

プログラム名：超薄膜化・強靱化「しなやかなタフポリマー」の実現

PM名：伊藤 耕三

プロジェクト名：タイヤ薄ゲージ化プロジェクト

委 託 研 究 開 発

実 施 状 況 報 告 書 (成 果)

平 成 2 8 年 度

研究開発課題名：

強靱高分子複合体に因る省資源タイヤの実現

研究開発機関名：

株式会社 ブリヂストン

I 当該年度における計画と成果

1. 当該年度の担当研究開発課題の目標と計画 (H28 年度)

1-1. 薄ゲージ化タイヤ開発

後述の項目 2.分析・解析、3.理論・シミュレーション、4.合成・プロセスと連動して推進する。解析/理論/合成・プロセスから提案される高強度材料のコンセプトを踏まえ、適用部位の選定とタイヤ用材料としての設計方針の明確化を行う。

1-2. 分析・解析

き裂先端の形状変化に着目したマクロスケール解析、放射光を用いたき裂先端のダイナミクスを詳細に解析するミクロスケール解析を同時並行で推進する。マクロスケール解析では、き裂先端形状の動的観察/定量化手法を確立するとともに転移エネルギーを表現する力学物性パラメーターの妥当性を検証する。マクロスケール解析は、計測手法と解析手法の確立を行う。

1-3. 理論・シミュレーション

1-3-1. 理論物理モデル

これまでの検討で提案した長さスケールが、実際の材料系の何に対応するものであるかの解明に取り組むことで、材料の開発方向に指針を提案する。

1-3-2. 計算機シミュレーション

粗視化分子動力学計算、及び有限要素法を用い、き裂進展を表現するモデルの構築を目指す。

1-4. 合成・プロセス

ダブルネットワークシステムに関して、ソリッド系への拡張検討を引き続き継続し、実材料の設計指針の提案を行う。また、スライドラリングポリマーに関しては、シリカ周りへの選択配置による高強度化の見極めを行う。

2. 当該年度の担当研究開発課題の進捗状況と成果

2-1 進捗状況

2-1-1. 薄ゲージ化タイヤ開発

タイヤ適用ゴム部材の破壊物性評価とゲージ依存性の把握を、後述の項目 2. 分析・解析、3. 理論・シミュレーション、4. 合成・プロセスと連動して推進した。それらから提案される高強度材料のコンセプトとその具現化状況を踏まえ、適用部位の選定とタイヤ用材料としての設計方針の明確化を行った。

2-1-2. 分析・解析

き裂先端のマクロスケール解析では、き裂先端形状の動的観察/定量化手法、及び高次非線形弾性に着目した解析から昨年導出された転移エネルギーを表現する力学物性パラメーターについて、その適用範囲の明確化を行い、広い実用ゴム配合においてもその有用性を確認した。

き裂先端のミクロスケール解析では、確立したき裂先端の動的観察/定量化手法を用いて実験と解析、検証を推進し、その妥当性検証を行い、課題点の明確化を行った。

2-1-3. 理論・シミュレーション

理論物理からのき裂転移機構解析を行い、線形バネビーズモデルにより、き裂進展の転移挙動を表現することに成功した。一方、実験データから得られた転移エネルギーを定量的に表現するためには、材料の持つ非線形性を積極的に考慮することが不可欠であることを確認し、上述 2-1-2. マクロスケール解析の妥当性を検証した。

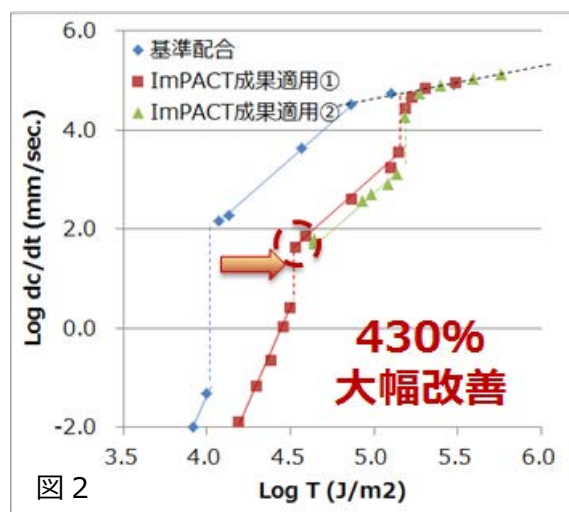
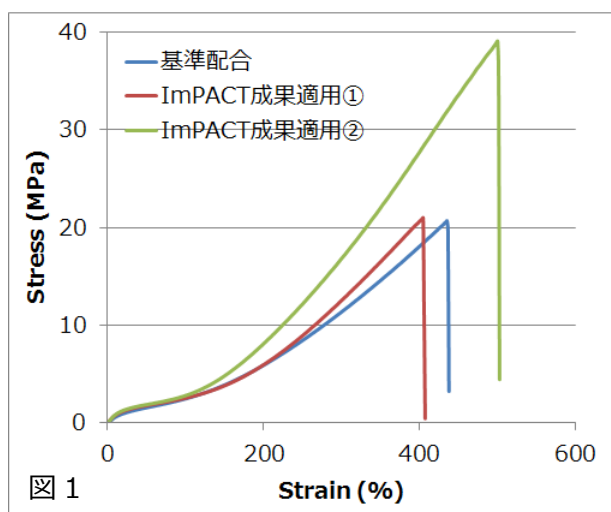
シミュレーションについては、き裂進展の特異な転移挙動を表現する FEM モデルを構築した。これにより、構成方程式の観点から物性指針を提案することが可能となった。

2-1-4. 合成・プロセス

ダブルネットワークに関しては、その破壊機構の詳細解析を行い、犠牲破壊相のエネルギー散逸と強度との強い相関関係を確認した。このコンセプトのソリッド系材料への拡張検討を継続して推進し、具現化の目途が立ちつつある。環動ポリマーに関しても、その有用性を生かした実行材料系への適用検討を継続推進中である。

2-2 成果

き裂先端形状に着目したマクロスケール解析、及び理論物理による厳密解から導出されたき裂進展の転移エネルギーの制御指針を、弊社の材料設計技術を駆使し具現化を推進した。その結果、下図 1 に示すように基準材料対比、低歪の弾性率同等、架橋密度同等でありながら、極めて高い破壊強度を示し、図 2 に示すようにき裂進展の低速領域を発現せず、転移エネルギーを大幅に向上させるゴム組成物の開発に成功した。



この開発した高強度材料をゴムクローラによって製品ベースでの実証検証を行った。その結果、図 3 に示す通り、基準配合対比でコンクリート路面走行時の摩耗速度について大幅な低下（-60%）を確認するとともに、悪路走行時の耐久性についても大幅な向上（図 4）を確認した。

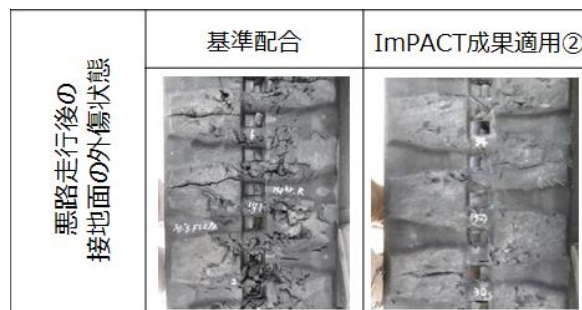
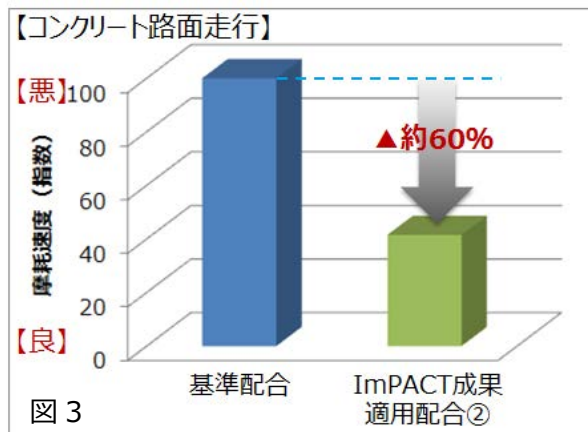


図 4 悪路耐久走行後の設置面ゴム外傷状態

目標に対する現在の定量的開発状況は、図 5 に示す通りである。

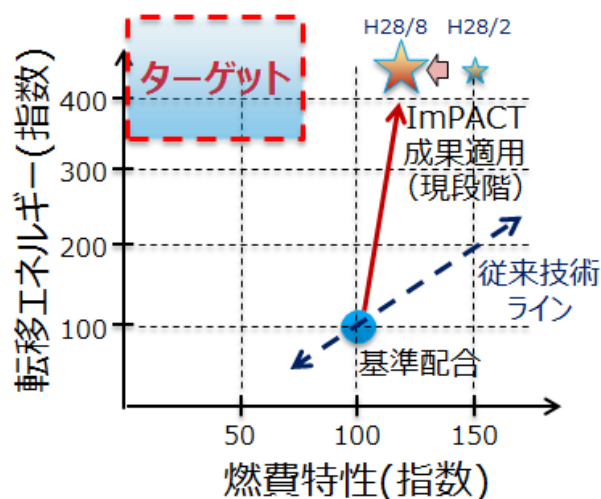


図 5 定量的開発状況

2-3 新たな課題など

特になし。(状況の変化に対応し、社内的には必要に応じて専門機能を適宜アサインして対応。研究推進環境の整備、技術的限界など計画対比遅延のある場合は、PM に調整をお願いし、代替環境の整備、および代替技術展開頂きながら対応している。)

3. アウトリーチ活動報告

研究成果についての学会発表 3 件、論文投稿 3 件を実施。

内閣府での研究成果に対するプレスリリースを 1 件実施。これによる新聞報道 9 誌。

東京大学で実施された成果報告会にて研究概況を発表。

プレスリリースに対応し、日経 BP 社の取材を受け入れ日経 Automotive 2017 年 1 月号に記事掲載。