

除雪機械タイヤチェーンの改良効果について

田村 正樹¹・佐藤 正樹¹

¹東北地方整備局 酒田河川国道事務所 月山国道維持出張所

(〒997-0331 山形県鶴岡市板井川字宮ノ下325-1)

本件は、日本でも有数の豪雪地帯を通過する山岳道路、国道112号月山道路の冬季除雪作業における、安全性向上・作業環境改善・コスト縮減について、除雪機械オペレータの声をもとに発注者・請負者・タイヤチェーンメーカーが協力、湯殿山工区を試験フィールドとして、試行・改良を重ね開発した、除雪機械(グレーダ)タイヤチェーンの改良効果について報告するものである。

キーワード 冬季除雪, 除雪機械, タイヤチェーン

1. はじめに

月山国道維持出張所が管理する国道112号は、庄内と内陸地方を結ぶ物流の大動脈として、また、自動車専用道路を含み山形自動車道と一部重複利用されるなど、庄内地域はもとより、東北地方にとって大きな役割を担っている。(図-1)

一方で日本でも有数の豪雪地帯を通過する山岳道路であり、1年の半分以上が積雪期間、平均累加降雪量が約20m(湯殿山工区)という非常に条件の厳しい道路となっている。そのため、除雪作業においては、ベテランオペレータでも解決出来ない車体の横滑り、振動など、安全性・作業環境他、多くの課題を抱えている。



【グレーダ除雪状況】

2. 除雪作業の現状と課題(オペレータの声)

(1) 安全性

a) 車体の横滑りによる通行車両への危険性

路面整正作業(従来チェーン)時、特に登り勾配で車体後部がセンターラインを超えるほどの横滑りが発生し、通行車両と接触する危険がある。

b) 作業環境

- ・運転席に伝わる振動が大きい。
- ・チェーン重量が重く、交換は苦渋作業。
- ・チェーンの接続には工具が必要など(着雪により、補修、交換が難作業)
- ・チェーンの緩みが耐久性・グリップ力低下の要因となっていた。

c) コスト・耐久性

これまでのチェーンは、スタンダード型に比べ、亀甲型のグリップ力は高いがコストは割高(耐久性が同等)であるため、当該工区では満足できるチェーンがない。

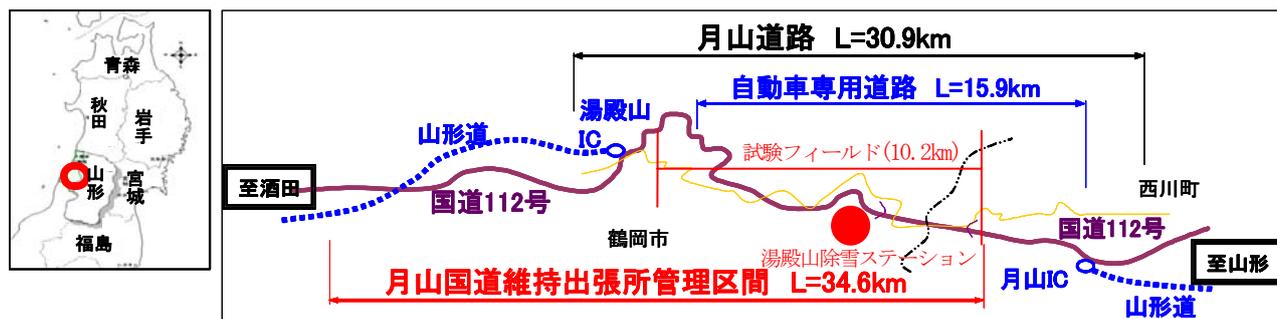


図-1 月山道路の概要

3. 湯殿山亀甲チェーンの開発

除雪機械オペレータの声をもとに、実際の除雪作業を通じて、以下の試行・改良を行った。

(1) 配列パターンの開発(横滑り防止・振動抑制、耐久性向上)

作業時登り勾配での車体の横滑り防止し、かつ走行時に発生する車体の振動を抑制、耐久性の向上を図るため、チェーンの材質・線径・配列パターンについて、

試行・改良(表-1)を重ねた。

その結果、6角形格子の亀甲配列パターンをタイヤ幅方向で1.5段、千鳥配置にすることで、チェーンが均一に路面に接地、グリップ性能が向上し、振動も抑制された。また、合金鋼の採用により、線径を細くし、軽量化を図った。

(2) 耐久性

合金鋼の採用やOリングの採用効果により、普通鋼を採用したチェーンに比べ稼働距離で2倍となった(表-2)。

表-1 材質・線径・配列パターンの試行・改良

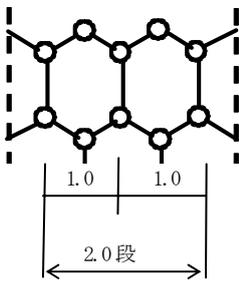
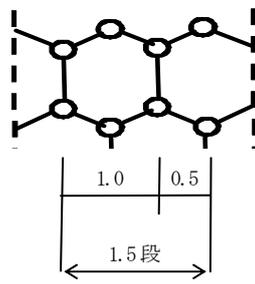
| | No1 | No2 | No3【採用】 |
|--------------------|---|--|--|
| 区 分 | スタンダード型 (Oリング・段数増) | 亀甲M型 | 亀甲P型 (湯殿山亀甲チェーン) |
| 材 質 | 普通鋼 | 合金鋼 | 合金鋼 |
| 線 径 | 10×13 | 9×10 | 7×10 |
| グリップ力 | 低(横滑り有り) | 向上(横滑り抑制) | ← |
| 振 動 | 大 | 低減 | ← |
| 重 量 | 67kg/本 | 増(75kg/本) | 軽量化(59kg/本) |
| イメージ図 進行方向 ↓ |  |  |  |
| 特 徴 | <ul style="list-style-type: none"> ・Oリング付加 ・ラダー数増 ・比較的性能向上するもグリップ力・振動・耐久性・重量で満足できる結果ではない | <ul style="list-style-type: none"> ・亀甲パターン2段並列配置 ・線径変更 ・性能向上するも重量増となる | <ul style="list-style-type: none"> ・亀甲パターン1.5段千鳥配置 ・線径変更 ・性能U型同等 ・軽量化 ・Oリング付加 |

表-2 耐久性比較

| | 区 分 | 平均稼働距離 | 備 考 |
|-----------|------------|-----------|-------------|
| 従来チェーン | 普通鋼 | 約 500km | 湯殿山工区グレーダ実績 |
| 湯殿山亀甲チェーン | 合金鋼 + Oリング | 約 1,000km | 湯殿山工区グレーダ実績 |

(3) タイヤチェーン細部の特徴(工夫)

a) リング型スパイク取付(グリップ力・耐久性の向上)

グリップ力・耐摩耗性を向上させるため、リング形状のスパイク(写真-1)を付けた。

リングがチェーン本体に先駆け路面に接地するため、耐久性向上につながっている。

b) 接続方法の改良(チェーン脱着時作業性の向上)

当初のピン式は磨耗が早く耐久性に劣るため、ボルト式としたが、取付けに工具を必要とした。着雪時等チェーンの脱着を更に容易にするために、工具不要の「知恵の輪」方式を採用した(写真-2)。

c) テンションリング改良(作業性の向上、チェーンの信頼性向上)

テンションリングにチェーンを採用することで、チェーンの駒がリングに引っかかり、チェーン交換時の締め付け力を保持し、緩みによるチェーン本体・車体へのダメージ、グリップ力低下を改善した(写真-3)。

(4) コスト縮減

従来の亀甲型チェーンと比較すると購入費は約1.5倍となるが、耐久性が約2倍に向上したことで、当該工区除雪グレーダのチェーン費用として約25%のコスト縮減が図られた。

※ コスト比較

(従来チェーン単価を1.0、従来チェーンの使用本数をH18実績の2倍とした場合)

湯殿山工区グレーダ 1シーズンあたりのチェーン費用

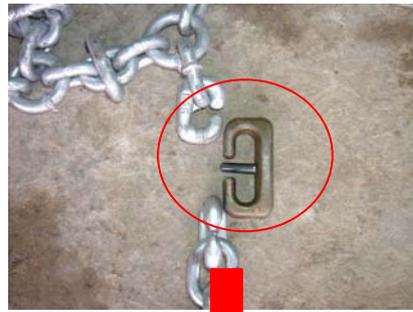
a) 従来品：1.0×56本(H18実績×2)=56

b) 開発品：1.5×28本(H18実績) =42

(▼14)

c) 縮減率：②14/①56=25%

(今回開発したチェーンの単価は材料価格・取引状況等で異なる。)



【従来】ピン式
(耐久性劣る)



【従来】ボルト式
(工具必要)



【採用】
"知恵の輪"式

写真-2 接続方法の改良



写真-1 リング型スパイク



【従来】
例：ゴムバンド
(ゆるみ等発生)



【採用】
チェーン
(締め付け力向上)

写真-3 テンションリングの改良

4. 湯殿山亀甲チェーンの導入効果(まとめ)

(1) 安全性・作業環境・耐久性

| | 従来チェーン | | 開発チェーン | | |
|--------|---|------------------|---|---|---------------------------|
| | S型チェーン (0リング付) | 湯殿山亀甲チェーン | 導入効果 | 備考 (関連する改良点) | |
| 安全性 | — | 向上 | <ul style="list-style-type: none"> ・安全安心な作業可能 ・安定した除雪レベルの提供(サビレベル向上) ・一般車両への接触事故リスク低減。 | <ul style="list-style-type: none"> ・配列パターン改良 ・リング型スパイク | |
| | 横滑り | 有 | | | 抑制 |
| | 振動 | 大 | | | 低減 |
| 作業環境 | — | 向上 | <ul style="list-style-type: none"> ・軽量化による省力化(軽量化12%) ・着雪時も脱着容易 | <ul style="list-style-type: none"> ・合金鋼による軽量化 ・知恵の輪式採用 ・樹脂リングの改良 | |
| | 省力化作業性 | 3人/台 (67kg/本) | | | 2人/台 (59kg/本) |
| | 交換回数 | 1 | 0.5 | ・交換回数2分の1 | H18実績=28回(輪)→従来だったら56回(輪) |
| 耐久性 | — | 向上 | <ul style="list-style-type: none"> ・耐久性が約2倍へ向上 | <ul style="list-style-type: none"> ・合金鋼 ・リング型スパイク | |
| | 耐久性 | 500km | | | 1,000km |
| コスト | — | 縮減 | <ul style="list-style-type: none"> ・耐久性が2倍に向上しトータルコストで25%縮減(従来亀甲チェーンに対して) | | |
| | トータルコスト | 1.0 | | | 0.75 |
| イメージ画像 |  | | | | |

5. おわりに～今後の展望～

今回報告したタイヤチェーンの開発は、現場の声・発想が実を結び、現場の課題を解消、コスト縮減を果たした好事例となった。

現在、メーカーでは、本タイヤチェーンを製品化、市販しており、また、現場のニーズに応じた仕様に変更、価格も考慮して提供可能とのことである。このようにタイヤチェーンは、材質・線径・配列パターンな

ど組合せを最適化することで、費用対効果も含め、現場のニーズに合った仕様のできるものとする。

以上をふまえ、本タイヤチェーンの普及、ひいては現場のニーズにあったタイヤチェーンの改良・導入により、コストにも配慮しつつ、冬季の安全な道路確保を図っていくことが道路利用者の満足度向上にもつながっていくと考える。