

除雪作業に配慮したラウンドアバウト エプロン部の車両走行試験について

久慈 直之¹・舟橋 誠²・新保 貴広³

¹非会員 国立研究開発法人 土木研究所 寒地土木研究所 研究員
(〒062-8602 北海道札幌市豊平区平岸一条三丁目 1-34)
E-mail: kuji-n22aa@ceri.go.jp

²非会員 国立研究開発法人 土木研究所 寒地土木研究所 主任研究員
(〒062-8602 北海道札幌市豊平区平岸一条三丁目 1-34)
E-mail: funahashi-m22aa@ceri.go.jp

³非会員 国立研究開発法人 土木研究所 寒地土木研究所 研究員
(〒062-8602 北海道札幌市豊平区平岸一条三丁目 1-34)
E-mail: shimbo-t22aa@ceri.go.jp

ラウンドアバウトのエプロンは、大型車両等が環道だけでは走行できない場合に、環道と合わせた幅員として走行できる場所である。そして、環道とエプロンの境界は、利用者が認知でき、乗り上げを抑制する方法として、エプロン端部に段差を設けることが有効とされている。しかし、積雪地域では、除雪作業時に除雪装置の一部が段差に接触し、段差部を損傷する可能性がある。本試験では、エプロン端部の段差の代わりに、北海道で広く普及しているランブルストリップスを施工し、段差を用いない方法での抑制効果について、走行試験を実施した。

Key Words: roundabouts, truck apron, snow removal

1. はじめに

ラウンドアバウトは、円形の平面交差点の一種で交差点内の環道を走行する車両に優先権があり、この環道交通流が信号機や一時停止などにより走行を中断されない交差点である。一般的な無信号の交差点と比べると車両どうしの交錯点が少なく、安全性に優れた交差点であり、欧米では広く普及している。

日本では、平成 26 年度に道路交通法が改正され、徐々に普及しており、令和元年 10 月には、北海道で初のラウンドアバウトが上ノ国町に誕生した(写真-1)。

日本は、国土の約 60%が積雪寒冷地域に指定されており、その地域でのラウンドアバウトの導入には、除雪に関する課題やその対応策の検討が必要である。

ラウンドアバウトのエプロンは、環道の幅員のみでは走行が困難な車両が、乗り上げて走行してよい部分である。この環道とエプロンの境界は、利用者が認知できるように区分することとなっており、段差を設けることが考えられている。段差の形状を高さ 5cm の鉛直形状や、

高さが 2cm から 5cm のテーパがついた形状とすることで、通行の抑制効果が高い評価事例もある¹⁾。

しかし、積雪地域ではエプロン端部の段差は、積雪時に埋没するため、段差位置の把握が難しく、除雪作業による損傷が懸念される。



写真-1 ラウンドアバウト (北海道上ノ国町)

2. 過年度までの研究

寒地土木研究所では、道路管理者が積雪寒冷地域でラウンドアバウトの導入を検討するうえでの基礎資料となるよう研究を実施している。過年度までの研究では、エプロン端部の段差をすりつけ形状とすることで、除雪装置の接触による損傷を抑制できることを明らかにし、すりつけ高さ及び傾斜角度を変えた場合の通行車両の乗り上げ抑制効果について、被験者走行による車両挙動計測及び主観評価実験を実施してきた¹⁾。その結果、除雪機械によって損傷を抑制できる傾斜角度が異なることや、エプロンを高くすることで乗り上げ抑制効果の低下を防げることがわかった。しかし、想定する除雪機械全てにおいて損傷を抑制でき、かつ乗り上げ抑制効果の低下を防げるような構造は、わかっていない。

本稿では、環道とエプロンの境界に鉛直形状やすりつけ形状等の段差を設けず、除雪作業の影響を受けない構造による乗り上げ抑制効果を検証するため、車両走行試験を実施したので報告する。

3. 車両走行試験

(1) 試験概要

段差を用いない方法として、北海道などの積雪地域において、除雪作業の支障とならない構造であるランブルストリップス(写真-2)を、ラウンドアバウトのエプロン部に施工した。

試験は、寒地土木研究所苫小牧寒地試験道路(以下、「試験道路」という)のラウンドアバウトで行い、試験車両がエプロンに乗り上げる際の被験者へのアンケート調査による主観評価試験と車内騒音及び車内振動の測定を実施した。なお、被験者は、試験車両に運転手又は同乗者として乗車した。

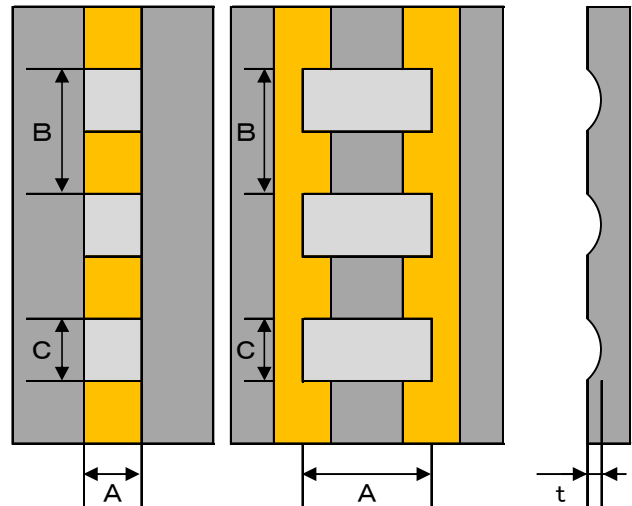
試験及びとりまとめ方法については、過年度までの試験と同様に既往研究²⁾を参考とした。



写真-2 ランブルストリップス (寒地土木研究所 HP より)

(2) ランブルストリップス

ランブルストリップスとは、舗装路面を削り、カマボコ状の凹型を連続して配置することにより、その上を通過する車両に対し不快な振動や音を発生させ、ドライバーに車線を逸脱したことを警告する交通事故対策の一つである³⁾。試験に使用するランブルストリップスの規格としては、特に施工実績が多いセンターライン上に設置する追越禁止黄色1条線区間用と、追越禁止黄色2条線区間用の2つを使用した(図-1)。



項目	規格値(mm)	
	追越禁止黄色 1条線区間用	追越禁止黄色 2条線区間用
切削横幅	A	150
切削ピッチ	B	300
切削縦溝	C	170
深さ	t	15

図-1 ランブルストリップス規格

(3) 試験条件

試験道路のラウンドアバウトは、環道の外径が26m、エプロンの外径が16mの構造で、3種2級相当の交差点を想定している。

ランブルストリップスは、このラウンドアバウトのエプロン上に追越禁止黄色1条線区間用を環道との境界から内側に5列、円周方向に施工した。また、このエプロンの半分には段差形状との比較のため、高さ5cmで端部が鉛直形状のエプロンを設置した。なお、追越禁止黄色2条線区間用は、ラウンドアバウトの横に模擬エプロンとして、追越禁止黄色1条線区間用と同様な大きさで3列施工した。(図-2,3)

主観評価試験に使用する車両は、小型自動車とし、過年度の試験と同型式のトヨタカローラフィールダーを用いた。被験者は、20歳~60歳代の一般の方、男女各5人の計10人とした。

車内騒音及び車内振動の測定には、日産セレナを用いて実施した。

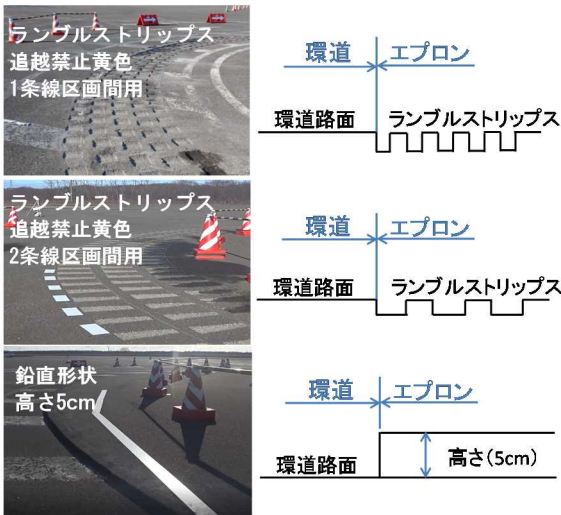


図-2 エプロン形状

(4) 主観評価試験

エプロンへの乗り上げが、運転者及び同乗者に与える影響について、アンケートによる主観評価試験を行った。

走行方法は、被験者が運転する試験車両が図-3のように流入部から進入し、ランブルストリップを施工したエプロンに車両右側のタイヤを乗り上げて走行し（往路）、流出後にUターンをして、鉛直形状のエプロンに車両右側のタイヤを乗り上げて走行した（復路）。

走行回数は2回とし、1回目は走行速度を20km/hに指示し、2回目は速度を指示せず自由速度とした。また、エプロンに車両右側のタイヤだけを乗り上げるように誘導するため、三角コーンを用いて乗り上げ部のエプロン幅を約1mに制限した（写真-3）。試験は、追越禁止黄色1条線区間用と追越禁止黄色2条線区間用をそれぞれ実施した。

試験の前には、被験者に対して走行方法を事前説明し、練習走行を行った後に試験を実施した。なお、同乗者はエプロン乗り上げの影響を受けやすい右側後部座席に乗車した。

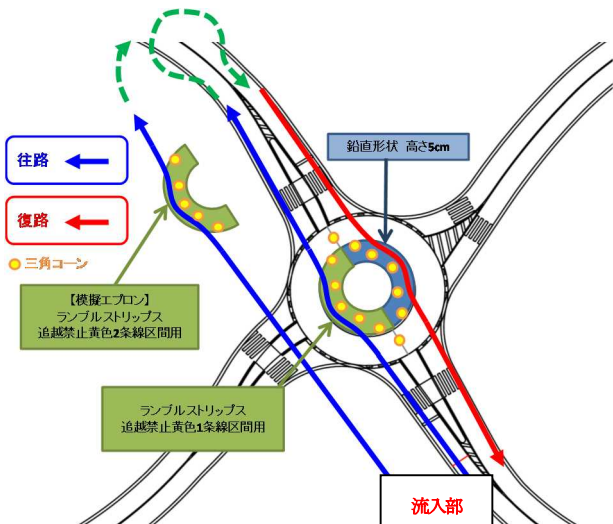


図-3 走行方法



写真-3 走行試験状況

アンケートは1回の走行終了毎にランブルストリップと鉛直形状、それぞれについて実施した。アンケート内容は、運転者は4項目、同乗者は2項目とし、11段階で評価した。表-1にアンケート項目と回答内容を示す。

表-1 アンケート項目と回答内容

	No.	項目	段差通過時の評価	
運転者	1	走りやすさ	走りにくかった(0)	⇔ 走りやすかった(10)
	2	衝撃の大きさ	大きく感じた(0)	⇔ それほど感じなかった(10)
	3	安全性	危険を感じた(0)	⇔ 特に危険を感じなかった(10)
	4	許容性	通行したくない(0)	⇔ 通行しても良い(10)
同乗者	1	衝撃の大きさ	大きく感じた(0)	⇔ それほど感じなかった(10)
	2	許容性	通行してほしくない(0)	⇔ 通行しても良い(10)

(5) 車内騒音及び車内振動の測定

過年度までの試験は、エプロン端部に段差を設け、端部形状の違い（すりつけや鉛直）で、車両乗り上げ時の衝撃度（エプロンの乗り上げ時に車両にかかる上下加速度の振れ幅）による評価を行ってきた。（図-4）

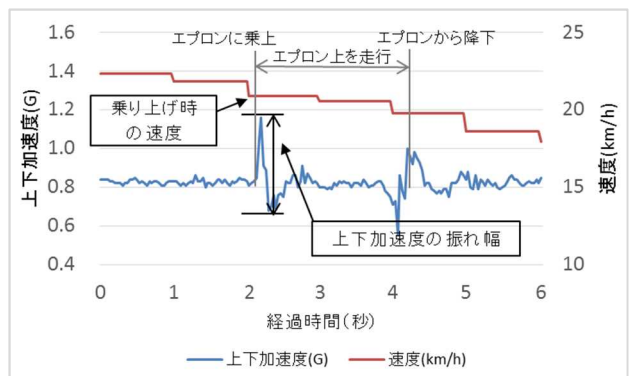


図-4 衝撃度（過年度の試験方法）

今回の試験は、ランブルストリップのため、エプロ

ン端部に段差がないことから、乗り上げ時の衝撃度による比較はできないと考えた。ランブルストリップスを通過したときの警告効果は、走行時の車内騒音や車内振動で評価しているため³⁾、同様の方法で比較した。

車内騒音及び車内振動の測定は、被験者による走行試験とは別に実施した(写真-4)。ランブルストリップスを施工したエプロンと鉛直形状のエプロンに車両右側のタイヤを乗り上げて、それぞれ20km/hで走行した。

測定データの集計方法は、前輪がエプロン上を走行し始めたときから後輪がエプロン上から降りるまでの間、ランブルストリップス整備ガイドライン(案)³⁾に記載のある集計方法に従い、車内騒音は最大値、車内振動は上位10個のデータの平均値を採用した。その他の測定条件を表-2に示す。また、比較のためラウンドアバウトの環道部の走行を想定し、通常路面を20km/hで走行して車内騒音と車内振動を測定した。



写真-4 車内騒音(左)・車内振動(右)の測定状況

表-2 車内騒音・車内振動の測定条件

	車内騒音	車内振動
測定機器	精密騒音計(NL-62) リオン社製	振動レベル計(VM-55) リオン社製
測定方法	助手席のヘッドレストに 集音マイクを固定	運転席下後方に ピックアップを設置
測定間隔	0.1秒	0.1秒
集計方法	最大値	上位10個の平均値
測定車	日産セレナ4WD 1990cc	
測定場所	平成30年車 タイヤサイズ 195/65R15 スタッドレスタイヤ 苫小牧寒地試験道路	

4. 試験結果

(1) 主観評価試験

主観評価試験について、今回の試験結果と比較するため、過年度に実施したすりつけ形状を図-5に示す。

アンケートの結果、走行速度による明確な評価の違いがなかったため、評価点数を走行2回の平均値とて図-6に示す。評価点数が高いほど走行に支障がなく、乗り上げ抑制効果が低い結果となる。

鉛直高さ5cm(②④⑥⑧⑩)については、他の形状と比べると評価点数が低い値となった。

ランブルストリップス(⑦追越禁止黄色1条線区間用、⑨追越禁止黄色2条線区間用)は、どちらの規格もほぼ

同じ評価点数であった。

また、ランブルストリップス(⑦⑨)と過年度に実施したすりつけ形状(①③⑤)と比較すると、傾斜角30°高さ7cm(③)よりランブルストリップスの評価点数が高いため、乗り上げ抑制効果は低い。しかし、傾斜角20°高さ7cm(①)とは同程度の評価であり、傾斜角20°高さ5cm(⑤)よりは評価点数が低く乗り上げ抑制効果が期待できる結果となった。

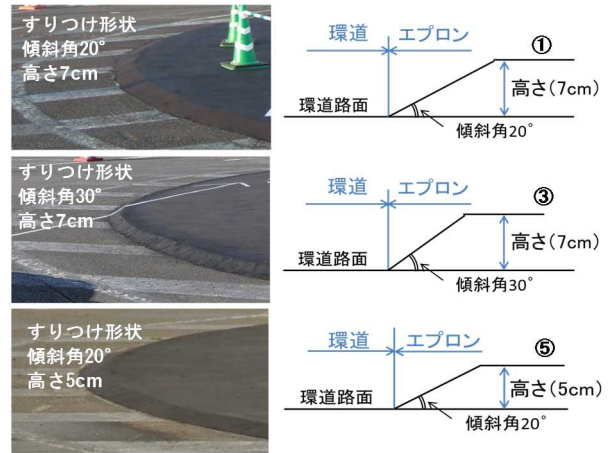


図-5 過年度のエプロン端部形状

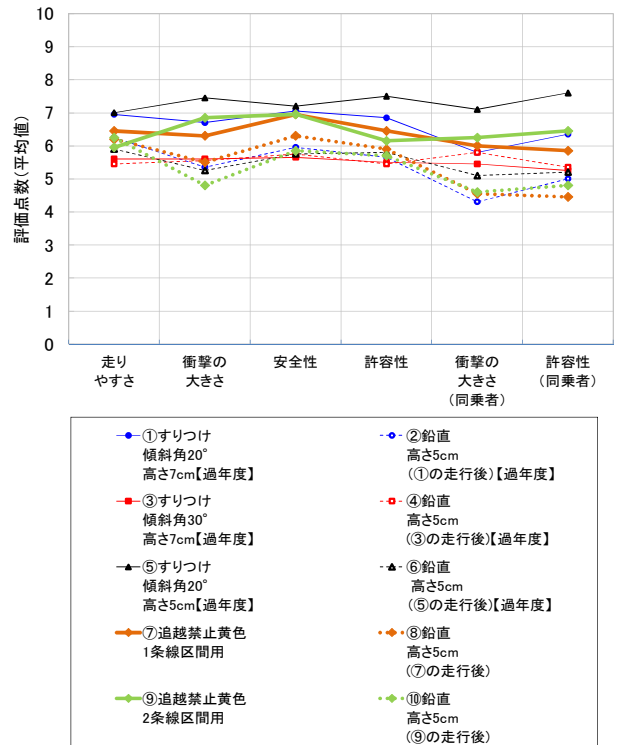


図-6 主観評価試験の結果

(2) 車内騒音及び車内振動の測定

エプロン乗り上げ走行時の車内騒音及び車内振動の測定結果を図-7及び図-8に示す。

車内騒音及び車内振動ともに、環道走行を想定した通

常路面走行時の測定値よりも、エプロン走行を想定したランブルストリップス（追越禁止黄色1条線区間用、追越禁止黄色2条線区間用）走行時の測定値が大きくなった。また、鉛直高さ5cm形状のエプロン走行時と比べても同程度の騒音及び振動が得られた。

このことから、ランブルストリップスをエプロンに設置した場合、エプロン走行時に鉛直高さ5cmと同程度のドライバーへの注意喚起や警告の効果が期待できる。

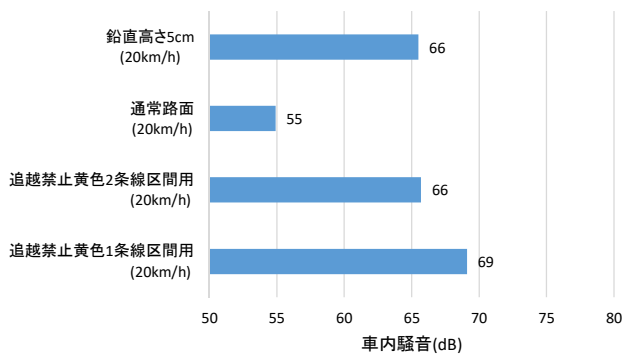


図-7 車内騒音測定結果

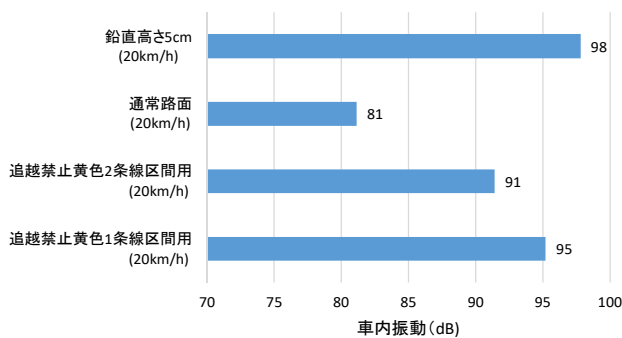


図-8 車内振動測定結果

4. まとめ

除雪装置接触によるラウンドアバウトのエプロン端部の損傷を防ぐため、環道とエプロンの境界に段差がない方法による乗り上げ抑制効果について、試験道路においてランブルストリップスを用いて走行試験を実施した。その結果、以下のことがわかった。

被験者による主観評価試験では、エプロン端部形状が傾斜角30°高さ7cmや鉛直高さ5cmよりは乗り上げ抑制効果は低いが、傾斜角20°高さ7cmとは同程度の評価であり、傾斜角20°高さ5cmよりは乗り上げ抑制効果が期待できる結果となった。

エプロン乗り上げ時の車内騒音及び車内振動は、環道走行時より大きく、エプロン端部形状が鉛直高さ5cmの走行時と同程度であり、ドライバーへの注意喚起や警告

の効果が期待できることがわかった。

参考文献

- 1) 佐藤信吾, 山口洋士, 村上和也: ラウンドアバウトのエプロン高さ及び端部形状の違いによる乗り上げ抑制効果の検証, 第62回(2018年度)北海道開発技術研究発表会, 管 17, 2019.
- 2) 小林寛, 今田勝昭, 上野朋弥, 高宮進: ラウンドアバウトのエプロン構造の違いによる車両走行特性に関する実験検討, 土木学会土木計画学研究・講演集, Vol.51, 2015.
- 3) 独立行政法人土木研究所寒地土木研究所: ランブルストリップス整備ガイドライン(案), 2008.