

外・内はすば歯車の設計及び自動製図ソフトの開発

Design and Drawing Software Developments of External and Internal Helical Gears

Dr. Shuting Li

1. 概要

外・内はすば歯車（以後、はすば歯車とする）の設計が短時間でできるようにするために、また設計したはすば歯車の接触強度を汎用 CAE ソフトウェアで解析できるようにするために、はすば歯車の設計及び製図ソフトウェアの開発が必要となる。著者は一對のはすば歯車を設計計算するために必要なソフトウェア及びこれらのはすば歯車が任意の位置でかみあう時の様子を描くソフトウェアを開発した。このソフトウェアの詳細な機能を次に紹介する。

2. 開発した一對のはすば歯車の設計ソフトの機能

図 1 に筆者が開発した一對の外はすば歯車の設計計算ソフトのメリュ画面を示す。はすば歯車は歯直角方式で設計されて、軸直角断面に出図される。図 1 に示すようにソフトの「入力」部にはすば歯車諸元を入力し、「計算」というコマンドを押せば、「出力」部に示すようにはすば歯車の基本寸法、マタギ歯数（歯厚）、オーバピン径寸法、歯のかみ合い率などの結果が即座に出力される。またこのソフトで歯元の切り下げの有無をチェックすることもできる。更に図 2 に示すように設計計算したはすば歯車の様子が AutoCAD の製図テンプレートに即座に出図されるので、設計したはすば歯車の様子をすぐ目視確認することもできる。このソフトは最悪かみあい位置を含む任意のかみあい位置ではすば歯車をかみあわせることは可能であるので、最悪かみあい位置で一對のはすば歯車がかみあう時に SolidWorks で 3D モデルを作成し、CAE 解析による歯車強度を解析することも可能である。

図 3 に開発した一對の外・内はすば歯車の設計計算ソフトのメリュ画面を示し、図 4 はこのソフトで設計・計算した外・内はすば歯車のかみあい様子を AutoCAD の製図テンプレート上に出図したものである。

3. SolidWorks によるはすば歯車の 3D モデルの作成及び接触強度の FEM 解析

図 5 に AutoCAD により出図されたはすば歯車の正面図は SolidWorks に読み込まれた時の様子を示している。図 5 に示すように精確な形状が SolidWorks に読み込まれたので、この精確な形状で作られたはすば歯車の 3D モデル（図 6）も精確な形状となる。図 7 に一對のはすば歯車が最悪かみあい位置でかみ合っている時に SolidWorks により作られた要素分割図であり、この要素分割図を用いて SolidWorks の Simulation 機能により解析したはすば歯車の歯面面圧を図 8 に示している。

以上のようにはすば歯車の設計・自動製図ソフトがなければ、はすば歯車の 3D モデルが作成できないので、はすば歯車の接触強度の CAE 解析もできなくなる。

AutoCAD Mechanical 2022 Drawing1.dwg

ヘルプ(H) Express

ホーム 挿入 注釈 パラメトリック コンテンツ 表示 管理 出力 アドイン コラボレート Express Tools 注目アプリ

Visual Basic Editor Visual LISP エディタ VBA マクロ実行

名前削除 重複オブジェクトを削除 部品表 抽出 マイクレーション テンプレート

スタート Drawing1* × +

Helical Gear Parameter Calculations (Developed by Shimane University, 2013)

インボリュートはすば歯車の諸元計算ソフト (外歯車-外歯車)

入力

歯直角方式

	外歯車1	外歯車2
歯数	20	30
転位係数	0.5438	0.076
モジュール(m)	1.75	
圧力角(度)	20	
歯幅(mm)	10	
基準円筒ねじれ角(°)	20	
歯たけ係数	1	
頂げき係数	0.25	
ラックピッチ線上の歯厚係数	0.5	
刃物歯先R係数	0.375	
バックラッシュー[mm]	0	
インボリュート曲線の分割点数	200	
歯元隅肉曲線の分割点数	50	
少数歯かみあい区間分割数	5	
多数歯かみあい区間分割数	5	
現在かみあい位置	1	

Frame3

☐ 歯車1

☐ 歯車2

☒ 歯車1と2

Frame5

☐ 推奨ピン使用

ピン径(mm)

出力

	外歯車1	外歯車2
歯先円直径(mm)	42.511	59.497
基準円筒直径(mm)	37.246	55.889
かみあいピッチ円(mm)	38.059	57.088
歯底円直径(mm)	34.775	51.760
基礎円直径(mm)	34.732	52.098
かみあい圧力角度(度)		
リード(mm)	302.101	453.151
回転(3D製図用)	.0331	.0221
相当平歯車の歯数	24.103	36.155
マタギ歯数	4.000	5.000
マタギ歯厚(mm)	19.3180	24.2168
ピン径(mm)	3.4332	3.0027
OPM(偶数歯)	44.1950	60.2583
OPM(奇数歯)	44.0694	60.1798
切り下げがあるか?	ない	ない
切り下げしない	0	0
最小転位係数		
中心間距離(mm)	47.573	
正面かみあい率	1.798	
重なりかみあい率	.622	
総かみあい率	2.420	

モデル レイアウト1 レイアウト2 +

図1 開発した一对の外はすば歯車の設計計算ソフトのメリュ画面

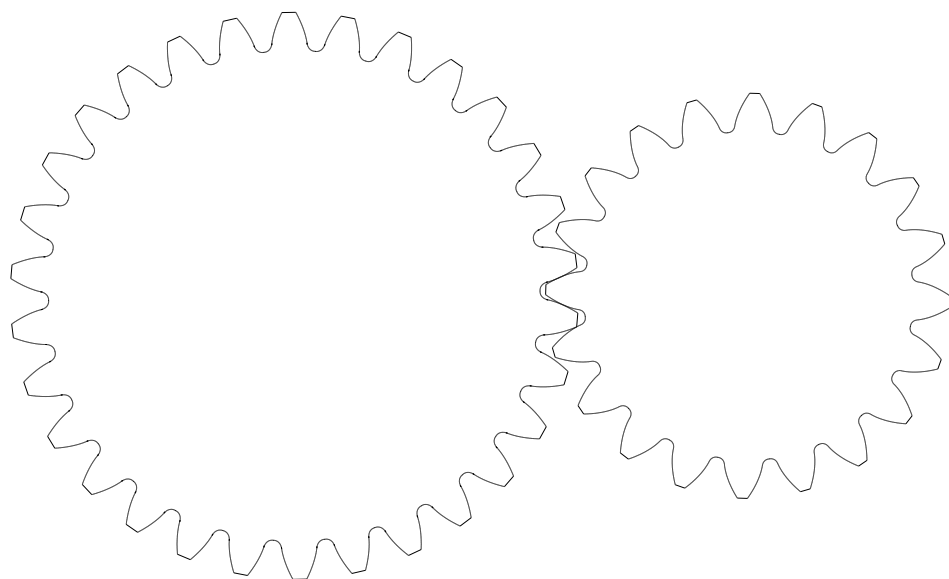


図2 設計計算した一对の外はすば歯車の歯のかみあい様子 (AutoCAD ソフトで描かれた)

Shimane University, Machine design Lab. 2021/9

インボリュートはすば歯車の計算（外歯車-内歯車）

入力

歯直角方式で入力

計算

終了

歯数

転位係数

モジュール(m)

圧力角(度)

歯幅(mm)

基準円筒ねじれ角(°)

歯たけ係数

頂けき係数

ラックピッチ線上の歯厚係数

刃物歯先R係数

バックラッシュー[mm]

インボリュート曲線の分割点数

歯元隅肉曲線の分割点数

内歯車歯底丸み半径 (mm)

内歯車の外形 (mm)

少数歯かみあい区間分割数

多数歯かみあい区間分割数

現在のかみあい位置

Frame5

推奨ピン使用

ピン径(mm)

外歯車

30

0

2

20

15

16

1

0.25

0.5

0.375

0

50

20

0.8551

150

5

5

1

内歯車

60

0

Frame3

歯車1

歯車2

歯車1と2

出力

	外歯車	内歯車
歯先円直径(mm)	66.579	120.675
基準円筒直径(mm)	62.418	124.836
かみあいピッチ円(mm)	62.418	124.836
歯底円直径(mm)	57.216	130.037
基礎円直径(mm)	58.374	116.747
かみあい圧力角度(度)	28.7466	14.6578
リード(mm)	657.362	1314.724
回転(3D製図用)	0.228	0.114
相当平歯車の歯数	33.775	67.550
マタギ歯数	4.000	
マタギ歯厚(mm)	21.6055	
ピン径 (mm)	3.4033	3.3157
OPM(偶数歯)	67.0597	120.4220
OPM(奇数歯)	66.9724	120.3796
切り下げがあるか?	ない	ない
切り下げない最小転位係数	0	0
中心間距離(mm)	31.2089	
正面かみあい率	1.929	
重なりかみあい率	.658	
総かみあい率	2.587	
総(最悪)かみあい位置	12.0000	

図3 開発した一對の外・内はすば歯車の設計計算ソフトのメリュ画面

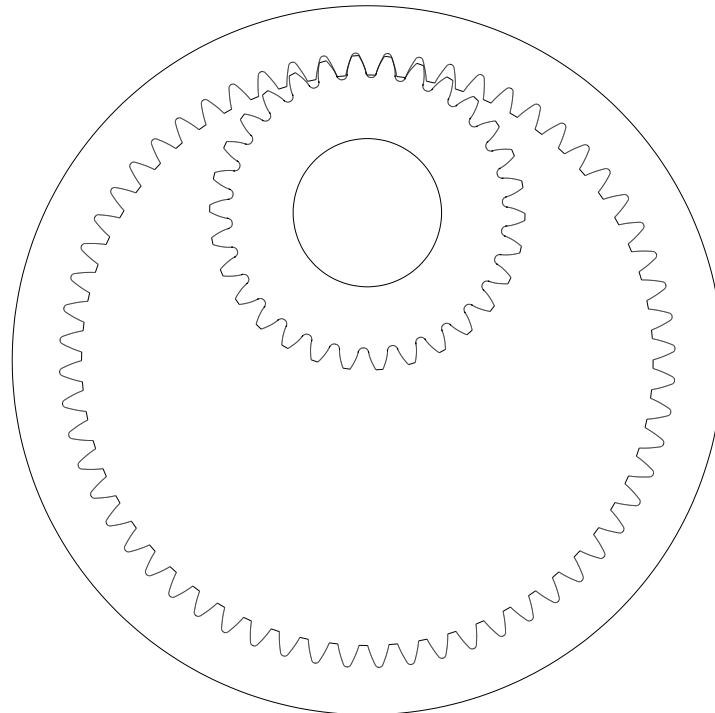


図4 設計計算した内はすば歯車のかみあい様子（AutoCAD ソフトで描かれた）

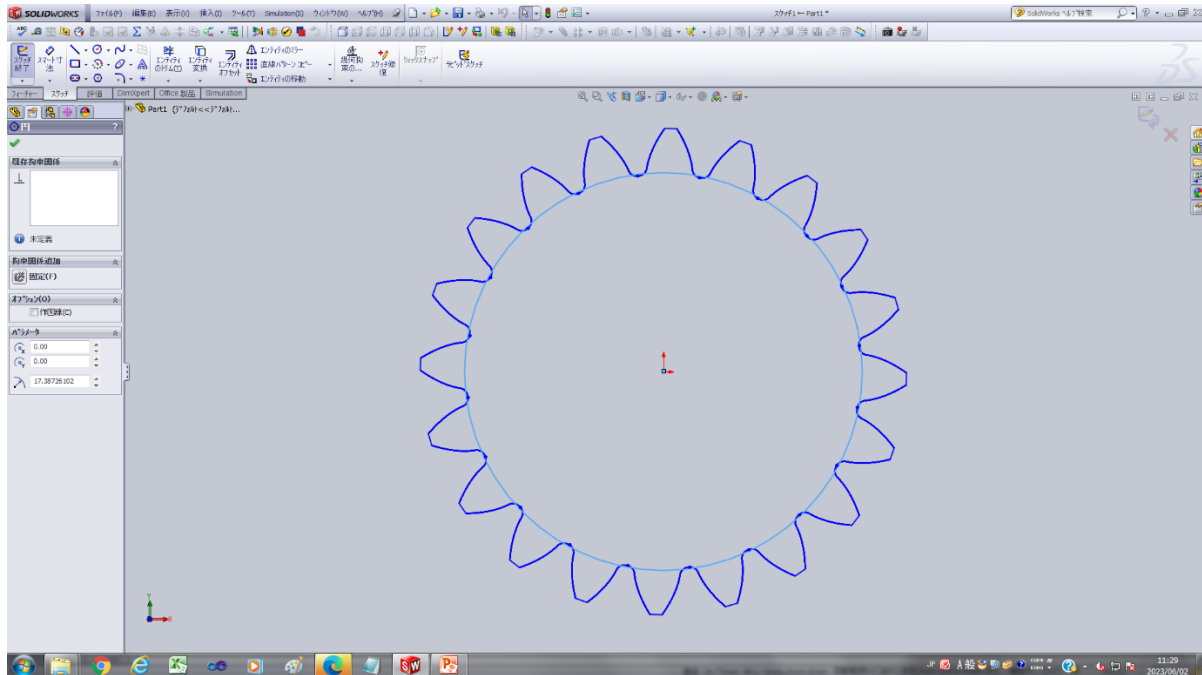


図5 AutoCAD により出図されたはすば歯車の正面図は SolidWorks に読み込まれた後の様子

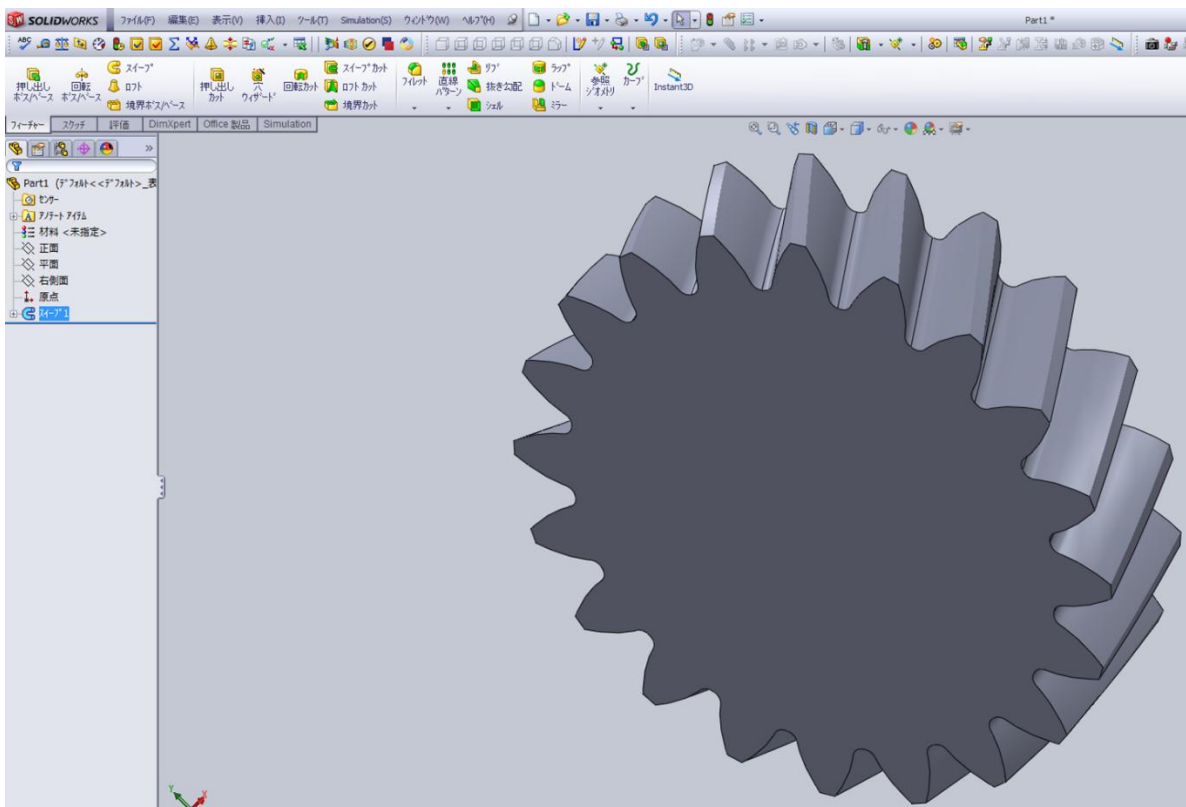


図6 SolidWorks で作成したはすば歯車の 3D モデル (CAE 解析用)

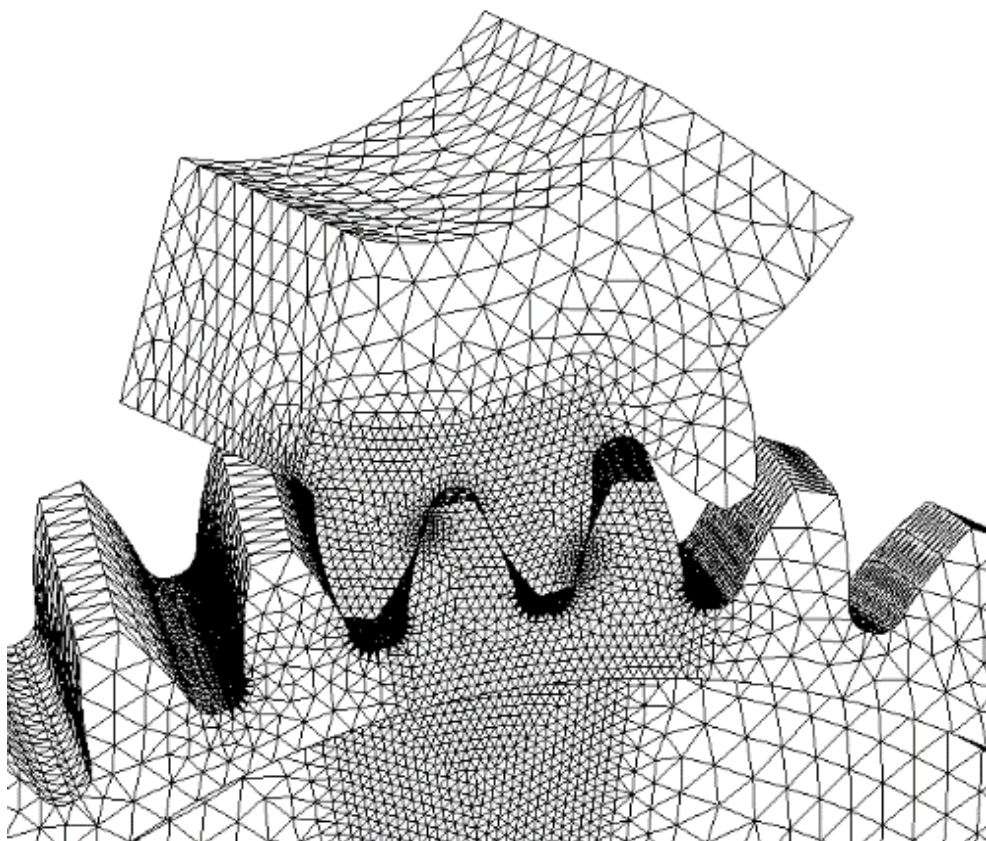


図7 一対のはすば歯車の接触解析用 FEM モデル

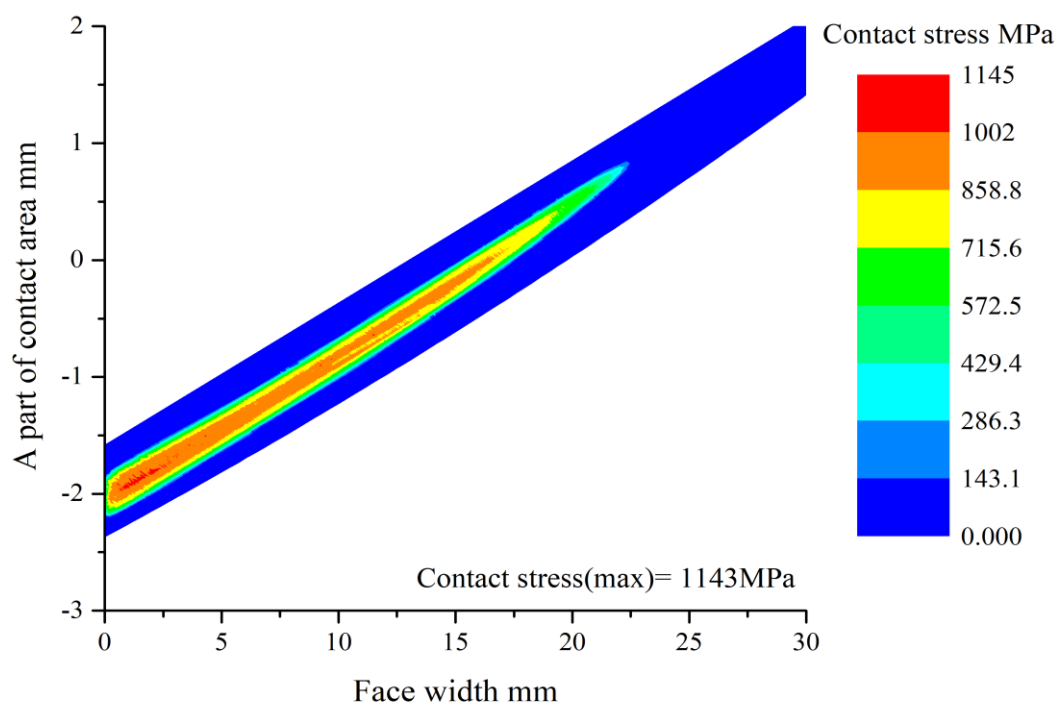


図8 はすば歯車の歯面面圧分布