

動座面の原理と人体への影響について

宮 地 敏 春 *

Development of the Dynamic Seat and its Effect on the Human Body

Toshiharu MIYACHI

椅子に関する研究は、ヨーロッパ各国において幾多の研究が報告せられている。従来の「スタティック椅子」では、座位姿勢の持久時間が要求される、特殊分野での職場が拡大されつつある現実において、当然解決されなければならない課題である。本論では、「ダイナミック椅子」の原理的研究のアウトラインを示し、実験装置の試作および実験結果を報告し、「ダイナミック椅子」の将来について展望する。

はしがき

座姿を考える場合の基本になる大事なことは、脊柱の問題であろう。人体の脊柱は、側方からみるとゆるいS字状に曲っている。頸部と腰部は前方彎曲し、胸部と臀の部分は後方彎曲している。脊柱の運動は、前後、左右の屈曲と回転が可能であるが、主として頸部と腰部でおこなわれる。

脊柱と姿勢との関係では、立っているときに比べて、坐っている姿勢が本当に楽な姿勢といえるかどうか。

ふつう我々は、立ったときよりも、坐ったほうが楽だと思いがちであるが、実は、坐ったときのほうが上体に無理がかかっているのである。坐るためには骨盤が回転しなければならぬが、骨盤が回転すると、腰椎、仙骨も同時に回転する。そのために、脊柱はS字状を保つことができなくなってしまう。つまり我々の体は、立ったときとすわったときでは、上体と下肢の疲れる条件が逆になるのである。姿勢の変化と第三腰椎の椎間板に加わる内圧について、ナケムソンによれば、体重70Kgの人では、寝ているときに25Kg、直立しているときに100Kgなのに、椅子に腰掛けている状態では130Kgかかっているという。

この点について、小原氏が「立ったときと寝るときの姿勢は、重力に対して、点と面の関係である。だが坐った姿勢は中途半端だから、それを支持するための椅子は、よほどうまくツボ、をおさえて設計しないと、いわゆる「体具、にはならない」、⁽¹⁾と一つの見解を述べている。

これまで、すわったときのほうが、楽だと何の疑いもなく信じていたのは、エネルギー代謝率で測ればたしか

にそうであるし、感覚のうえでもそれと一致したからである。これは、からだ全体を一体のものとして考えていた。そこに矛盾があったのである。

従来から、(座位)姿勢と腰痛の訴えとの関連から、整形外科、解剖学、生理学、労働衛生の立場からとりあげられてきた。「腰は人間にとって宿命的なウィークポイントである」ことがはっきりしてきた。椎間板ヘルニア、変形性脊椎症など代表的な腰痛は、「文明病」であり、「職業病」ともいえる。

オフィスの座位姿勢は、一定の姿勢を長時間保持することが、とくに要求される職場である。一般には、職場作業が単純化し、軽労働となっても、過刺激、解放不足、過休憩、運動不足などが影響している。そのうえ機械化、オートメ化により、作業から創造の喜びが奪われ、あきっぽくなって、イライラし疲労が蓄積しやすい。また生活環境が便利になり、手足をこまめに使う機会が少なくなればなるほど、腰痛に悩む年齢層は低下し、ますますふえてこよう。

座位姿勢は、椅子のデザイン、調節ばかりでなく、個人のすわる習慣と、その作業の種類によっても左右される。これが健康な姿勢だというようなものはありえず、全目的にマッチする「よい」椅子をデザインすることも不可能であろう。作業要件、年齢、個人の習慣、身体条件によって、必要とされる座姿勢はまったくことなるとこよう。

よい椅子の設計にあたって、問題となる本質的な要件として、オケルブロムは「すわっているときに快適だと感じるには、筋肉を弛緩させ、適当な安息姿勢をとって、坐ること。身体の敏感な部分に、圧力がかかって苦痛を生じないようにしていることが必要」⁽²⁾と述

* 経営工学科 「人間工学研究室」

べ、また「どんな座姿勢であっても、実際上有害な姿勢はない。この点での決定要因は苦痛なしに、どれだけ一定の姿勢を、つけられるかどうかである。最良の姿勢とは、あきらかに、姿勢をかえずに長い時間保持できる姿勢にほかならない」⁽²⁾。これについて、小木氏は、ヨーロッパの文献研究から、諸研究者の一致している勧告点の一つとして、「座位の人は、自分の姿勢を選び、変えることができなければならない。最も快適な姿勢でさえ、しばらくすると、耐えられなくなってくるのだから、どんな姿勢でも、長時間つづけることはできない」⁽³⁾。この問題が椅子に関する研究をするうえに、もっとも困難な課題であり、静的椅子の機能の限界であると思われる。

動的椅子の概念の明確化

座位姿勢は、上体に相当無理をしている姿勢である。「よい」座姿勢であっても、脊柱とくに腰部や、筋肉、座骨神経への圧迫はさけられない。長時間すわっていると、これらの組織に、苦痛や不快が生じてくる。長期的には、腰部その他の部位に、痛みやしびれなどの、不快な症状が慢性化し、職業病にすらなりかねない。実際には、一定の座位姿勢を、長時間保持することが、要求される特殊な職務がふえている。この種の職務は、本来のぞましくないわけである。事務作業の合理化の名のもとに、機械化が進められている。

現実に即して、椅子の機能も高めていかなければならない。筆者は、ひとつの試みとして、従来の「静的椅子」に、「動的」な考え方を導入してみる⁽⁴⁾。いいかえれば座位姿勢が、時間の経過にもなって、加わってくる苦痛を、少しでも先にのばさせる、そんな椅子を考えているわけである。

振動と人体との関係の研究は、自動車、鉄道車輛、造船、建築、労働衛生など種々の分野で研究がすすめられてきた。人体が骨格、筋肉などの複雑な組織であること、また姿勢、静加圧が、加振振動数、加振振幅などにより影響をうけると考えられることなどのため、本質的には非常に複雑な問題である⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽⁷⁾。

振動感覚のはたらきは、皮膚感覚と深部感覚受容器が司ると考えられている。両方の感覚のはたらきによって、体の位置、姿勢、運動などの感覚をつくりあげる。また筋の緊張や収縮によって刺激され、筋運動の感覚をおこす。この感覚は、姿勢や運動など、全身の筋が共同して行なう動作を調節する。

椅子にすわったとき、振動があるか、ないかによって、図1のように区分してみた。

(イ)静的椅子は、従来の固定された椅子で、振動がない。

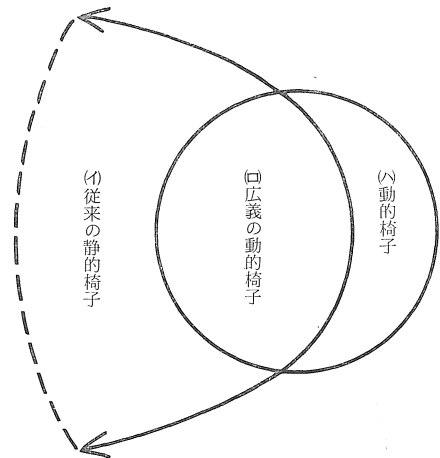


図1 振動の有無による椅子の区分

(ロ)広義の動的椅子は、二つに分けて考えることができると思う。一つは、自動車の座席のように、路面の凸凹や、エンジンなどからの間接的な振動で、一般に不規則な振動を、人体に与える。もう一つは、椅子自体の仕掛けによる、直接的な振動で、一般に規則正しい振動を人体に与える。振動数は、いずれも10C/S以下である。

(ハ)動的椅子の用途として考えられるのは、当然ながら、特殊化された作業内容が、要求される場合に、有効と考えられる。すなわち、頭部(目)または、手、足が一定位置に保持されなければならない場合や、座面が小さすぎたり、判然と形がついている場合などである。一般に強制される姿勢で、しかもその姿勢が、長時間にわたる場合の、作業に適すると考えられる。具体的な例をあげれば、(ロ)の広義の動的椅子より、オフィス用の椅子として、電話交換手、タイピスト、カードパンチャなどの執務椅子として、また乗物用の椅子としては長距離、長時間の交通機関の、運転席や客席に有効と思われる。(イ)の静的椅子にも導入が考えられる。すなわち映画館、劇場などの座席や、また身体障害者や療養生活者の、車椅子やベッドへの適用が考えられる。

体の重みは、主に座面で支えるわけであるが、この場合、座面の全面に、同時に重みがかかり、しかも振動がなければ「静的椅子」であり、振動があれば、「広義の動的椅子」である。

筆者の考えている「動的椅子」とは、身体の重みを支える座面を、2分割～3分割して、分割されたそれぞれの面が独立して、一定のサイクルと振幅で、交互に作動し、身体の重みを支えている。このような構造をもった椅子であり、座面である。もちろん座面のみでなく、背もたれについても同様である。これによって、もっとも圧迫を受けている、座骨結節をとりまく、筋肉や神経あるいは、血液循環などが阻害されにくい。欲をいえば、快適さが長時間続けられるような、座面を考えている。

マッサージと同様の効果があると思われる。

こういった装置を製作するにあたって、もっとも考慮されねばならない条件は、切換時に生ずる、断続的な振動の影響である。この点についての課題をあげてみると、

(1)体幹が不安定にならないこと。すなわち断続振動が、作業にマイナスの影響を与えないことが大事である。

(2)不快・異和感をもたらさないこと。できれば、人体に振動を感じさせないことがのぞましい。

(3)坐りごころのよさが、従来の静的椅子よりは長く続くことがのぞましい。

などであろう。断続振動が、あまり速すぎる場合（サイクル数が高い）では、上記の条件に合わず、また遅すぎる（サイクルが低い）場合には、従来の固定した、静座面とかわりがない。もちろん振動数、振幅は考慮されなければならないが、この他に、切換時に要する時間も重要である。動座椅子として、もちいる断続振動数としては、いちおうの目安として、1分間に0.2～1回ぐらいの低いサイクル数が適当ではないかと思われる。

実験

動的椅子の主対象である、動座面に関する実験は、3つから構成されている。

実験装置、実験方法および実験結果とその考察を以下に述べる。

実験装置

座面の形状は、図2に示すよ

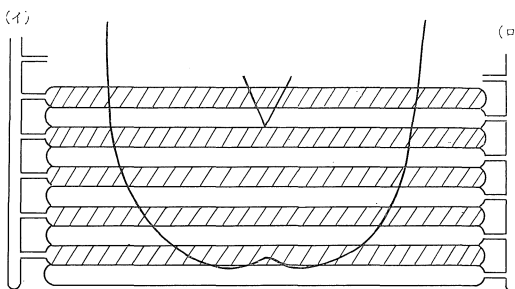


図2 動座面の形状

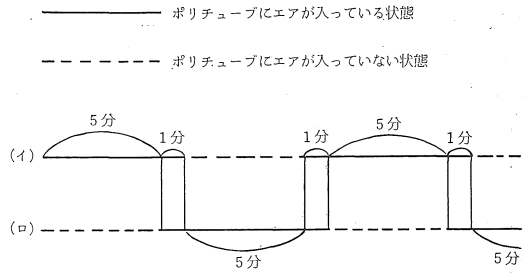


図3 〔ポリチューブ座面の切換時間のしくみ〕

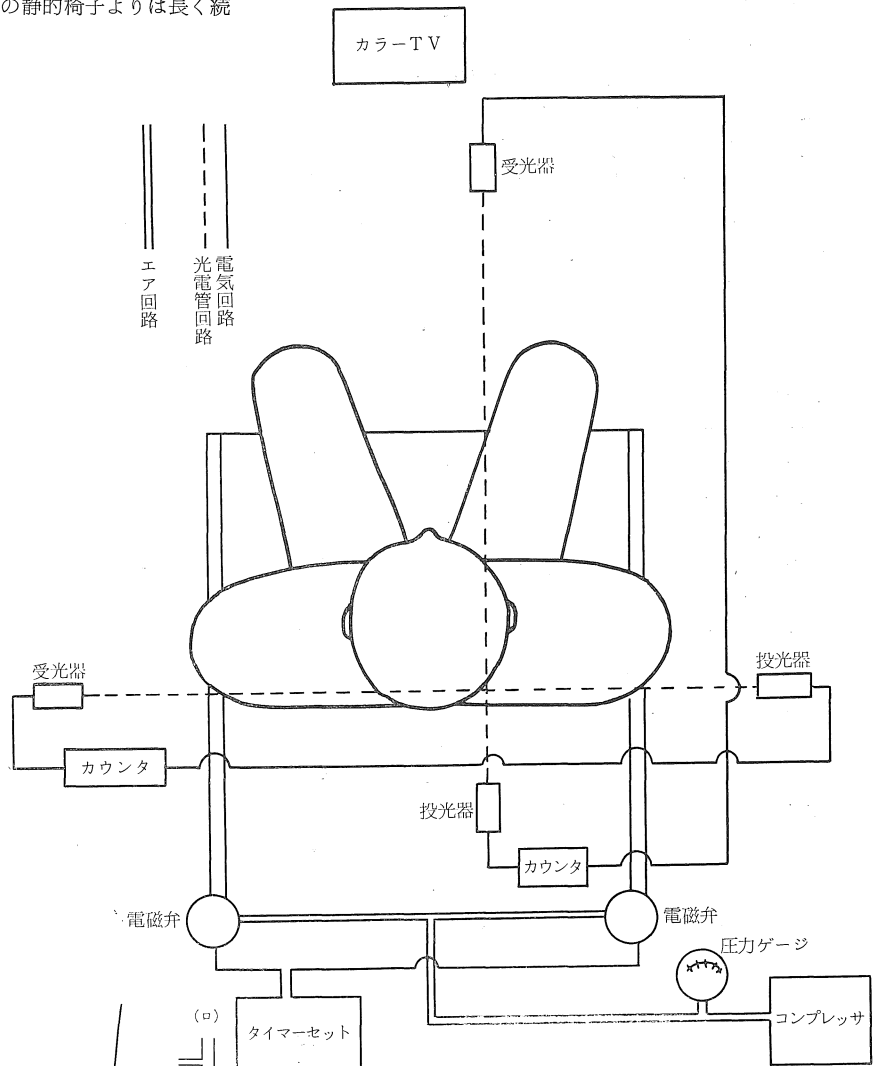


図4 装置の配置図

うに、ポリチューブを補強加工したものである。座面を構成するポリチューブに、コンプレッサからのエアを送りこませるわけである。この場合、図3で示すように、(イ)と(ロ)のそれぞれ分割、独立した部分が、ある一定の時間をもって、タイマーと電磁弁で、交互に切換えさ

せる。いいかえれば、(イ)の部分のポリチューブにエアが入っておれば、膨張し、座面に加わる重みを支える。この時、(ロ)の部分のポリチューブにはエアが入っておらず、収縮しており、座面に加わる重みをまったく支えない。すなわち、(イ)と(ロ)の部分が独立して、交互に差動するわけである。

実験装置を構成する器具類の配置は、図4で概要を示す。

(1)座面を構成するポリチューブの、(イ)、(ロ)の切換時間は、図3の方法により5分間隔である。また切換時に、約1分間の切換えに要する時間がかかる。この場合、一方のチューブにエアが完全に入り、膨張した時点で、もう一方のエアを抜く、このために(イ)、(ロ)の切換え時に、切換え所要時間として、1分間の同時膨張を設ける。切換え所要時間は、エアの圧力の関係できまる。圧力が十分に高ければ、瞬時の切換えが可能であろう。実際には、低圧のエアを使わなければならないので、若干の切換え時間を必要とした。

(2)ポリチューブの使用は、動座面の目的のみならず、クッションとしての機能にも着目している。被験者が、ポリチューブ座面に坐った時、坐りごころの良いという沈み具合は、だいたい $\frac{1}{3}$ 程度が好まれた。

(3)ポリチューブ座面に加わるエアの圧力は、被験者の好みに合わせた。エアの圧力が高いと、座面が固くなり、クッションとしての役目がなくなる。エアの圧力が低いと、座位姿勢が不安定となり、体圧分布が、臀部のみならず、大腿部にもかかり、不快になりやすい。好まれたエアの圧力は、 $900 \pm 150 \text{ g/cm}^2$ の低圧である。

(4)使用した椅子は、オケルブルム等の研究報告に合致すべく、背もたれ、座面高、座面の形状など考慮されているものを用いた。

(5)座面に使用したポリチューブの径は、実験I、IIでは25φであり、実験IIIでは、19φである。このポリチューブに、クッション機能およびマッサージ機能をもたせるように工夫したのが、当実験装置の主眼点である。

(6)実験中は、カラーテレビを見させ、単調感、倦怠感などをなるべく取り除くようにした。

実験 1

従来静的椅子について、持久時間の基礎的知見を得る目的で、下半身の自由度が少ない状態の座位姿勢を要求して行なった。

実験方法

(1)座位姿勢は、頸と肩を含む体幹は、自然のまますぐで、しかもリラックスした体位である。被験者の下半身は、固定したままの姿勢で行なう。座面の高さは、足が

床にしっかりおかれて、しかも大腿部が水平になることができるように、個人的に調節可能である。体重は、主として臀部を通して座面にかかるようにし、大腿部を通しては体重のかかることをさける。

(2)測定項目は、エネルギー代謝率RMRとRQ、圧血、脈搏、下腿部囲りおよび疲労部位調査である。

(3)測定する時間間隔は、実験開始前の安静時と、実験開始後の10分おきの測定である。実験は、60~90分間行なった。

(4)被験者は成人男子6名である。

結果と考察

エネルギー代謝率RMR及びRQでは、個人間について、僅かながら変動傾向が認められるものの、全体では、不明瞭であった。これは、一般に座位姿勢では、生体機能のエネルギー消費及び、呼吸商とともに、60分以後であっても、安静時とあまり変化がないことは、充分予想されることであった。

次に心臓機能について調べる。すなわち、血圧と脈搏の相互作用および経過時間との関係は、図5の概略図で

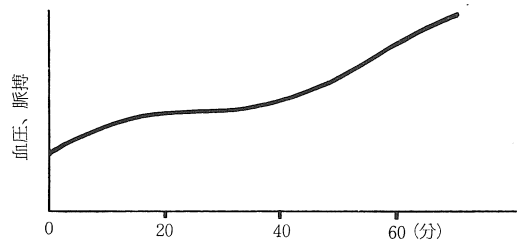


図5 座姿の経過時間と血圧・脈搏の関係

示す。また、下腿部囲りは、時間が経つにしたがって増加し、60分後には、約5~10mmの増加量を示していた。これは、明らかに下腿部でのうっ血を示しており、血液循環を阻害している。これが心臓機能の負担を増していると考えられる。この点について、疲労部位調査の内省報告と、血圧および脈搏に関して見ると、内省では、30分経過した直後ごろから、不快、苦痛の訴えは、訴え部位の増加とともに、その頻度合計は顕著になってきている。これらは、上体が頭部、腕などの身ぶりでも、はっきり観察された。生理学測定法である、エネルギー代謝率では読み取れなかった座位姿勢が、生理的苦痛とともに、心的飽和、興奮状態など、極度の緊張した状態が、時間の経過に従がい起りつつある。血圧、脈搏が、座位姿勢における不快感と密接に関連しているのは、身体の疲労の結果というより、心理的要因による、極度の緊張場面の影響と解釈した方が、スムーズである。また、この場合の緊張場面といっても、座骨結節を中心とする、ほんの一部分の、局部的苦痛にすぎないわけである。

これらの結果から、従来の固定した静的椅子での、座位姿勢が耐えられるのは、30分～40分を一応の許容値として考えられる。しかし、20～30分以内がより望ましい。静的椅子では、30分以上の座位姿勢が要求される場合には、適度の休憩時間を挿入し、椅子から解放され、この時に疲れない程度の柔軟体操や、時には、寝ころんで座骨をのぼすことなどが望まれる。

実験 II

座位姿勢が長い時間続くことによって、局所的なシビレ、苦痛といった不快さが動座面によって、静座面での耐えられる持久時間の限界許容値を、先に延ばせるかどうかについて比較検討する。

実験方法

座面に使用したポリチューブの径は、動座面、静座面の場合ともに25φである。また座位姿勢、測定の間隔、座面の切換速度及び切換所要時間は実験Iと同じである。測定項目は、両座面とも同じで、被験者の動揺を見るために、光電管をセットした。この場合、頭部の前後および左右の動揺の程度を調べるために、後頭部及び右側頭部がそれぞれ正中面より約5cm動いた時に、カウンタに作動するようにセットした。また、自覚疲労部位において、疲労部位別(頸部、肩部、腹部、背部、腰部、股部、大腿部、下腿部)の8箇所について、自覚評定の程度によって、5段階の単尺度の評定尺度を用いた。すなわち、0段階では、「普通」ないし「快、不快のいずれでもない」、4段階では、「とても耐えられない状態」までである。

結果と考察は、実験IIIでまとめて述べる。

実験 III

異なる動座面において、形状が違うことによって、どんな影響があるのか検討してみた。

実験方法

動座面に使用したポリチューブの径は、25φと19φである。また座位姿勢、エアの切換時間、測定項目などは、実験IIとまったく同じである。

結果と考察

径が25φの静座面と動座面の動揺回数について見ると、図6、図7の如くである。静座面において60分までの、前後・左右の動揺は、上昇、下降という逆のパターンを示しており興味深い。動座面については、前後・左右がだいたい平行であり、静座面に較べて、かなり安定している。同様に、疲労部位別に見た評定では、臀部および腰部において、かなりの効果が見られた。全体を通し

てみれば、首、肩部に40分前後から、静座面の方が、動座面より上回る結果がでている。この点については、座面を構成するポリチューブの径の大きさが影響していると考えられる。エアの切換え時に、振幅が大きいため、腰部に加わっている前方への加重のため、時間が経つにしたがい顕著になる。このため、背部と肩部の背もたれ部分に、過大な負担がかかるためである。この点については、実験中の行動観察を通して明らかである。

径が25φと19φのポリチューブの動座面において、光電管による頭部の動揺を見ると、19φの方が、数値は全体に下回っている。しかし、40～50分あたりから、凸凹がみられ、実験IIの、動座面の静座面との比較において見た欠陥が、同じように見出された。疲労部位別の評定では、上記の結果と同時に、今後、動座面を制作していく上で、大事な点と思われる。また、内省報告では、実験結果にあらわれた以上に、25φより19φの方が「よい」という。内省および観察、実験結果から、問題は多いが、一応、当初の予想される結果が見出された。

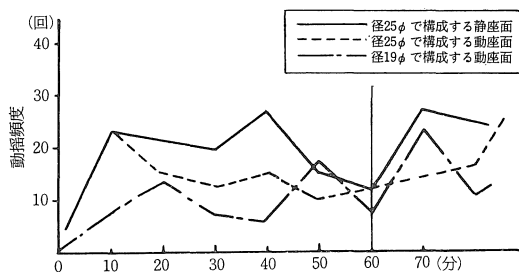


図6 頭部の左右の動揺頻度

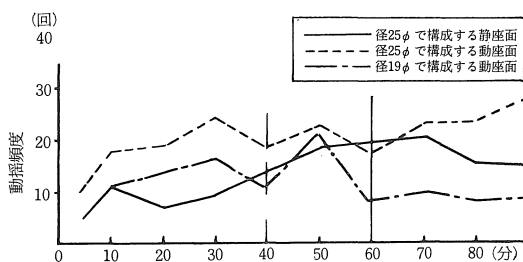


図7 頭部の前後の動揺頻度

今後の問題点

座面に関しては、動座面として使用したポリチューブの径が25φと19φであるが、これは、切換え時の振幅(落差)が大きく、切換え所要時間の1分のみならず、今回切換え用として用いたタイマーセットは、4箇のタイマから構成されているが、まだ切換え時に相当の異和感を覚えます。このために、エアの圧力制御に、逆流阻止弁(チェックバルブ)などを使用し、エアが入りこむ時は速く、エアが抜ける時は遅く差動するような工夫が必要である。

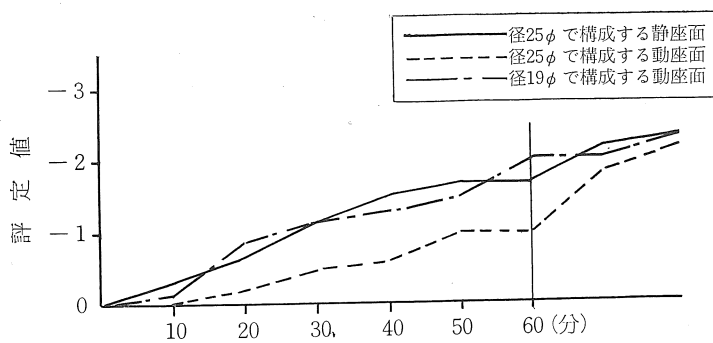


図8 背部の不快感の進行状態

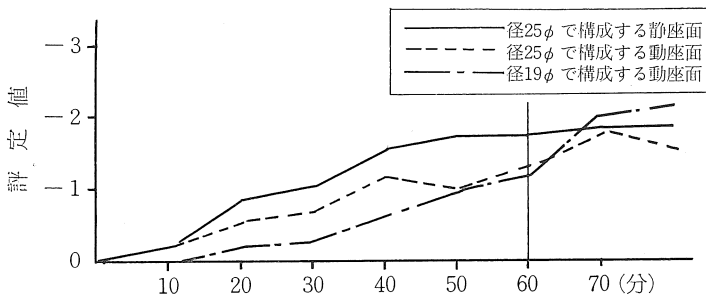


図9 腰部の不快感進行状態

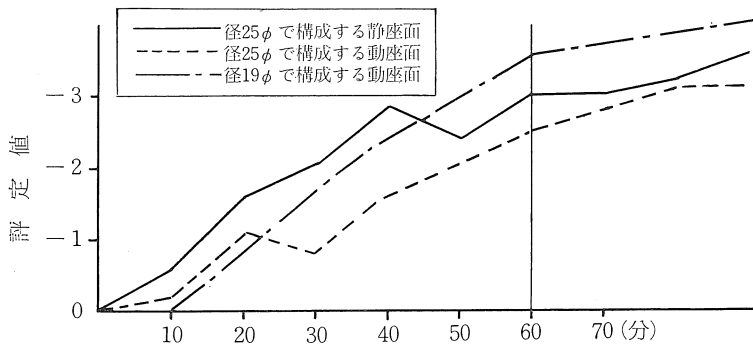


図10 殿部の不快感進行状態

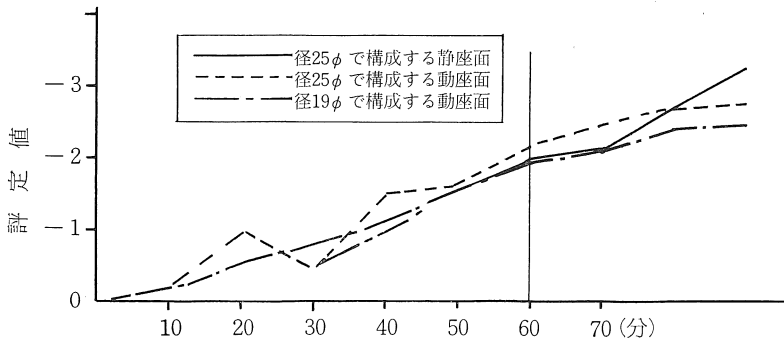


図11 大腿部の不快感進行状態

今回は座面を2分割した方法によったが、座面を構成する部分を、もっと小さくする必要がある。これは体重を、できるだけ広く分布して受けもたせるためである。できれば、分割された部分の1片が数平方センチメートル以下にすることが望ましい。この場合の形状は、種々考えられる。今回の実験では、ヨコ型の方式で、たいへん簡単である。その他、基盤状、斜型、巴型などが考えられる。いずれにしても、もっともいいのは、体圧分布が一様になり、座面との密着感があり、異和感が少ないものであろう。

動的椅子に用いた低い振動（断続振動）に関する測定項目、評価法、許容値など実験データが少なく、内省と観察を重視せねばならなかった。

今後、機会があれば、背もたれの部分にも、動的な工夫を試み、座面と背もたれ部の組み合わせによる実験は、これまで動的椅子について述べ、同時に、今後多くの課題がよこたわっているが、非常に魅力に富んだものとなる。

最後にあたって、人間工学研究室の開設から、ずっと当研究室の発展に尽力されてこられました。塩飽幸三教授のもとで、長い間御指導をいただき深く感謝致します。又同僚の若杉助手には、生理学実験で御協力いただき誌上にてお礼申し上げます。

引用文献

- (1) 小原二郎「椅子の機能」『室内』工作社, No. 199, P47-50, 昭和46年
- (2) B. Akerblom: Seat and chairs, 人間工学, 5, 5,306-314, '69
- (3) 小木和孝「オフィス家具のデザインにおける人間工学」—ヨーロッパ文献の概説—人間工学, 5,3, 195-201, '69
- (4) 宮地敏春「動座面とその心身に及ぼす影響について」人間工学論文集, '72

参考文献

- (5) 吉田義之他「振動感覚の一計測」人間工学, 9,1, 21-26, '73
- (6) 新石正弘「局所振動に対する人体の力学的特性」人間工学, 7,4,201-206, '71
- (7) 三輪俊輔, 米川喜晴 「振動感覚の尺度化」人間工学, 6,5,241-249, '70