

学位論文の要旨

氏名	シャルライル サミオン SYAHRULLAIL SAMION
学位論文題目	平面ひずみ押し出し加工実験によるパーム油の 潤滑評価に関する研究

本論文は、「平面ひずみ押し出し加工実験によるパーム油の潤滑評価に関する研究」をまとめたものである。

第1章は、緒論であり、潤滑油の歴史や種類、鉱油による環境問題、植物油の特徴、塑性加工における微細加工の利用方法について説明し、塑性加工における潤滑油の問題点と研究目的を述べた。

第2章は、実験装置および解析方法について述べた。ここで、実験装置、ダイスと平面工具、微細加工を設けた平面工具、被加工材、使用潤滑油と実験方法を説明した。

また、格子線解析法の基礎式や座標などを述べ、塑性加工面における潤滑油特性を検討するために本研究で使用した2種類の表面粗さパラメータ、算術平均粗さRaと最大高さRzについて説明した。

第3章は、パーム油あるいはパラフィン系鉱油潤滑の摩擦拘束が塑性変形に及ぼす影響について検討した。パーム油PO、パラフィン系鉱油P1およびビレット試験面に摩擦拘束を全く作用しないFriction Free (FF) の実験結果を比較することにより、Friction Freeの押し出し荷重が最も低くなり、 $FF < PO < P1$ の順番になること、パラフィン系鉱油P1のビレット試験面相對速度が最も遅くなることがわかった。また、Friction Free実験条件を除いて、各実験条件の製品側の表面粗さRaおよび変形領域内部の相当ひずみには大きな違いがなかったことを確認した。

第4章は、液体状態と半固体状態におけるパーム油の潤滑特性について検討した。パーム油POは物理状態が液体から半固体に変わっても、パーム油POの方がパラフィン系鉱油P1よりも押し出し荷重が低く、ビレット試験面相對速度が速くなる傾向は変わらなかった。各加工温度において、パーム油POとパラフィン系鉱油P1のビレット試験面付近の相当ひずみには大きな違いが見られなかった。ただし、半固体のパーム油は液体パーム油POよりも加工中の潤滑油膜が厚く形成され、加工後の表面粗さRaは大きくなる傾向を示した。

第5章は、アルミニウムおよびAl-Mg合金に対するパーム油の潤滑評価について検討した。パーム油POはパラフィン系鉱油P2と比較すると、各実験条件で、押し出し荷重が低くなり、ビレット試験面相對速度が速くなるが、被加工材A5052とA5083よりも被加工材A1050において、パーム油POの摩擦低減効果が明確に現れることを確認した。

第6章は、平面工具面に微細加工を設けた場合の微細ピットの大きさおよび配置、利用する潤滑剤の粘度が塑性流れに及ぼす影響について検討を行った。微細ピットの大きさまたは配置パターンによる、押出し荷重、表面粗さ、塑性流れへの影響を明らかにした。また、微細ピット平面工具を用いた場合のパーム油の潤滑特性について検討した。パーム油POの利用によりナフテン系鉱油N2の場合に対して押出し荷重を低減できた。平面工具面に微細ピットを設けた場合に、ナフテン系鉱油N2では、ピットなし工具の場合よりも押出し荷重が増加したのに対して、パーム油POでは押出し荷重が減少した。ピットあり工具の場合、パーム油POではピット設置部の被加工材の表面粗さが大きくなった。また、変形領域出口部試験面における押出し方向（V方向成分）の相対速度がピットを設けることによって、ナフテン系鉱油N2では増加したのに対して、パーム油POではわずかに減少の傾向を示したことを確認した。

第7章は、パラフィン系鉱油P2とパーム油POを用いて、平面工具面に設けた微細溝が塑性変形に及ぼす影響について検討した。工具G1（ビレットの変形領域を過ぎた場所に設けた微細溝工具）の場合、どちらの潤滑油に対しても、微細溝の影響は見られず、微細溝を設けてない工具FAとほぼ同じ結果を示した。パラフィン系鉱油P2を用いた場合、工具G3（ビレット変形領域内に設けた微細溝工具）とG5（ビレット変形領域に入る前に設けた微細溝工具）において、微細溝を設けたことにより、ビレット製品側の表面がより平滑になる傾向を示すことを確認した。パーム油POを用いた場合、工具G3では、微細溝を設けたことにより、ビレット製品側の表面が微細溝を設けていない工具よりも粗くなる。また、工具G5に対しては、潤滑油膜が切れて平面工具面上に焼付きが発生した。同種類の微細溝の工具の場合、ビレット製品側の最大高さRzは、パラフィン系鉱油P2が溝なし工具よりも小さくなる傾向を示すのに対して、パーム油POの場合は大きくなり、パーム油POについては微細溝を設けることで表面仕上げが悪化する傾向を示すことを確認した。

第8章は、平面ひずみ押出し加工実験装置を用いたパーム油の塑性加工用潤滑剤としての評価と試験面に微細加工を設けた工具におけるパーム油の利用方法を総括した。

論文審査の要旨

報告番号	理工研 第 243 号	氏 名	Syahrullail Samion
審査委員	主 査	上谷 俊平	
	副 査	中西 賢二	末吉 秀一
		皮籠石 紀雄	

学位論文題目 平面ひずみ押し出し加工実験によるパーム油の潤滑評価に関する研究
(Studies on the Evaluation of RBD Palm Olein as Lubricant by Plane Strain Extrusion Test)

審査要旨

提出された学位論文及び論文目録等を基に学位論文審査を実施した。本論文は、植物油のパーム油（パームオレイン）を、環境保全を考慮した金属成形加工用潤滑剤としての利用を目的として、平面ひずみ押し出し加工実験により潤滑性能評価を行うとともに、潤滑状態と製品表面性状の制御を目的として工具面に微細ピット及び微細溝を設けて摩擦特性への影響を調べ、パーム油の金属成形加工用潤滑剤としての利用方法について検討を行ったもので全文8章より構成されている。

第1章は、緒論であり、潤滑油の歴史や種類、鉱油による環境問題、植物油の特徴、塑性加工における微細加工の利用について説明し、塑性加工における潤滑油の問題点と研究目的を述べている。

第2章は、実験装置、実験方法および解析方法について述べている。

第3章は、パーム油とパラフィン系鉱油潤滑の摩擦拘束が塑性変形に及ぼす影響について検討している。素材/工具接触面の摩擦拘束が成形荷重、製品表面粗さ、素材内部の塑性流れに及ぼす影響を明らかにするとともに、パーム油が鉱油に遜色のない摩擦拘束低減性能を示すことを確認した。

第4章は、液体状態と半固体状態におけるパーム油の潤滑特性について検討している。パーム油は物理状態が液体から半固体に変わっても、潤滑性能には大きな影響が見られないことを示した。

第5章は、アルミニウムおよびAl-Mg合金に対するパーム油の潤滑評価を行っている。アルミニウム合金に対してもパーム油はパラフィン系鉱油と比較して潤滑特性が優れていること、Al-Mg合金A5052とA5083よりもA1050において、パーム油の摩擦低減効果が明確に現れることを確認した。

第6章は、平面工具面に微細加工を設けた場合の微細ピットの大きさ及び配置、利用する潤滑油の粘度が塑性流れに及ぼす影響について検討を行っている。微細ピットの大きさまたは配置パターンによる、押し出し荷重、表面粗さ、塑性流れへの影響を明らかにし、ナフテン系鉱油において、変形領域出口部試験面における押し出し方向の相対速度がピットを設けることによって変化することを確認した。また、平面工具面に微細ピットを設けた場合に、パーム油では押し出し荷重が減少することを示した。

第7章は、パラフィン系鉱油とパーム油を用いて、平面工具面に設けた微細溝が塑性変形に及ぼす影響について検討した。パラフィン系鉱油を用いて、ビレット変形領域内に微細溝を設けた工具において微細溝を設けたことによりビレット製品側の表面を平滑にできること、パーム油を用いた場合には、微細溝を設けることで表面仕上げが悪化する傾向を示すことを確認した。

第8章は、本研究の総括である。

以上、本論文は、平面ひずみ押し出し加工実験によりパーム油の金属成形加工用潤滑剤としての潤滑性能評価を行い、パーム油は鉱油とほぼ同等の潤滑特性を示し、加工材料や工具表面の微細ピットの組み合わせによっては、鉱油以上に摩擦低減能が優れていることを明らかにした。これらの結果は、工学上および実用上有用であり、金属成形加工の潤滑技術に大きく寄与する。

よって、審査委員会は学位（博士）の学位論文として合格と判定する。

最終試験結果の要旨

報告番号	理工研 第 243 号	氏 名	Syahrullail Samion
審査委員	主 査	上谷 俊平	
	副 査	中西 賢二	末吉 秀一
		皮籠石 紀雄	

最終試験は、平成19年2月7日に行われた論文発表会において実施した。学位論文の内容が説明され、その後質疑応答が行われた。以下に主な質疑応答を示す。

1. 「工具表面に設けた微細ピットと微細溝を別々に評価しているが、両者の役割についてどのように考えればよいか。」
 微細ピットは、潤滑油膜の保持と押出し荷重や加工材の速度分布の制御に有効であり、微細溝は加工表面の平滑化に有効であり、それぞれ役割が異なると考えている。微細ピットの有効性を考える上で潤滑油の選択が重要であること、微細溝については、その設置位置を塑性変形領域内にするこゝでより平滑な表面に加工できることを確認できた。
2. 「加工温度が違うパーム油の実験を行っているが、潤滑面における温度の影響は考えなくてもいいのか、また実験は温度制御を目的としているのか。」
 実験は、冷間で低加工速度により実施しており、摩擦による温度上昇が潤滑面に及ぼす影響は小さいと考える。パーム油は24℃以下では半固体状態、それより高い温度では液体であるので、押出し加工用潤滑剤としての利用を考えて潤滑性能を調べた。今回、パーム油が半固体状態でも液体状態とほぼ同じ潤滑性能をもつことを確認できた。
3. 「パーム油の潤滑性能を調べるにあたり、粘度、油量（油膜厚さ）、脂肪酸の表面吸着性に着目した研究と考えて良いか。」
 考えて良い。これらの条件は、金属成形加工の潤滑評価を検討する上で重要である。パーム油の場合、脂肪酸が表面に吸着する境界潤滑膜としての効果が期待される。本研究で確認したアルミニウムの荷重低減に関しては吸着性が影響すると考える。
4. 「なぜパーム油の場合、微細溝工具において焼付きが発生したのか。」
 平面工具面に微細溝を設けると、溝から先の加工表面の潤滑油膜が薄く形成される。パラフィン系鉱油の場合、焼付きの問題はないが、パーム油を利用した場合、面圧の高い変形部入口に設置した微細溝の場合に変形部出口付近において焼付きが発生した。これは、パーム油の溝部通過時の供給油量が少なくなるためである。
5. 「パーム油を加工用潤滑油として使用する場合、年数経過で酸化による性能劣化の問題はないか。」
 パーム油は酸化する可能性があるが、確認は行っていない。ただ、3年間同じパーム油による実験検討を行っているが、潤滑特性に違いは見られなかった。
6. 「硬度の高いアルミニウム合金より純アルミニウムで、パーム油の押出し荷重低減の効果が大きかったが、これは材料の変形特性と潤滑油のどちらの影響によると考えるか。」
 本実験では、パーム油は純アルミニウムで優れた荷重低減能を示したが、より硬いアルミニウム合金でも潤滑剤として十分に利用できることを確認した。荷重低減の程度は、材料の強さに影響をうけると考える。

その他多くの質疑応答が行われたが、いずれも明瞭かつ確かな回答がなされた。

以上の結果から、4名の審査委員は、本人が大学院博士後期課程修了者としての学力ならびに見識を有するものと認め、博士（工学）の学位を与えるに足りる資格があるものと認定した。