

剛体壁に取り付けられたトラス

Elastic Truss

R02/2023/05, Abaqus6.13-1, Analysis Level:★

提供されるデータ：ソルバーの入力ファイル

細長い棒状の部材のうち、軸方向の引張り（ないし圧縮）だけに強度を期待する構造をトラスと呼ぶ。この例題は、弾性トラス構造の最も簡単な問題である。トラスに加えられた外力の軸方向成分を用いて力の釣り合いを解き、FEM 解析と比較検証する。ちなみに細長い棒状の部材のうち、軸方向の圧縮の強度に注目した部材は柱、ねじりに注目した場合は軸、曲げに注目した場合ははり（ビーム）と称し、用語を使い分ける。これらについては後続の例題で説明される。

理論解 中原，実践材料力学，p.17 例題3 参照⁽¹⁾。

Fig.1 に示すような滑節（回転自由な結合）によって結合された2本の軟鋼の丸棒がある。結合点 B に横荷重を与えたとき、棒に発生する応力と B 点の変位を求める。諸元は以下の通りである。

長さ $l = 100$ [mm] 断面積 $A = 10$ [mm²] 荷重 $P = 10$ [kN]
 棒のヤング率 $E = 2.0 \times 10^5$ [MPa] 初期の傾斜角 $\theta = 30$ [°]

材料力学による解は以下の通りである。

1. 棒 AB, BC に作用する荷重は等しく Q とする。
 2本の棒を B 点で切断して考えると荷重 P は

$$P = 2Q \sin \theta, \quad \therefore Q = \frac{P}{2 \sin \theta} \quad \dots (1)$$

2. したがって、棒に生ずる応力と伸びは次式となる。

$$\sigma = \frac{Q}{A} = \frac{P}{2A \sin \theta} = \frac{10 \times 10^3}{2 \times 10 \times \sin 30^\circ} = 1000 \quad [\text{MPa}] \quad \dots (2)$$

$$\lambda = \frac{\sigma}{E} l = \frac{Pl}{2AE \sin \theta} \quad \dots (3)$$

3. 弾性限度内、かつ棒の伸びは微小という条件の下で λ と θ を近似的に

$$\lambda \doteq B'B'', \quad \theta \doteq \theta' \quad \dots (4)$$

と考えてよい。

4. そこで、B 点の変位を δ とすると

$$\delta \cdot \sin \theta = \lambda \quad \therefore \delta = \frac{Pl}{2AE \sin^2 \theta} = \frac{10 \times 10^3 \times 100}{2 \times 10 \times 2 \times 10^5 \times \sin^2 30^\circ} = 1.00 \quad [\text{mm}] \quad \dots (5)$$

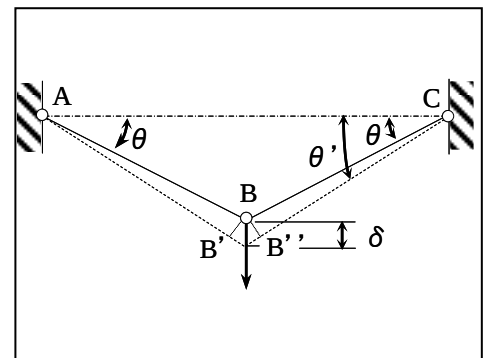


Fig.1 剛体壁に取り付けられたトラス

解析条件

Fig.2 に解析モデルを示す.

- 要素：二次元トラス要素 T2D2
- 材料定数：ヤング率 $E = 2.0 \times 10^5$ [MPa]
ポアソン比 $\nu = 0.3$
- 荷重：集中荷重 $P = 10$ [kN]

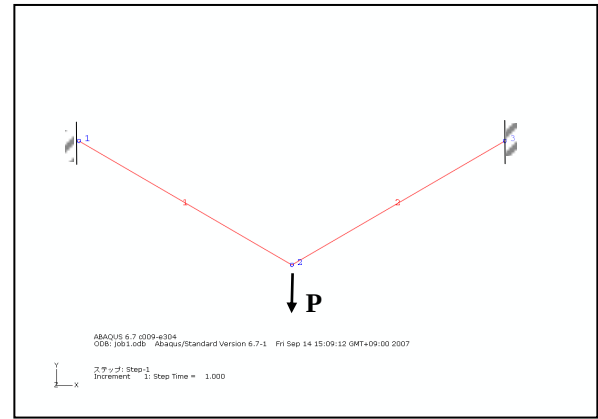


Fig.2 解析モデル

解析結果

Fig.3, 4 に Abaqus による解析結果を示す. また得られた結果をまとめて Table.1 に示す. 理論解に一致する解析結果が得られた.

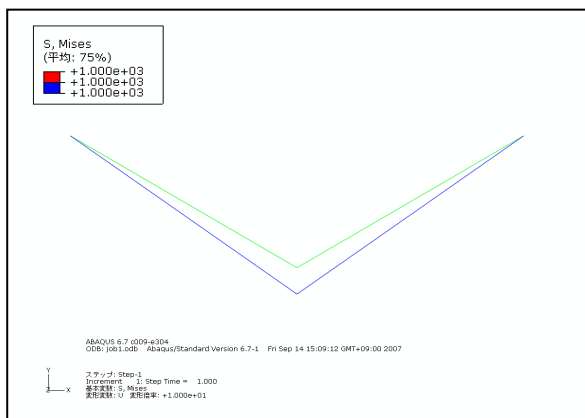


Fig.3 応力 σ

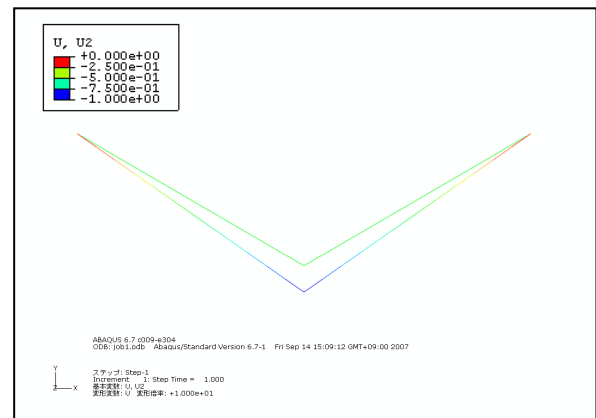


Fig.4 変位 δ

Table.1 理論解と解析結果の比較

	理論解	FEM解
棒の応力 [MPa]	1000	1000
B点の変位 [mm]	1.00	1.00

参考文献

- (1) 中原, 実践材料力学, 養賢堂, 2002.

※ Abaqus は Dassault Systemes Simulia Corp.殿の製品です.

株式会社 メカニカルデザイン

〒182-0024 東京都調布市布田 1-40-2 アクシス調布 2 階

TEL 042-482-1539 FAX 042-482-5106

E-mail : comm@mech-da.co.jp <https://www.mech-da.co.jp>

Mechanical Design & Analysis Corporation