

高齢者の歩行安全性を備えたフローリングの性能と仕様

澤田 哲則，松本 久美子*1，北橋 善範*2，高山 光子*2，近藤 佳秀*2，
伊佐治 信一*3，平林 靖*4，横山 裕*5

Performance and specifications of flooring with walking safety for the elderly

Tetsunori SAWADA , Kumiko MATSUMOTO , Yoshinori KITAHASHI , Mitsuko TAKAYAMA ,
Yoshihide KONDOU , Shinichi ISAJI , Yasushi HIRABAYASHI and Yutaka YOKOYAMA

キーワード：フローリング，安全性，高齢者，床の滑り，床の硬さ

1. はじめに

令和4年版高齢社会白書¹⁾によると，令和3年10月1日現在，65歳以上の高齢者人口は3,621万人で，総人口1億2,550万人に占める割合（高齢化率）は28.9%となり，国民の約4人に1人以上が高齢者となっている。また，平成31（2019）年の厚労省・人口動態調査²⁾によると，高齢者の死因最上位は疾病であるが，「不慮の事故死」でも33,347人の高齢者が死亡している。そのうち交通事故によるものは2,503人，スリップやつまづきによる転倒は8,774人となっており，その転倒の多くが家庭内で起こっている。加えて，令和3年版高齢社会白書³⁾によると，平成30年に要介護認定となった高齢者463万人が要介護となった原因の13%，約60万人が骨折・転倒によるものとされている。

東京消防庁の令和2年「救急搬送データからみる日常生活事故の実態」⁴⁾によると，高齢者の事故の種類で一番多いのが「ころぶ」で55,183件，83.1%となっている。「ころぶ」の発生箇所を見ると「住宅等居住場所」で64.1%と過半を占めている。

これらより，高齢者においては転倒が大怪我や寝たきりにつながり，また転倒の多くが住宅等居住場所で発生していることから，その危険性を少しでも減らし，転倒した場合でもダメージを軽減できれば，死亡者数や要介護者数，傷害件数等を減らせる可能性が見出せる。

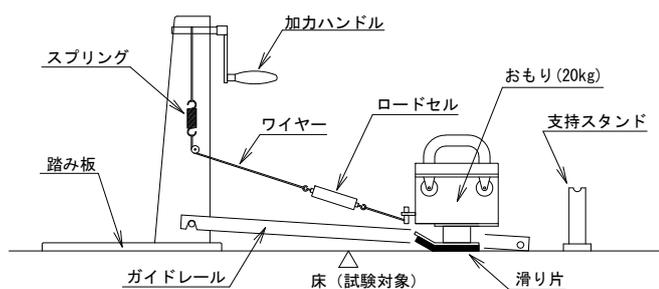
床は建築物や住宅の中で，常に人と触れる部位であり，その仕様により付与される性能が動作や移動のしやすさに大きく影響するだけでなく，転倒事故や傷害発生とも密接な関係を持っている。

本研究では高齢者の転倒防止の指標となる「床の滑り」と，転倒衝突時に発生するダメージの指標となる「床の硬さ」について調査，検討を行ったので報告する。

2. 床の滑り性

2.1 試験方法

床の滑り性は，JISに規定されている床の滑り性試験機⁵⁾とデータの同一性が確保された携帯型床の滑り試験機⁶⁾を用いて測定した。ここで使用した携帯型床の滑り試験機は第1図に示す構成となっており，測定の対象となる床上に試験機を設置し，おもりを床に静置後，直ちに加力ハンドルを回しておもりを引く時の荷重を記録することで床の滑りやすさを滑り抵抗係数（C.S.R'）として表すことが可能となる。また，滑り片には，その床を歩く際に装着する履物の底を張り付けるか，室内の床であれば足裏を模した素足モデルの滑り片やそれに靴下を装着したものをを用いる。ここでは素足，室内履きとして靴下，スリッパを用いた他，介護施設等でよく使用される介護シューズとナースシューズの5種類を滑り片とした（第1表）。



第1図 携帯型床の滑り試験機の構成

滑り抵抗係数C.S.R'は以下の式で算出される。

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

ここに

P_{max}' : おもりが動き出す際の最大荷重 (N)

W' : 20kg のおもりの鉛直荷重=196 (N)

前述の方法で、市販フローリングを測定したほか、携帯型である利点を活かし、旭川市内2ヶ所の高齢者施設において測定を実施した。

2.2 試験体

試験体は国内主要メーカー製の複合フローリングで、滑りに配慮しているものなど高齢者対応のものを中心に5種とした(第1表)。

道内メーカーについては衝撃吸収タイプの体育館床の他、道産木材を用いた複合フローリングおよび単層フローリングを試験体とした。道産木材のフローリングについては、原料樹種は両者ともナラとカバであり、UV塗装がされていた。これらの道産木材フローリングについては、無塗装のものも入手し、滑り止め塗装を施したものについても測定した。

2.3 フローリングの滑り性測定結果

第1表に試験体としたフローリングと、用いた滑

り片との組み合わせで得られたC.S.R'を示す。表中の値は3回の測定の平均値である。歩行などゆっくりとした動作を室内で行う場合に推奨されるC.S.R'は0.3以上とされている⁷⁾が、滑り片が靴下の条件ではフローリングAおよび後述の滑り止め塗装での試作を除いたフローリングでのC.S.R'は0.3未満であった。滑り片が素足やスリッパの時のC.S.R'については試験に供した全てのフローリングでC.S.R'が0.3以上であったことから、滑りによる転倒が問題となる高齢者については、靴下履きなど履物により床が滑りやすくなることに留意することが安全な日常生活を送るうえで重要であることが推察された。

滑り片が介護シューズ、ナースシューズの条件については試験に供したフローリングのC.S.R'はすべて0.3以上であった。特に介護シューズで値は高くなる傾向にあり、国内主要メーカー製、道内メーカー製、それぞれのフローリングでC.S.R'は0.5以上を示し、滑りやすさに起因する転倒のリスクは低いことが示唆された。

第1表右側に滑り片が素足、靴下でC.S.R'を測定した道産メーカー製フローリングについて、滑り止め塗装を試みた結果を示す。複合フローリング、単層フローリングとも、原料樹種がナラ、カバ、どちらについてもC.S.R'は0.50以上の値を示し、塗装によりフローリングの滑り性能が大きく向上することが示された。

2.4 介護施設の床の滑り性測定結果

旭川市内の介護施設については、施設A、Bの2ヶ所を測定した。施設Aで床はビニールシートにワックスをかけた床、施設Bで床はビニールシートにワックスをかけた床の他、一部でフローリングが使用されていた。

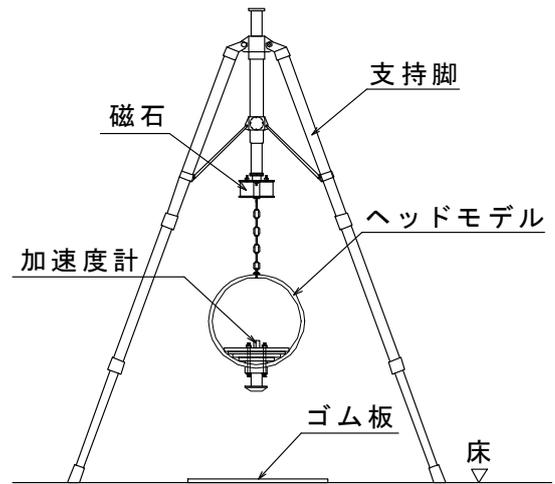
第1表 試験に供したフローリングおよび滑り片とそのC.S.R'

製造元	国内主要メーカー					道内メーカー									
	複合フローリング					体育館床	道産木材複合フローリング		道産木材単層フローリング		滑り止め塗装による検討				
仕様	A	B	C	D	E	G	J	K	L	M	J	K	L	M	
床材	-	-	-	-	-	-	UV塗装	UV塗装	UV塗装	UV塗装	NS塗装	NS塗装	NS塗装	NS塗装	
塗装	-	-	-	-	-	-	UV塗装	UV塗装	UV塗装	UV塗装	NS塗装	NS塗装	NS塗装	NS塗装	
滑り片	素足	0.41	0.39				0.68	0.42	0.37	0.36	0.43	0.64	0.60	0.62	0.68
	靴下	0.30	0.28				0.28	0.21	0.24	0.28	0.27	0.54	0.53	0.52	0.50
	スリッパ	0.41	0.37					0.30	0.37	0.44	0.41	-	-	-	-
	介護シューズ	0.56	0.62	0.57	0.62	0.50	0.92	0.68	0.60	0.57	0.62	-	-	-	-
	ナースシューズ	0.48	0.48	0.39			0.60	0.52	0.47	0.47	0.47	-	-	-	-

施設Aについては、測定個所を4ヶ所設定し、介護シューズの滑り片で測定したところ、C.S.R'は0.63～0.73であった。ナースシューズの滑り片では0.49～0.50であり、どちらの滑り片でも床材に危険な滑りやすさは認められなかった。

施設Bについては滑り片は介護シューズのみで測定したが、C.S.R'はビニールシートの床2ヶ所の測定で値は0.56および0.61、フローリングについては0.54～0.59であり、危険な滑りやすさは認められなかった。

なお、本研究については、高齢者の床の歩行時の安全性について、滑りやすさに着目して評価を実施したが、筋力の低下した高齢者の歩行についてはつまずきによる転倒が起こることも懸念されるため、今後は滑りにくい床でのつまずきも考慮する必要があるものと推察される。



第2図 床の硬さ測定装置

3. 床の硬さ（転倒衝突時）

3.1 試験方法

床の硬さはJIS A 6519:2018「体育館用鋼製床下地構成材」の「9.6 床の硬さ試験」に試験方法が規定されている。JISの標題が示すように、本来この規格が適用されるのは一般体育館、柔道場、剣道場及び柔剣道場などの運動床であるが、小野らの研究⁸⁾により、床の硬さと、その床の上での傷害の発現との間に有意な関係が認められていることから、(一社)日本建築学会の床性能評価指針⁷⁾において、高齢者施設などの中で配慮が望まれる床については床の硬さ980m/s² (100G) 以下が推奨されている。

試験は第2図に示す質量3.85kgのヘッドモデル（リング状の重すい）を床までの鉛直落下距離20cmで落下させ、規定のゴム板（ショアA硬度37、厚さ8mm）を介して測定対象とする床部分あるいは試験体に衝突させた際に、ヘッドモデルの加速度計に生じる減速の最大加速度を床の硬さとする。

試験体を測定対象とする場合は、コンクリートスラブ等剛床（床の硬さ：1568m/s²）の上に試験体を敷設し、その上に規定のゴム板を置いて測定した。

3.2 高齢者施設の床の硬さ

旭川市内の高齢者施設2ヶ所の協力を得て、床仕様の調査と、床の硬さを測定した。建物と床の仕様および床の硬さの測定結果を第2表に示す。高齢者施設においては、床の汚損が頻繁に発生することから、耐汚損性、清掃の簡便性が優先されることが多く、フローリング（直張り用合板フローリング）の使用は一部であった。フローリング部分においては、歩行器やリハビリ器具の移動による損傷も多く観察された。床の硬さは車いすや歩行器での移動が容易なように980m/s²を超える硬めの仕様となっている。これら施設では、転倒による傷害発生の危険性が認知されており、利用者が移動する際には必ず係員が付き添い、必要に応じて介助し、安全性を確保する体制が取られていた。

第2表 高齢者施設における床の硬さ測定結果

建物	場所・用途	床下地	床材	床の硬さ(m/s ²)
鉄筋コンクリート造 6階建て	5階 通所高齢者リハビリ (病院)	コンクリートスラブ	長尺ビニールシート(木目調)	1287
			長尺ビニールシート(大理石調)	1322
			長尺ビニールシート(木目調)	1313
鉄筋コンクリート造 3階建て	1階 通所高齢者リハビリ (介護老人保健施設)	コンクリートスラブ	直張り用合板フローリング	1123
			直張り用合板フローリング	1105
			長尺ビニールシート	1412

第3表 市販直張りフローリング等の床の硬さ測定結果

種別	用途等	仕様		床の硬さ (m/s ²)
		裏打ち材 (mm)	裏溝	
複合フローリングA	一般向け	なし	なし	1442
		カルプ 厚さ2	なし	1080
複合フローリングB	高齢者対応	立体ゴムシート 厚さ7	なし	646
複合フローリングC	高齢者対応	発泡樹脂シート 厚さ6	縦・横	662
複合フローリングD	高齢者対応	発泡樹脂シート 厚さ9	横	554
複合フローリングE	高齢者対応	発泡樹脂シート 厚さ4	なし	622
複合フローリングF	防音対応	発泡樹脂シート 厚さ2	横	868
複合フローリング	試作 (厚さ12)	なし	なし	1444
		カルプ* 厚さ2	なし	1117
		カルプ 厚さ4	なし	949
		カルプ 厚さ4	横	834
単層フローリング	試作 (厚さ12)	なし	なし	1444
		カルプ 厚さ2	なし	1120
		カルプ 厚さ4	なし	1053
		カルプ 厚さ4	横	893

* カルシウム イン プラスティックの略称。直張り用フローリングにおいては裏打ち材に用いる発泡樹脂シートを一般的にカルプと呼ぶ。

3.3 市販直張り用フローリング敷設時の床の硬さ

林産試験場内で床の硬さを確認済のコンクリートスラブ上に市販フローリングを敷設して、床の硬さを測定した。試験に供したフローリングの仕様等と測定結果を第3表に示す。

高齢者対応の市販直張りフローリングは、概ね600m/s²台の床の硬さを提供していることが確認できた。また簡易な試作フローリングで傾向を調べたところ、裏打ち材の厚さと、フローリングの裏溝の効果が相加的に作用していることが確認できた。

3.4 床の硬さ構成指標の明確化

市販品および簡易な試作品の結果から、裏打ち材の硬さ・厚さと、基材（木部）の裏面に施された裏溝（腰抜き）の深さ・間隔が床の硬さに関係すると推察されたため、それらを変化させて、床の硬さを検証した。

3.4.1 裏打ち材

裏打ち材として、比較的簡単に少量を入手できる発泡樹脂シートを用意した。材質、厚さ、測定したアスカC硬度（以下「C硬度」とする）を第4表に示す。C硬度の測定には第3図に示す半球状の圧子を有する一般的なJIS K 7312 Type C硬度計を用いた。

3.4.2 フローリング基材

複合フローリングの基材相当として12mm厚のラワン合板300×450mmを用い、合板の裏面には長辺と直交方向に幅1.2mm、深さ6または8mmの溝（腰

抜き）を間隔100, 75, 50, 25, 12.5mmになるように切削加工した。

3.4.3 床の硬さの計測方法

コンクリートスラブ上に裏打ち材（長さ500×幅500×厚さ(mm)）を敷き、中央が一致するように合板を置き、合板の両端に各5kgのおもりを置いて固定した上で、合板の中央で床の硬さを計測した。以降の計測値は同条件で計測した3回の計測値の平均値である。

3.4.4 床の硬さとフローリングの仕様

①裏打ち材厚さ2mm（カルプ）の床の硬さ計測結果を第4図に示す。



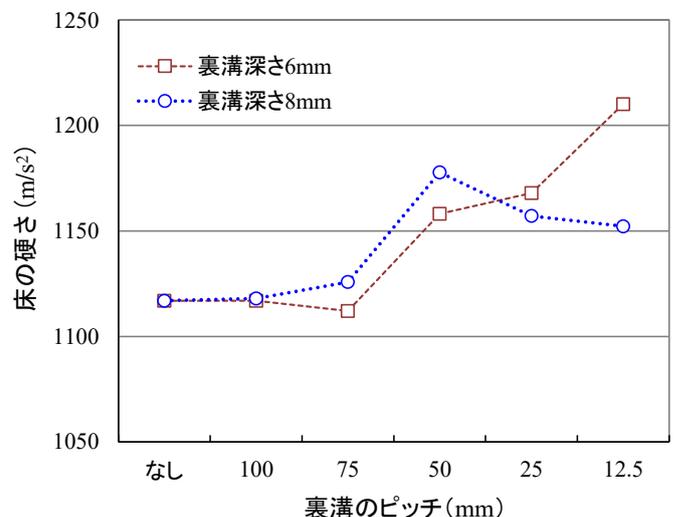
第3図 C硬度計

第4表 裏打ち材に用いる発泡樹脂シートの主な仕様とC硬度

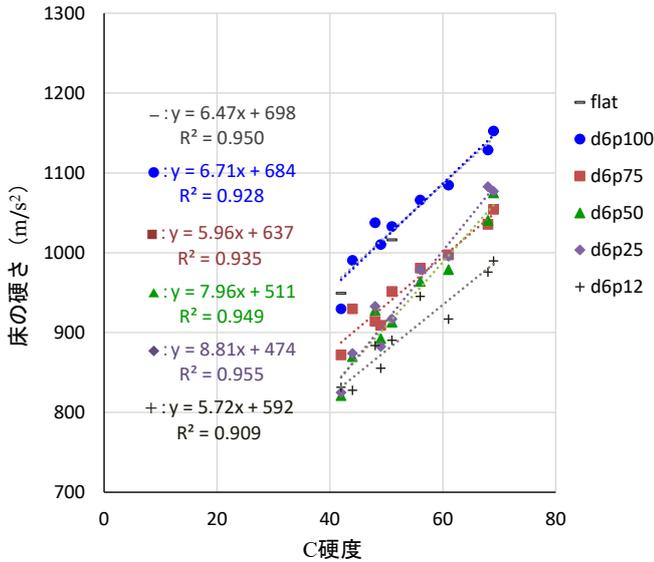
種別	呼称	材質等	厚さ (mm)	比重	C硬度
カルブ	CA1 t2	炭酸カルシウム配合軽量樹脂シート	2	0.102	42
	CA2 t4	〃	4	0.102	42
	CA3 t6	〃	6	0.102	42
ゴムスポンジ	NR1 t4	天然ゴム系発泡樹脂シート	4	0.152	44
	NR2 t8	〃	8	0.129	46
	NR3 t10	〃	10	0.157	48
	NR4 t10	〃	10	0.108	17
	CR1 t4	クロロプレンゴム系発泡樹脂シート	4	0.240	51
	CR2 t8	〃	8	0.253	52
	CR3 t4	〃	4	0.229	56
	CR4 t8	〃	8	0.250	57
	発泡樹脂シート	EP1 t10	EPDM系発泡樹脂シート	10	0.262
PE01 t4		ポリエチレン系発泡樹脂シート	4	0.063	49
PE02 t5		〃	5	0.067	40
PE03 t8		〃	8	0.061	47
PE04 t10		〃	10	0.063	50
PE05 t4		〃	4	0.121	69
PE06 t8		〃	8	0.126	70
PE07 t4		〃	4	0.116	68
PE08 t8		〃	8	0.114	68
PE09 t4		〃	4	0.112	61
PE10 t8		〃	8	0.114	61
PE11 t4		〃	4	0.098	48
PE12 t8		〃	8	0.101	50
PE13 t5		〃	5	0.035	31
PE14 t8		〃	8	0.037	32
PE15 t10		〃	10	0.033	27
PE16 t5		〃	5	0.045	38
PE17 t8		〃	8	0.042	37
EV1 t6		EVA系発泡樹脂シート	6	0.157	53
EV2 t6		〃	6	0.128	52
EV3 t6		〃	6	0.122	40
EV4 t6		〃	6	0.061	36
EV5 t6	〃	6	0.087	30	

裏溝の深さにかかわらず、裏溝を設けることで床の硬さが上昇する傾向がみられる。裏溝なしの値が、第2表の高齢者施設に用いられたコンクリートスラブ直張りフローリングの値とほぼ一致していることから、妥当な値が得られているものと考えられる。溝ピッチが細くなるにしたがって床の硬さの値が上昇するのは、フローリングが重すいの衝突によって沈み、裏打ち材が潰れて緩衝効果が減少し、コンクリートスラブの硬さが影響を及ぼしたのと考えられる。

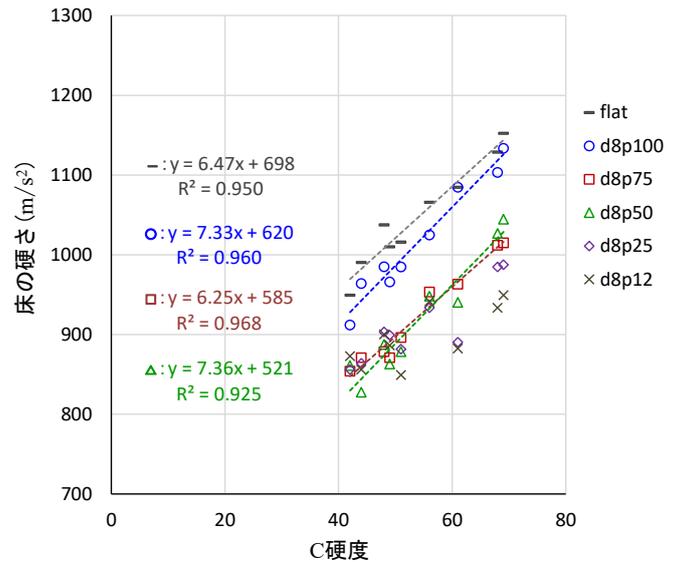
これらの傾向は裏溝を設けることで、さらに裏溝ピッチが細くなるに従ってフローリング基材の曲げ剛性が低下し、加力により曲りやすく、沈みやすくなるためと考えられ、以降の結果についてもその傾向がみられる。



第4図 裏打ち材厚さ2mmの床の硬さ



第5図 裏打ち材厚さ4mm, 裏溝深さ6mmの床の硬さ



第6図 裏打ち材厚さ4mm, 裏溝深さ8mmの床の硬さ

②裏打ち材厚さ4mmの床の硬さ

計測結果を第5図および第6図に示す。図中に回帰直線式と寄与率 (R²) を示す。図の凡例はflatが裏溝なし, d6は裏溝深さ6mm, p100は裏溝ピッチ100mmを示す。

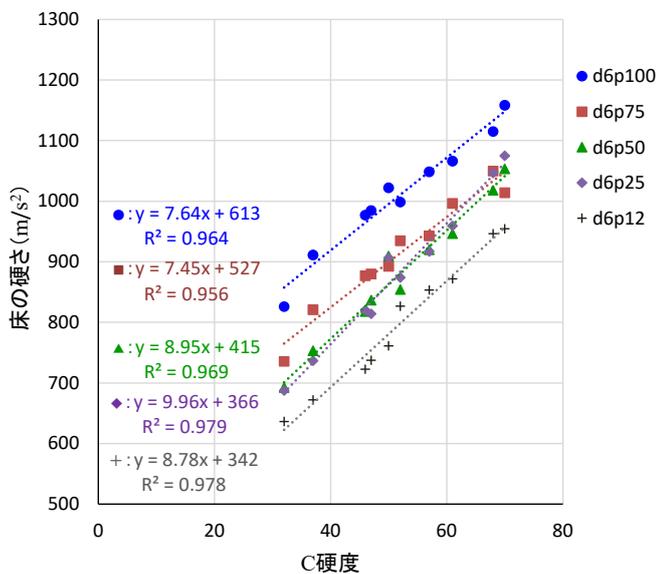
裏溝深さ6, 8mmともにC硬度が増すにしたがって, 床の硬さの値も上昇する。裏溝ピッチごとの値は概ねC硬度と床の硬さの間に有意な相関が認められるが, 裏溝深さ8mmで裏溝ピッチが50mm以下になると, C硬度が50以下となるあたりで床の硬さが横這いとなる。これは厚さ2mmのカルプを裏打ち材として用いた場合と同様に, 裏溝のピッチが狭く

なることにより, 衝撃時のフローリングの沈みが大きくなり, かつ, 裏打ち材のC硬度が下がって潰れやすくなったことが作用して, コンクリートスラブの硬さが影響したものだと考えられる。

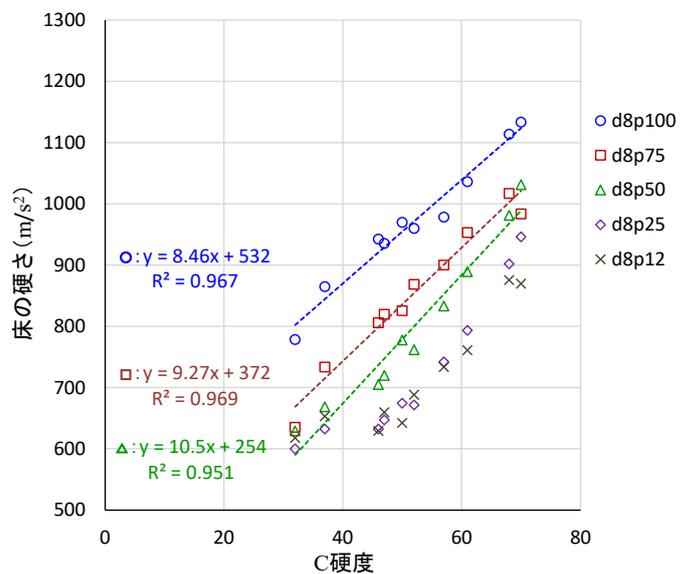
③裏打ち材厚さ8mmの床の硬さ

計測結果を第7図および第8図に示す。

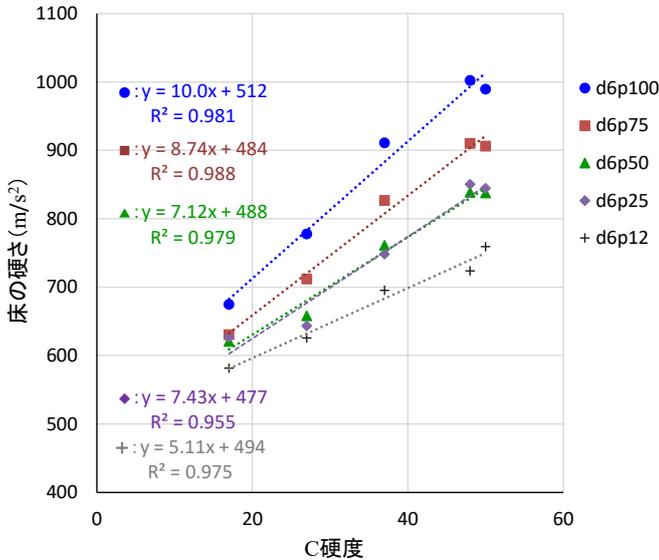
ここまでの結果と同様に, 裏打ち材のC硬度が低下するに伴って, 床の硬さも一定の範囲内で直線的に小さくなる。ただし, 裏溝深さ8mmで裏溝ピッチ25mmおよび12.5mmではC硬度が50以下になるとコンクリートスラブの硬さが影響して床の硬さの値が横這いとなる。



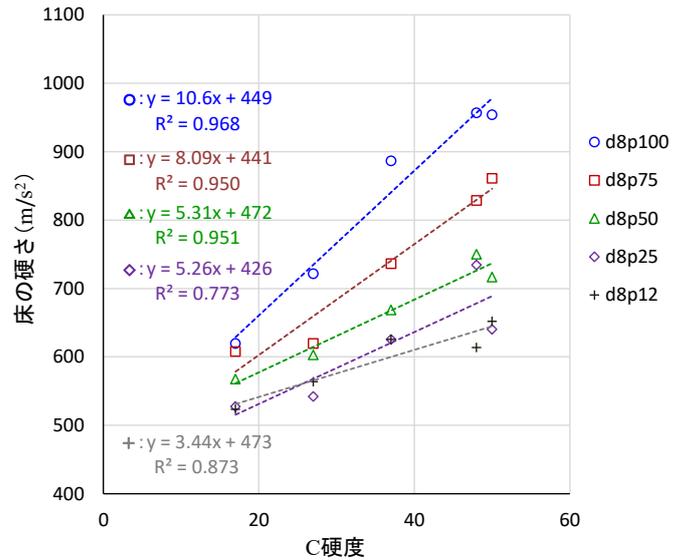
第7図 裏打ち材厚さ8mm, 裏溝深さ6mmの床の硬さ



第8図 裏打ち材厚さ8mm, 裏溝深さ8mmの床の硬さ



第9図 裏打ち材厚さ10mm、裏溝深さ6mmの床の硬さ



第10図 裏打ち材厚さ10mm、裏溝深さ8mmの床の硬さ

④裏打ち材厚さ10mmの床の硬さ

計測結果を第9図および第10図に示す。

裏打ち材厚さ10mmにおいては、C硬度の低下と裏溝ピッチが小さくなることによるコンクリートスラブの硬さの影響は、この試験の条件内ではみられないが、溝ピッチが小さくなるにしたがって、回帰直線の傾きが小さくなる傾向がみられた。

⑤その他の厚さの裏打ち材

裏打ち材厚さ5および6mmにおいては、裏溝深さ6および8mmで裏溝ピッチが50mm以下になるとコンクリートスラブの硬さの影響がみられた。

⑥小括 床の硬さ

高齢者施設等の転倒衝突に対する配慮が望まれる床については、床の硬さを980m/s²以下とするのが望ましいとされている。本報の第5図～第10図に示したデータにおいて、Y軸の床の硬さの値が980m/s²以下で目標とする値のポイントからX軸に平行な線を引き、その線より下側（安全側）となる裏打ち材のC硬度、フローリングの裏溝加工を選択することで、高齢者対応の直張りフローリング仕様が見出せる。ただし、床の硬さのみに重きを置くと、床の踏み心地や歩行感を低下させる、あるいは従来からのフローリングの触感と違和感を生じる場合も想定されるので、総合的な判断は必要となる。

4. まとめ

木質フローリングは人に優しい印象が強い床材であるが、移動時に足裏と接触する際には塗装・塗膜が滑り性能を左右する。また、柔らかく見える木目や色調でも、実際の硬さは床の構成・仕様によって様々である。これらは設計の段階で、あるいは使用する床材を選択する段階で、およそ実現できる性能値が決まる。見栄えや価格も大事な要素ではあるが、急速に高齢化が進む現在の情勢において、床の安全性に関わる性能についても認知しておく必要がある。

参考文献

- 1) 内閣府, 高齢社会白書 令和4年版 (2022).
- 2) 厚生労働省, 人口動態調査 平成31年版死因基本分類表 死因 V01～X59 (2019).
- 3) 内閣府, 高齢社会白書 令和3年版 (2021).
- 4) 東京消防庁, 救急搬送データからみる日常生活事故の実態 令和2年 (2020).
- 5) JIS A 1454 「高分子系張り床材試験方法」, (一財)日本規格協会 (2016).
- 6) 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, 51-56 (2004).

- 7) 日本建築学会「床性能評価指針」(2015).
- 8) 小野英哲, 三上貴正, 渡辺博司, 安全性からみた学校体育館床のかたさに関する研究, 日本建築学会論文報告集, 第321号, 9-16 (1982).

- 企業支援部 普及連携グループ—
 - *1: 技術部 生産技術グループ—
 - *2: 技術部 製品開発グループ—
 - *3: 性能部 保存グループ—
 - *4: 元技術部 生産技術グループ—
 - *5: 東京工業大学 環境・社会理工学院—
- (原稿受理: 2022. 11. 10)