

GFRP を利用した不定形木廃材料による素材の開発

－学科を横断した次世代複合材リサーチ・グループの活動について－

日大生産工 ○木下哲人(日大生産工・創生)・坂田憲泰(日大生産工・機械)・鎌田貴久(日大生産工・建築)

1 まえがき

日本大学生産工学部では、学科を横断し学部全体の総合力を生かし、産学連携による先進的な研究拠点の形成を目的として、いくつかの研究プロジェクトを展開している。我々も「次世代複合材リサーチ・グループ」に所属し、そのなかの一つの研究グループとして、平成27年度から活動を開始しており、その活動について報告する。

2 研究の背景

林野庁は平成28年5月に「森林・林業基本計画」を5年ぶりに変更し、新たな木材需要の創出に向けた取組を推進している。一方で、木製屋根を有する大規模スタジアム等が造成されても、剛性、耐水性の観点から外構には依然としてアルミやスチール製のものが多用されている。そこで本研究は、廃木材の断片をGFRP（ガラス繊維強化プラスチック）で強化することで、木材が持つ弱点を補うハイブリット素材の開発を試みた。

3 研究方法

3-1 研究体制

本研究は、図1に示すように繊維強化プラスチック（FRP）を専門とする日本大学生産工学部機械工学科坂田専任講師、木材を専門とする同校同学部建築工学科鎌田専任講師、意匠を専門とする私、同校同学部創生デザイン学科助教木下の3人の共同研究として実施してゆく。旧来の専門領域の区分に収まらない創造的なアプローチを試みた。



図1 協力体制

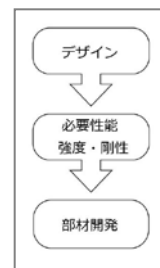


図2 開発方法

3-2 制作物

開発したハイブリット材と製品のデザイン・制作を同時に試みることで、外構の使用に耐え得る強度、耐水性、加工しやすさを実証してゆきたいと考えた。制作物としてハイブリット材の外構における使用や公共施設等の普及を念頭に入れ、凡庸性の高いベンチの制作を一步目の目標とし、研究を進めた。

3-3 開発手法

意匠デザインを先行させ、外構利用に関するデザイン案を提示し、担当の3者にて、試案製品に求められる部材の種類と寸法ならびに、必要性能（強度・剛性）等について検討を行った。その後必要強度等について検討を行った後、GFRPを用いた効果的な木材強化方法について、坂田と鎌田が協力し、部材の開発、性能の検討を行ってゆく。

（図2）デザインを先行させる理由は、求められる性能に見合う材料がないため、木材が外構に使われないと考えたためであり、デザインと構造・強度は一度分離して考え、デザインで求められる性能を出せるかまた、いかに出すかを検討することとした。

Development of Material by Using Amorphous-shaped Wood Waste Material Using CFRP
－ About Next-generation Composite Material Research Group that Crossed the Department －

Tetsuhito KINOSHITA Kazuhiro SAKATA Takahisa KAMATA

4 制作方法および測定方法

4-1 木材加工

ベンチのデザインを決定した後、1/1の原型を鉄板(3.2)で制作した。(図2)木材は加工しやすいサイズ(150×333、 $t=2.1\sim10.8$)にカットした。曲げ加工は、ヘミセルロースを高温(60℃以上)、湿潤状態で軟化させることで曲げた。図3の様に治具に固定し、常温で放置し硬化させることで成形した。通常、木材は、引っ張り荷重に対し、破壊しやすい為、加工の際は、引っ張り側に引っ張り負担となる当て木をし、クランプで固定しながら曲げ圧縮側を押しつぶすように工夫をしながら曲げ加工を行った。



図2 1/1原型



図3 固定した木材

4-2 GFRP成型方法

上記の方法でパーツを制作し、成形されたヒノキをGFRPコーティングした。ハイブリッド材の成形にはインフュージョン成形法を用いた。エポキシ樹脂を硬化剤、効果促進剤と混合して真空脱泡させた。次に、使用する木材の大きさに合わせてガラス繊維ロービングを10枚、PETフィルムをカットする。次に、PETフィルムの上にガラス繊維ロービング5枚、木材、ガラス繊維ロービング5枚の順に積層し、PETフィルムのまわりにシーラントテープを貼ってPETフィルムを閉じた。真空状態で混合したエポキシ樹脂を流し込み、加熱しておいた金型に挟んで4時間置き、エポキシ樹脂を硬化させた。硬化後の成形品を図5に示す。

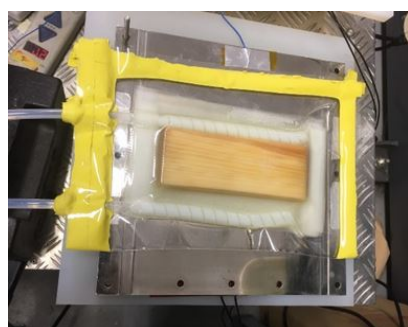


図5 硬化後の成形品

4-3 強度計算

成形したハイブリッド材と木材単体での曲げ特性を比較するため、JIS Z 2101(木材の試験方法)を参考に3点曲げ実験を行った。試験片は、ハイブリッド材が110×20×10のサイズ2本、木材単体が110×20×8のサイズ1本で計測した。支店間距離は90mm、試験速度は1mm/minとした。実験結果として、ハイブリッド材と木材単体の荷重-たわみ線図を図6に示す。ハイブリッド材1、ハイブリッド材2、木材単体それぞれの最大荷重は2.51kN、2.46kN、1.28kNとなった。ハイブリッド材の最大荷重は木材単体と比べるとどちらも約2倍の値を示しており、GFRPによる大きな補強効果が確認できた。さらに、図6からわかるように、ハイブリッド材は一はじめに表面のGFRPが破壊してから耐荷重が少し落ち、コア層の木材でしばらく耐えているハイブリッド効果の確認もできた。

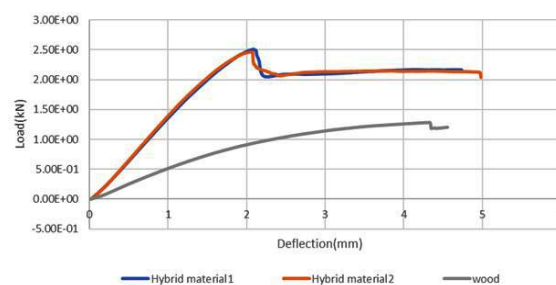


図6 Load-deflection curves

5 まとめ

試験片からは最大荷重の差からGFRPの補強効果を確認することができ、また曲げ試験を行ったことにより、作成したハイブリッド材のハイブリッド効果を確認することができた。

現時点の問題点として、デザインの要求する湾曲した形状に対してのGFRPコーティングの変形や気泡の侵入が確認されている。正確にコーティングを行える治具の検討と制作や、木材の特性の確認、ガラス繊維ロービング材の枚数検討等、実作に向けて、3人の専門分野の視点を生かした研究を重ねてゆく必要性を感じている。