

NACHI  
**TECHNICAL  
REPORT**  
Machining

Vol. **29** B2  
June/2015

マシニング事業

■ 新商品・適用事例紹介

「DuAl GX ブローチ」

DuAl GX Broach

〈キーワード〉 ブローチ加工・水溶性切削油・凝着摩耗  
コーティングブローチ・DuAl EX ブローチ

精密工具製造所／技術部

西野 達也 Tatsuya Nishino

## 要 旨

近年、自動車や産業機械、建設機械業界では環境に配慮した生産方式を採用するメーカーが増えてきており、ブローチ加工においても、環境対策として油性切削油から水溶性切削油への切り替えがすすんでいる。

このような背景から、NACHIは水溶性切削油での加工に適した「DuAl GX ブローチ」を開発した。表面処理には新開発のDuAl GXコーティングを採用しており、従来の「DuAl EX ブローチ」に対して1.4倍の長寿命を実現した。

本稿では、「DuAl GX ブローチ」の特長と加工事例を紹介する。

## Abstract

Recently many manufacturers in the automobile, industrial machinery and construction machinery industries have been increasingly adopting production methods that give consideration to environmental friendliness. In broach machining, the switching from oil-based cutting fluid to water-soluble one has been in progress as an environmental measure.

In light of this background, NACHI has developed “DuAl GX Broach” that is suitable for the machining with water-soluble cutting fluid. In addition, a newly-developed DuAl GX Coating is used for surface treatment, which has realized a tool life 1.4 times that of the existing “DuAl EX Broach”.

In this article, the features of “DuAl GX Broach” and broaching examples are introduced.

## 1. 環境にやさしい ブローチ

自動車や産業機械、建設機械業界では、地球環境保護や生産現場の作業環境改善を目的とした環境負荷を低減させるとり組みが広がっている。自動車のトランスミッションなどに用いられている歯車の製作には切削加工を行なう場合が多く、環境への配慮から油性切削油から水溶性切削油への切り替えがすすんでいる。しかしながら、水溶性切削油は油性切削油に対して工具寿命が短く、工具メーカーには水溶性切削油でも性能を発揮する環境対応型ブローチの開発が求められている。

この要望に応えるため、NACHIは水溶性切削油での加工に適した、「DuAl GX ブローチ」(図1)を開発し商品化した。

「DuAl GX ブローチ」の『GX』は『Generation eXceed:(世代を超えて)』の略で、水溶性切削油での切削加工に特化したブローチである。

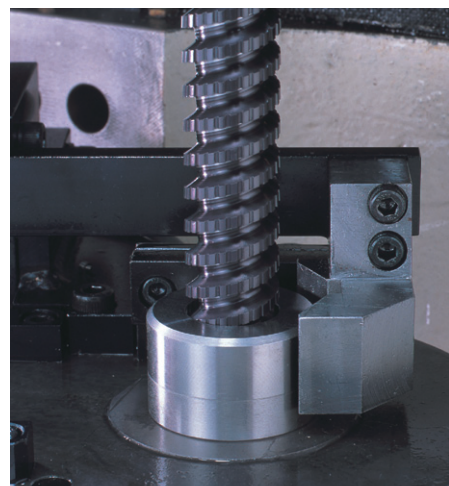


図1 「DuAl GX ブローチ」



## 2. 水溶性化の問題点

表1に切削油による加工の特徴を示す。これまでのブローチ加工においては、工具寿命に影響を与える、潤滑性や耐凝着性が重視されており、油性切削油を使用した加工が多かった。

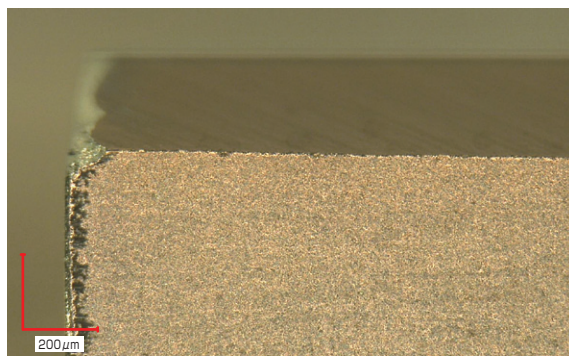
図2に切削油の違いによる摩耗形態の差を示す。油性切削油から水溶性切削油に切り替えると、ブローチの摩耗形態は潤滑不足を起因とする凝着・擦過摩耗が発生し、とくに切れ刃部の<sup>※1</sup>コーナー摩耗が大きくなる傾向にある。

前述のとおり、油性切削油に対し水溶性切削油では凝着・擦過摩耗が大きく進行する。この凝着・擦過をいかに抑制するかが、水溶性切削油での加工に対応したブローチでは重要となる。

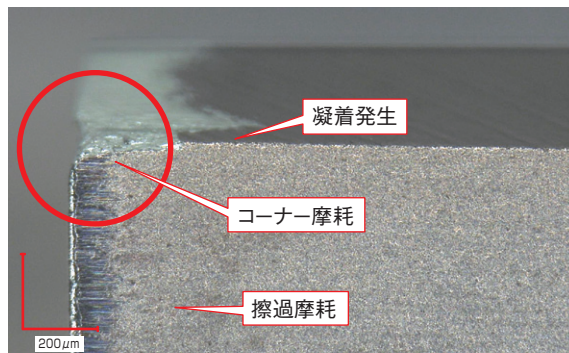
表1 切削油による特徴比較

	油性	水溶性
環境性	△	◎
冷却性	△	◎
潤滑性	◎	○
耐凝着性	○	△

油性



水溶性



切削速度 : 5m/min  
 総切削長 : 100m  
 切込み量 : 50 µm/pass  
 被削材 : S50C (HV240)

図2 切削油違いの摩耗形態

### 3. 従来の水溶性加工

これまでの水溶性切削油を用いたブローチ加工に対しては、「DuAl EX ブローチ」を提供してきた。

この「DuAl EX ブローチ」には表2に示す耐摩耗性・耐熱性に優れたブローチ専用のDuAl EXコーティングを採用している。図3に示すとおり、従来のTiNコーティングに対し、大幅な寿命向上をもたらした。

しかしながら、「DuAl EX ブローチ」においても2つの改善すべき課題があった。

#### 1) コーナー摩耗

図4に示すように「DuAl EX ブローチ」はコーナー部が先行して摩耗していくが、逃げ面摩耗は進行しないという特異な摩耗形態であった。

摩耗を分析したところ、側面部にコーティングの剥離が発生していることから、剥離を起点としてコーナー摩耗が進行するという摩耗発生メカニズムであると考えた。そのため、剥離を防止することがコーナー摩耗の抑制につながると結論づけた。

表2 コーティング膜の特性

膜種	硬さ	酸化開始温度	特徴
TiN	1,450HV	600℃	汎用性
DuAl EX	1,800HV	900℃	耐摩耗性

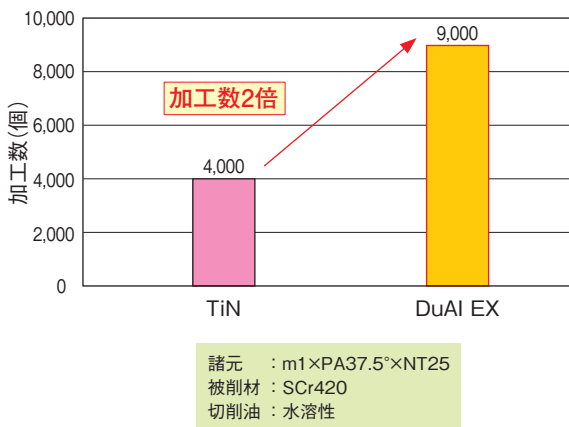


図3 「DuAl EX ブローチ」加工事例

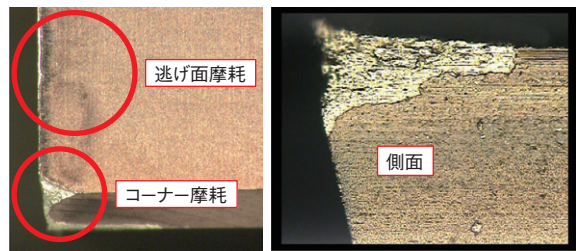


図4 従来の水溶性ブローチ摩耗形態

#### 2) 凝着

図2に示すように、水溶性加工ではコーナー部に凝着が発生している。凝着の発生要因について、油性加工と水溶性加工での摩耗プロセスの違いの観点から考察を行なった。図5に摩耗プロセスを示す。

油性加工の場合、油膜を介してブローチと被削材が接触するため、油膜が被削材とブローチの直接接触を抑えている。そのため、被削材表面の凹凸が残り、ブローチに被削材が凝着しにくい。

しかし、水溶性加工の場合は、油膜が破断されやすく、ブローチと被削材の金属接触が発生しやすいため、被削材表面の凸部が擦り減り、被削材がブローチに凝着しやすくなる。

水溶性加工では油膜(潤滑性)不足による、ブローチと被削材の金属接触を抑制することが、凝着対策として重要であると考えた。

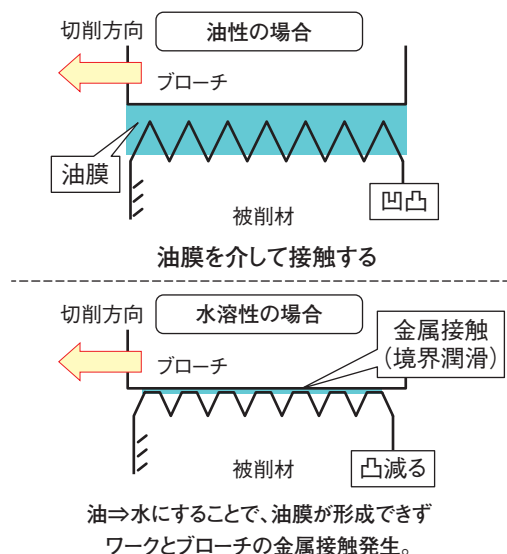


図5 凝着・摩耗プロセス

## 4. 水溶性加工用DuAl GXコーティングの開発

水溶性加工に適したブローチとするため、水溶性加工特有のコーナー摩耗対策と凝着の抑制に注力し開発を行なった。

### 1) コーナー摩耗対策

前述の通り、コーナー摩耗は剥離を起点として進行すると推定した。コーティングの剥離は工具母材とコーティングの密着性が関係していることから、成膜プロセスの見直しを行ない、コーティング密着性を向上させた。

図6にブローチ側面を想定した特殊テストピースを用いた<sup>※3</sup>圧痕剥離試験の結果を示す。コーティングの剥離状況を確認したところ、新プロセスでは剥離が抑制されており、コーナー付近での密着性改善が確認できた。

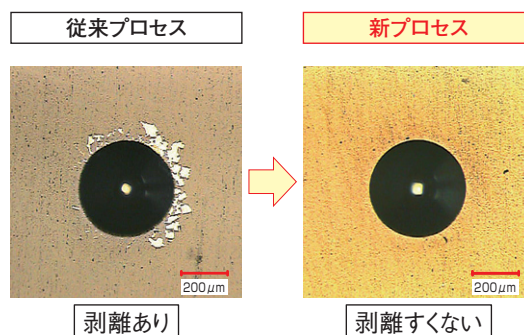


図6 ロックウェル圧痕剥離試験

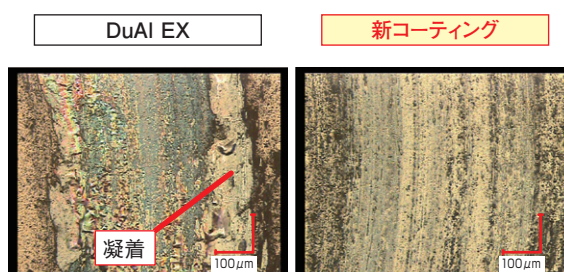


図7 摩擦摩耗試験

### 2) 凝着対策

凝着の原因は、水溶性加工の潤滑不足によって、ブローチと被削材の金属接触が発生しやすいことと考えた。

対策としては水溶性加工で不足している潤滑性をコーティングで補うことで、油性加工に近づけることが可能と考えた。潤滑性に優れたコーティング組成の選定を行ない、耐凝着性に優れたコーティングを実現した。

<sup>※4</sup>摩擦摩耗試験を行ない耐凝着性評価を行なった。図7に示すとおり、試験後の試験片表面を観察したところ、DuAl EXコーティングには凝着が発生しているのに対し、潤滑性の良い新コーティングでは凝着しにくいことを確認した。

以上の密着性と耐凝着性の向上により、水溶性ブローチ加工に必要なコーティング特性をもつDuAl GXコーティングを開発することができた。

# 5. バイトによる代用評価

DuAl GXコーティングの性能評価のために、図8に示すバイトによる代用テストを行なった。ブローチには複数の切れ刃があるが、バイトは切れ刃1つ分の工具である。テストは切込みを与えたバイトをワーク上面から下面方向へスライドさせて切削を行ない、これを2,000回繰り返す加工を行なった。

図9に2,000回加工後のバイト摩耗写真、図10

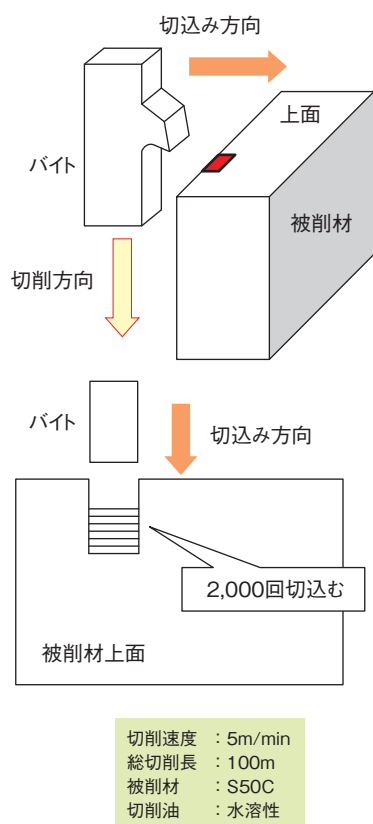


図8 バイトテスト概略図

にバイトのコーナー摩耗量を示す。従来のDuAl EXコーティングと比較して、DuAl GXコーティングの凝着は小さく、またコーナー摩耗も非常に小さく従来比1/10であった。水溶性加工対策の効果が現れており、DuAl GXコーティングは水溶性ブローチ加工に適したコーティングであるといえる。

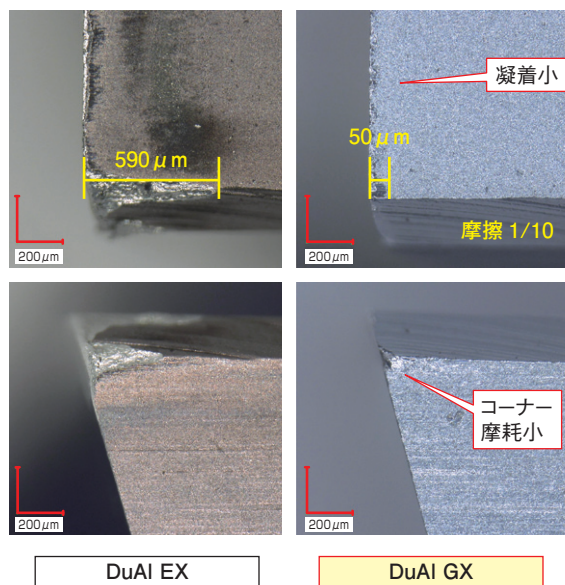


図9 バイト摩耗写真

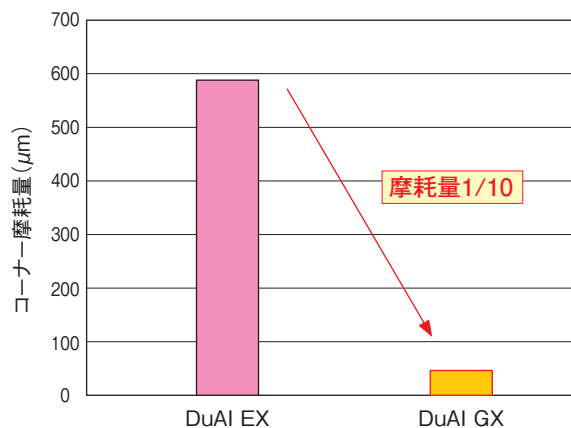


図10 バイトのコーナー摩耗量

## 6. ユーザー加工事例

図11に「DuAl GX ブローチ」のユーザーでのライン評価を実施した結果を示す。DuAl GXコーティングにより凝着やコーナー摩耗を抑制することができた。従来の「DuAl EX ブローチ」に対して「DuAl GX ブローチ」は加工数1.4倍で摩耗は微小であり、ライン評価で水溶性加工用コーティングの効果を確認できた。

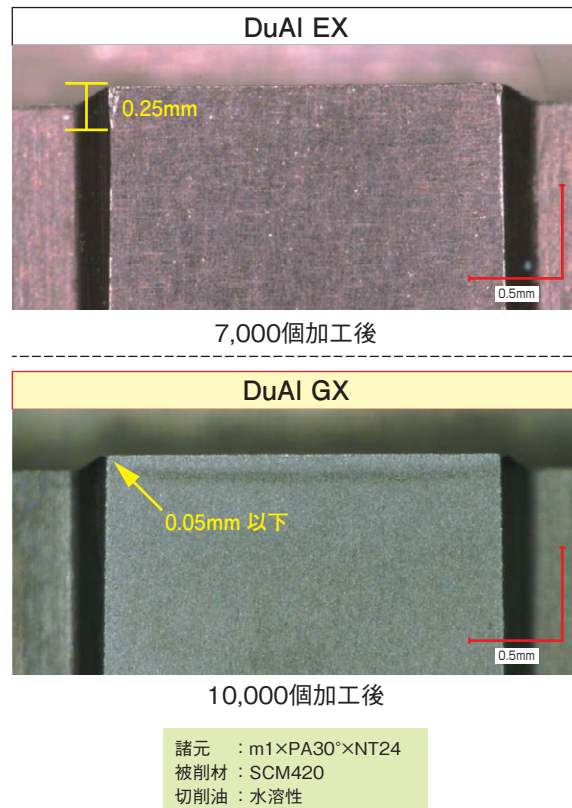


図11 ユーザー加工事例

## 7. NACHIコーティングブローチ

「DuAl GX ブローチ」の開発により、水溶性加工に特化したコーティングブローチを実現することができた。従来の「DuAl EX ブローチ」との使い分けについて、図12に推奨する加工領域を示す。

「DuAl EX ブローチ」は水溶性加工を行なう場合、凝着や摩耗に弱い部分があるため、油性加工を推奨する。

「DuAl GX ブローチ」は「DuAl EX ブローチ」

では対応しきれない水溶性切削油を用いた加工に特化した環境対応型ブローチである。

今後もNACHI独自の材料・コーティング・工具設計などのコア技術を活かして、市場ニーズにあわせた商品開発をすすめる。また工作機械とのシーズを融合させた新しい加工システムを提案していくことで、他社より一歩先をいく商品や加工技術を提供していく。

切削油	油性	水溶性
コーティング	DuAl EX	DuAl GX

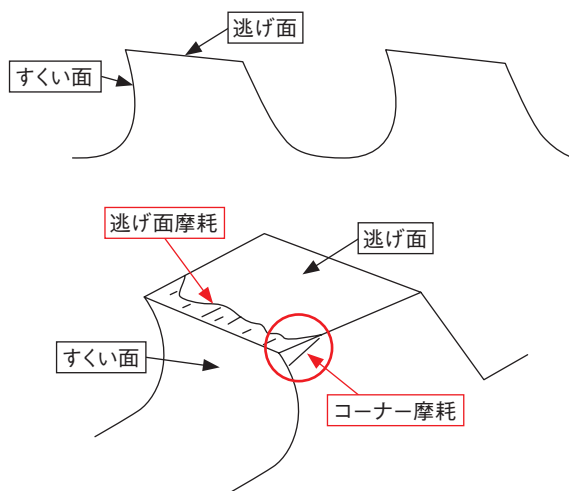
  

DuAl GX	<b>GX [Generation eXceed: 世代を超えて]</b> ・水溶性切削油に特化 ・凝着、コーナー摩耗、擦過摩耗対策を重視
DuAl EX	<b>EX [EXceed: 卓越した]</b>

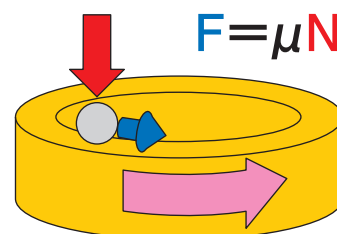
図12 NACHIコーティングブローチ

## 用語解説

- ※1 コーナー摩耗：逃げ面摩耗のうち、かど部に生じる摩耗。
- ※2 逃げ面摩耗：逃げ面に生じる摩耗。
- ※3 圧痕剥離試験：ロックウェル硬度を測定した際にできる被膜の剥離形態を調べる方法であり、密着性の良・不良を定性的に判断することができる。
- ※4 摩擦摩耗試験：回転する円板状試験片に銅球を一定荷重で押し付けてしゅう動させる試験方法。摩擦係数を測定できる。



※1,2 ブローチ切れ刃摩耗



試験条件：回転数500rpm、荷重10N  
※4 摩擦摩耗試験