

刃物の切断性能向上のための研磨手法の最適化

東京大学 生産技術研究所 機械・生体系部門 土屋研究室

目的

刃物の切れ味向上に適した研磨条件を提案すること

- (1) 研磨条件と刃先形状の関係を明らかにする
- (2) 刃先形状と切れ味の関係を明らかにする

研究方針

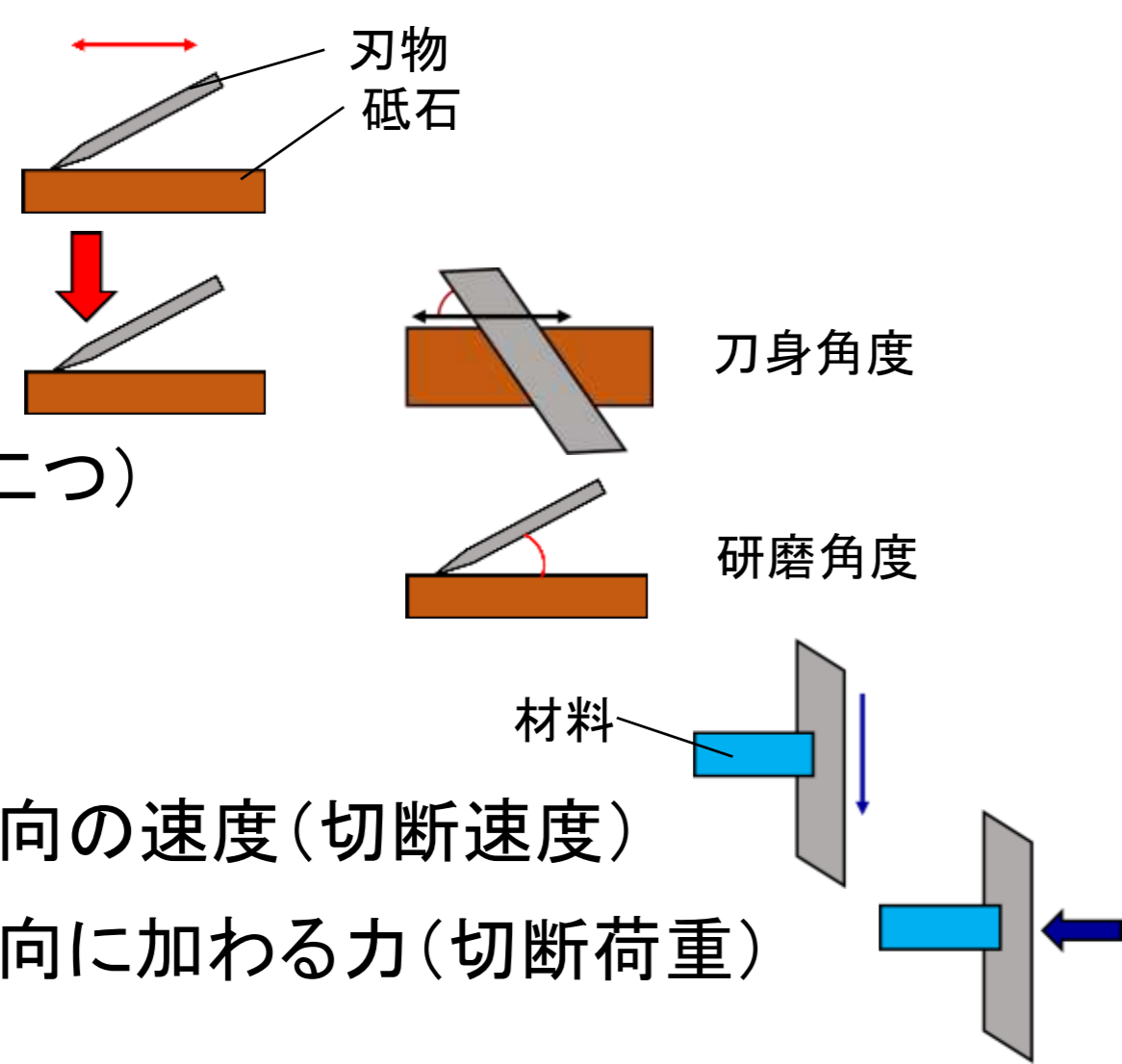
切れ味に影響を与える可能性のある条件

研磨

1. 研磨距離(回数)
2. 刃に加える力
3. 砥石と刃の角度(二つ)
4. 砥石の粒度

切断

5. 刃に対して水平方向の速度(切断速度)
6. 刃に対して垂直方向に加わる力(切断荷重)



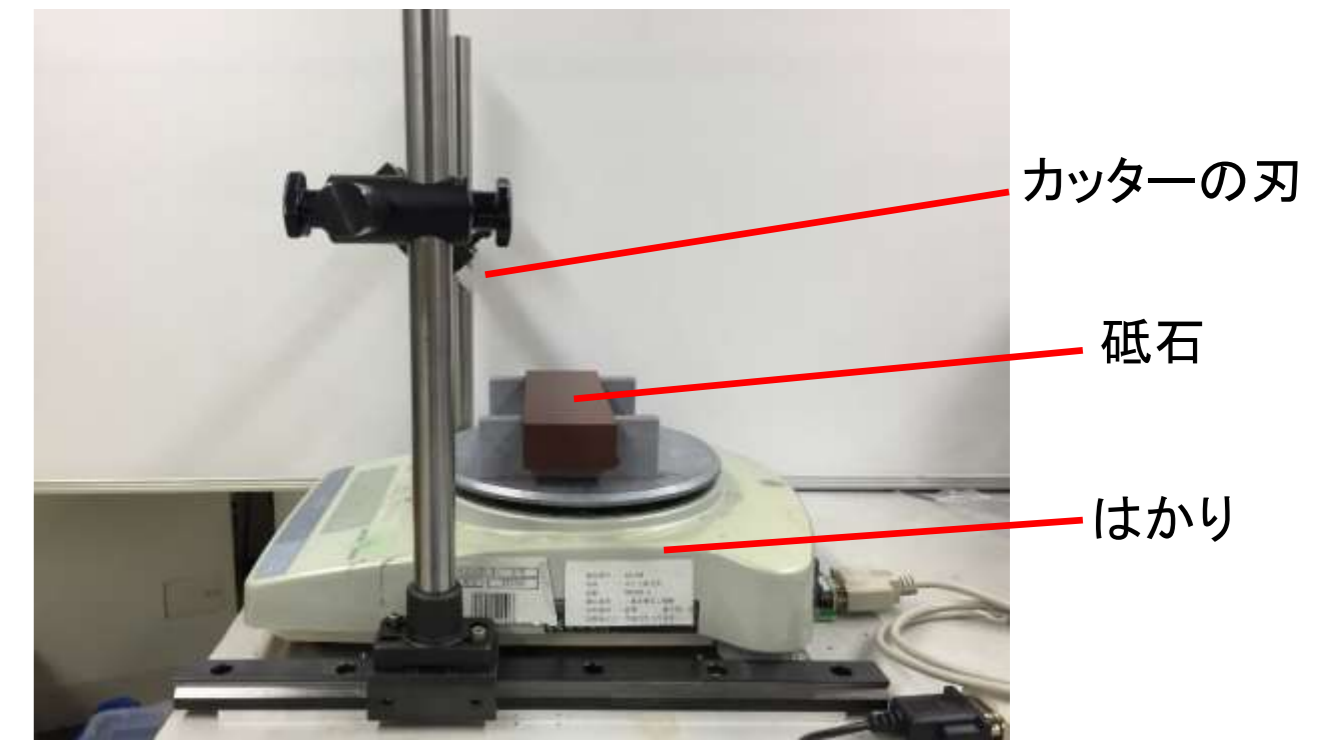
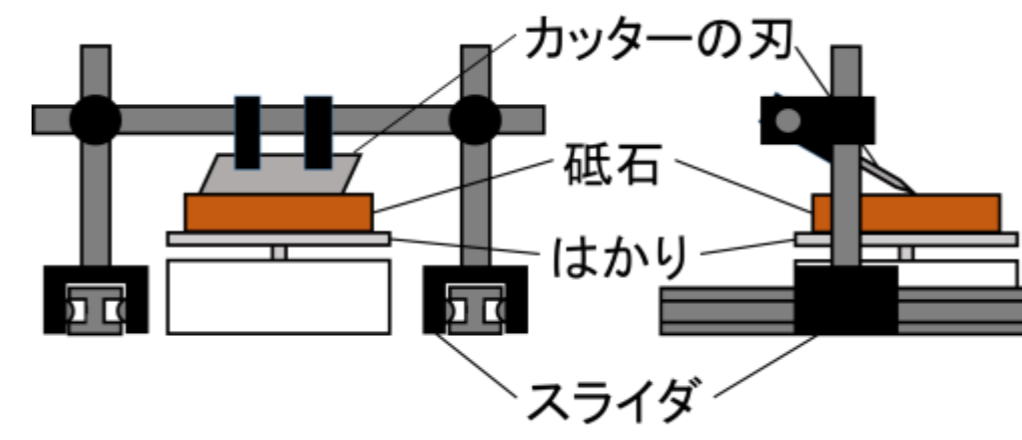
研磨装置

刃物: オルファ LB10K
(材質: 合金工具鋼、刃厚: 0.5mm)
砥石: アルミナ系砥粒ビトリファイドボンド

研磨手順

30 mmのストロークで刃を往復運動させて片面のみ研磨

その後反対の面を#1200 研磨角度45°, 刃身角度20°で復路のみ一回研磨



切断実験装置

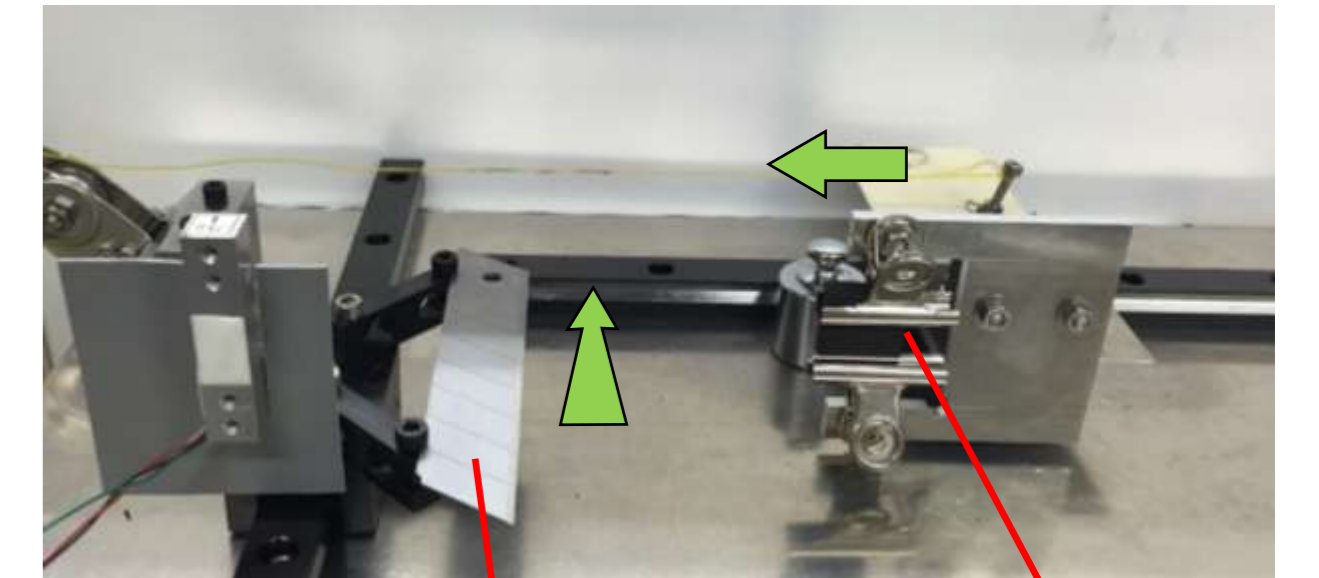
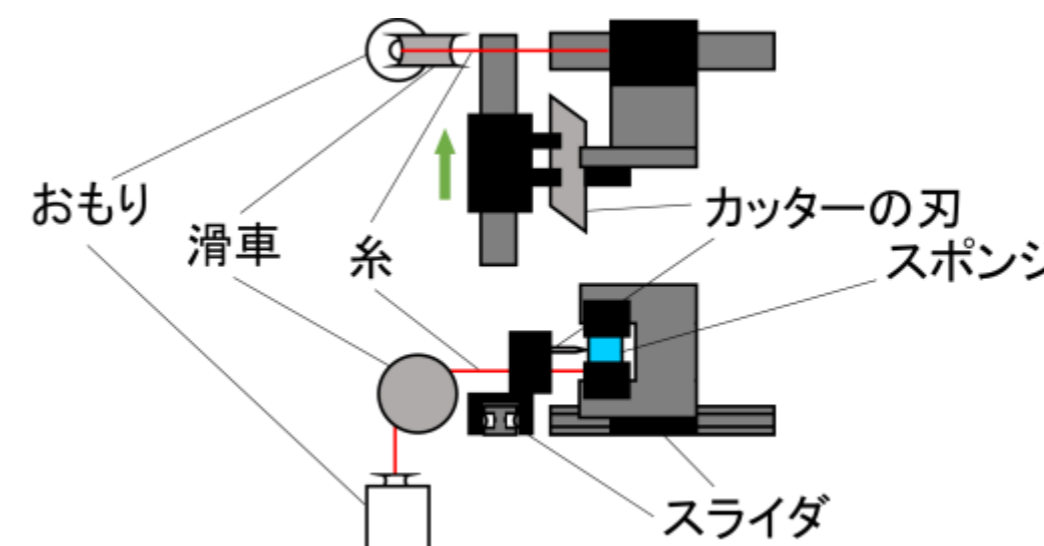
要求機能

材料に一定の荷重をかけたまま切断できること

試料: NRスポンジ

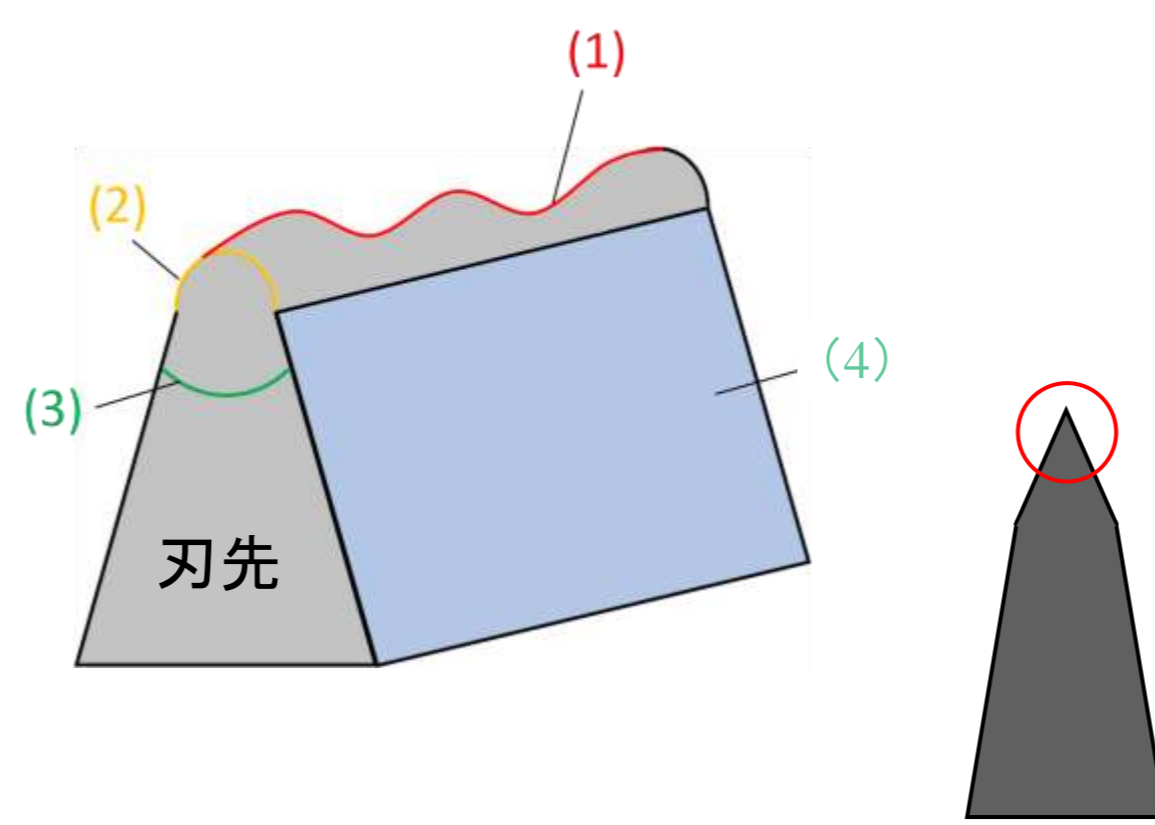
切断方法

一定の荷重を加えた状態で刃を一定距離移動させる
⇒ 試料の切断深さ[mm]を切れ味と定義する



切れ味に影響を及ぼす可能性のある刃先形状の要素

- (1) 側面から見た時の刃先の輪郭曲線
- (2) 断面で見た時の刃先の輪郭曲線
- (3) 刃先の角度
- (4) 刃先側面の表面形状(表面粗さなど)



研磨回数の予備実験結果より(4)が切れ味に及ぼす影響は小さい

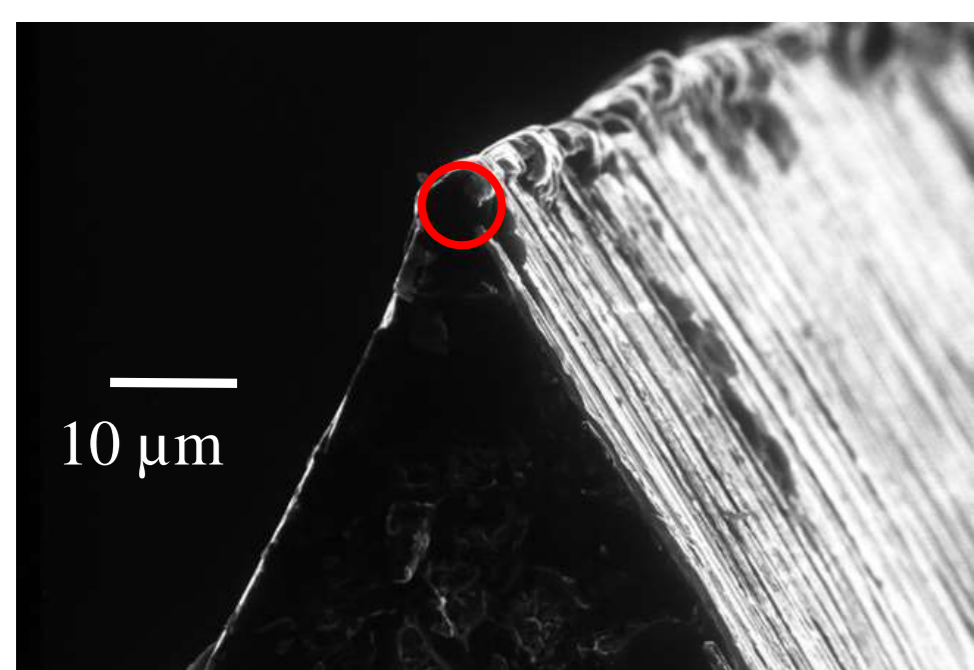
実際の刃は二段刃になっており、本研究では研磨する範囲が狭いので(3)の影響は小さいと考えられる

(1), (2)が切れ味に影響を与える主要要素であると仮定

断面で見た時の刃先の輪郭曲線

刃先の断面における切れ味の支配要因は、刃の先端

刃先の輪郭曲線を円と近似し曲率半径で表現



側面から見た時の刃先の輪郭曲線

材料を切断する際に刃先の全ての部分が有効に機能するわけではない

$$(1) \frac{dy}{dx} \Big|_{x=h} \leq 0$$

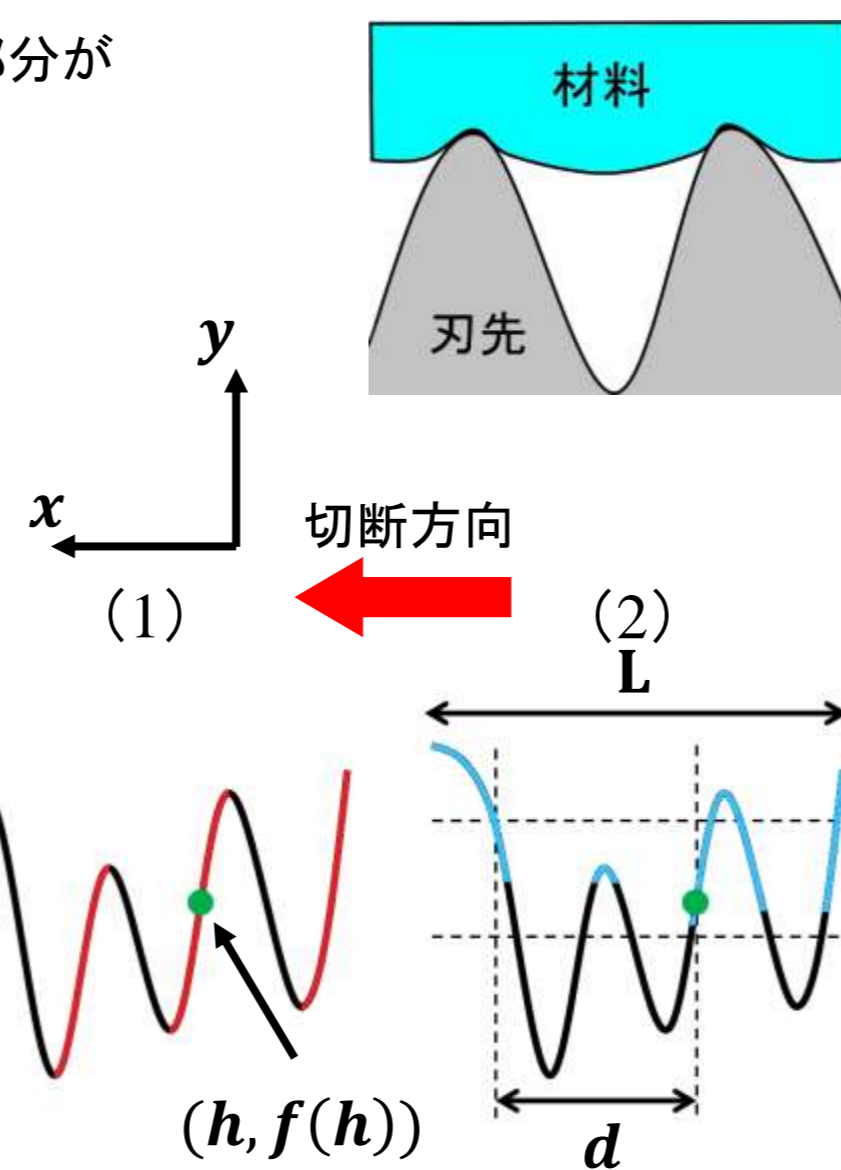
$$(2) y \geq \max_{h \leq x \leq h+d} f(x) - a$$

L_e を(1), (2)を満たす区間の長さとして定義する

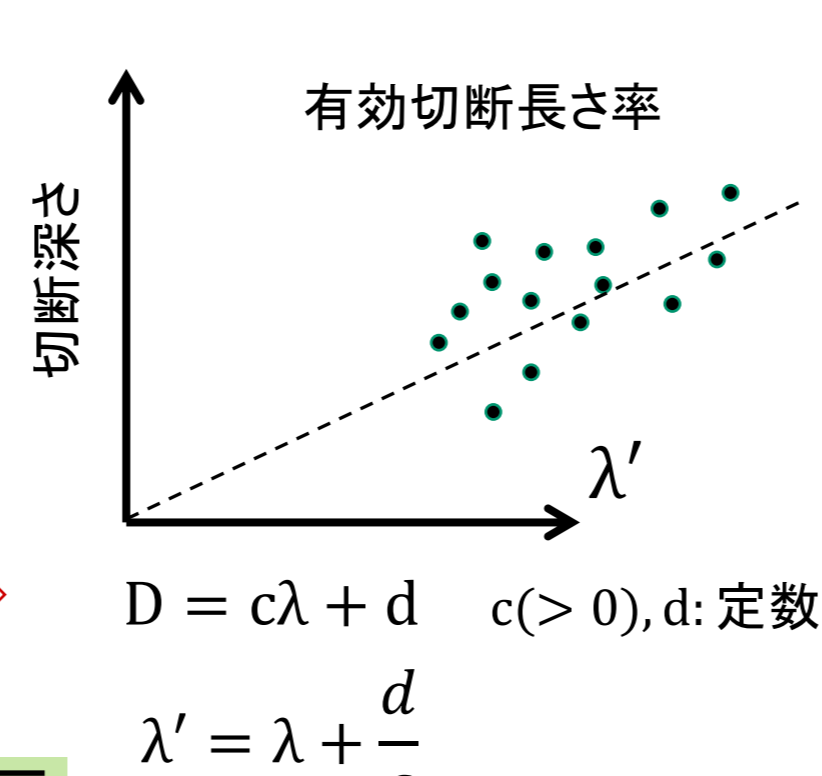
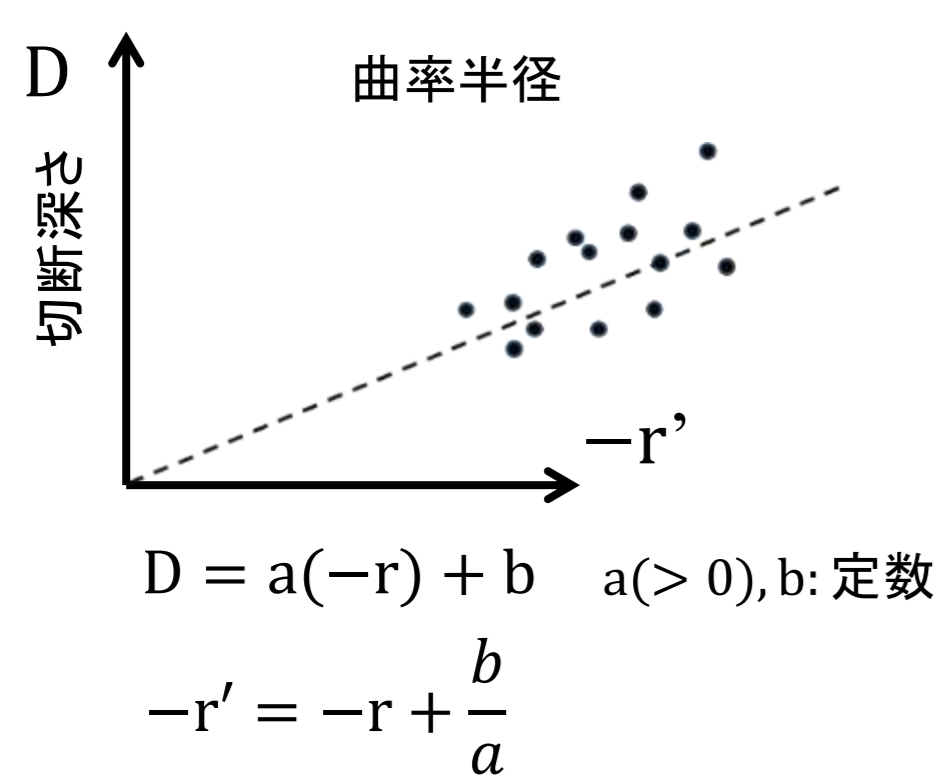
有効切断長さ率

$$\lambda = \frac{L_e}{L}$$

本研究では $(a, d) = (0.5, 20), (6, 160)$ [μm]



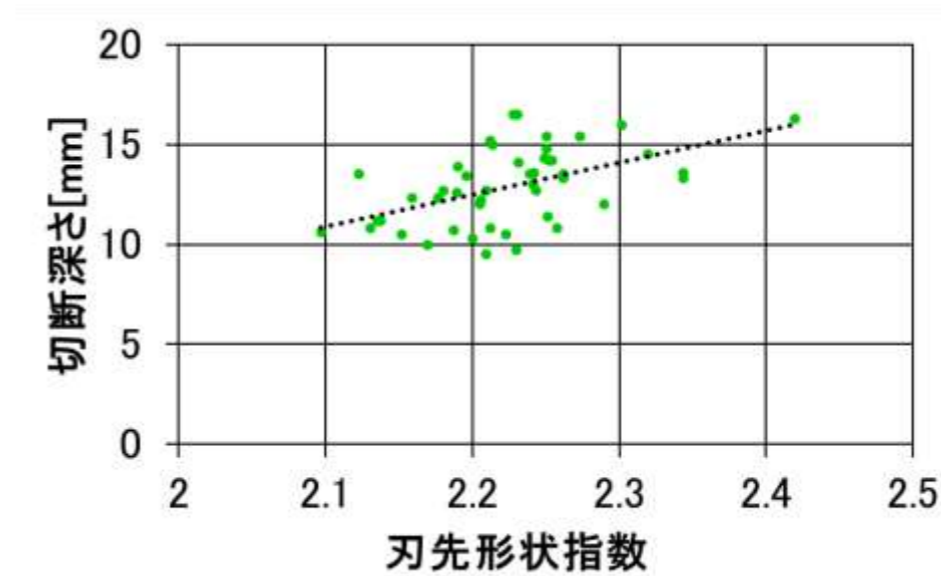
指標の合成



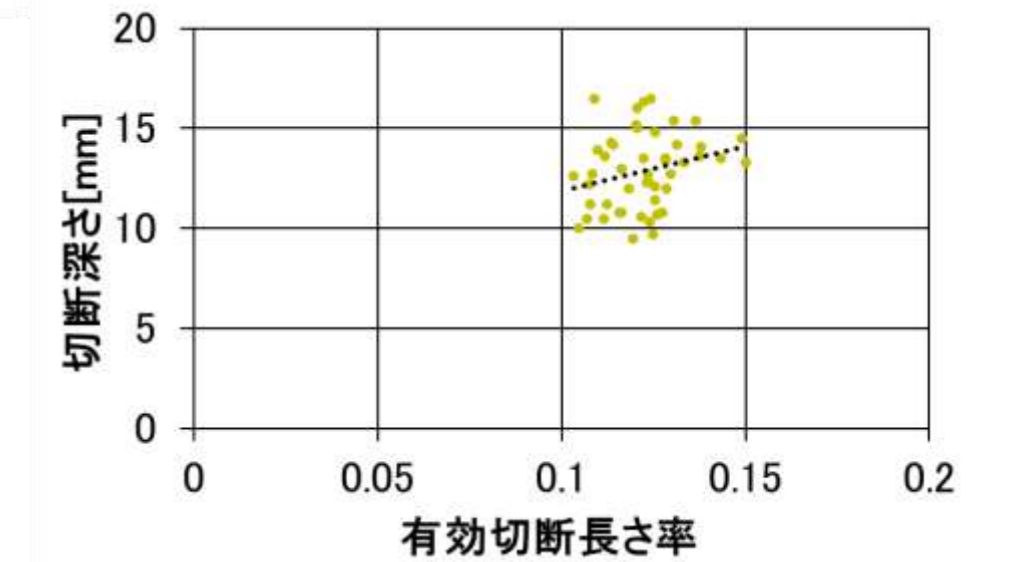
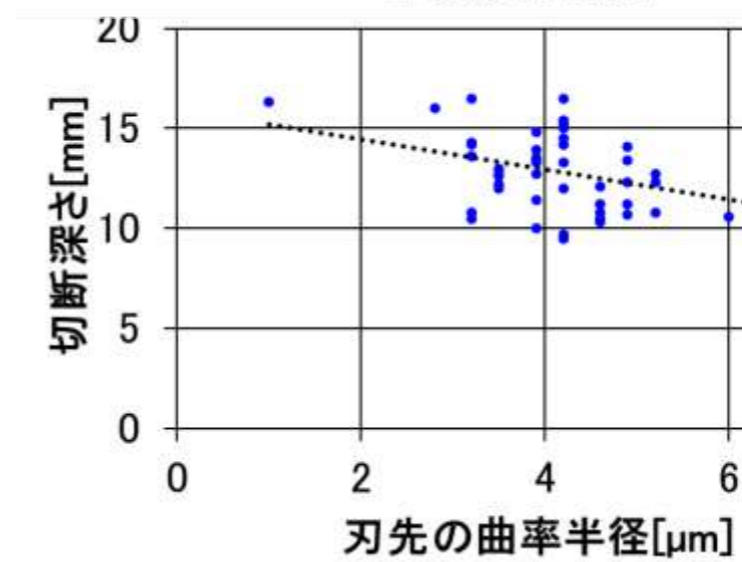
$$D \propto \sqrt{\left(-r + \frac{b}{a}\right) \left(\lambda + \frac{d}{c}\right)}$$

刃先形状指数

実験結果



| | 相関係数 | p値 |
|----------|-------|--------|
| 刃先形状指数 | 0.512 | 0.0002 |
| - (曲率半径) | 0.355 | 0.013 |
| 有効切断長さ率 | 0.256 | 0.079 |



それぞれの形状パラメータと切断深さの関係

研磨条件と刃先形状の関係

それぞれの条件ごとの各パラメータの平均値

| 粒度 | 曲率半径[μm] | 有効切断長さ率 | 切断深さ[mm] |
|-------|----------|---------|----------|
| #80 | 3.9 | 0.119 | 12.7 |
| #300 | 4.0 | 0.118 | 12.7 |
| #1200 | 4.6 | 0.124 | 12.2 |
| #3000 | 4.0 | 0.128 | 13.9 |
| 研磨角度 | 曲率半径[μm] | 有効切断長さ率 | 切断深さ[mm] |
| 20° | 4.2 | 0.126 | 13.6 |
| 30° | 4.0 | 0.122 | 13.0 |
| 45° | 4.1 | 0.120 | 12.1 |
| 刃身角度 | 曲率半径[μm] | 有効切断長さ率 | 切断深さ[mm] |
| 0° | 4.3 | 0.124 | 13.8 |
| 45° | 4.3 | 0.116 | 12.2 |
| 90° | 3.6 | 0.118 | 12.4 |
| 135° | 4.3 | 0.132 | 13.2 |

結論

切れ味の良い刃物にするために適した研磨条件を提案することを目的として研究を行った

- 研磨距離, 切断速度, 切断荷重が切れ味に及ぼす影響について明らかにした

刃先形状と切れ味の関係

- 刃先形状指数が切れ味を表現する指標として有効である

刃先の曲率半径と有効切断長さ率が切れ味に大きく影響する

研磨条件と刃先形状の関係

- 刃返りの取り方は曲率半径に影響する
- 研磨角度, 砥石の粒度は有効切断長さ率に影響する

切れ味の良い刃物にするために適した研磨手法

研磨角度小, 砥石の粒度細, 刃返りを小さくする研磨時の力(距離)