

北海道におけるランブルストリップの開発について

Development of Rumble Strips in Hokkaido

平澤 匡介* 浅野 基樹**

Masayuki HIRASAWA and Motoki ASANO

北海道は、平成13年の都道府県別の交通事故死者数が、516人で10年連続全国1位を記録するなど依然として多く、死者数を減少させることが急務である。特に国道においては、全道路種別における事故発生件数の割合が26%に対し、死者数は、49%を占めるなど重大事故が多発している。死亡事故に至りやすい事故形態は、人対車両を除いて、正面衝突、路外逸脱、工作物衝突事故などの郊外で多く発生する事故である。郊外部では、走行速度が高くなりやすい傾向が見られるために、結果的に死亡事故に至りやすいと推察される。このような事故を減少させるために、米国ではランブルストリップ(Rumble Strips)の有効性が、近年報告されている。ランブルストリップは、道路の路肩またはセンター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、車両が部分的あるいは完全に車線を逸脱した時に、タイヤがランブルストリップ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させ、運転者に対し覚醒や注意を促すことである。従って、うっかり、ぼんやりや居眠りによる事故に対し有効な事故対策手法である。

本報告は、米国におけるランブルストリップを調査し、いくつかのパターンを苫小牧寒地試験道路に試験施工を行い、実走行の試験を行った結果を報告するものである。

キーワード：ランブルストリップ；交通事故；車線逸脱；路外逸脱；正面衝突

In 2001, Hokkaido had 516 traffic fatalities, more than any other prefecture of Japan. That year was the tenth consecutive year for Hokkaido to hold this ranking, which shows how imperative it is that this prefecture cut its traffic fatalities. While national highways account for only 26% of traffic accidents, they account for 49% of traffic fatalities. If we look at traffic fatalities that do not involve pedestrians, we see that they tend to be from head-on collisions, run-off-the-road accidents, and collisions with structures in rural areas. Rural areas tend to have high driving speeds, to which is attributed the high fatality rate. Recent findings in the U.S. have demonstrated the effectiveness of rumble strips intended to reduce rural accidents. These strips of grooves or bumps are installed on the road shoulder or along the center strip. A vehicle that begins to deviate from the roadway encounters the strip, and the vehicle's movement over the strip generates noise and vibrates the vehicle's steering column and chassis to alert or wake up the driver. This is what makes rumble strips so effective against absentminded or drowsy drivers. This paper reports on a survey of literature on rumble strips in the U.S. and describes the results of a driving test using rumble strips installed at the Tomakomai Winter Test Track in Hokkaido based on various patterns of those in the U.S.

Keywords : rumble strips, traffic accident, lane departure, run-off-the-road, head-on

1. まえがき

北海道の交通事故は、都道府県別の交通事故死者数が、平成13年で10年連続全国1位を記録するなど依然として多く、死者数を減少させることが急務である。特に国道においては、全道路種別における事故発生件数の割合が26%に対し、死亡事故件数は、45%を占めるなど重大事故が多発している。死亡事故に至りやすい事故形態は、人対車両を除いて、正面衝突、路外逸脱、工作物衝突事故などの郊外で多く発生する事故である。郊外部では、走行速度が高くなりやすい傾向が見られるために、結果的に死亡事故に至りやすいと推察される。北海道では、特に正面衝突・路外逸脱事故の割合が高く、何れかの事故対策が必要である。

このような事故を減少させるために、米国では写真-1のようなランブルストリップ(Rumble Strips)の有効性が、近年報告されている。ランブルストリップは、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、車両が部分的あるいは完全に車線を逸脱した時に、タイヤがランブルストリップ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、覚醒や注意を促すことである。従って、うっかり、ぼんやりや居眠りによる事故に対し有効な事故対策手法である。施工単価が安いので、費用対効果が非常に良く、最近センターラインに設置する州も見られる。

本報告は、米国におけるランブルストリップの設置状況を調査し、苫小牧寒地試験道路においていくつかのパターンのランブルストリップの試験施工を行い、被験者を募って、実際の走行に対し、アンケート調査を行ったので、その結果を報告するものである。

2. 北海道における交通事故の発生状況

北海道の交通事故件数は、図-1に示すように平成



写真-1 米国におけるランブルストリップ設置例

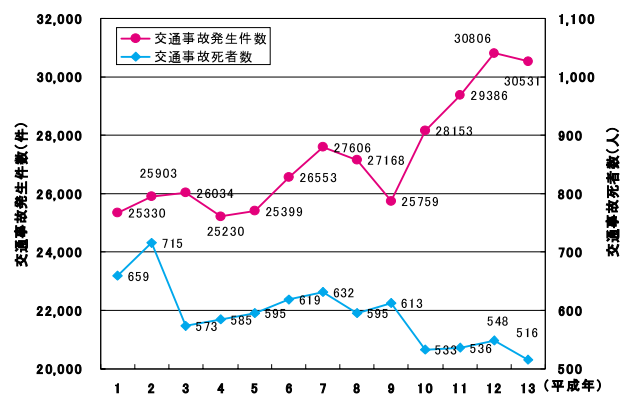


図-1 北海道における交通事故件数と交通事故死者数の推移

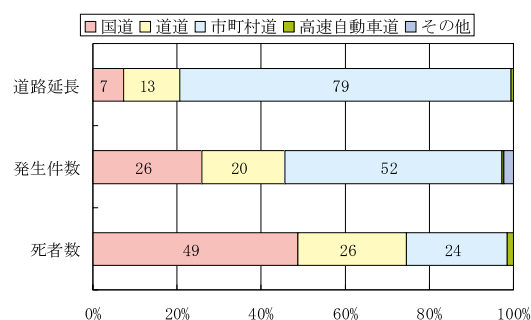


図-2 北海道における道路別事故発生状況 (H13)

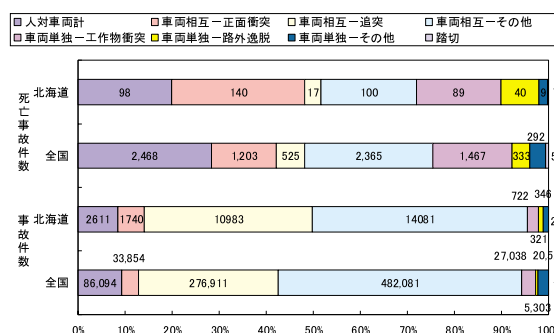


図-3 北海道と全国における事故類型別事故発生状況 (H12)

10年以降増加傾向にあるが、交通事故死者数は、減少傾向にある。しかし図-2に示すように国道での事故発生状況は、道路延長が7%であるのに対し、交通事故件数では26%、死者数では49%を占めている。事故類型では、全国に比べ図-3に示すように死亡事故における正面衝突と路外逸脱事故が多い傾向がある。これらの原因として、北海道は全国に比べ都市間距離が長く、広域分散型社会であることと、高速道路の整備率が低いこと、対面2車線道路の割合が高いことが挙げられる。その結果、貨物輸送を含めた交通が国道に集中し、さらに高速走行に対するニーズも高いため旅行速度も高くなると考えられる。従って郊外部の2車

線道路においては正面衝突、路外逸脱事故の事故が発生しやすく、死亡事故にも至りやすいと推察される。

3. 米国におけるランブルストリップの概要¹⁾

ランブルストリップの意味は、ランブル (rumble) が、車などがガラガラ [ゴロゴロ] 音を立てて進むことであり、ストリップ (strips) は、細長い形が続くことである。

ランブルストリップには、主に2つの機能がある。

- ・まもなく道路に変化があることを運転者に警告する。
- ・車道から逸脱している、または逸脱しそうになっている、あるいはセンターラインを越えていることを運転者に警告する。

最初のランブルストリップは、1955年にニュージャージー州に“singing shoulders”として設置された。この時は波状のコンクリート製であった。1960年代に入り、様々な州で異なった形のランブルストリップが設置されたが、その効果が報告されたのは、最近である。

3.1 ランブルストリップの種類

ランブルストリップは、ミルドタイプ (Milled type : 切削式) ロールドタイプ (Rolled Type : 転圧式) フォームタイプ (Formed Type : 成形式) レイズドタイプ (Raised type : 隆起式) の4種類に分類され、各州で異なった規格で設置されている。

3.1.1 ミルドタイプ (Milled type : 切削式)

ミルドタイプは、機械で切削されたタイプで、現在米国の多くの州で、最も普及しているタイプである。なぜならば既存のアスファルトやコンクリート舗装に施工でき、舗装構造に悪影響を及ぼさないからである。通常、このタイプは溝の深さが13~16mmで、縦断方向に180mm、横断方向に400mmの大きさであり、外側に外測線から300~400mm離して設置される。タイヤがこの上を通過するとき、溝に落ち込ん



写真 - 2 米国におけるミルドタイプ

で音と振動を発生させる。米国の実道試験によると、特に大型トラックが道路から逸脱する時の警告に対し、効果的であることが示された。ヴァージニア州運輸局が行った実地試験²⁾によると、ミルドタイプは、ロールドタイプよりも振動で12.6倍、音で3.4倍の効果があると測定された。

ミルドタイプは、通常半径300mmの回転ドラムの切削ヘッドによって、路肩に、滑らかかつ均一に13mmの溝が作成される。

3.1.2 ロールドタイプ (Rolled Type : 転圧式) およびフォームタイプ (Formed Type : 成形式)

ロールドタイプおよびフォームタイプは、新設または再舗装される際の加熱されたアスファルトに対し、円またはV型の溝を押しつけて設置され、米国においては深さ32mm、幅40mm、タイヤの落ち込みは約0.75mmである。これらはドラムに溶接された鋼管パイプが、アスファルトが熱いうちに、転圧されて成型される。

北海道においては、ロールドタイプがJHによって道央道に設置されている。²⁾



写真 - 3 米国におけるロールドタイプ

3.1.3 レイズドタイプ (Raised type : 隆起式)

レイズドタイプは、50~305mmの幅の丸みを帯びているものもしくは長方形の凸形のストリップで、新設または既設の舗装に接着される。従ってレイズドタイプの使用は、通常除雪を必要としない温暖な地域に限定される。

3.2 米国における設置状況

米国においてランブルストリップは、以下のような場所に設置されている。

- ・有料道路のサービスエリアの手前で運転者に減速するよう警告する
- ・カーブの工事区間で車線変更が必要なところ
- ・信号の手前
- ・路肩
- ・2車線幹線道路の道路中央線

表 - 1 米国で実施されたランブルストリップの規格一覧

州	タイプ	白線からの離れ	縦断方向の幅	横断方向の幅	深さ	間隔	州	タイプ	白線からの離れ	縦断方向の幅	横断方向の幅	深さ
コロラド	ミルド	150	150-200	450-610	13-16	300	アラバマ	ロールド	150±75	25	915	13
コネチカット	ミルド	150 (左) 300 (右)	180	400	13	300±13	アリゾナ	ロールド	300	60	600	30
フロリダ	ミルド	400	180±13	400 min.	13-16	300±25	カリフォルニア	ロールド	300	50	900	25
ケンタッキー	ミルド	300	100	1200	13	300	コロラド	ロールド	150		450-610	13-25
ケンタッキー	ミルド※1	300	130±50	600	15±5	1500±50	ケンタッキー	ロールド	300	40±10	600	20±5
ミシガン	ミルド	300-600	180	400	15	300	ニューヨーク	ロールド	150 (左) 150-300 (右)	65	700	19
モンタナ	ミルド	150	※2	300-400	13-19	300	サウスダコタ	ロールド	200	60	915	30
ニュージャージー	ミルド	100	180	400	13	300	ユタ	ロールド	300	38	600	25±3
ニューメキシコ	ミルド	300	175±15	400 min.	13-16	300	コロラド	フォームド	150	60	450-610	13-25
ニューヨーク	ミルド	100 (左) 250 (右)	180	400	12	300	ケンタッキー	フォームド	300	57	300	25
ペンシルベニア	ミルド	300±13 (左) 460±13 (右)	180	400-430	13-16	300	モンタナ	フォームド	150	50	300-400	25
サウスカロライナ	ミルド	250	177±12	406 min.	12-16	305±25	ニューヨーク	フォームド	300	170-190	400	12-19
テネシー	ミルド	400	150±13	400	7-10	300	ニューヨーク	フォームド	300	125	600	25
ワシントン	ミルド	150	180±13	400	13-16	300	デネシー	フォームド	300	57	915	25
ワイオミング	ミルド	150	175	400	13-16	300	ユタ	フォームド	1200	60	1800	20
							ワイオミング	フォームド	300	58	可変※3	25
							レイズド: フロリダ	レイズド: プラスチック	0	100		+12
							フロリダ	レイズド: アスファルト	0	50		+13

単位はすべてmm。 ※1: のこりのようなギザギザタイプ。 ※2: 半径300mmのドラムで切削する。 ※3: 自転車のために1.2mを確保するため

米国では、現在18の州に設置されている。各州のランブルストリップの規格は、各々異なっており、その一覧を表-1に示す。表-1に示すように、様々な規格があり、どのタイプまたは規格が効果的なのかは、報告されていない。最も多いのは、ミルドタイプである。レイズドタイプは、フロリダ州のみである。ロールドタイプおよびフォームドタイプが少ない理由は、施工が舗装の敷設時に限定されるからである。50州の内18州だけの設置であるが、設置されている延長は長い。例えばイリノイ州では1990年から1993年までに457 km、カリフォルニア州では1988年から1993年までに197km に及ぶ延長が施工された³⁾。また舗装の新設または再舗装時には、基本的にランブルストリップを設置することを規定している州もある。ただし州により、周辺の環境や道路構造によって連続的または断続的に設置するか、さらに設置しない場合等の基準が異なる。

3.3 米国における評価

米国において、1997年に37,280件の衝突死亡事故が発生している。その内約1/3に当たる11,126件は、単独車両による路外逸脱事故であり、さらにその2/3が地方部である。これらの事故の40~60%は、運転者の疲労、眠気あるいは不注意によるものと推測されている。多くの研究報告から、路肩に設置されたランブルストリップの有効性について、路外逸脱事故全体の15~70%を減少させると推察されている。路肩に設置されたランブルストリップは、事故件数を減少させることにより、死傷者も減少させることに有効であるとされている。¹⁾

1987~1993年の間にランブルストリップの設置前後の事故件数は、イリノイ州で単独車両による路外逸脱事故全体の21.1%、負傷衝突事故に限れば、7.3%を減少させた。またカリフォルニア州においても単独車両の路外逸脱事故全体の7.3%を減少させたと報告されている。それらの結果を金額に換算すると、1 kmの路肩に敷設するためには、\$ 217 (約27,000円、



写真-4 コロラド州におけるセンターラインに敷設されたランブルストリップ (State Highway119)

1 \$ ￥125) がかかるが、およそ3年間に1件の単独車両による路外逸脱事故、平均損失額に換算して\$62,200(約777万円)の事故が防止可能であると報告されている。³⁾

またニューヨーク州では、1993～1996年に設置した延長783kmのコストが、\$1,939,491(1km当たり\$2,477(約309,000円、1 \$ ￥125))に対し、設置後の便益は、減少した人身事故・物損事故の事故件数から、1年当たりの事故削減効果を金額に換算して\$58,893,500であった。ランブルストリップの耐用年数を少なくとも6年あると仮定すると、その結果B/C(便益/コスト)は、 $182(58,893,500 \times 6 / 1,939,491)$ となった。⁴⁾

イリノイ州とニューヨーク州で設置コストが異なるのは、イリノイ州が両肩の2本の設置に対し、ニューヨーク州は往復車線(往復分離)で4本の設置、切削屑の処理や交通規制等を全て含むことによる。

デラウェア、メリーランド、ワシントン、コロラド州で、センターラインを越える正面衝突や側面衝突事故の対策として、センターラインにランブルストリップを設置することが試みられた。コロラド州⁵⁾では、1997年に、地方部の2車線道路の山地部かつ曲線区間である約27kmのセンターラインにランブルストリップが設置された(写真-4)。設置前後の44週間を各々比較した結果、1日の平均交通量は、設置前の1992年で4,007台から設置後の1999年で5,661台に増加しているにもかかわらず、正面衝突は18件から14件に減少し、対向車との側面衝突は、24件から18件に減少した。

3.4 米国における課題¹⁾

米国においてランブルストリップは、路外逸脱事故防止の切り札として、路肩に数多く設置されてきた。そして費用対効果が高いため、今後も設置され続けることが推測される。ただしマイナスの効果もいくつか指摘されている。一つは、ランブルストリップの警告によって、特定のドライバーに過剰反応またはパニック状態を引き起こし、結果的に車両のコントロールを失うことである。もう一つは、衝突場所の移動である。路外逸脱を一時的に回避した車両が、センターラインを越えて、対向車に衝突する場合等である。また、自転車の利用者にとって、路肩のランブルストリップは、危険または不愉快な感じを与えているという指摘もある。いくつかの州では、自転車のために1.2m以上路肩を確保することを原則としている。これらの問題に対しては、今後の研究課題とされているが、たとえマイナスの効果が存在したとしても、ランブルストリップが持つプラスの効果には及ばないと言及している。そしてこのような問題点を考えた上で、異なる種類のランブルストリップに関して設計仕様を再度見直す必要があると報告されている。

4. 北海道におけるランブルストリップの設置検討

一般国道5号八雲町において、死亡事故、センターラインオーバー事故が多発している。平成元年から平成12年8月までの事故発生状況を図-4に示す。ここは、直線かつ平坦な2車線道路であるが、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

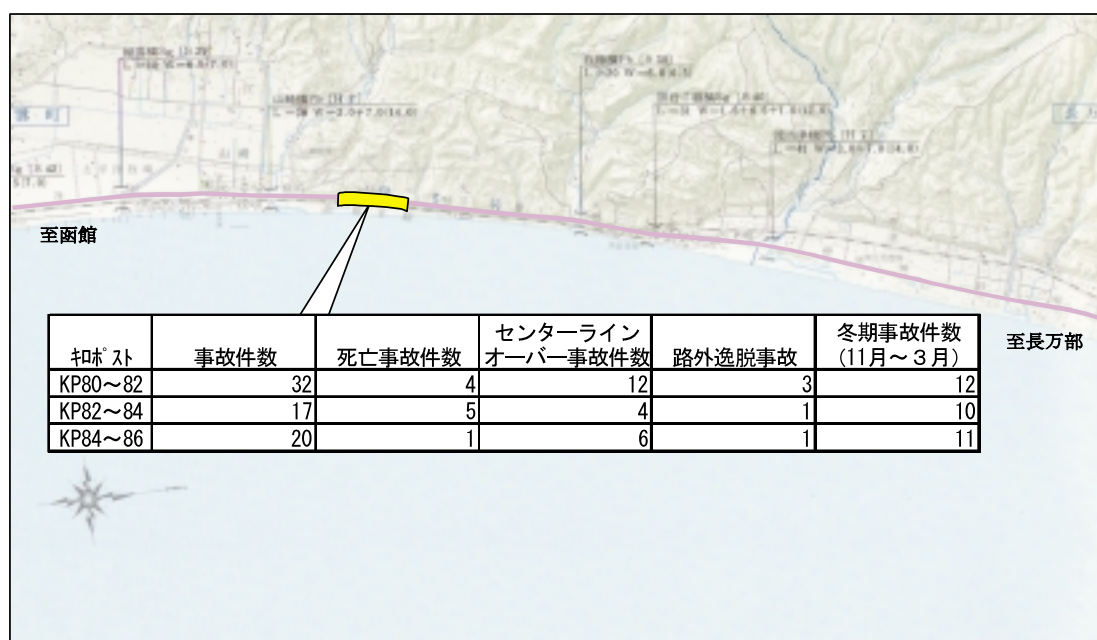


図-4 一般国道5号八雲町 事故発生状況

型混入率も27.4%と高い。本来この区間の道路構造は、最も良好な交通環境を提供しているが、前後の区間も含め、平坦な2車線が長く続くために、結果的に走行速度が高くなることや、単調な区間の連続なので、ドライビングモントニー（運転単調感）によるハイウェイ・ヒプノーシス（高速道路催眠）等、ドライバー挙動に問題が生じている可能性がある。このような区間の事故対策として、次のような要件を満たす対策を検討した。

- ・連続した長い距離に対して、対策案を施工できること。
- ・費用対効果が有意であること。
- ・道路鉾のような冬期の除雪作業等の支障にならないことや破壊されず、耐久性に優れていること。
- ・電力や保守点検作業等の維持管理費用や手間が掛からないこと。

その結果、ランブルストリップの施工が対策案の候補として挙げられた。ランブルストリップの長所として、さらに次のようなことも挙げられる。

- ・短期間で施工できる。
- ・走行車線を通常走行している車両に対しては、音や振動等の不快感を与えない。

そこでセンターライン等にランブルストリップの適用性を検討するために、苫小牧寒地試験道路において

表 - 2 切削機械の主要諸元

製造元	Wirtgen（独）社
型式	W350
走行方式	3輪ホイール
切削	W=0.35m×H=(Max)100mm
本体寸法	L=0.35m, W=1.15m, H=1.87m
車両重量	4.10t
出力	32kw
専用切削ドラム	W=350mm, $\phi=460$ mm
ビット数	118本

試験施工を行った。そして様々な道路利用者により、試験走行を行って、アンケート調査や、その挙動から安全性等の走行特性の把握を試みた。

5. 苫小牧寒地試験道路における試験施工概要

ランブルストリップは、3種類のタイプがあるが、レイズドタイプは、除雪時に支障となり、またロールドタイプおよびフォームドタイプは、施工のタイミングが舗装の敷設時に限られているため、試験施工の対象は、ミルドタイプを採用することとした。

横断方向の長さは米国において400mm以上の規格である場合が多かったが、試験施工を行うに当たっては、米国に比べ路肩が狭いという日本の道路事情を考慮し、この数値以下を検討した。また深さは、自転車・二輪車等の操舵に影響することを懸念し、約10～15mmの範囲で検討し、3種類を選択することとした。



写真 - 5 苫小牧寒地試験道路における試験施工状況

左上：施工機械

右上：施工状況

左下：改造した異形ローラー

右下：深さ12mmのランブルストリップ

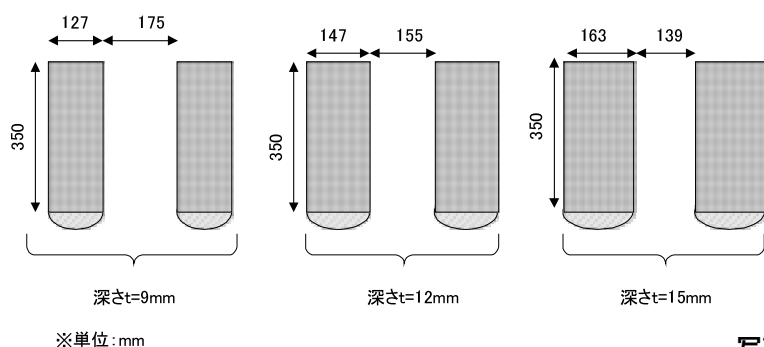


図 - 5 走行車線に施工した深さの異なるランブルストリップの規格

表 - 3 被験者の内訳

	人数
高齢者 (65才以上)	12
一般・男性 (18-59才)	28
一般・女性 (18-59才)	12
子供 (小学生高学年)	10

縦断方向の長さについては、深さ、間隔および施工する機械のドラムの半径関係から決定されるが、50～150 mm の範囲で検討した。検討は、表 - 2 に示すような小型の路面切削機により行った。施工にあたっては、この切削機の走行ローラーを改造し、施工することにした。すなわち写真 - 5 (左下) のように異形にすることにより、切削機の走行に従って切削ドラムが上下して、ミルドタイプのランブルストリップの溝を切削する仕組みとした。その施工状況を写真 - 5 (右上) に示す。

機械の施工条件から、深さを 9 mm ,12mm ,15mm に決定し、その結果、試験施工したランブルストリップの規格は、図 - 5 に示すように、縦断方向の長さが 127mm ,147mm ,163mm となり、苫小牧寒地試験道路の走行車線に各々100m 施工した。また窪みに貯まった水の排水性や凍結性を調査するために、路肩に深さ 12mm のランブルストリップを2箇所設置し、写真 - 6 のように、一つはコンクリートカッターにより導水溝を施工した。導水溝は、幅10mm、深さ12mmとした。路肩に施工したランブルストリップの施工延長も、各々100mとした。従って走行車線に3種類、路肩に2種類の計5種類で500mのランブルストリップを試験施工した。

試験施工時の施工速度は、約 3 m / 分だった。試験施工としては十分であり、施工は1日で終了した。またアスファル



写真 - 6 導水溝を付加した路肩のランブルストリップ

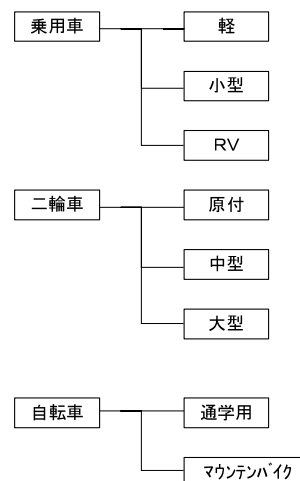


図 - 6 調査対象車両

トの切削屑は、路面清掃車により回収できた。米国では、様々な施工機械がある。多くは今回試験施工した機械に比べ、大型であり、施工速度も早い。

6. 車両ドライバー及び自転車利用者による走行実験

ミルドタイプは、ロードタイプよりも振動で12.6倍、音で3.4倍の効果があると報告されている³⁾が、二輪車や自転車に対しては、マイナスの効果が考えられる。そこで、苫小牧寒地試験道路において試験施工された深さの異なる3種類のランブルストリップに対し、走行特性をアンケート調査により把握することを

表 - 4 アンケートの回答回数の総括表

車種区分 被験者属性	乗用車			バイク			自転車	
	軽	小型	RV	原付	中型	大型	通学用	マウンテンバイク
高齢者 (65才以上)	1	6	1	1		2	1	
一般の男性 (18-59)	3	13	3	2	4	2	2	
一般の女性 (18-59)	1	7	1	1			1	
計	5	26	5	4	4	4	4	

車種区分 被験者属性	乗用車			バイク			自転車	
	軽	小型	RV	原付	中型	大型	通学用	マウンテンバイク
高齢者 (65才以上)	2	12	2	2	1	2	2	
一般の男性 (18-59)	6	26	6	4	6	5	4	
一般の女性 (18-59)	2	14	2	2			2	
子供 (小学生高学年)							10	10
計	10	52	10	8	7	7	18	10

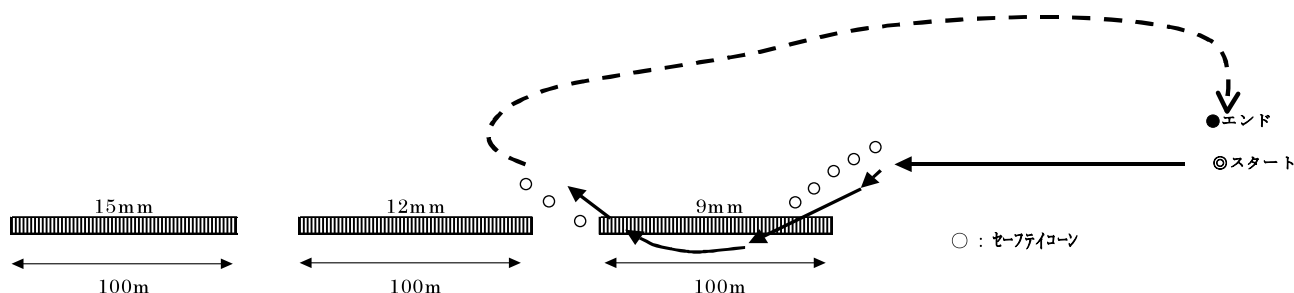


図 - 7 1回目走行実験概要図

試みた。被験者は、高齢者や女性を含み、さらに自転車の子供まで対象とした。表 - 3 は、その内訳である。また調査対象車両は、図 - 6 のように選定した。調査対象車両は、軽自動車や小型乗用車（1500cc 以下）等の他に、2 輪車や自転車を選定した。小さな車両を多く選び、ランブルストリップを踏んだ時の覚醒効果等より、踏んだ時の安全性を確認することに主眼を置いた。

実験を開始するに当たって、より安全性を考慮し、実験を実施する北海道開発土木研究所交通研究室、道路管理者である北海道開発局道路維持課、函館開発建設部、交通管理者である北海道警察交通企画課の各担当者により、乗用車や二輪車、原付を使用した走行会を実施した。これにより二輪車や原付の転倒等の危険性が無いことを確認すると共に、乗用車における効果を各担当者が体験した。

アンケート調査の概要を以下に示す。

6 - 1 実験概要

- ・実験場所：苫小牧寒地試験道路
- ・実験日時：平成13年11月20～27日 9：00～15：00
- ・走行速度：乗用車・二輪車

60～70km/h

原動機付自転車

30～40km/h

自転車

被験者の自由

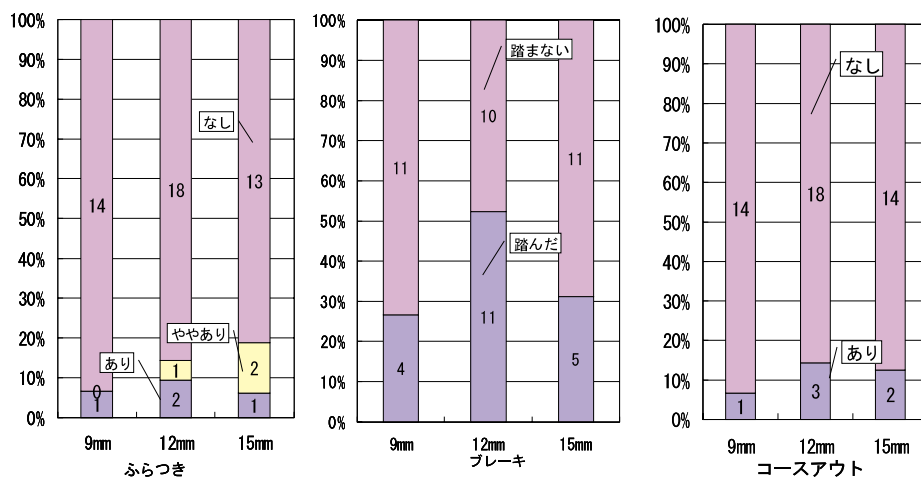
1 回目：図 - 7 は、1 回目の走行実験の要領を示す。被験者は、セーフティコーンに沿って走行する。セーフティコーンは、実験実施者が 9 mm ,12mm ,15mm のいずれかに設置し、その際に被験者は、ランブルストリップに関して、一切知らせない。被験者は、



写真 - 7 1回目走行実験状況

スタート位置に戻り、1 回目用のアンケート調査票の質問事項に回答を記入する。写真 - 7 は、実験時の状況を示す。この実験の狙いは、被験者が初めてランブルストリップに遭遇した時に、ブレーキ、ハンドル操作等の予期せぬ行動やパニック挙動を示すか否かを把握することである。そして1 回目の実験の際には、ビデオカメラにより、これらブレーキ、ハンドル等の操作やふらつき、転倒等の動作を観測した。

2 回目：被験者は、1 回目のアンケートの回答を記入した後、2 回目の走行実験を行う。2 回目は、9 mm ,12mm ,15mm のランブルストリップ上を順番に走行する。その際のハンドル、ブレーキ操作またはランブルストリップ上からの逸脱等は、特に制限を設けない。被験者は、スタート位置に戻り、2 回目用のアンケート調査票の質問事項に回答を記入する。



※グラフ内の数字は、被験者数

図 - 8 1回目走行実験のビデオ観測

3回目：被験者は、回答を記入した後、3回目の走行実験を行う。3回目は、1・2回目と異なる車種に乗り換えて走行する。試験要領は、2回目と同様である。被験者は、苫小牧寒地試験道路の管理棟に行き、3回目用のアンケート調査票の質問事項に回答を記入する。記入後は、実験実施者からランブルストリップの概要について説明を受け、ランブルストリップについての感想、意見等を回答する。

表 - 4は、1回目と2回目・3回目のアンケートを回答した被験者の属性と乗車した車種の集計表である。なお、子供は、自転車のみの走行で、2回目と同様の走行実験を行った。通学用とマウンテンバイクで、1人当たり2回走行した。またアンケートは、実験実施者が分かり易いように口頭で質問し、聞き取りで回答を集計した。

6 - 2 実験結果

図 - 8は、1回目の走行実験をビデオカメラにより、走行挙動を解析した結果である。深さが、どのタイプでも同じような結果となった。はじめて見たランブルストリップに対して、ブレーキをかける被験者がいるものの、ふらつきやコースアウトした被験者の比率は低かった。1回目の走行実験全体を通して、急ブレーキや転倒等の危険な状態は見られなかった。

図 - 9は、2回目と3回目の走行実験をビデオカメラにより、走行挙動を解析した結果である。2回目、3回目になるとブレーキを踏む被験者はいなかった。

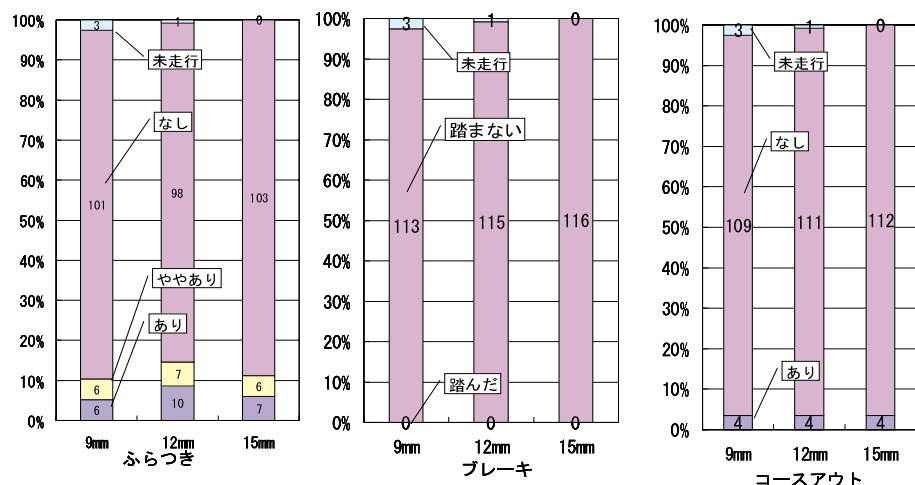


図 - 9 2・3回目走行実験のビデオ観測

※グラフ内の数字は、被験者数

質問事項：危険を感じましたか？

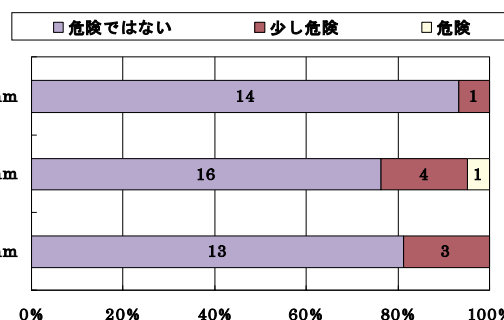


図 - 10 1回目走行実験のアンケート集計 (グラフ内の数字は回答者数)

またふらつきやコースアウトの割合も減少した。ほとんどの被験者は、平坦な舗装路面と変わらない走行をしており、一度ランブルストリップ上の走行を体験して、危険性は無いと判断したと推察される。

図 - 10は、1回目の走行実験のアンケート集計結果である。「危険を感じましたか？」という設問に、ど

質問事項：危険を感じましたか？

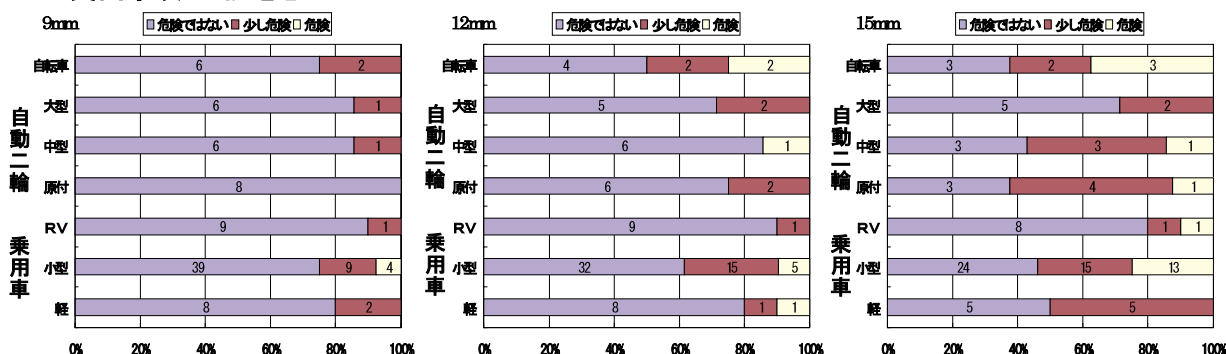
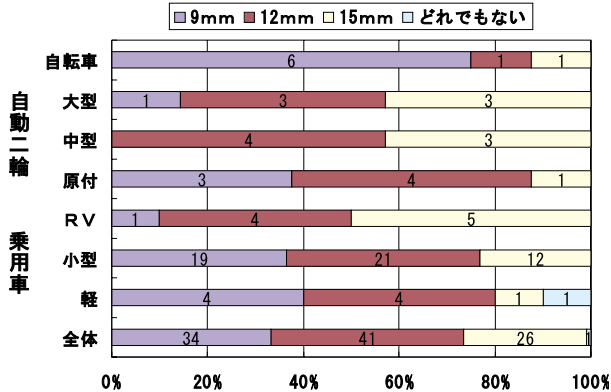


図 - 11 2・3回目走行実験のアンケート集計 (グラフ内の数字は回答者数)

質問事項: 深さは、どの程度が良いですか？



質問事項: 今後設置についてどう思います

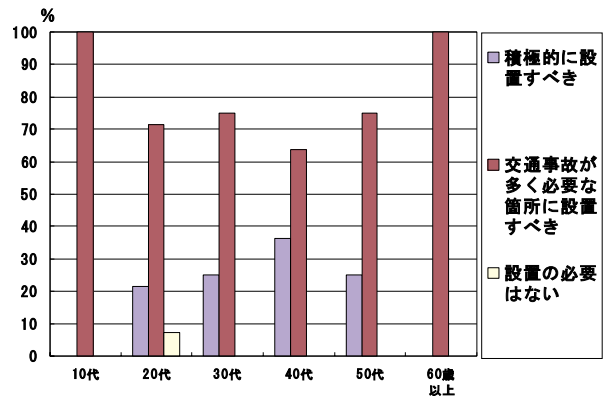


図 - 12 ランブルストリップの説明を受けた後の感想

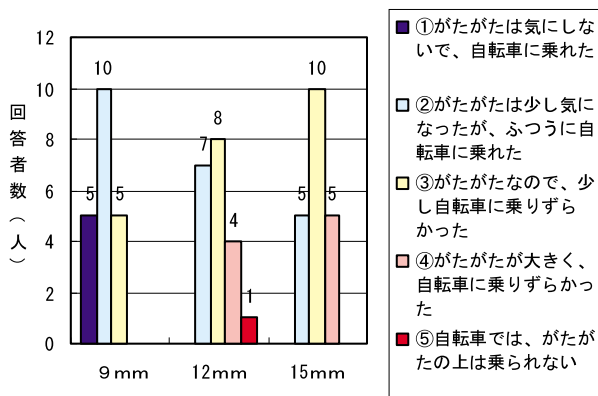


図 - 13 子供のアンケート集計

の深さであっても、大部分の被験者が「危険ではない」と答えている。「危険ではない」と回答した人の割合が最も高かったのが、9mmのタイプで、12mmと15mmのタイプはあまり差がなかった。これらの被験者の意識が、図 - 9に示す2回目・3回目の走行実験の挙動に結びついたと推察される。

図 - 11は、2回目の走行実験を車種別に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。「危険ではない」と回答した人の割合が、半数を上回っている車種は、自動二輪の大型と乗用車のRVだけで、大型の車種に限られる。そして自転車と原付では、「危険ではない」と回答した人が40%以下であり、深さの影響を最も大きく受けている。

これら被験者の走行状況と走行した後の意識は、1回目と2・3回目で異なる結果となった。1回目では、初めてランブルストリップに遭遇し、ブレーキを掛けた人がいたが、どの深さでも「危険」と答えた人はほとんど無かった。しかし2・3回目は、ブレーキ

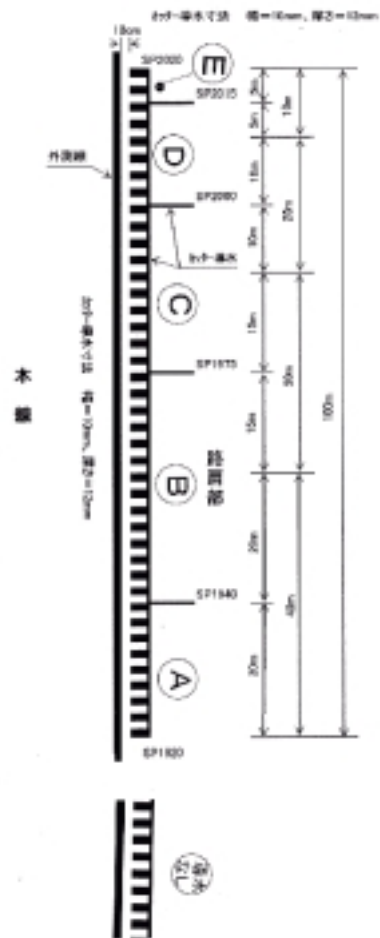


図 - 14 導水溝実験概要図

を掛けた人がほとんど無かったにもかかわらず、12mm、15mmで「危険」と答えた人が増加した。これは9mm、12mm、15mmを全て走行して比べた結果、比較の問題として12mm、15mmは「危険」と回答したものと推察される。

図 - 12は、実験実施者からランブルストリップの概要について説明を受けた後の感想を集計した結果であ

る。「深さはどの程度が良いか」の質問に対しては、全体で12mmと回答した人が最も多かったが、車種の大きさにより偏りが見られた。「今後の設置について」の質問に対しては、20～40代の被験者に「積極的に設置すべき」という回答が見られた。

図 - 13は、子供（小学生高学年）にランブルストリップを走行したときの感想を聞き取り方式で行ったアンケート集計結果である。10名の子供がマウンテンバイクタイプと通学タイプの2種類の自転車を使って、9mm、12mm、15mmのランブルストリップを走行した。走行状況を目視した結果、特に危険性は感じられなかった。むしろ凹凸の走行を楽しんでいるようであった。アンケート集計結果からは、12mm、15mmの時に乗りづらいという回答があった。



導水溝無し 導水溝有り
写真 - 8 降雪翌日の状況（平成14年3月1日）



A区間 E区間
写真 - 9 凍結試験状況（2.5時間後）

7. 凍結性実験

ランブルストリップのミルドタイプは、舗装面を削り、窪みをつけるので、水が溜まって、路面凍結を助長したり、凍結融解を繰り返し、舗装の耐久性に悪影響を及ぼす可能性がある。そこで図 - 14のように路面カッターで排水のための導水溝を施工した。導水溝は、路肩の12mmのタイプに施工し、施工延長は、100mとした。また溝の深さも、12mmとして、幅は10mmとした。溝の設置間隔を変えて、図 - 14のようにA～Eまでの区間を設定した。比較するために導水溝を付けないタイプも100m施工した。

写真 - 8は、降雪があった翌日の状況である。このように導水溝を施工した区間は、排水されていた。しかし導水溝が無い区間も、窪みに満水という状態では無く、このまま凍結した場合でも、実道では何ら支障にならないと思われる。

凍結試験は、散水車を使って路面に水を散水し、その水の凍結状況を観測した。凍結試験を始めた時の気温は、-2℃前後であり、実道の路面温度はこれよりも高いことが多い。しかし、苫小牧寒地試験道路は、路体が盛土で施工され周囲よりも高いので、風が強いことや、実交通もないので、実道の路面温度よりもずっと低く、散水してまもなく凍結した。そのためにほとんどの区間で、導水溝により排水される前に凍結した。写真 - 9は、散水して2.5時間後である。唯一E区間だけが、排水された。A区間は、ランブルストリップの周りも完全に凍結しているが、ランブルストリップの窪みは保たれており、凹凸が見られた。これら

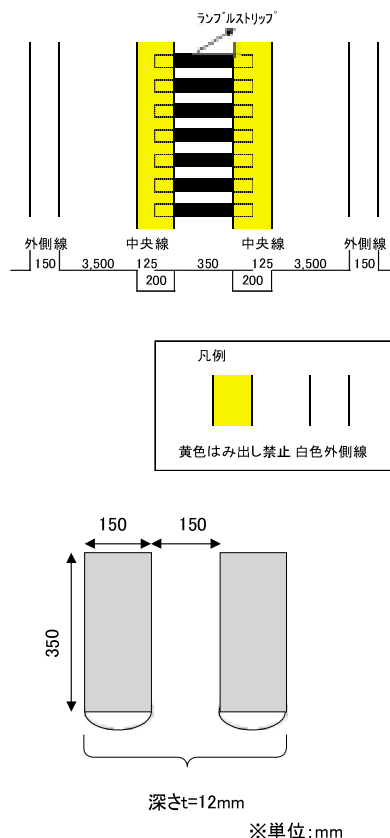


図 - 15 一般国道5号八雲町に設置する規格案

より、走行車線の路面が乾いていれば、ランブルストリップの窪みが凍結で問題になることはなく、路面が全面的に凍結しても、すべりを助長するものではないと推察される。

センターラインにランブルストリップを設置したコロラド州⁵⁾では、窪みに溜まった水は、往復の交通により空気が動くのですぐに乾き、舗装の劣化など心配された問題は発生していないと報告されている。

従ってランブルストリップは、普段タイヤが走行する箇所に設置することは無いので、排水や凍結といったことに関して問題が発生する可能性は低いと推察される。

8．一般国道5号八雲町に設置する規格の提案

苫小牧寒地試験道路で行った走行実験において、初めてランブルストリップに遭遇した被験者が、ブレーキを掛けていたので、センターラインに設置した場合、センターラインを踏むことへの抑止力も期待できると推察される。そこで一般国道5号八雲町の正面衝突事故の対策として、センターラインにランブルストリップを設置することを提案する。またビデオで観測

した結果は、危険な状況が見られなかったが、アンケートでは、9mmに比べ12mm、15mmで「危険」と回答した人が増加した。これは「危険」と言うより「不安」を感じたものと推察される。センターラインに設置するので、自転車によるランブルストリップ上の走行は、ほとんど無いと考えて、深さは、12mmとした。実走行実験において、15mmでも走行上の危険は見られなかったが、アンケートの結果と、初めて国道に設置するので、より安全を考慮した結果である。横断方向の幅は、35cmとした。これより大きいとセンターライン内に収まらず、また小さいと車両に対し、有効な振動を与えられないと考えた。これらの結果、一般国道5号八雲町に設置するランブルストリップの規格は、図-15に示す規格を提案した。

写真-10は、平成14年7月22日に約700mの延長で施工を行った状況である。施工直後のため、黄色はみ出し禁止線が欠けているが、この後に補修する予定である。



写真-10 一般国道5号八雲町 現地施工状況

あとがき

米国において発表された今後の道路計画や事故対策プログラムには、ランブルストリップという単語を多く見ることができる。AASHTO(American Association of State Highway and Transportation Officials : 米運輸交通担当者協会) は、1997年に戦略的幹線道路安全計画⁶⁾を策定した。これは全米の幹線道路における車両に関連した死者数を大幅に削減する包括的計画である。この中では、ドライバーの注意力の維持、路外逸脱の防止、正面衝突の削減における各項目で、ランブルストリップの設置プログラムを推進すると掲げられている。

また FHWA (Federal Highway Administration : 連邦道路管理局) は、2001年11月に発表された National Highway Safety Awards にヴァージニア州の路肩に設置されたランブルストリップとデラウェア州のセンターラインに設置されたランブルストリップのプログラムを選出した。ヴァージニア州のプログラムは、51.5%の路外逸脱事故を減少させ、デラウェア州は、交通量が30%増加したにもかかわらず、90%の正面衝突事故を減少させ、死者数をゼロとした。全部で9つのプログラムが受賞したが、ランブルストリップは、そのうち2つを占めた。このように米国では、ランブルストリップが交通安全対策として非常に有効であることが広く認識されており、また期待も大きいことが伺える。

交通事故死者数がなかなか減少しない北海道にとって、ランブルストリップは、事故対策としての切り札になる可能性を秘めていると考えられる。その理由として、安価な施工費のために長い区間に設置できることが挙げられる。交通事故は、どこで起きるか予測が難しいので、事故対策区間が長いほど事故削減効果が高い。郊外部区間を多く有する北海道の国道に適している。堆雪スペースのため路肩が広い道路構造も有利である。また、特に北海道のような積雪寒冷地域においては、冬期の路面の積雪や吹雪等の視程障害によりマーキングを視認することができなくなる場合にもランブルストリップの振動でマーキング位置、つまりは車線位置の幅が認識できるという効果を有しており、積雪寒冷地域の交通安全の向上にきわめて有用であると言える。

今回の走行実験には、筆者も実際に自転車、原動機付自転車で試験走行を行った。特に感じた点として、深さ15mmでは見た目が違和感を覚えるが、ハンドルも取られず走ることができた。これは溝が箱形ではな

く、半円形に削られているためであると推察される。そして見た目の違和感は、ランブルストリップを踏むことへの抑止力になり、追い越し禁止区間のセンターラインに設置すると、より効果的である。従ってチャッターバーに近い効果もありながら、交通安全上の有利性もある。しかしながらドライバーの過剰反応や自転車の利用者への危険または不快感などの米国において指摘されている問題点もあり、実道に施工する際、特に路肩に設置する場合などは様々な視点から検討する必要がある。今回の走行実験のアンケートでは、深さが9mmの場合ならば「危険」と回答した人がほとんどいなかったもので、路肩に設置する場合は、これに近い値が望ましいと推察される。また今回の走行実験に先立ち、道路管理者や交通管理者である北海道警察交通企画課による試験走行を行った結果、概ね好意的な意見が出ていたが、検討の際には、道路管理者、交通管理者のみならず、道路利用者、特に自転車の利用者等の幅広い分野で意見交換等を行うべきである。そして今後は、一般国道5号に設置後の効果の把握、苫小牧寒地試験道路を使って路肩に設置するための規格の開発、急ハンドル、急制動等の安全性試験等を行い、北海道における最適な規格、設置区間、設置場所等について研究を進める次第である。最後にこの研究を進めるにあたって、多くのアドバイスを頂いた室蘭工業大学の斉藤和夫教授に謝意を表する。

参 考 文 献

- 1) FHWA (Federal Highway Administration) の安全に関する専門的技術のランブルストリップのウェブサイト (<http://safety.fhwa.dot.gov/programs/rumble.htm>)
- 2) 佐藤、田辺、長沼、注意喚起舗装の施工、ハイウェイ技術 No.10 (1998 - 4)
- 3) Michael. S. Griffith, Safety Evaluation of Rolled - In Continuous Shoulder Rumble Strips Installed on Freeways 2000
- 4) Kerry Perrillo, The Effectiveness and Use of Continuous Shoulder Rumble Strips ,1998
- 5) William. Skip. Outcalt, Centerline Rumble Strips, Colorado Department Of Transportation Research Branch 2001
- 6) AASHTO, Strategic Highway Safety Plan ,1998

National Highway Safety Awards は、2年毎に全米の安全に関するプログラムの中から特に優秀なプログ

ラムに与えられる賞である。部門は、安全改良、運用

改良、計画立案・開発・評価の3部門である。



平澤 匡介*

北海道開発土木研究所
道路部
交通研究室
研究員



浅野 基樹**

北海道開発土木研究所
道路部
交通研究室
室長