

38. ランブルストリップス施工機械の開発

(株) NIPPO コーポレーション：○立花 洋平、相田 尚

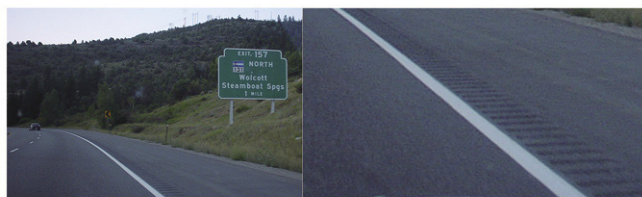
(独) 北海道開発土木研究所：平澤 匡介

1. はじめに

平成 15 年の交通事故による死亡者数は 7,702 人で、昭和 32 年以来、46 年振りに 7 千人台まで減少した。これは、様々な安全対策の取組み、また安全技術の進歩等による結果と考えられる。しかしながら、交通事故件数、負傷者数は再び増加に転じるなど、交通事故の状況は依然として厳しいものである。

北海道の交通事故の特徴は、事故件数に対して死亡事故の割合が高く、特に正面衝突事故による死亡事故が多いことが挙げられる。正面衝突による死亡事故の割合は全国に比べ約 2 倍で、全死亡事故の約 2 割を占める。これは北海道の都市間距離が本州に比べ 2 倍と長く、走行速度も高く、対面の 2 車線道路が多いことによるものである。死亡事故を削減することは、道路政策の最重要課題の一つであり、このような死亡事故を削減する新しい対策手法の開発が期待されている。

米国では、主に路外逸脱事故の防止対策技術として、道路外測線の外側に連続的に溝を設ける「ランブルストリップス」が普及している（写真－1）。



写真－1 コロラド州におけるランブルストリップス

ランブルストリップスは、道路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、さらに車両の振動がハンドルに伝わり運転者に対して、警告を与えることである。したがって、うっかり・ぼんやり・脇見・居眠りといった交通事故に対し有効な対策手法である。

(独) 北海道開発土木研究所では、正面衝突の多発箇所である一般国道 5 号線八雲町の対策として、冬期除雪の妨げにならず、かつ今後の正面衝突事故対策として確立すべく、様々な効果の測定試験や試験施工を実施し、実道に適したランブルストリップスを開発し、実用化を行った。本稿では、ランブルストリップスの概要、施工、機械について報告する。

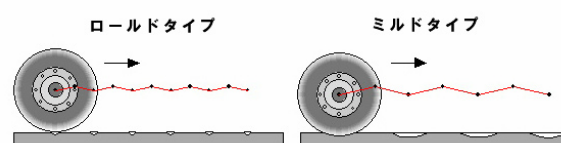
2. ランブルストリップスの概要

ランブルストリップスは、1955 年にコンクリート舗装に型を押し付けて施工した米国ニュージャージー州での適用が最初と云われている。その後、1990 年代から急速に普及し、現在では 34 の州に様々な規格で設置されている。ランブルストリップスは、施工法により、表－1 に示すように切削式、転圧式、成形式、隆起式の 4 種類に分類されている。

表－1 ランブルストリップスの種類

呼び名	切削式	転圧式	成形式	隆起式
	Milled Type	Rolled Type	Formed Type	Raised Type
成型方法	切削機または専用機で路面を切削する	ローラあるいは路面側に型を用意して成型する		凸型のストリップで溶着ラインや鋳など
施工時期	任意	舗設時 (As 舗装)	打設時 (Co 舗装)	任意

現在、そのほとんどは、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な切削式である。切削式は、転圧式よりも振動で 12.6 倍、音で 3.4 倍の効果があると報告されているように、その高い効果が普及の要因と推察される（図－1）。



図－1 ランブルストリップス上を通過した時のタイヤの動き

3. 転圧式（ロールタイプ）ランブルストリップス

わが国においては、1997年北海道縦貫自動車道長万部～虻田洞爺湖区間において、転圧式のランブルストリップスが設置され、現在も何カ所かで設置が行われている。

転圧式のランブルストリップスでは、舗設時に同時に行わなければならない、その方法は次の2つがある。

- ①マカダムローラの鉄輪に突起物を取り付け、フィニッシャーで敷均し後所定の路面温度で転圧する。
- ②鉄筋を人力で並べ、所定の路面温度で鉄筋上を転圧する（写真-2、3）。



写真-2 丸鋼の配置状況



写真-3 ローラ転圧状況

転圧式ランブルストリップスの特長は、以下のとおりである。

- 1) 長所
 - ・施工が容易
 - ・様々な形状（ピッチ）に変えられる
- 2) 短所
 - ・舗設時に限定される
 - ・出来形が諸条件に影響を受ける（路面温度、転圧回数等）

数等）

- ・人力で並べる場合、人員数、労力が掛かる
- ・転圧回数により、舗装体密度に差が生じる

上記問題点を踏まえ、(独)北海道開発土木研究所では、現在供用中の国道にランブルストリップスを設置することを目標に、切削式ランブルストリップスの導入を検討した。

4. 切削型（ミルドタイプ）ランブルストリップス

4-1. 規格の検討

ランブルストリップスを一般国道の中央線上に設置し、正面衝突事故対策に活用する目的でスタートし、重大事故発生現場の国道において供用試験を計画した。当該路線の中央線は15cmの黄色線が2条に引かれており、その外幅は50cmであった。したがって、50cm幅の内側に納めるよう、切削幅は35cmとした。

深さの規格は、米国の報告書を基に12mm前後が適していると想定し、9mm、12mm、15mmの3種類について比較検討することとした。

(1) 苫小牧寒地試験道路における試験施工

平成13年11月、苫小牧寒地試験道路に前述した異なる深さの3種類のランブルストリップスを設置した。さらに、平成14年12月には路肩部への設置を念頭に自転車に対して不快感を与えないことを目標とする寸法のものも設置した。

ここでは、実際に自動車、大型車、オートバイ、自転車による走行実験、および、降雪時、凍結時の状況調査を行った。また、数回にわたり一般道路利用者による実走行試験を行い、アンケート調査を実施した(写真-4)。その結果から、実路における設置規格を決定した。



写真-4 一般道路利用者の走行状況

(2) センターライン上への規格(センターランブル)

3種類の深さでは、深くなるにしたがって「危険ではない」と答えた人の割合が少なくなってきた。15mmについては「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。また、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、転倒といった危険な状況は見られなかった。

以上の結果から、実路への設置規格は深さ 12mm を標準と決定した。

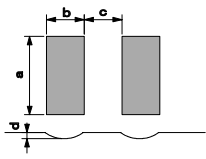
(3) 路肩側への規格(ショルダーランブル)

センターランブル上を自転車で走行した際、その振動により不快に感じる場合がある。そこで、タイヤがランブルストリップスの底部に入り込まない程度の寸法で、且つ自動車に対しても警告効果がある規格を検討した。

切削縦幅はセンターランブルが 150mm であるのに対し、80mm と細くし、試験的に切削間隔を 115mm と 150mm の2種類を比較する試験を行った。その結果、切削間隔 150mm のものが最も効果的と判断し、平成 16 年 7 月から試験的に実路への設置を開始した。

センターランブルおよびショルダーランブルの設置規格を表-2 に記す。

表-2 センターとショルダーの設置規格

[単位:mm]			
	センター	ショルダー	
切削横幅:a	350	350	
切削縦幅:b	130~150	80	
切削間隔:c	170~150	150	
深さ:d	9~12	9	

4-2. 施工機械の開発

前述したように、現在米国ではほとんどが切削型のランブルストリップスとなっており、その施工機械も様々である。しかし、ほとんどが広い国土にふさわしく、大型高出力の専用機である。わが国の道路事情を考慮した場合、信号が多く、道路幅員等から規制方法まで考えると小回りが効き、片側交互通行による交通規制時に危険でないコンパクトなものが望まれた。切削溝を連続的に形成するためには、様々な方法が考えられたが、機械を定位置で停止し、その都度切削する

のでは極端に施工効率が悪い。連続的に施工するためには、どのような方法が適しているかを、以下の4案について検討した。

- a) 異径車輪による連続切削
- b) CPU による任意位置自動切削
- c) センサーロープの波形配置による自動切削
- d) 波形型枠による自動切削

これらを、施工性、経済性の観点から検討を重ねた結果、異径車輪による連続切削が最適と判断し、実機へ対応した。図-2 に示すとおり、既存の切削機の案内輪を異径車輪に改造し、走行することによって切削ドラムが上下する方法を採った。

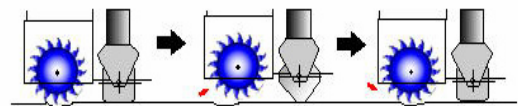


図-2 異径車輪による連続切削概念

(1) センターランブル対応型

案内輪を通常の円形ホイールに変えることにより、通常の小型切削機としても使用でき、開発費の削減が可能となる。主要諸元を表-3 に、全景を写真-5 に示す。

表-3 センター対応型機の主要諸元

本体製造元	Wirtgen社(独)
型式	W350
走行方式	3輪ホイール(1輪に異径車輪装着)
本体寸法	L=2.79m, W=1.15m, H=1.87m
車両重量	4.10t
出力	32kw
専用切削ドラム	W=350mm, φ=460mm
ビット本数	118本



写真-5 センター対応型機全景

(2) ショルダーランブル対応型

ショルダーランブルに対応するために、留意すべき点は次のとおりであった。

- 外側線側に設置するため、カッタドラムは進行方向の左側にあることが望ましい
- 車道部に対して片勾配になっていることも考えられ、カッタ部が横断方向への傾きに追従できる
- 路肩部は車道部に比べ、経済的な施工断面になっていることもあり、荷重負荷を少なくする。

以上を目標とし、ショルダー対応型機の開発に取り組んだ。図-3 は、勾配に対応した切削方法の概念である。開発機の諸元を表-4、全景を写真-6 に示す。

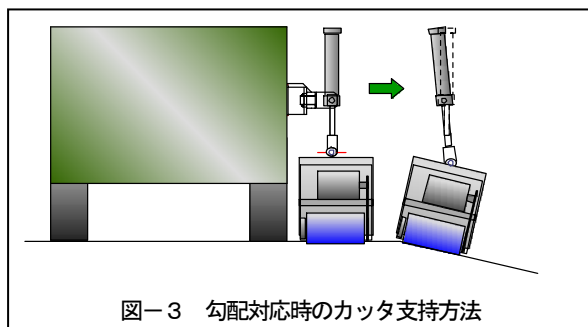


図-3 勾配対応時のカッタ支持方法

深さのコントロールは、カッタドラムの位置での調整

表-4 ショルダー対応型機主要諸元

本体製造元	(株)NIPPOコーポレーション
型式	RSH35001
走行方式	4輪ホイール(異径車輪を2輪装着)
本体寸法	L=3.19m, W=2.04m, H=2.58m
車両重量	6.50t
出力	88kw
専用切削ドラム	W=350mm, ϕ =180mm
ビット本数	40本



写真-6 ショルダー対応機全景

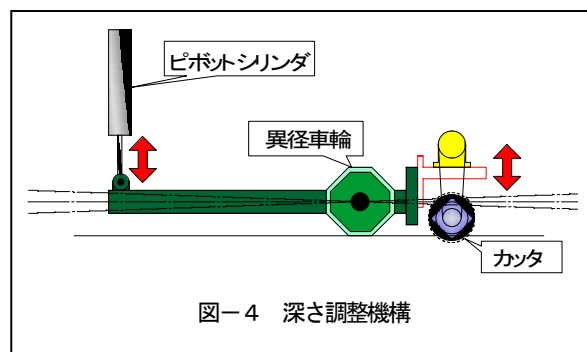


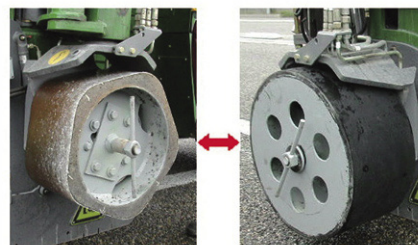
図-4 深さ調整機構

と、路面起伏の変化に対応できるようピボットシリンダによる調整の2段階で行えるようにした(図-4)。

(3) 高性能型ランブルストリップス切削機

高規格道路等では、さらに施工効率を向上させ1日あたりの施工量を増やすことが、ランブルストリップスの普及促進に繋がると考え、高出力型のランブルストリップス切削機を開発した。

異径車輪はウレタンゴム製の5角形とし、回送時には円型ホイールアタッチメントにより高速で移動できる(写真-7)。



施工時

回送時

写真-7 異径車輪と回送時用アタッチメント

施工時は、出来形を見ながらシリンダ高さを調整できるようにリモートコントロール切り換え式とした。

表-5 高性能型機の主要諸元

本体製造元	(株)NIPPOコーポレーション
型式	RSW50001
走行方式	4輪ホイール(1輪に異径車輪装着)
本体寸法	L=3.35m, W=1.65m, H=3.55m
車両重量	6.2t
出力	60kw
専用切削ドラム	W=350mm, ϕ =460mm
ビット本数	118本

施工速度は、状況によるが3~7m/minである。高

性能型ランブルストリップス切削機の主要諸元を表－5、全景写真を写真－8 に示す。



写真－8 高性能型の全景

5. 実路での施工

(1) センターランブル

平成 14 年 7 月、一般国道 5 号八雲町に試験的に約 700m 設置した。当該区間は、平成 8 年から平成 12 年までの 5 年間に交通事故死者数が 14 人に上っており、そのうち 10 人が正面衝突事故によるものだった。

施工編成は、規制→位置出し→切削→清掃という流れであるが、必要に応じ散水車で清掃を行う。施工速



写真－9 センター施工状況



写真－10 供用状況

度はおよそ 3m/min であり、出来形も良好であった。

八雲町での結果を踏まえ、交通事故多発箇所を中心に設置を続け、現在までの設置実績は約 110km である。施工状況を写真－9 に、供用状況を写真－10 に示す。

(2) ショルダーランブル

平成 16 年 7 月、一般国道 238 号稚内において、試験的に約 7,000m 設置した。当該路線では一部区間の路肩が車道部に比べ低くなっていたり、勾配がある部分もあったが、専用切削機によりほぼ追従して切削できた。

さらに、操作性について改良を重ね、平成 16 年 10 月現在まで、約 22km 設置済みである。

写真－11 に施工状況を、写真－12 に設置完了状況を示す。



写真－11 ショルダー施工状況



写真－12 設置完了状況

(3) 高機能舗装での施工

排水機能を有する高機能舗装では、通常のブラシ式スイーパーによる切削廃材の清掃作業を行った場合、路

面の空隙に粉分を擦りつける結果となる。舗装路面全体の面積からすると、極々小面積であり影響はほとんど無いと考えられるが、対処策として①吸引式スイーパーによる清掃、②汚泥吸排車（バキューム）による清掃を実施した。吸引式スイーパーは高速で作業ができるが、吸引口が車体の内側にあるので、規制条件や中分側に障害物がある場合には適さない。汚泥吸排車を使用する場合、ホース先端に専用ノズルを装着し、廃材を掃除機のように吸い取る方法で行う。写真－13 に、高機能舗装での施工状況を示す。



写真－13 高機能舗装面の清掃状況

6. ランブルストリップスの効果

ランブルストリップスの設置を開始し、約2年が経過した。その間、各道路管理者による様々な角度からの評価が行われ、好評を得ている。最初に施工した一般国道5号八雲町では、ビデオカメラによる走行速度、通過位置の調査、ランブルストリップスを踏んだ車の挙動について調査した。さらに、冬期の実路での状況等についても走行調査した。その結果、次のような具体的な効果が現れた。

- ①ランブルストリップス設置区間では、車両がやや路外側を走行する。（正面衝突事故抑制効果）
- ②ランブルストリップスを踏んだことによる危険な挙動はない。
- ③ランブルストリップスを踏んだことによって、危険を回避した車が記録された。
- ④冬期間においては、除雪した後では積雪下でも振動によって中央線位置を把握できる。

また、昨年度末までの正面衝突事故件数は、設置前

の2年間に對し、38.7%減少した。

7. 今後の課題

これまで、現場状況、規格の違いにより、3機種の施工機械が開発されたが、さらに施工の合理化を図るために、次の2点を課題とした。

- ①高機能舗装施工時の清掃作業の合理化（高速化）
- ②路面の不陸あるいは勾配変化でも出来形を確保できる自動制御方法

8. おわりに

平成16年10月現在、北海道を中心に総延長約150kmの切削型ランブルストリップスが設置された。その間、道路管理者・施工業者が一体となり、設置規格・施工法・施工機械の開発に取り組み、一定の成果を挙げることができたものと考ええる。

国土交通省北海道開発局では、平成16年度道路事業の交通安全施策の一つとしてランブルストリップスの設置を挙げており、年間100kmの施工を予定している。さらに国土交通省の地方整備局やJHにおいても採用され始めてきており、さらなる施工の合理化を検討していく所存である。

正面衝突事故の痛ましいニュースは、今年も多く報道されている。ランブルストリップスによって事故を完全に無くすることはできないが、1件でも多く未然に事故を防ぐことができることを期待する。

最後に、当初からアドバイスを頂いた室蘭工業大学の斉藤和夫教授、また協力頂いた北海道警察はじめ多くの関係者の皆様に感謝の意を表します。

〔参考文献〕

- 1) Michael.S.Griffith,Safety Evaluation of Rolled-in Continuous Shoulder Rumble strips Installed on freeways, 2000
- 2) 平澤ほか：北海道におけるランブルストリップスの開発について、北海道開発土木研究所月報，p.7～20（2002.6）
- 3) 平澤、浅野、相田：正面衝突事故対策としてのランブルストリップスの開発，月刊道路建設，p.34～40(2004.4)
- 4) 平澤、浅野、相田、斉藤：一般道路におけるランブルストリップスの導入，月刊舗装，p.17～22（2004.10）