

## 論文審査の結果の要旨

申請者氏名 飯 村 豊

わが国の構造用集成材を用いた建築物は 1960 年代初めに最盛期、1970 年代の衰退を経て、1980 年代になって復権の兆しが現われ、現在、多彩な用途に利用されるようになってきた。構造用集成材を用いた建築物の拡大を支えたものは集成材に使用する接着剤の品質改良を中心とする製造技術の進歩に加えて、構造用集成材を利用するための設計と施工技術の開発が大きな役割を果たした。本論文は、このようなわが国の集成材構造の技術的展開を体系立てて論述したもので、その構成は(1)集成材の歴史(2) 集成材ドーム(3)大規模集成材構造の部材設計と施工技術 (4)標準施工法と積算歩掛(5)木橋からなっている。

世界初の集成材建築物は 1893 年にスイスで建設され、欧州から米国に集成材技術が渡ったのは 1900 年頃である。集成材構造の飛躍的な進歩はフェノール・レゾルシノール系樹脂接着剤の出現によるところが大きい。ヘビィーティンバーの設計施工技術と豊富な森林資源の存在も一役買っている。わが国で構造用集成材が構造材料として建築用途に用いられたのは、主に 3 ヒンジアーチを利用して 1951 年東京都内に建設された森林記念会館が最初である。その後構造用集成材を使用した建設は 3 ヒンジアーチ構造を中心に発展する。ただ、隆盛期は短く、建設市場でシェアを拡大しつつあった鉄骨造に押されて急減速し、70 年代を通じて停滞が続いた。構造用集成材の利用技術は従来、材料メーカーが用意したモデル設計に基づいた利用技術に留まっていた。このようにわが国の集成材構造の衰退の一因が建設業界のニーズにメーカーの対応が不十分であったことを明らかにした集成材の歴史に関係する分析結果が本論文の主題である技術開発の展開の起点になっている。

1980 年代の大規模集成材構造は、鉄骨造や鉄筋コンクリート造と比べて実績がほとんどなく、設計法や施工法が確立されていなかった。海外と比較すると耐火性の評価が大幅に遅れるなど集成材構造は手付かず状態であった。海外と比べわが国の遅れている現状を技術面、集成材構造に対する市場ニーズを調べた上で、集成材構造を取り巻くわが国の法規制等に適合させながら、集成材構造の構造解析を進めた。大規模集成材構造の部材設計として主要構成材料である集成材の断面と曲げ弾性係数など必要な数字を入力することで応力と変形量の計算を容易にし、振動に対する動的解析などあらゆる外的荷重条件に対する計算を、鉄骨造と同じように可能にした。特に構造体の変形制御についてアーチフレームなどの変形量をコンピュータ上でシミュレーションしながら断面設計と接合方法を明らかにし、2 ヒンジアーチの開発など鉄骨造と同様に構造体の合理性を追求できるようにした。また、施工面では部材の加工精度や建て方精度から得られたデータに基づき、建設機器を駆使する現代の鉄骨建築システムの施工技術も取り入れた集成材構造の施工技術を確立した。

わが国ではスパン 35m の 3 ヒンジアーチ架構が 1962 年に建設されたのを最後に、20 年以上にわたってそれを超える規模の集成材建築物は建設されなかった。この間の技術的な

空白を埋めるため海外の大規模集成材ドーム技術を導入し、大規模集成材ドームの設計法、集成材接合部の設計法、剛接合の実験法と評価法をわが国の法規、建築技術体系に適用できるような展開を試みた。また、曲率の大きな湾曲集成材の使い方、集成材接合部のプレファブ化、集成材構造の特徴を生かした工法およびその施工精度、コスト試算や集成材ドーム施設の利用法などについて、日本の建設環境に適合させ、わが国の集成材構造の可能性を広げるための整備を行った。同時に独自の大規模構造の設計・施工技術として技術的な展開もはかり、多くのドームの建設実績によって、日本市場における集成材建築物の多様性を示した。例えば、1988年に施工した名古屋市の「世界デザイン博覧会・外国館」では、延べ床面積 11,016 m<sup>2</sup>の大規模構造を、地上で組み立てた大型集成材パネルをクレーンで吊り起こす無足場工法を開発し、大規模集成材構造が工期やコスト面で鉄骨造と比較して有利となる可能性も明らかにした。

コスト面で鉄骨造と競うには、施工コストの削減が必要であり、現場熟練労働者の減少に伴う労務費の上昇で建設機械の導入が必須となった。また安全管理の徹底など、鉄骨造を取り巻く近代化の波に対応することも急務であったため、施工技術を、鉄骨関係者および新たに集成材構造に取り組もうとする施工関係者の参考になるように標準的な工法としてまとめ、その工法に基づいた場合のコスト算出用に集成材構造の標準歩掛、設計条件によって変わる歩掛補正係数などを独自に整備し、積算根拠の基礎となる標準歩掛表として新たに提案した。

上記した集成材建築物の技術展開を基礎として木材では品質確保が難しいとされる土木構造物へ利用として構造用集成材を木橋に応用することに注目した。その背景には性能設計の考え方をいち早く採用している土木の分野では比強度の面で鉄や鉄筋コンクリートより優れる材料であるベイマツ集成材やスギ集成材を用いた橋は、性能を担保すれば市場に受け入れられる可能性があった。長期にわたって性能を担保するために、揺れ防止のためのターンバックル付き鉄筋プレス及び鋼製ダイヤフラムを採用し、点検およびメンテナンス・チェックリストの導入をはかった。また、102 mm シェアプレート金具やドイツ製 BVD 接合具、複合集成材のアラミド繊維補強集成材なども採用が可能となり、点検や維持管理方法も含めた新しい集成材橋という分野を切り開いた。

このように一連の技術展開は集成材構造の工業化を促し、構造用集成材の品質向上とコストダウンにつながるとともに、製造に関する基準の標準化、および関連する諸法規の改正に少なからぬ影響をもたらした。現在の建設ニーズに適合する部材設計から現場施工に至る新しい集成材構造の建築技術体系の構築に大きく寄与した。

以上本論文は集成材構造の技術的な展開を体系的に取りまとめたもので学術上、応用上貢献するところが大きい。よって審査員一同は博士（農学）の学位を授与する価値があると認めた。