

[16] 成形砥石歯形解析(単溝, 複溝)

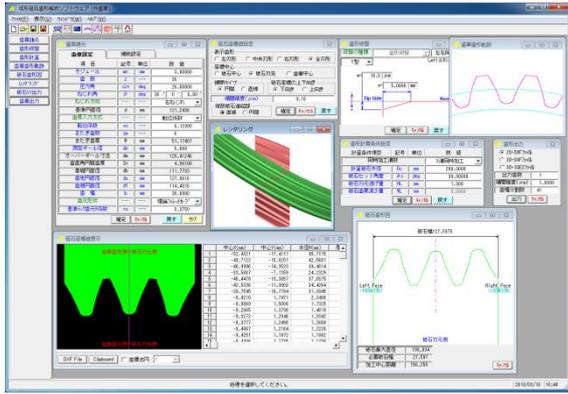


図 16.1 成形砥石歯形解析

16.1 概要

はすば歯車を成形研削する場合、3次元干渉が発生し、ねじれ角や砥石の直径などによってその量は大きく変化します。本ソフトウェアは干渉解析を行い砥石歯形を決定するソフトウェアです。歯形解析は、インボリュート歯形部分は勿論のこと歯元のトロコイド曲線部分も解析しますので正しい砥石座標を得ることができます。

本ソフトウェアは、1溝、2溝または3溝の歯溝を同時に研削する砥石の歯形を出力するソフトウェアです。図 16.1 に全体画面を示します。

16.2 歯車の種類と歯形

- (1)歯車の種類 : 外歯車
- (2)歯形 : インボリュート平歯車及びはすば歯車
- (3)砥石の種類 : 単溝加工用, 複溝加工用 (オプション)
- (4)歯形修整 : 定型5種類+フレキシブルタイプ

16.3 歯車諸元入力

図 16.2 に、歯車諸元の入力画面を示します。歯厚入力は、転位係数、またぎ歯厚、オーバーボール寸法から入力することができ、歯元形状は、フィレット形状、単一 R 形状、PG ホブ (オプション)、PG 歯形 (オプション) に対応しています。

項目	記号	単位	数値
モジュール	$m_n$	mm	3.00000
歯数	$z$	---	35
圧力角	$\alpha_n$	deg	20.00000
ねじれ角	$\beta$	deg	30° 0' 0.00"
ねじれ方向	---	---	右ねじれ
基準円直径	$d$	mm	121.2496
歯厚入力方式	---	---	転位係数
転位係数	$x_n$	---	0.12300
またぎ歯数	$z_m$	---	6
またぎ歯厚	$w$	mm	51.17407
測定ボール径	$d_p$	mm	5.000
オーバーボール寸法	$d_m$	mm	128.41240
歯直角円弧歯厚	$S_n$	mm	4.98100
基準円直径	$d_b$	mm	111.7793
歯先円直径	$d_s$	mm	127.9816
歯根円直径	$d_f$	mm	114.4816
歯幅	$b$	mm	30.0000
歯元形状	---	---	理論 R のホブ
基準円歯元係数	$r_o$	---	0.3750

図 16.2 歯車諸元

補助設定機能は、図 16.3 に示すように歯先 R、歯先 C 面に対応しています。ただし、2溝、3溝用砥石には R 面、C 面を与えることができません。また、電極用歯車を研削することを考慮し、モジュール収縮率、圧力角補正も可能です。



図 16.3 補助設定

16.4 歯形修整

歯形修整は図 16.4~16.7 に示すように 5 種類の修整およびフレキシブル修整に対応しています。本例では図 16.4 の歯形修整を持つ歯形を解析します。図 16.5 は図 16.4 の歯形修整量をグラフ表示した結果です。縦倍率の標準値は 500 倍ですが、任意に設定することができます。

図 16.6 に歯形修整 2 型~5 型を示し、図 16.7 に歯形修整フレキシブル型を示します。

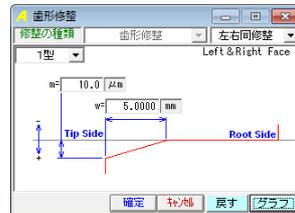


図 16.4 歯形修整(1型)

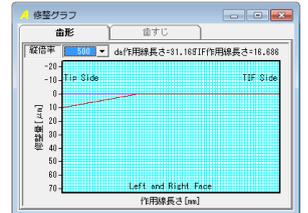
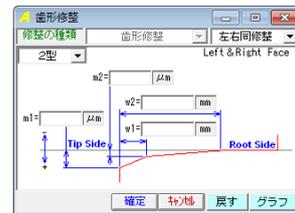
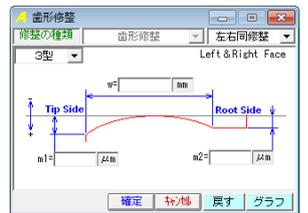


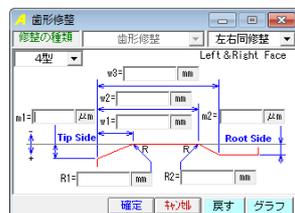
図 16.5 歯形修整グラフ



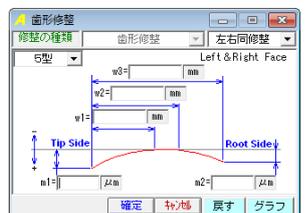
(a) 2 型



(b) 3 型



(c) 4 型



(d) 5 型

図 16.6 歯形修整 2~5 型

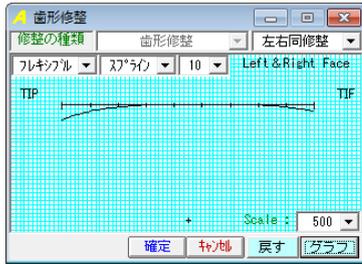


図 16.7 歯形修整フレキシブル型

### 16.5 歯形計算条件

砥石歯形解析の計算条件を図 16.8 に示します。同時加工歯溝数は、1溝、2溝、3溝を選択することができます。ここでは一般的な加工法である 1 溝加工の例を示します。図 16.8 の [確定] で、砥石形状および歯車歯形を計算します。本ソフトウェアでは、歯車のねじれ角以外の傾け角で研削する場合の砥石の形状も決定することができます。



図 16.8 砥石歯形の計算条件

### 16.6 歯車歯形と砥石歯形

歯車諸元および歯形の計算条件に基づき砥石の歯形を生成します。そして、その砥石を用いて研削した場合の歯車歯形も計算します。図 16.9 は、理論歯形と修整を与えた歯形そして砥石で研削した歯形を表示しています。

図 16.9 は、研削後の歯形と無修整歯形を重ね合わせた図であり、図 16.10 で歯先部を拡大し、距離測定をすると歯先部で 10 $\mu$ m 修整されていることが解ります。

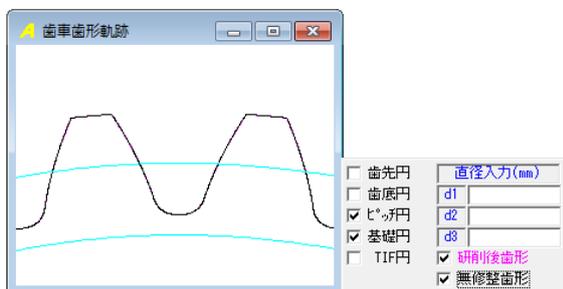


図 16.9 歯車歯形

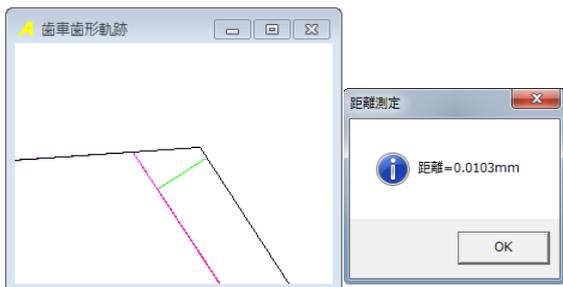


図 16.10 研削歯形と無修整歯形 (距離測定)

図 16.11 に砥石歯形を、図 16.12 に砥石座標の設定を、図 16.13 に砥石座標を示します。砥石形状は DXF ファイルに、そして砥石座標値は図 16.14 のようにテキストファイル(txt)に出力することができます。

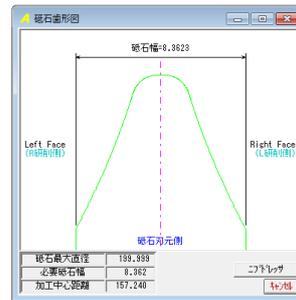


図 16.11 砥石歯形



図 16.12 砥石座標の設定

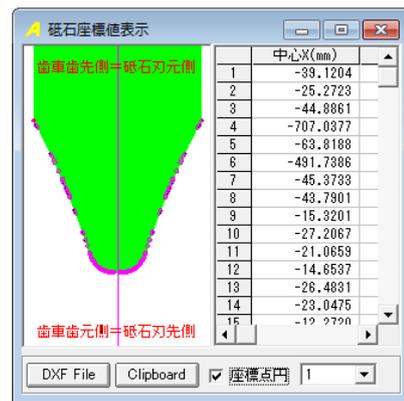


図 16.13 砥石座標

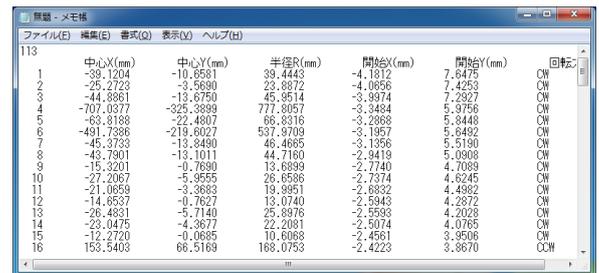
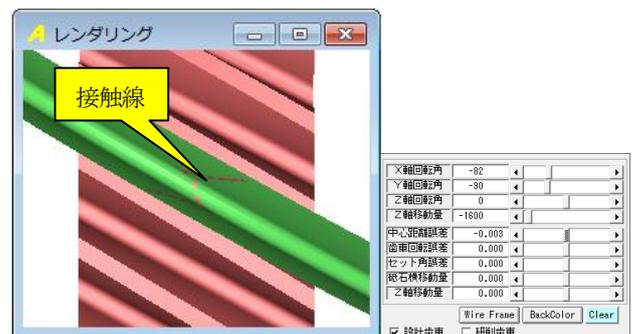


図 16.14 砥石座標

### 16.7 歯形レンダリング

図 16.14 に示す歯車と砥石のかみ合いレンダリングに綺麗な接触線を確認することができます。表示画像は、コントロールフォームで回転角や観察位置を変更することができます。



設計歯車と砥石のかみ合い

図 16.14 歯形レンダリング

### [16.A] 複溝成形砥石歯形解析

歯車諸元および歯形修整は、単溝と同様です。以下に3溝砥石の計算例を示します。

歯形計算条件設定			
計算条件項目	記号	単位	数値
同時加工溝数			
			3溝同時加工
計算砥石外径	Dc	mm	200.0000
砥石セツ角度	$\theta_s$	deg	30.00000
砥石刃元逃げ量	HL	mm	1.000
砥石歯厚減少量	WL	mm	0.0000
<input type="button" value="確定"/> <input type="button" value="キャンセル"/> <input type="button" value="戻す"/>			

図 16.15 砥石歯形の計算条件 (複溝)

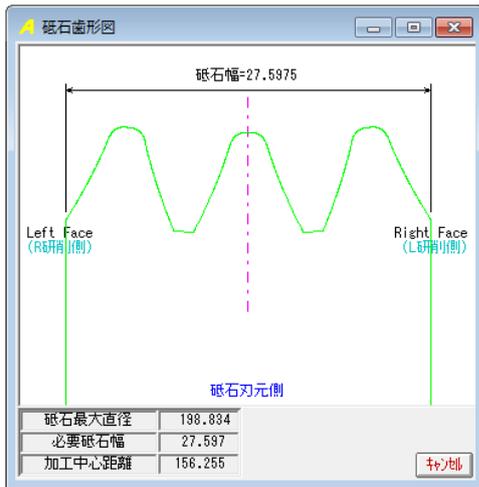
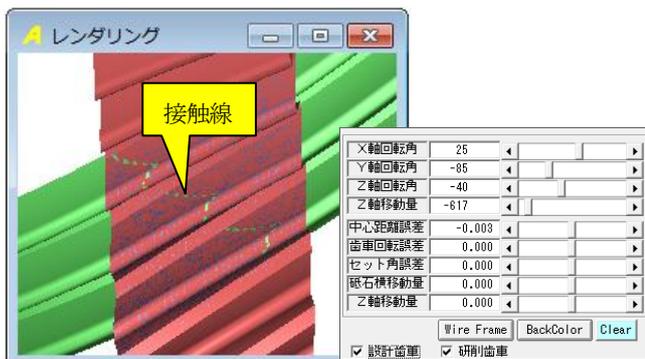


図 16.16 砥石歯形 (複溝)

	中心X(mm)	中心Y(mm)	半径R(mm)
1	-52.4321	-17.4117	45.7170
2	-49.7122	-15.8251	42.5681
3	-46.9896	-14.3523	39.4814
4	-39.5967	-7.1959	24.2329
5	-45.4478	-19.2957	37.6575
6	-42.5398	-11.8903	34.4264
7	-39.7545	-10.7784	31.3945
8	-9.4210	1.7471	2.3498
9	-9.9869	1.5006	1.7325
10	-9.2065	1.3798	1.4819
11	-9.3272	1.2946	1.3342
12	-9.3777	1.2486	1.2666
13	-9.4067	1.2164	1.2226
14	-9.4251	1.1872	1.1892
15	-9.4398	1.1706	1.1706

図 16.17 砥石座標 (複溝)



設計歯車, 研削歯車, 砥石のかみ合い  
図 16.18 歯形レンダリング (複溝)

### [16.B]内歯車用成形砥石歯形解析

外歯車と同様に、3次元干渉が発生し、ねじれ角や砥石の直径などによってその量は大きく変化します。本ソフトウェアは研削時の3干渉解析を行い砥石歯形を決定するソフトウェアです。

#### 16.B.1 歯車の種類と歯形

- (1) 歯車の種類 : 内歯車
- (2) 歯形 : インボリュート平歯車及びはすば歯車
- (3) 砥石の種類 : 単溝加工用

#### 16.B.2 歯車諸元入力

図 16.19 に、歯車諸元の入力画面を示します。歯厚入力は、転位係数、またぎ歯厚、ピトウイーンピン寸法から入力することができます。

歯車諸元 (内歯車)			
歯車設定		歯先設定	
項目	記号	単位	数値
モジュール	mn	mm	3.00000
歯数	z	---	65
圧力角	$\alpha_n$	deg	20.00000
ねじれ角	$\beta$	deg	25° 30' 0.00"
ねじれ方向	---	---	右ねじれ
基準円直径	d	mm	216.0461
歯厚入力方式	---	---	ピトウイーン寸法
転位係数	xn	---	0.28148
またぎ歯数	zm	---	10
またぎ歯厚	w	mm	88.36818
測定ボール径	dp	mm	5.000
ピトウイーン寸法	dm	mm	211.00000
歯直円弧歯厚	Sn	mm	4.09769
基礎円直径	db	mm	200.3682
歯先円直径	da	mm	210.0000
歯底円直径	df	mm	223.5000
歯幅	b	mm	30.0000
歯元R	rf	mm	1.0000
<input type="button" value="確定"/> <input type="button" value="キャンセル"/> <input type="button" value="戻す"/> <input type="button" value="クリア"/>			

図 16.19 歯車諸元

補助設定機能は、図 16.20 に示すように歯先 R、歯先 C 面に対してしています。

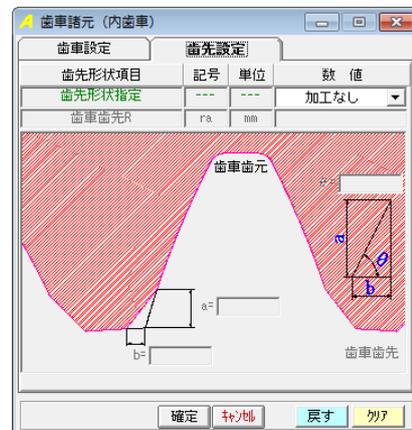


図 16.20 補助設定

### 16. B. 3 齒形計算条件

内歯車用砥石齒形解析の計算条件を図 16.21 に示します。



図 16.21 砥石齒形の計算条件

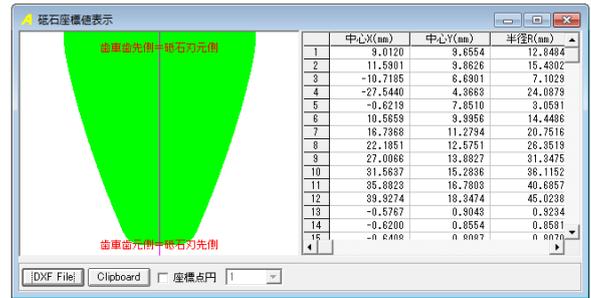


図 16.24 砥石座標

### 16. B. 3 齒車齒形と砥石齒形

齒車諸元および齒形の計算条件に基づき砥石の齒形を生成します。そして、その砥石を用いて研削した場合の齒車齒形も計算します。図 16.21 は、齒車諸元で修整を与えた齒形、無修整齒形そして砥石で研削した齒形を表示することができます。

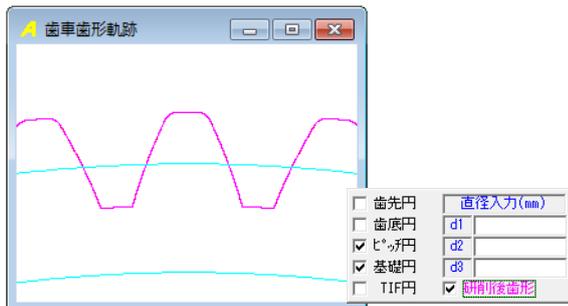
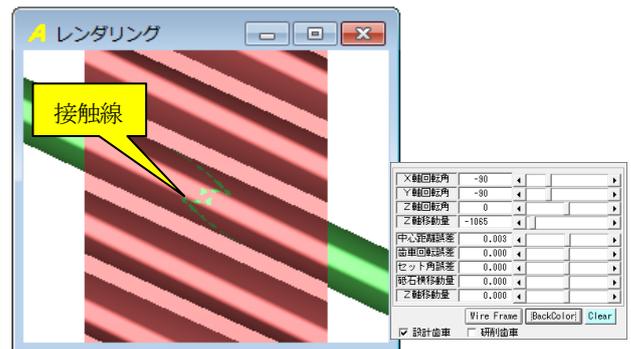


図 16.21 齒車齒形

### 16. B. 4 齒形レンダリング

図 16.24 に示す齒車と砥石のかみ合いレンダリングに綺麗な接触線を確認することができます。表示画像は、コントロールフォームで回転角や観察位置を変更することができます。



設計齒車と砥石のかみ合い

図 16.24 齒形レンダリング

図 16.22 に砥石齒形を、図 16.23 に砥石座標の設定を、そして図 16.24 に砥石座標を示します。砥石形状は DXF ファイルに、そして砥石座標値はテキストファイル (.txt) に出力することができます。

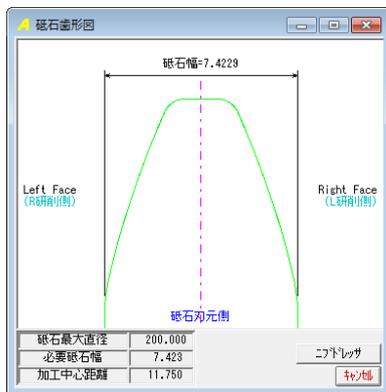


図 16.22 砥石齒形

### 16. その他機能 (外齒車, 内齒車)

- (1) 砥石で生成した齒車齒形を図 16.25 の「齒形出力」で DXF および IGES ファイルで出力することができます。
- (2) データ管理



図 16.25 齒形出力



図 16.23 砥石座標の設定