

2種材料箱断面梁に対するティモシェンコ梁の適用性

オンサイト木橋

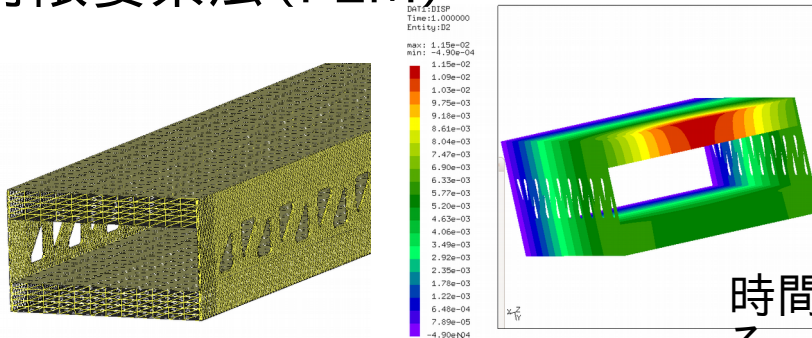
7512726 鈴木和宏



一日程度で組み立て

災害時の応急橋
として活躍

有限要素法 (FEM)



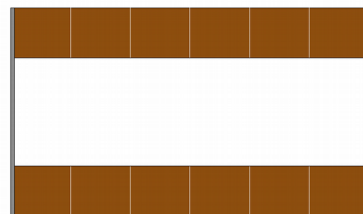
時間がかか
る...

剛性評価を

・簡単に!
・迅速に!! したい

しかし

- ・ 木材
- ・ 箱断面



せん断変形大きい

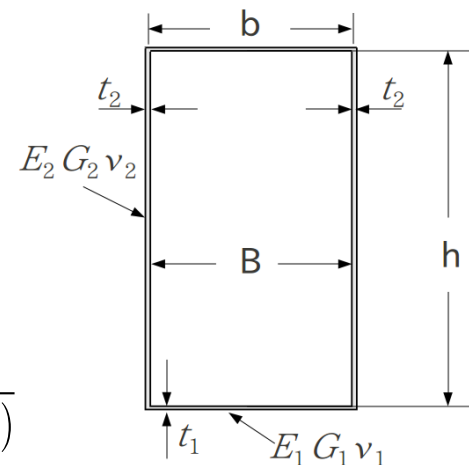
初等梁理論
(曲げ変形のみ)

$$v = \frac{Pl^3}{3EI}$$

ティモシェンコ梁理論 (曲げ変形 + せん断変形)

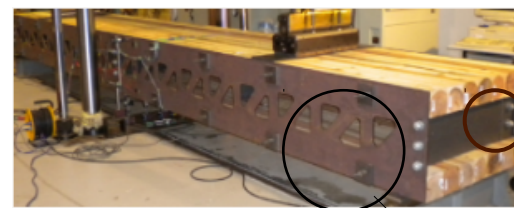
$$v = \frac{P\ell^3}{3EI} + \frac{P\ell}{GkA}$$

$$k = \frac{10(1+\nu)(1+3m)^2}{(12+72m+15m^2+90m^3) + \nu(11+66m+135m^2+90m^3) + 10n^2((3+\nu)m+3m^2)}$$



1種材料を想定

オンサイト木橋
に使えない...



木材

鋼板

Bankのk(2種材料を想定)

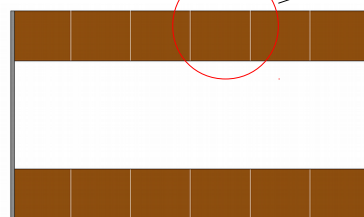
$$m = \frac{bt_1}{ht_2} \quad n = \frac{b}{h} \quad \alpha = \frac{E_2}{E_1}$$

$$20(\alpha + 3m)^2$$

$$k^* = \frac{\frac{E_1}{G_1}(60m^2n^2 + 60\alpha mn^2) + \frac{E_1}{G_2}(180m^3 + 300\alpha m^2 + 144\alpha^2 m + 24\alpha^3) + \nu_1(-30m^2n^2 - 50\alpha mn^2) + \nu_2(30m^2 + 6\alpha m - 4\alpha^2)}{20(\alpha + 3m)^2}$$

薄肉断面を想定

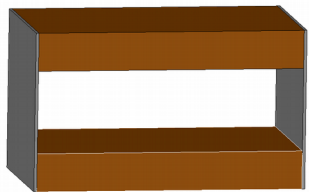
- ・適用範囲は?
- ・ヤング率比・剛性比の影響は?



厚い?

現地で計算!
架設までの時間を短縮!

FEMで解析



代入
求めた変位

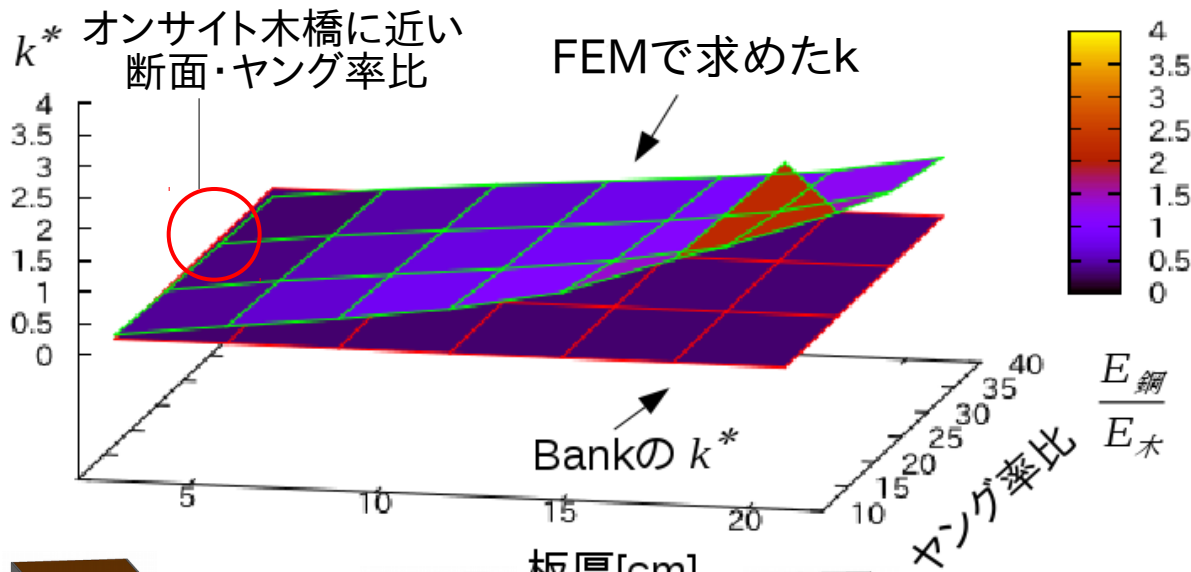
$$v = \frac{Pl^3}{3EI} + \frac{Pl}{Ek^*A}$$

ティモシェンコ梁

kを算定

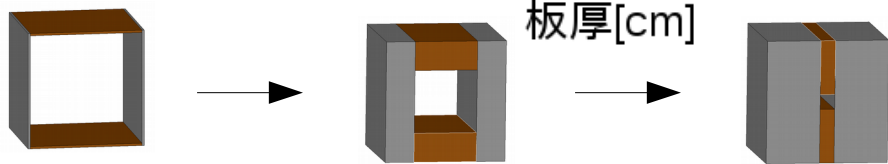
$$k^* = \frac{P}{EA} \cdot \frac{l}{v - \frac{Pl^3}{3EI}}$$

正方形モデル 板厚・ヤング率比を変えて比較



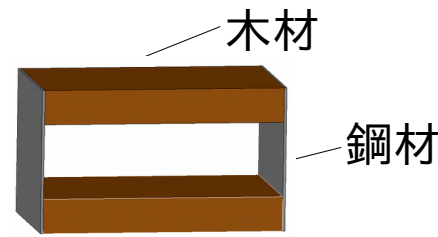
ヤング率の差による
変化は小さい

大きな変化はない



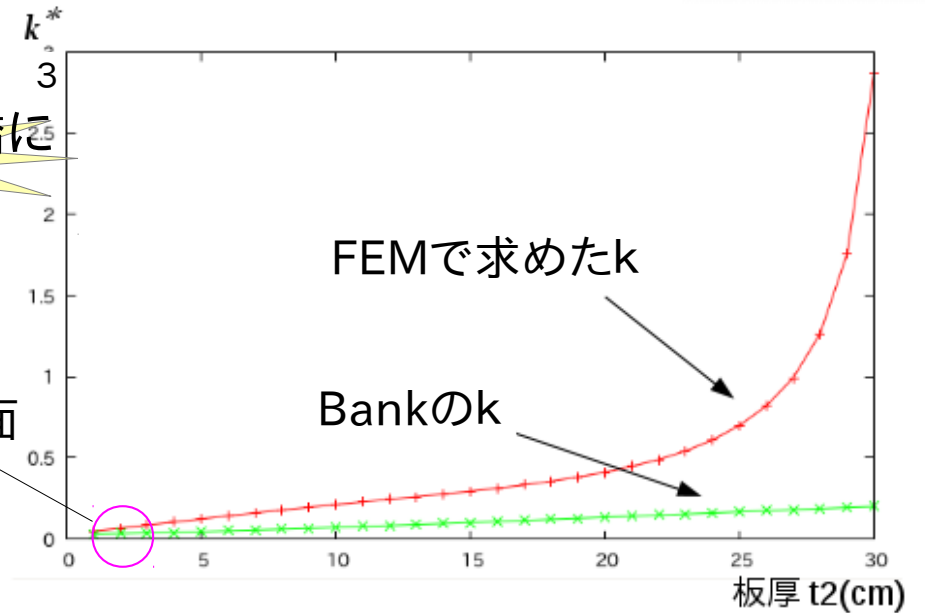
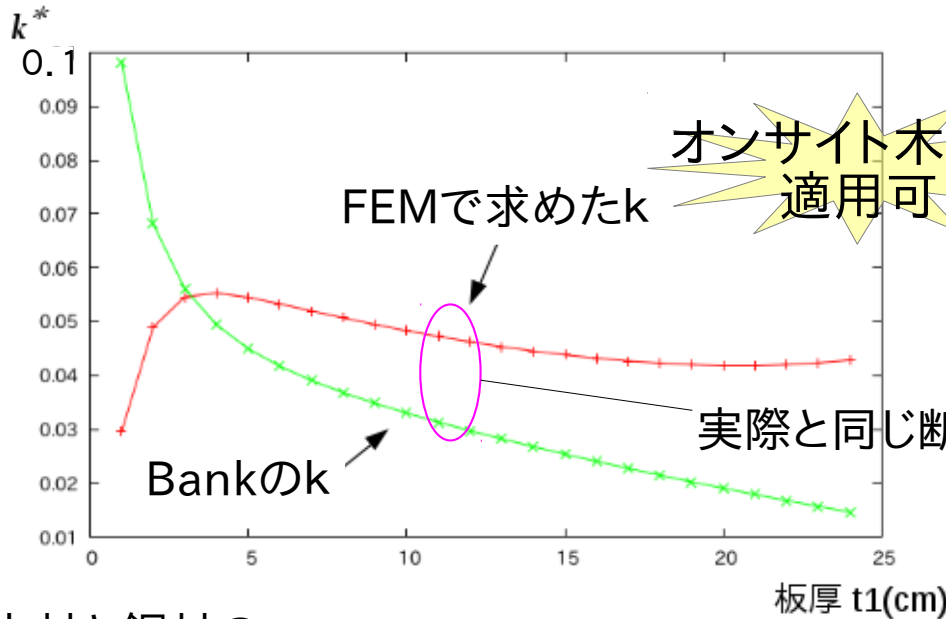
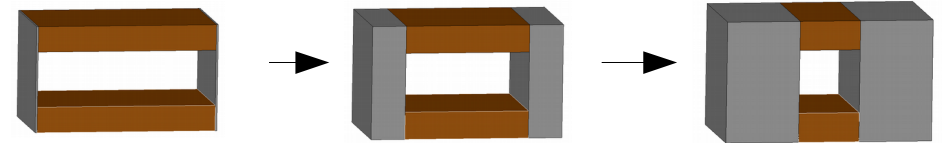
k*が離れていく

オンサイト木橋モデルで比較



上下の木材だけ厚く

左右の鋼材だけ厚く



木材と鋼材の

剛性が近づく

剛性が離れる

剛性 = ヤング率 × 面積

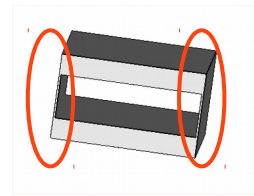
挙動の違い....

→ 検証

剛性が近づくと誤差が小さい?

左右方向部材の板厚にのみ敏感に反応?

$$EA_{木} = EA_{鋼}$$



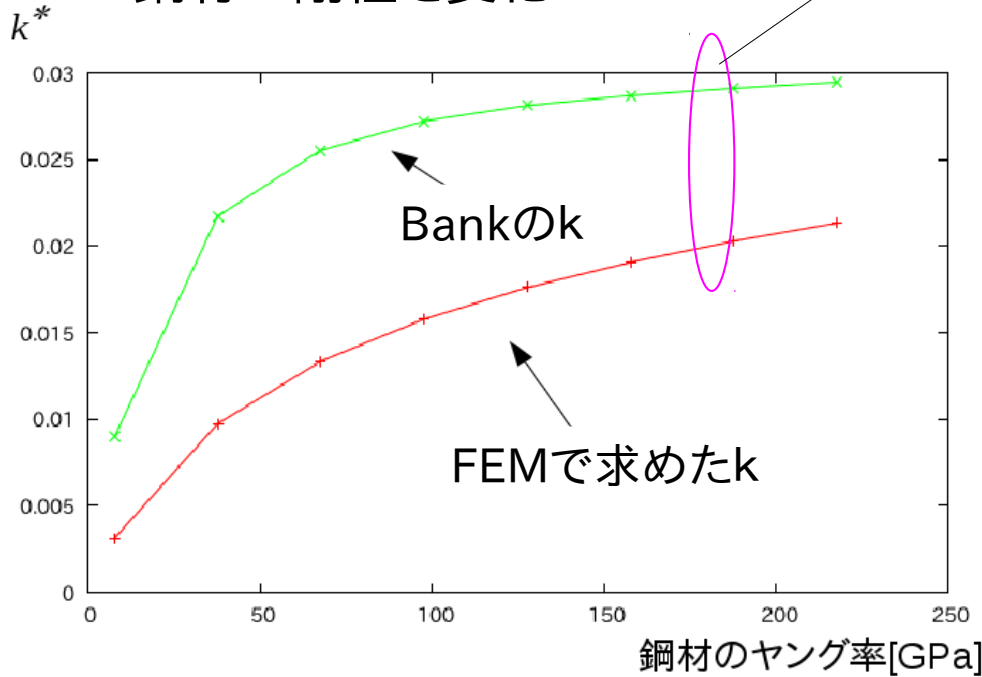
板厚を一定にしてヤング率を変化



オンサイト木橋
と同じ断面

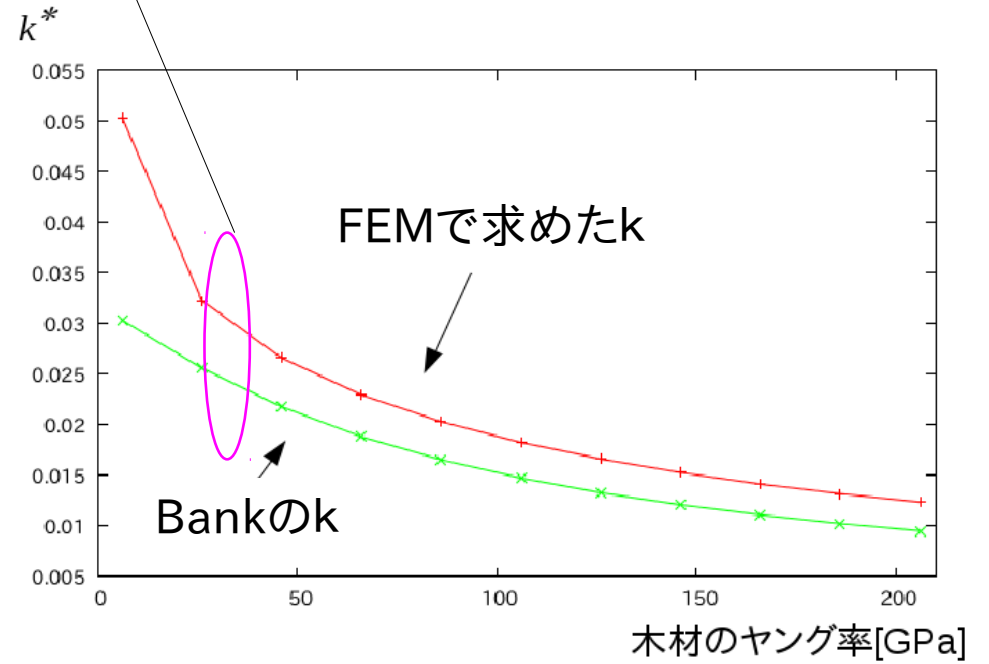
剛性の変化
による比較

鋼材の剛性を変化



木材と鋼材の
剛性が同じ

木材の剛性を変化



剛性が離れる

剛性が離れる

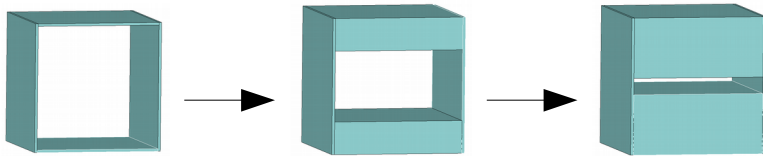
剛性の変化による影響は小さい

正方形モデル 板厚のみを変えて比較

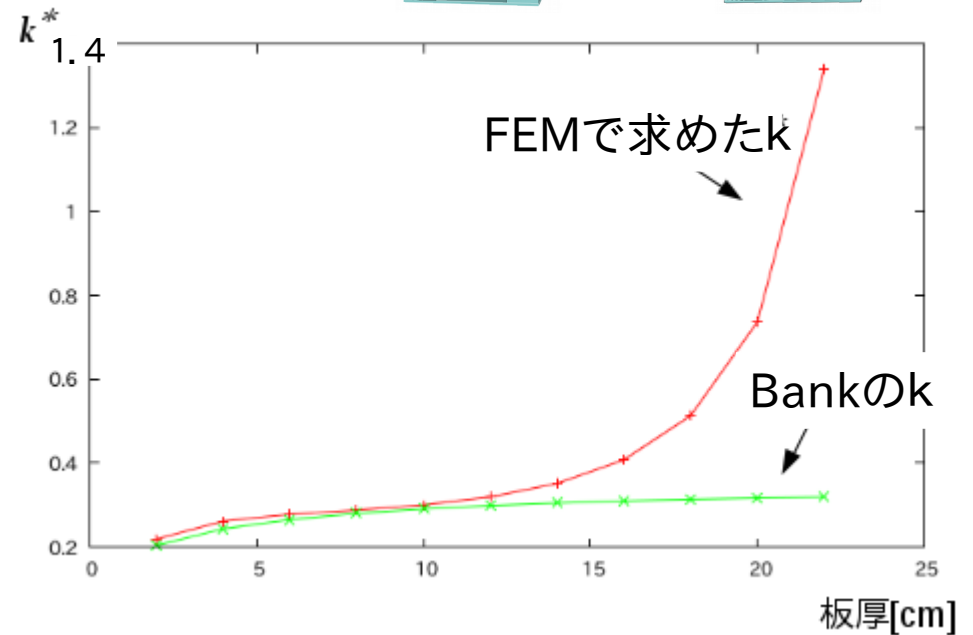
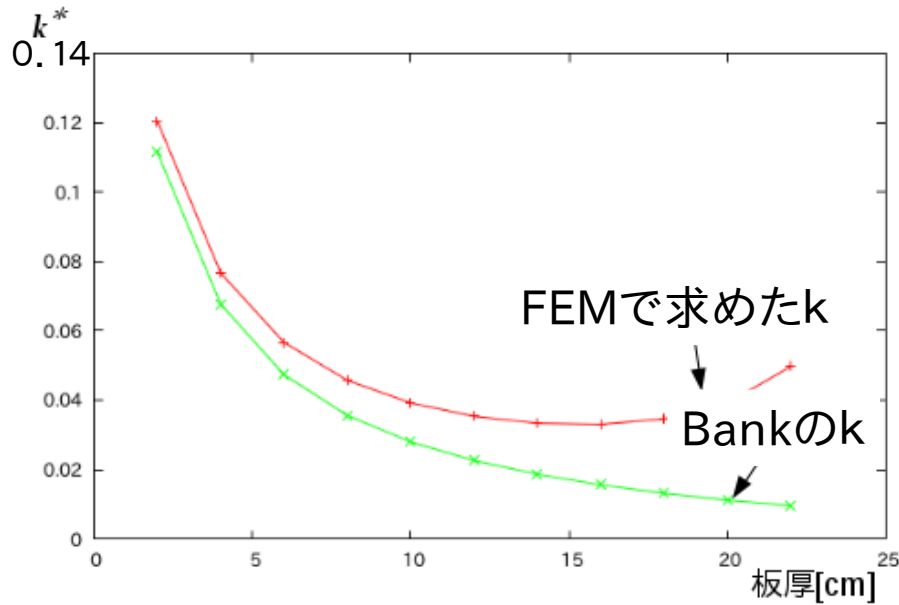
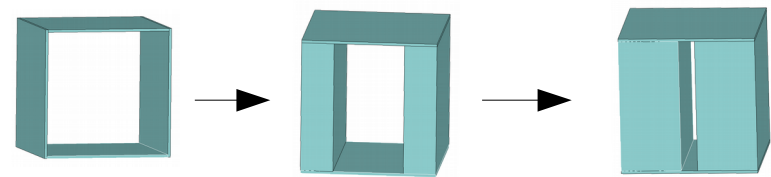
板厚以外の
条件は同じに!

- ・ヤング率
- ・面積
- ・剛性

上下の部材だけ厚く



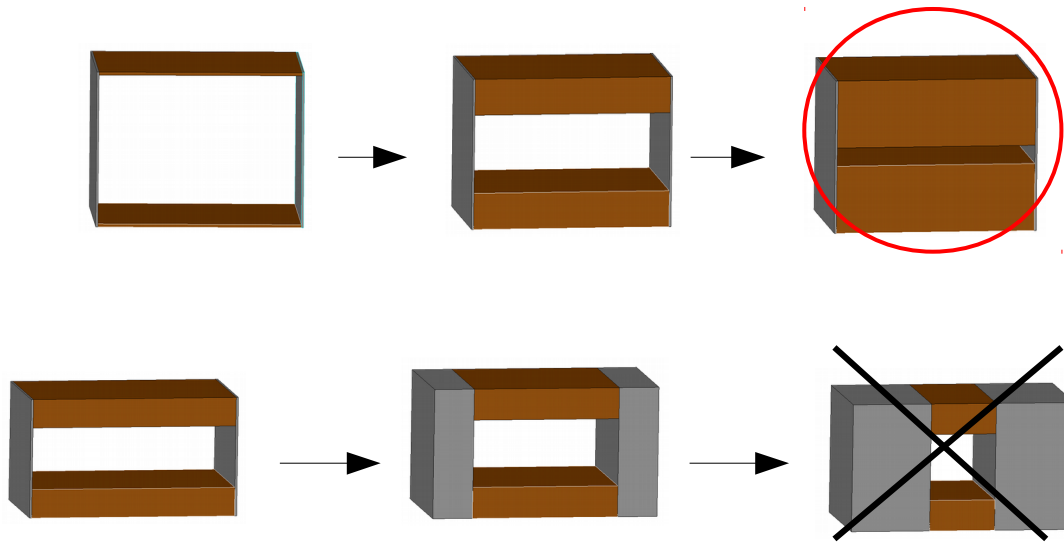
左右の部材だけ厚く



左右の板厚を変化させた場合のみ、大きく離れた

まとめ

・Bankの式



→ 応急橋モデルの幅が広がる

ヤング率比

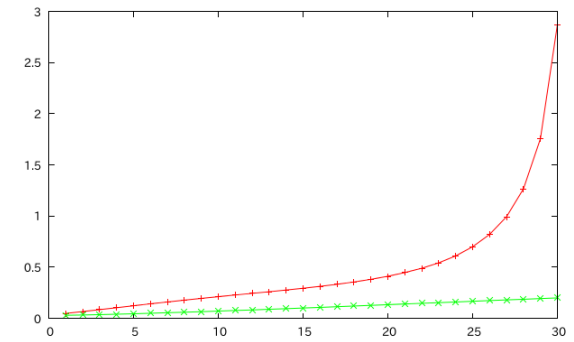
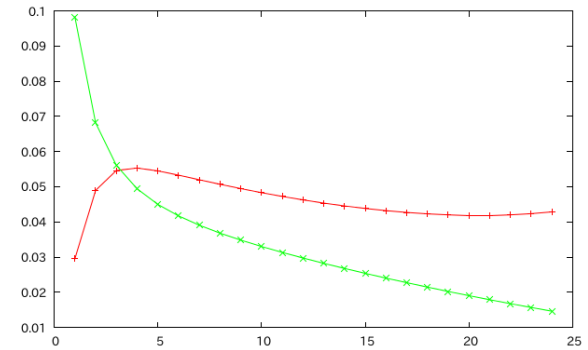
$$\frac{E_1}{E_2}$$

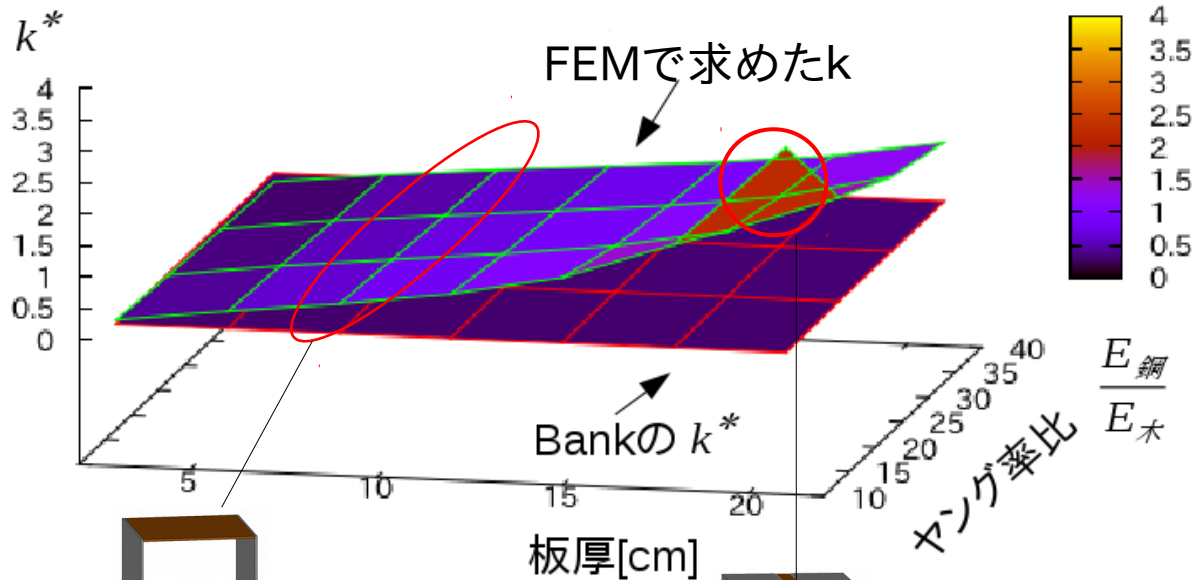
剛性比

$$\frac{E_1 A_1}{E_2 A_2}$$

影響小

→ 材料のバラツキに対応可能



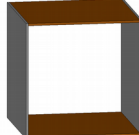


鋼材一定で
木材のEを大きく

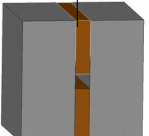


全体的に硬くなる

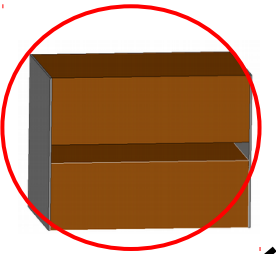
ほとんど変わらない



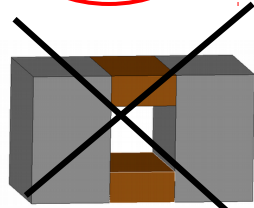
kが少し大きい



箱型じゃなく
充実断面に近い?



せん断変形が
小さくなりすぎるとBank
の式が適さない?



→ 今後検証