

氏 名	NUWAN MANJULA KARUNATHILAKA
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6052号
学位授与の日付	2019年 9月25日
学位授与の要件	自然科学研究科 産業創成工学専攻 (学位規則第4条第1項該当)
学位論文の題目	Experimental study on tool life of cold forging tools made of high speed steel and investigation of tool life improvement (高速度鋼製冷間鍛造工具の寿命に関する実験と寿命向上に関する検討)
論文審査委員	教授 多田直哉 教授 岡安光博 教授 藤井正浩 准教授 上森 武
学位論文内容の概要	
<p>This thesis presents a detailed investigation in to tool life of cold forging tools made of high speed steel and tool life improvement methods. Chapter 1 gives a general introduction to metal forging, forging tools, tool materials used for forging tool manufacturing, surface roughness, residual stress, lubricant and surface treatments used in cold forging tool manufacturing. Finally, the chapter presents the objectives of the current research work.</p> <p>Chapter 2 presents a literature review related on the research work done so far on forging tool failure, tool material, the effect of residual stress and surface roughness on forging tool life, lubrication and surface treatment used in cold forging and tool life improve methods.</p> <p>Chapter 3 discusses the effect of lubrication and forging load on surface roughness, residual stress, and deformation of cold forging tools. Experimental procedure of conducting the upsetting process of the specimens made out of heat treated SKH 51 high-speed tool steel under different forging conditions is explained. From the experiment results, the variations of surface roughness, residual stress with the number of forging cycles in different forging conditions are discussed. Furthermore, outer diameter, downward displacement at the center, and height change with the number of forging cycles in different forging conditions are discussed. Discussions on how the lubrication and forging load effect on tool life and product quality are also conducted in this chapter.</p> <p>Chapter 4 discusses the effect of the magnitude of the contact pressure applied on cold forging tool on fatigue behaviour of tool steel. Experimental procedure of tensile and fatigue tests using specimens made of heat treated SKH 51 high-speed tool steel are explained. The variations of surface roughness, residual stress, surface condition, and surface hardness with the magnitude of the contact pressure on specimen surface are discussed. Finally, the effect of the magnitude of contact pressure on tool life is discussed.</p> <p>Chapter 5 discusses the effect of post-treatment polishing on the fatigue life of surface treated tool steel. This chapter explains on two mechanical surface treatment process, WPC and micro blasting surface treatments. The experimental procedure of tensile and fatigue test using surface treating specimen made of heat treated SKH 51 high-speed tool steel is explained. The variation of surface roughness, residual stress, and surface hardness with different surface conditions are explained. This is followed by the results of tensile and fatigue tests. Finally, the effect of post-treatment polishing on cold forging tool life is discussed base on the tensile and fatigue test results.</p>	

論文審査結果の要旨

近年、自動車業界を中心に大幅なコスト低減を実現するため、高強度材料の適用が増えている。その鍛造加工においては、従来行われてきた大量生産ではなく、少量フレキシブル生産を行うことが主流になりつつある。また、鍛造用金型は一般に複雑な形状であり、熱処理やCVD、PVDなどのコーティングを施すため、製造コストが極めて高い。その一方で、鍛造用金型の多くは厳しい加工条件で使用されるため寿命が短い。したがって、寿命の長い鍛造用金型を作製するため、金型材料の繰返し負荷による損傷評価や損傷メカニズムを解明することが求められている。そこで、Nuwan Manjula Karunathilaka氏は、まず、代表的な金型材料である高速度鋼SKH51の平板試験片を用いて、引張試験、疲労試験を実施し、同材の機械的特性や引張破壊、疲労破壊のプロセスを明らかにした。その後、同材料を鍛造工具として使用する状況を模擬するため、棒状の試験片を鋼板に繰返し押し当てる独自の試験を実施した。繰返し圧縮とともに変化する試験片の形状や残留応力分布、表面あれを測定し、鍛造を模擬した繰返し圧縮により対象材料がどのように損傷していくかを明らかにした。また、試験片に潤滑剤を塗布した場合としない場合に関する結果を比較し、試験片損傷に与える潤滑剤の影響についても明らかにした。

さらに同氏は、同じ高速度鋼SKH51の平板試験片にセラミックス・ビーズを吹き付けるWPC処理や、微細な天然鉬石粒の吹きつけによるクリーニング処理とジルコニア粒子の吹きつけによる平滑化処理を組み合わせたマイクロブラスト加工を施し、それらの精密ショットピーニング処理が高速度鋼の疲労寿命に及ぼす影響について検討した。得られた結果を基に、高速度鋼の疲労寿命と残留応力、表面粗さの関係を整理し、表面処理が疲労寿命に与える影響を明らかにした。

以上より、Nuwan Manjula Karunathilaka氏は、高速度鋼を用いた鍛造工具の損傷に関して学術的に価値のある結果を得たのみならず、その成果は、より高強度な材料の加工に求められる非常に厳しい条件での鍛造加工においても有用であると考えられる。よって、同氏は、博士（工学）の学位を授与するに十分な業績を上げていると判断した。