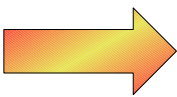


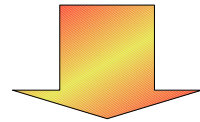
木材梁の横ねじれ座屈について

秋田大学
工藤 康広

はじめに

集成材  ^{発達}

- ・ スレンダー
- ・ 長スパン部材



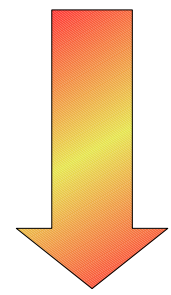
横ねじれ座屈が起こりやすい



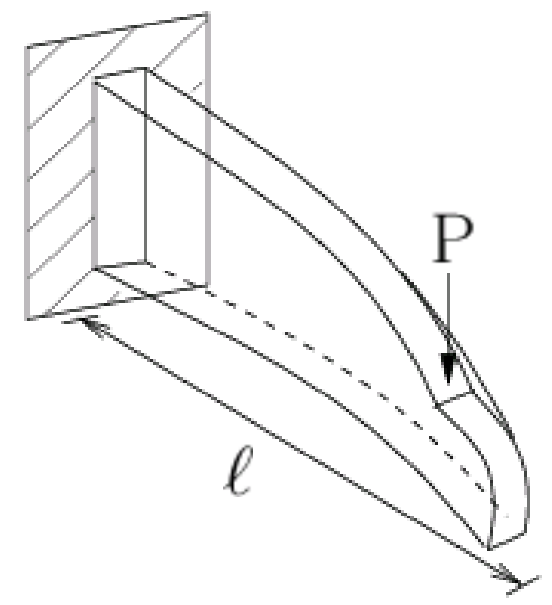
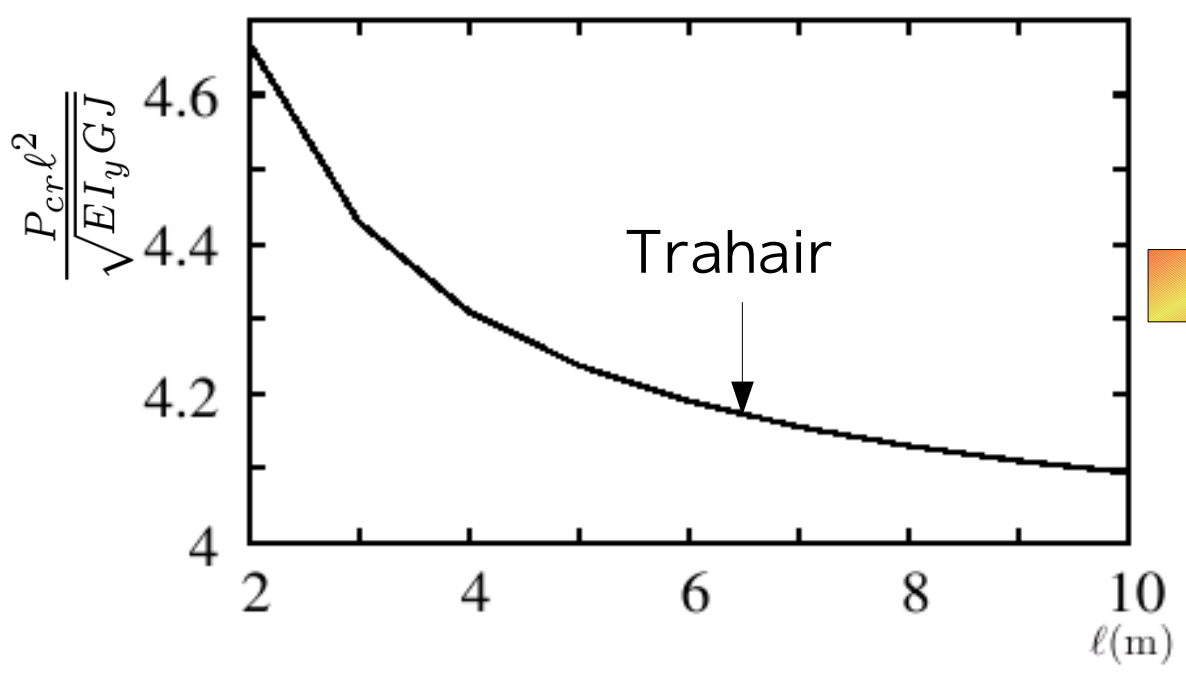
Trahairの座屈公式

面外曲げ剛性 ねじれ剛性

$$P_{cr} = \frac{\sqrt{EI_y GJ}}{l^2} \left(3.95 + 3.52 \sqrt{\frac{\pi^2 EI_w}{GJ l^2}} \right)$$



$\frac{P_{cr} l^2}{\sqrt{EI_y GJ}}$ と無次元化する



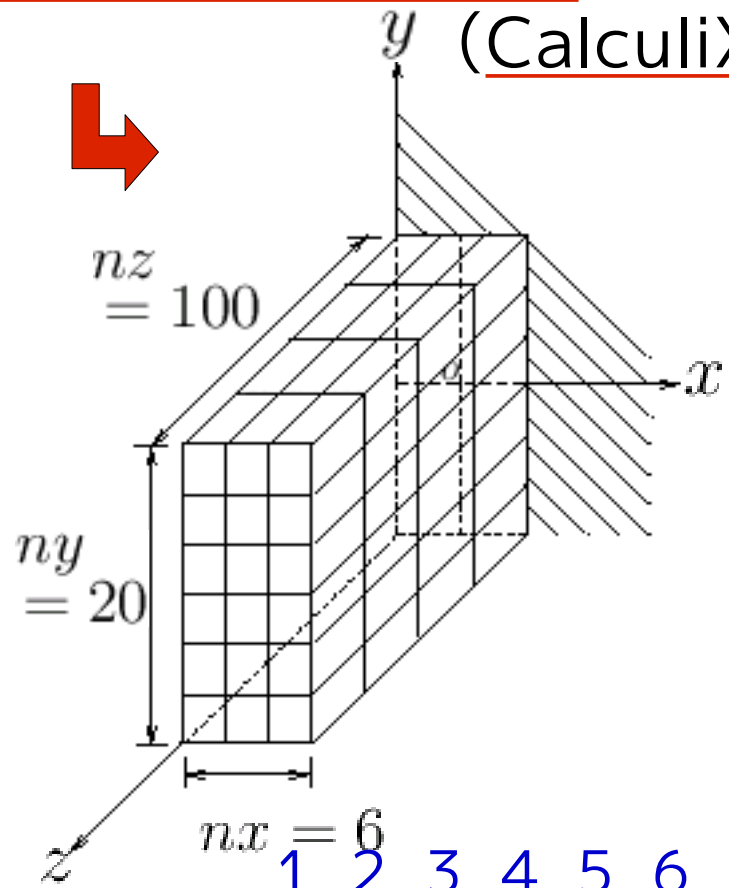
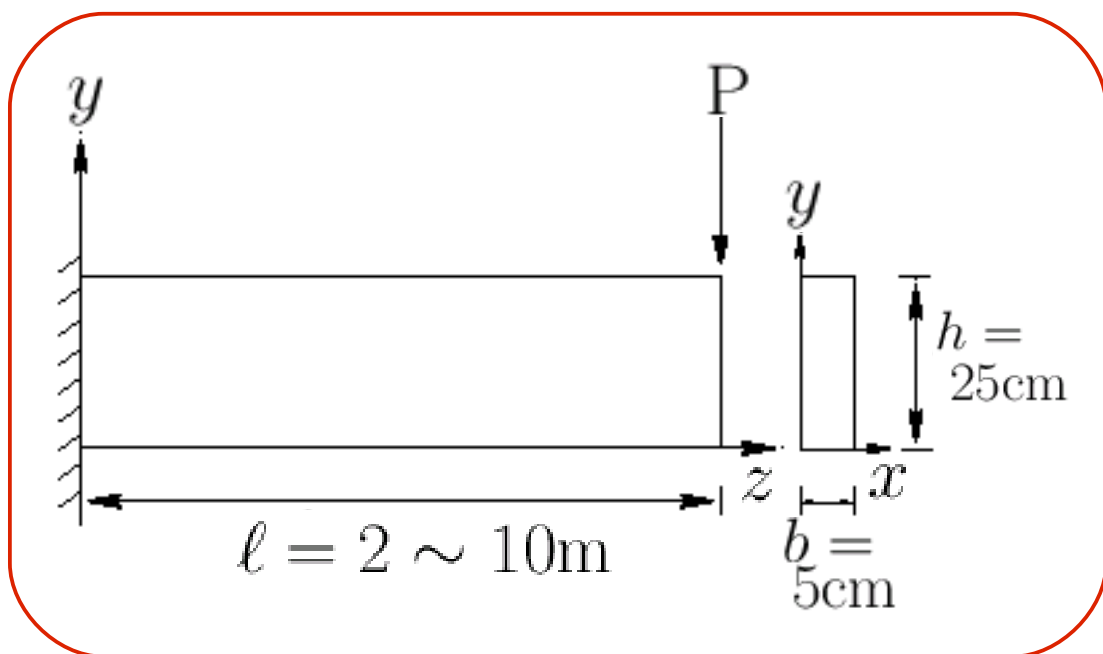
l (cm)	実験値	Trahair
30	3.1	4.2
50	3.7	4.1

大 小

l (cm)	実験値	Trahair
300	3.4	4.43
350	3.85	4.36
450	3.96	4.27

大 小

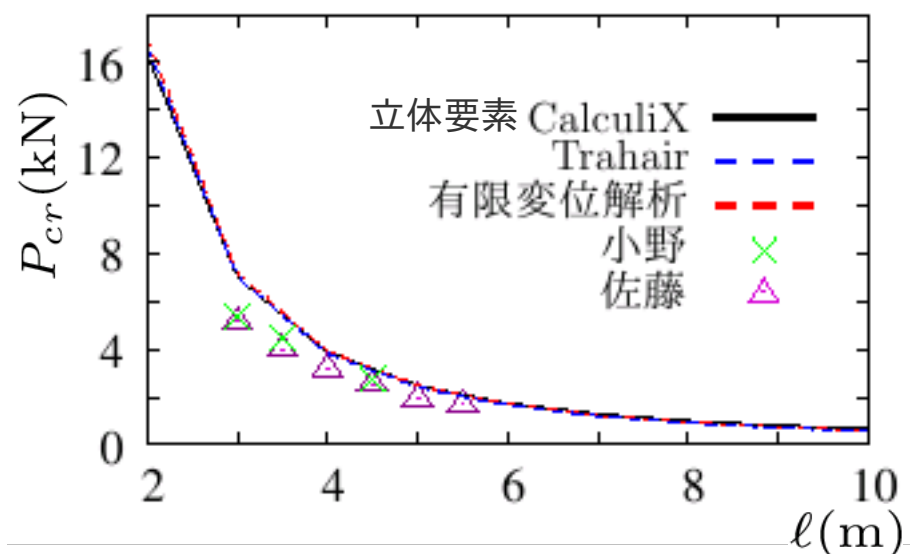
解析手法



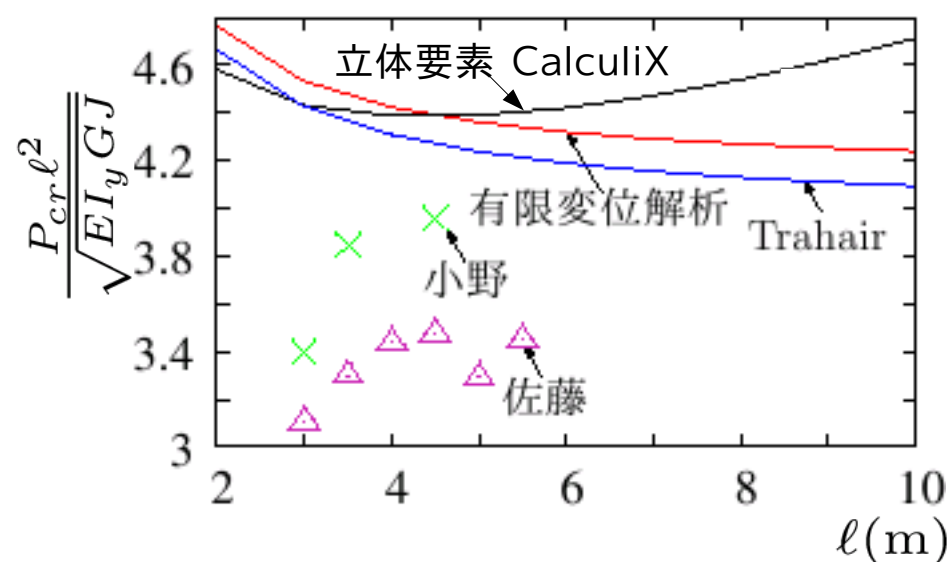
解析結果

集成材の横ねじれ座屈荷重と無次元化

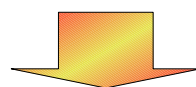
座屈荷重



無次元化



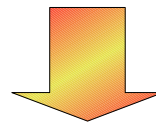
立体要素解析 ・ ・ 細長くなるほど無次元した値大
(CalculiX)



木材の異方性の影響か！？

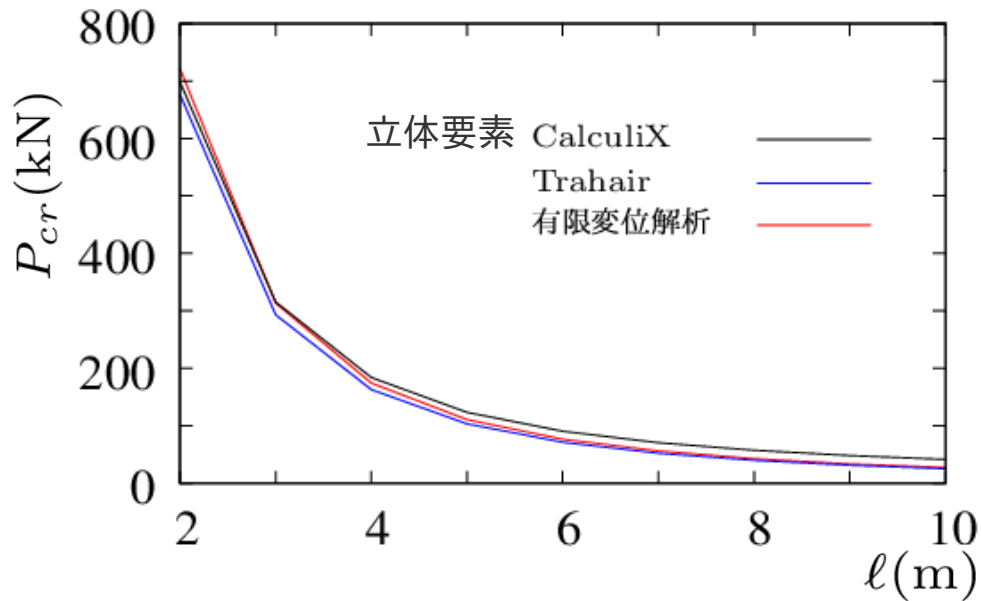
鋼材の横ねじれ座屈荷重の無次元化

等方性材料の鋼材ではどうなる？

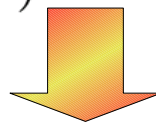
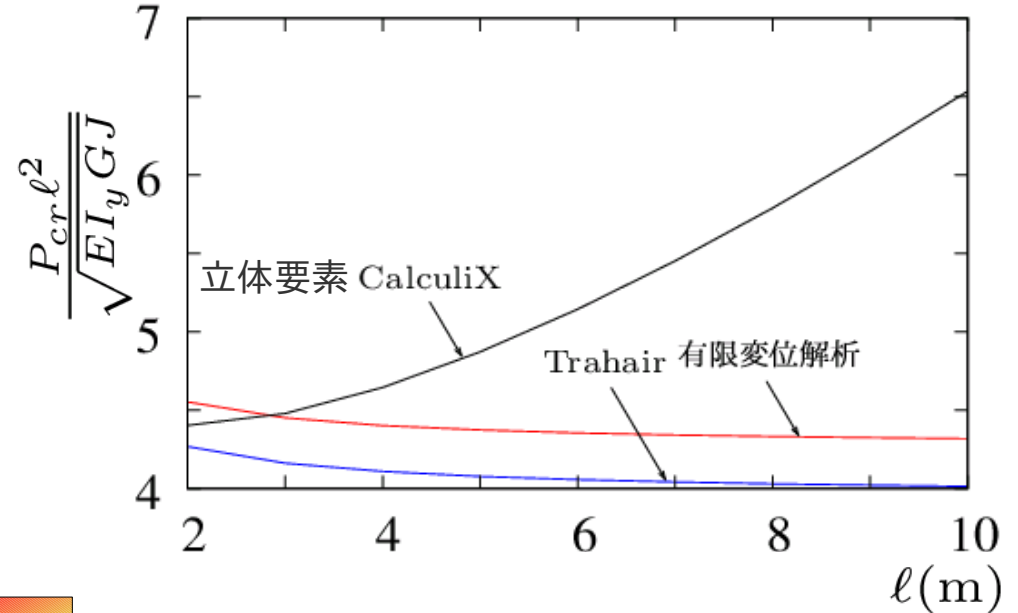


材料定数を鋼材に変えて解析

座屈荷重

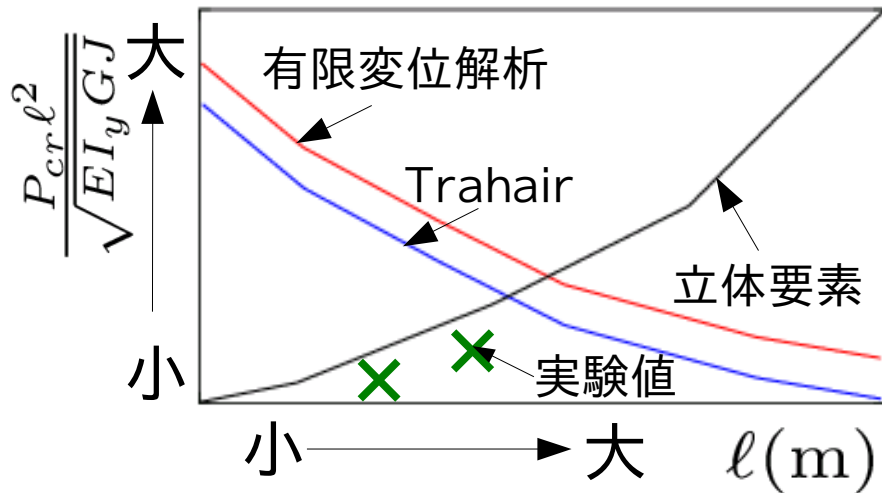


無次元化



鋼材でも同じような現象が見られる

まとめ



集成材、鋼材どちらも
無次元化した値は

立体要素解析 → 大

立体要素解析が違うと思われる要因
解析ツールの数値的な誤差の影響がある？

立体要素解析が正しいと思われる要因
実験値に似た挙動が見られる

結果

実験値をもとに検討することが必要

目次

1.はじめに

木材梁の横ねじれ座屈について
基礎工学研究室 工藤 康広

はじめに

集成材 \rightarrow 発達 \rightarrow ・スレンダー
・長スパン部材

横ねじれ座屈が起こりやすい



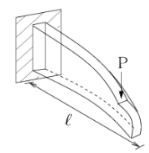
1 2 3 4 5 6 目次

2.Trahairと実験

Trahairの座屈公式
面外曲げ剛性 \rightarrow ねじれ剛性

$$P_{cr} = \frac{\sqrt{EI_y GJ}}{\ell^2} \left(3.95 + 3.52 \sqrt{\frac{\pi^2 EI_w}{GJ \ell^2}} \right)$$

\rightarrow $\frac{P_{cr} \ell^2}{\sqrt{EI_y GJ}}$ と無次元化する

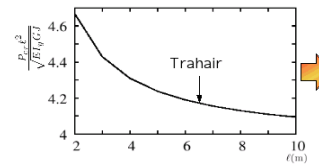


山本らの実験

ℓ (cm)	実験値	Trahair
30	3.1	4.2
50	3.7	4.1

小野らの実験

ℓ (cm)	実験値	Trahair
300	3.4	4.43
350	3.85	4.36
450	3.96	4.27



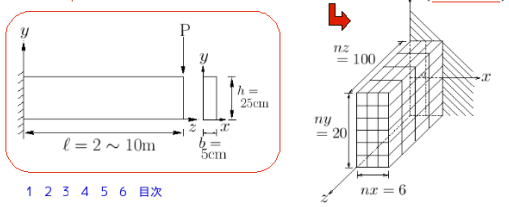
1 2 3 4 5 6 目次

3.解析手法

解析手法

小野らの実験 \rightarrow 比較 \rightarrow Trahairの座屈公式 (経験式)

FEM \rightarrow 梁要素の有限変位解析 (自前)
立体要素の線形座屈解析 (CalculiX)



1 2 3 4 5 6 目次

4.無次元化(集成材)

解析結果

集成材の横ねじれ座屈荷重と無次元化

座屈荷重 P_{cr} (kN) vs ℓ (m)

無次元化 $\frac{P_{cr} \ell^2}{\sqrt{EI_y GJ}}$ vs ℓ (m)

立体要素解析 \rightarrow 細長くなるほど無次元値大 (CalculiX)

木材の異方性の影響か!?

1 2 3 4 5 6 目次

5.無次元化(鋼材)

鋼材の横ねじれ座屈荷重の無次元化

等方性材料の鋼材ではどうなる?

材料定数を鋼材に変えて解析

座屈荷重 P_{cr} (kN) vs ℓ (m)

無次元化 $\frac{P_{cr} \ell^2}{\sqrt{EI_y GJ}}$ vs ℓ (m)

鋼材でも同じような現象が見られる

1 2 3 4 5 6 目次

6.さいごに

まとめ

有限変位解析 vs Trahair vs 立体要素解析

集成材、鋼材どちらも無次元化した値は 立体要素解析 \rightarrow 大

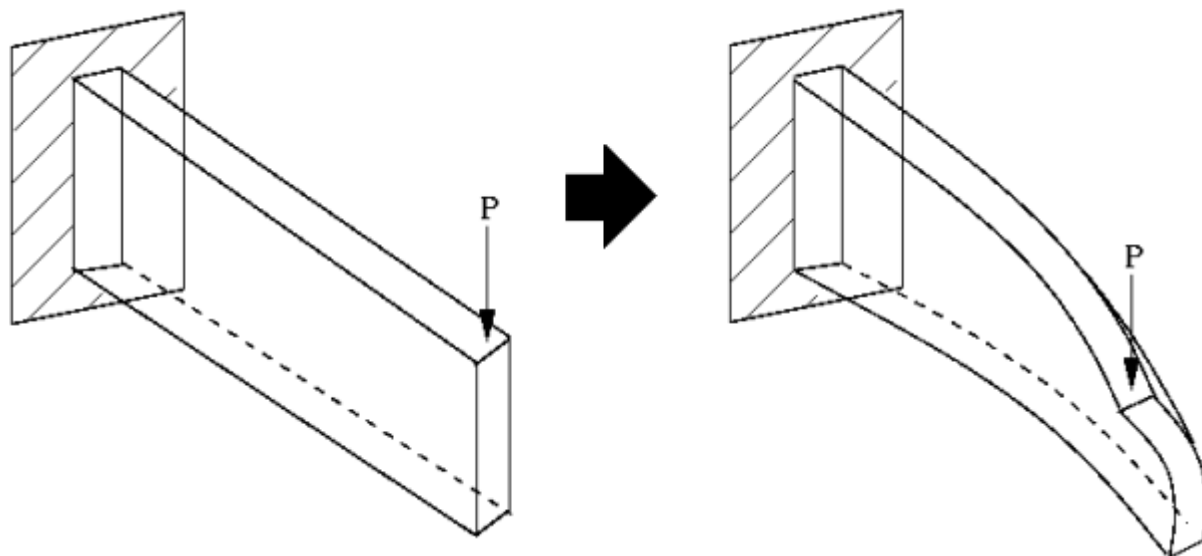
立体要素解析が違うと思われる要因
解析ツールの数値的な誤差の影響がある?

立体要素解析が正しいと思われる要因
実験値に似た挙動が見られた

結果 実験をして検討することが必要

1 2 3 4 5 6 目次

横ねじれ座屈



Trahairの座屈公式

$$P_{cr} = \frac{\sqrt{EI_y GJ}}{\ell^2} \left(3.95 + 3.52 \sqrt{\frac{\pi^2 EI_w}{GJ \ell^2}} \right)$$

そりねじり定数

ねじり定数

$$I_w \doteq \frac{(bt)^3}{3}$$

$$J \doteq \frac{bt^3}{3}$$

b : 幅
 t : 厚さ

集成材の材料定数

$$E_{zz}=10.78\text{GPa} , E_{xx}=E_{yy}=0.43\text{GPa}$$

$$G_{xy}=G_{xz}=G_{yz}=0.8\text{GPa}$$

$$\nu_{xy}=\nu_{yx}=\nu_{yz}=\nu_{zy}=0.016 , \nu_{zx}=\nu_{xz}=0.4$$

鋼材の材料定数

ヤング率 $E=210\text{GPa}$

せん断弾性係数 $G=80.77\text{GPa}$

ポアソン比 $\nu=0.3$