研 究

プランジ研削過程の研究 (第6報)*

—不平衡砥石による研削過程—

中 島 利 勝** 中 川 平 三 郎** 中 川 佳 式***

Fundamental Analysis of Plunge Grinding
Process (6th Report)
—Plunge Grinding Process with
Unbalanced Wheel—

Toshikatsu NAKAJIMA, Heisaburo NAKAGAWA
and Yoshinori NAKAGAWA

The geometrical accuracy in grinding is affected by various factors, and the geometrical accuracy generation process should first be made clear by analyzing the grinding process under the existence of each factor in order to improve grinding geometrical accuracy. From the above mentioned point of view, the grinding process with unbalanced wheel

has experimentally been analyzed to point it out that the runout is generated on the workpiece surface by the unbalance of wheel, and that the runout generation process is significantly affected by the revolution ratio of wheel to workpiece. The effects of grinding conditions upon the amplitude of runout on the workpiece surface have then been analyzed to make it clear that the runout becomes smaller with smaller unbalance of wheel, lower plunge speed and finer dressing.

Key words: plunge grinding process, unbalanced wheel, geometrical accuracy, runout, revolution ratio, plunge speed, dressing.

1. 緒 言

研削加工における形状精度は、砥石が有する要因（不平衡量、切れ味などの不均一性）、工作物が有する要因（硬さバース¹⁾、初期偏心量²⁾³⁾、支持剛性の変動⁴⁾、研削盤が有する要因—砥石軸の動特性、回転精度）などによって影響される。これらの要因は、いずれも砥石と工作物との干渉量を変動させ、砥石摩耗量、研削系の弾性変位量、切残し量および寸法生成量⁵⁾を変動させる結果として形状精度を劣化させる。従って、研削加工における形状精度を向上するためには、これらの各要因が存在する場合の研削過程を検討することによって、形状精度の劣化機構を明らかにしなければならない。

このような観点から、前報^{1)~4)}においては、工作物が有する要因による形状精度の劣化機構を検討した。本報告においては、砥石が有する要因のうちの不平衡量に着目してプランジ研削過程を実験的に検討し、砥石摩耗量、研削抵抗および寸法生成量の変化過程を解析することによって、研削砥石が不平衡量を有する場合の形状精度の劣化機構を明らかにするとともに、不平衡量による形状精度の劣化を最小限に抑えるための条件を明らかにする。

2. 実 験 方 法

研削加工においては、まず研削砥石の静的つりあいを検査、修正するのが普通である。しかし、この場合必ずしも砥石は動的につりあっていないこと、砥石の組織や研削液の砥石への浸透が一樣でない場合には使用中につりあいが破れ不平衡量が発生すること⁶⁾などのために、砥石が不平衡量を有する状態で研削が進行し、形状精度が劣化する場合がある。そこで故意に不平衡量を与えた研削砥石を用いて、円筒プランジ研削方式で研削実験を行い、砥石台移動量、工作物半径減少量、研削抵抗、砥石摩耗量、砥石と工作物の振幅および回転数の変化などを測定することによって、砥石の有する不平衡量が形状精度に及ぼす影響を検討した。この場合、不平衡砥石により工作物表面に形成される幾何学的偏心量は、砥石作用面の包絡線によって決定され⁷⁾、工作物と砥石との速度比が砥石振幅により決定されるある値よりも小さくなると砥石と工作物の相対変位よりも小さくなるが、本研究においては、この限界速度比よりも十分大きい範囲、すなわち幾何学的偏心量が砥石と工作物との相対変位に等しくなる条件で実験を行った。砥石に不平衡量を与えるに当たっては、まず砥石の静的つりあいを取り、その砥石が動的にもつりあっていることを確認してからドレッシングを施し、その後にバランスウェイトを移動させることによって与えた。砥石台移動量は電気マイクロメータで、工作物半径減少量および砥石と工作物の振幅は

* 原稿受付 昭和54年6月15日。昭和53年度精機学会秋季大会学術講演会（昭和53年10月3日）にて発表。

** 正 会 員 岡山大学工学部（岡山市津島中3-1-1）

*** 学生会員 岡山大学大学院

容量型またはうず電流型微小変位計で、砥石および工作物の回転数の変動はフォトセンサで、研削抵抗は主軸台静圧軸受部ポケット内の油圧変化を半導体圧力変換器で検出することによって測定した。また砥石摩耗量は砥石作用面を電気マイクロメータで直接測定することによって決定した。その他の研削条件は次のようである。

研削方式: 円筒プランジ研削

研削盤: 豊田工機(株)製万能研削試験機 RE-120 (砥石軸, 主軸ともに静圧軸受を装備, 借用機)

研削砥石: WA 80 L 7 V ($\phi 400 \times 50$ mm)

砥石不平衡量: $M = 48 \sim 380$ g·cm

工作物: S 45 C ($\phi 150 \times 30$ mm, $H_v = 203$)

砥石周速度: $V_s = 2765$ m/min

速度比: $K_v = V_w/V_s = 0.0195 \sim 0.0205$

半径比: $K_R = 0.375$

砥石軸系: 静剛性 $k_s = 2.148$ kg/ μ m, 固有振動数 $f_s = 262$ Hz

工作物軸系: 静剛性 $k_w = 1.451$ kg/ μ m, 固有振動数 $f_w = 308$ Hz

研削幅: $B = 30$ mm

研削液: ソリュブル型

ドレッシング: 切込み $10 \mu\text{m} \times$ 送り 0.1 mm/rev of G.W. $\sim$ 切込み $40 \mu\text{m} \times$ 送り 0.4 mm/rev of G.W.

3. 研削過程

図1は、砥石回転数 n_s と工作物回転数 n_w との比 $1/K_n = n_s/n_w$ が 18.5 付近の場合の研削背分力の 1 研削サイクル中での変化過程を示す。不平衡量 M を有する砥石で研削を行うと、背分力は砥石回転周期と等しい周期で変動するが、その上限を $P_m(t)$ 、下限を $P_n(t)$ とすると、過渡研削状態⁸⁾の初期においては、砥石作用面の振動と実砥石干渉量が小さいことに起因して砥石と工作物は干渉と非干渉とを繰返し、 $P_m(t)$ は研削時間 t とともに増加するが $P_n(t)$ はゼロのままである。その後研削時間とともに実砥石干渉量が増加すると砥石と工作物の干渉時間も増加していき、砥石と工作物が常に干渉している状態 ($t = t_0$) になる。この領域においては、 $P_n(t)$ も t とともに増加し始めるが、 $P_m(t)$ の増加の方が大きく、背分力の変動幅 $\Delta P(t) (= P_m(t) - P_n(t))$ はますます大きくなる。定常研削状態においては、 $P_m(t)$ と $P_n(t)$ は一定となり、従って背分力の変動幅も一定で、かつ最大となる。かつぎ量の解放によって進行するスパークアウト状態⁹⁾では、研削時間とともに $P_m(t)$ 、 $P_n(t)$ および $\Delta P(t)$ はいずれも減少していき、かつぎ量がある程度小さくなった時点 ($t = t_0'$) 以後において、再び砥石と工作

図1 研削背分力の変化過程 (1)

図2 寸法生成過程 (1)

物が干渉と非干渉を繰返す状態が存在するようになると $P_n(t)$ は再びゼロとなり、その後非干渉状態の時間が増加していくに従って $P_m(t)$ も小さくなるが、いくら長くスパークアウト研削を行っても $P_m(t)$ はゼロとはならずにある値に収束する⁸⁾。

図2は、図1と同じ研削条件下における寸法生成過程を示す。図中の $2a_{s0}$ は砥石が無負荷で回転している時の砥石振動の全振幅を、 $R_m(t)$ と $R_n(t)$ は寸法生成量⁹⁾をそれぞれ表している。しかし $R_m(t)$ と $R_n(t)$ は必ずしも工作物上の同一点の寸法生成量を表すものではなく、各々を示す位置は刻一刻変化している。不平衡量によって振動している砥石を工作物に対して切込んでいくと、砥石と工作物が干渉し始めてからある時間 t_e 後より工作物表面は部分的に研削され始めるが⁸⁾、砥石と工作物との干渉と非干渉の繰返しによって工作物表面には全く研削されない部分が存在する状態があり、従って研削の初期においては $R_m(t)$ は t_e 時間後より研削時間とともに増加するが、 $R_n(t)$ はゼロで変化しない。しかし砥石と工作物との回転数比の端数が 0.5 付近であるために、

図3 研削背分力の変化過程 (2)

工作物上で最も深く干渉する点は1回転前と現時点とでは位相が約 180° 異なり、従って砥石と工作物とが干渉と非干渉を繰返す領域、すなわち $t \leq t_0$ において $R_n(t)$ は増加し始める。その後かつぎ量の増加に伴って寸法生成は進行し、 $R_m(t)$ と $R_n(t)$ との差で与えられる偏心率 $e(t)$ も増加していく。定常状態になると $R_m(t)$ および $R_n(t)$ は相等しい一定速度で増加し、従って $e(t)$ は一定となる。スパークアウト状態に入るとかつぎ量の解放によって寸法生成は進行し $e(t)$ は減少していくが、スパークアウト研削を長く行っても偏心率は完全には除去されない。

図3は、定常研削状態における砥石と工作物との回転数比を19.0に設定した場合の研削背分力の変化過程である。すでに述べたように、過渡研削状態の初期においては、砥石と工作物は砥石1回転中に干渉と非干渉を繰返すために、 $P_m(t)$ のみ増加して $P_n(t)$ はゼロのままである。研削時間 t_0 以降は $P_n(t)$ も増加するが、背分力の変動幅 $\Delta P(t)$ は t_0 付近で最大値をとり、定常状態に近づくに従って減少していく。この場合 $P_m(t)$ と $P_n(t)$ は同時に定常になるのではなく、まず $P_m(t)$ が一定になり、次いで $P_n(t)$ が一定となる傾向にある。スパークアウト状態に入ると研削時間とともに $P_m(t)$ と $P_n(t)$ は共に減少するが、 $\Delta P(t)$ は最初増加し t_0' 付近で最大となり、 $P_n(t)$ は時間 t_0' でゼロとなる。

図4は、図3と同一研削条件下における寸法生成曲線を示す。図よりわかるように、 $R_m(t)$ はある時間 t_e から増加するが、 $R_n(t)$ は時間 $(t_0 + t_e)$ から増加し始める。このことは回転数比が整数に非常に近いため、工作物円周上に n_s/n_w (整数) 個だけ現れる最も研削された点は、工作物1回転前と現時点とで位相差がなく、従って工作物上には全く研削されない部分が時間 t_0 まで存在することを意味している。その結果、工作物上に形成される

図4 寸法生成過程 (2)

図5 砥石摩耗形状

偏心率は研削の初期から大きくなる。定常状態になると $R_m(t)$ と $R_n(t)$ は相等しい一定速度で増加し、偏心率 $e(t)$ も一定となる。スパークアウト状態になると $R_m(t)$ および $R_n(t)$ は増加し、 $e(t)$ は減少するが、その減少速度は小さく、回転数比が18.5付近と比較して、同じ形状精度を得るにはより長いスパークアウト研削が必要となる。

図5は、定常状態での砥石と工作物との回転数比が18.5と19.0付近の場合の研削量 $470 \text{ mm}^3/\text{mm}$ における砥石摩耗を表す。図において点Mは静的に最も重い点、点Nは最も軽い点を表し、工作物からみて点 a_m は砥石が最も前進し、点 a_n は最も後退する位置を表し、 $\angle MO_s a_m$ と $\angle NO_s a_n$ は約 26° である。図よりわかるように回転数比が18.5の場合には、砥石は全円周で摩耗

図6 工作物上に形成される偏心量の変化過程(1)

しているが、摩耗量は砥石作用面円周上で異なり、点 a_m より少し遅れた位置で最も摩耗し点 a_n より少し遅れた位置の摩耗が最も少ない。すなわち定常研削状態においては、砥石が振動していても砥石は工作物と常に干渉している状態で研削が進行しているが、砥石円周上における摩耗量の差は砥石と工作物の振動振幅および工作物表面上に形成された偏心によって決定される実砥石干渉量の砥石円周上における差によって発生すると考えられる。回転数比が 19.0 の場合には、砥石は真円を保ちながら摩耗しており、工作物表面に形成される偏心量が大きいにもかかわらず、定常研削状態における実砥石干渉量に変動はなく、砥石作用面全円周で金属除去が均一に行われていることを示していると考えられる。

4. 偏心形成過程

図6は、回転数比が 18.5 付近の場合の 1 研削サイクル中の砥石全振幅 $2a_s(t)$ 、工作物全振幅 $2a_w(t)$ 、偏心量 $e(t)$ および回転数比 $1/K_n(t)$ の変化過程を示す。 $2a_s(t)$ と $1/K_n(t)$ は過渡状態において研削が進行するに従って減少し、定常状態で一定となり、スパークアウト状態で再び増加するが、スパークアウトを長く行っても無負荷運転時の全振幅や回転数比には等しくならない。 $2a_w(t)$ は砥石と工作物との干渉開始点より、また $e(t)$ はプランク研削時間 t_e 後から研削時間とともに増加し、定常状態で一定となり、スパークアウト状態では減少するが、スパークアウト研削を長時間行っても偏心量を完全に除去することはできない。このような回転数比では、1 研削サイクルを通じて形成される偏心量は砥石の全振幅よりもかなり小さく、スパークアウトを十分行えば形状精度の劣化はある程度抑え得る。

図7は、回転数比が定常状態で 18.48 の時の砥石と工作物の振動挙動および工作物表面に形成される偏心を示

図7 砥石1回転中の振動挙動と寸法生成量(1)

す。 $-1R_m$ 、 $-1R_n$ は工作物 1 回転前に最も多く削られた所と少ししか削られなかった所を示す。不平衡量によって砥石の最も重い点から位相角 $\beta = 26^\circ$ 遅れて砥石は最も振れ、さらにその点より $\alpha = 12.6^\circ$ 遅れて工作物の振幅は最も大きくなる。工作物表面上の最も高い点は、1 回転前と現時点とで $\gamma = 173^\circ$ の位相を有し、寸法生成量は工作物表面の位置によって a_n から a_m まで大きく異なっている。また前述したように、砥石 1 回転中に最も多く研削されている位置 $R_m(t)$ は工作物表面上で定位置とならず研削時間とともに変化する。また形成される偏心量が砥石振幅と工作物振幅との差よりもかなり小さくなるのは、切残し量が存在するために実砥石干渉量と寸法生成量が異なり、切残し量は実砥石干渉量が大い程度大きくなるためであると考えられる。

図8は、回転数比が 19.0 付近の場合の砥石全振幅 $2a_s(t)$ 、工作物全振幅 $2a_w(t)$ 、回転数比 $1/K_n(t)$ および偏心量 $e(t)$ の変化過程を示す。回転数比の変化は図6と同じであるが、過渡状態で $2a_s(t)$ は一度小さくなって増加をし、 $2a_w(t)$ は増加して減少しており、 $e(t)$ は非常に大きくなっていく。定常状態では、 $2a_s(t)$ は無負荷運転時の振幅 $2a_{s0}$ に近い値で一定となり、工作物はほとんど振動しなくなるにもかかわらず偏心量は最大となる。スパークアウト状態では、 $2a_s(t)$ と $2a_w(t)$ とは再び極小あるいは極大を示し研削前の値に漸近し、 $e(t)$ も減少していく。

図9は、定常状態での回転数比が 19.005 の時の砥石

図8 工作物上に形成される偏心量の変化過程 (2)

図9 砥石1回転中の振動挙動と寸法生成量 (2)

と工作物の振動挙動および偏心量を示す。この場合、不平衡量が同じでも砥石の振幅は18.48の場合より大きくなり、逆に工作物はほとんど振れない。また砥石と工作物の最大振幅が現れる位置の位相差は $\alpha = -40^\circ$ 位になる。砥石1回転中の寸法生成量は余り変化せず、その結果として工作物の振動および背分力の変動が小さく、実砥石干渉量の差も小さくなっていると考えられる。

以上より、回転数比によって砥石と工作物の振動挙動は著しく異なり、工作物表面に形成される偏心量は回転数比が整数付近で非常に大きくなり形状精度も劣化させる。またスパークアウト研削を行っても、回転数比が変化せずに整数のままであると形成された偏心量は全く除

図10 偏心量に及ぼす回転数比の影響

去されないと考えられ、回転数比が整数でなくとも有理数になると、この比に対応した偏心量が最終的に残ることになる。しかし、実際には研削サイクルを通じて研削主分力は変化し、従って回転数比も若干ではあるが変化する。この変化に起因して工作物が数回転する間に工作物表面に形成された凹凸がずれていき、回転数比が定常研削状態で整数でも偏心量は研削時間とともに減少すると思われる。従って、回転数比は無理数かその端数が0.5付近で、かつ研削サイクル中に整数に近づかない範囲で変化させるように設定すべきである。

5. 偏心量に及ぼす研削条件の影響

図10は、定常研削状態における回転数比 $1/K_n(t_s)$ を変化させた場合の砥石全振幅 $2a_s(t_s)$ 、工作物全振幅 $2a_w(t_s)$ および偏心量 $e(t_s)$ の変化を示す。 $1/K_n(t_s)$ が18.5付近においては、 $2a_s(t_s)$ と $e(t_s)$ は極小、 $2a_w(t_s)$ は極大となり砥石の振幅に対して形成される偏心量はかなり小さい。これに対して、19.0付近では $2a_w(t_s)$ は小さくなり、 $2a_s(t_s)$ と $e(t_s)$ は大きくなって空転時の砥石全振幅 $2a_{s0}$ にほぼ等しくなる。不平衡量が同じでも回転数比が変化するだけで工作物に形成される偏心量には数倍の差異がみられ、工作物の振動が小さくなる程偏心量は大きい。

図11は、回転数比 $1/K_n(t_s)$ を変化させた場合の砥石振動と工作物振動との位相差を示す。回転数比の端数が大きくなるに従って位相差も大きくなるが、整数比に近づくと急激な変化をし、整数比より少し大きいところでは工作物の振動が砥石の振動に先行することになり、整数比のところで不連続になっている。このことは、工作物の振動が砥石との干渉量の変動によって誘起されるために、工作物1回転前に形成された偏心量と砥石振動との位相差に影響されていると考えられる。

図12, 13, 14は、不平衡量 M 、プランジ速度 v_p および

図 11 砥石振動と工作物振動の位相差に及ぼす回転数比の影響

ドレッシング条件を変化させた時の定常研削状態における砥石全振幅 $2a_s(t_s)$, 工作物全振幅 $2a_w(t_s)$ および偏心量 $e(t_s)$ を示す。図 12 において, 無負荷運転時の砥石全振幅 $2a_{s0}$ と M とは比例関係にあるが, $2a_s(t_s)$, $2a_w(t_s)$ および $e(t_s)$ は M がある限界値までは比例関係を保ち, それより大きい M に対しては比例しない。この不平衡量の限界値はプランジ速度によっても変化をし, 速度が小さくなる程小さくなる。すなわち M が大きくてプランジ速度が小さいと, 砥石と工作物は砥石 1 回転中に干渉しない状態が存在するために, $2a_s(t_s)$, $2a_w(t_s)$ および $e(t_s)$ の変化は常に干渉している研削の場合とは異なる。従って図中で限界値より大きい範囲は完全に干渉している状態から部分干渉への遷移域であるために M とは比例しなくなるものと考えられる。図 13 において, プランジ速度を変化させた場合には, v_p の増加に従って $2a_s(t_s)$ は小さく, $2a_w(t_s)$ と $e(t_s)$ は大きくなるが, v_p が大きくなると各々の変化はゆるやかになる。図中の $(v_p)_c$ は, 砥石と工作物が完全に干渉するための最小プランジ速度を示す。図 14 においては, 粗いドレッシングを施す程 $2a_s(t_s)$ は多少増加し, $2a_w(t_s)$ は減少するために $e(t_s)$ は大きくなる。

以上より, 定常研削状態においては, 砥石の振幅が大きくなる程, また工作物の振幅が小さくなる程工作物に形成される偏心量は大きくなり形状精度を劣化させる傾向にある。すなわち偏心量を減少させるためには不平衡量を小さくする必要があるが, その他として回転数比の端数は 0.5 付近とし, ドレッシングは細かく, かつプランジ速度は小さい程良いと考えられる。

6. 結 言

砥石が不平衡量を有する場合の研削過程を実験的に解析することによって偏心形成過程を明らかにするとともに, それに及ぼす研削条件の影響を検討し, 砥石不平衡

図 12 偏心量に及ぼす不平衡量の影響

図 13 偏心量に及ぼすプランジ速度の影響

図 14 偏心量に及ぼすドレッシングの影響

量による形状精度の劣化を制御するための条件を明らかにした。主な結論は次のようである。

- (1) 不平衡量を有する砥石で研削を行った場合, 工作物表面には偏心量が形成され, 形状精度は劣化する。
- (2) 不平衡砥石による研削過程すなわち研削背分力, 寸法生成量, 砥石摩耗などは砥石と工作物との回転数比によって影響され, 従って偏心形成過程は回転数比の影響を受ける。すなわち回転数比の端数が 0.5 付近の場合には, 偏心量は過渡状態で形成され,

定常状態で一定となり、スパークアウト状態で減少するが、偏心量の大きさは砥石の振幅と比較してかなり小さい。回転数比が整数付近の場合には、偏心量は著しく大きくなり、その大きさは空転時の砥石全振幅に近づくので研削精度はより劣化する。

- (3) 摩耗による砥石作用面形状の変化も回転数比によって異なり、回転数比の端数が0.5付近の場合は偏摩耗をし、整数付近の場合は一様に摩耗をし、砥石は真円を保つ。
- (4) 定常研削状態における偏心量は、砥石の不均衡量、プランジ速度が小さい程、また細かいドレッシングを施す程小さくなり形状精度は向上する。

本研究の一部は文部省科学研究費補助金によって行われたことを付記する。

参 考 文 献

- 1) 中島利勝, 中川平三郎: プランジ研削過程の研究 (第4報), 精密機械, **43**, 6 (1977) 696.
- 2) 中島利勝, 中川平三郎: プランジ研削過程の研究 (第2報), 精密機械, **42**, 4 (1976) 292.
- 3) 中島利勝, 中川平三郎: プランジ研削過程の研究 (第3報), 精密機械, **42**, 7 (1976) 686.
- 4) 中島利勝, 中川平三郎, 露峯 登: プランジ研削過程の研究 (第5報), 精密機械, **43**, 9 (1977) 1088.
- 5) 中島利勝, 岡村健二郎, 木下輝一: 研削の過渡特性 (第3報), 精密機械, **40**, 3 (1974) 256.
- 6) 稲崎一郎, 米津 栄: 研削仕上におよぼす振動の影響, 日本機械学会論文集, **34**, 263 (1968) 1328.
- 7) 塩崎 進, 福田理一: 砥石軸の振動により生じる研削仕上面のうねりについて, 日本機械学会講演前刷集, 108 (1964) 75.
- 8) 中島利勝: プランジ研削過程の研究 (第1報), 精密機械, **41**, 11 (1975) 1066.

情 報

航空宇宙産業用加工技術の動向

通産省機械情報産業局長の諮問機関である技術先端産業用加工技術動向調査委員会はこのほど、航空機宇宙産業用加工技術動向調査ワーキンググループの中間報告として「航空宇宙産業用加工技術の動向」をまとめた。

それによると、航空機、原子力などの先端産業を確立するには、まずその基礎となる加工、素材技術の高度化が不可欠の前提であるとし、わが国航空機工業の発展のために必要な工作機械、工具を中心とした加工技術、機器の現状、問題点を指摘したものである。

同報告によると、航空機産業における現状と問題として、第一に加工対象を機体関係とエンジン関係に的をしぼるべきだとしている。航空機の製作において考慮すべき点は、① 開発期間の短縮、② 部品の軽量化、③ 品質の確保、④ 生産性の向上の4点である。

開発期間の短縮は現在、NC工作機が有効に働いている。風洞試験モデルのNC加工、設計図の自動作画、治工具の点数減少と組立治工具の加工、部品加工などにNC工作機が十分活用される。

部品の軽量化は常に要求され、設計通りに部品を加工しなければならない。したがって1個の部品には複雑な形状の上に穴あき、テーパ部、切欠きなどの加工が要求される。さらにリベットなどによる組立構造では重量の

軽減にはならないので、大型の一体構造とし薄肉加工が要求される。この一体削り出しの構造は翼の外板、胴体の外板の内側加工、大型フレーム加工などがその例である。さらに将来、複合材料の使用が増加すると複合材料に特有な加工が要求されよう。

品質の確保は薄肉軽量化の一体構造になればなるほど重要な問題となる。大型部品の加工といっても大きな部品は10mもの長さになるし、フレームについても直径数mのものもある。この大きな部品を0.1~0.5mmの精度で加工することは数cmの部品を0.001mmの精度で加工するより困難な場合が多い。このためにもNC工作機の精度向上が要求される。

生産性の向上には多くの難問が含まれる。一体軽量化構造に伴い、薄い部品に多くの曲面が含まれる。アルミ合金のみならず、最近ではチタン合金も採用されるようになると、精密加工の上に難削材の加工という二重、三重の加工要求が工作機に課せられる。特にNC工作機の役割は大きい。5軸同時制御の大型マシニングセンタの活躍する領域が多くなりつつある。

このほか、同報告では、機体部品の加工上の要求項目や工作機の現有技術の改良課題、対策テーマなどを指摘している。

(服部 敏夫)