

## アンカーの構築 その2

松本憲親 (岳僚山の会)

前報 (Vol. 18) にて複数支点の均等荷重ないし荷重の調整方法について述べた。

すなわち、複数支点をスリングで連結し、要の位置にカラビナを配してタイインポイントとする。ここに荷重したなら、各支点を連結するスリングの長さの差と角度により各支点に荷重差が生ずる

(図1)。これにはスリングとカラビナ間の大きな摩擦が関係している。これを均等荷重ないし荷重調整する方法として以下の3点について説明し、静荷重実験結果も併せて紹介してこれらの方法の有効性を明らかにした。

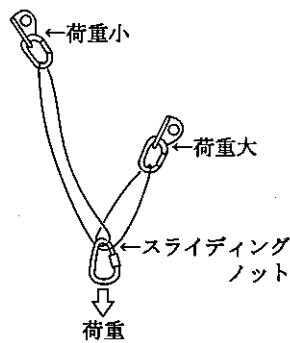


図1

1. 各スリングの長さの比を小さくすれば荷重差は小さくなる (但し、スリングの成す角度によっては十分に荷重均等できない場合がある)。
2. ナイロンないしテトロン素材の通常のスリング (ロウストレッチスリング) とケブラーなどのスタティックスリングを併用することで伸びを調整して荷重差を調整できる。
3. 特定のスリングを弛ませることで荷重差を調整できる (この方法はルーデンスアルペンクラブ・菅修三氏の示唆によるところが大きい)。

本報では上記3法とは違った簡便な方法 (スリングを重ねて用いる方法、滑車を用いる方法およ

びダイニーマスリングとテフロン被覆カラビナを用いる方法) について述べ、静荷重実験に併せて衝撃荷重実験で得られた同様の結果も報告してこれらの方法の有効性を再度検証する。

均等荷重第4法—スリングを重ねて用いる方法

(図2)

前報で明らかにしたように複数支点に掛かる荷重は、2支点の場合スリング長にほぼ半比例し、3支点の場合、スリングの成す角度が小さい場合は同じくほぼ反比例する。このことから長さの比とスリングの断面積を一致させれば均等荷重となり、逆に支点の強度に併せて荷重値を調整することも可能となる場合があると考え付く。具体的には、2支点の均等荷重の場合、特別に長いスリング (例えばコードレット) を用いて2支点とタイインポイント間の夫々の距離が2:1となり、且つ長いほうのストランド数が短い方のストランド数の2倍になるように調整する (図2)。この方法は支点が2の場合は簡単に出来る。縦の位置に3支点が配置する場合も理論的には可能だが、その場合は操作に時間を要するので、前報で述べた方法の応用

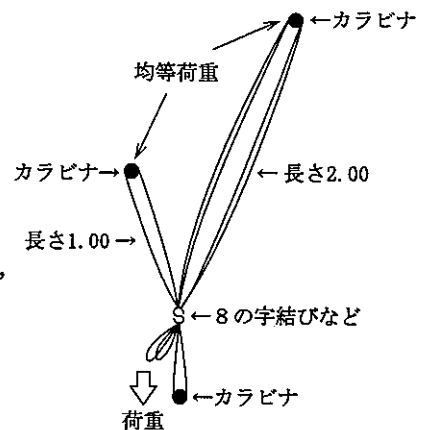


図2 スリングを重ねて用いる荷重均等化法

## 1. 登山技術に関する調査研究

ろう。例えば救助の場合、アンカーの要から8m離れた場所に近接して3支点を設置し、50mロウプ1本を全て用いてリグするなら各支点とアンカーの要間の各スリング長さは近似し、且つスリングの成す角は小となるので、荷重時に夫々の支点に掛かる荷重はほぼ一致する。

### 均等荷重第5法—滑車を用いる方法 (図3)

前報で触れたように、アンカーの要に滑車を用いたなら均等荷重が可能になると容易に予測できる。この場合滑車の性能が問題となるが、大きな荷重に耐え、かつ摩擦の少ない滑車が必要となる。耐荷重の問題は材質、重量に関わりが深いが、摩擦の点ではボールベアリング入りを選択することになる。実験ではクライミング用のベツル社製プーリー (ミニ) を用いた。この滑車の常用荷重は400kgFと小さく限定的にしか使用できないが実験値は期待したとおりであった。救助用を含め軽量・低摩擦・高強度の滑車の開発を待ちたい。

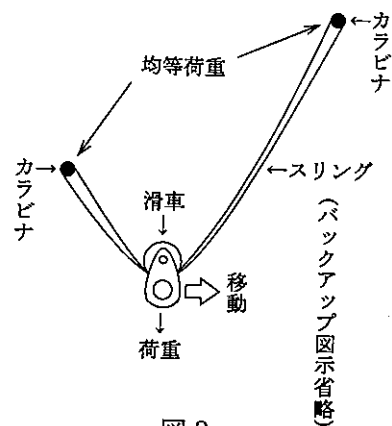


図3

### 均等荷重第6法—ダイニーマスリングとテフロン被覆カラビナの併用 (図4)

アンカーの要の部分での小荷重側へのカラビナ移動が摩擦により制限されることで不均等荷重が起こるのだから、上記のプーリーに代えて摩擦の少ないダイニーマスリングを用いることに思いつく。カラビナ側は摩擦の少ないテフロン被覆とすれば更に良いだろうと推定できる。通常ダイニーマスリングにはナイロンあるいはテトロンが編みこまれている。この編みの形態で摩擦が違う

ので注意が必要だ。直交でなく、斜めに編みこんでるのが良い。最近表裏がダイニーマだけで作られたもの (マムート) が市販され始めたが、これを最も小さな摩擦を示すと予

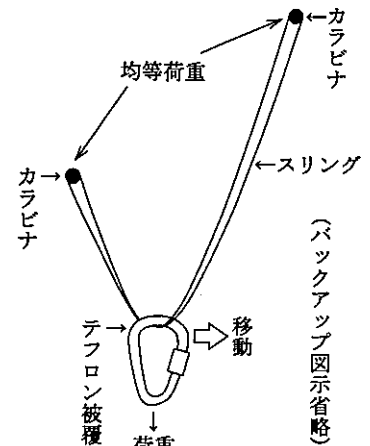


図4

測され、荷重均等に寄与するだろう。

### 実験の部

#### 1. 第4法 スリングを重ねて用いる方法—静荷重実験 (図5, 表1)

場所：神戸市不動岩中央稜末端テラス (アンカーポイント)

RCC型ボルトの顎を下向きに凝灰岩の緩斜面上斜めの位置に2個埋設してアンカーポイントとし、当該緩斜面の真下方向の凝灰岩上にRCC型ボルト1の顎を上向きに埋設して牽引側の支点とした (前報と同一)。

(リグ (スリングでの連結) の方法)

各アンカーポイントにカラビナ各1を掛け、夫々にカラビナで作製した荷重計各1を連結し、夫々の荷重計の他端にカラビナ各1を介して径7mmのスリングを掛けて連結した。

このとき牽引側から見て遠方の支点側のスリングが2重になるように要のカラビナをセットした。なお、2重になる側のスリングを折り返すときにムンターヒッチ (半マスト結び) を掛けて、荷重時に滑らぬようにした。

(荷重の方法と結果)

ラチェット式簡易ウインチで要のカラビナを牽引側の支点方向にゆっくり牽引した。このと

き3個目の荷重計で牽引側荷重を計測し、その約100kgF毎に数十分間牽引を停止してその時点までの夫々の荷重計の最大荷重値を記録した(表1)。

結果は非常に良い均等荷重を示している。

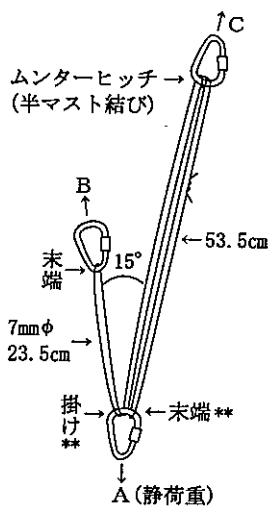


図5 スリングを重ねて用いる方法  
—静荷重実験—

表1 スリングを重ねて用いる方法  
—静荷重実験値 \*単位: kgF

A*	B*	C*	B/C
106	65	60	1.0
200	110	110	1.0
300	165	165	1.0
401	215	220	1.0

\*\* 実際上は要部をクロウヅッチにすること

## 2. 第4法 衝撃荷重実験(図6, 表2)

場所: 神戸市不動岩東稜前傾壁

(アンカーポイント)

オウヴァーハング上の既設のハンガー付ボルトとその斜め上方の穴に設置したワイヤードナツの2支点を用いた。

(リグの方法)

夫々のプレイスメントに上記静荷重実験同様にカラビナ、荷重計(1個は市販のロードセル、ダイナフォール)を介してリング長さ3m弱のコードレット(径7mm)を連結した。本実験では長さの調整の為に要部に半マスト結びを配してカラビナを掛けた。

(荷重の方法と結果)

要のカラビナとクライマーの間を長さ約2m

の10.5mmクライミングロープで連結し、約70kg重のクライマーが落下係数約0.7で空中墜落したときの2個の荷重計計測値を記録した(表2)。なお、カラビナ製荷重計は衝撃荷重での校正を改めて行った。

衝撃荷重での均等荷重実験の結果は良い均等荷重を示している。

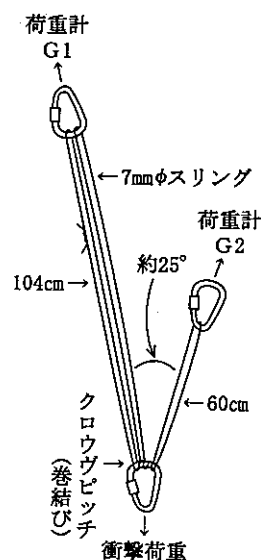


図6 スリングを重ねて用いる場合の衝撃荷重実験

表2 スリングを重ねて用いる場合の衝撃荷重値 \*単位: kgF

RUN	G1*	G2*	G2/G1
1	185	170	0.9
2	248	230	0.9
3	260	240	0.9

## 3. 第5法 滑車を用いる方法—静荷重実験

(図7, 表3)

場所: 第4法静荷重実験場所と同じ

(アンカーポイント)

第4法静荷重実験と同じ

(リグの方法)

第4法静荷重実験同様に径7mmロウストレッチスリングで2支点を連結し、スリングの垂れ下がった部分にボールベアリング入り滑車(ベツル社ミニ)のコマを跨らせ(スリングを捻らず)、滑車の頬の穴にカラビナを掛けてタイインポイントとした。

(荷重の方法と結果)

第4法静荷重実験同様にゆっくり牽引しながら牽引力と2支点への荷重値を記録した(表

1. 登山技術に関する調査研究

3)。

結果はかなり良い均等荷重を示している。

4. 第6法 テフロン被覆カラビナを用いる均等荷重方法—静荷重実験 (図8, 9, 10ならびに表4, 5, 6)

上記実験の滑車をテフロン被覆カラビナ (カラビナはブラックダイヤモンド社エアロックII) に、スリングを径6mmロウストレッチスリングあるいはダイニーマスリング2種に代えて静荷重で実験した。なお、摩擦を小さくするためにはスライディングノットに代えて掛けが良

いと予測できるので両者の比較も行った。

(結果)

荷重値を表4, 5および6に示した。

ロウストレッチスリングとテフロン被覆カラビナの組み合わせでかなり荷重均等出来ることがわかったが (表4), ダイニーマスリングとテフロン被覆カラビナとの組み合わせが良い均等荷重を示している (表5, 6)。なかでも、マムートダイニーマスリングの表裏が全面ダイニーマで出来ているものの摩擦が最も小さく、この目的にかなうという予測通りの結果となっ

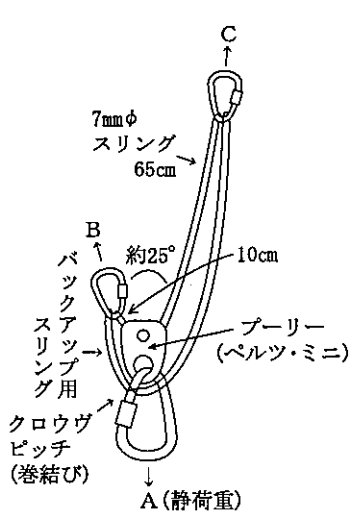


図7 滑車を用いる方法—静荷重実験

表3 滑車を用いる方法—静荷重実験の荷重値  
\*単位: kgF

A*	B*	C*	B/C
100	53	50	1.1
202	115	95	1.2
307	180	150	1.2
404	230	190	1.2

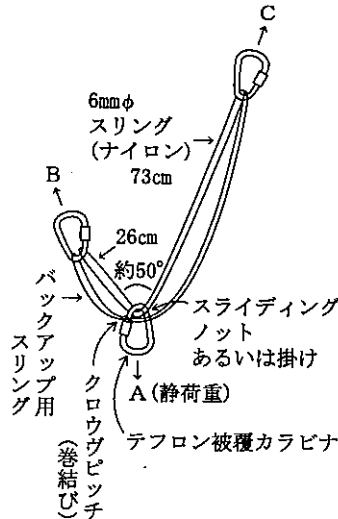


図8 テフロン被覆カラビナを使う方法—静荷重実験1

表4 テフロン被覆カラビナを使う方法—静荷重実験1の荷重値  
\*単位: kgF

スライディングノット	A*	B*	C*	B/C
	104	65	45	1.4
	202	122	100	1.2
	303	185	150	1.2
	405	270	200	1.4

掛け	A*	B*	C*	B/C
	104	60	50	1.2
	202	120	110	1.1
	302	180	150	1.2
	407	250	215	1.2

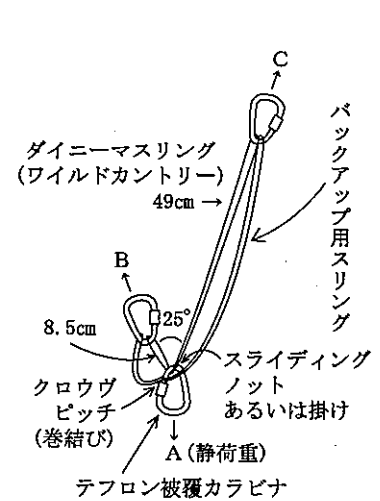


図9 テフロン被覆カラビナを使う方法—静荷重実験2

表5 テフロン被覆カラビナを使う方法—静荷重実験2の荷重値  
\*単位: kgF

スライディングノット	A*	B*	C*	B/C
	105	50	50	1.0
	205	115	100	1.2
	303	190	140	1.4
	403	245	180	1.4

掛け	A*	B*	C*	B/C
	107	54	52	1.0
	207	120	100	1.2
	302	180	145	1.2
	404	235	195	1.2

た(表6)。また、当然ながらスライディングノットより、掛けの摩擦が少ないことも確かめられた。なお、このようなリグの方法はノウイクステンションとレデュンダンシーの原則に反して危険なので、図示した方法の他有効なバックアップを使わねばならない(例えばスリングに結び目を造り、別のカラビナ1-2個を掛けて置く)。

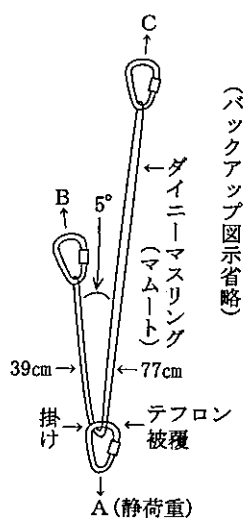


図10 テフロン被覆カラビナを使う方法—静荷重実験3

表6 テフロン被覆カラビナを使う方法—静荷重実験3の荷重値 \*単位: kgF

A*	B*	C*	B/C
101	50	50	1.0
201	90	100	0.9
314	160	145	1.1
418	205	205	1.0
502	245	245	1.0

### 5. 第6法衝撃荷重実験(図11, 表7)

実験場所, アンカーポイント荷重の方法は第4法衝撃荷重実験に同じ。

リグの方法はマムートダイニーマスリングを2支点の間に配し、テフロン被覆カラビナを掛けて用いてタイインポイントとした。

(結果)

荷重値を表7に示した。

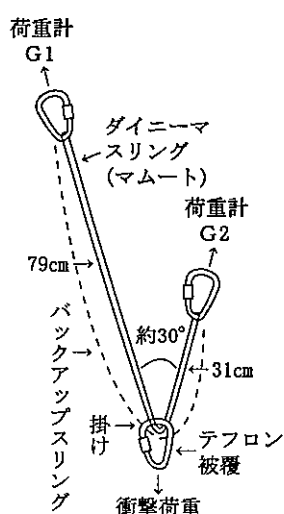


図11 ダイニーマスリングとテフロン被覆カラビナ併用時の衝撃荷重実験

表7 ダイニーマスリング(マムート)とテフロン被覆カラビナ併用時の衝撃荷重値 \*単位: kgF

RUN	G1*	G2*	G2/G1
1	190	217	1.1
2	200	222	1.1
3	210	234	1.1

表から解るように良い荷重均等を示している。

まとめ

2報にわたって筆者が開発したアンカーリグの方法について述べた。これはクライミング界で永らく不可能とされていた命題への回答(注1)である。この方法は筆者の簡単な思いつきで始まったもので、コロンブスの卵のような、何だそんなことかと言えるような単純な理論—初等数学—で理解可能と思われる。今回述べた3方法もその余りにも単純明快な論理性と実験結果から異論をさしはさむ余地は無いだろう。

1と3はスリング長比の調整というテーマでまとめられる。2は伸びの異なる2種のスリングの組み合わせと言い換え、4は伸びを調整する方法で、5は転がり摩擦による摩擦の減少を利用する方法、6は滑り摩擦を減少させる方法である。アンカーの構築のみならず、これらの方法は中間支点の構築にも使用できる。いかに良い中間支点を構築するかが最重要の課題である登攀ルートは数多くある。以上に述べた6方法は熟練を要するものも含まれているが、原理と実験結果を併せて考えれば全ての方法が熟練度にかかわらず、荷重均等ないしは調整に有効と言えるだろう。

今回の衝撃荷重の実験は良い均等荷重を示した。荷重計の挿入で実際のリグよりリンクが多くなる。衝撃荷重実験では、リンクのずれによる実験誤差が大きく出る危険が大きかった(この点では貼り付け型のストレインゲージが使用できるかもしれ

## 1. 登山技術に関する調査研究

ない)。ところが、きれいな結果が得られ、本法の有効性が再確認された。ただ、静荷重実験より若干低い値の荷重均等となったのは、第4法では長さの比が2対1から少しずれていたためであり、第6法では本質的なものとの印象を持った。以上述べた荷重均等方法のほかにも有効な方法が見出

されるかも知れない。筆者はその1つとして硫化モリブデンでの潤滑を考えている。その結果を待つまでもなく、1, 4, 6は単純な方法で熟練を要しないので直ちに実践可能であろう。願わくはこれらの方法に対する読者諸賢の積極的な評価と実践を期待する。

(注1) スリング長さの不均等による不均等荷重の発生は1992年に既に指摘され(John Long, *Climbing Anchor*, 1992, Chock Stone Press), グロウバルスタンダードと言われるMountaineering 第7版(2003, The Mountaineers Books)にも記載されている(175頁)。ところが同書177頁では均等荷重となる多くの誤りが見られ、同じ誤りはペツル社カタログ138頁(2003年)にも見られる。