

# ドライプレス加工用のボロンドープダイヤモンドコーテッド高靱性超硬合金工具の開発

契約期間 平成22年度～平成23年度

分野 金型

## 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
- ◎情報家電に関する事項  
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

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(欧州連合)を中心としたRoHS指令、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的に強まっている。製造業の現場において、機械加工時に用いられる切削油、潤滑油の使用量の削減ならびに、添加剤としての有害物質を低減するための技術開発が急務となっている。切削加工については、ドライあるいはセミドライ切削への移行が進みつつある。しかし、プレス加工におけるドライ化は、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プレス加工や、環境負荷の小さい植物油(西洋アブラナ等)油の少量使用などを前提としたドライプレス加工技術の開発が急務となっている。

本研究開発チームの一部は、早くからドライプレス加工の可能性に着目して先駆的な研究を進めている。既に経済産業省の補助金を得た研究開発事業において、DLC(ダイヤモンドライクカーボン)膜を金型にコーティングすることでアルミ材のドライ浅絞り加工を実現し、商品化に結びつけている。さらに、難加工材であるステンレス鋼板のドライプレス加工を実現すべく、摩擦係数が最も低く抜群の耐摩耗性を有するダイヤモンド膜の利用を検討してきた。最も困難と予想されたステンレス鋼板(板厚:1.0mm)の絞り加工において1万回の加工を達成した。しかしながら、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基材である超硬パンチの靱性が不十分で、チッピングが生じることが判明した。

本研究開発では、前述した先駆的な取組で得られた知見に基づき、難加工材のドライプレス加工を実用化するための課題解決に取り組んだ。すなわち、チッピングを起こすことなくダイヤモンド膜の付着力を確保できる①高靱性超硬

合金の開発、②耐摩耗性を向上させたボロンドープダイヤモンド膜合成の最適化、コストパフォーマンス向上のための③ダイヤモンド膜の研磨効率の向上を図る。最終的にドライプレス加工の信頼性を評価するための④ダイヤモンド金型の製作と耐久性評価までを実施することを目指した。

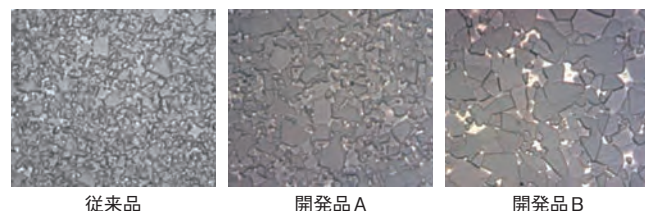
## 研究開発の概要及び成果

### ①高靱性超硬合金の開発

ダイヤモンド膜の付着力を低下させることなく靱性(抵折力・破壊靱性値(K1C))を向上させた超硬合金を開発した。従来品と対比させて特性値を示す(表1)。なお、本開発品は、プレス金型のみならずダイヤモンドコーティング基材としてドリル、エンドミル等への適用も可能である。

表1 開発した超硬合金の特性

名称	WC粒径	Co バインダー量	硬さHRA	抵折MPa	破壊靱性値 K1C
従来品	中粒	<6 wt%	92.0	2940	4.5
開発品A	中粗粒	<7 wt%	90.9	3140	6.5
開発品B	粗粒	<8 wt%	90.3	3080	6.6



### ②耐摩耗性を向上させたボロンドープダイヤモンド膜

ステンレス鋼板の絞り加工は極めて過酷な摺動環境であり、ダイヤモンドの耐摩耗性を向上させる必要がある。合成雰囲気中にボロンを含むガスを添加することでボロンドープダイヤモンド膜を合成し、耐摩耗性が3倍程度向上する(図1)最適合成条件を見いだした。

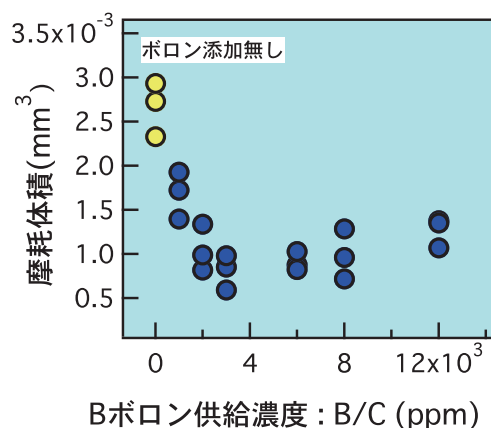


図1 ダイヤモンド合成時のボロン添加量と耐摩耗性の関係

### ③ ダイヤモンド膜の研磨効率の向上

気相合成によりコーティングされたダイヤモンド膜は特有の凹凸面を有しており研磨加工が不可欠である。メカノケミカル反応を利用した砥粒レス超音波研磨法のパラメータの最適化を図ることで3次元形状の金型を効率的に研磨できる条件を確立した(図2)。

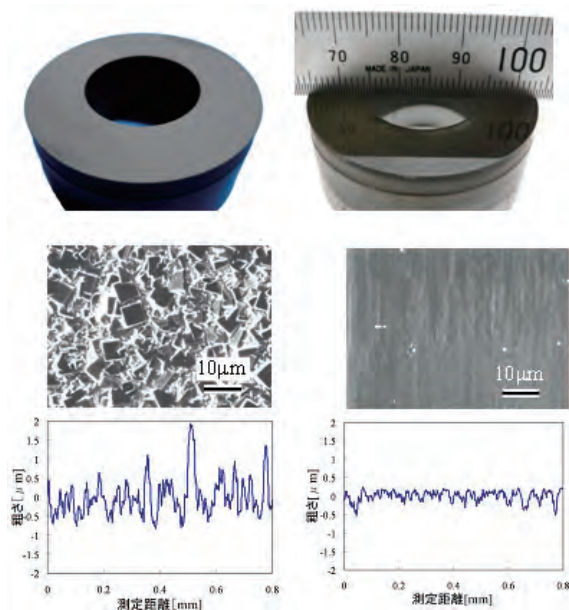


図2 ダイヤモンド膜の研磨状況

### ④ ダイヤモンド金型の製作と耐久性評価

最終年度は今まで構築した周辺技術を集大成してドライプレス加工のためのダイヤモンド金型を製作し実機評価を実施した。位置決め用の小径打抜き焼結ダイヤモンドパンチ、試作した高靱性超合金にポロンドープダイヤモンド膜をコーティングして研磨加工を施した打抜きパンチ、ダイ、絞りダイス、しわ押さえ等ドライプレス加工に対応した金型要素パーツを製作し、耐久評価を行った。板厚1mmのステンレス鋼板(SUS304)のドライプレス加工において、位置決め用抜きパンチは42万回、ブランク打抜きパンチで5.7万回、絞りダイスにおいて3万回以上の加工が可能であることを確認した。

## 開発された製品・技術のスペック

大量生産を目的としたプレス加工金型は、所有するプレス機に対応したオーダー品となる。実用的なドライプレス順送型として試作した金型とポロンドープダイヤモンドコーティングしたパンチとダイの概略を示す(図3)。



図3 ポロンドープダイヤモンド膜をコーティングしたパンチとダイならびに成形品

板厚1mmまでのステンレス鋼板を対象に位置決め用の小径・異形穴の打抜き、ブランクの打抜きと絞り加工を「ドライプレス加工」できる順送型の製造、販売コンサルティングが可能である。

なお、平成20年に(社)東京都金属プレス工業会内に本研究参加メンバーを中心に日本ドライ加工振興会を設立し、ドライ加工金型製作に関するコンサルタント事業を既に始めている。

## この研究へのお問い合わせ

事業管理機関名 **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：〒135-0064 東京都江東区青海2丁目4番10号

◎担当者：小林 英二

◎TEL：03-5530-2528 ◎FAX：03-5530-2458 ◎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)：湘南工科大学、日本工業大学、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)、日進精機(株)、富士ダイス(株)

◎主たる研究実施場所：富士ダイス(株)