

円孔を有する平板 (その1 平面応力)

Stress concentration (case-1 Plane stress)

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

構造の一部に切り欠きや孔がある部分、あるいは断面積が急変するような部分を構造不連続部と呼ぶ。構造不連続部では局所的に剛性が小さくなるような効果があるため応力が集中する傾向がある。このような挙動を応力集中と称する。ここでは、応力集中の代表的な例題として円孔を有する平板を取り上げ FEM 解と理論解を比較する。

理論解 中原, 実践材料力学, p.167-173 参照⁽¹⁾。

Fig.1 に示すような中央に円孔を持つ板が引張り力を受けるとき、円孔へり応力及び最小断面の応力を求める。諸元は以下の通りである。

板の幅 $2b = 2.0$ [mm] 板厚 $h = 0.1$ [mm]
 円孔の半径 $2a = 0.4$ [mm] 引張力 $p = 1.0$ [MPa]

材料力学による解は以下の通りである。

1. 応力集中係数を求める。

$$\alpha = 2 + \left(\frac{b-a}{b} \right)^3 = 2 + \left(\frac{1.0-0.2}{1.0} \right)^3 = 2.51 \quad \dots (1)$$

2. BB 断面の平均応力を求める。

$$\sigma_0 = \frac{P}{2(b-a)h} = \frac{1}{2 \times (1.0-0.2) \times 0.1} = 1.25 \text{ [MPa]} \quad \dots (2)$$

解析条件

Fig.2 に解析モデルを示す。

■ 要素：CASE-1 平面応力要素 CPS4 (1 次要素)

CASE-2 平面応力要素 CPS8 (2 次要素)

■ 材料定数：ヤング率 $E = 2.1 \times 10^5$ [MPa]

ポアソン比 $\nu = 0.3$

■ 荷重： $p = 1.0$ [MPa]

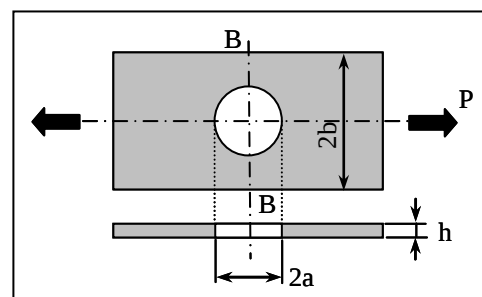


Fig.1 円孔を有する平板

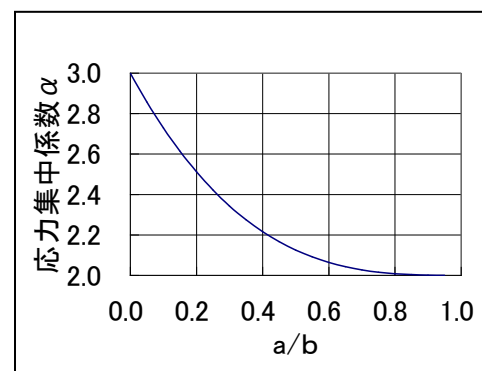


Fig.2 応力集中係数

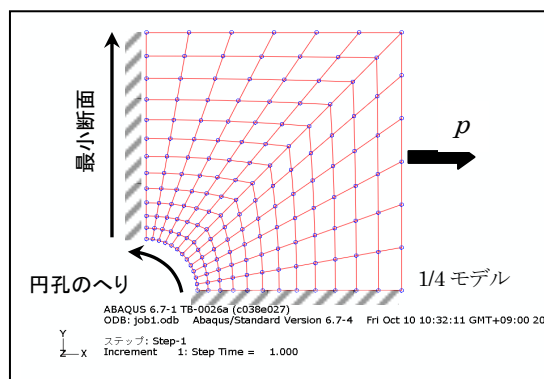


Fig.3 解析モデル CASE-1 1 次要素

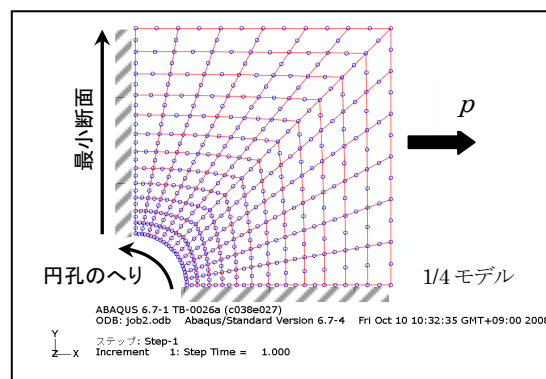


Fig.4 解析モデル CASE-2 2 次要素

解析結果

Fig.5～8 に Abaqus の解析結果を示す。理論解と一致する解が得られた。

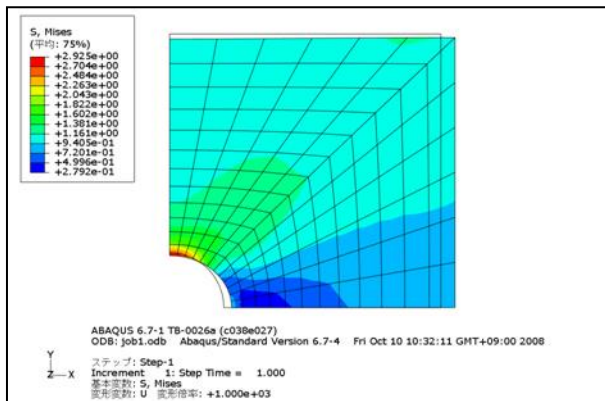


Fig.5 ミゼス応力分布
CASE-1 1次要素

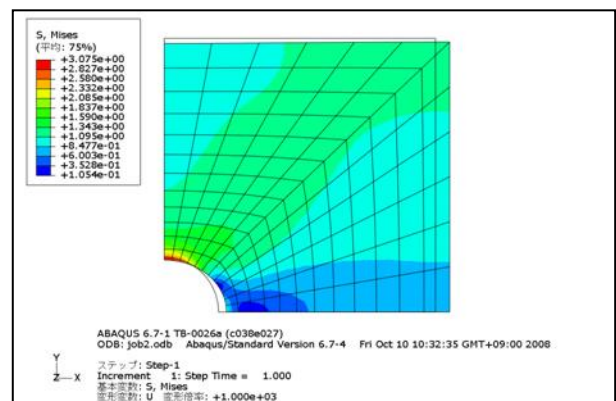


Fig.6 ミゼス応力分布
CASE-2 2次要素

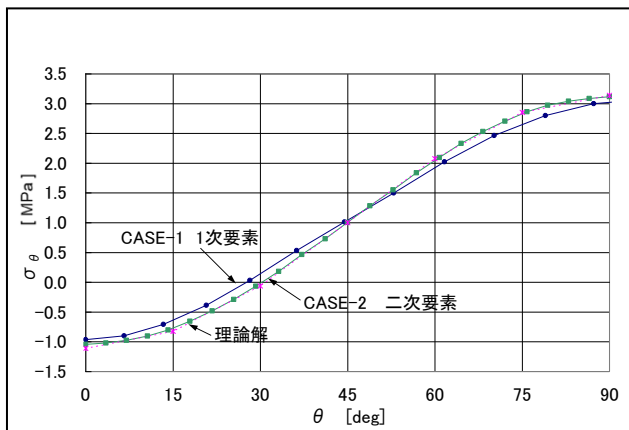


Fig.7 円孔へり応力

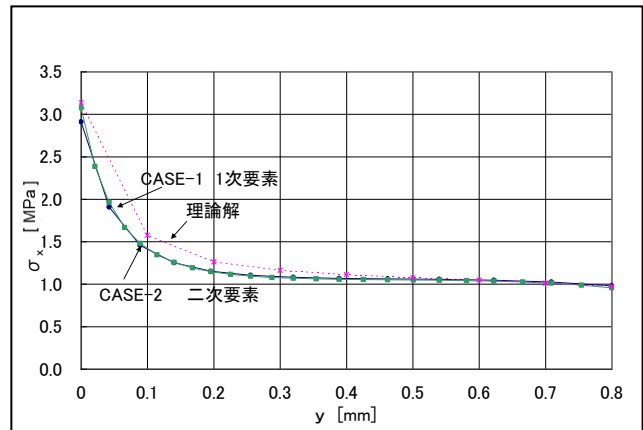


Fig.8 最小断面の応力

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>