

[36] Double enveloping worm gear design system

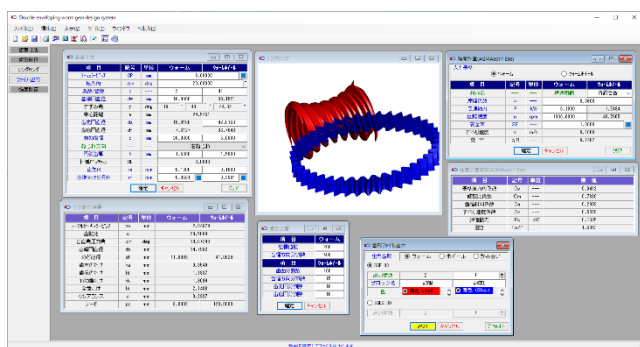


図 36.1 Double enveloping worm gear design system

36.1 概要

このウォームギヤは、ヒンドレーウォームギヤと呼ばれ鼓形ウォームギヤとして最も古い歴史を持ちます。ウォームホイールの中央断面とウォームは共に同じ歯形を持ち一般の円筒ウォームギヤに比して、かみ合い接触線が長くなることから歯面強さに対して有利です。本ソフトウェアは、歯車寸法、歯形計算、強度計算をすることができ、歯形は CAD データとして出力することができます。

36.2 基準ラック

図 36.2 に基準ラックの設定画面を示します。歯だけは並歯、低歯、特殊のいずれかに対応しています。



図 36.2 プロパティ (基準ラック)

36.3 歯車諸元設定

図 36.3 に歯車諸元の入力画面を示します。



図 36.3 歯車諸元

入力する数値は、円筒ウォームギヤと同様です。

- (1) 最大サーキュラーピッチは 1000mm
- (2) ウォームの条数は 1~10
- (3) 歯厚は、円弧歯厚を入力することができます。

Double enveloping worm gear の寸法を図 36.4 に示します。

寸法計算結果				
項目	記号	単位	ウォーム	ウォームホイール
ノーマルサーキュラーピッチ	pn	mm	2.94674	
歯数比	u	---	20.5000	
歯直角圧力角	α_n	deg	19.67240	
基礎円直径	db	mm	14.7902	
のど直径	dt	mm	11.9099	41.0620
歯末のたけ	ha	mm	0.9549	
歯元のたけ	hf	mm	1.1937	
有効歯たけ	hk	mm	1.9099	
全歯たけ	ht	mm	2.1486	
クリアランス	c	mm	0.2387	
リード	pz	mm	6.0000	123.0000

図 36.4 ウォームギヤの寸法

36.4 歯形

図 36.3 に示す Double enveloping worm gear の歯形を計算する際、図 36.5 のように歯形の分割数を設定し、この分割数に従って歯形を計算します。歯形レンダリングを図 36.6 および図 36.7 に示します。図中に歯のかみ合い接触線を確認することができます。

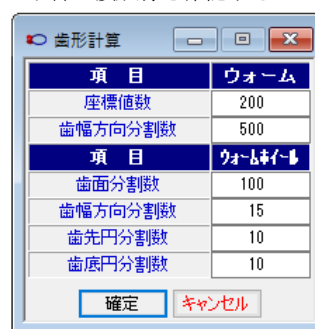


図 36.5 歯形計算の設定

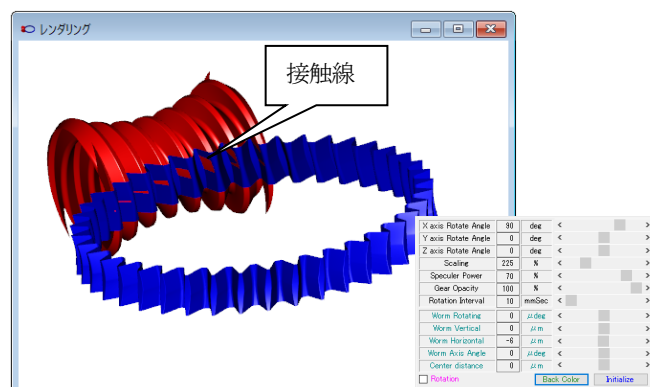


図 36.6 歯形レンダリング 1

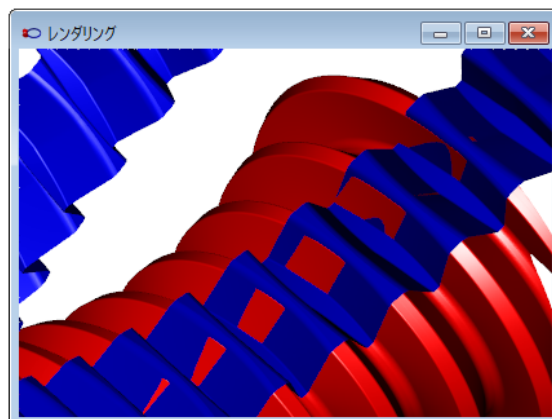


図 36.7 歯形レンダリング 2

36.5 CAD 作図例

生成した歯形を図 36.8 で CAD データに出力することができます。CAD 作図例を図 36.9～36.10 に示します。



図 36.8 歯形データ出力

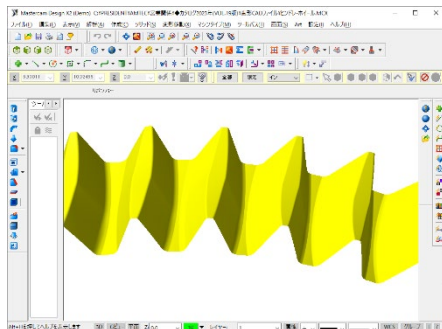


図 36.9 CAD 作図例 (ホイール)

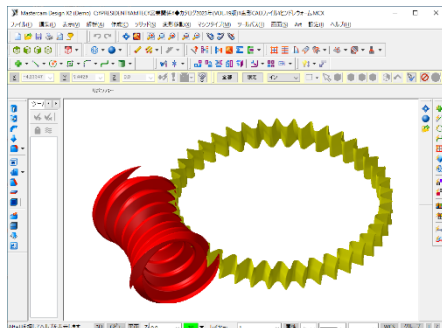


図 36.10 CAD 作図例 (3D-IGES)

36.6 強度計算

Double enveloping worm gear の強度計算は、AGMA 6017-E86 に基づいて計算します。強度計算画面を図 36.10 および図 36.12 に示します。



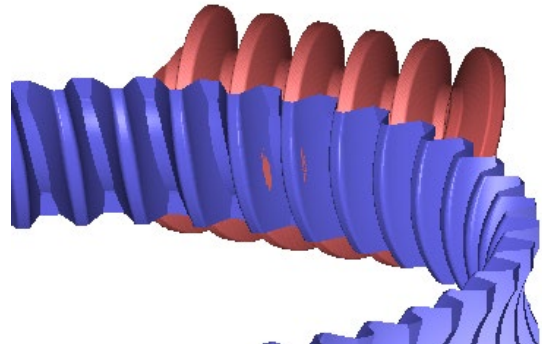
図 36.11 強度計算 (設定)

項目	記号	単位	数値
基準圧力角係数	Cs	---	0.0412
修整比係数	Cm	---	0.7980
歯幅材料係数	Ca	---	0.2999
すべり速度係数	Cv	---	0.5078
評価動力	Pw	kW	0.1685
強さ	Pw/P	---	1.8853

図 36.12 強度計算結果

36.7 円筒ウォームギヤとの比較

円筒ウォームギヤの接触線は、図 36.13 に示すようにホイールの歯幅方向に伸びています。しかし、Double enveloping worm gear の接触線は、図 36.7 に示すようにホイールの歯たけ方向に伸びています。更に、円筒ウォームギヤの同時かみ合い歯数は、2 歯ですが、Double enveloping worm gear は 4 歯が同時接触しています。このことから、Double enveloping worm gear の歯の負荷容量は、円筒歯車より大きいと言えます。



$$m_n=0.955, z_1=2, z_2=41, \alpha=20^\circ, d_1=10$$

図 36.13 円筒ウォームギヤ

ウォームギヤは大きな滑りを伴うため歯面間の潤滑油膜の形成が重要です。円筒ウォームギヤは、図 36.13 の接触線からも解るように接触線とすべり方向が 0° に近いところもありますが、Double enveloping worm gear の接触線は歯面の滑り方向に対して、ほぼ直角です。そのため、潤滑油膜の保持に非常に有利です。

Double enveloping worm gear は、ウォームの歯幅を図 36.14 のように小さくしても 3 歯がかみ合いますのでコンパクトな設計が可能です。しかし、Double enveloping worm gear の形状は複雑であるため加工が容易ではありません。旧来、Double enveloping worm gear は、専用機で加工されていますが、本ソフトウェアから生成する CAD データを用いてマシニングセンタで容易に加工することができます。

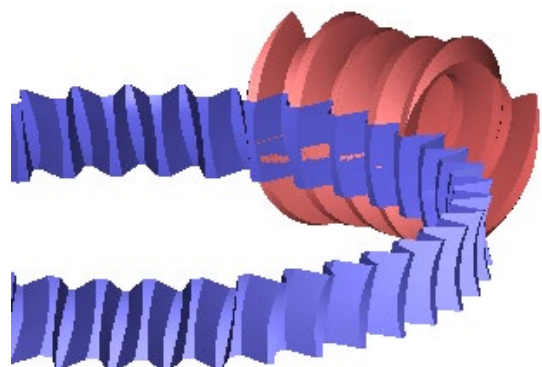


図 36.14 Double enveloping worm gear ($b_1=12, b_2=5$)