

# スタック車両発生時の 簡易チェーン等の有効性の検討

大廣 智則<sup>1</sup>・二ノ宮 秀彦<sup>2</sup>・齊田 光<sup>3</sup>・奥村 航太<sup>4</sup>・伊東 靖彦<sup>5</sup>

<sup>1</sup> 正会員 国立研究開発法人土木研究所寒地土木研究所（〒062-8602 札幌市豊平区平岸 1 条 3 丁目 1-34）  
E-mail: oohiro-t@ceri.go.jp

<sup>2</sup> 非会員 北海道開発局 網走開発建設部（〒093-8544 網走市新町 2 丁目 6-1）  
E-mail: ninomiya-h22aa@mlit.go.jp

<sup>3</sup> 正会員 国立研究開発法人土木研究所寒地土木研究所（〒062-8602 札幌市豊平区平岸 1 条 3 丁目 1-34）  
E-mail: saida-a@ceri.go.jp

<sup>4</sup> 正会員 国立研究開発法人土木研究所寒地土木研究所（〒062-8602 札幌市豊平区平岸 1 条 3 丁目 1-34）  
E-mail: okumura-k@ceri.go.jp

<sup>5</sup> 正会員 国立研究開発法人土木研究所寒地土木研究所（〒062-8602 札幌市豊平区平岸 1 条 3 丁目 1-34）  
E-mail: yasu-ito@ceri.go.jp

近年、スタック等が契機となり集中的な大雪により大規模な車両滞留が発生し、当該地域の生活や経済活動に多大な影響が多数生じている。このような車両滞留を発生させないためには、スタック車両を未然に防ぐこともさることながら、スタック車両を速やかに脱出させることが重要である。本研究では、これまでスタックの発生が多く報告されている 2t ダンプと 11t トラックをターゲットとして緊急脱出用チェーンと金属チェーンを用いてスタック脱出を試みた。2t ダンプはスタック深さが深いと緊急脱出用チェーンでは脱出できないため、浅い場合は緊急脱出用チェーン、深い場合は金属チェーンを用いた方が良いことを明らかにした。また、11t トラックは、緊急脱出用チェーンでは脱出時間が長くなるため、金属チェーンを用いた方が良いことも明らかにした。

**Key Words:** car stuck, tire chain, simple tire chain

## 1. はじめに

近年、極端気象がもたらす大雪の影響により、大規模な車両滞留が発生し、道路交通に支障をきたす事例が多数発生している<sup>1)</sup>。平成 30 年 2 月 4 日からの北陸地方を中心とした大雪では、豪雪地帯に指定されている福井市の国道 8 号福井・石川県境付近において、最大約 1,500 台の車両の滞留が発生し、その通行再開に 3 日間を要し、当該地域の生活や経済活動に多大な影響を与えた<sup>2)</sup>。一方、非豪雪地帯である東京都心では、平成 30 年 1 月 22 日から積雪が 20cm を上回る大雪となり、首都高速道路では、大規模な車両滞留が発生するとともに、その約 7 割が通行止めとなり通行再開に最大 4 日間を要した<sup>3)</sup>。このように、車両の滞留が発生していた地域に加えて、これまで車両の滞留が発生していなかった地域においても、大雪に伴う大規模な車両滞留の問題がクローズアップされるようになってきた。

国土交通省<sup>4)</sup>によれば、大規模な車両滞留は、チェーン未装着の大型車あるいはトレーラーのスタック等を契機に発生している。国土交通省<sup>5)</sup>は、冬タイヤの摩耗がスリップやスタック発生の一要因と考え、トラック・バス運送事業者の整備管理者が、雪道を走行する自動車のタイヤについて、溝の深さがタイヤ製作者の推奨する使用限度よりもすり減っていないことを確認しなければならないことを明確化した。安全で円滑な交通の確保や車両の立ち往生等の防止を図るため、道路管理者や交通管理者は大雪時には降雪状況や地域特性に応じて、道路利用者に対し冬タイヤやチェーン装着の確認を徹底すべきとの提言がなされている<sup>6)</sup>。

これまで、立ち往生の発生傾向と現在行われている予防的対策の内容について高橋ら<sup>7)</sup>の報告がある。また、スタック車両発生の発端と考えられる窪みや凹凸のある圧雪路面での形成メカニズムについては藤本ら<sup>8)</sup>の報告

がある。しかしながら、これらの研究は、スタック車両を速やかに脱出させるための手段の検討はなされていない。

本研究では、これまでスタックの発生が多く報告されている 2t ダンプと 11t トラックをターゲットとして実験を行った。予めぬかるんだ路面を作製し、摩耗した冬タイヤ（以降、スタッドレスタイヤ）を装着して車両を走行させてスタックを再現した。そこで、事前に検討したスタック脱出道具（以降、簡易チェーン等）である緊急脱出用チェーンと金属チェーンを用いてスタック脱出を試み、総脱出時間から簡易チェーン等のスタック早期脱出効果について明らかにした。また、簡易チェーンの装着、脱出や取外しにかかる時間等から、車両毎に簡易チェーン等の活用について検討を行った。

## 2. 実験方法

### (1) 実験場所

実験は令和4年4月18日の10時から12時に実施した。当日の天候は晴れ、実験時の外気温は 3.9~7.2°Cである。実験場所は、図-1 (a) に示すように北海道の東部に位置する一般国道 334 号知床横断道路の知床峠で行った。

令和2年12月から令和3年1月の立ち往生について、国土交通省道路局が MOTAS 情報から抽出・分析を行っている<sup>4)</sup>。当該データによると立ち往生が発生した際の道路縦断勾配に着目した結果、4.4%が最頻値であった。



図-1 実験場所

また、90%タイル値は 4.7%である。本実験では、これらのデータを基に、知床峠のなかで縦断勾配が約 5%となる箇所を抽出した。その結果、KP18.5 付近の縦断勾配が約 5%であったため、KP18.38 から KP18.58 の 200m を実験区間とした（図-1 (b)）。この区間の縦断勾配は 5.4~5.0%である。

### (2) 実験に使用した車両

国土交通省道路局<sup>9)</sup>では、立ち往生が発生しやすい車両として、一軸駆動車、連結車、空荷状態、年式の古い車両であると広報している。本実験では、この情報を参考に、平成 27 年登録で空荷状態の 2t ダンプと、令和 3 年登録で空荷状態の 2 軸駆動車である 11t トラックとした。総脱出時間から簡易チェーンのスタック早期脱出効果を検討するため、11t トラックはスタックから脱出しやすい 2 軸駆動車とした。

本実験で用いた実験車両の駆動方式、チェーン装着車輪および輪荷重を図-2 に示す。駆動方式は、2t ダンプは図-2 (a) に示すように 2 軸（前輪 1 軸、後輪 1 軸）で駆動輪は後輪（ダブルタイヤ）である。簡易チェーンは、後輪の外側タイヤに装着した。11t トラックは図-2 (b) に示すように 4 軸（前輪 2 軸、後輪 2 軸）で駆動輪は後輪 2 軸であり、主駆動輪は後輪 1 軸目（ダブルタイヤ）である。チェーンは、後輪 1 軸目の外側タイヤに装着した。なお、後輪 2 軸目にはデフロク機能があり、簡易チェーンのみで脱出ができなかった場合に使用した。各軸の輪荷重は左右輪の平均値であり、2t ダンプの前輪 1 軸目が 1,480kg、後輪 1 軸目が 1,220kg である。また、11t トラックの前輪 1 軸目が 3,830kg、前輪 2 軸目が 3,640kg、後輪 1 軸目が 3,000kg、後輪 2 軸目が 2,930kg である。

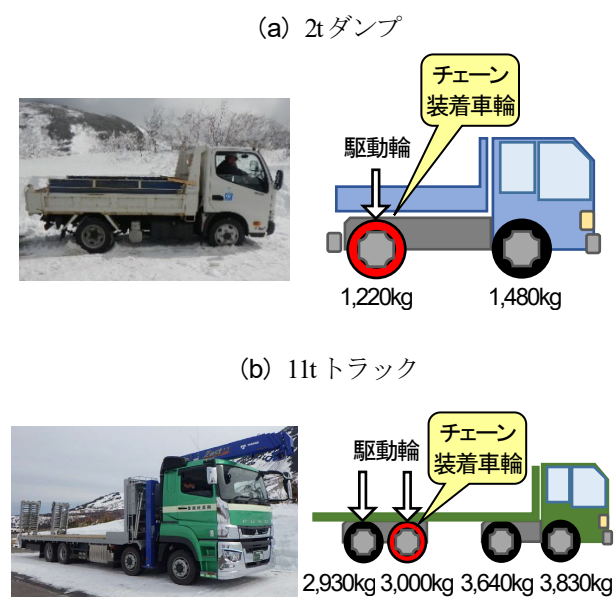


図-2 実験車両の駆動方式、チェーン装着車輪、輪荷重

### (3) 実験に使用したスタッドレスタイヤ

一般的に使用されている新品のスタッドレスタイヤの溝深さは、小型トラックでは約 12mm、大型トラックでは約 16mm である。スタッドレスタイヤで積雪・凍結道路を走行する場合、溝深さが新品時の 50%以上あることが必要である<sup>3)</sup>。

実験に使用した 11t トラックのスタッドレスタイヤは、スタックを発生させるため、摩耗したスタッドレスタイヤとした。スタッドレスタイヤの溝深さはチェーンを装着するタイヤに対し、正面（回転方法）は図-3 (a) に示すように外側・中央・内側の 3 点、側面は図-3 (b) に示すように直行に交わる 4 点、計 12 点を左右輪ともに測定し平均値を求めた。

### (4) 実験路（圧雪路面）の製作

スタックを再現した実験を行うための実験路（圧雪路面）の製作は、図-1 (b) に示すように実験車両毎に延長 50m、幅 4m とした。2t ダンプ区間と 11t トラック区間の間隔は 50m、両サイドに助走・惰走区間を 25m 設けた。

実験路（圧雪路面）の製作は、実験当日の早朝に行った。図-4 (a) に示すように、まず、路外の雪をバックホウで掘削して道路に敷き均し、バックホウのゴムクローラーで踏み固めた。その後、ホイールローダーのタイヤで転圧した（図-4 (b)）。実験路（圧雪路面）の製作状況を図-4 (c) に示す。

### (5) 簡易チェーン（スタック脱出道具）

実験に使用した簡易チェーンは、図-5 (a) に示す緊急脱出用チェーンと図-5 (b) に示す金属チェーンとした。緊急脱出用チェーンは、メーカーの仕様を採用し、2t ダンプは 1 輪当たり 1 個、11t トラックは、1 輪当たり 2 個取付けた。緊急脱出用チェーンを選定したのは、スタックした際、ジャッキアップ不要で、取付けが容易なため、最も簡便なスタック脱出道具と考えたからである。また金属チェーンを選定したのは、大型車両のスタック脱出道具として最も一般的に用いられているからである。緊急脱出用チェーンの取付けは、緊急脱出用チェーンをタイヤの外側に被せ、固定用のチェーンをホイー

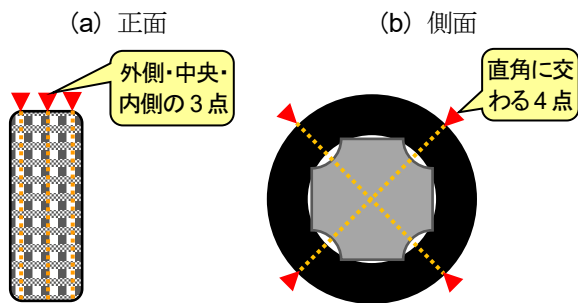


図-3 冬タイヤの溝深さ測定位置

(a) 路肩の雪の掘削



(b) 道路への敷き均し



(c) 実験路（圧雪路面）の作成



図-4 実験路（圧雪路面）の製作

(a) 緊急脱出用チェーン



(b) 一般的な金属チェーン



図-5 簡易チェーン（スタック脱出道具）

ルの穴から通し、チェーンのクロスにフックを引っ掛け固定する方法である。他方、金属チェーンの取付けは、チェーンをタイヤの上半分に着し、タイヤを半回転させた後に残りの半分を着装する方法である。金属チェーンの取付けにはジャッキアップする方法もあるが、雪道で路面が安定しない状況のため車両を移動する方法とした。

## (6) 路面のすべり摩擦係数の測定

実験の前後に図-6に示す連続路面すべり抵抗計測装置<sup>10)</sup>を用いて実験区間の路面すべり抵抗値（以降、HFN）を測定した。HFNは計測機独自の指標のため、すべり試験車と路面すべり抵抗計測装置の回帰式<sup>11)</sup>を用いて路面のすべり摩擦係数に換算した。実験区間のすべり摩擦係数は、2t ダンプ区間・11tトラック区間ともに実験の前後に測定した。連続路面すべり抵抗計測装置の測定周期は10Hzであり、左右輪ともに測定される。左右輪・10Hzで測定した路面のすべり摩擦係数について、実験区間の平均値を求めた。

## (7) スタック深さの測定方法

スタック深さは図-7に示すように、路面の上にある積雪の窪みに嵌まったタイヤの接地面とタイヤ前後の路面積雪の高さの差から、スタックとピンポールを用いて求めた。左右輪ともに駆動輪のスタック深さを測定し平均値を求めた。

## (8) 実験方法

実験は、運転手と助手席の作業員の2名で行った。作業員の2名は、予め簡易チェーンの着脱について習熟しておいた。実験は以下の手順で行った。

- ①実験車両で実験区間を走行した。
- ②実験車両がスタックしたら、運転手と助手席の作業員の2名で簡易チェーンを取付けた。
- ③簡易チェーンを取付けた実験車両は、スタックからの脱出を試みた。
- ④簡易チェーンを取付けただけではスタックから脱出で



図-6 連続すべり摩擦抵抗測定装置



図-7 スタック深さの測定方法

きない場合、2t ダンプは、助手席の作業員がスコップでタイヤ前後の雪を除去した。11tトラックは、デフロックを使用して脱出を試みた。それでも脱出できないときは、助手席の作業員がスコップでタイヤ前後の雪を除去した。

- ⑤スタックからの脱出を何度も試みて、それでもスタックから脱出できなかった場合、他の車両が牽引し脱出させた。この場合、スタック脱出不可とした。

測定担当者は、実験の前後に連続路面すべり抵抗計測装置で実験区間のすべり摩擦係数を測定した。このとき、気温と路面温度を同時に測定した。また、実験補助者は、実験車両がスタックした際、スタック深さを測定した。

## (9) 簡易チェーンの取付け、脱出や取外しにかかる時間の計測

簡易チェーンの取付け、脱出や取外しにかかる時間の計測は、実験担当者が行った。時間の計測は以下の手順で行った。

- ①実験車両がスタックし、スタック深さの測定が終了した後に計測を開始した。
- ②簡易チェーンを取付けるまでの時間を取付け時間とした。
- ③簡易チェーンを取付けた実験車両が、スタックからの脱出を試みた時から、スタックから脱出した時までを脱出時間とした。
- ④スタックから脱出後、簡易チェーンを取外すまでの時間を取外し時間とした。
- ⑤取付け時間、脱出時間と取外し時間を含めて、スタック脱出にかかる所要時間とした。

## 3. 2t ダンプの実験結果

### (1) 実験環境

2t ダンプは予備実験において、緊急脱出用チェーンではスタックから脱出できない事象が発生したため、同じ実験を2回ずつ行った。表-1に2tダンプの実験結果を示す。実験時の路面温度は、0.0°Cであった。気温は、緊

急脱出用チェーン1回目のときが3.9°C、2回目のときが6.4°C、金属チェーン1回目のときが7.2°C、2回目のときが4.5°Cであった。プラスの気温であったが、路面の積雪が融け出すなど、実験条件が変わるような状況では無かった。実験区間のすべり摩擦係数は、実験前が0.110であり、実験後が0.111とほぼ変化が無く、非常に滑りやすい圧雪路面であった。冬タイヤ（スタッドレスタイヤ）はある程度走行したものを実験に使用したが、溝深さは12.0mmとほぼ新品に近い状態であった。

(2) 緊急脱出用チェーン1回目

緊急脱出用チェーン1回目の実験状況を図-8に示す。緊急脱出用チェーン1回目のスタック深さは、6.5cmで

表-1 2tダンプの実験結果

簡易チェーン	緊急脱出用チェーン		金属チェーン	
	1回目	2回目	1回目	2回目
路面温度	0.0°C	0.0°C	0.0°C	0.0°C
気温	3.9°C	6.4°C	7.2°C	4.5°C
すべり摩擦係数	0.110~0.111			
冬タイヤの溝深さ	12.0mm			
スタック深さ	6.5cm	1.0cm	2.0cm	2.5cm
脱出の可否	不能	可能	可能	可能
脱出の所要時間	—	2分29秒	4分0秒	4分48秒



図-8 緊急脱出用チェーン1回目の実験状況

ありスタックから脱出ができなかった（表-1）。図-8 (a) (d) から路面の上にある積雪とタイヤの接地面とは、高低差が大きく連続している。図-8 (d) に示すようにスコップでタイヤ前後の路面積雪を除去するなど奮闘して脱出を試みたが脱出できなかった。脱出動作後の簡易チェーンに不具合は無かった（図-8 (e)）。

(3) 緊急脱出用チェーン2回目

緊急脱出用チェーン2回目の実験状況を図-9に示す。緊急脱出用チェーン2回目のスタック深さは、1.0cmでありスタックから脱出できた（表-1）。脱出にかかる所要時間は2分29秒と最も短かった。図-9 (a) (d) から路面の上にある積雪とのタイヤの接地面との高低差は小さい。図-9 (d) に示すように緊急脱出用チェーンだけではスタックから脱出できなかったため、スコップでタイヤ前後の路面積雪を除去した結果、スタックから脱出できた。脱出動作後の簡易チェーンに不具合は無かったが、緊急脱出用チェーンに少し緩みが見られた（図-9 (e)）。

(4) 金属チェーン1回目

金属チェーン1回目の実験状況を図-10に示す。金属チェーン1回目のスタック深さは、2.0cmでありスタックから脱出できた。脱出にかかる所要時間は4分0秒であった。図-10 (a) (d) から路面の上にある積雪との



図-9 緊急脱出用チェーン2回目の実験状況



図-10 金属チェーン1回目の実験状況

タイヤの接地面との高低差は小さい。図-10 (d) に示すように金属チェーンだけでスタックから脱出できた。脱出動作後の簡易チェーンに不具合は無かった (図-10 (e) )。

(5) 金属チェーン2回目

金属チェーン 2 回目の実験状況を図-11 に示す。金属チェーン 2 回目のスタック深さは 2.5cm であり、スタックから脱出できた。脱出にかかる所要時間は 4 分 48 秒であった。表-1 の中では最も所要時間が長かったが、金属チェーン 1 回目のときと 1 分以内の違いであった。図-11 (a) (d) から路面の上にある積雪とタイヤの接地面との高低差は緊急脱出用チェーン 2 回目や金属チェーン 1 回目よりも大きかった。図-11 (d) に示すように金属チェーンだけでスタックから脱出できた。脱出動作後の簡易チェーンに不具合は無かった (図-11 (e) )。

(6) 2t ダンプのスタック脱出所要時間

図-12 に 2t ダンプにおけるスタックが発生した状況から各種簡易チェーンを使用して脱出するのに要した時間を示す。取付け時間は、緊急脱出用チェーン 1 回目は 2 回目よりも長い。これは、1 回目は鉛直上向きに緊急脱出用チェーンを取付けたため (2 回目は側方)、フェンダーが邪魔になり時間を要したためである (図-8 (b) (c) )。金属チェーンの取付け時間は、1 回目、

2 回目ともに緊急脱出用チェーンよりも多くの時間を費やしている。脱出時間は、緊急脱出用チェーン 2 回目は金属チェーンの 1 回目や 2 回目よりも多くの時間を費やしている。他方、金属チェーンの脱出時間は短く、2 回目はスタック深さが 1 回目よりも深いにも関わらず短い。これは、脱出を試みて直ちにスタックから脱出できたためである。

取外し時間は、緊急脱出用 1 回目と 2 回目の取外し時間は同程度であった。金属チェーン 1 回目と 2 回目も同程度であった。金属チェーンの取外し時間は、緊急脱出用チェーンよりも倍以上時間を要している。

本実験結果からスタック脱出所要時間は、金属チェーンの方が時間を要するが確実に脱出することが可能であ



図-11 金属チェーン2回目の実験状況

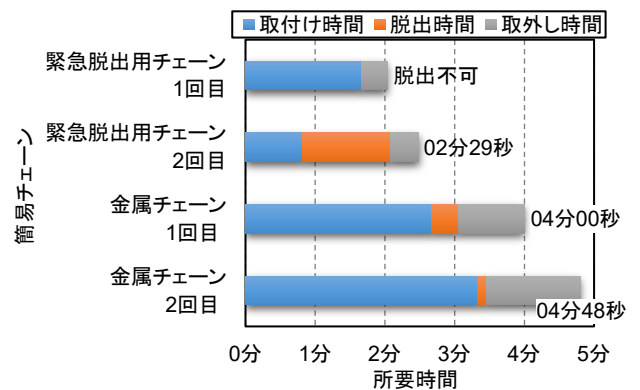


図-12 2t ダンプのスタック脱出所要時間

る。緊急脱出用チェーンは、脱出できたときは所要時間が短いが出できない場合がある。

#### 4. 11tトラックの実験結果

##### (1) 実験環境

表-2 に 11t トラックの実験結果を示す。実験時の路面温度は、緊急脱出用チェーンのときが 0.1°C、金属チェーンのときが 0.0°Cであった。気温は、緊急脱出用チェーンのときが 6.6°C、金属チェーンのときが 6.5°Cであった。プラスの気温であったが、路面の積雪が融け出すなど、実験条件が変わるような状況では無かった。実験区間のすべり摩擦係数は、実験前が 0.101 であり、実験後が 0.106 とほぼ変化が無く、非常に滑りやすい圧雪路面であった。冬タイヤ（スタッドレスタイヤ）はかなり走行したものを実験に使用し、溝深さは 8.2mm と新品の半分程度であった。

##### (2) 緊急脱出用チェーン

緊急脱出用チェーンの実験状況を図-13 に示す。緊急脱出用チェーンのスタック深さは 2.0cm であり、スタックから脱出できた（表-1）。脱出にかかる所要時間は 8 分 3 秒であった。路面の上にある積雪とタイヤの接地面との高低差は金属チェーンよりも小さい（図-13 (a) (d)）。緊急脱出用チェーンだけではスタックから脱出できなかったため、デフロックを使用して脱出を試みたが脱出できなかった。そこで、スコップでタイヤ前後の路面積雪を除去するなど奮闘してようやく脱出できた（図-13 (d)）。脱出動作後の簡易チェーンに不具合は無かった。

##### (3) 金属チェーン

金属チェーンの実験状況を図-14 に示す。金属チェーンのスタック深さは、6.0cm でありスタックから脱出で

表-2 11tトラックの実験結果

簡易チェーン	緊急脱出用チェーン	金属チェーン
路面温度	0.1°C	0.0°C
気温	6.6°C	6.5°C
すべり摩擦係数	0.101~0.106	
冬タイヤの溝深さ	8.2mm	
スタック深さ	2.0cm	6.0 cm
脱出の可否	可能	可能
脱出の所要時間	8分3秒	7分46秒



図-13 緊急脱出用チェーンの実験状況



図-14 金属チェーン2回目の実験状況

きた（表-1）。脱出にかかる所要時間は 7 分 46 秒であった。路面の上にある積雪とタイヤの接地面との高低差は緊急脱出用チェーンよりも大きい（図-13 (a) (d)）。

図-14 (a) (d) ) . 金属チェーンだけではスタックから脱出できなかったため、デフロックを使用して脱出できた (図-14 (d) ) . 脱出動作後の簡易チェーンに不具合は無かった (図-14 (e) ) .

(4) 11tトラックの脱出所要時間

図-15に11tトラックにおけるスタックが発生した状況から簡易チェーンを使用して脱出するのに要した時間を示す. 取付け時間は、緊急脱出用チェーンは2個取付けなければならないにも関わらず金属チェーンよりも短い. 脱出時間は、緊急脱出用チェーンは金属チェーンよりも多くの時間を費やしている. 他方、金属チェーンの脱出時間は、スタック深さが緊急脱出用チェーンよりも深いにも関わらず短い. 取外し時間は、緊急脱出用チェーンは金属チェーンよりも短いがその差は小さい. スタック脱出所要時間は、緊急脱出用チェーンは金属チェーンよりも長い. これは、緊急脱出用チェーンは、取受けと取外しの時間が短い脱出時間が長いことが原因である. 金属チェーンは脱出所要時間が短く、確実に脱出することが可能であった.

5. おわりに

降雪による道路機能低下の程度を可能な限り小さくすること、期間を短くすることを目的として除雪等の雪氷処理作業が実施されている. しかしながら、近年の極端気象による集中的な大雪が局所的に発生すると、道路管理目標を上回る路面積雪が発生する. このような状況で、冬タイヤが摩耗しているとスタックが発生するリスクが高まる. 本研究で得られた成果を以下にまとめる.

- ・2 t ダンプはスタック深さが浅い場合、緊急脱出用チェーンを使用してスタックから脱出した方が所要時間が短い. しかし、スタック深さが深い場合、一般的な金属チェーンが必要となる.
- ・2 t ダンプではスタック深さにより、緊急脱出用チェーンと金属チェーンの使い分けをすることでスタックから迅速に脱出させることが可能になると考えられる.

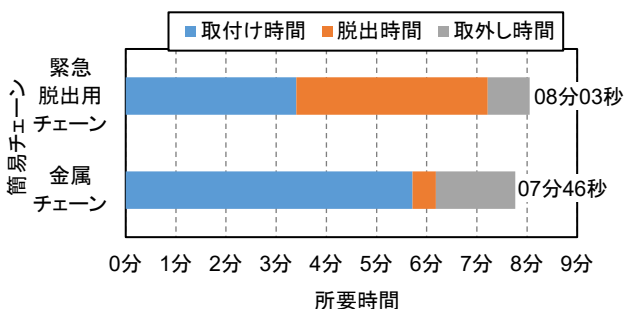


図-15 11tトラックのスタック脱出所要時間

- ・11 tトラックはスタック深さが浅い場合でも、緊急脱出用チェーンではスタックから脱出にかかる時間や労力が大きい. このことからスタック深さが深い場合、緊急脱出用チェーンではスタックから脱出できないことが推測できる.

・11 tトラックでは、一般的な金属チェーンを用いてスタックから迅速に脱出させた方が良いと考えられる. 本研究成果は、限られた条件下で行った結果である. 今回の実験では、雪質、スタック深さ、道路縦断勾配および車両の影響を考慮できていない. 条件によっては、本実験と異なる結果が得られる可能性がある. 今後、これらの影響について検証が必要である. また実験に使用した簡易チェーンは緊急脱出用チェーンと金属チェーンであるが、スタック脱出道具には非金属タイヤチェーン、布製タイヤカバー、脱出マット等、様々である. 今後、これらのスタック脱出道具について、スタック早期脱出効果を明らかにする必要がある. また本研究では、簡易チェーンの有効性や迅速性に焦点を当てて実証した. 簡易チェーンに求められている機能は、これら以外にも経済性、可搬性および耐久性等様々である. 簡易チェーンの今後の活用に向けた更なる製品開発が望まれる.

参考文献

- 1) 国土交通省：今冬発生した大規模な車両滞留等について，令和3年2月.  
<https://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-council/touki-dourokanri/pdf05/01.pdf> (令和4年9月確認).
- 2) 国土交通省 近畿地方整備局：国道8号での対応について，平成30年2月.  
<https://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-council/touki-dourokanri/pdf01/06.pdf> (令和4年9月確認).
- 3) 国土交通省：この冬の大規模滞留事例と大雪時の道路交通確保対策の主な取り組み，平成30年4月.  
<https://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-council/touki-dourokanri/pdf03/04.pdf> (令和4年9月確認).
- 4) 国土交通省 大雪時の車両の立ち往生防止対策に係るタイヤの技術的分析・検討を行う勉強会：大雪時の車両の立ち往生防止対策に係るタイヤの技術的分析・検討を行う勉強会対策の方向性（とりまとめ），令和3年3月.  
<https://www.mlit.go.jp/jidosha/carinf/rcl/common/images/carsafety/carsafety039/warning039-torimatome.pdf> (令和4年9月確認).
- 5) 国土交通省：冬用タイヤの安全性を確認することをルール化しました，令和3年1月.  
<https://www.mlit.go.jp/report/press/content/001383842.pdf> (令和4年9月確認).
- 6) 国土交通省 冬期道路交通確保対策検討委員会：大雪時の道路交通確保対策中間とりまとめ，平成30年5月（令和3年3月改定）.  
<https://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-council/touki-dourokanri/pdf/t02.pdf> (令和4年9月確認).
- 7) 高橋歩夢，池原圭一，川瀬晴香，小林寛：冬期の立ち往生車発生傾向と予防的対策について，第32回ふ

- ゆトピア研究発表会, pp.141-144, 2020.
- 8) 藤本明宏, 河島克久, 渡部俊, 村田晴彦:大雪時のスタック車両発生メカニズムの解明, 日本雪氷学会誌「雪氷」, 第 83 巻, 5 号, pp.507-522, 2021.
- 9) 国土交通省:【別紙 1】『雪道での立ち往生に注意!』(パンフレット), 令和 3 年 12 月.  
<https://www.mlit.go.jp/report/press/content/001443510.pdf> (令和 4 年 9 月確認).
- 10) 徳永ロベルト, 佐藤賢治, 齊田光:カーブ区間における路面すべり抵抗計測技術について, 寒地技術論文・報告集, Vol.34, pp.240-244, 2018.
- 11) 舟橋誠, 徳永ロベルト, 浅野基樹:連続路面すべり抵抗値測定装置(RT3)の導入について, 北海道の雪氷, No.26, pp.5-8, 2007.
- (2022.9.30 受付)

## EXAMINING THE EFFECTIVENESS OF VARIOUS CHAINS IN THE STACK

Tomonori OHIRO, Hidehiko NINOMIYA, Akira SAIDA, Kota OKUMURA and Yasuhiko ITO