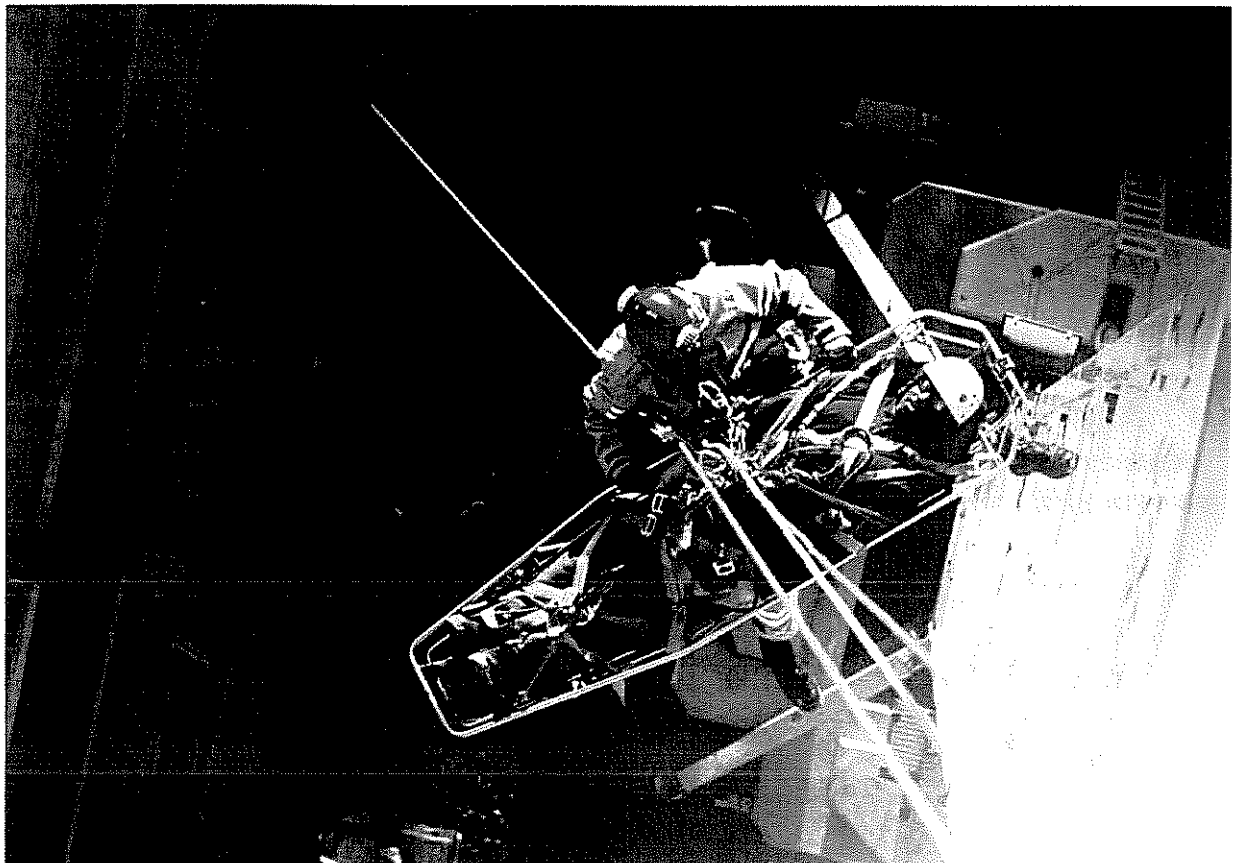


ロープレスキュー資器材説明会資料

Ver.3.02



PETZL

EDELRID *e*

Pai||ardet

株式会社アルテリア

I. はじめに

当社はベツル社(フランス)、エーデルリッド社(ドイツ)、ペラルデ社(フランス)の用具を輸入販売する会社です。当社では、国内のレスキュー機関の皆様に対して、ロープを中心とした用具を販売するだけでなく、用具の取扱説明を行ってまいりました。この資料は、当社がこれまで説明してきた内容の中で、ロープレスキューを安全かつ効率的に行う上で特に重要となる事項をまとめたものです。

この資料に記載されている内容のすべてが、皆様がロープレスキューを安全に行われる上で必須の知識となりますので、充分にご理解いただきたいと思います。

尚、この資料の内容はレスキュー活動の安全を100%確保するものではありません。ロープや器具を使用したレスキュー活動を安全に行うためには、用具の取扱説明書の内容を十分に理解し、適切な技術および確保技術を用いた上で充分にトレーニングを行う必要があります。

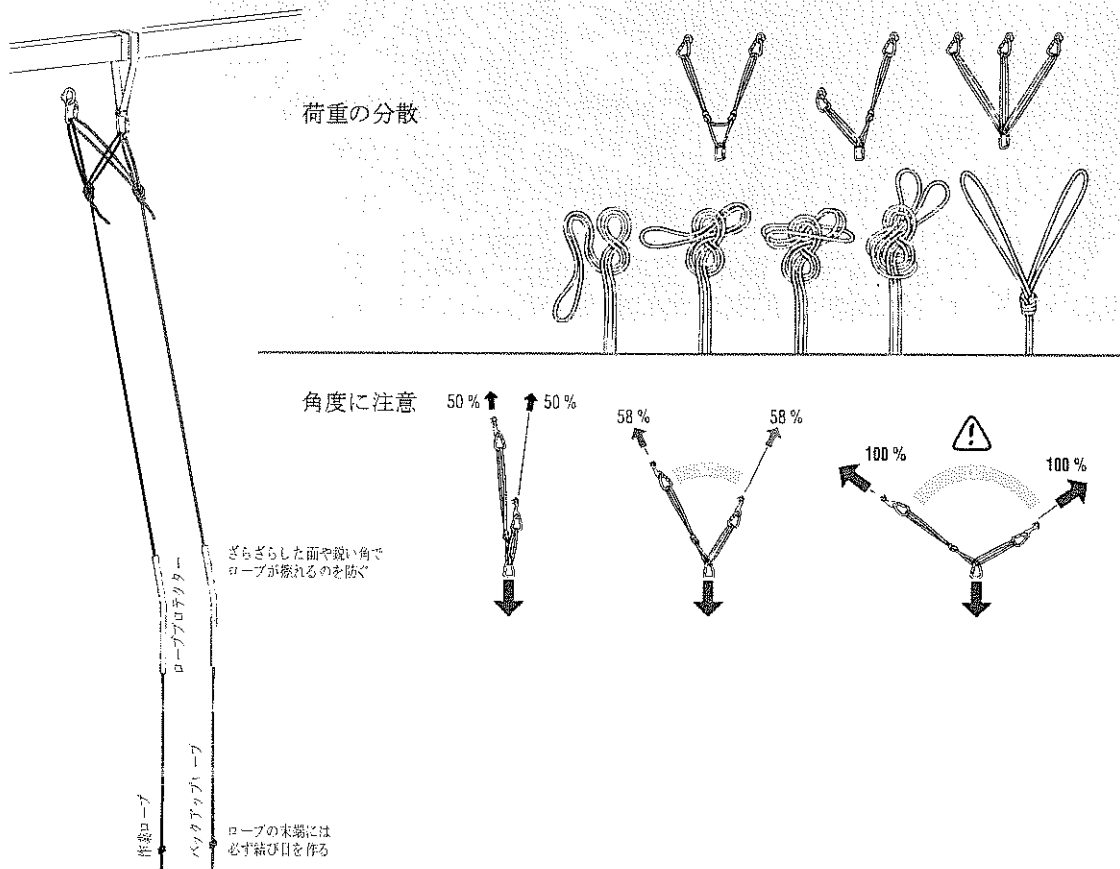
II. ロープレスキュー技術における重要事項

ロープレスキュー技術を身に付けることにより、高所、山岳などアクセス困難な場所やマンホールなどの限られた空間での救助活動が可能になります。

以下に、ロープレスキューにおいて特に重要となる事項を挙げます。

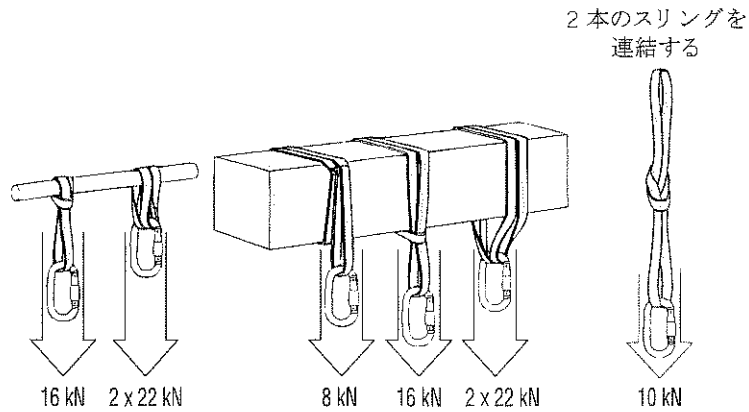
(1) 支点の正しい設置とバックアップ

構造物にテープスリングを巻きつけたり、岩やコンクリートにボルトを設置したりして支点を作成します。ロープ登高や引き上げのシステムで使用する作業ロープに対して独立したバックアップを作成します。



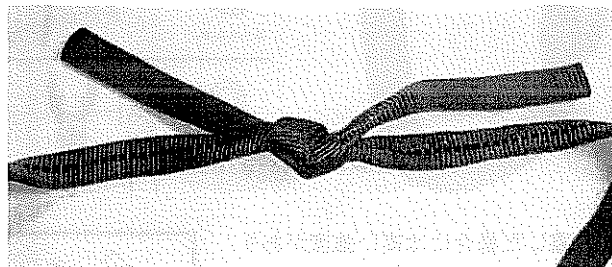
①スリング

鉄骨や樹木などの構造物にテープスリングを巻きつけて支点にする場合、ただ巻きつけるのか、ひばり結びで設定するのかによってテープスリングの強度は変わります。巻きつけたテープスリングが、横ずれするような方向に力がかかる場合にはスリングの強度が減少してもスリングをひばり結びで設定するなど、状況に応じてテープスリングを巻きつける方法を選択します。



スリングは、縫製して環状になったものを使用します。テープ結びで環にしたスリングは、必要な長さのものを装備できる長所がある反面、結び目によってははじめから強度が大きく減少すること、結び目が構造物の突起などに引っかかった状態で荷重した場合に、結び目が自然にほどける可能性があること(※)から、使用する場合には特に注意が必要です。

(※) さまざまな山岳事故を検証してまとめた『続・生と死の分岐点』(ピット・シューベルト 著・黒沢孝夫訳、山と溪谷社発行)では「テープ結び～正しく結ばれていても・・・～」の章(100～109ページ)で、テープ結びがほどけたことによる事故事例や検証結果が紹介されています。



テープ結び

②カラビナ

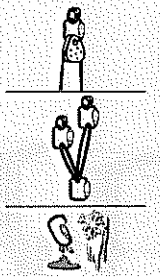
用途に応じて、カラビナの安全環のシステム（手動、自動）と形状（D型、洋ナシ型、オーバル型）を選択します。

ロックシステム

カラビナのロックシステムには手動（スクリューロック）と自動（ボールロック、トライアクトロック）があります。

手動ロックシステム （操作頻度が低い場合）

スクリューロック
手動スクリューゲートシステム
・カラビナがロックされていないと、赤い警告表示が見えます
・自動ロックシステムは、砂や泥によって機能しなくなることがあるため、汚れた環境には手動ロックシステムが適しています

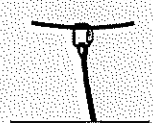


自動ロックシステム （操作頻度が高い場合）

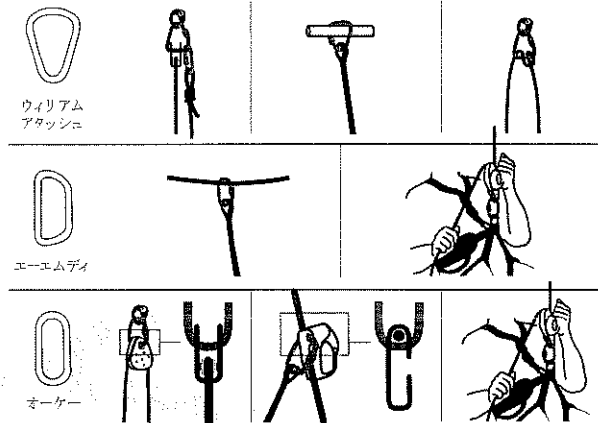
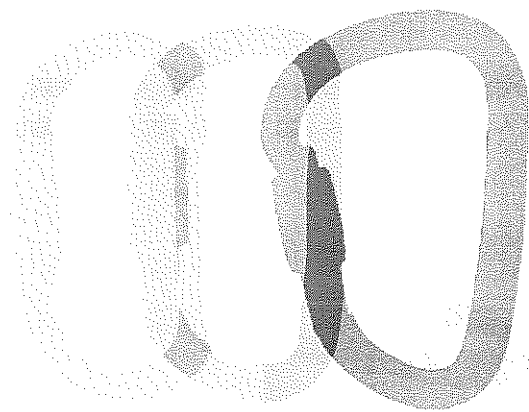
ボールロック
ロックされていることが一目でわかる自動ロックシステム
・緑色のボタンは、ゲートが正しくロックされていることを示します
・緑色のボタンを押し、安全環を回すことによって、ロックを素早く解除
・片手で操作可能



トライアクトロック
素早くロックの解除ができる自動ロックシステム
・2段階の操作で素早くロックを解除

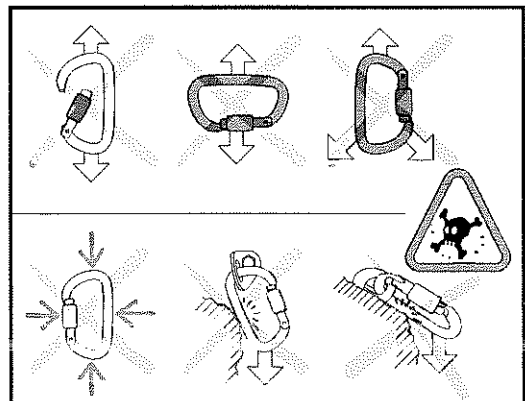


形状の違い



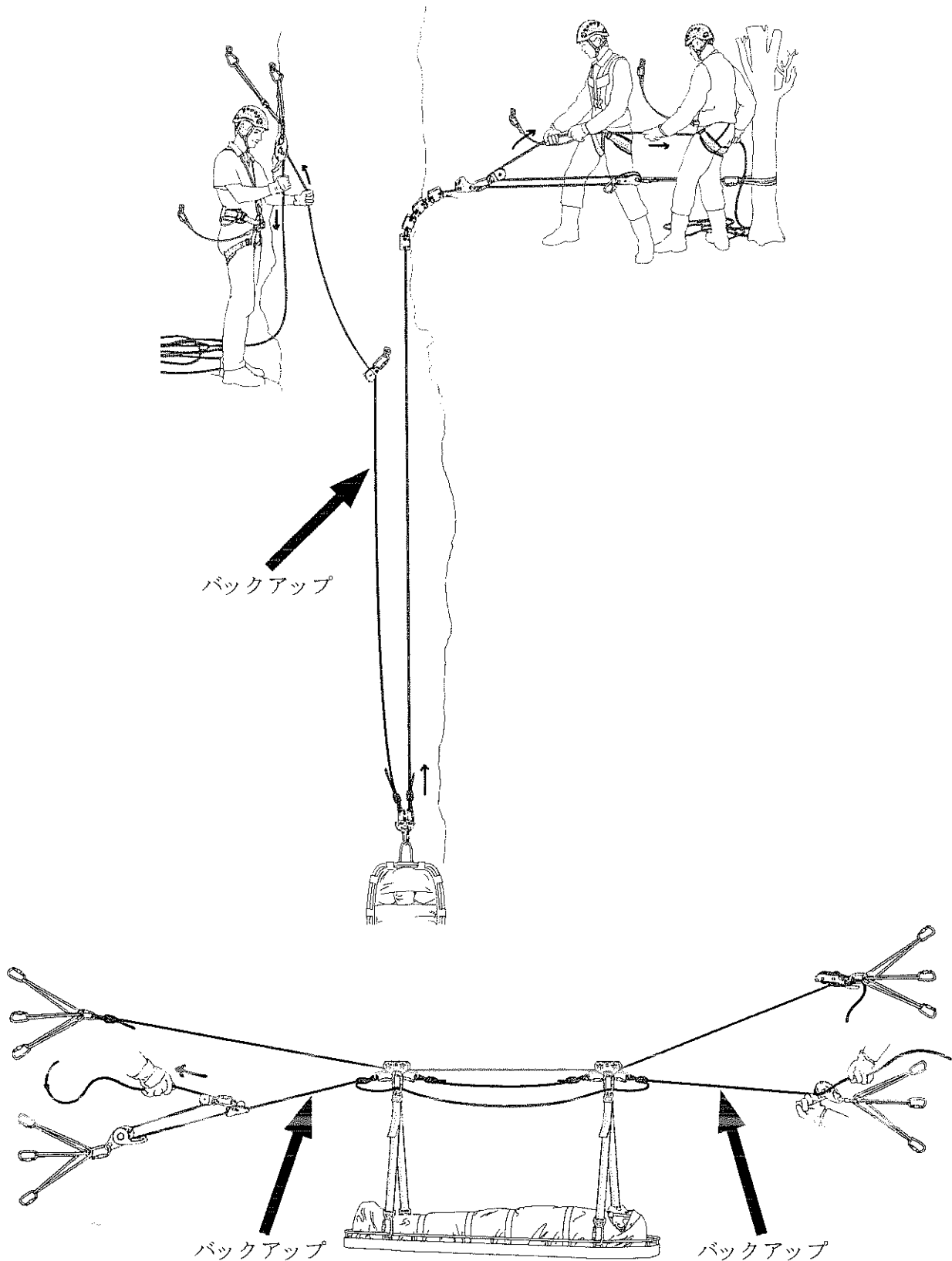
カラビナは正しく縦方向に荷重した場合には高い強度がありますが、横方向やゲートオープン状態で荷重した場合には著しく強度が減少します。又、一部のカラビナ（半月型カラビナ）を除いてカラビナは2方向から荷重がかかることを前提に作られています。3方向以上からの荷重がかからないように注意します。

カラビナにねじれや折れ曲がるような力がかかった場合、又、安全環に対して打撃や“てこ”の作用による大きな力が加えられた場合にも破断する可能性があります。



③バックアップ

固定ロープの登高・下降や要救助者の引き上げ・降ろし、チロリアンブリッジを用いての作業などを行う作業ロープに対して、必ずバックアップロープ(下図→)を使用します。バックアップロープは支点も含めて作業ロープとは独立したシステムをつくる必要があります。



(2) 適切な用具の使用

用具を適切に使用することにより、安全且つ効率的に救助活動を行うことができます。

①救助システムに適応した用具の選択

別添『救助システムと用具の適応表』を参考に、救助システムに適した用具を選択してください。特に注意が必要な器具について以下に補足します。

ーロープ

繊維を縫って束ねた『芯』と、繊維を編んだ『外皮』の2層からなるロープを『カーンマントルロープ』といいます。ヨーロッパ基準や全米防火協会(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す。アッセンションやアイディなどのように器具の内部でロープを挟み込んで機能する器具は、カーンマントル構造のロープで使用することを前提に作られています。三打ロープなどの『縫りロープ』では、荷重をかけた際にロープの縫り戻しによるねじれの力によって機能障害が起こったり、縫ったロープと器具が直接接触することによるトラブル(ロープのすき間に器具の一部が入ってしまう又はその逆)が発生したりするため、これらの器具を使用することはできません。

ヨーロッパ基準のロープには、セミスタティックロープ(EN1891)、とダイナミックロープ(EN892)の2種類があります。セミスタティックロープは、伸び率が低くロープ登高・下降や引き上げシステムでの作業効率の高いロープで、主にレスキューやケイビングなどで使用する目的でつくられています。ダイナミックロープは、伸び率が高く衝撃吸収性能に優れており、主にリードクライミングのように大きな墜落をする可能性のあるシステムで使用する目的でつくられています。(p14～p15『ロープに関する基準』参照)

ここで重要なことは、高所でのレスキュー活動を安全に行うためのロープには破断強度だけではなく、万一墜落した場合にロープそのものに衝撃を吸収する性能(衝撃吸収性能)が求められるということです。ヨーロッパ基準のロープの場合、セミスタティックロープであっても、一定の条件で墜落時の衝撃荷重を安全な範囲内に抑えるための衝撃吸収性能が求められます(p14『セミスタティックロープに関するヨーロッパ基準: EN1891』の『8. 衝撃荷重』参照)。そのため、セミスタティックロープをロープ登高・下降や引き上げシステムなどの作業ロープとしてだけでなく、万一墜落した場合のバックアップロープとして使用することも可能です。一方、全米防火協会(NFPA)の基準におけるロープの場合には、その基準の中に衝撃吸収性能に関する項目がなく、万一墜落した場合にロープそのものに衝撃を吸収する性能が求められていません(p15『全米防火協会(NFPA)におけるロープに関する基準』参照)ので、使用には十分に注意する必要があります。

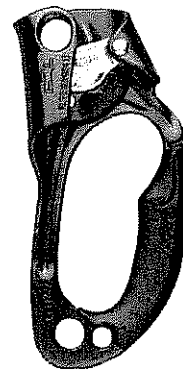
また、ヨーロッパ基準におけるセミスタティックロープには、ロープを支点やハーネスなどに接続するための結び目を確実につくるために重要なしなやかさも一定以上のレベルが求められます(p14『セミスタティックロープに関するヨーロッパ基準: EN1891』の『4. しなやかさ』参照)。

一歯の付いた器具

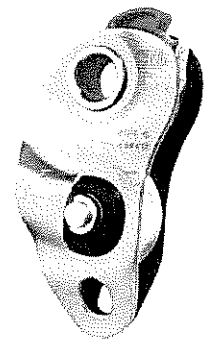
アッセンションやプロトラクションのように歯の付いた器具は、大きな荷重がかかった場合にはロープの外皮を切断する危険があります。

(ベツル社実験結果：径10.5mmのセミスタティックロープにプロトラクションの歯をセットして静荷重をかけていった場合に6.2kNの強度でロープの外皮を切断)

これらの器具はロープ登高や引き上げシステムでは安全かつ高効率に使用できますが、大きな荷重のかかる可能性のあるチロリアンブリッジの支点や、衝撃荷重のかかる可能性のあるバックアップ用の器具としては使用しないように注意が必要です。



アッセンション



プロトラクション

セルフブレーキ下降/確保器具

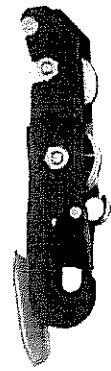
アイディやストップなどのセルフブレーキ下降/確保器具は、ロープを器具にセットして荷重をかけるとカムがロープを挟み込みロープが流れるのを止める器具です。

アイディとストップは救助活動などで大きな荷重をかけながら使用することを想定して作られています。

懸垂下降に使用する場合、最大250kgまでの荷重をかけながらの下降に使用することができます(グリグリは人ひとりの下降用として作られた器具です)。また、チロリアンブリッジの支点やバックアップ用の器具として使用して、大きな荷重がかかった場合には、器具の中でロープをスリップさせて荷重を小さくする機能を持っています。



アイディ

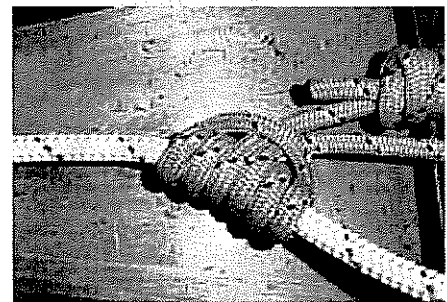


ストップ

ブルージック

ブルージックはメインロープにブルージックコードを巻き付けて使用する技術です。ベツル社もワークソリューションカタログの技術ページの一部でブルージックを用いた技術を紹介しています。

但し、ブルージックは繊維同士の摩擦を利用した技術であるため、その効果にはばらつきが多く(参照資料『ブルージックに関する試験 試験結果』)、又、ヨーロッパ基準や全米防火協会(NFPA)基準など欧米の基準の対象外の技術であるため、使用にあたっては十分に安全に留意する必要があります。北米のロープメーカーの中には、ブルージックについては自己責任で用いるようにとの主旨の注意喚起文言をカタログに掲載しているところもあります。



②ハーネス

- ・ 高所での救助活動に使用するハーネスはヨーロッパ基準において、①墜落の危険の高い高所で使用するハーネス(フォールアレストハーネス)と②墜落の危険の低い高所で使用するハーネス(ワークポジショニングシートハーネス)の2種類に分けられます。
- ・ 墜落の危険の高い高所では、墜落によって頭部が逆さまにならないようにフォールアレストハーネスの上半身のアタッチメントポイント(写真1-①)を使用します。
- ・ 墜落の危険の低い高所では、腹部のアタッチメントポイント(写真1-②又は写真2-②)を使用して自己確保や作業姿勢(ワークポジショニング)をとります。
- ・ ハーネスの左右両腰のアタッチメントポイント(写真1-③又は写真2-③)は、左右両腰のアタッチメントポイントを同時に1本のランヤードを用いて使用する“U字吊り”のワークポジショニング専用です。片方のみを自己確保に使用するためのものではありませんので注意が必要です。(大きな荷重がかかった場合に人体に深刻なダメージを与える可能性があります)
- ・ ワークポジショニングシートハーネスの背部のリング(写真2-①)は、胸部用アッセンダー(クローラ)を胸の高さに保持させるためのストラップ(スクール)を接続するためのものです。背部のリングには自己確保に使用するだけの強度はありませんので、絶対に自己確保に使用してはいけません。

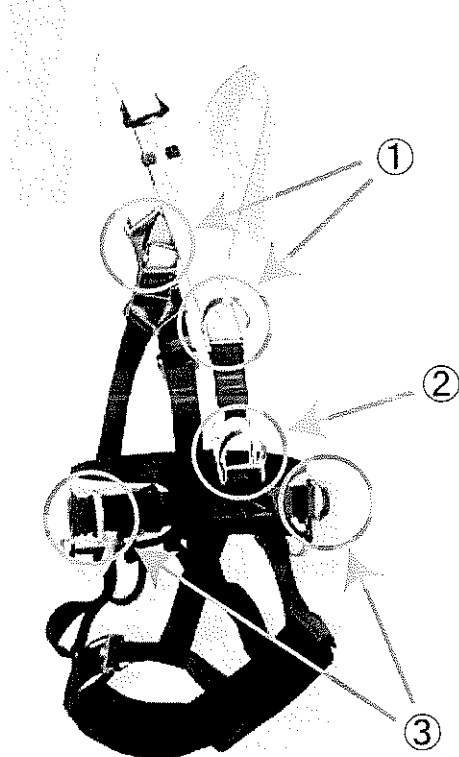


写真1 フォールアレストハーネス

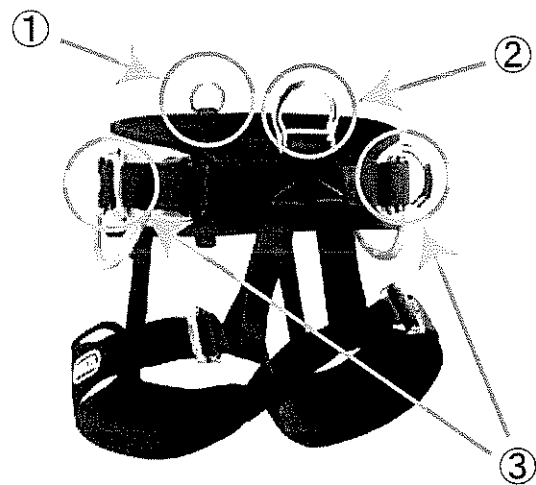


写真2 ワークポジショニングシートハーネス

(3) 墜落による衝撃荷重をできるだけ小さくする

高所でのレスキュー活動では、“万一墜落した場合の危険”を軽減・回避するための措置をとることが必要です。

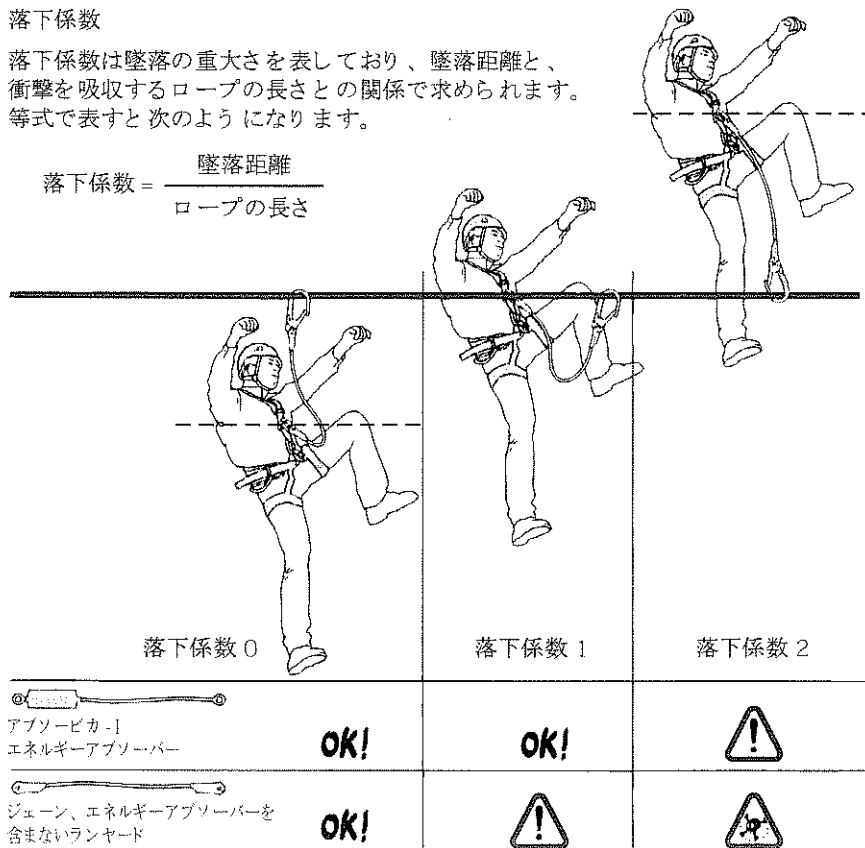
万一墜落した場合に大きな衝撃荷重がかかることを避けるために、自己確保の支点を高い位置にとる（落下係数を小さくする）、衝撃吸収性能のあるランヤードを使用するなどの対応を行います。

ロープそのものに衝撃を吸収する性能があることも非常に重要です。（p14～p15『ロープに関する基準』参照）

落下係数

落下係数は墜落の重大さを表しており、墜落距離と、衝撃を吸収するロープの長さとの関係で求められます。等式で表すと次のようになります。

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



【基礎知識】

①ヨーロッパ基準と全米防火協会（NFPA）の基準

フランスやドイツなど EU（European Union: ヨーロッパ連合）に加盟している国の中で製品を流通させたり、同加盟国向けに製品を輸出したりするために定められた基準が EC 指令（European Community: 欧州共同体）です。EC 指令に適合した製品には Conformité Européenne（仏語で欧州適合）の頭文字をとった『CE』のマークが与えられます（CE マーキング制度）。つまり『CE』マークの与えられていない製品は EU 加盟国内で販売することができません。EC 指令における製品の安全に関する要求事項を具体化したものがヨーロッパの標準規格である EN 規格（European Norm）です。EN 規格を満たすことによって、その製品が EC 指令で要求されている基本的要求事項に適合していることを宣言できます。

全米防火協会（NFPA: National Fire Protection Association）の基準は、1896 年に北米で設立された同協会が作成した基準です。同基準は防災に関する事項について幅広く定められており、ロープやそれに関連する用具も含まれています。

②力の単位

力の単位には国際単位系の N（ニュートン）を使います。

1N とは質量 1kg の物体に作用したとき 1m/s^2 の加速度を生じさせる力です。式で表すと

$$1\text{N} = 1\text{kg}\cdot\text{m/s}^2$$

質量 1kg の物体を地表付近で落下させると、物体は地球の引力によって 9.81m/s^2 の加速度を生じながら落下します。このことをニュートンとの関係で表すと

$$1\text{kg} \times 9.81\text{m/s}^2 = 9.81\text{kg}\cdot\text{m/s}^2 = 9.81\text{N} \approx 10\text{N}$$

という等式が成り立ちます。つまり、質量 1kg の物体に働いている引力は、おおよそ 10N であるということがわかります。かつて力の単位で使用された kgf（キログラム f）との関係でいうと、1kgf はおおよそ 10N となります。

又、ニュートンの桁数が多くなる場合には、kN（キロニュートン）や daN（デカニュートン）の単位で表されることもあります。これらの関係を等式で表わすと以下ようになります。

$$1\text{kN} = 100\text{daN} = 1000\text{N} (\approx 100\text{kgf})$$

③落下係数と荷重の関係

前ページに記載したとおり落下係数は繰り出したロープの長さに対する墜落距離の比率をいいます。落下係数 f は下記の公式によって算出されます。

$$f = \frac{H}{L}$$

H : 墜落距離 (m)
 L : 繰り出したロープの長さ (m)

となります。

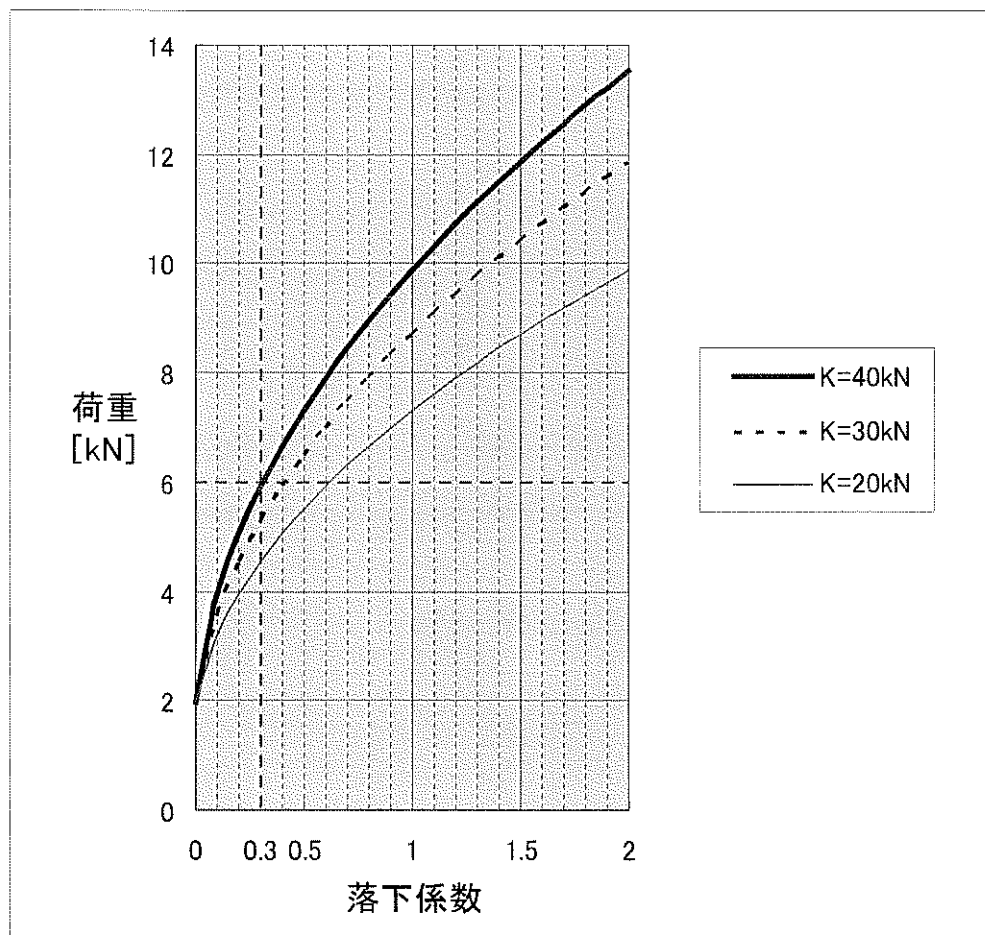
それでは、落下係数が墜落の重大さを表すといわれるのは何故でしょうか。

ロープで確保された人が墜落した場合に受ける荷重 F (N) は、下記の公式によって算出されます。

$$F = mg \left(1 + \sqrt{1 + \frac{2fK}{mg}} \right)$$

m : 墜落者の質量 (kg)
 g : 重力加速度 (m/s^2)
 f : 落下係数
 K : ロープ係数 (N)

公式の中で f が落下係数です。この公式から衝撃荷重の大きさは、落下係数の $1/2$ 乗に比例する、つまり落下係数が大きくなるほど墜落による衝撃が大きくなるということが出来ます。



体重 100kg の人が墜落した場合の落下率と荷重の関係 (計算値)
 (ロープ係数 k を一定と仮定して計算)

【 ご注意】







- ・ 本資料に掲載しているデータや基準の内容は、2007年2月現在のものです。今後、変更や改訂が行われることもありますので予めご了承ください。
- ・ 本資料に関してご質問などございましたら、下記担当者までお問い合わせください。

作成日：2007/2/2

株式会社アルテリア
〒350-1332 埼玉県狭山市下奥富 517-2
TEL: 04-2969-1717 FAX: 04-2955-2990
担当：宮崎 (morihiro@alteria.co.jp)
小池 (jun@alteria.co.jp)

III. 参考資料

救助システムと用具の適応表

使用例		固定ロープの登高		固定ロープの下降		確保		引き上げシステム	
		適応	コメント	適応	コメント	適応	コメント	適応	コメント
アイティS		◎	セルフブレーキ機能によりロープを手繰りながらの登高が可能。ロープ登高の際にロープを手繰るのが容易。セーフティキャッチによりアイティSをカラビナからはずすことなくロープの脱着が可能。	◎	下降の際にブレーキ操作が行いやすく、最大250kgの荷重をかけながらの下降が可能。バニック防止機能。誤操作防止カムにより安全性が高い。セーフティキャッチによりアイティSをカラビナからはずすことなくロープの脱着が可能。	◎	墜落などで大きな荷重がかかった場合にロープをスリップして衝撃を減少させる。ロープの繰り出しがしやすい。セーフティキャッチによりアイティSをカラビナからはずすことなくロープの脱着が可能。	△	支点に使用した場合、摩擦抵抗が大きく効率性が低い
ストップ		△	セルフブレーキ機能によりロープを手繰りながらの登高が可能。但し、アイティSと比較するとロープを手繰りにくい。セーフティキャッチによりストップをカラビナからはずすことなくロープの脱着が可能。	○	下降の際にブレーキ操作が行いやすく、最大250kgの荷重をかけながらの下降が可能。但し、誤操作に対する安全機能なし。セーフティキャッチによりストップをカラビナからはずすことなくロープの脱着が可能。	○	大きな荷重がかかった場合はロープをスリップして衝撃を減少させる。セーフティキャッチによりストップをカラビナからはずすことなくロープの脱着が可能。	△	支点に使用した場合、摩擦抵抗が大きく効率性が低い
クリグリ		△	セルフブレーキ機能によりロープを手繰りながらの登高が可能。	△	人ひとりでの下降専用。又、誤操作に対する安全機能なし。	△	墜落などで大きな荷重がかかった場合にロープをスリップして衝撃を減少させる。(但し人ひとりに対する確保専用)	△	支点に使用した場合、摩擦抵抗が大きく効率性が低い
プロトラクション		-	-	-	-	×	大きな荷重がかかった場合にロープを切断する危険がある。	◎	支点に使用した場合、摩擦抵抗が非常に小さく(ボールベアリング付)効率性が高い。プロトラクションを支点側のカラビナからはずすことなくロープの脱着が可能。
ミモトラクション		-	-	-	-	×	大きな荷重がかかった場合にロープを切断する危険がある。	○	支点に使用した場合、摩擦抵抗が小さく効率性が高い
アッセンション		◎	ロープへの取り付け、取り外しが簡単に素早く行えるため中間支点の通過や下降への切り替えが容易。	-	-	×	大きな荷重がかかった場合にロープを切断する危険がある。	◎	1/3や1/5などの引き上げシステムのロープの折り返し部分に使用
レスキューセーダー		-	-	-	-	-	-	○	1/3や1/5などの引き上げシステムのロープの折り返し部分に使用

※本表の記載内容は1部の用具の特徴を紹介したものであり、用具の取扱説明書ではありません。

用具の使用は、あらかじめ日本語説明書を熟読の上、用具の特性を十分に理解してから行ってください。

救助システムと用具の適応表

使用例		テロリアンブリッジ		ベツル社実験結果
		適応	コメント	
用具名称				セスタティックロープ11mm(アイディS、ストップ、グリグリ)、同10.5mm(プロトラクション、ミントラクション、アッセンション)を使用
アイディS		○	セルフブレーキ機能によりロープを固定することが可能。(但し大きな荷重がかかった場合はロープを流して衝撃を減少させる)	(a)衝撃荷重:100kgのおもりを落下係数1で墜落させたとき、20cmロープがスリップ。7.8kN (b)静荷重:6.5kNでロープがスリップを開始
ストップ		◎	セルフブレーキ機能によりロープを固定することが可能。(但し大きな荷重がかかった場合はロープを流して衝撃を減少させる)	(a)衝撃荷重:80kgのおもりを落下係数1で墜落させたとき、10cmロープがスリップ。8kN (b)静荷重:5kNでロープがスリップを開始
グリグリ		△	大きな荷重がかかった場合はロープを流して衝撃を減少させる。	(a)衝撃荷重:80kgのおもりを落下係数1で墜落させたとき、20cmロープがスリップ。7kN (b)静荷重:4.5kNでロープがスリップを開始
プロトラクション		×	大きな荷重がかかった場合にロープを切断する危険がある。	(a)衝撃荷重:80kgのおもりを落下係数1で墜落させたとき、ロープの外皮を切断。5.4kN (b)静荷重:6.2kNでロープの外皮を切断
ミントラクション		×	大きな荷重がかかった場合にロープを切断する危険がある。	(a)衝撃荷重:80kgのおもりを落下係数1で墜落させたとき、ロープの外皮を切断。5.4kN (b)静荷重:6.2kNでロープの外皮を切断
アッセンション		△	1/3や1/5などのシステムでテロリアンブリッジを張る際のロープの折り返し部分に使用。但し、大きな荷重がかかった場合、ロープを切断する危険があるので注意が必要。	(a)衝撃荷重:80kgのおもりを落下係数1で墜落させたとき、ロープの外皮を切断。5.4kN (b)静荷重:6kNでロープの外皮を切断
レスキューセーダー		◎	1/3や1/5などのシステムでテロリアンブリッジを張る際のロープの折り返し部分に使用。大きな荷重がかかった場合はロープをスリップする。	静荷重:4kNでロープがスリップを開始

※本表の記載内容は1部の用具の特徴を紹介したものであり、用具の取扱説明書ではありません。
用具の使用は、あらかじめ日本語説明書を熟読の上、用具の特性を十分に理解してから行ってください。

ロープに関する基準

セミスタティックロープに関するヨーロッパ基準: EN 1891

1. タイプ	タイプA	タイプB
2. 素材	> 195 °C	> 195 °C
3. 直径	8,5 ~ 16 mm M = 10 kg	8,5 ~ 16 mm M = 10 kg
4. しなやかさ	< 1,2	< 1,2
5. 外皮のずれ	$\leq 20 \text{ mm} + 10 (D - 9 \text{ mm})$ D ≤ 12 mm の場合	≤ 15 mm
	$\leq 20 \text{ mm} + 5 (D - 12 \text{ mm})$ 12,1 mm ≤ D ≤ 16 mm の場合	
6. 伸び率	≤ 5 % 50 → 150 kg	≤ 5 % 50 → 150 kg
7. 外皮率	$\geq (4D-4) / D^2 \times 100$	$\geq (4D-4) / D^2 \times 100$
8. 衝撃荷重	≤ 6 kN M = 100 kg 落下係数: 0,3	≤ 6 kN M = 80 kg 落下係数: 0,3
	≥ 5 回 M = 100 kg 落下係数: 1	≥ 5 回 M = 80 kg 落下係数: 1
10. 破断強度	≥ 22 kN ノットなし	≥ 18 kN ノットなし
	≥ 15 kN エイトノットで固定	≥ 12 kN エイトノットで固定

M = おもりの質量
D = ロープの径

※レスキューで使用するロープは基本的にタイプ A となります。

1. タイプ:

タイプ A とタイプ B の 2 種類があります。タイプ A のロープには、タイプ B のロープよりも高い強度が求められます。

2. 素材:

ロープの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ます。

3. 直径:

10 kg の静荷重をかけた時のロープの直径を計ります。

4. しなやかさ:

ロープの柔軟性を示す数値 (K = 結び目の内径 × / ロープの直径) です。結び目の内径がロープの直径の 1.2 倍未満であることが求められます。柔軟なロープほどこの数値が低くなります。

※結び目の内径: ロープにオーバーハンドノットを結び、10 kg の静荷重を一分間かけた後、さらに 1 kg の静荷重をかけた状態で結び目に専用の物差しを差し込み、結び目の内径を測ります。

5. 外皮のずれ:

ロープの芯と外皮のずれを表す指標です。

片方の末端は芯と外皮を熱処理して一体化し、他方の末端はそのまま処理しない状態にしたロープ (長さ 2,25 m) を用います。

ロープを規定の装置に通して一定の力ではさみ、その状態からロープを引き抜きます。これを 5 回繰り返した後の芯と外皮のずれの長さを測ります。

「外皮のずれ」があるということは、荷重するたびに外皮と芯がこすれあうことを意味します。外皮と芯の摩擦はロープの耐久性に影響するため、「外皮のずれ」の数値が低いほど耐久性に優れたロープと言えます。

エーデルリッドのすべてのロープは「外皮のずれ」がゼロになるようつくられています。

6. 伸び率:

50 kg 荷重時と 150 kg 荷重時のロープの長さの差を測ります。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ます。

7. 外皮率:

ロープに占める外皮の割合を表します。外皮は芯を守る役割を持つため、外皮率の高さは耐摩耗性に関係します。

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、支点にかかる荷重を表します。

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 2 m (両端のエイトノットを含む) のロープを使って墜落距離 0.6 m の落下 (落下係数 0.3) をさせた時の衝撃荷重を測ります。

9. 耐墜落回数:

ロープがおもりの墜落に耐える回数です。タイプごとに定められた質量のおもりを、長さ 2 m のロープを使って 2 m 落下させ (落下係数 1)、ロープが切断するまでの回数を計ります。

10. 破断強度:

ロープの両端を、結び目を作らずに固定した時と、エイトノットで固定した時の破断強度を測定します。

ロープは結び目を作ったり折り曲げたりすることにより強度が落ちます。実際の使用ではほぼ必ず結び目を作ってハーネスや支点にロープを連結するため、エイトノットで固定した際の破断強度は重要です。

ロープに関する基準

ダイナミックロープに関するヨーロッパ基準: EN 892

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	≤ 20 mm	≤ 20 mm
3. 伸び率 (静荷重)	≤ 10 %	≤ 12 %	≤ 10 %
	5 → 80 kg ロープ 1 本	5 → 80 kg ロープ 1 本	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 落下係数: 1.7	M = 55 kg ロープ 1 本 落下係数: 1.7	M = 80 kg ロープ 2 本 落下係数: 1.7
5. 衝撃荷重	≤ 12 kN	≤ 8 kN	≤ 12 kN
	M = 80 kg ロープ 1 本 落下係数: 1.7	M = 55 kg ロープ 1 本 落下係数: 1.7	M = 80 kg ロープ 2 本 落下係数: 1.7
6. 耐墜落回数	≥ 5 回	≥ 5 回	≥ 12 回
	M = 80 kg ロープ 1 本 落下係数: 1.7	M = 55 kg ロープ 1 本 落下係数: 1.7	M = 80 kg ロープ 2 本 落下係数: 1.7

M = おもりの質量

※レスキューで使用するロープは基本的にシングルロープとなります。

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です。

ダブルロープ: リードの際は 2 本で使用し、2 人のセカンドをビレイするには 1 人につき 1 本で使用できるロープです。

ツインロープ: リード / セカンドに関わらず、常に 2 本で使用するロープです。

2. 外皮のずれ:

セミスタティックロープと同様のテストを行います。

3. 伸び率 (静荷重)

静荷重時のロープの伸び率を表します。

ビッグウォールでのロープ登高やホーリングにはこの数値が低めのもの・・・など、用途や好みによりロープを選ぶ際の目安になります。

4. 伸び率 (動荷重)

衝撃荷重時のロープの伸び率を表します。それぞれのロープタイプごとに定められた重量のおもりを、長さ 2.8 m のロープを使い 4.8 m 落下 (落下係数 1.7) させた時のロープの伸びを計ります。

ロープは伸びることにより墜落の衝撃を吸収するため、この数値は「衝撃荷重」と関係します。

5. 衝撃荷重

上記の「伸び率 (動荷重)」と同様のテストを行い、ロープにより墜落が止められた時に、おもり、コネクター、支点にかかる荷重を量ります。この数値が低いほど墜落時にユーザーに加わる衝撃は低くなります。

ただし、衝撃吸収能力のみ高めようとすると、ロープの耐久性が低下します。エーデルリッドのダイナミックロープは、耐久性と衝撃吸収能力のバランスが理想的になるようにつくられています。

実際の墜落では、衝撃荷重はロープの衝撃吸収能力だけでなくダイナミックビレイ等幾つかの要因により吸収されます。逆に、岩角へのロープのジャミング等により落下係数が大きくなるために衝撃荷重が増加する場合があります。

6. 耐墜落回数

ロープがおもりの墜落に耐える回数です。ロープタイプごとに定められた重量のおもりを使って上記「衝撃荷重」と同様のテストを行い、ロープが切断するまでの回数を計ります。

全米防火協会 (NFPA) におけるロープに関する基準

1. カテゴリ	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 %	1 ~ 10 %	1 ~ 10 %
	M: 破断強度の 10 %	M: 破断強度の 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	≥ 204 °C	≥ 204 °C

M = おもりの質量

1. 試験結果一覧

試験No.	メインロープ		プルージックコード		最大荷重	切断ロープ	外皮切断後の芯の強度	
	ロープNo.	直径	適合規格(※1)	コードNo.				直径
1	ロープA	12.5mm	NFPA G	コードX	8mm	NFPA E	18.9kN	プルージックコード メインロープ外皮に傷有
2	ロープA	12.5mm	NFPA G	コードY	8mm	EN564	16.4kN	プルージックコード
3	ロープB	11mm	NFPA L	コードX	8mm	NFPA E	15.7kN	メインロープ外皮
4	ロープB	11mm	NFPA L	コードY	8mm	EN564	14.5kN	メインロープ外皮
5-1	ロープC	11mm	EN1891 type A	コードY	8mm	EN564	17.4kN	メインロープ外皮
5-2	ロープC	11mm	EN1891 type A	コードY	8mm	EN564	15.1kN	プルージックコード
5USED	ロープC	11mm	EN1891 type A	コードY	8mm	EN564	14.2kN	メインロープ外皮
6USED	ロープC	11mm	EN1891 type A	コードY	8mm	EN564	13.1kN	メインロープ外皮
7-1	ロープC	11mm	EN1891 type A	コードX	8mm	NFPA E	6.1kN	抜け
7-2	ロープC	11mm	EN1891 type A	コードX	8mm	NFPA E	5.1kN	抜け
8	ロープD	13mm	EN1891, NFPA1983相当	コードY	8mm	EN564	19.0kN	プルージックコード
9	ロープD	13mm	EN1891, NFPA1983相当	コードX	8mm	NFPA E	15.3kN	抜け
10	ロープE	11mm	EN1891, NFPA1983相当	コードY	8mm	EN564	18.9kN	プルージックコード
11-1	ロープE	11mm	EN1891, NFPA1983相当	コードX	8mm	NFPA E	12.5kN	抜け
11-2	ロープE	11mm	EN1891, NFPA1983相当	コードX	8mm	NFPA E	14.0kN	抜け
12	ロープC	11mm	EN1891 type A	コードZ	7mm	EN564	13.6kN	メインロープ外皮
13	ロープA	12.5mm	NFPA G	コードZ	7mm	EN564	15.3kN	プルージックコード
14	ロープB	11mm	NFPA L	コードZ	7mm	EN564	13.2kN	プルージックコード
15	ロープD	13mm	EN1891, NFPA1983相当	コードZ	7mm	EN564	15.8kN	プルージックコード
16	ロープE	11mm	EN1891, NFPA1983相当	コードZ	7mm	EN564	16.0kN	プルージックコード

※1 適合規格

- NFPA G : NFPA 1983, Life Safety Rope, General-use : 全米防火協会におけるライフセーフティロープに関する基準(ジェネラル・ユース)
- NFPA L : NFPA 1983, Life Safety Rope, Light-use : 全米防火協会におけるライフセーフティロープに関する基準(ライト・ユース)
- NFPA E : NFPA 1983, Escape Rope : 全米防火協会におけるエスケープロープに関する基準
- EN1891 type A : セミステイックロープに関するヨーロッパ基準(タイプA)
- EN564 : アクセサリーコードに関するヨーロッパ基準

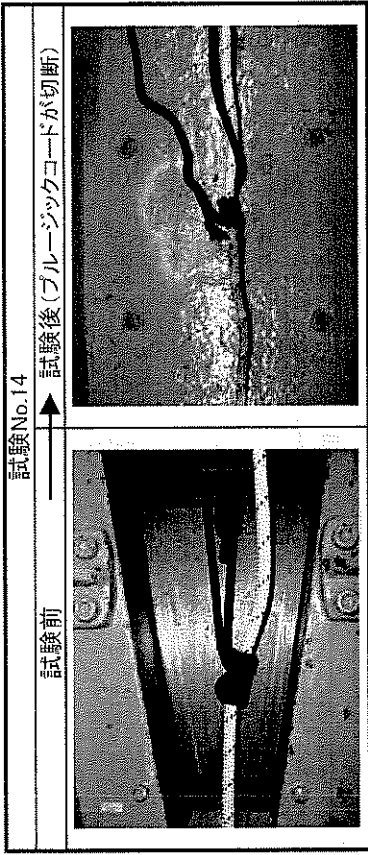
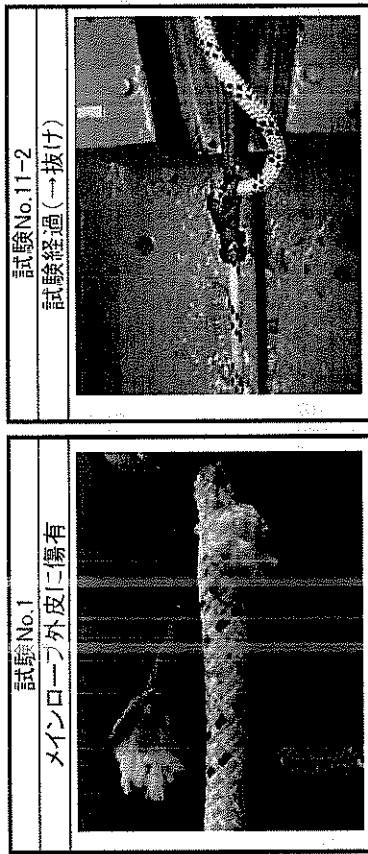
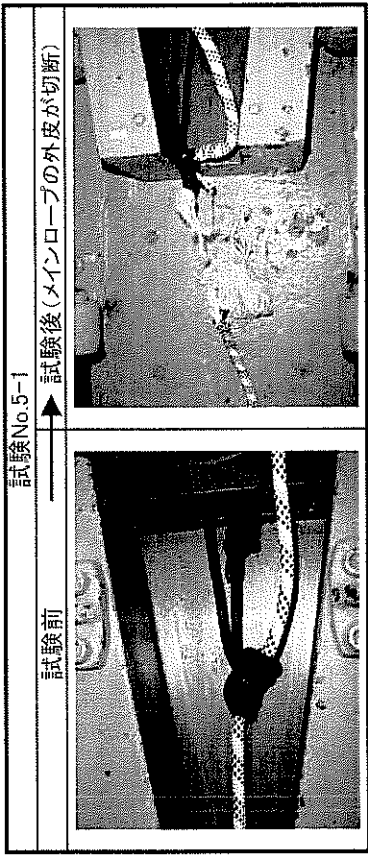
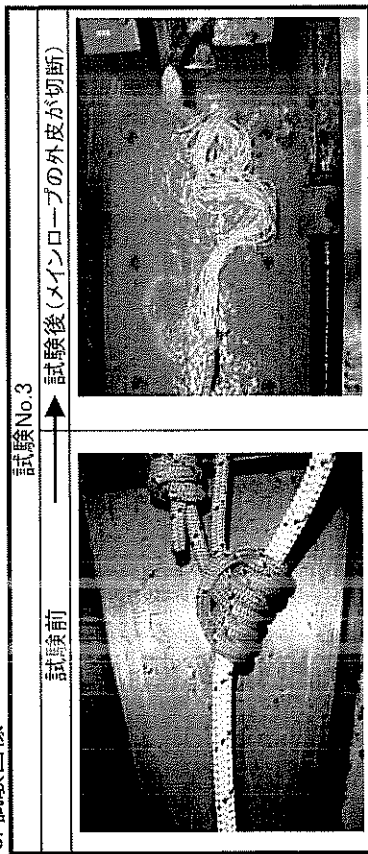
※2 試験No.6で水に濡らしたロープ(メインロープ、プルージックコード両方)での試験を実施。(常温水中に30分以上浸漬)

プルージックに関する試験 試験結果

2. 試験方法

- ①メインロープの片方の末端にエイトノットを作成する。
- ②プルージックコードをダブルフィッシュヤーマンズノットで輪を作成し、メインロープに3回巻きのプルージックヒッチを設定する。
- ③メインロープのエイトノットとプルージックを引張試験機のそれぞれの支点に接続する。
- ④試験を行い、最大荷重、切断ロープ、メインロープ及びプルージックコードの状態などを確認する。

3. 試験画像



4. 総括

- (1) メインロープ及びプルージックコードの種類にもよるが、試験結果としてメインロープの外皮或いはプルージックコードが切断することもあれば滑り続けることもある。
- (2) プルージックは繊維ロープ同士の摩擦によるもので、最大荷重及び切断ロープの試験結果にばらつきが大きい。
- (3) 試験No.5-1及び5-2では同じ試験体を用いて同じ試験を行ったが、切断ロープが異なる試験結果となった。
- (4) 上記より、プルージックに関しては試験結果のばらつきが大きく、試験結果を断定することはできない。

※本資料に掲載されているデータ、写真、文章等の転用はご遠慮頂きますようお願い申し上げます。