

# 機械システム基礎及び実験 の紹介

- 「平歯車の創成シミュレーションと歯切り実験」について -

山形大学工学部技術部

機械システム工学科 本田 健蔵

## 1. はじめに

本学機械システム工学科 A コース 3 年生後期授業時間割の中に、『機械システム基礎及び実験』『輪講及び演習』と題した授業があり、以下に示したのは、平成 14 年度の実験題目である。

### [ 機械設計専修コース ]

1. CFRP 材料の特性と応用
2. 知能移動ロボット
3. 構造用セラミックスの強度特性評価と微構造解析
4. 工業材料の性質と加工
5. 破面解析
6. 倒立振子の制御
7. 流量計の試作  
食品乾燥  
ヒートパイル融雪
8. 回転軸の危険速度特性
9. 平歯車の創成シミュレーションと歯切り実験
10. 熱流体実験
11. 等速継手の実験および解析
12. ロボット実験
13. 気相 - 液相間における直接熱交換

### [ 機械科学専修コース ]

1. “等温線を描いてみよう”
2. エンジニアリングの基礎実験
3. 自由設計
4. 実験モード解析
5. 構造実験と数値実験
6. 合金の組織と強度
7. 機能性流体と制御
8. 熱流体力学に関する実験・解析・もの作り

## 9. 熱利用技術と熱物性

10. プレス加工
11. メカトロニクス用センサの実験
12. 圧力・流速・流体力の測定

上記の実験の、[ 機械設計専修コース ] で、9. 「平歯車の創成シミュレーションと歯切り実験」を担当しているの以下にその概要を紹介する。

## 2. 実験目的

実際の歯車機構の設計では種々の制約が付きまとい、通常の設計ではその制約条件を満たすことができない場合がしばしば生ずる。転位歯車を設計することによってこの問題を打破することが可能となる。本実験では、転位歯車の創成を理論とシミュレーションによって把握する。ついで転位歯車を設計・歯切りする。そしてシミュレーションで得た歯形と歯切りした歯形を比較して、転位歯車を理論と実験の両面から理解することを目的としている。

## 3. 実験内容

本実験で実施する内容は以下の通りである。

1. 歯形創成理論およびシミュレーション
2. 転位歯車の設計
3. 歯車素材 ( プランク ) 製作
4. ホブ切り実験
5. またぎ歯厚法による歯形検査
6. まとめ

#### 4. 実験順序

本実験は連続4週にわたって実施する(1グループのみ5週)。実験を円滑に進める都合上、以下の順に作業を行う。

##### 1. 第1週

- ・ 転位歯車の設計図面作成(図1)
- ・ 材料取り(材質: 球状黒鉛鋳鉄 FCD)
- ・ 旋盤によるブランク製作(写真2)

##### 2. 第2週

- ・ ホブ盤によるホブ切り実験(写真3)

##### 3. 第3週

- ・ 精密万能投影機による歯車歯形のトレース(写真5)
- ・ またぎ歯厚法による歯形検査(写真6)
- ・ パソコンによる歯形創成シミュレーション(写真7、8)
- ・ 基礎理論の説明(写真9、10)

##### 4. 第4週

- ・ 質問・討論及び報告書作成(写真11)

##### (5. 第5週)

- ・ ポスターセッションによる発表会(写真12)



写真1 材料取り



写真2 旋盤によるブランク製作

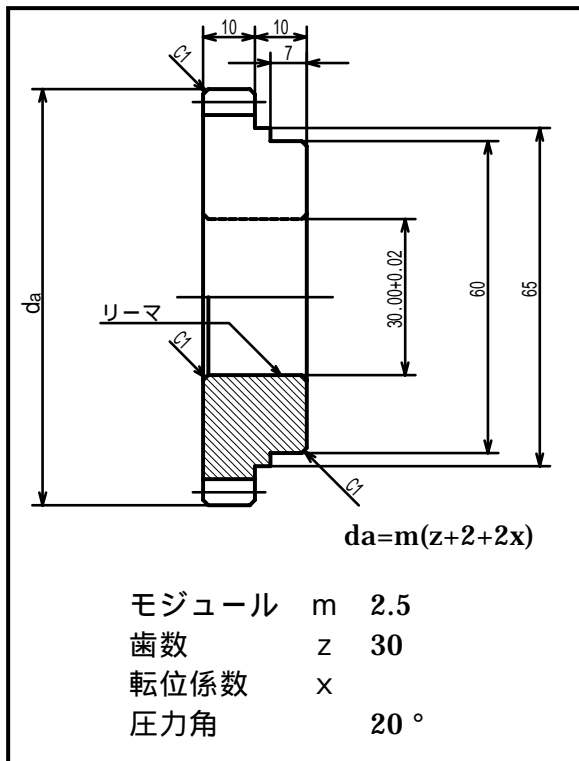


図1 歯切り実験用歯車素材設計図



写真3 ホブ盤によるホブ切り加工



写真4 投影機による歯車の拡大(10倍)



写真5 万能投影機によるトレース



写真6 またぎ歯厚法による歯厚測定

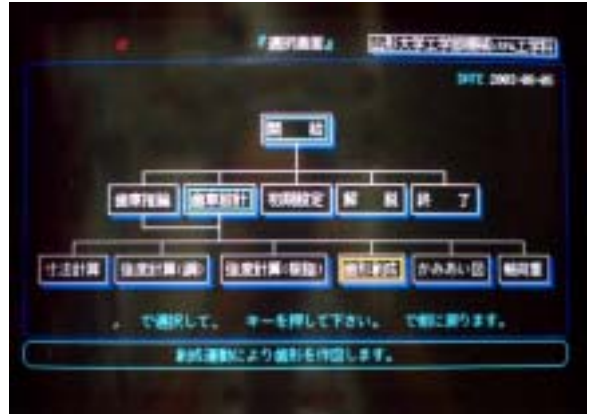


写真7 「インボリュート」による歯形作図画面

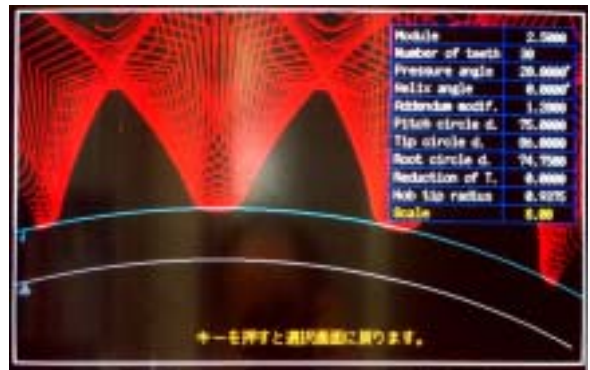


写真8 歯形創成シミュレーション

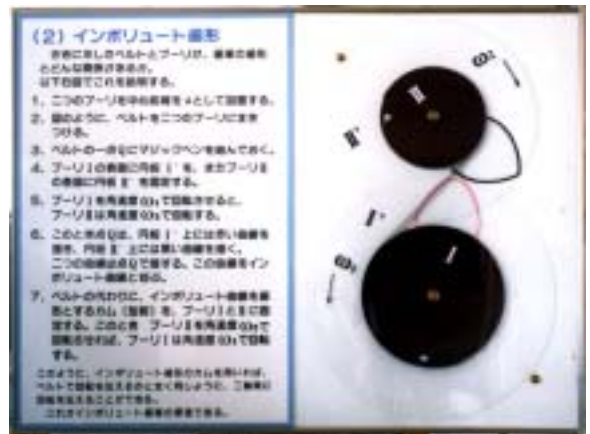


写真9 模型を用いての基礎理論の説明

## 1. インボリュート歯車

図1に一对の歯車を示す。歯車は二軸間に回転を伝達する機械要素の中で、最も多く使用されている。ではこの歯車の原理は何か。以下歯車の代表とも言えるインボリュート歯車の秘密に迫る。



図1 一对の歯車

## 2. インボリュート歯車の原理 (1) ベルトとプーリ

インボリュート歯車の隠れた原理は、下図に示したベルトとプーリである。十字掛けされたベルトにより、原動軸Ⅰの回転を従動軸Ⅱに伝えることができる。ガみ合っている一对の歯車には、目には見えないけれども、仮想のベルトとプーリが常に存在する。

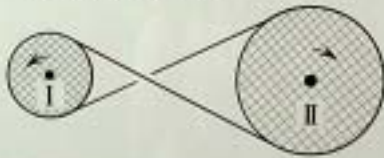


図2 プーリとベルト

写真10 基礎理論の説明



写真11 質疑討論・報告書の作成

## 5. まとめ

歯車は紀元前から発明・使用されており、材料も古くは木材、竹、石、銅、鋼材など多種に及び、最近では、アクリル、ナイロン、プラスチックやセラミックスなども多用されている。そして、その大きさも直径0.5mmぐらいから10mまでのものが製作されている。



写真12 発表会(ポスターセッション)

本実験では、当初、歯車素材にS45Cを使用していたが、旋盤加工においてキリコが長くなりやすいこと、特に仕上げ加工では大変薄くなり危険であること、またホブ盤による歯切り加工には多量の切削油が必要で、そのため歯切り進行の状態が見えにくいこと、さらに赤錆が発生しやすいことなどの理由から、3年ほど前より材質を鋳鉄FCD(商品名「デンスパー」という菓のない鋳物に変更した。結果として、旋盤作業がやりやすく、安全性が向上した。また、鋳鉄は切削油が不要のため、ホブ盤加工の進行の状態がよくわかり、錆びも見えにくくなった。加えてブランクのボス部位に段をつけ、3mm程度の隙間を設け、旋盤加工中に刃物(バイト)のチップ部が誤ってチャックに接触するのを未然に防ぐようにした。

なお、最近のテレビ放送にて、百万分の一グラムという世界最小歯車の大量生産に成功した、愛知県の工業用プラスチック製造業「樹研工業」を紹介した番組が放映され、大きな反響を呼んでいる。

## おわりに

旋盤によるブランク製作に際しては、多忙な中、機械工場の高橋誠二氏にご指導をして頂いた。記して感謝申し上げます。

## 参考文献

中田 孝:「JIS記号による 新版 転位歯車」 誠文堂新光社