

街路空間要素を考慮したハンプ設置の在り方に関する研究*

Interval of Road Humps considering Street Structures*

吉城秀治**・橋本成仁***・福田英治****・佐伯亮子*****

By Syuji YOSHIKI**・Seiji HASHIMOTO***・Eiji FUKUDA****・Ryoko SAEKI*****

1. はじめに

生活道路における自動車の走行速度を抑制させることは、沿道住民の生活環境を向上させるばかりでなく、交通事故を軽くし減少させることから、交通安全上非常に重要な意味を持つとされる。走行速度を抑制させるために用いられる特徴的な交通安全対策手法としてハンプが挙げられ、自動車の速度抑制に非常に効果的であることが既に様々な研究から明らかにされている¹⁾。他にも我が国におけるハンプの研究として、ハンプ形状に関する研究²⁾や、設置可能性に関する研究³⁾、ハンプに対する住民の意識を考慮した研究⁴⁾等が行われている。また、道路区間全体にわたって速度を抑制させるためのハンプの配置間隔についても研究が行われつつある⁵⁾。また一方で、このようにハンプが設置されるような生活道路においては、自動車の走行速度は街路空間によって規定されていることも示されている⁶⁾。

このことから、生活道路においても道路構造が異なると加減速をはじめとする自動車の走行挙動が異なることが想定され、適切なハンプの設置に向けては、これらの影響を考慮し街路空間と一体的な検討することが望ましいと考えられる。しかしながら、既存研究ではハンプ単独での速度抑制効果に焦点を置いたものが多く、沿道環境も含めた検討をしている研究は見られない。

そこで本研究では、まず街路空間要素と自動車走行挙動の関係を定量的に明らかにすることで、街路空間要素から道路区間全体の走行挙動を予測する自動車走行速度プロフィールモデルを作成する。そして、ハンプの設置に伴う速度プロフィールの変化から、ハンプと沿道環境の関係について検討することを目的とする。

2. 調査の概要

生活道路を中心とした様々な種類の既存道路を走行する自動車に対して、スピードガン (Applied Concept, Inc. STALKER-LIDAR) を用いて自動車走行速度を測定し、そのデータを分析することで、街路空間要素から道路区間全体の自動車走行速度を予測するプロフィールモデルを作成する。

計測にあたっては、道路幅員、中央線の有無、歩道の有無、沿道建物の状況などを勘案し、街路の直線単路部での計測を行った。計測路線は岡山市内の街路で、合計40路線で計測している。また、交差点で右左折する自動車にも適用可能なモデルを作成するため、調査対象区間に直進入・進出する路線のみならず、ネットワークの特性上、交差点部で右左折する自動車が多い路線からも計測を行っている (表-1)。各路線では、調査対象区間内における自動車走行速度とスピードガンからの距離を連続的に計測している。これら計測したデータの内、他の自動車や歩行者等に影響を受けたと想定される車両や大型トラック車両を無効サンプルとして除き、街路を自由走行している車両1,230台 (各路線約30台) を有効サンプルとして分析に用いている。

3. 速度プロフィールモデルの作成

(1) 作成のフロー

本研究で提案する自動車走行速度プロフィールモデルには、3次エルミート補間法を使用する。これは、2点の座標とその傾きから間を補う3次式を導く方法である。その3次補間式 $F(x)$ を式(1)に示す。

表-1 現地調査概要

調査場所	岡山市内			
調査期間	2009年10月29日～2010年1月11日			
調査日数	28日間			
調査路線	40路線			
	進入:直進 進出:直進	進入:右左折 進出:直進	進入:直進 進出:右左折	進入:右左折 進出:右左折
	25路線	8路線	4路線	3路線

*キーワード: 地区交通計画, 交通安全, ハンプ

**学生員, 岡山大学大学院環境学研究所

(岡山市北区津島中3-1-1,

E-mail:gev421121@s.okayama-u.ac.jp)

***正員, 博 (工), 岡山大学大学院環境学研究所

****福知山市役所

*****学生員, 岡山大学大学院環境学研究所

$$F(x) = \left(\frac{x-x_b}{x_b-x_a} \right)^2 \left[\{3y_a + (x_b-x_a)y'_a\} + \frac{x-x_b}{x_b-x_a} \{2y_a + (x_b-x_a)y'_a\} \right] + \left(\frac{x-x_a}{x_b-x_a} \right)^2 \left[\{3y_b - (x_b-x_a)y'_b\} - \frac{x-x_a}{x_b-x_a} \{2y_b + (x_b-x_a)y'_b\} \right] \quad (1)$$

本研究では図-1のように、横軸を x ：区間入口からの距離(m)、縦軸を v ：自動車走行速度(km/h)とし、最高速度位置を境に道路区間を加速域と減速域の2つに分ける。そして、それぞれの区域において補間をするために必要な座標と傾き x_{in} (区間入口位置)、 v_{in} (区間入口速度)、 v_{in}' (区間入口傾き)、 x_{max} (最高速度位置)、 v_{max} (最高速度)、 v_{max}' (最高速度傾き)、 x_{out} (区間出口位置)、 v_{out} (区間出口速度)、 v_{out}' (区間出口傾き)を式(1)に当てはめるとともに、 $x_{in}=0$ 、 $v_{max}'=0$ 、 $x_{out}=L$ (対象道路区間長)であることを考慮して、加速域の補間式 $F_1(x)$ ：式(2)、減速域の補間式 $F_2(x)$ ：式(3)を作成する。

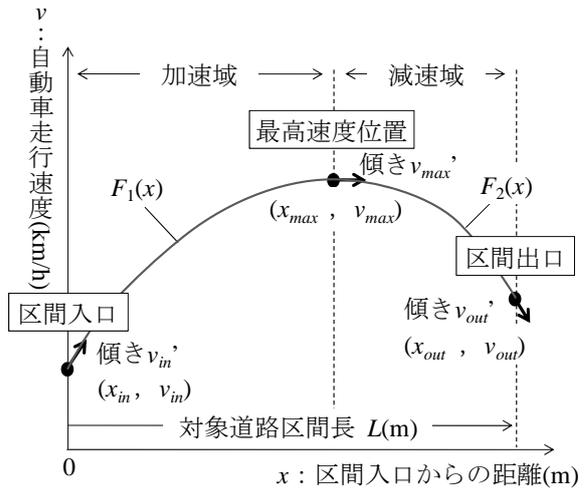


図-1 座標と傾きの設定

表-2 説明変数に用いた街路空間要素とその定義

No.	説明変数	詳細
1	対象道路区間内要素	区間長(m)
2		対象道路区間の長さ
3		道路幅員(m)
4		対象道路区間の全幅員
5		車道幅員(m)
6		対象道路区間の路側線内側の幅員
7		中央線ダミー
8		対象道路区間に中央線があれば1, なければ0
9		一方通行ダミー
10		対象道路区間に一方通行規制があれば1, なければ0
11		右歩道ダミー
12		対象道路区間のドライバーからみて右側に歩道があれば1, なければ0
13		左歩道ダミー
14		対象道路区間のドライバーからみて左側に歩道があれば1, なければ0
15		右電柱ダミー
16		対象道路区間のドライバーからみて右側に電柱があれば1, なければ0
17		左電柱ダミー
18	対象道路区間のドライバーからみて左側に電柱があれば1, なければ0	
19	右側前半沿道立地密度	
20	対象道路区間前半におけるドライバーからみて右側の建物の立地密度	
21	左側前半沿道立地密度	
22	対象道路区間前半におけるドライバーからみて左側の建物の立地密度	
23	右側後半沿道立地密度	
24	対象道路区間後半におけるドライバーからみて右側の建物の立地密度	
25	左側後半沿道立地密度	
26	対象道路区間後半におけるドライバーからみて左側の建物の立地密度	
27	右側前半沿道高層立地密度	
28	対象道路区間前半におけるドライバーからみて右側の3階以上の建物の立地密度	
29	左側前半沿道高層立地密度	
30	対象道路区間前半におけるドライバーからみて左側の3階以上の建物の立地密度	
31	右側後半沿道高層立地密度	
32	対象道路区間後半におけるドライバーからみて右側の3階以上の建物の立地密度	
33	左側後半沿道高層立地密度	
34	対象道路区間後半におけるドライバーからみて左側の3階以上の建物の立地密度	
35	対象道路区間以前要素	直進入車両
36		前区間長(m)
37		車両が対象道路区間に進入する以前の道路区間長
38		前区間右側沿道立地密度
39		対象道路以前の区間におけるドライバーからみて右側の建物の立地密度
40		前区間左側沿道立地密度
41		対象道路以前の区間におけるドライバーからみて左側の建物の立地密度
42		前区間右側沿道高層立地密度
43		対象道路以前の区間におけるドライバーからみて右側の3階以上の建物の立地密度
44		前区間左側沿道高層立地密度
45		対象道路以前の区間におけるドライバーからみて左側の3階以上の建物の立地密度
46		入口交差道路幅員(m)
47		対象道路区間入口交差点における交差道路の全幅員
48		入口差路ダミー
49		対象道路区間入口交差点が4差路ならば1, 3差路ならば0
50		入口一時停止ダミー
51		対象道路区間入口交差点に一時停止表示があれば1, なければ0
52	入口横断歩道ダミー	
53	対象道路区間入口交差点に横断歩道があれば1, なければ0	
54	入口右カーブミラーダミー	
55	対象道路区間入口交差点のドライバーからみて右側にカーブミラーがあれば1, なければ0	
56	入口左カーブミラーダミー	
57	対象道路区間入口交差点のドライバーからみて左側にカーブミラーがあれば1, なければ0	
58	入口交差道路交通量 (台/10min)	
59	対象道路区間入口交差点における交差道路からの交差点進入車両台数 (10分間あたり)	
60	区間入口進入速度	
61	対象道路区間入口地点における自動車走行速度	
62	入口右左折進入ダミー※1	
63	計測車両が対象道路区間入口の交差道路より右左折進入した場合は1, 進行道路より直進入した場合は0	
64	対象道路区間以後要素	直進入車両
65		後区間長(m)
66		車両が対象道路区間から進出して以後の道路区間長
67		後区間右側沿道立地密度
68		対象道路以後の道路区間におけるドライバーからみて右側の建物の立地密度
69		後区間左側沿道立地密度
70		対象道路以後の道路区間におけるドライバーからみて左側の建物の立地密度
71		後区間右側沿道高層立地密度
72		対象道路以後の道路区間におけるドライバーからみて右側の3階以上の建物の立地密度
73		後区間左側沿道高層立地密度
74		対象道路以後の道路区間におけるドライバーからみて左側の3階以上の建物の立地密度
75		出口交差道路幅員(m)
76		対象道路区間出口交差点における交差道路の全幅員
77		出口差路ダミー
78		対象道路区間出口交差点が4差路ならば1, 3差路ならば0
79		出口一時停止ダミー
80		対象道路区間出口交差点に一時停止表示があれば1, なければ0
81	出口横断歩道ダミー	
82	対象道路区間出口交差点に横断歩道があれば1, なければ0	
83	出口右カーブミラーダミー	
84	対象道路区間出口交差点のドライバーからみて右側にカーブミラーがあれば1, なければ0	
85	出口左カーブミラーダミー	
86	対象道路区間出口交差点のドライバーからみて左側にカーブミラーがあれば1, なければ0	
87	出口交差道路交通量 (台/10min)	
88	対象道路区間出口交差点における交差道路からの交差点進入車両台数(10分間あたり)	
89	区間出口進入速度	
90	対象区間出口地点における自動車走行速度	
91	出口右左折進出ダミー※2	
92	計測車両が対象道路区間出口の交差道路から右左折進出した場合は1, 進行道路から直進出した場合は0	

※1 No.30を1とした場合はNo.18-No.29を0とする
 ※2 No.43を1とした場合はNo.31-No.42を0とする

$$F_1(x) = \left(\frac{x - x_{max}}{x_{max}} \right)^2 \left\{ 3v_{in} + x_{max} v'_{in} + \frac{x - x_{max}}{x_{max}} (2v_{in} + x_{max} v'_{in}) \right\} + \left(\frac{x}{x_{max}} \right)^2 \left(3v_{max} - \frac{2v_{max}x}{x_{max}} \right) \quad (2)$$

$$F_2(x) = \left(\frac{x - L}{L - x_{max}} \right)^2 \left(3v_{out} + \frac{x - L}{L - x_{max}} 2v_{out} \right) + \left(\frac{x - x_{max}}{L - x_{max}} \right)^2 \times \left[3v_{out} - (L - x_{max})v'_{out} \right] - \frac{x - x_{max}}{L - x_{max}} \left[2v_{out} - (L - x_{max})v'_{out} \right] \quad (3)$$

まず、既知である x_{in} 、 v_{max} 、 x_{out} 以外の、式(2)、式(3)に必要な変数 v_{in} 、 v'_{in} 、 v_{max} 、 x_{max} 、 v_{out} 、 v'_{out} について、各街路におけるそれぞれの値を被説明変数、街路空間要素を説明変数とした重回帰分析を行う。そして、それによって得られた重回帰式を式(2)、式(3)に代入することで、モデル式を完成させる。

(2) 街路空間要素が自動車走行速度に与える影響

既存研究⁶⁾によって、住宅地内の道路などでは、街路空間要素が街路を走行する自動車の速度を規定していることが明らかになっている。そこで本研究においても、街路区間における自動車の走行挙動は、それぞれの街路の有する街路空間要素によって規定されているとし、どのような関係が見られるのかを重回帰分析によって定量的に明らかにする。自動車走行速度に影響を与えると考えられる様々な要素を分析に考慮するために現地調査に基づき、分析に用いる要素の設定を行い、最終的に、表-2のような説明変数を用いた。

なお、次章以降のハンプに関する検討を行う際、ハン

プの設置により x_{max} (最高速度位置)、 v_{max} (最高速度)が影響を受けると想定され、ハンプも説明変数として用いるべきであるが、今回は代替指標として区間入口速度・出口速度を説明変数としている。これにより、ハンプによって特定の速度まで落とされた場合のこれらへの影響を想定できる形となっている。

以上の設定のもと、 v_{in} 、 v'_{in} 、 v_{max} 、 x_{max} 、 v_{out} 、 v'_{out} についてそれぞれの値を被説明変数、街路空間要素を説明変数とした重回帰分析を行った。なお、最高速度位置について分析を行う時の被説明変数として、区間入口から最高速度地点までの距離を区間長で割った値(x_{max}/L)を用いている。分析を行った結果を表-3に示す。

(3) 作成と適用

前節において得られた区間入口、最高速度位置、区間出口の自動車走行挙動を予測する重回帰式を、式(2)、式(3)のそれぞれの係数に当てはめることでその間を補間し、式(2)と式(3)を合成することで街路空間要素から自動車走行速度プロフィールを予測するモデル式を作成した。その予測した速度プロフィールの例を図-2に示す。またプロフィール全長のうち予測値が実測した平均速度からの標準偏差内に収まっている程度 (以下予測率) も併せて算出している。

4. ハンプ設置時の速度プロフィール

以上作成した速度プロフィールモデルを応用し、ハンプを設置した場合の速度プロフィールへの影響を検討する。

表-3 重回帰分析の結果一覧

説明変数	Vin : 入口速度 (km/h)		Vin' : 入口傾き		Vmax : 最高速度 (km/h)		Xmax/L : 最高速度位置		Vout : 出口速度 (km/h)		Vout' : 出口傾き	
	偏回帰係数	T 値	偏回帰係数	T 値	偏回帰係数	T 値	偏回帰係数	T 値	偏回帰係数	T 値	偏回帰係数	T 値
区間長					0.053	6.335	0.000	-1.425	0.022	1.116	0.003	2.409
道路幅員											-0.050	-1.401
車道幅員	3.120	3.503			0.674	1.667			1.810	2.265		
右歩道ダミー	2.323	1.086					0.060	1.675	6.113	3.301		
左歩道ダミー					3.058	2.492						
右電柱ダミー	-4.610	-2.876							-2.863	-1.746		
右側高層立地密度							0.082	1.447				
左側高層立地密度					-2.862	-2.547						
右側前半高層立地密度			-0.291	-3.691								
右側後半高層立地密度											0.284	1.639
左側前半高層立地密度												
左側後半高層立地密度									-2.513	-1.256		
前区間右側高層立地密度			0.165	1.641								
前区間左側高層立地密度	-3.225	-1.057	0.104	0.994								
入口一旦停止ダミー	-14.677	-7.216	0.711	12.803								
入口交差道路交通量	-0.286	-2.671	0.005	1.528								
入口右カーブミラーダミー	2.681	1.268										
区間入口速度					0.208	6.066	-0.010	-8.128				
入口右左折ダミー	-21.113	-11.386	0.828	15.124							-0.227	-2.052
後区間右側高層立地密度											-0.345	-1.628
後区間左側高層立地密度									-7.256	-2.316		
出口一旦停止ダミー									-23.950	-12.778	-1.606	-10.667
区間出口速度					0.165	5.699	0.008	6.605				
出口右左折ダミー									-25.416	-14.783	-1.213	-10.559
定数項	24.766	6.084	0.088	2.357	18.541	10.242	0.641	14.079	27.837	6.556	0.007	0.027
重回帰係数	0.949		0.958		0.966		0.837		0.970		0.954	
修正済重回帰係数	0.935		0.950		0.954		0.811		0.963		0.943	

: 1%有意
: 5%有意

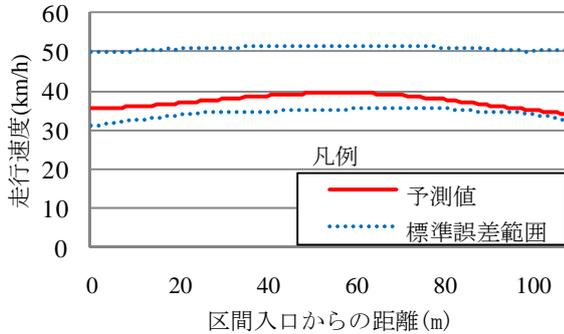
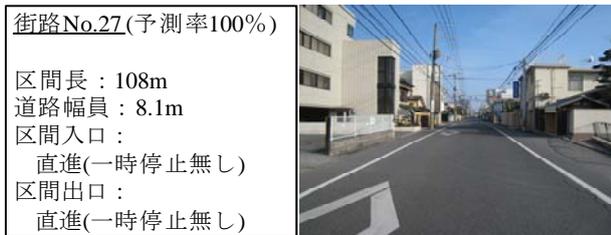


図-2 既存道路へのモデル式の適用例

まず、図-3に示すようにハンプ設置位置前後で区間を分け、①区間1の入口速度・傾き、②区間1の最高速度・位置、④区間2の最高速度・位置、⑤区間2の出口速度・傾きを3 (2) の重回帰式より推計する。なお、区間1の出口速度、区間2の入口速度である③は、最高速度位置と同様に傾き0としている。また、ハンプの通過速度は形状によりある程度コントロールできることから速度 v は自由な値を設定できるものとしている。そして、①②間、③④間を加速域の式(2)で補間し、②③間、④⑤間を減速域の式(3)で補間することで、ハンプを設置した場合の速度プロフィール曲線を完成させる。

以上の設定のもと、図-2の街路No.27において、通過時の走行速度が20km/h・15km/h・10km/hとなるハンプをそれぞれ区間入口から36m、72mの等間隔な2地点に設置した場合のプロフィール曲線を図-4に示す。

図より、設置したハンプによって減速し始める位置や、一つ目のハンプ通過後の最高速度が異なっていることがわかる。

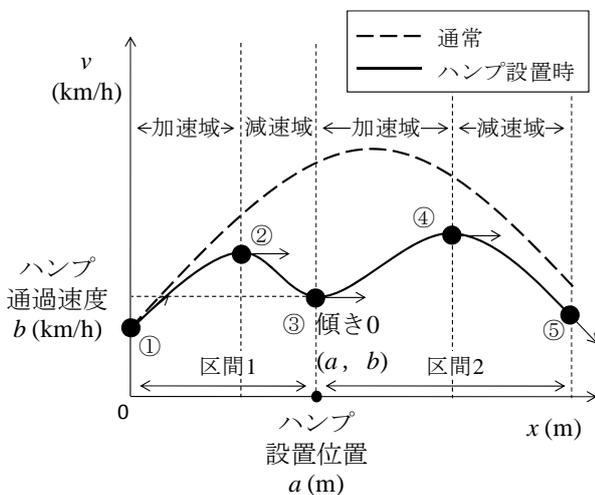


図-3 ハンプ設置時の座標と傾きの設定

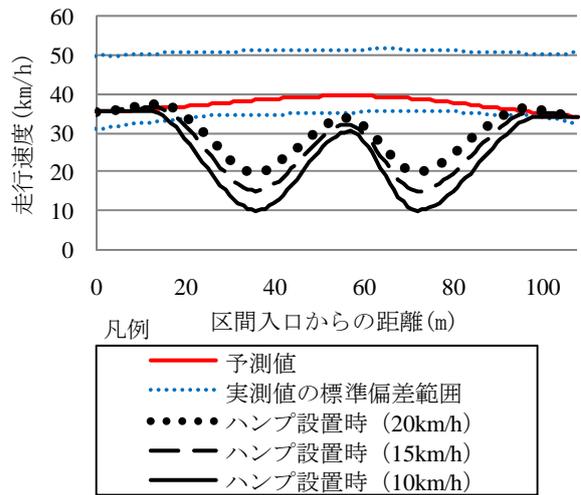


図-4 ハンプ設置時の速度プロフィール (街路No.27)

5. おわりに

本研究では、街路空間要素から自動車走行挙動を予測する速度プロフィールモデルを作成し、さらにハンプ設置時におけるその挙動の変化を把握した。今後は、これらプロフィール曲線はハンプの設置位置や間隔、沿道環境からも影響を受けることから、沿道環境を考慮したハンプの在り方に関し詳細な分析結果を示したいと考えている。また、今回のハンプ通過前後の自動車走行挙動は代替指標を用いて検討したものであることから、実際のハンプが設置されている道路を計測し、モデルを再構築する必要がある。

参考文献

- 1) 例えば、交通工学研究会：コミュニティ・ゾーンの評価と今後の地区交通安全，2004.
- 2) 橋本成仁・三村泰広・増岡義弘・榎本貴好：設置型ハンプに関する研究—豊田市での社会実験による検討—，第27回交通工学研究発表会論文報告集，pp. 305-308，2007.
- 3) 武本東・坂本邦宏・崔正秀・久保田尚：単断面道路へのハンプ設置の可能性に関する研究，第24回交通工学研究発表会論文報告集，pp. 53-56，2004.
- 4) 吉田雅俊・小嶋文・久保田尚：交通調査データと住民意識の比較に基づくハンプの設置効果と課題に関する研究，土木計画学研究・論文集，pp. 971-977，Vol. 25-4，2008.
- 5) 吉田雅俊・小嶋文・久保田尚：ハンプの連続設置効果と適正間隔に関する研究，第27回交通工学研究発表会論文報告集，pp. 309-312，2007.
- 6) 橋本成仁・谷口守・水嶋晋作・吉城秀治：街路空間要素が自動車走行速度に与える影響に関する研究，土木計画学研究・講演集，Vol. 40，CD-ROM，2009.