TOWARDS THE PRECISION MANUFACTURE OF NEW GENERATION OF FUNCTIONAL POLYMERIC PRODUCTS

M. CAKMAK*

Currently the polymer industry is undergoing a bifurcation in its path to the future. Relatively mature oldest arm is still focused on the traditional materials, processes and applications. This arm of the polymer industry is expected to continue to follow its current path in its incremental evolution as it will continue to serve the vital needs of the population in wide range of useful products while squeezing costs through shifting to cheaper labor markets and less expensive components.

The second arm of the industry is currently in its infancy in transforming itself to produce high value added smart products. This is being facilitated by the availability of new generation of polymers exhibiting unique "functional" properties that include optical, electrical, magnetic performance characteristics. Since these materials have "functional" properties that will serve pivotal role in the success of the future products, they also need to be monitored and controlled. Some of these exciting products include : e-paper, PLED's, photonic crystal structures promising to provide building blocks of future optical computers, inexpensive biochips, smart nanofiber based band aids that deliver wound healing NO gas directly to the wound. Obviously the interface between the currently undergoing nano revolution and polymer field promises to be very fertile for exciting idea generation and product developments.

The common theme in all of these emerging applications is they all need to be controlled into much higher tolerances that have traditionally been demanded of the "commodity" applications. In addition, precision dimensional control of the products down to molecular scale will be necessary but not sufficient to guarantee their optimum performance as we also must concurrently sense, predict and control the functional properties that are almost always process history dependent. We not only need to do these well but we also need to do it fast to be price competitive with other materials. Following are some of the challenges that we will be dealing with in coming decade :

For the materials of the future to be precision manufactured, we must understand and develop quantitative relationships to mathematically describe the complex interplay between the materials and processes used to convert them into useful products. Specifically, we need relationships that link the processing variables to flow in-

duced structuring : crystallization, phase structural hierarchy, specific property (optical, phase behavior, electrical, etc) and their anisotropy. Current research on the on-line measurement techniques that couple true process variables with structural parameters are gradually helping us decipher the complex phenomena that typically occurs when we subject the materials to sometimes severe chemical, thermal, deformation histories.

The future is brighter than ever for the polymers as these high value added markets based on functional polymers will develop in accelerating pace in the coming decades and it promises to revolutionize the polymer industry. On this journey, everyone in academia, industry and governments will have vital roles to play.

* Polymer Engineering Institute
University of Akron
Akron, OH 44325-0301, USA

日本の成形加工

TUBAGUS. N. H.*

技術力や品質については高い評価を受けてきた日本は最先端の研究開発・教育を行い、アジアをリードしている。海外では日本の技術を取り入れて製品開発を行おうとしているという話を最近よく耳にするが、Made in Japan というブランドに対する製品の信頼性がいうまでもなく高い評価を受けている。

近年、時代の変化は激しくなっており、成形加工技術において、次の何十年先を見据えたとき、今までの技術力をベースに、より便利なもの、そして必要なものを作ることを考える必要がある。そのために、まずリサイクル性を考えた成形加工である。部品を少なくする技術や土に還るプラスチックに代表されるような、リサイクル方法や分離・分解技術の開発を進め、他のさまざまな材料にも適応できたら数十年数百年先の地球を守ることに繋がると思う。次に新しい機能を付加した材料開発である。たとえば、医療の面からは、数十年間体内に入れたままでも良くなじみ、劣化や患者への負担が少なく、かつ身体の一部と同じような機能を併せ持つ材料の開発も今後興味深いテーマになると思う。

最後に今よりも適用性が広い成形加工の技術である。例えば、ファイバースコープへの適用があげられる。毛細血管よりもずっと細いファイバースコープが開発されれば、患者への負担が少なく、医療の幅も広がると思う。

夢物語を書き連ねてみたが、日本の成形加工は最先端の技術開発・研究・教育を行うことで、海外特にアジアの次世代の若者達にも希望・機会・夢を与える。

手造り成形の夢

成澤 郁夫*

プラスチックがこれだけ普及する背景には、材料そのものの優れた特性もあるが、なんといっても大量生産に向く加工性の良さが決め手になっている。金属部品で作れば何工程も経なければならないのが、たった1回の成形で同じものができるということは、大量生産・大量消費型で使い捨てを前提とする成長経済にぴったり適合する。したがって、プラスチックの成形技術も高速、高能率、高生産性などをどのようにして実現するかということを中心に研究や開発が行われてきたということにつける。このような結果、結局は激しいコスト競争に巻き込まれ、気がつけば成形の拠点や技術さえも人件費の安い東南アジアや中国に移ってしまっていたというのが日本の現実のようである。いや、まだ精度のよい金型は中国ではまだ作れないなどという意見もあるが、いずれは追いつかれることは、韓国・台湾の追い上げの例を見ればよく分かる。もともと、加工研究は製造現場がなければ成立しないものであり、日本ではその現場が減りつつあることを考えても、大量生産を支える技術開発はすでに限界にきているのではないだろうか。

このような状況を打開するために、技術の囲い込みや先端技術などの開発が必要であると主張されているが、一方では資源枯渇や環境問題が深刻になり、大量生産・大量消費という経済のシステムの見直しを迫られている。確かに均質な規格品を大量に作るという生産技術はわれわれの日常生活を豊かにしてくれたが、同時に差別化された本物志向の傾向も高まっている。このような状況を判断すると、生産性だけ求めてきた従来の成形加工技術を根本から考え直す時機にさしかかっているのではないかと思う。歴史や自然に学ぶというのは、研究や開発の基本的な手法であるが、かつては非効率とか工業的ではないと切り捨てられた材料や技術にもう一度焦点を当ててみるのもそのひとつである。代替品とかまがい物といわれることもなく、プラスチックでなければできないようなもので、

しかも数少なくてもデザインオーダーに応じられるような、いわば手造りに近い加工方法を探して見たいというのが今年の夢である。

* Narisawa, Ikuo
NIT リサーチ NIT Research
那須塩原市北弥六 414-22 (〒329-3132)

最適成形条件の自動補正

萩原 明彦*

近年、複数台の成形機とコンピュータを接続した群管理システムの導入により、成形条件の履歴および品質モニタリングデータをリアルタイムで監視・制御することが可能となり、成形工場のリードタイム短縮と品質の向上が図られている。

また、型内の樹脂挙動を解析する CAE は、製品のソリ、ヒケ、ショート、ウエルドといった成形不良の予測能力が向上してきており、品質改善ツールとして充実化が図られている。さらに、CAE がインストールされたコンピュータを成形機に接続して、成形と解析を並行して行うことにより、最適な成形条件を見つけ出すといったシステムが構築されてきている。

CAE と成形機を接続し、最適な成形条件が決定されれば、その成形条件を正確に再現させればよいことになる。しかし、成形工場では、成形機・金型・樹脂の状態が常に同一であるとは限らない。よって、これらの状態変化を取り込み、結果を予測して、成形条件を自動補正する機能を追加したい。

射出成形は、可塑化・流動・固化の3つの工程がある。CAE は、型内の樹脂挙動（流動・固化）を解析することが主であるが、成形条件を自動補正するためには、型内に流入される前の樹脂挙動（可塑化）をつかむことも要求されてくる。

精密小型部品成形においては、耐熱性に優れた樹脂が多く使用されている。これらの樹脂は、溶融温度が高く、過熱により分解劣化を起こしやすく、成形可能な温度範囲が狭いため、可塑化工程において最適な溶融状態を探し、均一な樹脂温度に安定させることが重要である。

樹脂の溶融状態は、スクリュデザイン、パレルヒータの温度制御、ホッパ口形状だけでなく、スクリュ、パレルの摩耗状態の影響もある。また、ペレットサイズ、粉碎材の有無、ペレットの乾燥状態といった樹脂を溶かす前の状態にも左右される。よって、可塑化工程における自動補正は、ホッパ口に投入される前からスクリュ先端までの樹脂挙動を把握する必要がある。また、スクリュデザインと樹脂の相性がマッチしない、あるいはスクリュ、パレルの摩耗進行等をユーザに知らせる様な機能も欲しい。

このように射出成形機における各工程の樹脂挙動を把握し、最適な成形条件を自動補正できる機能が組み込まれれば、成形技術者の大きな手助けになると思われる。

* Hagiwara, Akihiko
東芝機械㈱ 射出成形機技術部
沼津市大岡 2068-3 (〒410-8510)