

人間工学的にみた通路のゆとり空間に関する 実験的研究 その3

1人歩行における体側クリアランスについて

建部 謙治・中島 一

Evaluation of the Width of Passages Based on Human Behavior Part III

Method of Estimating Side-Clearance

Kenji TATEBE and Hajimu NAKAJIMA

The ideal width of a passage was investigated from scientific and psychological standpoints. The width of a passage is usually determined by summing up the maximum body breadth of a user and a certain clearance between the body and the wall. The evaluation of this "Side-Clearance", is a very important problem in designing a public building.

The evaluation of the Side-Clearance should be considered in terms of functional and comfortable space. In this paper, the evaluation of functional and comfortable space is discussed for conditions of (1) motionlessness in an unclothed state, (2) motionlessness in a clothed state, and (3) walking along the passage in a clothed state. In addition, comfort is evaluated in five degrees corresponding to the psychological reaction of users established by means of the questionnaire method.

The authors proposed a method of estimating Side-Clearance based on the comparison of the functional results and the subjective results.

■ 1. 研究の目的 ■

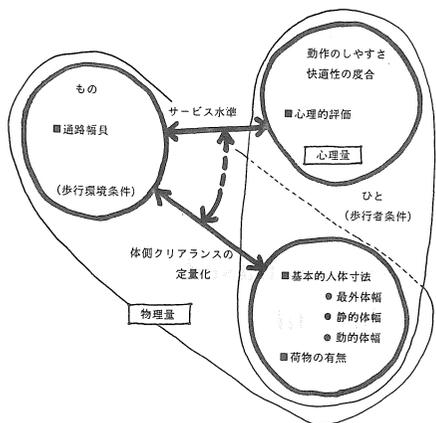
建築設計資料集成によると、「人体寸法または動作寸法+ものの寸法+ゆとり寸法」を動作空間であると定義している。通路幅員の場合であれば、「静的もしくは動的の人体寸法+人体側方のゆとり寸法=通路幅員」という関係が成り立つ。これまでの通路幅員の定量評価に当たっては多くの研究が見られ、その成果は設計資料集成に代表されるように、歩行における人体寸法や動作空間あるいは通路幅員としてまとめられている。しかし基本となる人体寸法も裸時の「最外体幅」を除いて、着衣状態の「静的体幅」、あるいは動きの中で捉える「動的体幅(動的寸法)」といった基礎的資料はまだ整備段階で、人体側方のゆとり寸法(以下体側クリアランス)についてはほとんど未整備の状態である。わずかに大内¹⁾と鎌田²⁾にクリアランスの研究が見られるもののその概念や基本となる人体寸法もさまざまである。

こうしたことから、本研究は前報³⁾に引き続き、体側クリアランスを動作のしやすさ、快適さの度合、すなわ

ちサービス水準に応じた人体側方に付加すべき空間量と定義して、図1に示すように、最外体幅、静的体幅、動的体幅の3つの基本的な人体寸法から必要とされる体側クリアランスについての定量化を計ると共に、個々の人体寸法とそれに伴うクリアランスの関係についても明らかにする。

■ 2. 研究の方法 ■

体側クリアランスの定量化を計るに当たってはクリアランスに関係する基本的な因子を取り上げ、これらの因子がどのように心理的評価に働くのかを明らかにする必要がある。そこで今回は特に1人歩行に限定して、また衣服の種類による影響を見るため冬季を実験時期とした。そして図2に示すような実験装置を作製し、通路幅員を40cmから150cmまでの21種類にランダムに変化させ、「荷物あり」、「荷物なし」の2種類について「歩行動作実験」並びに「心理的実験」を行うことにした。歩行動作についてはVTRカメラを使って記録、観察した。



クリアランス (ゆとり寸法) = 通路幅員 - 基本的人体寸法

基本的人体寸法: 最外体幅
 静的体幅 = 最外体幅 + 衣服分
 動的体幅 = 最外体幅 + 衣服分 + 動作による増減分

図1 クリアランスとサービス水準の関係

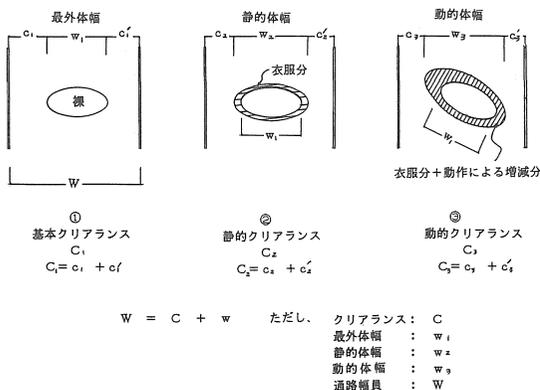


図3 各クリアランスの定義

心理的実験では、表1に示す5段階評価尺度表を作成しアンケート調査した。被験者はそれぞれ21名で、その概要を表2に示す。

■ 3. 解析方法 ■

本研究では体側クリアランスを図3に示すように、

- ① 裸時の最外体幅 (以下最外体幅) におけるクリアランスを基本体側クリアランス (以下基本クリアランス)
- ② 着衣時の静的最外体幅 (以下静的体幅) におけるものを、静的体幅クリアランス (以下静的クリアランス)
- ③ 着衣時の動的な最外体幅 (以下動的体幅または動的寸法) におけるものを、動的体幅クリアランス (以下動的

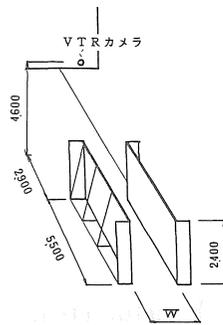


図2 実験装置

表1 通路幅員に対する5段階評価尺度

評価尺度	アンケート項目	心理的評価ランク
1	通りにくい	1
2	やや通りにくい	2
3	どちらとも言えない	3
4	やや通りやすい	4
5	十分通りやすい	5

表2 被験者の概要

グループ	No	荷物なし	荷物なし	荷物あり	資料*
		①	②	③	
最外体幅 (cm)	平均	48.5	48.3	49.0	49.7
	標準偏差	2.2	2.2	2.7	2.1
静的体幅 (cm)	平均	56.3	56.0	58.3	—
	標準偏差	3.3	3.5	3.6	—
衣服分・荷物分 (cm)	平均	7.7	7.7	9.3	—
	標準偏差	3.1	3.2	3.2	—
身長 (cm)	平均	170.6	169.7	171.5	167.2
	標準偏差	5.0	5.1	5.0	6.2
体重 (kg)	平均	62.0	60.3	63.3	62.7
	標準偏差	7.4	8.3	9.2	8.1
サンプル数 (人)		60	21	21	

*小原二郎他著「人体を測る」1986より

的クリアランス) の3つに分けて考えることにする。
 アンケート調査の解析に当たっては、評価尺度の1から5ごとに相対平均を求め、これを評価1から評価5までに対応させて心理的評価とした。(表1)
 また動作分析に当たっては、動的クリアランスをVTR画像から読み取り、基本クリアランス並びに静的クリアランスについては人体寸法計測値から計算した。(図3)

■ 4. 結果の概要と考察 ■

4-1 人体寸法の計測値について

① 最外体幅

歩行に関連する最も基本的な人体寸法である最外体幅の計測結果を示すと、表2に示すとおり49cm前後でバラツキが少なく、今回対象とした被験者は建築設計資料集成等の基本的資料とほぼ同程度と考えてよい。また最外体幅は身長と体重の2つの要因との関係が強い。

② 静的体幅

今回の実験では冬服を対象としており、最外体幅と比べると標準偏差がかなり大きく基本的人体寸法としてはやや劣ると言える。これは静的体幅では衣服の種類等に影響されるためである。

また衣服による体幅の増加分を見ると、冬服ではおよそ8cmで、最外体幅と静的体幅の間では高い相関関係が見られた。

荷物の有無による静的体幅を比較したのが表3である。ただし荷物はショルダーバッグ程度の極めてコンパクトなもので、荷物の増加分としては2.2cm程度である。

③ 動的体幅

動作を制約された条件下での動的体幅は静的体幅よりも小さくなるが、自由な歩行動作になるにしたがって大きくなる。図4に示すとおり、幅員と共に急激に増加するが、幅員75cm 辺りから横ばい状態に推移する。幅員ごとに動的体幅に差があるかをt検定したところ、荷物なしでは70cm から、また荷物ありでは80cm から有意差なしとなり、ほぼ一定となる。そこで荷物のあり、なし双方の動的体幅の有意差の見られない区間を選び出し、動的体幅の平均を見たところ、「荷物なし」では62.9cm、「荷物あり」では64.3cm となり、荷物による差はわずか1.3cm であった。

この結果、動的体幅から静的体幅を引いたものは、動作を制約されない状態では「荷物なし」では6.9cm、「荷物あり」では6cm になって、これが歩行動作の揺れ(ゆらぎ)も含めた動作による増加分になる。

また動的体幅から最外体幅を引いた衣服(プラス荷物)と動作による増加分は、荷物の有無にかかわらずいずれも15cm 程度であった。

4-2 体側クリアランス

クリアランスを求めるに当たっては、比較対照するものとして、基本クリアランス、静的クリアランス、動的クリアランスの3種類に、荷物の有無の2種類を組み合わせた計6種類である。これらのクリアランスについて実測値を示したのが図5である。図からも分かるように、各クリアランスと心理的評価の関係は直線的でその勾配

表3 荷物の有無による静的体幅

	荷物なし	荷物あり	荷物による増加分
平均 (cm)	56.3	58.5	2.2cm
標準偏差 (cm)	3.3	3.4	
データ数 (人)	60	51	

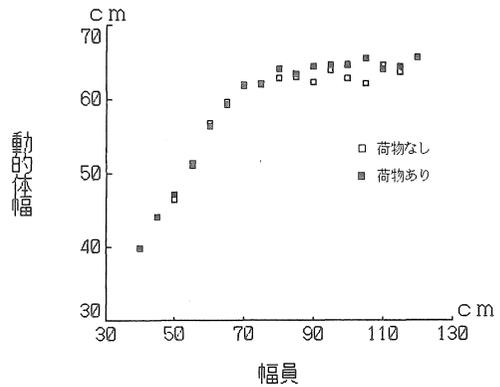


図4 動的体幅と幅員

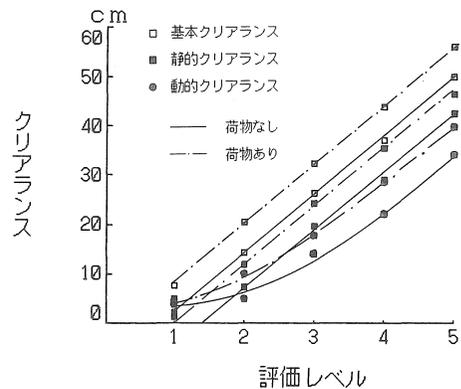


図5 実験より求めたクリアランス

もほぼ同じである。ただし、動的クリアランスの場合、その評価の低いところについてのみ、異なった傾向を見せている。ここで評価ごとのクリアランスに差があるかどうかをt検定したところ、動的クリアランスの荷物なしの評価1と評価2の間以外はすべて有意差ありと判定された。

① 基本クリアランスと静的クリアランス

a) 評価間レベルの差について

基本クリアランスと静的クリアランスは心理的評価との間で直線的な関係にあった。そこでさらに評価間レベルの差を見たのが図6である。

これによると評価1から2以外はいずれも多少のバラ

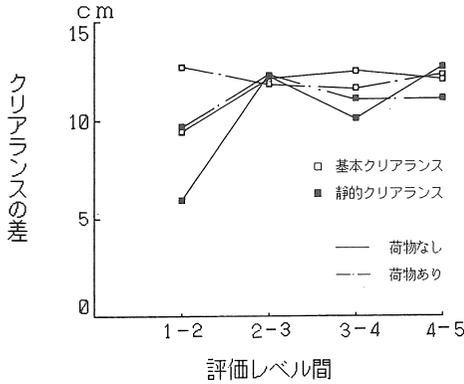


図 6 評価レベル間の差

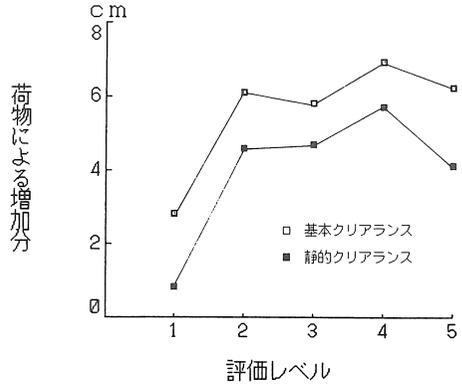


図 8 荷物による差

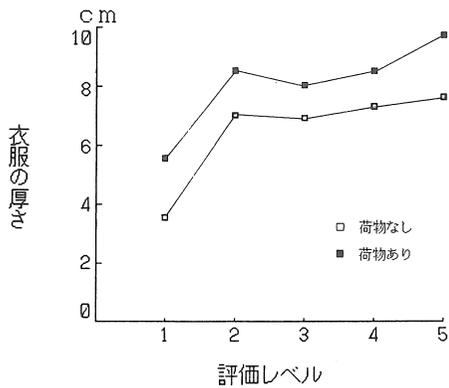


図 7 衣服による差

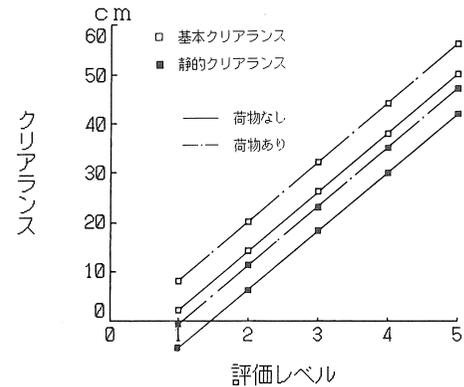


図 9 基本・静的クリアランス

ツキはあるものの、12cm 前後で一定であると見ることが出来る。このことにより、クリアランスが12cm増すごとに評価レベルも1ランクずつ上がっていくと考えられる。

b) 衣服による差について

静的クリアランスと基本クリアランスの差、すなわち衣服による差を見たのが図7である。既に表2で、荷物なしではおよそ8 cmの衣服分が、荷物ありでは9 cmの衣服分プラス荷物分があることを示したが、評価1を除いてほぼ一定でこの関係を保っている。

c) 荷物による差について

図8は基本クリアランスと静的クリアランスの各々の場合の荷物による差を示したものである。これによると評価1を除いてはほぼ一定と見なすことができ、基本クリアランスの場合はおよそ6 cm、静的クリアランスの場合はおよそ5 cmと考えることができる。これは実際の静的体幅における荷物分は2 cm程度であったにもかかわらず、心理面では5 cmから6 cmのクリアランスを必要とするものと認識されており、この結果に着目したい。

以上のことから、基本クリアランスと静的クリアランス

については、

- この直線は評価2, 3, 4を通り評価1, 評価5を含んだ直線と見なし、評価1と5については推定できるものと考えて差し支えない。
- また各クリアランスは同じ勾配を持つものである。
- 基本クリアランスと静的クリアランスの差は衣服の厚み分(プラス荷物分)の8 cm(荷物ありの場合は9 cm)である。
- 荷物による差は6 cm(基本クリアランスの場合は5 cm)と一定になる。

すなわち図9に示すように、

$$\text{クリアランス: } C \text{ (cm)}$$

$$\text{評価レベル : } E$$

とすると、

$$\text{基本クリアランス 荷物なし (} C_1 \text{)}$$

$$C_1 = 26 + 12En$$

$$\text{基本クリアランス 荷物あり (} C_{1b} \text{)}$$

$$C_{1b} = 32 + 12En$$

$$\text{静的クリアランス 荷物なし (} C_2 \text{)}$$

$$C_2 = 18 + 12En$$

静的クリアランス 荷物あり (C_{2b})

$$C_{2b} = 23 + 12En$$

- ただし、
- 評価1 E₁ = -2
 - 評価2 E₂ = -1
 - 評価3 E₃ = 0
 - 評価4 E₄ = 1
 - 評価5 E₅ = 2

となる。

② 動的クリアランス

動的クリアランスは通路幅員から動的体幅を引いたものである。

$$\begin{aligned} \text{動的クリアランス} &= \text{通路幅員} - \text{動的体幅} \\ &= \text{通路幅員} - (\text{最外体幅} + \text{衣服分} + \text{動作による増加分}) \end{aligned}$$

すなわち衣服から壁面までのあき寸法を両サイド合わせたものが動的クリアランスとなって、他のクリアランスと比べるとより実質的なクリアランスと考えることもできる。この動的クリアランスは幅員という刺激に反応した歩行動作が行われることから、自由歩行が可能な環境条件下では基本クリアランスと同じ傾向を示す。ところが歩行が制約されるに従って回転等の動作によって調

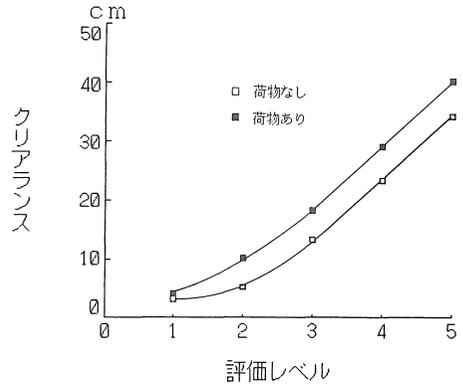


図10 動的クリアランス

整を図るため、動的クリアランスは徐々に小さくなる。しかしマイナスにはなり得ない。

この結果図10に示すように、動的クリアランスと評価レベルとは評価3以上の場合直線的な関係になる。そして動的クリアランスは評価3では13cm必要となり、サービス水準を1ランク上げることにおよそ11cmずつ増加する。

③ まとめ

以上をまとめると各クリアランスは表4に示すとおり

表4 各クリアランス

計測方法	人体寸法の基本	各クリアランス	評価1	評価2	評価3	評価4	評価5
静的 (静止)	最外体幅	基本クリアランス (裸)	8 2	20 14	32 26	44 38	56 50
	静的体幅	静的クリアランス (着衣)	-1 -6	11 6	23 18	35 30	47 42
動的	動的体幅	動的クリアランス (着衣)	4 3	10 5	18 13	29 23	40 34

(上段荷物あり/下段荷物なし、単位：cm)

表5 各クリアランスの関係(考え方)

各クリアランス		評価レベル	評価1	評価2	評価3	評価4	評価5
基本クリアランス	クリアランス		2	14	26	38	50
静的クリアランス	クリアランス		-6	6	18	30	42
	衣服分		8	8	8	8	8
動的クリアランス	クリアランス		3	5	13	23	34
	衣服分		8	8	8	8	8
	動作による増減分		-9	1	5	7	8
基本クリアランス = 静的クリアランス + 衣服分 = 動的クリアランス + 衣服分 + 動作による増減分 (単位：cm)							

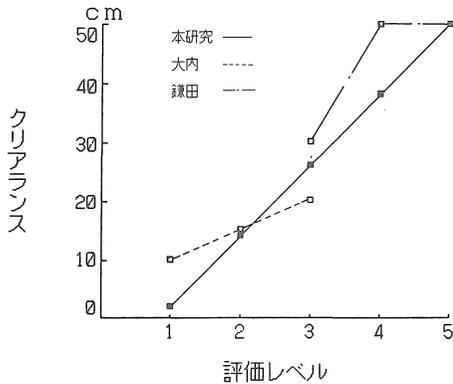


図11 既往研究との比較

である。さらに「荷物なし」の場合について、個々に比較出来るように衣服の厚さ分と動作による増減分を示したのが表5である。すなわち基本クリアランスは裸であるのでこれを基準にして考えると、静的クリアランスの場合では衣服分が含まれてくる。さらに動的クリアランスの場合では動作による増減分も含まれてくる。このため静的、および動的クリアランスに衣服分や動作による増減分を足すと基本クリアランスと同じ値になる。

また動作による増減分については自由歩行が出来る評価4以上ではおよそ7cmとなり、不自由歩行を強いられる評価1ではマイナス9cmとなって回転動作等をしていることが読み取れる。

4-5 既往研究との関係について

単純に比較できるものではないが、参考に大内¹⁾や鎌田²⁾の研究結果と本研究の基本クリアランス(軽装を想定)を比較したのが図11である。大内の場合(軽装, 静的体幅45cm程度)は「無理なく通れる通路幅」として20cmのクリアランスを要求しているが、本研究の静的クリアランス・評価3の18cmが冬服であることを考えるとほぼ同程度であると判断できる。鎌田の場合(開口部, 軽装, 静的体幅50.3cm)は評価3から評価5が30cm, 50cm, 50cmで、本研究の基本クリアランスの26cm, 38cm, 50cmとおおむね対応する。

■ 5. 結論 ■

設計資料集成に用意されている人体寸法である最外体幅を元にした「基本クリアランス」、また衣服を着けた状態での「静的クリアランス」、そして動的に捉えた「動的クリアランス」の定量化を計り、これらの関係についても明らかにすることができた。

すなわち、

- ① 最外体幅を基本人体寸法にした場合、クリアランス

(C_1)としては、これだけは取りたいとする評価3では26cmが必要である。

- ② サービス水準(E)とクリアランスとは直線的な関係で、サービス水準を1ランク上げるごとに12cm増しのクリアランスが必要である。言い換えれば、12cm広くすれば心理的評価が1ランク上がることになる。

$$C_1 = 26 + 12En$$

ただし、 C_1 : 基本クリアランス

$$\text{評価1 } E_1 = -2$$

$$\text{評価2 } E_2 = -1$$

$$\text{評価3 } E_3 = 0$$

$$\text{評価4 } E_4 = 1$$

$$\text{評価5 } E_5 = 2$$

- ③ 静的クリアランス(C_2)は基本クリアランスから衣服分(8cm)を引いたものになる。

$$\text{静的クリアランス} = \text{基本クリアランス} - 8 \text{ cm}$$

(ただし冬服の場合)

- ④ コンパクトな荷物を持つ場合は荷物のない場合に比べておよそ6cm増しとなり、荷物も人体の一部として意識されていると考えられる。

- ⑤ 動的クリアランス(C_3)と心理的評価とは評価レベルが3以上では直線的な関係で、基本クリアランスからおよそ15cm(衣服分8cm+動作による増加分7cm)を引いたものが動的クリアランスになる。

$$\text{動的クリアランス} = \text{基本クリアランス} - 15 \text{ cm}$$

(ただし \geq 評価3)

なお今回は実験調査時期を冬季としたが、衣服の種類による影響を見るため夏期における調査も行っており、これについては追って報告する予定である。

謝辞

本研究に対し、貴重な御助言を頂いた千葉大学上野義雪助手、および愛知工業大学谷口仁土助手に心から感謝の意を表します。

<参考文献>

- 1) 大内他“開口部の幅と人体の動き” 大会号 S53
- 2) 鎌田他“住宅における通路のクリアランスに関する研究” 北大 S56
- 3) 建部, 中島“人間工学的にみた通路のゆとり空間に関する実験的研究—1人歩行の動作分析を対象に—” 大会号 S61
- 4) 中島, 建部“人間工学的にみた通路のゆとり空間に関する実験的研究 その2—主として体側クリアランスの定量評価について—” 東海支部 S62

(受理 昭和62年1月25日)