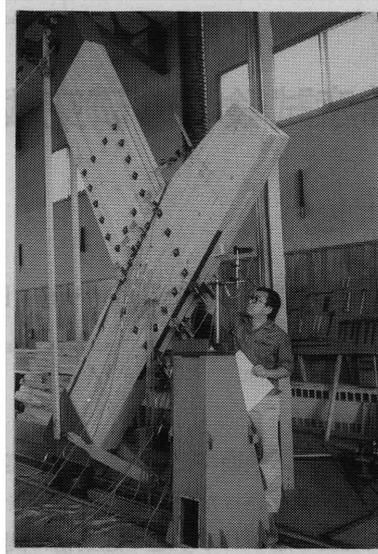


写真4 接合部の実大加力試験

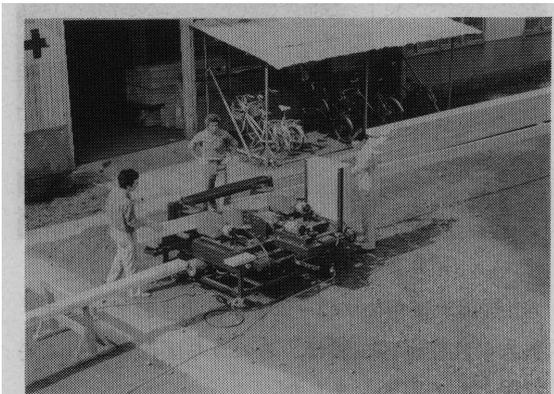


写真3 ラミナの保証荷重試験

に強度試験することが安全性を重視する点で望ましいことです。そのため写真3に示すような保証荷重試験装置を開発し、集成材ラミナに短期の曲げ許容応力度程度の荷重を連続的に加え、部材ならびに部材の縦継ぎ部分の強度的な確認を行いました。

試験は、容量100tonfの油圧試験機で供試体の両端を長柱の座屈試験用のピン支持治具を使用して圧縮力を与え、接合部分に曲げモーメントが作用するように実施しました(写真4)。加力時には荷重点間の変位のほか、鋼板ガセットと集成材との相対的な回転変位を得るため、摺動型の変位変換器で計測を行いました。

図2は荷重と荷重点間の変位との関係を示したものです。1点鎖線で示した直線は、接合部を完

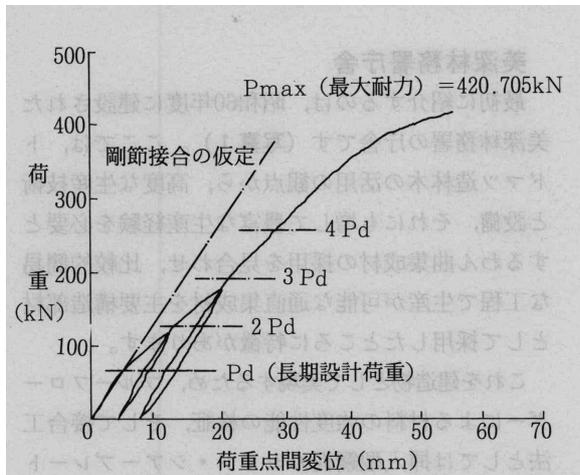


図2 柱-梁接合部での荷重-変位曲線

全な剛節とみなした場合であり、長期の設計荷重(Pd)を超えるレベルまではこの仮定が成立することが分かります。また、耐力については5倍から6倍程度の安全率が得られております。

林産試験場試験棟

次に紹介するのは、林産試験場の試験棟です(写真5)。林産試験場は昭和61年に現在の旭川市西神楽に移転いたしました。新しい建物のうち製材・加工などの試験棟4棟は、それぞれ1,000m²近い床面積をもつ集成材の構造物となっています。



写真5 試験棟の外観

この建設に当たっては、設計図書に実大部分実験によって剛性・耐力を確認することが求められており、集成材架構の製造ならびに建て方を担当したサンモク工業からの依頼試験として実施したものです。

柱 - 梁方杖接合部の実大加力試験

試験棟に使用された集成材フレームは、写真6のような形状をしています。建物の設計に際しては、先の例と同様に長期積雪荷重条件（ただし、最深積雪量は130cm）で、集成材の断面や接合部の構造が決定されました。

実大の性能確認は、柱と梁とを方杖で接合した部分（写真6の右側の部分）、ならびにわん曲集成材部（同じく左側）について実施しましたが、ここでは前者について紹介します。

加力試験を写真7に示します。柱および梁部材は、幅 210mm、材せい 800mm、方杖は 210mm角となっています。床上に設置した2本のH形鋼による反力フレームの間にローラーを介して供試体を静置し、容量100tonfの油圧ジャッキによって下部両端に圧縮力を加え、支点間の変位、接合金物と集成材とのズレ変形などを計測しています。

集成材は、厚さ20mmのエゾマツ・トドマツラミナを40層接着積層したもので、ラミナの縦継ぎには、スカーフジョイントが用いられています。

破壊の状況を写真8に示します。部材が縦に裂けるように破壊が発生しています。破壊の要因としては、「上部の柱と梁との接合部に働く割裂の力によって、梁の端部から開口型の破壊が進展した」、あるいは「梁材の下部の支持点と方杖接合

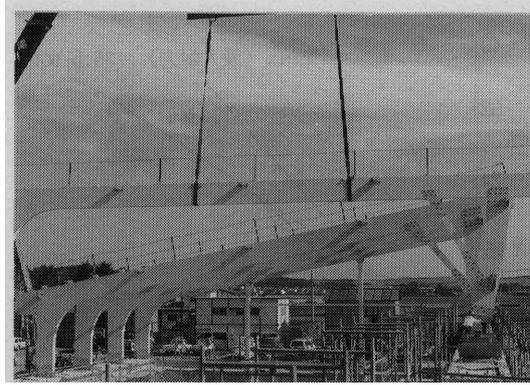


写真6 集成材架構の取り付け状況

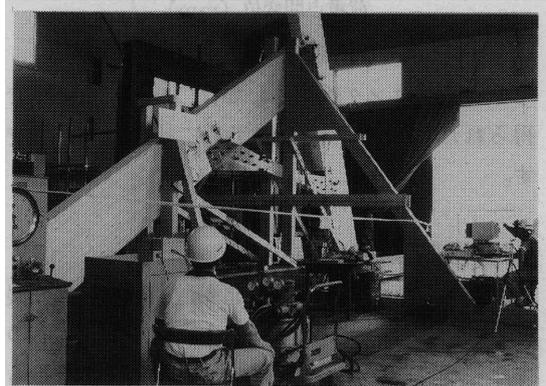


写真7 柱 - 梁方杖接合部の加力試験



写真8 柱 - 梁方杖接合部の破壊状況

部間のせん断力によりボルト穴からせん断破壊した」との二つが考えられますが、弾性的な応力度の解析の結果からは、「せん断応力に起因する」との結論が得られています。

荷重 - 変位曲線（図3）において、1点鎖線で示されているのは、各接合部をピンとして2次元骨組み構造として弾性計算したもので、長期の設計荷重（Pd）のレベルまではほぼ実験値と一致し

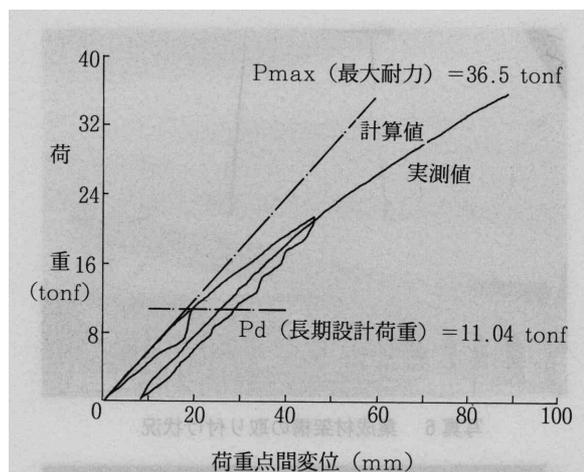


図3 柱-梁方材接合部での荷重-変位曲線

ています。ヤング係数としては、ラミナの実測で得られた $100\text{tonf}/\text{cm}^2$ を使用して計算したものです。

林産試験場情報館

最後に紹介する施設は、北海道産の木製品の展示館として、林産試験場の構内に建設されたものです(写真9)。また、建物も特徴的な形態をもたせて、それ自身が展示品としての役割を担っています。平面は、 $1/4$ 円の扇形となっており、主要な構造部には鉛直の柱をもたない独特な形状となっています。

構造躯体は、通直のカラマツ大断面集成材(屋根部分はテーパ付き)を鋼板を挿入するタイプのドリフトピン接合で一体化したフレームで構成されています。一つの接合部分には、直径 20mm のドリフトピンが、ピッチ 70mm で 72 本使用されています(写真10)。

この施設の建設に先だって、ドリフトピン接合に関する幾つかの試験を実施していますので紹介します。

ドリフトピンのせん断試験

ドリフトピンの強度特性を得るために、鋼板を1枚あるいは2枚挿入した1本のピンに関するせん断試験を実施し、基礎データの蓄積を図りました。これらのデータの大部分は、建築学会発行の「木構造計算規準・同解説」において、ドリフ



写真9 情報館の外観



写真10 集成材フレームの接合部



写真11 ドリフトピンのせん断試験

トピン接合部の許容耐力の算定の基礎データとなっています。

写真11に示すのはせん断試験の1例です。反力フレームに集成材を固定し、鋼板を 10tonf の油圧シリンダーで引張加力して、破壊に至るまでの集成材と鋼板との間の相対的な変位を計測しています。接合部の破壊は、ボルトの上縁および下縁からのせん断破壊が主体で、この形態がほとんどの供試体で観察されました。図4は、荷重と変位との関係曲線の例です。3体の試験結果を重ねて表

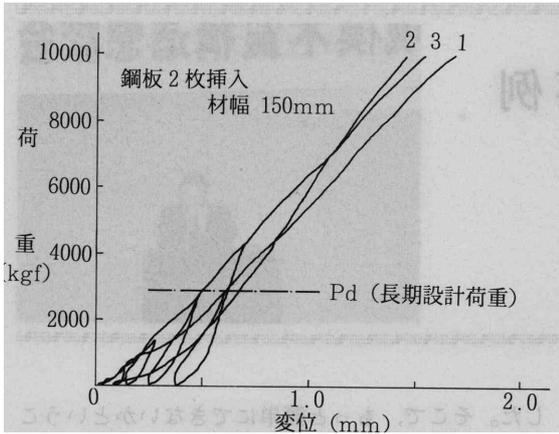


図4 せん断試験での荷重 - 変位曲線

示していますが、この例ではいずれもシリンダーの最大容量である10tonfを超える耐力を示しています。

ドリフトピン接合部の加力試験

ドリフトピン接合によって、L型に構成した試験体の加力方法を写真12に示します。供試体の一端を固定し、もう一方の端部を油圧シリンダで押し引きの2方向に加力し、部材の軸線上の2点間の変位や挿入された金物と集成材とのズレなどを計測しています。

供試体の加力後の最終的な破壊形態は、先ほどのせん断試験と同様なせん断破壊のほか、割裂に伴った部分的な曲げ破壊も観察されました。

加力試験の結果を図5に示します。これは、荷重と2部材の軸線の交点から750mmの距離における変位との関係を示したものです。最大耐力は長期の設計荷重 (Pd) の4倍程度で、設計荷重を超えるまではほぼ直線的な関係曲線となっています。

おわりに

大規模な木質構造についての研究は、私の所属しております構造性能科、またかつての試験場の機構改正前であれば強度科あるいは複合材試験科

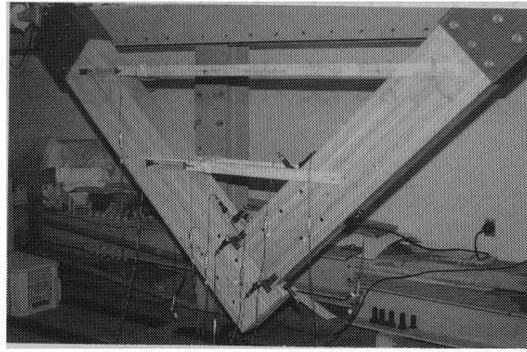


写真12 L型接合部の加力試験

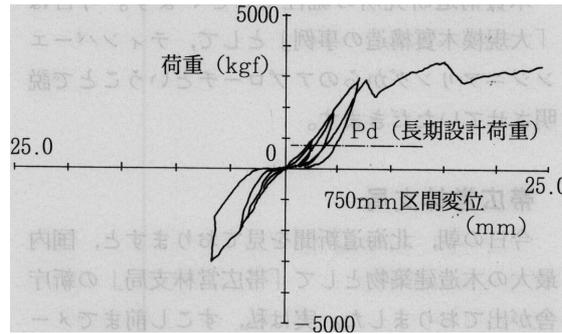


図5 L型接合部での荷重 - 変位曲線

といった部署で、次節で話題提供される堀江さんをはじめとする多くの方々のご協力を得ながら、集成材や集成材構造の接合部を中心に研究を進めてまいりました。

現在に至って、これまで木質構造に余り関わりを持たなかった方々も、木材による大規模な建築物の可能性に、大きな関心をもっていただけるような時代となり、私どもが行っている試験・研究もこの方面に主力を注がなければならないと考えております。しかしながら、研究の方向性については、まだまだ模索の段階を脱していません。読者の皆様からの貴重なアドバイスがいただけることをお願いし、紹介を終わります。