疲労からみた床のすべりに関する考察

CONSIDERATION ON SLIPPERINESS OF FLOORS FROM A VIEWPOINT OF FATIGUE

小野 英哲*, 高橋 宏樹**, 安田 稔***, 国生 正人****
*Hidenori ONO, Hiroki TAKAHASHI, Minoru YASUDA
and Masato KOKUSHO*

The purpose of this study is to consider on slipperiness of floors from a viewpoint of fatigue occurring after long term physical activity.

The first, it was cleared that the psychological scales about fatigue which were made by sensory tests corresponded to the slip resistance of floors measured by the apparatus which was developed in previous study.

The next, the relationships between fatigue and slipperiness was considered with biomechanical and physiological parameters. As a result, we presented the fact that slipperiness of floor was very important factor and presented the suitable slip resistance from a viewpoint of fatigue.

Keywords : *fatigue, slipperiness of floors, biomechanical and physiological parameters*

疲労, 床のすべり, バイオメカニクスの・生理学的パラメータ

1. 序

日常生活における各種動作時の疲労はおもに長時間の身体活動によって生じる必然的なものであるが、少しでも疲労を軽減する建築環境を具現することは重要な課題のひとつと考える。

なかでも床および路面（以降、単に床と呼ぶ）は、各種動作時に人間が接するため、疲労に影響を及ぼす可能性が高い部位と考える。特に、就労者の高齢化も進む近年では、職場をも含めた様々な場面で疲労の軽減の重要性が増すことから、“疲れない床”の必要が一層増すと考える。

疲労に影響を及ぼすと想定される床の要因のひとつにすべりがあげられる。

筆者の一部らは、動作のしやすさ、転倒のしにくさからみた床のすべりの評価方法を提示しているが、長時間の動作を行った時の床のすべりと疲労の関係の検討は今後の課題としている^{1)~5)}。

本論文は、床のすべり（以降、単にすべりと呼ぶ）と疲労の関係について検討した研究の経過および結果を述べるものである。

2. 本研究の目的および範囲

本研究の目的は、すべりによる疲労を心理学的尺度として定量化するとともに、心理学的尺度とすべり抵抗との関係を検討すること

にある。

なお、疲労の定量化は、基本的にバイオメカニクスの・生理学的パラメータを用いて行うのが望ましいと考える。しかし、類似の研究として位置付けられる、床のかたさと疲労の関係について検討した筆者の一部らの研究で、バイオメカニクスの・生理学的パラメータを用いて疲労を定量化すること、あるいは疲労を定量的に説明することは非常に困難なことを明らかにしている⁶⁾。それ故、本研究では心理学的尺度として定量化した疲労とすべりの関係を求めた上で、求めた関係をバイオメカニクスの・生理学的パラメータによって定性的にでも説明できるかどうかを検討することとする。

本研究で対象とする疲労は、厨房、デパート、工場などの床において長時間の立位や歩行などの動作を続けた際に生じるような疲労とし、スポーツ施設などの床において激しい動作を続けた際に生じるような疲労は範囲外とする。

また、本研究で対象とする床は、上述の動作に供されることが多い平坦な下足床とする。

3. 既往の研究

すべりの測定方法、評価方法に関する研究例は国内外において数多い。このうち筆者の一部らは、設計・試作したすべり試験機（以

* 東京工業大学 教授・工博

** 東京工業大学 助手・博士(工学)

*** 東京工業大学
大学院生(社会人大学院プログラム)・教育修,
広島県立大学 講師

**** 横浜ゴム㈱ MB 材料技術開発グループ

Prof., Tokyo Institute of Technology, Dr. Eng.

Research Assoc., Tokyo Institute of Technology, Dr. Eng.

Graduate Student, Tokyo Institute of Technology, M. Educ., Lecturer, Hiroshima Prefectural University

MB New Products Development Section, MB Material & Technology Development Dept., The Yokohama Rubber Co., Ltd.

降、0-Y・PSMと呼ぶ)によって得られるすべり抵抗係数(以降、C.S.Rと呼ぶ)を用いたすべりの評価方法を提示しており、JIS A 1454(高分子張り床材試験方法)に規定されるなど妥当な評価方法として利用されている^{1)~5)}。

以上から、本研究ではすべり抵抗を0-Y・PSMによるC.S.Rによって表示することとする。

また、バイオメカニクスの・生理学的パラメータを用いてすべりが人間に与える影響を検討した研究例はいくつかみられる。吉岡は歩行時の踵の動きを⁷⁾、宇野らは歩行時の足圧の変化を^{8)、9)}、筆者の一部および横山らは床反力の変化を^{2)、10)}、佐々木らは歩幅、歩調などの歩行特性を¹¹⁾、それぞれ検討し、すべりによってバイオメカニクスのパラメータが変化することを示している。

さらに、生理学的パラメータのひとつである筋電図について、宇野らはすべりによって筋活動の順序が異なることを¹²⁾、竹内らは前脛骨筋および大腿直筋の筋電位の積分値や周波数がすべりによって変化することを¹³⁾、それぞれ示している。

しかしながら、いずれの研究においてもバイオメカニクスの・生理学的パラメータとすべりの関係を定量的に把握できていないといえる。さらに、疲労との関連ですべりを検討した研究例はみあたらない。

また、疲労については、生理学、運動生理学、バイオメカニクス、人間工学などの研究分野で種々検討されている。これらの研究分野では、おもに疲労のメカニズムを明らかにすることを目的としているため、過大な負荷を与えたときの局所的な筋疲労やランニングなどの運動時の疲労、机上で単純作業を繰り返した際の精神性疲労など、実験のために設定された非日常的な条件下での疲労を扱っている例が多い。したがって、日常的な条件下での疲労を対象とする本研究に直接適用するのは困難であるが、個々の手法のいくつかは本研究にも参考にできると考える。

一方、筆者の一部らは、日常的な条件下での立位時の疲労と床のかたさの関係について種々のバイオメカニクスの・生理学的パラメータを用いて検討している⁶⁾。この研究で、床のかたさによる疲労をバイオメカニクスの・生理学的パラメータによって定量的に表示することは、現状では困難なことを示している。しかしながら、かたい床では、疲労のため、立位姿勢を一定に保つのが困難となり、結果として身体重心位置の移動から生じる足の踏み替え動作の頻度が高くなることを明らかにし、定性的ではあるがバイオメカニクスのパラメータで床のかたさと疲労の関係を説明できることを示している。

以上、それぞれ貴重な成果をあげており、本研究の参考となる成果もあるが、すべりと疲労の関係についての検討例はみられないことから、本研究の意義をみいだせる。

4. 研究方法の概要

研究方法の概要は以下のとおりである。

- (1) すべり抵抗の異なる試料床群を設定する。
- (2) 設定した試料床群を用いてすべりによる疲労に関する官能検査を行い、疲労に関する心理学的尺度を構成する。
- (3) 心理学的尺度とすべり抵抗との関係を求める。
- (4) すべりの異なる試料床上で動作を行った際のバイオメカニク

ス的・生理学的パラメータを測定する。

(5)(4)で測定したパラメータを用いて、(3)で求めた関係を説明できるかどうかを検討する。

5. 疲労に関する心理学的尺度の構成

5.1 官能検査の概要

本研究では、疲労からくるバイオメカニクスの・生理学的現象が、心理現象に投影されると考えられることから、人間の判断を用いる官能検査によって疲労の尺度化を計ることとした。

官能検査の概要を表1に示す。

表1 官能検査の概要

構成する尺度	すべりによる長期疲労予測尺度
検査手法	絶対判断による系列範ちゅう法
質問事項 および 判断範ちゅう	この試料床の上で長時間各動作を行った際にすべりによって ①非常に疲れそうである ②かなり疲れそうである ③やや疲れそうである ④ほとんど疲れなさそうである ⑤全く疲れなさそうである
検査員	成人男性7名(年齢22~37歳) 成人女性7名(年齢23~34歳)
検査時の動作	短時間の立位および歩行
予測の対象となる動作	長時間の立位および歩行
履物	男性:紳士硬底靴(靴底の硬度83*) 女性:パンプス(靴底の硬度72*)
検査室の温湿度	20℃±2℃, 30%RH±5%RH

*: JIS K 6301 スプリング式かたさ試験機A形による

して疲労を生

じさせるような長時間の検査は、負担の観点から現実的には困難なこと、床のかたさおよび床のかたさと疲労の関係に関する筆者の一部らによる既往の研究において、かたさからみた長期疲労予測尺度が有効なことを明らかにしていることによる^{6)、14)、15)}。

検査手法は絶対判断による系列範ちゅう法とし、検査員には表1に示した5段階の判断範ちゅうで各試料床のすべりによる長期動作時の疲労(以降、単に疲労と呼ぶ)を予測してもらうこととした。

5.2 検査員の選定

疲労を予測する検査員としては幅広い年齢層から選定するのが望ましいが、既往の研究において高齢の検査員と他の年齢層の検査員のすべりの判断は大きくは異ならなかったこと⁵⁾、検査時にすべての場合の安全性を考慮すると、健康な成人層の検査員の方が検査を実行しやすいことなどから、検査員として健康な成人男性7名(年齢22~37歳)および成人女性7名(年齢23~34歳)を選定した。

なお、検査結果から得られる長期疲労予測尺度は健康な成人から得られる尺度なので、全ての人々に共通する絶対的な尺度ではなく、全ての人々の判断と相関の高い相対的尺度と位置付ける。

5.3 試料床および履物の設定

試料床の大きさは、立位動作および3歩~5歩程度の歩行動作が十分に行えるように、幅40cm長さ300cmとした。

履物としては、男女それぞれについて、2.で述べた本研究で対象とする床および動作の場合に最も一般的と考えられる、底の硬い靴1種(男性:硬底靴、女性:パンプス—表1参照)を選定した。

なお、すべり抵抗を検査中一定にし、かつすべり抵抗を幅広く具

現するために、表2に示すように履物底には綿ブロード40番、テフロンテープ、さらに一部の試料床には介在物として菜種油を塗布することとした。

以上の条件で、O-Y-PSMを用いてC.S.R.を測定しながら、表2に示すように幅広い範囲のC.S.R.を有する11種の試料床と履物底の組み合わせからなる試料群を設定した。

なお、O-Y-PSMは図1(イ)に示すもので、すべり片台座(図中9)に履物底を取り付け、重錘(図中8)による鉛直荷重を80kgfとし、所定の前置時間、荷重速度で引っ張った時の引張荷重・時間曲線を求めるものである。引張荷重・時間曲線の例は図1(ロ)のとおりで、図から最大引張荷重(Pmax)を求め、次式によりC.S.R.を求めるものである³⁾。

$$C.S.R. = P_{\max}(\text{kgf}) / 80(\text{kgf})$$

5.4 動作の選定

2. に述べた本研究の目的と範囲に合致する動作として、立位と歩行を選定した。なお、動作を厳密に規制することによる判断への

(イ) すべり試験機 (O-Y-PSM)

(ロ) 引張荷重・時間曲線の例

図1 すべり試験機の概要および引張荷重・時間曲線の一例

悪影響を考慮し、各動作時の姿勢、速度などは検査員ごとに自由とした。

5.5 官能検査の結果および尺度の構成

検査期間中の検査室の温度は $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 、湿度は $30\% \text{RH} \pm 5\% \text{RH}$ で、検査に要した正味の時間は一人あたりおよそ20分であった。

検査後、検査の有意性を確認する目的で行った、分散分析の結果を表3に示す。

表より、主効果の分散比は全て危険率1%で有意であり、個人差も危険率1%あるいは5%で有意であるが、寄与率はいずれの場合も主効果の方が個人差を大きく上回っている。したがって、短時間の動作でのすべりの判断から長時間の動作で

の疲労を予測できること、さらに個人差はあるものの、全体として疲労の予測判断に共通性が認められることから、構成される尺度は疲労の予測の観点から十分有効といえる。

以上より、尺度構成理論¹⁰⁾にしたがって、動作別に長期疲労予測尺度を構成した。

6. 疲労に関する心理学的尺度と床のすべりとの関係の結果および考察

長期疲労予測尺度とC.S.R.との対応を図2に示す。

図より、長期疲労予測尺度とC.S.R.は、目視で描いた破線で示したように、概括するとC.S.R.=0.4~0.6を頂点(最適範囲)とした凸状のなめらかな対応をしていることがわかる。つまり、疲労の予測の観点からのすべりには最適範囲があり、すべりすぎてもすべらなさすぎても不都合であると予測されるといえる。

○内の数字は表1に示す判断範囲

図2 長期疲労予測尺度とC.S.R.の関係

なお、C.S.R=0.4~0.6前後という最適範囲は既往の研究⁴⁾で提示した安全性、快適性の観点からのすべりの最適範囲(図3に一例を示す)と近似しており、すべりの観点から安全、快適である床は疲れにくいと予測されることがわかる。

以上より、図2を長期疲労予測の観点からのすべりの評価指標としても提示できる。

図3 安全性・快適性の観点からの床のすべりの評価指標の例⁴⁾

7. 疲労に関する心理学的尺度と床のすべりの関係に関するバイオメカニクス的・生理学的側面からの検討

7.1 検討方法の概要

疲労に関する心理学的尺度とすべりの関係を、バイオメカニクス的・生理学的側面から説明できるかどうかを検討することとした。

すなわち、すべりに差のある2種の試料床上で、被験者が所定の動作を行った際のバイオメカニクス的・生理学的パラメータ(以降、文中では単にパラメータと呼ぶ)を測定し、すべりの差によるパラメータの差異から、説明の可能性を探ることとした。

7.2 動作の選定

動作として、官能検査の場合と同様の立位と歩行を選定した。

立位動作の場合には、被験者に試料床上で正味2時間の立位動作を行ってもらうこととし、立位動作中に被験者には心理的けん怠などができるだけ少なくなるように読書をしてもらうこととした。なお、疲労の蓄積を排除するため、立位動作の実験は各被験者につき1日1回とした。

歩行動作の場合には、試料床上での長時間の歩行動作は現実的に困難なことから、被験者に右脚を試料床上に1歩着くように歩行してもらう動作とした。なお、歩行動作の実験は、立位動作の実験とは別の日に行うこととした。

7.3 試料床および履物の選定

試料床および履物として、すべりの良否に大きな差があった方がパラメータに明確な差異が認められる可能性が高いと考え、長期疲労予測の観点からのすべりの評価指標(図2)および表2をもとに、すべりすぎて最も評価が低い試料床No.11(C.S.R=0.04、履物底-テフロンテープ)と最も評価が高い試料床No.2(C.S.R=0.61、履物底-綿ブロード40番)を選定した。

なお、すべらなさすぎる床の場合も評価が低い、本研究ではすべりによる疲労を定性的に説明できるか否かを検討することを目的としているので、すべらなさすぎる場合の検討は削除することとした。

試料床の大きさは、動作を行う上での面積の観点からの拘束を与えないように、立位動作の場合は90cm×90cmとし、歩行動作の場合には、片足一歩着地時の床反力の測定に用いるフォースプレートと同じ60cm×40cmとした。

履物は、官能検査時と同様に、紳士硬底靴とした。

7.4 被験者の選定

被験者として5.2で選定した検査員のなかから、無作為に抽出した成人男性2名(被験者A:年齢25歳、身長174cm、体重62kg、被験者B:年齢24歳、身長180cm、体重70kg)を選定した。なお、彼らは過去5年間に於いて定期的なトレーニングや運動などを行っていないことから、ごく一般的な成人男性とみなせることを付記する。

7.5 バイオメカニクス的・生理学的パラメータの選定および測定方法

パラメータとして、立位動作の場合には重心動揺軌跡長を、歩行動作の場合には床反力および下腿の筋電図をそれぞれ選定した。

パラメータの選定にあたっては、筆者の一部らが行った立位時の疲労と床のかたさの関係について検討した既往の研究⁶⁾を参考として、パラメータの測定時に被験者をあまり拘束せず、かつ過度の負担を与えないこと、疲労との関連付けの可能性が想定されること、有資格者でなくても測定できることなどを考慮した。

ここで、重心動揺軌跡長と筋電図はいずれも、既往の研究⁶⁾において疲労との関係で明確な傾向が得られなかったパラメータであるが、軌跡長については疲労時に増すとの最近の報告があること¹⁷⁾、筋電図については動作がかたさの場合とは異なることから、再度適用を試みることにした。

また、床反力は筆者の一部らの研究において、すべりにより大きく変化することが明らかになっていることから²⁾、採用することとした。

なお、既往の研究⁶⁾で立位動作時に有効であった足の踏み替え回数は、床がすべりすぎる場合には立位動作を保つために意識的に踏み替え動作を制御してしまい、疲労の増加にともなって無意識のうちに出現する客観的なパラメータとするのは困難なことから、採用しないこととした。

各パラメータの測定方法は以下のとおりである。

重心動揺軌跡長の測定は、2時間の立位動作の前後および動作中30分ごとに開眼条件で行うこととし、重心動揺計を用いてそれぞれ30秒間の測定を3回ずつ行うこととした。

床反力は、試料床の下に設置した3分力型のフォースプレート(大

きさ60cm×40cm)を用いて測定することとした。また、筋電位を導出する被験筋は歩行動作に関与する筋とみなされる右脚の前脛骨筋および腓腹筋とし、表面電極を用いて導出することとした。なお、床反力および筋電図の測定は、各試料床ごとにそれぞれ3回ずつ行うこととした。

7.6 結果および考察

まず、立位動作時の重心動揺軌跡長について検討した結果および考察を述べる。

図4に、各試料床の重心動揺軌跡長(3回の平均値)の経時変化を示す。

図より、被験者Aの試料床No.11の場合には、試料床No.2の場合と異なり、時間の経過とともに重心動揺軌跡長が増す傾向がみられる。しかし、被験者Bの場合はいずれの試料床においても重心動揺軌跡長が逆に短くなる傾向にある。

一方、被験者に2時間の立位動作後の感想を聞いた結果、いずれの被験者からも試料床No.11の方が疲れる、立ちづらい、負担が大きいなどの返答が得られたことから、5.における官能検査結果と同様に、心理反応としては試料床No.11の方が疲労しやすいと感じていることが再確認できる。

つまり、心理反応ではすべりの差による疲労に明確な傾向がみられた一方で、重心動揺軌跡長では2名の被験者に疲労が生じたと想定できる共通の傾向がみられなかったといえる。

以上のことから、本実験の範囲では、バイオメカニクスのパラメータのひとつである重心動揺軌跡長によって、6.で提示した疲労とすべりの関係を説明することはできないといえる。

つぎに、歩行動作時の床反力および筋電図について検討した結果および考察を述べる。

図5に床反力・時間曲線を示す。波形の太線は鉛直方向(下向きが正)の、細線は水平方向(進行方向が正)の床反力を示す。

図より、被験者によらず、試料床No.2では踏み込み時と蹴り

図4 立位動作時の重心動揺軌跡長

図5 歩行動作時の床反力・時間曲線

出し時のピークが明確な床反力・時間曲線が抽出されている。

一方、試料床No.11ではいずれの場合も明確なピークが認められないことがわかる。

すなわち、試料床No.11の場合は床がすべることによってすべらない試料床No.2の場合とは異なる不自然な歩行をせざるを得ないことが明確といえる。

以上の結果は、すべる床とすべらない床で歩行時に人間が床に与える荷重性状が異なることを示している既往の研究^{2), 7) ~ 10)}と同様の結果であり、間接的ではあるが、すべる床では歩行が不自然になり、結果的に疲労を助長する可能性が考えられる。つまり、すべりすぎる床の場合は、疲労が大きいと予測されている6.に述べた結果をバイオメカニクスのパラメータのひとつである床反力で説明できたと考える。

図6に筋電図と床反力の関係の一例を示す。

ここで、2種の試料床で筋電図に差異があるかどうかを検討するために、図6に示したように着床した時点から離床後0.2秒の時点までの筋電位を全波整流後積分して筋放電量を求めることとした。積分区間を離床後0.2秒までとしたのは、蹴り出し動作時のすべりによる筋活動の差異も筋電図に現れてくると考えたことによる。なお、被験者ごとに歩行動作の持続時間が異なるため、求めた筋放電量を積分した区間の時間で除した単位時間当たりの筋放電量 (mV/s) を用いて考察に供することとした。

図7に各被験者、被験筋ごとの筋放電量(3回の平均値)を示す。

図より、前脛骨筋については、被験者Aの場合はふたつの試料床での差はないが、被験者Bの場合には試料床No.11で筋放電量が大きいことがわかる。筋放電量は筋の活動量を反映するので、同じ歩行動作を行っても、すべる試料床No.11では歩行動作を行う上での筋活動が多いとみなせることから、より早く疲労に至る可能性がひとりの被験者の場合ではあるが、示唆されていると考える。

また、腓腹筋については、いずれの被験者においてもすべる試料

被験者 A, 試料床 No. 2

図6 歩行動作時の筋電図および床反力・時間曲線の一例

図7 歩行動作時の単位時間当たりの筋放電量の試料床間の比較

床No.11で筋活動が少なくなっていることがわかる。これは、床反力の場合と同様に、すべる試料床No.11の場合は、離床の際の十分な蹴り出しが行えず、不自然な歩行を強いられることを示唆していると考えられる。つまり、筋活動が多くて腓腹筋が疲労に至ることはないが、一方で不自然な歩行になっていることが明らかで、身体全体あるいはいずれかの身体部位の負担が増し、より早く疲労に至る可能性を示していると考えられる。つまり、すべることによって、疲労が助長される傾向にあることを生理学的パラメータのひとつである筋電図によって説明できたと考える。

以上、ふたつの試料床、2名の被験者による定性的検討結果であるが、すべりによる疲労をバイオメカニクスの・生理学的に説明できたと考える。

8. 結

本研究により以下の結果が得られた。

- (1)床のすべりと疲労に関し、人間は明確な予測判断を行えることを実証するとともに、床のすべりからみた長期疲労予測尺度を構成した。
- (2)長期疲労予測尺度は、筆者の一部らにより提示されている床のすべり抵抗係数C. S. Rと良好な対応を示した。
- (3)長期疲労予測の観点から、床のすべりには最適な範囲が存在し、既往の研究で提示されている動作時の安全性、快適性の観点からの最適範囲^{1)~5)}とほぼ同じであることを明らかにした。
- (4)床のすべりに起因する疲労についてバイオメカニクスの・生理学的検討を行った結果、すべる床においては疲労が助長される傾向が示唆されたことから、本研究で求めた床のすべりと長期疲労予測尺度との関係を、定性的ではあるがバイオメカニクスの・生理学的パラメータを用いて説明できた。

結びにあたり、検査員および被験者としてご協力いただきました皆様に感謝いたします。

なお、本研究は通商産業省・工業技術院の産業科学技術研究開発プロジェクト「人間感覚計測応用技術の研究開発」の一環として、新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)からの委託により、社団法人人間生活工学研究センター(HQL)を通して行われたものであることを付記します。

参考文献

- 1) 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 No.321, pp. 1~8, 1982, 11
- 2) 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 No.333, pp. 1~7, 1983, 11
- 3) 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 No.346, pp. 1~8, 1984, 12
- 4) 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 No.356, pp. 1~8, 1985, 10
- 5) 小野英哲, 高橋宏樹, 泉 謙太, 高橋成明: 高齢者の安全性からみた床および斜路のすべりの評価方法の提示, 日本建築学会構造系論文集 No.484, pp. 21~29, 1996, 6
- 6) 小野英哲, 高橋宏樹, 森山朋世, 金森克彦: 立位疲労からみた床のかたさに関する生理的考察, 日本建築学会構造系論文集 No.516, pp. 21~27, 1999, 2
- 7) 吉岡 丹: 床材料の滑りに関する研究(その2) 一試作試験機による実験一, 日本建築学会関東支部第19回研究発表会梗概集, pp. 9~14, 1956, 2
- 8) 宇野英隆, 木下鈞一, 皆木敏昌: 床のすべりについて, 日本建築学会論文報告集, pp. 353, 1963, 9
- 9) 宇野英隆, 直井英雄, 遠藤佳宏: 足圧の変化より見た床のすべりの性状について, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp. 613~614, 1973, 10
- 10) 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 No.516, pp. 37~44, 1999, 2
- 11) 佐々木直人, 有川 智, 三橋博三, 野村希晶, 小野英哲, 三上貴正: 床仕上材料のすべりやすさと歩行特性の関係に関する基礎的研究, 日本建築学会構造系論文集 No.501, pp. 19~24, 1997, 11
- 12) 宇野英隆, 大内一雄, 直井英雄, 遠藤佳宏: 床のすべりの筋電計による研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp. 489~490, 1972, 10
- 13) 竹内 康, 牧 恒雄: 歩道の歩行感測定に関する研究(その1) 一筋電波形を用いた解析法の検討一, 土木学会第47回年次学術講演会, pp. 86~87, 1992, 9
- 14) 小野英哲, 横山 裕, 大野隆造: 居住性からみた床のかたさの評価方法に関する研究 その1 床のかたさに関する心理学的尺度の構成, 日本建築学会構造系論文報告集 No.358, pp. 1~9, 1985, 12
- 15) 小野英哲, 横山 裕: 居住性からみた床のかたさの評価方法に関する研究(その2) 床のかたさ測定装置の設計・試作および床のかたさの評価指標・評価方法の提示, 日本建築学会構造系論文報告集 No.373, pp. 1~8, 1987, 3
- 16) Guilford J. P. 著, 秋重義治監訳: 精神測定法, 培風館, 1969
- 17) 三宅 仁, 松山達雄, イスミ カマルシャム イスマル, 豊嶋善郎, 西田雄介: 重心動揺計による姿勢疲労の解明, 医用電子と生体工学 第36巻特別号, pp. 545, 1998, 5

(1999年9月2日原稿受理, 1999年12月9日採用決定)