

特集 部品競争力を支える型技術開発*

Die and Mold Development to Advance the Competitiveness of Parts Processing Technologies

鬼頭 秀仁
Hidehito KITO

This paper introduces a summary of DENSO's die and mold developments, which have enhanced the competitiveness of parts processing technologies. First, new developments to create new styles of dies and molds, which enhance and expand their functionality, are described. Second, detail concepts of the new developments are shown, and finally some examples of the new developments at DENSO are introduced.

Key words : Die and mold development, Viewpoint for development

1. はじめに

日本が世界を牽引してきた型製造において、ASEANならびに中国の脅威が叫ばれるようになって久しい。型加工のNC化が進み、型技能者の中にあっただ感性が数値化され設備の中に組み込まれることで、日本製の最新鋭加工機を買ってくればどこでも日本並みの型加工ができるようになったことが大きな要因であろう。そこへ相対的に低い労務費を組み合わせることで、日本に勝る型のコスト競争力を実現していることが、日本からの型離れを加速させているというのが一般的な理解となっている。

このような状況に対し型の関係者は、成形バリに代表される型から生まれる成形部品品質の違いに言及し、日本の優位性を主張することが多い。ボーダーレスが日常の生活でも実感できる環境となり、人的な交流がグローバルに行われる現代においては、そのような優位性を失うのも時間の問題であると理解すべきかもしれない。好むと好まざるとに関係なく、回りの圧力から型の関係者が「型を速く安くつくる」ことのみ没頭して久しい今、日本国内の型の競争力を取り戻すためには、言い訳の理由としている「部品(成形品)」そのものに立ち返り、従来になかった新しい型の姿を生み出すことが一つの回答であると考えている。

本論文では、特に諸外国から攻め込まれている樹脂成形型を中心に、当社の型技術開発の考え方と事例を紹介するものである。

2. 新しい型の姿を生み出す視点

型は製品を生産するツールであることから、製品を設計する、あるいは生産性を上げるといった仕事の流れを意識することで姿を変えるチャンスを持ち合わせ

ている。

当社の場合、(生産)流動製品の競争力を格段に向上するため、次期型新製品というものをあるインターバルのもとで開発し市場投入する。その後、バリエーションとなる類似新製品の設計、生産に移り、最終的に海外展開を行っている (Fig. 1参照)。次期型新製品の開発では、製品を大きく変えるとともに生産さらには型の姿を変えることができる。また、日々の生産の中で行われる改善を始め、工場全体を改革するチャンスに恵まれれば、新しい生産システムの中で型の姿を描くことができる。前者を「製品軸での型の取り組み」、後者を「生産軸での型の取り組み」と区別しているが、双方は深い関係を持ちながらも型に対するアプローチの違いから、生まれ出る型の姿には相違点を持っており視点の一つに据えている。

もう一つの視点は、型に持たせる機能としている。型から生まれ出る部品の仕様をどのレベルに合わせるのかにより型に持たせるべき機能が変わってくる。当

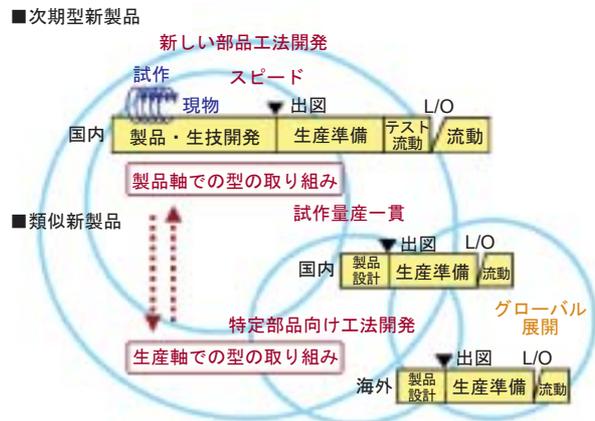


Fig. 1 Activities onto the products and production

*2006年9月19日 原稿受理

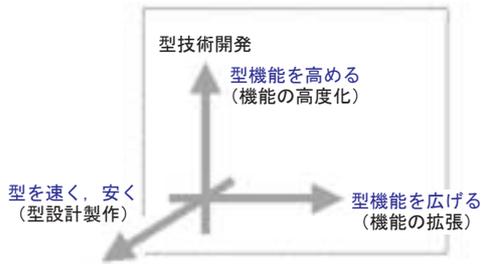


Fig. 2 Die and mold development viewpoints

社では、従来から型が取り組んできた「型を速く&安く」といった軸に加え、「型機能を高める」「型機能を広げる」という軸を視点としている (Fig. 2参照)。

型が型としてすでに持っている機能そのものを高度化し、よりレベルの高い部品を生み出す取り組みが「型機能を高める」である。また、従来型が持っていなかった機能を新たに付け加え新しい部品を生み出す取り組みが「型機能を広げる」となる。

当社では、これらの視点を意識しながら型に対峙し、新しい部品加工法を生み出す取り組みを進めている。

3. 樹脂成形分野における取り組み

Fig. 3に「仕事の流れからみた視点」と「型からみた視点」のまとめを示す。「型からみた視点」それぞれの取り組みの考え方を以下説明する。

3.1 型機能を広げる

型は切削工程を極めて高次に集約したツールである。型物部品は基本的に切削でもつくり出ることができるが、大変な工程数が必要となる。それら切削工程をギュッと詰め込んだツールが型であるという理解である。部品品質としてはいまだ切削に及ばないところが多く、従来の取り組みでは切削品への置き換えを目指して寸法精度の追求が中心となっていた。現在は精度追求による「(後)仕上げ工程」レスだけでなく、前後のより広い工程を型の新しい機能として取り込む姿勢で開発に臨んでいる。「型機能を広げる」のイメージをFig. 4に示す。

仕事の流れ	型	型機能を広げる	型機能を高める	型を速く&安く
製品軸の取り組み		型=切削工程集約 高生産性ツール 成形品寸法精度追求 による後切削レス	製品部=製品寸法 製品寸法を つくり込む	試作=現物での つくり込みスピード 型設計製作 そのものの効率化
生産軸の取り組み		型の前後工程までを 型に集積	成形品性能を最大限 引き出す	試作量産一貫に 適した型設計製作

Fig. 3 Basic concept of each development viewpoint

3.2 型機能を高める

従来、型の出来映えは成形品寸法をつくり込むことで評価されてきた。しかし樹脂成形で言えば、「溶かす」「流す」「固める」という材料そのものの変化を型は助ける役割をしており、それらの機能を高めることで、性能面で異なる成形部品を生み出すことが可能となる。例えば、成形材料が持つ特性を最大限に引き出すより高い制御機能を型に織り込むことで、新しい部品を生み出す可能性がある。

3.3 型を速く&安く

嗜好の多様化により商品寿命が短くなる中、開発から生産までの期間短縮、投資削減に伴う型費低減要求は、ますます強くなると考えられる。従来にも増して、日々の改善努力や、新しい技術導入による飛躍的な型設計製作の効率化が必要となってくる。更に、新しい部品加工技術、型技術を新製品投入に合わせてタイムリーに織り込むためには、現物での試作が重要となり、かつ試作情報を確実に量産に反映させるスルーでの取り組みが重要となる。一般的に、試作型製作と量産型製作は別物と考えられがちであるが、試作から量産まで一貫した考えのもと型をつくり上げていく取り組みが必要である。ビジネスの特徴をつかみ、開発から生産までムダの無い仕事の仕組みづくりがトータルでの競争力を上げる上で重要と考えている。

各種樹脂成形技術を思いつくままに、Fig. 3上に整理したものがFig. 5となる。以下、「製品軸の取り組み」の内、「型機能を広げる」と「型機能を高める」の当社活動事例を紹介する。

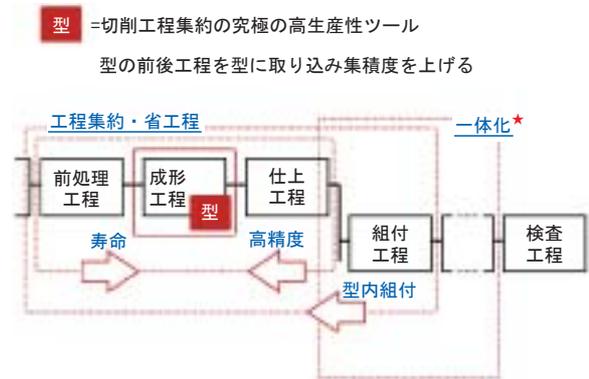


Fig. 4 Image of “Expansion of die and mold function”

仕事の流れ	型	型機能を広げる	型機能を高める	型を速く&安く
製品軸の 取り組み		<ul style="list-style-type: none"> 一体化 (機能統合)* 2色成形 	<ul style="list-style-type: none"> インサート成形* 発泡成形 薄肉成形 	<ul style="list-style-type: none"> 標準化/DB CAE
生産軸の 取り組み		<ul style="list-style-type: none"> 型内組立 	<ul style="list-style-type: none"> ウエルドレス成形 ハイサイクル成形 	<ul style="list-style-type: none"> 試作量産一貫化

Fig. 5 Technology examples on plastic injection molds

4. 製品軸で型機能を広げる：一体化

Fig. 6に車両の最前部に取り付くフロントエンドモジュールを示す。キャリアと呼ばれる筐体に熱交換器を組み込んだモジュールでの納入製品となる。

従来キャリアは複数のプレス部品を溶接することで製造していたが、本モジュールの開発にあたり軽量化を目的に樹脂成形による一体化を図った (Fig. 7参照)。必要な剛性をキャリアに持たせるためには、従来使用していた短繊維強化樹脂では満足できず、当社で初めてとなる長繊維強化樹脂を使用することとなった。

Fig. 8に各々の樹脂の繊維長を示すが、ペレットから成形品になる過程で折損してしまうことが分かる。長繊維材料が持つ材料特性、特に衝撃強度を成形品として発現するためには、成形品にて繊維長を必要長さ以上に保つ必要がある (Fig. 9参照)。

そのためには、ペレットの状態から型の製品部へ樹脂が到達する過程の最適設計を行う必要があった (Fig. 10参照)。型においては、流れ解析を活用した流路ランナー形状の設計を実施し、型内での繊維折れを最小限に抑えている。また、ウエルド部では繊維同士の絡み合いが少なく大きく材料強度が低下するため、実使用状態でキャリアにかかる応力分布より問題とならない位置へウエルドを発生させるようバルブゲ

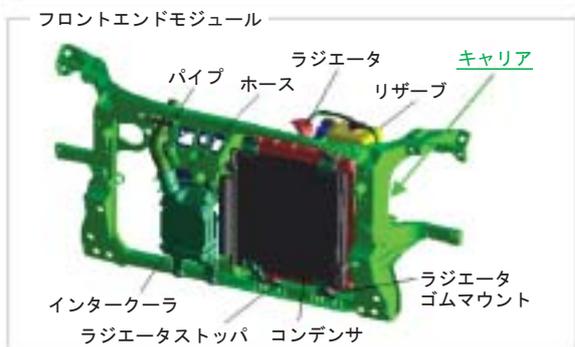


Fig. 6 Front end module

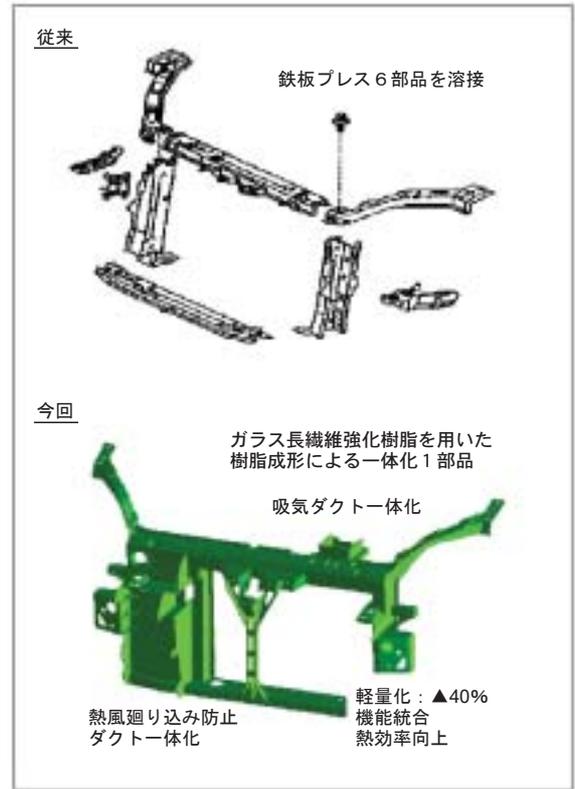


Fig. 7 New unified carrier part by plastic injection mold

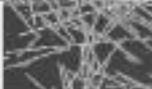
	ペレット形態	ペレット内平均繊維長	成形品内平均繊維長
短繊維 GFPP	 3mm	0.3~0.6mm φ 10~13 μm	0.3~0.6mm 
長繊維 GFPP	 5~25mm	5~25mm φ 10~16 μm	1~5mm 

Fig. 8 Comparison between short and long grass fiber

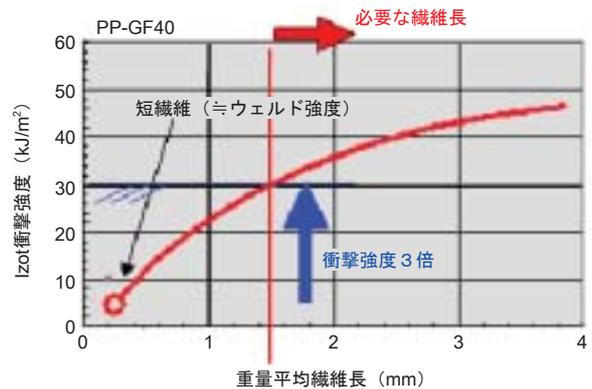


Fig. 9 Requirement of grass fiber length vs. Izod impact strength

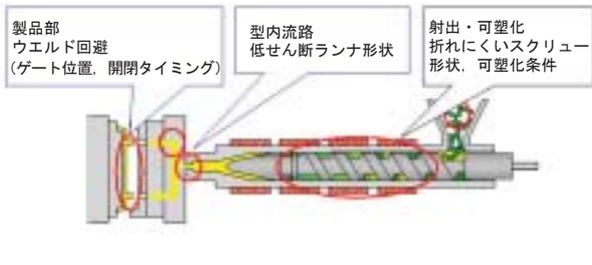


Fig. 10 Technical subjects to maintain grass fiber length

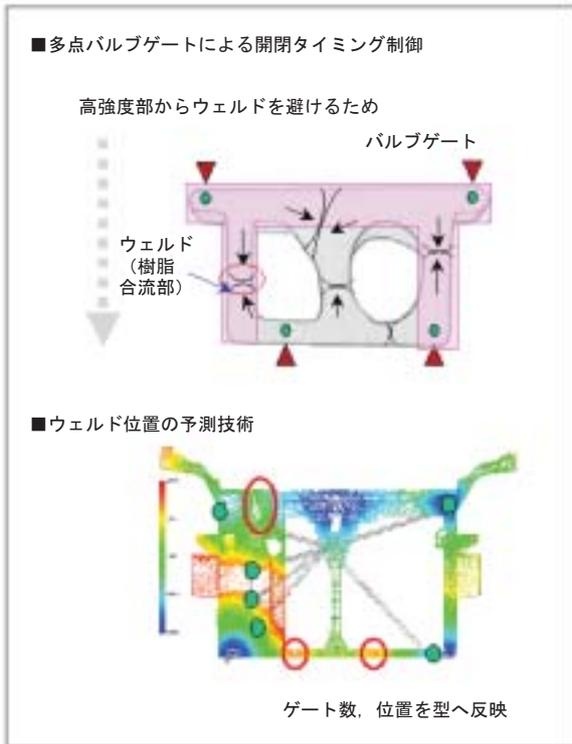


Fig. 11 Weld line control by multi valve gating

ートシステムにより制御している (Fig. 11参照).

樹脂化することでキャリアだけでなく、別部品として組み付けられていた部品の一体化も図ることができる。

5. 製品軸で型機能を高める：インサート成形

Fig. 12にABS (アンチロックブレーキシステム) 向けのスピードセンサを示す。

従来型ではコイルを含むセンサ部品を樹脂製のハウジングに組み付け、Oリングや樹脂ポッティングにより防水シール性を確保していた。大幅なコストダウンを狙い、次期型ではセンサ部品をインサート樹脂成形することとなった。この際、従来Oリング他で確保し

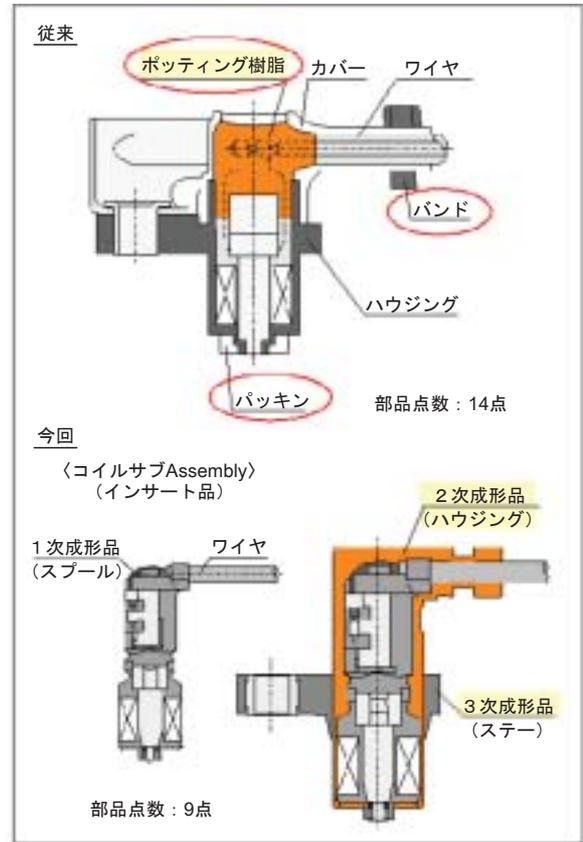


Fig. 12 New designed ABS wheel sensor vs. current

ていたシール性が技術課題となった。樹脂ポッティングを使用していた天頂部にはピン抜き成形法の適用を検討した。ピン抜き成形に必要となる要件は、樹脂成形過程でのセンサ部品の保持とピン抜き後のピン孔部の樹脂による封止である。樹脂成形過程において、ピンを抜くタイミングが早すぎるとセンサ部品の位置ズレが生じる。逆に、抜くタイミングが遅すぎると、樹脂の固化によりピン孔の封止が十分でなく、防水シール性を満足しない (Fig. 13参照)。基礎実験により求めたセンサ部品保持とピン孔部封止を両立させるピンの必要特性をFig. 14に示す。本プロファイルを満足するためには、ピンにヒータ機能を持たせる必要があり、加熱ピンと称し開発を行うこととなった。

Fig. 15に各種加熱ピンの評価結果を示す。

図中A, B, Cは市販品を改造したものであるが、昇温, 降温特性あるいは樹脂圧に耐える強度を満足できていない。最終的に採用した加熱ピンがDであるが、この加熱ピンは当社の商品であるセラミックグローブラグを改造したものである。Fig. 16に開発した加熱

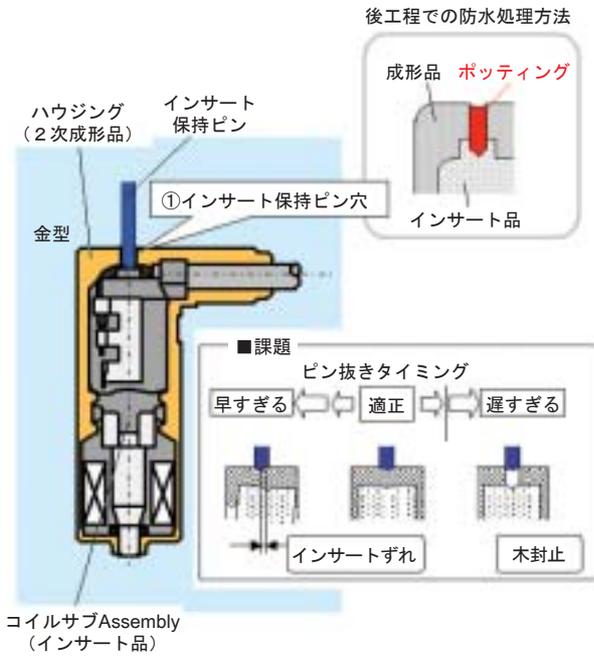


Fig. 13 Requirement of the insert holding pin

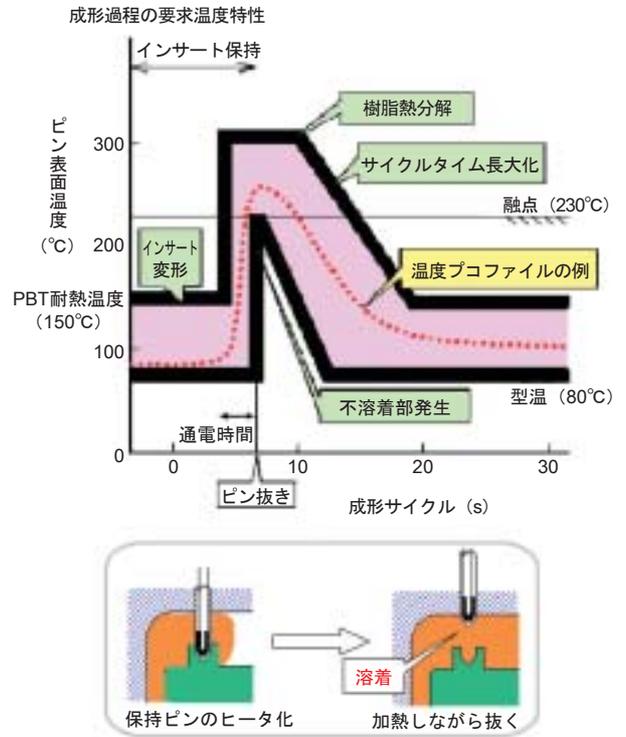


Fig. 14 Temperature profile of the heating pin

	A	B	C	D
ヒータピンの構造	SUS304の中 空ピンを直接 通電	金属グロー プラグのヒータ	セラミックグ ロープラグ のヒータをSKH51 の中空ピンに 挿入	セラミックグ ロープラグの ヒータ
ピン本体 (φ3)	SUS304	ヘインズア ロイ	SKH51	セラミック (Si3N4)
発熱体	SUS304	W線コイル	セラミック (MoSi2)	セラミック (MoSi2)
昇温特性 70°C/s以上	22.5°C/s	×	77°C/s	○
降温特性 10°C/s以上	16.5°C/s	○	10.8°C/s	○
強度 350MPa以上	160MPa	×	300MPa	×
判定	×	×	×	○

セラミックグロープラグ
ディーゼルエンジンの
始動補助装置



- ・ 1100±150°Cで使用
- ・ 小型
- ・ 高強度
- ・ 瞬時昇温可能

Fig. 15 Heating pin candidates compared to specifications

ピンの寸法緒元と量産型の写真を示す。本加熱ピンの開発により、急峻な温度制御が実現できた。

6. おわりに

本論文では型技術開発に対する当社の取り組みとして「型機能を高める」「型機能を広げる」という二つの視点と活動事例を紹介した。また同時に「製品軸の

取り組み」「生産軸の取り組み」という別の視点による分類を行ったが、その分類について少し補足をしたい。

日本国内においても、諸外国に対し競争力を保ち続けている製造メーカーが多数ある。これらメーカーはある特定の分野に特化することで、オンリーワン技術を持っていることがその強みの源にあるというのが一般的

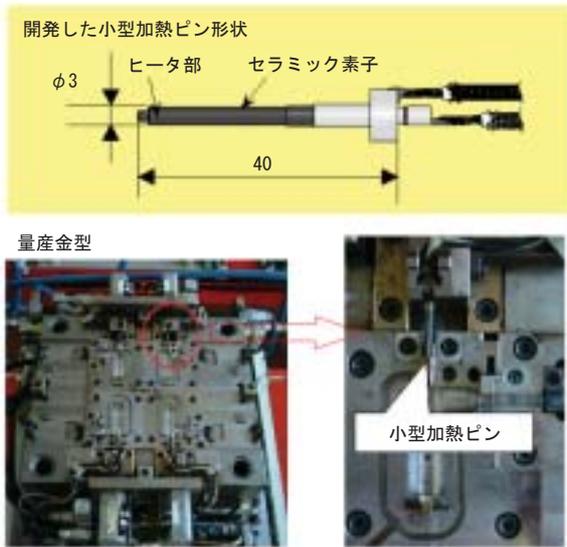


Fig. 16 Heating pin and mold developed

な理解である。一方、当社も含め型にかかわる関係者の多くは「製品開発もしている」「(生産の) 合理化も、もちろんしている」といった総花的な発言をすることが多い。問題はその活動の中で「画期的な技術」を生み出せているかどうかにある。「生産軸の取り組み」では、特定の部品加工と型技術に「特化」することで、日々の生産対応の中で行われる改善の積み重ねが画期

的な技術を生み出すことが多い。「製品軸の取り組み」では、新しい部品を創造するために、広い加工分野に亘るあるレベルでの「総合力」が必要となる。ともに「人の知恵」に根ざす点では一緒であるが、人を取り巻く環境、組織が大きく異なってくると考えている。大きな組織であれば双方を強みとすることも可能かもしれないが、一般的に小規模とならざるを得ない型においては、双方を追うことで特徴の無い組織となってしまうことになりかねない。

日本の型は多くの中小企業に支えられ、それらがユーザーとともにまとまることで製造業の強みをつくり上げてきた。大きな業態の変化が無い限り、今後もあるまとまりの中で日本発の新しい型を生み出していく必要がある。そのためには、従来からの取り組みである「型を速く&安く」つくり上げる技能や技術の開発とともに、オンリーワン技術を持つ型の集合体をつくり上げることが重要と考えている。

本論文における「型技術開発の視点」は当社の技術開発部門における視点である。従って、これら以外に強みを生み出す視点があってもかまわない。日本の誇る財産である「人の知恵」を生かすことで、新しい型技術を発信し続け、今後も世界を牽引していくことを期待してやまない。

<著 者>



鬼頭 秀仁
(きとう ひでひと)
生産技術開発部
型技術ならびに型物部品の生産
技術開発に従事