

受賞者紹介



『超高引き裂き強度シリコーンゴム 開発への貢献』

住友ベークライト株式会社 妹尾 政宣 氏

毎日を元気に過ごしたいという人々の願いに応えるため、医学・医療は目覚ましい進歩を遂げています。なかでも医療機器は医学と理工学の連携が進み、様々な分野で信頼性の高い製品が実用化され、さらに高性能な医療機器の研究開発が全世界で進められています。医療用材料はこれらの技術を支えるものの1つで、金属・セラミックス・半導体・高分子・カーボン・複合材などが利用されています。中でも高分子材料はその多様な機能を用いて様々な用途に用いられています。シリコーンゴムは耐熱・耐寒性、化学的安定性、電気絶縁性、気体透過性、透明性、離形性などの優れた特性を利用して医療機器に用いられていますが、ウレタンゴムなど他のゴム材料と比べても機械的強度に劣り、特に引き裂き強度や引張強度が1/5以下と信頼性が低いため、利用範囲は限定されています。

住友ベークライト（株）は、カテーテルなど医療機器を主力事業分野の1つとして注力しており、シリコーンゴムの機械的特性改善など得意の高機能高分子材料の開発により用途拡大を図っています【図1参照】。妹尾政宣氏をリーダーに開発をスタートした

チームでは、シリコーンゴムにナノシリカフィラーを分散させることで機械的強度の改善を図りました。強度の異なる様々なシリコーンゴムとナノシリカ複合材料を引張試験機で延伸しながら、SPring-8の放射光を用いて極小角X線散乱測定【図2参照】等を行い、ナノシリカ凝集体の形成と挙動を調べました（BL03XU, BL08B2, BL19B2, BL24XU, BL40XU&B2）。



図2 BL19B2ラインでの世界最速引張・破壊試験（1m/s）同時X線散乱観察

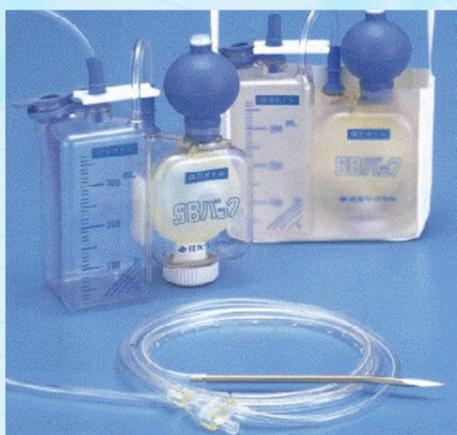


図1 医療用シリコーン利用製品例：手術後における創部の血液、膿、滲出液などの持続吸引器

その結果、高引き裂き強度を持つシリコーンゴムが延伸されると凝集体を形成したナノフィラーも延伸方向に伸長巨大化する【図3,4参照】、すなわちフィラーとマトリックスの界面が強固に結合されていればフィラーが十分に引っ張られ、その結果、引き裂き強度が強くなることが分かりました【図5参照】。また、界面の強度はフィラーの凝集構造と不均一性、表面構造、混練過程等による分散状態等に依存することが明らかになり、これらの制御によって劇的な機械特性の改善に成功しました【図6参照】。

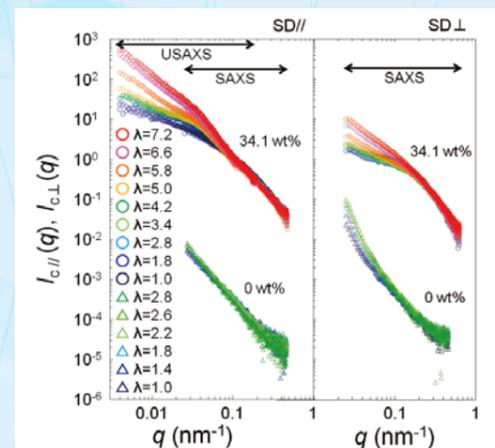


図3 ナノシリカフィラー充填シリコーンゴムのUSAXS、SAXS測定で得られた二次元画像

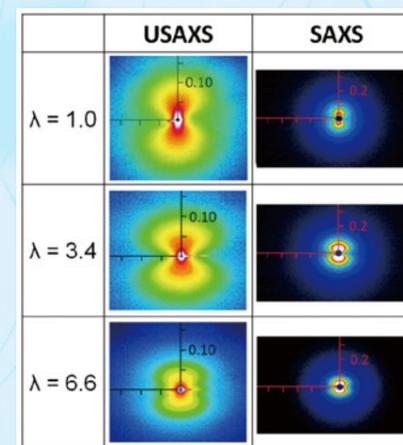


図4 ナノシリカフィラー充填シリコーンゴム（0,34.1wt%）の延伸に平行な方向の強度プロファイル

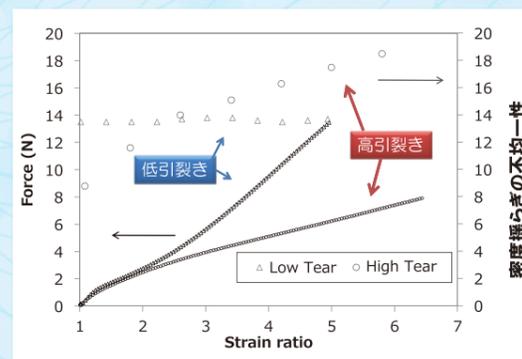


図5 引き裂き強度の違いによる応力と密度揺らぎの不均一性の違い

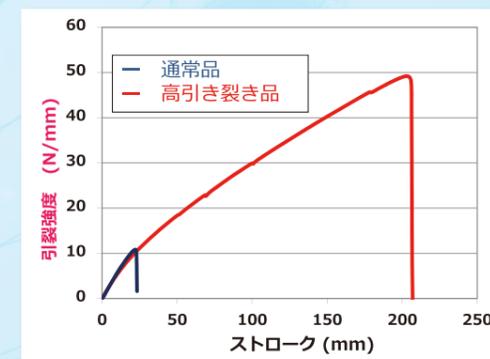


図6 延伸による引き裂き強度の比較

本成果により、シリコーンゴムの物性改良（硬度、引き裂き強度、延伸度の独立制御）が大幅に成されました。住友ベークライト（株）の医療機器製品は年々増加しており、放射光を利用した更なる高強度・高信頼性を有する素材開発にも注力しています。また、本開発による超高引き裂き強度シリコーンゴムは医療用機器のみならず、車両・航空機などの摺動部品をはじめとした機械部品や衣料品、ウェアラブル関連商品など幅広い用途と大きな市場が期待されています。そのような背景から、同社では、今年度より高引き裂き強度シリコーンゴムの量産検討に着手するとともに、新規の低硬度超高引き裂き強度透明シリコーンゴム（具体的には硬度30かつ引き裂き強度50N/mm）を用いた新製品の産業社会への提供に向けて、自社製品への適用のみならず、他社との共同開発の検討も進めています。

SPring-8の放射光を利用して高分子と内部に分散させたフィラーの高次構造挙動を製造プロセス・実使用中のその場観察によって調べ、試行錯誤ではなく科学的に材料特性の改善に成功した本成果は、今後、高分子材料のみならず幅広い材料開発に大きな影響を与えると考えられます。