

[36] Double-Enveloping-Worm Design System

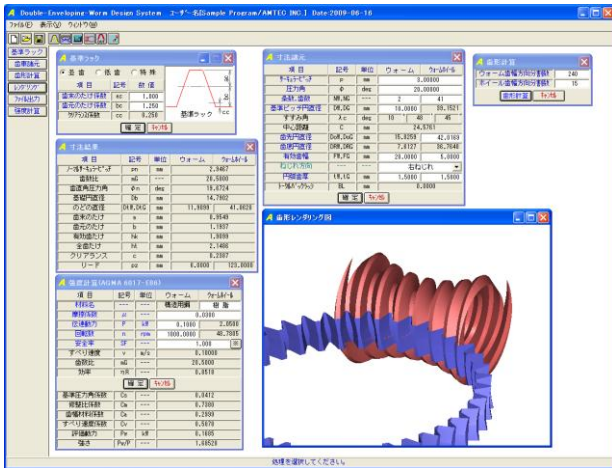


図 36.1 Double Enveloping Worm Gear Design System

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。歯たけは並歯、低歯、特殊たけに対応しています。



図 36.2 初期設定

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。

項目	記号	単位	ウォーム	ウォームホイール
サイクリングピッチ	p	mm	3.00000	
圧力角	ϕ	deg	20.00000	
条数, 歯数	NW, NG	---	2	41
基準ピッチ円直径	DW, DG	mm	10.0000	39.1521
すずみ角	λc	deg	10° 48'	45"
中心距離	C	mm	24.5761	
歯先円直径	DoW, DoG	mm	15.8259	42.0169
歯底円直径	DRW, DRG	mm	7.6127	36.7648
有効歯幅	FW, FG	mm	20.0000	5.0000
ねじれ方向	---	---	右ねじれ	
円弧歯厚	tW, tG	mm	1.5000	1.5000
トノリバックラック	BL	mm	0.0000	

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)最大サイクリングピッチは 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。

図 36.4 に Double Enveloping Worm Gear の寸法を示します。

項目	記号	単位	ウォーム	ウォームホイール
サイクリングピッチ	p _n	mm	2.9467	
歯数比	mG	---	20.5000	
歯直角圧力角	ϕn	deg	19.6724	
基礎円直径	Db	mm	14.7902	
のどの直径	DtW, DtG	mm	11.9099	41.0620
歯末のたけ	a	mm	0.9549	
歯元のたけ	b	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。

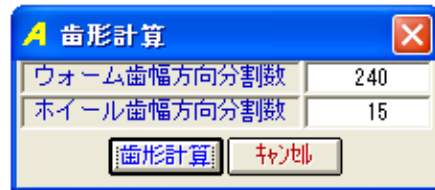


図 36.5 歯形計算の設定

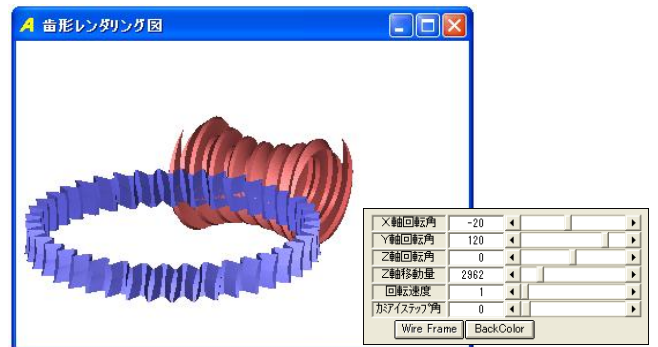


図 36.6 歯形レンダリング 1

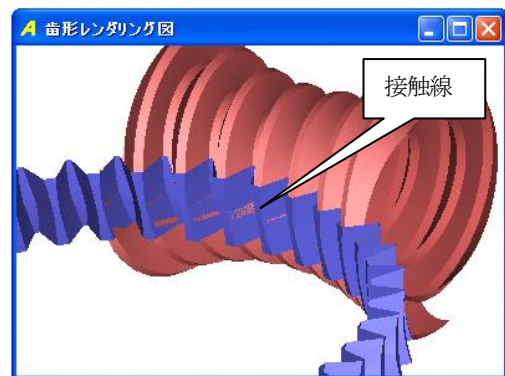


図 36.7 歯形レンダリング 2

36.5 CAD 作図例

生成した歯形を CAD データに出力することができます。ウォームとホイールの CAD 作図例(IGES)を図 36.8 に示します。

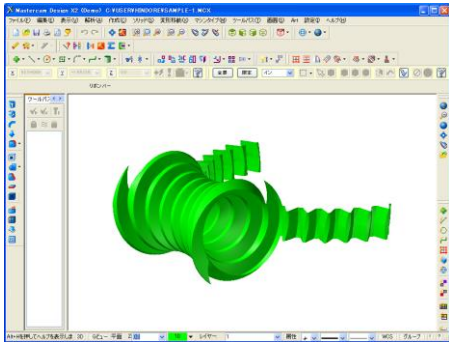


図 36.8 CAD 作図例(3D-IGES)

36.6 強度計算

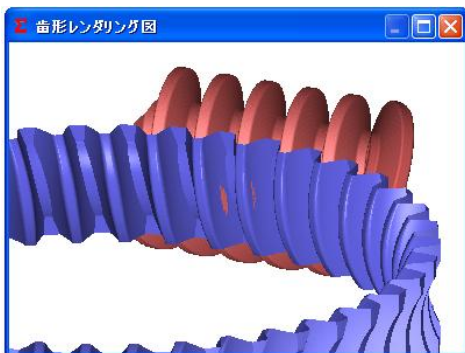
Double Enveloping Worm Gear の強度計算は、AGMA 6035-A02 に基づいて計算します。強度計算画面を図 36.9 に示します。

強度計算(AGMA 6035-A02)				
項目	記号	単位	ウォーム	ウォームホイール
材料名	---	---	構造用鋼	青銅合金
摩擦係数	μ	---		0.0300
伝達動力	P	kW	0.1000	2.0500
回転数	n	rpm	1000.0000	48.7805
安全率	SF	---		1.000 ※
すべり速度	v	m/s		0.10000
歯数比	mG	---		20.5000
効率	ηR	---		0.8518
<input type="button" value="確定"/> <input type="button" value="キャンセル"/>				
基準圧力角係数	Cs	---		0.0412
修整比係数	Cm	---		0.7380
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	---		1.6853

図 36.9 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 36.10 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かみ合い歯数は、2 歯の接触ですが、Double Enveloping Worm Gear は、4 歯が接触しています。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 36.10 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 36.10 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と、ほぼ 90° です。そのため、潤滑油膜が形成し易く非常に有利です。

Double Enveloping Worm Gear は、ウォームの歯幅を図 36.11 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。本来、Double Enveloping Worm Gear は、専用機で加工されていますが、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。

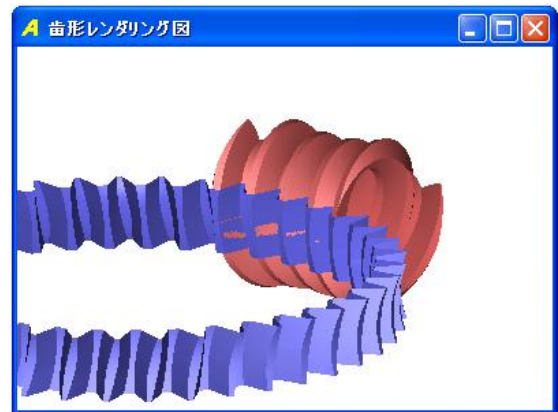


図 36.11 Double Enveloping Worm Gear ($b_1=12, b_2=5$)