

引張荷重を受ける弾性丸棒の直径変化

Effect of Poissons' Ratio for Elastic Bar

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

単純な垂直応力が弾性棒に与えられるとき、棒に発生する縦ひずみと横ひずみの比は弾性範囲内では一定である。この比をポアソン比と呼び、金属材料では0.3、樹脂材料では0.4、ゴムなどの体積変化のない（非圧縮な）材料では0.5程度の値を持つ。ここでは、引張荷重を受ける丸棒を対象とし、軸方向のひずみと半径方向のひずみの比がポアソン比に一致することを確認した。

理論解 中原，実践材料力学，p.6，例題2 参照⁽¹⁾。

Fig.1 に示すような軟鋼棒に引張荷重が作用するとき、直径の変化を求める。諸元は以下の通りである。

直径 $d = 50$ [mm] 棒のヤング率 $E = 2.1 \times 10^5$ [MPa] ポアソン比 $\nu = 0.3$ 引張荷重 $P = 300$ [kN]

材料力学による解は以下の通りである。

1. 棒の横断面積 A

$$A = \frac{\pi}{4} d^2 = \frac{\pi \times 50^2}{4} = 1963 [\text{mm}^2] \quad \dots (1)$$

2. 引張応力 σ

$$\sigma = \frac{P}{A} = \frac{300 \times 10^3}{1963} = 153 [\text{MPa}] \quad \dots (2)$$

3. 棒に生ずる 縦ひずみ ε

$$\sigma = E\varepsilon \quad \varepsilon = \frac{\sigma}{E} = \frac{153}{2.1 \times 10^5} = 7.28 \times 10^{-4} \quad \dots (3)$$

4. 横ひずみ ε'

$$\nu = -\frac{\varepsilon'}{\varepsilon} \quad \varepsilon' = -\nu\varepsilon = -0.3 \times 7.28 \times 10^{-4} = -2.18 \times 10^{-4} \quad \dots (4)$$

5. 横ひずみによって直径 d は d' に変化する。

$$\frac{d' - d}{d} = \varepsilon' \quad \therefore d' - d = \varepsilon' d = -2.18 \times 10^{-4} \times 50 = -1.09 \times 10^{-2} [\text{mm}] \quad \dots (5)$$

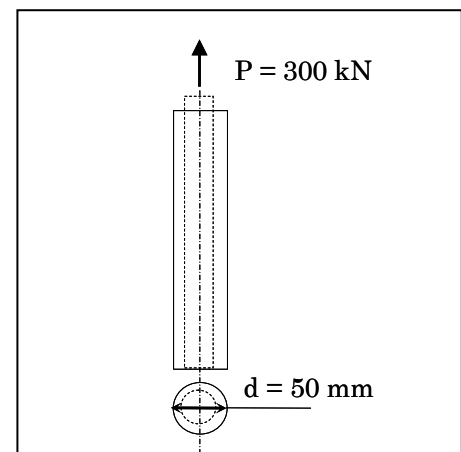


Fig.1 引張荷重を受ける丸棒

解析条件

- 要素 : 軸対称ソリッド要素 CAX4I
- 材料定数 : ヤング率 $E = 2.1 \times 10^5$ [MPa] ポアソン比 $\nu = 0.3$

解析結果

Fig.2 に解析モデル, Fig.3～Fig.5 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. FEM の結果は, 理論解と良い一致を示す.

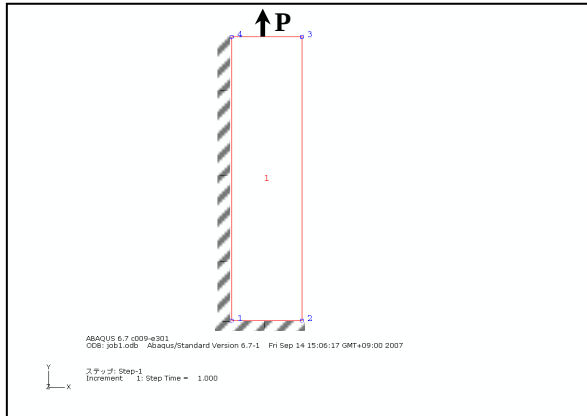


Fig.2 解析モデル

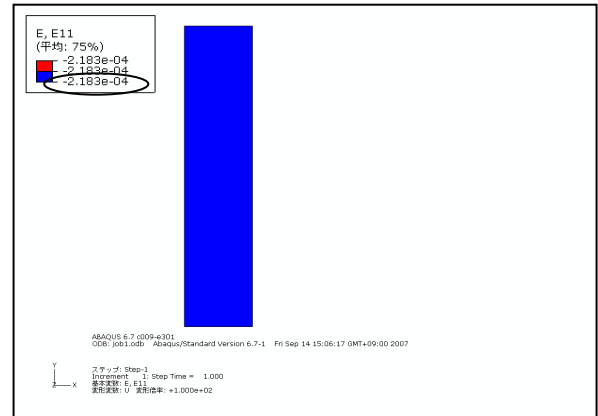


Fig.5 横ひずみ ϵ'

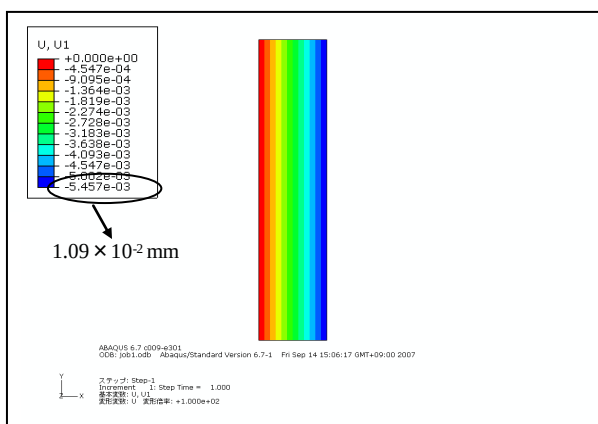


Fig.3 軸方向変位

Table.1

		理論解	FEM解
軸方向変位	[mm]	1.09×10^{-2}	1.09×10^{-2}
縦ひずみ ϵ	[-]	7.28×10^{-4}	7.28×10^{-4}
横ひずみ ϵ'	[-]	-2.18×10^{-4}	-2.18×10^{-4}

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.

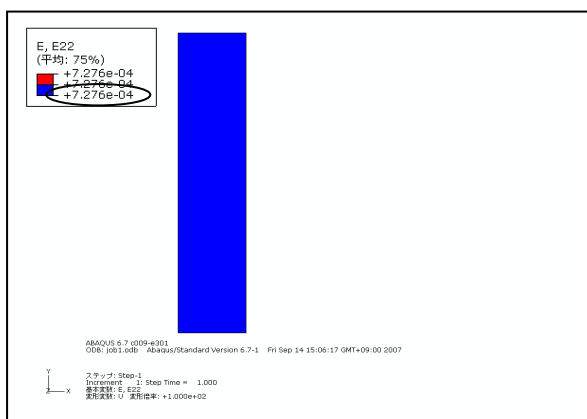


Fig.4 縦ひずみ ϵ

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