

関西岩場環境整備ネット
ボルト強度試験報告書

2018年6月

「ボルト強度試験報告書」について

関西岩場環境整備ネットは2005年11月25日からリボルト活動を開始しました。実際のリボルト活動を行いながら、ボルト強度試験についても数回行いました。その内容は活動内容と共に2007年と2008年に活動報告書として纏めて関係各位に配布しました。

今回、そのボルトの強度試験のみを報告書から抜粋して「ボルト強度試験報告書」として纏めました。関係各位の活動の一助になれば幸いです。

2018年6月16日

関西岩場環境整備ネット

西村良信

目次

ボルト強度試験 2007-----	2
ボルト強度試験 2008-----	11

(本報告書に関して、いかなる内容もKINETの許可なく、転載、使用することを禁じます。)

ボルト強度試験 2007

試験日時：2007年8月4日（土）

場 所：駒形岩 大ハンゲ

3章 ボルトの強度試験の結果

昨年度までは、リボルトに使用するケミカルアンカーやグージョントタイプのボルト類を中心に、強度テスト、引き抜きテストや落下テストを行ってきた。今年度は、リボルトの対象としているボルト類を中心に、テストを行った。

このような科学的なテストを行っている団体は世界を見ても少ない。

我々は、今後とも、このようなテストを可能な限り続けて、科学的な根拠に基づいたクライミングの安全対策を行っていくようにしたい。

アンカー荷重試験2007

2007年8月 KINet 山岡人志、松本親憲、西村良信、荒木美和、坂井 学

テーマ：アンカー荷重試験

日程：2007年8月4日（土）

主催：KINet（関西岩場環境整備ネット）

協力：治部、橋本容子、安達直浩

参加者：松本親憲、西村良信、荒木美和、坂井 学、山岡人志

場所：裏六甲、駒形岩裏の大ハング

結果の概要

駒形岩裏の大ハング中間部、及び、下部に、我々がリボルトの対象としている各種のボルト（カットアンカー、PetzlPI2、オールアンカー等）を設置後、ハング部のアンカーに対しては、落下テストと引き抜きテスト、下部のボルトに対しては、引き抜きテストを行った。カットアンカー及びオールアンカー類は、十分な引き抜き強度を示さなかった。また、落下試験においては、ボルトが破断したものがあつた。破断しなかったボルトでも、落下試験後、十分な引き抜き強度を示さなかった。

経年変化をみるために、約1年前に設置したケミカルアンカー類の引き抜きテストを行った。ケミカルアンカーは、昨年の実験時と同じく、20kN以上の引き抜き強度を示した。但し、HILTI社のHY150を使ったケミカルアンカーは、昨年と同様に10kN程度の強度しか示さなかった。

実験に使用した岩は凝灰岩である。このような脆弱な岩質においても、ケミカルアンカーは、リボルト後約1年を経た後も、十分な強度を示した。しかし、実験結果は、クライミング用でないカットアンカーやオールアンカー類は、危険であることを示している。

1 試験の方法

1.1 落下試験

UIAA衝撃試験に類似した方法で試験した。

Fig.1参照。図中のロードセルは今回は使用せず、昨年の実験と同じ配置であるため、衝撃荷重は、昨年のデータを参考値として使った。

錘の重量は70kg。タイヤ1本の中に、石をつめたものと、ケブラー製の袋に石をつめてものを合わせて錘とした。

サンプルアンカーにカラビナで連結して錘を吊り上げた。サンプルに掛けたカラビナから支点のカラビナまでの距離は約30cm、落下距離は約5.7x2mで、墜落係数は約5.7x2/6=1.9であり、2に近い。

荷上げは、3:1のシステムを組み、ひとの力により引き上げを行った。各サンプルに対し、1回の落下試験を行った。

最大の衝撃荷重は、昨年とほぼ同じ条件で測定を行っていることから、約10-15kNであったと推測される。

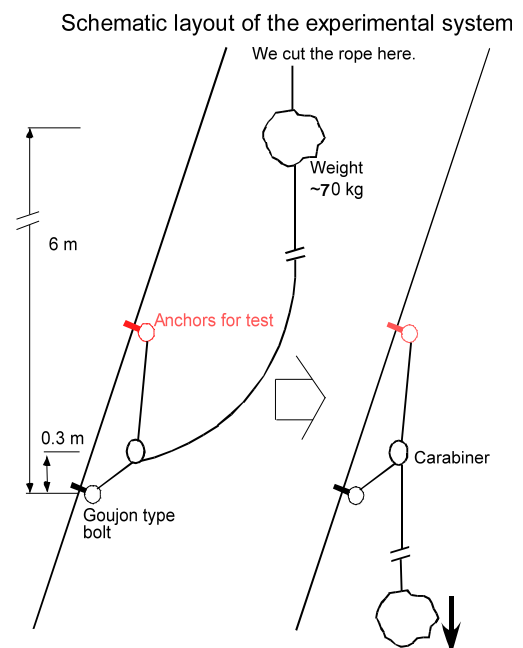


図1 落下試験システムの概念図

1.2 引き抜き試験

図2に引き抜き試験方法の概念図を示す。引き抜き荷重の試験器は、HILTIアンカーテスターDPG100を使用して行った。

岩場上部のボルトに対しての引き抜き試験は、落下試験後に行った。

2 結果

2.1 落下・引き抜き試験

落下、引き抜き試験をしたサンプルは、以下の通りである。

- (1) カットアンカー直径10mm
- (2) Petzl P12アンカー (アルミハンガータイプ)
- (3) オールアンカー直径10mm
- (4) オールアンカー直径12mm

もとのアンカー	落下試験回数	状況	引き抜き強度 (kN)
(1)カットアンカー10mm +ステンレスハンガー	1回	落下時、ねじ山がつぶれてボルトが抜けた。	—
(2)Petzl P12アンカー +アルミハンガータイプ)	1回	落下試験は耐えたが、引き抜き試験時、測定用の全ねじボルトがねじ切れた。	—
(3)オールアンカー直径10mm +ステンレスハンガー	1回	落下試験には耐えた。	135
(4)オールアンカー直径12mm +I型ボルト	1回	I型ボルトの根元から折れた。	—

注意：

- (a) 1kg重=1kgf=9.8N(ニュートン)である。表の数値を約100倍するれば、何kgくらいかかったかわかる。例えば、20kNということは、大体2000kg、2トンくらいの力がかかっていることになる。
- (b) 引き抜き試験は、20kNを少し越えるところを目安にして止めている。ここまでしか保たなかったという荷重ではない。
- (c) 昨年の測定から、落下試験時の衝撃荷重は、約10~15kN程度であると思われる。実際の岩場での墜落は、これ以上の衝撃荷重がかかることは考えにくい。従って、引き抜き強度テストは、20kN以上を目安とした。

2.2 引き抜き試験

ケミカルアンカーは、約一年前の2006年8月2-3日に設置した。

- (5) カットアンカー直径8mm
- (6) カットアンカー直径10mm
- (7) オールアンカー直径10.5mm
- (8) HILTI型内部コーン3/8x30mm
- (9) リングボルト
- (10) RCCボルト
- (11) Petzl P12をPetzl コリノックス+グルーHY150でリボルト (上下に穴を開けてリボルト)
- (12) Petzl P12をFIXEグルーインアンカー+グルーRE500でリボルト (上下に穴を開けてリボルト)
- (13) 10mmカットアンカーをFIXEグルーインアンカー+グルーRE500でリボルト (下のみに穴を開けてリボルト)
- (14) 10mmカットアンカーをPetzl コリノックス+グルーRE500でリボルト (上下に穴を開けてリボルト)
- (15) 12mmオールアンカーをFIXEグルーインアンカー+グルーRE500でリボルト (上下に穴を開けてリボルト)
- (16) 12mmオールアンカーをPetzl コリノックス+グルーRE500でリボルト (下のみに穴を開けてリボルト)

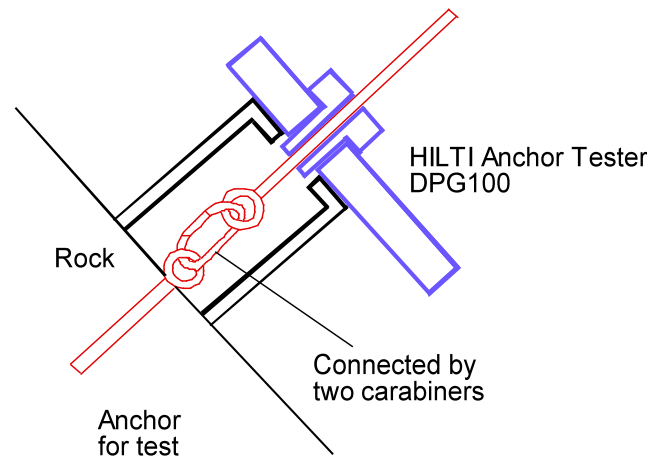


図2 引き抜きテストのレイアウト

もとのアンカー	リボルト後のアンカー	グルー	リボルト時の孔の数と位置	引き抜き強度 (kN)
(5) カットアンカー直径8mm	—	—	—	12kN 5-7mm程度抜けてきている
(6) カットアンカー直径10mm	—	—	—	20kN 5mm程度抜けてきている
(7) オールアンカー直径10.5mm	—	—	—	10kN
(8) HILTI型内部コーン 3/8x30mm	—	—	—	15kNで岩がフレーク状に破壊
(9) リングボルト	—	—	—	リングが伸びきった所でカラビナが引っかかって試験不可となる
(10) RCCボルト	—	—	—	7kN(アゴが岩から浮いて持ち上がってきている)
(11) Petzl P12をリボルト	FIXEグルーイン	HY150	上下に穴を開けた	10 (数ミリ抜け出てきた)
(12) Petzl P12をリボルト	FIXEグルーイン	RE500	上下に穴を開けた	20
(13) カットアンカー10mmをリボルト	FIXEグルーイン	RE500	下のみに穴を開けた	20
(14) カットアンカー12mmをリボルト	コリノックス	RE500	上下に穴を開けた	20
(15) オールアンカー12mmをリボルト	FIXEグルーイン	RE500	上下に穴を開けた	20
(16) オールアンカー12mmをリボルト	コリノックス	RE500	下のみに穴を開けた	20

注意：

- (a) リングボルトの引抜き試験ではリングが伸びきり、カラビナがスペーサーに干渉して測定が不可となった。
(b) ケミカルアンカーはすべて1年前に設置したものの再テスト。

3まとめと今後

3.1まとめ

以上の結果をまとめると下記ようになる。

- (1) 約1年前に設置したケミカルアンカー（すべてリボルトしたもの）は、20kN以上の引き抜き強度をもった。
HY150で設置したものは、昨年と同様に10kN程度までしかもたなかった。
RE500で施工したケミカルアンカーに関しては、昨年、設置直後の状態を保持している。したがって、顕著な経年変化は認められない。
- (2) カットアンカー、オールアンカーなど、拡張式のアンカー類は、そもそも引き抜き強度が弱く、明らかに、クライミング用のプロテクションとしては適さない。また、リングボルトやRCCボルトも、昨年の測定結果

を合わせて考えると、拡張式のアンカーよりもさらに引き抜き強度が弱く、墜落を前提としたスポーツクライミングでは絶対に使用してはならないことを示している。

- (3) 墜落試験に対してカットアンカーはボルトが抜けた。また、1ボルトを連結した直径12mmのオールアンカーは、モーメントの力がかかったため、根本から破断した。これらは、やはり、工業用のアンカーをクライミングに使用してはならないことを示している。後者に関しては、特に、ハンガーを止めているナットがゆるんで、墜落時、ボルトにモーメントがかかるような場合、オールアンカーは容易に破断が起きることを示している。
- (4) Petzl P12に関しては、落下試験には耐えた。落下試験後の引き抜きテスト時に、テスト用のボルトがねじ切れたため、引き抜き強度の値を得ることができなかった。今後の課題であろう。しかし、もともとこのアンカーは、ケービング用でありクライミング用ではない。実際の岩場では、ハンガー等の腐食が経年変化により多数おきており、基本的に、スポーツクライミングの岩場で使用すべきではない。

3.2 今後

我々は、昨年は、主として、リボルトしたアンカーに対する試験を行った。今年は、リボルトの対象としているカットアンカーやオールアンカーなどに対して試験を行った。また、昨年設置したケミカルアンカーに対して、経年変化を調べる測定も行った。特に、落下試験を実際の岩場で行っている例はほとんどなく、今後とも、このような実験は続けていくべきだと思われる。また、落下試験に関しては、一回一回の試験自体が大変なため、まだ、多くの数の試験を行うまでに至ってなく、数が少ない。今後、この数を増やしていくことも大事だろう。また、ケミカルアンカーに関しては、今後とも、経年変化をみていくことも大切だと考えられる。

謝辞

夏の蒸し暑いなか、協力していただいた、各氏に深く感謝いたします。

附録：写真資料



大ハング上部(松本)と、中央部(西村)での作業。この中央部に、落下試験用の各種のアンカーを設置した。錘は最上部まで引き上げられ、ここから落とした。



上での作業をサポート、見守るひとたち(左から坂井、橋本、荒木)。



大ハング上に錘を上げたところ。これから、ロープをナイフで切断して錘を落とそうとしている。実験の間、二人(松本、西村)は、ずっと、この状態で上部で作業をこなした。



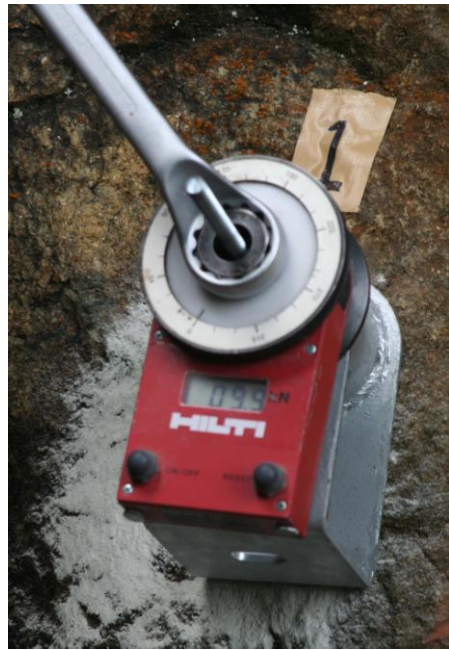
落下試験用の錘。タイヤに石をつめたものと、ケブラー製の袋に石をつめたものを合わせて使用した。



岩場下部でも、各種アンカーの設置と引き抜き試験をした(左から治部、西村、橋本、松本)。



これから、3:1の引き上げで、錘を上げようとしているところ(山岡)。



アンカーと引き抜き試験機の間をこのようなスペーサー入れ、両者を2枚のカラビナで連結して試験を行った。



大ハング中央部に設置した各種のアンカー類。左から直径12mmのオールアンカー、直径10mmのカットアンカー、Petzl P12アルミハンガーのアンカー。左端のオールアンカーは、あとの写真で示すように、ボルトの根元から折れてしまった。



レンチを回しながら引き抜きを行い、数値データを写真に記録した。



レポートの11番目。HY150で昨年設置したケミカルアンカー。引き抜き試験により、除所に抜けてきている。すぐには抜けないが、低い引き抜き強度しか示さなかった。



HILTI型内部コーン38x30mmに対して引き抜き試験を行ったところ15kNまでしかもたず、しかも、まわりの岩がこのように破壊した。



直径 10mm のカットアンカーの落下試験をしたところ、ボルトのねじ山がつぶれて、ボルトごと抜けてしまった。このボルトは、古いエリアでよく見かける。



直径 12mm のオールアンカー(写真の釘状のものを打ち込むことにより、アンカーの岩側の根元を拡張させてぬけにくくしているもの)に、図のような I ボルトをつないで落下試験をしたところ、根本から破断してしまった。モーメントがかかったためである。

このボルトは、備中町エリアでよく見かける。

ボルト強度試験 2008

試験日時：2008年8月2日（土）

場 所：駒形岩 大ハング

3章 2008年度の活動概要の報告

3.1 ボルトの強度試験の結果

昨年度までは、リボルトに使用するケミカルアンカーやグージョンタイプのボルト類を中心に、強度テスト、引き抜きテストや落下テストを行ってきた。今年度は、リボルトの対象としているボルト類を中心に、テストを行った。

このような科学的なテストを行っている団体は世界を見ても少ない。

我々は、今後とも、このようなテストを可能な限り続けて、科学的な根拠に基づいたクライミングの安全対策を行っていくようにしたい。

アンカー衝撃荷重試験2008

2008年8月 KINet 山岡人志

テーマ：アンカー荷重試験

日程：2008年8月2日（土）

主催：KINet（関西岩場環境整備ネット）

参加者：松本親憲、西村良信、荒木美和、橋本容子、山岡人志

場所：裏六甲、駒形岩裏の大ハング

報告書作成：山岡人志

結果の概要

施工不良、及び、RE500溶剤の2液混合比を故意に変えたものを設置し、これらに対する落下試験を2回ずつ行った。ケミカルアンカーは、これらの試験に耐えた。また、岡山の備中町エリアでよく使用されている、オールアンカーと森脇ハンガーの組み合わせに対する落下試験を2回行った。アンカーとハンガー自身は衝撃加重に耐えたが、ハンガーが伸びてしまい、使用に耐えなくなった。

[1] 落下試験の方法

今回は、引き抜き試験器を用意できなかったため、落下試験のみを、UIAA衝撃試験に準じた方法で行った。Fig. 1参照。図中のロードセルは今回は使用せず、これまでの実験と全く同じ配置であるため、衝撃荷重は、昨年までのデータを参考値として使った。錘の重量は60 kg。ケブラー製の袋に石をつめてものを錘とした。サンプルアンカーにカラビナで連結して錘を吊り上げた。サンプルに掛けたカラビナから支点のカラビナまでの距離は約30 cm、落下距離は約5.7x2 mで、墜落係数は約5.7x2/6=1.9である。

荷上げは、3:1のシステムを組み、ひとの力により引き上げを行った。各サンプルに対し、2回の落下試験を行った。

最大の衝撃荷重は、昨年とほぼ同じ条件で測定を行っていることから、約10-15 kNであったと推測される。

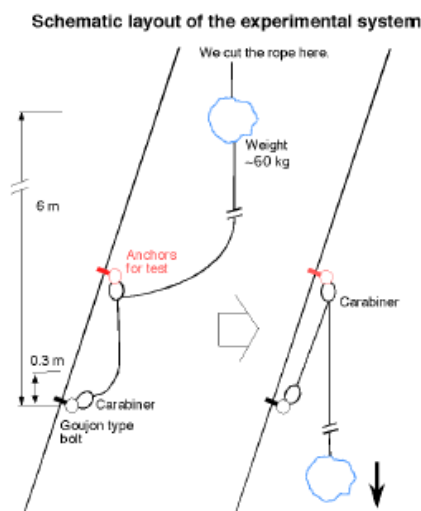


図1 落下試験システムの概念図

[2] 落下試験の内容

テストの内容と順番は下記の通りである。壁の中央部に、あらかじめ1週間前に4本のボルトを設置し、衝撃荷重試験を行い、目視によるボルトの変化を観た。

テストピースNo1：昨年設置のカットアンカーを入口の穴が大きくなるようリボルトし、ケミカルアンカーを設置したもの。

テストピースNo2：穴の掃除をしないまま、ケミカルアンカーを設置したもの。

テストピースNo3：RE500の使い古しで太い方のチューブを破り2液の混合比率をわざと変えたもの。

テストピースNo4：12mm L:70mmオールアンカー+岡山型ハンガー（いわゆる森脇ハンガー）2組設置したもの内、アンカーの芯棒の出が大きい方。

落下率約1.9として各テストピースについて2回ずつ、合計8回の落下試験を行った。

[3] 落下試験の結果のまとめ (写真参照)

テストピース1-3のケミカルアンカーについては、いずれの場合も、各2回の試験で目視による変化は確認されなかった。これは、多少、穴を大きくしたり、溶剤の混合比を変えても、溶剤が固まって固定できれば、ある程度、大きな墜落にも耐えることを示している。ただし、リボレットをする際の穴はなるべく小さくし、溶剤の混合比は正規のままで使うべきであることは、言うまでもない。

オールアンカー+森脇ハンガーについてはハンガーが伸びて変形しているのが確認された。これは、森脇ハンガー大きな墜落をした場合、カラビナがとれなくなる、あるいは、入らなくなっていくことを意味しており、今後使用しないことが望ましいことを示している。オールアンカーそのものは、目視では、変化はなかった。

尚、テスト№2の2回目（トータルで4回目）の落下試験の際、ロープが途中で破断した。破断箇所は、カラビナ等付いていないところであった。ただし、ロープがねじれていた可能性はある。
(テストに使用したのは7~8年使用済みのエーデルワイス製10.5mmロープ)



大ハングでの作業の様子。上に松本氏、下に西村氏。
西村氏がいるあたりに、テストピースがある。



この錘を、3対1の荷上げシステムで上まで上げる。



荒木、橋本、両氏による荷上げ風景。この作業を繰り返す。



上部に錘をあげた状態。ここでロープを切って、錘を落下させる。



4回目の落下試験時に、なにも接触していないロープの部分が途中で切断した。テストに使用したのは7~8年使用済みのエーデルワイス製 10.5mm ロープ。



落下試験によってボロボロになったケブラー製の袋。この袋は松本氏がサガルマータ遠征の際に実際に使用したものである。

テストピースNo1：昨年設置のカットアンカーを入口の穴が大きくなるようリボルトし、ケミカルアンカーを設置したもの。



(a) リボルト用の穴をあけた状態。



(b) ケミカルアンカーを設置。



(c) 落下試験直前の状態。



(d) 一回目の落下試験直後の状態。



(e) 2回目の落下試験直後の状態

落下テストの約1週間前に、これらのアンカーをあらかじめ設置した。故意に大きめの穴をあけてリボルトしたとき、どの程度持つか、実際の施工では起こりえるため、知る必要があった。結果は、上の写真のように、目視した限りにおいては、2度の墜落によってケミカルアンカーに何の変化もなかった。

大きな穴をあけて、溶剤の部分を多くした場合でも、衝撃荷重には耐えることがわかった。しかし、この場合、夏と冬の温度差による熱膨張の違いが、経年変化として、どう出てくるかであろう。

テストピース No2 : 穴の掃除をしないまま、ケミカルアンカーを設置したもの



(a)ケミカルアンカーを設置。

(b)テスト直前の状態

(c) 1回目の落下試験直後

ケミカルアンカーの施工においては、穴をよく掃除し、切削による粉をとらないと強度が出ないことが知られている。極端な例として、掃除をしない場合にどうなるかをテストしたのが上の結果である。こちらの場合も、2度の衝撃荷重試験にケミカルアンカーは耐えた。

テストピースNo3 : RE500の使い古しで太い方のチューブを破り2液の混合比率をわざと変えたもの。



(a) 設置後の状態。

(b) テスト直前の状態。

(c) 1回目の落下テスト直後の状態;。

我々は、RE500 をケミカルアンカーを固定する溶剤として使用してきている。RE500 は、2液を混合させることにより固化する溶剤である。しかし、まれに、この混合がうまくいかないものがある。その場合、どうなるかを今回試験した。残念ながら、正確な混合比は測定していないが、基本的に溶剤が固化すれば、衝撃荷重に耐えることがわかった。

テストピース No4 : 12mm L:70mm オールアンカー+岡山型ハンガー (いわゆる森脇ハンガー)



(a) 設置されたオールアンカー



(b) 落下テスト直前。



(c) 一回目の落下テスト直後。



(d) 2回目の落下テスト直後



(e) 左が元のハンガー。右下が、落下テストにより延びたハンガー。

岡山の備中町を中心としたエリアでは、直径12mmのオールアンカーといわゆる森脇ハンガーと呼ばれる自作のハンガーが多く使われている。オールアンカーは、昨年度強度テストしたとき、I-boltなどを設置してモーメントがかかった場合、簡単に破断することがわかった。今回の試験は、実際に使われている、オールアンカーとハンガーの組み合わせで衝撃荷重試験を行った。その結果、オールアンカーはなんとか2回の落下試験には持ちこたえたが、ハンガーが上の写真に示すように大きく変形してしまい、問題があることがわかった。