

7) (財) 住宅総合研究財団 住宅総合研究助成

7) - 1 等断面製材を用いた木造住宅建設システム開発に関する研究

Development of wooden house building system using only one size lumber

(研究期間 平成 22 年度)

構造研究グループ

荒木康弘

Dept. of Structural Engineering

Yasuhiro Araki

To promote using domestic lumber, this paper proposes new wooden house building system, which uses metal joints to make coupled beam, and test its effect in 2 ways. First, from the interview with groups and companies in each level of wooden distribution system in Tamba and Sasayama area, this paper shows the each level's problems and how effective the new building system is. Second, from the bending tests, this paper shows the Structural performances of proposing coupled beam. And from these 2 results, this paper shows how to improve this wooden house building system.

【研究目的及び経過】

近年、木造住宅分野において木質資源の循環利用を通じた環境問題への取り組みが見られる。そして、この取り組みで対象となる木質資源の中心は国産材である。しかし、その利用・促進に当たっては、木質資源の品質確保、安定供給、コスト削減等の課題も多い。

そうした課題に対し、本件級では 120mm 角程度の等断面製材のみを用いた木造住宅構法を提案する。これは大断面の断面性能が必要となる部位に、等断面製材を重ね合わせた「重ね梁」を用いるシステムであり、これに必要な重ね梁接合金物を新たに開発した。本システムで用いる、120 mm角の製材は「4 寸角」と呼ばれ広く流通しており、横架材に通常用いられる長方形断面材（平角材）に比べ乾燥も容易であるなど、流通、乾燥、素材生産、製材、使用など木質資源循環フローの各段階にわたって多くの効果を持つことが期待される。

一方、多段階的な木質資源循環フローにおいて、こうした効果が具体的にどのような条件で、どの程度実現するかといった点は検証する必要がある。

また、等断面構法の技術的課題として「重ね梁」の構造性能を実験的に解明する必要がある。さらには、フロー調査や構造実験を踏まえて住宅建設システムについて、どのような改良を加えれば良いかも明らかにする必要がある。

以上のような背景を踏まえ、本研究は以下の 3 点を目的とする。

- (1) 等断面製材を用いた木造住宅建設システムが木質資源循環フローに与える効果の検証
- (2) 等断面材からなる「重ね梁」の構造性能の解明
- (3) 等断面製材を用いた木造住宅建設システムの改良提案

(1)、(2) の検討結果を踏まえ、等断面製材を用いた木造住宅建設システムの改良提案を行うと同時に、今後、検討すべき課題について考察する。

【研究内容】

(1) 木質資源循環フローの実態調査

木質資源循環フローの実態調査では、兵庫県の丹波・篠山地域を対象とし、木質資源循環フローの現状把握と等断面構法が持ちうる効果の検証を行った（表 1）。具体的には、等断面構法に見込む効果を仮定した上で、素材生産や製材、施工などフロー各段階を対象とした現地調査を行い、聞き取り調査、資料収集を行った（表 2）。

(2) 構造実験

等断面製材からなる重ね梁の構造性能を確認するための曲げ試験を実施した。重ね梁の破壊性状、変形性状等の力学的資料を得ることを目的としている。重ね梁は 120 角のスギの人工乾燥材を 3 段重ねた試験体とし、120 mm×360mm のスギ平角の人工乾燥材と構造性能を比較した（写真 1）。

(3) 構法改良提案

開発した金物を用いた等断面構法に対し、木質資源循環フロー調査や構造実験から得られた知見を総合し、改良の方向性についてまとめた。

【研究成果】

フロー調査、構造実験から現在の等断面構法の改良すべき点がいくつか明らかになった。以下にフロー調査、構造実験それぞれを踏まえた構法の改良提案・方針をまとめる。

まず、フロー調査から、開発時に想定した「4m 程度の 120 mm角材 2 本で 120×240 mm角材をつくる（2 層重ね梁）」のでは等断面構法の費用面での効果が小さいこ

とが分かった。加えて 120×240 mm 程度の平角材は見込み生産・乾燥されており、リードタイム短縮等の効果も薄い。そこで、より大断面、あるいは長尺材への重ね梁への展開が考えられる。コスト比較では 120×360 mm の断面についても検討し、その結果を受けて構造実験も行ったが、さらに長さや幅についても、より大きい断面寸法や長さの重ね梁への適用が考えられる。具体的には、今後間伐材がより大径化した場合や公共施設等での利用に備えて 150 mm 角材への適用や、断面寸法の変化よりも価格差が大きい長尺材への利用なども考えられる。これらについても今後、検討が必要である。また、製材所から要望のあった木材を余さず使い切るといった面から正角材のみで構成せず、側材も有効利用できる重ね梁なども今後の改良の方向性として考えられる。

また、木質資源循環フローのように多くの主体からなるフローに対して何らかの課題を認識し、その解決に向けた開発を行う場合、フローの他の段階によって開発当初に意図した課題が解決され、技術開発の意味が薄れる可能性がある。木質資源循環フローを取り巻く状況は、間伐材の大径化、製材・乾燥技術の進歩、公共施設等への木材利用対象の変化等、常に変化を続けている。同時に、森林の維持状況や、加工施設の規模や政策など、地域毎に条件は大きく異なると考えられる。こうした条件の変化や多様性をどの程度考慮するかも木質資源循環フローに対して開発を行う際の課題と言える。

次に構造実験から、重ね梁では撓み角が問題となるため、曲げ剛性の確保重要な課題となることが今回の実験からも再確認できた。本研究で重ね梁の構造性能を把握するために実施した曲げ試験では、ウッドアンカーとせん断金物を同数配置している。しかし、剛性向上のためにはせん断金物のみの使用数を増加させる必要があるが、金物数の増加は重ね梁のコストアップにつながる。せん断金物の個数と金物寸法、さらにコストとの関係から最適な金物数を今後検討する必要がある。



(1) 重ね梁試験体



(2) 平角試験体

写真1 構造実験

表1 フロー調査の調査対象

フロー内の段階	上段：業種（調査対象数） 下段：見込む等断面構法の効果
① 素材生産	<ul style="list-style-type: none"> ・森林組合（2） ・原木市場（1） ・間伐材（小径木）活用 ・切り匂の伐採
② 製材・加工	<ul style="list-style-type: none"> ・製材工場（3）、 ・集成材工場（1） ・プレカット工場（2） ・見込み製材可能。在庫減少 ・乾燥精度向上、期間短縮
③ 使用	<ul style="list-style-type: none"> ・設計事務所（2）、 ・工務店（5） ・コスト低減 ・木材の品質向上
④ 再資源化、最終処分	<ul style="list-style-type: none"> ・再資源化施設（2） ・木材のみの処分が可能
⑤ 行政、関連団体	<ul style="list-style-type: none"> ・行政（2）、県木連（1） ・間伐材活用

表2 国産材利用に向けた課題

フロー	現状・課題（上段） 効果の検証
素材生産・行政	<p>県産材利用に向けた現状・課題</p> <ul style="list-style-type: none"> ・原木価格の安さ ・間伐・植林が十分に行われず年齢分布が 40～60 年生に集中している ・県産材融資制度等を行っている <p>開発時の見込みとの比較</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「間伐＝小径木」を見込んだが、直径 30cm 程度が間伐されている。 ・適伐期を意識した伐採は行われていない
製材・乾燥	<p>県産材利用に向けた現状・課題</p> <ul style="list-style-type: none"> ・原木価格・出荷量が安定しない ・平角材の断面寸法の多さ、リードタイム短縮のため芯持ち材をストックするリスク <p>開発時の見込みとの比較</p> <ul style="list-style-type: none"> ・120×240 mm などの標準的な平角材は見込み製材されていた。
集成材	<p>県産材利用に向けた現状・課題</p> <ul style="list-style-type: none"> ・乾燥のばらつき ・在庫が限られ、リードタイムが掛かる。 <p>開発時の見込みとの比較</p> <ul style="list-style-type: none"> ・集成材は断面高さが大きくても m³単価は変化せず、大断面では価格的に有利。
プレカット	<p>県産材利用に向けた現状・課題</p> <ul style="list-style-type: none"> ・コストの高さ、強度の低さ ・乾燥が不十分でクレーム発生しやすい ・ストックの割れ
仕様	<p>県産材利用に向けた現状・課題</p> <ul style="list-style-type: none"> ・コストの高さ、強度の低さ ・リードタイムの長さ ・居住者が県産材利用を付加価値と認識していない。 <p>開発時の見込みとの比較</p> <ul style="list-style-type: none"> ・120×360 mm や 6m 材ではコスト削減が可能
再資源化・最終処分	<p>県産材利用に向けた現状・課題</p> <ul style="list-style-type: none"> ・木質系副産物の有価販売が増加している。 ・課題は特に見られない <p>開発時の見込みとの比較</p> <ul style="list-style-type: none"> ・集成材製造時の端材もチップ、インシュレーションボード等に再資源化可能 ・解体時にパルプ原料となり得る