

双方向通行道路における ソフトライジングボラードの適用に関する研究

大橋 幸子¹・関 皓介²・瀬戸下 伸介³

¹正会員 国土技術政策総合研究所（〒305-0804 茨城県つくば市旭 1 番地）

E-mail: oohashi-s92ta@mlit.go.jp

²正会員 前 国土技術政策総合研究所（〒305-0804 茨城県つくば市旭 1 番地）

E-mail: seki@katahira.co.jp

³正会員 国土技術政策総合研究所（〒305-0804 茨城県つくば市旭 1 番地）

E-mail: setoshita-s2n9@mlit.go.jp

本研究では、双方向の通行がある一般的な生活道路へソフトライジングボラードの適用について、走行実験を行い検討した。実験は、時間帯通行規制が実施された生活道路を想定し、対象道路を模した走路にソフトライジングボラードを設置し、レイアウト等を変え動作・性能確認と走行評価を行った。そのうえで、適用に関する留意点を整理した。

その結果、双方向の通行がある一般的な生活道路においても、ソフトライジングボラードの適用が可能であると考えられた。実験では狭窄部を設けライジングボラードを設置したが、道路構造として、幹線道路に歩道がある場合、ない場合とも、ゾーンに進入する車両の待機スペースが生活道路内にあるパターンでの運用が望ましいと考えられた。また、狭窄部の張り出しをゾーン進入車両側に設けるのが円滑であると考えられた。

Key Words: Rising bollard, Road safety, residential road,

1. はじめに

(1) 背景と目的

幹線道路の整備の進展により、通過交通を幹線道路へ転換し身近な生活道路を歩行者・自転車中心の空間とするという、道路を機能分化して利用することが現実的な目標となった。

生活道路を歩行者・自転車中心の空間とするための交通安全対策としては、走行車両の速度抑制と通過交通の進入抑制を中心に進められている。このうち通過交通の進入抑制については、通学路における交通規制など、時間帯により車両を通行させない方法も各地で実施されている。その交通規制の担保の方法として、ライジングボラードの活用が新たに着目されている。第 10 次交通安全基本計画（平成 28 年 3 月 11 日）においても、「通学路における交通規制の担保の手法として、ライジングボラードの活用の効果を検討し、当該結果を踏まえて、ライジングボラードの活用の実現に向けた取組を推進する」ことが述べられている。

実際の道路においても、平成 26 年に新潟市古町通 6

番町で運用されたのを始め、その後、新潟市古町通 8 番町、岐阜市長良川プロムナード、新潟市中央区栄町で運用されている。これらはいずれも一方通行の道路である。

本研究では、ライジングボラードのさらなる活用のため、これまで実道で設置されていない双方向通行の道路への適用を検討する。

(2) 既往研究と本研究の位置づけ

ライジングボラードの国内の道路への適用に関する研究としては、実際の道路に適用される以前に谷本ら¹⁾がソフトライジングボラードの導入可能性を検討したもの、谷本ら²⁾が実際の道路での社会実験においてソフトライジングボラードの有効性等を確認したものなどがある。

これらの研究は、一方通行の道路への設置について検討されたものであり、一方通行の規制のない道路における適用方法を示したものは見当たらない。そこで、本研究は、双方向の通行のある道路への適用について、すれ違いの状況の確認、レイアウトのしやすさ、通行の円滑性、接触に対する安全性の面から検討する。

2. 方法

本研究では、実験場内に、ソフトライジングボラード（図-1）を設置し、実際の道路での運用を模して走行実験を行うこととした。

(1) 想定する設置箇所

ソフトライジングボラードは、生活道路と幹線道路の交差点において、生活道路への進入車両抑制を目的とした設置とする。生活道路としては、スクールゾーン等など時間帯で規制されている自転車及び歩行者用道路を想定した。ソフトライジングボラードは規制時間帯におけるスクールゾーンへの無許可の車両の進入を抑制するために設置されたものを想定した。

(2) 想定する道路構造

想定する道路構造は、生活道路が 4 種 4 級、幹線道路が 4 種 3 級とする。

生活道路は、歩道、中央線のない道路で、車道 4m、路肩が両側各 1m の道路とする。幹線道路は、2 車線道路で、歩道があるケースとないケースを想定する。歩道があるケースでは、歩道は幅員 2m のセミフラット形式を想定し、植樹帯は設けられていないものとする。生活道路との交差部分の横断歩道は、歩道があるケースのみ 4m の幅で設置することとした。

なお、ソフトライジングボラードの設置箇所には、最小の車道幅員 3m の狭窄を組み合わせることを基本とした（図-2）。

(3) ソフトライジングボラード

a) 想定する機能

生活道路への進入抑制の観点から、生活道路側から幹線道路へ退出する車両に対しては、全ての車両に対して、車両を検知した場合に下降することとした。幹線道路側から生活道路へ進入する車両に対しては、リモコンを有した許可車両を想定し、リモコンの操作によりソフトライジングボラードを下降させることとした。

b) ソフトライジングボラードの構造

ソフトライジングボラードには、ゴム製ポールを使用した。高さは、地上部分が 82cm である。地表面以下に設置されたチェーンにより電動で上昇、下降する。上昇・下降に要する時間はそれぞれ 3 秒間程度である。

c) 上昇・下降方法

車両検知、リモコン操作及びボタン（図-3）操作で作動するものを想定した。

車両検知は、幹線道路への退出側の車両を対象とし、ソフトライジングボラードの手前 10m の地点を通過した車両を検知するものとした。実際の道路に設置する際

には、歩行者等に反応しないように路面のループコイルを使用する等の方法で車両のみを検出することが必要と考えられるが、今回の実験では、簡易に確実に実施するため、目視により確認した後、手動でのボタン操作によりボラードを上昇・下降させている。リモコン操作についても、ドライバーがリモコンの操作をしたことを確認した時点で、手動でのボタン操作によりボラードを上昇・下降させている。

利用者には、ボラードの上昇・下降を回転灯で知らせることとした。なお実験では、回転灯は、点灯時には電子音も発するものを使用している。ボラードの上昇・下降は、まず回転灯が点灯し、その後、下降の場合は、1 秒後にボラードの動作開始、上昇の場合は、5 秒後に動作開始するものとした。回転灯は、制御盤ボックスの上に設置した。



図-1 ソフトライジングボラード



図-2 ソフトライジングボラードと狭窄部



図-3 上昇・下降ボタン

ボラードの上昇は、車両がボラード周辺のエリアから退出した後に、可能とするものとした。ボラード周辺エリアとしては、ボラードから幹線道路側へ 5m、幹線道路と反対側へ 10m の車道部分を設定した。ただし、幹線道路、横断歩道に掛かるエリアは除くこととした。なお、ボラード周辺エリアに他の車両、歩行者、自転車等がいる場合には上昇せず、上昇中にボラード周辺エリアに他の車両、歩行者、自転車等が入った場合には、速やかに下降に転じるものとした。この場合の他の車両、歩行者、自転車等の検知は、実際の設置ではエリアセンサー等を活用するものと考えられるが、今回は実験であり、確実にエリアへの進入、退出を検知するため、目視により判別した。

d) 制御盤

動作を制御する機器を格納する制御盤ボックス (図-4) を、狭窄の張り出し部の路端寄りに設置する。100V の電源に接続しており、電源は、制御盤からボラード、回転灯にも接続されている。

本実験で制御盤を収めたボックスの大きさは、奥行き 23cm、横 61cm、高さ 63cm であり、縁石の上に設置した。

(4) 使用する車両

実験に使用する車両 (図-5) は、一般的な小型乗用車を想定し、表-1 に示す諸元の車両とした。

(5) レイアウト方法

実験を実施する道路は、仮設の白線、縁石等を使用し、実際の状況を模して構内に設置した。道路幅は、カラーコーン、柵等で示した。

(6) 実験のパターン

実験は、幹線道路側の歩道がある場合とない場合を設定することとした。あわせて、幹線道路からの距離を変えて、進入車両の待機場所の有無を設定することとした。また、狭窄部の張り出しの位置を変化させることとした。

これらの条件から、実用性の高いと考えられる 5 パターン (表-2、図-6、図-7) を実験することとした。以下に、それぞれの条件を示す。



図4 制御盤ボックス



図-5 使用した車両

表-1 使用した車両の諸元

排気量	1,500cc (ガソリン)
車種分類	5ナンバー
寸法	4,400/1,695/1,460mm (全長/全幅/全高)
定員	5人
ホイールベース	2,600mm
最小回転半径	4.9m

表-2 実験パターン

パターン	幹線道路の歩道	狭窄部の張り出しの幅[m]		進入車両の待機場所
		退出側	進入側	
パターン I	無	1.0	0	無
パターン II		0	1.0	無
パターン III		0	1.0	有
パターン A	有	1.0	0	有
パターン B		0	1.0	有

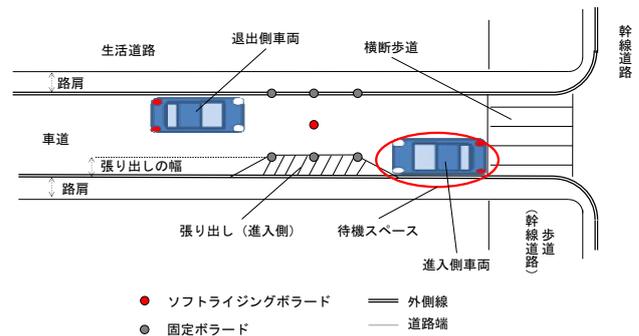
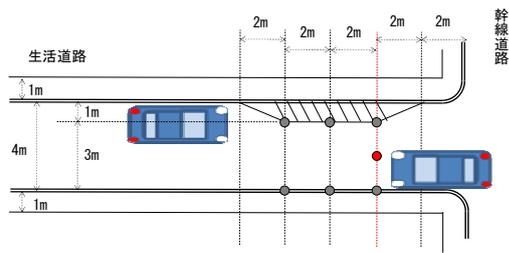
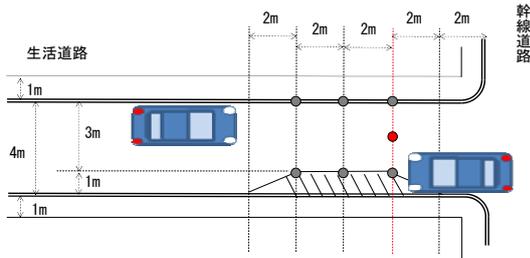


図-6 実験パターンの項目の位置

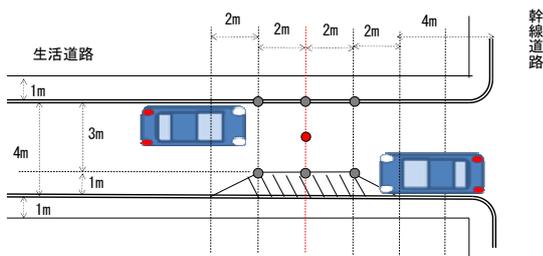
パターン I (退出側を張り出し, 待機スペースなし)



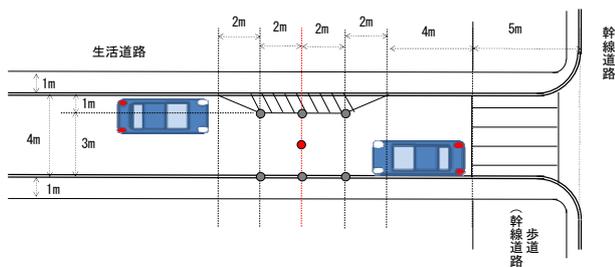
パターン II (進入側を張り出し, 待機スペースなし)



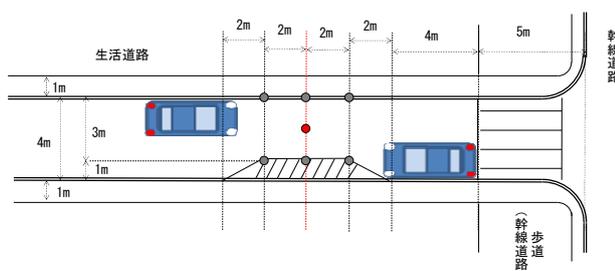
パターン III (進入側を張り出し, 待機スペースあり)



パターン A (退出側を張り出し, 待機スペースあり)



パターン B (進入側を張り出し, 待機スペースあり)



- ソフトライジングボラード
- 固定ボラード
- 外側線
- 道路端

図-7 実験パターン

a) パターン I

幹線道路は交通量の多くない道路を想定している。ライジングボラードを幹線道路寄りに設置する。生活道路への進入車両は交差点付近で停止してリモコンを操作することを想定する。交差点部分で狭窄部の張り出しは、幹線道路への退出車両の側に設け、双方からの通行があった場合、幹線道路への退出車両の側が待機することを想定した構成とした。

b) パターン II

パターン I と同じく、幹線道路は交通量の多くない道路を想定している。ライジングボラードを幹線道路寄りに設置する。生活道路への進入車両は交差点付近で停止してリモコンを操作することを想定する。狭窄部の張り出しは生活道路への進入車両側に設け、双方からの通行があった場合、生活道路への進入側が待機することを想定した構成とした。

c) パターン III

幹線道路はパターン I・II と比較してやや交通量の多い道路を想定している。ライジングボラードを幹線道路から少し離れた位置に設置し、生活道路への進入車両は生活道路上で停止してリモコンを操作することを想定する。狭窄部の張り出しは生活道路への進入車両側に設け、双方からの通行があった場合、生活道路への進入側が待機することを想定した構成とした。

d) パターン A

幹線道路は、交通量の多い道路を想定している。ライジングボラードを幹線道路から少し離れた位置に設置し、生活道路への進入車両は生活道路上で停止してリモコンを操作することを想定する。狭窄部の張り出しは幹線道路への退出車両側に設け、双方からの通行があった場合、幹線道路への退出車両の側が待機することを想定した構成とした。

e) パターン B

パターン A と同じく、幹線道路は交通量の多い道路を想定している。ライジングボラードを幹線道路から少し離れた位置に設置し、生活道路への進入車両は生活道路上で停止してリモコンを操作することを想定する。狭窄部の張り出しは生活道路への進入車両側に設け、双方からの通行があった場合、生活道路への進入側が待機することを想定した構成とした。

(7) 実験内容

以下について、各パターンの通行状況を確認するとともに、特性を比較する。

a) すれ違い状況の確認

双方から車両が接近した場合を想定し、ボラードの下降方法、車両の通過順序を変え、すれ違いの状況を確認する。

確認した通行ケースは、表-3 のとおりである。なお、③、⑥は、下降させた車両より対向側が先行するというもので、通常想定されないケースと考えている。

b) レイアウトのしやすさ

機器のレイアウトについて、設置を確認するとともに、緊急用ボタンで下降させて通行する場合、誤進入した車両が復帰する場合についての各パターンの違いを確認した。

c) 進入の円滑性

車両を走行させて、ボラードを下降し通行するまでの時間を計測する。通行ケースは、a)と同じく表-3 のとおりとした。

d) 接触に対する安全性

各パターンについて、狭窄通過時のゴム製ポールとの離隔、すれ違い時の対向車との離隔を測定する。

3. 結果と考察

(1) すれ違い状況の確認

全てのパターンですれ違いが可能であったことを確認したものの、以下の現象が確認された。

a) 幹線道路の歩道がない場合 (パターンⅠ～Ⅲ)

パターンⅠ、パターンⅡのように幹線道路に近い箇所に狭窄を設けライジングボラードを設置した場合には、生活道路への進入側の車両が他のパターンに比べ幹線道路の路端から離れた位置で対向車両を待つ傾向があった。これは、左折での進入を円滑にするためと考えられる。幹線道路の交通への影響が大きい可能性が考えられた。

また、パターンⅠ、パターンⅡについては、幹線道路への退出側車両が先にライジングボラードを通過した場合に、生活道路への進入側車両がボラードを通過する前に、ボラードが上昇する例が見られた。これは、本実験ではライジングボラードから幹線道路までをエリアセンサーで検知する設定としていたが、この検知エリア内に車が留まらない時間帯が生じるためである。しかし、幹線道路近くまで検知エリアを広げると、幹線道路の通行車両や歩行者まで検知してしまうことから、エリアセンサーの検知範囲の変更でこの状況を回避するのは難しいと考えられる。ただし、生活道路への進入側車両がボラードが再上昇した状態に気づかず接近すると、ボラードが運転席からの死角に入る可能性がある。そのため、リモコンで下降操作を必ず実施するよう周知する、あるいは、路車間通信により車両を認識して自動降下する仕組みにするなどの工夫が必要と考えられる。

表-3 通行ケース

	下降方法	1台目	2台目
①	進入側車両のリモコン	進入車両	進入車両
②	進入側車両のリモコン	進入車両	退出車両
③	進入側車両のリモコン	退出車両	進入車両
④	退出側車両の自動降下	退出車両	退出車両
⑤	退出側車両の自動降下	退出車両	進入車両
⑥	退出側車両の自動降下	進入車両	退出車両

また、狭窄部の張り出しが生活道路への進入側にあるパターンⅡでは、生活道路への進入側車両が先に通行する際に、幹線道路への退出側車両が路肩に寄って待機する例が見られた。これは、ライジングボラードの設置に伴う現象とは限らないが、狭窄により生活道路進入側車両の左折時の回転半径が大きくなることが原因と考えられ、注意が必要である。

パターンⅢについては、特徴的な事項は見られなかった。

b) 幹線道路の歩道がある場合 (パターンA, B)

パターンAで、生活道路への進入側車両が左折で生活道路に進入した時点で、幹線道路への退出側の車両がボラードを下降させ通行を始めていた場合に、進入側車両が後退して道を譲るケースが見受けられた。パターンBの場合は、生活道路への進入車両側に張り出し部があるため、そのまま待機が可能であり、すれ違ってくる。ただし、完全に生活道路に進入せず、横断歩道上で待機するケースも見られた。

(2) レイアウトのしやすさ

本実験では、制御盤ボックスが小型であったこと等から、レイアウトに関連した特段の課題は見られなかった。ただし、パターンⅠ、パターンⅡのように、交差点に近いところに設ける場合には、見通しの確保や既に設置されている標識等との関係に留意する必要があると考えられる。

緊急用ボタンにより下降させて通行する場合には、自動降下でない方向の車両の運転席側に緊急用ボタンを設けることが円滑と考えられる。しかし、狭窄部を設けて機器を配置する場合には、狭窄部の形状が通行に影響するため、その安全性を勘案しつつ検討する必要がある。

誤進入車両については、本実験で設定した道路内で後退して戻ることとした場合には、円滑に幹線道路に復帰できるパターンは見受けられなかった。

(3) 通行の円滑性

それぞれのケースでの所要時間を、パターン別に表4に示す。

通過時間にばらつきはあったものの、概ね円滑な通行が確認された。通過時間が長くなったケースは、パターンAの⑤である。進入側車両が後退して道を譲るとともに、リモコンの操作でボラードを再下降させている。これは、実際に運用した場合でも発生が想定されるケースであることから、パターンAを採用する場合には、注意が必要であると考えられる。

表4 歩道がない場合の2台の通過時間 (秒)

	I	II	III
①	29 リ	24 リ	30 リ
②	23	20	(23) ※
③	22 リ	31 リ	29 リ
④	25	18	23
⑤	33 リ	27 リ	24 後
⑥	23	15	21

※ センサー側で下降させたため参考値

リ リモコンによる再下降

後 一方が後退してすれ違い

(4) 接触に対する安全性

離隔を確認した結果を表6~7に示す。

狭窄部通過時の状況を見るとボラードと車両との距離は、概ね 50cm 以上が確保されており、両側に離隔を保って通行していることが考えられた。

対向車両との離隔を見ると、張り出し部のある側の車両が待機しているケースのほうが、離隔が大きい傾向が見られた。張り出し部を利用して、待機場所を作り出す工夫が望ましいと考えられる。

表5 歩道がある場合の2台の通過時間 (秒)

	A	B
①	25 リ	30 リ
②	23	21
③	40 リ	37 リ 後
④	20	25
⑤	54 リ 後	23 リ
⑥	19	23

表6 退出車両が待機している場合の離隔 (cm)

パターン	固定ボラードとの離隔	対向車両との離隔
I	55~78	37
II	54~84	45
III	66~72	35
A	58~80	48
B	63~95	25

4. 結論

本研究は、ライジングボラードのさらなる活用方法を導くため、双方向通行の道路への適用について、ソフトライジングボラードを設置した走行実験により、すれ違い状況の確認、レイアウトのしやすさ、通行の円滑性、接触に対する安全性を確認した。

その結果、双方向の通行がある一般的な生活道路においても、ソフトライジングボラードの適用が可能であると考えられた。実験では狭窄部を設けライジングボラードを設置したが、道路構造として、幹線道路に歩道がある場合、ない場合とも、ゾーンに進入する車両の待機スペースが生活道路内にあるパターンでの運用が望ましいと考えられた。また、狭窄部の張り出しをゾーン進入車両側に設けるのが円滑であると考えられた。ただし、一旦進入した車両が後退しようと試みた場合への対応は十分でないことから、ゾーン進入箇所手前の標識等での表示については、交通規制のみならず、ライジングボラードが設置されていることを併せて示すなどの工夫が必要と考えられた。

表7 進入車両が待機している場合の離隔 (cm)

パターン	固定ボラードとの離隔	対向車両との離隔
I	58~72	45
II	51~77	25
III	46~95	33
A	49~84	17
B	57~78	33

参考文献

- 1) 谷本智, 小嶋文, 久保田尚: 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, 土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol.70, No.5 (土木計画学研究・論文集第 31 巻), I_1135-I_1146, 2014.
- 2) 谷本智, 小嶋文, 久保田尚: わが国におけるライジングボラード導入可能性に関する研究, 土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol.71, No.5 (土木計画学研究・論文集第 32 巻), I_903-I_915, 2015.