

第4章 施工手順と施工後の点検方法

この章では、実際の「クサリ場設置作業」の施工方法と施工後の点検方法について紹介する。ただし、未経験者のみでの施工は大変危険であることから、完璧な技術を習得するまでは、経験者もしくは有資格者による技術指導を受けながらの施工を強くおすすめする。

1. ケミカルアンカーの施工方法

最初にケミカルアンカーの施工手順を紹介する。なお、作業手順1～3までは各ボルト共通だが、作業手順4以降はボルトごとの解説になっているので、混乱しないようにしてほしい。

施工手順 1)

試験施工

できることならば、本施工に入る前に、作業予定エリアでボルトの試験打設を行いたい。試験を行なうことで、岩質や岩の硬さがより明確にわかり、必要なボルトの種類や長さや数量、施工時間等が見積りやすくなるからである。

むろん、不要な穴あけは避けたいので、施工手順を最後まで熟読し、本施工にも流用できる試験施工を行なうべきである。

施工手順 2)

ライン取りの確認

従来のクサリ場で意外と気にされていなかったのが、この「ライン取り」である。耳慣れない言葉かもしれないが、岩壁のどこにクサリを設置して登山者を登らせるべきかを検討する作業である。本来クサリは岩の弱点に沿って設置されなくてはいけないものなのだが、多くのクサリ場が岩のテッペンに支点を設け、そこから真っ直ぐ下にクサリが垂らされているだけの場所が意外と多い。これでは登山者は岩壁の強点（手がかり、足がかりが乏しい部分）に登らされることになり、その結果、多くの登山者がクサリだけを頼って登るために足を滑らせたり、身体が回転してしまってバランスを崩したり、必要以上の腕力を使わなくてはいけなくなる。最悪の場合は力尽きて滑落してしまうこともあることから、これを防ぐために、クサリ場ではクサリだけではなく、岩の凹凸（弱点）にもしっかりと体重をかけて登れるようにクサリの設置ラインを設定（既存のクサリ場ならば確認・修正）すべきである。

ラインをもっとも明確に確認するには、ハーネスやロープなどの安全確保装備を身に

つけたうえで、クサリを使わずにその岩場を「フリークライミング」してみる方法がある。そうすると、岩のどの部分が弱点かがはっきりとわかり、その弱点に沿ってクサリを設置すればよい（もちろん、岩の安定性を確認する必要がある）。

また、大半の弱点ラインが岩の中でまっすぐに走っていることはなく、多少の「屈曲」がある。この屈曲が大きなところに中間支点を設ければ、中間支点の無いクサリ場に比べて、登高時の振られも少なく楽に登れ、中間支点で区切って複数の登山者が同時に登れるようになり、上部からの転落者との衝突防止や渋滞の回避・緩和も期待できる。



写真1：乾徳山クサリ場の施工前後

乾徳山の鳳岩では従来のクサリのラインから若干修正してラインが引き直された。左が再整備前でクサリが頂上から真っ直ぐ降ろされている。右写真の再整備後では、上部の✕印に中間支点が新設され、中間支点から上に登る際、より登りやすいように、岩の右側の弱点に導くライン取りがなされた。

作業手順 3)

アンカーボルトの選択と位置決定

クサリの設置ラインが決まれば、次はアンカーボルトの設置である。アンカーボルトは、設置する岩の岩質や硬さ、岩の形状、設置するクサリの規模（長さ）により打設していく。地形や傾斜にもよるが、おおむね 5～10m ごとに支点を設置していく。

支点となるボルトは接着式の「ケミカルボルト」または、拡張式の「ハイテンションアンカー」のどちらかから選択する（ボルトの種類については 9 ページ以降を参照。また、拡張式ハイテンションアンカーの設置手順については、51 ページから解説する）。

最上部の支点は、①1 点をメインとしてバックアップ支点を追加する方法と、②2 点以上の複数の支点に均等荷重するように取る方法がある。

（実際の施工事例は 5 章の「事例説明」を参照のこと）

注意点

・アンカーボルトの種類の選択に迷うような微妙な岩質の場合は、強固なケミカルボルトを選択するのがよい。

・いずれの方法も 2 つの支点のパワーポイント（力点）角度が「60° 以下」になるように設置しなくてはならない。60° 以上では個々の支点に高い荷重がかかってしまい危険だ。

2 つの支点それぞれにかかる角度ごとの荷重倍率は以下の通りである。

30° で 1.04 倍

60° で 1.16 倍

90° で 1.41 倍

120° で 2 倍 ！



写真 2：分散荷重の施工例

荷重のパワーポイントの角度は 30° 程度が理想

おおよそのアンカーボルト打設位置が決まったら、その場所に本当にアンカーボルトが設置できるか、岩の安定性を検査確認し、アンカー位置を決定する。

（アンカーを打設する岩の安定性・健全性の確認方法については 27 ページを参照）

作業手順 4-A)

ケミカル全ネジボルトの施工手順

ここでは「M12 径の全長 250mm (25cm) の全ネジボルト＋ハンガー」を設置する場合を例に説明する。

接着力と耐用年数を高めるためには、穿孔した穴をできるだけきれいにして、埋設するボルトも脱脂洗浄することが必須なので、特に念入りに行なうことが大切である。

[穿孔（ドリリング）]

1) ボルトに取り付けるハンガー、平ワッシャー、スプリングワッシャー、ナットの厚みが合計で 19 mm 程度で、ダブルナット仕様とするならばプラス 10mm ほど出ている必要があるので、トータル 39mm として、穿孔深は 211mm ほどとなる。



写真3：ハンガー、平ワッシャー、スプリングワッシャー、ナットを取り付けたボルト

2) ドリルビットの径は、ケミカルボルトの場合、M12 のボルトをケミカル打設する場合は M14 のビットを使用する。

ドリルビットの尖った部分を除いた 211mm ぐらいの位置にガムテープ等で目印をつけ穿孔を行なう。深く穿孔しすぎると、グルー剤が硬化する前にボルトが沈みこんでしまう場合があるので、必要な深さ以上を穿孔しないように注意する。

3) 穿孔は全ネジボルトの場合は設置する岩面に対して垂直に行っていく。斜めに入ってしまうと、埋設するボルトも斜めに入ることになり、ケミカル剤硬化後にボルトに取り付ける「ハンガー」が岩面に対してフラットに取り付けられず、一部が浮いた状態になるために回転しやすかったり、支点としての強度も最高の状態とならないので、注意深く行わなくてはならない。

4) 穿孔時は岩粉が大量に出てくるので、ときどきドリルを押さえつける力を抜いて、岩粉の排出を促す（ドリルを引き抜かなくとも力を抜くだけで岩粉は排出される）。

5) 岩が硬い場合は、ときどきドリリングを休止して、ビットの先端を休ませなければ「青焼け」を起こしてしまう。青焼けしたビットは刃先が鋭利な状態が残っていたとしても、青焼け部分から折れてしまいやすくなるので注意が必要。

穿孔内の深い位置でビットが折れてしまうと、取り出しは困難を極めるため、とにかく刃先を折らないように注意して作業をする。

場合によっては、予備のビットも出して、2～3本を交互に使い、刃先を休ませながら穿孔する。あるいは、あらかじめ細いビットで下穴をあけて徐々に必要な穿孔径にするなど刃先を青焼けさせない工夫をする。

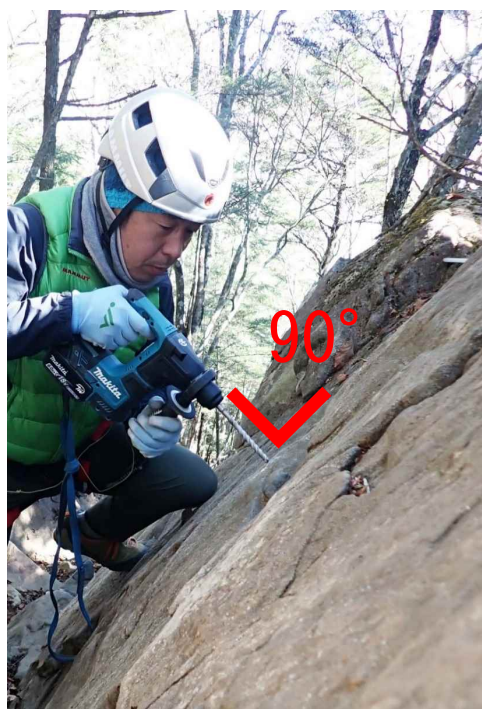


写真4：岩面 90° に穿孔する様子



写真5：青やけ

〔孔内清掃（洗浄）〕

1) 規定の深さの穿孔が終わったら、ブロワーでおおよその岩粉を吹き飛ばし、埋設するボルトを1度挿入して、深さが適切かどうかを確認する。

2) 深さに問題がなければ、ブロワーによる風圧とアンカーホールブラシによるブラッシングを交互に使い、岩粉を完全に吹き飛ばしていく。岩質にもよるがこの工程を3セット以上繰り返す（乾式清掃）。

3) 次にペットボトルなどに用意しておいた水（水道水またはきれいであれば沢の水などでOK）を穿孔内に満たし、乾式清掃で使ったブラシとは別のきれいなアンカーホールブラシで洗浄し、残った水をブロワーで吹き飛ばす。これを穴から溢れた水がきれいになるまで3回以上繰り返す（水洗浄）。

4) 最後に孔内に残った水気をブロワーで吹き飛ばす。使用するケミカル溶剤によっては「濡れたまま」施工できることを謳っているものもあるが、そうではない溶剤もあるので、基本的には水気は飛ばし乾燥させる。乾燥後は穿孔内にゴミや岩屑が入らないように注意する。

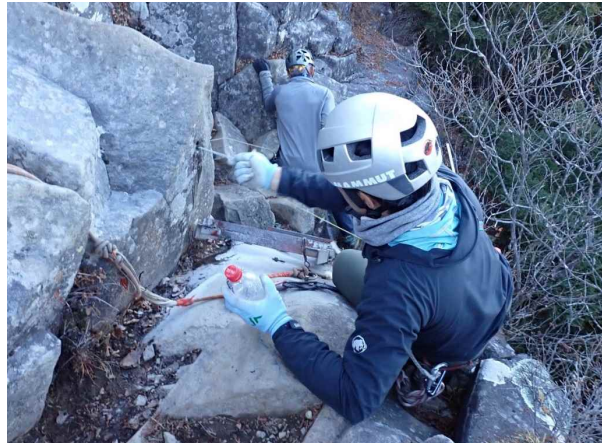


写真6：アンカーホールブラシにて孔内清掃



写真7：ペットボトルの水で洗浄



写真8：ブロワーで孔内を乾燥

ブロワーは電動より手動式の方が、圧力が高くより強力に岩屑や水気を吹き飛ばすことができる。

[アンカーボルトの洗浄（脱脂）]

埋設するアンカーボルトは製造時にオイルなどが付着していたり、運搬や施工中に汚れてしまう可能性がある。施工前には必ず、「シリコンリムーバー」を塗布して拭き取り、脱脂洗浄を行なう。

※拭き取りをしない状態では、脱脂剤としての性能を発揮できないため、きれいなウエス、ペーパー等で必ず拭き取り行なうようにする。

※入山前にあらかじめ脱脂洗浄しておいて、汚さないようにビニール袋等に入れて搬入してもよい。

※壁面に露出させる部分（ネジ山）に溶剤（グルー）を付着させてしまいそうな人は、露出部分をガムテープなどで養生しておく（ネジ山にグルーが付着して硬化してしまうとナットが入らなくなる可能性があるため）。

※穿孔作業時にテスト挿入したボルトは汚れてしまうので、本施工で使用するものとは別に扱い、汚れたボルトはあらためて洗浄・脱脂・拭き取りしてから使用する。

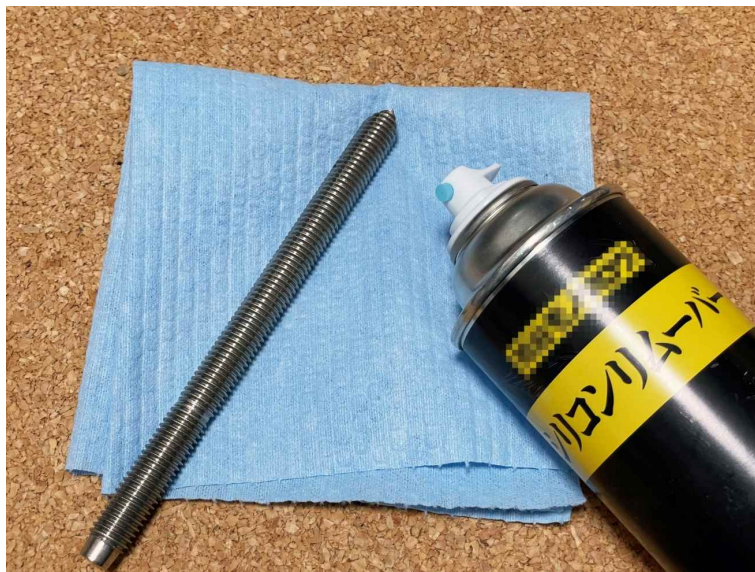


写真9：シリコンリムーバー

[グルーイング（溶剤注入）]

いよいよ溶剤（グルー）の注入である。ここでは HILTI 製のケミカル溶剤「RE-500V3」を同社のマニュアルディスペンサー「HDM-330」を使用して施工する例に解説していく。実際の作業に当たる際にはメーカーの製品マニュアルを熟読し、できれば最初は信頼おける指導者の監督・指導のもと十分な練習を積んだうえで施工することを強くおすすめする。

1) まず、RE-500 のビニールの封を切り（この袋は後で使うため破って開けずにカッターナイフ等で丁寧に開封する）、foilパック（太さの異なるソーセージのようなチューブ状のものが並んだ状態のもの）、特殊ノズル、ストローのようなノズル延長ホース、説明書を取り出し、foilパックを黒色のスリーブに丁寧に装填する。包装ビニールは捨てずに取っておく。



写真 1 0

2) ディスペンサーの黒色のリリースボタンを押しながらシャフトを完全に引き出す（スリーブが取り付けられている状態だったら取り外す）。

先ほどの黒色のスリーブを前方部分からディスペンサーに装着し（次項写真も参照）、ハマったらトリガーを2回ほど握って、シャフトをスリーブ（ピストンのようになっている）内に進ませて、スリーブが外れないようにさせる。

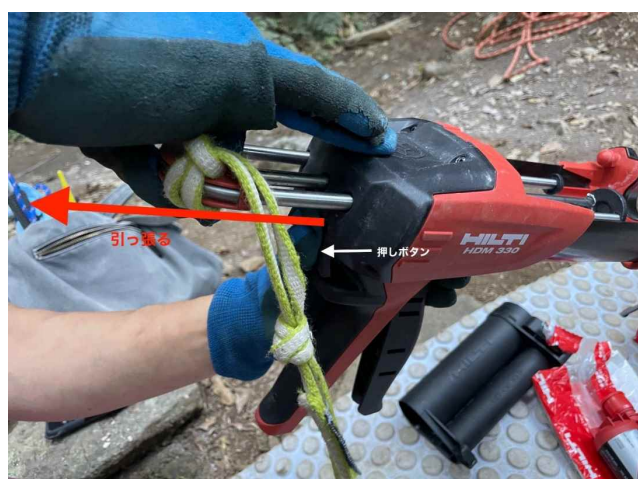


写真 1 1



写真 1 2



写真 1 3

3) フォイルパックの先端についている赤いキャップを外し、専用ノズルを丁寧にねじ込んで取り付ける。ディスペンサーを右手に持ち、1)で捨てずに取っておいた包装ビニールを左手に持ち、ノズルを奥まで突っ込む。

写真 1 4



4) トリガーを数回握っていくと、やがて圧が高まることわかる。そのまま握り続けると、フォイルパックの片方が破れ（開封され）、薬剤がノズル内に流れ込み始める。さらにトリガーを握り続けると 2 本目のパックも破れ、そちらの薬剤もノズル内に流れ込み始める。

写真 1 5



5) さらにトリガーを握ると 2 つの薬剤（白っぽい糊のようなものと、きついピンク色をしたジェル状のもの）がノズル内で自動的に攪拌（混ぜ合わ）され、ノズル先端から吐出され始める。

吐出され始めてからトリガー 2 握り分は自動攪拌が十分ではないので、先ほどのビニール袋内に捨てる。
※この時点で薬剤の硬化は開始しているので注意。



写真 1 6

6) すかさず、2) の冒頭で押した黒色のリリースボタンを再度押す。そうすることでトリガーを握り続けたことで連続加圧状態だったフォイルパックへの圧が解除（リリース）され、薬剤（グルー）の吹き出しが停止する。

このリリースを忘れると、薬剤は吐出され続け、岩壁面や自分の衣服や靴、他の装備などに付着してしまう。

素肌に付着すると化学反応による火傷を負ったり、一度付着して硬化してしまうと、取れなくなってしまうので、リリースは絶対に忘れてはいけない。



写真 1 7

7) 埋設するボルトが長い場合は、最初に取り出した延長ホースをノズル先端にしっかりと装着する。

※施工箇所が壁の中腹などである場合は、ここまでの作業は、地上もしくは頂上など安定した場所で行なっても構わない。

8) ノズル（または延長ホース）の先端を穿孔した穴の一番奥まで差し込み、空気泡を作らないように、ゆっくりと少しずつディスペンサーを引き抜きながらトリガーを握り、薬剤を充填していく。

※この作業は重要かつ、かなりの熟練を要するので、専門家の指導のもと練習を積んでほしい。



写真 1 8

9) 充填が完了したら、ふたたびディスペンサーの黒色のボタンを押し、吐出を止める（※壁面や衣服を汚してしまうことになるので絶対に忘れない！）。

ノズル（延長ホース）にグルーが付着しているようならば、このあと挿入するアンカーボルトなどで丁寧にぬぐいとる。もちろん、ウエスで拭き取ってもよい。



写真 1 9

10) 挿入する全ネジボルトを持って、ゆっくりと時計回りに回転させながら挿入していく。回転させながら挿入するのは、充填したグルーの中に気泡があった場合にそれを「抜く」目的がある。ボルト挿入時にゴムボールを押すような反発感がある場合は孔内に気泡がある証拠なので、とくに慎重に回転させ、気泡が抜けることを注意深く確認しながら挿入する。ボルトを挿入する途中でグルーが溢れてきた場合はヘラやウエスで拭きとる。



写真 2 0

11) 挿入が終わったら、必要に応じて溢れたグルーを、ヘラを使って岩の凹凸などフラットにならす。ならし終えたら、すみやかにヘラをウエスで拭き上げ、この後は規定の硬化時間が経過するまでグルーイングしたボルトに決して触らない。



写真 2 1

また、他の機材やロープなどがボルトに当たったり、作業や登山者が触れないように必要に応じて養生をしたり、警告看板の表示や見張り役を立てたりする（※グルーイング作業は登山者の通行量が減る午後以降に行なうのが望ましいが、作業者の下山時間にも注意が必要）。



グルー剤が残った場合

写真 2 2

グルー剤が残ってしまった場合は、黒色のリリースボタンを押して圧を抜き、注入ノズルをそのままにしてノズル内のグルーを硬化させる（決してノズルを取り外さない）。ノズルの先端のみが硬化し、そのままキャップの役割を果たす。次に使うときはノズル部だけを新品に交換し、5) の工程に戻る。ノズル交換の際はグルー剤がネジ部に付着しないように注意する。

薬剤（グルー）の硬化中の注意

薬剤の硬化時間については、以下の通りである。気温が高いほど硬化時間は短く、低いほど硬化に時間を要する。硬化時間中は絶対に施工したボルトには触らない。

なお、低温時（おおむね 5℃以下）の時は施工を避ける。どうしても施工しなくてはならない場合は、低温下でも硬化しやすい「HY-200A」を使用することを推奨する。

※各薬剤の母材温度帯ごとのおよその硬化時間は 56 ページにまとめて記載。

作業手順 4-B)

アンプルを使った全ネジボルトの施工

M10 で埋設部分の全長が 95mm、M12 ならば全長 115mm までの全ネジボルトならば、アンプルを用いたケミカル施工も可能である。

当ガイドブックでは施工が簡単で岩場での施工実績も多い「旭化成 MU-ガラスアンプル」を紹介する。

〔アンプルの取り扱い〕

M U アンプルはガラスアンプルのため雑に扱うと割れてしまう場合がある。運搬には細心の注意をはらいたい。箱ごとプラスチック製のケースなどに入れ、バックパックなどに入れて運ぶ際には、他のケミカル剤とともにバックの上部（雨蓋など）に収納して運ぶとよい。

また、使用する際は、製品箱の外側のアンプルから交互に使っていくと、万一箱ごと地面に落とした時に、使った部分が緩衝材となり破損を防げる場合がある。

工程は「アンカーボルトの洗浄」までは、ボルト長をのぞき 35～39 ページの 4 -A) と同じであることから、それ以降の工程を解説する。

[注意]

穿孔時において、極端に岩が柔らかい部分や「空間（割れ、ヒビ、気泡等）」の存在が疑われる場合は、アンプルの溶剤が岩に染み込んだり、空間に流れ込んでしまう恐れがあるために溶剤量が一定のアンプルでは溶剤が足りなくなり、十分な耐力が発揮できなくなる場合がある。その場合は迷わず「グルーガンでの施工」に切り替える。この判断は経験と熟練を要するので、自信がない場合は、熟達者や専門業者への作業を依頼するのが望ましい。



写真 2 3 : 10mm 径、全長 120mm の全ネジボルトをアンプル施工する場合

M12 のドリルビットで 95mm の深さに穿孔するとちょうど良い。なお、95mm という深さは、ミヤナガ製デルタコンビットを使用した場合、ちょうどドリルの螺旋が終わるところが同じ長さとなるので覚えておこう。

[アンプルの挿入]

洗浄・乾燥が完全に終わったら、最後に埋設する全ネジボルトをもう 1 度差し込んで穴の深さを最終確認する。浅すぎる場合は穿孔調整・再清掃/洗浄を行ない、深すぎてしまった場合はグルー剤への施工へと切り替える。

問題なければ、ガラスアンプルを丁寧に穿孔した穴に入れ、利き手ではない方の手でクリーニング済みの全ネジボルトを持ち、利き手で持ったロックハンマーでボルトを叩き込んでいく。強く叩き込むと薬剤が飛び出してくる場合があるので、静かに叩き込む

でいく。もちろん、保護メガネも着用しておきたい。

〔ボルトの打ち込み〕

薬剤が飛び出さないように、あまり強く叩かず、ボルトを穿孔穴の一番奥まで叩き込み、奥まで到達したら、ボルトがセンターに来るように調整しながら薬剤がボルトに馴染むように3～5回ほど空打ちする。

もし薬剤が溢れてきた場合はヘラで穴に押し込み、それでも溢れる場合はウエスで拭き取る。

以下、MU アンプルの施工説明も紹介しておく（※製品外装箱の取扱説明図より引用）

施 工 方 法				
1 穿孔	2 孔内清掃 プロアー → ブラシ	3 カプセル挿入	4 ボルト打ち込み	5 硬化養生
穿孔径が固着強度に大きく影響しますので、必ず指定された寸法のドリルを使い、施工します。	金属ワイヤーブラシとプロアーで、切粉を完全に取り除きます。 より接着性を高めるならば 水洗い&乾燥も行なう。	カプセルを挿入します。	ボルトや異形棒鋼には必ずストッパーを装着します。ハンマー重量1.0～1.5kgのものを使用して孔底まで確実に打ち込んでください。衝撃的に打ち込むと液の飛散が多くなります。	打ち込みが終了後、養生時間内は、ボルトや異形棒鋼に触れないでください。養生時間は、「養生時間の目安」を参考にしてください。

ボルトおよび異形棒鋼の形状

使用するボルトや異形棒鋼は、埋め込み側を先端下図のように切断して使用します。

全ネジ			異形棒鋼			丸棒
寸切り	両面カット	片面カット	寸切り	両面カット	片面カット	
		×			×	×

⚠ 注意 片面カットされているものや丸棒では、樹脂と硬化剤が混合されず、固着力が得られません。

作業手順 4-C)

ケミカル専用「グルーインボルト」施工手順

ケミカル専用グルーインボルトには壁面に対して垂直に埋設するタイプと、荷重方向に対してボルト先端を下向き 15° に埋設するタイプとがある。もちろん、深すぎも浅すぎも良くないので、右写真を参考に穿孔してほしい。

写真 2 4 : グルーイングボルトの埋設角度図 3 段目の「グルーインボルト」(FIXE、ロックテリックスとも) だけ【下向き 15°】に埋設する。理由は、クライミング使用時は上方からカラビナなどがボルトの上顎に引っかかってしまうのを防ぐためだが、クサリ場整備のためだけに打設するのであれば、多少角度をマイルドにしても構わない。その他のケミカルボルトは壁面に対して垂直に埋設する。埋める深さは写真の状況を参考にしてほしい。



[穿孔 (ドリリング)]

埋設予定ボルトの径数 + 2 mm のサイズのドリルビットを用い、規定の深さまで穿孔する。「垂直穿孔タイプ」、「マイナス 15° 下向き穿孔タイプ」とともにボルトのアゴが壁面に当たる部分も削り取る。



写真 2 5 : ボルト埋設向きと穿孔範囲

〔サンディング（表面荒らし）〕

ケミカルボルトの接着力を増すために、ボルト表面がツルツとした仕上げになっているものは、ヤスリ等（電動ドライバーに回転砥石を付けたものが便利）を使って、表面がザラザラするようにサンディングを行なう。サンディング後は必ずシリコンリムーバーで洗浄・脱脂を行なう。



写真 2 6 : サンディングの様子

※現場に入る前に必要な数のケミカルボルトのサンディングと脱脂・洗浄・拭きあげを行ない、汚さないようにジブロック等に入れて持ち込んでもよい。

以降「グルーイング」以降の工程は、前述した「ケミカル全ネジボルト」（45 頁以降）と基本的には同じなので参照されたい。

なお、グルーインボルト特有の工程としては、溶剤充填時に削り取った「ボルトのアゴ」が当たる部分にもしっかりとグルー剤を充填することである。下側のアゴの部分には溶剤は垂れて流れ込んでくれやすいが、上側のアゴ部には流れ込みにくく、隙間がで
きやすいので、ボルトを挿入する前に溶剤を塗布しておく。



写真２７：
グルー剤を充填している様子

作業手順 5)

硬化確認

別表の薬剤ごとの硬化時間と母材温度を確認し、規定時間が経過したら、硬化状況を確認する。

母材温度は気温だけでなく日射と岩の色によって大きく異なる。同じ岩の色でも日向と日陰では異なるし、黒っぽい岩であれば想像以上に母材温度は高くなる。また、山岳地域であれば、夜間の温度低下も大きい。そのため、硬化時間は最低温度ベースに見積もるか、プラス数時間のマージンをとって考えたほうがいい。

硬化状況の確認の方法としては、規定硬化時間経過後、カラビナの背や打診用の軽量ハンマーなどで埋設したボルトを軽く叩いてみて、周囲の岩と変わらないトーンで音がすれば、おおそ硬化したと判断して良いだろう。また、最初にいきなりフル荷重はせずに他の支点からセルフビレイ（自己確保）をとったうえで、徐々に加重していくのがよい。

表 1：各溶剤の母材温度ごとの硬化時間（カッコ内はジェル状＝作業可能時間）

	0～ 4℃	5～ 9℃	10～ 14℃	15～ 19℃	20～ 24℃	25～ 29℃	30～ 34℃
RE-500 V3	48h (2h)	24h (2h)	16h (1.5h)	12h (1h)	7 h (30min)	6h (20min)	5h (15min)
HY-200R	4h (45min)	2.5h (30min)	1.5h (15min)		1h (9min)		1h (6min)
HY-200A	2h (25min)	75min (15min)	45min (7min)		30min (4min)		30min (3min)
旭化成 MU-10	3 h	2h	70min	45min	30min	25min	20min

日没後の母材温度の低下もあるので、それぞれプラス数時間のマージンをとると安心である。青字は施工翌日には硬化・荷重が可能となる推奨の温度帯。赤字は短時間で作業可能（ジェル状）時間が過ぎてしまうので素早く施工する必要がある。また逆に寒すぎると固まりにくいので、次工程に移れず施工期間が長くなる。

作業手順 6)

ハンガーの取り付け（全ネジボルトのみ）

完全硬化が確認できたら、ハンガーの取り付けを行なう。荷重方向にハンガーの向きを決めて、ハンガー→平ワッシャー→スプリングワッシャー→ナットの順に取り付け、規定のトルクで締め上げる。

ナットにはネジロック剤を適量塗布し、緩み対策をしておく。

取り付け直後はハンガーと岩壁面のなじみが十分ではなく、しばらく時間を置くことで、岩の粒子や凹凸が潰れ、ハンガーとのなじみが良くなり、結果、ナットの緩みが生じるので、数時間～数日後、さらには登山シーズンの始まりなどに必ず増し締めを行なうようにする。ただし、締め込みすぎには注意する。重要なアンカーにはダブルナットでさらなる緩み対策をしておきたい。

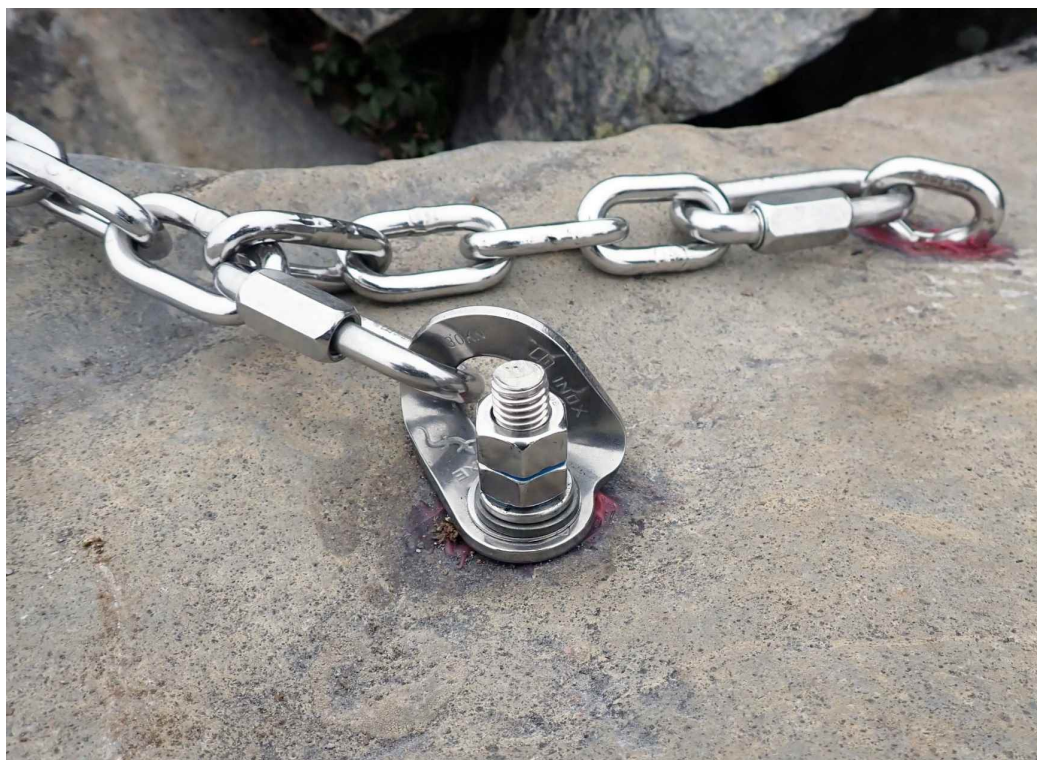


写真 28：ケミカルアンカーの施工

手前が全ネジボルトにハンガーをダブルナットで取り付けたところ。

奥がケミカル専用ボルトで施工した例

2.拡張式アンカーボルトの施工方法

拡張式アンカーボルトの種類は多数あるが、施工が簡単で、スパナさえあれば、施工後の「効き具合」の確認が誰にでもできる M10 サイズ全長 80mm のハイテンションアンカー（ウェッジ式ボルト、ゲージョンボルト）に絞って紹介する。

[1-穿孔（ドリリング）]

1) ボルトに取り付けるハンガー、ワッシャー（平ワッシャー＋スプリングワッシャー）、ナットの厚みが合計で 18 mm 程度でこれにネジ山が最低 3 山＝4mm ほど出ていなければならないので、トータル 22mm として必要な穿孔深は 58mm ほどとなるが、打ち損じや撤去が必要となった時のことを考慮して、ボルト全長分の 80mm を穿孔する

2) ドリルビットの径は、ハイテンションアンカーの場合、M10 のボルトをケミカル打設する場合は、必ず同径の M10 のビットを使用する。

ドリルビットの尖った部分を除いた 80mm の位置にガムテープ等で目印をつけ穿孔を行なう。

【注 1】ドリルに備えられたガイドを使用してもよいが、振動でネジが緩み、ズレてしまいやすいので注意が必要。

【注 2】径の摩耗したドリルビットで穿孔した場合、穿孔径がわずかに細くなっているため、ハイテンションアンカーが打ち込めなくなる場合があるので注意する。



写真 29：ハイテンションアンカーの穿孔は必ずボルトと同径のドリルビットで行なう

3) 穿孔は岩面に対して垂直に行なっていく。斜めに入ってしまうと、取り付ける「ハンガー」が岩面に対してフラットに取り付けられず、一部が浮いた状態になるためにハンガーが回転しやすかったり、支点としての強度も最高の状態とならないので、とくに注意深く穿孔する。

4) 穿孔時は岩粉が出てくるので、ときどきドリルを押さえつける力を抜いて、岩粉の排出を促す。

5) 岩が硬い場合は、ときどきドリリングを休止して、ビットの先端を休ませなければ摩擦熱で刃先が「青焼け」を起こしてしまう。青焼けしたビットは刃先が鋭利な状態で残っていたとしても、青焼け部分から折れてしまいやすくなるので注意が必要。穿孔内の深い位置でビットが折れてしまうと、取り出しは困難を極めるため、とにかく刃先を折らないように注意して作業する。

※場合によっては、予備のビットも用意して、2～3本を交互に使い、刃先を休ませながら穿孔する。あるいは、あらかじめ細いビットで下穴をあけて段階的に必要な穿孔径にするなど刃先を青焼けさせない工夫をする。

[参考知識]

将来、アンカーボルトを撤去しなくてはいけなくなる可能性のある場所では、ハイテンションアンカーの全長と同じだけの深さの穿孔をしておく。そうすることで、ハンガーなどの取付物を外してハンマーで叩き込み、上から補修材を塗布すれば簡単に現状復帰させることができる。

[2-孔内清掃]

規定の深さの穿孔が終わったら、ブロワーによる風圧とアンカーホールブラシによるブラッシングを交互に使い、岩粉を完全に吹き飛ばしていく。岩質にもよるがこの工程を2～3セット以上くりかえす。拡張式ボルトの場合は乾式清掃のみで構わない。

ブロワーは細かく動かさず、大きくフルストロークで力強くポンピングすることで、高い清掃効果が得られる。

[3-打ち込み]

かならずボルトにハンガー、平ワッシャー(※スプリングワッシャーは使用しない)、ナットなどの取付物を付けた状態で打ち込む。そうしていなければ、ボルトを打ち込みすぎてしまった場合、後から取付物をボルトに取り付けることが不可能になったり、誤

ってネジ山をハンマーで叩いて潰してしまったりすることがある。

ナットなどはボルトの打撃部のツラより僅かに奥にセットして打ち込む。打撃中にズれてくるので、時々調整しながら打ち込んでいく。

ハンマーひと振りなど、あまりに簡単に打ち込めた場合は岩が柔らかすぎるか、または穿孔穴が大きすぎる場合があるので、次工程の「締め込み・拡張」の様子を注視する。

〔4-締め込み・拡張〕

ハンガーやナットなどを取り付けた状態でボルトを打ち込んだら、サイズの合ったスパナでナットを締め込み、トルクをかけていく。そうすることで、アンカーボルト先端の「スリーブ」部が拡張し、ボルトの支持強度が発揮されてくる。最終的な締め込みにはトルクレンチを用いて、規定のトルクで締め上げることが望ましい（※規定トルクはアンカーボルトの外装箱や施工説明書に記載されている）。

締め込んだ結果、ナットの厚みの 2/3 よりも多くボルトが飛び出してきた場合は、穿孔穴のスリーブ拡張部分が柔らかすぎる、または空間等がある必要の支持強度が発揮できていない可能性があるので、そのような場合はケミカルアンカーに切り替えるなどの判断が必要となる。



写真 30 : 締め込んでネジ山が 2 ～ 3 山出てきている状態が適切

〔5-増し締め〕

施工直後のハンガー & ボルトは、初期にハンガーと岩面の馴染みが進むので、必ずと言っていいほどナットの緩みが発生するため、施工数時間後に必ず増し締めを行なう。

また、運用が始まって支点到に負荷がかかるようになってからもナットの緩みは生ずる。とくに雪解け後の登山道開きの時期にも緩んでしまっていることが多いので、ハンガーの向きを荷重方向に調整のうえ、規定トルクで増し締めを行なう。もちろん定期的な点検も重要なので、登山道巡回時には必ずスパナを携行しておきたい（指で締めたぐらいではすぐに緩んでしまうため）。

3. クサリの設置

適切なクライミングラインに高強度なアンカーボルトの埋設が完了したら、いよいよクサリ（鎖）の設置である。本章ではクサリの設置方法について紹介する。なお、太さや材質については16ページの資材解説に掲載しているので、そちらを参照されたい。

1. 長さについて

クサリが必要とされる箇所の最上部（メインアンカー設置位置）から取り付き（スタート地点）までを計測する。中間支点を介する場合は、その分のゆとり（遊び）も必ず見積もっておく。20m ぐらいの長い巻尺があると便利である。

過不足ない距離を計測できればベストだが、距離や岩壁の形状、クライミングラインにもよるが、必要な長さの5～10%ぐらいの長さのクサリを用意しておきたい。人力で荷上げをしなければいけない場合は、重量的に10m ずつぐらいに分けて運ぶと運びやすい。

2. 設置手順

クライミング技術に長けたスタッフが安全確保をとりながら、設置箇所の最上部まで登り、セルフビレイ（自己確保）をとる。

バックロープの末端にクサリを結びつけ、クライミングラインに沿わせるように引き上げる。重たい場合は中間支点などにさらにスタッフを配置し、協力して引き上げる。

末端を設置予定場所まで引き上げたら、ひとまずカラビナ等で仮固定をする。

メイン支点からの距離、屈曲点、サブ支点からの距離や角度などを確認しながら、クサリをマイロンで支点に固定していくが、この時点ではまだ本固定はしない。

3. マイロンの使い方

マイロンは「ネジ回し式のゲート部分（開口部）」が必ず下向き（地面側）になるようにセットする。これはゲート回転部を上側にセットしてしまうと、振動や重力によりゲートが回り落ち自然とゲートが開いてしまうからである。下向きにセットしておけば振動等で動いてもゲートは閉じる方向になるからである。

また、ゲート回転部と岩との干渉状況もよく観察し、できるだけ干渉のない向きでセットする。

問題のない向きでセットができればネジ部にネジロック剤を適量塗布し、最後はモンキースパナ等でしっかりと締めつける。



写真 3 1 : マイロンを使用したクサリ場

4. クサリ切断

クサリが長すぎたり、現場で分割して使わなくてはならない場合はチェーンを切断するしかないが、現場では充電式のディスクグラインダー（サンダー）による切断作業となる。しかし、ディスクグラインダーの作業は大変危険なので、細心の注意をもって作業にあたりたい。

保護メガネの着用はもちろんのこと、軍手などの布製の作業手袋は巻き込まれる可能性

があるので着用しないなど、グラインダー作業特有の注意点があるので、専門家に任せるか、教育講習を受講することが望ましい。

なお、グラインダー作業では火花が飛び散るが、この火花がクサリに当たってしまうと、その部分から点サビが発生してしまうので、火花が当たらないように注意する。また、作業は必ず平らな安定した場所で行なう。



写真 3 2 : ディスクグラインダーでクサリを切断している様子

5.クサリの追加

できれば中間支点でキリ良くセットできないか再度検討すべきである。どうしてもクサリが足りなくなった場合は追加を行なうが、その場合はマイロンを用いて接続し、先述した「マイロンの使い方」を参照して、正しい向きでセットする。

6.末端部分について

クサリの末端部分は地面が安定していれば、地面までプラス数10センチの余剰を残し、張り流しでセットする。

余剰を残すのはクサリの末端から手が離れても登山者が転倒しないようにするためである。もし、地面が安定していなかったり、さらに下に断崖があるような場所ならば、末端付近にもボルトを埋設してクサリ末端とつなぐことで滑落防止対策を施す。ボルトは岩が安定しているならばM10のハイテンションアンカーで十分だろう。

写真33：クサリの末端部分

このクサリの下部にはハシゴが3メートルほど続いている。写真のようにクサリ末端部にもボルトを追加することで、登山者の滑落を防止できる。



4. 耐用年数と施工後の点検項目について

耐用年数

本ガイドブックで紹介する資材・工法で新たに設置するアンカーやクサリ類はすべてステンレス製を用いており、その耐用年数はおよそ 30 年と見込んでいる。ただし、利用頻度が極端に高かったり、屈曲など止むを得ず負荷のかかる設置状況にある場合は 30 年よりも短い期間で交換時期を迎える場合もあるだろう。そのため定期的な点検が必要となる。

施工後の点検項目

点検は以下の項目で行なう。異常がある場合は直ちに注意喚起をしたうえで、早急に対処、交換をすることが望ましい。

- ☒ アンカーボルトに緩みやガタつき、変形などはないか
- ☒ アンカーボルト周辺の岩にひび割れや欠損がないか（落石の原因）
- ☒ 取り付けナットの緩みがないか⇨緩んでいた場合は増し締めを行なう
- ☒ ナットの増し締めを行なった際にアンカーが共回りしていないか
- ☒ ハンガーの変形やガタつきはないか
- ☒ マイロンの緩みや変形、異常摩耗はないか⇨緩んでいた場合は増し締め
- ☒ チェーンの摩耗や変形はないか（特にラインの屈曲点や接続ポイント）
- ☒ チェーンと岩が擦れ合う部分の異常はないか
- ☒ 登山者が昇降するラインとクサリの設置場所にズレが生じていないか

クサリのローテーションについて

設置したクサリの上下の末端を入れ替えたり、接続ポイントをズラすことで、おもにクサリ末端部や途中の屈曲点の磨耗を軽減させ、クサリの寿命を伸ばすことができる。

このようなローテーション作業は目安として 3～5 年ごとに行ない、それでも極端な磨耗等が認められる場合は、耐用年数に達していなくても交換を行なう。

古いボルトの撤去について

クサリ場の更新にあたり、どうしてもその場所にしかボルトが打てない場合は古いボルトを撤去して「リボルト」するしかないが、これは特殊な技術を要するために専門業者に依頼するのが良い（岩の状態により必ずしも可能とは限らない）。

また、位置替えにより新しいボルトを設置した場合は、古いボルトや杭などではできるだけ撤去した方がよい。ボルトなどが突起した状態で残ると通行する登山者に怪我を負わせてしまうことがあり、また、古いボルトは鉄製であることが多いため、そのまま放

置するとサビが進行して岩面に赤サビ痕が残ってしまうからである。

撤去が困難な場合は切断をする。切断面は触れても怪我をしないように角を取る加工をし、表面を樹脂で塗り固めて腐食させないように処理しておく。樹脂はケミカルボルト埋設時に余ったものでいい。さらに樹脂には岩色に近いツヤ消し塗料スプレー（なければツヤ消し黒かグレー）を塗布することで周囲の景観になじむ。

（樹脂が硬化する前に塗料をスプレーして問題はない。塗りすぎないようにガムテープや段ボールなどでマスキングをするとよい。）

新たにボルトを打ち足す場合の注意点

古いボルトのそばに新しいボルトを打ち足す場合は、古いボルトが埋設されている長さにもよるが、最低でも 15～20 cm 離れた場所に打設するようにする。近接した場所に打設した場合、岩が壊れてしまうためである。どうしても近い場所に打設しなければならない場合には長めのケミカルアンカーを打設する。