

報告番号

※ 乙	甲 第	2220	号
--------	-----	------	---

主論文の要旨

題名 表面あろさ変化による金属接触面の
圧力分布測定法に関する研究

氏名 加藤隆雄

主論文の要旨

報告番号	※甲第 2	号	氏名	加藤隆雄
<p>工作機械のボルト結合部をはじめ、各種機械要素間の金属接触面の圧力分布は、結合部の剛性と密接に関連し、工作機械の静的および動的な安定性については工作物の加工精度に大きな影響を与える。また、表面あろさのある各種接触面の接触圧力分布を知ることは、現実の金属接触面間の摩擦や摩耗および潤滑などいわゆるトライボロジーの問題をはじめ、接触面をもつ機械要素の熱伝導や接触電気抵抗の問題を考えるうえで重要な手掛りの一つであり、実用的にも解析的にも非常に興味ある問題である。このため、金属接触面間の圧力分布を求める問題は、古くから関心がまたれ数多くの研究が行われてきた。</p> <p>このような接触問題は、解析的には Boussinesq, Hertz の古典的な研究に端を発し、以後弾性論に基づいて多くの研究者によって取扱われてきた。しかし、これらはいずれも接触面が理想的な平滑面で摩擦が作用しないことを前提にしており、しかも単純な形状についての軸対称問題、あるいは二次元問題といった非常に限られた条件の場合しか取上げていない。また最近では、電子計算機の大型・高速化に伴い、従来解析が困難とされていた問題が取扱えるようになり、ポイント・マッチング法あるいは有限要素法といった技法を用いてその数値解析が試みられてきているが、必ずしも十分解明されているとは言えない。あろさのある面の接触問題に関しては、表面の微小突起の形状やその高さ方向の分布および微小突起の変形モードを種々に仮定して接触圧力分布を求め、負荷荷重や表面あろ</p>				

主論文の要旨

報告番号	※甲第 2	号	氏名	加藤隆雄
<p>さの大小が圧力分布におよぼす影響を理論的に検討してゐる報告をみられるが、その実験的な検証はなされてゐない。</p> <p>実験的に接触圧力分布を求める方法は、各種の分野で工夫、開発されてきており、そのうち主なものとして光弾性法、測圧ピニ法、超音波法などがあげられる。これらの測定法はそれぞれ特徴をもちてゐるが、光弾性法は本質的にモデル実験にすぎないし、他の二つの方法はいずれも測定精度の点でまだ多くの問題が残されてゐるのが現状である。</p> <p>現在の加工技術では、いかなる方法によつても表面あるさのない完全平面を製作することは困難である。したがつて、実際の金属二面が接触する場合、真実の接触は表面の微小突起の先端のみの限られた部分でしか生じない。このため金属の母材内部が弾性変形状態であるような接触であつても、この微小突起の先端は負荷荷重に応じて塑性変形し、その結果として接触部分の表面あるさが修正される。本研究は、この現象を利用して表面あるさの変化量を求めることにより、逆に接触部の圧力分布を測定する方法を開発しようとするものである。</p> <p>本論文第二章においては、この新しく開発した測定法を規則的な三角形状のあつさをもち金属面に適用することを試みた。まず最初に、この表面の微小突起のモデルとして、理想的な三角形状の単一突起の変形をすべり線場理論によつて考察し、突起の変形の相似性を仮定すれば、この突起の高さの変化量の分布を求めることにより、</p>				

主論文の要旨

報告番号	※ 甲 第	号	氏名	加藤隆雄
<p>母材の圧力分布を測定できることを示した。ついで、実際にこのような三角形の突起形状をまっ表面あるさを旋削により金属表面に加工し、本測定法をこの金属面に適用して接触圧力の測定の可能性を検討した。まず、Boussinesq および Hertz によりその理論的解析が行われて いる円柱端面と平面および球面と平面の 2 種類の接触面間の圧力分布を測定し、これらの理論結果と比較した。その結果、本測定法により十分精度良く接触圧力が測定可能であることを示し、さらに金属表面のあらさの大小や接触面の剛性が接触圧力分布におよぼす影響をま検討できることを確めた。</p> <p>つぎに第 3 章において、この表面あらさ変化を利用して接触圧力を測定する方法をより一般性のあるランダムなあらさをまっ金属面に適用することを試みた。まず、種々のランダムなあらさをまっ金属仕上げ面を取上げ、その表面あらさ（中心線平均あらさ）の接触圧力による変化特性を調べた結果、ブラスト仕上げ面が接触圧力を精度良く測定するのに最適の仕上げ面であることを確めた。このブラスト仕上げ面を使用し、負荷圧力と中心線平均あらさの変化量の関係（校正曲線）を求め、円柱端面と平面および球面と平面の 2 種類の接触面の中心線平均あらさの分布を測定し、校正曲線からその接触圧力分布を求めた。この結果を前述の弾性理論解と比較することにより、このようなランダムなあらさをまっ金属面に対してま本測定法が有効であることを示した。</p> <p>最後に第 4 章において、この接触圧力測定法を実際的かつ具体的</p>				

主論文の要旨

報告番号	※ ₂ 甲第	号	氏名
			加藤隆雄

な種々の接触問題に応用した。まず最初に弾性理論での取扱いが困難である円環と平面の接触圧力分布の測定を試みた。ついで、剛体円柱と半無限体および剛体平面と半無限体の接触問題に対する理論解を組合せることにより、この円環と平面の接触圧力分布を示す表示式を提示し、この式が測定結果を良く表わすことを示した。つぎに、接触面の材料が圧力分布におよぼす影響を検討するため、種々の材料を用いて接触圧力分布の測定を行った。その結果、円柱端面と平面の接触においては、2接触面の剛性（縦弾性係数）の相対関係により接触圧力の分布形状が異なり、球面と平面の接触においては、接触面の剛性に関係なく、接触圧力分布はHertzの円形状の分布にほぼ一致することが示された。また、接触部に切欠きのある接触面の圧力分布を測定し、理論解の得られないような複雑な形状の接触部の圧力分布も容易に測定できることを示した。端に丸味をもち円柱端面が平面と接触する場合には、その端の位置での応力集中が緩和されるが、この現象を実際にこの接触圧力分布を測定することにより示した。また、接触部に傷がある場合の接触面の圧力分布を測定し、このような非常に狭小な部分の接触圧力の測定も可能であることを示した。つぎにボルト結合部に関する接触圧力の測定を試み、従来知られていなかったナット座面に生ずる圧力分布を明らかにした。さらにボルトによって結合された2平面間の接触圧力分布を測定し、ボルト穴近傍を除けば、すでに報告されている弾性理論解と定性的に一致する結果が得られることを示した。最後に、

主論文の要旨

報告番号	※甲第 乙	号	氏名	加藤隆雄
<p>2 接触面間に潤滑油が存在する場合に、接触前後の表面あろさの変化量を測定することにより、この潤滑油の負担する圧力分布を推測できることを示した。</p>				
<p>以上のような種々の測定結果により明らかになった本測定法の特徴を以下にまとめる。</p>				
<p>(1) 特別の実験装置を必要とせず、簡単に精度良く接触圧力の測定ができる。</p>				
<p>(2) 他の測定法のように被測定物体の材料に制約を受けることなく、実物の金属面を使用して接触圧力が測定できる。また、金属面の剛性、材料および表面あろさが接触圧力分布におよぼす影響も検討できる。</p>				
<p>(3) 接触圧力の検出子として表面の微小突起を使用しているため、その微小突起の間隔と同程度の狭い部分の測定が可能である。また、1回の測定で接触面全体の連続的な圧力分布を一度に求めることができ、理論解の得られないような種々の形状の接触面の圧力分布の測定に適用できる。</p>				
<p>(4) 他の測定法のように測定のためになんらかの形で接触面の状態や性質を変化させることがないため、本来求めようとする実際の接触圧力が測定できる。</p>				
<p>(5) 動的な接触における潤滑油の負担する圧力分布を推定できる。</p>				
<p>(6) 精度良く測定するために表面の微小突起の変形が十分検出できるような大きな荷重を負荷する必要があるため、比較的高い</p>				

主論文の要旨

報告番号	※ 号 第 号	氏名
		加藤隆雄
<p>接触圧力の測定に限定される。</p>		