技術報告

カーペット上歩行時の床反力特性

前 川 郁 子*
 会 員 軍 司 敏 博*
 真 家 和 生**
 近 藤 四 郎**

1. はじめに

カーペットの性能・試験法については多数の報告¹⁾が見受けられるが、カーペットの歩行特性について記述したもの²⁾は少ない。

筆者らは、床反力計（フォースプレート）を用いて、性状の異なる3種のカーペット上を人間が歩行した時の歩行特性を捉えて、諸々のカーペットの性状によって人間の歩行の力学的特性が、影響を受けるかどうかについて検討を行った。なお、カーペットを敷いた場合と敷かない場合とについても同様の検討を行った。従来、床反力計を用いた歩行解析は、人類学、医学、体育学などの分野で数多く行われている³⁻⁶⁾が、カーペット上歩行について生体側の特性を加味した上でのカーペットの検討はなされていない。

2. 実験方法・解析方法

2.1 実験装置及び測定項目

床反力は歩行時に床面にかかる力であり、図1に示すような力の測定ができる。今回利用した共和電業製床反力計の仕様を表1に示す。

床反力計上を裸足で自然歩行した時の床反力の記録例を図2に示す。図2(a)の前後方向分力〔X方向〕は、進行方向に平行な分力であり、立脚期（片方の足が接地している時期）中の制動力及び蹴り出しによる推進力を示す。測定項目は、図3に示すように

*I. Maekawa, 大妻女子大学 家政学部

*T. Gunji, 大妻女子大学 家政学部

**K. Maie, 大妻女子大学 人間生活科学研究所

**S. Kondo, 大妻女子大学 人間生活科学研究所

Force Plate Characteristics

During Walking on Some Carpets

By Ikuko Maekawa*, Toshihiro Gunji*,
 Kazuo Maie**, and Shirō Kondō**

*Faculty of Home Economics, Otsuma Women's
 University, Tokyo.

**Institute of Human Living Sciences,
 Otsuma Women's University.

The carpets were investigated from the view point of kinesiological analysis of human walking. Nine young female subjects were asked to walk on Nylon loop, Wool cut and Nylon Shagge carpets fixed on the force plate five times naturally.

Walking tests on a rubber mat and without carpet were performed as controls.

The partial forces given to the force plate during walking were recorded and the F-test was applied on the near values.

No significant difference of the force plate data was shown among the carpets including controls, except X-turning time. It is concluded that the carpets do not change the kinesiological (foot-force) characteristics of human walking. (Received Aug. 22, 1985)

図1 床反力計上での床反力と作用点

最大制動力の体重に対する割合（X・ブレーキ）及びかかと着地から最大制動力を示すまでの時間の1立脚期に対する割合（X・ブレーキタイム）、最大推進力の体重に対する割合（X・アクセル）及びかかと着地から最大推進力を示すまでの時間の1立脚期に対する割合（X・アクセルタイム）と制動力から推進力へと変化する時間の1立脚期に対する割合（X・ターニングタイム）である。最大制動力、最大推進力は体重の20～30%が標準であり、この値が大きいことは、歩行として滑らかでないことを意味

表1 床反力計の仕様

寸 法	長さ×幅×高さ 1,800×600×268(mm)
重 量	約250kg
定格負荷	(1) Z軸(鉛直方向) 100kgf (2) X Y軸(前後, 左右方向) ±50kgf
定格出力	(1) Z軸 約0.3mV/V (2) X Y軸 約0.45mV/V
許容過負荷	X Y Zともに定格の200%
非直線性ヒステリシス	X Y Zともに±0.4% F. S.
干 渉	(1) Z軸中心に60kgfの負荷を与えたときのX Y軸への干渉 ±0.6% F. S. (X又はY軸のF. S.) (2) X又はY軸中心に20kgfの負荷を与えたときのZ軸への干渉 ±1% F. S. (Z軸のF. S.) (3) X又はY軸中心に20kgfの負荷を与えたときのY又はX軸の 相互干渉±1% F. S. (Y又はX軸のF. S.)
作用点の違いによる感度差	X. Y. Z.ともに±1% F. S.
固有振動数	50Hz以上

図2 自然歩行時の床反力記録例

する。図2(b)の左右方向分力〔Y方向〕は水平で、進行方向に直角な分力であり、歩行時の左右動を意味する。左右方向分力は個人差が大きく、定量解析に不向きであるため今回の解析から省いた。図2(c)は垂直方向〔Z方向〕分力で、上下方向の分力であり、2峰性を示す。第1峰は前後方向分力の最大制動時期にはほぼ一致し、第2峰は最大推進時期にはほぼ一致する。図3に示すごとく測定項目は、第1及び第2峰の体重に対する割合（各々、Z・第1ピーク、Z・第2ピーク）とかかと着地から各々の時点までの1立脚期に対する割合（Z・第1ピークタイム、Z・第2ピークタイム）及び2峰間の谷間となる最大抜重時の値の体重に対する割合（Z・ノッチ）と

図3 床反力の測定項目

かかと着地から最大抜重時までの時間の1立脚期に対する割合（Z・ノッチタイム）である。Z・第1ピーク、Z・第2ピークの値は体重の120～130%が標準であり、この値が大きければ重心の上下動が大きく、従ってロスの大きい歩行といえる。

2.2 被験者

被験者は本学学生9人である。表2に各被験者の身長、体重を示す。

2.3 カーペット試料

実験に使用したカーペットは、毛・カットパイル品、ナイロン・ループパイル品、ナイロン・シャギー品の3種類であり、なお、比較のためにゴムマット及び床反力計上をじかに歩行した場合の5種類に

表2 被 験 者

	身長 (cm)	体重 (kg)
M A	159.7	54.9
A O	152.5	47.8
C N	156.5	46.7
M T	166.7	56.6
J H	166.5	59.9
K S	154.4	60.7
C N	153.9	45.1
A K	157.9	44.8
M O	157.7	55.4

つき検討を加えた。表3は実験に用いたカーペット (含ゴムマット) の規格、性状を調べた結果である。

2.4 実験方法

被験者は、裸足及び普段履き慣れている中ヒール (高さ約5 cm) の革靴を履いた場合につき実験を行って、床反力計の前後に長さ3 mの助走路を設け、それぞれの上に各敷物を敷いた。その床反力計上を歩行したときの右足の1立脚期について床反力データを測定記録した。当然床反力計上に施工したと同じ敷物を助走路にも施工した。被験者には進行方向に目標を設け、目標点を見ながら屋外で普通に歩いているように歩くことを指示した。被験者は、指示を受けてから2～4歩目で床反力計を踏むよう助走路の長さを自分で調整し、あらかじめ数回練習をさせてから記録を採るようにした。

歩行速度、ピッチは各被験者ごとに自由とし、同

一条件で5回歩行させ、各測定項目の平均値を求めて解析を行った。なお、1回の歩行距離は約6 mである。解析にあたっては、各測定項目ごとに、被験者 (9人) と敷物の種類 (5種類) について二元配置表を作成し、これをもとにF-検定による分散分析を行った。解析は測定項目の被験者ごとのレベル差を補正するために、床反力計及び助走路より、敷物を除いた場合の歩行の1立脚期の値を100%として、全被験者について統一し、各敷物ごとの値をそれからの偏差として求めて解析を行った。

3. 実験結果

表4(a)(b)は床反力計上歩行を100%として基準化した場合の測定項目それぞれの分散比、危険率5%, 1%のF値及び判定結果を示す。

基準化を行った場合は、裸足時のX・ターニングタイムに関し、被験者による有意差が5%危険率で示されているのみであり、カーペットの種類別による差は出ていない。又、着靴時についても全測定項目について差は出ていない。従って、全体として差は殆んどなく、歩行の本質を変えるような決定的な差を生じているとは言い難い。

4. おわりに

人が各種カーペットの上を自然歩行する場合、カーペットにより歩行がどのように変化するかを床反力計を用いて検討を加えてみた。

カーペットによる差は、前後方向分力のターニングタイムにのみ若干みられ、本質的には歩行を変化

表3 実 験 試 料

品 種 項 目	カ ー ペ ッ ト			ゴムマット
	毛・カ ッ ト	ナイロン・ル ー プ	シ ャ ギ ー	
色(マンセル値)	2.5YR 4.5/3	2.5Y 5.4/2	N5.5	黒
織 維	ウール	ナイロンBCF△	ナイロンBCFㇿ	
糸・太さ	2/3.8MC	800d/56f/3P	1200d/67f/3P	
撚 数	250 T/m		480 T/m (freeで700T/m)	
パイル	カット	ル ー プ	シャギー	
ゲージ(インチ)	1/10	1/10	5/32	
パイル高さ(mm)	8	4	22	厚さ(mm)1.5
ステッチ(本/2.54cm)	15	9	3.6	
全高さ(mm)	9.5	6.5	24.0	
全目付(g/m ²)	2000	1650	2500	
表面繊維量(g/m ²)	770	350	830	
第二基布	麻	麻	麻	ゴム硬度; 60°
圧縮率(%)	48.1	86.9	54.5	
圧縮弾性率(%)	37.2	86.2	58.3	

表4(a) 二 元 配 置 ま と め
裸足時 (基準化)
分 散 比

	被 験 者	判 定		カーペット	判 定	
		5 %	1 %		5 %	1 %
自由度 X・ブレーキ (8.3)	4.68	8.85	27.5	1.24	8.85	27.5
X・ブレーキタイム (〃)	3.27	〃	〃	8.26	〃	〃
X・ターニングタイム (〃)	12.52	* 〃	〃	3.65	〃	〃
X・アクセル (〃)	1.10	〃	〃	3.90	〃	〃
X・アクセルタイム (〃)	7.16	〃	〃	0.23	〃	〃
Z・第1ピーク (6.3)	8.71	8.94	27.9	1.55	8.94	27.9
Z・第1ピークタイム (8.3)	1.77	8.85	27.5	3.16	8.85	27.5
Z・ノッチ (〃)	4.90	〃	〃	0.82	〃	〃
Z・ノッチタイム (〃)	1.97	〃	〃	1.62	〃	〃
Z・第2ピーク (7.3)	1.13	8.89	27.7	0.59	8.89	27.7
Z・第2ピークタイム (8.3)	2.18	8.85	27.5	1.88	8.85	27.5

表4(b) 二 元 配 置 ま と め
着靴時 (基準化)
分 散 比

	被 験 者	判 定		カーペット	判 定	
		5 %	1 %		5 %	1 %
自由度 X・ブレーキ (8.3)	3.58	8.85	27.5	0.37	8.85	27.5
X・ブレーキタイム (〃)	1.46	〃	〃	4.85	〃	〃
X・ターニングタイム (〃)	5.62	〃	〃	3.26	〃	〃
X・アクセル (〃)	1.83	〃	〃	1.14	〃	〃
X・アクセルタイム (〃)	1.96	〃	〃	1.12	〃	〃
Z・第1ピーク (〃)	2.39	〃	〃	0.77	〃	〃
Z・第1ピークタイム (〃)	1.74	〃	〃	0.52	〃	〃
Z・ノッチ (〃)	2.08	〃	〃	0.19	〃	〃
Z・ノッチタイム (〃)	2.44	〃	〃	0.38	〃	〃
Z・第2ピーク (〃)	1.05	〃	〃	2.05	〃	〃
Z・第2ピークタイム (〃)	5.63	〃	〃	5.62	〃	〃

させるものではないことがわかった。各種足下条件下で歩行を続けてきた400万年以上の歴史を持つ人類の歩行の本質が、カーペットにより決定的な変化を受けることのないことは、むしろ当然といえる。本実験は歩行環境としてのカーペットが、歩行時の力学的特性を変えていないことが示された点に意義があると考える。

人の歩行時の感覚、あるいは調節メカニズムは別として、カーペット上歩行は結果的に敷物のない床上を歩行するのとは大差ないことが示されたわけである。

この内容は、日本繊維機械学会、インテリア・寝

装品の最近の技術動向講演会 (昭和60年 8 月) に発表したものをもとめたものである。

参考文献

1) 安井他：繊維誌, 36, 83 (1977), 丸山孝雄：繊維誌, 37, P 279 (1984)
2) 例えば、さわといちろう：繊維科学, P 33 (1982-6)
3) 遠藤他：人類誌, 77-1, P 1 (1969-2)
4) 岩井, 小住：宮城教育大学紀要, 7, 45 (1972)
5) 諏佐, 遠藤：バイオメカニズム学会, (5), 59 (1982-8)
6) S. Kondo, (R. Suzuki)：Primate Morphophysiology, Locomotion Analyses and Human Bipedalism, P. 3, University of Tokyo Press (1985)