

力学機能のナノエンジニアリング
2021年度採択研究代表者

2022年度
年次報告書

大塚 雄市

長岡技術科学大学 技学研究院
准教授

疲労摩耗のスケールアップ過程のマルチモーダル計測

研究成果の概要

本研究の目標は、摩擦力顕微鏡とラマン分光によるマルチモーダル計測により、摩耗における塑性変形の効果を解明することおよび分子動力学法および粗視化モデルによる摩耗のスケールアップモデルを構築し、マクロ摩耗との対応を解明することである。

カンチレバーの接触時の損傷波形を計測することが可能であるかを集中して分析した。そして、周波数帯とその測定強度の時間履歴をスペクトログラムにより表示し、2つの信号がどの程度動悸しているかを比較できるようにした。AE波形とカンチレバー変位の周波数特性を解析することで、AE波形のうち、衝突などの損傷時に発生した波形を検出し得ることを見出した。

単一アスペリティにおける弾塑性変形後の食い込み変化モデルを構築し、MDモデルとの比較を実施した。その結果、凝着力による接触半径の上昇効果が大きいと、面圧の増加する傾きが低下していることが示された。LAMMPSの初期格子モデルへの変位境界条件として付与し、弾塑性変形下での摩耗解析をReaxFFポテンシャルを活用した反応分子動力学解析を実施した。これにより、Archardの摩耗則で整理できるが、初期凝着時の原子移動に伴う摩耗の寄与が大きいことを明らかにした。水酸アパタイト皮膜のフレットング疲労試験を実施し、一定の接触面圧のもとで繰返し負荷試験を実施し摩耗粉の排出過程を直接観察するため、赤外線透過しやすい透明な水酸アパタイト焼結体を用いたフレットング疲労試験方法を検討した。赤外線カメラと赤外偏光板を用いた温度測定により、接触面内部の温度測定を推定することに成功した。温度変動が、中心の平面ひずみ場において多く発生していることがわかる。そして、温度変化とAE発生頻度の変化に相関があることから、AE発生の特徴量を捉えることでき裂発生を検出し得ることが示された。

【代表的な原著論文情報】

1) P. Dat, Y. Otsuka, Molecular Dynamics Simulation Study of Contact Mechanics of Titanium Sphere Indented on Hydroxyapatite Plane Taking into Account Effect of Interfacial Chemical Reaction, Proceedings of ICMR2022 (awarded as best oral presentation).