

磁気ディスクアルミニウム基板加工用弗素樹脂多孔質真空チャックの開発

——第1報 チャックとしての基礎特性——

Application of Sintered Fluororesin to a Vacuum Chuck for Diamond Turning of Aluminum Discs

——1st Report, Basic Features for Vacuum Chucks——

谷 泰弘*・大島孝郎**・佐藤壽芳***・上村康幸***

Yasuhiro TANI, Takao OHSHIMA, Hisayoshi SATO and Yasuyuki KAMIMURA

1. はじめに

磁気ディスクアルミニウム基板の表面粗さやうねりは、浮動スライダの浮上特性を劣化させ、媒体雑音の上昇や出力電圧の変動、信号エラーの発生の原因となる。このため、ダイヤモンド切削あるいは研磨により現在行われている基板のディスク面加工において、加工精度に対する仕様が厳しいものになるにつれ、制御性の高い切削加工の比重が増してきている。しかも、磁気ディスクの記録密度が高くなるにつれ、浮動スライダの安定走行すべき浮上量は減少しており、これに伴い基板に要求される表面粗さやうねりもさらに高精度化してきている。したがって、超精密切削により達成しなければならない加工精度はますます高いものとなり、これに伴い加工形態についての検討をはじめ、加工精度に影響を与える加工機械の機械要素の高精度化および見直しが進められている。

磁気ディスク基板の切削加工時にアルミニウム基板を保持するために現在使用されているのが、ウレタン樹脂の同心円状の溝付き真空チャックである¹⁾。この素材は摩擦係数が高く減衰能に優れており、スライダの浮動安定性に影響を与えるTIRおよびACCの優れたディスク面を加工することができるが、切削油として使用される白灯油等により膨潤する性質があり、それがうねりや真直度等の加工物の形状精度の劣化の原因となるため問題となっている。また、溝による吸着は支持剛性の不均一につながり、加工面のうねりの原因となる²⁾。小径で薄肉の磁気ディスク基板の市場が拡大している昨今では、この吸着溝の影響は無視できなくなりつつある。

支持剛性を均一化するためには、チャックとして多孔質体を使用すればよい³⁾。多孔質体にはセラミック焼結体、焼結金属、プラスチック多孔質体があるが、吸着面の平面度管理や加工物であるアルミニウム素材へのダ

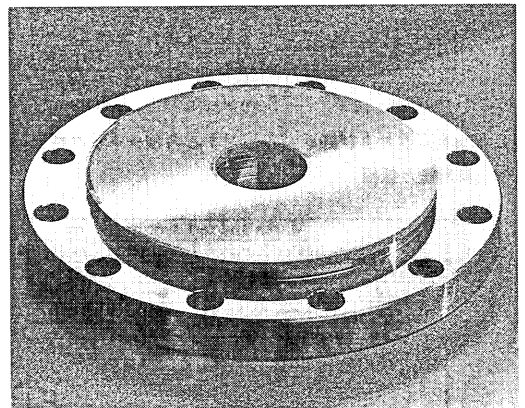


図1 弗素樹脂焼結体の真空チャックの外観

メージ(押し傷等)の抑制の点から、チャック素材としてはアルミニウムよりも軟らかいプラスチックに限られる。プラスチック多孔質体には焼結により製造されたもの^{3),4)}と発泡により製造されたものがあるが、真空吸引に必要な連続気孔を得るには焼結によるもののほうが制御性に優れている。

以上のような観点から、筆者らはプラスチック焼結体を利用し、磁気ディスクアルミニウム基板切削用真空チャックを開発することにした。本論文では、図1に示される開発したプラスチック多孔質真空チャックのチャックとして求められる基礎特性について検討を行った。

2. プラスチック多孔質真空チャックの物理的特性

上記のような観点から、筆者らは焼結技術が確立していたナイロン樹脂製の多孔質真空チャックをまず製作し、その真空チャックとしての特性の評価を行った⁵⁾。吸着保持性能やこれを使用したテスト加工時の加工物の形状精度としては好ましいものが得られたが、長時間にわたる使用に際しては加工物の形状精度の劣化が生じた。

この原因を調査するために、ランニングテストにおけ

*東京大学生産技術研究所 付属先端技術開発研究センター

**日興リカ㈱

***東京大学生産技術研究所 第2部

研 究 速 報

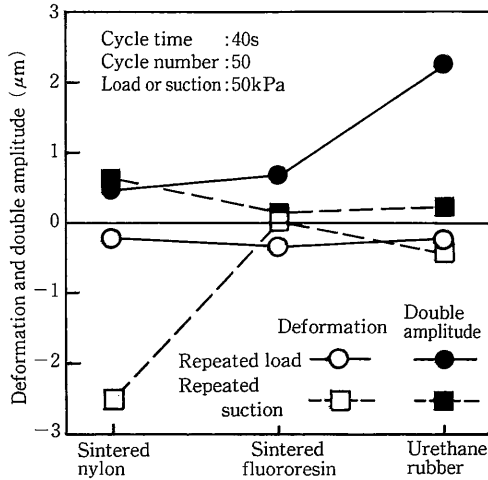


図2 繰返荷重および繰返減圧に対する各種チャック材料の変形量と振幅

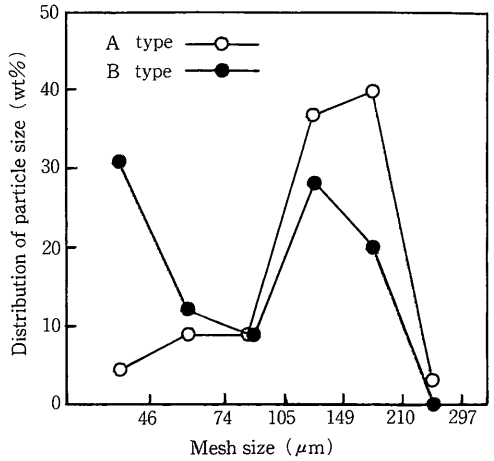


図4 弗素樹脂粉末の粒度分布

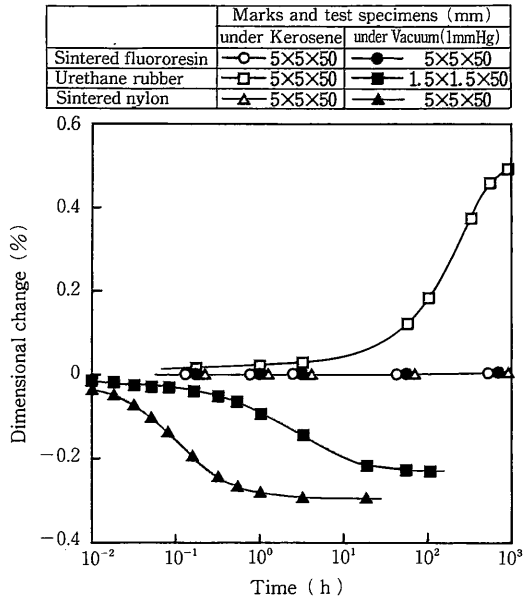


図3 ケロシン浸漬時と真空吸引時の寸法変化

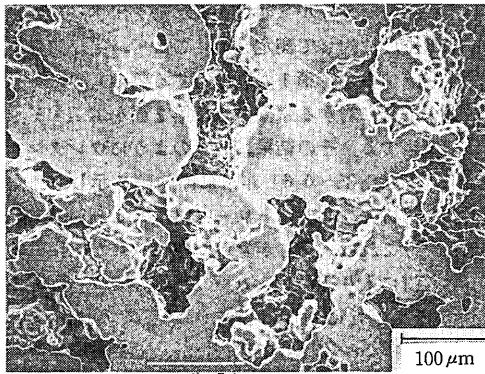
るチャックの使用状態を模擬し、無負荷状態と50kPaの負荷の状態を40秒の周期で50回繰り返したとき、および大気圧に開放した状態と-50kPaの真空吸引状態を40秒の周期で50回繰り返したときの、クリープによる総変形量と繰返荷重による寸法変化の両振幅を調査した。ここで、総変形量は試験前と試験後の厚み方向の寸法変化の差を、両振幅は負荷時と無負荷時の厚みの差を意味している。

その結果、図2のようにナイロン樹脂多孔質体は繰返

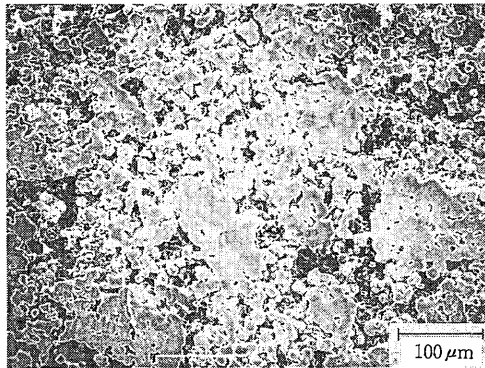
減圧に対して2μm以上の大きな変形量を示した。これは真空減圧によりナイロン樹脂に含まれていた水分が抜けて縮んだためであり、これが形状精度の劣化の原因であることが判明した。一方、ウレタン樹脂は繰返荷重に対して変形量は1μm以下の小さな値を示したが、ヤング率が小さく繰返荷重に対する両振幅が2μm以上の大きいものとなった。この結果は、使用状態で真空圧のわずかな変化に対して実切込み量に誤差を生じることを示している。

したがって、プラスチックの素材としては吸湿性が小さく耐薬品性が優れているものが使用時におけるチャックの形状変化が小さく好ましいと言える。図3は、ケロシンに浸漬した状態と1mmHgの真空状態に置いたときの、ナイロン樹脂焼結体、ウレタン樹脂注射体、弗素樹脂焼結体の寸法変化を示している。同図からも、ナイロン樹脂焼結体やウレタン樹脂注射体では膨潤したり樹脂に含まれていた液体分が失われることにより、大きな寸法変化を生じることがわかる。これらに比較して、弗素樹脂焼結体は図3の結果よりわかるように、真空吸引時の変形がほとんどなく、また種々の液体により膨潤しない耐薬品性にも優れた素材である。

そこで、弗素樹脂として、図4に示される2種類の粒度分布を持つ三弗化塩化エチレン樹脂粉末を焼結することにより、A系統焼結体とB系統焼結体を用意した。その焼結体をノーズ半径0.1mmのダイヤモンドRバイトで切削した面の状態が、図5である。図5の切断面の状態からこの素材が被削性に優れていることが伺える。また、この図より、ほぼ同一の気孔率にもかかわらず、A系統焼結体の気孔径はB系統焼結体よりも大きくなっていることがわかる。



A type
Porosity : 41.8%



B type
Porosity : 44.9%

図 5 弗素樹脂焼結体の切剖面

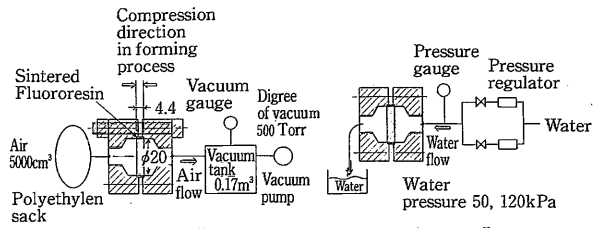
気孔の平均直径を求めるために、図 6 上図に示されるような通気性および通水性の測定実験を行った。気孔の平均直径 D は、

$$D = \sqrt{\frac{32Qt\eta}{A\Delta P\varepsilon}}$$

で求められる。ここで、

- Q : 流体の流量 (cm³/s), t : 多孔質体の厚み (cm),
- η : 流体の粘度 (g/cm·s), A : 多孔質体の断面積 (cm²),
- ΔP : 圧力降下 (g/cm·s²), ε : 多孔質体の気孔率

である。実験の結果求められた平均直径を図示したのが、図 6 である。図 6 に示されるように、通気性や通水性は A 系焼結体が B 系焼結体に比較してはるかに勝っていた。A 系焼結体、B 系焼結体共気孔率が増加するとともに気孔の平均直径が増大しているが、その傾向は A 系焼結体の方が顕著である。計算された気孔径は、通気性実験の方が通水性実験よりもわずかに大きくなっているが、気孔率に対して同一の傾向を示している。また、図 5 で観察された気孔の大きさは図 6 の結果とよく一致している。



Test of air flow Test of water flow

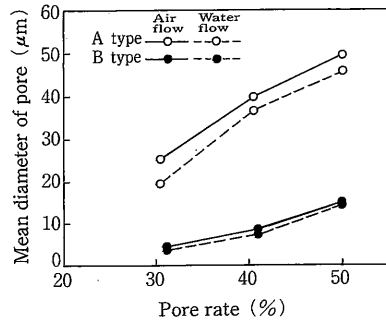


図 6 弗素樹脂焼結体の気孔の平均直径

気孔率41.8%の弗素樹脂A系焼結体に対して繰返減圧および繰返荷重に対する総変形量および両振幅を測定した結果、図 2 に示されるように、この多孔質体は両振幅および変形量とも小さい好ましい結果を示した。

以上のようにこの弗素樹脂は耐薬品性が優れているが、かえってそのために金属との接着で強度が出ないことで知られている。しかし、弗素樹脂の多孔質体では、接着時に接着剤が気孔に入り込み、アンカー効果により十分な接着強度を得ることが期待できる。そこで、弗素樹脂多孔質体の気孔率による接着強度の変化を調べてみた。

図 7 上図に示されるように弗素樹脂の焼結体をアルミニウム棒にエポキシ系接着剤で接着した試験片を製作し、引張試験を行った。その結果、図 7 に示されるように、接着強度は A 系焼結体では気孔率50%前後に極大値を持ち、その値より気孔率が減少するとともに接着強度が低下する傾向を示した。これに対して、B 系焼結体では気孔率40%前後で接着強度が極大値を持つことが判明した。いずれの場合も、極大値の右側では接着面で破壊を起こす前に焼結体自身が破壊しており、この場合の図 7 の接着強度の値は焼結体自身の引張強度となっていた。参考のため、同図に図 7 上図に示される引張試験片を用いて測定した焼結体の引張強度を示す。したがって、接着強度自体は気孔率が大きくなるほど高くなるが、焼結体の引張強度は逆に気孔率の増大とともに低下し、接着強度が引張強度と等しくなる値が事実上接着強度の極大値となることが判明した。また、ここで得られた接着強度は 6 ~ 8 MPa と真空圧 1 atm (0.1MPa) に対して十分大き

研究速報

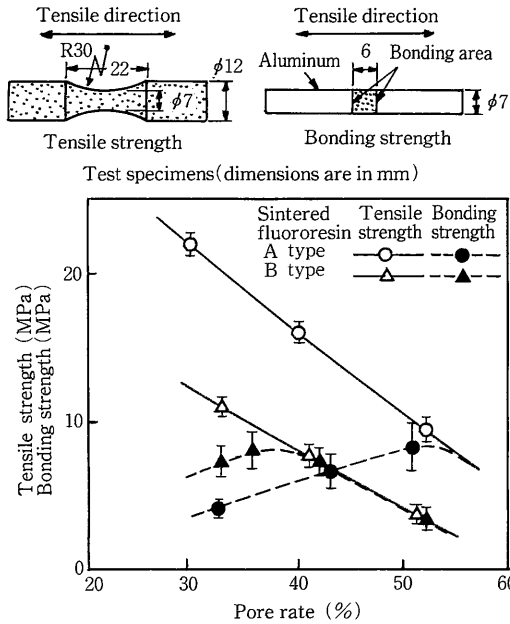


図7 弗素樹脂焼結体の引張強度と接着強度

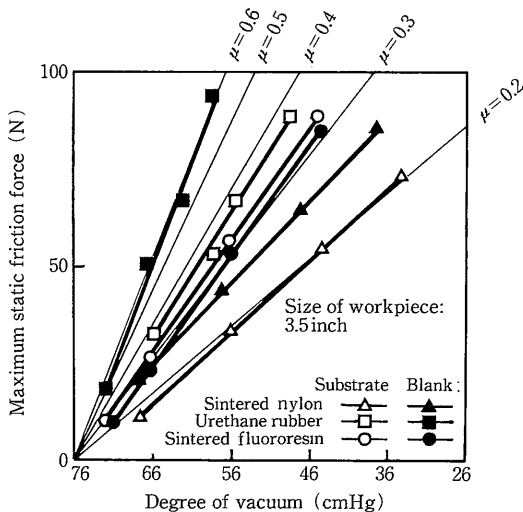


図8 真空吸引時の静摩擦係数

な値であり、チャック使用時に問題となることはない。

弗素樹脂は一般に摺動部に使用されているように、摩擦係数が低いことでも知られている。チャック素材として加工物を保持する点からは、摩擦係数の高いほうが好ましい。そこで、真空吸引時の摩擦係数を調べてみた。3.5インチの圧延打抜き後のブランク材と切削仕上げ後のサブストレート材について横方向に徐々に力を増加さ

せ、真空吸着させたアルミニウム板が動き出す最大静摩擦力を各真空度に対して測定した。ここで、ブランク材に対する摩擦係数は、第1面を加工する際のもので、サブストレート材に対する摩擦係数は第2面を加工する際のものに相当する。その結果、図8のようにウレタン樹脂の摩擦係数は0.35~0.6と非常に高い値を示した。また、ブランク材は、サブストレート材よりも高い摩擦係数を示した。これは、粗さが悪いために軟らかい素材の一部が吸着溝に入り込むアンカー効果が強く働いたためと思われる。これに対し、ナイロン樹脂多孔質体は0.2~0.3の低い静摩擦係数を示したが、弗素樹脂多孔質体は0.3~0.4の比較的高い値を示した。また、弗素樹脂多孔質体を使用した場合には、ブランク材とサブストレート材で両方とも0.3近傍のほとんど差のない値を示した。これは吸着面での気孔が散在しているために、吸着面の粗さが影響しなかったためと考えられる。弗素樹脂多孔質体を使用した場合の最大摩擦力は46cmHgの真空度に対して約85Nの値を示し、ダイヤモンド切削に対して十分な値となった。

3. おわりに

磁気ディスクアルミニウム基板の切削加工時の形状精度を向上させるために、プラスチック多孔質真空チャックを開発し、本報ではその基礎特性について検討を行った。その結果、

- (1) 弗素樹脂の多孔質体は繰返荷重や繰返減圧に対して、振幅と変形量の少ない好ましい結果を示した。
- (2) 焼結粒子の粒度を変えることで、大幅に気孔径が異なる弗素樹脂の多孔質体を製作することができた。また、気孔径は気孔率とともに増大する。
- (3) 弗素樹脂の多孔質体はダイヤモンドバイトによる加工において非常によい被削性を示した。
- (4) 弗素樹脂の多孔質体の真空吸引時の摩擦係数は、0.3~0.4の十分高い値を示した。

最後に、本研究の遂行にあたり、本所第2部池野順一助手からは貴重な討論を頂いた。記して、深謝申し上げます。なお、本研究の一部は、平成2年度文部省科学研究費総合研究(A)02302040の援助を得て行われた。

(1991年6月21日受理)

参考文献

- 1) 和田, 精密機械, 48-11 (昭57), 1421.
- 2) 小池, 光学技術コンタクト, 24-2 (昭51), 128.
- 3) 中谷・杉山, 金属, 40-9 (昭45), 79.
- 4) 中谷, 金属, 43-5 (昭48), 68.
- 5) 谷・池野・佐藤・冷水, 生産研究, 39-6 (昭62), 953.