

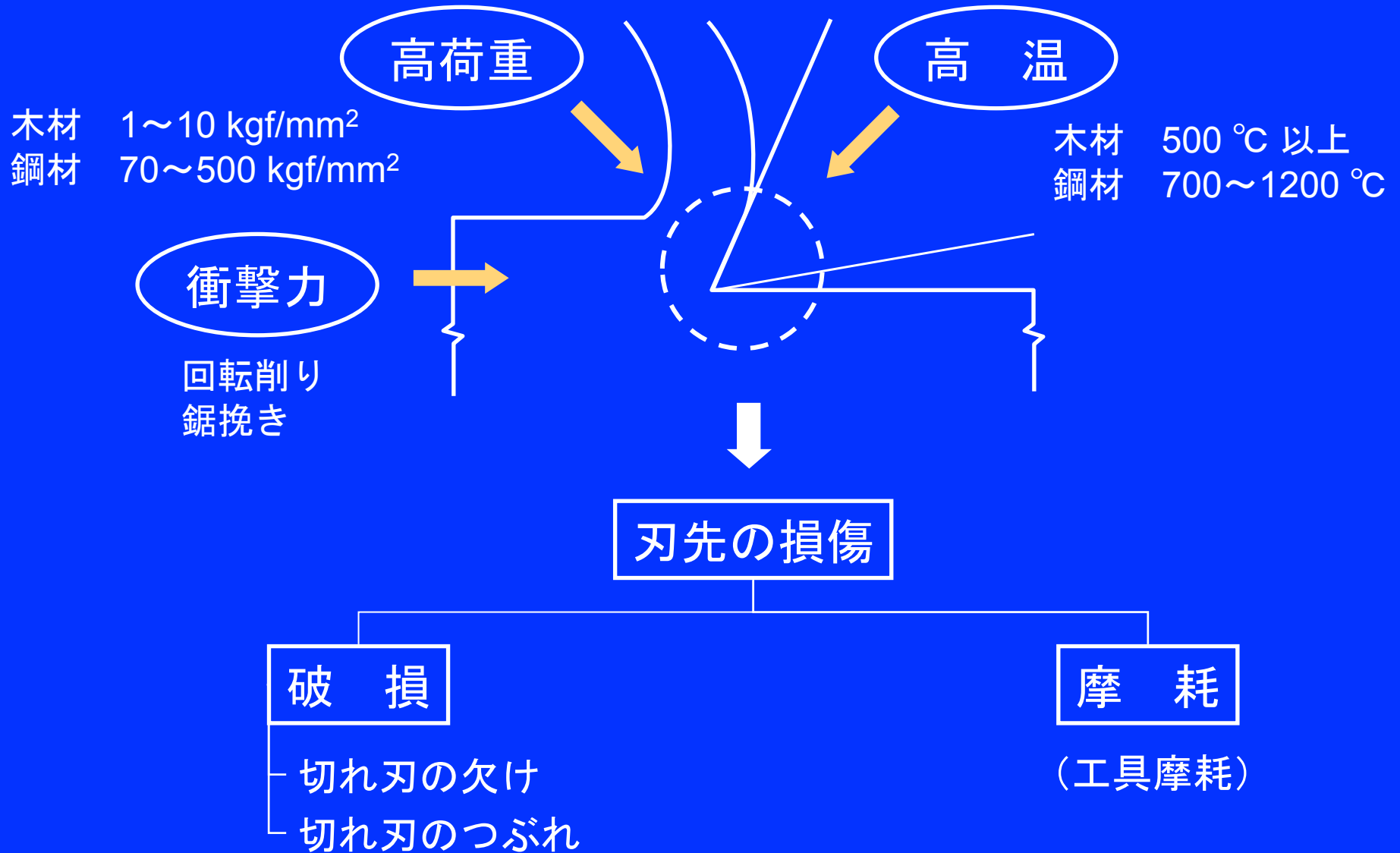
# 2. 木材の被削性

## 2.2 工具の摩耗と寿命

(テキスト 第2章第2節)

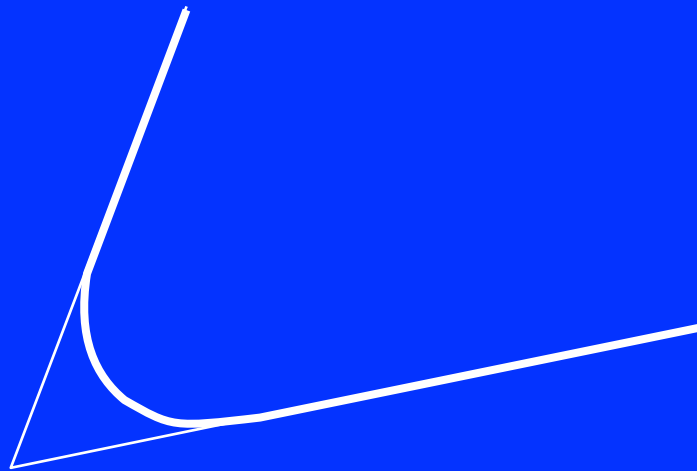
1. 工具の摩耗と寿命
2. 工具摩耗に影響する因子
  1. 工具材料
  2. 被削材
  3. 切削条件
  4. 寿命方程式
3. 摩耗機構

# 切削工具の損傷



# 工具摩耗

(木材切削)



切れ刃の摩耗

(切れ刃の鋭利さの喪失)

切れ味の低下

(金属切削)



クレータ摩耗

フランク摩耗

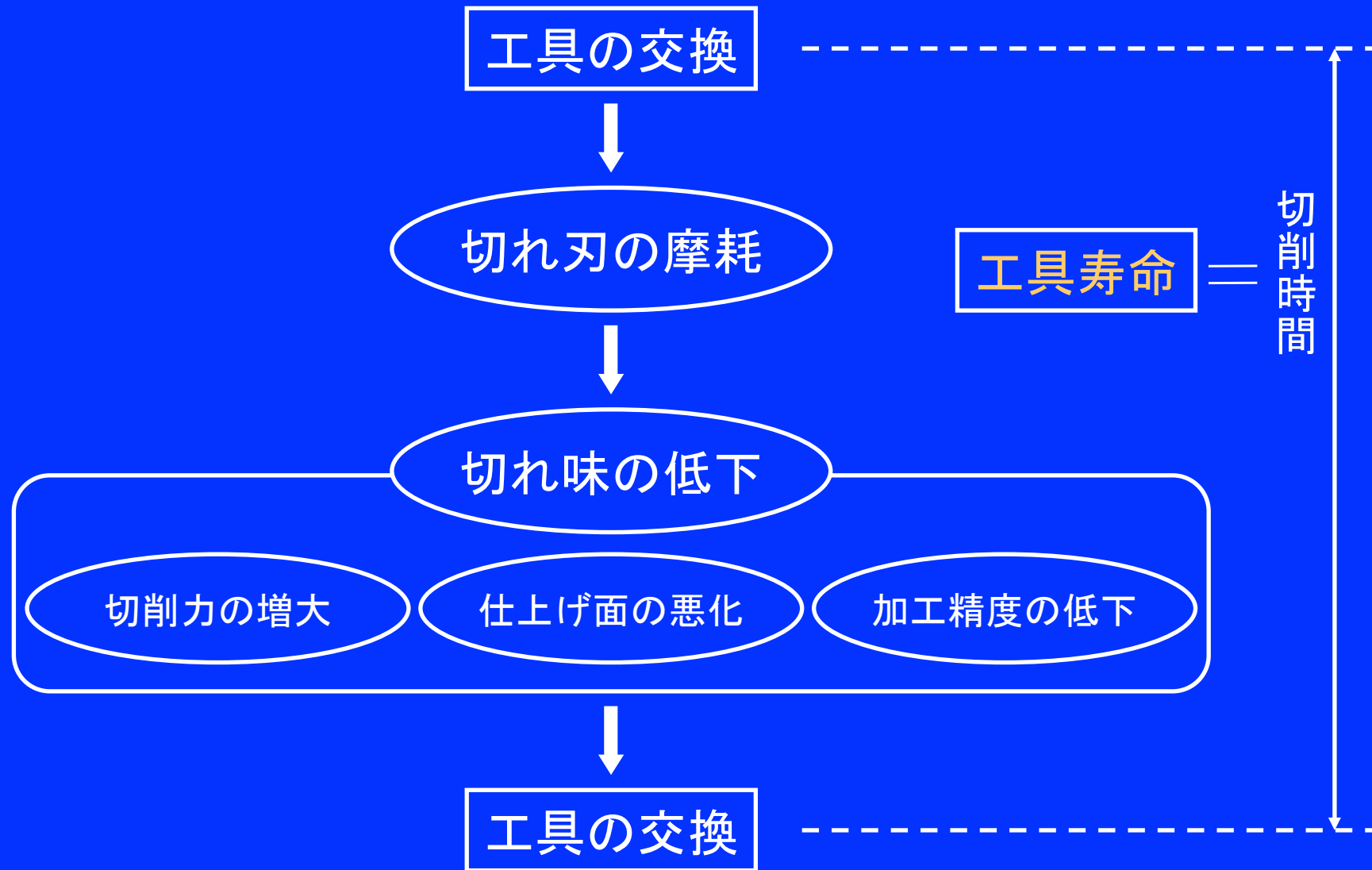
すくい面摩耗  
(クレータ摩耗)

刃先の折損

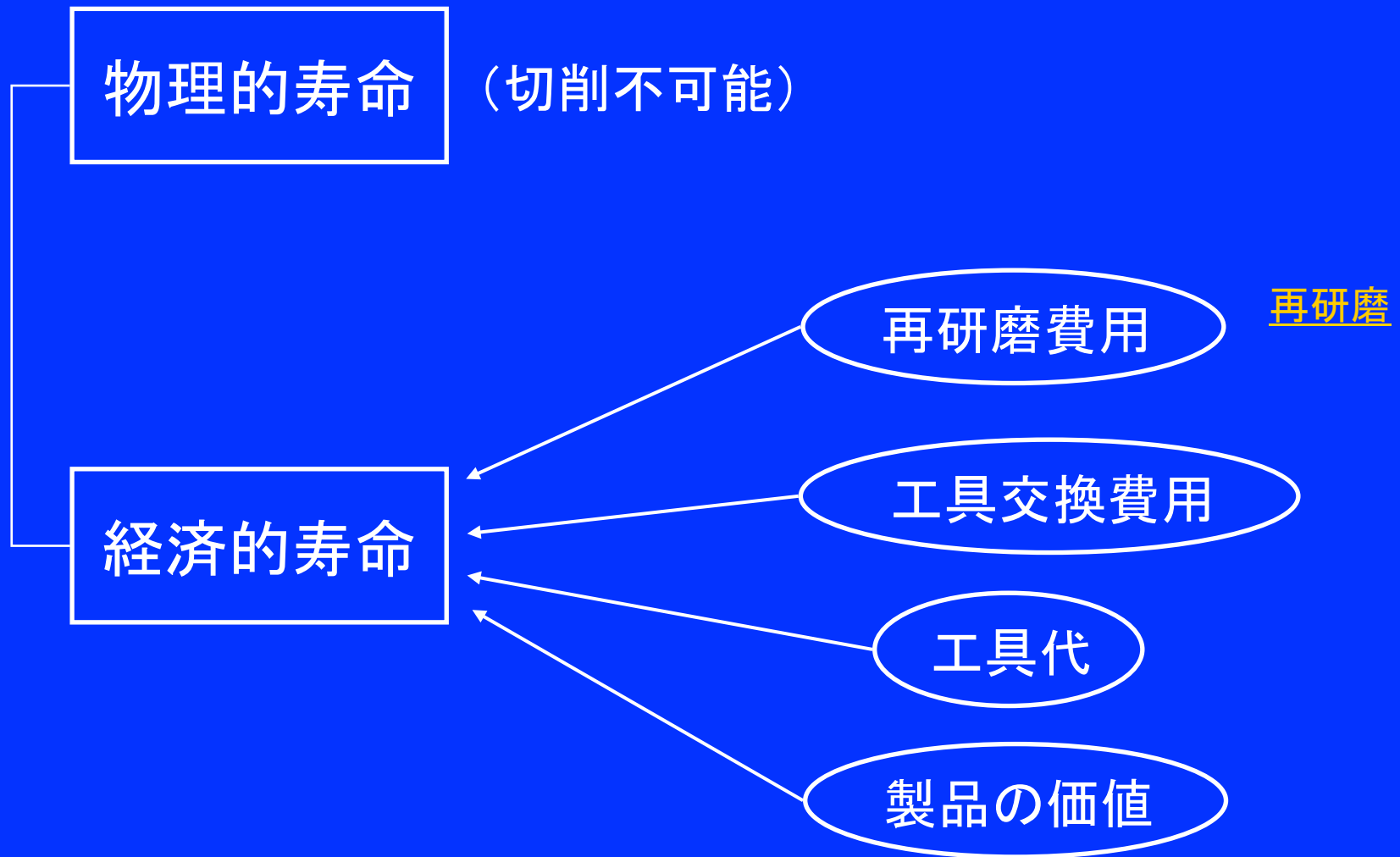
逃げ面摩耗  
(フランク摩耗)

焼き付き

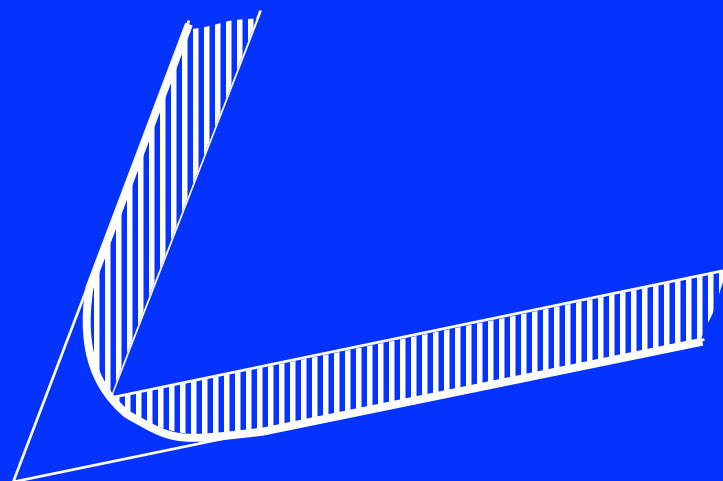
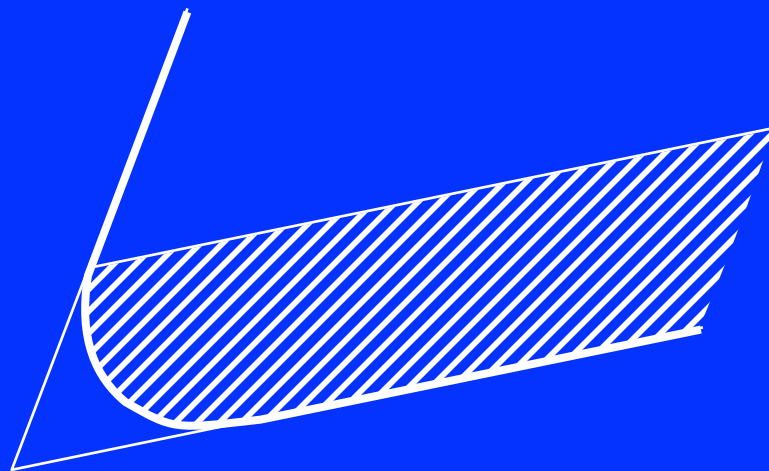
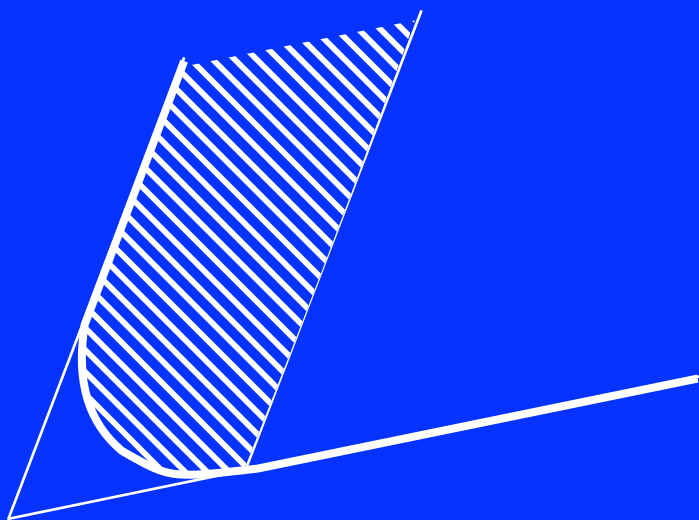
# 木材切削工具の摩耗と寿命



# 工具寿命

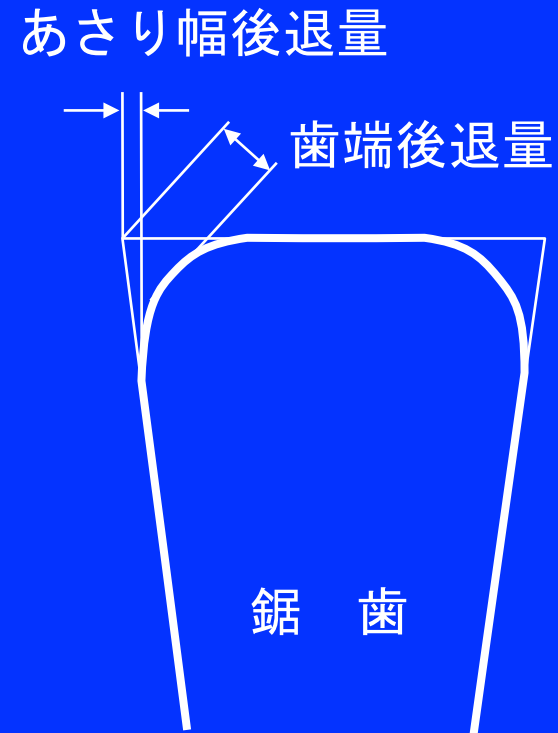
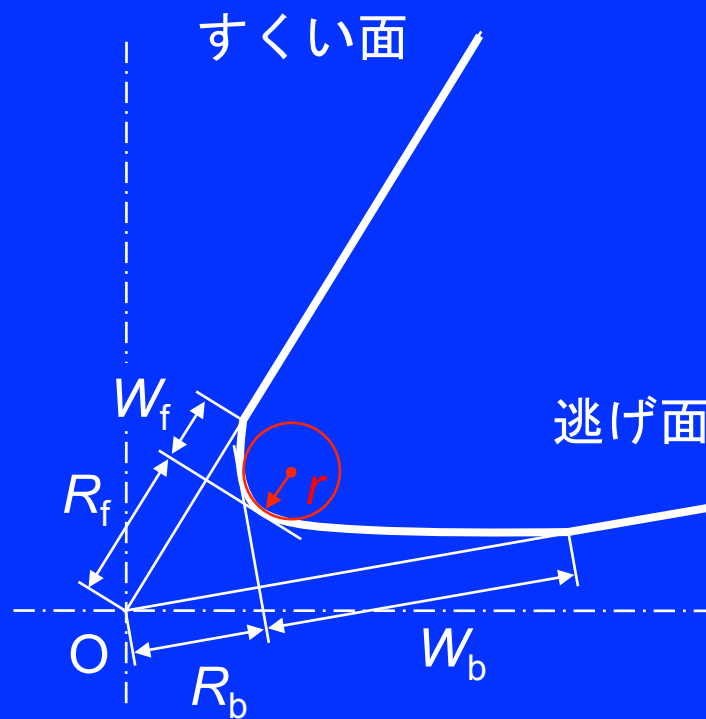


# 工具の再研磨



# 工具寿命の判定

- 直接的方法 . . . . . 摩耗量の測定



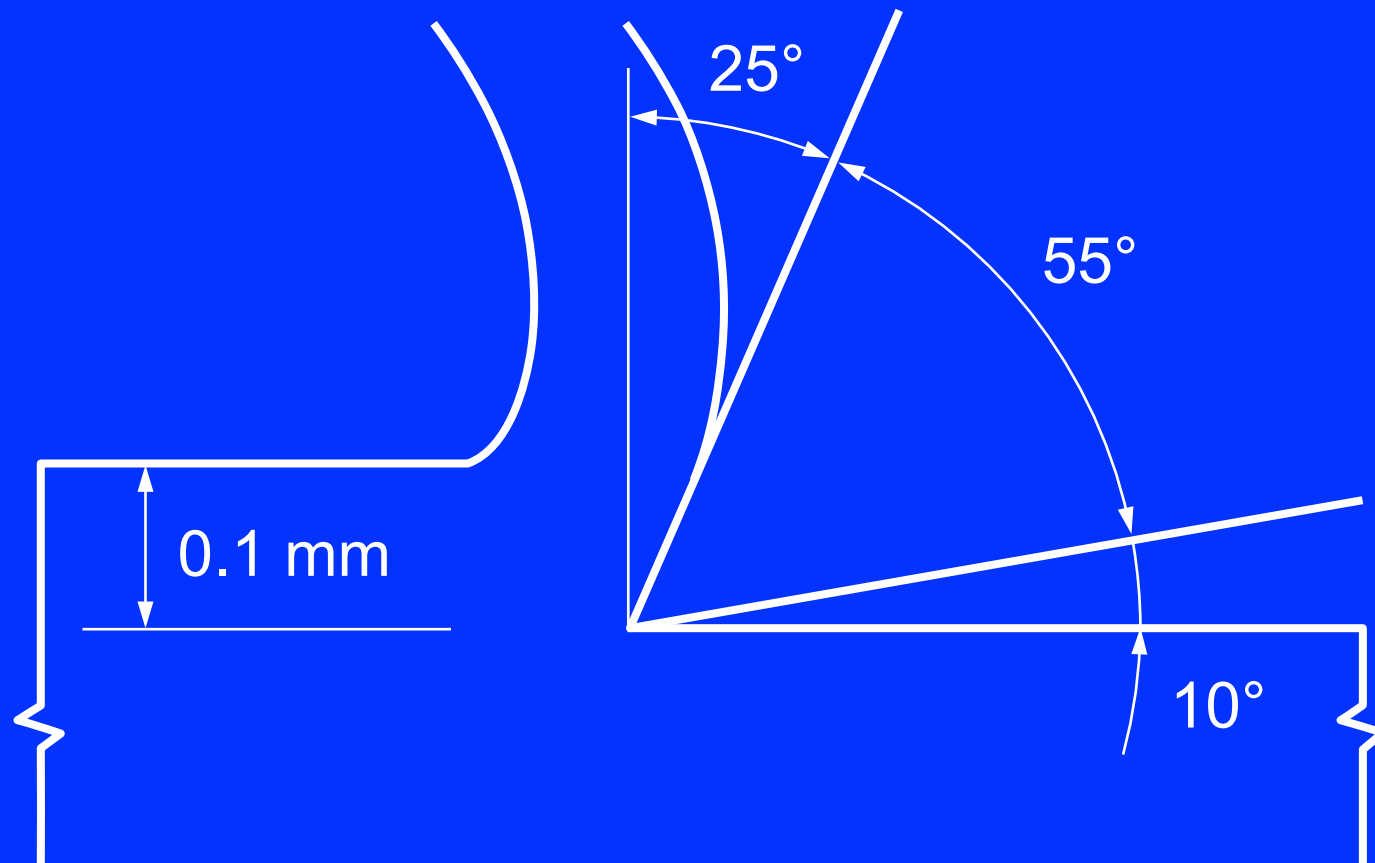
$R_f$ ,  $R_b$  : 刃先後退量

$W_f$ ,  $W_b$  : 摩耗帯幅

O : 仮想刃先

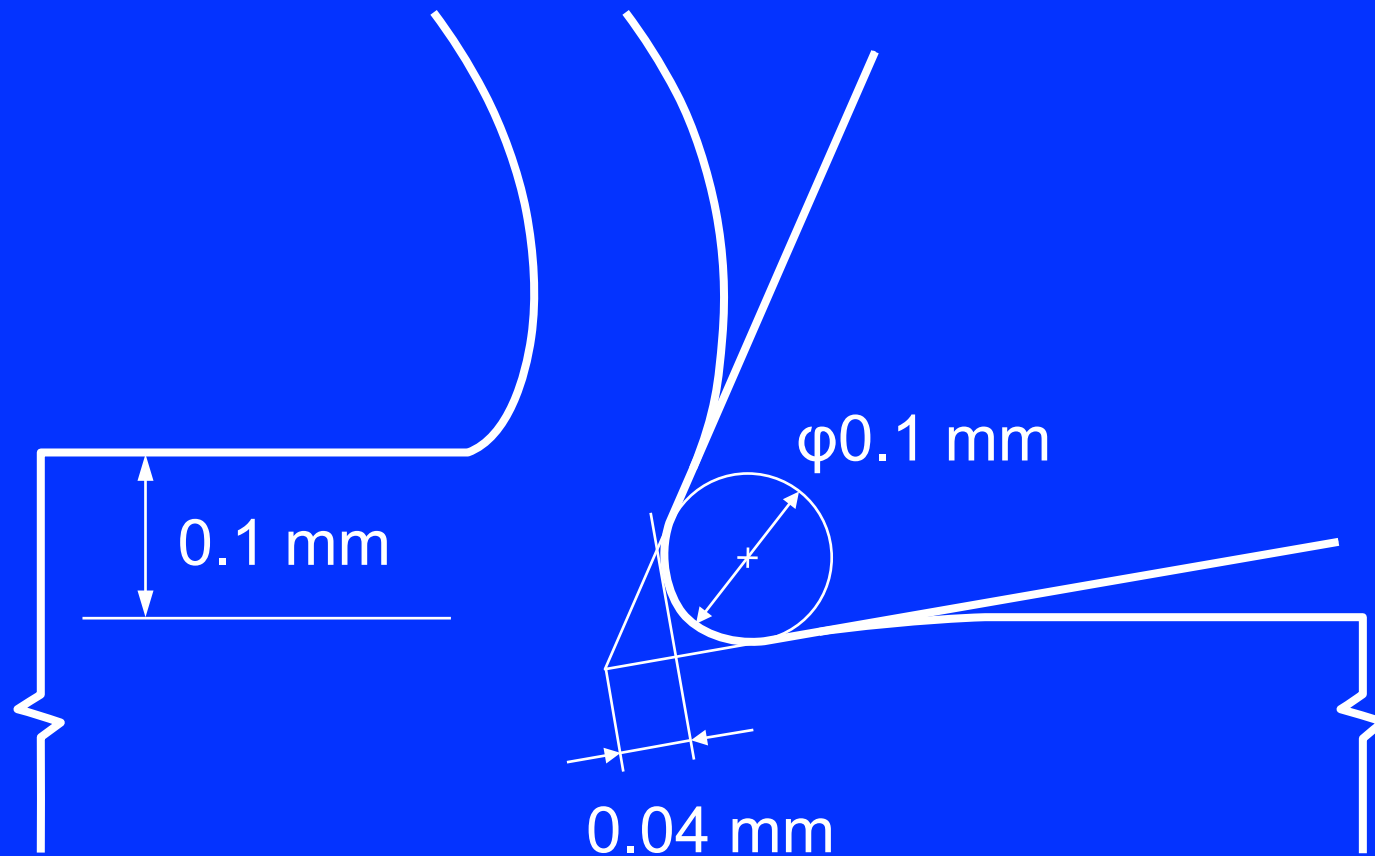
$r$  : 刃先の丸味半径

# 切れ刃の摩耗と切屑の生成



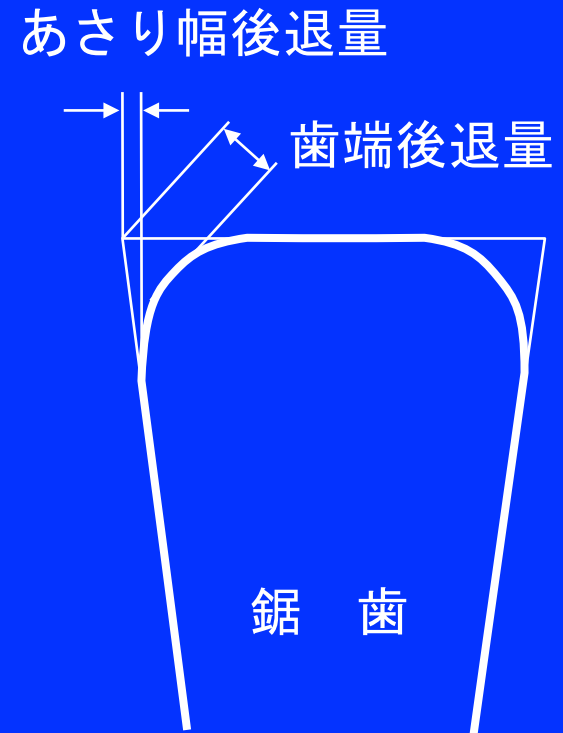
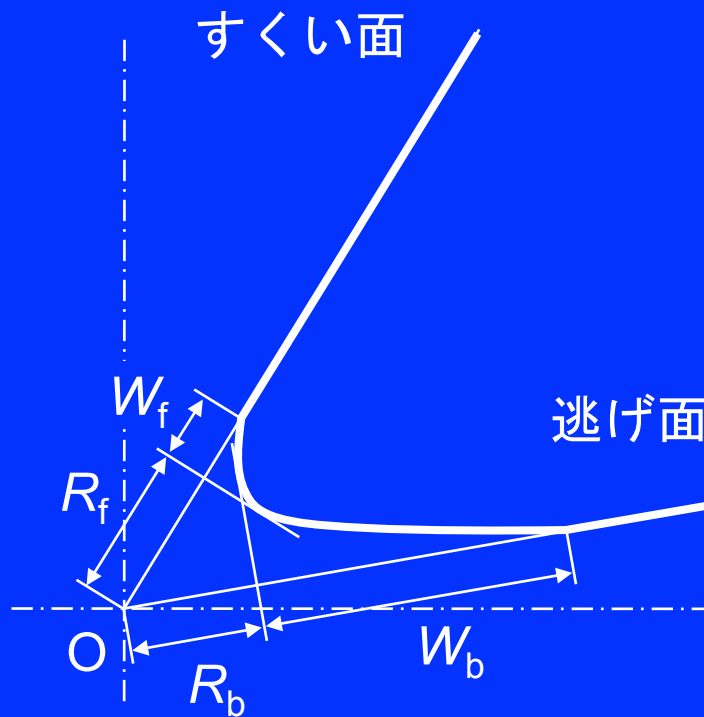


# 切れ刃の摩耗と切屑の生成



# 工具寿命の判定

- 直接的方法 . . . . . 摩耗量の測定



$R_f$ ,  $R_b$  : 刃先後退量

$W_f$ ,  $W_b$  : 摩耗帯幅

O : 仮想刃先

# 工具寿命の判定

- 間接的方法



- ◎ 工具摩耗のインプロセス測定

切削中の力、動力、音、振動などの測定



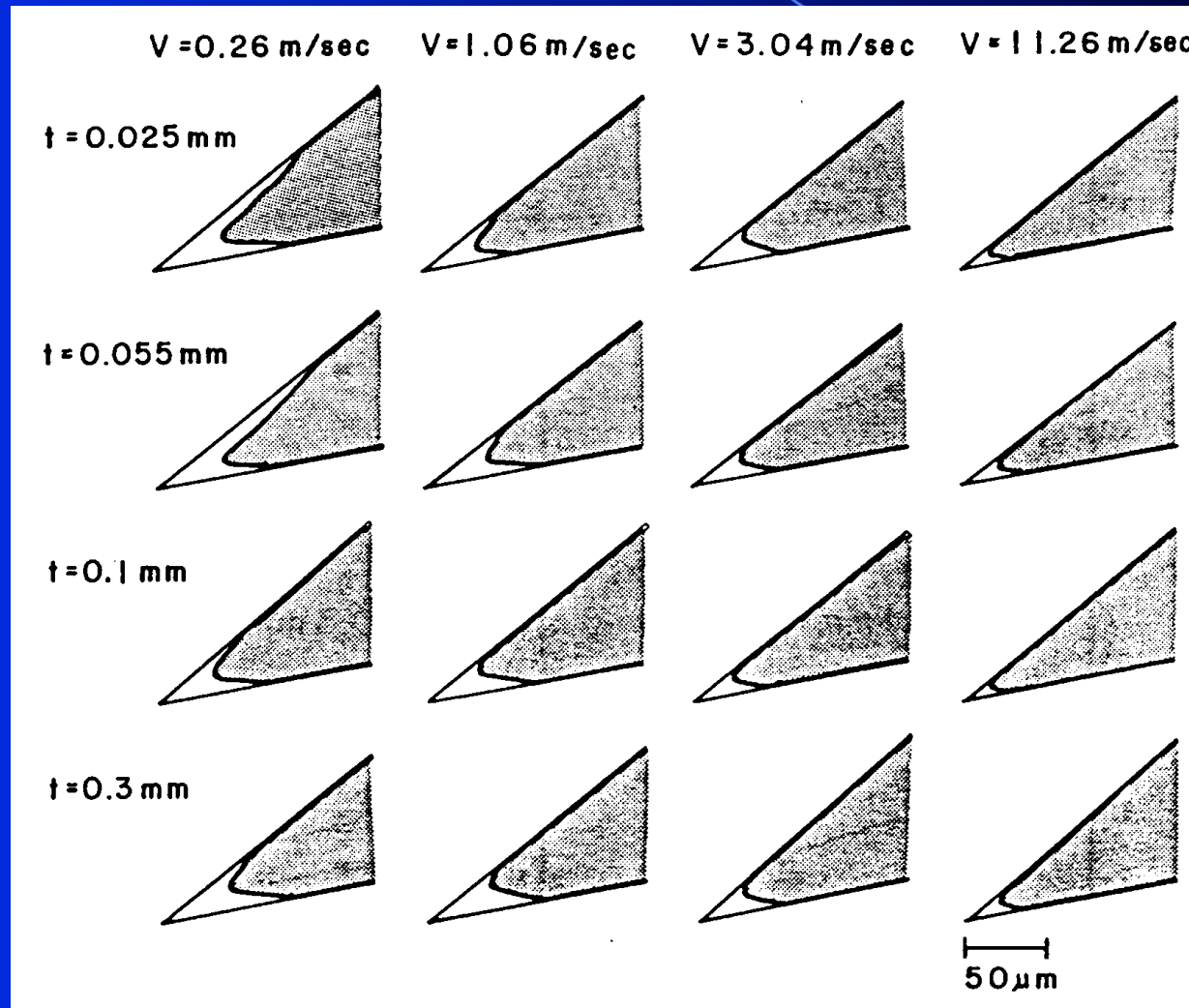
工具摩耗量の推定



工具交換の判定

# 工具の摩耗形態(1)

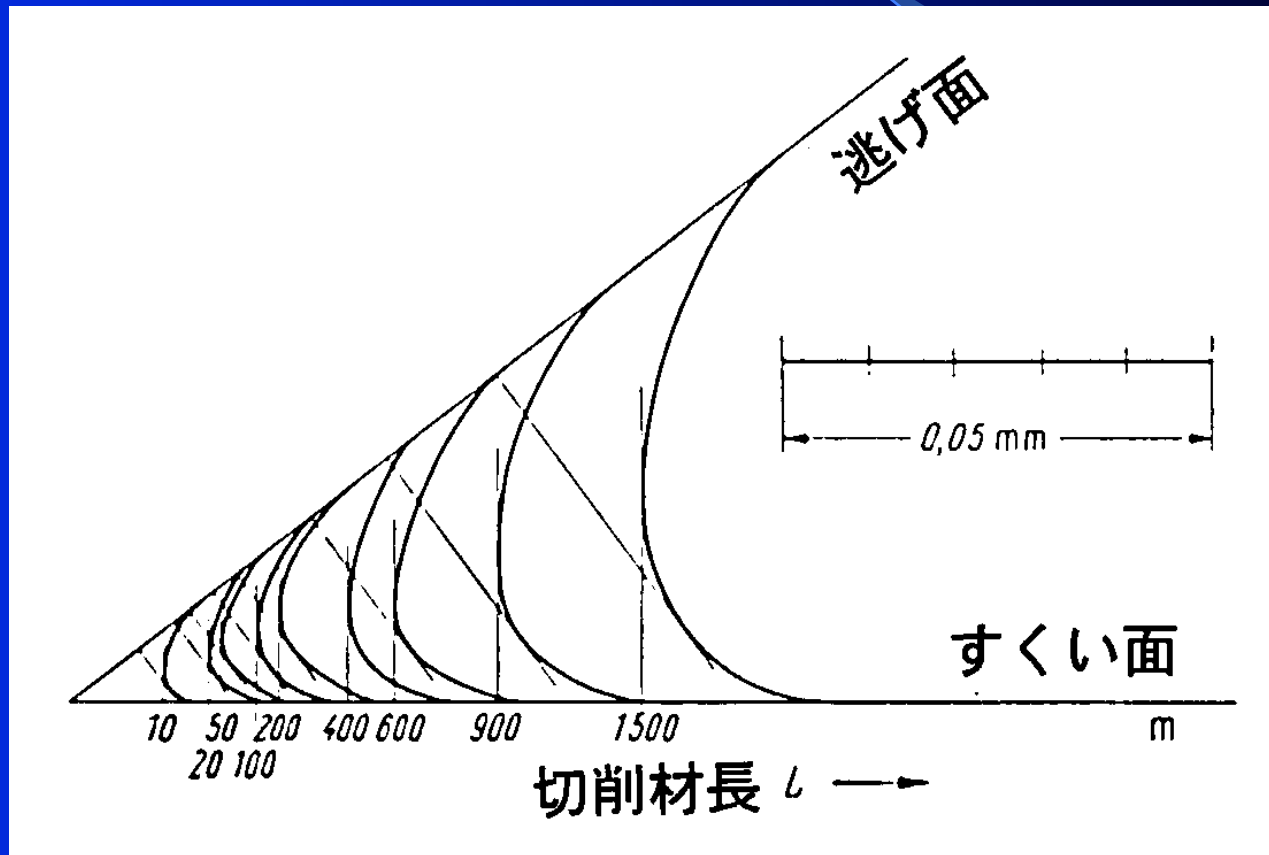
- 平削り (高速度工具鋼、レッドワン、切削長 2 km)



(井上 1987)

# 工具の摩耗形態(2)

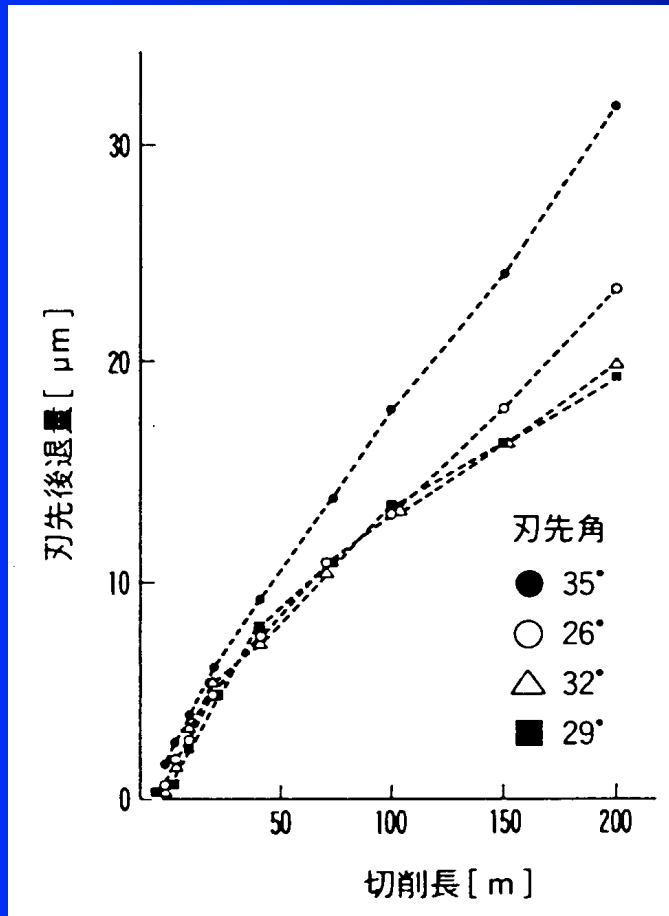
- 回転かな (合金工具鋼、ドイツウヒ)



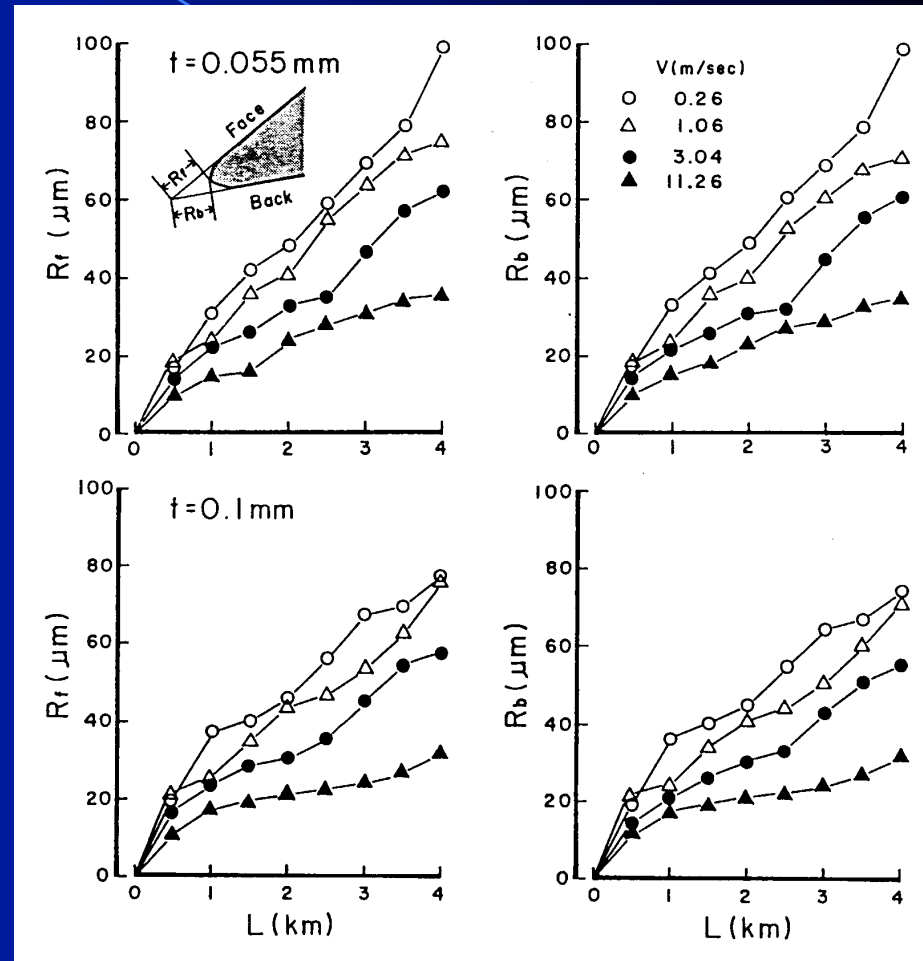
(Pahlitzsch, Schulz 1957)

# 工具の摩耗経過(1)

## ● 平削り



刃物鋼—マカンバ  
1 m/min—0.05 mm  
(加藤・河合・山西 1985)

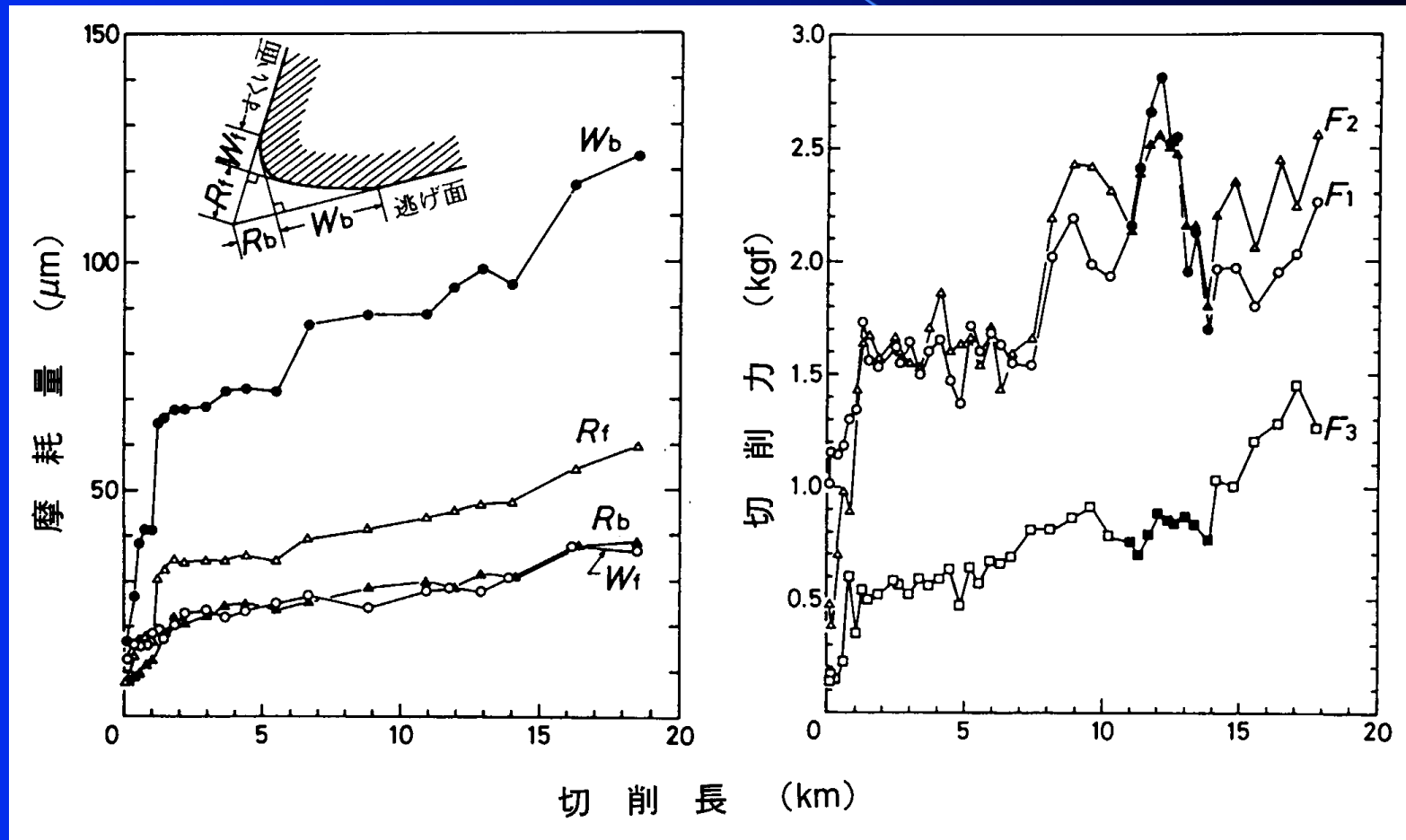


高速度工具鋼—レッドrawn  
(井上 1987)

# 工具の摩耗経過(2)

## ● 鋸 歯

(奥村・杉原・池内 1978)



超合金—パーティクルボード、12.2 m/s—0.042 mm/rev

# 摩耗形態（超硬チップ）

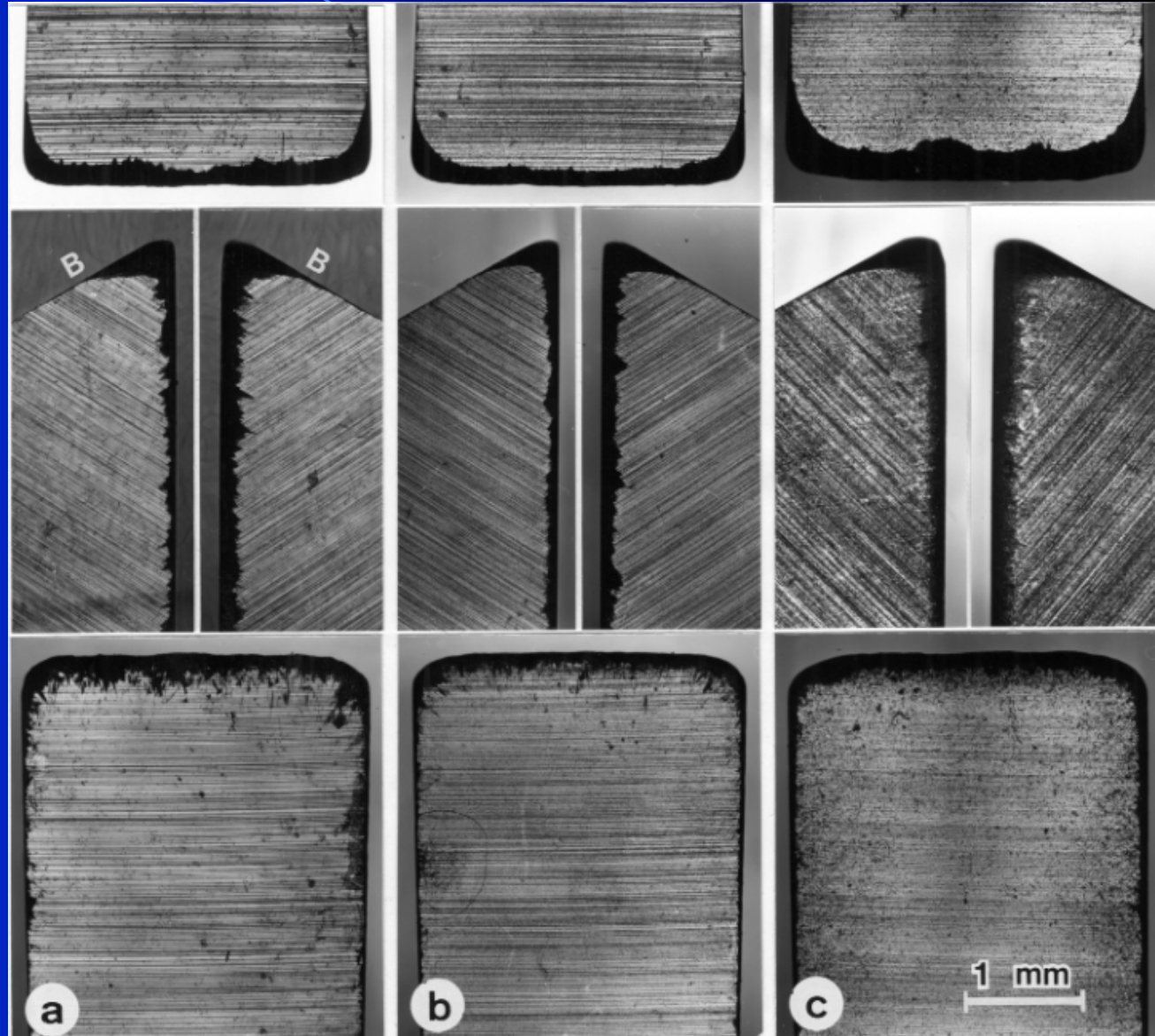
寿命点

	WC 粒子径 ( $\mu\text{m}$ )	切削長 (km)
a	0.5	4.0
b	1.5	16.6
c	5.0	69.7

被削材：

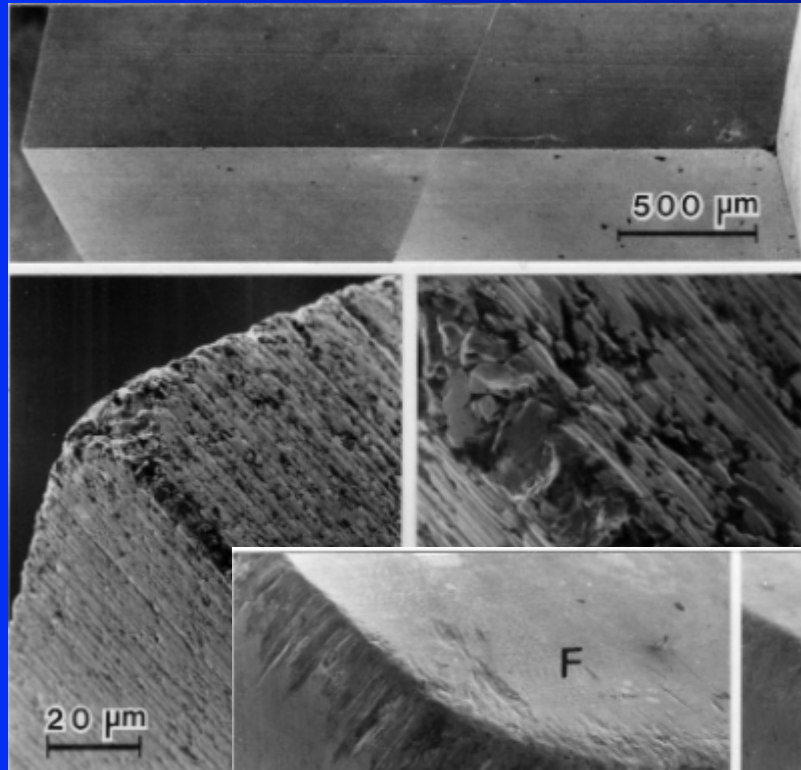
パーティクルボード

(Sugihara et al 1979)





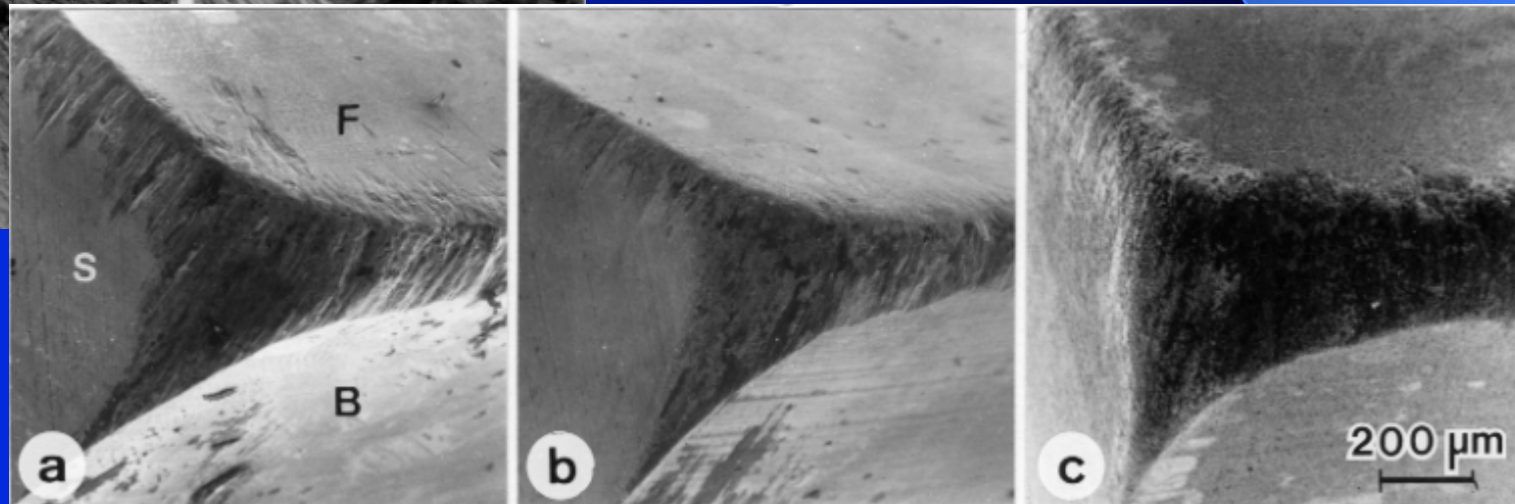
# 摩耗形態（超硬チップ）



未使用

WC粒子径 : 5.0 μm

(Sugihara et al 1979)



寿命点（WC粒子径 a : 0.5、b : 1.5、c : 5.0 μm）

# 工具摩耗に影響する因子

1. 工具材料 一般に硬い材料は摩耗が少ない



## 2. 被削材条件

(1) 比重 関係が不明瞭

(2) 含水率 一般に生材のほうが乾燥材よりも摩耗が大



(3) シリカ 著しく摩耗させる(超硬合金、ステライトで改善)



(4) 抽出成分 腐食摩耗の原因(とくにpHの低い樹種の生材切削)



(5) 木質材料 接着剤、充填材、異物(砂など)が摩耗を促進

## 3. 切削条件

(1) 切削速度 工具と被削材の組み合わせで異なる



a) 切削速度とともに摩耗量が増 超硬合金—通常材

b) 切削速度とともに摩耗量が減 工具鋼—生材

c) 切削速度の影響がほとんどなし 工具鋼—シリカ含有材

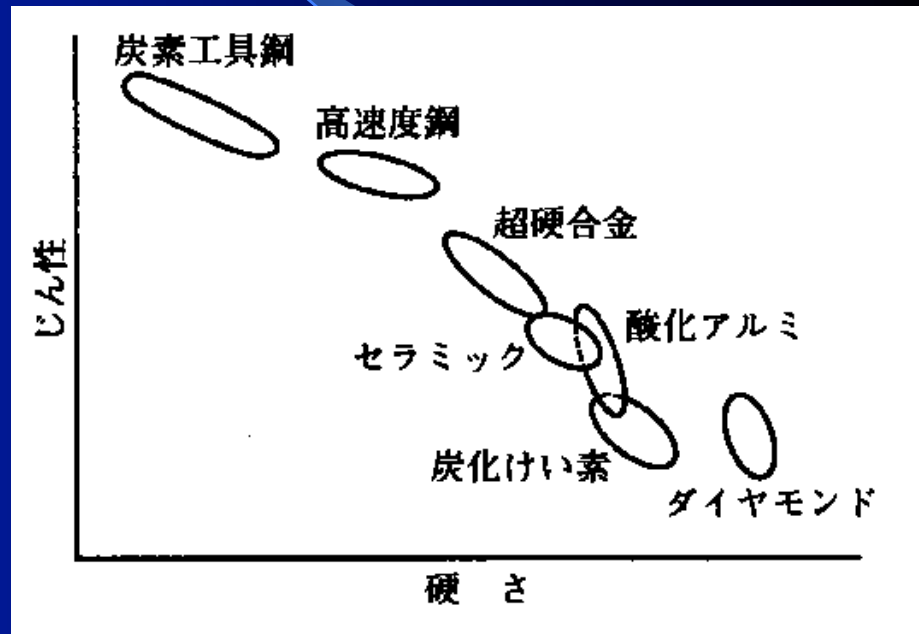
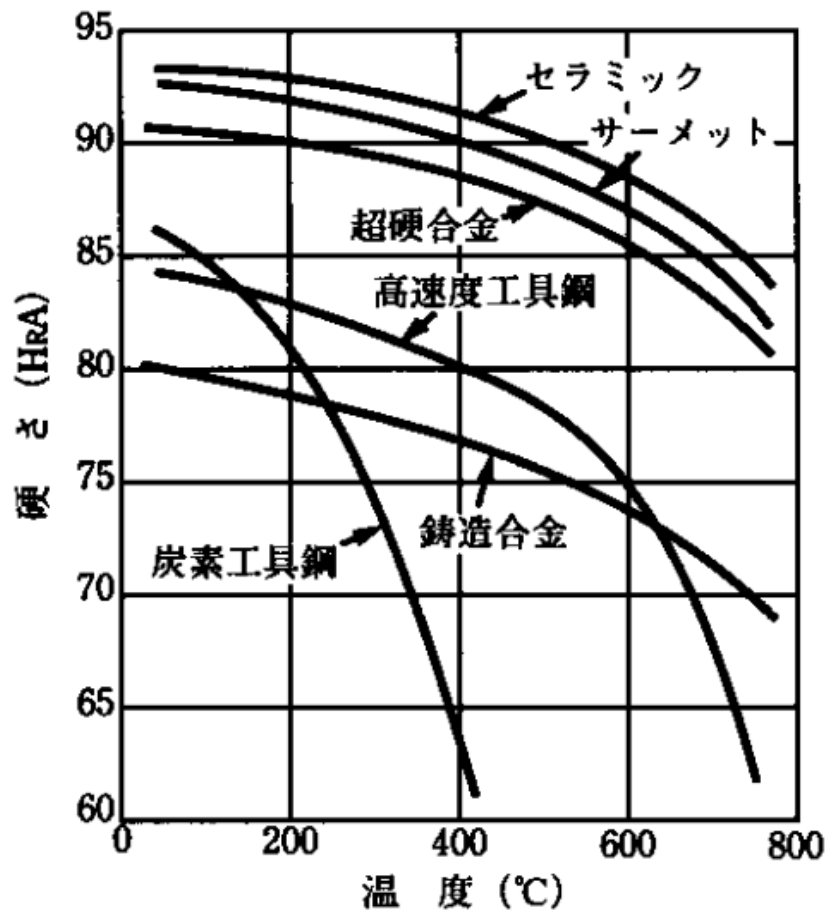
(2) 切込量 摩耗形態は変化、摩耗量は必ずしも増えない  
(切削型の変化)

# 工具材料 (テキスト 第3章第1節)

工具鋼	鉄の炭素合金。熱処理（焼入れ、焼戻し）によって必要な性能を発揮。
炭素工具鋼	SK1~7。0.6~1.5%のCを含む。手工具用。
合金工具鋼	炭素工具鋼に特殊元素(Cr, W, Ni, V, Mo)を添加。Niを0.7~2.0%含むSKS5、SKS51は鋸用
高速度工具鋼 (ハイス)	WやMoを比較的多量に含む。SKH2 (0.8C-18W-4Cr-1V)、SKH3、SKH51(SKH9) (0.85C-6W-5Mo-4Cr-1V) など。現在もっとも一般的。
鑄造合金	非鉄合金。ステライト (Co-Cr-W) が著名。帯鋸の歯に溶着して使用。
焼結材料	粉末を高温、高圧で焼き固めた材料 (粉末冶金材料)
超硬合金	WCの微粉末をCoを結合材として焼結。TiCやTaCを添加したもの、超微粒のWCを用いたものもある。超硬チップソーとして多用。
ダイヤモンド 焼結体	PCD。人工ダイヤモンドの粉末を超高圧で焼結。チップソーとして一部で実用化。
その他	セラミックス、サーメット (主成分TiC)、立方晶窒化ホウ素焼結体 (PCBN)、粉末ハイス
コーティング工具	超硬合金や高速度工具鋼の表面を硬質材料 (CrNなど) の薄膜で被覆

# 木材切削工具の要件

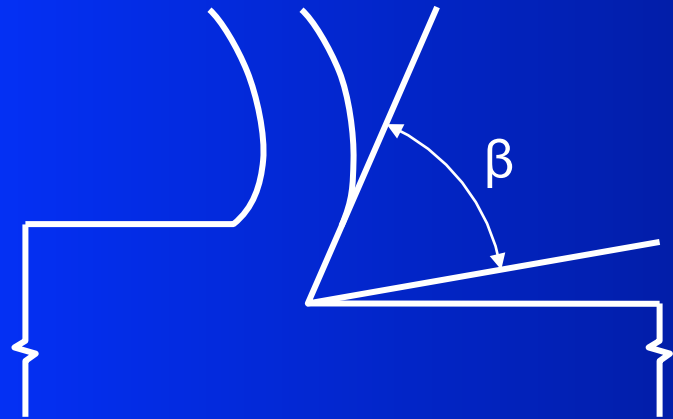
- 硬さ (高温硬さ) ← 耐摩耗性
- 靱性 ← 鋭利な切れ刃、小さな刃角



(會田ほか5名 1973)

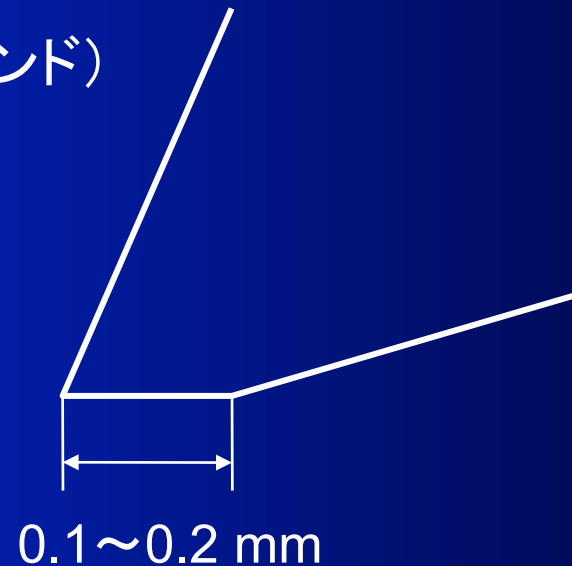
(日本機械学会 2006)

# 硬質工具材料の刃先角



高速度工具鋼	:	40~45°	以上
ステライト	:	40~45°	〃
超硬合金	:	50~55°	〃
ダイヤモンド	:	70~75°	〃

(逃げ面のランド)



# 工具寿命の延長

- 硬質工具材料の導入

炭素工具鋼 → 高速度工具鋼(ハイス) → 超硬合金, ステライト  
( → ダイヤモンド(PCD))

- 新素材工具材料導入の試み

- セラミックス

$\text{Al}_2\text{O}_3$ (アルミナ)系、 $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-TiC}$ 系、 $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-ZrO}_2$ 系、 $\text{Si}_3\text{N}_4$ 系、  
 $\text{Si-Al-O-N}$ (SIALON)系など

- サーメット(cermet)

TiCなどを主成分としNi-Mo系の金属を結合材とした焼結体

- ダイヤモンド焼結体(polycrystalline diamond; PCD)

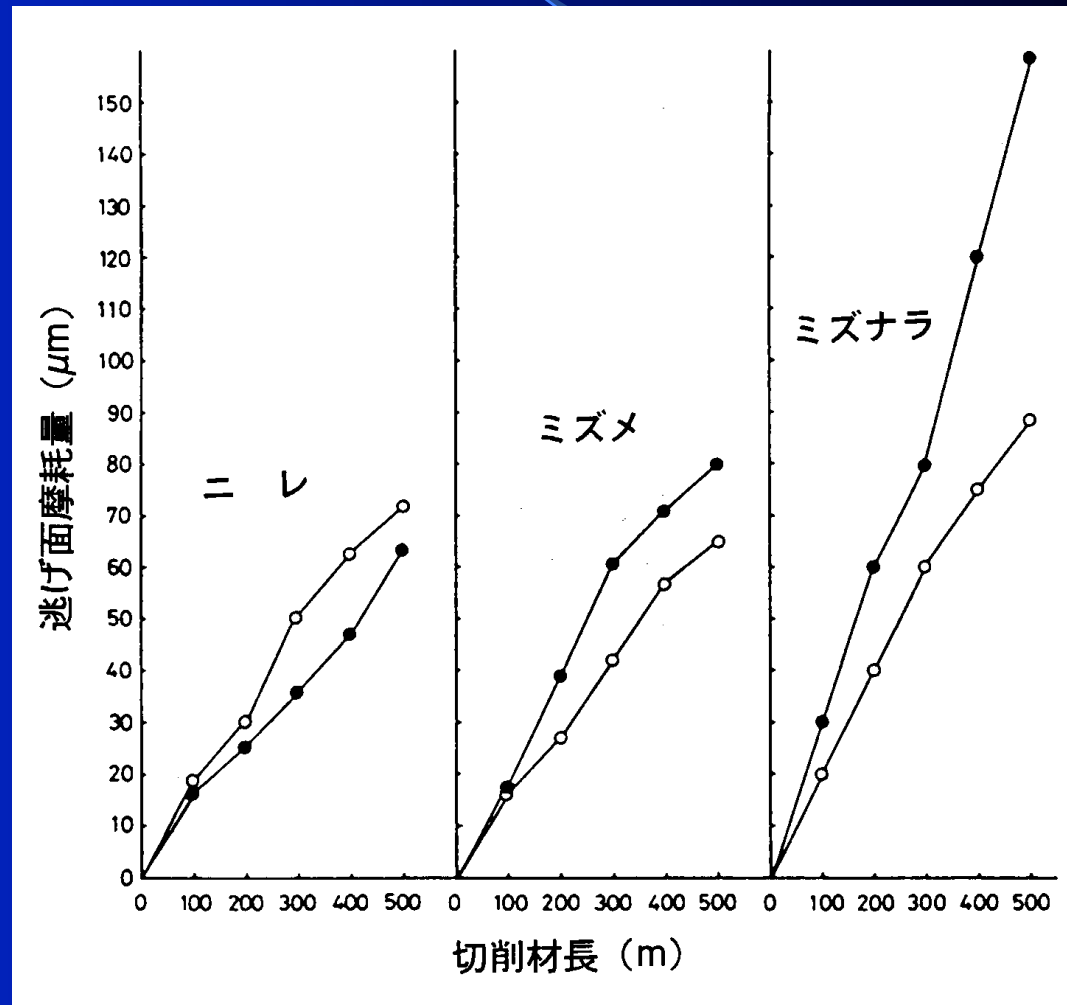
- 立方晶窒化ホウ素(CBN)焼結体(polycrystalline cubic boron nitride; PCBN)

- 被覆超硬合金など(PVD、CVDによるコーティング)

# 含水率と工具摩耗

回転削り（面取り盤）— 高速度工具鋼

○ : 気乾材  
● : 生材



(佐藤・花田・西尾 1986)

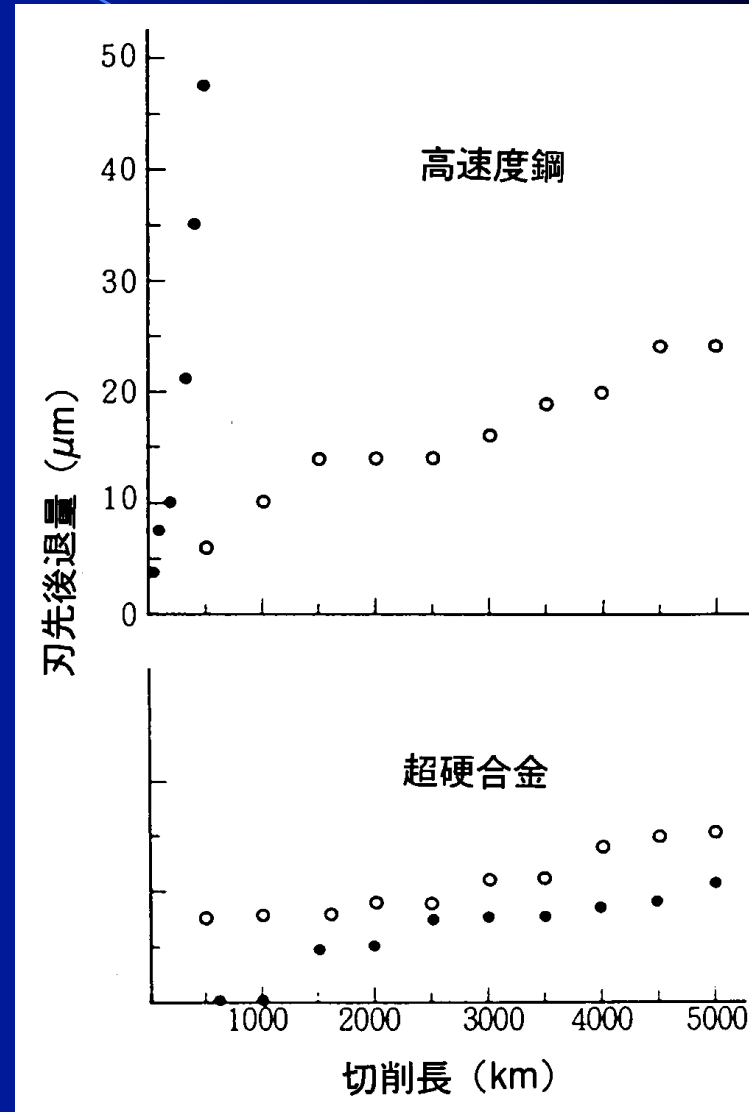
# シリカと工具摩耗

周刃フライス削り

○ : バンキライ

● : メラビ

(林・福井・小島 1979)



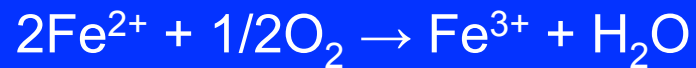


# 腐食摩耗(電気化学的摩耗)

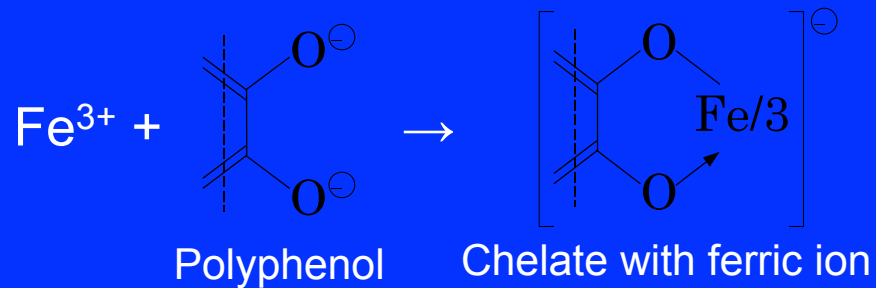
(a) Acid attack upon the iron



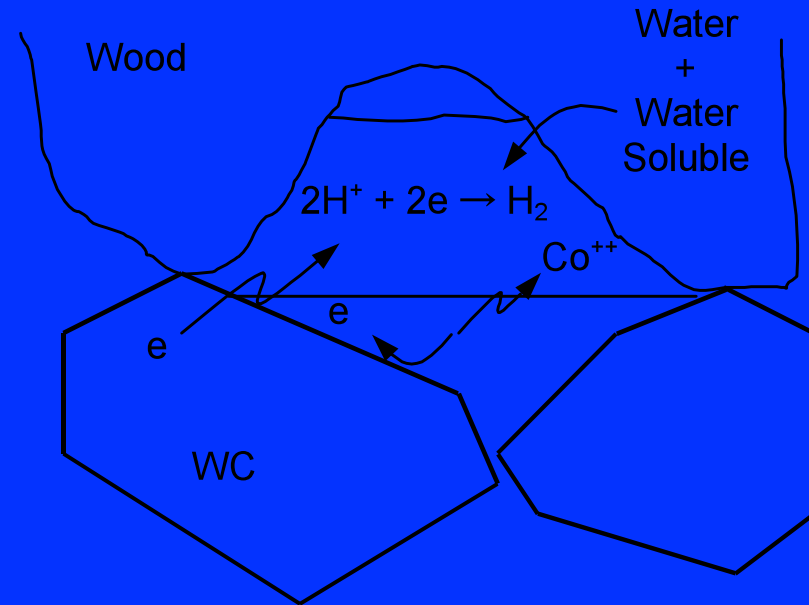
(b) Aerial oxidation of the ferrous ions



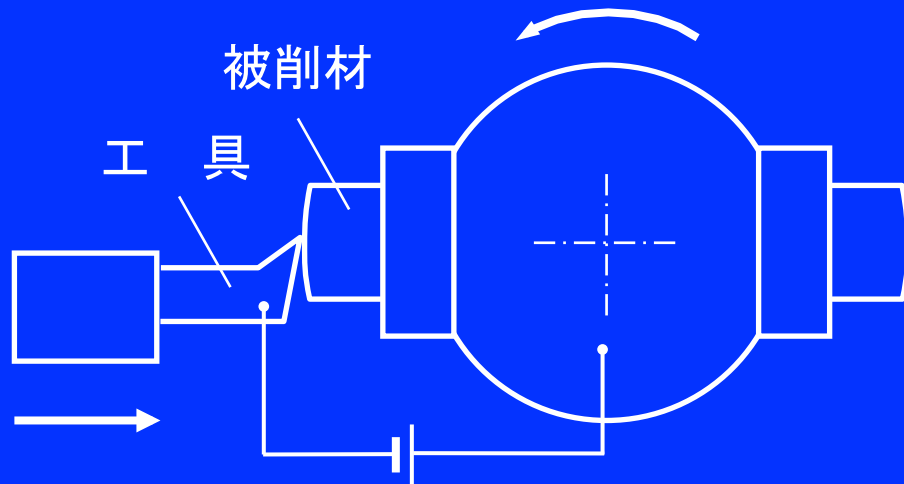
(c) Formation of a ferric ion chelate



(Krilov, Gref 1986)



# 腐食摩耗の抑制



切込量 : 0.1m

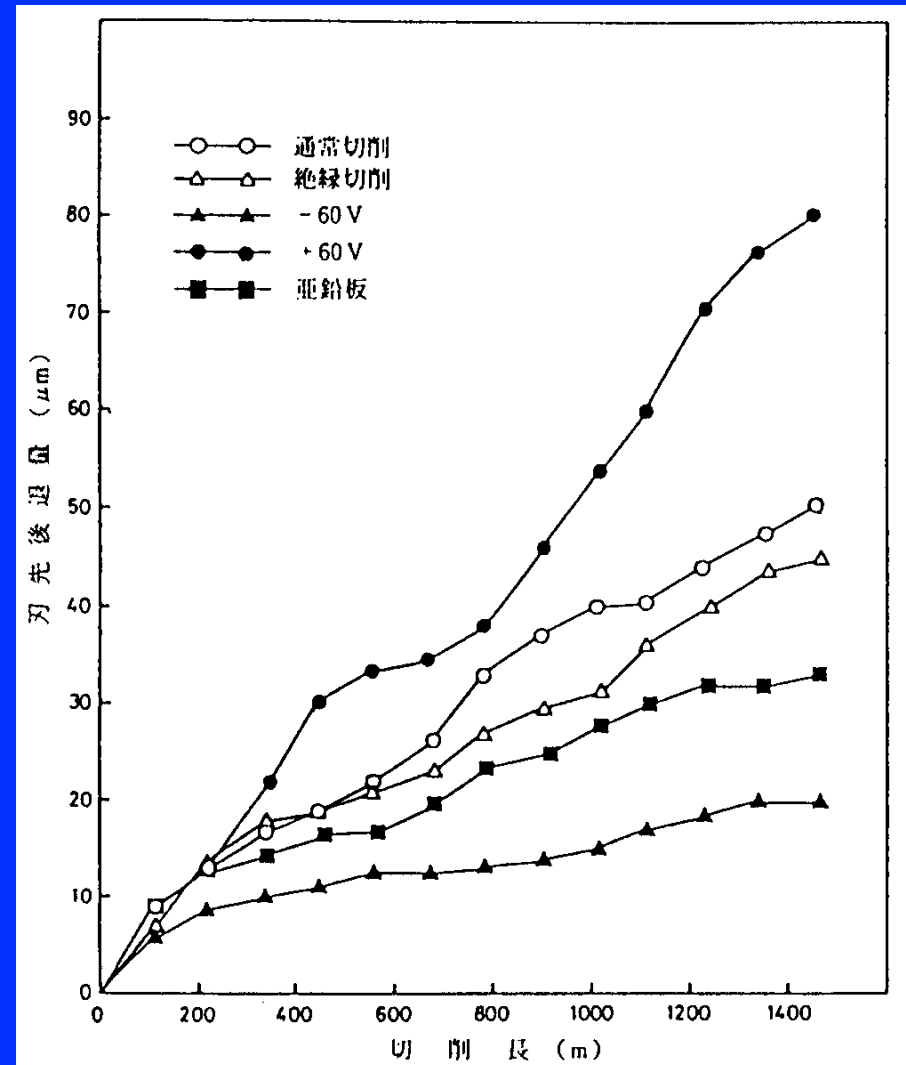
切削幅 : 5.0mm

切削速度 : 0.435m/s

被削材 : クリ (含水率約113%)

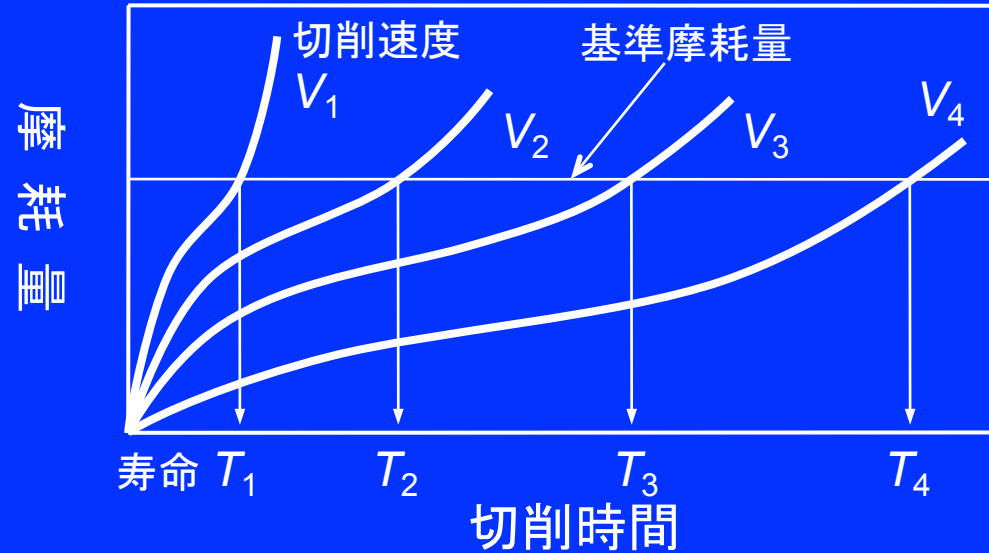
工具 : SKH59 (15-45-30)

(佐藤・花田・西尾 1986)

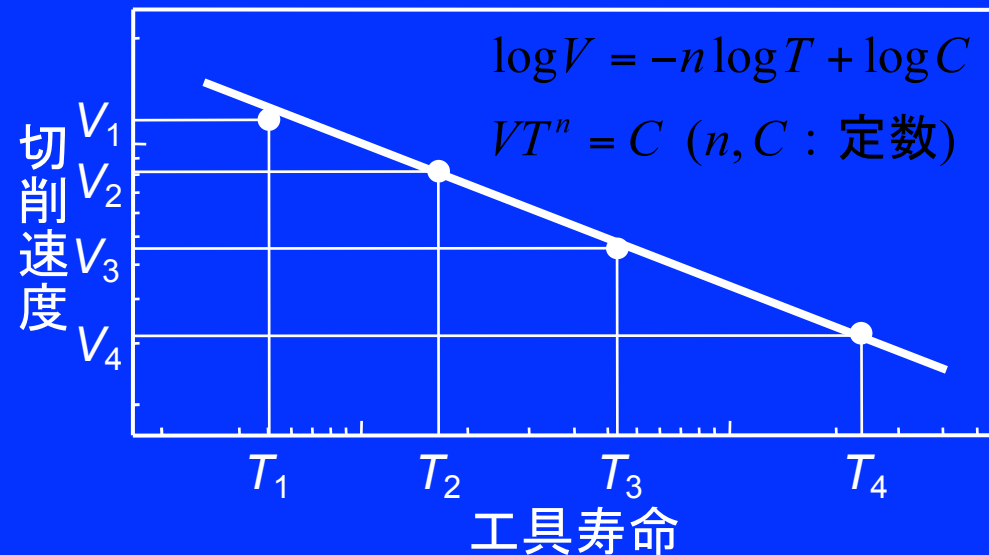


# 工具の寿命方程式 (Taylorの式)

①



②



# 工具摩耗に及ぼす切削速度の影響

寿命方程式:  $VT^n = C$  ( $n, C$ : 定数)

寿命に達するまでの切削長さ:  $L = VT = C^{\frac{1}{n}} V^{1-\frac{1}{n}}$

- (1)  $1 < n$       切削速度とともに増加  
                         工具鋼－生材
- (2)  $n = 1$       一定(切削速度に無関係)  
                         工具鋼－シリカ含有材、パーティクルボード
- (3)  $0 < n < 1$    切削速度とともに減少(通常 of 金属切削)  
                         超硬合金－通常材

# 木材切削工具の摩耗機構

1. 切れ刃の微小な欠損(チッピング)  
とくに硬質の工具材料。初期摩耗の主な原因。
2. 硬い物質の引っかき作用(研削材摩耗)  
シリカ含有材(メラピ、マンガシノロなど)  
木質材料(パーティクルボード、合板、繊維板など)
3. 樹液による腐食摩耗(電気化学的摩耗)  
ポリフェノール類などによる鉄系金属の腐食(生材の切削)  
ミズナラ、クリ、ベイスギ、スプルースなど
4. 摩 滅  
一般的であるが不明な点が多い。
5. その他  
摩擦による帯電と放電、刃先の疲労破壊、高温酸化

## ◎切削熱による工具摩耗の促進

工具の硬さ低下、化学反応の促進、木材の熱分解