

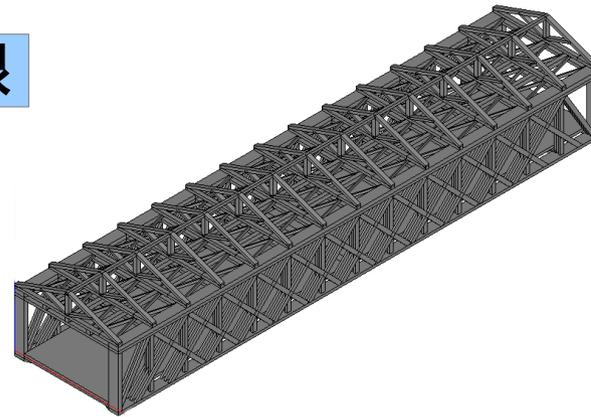
# 屋根部材も構造部材として期待できる 屋根付き木橋の提案

環境構造工学 7512756 菊地 浩貴

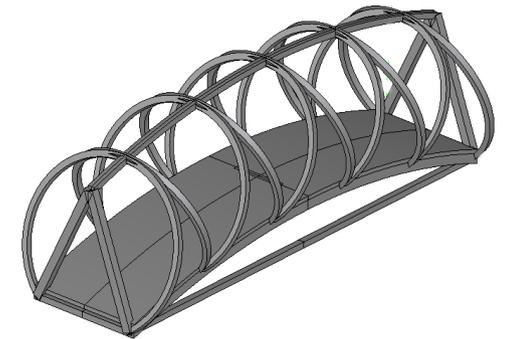


あそぼうばし  
阿蘇望橋

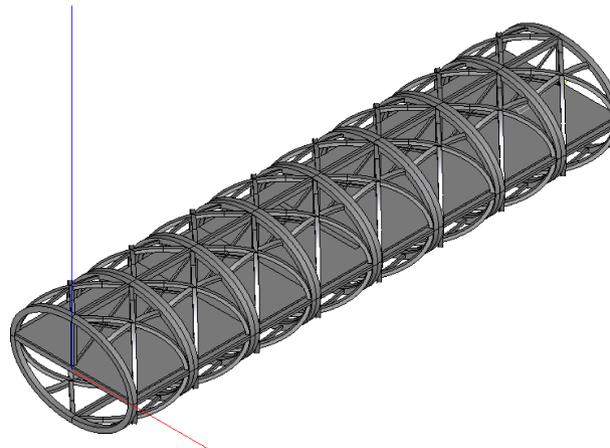
- ・雪や雨による腐朽を防ぐ
  - ・快適性や景観
- +
- ・全体剛性への寄与



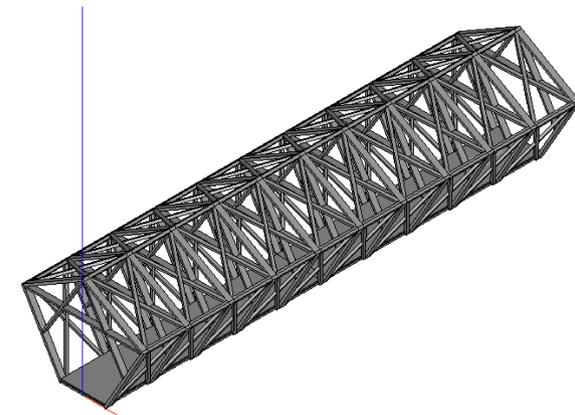
あそぼうばし  
阿蘇望橋モデル



足アーチモデル(昨年)



楕円モデル



五角形モデル

モデルの剛性比較  
屋根の主応力比率比較

# 解析方法・条件

1/4解析

杉材  
 $E=7.35\text{GPa}$

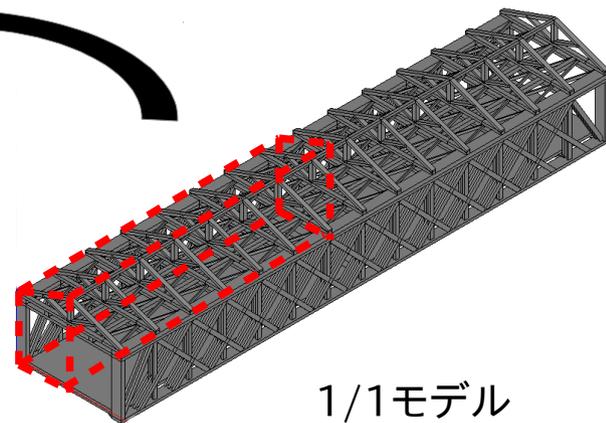
群衆荷重

$P=5\text{kN/m}^2$

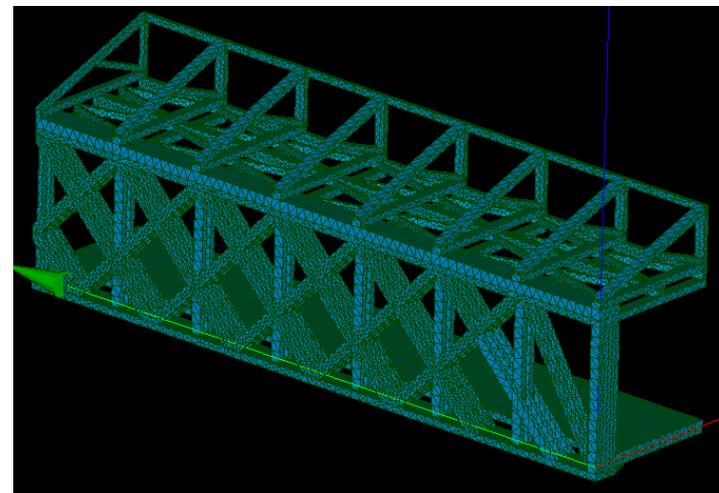
たわみ  $\delta$

仮想的な材料  
 $E=221\text{GPa}$

$\frac{\ell}{2} = 20\text{m}$



1/1モデル



複雑なメッシュ分割

計算時間・・・大

無次元化比剛性  $\frac{I}{\ell V} = \frac{P\ell^2}{48E\delta V}$

# 屋根部材の主応力比率の算出

主要部材の最大主応力に対する屋根の最大主応力の比

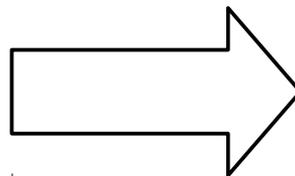
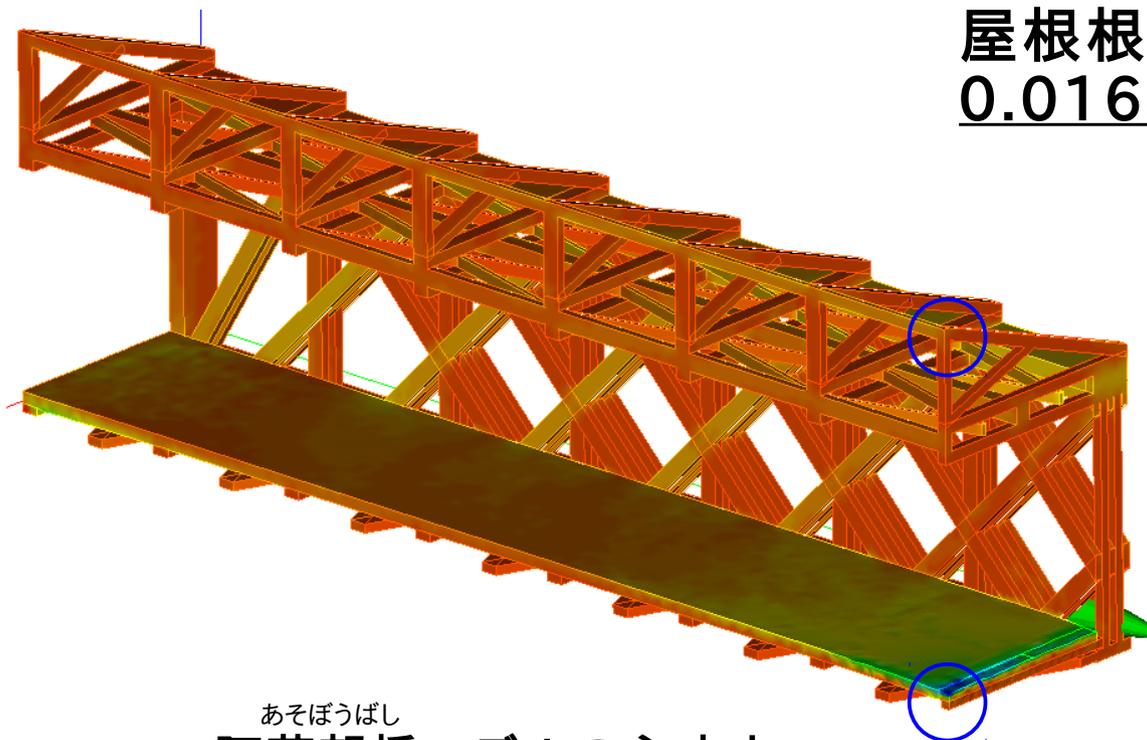
(主応力比率)

屋根根材の最大主応力  
0.0168MPa

主要部材の最大主応力  
0.188MPa

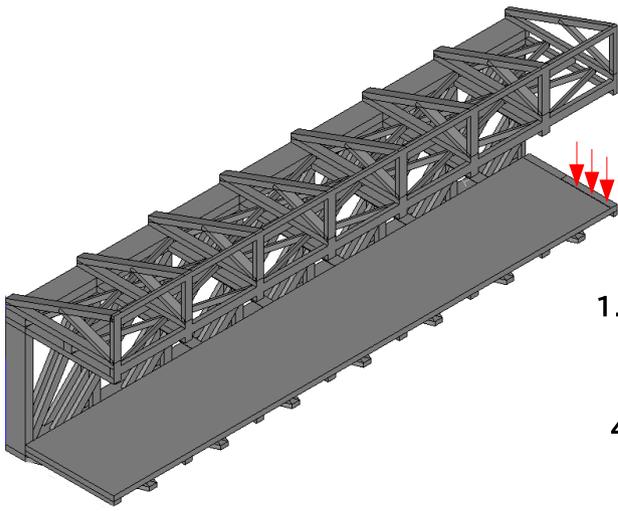
あそぼうばし  
阿蘇望橋モデルの主応力

8.91%



# 結果1 無次元化比剛性

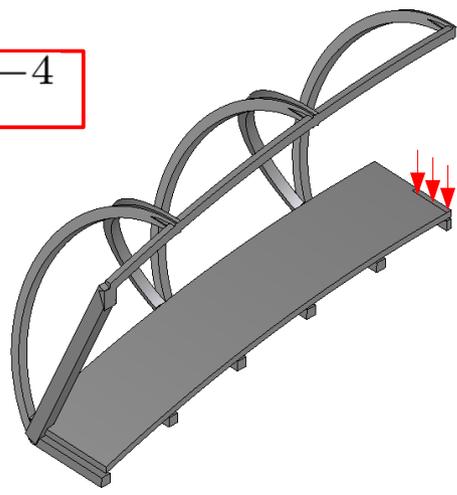
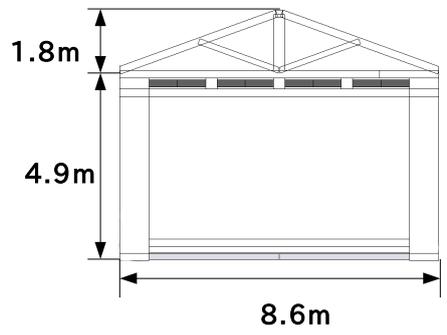
$$\frac{I}{\ell V} = \frac{P\ell^2}{48E\delta V}$$



あそぼうばし  
阿蘇望橋モデル

比剛性  $14.2 \times 10^{-4}$

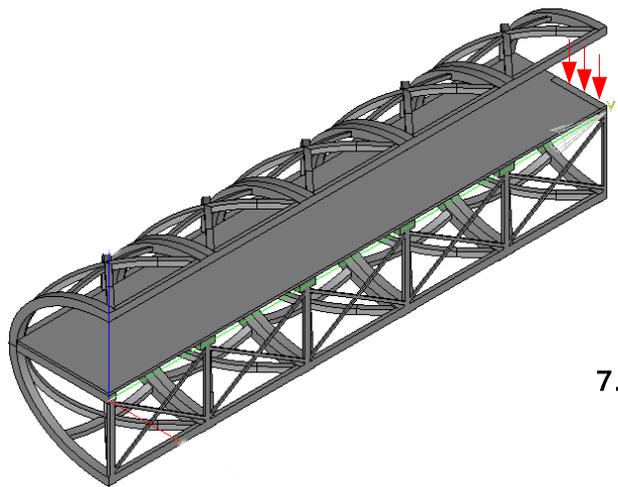
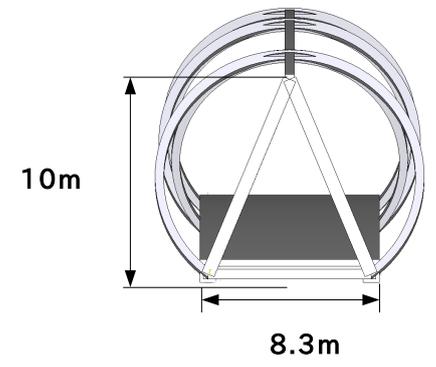
体積比 1



足アーチモデル

比剛性  $7.14 \times 10^{-4}$

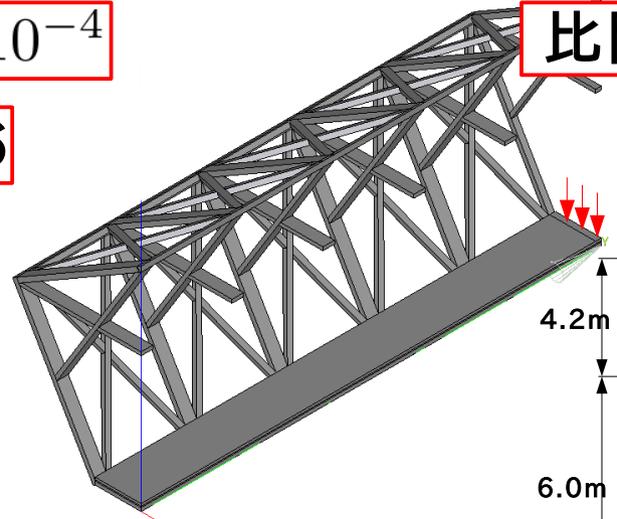
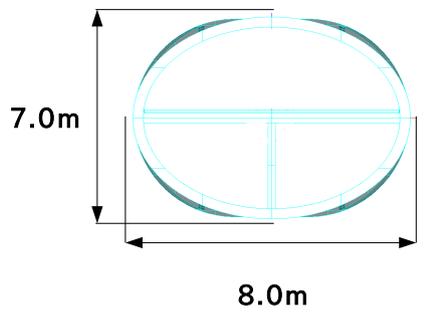
体積比 1.41



楕円モデル

比剛性  $3.27 \times 10^{-4}$

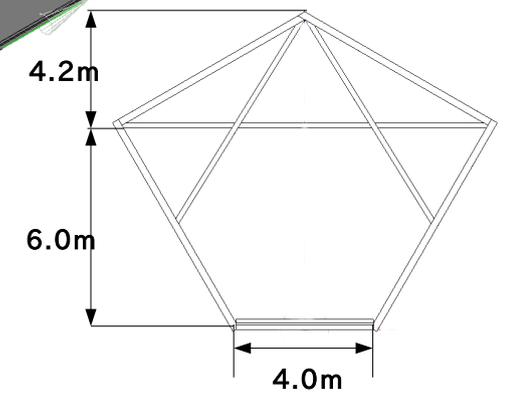
体積比 0.56



五角形モデル

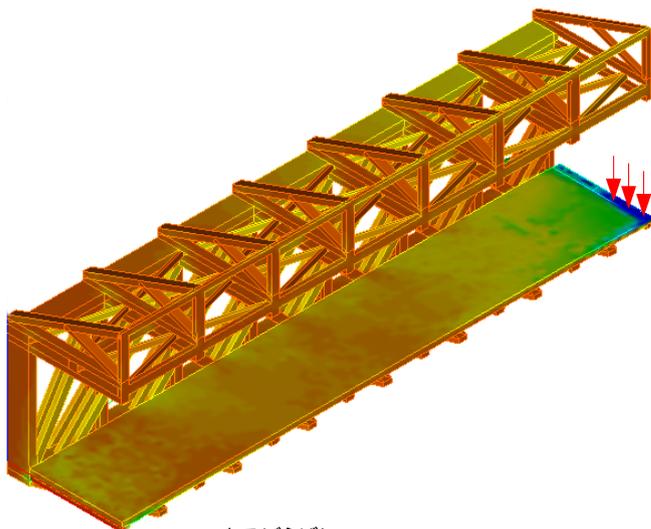
比剛性  $11.3 \times 10^{-4}$

体積比 0.56



# 結果2 主応力比率

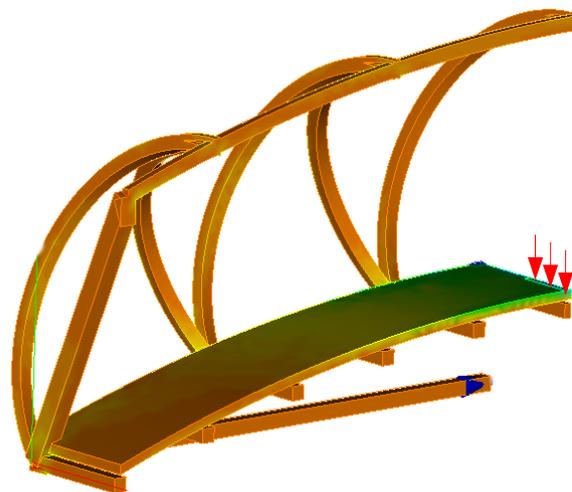
主要部材の最大主応力に対する屋根の最大主応力の比



あそぼうばし  
阿蘇望橋モデル

主応力比率  
8.91%

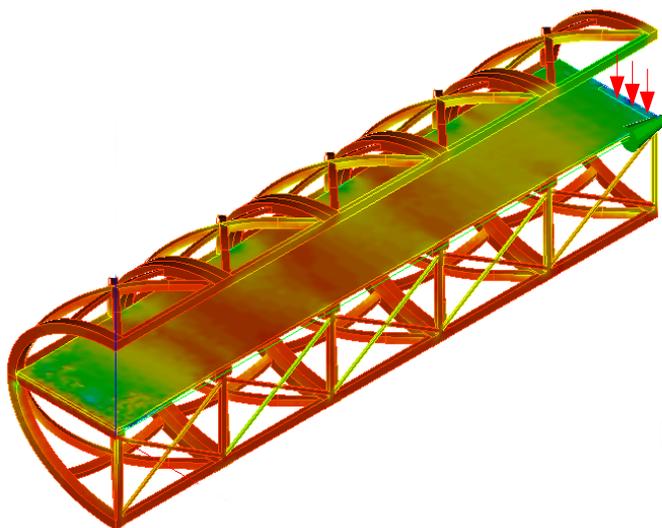
3位



足アーチモデル

主応力比率  
1.55%

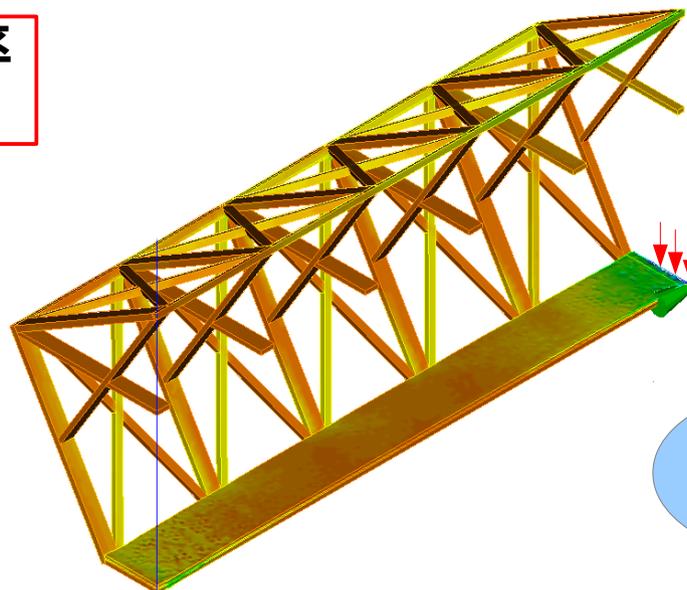
4位



楕円モデル

主応力比率  
15.5%

2位



五角形モデル

主応力比率  
27.1%

1位

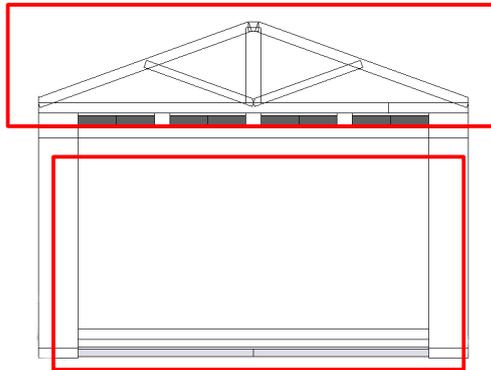
# まとめ

## 比剛性

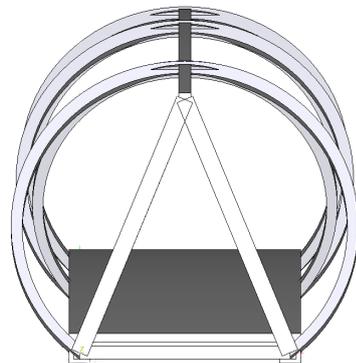
阿蘇望橋モデル	足アーチモデル	楕円モデル	五角形モデル
大 14.2	7.14	3.27	大 11.3

## 主応力比率

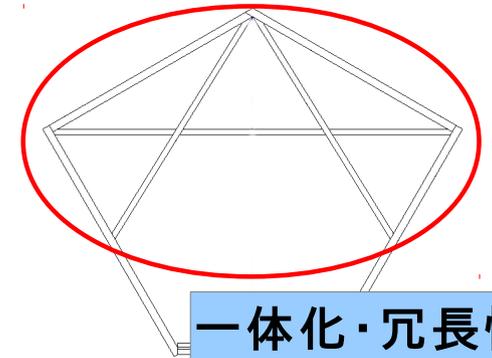
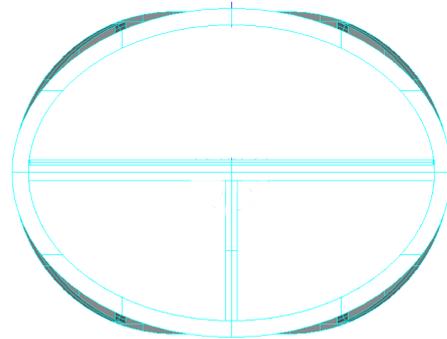
阿蘇望橋モデル	足アーチモデル	楕円モデル	五角形モデル
小 8.91%	1.55%	15.5%	大 27.1%



トラスが剛性発揮



一体化しない・応力伝達…少



一体化・冗長性

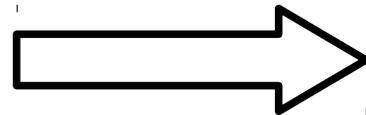
各モデルの断面



# トータルコストについて

## 初期コストの検討

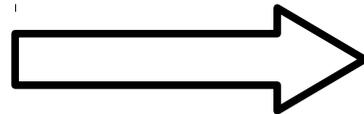
- ・上部工費はいずれの橋長においても一般橋以下・同等
- ・デザインの付加価値を考慮すれば、価格競争力の面でも有効



高価では無い

## ライフサイクルコストについて

- ・木橋は維持管理に要する、費用・労力が大きい
- ・耐用年数半ばで逆転

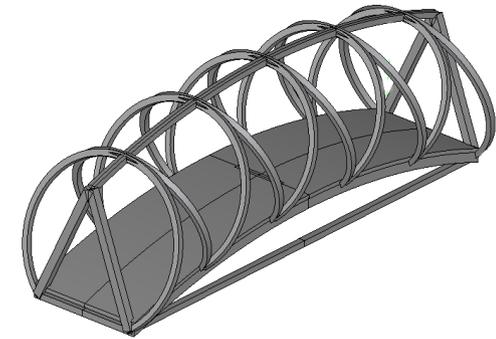


廃棄費用も考慮すると、  
一般橋以下になる

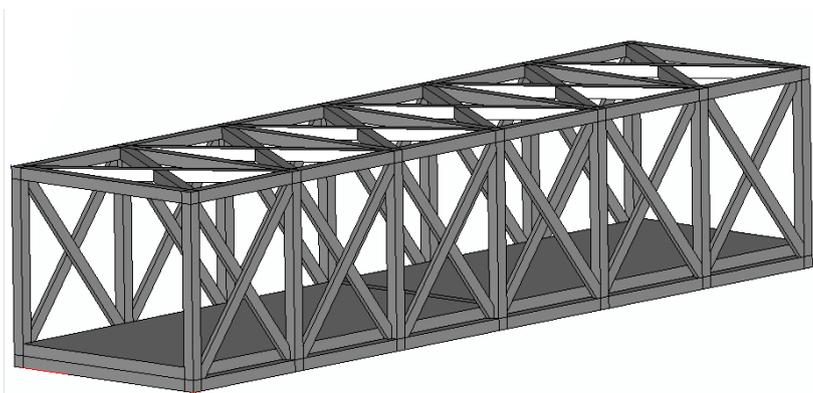
# 昨年と比較1

昨年の課題

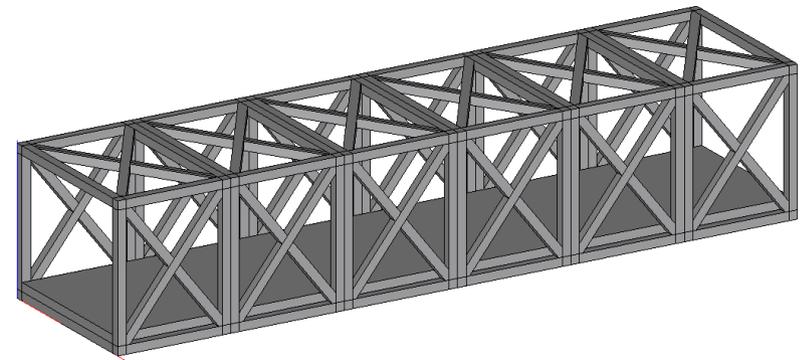
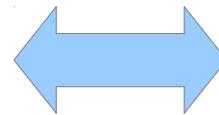
- 1, トラスのセット数不足
- 2, 断面二次モーメント不足
- 3, 解析時間
- 4, 解析情報不足



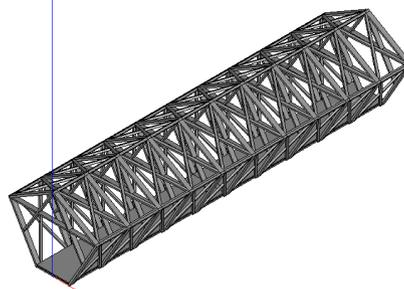
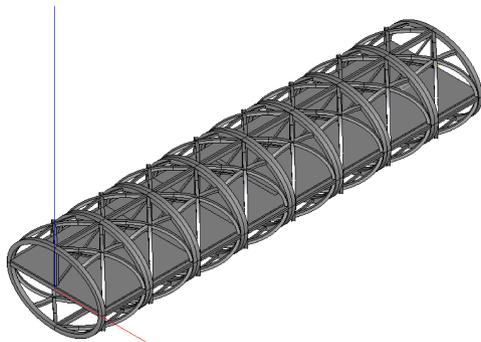
## 1 ダブルワーレントラスとX字剛結トラスの剛性比較



ダブルワーレントラス



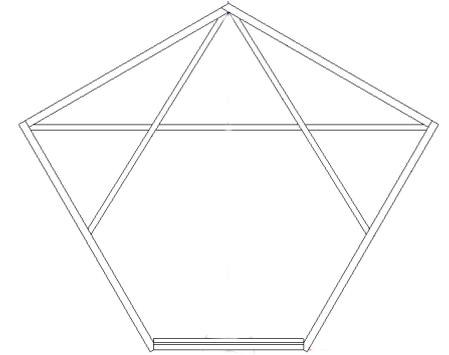
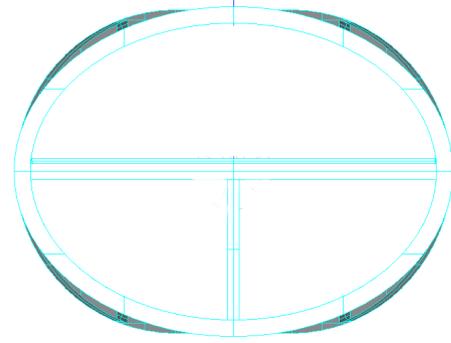
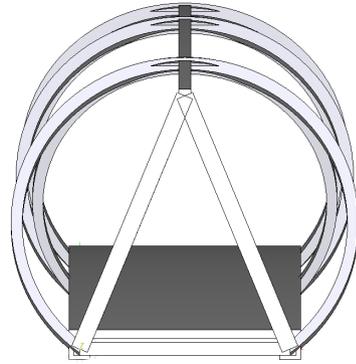
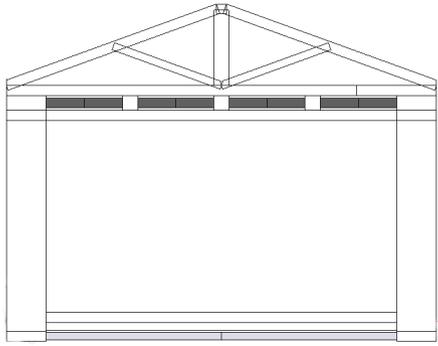
X字剛結トラス



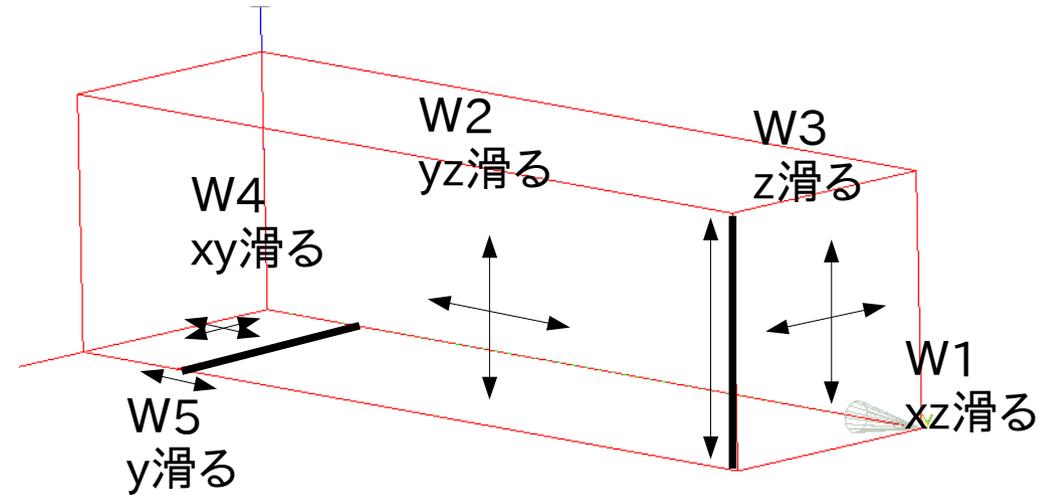
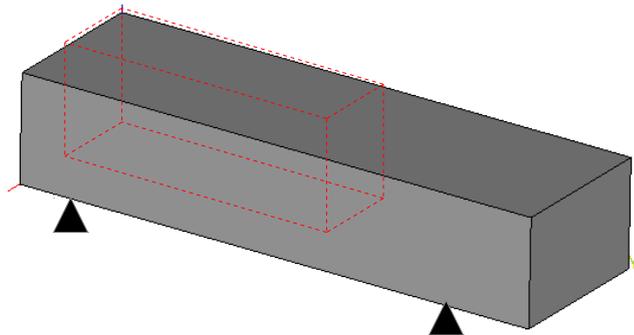
トラスのセット数  
稼ぐ

# 昨年と比較2

## 2様々な断面で検討



## 3解析時間の短縮



- ・解析時間短縮
- ・PC の負担軽減

相対誤差(単純梁)  
0.167%

# 昨年と比較3

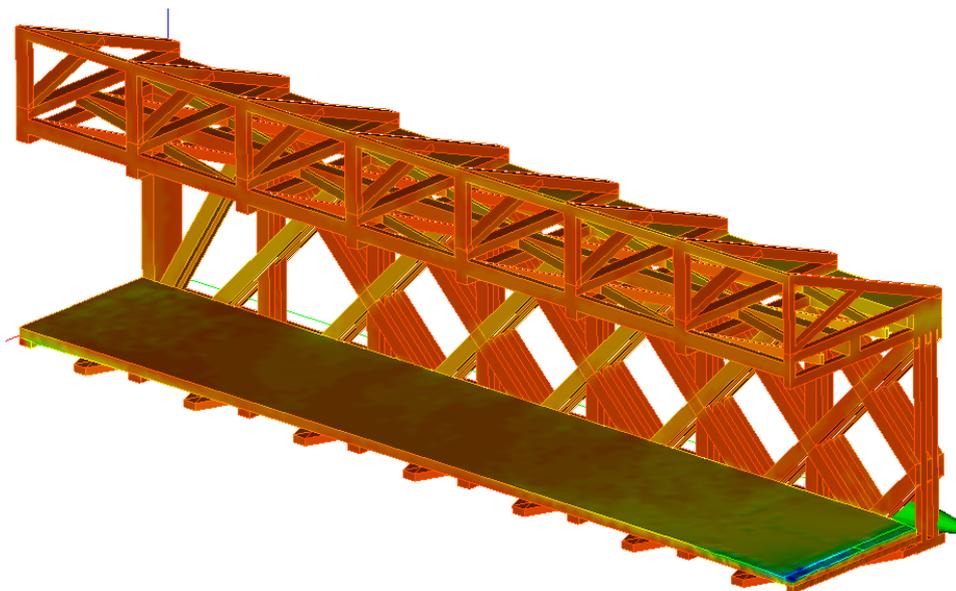
## 4比剛性[無次元]、主応力比率の導入

$$\text{比剛性[無次元]} \quad \frac{I}{\ell V} = \frac{P\ell^2}{48E\delta V}$$

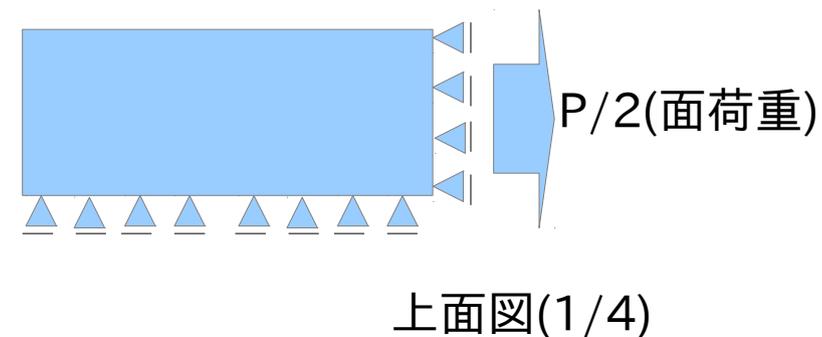
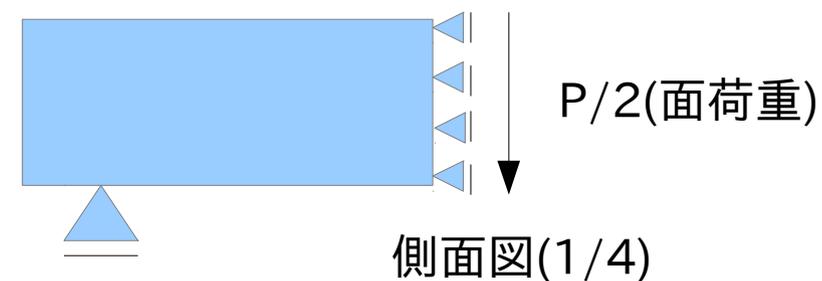
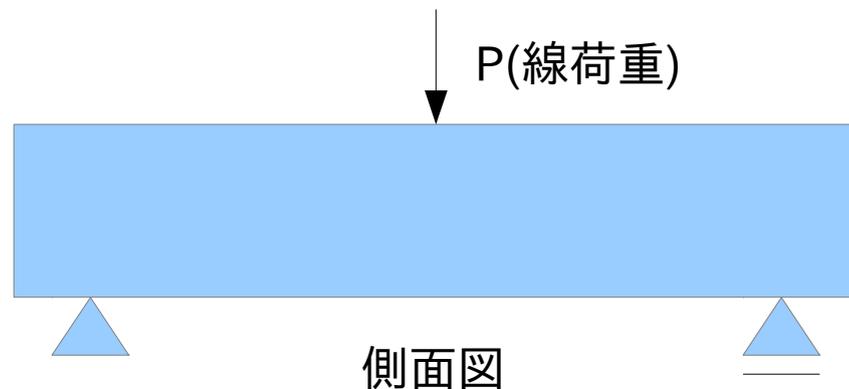
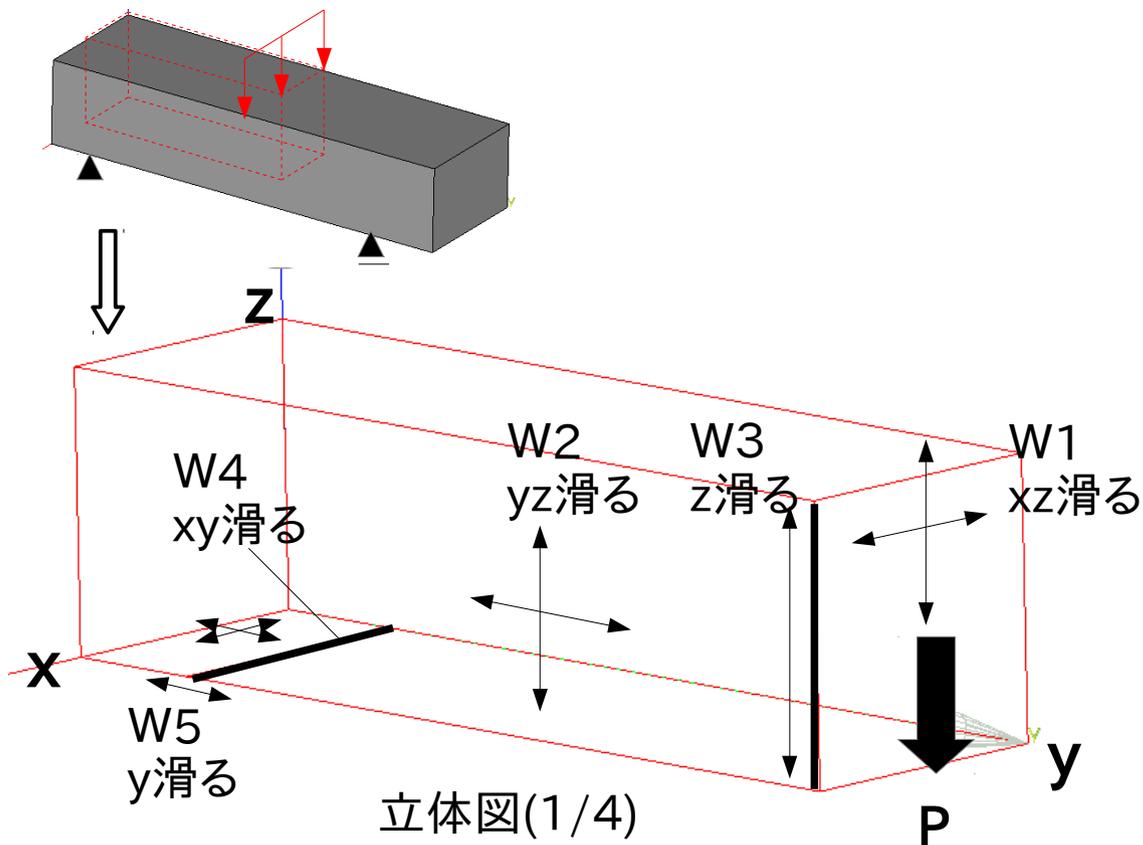
$$\delta = \frac{P\ell^3}{48EI} \longrightarrow \frac{EI}{V} = \frac{P\ell^3}{48\delta V} \text{ [N/m]}$$

## 主応力比率

主要部材の最大主応力に対する、屋根の最大主応力の比



# 1/4解析 …pcの負担軽減、解析時間短縮

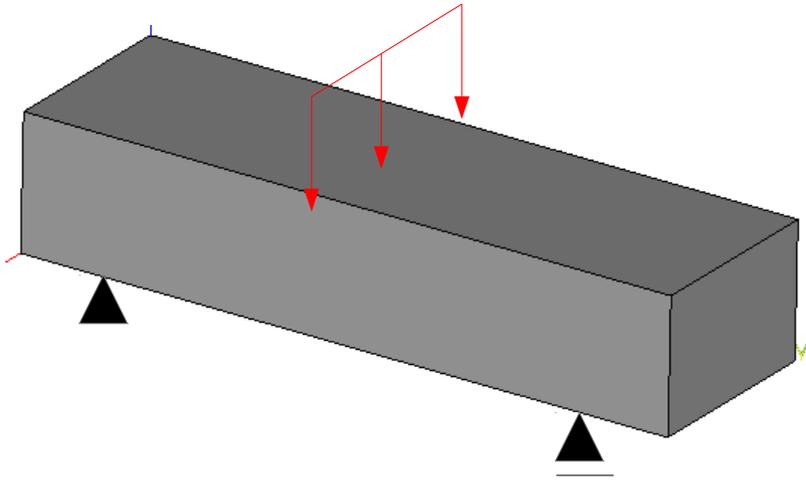


## 境界条件

- w1:  $y=0$  (xz断面)
- w2:  $x=0$  (yz断面)
- w3:  $x, y=0$  (z軸方向)
- w4:  $z=0$  (ローラー支承)
- w5:  $x, z=0$  (w2とw4の交点)

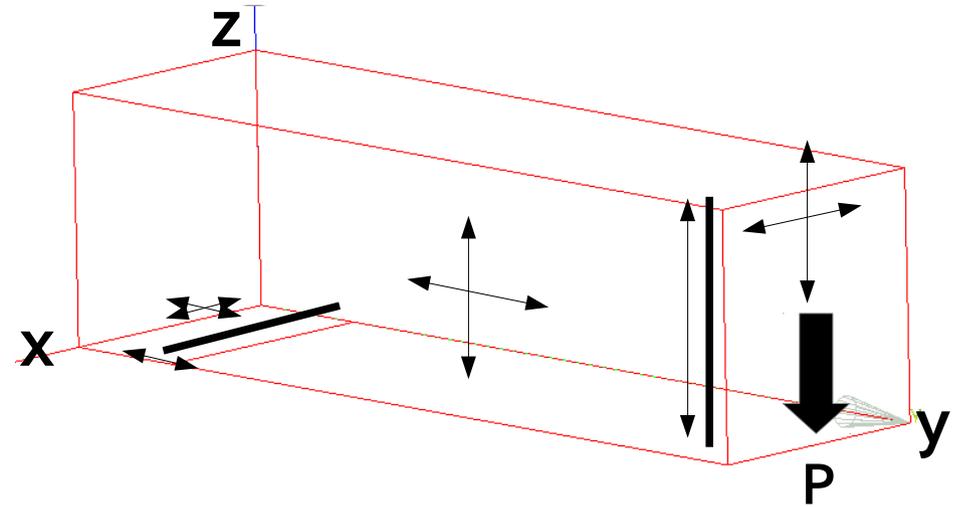
相対誤差(単純梁)…0.167%

## 1/1モデル



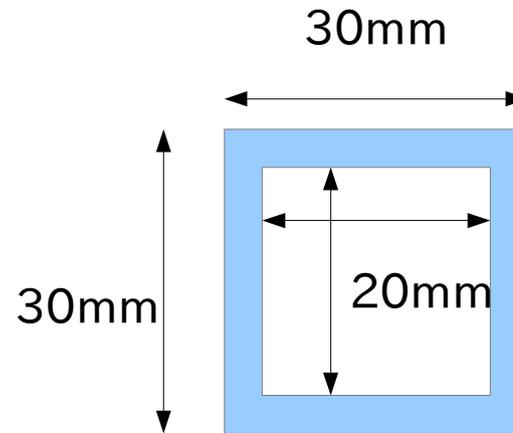
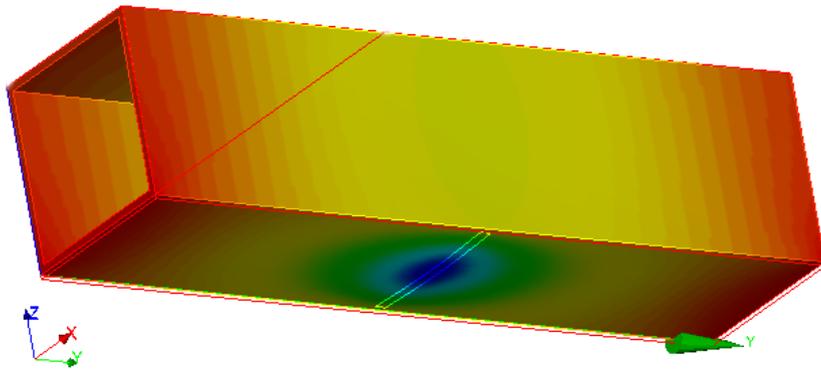
$$\begin{aligned}\delta &= \frac{wl \times l^3}{48EI_{1/1}} \\ &= \frac{wl^4}{48E \times \frac{bh^3}{12}} \\ &= \frac{wl^4}{48E \times \frac{bh^3}{12}}\end{aligned}$$

## 1/4モデル



$$\begin{aligned}\delta &= \frac{\frac{1}{2}w \frac{1}{2}l \times \frac{l}{2}^3}{3EI_{1/4}} \\ &= \frac{\frac{1}{32}w \times l^4}{3E \times \frac{1}{2} \frac{bh^3}{12}} \\ &= \frac{wl^4}{48E \times \frac{bh^3}{12}}\end{aligned}$$

# 精度検証



$$E=206\text{GPa}$$
$$\nu=0.3$$

$$P=0.81\text{N}$$

## 理論式

$$\delta = \frac{Pl^3}{48EI} + \frac{Pl}{4kGA}$$

$$k = \frac{20(1+\nu)}{48+39\nu}$$

$$\text{変位: } 3.22 \times 10^{-4} \text{ mm}$$

## FEM解析

要素数: 75.9万

変位:  $3.25 \times 10^{-4} \text{ mm}$

相対誤差: 0.76%

# 屋根を付けるメリット・デメリット

## メリット



ランドマーク・シンボル



出典:wikipedia

## デメリット

- ・部材数…多
- ・初期コスト…高
- ・維持管理に要する費用、労力…大
- ・接続の複雑化
- ・雪、風荷重などの、特殊荷重を考慮