

技術支援による成果の活用事例

－耐力壁と組立梁の強度試験－

性能部 構造環境グループ 戸田正彦

■はじめに

北海道立総合研究機構林産試験場は、木材の利用に関する試験研究を主な業務としていますが、このほかに技術支援という制度があります。

この制度は、例えば「自社で開発した製品の性能を知りたいが試験や測定設備を保有していない」といった企業等に代わって試験や測定等を行ったり（依頼試験）、当場の保有設備を開放したり（設備使用）、技術的な課題を持つ企業等からの依頼に応じて、当場の職員を工場や施工現場など希望の場所へ派遣したり（技術指導）する制度です。現在約110の依頼試験項目や27の使用可能な設備があるほか、当場で実施可能な試験であれば御相談の上で対応することもできます。これらの技術支援には規程で定められた手数料を負担していただきます。

この制度を活用して、アイデアの検証、性能評価、製品の実用化に至った事例を紹介します。

■スギ大断面製材を用いた建築

今回紹介する事例は、福島県の工務店と東京の設計事務所からの依頼で、スギ大断面製材を使った建物を建築する際に必要となる構造部材や接合部の強度を実験で確認することが目的で、技術支援制度のうち「依頼試験」で対応しました。

この建物は、福島県いわき市にある「（協）いわき材加工センター」敷地内に建てられたもので、木造2階建て、梁間7.2×桁行約22.0m、延床面積は280m²です（写真1）。同センターは2013年3月に国内



写真1 完成後の外観

で初めて大断面（300×300×8,000mm）の人工乾燥構造用製材と機械等級区分構造用製材のJAS認定を取得しており、今回の建物でも大断面製材を活用しています。

この建築に関する技術的なポイントとしては、長スパンや開放的な空間の実現を目的とする高耐力壁と組立梁の開発です。以下にその2つの技術開発にあたり、当場が関わった実験について説明します。

■高耐力壁「貫壁」の開発

耐力壁とは、地震などによる水平方向の外力に抵抗させる壁で、木造住宅であれば筋かいを入れた壁や構造用合板を釘打ちした壁が一般的に用いられています。

今回の物件では、スギの大断面製材を利用して、特殊な金物を使わずに木材のめり込み特性を活用した高耐力・高靱性な壁、また無垢製材を現しで使うことによる意匠性や、採光・眺望・通風が確保できる透過性を持たせた壁の開発に取り組みました。

ここで開発した壁は、貫を用いた格子壁（「貫壁」）です。格子壁とは、縦と横の部材を格子状に組んだ壁で、部材同士の欠き込んだ仕口部分がめり込むことによって、水平力に抵抗するメカニズムとなっています。この壁は、両端の柱（150mm角）の間に、2本の間柱（150×300mm）を一体化した合成柱を設けて、さらに貫材（90×270mm）を貫通させて楔（くさび）や構造用ビスで固定したものです。

この壁の強度性能がどのくらいなのかを確認するために、高さ3.5m、幅1.82mの試験体を作製して面内せん断試験を行いました（写真2）。この試験では、建物の基礎に見立てた鉄骨に壁の土台部分を固定し、壁の上部の梁材を水平方向に加力します。加力の方向は一方だけだけでなく、地震の揺れを想定して両方向に加えるとともに、1回だけでなく何回も繰り返して加力します。この試験によって、どのくらいの荷重で壁が壊れるのかを確認するとともに、壁の性能を変形のしにくさやねばり強さも含めて総合的に評価し、壁倍率という指標で表します。

試験の結果、最大耐力は90kN近く、また変形角が1/10radを超えても破壊が生じず、非常にねばり強い



写真2 貫壁の面内せん断試験の様子（加力前）



写真3 貫壁の面内せん断試験の様子（1/10rad時）

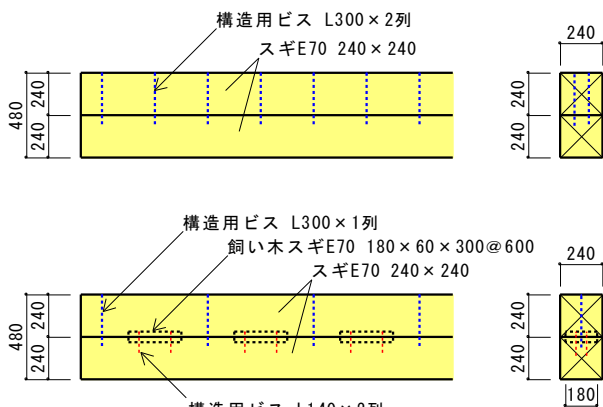


図1 重ね梁の一体化の方法

性能があることが分かりました（写真3）。得られた壁倍率は8.7であり、一般的な在来工法住宅で使用されている合板釘打ち壁の壁倍率2.5と比べると、非常に高いせん断性能を有することが確認されました。

依頼主である設計事務所では、この実験結果を活

用し、壁高さ・柱間寸法・貫段数・部材寸法のパラメータを変えても性能を簡易に算定できるような式を作成し、様々な設計条件に適用できるようにしました。

■長スパン用の「重ね梁」「重ね透かし梁」

開放的な大空間を実現するためには、長スパンを飛ばす横架材が必要です。一般には大断面集成材を用いることが多いのですが、比較的小さな断面の製材を機械的な接合で組み合わせる組立梁で対応することも技術的には可能です。組立梁には、「トラス梁」「I型梁」「ボックスビーム」などがありますが、この建物では「重ね梁」を採用することにしました。

重ね梁とは、文字通り、材を平行に重ねた梁材で、一般には接着ではなくボルトやダボのような機械的な接合方法で一体化したものです。まだ集成材が一般的でなかった時代に、比較的長いスパンに対応できる曲げ剛性を有する梁を実現するために開発された経緯があります。比較的施工が単純で作りやすいことが特徴であり、小規模な製材工場や地域の大工さんだけで製作が可能であることも重要なポイントです。

ここでの重ね梁は、強度等級E70のスギ240×240mmの製材を2本重ねて高さ480mmとしました。単に重ねただけでは材料同士がずれてしまうので、どのように一体化させるかが性能を決めるポイントです。これまではボルトを使ったり、車知（しゃち）やジベル、シアプレートのようなずれを止める接合具を埋め込んだりしていましたが、ここでは長さ300mmの構造用ビスを300mm間隔で2本ずつ打ち込んだもの（図1上）と、ずれを止めるためにスギ製材で作った「飼い木」と呼ばれるつなぎ材を埋め込んでビスで一体化したもの（図1下）を考案しました。この重ね梁の性能を確認するために、長さ8mの試験体を作製し、曲げ試験を行いました。

曲げ試験では、梁や桁などの横架材が実際に使われる状態を想定して、左右の端部を支点に載せ、中央の2箇所鉛直下向きに力を加えます。どのくらいの荷重まで耐えられるのかだけでなく、梁の中央部のたわみ量を測定して荷重と変形の関係も調べました。試験の結果、飼い木によってずれを止めることによって破壊荷重が大きくなるだけでなく、曲げ変形に対する性能も大きくなることを確認できました。

また、さらに曲げ性能を向上させるために重ね梁



写真4 弦材と飼い木との接合性能試験の様子

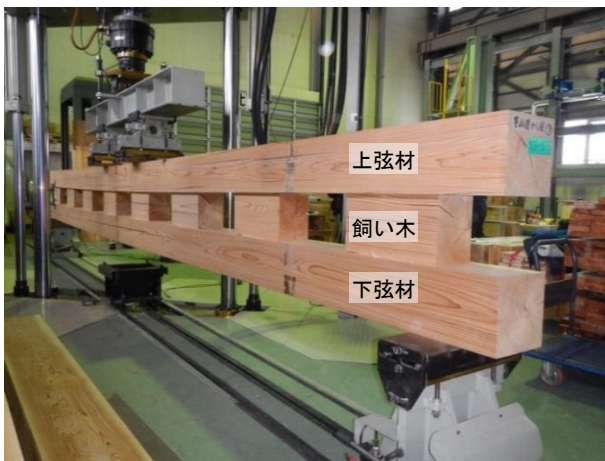


写真5 重ね透かし梁の曲げ試験の様子

を改良した「重ね透かし梁」の開発にも取り組みました。

これは重ね梁と同様に2本の240mm角のスギ製材を用いていますが、間に大きな飼い木を設けてはしご状に接合することによって、梁の高さをさらに大きくしています。これによって断面性能が向上し、曲げに対する抵抗性能も大きくなります。ただし上下の材（弦材）と飼い木との一体化の度合いが十分でないと十分な性能は得られません。

そこで、実大の重ね透かし梁の曲げ試験に先立ち、飼い木の高さや長さ、上下材に埋め込む深さ、さらには一体化するためのビスの種類を変えた8仕様について、弦材と飼い木との接合部を取り出したモデル試験体を作製し、加力試験を行いました（写真4）。

この試験では、接合部にずれを生じさせる方向に力を加えて、荷重と変形との関係を調べました。試験の結果、長さの短い飼い木では回転してしまったり、



写真6 建方終了後の内観

埋め込み深さが浅いとめり込み破壊が発生してしまい、期待したほどの性能が得られないことが分かりました。

この予備試験の結果を踏まえて、有効と思われる飼い木の仕様や接合方法をさらに絞り込み、実大の重ね透かし梁の試験体を作製し、曲げ強度試験を行いました（写真5）。その結果、飼い木の高さが大きいほうが曲げ変形はしにくいのですが、飼い木が回転して上下材にめり込みやすくなることに加えて、飼い木がせん断破壊してしまうために、最大耐力は小さくなることが分かりました。

この実験結果をもとに、実際に用いる最終的な仕様が決定されました。約7.2×7.2mの事務室の2階床に240×600mmの重ね透かし梁、小屋梁に240×480mmの重ね梁（飼い木使用）を使用しています（写真6）。

■おわりに

加工センターの建物は、地元の大断面製材を活用した構造形式に加えて、3面にサッシを入れた非常に開放的なデザインも評価され、平成27年の第18回木材活用コンクール（主催：日本木材青壮年団体連合会）において林野庁長官賞を受賞しました。このように、当場の技術支援制度を活用することによって、さまざまなアイデアの検証や試作品の性能評価が可能です。ぜひ当場の技術支援制度を活用して、製品の実用化に役立てていただきたいと思います。

なお本制度にかかるご不明等は、企業支援部技術支援グループ（内421）までお願いします。

■参考文献

建築技術，2014年11月号，pp38－53