

## クライミングアンカーの SCC (腐食および応力腐食割れ) 破損 UIAA 123 規格アップデート、2020

※comment : 訳者註 SCC: 金属材料が化学的に腐食され強度が低下したり, 金属材料に荷重が作用して表面や内部に応力が生じている下での腐食が進み, それらが原因で本来の強度を失い破損すること

UIAA 安全委員会は、全世界の国々の山岳(・スポーツクライミング)連盟、製造業者、及び認定された試験所で構成されています。腐食および応力腐食割れ破損の問題について、委員会内で過去 10 年間作業を行い、その結果に基づき、2020 年にクライミングアンカーの基準を更新発表出来るようになりました。

この規格は、大気雰囲気中で生じる応力腐食割れに関する我々なりの最善の知見に基づき、主に耐塩化性に関して更新されました。とは申せ、場所や環境によっては、今回示すことは適切な手順とは言えず、追加のテストを実行する必要があります。たとえば、硫酸塩が多く含有量される環境の下の場合です。これらの現象と、どの場所が関係しているかを判断する方法をよりよく理解するために、さらなる研究が進行中です。

### 記憶に留めておくべき最近の事例

最近の発生事例は、数ヶ月/年の間、低負荷で設置された後、クライミングアンカーの予期しない破損があったことを示しています。これらの破損は、環境劣化、つまり腐食、より具体的には応力腐食割れ (SCC) が原因で、主にステンレス鋼 (不錆鋼なのに!) アンカーで発生しています。

- 最悪の場合、アンカーは 10~20 kg の重量の下で破損する可能性があります。これは、明らかに登山者の体重よりも軽い重量です。
- 通常は海沿いですが、海岸から数キロ離れた場所でも発生する可能性があります。
- 温暖な沿岸地域では、いずれの材料でも影響を受けると考えてもよいでしょう
- 腐食は常に目に見えるわけではなく、目視検査では見えない亀裂で発生する可能性があります。
- 応力腐食割れは最も悪性で、アンカーを取り付けた直後に非常に急速に割れを開始する可能性があります。場合によっては、数か月以内に、数年以内に必ず発生します。
- ステンレス鋼またはアルミニウム合金製の部品を含むすべての金属製アンカーは、UIAA123-SCC と評価されたものを除いて、応力腐食割れが懸念されます。
- 最も重要な要素は次のとおりです。

- 「中程度」の相対湿度の場所（非常に乾燥している、非常に湿度が高い場合は問題ありません。2者の間が問題になります）。
- 雨に洗われていない場所（海水で洗われていても大丈夫です!!）。
- 温度：SCCは20° Cで発生する可能性があり、さらに温度が高いほど悪化します。

### 主な変更点は何ですか？

- ・最も耐食性のあるクラスとして許容されている材料のリストが削除されました。
- ・新しい規格でテストするのは、可能性のある様々な応力に耐えられるような完璧なアンカーであり、設置時には耐えられるされたものです。
- ・最高の耐食性クラスは応力腐食割れ（SCC）クラスです
- ・UIAA安全ラベル証明書は、表1に示すように、一般的な腐食および応力腐食割れ(SCC)テストに合格したアンカーに付与されます。

### なぜ完全とも見えるアンカーをテストするのですか？

影響力のある要因：SCCに対する内部応力と耐久性の程度

- ・製造方法：曲げ、溶接、切断、穴あけ、またはレーザー刻印によっても、かなりの大きさの内部応力が付加されます
- ・設置：拡張アンカーは、所定の位置にねじ込むときには必ず、追加の応力を受けます。金属製の工具、ハンマーで叩くことも非常に有害であり、避ける必要があります。

これが、製造元の使用説明書に従って花崗岩ブロックに取り付けられるねじ込み式アンカーをテストしている理由です。接着剤アンカーの場合には、（接着剤は有意な応力を引き起こさないと考えられます）、それらは溶液に完全に浸されます。

### なぜ3つのクラス？

最新の研究では、低SCC耐性合金（316Lなど）で作られた一部のアンカーはテストに合格する可能性があり、一方ではハイエンドSCC耐性材料で作られた他のアンカーは同じテストに合格しないという理由によって、材料のみでクラスを定義することは適切ではないことが明らかになっています。

これは主に、さまざまなメーカーのアンカーに生じている応力が同じではないためです。  
(comment おそらく上述の加工方法によって作用する内部応力というのは、残留応力のことを指していると考えられますが、原文でも明確には記述されていません。) これ

らの理由から、3つのクラスがあり、そのうちの1つだけが SCC に耐久性があることが決定されました。

表 1 : UIAA123 ロックアンカークラスと環境特性

UIAA 123 Class	クラスの意味	SCC 耐性	一般的な耐食性	環境特性	重要な考慮事項
SCC	高 SCC 及 一般的な耐食性	高	高	SCC を引き起こす確証 たとえば (ただし、それだけではありません) 高塩化物濃度、 30° C を超える温度、 20% から 70% の間の湿度、 海塩および/または他の塩化物塩、 および/または酸性環境。	SCC は一般に海辺の崖に関連していますが、内陸部や他の場所でも発生する可能性があります。例) 屋内スイミングプール。
GC (General Corrosion) 一般腐食	一般的な耐食性	無し、指定せず	高	SCC を引き起こす確証がなく、疑わしいものがない場所に適合 いくつかの腐食剤使用。	
LC (Low Corrosion) 低腐食	低い耐食性	無し、指定せず	中	SCC を引き起こす確証がなく、疑わしいものがない場所に適合	屋内ジムや工業地帯、プール、または海の近くにあるロックアンカーでは、クラス SCC アンカーの使用が必要になる場合があります。

## 応力腐食割れ(SCC)とは何ですか？

応力腐食割れ (SCC) は非常に致命的なタイプの腐食であり、これは非常に急速に亀裂を引き起こすこともあります。さびのように一見して分かるほどの腐食生成物を十分な量だけ生成している一般的な腐食とは異なり、SCC は通常、現場での目視検査では検出できません。多くのステンレス鋼、アルミニウム合金、その他の金属材料が影響を受けます。表 2 に示すように、SCC はさまざまな要因の影響を受けます。

表 2：クライミングアンカーの応力腐食割れに寄与する要因

要因	クリチカルな値	remarks
環境特性		
塩化物の濃度	塩化マグネシウム, 塩化カルシウム 海水の塩	高溶解度の塩を含有する塩化物堆積物を形成することがあります。 .
温度	除外されるべき, あるいは「安全」レベルとは言えないが、30° C でいっそう悪くなる	SCC は 20° C, で始まり、温度が高くなると分解速度が速くなります。日光の下でボルトの温度は、周囲の大気温度よりも大幅に高くなる可能性があります。
湿度	低相対湿度、塩化物溶液の潮解点に近い 20%~70%RH	相対湿度が塩化物溶液の潮解点近くなると、SCC の重大な危険が現れます。アンカー近くの周囲の相対湿度が、周囲の相対湿度とは大幅に異なる可能性があります。例えば日光にさらされた時です。
場所-沿岸/海からの風	通常 30km までの海岸からの風	<b>明確な制限はありません。</b> 塩分濃度が高い海からの風は、遠い内陸に伝わることもあります。
雨で洗った、または雨で洗わなかった	雨による洗浄がない	洗浄しないままにしておくと、塩化物はアンカーに局所的に集中します。
岩の種類、	特定しない すべての岩の種類が影響を受ける可能性もある	特定の状況によっては、一部の岩の種類が他の岩の種類よりも状態を悪化させる可能性があります。
アンカーの特徴		

応力 s	高い引っ張り応力	製造から、圧延、曲げ、切断、穴あけ、溶接による インストールから。締め付け、ハンマーで打つなどによる 塑性変形から。例えば複数回の大きな墜落
------	----------	--

### どの場所が影響を受けますか？

潜在的に、どこの沿岸地域でも、沿岸から最大数キロメートルを含みますが、大気雰囲気での応力腐食割れを引き起こす可能性があります。今日まで、影響を受けた場所と安全な場所は未だに明確に区別できていません。表 2 に示されている多くのパラメータが変化すると、腐食条件に影響を与える可能性があります。たとえば、風は 100 km 以上内陸に塩を吹き付ける可能性があります。海風の届かない範囲では、岩自体に SCC を促進するイオンが含まれている可能性があります。

UIAA は、[Map of known corrosion locations](#) (既知の腐食場所を表す地図)を作成しています。このマップは、腐食の例が以前から記録されている区域を特定するの参考のつもりで単に示すものです。これは、届けや評価によるデータに基づいて書かれている有益なガイドです。完全な参照を目的としたものではなく、UIAA の管理を超えて変更されることもあります。その分析に関わる UIAA 安全委員会をサポートし、マップにさらにエリアを追加して、登るのに危険なエリアまたは潜在的に危険なエリアに関する情報を改善するために、[腐食またはアンカーの障害に関する情報を共有するための専用フォームが利用できます](#)。

### ボルトを取り付けるときに知っておくべきこと

- UIAA123-SCC クラス認定アンカーのみを使用してください。SCC が発生する場所に対しては、このクラスが一般的です。疑わしい場合や SCC の発生率がまれな地域、または SCC が疑われていても文書に記録されていない地域では、常に最高のクラスを選択してください。
- 異種金属のボルト、ナット、ワッシャー、ハンガーを組み合わせないでください。これは電位差による電食が発生することがあるためです。
- 校正済みのトルクレンチを使用してナットを固定します。これは、材料の塑性変形を回避し、さらに軸応力を適度なレベルに保つため、メーカーも推奨しています。

- 可能であれば、適切に置かれた、ある材料を定期的に検査してください。
- いくつかの腐食したアンカーが見つかった場合は、UIAA に連絡してください。欠陥のアンカーパーツは、分析のために UIAA またはその各国の連盟(日本は JMSCA)に送信できます <https://theuiaa.typeform.com/to/rlBZyc>

### 登るときの確認方法は？

UIAA123 規格では、表 1 に従って、アンカーに UIAA の文字を付け、その後にクラス SCC、GC、または LC を付ける必要があると規定されています。 SCC の劣化が目に見えないことが多いため、個々の登山者が SCC によるリスクを評価することはほとんど不可能です。設置されたアンカーに SCC の有無を確認できるのは、破壊的なテストだけです。ここ数ヶ月で設置されたアンカーや新品に見える銘柄品でさえ、SCC またはいくつかの腐食形態によって信用を無くしかねない。 SCC を予測するのは大変難しい。それというのも、複雑な一連の要因、特に温度上昇や低湿度に、SCC が依存するからである。また、洗浄されない場所ではマグネシウムまたはカルシウムに富む塩化物堆積物が溜まるからである(表 2)。微気候(洞穴など狭い地域の気候、地上より 1.5m くらいの大気層)のわずかな違いにより、一部のボルトの SCC 劣化することがある一方で、りますが、同じ登る場所にある他のボルトは影響を受けていないこともある。 SCC は海辺のクライミング登山に関連しているだけでなく、腐食性のある幾つかの成分が存在する内陸部でも発生する可能性があります。つまり、岩自体に自然に発生するか、海風によって内陸に堆積するからです。

### 登山者への推奨事項

山行を計画するとき

- 計画された目的地でのクライミングのリスクを評価する時には、SCC を思い浮かべてください。
- SCC の蔓延や地元のボルトの耐食性について注意を払っている地元のクライマーやクライミング団体に確認してください。
- SCC の存在に備えてください。特に暑い海辺の目的地ではなおさらです。

登るとき

- 既成ルートに登るリスクを評価するときは、SCC を十分考慮してください。
- 過剰と思えるくらいに、複数のボルトによるアンカーからビレイまたは下降してください。
- 疑わしい場合は、ボルトやビレイ/懸垂下降の点をバックアップするの必要を受け入れてください。バックアップには、ナッツ、カム デバイス、木々、などを全部か幾つかを砂時計状に(クロスしてスリングなどで)連結すること。

- ボルトが疑われる場合、登攀計画を断念することも覚悟してください。

ボルトが損傷する事象（一度ならクライマーたちは心配ないが、ボルトは継続的に傷んできている）

- 傷んだアンカーパーツを収集してください。ただし、破損面に触れないようにそのままに保つか、破損したアンカーを接合しようとしなさいこと。（※訳者註：破損した部分を触って傷つけなければ、破断面などに疲労によるクラックの進展などが貝殻状の痕跡が電子顕微鏡で観察できる。よくあるミスは、破断したもの同士を合わせて、破断の様子を確かめようとする行為である。それによって破断面が擦れて、疲労破壊の痕跡が失われる）

- 地元のクライミング関係団体に知らせます。
- UIAA に連絡してください。損傷したアンカーパーツは、分析のために UIAA またはその国の連盟に送ることかできます：<https://theuiaa.typeform.com/to/rlBZyc>

#### アンカーメーカーが知っておくべきこと

腐食および応力腐食割れの問題は、かなり複雑で特殊な問題とされている。一般的な製造ガイドラインとして、内部応力は可能な限り低く保つ必要があります。製造工程の最後で応力除去焼きなましを行うことを勧めている。

**重要なポイント：**アンカーにマーキングしてから腐食および SCC テストする必要があります。なぜなら、レーザー刻印は腐食の始まりにもなるからです。UIAA は皆さんを助けて技術的な助言をする用意があります。そのために UIAA 内の知識から、または外部の専門家の助けもいづれもできます。お問い合わせください。

#### クライミング組織が知っておくべきこと

- SCC および/または腐食と既存のボルトの経年劣化は、個々のクライマーが会合できないようなクライミング組織に突き付けられた厄介な問題です。

● SCC および/または耐食性アンカーの使用に対する主な障害は、コストと可用性です。個々のボルトを利用する人は資金が不足しているであろうし、自分のお金を少しでも用いることには少々気が進まないでしょう。あるボルト基金が資金作りすれば、ボルトを利用する人々は、常により耐久性のあるアンカーを進んで使ってくれることになる。

- これは、登山人口の大部分の人がより多くの支出をしなくてはならないと言うことでしょうか？ アンカーのために、これに反して、過去にはほとんどの登山者が「ただ乗り」をしていたわけです。

● 新しい壁にボルトを打つことと、そして既成の壁にボルトを打ち直すことで、一般的な腐食と SCC の両方のリスクを呼びかけることになり、このことが適切な腐食耐久

性のある新しいボルトの設置のために、時間とお金の両方の重要な投資を要請することになる。この初期投資は、設置されたボルトの寿命期間延長、および事故やケガなどの発生を減らすことで、埋め合わせられる。

- 品質管理の対策が必要なものは、責任ある長期間にわたるボルトの管理です。特に、アンカー損傷とアンカー設置日、アンカータイプのどちらも文書化して残すことです。
- 損なわれていないボルトを検査すること（つまりルート外に設置されたボルトの引張試験）も同様に重要です。これらの品質管理の対策にとって、記録の保持は、これから50年以上にわたり適切に実施する必要があります。

UIAA 安全委員会は、各国の連盟と地元の登山コミュニティに、ボルト腐食の責任ある管理を含み、UIAA 123v4 認定製品を求める未来を計画するよう要請します。

#### 参考文献

JiříLieberzeit、TomášProšek、Alan Jarvis、Lionel Kiener、ステンレス鋼のロッククライミングアンカーの大気中の応力腐食割れ、パート1、腐食。2019; 75 (10) :1255-1271。TomášProšek、JiříLieberzeit、Alan Jarvis、Lionel Kiener、ステンレス鋼のロッククライミングアンカーの大気中の応力腐食割れ、パート2：実験室実験、腐食。2019; 75 (11) : 1371-1382。

<https://www.theuiaa.org/safety-standards/>

寄付先：アンカー腐食プロジェクト [Anchor Corrosion Project](#)

Translators: Hitoshi Onodera / JMSCA  
Kazuhiko Kitamura / Professor Nagoya Institute of Technology