

# 高分子系シート張り床の耐久性評価

水 上 卓 也      福 田 一 夫  
(大阪本店建築事業部)  
 小 川 晴 果      三 谷 一 房

## Durability Evaluation of Resilient Covering Floor

Takuya Mizukami    Kazuo Fukuda  
 Haruka Ogawa       Hitofusa Mitani

### Abstract

In recent years, there has been an increase in application of resilient covering floor finished with vinyl floor sheet having dynamic load capacity of operation table device and the like. However, despite taking such a measure, separation and swell of covering floor may occur. In this study, we intend to arrange and perceive factors related to these defects. We considered the influence of various floor substrates that were obtained from construction sites, dispersion in construction depending on workers pasted vinyl floor sheet, and dynamic load capacity on operation environment. As a result, the following conclusions were drawn: 1) There are cases in which the floor substrate depends on the durability of covering floor. 2) Pasting adhesives to the back of vinyl floor sheet has had a significant impact on durability of covering floor. 3) Lifespan of covering floor is related to ground pressure of caster.

### 概 要

近年、病院の手術室の床において、手術台等の移動荷重に耐え得る耐動荷重用のビニル床シートを用いた高分子系シート張り床を採用することが増えている。しかしながら、耐動荷重性を考慮した張り床においても浮きや膨れが発生することがある。本報では、張り床に発生する浮きや膨れに関係する要因を把握・整理するため、施工時に想定される様々な張り床下地の仕様、ビニル床シートを張り付ける際の施工のばらつき、および運用時に床面へ作用する移動荷重が張り床の耐久性に及ぼす影響について、耐キャスター性試験により評価した。その結果、1)床下地の仕様が耐久性に影響する場合があること、2)施工時におけるビニル床シート裏面への接着剤の塗布量が、張り床の耐久性に及ぼす影響が大きいこと、3)床面に作用するキャスターの接地圧が張り床の耐用年数に関係することが明らかになった。

### 1. はじめに

近年、病院の手術室では可動性の汎用電動式手術台が増加している。手術室およびその周辺部には重量のある機器が多いため、手術室の床仕上げとして高分子系シート張り床(以下、張り床と呼ぶ)を用いる場合、手術台等の移動荷重に耐え得る耐動荷重用のビニル床シートを採用することが増えている。しかしながら、そのような対策を施しているにも関わらず、手術室の張り床において、Photo 1 に示すような浮きや膨れが発生することがある。

このような不具合は、ビニル床シート、接着剤、床下地、移動荷重の相互作用により発生するものであり、それぞれの要因の影響を総括的に把握、評価できる枠組みを構築することが重要となる<sup>1)</sup>。これにより、発注者や設計者の要望に対して、最も効率の良い解決方法を提示することが可能となる。

本報では、その第一歩として、施工時に想定される様々な床下地の仕様、床下地に対してビニル床シートを張り付ける際の施工のばらつき、および運用時に床面へ作用する移動荷重に着目し、これらの要因が張り床の耐久性に及ぼす影響について、耐キャスター性試験により評価

を行った。

### 2. 張り床試験体の概要

ビニル床シートには、発泡層のあるシートと発泡層のないシートがあり、一般に発泡層のないシートの方が、耐動荷重性に優れる。発泡層のないシートは、さらに単層ビニル床シートと複層ビニル床シートに細分化されるが、本報では、均一素材で構成された厚さ 2.0mm の単層ビニル床シートを採用することとした。試験体の作製に



Photo 1 張り床の膨れ  
Swell of Covering Floor

際して、十分に養生期間を確保した 300mm×300mm の床下地を用意した。この床下地に対して、ビニル系床材メーカーが規定する標準施工要領に従って、JIS A 5536:2015「床仕上げ材用接着剤」の規格に適合するエポキシ樹脂系接着剤を塗布した後、ビニル床シートを張り付けた。なお、実験目的によって、床下地の仕様、施工方法および荷重条件が異なるため、詳細については都度、補足説明する。

### 3. 床下地の仕様に関する試験

#### 3.1 施工時に想定される床下地の仕様

本試験では、施工現場で想定される床下地として以下の6種類について比較検討を行った。各床下地の断面構成をTable 1に示す。

(1) コンクリート下地 JIS A 5371:2010「プレキャスト無筋コンクリート製品」に適合する普通平板を下地とした。

(2) 高強度用SL下地 JASS15 M-103「セルフレベリング材の品質基準」を満足するセルフレベリング材(以下、SL材と呼ぶ)のうち、圧縮強度が40N/mm<sup>2</sup>(材齢28日)を超える高強度用SL材を下地とした。

(3) 表面強化下地 SL材のうち、圧縮強度が20~30N/mm<sup>2</sup>程度(材齢28日)の汎用SL材を下地とし、その表面強化を目的として、浸透性エポキシ樹脂下塗材を塗布した。

(4) 汎用SL下地 上記の汎用SL材を下地とした。

(5) 床補修モルタル下地 コンクリート下地の補修に用いられるJIS A 6916:2014「建築用下地調整塗材」のセメント系下地調整厚塗材CM-2に適合する床補修モルタルを普通平板に塗り付けた。

(6) 薄塗り補修エポ下地 床下地の薄塗り補修に用いられるエポキシ樹脂系下地表面強化剤を汎用SL材に塗り付けた。

#### 3.2 試験方法

3.2.1 引っかき試験 下地材の表面強度を評価するため、ビニル床シートを施工する前に、日本床施工技術研究協議会：2006「コンクリート床下地表層部の諸品質の測定方法、グレード」に従った。日本建築仕上学会が認定している引っかき試験器<sup>2)</sup>を用いて、床下地の表面を加圧力9.8N(1.0kgf)の針で引っかき、その傷の幅をクラックスケールにより測定した。

3.2.2 引張接着試験 張り床としての接着性能を確認するため、JIS A 5536:2015「床仕上げ用接着剤」を参考に引張接着試験を行った。ビニル床シートを張り付けた各試験体に対して、40mm×40mmの鋼製アタッチメントを、エポキシ樹脂系接着剤で接着した。接着剤が硬化した後、鋼製アタッチメントの周囲に沿って床下地に達するまでダイヤモンドカッターで切り込みを入れた。その後、日本建築仕上学会が認定している接着力試験機により、引張接着試験を行い、最大引張荷重と破断面積から接着強度を算出した。また、剥離した面を詳細に観察し、破壊状況を確認した。

3.2.3 耐キャスター性試験 手術台のキャスターから張り床面へ継続的に作用する外力に対する耐久性を確認するため、試験はJIS A 1454:2016「高分子系張り床材試験方法」の耐キャスター性試験A-1法を参考に実施した。Photo 2に示す試験装置に、張り床を施工した試験体を載せた後、荷重を負荷した旋回式キャスターを、張り床の上をFig. 1に示すようにスウィブル軌跡を描いて走行させた。なお、荷重条件としては、採用例の多い手術台(重量：約3,920N(400kgf)、4輪走行)の荷重を想定して980N(100kgf)/1輪とした。また、旋回式キャスターの寸法および材質は、採用例の多い手術台と同じ外径65mm、幅40mmのナイロン樹脂一体型を使用した。

本試験の評価方法は、旋回キャスターのスウィブル軌跡の往復回数を250回ごとに目視観察および打音検査により確認し、浮きが発生した時点で試験終了とした。

Table 1 床下地の断面構成  
Section of Floor Substrate

単位：(mm)

試験体名	コンクリート (C)	高強度用SL材 (HSL)	表面強化 (SR)	汎用SL材 (SSL)	床補修モルタル (M)	薄塗り補修エポ (EP)	
床下地の断面構成							
構成材料	①	コンクリート平板 t 60mm					
	②	-	吸水調整材	吸水調整材	吸水調整材	吸水調整材	
	③	-	高強度用SL材 t 10mm	汎用SL材 t 10mm	汎用SL材 t 10mm	床補修モルタル t 3mm	
	④	-	-	浸透エポキシ樹脂系 下塗材	-	-	プライマー
	⑤	-	-	-	-	-	薄塗り補修エポ t 0.4mm

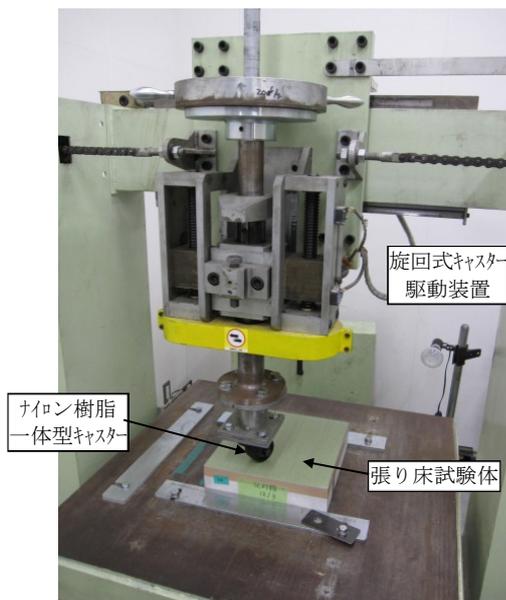


Photo 2 耐キャスト性試験  
Caster Loading Resistance Test

Table 2 引っかき試験結果  
Result of Scratching Test

試験体記号	引っかき傷幅 (mm)	表面強度のグレード
C	0.10	I : 0.3mm未満
HSL	0.20	I : 0.3mm未満
SR	0.20	I : 0.3mm未満
SSL	0.35	II : 0.3mm以上0.55mm未満
M	0.60	III : 0.55mm以上0.7mm未満
EP	0.25	I : 0.3mm未満

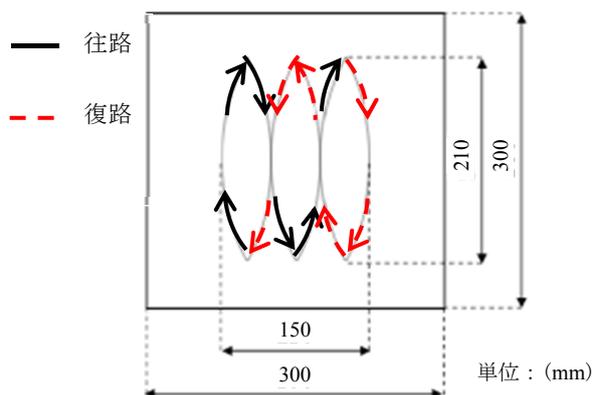


Fig. 1 スウィブル軌跡  
Trajectory of Suwivel

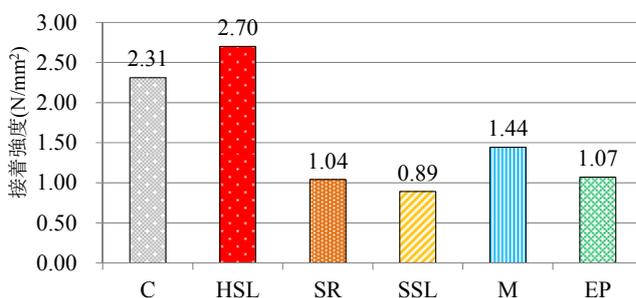


Fig. 2 接着強度の比較  
Result of Caster Loading Resistance Test

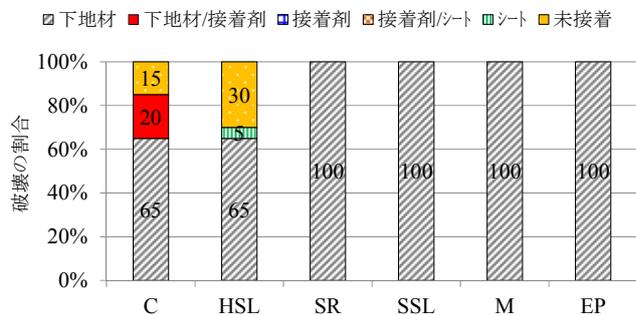


Fig. 3 破壊状況の比較  
Result of Caster Loading Resistance Test

### 3.3 試験結果

3.3.1 引っかき試験 床下地の引っかき傷幅および日本床施工技術研究協議会で規定するコンクリート床下地表層部の表面強度のグレードを Table 2 に示す。この結果、床下地の表面強度は、コンクリート下地(C)が最も硬く、次いで、高強度用 SL 材下地(HSL)、表面強化下地(SR)、薄塗り補修エポ下地(EP)、汎用 SL 材下地(SSL)、床補修モルタル下地(M)の順であった。

3.3.2 引張接着試験 接着強度および破壊状況の割合を Fig. 2 および Fig. 3 に示す。全ての試験体において、主な破壊状況が床下地(汎用 SL 材を含む)に起因する破壊状況であったため、仕上げ層を形成するビニル床シー

トと接着剤は、床下地に対して十分な接着性を有していることを確認できた。

3.3.3 耐キャスト性試験 張り床に浮きが発生するまでのキャスト往復回数を Fig. 4 に、浮き部の破壊状況を Table 3 に示す。引っかき試験において、他の試験体よりも表面強度のグレードが劣っていた床補修モルタル下地(M)では、キャスト往復回数 380 回で浮きが生じた。試験終了後に浮き部を確認すると、床補修モルタルの凝集破壊であることが確認された。

その他の試験体については、キャスト往復回数は床補修モルタル下地(M)の3倍以上となる1250回以上まで張り床に浮きが認められなかった。これらの試験体につ

いて浮き部を確認すると、コンクリート下地(C)、高強度用(HSL)・汎用 SL 材下地 (SSL), 薄塗り補修エポ下地(EP)では、Photo 3 に示すように接着剤の凝集破壊あるいは、ビニル床シート裏面の破壊であった。一方、表面強化下地(SR)の破壊状況は、下地材(汎用 SL 材)の凝集破壊であった。破壊面を観察すると、表面強化のために塗布した浸透エポキシ樹脂系下塗材が汎用 SL 材へ浸透した境界で破壊していると考えられた。

この結果から、床下地としてコンクリートの不陸を調整する目的で、薄塗りの床補修モルタルを用いる場合には、キャスターのような点荷重に対して、塗り厚の薄いモルタル自体の表面強度や剛性が不十分であるため、張り床に不具合が発生する可能性がある。一方、その他の試験体については、耐動荷重が求められる床下地として期待できる。特に、高強度用 SL 材下地(HSL)は、他の

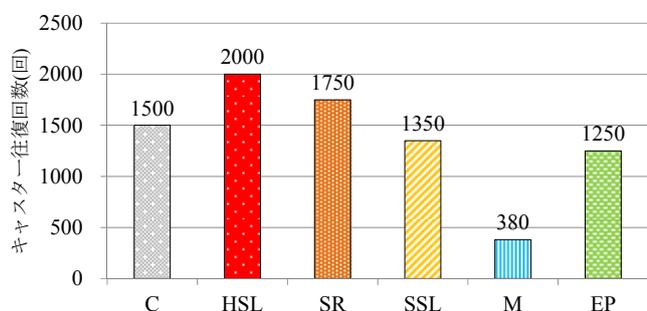


Fig. 4 耐キャスター性試験結果  
Result of Caster Loading Resistance Test

Table 3 耐キャスター試験後の破壊状況  
Situation of Caster Loading Resistance Test

試験体記号	浮き部の破壊状況
C	接着剤およびビニル床シートの破壊
HSL	接着剤およびビニル床シートの破壊
SR	SL材の凝集破壊
SSL	接着剤およびビニル床シートの破壊
M	床補修モルタルの凝集破壊
EP	接着剤およびビニル床シートの破壊

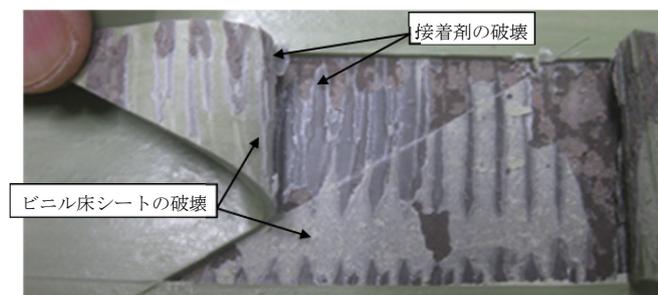


Photo 3 接着剤およびビニル床シートの破壊状況  
Destruction Situation of Adhesive and Polymer-Based Floor Sheet

試験体と比べて、接着強度が高く、耐キャスター性にも優れており、このような床下地に適していると考えられる。

#### 4. 施工要因が張り床の品質に及ぼす影響に関する実験

##### 4.1 試験体の作製および実験方法

耐動荷重用の高分子系シートは硬質で、事前に仮敷きしてもシート端部に Photo 4 に示すような巻きぐせが残るため、当該部位において、シート裏面への接着量が不足することがある。この要因を再現するため、接着剤の塗布量不足および下地面に接着剤を塗布してからビニル床シートを張り合わせるまでの時間(以下、オープンタイムと呼ぶ)が接着剤の可使時間を超過した試験体を作製した。比較対象として、ビニル床シートの標準施工要領に従って施工した試験体も作製した。



Photo 4 ビニル床シートの巻きぐせ  
Curl of Polymer-Based Floor Sheet

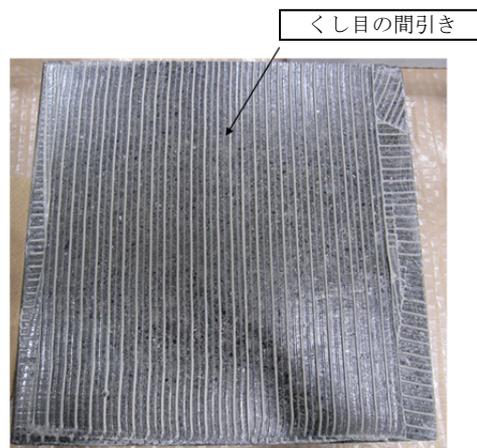
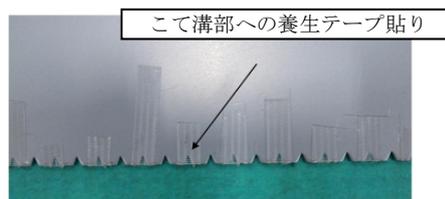


Photo 5 接着剤塗布量の間引き方法  
Amount of Coating of Adhesive

床下地として、コンクリート下地を準備し、接着剤の塗布量不足については、ビニル床シートへの接着面積の割合が50%程度となるように、Photo 5 に示す標準的なくし目ごての溝にテープを貼り、くし目を間引いて施工した。また、可使時間の超過については、オープンタイムを90分とし、使用した接着剤の可使時間75分からさらに15分超過した後に、ビニル床シートを張り付けた。これらの試験体に対して、3.2.3 に示す耐キャスター性試験を行った。

#### 4.2 実験結果

耐キャスター性試験の結果を Fig. 5 および Table 4 に示す。標準施工を行った試験体ではキャスター往復回数1500回で、張り床に浮きが発生したのに対し、塗布量不足の試験体は750回、可使時間超過の試験体は、1250回で浮きが発生した。

この結果から、シート端部に発生する接着量不足が、張り床の接着耐久性に影響することを確認できた。このようなシートの巻きぐせによる接着量不足を軽減するためには、シート張付け後に重しを設置するなどの対策が有効と考えられる。なお、接着剤の可使時間については、本実験のように15分程度の超過では、張り床の接着耐久性に明確な差異は認められなかったものの、超過時間が長くなるほど、接着耐久性は低下することが予想される。

### 5. 床面に作用する移動台車の仕様および重量に関する実験

#### 5.1 試験体の作製および実験方法

本実験では、汎用 SL 材下地に対し、ビニル床シートを張り付け、試験体として用いた。床面に作用する移動荷重の影響を把握するため、キャスターが負担する鉛直荷重を490N(50kgf)～1960N(200kgf)/1輪と変動させた場合や、キャスターの材質として、採用例の多い手術台(ナイロン樹脂製)と比べて、より柔らかい(弾性係数の小さい)ウレタン樹脂製(Photo 6)を使用した場合について、3.2.3 に示す耐キャスター性試験を行った。なお、キャスター往復回数は2500回までとした。キャスターの荷重条件を Table 5 に示す。それぞれの荷重条件について、鉛直荷重を受けるキャスターが床面に接する面積を測定し、キャスターの接地面積を求めた。また、キャスターに作用する鉛直荷重を、この接地面積で除した値をキャスターの接地圧と定義した。

#### 5.2 実験結果

耐キャスター性試験の結果を Table 6 に示す。採用例の多い手術台と同じ条件で実施した荷重980N-ナイロン樹脂製キャスターでは、キャスター往復回数1350回で張り床に浮きが発生したのに対し、鉛直荷重を1.5倍、2倍とした荷重1470Nおよび1960N-ナイロン樹脂製キャスターでは、キャスター往復回数500回以下で張り床に

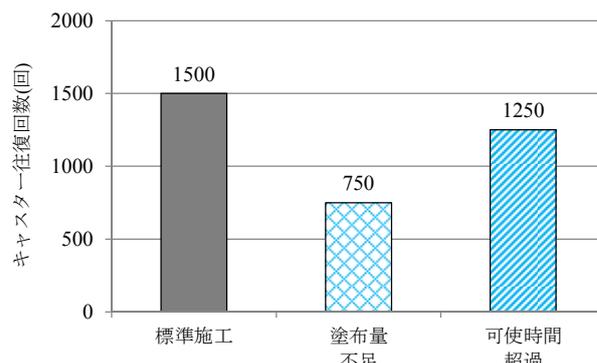


Fig. 5 接着剤の施工方法の比較  
Comparison of Adhesive Applying

Table 4 耐キャスター試験後の破壊状況  
Situation of Caster Loading Resistance Test

接着剤の施工方法	浮き部の破壊状況
標準施工	接着剤およびビニル床シートの破壊
接着量不足	接着剤およびビニル床シートの破壊
可使時間超過	接着剤およびビニル床シートの破壊



ナイロン樹脂製

ウレタン樹脂製

Photo 6 キャスターの種類  
Type of Caster

Table 5 キャスターの荷重条件  
Loading Condition of Caster

試験体記号	試験体名	キャスター荷重		キャスターの材質
		(N/1輪)	(kgf/1輪)	
N-1960	荷重1960N ナイロン樹脂製	1960	200	ナイロン樹脂製
N-1470	荷重1470N ナイロン樹脂製	1470	150	
N-1176	荷重1176N ナイロン樹脂製	1176	120	
N-980	荷重980N ナイロン樹脂製	980	100	
N-490	荷重490N ナイロン樹脂製	490	50	
U-1960	荷重1960N ウレタン樹脂製	1960	200	ウレタン樹脂製
U-980	荷重980N ウレタン樹脂製	980	100	

浮きが発生した。また、鉛直荷重を 1.2 倍とした荷重 1176N-ナイロン樹脂製キャスターでは、張り床に浮きが発生するまでのキャスター往復回転数は 1250 回であった。一方で、荷重 490N-ナイロン樹脂製キャスター、荷重 980N および 1960N-ウレタン樹脂製キャスターでは、試験終了(往復回数 2500 回)まで浮きは発生しなかった。

キャスターの接地圧と張り床に浮きが発生するまでの往復回数の関係を Fig. 6 に示す。この結果から、キャスター接地圧が増加するほど、張り床に浮きが発生するまでのキャスター往復回数は減少し、負の相関があることが確認できたため、床面に作用するキャスターの接地圧が、張り床の耐用年数に関係すると推察される。このことから、予めキャスターの接地圧を考慮し、床面を移動するキャスターの大きさや材質を変えることで、運用時に張り床へ作用する移動荷重を軽減でき、張り床の接着耐久性を高めることができる。

## 6. まとめ

本報では、病院の手術室のように耐動荷重が求められる張り床仕上げにおいて、床下地の仕様、施工のばらつき、および床面へ作用する移動荷重が張り床の耐久性に及ぼす影響について、耐キャスター性試験により評価した。その結果を以下にまとめる。

- 1) 耐動荷重が求められる張り床において、床下地の仕様が耐久性に影響する場合がある。高強度用 SL 材下地は、他の床下地と比べて耐キャスター性に優れており、このような床下地に適している。
- 2) ビニル床シートを接着剤で張り付ける際に、シート裏面への接着量が、張り床の耐久性に及ぼす影響は大きい。シート端部の巻ぐせに起因する接着量不足に対しては、シート貼付け後に重しを設置するなど、床面との接着を十分に確保するための有効な対策が望まれる。
- 3) 床面に作用するキャスターの接地圧が、張り床の耐用年数に関係する。床面を移動するキャスターの大きさや材質を変えることで、張り床への移動荷重を軽減でき、接着耐久性を高めることができる。

## 謝辞

研究に対し、試験体の作製および実験の実施などにご協力いただいた、田島ルーフィング株式会社、宇部興産株式会社に謝意を表します。

Table 6 キャスター外力の比較  
Comparison of Caster Loading

試験体記号	接地面積 (mm <sup>2</sup> )	接地圧 (N/mm <sup>2</sup> )	浮き部の破壊状況
N-1960	173	11.33	接着剤およびビニル床シートの破壊
N-1470	124	11.85	接着剤およびビニル床シートの破壊
N-1176	121	9.72	接着剤およびビニル床シートの破壊
N-980	104	9.42	接着剤およびビニル床シートの破壊
N-490	104	4.71	試験終了まで浮きなし
U-1960	305	6.43	試験終了まで浮きなし
U-980	207	4.73	試験終了まで浮きなし

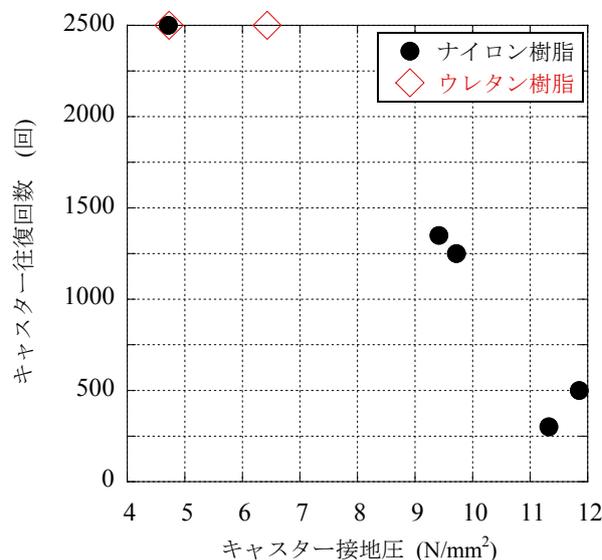


Fig.6 キャスター接地圧とキャスター往復回数の関係  
Relationship of Ground Pressure of Caster and Number of Casting Cycles

## 参考文献

- 1) 横山裕, 他: 試験装置の設計, 試作および妥当性の検討, 日本建築学会構造系論文集, 第709号, pp.369-377, 2015.3
- 2) 土田恭義, 他: 床下地表面硬さの簡易測定方法に関する研究 その3, 日本建築仕上学会大会学術講演会, pp.9-12, 1997.10