

自転車歩行者通行空間としての自歩道等のサービス水準に関する分析

Analysis on Level of Service for Sidewalks as Cycling and Pedestrian Spaces

田宮佳代子**、山中英生***、山川仁****、濱田俊一*****

By Kayoko TAMIYA, Hideo YAMANAKA, Hitoshi YAMAKAWA and Shunichi HAMADA

1. はじめに

近年、環境に優しい交通手段として自転車利用が注目されており、利用促進の観点からも自転車走行空間の確保が求められている。しかし、高度な土地利用がなされている都市内道路では、自転車専用の走行空間を新たに確保することは困難であり、歩行者と自転車との混合交通を前提として走行空間を構成する手法も考慮する必要がある。

本研究は、歩道における自転車歩行者交通の挙動分析を行うことにより、歩道に自転車交通を混在させる際の判断基準として自歩道等のサービス水準について検討した。

2. 自転車利用空間の分類

道路交通法では、自転車は軽車両、つまり自動車と同様に車両と定義されており（第2条）、車道や自転車道を通行することが原則であるが、著しく歩行者の通行を妨げることとなる場合を除き路側帯を通行することができるとされている（第17条）。また、自転車の通行安全性を確保する観点から、自転車の通行方法の特例として、道路標識等により通行が許可されている場合は歩道通行も可能とされている（第63条）。一方道路構造令では、自動車の交通量が多い第三種または第四種の道路（自転車道を設ける道路を除く）には、自転車及び歩行者の通行を自動車から分離する必要がある場合、自転車歩行者道を設置するものとされている（第10条の2）。

以上のような状況をふまえ、本研究では歩道や路側帯など自転車が法的、物理的に利用可能な経路を「自転車利用空間」とし、表-1のように交通主体の構成別に自転車利用空間を4種類に分類し

た。あわせて道路法及び道路交通法での位置づけを整理した。

I類（自転車専用）は、自転車が歩行者及び自動車から構造的に分離されている利用形態である。道路法・道路構造令や道路交通法にも「自転車専用道路」あるいは「自転車道」と明確に記されている。また、IV類（歩行者・自転車・自動車混在）は、歩行者、自転車及び自動車の3つの交通主体が構造的に分離されていない利用形態であり、歩車道区分のない道路が該当する。この分類は、生活道路となっている細街路やコミュニティ道路など、大部分の既成市街地の区画街路によくみられる利用形態であり、交通弱者の通行優先化が進められている。一方、II類（歩行者・自転車混在）及びIII類（自動車・自転車混在）は、自転車の位置づけが道路法と道路交通法で異なっていることが顕著に示される分類である。

自転車走行時の安全性や快適性を重視すると、自転車の走行空間は、表-1のI類（自転車専用）でネットワークとして整備するのが最も理想的である。しかし、大部分の既成市街地では、自転車走行の専用空間を新しく創出することは極めて困難であり、現実的な対応としてII類やIII類（歩行者または自動車との混合交通）を許容することも考えねばならない。一方、混合交通下で交通量が増加すると、各交通主体と利用空間を共有することによって、通行時安全性・円滑性が低下する状況も想定される。

本研究では表-1に示されたII類、つまり歩行者と自転車の混合交通に着目し、検討を進めることとした。

3. 現地調査の概要

有効幅員2.0m～4.2mの歩道を対象に、歩行者及び自転車の混合交通の挙動観測調査を行った。表-2に調査対象とした徳島2路線、東京4路線の概要を示す。沿道の出入り交通による影響を除くため、調査区間は単路部としている。それぞれ約20mの調査区間に5m間隔の計測断面を3～4断面設定し、高さ5.4mの位置からビデオカメラにより歩行者及び自転車の交通流動を撮影した。観測時間は、歩行者自転車交通量のピークを含む1～2時間とした。

*Keywords: 歩行者・自転車交通計画

- ** 正会員 建設省土木研究所道路部道路研究室研究員
(〒305-0804 つくば市大字旭1 TEL 0298-64-2211)
- *** 正会員 工博 徳島大学工学部建設工学科教授
(〒770-8506 徳島市南常三島町2-1 TEL 088-656-7350)
- **** 正会員 工修 東京都立大学大学院工学研究科
土木工学専攻助教授
(〒192-0397 八王子市南大沢1-1 TEL 0426-77-1111)
- ***** 正会員 工修 建設省土木研究所道路部道路研究室長
(〒305-0804 つくば市大字旭1 TEL 0298-64-2211)

表-1 交通の構成要素による自転車利用空間の分類

分類	I 類	II 類	III 類	IV 類	禁止
構成要素(組み合わせ)	自転車専用	歩行者・自転車混在	自動車・自転車混在	歩行者・自動車・自転車混在	自動車専用歩行者専用
通行状況	・自動車、歩行者と構造的に分離	・自動車と構造的に分離*、歩行者とは分離されていない	・車道の一部を区画線等で区分 ・車道を自動車と共用	・3者が混在 ・通行の優先順位は弱者優先	・自転車の通行は禁止
構造的分離状況**	対自動車 対歩行者	○ ×	×	×	—
該当する道路	道路法・道路構造令での位置づけ 道路交通法での位置づけ	・自転車歩行者道 ・自転車歩行者専用道路 ・自転車通行可の歩道	・車道 ・路肩 ・自転車通行帯 ・路側帯	(歩車道区分のない道路) 例・地先道路 コミュニティ道路など	(自動車専用道路) (歩行者専用道路) (自転車の乗り入れが禁止されている空間)

* : 歩行者と自転車を、区画線により区画するものとししないものがある。

** : ○は「分離」、×は「非分離」を表す。

表-2 調査対象路線の概要

路線番号	都市	観測地点	歩道有効幅員	時間交通量 歩行者:自転車
1)	徳島	かちどき橋	3.3m	161: 443
2)	徳島	徳島駅前	3.1m	276: 245
3)	東京	西大島駅①	2.0m	601: 143
4)	東京	西大島駅②	2.7m	404: 336
5)	東京	日本橋①	4.2m	1343: 235
6)	東京	日本橋②	3.6m	1354: 213

なお、自転車、歩行者の被験者各 3 名(すべて学生)が調査区間を約 2 分間隔で往復しており、表-2 に示された時間交通量には、1 時間あたり歩行者 100 人程度、自転車 100 台程度の被験者交通量が含まれている。また、被験者に対して調査区間を通過するたびにアンケート調査を行っており、調査区間通行時の危険感を評価させている。

4. 調査結果

本研究では、自転車の走行性を評価する指標として自転車の走行速度や危険感を採用し、交通状況を表現する指標として、存在密度に各主体の空間要求量(占有面積)を加味したスペースオキュパンシーとの関係を分析した。

走行速度は、調査区間内の速度状況を調べるため、空間平均速度を算出し、20 秒間の時間平均をとっている。すなわち、ビデオから計測した計測断面間の速度を一定と仮定し、これをもとに 0.2 秒ごとの観測区間内の空間平均速度を求め、さらにそれらの 20 秒平均値を算出している。

HCM では、歩行路のサービス水準を幅員あたり交通量と一人あたり空間量で規定している²⁾。混合交通下では、歩行者交通と自転車交通の総空間需要を考慮する必要がある。この場合、歩行者と自転車の要求空間量についての検討が必要である

が、塚口らは自由歩行時の要求空間量を停止距離と占有幅で設定し、スペースオキュパンシー指標(以下オキュパンシー指標)を設定している³⁾。この指標は、街路空間に対する歩行者と自転車の要求空間量の比を示しているといえる。このことから、本研究ではオキュパンシー指標を用いたサービスレベル設定の可能性を検討することにした。オキュパンシー Q は、調査区間内に存在する交通主体の占有空間が道路面積に占める割合をいい、次式で定義される。

$$Q = \sum_i \frac{A_i}{L \cdot D} \cdot \frac{1}{T} \sum_{t \in T} N_i(t) \cdots \cdots \text{(式 4-1)}$$

(i=歩行者, 自転車)

ここに、

A_i : 主体 i の平均占有面積 [m²]

N_i : 観測区間内に存在する主体 i の個数

L : 調査区間長 [m] , D : 有効幅員 [m]

なお、各交通主体の占有面積 A_i は、自由走行が保障される状態での空間要求量ととらえ、歩行者では $A_i=5.0\text{m}^2$ 、自転車では $A_i=12.8\text{m}^2$ とした^{4),5)}。

また、走行速度は 20 秒平均値を採用しているため、オキュパンシーについても $T=20$ 秒として Q を算出した。

4.1. 走行性と交通状況の関連

まず、交通量の増加によって自転車の走行に与える影響がどのように変化するかを分析した(図-2)。走行性を示す指標は自転車の走行速度を、交通状況を表す指標は(式 4-1)で定義したオキュパンシーを用い、両者の相関関係を分析した。

$0\% < Q < 20\%$ の領域では、自転車の走行速度 v は $5\text{km/h} \sim 25\text{km/h}$ の範囲で幅広く分布している。自転車は走行速度を自由に選択でき、自由走行が可能な状態である。しかし、 Q の値が増加し $Q > 40\%$

になると、 v はおよそ $5\text{km/h} \sim 15\text{km/h}$ の範囲で分布している。有効幅員 2m の調査路線を例にとると、 $Q=40\%$ という値は約 22m の区間に平均して歩行者が 1 名、自転車が 1 台存在する状態である。自転車及び歩行者交通量が増加するにつれて走行の自由度が低下し、通常の走行速度を制限される状態に至っていると推察される。

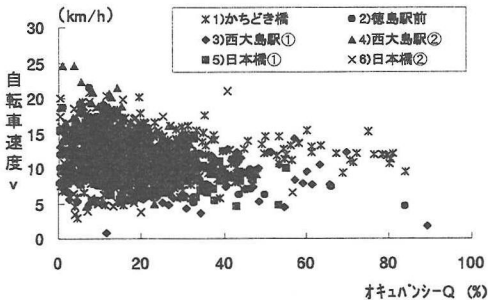


図-2 自転車走行性と交通状況の関係

4.2. 通行時危険感と交通状況の関連

本研究で実施した調査では、歩行者・自転車各 3 名の被験者が調査区間を通行し、調査区間を通行するたびに危険感を評価させている。図-3 及び図-4 は、歩行者・自転車各被験者の通行時危険感調査結果をオキュパンシー Q 別に示したものである。

歩行者、自転車とも Q が増加するにつれて「危険」と回答している被験者の割合が増加している。図-3 の自転車の被験者回答をみると、自由な走行が可能と考えられる $10\% < Q < 20\%$ の領域であっても「安全」と回答している被験者は半分足らずであり、「危険」あるいは「普通」と回答した被験者が過半数に達している。一方、歩行者の回答に注目すると、自転車の走行自由度が制限される $Q > 40\%$ の領域であっても、過半数の被験者が「安全」と回答している (図-4)。

このように、同じオキュパンシー値であっても、自転車の方が歩行者よりも危険感に対する意識が強い。この理由として、歩道上では一般に歩行者が優先され、自転車が歩行者をよけていることが考えられる。

ただし、歩道上で自転車と空間を共有する歩行者の約 6 割が自転車との接触などで危険を感じたという調査結果がある⁹⁾ように、自転車側の無謀運転や回避空間が存在しない場合等は、歩行者にも大きな危険感を与えることが予想される。

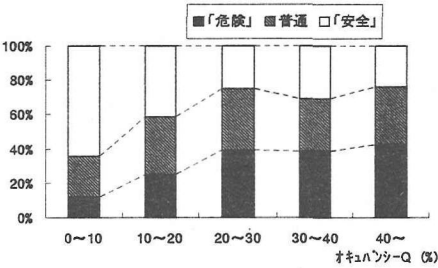


図-3 自転車が感じる通行の安全性

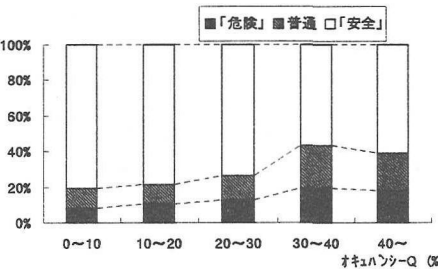


図-4 歩行者が感じる通行の安全性

5. 混合交通下での自歩道等のサービス水準案

5.1. オキュパンシー値によるサービス水準

走行速度や交通主体の危険感はオキュパンシー指標と深く関わっていることが明らかになり、サービス水準の設定指標に利用可能と考えられる。そこで、4.の分析結果をもとに 20 秒間平均オキュパンシー指標 Q を用いて、この値を 10% から 10% 刻みの 5 段階とする自歩道のサービス水準を設定してみた。

表-3 は、各段階のサービス水準での歩行者危険感、自転車危険感、自転車速度の観測結果を示している。これから、サービスレベル A は両者が全く問題なく共存できる状態、サービスレベル B は自転車にやや危険感が生じるが歩行者は問題ない状態、サービスレベル C ではさらに自転車への負

表-3 設定したサービス水準

サービス水準	20秒間平均オキュパンシー	危険を感じる歩行者の割合	危険を感じる自転車の割合	自転車速度(85%値)
レベルA	0～10%	10%	10%	13.2km/h
レベルB	10～20%	12%	27%	12.5km/h
レベルC	20～30%	14%	40%	11.6km/h
レベルD	30～40%	20%	40%	11.0km/h
レベルE	40～	20%	42%	11.2km/h

担が増加し速度が低下する状態、サービスレベル D では歩行者にも影響が生じ始め、サービスレベル E は両者に不快な状態といえる。

5.2. 交通量指標とサービス水準の関係

以上のように、オキュパンシー値によってサービス水準を設定することができるが、20 秒間という短時間での交通状態の平均的な発生状況を計測することが必要になり、一般的な交通観測結果を用いることはできない。

そこで、交通量指標を用いてサービス水準の各段階がどの程度の確率で発生するかを分析した。表-4 及び図-5 は、今回の観測データをもとにして、5 分間の幅員あたりの自転車歩行者合計交通量と各段階のサービス水準の発生確率との関係を示している。この結果は、6 路線のべ約 9 時間の観測結果について 20 秒ごとのオキュパンシー値と幅員あたり交通量を計算し、オキュパンシー値との関連を集計したものである。なお、集計に用いた交通量は、20 秒ごとの幅員あたり交通量から求めた 5 分間の移動平均値としている。

表-4 から、例えば 5 分間自転車・歩行者交通量が 10 人/m 以下であれば、サービスレベル A (20 秒間オキュパンシー値 $Q < 10\%$) が生じる確率が 31%、サービスレベル B ($10\% < Q < 20\%$) の確率が 39%となることを示している。5 分間の中でオキュパンシー値は変動するため、実際に生じるサービス水準も変化し、その結果としてある割合で各サービス水準が生じるわけである。以上の結果を解釈すると、混合交通の両者にとって大きな問題が生じないサービスレベル B を目標とする街路空間を考えるならば、幅員あたり 5 分間自転車歩行者交通量が 10 人/m であれば、目標とするサービスレベル B 以上の状態を 70%の時間にわたって確保できることを示している。この交通量は、1 分間の自転車歩行者交通量 2 人/m 以下であり、有効幅員 2m の自歩道であれば 4 人/分以下ということになる。

一方、5 分間交通量が 40 人/m を超えるとサービスレベル A, B の発生する確率は 5%となっており、交通主体両者にとって問題の多いサービスレベル E が 65%も生じることを示している。このレベルでは、混合交通状態の改善（交通主体の分離など）や、自歩道の拡幅など検討する必要があるといえる。

交通状況の変動を考慮するため複雑な記述になることは避けられないが、以上の分析結果は、自歩道での混合交通状況を評価し、改善の必要性検討に用いることが可能といえる。

6. おわりに

本研究で実施したヒアリング調査の被験者は、すべて学生のみである。また、算出したオキュパ

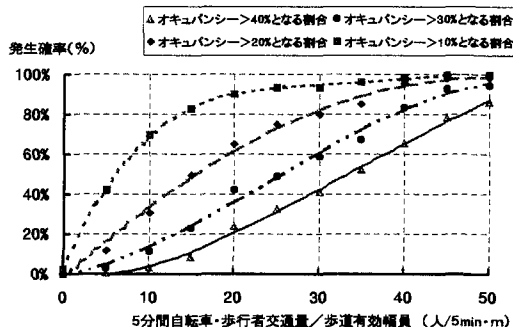


図-5 5分間交通量とオキュパンシーとの関係

表-4 サービス水準と発生確率

サービス水準	5分間交通量/歩道有効幅員(人/5min・m)				
	10	20	30	40	50
サービスレベルA	31%	10%	6%	2%	0%
サービスレベルB	39%	25%	13%	3%	2%
サービスレベルC	19%	23%	22%	12%	4%
サービスレベルD	8%	18%	17%	18%	8%
サービスレベルE	3%	24%	41%	65%	86%

ンシー値は、歩行者及び自転車交通量の存在比率を考慮したものではない。さらに、サービス水準の検討の際、今回はオキュパンシー値を 10%ごとに区分してサービス水準を 5 段階に設定し考察したが、特にハイオキュパンシーの部分はデータが少なかったため、自転車の走行速度などレベル間に大きな差はみられなかった。今後の課題としては、被験者層や交通状況の詳細な設定やデータの補強が必要であるとともに、混合交通を適切に評価するための指標や分類に関する検討も必要である。

なお、本稿は徳島大学、東京都立大学及び建設省土木研究所との間で行っている「混合交通下における自転車及び自動車・歩行者の適正空間配分に関する共同研究」（平成 10 年度～11 年度）の中間成果の一部をとりまとめたものである。

<参考文献>

- 1) 濱田俊一、大脇鉄也、田宮佳代子：自転車利用空間の分類に関する一考察、第 23 回日本道路学会一般論文(投稿中)。
- 2) (社)交通工学研究会：道路の交通容量 1985 (Highway Capacity Manual 1985, NCHRP), pp.488-495, 1987。
- 3) 塚口博司、毛利正光：歩車のオキュパンシー指標の提案と住区内街路計画への適用、土木学会論文集 No.383/IV-7, pp.141-144, 1987。
- 4) 高岸節夫：すれちがい、追い越しからみた 2 方向 2 車線自転車道の通行帯幅員に関する一実験的考察、交通工学, vol.12, No.6, pp.3-9, 1977。
- 5) (社)日本道路協会：自転車道等の設計基準解説, 1974。
- 6) (財)日本自転車普及協会：自転車歩行者道の安全利用に関する実態調査報告書, 1980。