

[38] UTS (常時伝達変速システム設計)

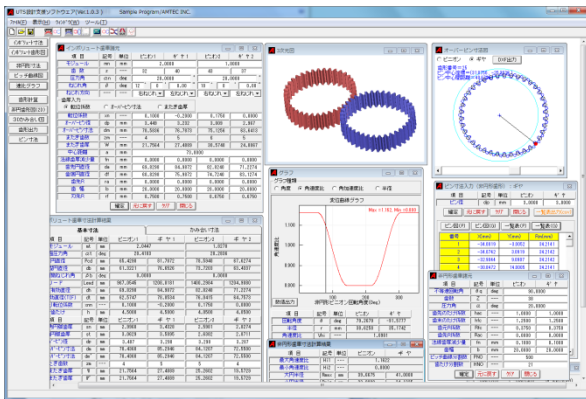


図38.1 UTS (常時伝達変速システム設計)

38.1 概要

UTS[Uninterrupted Transmission System] は、非円形歯車を用いた常時伝達変速システムです。

自動車などで広く使用されている歯車式変速機は、減速比を変える変速作業の際に駆動力を伝達できないという現象が発生するが、小森雅晴(京都大学大学院 工学研究科 機械理工学専攻)は、変速前後の歯車の両方の形状を兼ね備えた非円形歯車を用いることにより、変速の際に生じる“駆動力抜け”をゼロにできる常時伝達変速システム UTS を開発した。

UTS は、このシステムを簡単に設計することができるソフトウェアです。

38.2 UTS の概要

図 38.2 に示す UTS の構造図において各クラッチを締結する

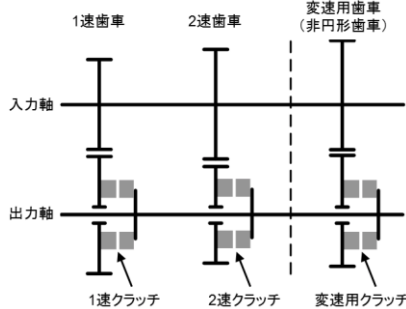


図 38.2 UTS の構造図

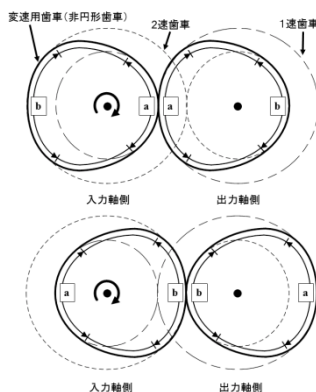


図 38.3 変速用歯車 (非円形歯車)

とそれに相当する歯車が入出力軸間に駆動力を伝える。変速用歯車の非円形歯車は、図 38.3 に示す形状を持ち、区間[a]では 1 速歯車と区間[b]では 2 速歯車と一致する。この非円形歯車が、図 38.3 上に示す区間[a]でかみ合う場合は、1 速歯車と同じかみ合い状態となり、同じ減速比となる。一方、図 38.3 下でかみ合う場合は、2 速歯車と同じ状態となる。図 38.3 の矢印方向に非円形歯車が回転する場合、1 速状態から 2 速状態に変化し、その後、1 速状態に戻る。

1 速から 2 速に変速する場合は、変速用歯車が区間[a]でかみ合い、1 速状態となるときに変速用クラッチを締結する。次に 1 速クラッチを解放し、変速用歯車だけが駆動力を伝達する状態とする。その後、回転が進むと、変速用歯車のかみ合いは、区間[a]から区間[b]に移り、1 速状態から 2 速状態に変化する。ここで 2 速クラッチを締結し、変速用クラッチを解放する。これにより 2 速状態となり 1 速から 2 速への変速プロセスが完了する。また、2 速から 1 速への変速も同様である。UTS は変速中でも変速用歯車が駆動力を伝達しているため、駆動力が抜けることがない。

◆UTS の効果

(1)加速性能を良くしつつ燃費も良くする

現在の歯車式変速機では変速時にタイヤに駆動力が伝わらないため無駄にエネルギーが消費されるとともに速度低下を引き起こすが、本システムでは変速時にも非円形歯車が駆動力を伝達しながら減速比を滑らかに変化させるためエネルギーを有効に利用でき、高い加速性能も実現できる。

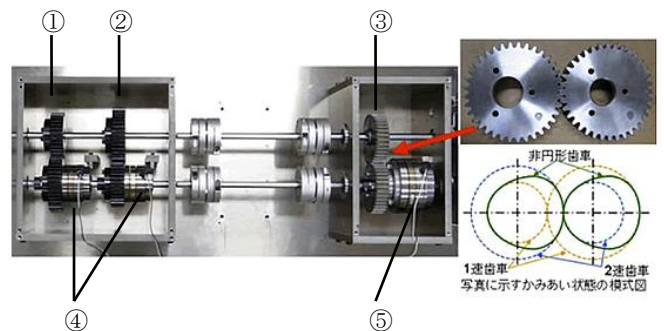
(2)正確な回転伝達が可能

現在の変速機では、変速時に入力軸と出力軸が遮断された空転状態となるため回転を正確に伝達することができない。しかし、本システムでは回転角度を正確に制御することが可能となるため、精密位置決め装置やロボットなど機械に正確な動作が要求される分野で本システムの応用が可能である。

(3) 変速システムの適用範囲の拡大

本変速システムであればこれまで変速機を使用できなかった分野でも利用可能であり、これにより駆動源の小型化や共通化、高い速度と大きな駆動力を実現できる。

図 38.4 に UTS の実験装置を示します。



①1 速歯車, ②2 速歯車, ③非円形歯車, ④1 速, 2 速クラッチ, ⑤変速用クラッチ

図 38.4 UTS の実験装置

### 38.3 初期設定

図 38.5 に示す初期設定では、基準ラック（並歯，低歯，特殊）を設定することができます。高歯の場合は、歯末のたけ係数，歯元のたけ係数そして適宜に歯元 R 係数を設定してください。



図 38.5 初期設定

### 38.4 インボリュート歯車の諸元設定

インボリュート歯車諸元（1速，2速）の設定画面を図 38.6 に示します。1速，2速歯車の中心距離は共通です。

図 38.6 のインボリュート歯車諸元確定後，図 38.7 および 図 38.8 に示すインボリュート歯車寸法の計算画面を表示しますので，かみ合い数値やバックラッシュなどを確認することができます。また，インボリュート歯車の歯形かみ合いを図 38.9 に示します。



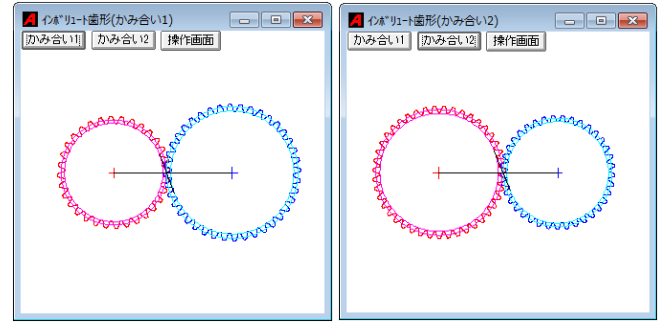
図 38.6 インボリュート歯車諸元



図 38.7 インボリュート歯車寸法（基本寸法）



図 38.8 インボリュート歯車寸法（かみ合い）



(a) 1速歯車 (b) 2速歯車

図 38.9 インボリュート歯車のかみ合い

### 38.5 非円形歯車の諸元設定

図 38.10 に非円形歯車の諸元設定画面を，また，図 38.11 に非円形歯車の寸法結果を示します。図 38.10 で設定する不等速回転角（ $\theta_q$ ）は，図 38.12 に示すように，2つの速比を滑らかに接続するための回転角度幅です。この範囲が大きいほど緩やかに回転比が変化します。これを基に決定した非円形歯車のピッチ曲線を図 38.13 に示します。



図 38.10 非円形歯車の諸元設定



図 38.11 非円形歯車の寸法

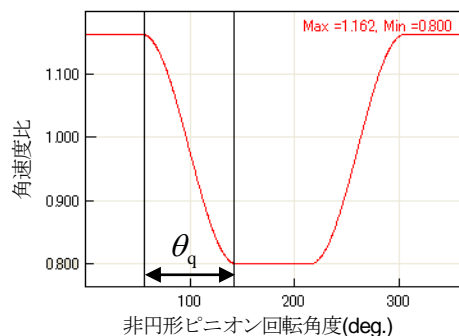


図 38.12 不等速回転角（ $\theta_q$ ），（角速度比グラフ）

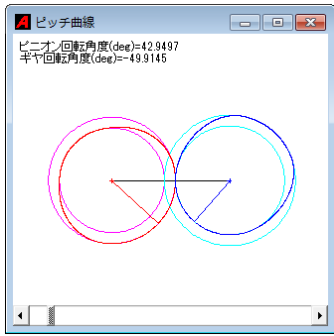
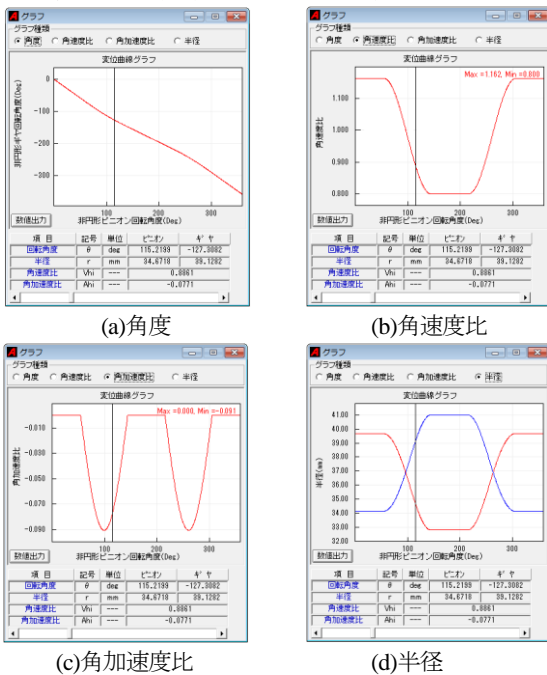


図 38.13 非円形歯車のピッチ曲線

### 38.6 速比グラフ

非円形歯車の速比グラフ(a)角度, (b) 角速度比, (c)角加速度比, (d)半径を図 38.14 に示します. なお, 変速切り換え可能範囲は, 図 38.15 に緑色で示す円筒歯車の範囲であり  $\theta_s \sim \theta_e$  が, 角速度比が変化している部分です. この(b)角速度比から図 38.13 のピッチ曲線が決まりますので角速度比グラフが正しく描かれていることが重要です. また, ここで表示したグラフ数値は csv ファイルに出力することができます.



(a)角度

(b)角速度比

(c)角加速度比

(d)半径

図 38.14 非円形歯車の速比グラフ

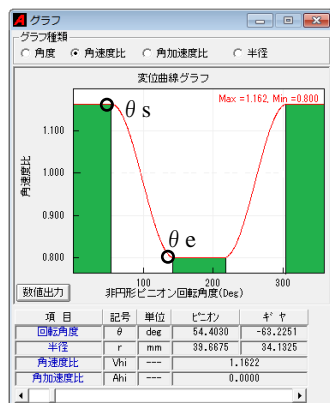


図 38.15 角速度比

### 38.7 非円形歯車の歯形図 (2D)

非円形歯車の歯形を図 38.16 のように表示することができます. また, 歯形の拡大や距離測定の機能もあり, 画面下のスクロールバーで歯車の回転角度を変更することができます.

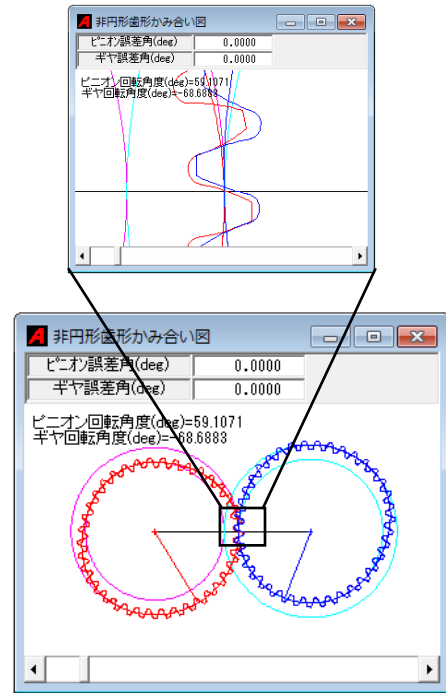


図 38.16 非円形歯車の歯形

### 38.8 歯形レンダリング

図 38.17 に非円形歯車の歯形レンダリングおよびコントロールフォームを示します. また, 図 38.18 は, 非円形歯車にピッチ円を描いています.

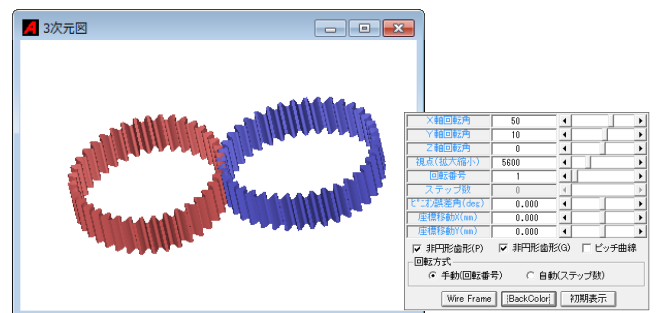


図 38.17 非円形歯車の歯形レンダリング

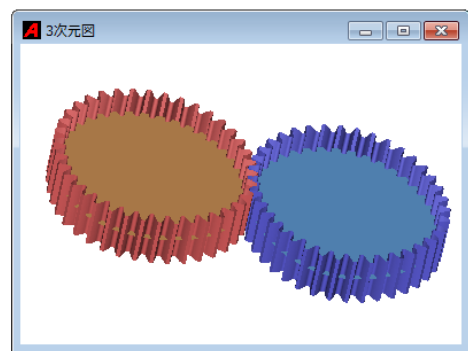


図 38.18 非円形歯車+ピッチ円

### 38.9 オーバーピン寸法

非円形歯車はそれぞれの歯形が異なりますので1歯ごとのオーバーピン寸法を図 38.19 に示します。また、図 38.20 に歯形とピンの位置を、また、図 38.21 にピン配置の CAD 作図例を示します。

項目	記号	単位	ピニオン	ギヤ
ピン径	d <sub>p</sub>	mm	3.0000	3.0000

ピン図(P)	ピン図(G)	一覧表(P)	一覧表(G)
番号	X(mm)	Y(mm)	R(mm)
1	-34.9819	-3.0052	34.2141
2	-34.0742	3.0919	34.2142
3	-32.9844	9.0907	34.2142
4	-30.8472	14.8005	34.2141
5	-27.7306	20.0406	34.2142
6	-23.7331	24.6444	34.2141
7	-18.9822	28.4653	34.2140
8	-13.6345	31.3938	34.2267
9	-7.9187	33.5195	34.4421
10	-1.9704	34.8623	34.9180
11	4.1033	35.4009	35.6373
12	10.1933	35.1179	36.5673
13	16.1842	33.9945	37.6505
14	21.9395	31.9938	38.7937
15	27.2771	29.0624	39.8581

図 38.19 非円形歯車のオーバーピン寸法

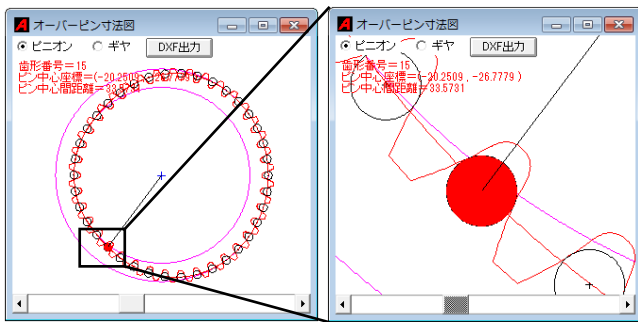


図 38.20 非円形歯車のオーバーピン寸法図

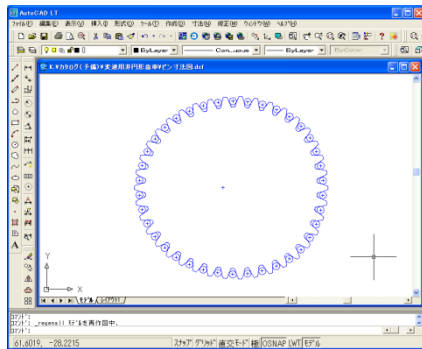


図 38.21 非円形歯車のオーバーピン CAD 作図例

### 38.10 歯形出力

非円形歯車の歯形を図 38.22 で出力することができます。CAD 歯形作図例を図 38.23 および図 38.24 に示します。



図 38.22 非円形歯車の歯形出力

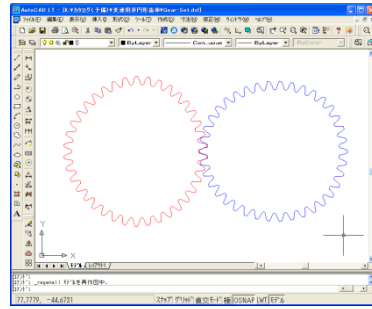


図 38.23 非円形歯車の CAD 作図例 (DXF)

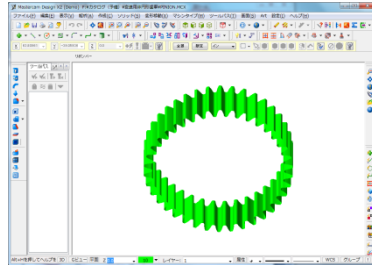


図 38.24 非円形歯車の CAD 作図例 (3D-IGES)