

3. 寄 稿



3.1 奨励研究紹介

- ・施工性を考慮した木質グリッドシェル構造における力学特性に優れた接合部の開発
中村 達哉
- ・講義や研究等で排出される廃材を利用した消失模型鋳造法の実習への活用の検討
児島 諒昭
- ・国立大学におけるエンジニア相当職の技術職員の人事制度
大角 義浩

施工性を考慮した木質グリッドシェル構造における力学特性に優れた接合部の開発

○中村 達哉¹

鹿児島大学大学院理工学研究科技術部¹

1. はじめに

近年、日本国内においても中高層木造建築の施工事例が報告され、大規模構造物への木材利用が増加している。著者が支援している研究室においても、施工性を考慮した木質グリッドシェル構造に関する研究がなされている。木質グリッドシェルを構成する曲線材に測地線を用いることで、直通な木材を曲げ加工することにより任意曲面が構成できるため、施工性や経済性に優れているという利点がある。この研究において、数値解析を基にした実験モデルを製作し、載荷実験を実施した結果、接合部の早期耐力低下が生じ、接合部の検討が重要であるとの知見が得られた。ここでは、従来とは異なる新しい接合方法を提案し、それぞれの接合部のモックアップを製作し、載荷実験を実施して力学特性を比較する。

2. 接合方法

接合方法の詳細を図1に示す。接合部は2つの測地線部材（ここではA,B材とする）から構成されており、従来の接合方法をOタイプ、新しく提案する接合方法をNタイプとする。OタイプはA材とB材の切り欠きを重ねて接合する方法である。一方、NタイプはB材の上下切り欠きをA材の切り欠きで挟み込んで接合する方法である。

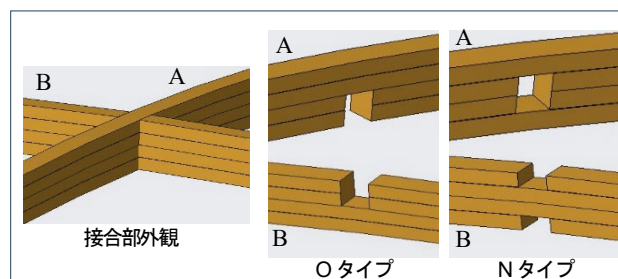


図1 接合方法の詳細

3. 接合部モックアップの製作

接合部を構成する測地線部材は、厚さ6mmのヒノキ材（以下、ラミナ）を4枚もしくは8枚積層して接着し、自作の曲げ加工システム（図2）にて立面図に従い曲げ加工し、圧縮器具で圧縮して製作される。ラミナの接着には水性高分子イソシアネート系接着剤（鹿印ピーアイボンドTP-111+鹿印ピーアイボンド用架橋剤H-3M）を使用し、圧縮器具にはクランプを用いる。曲げ加工については、曲げ加工システムの全ネジに取り付けているナットを回すことで、全ネジ先端に取り付けられた加圧治具が動き、積層されたラミナに強制変位を与えることで曲げ加工を行うことができる。Oタイプにおいては、接着剤が塗布された8枚のラミナを積層し、曲げ加工システムで立面図に従い曲げ加工し圧縮する。接着剤が硬化した後、A材は下4枚分、B材は上4枚分のラミナを卓上糸のこ盤でカットして切り欠きを設ける。それらの切り欠きを重ね合わせ、接合部モックアップを製作する。一方、Nタイプにおいては、部材Aを上下4枚ずつのラミナに分け積層・接着して立面図に従い曲げ加工し、接着剤が硬化した後にそれぞれの上下2枚分のラミナをカットして切り欠きを設ける（図3-(a)）。部材Bは8枚のラミナを積層・接着して曲げ加工し、接着剤が硬化した後に上下2枚分のラミナをカットして切り欠きを設ける（図3-(b)）。最終的に部材Bを部材Aで挟み込み、接着・圧縮をして接合部を製作する（図3-(c)）。なお、接合部を構成する測地線部材の形状は、過去に木質グリッドシェルの実験に用いたモデルの一部分を再現したものであり、その寸法はスパン707.02mm、ライズ23.24mm、部材断面は27mm×48mmである。今回は、それぞれ3体の接合部モックアップ（Oタイプ：O-1/O-2/O-3、Nタイプ：N-1/N-2/N-3）を製作した。

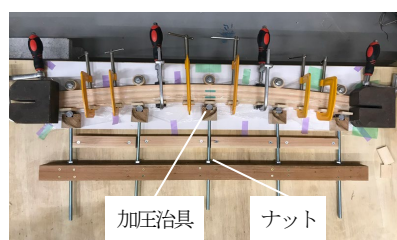


図2 曲げ加工

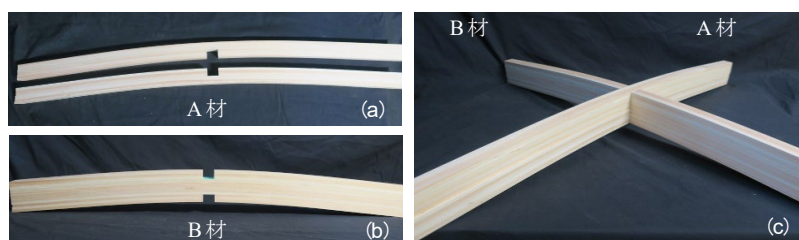


図3 測地線部材と接合部モックアップ（Nタイプ）

4. 載荷実験

4-1. 載荷実験の概要

載荷実験の概要を図4に示す。鉄骨治具を有するH型鋼製の載荷装置に木製の土台を取り付け、その上に製作した接合部モックアップを設置する。載荷点は接合部モックアップの中央とし、載荷点に取り付けたワイヤと連結されたターンバックルを回転することにより鉛直下向きの力を載荷する。荷重はワイヤに取り付けた荷重計（TCLZ-10KNA）、鉛直変位は載荷点上部に設置した巻き込み型変位計（DP-1000G）で計測する（図5）。なお、製作した接合部モックアップに対し破壊が確認できるまで載荷実験を行う。

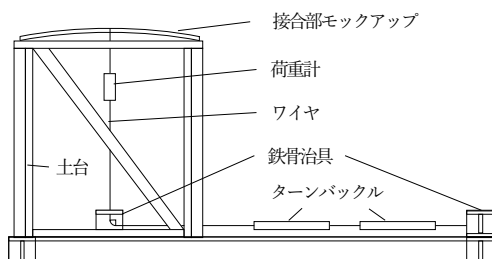


図4 載荷実験の概要



図5 荷重及び変位の計測

4-2. 載荷実験の結果と考察

載荷実験の結果（載荷点における荷重－変位関係）を図6に示す。図中の縦軸は荷重（kN）、横軸は変位（mm）である。また、各試験体の最大荷重を表1に示す。これらの結果より、従来の接合方法であるOタイプの最大荷重の平均値は約3 kNとなったのに対し、新しく提案した接合方法であるNタイプの最大荷重の平均値は約5 kNとなった。また、試験体O-2及びN-2の破壊状況を図7に示す。O-2においては接合部付近の接着剤の剥離、N-2においては広域における接着剤の剥離による破壊が確認された。載荷実験の実施により、新しく提案した接合方法は従来の接合方法よりも耐力が増加していることがわかり、力学特性に優れているといえる。

表1 最大荷重

試験体	最大荷重 (kN)
O-1	2.735
O-2	2.813
O-3	3.268
N-1	4.983
N-2	5.248
N-3	5.218

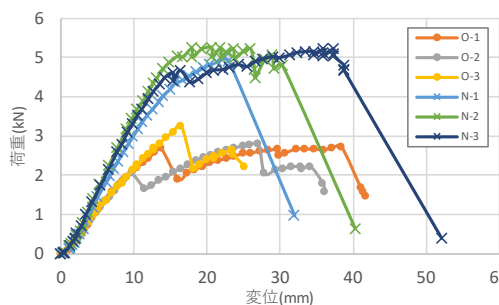


図6 載荷実験結果（荷重－変位関係）

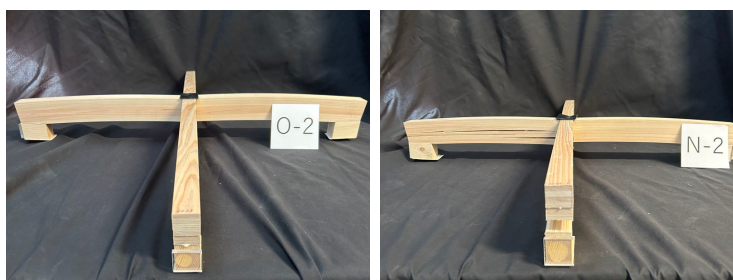


図7 試験体の破壊状況（O-2とN-2）

5. おわりに

本稿では、施工性を考慮した木質グリッドシェル構造における接合部について、新しい接合方法を提案した。また、提案した接合方法に対する接合部のモックアップを製作し、載荷実験を実施して従来の接合方法との力学特性の比較を行った。載荷実験の結果より、新しく提案した接合方法は従来の接合方法よりも耐力が向上し、力学特性に優れていることがわかった。

謝辞

本研究は令和5（2023）年度科学研究費補助金（奨励研究：23H05204）助成を受けたものである。ここに謝意を表す。また、本研究の遂行にあたり、計測機器の貸出及びご指導いただいた本学理工学域工学系理工学研究科（工学系）工学専攻建築学プログラムの横須賀洋平准教授に深く感謝申し上げます。

講義や研究等で排出される廃材を利用した消失模型鋳造法の実習への活用の検討

○児島 諒昭¹

鹿児島大学大学院理工学研究科技術部¹

1. 研究背景・目的

現在、私は本学工学部機械工学プログラム2年次の授業「機械工作実習」において砂型を用いたアルミニウム鋳造の実習指導を行っている。年々大学の予算は削減され物価も高騰しているため、材料や燃料など実習に関わる費用をできる限り抑えていく必要があり改めて実習内容を見直す機会に立たされている。一方、学生の教育・研究活動では、実験装置や模型製作等で廃棄される消耗品が数多くある。例えば、建築模型を製作した際、大量のスタイロフォームの端材が廃棄される。そこで鋳造の模型を廃棄されるスタイロフォームで製作し消失模型鋳造法が可能であるか検討することを目的とする。消失模型鋳造法は、製品と同じ形状の模型を発泡スチロールで製作し、これを鋳物砂の中に埋め込んで鋳型を作る。熔融金属を流し込むと発泡スチロールの模型が消失し熔融金属に置き換わることで鋳物を作る鋳造法である。この方法はバリの発生がない、比較的忠実に形状を転写した鋳物をつくることができ他の鋳造法と比較して工程数が少ない。今回は発泡スチロールの代わりにスタイロフォームを使用し消失模型鋳造法を行う。スタイロフォームによる消失模型鋳造法が可能であれば以下のような利点が考えられる。現在本学の鋳造実習では木型を利用しているが模型の形状を変更する場合、同一形状の木型を複数用意しなければならないため製作時間が非常にかかる。しかし、模型の材料にスタイロフォームを利用することができれば、複雑な模型でも簡単に作ることができ加工も容易で製作時間も短くなる。また消失模型鋳造法に実習内容を変更しても使用する設備や工具類はそのまま代用することができる。さらに実習で砂型鋳造法と消失模型鋳造法を同時に行えれば、両者の鋳造法を比較することができ学生の学習の幅を広げることも可能になる。また廃棄物の再利用に繋げることもできる。

2. 研究方法

(1)廃棄されるスタイロフォームを入手し鋳造模型を製作する。(2)出来上がった鋳造模型を砂型に埋め込み鋳型を製作し乾燥させ固める。乾燥したらガス溶解炉で溶解したアルミニウムを鋳込み、冷却凝固後、型ばらしを行い完成した鋳物を取り出す。(3)製品評価を行う。砂型鋳造法で製作した鋳物と消失模型鋳造法で製作した鋳物を電子線マイクロアナライザ等で分析し比較を行い、スタイロフォームを模型の材料として利用した消失模型鋳造が実現可能か検討を行う。

3. 研究結果・考察

実習で実施している木型を利用した砂型鋳造法と模型の材料に廃棄されたスタイロフォームを利用した消失模型鋳造法でそれぞれ鋳物を製作し比較検討した。消失模型鋳造法の方が、模型の製作が簡単で鋳型製作の工程数が少ない。しかし、完成した鋳物の内部に巣が多く散見された。



図1 砂型鋳造法の鋳物内部

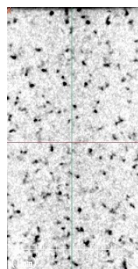
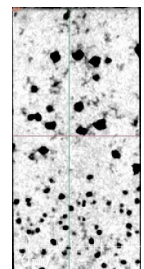


図2 消失模型鋳造法の鋳物内部



4. 謝辞

今回の研究実施にあたりご理解とご協力をいただきました、本学の中央実験工場及び理工学研究科技術部の技術職員の皆さまに厚くお礼を申し上げます。なお、本研究はJSPS 科研費（奨励研究）JP23H05065 助成を受けたものである。

国立大学におけるエンジニア相当職の技術職員の人事制度

鹿児島大学 大角義浩

1. はじめに

日本の研究力低下が問題になっている。研究者が教育・研究に専念するには、強力な技術支援体制とそれを構成する専門技術者が必要である。しかし、大学の研究・教育を支える教育研究系技術職員（以下、技術職員）の確保が処遇等の問題により難しくなっている。技術職員の採用のあり方だけでなく、外部から可視化されていない技術職員の職務実態を調査し、大学における高度技術専門職をはじめとする教育研究支援体制の強化策立案の資料にすることを目的とした。

2. 調査方法

調査は、①技術職員に関する文献調査、②公募書類（JREC-IN）より専門分野、職務内容、初任給、学歴や入職資格等の調査、③イギリスの Technician Commitment、④沖縄科学技術大学院大学（OIST）の現地調査、⑤国立大学・共同利用機関の技術部マネジメント層へのヒアリング調査⑥国立大学・共同利用機関の技術組織・技術部門に対するアンケート調査を行った。

3. 調査結果

① 技術職員に関する文献調査

国立大学の技術職員と大学共同利用機関の技術職員の処遇や業務、責任を比較調査するため、高エネルギー加速器研究機構（以下 KEK）の技術部門を調べた。元 KEK 技術部長菊池氏は、「技術部について」 [1] において「研究者（科学者）」、「技術者」、「技能者」の役割と技術職の重要性を論じていた。元東京大学総長の吉川弘之氏が東京大学工学部ニュース [2] において、技術職員の定員削減の理由を述べると共に、「技術官（技術職員）が大学の中で分担すべき仕事とは何かを明確にすることを出発点にしなければならない」としていた。

② 技術職員の公募（JREC-IN）調査

公募資料は、技術職員の職務と処遇を客観的に知る材料の一つとなることから調査した。

科学技術振興機構の JREC-IN Portal において、国立大学および大学共同利用機関の公募資料を調べた。調査は、2023 年 4 月から 2024 年 2 月まで、概ね月に 1 回の頻度で計 9 回行った。国立大学の技術職員の応募資格は職種により異なり、情報系等に見られるいくつかの職種は学歴よりも具体的な職務能力を列挙しているものがある一方、博士号取得者を歓迎するものまで多様であり、国立大学の技術職は非常に幅の広い職業の集合体と考えられる。

③ イギリスの Technician Commitment [3]

イギリスの大学における技術職も日本と同様に一段低い職とみられてきた。これに対して、英国技術スキル・戦略研究所が主催し、業界団体の運営委員会が主導する大学および研究機関の取り組みとして

「Technician Commitment」というイニシアティブ（良い方向に進めるための積極的行動）がある。イギリスのあらゆる分野の高等教育や研究に従事する技術者の visibility（可視性）、recognition（認知＝技術者登録、外部表彰）、career development（キャリア開発）、sustainability（持続可能性）を確保することで大学・研究機関の技術職の技術者を支援し、大学の構成員だけでなく産業界、市民を含めたステークホルダーにその重要性を理解してもらうことを目的としている。2017 年に創設された Technician Commitment は、115 を超える機関が署名参加している。（2023 年 12 月現在）。また、これに関連した TALENT Commission のレポート [4] は、イギリスの高等教育および研究機関の技術者に関する 20 か月にわたる綿密

な調査を基に技術者に関する 16 の推奨事項が述べられている。

④ 沖縄科学技術大学院大学 (OIST) の現地調査について

「国際的に卓越した科学技術に関する教育研究の推進」(沖縄科学技術大学院大学学園法 1 条) を図る沖縄科学技術大学院大学の Machine Shop を調査した。課長を含めて半数以上は外国人であり、会議も含めて英語が公用語であった。雇用システムは JOB 型で職務内容 (ジョブ) を明確に定義して、公募により採用が行われていた。

⑤ 国立大学・共同利用機関の技術部・技術部門マネージメント層に対するヒアリング調査

令和 5 年 3 月から 8 月にかけて 9 大学 2 研究機関 (関東 3, 中部・九州 2, 中四国・関西・東北・北海道各 1) のマネージメント層に採用のあり方を中心に組織運営上の諸課題についてインタビューを行った。処遇面から採用に困難を訴える地方大学が多かった。また、採用方法では関東地区が機関独自の採用が非常に多く、九州地区や中国・四国地区は技術職相互の連絡組織があり、地域の技術職員研修も複数行われるなど大学間協力が盛んに行われていた。首都圏では、助教への任期制導入で助教に研究に専念させるため、技術職員の職務を実験・実習等の技術教育を中心に行う例が見られた。以上の点から、国立大学技術組織の採用や業務の状況は地域により異なることがわかった。

⑥ 国立大学・共同利用機関の技術組織・技術部門に対するアンケート調査

技術組織へのアンケートは、全学組織、部局組織、研究所など 80 の組織へ送付し、回答は 36 大学・機関の 44 の技術組織 (33 国立大学 41 技術部組織、3 大学共同利用機関) からあり、回収率は、55% であった。設問は、「技術職員数の変化と採用技術職員の採用」、「技術職員組織の課題と方策、技術職員の可視化、モチベーション」、「技術職員の業務」、「大学間の協力 (業務、研修、情報交換)」に関する約 20 項目とした。技術職員の採用は、処遇等の理由から国立大学法人職員採用試験では確保できないことや即戦力を理由に大学・機関独自の試験採用が約 2/3 を占めていた。学生実験においても、技術指導だけでなくテーマ選定からテキスト作成、予算管理まで幅広く関わっていた。

4. まとめ

- ・大学の教育、研究に技術職員を活かす政策のフレームワーク (枠組み) が必要である。国は、国立大学協会や学協会が協力して、イギリスの「Technician Commitment」に類する施策を行うことで国立大学に具体的行動を促すことが必要である。

- ・アンケートの結果、学生実験に技術職員が深く関わっていることがわかった。技術指導にあたる技術職員の質を保証する研修と資格認定制度の整備が求められる。

引用文献

- [1] 菊池 健, “技術部について,” 1977.
- [2] 吉川弘之, “技術職員の組織化にあたって,” 東京大学工学部ニュース, No. 246, pp. p1-4, 1990.
- [3] The UK Institute for Technical Skills and Strategy, “The Technician Commitment”, <https://www.techniciancommitment.org.uk/>, [アクセス日: 11 1 2024].
- [4] TALENT Commission, “The TALENT Commission report”, <https://www.mitalent.ac.uk/theTALENTcommission>, [アクセス日: 1 2 2024].
- [5] The University of Cambridge, “Technician Development”, <https://www.technicians.admin.cam.ac.uk/career-development>, [アクセス日: 1 2 2024].

本研究は、科学研究費 (課題番号 23H05015) により行われました。ここに感謝の意を表します。