

## 建物に作用するヒトの力に関する研究 その 1\*

正会員 遠 藤 佳 宏\*  
正会員 直 井 英 雄\*\*  
正会員 宇 野 英 隆\*\*\*

## はじめに

最近の建物は、新しい建築材料の出現や生産方式の変化により、従来とはかなり異なった空間となっている。習慣的な居住方式が適用できなくなったこの様な空間に居住するヒトにとっては、日常生活において事故をこうむる機会が激増<sup>1)</sup>し、一方これを建物側から見れば、使用経験の浅い材料が、ヒトにより破壊されることも多くおきている。ヒトの安全と建物の維持とを考えるためには、この様なヒトと建物との間におこる現象を量的に把握することが必要となる。

本研究は、この立場に立って、建物とヒトとの間に生ずる力に着目し、これを量的に測定し、もって構法設計の際の荷重を提案するものである。今回は、まずその第一歩として建物とヒトとの力の関係を洗い出し、その中のいくつかを測定し、荷重値の提案を行なった。

建物とヒトとの間に生ずる力には、作用時間の違いによって、次ぎの4つが考えられる<sup>2),3)</sup>。

- (1) かなり固いものが、高速で衝突する場合などに生ずる衝撃力
- (2) ヒトが、ある速度をもって壁にぶつかる時などの衝撃的な力
- (3) ヒトが建物に体を接した状態で出す瞬間最大力
- (4) ヒトが建物に体を接した状態で出す持続力

今回は、このうち(3)に限定して測定を行なった。なお、加力方向についても主として、面状部位・線状部位に対して垂直にかかる力のみ限定し、平行にかかる力や回転力などについては、今後の課題とした。

## 1. ヒトと建物との接触型の洗い出し

## 1-1 洗い出しに際しての考え方

ヒトと建物との間に直接の力の授受が生ずるためには、ヒトと建物とが直接接触していることが前提となる。ここで言う接触型とは、力の授受の前提となる様々な接触状態を、主としてその形態に着目してとらえたものである。

接触型をもれなく拾いあげるためには、言うまでもなく、できる限り恣意的な要素を排除した方法をとることが望ましい。その様な方法は、いくつか考えられようが、ここでは、建物側の要素とヒト側の要素を2つの軸として仮定し、この2軸によってつくられるマトリックス上で考えられる型を洗い出す方法をとった。

## (1) 建物側の軸の設定

建物を構成する要素を抽象化して点、線、面としてとらえ、その数や垂直・水平などを考慮した組み合わせを軸とするのがふさわしいと判断した。この方針によれば、材料の物性の問題、細かい形状や寸法の問題、建物内の位置や用途の問題など、力学的接触に影響を与える可能性のある種々の条件を一旦無視することになるが、これについては、拾いあげられた個々の接触型のより深い研究の際の問題として処理すればよいと考えた。また、点、線、面を組み合わせる際、順列組み合わせですべてを拾いあげていくと膨大な数になるが、通常の居住環境では現れない極端な例や他の組み合わせに含められる例などを常識的な判断で除き、できるだけ単純化してとらえれば、それほど数が多くなることはないと考えた。ここでは、結果として表1の横軸(上欄)に示す9つの場合を設定した。

## (2) ヒト側の軸の設定

人体が建物と接触して力の関係を生ずるわけであるから、建物と接触する可能性のある主な人体の部位(接触部位という)に着目し、2つ以上の接触部位で接触する場合も多いので、その組み合わせを軸とするのが適当と考えた。これも力学的接触に影響を及ぼす他の要因、例えば年齢、性別、個体差、人数などを無視することになるが、やはりそれらは、個別の具体例について処理すればよいものと判断した。この接触部位の組み合わせについても、通常考えられない様な極端な組み合わせを除けば、それほど多い数にはならないと考えた。ここでは、人体の接触部位として表1の右下に示す7つをとり、その組み合わせとしては、表1の縦軸(左欄)に示す21の場合をとった。

## (3) 洗い出しのルール

接触型を洗い出すにあたって、いくつかのルールを

\* 本論の概要は昭和52・53年度大会で発表

\* 千葉工業大学 助手

\*\* 東京理科大学 助教授・工博

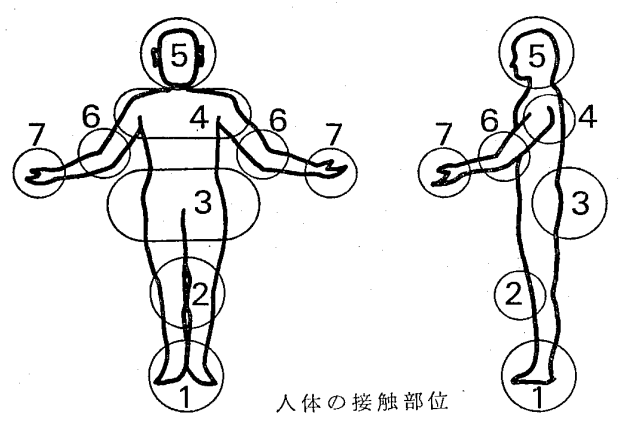
\*\*\* 千葉工業大学 教授・工博

(昭和55年3月17日日本稿受理・討論期限昭和56年3月末日)

表-1 接触型一覧表

| 建物形<br>人体の接触 | 建物形                      |                          |                          |                     |                     |                      |   |   |            | 建物形<br>人体の接触 | 建物形 |   |        |     |                              |   |   |   |   |                      |     |  |  |     |     |
|--------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------|---------------------|----------------------|---|---|------------|--------------|-----|---|--------|-----|------------------------------|---|---|---|---|----------------------|-----|--|--|-----|-----|
|              | A                        | B                        | C                        | D                   | E                   | F                    | G | H | I          |              | A   | B | C      | D   | E                            | F | G | H | I |                      |     |  |  |     |     |
| 1            | ① E<br>② EP<br>③ EP<br>④ | ① E<br>② EP<br>③ EP<br>④ | ① E<br>② EP<br>③ EP<br>④ | ① ET                | ① EP<br>② ET        |                      |   |   |            | 1-2-5<br>①   |     |   |        |     | 1-2-6<br>① ET<br>② E<br>③ ET |   |   |   |   | 1-2-7<br>① EL<br>② E | ① E |  |  |     |     |
| 3            | ① EL                     |                          |                          |                     | ①                   |                      |   |   |            |              |     |   | ① ET   |     | ① ET<br>② E                  |   |   |   |   |                      |     |  |  | ① E |     |
| 5            | ① L                      |                          |                          |                     |                     |                      |   |   |            |              |     |   |        |     |                              |   |   |   |   |                      |     |  |  |     |     |
| 1-2          | ① E<br>② E               | ① E                      |                          |                     | ① E<br>② E          | ① E                  |   |   |            | ① E          |     |   |        | ① E |                              |   |   |   |   |                      |     |  |  |     |     |
| 1-3          | ① E<br>② E               |                          | ① ET<br>② E              | ①<br>② E            | ①<br>② E            | ① ET<br>② E          |   |   | ① ET<br>②  |              |     |   | ①<br>② |     |                              |   |   |   |   |                      |     |  |  |     | ① E |
| 1-4          |                          |                          | ① ET<br>②                | ①<br>②              | ① ET<br>② E         |                      |   |   | ① ET<br>②  |              |     |   | ①      |     |                              |   |   |   |   |                      |     |  |  |     | ① E |
| 1-5          |                          | ① L<br>② L               |                          |                     | ① L<br>② L          |                      |   |   | ① L<br>② L |              |     |   |        |     |                              |   |   |   |   |                      |     |  |  |     |     |
| 1-6          | ① L                      |                          |                          |                     | ① ET<br>② EP        |                      |   |   | ① ELT      |              |     |   |        |     |                              |   |   |   |   |                      |     |  |  |     |     |
| 1-7          | ①                        | ① EP<br>② E<br>③ E       | ① ET<br>② EL<br>③ E      | ① ET<br>② EL<br>③ E | ① ET<br>② EP<br>③ E | ① ET<br>② ELT<br>③ E | ① | ① | ①          |              |     |   |        |     |                              |   |   |   |   |                      |     |  |  |     |     |
| 3-7          | ① EL                     |                          |                          |                     | ①                   |                      |   |   |            |              |     |   |        |     |                              |   |   |   |   |                      |     |  |  |     |     |
| 1-2-4        |                          |                          | ① E                      |                     | ① ET                |                      |   |   |            |              |     |   |        |     |                              |   |   |   |   |                      |     |  |  |     |     |

○ 建築的意味有  
E 実験可能  
T 今回実験  
P 過去に実験有  
L 文献



決めておく必要がある。まず、ヒトの動きをどう考えておくかという問題であるが、接触型としては、その動きのなかで建物に触れた瞬間の形をとらえるのがわかりやすいと考えた。この場合、前後の動きは型としては示さ

れないことになるので、これについても、具体的な研究の段階で補っていく必要がある。また、どの程度普遍性のある接触型を拾いあげるかという問題については、経験的な判断で日常生活のなかでごく普通に現われるも

の以外は切り捨ててよいと考えた。微妙に異なる接触型を拾い始めるときりがないばかりでなく、目的からいっても、基本的なものさえ押さえておけば、バリエーションとして単純な補完でも十分処理できるからである。さらに、片手が両手か、左手か右手かといった接触型の細部をどう考えておくかという問題についても、この段階では一旦無視し、実際の研究の段階で再び問題にするのがよいと考えた。

1-2 接触型の一覧表

この様な考え方で得られた一覧表が表1である。表中の各接触型について研究の便宜上、次の諸項に該当する

と判断したものに、それぞれの印をつけて示した。

- ・建物の設計にとって意味があると考えられるもの(O)
- ・実験によって人間の力を測定することが可能であると考えられるもの(E)
- ・今回の実験で測定したもの(T)
- ・今回の実験で測定されたことのあるもの(P)
- ・文献により把握することができると考えられるもの(L)

1-3 接触型の建築設計上の意味

得られた接触型が、建物内のヒトのどの様な行動を意味し、建物のどの様な部分の設計に関係するかという点

表—2 接触型の建築設計上の意味

| 接 触 型    | 建物内のヒトの行動  | 設計対象部分の例                         | 接 触 型                | 建物内のヒトの行動            | 設計対象部分の例                       |  |                                |                   |
|----------|------------|----------------------------------|----------------------|----------------------|--------------------------------|--|--------------------------------|-------------------|
| A        | -1-1       | 立つ、跳び上がる                         | E                    | -1-1                 | (階段を)のぼる、おりる、(高所から)跳びおりる       | 階段(強度、形状、すべりやすさ、耐摩耗性等)、<br>床(強度、振動性状等) |                                |                   |
|          | -2         | 歩く、すべる、つまづく                      |                      | -1-2-1               | (段差を)ひざをついてのぼる                 | 上り框(強度、形状等)、<br>ガラステーブル(強度等)           |                                |                   |
|          | -3         | 走る、すべる、つまづく                      |                      | -1-3-2               | (段に)腰かけて(立上り部分)をかかとでける         | 段の立上り部分(強度等)                           |                                |                   |
|          | -3-1       | (転んで)腰をうつ                        |                      | -1-6-1               | (カウンター等に)ひじをつく                 | カウンター(強度、表面形状等)、<br>ショーケース(強度等)        |                                |                   |
|          | -5-1       | (墜落して)頭をうつ                       |                      | -1-7-1               | (カウンター等に)手をつく                  | カウンター(強度、表面形状等)、<br>ショーケース(強度等)        |                                |                   |
|          | -1-2-1     | ひざまづく                            |                      | -1-2-6-1             | 正座して(テーブル等に)ひじをつく              | テーブル(強度、表面形状等)、<br>ガラステーブル(強度等)        |                                |                   |
|          | -1-2-2     | 正座する                             |                      | -2                   | (カウンター等に)ひじをついて(立上り部分に)ひざをあてる  | カウンター(形状、強度等)、<br>ショーケース(形状、強度等)       |                                |                   |
|          | -1-3-1     | 足をなげ出して座る                        |                      | -1-2-7-1             | 正座して(テーブル等に)手をつく               | テーブル(強度、表面形状等)、<br>ガラステーブル(強度等)        |                                |                   |
|          | -1-3-2     | あぐらをかいて座る                        |                      | -1-3-6-1             | 足をなげ出して座り(テーブル等に)ひじをつく         | テーブル(強度、表面形状等)、<br>ガラステーブル(強度等)        |                                |                   |
|          | -3-7-1     | (転んで)腰をうち手をつく                    |                      | F                    | -1-1                           | (壁を)足で押す、足でける                          | 壁(強度等)、幅木(強度等)、<br>ガラス開口部(強度等) |                   |
|          | -1-2-7-1   | はう                               |                      |                      | -1-2-1                         | (壁を)ひざで押す、ひざでける                        | 壁(強度等)、<br>ガラス開口部(強度等)         |                   |
|          | -1-3-6-1   | ほおづえをついて寝る                       |                      |                      | -1-3-1                         | (壁を)腰で押す                               | 壁(強度等)、<br>ガラス開口部(強度等)         |                   |
|          | -1-3-7-1   | 足をなげ出し手をついて座る                    |                      |                      | -1-4-1                         | (壁を)肩で押す、(壁に)よりかかる                     | 壁(強度、表面形状等)、<br>ガラス開口部(強度等)    |                   |
|          | -1-3-4-5-1 | 寝る                               |                      |                      | -1-5-1                         | (壁に)頭でぶつかる                             | ガラス開口部(位置、強度等)                 |                   |
|          |            | -1-6-1                           | (壁を)ひじで押す、ひじでうつ      |                      | 壁(強度等)、<br>ガラス開口部(強度等)         |  |                                |                   |
| B        | -1-1       | (ペダル等を)踏む、(釘等を)踏み抜く              | -1-7-1               | (壁を)手で押す、手でたたく、手でさわる | 壁(強度、表面形状等)、<br>ガラス開口部(強度等)    |  |                                |                   |
|          | -1-2-1     | (ペダル等を)ひざで押す                     | -1-2-4-1             | 正座して(壁に)よりかかる        | 壁(強度、表面形状等)、<br>ガラス開口部(強度等)    |  |                                |                   |
|          | -1-5-1     | (突起等に)頭をぶつける、(落下物に)あたる           | -1-2-5-1             | (壁に)ぶつかる             | 壁(固さ、表面形状等)、<br>ガラス開口部(強度等)    |  |                                |                   |
|          | -1-6-1     | (ペダル等を)ひじで押す                     | -1-3-4-1             | 足をなげ出して座り(壁に)よりかかる   | 壁(強度、表面形状等)                    |  |                                |                   |
|          | -1-7-1     | (把手等を)押す、引く、横に引く、押し上げる、押し下げる、まわす | -2                   | (壁に)よりかかる            | 壁(強度、表面形状等)、<br>ガラス開口部(強度等)    |  |                                |                   |
|          | -1-2-7-1   | ひざまづいて(引手等を)横に引く                 | -1-3-4-5-1           | (壁に)よりかかる            | 壁(強度、表面形状等)、<br>ガラス開口部(強度等)    |  |                                |                   |
|          | C          | -1-1                             | (横棒に)足をかける           | G                    | -1-5-1                         | (低い天井等に)頭をぶつける                         | 天井(位置、固さ、強度等)                  |                   |
|          |            | -1-3-1                           | (横棒を)腰で押す、(横棒に)よりかかる |                      | H                              | -1-7-2                                 | (壁に)足をふんばって引く                  | タラップ(強度等)         |
|          |            | -2                               | (横棒に)腰かける            |                      |                                | I                                      | -1-3-1                         | (対面する壁を)足と腰で押し拡げる |
|          |            | -1-4-1                           | (横棒を)肩で押す、(横棒に)よりかかる |                      | -1-6-1                         |  | (対面する壁を)ひじで押し拡げる               | バスタブ(形状、強度等)      |
| -1-5-1   |            | (横棒に)頭をぶつける                      | -1-7-2               |                      | (対面する壁を)手で押し拡げる                |  | バスタブ(形状、強度等)、<br>通路等の壁(位置、強度等) |                   |
| -1-7-1   |            | (横棒を)手で押す、手で引く                   | -3                   |                      | (対面する壁を)手と足で押し拡げる、手と足をつっぱってのぼる |  | 対面する外壁(位置、表面形状等)               |                   |
| -2       |            | (横棒に)つかまって立ち上がる                  | -1-3-4-1             |                      | (対面する壁を)足と肩で押し拡げる              |  | バスタブ(形状、強度等)                   |                   |
| -1-2-4-1 |            | 正座して(横棒に)よりかかる                   |                      |                      |                                |  |                                |                   |
| -1-3-4-1 |            | 足をなげ出して座り(横棒に)よりかかる              |                      |                      |                                |  |                                |                   |
| -1-3-7-1 |            | 足をなげ出して座り(横棒を)つかむ                |                      |                      |                                |  |                                |                   |
| D        | -1-7-1     | (縦格子等を)手で押し拡げる、手で引き寄せる           |                      |                      |                                |  |                                |                   |
|          | -2         | (戸等に)手をはさまれる                     |                      |                      |                                |  |                                |                   |
|          | -3         | (棒に)よじのぼる                        |                      |                      |                                |  |                                |                   |

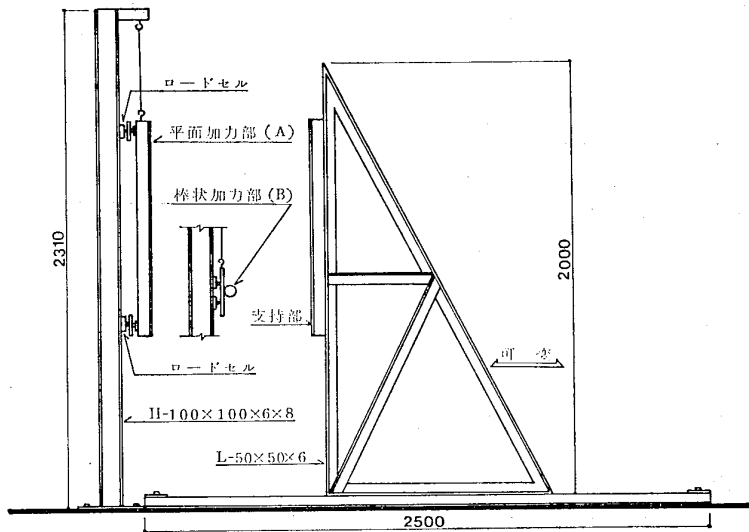


図-1 測定装置

について、各接触型ごとに考察してまとめたものを表2に示す。この表からヒトと建物との間の力に関して建物の設計の条件となるようなごく一般的なもの、かなり網羅されているのではないかと考える。

## 2. 力の測定

### 2-1 測定装置

荷力測定装置は図1である。測定には、2種のアタッチメント、即ち、平板 (A)・棒 (B) を測定対象に応じて使い分けた。図1は平板 (A) をとりつけた荷力測定装置である。床は合板 (ラワン) 敷。力は、いずれの場合もロードセル (新興通信, C 2 M-50 K・C 2 M-100 K・C 2 M-500 K) で感知し、動歪計 (東京測器, DT-64) を通して、ビジグラフ (三栄測器, FR-102・ガルバノメーター G 300 A) により記録した。

### 2-2 被験者

健康な男女学生5名。被験者の同年令における体力的な位置を知るために、身長・体重・握力・背筋力の4種類について測定を行った。表3の様に、全国児童生徒の統計値 (文部省 53 年発表) と比較すると、体力的には標準的な値を示していると考えられる。

表-3 被験者

| 氏名  | 性 | 年令 | 身長<br>cm | 体重<br>kg | 握力 kg |      | 背筋力<br>kg |
|-----|---|----|----------|----------|-------|------|-----------|
|     |   |    |          |          | 右     | 左    |           |
| K.M | 男 | 24 | 178.7    | 67.0     | 66.0  | 61.0 | 185.0     |
| Y.N | 男 | 22 | 167.5    | 52.0     | 64.0  | 55.0 | 168.0     |
| H.M | 男 | 23 | 172.0    | 67.5     | 60.0  | 53.0 | 205.0     |
| Y.M | 男 | 23 | 171.5    | 62.5     | 57.0  | 60.0 | 165.0     |
| Y.K | 男 | 22 | 164.0    | 63.5     | 55.0  | 53.0 | 155.0     |
| M.T | 女 | 19 | 163.1    | 48.5     | 32.0  | 31.5 | 76.0      |
| Y.O | 女 | 19 | 150.3    | 44.0     | 27.5  | 25.0 | 108.0     |
| M.H | 女 | 19 | 159.8    | 49.0     | 37.5  | 32.0 | 62.0      |
| R.N | 女 | 21 | 151.5    | 40.0     | 27.0  | 26.0 | 75.0      |
| K.S | 女 | 23 | 162.1    | 52.0     | 37.0  | 30.0 | 87.0      |
| *   | 男 | 17 | 169.1    | 59.5     | 45.1  |      | 136.5     |
|     | 女 | 17 | 156.6    | 52.2     | 29.1  |      | 84.5      |

※ 文部統計要覧 (昭和53年版) 文部省

### 2-3 測定方法

力の測定方法には、加力部に直接加力する場合と、支持部で体をささえて加力部に力を加える場合との2種類がある。加力点の高さや幅 (加力部と支持部の間隔) によって測定値が異なる項目については、加力点の高さや幅の寸法を適宜変えて測定した。高さや幅の寸法は通常建物内でのヒトの動きを勘案して、そのときの加力状態を再現することができるように定めた。具体的には表4のそれぞれの右端に示すごとく、50~300 mm の間で適当な間隔を選んだ。測定回数は、1人5回。測定は、通常筋肉の疲労が回復すると言われている2分間の休みをとった。服装はトレーニングウェア。手と足の状態は、素手・素足。今回の測定は、すべて初めから加力装置に体を接触させてから力を加える方法を取り衝撃的な加力をさけた。

### 2-4 測定項目

測定項目は表1に示す接触型一覧表の内、記号Tを付した18項目。そのバリエーションを加味すると表4に示す73種類となる。

### 2-5 測定結果

測定結果は表4に示す。表中接触型とは表1のマトリックスの位置を記号化したものである。各項目の横軸の太線が被験者5名のそれぞれの測定値の最高値の範囲、■印がその単純平均値 ( $\bar{M}$ ) 及び、▽印が平均値に標準偏差 ( $\sigma$ ) の3倍値を加えた値 ( $\bar{M}+3\sigma$ ) を示す。●印は男、○印は女の測定値。

### 2-5 考察と提案

表5は、 $\bar{M}+3\sigma$  を  $\bar{M}$  で割った値である。男子の場合むりな姿勢での測定項目及び、棒を足で押す項目をのぞけば、この測定では  $\bar{M}+3\sigma$  値は  $\bar{M}$  の2.0倍をこえなかった。

表6は、建築部位に対する設計荷重の提案値である。建物とヒトの接触型を建築部位別に分類し、そのおのこのグループで最大の  $\bar{M}+3\sigma$  値を求め1人当りの設計荷重とした。なお、設計に際しては、部位1m当りの荷重として示されている方が使いやすいことが多い。そこでそれぞれの部位1m当りには、ヒトの肩幅を410 mm<sup>4)</sup> として2.4人が並ぶものとし、これにその接触型のグループのうちの最大の  $\bar{M}$  を乗じて設計荷重とした。 $\bar{M}$  を用いた理由は、集団力の場合には加力点が多く分散し、また、個人の力も平均化することが予想されるためである。これ以外にヒトが重さなって加力する場合もあるが、人数が増せば、荷重も比例して増すという単純なものではない<sup>5)</sup> ので今回への適応はみあわせた。

以上力の大きな方のみを考え、男子の場合を検討したが設計には建物とヒトの間に生ずる力で最小値を知る必要があるものも多い。例えば、中高層アパートのベラン

表4 測定結果

| 接触型                   |         | 測定値               |          | 接触型                  |                     | 測定値                   |                   |                       |                       |                      |     |
|-----------------------|---------|-------------------|----------|----------------------|---------------------|-----------------------|-------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|-----|
| C-1-1<br>(棒を足で押す)     |         |                   | 300      | D-1-7-1<br>(棒の押し)    |                     |                       | 900               |                       |                       |                      |     |
|                       |         |                   | 600      |                      |                     |                       | 1050              |                       |                       |                      |     |
| C-1-3-1<br>(棒を腰で押す)   |         |                   | 900      | D-1-7-1<br>(棒の押し)    |                     |                       | 900               |                       |                       |                      |     |
|                       |         |                   | 1100     |                      |                     |                       | 1050              |                       |                       |                      |     |
| C-1-4-1<br>(棒を肩で押す)   | 片肩<br>  |                   | 1100     | D-1-7-1<br>(棒の押し)    |                     |                       | 900               |                       |                       |                      |     |
|                       |         |                   | 1200     |                      |                     |                       | 1050              |                       |                       |                      |     |
|                       | 両肩<br>  |                   | 1100     |                      |                     |                       | 1200              |                       |                       |                      |     |
|                       |         |                   | 1200     |                      |                     |                       | 1350              |                       |                       |                      |     |
| C-1-7-1               | 引く<br>  |                   | 900      | E-1-6-1<br>(ひじをつく)   |                     |                       | 700               |                       |                       |                      |     |
|                       |         |                   | 1000     |                      |                     |                       | 800               |                       |                       |                      |     |
|                       |         |                   | 1100     |                      |                     | E-1-7-1<br>(両手をつく)    |                   |                       | 300                   |                      |     |
|                       |         |                   | 1200     |                      |                     |                       |                   |                       | 400                   |                      |     |
|                       |         |                   | 900      |                      |                     |                       |                   |                       | 700                   |                      |     |
|                       |         |                   | 1000     |                      |                     |                       |                   |                       | 800                   |                      |     |
|                       | 押す<br>  |                   | 900      | E-1-2-6-1<br>(ひじをつく) |                     |                       | 300               |                       |                       |                      |     |
|                       |         |                   | 1100     |                      |                     |                       | 400               |                       |                       |                      |     |
|                       |         |                   | 1200     |                      |                     | F-1-1<br>(壁を足で押す)     | 前<br>             |                       | 900                   |                      |     |
|                       |         |                   | 1300     |                      |                     |                       |                   | 後<br>                 | 900                   |                      |     |
|                       |         |                   | 1400     |                      |                     |                       |                   | F-1-3-1<br>(腰を押す)     |                       |                      | 900 |
|                       |         |                   | 1500     |                      |                     |                       |                   |                       |                       |                      | 900 |
|                       | C-1-7-1 | 下げ<br>            |          | 900                  | F-1-4-1<br>(壁を肩で押す) | 片肩<br>                |                   | 900                   |                       |                      |     |
|                       |         |                   |          | 1000                 |                     |                       | 両肩<br>            |                       | 900                   |                      |     |
|                       |         |                   |          | 1100                 |                     |                       |                   |                       |                       | 900                  |     |
|                       |         |                   |          | 1200                 |                     |                       | F-1-7-1<br>(壁を押す) |                       |                       | 900                  |     |
|                       |         |                   |          | 1300                 |                     |                       |                   |                       |                       | 900                  |     |
|                       |         |                   |          | 1400                 |                     |                       |                   |                       | F-1-2-4-1<br>(壁を肩で押す) |                      |     |
|                       |         |                   | 1500     |                      | 900                 |                       |                   |                       |                       |                      |     |
|                       |         | C-1-7-1           | 棒の上下<br> |                      | 900                 | F-1-2-4-1<br>(壁を肩で押す) |                   |                       | 900                   |                      |     |
|                       |         |                   |          |                      | 1000                |                       |                   | F-1-2-4-1<br>(壁を肩で押す) |                       |                      | 900 |
|                       |         |                   |          |                      | 1100                |                       |                   |                       |                       |                      | 900 |
|                       |         |                   |          |                      | 1200                |                       |                   |                       |                       |                      | 900 |
|                       |         |                   |          |                      | 1300                |                       |                   |                       |                       | I-1-6-1<br>(壁をひじで押す) |     |
|                       | 1400    |                   |          |                      | 600                 |                       |                   |                       |                       |                      |     |
| C-1-7-1               | 上げ<br>  |                   | 1500     | I-1-6-1<br>(壁をひじで押す) |                     |                       | 750               |                       |                       |                      |     |
|                       |         |                   | 1600     |                      |                     | I-1-7-2<br>(壁を押す)     |                   |                       | 750                   |                      |     |
|                       |         |                   | 1700     |                      |                     |                       |                   |                       | 900                   |                      |     |
|                       |         |                   | 1800     |                      |                     |                       |                   |                       | 1050                  |                      |     |
|                       |         |                   | 1600     |                      |                     |                       |                   |                       | 1200                  |                      |     |
|                       |         |                   | 1700     |                      |                     |                       | 1350              |                       |                       |                      |     |
| C-1-3-4-1<br>(棒を肩で押す) |         |                   | 500      |                      |                     |                       | 650               |                       |                       |                      |     |
| I-1-3-1<br>(壁を肩で押す)   |         |                   |          |                      |                     |                       | 750               |                       |                       |                      |     |
|                       |         |                   |          |                      |                     |                       | 850               |                       |                       |                      |     |
|                       |         |                   |          |                      |                     |                       | 900               |                       |                       |                      |     |
|                       |         |                   |          |                      |                     |                       | 900               |                       |                       |                      |     |
| 凡例                    |         | 測定装置の高さ・幅の寸法 (mm) |          |                      |                     |                       |                   |                       |                       |                      |     |
|                       |         | 測定値 (kg)          |          |                      |                     |                       |                   |                       |                       |                      |     |

表-5 平均値に対するσ値の割合

| 接触型       | 高さ   | 幅   | 男   | 女       | 接触型       | 高さ  | 幅    | 男    | 女    | 接触型     | 高さ   | 幅    | 男   | 女   |  |
|-----------|------|-----|-----|---------|-----------|-----|------|------|------|---------|------|------|-----|-----|--|
| C-1-1     | 300  | -   | 1.7 |         | E-1-2-6-1 | 300 | 1.6  | 1.8  |      | C-1-7-1 | 引く   |      |     |     |  |
|           | 600  | 1.6 | 1.6 |         |           | 400 | 1.7  | 1.6  |      |         | 900  | 1.3  | 1.7 |     |  |
|           | 900  | 1.4 | 1.5 |         |           |     |      |      |      |         | 1000 | 1.7  | 1.5 |     |  |
| C-1-3-1   | 900  | 2.0 | 1.7 |         | F-1-1     | 前後  | 2.0  | 1.9  |      |         | 1100 | 1.8  | 1.4 |     |  |
|           |      |     |     |         |           |     |      | 1.6  | 2.2  |         |      | 1200 | 1.2 | 1.7 |  |
| C-1-4-1   | 片肩   |     |     |         | F-1-3-1   |     | 1.5  | 1.8  |      |         | 押す   |      |     |     |  |
|           | 1100 | 1.4 | 1.4 |         |           |     |      |      |      |         | 900  | 1.4  | 1.5 |     |  |
|           | 1200 | 1.2 | 1.7 |         | F-1-4-1   | 片肩  | 1.3  | 1.5  |      |         | 1000 | 1.4  | 1.5 |     |  |
|           | 両肩   |     |     |         |           |     | 両肩   | 1.3  | 1.5  |         |      | 1100 | 1.6 | 1.3 |  |
|           | 1100 | 1.6 | 1.5 |         | F-1-7-1   |     |      | 1.4  | 1.4  |         |      | 1200 | 1.4 | 1.6 |  |
| 1200      | 1.3  | 1.9 |     |         |           |     |      |      |      |         | 下げ   |      |     |     |  |
| C-1-3-4-1 | 500  | 1.9 | 1.3 |         | F-1-2-4-1 |     | 1.6  | 1.6  |      |         | 900  | 1.8  | 1.4 |     |  |
|           |      |     |     |         |           |     |      |      |      |         |      | 1000 | 1.5 | 1.1 |  |
| D-1-7-1   | 押す   |     |     |         | F-1-3-4-1 |     | 1.8  | 1.3  |      |         | 1100 | 1.2  | 1.3 |     |  |
|           | 900  | 1.7 | 1.3 |         |           |     |      |      |      |         |      | 1200 | 1.3 | 1.2 |  |
|           | 1050 | 1.6 | 1.3 |         | I-1-3-1   |     |      |      |      | 1300    | 1.3  | 1.2  |     |     |  |
|           | 1200 | 1.8 | 1.8 |         |           |     |      | 650  | -    | 1.4     | 1400 | 1.3  | 1.3 |     |  |
|           | 1350 | 1.5 | -   |         |           |     |      | 750  | 1.4  | 1.6     | 1500 | 1.3  | 1.2 |     |  |
|           | 引く   |     |     |         |           |     | 850  | 1.7  | 1.6  | 1600    | 1.6  | 1.3  |     |     |  |
|           | 900  | 1.6 | 1.2 |         |           |     | 900  | 1.6  | -    | 1700    | 1.6  | 1.2  |     |     |  |
| 1050      | 1.5  | 1.1 |     | I-1-6-1 |           | 450 | 1.7  | 2.3  | 1800 | 1.6     | 1.3  |      |     |     |  |
| 1200      | 1.6  | 1.3 |     |         |           |     | 600  | 1.6  | 1.5  | 上げ      |      |      |     |     |  |
| 1350      | 1.5  | 1.8 |     |         |           | 750 | 2.1  | 1.9  | 900  | 1.3     | 1.9  |      |     |     |  |
| E-1-6-1   | 700  | 1.4 | 1.4 |         |           |     | 900  | 1.5  | 1.4  | 1000    | 1.6  | 2.1  |     |     |  |
|           | 800  | 1.8 | 1.9 |         | I-1-7-2   |     | 1050 | 1.8  | 1.4  | 1100    | 1.5  | 1.7  |     |     |  |
| E-1-7-1   | 300  | 1.2 | 1.3 |         |           |     |      | 1200 | 2.2  | 1.9     | 1200 | 1.7  | 1.6 |     |  |
|           | 400  | 1.3 | 1.2 |         |           |     |      | 1350 | 1.6  | -       | 1300 | 1.6  | 1.5 |     |  |
|           | 700  | 1.3 | 1.3 |         |           |     |      |      |      | 1400    | 1.8  | 1.9  |     |     |  |
|           | 800  | 1.3 | 1.3 |         |           |     |      |      |      | 1500    | 1.5  | 1.8  |     |     |  |

表-6 設計荷重の提案値

| 建築部位 | 接触型                 | 1人当り<br>kg | 1m当り<br>kg | 備考            |
|------|---------------------|------------|------------|---------------|
| 手すり  | C-1-1 C-1-3-1       | 160        | 240        | 手以外の<br>体の部位  |
|      | C-1-4-1 C-1-3-4-1   |            |            |               |
|      | C-1-7-1             | 210        | 360        | 手で引く          |
| 格子   | D-1-7-1             | 170        | 270        | 手で押す          |
| 台・机  | E-1-6-1 E-1-7-1     | 100        | -          |               |
|      | E-1-2-6-1           |            |            |               |
| 壁    | F-1-1 F-1-3-1       | 180        | 220        |               |
|      | F-1-4-1 F-1-7-1     |            |            |               |
|      | F-1-2-4-1 F-1-3-4-1 |            |            |               |
|      | I-1-3-1 I-1-6-1     | 480        | 740        | 壁にはさま<br>れた空間 |
|      | I-1-7-2             |            |            |               |

ダの隔壁は、女子にも割れることが要求されるし、非常避難のドアも誰にもあけられる重さでなければならない。このような場合の設計用ヒト荷重、すなわち構法上支障のない範囲でしかも大多数のヒトが出せる小さい力の範囲は、力に対するヒトの筋力の法則が明確になっていない現在、今回の測定から判断することはできない。したがって小さい力に対するものについては、今回の測定中女子の結果から構法なども考慮して適宜判断する以外にない。

おわりに

本研究は、建物に作用するヒトの力を全体的にとらえ様としたものであるが、今後はヒトの筋力の分布の問題、特定の力のより深い研究などを行なって行く必要があると考える。

参考文献

- 1) 内田祥哉, 宇野英隆, 直井英雄: 日常災害の現状把握のための調査研究  
(その1) 日本建築学会論文報告集 昭和51年1月  
(その2) 日本建築学会論文報告集 昭和51年2月
- 2) 内田祥哉, 宇野英隆, 呉讓 治: 衝撃試験方法の考え方について 日本建築学会論文報告集 昭和40年9月  
内田祥哉, 宇野英隆, 呉讓 治, 山本公也: Building Element に加わる衝撃力とその衝撃性能(その1 衝撃力の分析と被撃物の挙動) 日本建築学会論文報告集 昭和43年12月
- 3) 上野義雪, 加納博義, 松浦勝翼: 動作と力 第1報 力のかかり方 日本建築学会大会梗概集 昭和53年9月
- 4) 日本建築学会編: 建築資料集成 I 丸善
- 5) 松下清夫, 和泉正哲: 建築物に加わる外力及び荷重に関する資料  
(その6) 日本建築学会論文報告集 昭和32年6月  
(その7) 日本建築学会論文報告集 昭和32年7月

## SYNOPSIS

UDC : 72.011.21

### A STUDY OF FORCES APPLIED TO BUILDINGS BY MAN (PART 1)

by YOSHIHIRO ENDO, Assistant of Chiba Institute of Technology,  
Dr. HIDEO NAOI, Associate Prof. of Science Univ. of Tokyo,  
and Dr. HIDETAKA UNO, Prof. of Chiba Institute of Techno-  
logy, Members of A.I.J.

Since human behaviour sometimes involves dynamic contact with the building element such as pushing the handrail or leaning against the wall, due consideration should be given to cope with these incidents from the viewpoint of safety and security. The aim of this study is to present practical data on the forces applied to the buildings by man.

For this purpose, we categorize various types of interrelationships between man and buildings. We assume that human body is composed of seven major contact points with the building, while the latter is classified into nine elementary forms onto which the forces is to be given, and all conceivable interaction patterns have been listed.

In this report, we have to limit the number of patterns to those which not only have important meaning in the building design but also are suitable for practical experiments. Only the static forces between man and the building have been measured.

Our proposal from the experimental results is as follows: Values are in kgf per person, while those in the parentheses denote design loads in kgf per metre length.

Pushing the wall -- 180(220); pushing the stand -- 100 (--); pushing the handrail -- 170 (270); pulling the handrail -- 210 (360); and pushing the handrail with body part other than hands -- 160 (240).

Spreading out greating 150 (--); and spreading out two walls (in this case man is between them) -- 480 (740).