木材を用いた合成桁の補剛材の開発

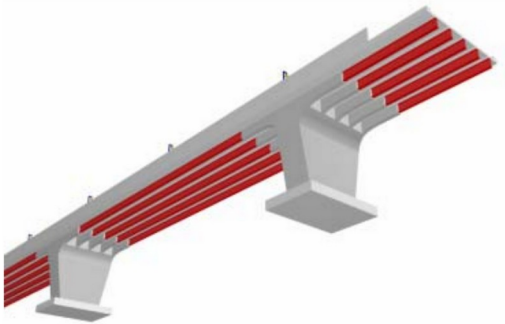
7020529　河合隆吾

研究の背景・目的

現在の合成桁

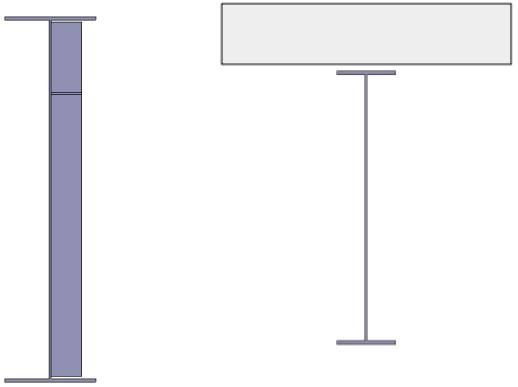
床版と主桁が一体となって抵抗する

→合成桁



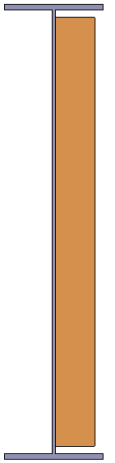
鋼I桁は引張には強いが，圧縮に弱く座屈しやすい

垂直・水平方向に鋼材で補剛



木材

- 圧縮に強い
- 環境に良い
- 施工時間が必要ない
- 安価



木材を用いて合成桁

検討モデル①

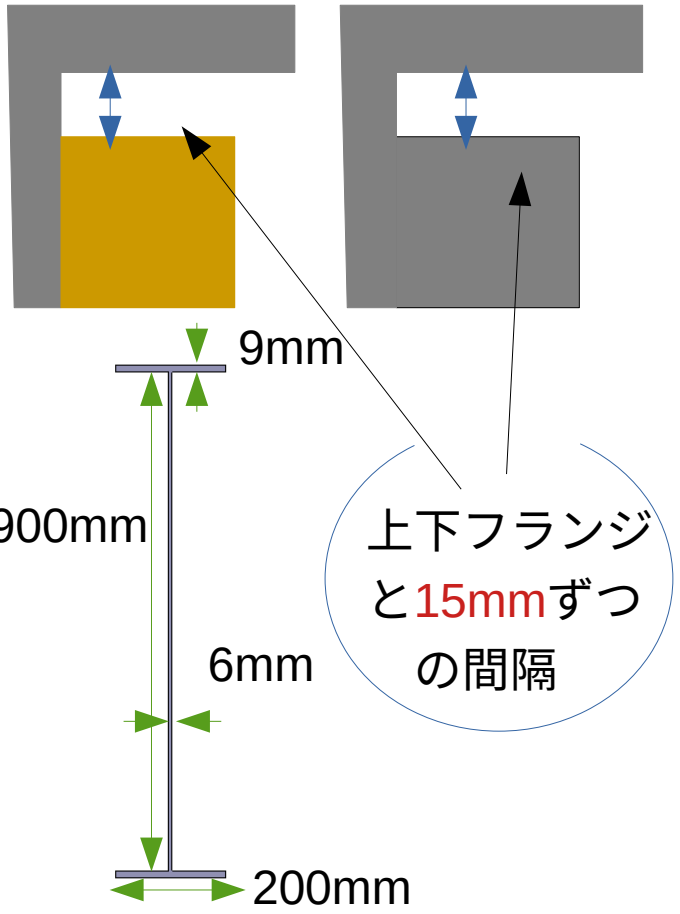
SM490Y

鋼材　$E_{鋼}$:205GPa　$\nu_{鋼}$:0.3

スギ

木材　$E_{木}$:7GPa　$\nu_{木}$:0.4

	垂直補剛材	木材	モデルの見た目
モデル0	×	×	
モデル1	○	×	
モデル2	×	○	
モデル3	○	○	

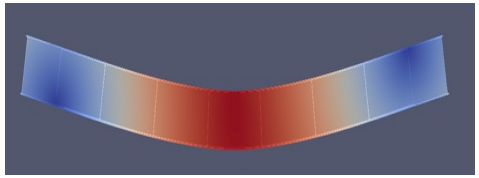


解析手法

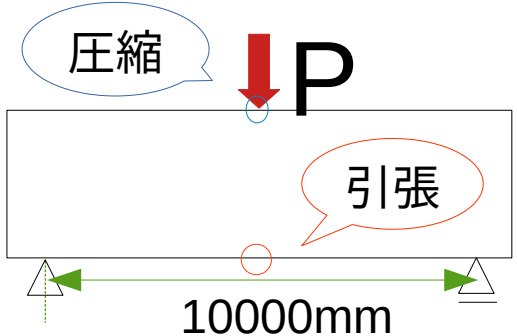
曲げ解析

床版などの死荷重を想定

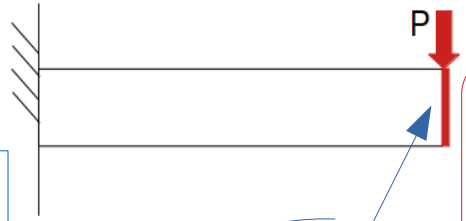
➔曲げ解析



線載荷



座屈解析



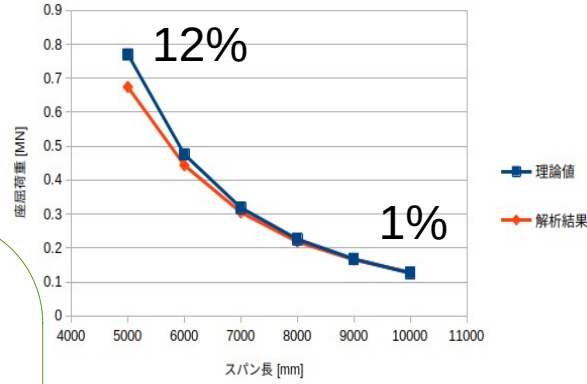
面載荷

鋼I桁は圧縮に弱く

座屈しやすい

➔横ねじれ座屈解析

過去の論文の鋼I桁モデルの座屈解析と理論値を比較し，座屈の挙動の確認



理論式

Andradeの式を用いて

座屈荷重を計算

$$P_{cr} = \frac{C_1 \pi^2 E I_y}{4l^3} \sqrt{\frac{4I_w}{I_y} + \frac{4l^2 GJ}{\pi^2 E I_y}}$$

P_{cr}:座屈荷重　G:せん断弾性係数

J:ねじれ係数　E:ヤング率

I_y:スパン長　l:断面2次モーメント

スパンが長いほど

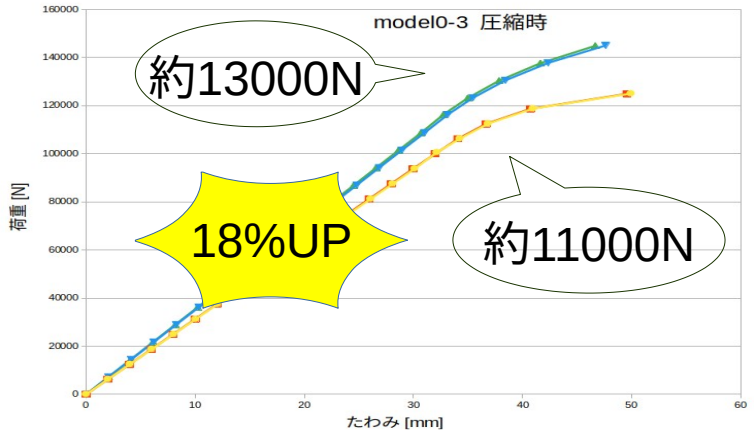
相対誤差が小さい

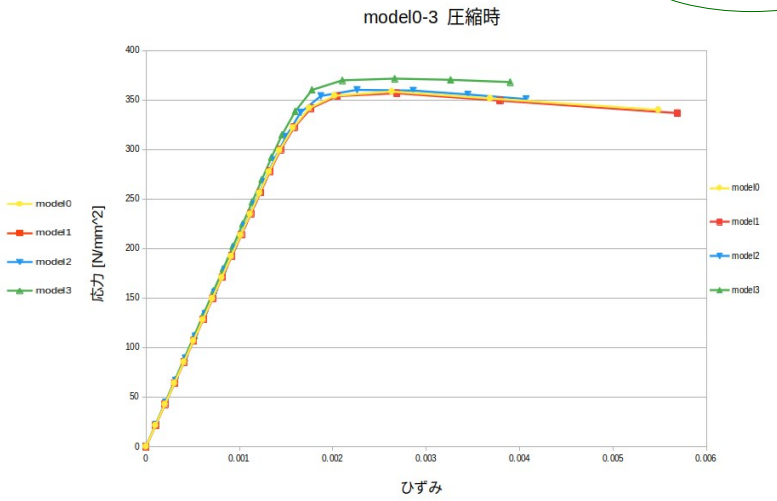
⇩

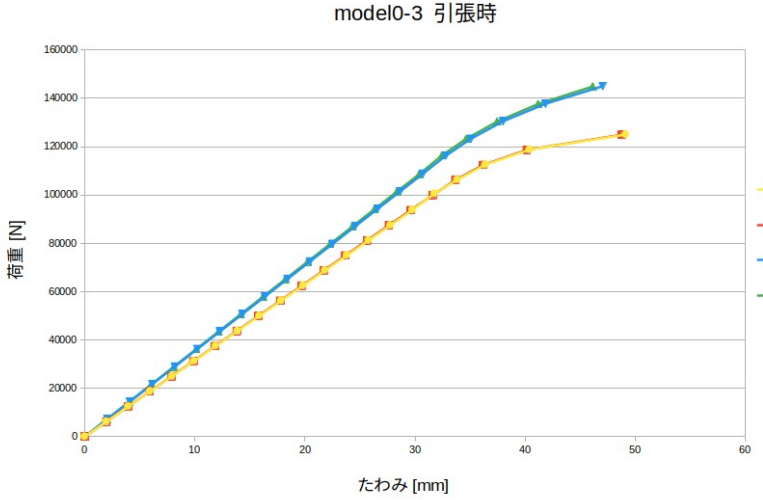
スパン長10000mmの

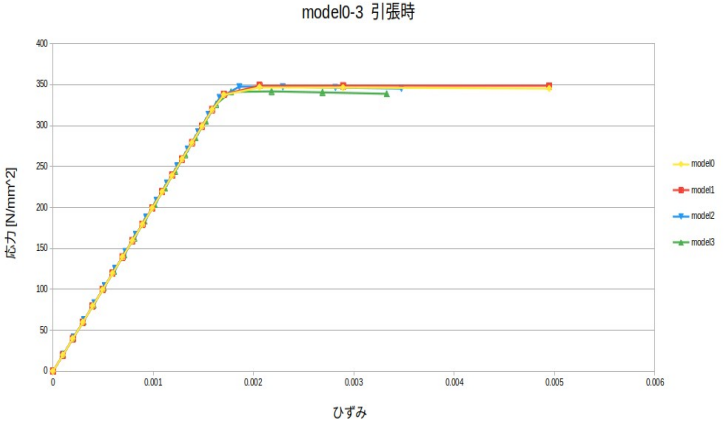
解析モデルを採用！

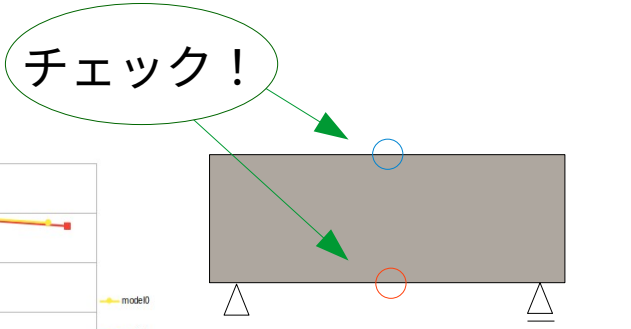
解析結果（曲げ）











モデル0

モデル1

モデル2

モデル3

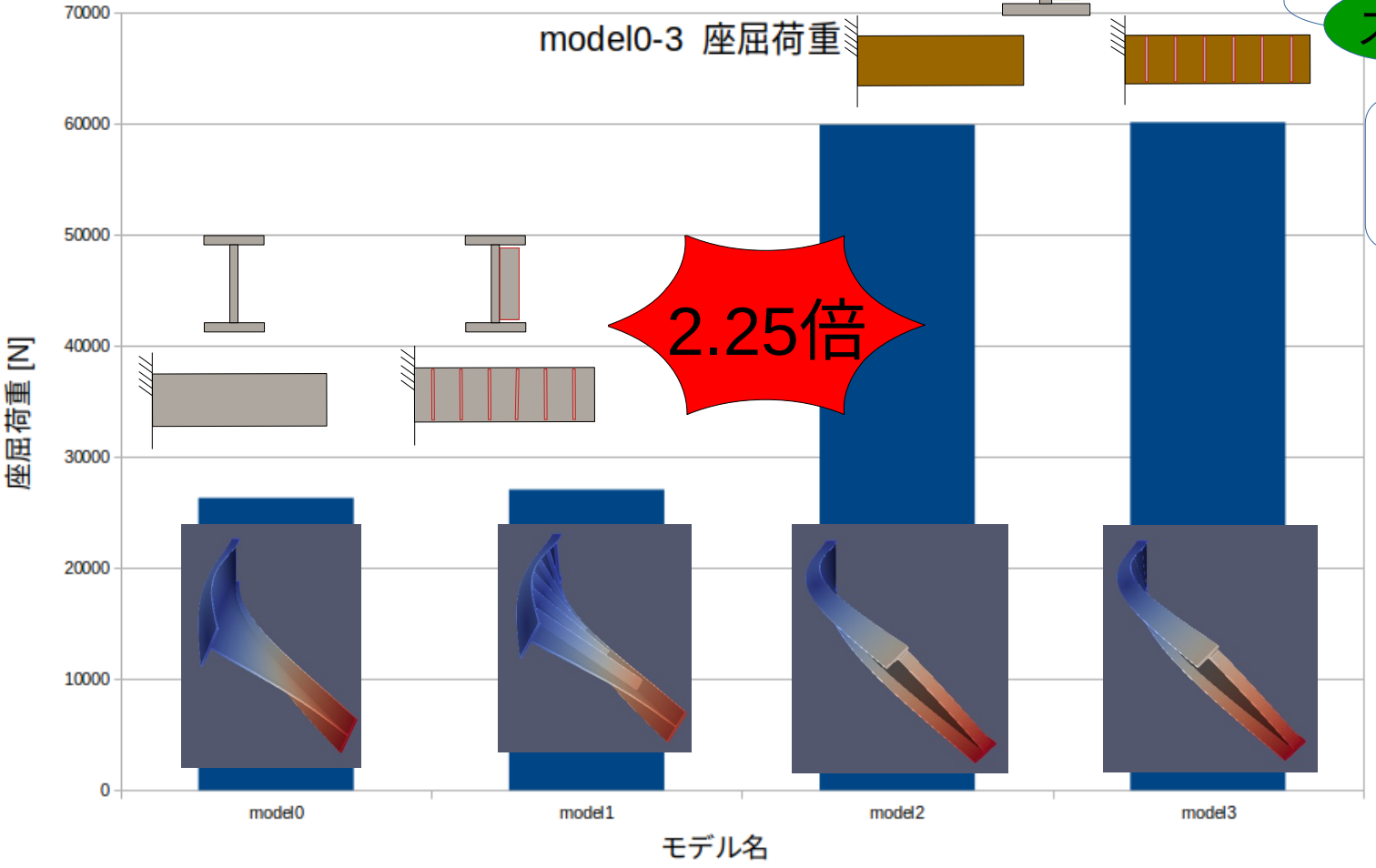
解析結果（座屈）

SM490Y

鋼材　$E_{鋼}$:205GPa　$\nu_{鋼}$:0.3

木材　$E_{木}$:7GPa　$\nu_{木}$:0.4

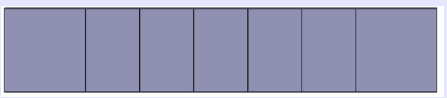
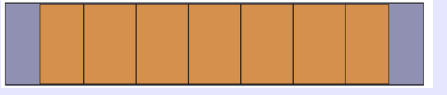
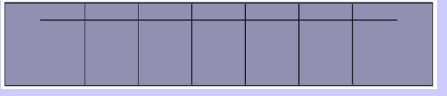
スギ

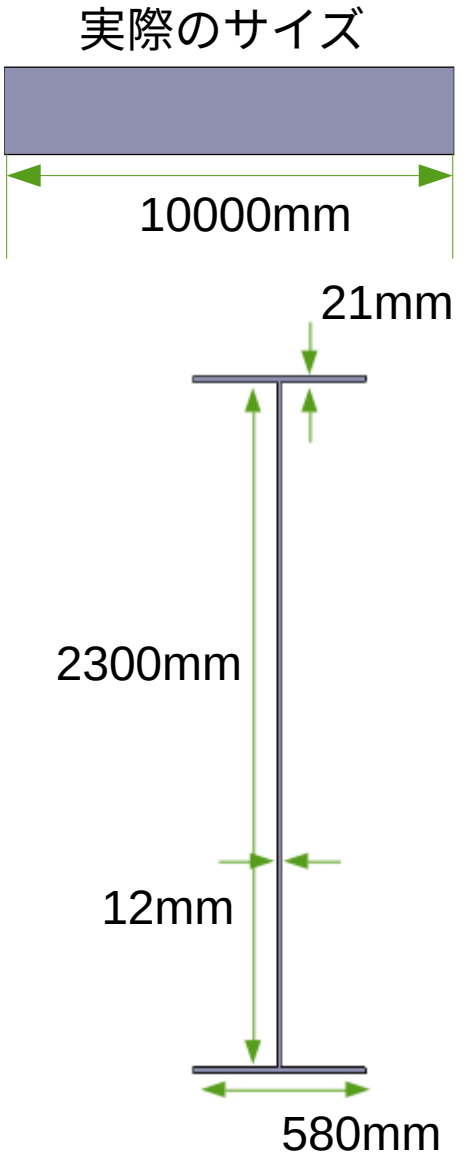


各モデルの1次モードを見て座屈荷重を比較する

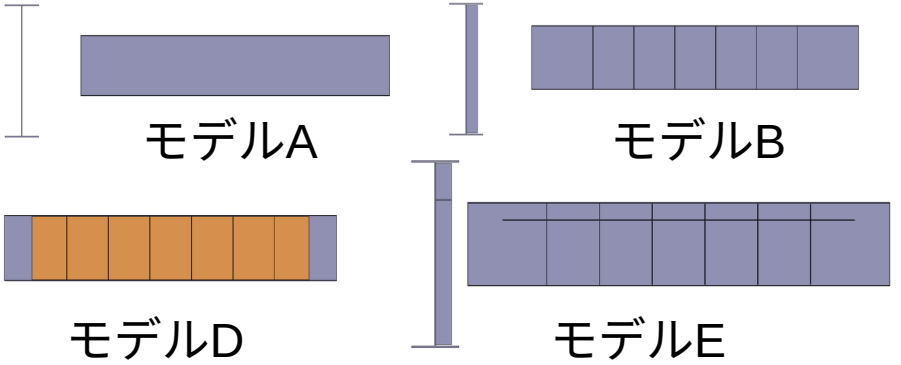
木材で補剛することで2.25倍の座屈荷重上昇

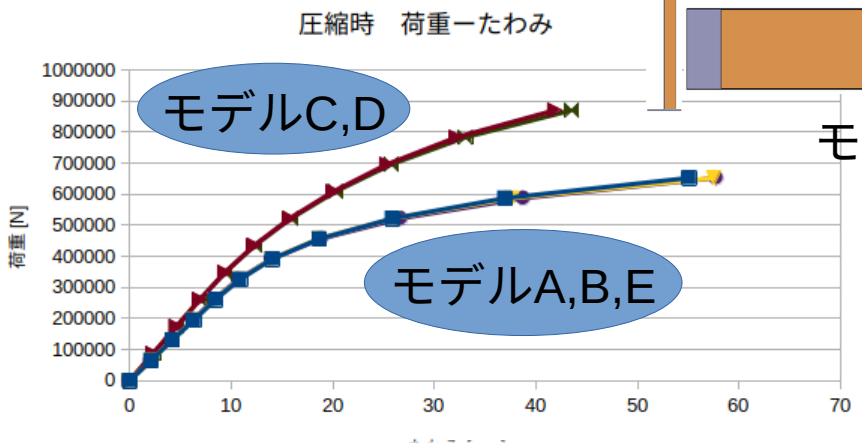
解析モデル②

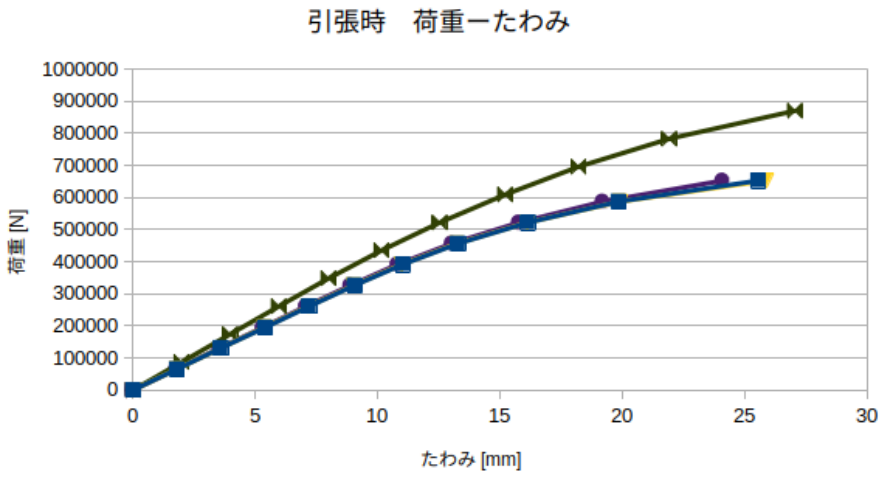
	垂直補剛材	木材	水平補剛材	
モデルA	×	×	×	
モデルB	○	×	×	
モデルC	×	○	×	
モデルD	○	○	×	
モデルE	○	×	○	

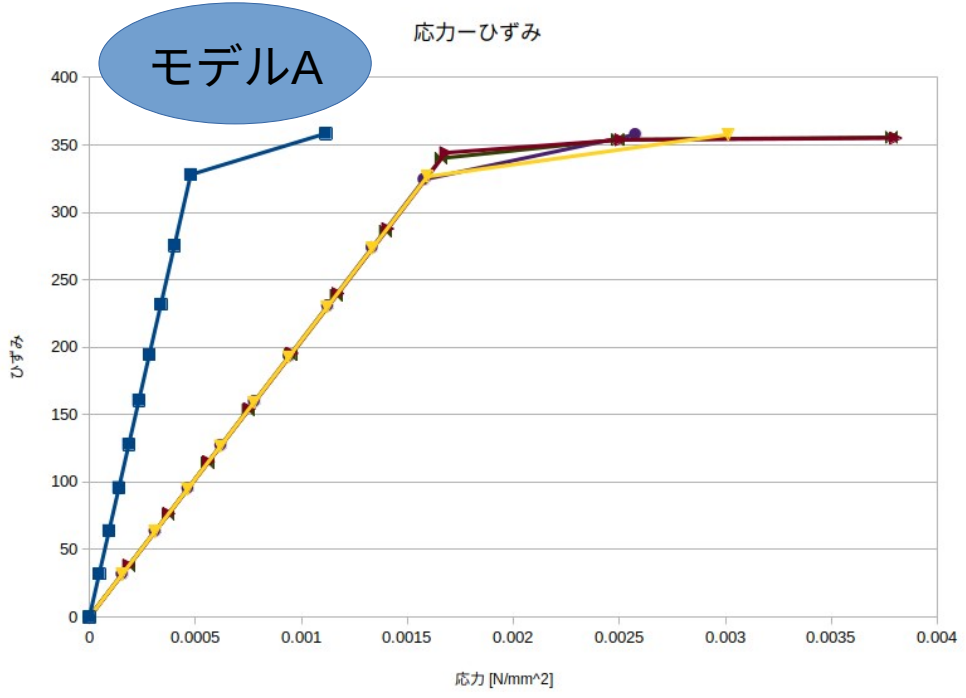


解析結果（曲げ）


モデルA
モデルB
モデルC
モデルD
モデルE


圧縮時　荷重ーたわみ
モデルC,D
モデルA,B,E
荷重 [N]
1000000
900000
800000
700000
600000
500000
400000
300000
200000
100000
0
0
10
20
30
40
50
60
70


引張時　荷重ーたわみ
荷重 [N]
1000000
900000
800000
700000
600000
500000
400000
300000
200000
100000
0
0
5
10
15
20
25
30
たわみ [mm]


モデルA
応力ーひずみ
ひずみ
400
350
300
250
200
150
100
50
0
0
0.0005
0.001
0.0015
0.002
0.0025
0.003
0.0035
0.004
応力 [N/mm^2]

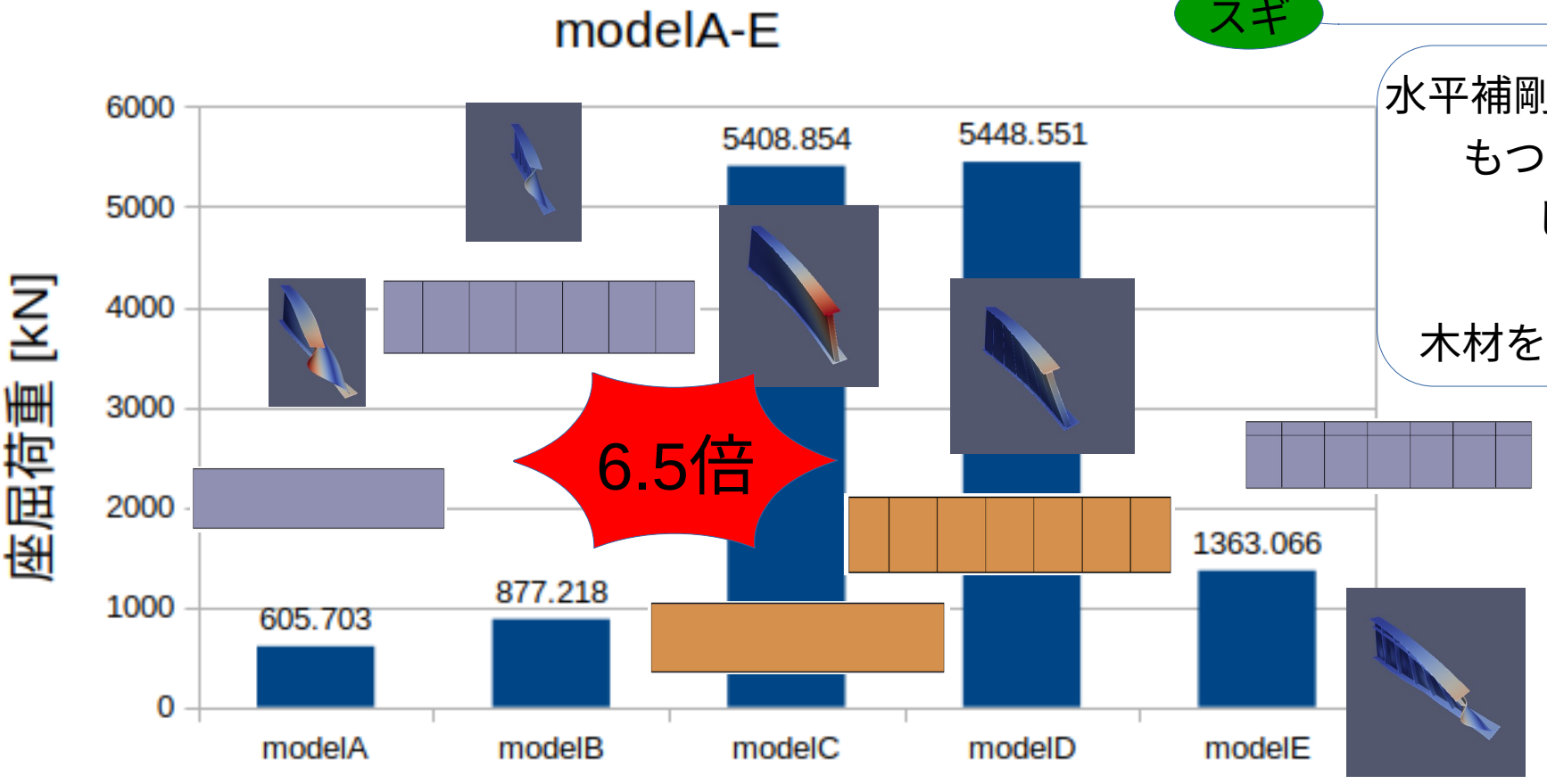
解析結果（座屈）

SM490Y

鋼材　$E_{鋼}$:205GPa　$\nu_{鋼}$:0.3

木材　$E_{木}$:7GPa　$\nu_{木}$:0.4

スギ

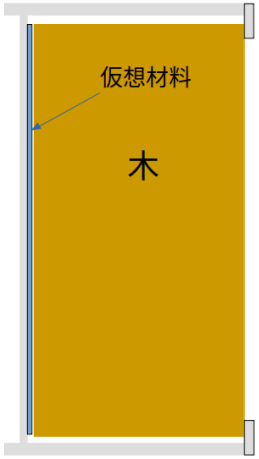


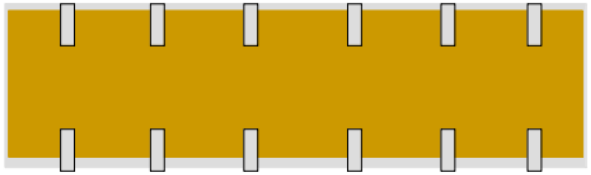
水平補剛材に垂直補剛材もつけると1.5倍
しかし，

木材をつけると**6.5倍**

補剛材の接着方法の検討

モデルCで接着方法の検討をする





仮想材料(厚さ1mm)

$E_{接}$:20MPa　　$\nu_{接}$:0.3

補剛部材 (10×57×5mm)

$E_{鋼}$:205GPa　$\nu_{鋼}$:0.3

- 鋼I桁のウェブと木材を仮想材料で接着を再現
- 木材と鋼I桁のフランジの端部を鋼材で補剛

モデルC

解析中

まとめ

鋼材での補剛

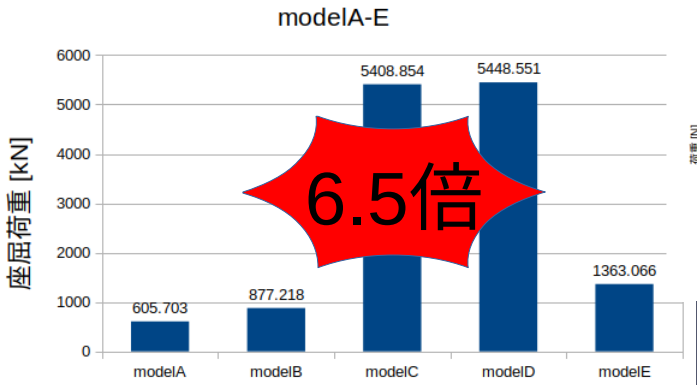
↓

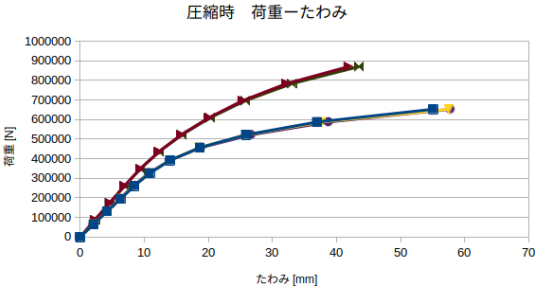
曲げ荷重，座屈荷重ともに大きな違い見えず

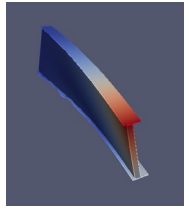
木材をはめ込む

↓

座屈荷重は大幅に強度が上昇し，曲げ荷重にも多少の効果があることがわかった







曲げの写真

モデルC

接着のやつの写真

今後の課題

- さらなる接着方法の検討
- 木材を減らしたときの最適なモデル