

平成19年度
救助技術の高度化等検討会報告書
編み構造ロープ等を使用した救助技術について

消防庁国民保護・防災部参事官付

平成19年度

救助技術の高度化等検討会報告書

編み構造ロープ等を使用した救助技術について

消防の救助隊が行うロープを使用した救助活動については、従前より主にナイロン製三つ打ちロープ、スチール製カラビナ及び滑車の組み合わせにより実施されてきました。

一方、山岳登山や高所作業等においては、編み構造ロープ及びこれに関連する資器材が使用されています。また、欧米諸国においては消防の救助現場においても、編み構造ロープのうちのカーンマントル構造ロープ及びこれに関連する資器材を使用した救助活動が実施されています。

近年、国内の消防の救助隊においても、ロープを使用した救助活動をより適切に実施するために、欧米諸国の消防で実施されているロープレスキューを研究し、取り入れる消防本部が見受けられます。

こうした資器材の導入については、救助技術の高度化の推進に資するものと考えられますが、一方、安易に導入、使用されたならば、予想もし得ない重大な事故が発生することも考えられるところです。

こうした状況を踏まえ、編み構造ロープをはじめこれに関連する資器材を使用した救助活動の有効性や安全面の確保、確認、さらには、問題点などについて、こうした分野に詳しい方や既にこれを導入されている消防本部の代表者の方に、検討して頂き、ここに報告書として取りまとめることとしました。

この報告書が、救助活動の基本である「安全・確実・迅速」のより一層の推進を図るとともに、ロープを使用した救助活動に関する救助技術の高度化の推進に結びつけられれば幸いです。

本検討会に参画していただいたメンバーの方々に対し、ご協力いただきましたことにつきまして、厚く御礼申し上げます。

平成20年3月

救助技術の高度化等検討会
座長 蓼沼朗寿

○検討会メンバー

<検討会>

(五十音順・敬称略 ◎座長)

- 印南 正夫 さいたま市消防局警防部参事(兼)警防課長
鈴木 恵滋 株式会社アルテリア 代表取締役社長
田島 松一 東京消防庁警防部救助課長
◎蓼沼 朗寿 全国過疎地域自立促進連盟 専務理事
西崎 哲夫 札幌市消防局警防部消防救助課長
東 秀訓 文部科学省スポーツ・青少年局 生涯スポーツ課 登山研修所 専門職
兵谷 芳康 総務省消防庁国民保護・防災部参事官
藤原 尚雄 日本レスキューインストラクター協会 代表
松本 好憲 東京製綱繊維ロープ株式会社 品質保証部長
山本 敏明 北九州市消防局警防部警防課長
笠 俊夫 福岡市消防局警防部警防課長

<作業部会>

- 甲斐 康仁 東京消防庁警防部救助課救助係主任
米崎 洋治 福岡市消防局警防部警防課救助係長
鈴木 恵滋 株式会社アルテリア 代表取締役社長
谷口 敏弥 札幌市消防局警防部消防救助課救助係員
坂野 優 総務省消防庁国民保護・防災部参事官補佐
東 秀訓 文部科学省スポーツ・青少年局 生涯スポーツ課 登山研修所 専門職
藤原 尚雄 日本レスキューインストラクター協会 代表
松本 好憲 東京製綱繊維ロープ株式会社 品質保証部長
吉沢 俊二 さいたま市消防局警防部警防課長補佐(兼)訓練救助係長

<オブザーバー>

総務省消防庁消防大学校
全国消防長会

目 次

I	はじめに	1
II	救助体系の特徴	
1	ツイスト構造の三つ打ち撚りロープを使用した救助体系	2
2	カーンマントル構造の編みロープを使用した救助体系	2
(1)	カーンマントルロープを使用したアメリカ方式の救助体系	3
(2)	カーンマントルロープを使用したヨーロッパ方式の救助体系	3
3	山岳部におけるカーンマントル構造の 編みロープを使用した救助体系	4
III	カーンマントルロープを使用した救助体系における基本的事項	
1	主な使用資器材	5
(1)	ロープ	5
(2)	カラビナ	11
(3)	プーリー	15
(4)	アンカープレート	16
(5)	制動器具（降下器具）	17
(6)	登はん器具	18
(7)	ロープクランプ	19
(8)	スリング	19

(9) プルージックコード	20
(10) ハーネス	21
2 結索要領	22
(1) ロープによる結索	22
(2) スリングによる結索	28
3 力学	29
4 倍力効果システム	30
(1) 倍力効果の基本原則	30
(2) 滑車による倍力効果	30
IV 目的別活動要領	
1 支点・支持点設定	32
(1) 三つ打ちロープによる支点・支持点の設定	32
(2) カーンマントルロープ、スリングによる 支点・支持点の設定	33
2 確保要領	35
(1) 自己確保の設定	35
(2) バックアップラインの設定	37
(3) ロープの制動（確保）	38

3	高所・低所への進入が伴う救助	40
(1)	低所への進入	40
(2)	高所への進入	43
(3)	低所からの引上げ	45
4	ロープブリッジ展張による救助	46
V	まとめ	49
参考資料		
I	救助用ロープについて	53
II	救助用ロープの耐炎・耐熱について	57
III	資器材点検要領	59
IV	資器材の基準や規格	65

I はじめに

消防救助隊が行うロープを使用した救助活動は、主にナイロン製三つ打ちロープ、スチール製カラビナ及び滑車を組み合わせた救助体系であり、各種の救助事案に対応してきた。

しかし近年、ロープ等を使用した救助技術をより安全・確実なものとし、その迅速化及び省力化等を図るため、編み構造ロープ及び同ロープに関連する資器材等を取り入れている消防本部もある。

そこで、今後、より一層効果的な救助活動が実施できるよう、編み構造ロープ等を使用した救助技術についての検討を行うものである。

今回の検討に際しては、もちろん従来のナイロン製三つ打ちロープを使用した救助体系を否定するものではなく、救助体系の選択肢を増やすことにより、当該体系をさらに充実させ、救助活動の質を向上させるということを目的とし、編み構造ロープ等を使用した救助技術により救助活動を行う上で、最も基本となる事項を取りまとめることとした。

II 救助体系の特徴

1 ツイスト構造の三つ打ち撚りロープを使用した救助体系

ツイスト構造の三つ打ち撚りロープを使用した救助体系とは、弾力性や衝撃吸収性に優れた12ミリの三つ打ち撚りロープ（以下「三つ打ちロープ」という。）、スチール製カラビナ及び滑車という数少ない資器材を使用し、人力や摩擦による抵抗などを利用した救助体系（以下「三つ打ちロープを使用した救助体系」という。）である。

この救助体系は、救助用ロープの二本合わせの設定、カラビナの複数設定、滑車に対する補助カラビナの設定、更には、懸垂ロープや渡過ロープの設定等については結着箇所を二箇所以上にするなど、常に二重安全の理念を基本にし、必要に応じて二次確保が施されている。

三つ打ちロープを使用した各種救助要領は、消防救助操法の基準に示されていることなどから、全国の救助隊員に共通の技術として認識され、広く浸透している。

2 カーンマントル構造の編みロープを使用した救助体系

欧米諸国では、主に内側がストランドの束で構成され、外側はブレード構造になっている二重構造のカーンマントルタイプの救助ロープ（以下「カーンマントルロープ」という。）と、救助活動を目的として開発されたアルミ製又はスチール製の器具やプルージックとを組み合わせた救助体系（以下「カーンマントルロープを使用した救助体系」という。）が構築されている。

カーンマントルロープは、伸び率により二種類に大別され、一般的に伸び率の小さいロープは「スタティックロープ（静的ロープ）」、伸び率の大きいロープは「ダイナミックロープ（動的ロープ）」と呼ばれ、それぞれの特性に応じて使用されている。

カーンマントルロープを使用した救助体系においては、用いられる資器材の多くが、三つ打ちロープを使用した救助体系と異なり、ロープ二本合わせの設定等が出来ないため、その二重安全については、救出専用ロープ（以下「メインライン」という。）と二次確保ロープ（以下「バックアップライン」という。）を別系統で設定することにより確保される。すなわち、メインラインにアクシデントが発生しても、バックアップラインがそのカバーをすることによって、三つ打ちロープを使用した救助体系と同等の二重の安全が確保されるのである。

ただし、アルミ製又はスチール製の器具やプルージックとカーンマントルロープとの組み合わせによる救助体系は、手法や使用する器具の種類・数量が増加するため、個々の性能・特性を十分理解する必要がある。万一取り扱いを間違えると、重大な事故を招く恐れがあることから、これらの取り扱いには十分な研修・講習が必要である。

※ 本検討会報告書においては、スタティックロープと分類されるロープのように、比較的伸び率が小さく、救助用として使用される「セミスタティックロープ」や「ローストレッチロープ」と分類されるロープについても、「スタティックロープ」と呼称することとし記載した。

(1) カーンマントルロープを使用したアメリカ方式の救助体系

アメリカにおいては、全米防火協会「National Fire Protection Association (NFPA: 消防職員や消防署の会費によって構成される非営利団体)」が、ロープレスキューも含めた消防活動に関するあらゆるカテゴリーの活動指針を定めており、各消防機関は、これに準拠した活動を行っている。

NFPAでは、ロープレスキューについて、ロープとそれに関連する器具の構造や性能、テスト及び証明のための必要最低限の事項の基準等を明示している。

アメリカ方式の救助体系で使用する主な資器材は、ロープ（現状では、12.5ミリ「1/2インチ」）、ウェビングテープ、カラビナ、滑車、アンカープレート、制動器具（エイト環又はバーラック）である。

なお、現状の救助活動においては、主に救助用ロープにプルージック（プルージックコードによる結索）を施す救助体系がとられており、プルージックコードにより施されたプルージックは、ある荷重を超えると救助用ロープを掴みきれなくなり、ロープが滑り出す。このことにより、救助用ロープに必要以上の負荷が掛かった場合のブレーカー（安全弁）としての役割を果たしている。この場合、システム全体の安全性が確保できないと判断しシステムを再設定する、又は荷重を減らす等の方策を講じる必要がある。

ただし、プルージックコードの使用については、他の一部の器具同様NFPAの基準に示されておらず、使用者の責任において実施されることとなっている。

※ 本検討会報告書においては、プルージックを施すために使用されるプルージック用コードやアクセサリコードを、プルージックコードと呼称することとし記載した。

(2) カーンマントルロープを使用したヨーロッパ方式の救助体系

ヨーロッパにおいては、ヨーロッパ標準規格（参考資料 IV 参照）に適合した多くの資器材（ロープやハーネス等）が救助活動に使用されている。各資器材の規格については、用途に応じて機能性や安全性が求められている。

なお、一部の器具（セルフブレーキ式下降器、カムがスパイク状ではないロープクランプ等）は、ある荷重を超えて使用すると器具がロープを掴みきれなくなり、ロープが滑り出す。このことにより、救助用ロープに必要以上の負荷が掛かった場合のブレーカー（安全弁）としての役割を果たしている。この場合、システム全体の安全性が確保できないと判断しシステムを再設定する、又は荷重を減らす等の方策を講じる必要がある。（ヨーロッパ方式の救助体系では、プルージックコードの使用頻度は少ない。）

また、メインラインとバックアップラインについては、器具の取り扱いの錯誤等による事故防止のために、それぞれに異なる器具を設定することにより、より安全

性を高めている。

※ ヨーロッパにおいては、フランスやドイツなどEU（European Union:ヨーロッパ連合）に加盟している国に製品を流通する等のために定められた基準である「EC（European Community）指令」がある。このEC指令に基づいて製品の安全に関する具体的な事項を定めたものが、ヨーロッパ標準規格「EN（European Norm）規格」である。また、クライミングロープ、カラビナ等の登山用具の安全性を究明し、品質の規格を定める民間の団体「国際山岳連盟（Union International of Association Alpinists）（UIAA）」も規格（UIAA規格）を定めている。このEN規格又はUIAA規格に適合するものについては、CEマークが与えられる。

従って、EU加盟国内では、CEマークを取得していない製品は販売することができないことになっている。

3 山岳部におけるカーンマントル構造の編みロープを使用した救助体系

山岳部における事故の主な形態は「道迷い」「転滑落」である。近年、消防防災ヘリコプターとの連携による救助活動が普及してきたが、森林地帯の現場や天候不良時は、ヘリコプター等による救助活動は困難である。

山岳部における救助活動に際しては、資器材を人力で長距離搬送するなどの労力を必要とするため、カーンマントルロープ、アルミ製の器具、折りたたみ可能な担架等、軽量の資器材を使用している。

カーンマントルロープについては、スタティックロープ、ダイナミックロープの2種類を用途に応じて使い分けている。いずれのロープも、張り込みや倍力システムに使用できるが、伸び率が小さいスタティックロープの方が威力を発揮する。しかし、救助者に落下危険がある登はん等の場合は、落下時の衝撃を考慮し、伸び率が大きく衝撃吸収に優れたダイナミックロープを使用する。

山岳救助において最も重要な技術は、限られた資器材と自然物を利用して強固な支点・支持点を構築することである。自然物を利用し支点・支持点を構築する場合は、流動分散や独立分散という支点の複数連結を用いて強度を高める。

また、立木、石の利用や、岩などに埋め込みボルトを打ち込むことなどにより、支点・支持点を構築する場合もある。

Ⅲ カーンマントルロープを使用した救助体系における基本的事項

1 主な使用資器材

(1) ロープ

ロープは、各種救助活動において、隊員の災害現場への進入や脱出、要救助者の救出等その用途は様々であり、利用度も高い。

活動に用いられるロープは、使用の目的により選択を間違えると事故につながる危険性があるため、取り扱いに関する基礎的な知識、正しい使用方法を習得する必要がある。

ア ロープの種類

現在、ロープを用いた救助活動において、主に使用されるロープは、次の二種類である。

- ① 三つ打ちロープ（12mm）
- ② カーンマントルロープ（スタティックロープ／ダイナミックロープ）

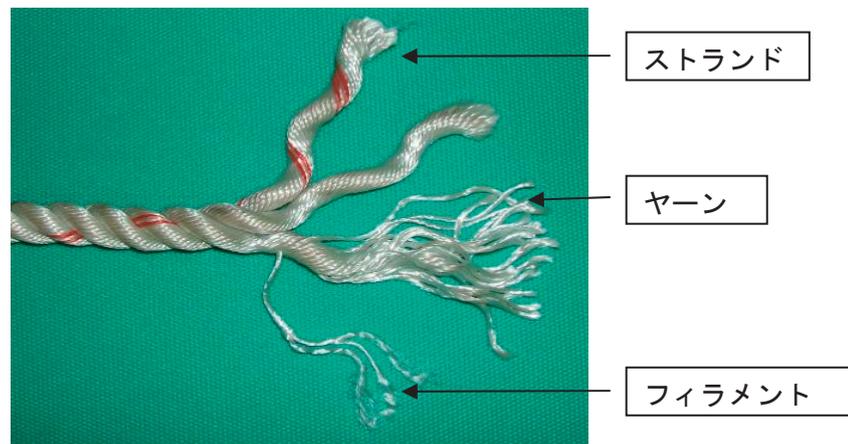
イ ロープの構造

ロープは、原糸（フィラメント）、単糸（ヤーン）、小縄（ストランド）から構成されているナイロン製のロープである。

ロープの構造については、以下のとおりである。

① 三つ打ちロープ（12mm）の構造

現在、使用されている三つ打ちロープは、ツイスト構造と呼ばれ、3本のストランドを同方向に撚りあわせて、構成されているロープであり、左に撚りあわせているものを「Z撚り」、右に撚りあわせているものを「S撚り」という。

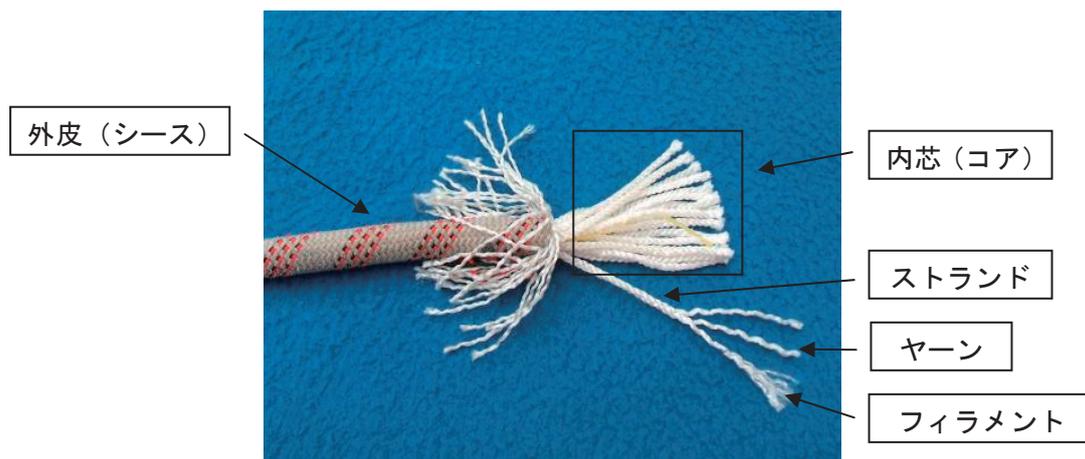


三つ打ちロープの構造

② カーンマントルロープの構造

カーンマントルロープは、繊維（ナイロン）を撚って束ねた内芯（コア）と、繊維（ナイロンやポリエステル）を編んだ外皮（シース）の二層からなり、内芯（コア）が全体強度の大部分を占めている。なお、EN規格やUIAA規格、NFPAの基準におけるロープは、すべてカーンマントル構造である。

ロープを挟み込み機能する器具等は、カーンマントル構造のロープで使用することを前提として作られている。



カーンマントルロープの構造

ウ ロープの特性

① 三つ打ちロープの特性

- ・ 三つ打ちロープは、伸びるという特徴を有しており、墜落等による衝撃の吸収性に優れている。しかし、活動時には、伸びを考慮した作業スペースや救助方法を選択する必要がある。
- ・ 構造上キンクが発生しやすいため、環状に巻かれたロープを解く場合やロープ展張の際には、注意が必要である。
- ・ 外皮に包まれていることがないので、ロープの損傷などが視認しやすい。
- ・ ロープを挟み込み機能する器具等は、カーンマントル構造のロープを使用することを前提として作られているため、三つ打ちロープでは使用出来ない。（これらをツイスト構造の三つ打ちロープなどに使用した場合、荷重を加えた際にロープの撚りが戻ることにより、ねじれの力が加わり、器具が機能障害を起こす可能性があるため。）

② カーンマントルロープの特性

- ・ カーンマントルロープは、伸び率により二種類に分類され、一般的に伸び率の小さいロープは「スタティックロープ（静的ロープ）」、伸び率の大きいロープは「ダイナミックロープ（動的ロープ）」と呼ばれる。

一般的に、「ダイナミックロープ」は、伸び率が大きく衝撃吸収性能に優れており、鉄塔等の高所にリードクライミング技術（P 4 4 参照）を用いて進入する場合やクライミング等、落下率の大きな墜落をする可能性のある場合に使用する目的で作られている。「スタティックロープ」は、伸び率が小さく救助活動や高所作業等で使用する目的で作られているため、救助者や要救助者の引上げ、ロープ展張等では、作業効率のよい活動が行うことができる。

しかし、スタティックロープは伸び率が小さいため、落下率の大きな墜落をした場合、救助者又は要救助者に大きなダメージを与える恐れがある。従って、スタティックロープを使用して活動する場合は、万一墜落した場合の落下率を小さくするため、特にロープの緩みを作らないようにしなければならない。

- ・ ロープは内芯と外皮の二重構造となっており、ロープ強度の大部分を内芯が占めている。
- ・ 外皮に包まれているため、内芯の損傷程度が視認だけでは、判断しにくい。
- ・ 構造上、キンクが発生することが少ないが、使用方法により激しくキンクする場合がある。
- ・ 三つ打ちロープと同様の結索を施した場合、ロープの材質、構造の違いにより容易に結索部が緩む場合があるため、一部の結索においては、三つ打ちロープとは別の方式の結索を行う必要がある。

エ ロープの取り扱い

① 強度の低下

三つ打ちロープやカーンマントルロープ等のロープは、様々な要因により強度低下が生じる。その主な要因は、以下のとおりである。

- ・ 結索
- ・ キンクや急激な屈曲
- ・ 鋭利なエッジ
- ・ 紫外線や薬品など
- ・ 砂等の異物混入
- ・ 濡れ（特にナイロンは、縮みが生じ硬化しやすい。）

② ロープの基本的取り扱い

○ 三つ打ちロープやカーンマントルロープ等のロープの取り扱いについては、以下のことに注意が必要である。

- ・ 鋭利なエッジとの接触を避ける。活動上どうしても避けられない場合は、ロープを保護するような措置をとる。
- ・ 熱に弱いため、ロープ同士の接触（摩擦）を避ける。
- ・ ロープの引きずり、踏み付けをしない。
- ・ ロープの強度を考慮し、目的に応じ使用する。
- ・ ロープに必要以上の衝撃を与えない。

○ 三つ打ちロープやカーンマントルロープ等のロープの保管については、以下のことに注意が必要である。

- ・ ロープは、紫外線による強度低下を避けるため、直射日光が直接当たらないように保管する。
- ・ 保管場所は、薬品や油の近くは避ける。
- ・ 汚れが著しい場合には、中性洗剤などで洗浄し十分に乾燥させ保管する。
- ・ ロープを収納する際は、ダメージや異変のチェックを行いながら収納する。

③ ロープの整理

○ 三つ打ちロープの整理要領

ロープの両端を持ち、キンクを取り除いた後、一ひろ巻きにより整理する方法が一般的である。



一ひろ巻きによるロープの整理要領

○ カーンマントルロープの整理要領

カーンマントルロープは、ロープ収納バッグに収納することが一般的である。収納の要領にあつては、端末からキンクに注意しながら、収納バッグに順次入れていく。最後にロープ端末を分かりやすくするため、フィギアエイト等を施し収納する。

なお、ロープを肩に掛け整理する方法もある。この場合、ロープの端末から一ひろずつ取り肩に掛けていき、最後にロープの端末を利用して整理する。



ロープ収納バッグへの収納要領

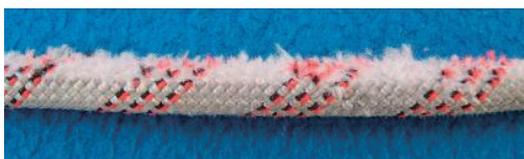


肩に掛け整理する要領

④ ロープの点検要領

○ 三つ打ちロープやカーンマントルロープ等のロープの目視による点検

- ・ 外皮の著しい磨耗や破断
- ・ 炎や摩擦熱による融け
- ・ 汚れや小砂等の付着
- ・ 紫外線や薬品等の付着による変色



外皮の磨耗・破断

○ 触接による点検

カーンマントルロープは、内芯の状態が目視では確認しづらいことから、ピンチテスト等により、直接触れて確認する必要がある。



※写真は人為的に内芯を破断させたもの。

内芯の破断



内芯の状態を確認する方法
(ピンチテスト)

○ 長さの点検

- ・ 端末の縮み
- ・ 極端なロープ全体の縮み

○ その他

- ・ ロープは、衝撃荷重を受けた場合、強度や衝撃吸収性能が低下することがあるので、使用状況を把握するため使用記録簿等に、保存年数や点検記録の他、使用履歴等の詳細を記入しておく。
- ・ 使用后とは別に、定期的に点検を実施する。

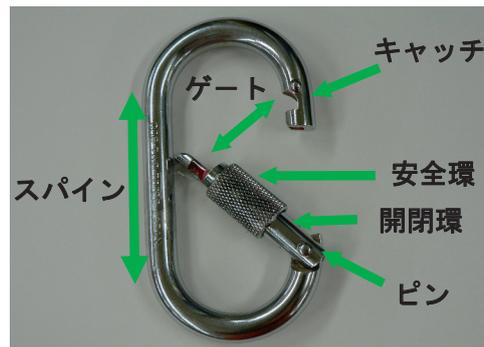
※ 現在、消防救助操法の基準において、使用するロープは直径 10 mm から 12 mm までと定められているが、現状、米国においては 12.5 mm (1/2 in) のカーンマントルスタティックロープが一般的に使用されており、ロープの強度など安全性には問題がないため、12.5 mm (1/2 in) ロープは、救助活動に使用できると考えられる。なお、プルージックコードについては、主ロープにプルージックを施すための資器材と位置付けし、使用できるロープの太さの例外とした。

(2) カラビナ

カラビナは、自己確保や支点、支持点の設定などに使用され、救助活動には欠かせないものである。

現在、カラビナは、支点・支持点を設定する場合に使用する。使用中に安全環がゆるんだり、カラビナが回転し強度の弱い方向に荷重が加わる恐れがある場合には、カラビナを二枚重ねて使用するなどの安全措置を講じている。

ア カラビナの構造



イ カラビナの種類

カラビナの材質は、大別するとアルミ製とスチール製がある。

アルミ製は、スチール製と比較すると、重量が2分の1以下と軽量で錆びも生じにくい。

しかし、アルミ製はスチール製に比べ延性（延びる性質）に乏しく、使用方法によっては、突然破断する可能性があるため、注意が必要である。

また、カラビナの形状には、オーバル型、D型、変形D型、洋ナシ型等といった形状の違いがある。安全環のシステムも自動・手動のもの等の違いがあり、様々なタイプのものである。

カラビナの種類については、以下のとおりである。

① O型安全環付きカラビナ

左右対称のオーバル型である。

厚みのある器具を設定する場合に適している。

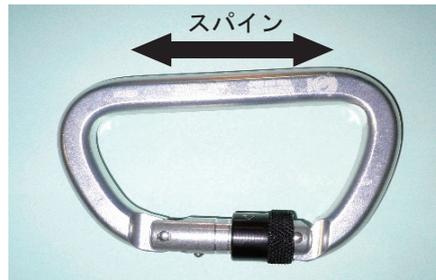


O型安全環付きカラビナ

② D型安全環付きカラビナ

形状が左右非対称であるという特徴があり、荷重がカラビナのスパイン（カラビナの背部分）側にかかるように使用することができる。

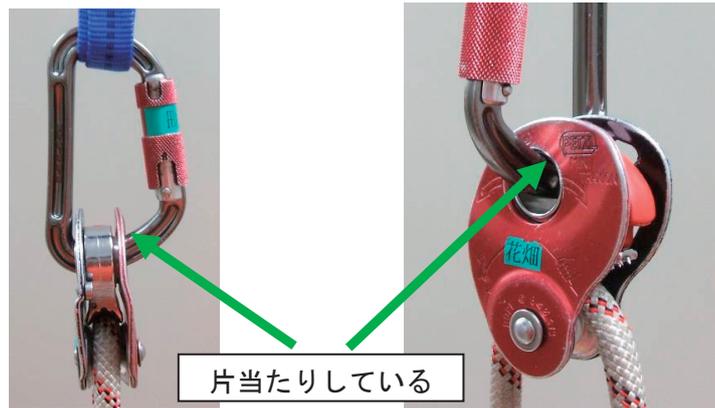
多目的に使用可能だが、形状が左右非対称のため、厚みのある器具を使用した場合、片当たりし、器具やカラビナ自体に負荷が加わり破損させる可能性があるため使用は避ける。



D型安全環付きカラビナ



器具を設定した状態



厚みのある器具を設定した状態

③ 洋ナシ型安全環付きカラビナ

ゲートの開口部が広いため、若干太い支持物やケーブル等に直接取り付けることができる。

ミュンターヒッチに適した形状となっており、ロープの安全環への干渉を防いでいる。



洋ナシ型安全環付きカラビナ



ミュンターヒッチ

ウ カラビナの取り扱い

- ① カラビナの直列3枚掛けの使用は、ねじれが生じた場合、安全環破損の危険性があるため避ける。



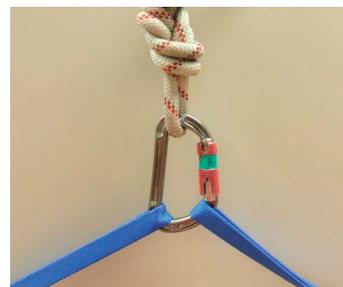
カラビナの3枚掛け

- ② カラビナの巻きがけは、「てこ」の作用による大きな力が加えられることにより、破断する危険性があるため避ける。



カラビナの巻き掛けの状態

- ③ ゲートが開いた状態で荷重が加わった場合には、著しくカラビナの強度が低下するため、必ず安全環を締めて使用する。
- ④ カラビナは、正しく縦方向へ荷重が加わるように設定することにより、高い強度を得られるが、横方向への荷重に対する強度は極めて低いので、必ず縦方向へ荷重が加わるように使用する。
- ⑤ カラビナは、2方向から荷重がかかることを前提とした構造のため、3方向に荷重（Y字荷重又はトリプルアクセスという。）がかからないように、注意しなければならない。



トリプルアクセス

- ⑥ ロープとの接触、振動等により、安全環が回転して開かないよう、カラビナの向き等設定に考慮する。
- ⑦ 安全環部分へ荷重が加わると、安全環の破損原因となる可能性があるため、注意する。



安全環部分へ荷重が加わっている状態

※ アルミ製カラビナについては、スチール製カラビナと比較して延性に乏しいため、前記のような取り扱い（連掛け・巻き掛け・トリプルアクセス等）を行うと、カラビナが突然破断するので、そのような方法で使用してはならない。



破断したアルミ製カラビナ

(3) プーリー

ロープの牽引方向を変える際に生じる抵抗を軽減するための器具（滑車）である。従来のスチール製の滑車に比べ比較的軽量であり、ベアリングが内蔵されているため高効率である。また、複数の支点からの設定やトリプルアクセスを解消するため、カラビナの複数設定が可能な形状のものもある。

ア シングルプーリー



イ ブレーキマインドレスプーリー

釣鐘状の底部がプルージックの食い込み等を防止する構造になっているため、プルージックを使用する救助体系に適しているプーリーである。



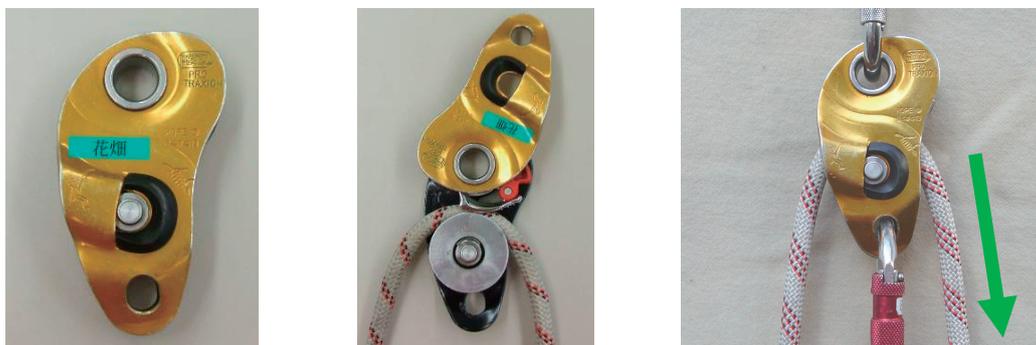
ウ その他特殊なプーリー

① ロープロック機能付きプーリー

プーリーとロープクランプの機能を併せ持つタイプのプーリーで、カムが牽引したロープを戻さない構造になっている。

カムがスパイク状のため、引上げ作業の用途には、高効率な器具として使用できるが、大きな荷重が加わった場合には、ロープの外皮を損傷する可能性があるため注意が必要である。特に、衝撃荷重が予想されるバックアップライン

の確保部分やロープの端末側を固定する高荷重の加わるロープ展張には、ロープが切断する危険があるため使用しないこと。

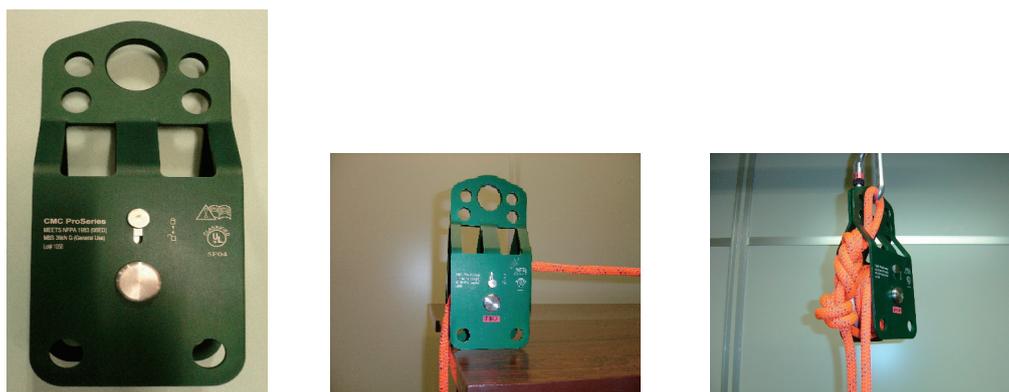


※矢印の方向は救出側

② 大型プーリー

ロープの結索部も通過することができるプーリーである。

プーリーとして使用するほか、エッジガードや支持物としての使用も可能である。



(4) アンカープレート

複数の支点が必要な場合や、同じ位置に複数の器具を設定したいときに使用する。

システムのアンカー部分や担架吊り上げ時など、多方向からロープやカラビナが集まる部分に使用することにより、カラビナの絡まりやトリプルアクセス等を解消することができる。



(5) 制動器具（降下器具）

制動器具として使用するほか、隊員の降下用として使用する。

ア エイト環

器具にロープを通し、ロープへ摩擦抵抗を加えることにより、制動・降下のスピードを調整することが可能である。降下距離が20mを超える場合は、ロープのキンクが激しくなる。また、降下時の摩擦により熱を持ちやすい。

角が付いていないエイト環は、ロープへのテンションがゆるんだ場合に、ロープが上方にスライドしガースヒッチ（ひばり結び）になる可能性があるため、注意が必要である。



エイト環（角付き）



エイト環（角なし）



ロープのスライドを防いでいる状態



ロープがスライドした状態

イ セルフブレーキ式下降器

ロープを器具にセットし、荷重をかけるとカムがロープを挟み込み、その摩擦力で制動・降下の速度を調整する器具。

※ カーンマントルロープでの使用を前提に作られているため、三つ打ちロープでの使用は出来ない。



ウ 制動用バーラック

はしご状のバーにロープを挟み、その摩擦力で制動・降下速度を調整する。

高荷重での使用であっても長い距離の制動が可能であり、摩擦による熱の放出性にも優れている。

トップチューブを含め使用するコマは、3コマ以上とする。高荷重時には、使用するコマ数を増やすことにより、摩擦力を大きくし調整する。

2コマ以下での使用は、摩擦力が極端に減少するため危険である。



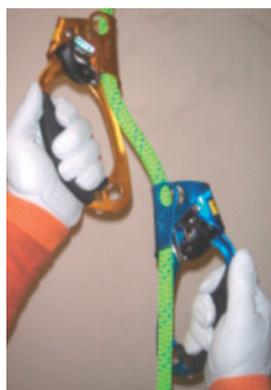
ロープを設定した状態

(6) 登はん器具

カムがスパイク状であり、器具が一方方向にのみスライドする構造となっているため、ロープ登はんの用途には、高効率な器具として使用できる。

また、ロープクランプとして使用できるが、カムがスパイク状であるため大きな荷重が加わった場合、ロープの外皮を切断する可能性がある。気象条件（雨天時など）により、やむを得ずロープ展張にロープクランプとして使用する場合は、ロープへの荷重をコントロールするなど、十分な注意が必要である。

※ カーンマントルロープでの使用を前提に作られているため、三つ打ちロープでの使用は出来ない。



ロープに設定した状態



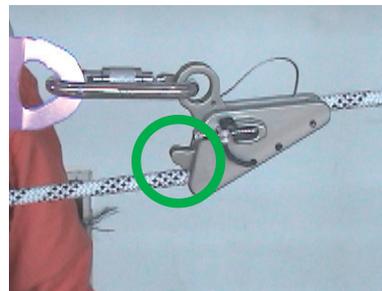
カムが作動した状態

(7) ロープクランプ

カムに加重すると、カムが作動しロープを挟み込む器具である。その機能を利用して、重量物を引上げる際、逆戻り防止の器具として使用。

ロープを挟み込むタイプの器具のため、カムがスパイク状の器具に比べ、ロープの外皮を傷めにくい。ただし、ロープ展張時など大きな負荷を加えた場合、機種により期待負荷前に滑り出したり、逆に滑り出さずにロープ外皮を切断してしまったりする機種もあるので、使用に際しては機種ごとの特性を熟知し使用する必要がある。

※ カーンマントルロープでの使用を前提に作られているため、三つ打ちロープでの使用は出来ない。



カムが作動した状態

(8) スリング

ア ウェビングテープ

支点・支持点の作成以外に、ハーネスやストレッチャーへの縛着などに使用でき、汎用性が高い。テープ状であるため、結索（ウォーターノット）をして使用する。

衝撃吸収性が低い用途について考慮する必要があるが、支点・支持点を設定する際には、急な屈曲に強く、地物の形状に対する追従性に優れている。



イ ソウンスリング

ウェビングテープ同様、衝撃吸収性が低い。リング状に縫い合わせてあるため、支点・支持点作成時には、結索する必要がなく迅速な設定が可能である。

しかし、地物の形状によりカラビナに三方向の荷重（トリプルアクセス）が加わる状態になる可能性があるため、長さや設定の方法を考慮する必要がある。



縫い合わせ部分

(9) プルージックコード

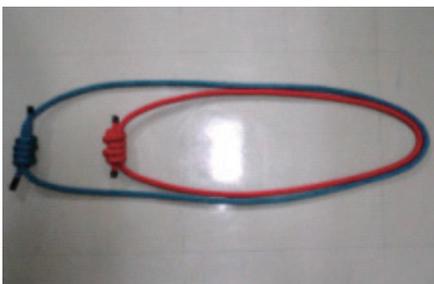
プルージックを施すために使用されるプルージックコードは、一般的に7～8mmのプルージック用コードやアクセサリコードが用いられ、通常ダブルフィッシャーマンズノットでリング状に結索し使用される。

カーンマントルロープを使用した救助体系におけるプルージックは、リング状に結索した当該コードを、通常、主ロープに三回巻き（P 27 参照）で設定される。

主ロープに施されたプルージックは、ある荷重を超えるとロープが滑り出し、設定したシステムが安全に運用されているかの目安となる。しかし、繊維同士の摩擦を利用しているため、主ロープとの相性や相互の直径の適合性を無視して使用した場合、ロープが滑り出さずにロープの外皮を切断してしまう等の危険が伴うので、使用に際しては、主ロープと使用される当該コードの適合性や特性を熟知した上で使用する必要がある。

また、アメリカ方式の救助体系においては、特にバックアップラインには、長短二種類のプルージック用コードが使用される。

なお、プルージックを施すためのコードの使用については、使用者の責任において実施されることとなっている。



(10) ハーネス

ハーネスに取り付けられたD環（写真：①、②、③）を使用して、自己確保や作業姿勢をとるもの。

高所作業や救助活動を目的として作られているハーネスは、パットの幅が厚く、従来の小綱を使用して結索した座席結びと比較すると、救助員へのロープの食い込み等、身体への負担が軽減される。

また、墜落の危険性が高い高所において活動する場合、墜落時に頭部が逆さまになるのを防ぐため、シットハーネスとチェストハーネスの併用やフルボディハーネスの使用も考えられる。

ハーネスの左右両腰のD環（写真：③）は、左右に1本のランヤードを同時に接続して使用する「U字吊り」のためのD環である。片方のみを自己確保やバックアップに使用すると、万一墜落した場合に大きな荷重が片方だけに集中し、身体に深刻なダメージを与える可能性があるため、絶対に行ってはならない。

また、ギアラック部分（写真：④）や付属品を取り付けるための部分に荷重をかけるような使用は行ってはならない。



シットハーネス



フルボディハーネス

- | |
|--|
| <p>①：自己確保や作業姿勢をとるために使用するD環。</p> <p>②：墜落の危険が高い場所において、墜落時に頭部が逆さまにならないようにする場合に使用するD環。</p> <p>③：U字吊りにより、作業姿勢をとるために使用するD環。</p> <p>④：資器材を携行するための部分（ギアラック）。</p> |
|--|

2 結索要領

カーンマントルロープによる結索は、三つ打ちロープと同様の結索を施した場合、ロープの材質、構造の違いにより容易に結索部が緩む場合があるため、正確なカーンマントルロープによる結索の要領を習得するとともに、余長処理をより確実に行うことが必要である。

また、結索による強度の低下をさらに大きくしないために、結索が完成した後に、振れ、ロープ同士の不要な重なり、余分なたるみ等がないか確認する必要がある。

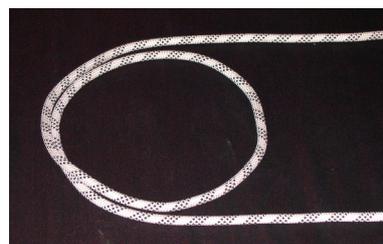
結びの名称



バイト



ループ



ラウンド

(1) ロープによる結索

ア ダブルオーバーハンドノット

ロープの端末に節を作る場合等以外に、エイトノット等の結索を行った後の余長処理に使用される。



ダブルオーバーハンドノット



イ フィギアエイト

ロープの末端に節を作る場合などに使用。比較的大きな荷重が加わっても、容易に結索を解くことができる。



フィギアエイト



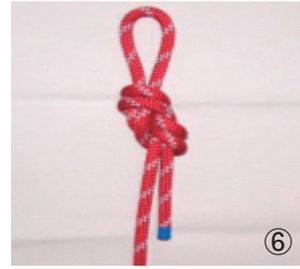
ウ フィギアエイトオンアバイト

ロープに輪を作成する結索で、カーンマントルロープを使用した救助体系において、使用頻度の高い結索である。(手順3のように、結索完了時に結索部の不要な燃れを防ぐため、手前側のロープと奥側のロープの入れ替えを行っておく。)



フィギアエイトオンアバイト



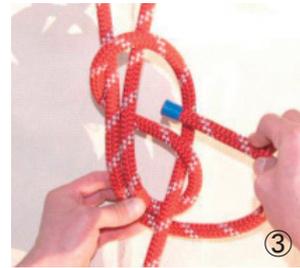
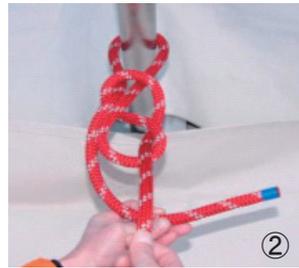
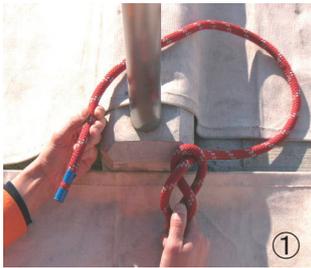


エ フィギアエイトフォロースルー

支持物の大きさに合わせて、ループの長さを調節することができる。直接支持物に結索し、救助ロープ等を設定する際に使用。



フィギアエイトフォロースルー



オ ダブルループフィギアエイト
ループを2つ作成できる結索。



ダブルループフィギアエイト



カ ディレクショナルフィギアエイト
ロープの中間に輪を作る結索で、荷重の加わる方向に合わせて作成する。



ディレクショナルフィギアエイト



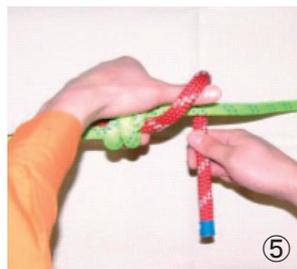
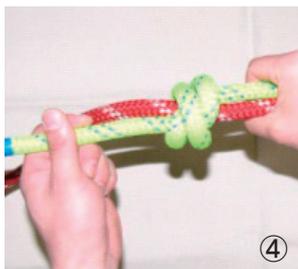
キ ダブルフィッシャーマンズノット

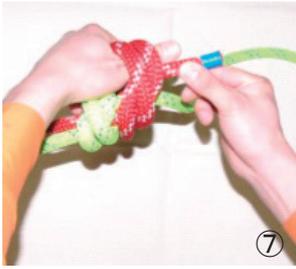
同径のロープをつなぎ合わせる場合に使用。プルージックコードの結着は、この結索方法を使用する。

ロープを結合する場合、最も強固な結索でありながらロープにかかる負担が少ない。



ダブルフィッシャーマンズノット





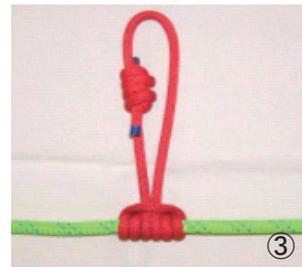
ク 3ラウンドプルージック

主ロープに3回巻きつけるプルージックであり、倍力システムを設定した場合のロープの逆戻り防止やロープのキャッチ部分に使用される他、ロープの確保を行う場合に使用される。

繊維同士の摩擦を利用しているため、適合性を無視して使用した場合、ロープが滑り出さずにロープの外皮を切断してしまう等の危険が伴うので、使用に際しては、主ロープとプルージックコードの適合性や特性を熟知した上で使用する必要がある。



3ラウンドプルージック



(2) スリングによる結索

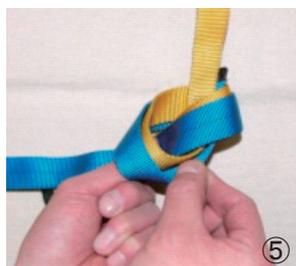
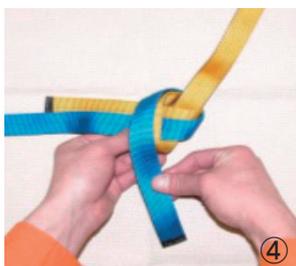
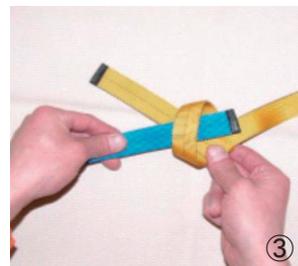
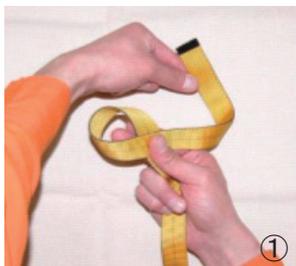
ウォーターノット

ウェビングテープをつなぎ合わせ、輪にするときに使用する他、複数のウェビングを連結させ、長さを伸ばす場合に使用する。

端末は一握り半以上の余長を残すこと。



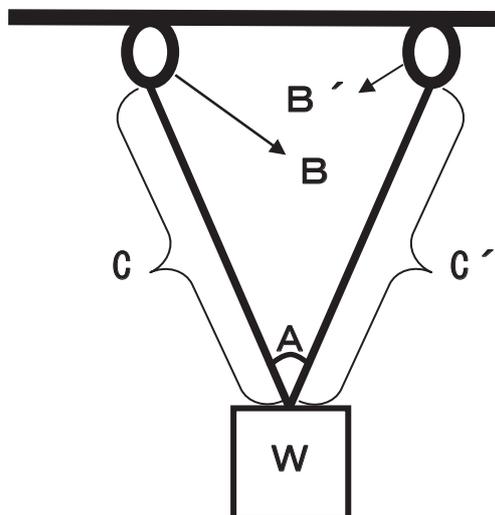
ウォーターノット



3 力学

角度による荷重の変化

重りを上げるとき、2つの支持点（アンカー）をとった場合は、その開き角度によって支持点を受ける荷重は変化する。



A : 角度（下記の計算式の θ にあたる）
 B, B' : 支持点（アンカー）に掛かる荷重
 C, C' : 重量物から支持点（アンカー）までの距離
 W : 荷重

条件 : B及びB'の位置は水平、C及びC'の長さは同じ、 $W=100\text{kg}$

$$\text{計算式 : } B (B') = \frac{W}{2 \cos \theta / 2}$$

【角度と荷重表（小数点第3位以下切捨て）】

角度 (A°)	片方に掛かる荷重 ($B=B'$)
0°	50 kg
20°	50.77 kg
40°	53.21 kg
60°	57.73 kg
90°	70.71 kg
120°	100.00 kg
140°	146.19 kg
150°	193.19 kg
160°	288.01 kg
170°	574.05 kg
180°	∞

【換算表（小数点第5位以下切捨て）】

$\cos \theta / 2$	数値
$\cos 0$	1
$\cos 10$	0.9848
$\cos 20$	0.9396
$\cos 30$	0.866
$\cos 45$	0.7071
$\cos 60$	0.5
$\cos 70$	0.342
$\cos 75$	0.2588
$\cos 80$	0.1736
$\cos 85$	0.0871
$\cos 90$	0

計算の結果から、理論値ではあるが、角度によって2つの支持点（アンカー）の受ける荷重が変化することがわかる。

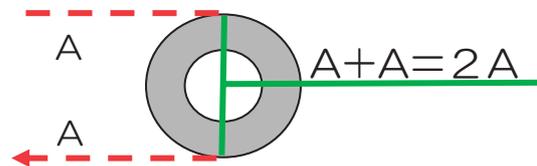
支持点（アンカー）間の角度が大きくなるにつれて荷重が分散されずに大きくなっていき、 120° になると両支持点（アンカー）には100%の荷重がかかることになり、ロープにも同様の荷重がかかることになる。

荷重を有効に分散させるためには、支持点（支点）作成は、角度を 60° 以内にすることが望ましい。

4 倍力効果システム

(1) 倍力効果の基本原則

滑車の左右では必ず同じ値になり、滑車の軸には左右を足した値が働く。



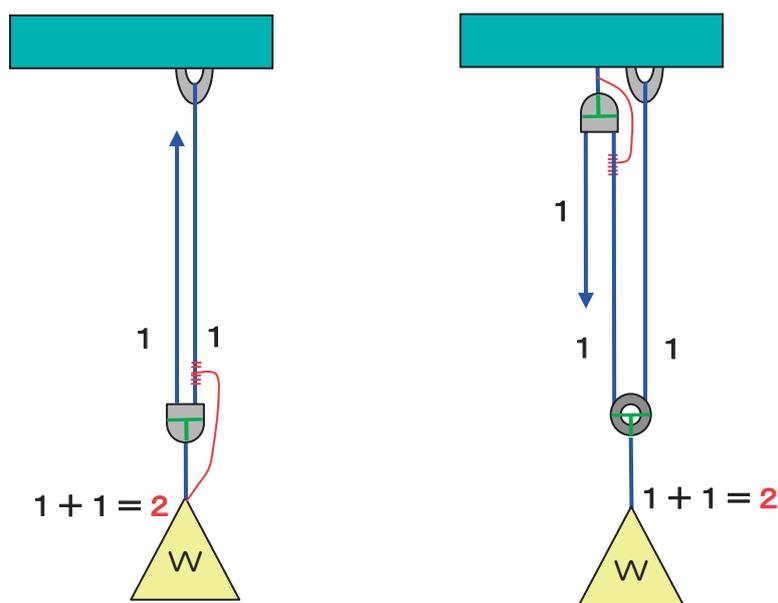
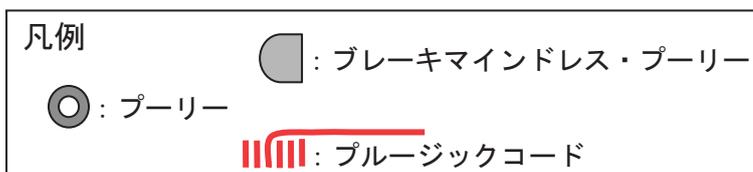
(2) 滑車による倍力効果（メカニカル・アドバンテージ）

滑車を利用し、小さな力で大きな力を出す牽引システムである。ただし、小さな力で牽引することは、その分長い距離のロープを引くことになり、実際は滑車の摩擦抵抗が発生することもあり、必要以上の倍力システムの設定は禁物である。

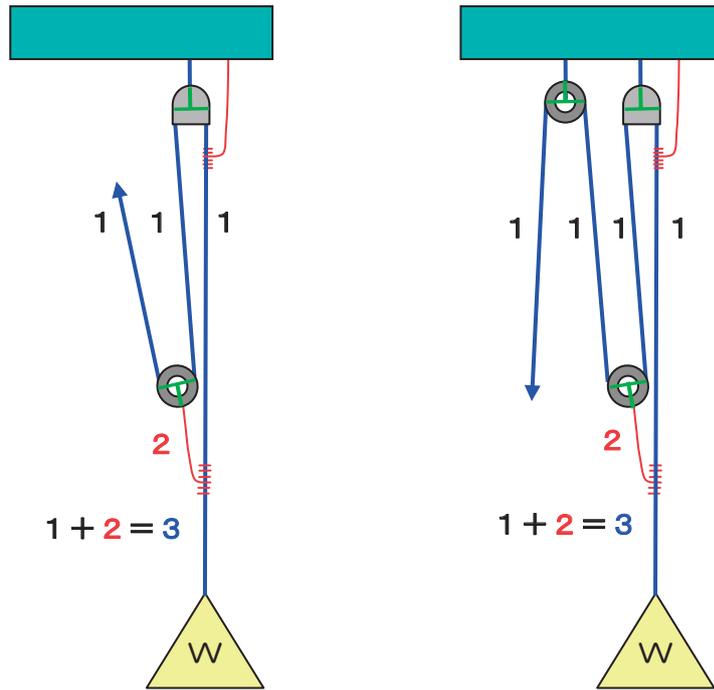
ここでは、滑車の摩擦抵抗をゼロとして、基本的な設定方法を紹介する。

※ 倍力効果システムを設定する場合、ロープロック機能付きプーリーやセルフブレーキ式下降器を支点部分に使用する方法や、ロープをキャッチする部分に登はん器具やロープクランプ等を使用し、倍力効果システムを設定する方法があるが、ここではプルージックコードを使用した倍力効果システムを例に説明する。

ア 2倍力（つるべ式）



イ 3倍力（Z（ゼット）リグ）

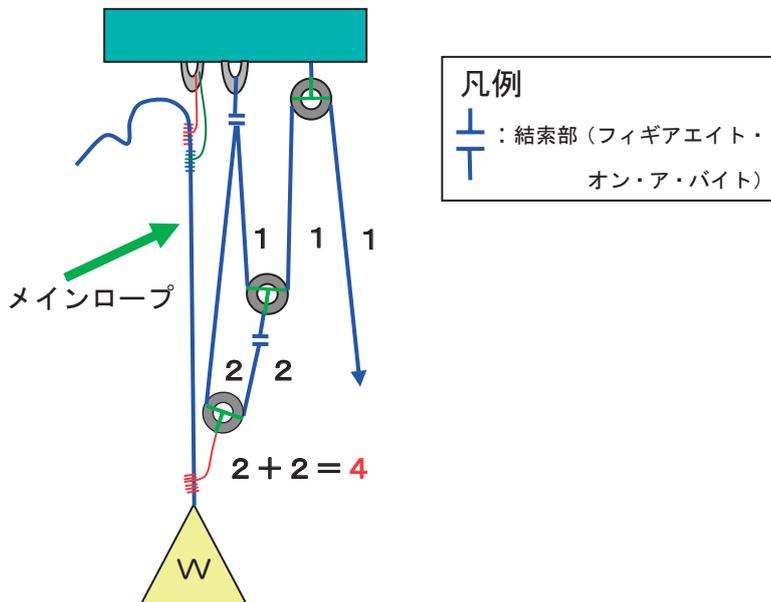


ウ 4倍力（ピグリグ）

ピグリグとは、メインロープとは別のロープを使用し、倍力システムを組む方法。

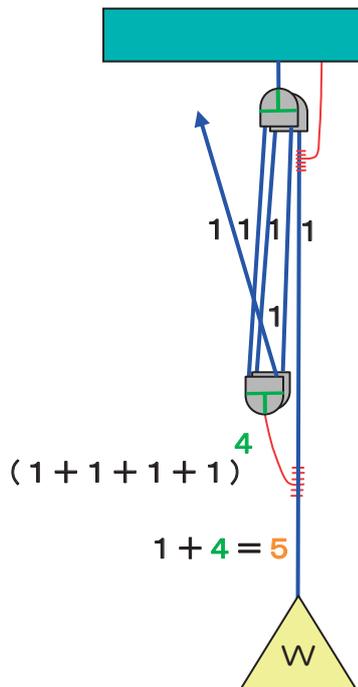
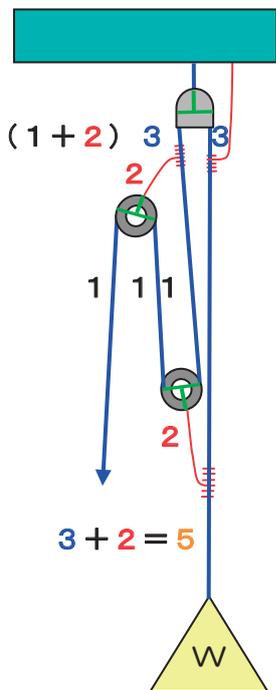
牽引システムがメインロープとは別系統であるため、あらかじめ必要な倍力のシステムを組んだ状態でセットすることにより、現場において、すぐにロープの展張や引上げを行うことができる。また、取り外して別のラインに使用することが可能である。

操作手順として、ロープ牽引後、メインロープを固定し、牽引ロープの固定を繰り返す。



エ 5倍力

凡例  :ダブルプーリー



IV 目的別活動要領

1 支点・支持点設定

(1) 三つ打ちロープによる支点・支持点の設定

結索の方法については、主に巻き結び又は二回り二結びで結着。

支点を設定する場合は、小綱を二つ折りにして巻き結びにより設定。

懸垂ロープや渡過ロープを設定する場合、支持点は二ないし三箇所結着し、状況により更にプルージックで控えをとる。



二回り二結びによる支持点設定
(写真は、懸垂ロープの設定であり、
後方へ更に支持点を結着している。)



小綱二つ折りの巻き結び
による支点設定

(2) カーマントループ、スリングによる支点・支持点の設定

ここでは、基本的な設定方法について紹介する。

なお、カーマントループを使用した救助体系では、メインラインとバックアップラインを別系統で設定することにより二重の安全が確保されているが、支持物に二箇所以上結着等により安全性を高めることが望ましい。

ア カーマントループによる設定

① フィギアエイトフォロースルー

支点・支持物の大きさに合わせて、直接輪を作成する結索方法。



② ノーノットアンカー

支点・支持点になる支持物に、ロープを単純に巻き付ける。支持物との摩擦抵抗を利用したアンカーのため、結索に荷重がかかることが少ない。

支持物の太さや、滑りやすさによりロープの巻き数を決定する。



イ スリングによる設定

○ ウェビングによる設定

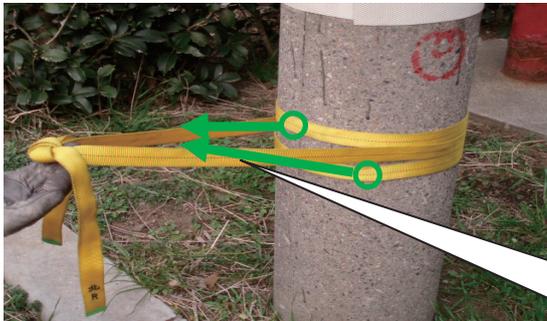
① シンプルアンカー

支点・支持物の大きさに合わせて、ウォーターノットによりウェビングをつなぎ合わせ、アンカーを設定する方法。



② ラップ3プル2

支持物にウェビングテープを三回巻き付け、末端をウォーターノットによりつなぎ合わせ、結索した部分以外の二本を荷重の加わる方向へ引いて設定する。このとき結索部は設定されたロープの牽引方向へ合わせる。



結索部以外の2本を荷重の加わる方向へ引いて設定。



結索部を牽引方向へ合わせることで、結索部に荷重がかかりにくくなる。

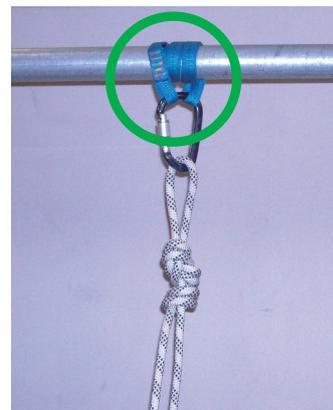
○ ソウンスリングによる設定

支点・支持物に巻き付けたら、折り返して作成するため、簡単に支点・支持点の設定が可能である。

① 2ラウンドターン

ラウンドターンの巻き付け数については、支点・支持物の太さにより決定する。

なお、太い支点・支持物に作成した場合、カラビナのトリプルアクセスに注意する。



② 2バイト

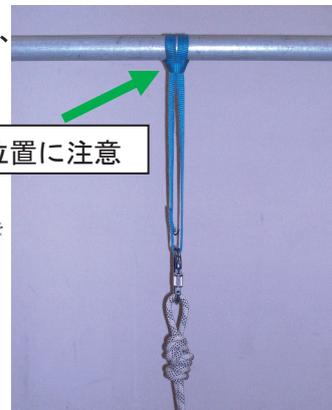
支点・支持物から距離が必要な場合、バイトで作成する。

なお、支点・支持物の表面が滑りやすい材質の場合、横滑りに注意する。

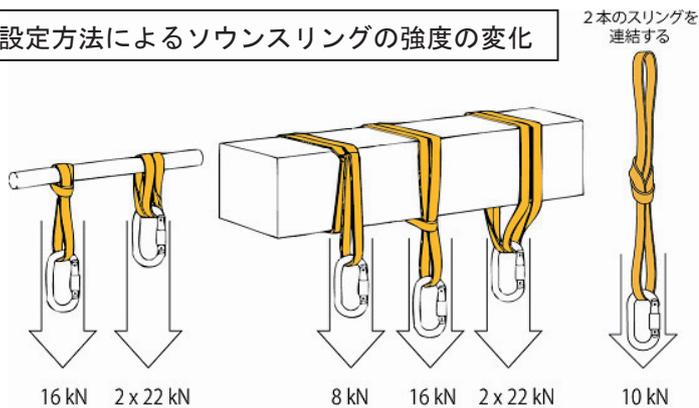


③ ガースヒッチ

ガースヒッチにより支点・支持点を作成した場合、ソウンスリングの交点の位置により強度が極端に低減するため、注意する。



設定方法によるソウンスリングの強度の変化



2 確保要領

(1) 自己確保の設定

高所や墜落危険のある場所では、墜落による危険を回避するため、自己確保を設定するが、その設定の位置、方法には注意が必要である。

高所で活動又は訓練を行う場合は、落下率と衝撃荷重について理解し、万一墜落した場合に、身体にかかる衝撃荷重を安全な範囲内に抑えることが必要である。そのため、自己確保を高い位置に設定する（落下率を小さくする）、ダイナミックロープやショックアブソーバ等の衝撃吸収性能がある資器材を使用する等の措置を講じる必要がある。

※ NFPA基準では、救助活動を行う全てのロープシステムの設定が、落下率0.25以内とされており、もしも、落下率0.25を超えることが予想される活動には、ダ

イナミックロープの使用を考える必要があるとしている。一方、ヨーロッパ標準規格では、墜落を止めた瞬間に身体にかかる衝撃を安全な範囲内（6kN 以下）に抑えることができるように、ロープやエネルギーアブソーバー等の資器材の規格（セミスタティックロープ：落下率0.3、エネルギーアブソーバー：落下率2の墜落を想定）を設けている。

落下率は、墜落距離とロープの長さとの関係で求められる。公式は下記のとおりである。

$$\text{落下率} = \frac{\text{墜落距離}}{\text{ロープの長さ}}$$

落下率から自己確保を考える

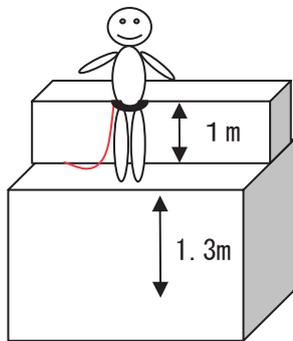


図 A 命綱の係留点が安全帯装着位置より下の場合

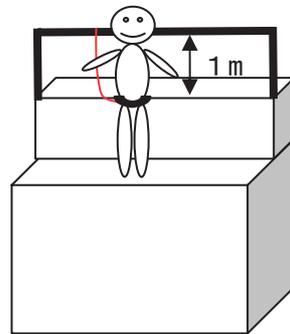


図 B 命綱の係留点が安全帯装着位置から1mの高さの場合

※ 安全帯の命綱を1.3mとした場合。

- 1 図Aのように、安全帯の装着位置より下に命綱の係留点をとった場合、落下する距離は、床面の幅を考えないものとする、 $1\text{m} + 1.3\text{m}$ （命綱の長さ） $= 2.3\text{m}$ となり、落下率は約1.77となる。
- 2 図Bのように、安全帯の装着位置より1m高い位置に命綱の係留点をとった場合、床面の幅を考えないものとする、墜落距離は最大で0.3mとなり落下率は、0.25以下の約0.23となる。
- 3 自己確保の係留点は、高所にとることが原則であるが、やむを得ず高所にとれない場合、落下の衝撃を吸収するため、伸び率の大きい三つ打ちロープやダイナミックロープ、ショックアブソーバ機能を有した資器材を使用するか、危険ゾーンから出ることがない長さに命綱を設定するなどの措置が必要である。

カラビナが巻き掛けになってしまうような場合には、スリング等を利用し支点を作成し、安全帯に付属の撚りロープで自己確保をとる。



カラビナの巻き掛けの状態



スリングを利用し支点を作成



巻き結びにより自己確保の長さを調整

自己確保が最も伸びた状態で、危険ゾーンから出ることがなければ、スリングのみで自己確保を設定することも可能である。しかし、墜落の危険のある場所では、衝撃吸収性能に乏しいスリングのみでの自己確保の設定は避けるべきである。

(2) バックアップラインの設定

ロープを使用した救助活動において、救助者や要救助者の引上げ・降下・ロープを展張しての活動には、メインラインの設定のほか、メインラインにアクシデントが発生し、使用できなくなった場合に備え、救助者や要救助者を落下させないようにバックアップラインの設定を行う。

バックアップラインは、支持点も含め救助用メインラインとは別に独立したシステムで設定することが望ましく、メインラインの操作と連動させてロープの緩みがないように操作しなければならない。

ロープの緩みが大きくなるほど、メインラインが崩壊した場合に救助者や要救助者の落下による衝撃荷重は大きくなり危険である。



(3) ロープの制動（確保）

三つ打ちロープを使用した救助体系におけるロープの制動（確保）は、身体による確保や地物を利用した確保がある。

カーンマントルロープを使用する救助体系ではロープを制動（確保）する場合、器具やプルーシックを利用することが前提となっている。

カーンマントル構造のスタティックロープは、ロープの伸び率が少ないためシステムに万一アクシデントがあった場合、大きな衝撃荷重が身体にかかり、ロープを制動（確保）することが困難になるばかりでなく、身体に与える影響（ダメージ）が大きくなる。

ア 身体による確保

身体による確保の方法については、肩確保と腰確保に大別される。

この方法による確保員は、救助隊員又は要救助者の体重を支えなければならず、確保員の手には相当の負担がかかることとなる。

急激に荷重が加わると確保者自身にも衝撃荷重が加わり、転倒・転落の可能性があるため、自己確保を設定し二次確保を行う。

肩確保



腰確保（立ち確保）



腰確保（座り確保）



イ 地物を利用した確保

確保を必要とする場所に堅固な地物がある場合には、地物等に支点を作成し、より安全かつ容易に確保する必要がある。

重量に耐えられないと思われる場合は、小綱、カラビナ等を使用し、抵抗を増やし荷重を制御するなどの措置を考慮する必要がある。

ウ 器具を利用した制動（確保）

器具等を利用した制動（確保）の場合、器具を設定するための場所を必要とするが、特性を理解し使用状況に応じた器具を選定することにより、より確実な制動（確保）が行える。

また、セルフブレーキ式下降器やプルーゾック等を使用したシステムを設定すれば、万一確保員にアクシデントが発生した場合にも、確保が解除されない。更に、墜落を止めた後に、救助員又は要救助者を安全な位置まで移動させるなどの措置が可能である。

※ スパイク状のカムでロープをロックするロープロック機能付きプーリー等は衝撃荷重によりロープの外皮を切断する可能性があるため、バックアップラインには使用しないよう注意が必要である。

① セルフブレーキ式下降器を使用した確保



② 確保・下降器具（A T C等）を使用した確保

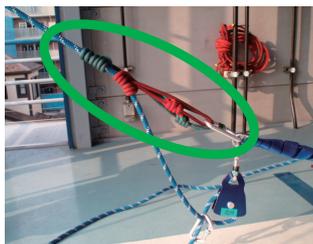


ハーネスにA T C設定

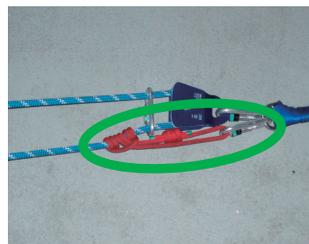


地物にA T C設定

③ プルージックコードによる確保



長短2本のプルージックコードによる確保



ロープの逆戻り防止のために設定されたプルージックコード

3 高所・低所への進入が伴う救助

※ 救助活動において、メインラインの支点・支持点（アンカー）とバックアップラインの支点・支持点（アンカー）は、可能な限り別々に設定することが望ましい。

(1) 低所への進入

低所への進入は、三連はしごの逆伸ていやワイヤーはしご等による進入が一般的であるが、活動スペースの確保が困難な場合やはしごの全長以上の進入を行う場合には、ロープによる進入が考えられる。

○ 三つ打ちロープを使用した救助体系による低所への進入は、主に以下のような方法がある。

ア 座席懸垂降下による進入

小綱により座席を作成し、カラビナを使用し制動をかけながら降下する方法である。

身体に与える苦痛は少なく、傷病者又は器材等を背負った場合でも、降下可能である。



イ ロープにより隊員を進入させる方法

複数の確保員を配置し、縛帯等に直接ロープを結着した隊員を進入させる方法や地物、施設等との摩擦力を利用し、隊員を進入させる方法がある。



※矢印は救助員の進入方向

ウ 身体懸垂降下による進入

身体懸垂降下は、高度な技術と強靱な体力が必要となる。

ロープと身体の摩擦を利用して降下する方法のため首すじなどを保護する必要がある。降下距離が長いと、摩擦により火傷をする恐れもある。

○ カーンマントルロープを使用した救助体系における低所への進入は、主にハーネスに降下器具を設定し、進入する方法が一般的であり、主に以下のような方法がある。

※ 器具を使用した降下では、摩擦熱によりロープを溶融させ、場合により破断する恐れがあるため、降下スピードに注意する必要がある。

ア エイト環を使用した降下による進入

エイト環は、設定が容易であり、素早い降下が可能である。しかし、降下距離が20mを超える場合は、ロープのキンクが激しくなる。

また、万一降下員が誤ってロープを離した場合でも、ブレーキシテム（プルーシック等）を組み合わせることで、墜落することはない。



バックアップライン

ロープの設定

イ 制動用バーラックを使用した降下による進入

制動用バーラックは、付属のコマの調整により摩擦力を調整し降下する。

高負荷がかかる状況での使用において安定性が高く、ロープのよれの発生が少ない。

また、摩擦による熱を発散しやすい形状のため、長い距離の降下も可能である。



ウ セルフブレーキ式下降器を使用した降下による進入

ロープを器具内で湾曲させることにより、通常時はロープがロックの状態、レバーの操作等によりロックを解除し降下や登はん、確保を行う器具である。

降下器具として使用した場合、セルフブレーキ式のため、降下中に誤ってロープを離した場合でも墜落することはない。



ロープの器具への設定要領



ロープの器具への設定要領

エ ロープにより隊員を進入させる方法

制動器具（セルフブレーキ式下降器や制動用バーラック・エイト環）を取り付けたアンカーにメインラインを設定して、その操作により隊員を進入させる。バックアップラインの設定を必ず行う。



エイト環を隊員進入時の制動器具として設定



制動用バーラックを隊員進入時の制動器具として設定

(2) 高所への進入

基本的に高所への進入は、三連はしご、かぎ付きはしご等の各種はしごを利用した登はんが一般的であるが、それ以外にロープを使用した登はんも考えられる。

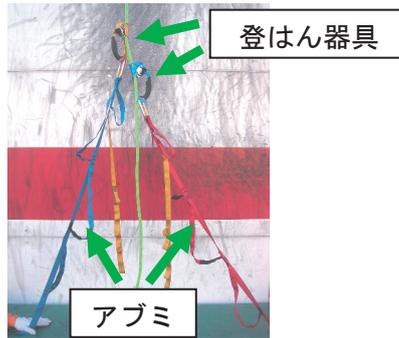
救助活動においては、状況により救助隊員は降下した後、降下に使用したロープを利用して戻らなければならないこともある。

- 三つ打ちロープを使用した救助体系における高所への進入は、主に垂下されたロープに足をからめて、登はん員の腕力と脚力を併用して登はんするフットロック登はんと、垂下された懸垂ロープに小綱を使用し、胴綱とアブミを作成し登はんを行う、プルージック登はんがある。

フットロック登はんについては、登はん員と補助員が協力して登はんを行うため、両者のタイミングが一致してはじめて登はんがスムーズに行われる。

- カーンマントルロープを使用した救助体系における高所への進入は、主にハーネスに登はん器具やセルフブレーキ式下降器を設定して登はんする方法が一般的である。

ア 登はん器具を使用した登はん



イ セルフブレーキ式下降器を使用した登はん



○ その他の高所への進入方法

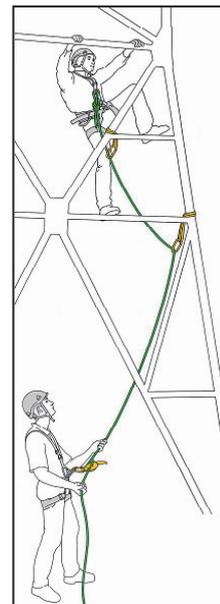
ア リードクライミング技術を用いた登はん

高所へ進入するために、はしごや固定ロープを設定できない場合に用いられる登はん方法のひとつ。

救助員が、登はん中にスリングやカラビナを用いて中間支点を設定し、そこにロープを通しながら登はんする方法で、下部では確保員が確保器具を用いて登はん者を確保する。

この方法は、鉄塔等のはしごや固定ロープを設定できない場所における活動に有効であるが、登はん者が落下率の大きな墜落をする可能性があるため、落下時の衝撃を考慮し、伸び率が大きく衝撃吸収に優れたダイナミックロープを使用する必要がある。

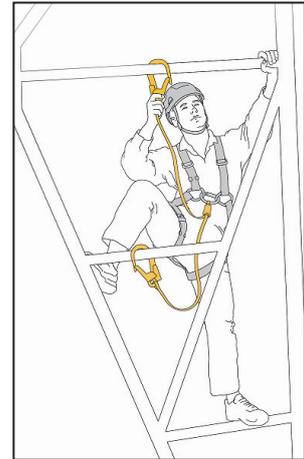
登はんする救助員と確保員がともに、落下率と衝撃荷重の関係、中間支点の強度、ロープや資器材の特性について十分に理解し活動を行わなければならない。



イ ランヤードの架け替えによる登はん

高所へ進入するために、はしごや固定ロープを設定できない場合に用いられる登はん方法のひとつ。

救助員が鉄塔等の足場を利用して、自己確保のランヤードを架け替えながら登はんする方法で、リードクライミング技術を用いた登はんは、救助員と確保員の二名で行うのに対し、救助員一名で登はんが可能である。ただし、救助員が墜落した場合、リードクライミングよりも更に大きな落下率の墜落をする可能性があるため、衝撃吸収性能を有するランヤードを使用する必要がある。

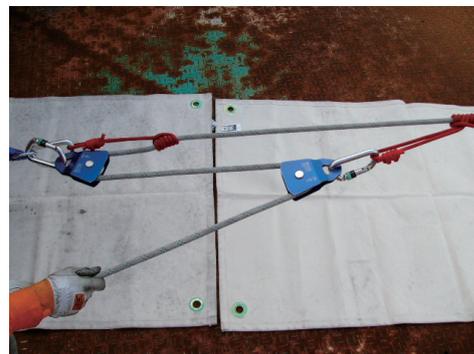


また、落下率と衝撃荷重の関係、ランヤードをかける構造物の強度、資器材の特性について十分に理解し活動を行わなければならない。

(3) 低所からの引上げ

進入時に使用したロープに、滑車を利用した倍力システムを組み救助員又は要救助者を引上げる。

バックアップラインの設定を必ず行う。



3倍力システム



3倍力システムによる隊員の引上げ

4 ロープブリッジ展張による救助

従来の三つ打ちロープを使用したロープ展張とカーンマントルロープを使用したロープ展張では、その方法に違いがある。

三つ打ちロープを使用した救助体系では、安全のためロープを二本あわせで使用し、展張に当たっては1本ずつ慎重に行くとされている。また、ロープの結着は二ないし三箇所確実にすることになっている。

三つ打ちロープは伸び率が大きいいため、適当な張りまで展張するには時間を要するが、スタティックロープを使用した場合、伸び率が小さいため比較的短時間で展張を行うことが可能である。

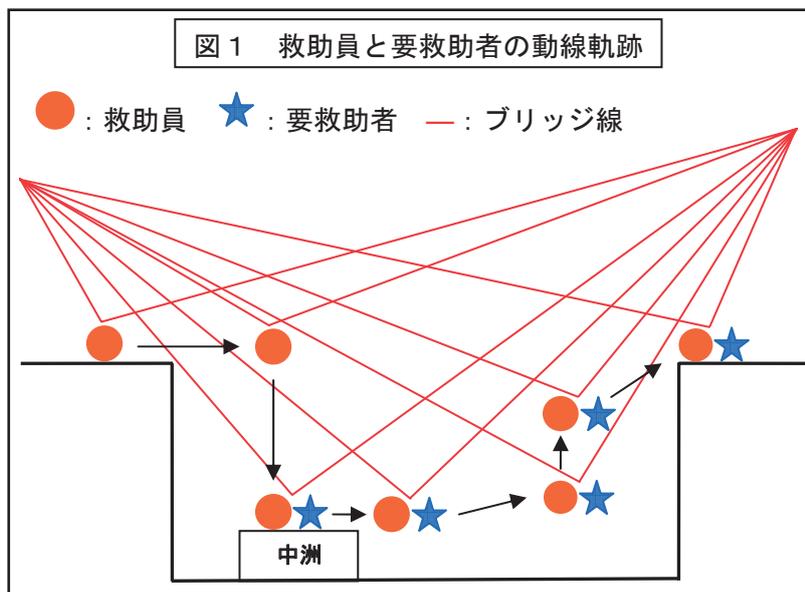
カーンマントルロープを使用した救助体系では、スタティックロープを約180度近くまで張り込んで救助活動を行う方法もあるが、ロープの張りは救助隊員等の荷重が加わった場合に、中洲救助であれば水面に接触しない程度、その他の場所においては障害物を回避できるような高さに設定すればよいとされている。(図1参照)

伸び率が小さいというロープの性質上、展張したロープの角度は荷重が加わった場合においても維持される。水平に展張されたロープ(角度180度)に、隊員の荷重がかかる(90度の方向へ荷重がかかる)と「3力学 角度による荷重の変化」で示したとおり、各支持点には大きな荷重が加わることになる。

このことからロープ展張が伴う救助活動を行う際は、設定した支持点又は支点になるべく大きな荷重がかからないように展張ロープの角度を考慮する必要がある。

また、隊員の進入は、倍力効果システムにより展張したロープを、器具のロックやプルージックを操作し、一時的に緩め以下の図のように救助者を要救助者のもとに降下させ、救助する方法も可能となる。

※ スパイク状のカムでロープをロックするロープロック機能付きプーリーは、ロープの外皮を切断する可能性があるため、ロープの展張には使用しないように注意が必要である。



(1) ロープ展張の方法

ア 三つ打ちロープを使用した技術体系におけるロープの展張

三つ打ちロープを使用した救助体系におけるロープ展張要領は、滑車による倍力効果の3倍力（Z（ゼット）リグ）システムの応用であるが、使用する器具はカラビナのみと少なく、展張を行う際にどの位置に結索を行うか判断を間違えると、再度、設定を行わなければならない。



人力によるロープ展張

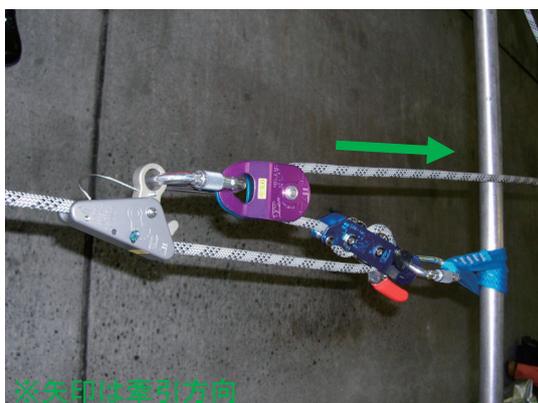


可搬式ウインチによるロープ展張

イ カーンマントルロープを使用した救助体系におけるロープの展張

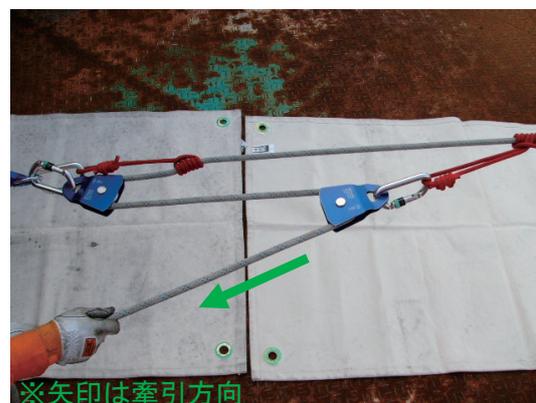
三つ打ちロープを使用した救助体系と同様に、ロープの展張は、倍力効果システムを活用し行うが、より効率的に展張を行うため、支点部分やロープをキャッチする部分にセルフブレーキ式下降器やロープクランプ又はプルージック、滑車を使用し展張を行う。また、展張ラインは、メインの展張ラインが使用できなくなった場合に救助者や要救助者を落下させないために、別系統のバックアップラインを設定する。

設定を行う際に資器材が不足した場合は、三つ打ちロープを使用した救助体系における展張方法による展張も有効である。



※矢印は牽引方向

器具を使用した3倍力システム

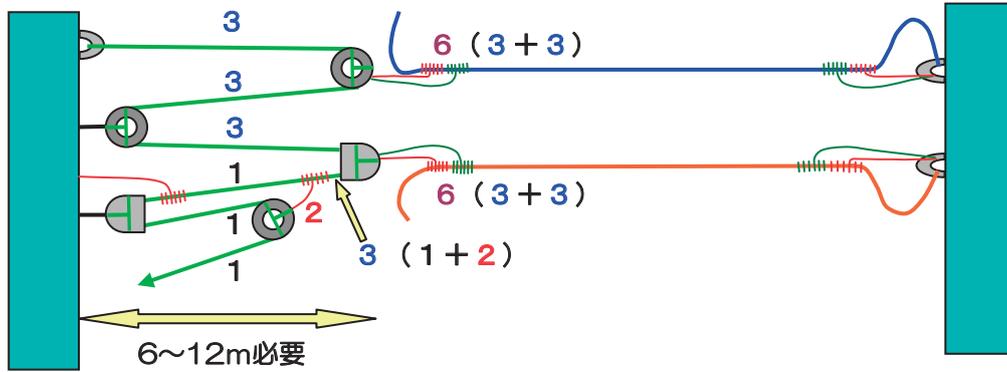


※矢印は牽引方向

プルージックを使用した3倍力システム

参 考：ロープ展張の一例

- スタティックロープを使用した均等6倍カピグリグ・システムによるロープ展張
この方法では、2本のロープを同時に、且つ均等に展張することが可能である。



V まとめ

本検討会では、編み構造ロープ等を使用した救助技術について最も基本的な事項を報告書にまとめたものである。

もちろん消防救助隊が行う現在の救助体系は、懸垂ロープ、渡過ロープ等を原則として二本合わせにするなど「消防救助操法の基準」に沿って活動を行うことが基本である。

しかしながら、編み構造ロープ等を使用した救助体系により活動を行う場合については、二本合わせによることが困難であるため、救助用メインラインに加えて確保用バックアップラインを別系統で設定するなどにより、適切な二次的安全措置を確保する必要がある。

今後においても、ロープを使用した救助活動については、消防吏員の救助訓練における消防救助用機械器具の取扱い及び操作の基本を定めた「消防救助操法の基準」（昭和五十三年九月十四日消防庁告示第四号）に沿うことはもとより、「編み構造ロープ等を使用した救助技術」についても、原則として同基準第十六章第百八条に規定する「ロープ操法実施上の留意事項」を基本とされたい。

新たな資器材を導入することは、一方で重大事故が発生する要因となり得る恐れがある。今回の検討会及びその作業部会における検討に際しても様々な意見[※]があった。

従って、編み構造ロープ等を使用した救助体系を導入する際には、本報告書及び各資器材の説明資料の内容を理解するとともに、各消防本部においても検証・訓練等を実施することにより、導入した資器材の性能・特性を把握し、消防のロープ救助の理念である二重安全を確保した技術・知識の修得に十分努めた上で、実災害に臨まれたい。

なお、緊急消防援助隊等他の消防本部の救助隊との連携した活動時において、各隊の救助体系が異なる場合にあっては、安全性を確保し混乱を招くことのないよう、活動区域・役割を分担する、あるいは、統一した救助体系を採用するなど十分に配慮する必要がある。

消防が行う救助活動は、「安全・確実・迅速」が活動の基本であり、より効果的・効率的に行うために、各消防本部においては、不断の教育や訓練、また、救助事例に対する研究等を積み重ねることにより能力の向上に努め、今後、ますます複雑・困難化が予想される救助活動に対処して頂きたいと考えるものである。

[※] 同径のカーンマントルロープを同一の資器材で使用した場合においてもキンクの程度がメーカーにより違うという意見や、資器材を購入する際には登山専門店ではなく消防の救助を理解している販売店から購入することが望ましいという意見、更には、主ロープにプルージックを施すためのプルージックコードの径についても消防本部の検証結果に相違があるという意見など。

参 考 资 料

I 救助用ロープについて

現在、救助用ロープは三つ打ちロープ、スタティックロープ、ダイナミックロープといった様々な種類のロープが使われており、太さも10mm前後のものから12mmを越えるものまである。

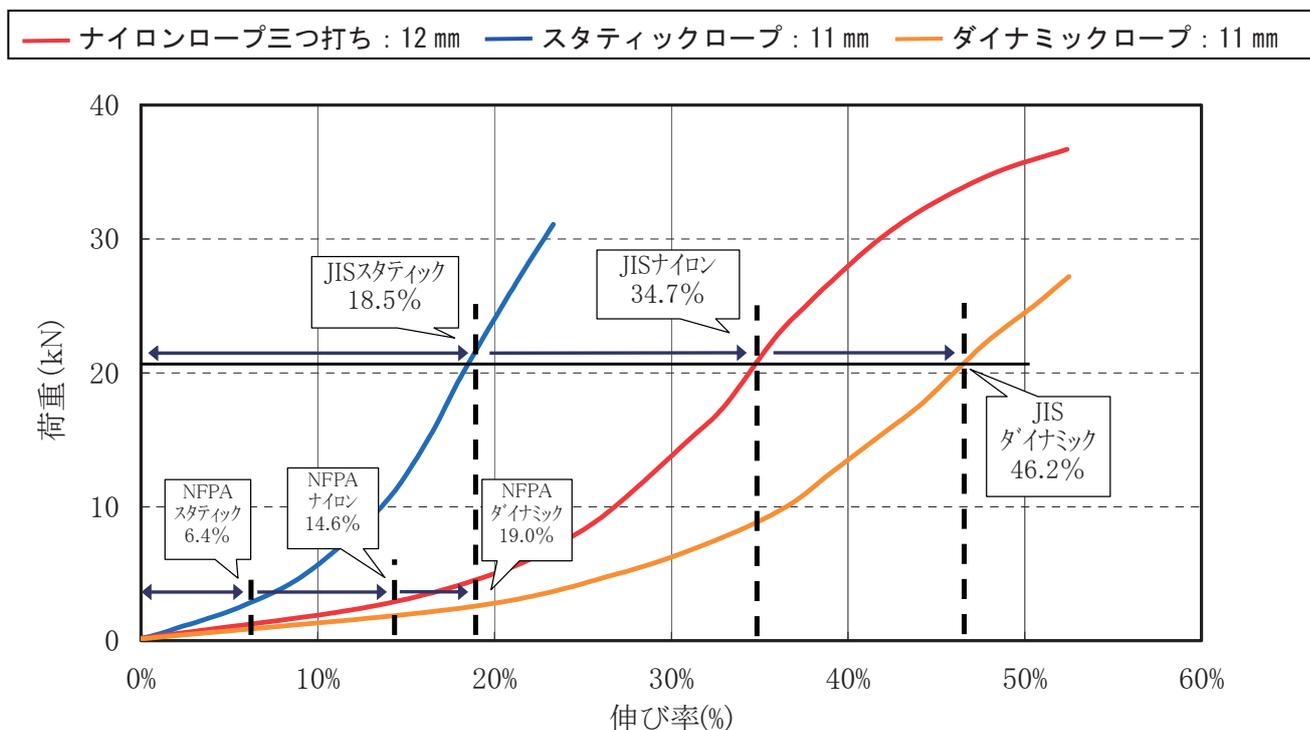
三つ打ちロープは、ナイロンロープとしてJIS規格（JIS L 2704 1992）に、カーンマントル構造のスタティックロープやダイナミックロープはEN規格（EN 1891 1998）やNFPA基準（NFPA 1983 2006）等に基づき作られている。

ここでは、ロープにおける一般的特性について、参考として記述する。

※ 以下に示す試験結果については、検討会のメンバーにより特定のロープを使用し試験を行った結果である。

（1）各ロープの破断までの伸び率と荷重の関係：図1

（JIS方式とNFPA方式の伸び率測定）



ロープを引張り試験機に設置し、初荷重（JIS方式 $\phi 11:150N$ 、 $\phi 12:180N$ 、NFPA方式 $\phi 11:150N$ 、 $\phi 12:180N$ ）を負荷した状態でロープの中央部分に30cm又は50cmの間隔で二つのマークをつける。

荷重を徐々に連続的に増加させていき、ある荷重での二つのマークの長さを何箇所か測定していく。試験機の引張り速度は規格の50%の荷重までは300mm/分以内とし、それ以上は150mm/分以内とする。伸び率と荷重の関係をより高い精度で出すには二つのマー

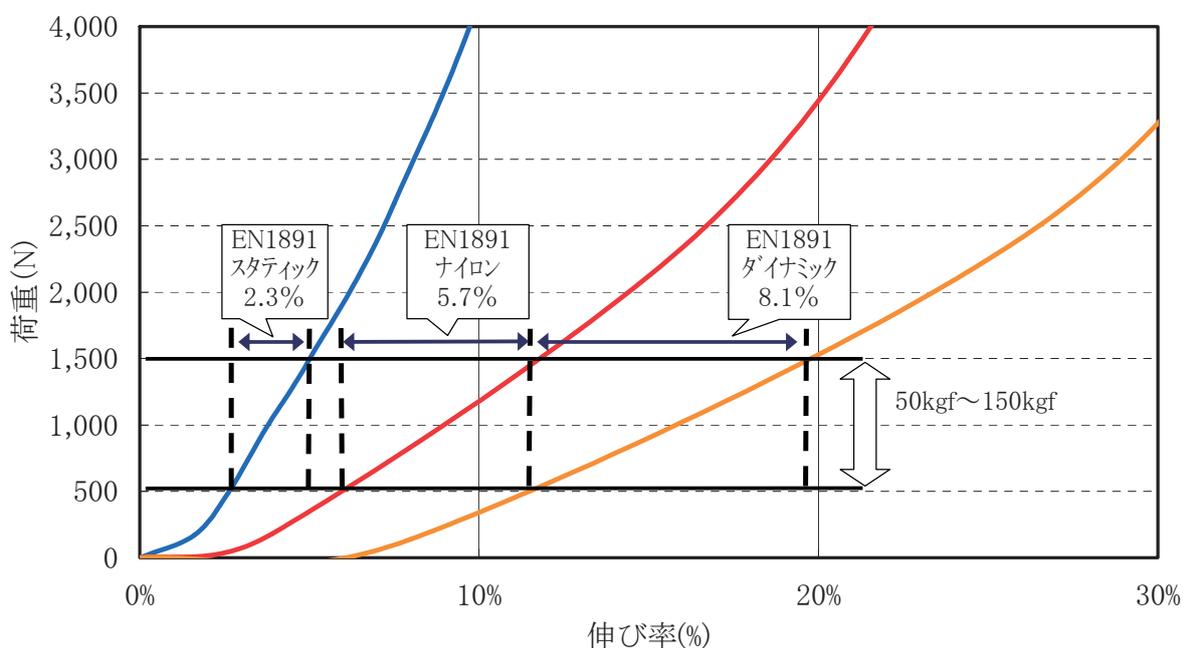
クの長さを測定する荷重のポイントを増やす方法がある。

伸び率は、ある荷重に対する二つのマークの長さを計測し、その長さを最初にマークした 30cm 又は 50cm で割ることで算出される。二つのマークの長さを測定する荷重は、NFPA 方式では破断荷重の 10% (3kN 程度) の荷重で、JIS 方式では規格の 75% ($\phi 12\text{mm}$ の場合は、20.6kN) の荷重である。図 1 の各グラフの切れているところは、破断した荷重とその時の伸び率を示している。つまり、ナイロンロープ 3 打ちでは、荷重が 36kN となった時に伸び率 52% となり、この時破断したことを表している。

(2) 各ロープの低荷重域における伸び率と荷重の関係

(EN 1891 方式の伸び率測定)

— ナイロンロープ三つ打ち : 12 mm — スタティックロープ : 11 mm — ダイナミックロープ : 11 mm



ロープを平面上に置き、中央部分に 30cm 又は 50cm の間隔で二つのマークをつける。ロープを試験機に設置し、それぞれ初荷重 (JIS 方式 $\phi 11:150\text{N}$ 、 $\phi 12:180\text{N}$ 、NFPA 方式 $\phi 11:150\text{N}$ 、 $\phi 12:180\text{N}$) の時に二つのマークの長さを測定する。

続いて、490N (50kgf) の荷重時の長さ、1490N (150kgf) の荷重時の長さを測定する。荷重を徐々に、連続的に増加させていき、ある荷重での伸びを何箇所か測定していく。試験機の引張り速度は規格の 50% の荷重までは 300mm/分以内とし、それ以上は 150mm/分以内とする。

EN1891 方式の伸び率は、1490N の荷重時のマークの長さから 490N の荷重時のマークの長さを引き、これを 490N の荷重時のマークの長さで割ることで算出される。

救助用ロープ 一般特性試験データ

種 類		ナイロンロープ			
		三つ打ち (消防救助用ロープ)	スタティック ロープ	ダイナミック ロープ	
項 目					
原料	ナイロン				
呼称太さ	12 mm	11mm	11mm		
構造・構成	3打ち・撚り	2層・編み	2層・編み		
単位重量	92.0(g/m)	82.5(g/m)	78.6(g/m)		
規格引張り強さ	27.5kN (2.80tf)		23.9kN (2.44tf)		
実際 引張り強さ (注)	ストレート		36.7kN(3.74tf) [100]	31.0kN(3.16tf) [100]	27.2kN(2.77tf)
	結索時	もやい	22.4kN(2.28tf) [61]	19.7kN(2.01tf) [64]	-
		8の字	23.6kN(2.41tf) [64]	21.2kN(2.16tf) [68]	-
		巻結び	24.3kN(2.48tf) [66]	19.2kN(1.96tf) [62]	-
伸び率	JIS方式 (JIS初荷重※1～ 規格※2の75%)		34.7%	18.5%	46.2%
	NFPA方式 (NFPA初荷重※3～ 破断荷重の10%)		14.6%	6.4%	19.0%
	EN1891方式 (50kgf～150kgf)		5.7%	2.3%	8.1%
	破断迄 (JIS初荷重～)		52.4%	23.3%	52.4%

(注) []内はストレートを100とした場合の強度保持率。実際引張り強さは強度を保証するものではない。

※1 初荷重とは、ロープが伸長せずになすすぐに張られる程度の荷重をいう。JISで定義する初荷重は、 $\phi 11\text{mm} : 150\text{N} (15\text{kgf}) \cdot \phi 12\text{mm} : 180\text{N} (18\text{kgf})$

※2 JIS $\phi 12\text{mm}$ ナイロンロープの規格27.5kN(2.80tf)を適用。75%は20.6kN(2.10tf)

※3 NFPA1983で定義する初荷重は、 $\phi 11\text{mm} : 170\text{N} (17\text{kgf}) \cdot \phi 12\text{mm} : 200\text{N} (20\text{kgf})$

規格別の主な要求事項

主な要求事項の比較

規 格 主な要求事項	JIS L 2704	EN 1891		NFPA 1983	
素材	ナイロン	融点 195°C以上		融点 204°C以上	
太さ <mm>	—	8.5~16		Light Use	General Use
				9.5~12.5	11~16
引張り強さ <kN (tf) >	太さによる ※φ12 mm 27.5 (2.80)	タイプA	タイプB	20 (2.04)	40 (4.08)
		22 (2.24)	18 (1.84)		
伸び率<%>	45%以下	5%以下		10%以下	
伸び率の測定 方法	JISの初荷重から 規定引張り強さの 75%	50kgf 荷重時と 150kgf 荷重時 のロープの長さの差を計測。		NFPA (CI 1801) の初荷重か ら、最低破断強度の 10%の静 荷重をかけた場合	
その他	リード、質量、 線密度など	しなやかさ、外皮のずれ 衝撃荷重など		300lb、600lb、1000lb それぞ れの静荷重をかけた場合の 伸び率を明示するように要 求	

※ 救助用ロープは、EN規格におけるタイプAに分類されるロープ、NFPA基準におけるゼネラルユースに分類されるロープを使用するのが一般的である。

II 救助用ロープの耐炎・耐熱について

救助用ロープは火災現場において、応急はしご救助をはじめ、救助活動や検索用のロープ等に使用されることから、耐炎・耐熱性についても、特定のロープを使用し試験を実施した。

※ 以下に示す試験結果については、検討会のメンバーにより特定のロープを使用し試験を行った結果である。

【試験条件】

(1) 接炎試験

ロープに重さ 60.5kgf の負荷をかけ、水平に展張したロープに、ガスバーナーの炎を下から接炎させ、ロープ破断までの時間を測定。

なお、ガスバーナーの炎は、ロープ下部の接炎部分の温度が 1000℃となるように設定し、試験を実施した。

(2) 受熱試験

接炎試験同様、60.5kgf の負荷をかけたロープを、350℃に熱せられた金属パイプ上をとおし、金属パイプの熱によりロープ破断までの時間を測定。

なお、金属パイプの表面温度は、可変抵抗器で一定温度 350℃になるように設定し、試験を実施した。

(3) 試験結果

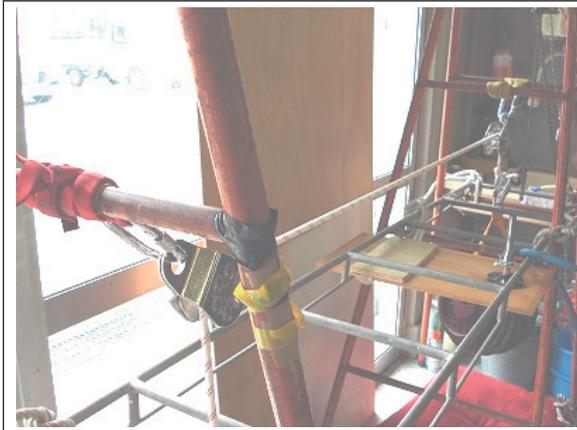
救助用ロープ 耐炎・耐熱特性試験データ

項目	ナイロンロープ	スタティックロープ	(参考) 難燃耐熱性の スタティックロープ
呼称太さ	12 mm	11mm	11mm
構造・構成	3打ち・撚り	2層・編み	3層・編み
接炎実験	22 秒	24～46 秒	55～79 秒
受熱実験	4 秒	4～45 秒	77～241 秒
備考		国内品、海外品含む	国内品、海外品含む

注：試験回数は1回又は2回

※ ナイロンロープとスタティックロープにおいて耐炎・耐熱性に大差は見られないが、難燃耐熱性スタティックロープについては、他のロープと比較すると耐炎・耐熱性能が高かった。

耐炎・耐熱特性試験状況



接炎実験 概況



接炎状況



受熱実験前



受熱実験状況

Ⅲ 資器材点検要領

使用する資器材の点検は、見た目の古さや使用年数に関係なく、劣化や異常を発見できなくてはならない。点検のポイントを誤ってしまうと、重大な事故につながる可能性がある。そのため、資器材を安全に使用するためには、確実な点検と管理が重要である。

ここでは、使用される一部の資器材の点検・管理要領を紹介しているものであり、実際には各資器材の取扱説明書やメーカーからの指導を受けるなどして点検の要領を習得する必要がある。

凡例：

- 「TR」とは、「To Repair」の略で、この状態は「修理に出しなさい」という意味。部品の交換で使用が可能。
- 「TM」は、「To Monitor」の略で、この状態は「様子を見なさい」という意味。複数の異常が更に見受けられる場合は、廃棄するべきと判断する。
- 「R」は、「Reject」の略で、この状態は「廃棄しなさい」という意味。新しい物との交換が必要。

1 ロープ

(1) ロープ

ア 点検要領

① 目視による点検

- ㊦ 外皮の著しい磨耗や破断 (R)
- ㊧ 炎や摩擦熱による融け (R)
- ㊨ 汚れや小砂等の付着 (洗浄)
- ㊩ 紫外線や薬品等の付着による変色 (洗浄・TM・R)

② 触接による点検

- ㊦ 衝撃等による径の違い (R・ダメージ部分の切断)
- ㊧ 柔軟性の違い (TM・R)



③ 長さの点検

- ㊦ 末端の縮み (末端部分の切断)
- ㊧ 極端な全体の縮み (TM・R)

④ 使用年数と保存年数の確認「使用記録簿」

- ⑤ 使用後とは別に、最低 1 ヶ月に 1 回は点検を行う。

イ 管理要領

- ① 紫外線等の直射日光を避けて保管する。(ロープ収納バックの活用)
- ② 洗浄は 30℃位のぬるま湯に中性洗剤で洗濯機又はつけ置きで洗い、十分に濯ぎ、脱水機による脱水はしないで、日陰干し(自然乾燥)する。乾燥室及び乾燥機などに入れて一気に乾燥させたり、日向で乾燥させたりするとロープが硬くなるので注意する。
- ③ ロープにはそれぞれ管理番号を付して管理することとし、購入年月日とロープ番号のついたシールを貼り付ける。
- ④ ロープの使用状況を把握するため「使用記録簿」に詳細を記載する。
- ⑤ 廃棄の基準は、静荷重のみで使用した場合と考えて、概ね 3 年を目安として救出用ロープからは外し、軽量な物の上げ降ろしなど、荷重のかからないような場所に使用する。

ただし、ロープを使用した環境や状況などによりダメージは異なることから、点検結果や「使用記録簿」のデータを参考に適宜判断する。

(2) スリング

ア 点検要領

- ① 目視による点検
 - ㊦ 著しい磨耗や破断 (R)
 - ㊧ 炎や摩擦熱による融け (R)
 - ㊨ 縫い合わせ部分やスリング中心の糸のほつれ及び破断 (TM・R)



- ㊩ 汚れや小砂等の付着 (洗浄)
 - ㊪ 紫外線や薬品等の付着による変色 (洗浄・TM・R)
- ② 触接による点検
柔軟性の違い (TM・R)
- ③ 使用年数と保存年数の確認「使用記録簿」
- ④ 使用後とは別に、最低 1 ヶ月に 1 回は点検を行う。

イ 管理要領

- ① 紫外線等の直射日光を避けて保管する。
- ② 洗浄は 30℃位のぬるま湯に中性洗剤で洗濯機又はつけ置きで洗い、十分に濯

ぎ、脱水機による脱水はしないで、日陰干し（自然乾燥）する。

- ③ 廃棄の基準は、静荷重のみで使用した場合と考えて、概ね2年を目安として廃棄すること。ただし、点検の結果によってダメージがあると判断できる場合は適宜判断する。

2 カラビナ

(1) 点検要領

ア 目視による点検

- ① 著しい変形、亀裂及び磨り減り（R）
- ② 汚れや小砂等の付着及び錆び（洗浄）

イ 機能点検

- ① ちょうつがい（バネ）部分の不良（R）
- ② キーロック及びゲート部分の変形（R）
- ③ 安全環の不良（R）



(2) 管理要領

- ア ちょうつがい（バネ）や安全環部分は、速乾性のある潤滑油で手入れする。
- イ フレーム部分は、乾いた布等で乾拭きする。
- ウ 洗浄は湯洗いすること。

3 プーリー

(1) 点検要領

ア 目視による点検

- ① 可動サイドプレートの変形、亀裂及び磨り減り（R）
- ② 滑車部分の変形、亀裂及び磨り減り（R）
- ③ ピン部分の変形及び亀裂（R）
- ③ 汚れや小砂等の付着及び錆び（洗浄）

イ 機能点検

可動サイドプレート及び滑車部分の作動不良（TR）



(2) 管理要領

- ア ピン部分は速乾性のある潤滑油で手入れする。
- イ プレート及び滑車部分は乾いた布等で乾拭きする。
- ウ 洗浄は湯洗いすること。

4 制動器具（降下器具）

（1）エイト環

ア 点検要領

目視による点検

- ① 外観の著しい変形、亀裂及び磨り減り（R）
- ② 汚れや小砂等の付着及び錆び（洗浄）

イ 管理要領

- ① 本体は乾いた布等で乾拭きする。
- ② 洗浄は湯洗いすること。

（2）セルフブレーキ式下降器

ア 点検要領

① 目視による点検

- ㊦ 外観の著しい変形、亀裂及び磨り減り（R）
- ㊧ カム部分の著しい変形、亀裂及び磨り減り（R）
- ㊨ 汚れや小砂等の付着及び錆び（洗浄）

② 機能点検

- ㊦ 可動サイドプレート及びカム部分の作動不良（TR）
- ㊧ 誤操作防止用キャッチの作動不良及び歯カムの変形、脱落（TR）
- ㊨ 安全キャッチの作動不良及び変形、亀裂（TR）
- ㊩ ハンドルの作動不良（TR）



イ 管理要領

- ① カムのピン及びキャッチバネ部分は、速乾性のある潤滑油で手入れする。
- ② プレート及びカム部分は乾いた布等で乾拭きする。
- ③ 洗浄は湯洗いすること。

5 登はん器具

（1）点検要領

ア 目視による点検

- ① 外観の著しい変形、亀裂及び磨り減り（R）
- ② 汚れや小砂などの付着及び錆び（洗浄）

イ 機能点検

- ① 安全キャッチの作動不良及び変形、亀裂（TR）
- ② 歯カムの変形及び脱落（TR）



(2) 管理要領

- ア キャッチバネ部分は速乾性のある潤滑油で手入れする。
- イ 本体は乾いた布等で乾拭きする。
- ウ 洗浄は湯洗いすること。

6 ロープクランプ（非スパイク）

(1) 点検要領

ア 目視による点検

- ① 外観の著しい変形、亀裂及び磨り減り（R）
- ② ワイヤー及びスプリングピン脱落防止ロープの破断（TR）
- ③ 汚れや小砂等の付着及び錆び（洗浄）

イ 機能点検

- ① スプリングピンの作動不良及び変形（TR）
- ② カムの作動不良及び磨り減り（TR）



(2) 管理要領

- ア スプリングピン部分は速乾性のある潤滑油で手入れする。
- イ 本体は乾いた布等で乾拭きする。
- ウ カムワイヤー取り付け六角ネジの締め付けをする。
- エ 洗浄は湯洗いすること。

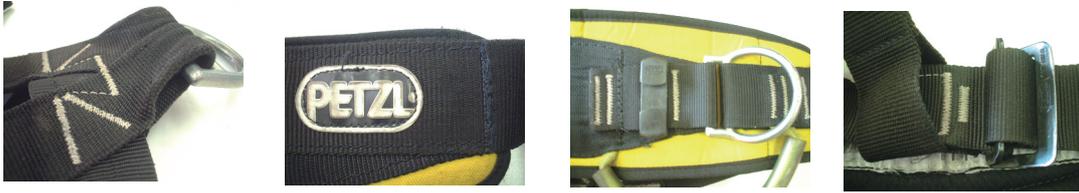
7 ハーネス

(1) 点検要領

ア 目視による点検

- ① 本体の著しい磨耗や破断（R）
- ② 帯（布地）部分の炎や摩擦熱による融け（R）
- ③ 縫い合わせ部分の糸のほつれ及び破断（TM・R）
- ④ D環の変形（R）
- ⑤ バックルの変形（TR）

- ⑥ パット部分の破断及び磨り減り（TR）
- ⑦ 汚れや小砂等の付着及び金属部分の錆び（洗浄）
- ⑧ 紫外線や薬品等の付着による変色 洗浄・（TM・R）



イ 触接による点検

帯（布地）及びパット部分の柔軟性の違い（TM）

（2）管理要領

紫外線等の直射日光を避けて保管する。

（注）

i 器具の磨り減りについて

- ・ ロープの接触する部分又は恐れのある部分の器具の磨り減りについては、エッジが鋭角になりロープを切断する危険性があるため注意する。

ii 汚れや錆びについて

- ・ ロープやスリング等の帯（布地）に小砂等が付着した状態で器具を使用すると伸縮により内部の繊維にダメージを与えるため注意する。
- ・ 金属部分の表面上の錆びについては紙やすり等で除去する。

iii 手入れについて

- ・ 速乾性のない潤滑油を使用するとゴミやホコリの付着の原因になる。
- ・ 金属部分は油分を含んだ布で拭くと器具がすべる原因になる。

IV 資器材の基準や規格

報告書内に掲載されている資器材については、その多くがヨーロッパやアメリカの基準や規格に適合したものである。

資器材が適合している基準や規格の内容は、使用資器材の限界を理解するための判断の材料と考えられることから、主な使用資器材の基準や規格を参考として掲載する。

1 ロープに関する基準や規格

(1) ロープに関するヨーロッパ標準規格

① セミスタティックロープに関する規格：EN1891

1. タイプ	タイプA	タイプB
2. 素材	>195 °C	
3. 直径	8.5 ~ 16 mm	
4. 結索性	M=10 kg <1.2	
5. 外皮のずれ	$\leq 20 \text{ mm} + 10(D - 9 \text{ mm})$	
	D $\leq 12 \text{ mm}$ の場合	
	$\leq 20 \text{ mm} + 5(D - 12 \text{ mm})$	
	12.1 mm $\leq D \leq 16 \text{ mm}$ の場合	
6. 伸び率	$\leq 5 \%$	
7. 外皮率	M=50 kg → 150 kg $\geq (4D - 4) / D^2 \times 100$	
8. 衝撃荷重	$\leq 6 \text{ kN}$	
	M=100 kg 落下率:0.3	M=80 kg 落下率:0.3
9. 耐墜落回数	≥ 5 回	
	M=100 kg 落下率:1	M=80 kg 落下率:1
10. 破断強度	$\geq 22 \text{ kN}$	
	ハットなし	
	$\geq 15 \text{ kN}$	$\geq 18 \text{ kN}$
エイトノットで固定		

M : おもりの質量

D : ロープの径

1. タイプ :

タイプAとタイプBの2種類がある。

2. 素材 :

ロープの内芯と外皮の素材の融点は、195°Cより上であることが求められている。

3. 直径 :

10 kgの静荷重をかけた時のロープの直径。

4. 結索性 :

ロープの結びやすさ（柔軟性）を示す数値。結び目の内径がロープの1.2倍未満であることが求められている。

5. 外皮のずれ :
ロープの内芯と外皮のずれを表す数値。
6. 伸び率 :
50 kg荷重時と 150 kg荷重時のロープの伸びを計測。セミスタティックロープは、伸び率が5%以下であることが求められている。
7. 外皮率 :
ロープに占める外皮の割合を表す。
8. 衝撃荷重 :
ロープにより墜落が止められた時に人体、コネクター、支点にかかる荷重を表す。
タイプAのロープには 100 kgのおもりを、タイプBのロープには 80 kgのおもりを使用し、長さ 2m（両端エイトノットを含む）のロープを使って墜落距離 0.6mの落下（落下率 0.3）をさせた時の衝撃荷重を計測。
9. 耐墜落回数 :
ロープがおもりの墜落に耐えられる回数。
タイプごとに定められた質量のおもりを、長さ 2mのロープを使用し、2m落下させ（落下率 1）、ロープが破断するまでの回数を計測。
10. 破断強度 :
ロープの両端を、結び目を作らずに固定した場合と、エイトノットで固定した場合の破断強度を計測。

② ダイナミックロープに関する規格：EN892

1. タイプ	シングルロープ	ダブルロープ	ツインロープ
2. 外皮のずれ	≦20 mm		
3. 伸び率(静荷重)	≦10 %	≦12 %	≦12 %
	M=5 → 80 kg ロープ1本	M=5 → 80 kg ロープ1本	M=5 → 80 kg ロープ2本
4. 伸び率(動荷重)	≦40 %	≦40 %	≦40 %
	M=80 kg ロープ1本 落下率:1.7	M=55 kg ロープ1本 落下率:1.7	M=80 kg ロープ2本 落下率:1.7
5. 衝撃荷重	≦12 kN	≦8 kN	≦12 kN
	M=80 kg ロープ1本 落下率:1.7	M=55 kg ロープ1本 落下率:1.7	M=80 kg ロープ2本 落下率:1.7
6. 耐墜落回数	≧5回		≧12回
	M=80 kg ロープ1本 落下率:1.7	M=55 kg ロープ1本 落下率:1.7	M=80 kg ロープ2本 落下率:1.7

M：おもりの質量

1. タイプ :
 - シングルロープ : リード／セカンドともに1本で使用できるロープ。
 - ダブルロープ : リードの際は2本で使用、2人のセカンドをビレイする際には1人につき1本で使用できるロープ。
 - ツインロープ : リード／セカンドにかかわらず、常に2本で使用するロープ。
2. 外皮のずれ :
 - ロープの内芯と外皮のずれを表す数値。
3. 伸び率 (静荷重) :
 - 5 kg荷重時と 80 kg荷重時のロープの伸びを計測。
 - 静荷重時の伸び率を表す。
4. 伸び率 (動荷重) :
 - ロープのタイプごとに定められた質量のおもりを、長さ 2.8mのロープを使用し 4.8m 落下 (落下率 1.7) させた時のロープの伸びを計測。
 - 衝撃荷重時の伸び率を表す。
5. 衝撃荷重 :
 - ロープにより墜落が止められた時に人体、コネクタ、支点にかかる衝撃荷重を表す。
 - 「伸び率 (動荷重)」と同様のテストを行った時の衝撃荷重を計測。
6. 耐墜落回数 :
 - ロープがおもりの墜落に耐えられる回数。
 - ロープのタイプごとに定められた質量のおもりを使用し、「伸び率 (動荷重)」と同様のテストを行い、ロープが破断するまでの回数を計測。

(2) ロープに関する全米防火協会 (NFPA) 基準 : NFPA1983

1. カテゴリー	Life Safety Rope General - Use	Life Safety Rope Light - Use	Escape Rope
2. 破断強度	≥ 40 kN	≥ 20 kN	≥ 13.5 kN
3. 伸び率	1~10 %		
	M = 破断強度の10 %		
4. 直径	11~16 mm	9.5~12.5 mm (未満)	7.5~9.5 mm (未満)
5. 素材	≥ 204 °C		

M : おもりの質量

1. カテゴリー :
 - Life Safety Rope (General-Use)、Life Safety Rope (Light-Use)、Escape Rope の3種類がある。
2. 破断強度 :
 - ロープの両端に結び目を作らずに固定した時の破断強度を計測。
3. 伸び率 :
 - 破断強度の 10% 荷重時の伸び率を計測。

4. 直径：

以下の静荷重をかけた時の直径を計測

荷重(N) = 1.38d² d=ロープの径

(例：d=11 mmの場合、荷重=166.98N)

5. 素材：

ロープの内芯と外皮の素材の融点は、204℃以上であることが求められている。

2 主な資器材の基準や規格

(1) ロープクランプ等の基準や規格

① ロープクランプに関するヨーロッパ標準規格：EN567

器具又はロープへのダメージが生じる強度(静荷重)	≥4 kN(5回繰り返し実施) ※ロープ又はアクセサリコードは、器具に表示されている適応径の、最大径及び最小径のものを使用。
機能	器具をロープにセットして、一方に引いた時に自動的にロックし、もう一方に引いた時にスライドする。

※ 試験に使用するロープの条件：

EN892 適合のダイナミックロープ又は EN564 適合のアクセサリコード。

② ロープグラブ及び登降器に関する全米防火協会(NFPA)基準：NFPA1983

カテゴリー	General - Use	Light - Use
器具又はロープへのダメージが生じる強度(静荷重)	>11 kN	>5 kN

※ 試験に使用するロープの条件：

Cordage Institute Standard CI 1801 (ローストレッチ及びスタティックカーンマントルライフセーフティロープ) 適合で、且つメーカーの指定がない限り NFPA 基準に適合。

(2) 下降器に関する基準や規格

① 下降器に関するヨーロッパ標準規格：EN341 class A

破断強度(静荷重)	器具の破断強度: ≥12kN
おもりを保持するために必要な力	質量80kgのおもりを保持するために、器具の持ち手側に必要な力が120N以下
摩擦熱による器具の温度上昇	質量75kg、降下距離100mの降下を100回実施(※)した後、ロープとの摩擦熱によって器具の温度が48°Cを超えない
降下速度のコントロール	「摩擦熱による器具の温度上昇」テスト実施後、質量150kgと質量30kgを使用して、それぞれで器具が保証する降下距離の降下が可能。また、器具とロープが濡れた状態でも同様の操作が可能(※)。
(※)降下速度に関する条件	上記「摩擦熱による器具の温度上昇」、「降下速度のコントロール」のテストで、降下速度0.5m/秒～2m/秒にコントロール可能であること

※ 試験に使用するロープの条件：

ポリアミド又は同等の性質をもつ素材のカーンマントル構造であること。ロープの長さ2mに対して外皮のずれが15mm以下であること。使用時のロープの伸びが8%以下であること。結び目を含めた破断強度が12kN以上であること。

② 下降器に関する全米防火協会（NFPA）基準：NFPA1983

カテゴリー	General - Use	Light - Use	Escape
器具又はロープへのダメージが生じる強度（静荷重）	>5 kN	>5 kN	>5 kN
破断強度（静荷重）	>22 kN	>13.5 kN	>13.5 kN
器具がロープをスリップさせる荷重（静荷重）	2.7kNの荷重に対してスリップが25mm以下（ロープ又はコードは、器具に表示されている適応径の、最大径及び最小径のものを使用）	1.35kNの荷重に対してスリップが25mm以下（ロープ又はコードは、器具に表示されている適応径の、最大径及び最小径のものを使用）	1.35kNの荷重に対してスリップが25mm以下（ロープ又はコードは、器具に表示されている適応径の、最大径及び最小径のものを使用）

※ 試験に使用するロープの条件：

Cordage Institute Standard CI 1801（ローストレッチ及びスタティックカーンマントルライフセーフティロープ）適合で、且つメーカーの指定がない限り NFPA 基準に適合。

(3) ランヤード等に関する基準や規格

基準	ランヤード		エネルギーアブソーバー※1		調整型ランヤード	
	日本※2	EN354	日本※2	EN355	日本※2	EN358
長さ	≦ 2500 mm	≦ 2000 mm	—	—	U字吊用： ≦ 3000 mm	≦ 2000 mm
動荷重 テスト	トルソー※3： 85 kg	—	トルソー※3： 85 kg	トルソー※3： 100 kg	—	トルソー※3： 100 kg
	落下率1 (ランヤードの 長さはコネク ターも含む)	—	落下率1 (ランヤードの長 さと同じ距離の 墜落)	落下率2 (2 mのランヤ ードで4 mの墜 落)	—	落下率1 (1 mのランヤ ードで1 mの墜 落)
	衝撃荷重： ≦ 8 kN	—	衝撃荷重： ≦ 8 kN	衝撃荷重： ≦ 6 kN	—	—
	—	—	テスト後の伸び： ≦ 650 mm	テスト後の伸び： ≦ 1750 mm	—	—
静荷重 テスト	≧ 15 kN	≧ 22 kN	破断強度： ≧ 11.5 kN	破断強度： ≧ 15 kN	≧ 11.5 kN (ロープ自体の 強度は末端を 含め15 kN、U 字吊用にあっ ては19 kN)	≧ 15 kN

※1：日本では、ショックアブソーバ。

※2：労働安全衛生法（昭和四十七年法律第五十七号）第四十二条の規定に基づく、安全帯の規格（昭和五十年労働省告示六十七号）による。

※3：トルソーとは、人の胴体を型取ったおもり。

(4) ハーネスに関する基準や規格

	日本 (ハーネス型安全帯)※1	EN813 (シートハーネス)	EN361 (フルボディハーネス)	NFPA1983 (Class IIIライフセーフティ ハーネス)※2	NFPA1983 (Class I、IIライフセーフ ティハーネス)※2
ウエストベルトの 破断強度	≥15 kN	—	—	—	—
バックルの破断強度	ウエストベルトのバックル: ≥8 kN その他のバックル: ≥6 kN	≥15 kN 腹部のアタッチメント ポイントから上方向 に15 kN	—	≥11 kN	≥11 kN
アタッチメントポイント の破断強度	≥11.5 kN	≥15 kN	≥15 kN	側部以外は 上方向: ≥16 kN 側部は 上方向: ≥13 kN & 水平方向: ≥10 kN	側部以外は 上方向: ≥16 kN 側部は 上方向: ≥13 kN & 水平方向: ≥10 kN
動荷重テスト	トルソー※3:85 kg 落下率1 (ランヤードの長さと同じ 距離の墜落)	トルソー※3:100 kg 落下率2 (1 mのシンダラル11 mm ダイナミックロープで 2 mの墜落)	トルソー※3:100 kg 落下率2 (2 mのシンダラル11 mm ダイナミックロープで 4 mの墜落)	トルソー※3:136 kg 落下率0.833 (1.2 mのランヤードを使 用し、1 mの墜落)	トルソー※3:136 kg 落下率0.833 (1.2 mのランヤードを使 用し、1 mの墜落)
静荷重テスト	—	落下姿勢: 頭部が上	落下姿勢: 頭部が上及び頭部が下	落下姿勢: 頭部が上及び頭部が下	落下姿勢: 頭部が上及び頭部が下
主ベルトの幅	トルソーから脱着しない ランヤードとトルソーの角度 : ≤ 30°	トルソーから脱着しない	トルソーから脱着しない ランヤードとトルソーの角度 : ≤ 50°	トルソーから脱着しない	トルソーから脱着しない
副ベルトの幅	上方向: ≥11.5 kN	上方向: ≥15 kN	上方向: ≥15 kN 下方向: ≥10 kN	上方向: ≥16 kN 下方向: ≥10 kN	上方向: ≥16 kN
ウエストベルトの幅と厚さ	幅: ≥40 mm 厚さ: ≥20 mm	幅: ≥43 mm	幅: ≥40 mm 厚さ: ≥20 mm	幅: — 厚さ: —	幅: — 厚さ: —
ウエストベルト用パッド の幅と厚さ	幅: ≥40 mm 厚さ: ≥2 mm	幅: ≥43 mm	幅: — 厚さ: —	幅: — 厚さ: —	幅: — 厚さ: —

※1: 労働安全衛生法 (昭和四十七年法律第五十七号) 第四十二条の規定に基づき、安全帯の規格 (昭和五十年労働省告示六十
七号) による。

※2: Class IIIは、シヨルダーストラップ付ハーネス、Class I・IIは、シヨルダーストラップなしハーネス。

※3: トルソーとは、人の胴体を型取ったおもり。

