

三輪型電動車椅子の段差乗り越し時の安定性に関する研究

名城大学 学生員○各務 繁
名城大学 正 員 高橋政稔
名城大学 正 員 栗本 譲

1. はじめに

高齢化と福祉の向上にともなって色々な福祉機器が開発・改良されてきている。これらのうち交通弱者の移動の補助手段として、普及されてきているものとして、三輪型電動車椅子がある。道路交通法におけるこの車椅子の扱いは、それまで手動を前提にしていたものが平成四年の同法の改正により電動も含めたものを考慮する内容に改訂され¹⁾、車椅子が利用される道路などの改善も進んできている。しかし、車椅子の道路上での利用方法を含めた車椅子の安全に関わる事項をさらに検討する必要もある。

これまで主として医療用として使用されることが多い4輪型電動車椅子に関する研究はいくつかあった。²⁾ 本研究では、3輪型電動車椅子の安定性や操作性とそれらによる利用者の心理的影響に関して、市販の三輪型電動車椅子を使用し、建物の出入口や道路・歩道の高低差などを想定した段差を直進または角度を変えて乗り越えたときの利用者の搭乗感覚を実験的検討を試みた結果を報告する。

2. 実験方法について

本実験は、被験者のフィーリングと車椅子の段差乗り越し時に測定された物理量（ハンドル振れ角、車体ヨー角および車体ロール角）の両面から段差を追究することとした。被験者は、健常者6名とした。

物理量測定は、実験車両である市販の電動車椅子に測定用の装置を図-1のように取り付けた。これらの装置により測定されたデータは、FFTアナライザを通して時間軸波形として出力され、角度算出プログラムにより、電圧(V)から角度(deg)に変換した。

フィーリング評価は、図-2に示す5段階を細かく区切ったものとし、記入された頂点を評価値とした。項目は、直進性、乗り上げやすさ、ハンドルを取られる、体のバランスが崩れる、車体が傾く、恐怖感がある、衝撃を感じるおよび総合評価とした。

図-3は、実験の概要を示したものである。この時、試走区間は10mとし、段差高は20mm、40mmおよび60mmとした。車椅子は、進入角度90°および45°、速度2km/h、4km/hおよび6km/hとして実験を行った。

3. 実験結果

実験より得られたフィーリング評価値と物理量測定値の段差、進入角度および速度との相関性をみると、フィーリングと段差高(0.6~0.8)、物理量と進入角度は相関性のみ(0.6~0.9)、速度は相関性はみられなかった。また、フィーリングと物理量との相関では、各物理量

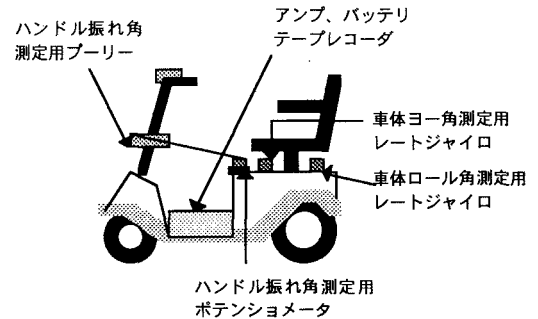


図-1 実験車両

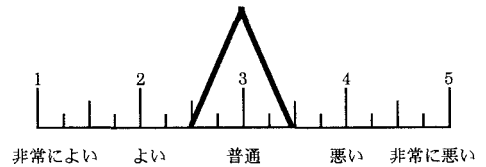


図-2 フィーリング評価記入例

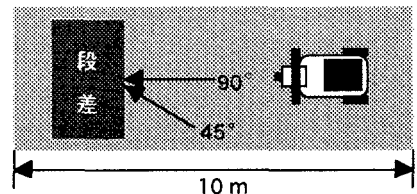


図-3 実験概要図

とも直進性(0.6~0.7)、ハンドルを取られる(0.6~0.7)、車体が傾く(0.6~0.7)、体のバランスが崩れる(0.6~0.7)といったフィーリングとの相関性がみられた。

1) フィーリング評価分析結果^{3) 4)}

実験により得られた総数108のフィーリングデータを基準化し、因子分析を行った。SMC法でバリマックス回転を行った段差上りにおける分析結果は、第1因子が固有値3.364、寄与率0.4205、第2因子が固有値3.125、寄与率0.3907(累積寄与率0.8112)となった。図-4は、因子得点をプロットしたものであるが、因子負荷量から判断して、1軸は乗り上げ時の衝撃の度合や総合評価といった値が大きいことから被験者の感覚を表すものであると思われる。2軸は、ハンドルを取られる、直進性の値が大きいことから被験者の動作を表すものであると思われる。この図から考えると、段差高は、40mm以下が望ましいと思われる（諸元による段差乗り越え高さは80mm）。

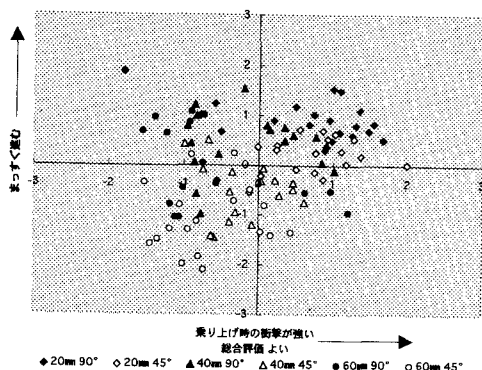


図-4 上りフィーリング因子分析

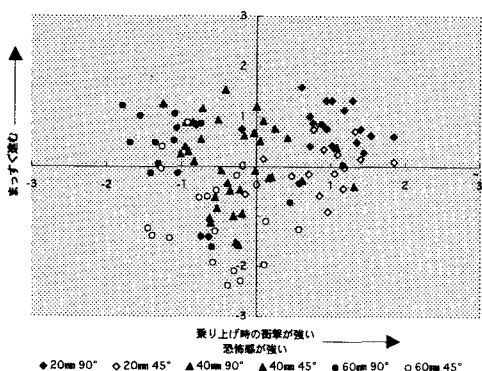


図-5 下りフィーリング因子分析

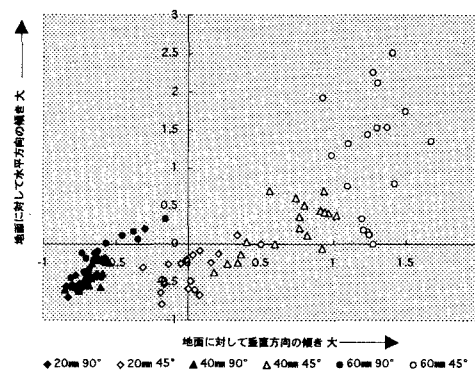


図-6 上り物理量因子分析

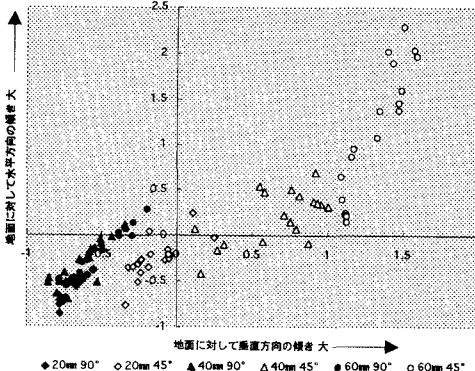


図-7 下り物理量因子分析

段差下りのフィーリング評価についても同様に分析した。第1因子が固有値3.536、寄与率0.442、第2因子が固有値3.419、寄与率0.427(累積寄与率0.869)となった。図-5における1軸は、乗り上げ時の衝撃強さ、恐怖感といった被験者の感覚を、2軸は、ハンドルを取られる、直進性といった被験者の動作を表している。こちらも上りと同様に、段差高40mm以下が望ましいと思われる。

2) 物理量分析結果^{3) 4)}

測定された各物理量をフィーリングと同様に分析を行った。上りにおける分析結果を図-6に示す。第1因子は、固有値1.453、寄与率0.484、第2因子は、固有値1.119、寄与率0.373(累積寄与率0.857)である。1軸は、車体ロール角の値が大きいことから地面に対して垂直方向の傾きを示しているものと思われる。2軸は、車体ヨー角の値が大きいことから地面に対して水平方向の傾きを示しているものと思われる。図より進入角度45°において、段差高40mmあたりからの値が悪くなっていることが読みとれる。

下りにおける分析結果を図-7に示す。第1因子は、固有値1.513、寄与率0.504、第2因子は、固有値1.112、寄与率0.371(累積寄与率0.875)である。1軸および2軸は上りと同様に、1軸が車体ロール角(地面に対して

垂直方向の傾き)、2軸が車体ヨー角(地面に対して水平方向の傾き)を示しているものと思われる。こちらの図からも上りと同様に、進入角度45°において、段差高40mmあたりからの値が悪くなっていることが読みとれる。

4. おわりに

今回の実験では、被験者のフィーリング評価値から望ましい段差高を知ることができた。さらに、ハンドル振れ角、車体ヨー角および車体ロール角の測定値から進入角度45°になると地面に対して、垂直方向、水平方向ともに傾きがかなりひどくなることが分かった。なお、紙面の都合上、物理量の測定値等詳細は、発表時に詳しく述べることにする。

参考文献

- 1) 直江利克：身体障害者用の車いすの安全な通行について、月刊交通、東京法令出版 pp.11~19、1993.3
- 2) 榎本晶教、横森求、山口馨起：電動車椅子の段差乗り越し時の安定性、自動車技術会中部支部研究発表会前刷集 pp.99~104、1996.5
- 3) 柳井晴夫：行動計量学シリーズ8 多変量データ解析法、朝倉書店、1994
- 4) 河口至商：多変量解析入門I、森北出版、1973