

各種避難はしご降下動作の難易 に関する人間工学的検討

山村重行 (東京消防庁/東京理科大学修士課程) 加藤正男 (ナカ工業株式会社)
 庄司辰夫 (ナカ工業株式会社) 久保田一弘 (東京理科大学) 直井英雄 (東京理科大学)

An experimental study on the difficulty of down-climbing action of fire escape ladders

Yamamura Shigeyuki ^{*1}, Kato Masao^{*2}, Syozi Tatsuo^{*3}, Kubota Kazuhiro ^{*4}, Naoi Hideo ^{*5}

*1 Tokyo Fire Department/Tokyo University of Science

*2, *3 Naka Corporation *4, *5 Tokyo University of Science

1. 研究目的

各種建築物の避難経路上には、火災などの非常時に、主な避難経路が使用できないことを想定し、垂直方向への避難の最終手段として、居室、バルコニー、廊下等に避難器具が設置されている。避難器具には法令で定められるいくつかの種別があり、中でも避難はしごは、共同住宅を中心に、ホテル等で設置例が多い⁴⁾。予め設置された固定はしご等を除き、これら避難はしごは、非常時以外は収納するという性質上、その降下時にははしごが揺れ動き、避難者の負担となることが予想される。有馬温泉の火災事例(1968)では、避難者が避難用縄はしごから落下し、負傷している。これら避難はしごの降下の難易に対し、人間工学的観点からの検討はこれまでほとんどされてこなかったため、建築計画での避難はしごの選択に際し、参考としうる既往の研究^{1,2)}は少ない。以上の背景をふまえ、本研究では筋電計を用いて、各種避難はしご使用時の筋負担を測定することにより、避難はしごの種類と降下の難易の関係を、人間工学的観点から比較・検討することを目的とする。

2. 実験方法

(1) 実験対象とした各種避難はしご

図1に示す4種類の避難はしごを対象とした。1つ目は、比較的本体部分の重量が大きいつり下げ式金属製避難はしごa(以下これをはしごAとする)、2つ目は比較的軽量なつり下げ式金属製避難はしごb(以下はしごB)、3つ目はワイヤーロープ式つり下げはしご(以下はしごC)、4つ



金属製避難はしご a・b ワイヤーロープ式 固定
 はしごA はしごB はしごC はしごD

図1 対象とした避難はしご

目は固定はしご(アルミ製一連はしごを実験架台に固定したもの、以下はしごD)である。

(ア)これら避難はしごは、それぞれ、収納場所・収納形式・設置方法が異なる。本報は、降下動作の難易に焦点を絞るため、はしご降下を始めるまでの一連の避難行動は取り上げない。

(イ)建築物の4階以上の階に設ける避難はしごは、金属製避難はしごとしなければならない。はしごAとBは、いずれも国家検定品であるが、はしご部材(縦棒、横棧)の断面形状等が異なる。製品の特定を避けるため、その詳細は記さない。

(ウ)避難ロープについては、予備実験で「こわい」と感じるものが多く、安全な繰り返しに難しいと思われたため、本研究では除外した。

(2) 実験手順

はしごの後方40cmにはしご降下時の安定性を補助する壁体を設け、被験者に各はしごを3回ずつ降下させ、その際の筋力負担を表面筋電計により測定した。電極の貼付位置として、上肢2ヶ所、下肢2ヶ所の計4ヶ所の筋肉を選定した³⁾(図2)。実験で得られた表面筋電図の例を図3に示

す。その筋電図より求めた筋電積分値を用い、筋力の負担を評価する。はしご降下動作を定め、これを被験者に練習させた後、実験を行った。なお実験中は、はしご降下後に、被験者に降下の際の負担感を5段階評価で申告させ、降下難易の参考とした。

(3) 被験者

はしご降下実験を安全に繰り返すため、20歳の男性5名(平均24.8歳)とした。

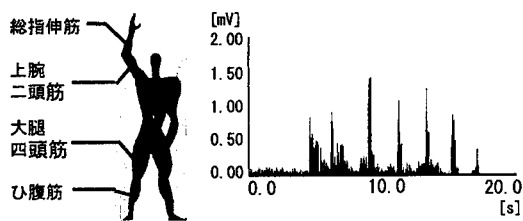


図2 電極貼付位置 図3 実験で得た表面筋電図の一例

3. 実験結果及び考察

(1) 試行の繰り返しによる筋電積分値の変化

図4に、被験者2の筋電積分値を示す。他の被験者も含め、試行の繰り返しによる筋肉や心肺機能の疲労などにより、測定値が一定方向に変化する傾向はみられない。

(2) 被験者による難易の序列変化

図5に、被験者5の筋電積分値の平均値を、避難はしごの種類別に示す。他の被験者も含め、下肢よりも上肢の負担が大きい。これらの測定値の大小が、被験者の負担感評価とも一致することから、上肢2ヶ所の筋電積分値が、避難はしご使用上の難易を顕著に表すと考えられる。

(3) 避難はしごの違いによる使用上の難易

被験者5名の筋電積分値を同一のグラフ上で比較するため、被験者全員のはしごAの平均値を基準に補正した筋電積分値を求めた。図6は上肢の総指伸筋・上腕二頭筋について、全試行の補正筋電積分値とその平均値を、避難はしごの種類別に表したものである。図6から、はしごCの平均値が最も大きく、はしごDが最も小さくなっていること、はしごAとBはその中間で、比較的是しごDに近い平均値であることが分かる。実験では、はしごから40cmの位置に壁を設置しているため、はしごAとBの差が抑えられたとも考えられる。また、はしごCの値はばらつきが大きく、他のはしごに比べ個人差が大きく表れた。

4. まとめ

本研究の結果、下肢よりも上肢の筋負担、特に上腕二頭筋の筋負担が、はしご降下の難易を顕著に表すこと、各種避難はしごの使用上の難易は、ワイヤーロープ式つり下げはしごが最も難しく、固定はしごが最も易しいことが確認できた。また、つり下げ式金属製避難はしごはその中間で、比較的固定はしごに近い難易度を示した。実験では、はしごから40cmの位置に壁を設置することで、はしごの安定性を補助しているが、実際の建築物では、はしごが壁に接する位置に設置されていない場合や、壁までの距離が遠い事例もある⁴⁾ので、検討が必要である。

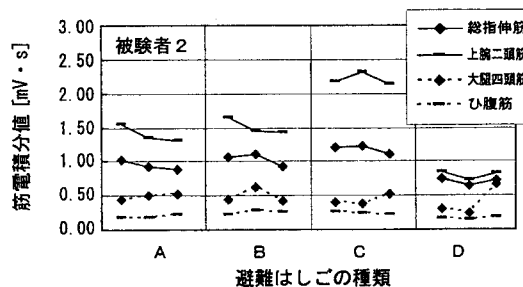


図4 各試行の筋電積分値(被験者2)

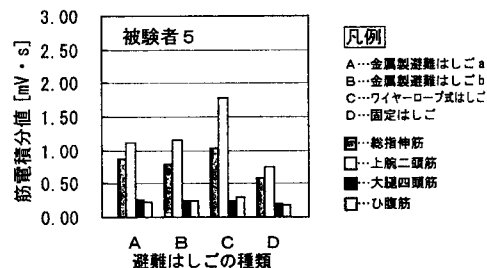


図5 各種はしごの平均筋電積分値(被験者5)

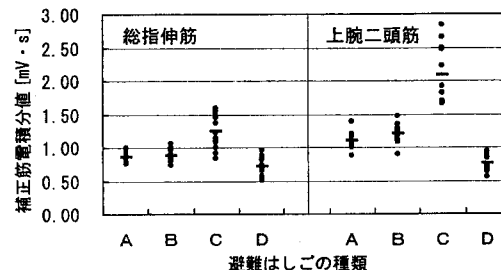


図6 補正筋電積分値

参考文献

- 1) 堀内三郎「避難器具の避難容量、性能評価および避難計画における位置づけについて」日本火災学会
- 2) 上原茂男ほか「バルコニー経由の避難安全上の支障要因に関する実験研究」日本火災学会
- 3) 瀬尾明彦・小木和孝訳「表面筋電図の人間工学応用」財団法人 労働科学研究所出版部 2004
- 4) 直井英雄ほか「避難経路上に存在する人間工学的バリアの実態に関する文献調査」日本建築学会 2005