

人体動作分析によるドアの取付けかたの老察

宮野秋彦・滝義照*・柳沢璋忠*

A Study of the Way of Attaching the Door by the Analysis of Human Motions

Akihiko MIYANO, Yoshiteru TAKI,*
and Akitada YANAGISAWA*

The factors, which have influence upon the way of attaching the door, are numerous, but this paper reports how we have analyzed the result of the practical survey, which we have carried out, choosing chiefly the 'turning angle' among three factors of the 'turning angle' (the turning angle of the line connecting one shoulder with another), the distance of walking, and the time required, in view of the convenience and inconvenience based upon the motions of the human body at the time of the opening and shutting of the door.

The present experiment has adopted the case where men enter, through a piece of the door with one leaf opening on hinges, into the sufficiently wide room from the long corridor.

Moreover, the experiments were divided into the case where once the door was opened, men entered the room without shutting the door, and the case where men politely shut it behind them; and the results of photographing by the 8 millimeter-camera were analyzed.

1 緒 言

建築に於ける人体動作に関する研究は、いわゆる「人間工学」的な研究の一環として近年益々盛になりつつあるが、未だ系統的な実験・研究は少ないようである。

吾々は、建築に関する人体動作の問題を建築物の竣工時を境として二つの分野に分けて考え、その各々について一連の実験・検討を行いつつある。

即ち、第一の分野はその建物が建設される過程において関係を有する種々の技術者、職方の「工数」の問題であって、現場監理を始め広く建築経済に連がり、第二の分野は竣工後、その建物を使用する人達の建物使用に関連して生ずる人体動作の問題であって、建築設計の際の「設計規模」に連がりをもつ。

本報の内容とするところは、上述の内、後半に属する部分の一つであって、ドアに関する人体動作の問題を説明せんとするものである。

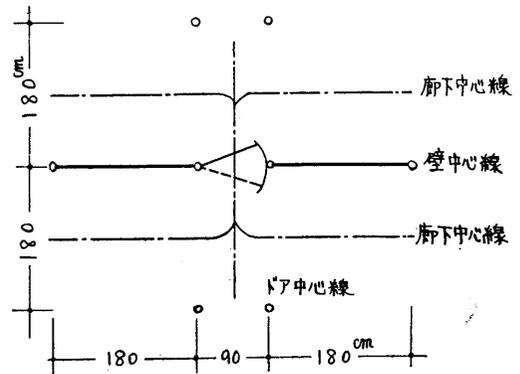
ドアの取付け方に影響を及ぼす因子は数多いが、本報ではドア開閉時の人体動作を基として、その便、不便に関し、人体の回転角（肩峰線回転角）、歩行距離及び所

要時間の三要素の中から主として「回転角」についての実測結果を分析したところを報告する。

尚、壁面及び家具位置との関係、二以上のドアが組合わされた場合などについても目下検討中である。

2 実験方法

今回の実験では図一1及び写真一1の如き実験模型を作成し、一枚の片開扉（84×180cm²）に関し、長い廊



図一1 実験模型

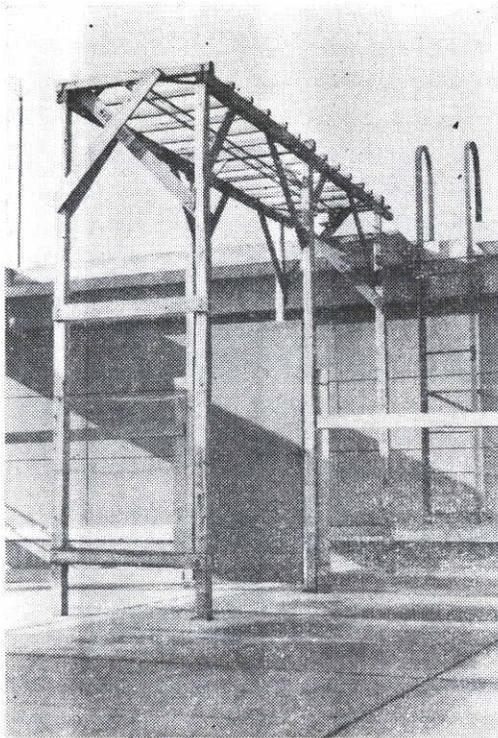


写真-1

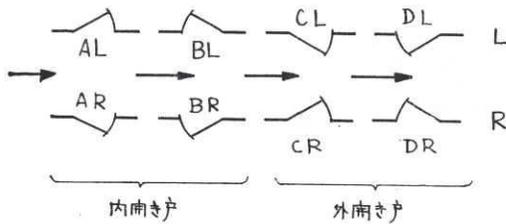


図-2 実験種別

下より充分広い室内に入場のみを採り上げ図-2の如く符号を付した8通りの場合について検討した。

また、実験は開け放して入室する時 (Case A) と入室後丁寧に閉じる場合 (Case B) とに分け、8ミリカメラにより毎秒8コマで撮影した結果を分析した。

尚、多数の被験者による平均よりも意識的演技のない少数者の方が適当と考え、各被験者について同一場合を数回繰返し実験した。

3 実験結果とその検討

実験結果の分析に当っては撮影フィルムより2コマごとに逐次肩峰線を写しとりこれをつんで、図-3の如き肩峰線変化曲線を作成する。検討の基準とした肩峰線回転角は廊下中心線に直角な直線、即ち人体がドアに向けて回転を開始する直前の肩峰線を基線として測り、各時間内回転角 θ を下式の如く集計して肩峰線回転角度総量 M を求めた。

$$M = \sum \theta_i = \sum |\theta_i - \theta_{i-1}|$$

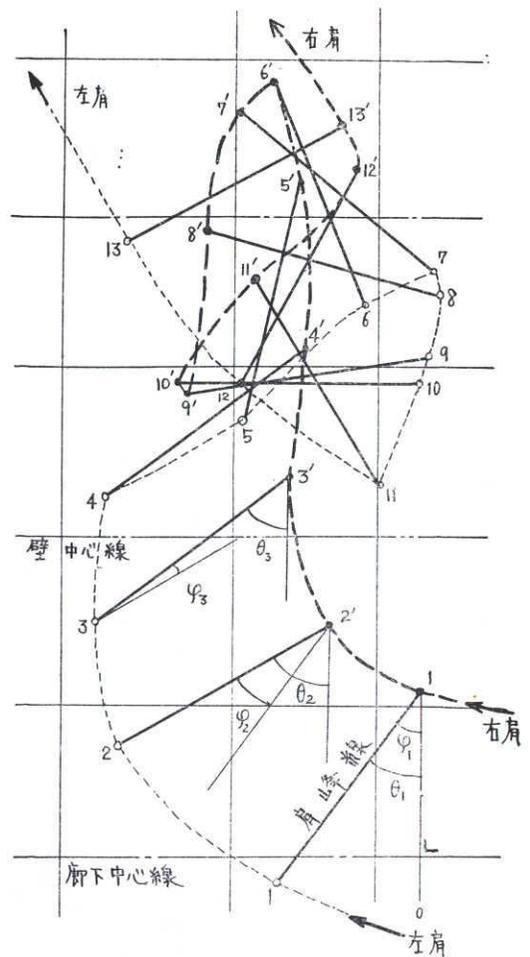


図-3 肩峰線変化曲線の一例

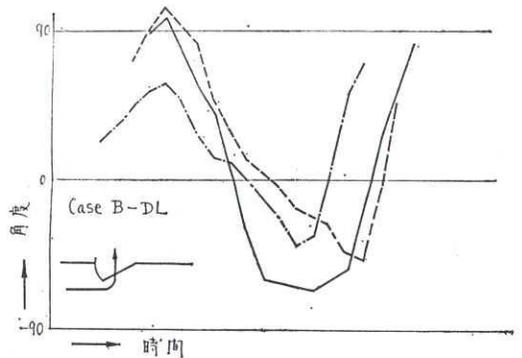


図-4 肩峰線回転角度-時間曲線の一例 ($\theta-t$ 曲線)

分析に先立って、先づ肩峰線回転角度-時間曲線 ($\theta-t$ 曲線) を求めた。その結果、前記case B (入室後ドアを閉じる場合) について、夫々内開きと、外開きの別、取手位置の遠近によって、ドアに関する人体動作に概ね四つの基本的な型が存在することを確かめ以下の検討の指針とした。図-4はその一例であって、横軸に時

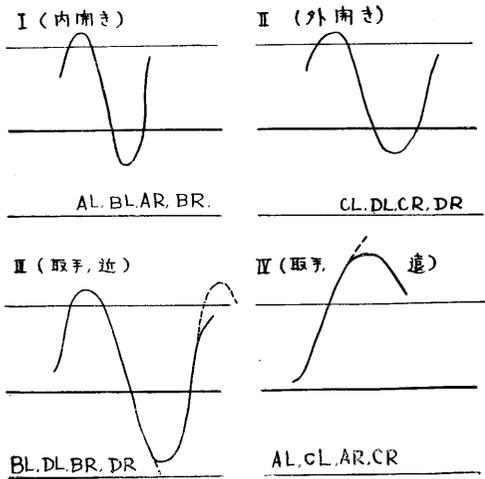


図-5 $\theta-t$ 曲線に見られる基本型

間 t を採り縦軸に夫々の時刻に於ける肩峰線回転角度 θ をドアへの進入方向と同一の回転をなす場合を+, 反対の時を-として表わしてある。

いま, 図-5, I, II に示す如く, 内開きドアの場合 I (AL, BL, AR, BR) と外開きドアの時 II (CL, DL, CR, DR) とを比較すると, 外開きに比べ

て内開きの方が $\theta-t$ 曲線の変化が鋭角的となり, 人体の回転速度が大きいことを表わしている。また, 取手が手前にある時と遠くにある場合とを比較すると同図, III, IV の如くなり, 取手が手前にある場合の曲線が一般に二個 (場合によっては一または三個) の極点 (回転方向がここで反転することを表わす) を有するのに対して, 遠方にある時の極点数は 0 または一個である。

その他, 同一進入方向, 同一取手位置の場合で, AL-CL, BL-DL, AR-CR 及び BR-DR の各々内開き並に外開きの 2 つのドアに関する $\theta-t$ 曲線は非常によく似た傾向を示すこと, 及びドアに向って取手が右側にある時 (AL, CL, BR, DR) には肩峰線が一回転する場合が起り易いことなどを確かめた。

続いて, 肩峰線回転角度総量 M による検討結果を述べる。

Case A. 開け放しの場合 :

6 人の被験者による実測結果を掲げると表-1 の通りであって, これより内開きと外開きの別, ドアが右側にある場合と左側にある時及び取手位置の遠近などの相異による対比を求めると表-2 の如くなる。茲に, 例えば内開きと外開きの対比 = 5 : 1 とあるのは, 6 人の被験

表 - 1 実測結果 (Case A)

ド ア	開き方 ドア位置 取手位置 名称	内 開 き				外 開 き			
		右		左		右		左	
		遠	近	遠	近	遠	近	遠	近
		AR	BR	AL	BL	CR	DR	CL	DL
被 験 者	A	226.0	246.5	125.5	144.0	204.5	145.0	187.0	289.0
	B	146.5	124.0	138.5	208.5	194.5	209.0	261.5	179.5
	C	189.0	157.5	134.5	161.0	204.5	231.0	233.0	181.0
	D	101.0	123.0	135.0	144.0	178.0	190.0	159.0	205.0
	E	158.0	212.0	175.5	195.5	192.0	220.0	247.5	219.5
	F	230.0	203.5	183.0	265.0	224.5	263.0	190.0	147.0

表 - 2 実測結果の対比 (Case A)

被 験 者	種別名称	内開き戸と外開き戸の対比		右側戸と左側戸の対比		取手位置の遠近による対比	
		内開き	外開き	右	左	遠	近
		AR+AL +BR+BL	CR+CL +DR+DL	AR+BR +CR+DR	AL+BL +CL+DL	AR+AL +CR+CL	BR+BL +DR+DL
A		742.0	< 825.0	822.0	> 745.5	743.0	< 824.5
B		617.0	< 844.5	674.0	< 788.0	741.0	> 721.0
C		642.0	< 849.5	782.0	> 709.5	761.0	> 730.5
D		503.0	< 732.0	592.0	< 643.0	573.0	< 662.0
E		741.0	< 879.0	782.0	< 838.0	773.0	< 847.0
F		881.5	> 824.0	921.0	> 785.0	827.5	< 878.5
対 比		5	: 1	3	: 3	4	: 2

表-3 相互対比(Case A)

種 別	対 比
○AL:BR	4 : 2
AL:AR	4 : 2
AL:BL	6 : 0
AL:CR	6 : 0
AL:DL	5 : 1
AL:DR	6 : 0
AL:CL	6 : 0
○BR:AR	3 : 3
BR:BL	4 : 2
BR:CR	4 : 2
BR:DL	5 : 1
BR:DR	5 : 1
BR:CL	4 : 2
○AR:BL	4 : 2
AR:CR	4 : 2
AR:DL	4 : 2
AR:DR	5 : 1
AR:CL	4 : 2
○BL:CR	3 : 3
BL:DL	4 : 2
BL:DR	5 : 1
BL:CL	5 : 1
○CR:DL	3 : 3
CR:DR	5 : 1
CR:CL	3 : 3
○DL:DR	4 : 2
DL:CL	4 : 2
○DR:CL	4 : 2

表-4 全体対比による順位 (Case A)

	AL	BR	AR	BL	CR	DL	DR	CL	P	Q	順位	備 考
AL	—	④	④	⑥	⑥	⑤	⑥	⑥	7	37	1	P:○印=1 △印=0.5 とした合計値 Q: 数値の 合計値
BR	2	—	△	④	④	⑤	⑤	④	5.5	27	2	
AR	2	△	—	④	④	④	⑤	④	5.5	26	3	
BL	0	2	2	—	△	④	⑤	⑤	3.5	21	4	
CR	0	2	2	△	—	△	⑤	△	2.5	18	5	
DL	1	1	2	2	△	—	④	④	2.5	17	6	
DR	0	1	1	1	1	2	—	④	1	10	7	
CL	0	2	2	1	△	2	2	—	0.5	12	8	

表-5 被験者別の順位 (Case A)

順 位	1	2	3	4	5	6	7	8	
被 験 者	A	AL	BL	DR	CL	CR	AR	BR	DL
	B	BR	AL	AR	DL	CR	BL	DR	CL
	C	AL	BR	BL	DL	AR	CR	DR	CL
	D	AR	BR	AL	BL	CL	CR	DR	DL
	E	AR	AL	CR	BL	BR	DL	DR	CL
	F	DL	AL	CL	BR	CR	AR	DR	BL

表-6 表-5による順位 (Case A)

順位	1		2		3		4		5		6		7		8		順位
名称	AL	BR	AR	BL	CR	DL	DR	CL	AL	BR	AR	BL	CR	DL	DR	CL	順位
AL	2	3															1
BR	1		3														2
AR	2		2		3												3
BL			1		2		4										4
CR					1		1		4								5
DL	1		1		1		3		3		4						6
DR					1		1		1		1		6				7
CL							2		3		3		3		6		8

表-7 総合順位 (Case A)

順位	1	2	3	4	5	6	7	8
名 称	AL	BR	AR	BL	CR	DL	DR	CL

者の内5人まで内開きの時のMが外開きの場合のMより小さかったことを示す。

同表より、肩峰線回転角度の変化が少ないのは

内開き及び取手の遠い場合で表測の範囲では右側、

左側の大小は明かでない。

次いで、8種類のドアの夫々二つ二つづつの対比28組全体について相互対比を求めると表-3の如くなり、これより更に全体対比を行って、変化量の少ないものから順位をつけると表-4のようになる。尚、DR、CLの順位

表 - 8 実測結果 (Case B)

ド ア	開き方 ドア位置 取手位置 名称	内 開 き				外 開 き			
		右		左		右		左	
		遠	近	遠	近	遠	近	遠	近
		AR	BR	AL	BL	CR	DR	CL	DL
被 験 者	A'	359.5	303.5	273.5	233.5	351.5	401.0	286.0	305.0
	B'	398.5	414.5	490.5	443.5	376.0	387.5	423.5	324.0
	C'	413.5	409.5	459.0	460.0	441.5	482.0	450.0	402.5
	D'	316.0	314.0	330.0	381.0	333.0	316.0	395.5	370.5
	E'	295.0	252.5	326.0	301.5	251.0	292.5	322.5	299.5
	F'	434.0	416.0	458.5	476.5	450.0	523.5	450.0	416.5

表 - 9 実測結果の対比 (Case B)

被 験 者	種 別 名 称	内開き戸と外開き戸の対比		右側戸と左側戸の対比		取手位置の遠近による対比	
		内 開 き	外 開 き	右	左	遠	近
		AR+AL +BR+BL	CR+CL +DR+DL	AR+BR +CR+DR	AL+BL +CL+DL	AR+AL +CR+CL	BR+BL +DR+DL
A'		1170.0	< 1344.0	1416.0	> 1098.0	1270.5	> 1243.5
B'		1753.5	> 1510.5	1577.5	< 1687.0	1694.0	> 1570.5
C'		1742.0	< 1777.5	1746.5	< 1773.0	1765.5	> 1754.0
D'		1341.0	< 1415.0	1276.0	< 1477.0	1374.5	< 1381.5
E'		1175.0	> 1165.5	1091.0	< 1249.5	1194.5	> 1146.0
F'		1785.0	< 1840.0	1823.5	> 1801.5	1792.5	< 1832.5
対 比		4	: 2	4	: 2	2	: 4

表-10 相互対比 (Case B)

種 別	対 比
○BR:DL	4 : 2
BR:AR	5 : 1
BR:CR	4 : 2
BR:CL	5 : 1
BR:AL	5 : 1
BR:BL	5 : 1
BR:DR	5 : 1
○DL:AR	4 : 2
DL:CR	4 : 2
DL:CL	5 : 1
DL:AL	4 : 2
DL:BL	4 : 2
DL:DR	4 : 2
○AR:CR	3 : 3
AR:CL	5 : 1
AR:AL	5 : 1
AR:BL	5 : 1
AR:DR	4 : 2
○CR:CL	4 : 2
CR:AL	4 : 2
CR:BL	5 : 1
CR:DR	5 : 1
○CL:AL	4 : 2
CL:BL	3 : 3
CL:DR	3 : 3
○AL:BL	3 : 3
AL:DR	3 : 3
○BL:DR	3 : 3

表-11 全体対比による順位 (Case B)

	BR	DL	AR	CR	CL	AL	BL	DR	P	Q	順位	備 考
BR	—	④	⑤	④	⑤	⑤	⑤	⑤	7	33	1	P:○印=1 △印=0.5 とした合計値 Q: 数値の 合計値
DL	2	—	④	④	⑤	④	④	④	6	28	2	
AR	1	2	—	△	⑤	⑤	⑤	④	4.5	25	3	
CR	2	2	△	—	④	④	⑤	⑤	4.5	25	3	
CL	1	1	1	2	—	④	△	△	2	15	5	
AL	1	2	1	2	2	—	△	△	1	14	8	
BL	1	2	1	1	△	△	—	△	1.5	14	7	
DR	1	2	1	1	△	△	△	—	1.5	15	6	

表-12 被験者別の順位 (Case B)

順 位	1	2	3	4	5	6	7	8	
被 験 者	A'	BL	AL	CL	BR	DL	CR	AR	DR
	B'	DL	CR	DR	AR	BR	CL	BL	AL
	C'	DL	BR	AR	CR	CL	AL	BL	DR
	D'	BR	AR	DR	AL	CR	DL	BL	CL
	E'	CR	BR	DR	AR	BL	DL	CL	AL
	F'	BR	DL	AR	CL	CR	AL	BL	DR

表—13 表—12による順位 (Case B)

順位 名称	1	2	3	4	5	6	7	8	順位
BR	2	2							1
DL	2	1	3						2
AR		1	3	2					3
CR	1	2	2	3	2				4
CL			1	2	3	1			5
AL		1	1	2		4			6
BL	1	1	1		2	2	6		7
DR			3	3	3	3	3	6	8

表—14 総合順位 (Case B)

順位	1	2	3	4	5	6	7	8
名称	BR	DL	AR	CR	CL	AL BL DR		

については表—3の結果から判定した。

一方、表—1、より各被験者ごとにM値の小さい順にならべると表—5、を得る。

次いで、表—5より下記の方法で表—6を作成する。即ち、表—5の1位の列に含まれている数を表—6の1位の列の左側に記入する。この場合ALとARが同数になるので、表—5の2位の列でこれを比較すると表—6の1位右列側の数値が得られ、ALが1位となる。更に、表—5の2位の列の数値を表—6の2位列左側に記入、これよりBRを2位とする。以下同様にして順位を決める。以上、表—4並に表—6の結果より「開け放しの場合」の肩峰線回転角度総量Mの少ない順位は表—7の如くなる。

Case B, 入室後閉じる場合：

入室後閉じる場合についても、開け放しの時と同様に6人の被験者による実測結果表—8から、内開きと外開きの別、右側と左側及び取手位置の遠近などの相異による対比を求めると表—9の如くなる。同表よりMの少ないのは

内開き及び右側にある場合で、取手位置については手前にある方が変化量が少く開け放しの時と反対の結果を示している。

表—10～表—13には前と同様の方法で求めた相互対比並に全体対比の結果を掲げた。以上の結果より、「入室後閉じる場合」の肩峰線回転角度総量Mの少ない順位は

表—14の如くなる。

以上、二つの場合を比較すると一見著しく異なった傾向を示しているようであるが、全般的には前述 $\theta - t$ 曲線による概括的検討の結果を裏付ける方向がわかる。

4 結 言

本報では、一枚ドアに就て実験検討したところを述べたが、引続き二個所のドアの組合せに関しても近く御報告出来る予定である。

摘筆に当り、被験者として実験に協力された諸氏に深謝の意を表する。

文 献

- 1), 青木志郎：住宅に於ける行為と空間規模に関する研究(1)(歩行について), 日本建築学会研究報告
- 2), 清家清, 高浜和秀：住空間に於ける動作の実験(スレ違いについて), 同論文報告集, 第57号(昭32, 7)
- 3), 清家清, 谷口汎邦：階段の昇降動作に関する研究同論文報告集, 第60号(昭33, 10)
- 4), 清家清, 谷口汎邦：和風便所に於ける動作の実験, 同論文報告集, 第63号(昭34, 10)
- 5), 池辺陽：人体動作の Modular Points. 同論文報告集, 第66号(昭35, 10)
- 6), 清家清：ひと風呂浴びてといいたいが, 科学朝日(昭36, 6)