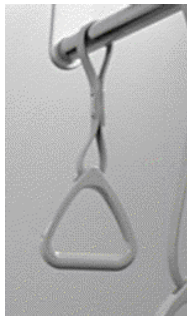


多様な利用者に使いやすい車内支持具の検討

人間科学研究部 人間工学
副主任研究員 齋藤綾乃

1. はじめに

鉄道車両内では、誰もが振動にさらされており、駅などと比較して不安定な状態に置かれている。車内には吊り手や手すりなど、身体を支えるための設備(以降、支持具とする)が設置されているが、使いにくいという不満も少なくない。多様な利用者にとって使いやすい支持具を提供することは、鉄道を安全・快適に利用していただく上で重要な課題であるといえる。今回は、図1に示すような、吊り手、垂直方向の手すり(縦手すり)、水平方向の手すり(水平手すり)を対象として、使いやすい高さ、径、位置などを振動環境下で検討した結果を紹介する。利用者としてさまざまな身長、年齢を、また、利用状況としてさまざまな乗車姿勢(立っている、座っている、ベビーカーを利用している)を対象とした。



吊り手



縦手すり



水平手すり

図1 支持具の例

2. 吊り手

2.1. 吊り手の高さ¹⁾

吊り手については、身長が低くて吊り手に届かず使えない人がいるという問題がある。その一方で、近年では身長 180cm 台の人めずらしくなく、こうした人からは、吊り手が低くて顔に当たるといった苦情も出ており、単純に低くすれば良いという問題ではない。多様な体格の利用者に対応する望ましい吊り手高さを、使いにくい人が最も少なくなるという見地で求めた。

高さと長さを変更可能な吊り手を作り、姿勢が乱されるような振動環境下で、設置高さが十分に低い条件(身長の 80%、肩付近)から高い条件(身長の 120%、腕を伸ばした指先付近)まで 5%間隔をランダムな順番で、76 名の利用者に評価してもらった。吊り手の長さ(L)は 275mm、375mm、475mmとした。有効性、邪魔さ、高さの適切さ、かかった力などの評価で、有効でない、許容外などとする割合が 10%未満のものを推奨範囲と判断した。結果を図2に示す。例えば、Lが 275mm の場合、身長の 90~105%程度が推奨範囲である。これより吊り手長さが長くなると推奨範囲が狭くなるのは、長い吊り手では身体が大きく振られることによるものと考えられた。

次に、人口と身長の分布を利用して推奨範囲外となる割合をLが 275mm の場合について計算した例を図3に示す。全体(10~89 歳)で値が小さい 1550~1630mm 付近が、多様な利用者を考慮した場合の望ましい吊り手高さと考えられた。図3は、吊り手長さが異なる場合や、体格、年齢分布が変化した場合には計算しなおす必要がある。

設置しようとする吊り手に対応する身長範囲の目安は下式で得られる。吊り手長さをL、吊り手高さをHとして、

下限の目安 $H/1.05$ mm 式(1)

上限の目安 $H/((0.05L+76.25)/100)$ mm 式(2)

例えば、H=1630、L=275 の場合、靴を履いた状態で 1522～1811mm の人が使えるものと判断できる。

以上は1つの寸法で対応する場合である。吊り手高さを数種類設ければ、車両全体で対応できる身長範囲は広くなる。しかし、以下の問題に注意が必要である。まず、高い吊り手と低い吊り手のカバーする身長範囲が重なるように配慮する必要がある。これは、式(1)、(2)で確認することができる。次に、使いやすい高さを選択できるとは限らないという問題が生じるため、高低の個数配分に配慮する必要がある。さらに、吊り手だけでなく、手すりと組み合わせる考慮する必要もある。

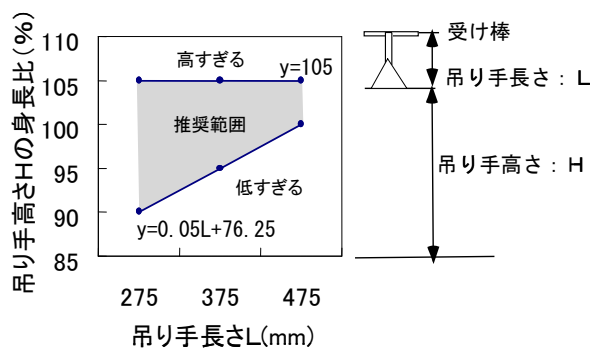


図2 吊り手高さの推奨範囲

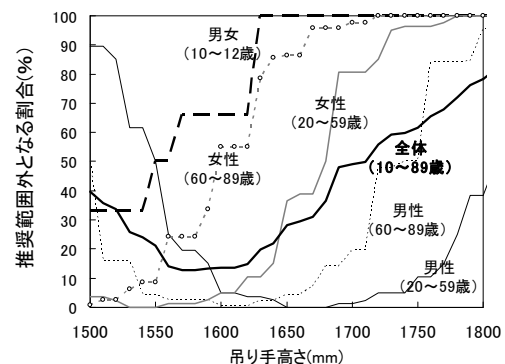


図3 推奨範囲外となる割合の計算例

2.2. 吊り手の径

しっかりと力をいれられるかどうかは身体の支えやすさに影響すると予想されるが、吊り手の握り部の径や形状についての検討例は多くない。そこで、使いやすい吊り手の握り部の径(図4)について検討した。握り部の径が10mm、15mm、20mm、25mm、30mm、35mm の6水準の吊り手を試作し、51名の鉄道利用者に評価してもらった。「有効でない」とする割合が10%未満である、「使いやすい」とする割合が50%以上である」という2つの判断基準を用いた結果、推奨範囲は18～29mmと判断された。

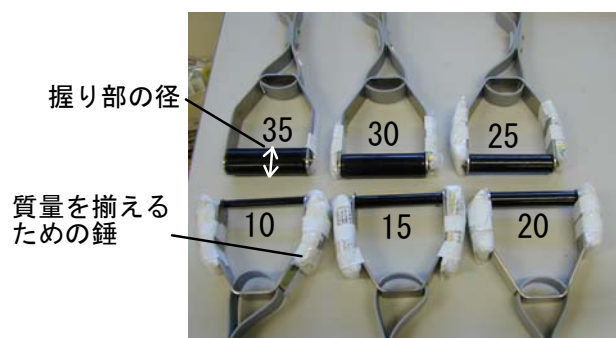


図4 試作した吊り手6種

3. 手すり

手すりは、固定された支持具である上、縦手すりでは身長に関係なく利用できる利点がある。その一方で、吊り手ほど多く設置することができないため、1本をなるべく有効なものとする必要がある。

3.1. 縦手すりの位置¹⁾

従来の縦手すり(図5左)は座面前縁から荷棚の前棒に向かって設置されているが、立位客には遠すぎ、座位客にとっては立位客の拳が近く圧迫感を感じ、立ち上がる際につかまるものとしては近すぎる。通路側に移動すれば、これらの問題は解消するが、乗降性に影響を与える可能性があるため、実験によって適切な移動量を求めた。座面前縁からの距離を変更して振動環境下で評価してもらった結果、100mm~150mm 程度、通路側に移動すると使いやすくなることがわかった。握る高さの記録を元に、使われる部分だけを張り出させた円弧状の手すりを試作し、多様な観点から評価を行なった。その結果、張り出し量 100mm、150mm のもの(図6、b、c)が標準的なもの(図6a)より使いやすく、乗降時の邪魔さは変わらないことが示された(図7)。張り出し量150mmでは座位の広さ感が向上した。

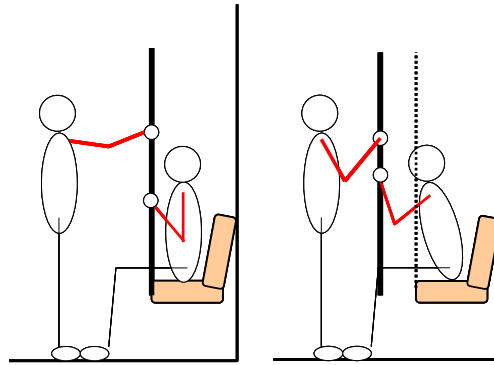


図5 縦手すりの位置と姿勢の違い

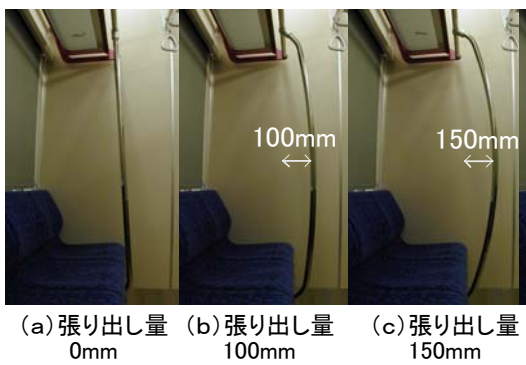


図6 試作した縦手すり

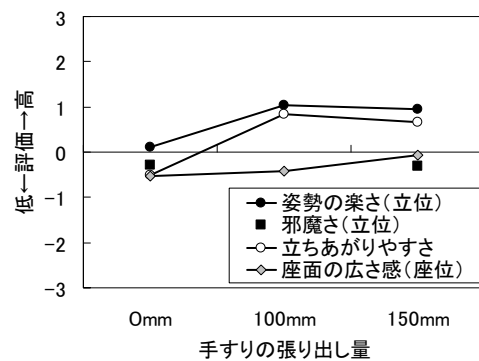


図7 縦手すりの評価結果

3.2. 縦手すりの径

車両内の縦手すりの径について、海外では 30~40mm²⁾という推奨値が記されている。また、握力の小さい人のためにすべり止め加工を義務づける国もある。日本人を対象とした場合の適切な径と、すべり止めの効果について検討した。ステンレスで径が 20mm、25mm、30mm、34mm、38mm(“すべり止め無”とする)、およびステンレスの表面にすべり止め加工をしたもので径が 30mm、35mm、40mm の8種類の手すりを、振動環境下で 48 名の鉄道利用者に評価してもらった。吊り手の径と同じ基準を用いた結果、“すべり止め無”では 28~38mm、“すべり止め有”では 40mm が推奨範囲内であることが分かった。最も使いやすい手すりは“すべり止め有”で径が 35mm のものと判断された。

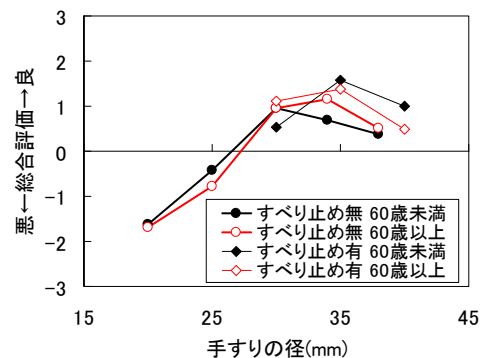


図8 縦手すりの径と総合評価

3.3. 水平手すりの高さ³⁾

水平手すりの高さについて、建築物では750mm～850mmが標準とされている。これに対し、イギリスの車両のアクセシビリティに関する規格²⁾では1000mmが参考値としてあげられており、特急車両の座席の背に設置される取っ手を対象とした検討でも、建築物の推奨値より高い位置が好まれたことが報告されている⁴⁾。そこで、鉄道車両内における水平手すりの適切な高さを求めた。

高さ700mm、800mm、950mm、1150mm、1350mm、1550mm、1750mmの7水準の手すりを、振動環境下で47名の鉄道利用者に評価してもらった。径は35mmとした。結果を図9に示す。数値は身長を100とした場合の値(身長比)である。過半数が使いやすいとした範囲を薄い網掛けで示す。建築物の標準的な手すり(750～850mm)は、身長1600mmの場合を例にとると図9中の濃い網掛け部分に相当する。列車内で使いやすい高さの方が高いことが確認された。鉄道車両における手すりの働きは、主に前後左右方向の慣性力に対抗するものであり、重心より上で支持することが有利であるためと考えられた。ただし、混雑時に押し付けられることなどを考慮すると、使いやすい範囲の中で低目が適切であると考えられた。

水平手すりの設置例として、図10に示すような、ベビーカー利用者と車いす利用者の共用を前提とした多目的スペースを提案した。現行の車いすスペースには、高さ800mmの手すりが設置されていることが多い。これは車いす利用者のためのものであり、立位客にとっては低すぎる。そこで、立位客用と車いす利用者用の2種類の手すりを設置した。手すりは側面だけでなく、妻壁側にも設置した。ベビーカー利用者は、ベビーカーを窓向きに置いて取っ手側や側面に立つことも多く、妻壁側の手すりが使いやすいためである。このスペースと、標準的なスペースを車内快適性シミュレータ内に設置して、ベビーカー利用者46名、一般乗客67名に振動環境下で評価してもらったところ、立位の支持具、簡易腰掛ともに多目的スペースの評価が有意に高かった。

4. 今後の課題

以上は、個々の支持具の寸法や形状に関する検討である。今後は、車内全体を対象として、設置個数、設置間隔などを検討する必要があると考えられる。

本検討は、東急車輛製造株式会社との共同研究において実施した。

5. 文献

- (1) 斎藤等: 体格の多様性を考慮した通勤近郊車両用支持具の提案, 鉄道総研報告, Vol.20, No.3, 2006
- (2) <http://www.dft.gov.uk/transportforyou/access/rail/vehicles/pubs/rva/rvareg1998/>
- (3) 斎藤等: 通勤近郊車両の移動制約者対応スペースにおける支持具の検討, 鉄道総研報告, Vol.21, No.5, 2007
- (4) 大野等: 振動環境下における立位客・歩行客の乗り心地評価, 鉄道総研報告, Vol.20, No.3, pp.31～34, 2006

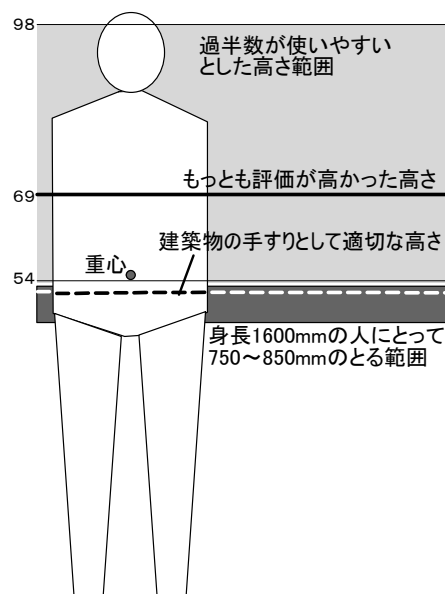


図9 水平手すりの高さ評価結果



図10 多目的スペースの例