

# 高齢者自転車安全対策のための 物理凸部における検証

齊藤 大将<sup>1</sup>・康 楠<sup>2</sup>・寺部 慎太郎<sup>3</sup>・白石 雅治<sup>4</sup>・村松 久<sup>5</sup>・  
西尾 将秀<sup>6</sup>・柳沼 秀樹<sup>7</sup>・田中 皓介<sup>8</sup>

<sup>1</sup>学生非会員 東京理科大学 理工学部土木工学科 (〒278-8510 千葉県野田市山崎2641)  
E-mail: 7616043@ed.tus.ac.jp

<sup>2</sup>正会員 東京理科大学助教 理工学部土木工学科 (同上) E-mail: kangnan@rs.tus.ac.jp

<sup>3</sup>正会員 東京理科大学教授 理工学部土木工学科 (同上) E-mail: terabe@rs.noda.tus.ac.jp

<sup>4,5,6</sup>非会員 焼津市役所建設部道路課 (静岡県焼津市本町5丁目6番地1号 アトレ庁舎2F)

<sup>7</sup>正会員 東京理科大学講師 理工学部土木工学科 (同1) E-mail: yaginuma@rs.noda.tus.ac.jp

<sup>8</sup>正会員 東京理科大学助教 理工学部土木工学科 (同1) E-mail: tanaka.k@rs.tus.ac.jp

本研究では、高齢者自転車利用者が生活道路における交差点進入時の交通安全対策として静岡県焼津市の場内実験場にて6種類の幾何構造の異なるハンプおよび4種類の幾何構造の異なるバンプ合わせて計10種類の物理的デバイスを設置し、日常生活で自転車を利用している75歳以上の高齢者を対象とし、幾何構造の影響を把握することを目的とした自転車走行実験を行い、映像解析による分析を行った。

その結果、自転車の速度抑制を目的とした場合、角度30度・高さ15cmのハンプが最も減速効果が得られ、次点で角度30度・高さ10cmのハンプが効果的であった。また自転車の降車効果を目的とした場合、角度30度・高さ15cmのハンプが最も有効性が高く、次点で角度20度・高さ15cmのハンプが効果的であることが確認された。バンプはいずれの形状でも同じような減速効果が確認されたが、段差通過後に加速傾向が見られ、単独設置では効果が薄れてしまう可能性が示唆された。

**Key Words** : bicycle, speed hump, speed bump, traffic safety

## 1. はじめに

道路交通法において自転車は原則として車道通行および左側通行が義務付けられている。しかし現状として交通ルールを遵守できている自転車利用者は限られている。特に我が国の自転車関連事故件数に対する高齢者自転車利用者による事故比率は相対的に増加傾向<sup>1)</sup>にあり、高齢者に対する交通安全対策が改善されていないことが問題となっている。

静岡県焼津市では高齢者による自転車乗用中の交通事故防止に向けて街頭指導や啓発による自転車利用の交通ルール周知などのソフト面における対策を重点的に実施してきた。しかし平成30年1月から平成31年3月までの期間で発生した交通死亡事故10件のうち、5件が高齢者(65歳以上)による自転車乗用中の事故<sup>2)</sup>であり、その対策が喫緊の課題となっている。

このようなことから、焼津市では高齢者自転車利用

者が交差点に進入する際に、身体的な衰えや交差点の認知を補完するために、走行速度抑制や一時停止させる路面の段差や障害物などの物理的デバイス(ハンプ、バンプ)の複合的なハード面における安全対策が必要である。

しかし自転車に対して減速効果が期待できる具体的な事例は少なく、また過去の知見より、自動車に対して速度抑制効果があるハンプの幾何構造<sup>3)</sup>が示されているが、はたして自転車に対して同等の効果があるとは言い難いのが現状である。

そこで本研究では、焼津市内の場内実験場にて高齢者自転車利用の交通安全対策走行実験を行う<sup>4)</sup>。幾何構造の異なるハンプ6種類とバンプ4種類を配置し、通過時の断面速度を映像解析を用いて分析する。得られた結果から幾何構造の影響の把握および焼津市における高齢者自転車交通事故抑制に役立てることを目標とする。

## 2. 実験概要

### (1) 対策案の検討

#### a) ハンプの幾何構造の設計

ハンプとは車道に設置した凸型路面で、車両の減速を促す道路構造である。ハンプのイメージ図を図-1に、また実際の写真を図-2に示す。ハンプの構造は、端部から頂部までの部分である「傾斜部」および頂部における平坦な部分である「平坦部」から構成される。「凸部、狭窄部及び屈曲部の設置に関する技術基準」<sup>3)</sup>において自動車の減速を目的とした標準構造は定まっているが、自転車に対して同等の効果があるか検証の余地がある。そこで本実験では新たに6つのハンプの幾何構造を提案し、表-1に示し、それぞれをA1, A2, A3, B1, B2, B3 (A:高さ 10[cm], B:高さ 15[cm], 1:角度 10°, 2:角度 20°, 3:角度 30°) としている。

A1 は「凸部、狭窄部及び屈曲部の設置に関する技術基準」<sup>3)</sup>において定めた標準値に近い構造のハンプである。

#### b) バンプの幾何構造の設計

バンプとは、路面に短い突起を設け、車両の減速を目的とするものである。バンプのイメージ図を図-1に、また実際の写真を図-3に示す。我が国におけるバンプの標準構造規定はないので、本実験では4つのバンプの幾何構造を提案し、それぞれをC1, C2, D1, D2 (C:円形型, D:台形型) として表-2に示す。

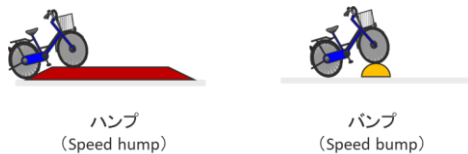


図-1 ハンプとバンプ



図-2 実験時使用したハンプの写真 (ハンプ B1)



図-3 実験時使用したバンプの写真 (バンプ C1)

表-1 実験で使用したハンプの幾何構造

ハンプ構造	高さ [cm]	角度 [°]	勾配 [%]	傾斜部 [cm]	平坦部 [cm]
A1	10.0	10	18	57.0	400.0
A2	10.0	20	36	27.0	400.0
A3	10.0	30	58	17.0	400.0
B1	15.0	10	18	85.0	400.0
B2	15.0	20	36	41.0	400.0
B3	15.0	30	58	26.0	400.0

表-2 実験で使用したバンプの幾何構造

バンプ構造	形状	角度 [°]	高さ [cm]	長さ [cm]
C1	半円	-	5.0	10.0
C2	部分円	-	5.0	17.3
D1	台形	30	5.0	23.0
D2	台形	45	5.0	15.0

### (2) 実験手順

焼津市場内実験場に表-1, 表-2 で示した 10 種類のハンプおよびバンプを繋げたもの実験コースとし、図-4 のように設置する。実験時の自転車走行状況をビデオカメラで撮影し、通過時の断面速度を計測する。被験者は日常生活で少なくとも週に 1 度は自転車を移動手段として利用している 75 歳以上の高齢者 20 名とし、走行実験を 3 回行う。各実験ごとに異なる開始地点を設置した理由として、サンプル数を増やすためと物理的デバイスを走行する順番による実験結果の偏りをなくするためである。よって被験者によるデバイスに対する慣れが生じないために開始地点を毎回変更して実験を行う。コースを 1 周走行し終わったらアンケートの聞き取りを実施し、個人属性および物理的デバイスに関する質問をする。2 回目の走行後も同様に物理的デバイスに関する聞き込みをし、3 回目の走行後に物理的デバイスに関する質問だけではなく、現地に導入された場合を想定した質問やハンプとバンプの比較に関する聞き込みを行う。アンケートを全て回答後、実験は終了とする。

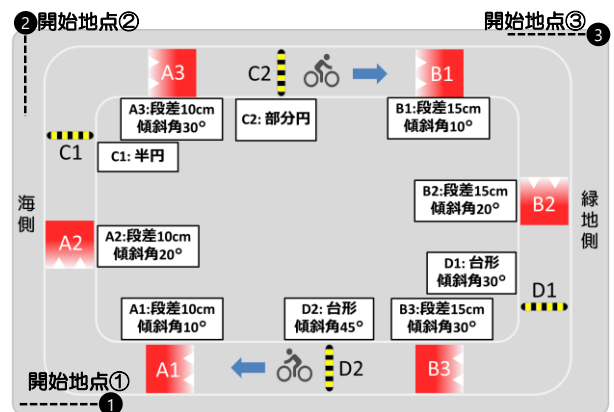


図-4 実験コース

### 3. アンケート調査

#### (1) 質問項目

本調査において実施した質問内容を図-5に示す。

**高齢者自転車利用の交通安全対策に係る実験に関するアンケート** 1枚目

※それぞれの質問について、該当する記号に「○」をお願いします。

問1. あなた自身のことについておたずねします。  
 (1) 性別  男性  女性  
 (2) 年齢  60~65歳  66~70歳  71~75歳  76~80歳  81歳以上  
 (3) 自転車を手動手段として利用されますか。  はい  いいえ  
 (“はい”と答えた方は、次の質問にお答えください。“いいえ”と答えた方は、問2へお進みください。)  
 (4) 自転車の利用頻度はどのくらいですか。  
 ほぼ毎日  週2~3日程度  月2~3日程度  2~3ヶ月に1日程度  ア〜エ以下

問2. 本日の自転車走行実験のことについておたずねします。  
 (アンケート1, 2回目時は3つ以内, 3回目では1, 2回目の選んだ中で最も感じられるものを回答してください)  
**赤と黒の段差 (ハンブ)**:  A1  A2  A3  B1  B2  B3  
**黄色のコブ (バンブ)**:  C1  C2  D1  D2  
 (1) 赤と黒の段差走行時に、「減速しよう」と思えた黄色の段差はどれですか。  
 1回目: \_\_\_\_\_ 2回目: \_\_\_\_\_ 3回目: \_\_\_\_\_  
 (2) 赤と黒の段差走行時に、「自転車を降りよう」と思えた赤と黒の段差はどれですか。  
 1回目: \_\_\_\_\_ 2回目: \_\_\_\_\_ 3回目: \_\_\_\_\_  
 (3) 黄色のコブ走行時に、「減速しよう」と思えた黄色のコブはどれですか。  
 1回目: \_\_\_\_\_ 2回目: \_\_\_\_\_ 3回目: \_\_\_\_\_  
 (4) 黄色のコブ走行時に、「自転車を降りよう」と思えた黄色のコブはどれですか。  
 1回目: \_\_\_\_\_ 2回目: \_\_\_\_\_ 3回目: \_\_\_\_\_  
 (5) 3回の走行実験を終えて、「赤と黒の段差で減速しよう」と思いましたか。  
 とても思った  すこし思った  ほとんど思わなかった  まったく思わなかった  わからない  
 (6) 3回の走行実験を終えて、「赤と黒の段差で自転車を降りよう」と思いましたか。  
 とても思った  すこし思った  ほとんど思わなかった  まったく思わなかった  わからない  
 (7) 3回の走行実験を終えて、「黄色のコブで減速しよう」と思いましたか。  
 とても思った  すこし思った  ほとんど思わなかった  まったく思わなかった  わからない  
 (8) 3回の走行実験を終えて、「黄色のコブで自転車を降りよう」と思いましたか。  
 とても思った  すこし思った  ほとんど思わなかった  まったく思わなかった  わからない  
 (9) 赤と黒の段差と黄色のコブのどちらの方が現地に導入すべきだと思いますか。  
 赤と黒の段差  黄色のコブ  
 (10) 自転車を乗っていて「交差点」を通る際に危険を感じたことはありますか。  
 はい (具体的にそれはどのようなときですか、下記にご記入をお願いします。)  
 \_\_\_\_\_  
 いいえ  
 (11) 実際の現地の交差点に赤と黒の段差が導入された場合を想定してお答えください。  
 1) 交差点進入時に、「安全確認」はしやすいと思いますか。  
 なると思う  以前の方がしやすいと思う  変わらない  わからない  
 2) 交差点は「安全」になると考えますか。  
 なると思う  以前の方が安全だと思う  変わらない  わからない  
 3) 交差点手前での自転車の「速度」はどのようになると思いますか。  
 遅くなると思う  速くなると思う  変わらない  わからない  
 (12) 実際の現地の交差点に黄色のコブが導入された場合を想定してお答えください。  
 1) 交差点進入時に、「安全確認」はしやすいと思いますか。  
 なると思う  以前の方がしやすいと思う  変わらない  わからない  
 2) 交差点は「安全」になると考えますか。  
 なると思う  以前の方が安全だと思う  変わらない  わからない  
 3) 交差点手前での自転車の「速度」はどのようになると思いますか。  
 遅くなると思う  速くなると思う  変わらない  わからない

問3. 交差点における交通安全対策のことについておたずねします。  
 (1) 赤と黒の段差または黄色のコブは必要だと思いますか。(今後整備すべきだと思いますか。)  
 はい (具体的に必要だとと思われる場所がある場合は、下記にご記入をお願いします。)  
 \_\_\_\_\_  
 いいえ  
 (2) その他、赤と黒の段差または黄色のコブに対するご意見がありましたら下記にご記入をお願いします。  
 \_\_\_\_\_

図-5 実験に使用した設問項目

問2(1),(3)			問2(2),(4)		
走行時1回目	走行時2回目	走行時3回目	走行時1回目	走行時2回目	走行時3回目
減速しようと思えた段差	減速しようと思えた段差	減速しようと思えた段差	自転車を降りようと思えた段差	自転車を降りようと思えた段差	自転車を降りようと思えた段差
物理的デバイス	物理的デバイス	物理的デバイス	物理的デバイス	物理的デバイス	物理的デバイス
回答数	回答数	回答数	回答数	回答数	回答数
A1: 4 (20%)	A1: 2 (11%)	A1: 2 (11%)	A1: 2 (10%)	A1: 0 (0%)	A1: 0 (0%)
A2: 3 (15%)	A2: 3 (11%)	A2: 2 (11%)	A2: 1 (5%)	A2: 0 (0%)	A2: 0 (0%)
A3: 3 (15%)	A3: 3 (16%)	A3: 3 (16%)	A3: 0 (0%)	A3: 0 (0%)	A3: 0 (0%)
B1: 5 (25%)	B1: 5 (26%)	B1: 2 (11%)	B1: 1 (5%)	B1: 0 (0%)	B1: 0 (0%)
B2: 10 (50%)	B2: 6 (32%)	B2: 6 (32%)	B2: 2 (10%)	B2: 2 (11%)	B2: 1 (5%)
B3: 16 (80%)	B3: 10 (53%)	B3: 11 (58%)	B3: 12 (60%)	B3: 12 (63%)	B3: 12 (63%)
C1: 4 (20%)	C1: 2 (11%)	C1: 2 (11%)	C1: 0 (0%)	C1: 0 (0%)	C1: 0 (0%)
C2: 5 (25%)	C2: 3 (16%)	C2: 2 (11%)	C2: 1 (5%)	C2: 0 (0%)	C2: 0 (0%)
D1: 8 (40%)	D1: 4 (21%)	D1: 3 (16%)	D1: 1 (5%)	D1: 0 (0%)	D1: 0 (0%)
D2: 8 (40%)	D2: 4 (21%)	D2: 5 (26%)	D2: 2 (10%)	D2: 0 (0%)	D2: 1 (5%)
なし: 1 (5%)	なし: 3 (16%)	なし: 3 (16%)	なし: 5 (25%)	なし: 7 (37%)	なし: 6 (32%)
合計: 67	合計: 44	合計: 41	合計: 27	合計: 21	合計: 20

図-6 物理的デバイスに関する集計結果

本調査では、被験者の記入による回答ではなく、アンケート聞き込みによる回答を行った。またハンブとバンブでは字面が紛らわしく、被験者に伝わりにくい可能性があるのもそれぞれ「赤と黒の段差」、「黄色のコブ」と表現した。

問1では、被験者の基本情報として、性別、年齢、自転車利用状況、自転車利用頻度を質問している。問2 (1) から (4) までは今回の実験の走行時に「減速しよう」と思えた物理的デバイスおよび「自転車を降りよう」と思えた物理的デバイスをハンブとバンブ別々に質問し、各実験ごとに聞いている。問2 (5) では3回の走行実験を踏まえて「ハンブで減速しよう」と思えたかどうかの確認をした。問2 (6) から (8) までも同様にハンブおよびバンブに関する質問をしている。問2 (9) では、現地の交差点にハンブとバンブのどちらを導入するべきかに関する聞き込みを行い、問2 (10) では、日常生活にて自転車で交差点を通過する際に危険を感じたことがあるか、また具体的な例を自由回答形式で行う。問2 (11) から (12) では現地の交差点に導入された状況を想定し、安全確認がしやすくなるか、交差点は安全になるか、交差点手前での速度はどうなるかを聞いている。最後に問3ではハンブおよびバンブが交差点に必要なかを聞いている。

#### (2) 集計結果

物理的デバイスに関する集計結果を図-6にまとめた。1, 2, 3回目の走行時いずれも、「減速しよう」と思えた物理的デバイスは、ハンブB3 (高さ15[cm], 角度30°) が最も割合が大きく、次点でハンブB2 (高さ15[cm], 角度20°) が多かった。また走行時に「自転車を降りよう」と思えた物理的デバイスも同様にハンブ



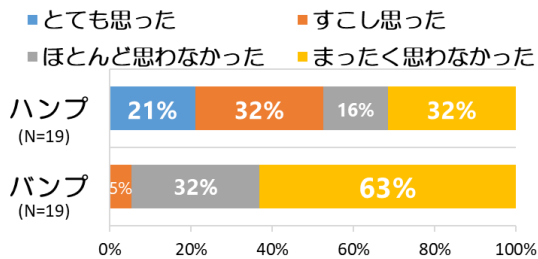
B3が最も割合が大きく、次点でバンプD2が多かった。

3 回の実験を踏まえた上での物理的デバイスに関する集計結果を図-7 にまとめた。ハンプの方がバンプより「減速しよう」と思える割合が高く、同様に「自転車を降りよう」と考えた物理的デバイスもハンプの方が、割合が大きい結果となった。

自転車走行時に交差点における危険性および現地導入を想定した質問に関する集計結果を図-8 に示す。現地の交差点にハンプとバンプのどちらを導入すべきか質問したところ、ハンプの方が現地導入に前向きであった。自転車利用時に交差点を通過する際に危険を感じたことがあるかの質問に対しては、「危険を感じたことがある」が37%、「危険を感じたことがない」が63%という結果となった。また現地の交差点に導入された場合、ハンプの方が「安全確認」がしやすくなり、かつ交差点が「安全」になるという意見が多かった。しかしいずれの物理的デバイスを現地に導入しても、交差点手前での自転車は、減速効果が期待できるという意見の割合が大きかった。

ハンプとバンプの必要性に関する集計結果を図-9 に示す。交差点の安全対策に向けて物理的デバイス導入に前向きな方が8割程度であった。また自由意見として全体的に「ハンプの方が必要」との意見が多数見られた。しかし「もう少し傾斜を緩くしてほしい」との意見もあり、段差が高いもの、特にハンプB3に対しては否定的な方も多く見られた。

問2(5),(7):3回の実験を終えてデバイスに対して「減速しよう」と思えたか



問2(6),(8):3回の実験を終えてデバイスに対して「自転車を降りよう」と思えたか

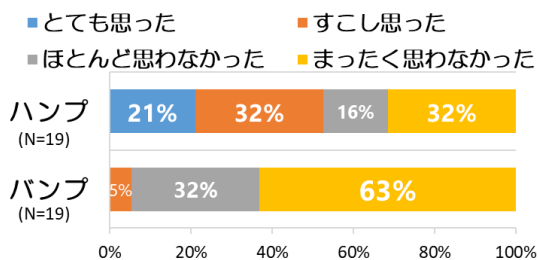
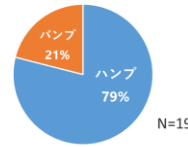
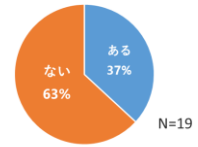


図-7 3回の実験終了後の物理的デバイスに関する質問

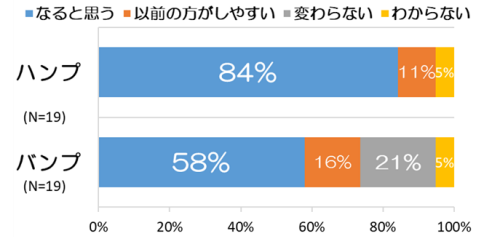
問2(9):ハンプとバンプのどちらの方を現地に導入すべきか



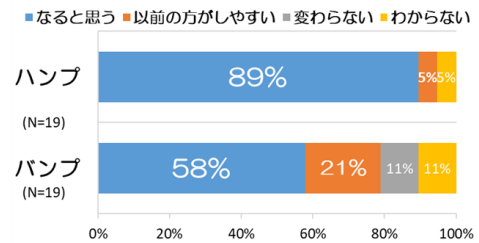
問2(10):自転車を乗っていて交差点通過時に危険を感じたことはあるか



問2(11),(12)1:現地の交差点に導入された場合、「安全確認」はしやすくなるか



問2(11),(12)2:現地の交差点に導入された場合、「安全」になると思うか



問2(11),(12)3:現地の交差点に導入された場合、交差点手前での「速度」はどうなると思うか

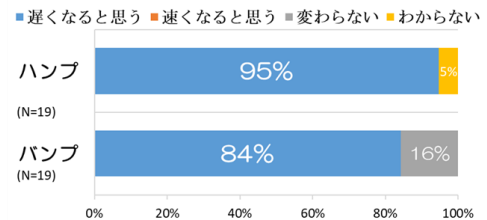


図-8 交差点通過時の危険性および現地導入を想定したアンケート結果

問3(1):ハンプとバンプは必要だと思うか

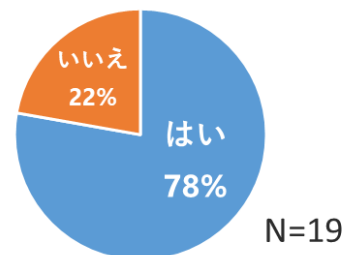


図-9 ハンプとバンプの必要性に関するアンケート結果

## 4. 映像解析

### (1) 解析方法

本解析では実験時にビデオカメラにて撮影した自転車走行状況の映像を用いてハンパおよびバンパ通過時の断面速度を計測し、また自転車から降りて通過した人数を測定する。具体的な速度の測定方法として、実験場内にテープによる目盛りを等間隔に貼り付け、目盛り区間の通過時間をラップタイムで測定する。目盛り区間では自転車は等速運動をすると仮定し、目盛り区間を時間で割ることで自転車の断面速度を分析する。

物理的デバイスの各断面の定義を図-10に示す。ハンパの断面の定義として、ハンパ直前の断面を「断面①」、断面②、ハンパ内の断面を「傾斜部開始」、「平坦部開始」、「平坦部終了」、「傾斜部終了」、ハンパ直後の断面を「断面③」、「断面④」とする。またバンパの断面の定義として、バンパ直前の断面を「断面①」、「断面②」、バンパの頂点通過時の断面を「断面③」、断面④とする。ここで断面①、②、③、④の間隔距離は1[m]であり、ハンパ内の傾斜部長さは幾何構造ごとに異なり、表-1で示した通りである。

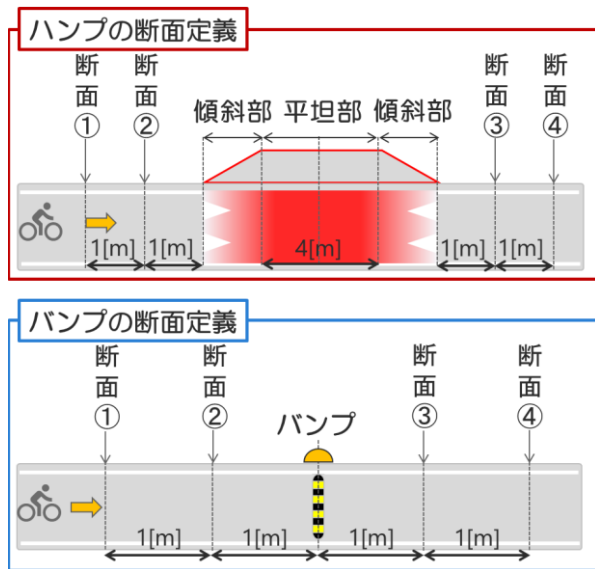


図-10 断面の定義

### (2) 断面平均速度と減速比率

#### a) ハンパの断面平均速度と減速比率

図-10の断面定義を用いて、断面毎に60サンプルで平均を取り、6つのハンパ別でグラフにしたものを図-11に示す。今回、断面②と傾斜部開始時の速度比率を、段差認識による減速効果として「視認効果」と定義し、傾斜部開始時と平坦部開始時の速度比率を、段差通過時の車両が受ける衝撃による減速効果として「物理的効果」と

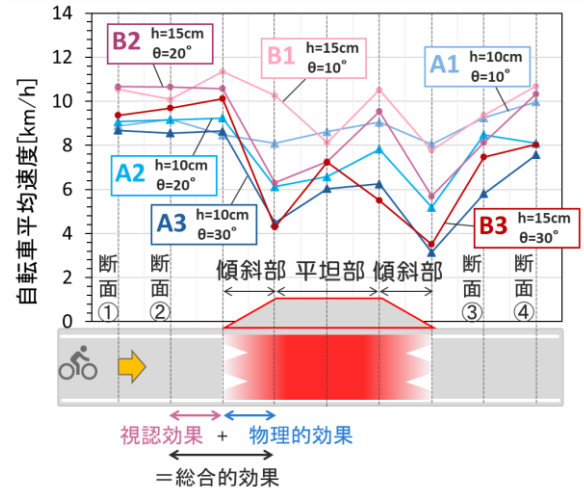


図-11 ハンパの断面平均速度

表-4 ハンパの減速比率

減速比率			
ハンパ	視認効果	物理的効果	総合的效果
A1	-8%	-5%	-12%
A2	1%	-34%	-33%
A3	1%	-48%	-48%
B1	13%	-10%	2%
B2	-1%	-40%	-41%
B3	4%	-58%	-56%

定義する。そして視認効果と物理的効果の和を取ったものを「総合的效果」と定義し、断面②と平坦部開始時の速度を比較する。減速比率の算出結果は表-4に示す。

結果、角度が大きくなりかつ高さが高くなるほど物理的効果が強くなることで自転車走行速度を抑制させた。

しかし A1 と B1 は同じ角度の形状であるものの、異なる挙動を示した。B1 は傾斜部に進入する直前に段差の認識による視認効果によって加速したため、減速効果が得られなかった。そこで A1 と B1 の断面②、傾斜部開始時、平坦部開始時に対して T 検定を行った結果、「断面②通過時の 2 群比較 ( $p=6.21E-4$ )」、「傾斜部開始時の 2 群比較 ( $p=1.35E-21$ )」、「平坦部開始時の 2 群比較 ( $p=1.37E-17$ )」のいずれの場合にも有意な差が見られた。その原因として最も傾斜部が長いハンパ B1 ( $L=85[cm]$ ) に対しては坂として認識し、減速するのではなく加速して乗り越えようという心理状態に陥る可能性が考えられる。このことから傾斜部が長い構造のものに対しては段差を認識して減速するのではなく、上り坂として認識することで加速して通過しようとするため、減速効果を目的とする物理的デバイスとしては適していないと解釈できる。また自動車の減速効果が期待できるハンパの標準構造である A1 では減速比率が低く、また平坦部内で加速傾向が見られた。そのため慣れが生じることで効果がさらに弱まる可能性が考えられ、自転車の減速目的のデバイスとしては適していないことが言える。

b) バンプの断面平均速度と減速比率

ハンプ同様に 4 つのバンプ別にグラフにしたものを図-12 に示す. 断面②とバンプ断面通過時の速度比率を, 段差通過時に車両の前輪が受ける衝撃による減速効果を「前輪効果」と定義し, バンプ断面と断面③の速度比率を, 段差通過時に車両の後輪が受ける衝撃による減速効果を「後輪効果」と定義する. そして前輪効果と後輪効果の和を取ったものを「総合的效果」と定義し, 断面②と断面③通過時の速度を比較する. 減速比率の算出結果は表-5 の通りである.

4 種類とも約 25%前後の速度抑制が見られ, 同じような結果が得られた. その原因としてバンプは段差がいずれも 5[cm]で統一しており, 走行時に段差の違いを視覚的に感知することは困難であると考えられる. そのため段差を認識することによる視認効果が得られず, 段差通過時に前輪が受ける衝撃によって初めて減速したため, 形状の認識による違いは生じていない可能性が言える. よって物理的に衝撃を与えることで減速させることを目的とする場合, いずれの形状のバンプでも一定の効果が得られることが考えられる. しかし段差を通過した約 2[m]後に加速する傾向が見られ, バンプの単独設置では減速効果は薄れてしまう可能性が示唆される.

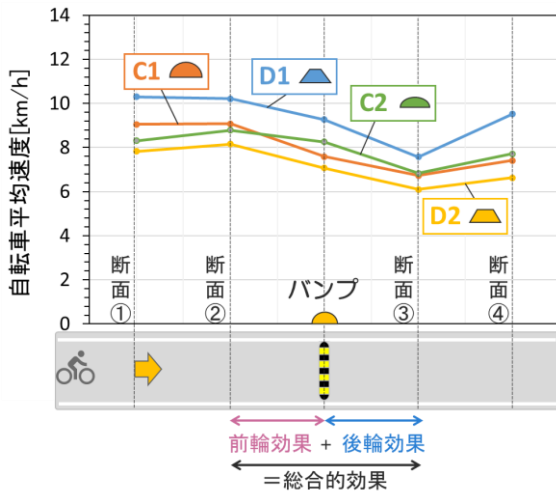


図-12 バンプの断面平均速度

表-5 バンプの減速比率

減速比率			
バンプ	前輪効果	後輪効果	総合的效果
C1	-16%	-11%	-26%
C2	-6%	-17%	-24%
D1	-9%	-18%	-26%
D2	-13%	-14%	-26%

(3) ハンプとバンプの比較

ハンプとバンプを定量的に比較するためにハンプの「傾斜部開始時」における断面速度とバンプの「バンプ断面」における断面速度を箱ひげ図として図-13 に示す. ハンプの「傾斜部開始時」とバンプの「バンプ断面」を比較する理由として 2 つの断面は, いずれも最初に段差の最も高い部分に達する時の断面であり, 最初に衝撃による物理的な減速が見られる断面であるからである.

結果, 角度 30° ]であるハンプ B3, A3 の順に平均速度が低く, 次点で角度 20° ]のハンプ A2, B2 とバンプ D2 の順に平均速度が低いことが確認された. D1 は実験時の配置の仕方の影響のためか, もともとの進入速度が速かったため, C1, C2, D2 と比べてバンプ断面通過時の速度が速かった.

B1 は 10 種類の物理的デバイスの中で最も通過時の速度が速く, 減速効果が期待できないことが言える.

以上のことから角度 30° ]と角度 20° ]のハンプはバンプより減速効果が期待でき, また角度 10° ]のハンプの場合, バンプと比べて効果が薄れることが考えられる.

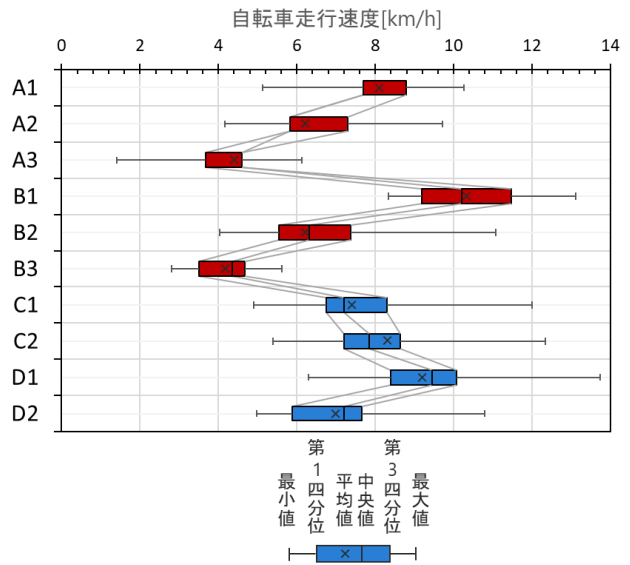


図-13 ハンプの「傾斜部開始時」とバンプの「バンプ断面」における断面速度の比較

(4) 自転車から降りた人数

実験時に物理的デバイス直前で自転車から降りて, 降りながら通過した人数を表-6 に示す. 3 回の実験でハンプ B3 では, 約 45%の割合で自転車から降りたため, 自転車から降りようと思える効果である降車効果が最も強い物理的デバイスであることが言える. 次点でハンプ B2 が約 14%の割合で自転車から降りた. これは図-6 のアンケート結果と似た傾向が得られ, アンケート時の定性的評価と実験時の定量的評価が一致したと言える.

B2, B3 を除き, ほとんどの物理的デバイスでは自転

表-6 自転車から降りて通過した人数

本実験	自転車から降りた人数[人]									
	ハンプ					バンブ				
	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	D1	D2
1回目 (N=20)	1	1	2	1	4	9	0	1	1	2
2回目 (N=19)	0	0	0	0	2	8	0	0	0	0
3回目 (N=19)	0	0	0	0	2	9	0	0	0	1

車から降りなかったため、自転車の降車効果を目的とした場合、高さ 10[cm]より高さ 15[cm]のハンプが望ましいことが考えられる。

またバンブは自転車の降車効果を目的とした物理的デバイスとしては適していないと言える。

## 5. おわりに

本研究では高齢者自転車利用者の交差点進入時の走行速度抑制や一時停止を促すのに効果的なハンプおよびバンブの幾何構造を把握することを目的とした実験を静岡県焼津市の場内実験場にて実施し、解析した。

結果、ハンプについて自転車の速度抑制を目的とした場合、角度 30° ]・高さ 15[cm]のハンプが最も減速効果が強く、次点で角度 30° ]・高さ 10[cm]のハンプが効果的であった。交差点事故を防ぐために自転車の降車効果を目的とした場合、角度 30° ]・高さ 15[cm]のハンプ、角度 20° ]・高さ 15[cm]のハンプの順に有効性が高く、高さ 10[cm]では効果が期待できない傾向が見られた。

しかし他利用者への影響を考慮すると角度 30° ]・高さ 15[cm]のハンプではバイクが通過時に前輪が浮く状況が確認され、衝撃による転倒の恐れがある。またシニア

カーや車いすに関しては物理的に通過が不可能な状況も見られた。そのため生活道路に合ったものを見極めていくことが重要であり、今後導入に向けて慎重に協議する必要がある。あらゆる対象への平等効果は不可能であり、ハンプの最適な角度設定は極めて難しい課題である。しかし本研究では高齢者自転車利用者による交差点事故が多発している静岡県焼津市の現状に適した限定的なものの導入を目的としているため、現場をよく調査し、導入に適した場所を選定した上で社会実験に向けて提案していく必要がある。

また本実験では、バンブは単独設置では段差通過後に加速してしまう結果となったが、連続設置では組み合わせ効果による減速が期待できる可能性があり、連続設置による検証を進めていくことが望まれる

**謝辞：**本稿は焼津市で行われた高齢者自転車事故対策における実験に基づき得られた分析結果による作成された。実験の計画を進めていくにあたって静岡県焼津市建設部道路課にご協力いただいた。また対策案の検討、分析方法やその結果の講評など、名古屋大学大学院中村英樹教授にご協力いただいた。ここに記して謝意を表す。

## 参考文献

- 1) 警察庁交通局：自転車関連事故に係る分析，2019。
- 2) 焼津市警察署：平成 30 年焼津市交通事故統計，焼津地区安全運転管理協会，交通安全協会焼津地区支部。
- 3) 瀬戸下伸介，大橋幸子，関皓介：「凸部，狭窄部及び屈曲部の設置に関する技術基準」に関する技術資料，国土交通省 国土技術政策総合研究所，2016。
- 4) 静岡新聞 SBS，<https://www.at-s.com/news/article/local/central/716910.html>，2019

## EXPERIMENT FOR IMPROVING TRAFFIC SAFETY ON THE ELDERLY BICYCLE USE

Hiromasa SAITO, Nan KANG, Shintaro TERABE, Masaharu SHIRAIISHI, Hisa MURAMATSU, Masahide NISHIO, Hideki YAGINUMA, Kousuke TANAKA

The aim of this study is to improve the traffic safety on the elderly bicycle users since traffic accidents caused by elders have been frequently occurring. In order to reduce these accidents, the experiment is conducted to reveal the most effective measure to slow down the bicycle before entering the intersection area. To identify the most effective measure, different structure of speed hump and speed bump were compared, including those that are not commonly used for bicycle users. As a result, the speed hump which is shaped in the angle of 30° and the height of 15cm had the largest effect of decelerating the bicycle. However, because this type of speed hump may be too dangerous for the other users such as vehicles, further consideration is recommended. In addition, a combination of two speed bumps are recommended when setting them because the installation of a single speed bump made the bicycle accelerate.