

エスカレーターを昇降する人間の歩行動作特性解析

正会員 ○高橋 康代*1 同 岸本 文一*2
同 矢島 規雄*3 同 直井 英雄*4

歩行動作特性 エスカレーター 歩行リズム

■研究目的■

商業施設・複合施設・駅舎などに見られるようにエスカレーターは建築物の縦方向の移動手段としてきわめて有効な建築設備である。通常動いているエスカレーターを使用するのが常であるが、場合によっては停止しているエスカレーターを昇降する場合もある。このような場合の歩行動作の違和感については、これまで定性的な知見が述べられることはあっても、定量的な検討や実験はほとんど行われてこなかった。

そこで本研究では、実大階段、エスカレーターを用いた昇降動作実験による昇降歩行動作特性、特にエスカレーター停止時の歩行の際に感じられる違和感について、人間工学的に評価することを目的とした。

■実験方法■

(1) 実験装置

エスカレーター運転時、停止時(タイプ1,2)、階段についての歩行実験を行った。エスカレーター停止時の端部の踏み面T'(mm)については、代表的な例として階段に近いタイプ1(T'=T)、半分のタイプ2(T'=1/2T)の2タイプを想定した。タイプ1とタイプ2の平面図を図2に示す。表1に実験に用いたエスカレーター停止時各タイプの蹴上げR(mm)の寸法を示す。また、実験場所の平面図を図3に、使用したエスカレーター・階段の断面図を図4に示す。

(2) 被験者

本学建築学科学生11人とした。日常と同じ歩行動作を得るため、服装も特に条件を定めず、靴も平常のままとした。

(3) 実験及び解析方法

昇降実験を、各タイプ昇り降りについて行い、その動作を上部部分と下部部分に分けビデオ撮影した。歩行動作の解析範囲に関しては、最初的一步をエスカレーターに踏み込んでから最後的一步を踏み出すまでとした。その際、被験者には計9点の計測点(反射マーカー)をつけDKH社のFrameDias IIを用いて動作軌跡を求めた。また、純粋に蹴上げ、踏み面の変化が歩行動作に及ぼす影響を調べるという目的から、手すりは用いず昇降動作を行うものとした。

■実験結果及び考察■

(1) 歩行形態に見られる特徴

停止時エスカレーター端部における歩行形態を3種類に分けた。歩行形態の定義を図5に示し、それらをタイプ別にまとめたものを表2に示す。

停止時の踏み面位置が階段に似たタイプ1は、階段とほぼ同じ歩行形態をとる。ただし降り下部においては最後の踏み面をとばすものが8割を超える結果となった。これは降り下



図1 実験風景

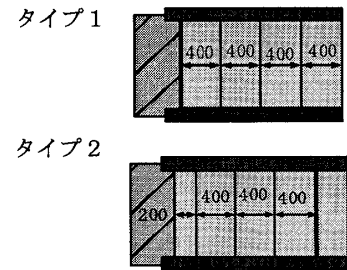


図2 停止時のタイプ

表1 各タイプの蹴上げ寸法

		1段目	2段目	3段目	4段目
タイプ1	上部	20	145	200	200
	下部	30	160	200	200
タイプ2	上部	3	75	190	200
	下部	2	100	200	200

各タイプ蹴上げ寸法(mm)

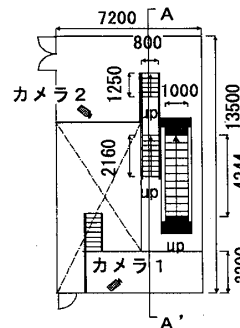


図3 実験場所平面図

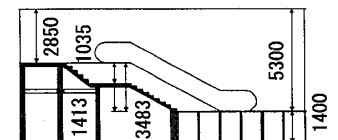


図4 実験場所A-A'断面図

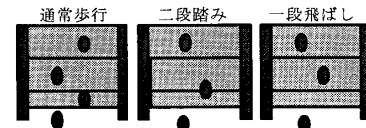


図5 3種類の歩行形態の定義

表2 エスカレーター端部における歩行形態

	昇り					
	下部			上部		
	一段とばし	二段踏み	通常歩行	一段とばし	二段踏み	通常歩行
タイプ1			11			11
タイプ2	11			6	5	
	降り					
	下部			上部		
	一段とばし	二段踏み	通常歩行	一段とばし	二段踏み	通常歩行
タイプ1	9		2			11
タイプ2	3	8		11		

部の最後の蹴上げ部分が30mmとあまり高くなく、水平面を歩く時とよく似た歩行形態となり歩幅が広がった為と考えられる。

一方タイプ2は、一枚目と二枚目の踏み面を同一のもののみとした一段とばし、二段踏みの歩行形態ばかりとなった。これは、最初と最後の踏み面が通常の半分であること、最初と最後の蹴上げの変化が2~3mmとごくわずかであることが原因であると考えられる。

なおエスカレーター運転時の足を踏み入れた又は出る最後の踏み面の状態を表3にまとめた。運転時は被験者毎に一步目の踏み込みのタイミングが異なり、その踏み面の状態は様々である。足を踏み入れる際の踏み面は広がっていくものであるし、出る際は踏み面が縮まってもわずかな段差が残るのみで様々な状況に対応できるものと考えられる。

(2) 一步に要する軌跡距離について

図6, 7, 8に降り上部、昇り下部、昇り上部の一步に要する軌跡距離を示す。全体的に水平に近くなるにつれ、つまり蹴上げが小さいほど軌跡距離は長くなる事がわかる。エスカレーター入口の降り上部では最初水平に近いので軌跡距離は長いはずであるにもかかわらず、特にタイプ1での一步目の軌跡距離が小さくなっている。また昇り下部でも、同様のことが言える。しかしタイプ2の軌跡距離はあまり小さくない。これは最初の踏み面が二枚目の踏み面と一体化しているような歩行形態をとったためと考えられる。なお出口である昇り上部の軌跡距離は、昇降動作の基準となる階段と比較しても変化が少なく、違和感が少ないと考えられる。

(3) 歩行リズムについて

歩行リズムという観点から一步における最高速度を一つの指標と考え、図9, 10, 11に降り上部、昇り下部、昇り上部での一步ごとの最大速度を示す。階段では最初と最後の一步が階段昇降途中時の一步と比較して約5割増の速度であるという結果を得た。同様にエスカレーター停止時における速度変化は、タイプ1, 2とも最初と最後の左右の一步づつがエスカレーター昇降途中の一步より約3割増の速度である結果が得られた。これは踏みこむ際に階段よりも停止時のエスカレーターに対してのほうが一層の注意が払われており、慎重な行動をとっていることをうかがわせる結果である。なお、運転時においては最初の一步目と途中の速度の変化が少ない。

全体として、基準とした階段との違いが明確になるのは昇り時、降り時とも、エスカレーターに入る時であった。

■まとめ■

歩行リズムの乱れは、エスカレーター入口のほうが出口より大きいことが本実験のデータから明らかとなった。体感的にもエスカレーターに入る時に違和感を感じる事が多く実験結果からもそのことが裏付けられたといえる。

停止したエスカレーターはその停止状態によりさまざまな形があり、状況にあわせた歩行をしなければならない。本来踏み出そうとする歩幅が強制的に縮められるなど、正常な歩行リズムが乱されることになり、それが違和感につながるものであると考えられる。なお運転時の昇降動作についてはあまり違和感を感じないが、これはエスカレーターが動いている分、歩幅や時間を自ら調整でき、またエスカレーター自体の動きも昇降動作を妨げる性質でなく、最初や最後の一、二歩目と途中部分の変動が少ないことに起因すると思われる。なお本研究の遂行にあたり、平成15年度卒研生藤嶋隆氏、高田有子氏の協力を得た。ここに記して謝意を表明する。

*1 東京理科大学大学院生
*2 (株) 明野設備研究所
*3 東京理科大学助手 工修
*4 東京理科大学教授 工博

表3 エスカレーター運転時端部の踏み面の状態

	昇り		降り	
	上部	下部	上部	下部
T	2	5	7	5
2/3T	0	2	0	0
1/2T	4	2	2	3
1/3T	1	0	2	1
1/4T	4	1	0	2
1/6T	0	1	0	0

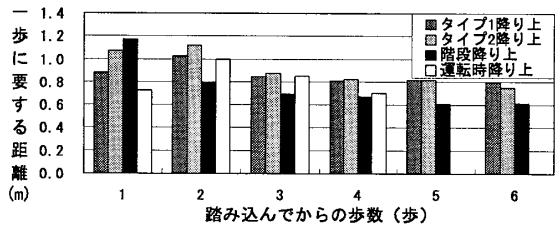


図6 降り上部の一步に要する軌跡距離

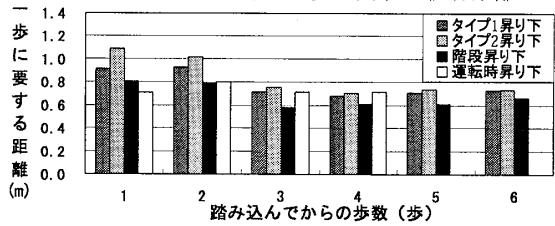


図7 昇り下部の一步に要する軌跡距離

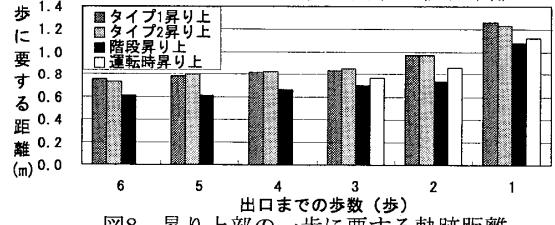


図8 昇り上部の一步に要する軌跡距離

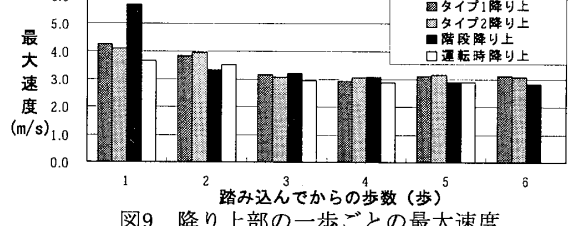


図9 降り上部の一步ごとの最大速度

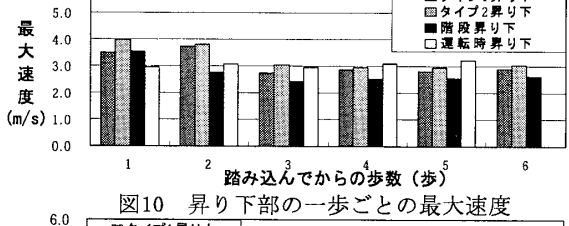


図10 昇り下部の一步ごとの最大速度

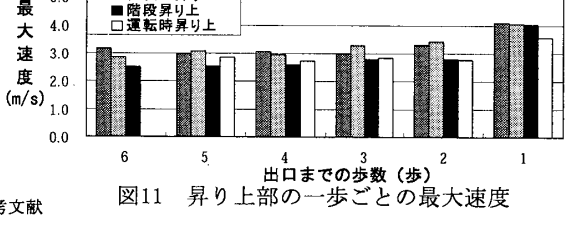


図11 昇り上部の一步ごとの最大速度

参考文献

1. 昇降機検査資格者講習テキスト2001 財団法人日本建築設備 昇降機センター
2. 日本人の人体計測データ 社団法人 人間生活センター
*1 Graduate Student, Dept. of Architecture, Faculty of Eng., Tokyo Univ. of Science.
*2 Akeno Fire Research Institute.
*3 Research Assoc., Dept. of Architecture, Faculty of Eng., Tokyo Univ. of Science, M. Eng.
*4 Prof., Dept. of Architecture, Faculty of Eng., Tokyo Univ. of Science, Dr. Eng.