

# 北海道におけるランブルストリップスの導入 (その1) 正面衝突事故対策としての開発について

## Introduction of rumble strips as a new highway safety improvement measure against the head-on collision in Hokkaido

北海道開発土木研究所 正員 ○平澤 匡介(Masayuki Hirasawa)

同上 正員 高田 哲哉(Tetsuya Takada)

同上 正員 浅野 基樹(Motoki Asano)

室蘭工業大学工学部 フェロー 斎藤 和夫(Kazuo Saito)

### 1. はじめに

北海道の平成14年の交通事故死者数は493人となり、昭和62年以来15年ぶりに500人を下回ったが、都道府県別で11年連続全国1位となり、死者数を減少させることは北海道の交通事故対策として急務となっている。北海道の国道において、最も多い事故類型は、正面衝突による死亡事故であり、約3割を占める。交通事故死者数を減少させることは、道路政策における最重要課題の一つであり、より一層の死者数減少を達成するために、新たな対策手法の開発が期待される。

路外逸脱事故の防止対策技術として、最近米国で、ランブルストリップスの目覚ましい効果が報告されている<sup>1)2)</sup>。ランブルストリップスは、道路の路肩の舗装路面上に設置された隆起状あるいは溝状の直線パターンである。その目的は、車両が車線を逸脱した時に、タイヤがランブルストリップス上を通過することにより突然ゴロゴロと音が発生し、さらに車両やハンドルも振動して運転者に対し、警告を与えることである。したがって、うっかり・ぼんやりや居眠りによる交通事故に対し有効な対策手法である。

北海道開発土木研究所では、効率的かつ効果的な正面衝突事故対策として、ランブルストリップスをセンターライン上に導入することを試みた。本稿では、苫小牧寒地試験道路におけるランブルストリップスの試験施工、騒音の測定、道路利用者による走行実験、さらに一般国道5号八雲町やその他の実道への施工、効果を測定し、北海道におけるランブルストリップスの導入および正面衝突事故対策への適用を検討した結果について報告する。

### 2. 苫小牧寒地試験道路における試験施工

ランブルストリップスは、施工法により、切削式、転圧式、成形式、隆起式の4種類に分類される。切削式は、既設のアスファルト舗装に、安価でかつ迅速に施工が可能であり、米国において最も普及している工法なので、切削式のランブルストリップスを開発することとした。日本国内において切削式ランブルストリップスは、施工実績が無く、施工機械も無かった。そこで、写真-1のように、この切削機の案内輪を異径に改造し、ランブルストリップスの施工を可能にした。異径にすることにより、切削機の走行に従って切削ドラムが上下して、ランブルストリップスの溝を切削する仕組みである。なお、この施工機械は、北海道開発土木研究所と㈱日本舗道、㈱ヴィルトゲン・ジャパンの共同で特許出願中である。

ランブルストリップスは、大きく、深いほど音と振動の警告効果が高くなるが、バイクや自転車の操縦性に対する影響が懸念された。そこで適正な規格を決めるために、表-1に示す深さが9mm,12mm,15mmの規格の異なる3種類のランブルストリップスを、平成13年度に苫小牧寒地試験道路において試験施工を行った。写真-2は、12mmの設置状況を示す。



写真-1 開発した施工機械と異径車輪

表-1 苫小牧寒地試験道路に試験施工した規格

	[単位: mm]			A b c e f d
	パターン1	パターン2	パターン3	
切削幅: a	350	350	350	
切削幅: b	127	147	163	
フラット幅: c	175	155	139	
深 さ: d	9	12	15	

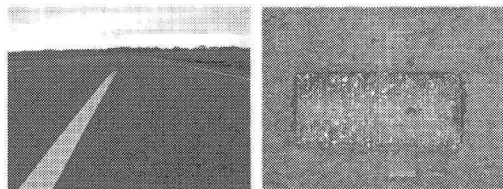


写真-2 12mmの設置状況

### 3. 苫小牧寒地試験道路における走行実験と車内騒音測定

実道に設置するためのランブルストリップスの最適な規格を検討するために、北海道開発局や北海道警察関係者による試験走行や62名の一般道路利用者による自転車やバイク、自動車を使った走行実験を行った。図-1は、一般道路利用者による走行実験の際に行ったアンケートを集計した結果である。全体的に9mm,12mm,15mmの順に従って「危険ではない」と回答した人の割合が低くなっている。15mmは、「少し危険を感じた」・「危険を感じた」と回答した人の割合が多い。ビデオで走行状況を観測した結果、急ブレーキや急ハンドル、転倒と言った危険な状況は見られなかった。深さ12mmのランブルストリップス

が、自転車やバイクに対し、危険性が無く、音や振動の警告効果もある程度高いことので、実道へ施工する規格に採用した。

ドライバーへの覚醒効果を把握するために、乗用車の車内（ドライバーの耳付近）に、騒音計(RION・NL-22)を設置し、タイヤがランブルストリップを踏んだときの音の大きさを測定した。図-2に示すように、車内の音の大きさは、ランブルストリップの溝の深さに応じて大きくなり、かつ走行速度が高くなって大きくなる結果となった。深さ12mmで、80~90dBを記録した。

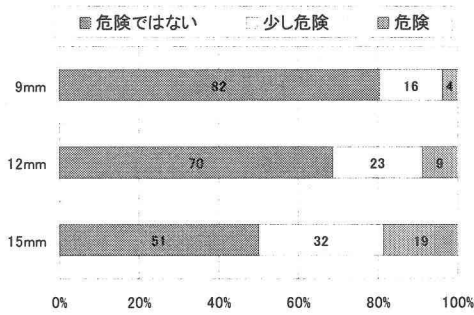


図-1 実走行試験後のアンケート集計結果

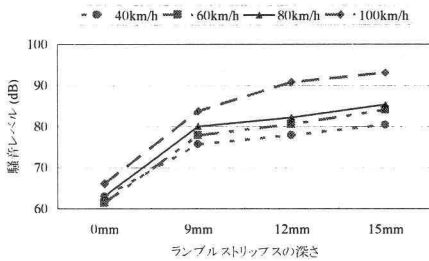


図-2 騒音測定結果

#### 4. 一般国道5号八雲町における施工

正面衝突事故対策を実施した一般国道5号八雲町は、郊外部で直線かつ平坦な2車線道路であり、良好な交通環境である。しかし交通量が平成11年度道路交通センサスで11,977台/日と多く、大型車混入率も27.4%と高く、このセンサス区間における5年間(H8-12年)の交通事故死者数は、14人中、10人が正面衝突事故によるものである。

正面衝突事故対策として、ランブルストリップ以外も設置し、比較検討することとした。対策工は、図-3に示すように函館側から中央分離帯(約1km)、センターポール(約800m)、チャタターバー(約800m)、ランブルストリップ(約700m)の4種類の対策を設置した。中央分離帯の区間は、幅員を3m拡幅して設置し、車道幅員を片側3.5m確保したが、他の区間では、幅員は拡幅せず、対策工を幅50cmの追越し禁止黄色2本線のセンターライン内に施工した。また車道幅員は、片側3.25mのままで

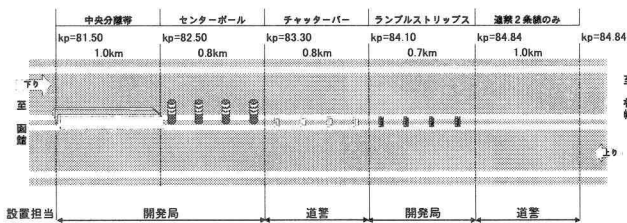


図-3 一般国道5号八雲町における正面衝突事故対策の設置状況

ある。図-4は、苫小牧寒地試験道路における実験結果<sup>3)</sup>を基に、一般国道5号八雲町に設置した深さ12mmのランブルストリップの規格である。

ランブルストリップの施工は、平成14年7月22日に行い、施工は1日で完了し、約3m/分の施工速度で良好な出来形を得ることができた。写真-3は、ランブルストリップ設置後の現況である。一般国道5号に施工した後に、ランブルストリップ上を走行した時も、車線逸脱警告として十分な振動と音の発生が確認できた。

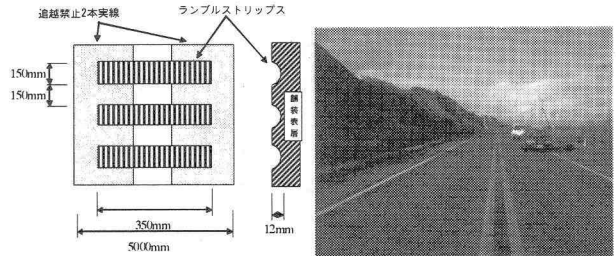


図-4 実道に設置した 写真-3 設置後現況写真  
ランブルストリップの規格

#### 5. 一般国道5号八雲町における交通状況調査

一般国道5号八雲町において、ビデオカメラを使用して走行速度、通過位置の調査、ランブルストリップを踏んだ車両の挙動を観測した。

各区間の平均速度は、小型車、大型車共に大差がなく、ランブルストリップは走行速度に影響を与えないと推察される。

通過位置は、走行車両の外側のタイヤの位置を、外側線から20cm毎に路面にマーキングしてビデオカメラにより測定した。図-5は、上り方向の大型車の通過位置を示す。センターポールは、構造的に弱い路肩を走行する車両も見られるほど、最も通過位置が外側に变化した。次に外側に变化したのは、チャタターバーおよびランブルストリップであった。小型車も大型車と同様の傾向を示し、また下り方向についても同様であった。ランブルストリップには、外側に通過位置を変えることによる事故抑止効果もあると推察される。

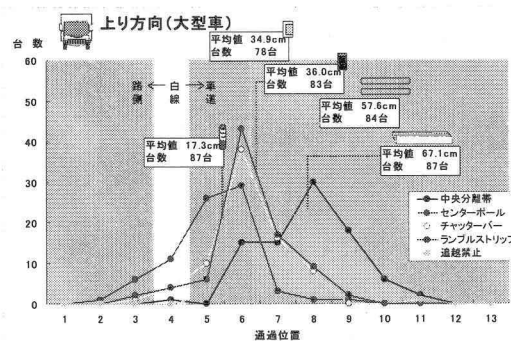


図-5 車両の通過位置 (上り・大型車)

ランブルストリップ施工区間にビデオカメラを設置し、ランブルストリップを踏んだ車両の挙動を観測した。観測は、24時間連続で行った。車両挙動は、ランブルストリップを単に踏んだだけの「はみ出し」と追越しを行った「追越し」に分類した。その結果を、表-2に示す。車線をはみ出し、ランブルストリップを踏んだ車両は、上り下り方向併せて、24時間で54台の車両が計測された。ただし数台は、明らかに居眠りやふらつきに

より車線を逸脱し、ランブルストリップスの効果により元の車線に復帰した可能性が高いと推察される。ビデオには、夜間に大型車が対向車線上で迫ってくる状況において、小型車がセンターラインを越えて対向車線にはみ出したが、あわてて車線に復帰する状況が記録されたケースもあり、ランブルストリップスによる具体的な効果が観測された。

表-2 ランブルストリップスの効果測定結果

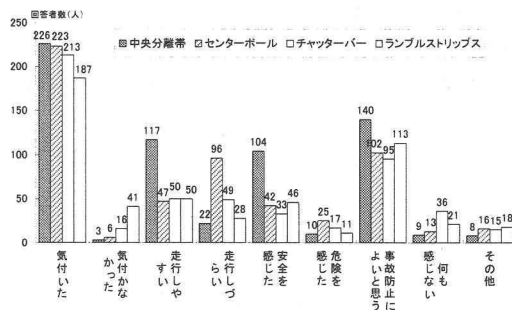
	はみ出し(台)	追越し(台)	交通量(台)	大型車混入率(%)
上り	43	48	5,282	36.3
下り	11	20	4,849	38.2

## 6. 道路利用者へのアンケート調査

アンケート調査は、北海道警察の協力により対策箇所を走行する全車両に配布し、アンケートの主旨を説明し、後日郵送回収とした。調査は、平成14年11月8日に実施し、601通配布、229通回収により、回収率は38%であった。図-5は、アンケート調査項目の一部を示す。アンケート項目は、大きく分けて①運転者の属性、②各対策工の印象、その後に各対策工の特徴を示し、③各対策工に対する意見から構成されている。

アンケートの結果を図-6に示す。走行した道路の感想は、中央分離帯が、「走行しやすい」、「安全を感じた」という意見が特に多い。センターポールは、「走行しづらい」という意見が多く、通過位置が最も外側に变化したことがうなずける。ただし「事故防止によいと思う」という意見の数が、他の対策工とあまり差がない。対策工に対する意見は、設置費等を明示したため、ランブルストリップスが、「積極的に設置すべき」という意見で最も多く、道路利用者による高い支持が示された。

Q：走行した道路の感想は？



Q：意見をお聞かせください。

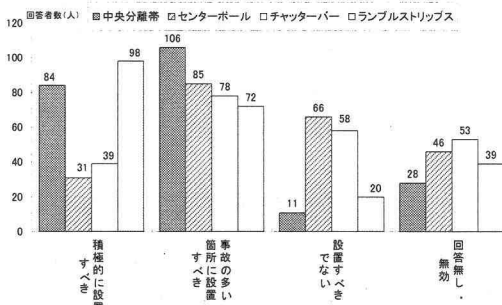


図-5. アンケート集計結果

## 7. 各対策区間の事前事後事故発生状況

一般国道5号八雲町において各対策工の事前事後の正面衝突事故発生状況を調査した。事故調査対象期間は、平成

10年1月1日から平成15年9月30までとして、各対策施工日の前後の正面衝突事故を調査した。各対策施工日、施工延長が異なるので、表-3は、事故件数を各々の施工日の事前事後の1ヶ月あたり、さらにも1kmあたりに換算した数値を示す。またその結果を図-6に示す。事前事後では、交通量が異なる事が想定されるので、対策区間から5km離れた直線区間も比較対象区間として集計した。各対策区間では、事後に正面衝突事故が、発生していないことと、比較対象区間は、1件の正面衝突事故が発生し、換算値でも事前を上回っているため、現時点ではどの対策工も効果があったと言える。しかし、経過年数、施工延長が短いので、効果があったと結論付けるのは難しい。今後も追跡調査を実施することや北海道内の他の箇所も合わせて検証する必要がある。

表-3 事前事後正面衝突発生状況

対策工	中央分離帯		センターポール		チャッターバー		ランブルストリップス		区間比較対象	
	事前	事後	事前	事後	事前	事後	事前	事後	事前	事後
事故調査期間	H10.01.01-H13.02.28	H13.03.01-H15.09.30	H10.01.01-H13.10.31	H13.11.01-H15.09.30	H10.1.1-H13.10.31	H13.11.01-H15.09.30	H10.1.1-H14.07.31	H14.08.01-H15.09.30	H10.01.01-H14.07.31	H14.08.01-H15.09.30
実数値	4	0	1	0	1	0	1	0	4	1
換算値	1.3	0.0	0.3	0.0	0.3	0.0	0.3	0.0	0.1	0.2

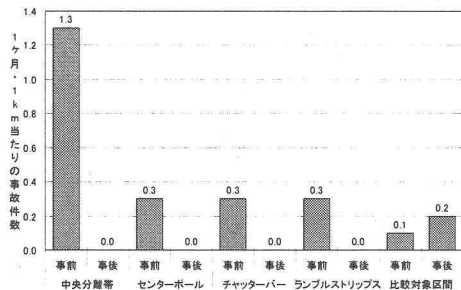


図-6 一般国道5号八雲町における事前事後事故発生状況(正面衝突事故のみ)

## 8. 費用対効果の検討

米国では、非常に高い費用対効果が報告されているランブルストリップスだが、一般国道5号八雲町に敷設した場合の費用対効果を試算した。

平成7年~11年に北海道の国道で発生した正面衝突事故(非市街地)の第1当事者の人的要因の39%を、居眠りやぼんやり等の発見の遅れが占めていた。ここでは、ランブルストリップスの覚醒効果により、これらの事故を防止すると仮定して試算を行った。ランブルストリップスの耐久性は、現時点では不明だが、車道本線上の車輪通過位置に設置されるものではないので、10年間は持久できると仮定した。ランブルストリップス設置区間を含む一般国道5号キロポスト70~90kmにおいて、10年間(H2~H11)に発生した正面衝突事故は、事故件数:74件(内死亡:16人、重傷:25人、軽傷:94人)である。また、「自動車保険データにみる交通事故の実態2002」<sup>4)</sup>に基づき、人的損失額を、事故死亡者3,304万円/人、事故負傷者166万円/人、物的損失額を事故36.4万円/件と算出した。この箇所の正面衝突事故件数から、1km当たりの損失額を計算し、その値

に上述の39%を乗じた値をランブルストリップスによる便益額として以下のように推計した。

人的損失額：{16人×3,304万円+(25+94)人  
×166万円}÷20km×39%=1,416万円

物的損失額：74件×36.4万円÷20km×39%=53万円

したがって、ランブルストリップスの便益(B)は、1,469万円 ÷ 1,500万円となる。

苫小牧寒地試験道路に試験施工したランブルストリップスの施工費(C)は150万円/kmだったので、従って費用対効果は、以下のように10.0と計算された。

費用対効果(B/C)=1,500万円÷150万円=10.0

## 9. 北海道におけるランブルストリップスの普及状況

ランブルストリップスの設置にあたっては、効果的かつ効率的な事業執行を行うために、北海道開発土木研究所・交通研究室で開発した交通事故分析システムにより、正面衝突事故の発生率が高い区間から優先順位を決定し、設置している。また設置費用が安く、維持管理面でも問題が無いことが予想され、北海道開発局の各建設部で正面衝突事故対策として積極的に採用されつつある。結果的に、平成14年7月22日に一般国道5号八雲町で初めて施工されて以来、ランブルストリップスは、1年4ヶ月で24箇所、総延長39.0kmに達し、今後の急速な普及が予想される。

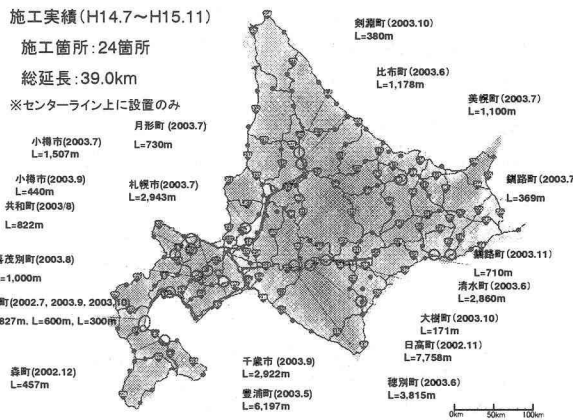


図-7 ランブルストリップス設置位置図

## 10. ランブルストリップスの発生する騒音

道路端に騒音計を設置し、ランブルストリップス上を走行した車両の発生する騒音を計測した。ランブルストリップス上を走行しやすいカーブ区間の2箇所(R5,R274)を選択し、計8時間の調査で通過車両2,650台のうち39台の車両がランブルストリップス上を走行した。ランブルストリップ

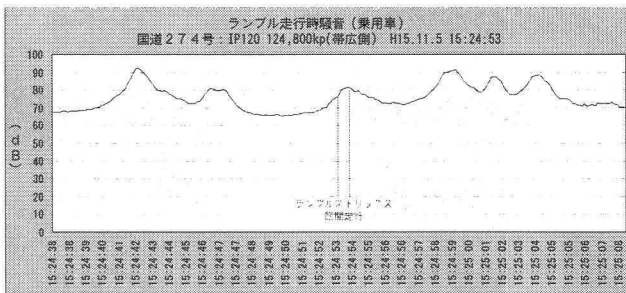


図-8 ランブルストリップス上を走行時に発生する騒音

ス上を走行する際に発生した音の大きさは、乗用車で85dB前後だった。結果の一例を図-8に示す。図-8では、ランブルストリップスを踏んだ際に発生した音よりも、前後に走行した大型車の走行音の方が大きい結果となった。ランブルストリップスを踏む頻度を考えると、ランブルストリップスは、道路環境を悪化させるほどの騒音を発生させないと言える。

## 11. 正面衝突事故対策としての適用の検討

ランブルストリップスの長所は、高い覚醒効果を得られるとともに、センターポールやチャッターバーよりも走行上安全であること、除雪作業の支障とならないこと、安価であること(センターポールの1/2以下、チャッターバーの1/3以下)、耐久性が高いこと、走行速度に影響を与えないこと、及び道路利用者から高い支持が得られていることである。さらに路面標示を覆うような圧雪路面でも音と振動の効果が保たれることが確認された。また、窪みに貯まった雪も凍結防止剤散布により散逸した。従って、特に冬期路面管理においても不利になることはないと考えられる。また10章で述べたとおり、懸念される騒音の発生も、環境を悪化させるほどでは無いことが分かった。従ってランブルストリップスは、正面衝突事故による交通事故対策として、有効性が非常に高いと考えられる。ただし二輪車への不可抗力を懸念しているため、現時点では、追越し禁止2条線の区間に限り設置している。本来的には、物理的に正面衝突を防がねばならない区間は、中央分離帯の設置が必要であり、そのような区間では、今後も要求される効果や道路環境に適した対策を実施することが望ましい。

## 12. あとがき

米国・コロラド州においてセンターラインに設置したランブルストリップスは、正面衝突事故を約36%削減した実績<sup>5)</sup>があり、北海道でも、正面衝突事故の原因別割合から推察して、ランブルストリップスで少なくとも正面衝突事故の30%以上が削減されるものと期待される。北海道開発局は、北海道警察との連携により、平成15年度には、21箇所計35kmの施工を実施した。平成16年度以降も引き続き30km以上の施工を予定している。

今後は、ランブルストリップスの普及に向けた課題や設置マニュアルの検討を行うとともに、追越し禁止1条線に設置するスリムな規格や路外逸脱事故を防ぐための路肩に設置する規格を開発する予定である。

最後にランブルストリップスを開発するにあたり、協力を頂いた北海道開発局、北海道警察の皆様へ謝意を表します。

参考文献

- 1) FHWA ( Federal Highway Administration ) web site( <http://safety.fhwa.dot.gov/programs/> )
- 2) Michael.S.Griffith: Safety Evaluation of Rolled - In Continuous Shoulder Rumble Strips Installed on Freeways, 2000
- 3) 平澤、浅野: 北海道におけるランブルストリップの開発について、北海道開発土木研究所月報 8月号、No.591、pp.7-20、2002.
- 4) 自動車保険データにみる交通事故の実態2002、(社)日本損害保険協会、2002.3
- 5) William. Skip. Outcalt Centerline Rumble Strips, Colorado Department Of Transportation Research Branch, 2001