身体平衡機能の計測・分析技術に関する研究 水平加速外乱を用いた新型の立位姿勢評価試験機

永田久雄 (労働省産業安全研究所)

大野央人 (鉄道総合技術研究所)

Study on measurements and analysis of human equilibrium

— New device for evaluating human standing posture against horizontally accelerated disturbance —

Hisao NAGATA (National Institute of Industrial Safety)

Hisato OHNO (Railway Technical Research Institute)

1. はじめに

レール上の走行台(長さ11m、有効可動距離9.2m)をサーボモーターの駆動力で急加速させる装置¹⁾(リニアアクセラタ)により、被験者に急加速負荷刺激を与えて、立位姿勢の安定性を評価することができることを報告した²⁾。しかし、レールが長いために大型の実験室を必要とする。その欠点を補うために、走行長さを短くした小型の試験機を開発した。本機を用いた基本的な測定法について検討を行ったので概要を報告する。

図1 立位姿勢安定性評価試験機

2. 開発した立位姿勢安定性評価試験機

(1) 基本

立位姿勢に矩形波状の加速力を与えた時に、姿勢を保持できる限界の加速度とその加速時間との関係を検証してきた²⁾など。その結果、立位バランスを失わせる限界加速度は加速時間の逆数値に比例することを確認した。直線的な関係から、ある二点の特性が定まれば全体の傾向がつかめることになる。つまり、数少ない測定によって種々の立位条件別の身体特性を解明することができる。本機はこの理論を基本としているが、直線性を再検証するために本報では二点以上の加速時間についても限界加速度を測定している。

(2) 新試験機の機構など

図1に示した新試験機のレール長は2m(有効可動距離1.0m)である。走行台のレール長によってサイズを比較すると大型装置の約1/5である。新たな試験機の加速法は従来の大型の装置(リニアアクセラタ)と同様に被験者が立っている走行台をスライドさせて、立位姿勢に加速外乱を与える方法である。

本体構成は、駆動部、走行部、パソコン制御部、水晶式加速度検出部、レーザー光式速度計からなる。駆動部は位置制御型のサーボモータシステムを採用している。位置検出センサーはタコジェネレータとポテンションメータを用いている。

本装置はサーボモータをパソコン制御する方式のため、正弦波、三角波などの刺激を作り出すことが可能である。しかし、ここでは、突発的な立ち上がり刺激である矩形波状の加速力についてのみ論じている。

3. 実験

被験者は男子で、2グループに分けて実施した。

(1) 加速後から減速までの時間別特性

本機の走行台の移動距離が短いため、加速後の走行時間を長く取れない。加速後から減速までの一定速度走行の持続時間が長ければ長いほど減速ブレーキによる揺れ戻しは生じにくい。この影響を取り除くために必要な最

小時間を求める実験を行った。

実験では、0, 200, 400, 700, 1000, 1500msの6段階をとり、姿勢を保持できる限界値をそれぞれ求めた。加速時間は約100~1200msの範囲内の5点を取っている。被験者は、男子7名で平均年齢22.7歳(19~26歳)である。平均身長は175.2cmである。その結果を図2に示した。結果から、いずれの場合でも直線性が見られ加速後から減速するまでの一定走行時間を少なくとも1000ms以上取る必要があることが判明した。

(2) 開眼と遮眼別の特性

視覚情報が立位バランスに大きな影響を及ぼすことは知られている。そこで、開眼と遮眼(アイマスク使用)による立位限界への影響を調べた。加速後から減速するまでの時間は1500msである。加速時間は約125~1000msの範囲内の5点を取っている。被験者は、前項とは別グループの男子6名である。平均年齢23.5歳(20~29歳)、平均身長は、169.1cmである。その結果、図3に示すように直線的な関係が見られかつ、矩形波状の加速刺激では開眼遮眼による差がほとんどないことが判明した。

(3) 前傾姿勢と後傾姿勢別の特性

自然体、大きく前傾、後傾させた状態についてその立位保持特性の差を求めた。加速時間は約125~1000msの範囲内の5点を取っている。前項の被験者6名を用いて実測した。その結果、図4に示すように、直線性が見られかつ、前傾姿勢と後傾姿勢で大きな差が生じることが判明した。

4. まとめ

男子若年齢者による実験では、加速後に減速するまでの一定速度走行時間を少なくとも1000ms以上取る必要がある。

矩形波状の刺激の場合には開眼、遮眼による影響はほとんど見られないが、大きく前傾あるいは後傾した場合には、その姿勢差が大きく現れる。

本機を更に改良し主に労働安全の分野で問題となっている課題について応用する予定であるが、本機の特性に配慮することにより、乗り物の研究、平衡メカニズムの解明、リハビリの効果、立位機能全体の反射特性、予告・構えの効果などの研究に幅広い応用が可能であろう。

図2 一定速度走行の持続時間別特性

図3 開眼遮眼別の特性

図4 前傾と後傾別の特性

参考文献

- 1) 永田久雄: 急加速刺激を加えた場合の立位姿勢の安定性評価装置の開発, 人間工学, 27(4), 221-223, 1991.
- 2) 永田久雄, 大野央人, 小美濃幸司: 水平加速外力に対する靴ヒール高別の立位姿勢の保持限界に関する