

わが国の生活道路におけるライジングボラード 導入可能性に関する研究

谷本 智¹・小嶋 文²・久保田 尚³

¹非会員 埼玉大学大学院理工学研究科 (〒338-8570 埼玉県さいたま市桜区下大久保255)
E-mail:tanimoto@dp.civil.saitama-uac.jp

²正会員 埼玉大学大学院 理工学研究科 助教 (〒338-8570 埼玉県さいたま市桜区下大久保255)
E-mail:kojima@dp.civil.saitama-u.ac.jp

³正会員 工博 埼玉大学大学院 理工学研究科 助教 (〒338-8570 埼玉県さいたま市桜区下大久保255)
E-mail: hisashi@dp.civil.saitama-u.ac.jp

生活道路に流入する抜け道交通は交通安全上大きな問題である。既存の取り組みとしてハンプや狭さくなど速度抑制デバイスが用いられてきたが、抜け道交通のみを判別して取り除くことは困難であり根本的解決には至っていない。そこで本研究では欧州で普及しているライジングボラードに着目した。

ライジングボラードは、抜け道車両の選択的排除が可能なツールであり、公道では未導入である日本における導入の可能性を検討するため埼玉大学構内において運用実験を行い、基礎研究として研究成果の蓄積を行った。被験者を用いた通行実験から、通行抑制効果が明らかになり抜け道対策としての有効性が示された。また車両との接触時の安全性、悪天候などの状況下での正常な作動が確かめられるなど、導入に向けた有益な知見を得ることができた。

Key Words : traffic calming, rising bollard, road safety, community road, rat-run

1. 研究背景と目的

生活道路に流入する抜け道交通は交通安全上大きな問題であるだけでなく、生活環境に甚大な影響を与える場合が少なくない。これらの問題の対策として、わが国ではゾーン対策による交通施策やハンプ・狭さくをはじめとする物理的デバイス、モビリティ・マネジメント(MM)などによる速度抑制施策などの取り組みが行われてきた¹⁾²⁾³⁾。しかしながら、一旦抜け道として定着してしまった生活道路から、問題の主要因である抜け道交通のみを特定して通行制限を実施することは、上記の取り組みでは現実的には困難であり、問題の根本的な解決に至っているとはいえない。実際には沿道住民等の関係車両の通行を特別に許可するために、ガードマンや地域関係者を常駐させるなどしない限り車両の判別が難しく、抜け道の需要が高い道路ほど違反走行を招きやすいなどの課題を有している。

このような課題に対し生活道路へ流入する抜け道交通への効果的な対策の確立が期待されており、本研究ではライジングボラード(Rising Bollard) (写真-1)に着目

した。ライジングボラードは、道路上に設置する物理的デバイスの一つである。仕組みは鋼鉄製のボラード(ポール型車止め)を自動的に昇降させ、通行資格のある車両のみを選択して通行させる、というものである。通行資格のある車両はICカード、リモコン、路車間通信などを使ってボラードを昇降させる。ボラードであることで、自転車や歩行者は問題なく通行ができ、交通安全に特に影響があるとされる4輪車のみを規制をすることが可能となる⁴⁾。また日本の公道においては未導入のツールである。本研究ではライジングボラードを用いた生活道路への抜け道交通対策の可能性の検討を目的とする。



欧州で普及するライジングボラード

写真-1 ライジングボラード

2. 日本のライジングボラードの導入状況と本研究の位置づけ

(1) 日本におけるライジングボラードの現況

わが国のライジングボラードの導入状況は、マンションや住宅などの敷地内にセキュリティ強化として設置されているものはあるが、公道における導入は未だない。その要因として、日本だけでなく既に普及が進んでいる欧州でさえも研究論文が極めて少ないことから設置後の適合性、違反車両との衝突事故等の安全性が実証されていないことが挙げられる。特に生活道路に設置する場合、道路の中央に鋼鉄製のポール状の物体を設置するというライジングボラードの性質上、ヨーロッパにおいても衝突事故が発生している。そのような安全面での懸念は大きく、日本での導入を考えた時に安全性の確保が重要となり、車両とボラードの重大事故発生の可能性を抑えることが導入への課題である。

(2) 本研究の位置づけ

こうした背景を踏まえ、本研究では狭さくなどに用いられるようなゴム製の既製品のボラードを上下動させるような新たなライジングボラード(写真-2)を採用した。ゴム製のボラードを採用したのは緊急時に車両がやむを得ず通行できるよう踏み倒しによる通行を許容できるものであること、また車両との接触時の車両の破損を防ぐことを考慮したためである。

本研究の位置づけは、公道設置を見据えた効果実証実験の基礎的研究として大学構内における実験を実施し、有益な情報、研究成果の蓄積、生活道路におけるライジングボラードの安全性、導入可能性について検討を行っていくものとする。

3. 構内実験の概要

実験は、公道展開の前段階として埼玉大学構内において実施した。

(1) ライジングボラード設置道路概要

ボラード設置場所は埼玉大学構内の道路で設置地点の詳細は図-1に示す。実際に通行を制限する対象となる道路は図中東西方向の幅員3.8mの狭小道路であり、5.5m未満の幅員道路である生活道路を想定とした。交差道路は図中南北に延びる道路で、設置位置はこの交差道路と対象道路境界から約4.2m分だけ対象道路内にセットバックしている。使用したライジングボラードの設置本数は1本である。



写真-2 検討した新たなライジングボラード

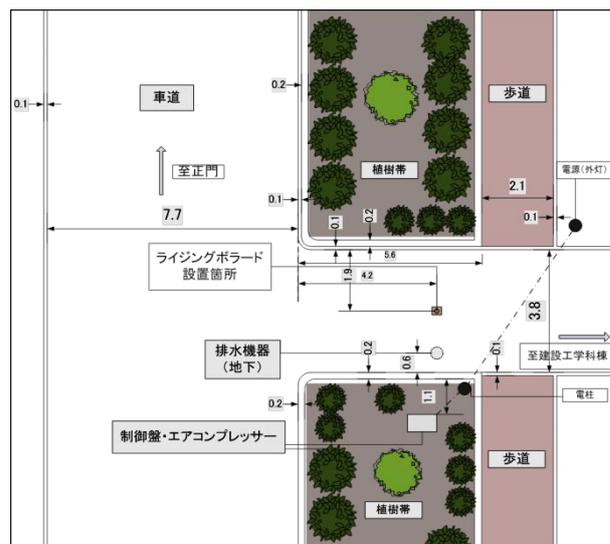


図-1 ライジングボラード配置図

(2) 実験実施期間

実験期間は2013年1月10日から2月5日までの27日間実施した。また実験時間は大学構内での実験ということで歩行者と実験車との事故の危険性を考慮し、休日と平日で行い、平日では、人の出入りが少ないとされる6:30~8:30の時間帯のみで行った。

4. 実験項目

実験項目は、ライジングボラード通行時の運転者、歩行者の挙動・意識を調査する「通行実験」、「ストレス測定実験」、「路面表示の有効性検証」と、ボラードの公道設置時の違反通行の規制が可能な基準を探る、「追従車両走行実験」、さらに、「安全性・耐久性実験」、「騒音・振動測定実験」の実験で構成される。また実験全体の目的として設置後の問題点の把握などライジングボラードの適応性をみた。主な実験内容については次節にて詳しく述べる。

(1) 通行実験

「通行実験」では、ライジングボラードが上昇している状態において設置道路に進入する車両挙動、視認性の把握を目的とした。設定条件では、右左折別、ボラードの存在の認識有無などを設定し、被験者12名にそれぞれ複数回の通行を実施した。なお、被験者にはライジングボラードの存在を隠して実験を開始し、通行は右折と左折、合わせて3回（右折2回・左折1回あるいは左折2回・右折1回のパターン）の通行を実施した。通行の順序は、右折から開始する被験者は右折→右折→左折の順、左折は左折→左折→右折の順。車両挙動の把握、視認性への評価方法は以下の3つによって構成される。

a) ヒアリング

上記実験の通行のたびに運転者に対し、ライジングボラードへの視認のしやすさ、初回と2回目以降の意識の差異、右左折での差異などを問うようなヒアリングを実施し、結果を通行時の運転者の挙動や意識とした。なお、ヒアリングの最後にはライジングボラードの用途についての簡単な説明文を見せ、それを受けての導入意向を合わせて聞いた。

b) 速度プロフィール

実験では、車両挙動の一つとして速度挙動に着目した。ストーカー（スピードガン）を用いて、対象交差点手前40mから交差点進入までを計測区間として車両の速度変化を測定する「速度プロフィール測定」を行い、交差点進入までの速度挙動や、運転者がボラードの存在を認知していない場合としている場合で車両の速度挙動の変化をみた。

c) 目線位置カメラによる映像

a), b)の手法に加えて、交差点進入時のライジングボラードの見え方を検証するため目線の位置に小型カメラを取り付け、映像を記録し、視認性についてのヒアリング結果との適合をみた。

(2) ストレス測定実験

ライジングボラード通行時の待機時間によって許可車両運転者がボラードに対してストレスを感じることは今後の導入、普及の可能性にも関わるものと考えられる。そこで本実験では、降下時間に感じる運転者のストレスについて知見を得ること、またストレスを感じにくい降下時間の目安を探ることを目的とする。評価方法は11名の被験者に皮膚電位SPLを測定するストレス測定器（写真-3）を装着して対象道路を走行してもらうことで定量的にストレスを計測する。また実験はボラードの降下時間を変え複数回実施した。

「ストレス測定」について説明する。実験では、精神的緊張の水準でもある覚醒水準を計測する時に用いる皮膚電位水準（SPL）を計測した。測定間隔は1秒とした。



写真-3 ストレス測定に用いた皮膚電位計



写真-4 路面表示パターン

表-1 路面表示観測 実施日程

表示	実施日	時間帯
なし(通常時)	2013年1月31日(木)	11:30~13:30
表示パターン1	2月4日(月)	
表示パターン2	2月5日(火)	

皮膚電位水準（SPL）は安静覚醒時において40mV程度である。しかし、覚醒水準が高い時や興奮している時には50~60mVと陰性に高い値を示し、眠気を促し覚醒水準が低下した時には5~10mVと陰性が低下する。このSPLは、精神的緊張。つまりは、ストレスを外的に与えられるときも陰性方向に高い値を示す⁵⁾。対象道路通行時のストレス値の時間的変化も記録した。

(3) 路面表示の有効性検証

欧州に導入されている多くのライジングボラードには本体付近にボラードの存在を知らせるような路面表示を施している。この路面表示によって歩行者の歩行挙動が通常時と比較して変化するのかを検証した。設置路面表示はイギリス・オランダ⁶⁾の例を参考に2種類実施し、写真-4のように表示した。

評価方法はHDカメラによる設置道路の録画をし、ビデオ観測によりボラード真上を歩行する人の割合を測定した。観測の実施日程は表-1に示す。

(4) 追従車両走行実験

ライジングボラードを通行することができる許可車両の後方を追従する違反車両は違法性の他、衝突事故の危険性が考えられる。本実験では、追従車の車頭時間と前方許可車両通過後のボラードの上昇タイミングの組み合わせを変化させて、通行実験を繰り返すことで、追従車両の安全性と規制が適切に保たれる間隔を調査した。設定条件の a)追従車の車頭時間、b)ボラード上昇開始時間、についての定義は以下の項で説明する。

a) 追従車の車頭時間

車頭時間は、前方車両がボラード手前の停止線を通過してから、追従車両が停止線を通過するまでの時間とする。停止線はボラードから4.2m手前に設置した。

b) ボラード上昇開始時間

前方車両がボラード上を通過してから、ボラードが上昇を開始する(スイッチを押す操作)までの時間とする。

(5) 安全性・耐久性実験

日本導入時に想定される問題の解決に向けて、本実験で検討し用いたゴム製のライジングボラードの安全性、耐久性の検証として衝突時の安全性、緊急時の車両によるボラードの踏み倒し通行の可否を検証した。また踏み倒し通行後に正常に作動ができるか耐久性も合わせて検証した。車両の通行は、「直進徐行」、「直進」、「右折進入」、「左折進入」、「後退」、の全5パターンで実施した。

(6) 振動騒音測定実験

ボラードシステムで用いるコンプレッサーの駆動音に関してコンプレッサーから1mの距離に振動計、騒音計を設置しコンプレッサー駆動中の各々の瞬間値を計測した。なお計測した瞬間値の平均値を環境省が定める規制基準⁶⁾と比較した。

(7) 適応性

今回の実験の大前提として、このライジングボラードシステムが正常に作動することがあげられる。稼働実験では、実験期間全体を通してライジングボラードを実際に道路上に設置した際に、天候、気温など様々な状況においても正常に作動するか、また設置したことで生ずる問題点の把握など設置時の知見を得ることを目的とした。

5. 実験結果

各実験を実施における検証結果および考察、得られた研究成果を以下の節に示す。

(1) 通行実験結果

a) ヒアリングによる運転手の意識調査結果

ライジングボラード設置道路の通行実験後に運転者に訊ねたヒアリング結果からは、すべての被験者がボラードの存在に気付いたと答え、またその内「気付きにくかったが気付いた」と回答した人は16.7%だった(図-2)。また、対象道路への通行可否の意識調査では、すべての被験者が「通行できると思わなかった」と回答した(図-3)。このことから、ボラードの存在を初めて知る人(以下、所見の運転者とする)であっても発見に問題はないことがわかり、発見後その設置道路に対して通行規制を意識させることがわかった。

また、2回目以降の通行後には、対象道路への進入速度に対する意識では、1回目に比べ2回目の交差点進入速度が、「遅くなった」「やや遅くなった」と回答した人の割合が全体の75.0%であり、ボラードを認知することで速度抑制意識が働くことがわかった(図-4)。右折と左折でのボラードが見やすかったのはどちらかという問いに対しては、「右折」と回答した人が90.9%、「左折」と回答した人はいなかったことから、相対的に「右折」の視認性が極めて高いことがわかった(図-5)。

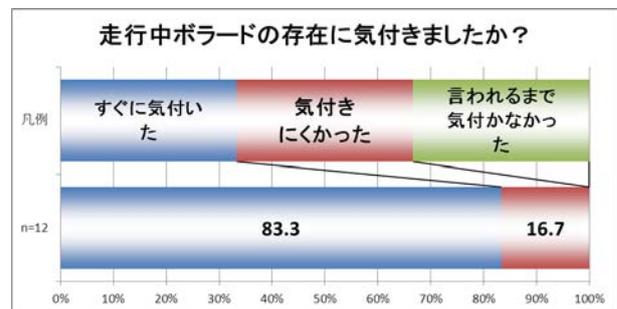


図-2 走行時のライジングボラードの発見

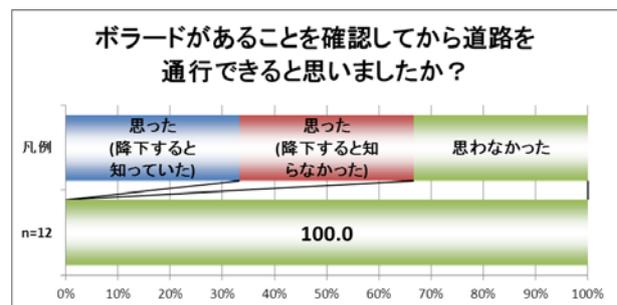


図-3 ボラード設置道路への通行意識

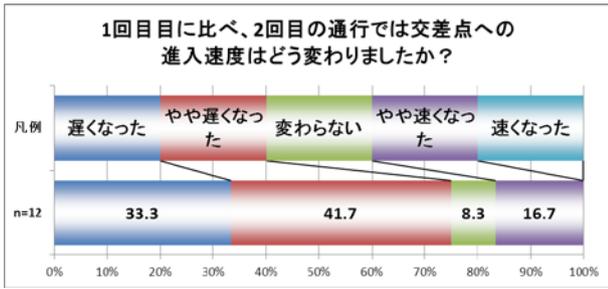


図-4 通行2回目以降の速度変化意識

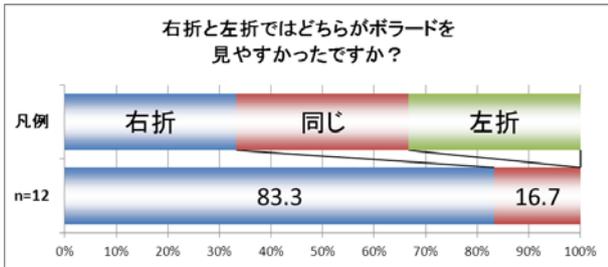


図-5 右左折でのボラード視認性比較

b) 速度プロフィール測定結果

速度プロフィールの測定結果を図-6、表-2に示す。図は1人の被験者の運転による通行実験時の速度推移を示している。測定した結果として、図-6の被験者のように、進入速度として交差点手前の35m地点での速度に注目すると、ボラードの存在を知らない1回目の通行(青線)時に比べ、ボラードを認知している2回目の通行(赤線)では35m地点での速度が落ちているという「速度抑制挙動」を示した被験者が12名中6名おり、ヒアリング結果での傾向と一致した。このような車両挙動の要因としては、2回目以降の通行からライジングボラードの存在を知ったことで走行を慎重に行おうという心理が働いたと考えられる。また逆に2回目の進入速度が増加した被験者は1人だった。ほぼ同じ進入速度であった被験者は5名であった。また、左折に比べ、右折の進入速度の方が早い傾向にあった。

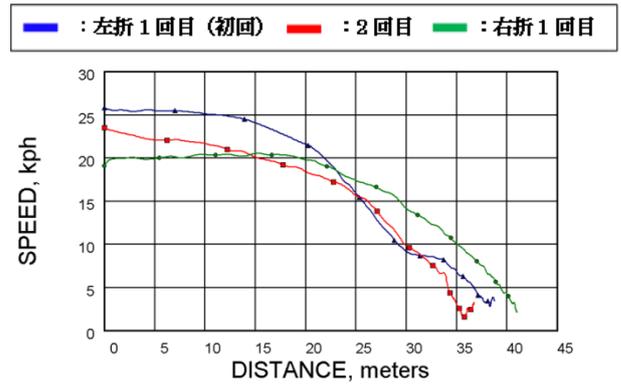


図-6 速度プロフィール測定結果1

表-2 被験者全体の平均進入速度比較

	交差点手前5m 地点での進入速度			
	右折 (km/h)	標準偏差	左折 (km/h)	標準偏差
1回目平均速度	9.0	1.4	6.5	1.1
2回目平均速度	8.4	2.3	5.1	1.4
1回目と2回目の差の平均	-0.62	1.8	-1.38	1.9

c) 目線位置カメラによる映像

対象道路通行時のライジングボラードの見え方について目線位置にカメラを設置し映像を記録したところ、写真-5、写真-6が得られた。右折時の映像(写真-5)では、ドアの窓からボラード全体を確認することが出来るのがわかるが、左折時の映像は(写真-6)ボラードと非窓ガラス部分と重なり確認しづらいことがわかる。このことから、右折と左折では交差点進入時の視認性に著しく差があると考えられ、これはヒアリングでの結果と一致している。



写真-5 右折時の視認性



写真-6 左折時の視認性

(2) ストレス測定実験結果

ストレス測定器を用いて測定したデータは、分析を容易にするために、既存研究⁵⁾でも行われている『基準化』として、測定した皮膚電位水準（SPL）のうち被験者の最低値を0、被験者の最高値を1とする基準化という作業を行ってから、分析を行った（このような基準化をしたSPLを以下では基準化SPLと呼ぶ）。また分析は以下の3つの側面から行った。

a) 通行時のストレス推移

対象道路通行時全体の被験者のストレスの推移を見た。この時、停止線で停車した時刻、停車から解放され発車した時刻、ボラードを通過した時刻をプロットすることで、主に降下待機時間中の基準化SPLストレスがどのように変化しているかを分析した。また本分析では通行時間全体での被験者の最低値を0、実験時間全体での被験者の最高値を1とする基準化を基準化SPLとした。

結果を図-7、図-8、図-9、図-10に示す。図-7は一人の被験者の例である。まず、グラフの見方として、グラフ中のマーカーの点は左からそれぞれ車両停止開始、ボラード降下完了を表しており、つまりこのマーカー間はボラード通行時の降下待機時間を意味し、本グラフではこの通行時の基準化SPLの変化を示している。また、この基準化SPLとして表示した測定値は、高い値を示すほど、精神的緊張。つまりは、主に外的なストレスを感じていると考えてよい。

すべての被験者ごとの推移を示した図-7、図-8、図-9、図-10における基準化SPLの変化をみると、被験者によってばらつきはあるものの、被験者11名のうち8名（No.1, 2, 3, 6, 7, 8, 9, 13）は待機時間中の基準化SPLが停止直前（6秒）のストレス値を上回った。特にNo.1, No.2, No.3, No.7, No.9の被験者は待機時間域に達してからのストレス上昇が顕著であり、通過時間後にはストレス値が下がっていることがわかる。

このことから、今回の実験中ではライジングボラード降下時の待機時間は被験者のストレス上昇の一因となっている傾向があると考えられる。

b) 通常時比での待機時間中のストレス増減

降下時間と基準化SPLの関係に着目し、降下時間別での、待機時間前の基準化SPL平均値を待機時間中の基準化SPL平均値から引き、待機時間前と待機時間中での平均的な基準化SPLの差をみた。結果が図-11のようになっている。結果では、16秒台を除く降下時間パターンにおいて正の値をとった、つまりこれは待機時間前に比べ待機時間中の方が、基準化SPLが大きいことを表し。このことから運転者は通常時より待機時間中にストレスを感じたと考えられる。

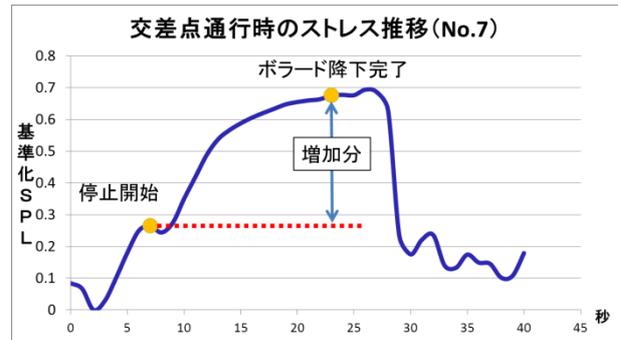


図-7 一人の被験者のストレス推移のグラフ

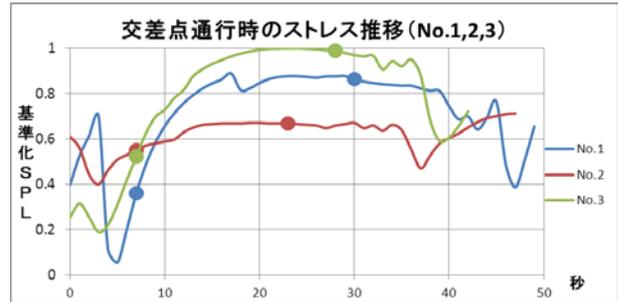


図-8 ストレス推移1 (No.1,2,3)

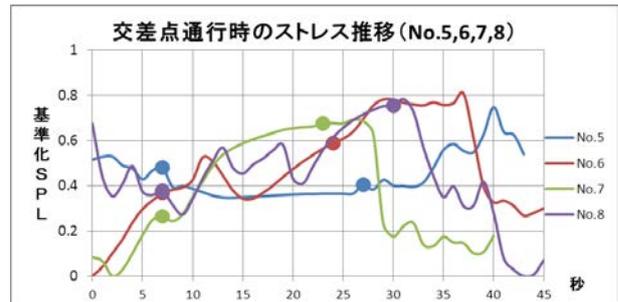


図-9 ストレス推移2 (No.5,6,7,8)

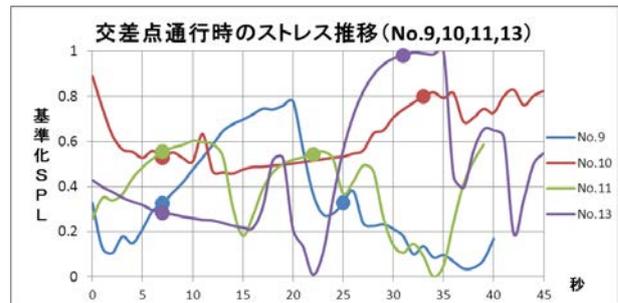


図-10 ストレス推移3 (No.9,10,11,13)

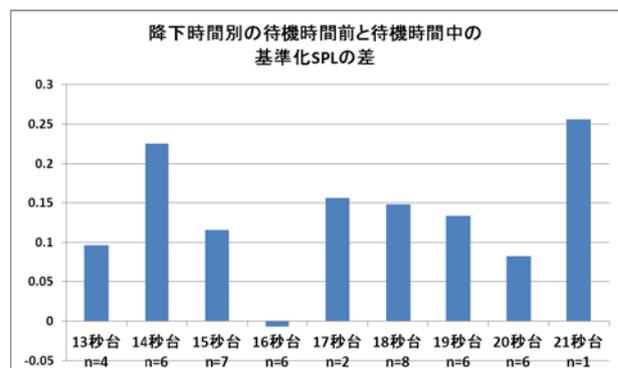


図-11 降下時間別の待機時間前と待機時間中の基準化SPLの差

c) 待機時間中の時間経過によるストレス増減

a), b)項より, ほぼすべての場合において待機時間にストレスが通常時より増加する傾向が明らかになった. そこでこの分析では待機時間中の時間経過によるストレス値の増減に着目し, 停止直後を基準とするために, 待機を開始してから各経過時間(1~24秒)時点での平均基準化SPLから, 停止直後の平均基準化SPL(0秒)の差を取り, 経過時間毎でのストレス値の増減分を図-12に示した. また本分析は待機時間中での被験者のSPL最低値を0, 最高値を1とする基準化を基準化SPLとした.

図-12を見ればわかるように多少の波はあるものの, 経過時間が長くなると停止直後からのストレス値の増分も大きくなっていることがわかり, 線形近似曲線も正の傾きを示している. 以上のことから, 降下時間が長くなれば, 基準化SPLの平均値も大きくなる傾向があると考えられる.

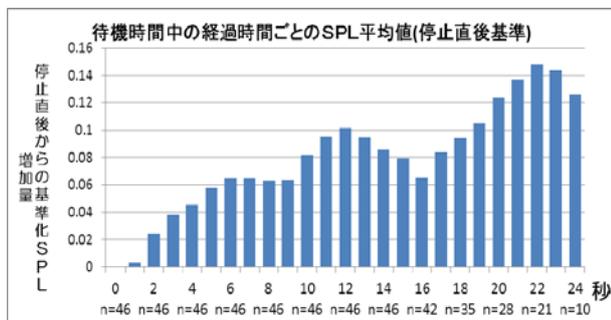


図-12 停止直後を基準とした待機時間中の平均測定値の増減

表-3 パターン別歩行者挙動観測結果

歩行者挙動	表示なし	パターン1	パターン2
総通行人数	324	350	230
ボラード上通過人数	79	61	43
非通過人数	245	289	187
RB上通過率	24.4%	17.4%	18.7%

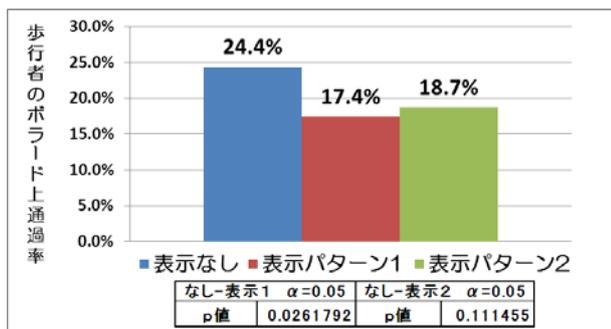


図-13 パターン別ボラード上通過率

(3) 路面表示の有効性検証結果

路面表示の有効性を検証するために2パターンの路面表示を実際に道路上に施した. この路面表示の設置時と表示なしの時のボラード上通過人数を観測し比較した. 調査日時は1月30日, 2月4日, 2月5日の3日間で実施しいずれも11:30~13:00の2時間で観測した. 観測結果を表-3, 図-13に示す.

歩行者挙動では, 表示なしのときのボラード上通過率は24.4%, 表示パターン1のときは17.4%, パターン2では18.7%だった. 有意水準5%で比率の差の検定を行った結果, パターン1ではp値=0.00261となり通常時との有意差が認められ, パターン2ではp値=0.111455有意差は認められなかった. この結果から表示パターン1はボラードの存在を知らせ, 歩行者のボラード上への通行を抑制させる効果があると考えられる.

(4) 追従車両走行実験結果

追従車両規制での, 車頭時間と先行車両の通過後からボラード上昇開始時間の組み合わせパターンの結果を表-4に示す. 結果は, 表-4のように適切に通行規制が実施できた(追従車両がボラード上を通行できなかった)組み合わせは表中の○印のパターンで10組となった. また, 上昇開始時間が遅くなると車両ボラード間で接触の可能性が示唆された. 車頭時間を6秒から設定したのは車頭時間が6秒を超えると車両間隔が開きすぎとなり追従車と呼ぶにふさわしい車間距離とならないからである. また車頭時間2秒以下は常識的にありえないことと安全性を考慮して実施しなかった.

参考として通常の交差点進入時の車頭時間を測定したところ, 速度20km/hでは約5秒, 速度を指定しない場合でも約4秒であった.

a) 追従車の車頭時間

車頭時間は, 前方車両がボラード手前の停止線を通してから, 追従車両が停止線を通してまでの時間とする. 停止線はボラードから4.2m手前に設置した.

b) ボラード上昇開始時間

前方車両がボラード上を通過してから, ボラードが上昇を開始する(スイッチを押す操作)までの時間とする.

5) 安全性・耐久性実験結果

本実験で用いたライジングボラードを「直進徐行」, 「直進」, 「右折進入」, 「左折進入」, 「後退」の5パターンで踏み倒した. 踏み倒しの様子を写真-7に示す.

踏み倒し通行を全5パターン計8回実施後(内訳:直進徐行2回, 直進2回, 右折進入1回, 左折進入2回, 後退1回)ライジングボラードの作動性を確認したところ, 昇降時間にも変化はなく正常に動作が完了しシステムへの影響はなかった. またボラード本体部も車両による汚れ

表-4 追従車両の車頭時間とボラード上昇タイミングの組み合わせと結果

			追従車両の車頭時間					
			A1 6秒(5.5~6.4)	A2 5秒(4.5~5.4)	A3 4秒(3.5~4.4)	A4 3秒(2.5~3.4)	A5 2秒(1.5~2.4)	A6 1秒(0.5~1.4)
車 上 昇 開 始 ま だ の 時 間	B1	6秒(5.5~6.4)	×	-				
	B2	5秒(4.5~5.4)	×	-				
	B3	4秒(3.5~4.4)	×接触	×				
	B4	3秒(2.5~3.4)	○	×接触	-	-	-	-
	B5	2秒(1.5~2.4)	○	○	×接触	-	-	-
	B6	1秒(0.5~1.4)	○	○	○	×接触	-	-
	B7	0秒(0.0~0.4)	○	○	○	○	-	-

○→規制成功(追従車通行不可)
 ×→規制失敗(違反車両の通行を許可)
 接触→追従車両とボラードの接触

と表面に小さな傷はついたのみであった。

以上から、日本導入時における事故への危険性の軽減の可能性が示された。また緊急車両等の踏み倒し通行が実証されたことで、違反車両の通行による踏み倒し通行の可能性が懸念される。対策案の検討については「本研究のまとめ」の章にて述べるものとする。

(6) 振動・騒音測定実験

コンプレッサーの空気充填時の騒音・振動を計測した。コンプレッサーは制御盤キャビネット内にあるため、キャビネットのドア開閉時別で、駆動音をキャビネットから1m離れた位置に振動計、騒音計を置き騒音・振動値計測した。測定日は2013年1月21, 23, 25, 26, 27日の5日間、各実験中に2時間実施した。天候はすべて晴れである。

なお、環境省の設定した騒音・振動の規制基準は表-5の通りである。騒音基準については、地域の類型としては生活道路を想定していることから「専ら住居の用に供される地域」⁷⁾とするA型、「主として住居の用に供される地域」⁷⁾とするB型を対象とする「AおよびB」の類型を基準とする。振動基準は同様の理由から「第2種区域」を対象とする。

測定の結果、ドアが開いた状態での騒音平均値は64.8db、振動平均値は41.6dbとなった。次にドアが閉まった状態での騒音平均値は55.5db、振動平均値は42.0dbであった(表-6)。騒音値はドアの開閉時別でドア解放時の方が約10db騒音値が大きかった。またドアの状態にかかわらず騒音平均値は規制基準を超える結果となった。これはキャビネットから1mという近距離で計測したことが影響していると考えられ、生活道路に導入するには住居との位置を検討して設置する必要性が明らかになった。また振動値に関してはドア状態の影響を受けずば一定の値となり規制基準も十分に満たしている。



写真-7 踏み倒し通行の様子

表-5 環境省の定める騒音・振動基準

	8:00~19:00	19:00~8:00
騒音値(db)	55.0	45.0
振動値(db)	70.0	65.0

表-6 測定した騒音値・振動値

	キャビネットのドア状態	
	開放時	閉切時
騒音平均値(db)	64.8	55.5
振動平均値(db)	41.6	42.0

(7) 適応性

ライジングボラード設置後の適応性をa)通常時、b)天候不良時、の2つに分けて述べていく。

a) 通常時

実験期間である2013年1月10日(木)~2月5日(火)の27日間での作動については、実験開始当初に電源の供給環境が不安定だったためにうまく作動しないことがあったが、電源の環境が安定した後は大きな問題は見られなかった。ボラード部分の地下格納時に歩行者が躓くなどの事故も報告されなかったことから安全性に問題はないと考えられる。

b) 天候不良時

実験期間中の2013年1月14日(月)に首都圏において大雪が観測された。14日15時時点でさいたま市の最大積雪深は10.0cmとなった。

写真-8は、積雪時のライジングボラード稼働の様子である。雪が降った状態でも排水系は正常に作動し問題は見られなかった。また翌日早朝6:00の路面凍結時にも稼働に異変は見られなかった。その他、雨天時、みぞれの時でも作動に問題はなかった。

以上より、天候や低気温の状況下においてもライジングボラードは正常に作動できるものであることが明らかになった。



写真-8 積雪時のライジングボラード稼働の様子

6. 本研究のまとめと今後の課題

本研究は、生活道路における問題点である抜け道交通を取り除く新しい手段として、ヨーロッパで普及が進み日本の公道では未導入のライジングボラードというツールに着目した。導入に至っていない要因の一つである安全性の向上を図った、柔軟性があり万が一車両と衝突した際にも双方の破損を防ぐことのできる日本独自のライジングボラードを用いた構内実験を実施し、導入可能性を探った。

通行時の運転者の意識調査では、ボラードが設置道路への通行に対する抵抗感を与え、速度プロフィール測定ではボラードの設置を知ることによって速度抑制意識が働きやすく抜け道対策として有効であることが明らかになった。また、通行時の皮膚電位水準(SPL)を測定するストレス測定実験ではボラードの下降を待つ待機時間が運転者にストレスを与える要因となっていること、またその時間が長くなるほど待機前に比べストレスを感じる度合いが大きくなるという通行時の運転者の心理状態について知見が得られた。その他通行実験においては左折での視認がしづらいこと、ボラードの存在を知らせるような路面

表示には歩行者の歩行挙動を変容させる効果が期待できるなどの知見が得られた。

追従車両の規制では、車頭時間とボラード上昇開始時間の組み合わせより規制に適したパターンを推定することができた。しかし同時にボラードとの接触の可能性が示唆されたことも事実であり、加えて先述の左折時の視認性、ストレス測定、の各々の実験から、ライジングボラード設置道路に対して、その視認あるいはボラードの状況を補助的に運転者に伝達するような対策の必要性が明らかになった。

また安全性・耐久性の検証では、踏み倒し通行後のシステムの正常作動から、耐久性と日本導入時における事故への危険性の軽減の可能性が示された。また緊急車両等の踏み倒し通行が実証されたことで、違反車両の通行による踏み倒し通行の可能性が懸念される。この踏み倒しを許容するライジングボラードを公道に導入する場合には、複合的な対策としてライジングボラード設置道路に監視カメラを設置するなど、違反通行などの車両には個別に対処していくという方法などが必要であると考えられる。またライジングボラードの駆動時の騒音には常時ではないが、規制基準を超える騒音が発生する可能性が明らかとなった。これは設置時の配置やコンプレッサーの音を抑えるようなキャビネットの工夫など熟慮が必要であることを意味する。

以上のような多岐にわたる実験を通して、問題点とその対策の必要性が明らかになり、多くの研究成果が得られた。さらに懸案事項であった安全性の実証が進んだことや雨天時、降積雪時などの悪天候の状況下でもシステムの作動が確認され、本研究の意義の一つである有益な情報、研究成果の蓄積は果たされたといえる。

今後の課題として、今回の実験で行った接触時の安全性の実証の他に、本研究で必要性が明らかとなった運転者、歩行者のライジングボラードの発見を補助するような看板や路面表示の設置や、ボラードの動作状況を伝えるような電光掲示板の導入など、接触という事象そのものをなくすような対策の検討が望まれる。また現状ではライジングボラードというツール自体や用途を知っている人が少ないため、今後生活道路の抜け道対策として普及・確立していくためには幅広い周知活動が必要である。

謝辞:

本研究は公益財団法人国際交通安全学会の平成24年度研究調査プロジェクト『H2421 「天下の公道」と生活道路に関する研究 ～ライジングボラードの実用化に向けた工学・法学・心理学からの検討～』の一環として実施された。研究メンバーの皆様には深謝します。

参考文献

- 1) 的場映, 久保田尚, 坂本邦弘: コミュニティゾーンに導入する物理的デバイスに関する研究, 埼玉大学卒業論文, 平成 10 年度
- 2) 吉田雅俊, 吉田進悟, 久保田尚: 地域 DNA 型交通事故対策としてのハンプの有効性に関する研究, 第 40 回土木計画学研究講演集, 2009
- 3) 府中晋之介, 小嶋文, 溝口秀勝, 鈴木弘之, 久保田尚: 「速度 MM」による交通静穏化の可能性に関する研究, 第 44 回土木計画学研究発表会, 2011
- 4) 久保田尚, 小嶋文, 坂本邦宏, 三浦清洋, 佐々木政雄: ライジングボラード実験と「天下の公道」についての一考察, 土木計画学研究発表会講演集 36:CD-ROM, 2007.11
- 5) 札本太一, 久保田尚: 歩行者の外形的な特徴に着目した空間評価に関する研究, 埼玉大学修士論文, 平成 22 年度
- 6) Department of Transport:Traffic Advisory Leaflet 「Rising bollards」,Traffic Management Division, 1997
- 7) 環境省 HP 環境基準と調査結果 騒音と振動について 2013/2/5 アクセス
- 8) 久保田尚: 総論～地区交通計画の理論と実践～, JTPA REPORT 都市と交通 通巻72号 pp.5-7,2008
- 9) HIGHWAYS AGENCY : Performance Specification for Rising Bollards Control Systems,TR2510 IssueA, 2005
- 10) LARBUG: 「RISING BOLLARD SYSTEMS DESIGN, USE AND OPERATIONAL GUIDE

(???????)受付