

工業教育課程の歯車創成原理を小学生が体験する方法

和泉 真澄*・越智 秋雄*・小松 正雄*・里信 純*

(平成 20 年 10 月 31 日受理)

Method of Schoolchildren's Experiencing the Gear Creation in Engineering Curriculum

Masumi IZUMI, Akio OCHI, Masao KOMATSU and Jun SATONOBU

(Received Oct. 31, 2008)

Abstract

This paper describes a method of making the involute gear for primary schoolchildren. In the industrial course of the university, the students learn the gear creation. But, all students may not understand the principle of the gear generation. The reason is because movement of the rack cutter and the gear material is complicated. Therefore in this study, we developed a method that even primary schoolchildren could understand the principle. And using this present method, the primary schoolchildren can easily produce a gear. This method was applied to primary schoolchildren, then it was confirmed that they could produce a gear easily.

Keywords: involute gear, rack type cutter, gear generating motion, education, gear

1. はじめに

機械要素部品の代表的存在である標準平歯車の歯型形状は、単純な直線や円の曲線ではなく、インボリュート曲線が用いられている。この曲線は円柱に巻きつけた糸をほどいたときに得られる曲線として知られており、歯面の摩擦低減や伝達される回転速度が一定に保たれるなどの利点があることから、ほとんどの歯車でこのインボリュート曲線が利用されている。

大学における機械系工業教育課程においては、このインボリュート歯車の創成原理は必須の内容であり、深い理解が求められている。この創成原理は、歯車素材とラック工具をピッチ円とピッチ線において転がり接触させながら回転移動させて歯形を得る原理である。この原理の実行にはラック工具を正確に回転移動させる必要があるため、単にラック工具を手で移動させながら実現させようとするとはピッチ円とピッチ線の転がり誤差が増して、満足できる歯形

を得ることは難しい。そこで本研究では、ラック工具の回転位置決めを正確に行なえる方法を考案するとともに、大学生だけでなく小学生低学年でも歯車創成原理を体験できる方法を提案する。

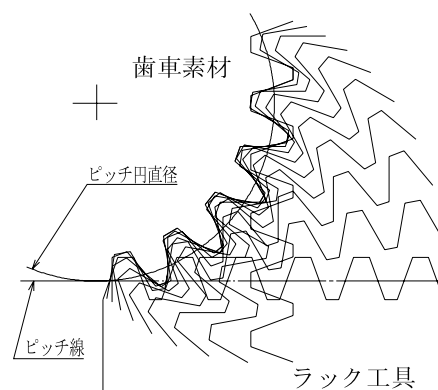


図1 歯車の創成原理

* 広島工業大学工学部知能機械工学科

2. 歯車創生原理

図1は、歯車の創成原理について説明している。円形の歯車素材中のピッチ円直径とラック工具のピッチ線が接しており、この2つのピッチを転がりながら歯車素材とラック工具が干渉している。ラック工具は素材を切削することから、残った部分が歯車の歯形となる。この動きを手作業により実際に行わせるには、目視では確認できないピッチ円とピッチ線を転がり接触させる必要があり、これが正確な位置決めを困難にしていた。

3. 歯形の転写方法

図2は、ピッチ円とピッチ線を転がり接触させることなくラック工具の歯形を素材に転写させる方法である。この方法では図1のラック工具とは反対形状となるラック工具を利用している。図2に示しているようにラック工具のピッチ線と歯車素材のピッチ円が接するように配置して、歯車素材の中心で回転できるようにピンなどで固定する。①の位置でラック工具の歯形を転写した後、②のように $360^\circ/\text{歯数}$ だけ回転させて再びラック工具の歯形を書き写す。これを歯車の歯数だけ繰り返せば、歯車素材の外周に

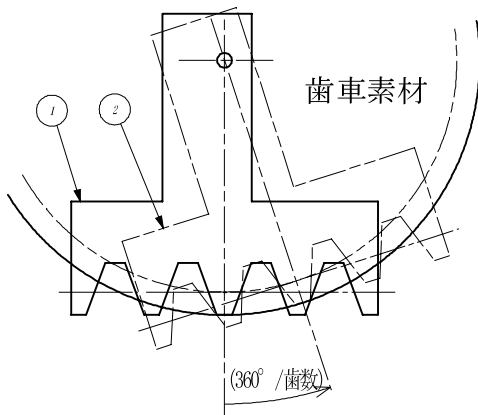


図2 歯形の転写 (歯の山)

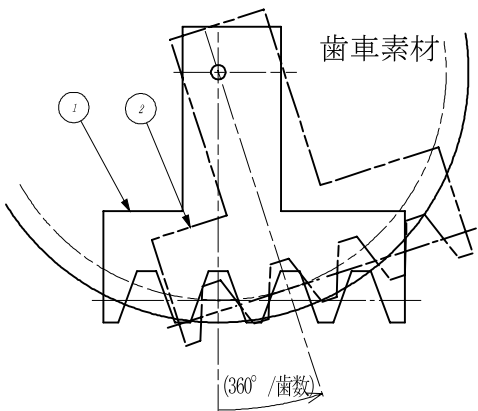


図3 歯形の転写 (歯の谷)

インボリュート歯車が現れてくる。

しかし、このままでは歯形の誤差が大きいため、今度は図3の様に歯の谷を基準にした後、①で歯形を写し、②の位置に回転させて再び歯形を写す。このように歯の山と歯の谷について歯形を写すことで擬似的なインボリュート曲線の歯形を描くことができる。

本方法では歯の谷と歯の山についてラック工具から歯形を得ることにしたが、谷と山の間においても同様に位置決めをし、歯形を写すことでより正確なインボリュート歯車を創り出すことが可能である。

4. 歯車を使った装置の製作方法

図4は本研究で考案した歯車作成方法を利用して、小学生でも製作可能な時間割装置である。この装置は、3枚の歯車で構成されている。中央の歯数12枚の歯車（以後中歯車と称す）が1回転するごとに、上部の歯数14枚の歯車（以後、大歯車と称す）が $1/7$ 回転し、下部の歯数8枚の歯車（以後、小歯車と称す）は1回転半だけ回転する。これにより、大歯車に書かれた時間割表の曜日が中歯車の矢印で指し示されるとともに、小歯車に書かれた日課も日替わりで指し示される。このように、本製作課題は小学生の学習に適した内容になっている。

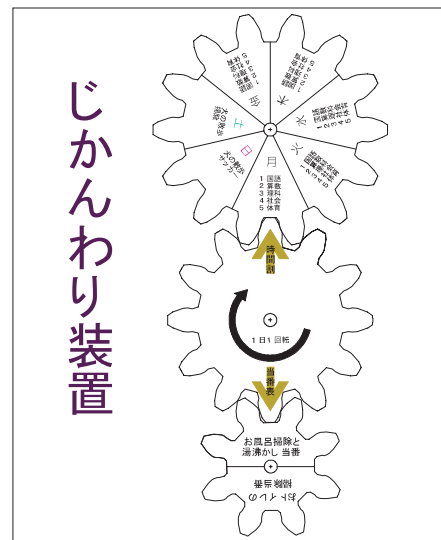


図4 時間割装置の原理

5. 歯車の作成

図5のラックカッターは図4の時間割装置を製作するための専用ラックカッターである。歯車は、式(1)に示すとおり、モジュール m 、歯数 z の積でピッチ円直径 D が求まる。これをもとにラックカッターにある歯車の中心を決めている。

$$D = m \cdot z \quad (1)$$

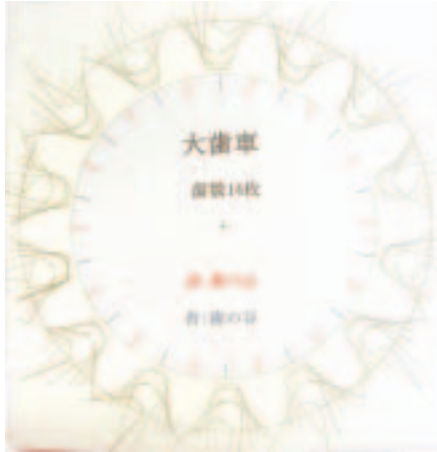


図8 小学生が描いた歯車の輪郭

とができた。

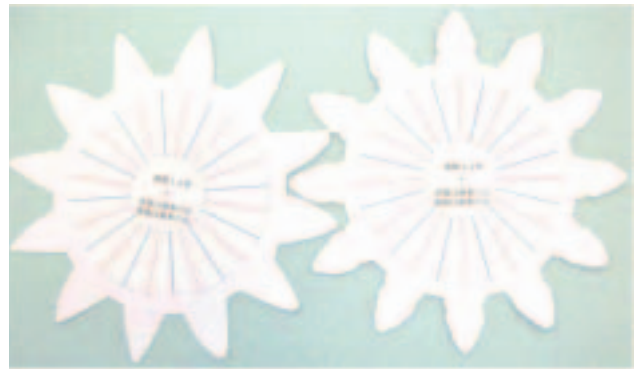


図11 大学2年生が課題で提出した歯車



図9 熱線ワイヤにより歯車を切り出す

図11は本学工学部知能機械工学科の2年生が機械要素学の授業課題として製作した歯車である。一方、図8、図9にある歯車は実際に小学生が描いて作成した歯車であるが、図11にある大学2年生が作成した歯車と比して見劣りしないことが分かる。このように、本方法によれば小学生でも歯車製作を実施できることが確認できた。

6. 体験結果

表2は、歯車を製作した小学生の体験アンケート結果である。体験してくれた小学生の中でこれまで歯車を見たことがあると答えた子供は17名中16名で、94パーセントの小学生が歯車について認識をしていることが分かる。歯車を見た場所については、テレビによることが多く、家や外出先がそれに続いている。注目すべきは、自分の通う小学校で歯車を見たことがあると答えた子供がアンケート中にいないことである。日本国の技術者育成のためにも、小学校教育で工業物を感じることができる工夫が必要と思われる。

時間割装置の製作では3枚の歯車を製作し、これらを組み合わせて完成させた。アンケートによると17名全員の小学生が自分で製作した歯車を回転させることができたと答えた。そして、「今度は一人で製作したいですか」の問いには12名が「はい」と答えている。実際に製作を体験し、興味が深まった結果といえるだろう。

今回の時間割装置は、中歯車を回転させると歯数の比から曜日がずれて指し示される。この仕組みが分かったと答えた小学生は10名おり、約半数以上が理解できている。

時間割装置を製作する中で難しかった作業について回答を得たところ、ラックカッターの歯形を写す作業が難しいと答えた小学生は僅か2名であった。この結果より、本研究で提案している歯車創成方法は小学生でも体験可能であることが確認できた。



図10 時間割装置の完成図

図10は完成した時間割装置の一例である。好みの配色を施し、熱線ワイヤで切り出した文字を配置するなどすれば完成度がさらに高まります。今回の歯車の製作課題に挑戦した小学生17名全員がこのような時間割装置を作り上げるこ

一方では、ほぼ全員が歯車を切り出すことが難しいと答えており、最近の小学生はカッターの使い方に不慣れなことが伺える。

表2 体験アンケート

Q. 1	歯車を見たことがありますか？
	はい：16名，いいえ：1名
Q. 2	歯車を見た場所はどこですか？
	テレビ：8名
	家：5名
	学校：0名
	その他：5名（博物館，本，お祭りの出店）
Q. 3	製作した歯車は回転しましたか？
	はい：17名，いいえ：0名
Q. 4	次回は一人で歯車を製作してみたいですか？
	はい：12名，いいえ：5名
Q. 5	時間割表がずれて動く仕組みは分かりましたか？
	はい：10名，いいえ：7名
Q. 6	歯車を使った装置の製作で難しかったところはどこですか？
	カッターを使うところ：7名
	ラックカッターの歯形を写すところ：2名
	熱線ワイヤを使って歯車をきりだすところ：6名
	色を塗ったり，時間割装置を描くところ：6名

7. まとめ

工業教育課程で習う歯車創成原理を容易に実施できる方法を考案し、小学生ら17名に体験させた。小学生らは3枚の歯数の異なる歯車を製作し、そのうちの1枚は転位歯車である。体験した小学生全員は自分らで製作したこの3枚の歯車を連ね、自由に回転させることができた。提案する本手法を利用すれば小学生3年生以上から歯車創成原理を体験させることができることを確認した。