廻り階段用手すりのユニバーサルデザイン化

—三次元動作解析をもとにして—

○塩川 満久¹, 横山 精光², 隣 幸二², 大塚 彰¹

¹県立広島大学, ²松下電工(株)

Conversion of universal design handrail for a spiral stair way

— Using a three dimensional operation analysis —

Mitsuhisa Shiokawa¹, Seikou Yokoyama¹, Koji Tonari¹ and Akira Ootsuka¹

¹Prefectural University of Hiroshima, ²Matsushita Electric Works, Ltd.

1. はじめに

日本における住宅用階段は直線や L 字型もあるが 180 度転回するために 6 段の階段割付にて対応するものが 50%以上を占めるといわれている。これは、坪単価という制約に駆られる日本の住宅事情では設置面積を余分に占有しないための妥協レベルの傾斜をとまう。そして、デッドスペースを生む階段でのバリアフリー化は住宅金融公庫の融資基準に記載されていたことで現状融和措置ととれる手すりの設置で対処していることがほとんどである。すなわち、階段本来の蹴上げを低くすることや踏面の面積を広げることは予算考慮の際黙殺されているのが現状である。そして、手すりが設置される場所は足底支持面を十分確保できる廻り部の外側が一般的である。つぎに、ユニバーサルデザイン (UD) の視点から階段の手すりを考えると動作様式や経路を制限する手すりを使う必要性がない、使わなくてもバランスが崩れることがないなどの理由で階段昇降に身体的難を感じない者には不必要なものとだけしかとらえられていない。そこで、本研究の目的は従来型手すりに代わる形状と設置位置を模索し、6 段廻り階段における昇降動作の安全性と身体能力に依存しない動態効率の向上を念頭においたユニバーサルデザイン化を検討するものである。

2. 方法

2.1 実験設定

まず、現時点で新築家屋に設置されている部材を使用し、強度確保と撮影のため階段周辺部の障害物除去との融和を考慮した実験用 6 段廻り階段 (廻り部 6 段で上下部に 2 段ずつの計 10 段, 蹴上 180, 踏面 210, 段鼻 30[mm]) を製作した。また、階段環境に影響される手すりの握り換えを検討するために 6 段の直線

階段を組み立てた。これには、ブラケットの形状により握り位置への影響を避けるため、規定面と最上段のみにて手すりを固定した。なお、使用した手すりの直径は 35mm であり、各段からの高さは 750mm とした。

2.2 被験者

実験内容に同意を得た被験者は既往症のない 17 名 (女子 10 名, 男子 7 名) で、年齢; 21.6 ± 2.4 歳, 身長; 162.9 ± 8.3 cm, 体重; 55.3 ± 6.9 kg であった。そして、被験者の身体 30 箇所には再帰性のある反射マーカ (直径 25mm) を貼付した。

2.3 分析方法

動作は 6 台の赤外線カメラ (120Hz) による三次元動作解析装置 (Oxford Metrics Vicon 512) により反射マーカの座標位置を一次データとして導出した。なお、規定面における機械的測定誤差は 0.745mm であった。

3. 結果・考察

3.1 廻り部外側設置手すりの握り換え

まず、直線階段にて下肢の動作と手すり側の手部に貼付したマーカの変量の関係を見た。その結果、平地で歩行する際の下肢の動きと同様の相反的変動となる。要するに、手すりとは反対側の脚が遊脚後期に入るタイミングに合わせて手すりを保持する位置を変えている。しかし、降段時における保持位置は体側部付近から体幹より前方にて滑らせながら保持する。またその距離には個人差がある。それに対して、廻り階段では廻り部分における昇降経路は弧を描くが、手すりまでの距離は建築の構造上、4, 7 段目は直線部分に比べて遠く位置することとなる。よって、被験者の手すりを握る位置は上肢長と体側からの最適保持距離の関係も加わって、3 段目と 4 段目の境付近、同じく 5 と 6, 7 と 8 段目の境に限定され

る。また、ブラケットの固定位置を角部に限定した場合でも握った手部を滑らすような保持状態を継続することはできない。

3.2 内側従来設置型手すり欠点

設置される手すりはその高さと壁面面積によってその傾斜は決定される。また、連続性を持たせるため廻り部内側に手すりを設置するとしたら下方直線部の上端と上方直線部の下端を結ぶこととなる。昇段時には不具合を感じないこの設置方法は、身体重心が後傾する降段時には動作を進行方向ヘリードし、合わせてブレーキングの役割を果たす手すりの効果が得られない。また、無理に保持し身体のバランスをとろうとすると十分な足底支持面を確保できない中心部へ寄ることとなり、「転げ落ちる」と恐怖心をあおる体勢を作ることとなる。加えて、狭壁面部に最低でも2箇所のブラケットで固定しなければならないため、連続保持ができない。また、鉄棒競技でいう「逆手」握りで転回を始めたとしても、上肢骨格の構造上、転回中期の不安定な時期に「順手」に持ち替える動作を伴うこととなる。

3.3 縦手すりの導入と設置本数

拇指を上方に向けた保持動作の場合、胸部付近より上部における手関節の自由度は大きいことを理由に、傾斜して設置していた内側手すりを垂直に配置した。このことにより手すりの長軸方向の移動保持に加え、径周りに回転させながら保持も可能となる。すなわち、身体の転回と降段による垂直移動に同時に対応できることとなる。しかし、回転中心となる柱に一本設置では中央壁の厚さにより直線部との連続性が失われる。そこで、柱角に手すり固定できるブラケットを利用して、階段を上方から見た場合、時計の長短針が十時十分の方向に二本の縦手すりを設置し、転回初期と後期に特化させることとした。このことにより階段直線部分に斜めに設置された手すりとの連動が「掌を返す」動作のみでおこなうことができる。また、二本の縦手すりは最上下部のみでの固定が可能であるため、肘関節の屈曲度により自由な高さや距離での保持が可能となる。すなわち、転回中心部のみならず、十分な足底支持面を確保する位置も昇降経路として選択できるとともに、通常2段に一回の割合で持ち替えられる手すり位置を廻り部周辺では最低でも3段分確保できる。

また、体幹上部から上肢筋群の働きにより、昇段時にはリフトアップ、降段時には「ぶらさがり」によるブレーキングの効果も期待できる。

3.4 UD 手すりの高さ検討

垂直に設置した縦手すりの使用にあたって、下方の使用範囲は674.2mm、上方は595.2であった。しかし、その分散値は大きいという、初期の保持位置やスライド高など利用方式に一定の傾向は認められない。また、保持位置と身長や上肢長との相関も昇段・降段の双方ともに認められなかった。すなわち、動作様式により手すりそのものの長さを検討するにはいたらなかった。そこで、幼児から高身長の利用者を想定すると、肩峰高と上肢長をもとにした長さに余裕がある範囲の設置が必要となる。

4. まとめ

住宅用階段における廻り部に対して外側に設置される連続手すりは、支持面を広く取ることのできる踏面箇所に経路を誘導し性急な動作を抑制する。しかし、踵部を踏面に接地しない昇段動作や、降段時に指部が段鼻より出る、いわゆる内側に経路をとる動作には利用できない。そこで、内側壁面に縦に設置する二本の手すりの利用により動的バランスの保持に寄与するものと考えられる。また、外側手すりを利用する高齢者にとっては、握り換えが必要になる箇所において内側縦手すりを利用することにより三点支持の継続が可能となる。

図1. 降段時における左手部と第7頸椎の移動経路（従来型内側手すりと縦手すりの比較）