

●第15回CERI若手奨励賞受賞者報告●

エラストマーおよびゲルの亀裂特性と二軸変形挙動の研究

京都工芸繊維大学 MAI THANH TAM



MAI THANH TAM

Mai Thanh Tam氏は、2018年3月に京都工芸繊維大学で博士（工学）の学位を取得後、日本国内のソフトマテリアルの力学物性に関する複数のプロジェクトで研究を続けてきた。

フィラー充填やダブルネットワーク（DN）化によるエラストマーやゲルの力学補強が精力的に研究されている。これらのフィラー充填エラストマーや高強度DNゲルの共通の特徴として、一軸伸長の荷重-除荷重サイクルにおける顕著な履歴効果（マリンス効果）がある。一方で、両者のマリンス効果の主因は物理的に異なっており、フィラー充填ゴムではフィラー/ゴム界面の剥離であり、DNゲルでは脆性的な第一網目の破断である。Mai氏は、両材料のマリンス効果をさまざまな二軸伸長ひずみを用いて調べ、入力したひずみエネルギーに対する損失エネルギーの比で定義されるエネルギー損失因子（ Δ ）を評価した。フィラー充填ゴムでは変形テンソルの第一不変量（ I_1 ）を、DNゲルでは同テンソルのMagnitudeを変数として用いると、変形様式に関係なく Δ が単一の変数で表せることを見出した。この発見によって各材料のマリンス効果のエネルギー損失を支配するひずみ量が見出されただけでなく、マリンス効果をもたらす主因によって支配変数が異なることが明らかになった。また、Mai氏は、カーボンブラック充填ゴムの電気伝導度をさまざまな二軸伸長下で調べ、変形によるフィラー網目の損傷度を評価した。除荷重後の伝導度は I_1 を変数として用いると、 Δ と同じく変形様式に関係なく単一の変数で表せることを見出した。この結果は、変形によるフィラー網目の損傷度が I_1 によって決まることを意味するだけでなく、フィラー網目の損傷度と力学的なエネルギー損失 Δ に密接な関係があることを明確に示している。

発生した亀裂の進展に対する耐性の向上はエラスト

マーの強靱化の重要な課題である。大変形と粘弾性を示すエラストマーでの亀裂の進展機構は未解明な点が多く残されている。Mai氏は、エラストマーで高速で進展する亀裂の先端の形状やひずみ場の特徴を高速カメラ観察とデジタル画像相関法を用いて明らかにした。高伸長されたエラストマーで生じる亀裂の進展挙動を同手法で解析し、亀裂特性の支配因子が亜音速域では粘弾性であるのに対して超音速域では衝撃波に由来する慣性効果となり、速度域によって進展機構が大きく異なることを示した。また、二軸伸長下の弾性ゲルの静止亀裂の特性化にも成功し、伸長様式に関係なく、亀裂先端のさまざまな特徴がひずみエネルギー解放率で表せることを示した。

これらの業績に基づき、Mai氏は国際ゴム会議IRC2016やエラストマー討論会などの国内外の研究集会で複数の発表賞を受賞している。また、自身が筆頭著者の原著論文8報をMacromoleculesなどの高分子科学分野の欧米一流誌に発表するとともに、それらの業績をまとめた英文総説1報も発表している。

Mai氏の一連の研究成果は独創性に優れ、ゴムの力学物性解析の発展に資するものである。ゴム材料の科学技術の進歩に貢献に寄与する若手研究者として期待できることから、本奨励賞の趣旨に合致するものと考え、CERI若手奨励賞に決定した。