

# 第 35 回木材接着研究会「構造用木質材料のための接着剤の基礎」開催報告

北海道立総合研究機構 林産試験場 宮崎 淳子

## 1. はじめに

平成 26 年 9 月 30 日、10 月 1 日に北海道北見市において、第 35 回木材接着研究会が開催されました。主催は、日本木材学会・木材接着研究会、後援は合成樹脂工業協会および日本木材加工技術協会でした。今回のテーマは、「構造用木質材料のための接着剤の基礎」として、6 名の講師による講演が行われました。見学会は、集成材を製造している協同組合オホーツクウッドピアで行われました。本稿ではこれらの概要について報告いたします。

## 2. 講演会

### 2.1 「水性高分子-イソシアネート系接着剤の基礎と改良」

静岡大学農学部 山田雅章氏

この講演では、水性高分子-イソシアネート系接着剤 (API) の基礎的性質の解説と、API の改良に関する研究成果が紹介されました。

API は、水系で非ホルムアルデヒド系接着剤であることから、使い勝手がよく、構造用集成材や造作用集成材、さらに最近注目されている CLT まで幅広い用途に使用されていますが、レゾルシノール樹脂に比べて耐水性が劣り、集成材 JAS では使用箇所が制限されていると説明されました。

API は、架橋剤であるポリメリック MDI (pMDI) が、主剤成分であるポリビニルアルコール (PVA) および溶剤である水と反応して硬化し、接着強度と耐水性が発現されます。講師らが API を 3 日間かけて硬化を進めた結果、約 8 割もの pMDI が未反応のまま残存していることが明らかになったと述べられました。pMDI は水に難溶で、水中では粒子状に分散していることから、講師らは pMDI を細かく分散させることによって反応性を上げることができるのではないかと考え、疎水基量を増やした PVA と反応基の多い完全ケン化 PVA とを混合したブレンド系 PVA を調製し、pMDI と反応させた結果、架橋密度を増加することに成功されました。さらに、ブレンド系 PVA は、ヒノキなど油状成分を含む樹種の接着性の向上にも効果があることも明らかになったとのことでした。

既に多くの木質材料の製造に使用されている API ですが、さらに高性能な接着剤になりうるが見出され、今後の展開が期待されます。

### 2.2 「1 液ウレタン系接着剤の基礎と性能」

コニシ株式会社 内匠美智子氏

この講演では、構造用材料の製造用接着剤としても注目されている 1 液ウレタン系接着剤の基礎的性質と接着性能、およびその使用例について紹介されました。

1 液ポリウレタン接着剤は、イソシアネート基含有化合物を原料にした接着剤で、主成分であるウレタンプレポリマーが空気中や材料中の水と反応して硬化すると説明されました。ウレタンプレポリマーを合成する際に原料となる化合物の種類・官能基数・分子量などの選択によって、接着剤の粘度を液状からマスチック状 (高粘度) まで調整できること、硬化皮膜の硬さを柔軟性のある軟らかいものから硬いものまでコントロール可能であることが述べられました。他に利点として、木材の他にプラスチックや金属、コンクリートなどの接着性に優れていること、無溶剤型で法規制での制約が少なく安全性に優れていること、取扱いが容易であることが挙げられました。こうした利点を生かした使用例として、床材の現場接着施工への適用が紹介されました。柔軟性のある硬化皮膜は、床鳴り防止効果があるとのことでした。

ここで紹介されたように、日本で 1 液ウレタン系接着剤は、主に現場接着用として粘度の高いものが多く使用されていますが、欧米では粘度が低い液状タイプの 1 液ウレタン系接着剤が市販されており、CLT などの製造に用いられています。現在、日本で構造用木質材料の製造に使用されているレゾルシノール樹脂および API と 1 液

ウレタン系接着剤との大きな違いは、前者が硬い硬化皮膜を形成するのに対し、後者はある程度の柔軟性を持ち合せていることです。そのため、1液ウレタン接着剤を構造用木質材料の製造に適用するには、接着耐久性などを慎重に検討する必要がありますが、従来の構造用接着剤にはない空隙充填性などの新たな機能性を持つことから、今後の進展が期待されます。

### 2.3 【招待講演】「構造用木質パネルの製造と接着剤」 元 株式会社ミサワホーム総合研究所 池上則明氏

この講演では、ミサワホーム総合研究所を退職された池上氏を招待し、在職中の数多くの取り組みの中から、新たに開発された接着剤が木質パネルの生産方式を大きく改革した事例について紹介していただきました。

ミサワホームの「木質パネル接着工法」とは、工場で製造された壁パネル・床パネルを、建築現場で接着剤と釘で接合して組み立てる工法であり、多種類の木質フラッシュパネルを効率よく生産することが求められます。以前は、APIなどを用いて同じ形状の木質パネルを積み重ねて一度にプレスするロット生産が行われていたようですが、この方法は在庫管理が必要で、費用や手間、無駄が生じやすいという問題があったため、パネルを一枚ずつプレスする単枚生産（個別受注生産 or 邸別生産）に切り替える検討が行われたそうです。生産性を落とさずに単枚生産を行うには、パネル1枚のプレス時間を1分以内に収める必要があります、そのためには接着剤の開発が不可欠であったとのことでした。接着剤メーカーによって開発された3成分系ハネムーンタイプ水性接着剤によってプレス時間1分が実現し、さらに改善することでプレス時間を20秒まで短縮できたと説明されました。新しい接着剤による単枚生産を導入するにはかなりの設備投資が求められましたが、1工場で成功したことを機に他工場への展開が一気に進んだそうです。このように新しい接着剤の開発と製造ラインへの導入を成功させるためには、接着剤・被着材の諸物性を把握すること、目標を明確化して接着剤メーカーをはじめとする共同推進者と共有することなどが重要なポイントであると述べられました。最後に、何よりあきらめないことだとおっしゃられ、生産ラインの改革におけるご苦勞を察するとともに、後進に対する激励と受け止めました。

### 2.4 「レゾルシノール系接着剤の基礎と開発動向」 アイカ工業株式会社 間瀬裕賀氏

レゾルシノール樹脂系接着剤は、1940年代から集成材に使用されている接着剤であり、構造用接着剤としては最も古くから使われている接着剤の一つです。この講演では、レゾルシノール樹脂系接着剤の基礎的性質と最近の開発動向について紹介されました。

はじめにレゾルシノール樹脂系接着剤の基礎的性質が説明され、高い耐水性・耐候性・耐熱性を持つことから、集成材JASで最も過酷な環境（使用環境A）での使用が認められている唯一の接着剤であると述べられました。使用における注意点として、接着剤混合後の可使時間が短いこと、プレス時間が長いこと、冬季は被着材温度が低くなるため、プレス時間をさらに延長する必要があることが挙げられました。

次にレゾルシノール樹脂系接着剤の作業性を改良した事例が紹介されました。冬季のプレス時間の問題に対しては、主剤の原材料の配合比を変更して硬化性を上げることによって、被着材温度が5°Cの状態でも高周波プレスを用いたときの圧縮時間が従来の170秒から140秒まで短縮できたとのことでした。また、接着剤混合後の可使時間の延長するために、主剤と硬化剤を別々に塗布して圧縮するときに硬化が開始される2液分別塗布システム、塗布直前に自動で一定の混合比で主剤・硬化剤を混ぜあわせることで混合直後の塗布を可能にした自動計量塗布システムが開発されたと述べられました。これらのシステムでは、いずれもビード状に塗布するため、ローラー塗布よりも塗布した糊液が乾燥しにくく、堆積時間も長くとれるメリットがあると説明されました。

レゾルシノール樹脂系接着剤は歴史が長く、完成された接着剤であるように思われますが、装置を含めて技術の革新が着実に進められていることを改めて実感しました。

### 2.5 「構造用材料の認定と評価」 北海道立総合研究機構 林産試験場 大橋義徳氏

この講演では、新しい材料を主要構造部材として使用するために必要な建築基準法第37条に基づく国土交通

大臣の認定の仕組みが説明され、講師がこれまで携ってきた認定取得の事例が紹介されました。

はじめに大臣認定を受けるために必要な性能評価項目が説明されました。その中で接着耐久性に関わる項目については、37条認定で唯一の合否判定がなされる項目であり、適切な接着剤の選定が重要であると述べられました。接着耐久性の評価は、実大サイズの試験体を用いて行われ、煮沸処理および減圧加圧処理を行い、積層部分やたて継部分などの接着強さを測定し、それぞれが常態時の強度の50%以上でなければならないと説明されました。北海道産I形梁では、フランジのたて継ぎ部（レゾルシノール樹脂あるいはAPI）、ウェブの継ぎ手部（APIあるいはポリウレタン系）、フランジウェブの接合部（レゾルシノール樹脂あるいはAPI）の接着耐久性評価の結果、いずれの場合も50%以上の残存率が認められ、告示基準を十分に満たしたとのことでした。次に、北海道産カラマツ材を用いた新たな高耐久性木質材料である単板集成材（LVLをラミナとしてたて継ぎ、積層接着して製造した構造材）の開発と接着耐久性評価の結果が紹介されました。単板集成材のラミナとなるLVLは接着剤混入法（接着剤に保存処理剤を加えて積層接着する方法、接着剤にはフェノール樹脂を使用）で製造され、LVL同士のたて継ぎと積層接着にはAPIが用いられましたが、促進劣化処理後の積層部のせん断試験およびフィンガージョイント部の曲げ試験の結果、告示基準50%以上を満たす接着耐久性が得られたとのことでした。

37条認定によって、構造材として利用できる木質材料が増えるだけでなく、各材料の性能データが明示されるために材料としての信頼性が高まり、建築物の設計における自由度が向上すると述べられました。他方、認定を取得するには特別な設備と時間・労力が必要であることから、新しい材料開発を促進するためには、試験簡略化のための根拠データの蓄積、特に接着性能に関する基礎データの蓄積と開示が重要であると述べられました。

## 2.6 「北海道産材を用いた木造建築の紹介」

物林株式会社 近藤健彦氏

物林株式会社は、旧三井物産を前身にもち、北海道産材を利用した様々な建材を取り扱われ、北海道内の多くの木造建築物の建設に携わってこられました。この講演では、大規模な商業施設・公共物件などを中心に物林株式会社に関わり、建設された木造建築物が紹介されました。

はじめに洞爺湖畔のホテルにある屋内プールが紹介されました。屋根はベイマツ湾曲集成材による骨組みとテント張りで構成された膜構造になっていました。屋内プールでは塩素が発生するため、鉄ではなく木材が使用されたと説明されました。また、内部は湿気がこもり結露しやすく、木材の腐朽・劣化が懸念される環境ですが、昭和62年に建てられてから現在まで特に腐朽は見られていないとのことでした。次に、競走馬の練習場である追分ファームが紹介されました。全長2kmの周回トレーニングコースはカラマツ集成材、カラマツ製材で建築された大規模な建物で、足音が反響せず、結露水が滴下しないために、馬が落ち着いてトレーニングできると言われているそうです。その他に、北海道のもう一つの主要人工林材であるトドマツ集成材が用いられた施設である豊富町定住支援センター、地元のカラマツ材を内装材として使用した美瑛町図書館などが紹介されました。最後に、現在進められているCLT建築物の計画が紹介されました。今回の見学会会場であるオホーツクウッドピア内に、のべ床面積140m<sup>2</sup>、2階建てのCLT建築が今年度中に建設される予定で、北海道産カラマツ材を原料とした2×6mの大型パネルを用い、ビスと金物によって接合する計画であると説明されました。内部はCLTが現しになるとのことで、完成後もCLTの見学が可能であるとのことでした。

北海道産材を利用した木造建築を数多く手がけられ、またCLT建築のような新しい技術にもいち早く着手されており、今後も地域材の活用を牽引する取り組みが期待されます。

## 3. 見学会

見学会は、協同組合オホーツクウッドピアで行われ、中小断面集成材・大断面集成材の製造工場を見学しました。この工場は、北海道産材を使用することを考慮した内陸型工場であると説明されました。近藤氏の講演で紹介された木造建築物もここで製造された材料が使われているとのことでした。

はじめに乾燥機が紹介されました。熱源は木質バイオマスボイラーで、還流式1トンボイラーを3基保有され

ており、乾燥おがくずを用いて 24 時間送風による無人運転が行われていると説明されました。乾燥設備の向い側には、大量の材料が保管されており、QR コードによって生産地等の流通管理がなされていました。続いて、中小断面集成材工場、大断面集成材工場を見学しました。今年度の大断面集成材の生産予定は 3500 m<sup>3</sup>、中小断面集成材は 6500 m<sup>3</sup>で、合計 1 万 m<sup>3</sup>になる予定であると説明されました。最後に大断面集成材の仕口加工が行われている工場を見学しました。この工場は、ちょうど見学会当日に操業が開始されたとのことで、最新の加工機械が導入されており、参加者の注目を集めていました。

北海道産材であるカラマツ・トドマツは決して扱いやすい材料ではありませんが、地域材にこだわって付加価値の高い建築資材を生産されていました。その技術と設備について、参加者から多くの質問があり、皆さん熱心に見学されていました。

#### 4. おわりに

今回の研究会には 44 名の方が参加され、盛況のうちに終わりました。そのうち 9 割以上の方が懇親会にも参加され、活発な交流が図られました。木材接着研究会の特徴として、産業界からの参加が多いことがあります。研究会を通じて、産学官での活発な意見交換が行われ、木材業界の発展に資することができれば幸いです。

最後にお忙しい中、ご講演いただいた講師の皆様、見学を受け入れて下さった協同組合オホーツクウッドピアの皆様、関係各位に感謝いたします。また、ご後援いただきました合成樹脂工業協会、公益社団法人日本木材加工技術協会に厚くお礼申し上げます。



写真 1 講演会の様子



写真 2 見学会の様子