

自転車利用特性と安全性からみた自転車関連施設整備の評価

土木計画学分野 上久保 佑美

1. はじめに

自転車は手軽な交通手段として日常生活の中に定着してきたが、近年では環境問題意識の高まる中、さらにその利用を促進する動きが盛んである。このことに対応して、駐輪場整備や自転車通行路整備の必要性は指摘されているが、その効果や問題点について論じられることは少ない。

そこで、本研究では駐輪場整備による自転車需要の変化を踏まえて、通行路別利用状況とその安全性評価の観点から、自転車関連施設の整備の考え方について検討することを目的としている。

2. 自転車利用の現状と問題点

(1) 法律：道路交通法では、自転車は軽車両に位置づけられているにもかかわらず、通行についてはあいまいである。自転車利用者の保有・使用・通行の責任についても、実際の法的制約がほとんどないのに対して、法的対応時には簡易処分が適用されないなどの問題も指摘されている。

(2) 環境：環境に優しいとされているが、毎年2.4万トンが埋め立て処分されていることも事実であり(自転車産業振興会)、環境面でも再考の余地がある。

(3) 放置自転車：放置台数は、昭和56年の988,180台をピークに減少傾向にあるものの、依然として問題は解決していない。地方自治体による駐輪場整備には限界があることに加えて、駐輪場整備による新規需要の誘発や利用率の低下など課題は多い。

(4) 交通安全：交通事故全体に占める自転車関連割合は20%弱と高くはないが、近年では対歩行者・自転車事故の増加が著しく、その対応が急務である。

3. 駐輪施設整備と自転車需要の変化

駐輪場整備に伴う自転車利用の変化に着目した。分析には大阪市調査(大阪市内主要155駅における自転車の施設台数(駅周辺の大阪市営駐輪場の収容台数)、集中台数(駅から半径300m以内の路上の自転車台数(放置台数)と駐輪施設利用台数の合計)調査(1990年、2000年))のデータを用いた。

施設整備量と自転車集中台数の関係を見ると、施設整備によって必ずしも集中台数が増加するとは言えないが、中には大幅な増加もみられる(図-1)。次に1990年時点で大阪市営駐輪場が設置されており、2000年ま

で施設が増設されたケースでは、平均1.56倍の施設整備に伴って集中台数が1.35倍増加しており、施設整備増加量当たりの集中増加量は0.87(=1.35/1.56)となっている(図-2)。

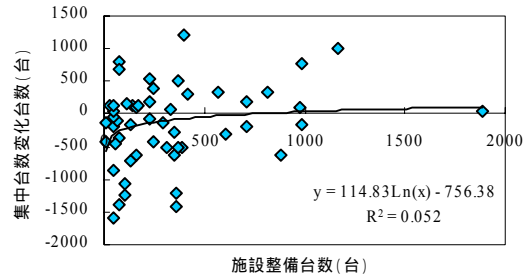


図-1 駐輪施設台数と集中台数の変化

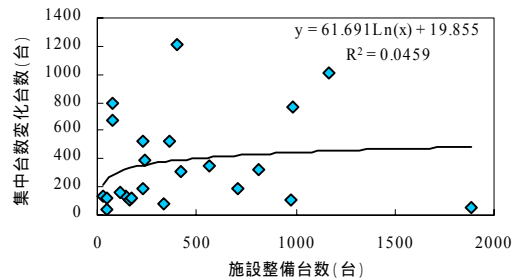


図-2 駐輪施設台数増加量と集中増加量の関係
(集中量増加データのみ)

4. 道路整備と自転車関連事故の変化

自転車の安全な通行には、自動車や歩行者と分離された専用の通行路が必要となるが、特に都市内ではその整備は容易ではなく、歩行者との共存を念頭に置いた自転車通行可歩道(以下自歩道と呼ぶ)の整備が中心となっている。ここでは、歩道、特に自歩道を含む道路整備と自転車関連事故発生状況との関係を調べた。

4.1 道路整備と自転車関連事故の変化

ある道路区間における事故の発生状況が、その道路の幅員や歩道設置率等の道路整備状況と交通量によって影響を受けるものと仮定し、事故件数が比較的多い兵庫県尼崎市内の主要道路(2年間の事故件数が10件以上)を分析対象とした。事故発生件数(件/年)を外的基準(被説明変数: y_i)とし、説明変数 x_i には、自動車交通量(台/年)、自転車交通量(台/年)を用いて重回帰分析を行った。また、自転車事故の種類と発生場所を考慮して、1)交差点での対自動車事故、2)単路部での対自動車事故、3)歩道での対人または自転車相互事故に分けて分析した(表-1~3)。これらの分析では、データ数が

ら判断して、十分な精度は期待しがたいと考えられるが、比較的良好な結果となった。ただし、表中に示されている「歩道走行自転車交通量」は、次式より算出したものであり、歩道走行率はアンケート調査結果より0.69、歩道平均幅員は4.1mとした。

歩道走行自転車交通量 [台/年]

$$= \text{歩道走行率} \times \frac{\text{代表歩道幅員 [m]}}{1 \text{ 路線の歩道平均幅員 [m]}} \times \text{自転車交通量 [台/年]}$$

但し、歩道走行率 = 0.89, 歩道平均幅員 = 4.1m

表-1 重回帰分析結果(対自動車事故：交差点)

変数名	係数	標準誤差	t値	有意確率
自動車交通量	0.0000007	0.00000060	1.21	0.2613
自転車交通量	0.0000121	0.00000711	1.70	0.1270
定数項	-10.7775700	11.96477000	-0.90	0.3940

R²=0.469 自由度調整済R²=0.337 観測度数 11

表-2 重回帰分析結果(対自動車事故：交差点)

変数名	係数	標準誤差	t値	有意確率
自動車交通量	0.0000001	0.00000009	0.85	0.4207
歩道走行自転車交通量	0.0000044	0.00000140	3.10	0.0148 *
定数項	0.0913730	1.64369600	0.06	0.9570

R²=0.653 自由度調整済R²=0.566 観測度数 11 * 5%有意

表-3 重回帰分析結果(対歩行者・自転車事故：歩道)

変数名	係数	標準誤差	t値	有意確率
歩道走行自転車交通量	0.0000034	0.00000088	3.82	0.0041 **
定数項	-0.7359100	0.79460900	-0.93	0.3785

R²=0.619 自由度調整済R²=0.577 観測度数 11 ** 1%有意

これらの結果をまとめると以下のようである。

- 1) 交差点での対自動車事故件数は、自動車、自転車の交通量に比例し、その量的な影響程度はほぼ同じと考えられる。
- 2) 単路での対自動車事故は、歩道走行自転車の量に依っても増加する結果となっていることから、例えばいわゆる「乱横断」等を原因とする事故の増加を表現しているものと解釈される。
- 3) 歩道での対人、自転車相互事故は、歩道走行自転車台数に依存する結果となっている。本来、歩行者交通量も考慮すべきであるが、自転車交通量だけでもある程度説明可能と考えられる。

4.2 施設整備に伴う自転車関連事故変化の推計

これまでの分析結果を用いて、自転車関連施設の整備に伴う自転車利用ならびに事故発生件数の変化量の推計を試みた。なお、分析対象11路線(尼崎市)の各指標値の平均に近い路線をケーススタディ路線として抽出し、評価ケースとしては、現状に加えて、駐輪場と歩道の整備、自動車と自転車交通量の変化を勘案した以下の4ケース(計5ケース)を設定することにした。

現状(施設整備・交通変化なし)：～のケースとの比較基準値とする。駐輪場のみの整備を想定：駐輪場台数の一定量増設を想定し、その整備量に対応した自転車集中台数が増加するものとする。歩道のみの整備を想定：歩道の一定幅員の拡幅(道路延長1km

当たり)を想定。自動車交通量のみ増加を想定：現状から自動車交通量のみ増加した場合を想定。駐輪場および歩道の整備を想定：駐輪場整備(ケース)と歩道整備(ケース)を同時に行った場合で、自転車利用促進策として最も望ましい整備形態と考えられる。

これら～のケース毎に、1)交差点での対自動車事故、2)単路部での対自動車事故、3)歩道での対歩行者または自転車事故のそれぞれについて、発生件数変化率の推計例を示すと図-3のようであり、これから次のようなことが言える。

- 1) どのケースも、自転車、自動車の交通量増加によって事故増加が想定されるため、別途自転車の安全対策が不可欠である。
- 2) 交差点での対自動車事故は、自動車交通量の増加によって3割程度増加すると考えられるが、歩道整備に伴う歩道利用率の増加によって、事故増加割合を抑えることも可能であると言える。
- 3) 単路部での対自動車事故の場合、駐輪場整備に伴う自転車需要の増加量が全体の交通量に比して小さいため、事故増加量は小さい。また、歩道整備のケースでは、自転車交通量、中でも乱横断等の増加によって事故が増加するものと考えられる。
- 4) 歩道での対人または自転車相互事故は、駐輪場整備による需要増と歩道整備に伴う歩道通行量の増加によって、その量はまだ少ないものの、増加割合はかなり大きく見込まれるため、歩道上での自転車と歩行者の分離対策の検討が急務である。

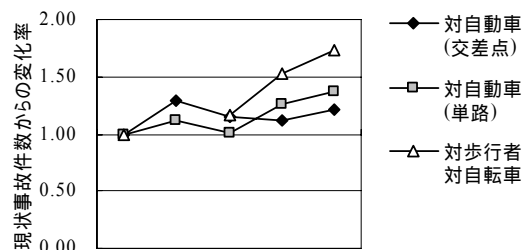


図-3 自転車事故種類別のケース別推計結果
注) 現状、自動車交通量1割増加、駐輪場500台整備、歩道1m拡幅、駐輪場500台整備・歩道1m拡幅

以上の結果から、車道上での自転車事故の削減には、歩道等の対自動車分離通行路の整備が有効である。一方で、施設整備によるサービス水準向上は、自転車需要の増加と走行速度の上昇をもたらすと想定され、結果として事故の増加につながることも懸念される。そこで、自転車交通量および歩道整備率と事故件数の関係を見ると、自転車交通量の増加に伴って事故が増加するが、歩道整備によって事故が減少し、両者の関係には均衡点が存在することがわかる(図-4)。つまり、適切な歩道整備を行えば、自転車交通量が増加しても、事故増加率を抑えることができると考えられる。

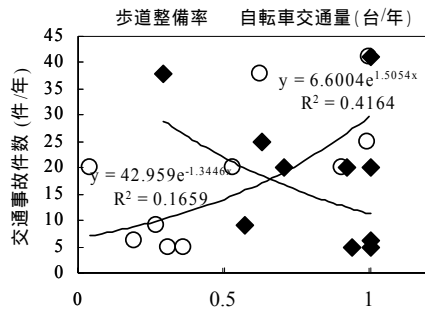


図-4 歩道整備率・自転車交通量と事故件数の関係
注)2143236(台/年)は対象路線の最大自転車交通量

5. 自転車通行路の整備状況とその安全性評価

そこで、整備状況の異なる歩道を対象に自転車の挙動を分析し、安全性の面から歩道整備の課題について検討することとした。

5.1 調査概要

調査場所は、自転車事故の多い国道2号沿いで通行形式の異なる4地点を選定した(以降、分離の有無と広狭で表す(表-4))。なお、幅員の狭・広で表現するが、道路構造令における歩道幅員の最低基準は満たされている。また、便宜上、「A方向」は単路から交差点に向かう側、「B方向」は交差点から単路に向かう側とした(図-8)。単路部の走行位置はA方向に向かって歩道左端を基準とし5mごと、交差点部はA方向に向かって横断歩道左端を基準として約1.4mごとに取得した。

表-4 調査箇所概要

交差点名	整備状況 (分離有無・広狭)	歩道幅員(m)	歩道有効幅員(m)	植樹帯幅員(m)	自転車通行帯幅員(m)
稲川橋(北)	有・広	8.2	3.8	2.0	2.4
西宮市役所前(北)	有・狭	5.5	3.0	1.0	1.5
東難波(南)	無・狭	3.9	3.9	-	-
尼崎文化センター前(南)	無・広	6.8	6.8	-	-

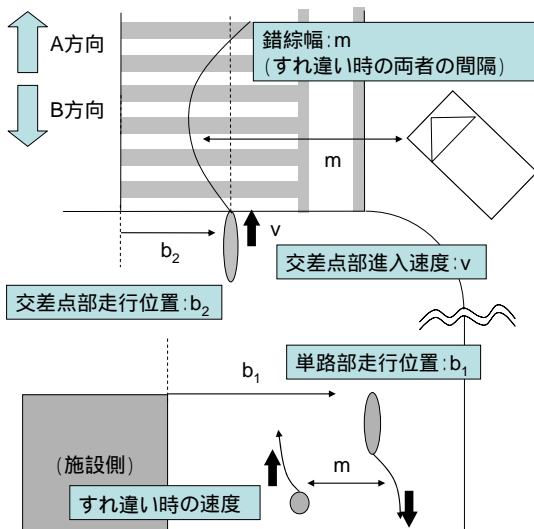


図-8 分析に用いた値の定義

5.2 歩道種別の基本的な走行挙動

調査結果から、自転車走行挙動の主な特徴を次のようにまとめることができる。

(1) 単路部

- ・狭幅員の場合は中央を走行する。
- ・自転車通行帯の幅員が広い場合は速度が高くなる。
- ・幅員が広い場合は対面通行でき、左側通行している形になる。

(2) 交差点部

- ・横断歩道部より自転車横断帯の方が、速度が高い。
- ・半数以上が横断歩道を走行している。

5.3 錯綜現象とその危険度評価

ここでは、「すれ違い時にそのまま進むと衝突する恐れがあるため回避行動を必要とする状況」を錯綜状態と定義し、単路部では、錯綜時の相対速度と両者の幅の2つの指標から、危険度区分を設定し(表-5、図-6)、各歩道の危険度を評価した(表-6)。

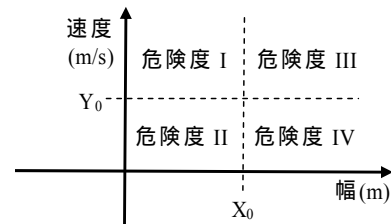


図-6 危険度区分図

表-5 錯綜危険度評価基準値

		X_0		Y_0
		対自転車	対歩行者	対自動車
単路	対自転車	占有幅(自転車=1.7m) ¹⁾		相対速度の平均値 (m/s)
	対歩行者	占有幅(歩行者=1.3m) ¹⁾		
交差点	対自転車	占有幅(自転車=1.7m) ¹⁾		
	対歩行者	占有幅(歩行者=1.3m) ¹⁾		
	対自動車	錯綜幅の平均値(m)		自転車の交差点 進入速度(m/s)

(1) 歩行者と自転車の錯綜

相対的に幅員が広くなると危険度は低下するが、速度が高くなる傾向があり、分離がないと錯綜間隔が狭くなることわかる(表-6)。一方、交差点では、分離された広幅員の場合の安全性は高く、狭幅員の場合・広幅員で分離の無い場合に危険度が増加している(表-7)。

表-6 錯綜危険度評価(単路)

危険度(%)		I	II	III	IV
対自転車	有・広	28.6	35.7	7.1	28.6
	有・狭	71.4	28.6	0.0	0.0
	無・広	23.5	52.9	11.8	11.8
	無・狭	31.6	57.9	0.0	10.5
対歩行者	有・広	7.1	14.3	35.7	42.9
	有・狭	42.9	35.7	14.3	7.1
	無・広	16.7	27.8	27.8	27.8
	無・狭	40.7	33.3	11.1	14.8

表-7 錯綜危険度評価(交差点)

危険度(%)		I	II	III	IV
対自転車	有・広	0.0	27.3	18.2	54.5
	有・狭	16.7	50.0	0.0	33.3
	無・広	22.2	0.0	55.6	22.2
	無・狭	53.3	26.7	13.3	6.7
対歩行者	有・広	0.0	12.5	12.5	75.0
	有・狭	7.7	23.1	15.4	53.8
	無・広	23.1	0.0	69.2	7.7
	無・狭	20.0	20.0	40.0	20.0

(3) 交差点での自動車との錯綜

交差点進入時の自転車の走行速度の平均値及び錯綜幅(すれ違い時の自転車と自動車の間隔)の平均値から危険度評価を試みた(表-7)。その結果、「無・狭」での危険度が高くなっている。これは横断歩道幅が狭く、自動車との錯綜幅が小さくなるためだと考えられる。

表-7 対自動車との錯綜危険度評価

危険度(%)		I	II	III	IV
対自動車	有・広	7.1	28.6	42.9	21.4
	有・狭	38.5	23.1	15.4	23.1
	無・広	25.0	20.0	20.0	35.0
	無・狭	28.6	57.1	14.3	0.0

5.4 安全性評価

表-5~7より危険度Iの割合をプロットすると、歩道幅員が狭いほど、危険度が高くなる傾向がみられる(図-7)。ただし、自転車通行帯を分離した場合には、場所と主体による差が大きく、交差点での対歩行者危険度は高くないのに対して、対自転車の危険度が著しく高くなっている。これは、歩道の有効幅員が狭いためだと考えられる。

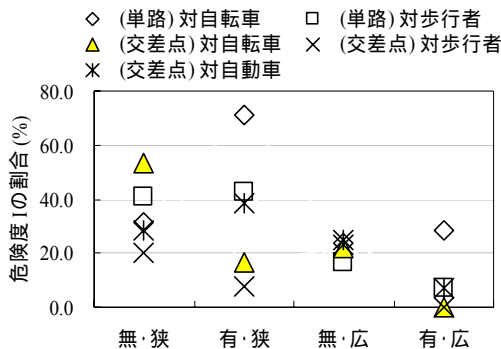


図-7 場所別危険度Iの割合

次に、これまでの場所別危険度評価と図-11の結果に基づいて、道路別場所別主体別の安全性の総合的評価を試みた(表-6)。なお、表中危険度の高いものから×、×、で示し、()は潜在的危険度を示す。ここで、分離有りの場合の自動車との錯綜時において、自転車の速度が高くなる傾向にあるため(危険度 III)、潜在的危険が懸念されると判断した。

表-8 道路種別の安全性評価

		錯綜対象	有・広	有・狭	無・広	無・狭
単路	対自転車			××		×
	対歩行者			××	(×)	×
交差点	対自転車				×	××
	対歩行者				××	×
	対自動車	()	××			×

5.5 単路・交差点中間部での走行挙動と安全性評価

自転車の連続走行性を考慮すると、単路部から交差点部にかけての自転車の走行挙動が問題となる。そこ

で、単路部(交差点から約 16m 手前)と交差点手前における通行位置の変化をみるため、単路部の走行位置を基準として、左側に移動した場合(-)、右側に移動した場合(+)別に 1 台あたりの走行位置の変化を算出した(図-8)。これから、幅員の広さよりも自転車通行帯を走行している場合に変化が大きいことがわかる。

また、「有・狭」「無・広」では、単路と交差点部の空間的不連続性から、走行位置の変化が大きくなっている。このような位置の変化は、交差点に至るまでの錯綜機会を示すものであることから、自転車通行帯から交差点への進入路の連続性に留意する必要があるといえる。

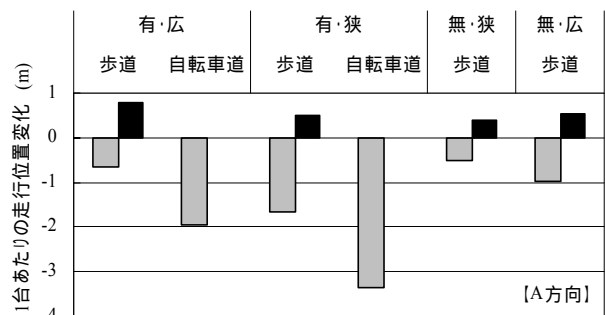


図-8 単路から交差点の走行位置の変化

6. まとめと今後の課題

自転車利用ニーズの増加に伴って、放置自転車の増加と歩行者等の交通障害が問題となって、駐輪場が整備されつつある。一方、これが需要の拡大につながり、自転車との事故の増加が懸念されるため、歩道通行を前提とした整備が進められている。

このような背景を踏まえて、本研究では 1) 施設整備による需要増加と歩道整備による事故低減効果を定量的に示すとともに、2) 歩道整備形態による自転車通行挙動の違いとその安全性を評価し、3) 今後の歩道整備に求められる課題を指摘した。

しかしながら、今回の結果は限られたデータでの分析であるため、今後は歩道構造や利用特性の異なる、より多くの場所での調査・分析によるデータの蓄積と、本研究で提示した課題への具体的対応についての検討が必要である。

参考文献

- 1) 塚口博司、毛利正光：歩車のオキュパンスー指標の提案と住区内街路計画への適用，土木学会，土木学会論文集 IV，No. 383/IV-7，pp. 141-144，1987。
- 2) 日野泰雄、上久保佑美、吉田長裕、上野精順：交通事故防止に着目した自転車関連施設整備のあり方に関する一考察，交通工学研究会，交通工学研究発表会論文報告集，No. 24，pp. 33-36，2004。