

海上交通における ギャップアクセプタンスモデルの利用

大島商船高専 正会員 ○ 辻 啓介
鳥取大学工学部 正会員 奥山 育英

1. はじめに

船舶の輻輳する航路を横断しようとする航路横断船は、航路航行船の通過時間間隔と自船の横断時間を比較して横断の可能性を判断している。これは、歩行者が道路を横断しようとする際に横断時間と車のギャップを比較して横断の可否を判断するのと同じである。そこで、道路横断の数学モデルであるギャップアクセプタンスモデル⁽¹⁾⁽²⁾の海上交通における航路横断への利用を検討した。

2. ギャップアクセプタンスモデル

2.1 モデルの概要

横断者の横断時間(平均 $1/\mu$)をフェイズKのアラン分布の確率変数と仮定する。また、横断時間は初めのギャップに対して横断ができないと判断し、次のギャップに移るときには横断時間は変わり、かつお互いに独立であるとする。横断時間にアラン分布を用いるのは、変化が微小でありその分布は正規分布形であり、Kを大きくすれば正規近似できるからである。

この条件の下で、適当なギャップの分布を与れば、条件付き確率またはマルコフチェーンを用いて横断待ち時間分布や横断時間分布等を求める事ができる。

2.2 海上交通への利用

著者らは、車のギャップ(平均 $1/\lambda$)がフェーズLのアラン分布とした場合のギャップアクセプタンスモデルにおける総横断時間(純横断時間と横断待ち時間の和)について、図1で示す状態推移図を用いてその考察結果を報告した。⁽³⁾ このモデルを海上交通への利用を考える。

道路と航路の大きな違いは、道路の車線にあたる概念が航路にはないことである。航路航行船は、航路内をある分布に従って航行している。航路を横断中の横断船は次々に遭遇する航路航行船に対して横断の可否を判断している。また、横断ができないと判断した場合には、その地点で横断可能なギャップが出現するまで待つという行動は取らず、航路航行船の交通流の上流の方向へ横断可能なギャップを求めて移動する。このような横断船の一般的な行動を考えたときに、このモデルを当てはめる事が十分に可能であると言える。

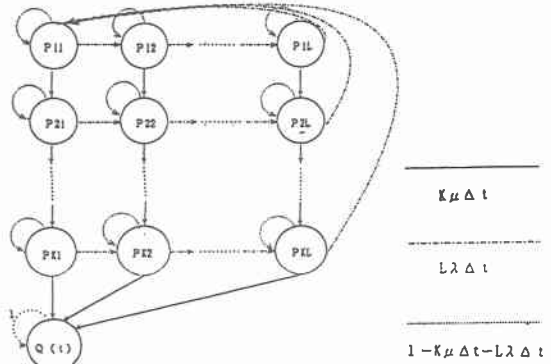


図1 微小時間 Δt における状態推移図

3. 研究の概要

明石海峡は海上交通安全法の航路(航路幅1600m)があり、明石岩屋間に航路を横断するフェリーや旅客船が就航している。連続3日間の明石海峡海上交通実態調査⁽⁴⁾による横断船の航跡(472隻)から航路横断時間を求めることで、総横断時間分布 $Q(t)$ の観測値を得た。各横断船の横断時間は、図2に示すように横断船が航路に入った地点 P_1 の通過時刻 T_1 から航路を出た地点 P_2 の通過時刻 T_2 までとした。その平均値は4.499分であった。また、航路航行船の到着時間間隔(ギャップ)の平均値は、2.563分であった。

平均横断時間を $1/\mu = 4.499$ 分として、総横断時間分布 $Q(t)$ にフィットする最適なアラン分布のパラメータ値を求める。求めるパラメータは、横断時間分布のフェイズK、ギャップ分布のフェイズL、ギャップの平均

$1/\lambda$ である。ギャップの平均は観測値に関連した値であるべきと考え、 $1/\lambda$ は2.563分のN倍と仮定する。

一般的には、最適化法に従い求めるべきである。しかし、K、LおよびNは整数値である。そこで、これらに適当な整数値を与えて観測値との差が最小となる最適値を求めた。その結果 $K=16$ 、 $L=5$ 、 $N=16$ を得た。その結果から総横断時間分布 $Q(t)$ を求め、観測値との比較を図3に示した。

4. 考察

横断時間分布のフェイズ $K=16$ となった事は、明石海峡航路の航路幅が1600mである事から100mについて1個のフェイズが在ると仮想できる。また、 $N=16$ となった事は、平均ギャップが航路全体の平均到着分布のK倍（横断時間分布のフェイズ倍）であると考えればよいことになる。

5. あとがき

歩行者の道路横断モデルであるギャップアクセプタンスモデルが海上交通の航路横断モデルとして利用可能であることを示した。また、モデルのパラメータと明石海峡実態観測から得た観測値の関係を求めることができた。

本研究の今後課題としては、次のような事が言える。この結果は、明石海峡を対象とした結果であって、他の航路について同様の分析が必要である。さらに、実態観測から求めた平均横断時間 $1/\mu$ は、総横断時間に近いものであってモデルの平均横断時間とは若干の違いがあると思われる。

海上交通では、横断待ちの行動は停止ではなく、航路へ入る P_1 地点に到達する前から避航動作（針路または速力の変更）として現れる。そのために具体的な横断待ち時間を観測する事ができない。何らかの方法で純横断時間が求めれば、このモデルによって、横断待ち時間を求める等の航路横断のいくつかの課題が数学的に解ける可能性がある。

本研究の一部は、平成7年度大島商船高専商船学科卒業研究において行われたものであり、貝崎浄君の労が含まれていることを付記する。

【参考文献】

- (1) 奥山育英・今市将人：仮想的ギャップアクセプタンスモデルに関する研究、第43回土木学会中国四国支部研究発表会講演概要集、pp. 418～pp. 419、1991。
- (2) 奥山育英・山内譲・秋山哲治：ギャップアクセプタンスに関する一考察、土木学会第47回年次学術講演会講演概要集、第4部、pp. 594～pp. 595、1992。
- (3) 奥山育英・小野晴美・辻啓介：横断待ち時間に関する研究、土木学会第50回年次学術講演会講演概要集、第4部、pp. 14～pp. 15、1995。
- (4) 本四公団第1建設局：明石海峡航行実態観測報告書、1986。
- (5) 奥山育英：独立な判断のもとでの行動結果に関する研究、土木計画学研究・講演集 No. 15, pp. 111～pp. 116、1992。



図2 横断船の航跡図

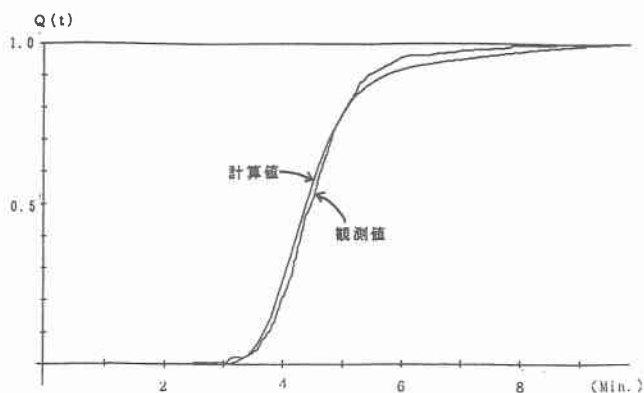


図3 総横断時間分布 $Q(t)$ の観測値と計算値の比較