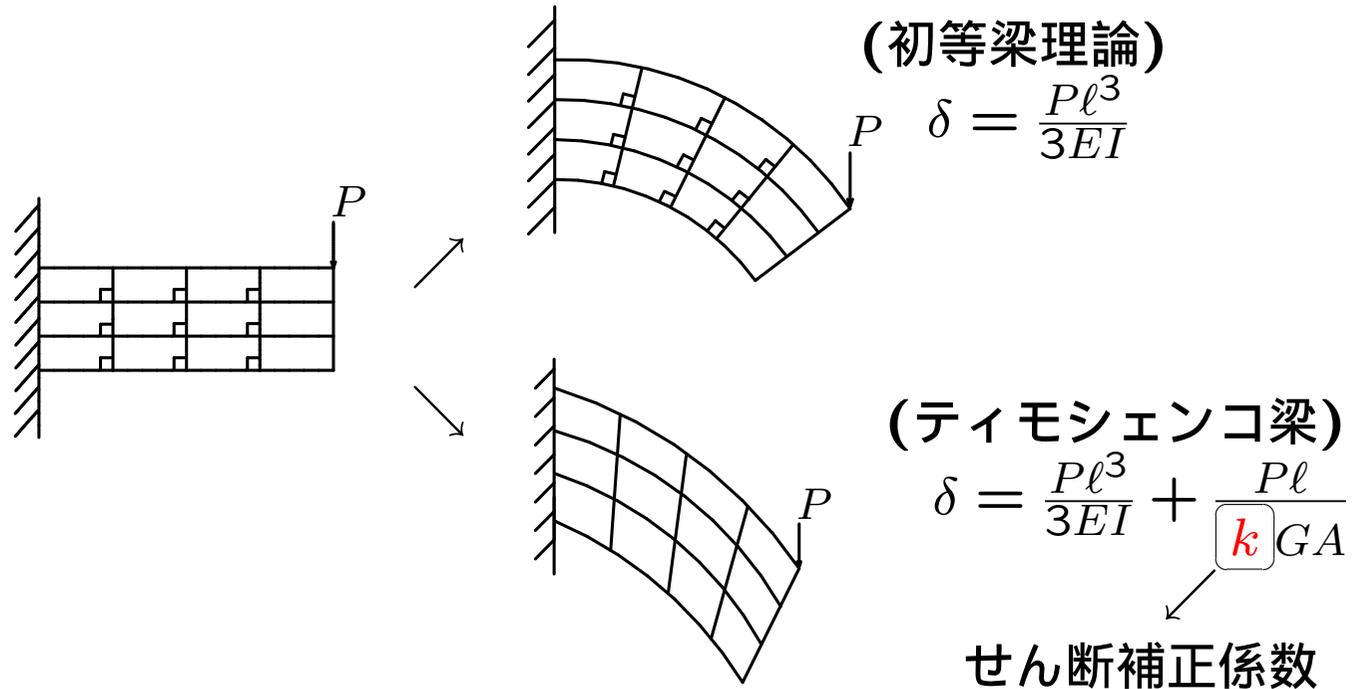


集成材梁のせん断補正係数の推定

秋田大学 進藤 靖広

近代木橋
⋮
集成材の利用
⋮
特徴… せん断変形:大
↓
ティモシェンコ梁理論



等方性・ $\nu = 0$ ・矩形断面では $k = \frac{5}{6}$ だが、異方性では？

kをFEMから推定？

要素モデル... 直方体要素

FEMで曲げ解析

ティモシェンコ梁理論の式

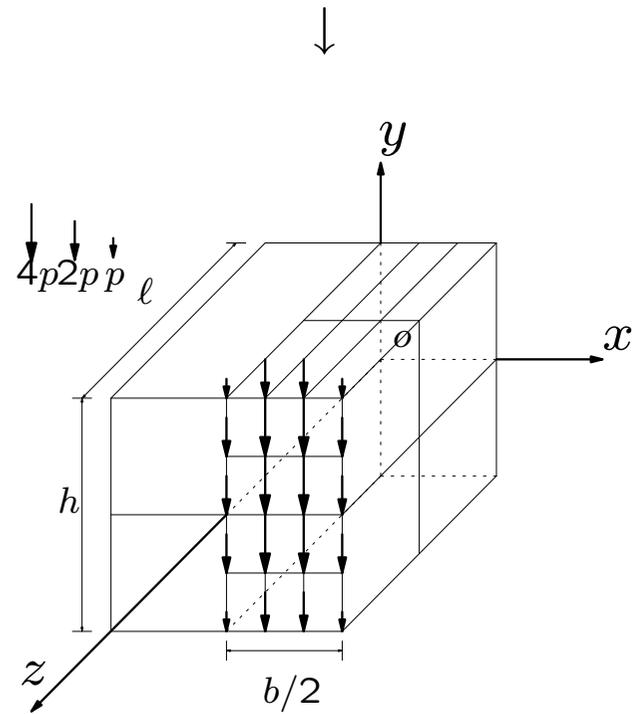
$$\delta = \frac{Pl^3}{3EI} + \frac{Pl}{\boxed{k}GA}$$

↓ 変形

$$k = \frac{P}{GA} \frac{\ell}{\delta - \frac{Pl^3}{3EI}}$$

↑

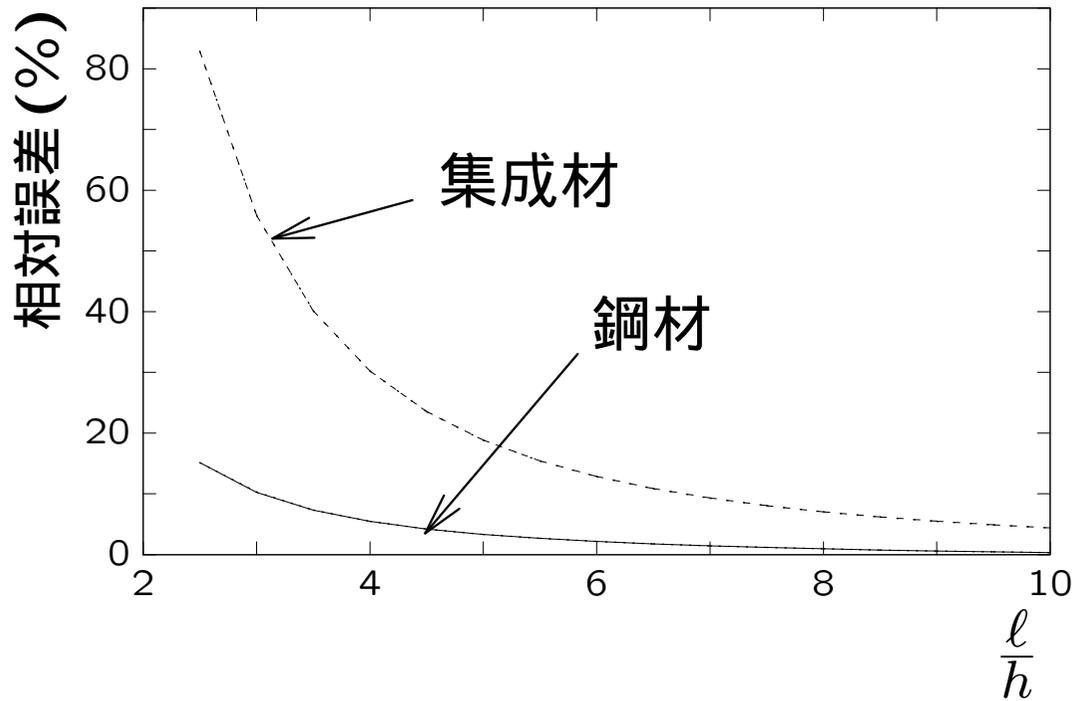
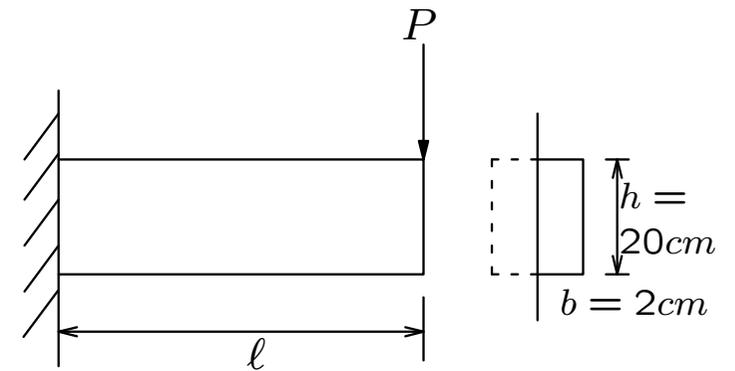
Pとδを代入



解析手法 { Melosh要素
CalculiXのアイソパラメトリック要素

せん断変形の影響はどのくらい？

たわみの相対誤差 (%) = $\frac{\text{FEM} - \text{せん断変形無視}}{\text{せん断変形無視}} \times 100$



集成材

$\frac{l}{h} = 10$ で相対誤差 4%



せん断変形を無視できない

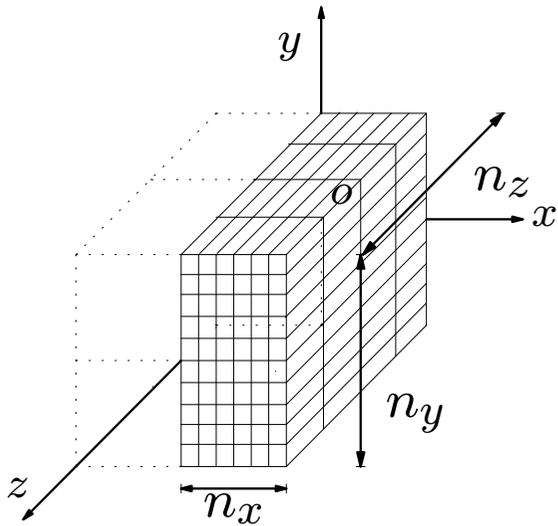
鋼材

$\frac{l}{h} = 10$ で相対誤差 0.3%



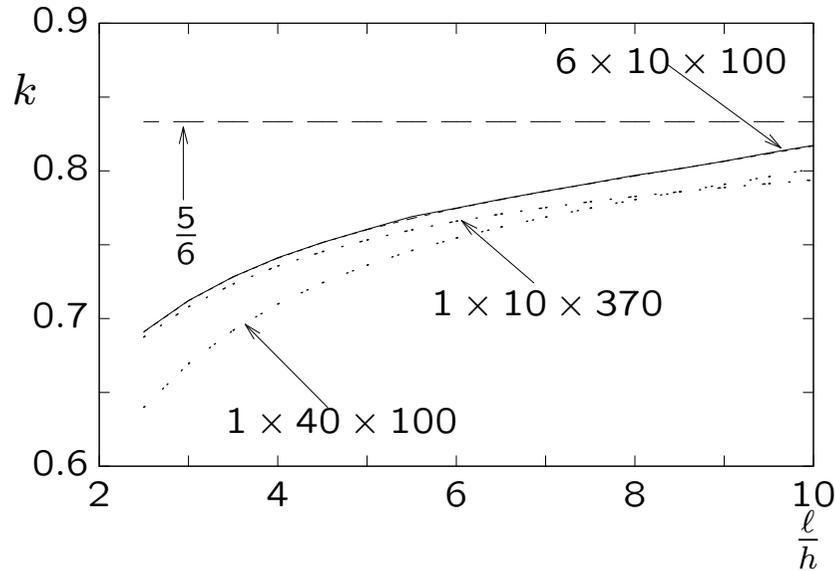
せん断変形を無視できる

$$k = \frac{P}{GA} \frac{\ell}{\delta - \frac{Pl^3}{3EI}} \text{ から } k \text{ を逆算すると?}$$



要素分割数

- $n_x \times n_y \times n_z$
- $6 \times 10 \times 100$
 - $1 \times 10 \times 370$
 - $1 \times 40 \times 100$

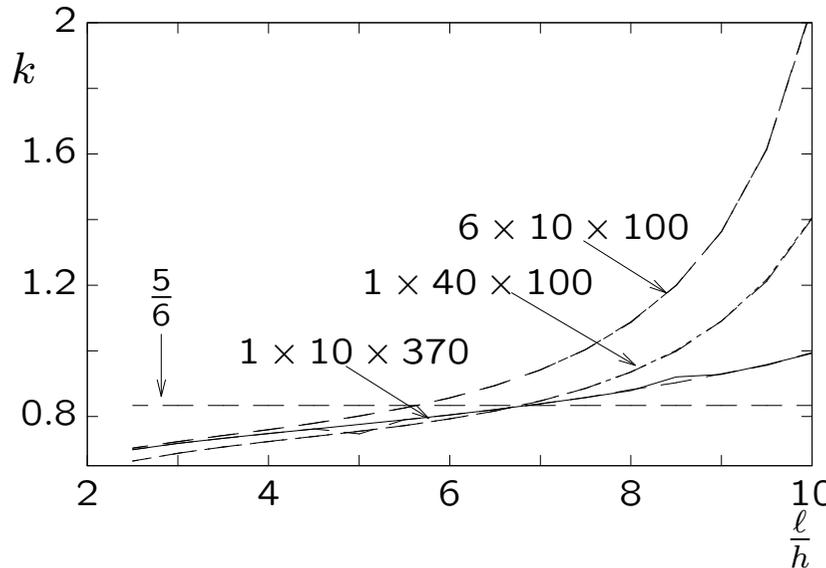


集成材

$$\frac{\ell}{h} = 2.5 \sim 10$$



$$k = 0.65 \sim 0.83$$



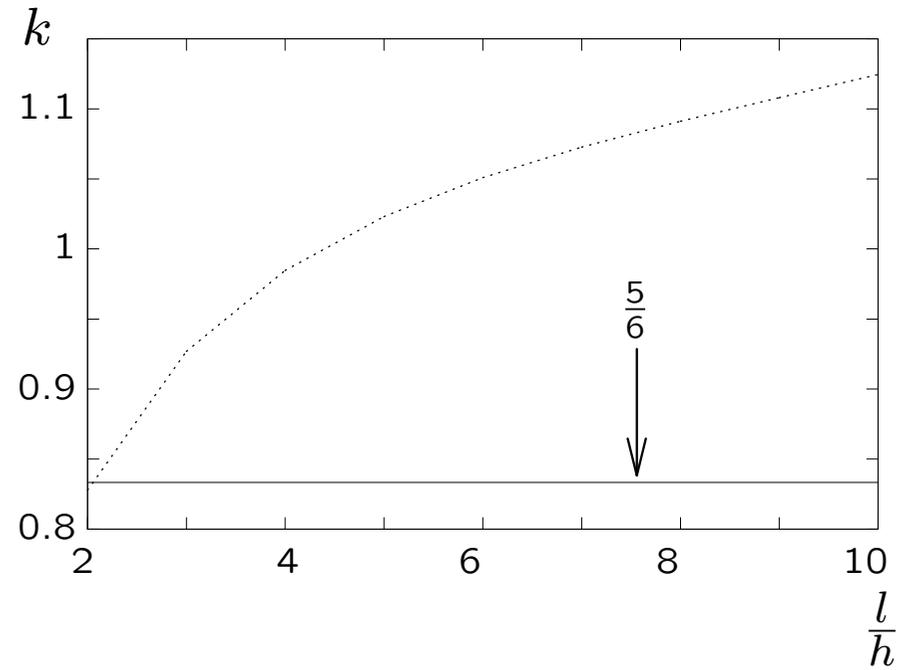
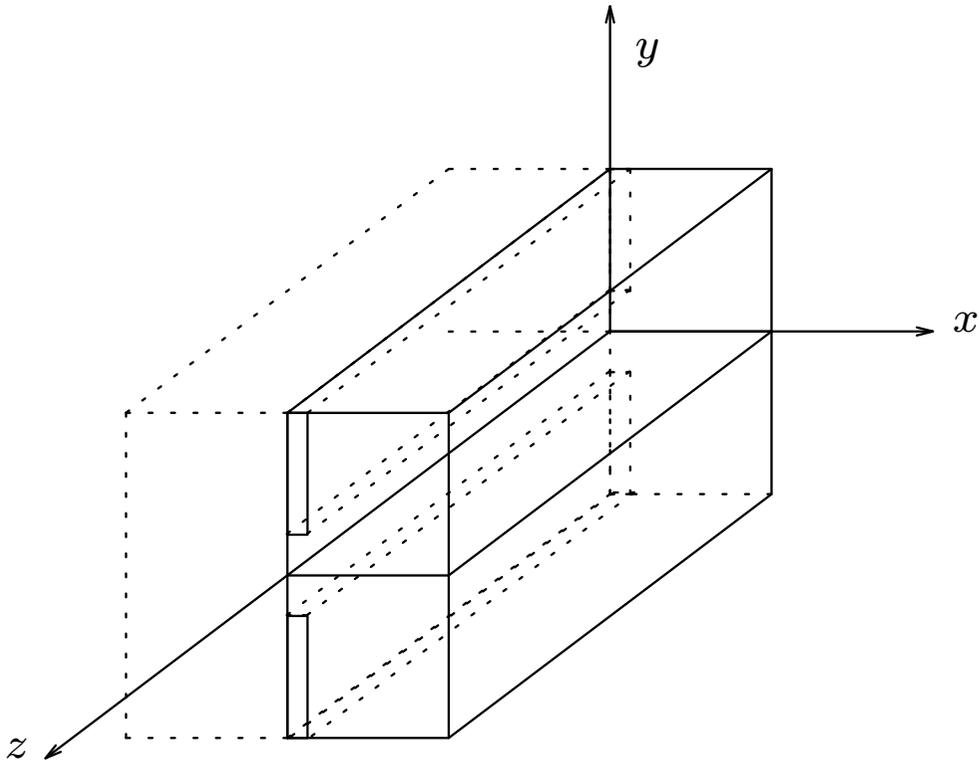
鋼材

$$\delta \simeq \frac{Pl^3}{3EI}$$



桁落ち

鋼板を挿入した場合のせん断補正係数



鋼板を挿入したぶん大きい値を示す

まとめ

集成材梁 → 異方性材料では、 $\frac{5}{6}$ でいいか？



FEMで曲げを解析し、 k を推定できないか？



FEMより荷重 P とたわみ δ を求める

⇓ 代入

ティモシェンコ梁理論の式： $k = \frac{P}{GA} \frac{\ell}{\delta - \frac{P\ell^3}{3EI}}$



k を逆算



$\frac{\ell}{h}$ が、2.5 ~ 10までの範囲では $k = 0.65 \sim 0.83$



ばらつきを考えれば $k = \frac{5}{6}$ でよい

材料定数

集成材

・荷重 $P = 100N$

・ヤング率

$$E_x = 0.5GPa$$

$$E_y = 1GPa$$

$$E_z = 10GPa$$

・せん断弾性係数

$$G_{xy} = 0.7GPa$$

$$G_{xz} = 0.7GPa$$

$$G_{yz} = 0.7GPa$$

・ポアソン比

$$\nu_{xy} = 0.2$$

$$\nu_{xz} = 0.025$$

$$\nu_{yz} = 0.03$$

鋼材

・荷重 $P = 2000N$

・ヤング率

$$E_x = 200GPa$$

$$E_y = 200GPa$$

$$E_z = 200GPa$$

・せん断弾性係数

$$G_{xy} = 75GPa$$

$$G_{xz} = 75GPa$$

$$G_{yz} = 75GPa$$

・ポアソン比

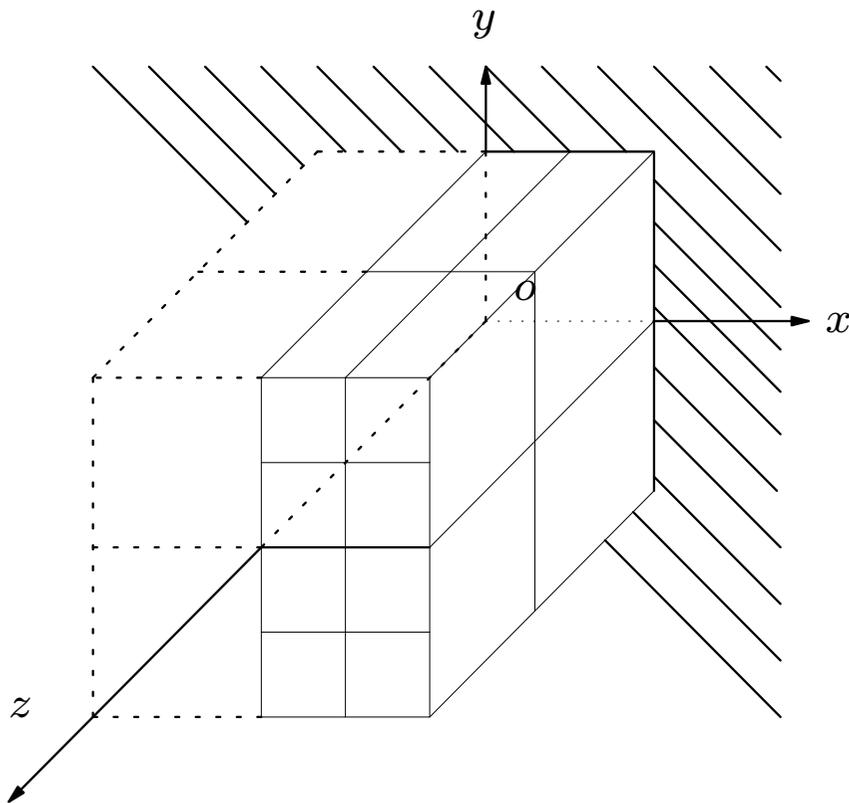
$$\nu_{xy} = \frac{1}{3}$$

$$\nu_{xz} = \frac{1}{3}$$

$$\nu_{yz} = \frac{1}{3}$$

拘束条件

要素モデル



対称面： x 方向の変位を拘束

固定端：中立軸の y 方向の変位を拘束

および z 方向の変位を拘束