

## ロープによる張り込み救助についての実験

文部科学省登山研修所

### 背景

登山研修所の山岳遭難救助技術の大きな柱として、ワイヤーによる救助技術が伝承されてきた。これは現群馬県山岳連盟遭難救助隊顧問の西山氏が、谷川岳をはじめとする険しい山岳地帯において検証と改良を加えながら長年にわたり実践し、多くの成果をあげてきた独自の救助技術である。この中でも、険しく危険な地上を搬送することなく、ワイヤーの長さの許す限り空中を一気に通過して要救助者を安全地帯へ送り込むことができる張り込み救助（または張り出し救助）の効果は絶大である。

近年この張り込みの技術を、登山中の事故における自力脱出のような場面でも使うことができないかと言う関心が高まってきた。言い換えれば、手持ちはクライミングロープ等の登山用具だけで、ワイヤーがないという条件下で使えないかということである。

主に一般的な事故や自然災害での救助に対応する救助資機材のメーカーの中には、すでに自社製あるいは指定した資機材や専用ロープの使用を前提とした技術体系を確立しているところもあり、本稿で言うところの張り込み救助と同様の技術もその中に含まれている。

登山研修所では登山中の登山者が行う救助に焦点を絞り、そもそも非常に伸びの少ないワイヤーでこそ有効な技術を、よく伸びることを利点としているクライミングロープで使うことができるのか、他にも大きく異なる特性を持ったロープで使

えるとすればどのような注意点があるのかを確認すべきであると考えた。

そこで平成20年度登山指導員研修会において、実際のロープによる索道、あるいは張り込みでは、支点にどれほどの荷重がかかるのかを知り、また大きな荷重を支えるロープの固定はどうすればよいのか等、解決すべき技術的な問題は何かを探るための実験を行った。

### 実験の目的

単純な実験により、およその荷重を知り、どのような技術的問題があるかを確認する。これをもとに一般的な登山用のロープや装備を用いて張り込み救助を行うことの可否、注意点を明らかにしていく。

### 実験方法

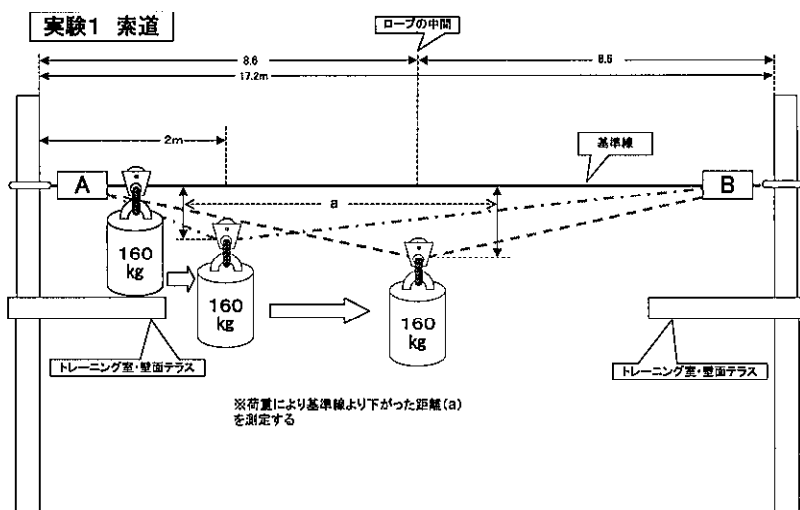
登山研修所トレーニング室に下図1、2、3のようにアンカー、計測器具等を設置した。張り込みに要する荷重（引く力）アンカー、ロープ等の器具への荷重が最も大きくなると考えられる条件としてロープは水平に設置した。ロープに掛ける荷重は、救助者と要救助者2人を想定して160kgとした。実際に登山に使用するφ9mmダイナミックロープと、参考のため、伸びの少ないφ10.5mmセミスタティックロープについて実験した。

### 実験1 索道（図1）

錘を、水平に強く張ったロープの一方の末端側からロープの中央までゆっくりと移動させて行く。

### 計測項目

①スタートから2mの地点で、各アンカーへ



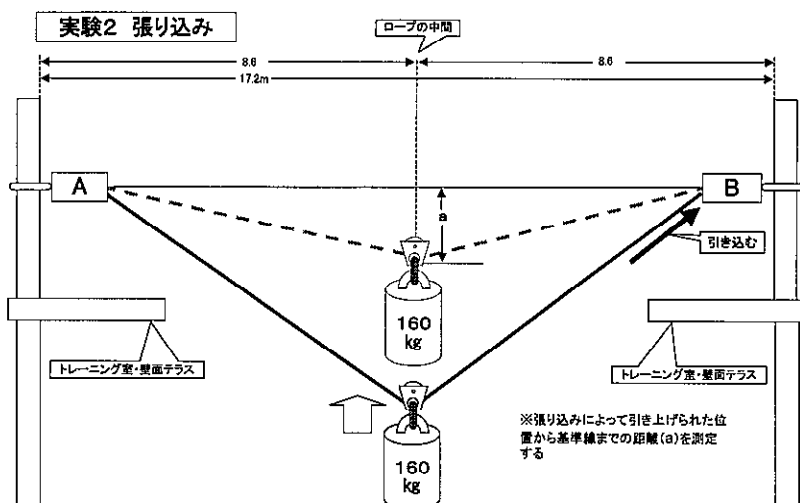
の荷重を測定する。

②ロープの中央で再度各アンカーへの荷重を測定する。

③②と同時に、ロープが無荷重の状態の位置から、錘の掛かっている箇所がどれだけ低くなっているか、その距離を測定する。

### 実験2 張り込み (図2)

実験1と同じアンカーに取り付けた、緩めたロープの中央に錘を掛け、ロープの片側を徐々に引き込み、錘を宙に浮かせる。できるかぎり高く浮くように努力する。



### 計測項目

①錘が宙に浮き始めた時の各アンカーへの荷重を測定する。

②最も高く浮いた時点の各アンカーへの荷重を測定する。

③②と同時に、ロープが無荷重の状態の位置から、錘の掛かっている箇所がどれだけ低くなっているか、その距離を測定する。

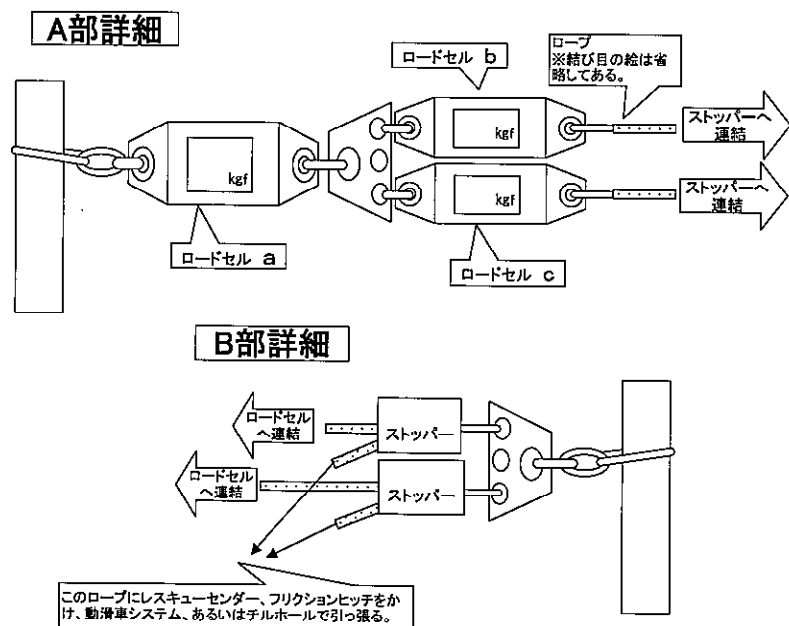


図3 B部の「ストッパー」はATCガイドあるいはルベルソを使用した。ATCガイドはガイドモード、ルベルソはセルフブレーキモード (いずれもセカンドへのビレイのための、自動的にロープを固定する機能) で使用した。ロープを引き込む方法は、実験により、動滑車利用による人力、チルホールとした。

# 1. 登山技術に関する調査研究

## 実験結果

### 実験1 索道

ロードセルAが目標の荷重を示すまで(B、C各々が目標の1/2)になるまで1:4動滑車を利用してロープを引きこんだ。  
目標を400kgfと300kgfの2つとし、それぞれ2回ずつ実験した。  
400kgf

(セミスタティックロープφ10.5mm×2本、ストッパーはATCガイドを使用) (単位:kgf)

1回目	ロードセル	張り込み後最終値	2m地点での荷重	中央地点での荷重	荷重解放後の荷重
	A	418	549	603	
	B	211	278	307	
	C	210	267	299	

基準線から142cm低くなった

(セミスタティックロープφ10.5mm×2本、ストッパーはATCガイドを使用) (単位:kgf)

2回目	ロードセル	張り込み後最終値	2m地点での荷重	中央地点での荷重	荷重解放後の荷重
	A(2本合計)	401	534	585	291
	B	193	256	307	110
	B'	210	281	282	130

基準線から146cm低くなった

### 300kgf

ロードセルAが約300kgf(B、C各々が150kgf)になるまで1:4動滑車を利用してロープを引きこんだ。  
(セミスタティックロープφ10.5mm×2本、ストッパーはATCガイドを使用) (単位:kgf)

(セミスタティックロープφ10.5mm×2本、ストッパーはATCガイドを使用) (単位:kgf)

1回目	ロードセル	張り込み後最終値	2m地点での荷重	中央地点での荷重	荷重解放後の荷重
	A	313	452	515	237
	B	159	217	248	115
	C	157	238	272	126

基準線から167cm低くなった

(セミスタティックロープφ10.5mm×2本、ストッパーはルベルソを使用) (単位:kgf)

2回目	ロードセル	張り込み後最終値	2m地点での荷重	中央地点での荷重	荷重解放後の荷重
	A	291	451	501	179
	B	159	221	232	76
	C	153	236	265	109

基準線から167cm低くなった

### 実験2 張り込み

#### ダイナミックロープ

寝た状態の2本のロープの中央に掛けた錘を吊り上げていく  
(ダイナミックロープφ9mm×2本、ストッパーはATCガイド使用) (単位:kgf)

1回目	ロードセル	張り込んで行く時の荷重の経過	最大値	最高地点での荷重	錘解放後の荷重
	A		140	209	328
	B		133	133	
	C		18	155	

ロープの引き込みに使用したレスキューセンターが滑る、ATCガイドに掛かっているロープが正常な位置、状態を保てなくなるなどの不具合が発生し、錘を床から浮かせることはできなかった。ロープが伸びて細くなり、レスキューセンター、ATCガイド共に滑り始めたと思われる。

(ダイナミックロープφ9mm×2本、ストッパーはピエントを使用) (単位:kgf)

2回目	ロードセル	張り込んで行く時の荷重の経過	最大値	最高地点での荷重	錘解放後の荷重		
	A	178	252	308	418	308	137
	B		191				
	C		129				
	備考	レスキューセンターが滑り出したため、ロープスリングによるフリクションセッチ2つへ変更した。錘が吊り上がり始めた。フリクションセッチが滑り、引き込み不可能となった。					

※ロープが伸びて径が細くなり、レスキューセンター、フリクションセッチが滑り出したと思われる。

#### 参考

##### スタティックロープ

(セミスタティックロープφ10.5mm2本、ストッパーはムンターヒッチを使用)  
※ロードセルはA部B部両方のアンカーに設置し、2本のロープの合計の荷重を測定した。測定は1回のみ。

ロードセル	最高地点での荷重
A部	618
B部	530

基準線から169cmのところまで引き上げられた。

限られた時間内での、トライアンドエラーと横索となったため、ダイナミックロープとセミスタティックロープの双方について十分な実験を行い、比較することができなかったため、実験データは表1、2に事実として示し、詳しい考察はしない。

技術的な問題については、特にダイナミックロープを使った場合にトラブルが続出し、測定に至ること自体が困難であった。

### まとめ

十分な実験、検証はできなかったが、確認できたいくつかの技術的な問題について以下に記す。ダブルロープで張り込みを行うことは、安全面以外にも有利な点があることがわかった。

### 確認できたメリット

1. 引き手の負担が軽減される。(強く張るならダブルは有効)
2. 交互に比較的軽く引くので、あおり(要救助者等の揺れ)が少ない。
3. ロープ一本あたりの荷重半減。(相対的にアンカーへの負担は倍増)
4. 要救助者等が垂れ下がる距離(ここでは基準線からの距離)を短くできる。

### 今後を検証すべきこと

1. 動滑車システム等で張り込んだ後のメインロープの固定について実用に耐える方法を見つける。
2. ロープの強度の何割までの荷重を許容するかを決める。十分許容範囲内の荷重に収まる引き方を検証する。
3. 安全装置として、それ以上張ってはならない荷重に達した時に、滑りだす固定方法について検証する。