

課題番号 : F-21-UT-0083  
 利用形態 : 機器利用  
 利用課題名(日本語) : 熱電対細線へのパリレン薄膜の形成  
 Program Title (English) : The formation of Parylene film on thermocouple  
 利用者名(日本語) : 木崎通、王超、鄭勤如、五十子周太  
 Username (English) : T. Kizaki, C. Wang, Q. Zheng, S. Irako  
 所属名(日本語) : 東京大学 工学系研究科 機械工学専攻  
 Affiliation (English) : School of Engineering, Department of Mechanical Engineering, The University of Tokyo  
 キーワード/Keyword : 成膜・膜堆積、パリレン、熱電対、加工温度測定

## 1. 概要(Summary)

現代社会において、歯車は自動車をはじめ、様々な機械の動力伝達のために必要不可欠である。特に近年、ハイブリッド車や電気自動車の普及により、歯車の高精度化がますます求められている。歯車精度を向上させるために、熱処理後に研削を行う手法が多く用いられ、したがって研削加工が歯車精度の決め手となっている。

歯車研削は仕上げ加工の一種として高精度と高エネルギーを併せ持つ。が、研削では著しい発熱が生じ、ワークの品質に悪影響を与える。一般的にはクーラントを用いて冷却を行うが、クーラントの供給に多大な電力が消費されるため、環境に負担をかけることが問題とされてきた。

本研究では、クーラントを一切使わない乾式歯車研削法を実現することを目標にした。

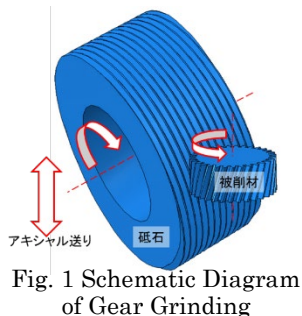


Fig. 1 Schematic Diagram of Gear Grinding

## 2. 実験(Experimental)

### 【利用した主な装置】

パリレンコーター

### 【実験方法】

乾式歯車研削における比研削エネルギー及び熱分配割合を求めるため、歯車研削面の温度と研削力の測定を行った。実験では歯車に荒加工と仕上げ加工を行い、荒加工ではクーラントを供給し、仕上げ加工では乾式研削を実施した。実験では3条砥石と9条砥石を用いて、砥石回転数 4000 rpm で取り代が 15  $\mu\text{m}$  の条件で実験を行った。

実験では二極熱電対温度センサー[1]及び Kistler の回転式動力計を用いて測定を行った。この二極熱電対を製作する際にパリレンコーターを使用した。浸食熱電対(Eroding thermocouple)と呼ばれるものであり、二極間の間隔を 5  $\mu\text{m}$  まで小さくする必要がある。素線の周囲に 2.5  $\mu\text{m}$  のパリレンを成膜し、その後二本の素線間を熱接合する。このようにすることで浸食熱電対を製造することが可能となった。

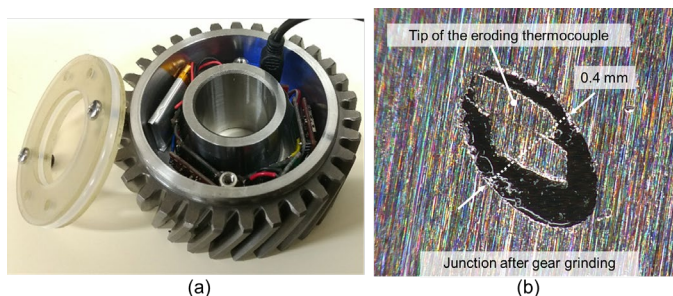


Fig.2 Fabricated Eroding thermocouple (a) Workpiece with the eroding thermocouple embedded, (b) Junction of the embedded thermocouple.

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

測定実験の結果を Table 1 および Table 2 に示す。

Table 1. Results of Experiment on grinding energy.

	3条	9条
研削エネルギー [W]	317.4	621.2
材料除去率 MRR [ $\text{mm}^3/\text{s}$ ]	3.97	11.9
比研削エネルギー $e_c$ [ $\text{J}/\text{mm}^3$ ]	79.9	52.2

Table 2. Results on heat partition ratio

	3条	9条
加工全体の比研削エネルギー(実験値) [ $\text{J}/\text{mm}^3$ ]	72.3	65.3
被削材に流入した比研削エネルギー(解析値) [ $\text{J}/\text{mm}^3$ ]	58.8	55.2
熱分配割合 $\mu$ [%]	81.3	84.6

条数を増加させることにより、研削エネルギーが低下すること及び、熱分配割合はほぼ不変であることが判明した。

## 4. その他・特記事項(Others)

なし

## 5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

[1] 鄭勤如, 熱流入メカニズムに基づく高効率ドライ歯車研削の実現, 2021年度精密工学会春季大会卒研講演会(2021/3/16-22).

[2] Qinru Zheng et al., Dry Continuous Generating Grinding based on Specific Energy and Heat Partition Ratio, The 10<sup>th</sup> International Conference on Leading Edge Manufacturing in 21<sup>st</sup> Century (LEM21), 2021/11/14-18.

## 6. 関連特許(Patent) なし