

第 8 章 ワイヤーロープ

8.1 適用の範囲

この章は鋼構造物の架設に使用するワイヤーロープに適用する。なお、クレーン等に使われるワイヤーロープは「クレーン等各構造規格」によるものとする。

【解 説】 この章では、鋼構造物の架設に使用されるワイヤーロープのうち斜吊ワイヤー、アンカーケーブル、仮ドラワイヤー（仮ひかえ索）、引出しワイヤー、ひかえ索等のクレーン以外のワイヤーロープに適用する。クレーン等に使われるワイヤーロープは、「クレーン等各構造規格」および「クレーン等安全規則」によるものとする。

8.2 ワイヤーロープの選定

ワイヤーロープは JIS G 3525 ワイヤーロープの規格に適合するものおよび同等以上の品質を有するものを使用する。また、ワイヤーロープの選定にあたっては、その用途を検討し、使用目的にかなったワイヤーロープを選定しなければならない。

【解 説】 ワイヤーロープには、その構成、より方、よりの方向などによって区別される多くの種類があるが、JIS G 3525 に規定されているもの、あるいはこれと同等以上の品質のものを使用することとした。JIS G 3525 と同等以上の品質のものとは非自転性ロープ、共芯ロープ、ロックドコイルなどの JIS 規格に規定されていない構造のものであって、素線の機械的性質や検査方法などが JIS 規格に適合しているものをいう。

ワイヤーロープの選定にあたっては表 8.2.1 などを参照し、使用目的に十分かなったワイヤーロープを選定しなければならない。

8.3 ワイヤーロープの取替え

ワイヤーロープは使用する前に断線、摩耗、腐食などの程度を確認し、過去の経歴と今後の仕事量および使用期間などの調査を行い、不適当と判断される場合はこれを取替えなければならない。

【解 説】 ワイヤーロープの取替え時期の判定は、「クレーン等安全規則」および「クレーン等各構造規格」に次のように規定してあり、鋼構造物の架設に使用するワイヤーロープについてもこれらの規則に準ずるのを原則とする。

表 8.2.1 ワイヤロープの主な用途と特徴

構成記号	記号	主な用途	特徴
6 × 7 T 6 × 7	C/L	斜坑用 立坑用 索道用	素線が太く耐摩耗性がよい。 可撓性が少ない。
6 × 19 6 × Fi (25) 6 × Ws(26)	O/O C/L	林業用 巻上機用 サク井用 曳索用	曲げ疲労性、耐摩耗性の両者を中程度備えている。
6 × 24	O/O G/O	荷役用 船舶用 水産用 一般雑用	可撓性がよくて、作業性にすぐれている。 市販性がきわめて大。
6 × 37 6 × Fi (25) 6 × Fi (29) 6 × Ws (36)	O/O	クレーン用 ホイスト用	耐曲げ疲労性がよい。 6 × 37 は 12 mm 程度以下の細物に使用される。
7 × 7 + 6 × Fi (25) 7 × 7 + 6 × Fi (29) 7 × 7 + 6 × Ws (31) 7 × 7 + 6 × Ws (36)	O/O	掘削機械用 ブルドーザー用 クレーン用	ロープ切断荷重が大きく型づれしにくい。 耐疲労性もよい。
6 × F { (3 × 2 + 3) + 7 } 6 × F { (3 × 2 + 3) + 12 }	C/L	斜坑用 立坑用 ケーブルカー用	ストランド表面が平らで耐摩耗性がきわめてよい。
7 × 7 7 × 19 7 × 37	G/O	橋梁建設用 ステー用	伸びが少なく、耐食性がよい。 ロープ切断荷重が大きい。
1 × 7 1 × 19 1 × 37 1 × 61	G/L	橋梁建設用 ステー用	伸びが少なく、耐食性がよい。 切断荷重が大きい。可撓性がきわめて悪い。
4ストランドロープ	O/O	高揚程クレーン用 1本吊クレーン用	非自転性であるので回転トルクが少ない。 揚程が大きく巻上索がからみつくことを避ける場合に使用される。
L. C. R (ロックドコイルロープ)	裸、めっき	橋梁建設用 索道用 ケーブルクレーン用 タイ用	伸びが少なく、ロープ切断荷重が大きい。耐食性にすぐれている。 曲げ剛性が大きく、支索に適している。

- (1) ワイヤーロープの1よりの間において素線の10%以上が切断しているもの。
- (2) 直径の減少が公称径の7%を越えるもの。
- (3) キンクしたもの。
- (4) 著しい形くずれ、または著しい腐食のあるもの。

また、上記(1)~(4)の各項は下記に示すような点について注意しなければならない。

(1) 断線について

“1より間において素線の10%以上が切断しているもの”と規定されているが、これは等分布断線の場合と考え、1ストランドに集中して断線が発生した場合などでは5%程度の切断があれば取替えるようにしなければならない。

(2) ロープ径について

“公称径の減少が7%を越えるもの”と規定されているが、注意すべき点は、

① ロープ径とはロープ断面の外接円の直径であり、三方向の測定値の平均をとると規定されている。

② 新品ロープの実際径は公称径より約3~5%太く製作されているのが普通である。

③ 公称径の7%以上減少するまでに断線が生ずる場合が多い。6×7、6×19などの素線径の太いロープのときはロープ径の管理が重要となる。

(3) キンクについて

キンクとは図8.3.1に示すような過程で、よりに変化をきたしているものをいい、物の角などで単純に曲げられて曲がりグセがついてはいるが、よりは変化してないものはキンクと考えなくてよい。

(4) 腐食について

点食が生じたものを腐食と考える。表面摩耗に比して、ロープ径の減少が多いときは内部腐食が生じていると考えなければならない。

また、ワイヤーロープの寿命は仕事量や使用期間により大きく左右されやすいので、疲労による強度の低下や、内部腐食を起こしていることなど、ワイヤーロープ強度に著しく影響を及ぼす要因が考えられる場合にワイヤーロープを取替えなければならない。

8.4 ワイヤーロープの設計荷重

ワイヤーロープに作用する荷重は引張荷重のほか、その使用条件によってはワイヤーロープに付加応力が生じることがあるので、これをワイヤーロープに作用する付加荷重と考え、設計荷重として考慮するものとする。ただし、この付加荷重は注目しているワイヤーロープについて、引張荷重との合計値が最大となる点において考慮すればよい。

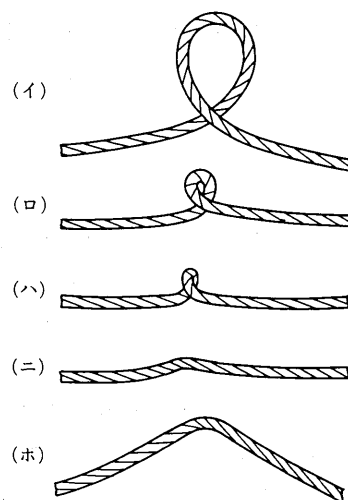


図 8.3.1

【解説】 ワイヤロープに作用する荷重は、その使用条件により大きく異なり、架設実施にあたっては、その用途を十分に検討しなければならない。特に加速度による動的な荷重や使用ケーブル相互間の弾性係数の違い、調整装置の構造の違い等による不均等な荷重を考慮してワイヤロープに作用する引張荷重を設計しなければならない。

また、ワイヤロープの切断荷重はその使用条件によって、ワイヤロープ素材の切断荷重よりも著しく低下することがある。

これはワイヤロープの切断荷重が直線の状態での引張試験より求められた値であるのに対して、実際に使用される状態では曲げられていたり、端部が加工されていたりしているからである。局部的に強度が低下していたり、曲げによる付加応力が発生したりすれば、ワイヤロープの切断荷重が低下するのは当然である。本項ではこれらの切断荷重の低下を考慮する意味で、ワイヤロープの曲げや端部加工を付加応力の発生原因と考え、その使用条件により付加荷重として算出し、ワイヤロープの安全に対する検討を行うこととした。

したがって、ワイヤロープは次式を満足するように設計することを原則とする。

$$\frac{Pr}{T+T_w} \geq K_0 \dots\dots\dots (8.4.1)$$

$$T_w = \frac{\alpha}{100-\alpha} \cdot T \dots\dots\dots (8.4.2)$$

- ここに、 Pr : ワイヤロープの切断荷重
 T : ワイヤロープに作用する引張荷重
 T_w : ワイヤロープに生ずる付加荷重
 K_0 : ワイヤロープの安全率
 α : 付加荷重の増加率(%)

また、ワイヤロープに生じる付加荷重は、次の1)～3)項に示すような状態で使用する場合には考慮するのを原則とする。ワイヤロープの付加荷重は、ワイヤロープの端部から端部までの各箇所でも求められるもののうち、引張荷重との合計値が最大となるものを考慮すればよいこととした。

(1) シーブを使用し、曲げ引張力をうける場合

$$R_D \geq 10 \quad \alpha = \frac{250}{R_D} \dots\dots\dots (8.4.3)$$

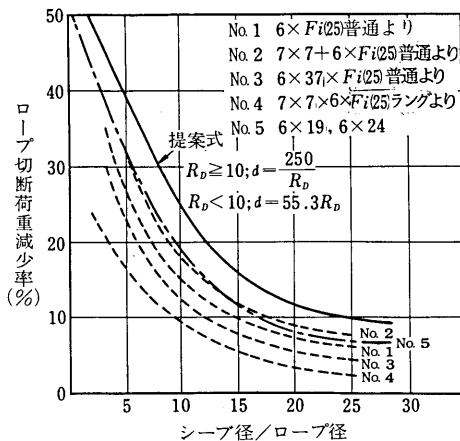
$$R_D < 10 \quad \alpha = 55 - 3 R_D \dots\dots\dots (8.4.4)$$

ここに、 R_D : シーブ径とロープ径の比

シーブ径とロープ径の比に対するワイヤロープの切断荷重の減少率は図 8.4.1 に示すとおりであり、この切断荷重の減少する割合を付加荷重の増加率として考慮することとして式(8.4.3)を決めた。

端末端用シーブおよびシンプルについては JIS B 2802 に示されているものを使用することとする。ただし、端末端用シーブおよびシンプル部ではワイヤロープの作用力が1/2になること、およびワイヤロープの端部処理による切断荷重の低下がすでに考慮されていることから、特に必要な場合を除いて、ワイヤロープの曲げ引張りによる切断の低下は考慮しなくてもよい。

なお、クレーン等に使用するシーブ径は「クレーン等各構造規格」によるものとする。



出典：アメリカUS スティール社（タイガーブランド）のカタログより

図 8.4.1

(2) ワイヤロープ端部を加工した場合

ワイヤロープの切断荷重は端部の止め方によって異なるので、取付方法別に切断荷重の低下率を付加荷重の増加率として考慮することとした。

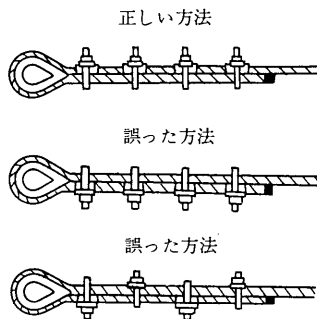
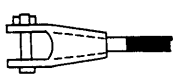
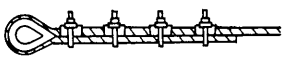
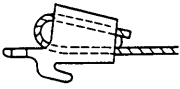
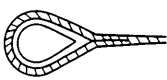
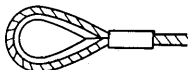


図 8.4.2

表 8.4.1

取付方法	d (%)	摘要
合金止め 	0	—
クリップ止め 	20	—
くさび止め 	35	—
アイスプライス 	10~25	直径16 mm以下 10% 直径16 mm~26 mm 15% 直径28 mm~38 mm 20% 直径39 mm以上 25%
金属管圧縮止め 	10	—

① 合金止め方法は、強度の低下がなく付加荷重を考慮しなくてもよいこととした。ただし、鑄込みが正しく行われていないものは使用してはならない。

② クリップ止め方法は、取付け方法を誤ると事故を起こしやすいので注意しなければならない。クリップの止め方は、図 8.4.2 に示す方法で行うこととし、クリップの数とその間隔は表 8.4.2 に示す値を目安にするのがよい。

表 8.4.2

ワイヤーロープの直径 (mm)	クリップの数	クリップの間隔 (mm)
9 ~ 16	4 以上	80
18	5 "	110
22	5 "	130
24	5 "	150
28	5 "	180
32	6 "	200
36	7 "	230
38	8 "	250

また、ワイヤークリップの締付トルクが小さいとワイヤーロープのスリップの原因となるが、締付トルクが大き過ぎてもワイヤーロープの切断荷重は低下する。

適性トルク値として、JIS 4号ワイヤーロープの 12mm, 14mm, 16mm, 24mm 径の 4種類を用いて JIS 型 Uクリップの保持力確認試験を行った結果から、図 8.4.3 に示す値を参考とするのがよい。

なお、ワイヤークリップは一度締め付けられても、ワイヤーロープに荷重が作用すれば緩むことがあるので、工事を開始する前にあらかじめ増し締めを行うなどして、そのトルク管理を慎重に行わなければならない。

③ アイスプライス方法はクレーン等安全規則第 219 条に「アイスプライスはワイヤーロープの(1)すべてのストランドを 3 回以上編み込んだ後、それぞれの(2)ストランドの素線の半数の素線に切り残された素線を更に 2 回以上編み込むものとする、(3)すべてのストランドを 4 回以上編み込んだ場合には 1 回以上編み込むものとする」と規定されているのでこれらを参考にすることとする。

④ 金属管圧縮止めは加工にプレス機が必要なことから、工場加工されたものを使用するのが原則とする。

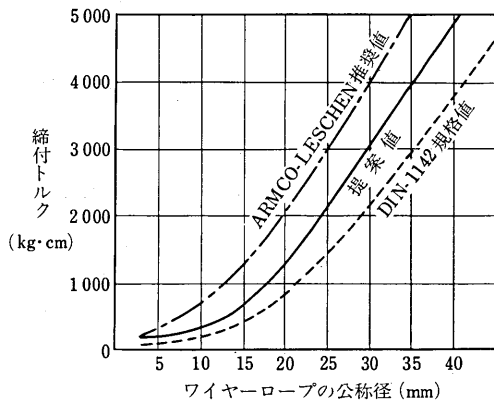


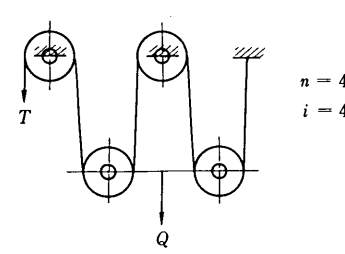
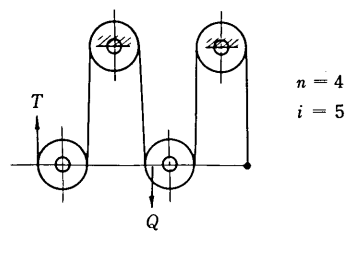
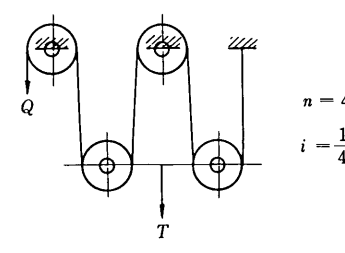
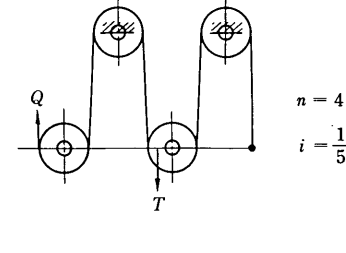
図 8.4.3

8.5 シープの効率

シーブを複数組合せて使用する場合、シーブの数や組合せ方法によりワイヤーロープに作用する力が異なるので、シーブの効率とワイヤーロープの作用力を照査しなければならない。なお、シーブにすべり軸受けを使用する場合と、ころがり軸受けを使用する場合では、隣りのロープとロープとの張力の比 ϵ はそれぞれ 0.96, 0.98 として計算してよい。

【解 説】 シープの効率の例が「クレーン等各構造規格」に示されているので参考として表 8.5.1 に示す。その場合の η_v の値を表 8.5.2 に示す。

表 8.5.1 シープの効率(1)

<p>(I)</p>  <p style="text-align: right; margin-right: 20px;">$n = 4$ $i = 4$</p> $\eta_{v1} = \frac{1}{n} \frac{\epsilon(1-\epsilon^n)}{1-\epsilon}, T = \frac{Q}{n\eta_{v1}}$	<p>(II)</p>  <p style="text-align: right; margin-right: 20px;">$n = 4$ $i = 5$</p> $\eta_{v2} = \frac{1-\epsilon^{n+1}}{(n+1)(1-\epsilon)}, T = \frac{Q}{(n+1)\eta_{v2}}$
<p>(III)</p>  <p style="text-align: right; margin-right: 20px;">$n = 4$ $i = \frac{1}{4}$</p> $\eta_{v3} = \frac{n(1-\epsilon)\epsilon^n}{1-\epsilon^n}, T = \frac{nQ}{\eta_{v3}}$	<p>(IV)</p>  <p style="text-align: right; margin-right: 20px;">$n = 4$ $i = \frac{1}{5}$</p> $\eta_{v4} = \frac{(n+1)(1-\epsilon)\epsilon^n}{1-\epsilon^{n+1}}, T = \frac{(n+1)Q}{\eta_{v4}}$

ここに、 n : シープの数

i : Q と T との速さの比 = $\frac{T$ の速さ}{ Q の速さ} ϵ : 隣のロープとロープとの張力の比

表 8.5.2 計算に使用する η_v の値(2)

すべり軸受 ($\epsilon = 0.96$) の場合の η_v												
$\eta_v \backslash n$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
η_{v1}	0.960	0.941	0.922	0.904	0.886	0.869	0.852	0.836	0.820	0.804	0.789	0.775
η_{v2}	0.980	0.961	0.942	0.923	0.905	0.888	0.871	0.854	0.838	0.822	0.807	0.792
η_{v3}	0.960	0.940	0.921	0.902	0.883	0.865	0.847	0.829	0.811	0.793	0.776	0.758
η_{v4}	0.980	0.959	0.940	0.920	0.901	0.882	0.863	0.845	0.827	0.809	0.791	0.774

ころがり軸受 ($\epsilon = 0.98$) の場合の η_v												
$\eta_v \backslash n$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
η_{v1}	0.980	0.970	0.961	0.951	0.942	0.932	0.923	0.914	0.905	0.896	0.888	0.879
η_{v2}	0.990	0.980	0.970	0.961	0.951	0.942	0.932	0.924	0.915	0.906	0.897	0.888
η_{v3}	0.980	0.970	0.960	0.951	0.941	0.931	0.922	0.912	0.903	0.893	0.885	0.875
η_{v4}	0.990	0.980	0.970	0.960	0.950	0.941	0.931	0.921	0.912	0.902	0.893	0.883

(1), (2) クレーン等各構造規格の解説, 労働省(社団法人日本クレーン協会)