

# 工具モニタリングシステムの開発 (第3報)

## 機上工具観察システムの小型化

佐々木秀和, 竹保義博, 山本 健, 和田雅行, 筒本隆博\*1

## Development of tool monitoring systems III

### Miniaturization of on-machine digital microscope

SASAKI Hidekazu, TAKEYASU Yoshihiro, YAMAMOTO Ken, WADA Masayuki and TSUTSUMOTO Takahiro\*1

機上工具観察システムはマシニングセンタ等の工作機械の機上に設置して使用するため、いくつかの検討すべき課題がある。本報では、加工液等が飛散する環境下での鮮明な画像撮影、機内での占有スペースを小さくすることを目的として、既報<sup>1)</sup>の防汚機構の配置の変更、及び防汚用圧縮空気の流れを制御する緩衝体の有無が防汚性能に及ぼす影響を調査した。その結果、試作2号機よりも全長を66mm短縮した機上工具観察システムの試作3号機を開発した。また、緩衝体を用いることで、鉛直落下してくる水に対する優れた防汚効果を確認できた。

キーワード：金型，切削加工，工具モニタリング，防汚

## 1. 結 言

切削加工において、加工途中に工具刃先を観察することは切削状況や工具寿命を把握するために非常に有用である<sup>1)</sup>。従来は、一般的に加工を中断して工具を工作機械から取り外してから顕微鏡で刃先を観察した後、再度工具を取り付けて加工を再開する作業を繰り返していた。この手法は非常に煩雑であり、時間を要する。そこで、著者らは、加工途中の工具刃先観察の省力化を目的として、工具を工作機械から取り外さずに機上で直接工具を観察できる機上工具観察システムの開発を行った<sup>2)</sup>。この装置は、ストロボ照明を加工機の主軸回転に同期して発光させることにより、回転中の工具を任意の回転位置で仮想停止させて観察できることを特徴としている。しかしながら機上に設置するカメラ本体が大きく、加工時の障害となっていた。そのため既報<sup>1)</sup>で示した機上工具観察システムの試作2号機に対して、本報告では、新たな防汚機構を開発することで、より小型化を実現した試作3号機を紹介する。

## 2. 開発の概要

機上工具観察システムの開発は、カラー画像で高画質、堅牢・小型、簡単・便利、低価格を目標として行った。本報では、試作2号機の防汚機構の改良を主眼におき、



写真1 試作した3号機の撮像部

加工液や潤滑油、切削屑などが飛散する加工機内の劣悪な環境下でも良好な撮像ができる防汚機能を維持して、かつ、工作機械の機内に設置したときに加工の妨げにならないよう、さらなる小型化を目指して開発した。試作3号機を写真1に、撮像部の仕様を表1にそれぞれ示す。

表 1 撮像部の主な仕様

項目	試作 3 号機	
本体	大きさ* (mm)	全長 163×直径 69
カメラ	インターフェイス	GigE
	撮像素子	1/2 インチカラーCCD
	解像度	1392×1040 140 万画素
レンズ	作動距離 (mm)	40.6
	視野 (mm)	10×7.5
照明	光源	LED
	発光時間 (μ sec)	1~199
	消費電力 (W)	320*2

\*1 スタンドを含まない

\*2 連続発光時

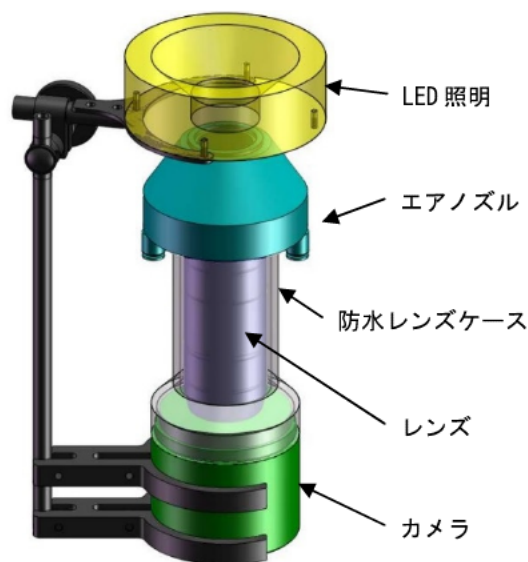


図 1 試作 2 号機

### 3. 新たな防汚機構

試作 2 号機は、図 1 に示す構造で、圧縮空気をエアノズルに供給し、ノズル出口から空気を噴き出す仕組みになっており、この働きにより防水レンズケースに取り付けてある観察窓を防汚する。しかしながら、レンズケースの前方にエアノズルを配置するため、全長が大きくなる構造であった。これに対して試作 3 号機では、図 2 に示す構造断面図のとおり、圧縮空気の供給口及び膨張室をレンズ周りに配置し、エアの噴き出し口のみレンズ前方に配置した。その結果、撮像部の全長を試作 2 号機が 229mm であったことに対して試作 3 号機では 163mm へと 66mm 短縮できた。

また、噴き出し口から出る圧縮空気の流速分布が均に近い状態であれば、機上工具観察システムの撮像部の周囲に存在する汚れた空気は、噴き出し口の内側に侵入しにくい。圧縮空気の流れを分散させるために緩衝体を設置し、最終的に噴き出し口へ到達した空気の流れが安定化する構造とした。

実際に緩衝体を組み込んでいる防汚機構を写真 2 に示す。緩衝体は、連続気泡のブリヂストン製エバーライト SF エーテルタイプ (QR-10, シート状, セル範囲 8~14 個/25mm) であり、縦 30mm, 横 165mm, 厚さ 7.5mm の直方体形状にカットしたものを、膨張室内に挿入して使用した。

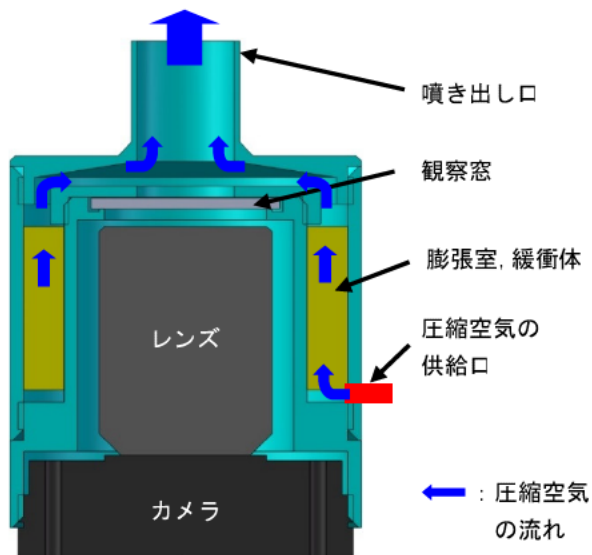


図 2 試作 3 号機の防汚機構断面図

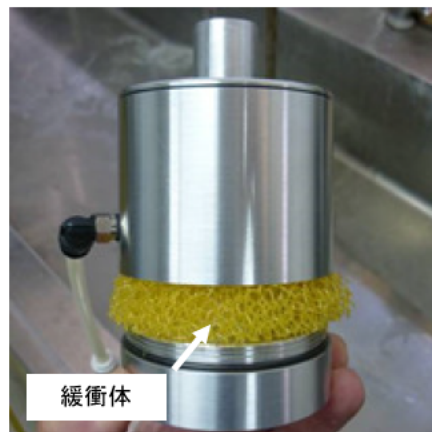


写真 2 緩衝体を組み込んだ防汚機構の試作機

表2 防汚試験条件

注水量 (ml/min)	38 (連続流)
注水総量 (ml)	25
注水高さ (mm)	100
圧縮空気圧力 (MPa)	0.5

表3 圧縮空気の流量と平均流速

緩衝体	有り	無し
流量 (l/min)	160	180
平均流速 (m/s)	10.5	11.8

## 4. 防汚機能の評価

### 4.1 実験方法

防汚機能の確認は、写真3に示す防汚試験により行った。試験体である試作機の噴き出し口を鉛直上向きの姿勢とし、噴き出し口の中心に向かって富士理化学工業株式会社製の容量25ml 活栓付きビュレットを用いて水道水を鉛直に落下させることで注水した。注水時は、試験体に圧縮空気を連続供給し、噴き出し口から圧縮空気を噴き出させた状態で試験を行った。ビュレットからの注水条件及び試験体に供給する圧縮空気の圧力条件を表2に示す。

圧縮空気の流量計測は、防汚機構の圧縮空気の供給口とエアコンプレッサ（藤原産業株式会社製 SR-201）の間にSMC株式会社製フロースイッチ PF2A721-03-27-Mを組み込み、フロースイッチのデジタル表示画面の流量検出値を読み取ることで行った。なお、比較として緩衝体を取り除いた試験体での評価も同様に実施した。

### 4.2 実験結果と考察

防汚試験後の状態を写真4と写真5に示す。写真4の緩衝体を組み込んだ試験体では、噴き出し口の内側や観察窓に水滴の付着は無かった。これに対して写真5の緩衝体を組み込まない試験体は、噴き出し口の円筒部内面及び観察窓に水滴が付着していた。このときの圧縮空気の流量と噴き出し口での平均流速を表3に示す。平均流速は、得られた流量に対して噴き出し口面積で除した値を単位秒当たりに換算したものである。

緩衝体有りの試験体では、緩衝体が空気の流れの抵抗になるため緩衝体無しの試験体と比較して単位時間当たりの流量が減少した。その影響により噴き出し口での平均流速は11%減少したにもかかわらず、水が浸入しなかった理由として、噴き出し口近傍の空気の流れが均一になっているためと推察した。一方で、緩衝体無しの試験体は、吹き出し口での平均流速は大きいですが空気の流れが均一ではないため、局所的あるいは時的に空気の流れが乱れることにより水が浸入したと推察した。

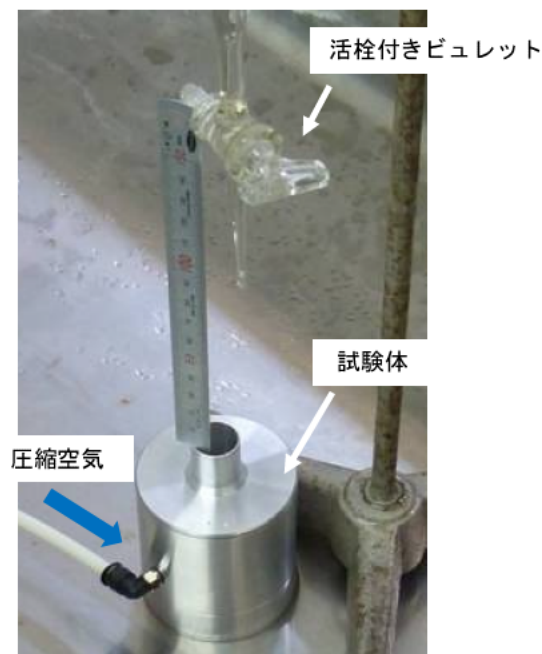


写真3 防汚試験状況



写真4 防汚試験後の状態（緩衝体有り）



写真5 防汚試験後の状態（緩衝体無し）

## 5. 結 言

試作2号機の小型化及び防汚機能の向上を目標に、新たな防汚機構を考案して試作3号機を製作した。試作3号機の特徴は、レンズ周りに圧縮空気の膨張空間を設け、そこに連続気泡の緩衝体を埋め込む構造としたことである。これによって防汚機能を向上させた上、小型化した機上工具観察システムを開発した。

## 文 献

- 1) 竹保義博ほか5名：広島県立総合技術研究所東部工業技術センター研究報告，工具モニタリングシステムの開発（第1報）機上工具観察システムの開発，**25**(2012)。
- 2) 和田雅行ほか4名：広島県立総合技術研究所東部工業技術センター研究報告，工具モニタリングシステムの開発（第2報）機上工具観察システム専用照明の開発，**26**(2013)，東部工業技術センターwebサイト：<https://www.pref.hiroshima.lg.jp/soshiki/29/kh2613.html>
- 3) 佐々木秀和，竹保義博，山本健，和田雅行：特許第5895263号(2016)。