

命綱および安全帯の経時強度低下について

博物館課 技官 安 藤 正

技官 佐 藤 智 彦

1. ま え が き

石灰石鉱山等で使用されている命綱の経時強度低下の状況を、鉱山の現場で随時必要に応じて非破壊的に、しかもなるべく簡単に知る方法を見出すために2ヵ年間にわたって試験を実施してきた。

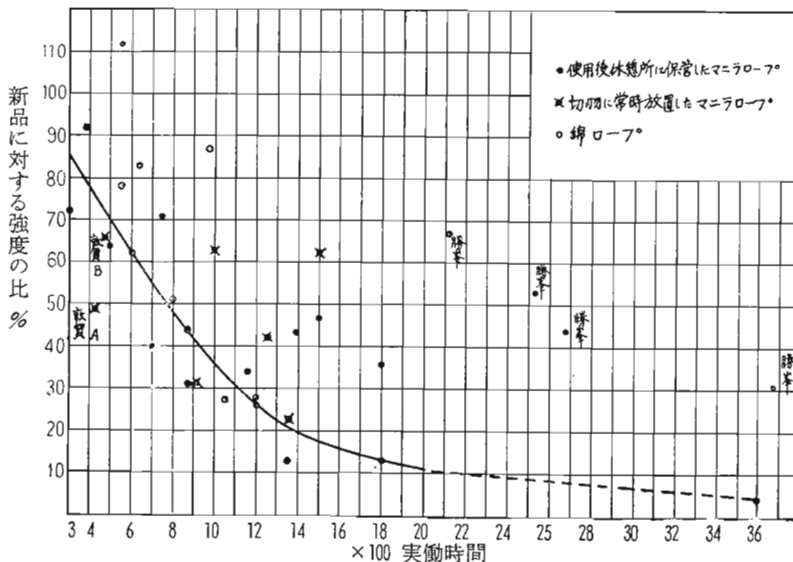
幸にして各鉱山の関係者各位のご協力を得て、この2ヵ年間に提出していただいたロープは総数104点、安全帯は7点となっている。ロープの内訳を示すと第1表のとおりである。

第1表 ロープの内訳

	新品	使用したもの	計	材 質 別		
				マニラ ロープ	綿 ロープ	ワイヤ 入マニラ
親綱 (径25% 内外)	7	24	31	27	-	4
子綱 (径20% 内外)	13	60	73	65	8	-

これら資料の試験結果については、その都度資料提出者に報告してあるが、これらの試験結果を総合的に見た場合、ロープの経時強度低下はどのような傾向を示すかについてここに検討してみることにする。

第1図 子綱の経時強度低下曲線



2. 資料の調査

各鉱山から提出された資料について各部を詳細に測定し、新品と使用済みのものとの両者を比較検討して、強度低下との関連性を調べてみた。例えばロープの直径やリードの変化が強度低下と関連があれば、これは経時強度低下の推定に極めて便利であると思われる。それでロープの直径やリードの変化、破断時の伸びなどと強度とについての関係を求めてみたが、リードの如きは1本のロープでは各所まちまちであって強度との関係は殆んど見出されなかった。したがって資料の外観上の変形と強度変化との規則的な関連性は全く掴み得られなかった。

3. 子綱の経時強度低下の傾向

第1図は子綱についての経時強度低下の曲線である。たて軸に試験品の新品に対する強度の比をとり、横軸に使用時間を表わしたものである。

子綱の材質は大部分がマニラロープである。子綱の管理は作業終了後は休憩所または詰所に保管したものが大半を占めている。

たて軸の強度の比は、同じロープで使用前後の強度の比であるが、使用前の強度の判らないものについてはJIS規格の強度をとることにした。横軸の実働時間は鉱山から報告されたままのもので、保管場所から持ち出して切羽に吊した時間と考えて差支えないと思う。

切羽に放置したものもあるが、これは作業者の実働時間だけを出したものである。したがって実働時間がはっきり判らないものはこの表に入らなかった。

ロープの直径は一定せずいろいろなサイズのものが含まれているがたて軸を強度の比

で表わして1本の曲線にまとめたものである。

1本の長いロープでは特に目立った損傷のない部分の最も強度の低いところの値をとり、型崩れを起した部分や上下の結束部の強度は採用しなかった。

グラフに見られるように強度のパラツキはかなり大きく、一つの曲線にまとめることは相当問題があるかもしれないが、パラツキの多い原因は強度に影響する因子が多く、しかもそれ等は不規則であるために起るもので、例えば同じ管理条件の下にあるロープでも切羽の岩の質や、表土の状況、作業の状態などによって磨耗の程度が異なるので強度が相違するのは当然である。

1本のロープでも強度は所によって異なり、最高値と最低値との開きは、親綱では4ヵ月使用したもので20%、3ヵ年経過したもので15%の差があり、子綱では実働400~500時間のもので20~40%、800時間で30%程度の開きがある。しかし提出された試料は2m位の短いものもあったので必ずしもロープの最低強度を示すものとは思われない。したがって他のロープとの間には強度の差が相当できるのはやむを得ないであろう。

またロープの使用時の温度、湿度、天候などの条件によってはロープに青かび菌や、黒かび菌が発生してロープを腐敗させるともいわれるから、これ等の影響は使用時期によって相違するものと思われる。したがってパラツキが多いのはやむを得ないと思われる。

この曲線によるときは実働800時間位で新しいときの強度の約1/2となり、1,200時間使用すると約1/4に低下するものと推定される。ロープの強度低下がおよそこのような傾向を示しているから、ロープの使用時間によって大体の強度低下率が推定されるので、新しいときの強度が判っておれば必要に応じてロープの強度も推定できるのである。

ロープに要求される強度の最低値は、厳密には切羽の傾斜角によって異なるもので、各々の現場に適した安全強度を決定し、それが新しいときの値の何%にあたるかを知っておれば、ロープの廃棄時期はこのグラフによって決定することができる。現在わが国には命綱についての強度の規定はないが、ILOの産業安全模範規程によれば安全帯、安全帯用のロープおよびその附属金具類の強度は最低1.150kg以上でなければならないとされている。

なおこの試験の実施によって得られた命綱の管理上参考となる点をあげると、つぎのとおりである。

- (1) 外観上型崩れと判る程度に損傷した箇所は例外なく強度が極端に低下しているものであるから、これは発見次第早急に手当をすべきである。
- (2) ロープの上下端の結束部の強度は、一般に結束部

外の強度より更に20~30%低くなっている。したがって結束部はある期間毎に切り捨て、その位置を変える必要がある。

(3) 綿ロープはマニラロープよりも強度低下が少く、破断時の伸びも28~30%で、マニラロープの15~20%よりもはるかに多く、子綱用のロープとしては好適である。

(4) 使用后休憩所に収納保管したものと、常時切羽に放置したものとの差は資料が少く明瞭でないが、影響が少いからといって子綱を常時放置しておくことは望ましくない。

(5) 勝峯鉱山から提出されたロープは使用時間が比較的ながいにもかかわらず強度低下が少い。切羽の状況、現場の湿度、その他について研究の価値があると思われる。

(6) 切羽表面の状態がロープの強度に及ぼす影響について敦賀セメントから提出された資料はAロープは約55度の斜面で岩角が多く、斜面に粘土は殆んどない切羽で使用したものである。

Bロープは傾斜約45度で表面に厚さ50cmの小石まじりの粘土の層があって、岩角でロープが擦られるようなことはないが、粘土の附着が多い。

Aロープは鋭い岩角に擦られるために傷つきやすく、実働430時間で新しいときの強さの49%に低下している。

Bロープは岩角による損傷がないから470時間使ってもAロープ程低下せず66%に止まっている。

このように鋭い岩角の多い切羽で使うロープは強度の低下が著しいからロープの寿命は一般に短く、型崩れなども起きやすいから、日常点検を励行して早期に発見し、手当をする必要がある。また粘土の附着しやすい切羽で使ったロープは粘土の附着したまま放置することなく、すぐに払い落して乾燥することが好ましい。

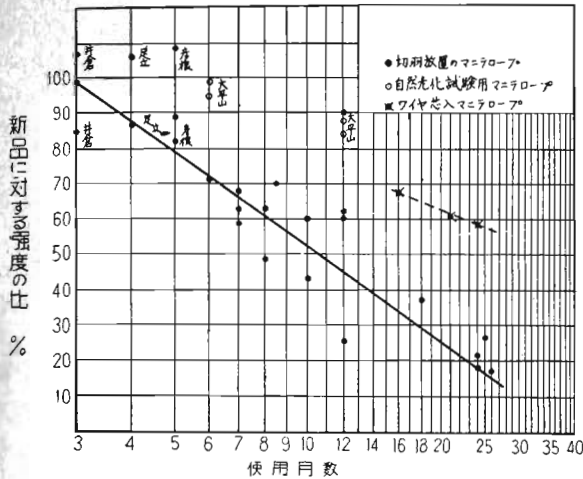
4. 親綱の経時強度低下の傾向

第2図は親綱についての経時強度低下の曲線である。第1図と同様にたて軸に新品に対する強度の比(%)をとり、横軸に使用月数を対数日盛で表わしたものである。

ロープの材質は大部分が一般のマニラロープである。親綱はどの鉱山でも常時切羽に放置されるので、この保管および用途の相違等を考慮して横軸には使用月数で表わした点が子綱の場合とは異なるだけで、他の条件は殆んど同じである。図に見られるように

親綱は大体10~12ヵ月使用すると、新しい時の強度の1/2となり、24ヵ月では約1/5に低下する。

第2図 親網の経時強度低下曲線



親網の試験の結果参考となる2~3の点をあげるとつぎのとおりである。

ロープの抗張力および伸度総合表

試験月日	海中浸漬 経過日数	普通ロープ		新麻葉ロープ		真空タール染ロープ	
		破断強度 (kg)	伸度 (%)	破断強度 (kg)	伸度 (%)	破断強度 (kg)	伸度 (%)
海中浸漬前		3,758	15.0	4,010	16.5	3,620	13.0
28. 4. 6	15	4,235	19.5	4,220	15.0	3,890	12.5
4. 21	30	4,330	18.2	4,010	15.0	3,695	15.0
5. 6	45	4,175	19.0	3,960	15.5	3,615	14.5
5. 21	60	3,400	13.5	4,265	16.2	3,264	12.0
6. 6	79	3,045	13.5	3,990	14.0	3,285	15.0
以下略	左同	左同		左同		左同	

この表に見られるように海水に浸漬したロープも15~45日ごろまでは破断強度が上昇し、その後は次第に低下していることが判る。したがって当所の試験に表われた強度の上昇も変則的なものではないことが判る。

(2) マニラロープの自然老化試験 この資料は土佐石灰から提出されたものである。

(a) 試験の目的 ロープは使用中の温度、湿度など環境の条件によって腐敗菌が発生して自然老化するものと、使用による引張応力をうけ、あるいは切羽表面の岩角でうける摩擦等が交合して、強度が低下するものと思考されるが、ロープを使用するために起る強度の低下を除外した自然老化のみによる低下を測定するために実施されたものである。

(b) ロープの種類 薬師製綱株式会社製第2種マニラロープ (昭和30年10月購入)

(c) 試験条件 資料は露天切羽の斜面に、上端を岩

(1) ロープの使用初期における強度の上昇現象 多くのロープを試験した結果、3~4ヵ月使用したロープのうち、新品のときよりも強度が高くなっている部分が相当でてきた。

例えば第2図において井倉鉱山のロープは最低は86%になっているが、場所によっては新品のときよりも高い所があって最高は108%であった。足立鉱山のものでは最低87% 最高106%、彦根セメント提出のものでは最低82%、最高108%というが如きものである。使用開始の初期にこのように強度が上昇する原因については、ここで触れる必要はないと思うが、一般にこのような現象はあるや否について調査した結果、愛知県水産試験所の事業報告の中に、これと同じ現象のあることが記載されている。

ここに昭和28年度愛知県水産試験所臨時事業報告の「特殊防腐剤のロープにおける耐海水効果について」の中の一部を摘記すればつぎのとおりである。

盤に固定したボルトに結束し、他方下端は強風などによって交錯されない程度に自然に岩盤に沿うように控をとって放置したもので、試験開始は何れも31年8月13日である。

(d) 試験結果

(i) 6ヵ月経過したロープのうち1本は94~98%に低下し、他の1本は99~100%で殆んど変りはない。

(ii) 12ヵ月経過したものは84~90%、平均87%に低下している。

(e) 考察 この結果からみると前半6ヵ月間の強度低下よりも、後半の6ヵ月における強度低下の方がはるかに大である。

これは後半の6ヵ月は気温、湿度その他ロープを腐敗させる菌の発生に都合のよい時期にあったことなどが大きく影響しているのであろうと思われる。

結束部と、それ以外の部分とでは、やはり結束部の方

が10%程度低くなっている。

(3) ワイヤ芯入のマニラロープの経時強度低下の傾向
この資料は大セル鉱山から提出されたものであるが、ワイヤ芯入のマニラロープは、一般には余り使用されていないので、資料も少く不十分ではあるが、本資料によると、第2図に見られるように普通のロープよりも強度低下が少く、相当長期に亘って使用し得るようである。

5. 安全帯の経時強度低下の傾向

安全帯はこの2年間に僅かに7点提出されただけであり、経歴その他についても余り詳しく記入されていないので強度低下の傾向を調べるには資料が十分でなかった。

大部分の安全帯が自家製と称せられるものであって、管理も大体子綱同様作業終了後は詰所に保管されたものと思われる。

強度試験の結果は最低140 kg 1, 350 kg 2, 480 kg 1, 630 kg 1, 680 kg 1, 最高830 kg 1となっている。

破断箇所はベルトの破断が3件、ベルトとD環との連結部分の破断が3件、D環の溶接部1件である。

一般に子綱の強度に比較して安全帯の方がはるかに強度が低く、保護具としての全体のバランスがとれていないのが大きな欠陥である。例えば子綱は最も強度の低いところでも1,945 kg であるという優秀なロープを使いながら、これにつながる安全帯の方の強度は僅かに140 kg しかない貧弱なものが使用されている状態である。

安全帯がとくに弱い理由として考えられることは、その大部分が自家製と称し、自分のところで設計して造らせたもので、構造について十分検討されていないところに問題があると思われる。

例えばベルトとD環との連結部の構造の如きは最も重要な部分であるから、その構造については相当検討した上で製造に着手すべきである。ベルトの如きも単に帆布をたたんで重ね合わせて縫ったものと、はじめから1本のベルトに織ったものとは強さの上では大きな差がある。設計のときにこれ等の点について検討されていないようである。

ロープについては一応JIS規格があって強度の最低基準も定められているが、安全帯の方には規格もなく、新品のときの強度がどの程度のものであったかも判らないので、提出された資料によって経時強度低下の傾向を調査することは不能である。

今回の試験では現状における安全帯の概況を知り、使用者の注意を喚起するのに役立つ程度である。安全帯の経時強度低下の問題については、製造の当初における強度の検討から再発せねば十分の調査はできないと思う。

6. むすび

はじめに述べたようにロープの強度に影響する因子が多く、かつそれが不規則でなかなか1本の線で明確に表わすことが困難である。

したがってこのグラフは経時強度低下のおよその傾向を示す程度であるが、命綱の廃棄時期についての大体の目安にはなると思う。

各現場でこのグラフを参考として資料をとり、再度研究所に御提出願えれば、この曲線の妥当性について検討することができ、また各鉱山の現場の特性の如きも明瞭になるものと思う。

About The Aging Strength of The Life Lines

By T. Ando

T. Sato

To find visually the aging strength of life line, we examined about the many ropes used in some lime stone mines.

The tested ropes were almost manila ropes. Result showed that there are the deviation in strength by conditions. And yet we obtained the diagram of the relation between the strength and age.

Study on Closed Type Explosion Test Apparatus

by N. Taguchi

M. Naito

F. Ishimi

For the explosion test of the explosion-proof electrical equipments, we designed and constructed the closed type explosion test apparatus.

This apparatus consists of a closed explosion vessel, a pressure vessel to mix gas with air under high pressure, a measuring device of explosion pressure, a vacume pump, an air compressor, an operation panel and etc..

In comparison with the open type, this has many excellent qualities.

That is,

- (1) It can be got easily and exactly the certain concentration of gases and air mixtures to be required,
- (2) It can be tested about the flame transmission and the durability for explosion pressure on the explosion proof electrical equipments at the same time,
- (3) It can be operated efficiently,
- (4) It can be got the explosion pressure to be required,
- (5) It can be easily studied on the explosion characteristics of the inflammable gases.

The Limits of Flammability of Butane Gas (Influence of pressure)

by M. Naito

By the closed explosion test apparatus, I studied on the limits of flammability of Butane Gas of three kinds having different component under pressures of 1 to 5 atmospheres. The result showed that the explosion range of Butane Gas spreads with rise of pressure, that is, it was approximately 2 to 8 per cent in air at normal condition and at 5 atmosphere was 2 to 15 per cent, therefore, only the upper limit was influenced by pressure.