

手動車椅子の挙動および走行疲労について

名城大学 学生 劔 朋広・田中一彰・丹羽直樹
名城大学 正員 高橋政稔・松本幸正・栗本 譲

1. はじめに

高齢化が進んでいる現在、我が国の平均寿命は1994年に79.6歳、2025年（平成37年）には81.7歳となることが推計される。この年には国民の約25%が高齢者となり、高齢社会となることは明らかである。そこで本研究は、21世紀を展望し、高齢社会を迎えるにあたり、高齢者の移動に際して必要不可欠な福祉施設と施設を結ぶ、また、施設内における「安全かつ快適で余裕のある健康的」に移動可能な道、また車椅子の道を「第四の道」として弱者の移動に優しい道構造及び車椅子の誘導方式、また、道のネット化を図ることを目的とする。本発表では、「第四の道」が将来つくられた場合、必要であろう車椅子の挙動や走行による疲れ具合を求めるための走行実験を行った結果を報告する。

2. 実験内容と結果

(1) 車椅子の挙動に関する実験

本実験は、人が車椅子の挙動にどのような影響を与えるかを分析するために行うものである。

試走路は、長さ10m、幅1.5mと2mの2つとした。ここに車椅子、人を進入させ速度を測定した。被験者は20歳代男性である。

図-1は、人が幅2mの試走路に進入したときの歩行者密度 k （人/㎡）と歩行者速度 v （m/s）の関係を示した。

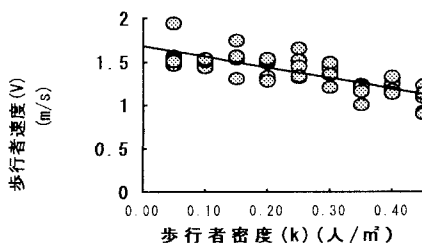


図-1 歩行者密度 k と歩行者速度 v の関係

実測結果より $v = 1.69 - 1.24k$ を得た。この式は、吉岡・竹内らの求めた式³⁾、また、歩道という限られた空間で測定を行っていることを考えると、有効であるといえる。また、相関係数 r は -0.930 となった。次に、図-2は、人が幅2mの試走路に進入したときの歩行者密度 k （人/㎡）と、車椅子速度 v' （m/s）の関係を示した。実測結果より $v' = 0.91 - 1.18k$ を得た。また、相関係数 r は -0.997 となった。この式より歩行者最大密度 D_m は 0.77

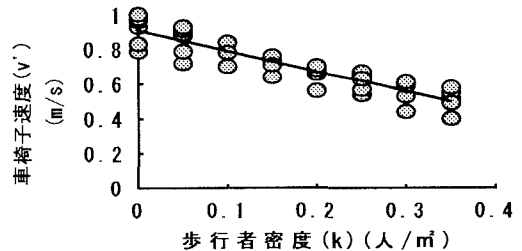


図-2 歩行者密度 k と車椅子速度 v' の関係

（人/㎡）となった。この値は長さ1mの範囲（2㎡）において1.54人存在しているということであるから、この範囲に歩行者が1人いた場合、車椅子は通行可能であるが、歩行者が2人いた場合には通行不可能となる。

ところで、得られた2つの式の傾きを見ると、ほぼ平行移動関係にあると言って良い。また、歩行者の占有面積と車椅子の占有面積がほぼ等しいことや、挙動も似ているということに着目し、次のようにして車椅子交通流量 q （台/分）を求めることにした。

$$q = 60 k' v' \quad (k': \text{車椅子密度 (台/㎡)})$$

上式において k' 、 v' を歩行者密度 k 、歩行者速度 v に置き換えることとした。

$$q = 60 k (v/c), \quad c = (v/v')$$

$$\ast v = 1.69 - 1.24k,$$

$$v' = 0.91 - 1.18k \text{ を使用。}$$

c は、歩行者速度 v を車椅子速度 v' に換算するための係数である。

$$\text{つまり、} \quad q = 60 k v' \quad \text{となる。}$$

この結果を用いて、車椅子交通流量 q （台/分）と車椅子速度 v' を示したものが図-3である。最大交通流量は 10.53 （台/分）、臨界速度は 0.45 （m/s）となった。

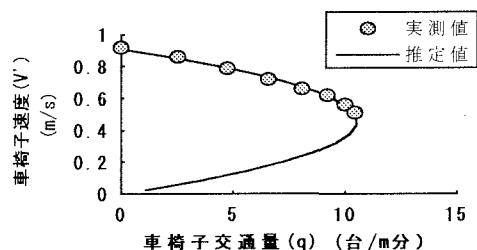


図-3 車椅子交通流量 q と車椅子速度 v' の関係

(2) 走行による疲れ具合を求める実験

本実験は疲労により車椅子で連続走行できるのはどれくらいの距離が限界かということを求めるために行ったものである。

試走路は、平坦路の325mの区間走行とした。そして、25mごとの区間平均速度を求めた。また、実験後に、被験者の走行感覚評価として、乗り心地、疲労度（腕、腰、全身）、それらを含めた総合評価を五段階評価法で被験者に判定してもらい、実験の開始前と終了後には、左右1回ずつ握力を測定した。被験者は20歳代男性8人と50歳代男性1人である。

図-4は、走行感覚評価の被験者の平均値である。（値が小さいほど評価は悪い）

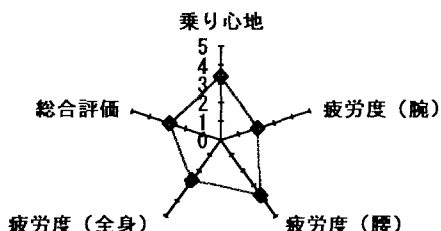


図-4 走行感覚評価の値

疲労度を見ると、腕の疲れという評価において、平均値が2.06となり、全身の中で特に腕の疲れが顕著であるのが分かる。腕の疲れの観点から、握力の結果を見ると、図-5のようになった。

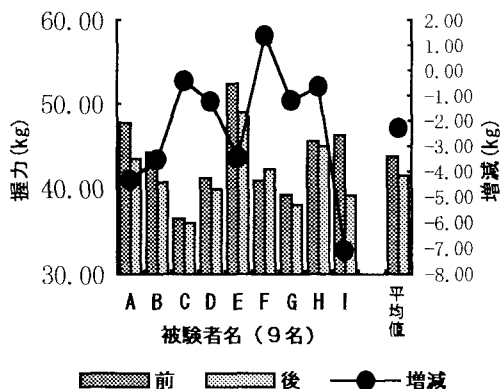


図-5 実験前後の握力と増減

この結果から、ほとんどの者の握力低下が見られ、その平均は2.28kgの低下を見る。従ってこの面からも腕の疲労が大きいということが実証できる。

次に20歳代男性における速度 v (km/h)と距離 x (m)の関係を示した図-6を参照されたい。

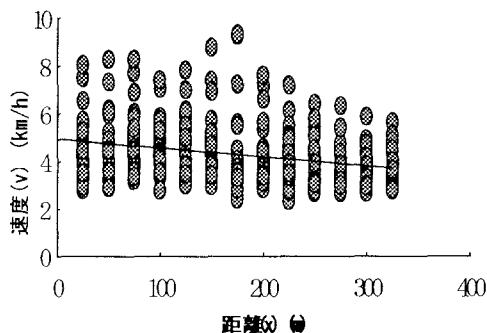


図-6 距離 x と速度 v の関係

実測結果より $v = 4.94 - 0.0037x$ を得た。また、相関係数 r は-0.935である。そこで、 $v = 0$ の場合の距離は、 $x = 1328$ (m)となる。ただしこの結果は、20歳代より得た値である。従って、高齢者や身障者の場合は、この距離の70～80%の幅で見る必要があろう。

3. おわりに

車椅子の挙動に関する実験より、車椅子の最大交通流量、臨界速度、人がいることによる車椅子の速度変化を得ることができた。また、走行者の疲れ具合を知る実験により、腕の疲労が大きいことや、連続走行できる限界距離を得ることができた。現在、車椅子は、歩道および街路を通行し、路面、段差など色々な問題がある。今後、車椅子利用者の立場に立った優しい道について追求するとともに、今回この結果が少しでも役立てばと思っている。

参考文献

- 1) 土木学会第50回年次学術講演集
P. 316～317
『福祉の道「第四の道」と車椅子の挙動』
高橋・松本・栗本・各務・加藤
- 2) 平成6年度土木学会中部支部研究発表会
P. 543～544
『高齢化社会からみた、車椅子と「第四の道」に関する研究』
高橋・松本・栗本・各務
- 3) 河上・松井：『交通工学』、森北出版
P. 101