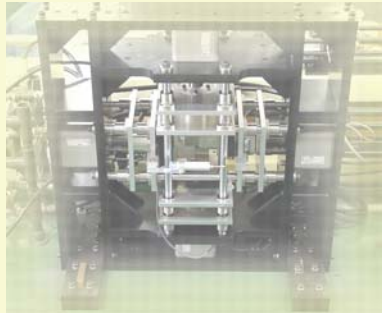


3. 塑性加工解析における摩擦の考え方

解析支援ネットOKAYAMA 第2回セミナー 16 April 2007

塑性加工解析における摩擦の考え方



弾塑性工学分野

岡山大学大学院自然科学研究科

清水 一郎

塑性加工における摩擦問題

各種工業用材料

工具／被加工材界面
における
トライボロジ的条件

塑性加工

加工性(加工力)
最終表面精度
不均一流れ

課題 表面仕上げと摩擦低減の両立

特徴

- 接触圧力が高い (真実接触面積20~80%)

摩擦増大
温度上昇



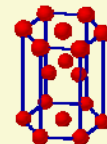
工具摩耗, 焼付き
潤滑剤粘度低下

- 被加工材が塑性変形

微視的構造変化
すべり状態変化



表面あれ
潤滑機構の変化



塑性加工における摩擦問題

岡山大学大学院自然科学研究科 清水 一郎

3. 塑性加工解析における摩擦の考え方

摩擦則

1. クーロン(Coulomb)摩擦則

- 摩擦応力は、面に作用する接触圧力に比例する

$$\tau = \mu p$$

τ : 摩擦応力 (MPa)
 μ : 摩擦係数 [=const.]
 p : 接触圧力 (MPa)

市販のFEM

2. せん断(Shear)摩擦則

- 摩擦応力は、材料のせん断応力（せん断抵抗）に比例する

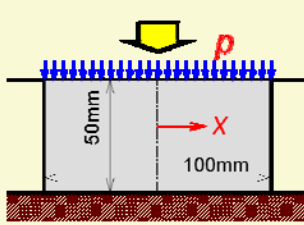
$$\tau = m\tau_Y$$

m : 摩擦せん断係数 ($0 < m < 1$)
 τ_Y : せん断応力 (MPa)

摩擦則

摩擦の影響 - 1 -

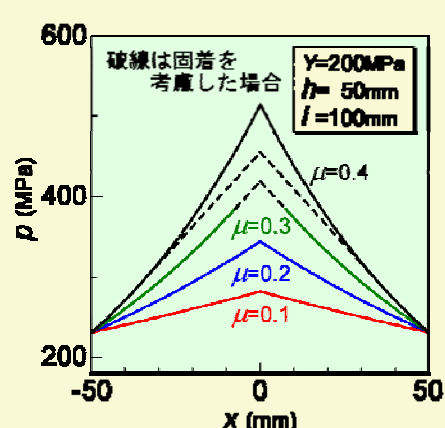
平面ひずみ圧縮の初等解析 (スラブ法)



- クーロン摩擦則 (μ)
- ミーゼス降伏条件 ($Y=200\text{MPa}$)
- 剛完全塑性体

$$p = \frac{2Y}{\sqrt{3}} \exp\left\{\frac{2\mu}{h}\left(\frac{l}{2} - x\right)\right\}$$

摩擦丘



破線は固着を考慮した場合

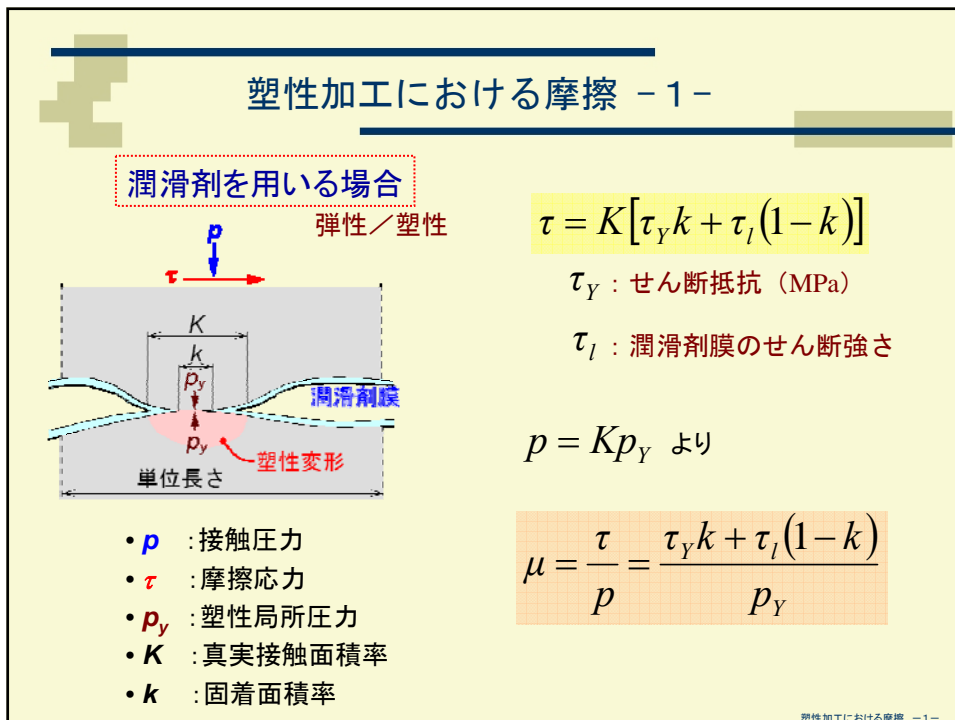
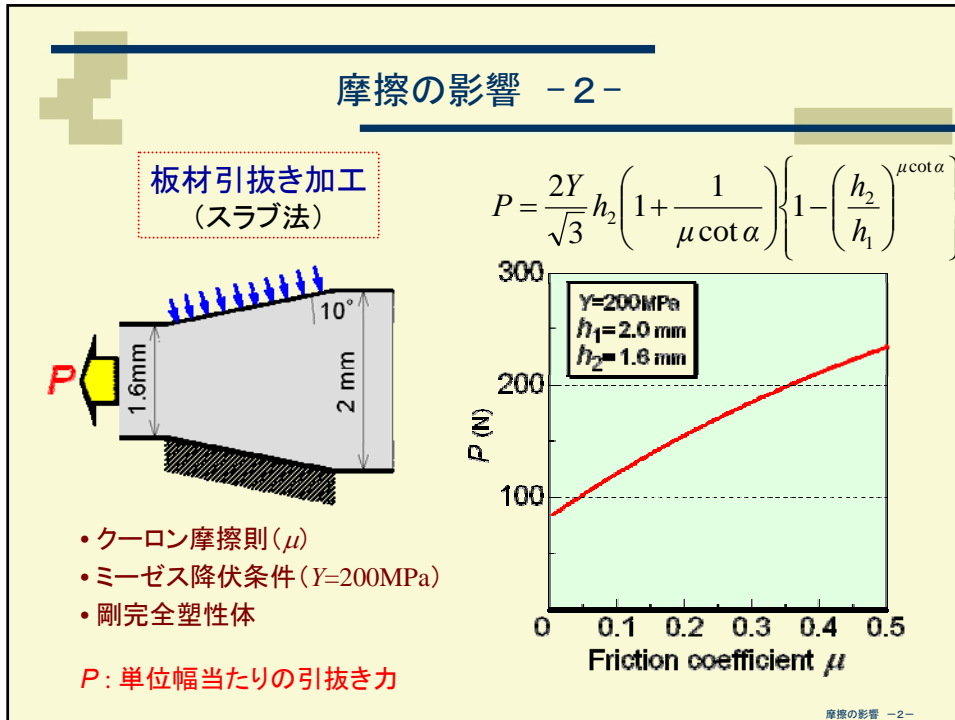
$Y=200\text{MPa}$
 $h=50\text{mm}$
 $l=100\text{mm}$

摩擦の影響 - 1 -

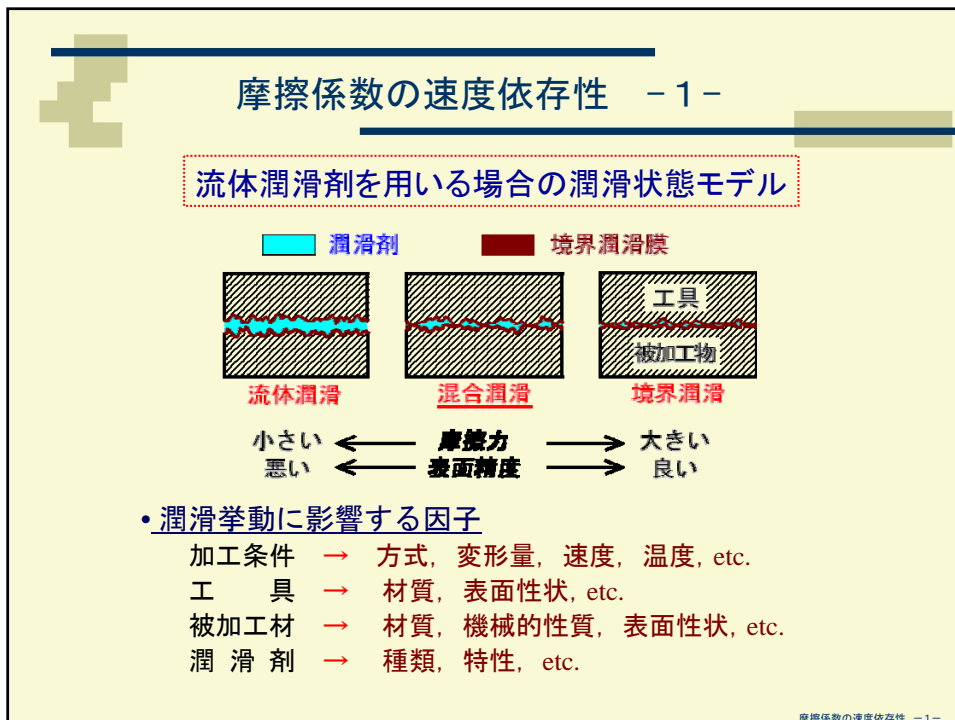
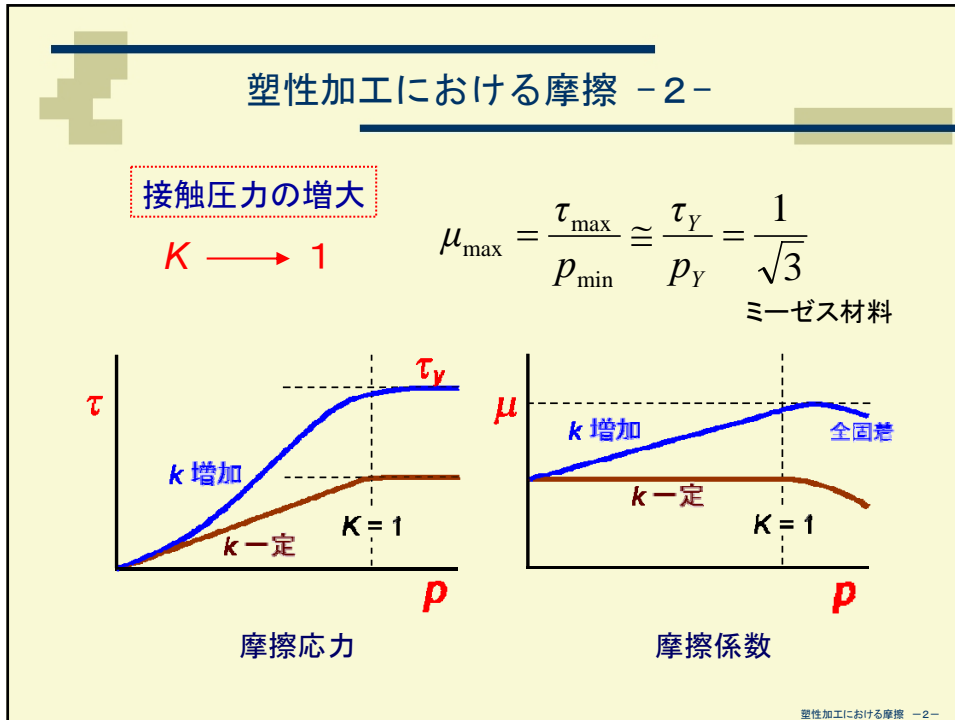
岡山大学大学院自然科学研究科 清水 一郎

- 21 -

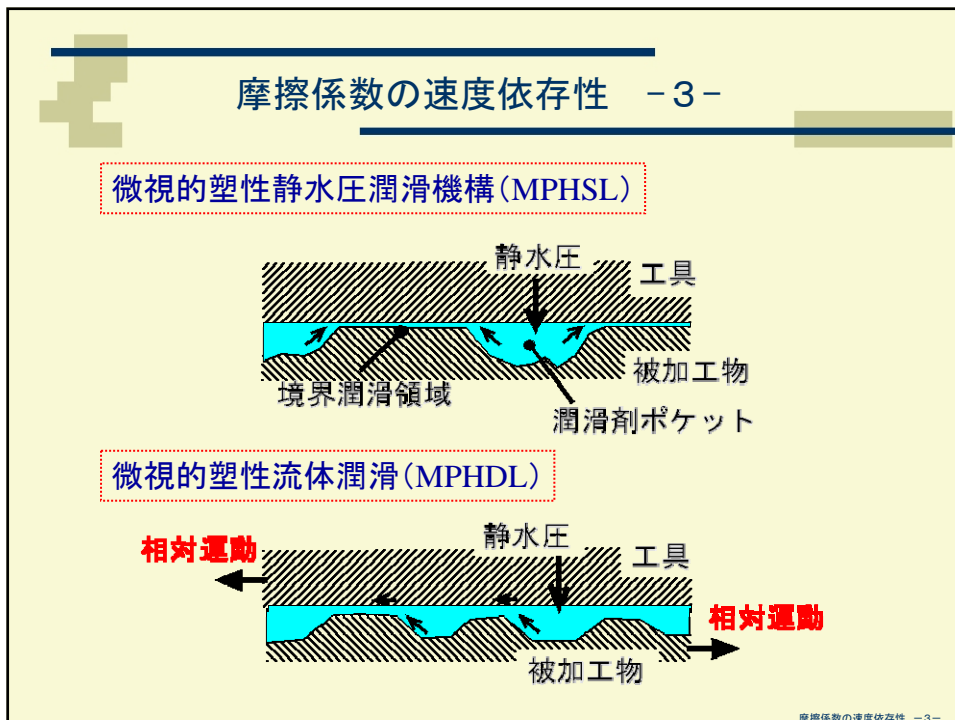
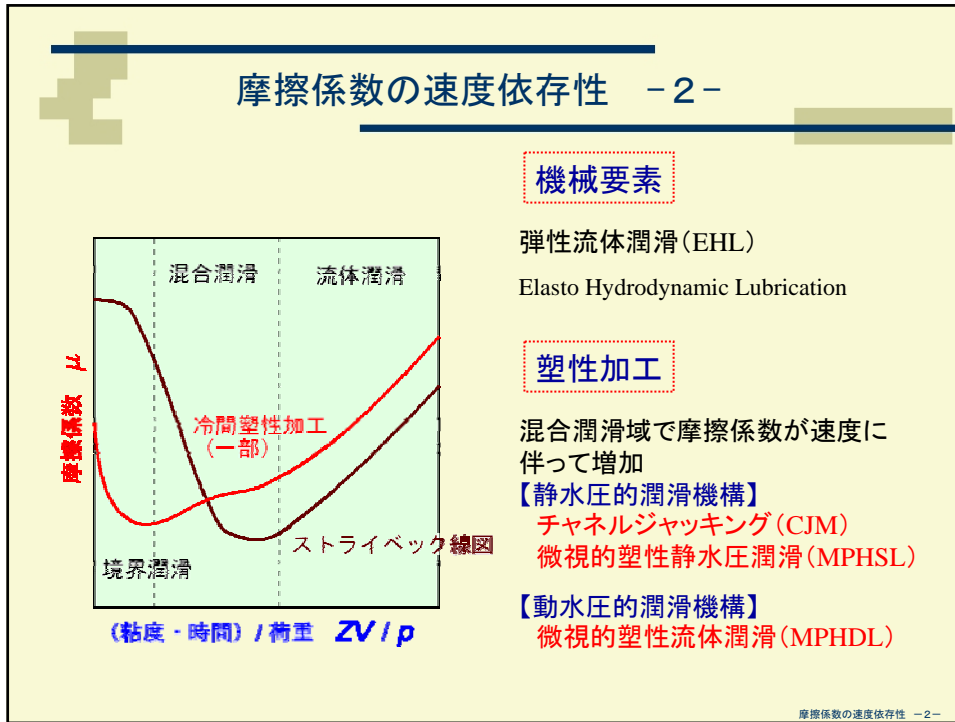
3. 塑性加工解析における摩擦の考え方



3. 塑性加工解析における摩擦の考え方



3. 塑性加工解析における摩擦の考え方



3. 塑性加工解析における摩擦の考え方

摩擦の重要性

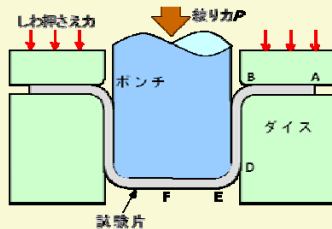
摩擦

→ 潤滑剤やコーティングによる低減

- ・ 増加すると... 加工力増大, 焼付き発生, 工具摩耗促進, 加工精度低下, 表面品質低下, 不均一流れ促進

摩擦が必要な場合

(例) 深絞り加工



容器底部の摩擦を増大させ, 板厚減少を抑制するとともに, 被加工材の滑りを防止し, 深絞り性を向上させる.



摩擦の重要性

まとめ

- 塑性加工解析において, 摩擦の考慮は不可欠である. 摩擦は加工状態に大きな影響を及ぼす.
- 市販の有限要素解析ソフトでは, 一般にクーロン摩擦則とせん断摩擦則の2つが組み込まれている. しかしながら, 塑性加工における実際の摩擦状態は, これら2つの摩擦則では正確に表現できない.
- 工具/被加工材のトライボロジ状態は加工様式や条件に伴って変化する. 加工状態に応じて適切な摩擦則を選択する必要がある.
- 一般に摩擦低減が望まれる一方で, 摩擦が重要な役割を担う加工法も存在する. 塑性加工では, 摩擦制御が加工成否を左右する重要な要素のひとつである.

まとめ