

つり下げ式金属製避難はしご降下動作の難易に関する人間工学的検討

金属製避難はしご 避難器具 火災避難
避難ハッチ 筋電図

1. 背景と目的

各種建築物の避難経路上には火災等の災害時に階段が使用できないことを想定し、下層への避難の最終手段として避難器具が設置される場合がある。避難器具には法令で定められた幾つかの種類があるが、中でも避難はしごは共同住宅を中心に宿泊施設等で設置数が多い^{注1)}。避難はしごについて、建築物の4階以上の階に設けるものは、所定の「金属製避難はしご」としなければならない。

図1につり下げ式金属製避難はしごの一例を示す。共同住宅のバルコニー床スラブ等に設置される事例が多く、使用時には、ふたを開け、次にはしご本体を展張するボタンを踏むことで、蛇腹式に収納された本体が、自重で伸展し、下層の床面付近までつり下がった状態になる。避難者がこのはしごを降下する際、はしご本体がつり元から振り子のように水平方向に揺れたり、はしご本体が変形したりすることで、体勢が不安定になり、避難者の負担になることが予想される。その不安定さを解消するために、建築物の壁面によって、つり下げられたはしご本体の水平移動を受け止めることが推奨されているが、実状では、はしごの設置位置が、壁面から離れ過ぎていとみられる事例も多い。以上の背景をふまえ、つり下げ式金属製避難はしごの設置位置と降下動作の難易の関係を検討する。

2. 実験方法

(1) 実験で対象とした避難はしごと実験装置

2種類のつり下げ式金属製避難はしごを対象とした。以下、「はしごA」「はしごB」と称する。これらは、いずれも検定品であるが、はしご部材(縦棒、横棒)の断面形状等が異なる。製品の特定を避けるため、詳細については記さない。ハッチに収納されたはしごAとBを階高2.8mの実験架台に並べて設置した。

(2) 実験で設定した壁面とはしごの距離

図2に、建築物の壁面とはしごの距離dを示す。実験で設定する距離dは、予備実験を参考に、20cmから10cm刻みに70cmまでの6種に加え、壁を設けない「壁なし(距離を∞と表記)」とした。製品により多少異なるが、はしごを壁面に十分に寄せて施工したものが、壁面からの距離20cmに相当する。

(3) 実験項目

表1に、被験者1人あたりの実験項目を示す。はしごAとBの2種類について、壁面からの距離7項目を3回ずつ、合計42項目を降下させた。

正会員 ○山村 重行* 同 佐野 智彦**
同 加藤 正男*** 同 庄司 辰夫***
同 久保田 一弘**** 同 直井 英雄*****



図1 つり下げ式金属製避難はしご本体

表1 実験項目及び被験者1人あたりのはしご降下回数

| | 壁面とはしごの距離 d (cm) | | | | | | |
|------|------------------|----|----|-----|-----|----|---|
| | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | ∞ |
| はしごA | 3 | 3 | 3 | 3*1 | 3*2 | | |
| はしごB | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |

*1: このうち、降下時にはしごが壁に触れなかった被験者が1人いた。
*2: 同じように、壁に触れなかった被験者が2人いた。

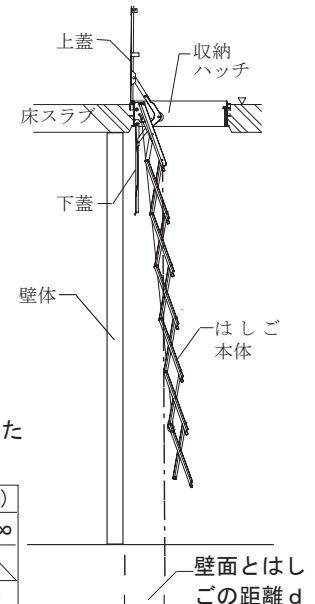


図2 つり下げ式金属製避難はしごの側面図

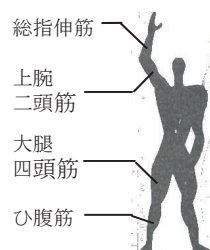


図3 電極貼付位置

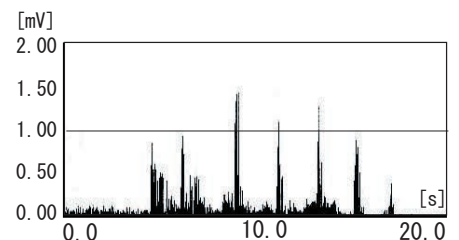


図4 実験で得た表面筋電図の一例

ごAとBの2種類について、壁面からの距離7項目を3回ずつ、合計42項目を降下させた。

(4) 被験者

被験者は、20歳代の男性3名(平均25歳)とした。

(5) 実験手順と評価方法

所定の距離dとした壁面を設け、被験者がつり下げられたはしごの最上段に足をのせた状態から、はしごを降り始めた時点で測定を開始した。床に着地し、両手をはしごから離れた時点で測定を終了した。測定には、表面筋電計を用い、電極の貼付部位は図3に示す4ヶ所を選定した。図4に実験で得た筋電図の一例を示す。また、被験者に降下の難易を5段階で自己申告させた。

Yamamura Shigeyuki, Sano Tomohiko, Kato Masao, Syozi Tatsuo, Kubota Kazuhiro, Naoi Hideo

3. 実験結果と考察

(1) 壁面からの距離と筋電積分値

図5に被験者Xの筋電積分値 (mV・s) を示す。上肢2ヶ所における筋電積分値の増減は、距離dの増減と同調していることがわかる。他の被験者も同様の傾向がみられた。また、はしごAでは、距離d = 60cm程で、はしごが壁面に触れなかった。

(2) 筋電積分値の補正

各被験者の筋電積分値を同一グラフ上に表すため、図6に示す計算方法により補正した。

(3) 上肢の2ヶ所による比較検討

図8と図9に上肢2ヶ所の補正筋電積分値とその平均値を示す。はしごAは、上肢2ヶ所とも、距離dによる筋電への影響が小さく、値のばらつきも小さいことがわかる。図9から、はしごBは、距離dが大きくなると、上腕二頭筋の筋電積分値が大きくなり、値のばらつきも大きくなっていることがわかる。

(4) その他の避難はしごとの比較

別実験^{注2)}で対象とした2種類の避難はしごの補正筋電積分値を比較検討のために参照する。1つは可搬式ワイヤーロープ式つり下げはしご(→はしごC)。もう1つはアルミ製一連はしごを実験架台に固定したもの(→はしごD)。図7に、はしごCとDを降下する様子を示す。はしごCは、はしご降下時の揺れを抑えるため、距離d = 40cmの位置に壁体を設置している。なお、図8と図9の右端に、はしごCとDの補正筋電積分値を併記した。

図8と図9より、はしご4種における上肢2ヶ所の補正筋電積分値の平均値は、はしごCBADの順に大きい。

4. まとめ

以上の実験から以下の知見を得た。

- ①避難はしごの降下は、上肢、特に上腕の筋力を使用している。
- ②つり下げ式金属製避難はしご降下動作の難易は、固定はしごの難易に近いが、壁面からはしごの距離が大きい条件下では、はしごBが示すように、ワイヤーロープ式つり下げはしごの難易に近づくはしごもあるので注意を要する。

本報は、平成17年度卒業研究生、西山佑樹氏、福永大輔氏とのグループにより行った研究活動である。ここに記して謝意を表す。

注

- 1) 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」日本建築学会大会梗概 2005
- 2) 直井英雄ほか「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」日本火災学会 2006
- 3) 平成18年3月9日公布の総務省令により、金属製避難はしごの内、壁面に接しないものを「ハッチ用つり下げはしご」と分類し、静荷重による水平移動距離の制限等、新たに技術上の規格が設けられた。同年10月1日施行。

* 東京消防庁/東京理科大学大学院修士課程 ** 同学修士課程
 *** ナカ工業(株) **** 同学工学部 補手・工修 ***** 同学教授・工博

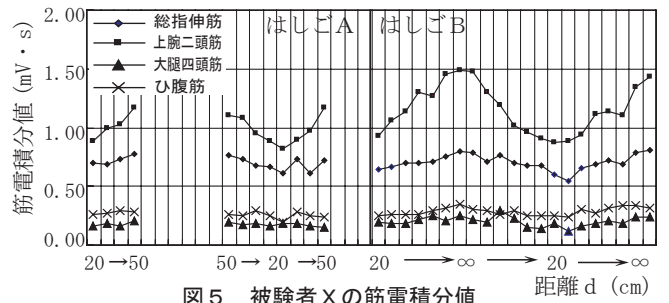


図5 被験者Xの筋電積分値

$$\text{補正筋電積分値} = \frac{\text{当試行の筋電積分値}}{\text{当被験者のはしごAの平均値}} \times \text{被験者全員のはしごAの平均値}$$



図6 補正筋電積分値の算出方法

図7 その他の避難はしご

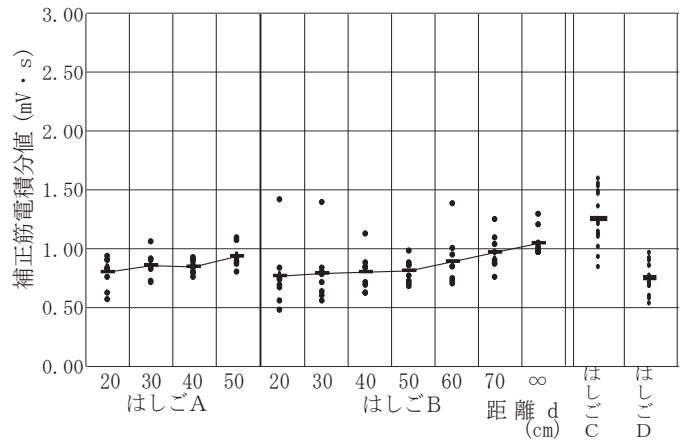


図8 総指伸筋付近の補正筋電積分値

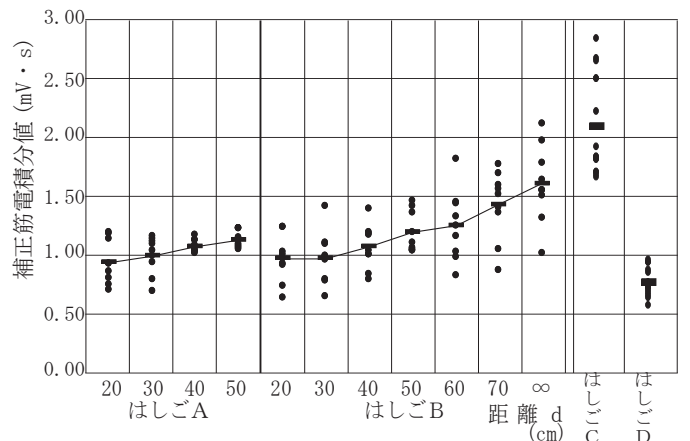


図9 上腕二頭筋付近の補正筋電積分値

参考文献

- 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
 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

*Tokyo Fire Dept./**Graduate Student, Dept. of Architecture, Tokyo Univ. of Science
 Naka Corporation. *Research Assoc., Dept. of Architecture, Tokyo Univ. of Science, M. Eng. *****Prof., Dept. of Architecture, Faculty of Eng., Tokyo University of Science, Dr. Eng.