

人が集団で建物に加える力を把握するための実験研究

正会員 ○ 関谷 知之¹

同 岩井 今朝典²

同 直井 英雄³

<研究目的>

壁や手摺などの各部構造の設計に用いることを目的として、建物に加えられる人の力を測定した研究は、既に何編か発表されている¹⁾²⁾³⁾。しかし、これらの研究には、人の力のばらつきの把握や集団になったときの力の把握に関し、とくに精度の面で不十分な点があったと考える。このため、昨年は人の力のばらつきの精度をとらえる実験を行い、その結果を報告した⁴⁾。今回は、人が集団になったときの加力をとらえる実験を行い、昨年の結果と組み合わせて、荷重値の提案を行う。

<実験概要>

1.実験装置

測定には昨年同様、加力部には平板を用い、床は合板敷きとした。加えられた力はロードセルによって感知し、動歪測定器を通して、データアナライザーにより記録した。

2.実験項目

両手で押すという加力項目に限定し、1人から4人の合力を測定した(図1参照)。人が縦に並ぶ加力においては各一種の組み合わせについて、また、横に並ぶ加力においては考え得るすべての組み合わせについて測定した。試行回数はいずれも20回とした。

3.被験者

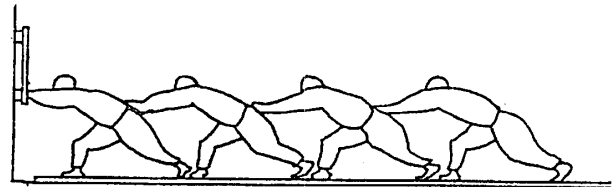
被験者は、青年男子4人を対象とした。被験者の平均身長は173cm標準偏差6cm、平均体重66kg標準偏差4kgであり、これは青年男子の代表として特に偏ったものではないと判断できる。

4.実験方法

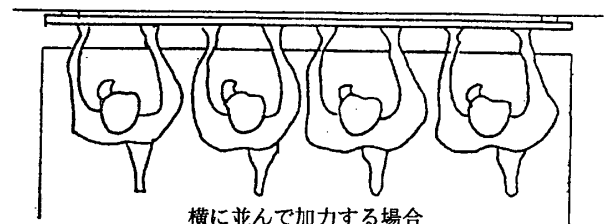
過去のデータと同一の条件で照合できるようにするため、被験者を加力板の前に立たせ、手を接した状態から加力させ、その際の瞬間最大力を測定した。手と足の状態は、素手、素足とした。測定間隔は、通常、筋肉の疲労が回復するといわれている2分間に設定した。

<実験結果>

図2は、平均値と測定値の幅を示した測定結果の一覧である。縦に並んで加力した結果を見ると、加力人数が増えても、測定値のばらつきは小さくなっていき、生じる荷重は1人で加力した場合の1割から2割増しに留まることがわかる。これは人間1人当たりの負担する力が減少しているとも考えられるが、前に立つ人への手加減が働き、力が分散してしまうためと思われる。一方、横に並んで加力した場合は、人数が増えるに従い荷重値は増加し、かつ、ばらつきも増加する



縦に並んで加力する場合



横に並んで加力する場合

図1.加力方法

加力項目	被験者	測定値(kgf)			
		100	200	300	
縦に並んで加力	1人	A	—		
		B	—		
		C	—		
		D	—		
	2人	A+B	—		
		3人	A+B+C	—	
	4人		A+B+C+D	—	
		横に並んで加力	1人	A	—
	B			—	
	C			—	
	D			—	
	2人		A+B	—	
A+C			—		
A+D			—		
B+C			—		
3人	B+D		—		
	C+D		—		
	A+B+C		—		
	A+B+D		—		
4人	A+C+D	—			
	B+C+D	—			
凡例	A+B+C+D	—			

図2.測定結果

Experimental study to grasp force applied to buildings by group of men.

が、1人当たりの負担力は減少していくことがわかる。なお、この種の実験において、さらに高い精度の値を求めることももちろん不可能ではないが、加力の性格を考えると、それほど意味のあることではないと考えた。

<実験結果を用いた集団の力の算定方法>

表1、2は以上のデータと本研究の過去のデータを組み合わせ、集団の算定に使えるようにまとめたものである。このとき、平均値に対する最大値の設定方法としては、両方の表におけるばらつきの合成が、結果として「平均+標準偏差×3」となるよう、それぞれの最大値を「平均+標準偏差×1.79」に設定することとし、かつ実用上の便宜を考えて丸めた数値で表現した。なお、設定した荷重値は昨年測定した平均値および、ばらつきともほぼ整合している。

以上の数値をもとに、今回の実験では測定する事の出来なかった図3の様な加力項目について検討を加えた。荷重値の算定方法であるが、a.の様な加力方法は全てb.に示す様に簡略化できると考えた。これを見ると、縦3人、縦3人、縦2人、1人の4つのブロックによる加力とみなす事が出来る。ここで各ブロックについて表1により縦に加力したときの荷重値をそれぞれ拾いだす。その総和に、表2に示す係数値を乗じたものが、算定される荷重値である。なお、図3-a.と同じ状態での加力を測定している文献2の値（最大値355.0kgf、平均値334.6kgf）と照らし合わせてみると、平均値については、そうかけ離れた値となっておらず、この検討方法が妥当なものであると考えられる。最大値については、本計算値の方がかなり大きくなっているが、これは上記の考え方からいって当然の結果と考えられる。

以上の方法に基づき、無理のない加力方法に限って、様々な加力方法、加力人数について算定を行った。図4はその一例で、7人で加力した場合についての荷重値をそれぞれ示したものである。

<まとめと今後の課題>

以上により、複数の人間が同時に加力した場合に生じる荷重値の算定方法が得られたが、いうまでもなく、これは人間の平常状態を主として考慮した場合についてのみ適用できるものである。しかし、非常時には、予想出来ない程の力が生じる場合も考えられるので、今後、さらに検討が必要であると思われる。

なお、この研究に際しては、平成4年度東京理科大学大卒研究生平松弘義君ならびに修論生田中研さんの協力を得た。ここに謝意を表す。

注1) 松下清夫他；建築安全計画（鹿島出版会）
 2) 宇野英隆、直井英雄他；人間が建物におよぼす諸力に関する実験研究一手すりの場合一（日本建築学会大会学術講演梗概集、1977年）
 3) 遠藤佳宏、直井英雄、宇野英隆；建物に作用するヒトの力に関する研究その1（日本建築学会論文報告集 第298号、昭和55年12月）
 4) 建物に作用する人の力のばらつきを把握するための実験（日本建築学会大会学術講演梗概集、1992年）

表1.縦に並んで加力する場合の荷重値(kgf)

加力人数	最大値	平均値
1人	130	100
2人	136	105
3人以上	143	110

表2.横に並んで加力する場合の荷重の係数値

加力ブロック	最大	平均
2	0.90	0.85
3以上	0.85	0.80

*1ブロックで加力する場合を1.0とする。

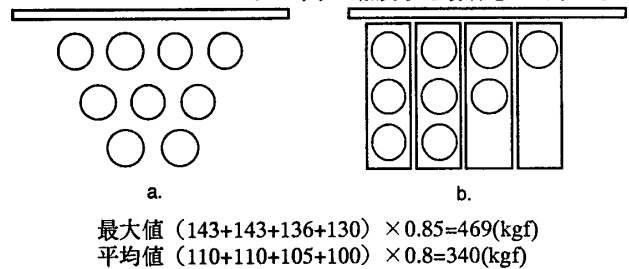


図3.荷重値の算定方法

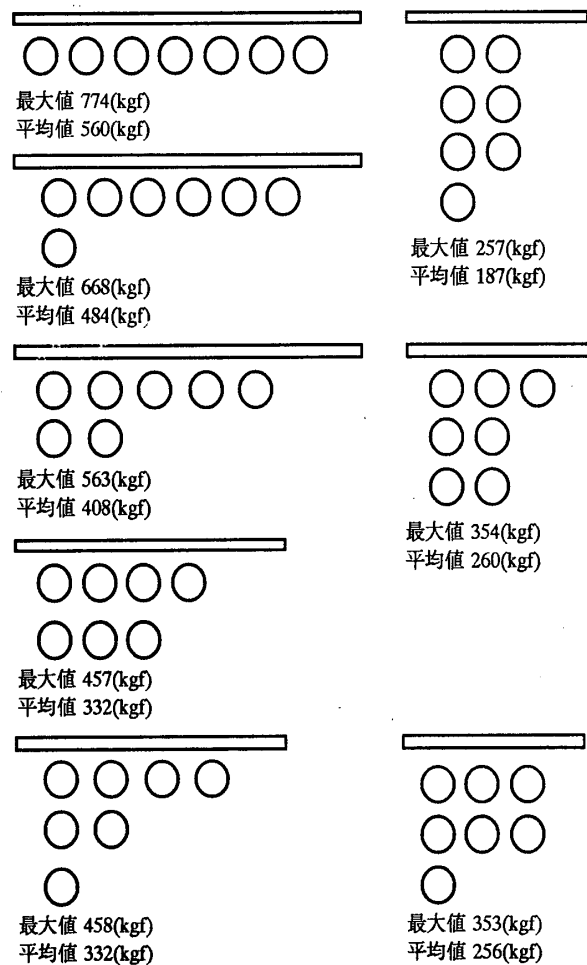


図4.荷重値の算定例（7人で加力した場合）

*1東京理科大学 大学院生 *2東京理科大学 助手 *3東京理科大学 教授 工博