

## 【補助事業概要の広報資料】

補助事業番号 27-145  
補助事業名 平成27年度 トレッドゴムの変形と摩擦に関する研究補助事業  
補助事業者名 島根大学大学院 総合理工学研究科 森本卓也

### 1 研究の概要

本事業では、ゴムの摩擦係数を物性値ではなくシステムに依存した変数と見なして、トレッドゴムの予ひずみによるバルク変形、トレッドパターン、および路面パターンが摩擦係数に及ぼす影響を系統的な実験によって明らかにし、実験結果を再現できる予測可能なシミュレーションモデルを構築する。

### 2 研究の目的と背景

ゴムは金属に比べて弾性係数が低くて大きな変形が可能である特性によって、摩擦係数が高く滑りにくい特徴を持っているため、シューズのソールや自動車のタイヤのように、私たちの身近にある製品に広く用いられている。摩擦係数の値は材料の種類によって決まる物性値でなく、ゴムの材料や形状および路面などに依存し、これらの因子の一つでも変わると摩擦係数の値も変わるため、現状では多大な時間とコストをかけて摩擦試験を行い、摩擦係数のデータを蓄積する必要がある。さらに、蓄積された摩擦係数を用いてシミュレーションを行なっても、製品ベースの実験結果をうまく再現することは困難を伴う。これらの現状は、摩擦係数を物性値として扱っている点に問題の一つがある。本研究の目的は、ゴムの摩擦係数を物性値ではなくシステムに依存した変数と見なして、トレッドゴムの予ひずみによるバルク変形、トレッドパターン、および路面パターンが摩擦係数に及ぼす影響を系統的な実験とシミュレーションによって明らかにすることである。

### 3 研究内容

#### (1) [トレッドゴムの変形と摩擦に関する研究](#)

##### ① 摩擦試験装置の改良

現有の摩擦試験機を改良し、画像測定と荷重測定を同期されるための計測システムを構築した。

##### ② トレッドゴムの作製

デスクトップ3Dプリンタを用いて十字型のトレッドパターンが転写されたモールドを作製し、付加型ゴムを注入してトレッドゴムを作製した。異なる種類の付加型ゴムを利用することでトレッドゴムに部分的な膨潤を誘起させ、力学的な伸張が加えられた（予ひずみを受けた）トレッドゴム（図1A）、さらに十字型のパターンを有するトレッドゴム（図1B）を作製した。これらの表面形状は3Dレーザースキャナによって特徴づけた。

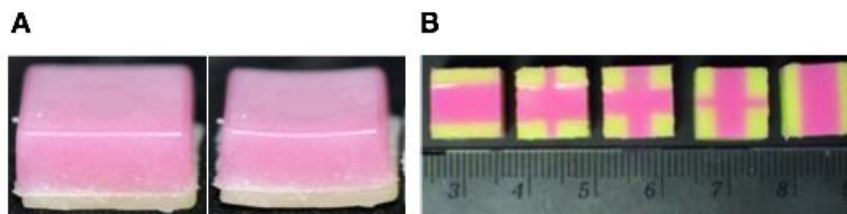


図1 作製したトレッドゴム

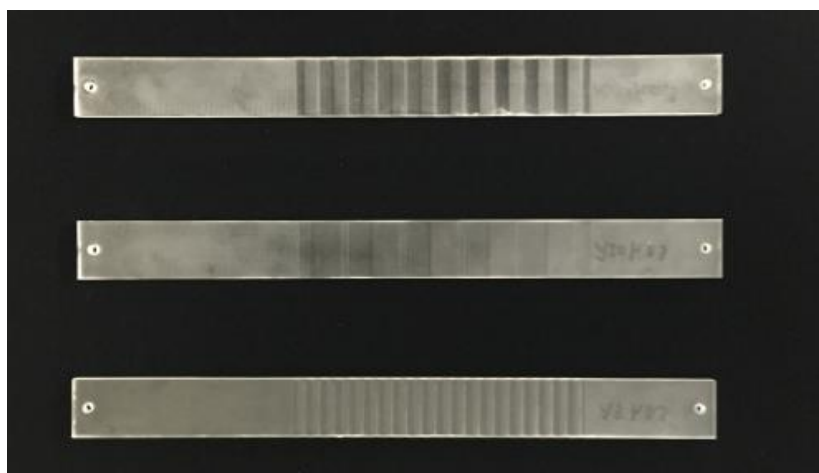


図2 作製した路面

### ③ 路面の作製

様々な振幅と波長を持つ路面パターンをコンピュータ上で生成し、デスクトップ切削 RP マシンを用いてアクリルプレートに加工して路面を作製した。作製された路面の表面形状は 3D レーザースキャナによって特徴づけた。

### ④ 実験の実施

予ひずみ/トレッドパターン/路面パターンがゴムブロックの不均一変形と摩擦係数に及ぼす影響を系統的に調べた。予ひずみの有無によって静止摩擦係数の値に差異を生じること、および相対的にやわらかい層 (A8) の割合が増えるほど最大静止摩擦係数は低下することを明らかにした (図 3A)。また、最大静止摩擦係数の値がトレッドパターンに依存していることを明らかにした (図 3B)。さらに、路面パターン (振幅と波長) に呼応して、摩擦係数が増減することを明らかにした (図 4)。

### ⑤ シミュレーションの実施

②と③で作製したデータを利用し、汎用有限要素ソフトウェア Abaqus による有限要素モデルを構築した。シミュレーションによる摩擦係数を算出し、実験結果との比較検証を行

った (図5) .

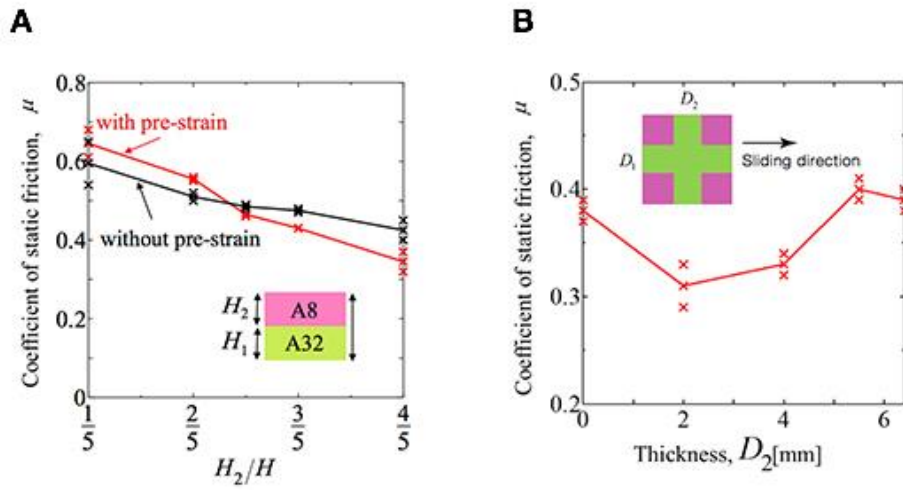


図3 最大静止摩擦係数に及ぼす予ひずみとトレッドパターンの影響

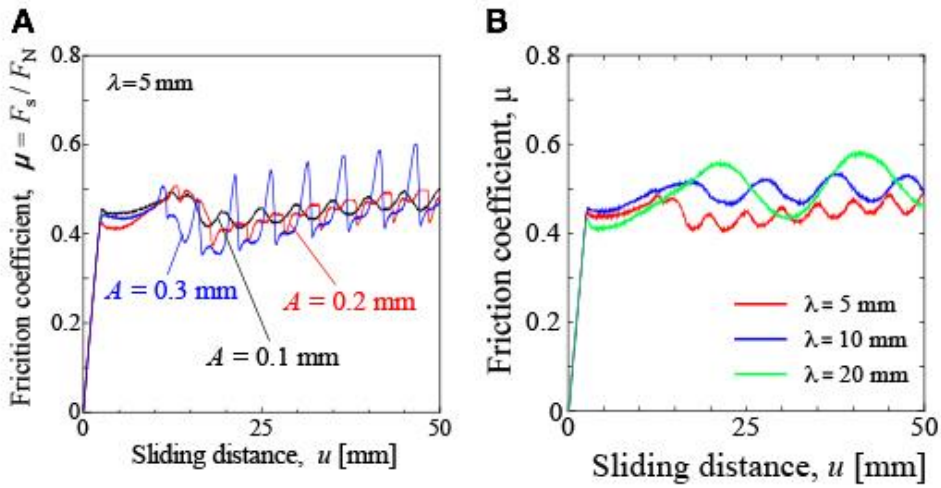


図4 摩擦係数に及ぼす路面パターン (振幅  $A$ , 波長  $\lambda$ ) の影

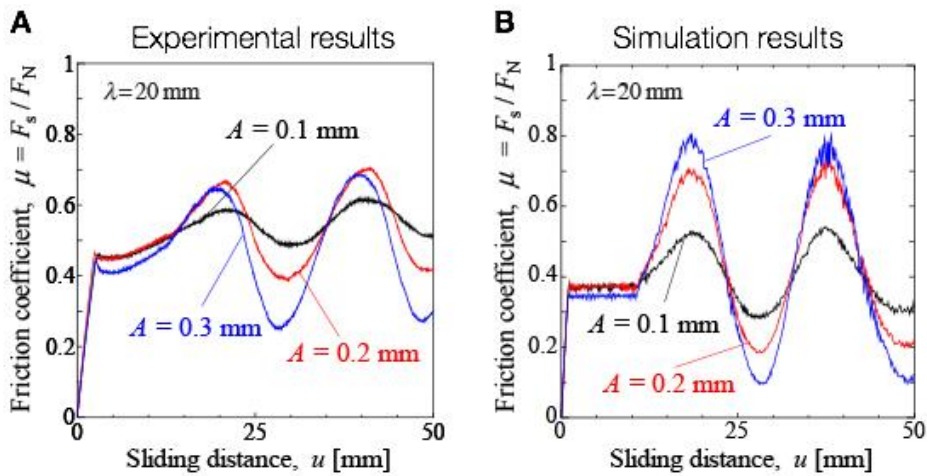


図5 シミュレーション結果と実験結果

#### 4 本研究が実社会にどう活かされるかー展望

本研究は、トレッドゴムと路面とのすべり摩擦が予測可能なシミュレーションモデルの構築を目指したものである。二種のゴム材料から作製されることでトレッドゴムに導入した力学的な因子である予ひずみや、幾何の因子であるトレッドと路面のパターンが摩擦特性に及ぼす影響に関する知見は、より複雑で現実的な製品（ゴムシューズ／ゴムタイヤと路面とのすべり接触）での摩擦特性の理解の一助となると期待される。また、本事業で構築したシミュレーション技術とデジタルファブリケーションを活用した一連のデスクトップ試作試験法は、製品開発の初期段階において新たな製品開発のアイデアを生み出す試作ツールとして活用されるものと期待される。

#### 5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

やわらかい材料と構造の力学に関する教育・研究活動を行っている中で、やわらかい材料であるゴムの変形と摩擦の挙動に対する理解の進展がかねてからの課題であった。本事業では、トレッドゴムに加えられた予ひずみの力学とトレッド／路面パターンの幾何がせん断変形および摩擦特性に及ぼす影響を調査するとともに、デジタルファブリケーションツールを駆使してデスクトップ試作試験の構築を行った。

#### 6 本研究にかかわる知財・発表論文等

##### 【学会発表】

1. 十亀伸享, 森本卓也, 芦田文博, 梶谷晋平, ゴムブロックと正弦波路面との滑り接触, 日本機械学会中国四国支部第54期総会・講演会（2016年3月9日, 愛媛大学）。

#### 7 補助事業に係る成果物

##### (1) 補助事業により作成したもの

- [トレッドゴムの変形と摩擦に関する研究報告資料](#)  
をホームページ上で公開している。

##### (2) (1) 以外で当事業において作成したもの 該当なし



#### 8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名： 島根大学大学院 総合理工学研究科 工業力学研究室  
(シマネダイガクダイガクイン ソウゴウリコウガクケンキュウカ  
コウギョウリキガクケンキュウシツ)

住 所： 〒690-8504  
島根県松江市西川津町1060

申 請 者： 准教授 森本 卓也 (モリモト タクヤ)

担 当 部 署： 総合理工学研究科 (ソウゴウリコウガクケンキュウカ)

E-mail: [morimoto@riko.shimane-u.ac.jp](mailto:morimoto@riko.shimane-u.ac.jp)

U R L : [http://ecs.riko.shimane-u.ac.jp/~em/index\\_jp.html](http://ecs.riko.shimane-u.ac.jp/~em/index_jp.html)