

動画解析を用いた歩行者密度と歩行速度の関係性に関する基礎的研究

07T0045C 山口 貴大
指導教員：丸山 喜久

1. はじめに

首都圏には政治・行政機能、企業の本社機能等が集中しており、地震発生直後の道路上においては、帰宅行動や避難行動、企業参集といった多様な目的かつ多方面への歩行者が流入することが想定される。

一方で、地震直後の歩行者状況の予測手法については未だ検討されている段階である。この理由の1つに、地震直後に推定される高密度下の歩行状態が定量化されていないことが挙げられる。胡内ら¹⁾は、事業継続計画（BCP）の高度化に貢献することを目的として、首都圏における地震発生直後の歩行者の分布状況の予測を行っている。ここでは、1970年代に算出された通勤時の歩行速度推定式を用いており、現状では双方向流の影響を考えることができない。とくに首都直下地震後の歩行者の状況をマクロに予測する目的には、災害直後の状況に適用可能な歩行者密度と歩行速度の関係式が使用されることが望まれる。

そこで本研究では、通行量の多い歩道を上方よりビデオ撮影し、動画解析を行うことによって、歩行者密度と歩行速度の関係式を構築することを目的とする。とくに歩行者の双方向流については、実際の歩行環境では本研究で分析対象とする状況が形成されないことが多い、千葉大学内で歩行者流動実験を行い、動画解析で得られた結果を補完した。

2. 歩行者密度と速度の関係性

歩行者密度と歩行速度との関係に関する研究^{2,3)}は、1970年代後半に多く発表されている。これらの研究においては、オフィス街や商業地域などの歩行状況調査により、歩行者密度 k と速度 v の関係式 $v = \alpha - \beta k$ を構築している。図1に主な既往式を示す。

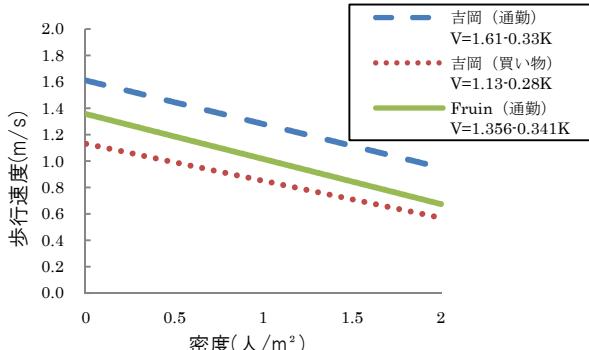


図1 歩行者密度と速度の既往関係式

これらの研究式においては、最大歩行者密度が2.0人/m²にとどまっていたり、双方向流を考慮できないなど、災害直後に推定される歩行環境では、交通工学的な知見が少ない。

そこで、本研究では動画解析によって歩行者密度と歩行速度の関係性を評価する。両者の単位は既往式と統一させるため、歩行速度にはm/s、また歩行者密度には単位面積あたりの歩行者数(人/m²)を使用する。動画解析では、自転車で移動しているような人まで歩行者と誤認する可能性もあるため、歩行速度の上限値を既往式から2.0m/sと仮定した。下限値については高密度状態でのデータが存在しないため0m/sとした。

3. 歩行者動画解析

本研究では麹町、札幌、関内で撮影したビデオを動画解析ソフト Vitracom SiteView を用いて解析した。本ソフトでは、人や自動車といった移動物体をプロブ（塊）としてとらえ、プロブの移動速度、方向、数などをログ出力することができる。また、パラメータを入力することで、抽出するプロブの大きさと形状を指定することができる。したがって、分析対象とする移動物体に合わせたパラメータ値をピクセル当たりの長さなどから適切に設定することで、対象としている移動物体のみの移動速度と方向を得ることができる。

図2、図3に撮影地点ごとの歩行者密度と速度の関係、並びに回帰分析により算出した両者の線形式を示す。また、表1に、取得された歩行速度の平均値、標準偏差を示す。

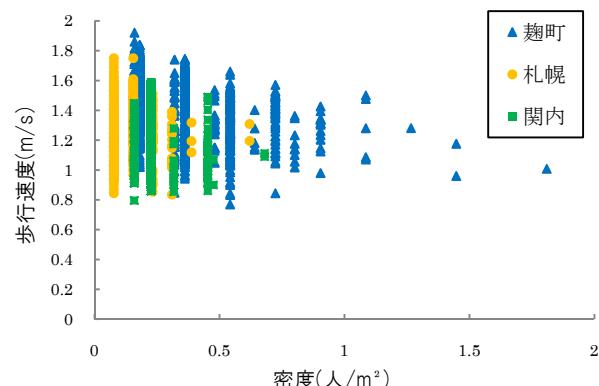


図2 3地点における歩行者密度と速度の関係

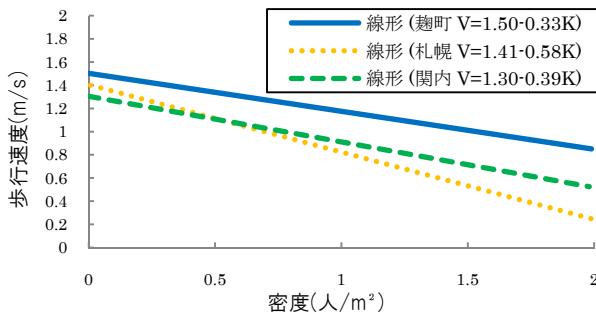


図3 3地点における歩行者密度・速度間の関係式

表1 取得された歩行速度の平均値と標準偏差

	データ数	平均歩行速度(m/s)	速度標準偏差
麹町	1768	1.41	0.19
関内	754	1.21	0.2
札幌	781	1.34	0.17

4. 歩行実験

実際の歩行環境下での動画解析では、とくに双方向流の歩行状況が本研究で期待した状況にならないことが多かったため、2010年11月25日に千葉大学内で歩行者流動実験を行った（図4）。

4.1 実験概要

1.5m×10mの区間を一方の端から他方の端まで歩行する。歩行人数は最大36人とし、双方向流率を総歩行人数の0%, 25%, 50%と設定した。



図4 千葉大学での歩行実験の様子

4.2 歩行実験のデータ解析

実験では、対象区間の両端に非接触ICゲートを設置し、そのログから実験区間（10m）の平均速度を被験者ごとに記録した。さらに、上方からビデオを撮影し、動画解析により歩行速度を取得した。

図5に歩行実験時の歩行者密度と速度の関係と回帰分析から算出した線形式を示す。

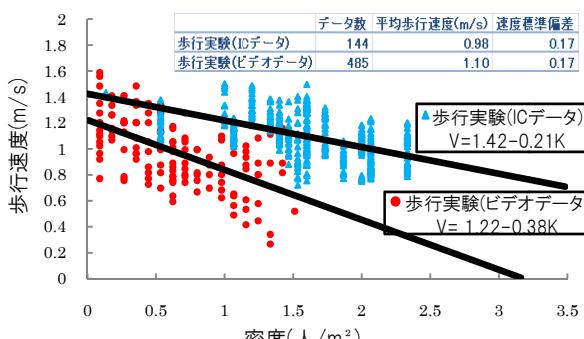


図5 実験時の歩行者密度と速度の関係

5. 歩行者マクロシミュレーションに向けた歩行速度予測式の構築

前述の解析データを用いて歩行者密度と速度の関係式の算出を行った。歩行実験データについては2通りの方法でデータを取得したが、実環境下で取得されたデータと比較するため、ここでは動画解析によって取得された歩行者密度と速度を用いた。

図6に本研究で構築した歩行者密度と速度の関係式と既往の研究⁴⁾で構築された関係式を比較する。動画解析によって取得された本研究の関係式は、Fruinによって構築された関係式と近いものとなった。歩行者密度が1.5人/m²程度以下のときは、いくつかの既往式の中間程度の歩行速度を示し、歩行者密度が2.5人/m²程度に達すると、既往式と比べて小さな速度を示すことが分かる。

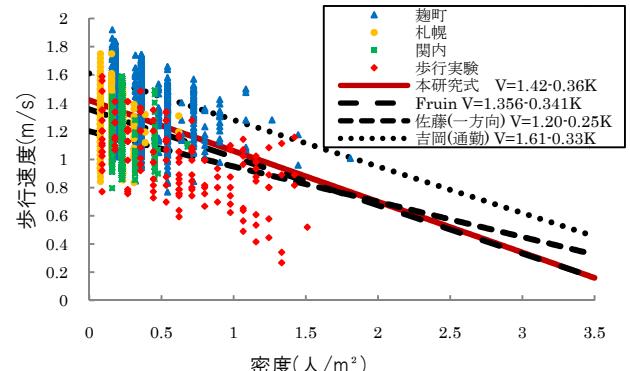


図6 本研究で構築した歩行者密度と速度の関係式

6. まとめ

本研究では、動画解析により歩行者密度と歩行速度を取得し、両者の関係性について検討を行った。3地域での実環境下での動画解析結果と、千葉大学内で行った歩行実験時のデータを用いて回帰分析を行った。その結果、関係式 $v = 1.42 - 0.36k$ が構築され、既往式と比較すると、Fruinによる既往式と近い関係式であった。今後の課題としては、本研究で取得したビデオから人間の歩行特性をモデル化し、マルチエージェントシミュレーションによって本関係式の妥当性を検証することなどが挙げられる。

参考文献

- 1) 胡内健一、許斐信亮、丸山喜久、猪股涉、乗藤雄基：首都圏における東京湾北部地震後の歩行者シミュレーションに向けた基礎検討、第2回相互連関を考慮したライフライン減災対策に関するシンポジウム講演集、pp.103-106、2010.
- 2) 吉岡昭雄：歩行者交通と歩行空間(II)－歩行速度・密度・交通量について－、交通工学、Vol.13、No.5、pp.41-53、1978.
- 3) Fruin, J. J. : 歩行者の空間—理想とデザイン—、鹿島出版会、1974.
- 4) 佐藤方彦（監修）：人間工学基準数値便覧、技報堂、東京、1992.