

研究タイトル：

切削摩擦加工による金属表面改質



| | | | |
|-----------------|--|---------|------------------------|
| 氏名： | 薬師 寺輝敏 / YAKUSHIJI Terutoshi | E-mail： | yakusiji@oita-ct.ac.jp |
| 職名： | 教授 | 学位： | 機械工学科 |
| 所属学会・協会： | 日本機械学会、日本材料学会、日本鉄鋼協会、設計工学会 | | |
| キーワード： | 金属疲労、材料強度、疲労試験、微細結晶粒、表面改質 | | |
| 技術相談 提供可能技術： | <ul style="list-style-type: none"> ・表面改質による疲労強度改善 ・事故解析 ・強度計算 | | |

研究内容： 切削摩擦加工による疲労強度改善

機械構造物破壊事故の約 8 割が金属疲労を原因とするものであるといわれており、その多くの場合疲労き裂は材料表面を起点として発生し破断に至る。そのため、表面の状態は疲労強度に大きな影響を及ぼすことから、疲労強度向上を目的とした様々な表面改質処理が行われている。代表的なものにはショットピーニング・窒化・浸炭・高周波焼入れ等が挙げられるが、これらの表面改質処理方法は機械加工とは別工程で行われることや特別な装置を必要とすることから、製作時間の増加やコストアップは免れない。これらの現状を踏まえて我々は、製品製作の最終工程に着目し、CNC 旋盤を用いて行う切削摩擦加工という新しい表面改質処理方法を考案した。切削摩擦加工とは、旋削用の超硬チップの逃げ面を、回転する加工物に一定の力で押し当て送りをかけて材料表面を擦ることで、表面に大きな塑性変形を与え最表面に微細結晶粒層を形成させる表面強ひずみ加工である。本加工法は切削工具から切削摩擦加工工具へツールチェンジを行うだけで形状成形から連続的に処理することが可能なため、一般的な表面改質処理方法とは比較にならないほど短時間、低コストである。疲労強度が向上する要因としては、表面に形成された高強度微細結晶粒層と、表面の高い圧縮残留応力が考えられる。先の研究では、切欠き感度の高い Ti-6Al-4V 合金の平滑試験片に切削摩擦加工を行い疲労特性向上に成功した⁽¹⁾。また、比較的軟質な材料である S45C 焼なまし材⁽²⁾および硬質な調質材⁽³⁾に切削摩擦加工を行い、回転曲げ疲労強度が大幅に改善されることを報告した。疲労破壊は部材の平滑部から生じることほとんどなく、多くが段付き部や切欠き等の形状変化部、つまり応力集中部から発生する。そこで、V 溝円周切欠きを有する SCM435 調質材に切削摩擦加工を施し、その効果を確かめた⁽⁴⁾。切削摩擦加工した試験片では、表面に微細結晶粒層が形成され、ビッカース硬さが加工前の約 2.7 倍である 820 Hv まで向上し、平滑試験片の回転曲げ疲労限度は、エメリー研磨仕上げに対して約 51 % 向上 (490 MPa → 740 MPa) した。一方、円周切欠き試験片 ($\rho = 3.0$ mm) の疲労限度は約 68 % 向上 (410 MPa → 690 MPa) する結果となり、切削摩擦加工は平滑試験片に比べて応力集中部の疲労強度向上に有効であることを報告している。

- (1) 薬師寺輝敏, 渡部杏伍, 後藤真宏, 戸高義一, Ti-6Al-4V 合金に行う切削摩擦加工とその効果, 日本機械学会論文集 Vol.80, No.818 (2014), DOI:10.1299/transjsme.2014simm0296.
- (2) 鈴木健太郎, 清水利弘, 戸高義一, 神志名薫, 薬師寺輝敏, 中村裕紀, 中島正貴, 摩擦加工を受けた S45C の回転曲げ疲労特性の解明, 砥粒子工学会誌 Vol.56, No.2 (2012), pp.112-117.
- (3) T. Yakushiji, F. Nakagawa and M. Goto, Bending fatigue strength of annealed 0.45% carbon steel specimens finished by cutting and rubbing technique utilizing cemented carbide tip, International Journal of Fracture Fatigue & Wear, ISSN: 2294-7868, Vol.4 (2016), pp.146-152.
- (4) 佐藤拓馬, 薬師寺輝敏, 摩擦加工した V 溝切欠き材の回転曲げ疲労特性, 日本材料学会九州支部第 2 回学術講演会講演論文集 A12, (2015), pp25-26.

提供可能な設備・機器：

| 名称・型番(メーカー) | |
|----------------------------------|--|
| 各種材料試験機(引張, 硬さ, 光学顕微鏡, マイクロスコープ) | |
| 回転曲げ疲労試験機 | |
| 平面曲げ疲労試験機 | |
| 油圧サーボ疲労試験機 | |
| 滅処理炉 | |