

京都大学工学部

正員 天野光三

大阪産業大学工学部

正員 ○榊原和彦

大阪市土木局

辻 達夫

1. はじめに

最近、ハンプを設置して自動車速度を抑制する方法がいられている。しかし、その走行速度低減効果、走行する自動車自身やバイク・自転車への影響、あるいは、騒音・振動等の環境に与える影響等、ハンプの諸特性が十分に明らかになっているとは言い難く、広く都市内の公道に設置するには、より詳しい研究が必要であろう。ここでは、そういった特性を知るために大阪市が行った実験の結果をもとに、考察を試みた。

2. 実験の内容と方法

実験に用いたハンプの断面を表-1に示す。幅員4m、延長120mの仮設道路上に、これらを順次、アスファルトでつくり、自動車等を走行させて実験を行った。

表-2に示すように、実験の内容は、大別して、以下の3つである。①自動車自由走行実験——走行速度を測定することを主目的とした実験である。ハンプ手前のある地点から発進するか、または、その地点を指定した速度で通過し、その後、被験者が適当と思う速度で自由に走行する。②定速走行実験——ハンプの物理的、心理的特性を測定するための実験である。全区間にわたって、指定速度で走行する。③バイク・自転車走行実験。

自動車走行実験では、乗用車3台、軽トラック1台を用い、被験者は、8、ないし、9名であった。速度は、路面に1.5または、3.0mおきに設置したフォトセンサーによって作動するストップウォッチで測定した。

以下では、自由走行実験の分析結果を示す。

3. 実験結果と考察

3-1 走行状況

ハンプ7（台形断面緩勾配）について、各走行パターン別に、通過地点毎の被験者平均速度をプロットしたものを図-1に示す。ハンプ通過時に速度が低下し、その後、再び加速する様子がよくわかる。また、図-2は、ハンプ1（円弧断面）、および、それと同一形状のもの

表-1 実験に用いたハンプ

断面形状	長さ	高さ	備考
①	1	0.5	円弧断面
②	1	7.5	円弧断面
③	3	5	円弧断面
④	3	1.0	円弧断面
⑤	1	5	円弧断面 複合
⑥	上底4 下底5	1.0	台形断面 (急勾配)
⑦	上底4 下底6	1.0	台形断面 (緩勾配)

表-2 実験の内容

★ ★	走行パターン	測定項目
自由走行	A. ハンプ手前10mを発進 B. ハンプ手前50mを発進 C. ハンプ手前30mを20km/hで通過 D. ハンプ手前30mを30km/hで通過	走行速度、沿道騒音、沿道振動
定速走行	E. 全区間を10km/hで走行 F. 全区間を20km/hで走行 G. 全区間を30km/hで走行 H. 全区間を40km/hで走行 I. 全区間を50km/hで走行 J. 全区間を60km/hで走行	走行速度、自動車垂直加速度、運転者の感覚（アンケート）、荷物の破壊、沿道騒音、沿道振動、車体の浮沈
ク・自転車走行	K. ハンプ上を直進走行 L. ハンプに45°の角度で交差進入	被験者の感覚（アンケート）、走行時の揺れ、走行速度、荷物の破壊

★ 実験内容

★★ 実験種別

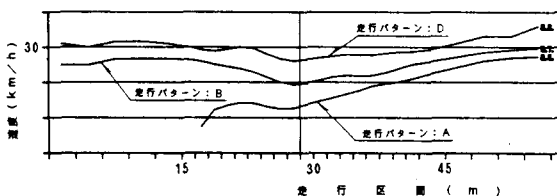
※ 速度の単位はkm/h、減速度の単位はm/s²

図-1 走行パターン別の平均走行速度（ハンプ7）

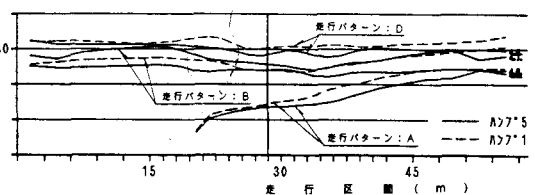


図-2 走行パターン別の平均走行速度（ハンプ1、ハンプ5）

を2つ並べた複合ハンプであるハンプ5の走行状況を示したものである。複合ハンプの方がより手前から減速し、ハンプ通過後も、より遠い地点から加速することなどがわかる。

3-2 ハンプの速度低減効果

表-3に速度低減効果を表す指標をハンプ手前で出した最高速度（ただし、走行パターンAについてはハンプ手前6m地点での速度）とともに示す。いずれも被験者平均である。ハンプ付近の最低速度（走行パターンAについてはハンプ中心通過時の速度）、速度低下量（最高速度と最低速度の差）を見ると、一部の例外を除き、大型（長い）のハンプ4（長さ3m、高さ10cm円弧断面）、ハンプ6・7（ともに台形断面）の効果が高く、次いで、ハンプ5（複合ハンプ）が効果的であるように思われる。減速度（最高速度と、最低速度またはハンプ前減速終了地点での速度との差を各地点間の所要時間で除したものを）1条件のみが異なる2つのハンプ間で見てみると、例えば、ハンプ3と4（ともに長さ3m円弧断面）では高い方（ハンプ4）が、ハンプ6と7（ともに台形断面）では急勾配の方（ハンプ6）が減速度が小さく、いずれも、より速度低減効果が高いと思われる方が、より手前から減速する傾向が見られる。

3-3 速度低減効果とハンプ手前最高速度

ハンプ手前の最高速度を説明変数とし、ハンプ付近の最低速度、速度低下量、減速度の各々を被説明変数として、各ハンプ・走行パターン別に単回帰分析を行った。速度低下量を被説明変数とした場合、ほとんどの分析ケースで低い相関を示し、速度低下量は、ハンプ手前で出した最高速度にはあまり影響されないことがわかった。これを除く分析結果の内、相関係数、F検定の結果を表-4に示す。これを見ると、最低速度を被説明変数とした場合、相関係数が0.6以下のものは全分析ケース25の内4ケースであり、全般に相関は高い。最高速度が高ければ、最低速度も高くなるといえよう。減速度を被説明変数とした場合は、指標のとり方の異なる走行パターンAを除いても低い相関を示すケースが比較的多い（18ケース中9ケース）。最高速度が高くても減速度が増すとは限らず、より手前の地点から減速する場合も多いと考えられる。

4. おわりに

本実験により、ハンプの特性について種々興味深い結果が、得られた。より詳細な分析結果については、講演時に示す。

表-3 ハンプの速度低減効果指標

★	★	A		B		C		D	
		平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
1	a	12.0	1.9	28.2	2.2	—	—	34.1	1.5
	b	15.2	2.6	23.9	2.6	—	—	29.7	3.1
	c	-3.2	1.5	4.3	2.2	—	—	4.4	2.3
	d	-0.6	0.3	1.1	0.3	—	—	1.7	0.8
2	a	13.3	1.6	29.9	4.2	24.6	1.9	30.7	2.7
	b	18.1	3.6	27.7	4.1	21.6	1.9	27.9	3.2
	c	-4.8	2.0	2.2	1.3	3.0	1.0	2.8	1.6
	d	-1.0	0.6	1.0	0.4	0.9	0.2	1.1	0.3
3	a	14.2	2.8	35.3	5.9	—	—	33.1	2.1
	b	17.2	4.5	30.5	6.5	—	—	28.6	2.3
	c	-3.0	2.2	4.8	1.4	—	—	4.5	1.0
	d	-0.7	0.6	1.9	0.4	—	—	1.6	0.4
4	a	13.7	1.7	30.6	5.4	24.4	3.9	32.0	3.0
	b	14.3	2.5	22.4	6.7	16.8	4.7	24.2	6.0
	c	-0.6	2.5	8.2	4.7	7.6	4.9	7.8	4.5
	d	-0.1	0.5	1.2	0.4	1.1	0.5	1.1	0.3
5	a	11.1	1.5	31.6	3.9	25.8	2.3	32.6	2.5
	b	13.6	2.7	25.5	6.6	22.1	2.9	27.2	3.3
	c	-2.5	2.1	6.0	5.4	3.7	1.4	5.4	3.6
	d	-0.4	0.4	1.3	0.4	0.9	0.3	1.4	0.5
6	a	14.0	2.2	30.3	4.5	22.8	3.7	30.1	2.1
	b	13.2	3.9	22.3	6.9	18.5	3.9	24.3	2.8
	c	0.8	2.8	8.0	6.7	4.3	1.0	5.8	0.9
	d	0.1	0.5	1.1	0.6	0.7	0.2	1.2	0.6
7	a	14.1	1.9	28.2	3.9	—	—	32.0	2.6
	b	13.3	3.7	20.6	5.8	—	—	27.5	3.0
	c	0.8	2.6	7.6	4.1	—	—	4.5	1.3
	d	0.1	0.5	1.3	0.6	—	—	1.7	0.6

★ 走行パターン：記号は表-2に対応。 ★★ ハンプ番号：番号は表-1に対応。
※ a：最高速度（km/h）、b：最低速度（km/h）、c：速度低下量（km/h）、d：減速度（m/s²）。

表-4 回帰分析の結果

★	★	A		B		C		D	
		平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
1	a	0.832	★	0.606		—	—	0.687	
	b	0.468		-0.747		—	—	-0.280	
2	a	0.984	★★	0.951	★★	0.865	★★	0.864	★
	b	0.970	★★	-0.729		-0.398		-0.540	
3	a	0.907	★★	0.981	★★	—	—	0.907	★★
	b	0.698		-0.776	★	—	—	-0.324	
4	a	0.342		0.714	★	0.350		0.675	
	b	-0.310		-0.947	★★	-0.754	★	0.271	
5	a	0.660		0.579		0.873	★★	0.254	
	b	0.326		-0.177		-0.049		-0.606	
6	a	0.737	★	0.384		0.963	★★	0.971	★★
	b	0.218		-0.522		-0.124		-0.688	
7	a	0.738		0.717		—	—	0.908	★★
	b	0.233		-0.924	★★	—	—	-0.751	

★ 走行パターン：記号は表-2に対応。 ★★ ハンプ番号：番号は表-1に対応。
※ a：被説明変数が最低速度の場合、b：減速度の場合。
※※ 表中の数字は相関係数。☆印はF検定で5%有意、☆☆印は1%有意。