

山形県 正 員 ○竹川 正人
秋田大学 正 員 薄木 征三

1. まえがき

近年、木材の短所である腐食性、材質の不均一性が、集成材製材技術の進歩、防腐処理法の発達等により克服され、材質が均一で、耐用年数の長い木橋の架設が可能になった。また、環境や景観が重視されはじめた現在、木橋のもつ優れた美観と質感が見直されてきている。

そのような状況にもかかわらず、現在の日本と海外(アメリカ、カナダ)との木橋の普及の現場をみると、依然大きな開きがある。これは、日本における木材の価格が、海外と比較して高価であるというのがその理由の1つである。

このような背景のもと、本研究は、繊維補強プラスチック(FRP)を木橋に使用することにより木材の使用量を減らすことが可能か、そしてコストの低減につながるかを検討するための基礎資料とすべく、アラミド繊維補強プラスチック(AFRP)で補強された集成材の曲げ試験と解析を行ったものである。

2. AFRPの引張試験

本研究で用いたAFRPは、アラミド繊維をクロスと呼ばれる布状して、その後エポキシ樹脂により板状にしたものである。繊維の体積含有率 V_f は55.4%である。

AFRPは圧縮と引張で強度や弾性係数などの材料特性が異なり、一般に引張に対しては高い強度および剛性を有するが、圧縮強度は引張強度の約1/5程度である¹⁾。本研究ではこの特徴を考慮して、引張力が作用する位置、単純支持梁の下側に使用することとした。

AFRPの引張強度、引張弾性係数、ポアソン比などの材料特性を得るために、AFRPの引張試験を行った。実験結果を表-1に示し、応力-ひずみ曲線を図-1に示す。

図-1に示すようにAFRPは、破断に至るまで弾性的な挙動を示す。このような挙動は、アラミド

表-1 AFRPの材料特性

引張強度(kgf/cm ²)	2774
引張弾性係数(kgf/cm ²)	2.50×10^5
ポアソン比	0.088

繊維そのものの引張試験の挙動と類似していることから、AFRPの材料特性は、母材(エポキシ樹脂)よりもアラミド繊維に支配されていることが考えられる。

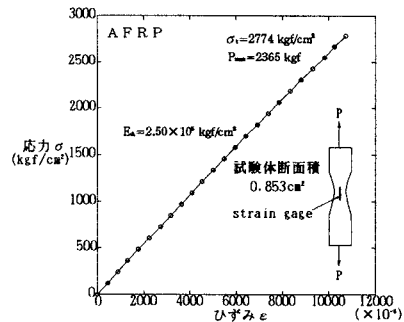


図-1 引張試験による応力-ひずみ曲線

3. 曲げ破壊試験

集成材は、AFRPとの合成の前に曲げ試験を行い弾性係数を求めた。合成方法は、AFRPの表面を紙ヤスリで荒らし、エポキシ樹脂により接着し、適当な圧力かけながら2週間養生した。

曲げ破壊試験は、AFRP補強集成材と比較対照として補強を行わない集成材について行った。支間は、せん断力の影響を無視できるような桁高の18倍以上

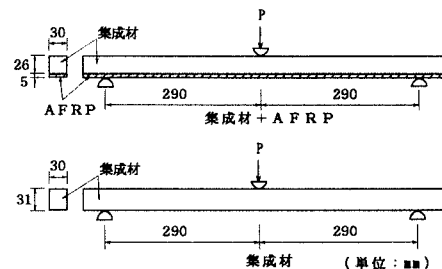


図-2 供試体概要

上の580cmとし、支間中央に載荷した。供試体概要を図-2に示す。

本試験により得られた各供試体の最大荷重を表-2に示す。

表-2 最大荷重（単位：kgf）

供試体	最大荷重	平均値
GLT+AFRP No.1	216	210
GLT+AFRP No.2	204	
GLT No.1	181	160
GLT No.2	139	

図-3に、本試験により得られた荷重-たわみ曲線を示す。集成材 No.1は、110～130kgfまでは弾性であるが、その後、非線形的な挙動を示し、最大荷重 $P_{max}=181\text{kgf}$ で脆性的に破壊した。これに対し集成材+AFRP No.2は、120～150kgfまでは弾性であるが、その後非線形的な挙動を示し、 $P_{max}=204\text{kgf}$ に達した後、明確な破壊は示さず、荷重が徐々に減少したのみが増加している。曲線の最後の点、つまり、実験を終了した点は、供試体が破壊したことを示すものではなく、設備等の関係上、実験を終了せざるを得なかったことを示すものである。このときの供試体の状況を写真-1に示す。

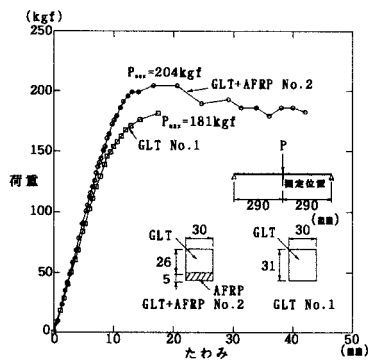


図-3 曲げ試験による荷重-たわみ曲線

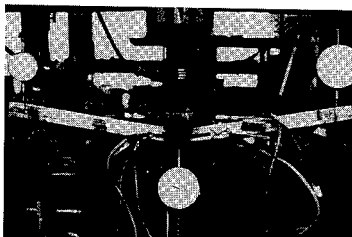


写真-1 GLT+AFRPの最終状態

荷重-ひずみ曲線を図-4に示す。ここで理論値は、木材が圧縮応力に対しては完全弾塑性、引張応力に対しては弾性とするbi-linear型の $\sigma-\epsilon$ 関係を仮定することにより得ている。AFRP補強集成材は、引張縁の破壊が発生しないため、圧縮側のひずみ軟化の現象が顕著に現れ、ひずみが大きくなるにつれて、理論値と実験値との差が大きくなる。

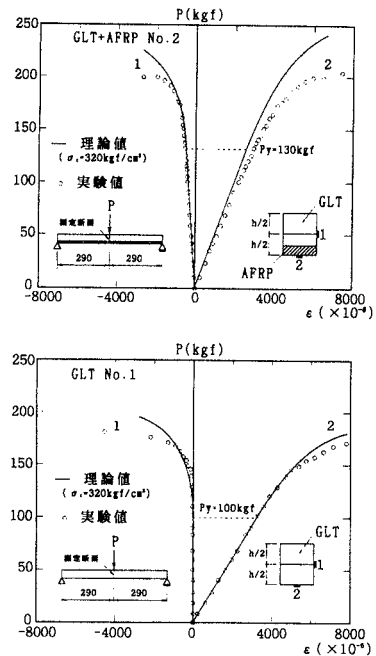


図-4 応力ひずみ曲線

4. 結論

本研究では、集成材のAFRP補強の効果は、AFRPの弾性係数が木材の2～3倍程度と低いこともあり、剛性に対してはその効果が低いものの、強度に対しては約30%の強度増加が認められた。また、補強を行わない集成材は引張縁の脆性破壊により崩壊するが、AFRPで補強することにより、この脆性破壊を防ぐことができ、集成材の安全性が向上するものと考えられる。

参考文献

強化プラスチック協会：FRP入門，強化プラスチック協会，1987。