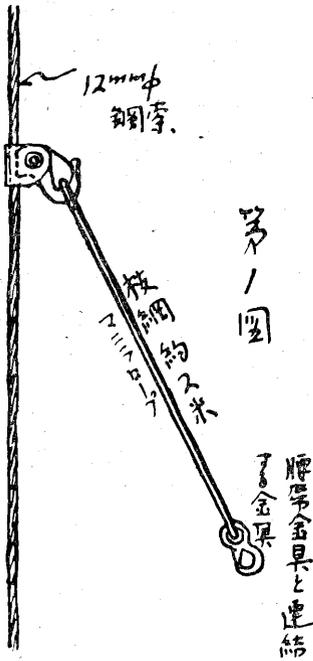


# 試作した命綱の安全性について

## § 1. まえがき

高所或は急斜面における作業には命綱が必要である。従来使用されているのは1本の繊維索を高所の上部より下げ、この索を直接腰に巻きつけるものと、ベルトを作業者が腰に締めて、これに繊維索を取付けるようにしたいずれも簡単な方法のものである。特に前者は使用する場合作業者に苦痛を与えるので感心できるものではない。又両者共に命綱の長さだけしか下方へ行けないこと及び命綱を余り長くしておいて行動の自由がきき過ぎる時は墜落した場合に墜落距離が大きくてそれによつて作業者がまいってしまうことなどの欠点がある。これらのことを是正して、作業者の移動にも便利なものを作るのが目的で以下述べるようなものを試作した。

## § 2. 命綱の構成



第1図に示すように主綱を作業面の十から下まで届く長さのものを作業面の上部に固定する。作業が幾日も続く場合例えば土木工事の土石の切取作業などでは主綱に鋼索を使用して、岩石に摺れても磨耗に耐え作業が終了するまでそのまま放置できるようにする。この主綱に特殊なテークルで枝綱を取付けて枝綱の長さは2米位にする。こうすると主綱の

左右最大2米位迄行動の自由が得られることになる。上下方向に対してはこのテークルを主綱の思う位置に固定することによつて、自由に高さが調節できるようにし、その操作は簡単に作業者自身でできるようにする。テークルは下方へ引張られても主綱に沿っていくらかはずり落るが無際限には滑り落ちない。このことは落下体に生ずる運動のエネルギーが枝綱の弾性により吸収されるばかりでなくテークルのずれによつても吸収されることにな

り、作業者及び枝綱に与える衝撃荷重を減ずる効果がある。

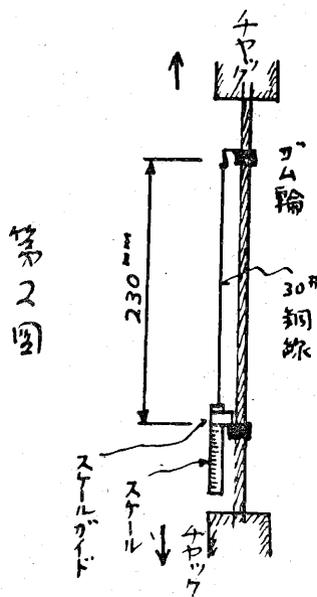
作業者は命帯として巾の広い帯をし、これに枝綱取付用金環を装備して、枝綱の下端のフックを着脱するのに簡単で安全なものとする。

## § 3. 枝綱に使用した繊維ロープ

L.L.Oの産業安全模範規程 第232條3項に「命綱は良質のマニラロープ又はこれと同等の強度を有する材料で作れり、且つ少くとも1150kgの最大破断強度を有するものでなければならない」とある。

市場品を試験した結果12mmφと公稱されているマニラロープがこれに近いものであつたのでこれを用いることにした。この破断強度と伸率との試験を示すと次の通りである。

### (1) 伸率の測定



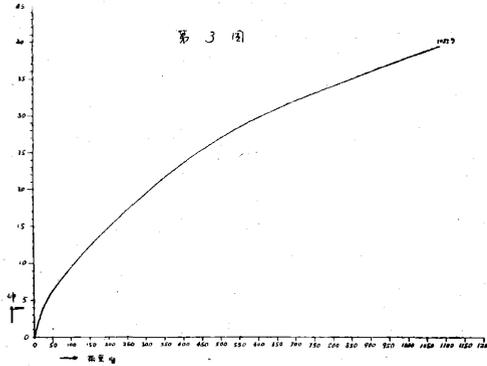
試験機はアムスラー型4屯木材試験機を使用した。荷重の各段階における伸率を詳しく出すために第2図に示すような工夫をした。引張力が増えるに従つて、スケールは上方に移動し、スケールガイドの下端において1耗毎の目盛を読み、その時の荷重を記録した。試験ロープの標点距離は230耗に一定し、31本に

ついて測定した。

### (2) 引張力と伸率との関係

第3図は引張力と伸率の関係を示すものであるがその各の値は上記の31回の試験から得た数値の平均値である。

作業者が落下した場合作業者の体重が衝撃力となつて枝綱に作用するのであるが、この値としてはかなり大きなものが予想されるので枝綱のバネ常数は500~1000kgの間のマニラロープの伸率を引張力との関係より求めるの



が妥当であるので最小自乗法を用いて次のように求めた。

公称12耗，径 標点距離 230 耗のマニラロープの伸とその時の荷重。

伸 δmm	荷重 Pkg	δ <sup>2</sup>	P <sup>2</sup>
27	504.6	729	255,000
28	540.0	784	291,600
29	577.1	841	332,900
30	614.8	900	378,200
31	661.8	961	438,200
32	708.9	1024	502,700
33	752.9	1089	567,000
34	807.8	1156	652,900
35	859.0	1225	737,900
36	926.0	1296	857,500
		10,005	5013,900

荷重対伸の最確値は

$$\sqrt{\frac{\sum P^2}{\sum \delta^2}} = \sqrt{\frac{5013900}{10005}} = 22.38 \text{ kg/mm}$$

故に枝綱として使用する長さ 2 米に対しては

$$22.38 \times \frac{230}{2000} = 2.57 \text{ kg/mm}$$

この値は命綱に衝撃荷重がかかった時の枝綱のバネ常数である。

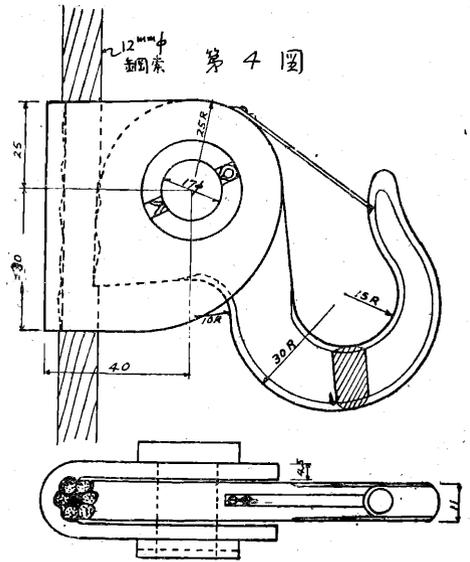
### (3) 破断強度

試験片31本より得た破断強度の平均値は 1085kg で、これらの値は 970kg より 1210kg の間にあり、その標準偏差は 53kg で比較的均質なロープであると云える。

## § 4. テークル

### (1) 設計

第4図に示すものは主綱として12耗径鋼索用のものを示す。



フックの危険断面における破断強度は 1392kg

### (2) 製作

部品全部軟鋼であり、フックは12耗厚の軟鋼板より切取つたものである。板の折り曲げは50屯、アムスラー型万能試験機により冷間で折り曲げ加工をした。

## § 5. 命綱の衝撃荷重試験

当研究所の研究室北側の壁面を利用して実際に近い衝撃荷重試験を行つた。荷重は 70kg の土嚢を用い、枝綱としては前述の径、及び長さのもの、テークルも設計図のものを使用した。

主綱の上部支点は3階屋上の柱形に形鋼を加工して取付け、これにフックを備え、主綱の 12mmφ 鋼索を所定のシンプルスプライスにして、フックに引掛けた。

衝撃荷重試験の結果は第1表の通りである。

第1表 衝撃荷重試験結果

h cm	S cm	l cm
50	24	92
100	54	163
150	97	257

表中の h は荷重を静止の位置より持上げた高さ、S はテークルの降下距離及び l は荷重の全落下距離を示す。

テークルは軟鋼製であるので何回も連続して落下試験を行うとフック側より主綱の鋼索を押えている溝が磨耗してくること。一度テークルがずり落ちると通り過ぎた鋼索が捻りに変化を残したりして、通りにくくなつて、嚴密な試験でなくなるので、h = 200cm, 250cm, 及び 300cm に対しては近似式を作つて当てはめることにした S と h 及び l と h との関係の近似式は最小二乗法に

よつて次のようになった。

$$S = 0.3648 + 0.001863h^2 \quad (\text{cm}) \dots\dots(1)$$

$$l = 1.7h \quad (\text{cm}) \dots\dots(2)$$

§ 6. テークルの降下により費される摩擦エネルギー

テークルが衝撃を受けて、ずり落ちることにより、衝撃力をかなり減ずることは前にも述べたが、この効果を調べるために、テークルの降下による摩擦エネルギーを測定した。測定方法は前記の衝撃荷重試験の方法と殆んど同じ要領であつたが、唯土嚢とテークルのフックとは直結した。このことにより、土嚢の降下による位置のエネルギーの差は総て摩擦エネルギーに変ると考えてよいことになる。従つて摩擦エネルギー Ef は

$$Ef = W \cdot l_0 = (S \text{ の函数})$$

但し W は土嚢の重量

l<sub>0</sub> は土嚢の全落下距離

S はテークルの降下距離

次の第2表は前記方法による測定の実測値である。

第2表 摩擦エネルギー測定試験

S cm	l <sub>0</sub> cm
32	83
132	236
232	391

上の測定より S > 232cm に対する l<sub>0</sub> を出すため、上の測定の結果を最小二乗法により、次の近似式に置換えた。

$$l_0 = 33.4 + 1.54S \quad (\text{cm}) \dots\dots(3)$$

§ 7. 枝綱に生ずる応力

12 耗径長さ 2 米のマニラロープ枝綱に生ずる衝撃力を推定してみる。この場合枝綱をバネ常数 C なる弾性体と考え、荷重が落下することによつて生ずる位置のエネルギーの差が枝綱の弾性エネルギーと、テークルの摩擦エネルギーに変化すると考え次の式を得る。

$$W(1+\delta) = \frac{C}{2} \delta^2 + Ef = \frac{C}{2} \delta^2 + Wl_0$$

茲に W は荷重

C は枝綱のバネ常数

l は荷重の全落下距離

l<sub>0</sub> はテークルの摩擦エネルギーに関係する値で(3)式で示される。

この式より衝撃力 I を求めると次のようになる。

$$I = C \cdot \delta = W + \sqrt{W^2 + 2CW(l-l_0)} \quad (\text{kg}) \dots\dots(4)$$

W = 70kg, C = 27.5kg/cm, h = 50~300cm を用いて(1)

(2) (3) 式より S, l, l<sub>0</sub> を求め、(4) 式に代入すれば次の第3表を得る。

第 3 表

h cm	50	100	150	200
I kg	320	510	580	610

h は云う迄もなく荷重が落下して枝綱に衝撃力が加わる瞬間迄の落下距離を指す。

この計算方法で h が 200cm を越えるときを計算すると、衝撃力はかえつて減少の傾向となる。これは近似式(1)(2)及び(3)が h = 250~300cm に対して当てはまつていないことが原因であろう。

テークルの効果を検討するために、枝綱の上部支点が完全に固定された場合を考えてみよう。(4)式において l<sub>0</sub> = 0 及び l = h と置くことによつて枝綱に生ずる衝撃による応力が求められ、次の第4表を得る。

第 4 表

h cm	50	100	150	200
I kg	500	670	810	920

§ 8. むすび

1 本のマニラロープを上部より下げて、これを命綱とした時は、命綱が長いから、バネ常数はそれだけ小になる。即ち伸び易くなつて衝撃荷を吸収し易くなるから長ければ長いだけ有利である。而しバネ常数 C の変化だけであるから第4表の7割位の衝撃荷重となる。一方第3表のテークルを使用した場合は、これよりも少しではあるが衝撃荷重は尙小である。

以上によりテークルを使用すれば落下距離を調整できて落下によつて作業者がまいつてしまわないようにできる上に、衝撃荷重も充分吸収できることが明かになつた。(担当者 齋藤次郎・荒井喜久男)