

平成18年7月

## ワイヤロープの端末加工技術

### －ワイヤスプライスの強度－

林業架線に不可欠なワイヤロープは、用途ごとに安全係数が決められています。(表1)

ただし実際に架設する場合には、端末加工による強度低下も十分に考慮する必要があります。

この端末加工には様々な方法がありますが、それぞれ効率が異なります。(表2)

林業では、現場で容易に加工できるアイスプライスが多用されますが、ある程度の技術レベルが要求され、その強度は加工精度で大きく異なります。

(表1:用途別安全係数)

ワイヤロープの用途	安全係数
主 索	2.7
えい索	4.0
作業索(巻上げ索を除く)	4.0
巻上げ索	6.0
控索・台付け索	4.0
荷吊り索	6.0

(表2:ワイヤロープの端末処理と効率の目安)

加工方法	形 状	効率(%)	備 考
ソケット止め		100	合金又は亜鉛に鑄込み
クリップ止め		80～85	増し締めが必要
くさび止め		65～70	専用金具使用
アイスプライス		75～90	細いロープほど効率が良い
シングルロック		100	共心入りロープ限定
トヨロック		95	アルミ合金管をプレス加工

玉掛け用スリングロープにアイスプライスを用いる場合は、機械集材装置構造指導基準で加工方法が定められていますが、それ以外の用途には基準がないため、実際の現場では、様々な手法が見受けられます。そのほとんどは、作業者の工夫と経験に基づいた加工法と思われませんが、なかには手抜きと思われるものもあり、強度の信頼性に疑問があります。

また近年スイングヤーダの普及に伴って頻繁に使われるようになったワイヤロープ(IWRC)は、強度が高いものの構造が特殊なため、これまで林業用として使用されてきたものとは端末加工の適否や、強度変化も異なると思われる。

そこで、それぞれの強度性能を比較するため、引張り強度試験機で破断強度を測定してみました。

#### 1 熟練度による違い

経験者と初心者に、それぞれ巻き差しと割り差しをしてもらいました。使用したワイヤロープは、公称径10mm、6×19、A種で、初心者は経験者の指導を受けながら作業しました。なおスプ

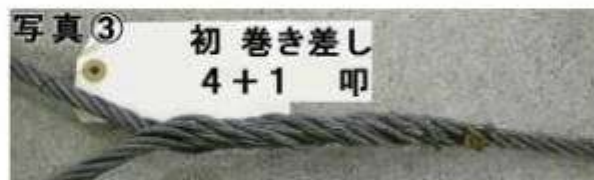




ライス加工の反対側は合金圧縮止め(写真①)としました。

その結果(表3:No1~5, 9~11)は、やはり経験者の破断強度が初心者のもより丈夫な場合が多い傾向となりました。また、経験者はどの方法も95%程度であるのに対し、初心者が加工したものは、強度のばらつきが大きい傾向が見られました。

アイスプライスは、各ストランドにかかる張力が均等になるほど強度が高くなります。経験者は手使いや差し方がほぼ一定であったのに対し、不慣れな初心者は均等に差せなかったことによる個体差が大きいと考えられます。



## 2 叩き整形の効果

スプライス加工では、ハンマーで叩いて整形するのが基本ですが、やり方次第ではかえって強度低下を招く可能性があるため、その影響を調べてみました。(表3:No1と2, 7と8, 10と11)

意外にも巻き差しでは効果が無く、割り差しでは整形しない方が若干良い結果となりました。(写真④・⑤)しかもこの傾向は、初心者が一層顕著でした。

その原因としては、見栄えを気にして叩き過ぎたことで金属疲労を招き、強度を低下させてしまったと考えられます。

また割り差しでは、叩かないと加工部分に隙間があります(写真⑤)が、そのまま引っ張ることによって荷重がうまく分散し、結果的に強度が高まったとも考えられます。

ただし整形を省略すると、加工部分が抜けてしまう可能性も否定できません。したがって、スプライス加工は各ストランドを丁寧に差し、整形はストランドの差し終わり先端を軽く叩いて馴染ませる程度が良いと言えるでしょう。



## 3 丸差しと半差し

スプライス加工したロープに強い張力をかけると、差し終わり部分に曲げ応力が集中して切断します。(写真⑥)このため、最後は各ストランドを分割して半分だけ差す(半差し)をするのが基本です。

そこで、半差しの有無や回数による強度の違いを調べてみました。

意外にも今回の実験では有意差は見られませんでした。(表3:No1と3・4・5, 7と9)

ただし通称「エビ差し」と呼ばれる方法(ストランドの差し終わり先端をロープの片側に揃える加工法:写真⑧)は、初心者でも加工が容易で使い勝手も良く、強度も十分なので有効な方法と言える





でしょう。

一方巻き差しでも、ストランドの差し終わり先端をロープの内側に挟み込んで完全に隠す方法があります。これは差し回数を片側6・5・4とし、最後にロープ側のストランド3本にくぐらせる加工方法です。(写真⑨)

表面に突起が無く、手袋に引っかかることもないので、実用面では便利な加工法に思いますが、実験では強度が若干劣る(表:No6)ので、過信は禁物です。



#### 4 簡略法

公式ではないものの、林業架線の現場でよく見かける簡略な端末加工について、強度を調べてみました。

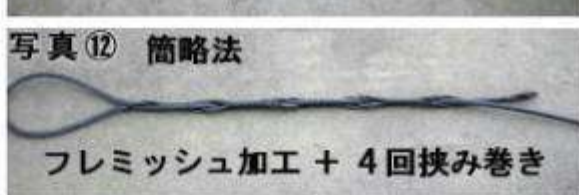
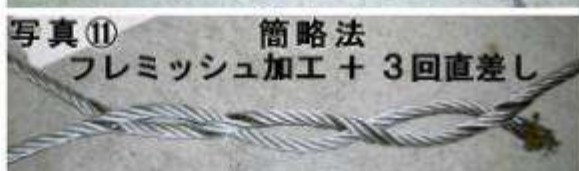
写真⑩はフレミッシュ加工した後、3本ずつに分けたストランドをまとめて交互に3回差ししたものです。

写真⑪はフレミッシュ加工後、ストランドを再度1本に束ねてジグザグに3回差ししたものです。

写真⑫は、フレミッシュ加工後、ロープを挟むようにして表裏で交互に束ねて巻いただけです。

試験の結果(表3:No13・14・15)は、ロープに差せば意外と強度があることが判りました。ただし差さずに巻き付けただけでは、張力がかかると切断せずに6割程度の張力で滑りだし、最後は解けてしまいました。(写真⑬)したがってこの方法は仮止め用に限定すべきでしょう。

なお真結びは、ロープが極端に曲がって強度が著しく低下するので厳禁です。(表3:No15)



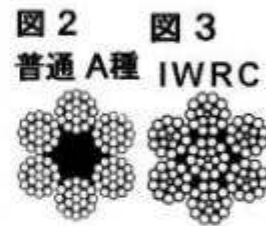
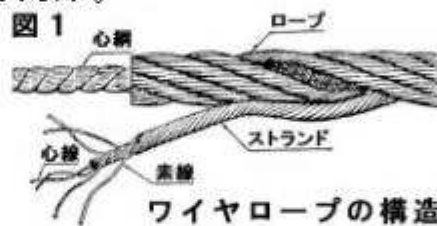
#### 5 IWRCのスプライス

一般的なワイヤロープの構造は図1・2のようになっていますが、心綱をストランドと同じ鋼線で構成すれば同じ太さでも丈夫なものになります。

また集材機のドラムにロープを巻き取る際に、ロープの断面形状がつぶれなければ、下層に割れ込む乱巻きの発生を防ぐことができます。

このような理由からスイングヤーダには通称「共心」と呼ばれるIWRCタイプ(図3)が使われています。

しかしこれをスプライス加工すると、理論上は心綱部の張力が得られないため、7分の6程度に強度が低下することになります。そこで実際の強度を実験で確認してみました。



まず巻き差し(写真⑭)では、予想を上回る好結果でした。(表3:No16)

これは加工行程の中で、折り返した心をロープの中心に巻き込む技法(心入れ)が有効に働いたものと思われます。

そこで割り差し(写真⑤)においても、本来はやらない心入れを敢えて施してみました。加工は困難を極めたうえ、差すたびにロープの加工部分が長さ方向に縮み、差し終わり部分では、心ストランドが余ってロープの表面にはみ出してしまいました。その結果、十分な強度は得られませんでした。(表3:No17)心ストランドに生じたたるみで大きく強度が低下したことに加え、加工行程における強引な曲げで、素線が劣化したことも原因と考えられます。

以上の結果から、共心ワイヤロープのスプライスは、巻き差しが適していると言えます。ただし巻き差しは、一般に抜けやすい方法とされているので、スイングヤーダのように張力が頻繁に変化する使い方では、日々の点検が一層重要となるでしょう。

## 6 おわりに

今回は1回のみ簡易な試験であり、加工する人の個人差や使用状況等でも強度は異なるので、この結果はあくまで参考程度と考えてください。ワイヤロープは、毎日の点検と早めの交換が第一です。

なお、アイスプライスの技法は当研究所ホームページの「林業情報システム」で閲覧できるので参考にしてください。

(表3:引張り強度試験の結果)

索種	No	端末加工の方法		破断強度(%)	
		差 し 方	整形	経験者	初心者
A種 φ10 6×19 普通より	1	丸差し 4 回 + 半差し 1 回	有	95	81
	2	丸差し 4 回 + 半差し 1 回	無	95	88
	3	丸差し 3 回 + 半差し 2 回	有	96	86
	4	丸差し 5 回	有	96	83
	5	丸差し 4 回	有	94	95
	6	丸差し 6, 5, 4 回	有	80	
	7	丸差し 4 回 + 半差し 1 回	有	92	
	8	丸差し 4 回 + 半差し 1 回	無	96	
	9	丸差し 3 回 + 半差し 2 回	有	90	93
	10	丸差し 4, 5 回 (エビ差し)	有	95	82
	11	丸差し 4, 5 回 (エビ差し)	無	95	89
	12	フレミッシュ + 交差 3 回 差し	無	90	
	13	フレミッシュ + 東 3 回 差し	無	95	
	14	フレミッシュ + 4 回 積み巻き	無	61	
	15	真結び	無	65	
IWRC φ9 7×F(21)	16	丸差し 4 回 + 半差し 1 回	有	92	
	17	割 丸差し 4 回 + 半差し 1 回	有	85	

### ■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  
高産専門技術支援担当 主査兼係長 兼松 功

### ○資料

表2:ワイヤロープ(ポケット版) 東京製綱株式会社