[30] Tapered and crossed gear design system



⊠ 30.1 Tapered and crossed gear

30.1 概要

傾斜角付きねじ歯車設計システム(Tapered and crossed gear design system)は、平行軸歯車の組み合わせではなく、軸交差角を持つ歯車の歯形を設計するソフトウェアです.ピニオン(インボリュート歯形)と、これに軸角を持つ相手歯車の歯形を生成し、この歯車をねじ状砥石で研削することを前提として、砥石歯形の決定および砥石の運動を決め研削後の歯形を解析します.そして、ピニオン歯形と研削後の歯形またはギヤの歯形をかみ合わせることにより、かみ合い接触線や歯当たりを確認することができます.図 30.1 に全体画面を示します.

30.2 歯車諸元入力

図 30.2 に、歯車諸元(ピニオン)の入力画面を、図 30.3 にピニ オンの歯形を示します、諸元入力は、平、はすば歯車と同じです.



図 30.3 ピニオン歯形





30.3 ギヤ諸元の設定

図 30.4 に、ギヤ諸元の入力画面を示します. 図 30.2 で与えたピ ニオンに、かみ合うギヤの諸元を設定します. ここで入力するバ ックラッシは一対歯車としてのバックラッシです. 図 30.2 で与え たピニオンの歯厚減少量を考慮してギヤの歯厚減少量を決定しま す. 図 30.4 で[確定]を押すと、図 30.5 にギヤの寸法を示します.



図 30.4 ギヤ諸元入力

1∎○ ギヤ寸法結果				- • ×	
項目	記号	単位	數	値	
ピニオン中心Z座標	Zm	mm	-8.6337		
ピニオン中心Y座標	Ym	mm	98.6832		
ピニオン基準歯幅位置	bP0	mm	13.8600		
ギヤ軸基準の軸交差角	Σ'	deg	10.03742		
ピニオン軸基準の傾斜角	Φť'	deg	4.92442		
リード	Pz	mm	605.6557		
ギヤ軸方向ピッチ	Pt	mm	16.	.3691	
ラック加工歯形項目	記号	単位	左歯溝	右歯溝	
正面モジュール	mt	mm	3.	.6623	
歯直角モジュール	mn	mm	2.9492	3.0583	
正面圧力角	αt	deg	20.88724	26.73266	
歯直角圧力角	αn	deg	17.08218	22.81111	
ねじれ角	β	deg	36.36305	33.37759	
平均ねじれ角	βm	deg	35.10270		
キャリパ歯たけ	Hj	mm	5.6264		
正面歯厚	Sj'	mm	6.8155	8.1890	
テーパ方向正面圧力角	αť	deg	23.95680		
テーパ方向わじれ角	8'	deg	35.	.00000	

図 30.5 ギヤ寸法

30.4 組み図

図 30.6 に歯車組図を示します.



30.5 歯形計算

図 30.7 で歯形計算時の分割数を設定し,図 30.8 で,ねじ状砥石 諸元を設定しますが、本例では、砥石でこの歯車を研削するとき、 [回転補正]を〇両歯面とし、と[□砥石追い込み補正あり]を無効と して計算を進めます.

ᡎ⊂ 歯形計算					
精度項目 砥石項目					
Pinion項目	記号	數 値			
フィレット分割数	vuf	30			
インボリュート分割数	vui	50			
面取り部分割数	vur	15			
歯先円分割数	vut	10			
歯すじ分割数	hul	20			
Gear項目	記号	數 値			
歯幅分割数	vub	20			
歯先分割数	vua	10			
歯面分割数	vuh	50			
歯底分割数	vuf	20			
確定キャンセル 標準値					

図 30.7 歯形計算(分割数)

精度項目 砥石項	3					
☑ 砥石加工歯形を	計算する	5				
ねじ状砥石項目	記号	単位	数 値			
条数	ZW		1			
基準円直径	dmc	mm	343.7790			
進み角	γc	deg	0 * 30 ' 0.00 " 🛄			
ねじれ方向			右ねじれ ~			
取り付け角	Σc	deg	34.40626			
取付中心距離	ас	mm	212.3639			
刃末のたけ	hkc	mm	5.2500			
刃元のたけ	hfc	mm	1.5000			
刃厚	sc	mm	6.9336			
砥石外径	Do	mm	300.0000			
刃先R	r	mm	1.1250			
回転補正						
○ 左歯面 ○ 右歯面 ● 両歯面 □ 砥石追い込み 補正あり						
	確定	**	シセル クリア			

図 30.8 歯形計算(砥石項目)

30.6 ギヤ断面図

歯車歯形(歯幅中央)を図 30.9 に示しますが,理論歯形と砥石 研削後歯形の違いは、図 30.10 のようにその差は 6.4µm であり両 者には大きな違いが無いことが解ります.



図 30.10 距離計測(理論歯形と砥石研削歯形)

30.7 歯形レンダリング

図 30.11 および図 30.12 に歯形レンダリングを示します. これら の図で歯のかみ合い接触線やねじ状砥石とギヤの研削線を確認す ることができます.



図 30.11 歯形レンダリング1(理論歯形)



(a) 理論歯形の接触線





(c) 研削後歯車との接触線



(d)研削砥石と歯車 図 30.12 歯形レンダリング 2

30.8 砥石歯形図

本件歯車を研削するときの砥石歯形を図 30.13 に示します.



図 30.13 砥石歯形

30.9 砥石追い込み図と砥石追い込みグラフ

本例では、図 30.8 歯形計算(砥石項目)で[□砥石追い込み補 正あり]を無効としているため図 30.15 では砥石の移動に変化はあ りません.



図 30.14 砥石追い込みグラフ 図 30.15 砥石追い込み図

図 30.16 のように[□砥石追い込み補正あり]を有効にすると砥 石追い込みは図 30.17 のように変化します. この砥石の移動変化 量は,最大で 0.3µm と非常に小さく現実的ではない動きと言えま す.また,このように砥石を運動させて研削した歯車は,図 30.18 のような接触線となります.このことから本例歯車の場合には, [□砥石追い込み補正あり]を有効にしても無効にしても大きな違 いは生じないということが解ります.また,砥石の追い込み量と ギヤの補正回転角は[CSV]ファイルで図 30.19 のように出力する ことができます.



図 30.17 砥石追い込みグラフ, [□砥石追い込み補正あり]



図 30.18 ピニオンと研削後歯車との接触線

-54.586273 -52.50189 -50.417507 -48.333125 -46.248742	000000000000000000000000000000000000000	-0.003288 -0.003288 -0.003288 -0.003288		
-52.50189 -50.417507 -48.333125 -46.248742	0 0 0	-0.003288 -0.003288 -0.003288		
-50.417507 -48.333125 -46.248742	0	-0.003288 -0.003288		
-48.333125 -46.248742	0	-0.003288		
-46.248742	0			
	0	-0.003288		
-44.164359	0	-0.003288		
-42.079976	0	-0.003288		
-40.700582	-0.000017	-0.003235		
-39.321189	-0.000033	-0.00318		
-37.941795	-0.000049	-0.003123		
-36.562401	-0.000064	-0.003064		
-35.183007	-0.000079	-0.003003		
-33.803614	-0.000093	-0.00294		
•	-40.700582 -39.321189 -37.941795 -36.562401 -35.183007 -33.803614 Q 石氏 石	-40.700582 -0.000017 -39.321189 -0.000033 -37.941795 -0.000049 -36.562401 -0.000064 -35.183007 -0.000079 -33.803614 -0.000093 Q 研研石の泊しい込	-40.700582 -0.00017 -0.003235 -39.321189 -0.00033 -0.00318 -37.941795 -0.00049 -0.003123 -36.562401 -0.00064 -0.003064 -35.183007 -0.000079 -0.003003 -33.803614 -0.000093 -0.00294 の 研石の追い込みな長レギャ	-40.700582 -0.000017 -0.003235 -39.321189 -0.000033 -0.00318 -37.941795 -0.000049 -0.003123 -36.562401 -0.000064 -0.003064 -35.183007 -0.000079 -0.003003 -33.803614 -0.000093 -0.00294 0 昨天の追い込みな長レギャの対応正応

30.10 トポグラフ

図 30.8 歯形計算で解析したラック加工歯形と理論歯形,そして 砥石加工歯形のトポグラフを図 30.20 に示します.また,理論歯 形と砥石加工歯形の拡大図を図 30.21 に示しますが両者には大き な違いはありません.



図 30.20 トポグラフ(回転補正なし)

30.11 歯当たり

歯当たり解析の設定画面を図 30.21 に示します. ここでは1ピ ッチ当たりの回転分割数を 20 として歯当たり解析した結果を図 30.22 に示しますが,補助フォームで回転角(分割番号)の歯当た りを確認することができます.本例では,図 30.3 でピニオンに歯 すじ修整を与えているため歯すじ両端部では接触していないこと が分かります.このように,ねじ状砥石で研削しても,平行軸は すば歯車のように良好な接触線を持つテーパギヤを設計(製造) することができます.また,ギヤの理論歯形を金型で製造する方 法でも良好な歯当たりを持つ歯車が得ることができます.



(b) ピッチ番号2(3 歯接触) 図 30.22 歯当たり解析(回転補正なし) Pitch No.13

30.12 歯形出力

歯形出力は,砥石歯形,理論歯形 (ピニオン,ギヤ),そしてね じ状砥石で研削したギヤの歯形を DXF と 3D-IGES ファイルで出 力することができます. 図 30.23 で出力歯形の種類を設定し、ピ ニオン理論歯形とねじ状砥石で研削したギヤ歯形の CAD 作図例 を図 30.24 に示します.



図 30.23 歯形ファイル出力設定



30.13 計算例

本ソフトウェアを用いて ASME DETC2003・PTG-48089 で発表 された自動車用歯車(欧州メーカ)の歯当たりを検証すると図 30.25 のように B 社のほうが良好な歯当たりを有していることが 解ります.



図 30.25 歯当たり確認



*m*3, z1=27, z2=27, α=20°, $\beta=28^\circ, \Sigma=8.0^\circ$ (a)A社

*m*2.5, z1=31, z2=29, α=17.5°, β=29.5°, Σ=8.6° (b) B 社