Osaka University Knowledge Archive

Title	ショットピーニングを施した焼結および鋼歯車の面圧強さに関する研究
Author(s)	關, 正憲
Citation	大阪大学, 2005, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/726
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

Osaka University

氏　　名　關（せき）　正（まさ）　憲（のり）

博士の専攻分野の名称　博　士（工　学）

学位記番号　第　19661　号

学位授与年月日　平成17年3月25日

学位授与の要件　学位規則第4条第2項該当

学位論文名　**ショットピーニングを施した焼結および鋼歯車の面圧強さに関する研究**

論文審査委員　（主査）
教　授　芳井　熊安

（副査）
教　授　森田　瑞穂　　教　授　片岡　俊彦　　教　授　安武　　潔
教　授　山内　和人　　教　授　広瀬喜久治　　教　授　青野　正和
教　授　遠藤　勝義　　助教授　中野　元博

論文内容の要旨

歯車の強化法の1つとしてショットピーニングが用いられているが、歯車の強さとショットピーニングの関係には不明な点が多く、特に焼結歯車に関する研究は殆どなされていない。精度、コスト、生産性の面で有利な焼結歯車の強さとショットピーニングの関係を明らかにすることは、学問的だけでなく工業的にも重要な課題となっている。そこで本論文では、焼結ローラおよび焼結歯車、鋼ローラおよび鋼歯車にショットピーニングを施し、焼結歯車および鋼歯車の面圧強さに及ぼすショットピーニングの影響を明らかにすることを目的とした。

第1章では、ショットピーニングや焼結材の現状、歯車とショットピーニングに関する研究を紹介し、本論文の位置づけ、目的、概要について述べた。

第2章では、ショット投射速度、ショット粒径、ショット硬さ、ショット投射時間の異なる条件でローラおよび歯車にショットピーニングを施し、それらの表面性状に及ぼすショットピーニングの影響について検討した。ショットピーニングによりローラ円周面近傍ならびに歯車歯面近傍の硬さや圧縮残留応力が増大するとともに、表面粗さも増大することを明らかにした。

第3章では、本論文で行った疲れ試験方法として、歯車のかみあいにおける滑り・転がり接触をモデル化したローラの転がり疲れ試験ならびに歯車の運転疲れ試験について述べた。

第4章では、疲れ試験により表面き裂発生に起因するピッチング損傷を示す焼結歯車が、ショットピーニングを施すことによって表面下き裂発生に起因するスポーリング損傷を示すようになることを見出した。さらに、弱いショットピーニングを施した焼結ローラの面圧強さが向上すること、ショットピーニングを施した焼結歯車の面圧強さは向上するが、表面粗さおよび気孔形状の観点から、特にショット粒径が最も小さい条件で施した焼結歯車の面圧強さが向上することを明らかにした。

第5章では、鋼ローラのスポーリング強さは、強いショットピーニングを施した鋼ローラで最も向上し、鋼ローラのピッチング強さは、弱いショットピーニングを施した鋼ローラで最も向上することを明らかにした。一方、鋼歯車の面圧強さは、本研究で中間の強さのショットピーニングを施した鋼歯車で最も向上することを示した。

第6章では、ローラおよび歯車の内部応力を求め、硬さに対する応力振幅の比を用いて整理することにより、面圧強さを評価した。硬さに対する応力の振幅極大値と疲れ寿命の関係から、焼結ローラおよび焼結歯車の面圧強さは、主として表面粗さによって決定されること、鋼ローラのピッチング強さならびに鋼歯車の面圧強さには、硬さと表面

粗さが大きく影響することを明らかにした。

第７章では、本研究で得られた結論を総括し、焼結歯車および鋼歯車の面圧強さ向上に対するショットピーニングの有効性について論述した。

論文審査の結果の要旨

ショットピーニングは、歯車の高強度化のために有効とされているが、その強化機構の解明は不十分であり、特に、焼結歯車に対するショットピーニングの効果は、未だ研究されていないのが現状である。鋼歯車を焼結歯車に置き換えることができれば、生産性、精度、コストの点で極めて有利であることから、ショットピーニングによる焼結歯車の強化方法を確立することは、工業的に非常に重要な課題である。本研究は、焼結歯車および鋼歯車の面圧強さに及ぼすショットピーニングの影響に関する研究を纏めたものであり、得られた成果は以下のとおりである。

1. ショットピーニング条件、すなわち、ショットの投射速度、粒径、硬さ、および投射時間と、材料表面近傍の硬さ分布、圧縮残留応力分布、表面粗さ、および焼結材料中の気孔分布の関係を明らかにし、ショットピーニングにより材料表面近傍の硬さ、圧縮残留応力が増大するとともに、表面粗さも増大することを見出している。
2. 焼結歯車の損傷形態は、表面き裂発生に起因するピッチング損傷であるが、ショットピーニングを施した場合には、表面下き裂発生に起因するスポーリング損傷となることを見出し、焼結歯車の損傷機構を解明している。また、表面粗さ、気孔形状と面圧強さの関係から、焼結歯車の面圧強さを向上させる条件を明らかにしている。
3. 鋼ローラのスポーリング強さは、強いショットピーニング条件で向上し、ピッチング強さは、弱い条件で向上するのに対し、鋼歯車の面圧強さには、中間領域に最適条件が存在することを明らかにしており、鋼歯車のショットピーニングによって、さらなる高強度化を図るために、基礎的な価値のある知見が得られている。
4. 硬さに対する応力の振幅極大値と疲れ寿命の関係から、硬さ、圧縮残留応力、表面粗さの中で面圧強さに支配的に影響を及ぼす因子の解明に成功している。すなわち、焼結ローラおよび焼結歯車の面圧強さには表面粗さが大きく影響し、鋼ローラのピッチング強さならびに鋼歯車の面圧強さには、硬さならびに表面粗さが大きく影響する。

以上のように、本論文は、焼結歯車および鋼歯車の面圧強さに及ぼすショットピーニングの影響と強度の決定機構を解明するとともに、ショットピーニングによる焼結歯車の強化条件を明示している。これらの知見は、焼結歯車や鋼歯車にショットピーニングを施す場合の面圧強さ設計の指針を与えるものであり、学問的・工業的に高く評価される。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。