

自転車利用者の危険感に着目した自転車レーンの設計基準分析

Analysis on design standard for cycling lane
considering the risk perception of cyclists.

宮城 祐貴* 山中 英生** 山川 仁*** 田宮 佳代子****

Yuuki Miyagi, Hideo Yamanaka, Hitosi, Yamakawa, Kayoko Tamiya

1. はじめに

都市交通におけるモータリゼーションの進展は騒音、排ガス、振動、交通事故、渋滞、地球温暖化等の問題を深刻化させており、様々な自動車利用抑制策が検討されている。その中で公共交通サービスに大きな期待ができない地方都市を中心に自転車利用の促進が注目されている。しかし、現存する自転車道設計基準は都市交通を想定していない点が多く、多くの自転車が利用可能な空間は自転車を考慮して設計されていない。都市交通手段としての自転車の役割を認識して、自転車利用実態に適合した自転車利用空間の基準を検討する一環として、本研究では、自転車利用者の危機感に着目して、自転車レーンの設計基準について分析を行った。

2. 自転車道に関する基準についての分析

「自転車道等の設計基準解説」¹⁾には自転車利用空間の整備に係わる基準が記述されている。特に自転車道の設計の基軸となる第3～6章には自転車道の構造に関する記述がされているが、基準は簡単な実験と海外の例を参考に設定されている。ここでは現行基準の問題箇所と対応する諸外国での基準を分析した。

(1) 自転車の基本空間

日本ではハンドル幅 60cm に自転車の蛇行幅 40cm を加えた 1m を基本幅としている。²⁾ドイツ、

オランダでは基本幅に加えて安全間隔を組み合わせで設定している。表1にドイツの基準、表2にオランダの基準を示す。自転車基本幅はそれぞれドイツ 60cm とオランダ 75cm である。

表1・ドイツ 自転車との安全間隔基準²⁾

ドイツ	安全間隔(m)
建物、柱、ポット、バレー、ベンチ、メーカ、標識、樹木、等から	0.25
車道端から	0.50m
照明灯、配電盤ボックスのある車道端から	0.75m

注) 自転車の基本幅は 60cm

表2・オランダ 車道幅員を考案するための基本量³⁾

測定区分	走行速度 30km/h	最高速度 50km/h
自転車の基本幅		0.75m
乗用車の基本幅		1.75m
小・大型車 の基本幅		2.60m
自転車～緑石		0.25m
自転車～駐車車両		0.50m
自転車～自動車	0.85m	1.05m
自動車～自動車	0.30m	0.80m
自動車～緑石	0.25m	0.50m

オランダでは自転車～緑石と自転車～自動車等の安全間隔を広範囲の調査を通して設定している。

日本では自転車と自動車の共存を前提とした車道の基準は考慮されていない。しかし現実問題として、自転車歩行者道を設置できない道路においては、自転車は車道の路肩を通行しており、基本幅 1m の路肩で自転車が危険にさらされることなく自動車の追い越しを受けることができるのか、また、自動車の安全な追い越し幅はいくらのかを検証する必要がある。自転車の安全感が確保されない車道では、自動車と自転車を分離する必要性が生じる。

(2) 自転車の分離基準

日本の自転車道は主に歩行者との共存を考えているため、車両との混在を前提とした自転車道の基準は存在しない。海外で自転車は車道を走行するという考えが主流であるため、ドイツ、オランダにおいては車道における設置を考慮した基準が主となって

キーワード：歩行者自転車交通計画、地区交通計画

* 学生員 徳島大学大学院工学研究科

徳島県徳島市南常三島 2-1

(TEL088-656-7578 FAX088-656-7541)

** 正会員 工博 徳島大学工学部 教授

*** 正会員 工修 東京都立大学大学院工学研究科 助教授

**** 建設省 土木研究所

いる。表 3 は各国の設計基準が適用されている範囲を表したものである。また、日本において車道上での自転車と自動車の混在交通の分離基準として示されているものは概略値にとどまっている。両者が共存できる条件を定量的に表すことが望ましいため、オランダでは、自転車交通量によって望ましい幅員を設定し、必要空間が確保できない場合を分離基準としている。(表 4) 一方、ドイツでは交通、業務状況、都市規模等によって自転車道形態は異なり、すべてを定量化して表すのは困難なため、注目すべき項目をいくつか挙げて決定することが望ましいとしている。

表 3—各国の自転車道の適用範囲^{1),2),3)}

設置路線 国名	自転車専用道路 自転車道	自転車歩行者道	自転車通行 可車道
日本	道路法第 48 条 7 項 道路構造令第 2 条	道路構造令第 2 条	なし
ドイツ	都市内において、 その設置は困難で あり適当でない。	自転車、歩行者の 運動空間幅のみを 考慮。	車道内の自 転車通行帯 及び自転車 通行帯に関 する基準
オランダ	ピーク交通量によ って一方向、双方 向について基準を 設置。	なし	tight profile spacious profile

表 4—オランダの分離基準³⁾

(自転車交通量に対する望ましい幅員設定)

1車線		2車線	
遅速自転車率が10%以下			
1方向のピーク時交通量	自転車道の幅員(m)	2方向のピーク時交通量	自転車道の幅員(m)
0-150	1.50	0-50	1.50
150-750	2.50	50-150	2.50
>750	3.50	>150	3.50
遅速自転車率が10%以上			
0-75	2.00	0-50	2.00
75-375	3.00	50-100	3.00
>375	4.00	>100	4.00

(3) ドイツの設計基準

ドイツにおいては車道上に自転車通行帯を配置した方が、自転車と歩行者の双方にとって安全性が高いという観点から、特に車道内に自転車通行帯を設ける場合と車道横に自転車通行帯を設ける 2 つのパターンについて明示している。

(a) 車道内の自転車通行帯

以下のような交通状態の時は車道内に自転車通行帯を設けることが望ましいとされている。

- ・自転車交通の占める割合が高い。
- ・自動車交通の速度が約 50km 以下で、自転車速

度との差があまりない。

- ・4 車線の車道で、自動車交通量に余裕があり、2 車線に変更できる。

この車道内の自転車通行帯の設置は 4 つの形態に分類され、上記の基準に加えそれぞれ表 5、表 6 のような基準が設けられている。

表 5 車道内の自転車通行帯の分類²⁾

2 車線道路
自動車交通量が 1200 台/h 以下で、路線バスが平均して 6 台/h 以下の場合。
視覚的に区分された 2 車線道路
路肩幅員が 1.25m 以上。路肩で良好な走りができる。自転車通行帯と路肩の間に高低差がない。車道での駐車はまれである。重交通量が少ない。
中央分離帯なしの 4 車線道路
中央分離帯のある 4 車線道路
外側の車線は一日中駐車が許される。自動車と公共交通機関が「障害」が少ない。内側車線でスムーズに通行できる。外側車線に 1.25m 以上の自転車専用空間ができる。
広い 1 車線の道路
幅員を 4.25m 以上必要とする。

(b) 自転車通行帯

自転車通行帯を車道の横に設置する場合は以下のような場所が適している。

表 6 自転車通行帯の分類²⁾

隣接する駐車スペースのない自転車通行帯
線車線と駐車スペースの間に設けられた自転車通行帯
駐車のために出入りする自動車はまれである。自転車通行帯に違法駐車はまれである。駐車車両と自転車の間に安全余裕が確保されている。路肩(歩道)の利用頻度が高く、路肩への自転車道設置が望ましくない。このような道路には次のような長所がある。自転車同士の視認性がよく左折自動車と直進自動車との視認性がよい。自動車交通と同程度の走行快適性が得られる。
駐車スペースと路肩(歩道)との間に設けられた自転車通行帯
自転車同士の追い越しを可能にするには、最低でも実行幅員 1.60m が必要である。

(4) オランダの設計基準

オランダでは自転車専用道路と車道上における自転車交通に関して基準を設けている。自転車専用道路はピーク交通量によって一方向、双方向について基準を設置している。車道上における自転車交通に関しては、Tight と Spacious profile の 2 つの基準を設けておりそれぞれ下記のような内容となっている。

Tight profile : 車道において自動車での自転車の追い越しが基本的には不可能な車道で、対向車線に対向車が存在しない場合、また、自転車が回避した時に限り追い越しが可能な車道である。自転車の存在により自動車速度が低速化する一方で、自動車交通量、路線長が長い程自転車交通は追い越し行動を

取ろうとする自動車によって圧迫感を受ける。そのため、自動車交通量、速度が共に小さく、距離の限られた道路に適している。（表7参照）

Spacious profile：自動車による自転車の追い越しが自由にできる道路。自動車の走行速度が上がりすぎるという欠点を持つ。（表8参照）

オランダでは、Tight profile、Spacious profile、について表2の安全間隔、表3の自転車通行量に対する望ましい幅員の3基準を併用することにより車道の横断形状を決定している。

表7－Tight profile³⁾

道路種別	代表交通	30km/h	適用範囲
一方向通行	自動車	設置可能	都心の低交通量道路 路線長が最長300m以内の道路
	貨物車		
一部一方向通行	自動車＋自転車	設置可能	通過路でない抑制された交通機能の道路 低交通量の道路
	貨物車＋自転車		
二方向通行	自動車＋自動車	速度抑制デバイスが必要 最低幅員4.3m	居住地区の道路 生活道路、路地
	貨物車＋自動車		
	貨物車＋貨物車		

表8－Spacious profile³⁾

道路種別	代表交通	30km/h	50km/h	適用範囲
一部一方向通行	自動車＋自転車2台	速度抑制デバイスが必要	設置可能	普通の交通機能を持つ道路
	貨物車＋自転車		設置可能	生活道路またはサービス道路
	貨物車＋自転車2台			
二方向通行	自転車＋自動車2台		設置可能	地区集散道路
	自動車＋貨物車＋自転車			

3. 自転車の危険感からみた自転車レーン幅

(1) リスクパーセプションモデル

自転車の基本空間として一車線1mは、単独走行時の蛇行幅を考慮したものであるから、自動車の追い越しに対して、どの程度対応できるものなのかが問題点として指摘されている。そこで、本研究では、自転車利用者の感じる危険感を自動車との相対距離

と速度で説明するモデルを作成し、実験を行った。

今、図1のように1人の自転車と1台の自動車がすれ違う場合を考えると、自転車はある時点で危険を感知して回避行動を始める。この時、安全回避に必要な幅Wは、ある速度の時すれ違っても危険を感じない位置と定義でき、相対速度Vの1次式 $W = \gamma V + \varepsilon$ (γ, ε はパラメーター) と仮定する。

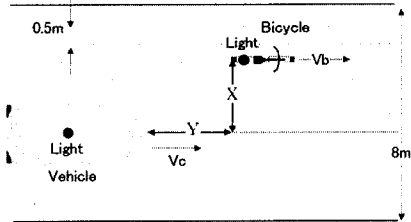


図-1 自動車と自転車のすれ違いモデル

(3) 安全回避幅の推定方法

路線観測により安全回避幅のパラメーターの推定をおこなう。これから、安全回避Wのパラメーターを以下のように推定する。ある相対速度V、回避位置Xの時、すれ違いまでに危険を感じたか否かを判別モデルで分析すると、判別関数 $aV + b(X - B/2) + c$ が得られる。ここで、この判別分岐点をFとするとWの式は $W = a/b \times V + (F - c)/b$ となる。

(4) 実験の方法

実験観測は表9のような組み合わせで行った。

表9－主体組み合わせ

主体	方向	自動車速度	主体間距離X	実験回数
自動車 自転車	追い越し	15	25,75,125,175,225	60
		30	25,75,125,175,225	60

被験者を図-1に示す実験区間で走行させ、その様子を区間上方よりビデオ撮影し、画像分析結果をモデルによって分析し、パラメータ、安全回避幅を推定した。今回の実験では、自転車が危険を感知する瞬間に、被験者にもたせたスイッチを操作させ、自転車カゴ内のライトを点灯させて、その位置と各主体の速度をビデオ上で観測した。

(5) 安全回避幅の推定結果

推定された安全回避幅のパラメータを表10に示す。回避幅の速度との関係を図2、3に示す。追い

越しで時速 30km/h の場合、自転車利用者の 50% が危険と感じるのは、自転車中心と車両端との間隔が 1.2m のときで、ドライバーで 0.5m となる。つまり自転車の方が自動車よりも安全間隔をとろうとしていると言える。

表 10 パラメータ⁵⁾

方向	対向	追い越し	
感知主体	自動車	自転車	自転車
変数	a	2.7797	2.8555
	b	-0.0060	-0.0701
	c	-2.5236	-1.9379
判別分岐点	0.3686	0.3496	0.5723
ウィルズ A	0.3827	0.3594	0.5635
か 2 乗値	72.0	76.8	44.2
有意水準	0.000	0.000	0.000
正準相関係数	0.7857	0.8004	0.0591
安全回避幅係数	λ	0.0021	0.0245
	ε	1.0400	0.8010

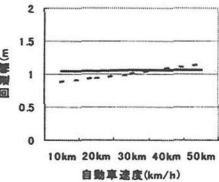


図 2 自動車速度と回避幅の関係（対面）

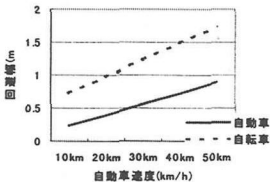


図 3 自動車速度と回避幅の関係（追い越し）

4. 路上観測分析

上記の分析では、側方に退避スペースがあることや、乗用車のみとの交錯状態であること、他の自転車の影響が考慮できない等の問題がある。そのため実際の街路とで自動車と自転車の交錯状態と自転車利用者の危険感を観測した。

(1) 観測方法

図-4 に示すように車道上に 20m の観測区間を設置し区間を 4 横断面に区切り、さらに区間を縦方向にいくつかの通行帯に分配し、その観測区間を 5.4m 上方からビデオ撮影することにより車道上で起こっている交通現象を把握した。同時に観測区間に被験者の自転車を走行させ、アンケートと走行中の無線送信機による危険感知調査を行った。

アンケート調査：区間を通過後、被験者（自転車）が通行に対して感じた心理状況（危険感、不快感）をアンケートによって測定した。

危険感調査：被験者（自転車）に無線送信器を持たせて区間を通行中に危険を感じた時点で発信させて、受信機側をビデオ撮影し、区間を撮影したビデオと照らし合わせるにより危険を感じた時点での区間の状況を観察した。

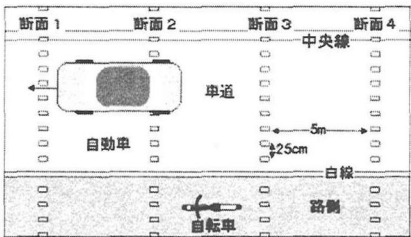


図-4 観測路線図

(2) 観測地点

観測は表-11 に示す 2 路線において実施している。八万：自動車速度が高速で車道、路側幅員に余裕があり、交通量のあまり多くない道路である。自動車は低速時、自由に追い越しが可能である。

佐古：自動車速度は通勤時の自動車交通量が多いため遅い。車道、路側幅員も狭いために自転車が回避行動をとるか、対向車線に自動車が存在していないときに限り追い越しが可能な路線である。路側は排水溝を含んで 0.85m、路肩自身では 0.20m である。

分析結果については発表時に報告する予定である。

表 11－観測路線

路線名	観測日	時間交通量	車道幅員 (1 方向)	路肩幅員
徳島市 八万	10/19 Am8:00	車 569 自転車 125	3.10m	1.17m
徳島市 佐古	10/26 Am8:00	車 253 自転車 154	2.60m	0.85m

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取りまとめたものである。

【参考文献】

- 1) (社) 日本道路協会：自転車道の設計基準解説、1984。
- 2) 濱田俊一他：都市内幹線道路の設計に関する動向 EAHV93 のうち、自転車道についての紹介（その 1）、交通工学、vol.33、No5、1998。
- 3) Centre for Research and Construct Standardization in Civil and Traffic Engineering-The Netherlands：Sign up for the bike、1996。
- 4) 高岸設夫：都市における自転車交通の管理運用に関する研究、1993。