

ホッキ貝殻粉碎粒の靴底防滑材としての可能性

野口 勉*・伊藤 章**・吉村 圭司***・高田 耕藝***

Possibility of Anti-Slip Materials for Shoe Sole utilized Grain of Surf Cram Shell

Tsutomu NOGUCHI, Akira ITOU, Keiji YOSHIMURA and Tomoki TAKADA

Abstract

Recently, in the cold regions, pedestrians slip and fall on the freezing road surface. Then there are problems that they injured by the accident. To prevent these conditions, various trials are being done. Then, to develop an Anti-slip shoe sole utilized shell, The examination of the possibility to the Anti-slip material of grain of Surf Cram Shell was done. The trial production of Anti-slip shoe sole by a few size shell grain was done. And, that coefficient of friction measurement was done by SATRA test machine. The coefficient of friction of the shoe sole by using a shell grain fully and the shoes in market were the same high performance.

Key words : Cold region, Walk, Anti-slip materials, Grain of Surf Cram Shell, SATRA test machine, Coefficient of friction.

1. はじめに

寒冷地の凍結路歩行において転倒することが怪我から障害を引き起こしたり、寝たきり状態につながることもある。高齢化が進む中で、滑り転倒の防止に対して歩行方法、靴の開発、路面管理などに様々な試みが望まれている。靴についても各メーカーが防滑性を高めるための様々な工夫をしているが、高額なものとなっている問題もあり、防滑性の高いより安価な冬靴が切望されている。

また北海道では水産業が盛んであり、その廃棄物の利用が課題となっている。ホタテ貝殻の路面管理への利用については、道路への散布、混入形式の防滑材に利用する試み¹⁾²⁾などを散見するが、ホッキ貝の水揚げ全国一を誇る苫小牧近郊でも貝殻が年間500トン以上も廃棄されており、この有効利用の拡大も望まれているところである。ホッキ貝殻もホタテ貝殻同様な利用が可能と考えられるが、その調査報告例を見ない。そこで、ホッキ貝殻の粉碎粒を増摩材としてゴムに混ぜ込むことによって高い防滑効果を有する靴底材料とし

ての実用化の可能性を探るために、靴底を試作して滑り試験を行った。

2. 方 法

2. 1 貝殻の粉碎方法と粒度分布の測定

粉碎方法は、圧縮破碎方式の電動式ジョークラッシャを用い、約50N（貝殻100枚）のホッキ貝殻を粉碎した。一般に貝殻は脆性が高く、粉碎において粒度の制御が難しい。今後量産を考えるためにも機械粉碎による粒度分布を湿式ふるい分け法により調べた。なお、用途として路上散布も想定し、粒度はふるいの升目5 mm 以下を目標とした。また比較参考のためにホタテ貝についても調べた。

2. 2 粉碎貝殻粒による靴底の試作

ホッキ貝殻を粉碎し、ふるいにかけた3種類の粒度の粉碎粒を利用して靴底を試作した。粉碎粒を所定の割合で母材ゴムに混入した後、既存の型を用いてプレスで成型した。粉碎粒の粒度は、ふるいの目の開きで「粗粒」、「細粒」および「微細粒」の3種類とした。母材ゴムは硬軟2種として、表1に示すとおり全7種の靴底を試作した。

* 助教授 機械工学科

** (株) ミツウマ

*** 東京都立皮革技術センター台東支所

表1 試作した靴底

呼 び	ゴム硬度	粒度	備 考
B 0	6 0	粗	
B 0 S	6 0	粗	接着剤使用
B 1 6 0	6 0	細	
B 2 6 0	6 0	微細	
R 0	3 0	粗	
R 1 6 0	3 0	細	
R 2 6 0	3 0	微細	

なお、ゴム硬度はISO7619の TypeA に準拠している。

2. 3 摩擦係数測定方法

摩擦係数の測定に用いたSTM603の概要を図1に示す。SATRA 試験機と呼ばれ、世界標準的な位置付けとなっている試験機であり、他試験結果との比較でも良好な結果を得ている³⁾。



図1 SATRA 試験機

STM603は、空気圧により靴をスライドテーブルに対し垂直方向に一定荷重 (F_z) で押付け、続いてスライドテーブルを水平方向に一定速度で滑らせ、水平方向の力が印加された0.3秒後に作用している水平方向の摩擦力 (F_x) を測定する方式で摩擦試験を行う靴専用の装置である。また、氷

路面に対して靴の接地角度を任意に設定できる器具を備えている。氷の作製は専用の氷作成装置を使用した。この氷作成装置は、氷を作成するためのIce Tray と試験時に靴底を冷却するためのWater Tray を有しており、氷の温度や水の温度はそれぞれ設定可能となっている。滑り試験は、SATRA PM144および prEN13287⁴⁾ に準じて実施したが、 F_z を400N、滑り速度を0.1m/s で実施した。試料は靴底材料であるので、靴底の前部分を靴型 (ラスト) に貼り付けて、角度を調整して靴底の中央部で接触するようにして試験を試みた。試験は時間を変えて2回、それぞれ3 試行している。

なお、事前に靴底は一定荷重により紙やすり上に押付け、10cm の距離を10往復させて初期摩擦を与えた。

3. 結 果

3. 1 粉碎後の粒度分布

粉碎後の粒度分布を重量比により図2に示した。目標値直近の粒度 (5 mm ~ 2 mm) が50% 前後で最多となり、それ以下の粒度については2 mm ~ 1 mm で約20%、1 mm ~ 0.5mm で約10%と急激に少なくなっている。

貝種による比較では、モース硬度でホッキ貝殻は硬度3 ~ 4、ホタテ貝殻硬度2 と差があるためか、升目5 mm 以下2 mm 以上の粒度ではホッキ貝殻の分布が57.1%と多いのに対して、より細かい粒度についてはホタテ貝殻が多くなっている。得られた結果をもとに、路面散布など多目的用途を想定した量産の算定に行うことができる。

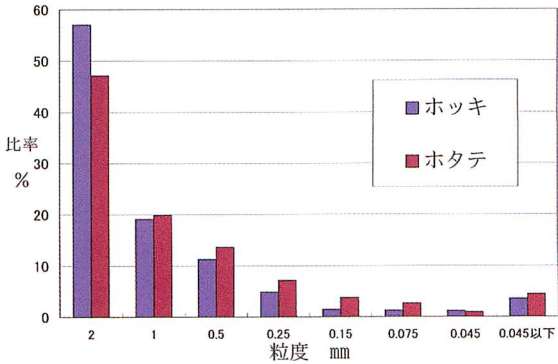


図2 ホッキ貝殻粉碎後の粒度分布

3. 2 粉碎貝殻粒を混入した靴底

試作した靴底を図3に示す。鋸歯様の突起を進

行方向に45°傾斜させて図のように配列し、突起の高さ4 mm、突起の間隔11mmである。貝殻粉碎粒の表面の表出状態は不均一となっており、母材ゴムへの混入の方法を工夫する必要がある。

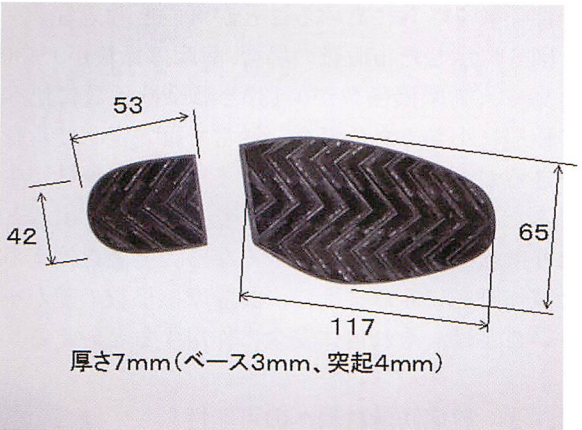


図3 試作した靴底

3. 3 摩擦係数—市販靴との比較



図4 ラストに貼り付けた靴底材

図4にSATRA試験機のラストに靴底材を貼り付けた状態を示した。また測定により得られた動摩擦係数を図5に示す。

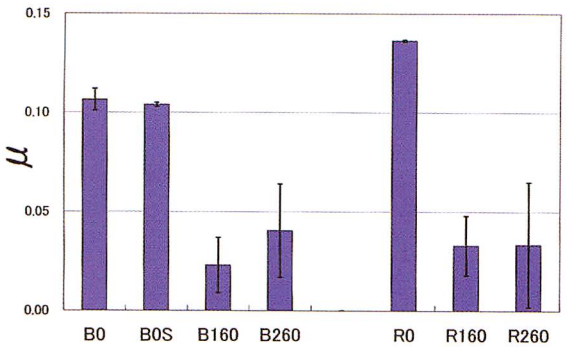


図5 SATRA試験機による靴底の動摩擦係数

動摩擦係数は、粗粒について $\mu > 0.1$ であるのに対して、細粒、微細粒は $\mu < 0.05$ 以下にとどまった。比較のため市販靴に対する測定結果³⁾を表2に例示する。

「06S」はT社製の硝子繊維を利用した靴、また「07P」はA社製の硅砂を利用した靴であり、いずれもスパイクを用いない靴の中で防滑性の高い靴として定評のあるものである。また「600」はO社製の雪道で効果の高いといわれている靴である。これらに比して「R0」は「06S」、「07P」と同程度と高い防滑性能が確認され、「B0、B0S」も良好な摩擦係数を得た。その他については「600」を下回った。しかし前述のとおり混入方法の工夫で改善が見込める。

表2 市販靴の摩擦係数

呼び	μ
0 6 S	0.137
0 7 P	0.134
6 0 0	0.057

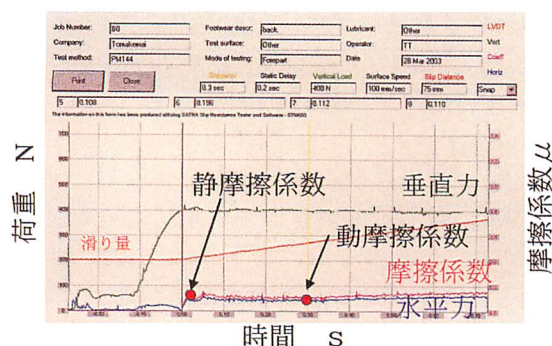
4. 考 察

4. 1 粉 碎

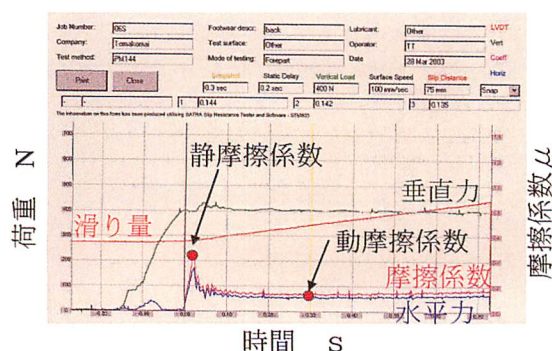
ホタテ貝に関する文献1)によると散布、混入、土壌改良、再合成など多数の用途が挙げられている。脆性が高く、粉碎後の粒度を容易に制御できないが、ジョークラッシャを用いて5 mm以下の粒度を目標に粉碎して粒度分布を調べてみたところ、ホッキ貝殻1,000kgの原料に対して、粒度5 mm～2 mmのものが50%前後で500kgとなり、2 mm～1 mmが200kg、1 mm～0.5 mmが100kgと期待でき、様々な用途に基づく見積が可能である。

4. 2 摩擦係数

図6の垂直荷重、接線荷重あるいは摩擦係数の変動を観察すると、滑り始めの静摩擦から動摩擦への遷移部分以外は安定しており、靴の滑り試験で標準機となっているSATRA試験機で、靴底材料の滑り試験が可能であることが確認された。しかし、ラストに靴底材を直接貼り付けていることから完成品としての靴に比べて接触剛性が高くなっていることが容易に想像される。また接触面がラストの形状に依存することの問題がある。



(a) 試作靴底 (R0) の滑り試験データ例



(b) 市販靴 (06S) の滑り試験データ例

図6 摩擦試験結果 静摩擦と動摩擦

摩擦係数の値について、ホッキ貝殻粉砕粒の粗粒を用いた場合に摩擦係数が0.1を超えた。決して高い値ではないが、人が歩行するときの歩行荷重から得られた結果として、0.2程度である接線力の垂直力に対する比が、歩幅を小さくして、慎重に歩くことにより0.1程度まで低下させることができる⁵⁾。言い換えると靴底と氷との摩擦係数が0.1以上あると冬靴としての使用に耐えることになる。このように歩き方の工夫を前提として考えると、利用の可能性はある。

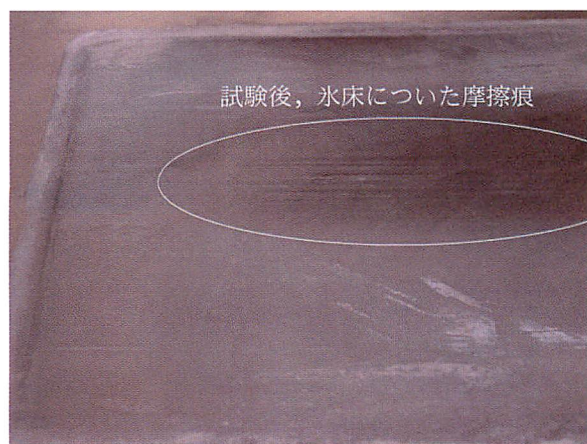


図7 氷床の摩擦痕

また図7に試験後の氷床に残った筋状の摩擦痕を示したが、観察から粉砕粒がゴム膜を介して氷床に押付けられたものであることが判った。このことから粉砕粒の母材ゴムへの混入の方法を工夫して、効果的に靴底表面に表出させることにより、摩擦係数をさらに高めることが可能と考える。

図6に示した市販靴の場合、静摩擦係数が0.430と高く、動摩擦係数が0.137と静摩擦係数に比べて極端に小さくなる場合、通常では安定して歩行できるが、一旦滑り出してしまうと急な運動が生じるためバランスを崩し⁶⁾、姿勢の回復が困難となり、転倒の危険性が大きくなる。発想を換えると試作靴底にみるように、動静摩擦係数の差が小さいことは、それ自体安全に作用するといえる。

4.3 靴底防滑材料への可能性

滑り試験を行って摩擦係数を求めたところ、市販靴と比較して同程度以上の防滑性が期待できることが判ったことから、ホッキ貝殻の粉砕粒を防滑を目的とした靴底材へ利用することの可能性が確認された。

また、歩行中の摩擦に伴い、粉砕粒が靴底から路面に脱落した場合、貝殻粉のこれまでの利用状況からも判断して、市販されている靴に使用されている硝子繊維、二酸化珪素、炭化珪素などの増摩材に比べて環境に対する負荷が少ないと判断される。

5. ま と め

- (1) ホッキ貝殻粉砕粒を混入した靴底材を試作し、靴専用のSATRA試験機によりその摩擦係数を調べることができた。
- (2) ホッキ貝殻粉砕粒の粗粒については動摩擦係数が0.1以上となり、動静摩擦係数の差が小さい。
- (3) ホッキ貝殻粉砕粒を利用した靴底防滑材の可能性を確認した。

謝 辞

本研究を行うにあたり、貝殻の粉砕については北海道共同石灰株式会社取締役営業部長佐藤哲之氏をはじめ関係各位のお世話になった。ここに深謝する。

文 献

- 1) 藤島勝美, 作田庸一他 5 名, “ホタテ貝殻のスリップ防止材としての応用 (第 2 報)”, 北海道立工業試験場報告 No.294, 7-12 (1995)
- 2) 朝日新聞社, “ホタテ貝殻 道路舗装材に”, 朝日新聞北海道版, 12月 3 日 (2002)
- 3) 野口勉, 他 7 名, “防滑靴の総合評価についての一考察”, 寒地技術論文集, vol.18, 567-574 (2002)
- 4) SATRA's Test Equipment Catalogue, SATRA Test Method, <http://www.satra.co.uk/>
- 5) 野口勉, 他 6 名, “凍結路における歩行と滑り - 床反力計の利用による滑りの把握”, 寒地技術論文集, vol.11, 472-475 (1995)
- 6) Noguchi T, Falls from Slips in Double Supporting Period during Gait, Proceedings of the 12th Conference of the European Society of Biomechanics, p.427, 2000.

(平成15年11月28日受理)

