ホブ切り切削量の簡易計算式*

大 坪 武 廣^{*1}

Simple Equations for Cut Amount in Hobbing

Takehiro OHTUBO

In order to easily determine the power required for cutting and cutting force from the cut amount in hobbing, the technique using the area of the space between teeth of gears as the criterion was proposed. In this study, simple equations for calculating the area of the space between teeth and the cut amount were derived. The results may be summarised as follows. (1) The simple equations for calculating the cut amount in Hobbing were derived. (2) The term of the number of teeth was eliminated from the simple equation for cut amount in hobbing, therefore, theoretically, the number of teeth is irrelevant. (3) However, the effect of the number of teeth appears in the area of the space between teeth of gears.

Key Words: Hobbing, Cutting Force, Tooth Space, Cut Amount, Area, Simple Equation.

1. ま え が き

最近ではコンピュータの能力が向上してきたことから、ホブ切れ刃ごとの切削断面の解析が精度よくできるようになり、これから切削力とその変動に関する研究も行われてきている^{(1)~(3)}。図1には、著者の提案するホブ切り切削量と単位切削動力値から切削動力、切削力を求めるための計算方法を示す。この計算方法では、形成物としての歯車の歯溝面積を基準にするため、インボリュート歯車から特殊歯形の歯車にも適用でき、その演算も容易である。詳細な計算方法に対して簡易な計算方法もあってもよいと思われるので、その要点を報告する。本報では、その前提として、歯溝面積からホブ切り切削量の計算までを研究対象とした。

2. 歯車の歯溝面積について

ホブと被切削歯車材の創成加工運動によって、歯溝が削りとられ、歯形が形成される。歯溝面積 S を求める前に歯底円から上の歯形部分の歯に直角な歯形面積 A を計算する。

歯形面積 A は、歯先円、歯底円および左右のインボ

表 1 記号の説明

m: module,
t: Pitch,
Z: No. of teeth,
β : Helix angle deg.,
B: Face width,
D_o : Pitch circle dia. ($R_o = D_o / 2$)
D_k : Tip circle dia. ($R_k = D_k / 2$)
D_a : Root circle dia. ($R_a = D_a / 2$)
α_o : Normal press. angle on D_o ,
α_k : Normal press. angle on D_k ,
α_a : Normal press. angle on D_a ,
g : No. of thread (Hob),
n_s : Hob R. P. M.,
f : Feed,

Unit: [mm]

図 1 ホブ切り切削力の計算方法

* 原稿受付、昭和63年5月18日。

^{*1} 正員、(株)櫻葉鉄工所 (〒601 京都市南区上鳥羽鴨田28)。

図2 モジュール1の歯直角歯溝面積

図3 歯溝の形の例(拡大図)

リュート歯形曲線で囲まれた部分の面積を積分して計算する。平歯車の歯直角歯形面積 A は、次式から求めることができる⁽⁴⁾⁽⁵⁾。

$$A = (R_0 \cos \alpha_0)^2 (\tan^3 \alpha_K - \tan^3 \alpha_R) / 3 - R_K^2 (\text{inv} \alpha_K - \text{inv} \alpha_R) + \{(R_K^2 - R_R^2) / 2\} \{t / R_0 - 2(\text{inv} \alpha_K - \text{inv} \alpha_0)\} \quad \dots\dots\dots (1)$$

次に式(1)の A を使って平歯車の歯直角歯溝面積 S を求める。

$$S = \{(D_K^2 - D_R^2) \pi / 4 - Z \cdot A\} / Z \quad \dots\dots\dots (2)$$

つづいてラックの歯溝面積 S_R の計算式を示す⁽⁵⁾。

$$S_R = \{t + 2(F - K) \tan \alpha_0\} (K + F) / 2 \quad \dots\dots\dots (3)$$

式(3)において $K = 1.25m$, $F = m$ のばあい,

$$S_R = 3.33m^2 \quad (\alpha_0 = 20^\circ) \quad \dots\dots\dots (4 \cdot a)$$

$$S_R = 3.36m^2 \quad (\alpha_0 = 17.5^\circ) \quad \dots\dots\dots (4 \cdot b)$$

$$S_R = 3.39m^2 \quad (\alpha_0 = 14.5^\circ) \quad \dots\dots\dots (4 \cdot c)$$

図2に、平歯車、モジュール1、歯丈2.25m、転位なしのときの歯溝面積を示す。歯数が大きくなるほどラックに類似する傾向になった。図2の値に m^2 を乗ざると、そのモジュールにおける歯溝面積が計算できる。図3に、歯数17と99の歯溝の形の例を示す。歯数が多くなるほどラックに近くなる様子がわかり、図2の計算値の傾向が正しいことがわかる。はすば歯車のときは $S / \cos \beta$ になる。特殊歯形に対しては、歯溝面積の計算が困難なばあいとか、非公開の歯形のばあい、図4に示すように、原寸か倍尺の歯形図に方眼目を当てて、その数を数えることによってその面積を得ることができる。

3. ホブ切り切削量の簡易計算式

歯直角の歯溝面積 S を有するはすば歯車のホブ切りされる全歯溝容積を求める⁽⁵⁾⁽⁶⁾。

図4 特殊歯形の歯溝の形の例

$$V_0 = S \cdot Z \cdot B / \cos \beta \quad [\text{mm}^3] \quad \dots\dots\dots (5)$$

次に歯幅 B の歯車の正味切削時間の計算式を示す。

$$t = Z \cdot B / (f \cdot n_h \cdot g) \quad [\text{min}] \quad \dots\dots\dots (6)$$

式(5)、(6)から毎分あたりのホブ切り切削量を求める。

$$V = V_0 / t = S \cdot f \cdot n_h \cdot g / \cos \beta \quad [\text{mm}^3 / \text{min}] \quad (7)$$

式(7)をみると、歯数の項がなく、計算式上は歯数の影響がない。ただし、歯数は図2に示すように歯溝面積に影響を与える。なお、ホブ各切れ刃の各時刻における切削量とその変化については文献⁽¹⁾⁻⁽⁴⁾を参照してほしい。式(7)から切削量は容易に計算できる。

4. む す び

- (1) ホブ切り切削量の簡易計算式を作成した。
- (2) この計算式には歯数の項がない。
- (3) 歯数は歯溝面積に影響を与える。

文 献

- (1) 寺島・上野、機論、43-373、C (1977)、3535。
- (2) 梅崎・ほか2名、機論、48-433、C、(1982)、1501。
- (3) Bouzakis, K. VDI-Z, 121-19 (1979), 943, 121-20 (1979), 1016。
- (4) 成瀬編、歯車の研究、(1960)、35、養賢堂。
- (5) 大坪、設計製図講義、No. 84-2、(1984)、93。
- (6) Lindner, W., VDI-Z, 97-25 (1955), 877。