

## 1. まえがき

日本では、新たな木材需要の創出を促すプロジェクト事業が進められている。その中でも、都市部の建築物に木材を使用するための製品・技術の開発は肝要な課題として挙げられる。平成 28 年度林野庁補助事業である「新たな木材需要創出総合プロジェクト事業のうち都市の木質化等に向けた新たな製品・技術の開発・普及」の課題の一つとして、「木質耐火部材開発」が選定されたが、上述のような木材需要を促す方策を見出す上で、鋭意、検討すべき課題が散在している。

現在、大規模な耐火建築物の主要構造部に木材を使用する場合、標準的な火災加熱に対し耐火性能を満足することが要求され、いわゆる燃え止まりを確認する必要がある。そのため、これまでも主要構造部となる木材に難燃薬剤を注入し、耐火時間を確保した木質耐火部材が提案されている。しかし、従来、提案された木質耐火部材は、木材ラミナ内の難燃薬剤の不均一性、難燃薬剤を注入したラミナを積層するための材面の均一な接着力確保の困難性などの課題が指摘されている。このような課題は、以前から解決すべき課題として認識されていたが、木材という自然素材が対象であるため、課題を解決するためには多くの知見を集約する必要がある、未だ未解明な部分多く、系統的に研究・開発を進めていくことが望まれている。

そこで、本事業では、上述した課題の解決に向け、杉材に難燃薬剤を注入した LVL を使用した木質耐火部材の開発を実施した。LVL の使用は、木質耐火部材の難燃薬剤の不均一性を解消するために有用な方法の一つとして位置付けている。一方で、LVL の特徴を決定づけるパラメータとして、接着剤の特性があげられる。そのような点を配慮しながら、本事業を進めるにあたり、これまでの開発では知見が不足している木質耐火部材の製造管理の統計データや難燃薬剤と接着剤の関係性に関する化学的データなどに着目し、それらの検討実績が豊富な有識者を委員に加え、木質耐火部材開発委員会を設置した。

本事業では、主に難燃薬剤の最適注入方法、難燃処理単板を接着するための接着材の選定を進め、難燃処理 LVL を使用した耐火集成材を製造し、その耐火性能を検証する実験を実施した。本事業によって、木質耐火部材に関する新たな知見を得るとともに、新たな製品・技術の開発・普及の一助となる成果が得られており、今後、大規模木造建築物の増加につながり、新たな木材需要の拡大に寄与できれば幸いである。

平成 29 年 3 月 10 日  
木質耐火部材開発委員会  
委員長 大宮 喜文

## 2. 事業概要

### 2.1 事業の目的

公共建築物等木材利用促進法の施行に伴い、大規模耐火木造建築への関心が高まり、耐火性能を有する木質耐火部材の開発が進められている。これまでラミナに難燃薬剤を注入し、積層した集成材を燃え止まり層に用いた1時間耐火柱の開発に取り組んできた。しかし、厚さ30～40mmのラミナに均一に難燃薬剤を注入することは極めて困難であり、また難燃処理されたラミナを接着する際、接着面を平滑にする必要があり、最も薬剤が注入されている表層部分を削り落とさなければならない。結果として、必要以上に薬剤を注入しなければならず、製造コストに影響することから、新たな燃え止まり層の開発が必要とされた。

そこで、杉のレース単板に難燃薬剤を注入し、これを積層したLVLを燃え止まり層に用いた1時間耐火集成材の開発に取り組んできた。単板に難燃薬剤を注入するため、均一な薬剤処理が可能となり、また燃え止まり層に不燃処理と同等の防火性能を付与することで、燃え止まり層の厚さを既存の耐火木質部材よりも薄くすることができる。これらは製造コストの低減につながるため、従来の製品よりも安価な製品の製造が期待できると考えられる。一方、製品化に向けた課題として、①単板に不燃処理相当の難燃薬剤を注入するための最適な注入条件の確立、②難燃処理単板を接着するための接着剤の検討、③耐火性能上弱点となる出隅部分の納まりの検討が残されており、これらの課題を解決する必要がある。

本事業では、上述した課題に取り組み、均一な防火性能を付与したLVLの製造条件を確立させ、これを用いた柱、梁および接合部の耐火性能を検証することを目的とする。

### 2.2 事業の実施

難燃処理LVLを燃え止まり層に用いた柱・梁の耐火性能を検証するため、下記の課題に取り組んだ。

#### (1) 難燃薬剤の最適注入条件の確立

単板に難燃薬剤を加圧注入することで、内部まで均一にムラなく難燃薬剤を注入することができるが、注入量のバラツキが大きく、薬剤が過剰に注入されてしまうものがある。注入時間を調整し、適正な薬剤量が確保できる最適な注入方法を検証した。

## (2) 難燃処理単板を接着するための接着条件ならびに接着剤の検討

燃え止まり層の LVL に使用する接着剤は、難燃処理単板が接着でき、1 時間加熱にも耐えうる接着性能が必要である。現在使用しているフェノール樹脂接着剤を改良し、難燃薬剤との相性、製造過程における接着性、ならびに加熱時の接着性能を検証した。

## (3) 難燃処理 LVL ならびに耐火集成材の製造方法の検討

耐火集成材の開発にあたり、燃え止まり層として難燃薬剤をスギ乾燥単板に注入し積層接着した難燃処理 LVL を仕様としている。難燃処理 LVL の製造の観点から含水率、乾燥条件、熱処理による薬剤の析出、接着条件を検証し、適正な製造条件を検討した。

## (4) 難燃 LVL を被覆材とする耐火集成材の耐火性能の検討

難燃 LVL を被覆材とする耐火集成材について、以下の性能の把握を目的に耐火試験を実施し検証を行った。

- ① 大断面木柱の被覆材接続部の開き防止対策の効果と目地位置による炭化の影響
- ② 接着性を改良した難燃 LVL を被覆材とする小断面木梁の出隅部分の納まり検討
- ③ 接着性を改良した難燃 LVL を被覆材とする小断面木梁の耐火性能



写真 2.2-1 各耐火性能試験における試験体の様子

左から①大断面木柱、②小断面木梁出隅検証、③小断面木梁

## 2.3. 事業実施体制

### 2.3.1 委員会構成員

本事業を推進する為に、学識経験者、各メーカー等で構成される委員会を設置し、共同で事業に取り組むことによって効果的な事業の実施を図った。

委員会の構成員を表 2.3.1-1 に示す。

表 2.3.1-1 委員会の構成員

氏名	所属
大宮 喜文（委員長）	東京理科大学 理工学部 建築学科 教授
郡司 天博	東京理科大学 理工学部 工業化学科 教授
安井 清一	東京理科大学 理工学部 経営工学科 助教
植田 成治	株式会社オーシカ
若山 恵英	大成建設株式会社
森田 仁彦	大成建設株式会社
道越 真太郎	大成建設株式会社
中濱 慎司	大成建設株式会社
池畠 由華	大成建設株式会社
松尾 浩樹	大成建設株式会社
鳥羽 展彰	銘建工業株式会社
清水 淳一	株式会社オロチ
滝田 哲也	株式会社オロチ
松本 義勝	越井木材工業株式会社
山口 秋生（事務局）	越井木材工業株式会社
荘保 伸一（事務局）	越井木材工業株式会社
岡村 敏行（事務局）	越井木材工業株式会社
内藤 俊介（事務局）	越井木材工業株式会社

### 2.3.2 委員会の開催

事業を円滑に推進するため、表 2.3.2-1 に示す通り 2 回の委員会と 2 回のワーキンググループ（WG）を実施した。

表 2.3.2-1 委員会およびワーキンググループの実施

	日時	場所	主な審議事項
第1回 委員会	平成28年 6月13日	フクラシア 東京ステーション	<ul style="list-style-type: none"> <li>事業計画の決定</li> <li>今後の試験計画について</li> </ul>
第1回 WG	平成28年 7月22日	フクラシア 品川高輪口	<ul style="list-style-type: none"> <li>難燃LVLの製造について</li> </ul>
第2回 WG	平成28年 10月17日	フクラシア 東京ステーション	<ul style="list-style-type: none"> <li>難燃処理単板の接着力について</li> </ul>
第2回 委員会	平成29年 1月27日	フクラシア 東京ステーション	<ul style="list-style-type: none"> <li>小断面木梁の耐火性能試験について</li> </ul>

### 2.3.3 実験・見学会

事業を円滑に推進するため、表 2.3.2-1 に示す通り 3 回の耐火試験を実施した。

表 2.3.3-1 実験・見学会の実施

	日時	内容	場所
実験	平成28年 7月12日   7月13日	大断面木柱の加熱試験	大成建設(株) 技術センター 防耐火実験棟 多目的炉
実験	平成28年 12月16日   12月19日	小断面木梁における 出隅部分の加熱試験	大成建設(株) 技術センター 防耐火実験棟 多目的炉
実験	平成29年 1月19日   1月20日	小断面木梁の 載荷加熱試験	一般財団法人 建材試験センター 中央試験所