



溝入れ加工用工具「SEC-GND型」の開発

島本陽介*・上田正信・福山奉章
沖田淳也

Development of Grooving Tools “SEC-GND”—— by Yosuke Shimamoto, Masanobu Ueda, Tomoyuki Fukuyama and Junya Okida —— Grooving is widely applied in machining automotive parts and other industrial components. Compared with general cutting, however, grooving is subject to problems such as difficulty in chip evacuation, which can result in defective groove surfaces, and tool vibration due to the high load operation with the entire cutting edge width. To improve processing efficiency and accuracy while minimizing the cost of grooving tools, Sumitomo Electric Hardmetal Corporation has developed new grooving tools “SEC-GND” series. This series reduces machining vibration (by 30% compared with conventional models) and tool costs and ensures better chip control.

Keywords: grooving, vibration, chip control, tool cost

1. 緒 言

溝入れ加工は自動車部品を始めとする各種機械部品加工に広く適用されているが、①切りくずの排出が難しく、切りくず詰まりや加工面の不良が発生しやすい、②切刃の幅全体で加工するため負荷が高く、工具が振動しやすい等、一般の切削加工に比べ、加工時に問題が生じやすい加工である。一方で他の切削加工と同様、溝入れ加工に対しても、加工能率や精度のさらなる向上、工具コストの低減が求められている。

このような背景の下、当社はこれらのユーザーニーズに応えるため、①優れた切りくず処理性を持ち、②加工時の振動を当社従来品比30%低減することが可能で、且つ③経済性に優れた刃先交換式溝入れ工具GND型(写真1)の開発を行ったので、その特長及び切削性能について報告する。

入れ工具GND型は溝入れ加工用、多機能(溝入れ/旋削)加工用、微い加工用のブレーカをラインナップ(写真2)することにより、図1に示すようなあらゆる加工用途に対応する。また、溝入れ加工用と多機能(溝入れ/旋削)加工用チップは、それぞれ汎用送りタイプと仕上げ用途などに用いる低送りタイプの2種類をラインナップすることにより、様々な使用条件下で優れた切りくず処理性能を発揮する。



写真1 溝入れ加工用工具「SEC-GND型」

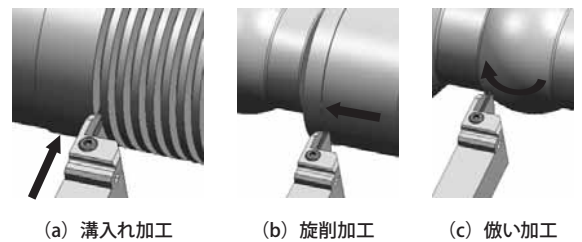


図1 溝入れ工具の加工形態



写真2 チップラインナップ

2. 「SEC-GND型」の特長

2-1 優れた切りくず処理性の実現 刃先交換式溝

溝入れ加工では、加工点の両側に壁があり切りくずを排出しにくいいため、切りくず詰りによるチップやホルダ欠損などの問題を生じやすい。そこでGND型では、溝からの切りくず排出性を高めるチップブレイカ設計を行った。

その際、①生成された切りくずが溝の両側に接触しにくいよう切りくずの幅を溝幅よりも小さくする、②切りくずカール径を適切な大きさに制御する、の2点を目標として、有限要素法^{*1}によるシミュレーションでブレイカ形状を最適化した。(図2(a)、図3)

さらに多機能(溝入れ/旋削)加工用チップは、図2(b)に示すようにチップ両サイドに配置した湾曲ブレイカにより、溝入れ加工時の切りくず処理に加えて旋削加工時においても優れた切りくず処理性を実現した。

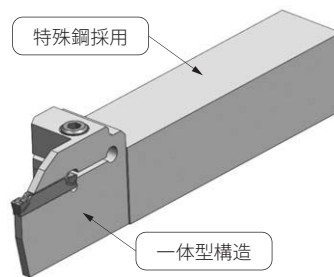


図4 GND型ホルダ構造

状・ボルトクランプ位置を最適化(図5)することで高い剛性を保ったままチップクランプ力を向上させた。

ホルダ設計による防振効果を確認するためハンマリングテストにより振動特性を評価した。評価方法を図6に示す。ここでは、図7に示すコンプライアンスを評価対象とした。コンプライアンスは単位加振力に対して対象物体がどれだけ変位するかを周波数毎に表したものである。複変数表示の場合、同図に示すようにコンプライアンスの実数部は固有振動数付近でピークを持ち正負が逆転するが、一般に負のピーク値が大きい程びびり振動が発生しやすいことから負のピーク値でホルダ間の比較を行った⁽¹⁾。

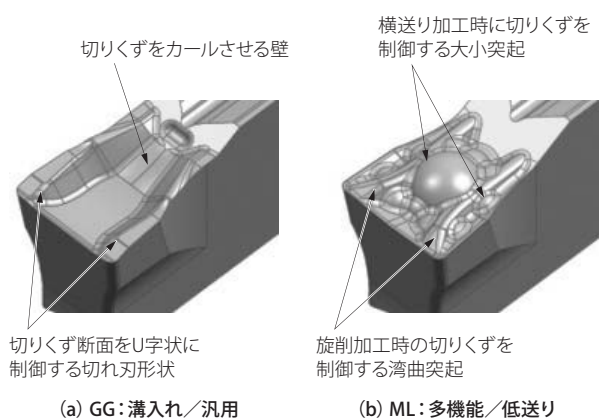


図2 チップブレイカ設計

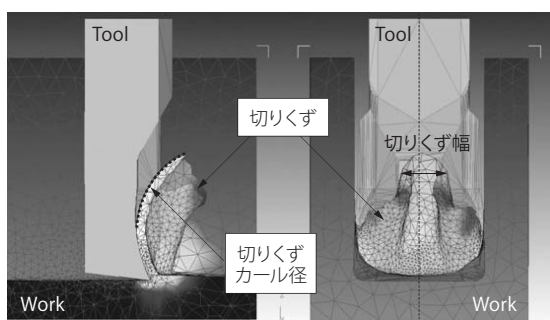


図3 溝入れ加工時の切りくずシミュレーション例

2-2 びびり振動の抑制 溝入れ加工は切れ刃の幅全体に切削時の負荷を受けるため、通常切削に対して加工時に振動を生じやすい。加工時に工具が振動すると加工面の悪化や、突発欠損などのトラブルを生じる原因となる。そこでGND型ではホルダ材質に高剛性の特殊鋼を採用するとともに、図4に示すようにチップ固定部からシャンクまでシンプルな一体構造とした。さらにチップ受け面の形

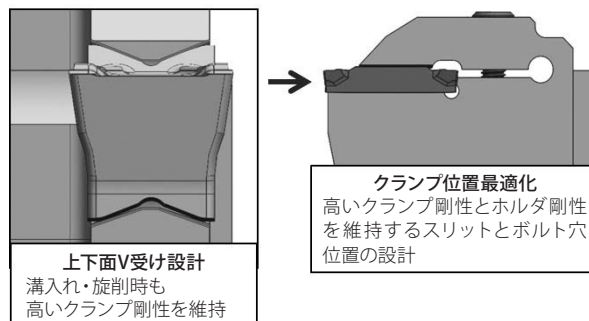


図5 チップ受け面・クランプ位置の最適化

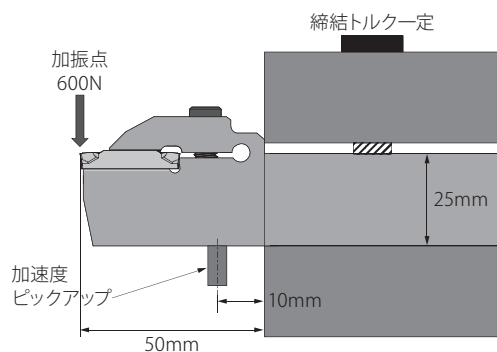


図6 ハンマリングテスト方法

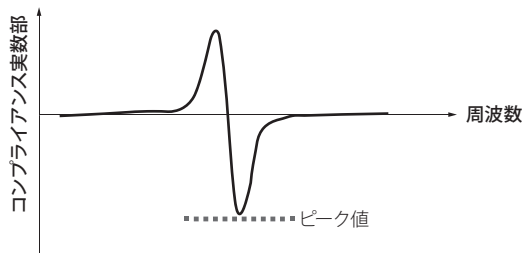


図7 コンプライアンス実数部の負のピーク値

評価結果を図8に示す。GND型は他社品に対してコンプライアンス実数部の負のピーク値が小さい結果が得られた。特に分割型を採用している他社品Bに対してはピーク値で35%低くなっており、一体型構造により大きな防振効果が得られていることが分かる。

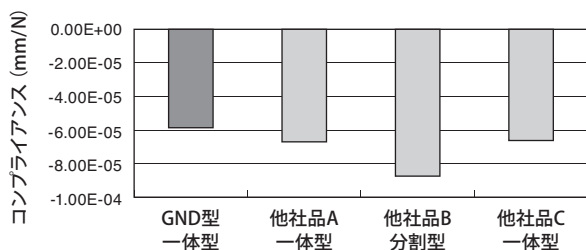
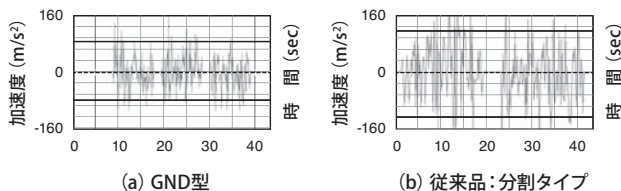


図8 負のピーク値比較

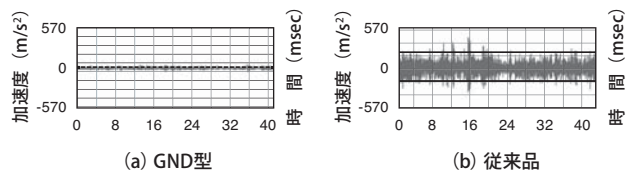
実際に溝入れ加工を行った際の防振効果を確認するため、実加工時のホルダ振動評価を行った。その結果、溝入れ加工時における振動を分割型に対して最大で約30%抑制した(図9)。また、旋削加工時におけるホルダ振動も大幅に抑制(図10)した。

これにより高い送り速度での高能率加工などにおいても加工中の振動が抑制されるため、異常欠損などのトラブルが少ない安定した長寿命加工を実現する。



Work : SCM415 Vc=100m/min, f=0.1mm/rev, ap=20mm, wet
Tool : GNDLR2525M-220, GCMN2002-GG/AC530U

図9 溝入れ加工時のホルダ振動比較



Work : SCM415 Vc=100m/min, f=0.2mm/rev, ap=0.5mm, wet
Tool : GNDLR2525M-312, GCMN3004-MG/AC530U

図10 旋削加工時のホルダ振動比較

2-3 優れた経済性と高精度の両立 溝幅の要求精度が高い溝入れ加工を行う場合、使用するチップの製作時には従来チップ外周の研磨加工が必須であった。特にGND型のような深溝入れ加工に用いる細長い形状のチップでは全長が長い為、刃幅精度を制御することは難しい。それに対し、GND型は高精度焼結技術を確認したことにより、研磨レスながら全ての刃幅において刃幅精度 $\pm 0.03\text{mm}$ を実現した(図11)。

これにより、従来研磨チップが必要であった加工現場においても、経済性が優れた研磨レスチップを使用することを可能とする。

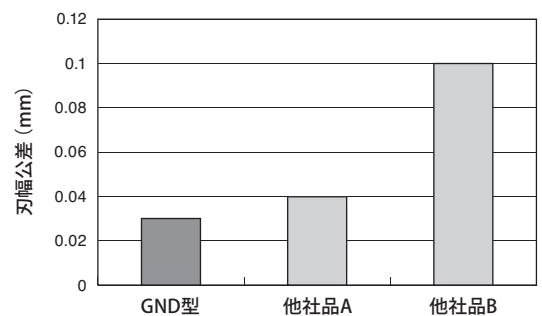


図11 刃幅精度比較

3. 切削性能

GND型はホルダシリーズとチップブレイカシリーズの組み合わせにより、様々な加工用途に対応できる。

図12~14にユーザーでの使用実例を示す。

図12に示す使用実例(i)は事務用機械部品の外周溝入れ加工である。従来品では切りくず処理が悪かったために切りくずを分断する目的でステップ送りを行い、切りくずを分断していたのに対し、GND型はその優れた切りくず処理性能から連続送りでも安定した切りくず処理が可能であった。ステップ送りによる加工時間を短縮した結果、加工能率2.5倍を達成することができた。

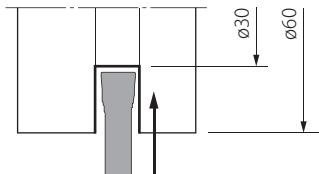
図13に示す使用実例(ii)は、ギアプロケットの外周溝入れ・仕上げ加工である。従来品で切りくず処理が不

安定で、また切削中に生じる微小な振動によりチップの突発欠損が生じていたのに対して、GND型では優れた切りくず処理と、振動抑制効果により、チップの突発欠損を解消し工具寿命の安定を実現した。

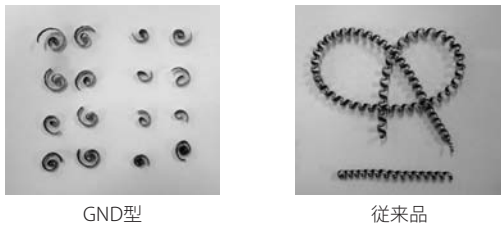
図14に示す使用実例(iii)は、クランクの外周溝入れ・仕上げ加工である。従来品で切削時の振動、切れ刃形状による切削抵抗の高さから、チップの突発欠損が生じていたのに対して、GND型の振動抑制効果、最適な切れ刃形状により突発欠損を抑制した。これにより工具寿命1.3倍を実現した。

(a) 加工形態

被削材 : SCM440
 工具 : GNDLR2525M-320
 チップ : GCMN3002-GG/AC530U
 切削条件 : $V_c=90\text{m/min}$, $f=0.1\text{mm/rev}$, wet



(b) 切りくず写真



(c) 加工能率

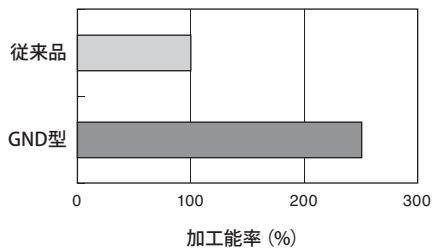


図12 使用実例(i)

(a) 加工形態

被削材 : SCr415
 工具 : GNDMR2020K-518
 チップ : GCMN5008-MG/AC530U
 切削条件 : $V_c=150\text{m/min}$, $f=0.1\text{mm/rev}$, wet

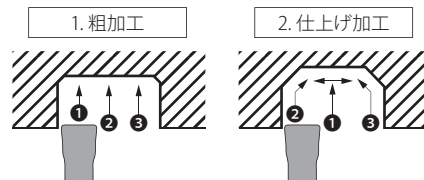
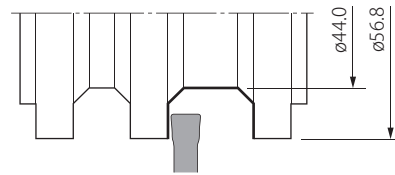
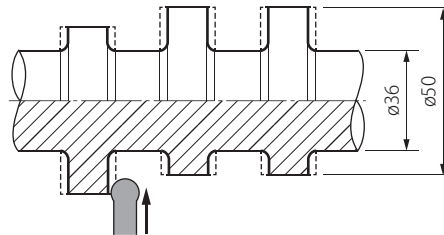


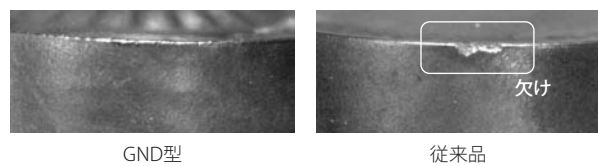
図13 使用実例(ii)

(a) 加工形態

被削材 : S53C
 工具 : GNDML2525M-618
 チップ : GCMN6030-RG/AC530U
 切削条件 : $V_c=130\text{m/min}$, $f=0.36\text{mm/rev}$, wet



(b) 刃先損傷比較



(c) 工具寿命

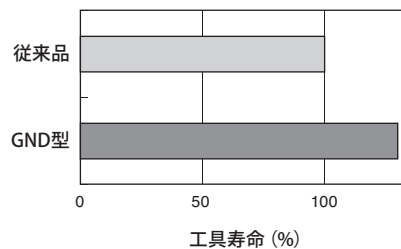


図14 使用実例(iii)

4. 結 言

SEC-GND型は、市場ニーズに対応し、高能率・安定加工が可能でかつ、経済性に優れた溝入れ工具である。この製品により、ユーザーでの生産性向上や工具コスト削減に貢献できるものと確信している。

用語集

※1 有限要素法

数値解析手法の1つで、解析対象を微小な要素に分割し、各要素での計算結果を足し合わせることで、全体の挙動の近似解を求める。

参 考 文 献

- (1) 杉田忠彰、上田完次、稲村豊四郎、「加工学基礎 I 基礎切削加工学」、共立出版（1984）
-

執 筆 者

島本 陽介*：住友電工ハードメタル(株)
デザイン開発部
刃先交換式ホルダの形状開発に従事



上田 正信：住友電工ハードメタル(株) デザイン開発部
部門スペシャリスト

福山 奉章：北海道住電精密(株) 製品開発課

沖田 淳也：住友電工ハードメタル(株) デザイン開発部 グループ長
博士（工学）

*主執筆者