

感触の異なる床仕上げ材による誘導性能に関する研究

Discriminability of Floor Dressing Materials with Different Surface Properties

○ 浅井俊介 (早稲田大学) 小林吉之 (産総研) 原利明 (鹿島建設) 藤本浩志 (早稲田大学)

Shunsuke ASAI, Waseda University

Yoshiyuki KOBAYASHI, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)

Tosiaki HARA, Kajima Corporation

Hiroshi FUJIMOTO, WASEDA University

Abstract: In order to estimate how accurately people can discriminate the border of the pairs of floor dressing materials with different surface properties, we developed a non-linear regression model that can calculate the estimated discriminability of various pairs. First, we investigate the discriminability of the border of the pairs of four different floor dressing materials with different surface properties. This experiment was conducted with 10 young adults. We then measured several surface properties of each material by using laser-displacement gauge and accelerometer and calculate the regression model which can estimate the discriminability of flooring materials. As a result, discriminability of flooring materials can estimate pretty accurately by using the displacement of the long cane while it slide over the materials.

Key Words: Human Engineering, Human Interface, Medical and Welfare Assistance

1. 研究背景

視覚障害者誘導用ブロック (以下誘導ブロックと記す) は、その有用性が世界的に評価されている反面、それを必要としない人にとっては突起が余計なバリアとなりうることも指摘¹⁾されており、必要最低限しか敷設されていない。これに対し近年、屋内のように安全性が高く確保されている空間では、感触の異なる床仕上げ材を用い、安全に歩行できる箇所を提示するという試みが複数の施設において実装されている。このような設備を実際に視覚障害者が識別できるかについては、既に小林ら²⁾や原ら³⁾が定量的に評価してきている。しかしこれまでの研究では、実験の都合上限られた数の床仕上げ材の組み合わせでしか評価されていないため、これまで評価されていない床仕上げ材の組み合わせを用いようとした際に、どの程度利用できるのかは不明なままである。また、感触の異なる床仕上げ材を用いて視覚障害者に歩行空間を提示するという本来の目的から考えると、これまで評価されてきたような発見の容易性だけでなく、それに沿って歩ける性能についても評価する必要がある (本研究ではこのような性能を“誘導性能”と記す)。

そこで本研究では、1) 感触の異なる床仕上げ材による誘導性能を定量的に評価し、2) 床仕上げ材間のどのような差が誘導性能に関与するのかを表す関係式を導出することを目的とする。本研究の結果、床仕上げ材間の誘導性能が定量的に評価され、その関係を表す式が導出されれば、これまで評価されていない床仕上げ材でも、その誘導性能を推定することができるようになり、感触の異なる床仕上げ材による誘導方法が現場で使いやすくなると考えられる。なお先行研究では、床仕上げ材間の感触の差として、弾性差と摩擦差が評価されているが、本研究ではこのうち摩擦差のみに着目して実験を行った。これは、近年横山ら⁴⁾によって、視覚障害者が感触の異なる床仕上げ材を識別する際には、白杖から伝わる振動の差を重要な手掛かりとしている可能性が報告されたためである。

2. 方法

本研究を行う上での全てのプロトコールは早稲田大学研

究倫理審査委員会より承認を得た。本研究では、感触の異なる床仕上げ材による誘導性能を定量的に評価し、更に床仕上げ材間のどのような差が誘導性能に関与するのかを表す関係式を導出することを目的としたため、1) 被験者を対象に床仕上げ材による誘導性能を定量的に評価する実験と、2) 床仕上げ材の特性と誘導性能との関係式を求める実験の2つを実施した。それぞれについて以下に詳述する。

2-1 床仕上げ材による誘導性能評価実験

本研究では、感触の異なる床仕上げ材間の誘導性能を定量的に評価するために、白杖を使いながら歩く状況を疑似的に再現する下記のような手順の実験を行った。

1. 白杖を持った被験者の正面に疑似路面 (後述) を提示する (図1 a)。
2. 被験者は提示された疑似路面を白杖で触れ、床仕上げ材の境界部を確認する (図1 b)。
3. 被験者は白杖を一度持ち上げ、その間に実験者が疑似

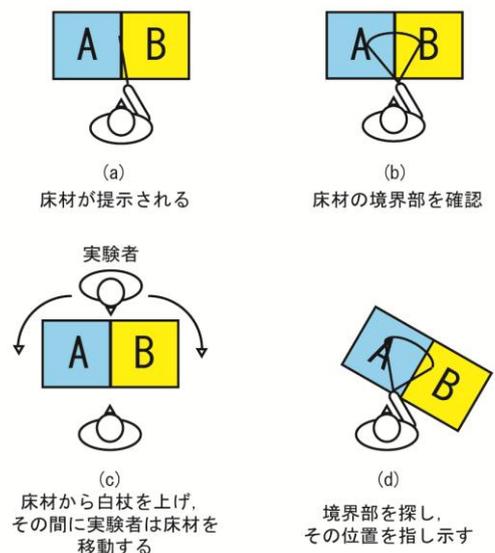


図1. 実験プロトコール

似路面を所定の位置（後述）にずらす（図1c）。

4. 実験者の再開の合図の後、疑似路面上で床仕上げ材の境界部を探索し、境界部だと思ふ箇所を白杖で示す（図1d）。
5. 実験者は、被験者が示した白杖の先端から実際の境界部までの誤差を計測する。なお本研究では、白杖の把持姿勢や被験者の体格によって誤差量に差が出ないように、境界部の向いている方向と、白杖の示された方向との角度（“誤差角度”と定義する）によって誘導性能を評価した。
6. 1. に戻り次の試行を行う。

本研究で用いた床仕上げ材は、表面の凹凸形状に差が大きく、本研究で着目した摩擦差が大きく異なると考えられた磨き仕上げの御影石（松下産業 TS-0101F、以下『ミガキ』）、バーナ仕上げの御影石（松下産業 TS-0201F、以下『バーナ』）、及び舗装ブロック2種（株式会社イワタ エコクレア 十和彩、以下『十和彩』、及び株式会社イワタ ランドクレア クランチ、以下『クランチ』）の計4種類とした。これら4種の床仕上げ材をそれぞれ 900mm×900mm 試験片に床仕上げ材間で段差が生じないように敷設し、実験で用いるテストピースとした。実験時にはこれらのテストピースのうち2種を左右に組み合わせ、全長 900mm、全幅 1800mm の疑似路面とした。なお、左右が同じ床仕上げ材の組み合わせを提示するために、各床仕上げ材のテストピースは2種類ずつ作成した。また下記の記す通り、本研究では疑似路面を左右に移動させる必要があるため、各テストピース底面にはキャスターを取り付けた。なお、キャスターを取り付けた分、疑似路面の高さは床上 20cm 程度となった。そこで実験中に被験者が違和感を覚えないように、疑似路面と同じ高さの踏み台を用意し、その上で実験を行うこととした。

実験条件は、被験者が提示された疑似路面の境界部を確認した後で、左右に 20 度移動させる条件と、移動させない条件の3種とした。また、各組み合わせは2試行ずつ繰り返したため、被験者ごとに計 36 試行（床材の組み合わせ6種×移動方向3種×繰り返し2試行）をランダムに行った。

被験者は若年健常者 10 名（平均年齢 23.5±SD 2.1 歳）とした。これは、普段視覚を遮蔽した状況で歩行すること、及び床仕上げ材の差の識別を歩行時の手がかりとすることに慣れていない晴眼者らが識別できる床仕上げ材の組み合わせであれば、普段からこのような状況で床仕上げ材を識別している視覚障害者にとってはより正確に識別できるものとなると考えたためである。本実験では、後に詳述するように、白杖で床仕上げ材の境界部を探索するタスクを被験者に課した。そのため、探索の手がかりとなり得る視覚情報と聴覚情報をそれぞれアイマスクとピンクノイズを流したヘッドホンを着用させることで遮蔽した。

2-2 床仕上げ材の特性計測実験

更に本研究では、床仕上げ材間のような差が上述の実験で得られる誘導性能に結び付くのかを表す関係式を導出するために、各床仕上げ材の特徴量の計測を行った。具体的には1) 表面の凹凸形状と、2) 白杖で表面をスライドした際に得られる振動の計測を行った。

各床仕上げ材の表面形状は、レーザ変位計（KEYENCE 社製 LB-080 及び LK-500）を用いて計測した。図2に示す通りレーザ変位計は、床仕上げ材の表面（z 軸）を計測する LB-080 をガイドレール上に固定し、LK-500 でガイドレールの位置（y 軸）を計測した。これによって各床仕上げ材表面の凹凸形状を計測した。なお各床仕上げ材において、

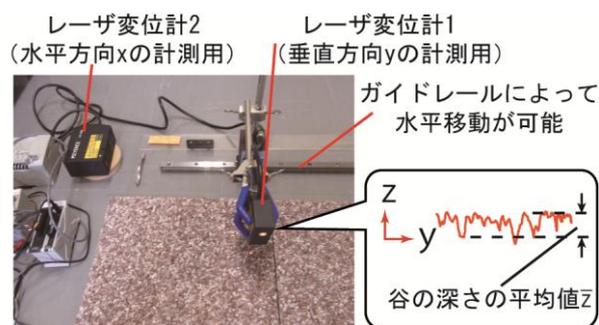


図2. 床仕上げ材表面形状の計測方法

測場所をランダムに変えながら3試行ずつ計測した。計測した形状からは凹凸の振幅や回数など、様々な特徴量を抽出可能であったが、今回は各床仕上げ材間の振幅を説明変数として用いることとした。

次に、白杖で各床仕上げ材表面をスライドさせた際に得られる振動については、白杖に加速度計（共和電業社製 AS-10HB）を固定し、各床仕上げ材の上をスライドさせることで計測した。その際、各床仕上げ材上で同じように白杖を動かすためにガイドレールを用いた。計測は、表面形状と同様に、同一床仕上げ材上で計測場所をランダムに変えながら3試行ずつ計測した。計測された加速度より、白杖の長軸に対して垂直上方方向の変位を算出し、説明変数として用いることとした。

以上2点の特徴量を説明変数とし、歩行実験で得られた誘導性能を従属変数とした非線形（累乗モデル）の重回帰分析を行った。その際、9名分のデータで回帰分析を行い、残りの1名分は導出された回帰式の妥当性に用いた。

3. 結果と考察

図3及び図4に実験の結果を記す。図の横軸はそれぞれ床仕上げ材表面の凹凸形状の差及び白杖で表面をスライドした際に得られる振動の差を表し、縦軸は被験者を対象とした実験で得られた誘導性能を表す。

図3に示した通り、床仕上げ材表面の凹凸形状の差と誘導性能との間には一定の傾向は確認されなかった。このことは、一見すると床仕上げ材間の凹凸の差がよほど（10mm程度）なければ安定して視覚障害者を誘導できないことを示している。しかしこれまで先行研究で得られてきた知見なども含めて考えると、本研究における凹凸の計測方法に問題があった可能性も考えられる。例えば今回の研究では表面の凹凸形状をレーザ変位計で計測したが、このデータには白杖の先端が入らない深い部分のデータも含まれている可能性が考えられる。そこで今後は白杖の先端形状を含めて検討していく必要がある。

一方、白杖に貼付した加速度計で抽出した、床仕上げ材上をスライドさせた際の白杖の動きと誘導性能との間には一定の傾向が確認された。この結果は、先行研究で横山らが報告している、視覚障害者が感觸の異なる床仕上げ材を識別する際には白杖から伝わる振動の差を重要な手掛かりとしているという点と一致している。回帰式の導出に用いなかった被験者1名分のデータを用いて、その推定精度を確認したところ、平均して2度程度の誤差で誘導性能を推定することができた。

このことから、今回導出された式を用いることで、今回評価していないような床仕上げ材の組み合わせでも、その誘導性能を推定することができると考えられる。ただし、本研究ではデータ数が少ない中で回帰式を導出している事、

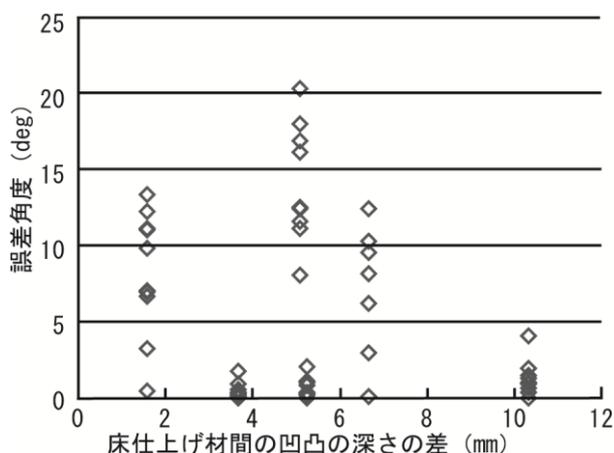


図3. 表面形状と誘導性能

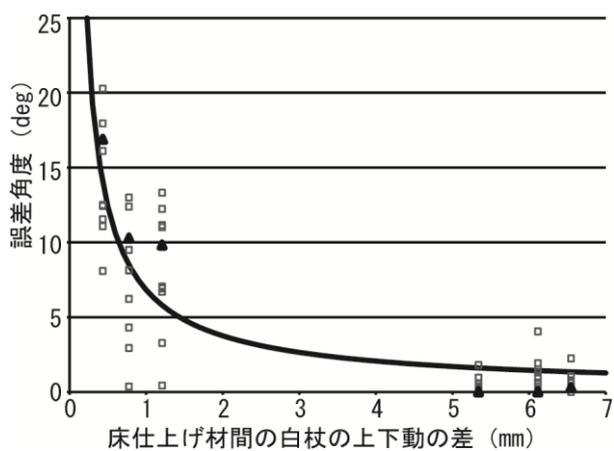


図3. 白杖への振動と誘導性能

また、その精度の検証には、回帰式を導出した物と同じ組み合わせの床仕上げ材を用いていることから、今後はその他の組み合わせでも回帰式通りの誘導性能となるかを検証していく必要がある。

4. まとめ

本研究の結果、白杖に取り付けた加速度計から床仕上げ材表面をスライドさせた際の動きを計測することで、感触の異なる床仕上げ材間の誘導性能を、誤差2度程度で推定する式が導出できた。この式は、これまで評価されていない床仕上げ材の組み合わせを用いようとした際に、どの程度視覚障害者を誘導できるのかを示す手がかりとして用いることができる。今後はこの式の検証と、精度の向上を目指してデータを増やしていく必要がある。

参考文献

- (1) 小林吉之, 嶺也守寛, 高嶋孝倫, 藤本浩志; 視覚障害者誘導用ブロックが高齢晴眼者の歩行に与える影響に関する研究, 日本機械学会論文集C編, vol. 72, no. 720, pp. 2574-2579, 2006.
- (2) 小林吉之, 高嶋孝倫, 林美恵子, 藤本浩志; 視覚障害者誘導用ブロックが晴眼者の歩行に与える影響に関する研究, 日本機械学会論文集C編, vol. 69, no. 681, pp. 86-92, 2003.
- (3) 原利明, 小林吉之, 蔵重由貴子, 藤本浩志; 摩擦の異なる床仕上げ材間の識別容易性に関する研究, 機械学会論文集C編, vol. 75, no. 754, pp. 1705-1711, 2009.

- (4) 横山裕, 馬場峰雄, 横井健; 白杖による床の変化の認知に関する基礎的検討: 白杖による床の変化の認知度の表示方法(その2), 日本建築学会構造系論文集, no.629, pp. 1063-1070, 2008.

謝辞

本研究はH23年度 交通エコロジー・モビリティ財団: エコモ交通バリアフリー研究助成金:「感触の異なる床仕上げ材による視覚障害者の誘導性能に関する研究 —誘導性能に関わる要因の定量化」の一部助成を受けて実施された。