



Title	球面と平面の接触機構とその工学的応用に関する研究
Author(s)	石垣, 博行
Citation	大阪大学, 1979, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/1706
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏 名・(本籍)	いし 石 垣 博 行
学 位 の 種 類	工 学 博 士
学 位 記 番 号	第 4 6 5 1 号
学位授与の日付	昭 和 54 年 4 月 27 日
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 1 項該当
学 位 論 文 題 目	球面と平面の接触機構とその工学的応用に関する研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 築 添 正 (副査) 教 授 牧之内三郎 教 授 中川 憲治 教 授 山田 朝治

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、多様な表面粗さを有する平面と球面間の接触機構を解明し、その結果を種々の接触問題に応用することにより、多くの工学的知見を得ようとしたもので、緒論、第 1 編、第 2 編、総括からなっている。

緒論では本研究の目的と意義ならびに研究方針を概説している。

第 1 編では、粗さを有する平面となめらかな球面の接触機構の解析およびその検証実験を行っている。第 1 編の各章の概要を以下に示す。

第 1 章において接触突起の弾塑性変形量に対する実用式を求めている。

第 2 章において均一形状突起を有する平面と球の接触機構を明らかにすると同時に、母材の変形と突起の変形を適合させるための基本的な考え方を確立して第 4 章、第 5 章の統計的解析の基礎を得ている。

第 3 章において平面と球面（あるいは楕円放物面）の接触における最初の接触位置に関する種々の統計量を理論的に推定し、これらを一つの等価変数の簡単な式で表わしている。

第 4 章において方向性のない表面粗さを有する平面と球の接触問題を扱い、母材の変形の 2 次式近似表示の精度上の確認を行うと同時に、近接量、真実接触面積、接触面圧力分布、母材内部の最大せん断応力等に及ぼす表面粗さの影響を明らかにしている。

第 5 章において方向性のある表面粗さを有する平面と球の接触問題を扱い、前章と同様の種々の接触部特性と表面粗さとの関係を明らかにしている。また、除荷過程の接触機構も明らかにしている。

第 2 編では、以上のような接触機構の定式化に関する解析結果を種々の工学的問題に応用している。

第2編の各章の概要を以下に示す。

第1章において転がり抵抗に及ぼす表面粗さの影響について理論および実験の両面から考察を行っている。その結果、転がり抵抗の平均値、すなわち平均転がり摩擦力に及ぼす表面粗さの影響は主として突起の弾性変形や塑性変形に伴う履歴損失に起因するものであることを明らかにしている。また、転がり抵抗の変動成分と表面粗さの定量的関係を得ることに成功している。

第2章において表面おうとつ測定精度について理論的解析および実験を行っている。その結果表面粗さの測定に関し、1) ランダムな幾何学的性状を有する面に対する触針の追従性と触針半径の関係、2) 表面粗さ測定値に及ぼすスキッド上下変動の影響の定量的表示、3) MシステムとEシステム間の換算方式等を明らかにしている。また、表面うねりの測定に関しても、転がり円うねり測定値に及ぼす表面粗さの影響を定量的には握し、転がり円うねり測定用触針半径に対する一つの選択基準を得ることに成功している。

総括では、本論文を通観して主要な事項について述べている。

論文の審査結果の要旨

本論文は、表面粗さを有する平面と球面間の接触機構を解析し、さらにその解析結果の応用の一例として転がり摩擦に及ぼす表面粗さの影響の解明や、表面おうとつ測定精度向上のための触針やスキッドの特性の定式化を行っている。

まず、表面粗さを有する平面と球面の接触において、表面粗さの幾何学的性状、接触形態、変形形態、負荷形態等をもとに接触状態を分類し、それぞれについて理論解析ならびに押付実験を行って接触機構を明らかにしている。すなわち、接触部剛性、接触熱抵抗、接触電気抵抗、摩擦、摩耗等の機械的諸特性を左右する因子と考えられる接触時の近接量、接触面圧力分布、真実接触面積、突起や母材の変形形態、最初の接触位置等と表面粗さとの定量的関係を明確にしている。

なお、これらの解析の過程において、接触突起の弾塑性変形量に対する実用式や突起の変形と母材の変形を適合させるための近似的計算方式等の一般性のある提案も行っている。

さらに、これらの解析結果を具体的問題に応用することにより以下の結果を得ている。

(1) 接触突起および母材の変形履歴損失をもとに転がり摩擦力の解析を行い、転がり摩擦力を支配する因子としての表面粗さの重要性を指摘し、検証実験を通じてその機構を明らかにすると同時に、転がり抵抗の平均値や変動成分と表面粗さとの間の定量的関係を求めている。

(2) 触針式表面形状測定器において、スキッドや触針の軌跡の統計的諸量を理論的に求めることにより、触針の幾何学的追従性、中心線平均粗さ R_a や最大高さ R_{max} に及ぼすスキッド上下変動の影響、転がり円うねりに及ぼす表面粗さの影響等を定量的に表わしている。なお、これらの影響に起因する測定誤差の補正方法、MシステムとEシステム間の換算方式、転がり円うねり測定用触針半径の選択基準等を確立している。

以上のように本論文は理論的解析ならびにその検証実験をもとにして平面と球面の接触機構に及ぼす表面粗さの影響を明確にし、接触に関する種種の工学的問題に対する基礎的資料を与えると同時に、転がり抵抗に及ぼす表面粗さの影響を解明し、表面おうとつ測定精度の向上のための多くの新しい知見を見いだしている。よって、本論文は精密工学の進歩に寄与するところ大であり、博士論文として価値あるものと認める。