

# 平歯車（転位歯車）の製作と測定

工学部機械システム工学科

文部技官 坂上俊雄

## 1. まえがき

歯車はもともと減速が主目的で駆動歯車は小歯車になり、そこで大小の差のあまりない時でも、駆動（側）歯車をピニオン(pinion)といい、それに対応して被動（側）歯車をギヤ(gear)といいます。そこで大減速比にすると、どうしても小歯車(pinion)側をいじめることになり、ラックの歯先がピニオンの歯元とがかさなるとい現象が起きる。このような歯元の干渉のことを切り下げ、あるいはアンダカット現象と呼び歯車は回転できない。

また、工具で歯切りをする場合には、歯切りされる側の歯の歯元がえぐられてしまい歯が弱くなってしまいます。(図-1)この歯車の干渉をなくするためには、歯切りにあたって転位ということを行います。転位することによって、歯の干渉を防ぎ（+）転位の歯切りすることによって、歯元の厚みが大きくなり歯の強さを増し、中心距離を変化させるなどができ利用範囲は広く転位平歯車の製作と測定法について報告する。

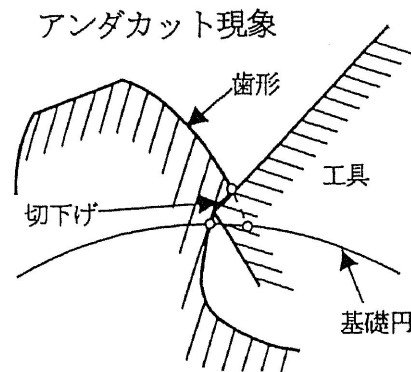


図-1

## 2. ホブ切りの手順

- (1) 割出換歯車  $A_p, B_p, C_p, D_i$  および送り換歯車  $A_g, B_g, C_g, D_f$  を決定し、セットする。
- (2) 差動機構が作動しないように固定してあるか確認する。
- (3) ギヤ・ブランクをホブ盤にセットし、偏心がないようにダイヤルゲージを使用して、心出しをする。

ギヤ・ブランクの外径；  $d_k = mz + 2m + 2xm$        $x$  : 転位係数

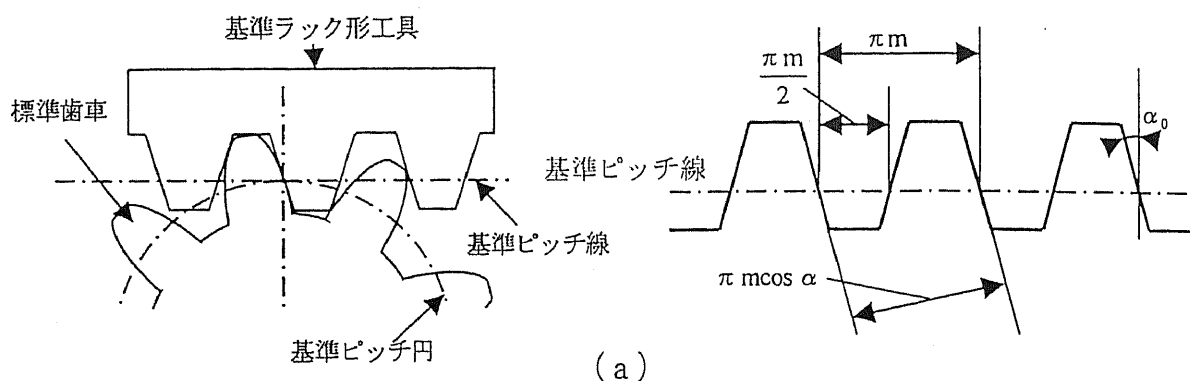
- (4) ホブをホブ盤にセットし、ホブをリード角傾ける。
- (5) ホブ切りが終わったら機械が止まるようにリミットスイッチを調整する。
- (6) ホブ切り込み量よりわずかに少な目に切込み量をセットし、歯切りする。

ホブ切込み量；  $2m + cm$        $c$  : 頂隙係数

- (7) ホブがギヤ・ブランクに当たったら自動送りを掛け切削油を注ぐ。

### 3. 転位平歯車について

#### 標準平歯車



#### 転位平歯車

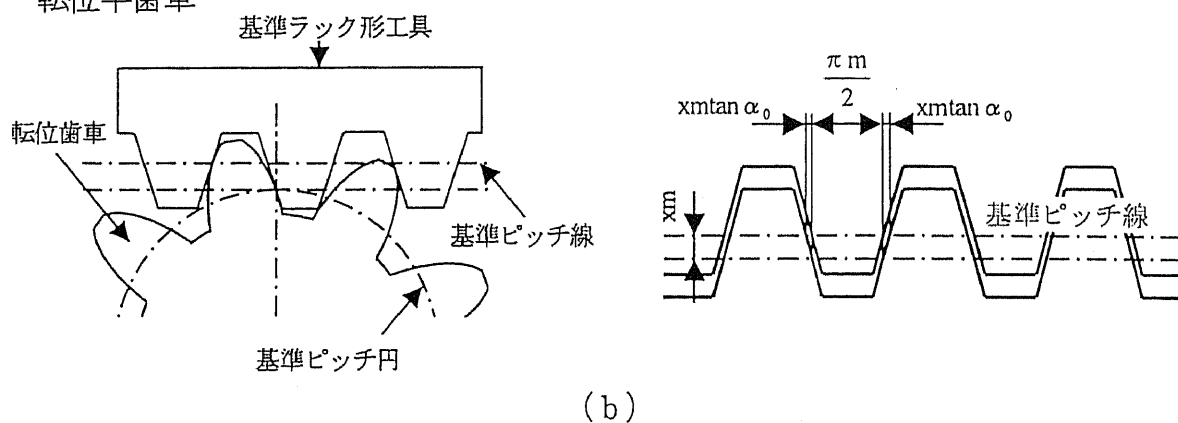


図-2

基準ラック形工具の基準ピッチ線とは、ラックの山の厚みと谷の隙間とがちょうど等しく  $\pi m/2$  になるような直線で、これはねじの場合の有効径に相当する。

#### 3-1 標準平歯車 (図-2 (a))

基準ラック形工具の基準ピッチ線が歯車の基準ピッチ円に接するようにして歯切りされた物である。

#### 3-2 転位平歯車 (図-2 (b))

基準ラック形工具の基準ピッチ線が基準ピッチ円から  $+xm$ 、すなわちモジュールの  $x$  倍ずらした状態で歯切りした歯車である。 $xm$  を転位量、 $x$  を転位係数という。ずらす方向が図-2 (b) のように、基準ラック形工具の基準ピッチ円の外側になるような状態を (+) 転位 (または正の転位) といい、逆に内側にずらすことを (-) 転位 (または負の転位) といい、ピッチ円歯厚は厚くなる。

$$\text{ピッチ円歯厚} = \frac{\pi m}{2} + 2xm \tan \alpha_0 \text{----- ①}$$

#### 4.インボリュート曲線 (図-3 参照)

円筒形に伸縮しない糸を巻きつけてその端をもち緊張させながら、徐々に解きほだしていくときに糸の上の任意の一点を描く曲線をインボリュート曲線 (点A～点Bの曲線) という。

$$\widehat{AC} = \overline{BC}$$

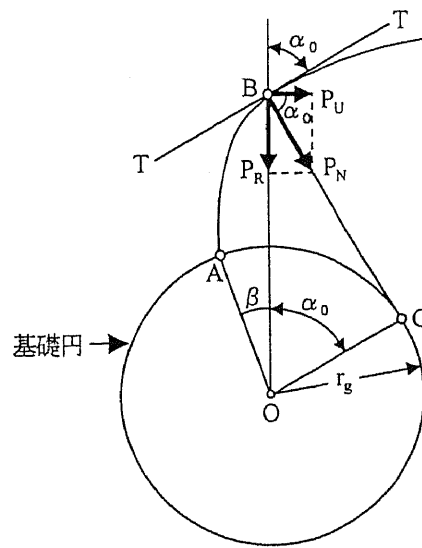


図-3

#### 5.インボリュート関数 (図-3 参照)

インボリュート曲線の任意の点Bの圧力角を $\alpha_0$ とすると、その点とインボリュート起点Aとの含む中心角 $\beta$ と圧力角 $\alpha_0$ との関係を求めると

$$\widehat{AC} = r_g(\alpha_0 + \beta)$$

$$\overline{BC} = r_g \tan \alpha_0$$

$$\widehat{AC} = \overline{BC}$$

$$\therefore \tan \alpha_0 = \alpha_0 + \beta$$

$$\therefore \beta = \tan \alpha_0 - \alpha_0$$

この $\beta$ を $\text{inv } \alpha_0$ と記し、インボリュート関数と名付すなわち

$$\beta = \text{inv } \alpha_0 = \tan \alpha_0 - \alpha_0 \text{ ----- ②}$$

## 6.仕上寸法管理（またぎ歯厚測定、弦歯厚測定、オーバーピン測定）

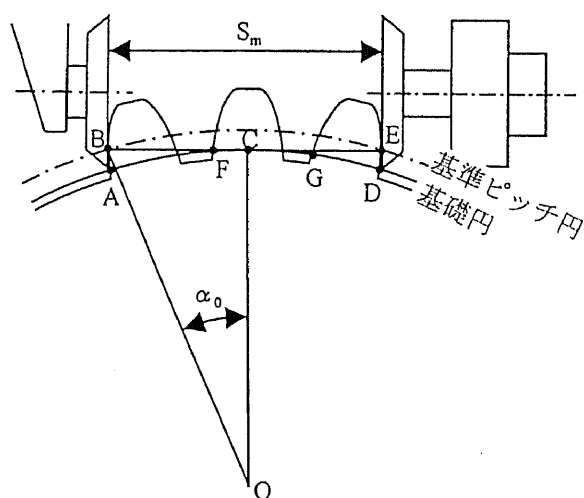
一般の機械加工の場合と同様、歯車の歯切りにおいても「ある部所の寸法」が規定の値になるように寸法管理の行えることが必要である。測定精度と簡便さからまたぎ歯厚測定が一般的である。

### (1)またぎ歯厚測定法

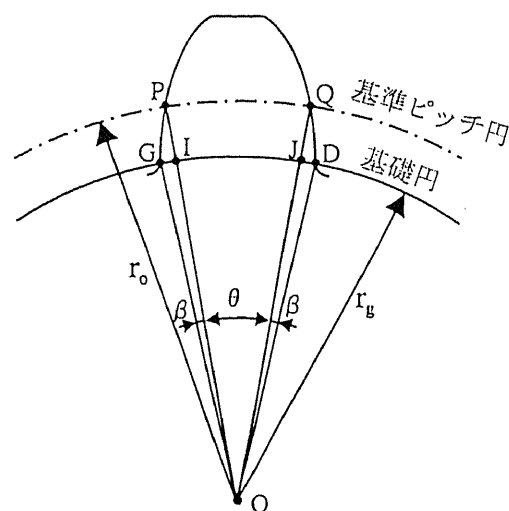
測定には歯厚マイクロメータを使い、平行な2平面でN枚の歯（またぎ歯数）を挟んで、その距離  $S_m$  を測定する。（図－4）

$S_m = AD$  を測定するための各部各寸法

ピッチ円直径	: $mz$
基礎円直径	: $mz \cos \alpha_0$
ピッチ円ピッチ	: $\pi m$
基礎円ピッチ	: $\pi m \cos \alpha_0$
ピッチ円歯厚	: $\frac{\pi m}{2} + 2x m \tan \alpha_0$
インボリュート関数	: $\beta = \text{inv } \alpha_0 = \tan \alpha_0 - \alpha_0$



図－4



図－5

図－4 参照

$$S_m = \overline{BE} = \widehat{AD} = \widehat{AF} + \widehat{FG} + \widehat{GD}$$

$\widehat{AF}$ ,  $\widehat{FG}$  は基礎円上のピッチであるので

$$\widehat{AF} = \widehat{FG} = \pi m \cos \alpha_0 \text{ ----- ③}$$

図-5 参照

基礎円上の歯厚である  $\widehat{GD}$  は

$$\begin{aligned}\widehat{GD} &= 2\gamma_g \operatorname{inv} \alpha_0 + \frac{\pi m/2 + 2xm \tan \alpha_0}{\gamma_0} \cdot \gamma_g \\ &= 2 \cdot \frac{mz}{2} \cos \alpha_0 \cdot \operatorname{inv} \alpha_0 + \frac{\pi m/2 + 2xm \tan \alpha_0}{\frac{mz}{2}} \cdot \frac{mz}{2} \cos \alpha_0 \\ &= m \cos \alpha_0 (0.5\pi + 2x \cdot \tan \alpha_0 + Z \operatorname{inv} \alpha_0) \text{-----} \textcircled{4}\end{aligned}$$

平歯車では  $S_m$  は基礎円弧歯厚  $\widehat{GD}$  と  $(N-1) \times$  (法線ピッチ  $\widehat{AF}$ ,  $\widehat{FG}$ ) との和である。

$$S_m = m \cos \alpha_0 (0.5\pi + 2x \tan \alpha_0 + Z \operatorname{inv} \alpha_0) + (N-1)\pi m \cos \alpha_0$$

## 7. またぎ歯数 $N$ について

測定片と歯面とが、ほぼ嚙合歯丈の中央付近で接触するのが望ましいから、このことより挟むべき歯数が定まるのである。

基準ピッチ円の近くの点で接触すればよい。この  $N$  より多い枚数の歯を挟めば、ピッチ円より歯先に近い方で接触し、歯厚の値が小さくなり、少ない枚数の歯を挟めば歯元に近い方に接触するので歯厚の値が大きく値を示すことにより次式を得る。

### (1) 標準歯車の場合

またぎ歯数  $N$  は  
—計算は省略—

$$\alpha_0 = \frac{180^\circ}{z} (N - 0.5)$$

$$\therefore N = \frac{z}{180^\circ} \cdot \alpha_0 + 0.5$$

(結果は整数に丸める)

### (2) 転位歯車の場合

またぎ歯数  $N$  は  
(図-6 参照)

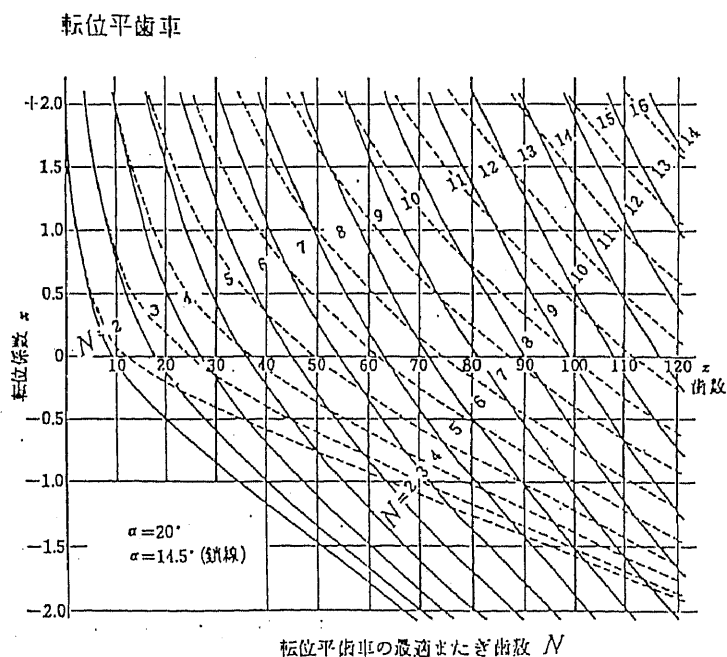


図-6

## 8. 工具切り込みについて

ホブ切り込みが不足している場合には測定値は計算値より  $\Delta S$  だけ大きくなるとする。この状態の歯車は大きな転位係数  $x'$  ( $> x$ ) の歯車と考えることができるから、 $x'$  を  $x$  にまで減少させればよい。その減少量を  $\Delta x$  とすると、 $x' = x + \Delta x$  で、かつ  $\Delta x \ll 1$  と考えられるから、

$$\frac{S_m(x + \Delta x) - S_m(x)}{\Delta x} = \frac{dS_m}{dx}$$

これより、

$$\Delta x = \frac{S_m(x + \Delta x) - S_m(x)}{\frac{dS_m}{dx}} = \frac{\Delta S}{2m \cdot \sin \alpha_0}$$

切り込みの増分は転位減少分に相当するから、 $m \Delta x$  と計算できる。

$$m \Delta x = \frac{m \Delta S}{2m \sin \alpha_0} = \frac{\Delta S}{2 \cdot \sin \alpha_0} = 1.46 \Delta S \doteq 1.5 \Delta S$$

歯車を仕上寸法にするには  $1.5 \Delta S$  の切込み量を与えれば計算値のまたぎ歯厚に仕上がることになる。