低周波全身振動感覚に関する研究 —前後振動について—

○内久根 聖志（日本大学理工学部），吉田 義之（日本大学理工学部）

Studies of the sensibility to low frequency whole-body longitudinal vibration in man

M.Uchikune, Y. Yoshida (Nihon Univ., Coll. of Science, Technol.)

1. はじめに

振動は、作業環境や交通機関において現れ、避けることができない。この場合の体全体が、揺れ動かされる全身振動における、振動感覚の問題を検討することが必要となる。そして、その際には生理学的な影響も含めて考慮されなければならない。本研究は、1 Hz 以下を含む低周波振動の前後方向を暴露した場合の人体に及ぼす影響について生体機能を測定した。従ってこれによる全身振動感覚を生理学的な反応、及び内省法による心理学的測定により評価したものである。

2. 実験条件

実験は、片振幅 50, 100 mm については、日本大学理工学部、大型構造試験棟内の多入力振動試験装置を使用し、5, 10 mm については、同学部内、実験室の松平式試験機を使用した。諸元は図 1 に示す。この試験機の振動台に座椅子を取り付け、足が自由下垂の状態になる座位姿勢で振動を暴露した。振動暴露条件は前後方向正弦波振動とし、振動台の片振幅は 5, 10, 50, 100 mm, 振動数 0.2, 0.3, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0, 2.0 Hz, 振動加速度実効値範囲 (0.01 ~ 1.0 m/s²) とした。暴露時間は 15 分間とし、振動数、振幅をランダムに変化させて行った。試験機による騒音の影響を防ぐために、被験者はイアーマフを装着した。被験者は 21, 22 歳の健康な

男子大学生 5 名である。

3. 実験方法

生理学的反応の測定は、心臓機能、呼吸機能、唾液分泌機能について行い、自律神経系への反射を求めた。マルチメータを使用して出力された心電図より心拍数、鼻孔に付けたサーミスタを用いたピックアップによる呼吸曲線より呼吸数、唾液分泌量は、舌下に含ませたデンタル綿に吸収させ分泌重量を測定した。平衡機能は神経系の反射機能としての計測手法であり、片足閉眼起立による重心移動の距離から面積を求めて身体動揺度比とした。

内省法は大変心地よい、不快である範囲を 5 段階評価とした。SD 法による振動感覚の表現として、予備実験から 15 の形容詞対を決め、被験者に振動暴露後に SD 尺度で評価させた。暴露前 6 分間、暴露後の回復状態をみるために 3 分間の安静時をそれぞれ設けた。図 2 は測定条件を示す。

装置	松平式振動試験機	多入力振動試験機
最大振幅	10 mm	200 mm
加振振動数	10 Hz	0.01 ~ 50 Hz
最大加速度	2 G	1.2 G
加振方式	カム式	電気油圧サーボ式
加振変	0.5 × 0.5 m	2.5 × 1.5 m

図 1 実験装置

図 2 測定条件

4. 実験結果

生理学的反応の各測定値については、安静時の値を基準として各実験中の値を比で表し、平均、標準偏差値を求め、更に有意差検定（ t 検定、有意水準5%）を行った。暴露開始後15分の結果の振動数との関係を図3に示す。自律神経系の影響は、心拍数、呼吸数、唾液分泌量の変化として現れることより、振動数を増加させると、基準値に比べて減少、増加傾向を示した。振動数を増加させ、100 mm, 0.6 Hz (1.0 m/s²)になると各機能共標準偏差値も大きく、交感神経系優位傾向に移行することが認められた。

身体動揺度は、振動数により変化し、振幅の大きいほど変化の比率が高いことから、振幅による影響が現れたものと思われる。心理学的測定の内省法による振動数との関係では、振幅5, 10 mmで5段階の非常に心地よいが多く現れ、50, 100 mmでは0.2, 0.3, 0.4 Hzにややよいが現れた。この結果の回帰直線式による値の評価を振動数について図4に示すと、0.6~0.8 Hzより、やや不快の評価になり、本実験における振幅での、やや不快に移行する振動数範囲になる傾向にある。加速度による評価は、0.1~1.0 m/s²になる傾向である。SD法による因子分析の結果、5, 10 mmでは「鋭い-鈍い」「はやい-遅い」、50, 100 mmでは、「大きい-小さい」「変化のある-単純な」という力動性因子が心理量として得られた。以上により、生理学的、心理学的測定による反応を評価すると、振幅の大小、および振動数による影響が現れていることから、前後方向の全身振動感覚を評価する上でこれ等の点が考慮されるべきことであるとされる。

図3 振動数による各機能変化

図4 内省法による結果