

Tool Engineering&モノづくりの現場を伝える機械雑誌

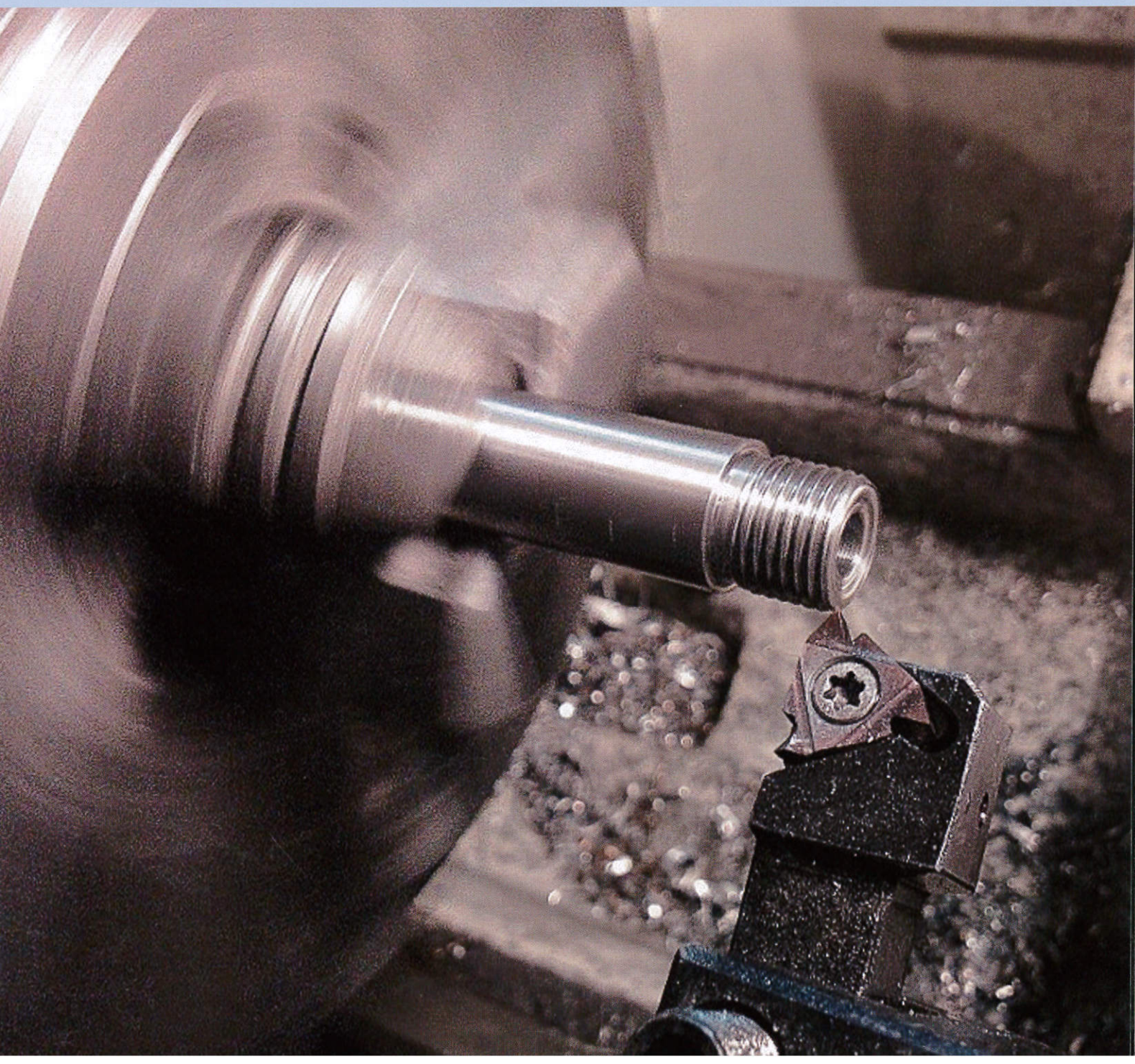
ツールエンジニア

2015



ねじ加工用工具とねじゲージの使いかた

- ◆タップ加工における効率化 ◆下穴加工からめねじ加工まで ◆タップとスレッドミルの使い分け ◆ねじゲージとトレーサビリティ
- ◆微細ねじの締付けトルク管理 ◆タッパ(タップホルダ)の効果的使用 ◆スレッド・ミリング,スレッド・ワーリング
- 今月のピックアップ:ねじ加工機の歴史/レーザと水ジェットを組合せた難削材加工機 ■切りくずの出ない超硬転造タップに内部クーラント供給 ■小ねじ頭部のリセス加工をソリッドバーに ■出張の旅・番外編:お国事情 ■難加工材の切削と費用
- ★技能検定練習問題 ★われら町工場人/栗原精機:新機軸のモノづくり ★現場の手法(6)「喜ばれるモノづくり」,「安心を売る」
- ★機械計測つれづれ草



航空機産業と自動車産業における難加工材の切削加工技術



高圧クーラントの利用と工具寿命から、加工コストを見直す

トクピ製作所 森合 主税

世界規模での新技術が投入される航空機産業ではあるが、日本においても、YS-11 以来の国産旅客機として話題の MRJ (三菱リージョナル・ジェット：三菱重工業・三菱航空機による) が、2017 年の初就航に向けて 5 機の試作作業が進行中である (量産 1 号機は全日空に納品される)。

競合するサイズの民間旅客機を製造している海外メーカーのボンバルディア (カナダ) 社 / エンブラエル (ブラジル) 社には脅威ともいわれている。ただし、対するエンブラエル社も手をこまねている訳ではなく、MRJ を意識した新機種を開発中とのことで、座席数 50 ~ 100 の小型旅客機は群雄割拠の様相ともいえる。図 1 に MRJ と競合する 100 席クラスの旅客機の客室サイズを示す。

単に利用乗客数の増加への対応だけであれば、本来は大型・中型機に生産が集中されるはずである。実際はもっと複雑であり、LCC (ロー・コスト・キャ

リア) といわれる路線の登場や、ハブ空港 (放射線状に伸びる空港網を車輪のスポークと見なし、その中心にあるハブにたとえ、日本では国土が狭い島国であることや旅客の乗継より直行便を好む気質により馴染みが薄いとともいわれるが、海外では主流である) に見られる大型・中型・小型機の棲み分けにより、運用コストの高い大型機より、中型・小型機が必要不可欠となっているのである。

とくに小型機は今後 20 年間に 5000 機の受注が期待されると予測され、1 機あたりの部品点数から考えても大きな市場となることは間違いないが、視点を変えると、実に難易性が高いことも判る。購入・運用側が小型機に求めるのは、快適性・環境への低負荷も両立させた、しかも費用対効果比の高い使用機材 (機体) であるという点である。

日本の MRJ も例にもれず、P&W 社製 GTF (ギヤード・ターボ・ファン・エンジン：ファンとコン

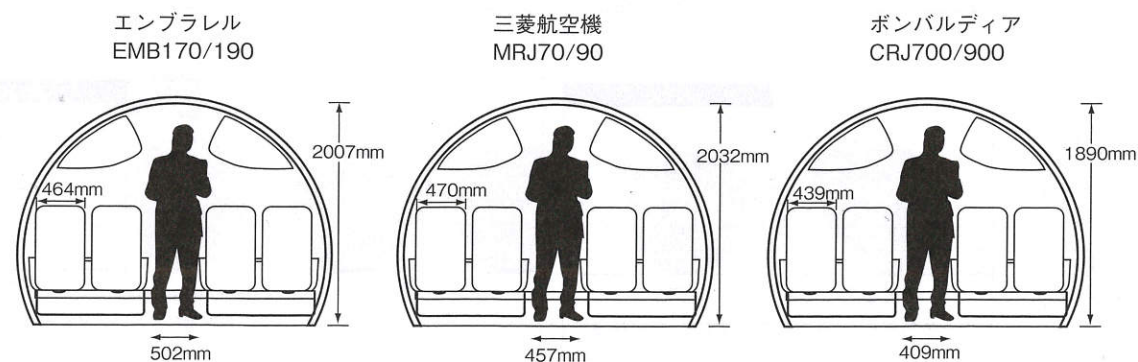
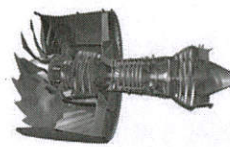


図 1 100 席級の地域航空路線用旅客機の客室断面寸法

PW100G Geared Turbofan



三菱リージョナル・ジェット



ボンバルディア C シリーズ

写真 1 P&W 社製 GTF エンジンを装備した旅客機

プレッサ間に遊星歯車を使用した) を採用し、高バイパス比と圧縮ファン数の低減を両立することで、同級民間旅客機に対して約 2 割の運行費用とエンジン重量の軽減を実現している (写真 1)。

このように、製造業のトレンド・新技術の主流は航空機産業に注視されがちであるが、日本は一種独特であり、もうひとつ大きな柱が存在することを忘れるわけにはいかない。自動車産業がそれにあたり、むしろ欧州が渦の中心となる前者に対して、関連製造業の多さは勝るともいえよう。

そして航空機と自動車を置き換えてみると、高性能、ダウンサイジングされたエンジンが小型化された車体でも、旅客の快適 (客室の静粛性や広さに置き換えたい) 性を生み出し、その結果として軽量化がもたらす省エネルギー、環境負荷低減を実現するといった点で、きわめて似通った到達ベクトルとなっているといえよう。

自動車エンジンをダウンサイジング (小排気量化) させて大排気量なみの出力を得る手段に、過給器は欠かせない存在となっている。燃焼で生じるガス膨張圧力で押されたシリンダ内のピストンの往復運動を回転運動に変えるため、燃焼させる燃料の量を増

加して出力を上げるには、吸気 (酸素) 量も増加させる必要があるが、過給器で圧縮して吸気すれば、小さなシリンダでも大きなシリンダ時と同様の出力を得ることができる。

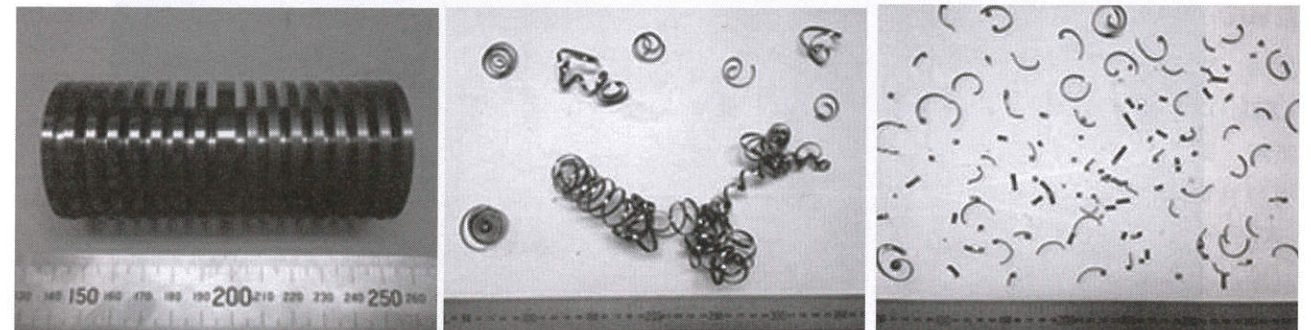
吸気を押し込む役割は吸気タービンがこなすが、排気により回転する同軸の排気タービンが再び先述の吸気タービンを回転させるため、捨てるエネルギーを回帰利用することになり、省エネルギーにも貢献する。ただし、排気側タービンとタービン・ハウジングは高温にさらされることになり、前者は (インコネルなど)、後者は超耐熱鋼、耐熱鋳鋼 (ニッケル基を含む鋳造品) を使用する。

航空機ターボファンエンジンにおけるホット・セクション (燃焼室から後方に位置) のタービンに使用される材料と同じように熱伝導率がきわめて低いから、工具寿命が短く、加工効率があがらない難削材である。

自動車部品向け低炭素鋼の切削

自動車部品にも多用されている SCM415 は、クロムモリブデン鋼の中でも炭素量が低く、通常熱処理を施し硬度を求められる場所 (摺動部) などに使用されることが多い。しかし炭素量が低いがゆえに、熱処理前の加工で切りくずの処理性が悪く、ワークや工具への巻き付きが発生し、加工面の傷やワーク自動搬送・自動着脱の失敗などの歩留まりの要因として問題視されているが、チップ・インサートのプレーカだけでの切りくず処理は困難な加工、材料が多い。その中でも溝入れ加工時の切りくずの処理性は極めて困難で、切りくずの巻き付きを防止するためにステップ加工を行ない、切りくずを強制的に分断させているケースが多いが、このような加工方法はチップ・インサートの寿命を短くする。

写真 2 は、SCM415 材の溝入れ加工を行なったも



(a) 7MPa (クーラント圧) で溝入れ加工したときの切りくず形状 (b) 20MPa で溝入れ加工したときの切りくず形状

写真 2 SCM415 材の溝入れ加工例

のである。炭素含有量が15%のため切りくず処理が非常に悪く、7MPaの超高压クーラントでも完全に切りくず処理は困難である。同じ条件で20MPaまで条件を変えると、切りくずの分断が可能になる。切りくず処理では、切りくずが巻きつくとステップ動作のプログラムで、切りくず分断を行なうが、刃先寿命が悪化する。

深穴ロングドリルの切削

水溶性切削剤によるロング・ツイスト・ドリルによる深穴加工は、刃先の冷却、切りくずの排出がむずかしいため、ハイスなどでステップ送りにより、切りくずを排出し、刃先を冷却して加工するケースが多い。そのため加工時間が長く、加工能率が低く、さらにドリルの折損などのトラブルが多い。

ステップ送りを必要としない超硬ドリルであっても、深穴になると切りくずを排出するために、数回のステップ送りをせざるを得ない。

当然のこと切削剤の冷却浸透能力でも大きく異なるが、φ5.0×200L (40D)深穴ドリル加工は、超硬オイルホール・ドリルにクーラント圧20MPa、ステップなし加工試験を行なった。

これまでのクーラント圧力条件は、0.1MPaのステップ送り加工で6minの切削時間で加工を行っていたが、20MPa超高压クーラントを使用して、ステップなし加工では1minで加工工具の再研磨も従来は50個/本で再研磨を行っていたが、ステップなし加工では、150個/本で再研磨となる。おそらく、切りくず排出改善と刃先冷却効果が向上したのか、切りくずの焼け色に変化が現れた。写真3に加工工具を示す。

この結果については裏付け解析が必要になるが、十分な効果が企業利益になると考える。

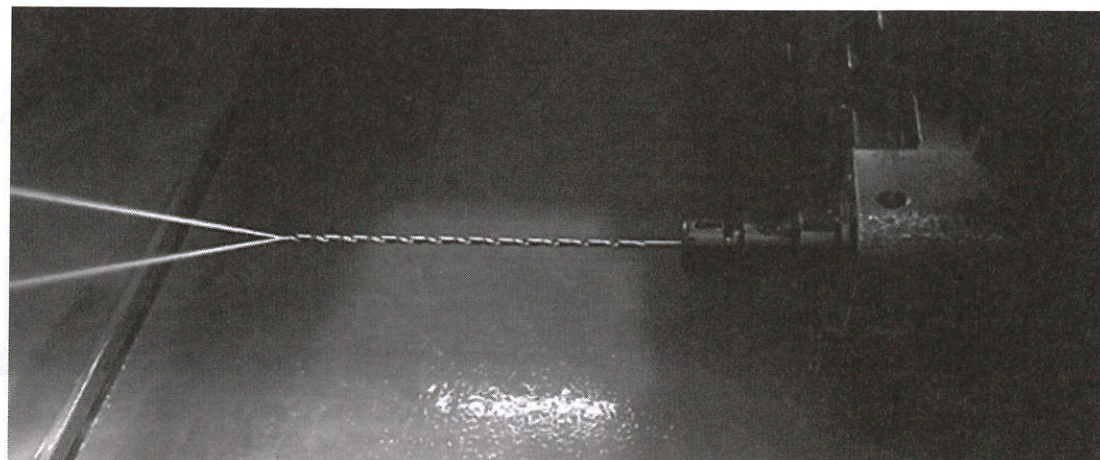


写真3 センタ・スルー・ドリル (OSG 提供)

超高压クーラント投資と効果

グローバル経済が進み、国内は多品種少量生産で、製造企業はさらなるコストダウンにさらされる一方、中国を含む東南アジアから為替と現地賃金上昇などで、コスト合わず、日本国内へリターンする企業も出ている。図2に加工コストの引き下げにおける検討方法の概念を示す。

そんな中、自動車産業も環境・安全対策と省エネ化が進み、新しい素材技術を採用した商品化が進んでいる。とくに産業影響度の高い自動車産業では燃費向上、省エネ・ダウンサイジングの技術が目立つ。また新素材技術で、独自に軽量化技術が進んでいる。そのため新素材への対応で、切削加工技術に大きな変化を必要としている。図3に、超高压クーラントに対応した工具を示す。

ここでは、「超高压クーラントの設備投資と効果」を説明するが、一般的に超高压クーラント設備の投資金額に対して、効果をどのような評価で行なうことが重要である。

ワークの付加価値

ここでの付加価値とは、売上高(商品単価)から原



図2 加工コストの費用対効果分析によるコスト引下げ

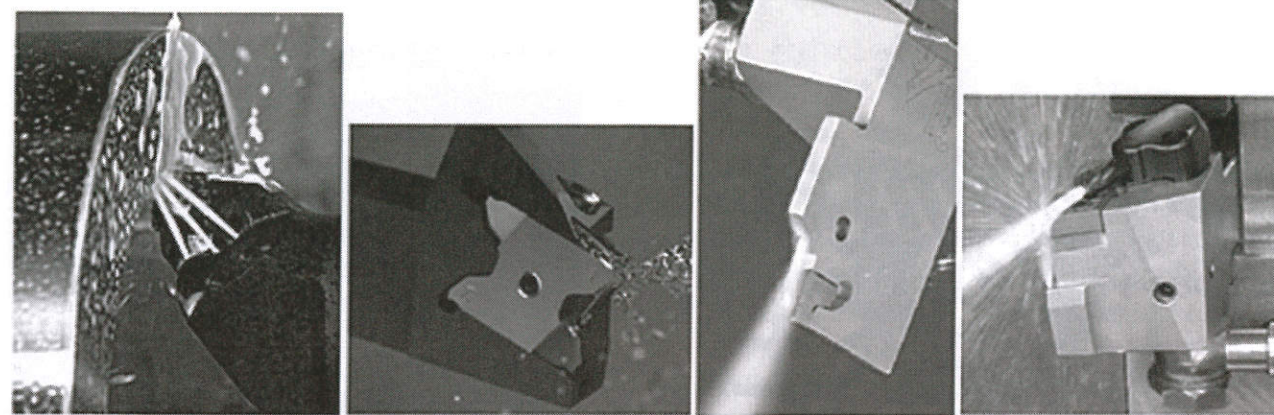


図3 超高压クーラント対応工具 (サンドビック セコ・ツール イスカル タンガロイ)

材料仕入れ、外注加工費などの「外部購入費用」を差し引いたものを付加価値とする。

付加価値 = (売上高) - [外部購入費用(仕入)]
付加価値を掛った時間で割ると、時間当たりの生産性が読める。また、
(付加価値) - (投資金額7年/2%の返済) - (ランニング費用) - (メンテナンス費用)を引けば、より正確な付加価値になる。

表1は、クーラント設備にまつわる費用である。クーラント本体、送水ポンプ、電気代、メンテナンスなどの費用を一覧にした。ほかに必要と考えられる費用は、超高压改造費用、切削剤冷却装置、ミスト処理器などが考えられる。

ここでかりに、表1の除外品である超高压改造費用200万円、冷却装置60万円、ミスト処理器45万円とした場合、305万円に超高压クーラント本体の270万円をプラスすると(305万円 + 270万円 = 合計575万円)を7年2%でみると、毎月≒7,3412万円の

表1 超高压クーラント設備費用とランニング費用

HPB・電気				
HPB/kW	55	HPB稼働率	70	%
H/日稼働	16	日/月稼働	21	日
日/稼働率	0.85	H/単価	20	h/円
				HP電気
				21,991
送水ポンプ電気 (HP1.1kW-従来0.75kW ≒ 0.35kW)				
kW	0.35	kW/日	100	%
H/日稼働	16	日/月稼働率	21	日
日/稼働率	0.85	H/単価	20	1,999
				ポンプ電気
				1,999
総経費				
HPB設備投資	2,700,000	7年2%	毎月经費	34472
HPB電気	20円/kW		毎月经費	21991
ポンプ電気	20円/kW		毎月经費	1999
メンテナンス	10万円/年	100,000	毎月经費	8333
			経費 円/月	66796

時間当たり 66,796円/月 ÷ 21日 ÷ 16時間 ≒ 199円/時間
除外費用 (高圧改造, 冷却装置, ミスト処理)

返済となる。

それにランニング費用を加算すると、10,9449万円/月、すなわち7年間には、時間当たり105,736 ÷ 21日 ÷ 16H ≒ 315円/H / 2シフト。これを1シフト8Hでは、≒630円/Hとなる(冷却装置とミスト処理機の電気ランニング費用は含まず)。かりに時間当たりの生産性(付加価値金額)が6000円の現場で、超高压クーラントを利用して30%の改良を行なうと、1800円/が得られ、1800円/Hから315円引くと≒1485円/Hの成果である。

これを月当たりになると≒49.8万円/月改善。1日に8H稼働では、1170円/H ≒ 19.7万円/月改善となる。

* * *

製造企業にとって、設備投資と効果は重要な経営要素である。投資を行ない付加価値と投資償却に固定費を考慮すると、どれだけの利益が得られるかがポイントになる。

実際は予測外の事象が発生して混乱をもたらすのが常である。単に投資効果は算出結果だけでなく、品質要素、出来高と段取り時間、切りくずの処理性などの予測効果が考えられる。

とくに最近では冒頭にも記載したが、新素材の採用で、差別化、環境、省エネダウンサイジング、軽量化などで航空機向け難削材、自動車用INCONEL、高張力鋼、そのほか低炭素鋼、プレス鋼、鍛造品などの切りくず処理性の悪い(巻きつき)材料から、刃先寿命が短くなる素材が多く使用されている。

また鍛造品で1/2以下の材料費にならない部品があるが、鍛造の材料表面硬化などで難削材に変質する。最近の工作機械と工具などの切削条件で、見直しも重要な要素になると考えている。