

路面の凹凸が自転車走行と安全性に及ぼす影響に関する研究

Research on the influence of the unevenness of a road surface on a bicycle run and safety

北澤淳*、古池弘隆**、森本章倫***

By Atsushi KITAZAWA*, Hiroataka KOIKE** and Akinori MORIMOTO***

1. はじめに

自動車需要の増加に伴う大気汚染や地球温暖化などの環境問題が取り上げられる中、環境にやさしく手軽な乗り物として自転車が注目されている。しかし、自転車交通の位置付けが不十分であり、自転車利用環境の整備が立ち遅れているのが現状である。近年では、自転車の保有台数の増加に伴い、自転車事故が増加傾向にある。

また最近では、高齢者や障害者を考慮した路面のバリアフリー化が進められてきている。確かに路面の段差は快適性を損なうものであるが、安全性の面においては速度を減少させるものとして、事故抑制効果の可能性が考えられる。路面の段差が自転車利用者にとってハンプのような役割をしているとしたら、路面の段差を無秩序に無くすのは、安全性の面において望ましくないと考えられる。

そこで本研究では、路面の段差が快適・安全性の両面において、自転車走行にどのような影響を与えているのか調査し、段差の事故抑制の有効性について検討する。そして、今後自転車の道路環境の整備の留意点について考える。

2. 自転車事故の特性

(1) 自転車事故の現状

自転車事故現状を把握するために、自転車事故類型とその発生要因となる道路環境等について、宇都宮市における過去5年間(平成8~12年)の事故原票を基に分析を行った。自転車事故のデータについては、栃木県警がデータベース化したものを用いた。

事故原票より、過去5年間の自転車事故を見てみると、どの年も車両相互による出会い頭事故が最も多く、平成12年では自転車事故の約64%が出会い頭による事故であった。こうした事故は歩道上で多発しており、平成12年では出会い頭事故の約65%が歩道上で生じている。また、事故原票より事故地点における道路環境や、事故発生要因等を見てみると、信号機や一時停止線など注意を促すものがなく、不注意や安全不確認など人的要因による事故が多い。そのため、このような交差点では、速度を減少しないで交差点に進入するケースが極めて高く、交差点の進入速度を抑制させる仕組みが、事故を防ぐ上で重要となってくる。

(2) GISを用いた自転車事故発生地点

栃木県警の事故原票を基に、過去5年間に発生した自転車事故地点をGIS上に示したものを図1に示す。また、これまでに訪問アンケートによる危険意識地点を収集し、交通事故と危険意識の関係を分析してきた¹⁾。本研究では、自転車事故と自転車利用者の危険意識の関係を把握するために、アンケート内容の中から普段の交通手段として自転車を利用している人のサンプルを抽出した。自転車をよく利用する人から見た危険箇所を図2に示す。

対象エリアは国道123号線及び宇都宮笠間線・産業通り・県庁前通り・JR宇都宮線に囲まれた範囲であり、自転車事故発生地点に関しては、産業道路から石井交差点における国道123を加えた。

図1より、自転車事故は幹線道路沿いに集中していることが分かる。幹線道路における自転車事故発生要因の一つとして、図2より危険意識の低下が伺える。自転車利用者の危険意識は、補助幹線道路や区画道路など、歩車道区分がなく幅員の狭い道路に集中していることがわかる。幹線道路では、歩車道が分離されていることによる危険意識の低下や、また歩道上の限られた走行空間における危険回避の困難さなどが、事故

Key words: 自転車、走行環境、交通事故

*学生員 宇都宮大学大学院工学研究科建設学専攻
〒321-8585 栃木県宇都宮市陽東 7-1-2

TEL:028-689-6224, FAX:028-689-6230

**フェロー Ph.D 宇都宮大学工学部

***正会員 工博 宇都宮大学工学部

を発生させる要因と考えられる。

各交差点の道路環境はそれぞれ異なるので、このような道路環境の違いによっても自転車の行動特性は変化するものと考えられる。そこで路面環境が自転車の走行挙動に及ぼす影響を分析し、路面の凹凸と走行挙動の関係について検討する。

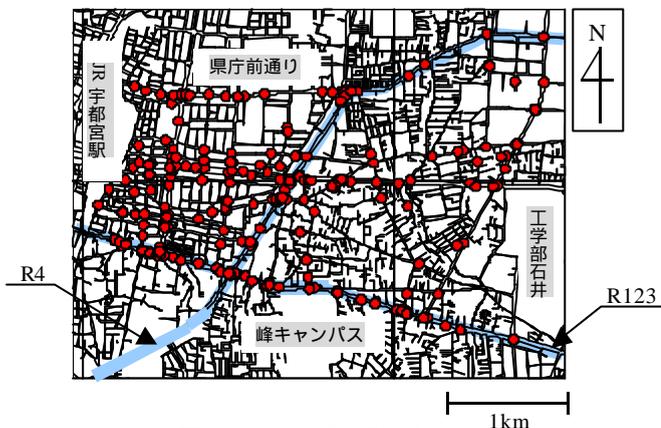


図1 自転車事故発生地点



図2 自転車利用者から見た危険意識

3. 走行環境調査

(1) 調査概要

本研究では、快適性を損なう路面の凹凸が、安全性の面において事故抑制効果があるのか検討するために、路面環境に着目した走行環境調査を実施した。ここで、調査概要を表1に示す。

表1 調査概要

走行環境調査	
目的	路面環境が自転車走行に及ぼす影響を分析し、安全性について検討する
対象	宇都宮大学の学生
人数	25人
日時	2001年12月
項目	・自転車走行時における速度・振動変化 ・被験者が不快や危険など気になる箇所

(2) 走行ルートについて

本研究で調査したルートを図3に示す。宇都宮大学の工学部石井キャンパスと峰キャンパス間において、学生がよく利用する利用する経路の中から2つのルートを選定した。ここで、この2つのルートをそれぞれ国道ルートと峰ルートと定義する。国道ルートは歩車道区分がある幹線道路であり、自転車は歩道上において走行が可能である。なお、国道ルートは南側の歩道を対象としている。峰ルートは歩車道区分がない補助幹線道路である。峰ルートのほとんどは住宅街ということもあり、比較的交通量も少なく、また対面交通のない一方通行区間が長く続き、自転車は走行しやすいルートである。

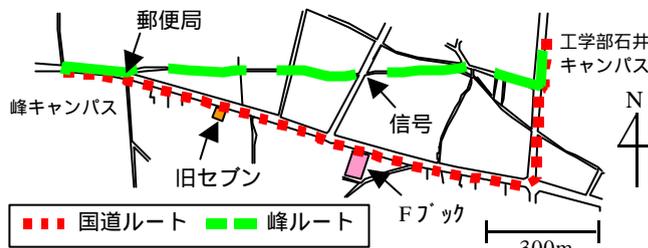


図3 走行ルート

(3) 測定器具について

本調査で用いた測定器具の概要を図4に示す。



図4 本調査に用いた測定器具

本調査では振動・速度変化を測定するために、一軸振動計とサイクルコンピューターを用いた。一軸振動計は路面と水平になるように自転車の籠の中に取り付け、1秒周期における縦方向の振動を測定した。サイクルコンピューターでは5秒周期における区間平均速度を測定した。走行ルート中における交差点や障害物などの位置情報はあらかじめGPSに記録し、被験者がいつ問題となる個所を通過したのか把握できるようにした。GPSのログの記憶のタイミングは1秒周期で行

った。また、GPSにより1秒周期における詳細な瞬間速度も測定している。被験者が不快・危険と感じる箇所をリアルタイムで抽出するために、小型マイクを被験者に取り付け、走行中に被験者が感じたことを録音した。

4. 路面環境が自転車走行に及ぼす要因

(1) 路面環境と走行挙動の把握

路面状況と走行挙動の関係を把握するために、国道ルートと峰ルートにおける速度・振動変化を検討する。被験者の各ルートにおける速度・振動変化は、被験者間でほぼ同じ波形を描いていた。ここで、被験者の中でも特に速度・振動変化を特徴的に示したのについて、各ルートの結果をそれぞれ図5、6に示す。国道ルートは歩道と車道の結節点による段差（以後、交差点段差とする）や、排水溝のつなぎ目による連続した段差、路面整備が悪い区間があることから、振動変化が著しく、突発的な振動が存在する場所もある。このように振動変化が激しいため、国道ルートでは加速・減速に伴う走行挙動が著しく、安定した走行ができないことが図5より分かる。一方、峰ルートは車道上を走行することから交差点段差がなく、また歩道に比べ適切な維持修繕管理が行われていることから振動変化が滑らかであり、安定した走行ができることが図6より分かる。

国道ルートでは路面の悪さが指摘されていることから、路面の凹凸が走行性を低下させている要因が強く、路面の凹凸が速度を抑制させていると考えられる。よってこのことから、交差点段差においても速度を和らげる効果が期待できる。交差点段差が事故抑制に有効であるかを検討するために、交差点における挙動分析を行った。

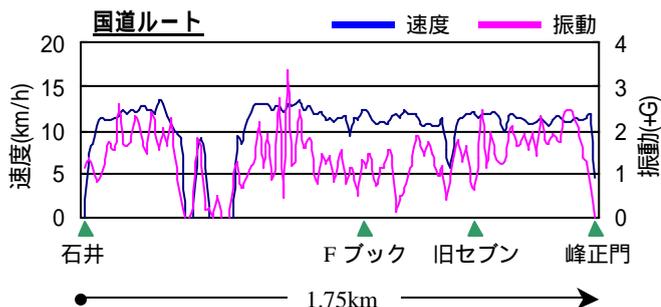


図5 国道ルートにおける速度・振動変化

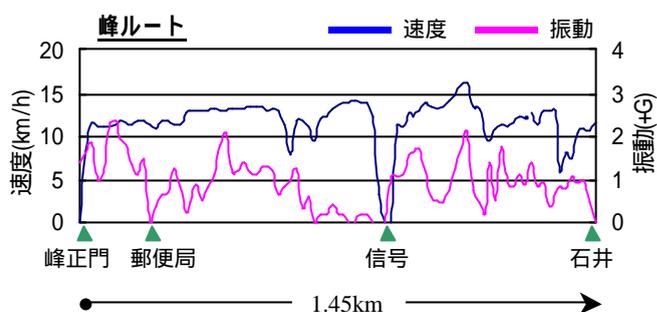


図6 峰ルートにおける速度・振動変化

(2) 交差点における段差の事故有効性について

走行ルートにおける国道123号には12の交差点が存在し、その中でGISにより過去5年間に事故が発生している交差点を3箇所確認している。また、歩道上に接している駐車場や民家出入り口など、交差点段差がない場所においても、過去2箇所の交通事故を確認している。段差の有無による事故抑制効果を検討するためにこのような場所も、分析対象に加えた。

交差点における挙動分析をするために、交差点進入時より1秒前後における速度・振動を見た。速度と振動はレベル分割を行い、その中で段差の事故抑制の有効性を検討した。レベル設定は、全ての交差点における被験者の速度・振動を分布ごとにまとめ、被験者数が均等に分布し、また区切る間隔が一定になるようにレベル分割を行っている。

交差点における被験者の進入速度と、段差による振動に関するレベルの概要を図7に示す。ここで、交差点進入時の速度がレベル3以上のものを高速とし、交差点進入後の振動がレベル3以上に達するものを高振動とした。レベル3より小さいものをそれぞれ、低速・低振動とした。

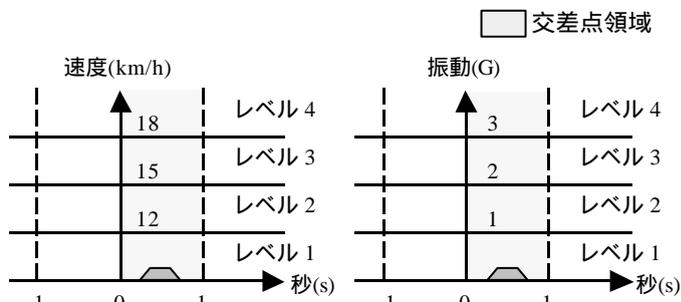


図7 速度・振動のレベル設定

事故交差点とそうでない交差点における速度と振動の関係を表2に示す。表2より、無事故交差点は様々な速度レベルや振動レベルに走行挙動が分布している

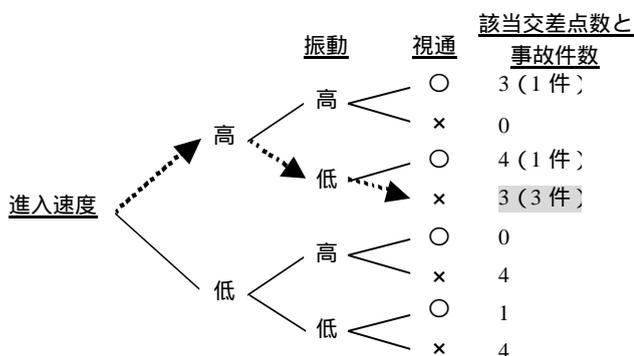
が、事故交差点は速度レベル3と振動レベル2が交わる領域に最も密集していることがわかる。このことから、事故交差点は走行性が良い反面、事故が生じやすい場所と考えられる。しかし、振動が高くて速度が高い場所もあるので、どのような道路環境において交差点段差が事故抑制に効果があるのかを検討した。

表2 交差点別における速度と振動の関係

		速度レベル			
		1	2	3	4
振動レベル	1	9/36	12/18	11/14	0/2
	2	10/33	13/35	25/34	2/10
	3	7/34	8/19	15/24	0/5
	4	3/28	2/23	3/30	2/8

(A/B A...事故地点における該当人数
B...無事故地点における該当人数)

交差点の進入速度は視通の有無によって大きく影響することから、視通が加わることによる段差の事故抑制効果を検討した。速度と振動の高低、視通の有無を交差点ごとに集計し、どのような行動パターンが多かったのか挙動分析を行った。ただし、交差点段差がない場所では、段差による影響がないことから振動は低いものとした。視通の有無については、隅切りや障害物の有無、歩道と車道の幅員の広さなどの項目を挙げ、二つ以上該当する交差点に関しては、視通は悪いものとした。挙動分析により交差点分類を行ったものを図8に示す。



()内は該当する交差点数の内、事故があった交差点数を示す。

図8 挙動分析による交差点分類

図8より、進入速度が高く、かつ振動が低く、視通が悪い交差点で事故が生じやすいことが分かる。しかし、視通が悪くても振動が高い交差点で、速度が抑制

されている箇所がある。更にこのような交差点では事故が生じていないことから、視通の悪い交差点における段差は、事故抑制に有効であると考えられる。

(3) 路面環境に対する走行時の意識

振動による影響が大きいにも関わらず、進入速度が高い交差点においては、現地調査より、振動が急激な段差によるものではなく、滑らかな下り勾配によるものであり、また段差の他に不快・危険となる要素がないことが確認された。このような交差点では、段差を不快要素として指摘する人が少ないことから、走行性の良い道路環境では、段差だけでは速度を抑制させる効果が少ないものと考えられる。

交差点段差による振動が大きい場所では、視通よりも段差の方を不快要素として指摘している人もいることが分かった。このような交差点では、段差が速度を抑制させる要因が強いと考えられる。

5. まとめ

道路環境の組み合わせにより、交差点段差が進入速度を抑制させる効果があることが分かった。本研究では、視通の悪い交差点に段差が加わることで、安全性の面においてハンプとしての役割を持っていることが明らかとなった。このような交差点において段差を取り除く場合は、それに代わる新たな速度を抑制させる仕組みが必要である。

今後、高齢者や車椅子利用者を考慮した場合、路面の段差を無くしていくことが望ましい。しかし、交差点部においては、安全性の面において段差を無秩序に無くするのは問題である。段差解消後の安全対策を適切にすることが、快適で安全な道づくりにつながるものとする。

【参考文献】

- 1) Hirota Koike, Akinori Morimoto, Kazuhiko Takashima, Norifusa Shiraiishi, Takashi Moriya : 「Analysis of Traffic Accident Location and Hazard Perception Using GIS」 9th World Conference on Transport Research 2000
- 2) 伊藤薫、古池弘隆、森本章倫 : 「自転車利用意識と施設整備の関連性に関する研究」土木計画学研究・講演集 pp287-290、1998
- 3) 富原隆之、古池弘隆 : 「高校生の自転車交通に関する意識調査」土木計画学研究・講演集 pp121-126、1990
- 4) 山根浩三、粟井布睦夫、藤井真紀子、阿部宏 : 「地方都市における自転車利用環境の整備が通勤・通学交通手段に及ぼす影響」土木計画学研究・講演集 pp287-290、1999