

# ダイヤモンドコーテッドドライプレス工具用 高靱性超硬合金の開発

分野 金型 [川下分野横断枠]

川下の抱える課題及びニーズ

◆自動車に関する事項  
低コスト化／環境配慮

高度化目標

環境配慮に対応した技術の開発

## 研究開発の背景及び経緯

### ■ドライプレス加工の必要性

地球温暖化対策としての温室効果ガスの低減のみならず、EUを中心としたRoHS規制、REACH規則などの、環境に悪影響を与える恐れのある化学物質への規制が、世界で強まっている。従って、製造業の現場においても、機械加工時に用いられる切削油、潤滑油の使用量の削減、並びに添加剤としての有害化学物質を低減するための技術開発が急務となっている。しかし、プレス加工業界においては、潤滑油を使用しない加工方法は試験段階であり、ドライプレス加工技術の必要性が高まっている。

特に、難加工材であるステンレスの深絞り加工では、粘度の高い潤滑油の使用が不可欠であり、極圧添加剤としての塩素や硫黄系物質などの、環境に悪影響を与える化学物質が添加されている。さらに、粘度の高い油の除去に用いられる洗浄剤の環境負荷も問題となる。

このような状況に鑑みて、我が国のプレス加工関連企業において、潤滑油や洗浄剤を全く使用しない、あるいは、環境負荷の少ない植物油の少量使用などを前提とした、ドライプレス加工やセミドライプレス加工技術の開発が急務となっている。

### ■これまでの取り組み

本研究プロジェクトチームの共同研究者の一部は、早くから、CVDダイヤモンド膜の潤滑性や、耐摩耗性に着目し、CVDダイヤモンド膜コーテッド工具による、ドライプレス加工に取り組んできた(図1)。

その結果、完全ドライ条件下で、アルミニウム板の10万回の絞り加工、しごき加工をクリアすると共に、板厚1mmのステンレス鋼板の絞り加工では、2万回以上を達成し、ダイヤモンド膜コーテッド金型により、難加工材のドライプレス加工を実現できることを確認した。

しかし、実用化する上で克服すべき問題も明らかとなった。板厚1mmのステンレス鋼板のドライ打抜き加工に

おいて、ダイヤモンド膜コーティングの基材である超硬合金パンチが、わずか数百回でチッピングするという問題である。この原因は、パンチに用いた超硬合金の靱性が不十分で、打抜き加工における、繰り返し衝撃荷重に耐えられなかったためである。対策としては、靱性の高い材種に置き換えれば良いのだが、この場合、ダイヤモンド膜の付着力が低下するという問題が生じる。したがって、ダイヤモンド膜を用いたドライプレス加工を広く実用化していくためには、ダイヤモンド膜のコーティングへの適正と、プレス加工用途への適正、という双方の要求を満たす、低い熱膨張係数を有する高靱性超硬合金の開発が不可欠である。

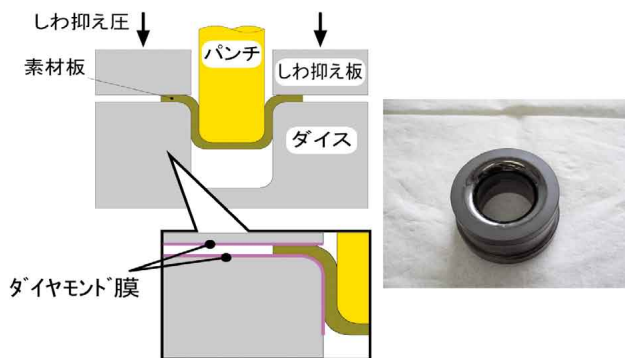


図1 絞り加工用ダイヤモンドコーテッドダイス

## 研究開発の概要及び成果

### ■研究開発の内容

これまで、本プロジェクトが実施した実験では、ダイヤモンド膜をコーティングした絞り加工用工具において、難加工材の代表格といえるステンレス鋼板SUS304の、連続25,000回以上のドライ絞り加工に成功している。一方で、絞り加工用ブランクを作成するのに必要となる、せん断加工においては、わずか300枚程度のドライせん断加工で、刃先にチッピングが発生することも確認した。これは、ダイヤモンドコーティング用の基材は、密着性の問題から、使用できる超硬合金が、コバルト含有量6%のもののみであり、そのコバルト量では、打抜きの衝撃に耐えうるに十分な靱性を有することができないことが原因であると考えられる。一方、ダイヤモンド膜の密着性に優れた、高靱性の超硬合金は、市販されている超硬合金では、たった1種類しか存在しないのが現状である。したがって、打抜き加工に適した超硬合金の開発が必要となる。

ところで、ダイヤモンド膜コーティング用の超硬合金基材において、コバルト量が6%に限定されるのは、コバルト量が多くなると、熱膨張係数が大きくなるからで

ある。ダイヤモンド膜は約800℃でコーティングするが、冷却される段階で、熱膨張係数の小さいダイヤモンド膜に比べ基材の熱膨張係数が大きすぎると、界面で剥離を発生すると考えられている。そこで、本プロジェクトでは、ステンレス鋼板のせん断加工にも耐えられる高靱性を有し、さらにダイヤモンド膜の密着性に最も優れた、低膨張係数を有する超硬合金の開発を行った。

### ■研究の成果

超硬合金の開発では、添加剤の有無にかかわらず、WC粒径が小さくなるほど硬さが向上すること、また、抗折力については、Crを添加した中粗粒で向上し、破壊靱性値については、WC粒径が大きくなるほど高くなる傾向が確認できた。一方、Cr、Taの添加剤を加えることによって、熱膨張係数は、実験の温度領域内ではいずれも大きくなる方へ作用することが明らかとなった。

また、開発した超硬合金にダイヤモンド膜をコーティングする技術開発では、ダイヤモンド膜の密着性を向上させるためには、基板表面に凹凸を形成し、膜との接触面積を増大させるために、村上氏液を用いるウエットエッチングと、水素-酸素プラズマを用いるドライエッチングの併用によって、ダイヤモンド膜の密着性を向上させることを明らかにした。さらに、ダイヤモンド膜にボロンをドーピングすることによって、ダイヤモンド膜自体の破壊強度、及び耐摩耗性、さらには超硬合金に対する密着性も向上することも明らかにした。

## 開発された製品・技術のスペック

### ■密着性

開発した9種類の高靱性超硬基材に対して、本コーティング法によってコーティングしたダイヤモンド膜の密着性の評価を行った結果では、従来の超硬合金であるD10（抗折力2,910MPa）にコーティングしたものより、ほとんどの高靱性超硬基材において、密着性が優れることを確認した。

### ■実機試験

開発したCVDダイヤモンド膜コーテッド金型の実用性を確認するために、実機によるドライせん断加工の寿命試験を行った（図2、3）。なお、被加工材はステンレス鋼SUS304、 $t=1\text{mm}$ である。その結果、WC中粗粒、抗折力3,140MPaの超硬合金のみ、3,965ショットまでチッピングが発生せずに加工することができた。この場合、パンチ側のみチッピングが発生し、ダイス刃先は何ら異常がないことを確認した。パンチ側刃先は糸面取り程度のものであり、0.05mm、あるいは0.1mmの肩半径を付与することによって、寿命は大幅に向上することが考えられる。

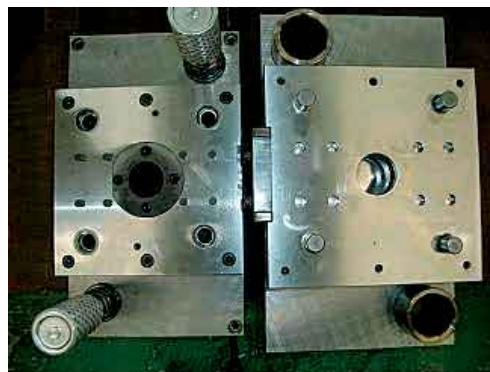


図2 実験に使用したせん断金型



図3 実験に使用したサーボプレス

## この研究へのお問い合わせ

### 学校法人日本工業大学

◎担当者：竹内 貞雄 ◎所在地：〒345-8501 埼玉県南埼玉郡宮代町学園4-1  
◎TEL：0480-33-7624 ◎FAX：0480-33-7645 ◎E-mail：take@nit.ac.jp

### 事業管理者名 地方独立行政法人東京都立産業技術研究センター

◎所在地：〒115-8586 東京都北区西が丘3-13-10  
◎TEL：03-3909-2151 ◎FAX：03-3909-2590 ◎E-mail：kobayashi.eiji@iri-tokyo.jp  
◎プロジェクト参画研究機関（大学、公設試等）：日本工業大学、湘南工科大学、山梨大学、（地独）東京都立産業技術研究センター  
◎プロジェクト参画研究機関（企業）：山陽プレス工業(株)、富士ダイス(株)、日進精機(株)  
◎主たる研究実施場所：富士ダイス(株)