

[17] トロコイド曲線を使用した歯車

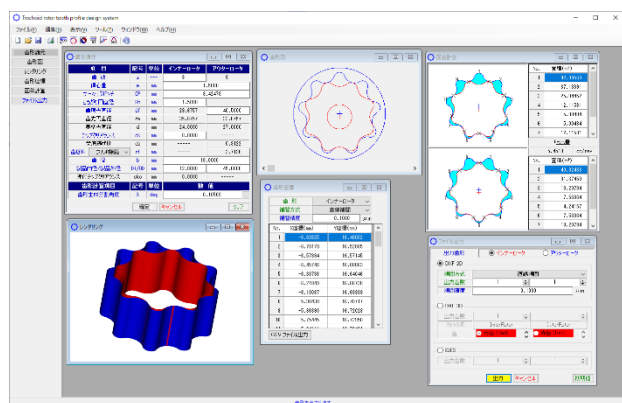


図 17.1 トロコイド曲線を使用した歯車

17.1 概要

インナーロータの歯数、アウターロータの歯底円直径および偏心量を基準として、それぞれの歯形を決定します。歯形曲線は、ころがり円直径や偏心量によって変化し、生成した歯形から、各部屋の面積計算を行い吐出量 (cc/rev) を算出します。また、3次元歯形で表示します。

17.2 諸元入力画面

- (1) ロータ諸元の入力画面を図 17.2 に示します。
- (2) サーキュラーピッチの変更により歯の大きさを変更することができます。
- (3) クリアランスを与えた歯形を生成することができます。
- (4) アウターロータの歯底部分はフルRまたは任意のRで接続することができます。
- (5) ころがり円直径により歯形曲線を変更することができます。
- (6) 歯幅は吐出量の計算及び三次元の歯形表示に使用します。
- (7) 歯形生成分割角度は、歯形の細かさの尺度です。

項 目	記号	単位	インナーロータ	アウターロータ
歯 数	z	---	8	9
偏心量	e	mm		1.5000
サーキュラーピッチ	CP	mm		9.42478
ころがり円直径	Rb	mm	1.5000	----
歯底円直径	df	mm	29.6757	40.5000
歯先円直径	da	mm	35.6757	32.6757
基準円直径	d	mm	24.0000	27.0000
チップクリアランス	ck	mm	0.0000	----
歯底逃げ量	cb	mm	----	0.9122
歯底R	フルR接続	rf	mm	2.7196
歯 幅	b	mm		18.0000
製品内径/製品外径	Di/OD	mm	12.0000	45.0000
押付チップクリアランス	cko	mm	0.0000	----
歯形計算項目	記号	単位	数 値	
歯形生成分割角度	λ	deg	0.10569	

確定 キャンセル クリア

図 17.2 ロータ諸元の設定

17.3 ロータの歯形図

ロータのかみ合い組図を図 17.3 に示します。また、補助機能によりピッチ円の作図やインナーロータの回転角度を変更した図を作図 (拡大図) することができます。図 17.4 にロータの歯形座標を表示します。

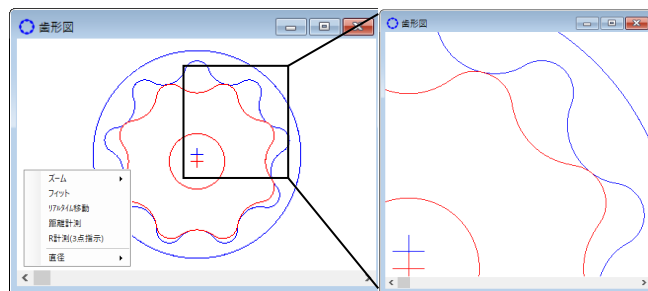


図 17.3 歯形図

No.	X座標 (mm)	Y座標 (mm)	R中心X (mm)	R中心Y (mm)	R (mm)	回転方向
1	-6.52525	16.48062	-5.52525	13.34938	3.38932	CW
2	-6.21849	16.86738	-5.50896	13.18888	3.55073	CW
3	-5.98430	16.70717	-5.51895	13.11518	3.62197	CW
4	-5.75445	16.72950	-5.58321	13.25185	3.48947	CW
5	-5.52867	16.73523	-5.58755	13.74833	2.88994	CW
6	-5.30878	16.72484	-5.53477	13.85634	2.87755	CW
7	-4.68330	16.59875	-5.50882	13.95891	2.77050	CW
8	-4.35434	16.47918	-5.57422	13.80172	2.84226	CW
9	-4.15305	16.37789	-6.26831	12.53411	4.38794	CW
10	-3.95489	16.26764	-9.08221	9.81222	7.81692	CW

CSVファイル出力

図 17.4 座標

17.4 面積計算

歯形計算後、各面積および吐出量を図 17.5 に示します。図中の [X] マークは、ロータ歯形の接点を示します。

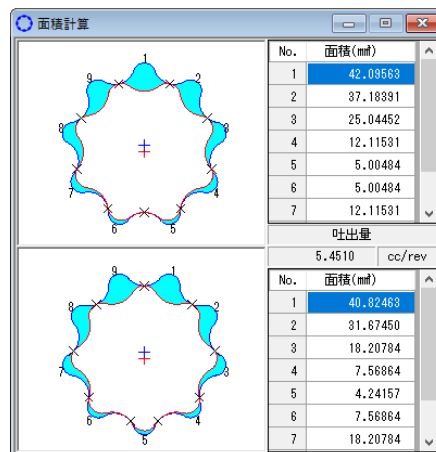


図 17.5 面積と吐出量

17.5 レンダリング図

歯形レンダリングを図 17.8 に示します。図 17.9 のコントロールフォームにより視点や回転角を変更することができ、歯形図に接触線を観察することができます。図 17.10, 図 17.11 に作図例を示します。

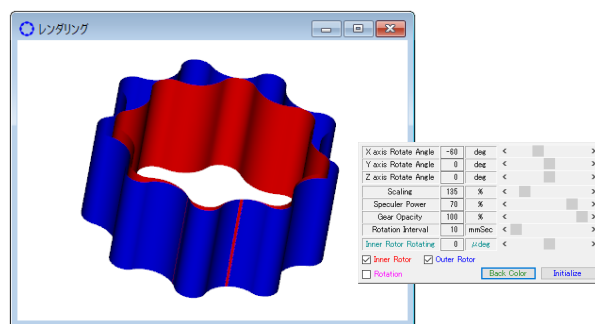


図 17.6 歯形レンダリング

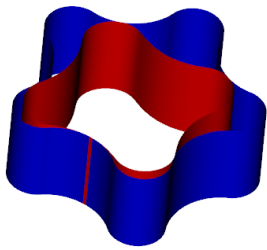


図 17.7 作図例 1

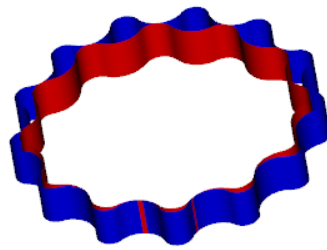


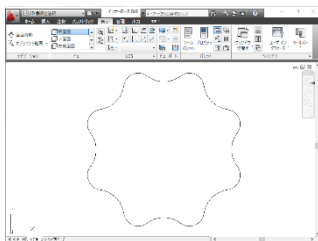
図 17.8 作図例 2

17.6 歯形 DXF 出力

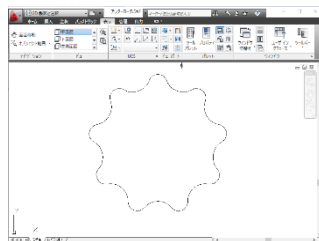
①インナーロータ歯形, ②アウターロータ歯形を DXF ファイルおよび 3D-IGES ファイルで出力することができます。図 17.8 に設定フォームを, 図 17.9 および図 17.10 に CAD 作図例を示します。



図 17.8 CAD ファイル出力設定

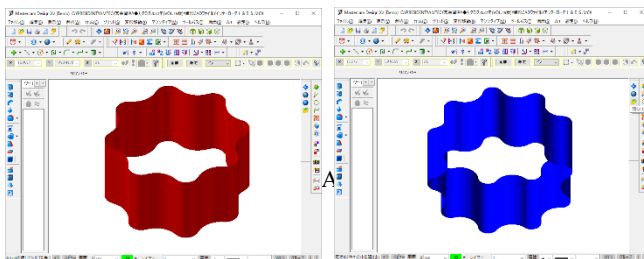


(a) インナーロータ



(b) アウターロータ

図 17.9 CAD 作図例 (DXF)



(a) インナーロータ

(b) アウターロータ

図 17.10 CAD 作図例 (3D-IGES)

[18] Adduction differential gear design system

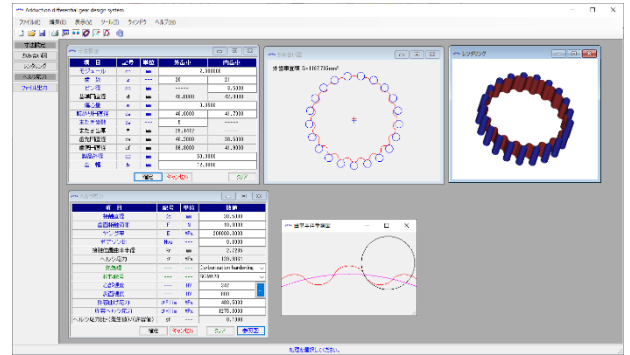


図 18.1 Adduction differential gear

18.1 概要

Adduction differential gear (愛称: ピンコイド歯車) は, 外歯車と内歯車に 1 歯差または 2 歯差を与えた内転差動式の歯車減速装置です。インボリュート歯形を用いて同じ機構を成立させることができますが, 効率やかみ合い干渉の点からも内歯車にピンを配置する歯形が有利と言えます。

18.2 諸元入力

- (1) 歯車諸元の入力画面を図 18.2 に示します。
- (2) 最大歯数差は, 2 歯です。
- (3) 外歯車の歯形は, 内歯車のピン径と, ころがり円および偏心量から決定します。
- (4) 外歯車の歯厚管理用に, またぎ歯数を設定します。

項目	記号	単位	外歯車	内歯車
モジュール	m	mm	2.000000	
歯数	z	---	20	21
ピン径	p _q	mm	-----	3.5000
基準円直径	d	mm	40.0000	42.0000
偏心量	e	mm	0.8500	
転がり円直径	d _w	mm	40.0000	41.7000
またぎ歯数	z _w	---	5	-----
またぎ歯厚	w	mm	25.1412	-----
歯先円直径	d _a	mm	40.2000	38.5000
歯底円直径	d _f	mm	36.8000	41.9000
製品外径	o _d	mm	50.0000	
歯幅	b	mm	12.0000	

図 18.2 諸元入力

18.3 かみ合い図

図 18.3 にかみ合い図を示します。部分拡大 (図 18.4) でピンと外歯のかみ合いの接触位置を確認することができます。

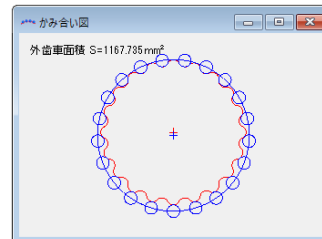


図 18.3 歯形図

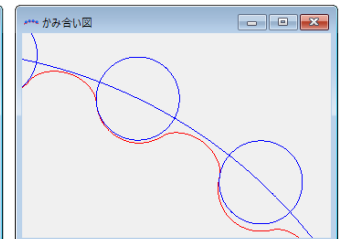


図 18.4 歯形拡大図

18.4 歯形レンダリング

図 18.5 に歯形レンダリングを示します。X,Y,Z 軸で観察角度の変更ができ、Z 軸移動量で拡大、縮小ができます。また、レンダリングを ☐ Rotation で回転させることができます。

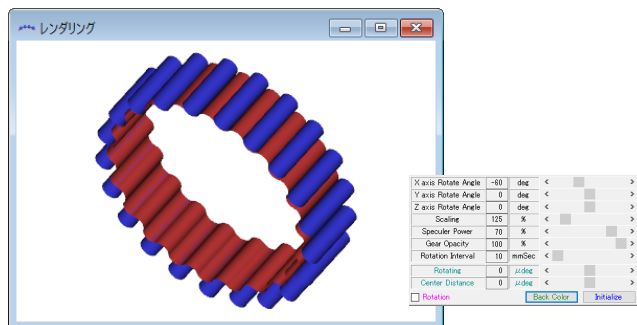


図 18.5 歯形レンダリング

18.5 偏心量を変更した歯形

外歯車の歯形は、偏心量および転がり円直径で変化します。ここでは図 18.2 の歯車で偏心量を 1.3mm に変更した歯形を図 18.6 に示しますが、僅かな偏心量の違いで歯形が大きく変わっています（悪い歯形の例です）。

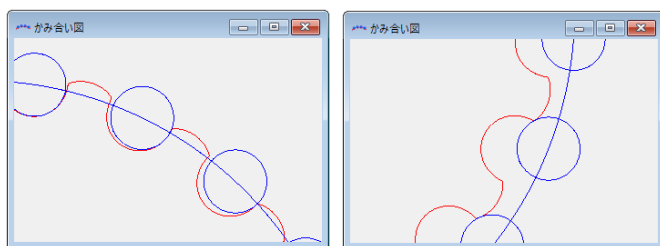


図 18.6 歯形図 (e=1.3mm)

18.6 DXF ファイル出力

図 18.7 に CAD データ出力設定を示します。また、CAD 作図例を図 18.8 および図 18.9 に、歯形 txt データを図 18.10 に示します。



図 18.7 CAD データ設定

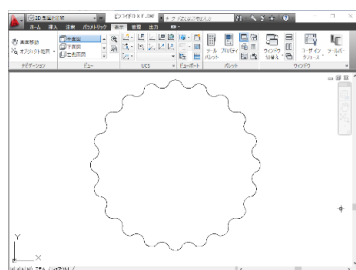


図 18.8 CAD 作図例 (DXF)

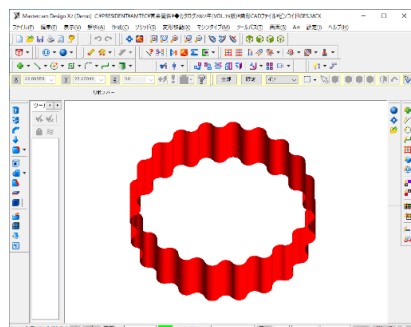


図 18.9 CAD 作図例 (3D-IGES)

X	Y	Z	Angle
-2.87839	18.17347		
-2.77525	18.18295		
-2.73271	18.20283		
-2.70025	18.21112		
-2.67307	18.21857		
-2.64924	18.22550		
-2.62765	18.23206		
-2.60788	18.23834		
-2.58956	18.24439		
-2.57242	18.25026		
-2.55627	18.25597		
-2.54096	18.26154		
-2.52632	18.26702		
-2.51231	18.27239		
-2.49887	18.27767		
-2.48595	18.28287		
-2.47349	18.28799		

図 18.10 歯形 txt データ

18.7 強度計算

歯面に発生するヘルツ応力を図 18.11 で計算します。本例では、外歯車歯形の接触直径が $D_c=38.5\text{mm}$ (図 18.12) のヘルツ応力が $\sigma_H=44.3\text{MPa}$ となりヘルツ応力と許容ヘルツ応力の比を示します。なお、歯車材料の許容応力は、図 18.13 のように表の中から選択することができますが、図 18.11 で任意に設定することもできます。

項目	記号	単位	数値
接触直径	D_c	mm	38.5000
歯面接触荷重	F	N	10.0000
ヤング率	E	MPa	208000.0000
ポアソン比	ν	---	0.3000
接触位置曲率半径	Rr	mm	2.7285
ヘルツ応力	σ	MPa	139.9361
熱処理	---	---	Carburization hardening
材料記号	---	---	SCM420
心部硬度	---	HV	347
表面硬度	---	HV	800
許容曲げ応力	σ_{Flim}	MPa	480.5000
許容ヘルツ応力	σ_{Hlim}	MPa	1275.0000
ヘルツ応力比(許容値)/(発生値)	sf	---	9.1113

図 18.11 歯面応力

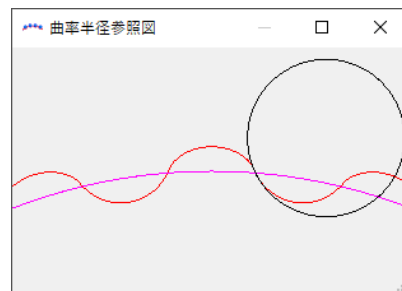


図 18.12 歯面応力計算時の接触位置

材料	熱処理	心部硬度	表面硬度	有効浸炭深さ	面硬度	σ_{Flim}	σ_{Hlim}
S15C	焼入れ焼戻し	175.5	500	5.4	1275.0	480.5	1275.0
S15C	焼入れ焼戻し	195	600	5.5	1314.5	480.5	1314.5
S15C	焼入れ焼戻し	208	620	5.6	1345.5	480.5	1345.5
S15C	焼入れ焼戻し	215.5	640	5.7	1385.5	480.5	1385.5
S15C	焼入れ焼戻し	225.5	660	5.8	1425.5	480.5	1425.5
S15C	焼入れ焼戻し	235.5	680	5.9	1465.5	480.5	1465.5
S15C	焼入れ焼戻し	245.5	700	6.0	1505.5	480.5	1505.5
S15C	焼入れ焼戻し	255.5	720	6.1	1545.5	480.5	1545.5
S15C	焼入れ焼戻し	265.5	740	6.2	1585.5	480.5	1585.5
S15C	焼入れ焼戻し	275.5	760	6.3	1625.5	480.5	1625.5
S15C	焼入れ焼戻し	285.5	780	6.4	1665.5	480.5	1665.5
S15C	焼入れ焼戻し	295.5	800	6.5	1705.5	480.5	1705.5
S15C	焼入れ焼戻し	305.5	820	6.6	1745.5	480.5	1745.5
S15C	焼入れ焼戻し	315.5	840	6.7	1785.5	480.5	1785.5
S15C	焼入れ焼戻し	325.5	860	6.8	1825.5	480.5	1825.5
S15C	焼入れ焼戻し	335.5	880	6.9	1865.5	480.5	1865.5
S15C	焼入れ焼戻し	345.5	900	7.0	1905.5	480.5	1905.5
S15C	焼入れ焼戻し	355.5	920	7.1	1945.5	480.5	1945.5
S15C	焼入れ焼戻し	365.5	940	7.2	1985.5	480.5	1985.5
S15C	焼入れ焼戻し	375.5	960	7.3	2025.5	480.5	2025.5
S15C	焼入れ焼戻し	385.5	980	7.4	2065.5	480.5	2065.5
S15C	焼入れ焼戻し	395.5	1000	7.5	2105.5	480.5	2105.5
S15C	焼入れ焼戻し	405.5	1020	7.6	2145.5	480.5	2145.5
S15C	焼入れ焼戻し	415.5	1040	7.7	2185.5	480.5	2185.5
S15C	焼入れ焼戻し	425.5	1060	7.8	2225.5	480.5	2225.5
S15C	焼入れ焼戻し	435.5	1080	7.9	2265.5	480.5	2265.5
S15C	焼入れ焼戻し	445.5	1100	8.0	2305.5	480.5	2305.5
S15C	焼入れ焼戻し	455.5	1120	8.1	2345.5	480.5	2345.5
S15C	焼入れ焼戻し	465.5	1140	8.2	2385.5	480.5	2385.5
S15C	焼入れ焼戻し	475.5	1160	8.3	2425.5	480.5	2425.5
S15C	焼入れ焼戻し	485.5	1180	8.4	2465.5	480.5	2465.5
S15C	焼入れ焼戻し	495.5	1200	8.5	2505.5	480.5	2505.5
S15C	焼入れ焼戻し	505.5	1220	8.6	2545.5	480.5	2545.5
S15C	焼入れ焼戻し	515.5	1240	8.7	2585.5	480.5	2585.5
S15C	焼入れ焼戻し	525.5	1260	8.8	2625.5	480.5	2625.5
S15C	焼入れ焼戻し	535.5	1280	8.9	2665.5	480.5	2665.5
S15C	焼入れ焼戻し	545.5	1300	9.0	2705.5	480.5	2705.5
S15C	焼入れ焼戻し	555.5	1320	9.1	2745.5	480.5	2745.5
S15C	焼入れ焼戻し	565.5	1340	9.2	2785.5	480.5	2785.5
S15C	焼入れ焼戻し	575.5	1360	9.3	2825.5	480.5	2825.5
S15C	焼入れ焼戻し	585.5	1380	9.4	2865.5	480.5	2865.5
S15C	焼入れ焼戻し	595.5	1400	9.5	2905.5	480.5	2905.5
S15C	焼入れ焼戻し	605.5	1420	9.6	2945.5	480.5	2945.5
S15C	焼入れ焼戻し	615.5	1440	9.7	2985.5	480.5	2985.5
S15C	焼入れ焼戻し	625.5	1460	9.8	3025.5	480.5	3025.5
S15C	焼入れ焼戻し	635.5	1480	9.9	3065.5	480.5	3065.5
S15C	焼入れ焼戻し	645.5	1500	10.0	3105.5	480.5	3105.5

図 18.13 歯車材料の許容応力表