

金属成形金型用機能性表面被覆処理に関する研究（第4報）

金型用潤滑性皮膜の作製に関する研究
細野幸太、佐藤丈士

Effect of Physical Surface Treatment to Forming Properties for Press Molding Die (IV) Research on the Formation of the Film of Solid Lubricant for Press Molding Die

Kota Hosono and Joji Sato

固体潤滑剤である六方晶窒化ホウ素 (h-BN) とハイス鋼粉末を用いてパルス通電焼結装置による深絞り金型への皮膜化について検討したところ、複合皮膜 (1mm 程度) が形成できた。この金型を用いて無潤滑での深絞り成形及び摩擦摩耗試験を試みたところ、皮膜なしの金型よりも耐かじり性、耐摩耗性が向上することがわかった。

1. はじめに

近年、プレス成形における各種金属部品の成形条件は高機能化や低コスト化のニーズを満たすために、ますます厳しくなり、金型への負担は増大している。そこで問題となるのが焼付きやかじり等があり、焼付きやかじりを低減するために種々の潤滑油が使用されている。しかし、対環境性の観点から潤滑油の低減さらには無潤滑での成形が求められている¹⁾。また金型の耐久性を向上させるために窒化、浸炭、PVD 法、CVD 法などの表面処理が施されている²⁾。

そこで本研究では耐久性と潤滑効果を兼ね備えた皮膜作製を目的に、固体潤滑剤である六方晶窒化ホウ素 (hexagonal Boron Nitride, 以下 h-BN) とハイス鋼の複合粉末を用いて、パルス通電焼結法 (以下 SPS) による深絞り金型への皮膜形成について検討した。また作製した深絞り金型で成形を行い、被成形体のかじり性ならびに摩擦摩耗特性を調べた。

2. 実験

2. 1 原料粉末調整

金属粉末として粉末粒径 $20\mu\text{m}$ のハイス鋼 (SKH57) と潤滑効果が期待できる粉末として平均粒径 $10\mu\text{m}$ の昭和電工 (株) 製 h-BN を使用した。粉末の複合粉碎および混合には遊星ボールミルによるメカニカルアロイイング法を適用した。全容量が 500cm^3 のステンレス製 (SUS304) ミリング容器に、 $\phi 10\text{mm}$ の部分安定化ジルコニア (YTZ) 製ボールを使用した。複合粉末 20g と 250g の YTZ を投入し、大気中で 400rpm、18ks でミリングを行った。得られた複合粉末はふるいにより、 $-25\mu\text{m}$ に調整した。

2. 2 皮膜化方法

皮膜する金型は $\phi 30\text{mm}$ 、高さ 10mm のダイス鋼 (SKD11) を使用した。2.1 で得られた複合粉末と金型をグラファイト製の型に充填し、SPS シンテックス (株) 製放電プラズマ焼結装置 (SPS-1050) にセットし、

大電流を通じることによる内部加熱と加圧力を利用して皮膜作製を試みた (図 1)。炉内の真空度は 8~10Pa、23MPa の 1 軸加圧、焼結温度は 1293K、焼結時間は 5 分とした。

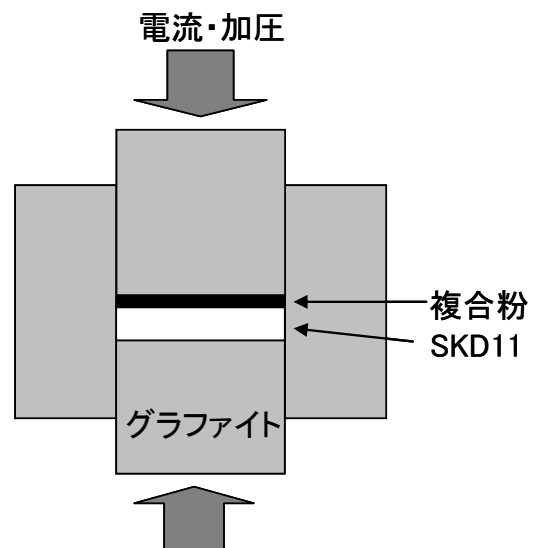


図1 パルス通電焼結装置の概略

2. 3 深絞り成形

$\phi 30\text{mm}$ 、板厚 0.5mm のオーステナイトステンレス鋼 (SUS304) を用いて無潤滑での深絞り成形実験を行った (図 2)。ダイス肩半径は、板厚の 6 倍にあたる 3mm とした。また、パンチ直径 15mm、パンチ速度 0.3mm/s、しわ押さえ力 4kN とした。なお金型のロックウェル硬さは HRC62 である。

2. 4 摩擦摩耗試験

得られた皮膜体を鏡面まで研磨した後、摩擦摩耗特性評価を試みた。摩擦摩耗特性評価には (株) レスカ製ボールオンディスク型摩擦摩耗試験機 (FPR-2100) を使用した。ボールはアルミナを用い、大気中常温、荷重 70g、周速 10cm/s、摩擦距離は 100m とした。

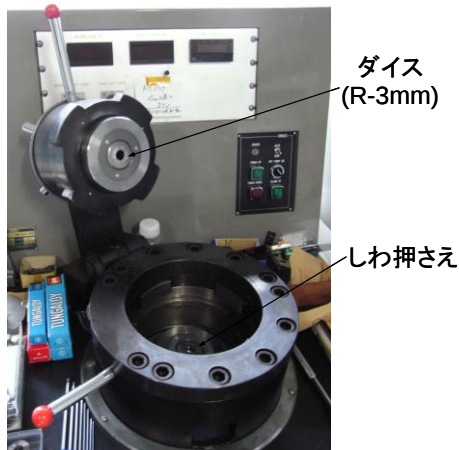
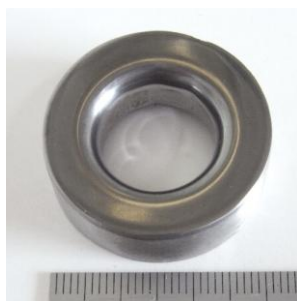


図 2 深絞り成形装置

3. 結果及び考察

図 3 に複合皮膜成型後のダイス全体像を示す。同図より約 1mm の複合皮膜が作製できた。SPS ですべて粉末を用いてステンレス鋼の表面硬化層形成についての研究³⁾もあるが成型体は平面状であり、曲面部への SPS を用いた研究の報告はほとんど見うけられない。よって今回肩半径 3mm の曲面部にも複合皮膜が作製できたことは複雑形状の金型等の皮膜成型法として活用できると考えられる。



複合皮膜(約1mm)
SKD11



図 3 複合皮膜成型後のダイス全体像

複合皮膜なしのダイス(SKD11)で成形した被成形体(SUS304)は、筋状の線(かじり)が多数発生していることがわかった(図 4)。また図 5 に示すようにレーザー顕微鏡でかじり部を拡大してみると数 μm の凹部が複数確認できた。次に複合皮膜がついた SKD11 で成形した

SUS304 には図 4、図 5 で見られたようなかじり部をほとんど確認することができなかった(図 6)。このことは複合皮膜中に点在する h-BN の潤滑効果が SUS304 の凝着を緩和し、かじりの発生を抑制したと考えられる。



図 4 深絞り成形後の SUS304 (複合皮膜なし)

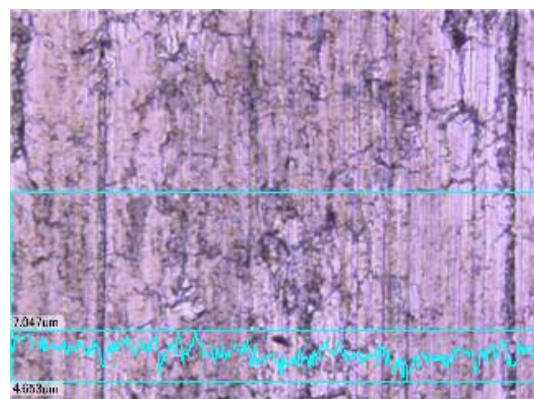


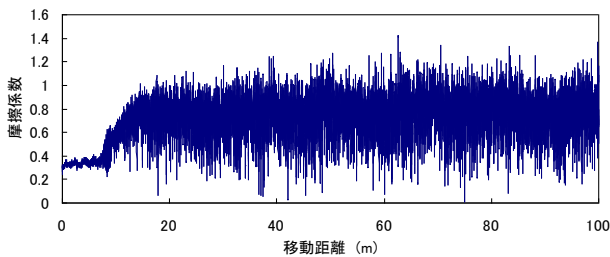
図 5 深絞り成形後のレーザー顕微鏡観察(複合皮膜なし)



図 6 深絞り成形後の SUS304 (複合皮膜あり)

図 7 に(a)皮膜なし、(b)複合皮膜の摩擦摩耗試験の結果を示す。SKD11 の場合は摺動距離 9m まで摩擦係数が一定 (約 0.38) であるがその後大きく変動している。複合皮膜の摩擦係数は、摺動距離が 42m まで摩擦係数が一定 (約 0.38) であり、その後大きく変動した。したがって複合皮膜があるほうが、皮膜なしの金型よりも約 4 倍耐摩耗性が向上していることがわかった。よって複合皮膜金型には潤滑油を低減させる効果があると考えられる。

(a)



(b)

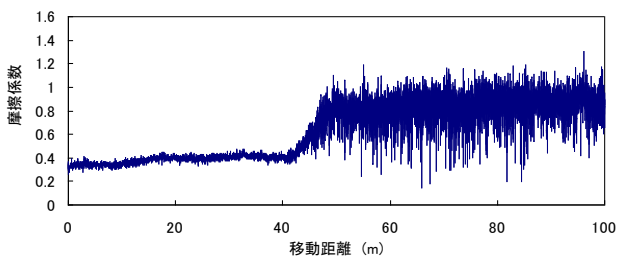


図 7 摩擦摩耗特性 (a)SKD11 のみ、(b) SKH57 + h-BN/SKD11

4. まとめ

固体潤滑剤である h-BN と SKH57 との複合粉末を作製したのち深絞り金型への SPS を利用した皮膜形成を検討し、以下の結果を得た。

- 1) SPS により約 1mm の複合皮膜を深絞り金型に成形することができた。
- 2) 深絞り成形後の被成形体の耐かじり性は、複合皮膜を有した深絞り金型を用いることによって向上した。
- 3) 複合皮膜を有した深絞り金型の耐摩耗性は皮膜なしの金型より約 4 倍向上することがわかった。

【参考文献】

- 1) 川名, 素形材, No. 8, pp51-56, 2007
- 2) 河田, 素形材, No. 10, pp36-42, 2007
- 3) 玉井ら, 佐賀県工業技術センター研究報告書, 2006

Abstract

The film formation to the dies steel material by pulse current sintering system was considered using the powder which compounded solid lubricant and high-speed-steel. A thick film of about 1 mm could be molded to the dies steel. When the anti-weld property and the abrasion resistance of the film metal mold was evaluated, it improved.