

小型犬の動作に必要な床のすべり抵抗の提示

ペットの安全性からみた床のすべりの評価方法 (その2)

A PROPOSAL OF OPTIMAL SLIP RESISTANCE ALLOWING FOR
UNINHIBITED MOVEMENT OF SMALL-BREED DOGS

Method of assessing the slip resistance of flooring from a pet-safety standpoint (Part 2)

横山 裕^{*1}, 佐藤 晋哉^{*2}, 横井 健^{*3}

Yutaka YOKOYAMA, Shinya SATO and Takeshi YOKOI

Floor-slipperiness is a crucial factor in designing buildings for cohabitation with pets. This study proposes an indicator of floor slipperiness applicable to small-breed indoor dogs prone to skidding accidents. The incidence of skidding was recorded by applying load elicited by movements of 12 dogs on 6 flooring materials with different Coefficient of Slip Resistance (CSR). The relationship between recorded incidence and floor materials' CSR revealed that dogs slowed their movements to avoid skidding on low CSR floors. A range of CSR that does not slow dogs' movements was determined and its minimum value is proposed as the required lower limit.

Keywords : *Pet, Safety, Floor, Slipperiness, Dog, Evaluation Indicator*

ペット, 安全性, 床, すべり, 犬, 評価指標

1. はじめに

近年、ペットを家族の一員として大切に飼育する家庭が増加している。また、特に都市部では、住宅事情などを反映し、屋内でペットを飼育する事例が多くなっている。しかし、住宅の床は、従来から人間の安全性、快適性を主眼に開発、設計、選択されてきており、中には、例えば清掃性や耐傷性を重視したため表面がかたくすべりやすい床など、ペットにとって安全とはいえないものも少なくない。

人間とペットが共生する観点から床に要求される性能は多岐に渡る¹⁾が、早急に対応する必要がある課題として、ペットの床でのすべりが挙げられる。筆者ら²⁾は、ペットの中でも飼育例が多く、かつすべりによる障害の発生などが多く報告されている犬を対象に、床を徐々に傾斜させて床上の犬がすべり始める角度を求める“傾斜法実験”を行った。また、実験の結果得られた犬がすべり始める角度とよい対応を示す床のすべり抵抗係数 $C.S.R \cdot D'$ (Coefficient of Slip Resistance \cdot Dog') を、その測定方法とともに設定した。しかし、犬が日常の動作を支障なく行うために床にどの程度のすべり抵抗が必要かは、明らかになっていない。

本報は、比較的飼育例が多い小型犬を対象に、犬の動作と床の $C.S.R \cdot D'$ との関係を検討し、犬が動作を支障なく行うために必要な床の $C.S.R \cdot D'$ の範囲を提示した経過、結果を述べるものである。

なお、本研究の意義、必要性については、前報²⁾で述べている。

2. 目的、範囲

本研究は、ペットの安全性からみた床のすべりの評価方法を提示することを最終的な目的とする。本報は、このうち、すべりの評価指標の1例として、犬が動作を支障なく行うために必要な床の $C.S.R \cdot D'$ の範囲を提示することを目的とする。

ここで、人間の安全性からみた床のすべりの評価方法を提示した小野ら^{3)~6)}の研究では、すべりやすい床とともに、過度にすべりにくい床も、着地時につっかかるため体の動きに足がついてこれず、前のめりに転倒するなどの事故につながる可能性が高く、危険であることが明らかとなっている。犬を対象としている本研究でも、過度にすべりにくい床が危険であるかどうか、検討する必要があると思われる。しかし、本報は第一段階であることから、現在問題となっている^{1), 7)}すべりやすく危険な床、具体的には動作中にすべりが発生する可能性がある床を判別できるよう、動作を支障なく行うために必要な床の $C.S.R \cdot D'$ の下限値を提示することとし、上限値の提示はその必要性の検討も含めて今後の課題とする。

本報で対象とする犬は、屋内での飼育例が比較的多く、かつすべりが原因となる障害が多数報告されている小型犬とする。

なお、ペットのすべりの観点からの個々の床の具体的評価や、安全な床の開発などは、本研究の範囲外とする。

*1 東京工業大学大学院理工学研究科建築学専攻
准教授・工博

*2 当時 東京工業大学大学院 修士(工学)

*3 東海大学工学部建築学科 講師・博士(工学)

Assoc. Prof., Dept. of Architecture and Building Eng., Graduate School of Science and Eng., Tokyo Institute of Technology, Dr. Eng.

Graduate School, Tokyo Institute of Technology, M. Eng.

Junior Assoc. Prof., Dept. of Architecture and Building Eng., School of Eng., Tokai University, Dr. Eng.

3. 既往の研究

床のすべりに関しては、小野ら³⁾⁻⁶⁾により、人間の安全性および快適性からみた評価方法が提示されている。しかし、ペットからみた床のすべりに関しては、問題の重要性を指摘した例は数多く見受けられる^{例えば7)}ものの、評価方法の提示を目的とした研究例は、筆者ら²⁾の前報以外見あたらない。

4. 研究方法

本報の研究方法および手順は、以下の通りである。

- 1) $C.S.R \cdot D'$ が異なる数種の試料床を設定し、被験犬を用いて試料床上で所定の動作をさせ、その際に被験犬が床に与える荷重を測定する。また、動作を目視およびビデオにより観察し、床上で足がすべったかどうか（以降“すべり発生の有無”と記す）を判定する。
- 2) 1) の荷重の測定結果およびすべり発生の有無の判定結果と $C.S.R \cdot D'$ との関係から、 $C.S.R \cdot D'$ が小さい床において荷重が変化したりすべりが発生したりする傾向を把握する。
- 3) 2) の結果から、荷重が変化したりすべりが発生したりしない $C.S.R \cdot D'$ の範囲の下限を求め、動作を支障なく行うために必要な $C.S.R \cdot D'$ の下限値として提示する。

以上に述べた研究方法および手順は、人間を対象に、人間が動作時に床に与える荷重と床のすべり抵抗との関係を検討した筆者ら⁸⁾の研究成果を参考に設定したものである。図1に、その結果の例を示す。図の縦軸は、人間が歩行時に床に与える水平荷重 H の鉛直荷重 V に対する割合 H/V の最大値 $(H/V)_{max}$ であり、動作の速さ、激しさの指標として求めたものである。一方、横軸は、小野ら³⁾⁻⁶⁾が提示した、人間が感じる床のすべりにくさに対応する床のすべり抵抗係数 $C.S.R$ である。図より、 $C.S.R$ が 0.45 程度以上の範囲では $(H/V)_{max}$ は大きくは変化しておらず、同様の動作が行われているとみなせるのに対し、 $C.S.R$ が 0.45 程度より小さくなると、 $C.S.R$ の低下に応じて $(H/V)_{max}$ が小さくなっており、床のすべりやすさに応じて動作が緩慢になる方向に変化したとみなせることがわかる。また、仮に $C.S.R$ が 0.45 程度より小さい床上であるにもかかわらず、何らかの理由で $C.S.R$ が 0.45 程度以上の床上と同様の速さ、激しさで動作しようとした場合、すべりが発生するものと推察できる。

このように、人間の場合、すべりやすい床ではすべりが発生しないよう無意識のうちに動作が変化しているが、犬の場合も同様に、すべりやすい床では本能的に動作が変化しているものと想定できる。よって、動作の速さ、激しさの指標となる荷重と $C.S.R \cdot D'$ の関係をすべり発生の有無とあわせて把握できれば、動作の変化が必要なくかつすべ

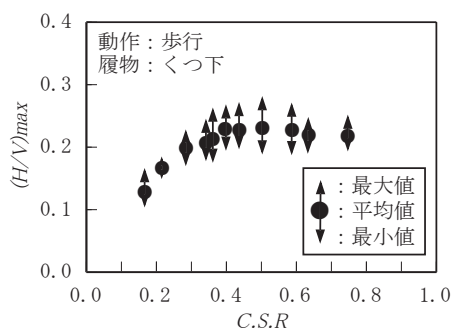


図1 人間が歩行時に床に与える荷重と $C.S.R$ の関係の例⁸⁾

りも発生しない $C.S.R \cdot D'$ の範囲の下限、すなわち動作を支障なく行える $C.S.R \cdot D'$ の下限値が求められると考え、上述の研究方法および手順を設定した。なお、設定した研究方法は、 $C.S.R \cdot D'$ の下限値を求める場合に適用できる方法であり、過度にすべりにくく危険な床の $C.S.R \cdot D'$ の範囲を求める場合には適用できないことを付記する。

5. $C.S.R \cdot D'$ の概要

以下に、前報²⁾における $C.S.R \cdot D'$ の設定経過、結果を要約して述べる。

はじめに、すべり性状の異なる 16 種の試料床と 16 頭の被験犬を用い、試料床上に被験犬を乗せた状態で試料床を徐々に傾けてゆき、被験犬がすべりはじめる角度を求める傾斜法実験を行った。ここで、水平に対する試料床の角度を θ とし、被験犬がすべりはじめる角度を θ_2 とする。被験犬ごとに各試料床での θ_2 を求め、 $\tan \theta_2$ を算出した。さらに、2 頭の被験犬の組合せでの $\tan \theta_2$ の相関がいずれの組合せでも高いことを確認したうえで、試料床ごとに、各被験犬での $\tan \theta_2$ の平均を求めた。

つぎに、小野⁹⁾が開発した携帯型すべり試験機 (ONO・PPSM) を適宜改変する方向で、 $\tan \theta_2$ と対応するすべり抵抗係数の測定方法の設定を試みた。図2に、携帯型すべり試験機の概要を示す。本試験機は、重錘、ガイド、荷重検出器、ワイヤーロープ、コイルスプリング（荷重速度制御用）および回転ハンドルなどからなる。重錘の底面には、すべり片が取り付けられている。すべり片の床との接触面の大きさは、 $50 \times 60\text{mm}$ である。重錘は、当初、ガイド上に乗っている。このガイドを降下させ、重錘がガイドから離れ床上に載った状態となった時点で直ちに回転ハンドルを操作し、重錘およびすべり片を斜め上 18° の方向に所定の荷重速度 (196N/s) で引っ張る。この時の引張荷重を荷重検出器で測定し、すべり片が動き出す時点

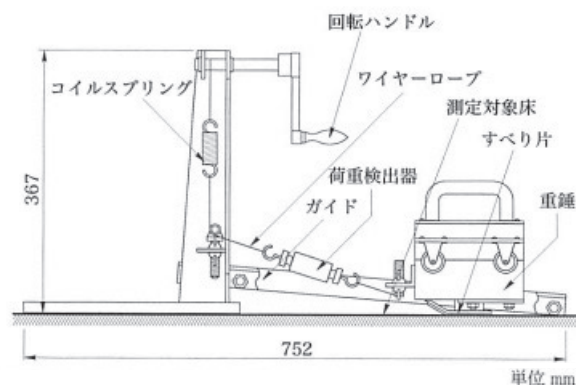


図2 携帯型すべり試験機 (ONO・PPSM) の概要⁹⁾

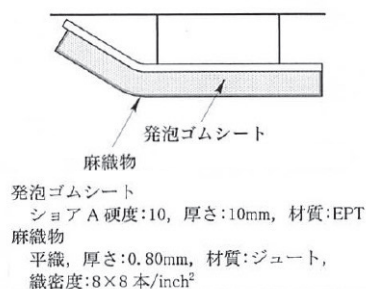


図3 すべり片の概要²⁾

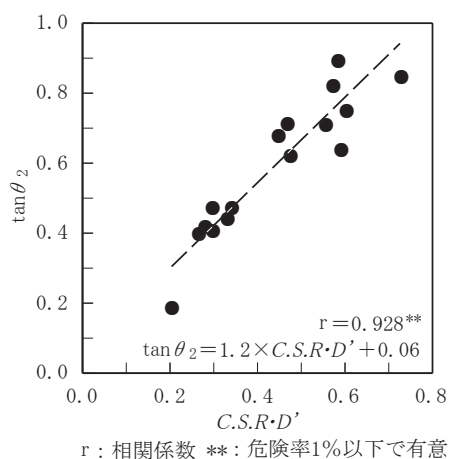


図4 $\tan \theta_2$ と $C.S.R \cdot D'$ の関係²⁾

までの荷重の最大値 P_{max} を求め、次式にしたがってすべり抵抗係数 $C.S.R \cdot D'$ を算出する。

$$C.S.R \cdot D' = P_{max} / W$$

ここで、 W は、測定時に床に載荷される鉛直荷重であり、重錘とすべり片をあわせた重量となる。

この携帯型すべり試験機を用い、すべり片と W を種々変化させながら、 $\tan \theta_2$ とよい対応を示す $C.S.R \cdot D'$ の測定条件を試行錯誤的に検討した。具体的には、人間からみた床のすべりを測定する場合に用いる素足あるいはくつ下のすべり片や、犬の足裏の性状などを参考に試作した数種のすべり片の適用性を検討した。また、 W は、人間からみた床のすべりを測定する場合より大きくなることはない想定されたことから、人間の場合の 196N を上限、試験機のすべり片とその取り付け部などの自重に近い 24.5N を下限とし、24.5 ～ 196N の範囲で数段階設定して検討した。検討の結果、図3に示すすべり片を用い、 $W = 49N$ とした場合の $C.S.R \cdot D'$ が、 $\tan \theta_2$ とよい対応を示すことが明らかとなった。図4に、両者の関係を示す。図には、回帰直線と回帰式、および相関係数も示した。図に示す通り、両者は回帰直線に沿ってよい対応を示しており、かつ相関係数も高度に有意となっていることがわかる。

以上より、携帯型すべり試験機を用い、図3に示すすべり片、 $W = 49N$ の条件で測定される $C.S.R \cdot D'$ を、傾斜法実験結果と対応する床のすべり抵抗係数として提示した。

6. 犬が動作時に床に与える荷重の測定

6.1 測定概要

(1) 動作

対象動作として、犬の日常の動作の中から以下の3種を選定した。

- ・走り出し：試料床上に座位静止した後、合図にしたがって走り出す動作
- ・歩き出し：試料床上に座位静止した後、合図にしたがって歩き出す動作
- ・回り込み：測定装置の一端から走り出し、試料床上で直角に方向転換して走り抜ける動作

このうち、走り出し、歩き出しは比較的単純で再現性が高い動作として、また回り込みは横方向へもすすめる可能性のある動作として、それぞれ選定したものである。なお、本報は第一段階であることから上記3種の動作を選定したが、他の動作に関しては、本報と同様の手法を適用することによる今後の課題とした。

(2) 測定装置

図5に、測定に用いた装置の概要を示す。本装置は、フォースプレート^{註1)}、歩行・走行路およびビデオカメラなどからなる。フォースプレートは、水平2方向と鉛直方向の計3方向の荷重が測定できるもので、走り出し、歩き出しの場合2台、回り込みの場合4台を使用し、方向ごとに各フォースプレートで測定される荷重の和を算出した。このフォースプレートの上面に、(3)で述べる試料床を貼付した。一方、歩行・走行路の上面には、比較的すべりにくいカーペットを貼付した。試料床とカーペットの上端の高さは、同一となっている。ビデオカメラは4台設置し、試料床上での被験犬の動作を別々の角度から記録した。結果の解析には、フォースプレートで測定した荷重とビデオ画像とを同期して再生できるシステムを使用した。

(3) 試料床

試料床は、表1に示すNo.1～6の6種とした。試料床の選定にあたっては、以下の事項に留意した。

- ・ $C.S.R \cdot D'$ の小さい床から大きい床まで、幅広い範囲を包含した試料床群とする
- ・被験犬が集中を持続できる時間を考慮して必要最小限の試料床数とする
- ・動作が変化するとと思われる $C.S.R \cdot D'$ が小さい範囲の試料床数を比較的多くする

(4) 被験犬

被験犬は、表2に示す12頭の小型犬とした。これらは、いずれも

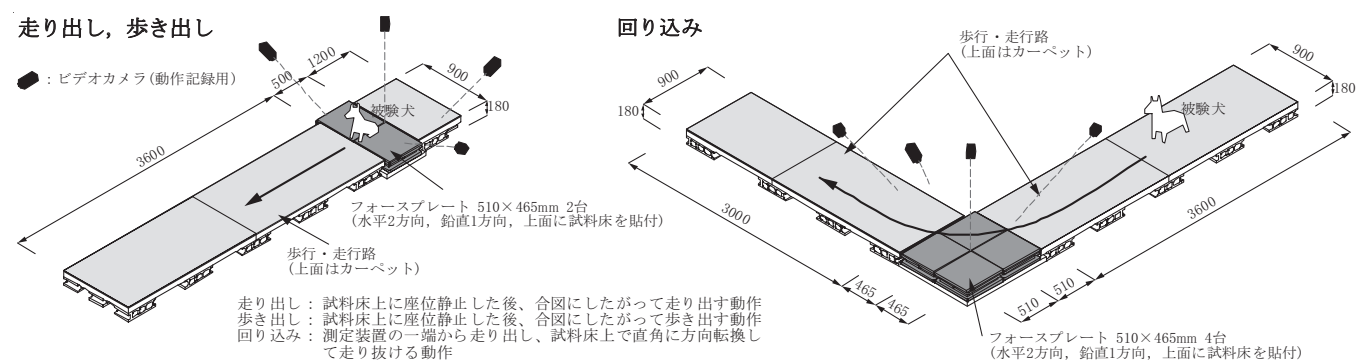


図5 測定装置の概要

表 1 試料床の概要

No.	材料	C.S.R・D'
1	ゴム系シート	0.783
2	コルク	0.529
3	塩化ビニル樹脂系シート(表面エンボス加工)	0.400
4	複合フローリング(表面ウレタン塗装A)	0.311
5	複合フローリング(表面ウレタン塗装B)	0.264
6	フッ素樹脂系シート	0.229

No.: 試料床ナンバー

表 2 被験犬の概要

記号	犬種	性	年齢	体重
A	トイ・プードル	メス	7歳	4.8kg
B	ミニチュア・ダックスフンド	メス	4歳	4.0kg
C	トイ・プードル	メス	5歳	3.0kg
D	ボストン・テリア	オス	1歳	5.0kg
E	ミニチュア・ダックスフンド	オス	9歳	5.0kg
F	トイ・プードル	オス	7歳	7.0kg
G	チワワ×ダックスフンド	オス	4歳	2.7kg
H	ミニチュア・ダックスフンド	メス	1歳	3.9kg
I	ミニチュア・ダックスフンド	メス	4歳	3.2kg
J	ウェルシュ・コーギー	メス	6歳	10.3kg
K	トイ・プードル	オス	6歳	3.4kg
L	チワワ	オス	4歳	2.6kg

撮影, イベント用につけられた犬である。被験犬の選定にあたっては、犬種, 性, 年齢, 体重が多様となるよう留意した。

6.2 測定経過

6.1 で述べた条件で、荷重を測定した。測定は、温度 20℃, 相対湿度 60%の実験室にて、飼い主立ち合いのもとで行った。被験犬に所定の動作を行わせるための誘導や合図などは、測定に支障のない範囲内で飼い主の判断に任せた。

測定は、いずれの被験犬、動作でも、C.S.R・D' が最も大きい試料床 No.1 から開始して徐々に C.S.R・D' が小さい試料床に移行する順序で実施し、すべり発生の状況などからこれ以上 C.S.R・D' が小さい試料床での測定は危険と判断した時点で終了した。ただし、歩き出しの場合、一部の被験犬では、測定の進行状況に応じて試料床 No.2 もしくは 3 での測定を省略した。試行回数は、1 つの条件ごとに 3 回以上を基本としたが、被験犬の状態によりやむを得ない場合は減らした。1 頭の被験犬の測定に要した時間は 30 ～ 60 分であった。飼い主らによると、これは、被験犬が集中を持続できる限界に近い時間とのことである。

測定中、2 名以上の測定者が目視によりすべり発生の有無を判定するとともに、後日、ビデオ画像により判定結果を確認、修正した。具体的には、走り出し、歩き出しの場合、蹴り出し時に後足が通常より速く、大きくはね上がる現象が見られた場合、すべりが発生したと判断した。また、回り込みの場合、着地時に足裏が床に接しながら床上を移動する現象や、蹴り出し時に足が通常より速く、大きくはね上がる現象が見られた場合、すべりが発生したと判断した。

6.3 測定結果

測定の結果得られた荷重・時間曲線の例を、図 6 に示す。図の (1) は走り出し、(2) は回り込みの際の荷重・時間曲線の例である。図には、C.S.R・D' が最も大きい試料床 No.1 で測定された水平 2 方向の荷重の合力 H と鉛直荷重 V 、および H/V を示した。ここで、すべりが発生した場合の荷重・時間曲線は、発生しなかった場合と大きく異なり、かつばらつきも大きいことから、解析の対象外とした。

図の (1) に示すように、走り出しの場合、 H 、 V とともに、最初はほぼ一定の値で推移した後、1 つの山が発生し、その後 0 になる

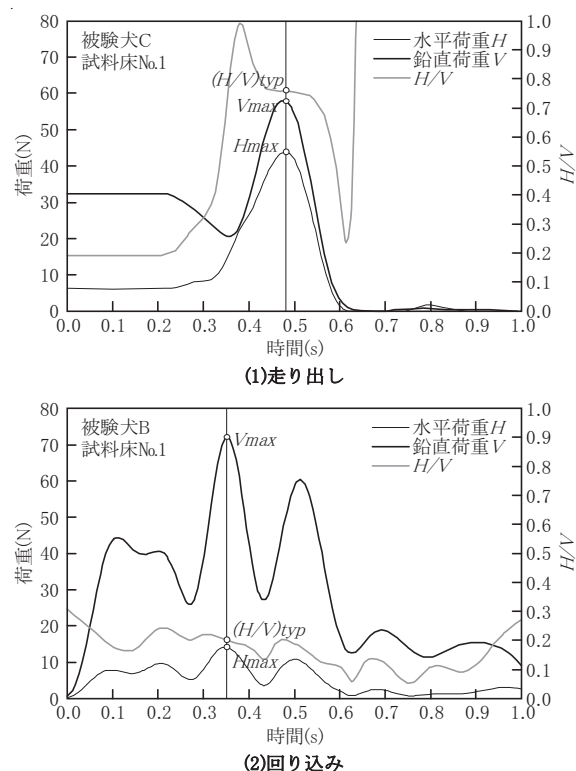


図 6 荷重・時間曲線の例

曲線が得られた。また、 H と V は、ほぼ同じ時点で最大値 $Hmax$ 、 $Vmax$ に達していた。これらの曲線を動作を記録したビデオ画像と照合した結果、最初の一定の値で推移している部分では座位姿勢をとっており、動作を開始した時点で曲線が変化しはじめ、走り出しのために床を蹴る際に山が発生していることがわかった。この一連の動作の中で、仮に床がすべりやすい場合にすべりが発生する時点を特定するのは困難であるが、すべり発生の観点からみた動作の速さ、激しさの代表的な指標の 1 つとして、床を蹴る動作時の H が最大になった時点での H/V を挙げる事ができる。よって、この時点での H/V を、 $(H/V)_{typ}$ として求めることとした。なお、歩き出しの際の荷重・時間曲線も、山の大きさは異なるものの走り出しと同様の特徴を有し、かつ動作との関係も同様であったことから、同的要領で $(H/V)_{typ}$ を求めた。

一方、回り込みの場合、図の (2) に示すように、 H 、 V とともにほぼ同じ時点で極大値および極小値を持ちながら増減を繰り返す、いくつかの山からなる曲線が得られた。また、それぞれの極大値の時点での H/V は比較的近似しており、 H と V はほぼ同じ時点で最大値 $Hmax$ 、 $Vmax$ に達していた。これらの曲線をビデオ画像と照合した結果、被験犬がフォースプレート上を走り抜ける際の 1 歩 1 歩がそれぞれの山に対応していた。すなわち、それぞれ着地した足で床を蹴る際に、山が発生していることがわかった。この一連の動作の中で、仮に床がすべりやすい場合にすべりが発生する時点を特定するのは困難であるが、すべり発生の観点からみた動作の速さ、激しさの代表的な指標の 1 つとして、最も強く床を蹴る動作時の H が最大になった時点での H/V を挙げる事ができる。よって、この時点での H/V を、 $(H/V)_{typ}$ として求めることとした。

以上の要領で、すべりが発生しなかった全試行を対象に、荷重の測定結果から $(H/V)_{typ}$ を求めた。

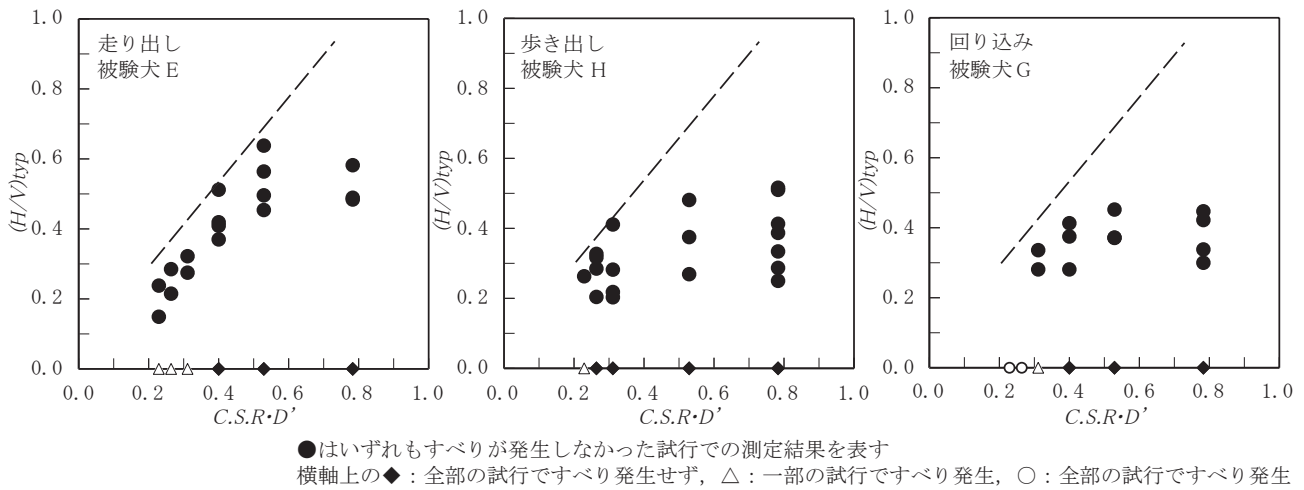


図7 $(H/V)_{typ}$ と $C.S.R \cdot D'$ の関係の例

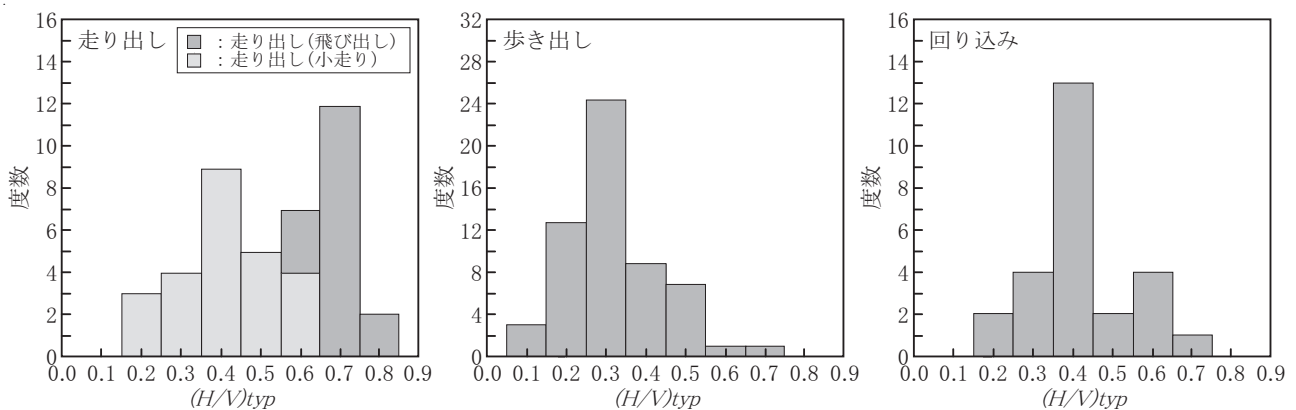


図8 $(H/V)_{typ}$ の度数分布

7. 荷重とすべり抵抗係数の関係の検討

図7に、6.3で求めた各試料床上の動作時の $(H/V)_{typ}$ と、試料床の $C.S.R \cdot D'$ の関係の例を示す。ここで、図の横軸上の記号は、各試料床におけるすべりが発生した試行の有無を表すものである。

図中、左に示した“走り出し、被験犬E”の結果から、 $C.S.R \cdot D'$ が0.5程度以上の範囲では $(H/V)_{typ}$ の分布は大きくは変化しておらず、かつすべりも発生していないのに対し、0.5程度より小さい範囲では $C.S.R \cdot D'$ の低下に応じて $(H/V)_{typ}$ が小さくなったり、すべりが発生したりする傾向が現れていることがわかる。また、中央に示した“歩き出し、被験犬H”の結果では $C.S.R \cdot D'$ が0.3程度を境として、右に示した“回り込み、被験犬G”の結果では $C.S.R \cdot D'$ が0.4程度を境として、同様の傾向が現れていることがわかる。図に例示した以外のいずれの動作、被験犬での結果からも、同様の傾向が把握できた。すなわち、4.で想定した通り、犬の場合も、図1に示した人間の場合と同様の傾向が把握できた。

一方、図の点線は、筆者ら²⁾が傾斜法実験で求めた、図4に示す $\tan \theta_2$ と $C.S.R \cdot D'$ の回帰直線を、 $\tan \theta = (\text{試料床に加わる床面内方向の荷重} / \text{試料床に加わる床面直交方向の荷重}) = H/V$ であることに基いて転記したものである。この回帰直線は、傾斜法実験の内容から、すべりが発生する範囲としない範囲の境界となる H/V と $C.S.R \cdot D'$ の関係を示す線とみなすことができる。この点線と今回の測定結果を比較すると、 $C.S.R \cdot D'$ が上述の境となる値より小さい範囲では、

$(H/V)_{typ}$ の分布の上端は、おおむねこの点線に沿って低下していることがわかる。つまり、 $C.S.R \cdot D'$ の下限値を求める観点からは、静的な傾斜法実験で得られた点線を、動作時にすべりが発生する範囲としない範囲の境界を示す線として適用して、大きな間違いはないことがわかる。なお、他の動作、被験犬での $(H/V)_{typ}$ と $C.S.R \cdot D'$ の関係からも、同様の結果が得られた。

8. 荷重の分布の検討およびすべり抵抗係数の下限値の提示

7.より、任意の犬が任意の動作を支障なく行うために必要な $C.S.R \cdot D'$ の下限値は、十分なすべり抵抗が確保された床上で当該犬が当該動作をした際の $(H/V)_{typ}$ を測定し、この $(H/V)_{typ}$ を図7の点線と照合することにより求められることとなる。個体差の大きい犬のすべりを対象とする場合、個々の事例ごとに上記の方法で $C.S.R \cdot D'$ の下限値を求めるのが基本となると考える。しかし、実用上は、対象とする犬、動作の範囲を規定したうえで、 $C.S.R \cdot D'$ の下限値を統計的に求めておくことが有効と考えられる。ここで、6.で対象とした被験犬は、性、年齢、体重の観点から一般的な小型犬の範囲をおおむね包含していると考えられることから、これらの被験犬が十分なすべり抵抗が確保された床上で動作した際の $(H/V)_{typ}$ の分布に基づいて、 $C.S.R \cdot D'$ の下限値を統計的に求めることとした。具体的には、6.1で選定した試料床の中で最も $C.S.R \cdot D'$ が大きく、かついずれの動作でも傾斜法実験で求めたすべりが発生する範囲と

表3 (H/V)typ の平均 μ と標準偏差 σ

動作	平均 μ	標準偏差 σ
走り出し(飛び出し)	0.690	0.060
走り出し(小走り)	0.416	0.116
歩き出し	0.321	0.112
回り込み	0.411	0.117

しない範囲の境界となる H/V が動作時の $(H/V)_{typ}$ を大きく上回っている試料床No.1での $(H/V)_{typ}$ の分布に基づいて、 $C.S.R \cdot D'$ の下限値を求めることとした。

図8に、全被験犬の測定結果から得られた、動作ごとの $(H/V)_{typ}$ の度数分布を示す。図に示した本報の実験結果のみから $(H/V)_{typ}$ の分布について厳密に議論するのは困難であるが、大まかにみると、歩き出し、回り込みの場合、正規分布に比較的近似していることがわかる。一方、走り出しの場合は、度数分布に2つの山が現れている。そこで、各被験犬の動作を記録したビデオ画像を確認したところ、飼い主の合図にあわせて全力で飛び出すように走り出す被験犬と、小走り程度の速さ、激しさで走り出す被験犬とに大きく分類できることがわかった。12頭の被験犬のうち、前者は5頭、後者は7頭であった。よって、本報では、これらを別の動作として扱うこととし、図に示すように両者を分けて度数分布を求めた。図より、走り出し(飛び出し)、走り出し(小走り)の場合も、大まかにみると、 $(H/V)_{typ}$ の分布はそれぞれ正規分布に比較的近似していることがわかる。以上より、4種の動作ごとに $(H/V)_{typ}$ の平均 μ と標準偏差 σ を求め、表3に示す。ただし、 $(H/V)_{typ}$ の分布については、今後のデータの蓄積に応じて適宜見直し、修正してゆく必要があることを付け加える。

つぎに、4種の動作ごとに、 $(H/V)_{typ}$ の μ 、 σ から、下方より50.0%(μ)、84.1%($\mu + \sigma$)、97.7%($\mu + 2\sigma$)、99.9%($\mu + 3\sigma$)の出現確率に該当する $(H/V)_{typ}$ を算出し、表4の“ $(H/V)_{typ}$ ”の欄に示す。この表は、例えば走り出し(飛び出し)の場合、半数(50.0%)の $(H/V)_{typ}$ が0.690以下であり、ほぼ全て(99.9%)の $(H/V)_{typ}$ が0.871以下であることを表している。

さらに、これらの $(H/V)_{typ}$ を図7に示した点線と照合して求めた $C.S.R \cdot D'$ を、表の“ $C.S.R \cdot D'$ ”の欄に示す。この表は、例えば走り出し(飛び出し)の場合、 $C.S.R \cdot D'$ が0.525以上の床では50%の小型犬が支障なく動作でき、0.676以上の床では99.9%の小型犬が支障なく動作できることを表している。

以上より、本報では、表4の“ $C.S.R \cdot D'$ ”の欄に示す値を、小型犬が動作を支障なく行うために必要な床のすべり抵抗係数の下限値として提示する。

9. おわりに

比較的飼育例が多い小型犬を対象に、動作を支障なく行うために必要な床の $C.S.R \cdot D'$ の下限値を提示することを目的とした本報の結論をまとめると、以下の通りである。

- 1) 犬が動作時に床に与える荷重の測定結果から、動作の速さ、激しさの代表的な指標の1つとして $(H/V)_{typ}$ を求め、すべり発生の有無とあわせて、 $C.S.R \cdot D'$ との関係を検討した。その結果、犬の場合も人間と同様、 $C.S.R \cdot D'$ がある値以上の範囲では $(H/V)_{typ}$ の分布は大きくは変化せず、かつすべりも発生しないが、その値より小さい範囲では $C.S.R \cdot D'$ の低下に応じて $(H/V)_{typ}$ が小さくなっ

表4 小型犬の動作に必要な床のすべり抵抗係数の下限値

動作	確率	$(H/V)_{typ}$	$C.S.R \cdot D'$
走り出し(飛び出し)	50.0%	0.690	0.525
	84.1%	0.750	0.575
	97.7%	0.810	0.625
	99.9%	0.871	0.676
走り出し(小走り)	50.0%	0.416	0.297
	84.1%	0.532	0.394
	97.7%	0.648	0.490
	99.9%	0.765	0.587
歩き出し	50.0%	0.321	0.218
	84.1%	0.433	0.311
	97.7%	0.544	0.404
	99.9%	0.656	0.497
回り込み	50.0%	0.411	0.293
	84.1%	0.528	0.390
	97.7%	0.645	0.488
	99.9%	0.762	0.585

動作を支障なく行える確率を“確率”の欄に示す値以上とするためには、床の $C.S.R \cdot D'$ を“ $C.S.R \cdot D'$ ”の欄に示す値以上とする必要がある

たり、すべりが発生したりする傾向が把握できた。

- 2) 筆者ら²⁾が静的な傾斜法実験で求めたすべりが発生する範囲としない範囲の境界となる H/V と $C.S.R \cdot D'$ の関係を示す線を、動作時にすべりが発生する範囲としない範囲の境界を示す線として適用できることを明らかにした。
 - 3) 任意の犬の任意の動作に対する $C.S.R \cdot D'$ の下限値は、十分なすべり抵抗が確保された床上で当該犬が当該動作をした際の $(H/V)_{typ}$ を測定し、この $(H/V)_{typ}$ を2)で述べた境界を示す線と照合することにより求めることができる。
 - 4) 3)で述べた方法にしたがって、小型犬が走り出し(飛び出し)、走り出し(小走り)、歩き出し、回り込み動作を支障なく行うために必要な $C.S.R \cdot D'$ の下限値を統計的に求めた。
- 以上であるが、4)で $C.S.R \cdot D'$ の下限値を求める際用いた $(H/V)_{typ}$ の分布については、今後、データの蓄積に応じて適宜見直し、修正してゆく必要がある。また、本報で提示した $C.S.R \cdot D'$ の下限値は、種々の切り口が考えられる小型犬の安全性からみた床のすべりの評価指標の1例にすぎない。しかし、研究方法は有効と考えられることから、今後、他の要因の取り込みに関して、逐次進めてゆく予定である。

謝辞

本研究は、人間を対象とした床のすべりの評価方法を永年にわたり研究、構築し、今後のペットとの共生生活を予見した小野英哲博士(東京工業大学名誉教授、東北工業大学名誉教授)の示唆によるところが大きい。小野英哲博士に、深く感謝の意を表します。

注

注1) フォースプレートの容量は4450N(水平方向)および8900N(鉛直方向)、固有振動数は370Hz(水平方向)および530Hz(鉛直方向)であり、出力感度73.53N/V(水平方向)および312.5N/V(鉛直方向)で測定した

参考文献

- 1) 小野英哲：ペット同居の建築の仕上で性能上特に注意すべき2, 3の留意点 -その1. はじめに-, 建築仕上技術, ㈱工文社, Vol.35, No.420, pp.99-101, 2010.7
- 2) 横山 裕, 横井 健, 小川 慧, 小野英哲:すべりの測定方法の提示 ペットの安全性からみた床のすべりの評価方法(その1), 日本建築学会構造系

論文集，第 73 巻，第 624 号，pp.189-196，2008. 2

- 3) 小野英哲，宮木宗和，河田秋澄，吉岡 丹：床のすべりおよびその評価方法に関する研究 その 1 研究方法およびすべり感覚の尺度化，日本建築学会論文報告集，第 321 号，pp. 1-8，1982. 11
- 4) 小野英哲：床のすべりおよびその評価方法に関する研究 その 2 すべり試験機設計・試作のための基礎的資料の集積およびすべり試験機の基本構想，日本建築学会論文報告集，第 333 号，pp. 1-7，1983. 11
- 5) 小野英哲，河田秋澄，宮木宗和，川村清志，小西敏正，三上貴正，橋田浩，吉岡 丹：床のすべりおよびその評価方法に関する研究 その 3 すべり試験機の設計・試作，日本建築学会論文報告集，第 346 号，pp. 1-8，1984. 12
- 6) 小野英哲，須藤 拓，武田 清：床のすべりの評価指標および評価方法の

提示 床のすべりおよびその評価方法に関する研究（その 4），日本建築学会構造系論文報告集，第 356 号，pp. 1-8，1985. 10

- 7) 松本 光，田村雅典，金巻とも子：ベット共生住宅の QOL 改善を目的とした内装建材性状の評価，2010 年度日本建築学会関東支部研究報告集，pp. 29-32，2011. 3
- 8) 横山 裕，伊藤仁洋，高橋宏樹，小野英哲：対象動作の選定および着地すべり試験機の荷重条件の設定 すべりの変化を認知していない場合を対象とした床のすべりの評価に関する研究 その 1，日本建築学会構造系論文集，第 516 号，pp. 37-44，1999. 2
- 9) 小野英哲：携帯型床のすべり試験機（ONO・PPSM）の開発，日本建築学会構造系論文集，第 585 号，pp. 51-56，2004. 11

（2013 年 2 月 1 日原稿受理，2013 年 5 月 17 日採用決定）