Burnishing Process using Coated Carbide Tool: Wear Characteristics Evaluation of Coated Tool

出版者: 公開日: 2018-06-14 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: メールアドレス: 所属:	メタデータ	言語: jpn
公開日: 2018-06-14 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: メールアドレス: 所属:		出版者:
キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: メールアドレス: 所属:		公開日: 2018-06-14
キーワード (En): 作成者: メールアドレス: 所属:		キーワード (Ja):
作成者: メールアドレス: 所属:		キーワード (En):
メールアドレス: 所属:		作成者:
所属:		メールアドレス:
		所属:
URL https://doi.org/10.24517/00050332	URL	https://doi.org/10.24517/00050332

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 International License.



コーテッド超硬工具を用いたバニシング加工 - コーテッド工具の摩耗特性の検討-

金沢大学大学院 ○新谷正義,松原拡,福井大学 岡田将人 金沢大学 立矢宏,浅川直紀,福井大学 大津雅亮

> Burnishing Process using Coated Carbide Tool - Wear Characteristics Evaluation of Coated Tool -

Kanazawa University Masayoshi SHINYA, Hiromu MATSUBARA, University of Fukui Masato OKADA Kanazawa University Hiroshi TACHIYA, Naoki ASAKAWA, University of Fukui Masaaki OTSU

This study deals with a burnishing process to generate smooth surfaces and enhanced layers. In conventional method, which is proposed by the authors, a diamond tipped tool was used. In this investigation, the coated carbide tool was applied as a burnishing tool. A proposed hybrid-type parallel mechanism with spherical 5-degree-of-freedom range and force control was used as a burnishing machine, and a stainless steel surface was targeted. In previous investigation, Diamond-Like-Carbon coated tool can achieve the superior surface, while flaking of the coated film was easily occurred. In this report, the wear characteristics of the laminated DLC coated tool, which is improved flaking resistance, was investigated.

1. 緒言

金型のような自由曲面を有する工作物表面の平滑化と加工硬化 ならびに圧縮残留応力の付与を目的としたバニシング加工につい て検討した.著者らはフライス加工の要領で,先端に半球形状を 有するダイヤチップを対象面上に定力下で摺動させることで良好 な仕上げ面を得ることに成功している¹⁾. また, ダイヤチップを 回転させることで、工作物表面の更なる平滑化や加工硬化層の増 加が見込めることも明らかにした²⁾. しかしながら, ダイヤチッ プは製造の困難さから非常に高価であり、摩耗した際の再研磨も 難しい. そこで著者らはダイヤチップより安価でコーティング膜 の再生も可能なコーテッド超硬工具の適用を目的とし、その基礎 的な加工特性について平坦面を対象に検討した³⁾. その結果,非 常に平滑な面を有している Diamond-Like-Carbon(以下, DLC) コー テッド超硬工具を用いた場合に良好な仕上げ面が得られたもの の,加工初期段階で DLC 膜の著しい剥離が認められた.これは, DLC と工具母材である超硬合金との機械的特性が大きく異なる ことに起因すると考えられる.そこで、DLCと母材の間に中間 層として (Ti, Mo)N コーティングを被覆し、母材から DLC 膜ま での機械的特性を傾斜的に変化させることにより DLC の耐剥離 性を向上させた積層 DLC コーテッド超硬工具(以下,L-DLC工具) をバニシング加工に適用し、その加工特性および摩耗特性を評価 したので報告する.

2. 実験方法

本実験で使用する加工機を図1に示す.本装置は空間3自由度 パラレルメカニズムと2軸方向の並進運動を創生する平面案内 テーブルを組み合わせた機構であり、全体として5自由度を有す る.したがって、本装置は5軸の工作機械と同等な加工が可能と なる.平面案内テーブル上には3成分力センサが取り付けられて



(a) Schematic illustration (b) Details of arrangement Fig. 1 Spherical 5-DOF hybrid-type parallel mechanism with rotary tool おり、加工中に生じる力を方向成分毎に測定し、工具先端の位置 を制御することで、定力によるバニシング加工を実現している. 本装置の出力節にスピンドルを取り付け、その先端に工具を取り 付けた. 図2に示すように一定のクロスフィードを与えて、工具 を工作物の正面フライスによる前加工痕に対し直角方向に往復さ せることにより面状の加工を行う.主な実験条件と採用したコー ティング材質の諸特性を表 1,2にそれぞれ示す.工具回転によ る摺動速度 v_s [m/min] は、図3に示す加工部接触点における理論 的な周速度と定義し、工具半径 R [mm],スピンドル回転数N [rpm], 工具の傾斜角 α [^o] によって決定され、(1)式より算出した.また、 工具の摩耗特性を評価するための摩耗試験では、加工時間と摺動 速度の積で表される摺動距離 L_b [m] を実験パラメータとし、摺動 距離に対する工具表面外観、仕上げ面の表面粗さおよび光沢度を 測定し、工具寿命の同定を行った.

3. 実験結果







Fig. 2 Tool path of burnishing process



Fig. 3 Definition of sliding speed v_s

$$v_{\rm s} = \pi \cdot R \cdot N \sin \alpha / 500$$

(1)

した仕上げ面の表面粗さおよび光沢度を測定した.また、比較 のためコート処理を施していない超硬工具(以下,ノンコート), (Ti, Mo)N コート, DLC コート工具でも同様に仕上げ面を作成し, 表面粗さおよび光沢度を測定した.その結果を図4に示す.表面 粗さおよび光沢度の測定にはそれぞれ粗さ計(㈱ミツトヨ, SJ-410), 高光沢グロスチェッカ (㈱堀場製作所, IG-410)を用いた. 光沢度とは,表面に光を当てたときの正反射の程度を表す量で, 単位は無次元である.本測定装置では、測定対象面への光の入射 角が 60° で完全な鏡面反射をした場合に 1000 となる.光沢度は 測定対象表面の微小凹凸の傾斜に依存するため⁵,光沢度を測定 することで表面粗さに反映されない表面形状を定量的に評価する ことができる.図4より、ノンコート、(Ti, Mo)Nコートと比べ て DLC コートを施すことにより表面粗さ、光沢度ともに良好な 仕上げ面が得られていることがわかる.図5に加工対象物と接触 する工具先端表面のレーザ顕微鏡観察結果を示す.いずれも加工 前の表面状態である.図5より、ノンコートでは研磨痕が残存し ており, (Ti, Mo)Nコートはピンホールが認められ, DLCコート および L-DLC コートは非常に平滑な面を有していることがわか る. バニシング加工では工具の表面形状が工作物に転写されるた め,工具側の表面性状が加工結果に著しく影響を与えていると考 えられる. これらのことから、仕上げ面は工具外表面の表面形態 に依存するといえ,積層コーテッド工具においても、中間層の仕 上げ面の影響は認められず,外表面の DLC の表面形態が仕上げ 面に支配的であるといえる.

Table 1 Experimental conditions		
Workpiece	Stainless steel JIS SUS316 (200HV)	
	Preliminary surface Ra	
	X-direction : ~ 0.4 μ m, Y-direction : ~ 0.3 μ m	
Burnishing tool	Spherical carbide pin $R = 1.5$ mm	
	(94.0 HRA, WC: 85-95wt%, Co: 5-8wt%	
	Average grain size 0.5 µm)	
	Non-coated, DLC coated, (Ti, Mo)N coated,	
	L-DLC coated	
Sliding speed	$v_{\rm s} = 17 {\rm m/min}$	
Feed rate	f = 5 mm/sec	
Thrust force	$F_{\rm t}$ = 20 N	
Cross feed	$CF = 50 \ \mu m$	
Lubrication	UP-21KN, Unitech Co.Ltd.	



Fig. 4 Influence of surface material of burnishing tool on burnished surface roughness and glossiness



(a) Non-coated (b) (Ti, Mo)N (c) DLC (d) L-DLC Fig. 5 Surface apperances of non-coated and coated carbide tools

3.2 積層コーテッド超硬工具の摩耗特性

L-DLC 工具の摩耗特性を評価するため, 摺動距離 L_b の増加に 伴う工具表面外観と仕上げ面の表面粗さならびに光沢度を評価し た.撮影および測定した工具表面外観,表面粗さおよび光沢度を それぞれ図 6,7に示す.ここで,図7に示す各方向の表面粗さ ならびに光沢度は,記載されている各摺動距離から手前75mの 範囲により作成された仕上げ面を測定した値である. $L_b = 600m$ の測定値は, $L_b = 525 - 600m$ の摺動距離間で得られた仕上げ面の 面性状を示している.また,図8にDLCコート工具を用いた場 合の任意の摺動距離における工具外観写真を示す.図6と比較し て,大きな膜剥離が確認でき,仕上げ面性状の悪化が認められた. これらのことから,(Ti, Mo)Nを中間層としたL-DLC工具をバニ シング加工に用いることで,高い耐摩耗性が得られ,良好な仕上 げ面性状を長い摺動距離に亘って得ることが可能になった.

4. 結言

- (1) L-DLC 工具において、中間層として (Ti, Mo)N を被覆したこ とによる仕上げ面への影響は認められなかった.
- (2) 中間層を被覆した L-DLC 工具は DLC 膜の著しい剥離は認め られず,良好な仕上げ面性状を長い摺動距離に亘って得るこ とが可能である.

謝辞

本研究の一部は、大澤科学技術振興財団平成26年度研究開発助成によ り行われた.また、本研究遂行にあたり㈱北熱様より、技術的な御協力を いただいた.ここに記して深謝する.

参考文献

- M. Okada, H. Kozuka, et al., Burnishing process by the spherical 5-degrees hybrid type parallel mechanism with force control, Int. J. Autom. Technol, Vol. 8, No. 2, pp. 243-252, 2014.
- M. Okada, M. Shinya, et al., Diamond burnishing process with rotary tool (Fundamental considerations of burnishing characteristics), Proc. LEM21, 2015.
- 3) 新谷正義, 岡田将人ら, 工具回転機能を有したバニシング加工の基礎的 検討 - コーテッド超硬工具の適用 - , 精密工学会学術講演会講演論文集 2016S(0), 613-614, 2016.
- 4) ㈱北熱,技術資料,コーティング性能比較
- 5)米原牧子,鈴木圭介ら,5052アルミニウム合金の表面凹凸が光沢度に 及ぼす影響,軽金属, Vol.53, No. 4, pp.163-168,2003.



(a) $L_b = 0$ m (Virgin) (b) $L_b = 600$ m (c) $L_b = 1800$ m Fig. 6 Wear behavior of L-DLC coated tool for each burnishing length



Fig. 7 Relationship between burnishing length and burnished surface roughness and glossiness using L-DLC coated tool



(a) $L_b = 0$ m (Virgin) (b) $L_b = 225$ m (c) $L_b = 900$ m Fig. 8 Wear behavior of DLC coated tool for each burnishing length

Table 2 Properties of coating materials⁴⁾

Vickers hardness

Coefficient of friction Coating thickness