

ワイヤロープの劣化特性 - 圧縮と加熱による強度低下 -

はじめに

ワイヤロープは金属製なので、ナイロンなどの繊維ロープに較べれば、はるかに丈夫ですが、過信は禁物です。規程どおりの使い方でも強度は確実に低下し、また不注意な取り扱いは、思わぬ事故を招く原因にもなります。

労働安全衛生法では、摩耗や断線、変形や腐食の程度による廃棄基準を定めていますが、実際にはこれ以外にも考慮すべき要因があります。

ワイヤロープの廃棄基準(労働安全衛生規則 第501条)	
1	ワイヤロープ1よりの間において素線数の10分の1以上の素線が断線したものを。
2	摩擦により直径の減少が公称径の7パーセントをこえるものを。
3	キンクしたものを。
4	著しい形くずれ又は腐食のあるものを。

今回は、クリップ留めによる強度の低下と、加熱の影響等について、実験してみました。

1 試験体と実験装置

今回の実験に使用したワイヤロープは、図 および表 のとおり3種類です。AとBは一般的な繊維芯タイプの新品で、Cは鋼芯タイプの中古品です。確認のため破断強度を実測してみましたが、いずれもJIS基準を上回っていました。

また破断強度の測定には、木材需要開発センターの実大強度試験機を使用しました。最大荷重は直引力で20t(196kN)、圧縮なら最大100t(980kN)までの負荷実験をすることができます。



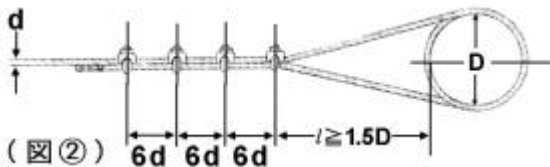
記号	ロープ種			破断荷重 kN (tf)	
	規格	太さ	備考	実測値	JIS基準
A	6×19 0/0	10mm	裸	63.0 (6.4)	54.0 (5.5)
B	6×24 G/0	10mm	メッキ	55.3 (5.6)	49.3 (5.0)
C	IWRC 6×Fi (29)	9mm	中古	60.2 (6.1)	57.6 (5.9)

(表①) 試験体に供したワイヤロープ

2 クリップ止めの締付トルク

集材機の固定や支柱の控え索に用いるワイヤロープのクリップ止めは、アイスプライスに較べて作業による個人差が少なく、信頼性も高い方法です。しかし締め付けた部分には局所的なストレスが生じているので、一度使った控え索を再使用する場合には、この部分の強度低下を疑う必要があります。

そこで、クリップ止めがワイヤロープに与えるダメージの程度を実証試験しました。なおクリップの取付方法は図 および表 Aのとおりですが、締付トルクは表 Bの送電線建設技術研究会の基準を参考にしました。



(図②)

ワイヤロープの直径 mm	クリップの使用個数	クリップの大きさ (ボルト穴径)mm
8~10	4	12
12~14	4	14.5
16	4	16.5
18	5	16.5
20~22.4	5	21.5
25	6	23.5

※ ロープ同士を添い合わせる場合は、個数を5割増。

(表②A)クリップ使用基準(資料:林業架線作業主任者テキスト)

ロープの太さ mm	ロープ種別使用数			取付 間隔 cm	ロープ種別締付トルク N・m(kgf-cm)		
	6×7	6×19	6×24		N・m(kgf-cm)		
	6×37	6×7	6×19		6×24-37		
10	6	5	4	7	22 (220)	19 (190)	16 (160)
12	6	5	4	8	34 (340)	29 (290)	24 (240)
14	6	5	4	9	52 (530)	46 (460)	37 (380)
16	6	5	4	10	73 (730)	63 (640)	52 (530)
18	8	7	5	12	93 (950)	81 (820)	67 (680)
20	8	7	5	13	116 (1,180)	100 (1,010)	83 (840)
24	8	7	5	16	166 (1,690)	143 (1,450)	119 (1,210)
26	8	7	5	17	193 (1,960)	165 (1,680)	138 (1,400)
30	9	8	6	20	261 (2,260)	224 (2,280)	187 (1,900)

※ 鋼芯ロープは6×19より更にクリップを1個増やす。

(表②B)ワイヤクリップの使用基準(資料:送電線建設技術研究会)

林業架線は、毎日の点検を前提としているため、クリップ使用基準は、表 Aのとおりシンプルです。これに対し送電線は、設置期間が長期に及ぶため、かなり強固な設定になっているものと思われます。クリップの締付トルクはもちろん、使用するクリップの数も多く、しかもワイヤロープの太さ

だけでなく、ロープ種別に細かく設定されています。まず予備試験としてクリップ止めの効率を調べるため、写真のような状態で上下方向に張力をかけてみましたが、ワイヤ破断強度の80%程度でクリップが滑りはじめました。控え索の安全係数が4倍なので、破断荷重の25%以下で使えば、問題は無いでしょう。ただし、試しに表の基準以上に締め付けてみましたが、JIS規格品であるにも関わらずクリップのネジが破損する場合があります。したがって、より確実に固定するには、クリップの数を増やすべきであり、送電線基準は決して過剰ではないと言えます。

なおクリップは、写真のようにメッキタイプやステンレス製なども市販されていますが、鋳造品（マリアブル品）は安価な反面、強度が劣るので、購入の際にはしっかり吟味してください。



(写真①)

(写真②) ワイヤークリップ各種



鍛造 鍛造 鋳造

3 クリップ締跡の残存強度

一度クリップ止めしたワイヤロープには、写真のような変形（締跡）が残ります。しかも試験体によって跡形の残り具合が大きく異なります。

(写真③) 各試験体のクリップ締跡



試験体	クリップ止前の破断強度		クリップの締付トルク (N・m)	クリップ止後の破断強度		残存強度 (%)
	(kN)	(tf)		(kN)	(tf)	
A	63.0	6.4	19	59.6	6.1	95
B	55.3	5.6	16	48.7	5.0	88
C	60.2	6.1	16	42.3	4.3	70

(表③)クリップ締跡の残存強度

試験体Aは繊維芯なので、クリップで締めると大きく変形するうえ、素線が太いので曲癖がついて、締跡が明瞭に残ったものと思われます。逆にCは、鋼心なので変形が少なく、跡形も残りにくいと考えられます。

しかしこのロープの残存強度を測定したところ、試験前の観察結果に反する結果となりました。表のとおり、締跡が明確に残った試験体Aの強度はほとんど変わらないのに対し、試験体Cは70%まで低下しました。

この試験結果から、一度クリップ止めしたワイヤロープの強度は、目視点検だけでは単純に見極められないので、判断を誤る可能性があると言えます。

再使用することが多い控え索には、一般的な繊維芯ロープを使うことを強くお勧めします。また鋼心ロープのクリップ止めをやり直す場合は、一度締めた部分は切断廃棄し、無傷の部分を使うようにしましょう。

4 耐熱性

冬季の架線集材作業現場では、暖をとるために焚き火をしますが、その直近に束ねた索や荷掛けワイヤを無造作に置いてあるのを見かけることがあります。金属は燃えませんが、一定の温度を超えると熱変成が起こり、強度特性が変化します。ワイヤロープの場合は、柔軟性と引っ張り強度を高レベルで追求するために、製造過程において加熱温度と冷却速度が厳密に管理されています。

そのワイヤロープを再度加熱冷却した場合の影響を、実験で確かめてみました。

各試験体を写真のように火中で赤熱するまで数分間加熱し、さらにこれを空气中で常温まで自然冷却したものと、水で急冷したものの合計6種類で、強度を較べてみました。



種	残存強度 (%)	
	加熱・空冷	加熱・水冷
A	39	10
B	39	12
C	46	10

(写真④) 各試験体の加熱状況 (写真⑤) 引っ張り破断したワイヤ (表④) 加熱・冷却と強度変化

写真 は張力試験で破断したロープの状態ですが、冷却方法によって破断形態に明確な差がでました。ちなみに水で急冷したロープは、試験前に手で保持しただけでも素線が音を出して破断するほど脆い状態でした。

強度試験の結果は、表 のとおり残存強度が著しく低下しました。特に水で急冷した場合は一段と顕著でした。

これな極端な試験ですが、埋め込みアンカーを使用した現場では、アンカーロープの上で火を使わないように十分注意する必要があります。また、もし誤ってワイヤロープが火に触れても、慌てて水をかけないようにしてください。

5 耐切削性

ワイヤロープの切断には、専用のカッターを用いる必要があります、容易には切断できないものと考えがちです。しかし写真 は、下刈り作業中に誤ってチップソーが触れ、切削されてしまったワイヤロープです。ロープが見えないほど草に埋もれた状態だったので、刃の回転数はそれほどでもなかったと予想されますが、刃先は芯綱にまで到達し、完全な状態で残ったストランドは1本だけでした。集材架線や索道を長期間使用する場合は、このような点にも注意しましょう。



(写真⑥) チップソーでの切削傷

6 おわりに

今回の試験は、実際の現場で起こりうる事象を実験的に模した簡易なものですので、この結果だけで全てを結論づけることはできませんが、ワイヤロープの意外な盲点を指摘できたと思います。

集材架線は、架設作業に関わった人が維持管理も行い、最後の解体撤去作業まで責任を持つようにしましょう。また作業中は、様々な観点でロープの強度劣化に気を配り、日々の点検と早めの交換を心がけてください。

内容に関するお問い合わせ先

徳島県立農林水産総合技術支援センター森林林業研究所 高度専門技術支援担当 主査兼係長 兼松 功