

氏名	張 強
授与した学位	博士
専攻分野の名称	工学
学位授与番号	博甲第2892号
学位授与の日付	平成17年 3月25日
学位授与の要件	自然科学研究科基盤生産システム科学専攻 (学位規則第4条第1項該当)
学位論文の題目	Study on Surface Durability and Failure of Surface-Hardened Powder-Forged Rollers (表面硬化粉末鍛造ローラの面圧強さと損傷に関する研究)
論文審査委員	教授 吉田 彰 教授 宇野 義幸 教授 塚本 眞也

学位論文内容の要旨

The sintered machine elements have been widely used in automobile and motorcycle industries because of their cheap cost. However, the pores inside the sintered machine elements have a disadvantage in the fatigue strength. In order to solve this problem, powder-forging (P/F) technology is applied to the field of powder metallurgy to improve the characteristics of sintered one.

In this dissertation, the pre-alloyed P/F rollers with case-hardening and induction-hardening were employed to investigate the surface durabilities compared with the steel ones by a spring loading type two-cylinder test machine.

The $p_{\max} \cdot N$ curves, i.e. the relationship curves between the maximum Hertzian stress p_{\max} and the fatigue life N , indicated that the surface durabilities of the P/F rollers with case-hardening and induction-hardening were almost the same as those of the steel rollers. Based on evaluating the surface durability and the fatigue life by the $[A(\tau_{yz}/Hv)]_{\max} \cdot N$ curves, i.e. the relationship curves between the maximum amplitude $[A(\tau_{yz}/Hv)]_{\max}$ of the ratio of orthogonal shear stress τ_{yz} to Vickers hardness Hv and the fatigue life N , and the relationship between the stress amplitude $A(\tau_{yz})$ and Vickers hardness Hv at the depth where the amplitude $A(\tau_{yz}/Hv)$ becomes maximum under each endurance Hertzian stress, it is understood that the powder material with higher Ni content had the better surface durability due to the P/F process and is more competitive with the steel roller.

The defects, which influence the fatigue life of the P/F and sintered powder material, are classified into void (pore), inclusion and inhomogeneity in this study. In terms of the mechanical properties of inclusion and inhomogeneity, the concepts of hard and soft inclusions (inhomogeneities) are proposed. Subsurface shear stress around defect below the Hertz contact is calculated by the FEM with the elastic semi-infinite plane in two dimensions under a plane strain condition. Comparing with inclusion and inhomogeneity, void (pore) is very much detrimental to the steel. The fatigue tests of case-hardened sintered powder and P/F rollers with three different green densities reveal that pores are main factor affecting green density and surface durability, and this result is almost identical with calculation analysis by the FEM. According to the experiments of rollers and the calculations by the FEM, the P/F process effectively improves the microstructure of the sintered powder material and results in replacing steel with the P/F material.

論文審査結果の要旨

ネットシェイプ加工が可能で、コストパフォーマンスが優れている故に、近年、歯車など多くの機械要素に焼結法が適用されている。しかし、焼結機械要素には気孔が存在するため強度的欠点を有する。本論文は、新たに開発されたプレアロイ鋼粉を用いて、この強度的欠点を改善すべく、焼結と鍛造の両者の特徴を活かした粉末鍛造法にて製作された浸炭焼入れおよび高周波焼入れローラについて、これらの面圧強さ、表面損傷を、鋼ローラとの比較において、実験的に明らかにするとともに、ローラ接触表面下の硬さに対する直交せん断応力の比の振幅、およびFEMで求めた気孔および介在物周辺のせん断応力解析結果により考察している。

これらの実験、解析結果より、表面硬化された粉末鍛造ローラの表面損傷は、表面硬化鋼ローラの場合と同じく、スポーリング損傷であり、粉末鍛造ローラの面圧強さは鋼ローラの面圧強さとほぼ同じあるいはそれより高い傾向にあること、また、硬さに対する直交せん断応力の比の振幅で寿命を評価すると、新たに開発されたNi含有量の多いプレアロイ鋼粉製の浸炭焼入れ粉末鍛造ローラの寿命が最大であることを明らかにしている。さらに、硬さに対する直交せん断応力の比の振幅が最大となる位置における硬さとせん断応力振幅の関係で面圧強さを評価すると、粉末鍛造ローラの面圧強さは鋼ローラに匹敵し、焼結ローラの面圧強さが最低で、これらの強さの相対的關係を気孔および介在物周辺のせん断応力解析結果より明確にしている。

以上のように、本研究は、新たに開発された鋼粉による表面硬化粉末鍛造品の有用性を明らかにするとともに、面圧強さと損傷に関して実験的、理論的に新たな知見を与えており、工学的にも貢献している。したがって、本論文は博士（工学）に値するものと認められる。