焼結高速度工具鋼製オイルホールドリル 素材の開発

岩田仁志^{*1)} 野坂 勉^{*2)} 細田成己^{*2)}
久保 裕^{*3)} 中村秀樹^{*4)}

1. 緒 言

金型、機械部品などの高生産性、高品位化への強い要求に対応するため、切削加工の高能率化の検討が種々なされている。そのなかで孔あけ加工は製品加工において高い比率を占めているにもかかわらず、他の切削加工と異なり工具(ドリル)のみに頼る面が強く、工具選択が大きなポイントとなる。孔加工の高能率化を考える場合高速切削が必須となるため、切り屑排出、刃先冷却、刃先摩耗低減などのためにオイルホール付のドリルがますます重要となってきた⁽¹⁾⁽²⁾。特に小径の深孔加工についてはその傾向が顕著である⁽³⁾。

オイルホールドリルとしては高速度工具鋼(ハイス)製のものと超合金製のものがあるが、靱性が高く、深孔切削用として比較的剛性の低い機械での使用に耐えること、超合金に比べ安価であることより、ハイス製ドリルが広く用いられている。

オイルホールドリル素材としてはドリルの溝ピッチに合った2本のらせん状の孔を棒状の素材内部に持つことが必要である。ハイス製オイルホールドリル素材は溶製ハイス素材に貫通孔を穿孔し、芯材を充填後、熱間押出、引抜き加工を行って棒材とし、芯材を除去した後、熱間ねじり加工をすることにより製造されるのが通常であるが、工程が長く、特に細径材については引抜き、芯材除去に工数がかかるため非常に高価な素材となっており、これがオイルホールドリルの普及を著しく阻害しているのが現状である。

ここではこれらの課題を抜本的に解決するため、粉末冶金プロセスによる焼結ハイス製オイルホールドリル素材を開発したので報告する。

2. 開発の経緯

粉末を原料とするハイスとしては粉末ハイスが良く知られている。これはガスアトマイズにより製造したハイス粉末をカプセルに充填した後、HIP(熱間静水圧プレス)処理により、高温高压の条件下で固化して鋼塊とし、これを熱間加工して素材とするもので、組織が均一微細であり、機械的特性、被研削性などの品質的に優れることが良く知られている。しかし粉末ハイスをオイルホールドリル素材とするためには、溶製材と同様のプロセスを経ることが必要となる。

筆者らは粉末ハイス並みの特性を有するニアネットシェイプ素材を得ることを目的として、ハイス粉末を原料とし、有機バインダーを使用して粘土状とし、可塑成形の一種である押出成形によりニアネット成形し、焼結するプロセスにより主として棒状の素材を得ることを検討してきている⁽⁴⁾⁻⁽⁶⁾。既にストレート孔付中空素材、中実素材などを実用化してきたが、これらをさらに発展させ成形時にらせん状孔を形成するための検討を行うことにより、焼結ハイス製オイルホールドリル素材を開発した。

3. 製造プロセスおよび特徴

先に述べたように筆者らは、ストレート孔付素材を押出成形、焼結により製造した後、熱間ねじり加工によりオイルホールドリル素材とする方法につき検討を行ってきており(プロセス(A))、ここではさらに熱間ねじり加工を不要とするべく、らせん状孔を成形時点で形成する方法(プロセス(B))の開発も行った。

図1にこれらの粉末冶金プロセス(A)、(B)の概要を示す。比較として従来の溶製材プロセス(C)も併示した。

原料粉末としては高压水アトマイズにより製造した高合金(高C、高V系)ハイス微粉末を用いた。次に可塑性付与のため原料粉末と水溶性の有機バインダー、水とを混合、混練し、得られた混練体を押出成形機により成形した。ここで押

* 日立金属株式会社冶金研究所

1)研究員 2)所員 3)主任研究員 4)所長

Development of Sintered High Speed Steel Bar Branks for Oil Hole Drills; Hitoshi Iwata, Tsutomu Nozaka, Narumi Hosoda, Yutaka Kubo, Hideki Nakamura (Hitach Metals, Ltd.)

1998年1月31日受理

図1 粉末冶金プロセス(A)、(B)および溶製材プロセス(C).

出成形時に、プロセス(A)においてはストレート孔を形成し、プロセス(B)においてはらせん状孔を形成した。得られた成形体を所定の長さに切断の後、非酸化性雰囲気中でバインダーを加熱除去し、真空中で焼結した。ここで焼結条件は組織を粗大化させることなく、緻密化が可能な条件を選定した。

各プロセスを比較すると粉末冶金プロセス(A)、(B)により従来プロセス(C)に比べ工程数が大幅に減少していることが分かる。粉末冶金プロセスにおいても(B)の成形時にらせん状孔を形成するプロセスは、粉末製造、成形、焼結のみによりらせん状孔を持つオイルホールドリル素材を得ることが出来るものであり、製造期間の短縮および製造コストの低減が可能となる。特に細径材についてはその効果が大きい。

成形時にらせん状孔を形成する方法についてはこれまでらせん状の溝を持つ押出ダイスを用いる方法が一般的であり、超硬合金などで実用化されている。しかしその方法には以下に示すようにいくつかの欠点がある。まず成形体外周に溝が残りこれを成形体または焼結体で削り落とす必要があること、次に高価ならせん溝付のダイスを各外径、孔リードごとに用意する必要がありコスト面で不利であることなどである。これに対しここで採用したプロセスはらせん溝付ダイスを用いることなく(外周に溝を残さず)、らせん状孔を形成するプロセスでダイスも安価で、細径素材の製造が容易である。さらに本プロセスではらせん状孔の孔ピッチを途中で変化させることができ、これにより例えば孔リードが途中で変化するドリルへの対応も可能である。

図2にプロセス(B)で成形した、2種類の寸法のオイルホールドリル素材につき、成形体および焼結体内部に形成されたらせん状孔を透過X線により撮影した例を示す。このように成形体でらせん状孔が形成されており、焼結により収縮し所定の孔径、孔ピッチを有するオイルホールドリル素材となるものである。

図2 成形体および焼結体の透過X線写真。

4. 特性

図3にSKH10相当組成を持つ焼結ハイスおよび比較材として溶製ハイスの組織例を示す。図中の粒子が炭化物であり、灰色の粒子がV主体のMC炭化物、白色の粒子がW、Mo主体の M_6C 炭化物である。焼結ハイスの組織はMC炭化物、 M_6C 炭化物とも $2\sim 3\mu\text{m}$ 以下であり、均一微細な炭化物組織であり、これは粉末ハイスの組織に匹敵するものである。

一方溶製ハイスにおいては組織中にMC炭化物を主体とする $10\mu\text{m}$ レベルの粗大炭化物があり、これら炭化物が被研削性を著しく低下させる原因となることが知られている。SKH10のような高C、高V組成のハイスにおいては、溶解鋳造時の炭化物の粒成長は避けられないものであり、このような粗大炭化物が形成されるため溶製ハイスの高合金組成化には限界がある。

この点焼結ハイスでは粉末製造(アトマイズ)時に熔融状態から急冷されるために、粉末中の炭化物が非常に微細となり、これを焼結において粒成長させないことにより、溶製材では作ることの出来ない高合金の炭化物の多い組成においても微細な炭化物組織を得ることが可能となる。

図4に焼結ハイス(SKH10相当)の焼戻し温度と硬さの関係を示す。これより焼結ハイスにおいてもHRC67~68の硬さが得られ、ミクロ組織的には大きく異なる同組成の溶製ハイスと同等の熱処理特性を示すことが分かる。

図5には焼結ハイス(SKH10相当)製オイルホールドリル素材の抗折力測定結果を示す。抗折力は均一微細なミクロ組織を反映して、図中に併せて示す同組成の溶製ハイスに比べ1.5倍以上の値となる。この値は同組成の粉末ハイス材と同レベルの値である。

以上述べたように焼結ハイス製オイルホールドリル素材は、均一微細な組織を持ち、特性的にも溶製ハイスを上回る値を示す。一方オイルホールドリルとしての切削特性は

図3 焼結ハイスおよび溶製ハイスの組織例(SKH10相当).

図4 焼結ハイス(SKH10相当)の焼戻し温度と硬さの関係(焼戻し時間:各温度, 3.6 ks, 3回).

S55Cの切削寿命でSKH51溶製材に比べ2倍の値を有する。

現在対応可能径は $\phi 5$ mmから $\phi 21$ mmで、オイルホールの寸法精度は従来材と同レベルである。

図5 焼結ハイス(SKH10相当)オイルホールドリル素材の抗折力($\phi 5.2$ mm, $\phi 8.0$ 素材使用)。

5. ま と め

(1) 本開発の焼結ハイス製オイルホールドリル素材は成形時にらせん状孔を形成することができるため、素材のねじり工程が不要となる。このため工程が短縮でき、製造コストの低減が可能となる。特に細径材についてはその効果が大きい。

(2) 焼結ハイス製オイルホールドリル素材は焼結法で粉末ハイスと同レベルの均一微細な組織を得ることができ、機械的特性、切削特性も優れる。また溶製ハイスでは製造することができない高合金組成の製造も可能となる。

文 献

- (1) 仲川博夫: 機械と工具(別冊), (1997. 5), 39.
- (2) 松岡甫宣: 機械と工具(別冊), (1997. 5), 11.
- (3) 西川公志: 機械技術, 45(1997, 2), 45.
- (4) 中村秀樹, 持田洋一: 粉体および粉末冶金, 38(1991), 689.
- (5) 持田洋一, 中村秀樹: 日立金属技報, 7(1991), 63.
- (6) 岩田仁志: 素形材, 34(1993, 11), 8.