遊 戯 機 械 の 振 動 が 人 体 に 及 ぼ す 影 響

町 田 信 夫 (日本大学理工学部)

Physiological and psychological effects of whole-body vibration by the amusement facilities
Nobuo Machida (Nihon Univ.)

1. はじめに

機械は、一般的に人間の機能の代替や利便性の追求等を目的として造られているが、遊戯機械(遊具)では数分の間におもに加速度刺激により引き起こされる緊張-弛緩のギャップが恐怖感(スリル)や快適感につながる特殊な振動環境を提供している¹⁾。したがって、安全性の確保は重要な点であり、加速度の大きさについても人間に許容されるものでなくてはならない。

本研究は、遊具を題材として、特殊な振動環境の評価法と、このような振動(加速度)から受けるスリル度や快適感を定量的に評価することを目的としている。本報では、その基礎研究として代表的な遊具の振動環境と人間の生体反応との関係について報告する。

2. 方 法

生理・心理反応計測のために対象とした遊具は、直線的な走行運動をするものとしてコースター(固有名称:ダイダラザウルス, 5両編成, 最高速度 72km/h, 乗車時間 3分, 運動内容:上昇下降)を、回転運動をするものとして、水平軸の回りを回転運動する海賊船(固有名称:トップスピン, 大回転 13rpm, 定常円周速度 612.6m/min, 乗車時間 1分 30秒, 運動内容:回転宙返り)の2機種とした。被験者は、大学生男子3名, 女子2名である。

その他、振動環境調査として数機種の遊具について、一般乗客を対象に予備調査を行っている。振動環境調査に当たっては、ISO 2631の計測方法による、人体座標系の座位状態における座席-座面部(腰部)、及び平衡感覚への直接的影響を検討するために頭部の動き(x,y,zの3方向)を計測した。

また、人間にとって安全で、遊び心を引き起こす遊具とは、いかなる状況下で人間はその動きをどのように受け止めているのかを知るために、SD法により遊具の動きによる心理的効果を調べた。ここで用いたSD法は、30の形容詞対からなる7段階のSD尺度を採用し、遊具に乗った感想を直感的に答えさせた。

評定結果は、被験者人数による評定平均値をもとにSDプロフィールの作成、及び主因子法による因子分析(Varimax 回転)を行い、因子負荷量を算出して遊具から受ける心理反応の背後要因を検討した。

また、生理学的反応としては、心電図、及び呼吸運動を取り上げている。心電図については、心拍間隔のスペクトル解析データから自律神経系活動度を検討した。すなわち、スペクトル解析データの高周波数成分(0.15 ~ 0.4Hz)のパワーが副交感神経機能の影響を反映し、低周波数成分(0.04 ~ 0.15Hz)のパワーが交感神経機能の影響を反映しているものと評価した²⁾。

3. 結果・考察

遊具(スリルライド)から受けるスリルや快適感は、何に由来するかを予備調査として、男女延べ 79 名(平均 21.7 歳, 標準偏差 3.4 歳)により調べた。その結果、怖さでは、加速度、遠心力、スピード、高低の変化などであり、心地よさでは、スピード、風圧、加速度、遠心力の順、その他景色の変化などをあげている。また、遊具乗車前にその遊具の動きから感じる怖さや快適感と乗車後の印象との相関をSD法の結果から求めたところ有意な相関(例えば、トップスピン $r=0.797$ ($p<0.01$)) 関係を得ている。これより、ある程

度は遊具乗車前にどのような振動環境に曝されるかを予測している状態でその動きを体験していることを示唆している。図1に加速度波形の一例として、トップスピンの腰部及び頭部の鉛直方向（重力加速度1Gキャンセル）を示す。これは回転運動の遊具であるが、短時間で大きな加速度変化を伴うのが特徴である。図2は、トップスピン乗車によるSD法の結果を用いて因子分析（Varimax 回転後）を行い因子負荷量の2次元プロットを行ったものである。第1因子は、怖い、鋭い、たくましい、安心な、暖かいなどに負荷量が高く「スリル度の因子」、第2因子は、活動的な、楽しい、ゆったりした、うきうきしたなどに負荷量の高い「楽しさの因子」と解釈できる。第3因子は、変化のある、ゆっくりしたなどから、「変動の質を表す因子」と解釈した。今後さらに被験者を増やし検討していきたい。図3は、トップスピン乗車時の心拍変動スペクトル解析から自律神経系活動度を求めた一例（被験者 N）である。稼働前安静時（安静時Ⅰ）に比べ稼働時では、自律神経系の交感神経系が優位に働कि安静Ⅱ（遊具停止）に安静時値に戻る傾向が見られる。

結果より短時間に自律神経系の機能変化が現れているものと思われる。

4. おわりに

遊具の振動、動揺環境下における心理的、生理的反応について考察した。本報では、ダイナミックな動きを伴う遊具を対象としているが、一般的な乗り物と相違する点は、怖さ（スリル）と快適感（満足感）が常に介在し、短時間ではあるが、振動、騒音などの複合された物理量が刺激となって作用する点である。

遊具乗車時の生体反応量（生理的・心理的）と人体に加えられる刺激量（物理量）との関係を明確にすること、特に生体側の要因として、個人差の問題も含め検討することが、今後の課題としてあげられる。

本研究の一部は、（財）中山隼雄科学技術文化財団の研究助成によるものである。また、

図1. 遊具の加速度波形

因子1

図2. 因子負荷量の2次元プロット

図3. 自律神経系活動度の一例 (subj.N)

(株)エキスポランドからは研究対象として遊具をご提供頂いたことに謝意を表します。

参考文献

- 1) 町田信夫：遊び機械の乗り心地設計，日本設計工学会誌，5月号(1999)，掲載予定。
- 2) Nobuo Machida Syousuke Itoh: Evaluation of mental stress during vehicle operation by spectrum analysis of heart rate variability, Proc. of the 13th IEA, Vol.6, pp.370-372,1997.