

[5] Planetary gear design system (遊星&不思議遊星)

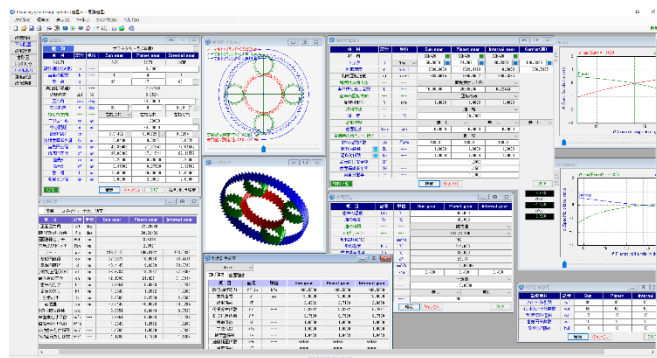


図 5.1 Planetary gear design system

5.1 概要

「Planetary gear design system (遊星&不思議遊星)」を新しく開発しました。本ソフトウェアは、従来のソフトウェアと同様、遊星歯車と不思議遊星を簡単に設計できるソフトで、歯数の組み合わせや中心距離などを自動決定し、歯車寸法および歯車強度を簡単に設計することができます。また、遊星歯車の干渉チェックおよび、転位係数の決定、効率計算なども簡単に計算することができます。図5.1に計算結果の全体画面を示します。

遊星歯車機構は、歯数の組み合わせや位相、歯形偏差や歯すじ偏差、そして負荷が作用したときの端部接触による影響も起振力に影響を及ぼします。遊星歯車機構がどれ程、安定しているかを知るためには起振力を知ることが重要です。また、転位係数と効率の関係も 1 つのグラフとして表す機能を持つ[49]遊星歯車機構の起振力解析システムも是非、ご覧ください。

5.2 適用

- (1)型 式 : 等配置型
: 遊星(プラネタリー, ソーラ, スター)
- (2)歯車材料 : 金属, 樹脂 (金属と樹脂混同可能)
- (3)歯車歯形 : インボリュート歯形
- (4)オプション : 不思議遊星(3K), 小歯数, ダブルピニオン, 不等配置

上記、遊星歯車の歯車寸法, 歯車強度, 歯形設計に適用します。

5.3 プロパティ (基準ラック)

図 5.2 のようにプロパティで、遊星の種類, 歯先円直径の決定方式, 基準ラック, モジュールまたは中心距離基準, 歯車精度, 摩擦係数の設定をします。

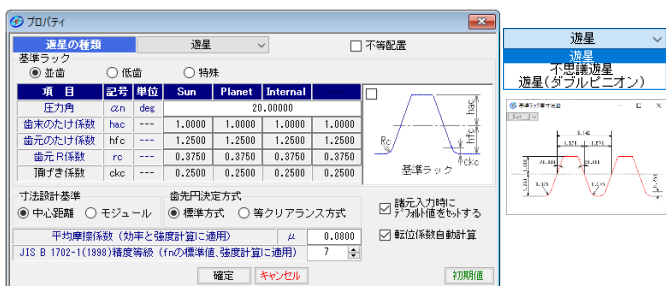


図 5.2 プロパティ

5.4 遊星歯車機構の選択

図 5.3 に示す遊星歯車タイプの選択をします(プラネタリー型, ソーラー型, スター型の増減速, 不思議 3K)。

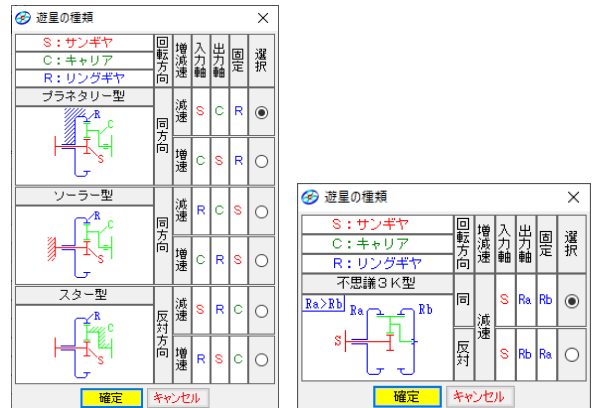


図 5.3 遊星歯車のタイプ



図 5.4 歯車諸元



図 5.5 歯数選択

- 遊星歯車の個数は, 1~21 です。
- 歯数は, 直接入力する方式と, 速比から計算した歯数一覧 (図 5.5) から選択する方式があります。
- 中心距離よりモジュールの計算, またはモジュールより中心距離の計算をすることができます。
- 転位係数の計算は, モジュールと中心距離からバックラッシュが 0 になるように計算します。
- 法線歯厚減少量の入力。(デフォルト値として JIS バックラッシュ標準中間値の 1/2 を表示します。)
- 歯先円直径はプロパティで設定した基準ラックの歯たけと転位係数から標準値を計算しますが, 任意に変更は可能です。
- 外歯車の歯元部の形状は, 基準ラックによる創成運動によって生成する歯形です。内歯車の歯元は, 入力 R 接続です。

- (8) 歯車の歯先はRで作成することができます。
- (9) 転位係数は、1 種を変更すると他の歯車転位係数が連動して変化しますが、歯車それぞれ個別に入力することができます。最適な転位係数決定のため図 5.4 右下の「歯厚、頂けき設定」で図 5.6 のように歯形、かみ合い率、すべり率、そして干渉発生の有無を確認することができます。

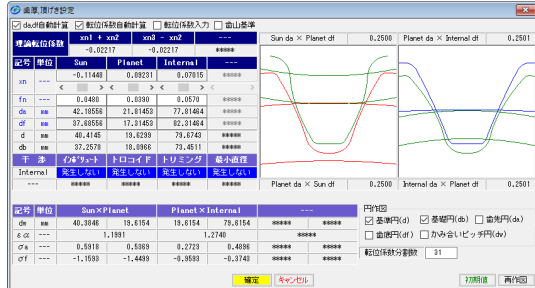


図 5.6 歯厚、頂けき確認（補助設定）

5.5 歯車寸法

歯車諸元確定後、各種計算結果を図 5.7～図 5.10 に示します。この画面で、寸法、歯厚、干渉、効率、クリアランス、バックラッシュなどの確認をすることができます。

項目	記号	単位	Sun gear	Planet gear	Internal gear
正面圧力角	α_t	deg	22.78588		
基礎円歯ねじれ角	β_b	deg	28.02492		
正面法線ピッチ	Pbt	mm	3.3443		
歯面法線ピッチ	Pbn	mm	2.9521		
リード	pz	mm	219.9115	106.8142	439.5398
基礎円直径	db	mm	37.2578	18.0966	79.4511
基準円直径	d	mm	40.4145	19.6293	79.6743
最小有効直径(TIF)	dt	mm	39.6784	19.2587	77.8809
最大有効直径	dh	mm	42.1856	21.4271	81.6914
歯末のたけ	ha	mm	0.9851	0.9928	1.0294
歯元のたけ	hf	mm	1.2649	1.2572	1.2206
全歯たけ	h	mm	2.2500	2.2500	2.2500
転位量	xa	mm	-0.0149	-0.0073	-0.0294
歯切り転位係数	xnc	---	-0.0851	-0.0643	0.0539
歯車歯末たけ係数	ha'c	---	0.9851	0.9928	1.0294
歯車歯元たけ係数	hf'c	---	1.2649	1.2572	1.2206
基準歯元たけ係数	hae'c	---	1.0702	1.0570	1.0833
基準歯元たけ係数	hfe'c	---	1.1798	1.1930	1.1667

図 5.7 寸法

項目	記号	単位	Sun gear	Planet gear	Internal gear
歯面角弧歯厚	sn	mm	1.5089	1.5240	1.5315
正面円弧歯厚	st	mm	1.7423	1.7598	1.7685
またぎ歯数	zm	---	6	3	12
基準またぎ歯厚	w	mm	16.9837	7.7934	35.3827
設計またぎ歯厚	w'	mm	16.9157	7.6944	35.4397
測定ピン径	dp	mm	2.0000	2.0000	2.0000
基準オハゲン寸法	dm	mm	49.7525	22.8483	76.9536
設計オハゲン寸法	dm'	mm	49.6320	22.7693	76.1442
キャリア歯たけ	hj	mm	0.9964	1.0182	1.0253
基準キャリア歯厚	SJ	mm	1.5597	1.5646	1.5821
設計キャリア歯厚	SJ'	mm	1.5087	1.5233	1.5221

図 5.8 歯厚関係

項目	内部歯車 干渉
インボリュート干渉	発生しない
トロコイド干渉	発生しない
トリミング	発生しない
最小直径干渉	発生しない

回転比	Sun gear	Planet gear	Internal gear	Carrier
	1.0000	-1.0294	0.0000	0.3365

図 5.9 効率、干渉等

項目	記号	単位	Sun gear	Planet gear	Internal gear
正面かみ合い圧力角	α_{mt}	deg	22.69472		22.69472
かみ合い円歯ねじれ角	β_w	deg	29.38164		29.38164
かみ合いピッチ円直径	dw	mm	40.3846	19.6154	79.6154
有効歯幅	bw	mm	10.0000		10.0000
クリアランス	ck	mm	0.2500	0.2500	0.2501
かみ合い長さ	ea	mm	4.0379		4.3653
近寄りかみ合い率	$\epsilon_{\alpha 1}$	---	0.5839		0.7215
遠のきかみ合い率	$\epsilon_{\alpha 2}$	---	0.6236		0.5839
正面かみ合い率	ϵ_{α}	---	1.2074		1.3053
重なりかみ合い率	ϵ_{β}	---	1.5915		1.5915
全かみ合い率	ϵ_{γ}	---	2.7930		2.8969
すべり率(歯先側)	σ_a	---	0.6458	0.5067	0.2565
すべり率(歯元側)	σ_f	---	-1.0230	-1.8239	-0.3450
正面法線方向ハックラッ角度	jnt	mm	0.0986		0.1088
ハックラッ角度	jθ	deg	0.30313	0.62409	0.88867
入力軸ねじれハックラッ角度	sjθ	deg		0.63763 (Sun)	0.16367
最大接触直径	dja	mm	42.1856	21.4271	81.2020
最小接触直径	djf	mm	39.0445	19.4128	77.8809

図 5.10 かみ合い

5.6 歯形作図

5.6.1 かみ合い図

歯車のかみ合いを図 5.11 および図 5.12 のように 2 次元図で表示します。操作補助画面で補助円や共通法線を表示することができますので歯面の接触位置の確認が容易です。歯車の回転角度を変えることや拡大表示することができます。

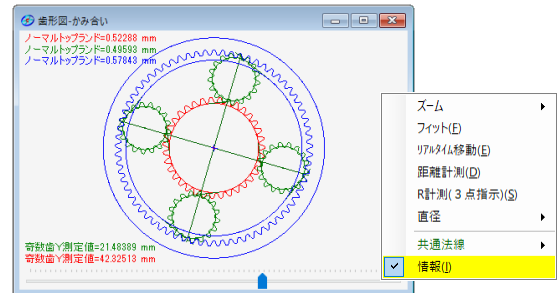


図 5.11 かみ合い図

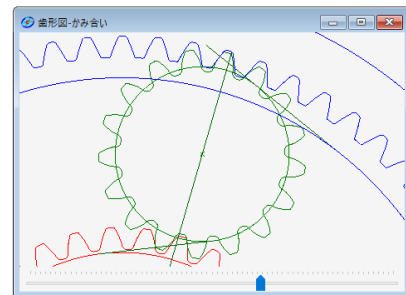


図 5.12 かみ合い拡大

5.6.2 レンダリング

歯車のかみ合いを図 5.13 のように 3 次元図で表示することができます。歯車を回転させることができます。

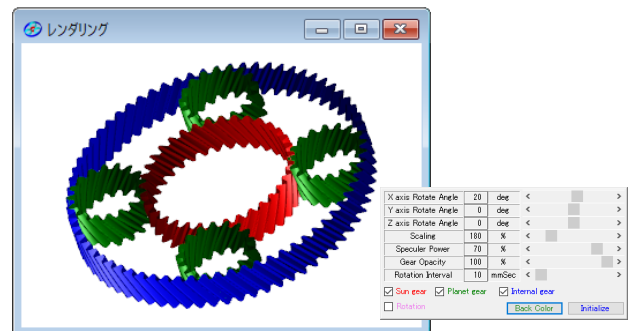


図 5.13 歯形レンダリング

5.7 寸法公差 (オプション)

寸法公差を図5.14で設定することにより図5.15のように正面かみ合い率, すべり率, 干渉などを計算し表示します。

図 5.14 寸法公差設定

項目	記号	単位	Sun gear x Planet gear			Planet gear x Internal gear		
			Max	Mid	Min	Max	Mid	Min
バックラッシュ	jnt	mm	0.0098	0.0098	0.0098	0.1098	0.1098	0.1098
正面かみ合い率	εα	---	1.2074	1.1044	1.1609	1.3050	1.2980	1.2305
重なりかみ合い率	εβ	---	1.5815			1.5815		
かみ合い率	εγ	---	2.7890	2.7760	2.7524	2.8966	2.8896	2.8821
かみ合い圧力角	αwt	deg	22.6947	22.6947	22.6947	22.6947	22.6947	22.6947
クリアランス1	ck1	mm	0.2750	0.2625	0.2500	0.2501	0.2501	0.2501
クリアランス2	ck2	mm	0.3000	0.2750	0.2500	0.2751	0.2626	0.2501
インボリュート干渉	---	---	*****	*****	*****	*****	*****	*****
トロコイド干渉	---	---	*****	*****	*****	*****	*****	*****
ドリミング	---	---	*****	*****	*****	*****	*****	*****
最小直徑干渉	---	---	*****	*****	*****	*****	*****	*****

図 5.15 公差を含む寸法など

5.8 歯車強度

5.8.1 強度初期設定

図 5.16 の強度諸元設定画面と図 5.17 で, 金属材料と樹脂材料を選択することができます。鋼材料の場合, 図 5.18 のように許容応力の σ_{lim} と σ_{Hlim} を表中から選択することができます。また, 樹脂材料も任意材料 (オプション) で設定することができます。図 5.19 に入力した材料一覧を示します。トルク単位は「N・m」, 「N・cm」, 「kgf・m」, 「kgf・cm」, 「gf・cm」から選択することができ, トルク, 回転速度は入力側, 出力側のどちらでも入力可能です。

図 5.16 強度諸元入力

図 5.17 材料設定

図 5.18 材料選択

項目	記号	単位	Sun gear	Planet gear	Internal gear
種類	---	---	金属材料	金属材料	金属材料
材料記号	---	---	SCM420	SCM420	SCM420
熱処理	---	---	浸炭焼き入れ	浸炭焼き入れ	浸炭焼き入れ
心部硬度	---	---	347(HV)	347(HV)	347(HV)
表面硬度	---	---	800(HV)	800(HV)	800(HV)
MS0係数	---	X MS0	*****	*****	*****
温度	t	°C	*****	*****	*****
ヤング率	E	---	*****	*****	*****
許容曲げ応力	σ_{lim}	kgf/mm ²	480.5000	480.5000	480.5000
許容ヘルツ応力	σ_{Hlim}	MPa	1275.0000	1275.0000	1275.0000

図 5.19 材料一覧

強度計算結果画面を図 5.20 および図 5.21 に示します。強度計算は効率やかみ合い率を考慮し, 金属歯車は JGMA401-01:1974, JGMA401-02:1975 に基づき強度計算を, 樹脂材料の応力値は, 温度, 寿命などを考慮した材料の実験値を採用しています。

項目	記号	単位	Sun gear	Planet gear	Internal gear
許容曲げ応力	σ_{lim}	MPa	480.5000	480.5000	480.5000
有効歯幅	b'	mm	10.0000	10.0000	10.0000
歯形係数	YF	---	2.4262	2.7193	2.0650
重合分布係数	Yε	---	0.8282	0.8282	0.7681
ねじれ角係数	Yβ	---	0.7500	0.7500	0.7500
寿命係数	KL	---	1.0000	1.0000	1.0000
寸法係数	KFε	---	1.0000	1.0000	1.0000
動荷重係数	Kv	---	1.0403	1.0403	1.0403
速度補正係数	KVo	---	*****	*****	*****
温度係数	KT	---	*****	*****	*****
潤滑係数	KLo	---	*****	*****	*****
材質係数	KM	---	*****	*****	*****
呼び円周力	Ft	N	619.0476	611.9458	608.1545
許容円周力	Ftlim	N	2569.3795	2278.6991	3244.1101
曲げ強さ	Sft	---	4.1257	3.7237	5.3944
歯面曲げ応力	σ_F	MPa	116.4682	129.0385	90.0765

図 5.20 強度計算結果 (曲げ)

項目	記号	単位	Sun gear	Planet gear	Internal gear
許容ヘルツ応力	σ_{Hlim}	MPa	1275.0000	1275.0000	1275.0000
有効歯幅	bw	mm	10.0000	10.0000	10.0000
歯輪係数	ZH	---	2.2288	2.2288	2.2288
材料定数係数	ZM	MPa	189.8000	189.8000	189.8000
かみ合い率係数	Zε	---	0.9101	0.9101	0.8753
寿命係数	KHL	---	1.0000	1.0000	1.0000
粗さ係数	ZR	---	0.9204	0.9204	0.9204
潤滑速度係数	ZV	---	0.9581	0.9581	0.9581
硬さ係数	ZW	---	1.0000	1.0000	1.0000
重合分布係数	KHβ	---	1.0000	1.0000	1.0000
動荷重係数	Kv	---	1.0404	1.0404	1.0404
弾性係数	E	MPa	*****	*****	*****
呼び円周力	Fc	N	619.5096	611.4390	607.7045
許容円周力	Fclim	N	819.1424	819.1424	1745.8427
歯面強さ	Sfc	---	1.3242	1.3396	2.8728
ヘルツ応力	σ_H	MPa	1107.9798	1101.6058	752.2355

図 5.21 強度計算結果 (歯面)

5.9 歯面評価

歯面評価では, すべり率, ヘルツ応力, 油膜厚さ, 接触温度, すべり速度, すべり速度図を表示します。これらの計算結果は, 歯面修整には適応していません。また油膜厚さ, 接触温度 (歯車

温度+フラッシュ温度)は、AGMA2001-C95, Annex A に基づく計算結果です。そのため歯面修整量や荷重分担などを考慮した厳密な解析は[45]CT-FEM Opera iiiをお使いください。

図 5.22 の油の種類は、鉱物油、合成油を選択でき ISO グレードも選択 (任意設定可) することができます。また、摩擦係数は、一定値、ISO、AGMA 方式の中から選択することができます。

図 5.23~5.28 に、すべり率、ヘルツ応力グラフ等を示しますが、横目盛はロールアングルと作用線長さの切り換えができます。また、図 5.25 の油膜厚さから摩擦の発生確率を、図 5.26 の接触温度からスカuffingの発生確率を計算します。

項目	記号	単位	Sun gear	Planet gear	Internal gear
歯車の温度	GTc	℃		80.000	
油の温度	Tc	℃		40.000	
油の種類		---		鉱物油	
ISO グレード		---		ISO VG 100	
動粘度 (40℃)	---	mm²/s		100	
平均温度	Mtc	℃		214.000	
標準偏差温度	SD	℃		95.000	
絶対粘度	μo	cP		26.17	
粘度圧	α	mm²/N		0.02007	
なじみ歯面粗さ (Ra)	σ1, σ2	μm	0.400	0.400	0.400
摩擦係数の方式		---		一定値	
摩擦係数	μm	---		0.0800	
歯形修整		---		無し	無し
計算ポイント数		---		200	

図 5.22 歯面評価 (設定)



図 5.23 すべり率

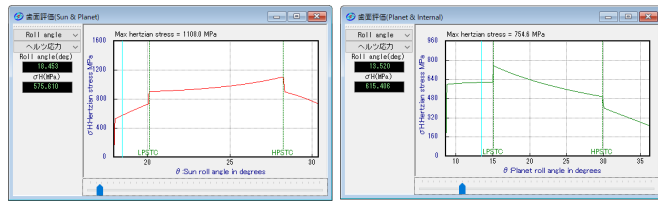


図 5.24 ヘルツ応力

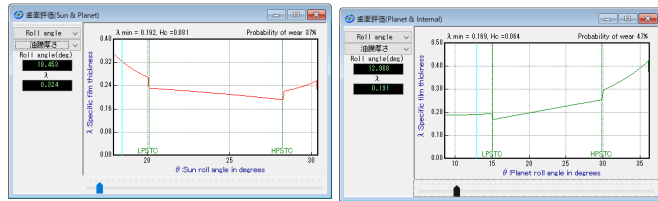


図 5.25 油膜厚さ

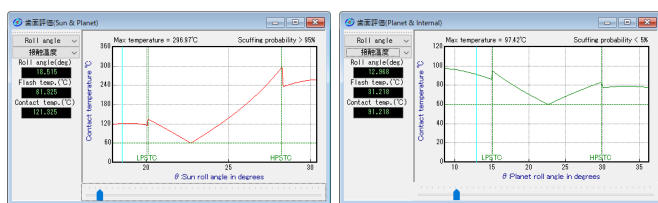
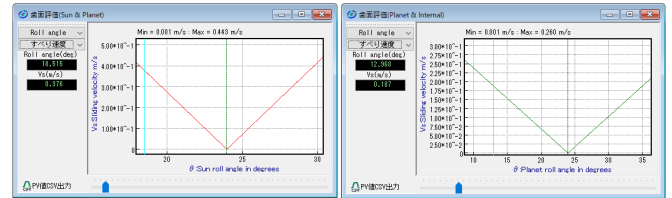
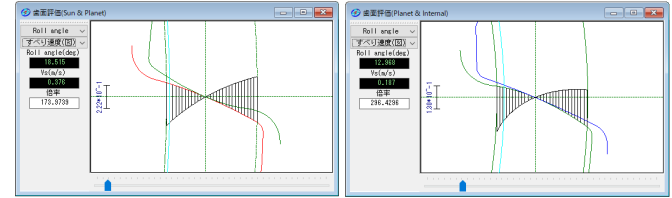


図 5.26 接触温度 (歯車温度+フラッシュ温度)



(a) sun x planet (b) planet x ring

図 5.27 すべり速度 1



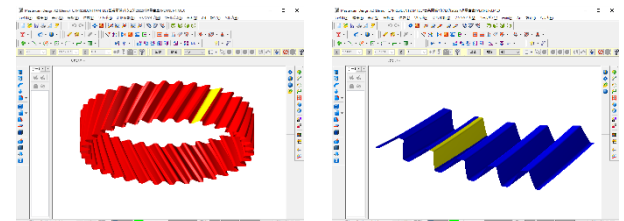
(a) sun x planet (b) planet x ring

図 5.28 すべり速度 2

5.10 歯形出力

生成した歯形は、図 5.29 の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、歯先部に分割して出力します。図 5.30 および図 5.31 に CAD 作図例を示します。

図 5.29 歯形ファイル形式



(a) 太陽歯車 (b) 内歯車

図 5.30 CAD 作図例 (3D-iges)

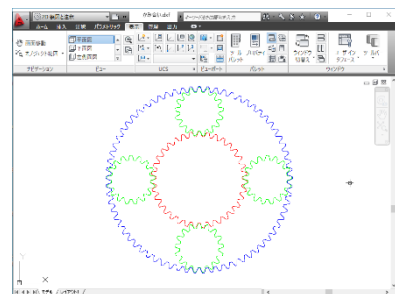


図 5.31 CAD 作図例 (dxf)

5.11 HELP 機能

操作方法を知りたい場合は[HELP]機能を使うことができます。例えば、レンダリング表示について知りたい場合は、レンダリングフォームをアクティブにして[F1]キーを押すことにより図 5.32 のように説明画像を表示します。また、「ヘルプ」、目次、インデックスでも説明画像を表示することができます。

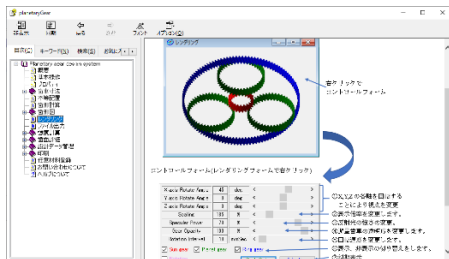


図 5.32 HELP 機能

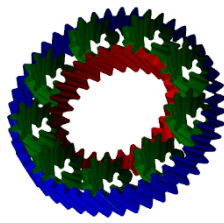


図 5.32a 星歯車 9 個例

5.12 不思議遊星 (3K 型)

太陽、遊星、内歯 2 個の合計 4 つを使用した場合、減速比を大きくする機構として不思議遊星歯車機構がよく知られていますが不思議遊星歯車は計算が非常に面倒です。しかし、本ソフトウェアを使用することにより簡単に不思議遊星歯車を設計することができます。

入力には太陽歯車、固定は内歯車 1、出力は内歯車 2 のタイプの 3K 型を対象としています。内歯車 1 と内歯車 2 の歯数の大小によって、同方向減速と逆方向減速が決まります。以下に設計例を示します。

5.12.1 歯車諸元の設定

- (1) プロパティで、モジュール基準を選択します。
 - (2) 図 5.2 の遊星歯車のタイプで遊星歯車機構のタイプを不思議 3K 型を選択し、図 5.33 の不思議遊星諸元に進みます。
 - (3) 設計減速比を 135、遊星歯車の個数を 3 個と入力します。
 - (4) 歯数一覧画面を表示し、適切と思われる歯数の組み合わせを選択します (図 5.34 参照)。
- このときの選択条件として
- 実速比と設計速比の誤差
 - 歯数が小さすぎず、大きすぎない
 - 内歯車の歯数 z_3, z_4 の間に「 $z_1 + 2 \times z_2$ 」の関係があるなどを考慮し選択します。

ここでは例として $z_1=20, z_2=31, z_3=82, z_4=85$ を選択します。

- (5) 次に[Tab]キーを押し順に $\alpha=20, \beta=20, m=1$ を入力します。
モジュールを入力した時点で、図 5.2 プロパティの基準ラックに基づいて標準の中心距離と転位係数と歯先円直径と歯底円直径が決まります。
- (6) 中心距離が 27.6686mm のために目的に応じて変更します。中心距離基準入力の場合はモジュールの標準値を計算しますので、その後、JIS 規格のモジュールに後から変更することができますし、任意モジュールにも変更することができます。図 5.33 に諸元確定画面を示します。
- (7) 中心距離とモジュールが決定したあとは、歯たけや歯厚の状態を確認し変更することができます。

入力画面右下の **歯厚、頂げき設定** ボタンを押すと、図 5.35 の歯厚、頂げき設定 (補助設定) を表示します。この画面で、歯形を確認しながら転位係数や歯先円直径を変更することができます。理論インボリュート歯形の接触や歯たけ、クリアランス、内歯車の干渉を確認後、歯車寸法を確定します。

- (8) 図 5.36~5.39 に示すように寸法計算結果画面の効率やかみ合い率やすべり率を確認します。本例の不思議遊星の効率は、

図 5.39 に示すように 71.5% となります。

- (9) 例題の場合、モジュール 1 の寸法が決まりましたが、強度計算により大きさを変えなければならない場合があります。その場合には歯幅を変更したり、転位係数はそのままモジュールや中心距離や歯先円直径を n 倍するなどして対処します。回転比が大きくなるとトルクの比率も大きくなるために強度計算は慎重に行う必要があります。

不思議遊星 (減速) 同方向									
項目	記号	単位	Sun gear	Planet gear	Internal gear1	Internal gear2			
入出力	---	---	入力	---	固定	出力			
設計速比 (減速)	i_o	---	135.0000	---	---	---			
歯車の個数	N	---	1	3	1	1			
歯数	z	---	20	31	82	85			
実速比 (減速)	i	---	144.50000	---	---	---			
速比誤差	Δi	%	7.0370	---	---	---			
圧力角	α_n	deg	20.0000	---	---	---			
ねじれ角	β	deg	20	0	0.00	---			
ねじれ方向	---	---	左ねじれ	左ねじれ	左ねじれ	左ねじれ			
モジュール	m	mm	1.00000	---	---	---			
中心距離	a	mm	27.56762	---	---	---			
転位係数	x_n	---	0.26858	---	0.17328	0.61519	---	-0.81987	---
法線歯厚減少量	f_n	mm	0.0390	0.0440	0.0580	0.0580			
歯先円直径	d_a	mm	23.82072	35.33607	86.49284	86.82737			
歯底円直径	d_f	mm	19.32072	30.83607	80.99284	81.32737			
歯先円半径	r_a	mm	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000			
歯底円半径	r_f	mm	0.37500	0.37500	0.30000	0.30000			
歯幅	b	mm	20.00000	20.00000	10.00000	10.00000			
測定ピン径	d_p	mm	1.8180	1.7370	1.6810	1.5728			

図 5.33 不思議 3K 遊星諸元入力

No.	Sun	Planet	Internal1	Internal2	実速比 (i)	速比誤差 (Δi)
1	20	27	76	79	128.4000	-6.3704
2	20	28	76	79	128.4000	-6.3704
3	20	29	76	79	128.4000	-6.3704
4	20	30	76	79	128.4000	-6.3704
5	20	29	79	82	135.3000	0.2222
6	20	30	79	82	135.3000	0.2222
7	20	31	79	82	135.3000	0.2222
8	20	32	79	82	135.3000	0.2222
9	20	30	82	85	144.5000	7.0370
10	20	31	82	85	144.5000	7.0370
11	20	32	82	85	144.5000	7.0370

図 5.34 歯数選択

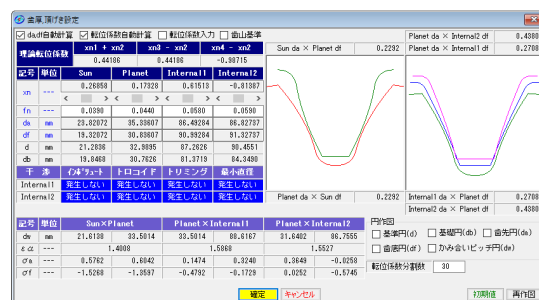


図 5.35 歯厚、頂げき設定 (補助設定)

項目	記号	単位	Sun gear	Planet gear	Internal gear1	Internal gear2
正面圧力角	α_t	deg	21.17293	---	---	---
基礎円歯ねじれ角	β_b	deg	18.74724	---	---	---
正面法線ピッチ	P_{bt}	mm	3.1175	---	---	---
歯底角法線ピッチ	P_{bt}	mm	2.9521	---	---	---
リード	p_z	mm	189.7080	284.7475	753.2030	780.7592
基礎円直径	d	mm	19.4688	30.7626	81.3719	84.3480
基準円直径	d	mm	21.2836	32.3895	87.2826	90.4551
最小有効直径 (TIF)	d_t	mm	20.1753	31.8238	86.4928	86.8274
最大有効直径	d_h	mm	23.8207	35.3361	90.9569	90.9506
歯末のたけ	h_a	mm	1.2686	1.1733	0.3849	1.8139
歯元のたけ	h_f	mm	0.3814	1.0767	1.8651	0.4361
全歯のたけ	h	mm	2.2500	2.2500	2.2500	2.2500
転位量	x_m	mm	0.2686	0.1733	0.6151	-0.8199
歯切り転位係数	x_{nc}	---	0.2116	0.1090	0.6399	-0.7278
歯車歯末たけ係数	h_a^*	---	1.2686	1.1733	0.3849	1.8139
歯車歯元たけ係数	h_f^*	---	0.9814	1.0767	1.8651	0.4361
基準円歯末たけ係数	h_a^c	---	1.0570	1.0643	1.0848	1.0863
基準円歯元たけ係数	h_f^c	---	1.1930	1.1957	1.1652	1.1637

図 5.36 歯車寸法

項目	記号	単位	Sun gear	Planet gear	Internal gear1	Internal gear2
歯直内円歯厚	sn	mm	1.7248	1.6501	1.0813	2.1005
正歯内円歯厚	st	mm	1.8355	1.7560	1.1294	2.2353
またぎ歯数	zn	---	4	5	12	10
基準またぎ歯厚	W	mm	10.8506	13.9215	35.7414	28.9698
設計またぎ歯厚	W'	mm	10.8116	13.8775	35.7994	28.9688
測定ピン径	dp	mm	1.8180	1.7370	1.5810	1.5728
基準1-0-7ピッチ法	dm	mm	24.4109	35.6973	86.1984	86.7829
設計1-0-7ピッチ法	dm'	mm	24.3242	35.5976	86.3597	86.9894
キャリバ歯たけ	hj	mm	1.3009	1.1925	0.3835	1.8050
基準キャリバ歯厚	SJ	mm	1.7647	1.6964	1.1230	2.1631
設計キャリバ歯厚	SJ'	mm	1.7234	1.6496	1.0573	2.0963

図 5.37 歯厚

項目	記号	単位	Sun gear	Planet gear	Internal gear1	Planet and Internal2
正歯かみ合い圧力角	αvt	deg	23.32895		23.32895	13.52678
かみ合い円歯ねじれ角	βw	deg	20.28522		20.28522	19.24326
かみ合いピッチ円直径	dm	mm	21.6188	33.5014	33.5014	81.6402
有効歯厚	bv	mm	20.0000		10.0000	10.0000
クリアランス	ca	mm	0.2292	0.2292	0.2708	0.4380
かみ合い長さ	ca	mm	4.3669		4.5469	4.8405
近寄りかみ合い率	e α1	---	0.6808		0.9260	1.6016
遠のきかみ合い率	e α2	---	0.7400		0.6808	-0.0490
正歯かみ合い率	e α	---	1.4008		1.6068	1.5527
重なりかみ合い率	e β	---	2.1774		1.0887	1.0887
全かみ合い率	e γ	---	3.5781		2.6755	2.6414
すべり率(歯先側)	σa	---	0.5762	0.6042	0.1474	0.3240
すべり率(歯元側)	σf	---	-1.5268	-1.3597	-0.4792	-0.0252
正歯法線方向の噛み合い角	jnt	mm	0.0078		0.1077	0.1089
入力軸の角度	∠θ	deg	0.50006	0.32649	0.48123	0.15160
入力軸の傾きの角度	Σ∠θ	deg	1.13409 (Sun)		0.40517	0.14777
最大接触速度	dja	mm	23.8207	35.3361	35.3361	95.3275
最小接触速度	djf	mm	20.3972	31.9564	31.6820	86.4528

図 5.38 かみ合い

項目	Internal gear1	Internal gear2
インボリュート干渉	発生しない	発生しない
トロコイド干渉	発生しない	発生しない
トリミング	発生しない	発生しない
最小直径干渉	発生しない	発生しない

項目	Sun gear	Planet gear	Internal gear1	Carrier	Internal gear2
回転比	1.0000	-0.3228	0.0000	0.1361	0.0069

図 5.39 干渉関係

5.12.2 歯車かみ合い図

図 5.40 にかみ合い図を示します。図 5.41 の拡大図で遊星歯車に 2 つの内歯車がかみ合っている様子や回転による歯のかみ合いが良く解ります。また、図 5.42 に示す歯形レンダリングで不思議遊星のかみ合い回転の様子を観察することができます。

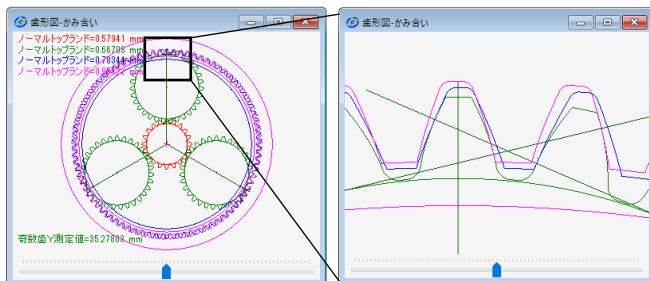


図 5.40 かみ合い図

図 5.41 部分拡大

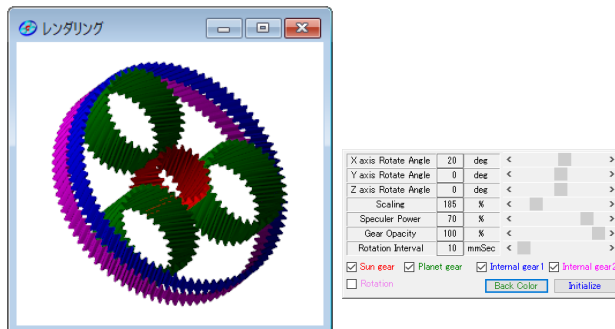
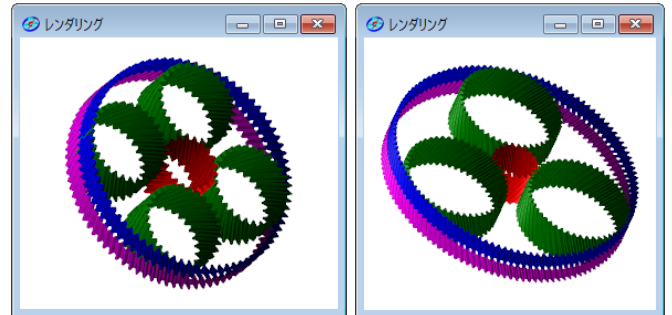


図 5.42 レンダリング(減速比 135)

歯車強度計算やすべり率そしてヘルツ応力グラフは、遊星歯車と同様に計算することができます(説明省略)。また、不思議遊星歯車の作図例を図 5.43 に示します。



i=105

i=278

図 5.43 不思議遊星レンダリング作図例

5.13 小歯数 (オプション)

歯数が 4 歯以下の遊星歯車を設計することができます。最小歯数は 1 歯です。小歯数の場合は、正面かみ合い率が小さくなるため、ねじれ角を大きくする必要があります。以下に太陽歯数が 1、遊星歯数が 2、内歯車の歯数が 5 の遊星歯車の作図例を図 5.44 および図 5.45 に示します。

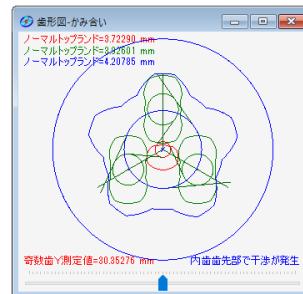


図 5.44 小歯数例(2D)

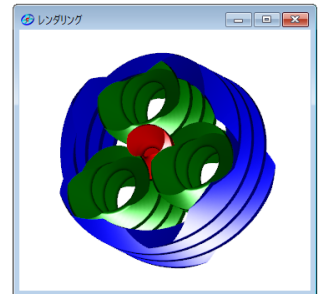


図 5.45 小歯数例(3D)

5.14 ダブルピニオン (オプション)

図 5.2 プロパティで「ダブルピニオン」を設定します。以下に設計例を示します(図 5.46~5.57 参照)。

種類	項目	記号	単位	Sun gear	Planet gear1	Planet gear2	Internal gear
入力	入力	出力	出力	出力	出力	出力	出力
設計減速比(減速)	io	---	---	-2.0000			0.30000
歯車の個数	N	---	---	1	3	3	1
歯数	z	---	---	20	14	14	56
実速比(減速)	i	---	---	-1.80000			
速比誤差	Δi	%	---	-10.0000			
圧力角	αn	deg	---	20.00000			
ねじれ角	β	deg	---	0	0.00	0.00	
ねじれ方向	---	---	---	右ねじれ	左ねじれ	右ねじれ	右ねじれ
モジュール	mn	mm	---	2.00000			
中心距離	a	mm	---	35.80000	29.44094	44.16141	
転位係数	xn	---	---	0.32527	-0.30000	0.30000	0.30000
法線歯厚減少量	fn	mm	---	0.0550	0.0510	0.0510	0.0710
歯先円直径	da	mm	---	47.35957	32.24094	34.64094	114.96377
歯底円直径	df	mm	---	38.35957	23.24094	25.64094	123.96377
歯先	ra	mm	---	0.30000	0.30000	0.30000	0.30000
歯元	rf	mm	---	0.75000	0.75000	0.75000	0.75000
歯幅	b	mm	---	30.00000	30.00000	30.00000	30.00000
測定ピン径	dp	mm	---	3.7030	3.2540	3.8450	3.3560

図 5.46 諸元設定

項目	記号	単位	Sun gear	Planet gear1	Planet gear2	Internal gear
正面圧力角	α_t	deg		20.94190		
基礎円間ねじれ角	β	deg		16.88077		
正面法線ピッチ	Pbt	mm		6.1701		
歯直線法線ピッチ	Pbn	mm		5.9043		
リード	pz	mm	406.6563	284.6594	284.6594	1139.6376
基礎円直径	db	mm	39.2902	27.4962	27.4962	109.9947
基準円直径	d	mm	42.0585	29.4409	29.4409	117.7638
最小有効直径(TIF)	dt	mm	39.9803	27.5555	27.6180	115.9798
最大有効直径	dh	mm	47.0890	31.9425	34.3970	123.1323
歯末のたけ	ha	mm	2.6505	1.4000	2.6000	1.4000
歯元のたけ	hf	mm	1.8495	3.1000	1.9000	3.1000
全歯たけ	h	mm	4.5000	4.5000	4.5000	4.5000
転位量	xa	mm	0.6505	-0.6000	0.6000	0.6000
歯切り転位係数	xnc	---	0.2951	-0.3873	0.2627	0.3519
歯歯末たけ係数	ha'c	---	1.3253	0.7000	1.3000	0.7000
歯歯元たけ係数	hf'c	---	0.8247	1.5500	0.9500	1.5500
基準円歯末たけ係数	hac'	---	1.0402	1.0373	1.0373	1.0519
基準円歯元たけ係数	hfc'	---	1.2098	1.2127	1.2127	1.1981

図 5.47 寸法

項目	記号	単位	Sun gear	Planet gear1	Planet gear2	Internal gear
歯直円間歯厚	sn	mm	3.5566	3.5241	2.6293	
正面円間歯厚	st	mm	3.7396	3.7054	2.7646	
またぎ歯数	zn	---	4	2	3	8
基準またぎ歯厚	W	mm	21.7563	8.8984	15.6235	46.5022
設計またぎ歯厚	W'	mm	21.7013	8.8474	15.5725	46.5732
測定ピッチ	dp	mm	3.7030	3.2540	3.4500	3.3500
基準円-7セツ法	dm	mm	48.8927	32.3644	36.2868	114.4191
設計円-7セツ法	dm'	mm	48.5648	32.1991	36.1860	114.6259
キャリア歯たけ	hj	mm	2.7208	1.4562	2.6902	1.3919
基準キャリア歯厚	Sj	mm	3.6115	2.7017	3.5712	2.7046
設計キャリア歯厚	Sj'	mm	3.5592	2.6477	3.5173	2.6252

図 5.48 歯厚

項目	記号	単位	Sun gear	Planet gear1	Planet gear2	Planet and Internal
正面噛み合い圧力角	α_{mt}	deg	21.15119	20.94193	20.94193	20.94193
噛み合い円間ねじれ角	β_w	deg	18.02385	18.00000	18.00000	18.00000
噛み合いピッチ円直径	dw	mm	42.1176	29.4024	29.4409	29.4409
有効歯幅	bw	mm	30.0000	30.0000	30.0000	30.0000
クリアランス	ck	mm	0.4897	0.4997	0.5000	0.5000
噛み合い長さ	ea	mm	7.2249	7.2249	8.6890	
近寄り噛み合い率	$\epsilon_{\alpha 1}$	---	0.4553	0.7063	0.8220	
遠のき噛み合い率	$\epsilon_{\alpha 2}$	---	0.7156	0.4647	0.5852	
正面噛み合い率	ϵ_{α}	---	1.1710	1.1710	1.4079	
重なり噛み合い率	ϵ_{β}	---	1.4754	1.4754	1.4754	
全噛み合い率	ϵ_{γ}	---	2.6464	2.6464	2.8827	
すべり率(歯先側)	σ_a	---	0.8928	0.5976	0.7054	0.3681
すべり率(歯元側)	σ_f	---	-1.4245	-0.3090	-9.6477	-2.3947
正面法線方向の噛み合い	jnt	mm	0.1108	0.1066	0.1275	
ハック角度	jθ	deg	0.32312	0.46181	0.44422	0.53195
入力軸回転ハック角度	Sjθ	deg			1.00602 (Sun)	
最大接触歯数	dja	mm	48.0468	31.9425	33.5584	94.3970
最小接触歯数	djf	mm	40.4313	27.5555	27.9101	27.6936

図 5.49 噛み合い

項目	Internal gear 干涉
インボリュート干涉	発生しない
トロコイド干涉	発生しない
トリミング	発生しない
最小直径干涉	発生しない

項目	Sun gear	Planet gear1	Planet gear2	Carrier	Internal gear
回転比	1.0000	-2.7778	1.8867	-0.5556	0.0000

図 5.50 干涉&効率

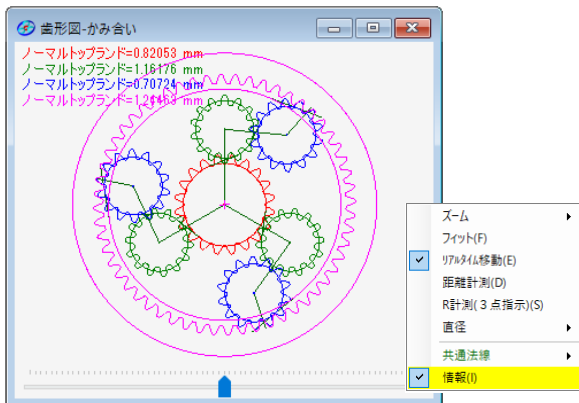


図 5.51 噛み合い 1(2D)

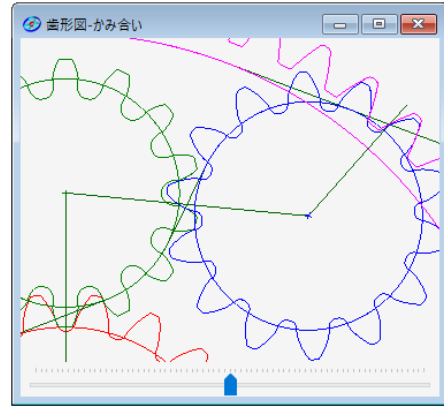


図 5.52 噛み合い 2(2D 拡大)

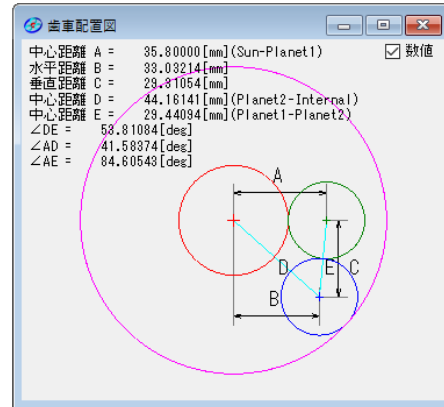


図 5.53 歯車の配置

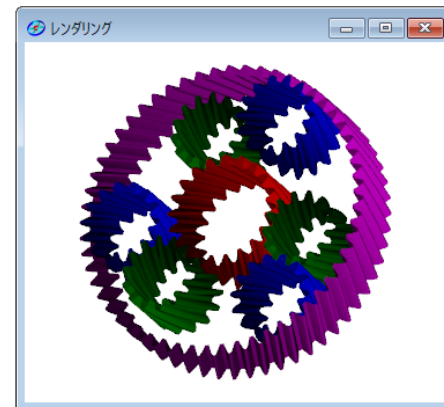


図 5.54 歯形レンダリング

項目	記号	単位	Sun gear	Planet gear1	Planet gear2	Internal gear	Carrier(仮)
材料	---	---	SCM420	SCM420	SCM420	SCM420	SCM420
トルク	T	N·m	100.0000	68.8282	67.4644	267.7170	167.7170
回転速度	n	min-1	1000.0000	2777.7778	1856.8667	0.0000	555.5556
相対回転速度	nI	min-1	1555.5556	2222.2222	2222.2222	555.5556	
軸受支持方法	---	---	10000000	14205714	14205714	3571429	
寿命倍り返し回数	L	---					
歯車の回転方向	---	---	正転のみ				
歯直(相対)	V	m/s	9.4304	9.4304	9.4256	9.4256	
摩擦方法	---	---	---	---	---	---	
温度	t	°C	60.0000				
歯形修整	---	---	無し	無し	無し	無し	
歯面粗さ	Rmax	μm	6.0000	6.0000	6.0000	6.0000	
負荷時の歯当たり状況	---	---	良好				
材料定数係数	ZM	MPa	189.8	189.8	189.8	189.8	
過負荷係数	ZL	---	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	
過負荷係数	Ko	---	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	
歯元曲げ安全率	SF	---		1.2000			
距離計算(D)	SH	---		1.1500			
歯面摩擦安全率	Yf	---		1.0000			

図 5.55 強度諸元入力

項目	記号	単位	Sun gear	Planet gear 1	Planet gear 2	Internal gear
許容曲げ応力	σ_{Flim}	MPa	480.5000	480.5000	480.5000	480.5000
有効歯幅	b'	mm	30.0000	30.0000	30.0000	30.0000
歯形係数	Y_F	---	2.3589	4.8101	2.5287	2.6650
荷重分布係数	Y_e	---	0.8540	0.8540	0.8540	0.7106
ねじれ角係数	Y_β	---	0.8500	0.8500	0.8500	0.8500
寿命係数	K_L	---	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
寸法係数	K_F	---	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
動荷重係数	K_v	---	1.2215	1.2215	1.2213	1.2213
速度修正係数	$K_{Y\sigma}$	---	*****	*****	*****	*****
温度係数	K_T	---	*****	*****	*****	*****
歯角係数	$K_{L\sigma}$	---	*****	*****	*****	*****
材質係数	K_M	---	*****	*****	*****	*****
呼び円周力	F_t	N	1582.8678	1558.5609	1526.1301	1515.5597
許容円周力	F_{lim}	N	11486.0936	6756.5721	10716.8675	15771.8696
曲げ強さ	S_F	---	7.2585	4.3551	7.0131	10.4067
歯元曲げ応力	σ_F	MPa	66.2184	110.8385	66.5150	46.1722

図 5.56 強度結果（曲げ強さ）

項目	記号	単位	Sun gear	Planet gear 1	Planet gear 2	Internal gear
許容ヘルツ応力	σ_{Hlim}	MPa	1275.0000	1275.0000	1275.0000	1275.0000
有効歯幅	b_w	mm	30.0000	30.0000	30.0000	30.0000
補正係数	Z_H	---	2.3814	2.3944	2.3944	2.3944
材料定数係数	Z_M	MPa	189.8000	189.8000	189.8000	189.8000
かみ合い率係数	Z_e	---	0.9241	0.9241	0.9241	0.8430
寿命係数	K_{HL}	---	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
粗さ係数	K_{β}	---	0.9246	0.9200	0.9200	0.9286
歯肉速度係数	Z_V	---	0.9770	0.9770	0.9770	1.0000
硬さ係数	Z_W	---	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
荷重分布係数	$K_{H\beta}$	---	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
動荷重係数	K_v	---	1.2213	1.2213	1.2213	1.2213
弾性係数	E	MPa	*****	*****	*****	*****
呼び円周力	F_c	N	1585.0942	1558.5608	1526.1300	1515.5595
許容円周力	F_{clim}	N	2445.3039	2035.3725	2035.3725	6661.8603
歯面強さ	S_F	---	1.5431	1.3063	1.3023	4.3957
ヘルツ応力	σ_H	MPa	1026.4033	1115.5425	1104.5993	608.1283

図 5.57 強度結果（歯面強さ）

歯形データファイル出力や、すべり率グラフなどは基本ソフトウェアと同じです。

5.15 不等配置遊星歯車（オプション）

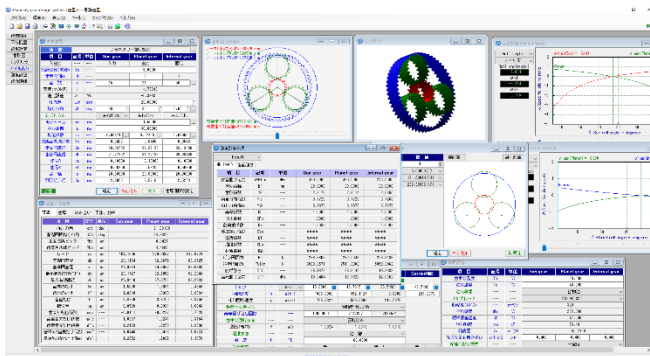


図 5.58 不等配置遊星設計例

5.15.1 不等配置遊星歯車の概要

Planetary gear design systemのオプションとして「不等配置遊星歯車」を設けました。

5.15.2 不等配置遊星歯車の設計例

プラネタリー型(減速)の不等配置の設計例を以下に示します。
図 5.59 の場合、等配置の条件では太陽歯数 15、遊星歯数 21、内歯車歯数 57 となりますが、ここで内歯車歯数を 56 とする場合は、図 5.2 の不等配置の設定を ☒ 不等配置 とすることで計算可能となります。

内歯車の歯数を 56 に変更した場合の入力画面を図 5.60 に示し

ます。モジュールは図 5.59 と同じく $m_n 1.5$ にしていますので内歯車の転位係数が大きくなっています。例題では、はすば歯車について示していますが平歯車も設計することができます。

また、**歯厚, 頂上げ設定** の機能も使用可能ですが、ここでは説明を省略します。詳しくは図 5.6 をご覧ください。また、図 5.61 ~ 5.64 に寸法結果等を示します。

歯車諸元

種類		プランナリ型(減速)				
項目	記号	単位	Sun gear	Planet gear	Internal gear	
入力	---	---	入力	出力	固定	
設計速比(減速)	i_o	---	5.0000			
歯車の個数	N	---	1	3	1	
歯数	z	---	15	21	57	
実速比(減速)	i	---	4.80000			
速比誤差	Δi	%	-4.0000			
圧力角	α_n	deg	20.00000			
ねじれ角	β	deg	26	30	0.00	
ねじれ方向	---	---	右ねじれ	左ねじれ	左ねじれ	
モジュール	m_n	mm	1.50000			
中心距離	a	mm	30.16381			
転位係数	x_n	---	0.00000	0.00000	0.00000	
法線歯厚減少量	f_n	mm	0.0460	0.0500	0.0640	
歯先円直径	d_s	mm	28.14151	38.19811	92.53773	
歯底円直径	d_f	mm	21.39151	31.44811	99.28773	
歯先R	r_a	mm	0.10000	0.10000	0.10000	
歯元R	r_f	mm	0.56250	0.56250	0.56250	
歯幅	b	mm	20.00000	20.00000	20.00000	
測定ピン径	d_p	mm	2.5830	2.5600	2.4900	

公差

確定キャンセルクリア

歯厚頂け設定

図 5.59 等配置遊星歯車の諸元

歯車諸元

種類		プランナリ型(減速)				
項目	記号	単位	Sun gear	Planet gear	Internal gear	
入出力	---	---	入力	出力	固定	
設計速比(減速)	i_o	---	5.0000			
歯車の個数	N	---	1	3	1	
歯数	z	---	15	21	56	
実速比(減速)	i	---	4.78333			
速比誤差	Δi	%	-5.3333			
圧力角	α_n	deg	20.00000			
ねじれ角	β	deg	26	30	0.00	
ねじれ方向	---	---	右ねじれ	左ねじれ	左ねじれ	
モジュール	m_n	mm	1.50000			
中心距離	a	mm	30.00000			
転位係数	x_n	---	0.03371	0.02408	0.68962	
法線歯厚減少量	f_n	mm	0.0460	0.0490	0.0640	
歯先円直径	d_s	mm	28.02952	37.87199	92.13486	
歯底円直径	d_f	mm	21.27952	31.22199	98.88486	
歯先R	r_a	mm	0.10000	0.10000	0.10000	
歯元R	r_f	mm	0.56250	0.56250	0.56250	
歯幅	b	mm	20.00000	20.00000	20.00000	
測定ピン径	d_p	mm	2.6050	2.5710	2.5250	

公差

確定キャンセルクリア

歯厚、頂け設定

図 5.60 不等配置遊星歯車の諸元

項目	記号	単位	Sun gear	Planet gear	Internal gear
正面圧力角	α_t	deg	---	21.96190	---
基礎円間ねじれ角	β_b	deg	---	23.86281	---
正面法線ピッチ	P_{bt}	mm	---	4.8421	---
歯直角法線ピッチ	P_{bn}	mm	---	4.4282	---
リード	p_z	mm	164.1905	229.8867	612.9779
基礎円直径	d_b	mm	23.1184	32.3672	86.3125
基準円直径	d	mm	24.9284	34.9397	93.0660
最小有効直径(TIF)	d_t	mm	23.1727	32.7856	92.2644
最大有効直径	d_h	mm	27.3416	37.8751	98.2939
歯末のたけ	h_a	mm	1.5506	1.5361	0.4658
歯元のたけ	h_f	mm	1.8244	1.8389	2.9094
全歯のたけ	h	mm	3.3750	3.3750	3.3750
転位量	x_m	mm	0.0506	0.0361	1.0344
歯切り転位係数	x_{mc}	---	-0.0111	-0.0237	0.7520
歯車歯末たけ係数	h_a^*	---	1.0387	1.0241	0.3104
歯車歯元たけ係数	h_f^*	---	1.2163	1.2259	1.9396
基準円歯末たけ係数	h_a^c	---	1.0448	1.0478	1.0624
基準円歯元たけ係数	h_f^c	---	1.2052	1.2022	1.1878

図 5.61 寸法[不等配置]

項目	記号	単位	Sun gear	Planet gear	Internal gear
歯直角円弧歯厚	sn	mm	2.3441	2.3303	1.5351
正面円弧歯厚	st	mm	2.5970	2.5819	1.7008
またぎ歯数	zm	---	3	4	10
基準またぎ歯厚	w	mm	11.5268	16.1138	44.3438
設計またぎ歯厚	w'	mm	11.4808	16.0648	44.4138
測定ピン径	dp	mm	2.6050	2.5710	2.5250
基準かみ合い寸法	dm	mm	28.5001	38.4000	91.8608
設計かみ合い寸法	dm'	mm	28.3905	38.2760	91.8349
キャリア歯たけ	hj	mm	1.5973	1.5692	0.4635
基準キャリア歯厚	Sj	mm	2.3906	2.3813	1.6031
設計キャリア歯厚	Sj'	mm	2.3419	2.3293	1.5277

図 5.62 歯厚[不等配置]

項目	記号	単位	Sun gear	Planet gear	Internal gear
正面かみ合い圧力角	α_{wt}	deg	22.36536		25.96155
かみ合い円筒ねじれ角	β_w	deg	25.56392		26.19777
かみ合いピッチ円直径	dw	mm	25.0000	35.0000	36.0000
有効歯幅	bw	mm	20.0000		20.0000
クリアランス	ck	mm	0.3742	0.3742	0.4564
かみ合い長さ	ga	mm	6.2652		6.6669
近寄りかみ合い率	$\varepsilon \alpha 1$	---	0.6559		0.9731
遠のきかみ合い率	$\varepsilon \alpha 2$	---	0.6380		0.4097
正面かみ合い率	$\varepsilon \alpha$	---	1.2939		1.3769
重なりかみ合い率	$\varepsilon \beta$	---	1.8271		1.8271
全かみ合い率	$\varepsilon \gamma$	---	3.1210		3.2040
すべり率(歯先側)	σ_a	---	0.6750	0.7750	0.1242
すべり率(歯元側)	σ_f	---	-3.4444	-2.0771	-0.9297
正面法線方向バックラッシュ	jnt	mm	0.1039		0.1236
バックラッシュ角度	j θ	deg	0.51487	0.36776	0.43745
入力軸ねじバックラッシュ角度	$\Sigma j \theta$	deg		1.12730 (Sun)	
最大接触直径	dja	mm	27.9416	37.8751	37.8751
最小接触直径	djf	mm	23.3345	33.1452	32.9814

図 5.63 かみ合い[不等配置]

項目	Internal gear
インボリュート干渉	発生しない
トロコイド干渉	発生しない
トリミング	発生しない
最小直径干渉	発生しない

回転比	Sun gear	Planet gear	Internal gear	Carrier
	1.0000	-0.3521	0.0000	0.2113

図 5.64 干渉効率[不等配置]

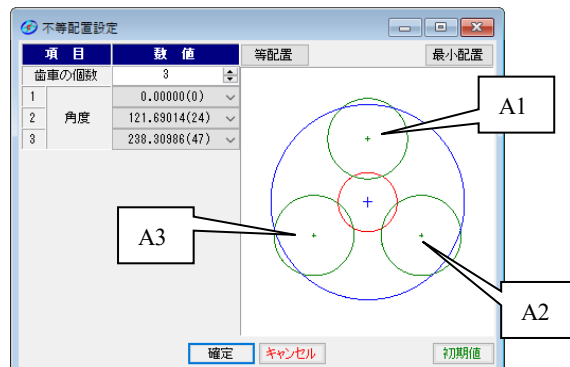


図 5.65 不等配置 1

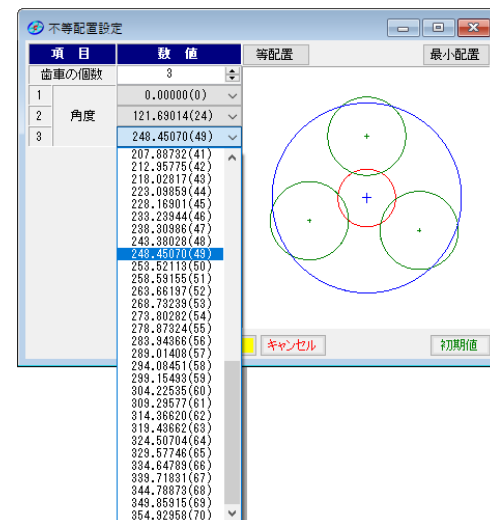


図 5.66 不等配置 2

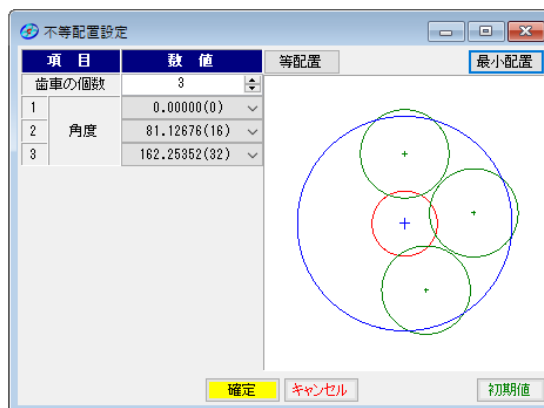


図 5.67 不等配置 3

ツールバーの **不等配置** をクリックすることで図 5.65 を表示します。不等配置の表示は、図 5.65 の[A1]歯車が基準歯車となります。また、不等配置角度は任意に入力することができませんので図 5.66 に示す角度表の中から選択します。図 5.68 では、不等配置 1 とした場合の歯形かみ合いを示します。

図 5.65 の **最小配置** をクリックすると 3 個の遊星歯車の歯先円が接することがないように配置したかみ合いを図 5.67 に示します。

遊星歯車と内歯車のかみ合い部[B]の拡大図を図 5.69 に、また、歯形レンダリングを図 5.70 に示します。

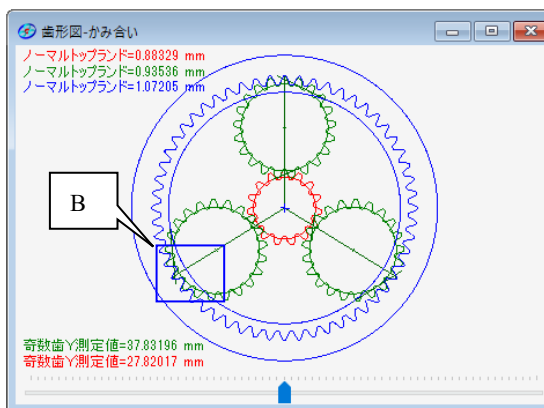


図 5.68 不等配置かみ合い (不等配置 1)

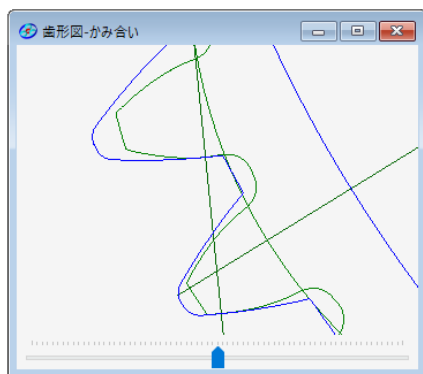


図 5.69 かみ合い (B)部 [不等配置 1]

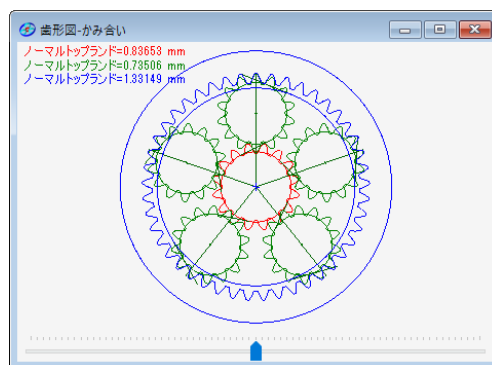


図 5.73 歯形かみ合い [不等配置 2]

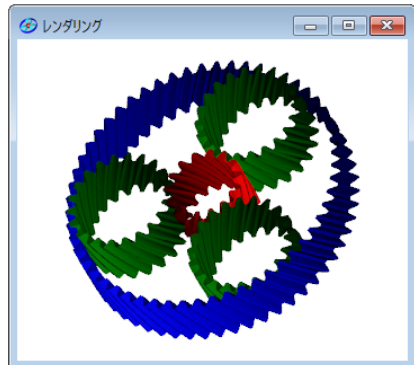


図 5.70 レンダリング [不等配置]

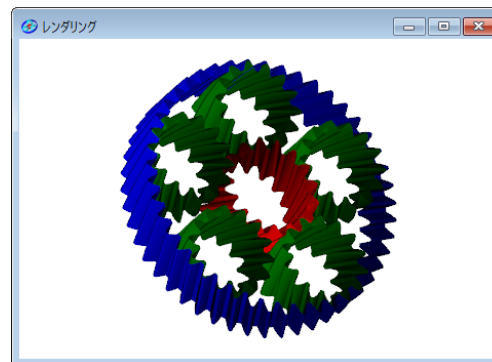


図 5.74 レンダリング [不等配置 2]

その他、強度計算、歯形データファイル出力などは基本ソフトウェアと同じです。遊星歯車を 5 個としたときの計算例を図 5.71 ~ 5.76 に示します。

歯車諸元					
プランナリー型(減速)					
種類	項目	記号	単位	Sun gear	Planet gear
入出力	---	---	---	入力	出力
	設計速比(減速)	io	---	5.0000	固定
歯車の個数	N	---	---	1	5
	歯数	z	---	16	45
実速比(減速)	i	---	---	3.81250	---
	速比誤差	Δi	%	-23.7500	---
圧力角	α_n	deg	---	20.00000	---
	ねじれ角	β	deg	21	30
ねじれ方向	---	---	---	右ねじれ	左ねじれ
	モジュール	m	mm	1.80000	---
中心距離	a	mm	---	30.00000	---
	転位係数	xn	---	0.34113	0.38987
法線歯厚減少量	fn	mm	---	0.0500	0.0480
	歯先円直径	da	mm	35.67522	31.90729
歯底円直径	df	mm	---	27.47522	23.80729
	歯先R	ra	mm	0.10000	0.10000
歯元R	rf	mm	---	0.67500	0.67500
	歯幅	b	mm	20.00000	20.00000
測定ピン径	dp	mm	---	3.4210	3.5550
					3.0380

図 5.71 不等配置設計例 2

不等配置設定		
項目	数値	等配置
歯車の個数	5	最小配置
角度	1 0.00000(0)	
	2 70.81967(12)	
	3 141.63934(24)	
	4 218.36066(37)	
	5 289.18033(49)	

図 5.72 不等配置 2



図 5.75 歯形ファイル形式 (全歯車出力)

0

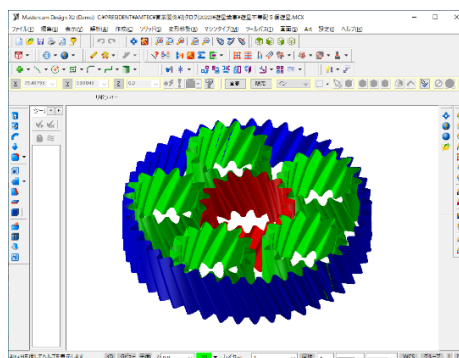


図 5.76 CAD 作図例 (全歯車出力)

- ※ 遊星歯車の起振力を解析する場合は、[49]遊星歯車機構の起振力解析システムをお使いください。
- ※ ステップドピニオン式遊星歯車は、[54]をご覧ください。
- ※ 3K 遊星歯車は、[58]をご覧ください。