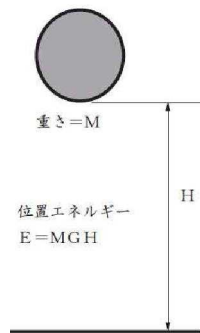


登山装備研究①(アンカーの強度について)

1. 目的

アンカーの種類とその強度について理解し、残置支点の危険性について正しく認識する。

2. 墜落のエネルギー



例えば、60Kg の体重の人間が 5m 墜落するとその運動エネルギーは $60 \times 5 \times 9.8 \div 100 = 29.4$ (KN) となる。
(29.4KN \approx 2.9 トン)

12kN(1200kgf) が人体が耐えられる限界とされ、そのままのエネルギーを受けると死亡事故につながる。実際のクライミングでの墜落はロープの伸びによって殆どの衝撃が吸収され弾性エネルギーに変換される。

ロープによって吸収される弾性エネルギーはロープの長さによって増減される。つまり吸収できる運動エネルギーはロープの長さによって変わる。墜落時、ダイナミックロープによって吸収し切れなかった衝撃荷重が支点やビレイヤーに掛かって来る。登山者はこの吸収し切れなかった衝撃荷重を問題とすればよい事となる。

3. 墜落における衝撃荷重

ダイナミックロープを使用した際の衝撃荷重は、UIAA (国際山岳連盟) の規格品を使用した場合に限り次の式によって求められる。

$$\text{衝撃荷重 (KN)} = \text{体重} / 80 \times \text{FF} \times 4.5$$

FF: 墜落係数 (Fall Factor)

80: UIAA 重量規定値

4.5: ロープ係数 (UIAA のダイナミックロープ)

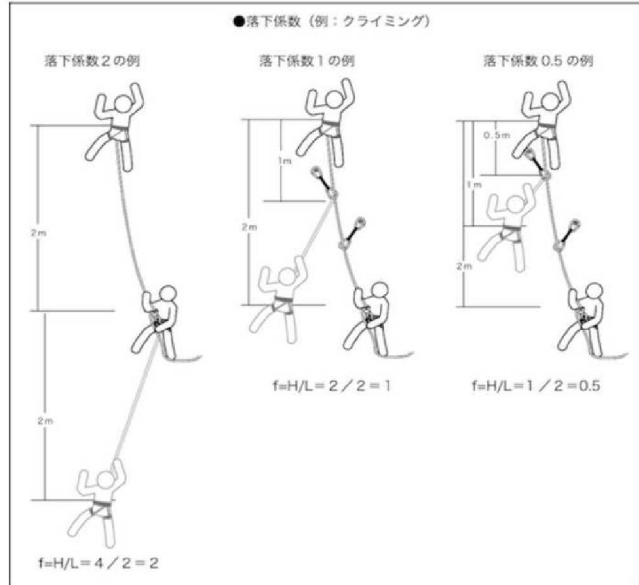
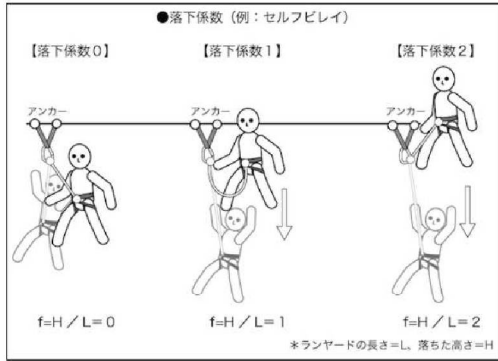
実際の墜落では、ロープの種類やランナーの数、ロープの方向 (ストレートかジグザグか) によって衝撃荷重が大きく変わる。ダブルロープは細く、伸びが大きいので衝撃荷重は小さくなる。一方、ランナーがジグザグの場合、ロープの伸びが悪くなるので墜落者の衝撃荷重は大きくなる。

4. 落下係数（墜落係数）

一般に落下係数は以下の式によって求められ、最大値は2となる。

FF=墜落の距離÷費やされたロープの長さ

FF：落下係数（Fall Factor）



5. 衝撃荷重と墜落係数の関係

理論的には衝撃荷重は墜落距離ではなく、落下係数で決まる。

●衝撃力（インパクトフォース）を求める公式

【スタティックブレイ（固定確保）】

$$\text{衝撃力 } F = w + w \sqrt{1 + 2 \times \frac{H}{L} \times \frac{K}{w}}$$

* w (kg) は体重、K (kgf) はロープ係数、 $\frac{H}{L}$ は落下係数

【ダイナミックブレイ（動的確保）】

$$\text{衝撃値 } F = w - k \frac{S}{L} + w \sqrt{1 + 2 \frac{H}{L} \frac{K}{w} + \left(\frac{S}{L} \frac{K}{w}\right)^2}$$

* w は体重、K はロープ係数、 $\frac{H}{L}$ は落下係数、 $\frac{S}{L}$ は動的係数

スタティックブレイの簡易換算式

$$\text{衝撃力 (KN)} = w * H * 9.8 / 100$$

●衝撃力（インパクトフォース）

W=60kg W=60kg
k=2000kgf k=2000kgf

1m 1m

2m 2m

落下係数 $f=H/L$
 $=2/5$
 $=0.4$

アンカー アンカー

●スタティックブレイでの計算

$$F = 60 + 60 / 5 \times \sqrt{1 + 2 \times \frac{2}{5} \times \frac{2000}{60}}$$

w=376kgf
=3.74kN

*確保には足りないが、ロープ係も同様にして計算

●ダイナミックブレイでの計算

$$F = 60 - 2000 \times \frac{0.5}{5} + 60 \times \sqrt{1 + 2 \times \frac{2}{5} \times \frac{2000}{60} + \left(\frac{0.5}{5} \times \frac{2000}{60}\right)^2}$$

=233kgf
=2.29kN

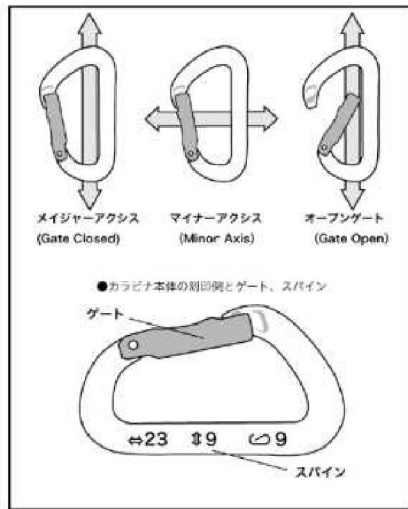
*0.5mのギャップがあるため、動的係数の値は必ずしもロープ係50cmより大きくダイナミックブレイで行ったとして計算

6. 墜落での力学的注意点

※登攀者は墜落係数を常に考慮してロープの使用をしなくてはならない。

① 伸びのない平スリングやディジーチェーンを用いてセルフビレイする場合にはビレーポイントより上に登らない。上に登って墜落係数2の墜落をするとたとえ墜落距離が1.2mでも70Kgの体重の人で8.2KNの衝撃荷重となる。

(式) $70 \times 1.2 \times 9.8 / 100 = 8.2 \Rightarrow$ これはカラビナの横方向の破壊荷重に近い値となる。



② 最大衝撃荷重の小さいロープは衝撃吸収性に優れている。ロープを選択する際に注意が必要である。

③ 理論上の落下係数は必ずしも実際のクライミングには当てはまらない。一般的には実際の落下係数の方が高くなる。

ロープの屈曲と岩との摩擦が大きなルートでは衝撃荷重が極端に増大する。

