

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

題目(和文)	剛体球及び剛体円筒と半無限弾性体間の凝着転がり接触の解析モデルとその解析解
Title(English)	
著者(和文)	井口洋二
Author(English)	Yoji Iguchi
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第11404号, 授与年月日:2020年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:高橋 邦夫,齊藤 滋規,井上 裕嗣,佐藤 千明,秋田 大輔
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11404号, Conferred date:2020/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

## 論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第 号		学位申請者氏名		井口 洋二	
		氏名	職名		氏名	職名
論文審査 審査員	主査	高橋 邦夫	教授	審査員	秋田 大輔	准教授
	審査員	齊藤 滋規	教授			
		佐藤 千明	教授			
		井上 裕嗣	教授			

## 論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「剛体球及び剛体円筒と半無限弾性体間の凝着転がり接触の解析モデルとその解析解」と題し、全5章より構成されている。

第1章「緒論」では、まず、極めて多くの機械要素に用いられるため工学的に非常に重要でかつ基礎的な転がり摩擦現象に対する凝着現象を切り口とした理論の現状を述べている。接触面における変位は球（もしくは円筒）面変位、平面変位、および傾斜面変位の線形接合で表されるが、接触面における傾斜面変位に対する、接触面外における変位分布について議論されていないために、現状では矛盾のない転がり接触を理論的に表現出来ていないことを指摘している。そして、本研究の目的が、傾斜面に対応する接触面外変位の解析解を求め、さらにそれを利用して、剛体球及び剛体円筒と半無限弾性体間の凝着転がり接触の解析モデルを提案し、それに対する解析解を導くことで、球面および円筒面の接触状態図を作成し、転がりに必要な、変位、角度、トルク（力のモーメント）、エネルギーを体系的に理解することであると述べ、本論文の構成を説明している。

第2章「剛体傾斜面と半無限弾性体間の凝着接触の解析モデル」では、剛体傾斜面と半無限弾性体間の凝着接触に関して解析モデルを提案し、解析解を得ている。まず、2次元問題に関して、既存の Muskhelishvili と Johnson の理論を組み合わせることで、接触面外における弾性変形および垂直変位を表している。次に、3次元問題に関して、圧力点と変位の観測点を表す2つの極座標を用いた弾性変形・圧力分布関係に対して、それぞれ線形と一定変位を表す Green と Sneddon の圧力分布を代入することで、接触面内外の弾性変形および圧力分布が解析的に得られることを示している。また、この手法により、半無限弾性体面の鉛直方向の軸に対して非軸対称系のあらゆる方向の弾性変形に対しても、弾性変形、圧力分布を表現できることを述べている。

第3章「剛体球と半無限弾性体間の凝着転がり接触の解析モデル」では、前章の解を活用した凝着転がり接触のモデルを提案し、その解析解を求めている。接触面で摩擦が無い場合も、凝着に起因する転がり抵抗や摩擦が発生しうることを説明し、その弾性変形状態を球面変位、平面変位、および傾斜面変位の線形結合で表している。系のエネルギーを弾性歪エネルギーと凝着仕事に起因する界面エネルギーの和で表し、系全体のエネルギーの極小条件より安定状態を求めている。この理論は、傾斜面変位を考慮しない従来の JKR (Johnson-Kendall-Roberts) 理論を包含しており、凝着に起因する転がり抵抗や転がり摩擦を矛盾なく説明できることを示している。さらに、剛体球と半無限弾性体間の凝着に起因する転がりを考慮した接触状態図を作成し、無次元化した転がりトルクおよび転がり角の関数として転がり限界を表している。

第4章「剛体円筒と半無限弾性体間の凝着転がり接触の解析モデル」では、前章の剛体球と同じ仮定の下で、剛体円筒に対する凝着転がり接触モデルを提案し、その解析解を求めている。系のエネルギーを弾性歪エネルギーと凝着仕事に起因する界面エネルギーの和で表し、系全体のエネルギーの極小条件より安定状態を求め、剛体円筒と半無限弾性体間の凝着に起因する転がりを考慮した接触状態図を作成している。転がり限界は、無次元化した転がりトルクおよび転がり角の関数として表され、剛体球と剛体円筒の転がりに必要な、変位、角度、トルク、エネルギーが説明されている。

第5章「結論」では、各章で得られた結論を総括している。

Appendix では、本論文で導いた解析解に必要な積分について、数式の導出過程をまとめて記述している。

以上を要するに、本研究では工学において重要となる転がり摩擦を予測し、様々な機械要素を設計するための基礎理論を構築し、独自の接触状態図にまとめたもので、工学上ならびに工業上貢献するところが大きい。よって本論文は博士（工学）学位論文として十分価値があるものと認められる。