

# 第1章 クサリ場整備に必要な資材

本章では、クサリ場整備にあたって必要な資材の種類や特徴などを紹介する。

## 1. 金属の種類

一般的に登山道やクライミングエリアで使用されている金属には様々なものがあることから、各金属の強度の強さや耐腐食性、コスト面について紹介する。

### アルミ合金

クライミングメーカーがケイビング（洞窟探検）の下降用の支点として販売している「アルミハンガー」というものに使用されている。アルミニウム単体では強度が十分に発揮できないので、他の金属と混合して使用される。軽量であるが、耐腐食性（特にガルバニックコロージョン（8 ページ参照））が低いので長期間野外設置するのには向かない。

### 鉄（スチール）

価格が安く、切断や曲げなどの加工がしやすい身近な金属だが、耐腐食性に劣る。表面のメッキの方法や設置環境により腐食のスピードは変わるが、部材同士がぶつかり合う場所ではメッキは剥がれやすく、やがてそこから腐食が進む。

あまりおすすめはしないが、どうしても鉄を使う場合は他金属（アルミやステンレスなど）と組み合わせて使用しない（ガルバニックコロージョンを防ぐ）ことが鉄則。

### ステンレス鋼

正確にはステンレススチール（錆びにくい鉄）。鉄に 10.5%以上のクロムやニッケルなどを含有させた合金である。短く「ステン」と呼んだり、JIS 規格の材料記号である SUS から「サス」と呼ぶこともある。

ステンレスには含有するクロムなどの量からたくさんの種類があり、一般的にホームセンターや金物店で手に入るものは「SUS304」や「SUS316」などである。耐腐食性という点では SUS316 が優れている。

量販店やインターネットなどで安価に売られている輸入品や無名メーカーものは大半が SUS304 で、安価ゆえに不純物が含有している場合もあるようでステンレスであっても腐食しやすい傾向がある。アンカーボルトやチェーンなど、クサリ場整備の要となる箇所には信用のおけるメーカーの製品を使用すべきである。



写真1：金属の種類

左からアルミ、鉄（スチール）、ステンレス。アルミは身近なものとしては1円玉硬貨がある。素材感を参考にしてほしい。

### HCR-PLX

PLXとはスペインのクライミングギアメーカーFIXE社が開発した腐食に強い高強度なステンレススチール（HCRは「High Corrosion Resistant（ハイ・コロージョン・レジスタント）」＝高耐食性を意味する）。前述したSUS316よりも耐腐食性に優れ、強度はチタンにも勝るといふメーカーの実験データもある。クライミング業界ではおもに沿岸部の岩場や、岩石に硫黄成分などが含まれ金属が腐食しやすい環境のアンカーボルトに用いられている。（※2021年12月現在、日本国内での流通が乏しい状況にある）

### チタン

高強度で、とくに耐腐食性に優れた金属。ガルバニックコロージョンや応力腐食割れが起きにくいので、塩害の多い沿岸部の岩場の支点素材としては好適ではあるが、導入コストが高いのが欠点。ただし、非常に長寿命であるためにメンテナンスや交換コストの低減が可能のため、長期的に見れば安全でコスト低減が可能な素材ともいえる。

## 【コラム1】

### ガルバニックコロージョン

ガルバニックコロージョンとは異種金属電解腐食のことで、異なる金属を接触させて同時に使用し、そこを水で濡らすと、電位差のためにわずかな電流が生じ、弱い方の金属が腐食していく現象をさす。

例えば、アンカーボルトやナット、ハンガー、マイロン、クサリなどを設置する際に鉄とステンレスを組み合わせ使用した場合、当然設置場所は野外なので雨水や霜などで濡れるわけだが、時間の経過とともに鉄のほうが錆びていく。近年は酸性雨の影響もあり、腐食が進みやすい要因となっている。

クサリ場整備においては、異なる金属の資材を組み合わせ使用しないようにしたい。ハシゴ製作などでやむを得ず鉄とステンレスを組み合わせなくてはならない場合は、塗料を厚塗りするなど少しでも防錆（絶縁）の工夫をしたい。



ガルバニックコロージョンが起きている事例。クライミングエリアへのアプローチ道の下降ポイントに設置されていたステンレスハンガーとボルトを外してみると、アンカーは鉄製で、ネジ山が完全になくなるほど腐食し、ボルトは「刺さっているだけ」という危険な状態だった（静岡県の岩場にて）。



## 2. アンカーボルトの種類

ここではクサリ場整備に今後おすすめする、あるいはこれまで用いられてきたアンカーボルトの種類を紹介する。もっともクサリ場整備に適切なものを A とし、以下段階的に不適切なものを D として表記している。

ボルト径についてはφ12（直径 12mm）以上を標準とし、補助ボルトとしてφ10（同 10mm）の使用を推奨。φ8（同 8mm）以下は強度・耐久性の面で使用に適さない。

### （1）ケミカルボルト

岩への固定を、化学反応を用いた接着剤で行なうタイプのボルト。岩質を選ばず、長いボルトを使えば限界があるが、凝灰岩や砂岩、石灰岩など比較的脆い岩質でも施工することができる。

欠点としては、専用工具と技術が必要で、実用強度に硬化するまである程度の時間が必要（使用溶剤・施工時期・気温・日射などにより硬化時間は変化する）であり、後述する拡張式ボルトと比較してコストがかかるという点が挙げられる。ケミカルボルトを埋設する際の溶剤（グルー剤、ケミカル剤）については 18 ページで説明する。

#### クライミング用ケミカルアンカー（A）

「グルーインボルト」とも呼ぶ。クライミングの支点用に設計された高強度アンカー。肉厚で角がないため、接触する接続用資材にやさしい（摩耗しにくい）のも特徴。

化学反応を用いた専用溶剤（接着剤）で岩に固定する。クサリ場の支点用資材としてはもっとも信頼できる資材であるが施工には専門的な工具と一定レベル以上の技術が必要である。

#### 工業用全ネジケミカルボルト（A）

全体がネジ状のボルトで、「全ネジボルト」と短く呼ぶ場合もある。クライミング用ケミカルアンカー同様、専用溶剤を用いて岩に埋設する。岩質（脆さなど）や求められる支持強度に合わせて長さが選べるのが特徴。これだけでは支点としては使えず、「ハンガー」と呼ばれるクライミング用の金具をワッシャーとナットで固定して使用する。

安価なものもあるが、要となる部材なので安価なものは選ばず、信頼できるメーカーのものを選びたい。設置位置が悪かったり、ハンガーが岩面と馴染むまではナットが緩む場合があるので定期的な増し締めが必要である。



写真2：各種クライミング用ケミカルアンカー

左上) 日本国内で入手しやすく価格も安いロックテリックスのグルーインボルトは錆びにくい SUS316 製。左下) ペツル・パティノックスは 14φ の径で 50kN の強度を誇る。右上) 海岸地帯の岩場の使用に向くチタン製ボルトのタイタンクライミング。右下) 高耐腐食ステンレスである HCR-PLX を用いている FIXE 製グルーインボルト。



写真3：全ネジボルトとハンガー

上が M12、右が M10。いずれもステンレス製。

## (2) 拡張式ボルト

岩への固定方法として、機械的にクサビを「拡張」させる方法を用いたボルト。拡張方法にはいくつかある。

岩質が硬く、安定した場所であれば拡張式ボルトでも十分な場合があるが、岩の内部の様子は外見では誰にも分からず、穿孔時に少しでも不安（岩が異常に柔らかい、途中で硬さが変わる等）を感じた場合はケミカルアンカーに切り替えたり、設置場所を変えるなどしたほうがいい。

品名のあとの（アルファベット）は信頼度をあらわしており、A 評価が最も信頼できる資材である。

### ハイテンションアンカー (A~B)

ウェッジ式アンカー、グージョンボルトなどとも呼ばれる場合がある。ボルト径と同系のビット（ドリルキリ）で穿孔してボルトを叩き込み、ナットを締めあげることでボルト先端のウェッジ（拡張クサビ）がズレて開き、支持強度を発揮する。

ナットを締めることで「効き」が確認（体感）でき、増し締めも可能なため拡張式のアンカーボルトの中ではもっとも信頼できるボルトといえる。

### オールアンカー (D)

ネールアンカーとも呼ばれる。ボルト中心の心棒を叩き込むことで先端部が拡張し、支持強度が発揮されるボルト。安価でホームセンターや金物店などでも入手しやすいが、構造的に心棒が通っているために同じ径のハイテンションアンカーや全ネジボルトに比べてボルト自体の強度が低く、ボルト拡張部分の岩の内部が柔らかかったり、気泡や亀裂（クラック）があるとボルト自体が完全に拡張していたとしても、十分な支持強度が得られず簡単に抜けてしまう場合もある。

### カットアンカー (D)

ボルト先端が十字に割れており、そこに円錐形のクサビを取り付けボルトを叩き込むことで支持強度が得られる仕組みのボルト。穿孔した穴が深すぎたり（数 mm でも命取り）、穿孔穴の奥のクサビが当たる部分の岩が柔らかかったりすると確実な拡張をしていない場合があるので、外見上きちんと施工できているように見えても十分な支持強度を得られていない場合もある。

クサビが内蔵され、専用の拡張用打ち込み棒で施工するタイプもある。



## リングボルト、RCCボルト（D以下）

もともとは古いスタイルのロッククライミングの前進用に使われていたボルトで、径も細く、深さも2～3cmしか埋め込まれておらず、拡張方向は2方向のみなので、上記で紹介したどのボルトよりも支持強度が低い。手軽に打ち込めるので古い登山道の岩稜地帯などでときどき見かけるが、通行人数が多いメジャーな登山道では新規に使用したくないボルトである。



写真4：さまざまなボルト

ボルトの種類はいろいろあるが、クサリ場整備においては、ステンレス製のケミカルボルトとハイテンションアンカー以外は使わない方がよい。



### 3. 接続用資材

ここでは、アンカーボルトとクサリを接続するための資材を紹介する。どの接続用資材も材質はステンレス製のものを選びたい。品名のあとの（アルファベット）は信頼度をあらわしており、A 評価が最も信頼できる資材である。

#### ハンガー (A)

クライミング用に設計・製造されている接続用資材。アンカーボルトにナット（内ネジ式アンカーには雄ボルト）で固定する。安価な私家製ハンガーもあるが、強度表記のある、信頼のおけるクライミング専用メーカーのものを使いたい。工業用のアイボルトがせいぜい 3kN 程度の強度しかないのに対して、クライミングハンガーは 25kN～35kN の強度をもつ。素材はステンレス製、HCR-PLX 製、そしてスチール製がある。いずれも鋼板を抜いてプレス曲げ加工したもので、いずれも破断させるには相当の力がある。



写真5：ハンガー

価格は 1 枚 500～600 円程度。アンカーに合わせてステンレス製以上のものを使う。写真は上が M12、下が M10 サイズのゲージョンボルト（別名：ハイテンションアンカー）をセットした状態のもの。



## マイロン (A)

ハンガーやケミカルボルトとクサリ、あるいはクサリ同士をつなぐための金具で重要なパーツである。メインの荷重がかかる個所には M8 以上のサイズで 25kN の強度があるステンレス製のものを使用するのが望ましい。

ホームセンターなどで安価に売られているものの中には、開口部のネジが片側しか切っていないものがあるので注意が必要。クライミング用品メーカーが製造している CE および UIAA (国際山岳連盟) の強度表記のあるものを選択すれば安心だ。径の太いクサリにはマイロンの開口部が通らないものもあるので、メーカーやサイズのマッチングは必須である。いざ現場で設置する際に「使えない」ということがないようにしたい。

なお、振られ止めなどに使用する場合や、荷重がそれほどかからない傾斜の弱い岩場での補助的なクサリ場に限り M6 サイズのクサリやマイロンを使用する場合もあるが、そういった場合でも耐荷重が 600kg 以上である製品であることを確認して使用したい。



写真6：マイロン

左が M10 サイズ、右が M8 サイズのマイロン。いずれもステンレス製でメジャーアクシス（長辺方向）の静荷重が 60kN、M8 サイズでも同じく 40kN もの強度がある。

## アイボルト (D 以下)

機材を”吊り下げる際に使用するため”の工業用ボルト。内ネジタイプと雄ネジタイプとがあるが、いずれも「せん断方向」に使用すると回転しやすく、荷重方向によっては簡単に破断してしまうのでクサリ場の支点用には使用したくない資材。設置後の外見が「クライミング用ケミカルボルト」に似ているので厄介な存在である。

材質はステンレス製とスチール（鋳造鉄）製とがあり、前者はいくぶん強いが後者はかなり弱いので特に使いたくない資材だ。

## シャックル (D 以下)

金物店やホームセンターなどで手に入る U 字型の金具。工事現場などで大型のものが使用されているのをよく見かける。現場作業などでは使いやすい形状だが、差し込んだ棒の部分が緩みやすいため、常に点検が必要であり、長期間常設するクサリ場整備の資材としては使わないほうが無難。やむを得ず使用する場合はステンレス製のものを選び、安全強度を確認し、緩み防止を講じたうえで使う。



写真7：シャックル（左下）とアイボルト（右下）

シャックルに関しては構造的に簡単に開口部が緩んでしまい、マイロンに比べ強度が著しく低い。どちらもクサリ場整備では決して使ってはいけない資材（比較のために上段左に M8 サイズのマイロン、右上に M8 用カットアンカーを並べている）。



## 4. クサリ（鎖/チェーン）

### クサリ（基準以上のものであればA）

クサリ場の整備にはなくてはならない資材。信頼できるメーカーが製造した強度が十分にあるものを選びなくてはならない。多くの登山者が往来する主要登山道で、岩場の傾斜が強く負荷が大きくかかるクサリ場ならば、ステンレス製の M8 サイズ以上のものを選択したい。

なお、耐摩耗性については径の大きなものほど高くなるが、強度や耐摩耗性、コスト、運搬性、握りやすさなどを考えると M8 サイズがもっとも実用的である。

また、国産のチェーンメーカーによっては、クサリの末端コマやクサリ途中から大きなサイズに変える「特注」に応じてくれるメーカーもある。特に強度や耐摩耗性が求められるクサリ場にはこういった選択肢もあることを覚えておきたい。



写真8：クサリ

クサリは多少高くても国産の信頼性の高いメーカーのものを選ぶのが無難だ。安価な輸入品に比べ、溶接の精度が高く、破断強度が圧倒的に高い。

## 【コラム 2】

### ロープについて（信頼度 D）

ロープはクサリの代わりに緊急的に設置したり、アンカーボルトを打設できないような環境で岩場上部の立木などに結束して垂らしたり、クサリを設置するまでもない、わずかな距離の補助的な手がかりとして使用することがある。フィックスロープともいう。

太さは 10mm 前後で、登下降の距離が短ければクライミング用のダイナミックロープ（荷重時伸び率 8～10%）を使用してもよいが、できれば伸び率の低いセミスタテックロープ（同 5%未満）を設置したい。

およそ 30cm ごとに「握り玉」を作っておくと登下降時に持ちやすく、滑りにくい。ただし、金属系の資材に比べて耐用年数が短く、岩との擦れや紫外線にも弱いので、使用環境・頻度にもよるが 1～2 年に 1 度（場合によってはそれより短い期間で）の交換が必要になるので、可能であればクサリにかけかえた方がいいだろう。

なお、よく見かける黒と黄色のトラロープは危険地帯との仕切りや目印として使うものであり、強度がまったくないので体重を預ける用途としては設置してはいけない。



左は乾徳山に付けられていたトラロープ。劣化して今にも切れそうであった。  
手軽に設置できるロープだが、定期的な点検と交換は欠かせない。



## 5. ケミカル剤（接着溶剤）

接着系アンカーを岩に固定するための溶剤。一般的な接着剤のように単に「くっつける」のではなく、溶剤の化学反応を用いて、アンカーと岩を「一体化させる」と言ったほうがイメージしやすいだろうか。

溶剤の種類としては、エポキシ系、エポキシアクリエート系、ポリエステル系の3種類に大別され、溶剤の形態としては「アンプルタイプ」と専用攪拌充填機（ガン）を用いた「グレータイプ」とがある。どちらも2種類の溶剤がしっかりと混ざり合うことで化学反応がおき、接着性を発揮する。

長所としては、内部の状態が外見からは予測しづらい岩石において、岩質や内部状態（気泡・空間・クラックなど）にかかわらず、岩とアンカーボルトを接着してくれるので高い支持強度が得られる。短所としては、拡張式ボルトに比べてコストがかかることと、実用強度まで硬化するまでに一定の時間を要することだ。

また、日本国内の岩場においてケミカルアンカーが使用されるようになって、まだ20数年しか経過していないため（2022年現在）、今後の経年劣化の状況などは見守っていく必要がある。



写真9：旭化成のガラスアンプルタイプのケミカル剤「MUアンカー」

特殊構造により打ち込むだけで攪拌不要。硬化時間も早いために山岳環境における施工には便利であるが、クサリ場整備の現場においては、規定の長さの全ネジボルトの施工のみに使える。



写真10：HILTI（ヒルティ）社のケミカルガン、HDM-330



写真11：溶剤 RE-500V3

グルーガンタイプのケミカル剤は、長さや形状の異なるケミカルアンカーボルトの埋設に適している。溶剤のメーカーや種類により強度や硬化時間が異なる。



## 6. ハシゴ

登山道のクサリ場において、クサリと併せて設置されているのがハシゴである。予算が潤沢にあるならば、専門の鉄工所などにステンレス製のハシゴの製作を依頼してもいいが、低予算で抑えたい場合のハシゴの作成について簡単に紹介する。

### アングル材

アングル材とはL字型の鋼材で、「等辺山形鋼」が正式名称。その名の通り山形状の鋼材で、材質は一般構造用圧延鋼材（SS400）が用いられている。1辺が50mm、厚みが4mmのものが大型のホームセンターなどで入手しやすく、コストと強度、人力による搬入のしやすさなどのバランスが取れている。

登山道に設置されるハシゴの材料としては、安価で加工しやすい材料といえるが、強度的に高さは2～2.5m程度に抑えておいたほうが無難。それ以上の高さが求められるハシゴの場合、専門業社へ設計・製作を依頼したほうがいいだろう。

アングル材の鋼材は最低限の錆止め塗装しかされていないので、実際に登山道に設置する場合には錆止め塗料を厚めに塗っておくことが必須であり、定期的な塗り直しも必要である。また、アングル材を5cm幅にカット、穴あけ加工をして岩場への固定用部材として使うことも可能だ。



写真12：ハシゴのステップ用にカット、穴あけ、防錆塗装をしたアングル材。

## ボルト・ナット・ワッシャー類

ハシゴの縦枠、横枠を組むためにはM10サイズのボルト・ナット・ワッシャー類を使用する。緩み防止のためにスプリングワッシャーも使用する。

また、岩に固定するアンカーボルトとしてはハイテンションアンカーかケミカル全ネジボルト（いずれもサイズはM10）の使用を推奨する。

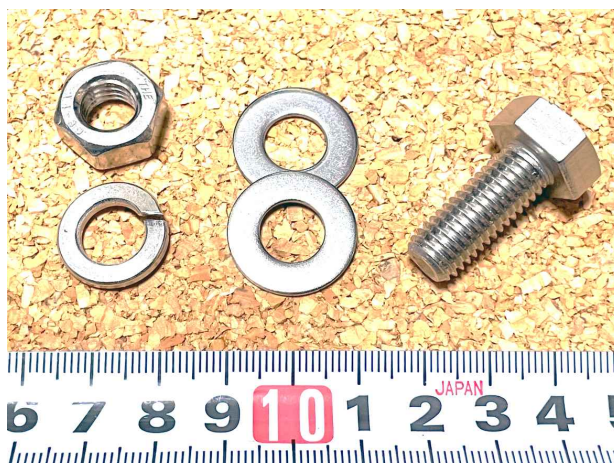


写真13：ナット、スプリングワッシャー、平ワッシャー（真ん中）、ボルトすべてステンレス製

## ネジロック剤

ボルト・ナットやマイロンの緩み防止のために使用するネジロック剤。部材の交換や増し締めすることを考慮して中強度タイプを使用する。

写真14：ネジロック剤

## 塗料（錆止め剤入り）

アングル材は錆びやすい鋼材なので、錆止め塗装は必須である。錆止め剤と上塗り塗料を重ねることが理想だが、錆止め機能を有した油性の専用塗料を使用すると手軽だ。

とくにステンレスボルトと接する部分はガルバニックコロージョンが発生する可能性が高いので、3度4度と重ね塗りしておきたい。

色は設置される岩場の色（グレーなど）に合わせるのが基本だが、必ず「つや消し」の塗料を選択する。塗装色に迷った場合は「つや消しのこげ茶色」を使用しておけば景観にも溶け込み無難である。

錆止め塗料は一度に厚塗りするのではなく、薄く塗っては乾燥させてを繰り返して重ね塗りしていったほうが剥げにくく、長持ちする。



写真15：塗料