ハンプの短区間連続設置における周辺環境への影響および有効性の検証

市原 慎介¹・吉田 進悟²・小嶋 文³・久保田 尚⁴

¹非会員 埼玉大学元学生 (〒338-8790 埼玉県さいたま市桜区下大久保255)

E-mail: shinsukeichi@hotmail.co.jp

²非会員 さいたま市 (〒338-8686 埼玉県さいたま市中央区下落合5-7-10)

E-mail: tawa_sie@yahoo.co.jp

³正会員 埼玉大学大学院非常勤研究員 (〒338-8790 埼玉県さいたま市桜区下大久保255)

E-mail: kojima@dp.civil.saitama-u.ac.jp

⁴正会員 埼玉大学大学院教授 (〒338-8790 埼玉県さいたま市桜区下大久保255)

E-mail: hisashi@dp.civil.saitama-u.ac.jp

本研究では、住宅街の狭幅員生活道路におけるハンプ設置の有効性の検証を目的とし、複数のハンプを短区間で連続設置することによる効果について検証した。社会実験の結果、短い間隔でハンプを連続設置することで、対象道路を走行する自動車の通過速度が著しく抑制され、道路全体の安全性・快適性の向上を図ることができた。従来影響が心配されてきたハンプ設置に伴う振動・騒音の発生に関しても、本実験のハンプ設置方法によって周辺環境に影響を及ぼさない程度に十分抑制されることが確認できた。また、対象道路の周辺住民の多くは住宅街におけるハンプの設置に関して高い評価をしており、本実験を通し、ハンプの短区間連続設置による交通静穏化に関する有効性を強く確認することができた。

Key Words : road safety, physical device, hump, community road, pilot program

1. はじめに

世界的に見て、わが国ではハンプの普及が例外的に遅れている。その理由として、従来は法制度の遅れが指摘されてきたが、この問題は道路構造令に組み込まれたことなどにより、すでにクリアされている。また、もう一つの理由として指摘される騒音・振動問題については、勾配部をサイン曲線とすることによりほぼ解消できることがこれまでの実践^{1,2,3)}及び研究^{4,5)}で明らかになっており、道路管理者の理解が進めば、無信号交差点の一時停止線手前への設置などについては、いつでも促進できる状況にある。

また、ハンプは生活道路内に設置されることから、周辺の住民の生活と大きく関係する。従って、ハンプの設置効果を評価する際には交通調査による評価だけでなく、周辺住民の評価も同時に考慮することが重要となる。そのため、上記の取り組みに加え、ハンプの設置に対する住民の意識についても研究⁶⁾が行われている。

一方、単路部の速度抑制策としてのハンプ設置につい

ては課題が残っている。2006年に実施されたハンプの連続設置実験^{7,8,9)}では、騒音値や振動値という物理量についてはハンプ設置によってその影響が軽減されたにもかかわらず、沿道住民から騒音への強い苦情が寄せられた。この乖離を分析した結果、ハンプを超えた時点でのエンジンの再加速音が不快感をもたらしていることが推察された。

そこで本研究では、運転者に再加速の動機を与えないような短区間でのハンプの連続設置を実施した場合の効果について、主に騒音とりわけ再加速音問題に着目して検証することを目的とする。

2. 既存研究の整理

(1) ハンプの最適形状に関する研究

本研究を行うにあたりまず、ハンプの周辺環境への影響とその効果について既存研究からレビューする。

ハンプの最適形状については、文献 4)において次の 4

これらの調査から、サイン形状のハンプにおいて自由速度の平均値が最も低くなり、また、平均走行速度が33km/h 程度の道路であれば、サイン形状ハンプの速度抑制効果によって騒音の低減が期待でき、振動については振動規制法の要請限度に納まっている、という結果が得られている。

この研究では、弓型ハンプの場合、被験者の走行速度の85%タイル値がどの設置間隔においてもハンプ上では20km/h 台半ばとなる一方、ハンプ間では間隔が長くなるごとに大きくなり、30m 間隔の場合では36.0km/hとなることが報告されている。騒音に関しては、ハンプ上とハンプ間での騒音レベルに差はないこと、ハンプ設置時の騒音値がハンプ未設置時の30km/hで走行時と同レベルであることから、十分な速度抑制効果が見られた場合にはハンプ設置による騒音環境の悪化はないとしている。振動については、振動規制法に基づく要請限度以下となることを報告している。

一方通行の入り口から数えて1つ目と2つ目のハンプ間における、150台ずつの自由走行車両（歩行者や自転車、前方を走行している車両等の影響を受けずに走行した車両）を対象とした区間速度の調査から、通過速度は設置間隔40m以下で、ハンプがない状態より約15km/h減速していることが確認された。しかし、設置間隔が広がるほどハンプ通過後に車が加速する余裕ができてしまうために、ハンプの速度抑制効果は小さくなっていくこと

平均値(dB)	ハンパ1	中間点1	ハンパ2	中間点2	ハンパ3	中間点3	ハンパ4
<30m>	50.8	43.0	51.1	45.3	49.6	41.2	49.6
<40m>	50.5	44.2	49.4	40.8	51.4	46.8	48.5
<60m>	50.6	44.7	49.6	42.3	47.7	44.7	49.2
<100m>	50.2	45.6	47.2	44.4	50.0	44.1	49.0
<実音前後>				46.8			

も確認できた。実験後のハンプがない状態での平均速度と4つの間隔時それぞれの平均速度の差の検定を行ったところ、有意水準5%で有意な差が確認できたことから、どの設置間隔においてもハンプの設置による速度抑制効果が確認できた。

c) アンケート調査による住民の評価

アンケート調査結果から周辺住民のハンプ設置に対する評価を検証した。まず、ハンプの設置によってハンプ手前で減速する車が増えたかの設問に対しては、73.0%の住民が減速する車が増えたと回答しており、多くの住民がハンプの速度抑制効果を実感したと考えられる。

また、対象道路にハンプを設置することに対しては、良いと思う、やや良いと思うと回答した住民は合わせて64.6%で、ハンプ設置に関して肯定的であることが検証できた。

d) 交通調査の結果と住民の意識の比較

交通調査結果と住民意識調査の結果から、両者の評価についての比較を行う。比較には、ハンプの影響が大きかった沿線住民の回答を住民の意識として用い、交通調査の実測値は沿線のアンケート回答宅の範囲にハンプが均等に設置された60m間隔時の結果を用いている。

ハンプの速度抑制効果には、実測値と住民の意識の間に違いはなく、ともに高い評価を得ることが出来た。これは、車の挙動を目で確認できるため、効果を実感しやすかったためではないかと考えられる（表-1）。

騒音は、実測値の結果からハンプの設置によって軽減されており、特に、ハンプ上での騒音の軽減が確認されている。しかし、住民の意識は、一番騒音が軽減されているはずの、ハンプが住宅の真横に設置された住民の過半数が騒音が大きくなったと回答している。また、真横と近傍に設置された住民の意見を比較しても、統計的な確証は得られないものの、真横に設置された住民の方が騒音の増加をより感じているという結果となっている（表-1、表-2）。

振動は、ハンプ中間地点において振動が軽減されているにも関わらず、ハンプが真横に設置された住民だけでなく、近傍に設置された住民の中にも振動が大きくなったという意識が生じている（表-1、表-3）。このことから、騒音と振動に関しては、実測値の結果と住民の意識との間に違いが生じてしまっていることが確認できた。

(4) 国分寺市社会実験における課題

なぜ、騒音と振動に関して、実測値と住民の意識との間に違いが生じたのか。特に、違いが顕著に現れた騒音について考察してみると、実験中に沿線の住民から、ハンプの設置によって全体的な騒音は小さくなったけれど、ハンプ通過後に加速する際のエンジン音が気になるとの指摘をいただいたことがあった。このことから、ハンプ

の設置によって対象道路周辺の騒音が全体的に低下したことで、瞬間的に発生する再加速する際のエンジン音の最大値がハンプ設置前の騒音より小さくとも、その音が印象に残ってしまい、騒音が通常よりも大きくなったと評価する住民が多くいたのではないかと考えられる。

よって、実測値と住民の意識の間にこのような違いが生じないようにするためには、まずハンプ通過後の再加速によるエンジン音を軽減しなければならない。そのため、今回の実験の最短である30m間隔よりもさらに間隔を短くした20m間隔での設置や、ハンプと狭さくを併設するといった、ハンプ通過後に車両が急激に加速できないようにする工夫が必要であると考えられる。

既存研究で示唆されたこのような課題について検討するため、本研究ではハンプの連続設置間隔を20mとした実験を行い、その効果について交通調査と住民意識の両面から分析を行うこととする。

3. 本実験の経緯

(1) 実験対象地区

社会実験の対象となった東京都文京区区道839号は小学校の指定通学路であり、北から南へと向かう一方通行の住宅に囲まれた生活道路（幅員：約4.5m、延長：約300m）である。対象道路の交通量は少なく、ピーク時交通量は40台/時程度である。しかし、本道路は直線かつ見通しが良いことから規制速度20kmを遥かに超過して通行する車両が多く、児童や高齢者をはじめとする地域住民の安全が脅かされている（図-1、写真-1）。

また、実験前に本実験に先駆けてアンケート調査を行った。調査はハンプ実験終了前の平成21年8月16日に周辺住民へのポスティング形式で実施し、配布総数が7956票に対し、回答数が336票、回収率は4.2%であった。アンケート調査結果から、対象道路の歩行者や自転車についての危険性について周辺住民に意識調査を聞いたところ、住民の6割強が道路を危険であると認識していることがわかった（図-2）。

(2) コミュニティ・ゾーン整備事業計画

本道路に設置されたハンプは、白山・千石コミュニティ・ゾーン整備事業計画の一環で整備された。

本計画は、地区内の安全性・快適性・利便性の向上を図ることを目的として計画され、文京区による地区の道路環境・交通環境等の現状調査、住民意向を把握するためのアンケート調査及び住民主体の協議会を経て実施された。なお、計画の内容は、区道812号、816号、839号の各道路に対策を講じることとなっており、839号が社会実験対象路線に選定された背景には、本整備基本方針

図-1 実験対象道路

写真-1 実験対象道路の様子

図-2 実験対象道路に対する周辺住民の意識

に「学校等施設周辺の交通安全対策」が挙げられた点がある（図-3）。

4. 実験の概要

実験の対象となった区道は、時間帯によっては自動車の通行規制も設けられている。しかし、制限速度を大きく超過する車両や通行規制を守らない車両が多く確認され、地域住民の安全が脅かされている。そこで、本実験では対象道路通過車両の速度抑制を目的としたハンプ仮設実験を実施した（写真-2、表-4）。

なお、ハンプの個別設置と連続設置の各効果及び周辺環境への影響を比較するため、対象道路の交差点近くに1基のハンプを設置する前期実験、約20m間隔で4基のハ

図-3 コミュニティ・ゾーン整備事業計画範囲

写真-2 ハンプ実験の様子

表-4 実験・調査計画

	実験	交通調査	住民意識調査
8月		■事前調査 ビデオ観測調査、速度調査、振動・騒音調査 (8/28(金))	■実験前住民意識調査 (8/16(日))
9月 前期 後期	▲ハンプ一箇所設置 (9/2(水)) ■個別ハンプ実験 (9/3~15) ▼追加ハンプ4箇所設置 (9/16(水)) ■連続ハンプ実験 (9/17~28) ▼ハンプ撤去 (9/29(火))	■実験中調査1 ビデオ観測調査、速度調査、振動・騒音調査 (9/14(月)) ■実験中調査2 ビデオ観測調査、速度調査、振動・騒音調査 (9/25(金))	■文京区による路上アンケート調査 (9/24(木))
10月		■追加調査 速度調査、騒音調査 (10/16(金))	■実験後住民アンケート調査
11月	実験結果の分析と評価		

ンプを連続設置する後期実験に期間を分割して実験を実施した（図-4）．各実験において速度，振動・騒音に関する交通調査を行うことで，生活道路でのハンプ設置効果および周辺環境の変化について検証することとした．

速度調査は，スピードガンを使用してハンプ設置箇所を通過する車両の瞬間的な速度を計測し，ハンプ設置前後の比較を行った．計測地点はハンプ1基目が設置される明化小入口交差点（以下，交差点部），ハンプ3基目が設置される区道839号途中（以下，直線部）の2か所とした．なお，瞬間速度は車両がハンプのスロープ部分に登る地点の速度を表している．また，対象区間を走行する車両の連続した速度データを得るために，速度プロフィール調査を実施した．調査時間は，対象道路においてスクールゾーンによる進入禁止規制が解かれ交通量が増加する午前9:15～午前11:30の約2時間を対象とした．設置直後の調査ではドライバーの経験による異常値が観測されてしまう恐れがあるため，今回の調査ではそれぞれの効果を正確に把握するために，設置後十分な時間が経過してから調査を行った．

騒音調査は1基目のハンプから5m間隔で計17地点の騒音を観測した．なお，計測は車両が通過した瞬間の瞬間値と等価騒音レベルの2項目を対象とし，計測を1分間隔に設定し，いずれかの時間で約30分間の計測を行った．実験は4台の騒音計で行っているため，計測時間は午前9:15～午前11:30のうちの30分となっている．

また，ハンプの設置に対する住民の評価を把握するため，対象道路周辺の住民へのアンケート調査も実施した．調査はハンプ実験終了後の平成21年10月4日に周辺住民へのポスティング形式で実施し，配布総数が7956票に対し，回答数が303票，回収率は3.8%であった．送付対象地域を，明化小学校の学区を基本としたため，送付範囲が広くなり，当該道路を利用したことがある人が少なかったために低い回収率となったものと思われる．

5. 交通調査結果によるハンプの有効性の分析

(1) 速度調査結果

速度調査では，ハンプ上を自動車通過する際の瞬間速度及びハンプ設置区間を自動車通過する際の速度挙

図-4 連続設置実験中のハンプ設置間隔

動を計測した．

前期実験，後期実験で得られた調査結果を分析すると，ハンプが設置された対象道路中の3地点における自動車（大型車，トラックを除く）の瞬間速度は，ハンプ設置以前に比べて著しく減少しており，平均値には有意水準5%で有意な差が確認された（表-5）．また，速度挙動については，計測条件が厳しいため十分なサンプル数が得られなかったものの，道路を通過する各調査日の自動車速度挙動を比較すると，連続設置の効果が高いことを確認することができる（図-5）．図-5は，各期間において特徴的な挙動を示す車両（前期実験中に関して1台，後期実験中について2台，事後調査時について1台）の速度挙動を示している．以上の結果から，ハンプの連続設置による対象道路一定区間全体での自動車の速度抑制効果を確認できた．

(2) 振動調査結果

前期，後期の両実験期間中明化小入口交差点に設置された，1基目のハンプ設置地点を計測地点として，ハンプ設置前後の時間率振動レベル（振動レベルを超えている時間の合計が実測時間の80%に相当するとき，の振動レベル）及び大型車両通過時の瞬間振動値を比較した．

実験前の値と実験期間中の値を比較すると，わずかではあるが設置時に高い値を示した，しかし，環境基準の要請限度と比較すると限度を超えるまでには到っておらず，ハンプ設置による周囲への影響はそれほど大きくないことが

表-5 調査日ごとの瞬間速度の比較

(km/h)	実験前		前期実験中 (交差点部にハンプ設置)		後期実験中 (各地点にハンプ設置)	
	交差点部 (n=98)	直線部 (n=99)	交差点部 (n=29)	直線部 (n=29)	交差点部 (n=126)	直線部 (n=126)
平均値	14	22	11	21	12	14
最大値	32	40	16	32	27	27
85%タイル値	20	30	11	27	16	19

図-5 調査日ごとの速度プロフィール

確認された。また、大型車両はハンプ通過時に大きな振動を伴うと予想されたが、ハンプ通過時の瞬間振動値を実験前後で比較し、比率の差の検定を行ったが、ハンプの設置による影響は確認できなかった（図-6、表-6）。

(3) 騒音調査結果

騒音調査は、明化小入口交差点に設置された1基目のハンプ設置地点を計測地点として計測した等価騒音レベルと、ハンプ設置区間を対象として計測した普通自動車通過時の瞬間騒音値をハンプが設置される以前、以後で比較した。なお、本調査は道路構造上、機器の設置場所が十分に確保できないことから、JIS規格よりも計測対象車両との間隔が狭まった位置で計測を行った。そのため、調査結果は正確な騒音値よりも高い数値になっていると思われる。

等価騒音レベルを実験期間中、実験後に計測された値で比較すると、同程度の騒音が計測されており、ハンプの設置以前、以後で周辺環境が著しく悪化する様子は観測されなかった（図-7）。

また、ハンプ設置区間を対象とした普通自動車通過時の瞬間騒音値計測では、ハンプの連続設置期間中には、ハンプ2基目、3基目を20mという短区間で連続設置しているため自動車の大きな再加速を抑制することが可能になり、騒音値も区間全体に渡って小さい値を計測している（図-8）。2、3基目間で、前期実験中と後記実験中の騒音値について平均値の差の検定を行ったところ、 $\alpha=5\%$ で差があるという結果が得られた。

図-8のハンプ連続設置時の計測結果からは、ハンプ通過時には騒音が抑制され、ハンプ通過後に騒音値が大きくなることが確認された。これは、ハンプ通過時に速度を落とした車両が、再度加速することで一時的に騒音値

が増加したと考えられる。しかしながら、設置間隔が約20mである2、3基目間の再加速騒音は、約30mある3、4基間での再加速騒音、及び4基目通過後の再加速騒音よりも小さくなっており、2、3基目間と3、4基目間の騒音値で、平均値の差の検定を行ったところ、 $\alpha=5\%$ で有意な差があるという結果が得られた。このことから、ハンプ通過後の再加速騒音を把握するとともに、20m間隔でのハンプの連続設置により車両が通行する際に発生する再加速騒音の抑制が可能であることを確認できた。

以上の結果より、ハンプの短区間連続設置時における再加速騒音の抑制効果を確認することができた。

6. 住民意識調査によるハンプの受容性の分析

ハンプ実験終了後のアンケート調査結果から、周辺住民および、沿道住民のハンプに対する評価を検証した。ハンプの設置目的である対象道路の速度抑制については十分な評価を得ることができた。また、これまで設置による影響が心配されてきた振動・騒音についても、対象道路の沿線住民及びその周辺住民ともに気になると回答した住民は2割未満となり、低い水準であった（図-9、図-10、図-11）。

図-7 調査日ごとの交差点部の等価騒音レベル

表-6 大型車通過時の瞬間振動値

トラック通過時の瞬間振動値(dB)	ハンプなし(n=42)	ハンプあり(n=48)	要請限度
最大値	60.3	63.2	65
平均値	52.6	53.9	
80パーセンタイル値(Lv10)	59.2	59.2

図-6 調査日ごとの交差点部時間率振動レベル

図-8 普通自動車通過時の瞬間騒音値平均値

最後に、総合的なハンプの評価を把握するため、ハンプの設置について調査した。結果として、対象道路の沿線住民及び周辺住民から、6割程度の肯定的な回答が得られ、住宅街でのハンプ設置は高い評価であった（図-12）。

図-9 ハンプ設置効果に対する住民の意識(速度)

図-10 ハンプ設置効果に対する住民の意識(振動)

図-11 ハンプ設置効果に対する住民の意識(騒音)

図-12 ハンプの設置に対する住民の意識

7. まとめ

本研究では、住宅街の狭幅員生活道路におけるハンプ設置の有効性の検証を目的とし、複数のハンプを短区間で連続設置することによる効果について検証した。

交通調査の結果から、短い区間でハンプを連続設置することで、対象道路を走行する自動車の通過速度を抑制できることを確認した。また、従来影響が心配されていたハンプ設置に伴う騒音の発生に関しても、短い区間でハンプを連続設置することによって、周辺環境に影響を及ぼさない程度に、それらを十分に抑制できることを確認した。特に自動車の再加速騒音については、本実験のようにハンプの連続設置間隔を20m程度と極端に短くすることで影響を小さくできると新たに確認することができた。

ハンプに対する住民意識調査では、多くの住民が速度抑制効果について十分な実感を得ていた。また、これまで影響が心配されてきた振動、騒音に対しても、気にならないと答える回答が多く得られ、ハンプの有効性が実感されたと考える。

これらの結果から、ハンプの短区間連続設置について、速度抑制効果、および再加速音抑制効果が検証された。

なお、本研究においては、振動の抑制効果について詳細な検討を行うには至らなかった。今後の課題としたい。

今後、ハンプを含めた生活道路への交通静穏化対策が社会に普及するには、実測的な調査から対策に関する知見を蓄積していくことはもちろんのことだが、このような実験を通して住民へ対策効果について実感してもらい、その対策効果の周知活動を積極的に行っていく必要があると考える。

謝辞：本研究は、平成21年度文京区社会実験「白山・千石コミュニティ・ゾーン整備事業計画」として、国土交通省、東京都文京区、埼玉大学が共同で実施した実験の成果に基づいている。関係の皆様に深く感謝の意を表する次第である。

参考文献

- 1) 警察庁交通局／建設省都市局／道路局監修：コミュニティ・ゾーン形成マニュアル，丸善，1996。
- 2) 警察庁交通局／建設省都市局／道路局監修：コミュニティ・ゾーン実践マニュアル，丸善，2000。
- 3) 警察庁交通局／建設省都市局／道路局監修：コミュニティ・ゾーンの評価と今後の地区交通安全，丸善，2003。
- 4) 島田歩，久保田尚，高宮進，石田薫：ハンプの形状に関する実験的研究，第20回交通工学研究発表会論文集，pp.169-172，2000.10。
- 5) 磯田伸吾，久保田尚，坂本邦宏，高宮進：複数ハンプの配置に関する実験的研究，第21回交通工学研究

発表会論文集, pp.193-196, 2001.12.

- 6) 久保田尚, 坂本邦宏, 崔正秀, 武本東, 中野英明: ハンプの長期公道実験による有効性の検証ー地区道路の事故多発交差点における安全性向上に関する実験的研究ー, 土木計画学研究・論文集, Vol.21, pp.875-884, 2004.
- 7) 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, 交通工学研究発表会論文報告集, No.27, pp.309-312, 2007.10.
- 8) 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, Vol.25, No.4, pp.971-978, 2008.9.

- 9) Kojima, A., Kubota, H., Yoshida, M., Ichihara, S., Yoshida, S.: Effectiveness of ranged speed humps depending on interval, *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, Vol.9, pp.1913-1924, 2011.

(2011.2.25 受付)

STUDY ON EFFECTIVENESS AND SIDE-EFFECTS OF HUMPS CONTINUOUSLY INSTALLED AT SHORT INTERVALS

Shinsuke ICHIHARA, Shingo YOSHIDA, Aya KOJIMA and Hisashi KUBOTA

This study was inspected about influence of the hump which is set in short section consecutive. As for the hump, it has been studied the effect through various experiments so far. The study about consecutive setting of hump was performed in 2006 in order to make the residential area calm in road safety, but some outskirts inhabitants pointed out outbreak of the noise with the experiment. Therefore a continuation setting experiment of the hump at the short distance interval was carried out in 2009 so as to confirm the detail of noise outbreak and effect with the hump.

As a result, through the experiment in the narrow streets enclosed in houses, it was able to confirm the speed-controlling-effect of car throughout the considerable distance and the restraint of the noise and the vibration enough by installing humps by the setting method in this experiment. In addition, many neighborhood inhabitants expressed an opinion of the agreement for the experiment in questionnaire survey. The experiment result showed the possibility that it is realized to install hump in the residential area very much.