

木質透かし梁の曲げ性能に関する 理論的推定と実験的検証

名古屋大学[院] 学 ○今西 祐志 名古屋大学 正 佐々木 康寿

1. はじめに

木質住宅等の構造部材に利用することを目的として“はしご状”の透かし梁の性能について検討している^{1,2)}。今回は透かし梁の曲げ剛性に対する飼木位置と飼木長さの影響を検討するために、透かし梁を合成梁構造に置き換えたモデルにより透かし梁の曲げ剛性を理論的に求め、実験値および既存の辻井理論^{3,4)}による計算値との比較を行った。また、合成梁モデルに基づいて透かし梁の破壊型および破壊荷重の予測を行い、実験結果と比較した。

2. 理論計算

図1のように、2本の弦材の間に飼木2個をスパン中央に関して左右対称に配置した透かし梁を対象として、飼木を2本の交差した斜材に置き換え、これが弦材とピン結合した構造をもつ合成梁モデルを考えた。合成梁モデルの変形および応力は、曲げ変形に由来するものとせん断変形に由来するものとに分けて考え、変形および応力ともにそれらの和として考えた。

2.1 曲げ剛性 合成梁モデルに中央集中荷重が作用したときのスパン中央たわみにより、合成梁

モデルの曲げ剛性 $(EI)_C$ を表すと式(1)のようになる。

2.2 破壊荷重 弦材部での曲げ破壊と弦材-飼木接合部でのせん断破壊のいずれかは、曲げ応力 σ_m とせん断応力 τ_m のどちらかが先に個々の限界値 σ_0 あるいは τ_0 に達したときに現れると考えた。曲げ破壊を生じると仮定した破壊荷重 $(W_{\max-b})_C$ とせん断破壊を生じると仮定した破壊荷重 $(W_{\max-s})_C$ を求め、式(2)により破壊荷重 $(W_{\max})_C$ を決定した。

3. 実験による検証

合成梁モデルに基づいた理論計算値の妥当性を検討するため、図1のような形状の透かし梁を作製し、スパン1020 mmの中央集中荷重による曲げ試験を行った。弦材および飼木の断面寸法は60×20 mmで、梁の外形寸法は1140×60×60 mmである。スパン中央から飼木の中心までの距離 pl は0, 170, 340, 510 mm, 飼木長さ l_s は60, 120 mmである。供試材にはスギを使用し、部材の接合はレゾルシノール樹脂接着剤によった。

3.1 曲げ剛性 曲げ剛性と飼木位置・飼木長さの関係を図2に示す。合成梁モデルによる曲げ剛

$$(EI)_C = \frac{2E_c I_c}{1 + \frac{3}{l^3} \frac{l_s^2 h^2 \{12l^2 p(1-p) - l_s^2\}}{2l_s^2 h^2 (6pl - l_s) + \frac{E_c A_c}{E_a A_a} h^2 (l_s^2 + h^2)^{3/2}} \left\{ 4l^2 p(1-p) \left(\frac{l_c}{l} - \frac{1}{2} \right) - l_s^2 \left(\frac{l_c}{l} - \frac{1}{6} \right) \right\}} \quad (1)$$

$$(W_{\max})_C = \begin{cases} (W_{\max-b})_C & \text{if } \frac{\tau_m}{\sigma_0} < \frac{\tau_0}{\sigma_0} \\ (W_{\max-s})_C & \text{if } \frac{\tau_m}{\sigma_0} > \frac{\tau_0}{\sigma_0} \end{cases} \quad (2)$$

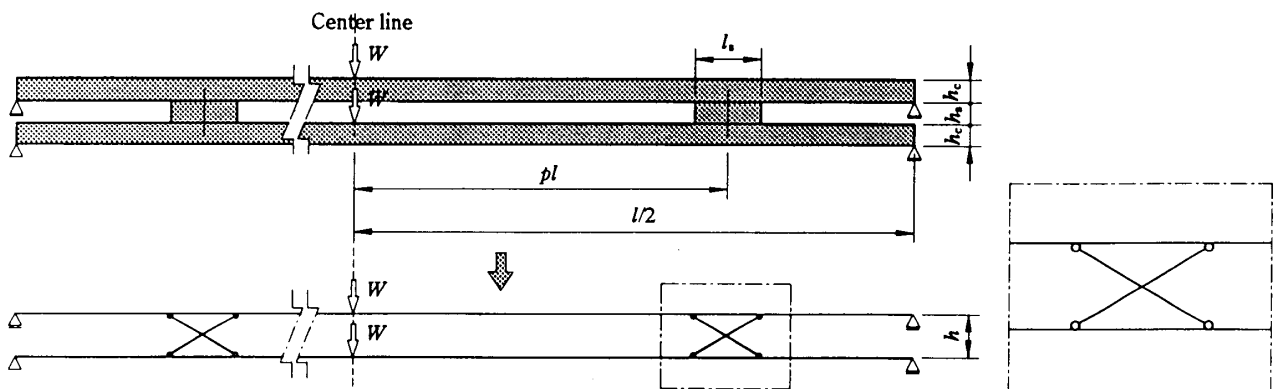


Fig. 1 Substitution of spaced-beam for composite-beam model.

性 $(EI)_C$ を実線で、実験値 EI を○と●で、辻井理論による曲げ剛性 $(EI)_T$ を破線で示してある。これらのうち細い線と○は飼木長さ l_s が 60 mm、太い線と●は飼木長さ l_s が 120 mm の場合についてのものである。

飼木長さ 60 mm および 120 mm のいずれの場合にも、曲げ剛性 $(EI)_C$ は飼木をスパン中央に配置したとき ($pl = 0$) 最も小さく、飼木位置を支持点側にしていくにつれて増加し、スパン中央から約 340 mm 離れた位置に飼木を配置したとき極大となり、さらに支点側に飼木の位置を変えていくと減少していく傾向にあった。そして曲げ剛性 $(EI)_C$ は、飼木長さを 60 mm としたときよりも 120 mm としたときの方が大きい。このような傾向を示した曲げ剛性 $(EI)_C$ と実験値 EI とは定性的・定量的によく一致した。曲げ剛性 $(EI)_T$ は実験値 EI と定性的には一致したが、定量的にはあまり一致しなかった。

3.2 破壊荷重 破壊荷重と飼木位置・飼木長さの関係を図 3 に示す。合成梁モデルによる破壊荷重 $(W_{max})_C$ を□と■で、実験値 W_{max} を○と●で示してある。これらのうち白抜きのプロットは飼木長さ l_s が 60 mm、黒塗りのプロットは飼木長さ l_s が 120 mm の場合についてのものである。

破壊荷重 $(W_{max})_C$ は、 $l_s = 60$ mm の場合には $pl = 170$ mm の場合をピークとする下に凸の分布となっているが、 $l_s = 120$ mm の場合には $pl = 340$ mm の場合をピークとする上に凸の分布となっている。両者の分布の傾向が一致していないのは予測された破壊型が異なるため ($l_s = 60$ mm の場合には主にせん断破壊、 $l_s = 120$ mm の場合には主に曲げ破壊) であるが、予測された破壊型と実験で観察された現象はよく一致し、また破壊荷重 $(W_{max})_C$ は実験値 W_{max} と定性的・定量的に概ね一致した。

4. 結論

本研究では、2本の弦材間に2個の飼木をスパン中央に関して左右対称の位置に配置した透かし梁を、弦材とピン結合する2本の交差した斜材を各飼木の位置に有する合成梁モデルに置き換え、弦材・飼木接合部のせん断性能を通じて曲げ剛性および破壊荷重を推定する理論式を誘導した。誘導した式で推定された曲げ剛性および破壊荷重は定性的・定量的に概ねよく一致し、本研究で誘導した理論式の妥当性が示された。

参考文献

1. 今西 祐志ほか4名, 木材工業, 52(8), 384-388(1997).
2. 今西 祐志, 佐々木康寿, 木材学会誌, 43(11), 922-933(1997).
3. 辻井 静二, 日本建築学会論文報告集, 53, 62-68(1956).
4. 辻井 静二, 日本建築学会論文報告集, 54, 189-192(1956).

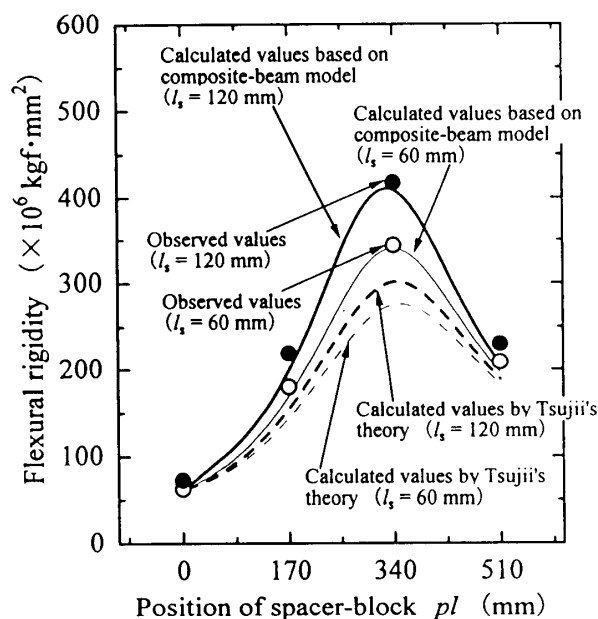


Fig. 2 Relations between flexural rigidity and position of spacer-block.

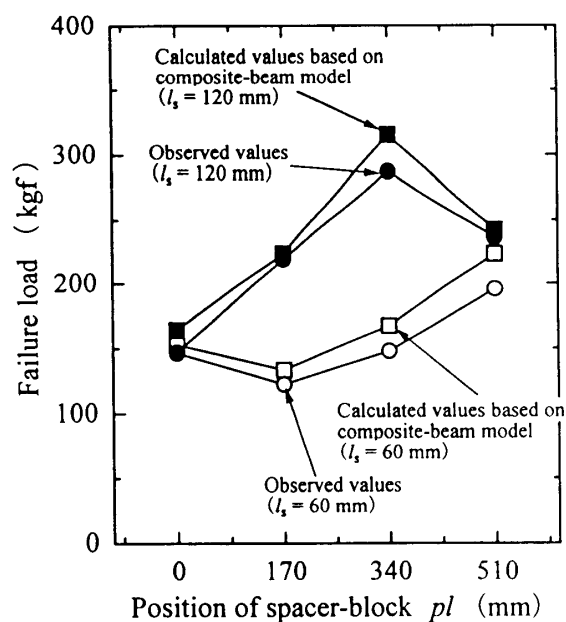


Fig. 3 Relations between failure load and position of spacer-block.