

□ 講 座



全北大學校 機械工學科 教授
(韓國精密工學會 編輯理事)

徐 南 燮

切削 實驗에 대하여

筆著가 金屬切削研究에 종사하여 오면서 때로 느낀 것 중에 이것만이라도 지켜 주었으면 하는 소망에서 本 題目을 택하여 보았다.

切削 機構에 영향을 주는 因子는 수 없이 많으나 本 講座에서는 free cutting에 의한 2次元 切削과 3次元 切削을 정의하여 구별하고 工具角 中에서 가장 중요시 되는 有效傾斜角에 대하여만 언급하고 切削實驗에서 지켜야 할 기타 사항 순으로 피력코저 한다.

1. 切削 實驗의 目的

加工物 보다 硬度가 큰 工具로서 chip(칩)을 生成시켜서 加工物의 一部를 제거하는 것을 切削(cutting)이라 하며 切削 實驗은

- (1) 加工 材料와 工具材料의 特性을 알기 위하여
- (2) 工具의 幾荷學的 特性을 알기 위하여
- (3) 工作機械의 動力을 정하기 위하여
- (4) 工作機械의 部品이 지탱할 수 있는 工具의 作用力을 정하기 위하여
- (5) 각 觀點(切削抵抗, 切削率, 粗度 등)에서의 最適 切削條件(移送, 切削速度 등)을 정하기 위해서

시행한다.

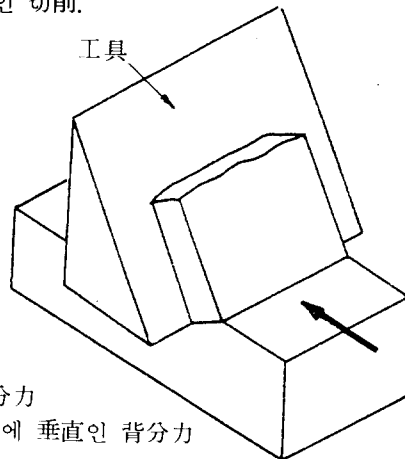
2. 2次元 切削과 3次元 切削

- (1) 2次元 切削 :

切削刃과 工具의 進行方向이 직교인 경우로서 切削抵抗이 2次元의인 切削(“加工幅 < 切削刃幅”인 直線切刃에 의한 切削, free cutting).

- (2) 3次元 切削(free cutting에서) :

加工面 上에서 工具의 進行方向에 대한 法線과 工具刃이 이루는 角인 切刃 傾斜角(inclination angle) $i \neq 0$ 인 경우로써 切削抵抗이 3次元의인 切削.



- 切削 分力
- 加工面에 垂直인 背分力

(a) 2次元 切削

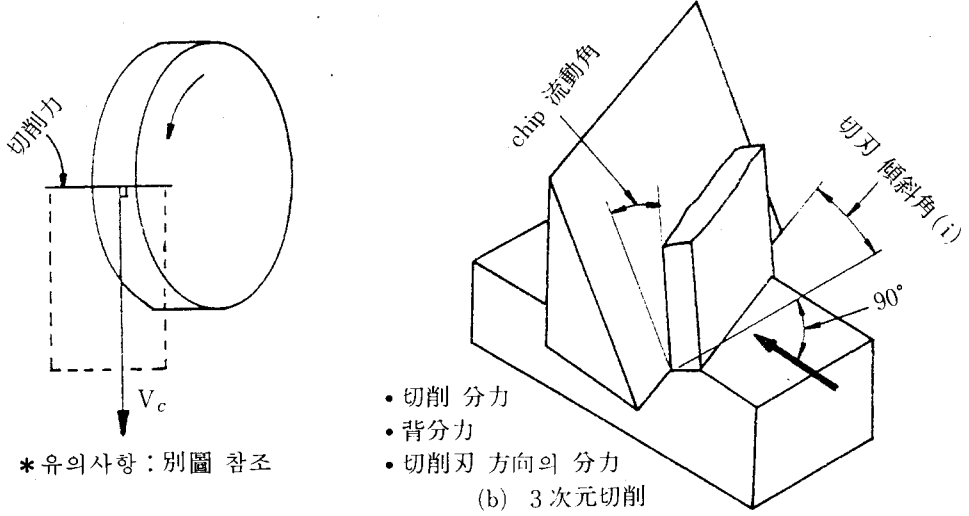
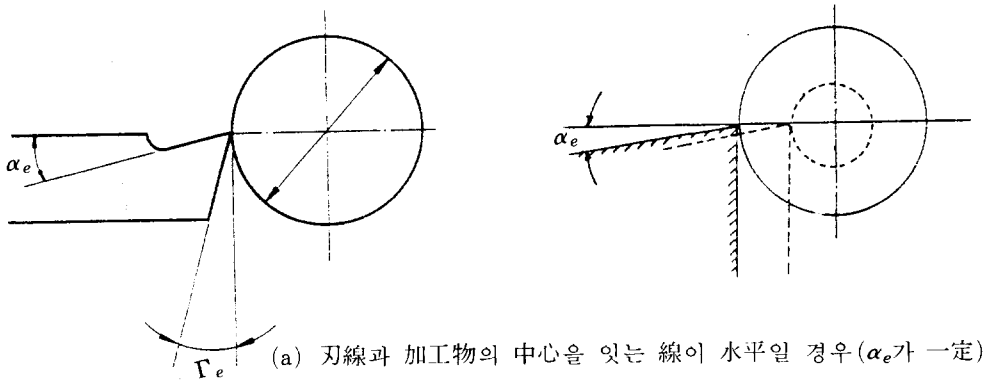
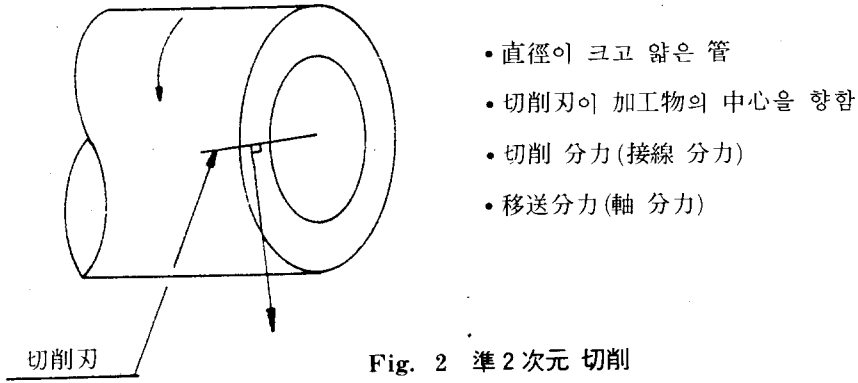
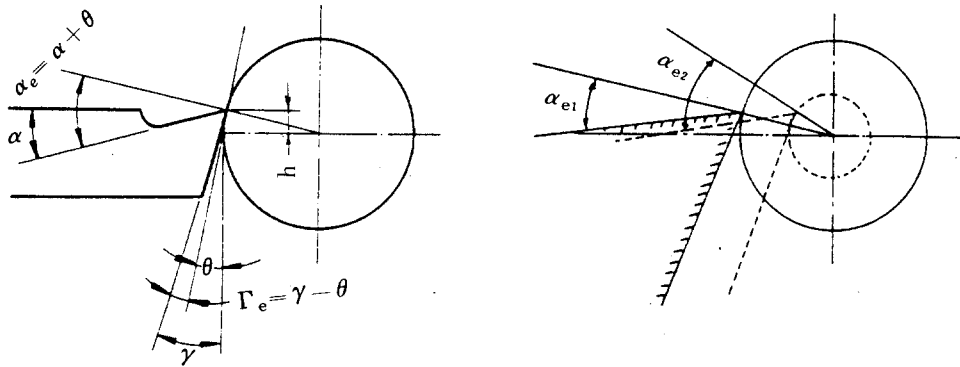


Fig. 1 2次元 切削과 3次元 切削





(b) 刃線과 加工物의 中心을 잇는 線이 水平이 아닐 경우(α_e 가 變화)

* 別圖 工具의 位置에 따른 有效傾斜角의 變화

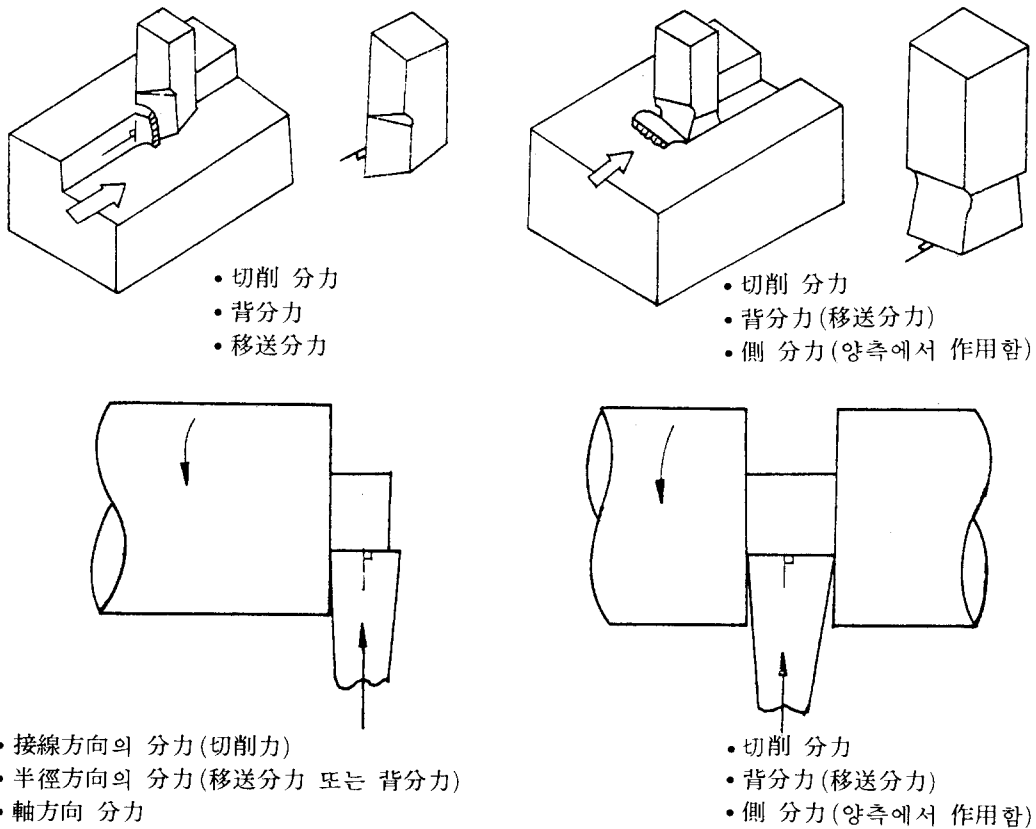


Fig. 3 2次元 切削으로 착각되는 예

3. 工具角의 定義

3-1 2次元 切削

2次元 切削 (Fig. 4) 에서는 加工面과 工具刃에 垂直인 平面内에서 切削 方向에 대한 垂直線과 工具傾斜面이 이루는 角을 工具의 傾斜角 (α) (=垂直 傾斜角 α_n = 速度 傾斜角 α_v = 有效 傾斜角 α_e) 이라 하며, 이 角은 工具壽命, 溫度, 切削抵抗, 振動 및 生産性 등과 같은 切削性能에 가장 큰 영향을 주기 때문에 實驗條件으로서 반드시 고려되어야 한다.

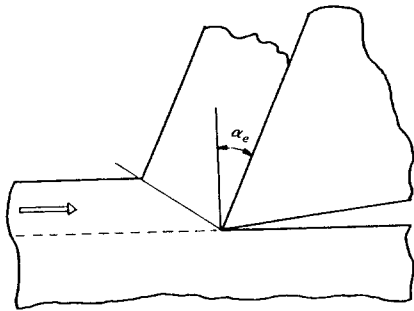


Fig. 4 2次元 切削의 傾斜角

3-2 3次元 切削

3-2-1 平削

3次元 平削에서는 Fig. 5 에서와 같이 加工面과 切削刃에 垂直인 平面内에서 측정되는 垂直 傾斜角 (α_n) 과 切削 速度 vector를 포함하고 加工面に 垂直인 平面内에서 측정되는 速度 傾斜角 (α_v) 의 관계는 다음과 같다.

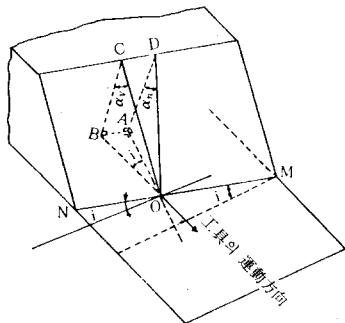
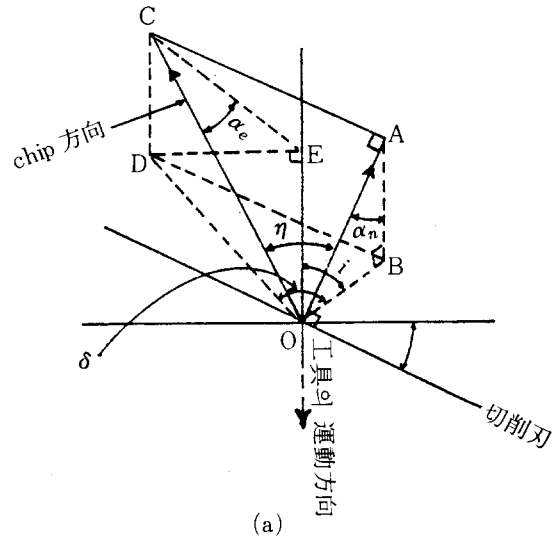


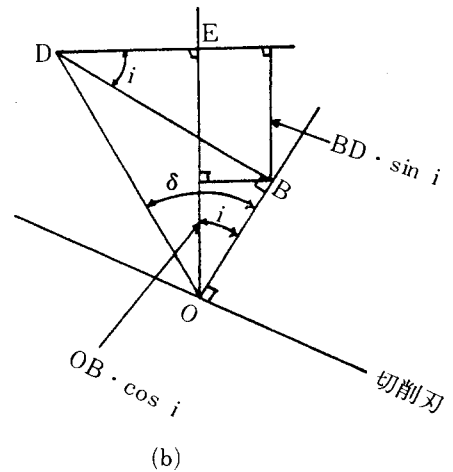
Fig. 5

$$\tan \alpha_v = \frac{BO}{CB} = \frac{BO}{AD} = \frac{AO/AD}{AO/BO} = \frac{\tan \alpha_n}{\cos i} \dots \dots \dots (1)$$

有效 傾斜角 (α_e) 은 切削 方向 (工具의 移動 方向) 과 chip 流動 方向을 포함하는 平面内에서의 傾斜角이며, Fig. 6 (a) 에서



(a)



(b)

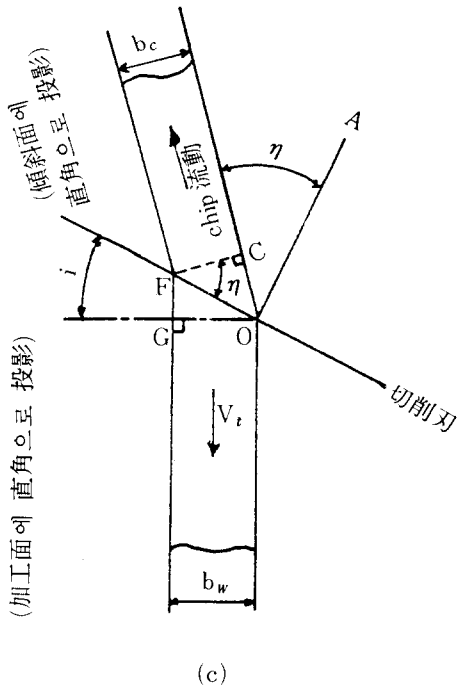


Fig. 6 3次元平削

$$\sin \alpha_e = OE/OC, OB=OA \cdot \sin \alpha_n, DB=AC, AO=OC \cdot \cos \eta, AC=OC \cdot \sin \eta$$

Fig. 6 (b)에서

$$OE = OB \cdot \cos i + BD \cdot \sin i$$

$$\sin \alpha_e = \frac{OC \cdot \cos \eta \cdot \cos i \cdot \sin \alpha_n + OC \cdot \sin \eta \cdot \sin i}{OC}$$

$$\sin \eta \cdot \sin i$$

$$\sin \alpha_e = \cos \eta \cdot \cos i \cdot \sin \alpha_n + \sin \eta \cdot \sin i \dots \dots \dots (2)$$

여기서 chip流動角은 工具面에서 직접 측정하거나, Fig. 6 (c)에서와 같이 chip의幅 b_c 와 加工面의幅 b_w 에 의하여 다음과 같이 계산된다.

$$\cos \eta = FC/OF = b_c / (b_w / \cos i) = (b_c / b_w) \cdot \cos i \dots \dots \dots (3)$$

그런데 실제에서는

$$b_c \approx b_w \text{이므로 } \eta = i \text{이다.} \therefore \sin \alpha_e \approx \cos^2 i \cdot \sin \alpha_n \cdot \sin^2 i \dots \dots \dots (4)$$

따라서 有效傾斜角(α_e)은 切削刃 傾斜角(i)과 垂直 傾斜角(α_n)으로 나타내거나 計算하여 직접 표시할 수 있다.

3-2-2 旋削

加工物を 旋削할 경우에는 工具의 低面을 基準으로 하여 有效 傾斜角을 측정하는 경우도 있으나, 工具의 低面은 切削 幾何學에 직접 관련되지 않을뿐 아니라 milling cutter, drill 및 기타 工具에는 적용시킬 수 없기 때문에 回轉軸(旋削에서는 加工物의 軸線, milling에서는 cutter의 軸線)을 포함하는 面을 基準으로 택하는 것이 合利의이며 有效 傾斜角은 이 軸線 및 切削刃上의 임의의 點을 포함하는 基準面과 工具의 傾斜面(face)이 이루는 角으로서 이 角의 측정은 旋削刃의 基準面에 대한 投影과 基準面に 모두 垂直인 面에서 측정된다. (Fig. 7)

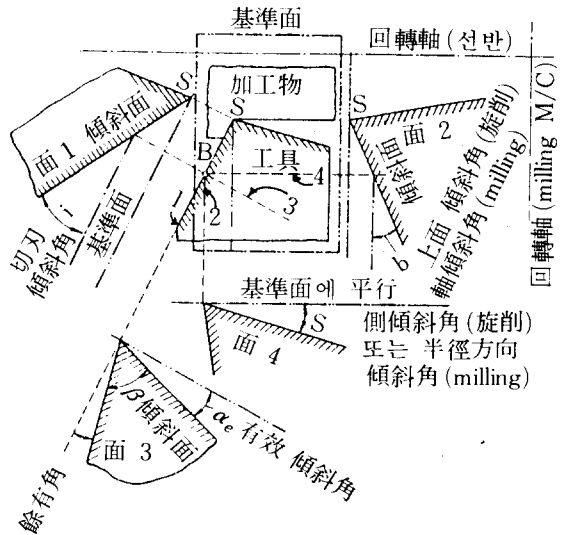


Fig. 7

그러나, 실제에 있어서는 工具의 傾斜面과 切削刃에 垂直인 面内에서 측정하여도 그 誤差는 무시할 정도이다.

切削刃의 각 位値에 따라 基準面이 다르게 정하여 지므로 有效 傾斜角의 크기 또한 切削刃의 위치에 따라서 다르다는 것을 알 수 있다. 그러나 直徑이 큰 加工物에서 물림깊이를 작게 하여 切削할 경우에는 軸線과 工具의 先端을 포함하는 基準面을 택하여도 큰 무리가 없다. 다른 중요 實用角(上面 傾斜角, 側 傾斜角, 切刃 傾斜角)도 工具의 先端(S)을 통과하여 基準面に 垂

直인 直線을 回轉軸으로 하고 그 面을 포함한 平面内에서 基準面과 工具傾斜面에 接하는 2 邊이 이루는 角으로 정한다. 엄밀한 의미에서는 有效 傾斜角은 合 速度 vector를 포함하는 평면内에서 측정되어야 하나 移送速度와 切削速度의 상대 크기에 따라 변한다. 큰 誤差없이 이용하기에 편리한 工具幾何學에 의한 내용만을 취급키로 한다.

Fig. 8에서 有效 傾斜角(α_e), 側 傾斜角(s), 上面 傾斜角(b) 및 主 切刃角(c) 사이의 관계는 다음과 같다.

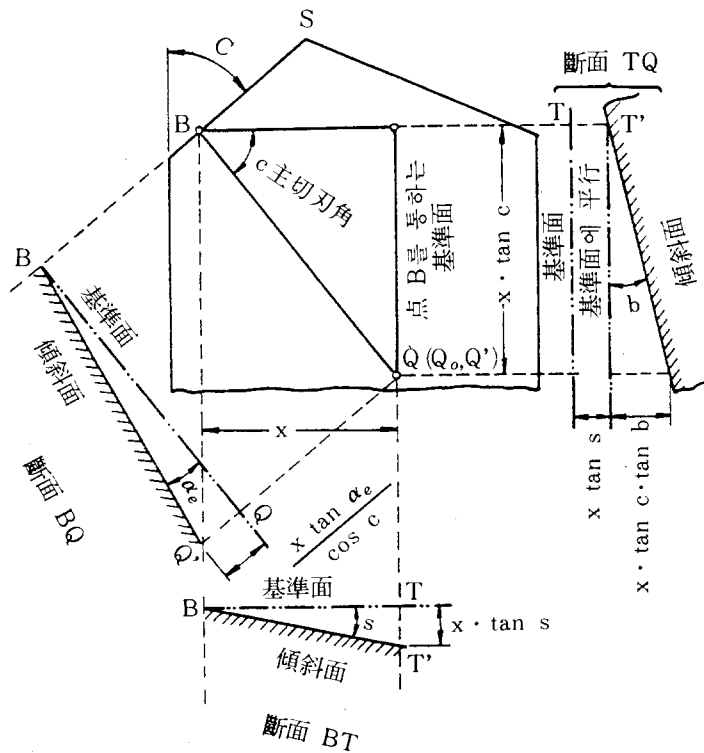


Fig. 8

$$TT' = x \cdot \tan s$$

$$QQ' = x \cdot \tan s + (x \cdot \tan c) \cdot \tan b$$

$$= x \cdot (\tan s + \tan c \cdot \tan b)$$

$$QQ' = (x / \cos c) \cdot \tan \alpha_e$$

$$\tan \alpha_e = \tan b \cdot \sin c + \tan s \cdot \cos c \dots (5)$$

Fig. 9에서

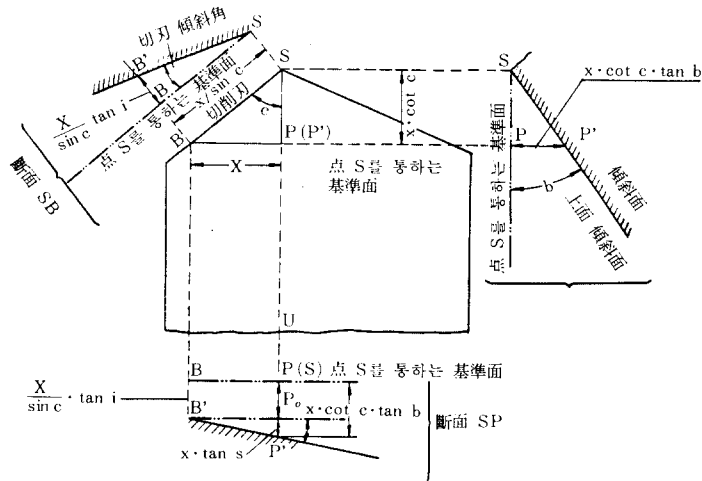


Fig. 9

$$PP' = (x \cdot \cot c) \cdot \tan b$$

으로 잡고 끝손질 한다.

$$PP' = BB' + P_0P' = \frac{x}{\sin c} \cdot \tan i + x \cdot \tan s$$

$$\frac{x}{\sin c} \cdot \tan i + x \cdot \tan s = x \cdot \cot c \cdot \tan b$$

$$\tan i = \tan b \cdot \cos c - \tan s \cdot \sin c \dots (6)$$

式(5)와 式(6)에서 有效 傾斜角(α_e)을 角 b, c 및 s로 표시하거나 角 b, c, s 중에서 2개의 角과 角 i로 표시할 수 있다. 이 조건을 명시하지 않으면 有效 傾斜角을 定하지 않고 任意 有效 傾斜角에서 실험을 시행한 것이 되어 애써서 얻은 결론이 아무런 의미가 없게 되므로 다시한번 有意할 것을 부탁하는 바이다.

4. 工具의 研削

工具 研削器에서 工具를 3軸 Vise에 고정하고 일반 숫돌로 研削한 후에 diamond 숫돌을 使用하여 다듬 研削하고, 기름숫돌에서 工具를 손

5. 加工物の 준비

(1) 採取部位와 加工

均質部를 택하여 重切削을 피하고 切削油를 공급하면서 微細切削을 한다.

(2) 前切削(pre-cutting)

工具動力計로 切削抵抗을 측정하고 切削油(kerosene 등)를 공급하면서 예를 들면 0.05, 0.04, 0.03, 0.01mm 등의 切削깊이로 前切削을 하고 아세톤(acetone)으로 세척하고 hair dryer로 건조시킨 다음 data를 얻기 위한 切削을 행한다.

Data를 얻기 위한 切削에서 前切削을 하지 않고 계속 이어서 切削을 할 경우에는 交番으로 發生하는 long chip과 short chip중에서 long chip 또는 short chip만을 택하여 切削機構의 解析에 利用하여야 한다. 특히 延性 材料에서 는 이 점에 유의하여야 한다.