

令和 2 年 6 月 18 日現在

機関番号：12608

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K14757

研究課題名（和文）床の材料，構法ごとの諸性能と変形特性の把握

研究課題名（英文）Relationships between deformation characteristics and various performances about daily safety and comfortableness for each floor material or construction

研究代表者

福田 眞太郎（Fukuda, Shintaro）

東京工業大学・環境・社会理工学院・助教

研究者番号：50781887

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,400,000円

研究成果の概要（和文）：各種動作時に感じるかたさや足触り，転倒衝突時のかたさ，床衝撃音遮断性，キャスター・車椅子の走行性は、いずれも床の鉛直方向の変形に起因している床の性能である。これらにはそれぞれ適切な評価方法が確立されており、要求性能を満たす建築物床を設計，選択する際に広く活用されている。一方、床の開発の際には、床の変形特性が各性能に影響するメカニズムの把握が有用であるが、これらは床の材料，構法により複雑に変化するため、開発者ごとに経験的な蓄積があるのみで、体系化されていない現状である。そこで、床の変形特性と各性能の関係を材料，構法ごとに定量的に検討し、よりよい床の開発に資する知見を体系的に提示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

床に要求される様々な性能については、使用者の目線で、性能を定量的に把握可能な評価方法が多数確立されてきた。これらの方法は、使用者や設計者が異なる材料，構法の床同士を比較して最適な床を設計，選択できるよう、床の材料，構法に関わらず適用できることを主眼に確立されている。一方、床の開発者は、特定の材料，構法の床に着目し、その範囲内でよりよい性能を有する床を目指して開発を行う。その際、どの程度の荷重領域におけるどの位置の変形が諸性能に影響しているかの関係を明示した知見が有用となる。この知見は、個々の性能のみでなく、相反すると考えられている複数の性能を並立した床の開発，設計に活用できると考えられる。

研究成果の概要（英文）：There are some floor performances which are influenced of floor vertical deformation: floor hardness during various actions on building floor, floor hardness during fall collision, floor impact sound insulation, and caster/wheelchair runnability. These performances have appropriate evaluation methods for each of these, and the methods are widely used when designing and selecting building floors that meet the required performance. On the other hand, when developing a floor, it is useful to understand mechanism by which deformation characteristics of floor affect each performance. However, since these changes intricately depending on floor material and construction method, each developer has only empirical accumulation and is not systematized. Therefore, we quantitatively examined relationship between floor deformation characteristics and each performance for each material and construction method, and systematically presented knowledge that contributes to development of better floors.

研究分野：建築材料

キーワード：建築物床 安全性 快適性 性能評価 変形特性 かたさ

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

床は、人間が日常的に接触する部位であるため、安全性や快適性の観点から要求される性能は、壁や天井などと比較して格段に多様化する。床に要求される性能のうち、各種動作時に感じるかたさや足触り、転倒衝突時のかたさ、床衝撃音遮断性、キャスター・車椅子の走行性は、いずれも特に住宅や高齢者施設、幼児施設などで重要な性能であり、かつ床の鉛直方向の変形に起因している点で共通している。これらの性能については、それぞれ妥当な評価方法が確立されている。各種動作時に感じる床のかたさや足触りについては、床に歩行時と近似した動的荷重を与えることができる“各種動作時のかたさ測定装置”(図1参照)が開発されており、装置による床の変形エネルギーや復元性状、および載荷面周囲の変形状態などの測定結果に基づいて、快適性や足触りの良し悪しなどを的確に予測、評価できることが明らかとなっている<sup>1)-3)</sup>。また、転倒衝突時のかたさについては、図2に示す“転倒衝突時のかたさ測定装置”が開発されており、人間の頭部の質量や頭蓋骨の剛性などを置換した頭部モデルを床上に落下させたときの加速度の最大値に基づいて、安全性を的確に予測、評価できることが明らかとなっている<sup>4)</sup>。床衝撃音遮断性についても、所定の振幅および周波数特性を有する加振力を床に与えたときの下階への個体伝搬音を測定し評価する方法が規定されている<sup>5)</sup>。キャスター・車椅子の走行性については、標準的な仕様のキャスターを所定の速度で引っ張ったときの引張荷重に基づいて、様々な仕様のキャスターでの引張荷重を予測し、押しやすさ、引きやすさの観点から評価する方法が確立されている<sup>6)</sup>。

以上に示した各評価方法は、いずれもあらゆる材料、構法の床に共通に適用できるよう、性能ごとに開発された個別の装置を用い、実状に即した条件下で荷重や変形、加速度、音圧などを測定し、居住者の感覚、評価と対応する性能評価値を算出して評価する枠組みとなっている。この結果、建築物使用者や設計者が様々な材料、構法の床を一律に比較して設計、選択することが可能となっているが、一方で新たな床を開発する際には、複数の性能試験を実施する必要がある。各試験は実状に即した条件を再現する必要上比較的複雑で、かつ性能ごとに特化されているので他性能への適用は不可能である。また、最終的に評価に用いる性能評価値は、居住者の感覚、評価と対応するよう設定されているため、床の変形特性との関係が明確でない場合が多く、どのような荷重に対しどのような変形をする床を開発すればよいのか、この指標のみから目標を具体的に設定するのは困難である。床に要求される各性能をいずれも高い水準で満たすバランスの取れた床を開発するためには、各性能と床の変形特性の関係を把握し、変形特性を軸として性能相互の関係を体系的に位置付けることが肝要となる。しかし、床の変形特性と各性能の関係は、床の材料、構法によって複雑に変化するため、開発者ごとに経験的な知見の蓄積があるのみで、体系化されていない現状である。

ここで、研究代表者は、床の材料、構法を限定することで、その範囲内であれば変形特性と各性能の関係は大きくは変化せず、比較的簡便な方法で把握可能と考えた。通常、床の開発は材料、構法ごとに行われるので、変形特性と各性能の関係が材料、構法ごとに体系化されていても、開発者にとっては大きな問題とはならないと考えられる。そこで、床を材料、構法ごとに分類し、変形特性と各性能の関係について、それぞれ詳細に検討することとした。

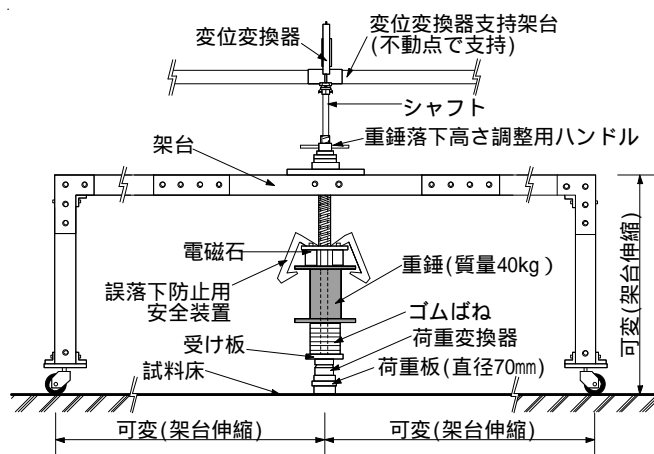


図1 各種動作時のかたさ測定装置の概要<sup>1)-3)</sup>

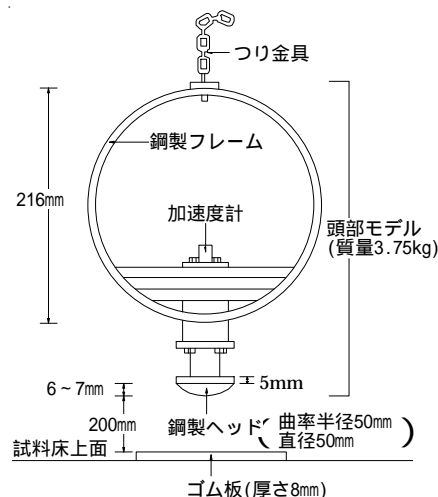


図2 転倒衝突時のかたさ測定装置の概要<sup>4)</sup>

### 2. 研究の目的

本研究は、床の鉛直方向の変形に起因する各性能を対象に、変形特性と各性能の関係を床の材料、構法ごとに把握し、体系的に整理することにより、複数の性能を高い水準で満たすバランスの取れた床の開発に資する知見を提示することを目的とする。具体的には、床を下地や表面材の種類に応じて適宜分類したうえで、1つの簡便な方法で測定される変形特性と各性能を表す性能評価値との関係を定量的に検討し、どの程度の荷重領域におけるどの位置の変形が各性能に影

響しているかを把握する。

### 3. 研究の方法

はじめに、床を材料、構法ごとに適宜分類したうえで、分類ごとに、変形特性が種々異なる試料床を製作し、各性能と変形特性の関係を検討する。性能については、既往の研究で確立されている、あるいは JIS などの公的規格に規定されている評価方法<sup>1)-6)</sup>を適用し、人間の感覚、評価と対応する性能評価値を測定する。一方、変形特性については、比較的簡便な機構で荷重載荷時の載荷面とその周囲における変形を測定できる装置を開発し、装置を用いて試料床の変形特性を測定する。測定した性能評価値と変形特性の関係を種々検討し、各性能にどの程度の荷重領域におけるどの位置の変形が影響しているかを明らかにする。この結果に基づいて、複数の性能を高い水準で満たすバランスの取れた床の開発に資する知見を提示する。

具体的な手順として、下地がコンクリートスラブである直床を対象とした場合の例を以下に示す。

- 1)直床で用いられる表面材を、木質系フローリング、畳、カーペット、高分子系シートの4種に分類したうえで、分類ごとに、変形特性が異なる表面材をそれぞれ20種程度選定し、コンクリート床下地上に施工して試料床とする。表面材の選定にあたっては、分類ごとに、床の変形特性が多様となるように留意する。
- 2)1)で製作した試料床を対象に、既往の研究や公的規格で確立、規定されている評価方法<sup>1)-6)</sup>を用いて、人間の感覚、評価と対応する性能評価値を性能ごとに測定する。
- 3)床の変形特性を測定できる装置を開発する。装置の開発にあたっては、性能試験方法のように実状に即した荷重条件を厳密に置換する必要はないと思われること、および研究成果普及の観点からなるべく簡便な測定装置が望ましいことから、床に静的に荷重を載荷することにより変形特性を安定して測定できる装置とする。また、性能によっては、載荷面のみでなくその周囲の変形も影響していることから、本装置には、周囲の変形を測定可能な二次元レーザー変位計を取り付ける。
- 4)3)で開発した測定装置を用い、1)で製作した試料床の変形特性を測定する。
- 5)2)で測定した各性能の性能評価値と、4)で測定した床の変形特性の関係を検討し、直床について、変形特性と各性能の関係を定量的に把握する。

### 4. 研究成果

平成29年度は、課題の第一段階として、床の材料、構法を、現在住宅などで広く普及しており、かつ仕上げ材の変形特性が性能に直接的に反映される直張り床に限定したうえで、住宅などの床に要求される各性能と床の変形特性の関係を定量的に検討し、変形特性が各性能に影響するメカニズムを明らかにした。具体的には、前述の諸性能について、既存の試験方法で得られる性能値と、簡便な方法で測定される変形特性の関係を検討し、どの程度の荷重領域におけるどの位置の変形が各性能に寄与しているかを明らかにした。すなわち、対象とする材料、構法を限定することにより、性能相互の関係を1つの物性を軸に体系的に整理できる可能性があることの一端を示した。この成果は、日本建築学会構造系論文集に掲載されている。

平成30年度は、前年度に引き続き、直張り床ではなく、下地に組床やパネル床、乾式二重床を用いた床について同様の検討を行った。しかし、このような架構式床では、パネルの材質や剛性、根太や束のピッチなど、様々な条件が複雑に影響し性状が大きく異なるため、対象床すべてに一律に適用できるような芳しい結果は得られなかった。そこで、方針を変更し、建築物内の床に求められる新たな性能について検討することとした。具体的には、高齢者施設などで介助動作を行う際の動作性や疲労の観点からみた床の諸性能の評価方法について検討を行った。介助動作のパターンを実務担当者へのヒヤリングから得たうえで、床の性能が最も動作性に影響する動作を対象としたうえで、床のかたさおよびすべりと動作性の関係を検討した。その結果、介助動作を安全に行うのに適した床のすべり抵抗値を提示した。この成果は、2019年度日本建築学会大会学術講演梗概集に掲載されている。

平成31年度は、前年度に引き続き、建築物内の床に求められる新たな性能について検討した。具体的には、長時間の立ち仕事に従事する場合の下肢の疲労度合の観点から床のかたさを評価する方法について検討した。異なるかたさの床を12種用意し、立ち仕事を模擬したゆっくりとした歩行を被験者に行わせ、疲労度合について回答してもらった官能検査を実施した。また、同様の床について、すでに確立されている複数の評価方法を適用して性能値を測定した。両者の結果の関係を検討した結果、長時間の立ち仕事による疲労からみた床のかたさの評価方法として適用できる、既存の方法を明らかにした。この成果は、2020年度日本建築学会大会学術講演梗概集に掲載予定である。

### 参考文献

- 1)床性能評価指針、日本建築学会、2015年
- 2)感触の影響で評価が低下する床の動的判別方法の提示、動作時の適性からみた床の変形性状の評価方法 その2、横山 裕、福田真太郎、日本建築学会構造系論文集、第80巻、第701号、pp.877-885、2014年7月

- 3) 心理学的尺度の構成と歩行を対象とした評価方法の提示、各種動作時の快適性からみた上足床の変形性状の評価方法 その 1、福田眞太郎、横山 裕、日本建築学会構造系論文集、第 81 巻、第 726 号、pp.1177-1186、2016 年 8 月
- 4) JIS A 6519、体育館用鋼製床下地構成材、日本工業標準調査会、1995 年
- 5) JIS A 1418、建築物の床衝撃音遮断性の測定方法、日本工業標準調査会、2000 年
- 6) 床の性能評価方法の概要と性能の推奨値(案)、日本建築学会、2008 年

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 福田真太郎, 横山 裕	4. 巻 第82巻
2. 論文標題 おもに足裏以外が床と接触する動作を対象とした評価方法の提示	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 日本建築学会構造系論文集	6. 最初と最後の頁 633-641
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3130/aijs.82.633	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 福田真太郎, 濱田英明, 横山 裕	4. 巻 第82巻
2. 論文標題 直張り床の変形特性と日常の安全性, 快適性に関する諸性能の関係	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 日本建築学会構造系論文集	6. 最初と最後の頁 1845-1852
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3130/aijs.82.1845	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 0件/うち国際学会 1件）

1. 発表者名 福田真太郎
2. 発表標題 介助動作に適した床に関する基礎的検討
3. 学会等名 日本建築学会大会学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 福田真太郎, 横山 裕
2. 発表標題 動作時に感じるかたさ, 感触からみた上足床の変形性状の評価方法
3. 学会等名 日本建築学会大会学術講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Shintaro FUKUDA, Hideaki HAMADA, Yutaka YOKOYAMA
2. 発表標題 Relationships between Deformation Characteristics and Various Performances Aim at Daily Safety and Comfortableness of Floor Covering on Concrete Groundwork
3. 学会等名 International Congress and Exposition on Noise Control Engineering (国際学会)
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考