

# せん断変形を伴う片持ち梁の横ねじれ座屈

環境構造工学講座 7599454 金子 泰久

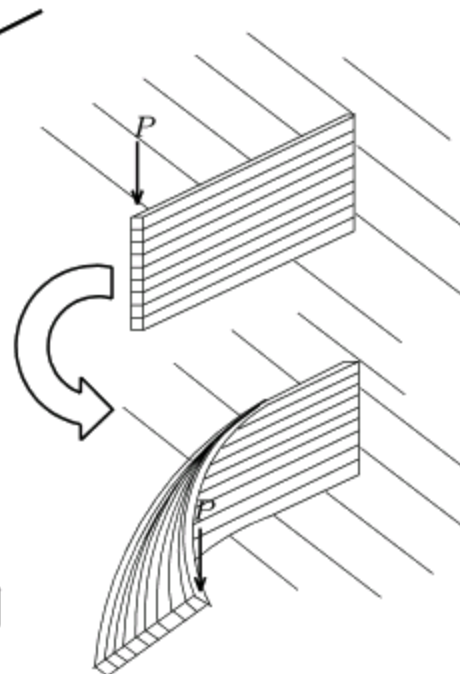
木橋、木構造・・・・・・集成材

強度のバラツキが少ない

↓  
長スパン化  
薄い桁断面

↓  
**横ねじれ座屈**  
が問題になってくる  
● 重要な強度支配要因

↓  
数值的に解析  
実験でも

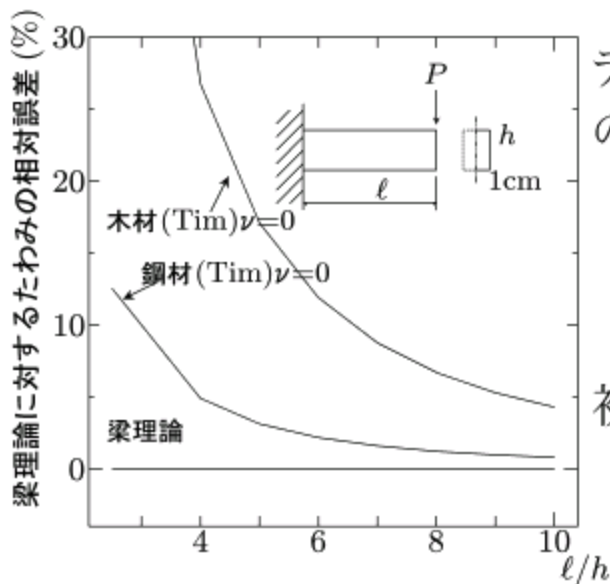
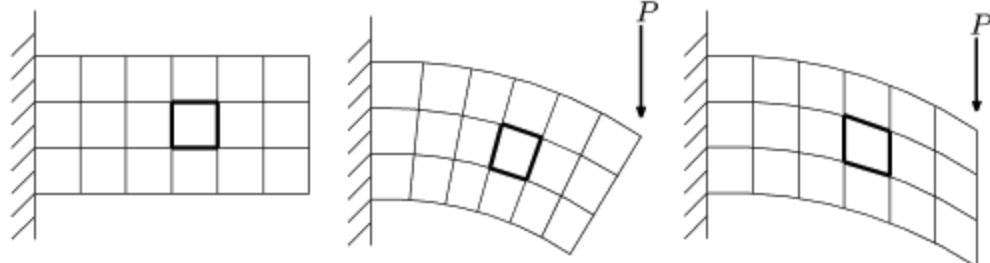


# 木材梁の力学的特徴

木材: せん断抵抗が小さい  
 (せん断弾性係数 =  $\frac{\text{ヤング率}}{15}$ )

初等梁

ティモシェンコ梁



ティモシェンコ梁理論  
 のたわみ

$$\delta = \frac{pl^3}{3EI} + \frac{pl}{GkA}$$

初等梁理論

せん断変形考慮

# せん断変形を考慮した梁の横ねじれ

座屈解析

解析手法 . . . . . 幾何学非線形解析

剛体的な回転 (回転行列、座標変換行列)

$$\begin{array}{c}
 \downarrow \qquad \qquad \downarrow \\
 \mathbf{f} = \mathbf{R}(d) \mathbf{K} \mathbf{T}^T(d) \mathbf{r}(d) \\
 \qquad \qquad \uparrow \qquad \qquad \uparrow \\
 \text{実質的な変形} \qquad \text{相対変位} \\
 \text{(線形剛性行列)}
 \end{array}$$

↑ 置き換える

- ティモシェンコ梁理論の剛性マトリックス (二軸曲げによるせん断変形を考慮)

ニュートンラフソン法

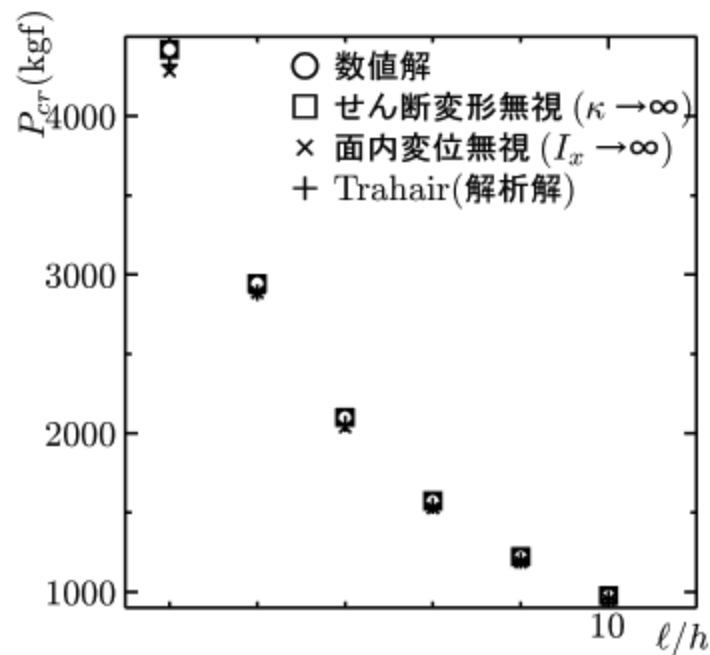
$$\begin{aligned}
 \text{増分式 } \Delta \mathbf{f} &= \frac{\partial \mathbf{R}}{\partial d} \Delta d \mathbf{K} \mathbf{T}^T \mathbf{r} + \frac{\partial \mathbf{T}^T}{\partial d} \Delta d \mathbf{R} \mathbf{K} \mathbf{r} \\
 &+ \frac{\partial \mathbf{r}}{\partial d} \Delta d \mathbf{R} \mathbf{K} \mathbf{T}^T = [\text{接線剛性行列}] \Delta d
 \end{aligned}$$

↑

行列式 = 0 を捜して座屈判定

図 1: 横ねじれ座屈荷重  $P_{cr}$ (kgf) と  $l/h$  の関係

$l/(h=25\text{cm})$	5	6	7	8	9	10
数値解	4421	2946	2101	1573	1221	976
せん断変形無視	4420	2945	2100	1573	1221	976
面内変位無視	4282	2855	2038	1526	1186	948
Trahair	4322	2886	2059	1542	1197	955

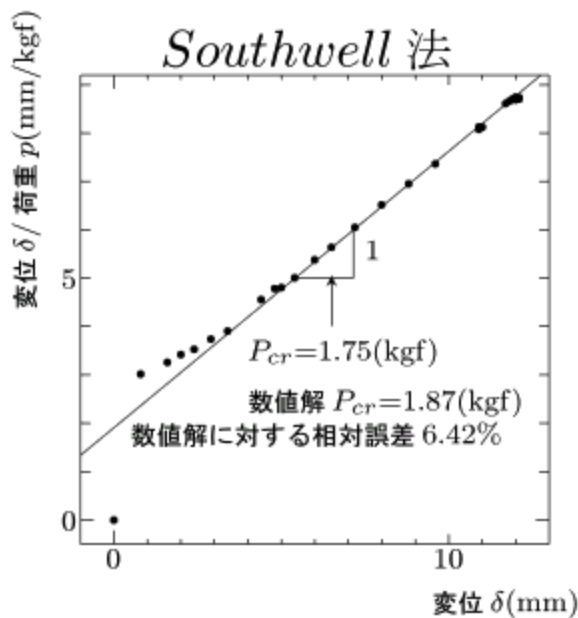
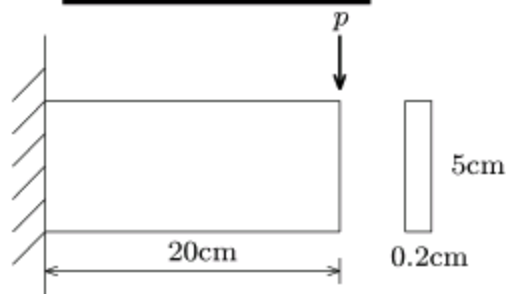


実験

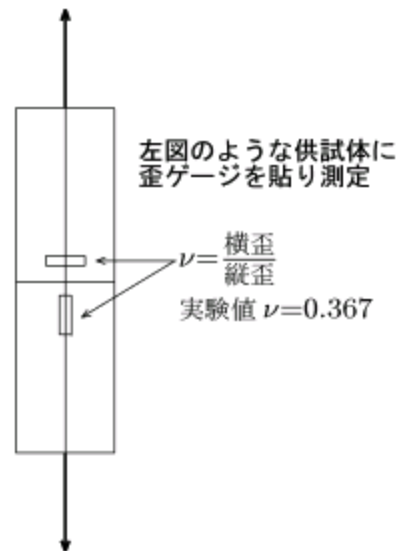
..... アクリル材

(ポアソン比の測定が容易)

横たわみ試験



単軸引張試験



実験値 1.75(kgf)

数値解 1.87(kgf)

せん断変形無視 1.87(kgf)

面内変位無視 1.86(kgf)

Trahair 1.88(kgf)

## まとめ

せん断変形の大い梁の横ねじれ座屈



幾何学非線形解析

(ティモシェンコ梁の剛性行列  $K$ )



たわみでは5～14%の差

でも

横ねじれ座屈荷重に差はない