

## [23] Hob Chip (切粉形状シミュレーション)

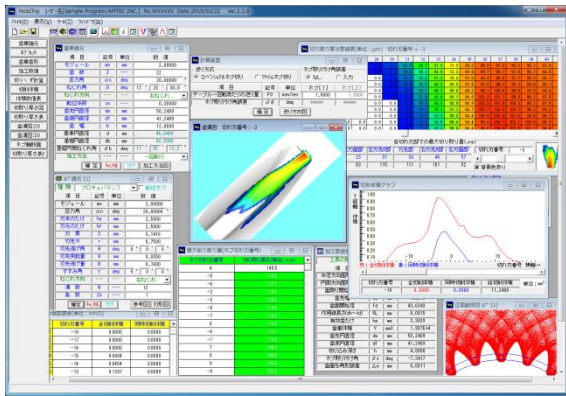


図 23.1 Hob Chip

### 23.1 概要

Hob Chip は、ホブ切削時における切粉の切取り形状や切取り厚さの計算や、ホブ切れ刃位置における切取り量をシミュレーションすることができるソフトウェアです。図 23.1 に全体画面を示します。

### 23.2 歯車諸元入力

歯車諸元を、図 23.2 に示します。加工方法は、図 23.3 に示すように「両歯面仕上げ」、「片歯面仕上げ」、「1 回削り」の 3 通りがありますが、本例では 1 回削りとして計算を進めます。加工歯厚は、「またぎ歯厚」、「オーバピン寸法」、「円弧歯厚」の内から選択します。本例では、図 23.4 のように、またぎ歯厚を 21.734mm として計算を進めます。



図 23.2 歯車諸元入力

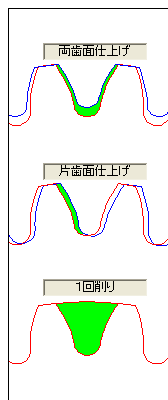


図 23.3 加工方法

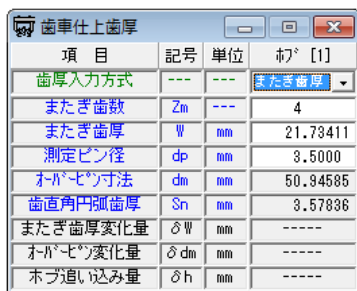


図 23.4 歯厚入力

### 23.3 ホブ諸元入力

ホブの種類は、「標準」、「セミトッピング」、「プロチュバランス」、

「プロチュバランスセミトッピング」と「転位ホブ」に対応しています。本例では「プロチュバランスホブ」を使用します。図 23.5 で設定するホブの各部寸法は、図 23.6 の[参考図](刃先部詳細)で、また、入力後の刃形形状は図 23.7 で確認することができます。

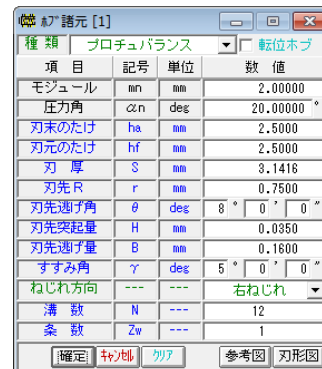


図 23.5 ホブ諸元入力

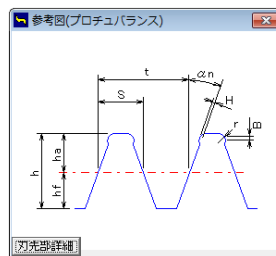


図 23.6 ホブ形状

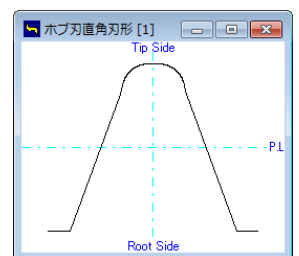


図 23.7 ホブ刃形図

### 23.4 歯形図

ホブ加工後の歯形を図 23.8 の歯形選択画面で歯形創成図(図 23.9)、歯形軌跡図(図 23.10)、歯形レンダリング(図 23.11)の作図ができます。これらの歯形は、図 23.5 で設定したホブを使用して作図したものであり図 23.10 の歯形軌跡図からも明らかなようにホブのコブ形状を考慮した歯形図となっています。

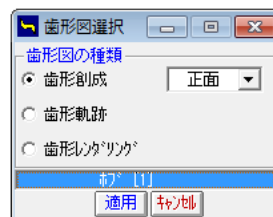


図 23.8 歯形図選択

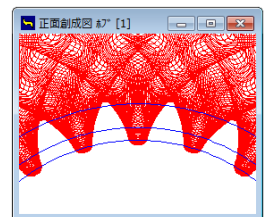


図 23.9 歯形創成図

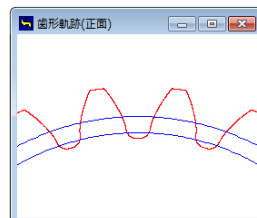


図 23.10 歯形軌跡図



図 23.11 歯形レンダリング

ホブ加工後の歯車寸法を図 23.12 に示します。本例の場合、面取りホブでないため面取りは発生していません。また、インボリュート開始径(歯面開始径) 43.6343mm は、図 23.13 の歯形軌跡拡大図で確認することができます。

加工数値表			
工具の種類			
項目	記号	単位	数値
半径方向面取り長さ	hp	mm	----
円周方向面取り長さ	hk	mm	----
面取り開始直径	dh	mm	----
歯先幅	Sc	mm	1.2510
歯面開始径	fd	mm	49.6343
作用線長さ(dh~fd)	RL	mm	8.0915
有効歯たけ	he	mm	3.3033
歯車体積	V	mm <sup>3</sup>	1.987E+4
歯先円直径	da	mm	50.2409
歯底円直径	df	mm	41.2409
切り込み深さ	h	mm	4.5000
ホブ取り付け角	$\beta$	deg	-7.3417
歯面多角形誤差	$\Delta e$	mm	0.0011

図 23.12 ホブ加工数値表

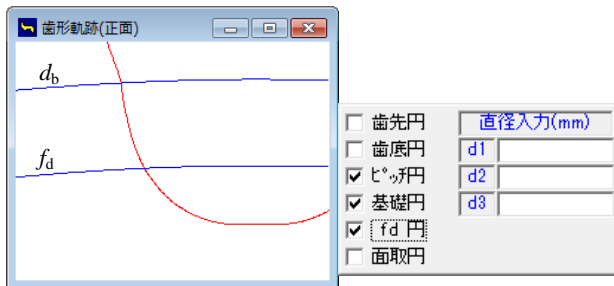


図 23.13 歯形軌跡拡大図

## 23.5 ホブ加工

### 23.5.1 ホブ加工条件

ホブ加工の送り方向と送り量を図 23.14 で設定します。本例ではコンベンショナルカットとし、送り量は 1mm/rev としています。ここでホブの取り付け角度を変更（オプション）し、切り屑の形状の変化を計算することもできます。（23.6 参照）

計算画面			
送り方式		ホブ取り付け角誤差	
<input checked="" type="radio"/> コンベンショナルホブ切 <input type="radio"/> クライムホブ切		<input checked="" type="radio"/> なし <input type="radio"/> 入力	
項目	記号	単位	ホブ[1]    ホブ[2]
テーブル回転あたりの送り量	F0	mm/rev	1.0000    1.0000
ホブ取り付け角誤差	$\Delta \phi$	deg	*****    *****

図 23.14 加工条件

### 23.5.2 切削体積

ホブ加工後の全切削体積と同時切削体積のグラフを図 23.15 に示します。このグラフは、横軸を切れ刃番号、縦軸を切削体積 (mm<sup>3</sup>)にしたグラフです。同時切削体積とはホブの左右の角部が同時に切削(ワークと接触)するときの切削体積です。ここでの切削体積は、ある1つの切れ刃がホブ1回転あたりに1溝を削る体積です。

切れ刃番号は、ホブの創成中心刃を0として負側の番号は先行刃(創成中心刃より前に存在する切れ刃)を意味し、正側の番号は後続刃(創成中心刃より後に続く切れ刃)を意味します。本例の場合、切れ刃番号は-18から+17までを検討切れ刃としています。

図 23.15 のグラフより、本例の場合には切れ刃番号-2 の刃が全切削体積も同時切削体積も最大となります。図 23.16 に切削体積表を示します。

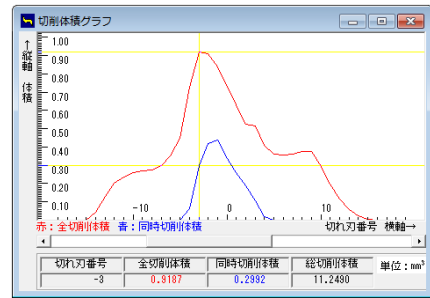


図 23.15 切削体積グラフ

体積数値表(単位: mm <sup>3</sup> )			
番号	切れ刃番号	全切削体積	同時切削体積
18	-1	0.8382	0.4359
17	-2	0.9116	0.4202
19	0	0.7332	0.3392
16	-3	0.9187	0.2992
20	1	0.6296	0.2624
21	2	0.5231	0.1902
22	3	0.4165	0.1180

図 23.16 切削体積表

### 23.5.3 切り厚さ

図 23.15 の切削体積で最大となる切れ刃番号である-2に着目すると、切り厚形状と切り厚さは図 23.17 となり、最大切り厚さは 114.3 $\mu$ m となります。しかし、切り厚さが最大となるのは図 23.18 に示すように切れ刃番号が-5であり、その厚さは 121.3 $\mu$ m です。

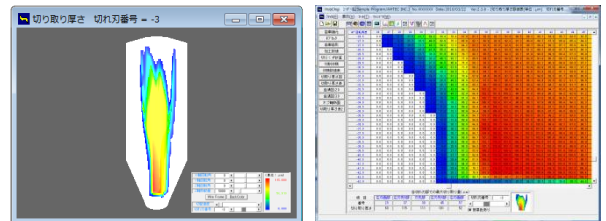


図 23.17 切り厚さ形状と数値(切れ刃番号-3)

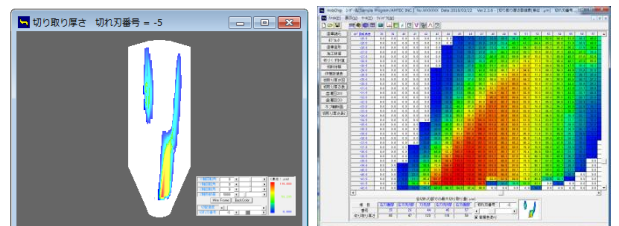


図 23.18 切り厚さ形状と数値(切れ刃番号-5)

### 23.5.4 歯溝図

図 23.19~23.26 に、歯溝を基準として切れ刃が削り取る形状を切れ刃番号-15 から+13 までを示します。切れ刃番号と切り屑(uncut chip)形状の変化が良く解ります。

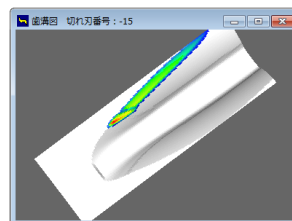


図 23.19 歯溝図(切れ刃-15)

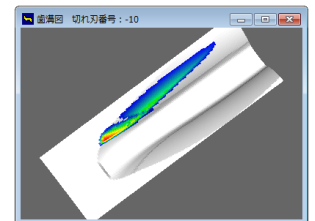


図 23.20 歯溝図(切れ刃-10)

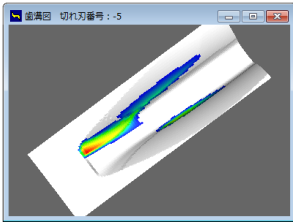


図 23.21 歯溝図(切れ刃-5)

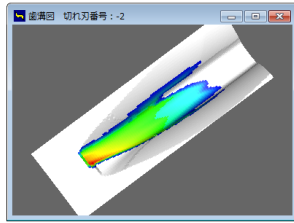


図 23.22 歯溝図(切れ刃-2)

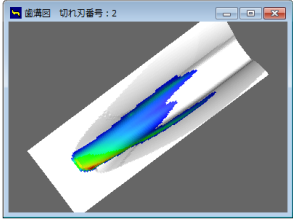


図 23.23 歯溝図(切れ刃+2)

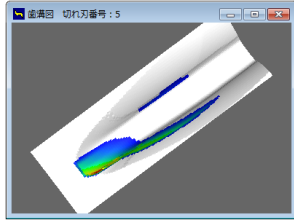


図 23.24 歯溝図(切れ刃+5)

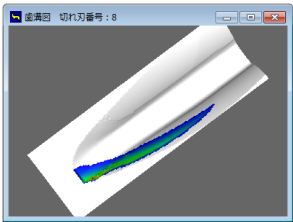


図 23.25 歯溝図(切れ刃+8)

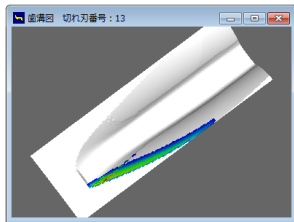


図 23.26 歯溝図(切れ刃+13)

### 23.5.5 ホブ刃形と切り粉の関係

切削体積が最大となる切れ刃番号-2において切り厚さの大きい切れ刃位置を図 23.27 で確認すると、表の最上段列に示すホブ座標番号の 35 番目となります。このホブ座標番号の 35 番目は、図 23.28 のホブ刃先の赤丸の点で示されます。また、切り厚さが最大となる切れ刃番号が-5 では、ホブ座標番号の 43 番目となります。従って、本例では、切り厚さと切削厚さから推測すると、この位置(図 23.28, 図 23.29)でホブの摩耗が大きくなることを予測することができます。

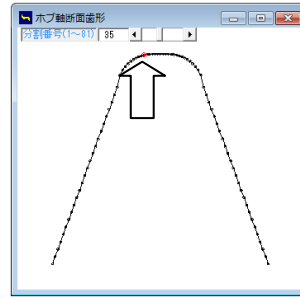


図 23.28 切れ刃-2

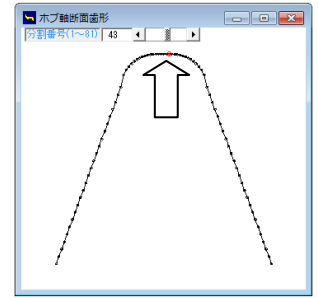


図 23.29 切れ刃+5

### 23.6 ホブ取り付け角度誤差 (オプション)

ホブに取り付け角度誤差を与えて切りくず計算をすることができます。誤差角度の入力範囲は $\pm 2$ 度ですが、大きい誤差角度になると計算できないことがありますので適度な誤差角度を入力する必要があります。

ホブの取り付け角度を変更することにより切り屑の形状が変化するためドライカットの切削に有効です。

ホブの取り付け角度を変更しても、はすば歯車のリードが変化することはありません。ただし、加工後の歯形は圧力角が変化します。また、転位ホブ歯切りとは異なるため入力した歯車寸法とはなりません。図 23.30 にホブ取り付け角度誤差の設定画面を示します。



図 23.30 ホブ取り付け角度誤差の設定

### 23.7 ソフトウェアについて

Hob Chip は、元九州大学工学研究院知能機械システム部門の梅崎先生が開発した「ホブ切りにおける切り厚さ数値解析プログラム」を計算プログラムとして使用しています。

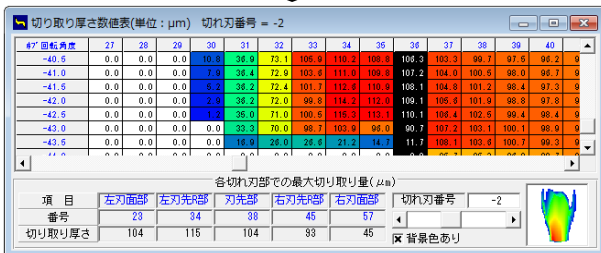
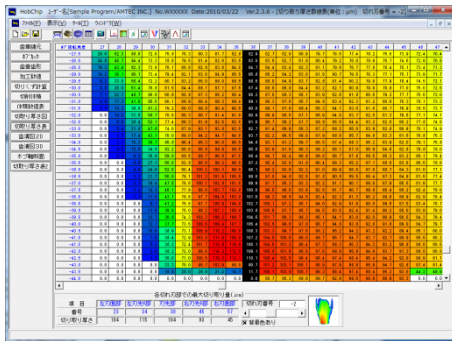


図 23.27 切り取り厚さ形状と数値(切れ刃番号-2)