成形プラスチック歯車研究専門委員会

高強度化・高精度化するプラスチック歯車、
その適用範囲のさらなる拡大を目指して*

Plastic Gears with More Load Capacity and Accuracy, Approach to Their Wider Application

森脇一郎** 上田昭夫***
Ichiro MORIWAKI and Akio UEDA

Key words

gear, plastic gear, injection molding, load capacity, gear noise, inspection, standard, technical committee

1. はじめに

専門委員会・分科会研究レビューは、数ある専門委員会・分科会からいくつかの会が選ばれ、執筆を依頼されるもので、当委員会は、2002年に、初代委員長である青山学院大学名誉教授岩井實先生が執筆されて以来、6年ぶりの報告となる。

成形プラスチック歯車研究専門委員会は、上述のように、青山学院大学教授（当時）岩井實先生が1992年に、企業会員25社、専門委員21名で立ち上げられた。その前身は、1986年から2期6年続いた日本機械学会の調査研究分科会であったが、もっと自由に研究を行いたいということで精密工学会の専門委員会に活動の場を変えられたのが始まりとなる。したがって、前回の岩井先生による報告は、ちょうど10年の節目を越えた時期のものであった。

そして、2003年より、宮城工業高等専門学校教授（当時）庄司彰先生が2代目委員長に就任され、事務局も東京から大阪に移転し、さらなる発展を迎えることになる。15周年記念誌「成形プラスチック歯車研究専門委員会の足跡—最近5年間の歩み—」によると、10周年を過ぎて以降、企業会員が13社増えたという。プラスチック歯車が用いられる理由は、低騒音、軽量、無潤滑、低コストが主なものであり、それは今もかわらない。しかし、岩井先生を委

員長として活動された10年の間に、材料開発、金型加工・成形加工技術の進歩、CAE技術の革新に伴う設計技術の進化などが大きく進み、高強度化・高精度化が実現し、この5年間で、プラスチック歯車の適用範囲が大きく広がったことに起因するものと思う。

本稿では、筆者が、庄司先生の後を引き継ぎ、2007年より3代目の委員長を拝命して以後の、さらなる適用範囲拡大を目指す当委員会の活動を報告するとともに、当委員会の研究会で取り上げたホットな話題をいくつか紹介する。

2. 最近の活動

成形プラスチック歯車研究専門委員会の2008年6月13日現在での会員数は、正会員（企業会員）42社、個人会員（専門委員）19名である。年間行事は、2月の総会、研究会5回、見学会1回、講習会1回、およびこれらの運営を議論する運営委員会を6回行っている。研究会では材料技術、金型加工技術、成形技術、歯車設計技術などに関する最新情報を、それらの技術に直接携わっておられる技術者を講師に迎え、講演会形式でお届けしている。講習会では、これらの技術に関する基礎事項を、専門の研究者、技術者を講師に迎え、講義形式で懇切丁寧な解説している。見学会では、成形プラスチック歯車に係わる業界で注目されている企業や研究機関を訪問し、その生産設備や研究設備を見学させていただいている。ただ最近、競争が激化しているためか、技術の公開に躊躇する企業が増え、見学先を選ぶことに苦労させられている。多くの技術者がよく似た問題で同じように悩んでいる。それらの技術者が、当専門委員会のような学会活動を通して、協力し合うことができれば、日本企業のさらなる競争力増強につながるものと期待できる。Globalな世界で生きていくことは“日本”という概念を取り払うことと考えている方も少なくないようであるが全く逆である。Globalな世界で生き残るためには強く“日本”を意識しなければならない。日本企業ではなく、企業を優先せざるを得ない現状は残念なことである。

また、委員会下に、強度、騒音、強度規格の3つの小委

*原稿受付 平成20年7月17日

**正会員 京都工芸繊維大学大学院工芸科学研究科機械システム工学部門（京都市左京区松ヶ崎御所海道町）

***正会員 アムテック有限会社（大阪市港区弁天1-2-1）

森脇一郎

1982年京都工芸繊維大学大学院工芸学研究科生産機械工学専攻修了。同大学助手、助教授を経

て、2003年1月より大学院工芸科学研究科機械システム工学部門教授、工学博士。研究領域は、歯車を対象とした加工シミュレーション、設計システム等の開発。

上田昭夫

1983年アムテック（有）を設立。代表取締役。歯車技術に関するソフトウェアの開発と経営に従事。現在、京都工芸繊維大学大学院工芸科学研究科博士後期課程に在学中。成形プラスチック歯車研究専門委員会幹事。

員会を作り，個別のテーマについて調査・研究活動を行っている。

強度小委員会では，鋼ウォームとプラスチックヘリカルホイール（ポリアセタール）の組み合わせによる運転試験を行い，破壊形態，歯面温度，伝達効率，摩擦係数について検討し，強度設計に資する情報の提供を目指している。

騒音小委員会では，当分野では“永遠の課題”であるギヤノイズ低減を目的に設置されたもので，文献調査や発生要因の追求に関する経験を議論する後援会活動を中心に活動を行っている。現在，これまでに得られた知見を小冊子にまとめる作業が続いている。

強度規格小委員会では，十分な知識をもたずにプラスチック歯車を採用して事故を起こしたり，うまく設計すればプラスチック歯車の採用が可能でコスト削減や軽量化ができるのにその検討すらしていない事例が多いという認識の下に，誰もが簡単に“使える”設計式を作ることを目的に設置された。将来的には JIS や ISO に提案し，規格化することも念頭に置き，日本歯車工業会の成形プラスチック歯車部会とも連携して活動を行っている。

3. 研究助成活動

成形プラスチック歯車研究専門委員会では，個人会員の中から，この分野の技術の発展に寄与が期待できる研究に研究助成も行っている。2007 年度は，表 1 の 4 件に対し助成を行った。

4. 最近のトピックス

4.1 照射架橋樹脂テラリンク

“テラリンク[®]”は，住友電工ファインポリマー（株）が出している電子線を照射することにより架橋するエンジニアリングプラスチックである。摺動グレードの一つであるナイロンをベース樹脂としたテラリンク N66N02A は歯車材料として，今，注目されている。同社によると，耐摩耗性，耐熱性，靱性に優れ，またクリープが少なく，かつ疲労強度にも優れているとのことである。

テラリンクの製造工程は，ベース樹脂に特殊なコンパウンドを混ぜ，それを射出成形し，その後，電子線を照射するというものである。ナイロンはそのままでは電子線照射による架橋が進みにくい材料のようで，特殊な架橋剤が必要とのことである。また，電子線は大気中で照射できるこ

とから装置が簡単になるようであるが，実際には照射する電子線が，電圧が 0.1～10 MV，電流が数 10 mA と非常に高いエネルギーのものようで，また放射線に対する厳しい規制もあり，たいそう大がかりな（3 階建てのビル相当）装置になり，成形メーカなどが容易に導入できる規模ではないようである。

非架橋のナイロンとは比べものにならないほど，高い耐摩耗性，耐熱性を示したという話も聞いているが，一方で，それほどの効果は認められなかったという情報も耳にしており，今後の歯車を用いた詳細なテストが待たれるところである。

4.2 プラスチック歯車の X 線測定

医療用の X 線 CT 検査装置の産業用版とでもいうもので，（株）島津製作所やカールツァイス IMT（株）等が，マイクロフォーカス X 線 CT 装置や産業用 X 線 CT スキャナ等の名称で出している非破壊検査装置が，今，注目されている。成形品はどうしても内部欠陥が問題となるが，これを非破壊で定量的に検査ができる可能性が出てきたことは喜ばしいことと思う。まだまだ測定時間やデータ処理ソフトに多くの改善の余地がありそうに思えるが，今後に期待できる技術である。

4.3 樹脂流動解析ソフトの最新動向

CAE ツールとして最も進んでいるものの一つである樹脂流動解析ソフトは，ハードウェアの高速化に伴って，大規模化の方向に向かっている。また，繰り返し計算を行ってゲート位置などの最適化まで行われるようになってきた。最適化条件は設計者の考え方に依存するため，ソフトのカスタマイズが進んできている。カスタマイズの進展は，解析精度向上という，昔からの流れとも相まって，益々進んでいくのではないだろうか。

また，精密成形加工に対応するため，金型の温度分布の解析にとどまらず，近年は金型の変形をも解析するシステムが現れている。ウエルドの位置や強化繊維の配向，さらにそりや変形の状態を解析するとともにこれらを考慮した強度解析をしたいという要求が強くなっており，これらへの対応が可能となる日も近いのではないだろうか。

4.4 プラスチック歯車の精度

プラスチック歯車も金属歯車同様に高精度が要求されているが，プラスチック歯車の精度規格は，JIS B 1702-1，-2 や JGMA 116-02 を使用しているのが現状である。しかし，JIS B 1702-1 の最小モジュールは 0.5 であるため小モジュールが多いプラスチック歯車では適用することができなかった。そこで 2003 年に当委員会のメンバーが中心になって作成したプラスチック歯車の特性を考慮した精度規格 JIS B 1702-3 が 2008 年 4 月に公表された。今後，プラスチック歯車の精度規格の活用が期待される。

4.5 プラスチック歯車の用途拡大

プラスチック歯車の用途は拡大している。1998 年の当委員会の調査では国内における 1 カ月の使用数は 5 億 6 千万個であったが，現在はさらに増加していると予想する。

表 1 2007 年度研究助成

研究者名	所属	研究テーマ
扇谷保彦	長崎大学	動力伝達用ナイロン歯車の低騒音化に関する研究
黒河周平 滝 晨彦	九州大学 岡山理科大学	微小モジュール歯車の歯面精度計測 成形プラスチック歯車の強度に与える 汚れ膜の影響
森川浩次	佐世保高専	伝動パワーステアリング用ナイロンウォームホイールの負荷能力に関する研究

例えば，現在，自動車に使用される小型モータは大衆車では70～80個，高級車では100個程度使用され，それには必ず減速機構としてプラスチック歯車が多数使用されている．これらの歯車は高精度，高強度，高耐久性が要求されるものであり，今後，従来の金属歯車からプラスチック歯車に，また，切削品から成形品に変更される歯車がますます増加するものと思われる．

5. お わ り に

歯車という非常に古典的な機械要素を対象として調査・研究活動を進めているが，これはいわゆるローテクである．その語の印象から，ハイテクとは高いレベルの技術で，ローテクとはレベルの低い技術と誤解している人が少

なからずいるようである．筆者の友人が力説しているのだが，ハイテクとは“ハイリスクハイリターン”の技術で，ローテクとは“ローリスクローリターン”の技術である．つまりこれまで先人たちによってコツコツと積み上げられてきた技術に支えられているため，リスクはさほど大きくないが，社会の劇的な変化をもたらす大きなリターンが得られるというものでもない．しかしそこで行われている研究は，地道なものであるが，最先端であることには変わりがない．ものづくりを支えているのは，ここでいう“ローテク”である．ドイツがものづくりで他の国とひと味違うのは，この“ローテク”を重視し，頑固にコツコツ積み重ねているからに他ならない．当専門委員会もコツコツと今後も地道に頑固にこの道を進んでいきたいと思う．