

異等級構成集成材梁の曲げ破壊実験と解析

岩手大学工学部 学生員 ○山田めぐみ

岩手大学工学部 正員 宮本 裕 岩崎正二 出戸秀明

日本大学工学部 正員 五郎丸英博

1. まえがき

近年、地域社会におけるアメニティーなどのニーズの高まりとともに、木材の暖かみやぬくもりが高く評価され、地域性を強く示す集成材を用いて、橋やアーチドームなどの大規模構造物が建設されるようになってきた。また、それに伴い集成材についての研究報告も多く出されるようになってきたが、その殆どは弾性範囲での挙動であり、塑性挙動つまり破壊にいたるまでの報告例は少ない。¹⁾²⁾³⁾しかし、PC 橋、鉄筋コンクリート橋等で、限界状態設計法が主流となりつつある現状で、木橋の限界状態を明らかにする上で集成材の耐荷力を求めることと、そのための適切な解析手法を研究することは、今後ますます重要になってくると思われる。

そこで、本研究では異等級構成集成材梁の曲げ破壊試験を行い、集成材の圧縮、引張試験等により求めた材料特性の値を用いた弾塑性有限要素解析結果と比較検討することにより集成材梁の弾塑性特性を明らかにしようと試みた。

2. 実験の概要

実験には、強度の違いによって等級分けされ、板厚 1.5cm の唐松のひき板 16 枚を接着積層した、寸法が 11.0 × 22.5 × 440.0cm、22.5 × 11.0 × 220.0cm の集成材試験桁をそれぞれ 3 体ずつ製作し（図-1 参照）、曲げ破壊実験を行った。試験桁 No. 1、No. 2 はそれぞれ支間長 405.0cm、198.0cm の両端単純支持とし、荷重は試験桁 No. 1 は両端から 157.5cm、試験桁 No. 2 では 77.0cm の位置に 2 点荷重とした。また、層ごとにひずみゲージと、桁の中心線に変位計を取り付け測定した。

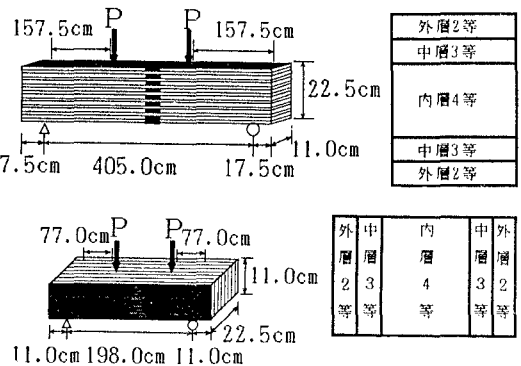


図-1 実験概要と試験桁寸法

3. 実験結果

図-2 は、試験桁 No. 1 の荷重と支間中央の変位の関係を示している。この結果を基に、弾性限内での断面係数を用い、最大応力度を求め、表-1 にまとめた。また、図-3 は試験桁 No. 1 の弾性状態と弾塑性状態の桁中央部断面内でのひずみ分布である。これを見ると、弾塑性範囲でも断面内のひずみ分布は直線的であった。写真-1 は、試験桁 No. 1 の破壊後の状態を示しており、桁中心部引張側より曲げ破壊を生じている。この破壊場所は最外層ではなく、外層と中層の間から起きている。

写真-2 は、試験桁 No. 2 の破壊後の状態である。桁中心部、さらに、内層引張側より曲げ破壊が生じている。

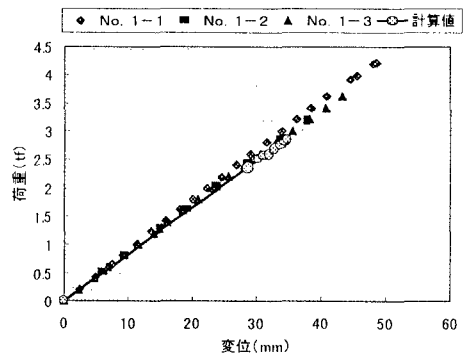


図-2 荷重-変位曲線

表-1 曲げ破壊実験

Case	断面係数 (cm^3)	最大荷重 (tf)	最大応力度 (kgf/cm^2)
No. 1-1	928.125	4.220	358.06
No. 1-2	928.125	3.191	270.75
No. 1-3	928.125	3.616	306.81
No. 2-1	453.75	4.536	384.87
No. 2-2	453.75	4.756	403.54
No. 2-3	453.75	4.836	410.33

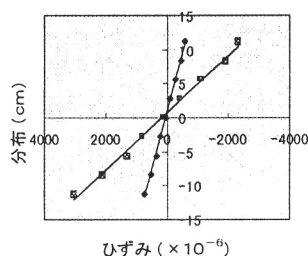


図-3 ひずみ分布

4. 解析概要

集成材梁を二次元平面応力状態の直交異方性平板にモデル化し、弾塑性有限要素法を用いて解析を行った。その際、降伏条件式には、複合材料積層板(FRP等)や木材等を使用される Tsai-Wu の式を用いた。さらに、解析に用いる集成材の弾性域及び塑性域の材料特性値は圧縮破壊試験、引張破壊試験、曲げ破壊試験及びせん断破壊試験を行ない、それぞれ求めた。

5. 結果と考察

図-2の実験結果から分かるように、荷重-変位曲線はほぼ直線的な傾向を表わしており塑性域がほとんど存在しておらず、脆性破壊がおこっている。これは、図中に示す解析結果とも一致している。また、解析結果より求められた塑性域進展状況は、始めに荷重点から圧縮部塑性化がはじまり、それが徐々に進展し、最後に荷重点下縁引張側に塑性域が現れてから程なく崩壊している。これは、写真-1に見られるような破壊状況と一致しており、本解析手法の妥当性が明らかになった。また、崩壊荷重の解析値は実験値より若干小さい値を示しているが、これは、今回の材料特性を求める引張試験で、引張限界強度が小さく求めたためと考えられる。

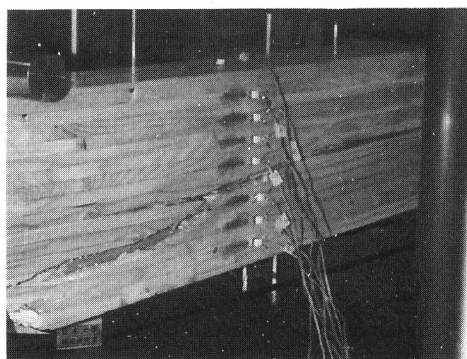


写真-1 試験桁 No. 1 曲げ破壊状況



写真-2 試験桁 No. 2 曲げ破壊状況

6. まとめ

本研究では、異等級構成集成材梁の曲げ破壊実験を行い、その結果と Tsai-Wu の降伏条件式を用いた弾塑性有限要素解析結果を比較検討した。それにより、異等級構成集成材梁の弾塑性解析に本手法が妥当であることが明らかになった。さらに今後は、異等級で構成された集成材の各層のより詳しい検討が必要である。

参考文献

- 1) 薄木征三・堀江 保・亀井義典：集成材高欄支柱の弾塑性状態における変位, 構造工学論文集, Vol. 35A, 1989
- 2) 長谷部薫・薄木征三：曲げとせん断を受けるひずみ軟化はりの弾塑性変位解析, 土木学会論文集, 第 410 号, I-12, 1989
- 3) 長谷部薫・薄木征三・飯島泰男・藤原直之：異樹種複合集成材の弾性係数と強度に関する実験的研究, 構造工学論文集,

Vol. 41A, 1995