

[4] involute ASM (high-intensity gear design system)

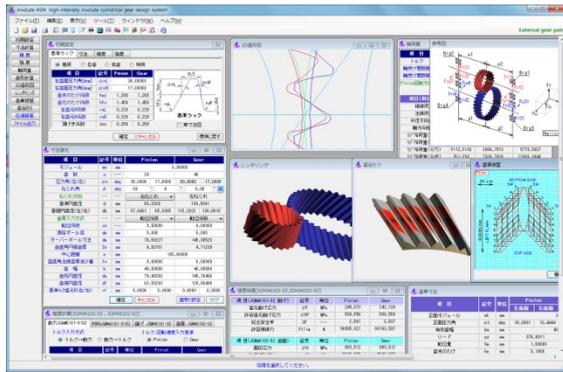


図 4.1 involute ASM(high-intensity gear)

4.1 概要

involute ASM(high-intensity gear)は、非対称圧力角インボリュート歯車（以後、非対称歯形歯車と言う）の設計支援ソフトウェアです。図 4.1 に全体画面を示します。

非対称歯形歯車は、ギヤの大きさや材料を変更しないで歯面負荷容量を増大させることができます。高圧力角歯形は標準圧力角に比べ、ヘルツ応力は低下し、摩擦係数は小さく、すべり率は小さく、そしてフラッシュ温度を低く抑えることができます。

4.2 ソフトウェアの構成

involute ASM の構成を表 4.1 に示します。表中の○は、基本ソフトウェアに含まれ、◎はオプションです。

適応歯車：インボリュート平、はすば歯車（外歯車、内歯車）

表 4.1 ソフトウェアの構成

項目	機能
<1>基準ラックの設定	○
<2>歯車寸法	○
<3>推論	○
<4>歯形創成図	○
<5>歯車かみ合い図	○
<6>かみ合い連続回転	○
<7>歯形 DXF ファイル	○
<8>歯形レンダリング図	○
<9>歯車精度	○
<10>設計データ管理	○
<11>JGMA6101,6102, JGMA401,402	○
<12>樹脂歯車強度計算(JIS B 1759)	○
<13>軸受け荷重	○
<14>3D-IGES 歯形データ	○
<15>回転伝達誤差解析、フーリエ解析 ワウ・フラッタ、CSV	◎
<16>歯面修整(歯形, 歯すじ, バイアス修整)	◎
<17>歯当たり	◎
<18>FEM 歯形応力解析	◎

4.3 基準ラックの設定

図 4.2~4.5 に設定画面を示します。

- ・歯車の組み合わせ：外歯車×外歯車, 外歯車×内歯車
- ・基準ラック：並歯, 低歯, 特殊
- ・歯先円決定の方式：標準方式, 等クリアランス方式
- ・鋼歯車の強度計算規格は、図 4.5 に示すように

- ・JGMA 401-02:1974, 402-02:1975
- ・JGMA 6101-02:2007, 6102-02:2009

の 2 種類があり、プラスチック歯車の強度計算規格は、JIS B 1759(2013)に対応しています。



図 4.2 基準ラック(非対称)

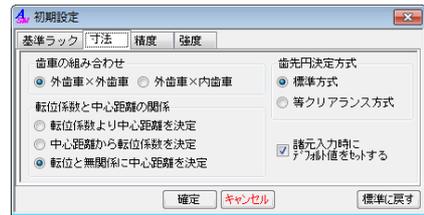


図 4.3 寸法



図 4.4 精度



図 4.5 強度

4.4 歯車寸法

歯車寸法は、各部寸法、かみ合い率、すべり率、歯厚などを計算します。アンダーカットが発生している歯車のかみ合い率は、TIF (True Involute Form) 径を基準に、また、歯先に丸みがある場合は歯先 R を考慮したかみ合い率を算出します。

(1)中心距離と転位係数の関係は、以下の 3 種類です。

- <1> 転位係数をピニオンとギヤに与え中心距離を決定
- <2> 中心距離を基準として各歯車の転位係数を決定
- <3> 転位係数を無視して任意に中心距離を決定

(2)転位係数の設定方式は、以下の 4 種類です。

- <1> 転位係数を直接入力
- <2> オーバーピン寸法を入力して転位係数を決定
非対称歯形は、またぎ歯厚測定ができませんので選択できません。図 4.8 に示すまたぎ歯厚は参考値です。
- <3> 円弧歯厚を入力して転位係数を決定

図 4.6 に諸元設定画面を示します。また、転位係数入力時は、転位係数を直接入力方法以外に、歯厚から転位係数を入力することもできます。図 4.7 の面取り設定で歯先 R=0.2 (C 面も可能) としたときの寸法結果画面を図 4.8 に示します。

項目	記号	単位	Pinion		Gear	
モジュール	m	mm	3.00000			
歯数	z	---	20	40		
圧力角(左/右)	α_n	deg	30.0000	17.0000	30.0000	17.0000
ねじれ角	β	deg	30	0	0	0.00
ねじれ方向	---	---	右ねじれ	左ねじれ		
基準円直径	d	mm	63.2820	138.5641		
基礎円直径(左/右)	db	mm	57.6461	65.3305	115.2923	130.6610
歯厚入力方式	---	---	転位係数	転位係数		
転位係数	xn	---	0.50000	ボール寸法 円弧歯厚		
測定ボール径	dp	mm	5.000			
オーバーボール寸法	dm	mm	78.58227	145.30523		
歯直円弧歯厚	Sn	mm	6.03701	4.71239		
中心距離	a	mm	105.80000			
歯直円弧歯厚減少量	fn	mm	0.00000	0.00000		
歯幅	b	mm	40.00000	40.00000		
歯先円直径	da	mm	79.48203	145.76406		
歯底円直径	df	mm	63.58203	129.86406		
基準圧力角R(左/右)	rf	mm	0.6600	0.6600	0.6600	0.6600

図 4.6 諸元設定

項目	記号	単位	Pinion		Gear	
[歯先]			左歯面	右歯面	左歯面	右歯面
面取り加工	---	---	R面取り			
歯先R	ra	mm	0.200	0.200	0.200	0.200
半径方向面取り量	ca	mm				
円筒方向面取り量	cb	mm				

図 4.7 面取り設定

項目	記号	単位	Pinion		Gear	
			左歯面	右歯面	左歯面	右歯面
正面モジュール	mt	mm	3.46410			
正面圧力角	α_{ct}	deg	33.6901	19.4444	33.6901	19.4444
有効歯幅	bw	mm	40.0000			
リード	pz	mm	376.3911	753.9822		
転位量	Xm	mm	1.50000	0.00000		
歯末のたけ	ha	mm	5.1000	3.6000		
歯元のたけ	hf	mm	2.3500	4.3500		
全歯たけ	h	mm	7.3500	7.9500		
クリアランス	c	mm	0.3270	0.9270		
かみ合い直径(歯先)	dsa	mm	79.4820	79.4820	145.7641	145.7641
かみ合い直径(歯元)	dsf	mm	65.9539	66.8307	133.1030	134.8685
基礎円ねじれ角	β_b	deg	25.6589	28.5648	25.6589	28.5648
正面かみ合い圧力角	α_w	deg	35.0314	21.8783	35.0314	21.8783
かみ合いピッチ円直径	dw	mm	70.4000			
正面法線ピッチ	pbt	mm	9.0550	10.2621	9.0550	10.2621
歯直円弧ピッチ	pbn	mm	8.1621	9.0130	8.1621	9.0130
かみ合い長さ	sa	mm	11.3380	15.5342	11.3380	15.5342
正面かみ合い率	ϵ_{α}	---	1.2521	1.5196	1.2521	1.5196
重なりかみ合い率	ϵ_{β}	---	2.1221			
全かみ合い率	ϵ_{γ}	---	3.3742	3.6417	3.3742	3.6417
近寄りかみ合い率	$\epsilon_{\alpha L}$	---	0.7901	0.9276	0.7901	0.9276
遠のきかみ合い率	$\epsilon_{\alpha H}$	---	0.4620	0.5920	0.4620	0.5920
ずべり率(歯先)	σ_a	---	0.3922	0.6308	0.2814	0.5641
ずべり率(歯元)	σ_b	---	-0.3917	-1.2944	-0.6454	-1.7087
オーバーボール寸法	dm'	mm	78.5823	145.3052		
歯直円弧歯厚	sn'	mm	6.0370	4.7124		
正面円弧歯厚	st'	mm	6.3709	5.4414		
キャリア歯たけ	hj	mm	5.2123	3.6300		
キャリア歯厚(参考)	Sj	mm	6.0327	4.7119		
基準ラック歯元のたけ係数	hao	---	1.2000	1.2000		
基準ラック歯元のたけ係数	hfo	---	1.4500	1.4500		
バックラッシュ	jt	---	0.2402			
正面法線方向バックラッシュ	jt_n	mm	0.1967	0.2223	0.1967	0.2223

図 4.8 寸法結果

4.6 歯形図

歯形計算は図 4.9 に示すように歯形各部に分割数を与えることができます。そして **歯形計算** で左右の歯形を計算し図 4.10

歯形項目	記号	Pinion	Gear
フィレット分割数	vuf	30	30
インボリュート分割数	vui	50	50
面取り部分分割数	zur	15	15
歯先円分割数	vut	10	10
歯すじ分割数	hul	18	18

図 4.9 歯形計算諸元

のように歯形図を示します。歯形に関する機能は補助フォームに示すように歯形情報(図 4.11)、歯形創成(図 4.12)、ズーム、距離計測(図 4.13)、R 計測(図 4.14) 機能および直径、修整歯形表示、作用線、奇数歯 Y 測定の表示そして回転機能があります。

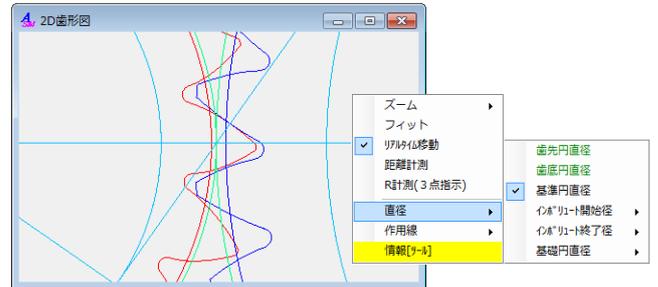


図 4.10 かみ合い図と補助フォーム



図 4.11 歯形情報

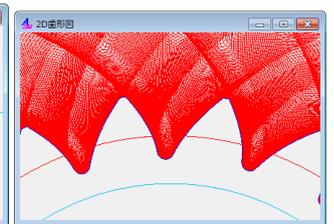


図 4.12 歯形創成

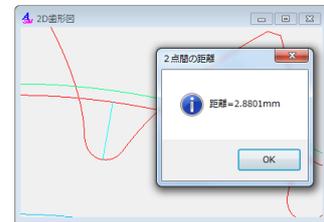


図 4.13 距離計測

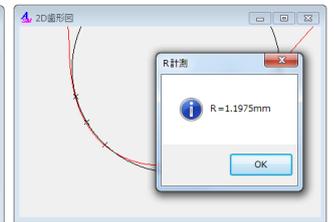


図 4.14 R 計測

4.7 歯形レンダリング

3次元歯形のかみ合いを図 4.15 のように作図することができ、かみ合い部分に接触線を観察することができます。また、補助フォームにより歯形の向きを自由に変えることができ、拡大、縮小および歯車の回転表示をすることができます。

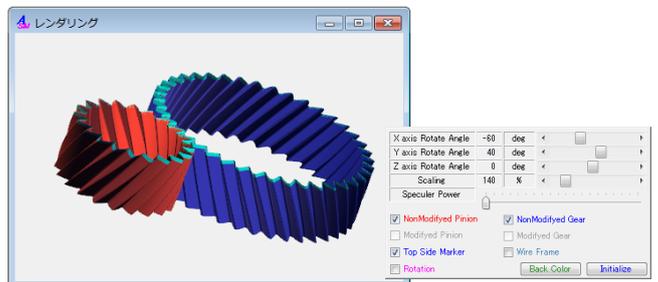


図 4.15 歯形レンダリングと補助フォーム

4.8 歯車精度

図 4.16 と図 4.17 に新 JIS の歯車精度規格 JIS B 1702-1:1998 と JIS B 1702-2:1998 による誤差の許容値を示します。また、図 4.4 の設定により新 JIS と旧 JIS の切り換えが可能です。歯車精度規格は

- JIS B 1702-1:1998, JIS B 1702-2:1998, JIS B 1702-3:2008
- JIS B 1702:1976
- JGMA 116-02:1983

の 5 種類です。



図 4.16 JIS B 1702-1,2 の設定

項目	記号	単位	Pinion	Gear
単一ピッチ誤差	f _{pt}	μm	8	6.5
部分重複ピッチ誤差	F _{pk}	μm	8.5	12
重複ピッチ誤差	F _p	μm	19	25
全歯形誤差	F _{αt}	μm	8	9
全歯すじ誤差	F _β	μm	8.5	9
片面歯にかみ合い誤差	f ₁	μm	8	8.5
片面歯にかみ合い誤差	f ₂	μm	27	34
歯形分節誤差	ff _{αt}	μm	8	7
歯形ごう配誤差	ff _α	μm	5	5.5
歯すじ形誤差	ff _β	μm	6	6.5
歯すじ線誤差	F _{Hβ}	μm	8	6.5

図 4.17 精度許容値

4.9 歯車強度計算 (鋼)

歯車強度計算は、図 4.5 に示すように ISO6336:2006 規格に準拠した JGMA6101-02:2007 および JGMA 6102-02:2009 規格と JGMA401-01:1974, 402-01:1975 の 2 種類あり、設計単位は、SI 単位系、MKS 単位系を選択することができます。図 4.18 に強度計算の動力設定画面を示します。本例では高圧力角側を作用歯面としますが、低圧力角側を作用歯面として強度計算をすることもできます。材料の選択は、図 4.19 に示すように「材料」と「熱処理」に適した材料の選択フォームを表示します。また、図 4.20 に曲げに関する係数設定画面を、図 4.21 に面圧に関する係数の設定画面を示し、図 4.22 に強度計算結果を示します。

なお、画面中の は、数値換算や各種係数、そして係数選択をすることができる補助機能です。



図 4.18 強度計算 (動力設定)



図 4.19 強度計算 (材料)



図 4.20 強度計算 (曲げに関する係数)



図 4.21 強度計算 (面圧に関する係数)

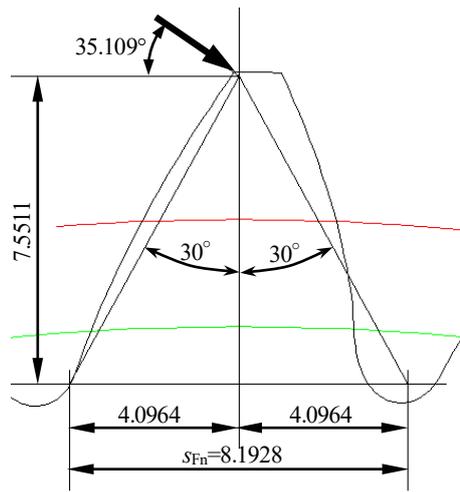
項目 (JGMA6101-02 曲げ)	記号	単位	Pinion	Gear
歯元曲げ応力	σ _F	MPa	249.379	242.120
許容歯元曲げ応力	σ _{FP}	MPa	639.556	639.556
総合安全率	SF	---	2.561	2.837
許容接線力	F _{tlim}	N	38995.321	38103.597

項目 (JGMA6102-02 歯面)	記号	単位	Pinion	Gear
面圧応力	σ _H	MPa	893.512	893.512
許容接触応力	σ _{HP}	MPa	2040.095	2040.095
総合安全率	SH	---	2.309	2.309
許容接線力	F _{clim}	N	77032.490	77032.490

図 4.22 強度結果

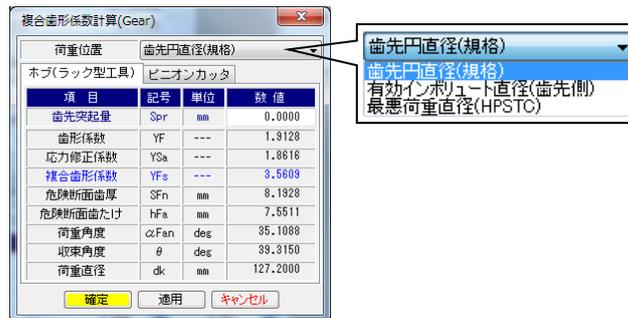
4.9a 歯形係数

対称歯形歯車の歯形係数を決定する際の危険断面歯厚の算出方法は、それぞれの規格で定義されていますが非対称歯形歯車の危険断面歯厚は定義されていません。本ソフトウェアでは図 4.23 および図 4.24 のように高圧力角側の危険断面距離を 2 倍にして危険断面歯厚としています。



$$(m_n=3, z=40, \alpha=30^\circ, \beta=0^\circ, x=0)$$

図 4.23 危険断面歯厚 (歯先荷重の例)



荷重位置は歯先、HPSTC を選択することができます。

図 4.24 歯形係数の数値

4.10 歯車強度計算(樹脂)

プラスチック歯車の強度は、図 4.5 で JIS B 1759(2013)を選択することで計算できます。JIS B 1759「プラスチック円筒歯車の曲げ強さ評価方法」は、非対称歯形歯車には適用していませんが、歯形係数を図 4.23 と同様として計算します。プラスチック材料の許容曲げ応力は歯車の運転試験に基づいて POM の許容曲げ応力は各所の実験結果から 80.0[MPa]と定まり、POM 以外の材料についても規格に基づいて独自に決定することができます。そして歯元曲げ応力と各種係数(歯元形状係数、寿命係数、雰囲気温度係数等)を考慮した許容歯元曲げ応力とを比較して安全か否かを判断します。詳しくは規格をご覧ください。プラスチック歯車の強度計算の例を図 4.25~4.29 に示します。

項目	記号	単位	Pinion	Gear
モジュール	m	mm	16	30
歯数	z	---	18	30
圧力角(左/右)	α_n	deg	30.0000	17.0000
ねじれ角	β	deg	20	0
ねじれ方向	---	---	右ねじれ	左ねじれ
基準円直径	d	mm	17.0288	31.8253
基準ラック歯元すみ肉半径	db	mm	14.5074	16.1914
歯厚入り方	---	---	転位係数	転位係数
転位係数	xn	---	0.20000	0.00000
測定ボール径	db	mm	2.000	2.000
オーバホール寸法	dn	mm	20.57348	35.23230
歯面円弧歯厚	ds	mm	1.74741	1.57080
中心距離	a	mm	24.80000	---
歯面角法線歯厚減少量	fn	mm	0.00000	0.00000
歯幅	b	mm	10.00000	10.00000
歯先円直径	da	mm	19.42884	33.82533
歯底円直径	df	mm	14.92884	28.42533
基準ラック歯元(左/右)	rf	mm	0.2200	0.2200

図 4.25 歯車諸元

項目	記号	単位	Pinion	Gear
評価面	---	---	DCW(左歯面接触 $\alpha_n=30.0000$ deg)	---
材料	---	---	POM x POM	---
伝達動力	P	W	104.7120	---
トルク	T	N·m	1.0000	1.8750
回転速度	n	min ⁻¹	1000.0000	533.3333
呼び接線力	Frt	N	115.9274	---
周速	vm	m/s	0.8033	---
正面噛み合い圧力角	α_{at}	deg	32.76441	---
正面噛み合い率	ϵ_{α}	---	1.1148	---
噛み合い回数	N	---	939899	533333
リム厚さ	sR	mm	5.0000	5.0000
許容曲げ応力	σ_{Flim}	MPa	80.000	80.000
工具刃先丸み半径(左)	ρ_{flv}	mm	0.2200	0.2200
工具刃先丸み半径(右)	ρ_{flv}	mm	0.2200	0.2200
歯元形状係数	YF	---	1.000	1.000
寿命係数	YNT	---	1.000	1.073
雰囲気温度係数	Y θ	---	---	1.000
温度上昇係数	Y $\Delta\theta$	---	---	0.846
潤滑係数	YL	---	---	1.150
相手歯車係数	YF	---	---	0.650
最小安全係数	SFmin	---	1.000	1.000

図 4.26 強度諸元

項目(歯元曲げ)	記号	単位	Pinion	Gear
歯元曲げ応力	σ_F	MPa	38.350	34.883
歯形係数	YF	---	1.807	1.829
基準ラック歯元すみ肉半径	E	mm	-0.063	-0.063
補助係数(歯元危険断面歯)	G	---	-0.830	-1.030
補助角度(歯元危険断面歯)	H	rad	-0.872	-0.954
ラック工具(ピニオンカッ)	θ	rad	0.783	0.882
歯元危険断面歯厚	SFn	mm	2.180	2.272
曲げモーメントの腕の長さ	hFe	mm	1.551	1.563
歯元すみ肉丸み半径	ρ_F	mm	0.386	0.428
基礎円ねじれ角	β_b	deg	---	17.22940

図 4.27 歯元曲げ

項目(相当歯車)	記号	単位	Pinion	Gear
歯数	zn	---	18.8843	34.8956
正面噛み合い率	$\epsilon_{\alpha n}$	---	---	1.2220
基準円直径	dn	mm	18.8843	34.8956
歯面角法線ピッチ	Pbn	mm	---	2.7207
基準円直径	dbn	mm	16.1838	30.3071
歯先円直径	dann	mm	21.0843	36.8956
外側の点を通る円の直径(左)	den	mm	20.3109	36.3183
外側の点の圧力角(一面のみ)	α_{en}	deg	37.28725	33.43289
外側の点の角度(一面のみ)	γ_e	deg	2.28201	1.26756
外側の点の作用角(一面のみ)	α_{Fen}	deg	34.38924	32.17588

図 4.28 相当歯車

項目(係数)	記号	単位	Pinion	Gear
応力修正係数	Ye	---	1.873	1.873
危険断面歯厚と曲げモーメント	L	---	1.406	1.453
危険断面歯厚と歯元すみ肉	qs	---	2.750	2.685
ねじれ角係数	Y θ	---	---	0.833
リム厚さ係数	YB	---	1.000	1.000
バックアップレシオ	BR	---	2.222	2.222
許容歯元曲げ応力	σ_{FP}	MPa	58.538	82.812
曲げ強さに対する安全係数	SF	---	1.810	1.802
安全判定	---	---	SF>SFmin	SF>SFmin

図 4.29 係数

4.11 軸受け荷重

歯車に作用する荷重と、軸受けに作用する荷重を計算します。荷重の種類は、接線力、法線力など各軸受けに作用する荷重 20 種類を計算します。図 4.30 に計算結果を示します

項目(単位 N)	記号	Pinion	Gear
接線荷重	Fu	14204.5455	---
法線荷重	Fn	18939.3939	---
半径方向荷重	Fr	9469.6970	---
軸方向推力	Fa	8200.3861	---
かゝり荷重(分力)	Fu1, Fu3	7102.2727	7102.2727
かゝり荷重(分力)	Fr11, Fr31	4784.8485	4784.8485
かゝり荷重(分力)	Fr12, Fr32	2886.7513	5773.5027
かゝり荷重(合成)	Fb1, Fb3	7338.7833	12688.3640
かゝり荷重(分力)	Fu21, Fu41	7102.2727	7102.2727
かゝり荷重(分力)	Fr21, Fr41	4784.8485	4784.8485
かゝり荷重(分力)	Fr22, Fr42	2886.7513	5773.5027
かゝり荷重(合成)	Fb2, Fb4	10417.8242	7177.8186

図 4.30 軸受荷重

4.12 歯面修整(歯形, 歯すじ, バイアス修整)

図 4.31 に歯面修整の例を示します。この歯形を得るためには図 4.32 のように歯形修整を数値入力で与えることもできますが、右側の図のようにパターン化した歯形に数値を入力して与えることもできます。同様に、歯すじ修整も図 4.33 のように設定することができます。この歯形修整と歯すじ修整の 2 つを図 4.34 のように表し、反対歯面にコピーすれば左右歯面同じ修整歯形となり、それを合成すると図 4.31 として表示することができます。

また、図 4.34 の画面上部のコンボボックスで「歯形」「歯すじ」, 「歯形・歯すじ」を選択することができ、歯形だけ方向は作用線または直径で指定することができます。また、歯形修整の倍率は最大 1000 倍で設定することができます。

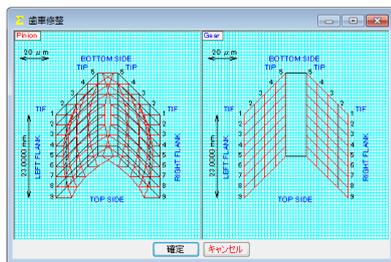


図 4.31 歯面修整(トポグラフ)

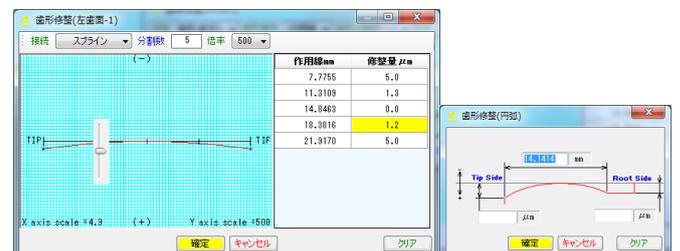


図 4.32 歯形修整



図 4.33 歯すじ修整

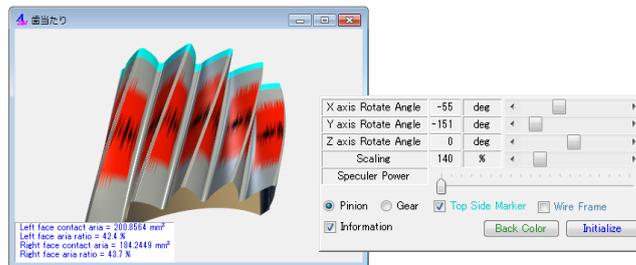


図 4.38 歯当たり (ピニオン)

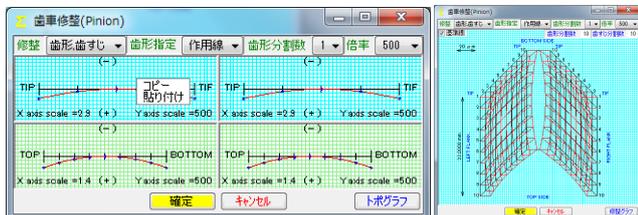


図 4.34 歯形&歯すじ修整とトポグラフ

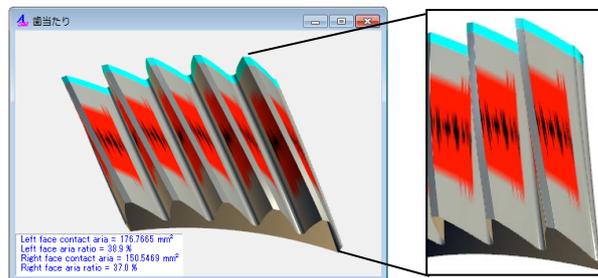


図 4.39 歯当たり (ギヤ) & 拡大

歯面修整を与えた歯形は、図 4.35 の歯形計算諸元で設定することができます。ここで設定した歯形計算条件は、図 4.10~4.14 に示す歯形に有効で、図 4.14 の歯形レンダリングに重ね合わせることができるため図 4.36 のように表示することができます。ここでは、ピニオンに歯面修整を与えているため図中の赤色歯面の中に黄色歯面が表れています (ギヤは無修整)。

歯形項目	記号	Pinion	Gear
フレット分割数	vuf	30	30
インボリュート分割数	vui	50	50
面取り部分割数	vur	15	15
歯先円分割数	vut	10	10
歯すじ分割数	hul	31	31

図 4.35 歯形計算諸元

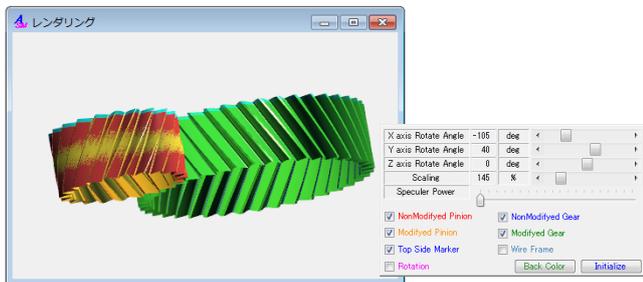


図 4.36 歯形レンダリング (歯面修整)

4.13 歯当たり

歯面修整 (図 4.31) を与えた歯車に図 4.37 で歯当たり条件を設定し歯当たりを確認することができます。ここでは、平行度誤差および食い違い誤差を 0 とし、接触最大クリアランスを 2.0μm としたときの歯当たりを図 4.38 および図 4.39 に示します。

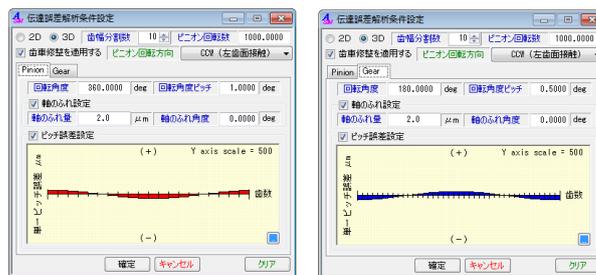
項目	記号	単位	数値
中心距離	a	mm	105.6000
平行度誤差	p	deg	0.0000
食い違い誤差	di	deg	0.0000
歯すじ分割数	hul	---	18
歯形補間精度	ac	μm	0.0
回転分割数(ピッチ当たり)	urP	---	50
接触最大クリアランス	c	μm	2.0

図 4.37 歯当たり設定

4.14 伝達誤差

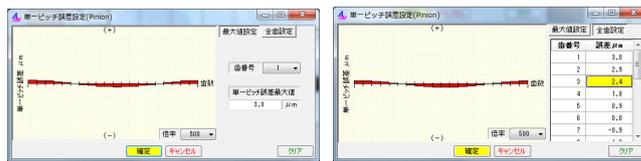
伝達誤差解析では、無修整歯形または図 4.31 で与えた歯形で無負荷時の回転伝達誤差解析をすることができます。図 4.40 に伝達誤差設定を示しますが、ここでは 2D 解析または 3D 解析の選択をすることができ、軸の振れ、回転速度を設定することができます。また、ピッチ誤差は図 4.41 のように最大値の設定または全歯のピッチ誤差を設定することができます。

伝達誤差解析、ワウ・フラッタ (回転むら) そしてフーリエ解析結果を図 4.42~4.44 に示します。図 4.42 の [Sound] で [うなり除去] で [音] を聞くことができます。



(a)ピニオン (b)ギヤ

図 4.40 伝達誤差設定



(a)最大値の設定 (b)全歯設定

図 4.41 ピッチ誤差設定



図 4.42 伝達誤差解析結果

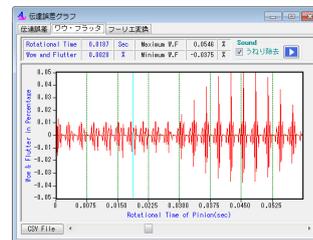


図 4.43 ワウ・フラッタ

伝達誤差解析, ワウ・フラッタ, フーリエ解析結果は, 図 4.42 の左下にある **CSV File** で図 4.45 のように CSV ファイル (本例の場合 361 個のデータ) に出力することができます。

本ソフトウェアは無負荷での伝達誤差解析です。負荷や軸角誤差に対応した応力解析や伝達誤差解析, フラッシュ温度解析等は応力解析用の[22]CT-FEMASM をお使いください。



図 4.43 フーリエ解析

	A	B
1	0	1.294661
2	1	1.243855
3	2	1.276325
4	3	1.437076
5	4	1.216931
6	5	1.486321
7	6	1.290423
8	7	1.432647
9	8	1.777061
10	9	1.637394
11	10	1.599014
12	11	1.666504

図 4.44 CSV ファイル例

4.15 歯形出力

生成した歯形は, 図 4.46 の歯形ファイル形式 で出力することができます。3D-IGES の場合, 歯形を一体型と分割型を選択することができます。分割型の場合は歯元フィレット部, インボリュート歯面, 歯先 R, 歯先部に分割して図 4.47 のように出力します。

図 4.48 に示す座標補正設定では, 金型用に使用することを考慮し, モジュール収縮率や圧力角補正, ねじれ角補正そして放電ギャップを考慮した歯形を出力することができます。例として図 4.49 にモジュール収縮率 20/1000 を考慮した歯形図(2D)を示します。また, 歯形座標値を図 4.46 画面下方の **TEXT 2D** によりテキストファイルで出力することができます。



図 4.46 歯形ファイル形式

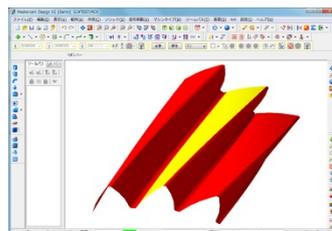


図 4.47 CAD 作図例



図 4.48 座標補助設定

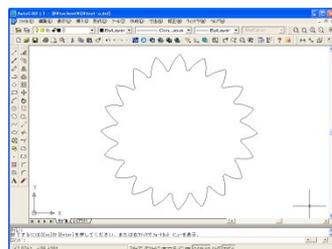


図 4.49 CAD 作図例

4.16 内歯車の計算例

内歯車は図 4.3 の設定で「外歯車×内歯車」を選択することで計算をすることができます。歯車諸元, 寸法, かみ合い図, 歯形レンダリング, 歯当たりの例を図 4.50~4.53 に示します。なお, 図 4.52 のピニオンは, 図 4.31 と同じ歯面修整を与えています。また, 強度計算, 伝達誤差解析そして歯形出力などは「外歯車×外歯車」と同様です。

項目	記号	単位	Pinion	Gear
モジュール	m	mm		3.00000
歯数	z	---	13	55
圧力角(左/右)	α_n	deg	30.0000	17.0000 / 30.0000 / 17.0000
ねじれ角	β	deg	15	0
ねじれ方向	---	---	右ねじれ	右ねじれ
基準円直径	d	mm	40.3758	170.8206
基準円直径(左/右)	db	mm	34.8568 / 38.4938	146.6248 / 182.8575
歯厚入力方式	---	---	転位係数	転位係数
転位係数	xn	---	0.50000	0.30000
測定ボール径	db	mm	5.172	5.856
オーバール寸法	dn	mm	48.51346	163.49055
歯道円弧歯厚	Sn	mm	6.03701	3.81762
中心距離	a	mm		64.40000
歯道円弧歯厚減少量	fn	mm	0.00000	0.00000
歯幅	b	mm	25.00000	25.00000
歯先円直径	da	mm	48.37577	166.62057
歯底円直径	df	mm	35.87577	178.80000
基準圧力角(左/右)	rf	mm	0.9000	0.9000 / 0.9000

図 4.50 諸元 (内歯車)

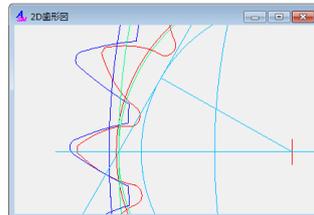


図 4.51 かみ合い

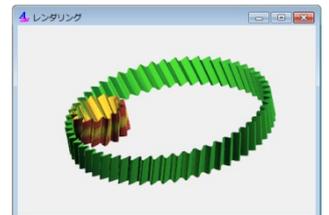
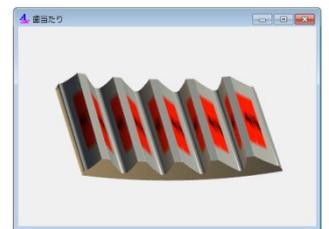


図 4.52 レンダリング



(a)ピニオン



(b)ギヤ

図 4.53 歯当たり

4.17 FEM 歯形応力解析 (オプション)

FEM 解析例を図 4.54, 4.55 に示します。設定方法は involute Σ iii (spur and helical gear design system) と同様です。

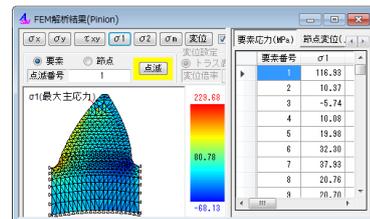


図 4.54 FEM(2D)解析例

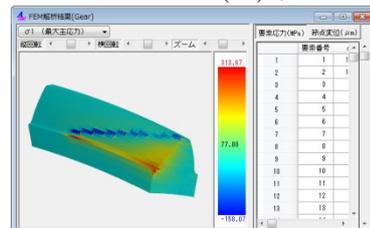


図 4.55 FEM(3D)解析例

4.18 その他

印刷機能, [HELP]機能, 設計データの保存・読み込み等は, [1]involute Σ iii (spur and helical gear design system) と同様です。

※非対称歯形歯車の 3 次元応力解析や歯面応力, フラッシュ温度などの解析は, [22]CT-FEMASM をお使いください。