

高速引張下における丸棒のカップコーン破壊シミュレーション

広島大学 正会員 ○岡澤重信
 広島大学 高浦弘志
 広島大学 正会員 藤久保昌彦

1. はじめに

高速引張下における丸棒の終局的なモードはカップコーン型になることが知られており、この特殊な破壊モードが材料の機械的性質に大きな影響を及ぼす。このような終局的な破壊モードを有限要素解析でシミュレートするのは極めて困難である。なぜなら通常の固体解析のための有限要素法では、計算メッシュが物体の変形に追従するLagrangian型解法が用いられるからである。それに対して、筆者らは空間に計算メッシュを固定したEulerian型解法による有限要素固体解析手法およびその適用に関する研究を行ってきた¹⁻³⁾。本研究ではそのEulerian型の有限要素法を丸棒の高速引張解析に適用した例を紹介する。

2. Eulerian 有限要素法

上記で述べたように、Eulerian型の有限要素法においては計算メッシュが空間に固定され、その計算メッシュを超えて物体が移動する。計算メッシュが歪むことがないので、大変形を扱う際にも有限要素の健全性が保障される。さらに特別な操作なしに自由境界面の生成が容易であることから、材料の破断が絡むような現象のシミュレーションを容易に実施することができる²⁾。最近では、1種類の材料だけでなく複数の材料を統一的なEulerian型の有限要素解析コードで解く方法も提案されている³⁾。

3. 丸棒高速引張解析

Eulerian型の解析コードを用いて、丸棒の高速引張解析を行った。Fig.1は解析モデルである。材料のサイズは直径30mm、高さ120mmとし空隙を含む解析空間全体を、8節点6面体要素で $16 \times 16 \times 64$ 分割した。そして、上下端部に10m/sの引張速度を与えた。

材料パラメーターは鋼を想定し、弾性係数218GPa、降伏応力0.2GPa、ポアソン比0.28、硬化係数2.18GPa、密度7800kg/m³とした。材料モデルとしては、Johnson-Cookモデル⁴⁾を採用して、破断条件の有無による違いを検討した。

Fig.2, Fig.3は解析結果である。ここでコンタ

ーは相当塑性ひずみ分布を示している。Fig.2の破断条件無しの解析結果では、拡散くびれが時間と共に成長するのが確認できる。またFig.3の破断条件を考慮した場合には、拡散くびれが破断条件なしの場合と同様に発生するものの、その後は丸棒中心部から破断が起こり、最終的にカップコーン型で部材が完全に分離する。

4. おわりに

Eulerian有限要素法を丸棒の高速引張解析に適用した。丸棒の高速引張状態においては局所化の激しい大変形が発生するが、Eulerian型の有限要素法を用いることでその局所化変形が再現できている。さらに破断条件を導入することによって、局所化後に丸棒がカップコーン型でちぎれる現象もシミュレート可能である。今後は定量的整合性のある破断条件の導入などが課題となる。

謝辞：本研究は文部科学省科学研究費補助金（若手研究B：15760605）の援助を受けた。

参考文献

- 1) 開田隆弘, 高浦弘志, 岡澤重信, 藤久保昌彦：オイラー型解法による大変形ボクセル解析, 応用力学論文集, 土木学会, Vol. 7, pp. 461-468, 2004.
- 2) 岡澤重信, David J. Benson：オイラー型解法による高速切削加工シミュレーション, 日本機械学会論文集 (A 編), 70 巻 691 号, pp. 420-425, 2004.
- 3) David J. Benson and Shigenobu Okazawa：Contact in a Multi-material Eulerian Finite Element Formulation, Comput. Methods in App. Mecha. Engng., Vol. 193, pp. 4277-4295, 2004.
- 4) Johnson, G.R., Cook, W.H.: Fracture Characteristics of Three Metals Subjected to Various Strain, Engng. Fracture Mech., 21, pp. 31-48, 1985.

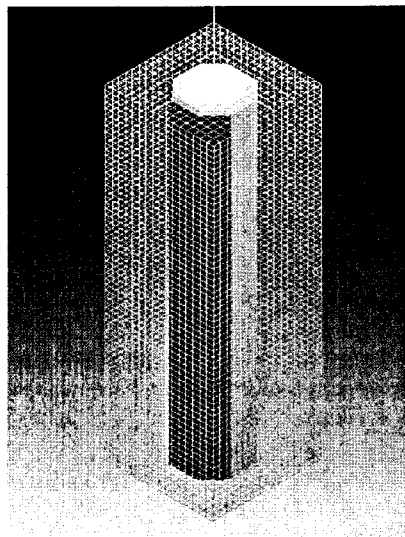
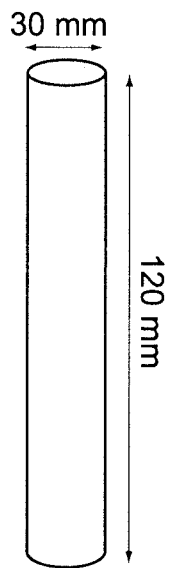


Fig. 1 Circular bar model

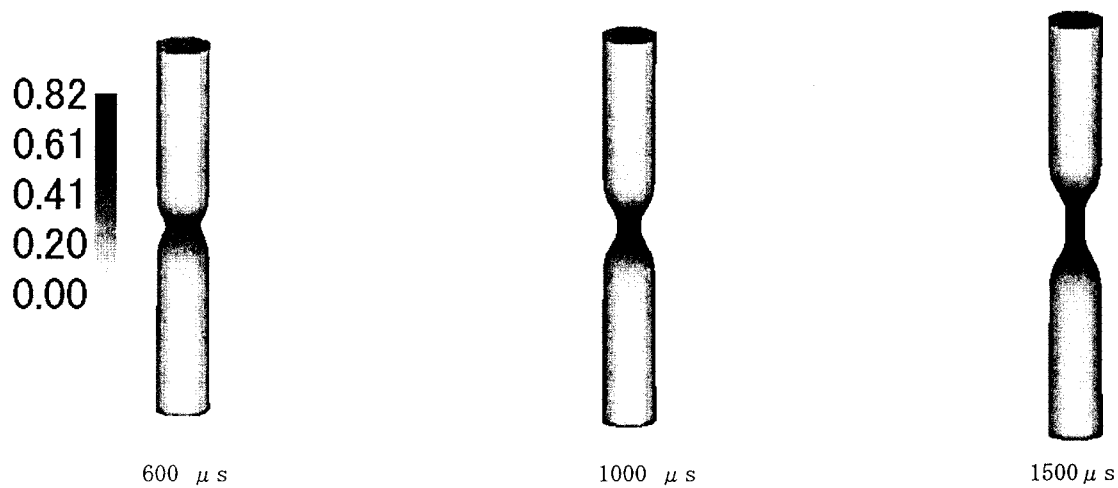


Fig. 2 Computational results without failure

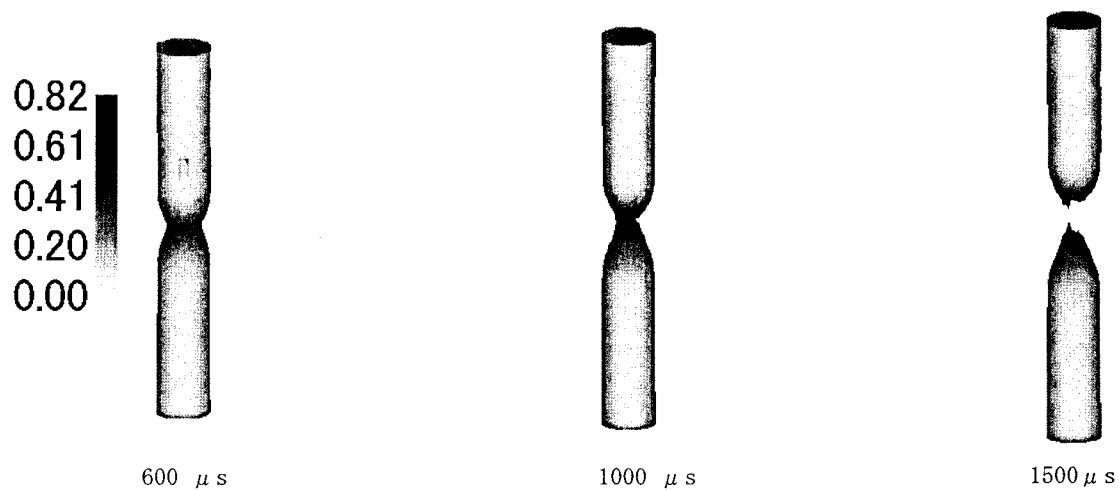


Fig. 3 Computational results with failure