神鋼鋼線の

ワイヤロープ

〈No. 2〉

神鋼鋼線工業株式会社

神鋼鋼線のワイヤロープ

〈No. 2〉

日本を代表する————
高級線材製品の総合トップメーカー　　神鋼鋼線工業株式会社

本社　〒660−0091　尼崎市中浜町10番地１
TEL（06）6411−1051　FAX（06）6411−1056

ロープ事業部

ロープ営業部

東京営業室　〒141−8688　東京都品川区北品川５丁目９番12号　ONビル７階
TEL（03）5739−5255　FAX（03）5739−5260

東京営業室(札幌)　〒060−0004　札幌市中央区北四条西５丁目１番地３　日本生命北門館ビル４階
TEL（011）221−2732　FAX（011）221−2733

大阪営業室　〒541−0041　大阪市中央区北浜２丁目６番18号　淀屋橋スクエア13階
TEL（06）6223−0672　FAX（06）6201−3448

名古屋営業室　〒456−0046　名古屋市熱田区木之免町916
TEL（052）683−7771　FAX（052）683−7770

九州営業室　〒812−0012　福岡市博多区博多駅中央街１番１号　新幹線博多ビル７階
TEL（092）471−8171　FAX（092）471−8380

ソリューション営業部

東京　〒141−8688　東京都品川区北品川５丁目９番12号　ONビル７階
TEL（03）5739−5255　FAX（03）5739−5260

大阪　〒541−0041　大阪市中央区北浜２丁目６番18号　淀屋橋スクエア13階
TEL（06）6223−0760　FAX（06）6201−3448

商品技術部

東京　〒141−8688　東京都品川区北品川５丁目９番12号　ONビル７階
TEL（03）5739−5255　FAX（03）5739−5260

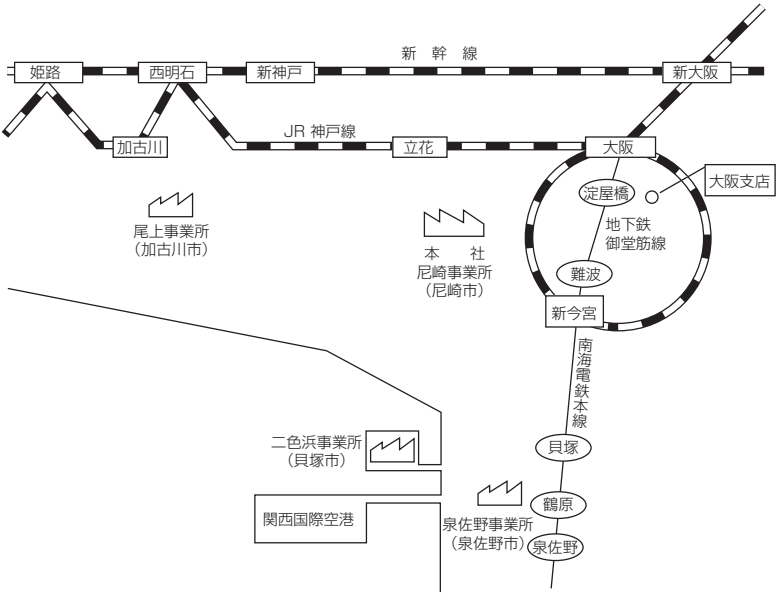
大阪　〒541−0041　大阪市中央区北浜２丁目６番18号　淀屋橋スクエア13階
TEL（06）6223−0760　FAX（06）6201−3448

ロープ製造所

尾上地区　〒675−0027　加古川市尾上町今福128番地
TEL（079）424−2681　FAX（079）424−2686

二色浜地区　〒597−0093　大阪府貝塚市二色中町11番1
TEL（072）432−9251　FAX（072）432−2339

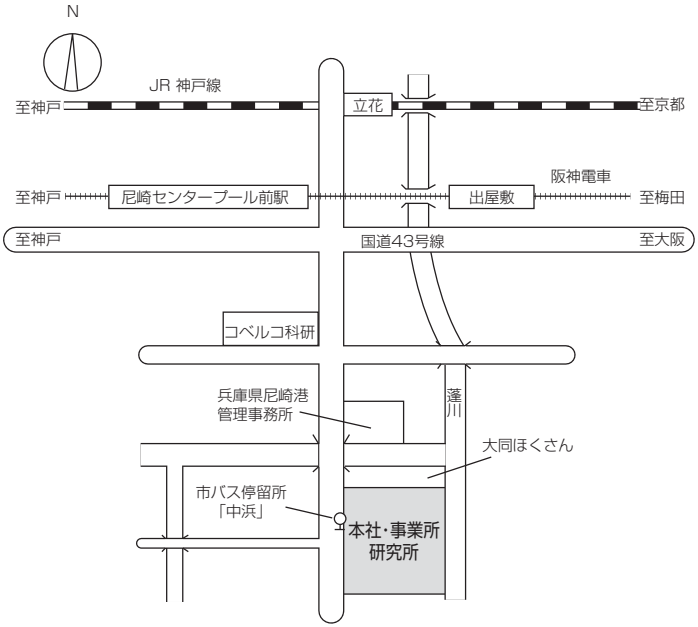
神鋼鋼線工業㈱ 関西地区ご案内図





神鋼鋼線工業㈱ 本社・尼崎事業所

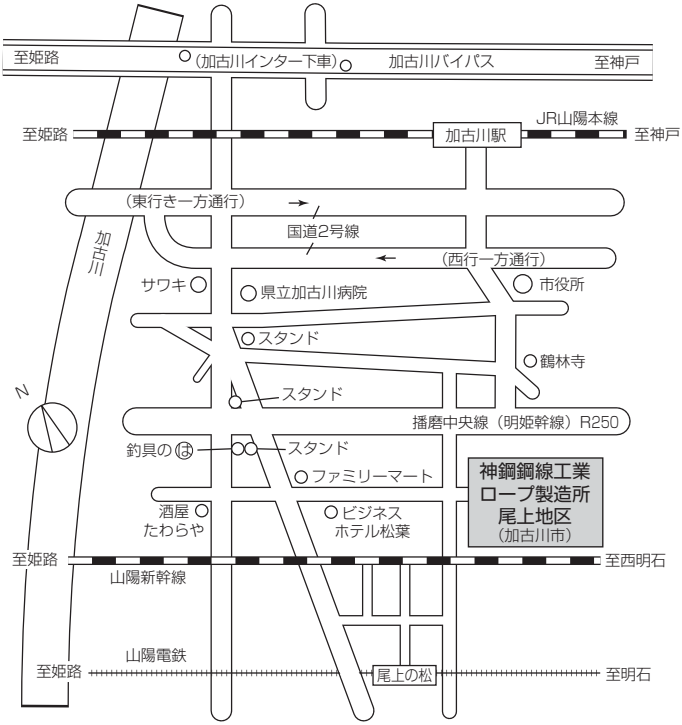
所在地：〒660-0091 兵庫県尼崎市中浜町10番地１
電　話：本　　社…(06)6411－1051(代表)
尼 崎 事 業 所…(06)6411－1071(代表)
エンジニアリング事業部…(06)6411－1081(代表)
研　　究　　所…(06)6411－6281(代表)





ロープ製造所 尾上地区

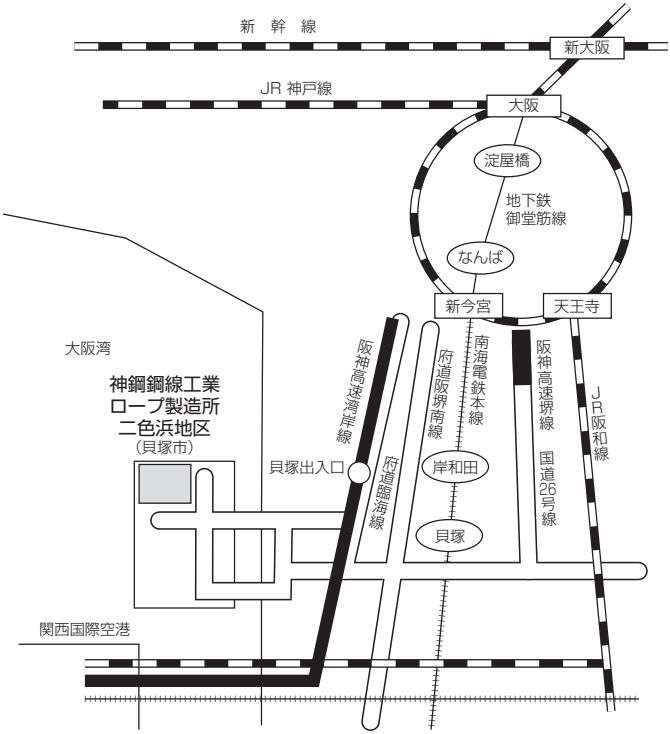
所在地：〒675-0027 兵庫県加古川市尾上町今福128番地
電　話：(079)424－2681(代表)　FAX：(079)424－2686
　　(079)427－5107(尾上ロープ加工)
道　順：ＪＲ山陽本線「加古川」駅からタクシーで約15分
　　山陽電鉄「尾上の松」駅から徒歩で約５分





ロープ製造所 二色浜地区

所在地：〒597-0095 大阪府貝塚市二色中町11番１
電　話：(072)432－9251(代表)　　FAX：(072)432－2339
道　順：電車の場合 南海本線なんばから急行にて約30分
　　貝塚駅からタクシーにて約15分
　　車の場合 阪神高速４号湾岸線貝塚インターより約10分





目 次

1 事業概要 2

1．1 当社の概況…… 2
1．2 当社（ワイヤロープ部門）の沿革…… 3
1．3 営業品目…… 5
1．3．1 ワイヤロープ部門…… 5
1．3．2 鋼線部門…… 5
1．3．3 エンジニアリング部門…… 6
1．4 生産能力…… 6
1．5 認定・指定工場…… 6
1．6 製造規格…… 6

2 ワイヤロープの概要 8

2．1 ワイヤロープに関する用語…… 8
2．2 ロープの用途と構成の選択 …… 16

3 ワイヤロープの製造 20

3．1 製造工程図 …… 20
3．2 製造工程 …… 22
3．3 品質管理 …… 26
3．4 研究設備 …… 27

4 ワイヤロープの商品知識 30

4．1 ワイヤロープの特徴 …… 30
4．2 ワイヤロープの各部の名称 …… 30
4．3 ワイヤロープの種類 …… 30
4．3．1 ロープの径及び長さ …… 30
4．3．2 ワイヤロープの構成 …… 31
4．3．3 より方とより方向 …… 36
4．3．4 プレフォーム …… 37
4．3．5 ポストフォーム …… 37
4．3．6 種別(強度) …… 38
4．3．7 裸とめっき …… 38
4．3．8 ステンレスロープ …… 38
4．3．9 ロープ油の種類 …… 39
4．3．10 ロープの表示と記号 …… 39
4．4 特殊ロープ …… 42
4．5 ワイヤロープの断面図 …… 45

5 ワイヤロープ加工品 54

5．1 加 工 品 …… 54
5．1．1 索端加工 …… 54
5．1．2 シンコークランプ …… 56
5．1．3 アイロック® …… 60
5．1．4 シンコーエンドクランプ／SGクランプ …… 62

5.1.5　アイクランプ® …… 67
5.1.6　ワイヤグリップ …… 68
5.1.7　ケーブルグリップ …… 69
5.1.8　タフエクセルグリップ …… 71
5.1.9　ダイアコートロープ（ナイロン被覆ロープ） …… 72
5.1.10　プレテンション …… 73
5.1.11　テザックサンマッキー® …… 74
5.1.12　ワイヤロープテスタ …… 75
5.1.13　ユニバランサー …… 75

6　ステンレスロープ　80

6.1 ステンレスロープの製造 …… 80
6.1.1　製造工程図 …… 80
6.1.2　製造工程 …… 80
6.2 鋼種及び種別 …… 81
6.3 物理的性質 …… 81
6.4 ステンレスロープの特長 …… 82
6.5 ステンレスロープの選び方 …… 82
6.6 ステンレスロープの耐疲労性 …… 82
6.7 ステンレスロープの耐食性 …… 84
6.7.1　ステンレス鋼の腐食形態 …… 84
6.7.2　ステンレス鋼の耐薬品性 …… 85
6.7.3　ステンレスロープの耐候性 …… 85
6.7.4　ステンレスロープの耐海水性 …… 85
6.7.5　ステンレスロープの特殊環境での耐食性 …… 87
6.8 ステンレスロープの温度特性 …… 88
6.8.1　高温特性 …… 88
6.8.2　低温特性 …… 88
6.9 ステンレスロープの磁性 …… 89
6.10 ステンレスロープの索端加工 …… 90

7　ロープの特性　92

7.1 強　　度 …… 92
7.2 柔 軟 性 …… 92
7.3 耐疲労性 …… 93
7.4 耐摩耗性 …… 94
7.5 形くずれに対する抵抗性 …… 95
7.6 自 転 性 …… 95
7.7 耐 食 性 …… 96
7.8 曲げ特性…… 100
7.8.1　可とう性…… 100
7.8.2　曲げによる強度低下…… 102
7.9 ワイヤロープの温度特性…… 103
7.9.1　高温特性…… 103

7．9．2　低温特性…… 104
7．10　腐食による強度低下 …… 104
7．11　伸び特性 …… 105

8　ロープの取扱い　114

8．1　使用設備とロープ …… 114
8．1．1　ドラムとシーブ…… 114
8．1．2　フリートアングル…… 117
8．1．3　ロープの曲げ方…… 118
8．2　関連法規 …… 119
8．2．1　安 全 率…… 119
8．2．2　ドラムとシーブの直径…… 122
8．2．3　フリートアングル…… 122
8．2．4　クレーン等構造規格によるD/dの値…… 123
8．2．5　ロープの使用制限…… 127
8．3　計算資料 …… 128
8．3．1　法規による安全率計算法…… 128
8．3．2　索道の主索張力計算法…… 131
8．3．3　つり橋ケーブルの計算資料…… 134
8．3．4　玉掛索の張力計算法…… 137
8．3．5　木枠の巻量計算…… 139
8．3．6　弦理論による張力の測定…… 139
8．3．7　Niemann式による寿命の推定 …… 140
8．4 ワイヤロープの取扱い方…… 140
8．4．1　運搬上の注意…… 140
8．4．2　保管上の注意…… 140
8．4．3　解 き 方…… 140
8．4．4　運転時の注意事項…… 142
8．4．5　シージングの方法…… 144
8．4．6　玉掛け（ロープスリング）…… 144
8．5　ロープの損傷と廃棄基準 …… 147
8．5．1　ロープの点検…… 147
8．5．2　廃棄基準…… 148
8．5．3　ロープのキンク…… 151
8．5．4　内部損傷…… 152

9　ワイヤロープ関係規格　156

9．1　硬鋼線材 …… 156
9．2　ピアノ線材 …… 157
9．3　ワイヤロープ …… 158
9．4　異形線ワイヤロープ …… 166

事業概要

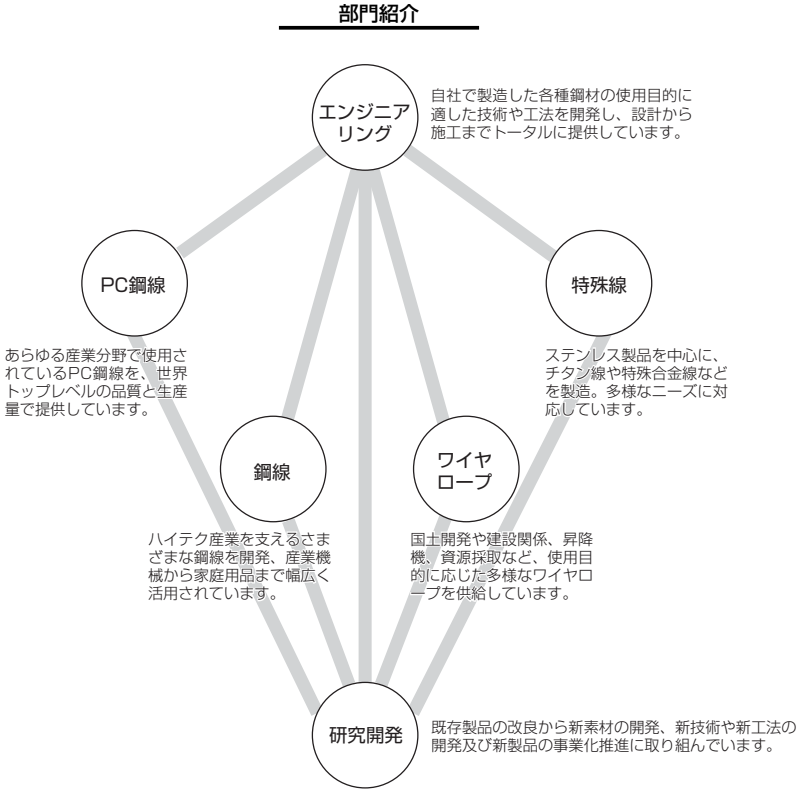


明石海峡大橋主塔用鋼ケーソンを係留するデルタフィラー®ロープ120㎜

1　事業概要

1．1　当社の概況　当社は昭和29年４月、株式会社神戸製鋼所から分離独立して以来、線材２次製品メーカーとして、わが国最高の地位を確保してまいりました。世の中は今や軽薄短小の時代といわれますが、当社の場合は重厚長大もなお重要な部分を占めており、その調和を図るべく、企業体質を強化いたしました。

当社は現在、製品部門であるPC鋼線・鋼線・ワイヤロープ・特殊線・エンジニアリングの５部門に研究開発部門を加えた６部門を柱とし、互いに強固な結束と連携のもと、現製品の改良はもとより、先端技術関係製品・脱ワイヤ製品・ソフト製品等も併せて、新分野向け製品の開発にも積極的に取り組んでおります。



（神鋼鋼線工業の）主要営業品目

鋼線部門　PC鋼線、PC鋼より線、PC鋼棒、フィブラ(アラミド繊維質のコンクリート用緊張材)、硬鋼線、ピアノ線、オイルテンパー線、亜鉛めっき鋼線、亜鉛めっき鋼より線、鋼線加工品

ワイヤロープ部門　一般ロープ、特殊ロープ、ステンレスロープ、ワイヤロープ加工品

特殊線部門　ステンレス鋼線、ニッケルめっき鋼線、チタン線及びその他特殊金属線、ステンレス鋼線加工品

エンジニアリング部門　ワイヤロープ・鋼線加工製品、セミパラレルワイヤ®ケーブル、プラントエンジニアリング

1．2　当社（ワイヤロープ部門）の沿革

神鋼鋼線工業

1918(大正６)年12月	乾鉄線株式会社を設立
1931(昭和６)年１月	日本鉄線鋼索株式会社に社名変更
1943(昭和18)年３月	株式会社神戸製鋼所が日本鉄線鋼索株式会社を吸収合併し、同社尼崎工場とする。
1954(昭和29)年３月	株式会社神戸製鋼所から分離し、神鋼鋼線鋼索株式会社として設立
1962(昭和37)年８月	大阪証券取引所第２部へ株式上場
1967(昭和42)年11月	デミング賞実施賞を受賞
1967(昭和42)年11月	研究所完成
1969(昭和44)年10月	尾上工場(加古川市)操業開始
1971(昭和46)年３月	尾上工場第２棟を完成
1971(昭和46)年４月	株式会社朝日製綱所と合併し、社名を神鋼鋼線工業株式会社と改称
1971(昭和46)年８月	神鋼ロープ会を結成
1973(昭和48)年７月	福岡出張所を開設
1974(昭和49)年６月	尾上工場太物ロープ工場を完成
1975(昭和50)年４月	札幌出張所を開設
1976(昭和51)年４月	広島出張所を開設
1977(昭和52)年４月	名古屋出張所を開設
1978(昭和53)年12月	一般建設業の許可を取得
1986(昭和61)年４月	福岡出張所を福岡営業所へ改組
1988(昭和63)年５月	本社・尼崎工場・エンジニアリング事業部を現在地に移転 東京営業所及び大阪営業所をそれぞれ支店に改組
1988(昭和63)年６月	尾上ロープ加工㈱を設立
1993(平成５)年３月	東京証券取引所第２部へ株式上場
1995(平成７)年４月	研究所を現在地に移転
1997(平成９)年２月	ロープ事業部がISO 9001を認証登録
1997(平成９)年９月	福岡営業所を九州営業所に改称 名古屋出張所を名古屋営業所へ改組
1998(平成10)年７月	札幌出張所を札幌営業所へ改組
2013(平成25)年４月	株式会社テザック神鋼ワイヤロープが発足
2018(平成30)年４月	株式会社テザックワイヤロープを統合
2022(令和４)年４月	株式会社テザック神鋼ワイヤロープを統合

テザックワイヤロープ

1912(明治45)年	関西製綱株式会社創立 大阪府岸和田市中北町にてマニラロープ製造開始
1918(大正７)年	大阪府貝塚市津田にてワイヤロープ製造開始
1932(昭和７)年	中北工場の設備を津田工場に移設し、津田工場にてマニラロープ製造を継続
1943(昭和18)年	合理的経営を進めるため 関西製綱株式会社 東洋麻糸紡織株式会社 佐野紡績株式会社 泉州織物株式会社 の４社を併合し、帝国産業株式会社を創立 資本金1,437万6,300円
1954(昭和29)年	津田工場にて合成繊維ロープの製造を開始
1960(昭和35)年	エレベータロープの製造開始
1964(昭和39)年	資本金20億円、繊維ロープ工場を津田工場より分離
1970(昭和45)年	資本金32億5,000万円
1974(昭和49)年	長大橋メインケーブル用ワイヤ製造ライン完成
1975(昭和50)年	72"大型製綱機設置
1988(昭和63)年	株式会社テザックに社名変更
1995(平成７)年	大阪府貝塚市二色中町に二色浜製造所を建設、ここに全製造部門を移設・集結
2001(平成13)年	株式会社テザックワイヤロープ設立
2013(平成25)年	テザック神鋼ワイヤロープが発足
2013(平成25)年	タイにテザックウシャワイヤロープ設立

a）品質管理　品質の向上には全社をあげて努力してまいりました結果、デミング賞実施賞をはじめ、通商産業大臣賞を受賞するなど、常に優れた品質の製品を社会に送り出しています。
　また、国内のワイヤロープ業界では初めてのISO 9001の認証を取得しています。



デミング賞実施賞
（昭和42年）


通商産業大臣賞
（昭和48年）

ISO 9001

ISO 9001認証取得
（平成９年）

なお、JIS関連の製品には次のJIS表示認定を与えられております。

当社の日本工業規格（JIS）表示認定品目
現状のJIS認証関係は以下の通りです。

品　　目		認証番号	所有事業所
G3525	ワイヤロープ	QA0507037／QA0507048	尾上／二色浜
G3536	PC鋼線及びPC鋼より線	QA0508015	尼崎
G3546	異形線ワイヤロープ	QA0507037／QA0507048	尾上／二色浜
G3548	亜鉛めっき鋼線	QA0508016	尼崎
G4309	ステンレス鋼線	QA0507053	泉佐野
G4314	ばね用ステンレス鋼線	QA0507053	泉佐野
G4315	冷間圧造用ステンレス鋼線	QA0507053	泉佐野
G3549	構造用ワイヤロープ	QA0515003	尾上
G3550	構造用ステンレス鋼ワイヤロープ	QA0515003	尾上
G3557	一般用ステンレス鋼ワイヤロープ	QA0517001	尾上

b）技術特色　当社は、創業以来、ワイヤ及びロープの製造技術はもちろん、需要家各位のご協力のもとに、使用上の問題も種々研究し、これを製品の改良に反映させて、より扱いやすく、より寿命の長いロープを製作する努力をつみ重ねてきました。その結果、今日まで、技術上でのトップクラスの地位を確保しています。

当社の主な試験研究設備は次の通りです。

光学顕微鏡（硬度計を含む）
原子吸光分光光度計
マイクロスコープ
実験用より線機
引張試験機
ねじり試験機
繰り返し曲げ試験機
ワイヤ疲労試験機
サーボパルサー
ロープ疲労試験機（S曲げ・遊星式）
エレベータロープ試験塔
リラクセーション試験機
塩水噴霧試験機

c）設　　備　急速な技術の進歩に対応するため、最新のモデルとレイアウトを取り入れてまいりました。ワイヤロープについては、あらゆる品種の製造が可能で、大形クローザ、大形プレス機、プレテンション処理設備などが、ロープの特殊用途向けに成果をあげております。

1．3　営業品目

1．3．1　ワイヤロープ部門

a）一般ロープ

機械、建設、船舶、漁業、林業、鉱業、索道、エレベータなどJIS G3525及びJIS G3546準拠製品

b）特殊ロープ

ユニロープ、ユニバランス®ロープ、デルタフィラー®ロープ、グリーンロープ®、ＮＦロープ、スパイラルロープ、ロックドコイルロープ、ガードケーブル、ステンレスロープ・ステンレスより線、タフデュアルロープ、サンロープ、シングルロープ、オメガフィラー®ロープ

c）亜鉛めっき鋼より線

高圧送電線・電話ケーブル架線支持、ひかえ索、地線用

d）ロープ加工品

シンコークランプ、シンコーロック、シンコーエンドクランプ、プレテンション加工、ソケット加工、ベケット加工、その他各種端末加工品、ケーブルグリップ、アイクランプ®、アイロック®、SGクランプ（スエージソケット）、スプライスブレード®

1．3．2　鋼線部門

a）PC鋼材

PC鋼線、PC鋼より線、アンボンドPC鋼より線、アフターボンド®PC鋼より線、スーパロ®PC鋼より線、ECFストランド、SETケーブル、各種マルチケーブル、フィブラ（アラミド繊維質のコンクリート用緊張材）

b）鋼　線

オイルテンパー線、ニッケルめっき鋼線、亜鉛めっき鋼線、高強度高靭性鋼線、鋼線加工品

c）ステンレス鋼線

ステンレス鋼線、チタン線及びその他特殊金属線、ステンレス鋼線加工品

1．3．3　エンジニアリング部門

ワイヤロープ・鋼線加工製品、セミパラレルワイヤ®ケーブル、落橋防止ケーブル

1．4　生産能力

ワイヤロープ製品	一般ロープ 特殊ロープ 鋼より線 ロープ加工品	7,000 t /月
鋼　線　製　品		12,000 t /月
特 殊 線 製 品		1,000 t /月
加　工　製　品		

合　計　20,000 t /月

1．5　認定・指定工場

ロープ関係の工場承認の現状は以下の通りです。

日　本　海　事　協　会（N　K）
ロ イ ド 船 級 協 会（L　R）
ノルウェー船級協会（DNVGL）
フ ラ ン ス 船 級 協 会（B　V）
韓　国　船　級　協　会（K　R）

1．6　製造規格

日　本　工　業　規　格(JIS)	ＡＢ船級協会規格(ABS)
アメリカ規格 { ASTM.FS.SAE / API,AISI.MIL }	ノルウェー船級協会規格(DNVGL)
	フランス船級協会規格(B　V)
	中国験船協会規格(CCS)
イ　ギ　リ　ス　規　格(B　S)	韓国船級協会規格(K　R)
オーストラリア規格(A　S)	Ｊ　　Ｒ　　規　　格
イ　ン　ド　規　格(I　S)	Ｎ　　Ｔ　　Ｔ　　規　　格
カ　ナ　ダ　規　格(C　S)	林　　野　　庁　　規　　格
ド　イ　ツ　規　格(DIN)	各電力会社その他各種規格
ソ　　連　　規　　格(GOST)	国　　際　　規　　格(ISO)
日本海事協会規格(N　K)	本州四国連絡橋公団規格(HBS)
ロイド船級協会規格(L　R)	

ワイヤロープの概要



東京港連絡橋主塔架設工事に従事する
4,100tつりフローティングクレーン

2　ワイヤロープの概要

2.1　ワイヤロープに関する用語
（日刊工業新聞社発行のワイヤロープハンドブックからの抜すい。）

a）ロープ全般

用　　語	読　み　方	用 語 の 意 味	英　　語
(1) ワイヤロープ		多数のより合わされた鋼線で構成され、高い引張強さ（N/㎟）をもつ鋼線の集合によって大きい破断力を有するとともに、素線間のすべりを利用することによって十分なる可撓性を有する機械要素をいう。 ※ワイヤロープ（以下ロープと呼ぶ）、鋼索ともいう。	wire rope
(2) ロープの構成	ろ　ー　ぷ　の こ　う　せ　い	ロープのより構造を断面の構成で表示したものをいう。	construction
(3) ロープの構成記号	ろーぷのこうせいき　ご　う	ロープの断面構成を(ストランド数)×（1ストランド素線本数）で表示したものをいう。ただし平行よりの場合は各層素線の組合せ形式の記号で表示する。	construction symbol
(4) ロープの種別	ろーぷのしゅべつ	ロープを構成する主な素線の公称引張強さ（N/㎟）によるロープ破断力区分をいう。	grade
(5) ロープ径	ろ　ー　ぷ　け　い	ロープの任意の断面における外接円の直径(㎜)をいう。	rope diameter
(6) ロープの公称径	ろ　ー　ぷ　の こうしょうけい	呼び径として呼称するロープの径(㎜)をいう。	nominal diameter of rope
(7) ロープの実際径	ろ　ー　ぷ　の じっさいけい	ロープの実測径(㎜)で、同一断面の数方向の測定値の平均値をいう。	measured diameter of rope
(8) ロープの平均径	ろ　ー　ぷ　の へいきんけい	ロープの数箇所の実測径の平均をいう。	mean diameter of ropes
(9) ロープの単位質量	ろ　ー　ぷ　の たんいしつりょう	ロープ単位長さ当たりの質量をいう。通常、kg/mで表す。	unit mass
(10) ストランド		複数の素線などをより合わせたロープの構成要素。子なわ又はより線ともいう。	wire strand

b）ロープの構成要素

用　　語	読　み　方	用 語 の 意 味	英　　語
(1) 素　　線	そ　せ　ん	ロープ又はストランドを構成する鋼線。裸線とめっき線がある。	wire
(2) 裸素線(裸線)	はだかそせん (はだかせん)	めっきを施していない素線をいう。	bright wire
(3) めっき素線 (めっき線)	めっきそせん (めっきせん)	腐食防止のためにめっきされた素線のことをいう。めっきの種類は一般に亜鉛めっきであるが、すずめっき、アルミめっきなども用いられることがある。	coating wire (galvanized wire)
(4) 心　　線	し　ん　せ　ん	ストランドの中心をなす素線でストランド軸と素線軸が一致する素線をいう。	core wire (king wire)
(5) 側　　線	が　わ　せ　ん	ストランドにおいて、心線あるいは繊維心の周りを構成する素線。	side wire
(6) 上より線	うわよりせん	ストランドの上層を構成する素線。	wire of the outer layer
(7) 中より線	なかよりせん	ストランドの中層を構成する素線。	wire of the intermediate layer
(8) 下より線	したよりせん	ストランドの下層を構成する素線。	wire of the inner layer
(9) フィラー線	ふぃらーせん	フィラー形ロープのストランド内で内外層素線間の隙間を充填している素線をいう。	filler wire
(10) 三　角　心	さんかくしん	フラット形ロープのストランドの中心をなす三角状のストランド又は素線。	triangular strand
(11) 心　　綱	し　ん　づ　な	繊維心とロープ心との総称。	core
(12) 繊　維　心	せんいしん	ロープ又はストランドの中心をなす繊維ロープ。繊維心には天然繊維心と合成繊維心の２種類がある。	fibre core
(13) ストランド心	すとらんどしん	ロープの中心をなすストランドをいう。	wire strand core
(14) ロープ心	ろーぷしん	ロープの中心をなすワイヤロープ。記号はIWRCで表す。	independent wire rope core
(15) 共　　心	と　も　し　ん	ロープの中心をなすストランドのうち、特に側ストランドと同じ構成のストランド心をいう。 記号はIWSCで表す。	independent wire strand core

用　　語	読　み　方	用　語　の　意　味	英　　語
(16) 金　　心	か　な　し　ん	ストランド心及びロープ心の総称。鋼心ともいう。	
(17) 丸　　線	ま　る　せ　ん	素線の軸直角断面が円形の線をいう。	round wire
(18) 異　形　線	い　け　い　せ　ん	素線の断面形状が円形でない鋼線をいう。	profile wire (shaped wire)
(19) 異形線ストランド	い　け　い　せ　ん す　と　ら　ん　ど	複数の異形線で構成されたロープの構成要素をいう。グリーンロープ®はこれに相当する。	wire strand with profile wires
(20) 異形線ロープ	いけいせんろーぷ	異形線ストランドをより合わせたロープをいう。	wire ropes with profile wire
(21) Z　形　線	ぜっとがたせん	Z字形の断面の異形線をいう。ロックドコイルロープの上層線に使用される。	Z shaped wire
(22) 鼓　形　線	つづみがたせん	鼓形断面の異形線をいう。	X shaped wire
(23) T　形　線	てぃーがたせん	台形断面の異形線をいう。	T shaped wire (trapezoidal wire)
(24) 三　角　線	さ　ん　か　く　せ　ん	三角断面の異形線をいう。	triangular wire

c）ロープのより方

用　　語	読　み　方	用　語　の　意　味	英　　語
(1) よりの長さ	よ　り　の　な　が　さ	一つの素線、あるいはストランドがらせんを作ってストランド又はロープの軸の周りを一回転する長さをストランド、又はロープの軸に平行に測った値をいう(㎜)。	lay length
(2) よ　り　角	よ　り　か　く	素線又はストランドが、ストランド又はロープの中心軸となす角度をいい、それぞれストランドのより角、ロープのより角という。	angle of lay
(3) よ り 減 り (より減り率)	よ　り　べ　り (よりべりりつ)	ロープのよりに基づいて生じる効率の低下、すなわち集合破断力に対するロープの破断力の差(%)をいう。 $L_S=(1-B/B_W)\times100$ L_S ：より減り率 B ：ロープの実際破断力 B_W：素線の集合破断力	spinning loss

用　　語	読　み　方	用 語 の 意 味	英　　語
(4) よ り 方 向	よ り ほ う こ う	ロープ又はストランドがよられている方向をいい、ZよりとSよりがある。	direction of lay
(5) Z よ り	ぜ っ と よ り	ストランドあるいはロープのより方向がZ字形に一致するより方をいう。	right hand lay (Z lay)
(6) S よ り	え す よ り	ストランドあるいはロープのより方向がS字形に一致するより方をいう。	left hand lay (S lay)
(7) ロープのより方	ろーぷのよりかた	ロープとストランドのより方向の組合せをいう。	type of lay
(8) 普 通 よ り	ふ つ う よ り	ストランドのより方向とロープのより方向とが反対方向のより方をいう。	ordinary lay
(9) ラングより		ラング氏が発明したロープのより方で、ストランドのより方向とロープのより方向とが同方向のより方をいう。	Lang's lay
(10) やはずより		ZよりのストランドとSよりのストランドが交互によられ、素線の配列が丁度、矢の羽根のような形になるロープをいう。	alternate lay
(11) ストランドの より方	す と ら ん ど の よ り か た	ストランド内の各層素線の組合せ。	
(12) 交 差 よ り	こ う さ よ り	ストランド内の各層素線が点接触しているより方をいう。	cross lay
(13) 平 行 よ り	へ い こ う よ り	ストランド内の各層素線が線接触しているより方をいう。各層素線の組合せによって、シール形、ウォーリントン形、フィラー形、ウォーリントンシール形、セミシール形などの形式がある。	equal lay (parallel lay)
(14) 面接触より	めんせっしょく よ　　り	ストランドを構成する素線の一部又は全部が異形線であり、素線間の接触状態が面接触となるより方をいう。	plane contact lay

d）ロープの特性

用　　語	読　み　方	用 語 の 意 味	英　　語
(1) 破断力	はだんりょく	破断試験において、試験片が破断に至るまでの最大荷重。	breaking force
(2) ロープの断面積	ろーぷのだんめんせき	素線軸に直角な素線断面積合計をいう。	sectional area
(3) ロープの 最小断面積	ろーぷのさいしょうだんめんせき	全ての側線が最大摩耗部の断面積を有するものと考え、その合計に心線の段面積を加えたものをいう。また素線最小断面積合計ともいう。	minimum sectional area
(4) ロープの断面積比	ろーぷのだんめんせきひ	ロープの公称径と等径の鋼棒の断面積とロープの断面積との比をいう。	sectional area ratio
(5) 表 面 積 比	ひょうめんせきひ	ロープと等径の鋼棒の表面積とロープの表面積との比をいう。	surface area ratio
(6) 層　心　径	そうしんけい	ロープ(ストランド)を構成するストランド層(素線層)のらせん直径をいう。	pitch diameter
(7) ロープの山	ろーぷのやま	ロープの外接円と接する部分の近傍をいう。クラウンともいう。	crown
(8) ロープの谷	ろーぷのたに	ロープを構成するストランド相互の接する部分の近傍をいう。ニップともいう。	nip (gusset, valley)
(9) ベ　ッ　ド		ストランドの心綱と接する部分の近傍をいう。	bed
(10) ロープの転位性	ろーぷのてんいせい	ロープ中の各ストランドの転位により変化する性質をいう。	arangement of strand
(11) 自　転　性	じてんせい	ロープに張力や曲げを与えたとき、ロープが回転しようとする性質をいう。	rotating property
(12) 非自転性	ひじてんせい	ロープに回転（自転）しようとする力が少ない性質をいう。	non rotating property
(13) シーブのピッチ円の直径	しーぶのぴっちえんのちょっけい	(シーブみぞ底径+ロープ径)をいう。PCDと略す。	pitch circle diameter
(14) D/d	でぃーばいでぃー	シーブ又はドラムのピッチ円の直径とロープ公称径との比をいう。	
(15) D/δ	でぃーばいでるた	シーブ又はドラムのピッチ円の直径とロープを構成する素線径との比をいう。	

e）ロープの種類

用　　語	読　み　方	用 語 の 意 味	英　　語
(1) 丸ストランド ロープ	まるすとらんど ろ　ー　ぷ	ストランド断面の輪郭が円形のロープをいう。	round strand rope
(2) フラット形ロープ	ふらっとがた ろ　ー　ぷ	ストランド断面が三角状のロープをいう。	flattened strand rope
(3) スパイラルロープ		素線を1層ないし数層より合わせたロープで、そのより方がスパイラル形式のロープの総称をいう。外層線に異形線を用いたスパイラルロープをロックドコイルロープと称して区別する。	spiral rope
(4) ストランドロープ		ストランドを1層ないし数層より合わせたロープをいう。	stranded rope
(5) ロックドコイル ロープ		丸線層の上にT形線やZ形線をより合わせたロープをいう。	full locked coil rope
(6) セミロックド コイルロープ		丸線層の上に鼓形線と丸線を交互に合わせたロープをいう。	half locked coil rope
(7) 多層丸ストランド ロープ	たそうまる すとらんどろーぷ	ストランドの層の数が、2以上の丸ストランドロープをいう。	multi round strand rope
(8) 平行よりロープ	へいこうより ろ　ー　ぷ	内層と外層のよりの長さとよりの方向が等しく、外層の素線相互が線接触するようにしたロープをいう。	equal lay rope (parallel lay rope)
(9) シール形ロープ	しーるがたろーぷ	平行よりロープの一種で、ストランドの第1層素線を細くし、第2層(最外層)素線を太くして、第1層第2層とも同数の素線を同一のより長さでよったロープをいう。	Seale type rope
(10) ウォーリントン形 ロープ	うぉーりんとん がたろーぷ	平行よりロープの一種で、ストランドの外層素線に2種類の径の素線を用い、そのうち第1層の凹部には大素線(心線、第1層素線と同径)を、凸部には細い素線を交互に入れてよったロープをいう。	Warrington type rope
(11) フィラー形ロープ	ふぃらーがた ろ　ー　ぷ	平行よりロープの一種で、ストランドの下層と上層の素線の隙間にフィラー線を入れて、素線間の接触状態を良好に保つようにしたロープをいう。	Filler type rope

用　　語	読　み　方	用 語 の 意 味	英　　語
(12) コンセントリック ロープ		丸線を同心円状に数層より合わせた上に、平ストランドを1層又は2層より合わせたもので、平ストランドのより方向とコンセントリック層のより方向を適当に変えて自転が少ないように作られたロープをいう。	consentric rope
(13) ケーブルレイド ロープ		繊維心もしくはロープ心を心綱として、その回りに6本のロープをより合わせた複々より索をいう。	cable laid rope
(14) フラットロープ		Zより及びSよりの4ストランドよりなるシェンケル(普通よりロープ)を6～8本、多いものは16本交互に並べ、これを柔らかい鉄線で編んだロープをいう。その編み方に単編みと複編みがあり、大きな可撓性を有し、かつ、より減りが少なく、自転がほとんどない特徴をもつ。	flat rope
(15) シェンケル		ケーブルレイドロープ、フラットロープ、編索などを構成するロープをいう。	unit rope Schenkel（独）
(16) コンビロープ		麻ヤーン、麻ストランドと鋼ストランドを組合せてよって索としたものをいう。その構成により性質も麻索に近いものとロープに近いものとがあるが、いずれもロープと麻索の両方を兼ね備えたもので、優れた可撓性弾性を備え、また麻索に比し大きな強度をもつ。	combi rope
(17) 非自転性ロープ	ひじてんせいろーぷ	ロープ(ストランド)のよりを2層以上にして、上層と下層のよりを逆にしたり、あるいは3ストランド又は4ストランド構成として回転トルクを小さくし、自転性を少なくしたロープをいう。	non rotating rope (rope with low torsional stress)
(18) 平ストランド ロープ	ひらすとらんどろーぷ	平形断面のストランドをより合わせたロープをいう。	flat strand rope

用　　語	読　み　方	用 語 の 意 味	英　　語
(19) 不反発性ロープ (形付けロープ)	ふはんぱつせいろ　ー　ぷ (かたつけろーぷ)	ロープのよりに基づく反発力を除くために、よる前にあるいは後で各ストランドに対し、より上げたロープと同一より長さでかつ同一直径のらせん状の形をつけたロープをいう。したがって、ロープを緊縛せずに切り離しても切口のストランド及び素線は、ばらばらによりが解けず、そのため取扱いやすく、うねり、キンクが生じにくいなどの特徴がある。	preformed rope
(20) 反発性ロープ	はんぱつせいろ　ー　ぷ	各素線やストランドを形付けせずにより合わせたロープをいう。不反発性ロープに比べてより戻しが生じやすく、かご形になりやすいが、中心への締まりが大きいので過荷重や押付力による形くずれは生じにくい。	non preformed rope
(21) シンキングロープ		多層よりのフラット形ロープをいう。	sinking rope

2．2　ロープの用途と構成の選択

分類番号	大分類 （産業分野）	中分類 （用途）	小分類 （名称）	適用すべき主なワイヤロープの構成	主要な 要求特性
1． 1．1 1．1．1	機械・鉄鋼	移動式クレーン （トラッククレーン） （ラフテレンクレーン） （クローラクレーン） （塔頂クレーン）	巻上げロープ	低揚程（≦20m）　：IWRC　6×Fi(29)　など 中揚程（20～50m）　：ユニバランス®ロープ 　UB IWRC　6×Fi(29)など 高揚程（50～100m）：ユニロープ F形 　U 4×SeS(39)など 　サンナフレックスロープ 超高揚程（≧100m）：ユニロープ T形 　U 3×SeS(48)など 　サンナフレックスロープ	非自転
1．1．2			俯仰ロープ （起伏ロープ）	IWRC　6×Fi(29) グリーンロープ® IWRC　6×P·WS(31) サン IWRC　6×P·WS(31)	耐形くずれ
1．1．3			ペンダント （ガイロープ）	シンコーエンドクランプ加工付デルタフィラー®ロープ DF IWRC　6×Fi(29) SGクランプ加工付オメガフィラー®ロープ OF IWRC　6×Fi(29)	耐引張疲労
1．2 1．2．1		ジブクレーン （タワークレーン）	巻上げロープ	ZよりロープとSよりロープの組合せ ユニロープ U 4×SeS(39)	非自転
1．2．2			起伏ロープ	グリーンロープ® IWRC　6×P·WS(31) サン IWRC　6×P·WS(31)	耐形くずれ
1．3 1．3．1		天井クレーン （ホイスト式 クレーン）	巻上げロープ	6×Fi(29)、IWRC　6×Fi(29) デルタフィラー®ロープ DF IWRC　6×Fi(29)	耐疲労
1．4 1．4．1		ケーブルクレーン	支索・軌索	ロックドコイルロープ、グリーンロープ®	耐摩耗
1．4．2			巻上げ索	ユニロープ U 4×SeS(39)	非自転
1．4．3			横行索	6×Fi(25)、IWRC　6×Fi(29)	耐疲労
1．5 1．5．1		レードルクレーン	巻上げロープ	IWRC　6×WS(36)、IWRC　6×Fi(29)	耐疲労
1．6 1．6．1		デリック	巻上げロープ	ユニロープ U 4×SeS(39)	非自転
1．6．2			起伏ロープ	IWRC　6×Fi(29)	耐形くずれ
1．6．3			支持ロープ	IWRC　6×Fi(29)、デルタフィラー®ロープ	耐疲労
1．7 1．7．1		エレベータ	メインロープ	プレテンション処理付 8×S(19)、8×Fi(25) サン 8×P S(19)、サン 8×P Fi(25)、6×Fi(25) オメガフィラー® IWRC　8×S(19) オメガフィラー® IWRC　8×Fi(25)	耐疲労 （柔軟性）
1．7．2			ガバナーロープ	6×24、6×S(19)、6×Fi(25)、8×S(19)、8×Fi(25)	
1．7．3			コンペンロープ	6×37、8×S(19)	
1．7．4			ドア開閉用ロープ	6×19、7×19	
1．7．5			ホームエレベータ	IWRC　6×Fi(25)	
1．8 1．8．1		ゴンドラ	巻上げロープ	ユニロープ U 4×SeS(39)	耐形くずれ
2． 2．1	土木・建設	汎用	玉掛・台付	6×24、6×37、ティラーロープ	加工性
2．2 2．2．1		掘削機械	巻上げロープ	IWRC　6×WS(31)、IWRC　6×WS(36)	耐疲労
2．3 2．3．1		アースドリル	ケリーバ巻上げ	ユニロープ U 4×SeS(39)	非自転
2．4 2．4．1		杭打機・杭抜機	巻上げロープ	6×Fi(29)、6×WS(31)、IWRC　6×WS(31)	耐疲労

分類番号	大分類 （産業分野）	中分類 （用途）	小分類 （名称）	適用すべき主なワイヤロープの構成	主要な 要求特性
2．5．1 2．5．2	土木・建設	ドレッジャー船 （浚渫船）	バケット支持 開閉	IWRC 6×WS(36)のZよりとSよりの組合せ デルタフィラー®ロープ DF IWRC 6×SWS(49)	耐疲労
2．5．3			ブーム巻上げ	グリーンロープ® IWRC 6×P·WS(31)	耐形くずれ
2．5．4			スイング	IWRC 6×WS(31)	耐疲労
2．6 2．6．1		起重機船 （クレーン船）	巻上げロープ	グリーンロープ® IWRC 6×P·WS(31) IWRC 6×WS(36)	耐疲労
2．6．2			起伏ロープ	IWRC 6×WS(36)	耐疲労
2．7 2．7．1		さく井	ウォークライン	6×S(19)、6×Fi(25)、IWRC 6×S(19)	耐摩耗
2．7．2			サイドライン	6×7	耐摩耗
2．7．3			ウィンチ	6×19	柔軟性
2．8		送電線建設	延線ワイヤ	ユニロープ U4×SeS(39)	非自転
3． 3．1 3．1．1	船舶	デッキクレーン	ホイスト	ユニロープ U4×SeS(39) グリーンナフレックス P·S(19)+39×P·7	非自転
3．1．2			ラッフィング	IWRC 6×Fi(29)、IWRC 6×WS(36) デルタフィラー®ロープ DF IWRC 6×Fi(29)	耐引張疲労
3．2 3．2．1		艤装用	トッピング	6×24、6×37	柔軟性
3．2．2			ボートホール	18×7、19×7	非自転
3．2．3			ガイ	6×7、6×19	耐食性
3．2．4			係船	6×37、デルタフィラー®ロープ	耐食性
3．3 3．3．1		曳航用 （タグボート）	タグロープ	デルタフィラー®ロープ DF IWRC 6×WS(36)	耐引張疲労
3．4 3．4．1		ガット船	グラブ開閉支持	デルタフィラー®ロープDF IWRC 6×WSL(31) グリーンロープ® IWRC 6×P·WS(31)	耐摩耗
4． 4．1	漁業	トロール	ワープ	グリーンロープ® 6×P·WS(26)、6×P·WS(31)	耐摩耗
4．2		まき綱	カンワイヤ	NF300 6×S(24)、NF200 6×24 NF450 6×S(24)	耐疲労
4．3		定置綱	アンカー	ダイアコートロープ 6×24、1×24(コンパ)	耐食性
5． 5．1 5．1．1	林業	架線集材	主索	6×7、グリーンロープ® 6×P·W(9)、6×P·7 サンロープ 6×P·7	耐摩耗
5．1．2			曳索	3Wロープ 6×W(16)、6×Fi(25)	耐疲労
5．1．3			巻上げ索	ユニロープ U4×SeS(39)、6×Fi(25)	非自転
5．1．4			控索	6×19、6×7	耐食性
5．2 5．2．1		ブルドーザ集材	曳索	ユニロープ U4×SeS(39) IWRC 6×Fi(25)	耐形くずれ
6． 6．1 6．1．1	鉱業	立坑	ガイドロープ	ロックドコイルロープ、スパイラルロープ	剛性
6．1．2			巻上げ索	フラットンドストランドロープ、コンセントリックロープ	耐摩耗
6．2 6．2．1 6．2．2		斜坑	巻上げ索 エンドレス索	グリーンロープ® 6×P·W(9)、6×P·7	耐摩耗

分類番号	大分類 （産業分野）	中分類 （用途）	小分類 （名称）	適用すべき主なワイヤロープの構成	主要な 要求特性
7. 7．1 7．1．1	索道	ロープウェイ	支索	ロックドコイルロープ	耐摩耗
7．1．2 7．1．3			えい索 平衡索	6 ×S(19)、6 ×Fi(21)、6 ×Fi(25)、 6 ×Fi(29)（ラングより）	耐摩耗
7．1．4			支索緊張索	18×Fi(29)	耐摩耗
7．1．5			えい索緊張索	6 ×37	耐摩耗
7．2 7．2．1		スキーリフト	支えい索	6 × 7 、6 ×Fi(17)、6 ×Fi(21)、6 ×S(19)、 6 ×WS(26)、6 ×WS(31)、6 ×WS(36)、 及びこれらの異形線タイプ（ラングより）	耐摩耗
7．4 7．4．1		貨物索道	支索	6 × 7 、サンロープ 6 ×P ·7（ラングより） 及びロックドコイルロープ	耐摩耗
7．4．2			えい索	6 × 7 、6 ×S(19)、6 ×Fi(21)、6 ×Fi(25) 及びこれらの異形線タイプ	耐摩耗
7．4．3			支索緊張索	6 ×37、18×Fi(29)	耐摩耗
8．	その他	水門	ゲート巻上索	6 ×37、6 ×WS(31)、6 ×WS(36)、 IWRC 6 ×WS(36)（亜鉛めっき、亜鉛アルミめっき、ステンレスロープ）	耐食性

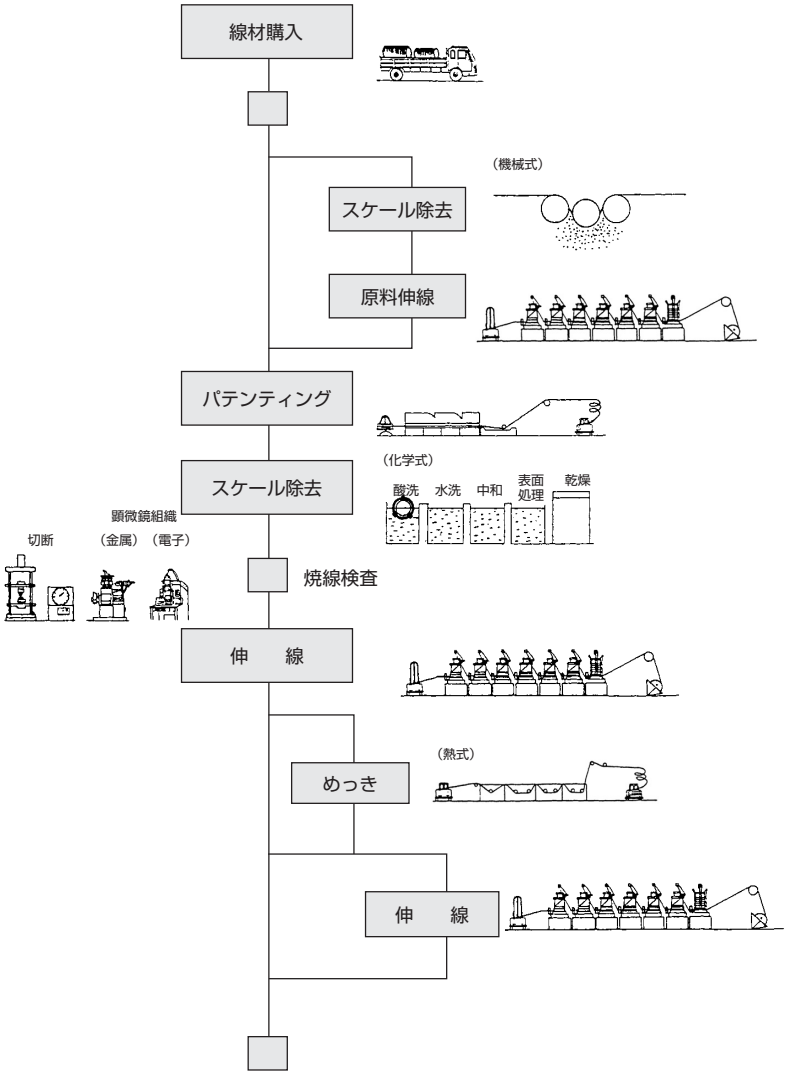
ワイヤロープの製造

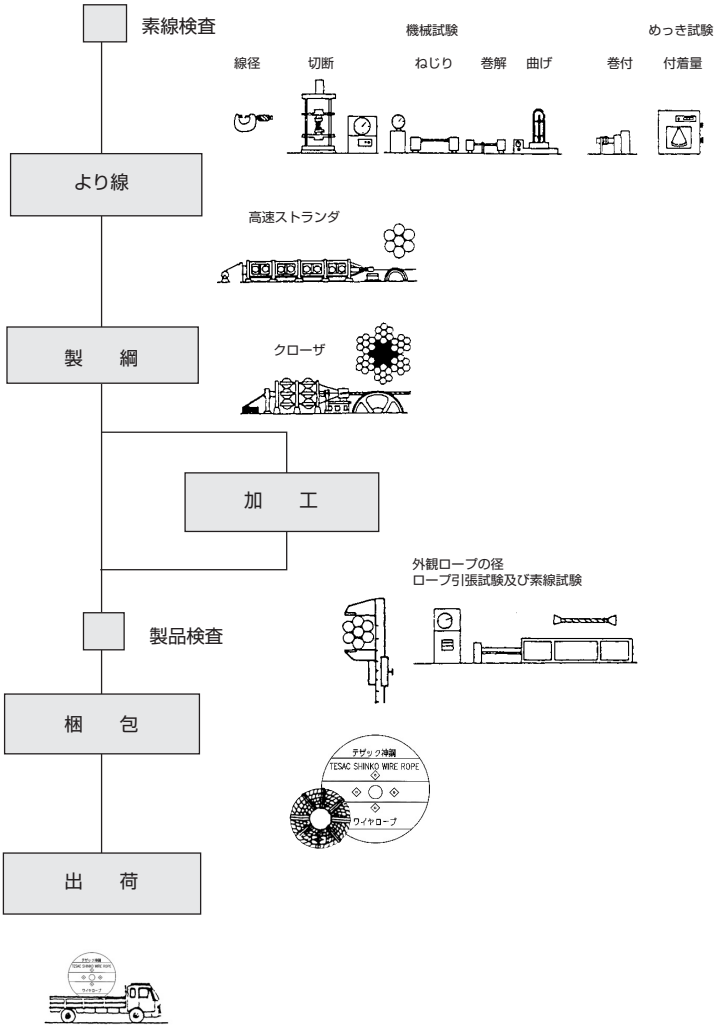


世界最大の60t×２デッキクレーンに用いられた
ユニロープF39形47.5㎜

3　ワイヤロープの製造

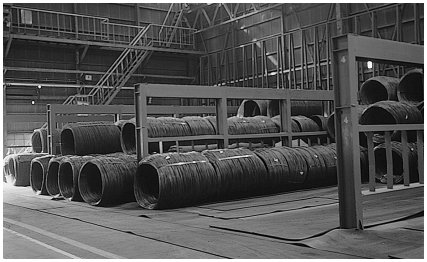
3．1　製造工程図




素線検査
機械試験
めっき試験
線径
切断
ねじり
巻解
曲げ
巻付
付着量
より線
高速ストランダ
製　綱
クローザ
加　工
外観ロープの径
ロープ引張試験及び素線試験
製品検査
梱　包
テザック神鋼
TESAC SHINKO WIRE ROPE
ワイヤロープ
出　荷

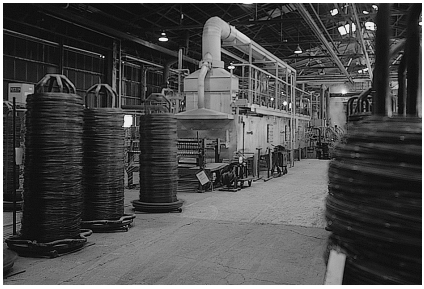
3．2　製造工程

a）主原料(線材)　ワイヤロープの主原料である線材は、その品質、生産量においてトップメーカーである株式会社神戸製鋼所の優秀な製品を使用しております。

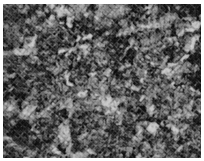


線材置場

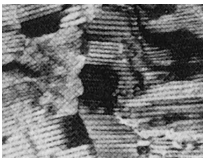
b）焼入(パテンティング)　パテンティングは、熱間圧延された線材のもつ粗大な組織を、伸線加工に適した均一で微細な層状パーライト組織にするために行うもので、均一な強さとじん性を有するロープ素線を作るためには、最も重要な工程です。



パテンティング



600倍



16,500倍
（薄膜透過法）

パテンティング顕微鏡組織

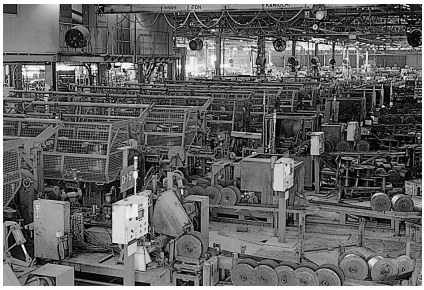
c）洗　　線　パテンティングされた線材の表面は、酸化物（スケール）でおおわれているので、これを除くため機械的に曲げたりあるいは酸洗を行います。

　ついで燐酸塩浴などに浸してコーティングし、このあと完全に乾燥します。

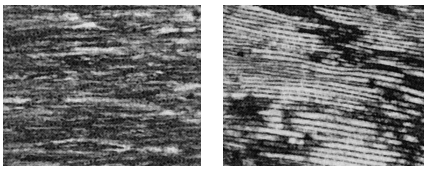


洗線槽

d）伸　　線　伸線は、コーティングした線材を数個の超硬質合金ダイスを通して引抜く作業です。パテンティングによって得られた微細な組織は、伸線加工によってファイバー組織となり、ロープ素線として必要な強度とじん性が増加します。



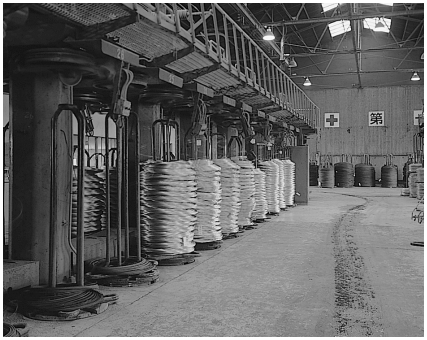
連続伸線機



600倍　　16,500倍（薄膜透過法）

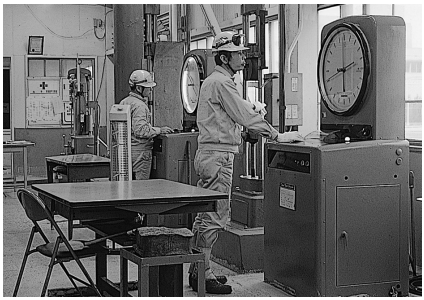
伸線顕微鏡組織

e）め っ き　耐食性が特に要求されるロープには、素線に亜鉛めっきを行います。



めっき

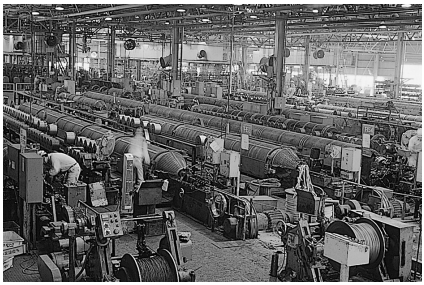
f）中間検査　焼入、伸線、めっきの工程ごとに試験片をとり、各種試験を行っております。



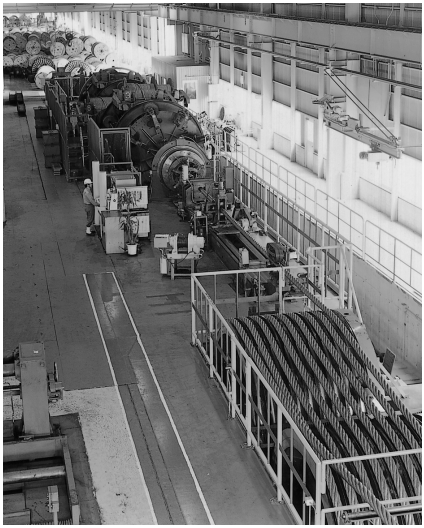
検査設備

g）製　　綱　ロープの構成に応じて、必要な直径と数の素線をボビンに巻取り、これをストランダにかけて心線のまわりにより合わせストランドを作ります。

　次に、ストランドを製綱機にかけて心綱のまわりにより合わせ、ロープに仕上げます。心綱は一般にサイザル、ジュートのほか、ポリプロピレンなどをよって作られ、ロープ油を十分に浸みこませてあります。



より線機(ストランダ)



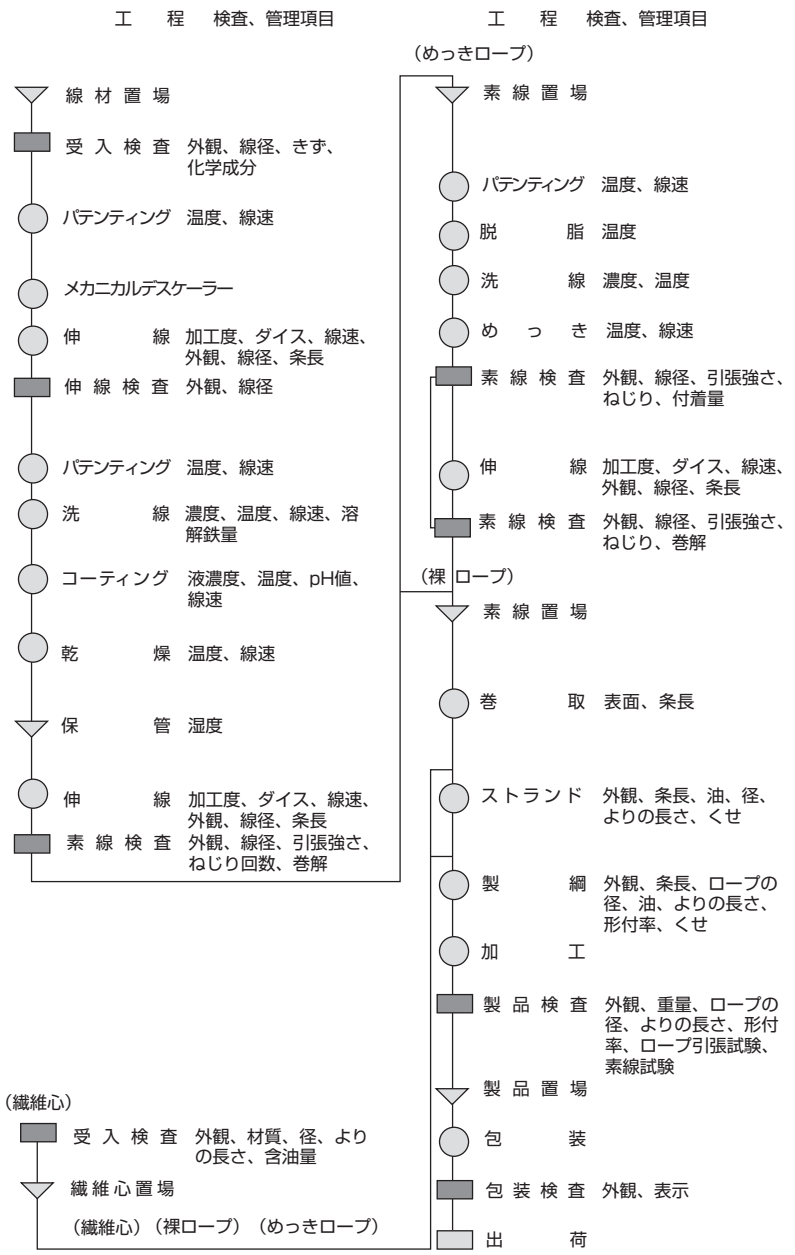
製綱機(クローザ)

h）製品検査　こうしてできあがったワイヤロープは、製品ごとに試験片をとり各種検査を実施します。

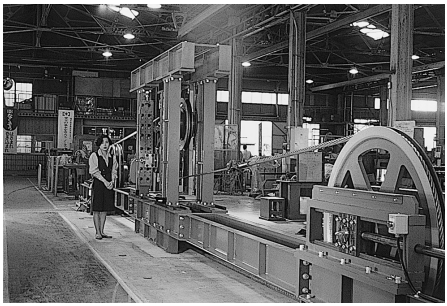


2000kN 引張試験機

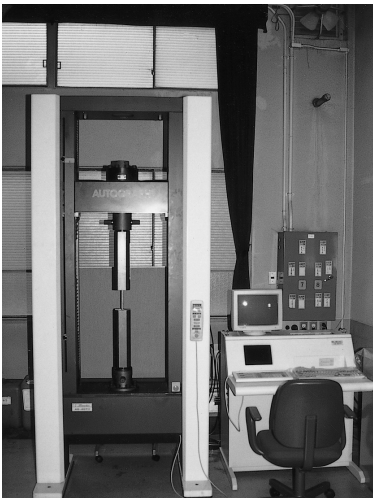
3．3　品質管理


工　程　検査、管理項目
線 材 置 場
受 入 検 査　外観、線径、きず、化学成分
パテンティング　温度、線速
メカニカルデスケーラー
伸　線　加工度、ダイス、線速、外観、線径、条長
伸 線 検 査　外観、線径
パテンティング　温度、線速
洗　線　濃度、温度、線速、溶解鉄量
コーティング　液濃度、温度、pH値、線速
乾　燥　温度、線速
保　管　湿度
伸　線　加工度、ダイス、線速、外観、線径、条長
素 線 検 査　外観、線径、引張強さ、ねじり回数、巻解
（繊維心）
受 入 検 査　外観、材質、径、よりの長さ、含油量
繊 維 心 置 場
（繊維心）（裸ロープ）（めっきロープ）
工　程　検査、管理項目
（めっきロープ）
素 線 置 場
パテンティング　温度、線速
脱　脂　温度
洗　線　濃度、温度
め っ き　温度、線速
素 線 検 査　外観、線径、引張強さ、ねじり、付着量
伸　線　加工度、ダイス、線速、外観、線径、条長
素 線 検 査　外観、線径、引張強さ、ねじり、巻解
（裸 ロープ）
素 線 置 場
巻　取　表面、条長
ストランド　外観、条長、油、径、よりの長さ、くせ
製　綱　外観、条長、ロープの径、油、よりの長さ、形付率、くせ
加　工
製 品 検 査　外観、重量、ロープの径、よりの長さ、形付率、ロープ引張試験、素線試験
製 品 置 場
包　装
包 装 検 査　外観、表示
出　荷

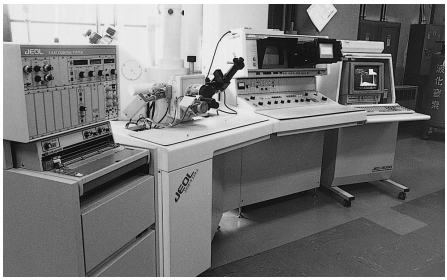
３．４　研究設備　ワイヤロープの線材、中間製品及び製品について各種の試験・研究を行っております。



往復式曲げ疲労試験機



素線の疲労試験機



電子線マイクロアナライザ



2000kN引張疲労試験機



遊星式疲労試験機



ロープ試験塔の仕様

建　　屋：鉄骨地上５階、地下１階
　　高さ約25m
駆　　動：インバータ及びシーケンサ
　　交流モータ（27kW・６P）
ローピング：１：１　シングルラップ及びダブルラップ
掛け本数：１～３本
試験速度：105m/min～150m/min
試験ロープ：ロープ径12㎜～18㎜

ワイヤロープの商品知識



神戸六甲アイランドの建設に貢献するユニロープ

4　ワイヤロープの商品知識

4．1　ワイヤロープの特徴　ワイヤロープは機械の一要素であり、その選択使用に際して、ワイヤロープの特徴（長所、短所）を知ることは大切です。

a）長　　所

1）引張強度が大きい。
2）柔軟性に富む。
3）長いものが得られる。

b）短　　所

1）伸び(構造上の伸び)が大きい。
2）一般に自転性がある。
3）形くずれを起こす傾向がある。(横圧に比較的弱い)

上記短所のうち1）に対してはプレテンション加工ロープ、2）に対しては非自転性ロープ、3）に対してはグリーンロープ®、サンロープ(異形線ロープ)などの対応策があります。

4．2　ワイヤロープの各部の名称　一般に使用されるワイヤロープは、素線をより合わせてストランドを作り、このストランド数本を更に心綱のまわりにより合わせたものです。心綱にはロープメーカーを示す社名テープがより込まれており、当社の場合は緑地に黒文字で社名、社章を印刷したテープが入っています。

なお、ロープの心には繊維のものと、鋼(ロープ心＝IWRC、ストランド心＝IWSC)のものがあり、またストランドの心にも繊維のものと鋼(心素線)のものがあります。(4．3．2（c）心の種類参照)ワイヤロープ各部の名称を図4．1に示します。

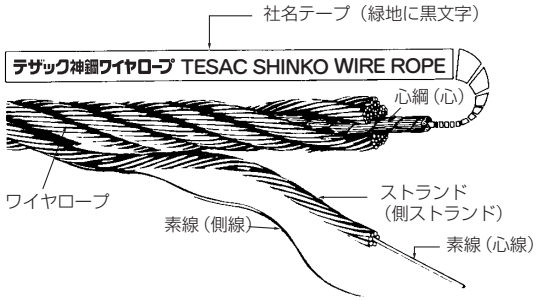


図4．1　ロープの各部の名称

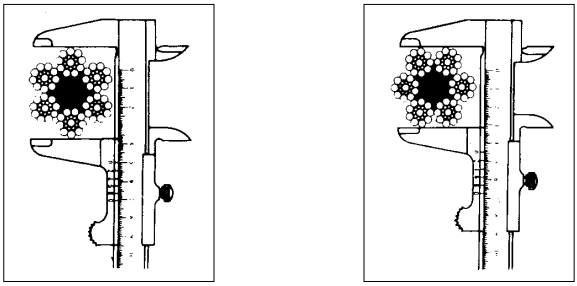
4．3　ワイヤロープの種類

4．3．1　ロープの径及び長さ

a）ロープの径　ロープの径は、その外接円の直径で呼びますが、JISでは公称径をmmで表示し、その寸法は等比級数数列を用いた標準数もしくは偶数を採用しています。

また、ロープの実際径の許容差は、JISでは10mm未満は$^{+10}_{0}$%、10mm以上は$^{+7}_{0}$%でありますが、用途により特別のご要望にも応じます。

b）長　　さ　一般に、200m・500m及び1,000mが定尺となっていますが、ご注文により長尺のものも製作いたします。



正しい測り方　　誤った測り方

図４．２　ロープの径の測り方

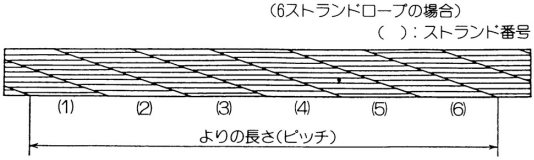


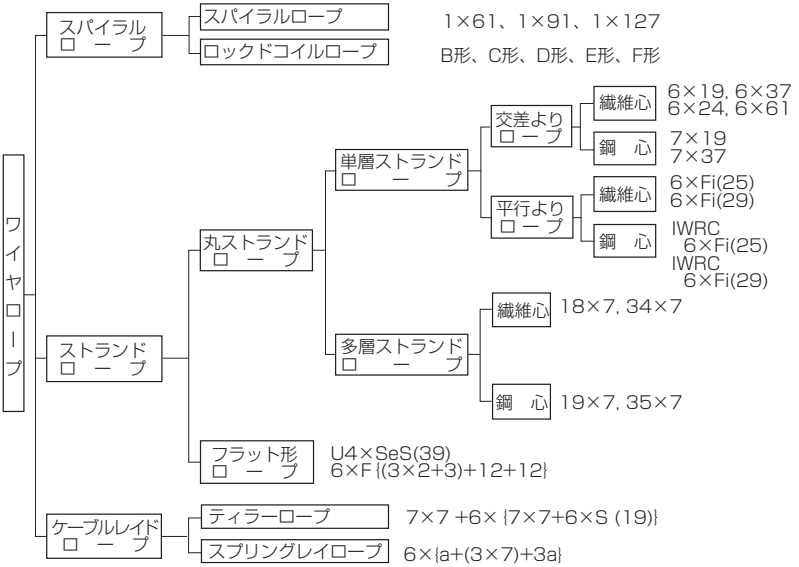
図４．３　よりの長さ

４．３．２　ワイヤロープの構成　ワイヤロープの構成による種類は非常に多く、ａ）ストランドの数と形、ｂ）ストランドのより方と構成、ｃ）心の種類により、下記のように分類されます。

これらのロープ、ストランドの構成については、４．５ワイヤロープ断面図をご参照下さい。

JIS G3525(ワイヤロープ)では、24種類が定められていますが、当社ではJIS以外の構成のものも多数製作しております。

ロープの構成による分類



a）ストランドの数と形

1）スパイラルロープ　心線のまわりに側線を1層ないし数層より合わせただけのもので、ストランド1本に相当するロープです。スパイラルロープの外層線に異形線を用いたロックドコイルロープもこの一種です。

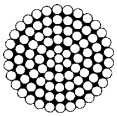
2）ストランドロープ　ストランドロープは、ストランド数本を更により合わせたもので、普通単にワイヤロープというのはこのストランドロープを指します。

ストランドロープは、ストランドの形によって、その断面が円形で最も一般的な丸ストランドロープと、断面が三角形などのフラット形ロープがあります。

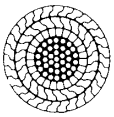
丸ストランドロープは、ストランドが1層だけの単層ストランドロープと2層以上の多層ストランドロープがあり、更に、ストランド構成によって交差よりロープと平行よりロープに分けられ、それぞれに繊維心と鋼心のものがあります。

ストランドの数は、単層では3～8が普通で、なかでも6ストランドが最も一般的であり、多層では2層のヘルクレスロープ及び3層のナフレックスロープが代表的です。

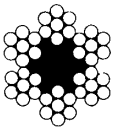
1×91
（スパイラルロープ）



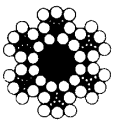
ロックドコイルD形



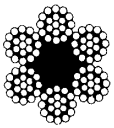
6×7
（丸ストランドロープ）



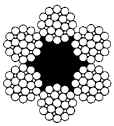
6×F{(3×2+3)+7}
（フラット形ロープ）



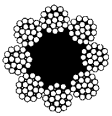
6×19
（単層ストランドロープ）



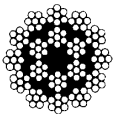
6×Fi（25）
（6ストランドロープ）



8×Fi（25）
（8ストランドロープ）



18×7
ヘルクレスロープ
（2層ストランドロープ）



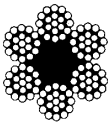
3）ケーブルレイドロープ　ストランドロープを更により合わせたものでティラーロープやスプリングレイロープがその例です。

6×6×7
ティラーロープ
（ケーブルレイドロープ）

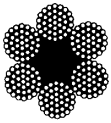


b）ストランドのより方と構成　ストランドロープを構成するストランドは、交差よりと平行よりに分類されます。また、ストランド構成は、構成素線数によって6×19グループ、6×37グループなどに分けることもあります。

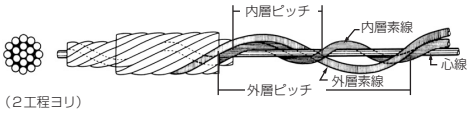
6×19



6×37



1）交差よりロープ（点接触より）　ストランドを構成する素線径がほぼ同一で、構成素線の各層は1層ずつ多工程でよられ、層ごとによりの長さ（ピッチ）が異なるため、各層素線は互いに交差し、点接触をしています。そのため素線は互いに滑りやすく、柔軟性に富みますが、ロープに曲げや引張りの外力が加えられると素線間において曲げ（いわゆる2次曲げ）が発生し、曲げ疲労に弱い欠点があります。

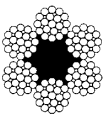


（2工程ヨリ）

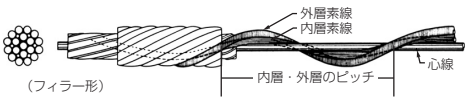
2）平行よりロープ（線接触より）の特長
ストランドを構成する素線径が、各層で異なり、全素線が1工程で仕上げられます。

同一のよりの長さ（ピッチ）でよられているため、各層素線は、全長を通じて平行で、互いに線接触をしています。このため次の特長があります。

6×Fi（25）



2.1）線接触をしているため2次曲げが起こらず、したがって、曲げ疲労に強い。



（フィラー形）

2．2）外層素線が、内層素線のくぼみにはまり込んでいるため、ストランドが堅く締まり、形くずれを起こしにくい。

平行よりストランドの素線構成には、次の３つの基本形があり、それらの変形として平行よりと交差よりの組合せ(セミシール〔記号SeS〕など)や平行より同志の組合せ(ウォーリントン・シール〔記号WS〕など)の複合形があって、非常に多くの種類があります。

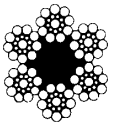
2．3）平行よりロープの種類　当社では、特殊の平行よりロープを開発・製作し、ご要望に応じております。

2．3．1）シール形〔記号S〕　内層と外層の素線数を同一にして、内層素線径を細くした形で、外層は比較的太く、耐摩耗性が良好です。

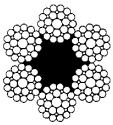
2．3．2）フィラー形〔記号Fi〕　外層素線数を内層素線数の２倍にし、内層と外層の隙間に内層と同数の細いフィラー線を入れた形で、相反する特性である柔軟性・耐疲労性と耐摩耗性のバランスがよいので最もよく使用されています。

2．3．3）ウォーリントン形〔記号W〕
外層素線数は内層素線数の２倍ですが、外層素線径を２種類にし、内層の凹部には太い線を、凸部には細い線を交互に配列した形で、構成素線間の径が比較的揃っている特長があり、強度・柔軟性・耐摩耗性の点で欠点が少ないものです。

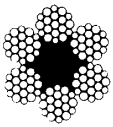
6 ×S（19）



6 ×Fi（29）

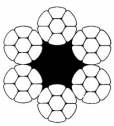


6 ×W（19）

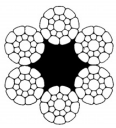


3)面接触より　ストランドを構成するそれぞれの素線全てが、面で接触しているものであり、線接触よりロープの構成全てに適用できます。

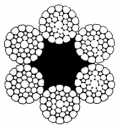
断面構成の例



6 ×P･7



6 ×P･S(19)



6 ×P･WS(36)

ロープは、点接触よりから線接触よりへと進歩してきましたが、素線の接触関係として最も理想的なものが面接触よりです。当社では、面接触よりに早くから着目し、業界に先がけてその製品化を果し、幾多の実績と経験を積み重ねてきました。ストランド内部の接触関係を完全な面接触とし、しかも、ストランド同士を線接触とすることに成功した６×Ｐ･７を開発して、ロープの性能を飛躍的に向上させました。その後、多層よりのシール形、フィーラー形、ウォーリントン形、更には、ウォーリントンシール形にいたるまで、広範囲な面接触よりロープを発表し、各方面で成果をあげています。

3．1）面接触よりロープの特長

3．1．1）面接触よりロープは摩耗に強い

ロープの摩耗には、外部摩耗と内部摩耗とがあります。面接触よりロープは、心線と側線、あるいは、ストランドの各素線が全て面接触になっていて、接触面積が広く各素線の接触面圧が小さいため、内部摩耗が非常に少なくなり、使用中に素線の浮きが生じません。更に、サンロープの場合には表面も円滑で、シーブなどとの接触面積も広く、外部摩耗にも極めて強い性能をもっています。

3．1．2）面接触よりロープは断線しがたい

面接触よりロープは、二次曲げが無く、内部摩耗、内部腐食による素線の浮きが生じにくいので、しごきに対しても抵抗が強く、三次曲げを極度に減少させますから、繰り返し曲げ疲労によるうどん切れ、縦割れなどの断線が生じにくいのです。したがって、繰り返し曲げ疲労に対しては、同構成の丸素線ロープに比べて２～３倍の寿命を示しています。

3．1．3）面接触よりロープは腐食に強い

丸素線ロープでは、素線と素線の間に谷間がありますが、面接触よりロープでは、素線間が密閉されていますので、外部よりの腐食も非常に軽減され、丸素線ロープのように内部摩耗のため､素線が浮いて素線間の隙間に水・泥などが侵入することが非常に少ないので、内部腐食も非常に軽減され、いつまでもしっかり安定したロープとして使用できます。

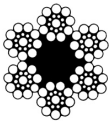
c）心の種類　心の役目には

1）ストランドを支え、ロープの形を保つ。

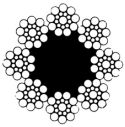
2）ロープ油を保持して、使用中のロープに内部から潤滑及び防錆のための油を給油する。

の２つがあり、心の種類は繊維心と鋼心に大別されます。

1）繊 維 心



FC 6×S(19)



FC 8×S(19)

繊維心（Fiber Core, 略称FC）としては、天然又は合成の繊維類が用いられ、その種類により次のような特長があります。

1．1）天然繊維

1．1．1）硬質繊維（サイザル麻）　軟質繊維に比べて強度が高く変形しにくいので、主として平行よりロープに適用されます。

1．1．2）軟質繊維（ジュート麻）　強度は、硬質繊維に比べても若干劣りますが、繊維が細く不同が少ないので主として交差よりロープに適用されます。

1．2）合成繊維（ポリプロピレン、ナイロンなど）　天然繊維に比べて強度が高く、耐食性に優れているほか、吸水性が極めて少なく、繊維の径、材質が均一であるなど多くの長所がありますが、熱影響を受けやすい欠点があります。

繊維心入りロープの特長

1．2．1）柔軟性が優れている。

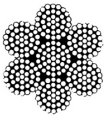
1．2．2）衝撃や振動を吸収する。

1．2．3）ロープ油を含みやすい。

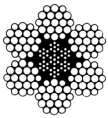
1．2．4）質量が軽い。

2）**合成樹脂心**　合成樹脂心は、繊維心の代わりに棒状の合成樹脂（塩化ビニール、ポリプロピレンなど）をロープ心として用いるもので石油やさく井などの耐食性を必要とする場合などに用いられます。

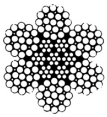
3）**鋼　　心**



7×37又は
IWSC 6×37



IWRC 6×W(19)



CFRC 6×Fi(25)

鋼心としては、ストランド心とロープ心があり、次の3種類があります。

3．1）**IWSC**：ストランド心（共心）
Independent Wire Strand Core
ストランド（一般に、ロープの側ストランドと同じ構造）を心にします。

3．2）**IWRC**：ロープ心Independent Wire Rope Core
ロープの側ストランドに内接する細いロープを心にし、心ロープは、外層ロープと別工程でよられます。構成は7×7が一般的です。

3．3）**CFRC**：センターフィットロープ心
Center Fit Rope Core
ロープの側ストランド内側の谷間に心ロープのストランドをはめ込んだ形で、心ロープは外層ロープと同時に1工程でよられます。

このうち、柔軟性がよいIWRCが動索として最も一般的で、IWSC及びCFRCは主としてつり構造用などの静索に用いられます。

3．4）**鋼心入りロープの特長**

3．4．1）強度が大きい。

3．4．2）横圧に対する抵抗があり、つぶれにくい。

3．4．3）繊維心に比べて耐熱性が優れている。

3．4．4）伸びが少なく、ロープ径の細りも少ない。

4．3．3　より方とより方向

a）**よ り 方**　ストランドのより方向とロープのより方向の組合せによって、次の2種類のより方があります。

1）**普通より(Ordinary Lay, Regular Lay)**
ストランドのより方向とロープのより方向が互いに反対方向。
普通よりは、よりが戻りにくく、キンクを起こす傾向が少なく、形くずれに対しても安定で、取扱いやすい。

2）**ラングより（Lang's Lay, Lang Lay）**
ストランドのより方向とロープのより方向が同一方向。
ラングよりは、素線のよりの傾斜が緩やかで外部との接触面が長く、耐摩耗性や柔軟性に優れているが、よりが戻ったり、キンクを生じやすく、また、形くずれを起こしやすいなど、一般に、普通よりロープよりも取扱いにくい欠点があります。使用に際しては、両端で回転

を止めておくなどロープが途中でたるまないようにする必要があります。

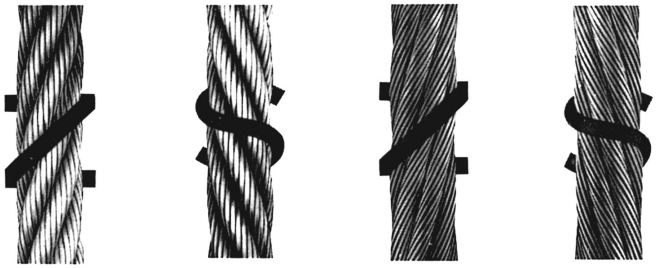
b）より方向

ロープのより方向として、ZよりとSよりの2種類があります。

1）Zより……（Right Hand Lay）

2）Sより……（Left Hand Lay）

一般には、Zよりが使用されますが、特殊な場合、たとえば、Zよりと組合せて自転を防止する場合、ロープのよりが戻ったとき索端金具のねじが緩み勝手になる場合、巻取ドラムのロープ取り付け位置の都合による場合などにはSよりも使用されます。以上のより方・より方向を組合せると、下図の4種類になります。



普通Zより　普通Sより　ラングZより　ラングSより

4．3．4　プレフォーム　プレフォームドロープ（不反発性ロープ）は、より合わす前に、あらかじめストランドに形付けをしてより合わされたもので、ロープをバンドせずに切断してもよりの戻らぬことが特長です。

本ロープは、数十年前に、外国で初めて作られたものですが、現在ではほとんどの場所に、よりの戻らぬロープが使用されています。

プレフォームドロープが形付けを行っていないノンプレフォームドロープ（反発性ロープ）に比べて、キンク、形くずれが生じにくいことなど種々の利点が明らかにされています。

プレフォームドロープとノンプレフォームドロープとを比較しますと、破断力にはなんらの差が無く、しかも下記のような特長があります。

1）ロープをバンドせずに切り放しても、切り口がバラバラにならない。

2）ロープに一番禁物なキンクを生じにくい。

3）ロープの継ぎ（スプライス）がしやすい。

4）使用中断線を生じても、素線がほかを傷つけたり、けがをさせるようなことが少ない。

4．3．5　ポストフォーム　前述のプレフォーム処理のみでは、ストランドの締まり具合、なじみ具合は解決できず、使用当初は軽荷重にして、その後順次荷重を増加して、ロープのなじみをよくする“ならし”（Breaking-in）と呼ばれる方法がとられてきました。

当社では、この点に着目し、多年研究を続けてきました結果、ロープをより合わせながら連続的に加工して、よく締まったなじみのよいロープの製造に成功しました。

ポストフォームドロープの特長

ポストフォームドロープは、従来のロープ（プレフォームドロープ）の特長をそなえ、更に、次のような特長をもっています。

1）構造上の伸びが少なく、弾性率が高いので、使用中の伸びが少なく、また伸びが安定している。

2）荷重がかかったときとかからないときの径の変化が少なく､圧縮された場合つぶれにくい。

4．3．6　種別(強度)　ワイヤロープの強度は、原則として種別で表わし、JISでは、表4．1に示すようにそれらの構成素線の公称引張強さによりE種、G種、A種、B種及びT種の5種類が規定されています。

なお当社では、JIS規格以上の高強度ロープも製作いたします。

4．3．7　裸とめっき　ワイヤロープには、裸ロープ及びめっきロープがあります。めっきしていないロープを裸ロープと呼びます。

めっきの種類としては、JISに定められている亜鉛めっきが最も一般的ですが、ほかに亜鉛アルミめっきなどもあります。

表4．1　ロープの種別

区　分	裸ロープ		めっきロープ（亜鉛）	
	ロープ種別	素線公称引張強さ	ロープ種別	素線公称引張強さ
	（種）	N/㎟	（種）	N/㎟
JIS規格	E － A B T	1320 － 1620 1770 1910	E G A B －	1320 1470 1620 1770 －

当社ではこれらJISに規定された種別以外に高強度の2060N/㎟を超えるレベルの特殊用途用ロープを多数制作納入し、ご好評を得ておりますが、近年の省力化、自動化に伴う各種機械設備の軽量化、小形化のため、更に2450N/㎟級の強さをもった超強力、高性能ロープの開発も行っております。

4．3．8　ステンレスロープ　ステンレスロープは、耐食・耐熱・耐低温性に優れた特性を有するため、鉄鋼・化学・電力・自動車・船舶・電力などの各方面のみならず、原子炉関連機器や公害防止関係機器更にはその美しい光沢から装飾品用としても使われております。なお、ステンレスロープについては6．ステンレスロープ（P.79）をご参照下さい。

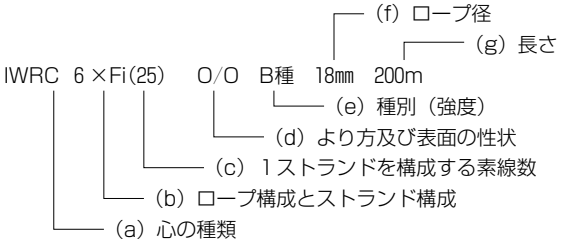
4．3．9　ロープ油の種類　ワイヤロープは、一般に潤滑・防錆のために、ロープ油が塗布されます。

ロープ油には、主成分がペトロラタムで潤滑性のよい赤油と主成分がアスファルトで粘着力・耐圧性・耐候・耐食性に優れた黒油との２種類です。

当社では、用途及びご要望により特殊ロープ油も塗布しております。

4．3．10　ロープの表示と記号　ロープの表示は、構成、より方、より方向、裸･めっきの区別､油の種類、種別、ロープの径、及び長さで表し、当社ではJISに従って、次のような記号で表示しております。

ロープ表示例



ａ）心の種類

表４．２　心の種類と記号

心の種類		記　号	備　　考
繊　維　心		FC	特に、繊維心であることを明示する必要がない場合、一般には、省略してよい。
合成樹脂心		—	繊維心の代わりに棒状の合成樹脂（ポリエチレン、ポリプロピレンなど)を用いたもの。
鋼心	ストランド心（共心）	IWSC	この記号は、普通使用せず、ロープ構成記号のストランド数を１本増して示す。 例：IWSC　6×37→７×37
	ロープ心	IWRC	構成は７×７が一般的。
	センターフィットロープ心	CFRC	７×７以外の複雑な構成の場合は、構成記号を併記。

b）ロープ構成とストランド構成　次の順序で記載します。

（ロープを構成するストランド数）×（ストランドの構成）

ストランドの構成は、交差よりは素線数のみで示しますが、平行より及び複合よりではストランドの種類を表わす記号に素線数を（　）をつけて併記します。

表4．3　ストランドの種類と記号

ストランドの種類	記　　号	例
シール形（Seale）	S	S(19)
フィラー形（Filler）	Fi	Fi(25)
ウォーリントン形（Warrington）	W	W(19)
フラット形（Flattened Strand）	F	F｛(3×2＋3)＋7｝
複　合　　1工程形	（内層、外層の順に）	ウォーリントンシール形 WS(31)
複　合　　多工程形	（Seをつける）	セミシール形 SeS(37)

c）1ストランドを構成する素線数　1ストランドの素線数構成は表４．４の通りです。なお、この表にはJISに規定されていない特殊な構成も含んでいます。

表４．４　ストランドの外層素線と素線構成

		ストランド外層素線数	ロープ構成	素　線　構　成	素線層数	外層素線径/ロープの径
交差より		6	6×7	1＋6	1	1/9
		12	6×19	1＋6／12	2	1/15
		18	6×37	1＋6／12／18	3	1/21
		24	6×61	1＋6／12／18／24	4	1/27
	多繊維心	12	6×12	a＋12	1	1/15
		15	6×24	a＋9／15	2	1/18
		18	6×30	a＋12／18	2	1/21
平行より		12	6×S(24)	a＋12＋12	2	1/16
		15	6×SeS(39)	a＋9／15＋15	3	1/18
		16	6×W(24)	a＋8＋(8＋8)	2	1/19
		18	6×W(27)	a＋9＋(9＋9)	2	1/21
		20	6×W(30)	a＋10＋(10＋10)	2	1/23
		7	6×S(15)	1＋7＋7	2	1/10
		8	6×S(17)	1＋8＋8	2	1/11
		8	6×Fi(17)	1＋4＋4f＋8	2	1/11
		9	6×S(19)	1＋9＋9	2	1/12
		10	6×Fi(21)	1＋5＋5f＋10	2	1/13
		10	6×WS(26)	1＋5＋(5＋5)＋10	3	1/13
		12	6×W(19)	1＋6＋(6＋6)	2	1/15
		12	6×Fi(25)	1＋6＋6f＋12	2	1/15
		12	6×WS(31)	1＋6＋(6＋6)＋12	3	1/15
		12	6×SeS(31)	1＋6／12＋12	3	1/15
		12	6×FiS(37)	1＋6＋6f＋12＋12	3	1/15
		14	6×Fi(29)	1＋7＋7f＋14	2	1/17
		14	6×SFi(36)	1＋7＋7＋7f＋14	3	1/17
		14	6×WS(36)	1＋7＋(7＋7)＋14	3	1/17
		14	6×FiS(43)	1＋7＋7f＋14＋14	3	1/17
		15	6×SeS(37)	1＋6／15＋15	3	1/18
		16	6×SeW(31)	1＋6／8＋(8＋8)	3	1/19
		16	6×SeSW(39)	1＋6／8＋8＋(8＋8)	4	1/19
		16	6×SeFi(39)	1＋6／8＋8f＋16	3	1/19
		16	6×SFi(41)	1＋8＋8＋8f＋16	3	1/19
		16	6×WS(41)	1＋8＋(8＋8)＋16	3	1/19
		16	6×SWS(49)	1＋8＋8＋(8＋8)＋16	4	1/20
		16	6×SeWS(47)	1＋6／8＋(8＋8)＋16	4	1/20
		18	6×SeWS(52)	1＋6／9＋9＋(9＋9)＋18	4	1/21
		18	6×SeFi(43)	1＋6／9＋9f＋18	3	1/21
フラット形		12	6×F((3×2+3)+12+12)	3×2／12／12	2	1/44
8ストランド		9	8×S(19)	1＋9＋9	2	1/15
		12	8×W(19)	1＋6＋(6＋6)	2	1/18
		12	8×Fi(25)	1＋6＋6f＋12	2	1/18
その他		6	3×7	1＋6	1	1/6
		6	18×7	1＋6	1	1/16
		17	34×7	1＋6	1	1/20
		16	4×F(40)	a＋8＋(8＋8)＋16	3	1/14
		16	3×F(40)	a＋8＋(8＋8)＋16	3	1/13

備　考　1．素線構成は中心から順に示す。
2．aは繊維心、fはフィラー線を示す。
3．“／”は別工程を“＋”は同一工程を示す。
4．（　）は同一層内の異なった線径を示す。
5．外層素線径／ロープの径は概略値。

d）より方、及び表面性状　より方、より方向、裸・めっきの区別、油の種類を簡単に表すため、当社ではJISに準じて下記の略号を用いています。

斜線の左側は、表面の種類（裸・めっき・ステンレスの区別と油の種類）を、右側はよりの種類（より方、より方向）を表します。

表４．５　表示の略号

よ り 方	より方向	表　面　の　性　状				
		裸		めっき（G）		ステンレス（SS）
		赤油系（O）	黒油系（C）	赤油系	黒油系	（油なし）
普通より（O）	Zより	O/O*	C/O	G/O	GC/O	SS/O
	Sより	O/S	C/S	G/S	GC/S	SS/S
ラングより（L）	Zより	O/L	C/L	G/L	GC/L	SS/L
	Sより	O/LS	C/LS	G/LS	GC/LS	SS/LS

*オーオーと読み、パーセントではありません。

e）種別（強度）　A種、B種などの種別（表４．１参照）又は、ロープの破断力で表します。なお破断力の単位はtf（トンフォース）とkN（キロニュートン）の２種類がありますが、JIS規格品は1991年１月１日からはkNのみになりました。

f）ロープ径　公称径をmmで表します。（ロイド規格などのように周長で表す場合もあります。）

g）長　　さ　ロープ１条の長さをmで表します。200m、500m又は1,000mが定尺ですが、ご要望に応じた長さのものも製作します。

４．４　特殊ロープ

a）非自転ロープ　ロープは張力によって、ロープ軸を中心に回転しようとする性質（自転性）があります。非自転性ロープは、自転性を小さくするために、素線のより方やストランドのより方を工夫したロープです。

非自転性ロープは、２つに大別することができます。①ヘルクレスロープやナフレックスロープのような多層ストランドロープ、②ユニロープ（U４×SeS(39)，U３×SeS(39)等）やシングルロープ（４×F(30)，３×F(40)）のような単層ストランドロープになります。

１）多層ストランドロープ　多層ストランドロープは、ストランドを２層ないし３層より合わせたロープです。ストランドの層ごとによりの方向が反対になっているため、各層が互いの自転性を打ち消し合い、自転性の小さいロープになっています。

また、同径の６ストランドロープに比べて、外層ストランドが細く断面積が大きいため、表面が平滑で柔軟性があり、破断力も高い非自転性に優れたロープです。

２）単層ストランドロープ　単層ロープは、ストランド本数が３本もしくは４本と少ないことに加えて、ロープのより長さを長くすることで、自転性の小さいロープになっています。

単層ストランドロープであるため、下よりが緩むことによって発生するかご状形くずれが発生することが無く、１本つりに必要な条件を満足したロープです。

b）**デルタフィラーロープ**　デルタフィラーロープは側ストランドとIWRCの空隙部分に、鋼線で補強されたデルタ状（三角形状）のプラスチックスペーサーをより込んだロープです。プラスチックスペーサーがロープ内部での接触を緩和するため、ロープ心の早期損傷を防止し、ワイヤロープ自身の寿命も長くなるとともに、衝撃に強く過酷な使用に耐えることができます。



図４．４　デルタフィラーロープの内部

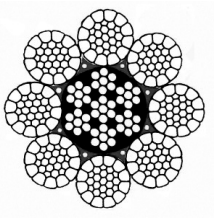


図４．５　デルタフィラーロープの断面図例
（DF-G　IWRC　8×WS(31)）

c）**オメガフィラー®ロープ**　オメガフィラー®ロープは、ロープ心と側ストランドとの間に樹脂を充填することによって長寿命化を達成したロープです。

　従来のロープ心入りロープは、外部の損傷よりも先に内部の素線が摩耗して破断するケースがあります。そこで、樹脂を充填することで内部損傷を軽減させ、ロープの長寿命化に発揮します。

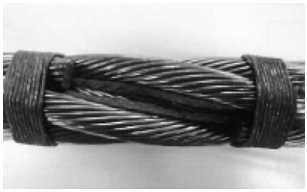


図４．６　オメガフィラー®ロープの一部
ストランドを取り外した外観

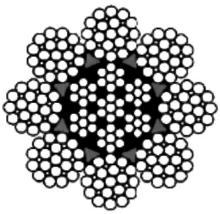


図４．７　オメガフィラー®ロープの断面図例
（OF　IWRC　8×Fi(25)）

d）**オメガソリッドロープ**　コンテナクレーン用ワイヤロープとして長寿命化を達成したロープです。従来のロープ心入りロープと比較して疲労性能を向上させるために、IWRCのコアを樹脂心とし、IWRCとストランド間には樹脂材をより合わせ金属間接触を最大限低減させたロープです。

　また、８ストランド構成とし、ロープとシーブの接触面圧を低減させ、更にIWRCを８ストランドとし、IWRCとストランドの接触状態を改善しロープの長寿命化に効果を発揮しています。

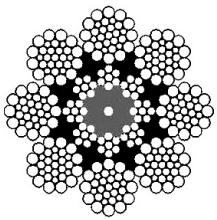


図４．８　オメガソリッドロープの断面図例

e）ロックドコイル　ロックドコイルは、最外層素線がZ形のためロープ表面が平滑であるため外部摩耗が少なく、外層素線が互いに組み合わさっているので外部からの水を含む異物が侵入し難いため内部の損傷が生じにくい特徴をもっています。また、各層ごとにより方向が異なるため自転性も小さくなっています。

当社のロックドコイルは、全国各地のロープウェイやケーブルクレーン、つり橋などの主索としてご使用いただいております。

f）つり構造用　ロープの構造部材（長大橋などの橋梁用、つり屋根などの建築用、ステイ用）として使用されています。つり構造用ロープには厳しい品質と精度が求められており、弊社では要求を満たした高品質な製品を製造しており、各方面でご好評を得ています。

g）海洋観測用　海洋観測用として、深さを観測するための１×７をはじめとして、海底調査に用いられる７×７等が使用されています。

また、深海調査のために使用するロープとして18,000mを超えるテーパードロープもご使用いただいています。普通のワイヤロープでは自重だけで破断するため、テーパードロープは、根元を太くして先をだんだん細くすることにより、自重を軽くした構造となっています。

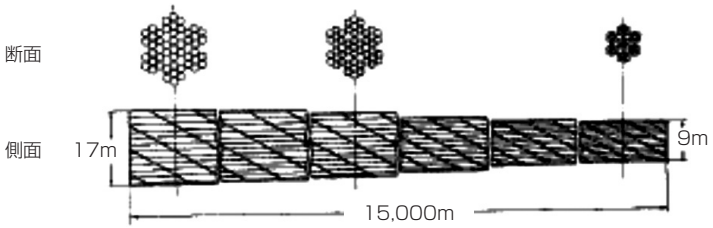
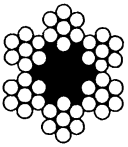


図４．９　テーパードロープ構造例

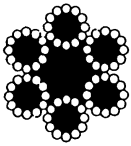
4．5　ワイヤロープの断面図

1

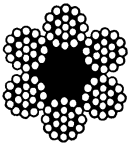
交差より



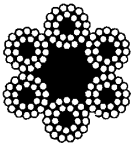
6 × 7
(JIS)



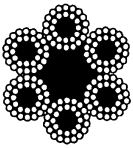
6 ×12



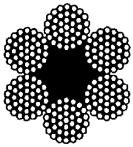
6 ×19
(JIS)



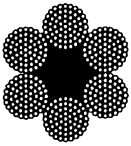
6 ×24
(JIS)



6 ×30

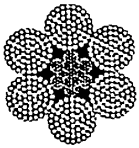


6 ×37
(JIS)

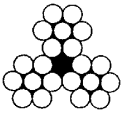


6 ×61

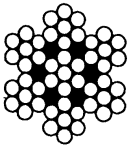
ガードケーブル



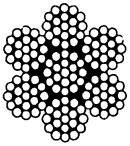
IWRC
6 ×61



3 × 7



7 × 7

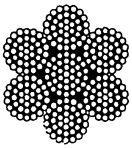


7 ×19

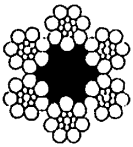
2

平行より

2.1
〔シール形〕

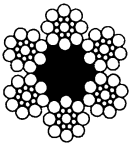


7 ×37

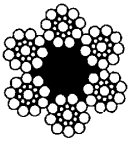


6 ×S(15)

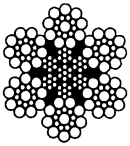
NF300



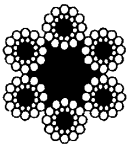
6 ×S(17)



6 ×S(19)
(JIS)

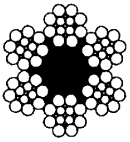


IWRC
6 ×S(19)
(JIS)

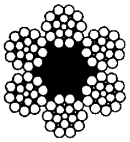


6 ×S(24)

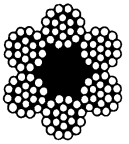
2.2
〔フィラー形〕



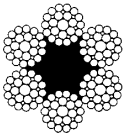
6 ×Fi(17)



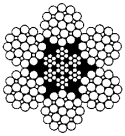
6 ×Fi(21)



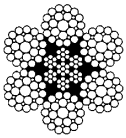
6 ×Fi(25)
(JIS)



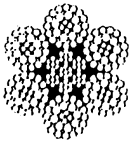
6 ×Fi(29)
(JIS)



IWRC
6 ×Fi(25)
(JIS)



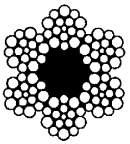
IWRC
6 ×Fi(29)
(JIS)



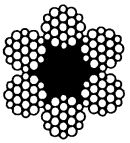
IWRC
6 ×Fi(41)

WWWロープ

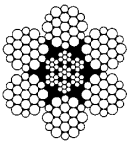
2.3
〔ウォーリントン形〕



6 ×W(16)



6 ×W(19)
(JIS)

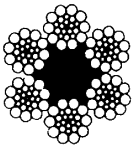


IWRC
6 ×W(19)
(JIS)

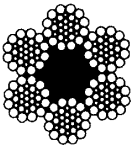
3

複合平行より

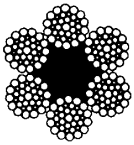
3.1
〔1工程形〕



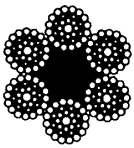
6×WS(26)
(JIS)



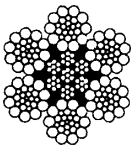
6×WS(31)
(JIS)



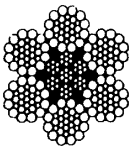
6×WS(36)
(JIS)



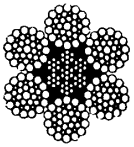
6×WS(41)
(JIS)



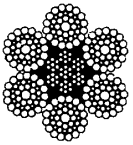
IWRC
6×WS(26)
(JIS)



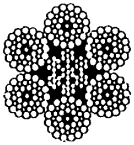
IWRC
6×WS(31)
(JIS)



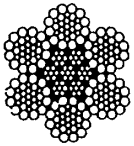
IWRC
6×WS(36)
(JIS)



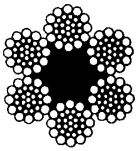
IWRC
6×WS(41)
(JIS)



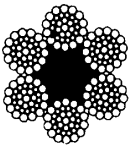
IWRC
6×SWS(49)



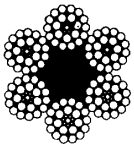
CFRC
6×WS(31)



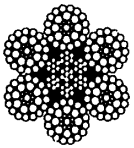
6×FiS(37)



6×FiS(43)



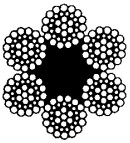
6×SFi(36)



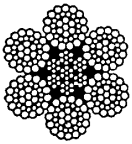
IWRC
6×SFi(41)

NF700

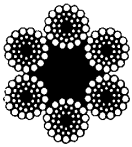
3.2
〔2工程形〕



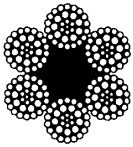
6 ×SeS(37)



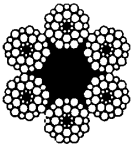
IWRC
6×SeS(37)



6 ×SeS(39)

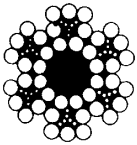


6 ×SeFi(43)

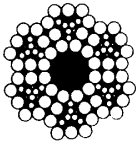


6 ×SeSW(39)

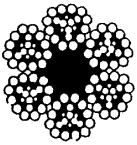
4
フラット形



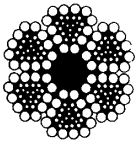
6 ×F{(3 × 2
+ 3)+ 7}



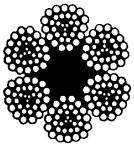
6 ×F{(3 × 2
+ 3)+ 9}



6 ×F{(3 × 2
+ 3)+12}



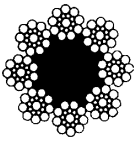
6 ×F{(3 × 2
+ 3)+12+12}



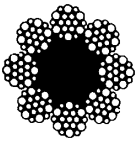
6 ×F{(3 × 2
+ 3)+12+15}

5
8 ストランド

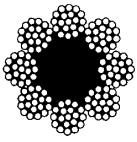
エレベータ用ロープ



8 ×S(19)
(JIS)



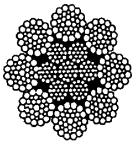
8 ×W (19)
(JIS)



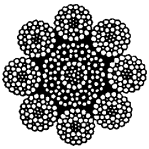
8 ×Fi(25)
(JIS)

6

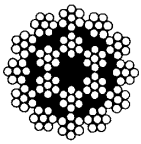
多　層
ストランド



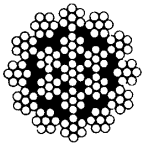
7×19＋8×WS(36)



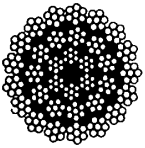
WS(36)＋8×7
＋8×SeWS(52)



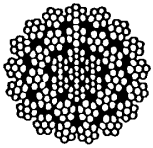
18×7



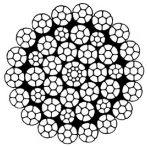
19×7
(JIS)



34×7



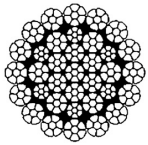
35×7



Gナフレックスロープ
サンナフレックスロープ
P·S(19)＋39×P·7

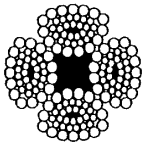
7

ユニロープ

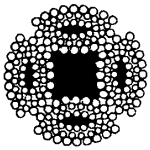


サンナフレックスロープ
35×P·7

ユニロープF形

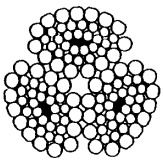


U4×SeS(39)

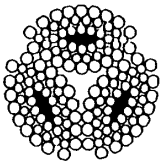


U4×SeS(48)

ユニロープT形



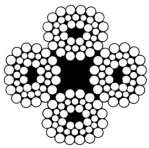
U3×SeS(39)



U3×SeS(48)

8

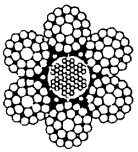
シングル
ロープ



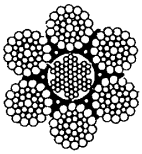
4×F(40)

9

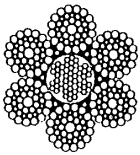
デルタフィラー®ロープ



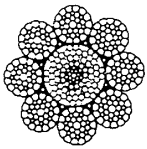
DF IWRC
6×Fi(29)



DF IWRC
6×WS(36)



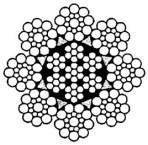
DF IWRC
6×WS(41)



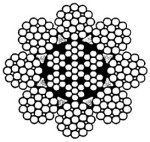
DF IWRC
8×P·WS(36)

10

オメガフィラー®ロープ



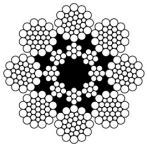
OF IWRC 8×S(19)



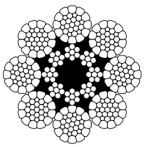
OF IWRC 8×Fi(25)

11

オメガソリッドロープ



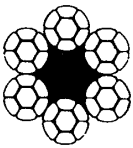
8×7+8×WS(31)



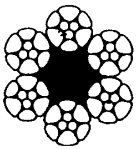
8×7+8×P·WS(31)

12

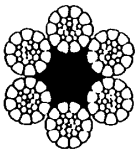
グリーンロープ®
サンロープ



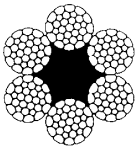
6×P·7



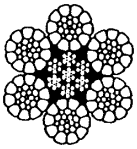
6×P·W(9)



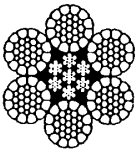
6×P·WS(26)



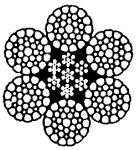
6 ×P·WS(31)



IWRC
6 ×P·WS(26)

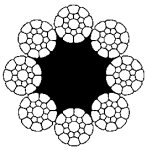


IWRC
6 ×P·WS(31)

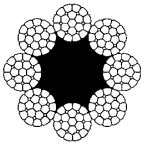


IWRC
6 ×P·WS(36)

エレベータ用ロープ



8 ×P·S(19)



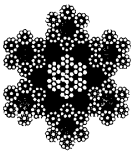
8 ×P·Fi(25)

13

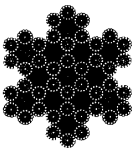
ケーブル
レイド
ロープ



6 × 6 × 7



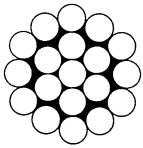
IWRC
6× {IWRC 6×S(19)}



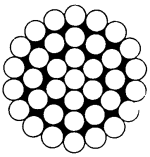
7 × {IWRC
6×WS(36)}

14

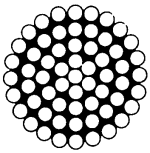
スパイラル
ロープ



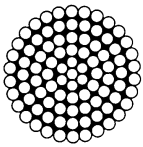
1 ×19



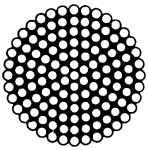
1 ×37



1 ×61



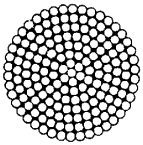
1 ×91



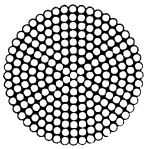
1 ×127

15

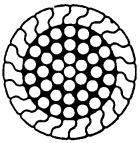
ロックドコイルロープ



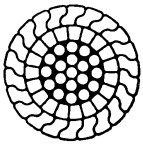
1×169



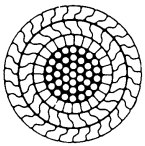
1×217



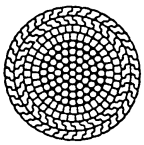
ロックドコイルB形



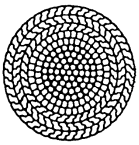
ロックドコイルC形



ロックドコイルD形



ロックドコイルE形



ロックドコイルF形

ワイヤロープ加工品



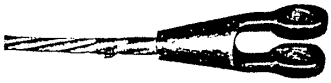
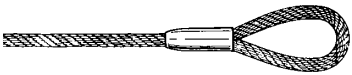
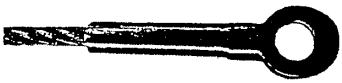
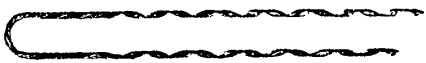
120㎜ロープのワイヤソケット加工

5　ワイヤロープ加工品

5.1　加 工 品

5.1.1　索端加工　一般的なワイヤロープの索端加工の種類を表5.1に示します。

表5.1 ロープの端末加工方法

名　　称	形　　状
ソケット法（コースメタル法）	
アイスプライス法	
シンコークランプ	
シンコーロック アイロック®	
アイクランプ®	
シンコーエンドクランプ SGソケット(スエージソケット)	
ワイヤグリップ法	
楔　　法	
エンドレススプライス法 （ロングスプライス法）	
巻付グリップ	

当社では、これらの標準仕様の他に、ベケット加工、テーパーエンド溶接加工、ワイヤモッコ、ワイヤネット、グロメット、ショートスプライス、ロングスプライス、ヘアピン巻きなどの特殊仕様も含めたあらゆる加工を行っておりますのでご用命下さい。

方　　法	長　　所	短　　所	効　　率
ソケット内にコースメタルを流し込む	非常に効率がよい	ソケット付近の素線が損傷しやすい	100%
ロープの形くずれを防ぐため、シンブルを入れる場合もある	形状が小さくできる 付属器具が不要である	スプライスに熟練を要する	ロープ径 14mm以下　95% 16～20mm　90% 22～26mm　85% 28～38mm　80% 40～48mm　75% 50mm以上　70%
スリーブを圧縮加工する （アルミニウム又は鉄）	効率がよい	工場製作である	90～100%
ロープを組合せた上から圧縮加工する	効率がよい	工場製作である	95～100%
端末金具を圧縮加工する （鉄）	効率が非常によい 形状がスマートでかつ用途範囲が広い	同　　上	95～100%
Uボルトと座金で締めつける	簡単にできる 点検容易	締め具合がむずかしく、強すぎても危険	約80%
楔形ソケットを挿入し、クリップで止める	非常に簡単で、経験を要しない	効率が悪い	70～80%
ロープの径の約1100倍の区間で6か所を継ぐ	索道、エンドレスロープには必要	差し込み技術が必要 太いほど困難 IWRCロープは不可	95%
らせん状の線束を巻き付ける	現場にて容易にロープに巻き付けアイ加工ができ効率もよい	22㎜以上の太径ロープには使用困難	100%

5．1．2　シンコークランプ

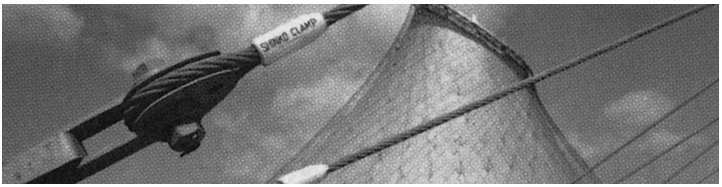
a）特　　徴　シンコークランプは、当社独自のアイ圧縮止め加工法で、締結効率が高く、使いやすさにも工夫をこらし、形状もスマートに加工されているのが特長です。

なお、シンコークランプにはSHINKOCLAMPの刻印をつけて品質を保証しており、JIS B 8817（ワイヤロープスリング）に適合しています。

適用のワイヤロープは主として6 ×24及び6 ×37ですが、IWRC（ロープ心入り）形の平行よりやIWSC（共心）形も可能です。また、ユニロープやデルタフィラー®ロープなどの特殊ロープにつきましてもご用命に応じます。



シンコークランプ



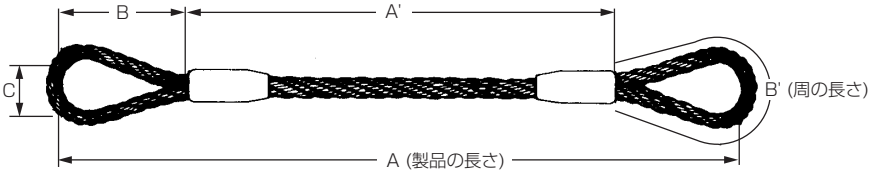
1）引張りに強く安全です。クランプ部の締結効率は、ワイヤロープの保証破断力の約100%です。ただし、クランプ部の保証破断力としましては、加工効率を見込んでワイヤロープの保証破断力の95%で保証しております。

2）寿命が長い。クランプ部での応力集中が少ないため、繰返し引張り・曲げによる素線切れが少なく、また、繰返し衝撃荷重にも強く、長期の使用に耐えます。

3）使いやすく安全です。クランプ部は、表面平滑で先端にはテーパーがついているため使いやすく、クランプ部が、荷に引っ掛かることがありません。また、素線端は、クランプ部内に納められているので、**取扱いの際、手を傷つけたりすることもありません。**

4）安心して使える。専用油圧プレス機により、均一な圧縮加工を施しているため、製品にムラがなく、安心して使用できます。なお、労働省産業安全研究所において、公式に安全が確認されています。

表5．2 シンコークランプの標準寸法

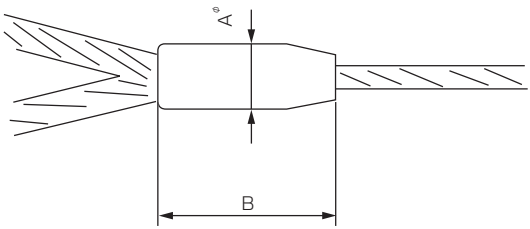


単位mm

ロープ径	アイ部の寸法		
	B	C	B'
6　6.3	100	50	250
8	160	80	400
9	160	80	400
10	200	100	500
12　12.5	200	100	500
14	260	130	650
16	260	130	650
18	300	150	750
20	300	150	750
22　22.4	300	150	750
24　25	360	180	900
26	360	180	900
28	400	200	1 000
30	400	200	1 000
32	460	230	1 150
34	460	230	1 150
36	500	250	1 250
38	500	250	1 250
40	600	300	1 500
42　42.5	600	300	1 500
45	700	350	1 750
47.5　48	800	400	2 000
50	900	450	2 250
53	1 000	500	2 500
56	1 100	550	2 750
60	1 200	600	3 000
65	1 300	650	3 250
70	1 400	700	3 500

表５．３ スリーブの形状（繊維心ロープ）

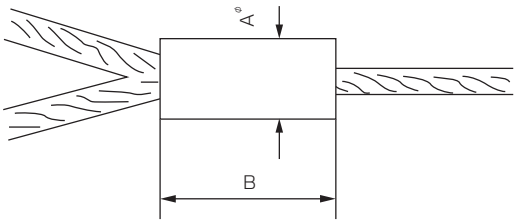
１．ワイヤロープ径　６～46㎜



クランプサイズ	適用ロープ径 ㎜	仕上がり外径 A ㎜	仕上がり長さ B ㎜
6.3	6　6.3	13.0	35
8	8	16.0	43
9	9	18.0	48
10	10	20.0	53
11.2	11.2	22.4	59
12.5	12　12.5	25.0	66
14	14	28.0	75
16	16	32.0	85
18	18	36.0	96
20	20	40.0	106
22.4	22　22.4	44.8	118
25	24　25	50.0	133
26	26	52.0	138
28	28	56.0	149
30	30	60.0	155
32	31.5　32	64.0	165
34	33.5　34	68.0	177
36	35.5　36	72.0	187
38	37.5　38	76.0	197
40	40	80.0	208
42.5	42　42.5	85.0	219
45	44　45　46	90.0	231

表５．４ スリーブの形状（繊維ロープ）

２．ワイヤロープ径　47.5㎜以上



クランプサイズ	適用ロープ径 ㎜	仕上がり外径 A$^{\phi}$ ㎜	仕上がり長さ B ㎜
47.5	47.5　48	95	246
50	50	100	258
53	52　53　54	106	276
56	56	112	287
60	60	120	310
65	65	132	332
70	70	142	354

ｂ）ご使用上の注意事項　シンコークランプは、ワイヤロープの端末を折り返してアルミニウム合金管をプレスで圧着した加工品ですので、ご使用に際しては次の点にご注意下さい。

１）100℃を超える高温では使用しない。

２）プレス加工部に曲げや圧縮が加わるような使い方をしない。

３）蛇口（アイ部）の開き角度を60度以上にしない。

４）海水中では電食を発生する危険性があるため使用しない。海水中でご使用の場合は、鉄スリーブをご指定下さい。

ｃ）ご注文にあたって　クランプ加工品のご照会又はご注文の際には、ワイヤロープの種類（構成、種別、径など）のほかに、加工後の寸法を表５．２のA、Bによってご指定下さい。

なお、表５．２のCの寸法は、自然の状態ではBの寸法の約½になりますので、特にCの長さが必要である場合を除いては、ご指定の必要はありません。

また、Bについて特にご指定のない場合は、前表の標準寸法で製作いたしますので、その場合は、Aの寸法のみご指定下さい。

5．1．3　アイロック®　アイロック®はワイヤロープの締結部をアルミ合金管でプレス加工したもので、締結効率はロープ保証破断力の95%以上ですから安心してご使用いただけます。

a）アイロック®の特長

1）締結効率が優れ安全です。

効率はロープ保証破断力の95%以上ですから安心してご使用いただけます。

2）製品にムラがありません。

スリーブは高品質のアルミ合金を使用し、均一なプレス加工を施してありますので製品にムラがありません。

3）取扱いが容易です。

軽量で表面が平滑であり、作業上の取扱いが容易です。

4）経済的です。

従来のサツマ加工に比べて、ロープ加工余尺が節約できますから経済的です。

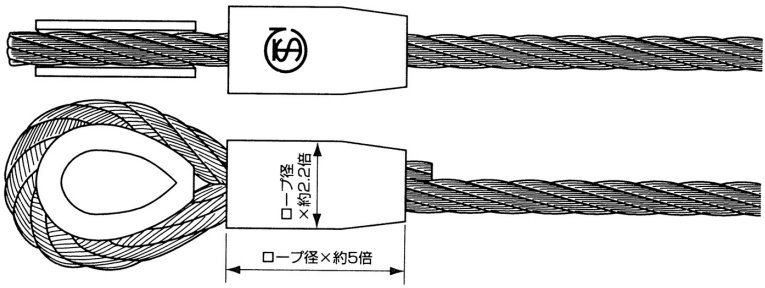
5）短尺玉掛策もできます。

サツマ加工より短い玉掛策もできます。

6）用途によりスリーブの材質を選べます。

スリーブの材質はアルミ合金以外に、鉄及びステンレス（SUS 304）もあります。

アイロック®の形状



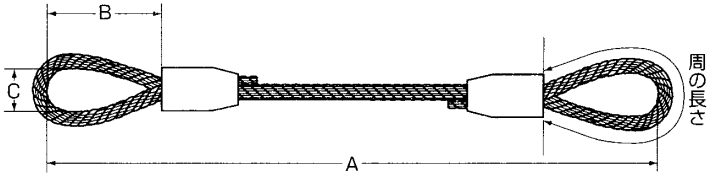


表5．5 アイロック®の標準寸法

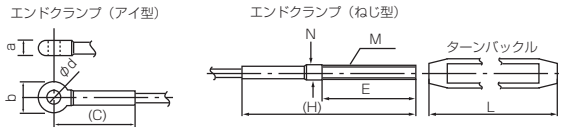
単位mm

ロープの径	アイロック® アイ部標準寸法		
	B	C	周の長さ
6	100	50	250
8	120	60	300
9	160	80	400
10	180	90	450
11.2 12	200	100	500
12.5 14	220	110	550
16	240	120	600
18	280	140	700
20	320	160	800
22 22.4	320	160	800
24	340	170	850
25 26	340	170	850
28	360	180	900
30	360	180	900
31.5 32	400	200	1000
33.5 34	440	220	1100
35.5 36	480	240	1200
37.5 38	520	260	1300
40	560	280	1400
42 42.5	600	300	1500
44	600	300	1500
45 46	700	350	1750
47.5 48	700	350	1750
50	800	400	2000

（注）1．上記サイズ以外の太物もできますのでご照会下さい。
2．シンブル付きのIWRCはシンブルを1サイズ大きいものを使用します。

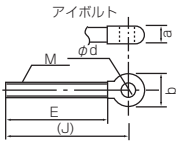
5．1．4　シンコーエンドクランプ／SGクランプ　締結効率が高く、形状がスマートで、かつ、先端形状を自由に加工できますので、用途範囲が広く、つり橋のハンガーロープや支索などの端末

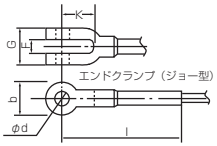
表5．6　シンコーエンドクランプ標準寸法



呼び	エンドクランプ（アイ型）				エンドクランプ（ねじ型）				ターンバックル
	a	b	(c)	ø d	E	(H)	M	N	L
6	14	26	75	12	105	180	M12	14.0	200
8	17	33	95	14	120	210	M14	16.5	230
9	19	37	105	16	130	235	M16	19.0	250
10	21	40	115	18	150	265	M18	21.0	280
12	26	51	145	22	160	295	M20	26.0	300
14	29	56	160	24	185	340	M24	29.5	350
16	33	63	180	26	210	380	M27	33.0	400
18	37	69	200	29	215	410	M30	37.5	400
20	42	76	215	32	240	450	M33	42.0	450
22	47	86	245	35	240	480	M39	46.5	450
24	52	91	260	38	250	505	M42	51.5	460
25	52	98	270	41	250	515	M42	51.5	460
26	56	101	280	44	260	535	M45	56.0	470
28	59	110	300	47	270	560	M48	58.5	490
30	61	119	320	50	280	590	M52	60.5	510
32	65	126	345	55	310	640	M56	65.0	560
34	70	134	365	59	310	660	M56	70.0	560
36	75	142	385	63	330	700	M60	74.5	600
38	79	149	405	67	360	750	M64	79.0	650
40	85	158	430	71	380	800	M68	85.0	700
42	89	166	465	75	385	830	M70×6	88.5	700
44	89	173	480	75	385	845	M70×6	88.5	700
45	99	173	490	79	410	885	M72×6	98.5	750
46	99	174	500	79	410	895	M76×6	98.5	750
48	102	182	510	83	440	935	M80×6	101.5	800
50	102	197	540	88	440	960	M80×6	101.5	800
52	110	206	580	93	490	1040	M85×6	110.5	900
54	116	217	610	98	495	1075	M90×6	116.0	900
56	116	217	610	98	495	1075	M90×6	116.0	900
58	123	225	630	98	550	1151	M95×6	123.0	1000

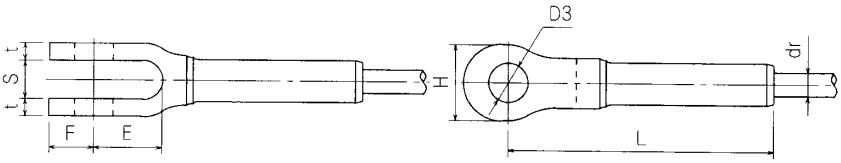
処理のほか、移動式クレーンのペンダントの端末にも用いられています。ストランドロープ用の標準寸法を表５．６に示します。標準外の仕様にも対応いたしますのでご相談下さい。





アイボルト						エンドクランプ（ジョー型）					
a	b	φ d	E	(J)	M	b	φ d	F	G	(l)	K
14	26	12	105	125	M12	26	12	16	31	85	21
17	33	14	120	145	M14	33	14	19	36	105	25
19	37	16	130	160	M16	37	16	21	41	120	29
21	40	18	150	180	M18	40	18	23	45	130	31
26	51	22	160	200	M20	51	22	28	55	165	39
29	56	24	185	230	M24	56	24	31	61	185	43
33	63	26	210	260	M27	63	26	35	69	210	49
37	69	29	215	270	M30	69	29	40	79	230	54
42	76	32	240	300	M33	76	32	45	89	255	60
47	86	35	240	310	M39	86	35	50	98	285	68
52	91	38	250	320	N42	91	38	55	108	310	73
52	98	41	250	325	M42	98	41	55	108	320	76
56	101	44	260	340	M45	101	44	59	117	335	80
59	110	47	270	355	M48	110	47	62	122	355	86
61	119	50	280	370	M52	119	50	64	127	380	91
65	126	55	310	405	M56	126	55	70	138	400	98
70	134	59	310	410	M56	134	59	75	148	430	104
75	142	63	330	440	M60	142	63	80	157	450	111
79	149	67	360	475	M64	149	67	84	166	475	116
85	158	71	380	500	M68	158	71	90	178	510	124
89	166	75	385	515	M70× 6	166	75	95	187	535	131
89	173	75	385	520	M70× 6	173	75	95	187	550	134
99	173	79	410	550	M72× 6	173	79	105	207	570	137
99	174	79	410	550	M76× 6	174	79	105	207	580	139
102	182	83	440	590	M80× 6	182	83	108	214	600	145
102	197	88	440	590	M80× 6	197	88	108	214	625	152
110	206	93	490	650	M85× 6	206	93	120	236	670	163
116	217	98	495	660	M90× 6	217	98	126	248	705	171
116	217	98	495	660	M90× 6	217	98	126	248	705	171
123	225	98	550	725	M95× 6	225	98	133	263	735	179

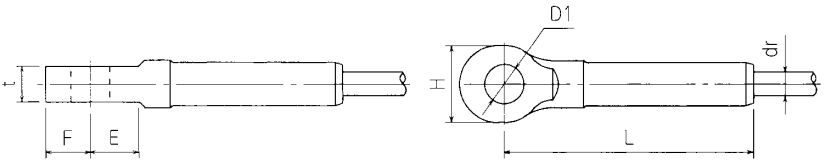
表5．7 O形SGソケット標準寸法



dr ㎜	t ㎜	S ㎜	D_3 ㎜	E ㎜	F ㎜	H ㎜	L ㎜	質量 kg
6	6	12	11	20	12	21	75	0.1
6.3	6	12	11	20	12	21	75	0.1
8	8	16	15	25	15	26	93	0.2
9	8	16	15	27	17	30	104	0.2
10	9	18	17	30	19	33	115	0.3
11.2	10	20	19	32	20	36	127	0.4
12	11	22	21	35	22	40	141	0.5
12.5	11	22	21	35	22	40	141	0.5
14	12	24	23	40	25	46	158	0.7
16	13	26	25	44	28	52	179	1.0
18	14	29	28	49	31	58	201	1.5
20	16	32	31	55	35	65	223	1.8
22	17	35	34	60	38	72	248	2.5
22.4	17	35	34	60	38	72	248	2.5
24	19	38	37	64	41	78	267	3.5
25	20	41	40	70	44	84	289	4.0
26	20	41	40	70	44	84	289	4.0
28	22	44	43	74	47	90	310	4.7
30	23	47	46	79	50	96	332	6.0
31.5	25	50	49	84	54	104	353	7.3
32	25	50	49	84	54	104	353	7.3
33.5	27	54	53	90	57	108	376	9.0
34	27	54	53	90	57	108	376	9.0
35.5	29	58	57	95	60	114	398	11.0
36	29	58	57	95	60	114	398	11.0
37.5	30	60	57	100	63	120	419	14.0
38	30	60	57	100	63	120	419	14.0
40	32	64	65	107	68	130	444	15.3
42	33	66	65	110	70	134	467	16.2
42.5	33	66	65	110	70	134	467	16.2
44	35	70	65	115	73	138	485	18.7
45	37	74	69	121	76	144	507	25.0
46	37	74	69	121	76	144	507	25.0
47.5	38	76	73	127	81	152	531	26.3
48	38	76	73	127	81	152	531	26.3
50	39	78	76	133	85	160	555	27.8
53	42	84	81	143	92	172	598	35.1
56	44	88	86	150	96	180	622	41.0
60	48	96	96	162	103	194	665	44.0

上記寸法は、IWRC 6×Fi(29)特種の破断力を基準として設計しております。
質量はピンを除く概算質量です。
特別な形状がご入用のときはご照会下さい。

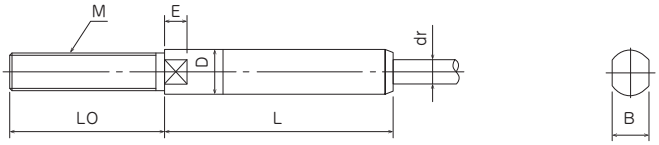
表5．8 C形SGソケット標準寸法



dr mm	t mm	D_1 mm	E mm	F mm	H mm	L mm	質量 kg
6	10	11	14	12	21	62	0.1
6.3	10	11	14	12	21	64	0.1
8	14	15	17	15	26	82	0.1
9	14	15	19	17	30	91	0.1
10	16	17	21	19	33	101	0.2
11.2	18	19	22	20	36	112	0.3
12	20	21	24	22	40	121	0.4
12.5	20	21	24	22	40	125	0.4
14	22	23	28	25	46	140	0.5
16	24	25	31	28	52	159	0.8
18	27	28	34	31	58	178	1.1
20	30	31	39	35	65	198	1.3
22	33	34	42	38	72	217	1.8
22.4	33	34	42	38	72	221	1.8
24	36	37	45	41	78	237	3.2
25	39	40	49	44	84	247	3.2
26	39	40	49	44	84	256	3.2
28	42	43	52	47	90	276	3.6
30	45	46	55	50	96	295	4.6
31.5	48	49	59	54	104	310	5.6
32	48	49	59	54	104	315	5.7
33.5	52	53	63	57	108	330	6.6
34	52	53	63	57	108	335	6.7
35.5	56	57	66	60	114	350	8.2
36	56	57	66	60	114	355	8.3
37.5	58	57	70	63	120	368	11.3
38	58	57	70	63	120	373	11.3
40	62	65	75	68	130	395	12.1
42	64	65	77	70	134	413	12.7
42.5	64	65	77	70	134	417	12.8
44	68	65	80	73	138	431	14.8
45	72	69	84	76	144	442	19.2
46	72	69	84	76	144	451	19.7
47.5	74	73	89	81	152	466	20.5
48	74	73	89	81	152	471	20.8
50	76	76	94	85	160	490	22.0
53	82	81	101	92	172	520	27.2
56	86	86	106	96	180	549	32.0
60	94	96	114	103	194	590	33.6

上記寸法は、IWRC 6×Fi(29)特種の破断力を基準として設計しております。
質量は概算質量です。
特別な形状寸法がご入用のときはご照会下さい。

表5．9 T形SGソケット標準寸法



dr ㎜	B ㎜	M ㎜	D ㎜	E ㎜	LO ㎜	L ㎜
6	10	M10×1.5	12	7		57
6.3	10	M10×1.5	12	7		60
8	13	M12×1.75	15	8		77
9	13	M14×2	15	8		85
10	17	M16×2	19	10		94
11.2	17	M18×2.5	19	10		108
12	19	M20×2.5	21	12		111
12.5	19	M20×2.5	21	12		118
14	21	M22×2.5	24	12		132
16	24	M24×3	29	14		151
18	27	M27×3	32	16		170
20	30	M30×3.5	36	16		189
22	36	M33×3.5	43	20		208
22.4	36	M33×3.5	43	20		212
24	36	M36×4	43	20		226
25	36	M36×4	43	20		236
26	36	M39×4	45	20		245
28	41	M39×4	50	22		264
30	46	M42×4.5	53	22		283
31.5	46	M45×4.5	56	24		297
32	46	M45×4.5	56	24		302
33.5	50	M48×5	61	26		316
34	50	M48×5	61	26		321
35.5	55	M52×5	69	28		335
36	55	M52×5	69	28		339
37.5	60	M56×5.5	72	28		354
38	60	M56×5.5	72	28		359
40	60	M56×5.5	72	28		377
42	60	M60×5.5	72	30		396
42.5	60	M60×5.5	72	30		402
44	65	M64×6	82	32		415
45	65	M64×6	82	32		425
46	65	M64×6	82	32		434
47.5	70	M68×6	82	32		449
48	70	M68×6	82	32		454
50	70	M68×6	86	34		472
53	75	M72×6	89	36		500
56	80	M76×6	95	38		528
60	80	M80×6	95	38		566

上記寸法は、IWRC 6×Fi(29)特種の破断力を基準として設計しております。
ネジ長さ（LO）については注文時にご指示下さい。
特別な形状がご入用のときはご照会下さい。

5．1．5　アイクランプ®　アイクランプ®は、玉掛索としてはサツマ加工の長所を取り入れ、ロープを組合せた上から圧縮加工を行いますから、アイ部にかかる荷重が均等で金具に与える応力も無理が無く、また、締結効率はロープ保証破断力のほぼ100%ですから非常に安全性の高い製品です。

表5．10 アイクランプ®の試験結果（例）

使 用 ロ ー プ	ロープの径　㎜	保証破断力　kN	アイクランプ®（玉掛索）の破断力　kN
6×24　G/O	12	65．9	67．6
〃	18	148	149
6×37　G/O	12	71．1	72．0
〃	18	160	161

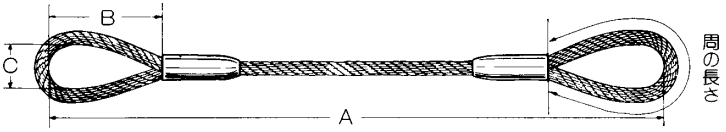


表5．11 アイクランプ®の標準寸法

ロープの径　㎜	Bの長さ　㎜	Cの長さ　㎜	周の長さ　㎜
4	約　80	約　40	200
6	100	50	250
8	120	60	300
9	160	80	400
10	180	90	450
12	200	100	500
14	220	110	550
16	240	120	600
18	280	140	700
20	320	160	800
22	320	160	800
24	340	170	850
26	340	170	850
28	360	180	900
30	360	180	900
32	400	200	1，000
34	440	220	1，100
36	480	240	1，200
38	520	260	1，300
40	560	280	1，400
42	600	300	1，500
44	600	300	1，500
46	700	350	1，750
48	700	350	1，750
50	800	400	2，000
60	1，000	500	2，500
65	1，200	600	3，000
70	1，400	700	3，500
75	1，500	750	3，750
80	1，600	800	4，000
85	1，700	850	4，250

（注）アイ部の寸法につき特にご指定のない場合は、上記寸法で製作します。
　　シンブルつきのIWRCは、シンブルを１サイズ大きいものを使用します。

5．1．6　ワイヤグリップ　ワイヤグリップによる定着は、ロープの一端を折り曲げ、それを本綱にグリップで止める方法ですが､グリップの止め方が悪いために事故を起こした例がありますので、下記のような諸点に十分気をつけて、正しく止めなければなりません。

a）ワイヤグリップは、座金とワイヤロープの摩擦及び変形抵抗を利用した定着ですので、座金を張力が伝達する本体側に止めます。すなわち、Uボルトをロープの折り返し側に並べます。

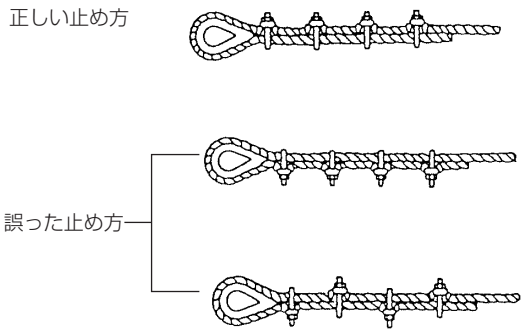


図5．1　グリップ法の止め方

b）グリップの間隔は、ロープ径の6倍以上にする。

c）グリップの取り付け個数は表5．12に示す以上とし、トルクレンチを用いて表中のトルク値で締めつける。

d）取り付け後、一旦負荷を与えてから増し締めを行う。

e）できるだけシンブルを適用する。

表5.12 ワイヤグリップ取り付け基準

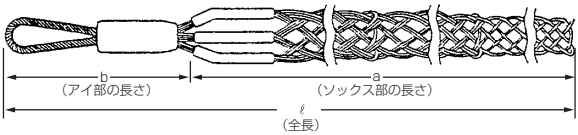
ロープ径（mm）	適合グリップサイズ		取り付け個数			取り付け間隔（cm）	締付けトルクN·m（kgf-cm）		
	鍛造品	マリアブル品	6×7	6×19	6×24 6×37		6×7	6×19	6×24 6×37
10	FR-10	MR-10	6	5	4	7	22(220)	19(190)	16(160)
12	FR-12	MR-12	6	5	4	8	34(340)	29(290)	24(240)
14	FR-14	MR-14	6	5	4	9	52(530)	46(460)	37(380)
16	FR-16	MR-16	6	5	4	10	73(740)	63(640)	52(530)
18	FR-18	——	8	7	5	12	93(950)	81(820)	67(680)
20	FR-20～22	——	8	7	5	13	116(1180)	100(1010)	83(840)
24	FR-24～25	——	8	7	5	16	166(1690)	143(1450)	119(1210)
26	FR-26～28	——	8	7	5	17	193(1960)	165(1680)	138(1400)
30	FR-30～32	——	9	8	6	20	261(2660)	224(2280)	187(1900)
36	FR-33～38	——	11	9	7	23	365(3720)	313(3190)	261(2660)
40	FR-40～45	——	11	9	7	26	419(4270)	359(3660)	300(3050)
47.5	FR-47～50	——	12	10	8	31	556(5670)	477(4860)	398(4050)
53	FR-52～54	——	15	12	9	35	632(6440)	542(5520)	452(4600)
60	FR-56～60	——	15	12	9	39	756(7700)	648(6600)	540(5500)

備考：繊維心入り平行よりは、6×19と同様とし、ロープ心入り平行よりは、ロープが硬いことから6×19より更に1個増やすようにすること。

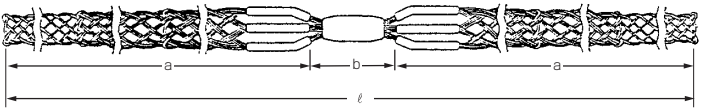
5.1.7　ケーブルグリップ　ケーブルグリップは、ストランド（より線）を円筒状に編んだもので、長手方向に圧縮すれば円筒の径が広がり、引張れば縮むという性質を利用して、ワイヤロープの連結や引出しに用いられます。標準寸法を表5.13に示します。

表5.13 ケーブルグリップの標準寸法

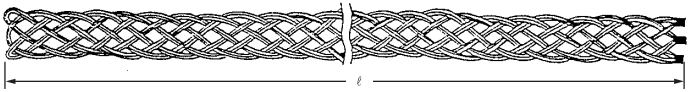
標　準　型（R）



ジョイントA型(RA)



ジョイントB型(RB)



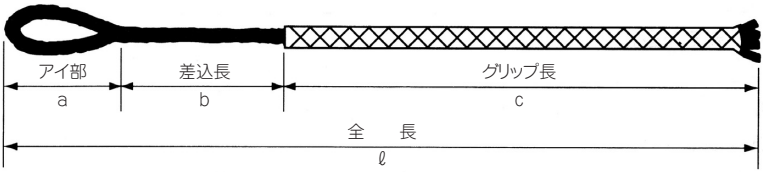
No	適用径 ㎜	標準寸法 ㎜							最大使用荷重 kgf
		標準型（R）			ジョイントA型（RA）			ジョイントB型（RB）	
		a	b	ℓ	a	b	ℓ	ℓ	
0	8～11	350	140	490	350	140	840	750	600
1	11～13	400	190	590	400	210	1 010	900	1 200
2	13～16	500	190	690	500	210	1 210	1 200	1 200
3	16～21	550	220	770	550	220	1 320	1 300	1 500
4	21～25	750	250	970	750	220	1 720	1 600	2 000
5	25～30	750	310	1 000	750	220	1 720	1 700	3 000
6	30～35	900	360	1 210	900	280	2 800	2 000	3 500
7	35～42	1 000	360	1 360	1 000	280	2 880	2 250	4 000
8	42～50	1 300	360	1 660	1 300	280	2 880	2 700	4 500
9	50～60	1 500	360	1 860	1 500	280	3 280	2 700	4 500
10	60～75	2 000	360	2 360	2 000	280	4 280	3 800	4 500

備考1．標準寸法は、最大ケーブル径を挿入したときの長さを示す。
2．最大使用荷重は、軸方向に使用される場合の値を示す。
3．ソックス部の長さは標準寸法以外でも製作いたします。

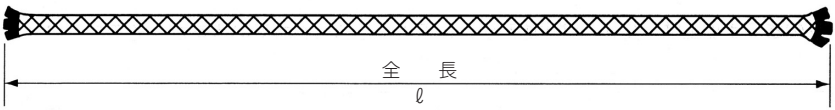
5．1．8　タフエクセルグリップ　このロープグリップには、鋼線製のワイヤロープグリップとアラミド繊維を用いたタフエクセルグリップとがあり、使用条件に応じて各種のものができます。特にタフエクセルグリップは、その軽さ、柔軟さ、取扱いやすさなどから、各方面でご愛用いただいています。タフエクセルグリップの標準寸法表を次に示します。

表5．14 タフエクセルグリップ標準寸法

アイ加工品（Eタイプ）



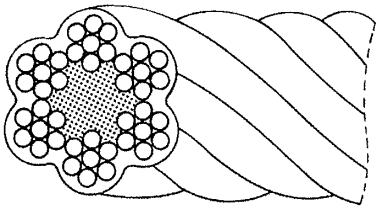
ストレート品（Sタイプ）



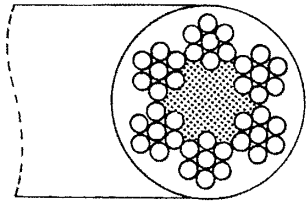
品番	適用ロープ径	標準長さ（㎜）				破断力	安全使用荷重
		アイ部	差込長	グリップ長	全長		
	㎜	a	b	c	ℓ	kN	kN
ARG－6WE	6～7	15	80	200	295	1．2	0．2
ARG－6WS		－	－	－	400		
ARG－8WE	8～9	20	100	275	395	7．2	1．2
ARG－8WS		－	－	－	550		
ARG－10WE	10～12	20	100	300	420	7．2	1．2
ARG－10WS		－	－	－	600		
ARG－13WE	13～15	25	100	350	475	9．6	1．6
ARG－13WS		－	－	－	700		
ARG－16WE	16～20	35	130	500	665	18．0	3．0
ARG－16WS		－	－	－	1，000		
ARG－21WE	21～25	35	150	800	985	28．0	4．8
ARG－21WS		－	－	－	1，600		
ARG－26WE	26～32	40	150	1，000	1，190	36．0	6．0
ARG－26WS		－	－	－	2，000		

標準長さは、最小径のロープを挿入したときの長さを示す。

５．１．９　ダイアコートロープ（ナイロン被覆ロープ）　神鋼鋼線工業のダイアコートロープは、プラスチック材料の中でも、特に、化学的、機械的性能の優れたナイロン-12を押出成形によりワイヤロープに被覆加工した複合ロープです。なお、被覆の形状は、標準形とラウンド形があります。



（標準形）



（ラウンド形）

ナイロン12：$H-(NH-(CH_2)_{11}CO)_nOH$

ａ）特　　長

１）外　　観　ナイロン被覆を施しているので外観が美しく、長時間使用しても鮮明度が落ちず、ほとんど退色しません。

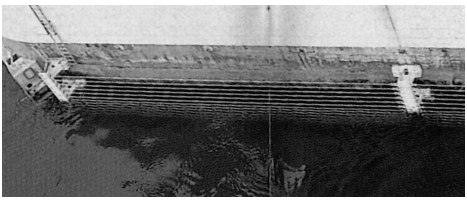
表面には、油類の塗布を施す必要がないので清潔であり、しかも、表面が緻密で滑らかなため塵埃などの付着が少なく、油類や塵埃などの汚れが望ましくない分野に有効です。

ナイロンには、種々の着色ができるので寸法、品種、用途などに応じた色分けができます。

２）化学的性能　耐候性・耐水性・耐海水性が非常に優れています。更に、アルカリ、弱酸、油類などに対しても優れた耐食効果を示します。

３）機械的性能　ナイロン-12は塩化ビニールなど他のプラスチック材料に比べて、耐摩耗性・耐疲労性・耐衝撃性が優れています。

特に、耐疲労性で高性能を示し、使用条件によっては、本体の鋼ロープより優れた性能を発揮することがあります。



橋脚防舷材に使用した例

b）仕　　様　ダイアコートロープの皮膜の厚さは、任意に選択できますが、下表の値を標準としております。なお、ナイロンの他にポリエチレンコート、ポリプロピレンコート、塩化ビニルコートなどのプラスチック被覆加工のご要望に応じます。

表 5．15 ダイアコートロープ皮膜の標準厚さ

被覆前ワイヤロープの径㎜	皮膜の標準厚さ㎜	被　覆　の　形　式
1．5～ 6．3	0．6	標準型とラウンド型があります **標準型** 皮膜の厚さを一定にしたもので、外観はロープの凹凸が現れます **ラウンド型** ロープの凹凸に関係なく外観を丸棒状にしたものです
8．0～12．5	0．8	
14　～20	1．0	
22　～28	1．5	
30　～36	2．0	
38　～60	3．0	

5．1．10　プレテンション　つり橋用、架設工事用、エレベータ用などのワイヤロープは、使用中の伸びが問題となりますが、プレテンションを施すことによって伸びの少ない安定したワイヤロープが得られます。

a）用　　途　橋梁用、つり構造用、架設工事用、支索用、索道用、エレベータ用など。

b）特　　長

1）初期伸びがほとんど除去されている。
2）引張弾性係数が大きく、かつ安定している。
3）よりが均一でくせがない。
4）耐疲労性が向上する。
5）使用中の径の細りの低減。

c）プレテンション装置の特長

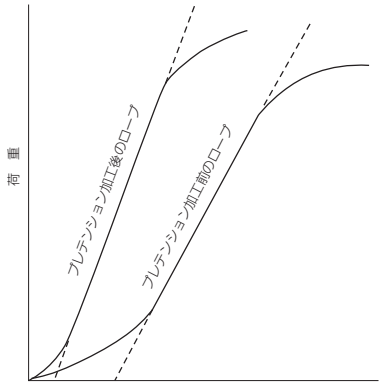
1）高精度の荷重計と独自の引張装置。
2）張力自動調節装置つき。

d）プレテンション荷重の標準値

エレベータ用ロープ：破断力の30%
動　　索：破断力の40%
静　　索：破断力の50%

e）設備能力（概要）

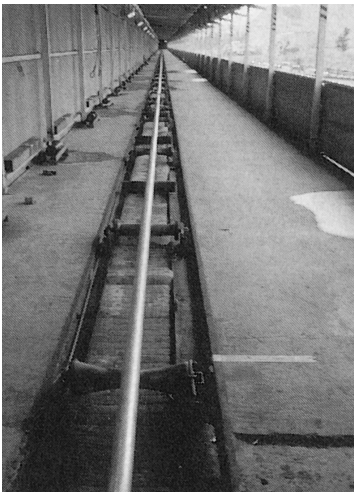
プレテンション可能範囲
最大張力　　：5000kN
最大ロープ径：120㎜
プレテンション設備
500ton→2台
100ton→1台
20ton→1台
（8㎜～150㎜まで対応可能）



荷重―伸び曲線の比較

表5.16 プレテンションと引張弾性係数（参考値）

ロープ構成	引張弾性係数　kN/㎟	
	プレテンション処理前	プレテンション処理後
7×7　G／O 7×19　G／O 7×37　G／O	120～130 110～120 100～110	130～150
1×7　G／Z 1×19　G／Z 1×37　G／Z	140～160	160～180
1×61　G／Z 1×91　G／Z 1×127　G／Z	130～150	
LCR B形、C形 LCR D形、E形	140～150 130～140	160～170

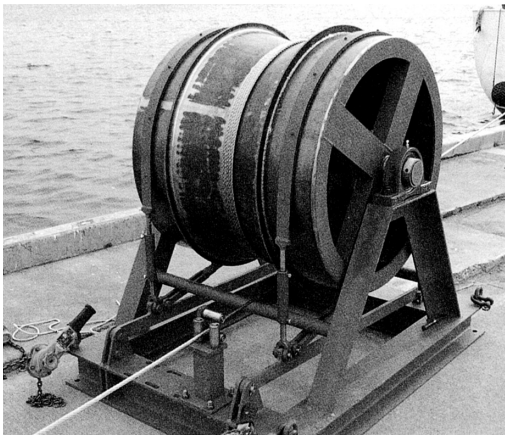


5.1.11　テザックサンマッキー®　テザックサンマッキー®は、ロープをドラムやウィンチリールなどへ巻き込む際に使用する、電源不要の張力負荷装置です。

ロープをウィンチの回転力のみで巻き込むと、多層巻きをした場合上層ロープが下層ロープに喰い込み、ロープの形くずれを誘発して早期寿命となることが多く発生します。テザックサンマッキー®で張力巻きを行うと、下層ロープをきつく巻くことができるため、上層ロープの食い込みを防げ、ロープの寿命延長に寄与することができます。

テザックサンマッキー®は、細径用，太径用，ZよりSよりロープの同時巻込みタイプなどのご要望にも対応いたします。なお、技術者による指導にも対応しておりますので、ご安心してご使用いただけます。

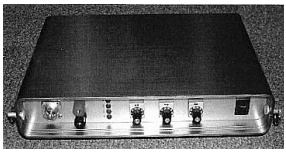
また、販売だけではなく貸し出しも行っておりますので、お気軽にお問い合わせ下さい。



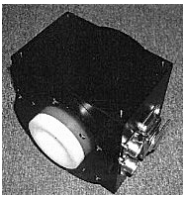
5．1．12　ワイヤロープテスタ　弊社のロープテスタ（WIRE-1100）は、漏洩磁束の検知、計測によりワイヤロープに存在する素線断線を高感度に検出します。

表 5．17 装置の仕様

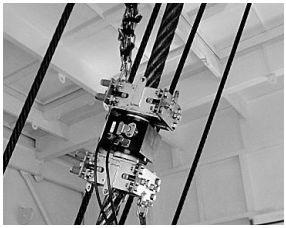
	検出器	検出コイル
適用ロープ径	14～50mm	
質量　kg	約1.5	約14（ホルダー含む）
外形寸法　mm （W×D×H）	260×180×50	340×150×220 （ホルダー含む）



検出器



検出コイル

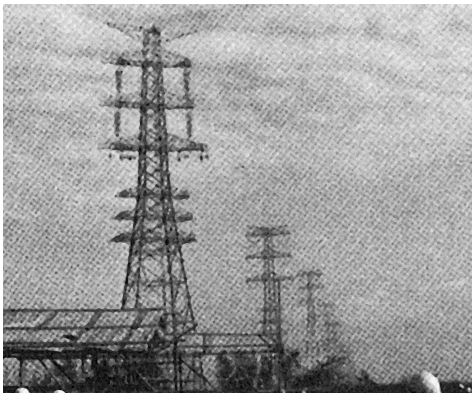


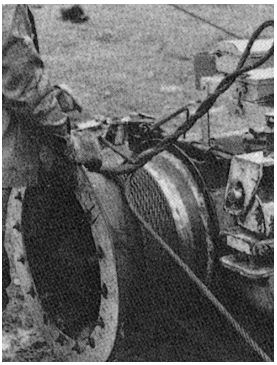
使用中

5．1．13　ユニバランサー　ワイヤロープのより戻しを人力でする必要がなくなりました。ユニバランサーは小さな機械で安全と能率向上に役立ちます。

送電線工事では、支持物の組立てや架線その他荷を巻き上げつり降ろす作業はひんぱんに行われ、どの工法をとっても、多量のワイヤロープが使用されています。特に延線に使用されるワイヤロープは「キンク」の発生の可能性があり、その解消のために作業能率の低下をきたし、またワイヤロープの取替時期を早めています。

このようなキンク発生を事前に防ぐため、ユニバランサーでワイヤロープに内在する弾性トルクを自動的に除去します。





ユニバランサーは、弾性トルクを自動検出し、その弾性トルク値に従って「逆より」、つまり「より」を解放させながら新しいリールに巻き替えるものです。

ユニバランサーでワイヤロープのツイストを戻し工事の省力化、安全、能率アップをお確かめ下さい。

装置の説明

a）トルクディテクター

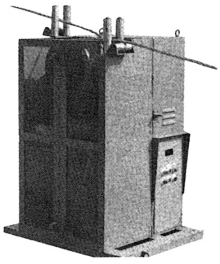
1）トルクディテクターはワイヤロープに生じている弾性トルクの方向と程度を検出するもので、その信号をサプライスタンドへ送り、回転方向及び回転数を指示します。

2）トルクディテクターには巻取速度を一定にする調整装置と条長カウンターがセットされております。

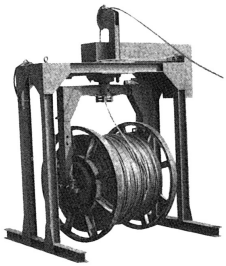
b）サプライスタンド

1）トルクディテクターから送られた信号に従い、リールを公転させてワイヤロープに内在する弾性トルクを除去します。

2）サプライスタンドは、リール自転用シャフト及びブレーキ、リール脱着用油圧装置からなります。



トルクディテクター



サプライスタンド

ユニバランサーを使った弾性トルクの除去効果

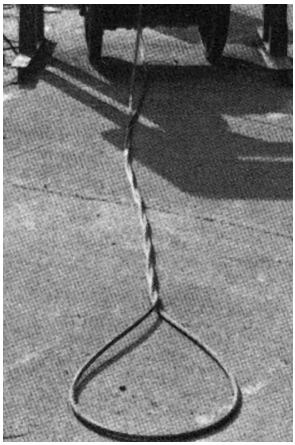
a）実験データ

各サイズのワイヤロープについて「より」を入れ、それを再びユニバランサーで除去した場合の除去率は約90%前後でした。

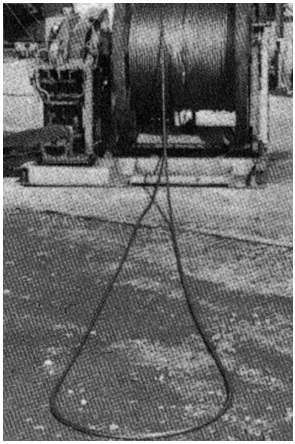
	供試材の内容			実験データ		
より方向	ロープ径	ロープ構成	ロープ長	より回数	よ り除去数	よ り除去率
新品ロープ㊀(もどる)	10㎜	6 ×24G／O	150m	109	119	109%
	14㎜	〃	150m	107	90	84%
	16㎜	〃	150m	102	98	96%
	16㎜	U 4 ×SeS (39)	150m	100	113	113%
新品ロープ㊉(入 る)	10㎜	6 ×24G／O	150m	101	90	89%
	14㎜	〃	150m	96	96	100%
	16㎜	〃	150m	92	82	89%
中古品ロープ㊀(もどる)	10㎜	6 ×24G／O	150m	106	79	75%
	14㎜	〃	150m	108	101	94%
	16㎜	〃	325m	235	263	112%

b）実験状況

●弾性トルクが入っているワイヤロープを引き出すと、このようにツイスト状になります。



●ユニバランサーで自動的に弾性トルクを検出し、よりを戻すと、このように素直なワイヤロープに戻ります。



ユニバランサーによる効果

a）従来の人手によるワイヤロープのより戻しが自動化されて省力化します。

b）ワイヤロープはフリーにしてもキンクが起こらない状態になるので、新品同様の素直なワイヤロープを再使用していただけます。

c）架線工事の途中で、ワイヤロープがキンクになる事故が激減し、作業能率が向上します。

d）ユニバランサーはワイヤロープの条長も計測します。

ステンレスロープ



ガラス架構を支持するステンレスロープ

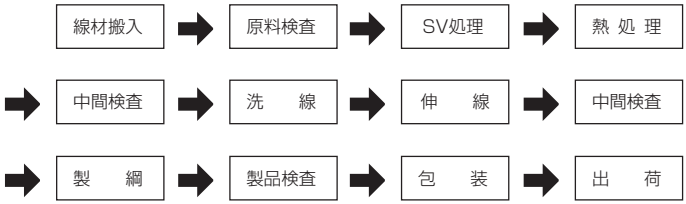
6　ステンレスロープ

ステンレス鋼には、非常に多くの種類と用途があり、それぞれ異なった性質をもっています。ステンレスロープ用の素材としては、代表的なものとしてSUS 304及びSUS 316があり、アルカリ性、酸性及びその他の腐食雰囲気はもちろん、化学薬品にも優れた耐食性をもつとともに、耐熱性、耐低温性も良好なため、化学工場、鉄鋼、電力、自動車、船舶、航空機、原子力関係、公害防止関係機器、更に装飾を兼ねたレジャー用品としてヨット、モーターボートなど、広範囲な分野に使用されております。

当社は、ステンレス鋼の素線からロープまで、一貫生産を行っているわが国唯一のメーカーで、その高品質は、需要家各位のご好評を得ております。なお、当社は、SUS 304とSUS 316の特長を兼ね備えたSUS 329J1を用いて、タフデュアルロープを開発しました。

6.1　ステンレスロープの製造

6.1.1　製造工程図



6.1.2　製造工程

a）主 原 料(線材)　ステンレスロープの主原料であるステンレス鋼線材は、JIS G 4308に規定されているSUS 304及びSUS 316を主として使用しています。また、SUS 329J1は、JIS G 4303に規定されています。

b）SV処理　ステンレス鋼線材の表面きずを取り除きます。

c）熱 処 理　伸線加工に適した均一な組織を得るために、固溶化熱処理を行います。熱処理炉には、直火式水靭炉と無酸化雰囲気の光輝焼鈍炉があります。

d）洗　線　直火式水靭炉で熱処理された線材の表面は、緻密なスケールでおおわれていますので、これを取り除くため酸洗を行います。

e）伸　線　伸線は、潤滑剤を被覆した線材を数個から十数個の超硬質合金ダイス及びダイヤモンドダイスを通して引抜く作業です。伸線加工により美しい表面光沢と必要な強度、じん性が得られます。

f）中間検査　熱処理、伸線の工程ごとに試験片をとり各種試験を行います。

6．2　鋼種及び種別　当社のステンレスロープは、次の3種類があり、それぞれ異なった特性をもっておりますので、適正な鋼種、種別を選ぶことが必要であります。

表6．1 ステンレスロープの種別

種　　別	鋼　　種	表 示 記 号
ステンレスロープ	SUS 316	SA種
	SUS 304	SB種
タフデュアルロープ	SUS 329J1	TA種

表6．2 鋼種と化学成分

鋼　種	化　学　成　分　%							
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo
SUS316	0.08 以下	1.00 以下	2.00 以下	0.045 以下	0.03 以下	10.00 ～14.00	16.00 ～18.00	2.00 ～3.00
SUS304	0.08 以下	1.00 以下	2.00 以下	0.045 以下	0.03 以下	8.00 ～10.50	18.00 ～20.00	—
SUS329J1	0.08 以下	1.00 以下	1.50 以下	0.04 以下	0.03 以下	3.00 ～6.00	23.00 ～28.00	1.00 ～3.00

6．3　物理的性質　ステンレスの3鋼種の物理的性質を高炭素鋼と比較して、表6．3に示します。

ステンレス鋼は、一般的に非磁性ですが、SUS 329J1は、磁性を有し磁石にひっつくことが特長です。逆に、SUS 316は、磁性が非常に少ないのが特長です。

表6．3 物理的性質

項目＼鋼種		SUS 304	SUS 316	SUS 329J1	高炭素鋼
比　　重	g/cm³	7.9	8.0	7.8	7.8
線膨張係数 20°～200℃（×10⁻⁶）		17.3	16.0	12.8	11.7
熱伝導率	cal/cm・sec・℃	0.039	0.037	0.050	0.12
比　　熱	cal/gr・℃	0.12	0.12	0.12	0.10
電気抵抗	μΩ・cm	72	74	75	12
焼入硬化性		無	無	無	有
融　　点	℃	1,400～1,460	1,370～1,400	1,420～1,490	1,500～1,530
透磁率 μ	軟質線	1.0	1.0	160以下	400以下
	硬質線　※	11	1.1以下	170以下	600以下

※　加工度で85%前後　注　(1) μ＝1.0は磁石を近づけても動かない
(2) μ＝1.1は磁石を近づけると少し動く
(3) μ＝11は磁石に緩くひっつく

6．4　ステンレスロープの特長

a）大気中はもちろん、通常の温度では錆びにくく、美しい光沢を保ちます。
b）常温以外でも腐食されにくく、かつ機械的性質の低下はほとんどありません。
c）各種工業薬品及び高温環境に対して優れた耐食性をもっています。
d）ステンレスロープは、強度が高く、優れた機械的性質をもっていますが、耐疲労性は炭素鋼ロープに比べて劣ります。
e）ステンレスロープは、一般に、耐酸性を示します。

6．5　ステンレスロープの選び方

a）ステンレスロープA種　SUS 316材を使用したもので、特に汚染大気中、塩素イオンを含む環境、海水あるいは腐食の激しい化学工場における静索・動索として、また、非磁性を要求される場合に使用されます。

b）ステンレスロープB種　SUS 304材を使用したもので、一般大気中、河川、鉄鋼、レジャー用などの静索・動索として広く使用されており、高い破断力の要求に適しています。海水中では局部腐食の危険性があります。

c）タフデュアルロープA種　SUS 329J1材を使用した2相ステンレスで、耐食性と疲労強度を兼備すべき動索に適しています。特に海中で抜群の性能を発揮します。

d）航空機用ステンレスロープ　JIS G 3535「航空機用ワイヤロープ」に規定され、主に航空機に使用されます。

e）操作用ステンレスロープ　JIS G 3540「操作用ワイヤロープ」に規定され、主として航空機以外の一般的な機械器具の操作用、たとえば医療機械・計測機械・原子炉・運動器具・窓・扉の開閉用などの比較的細いワイヤロープに適用されます。

6．6　ステンレスロープの耐疲労性　ロープの疲労は主として繰返し曲げによるものであり、動索として使用される場合には、特に重要な特性です。ステンレスロープの耐疲労性は、下記のようにいろいろな要因によって異なります。

a）ラングよりは、普通よりに比べて優れている。
b）繊維心ロープは、ステンレス鋼心ロープに比べて優れている。
c）平行よりは、交差よりに比べて優れている。（図6．1参照）
d）外層素線径の細いもの、又はシーブ径が大きいほど、すなわちD/δ（シーブ径／外層素線径）又はD/d（シーブ径／ロープ径）が大きくなるほどロープの耐疲労性は向上する。（図6．2参照）
e）安全率を大きくとるほどロープの寿命は増大する。（図6．3参照）
f）ロープ油の影響については、油なしに比べて塗油ロープの方が優れ、また、塗油ロープであっても使用中に注油した方が優れている。（図6．4参照）
g）SUS 304やSUS 316で寿命が不足の場合及び油なしで使用する場合には、SUS 329J1（タフデュアル）を適用するのがよい。（図6．5及び図6．6参照）

ステンレスロープをクレーンの巻上げ索として用いる場合のD/d(シーブ径とロープ径の比)は、クレーン構造規格及び移動式クレーン構造規格により、次のように規定されています。

表6．4 ステンレスロープのD/d

ステンレスロープの種類	*D/d	ロープ構成例
6ストランド又は8ストランドの平行より	20以上	6×Fi(25)，IWRC 6×Fi(29)，IWRC 6×WS(36)など
6×37	20以上	6×37，7×37，IWRC 6×37
上記2種類以外	25以上	7×19，IWRC 6×19，19×7など

＊つり上装置等の等級によりD/dが規定されており、この数値は最小のものですのでご注意下さい。

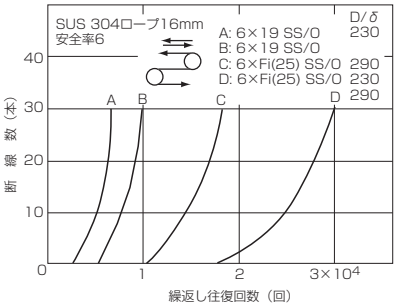


図6．1 交差より平行よりの比較（塗油）

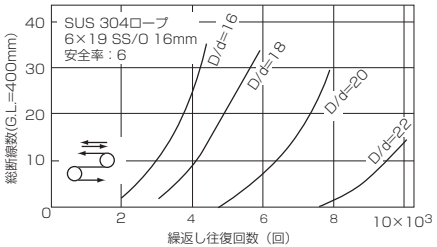


図6．2 D/dの影響

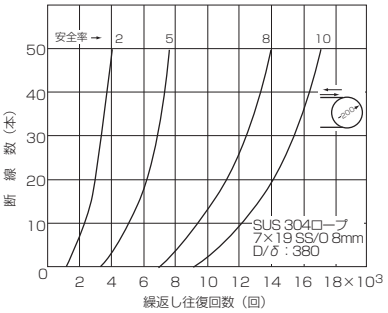


図6．3 安全率の影響

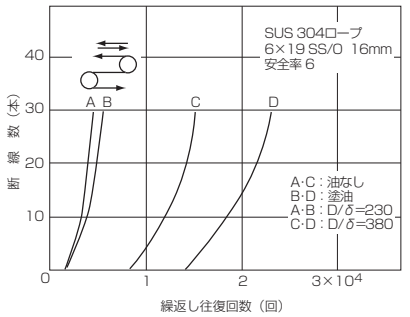


図6．4 塗油の影響

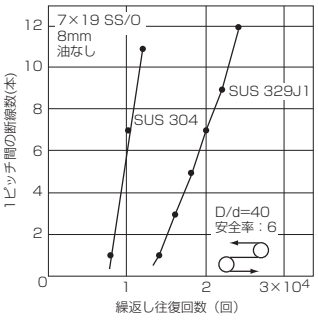


図６．５　繰返し往復回数と断線数の関係

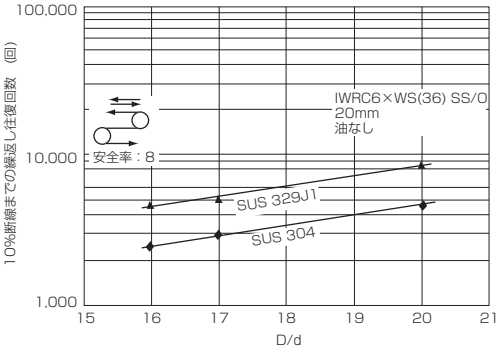


図６．６　D/dと繰返し往復回数の関係

６．７　ステンレスロープの耐食性

６．７．１　ステンレス鋼の腐食形態　ステンレスロープは、一般の炭素鋼ロープに比べて優れた耐食性をもっていますが、使用環境によって耐食性は変化しますので、それぞれの使用条件に応じて適正な鋼種のステンレスロープを選択することが必要です。そのためには、まずステンレス鋼そのものの耐食性について知ることが重要です。

表６．５は腐食形態の分類を示しています。

表６．５　ステンレス鋼にみられる腐食形態

- 腐食
  - 湿食
    - 全面腐食（全面がほぼ均一にアタックされる）
    - 局部腐食
      - 粒界腐食（オーステナイト鋼の粒界に炭素が析出しているとき）
      - 孔食（ハロゲンイオンが存在するとき）
      - 応力腐食割れ（引張応力がかかり、しかも特定の腐食環境にさらされたとき）
      - 隙間腐食（パッキンの合わせ目、異物の付着した下など隙間が存在するとき）
      - 異種金属との接触腐食（他の金属と接触して使用するとき）
      - 腐食疲労（腐食環境にあって、しかも繰返し応力を受けるとき）
      - エロージョン（流動する液体に接するとき）
  - 乾食
    - 高温酸化（高温の大気にさらされたとき）
    - 高温ガス（高温のガスにさらされたとき）

6．7．2　ステンレス鋼の耐薬品性　表6．6は一般の炭素鋼と比較したステンレス鋼の耐薬品性を示しています。

表6．6　耐薬品性

薬品の種類	炭　素　鋼	SUS 304	SUS 316
塩　　酸	×	×	△
ク ロ ム 酸	×	○	◎
硝　　酸	×	◎	◎
ふ　っ　酸	×	×	△
硫　　酸（濃）	×	◎	◎
硫　　酸（希）	×	△	○
り　ん　酸	×	○	◎
い　お　う（260℃溶熱）	×	×	×

表中のマーク	おおよその腐食指数（mils／year）＊	意　　味
◎	0	事実上腐食されない。大いに推奨できる。
○	1	わずかに腐食される。推奨できる。
△	10	平均腐食指数は、おそらく10以下であるが、活性―不働態の境界では大きくなる。使用に際し注意が必要。
×	100以上	著しく腐食される。推奨できない。

＊1 mils＝0.0254㎜

6．7．3　ステンレスロープの耐候性　ステンレスロープは、一般大気中ではほとんど腐食が起こりませんが、ロープ表面にゴミ、鉄粉等が付着すると若干黄色く変色してきます。図6．7及び図6．8に耐候性試験結果の一例を示します。

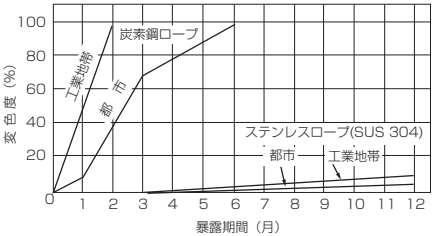


図6．7　大気中における変色

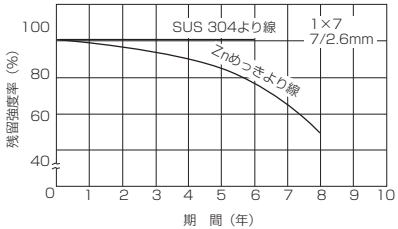


図6．8　臨海地帯における強度の変化

6．7．4　ステンレスロープの耐海水性　ステンレスロープの海水中における腐食形態は、素線間の隙間腐食によるもので、外観上異状がなくても、内部素線においてすでに腐食が進行しているので、外観だけで判断するのは非常に危険です。すなわち、ステンレスロープといえども耐海水性は十分ではなく、耐食性、寿命などを確認して使用することが肝要です。図6．9～図6．12及び表6．7に耐海水性試験の結果を示します。

海水中におけるステンレスロープの使用に際しての問題点を集約しますと、次のようになります。

a）鋼種は、SUS 304よりもSUS 316の使用が望ましい。完璧を期す場合は、SUS 329J1がよい。SUS 316でも長期の使用については、注意を要する。

b）構成素線径を太くする。

（1）ロープを太くする。

（2）構成素線数を少なくする。7×37→7×19→7×7→1×19→1×7

c）陰極防食を行う。

ロープに犠牲陽極材を取り付け、ステンレスロープを陰極とする。

犠牲陽極材としてMg，Znなどがある。

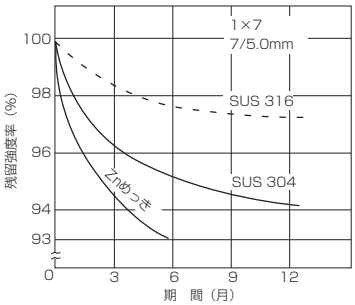


図 6．9　1×7の海水中における腐食

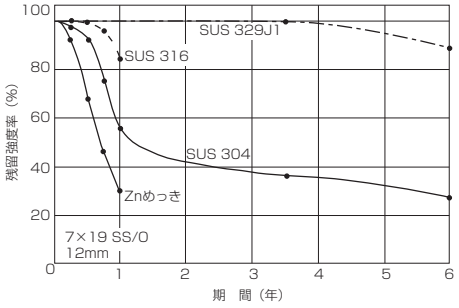


図 6．10　7×19の海水中における腐食

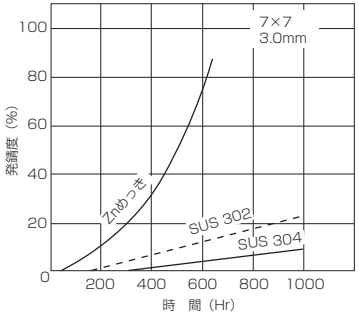


図 6．11 塩水噴霧による影響

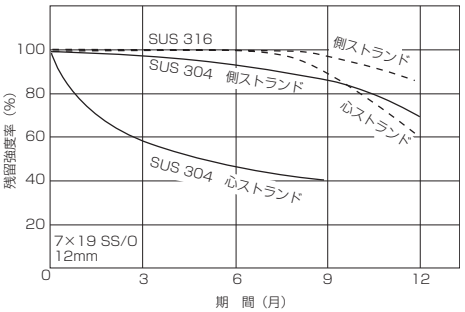


図 6．12 ステンレスロープの隙間腐食の影響

表 6．7　海水中での腐食

鋼　種	暴露時間　day	重量減　g/day	最大孔食深さ　㎜
SUS 304	685	0.01	1.753
SUS 316	1,923	0.007	0.178
SUS 329J1	988	0.001	0.000

6．7．5　ステンレスロープの特殊環境での耐食性

a）SO_2を含む大気中

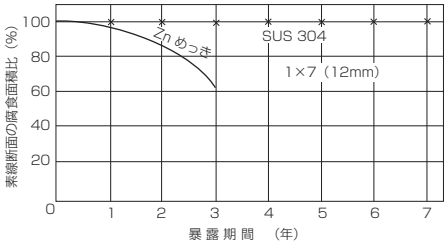


図 6．13 腐　食　度

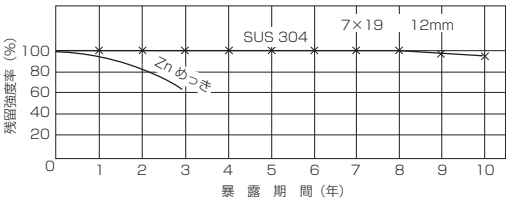


図 6．14 破断力の変化

表 6．8　700℃燃焼ガス中での腐食度

鋼　　種	腐食量（mils／year）*
0．6% C鋼	急速に腐食
SUS 304	8
SUS 316	5

＊ 1 mils＝0．0254㎜

b）水 蒸 気

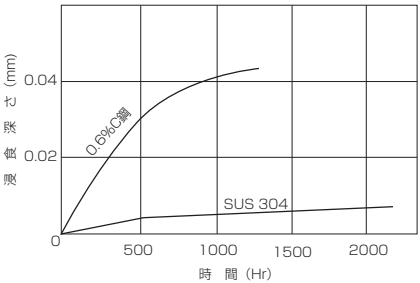


図 6．15 595℃過熱水蒸気中の腐食

c）応力腐食

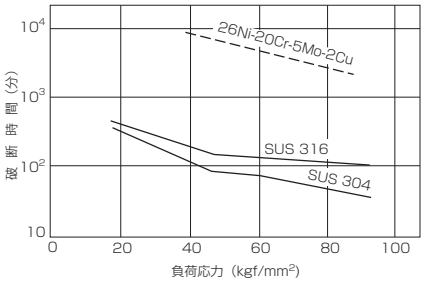


図 6．16 4．2%$MgCl_2$沸とう水溶液中でのロープ用素線の破断時間に及ぼす応力の影響（70%）伸線材

6.8　ステンレスロープの温度特性

6.8.1　高温特性　ステンレスロープは、400℃を超える高温では強度が著しく低下します。

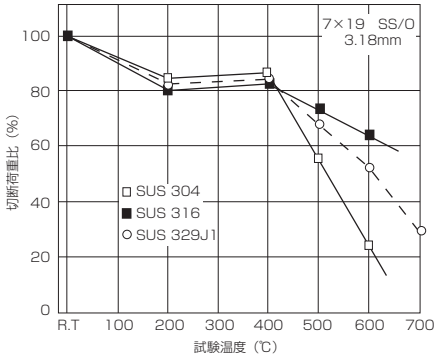


図 6.17 高温におけるロープの強度

6.8.2　低温特性　ステンレスロープは、氷点下の低温では強度が上昇します。

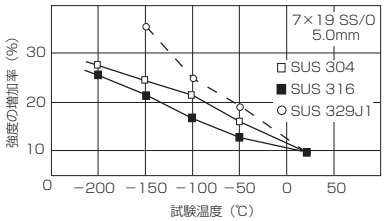


図 6.18 低温におけるロープの強度

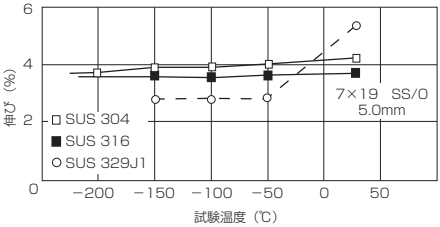


図 6.19 低温におけるロープの伸び

6．9　ステンレスロープの磁性　ステンレスロープとして一般に用いられているSUS 304及びSUS 316ステンレス鋼線は、固溶化熱処理材（軟質）では非磁性ですが、ロープ用素線として強度をもたすために冷間加工(伸線加工)を与えることにより磁性を示すようになります。しかしSUS 316は、SUS 304に比べて磁性が非常に少ないのが特長です。

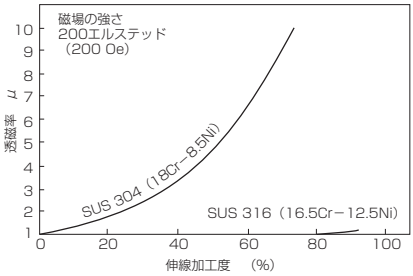


図 6．20 伸線加工度と透磁率（導磁率）

表 6．9 ステンレスロープの透磁率（μ）

磁場の強さ　200 Oe

ロープの種類	軟質ロープ	硬質ロープ
炭素鋼ワイヤロープ	—	約560
SUS 304ステンレスロープ	1．0	10〜13
SUS 316ステンレスロープ	1．0	1．1〜1．3

注　μ＝1．0は磁石にひっつかない。
　　μ＝1．1は磁石に近づけると極めてわずかに動く。
　　μ＝10は磁石に緩くひっつく。

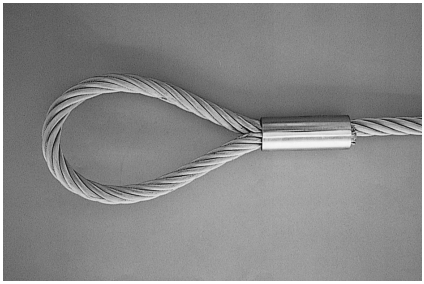
選択上の注意

（a）特殊用途面で、非磁性ステンレスロープとして透磁率（導磁率）を規定されている場合は、硬質SUS 316のステンレスロープを使用せねばなりません。(透磁率の規定は200 Oeでmax．1．5が多い)

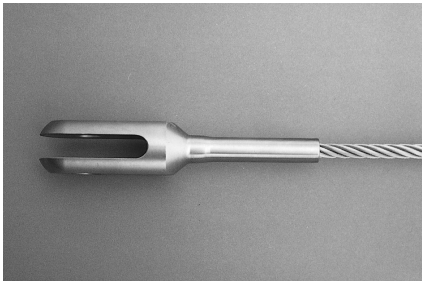
（b）軟質ステンレスロープは、非磁性ではありますがロープとしての強度が低いものです。

6.10　ステンレスロープの索端加工　ステンレスロープの索端加工は、当社の標準として、次の3つのタイプがあります。寸法諸元は、通常のワイヤロープと同一ですが、金具の材質はSUS 304もしくはSUS 316を標準とします。なお、特殊な形状、寸法及び材質の金具につきましては、ご相談に応じます。

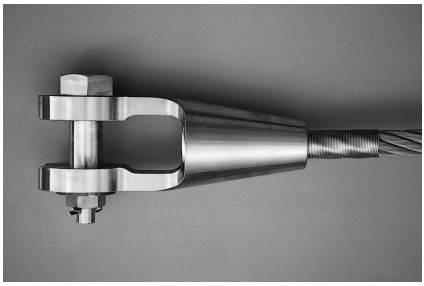
a）シンコークランプ／アイロック®　シンコークランプは圧縮止め加工方法です。索端には特殊な加工方法が施されていますので、締結効率も高く、また形状にも工夫をこらし、スマートに加工されています。他の金具との組合せによっていろいろな用途にもご利用いただけます。



b）シンコーエンドクランプ／SGソケット（エスジーソケット）　シンコーエンドクランプは締結効率が高く、形状がスマートで、かつ先端形状を自由に加工できますので、用途範囲が広く、つり構造用や支索用等の端末処理に最適です。



c）ソケット加工　ソケットにはつり橋用、船用O型・C型（JIS品）ソケットなどがあり、使用状況により選定されますが、特殊形状のソケットも設計製作し、優れた技術で入念なソケット加工を行います。



ロープの特性



LNG船の係船に用いられたデルタフィラー®ロープ

7　ロープの特性

ロープを選択するに当っては、関連法規(P. 119～)に適合することはもちろんですが、一般に(1)強度（ロープ径と種別)、(2)柔軟性、(3)耐疲労性、(4)耐摩耗性、(5)形くずれに対する抵抗性、(6)自転性、(7)耐食性、(8)ロープの伸びと弾性係数、(9)長さなどを考慮する必要があり、選定するロープの用途・使用条件によってどの項目に重点を置くかを決めなければなりません。更に、ロープを使用する設備とその代価について、全体支出を最小にすることを考えて、たとえば、設備費用と運転費用のいずれを安くするかなどは、設備設計の段階で考慮しなければなりません。

ここでは、上記の諸項目について、主としてロープの種類との関連を述べ、ロープの品種選択のご参考に供します。

7．1　強　　度　ロープの強度(破断力)は、ロープ径とロープの種類によって決まりますが、安全率をまず考慮しなければなりません。

a）安 全 率　ワイヤロープを使用する場合には、ロープにかかる荷重の何倍かに相当する保証破断力を有するものを使用しなければ、早期にロープが劣化したり、あるいは思いもかけぬ付加的な荷重が発生して破断事故を引き起こす危険性があります。

この倍率のことを安全率といいますが、この安全率には、単なる静荷重に対する安全率(第1安全率)と、静荷重の他に加速度や曲げによる荷重を加味した総荷重に対する安全率(第2安全率)の2種類があります。

安全率は、少なくともロープを使用する機械設備について定められた法規上の数値に適合しなければなりません。

b）ロープ径　ロープ径は使用設備のドラム･シーブ径及び溝の寸法に関連します。ドラム･シーブ径とロープ径の比(D/d)については設備によって法規による制限のあるものがあります。

一般に、D/dが大きいほど曲げ疲労に対する抵抗が強く、ロープの寿命は増大します。

c）ロープの種類

1）種　　別　ロープの種別と強度との関係は次の通りです。

E種(裸)＜G種(めっき)＜A種(裸･めっき)＜B種(裸･めっき)＜T種(裸)

2）心の種類　心の種類には、大別して4種類ありますが、これらの相対的な強度の関係は、表7．1の通りです。

表7．1　心の種類によるロープの相対強度

FC	IWRC	CFRC	IWSC
100	110～115	115～120	120～125

3）構　　成　一般に、有効断面積の大きな構成のロープの方が強度が高い。したがって、繊維部分の多い多繊維心ロープは、単繊維心ロープに比べて強度が低く、また、8ストランドロープは、6ストランドロープに比べて約10%強度が低くなります。

7．2　柔 軟 性　柔軟性が優れたロープは、曲げやすく取扱いやすいものです。

a）ラングよりは、普通よりに比べて柔らかい。

b）交差よりは、平行よりに比べて柔らかい。

c）単層ストランドロープでは、素線数の多いもの、すなわち、構成素線径の細いものほど柔らかい。

d）繊維部分の多い構成、すなわち、多繊維ロープ、8ストランドロープ、スプリングレイロープ、ティラーロープなどは、柔らかい。

e）鋼心ロープ、フラット形（三角ストランド）ロープ、スパイラルロープなどは硬い。

7．3　耐疲労性　ロープの疲労は、主として、繰返し曲げによるものであり、柔軟性のよいロープは、概して、耐疲労性が優れています。

a）ラングよりは、普通よりに比べて優れている。（図7．1参照）

b）平行よりは、交差よりに比べて優れている。（図7．2参照）

c）概して、繊維心ロープは、鋼心に比べて優れている。（図7．3参照）

d）プレテンションを施したものの方が優れている。（図7．4参照）

e）外層素線径の細いもの、すなわち、D/δ（ドラム・シーブの径／外層素線径）が大きくなるものが優れている。（図7．5参照）

f）安全率を大きくとるほどロープの寿命は増大する。（図7．6参照）

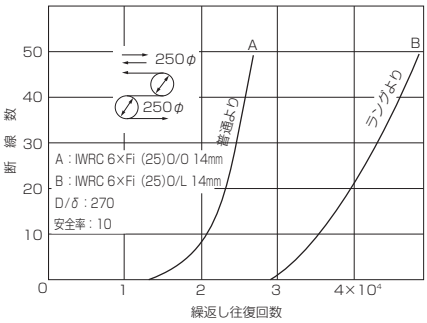


図7．1　普通よりとラングよりの比較

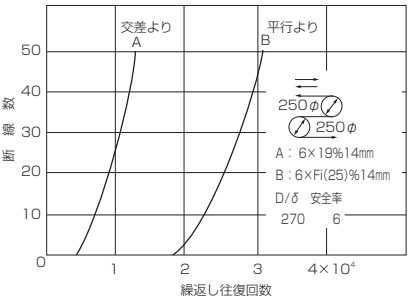


図7．2　交差よりと平行よりの比較

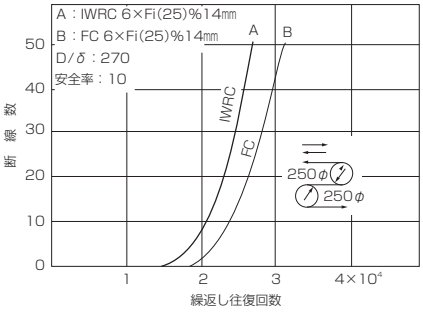


図7．3　IWRCとFCの比較

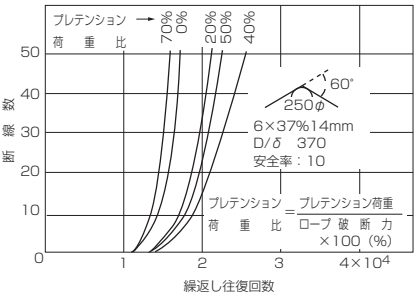


図7．4　プレテンションの影響

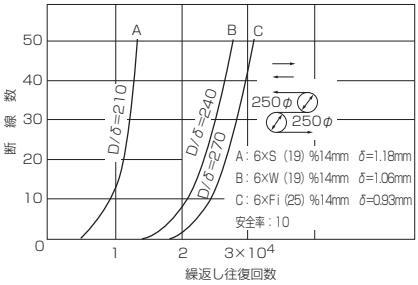


図 7．5 D/dの影響

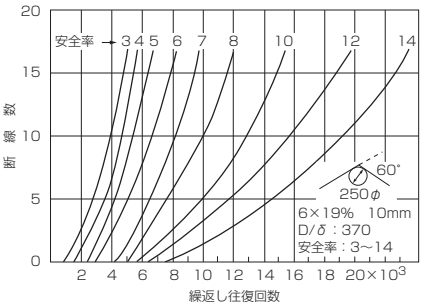


図 7．6 安全率の影響

7．4 耐摩耗性 耐摩耗性は、図 7．7 に示すように耐疲労性とほぼ相反の関係にあります。また、摩耗には、外部摩耗と内部摩耗があります。

a）ロープ径の減少やシーブの損傷に対しては、シーブなどとの接触面の広いフラット形や、表面が平滑な異形線ストランドロープ（グリーンロープ®、サンロープ）が適している。

b）摩耗に起因する素線断線に対しては、外層素線径の太い構成が適している。

c）普通よりロープよりもラングよりロープの方が優れている。

d）内部摩耗に対しては、平行よりロープが適している。

図 7．7 耐摩耗性と耐疲労性の関係

ロープ構成	ストランド構成		耐摩耗性	耐疲労性
	外層素線数	素線径指数		
G6×W(9)	6	100	100	50
6×7	6	100	95	40
6×S(19)	9	73	70	60
6×19	12	61	60	55
6×Fi(25)	12	59	60	65
6×WS(36)	14	52	50	90
6×Fi(29)	14	49	50	80
6×SWS(49)	16	47	45	100
6×37	18	43	40	70

7．5　形くずれに対する抵抗性　形くずれに対する抵抗性は、大体において柔軟性と相反します。

a）鋼心ロープは、繊維心のものより優れている。
b）素線数の少ない構成のものが優れている。
c）平行よりロープは、交差よりロープより優れている。
d）普通よりロープは、ラングよりロープより優れている。
e）多繊維心ロープや8ストランドロープは、形くずれしやすい。
f）多層ストランドロープは、しごきや自転によって形くずれを起こしやすい。

7．6　自 転 性　自転性は、ロープの欠点の一つであります。特に、タワークレーンなどの高揚程長尺ロープとして使用する場合、通常ロープの1本つりでは吊荷が回転し、2本づり以上ではフックが回転してロープが互いにからまるという不都合を生じます。

この対策として最も確実な方法は、SよりとZよりの2本のロープを組合せて使用することですが、1本のロープで解決するため、非自転性ロープが開発されています。これには、内層と外層のより方向を反対にして自転力をバランスさせた多層ストランドロープと、単層ストランドロープでストランドのよりとロープのよりでバランスさせたものがあります。

前者には、2層よりのヘルクレスロープと3層よりのナフレックスロープがありますが、これらのロープは、内層の飛び出しや籠状形くずれを起こしやすい欠点があります。

この欠点を補うため、当社では、早くから後者のタイプの非自転性ロープの研究開発に着手しました。その成果として、特に、独特の設計と特殊加工を施した4ストランドロープ、3ストランドロープ、一般の6ストランドロープでは難自転性のユニバランス®ロープ、SKTロープがご好評をいただいております。

a）トルク係数　これら種々のワイヤロープの自転性を表す指標として、トルク係数kが次のように定義されています。

$k = \{T/(W \cdot d)\} \times 10^3$

ここに、W：ロープに作用する張力（N）
T：張力Wによってロープに発生するトルク（N・m）
d：ロープ径（㎜）

ロープ構成によるkの値を表7．2に示します。

表7．2　トルク係数

ロープ構成		トルク係数k（$\times 10^{-3}$）
3ストランドロープ		8～12
4ストランドロープ		13～17
ナフレックスロープ		10～25
ヘルクレスロープ		20～30
難自転性	UB，SKT	30～45
	UB-L	45～60
	UB-Σ	35～50
一般の6ストランドロープ		90～120

b）からみ検定によるワイヤロープの選定

1）2本掛け　2本掛けのワイヤロープについて、絡みを生じないためのフックシーブの最小径Dは、次の式から求められます。

（式の誘導は、弊社の技術資料DRY 80-01「神鋼の非自転ロープ」を参照下さい。）

$$D \geqq \sqrt{4 \times k \times d \times H \times 10^3 / \lambda / \sin\theta}$$

ここに、k：ワイヤロープの構成によるトルク係数（表７．２参照）
d：公称ロープ径　㎜
H：揚程　m
λ：トップシーブ間の距離D'㎜とフックシーブ径D㎜の比
λ=D'／D
θ：フックシーブのねじれ角度の許容値degree（°）

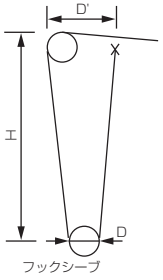


図７．８
２本掛の模式図

２）３本掛け　３本掛けの場合は、真中の尻手の位置に関係なく、両端のロープ間距離をDとして２本掛けの場合と同様にして求められます。

３）偶数本掛け　４本掛け以上の偶数本掛けの場合は、フックシーブの対角のロープ間距離を２本掛けの場合のフックシーブ径と等価であると評価します。

すなわち、図７．９のようにフックシーブの枚数に応じた厚みがWの場合、２本掛けとして求めた最小シーブ径Dから、

$$De = \sqrt{D^2 - W^2}$$

で求められるDeが偶数本掛けの場合の最小シーブ径となります。

ただし、掛け本数によるWは、ロープ径dに対して次のように設定するのが一般的です。

４本掛け：W＝３d
６本掛け：W＝５d
８本掛け：W＝７d
10本掛け：W＝９d

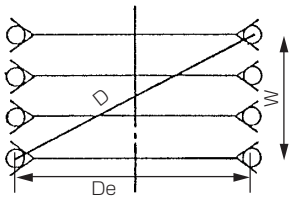


図７．９　フックシーブ中心の水平断面図

７．７　耐 食 性　腐食防止の対策としては、一般には素線にめっきを施したり、ロープに多量の油を塗布しますが、更に効果的な方法としてナイロン被覆を施す方法もあります。

また、化学工場などの特殊雰囲気用としては、ステンレスロープもあります。

ａ）め っ き　淡水や海水のような腐食性雰囲気中での使用、あるいは、屋外で長時間使用される静索などには、めっきロープが適しています。

ｂ）ステンレス　ステンレスロープは、アルカリ性、酸性その他腐食雰囲気はもちろん、化学薬品にも優れた耐食効果があります。特にSUS 316（18Cr-12Ni-2Mo）は、極めて耐食性に優れています。また、海水で使用する場合には、SUS 329J１が適しています。

c）**ロープグリース**

1）**保守用グリース**　ロープを長持ちさせるためには、保守用ロープグリースを給油するのが効果的です。表７．３に保守用ロープグリースを示します。

表７．３　保守用ロープ油一覧表

種　類		外　観	滴点又は粘度	推奨温度範囲	塗油方法	備　考	
黒油	SB-100P（B-１P）	黒色グリース状	滴点（ウッペローデ氏法）50±５℃	25℃以上	70℃～80℃に加熱して刷毛塗り	夏季用	―
	SB-200P（B-２P）	黒色ペースト状	100℃レッドウッド１号秒500±50	５℃～25℃	冬季以外常温にて滴下塗布又は全季刷毛塗り	春　秋季　用	―
	SB-300P（B-３P）	黒色粘潤油状	100℃レッドウッド１号秒160±20	０℃以下	刷毛塗り、又は、滴下塗布	冬季用	―
	SB-D（SA-５）	黒色油状	レッドウッド１号秒100±20	全温度範囲に使用	全季刷毛塗り、又は、滴下塗布	年間用	不燃性溶剤で希釈する。
赤油	SR-100P（C-１P）	緑かっ色グリース状	滴点（ウッペローデ氏法）50±５℃	15℃以上	55℃～65℃に加熱して刷毛塗り	夏季用	―
	SR-200P（C-２P）	緑かっ色ペースト状	100℃レッドウッド１号秒160±20	－５℃～25℃	35℃～40℃に加熱して刷毛塗り	春　秋季　用	―
	SR-300P（C-３P）	赤かっ色油　状	100℃レッドウッド１号秒70±20	０℃以下	35℃～40℃に加熱して刷毛塗り	冬季用	―

2）製造用グリース　当社が製造時に塗布しますグリースは、赤油と黒油に大別されますが、特殊な環境で使用される場合は、表７．４のグリースを用いております。

表７．４　製造用の特殊グリース

区　　分	用　　途
赤　　油	水産用、温暖地用
	寒冷地用
	エレベータ用
黒　　油	低温用（−30℃まで可）
	半乾性、スリップ防止

3）エレベータロープ用補給オイル　トラクション性能や耐酸化性、粘度性能（VI）など高性能な給油オイルを提供いたします。





種　　類

表７．５　補給オイルの種類

	名　称	用　途	備　考
①	maintenance oil	メイン・コンペン用	4Ｌ／缶　12L／缶
②	耐酸化オイルスプレー	メイン・コンペン・ガバナ他	300ml／缶

※　注意：ご使用の際は使用上の注意をよく読んでお使い下さい。

補給オイルの特徴

1）用途に応じメイン・コンペン・ガバナロープに適用できます。
2）粘度調整しておりますので、適量で飛散することはありません。
3）４L／缶もしくは１L／缶となっておりますので持ち運びに非常に便利です。
4）トラクション性能や粘度指数（VI）、酸化安定性及び耐荷重性など様々な性能を持ち合わせたオイルとなっております。

塗油量の目安

16kg詰石油缶１缶で塗布できるロープ径別の長さの目安を次に示します。

塗油量は、稼動条件、補給条件などによって増減がありますので、基準塗油量算出の目安としてお使い下さい。

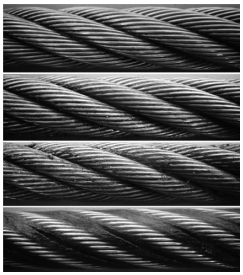
表７．６　塗油量の目安

ロープ径 ㎜	塗布できる長さ m	ロープ径 ㎜	塗布できる長さ m
10	1600	34	420
12	1200	36	400
14	1000	38	370
16	900	40	360
18	800	42	340
20	700	44	330
22	650	46	310
24	600	48	300
26	550	50	290
28	500	55	260
30	480	60	240
32	450	65	220

標準塗油量



油量見本（赤油）



RA
外観に油分は見えにくいが、素線間や触感で油分を感じる

RB
ロープ表面にしっかりと油分が見られる

RC
ロープ表面及び谷部に多めの油分が見られる

RBP
ロープの谷部が埋まるほど十分な油分が見られる

表7．7　塗油記号とその内容

塗油記号		標準塗油量(%)	塗油状態	用途例
−	RG-1	0	油なし （油なし）	油なし指定品
RA	RG-2	1.0	ストランド間には谷間が見える状態で、ストランドの表面には、薄く油が付着している。 （薄め塗油）	索道用（めっき） エレベータ用 など
RB	RG-3	1.5	ストランド間には、少量の油が付着している状態で、ストランド表面にも少量の油が付着している。 （標準塗油）	索道用（裸） 一般ロープ用 など
RC	−	2.0	ストランド間には、やや多めに油が付着している状態で、ストランド表面にも油がやや多め付着している。 （多め塗油）	
RAP	RG-4	2.5	ストランド間には、やや多めに油が埋まり、ストランドには油が多量に付着している。 （十分塗油）	水産漁業用 林業用 屋外クレーン用 など
RBP	RG-5	4.0	ストランド間には、完全に油が埋まった状態で、ストランドのクラウン部が見える状態。 （棒状塗油）	鉱山用 水産漁業用(特殊品) など

※標準塗油量（%）には、心綱の塗油量は含まない。
※塗油状態については、標準の状態であり塗油見本を参照のこと。

d）ナイロン被覆　ナイロン被覆ロープは、化学薬品・海水・亜硫酸ガスその他腐食性雰囲気に対して高度の耐食性を示し、ワイヤロープを長期間保護します。（P. 72ダイアコートロープ参照）

7．8　曲げ特性

7．8．1　可とう性　ワイヤロープの最大の特長は、同じ直径の丸鋼棒に比べて曲げやすく、取扱いが便利な点ですが、この曲げやすさを定量的に示すのに曲げ剛性弾性係数Ef、あるいは可とう度Fを用います。可とう度Fが大きいほど曲げやすい（柔軟性が高い）ものです。

可とう度Fは、ロープを2点で支え中央に横荷重Q(kg)を加えたときのたわみ量y(㎜)を測定し図7．10に例示するような線図から次式のように求めます。

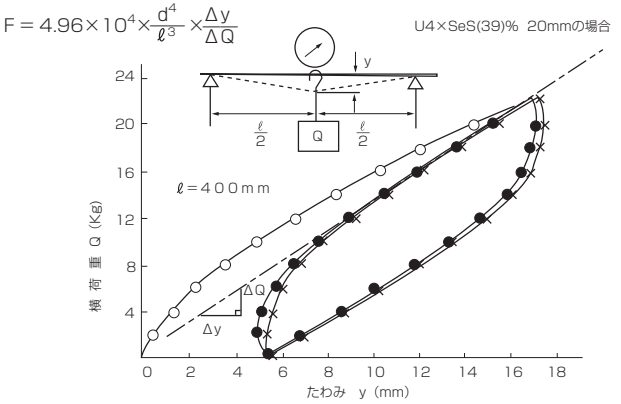


図 7 . 10 横荷重―たわみ曲線

各種ロープについての曲げ試験を行い、算出した可とう度Fの値を表 7 . 8 に、また、ロープを構成する素線本数Nと可とう度Fの関係を両対数グラフにして図 7 . 11に示します。

表 7 . 8 各種ロープの可とう度F

ロープ構成	公称径 (㎜)	実際径 (㎜)	可とう度 F	ロープ構成	公称径 (㎜)	実際径 (㎜)	可とう度 F
6 × 7 C/L	24	25. 43	184	6 ×37 O/O	12	12. 70	1 248
6 ×19 O/O	12	13. 31	724		26	27. 50	1 041
	14	14. 77	657	7 ×37 G/O	20	21. 25	867
	16	16. 87	699	6 ×61 G/O	120	128. 0	1 152
6 ×19 G/O	10	10. 95	737	6 ×Fi(25) O/O	12	12. 60	592
	12	12. 96	706		14	14. 40	520
6 ×24 G/O	16	16. 55	850	7 × 7 + 6 ×Fi(25) O/O	18	18. 60	467
	20	21. 06	800		20	20. 67	477
6 ×Fi(29) O/O	26	27. 89	618	8 ×S(19) O/O	12	12. 35	719
	34	36. 45	577	7 × 7 + 6 ×WS(36) O/O	60	62. 55	828
7 × 7 + 6 ×Fi(29) O/O	34	35. 43	445	6 ×SeS(39) O/O	20	21. 05	921
6 ×S(19) O/O	20	20. 50	469	6 ×W(21) O/O	12	12. 35	635

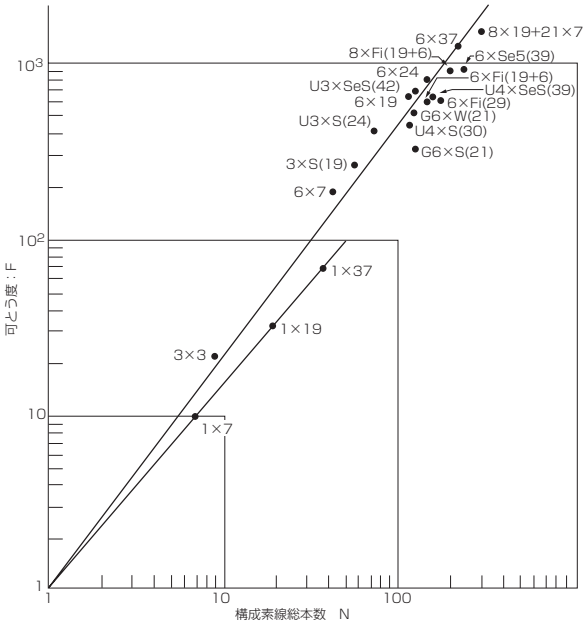


図 7.11 可とう度と素線数の関係

7.8.2 曲げによる強度低下 ワイヤロープは、曲げた状態で使用できることが特長ですが、当然のことながら曲げによって強度が低下します。

構成・径・種別が異なるロープについて、シーブに180°巻き付けて引張試験を行った結果を図7.12に示します。

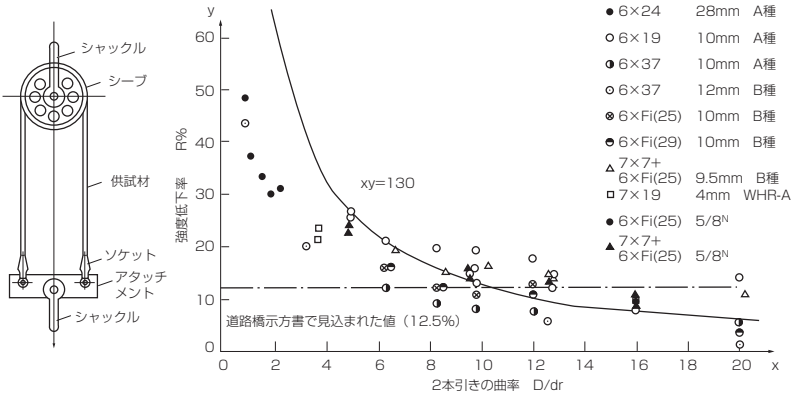


図 7.12 D/drと2本引きの強度低下

7．9　ワイヤロープの温度特性

7．9．1　高温特性

a）静的強度と伸び　図 7．13及び図 7．14に、100℃、250℃、400℃に加熱し、１時間保持したロープについて、室温に冷却後引張試験を行った結果を示します。

1）サイザル心の場合は、250℃で約５％、400℃で約20%強度が低下します。

2）サイザル心の場合には、加熱によって伸びの低下が大きくなります。

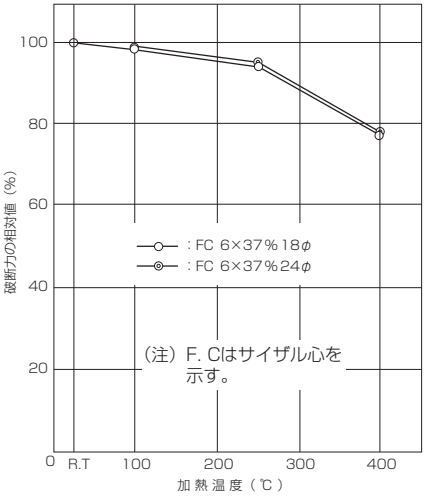


図 7．13 破断力に及ぼす加熱温度の影響

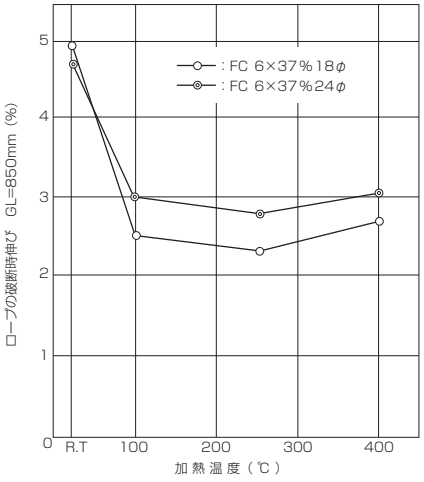


図 7．14 破断時伸びに及ぼす加熱温度の影響

b）疲労特性

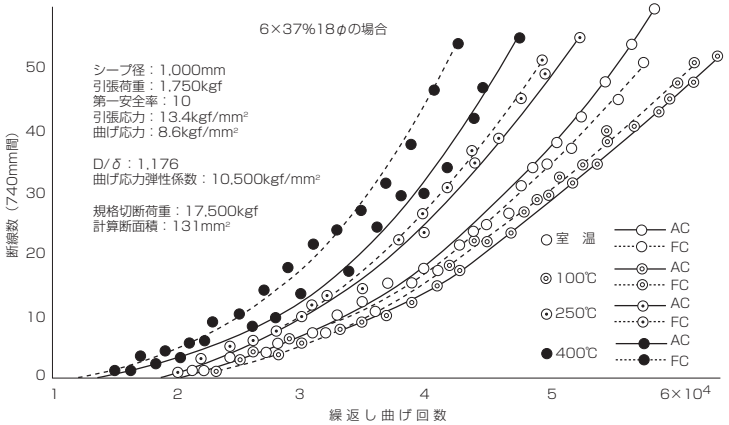


図 7．15 耐疲労性に及ぼす加熱温度の影響

図７.15は、耐疲労性に及ぼす加熱温度の影響を調査した結果を示しますが、加熱温度が高いほど初断線の発生が早く、以後の断線も急速であるといえます。

７.９.２　低温特性

ａ）強度特性の低下は無いと考えてよい。

ｂ）低温でのぜい性の劣化は、－70℃程度までは無いと考えてよい。

ｃ）疲労特性については、ロープ油に左右されるので、使用温度範囲で有効なロープ油を選択する必要があります。

７.10　腐食による強度低下　腐食により廃棄されたロープを当社で調査した結果は表７.９の通りです。

表７.９　腐食したロープの性状

用　　途	使用期間	環境	構　　成	残留強度
移動式クレーンのペンダント	７年７ヶ月	陸上	(裸)IWRC 6 ×Fi(29)　C/O	100%
グラブ船のシンカワイヤ	２年余	海峡	(めっき)IWRC 6 ×SWS(49)　G/O	約50%
小吊橋の耐風索	70年	山間	(めっき) 7 ×19　G/O	30～40%

詳細につきましては、弊社の技術資料No. DRY 91-02“ワイヤロープの腐食”をご参照下さい。

7.11　伸び特性　ワイヤロープの伸びに関する特性値を表7.10に、構成別の荷重―伸び線図を図7.16～7.37に示します。弾性係数Ewが大きいものほど弾性伸びは小さくなります。

表7.10 ロープの伸びに関する特性値一覧

大分類（ロープ心）	中分類（ロープ構成）(1)	小分類（よりの長さ）(2) ×Dr	プレテンション未処理ロープ（新品時の不安定状態）						プレテンション既処理(3)又は負荷経歴じゅうぶん（安定状態）						永久ひずみ ε_2 (%)	破断後ひずみ ε_B (%)	付図
			初期ひずみ ε_{01} (%)	第1種剛性範囲		比例限		弾性係数 E_{W1} (kgf/㎟)	初期ひずみ(4) ε_{02} (%)	第1種剛性範囲		比例限		弾性係数 E_{W2} (kgf/㎟)			No.
				伸び (%)	荷重比 (%)	伸び (%)	荷重比 (%)			伸び(4) (%)	荷重比 (%)	伸び(4) (%)	荷重比 (%)				
繊維心	6×7 C/L	7.75	0.3	0.6	18	1.2	60	10 000	0.2	0.3	15	0.9	65	13 500	1.5	4.3	7.16
	6×7 O/O	7.1	0.4	0.7	20	1.4	60	9 000	0.2	0.4	16	0.9	65	13 000	1.5	4.3	7.17
	6×19 O/O	6.7	0.5	0.9	21	1.8	65	8 500	0.3	0.5	17	1.1	70	12 000	1.5	4.5	7.18
	6×24 O/O	6.7	0.6	1.0	22	1.8	65	7 500	0.3	0.5	17	1.3	70	10 500	1.5	4.5	7.19
	6×37 O/O	6.7	0.6	1.0	22	1.7	65	8 000	0.3	0.5	17	1.2	70	10 500	1.5	4.5	7.20
	6×61 O/O	6.7	0.6	1.0	22	1.8	65	7 500	0.3	0.5	17	1.2	70	10 500	1.5	4.5	7.21
	平行より 6×19グループ(5)	6.3	0.7	1.0	20	1.7	67	9 000	0.3	0.5	16	1.1	70	12 500	1.5	4.3	7.22
	平行より 6×37グループ(6)	6.3	0.7	1.1	20	1.8	67	8 500	0.3	0.5	16	1.1	70	12 000	1.5	4.3	7.23
IWRC	平行より	6.3	0.5	0.8	18	1.4	65	9 500	0.2	0.4	15	0.9	68	13 000	1.2	4.1	7.24
	6×19グループ(5)	8.0	0.4	0.6	16	1.1	63	10 500	0.1	0.2	13	0.7	65	14 000	1.2	4.1	7.25
	平行より	6.3	0.5	0.8	18	1.5	65	9 000	0.2	0.4	15	1.0	68	12 500	1.2	4.1	7.26
	6×37グループ(6)	8.0	0.4	0.6	16	1.3	63	10 000	0.1	0.2	13	0.9	65	13 000	1.2	4.1	7.27
IWSC	7×7 G/O	6.7	0.3	0.5	15	0.9	50	11 000	0.1	0.2	13	0.6	52	13 000	0.9	3.5	7.28
		8.0	0.2	0.3	13	0.7	48	12 000	0.1	0.2	10	0.6	50	14 000	0.9	3.5	7.29
	7×19 G/O	6.7	0.4	0.6	16	1.1	50	10 000	0.1	0.3	15	0.7	52	12 000	0.9	3.5	7.30
		8.0	0.3	0.4	14	0.9	48	11 000	0.1	0.2	12	0.6	50	13 000	0.9	3.5	7.31
	7×37 G/O	6.7	0.4	0.6	16	1.1	50	9 500	0.1	0.3	15	0.6	52	11 500	0.9	3.5	7.32
		8.0	0.3	0.5	14	0.9	48	10 000	0.1	0.2	12	0.6	50	12 500	0.9	3.5	7.33
CFRC	平行より	6.3	0.4	0.6	17	1.2	63	10 000	0.1	0.2	14	0.8	65	13 500	1.0	3.3	7.34
	6×19グループ(5)	8.0	0.3	0.5	15	1.0	60	11 000	0.1	0.2	12	0.7	63	14 500	1.0	3.3	7.35
	平行より	6.3	0.4	0.6	17	1.3	63	9 500	0.1	0.2	14	0.8	65	13 000	1.0	3.3	7.36
	6×37グループ(6)	8.0	0.3	0.5	15	1.1	60	10 500	0.1	0.2	12	0.7	63	14 000	1.0	3.3	7.37

（注）（1）構成記号は代表的なものを示したもので、表面状況が異なっても適用できる。
たとえば、O/OとG/O、C/LとO/Lは同一視できる。
（2）8.0Drは静索用、他は動索用である。
（3）プレテンション条件は、50%BF×30分×2回を標準としたものである。
（4）プレテンション時に除かれる構造上の伸び、あるいは新品時から安定状態に至るまでの伸びを含めて考える場合には、永久ひずみ ε_2 を加算する。
（5）6×19グループは、6×S(19)、WS(26)、W(19)、Fi(25)など、1ストランドの構成素線本数が15～26本のもの。
（6）6×37グループは、6×SeS(37)、SeS(39)、WS(31)、WS(36)、Fi(29)など、1ストランドの構成素線本数が29～41本のもの。

ロープの伸び

ａ）ロープの弾性率

$$\text{ロープの弾性率}\quad E=\frac{\frac{W}{A}}{\frac{\triangle l}{L}}\times 9.80665$$

ただし　E　：ロープの弾性率　　(N/㎟)
　　L　：ロープの長さ　　(㎜)
　　$\triangle l$：荷重による伸び　　(㎜)
　　A　：ロープの断面積　　(㎟)
　　W　：荷重又は荷重差　　(kg)

ｂ）ロープの弾性伸び

$$\text{ロープの弾性伸び}\quad \triangle l=\frac{W\cdot L}{E\cdot A}\times 9.80665$$

ただし　$\triangle l$：弾性伸び　　(㎜)
　　E　：ロープの弾性率　　(N/㎟)
　　A　：ロープの断面積　　(㎟)
　　L　：ロープの長さ　　(㎜)
　　W　：荷重又は荷重差　　(kg)

ｃ）ロープの温度変化による伸び

温度変化によるロープの伸び

$$\triangle l=(11.7\times C)\times 10^{-6}\times L$$

ただし　$\triangle l$：温度変化によるロープの伸び　(㎜)
　　C　：温度の変化（摂氏）
　　L　：ロープの長さ　　(㎜)

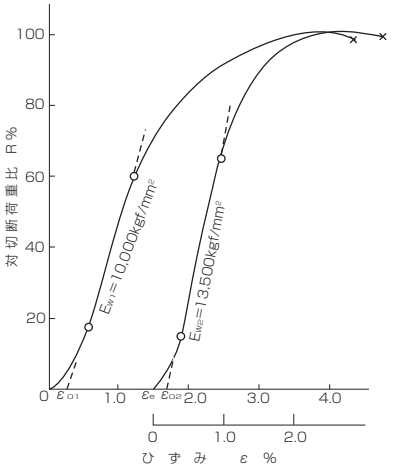


図7.16 6×7 C/L(Pr=7.75Dr)

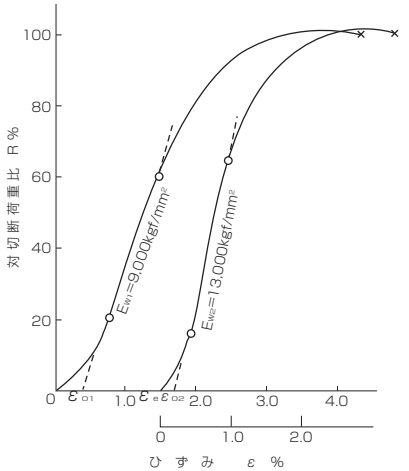


図7.17 6×7 O/O(Pr=7.1Dr)

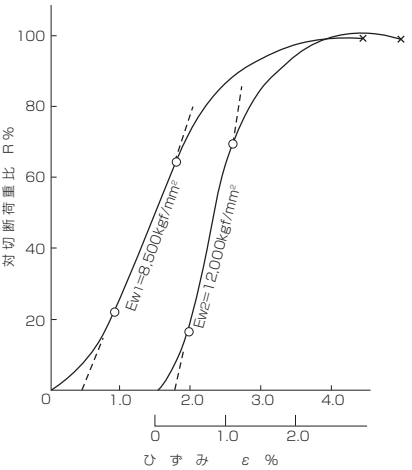


図7.18 6×19 O/O(Pr=6.7Dr)

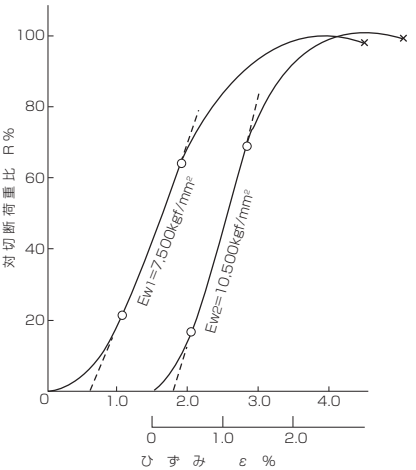


図7.19 6×24 O/O(Pr=6.7Dr)

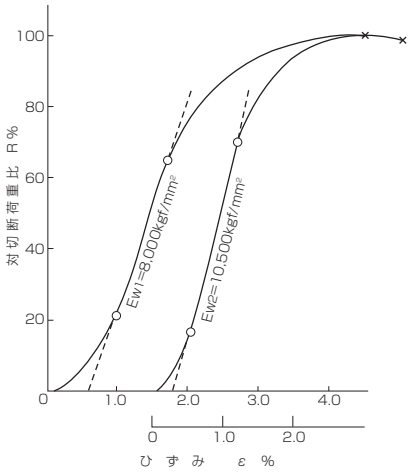


図7.20 6×37 O/O(Pr=6.7Dr)

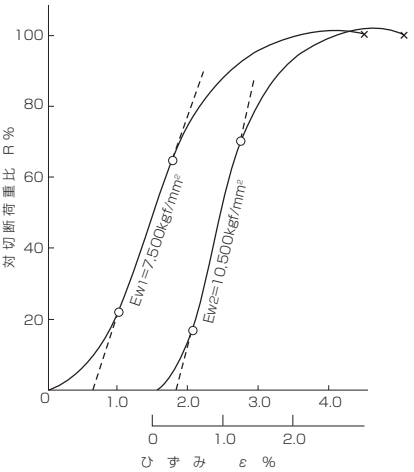


図7.21 6×61 O/O(Pr=6.7Dr)

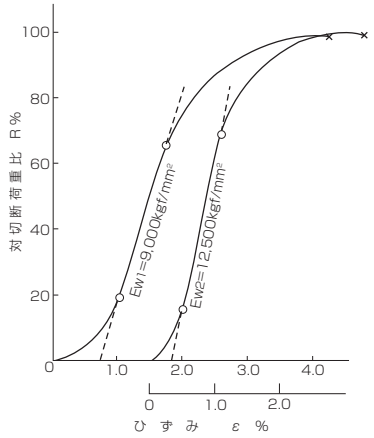


図7.22 平行より 6×19グループ(Pr=6.3Dr)

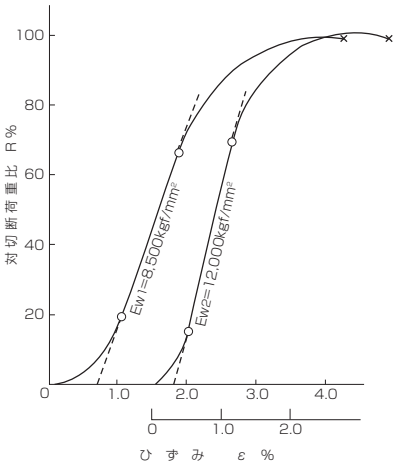


図7.23 平行より 6×37グループ(Pr=6.3Dr)

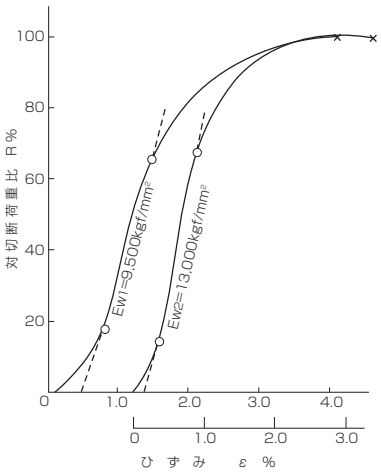


図 7 . 24 平行よりIWRC 6 ×19グループ
（動索用・Pr＝6. 3Dr）

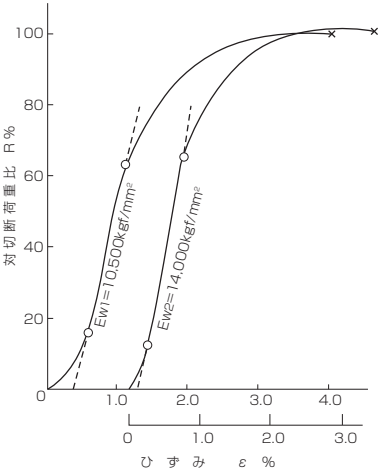


図 7 . 25 平行よりIWRC 6 ×19グループ
（静索用・Pr＝8. 0Dr）

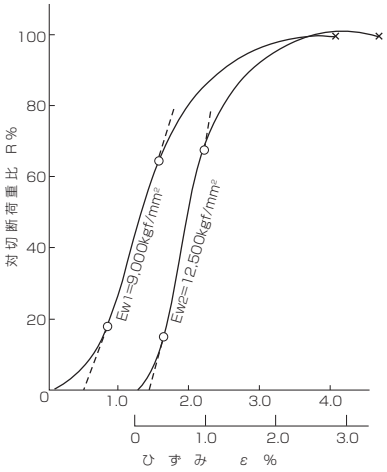


図 7 . 26 平行よりIWRC 6 ×37グループ
（動索用・Pr＝6. 3Dr）

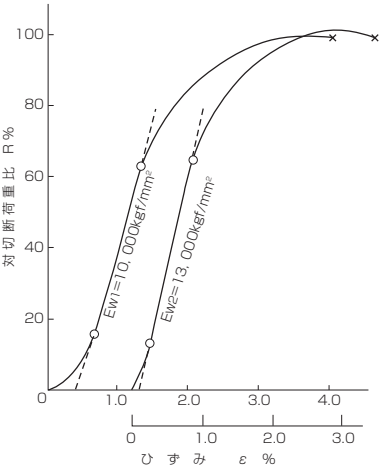


図 7 . 27 平行よりIWRC 6 ×37グループ
（静索用・Pr＝8. 0Dr）

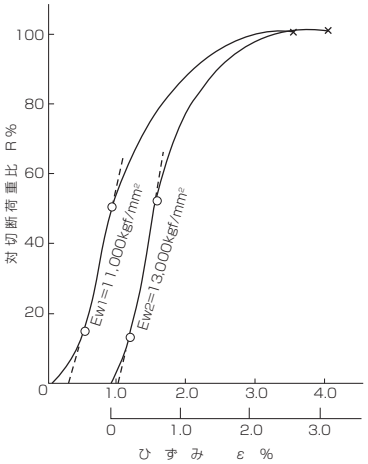


図7.28 7×7 G/O(Pr=6.7Dr)

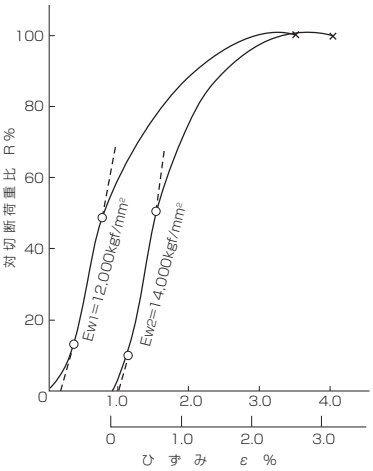


図7.29 7×7 G/O(Pr=8.0Dr)

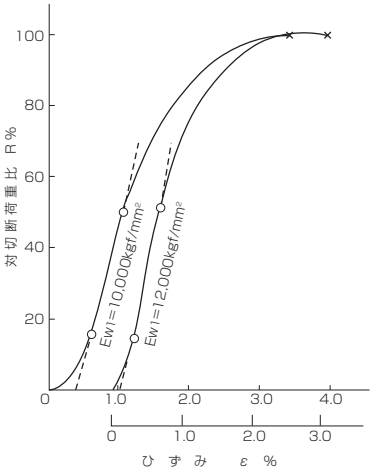


図7.30 7×19 G/O(Pr=6.7Dr)

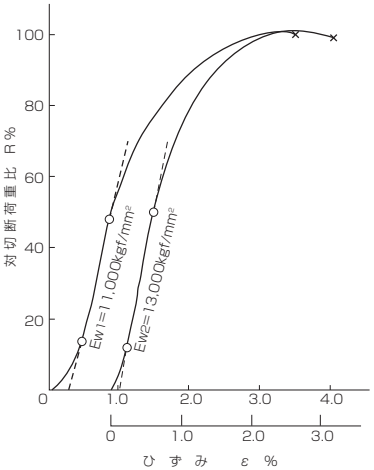


図7.31 7×19 G/O(Pr=8.0Dr)

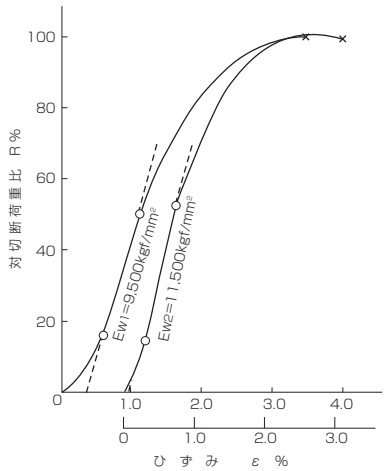


図7.32 7×37 G/O(Pr=6.7Dr)

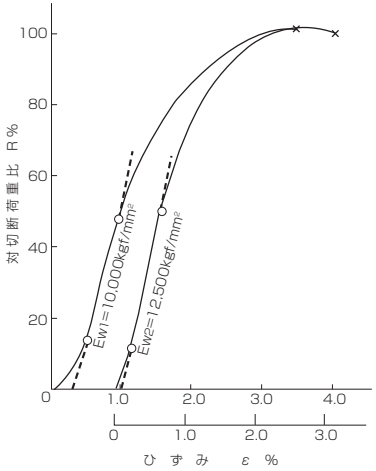


図7.33 7×37 G/O(Pr=8.0Dr)

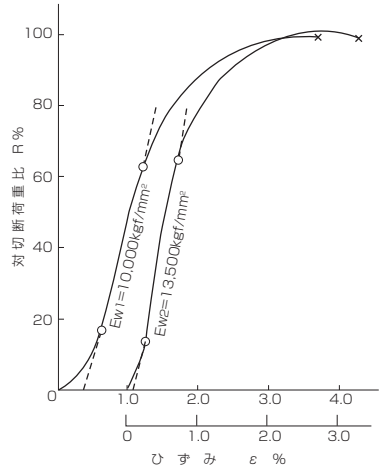


図7.34 平行よりCFRC 6×19グループ
(動索用・Pr=6.3Dr)

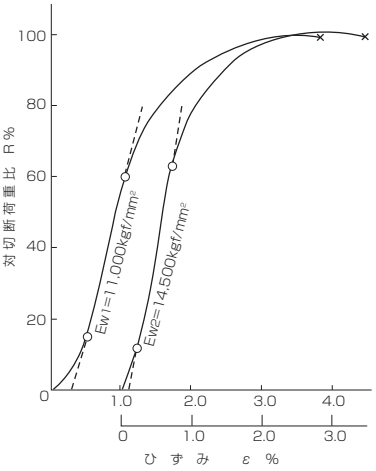


図7.35 平行よりCFRC 6×19グループ
(静索用・Pr=8.0Dr)

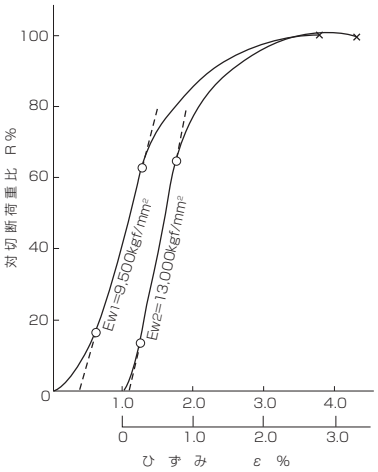


図 7 . 36 平行よりCFRC 6 ×37グループ
（動索用・Pr＝6.3Dr）

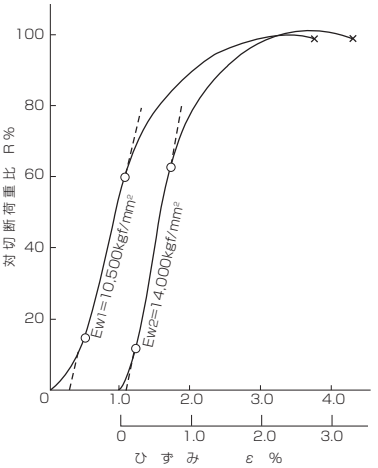
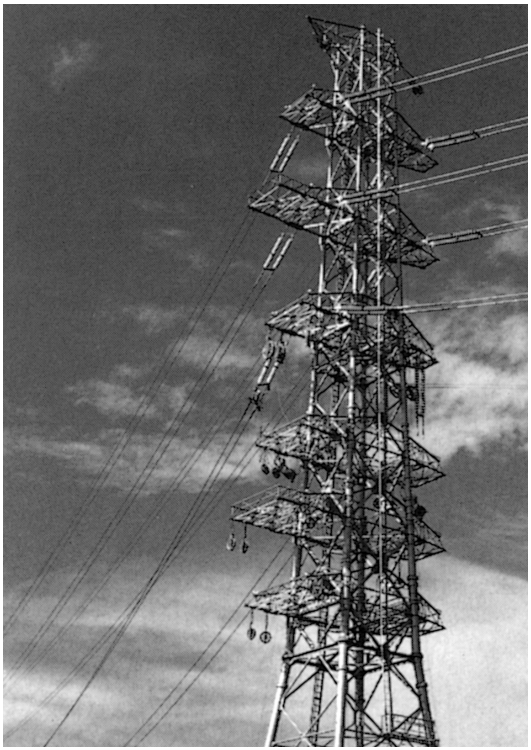


図 7 . 37 平行よりCFRC 6 ×37グループ
（静索用・Pr＝8.0Dr）

ロープの取扱い



高圧送電線の架設工事のパイロットロープには、ユニロープが用いられます。

8　ロープの取扱い

8.1　使用設備とロープ　機械設備の機能の大部分は、その設計の段階で決まるといわれます。ロープを使用する設備についても、その設計段階において、ロープとの関連を十分に考慮することが必要です。ここでは、設備本体の設計に関連してドラム（ロープ巻胴）、シーブ（ロープ車）、フリートアングル、ロープの曲げ方向などについて述べます。

8.1.1　ドラムとシーブ　動索は、ドラムやシーブによって曲げ疲労、摩耗、形くずれなどによる損傷を受け、ドラムやシーブの直径、溝の形状・寸法、材質やドラムへのロープの巻き方向などが、ロープの寿命に影響を及ぼします。

a）ドラムとシーブの直径　ロープは、曲げ疲労によって損傷し、廃却される場合が多くあります。曲げ疲労は、ドラムやシーブの直径の影響が極めて大きいものです。

すなわち、ロープがドラムやシーブに沿って曲げられた場合、素線に生ずる曲げ応力は一般に

$$\sigma_b = E_b \times \frac{\delta}{D}$$

σ_b：曲げ応力　N/㎟
E_b：ロープの曲げ応力弾性係数　N/㎟
δ：ロープの外層素線径　㎜
D：ドラム・シーブの径　㎜

で計算され、曲げ応力を小さくするにはD/δを大きくする必要があります。

機械設備上の制限もありますが、ロープの寿命は、D/δが大きいほど長くなります。D/δの値は、目安として400以上を確保することをお奨めします。

したがって、設計に際しては、ドラムやシーブの直径は許される範囲でできるだけ大きくするよう考慮する必要があります。

なお、ドラム・シーブの直径については、その最小限度が法規で定められておりますのでご注意下さい。

b）溝の寸法　シーブの溝の形状、寸法もロープの寿命に関係があり、溝の形状は、一般に、U型が多く用いられます。

溝径は、ロープ公称径より約10%大きくし、溝底円孤の接触角は、135°前後にするのが適当です。また、溝角は、30～60°、溝の深さは、ロープの径の1.5～3倍で、ロープとシーブの偏角や脱索の危険度などを考慮して決定します。

特に溝径は、大きすぎても小さすぎてもロープの損傷を早めますので、注意が必要です。

表8.1は、ロープの径と溝の仕上げの許容誤差を考慮して標準数(R20)を用いたシーブ溝の寸法の一例です。

溝付きドラムの場合、溝の半径は、シーブのそれと同じとし、溝のピッチは、巻かれるロープが互いに接触しないように、ロープの径1.07～1.1倍にします。

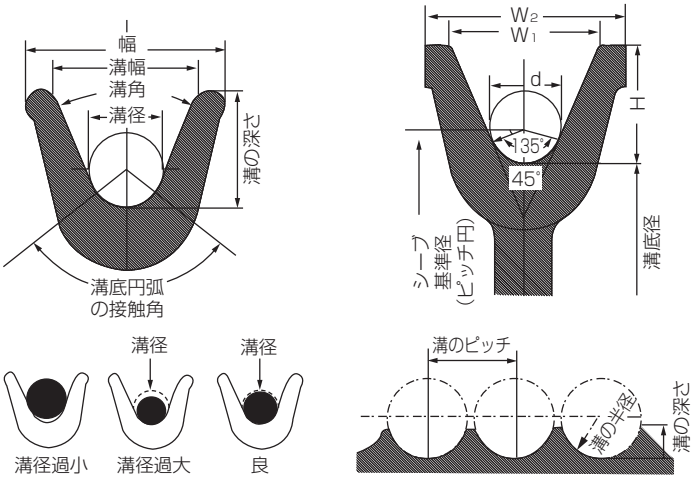


図8.1 シーブ及びドラムの溝寸法

表8.1 シーブ溝の寸法　　単位：㎜

ロープ径 d	溝の半径 r	溝の深さ H	溝の内幅 W_1	溝の外幅 W_2
10	6.3	20	25	37.5
11.2	6.3	20	25	37.5
12.5	7.1	22.4	28	40
14	8	25	31.5	45
16	9	28	35.5	50
18	10	31.5	40	56
20	11.2	35.5	45	60
22.4	12.5	40	50	67
25	14	45	56	75
28	16	50	63	80
31.5	18	56	71	90
35.5	20	63	80	100
40	22.4	71	90	112
45	25	80	100	125
50	28	90	112	140
56	31.5	100	125	150

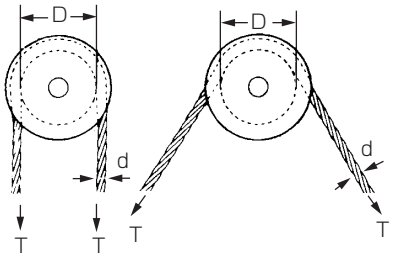
ロープの摩耗、形くずれの点からみて、ドラムのロープは1段巻きが望ましく、もし多段巻にする場合は、溝のピッチはなるべく小さくとり、ロープの径の1.07倍にとどめます。

溝の深さは、一般には、ロープの径の30～40%ですが、鉱山の巻上用のような大きなドラムの場合は、スパイラル巻で約20%、平行巻で約10%です。

c）シーブの材質と受ける圧力　張力のかかったロープによってシーブが受ける圧力の近似値は、次の式で計算されます。

$\sigma_p = 2T/kDd$

σ_p：シーブの溝底圧力　N/㎟
T：ロープ張力　N
D：シーブ径　㎜
d：ロープ径　㎜
k：接触係数(溝とロープの接触幅/ロープの径)
- U形溝、普通の状態……k＝½
- U形溝、理想的接触状態……k＝1
- 平溝……k＝¼



シーブ径Dを大きくすることは、上記の圧力及びロープの受ける曲げ応力を減少させるのに非常に有効です。圧力がシーブの材質に対して過大であるとシーブにロープの条痕が生じ、起動や停止の場合にヤスリのように擦り合って摩耗を早め、また、これに新しいロープを取り付けると、ロープピッチが条痕のピッチに合わないので、急激な摩耗が起こります。

一般に、条痕の防止には、シーブ径、シーブ個数、シーブ材質、ロープ構成などを考慮しなければなりません。条痕を生じたときには、ZよりロープとSよりロープを交互に使用するのも一法です。

シーブの材質については、硬すぎる場合はロープの摩耗を早め、柔らかすぎる場合は、ロープの条痕を作りますから、溝底圧力に応じた材質を選択する必要があります。表8．2にシーブの材質と許容圧力を示します。

表8．2　シーブの材質と許容溝底圧力

単位　kgf/㎟

シーブの材質			鋳鉄 (H_B≒125)	鋳鋼 (0.3～0.4%C H_B≒160)	マンガン鋼 (11～13%Mn H_B≒200)
ロープ構成	普通より	6×7	0.21	0.39	1.05
		6×S(19)	0.28	0.56	1.27
		6×Fi(21)	0.30	0.58	1.30
		6×Fi(25)	0.35	0.67	1.62
		6×37グループ	0.45	0.85	2.11
		8×19グループ	0.48	0.96	1.90
		18×7	0.65	1.23	——
	ラングより	6×7	0.25	0.42	1.16
		6×S(19)	0.32	0.62	1.41
		6×Fi(21)	0.33	0.65	1.48
		6×Fi(25)	0.40	0.77	1.86
		6×37グループ	0.52	0.98	2.39
		6×F{(3×2＋3)＋12＋12}	0.56	1.12	2.46
		6×F{(3×2＋3)＋12＋15}	0.62	1.18	2.53

備考　H_B：ブリネル硬さ

d）ドラムの巻き方向

1）溝なしドラム　溝なしドラムにロープ固定部を設ける場合、地巻きロープのドラムへの巻き方向を考慮する必要があります。

ロープは、ドラムに巻き付けると、その際かかる張力によって自転する性質があり、これを利用してZよりロープはS巻きに、Sよりロープは Z巻きにすると、ロープが密接して均一に巻けます。

もし、逆にZよりロープをZ巻きにすると、巻かれたロープが互いに離れて乱れ巻きとなりやすく、形くずれや摩耗、曲げを起こしてロープの寿命を縮めます。

ロープのドラムへの巻き方向をドラムの回転方向、すなわち、上綱、下綱の場合とともに、図８．２のように覚えておくと便利です。

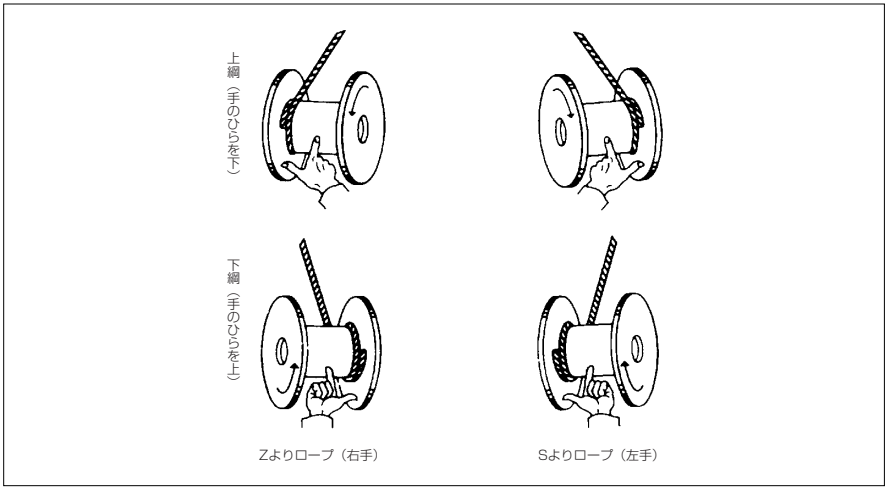


図８．２　溝なしドラムへの巻き方向

2）溝付ドラム　ロープのより方向とドラムの巻き方向の関係については、特に配慮する必要はありません。

８．１．２　フリートアングル　フリートアングルとは、図８．３に示すように、シーブの中心からドラム軸に垂直に引いた線と、シーブ中心からドラム軸上のフランジの内側を結ぶ線とのなす角です。

主要設備のフリートアングルは、法規で定められていますが（８．２．３　P.122参照）、一般に均一で良好な巻き付けを行うためのフリートアングルの最大値は、溝なしドラムで１°、溝付きドラムで２°（できれば1.5°）です。また、トラバーサのような機械的補助手段なしで、ロープがフランジの内側で折り返すためには、最小0.5°のフリートアングルが必要です。

フリートアングルが大きすぎると、ロープがフランジに近づいたとき、ロープの並びが乱れたり、シーブの縁でロープが擦られ、また、これが小さすぎるとロープが重なり合い、いずれもロープの寿命を縮めますので、ドラムの幅とシーブとの距離について、設計上の考慮が必要です。

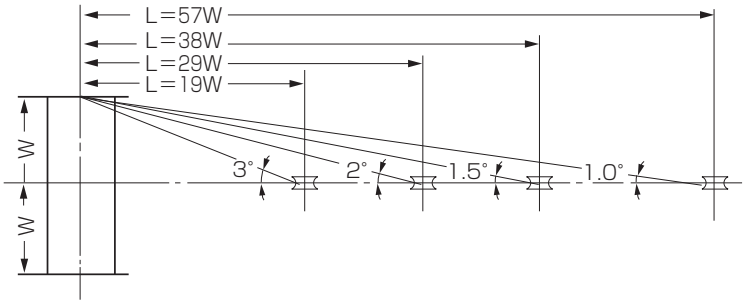


図 8．3　フリートアングル

8．1．3　ロープの曲げ方　ドラム、シーブの配置や、ロープの掛け方に際しては、ロープの曲げについての考慮が必要です。ロープは、できるだけ同一方向に曲がる（U曲げ）ようにして、曲げ方向が逆になるS曲げは避けねばなりません。

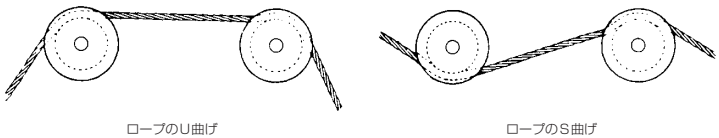


図 8．4　ロープの曲げ方

S曲げは、U曲げに比べてロープの寿命が短かく、条件によっては30%以下になります。

やむを得ずS曲げとなる場合は、シーブの間隔をロープ径の70倍以上とするか、間隔のとれない場合はシーブ径をU曲げの場合より30%以上大きくする必要があります。

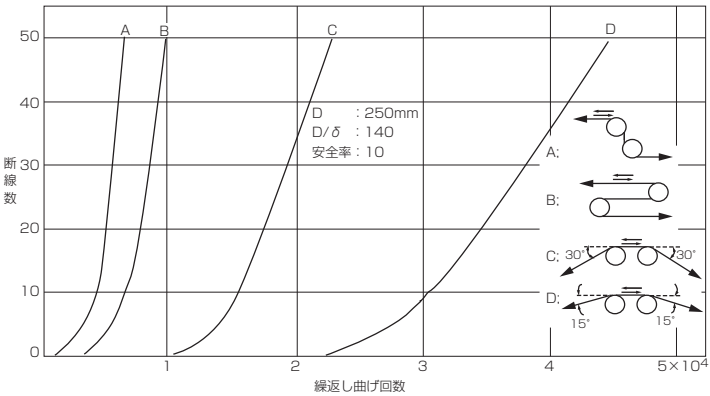


図 8．5　曲げ方の影響

8．2　関連法規　この項では、各種法規を安全率、ドラムとシーブの直径及びフリートアングルについてまとめてあります。

用語・記号は、なるべく法規の記載の通りとしましたが、同一項目に対する表現が、法規によって異なっているときは、そのいずれかによりました。

表8．3　関連法規

参照した法規			記号
建築基準法施行令	政　令	平29改	（建）
鉄道事業法施行規則	運輸省令	平29改	（鉄　事）
索道施設に関する技術上の基準を定める省令	運輸省令	平14改	（索道技）
単線自動循環式普通索道の支えい索の交換基準	運輸省通達	昭62改	（単索換）
鋼索鉄道の施設に関する技術基準	運輸省告示	昭62	（索鉄技）
鋼索鉄道の索条交換基準	運輸省通達	昭62改	（索鉄換）
船舶安全法施行規則	運輸省令	平28改	（船）
労働安全衛生規則	労働省令	平29改	（労）
クレーン等安全規則	労働省令	平26改	（労　ク）
クレーン、移動式クレーン構造規格	労働省告示	平15改	（ク）、（移ク）
エレベーター構造規格	労働省告示	平23改	（エ）
建設用リフト、簡易リフト構造規格	労働省告示	平12改	（リ）
デリック構造規格	労働省告示	昭43改	（デ）
ゴンドラ構造規格	労働省告示	昭44	（ゴ）

8．2．1　安全率　ロープは、荷重が増加するに従って伸び、弾性限度を超えてついに破断します。ロープに負わせる荷重は、取り付けの方法、曲げ、摩擦、衝撃などを考慮し、その使用の程度に応じて加減する必要があります。一般に動索では、高度の安全を要求される場合は、保証破断力の1/10以下、また普通の場合でも1/5以下としています。これを安全荷重といい、保証破断力と安全荷重の比を安全率といっています。安全率を設定する場合、過荷重は、ロープの早期破損をきたし、また反対に過小荷重は、不経済となるので適切な基準に従って設定する必要があります。

クレーン等構造規格

$$\text{安全率は}\ \frac{\text{ロープの破断力}}{\text{ロープにかかる最大荷重}}\ \text{又は}\ \frac{\text{素線引張強さ}}{\text{素線に加わる最大応力}}$$

で計算され、その最大荷重又は最大応力の計算方法は、各使用場所に対してそれぞれ関係法規で定められています。

a）索　道　用

表 8．4　索道用安全率

法　規	用　途		安　全　率 [1]		
			$\sigma/(\sigma_t+\sigma_{b1})$	$\sigma/(\sigma_t+\sigma_{b2})$	σ/σ_t
（索道技）	普通索道	支　索	3	—	5＞，3.5
	特殊索道	その他	—	4	＞5

法　規	用　途	安　全　率 [2]	
		B/T	$\sigma/(\sigma_t+\sigma_b)$
（索鉄技）	鋼索鉄道用鋼索	8	4

注[1) 2)] 計算方法についてはP. 129～P. 131の 8．3．1　b)～ c)項を参照して下さい。

b）林　業　用〔集　材〕

表 8．5　林業用安全率

法　規	用　途	安全率	備　考
（労）	主索（支索）	2.7	台付ロープ：サドルブロック、ガイドブロックなどを支柱・立木・根株などの固定に取り付けるためのロープ
（労ク）	荷上索、スリングロープ	6	
	その他の作業索 モノケーブル式循環索 ガイライン、台付ロープ	4	
	玉　掛　け	6	

c）クレーン用その他

表8．6 クレーン用その他安全率

<table>
<tr><th>法　規</th><th colspan="3">用　途</th><th>安全率</th><th>備　考</th></tr>
<tr><td>(労)</td><td>支　持</td><td colspan="2">つり足場</td><td rowspan="2">10</td><td rowspan="10">1. 安全率はロープにかかる最大荷重に対するもの。
2. (ク)巻上用、ジブ起伏用はロープの自重及びシーブの効率を含める。
3. (船)巻上用は、制限荷重70tf以下では5、70tfを超えるものは4。</td></tr>
<tr><td>(建)(エ)(ゴ)</td><td rowspan="5">巻　上</td><td colspan="2">エレベータ
ゴンドラ</td></tr>
<tr><td>(ク)</td><td colspan="2">クレーン運転台</td><td>9</td></tr>
<tr><td>(船)</td><td colspan="2">揚貨装置</td><td>5(4)</td></tr>
<tr><td>(労)</td><td colspan="2">くい打機</td><td rowspan="3">6</td></tr>
<tr><td>(リ)(デ)</td><td colspan="2">リフト
デリック
ホイスト</td></tr>
<tr><td>起　伏</td><td colspan="2">デリック</td></tr>
<tr><td>(労)(労ク)</td><td>玉掛け</td><td colspan="2">クレーンなど</td><td>6</td></tr>
<tr><td rowspan="7">(ク)</td><td rowspan="4">巻上
ジブ起伏
横行
走行</td><td rowspan="4">等級</td><td>A</td><td>3.55</td></tr>
<tr><td>B</td><td>4.0</td></tr>
<tr><td>C</td><td>4.5</td></tr>
<tr><td>D，E，F</td><td>5.0</td></tr>
<tr><td rowspan="3">ジブ支持
ジブ伸縮
緊張</td><td rowspan="3">等級</td><td>A</td><td>3.0</td></tr>
<tr><td>B</td><td>3.5</td></tr>
<tr><td>C，D，E，F</td><td>4.0</td></tr>
<tr><td>(ク)(エ)(リ)(デ)</td><td>控え</td><td colspan="2">クレーン
デリック
エレベータ
リフト</td><td rowspan="2">4</td></tr>
<tr><td>(デ)</td><td>旋回
ブーム支持</td><td colspan="2">デリック</td></tr>
<tr><td>(ク)</td><td>主索</td><td colspan="2">ケーブルクレーン</td><td>2.7</td></tr>
<tr><td rowspan="3">(移ク)</td><td>巻上、ジブ起伏</td><td colspan="2" rowspan="3">移動式クレーン</td><td>4.5</td></tr>
<tr><td>ジブ伸縮</td><td>3.55</td></tr>
<tr><td>ジブ支持</td><td>3.75</td></tr>
</table>

8.2.2　ドラムとシーブの直径

表8.7 ドラムとシーブの直径

法　　規	ドラム、シーブの最小直径（ピッチ円の直径）		備　　考
（索鉄技）	巻上機の主滑車	100 d	d：ロープ径（以下同じ）
（索道技）	えい索の誘導滑車 平こう索の誘導滑車	80 d 70 d	
	支柱の受索輪	250 ㎜	えい索の屈折角3°以下、ただし、運転速度3.6m/s以下では5°以下
	搬器の車輪	200 ㎜	
		150 ㎜	ロックドコイルを支索とする場合
	支索用シューの曲率	500 d	支索の屈折角15°以上も可
		300 d	屈折角15°以下、運転速度3.6m/s以上
		200 d	運転速度3.6m/s以下の場合
（建）（エ）	エレベータ用ドラム、シーブ	40 d	ロープに接する部分の長さが、周長の¼以下の場合は36d（建）
（ク） （移ク）	ドラム・シーブ　6×19	25 d	1．エコライザー：10d 2．クレーンの種類及び運動によって、標準直径比（D/d）sが定められている。（クレーン構造規格のみ） 3．左記構成以外のワイヤロープについてもD/dが定められている（ク）。P. 123～P. 126表参照。
	6×24.6×Fi(25)	20 d	
	6×37.6×Fi(29)	16 d	
	6×WS(26)	16 d	
	6×WS(31)	16 d	
（リ）（デ）（ゴ）	ドラム・シーブ	20 d	エコライザー：10d

8.2.3　フリートアングル

表8.8 フリートアングル

関連法規	溝付きドラムの溝の方向と溝にロープが巻き込まれる方向とのなす角度	溝なしドラムにロープが巻き込まれる場合のフリートアングル
（ク）（エ）（リ）（デ）（ゴ）	4°以下	2°以下
（労）（林）	—	〃

8．2．4　クレーン等構造規格によるD/dの値

別表１　クレーン等構造規格によるD/dの値

規格の区分	つり上げ装置等の等級又は用途	ドラム等の区分	ワイヤロープの区分		
			1グループ	2グループ	3グループ
クレーン構造規格	A	ドラム	14	18	22.4
		シーブ	16	20	25
		エコライザシーブ	10	10	10
	B	ドラム	16	20	25
		シーブ	18	22.4	28
		エコライザシーブ	10	10	10
	C	ドラム	18	22.4	28
		シーブ	20	25	31.5
		エコライザシーブ	10	10	10
	D	ドラム	22.4	28	35.5
		シーブ	25	31.5	40
		エコライザシーブ	10	10	10
	E	ドラム	28	35.5	45
		シーブ	31.5	40	50
		エコライザシーブ	12.5	12.5	12.5
	F	ドラム	35.5	45	56
		シーブ	40	50	63
		エコライザシーブ	14	14	14
移動式クレーン構造規格	巻上げ用及びジブの起伏用	ドラム	16	20	25
		シーブ	16	20	25
	ジブの伸縮用	ドラム	14	18	22.4
		シーブ	16	20	25
	全ての用途	エコライザシーブ	10	12.5	16

備考１．ワイヤロープの区分は、別表１による。
　　２．つり上げ装置等の等級〔A～F〕は、別表２による。

別表２　ワイヤロープの区分（別表４を参照）

グループ区分	定　　義
１グループ	ステンレス製以外のワイヤロープで次のもの。 （１）６ストランド又は８ストランドの平行より （２）６×37
２グループ	ステンレス製以外のワイヤロープで次のもの。 （１）３ストランド又は4ストランド （２）多層ストランド （３）６×37を除く６ストランド又は８ストランドの交差より ステンレス製のワイヤロープで次のもの。 （４）６ストランド又は８ストランドの平行より （５）６×37
３グループ	１グループ及び２グループ以外のワイヤロープ

別表３　つり上げ装置等の等級

使用時間 / 荷重常態	800時間未満	800時間以上1600時間未満	1600時間以上3200時間未満	3200時間以上6300時間未満	6300時間以上12500時間未満	12500時間以上25000時間未満	25000時間以上
定格の50%未満	A	A	A	B	C	D	E
定格の50%以上63%未満	A	A	B	C	D	E	F
定格の63%以上80%未満	A	B	C	D	E	F	F
定格の80%以上	B	C	D	E	F	F	F

$$\frac{D}{d}=\left[\left\{\left(\frac{D}{d}\right)_S-9\right\}\frac{\frac{1}{g}\left(\frac{\sigma_B}{v_2}\right)+4}{\frac{1}{g}\left(\frac{\sigma_B}{v_1}\right)+4}+9\right]\frac{1}{H}$$

この式において、$\left(\frac{D}{d}\right)_S$、$\sigma_B$、$v_1$、$v_2$、g及びHは、それぞれ次の値を表すものとする。

$\left(\frac{D}{d}\right)_S$　前表に定める値

σ_B　ワイヤロープの素線の公称引張強さの値（単位　ニュートン毎平方ミリメートル）

v_1　規格安全率（後出　安全率の表）

v_2　使用条件よりシーブ効率又はロープ自重を考慮して求めた安全率

g　重力加速度（単位　メートル毎秒毎秒）

H　下表に定めるワイヤロープの掛け方による補正係数

区　　分	係　　数
W_rが５以下	1.25
W_rが６以上９以下	1.12
W_rが10以上	1.00

備考　この表において、W_rは、ワイヤロープの掛け方により、ワイヤロープが、ドラムに巻き込まれる場合にあっては１、１個のシーブを順曲げで通る場合にあっては２、１個のシーブを逆曲げで通る場合にあっては４、エコライザシーブを通る場合にあっては０とした値の合計の値を表すものとする。

別表４　ワイヤロープの分類

（１）１グループのワイヤロープ

グループ	材　質	より方	ストランド数	呼　　び	素線断面	ワイヤロープの構成記号
1-1	炭素鋼	平行	6	フィラー形29本線６より	丸	6×Fi(29)，IWRC　6×Fi(29)，(樹脂被覆IWRC) 6×Fi(29)，IWRC＋6＋6×Fi(29)，　7×P･7＋6×Fi(29)
					異形	6×P･Fi(29)，IWRC　6×P･Fi(29)，7×P･7＋6×P･Fi(29)
				ウォーリントンシール形31本線６より	丸	6×WS(31)，IWRC　6×WS(31)，(樹脂被覆IWRC) 6×WS(31)，IWRC＋6＋6×WS(31)，SeS(48)＋6×WS(31)，7×P･7＋6×WS(31)
					異形	6×P･WS(31)，I WRC　6×P･WS(31)，IWRC＋6＋6×P･WS(31)，7×P･7＋6×P･WS(31)
				フィラー形33本線６より	丸	6×Fi(33)，IWRC　6×Fi(33)
				ウォーリントンシール形36本線６より	丸	6×WS(36)，IWRC　6×WS(36)，(樹脂被覆IWRC) 6×WS(36)，IWRC＋樹脂充填材＋6×WS(36)，IWRC＋6＋6×WS(36)，SeS(48)＋6×WS(36)，7×P･7＋6×WS(36)
					異形	6×P･WS(36)，IWRC　6×P･WS(36)，IWRC＋6＋6×P･WS(36)，7×P･7＋6×P･WS(36)
				セミシール形37本線６より	丸	6×SeS(37)，IWRC　6×SeS(37)
				ウォーリントンシール形41本線６より	丸	6×WS(41)，IWRC　6×WS(41)，7×P･7＋6×WS(41)
					異形	6×P･WS(41)，IWRC　6×P･WS(41)
				シールウォーリントンシール形49本線６より	丸	IWRC　6×SWS(49)
			8	フィラー形25本線８より	丸	IWRC　8×Fi(25)
				ウォーリントンシール形26本線８より	異形	6×P･7＋8×P･WS(26)，7×P･7＋8×P･WS(26)
		交差	6	37本線６より	丸	6×37
1-2	炭素鋼	平行	6	ウォーリントン形19本線６より	丸	6×W(19)
				シール形19本線６より	異形	IWRC　6×P･S(19)
				フィラー形25本線６より	丸	6×Fi(25)，IWRC　6×Fi(25)，(樹脂被覆IWRC) 6×Fi(25)
					異形	6×P･Fi(25)，IWRC　6×P･Fi(25)
				ウォーリントンシール形26本線６より	丸	6×WS(26)，IWRC　6×WS(26)，(樹脂被覆IWRC) 6×WS(26)
						SeS(39)＋6×WS(26)

（2） 2グループのワイヤロープ

グループ	材　質	より方	ストランド数	呼　　び	素線断面	ワイヤロープの構成記号
2	炭素鋼	平行	3	非自転性フラットウォーリントンシール形40本線3より	丸	3×F(40)
				非自転性フラットセミシール形48本線3より	丸	3×F(48)
			4	非自転性フィラー形29本線4より	丸	4×Fi(29)
				非自転性フラットシール形30本線4より	丸	4×F(30)
				非自転性ウォーリントンシール形36本線4より	丸	4×WS(36)
				非自転性フラットセミシール形39本線4より	丸	4×F(39)
				非自転性フラットウォーリントンシール形40本線4より	丸	4×F(40)
				非自転性フラットシールカバー形42本線4より	丸	4×F(42)
				非自転性フラットセミシール形42本線4より	丸	4×F(42)
				非自転性フラットセミシール形48本線4より	丸	4×F(48)
		交差	多層	非自転性ヘルクレス形7本線18より	丸	18×7
				非自転性ヘルクレス形19及び26本線16より	異形	S(19)＋6×P·S(19)＋10×P·WS(26)
				非自転性ナフレックス形7～19本線24より	丸	4×7＋{4×7＋4×S(17)}＋12×S(19)
				非自転性ナフレックス形7本線35より	丸	35×7,P·35×7
					異形	35×P·7
				非自転性ナフレックス形7本線39より	丸	19＋39×7
					異形	P·S(19)＋39×P·7
				非自転性ナフレックス形7本線40より	異形	22×7＋18×P·7
			6	19本線6より	丸	6×19
				24本線6より	丸	6×24
	ステンレス	平行	6	ステンレスフィラー形29本線6より	丸	SUS IWRC 6×Fi(29)
				ステンレスウォーリントンシール形36本線6より	丸	SUS IWRC 6×WS(36)
		交差	6	ステンレス37本線6より	丸	SUS 37＋6×37

注　3×F(48) とU3×SeS(48)、4×F(39)とU4×SeS(39)、4×F(48)とU4×SeS(48)は同一構成

（3） 3グループのワイヤロープ

グループ	材　質	より方	ストランド数	呼　　び	素線断面	ワイヤロープの構成記号
3	ステンレス	平行	4	ステンレス非自転性フィラー形29本線4より	丸	SUS 4×Fi(29)
		交差	多層	ステンレス非自転性ヘルクレス形7本線19より	丸	SUS 19×7
			6	ステンレス19本線6より	丸	SUS 19＋6×19

備考　1　呼び方の分類は、心綱(繊維心、ロープ心、ストランド心)、樹脂被覆、樹脂充填材、プラスチックより込み形及び異形線による区分は行わず同一とする。

2　1グループのワイヤロープの分類は以下による。

（1） グループの1-1とは、1グループのうち耐疲労性に優れるワイヤロープで、以下のワイヤロープをいうこと。

イ　6ストランドの平行よりのワイヤロープであって、1ストランドの外層素線数が、13本以上のもの

ロ　8ストランドの平行よりのワイヤロープであって、1ストランドの外層素線数が、10本以上のもの

ハ　ウォーリントンシール形31本線6よりの平行よりワイヤロープ

ニ　37本線6よりの交差よりワイヤロープ

（2） グループの1-2とは、1グループのうち1-1以外のワイヤロープをいうこと。

8．2．5　ロープの使用制限　下表のような欠点のある、又は、限界を超えたロープは、使用を制限されています。

表8．9　ロープの使用制限

<table>
<tr><th>法　規</th><th>用　途</th><th>変形
損傷
形くずれ</th><th>キンク</th><th>腐食
さび</th><th>ストランド</th><th>直径の摩耗</th><th>フィラー線を除く断線数</th><th>安全率の低下</th><th>その他</th></tr>
<tr><td>(リ)(エ)(ク)
(デ)(ゴ)</td><td>クレーン、エレベータ、リフトなど</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td></td><td rowspan="4">公称径の7％</td><td rowspan="3">10％/1より</td><td rowspan="3"></td><td rowspan="3"></td></tr>
<tr><td>(労ク)</td><td>玉　掛　け</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="3">(労)</td><td>つ り 足 場</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td></td></tr>
<tr><td>機械集材装置
運 材 索 道</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>く い 打 機</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>継目</td></tr>
<tr><td>(船)</td><td>揚 貨 装 置</td><td>○</td><td></td><td>○</td><td></td><td>原寸法の10％</td><td>10％/1より</td><td></td><td>著しいより戻し</td></tr>
<tr><td>(単索撓)</td><td>特 殊 索 道
普 通 索 道</td><td>○</td><td></td><td>○</td><td></td><td>新品時の5％</td><td colspan="3">断線が発生してから、急速に増加する傾向のあるとき</td></tr>
<tr><td>(索鉄撓)</td><td>鋼 索 鉄 道</td><td>○</td><td></td><td>○</td><td></td><td>外層素線の½が原寸法の⅓以上摩耗</td><td colspan="3">1．摩耗、腐食、又は、よりの6倍の長さに生じた断線による断面積の減少が20％。ただし、摩耗及び内部腐食による減少は、ロープ径の減少11％を断面積の減少20％とする。
2．断線が発生してから、急速に増加する傾向のあるとき。</td></tr>
<tr><td rowspan="4">(J)</td><td rowspan="4">エ レ ベ ー タ</td><td rowspan="4"></td><td rowspan="4"></td><td rowspan="4"></td><td rowspan="4"></td><td rowspan="4">摩耗していない部分の10％</td><td>摩 損 状 態</td><td colspan="2">断　線　数</td></tr>
<tr><td>断線が平均に分布</td><td colspan="2">4本/ストランドの1より</td></tr>
<tr><td>断線による断面積が30％以上か、錆のひどいとき</td><td colspan="2">2本/ストランドの1より</td></tr>
<tr><td>断線が1か所又は特定のストランドに集中</td><td colspan="2">6つよりロープ：12本/1より
8つよりロープ：16本/1より</td></tr>
</table>

備考　○は規定のあることを示す。

8．3　計算資料

8．3．1　法規による安全率計算法

a）金属鉱山、石炭鉱山及び石油鉱山保安規則

最大静荷重に対する安全率（第１安全率）$F_1=\frac{Sr}{W_1}$

最大総荷重に対する安全率（第２安全率）$F_2=\frac{Sr}{W_2}$

ただし、$W_2=W_1+W_1\frac{\alpha}{g}+EA\cdot\frac{\delta}{D}$

斜坑の場合は、次式によりW_1を算出する。

巻上げる場合

$W_1=W_t(\sin\theta+\mu_t\cdot\cos\theta)+W_{\gamma 1}(\sin\theta'+\mu_\gamma\cdot\cos\theta')$

巻降ろす場合

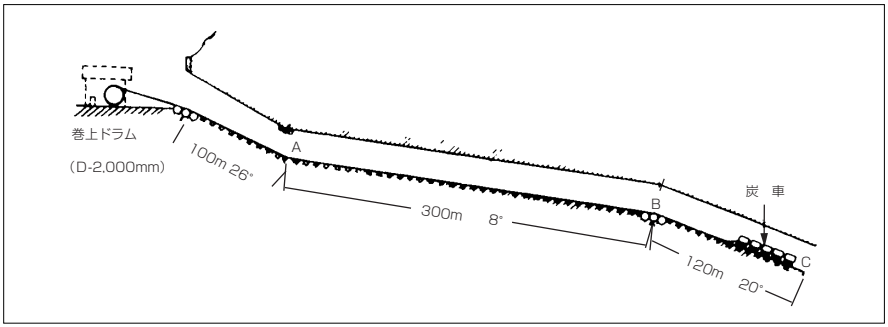
$W_1=W_t(\sin\theta-\mu_t\cdot\cos\theta)+W_\gamma(\sin\theta'-\mu_\gamma\cdot\cos\theta')$

ここで、

Sr　：ロープの保証破断力(kgf)
W_1　：最大静荷重(kgf)
W_2　：最大総荷重(kgf)
W_t　：車の最大総荷重(kgf)
W_γ：W_1が最大になる位置のロープの重量＝L･γ(kgf)
L　：ロープの長さ(m)
γ　：ロープの単位重量(kg/m)
θ　：路線の最大傾斜角度（°）
θ'：路線の平均傾斜角度（°）
μ_t：車の摩擦係数＝プレーンベアリングの場合：1/30
　　ローラーベアリングの場合：1/60
　　ボールベアリングの場合　：1/80
μ_γ：ロープの摩擦係数＝1/10
α　：加速度＝V/t(m/s²)
V　：荷重が巻上げられる速度(m/s)
t　：運転を始めてから所定の速度に達するまでの時間(s)
g　：重力の加速度＝9.8(m/s²)
E　：ロープの弾性係数＝10,000(kgf/㎟)
A　：ロープの有効断面積(㎟)
δ　：最大素線径(㎜)
D　：使用するドラム又はシーブの最小直径(㎜)

（計算例）

下図のような斜坑を、ロープ 6×7 C/L A種 25㎜、（δ=2.80㎜、A=259㎟、S_1=37,900kgf γ=2.32kg/m）で炭車（5車）を巻上げる場合の第1安全率F_1、第2安全率F_2を求める。ただし、α=0.3m/s²、μ_t=0.0167、μ_γ=0.1とする。



車の最大総荷重 W_t =5(800+1500)=11,500（kgf）

平均傾斜角 $\theta' = \dfrac{\Sigma(L\cdot\theta)}{\Sigma L} = \dfrac{(100\times26)+(300\times8)+(120\times20)}{100+300+120} = 14°14'$

A点での静荷重W_A =11,500(sin26°+0.0167·cos26°)
+2.32×100(sin14°14'+0.1·cos14°14')=5,290(kgf)

B点での静荷重W_B =11,500(sin8°+0.0167·cos8°)
+2.32×400(sin14°14'+0.1·cos14°14')=2,106(kgf)

C点での静荷重W_C =11,500(sin20°+0.0167·cos20°)
+2.32×520(sin14°14'+0.1·cos14°14')=4,528(kgf)

したがって、最大静荷重はA点において発生し、

$W_1=W_A$=5,290(kgf)となる。

◎第1安全率 $F_1=\dfrac{Sr}{W_1}=\dfrac{37,900}{5,290}\fallingdotseq7.2$

加速度による荷重 $W_1\cdot\dfrac{\alpha}{g}=\dfrac{5,290\times0.3}{9.8}=162$(kgf)

曲げによる荷重 $E\cdot A\cdot\dfrac{\delta}{D}=\dfrac{10,000\times259\times2.80}{2,000}=3,626$(kgf)

最大総荷重 $W_2=W_1+W_1\cdot\dfrac{\alpha}{g}+E\cdot A\cdot\dfrac{\delta}{D}=5,290+162+3,626=9,078$(kgf)

◎第2安全率 $F_2=\dfrac{Sr}{W_2}=\dfrac{37,900}{9,078}\fallingdotseq4.2$

b）索道施設に関する技術上の基準

1）普通索道及び特殊索道

1）静止支索の安全係数

$\dfrac{\sigma}{\sigma_t+\sigma_{b1}}>3$ ただし、$5>\dfrac{\sigma}{\sigma_t}>3.5$

2）上記以外の安全係数

$$\frac{\sigma}{\sigma_t+\sigma_{b2}}>4 \quad \text{ただし、} \frac{\sigma}{\sigma_t}>5$$

2）貨物索道（旧索道規則による）

1）静止支索及び緊張用索条の安全係数

$$\frac{\sigma}{\sigma_t+\sigma_{b1}}>3 \quad \text{ただし、} 6>\frac{\sigma}{\sigma_t}>5$$

（緊張用索道の場合は$\frac{\sigma}{\sigma_t}>5$）

2）上記以外の索条の安全係数

$$\frac{\sigma}{\sigma_t+\sigma_{b2}}>3.3\text{(循環式索道にあっては3.0)ただし、}\frac{\sigma}{\sigma_t}>5$$

σ ：鋼線の平均引張り強さ

σ_t：ロープの最大引張り応力$=\frac{T}{A}$(N/㎟)

T：ロープの最大引張り力(N)

A：ロープの有効断面積(㎟)

σ_{b1}：垂直荷重による最大曲げ応力

$$=\frac{P}{n}\sqrt{\frac{E}{T\cdot A}}\ (N/㎟)$$

P：搬器総重量(自重＋最大積載重量＋搬器に載荷されるロープの重量とこれに加わる風圧＋搬器に加わる風圧)(N)

n：搬器の車輪数

E：弾性係数＝196,000（N/㎟）

σ_{b2}：滑車に巻き付くことによる最大曲げ応力

$$=E\cdot\frac{\delta}{D}(N/㎟)$$

δ：最大素線の直径（㎜）

D：滑車の直径（㎜）

c）鋼索鉄道の施設に関する技術上の基準

1）最大引張り力に対する安全率$=\frac{B}{T}$

B：ロープの破断力(N)

T：ロープの最大引張り力(N)

$$T=W\sin\theta+rW\cos\theta+\gamma\ h+f\ell+(W+\gamma\ \ell+R)\frac{\alpha}{g}$$

W：車輌自重＋最大乗員重量(1人60kgfとする)＋貨車重量(連結した場合)(N)

θ：Tが最大となる車両の位置における線路傾斜角度（°）

r：車輌抵抗(N/tf)

ただし、9.81N/tf以上とする。

γ：ロープの単位質量(kg/m)

h：Tが最大になる車両の位置と線路終点との高低差(m)

ℓ ：Tが最大になる車両の位置と線路終点との水平距離(m)

f ：水平単位長に換算した線路導滑車の摩擦抵抗

$$f=\frac{F}{b}\geqq 1.57(N/m)$$

F ：線路導滑車に作用する最大索圧力

$$\times\frac{\text{線路導滑車の軸径}}{\text{線路導滑車の輪径}}\times\text{摩擦係数}(0.005\text{以上})(N)$$

b ：線路導滑車の最小間隔(m)

R ：Tが最大になる車輌の位置から線路終点までの線路導滑車の総重量(N)

α ：急起動による車輌の加速度(m/s^2)

g ：重量加速度(9.81m/s^2)

2）最大引張り応力と最大曲げ応力との合成応力に対する安全係数

$$\frac{\sigma}{\sigma_t+\sigma_b}$$

σ ：鋼線の平均引張り強さ(N/mm^2)

σ_t ：最大引張応力$=\frac{T}{A}$(N/mm^2)

A ：ロープの有効断面積(mm^2)

σ_b ：最大曲げ応力$=E\frac{\delta}{D}$(N/mm^2)

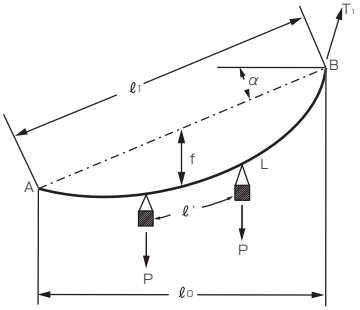
δ ：鋼線の最大直径(mm)

D ：巻上機の滑車の直径(mm)

E ：弾性係数＝196,000(N/mm^2)

8.3.2 索道の主索張力計算法

（労働安全衛生規則・林業用など）



上図のように2点間に張架されたロープに、等間隔ℓ'でi個の搬器荷重が負荷されたとき、ロープに生ずる最大張力Tiは、上部支点に生じ、次式で示されます。

$Ti = (W + i \times P)\Phi i$(kgf)

W：ロープ重量(kgf)

P ：搬器１個当りの全荷重（kgf）

Φiは最大係数で、次式で求めます。

$$\Phi i \fallingdotseq \frac{\sqrt{1 + (\tan\alpha + 4Si)^2}}{8Si}$$

α：支間傾斜角

Si：等値垂下比

また、Φiは付図１により、α、Siから簡単に求められます。ただし、Siは、まずq、i、nを求め、ついでZiを求めて次式で計算します。

q ：搬器間隔係数$= \frac{\ell'}{\ell}$

i ：搬器荷重数（付表１より）

n ：搬器１個当りの荷重比$= \frac{P}{W}$

Zi：垂下比等値数（q、i、nに応じて付図２．１～２．４より）

$Si = Zi \times S_0$

S_0：原索垂下比（たわみ度）$= \frac{f_0}{\ell_0}$

ただし、f_0：無負荷時のロープの中央垂下量

ℓ_0：AB間の水平距離

通常S_0は、0.025～0.050が用いられます。

なお、i≧５の場合、近似的にZi＝１として計算できます。

補　　足

索道の張力計算の概算は、概ね、前述の計算式で求められますが、実際の索道では、主索が負荷を受ければ、ロープの張力の増大にともなって、ロープが伸びたり支点が変位することになりますので、これらによる張力への影響は、無視できずにこれらを考慮した補正計算が必要となります。

ただし、中央垂下比S_0が、十分に大きい場合や荷重比n(＝P/W)が、非常に小さい場合には、この補正計算は不要です。

いま、ロープの弾性伸長及び支点変位などによる補正係数をεとすると、補正垂下比S'は、次式で示されます。

$S' = \varepsilon \cdot S_0$

この補正垂下比S'を前ページの原索垂下比S_0の代わりに用いれば、最大張力の補正値が得られます。

Ti' max=Ti max(S_0=S')

（計算例）

前図のように、A・B２点間に張架されたワイヤロープに、P＝500kgの搬器荷重が２個負荷された場合のワイヤロープの安全率を計算する。

ただし、α＝15°　ℓ＝500m　ℓ'＝310m　S_0＝0.035

また、ワイヤロープは、６×７　C/L, A種　18㎜で単位質量1.20kg/m, 規格破断力は19.6tfである。

$L \fallingdotseq \ell = \ell_0/\cos\ \alpha = 500/\cos\ 15^\circ \fallingdotseq 518(m)$

$W = \gamma \times L = 1.20 \times 518 = 622(kg)$

$n = P/W = 500/622 = 0.8$

$q = \ell' / \ell = 300/518 = 0.6$

$i = 2$（付表１参照）

$Z_2 = 0.97$（付図２．２参照　$n = 0.8$、$q = 0.6$）

$S_2 = Z_2 \times S_0 = 0.97 \times 0.035 = 0.034$

$\alpha = 15^\circ$　$S_2 = 0.034$を付図１から読みとった最大張力係数は

$\Phi_2 = 4.0$

ゆえに、最大張力Tiは

$T_1 = (622 + 2 \times 500)4.0 = 6,488(kgf)$

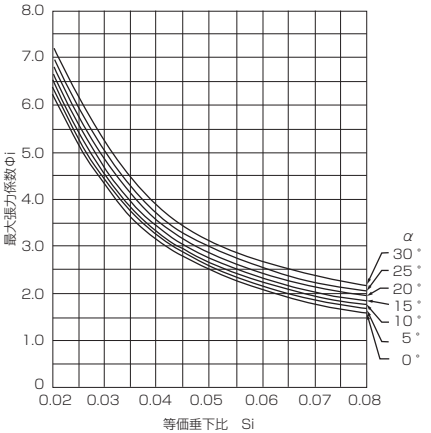
したがって、ワイヤロープの安全率は

$F = 19,600/6,488 = 3.0 > 2.7$

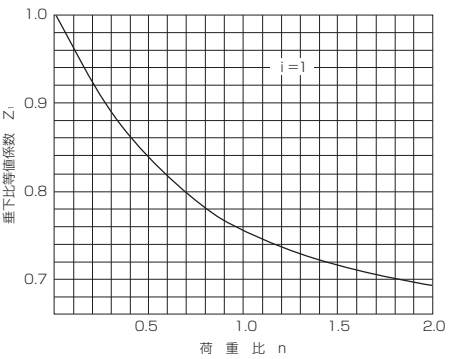
となり、労働安全規定に示される安全係数2.7以上を満足している。

付表１　最大張力算出に用いる搬器荷重数

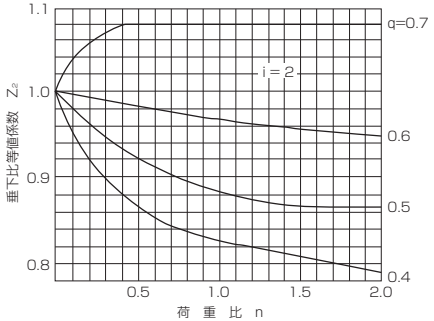
搬器間隔係数 q	搬器荷重数 i
＞0.7	1
0.4～0.7	2
0.3～0.4	3
0.2～0.3	4



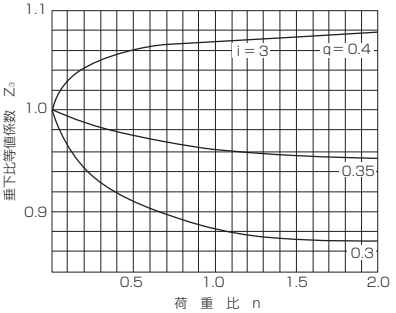
付図１　最大張力係数算出図



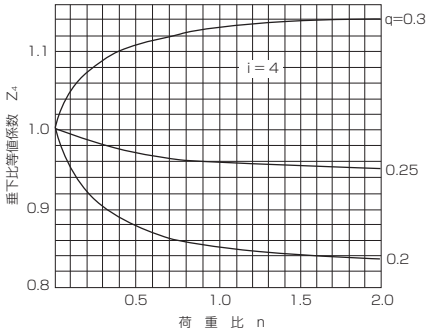
付図２．１　垂下比等値係数算出図（１荷重）



付図２．２ 垂下比等値係算出図（２荷重）



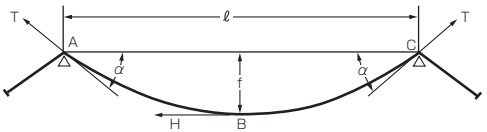
付図２．３ 垂下比等値係数算出図（３荷重）



付図２．４ 垂下比等値係数算出図（４荷重）

８．３．３ つり橋ケーブルの計算資料

ａ）対称ケーブルの場合



（ただし、荷重は、全長に均等分布する）

ℓ ：水平両支点A・C間の距離(m)

f ：たわみ（サグ）$=\frac{W\ell}{8H}$(m)

n ：たわみ度（サグ比）$=\frac{f}{\ell}$

ω：水平方向のロープ単位長さにかかる荷重(ロープ重量を含む)(kgf/m)

H ：最低点Bにおける主索の受ける張力(水平張力)（kgf）

T ：支点A・Cにおいて主索の受ける張力(kgf)
L ：主索の長さ(m)
W：主索に分布する総荷重＝$\omega \ell$ (kgf)

放物線式　$y=\frac{4f}{\ell^2}(\ell-\chi)\cdot\chi$

勾　配

x点の勾配　　$\tan\alpha=\frac{4f}{\ell^2}(\ell-2\chi)$

最大勾配　　$\tan\alpha=\frac{4f}{\ell}=4n$

張　力

水平張力　$H=\frac{\omega\ell^2}{8f}$

接線方向張力　$T=H\sqrt{1+\tan^2\alpha}=H\sqrt{1+16n^2}$

主索の長さ　$L=\ell\left(1+\frac{8}{3}n^2-\frac{32}{5}n^4\right)$

ただし、$n=\frac{f}{\ell}$が小さいときは$L=\ell\left(1+\frac{8}{3}n^2\right)$としてもよい。

つり橋の場合、主索のたわみ度（サグ比）f/ℓは、1/8～1/12位で、普通は1/10前後が用いられます。

（計算例）

水平両支点間距離　$\ell=200$m
たわみ（サグ）　　$f=25$m　} の場合

ロープ単位長さにかかる荷重(ロープ重量を含む)を$\omega=4,500$kg/mとした場合のロープ張力及び主索の全長を求める。

たわみ度(サグ比)$n=\frac{f}{\ell}=\frac{25}{200}=\frac{1}{8}=0.125$

$\tan\alpha=4n=0.5$　$\alpha=26^\circ 34'$

$H=\frac{W}{2}\times\cot\alpha=\frac{4,500\times200}{2}\times\cot 26^\circ 34'=900,000\text{kgf}=900\text{tonf}$

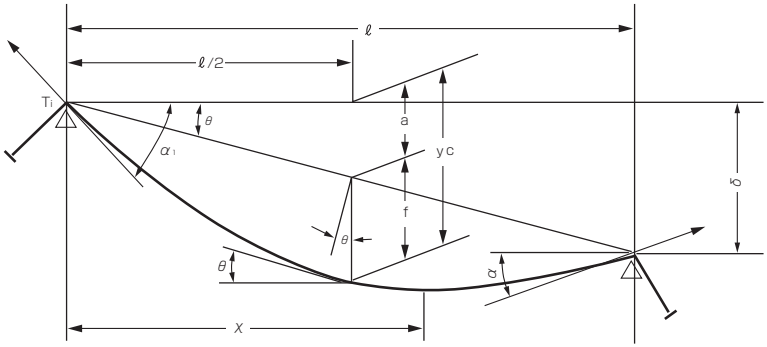
$T=\frac{W}{2}\times\operatorname{cosec}\alpha=\frac{4,500\times200}{2}\times\operatorname{cosec}26^\circ 34'=1,006,200\text{kgf}=1,006.2\text{tonf}$

又は、サグ比を用いて次のように計算してもよい。

$T=H\sqrt{1+16n^2}=900,000\times\sqrt{1+16\times\left(\frac{1}{8}\right)^2}=1,006.2\text{tonf}$

$L=\ell\left(1+\frac{8}{3}n^2-\frac{32}{5}n^4\right)=200+\left\{1+\frac{8}{3}\times\left(\frac{1}{8}\right)^2-\frac{32}{5}\left(\frac{1}{8}\right)^4\right\}=208.021\text{m}$

b）非対称ケーブルの場合



（ただし、荷重は、全長に均等分布する）

ω'：曲線の弦間の単位長にかかる荷重（ロープを含む）(kg/m)

$$\omega=\omega'\times\frac{1}{\cos\theta}$$

放物線式　$y=\frac{4f}{\ell^2}(\ell-\chi)\cdot\chi+\frac{\delta}{\ell}\chi$

勾　配

x点の勾配　$\tan\alpha=\frac{4f}{\ell^2}(\ell-2\chi)+\frac{\delta}{\ell}$

最大勾配　$\tan\alpha_1=\frac{4t}{\ell}\left(1+\frac{\delta}{4f}\right)=4n\left(1+\frac{\delta}{4f}\right)$

張　力

水平張力　$H=\frac{\omega\ell^2}{8f}=\frac{\omega\ell^2}{8yc-4\delta}$

接線方向張力　χ点の張力　$T=H\sec\alpha=H\sqrt{1+\tan^2\alpha}$

最大張力　$T_1=H\sec\alpha_1=H\sqrt{1+16n^2+\left(1+\frac{\delta}{4f}\right)^2}$

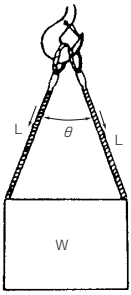
主索の長さ　$L=\ell\left\{1+\frac{8}{3}n^2-\frac{32}{5}n^4+\frac{1}{2}\cdot\frac{\delta^2}{\ell^2}(1-8n^2)-\frac{1}{8}\cdot\frac{\delta^4}{\ell^4}\right\}$

又は　$L=\ell\left(\sec\theta+\frac{8}{3}\cdot\frac{n^2}{\sec^3\theta}\right)$

最下点までの距離　$x_0=\frac{\ell}{2}\left(1+\frac{\delta}{4f}\right)$

8．3．4　玉掛索の張力計算法　2本の玉掛索で荷を吊る場合には、そのつり角度によって、それぞれのロープにかかる荷重は異なります。

a）2本の玉掛索の長さが等しい場合　荷重は均等にかかり、その荷重は、次の式で示されます。



$$L=\frac{1}{2}\times W\times K$$

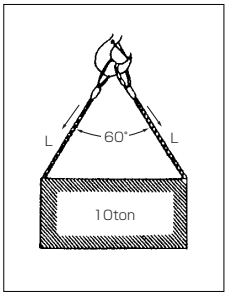
W：全質量

K：荷重の増加係数
（下表参照）

（計算例）

表8．10 つり角度と荷重の増加係数

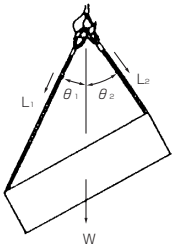
つり角度 θ	荷重の増加係数 K	つり角度 θ	荷重の増加係数 K
0°	1．0000	80°	1．3054
10°	1．0038	90°	1．4142
20°	1．0154	100°	1．5557
30°	1．0353	110°	1．7434
40°	1．0642	120°	2．0000
50°	1．1034	130°	2．3662
60°	1．1547	140°	2．9238
70°	1．2208	150°	3．8637



θ＝60°、W＝10tfのとき、ロープ1本にかかる荷重は、
θ＝60°のときK＝1．1547であるので、

$$L=\frac{1}{2}\times 10t\times 1.1547=5.774tf=56.62kN$$

b） 2本の玉掛索の長さが異なる場合　荷重は、不均一にかかり、それぞれのロープにかかる荷重は次の式で示されます。



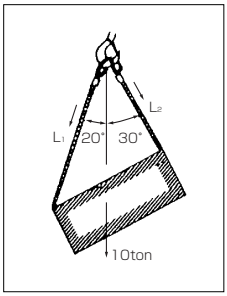
$$L_1 = \frac{\sin\theta_2}{\sin(\theta_1+\theta_2)} \times W$$

$$L_2 = \frac{\sin\theta_1}{\sin(\theta_1+\theta_2)} \times W$$

（計算例）

表 8 . 11 三角函数表

つり角度θ_1、θ_2	sin	つり角度θ_1、θ_2	sin
0° 5° 10° 15°	0. 0000 0. 0872 0. 1737 0. 2588	50° 55° 60° 65°	0. 7660 0. 8192 0. 8660 0. 9063
20° 25° 30° 35°	0. 3420 0. 4226 0. 5000 0. 5736	70° 75° 80° 85°	0. 9397 0. 9659 0. 9848 0. 9962
40° 45°	0. 6428 0. 7071	90°	1. 0000



θ_1=20°、θ_2=30°、W＝10tfのとき、それぞれのロープにかかる荷重は、

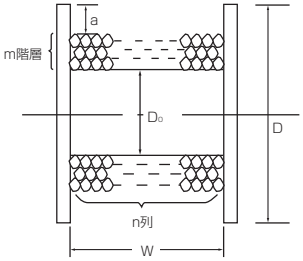
$\theta = \theta_1 + \theta_2$=50°のとき、$\sin(\theta_1+\theta_2)$=sin50°＝0. 766であるので、

$$L_1 = \frac{0.5}{0.766} \times 10\text{tf} = 6.527\text{tf} = 64.01\text{kN}$$

$$L_2 = \frac{0.342}{0.766} \times 10\text{tf} = 4.465\text{tf} = 43.79\text{kN}$$

8．3．5　木枠の巻量計算

$$L=\frac{\pi mn\cdot(md+D_0)}{10^3}$$



L （m）：ロープの巻取り長さ（10m未満切り捨て）
d （㎜）：ロープ公称径×1.05
D （㎜）：木枠のフランジ径
D_0（㎜）：木枠の胴径
W（㎜）：木枠の内幅
a （㎜）：片側の余裕＝2d
m（層数）：$(D-D_0-2a)/2d=\{(D-D_0)/2d\}-2$　（小数点１位４捨５入）
n （列数）：W/d－１　（小数点１位４捨５入）

8．3．6　弦理論による張力の測定　水平に張り渡されたロープの張力Tは、弦理論に基づいて推定することができます。ロープを手で揺って固有振動を発生させ、ｉ回振動に要する時間ｔ（sec.）を測定し、固有振動数 f（Hz）を

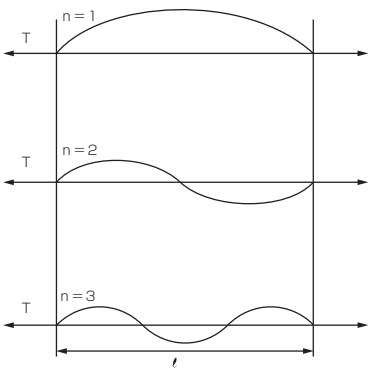
$f=i/t$

で求めることによって次式で算出されます。

$$T=\frac{4\omega\ell^2}{g.\ n^2}\cdot f^2$$

ここに、

ω：ロープの単位質量（kg/m）
ℓ：支点間の距離（m）
g：重力の加速度で9.8（m/s²）
n：振動の次数



8．3．7　Niemann式による寿命の推定　ロープの寿命推定式は、多くの研究者が提唱しておりますが、なかでもG. Niemannが1946年に提唱した式が現実に近いとされております。

繰返し曲げによって、ロープが破断するまでのU字曲げ回数をN回としますと、

$$N = 170,000 \left[a \times b \times \frac{\frac{D}{d} - \frac{9}{a}}{\sigma_t + 4} \right]^2$$

ここに、D　：シーブの径(㎜)
d　：ロープの公称径(㎜)
a　：シーブ形状による係数で、溝底径が0.54dのとき、a＝1
b　：ロープの構成及び種別による係数で、6×37%、160kgf/㎟級のときb＝1.04
σ_t：使用時の見かけの素線応力(kgf/㎟)で、使用荷重をW(kgf)、ロープの断面積をA(㎟)とすると、
$\sigma_t = W/A$

8．4　ワイヤロープの取扱い方

8．4．1　運搬上の注意

a）高所から落とすことは厳禁です。リフト、クレーン等で慎重に取扱うことが肝要です。
b）木枠巻きを動かす際は、テコ等をロープに当てない。
c）コイル巻を動かす際は、床に石コロや突起物が無いことを確認する。
d）ロープに土砂が付着しないよう注意が必要です。
e）コイル巻をリフトですくう際にはコイルが完全に地切りした後移動する。

8．4．2　保管上の注意

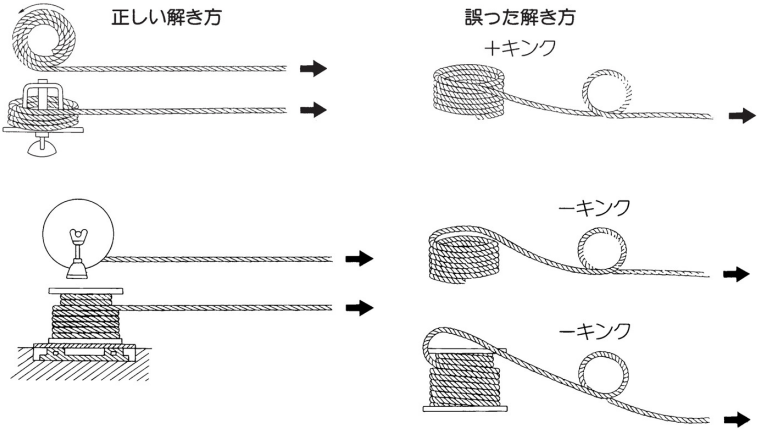
a）原則として屋内保管が肝要です。
b）熱・酸の雰囲気の場所は避ける。
c）屋外保管は枕木等を敷き、地面より30cm以上離す。
d）雨雪が直接かからないよう必ずシートで覆う。
e）一度使用したロープは、砂、泥、ごみなどを清掃して、補修油等を塗布する。

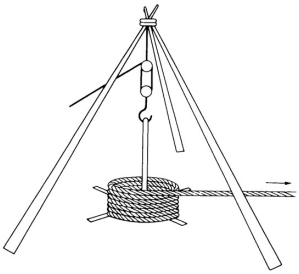
8．4．3　解 き 方

a）ターンテーブル、スタンドを使用し、よりが入ったり、よりが抜けたりしないよう解くことが肝要です。
b）解くロープを平面的に置く場合は、８字状に解くと安定します。
c）よりが入ったり、よりが戻ったまま引張るとキンクになります。
d）キンクになると強度が低下します。
e）キンクを修正しても元の強度に戻らず、寿命は短縮します。
f）キンク逃げはキンクを修正したものと同様です。

ロープの解き方

ロープは、コイル状に巻くか、木枠や金枠に巻いてあるので、これを解く場合は、よりがかかったり、ほぐれたりすることのないように注意しなければなりません。

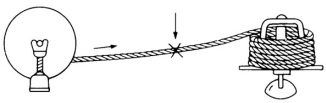




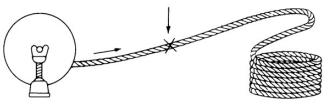
ロープを解く場合は、前図のように、木枠巻きのものは木枠の中心の穴に棒を通して回転できるように準備し、ロープの一端を握って引き出すのが正しい解き方です。また、コイル状のものは、あらかじめ中心の穴に適合する回転台を準備し、木枠の場合と同様の方法で引き出すか、又は、コイル自身を転がして、ロープにねじれを起こさぬように解くのが正しい方法です。また作業現場などで適当な木枠台などがない場合には、右図のように、十文字枠の上に載せたロープを三つ又につるしたブロックでつり、フックにはスイベル付きのものを使用して引き出すと好都合です。

なお短いロープの場合は、手押車などの輪部を倒して、この上にロープを載せ、ターンテーブルの応用により引き出す方法も現場作業面では有効です。

ロープを切断してご使用になる場合は、下図（イ）のように、回転台にロープの必要長さを巻き取ってから切断して下さい。（ロ）のような方法では、ロープがねじれてキンクを生じます。



（イ）



（ロ）

いずれの場合でも、ロープ本体を静止させたまま引き出すことは絶対禁物で、必ずロープ本体を回転して解くようにすることが大切です。もし、この解き方を誤れば、ロープはねじれを起こし、これを引っ張った場合、キンクを生じてロープをいためてしまいます。

表 8 . 12 キンクを生じたワイヤロープの強度低下

キ ン ク の 状 態	強度低下率(%)
プラスキンクを生じたままのワイヤロープ	約45
マイナスキンクを生じたままのワイヤロープ	約60
キンクを生じ、これを伸ばしたワイヤロープ	約20



プラスキンク



マイナスキンク

8 . 4 . 4　運転時の注意事項

a）ロープのならし　本運転に入る前に、定格荷重の約10%荷重でロープのならし運転を行う。

b）衝　　撃　急激な始動や制動及び緩んだロープに急な張力を掛けると、衝撃荷重がかかります。

衝撃荷重が掛かりますと次のような状況が生じます。

1）オーバーロードとなり、切断事故となる危険性がある。

2）局部的な形くずれが生じる危険性がある。

3）ストランド間の強擦でロープの寿命が短くなる。

c）ロープのたるみ　ロープをたるませないようにすることが肝要です。

ロープをたるませると、

1）脱索やキンクになる危険性がある。

2）ドラム内で乱れ巻きになる。

3）急に引張ると前記の衝撃荷重によるオーバーロードを誘発する。

d）し ご き　ロープの通る部分でロープに干渉するものがないことを確認する。

ロープがしごかれると、

1）偏摩耗、形くずれ、断線などを促進する。

2）摩擦熱によってロープの素線が変質してもろくなり、早期断線となる。

e）振　　動　ロープが振動すると周期的な変動応力が生じ、疲労を早めます。

振動が生じる主な原因は、

1）シーブで溝底に縄目がついている場合。

2）回転状態が不円滑やがたつきの生じたシーブ。

3）シーブの直径がロープピッチ以下の過小な場合。

f）脱　　索　ロープの使用に際しては、常にロープがシーブからはずれないように注意しなければなりません。もし、ロープがはずれたままで使用された場合、ロープはしごきを受けて形くずれ、キンク、断線を生じ、著しく寿命が短くなります。

使用中ロープを送り出しすぎないように運転操作に注意し、脱索しないようにすることが必要です。

g）巻 乱 れ　使用中ウィンチなどの巻胴にロープを巻くときは、なるべく緊張して緊密に巻き付け、上巻きが落ち込まないようにすることが肝要です。上巻きが落ち込んだりしてロープがダンゴ巻きされると、ロープの寿命を短くします。

h）オーバーロード（過荷重）　ロープは荷重が増加すれば、その損傷の進行度合がはなはだしくなるので、過荷重によって運転回数を減らすより、適正荷重によって運転回数を増した方が、1本のロープがなし得る全作業量は多くなります。

また、過荷重で運転した場合面圧が大きくなり、ロープのしごきや形くずれ、及び外部、内部摩耗を促進し、またシーブの損傷を早めるので過荷重を防止するためには、特に下記項目に注意して運転する必要があります。

a）ロープの巻上げ、引込みの際に過巻き（巻込みすぎ）しないこと

b）ロープの巻降ろし送り出しの際にロープを出しすぎないようにすること

c）ロープが脱索したままの状態で運転しないこと

d）規定荷重を守ること

i）運転速度　運転速度は、なるべく遅い方がロープの損傷が少ないため望ましいのですが、これでは作業能率が低下するので次第に早くなりつつあります。したがって、ロープの損傷もこれに応じてはなはだしくなる傾向があります。そこで、運転中の速度の急激な変化はできる限り避け、また、急激な始動や制動は衝撃となりロープの損傷を早めるので避ける必要があります。

j）防　　食　ロープが腐食すると、その寿命が著しく短くなります。したがって、ロープが錆びないようにすることが大切です。そのためには、ロープグリースが常にロープに塗布された状態にあるように、各使用現場に応じて一定の期間ごとにロープグリースを塗布して下さい。

またロープは、使用中できるだけぬれないようにすることが必要で、ロープが水たまりや、湿った土砂の中を通らないようにすることはもちろん、このようなものがロープの近くにあると、湿度が高くなるので排水などを十分にし、できるだけ乾燥した環境にしてロープをご使用下さい。錆の発生しやすい条件で使用される場合は、めっきロープをおすすめします。

運転を休止する場合は、ロープを地上に放置せず必ずドラムに巻き取っておくことが大切です。休止期間が長期にわたる場合は、ロープを乾燥し、砂や泥を落としロープグリースを十分塗布したのちドラムに巻き取って保存して下さい。

k）ロープグリースの塗布　ロープの寿命は、ほとんど摩耗、疲労、腐食によって左右されることはご承知の通りですが、ロープグリースが防食効果のみでなく、摩耗、疲労によるロープの損傷を軽減するのに大いに役立つことは案外見落とされています。

すなわち、ロープグリース塗布の有無とロープグリース品質の良否が、ロープ寿命に重大な影響を与えることは次の曲げ疲労試験結果によっても明らかです。

試験中の塗油の有無	ロープに断線が生ずるまでの繰り返し曲げ回数	
	D＝254㎜（D／δ＝272）	D＝610㎜（D／δ＝653）
塗油しない場合	16,000	74,000
塗油した場合	38,700	386,000

D：シーブの径
δ：上層素線径

上表から使用中塗布した場合は、塗布しない場合に比べてロープの寿命が約2.4～5.2倍に長くなることがわかります。

l）切詰め及び天地振替え　ロープを長期間使用していますと、荷重の変化や衝撃や振動のために、取り付け部は素線の摩耗や断線がなくても疲労して弱くなり、また、ドラムやシーブに接するところは、摩耗、断線、つぶれなどの損傷が起こりやすいので、端部を若干切り詰めることにより、最も損傷しやすい位置が変わり寿命が延びます。

また、ロープは、しばらく使用したのち天地を振り替えることがロープの寿命にとって得策です。

8．4．5　シージングの方法

a）ロープを必要長さに切断する場合は、切断箇所の前後にシージングを施して下さい。一般の 6 ストランドのシージング方法を表8.3に示します。

b）ユニロープ、ヘルクレス、ナフレックス等のよりの戻りを起こしやすいロープのシージング長さは、一般ロープ（不反発性ロープ）の 2 倍が必要です。

c）しっかりシージングを施すためには、右図のような治具でシージングを施すと、より締まります。

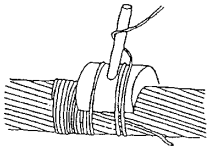


表 8．13 シージングの方法

ロープの径	シージングワイヤの径	シージングの長さ
6㎜以上	0．8㎜	(1)ロープ径の 3 倍以上 (2)又は、ロープ径と同一の長さで 3 箇所以上
8～12	1．0	
14～16	1．4	
18～20	1．6	
22～24	1．8	
25～26	2．0	
28～32	2．3	
34～36	2．6	
38㎜以上	3．0	

8．4．6　玉掛け（ロープスリング）

a）ワイヤロープの種類

玉掛索に使用されるワイヤロープは、耐疲労性のよいものより、柔軟性がよく、取扱いやすいものが適している。ロープ構成は、 6 ×24や 6 ×37などが多く使用されている。

b）玉掛索と台付索の相違

アイスプライス加工方法については、クレーン等安全規則及び労働安全衛生規則に規定があり、アイ圧縮止め加工方法については、JIS B 8817 ワイヤロープスリングに規定されている。

表 8．14 玉掛索と台付索の相違

	玉　掛　索	台　付　索
使用目的	荷や物をつり上げる。	荷や物を固定する。
アイスプライス加工方法	ワイヤロープの全てのストランドを 3 回以上丸差しで編込み後、各々のストランドの素線の半数を切り、残りの素線を更に 2 回以上（半差し）編込み、計 5 回以上編込むものとする。 （丸差し 4 回以上の場合、半差し 1 回以上） クレーン等安全規則第219条⑵及び労働安全衛生規則第475条⑵で規定されている。 （半差し及び編込み回数が規定されている。）	法的規定はない。 一般的にはワイヤロープの全てのストランドを丸差しで 5 回以上編込み、半差しの部分がない。
安全率	6 以上	4 以上

c）玉掛索の強度

1）つり角度による張力増加

荷を玉掛けした場合、フックに掛けたロープ間の開きをつり角度といい、同じ質量の荷を吊った場合、ロープにかかる張力は、つり角度によって変化する。

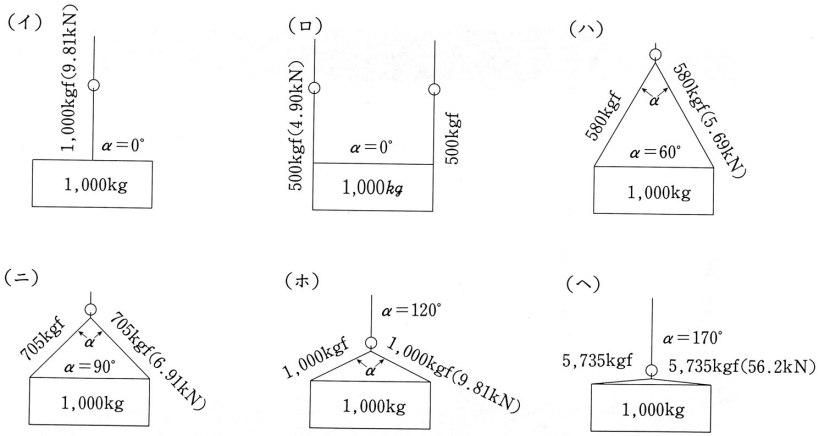


図 8．6 つり角度とロープにかかる張力増加の関係

表 8．15 張力増加係数

つり角度 α（°）		張力増加係数（K）	つり角度 α（°）		張力増加係数（K）
推奨角度	0	1．00	参考	70	1．22
	10	1．005		80	1．31
	20	1．022		90	1．41
	30	1．04		100	1．56
	40	1．07		110	1．74
	50	1．10		120	2．00
	60	1．16		130	2．37
				140	2．93
				150	3．86

2）折り曲げによる強度低下

ロープをフック等の円筒形の物に巻き付けると、折り曲げられた部分の強度は、曲げられないまっすぐな部分の強度より低下する。この割合は、折り曲げ部の径とロープの構成により異なる。

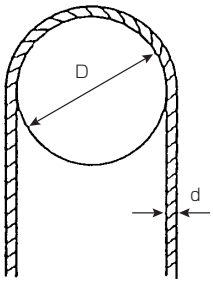


表 8 . 16 折り曲げによる強度低下率 (%)

ロープの構成 ＼ D／d	1	5	10	20
6 ×24	50	30	25	10
6 ×37	45	22	10	5
6 ×Fi（25）、Fi（29）	45	25	15	4

3）鋭利な角で曲げられた場合の強度低下

ロープを鋭利な角に当てると、折り曲げられた部分の強度は、曲げられないまっすぐな部分の強度より低下する。また、90°の鋭利な角に当て規格破断力の 1 / 6 で引張ったロープは、角の部分で損傷している。そのため、元に戻して引張試験を行うと破断力が約20%低下している。

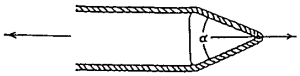


表 8 . 17 鋭利な角による強度低下率

角度　α（°）	120	90	60	45
強度低下率（%）	30	35	40	47

d）つり方

1）かどの鋭利なところや、損傷しやすいところには当てものをして、玉掛け索をいためないように心掛けること。この際、当てものの種類は布類は避けた方がよく、木材又は金属を使用する方がよい。
2）つり上げ、つり下げの際は一度安定を見極めること。
3）１本つりをしてはならない。やむを得ず１本つりをする場合は荷の回転を防ぐ措置を講ずること。
4）水平角度は60°以上を理想とするが、やむを得ない場合でも45°以上とすること。
5）ロープに、もつれがあればすぐに直すこと。
6）つり上げ、つり下げの際は、絶対に衝撃を与えないこと。

e）玉掛索の保守

1）使用前に点検し、ロープ及び付属金具が廃棄基準を超えて損傷したものを使用してはならない。
2）引きずったり、落下させたりしてはならない。
3）ロープのねじれ、曲がりは、直ちに修正し、キンクしないようにすること。
4）使用後は清浄にし、必要に応じて塗油し、乾燥した屋内で保管すること。

8.5　ロープの損傷と廃棄基準　ロープは、断線、摩耗、腐食、形くずれなどの損傷に対して、各使用分野ごとの関連法規で廃棄基準が設けられている。

この項は、クレーン協会規格JCA S 0501-1986「クレーン等に使用されるワイヤロープの保守、点検及び廃棄基準」を中心に整理したものである。

8.5.1　ロープの点検

表8.18 点　検　箇　所

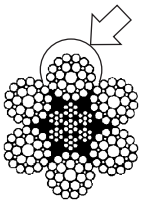
用途		日常点検	定期点検・特別点検
動索	クレーン等の巻上、起伏、横行、走行用ロープなど	微速運転で観察できる部分、特に次の部分に重点を置く。 (1)装置への端末固定部分 (2)ロープ車を通過する部分	全長のほか、特に次の部分に重点を置く。 (1)ドラムにおける端末固定部分 (2)ドラムに巻かれた部分 (3)ロープ車を通過する部分 (4)エコライザー部分 (5)装置への端末固定部分
	ケーブルクレーンのメインロープ、レールロープ	通常観察できる部分のほか、特に装置への端末固定部分	全長のほか、特に装置への端末固定部分
静索	ガイロープなど	通常観察できる部分のほか、特に装置への端末固定部分	全長のほか、特に装置への端末固定部分
玉掛け用ロープ		全長のほか、特に次の部分に重点を置く。 (1)アイ及びその編込み部分 (2)圧縮止め部分 (3)付属金具（リンクなど）	日常点検と同じ

表8.19 点　検　項　目

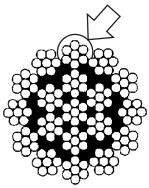
項目	日常点検	定期点検・特別点検
断線	○	○
摩耗	○	○
腐食	○	○
形くずれ	○	○
電孤又は熱影響	—	○
塗油の状態	○	○
端末止め金具（クリップを含む）及び取り付け部	○	○
ドラム及びロープ車	—	○

8．5．2　廃棄基準　ロープは次に該当するものを使用してはならない。

a）最外層ストランド中の素線の総数（フィラー線を除く、以下同じ）に対して、断線数が次の率以上になったもの。



7×7＋6×Fi(29)
最外層ストランド中の素線の総数
N＝22×6＝132本



19×7
N＝7×12＝84本

1）ロープ1よりの間において10%
ただし、1本のストランドだけに発生している場合は5％

2）ロープ5よりの間において20%
なお、ケーブルレイロープにおいては、外層を構成するワイヤロープ（シェンケル）を最外層ストランドとみなす。

ロープの構成による廃棄基準の算出対象となる素線の総数は次の通りである。

表8．20 ロープ構成による対象素線数

ロープの構成	対象素線数	ロープの構成	対象素線数
6×7	42	6×S(19)，IWRC 6×S(19)	114
6×19	114	6×W(19)，IWRC 6×W(19)	114
6×24	144	6×Fi(25)，IWRC 6×Fi(25)	114
6×37	222	6×WS(26)，IWRC 6×WS(26)	156
18×7	84	6×Fi(29)，IWRC 6×Fi(29)	132
19×7	84	6×WS(31)，IWRC 6×WS(31)	186
34×7	119	6×WS(36)，IWRC 6×WS(36)	216
35×7	119	6×WS(41)，IWRC 6×WS(41)	246
6×6×7	252	6×SeS(37)，IWRC 6×SeS(37)	222

b）摩耗により、直径の減少が公称径の7％を超えたもの。

c）腐食により、次のようになったもの。

1）素線の表面にピッチングが発生して、あばた状になったもの。



2）内部腐食により、素線が緩んだもの。

d）形くずれにより、次のようになったもの。

1）キンクしたもの

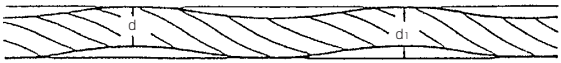


（プラスキンク）



（マイナスキンク）

2）うねりの幅が公称径dの25倍以内の区間において、4/3d以上になったもの。

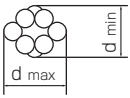


$d_1 \geqq \frac{4}{3}d$

3）局部的な押しつぶしにより、偏平化し、最小径が最大径の⅔以下になったもの。



偏平化

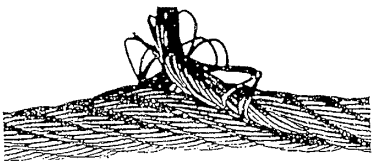


$d_{min} \leqq \frac{2}{3} d_{max}$

4）心綱又は鋼心がはみ出したもの

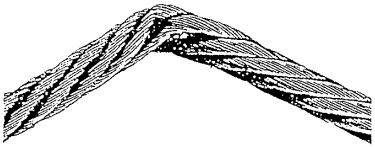


心綱のはみ出し



鋼心のはみ出し

5）著しい曲がりがあるもの。



6）かご状になったもの。



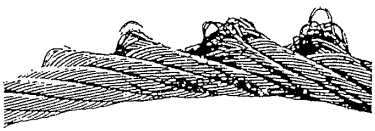
7）ストランドが落ち込んだもの。



8）１本以上のストランドが緩んだもの。



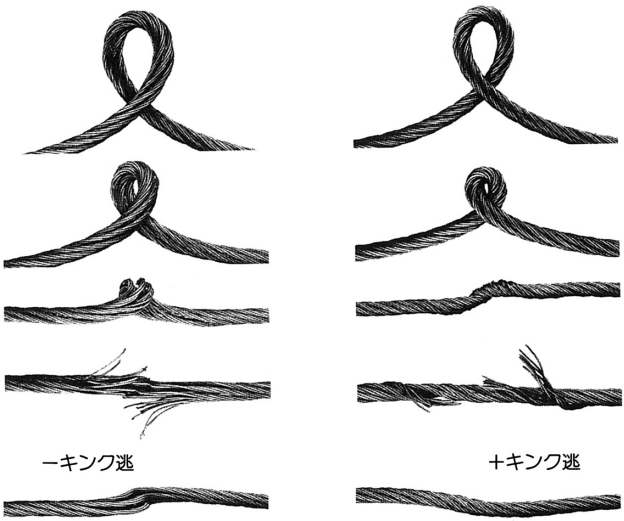
9）素線が著しく飛び出したもの。



8．5．3　ロープのキンク　ロープの使用に際して、キンクを起こすことが最も禁物であることはよく知られております。もし、ロープにキンクができますと、破断力が著しく低下します。特に、ラングよりでは、（−）キンクの場合、ロープのよりが局部的に解けるため、ストランドがそれぞれキンクを生じ（ストランドキンク）、更に進行すればストランドのよりが解けて、ワイヤが個々にキンクを生じ（ワイヤキンク）、この状態まで進行したロープの破断力の減少率は、非常に大きく極めて危険です。

キンクには、次のように（＋）キンクと（−）キンクとがあります。

Ｚよりロープを Ｚねじりした場合（よりを加える）は　＋キンク
Ｚよりロープを Ｓねじりした場合（よりを戻す）　は　−キンク
Ｓよりロープを Ｓねじりした場合（よりを加える）は　＋キンク
Ｓよりロープを Ｚねじりした場合（よりを戻す）　は　−キンク



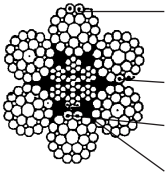
ロープがキンクすれば破断力が減少しますが、減少の度合いは下表のとおりです。

表 8．21 キンクによる破断力の低下

ロ　ー　プ　の　状　態	低下率（%）
キンクしないロープ	0
＋キンク（よりが加わる方）したままのロープ	20〜45
−キンク（よりが戻る方）したままのロープ	35〜60
キンクを直したロープ	約20

8．5．4　内部損傷　ロープ損傷例の中で、外観上の損傷がほとんどないのに、内部損傷が原因でロープが突然破断する事故例があります。

a）内部断線

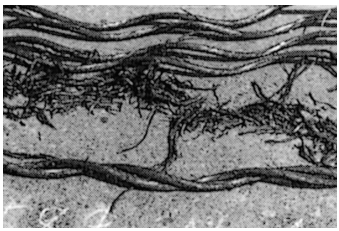


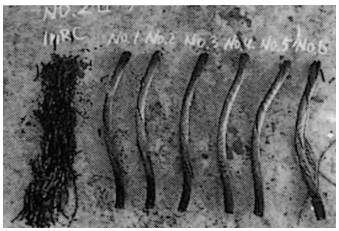
C：クラウン……ロープ外接円と接する部分の断線（山断線）　シーブと接する部分　　外部断線

N：ニップ……ストランド相互が接する部分の断線（谷断線）

B：ベッド……中心ロープと接する部分の断線（心接断線）

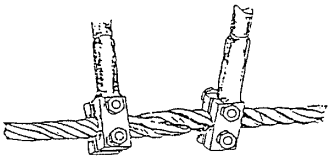
IWRC断線……中心ロープの断線　　内部断線



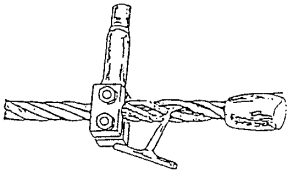


b）内部点検法

1）開索法

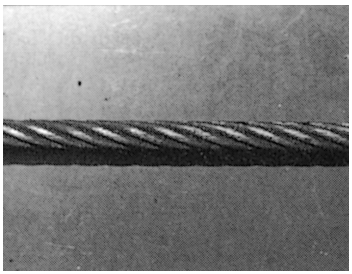


ロープの連続部分の内部点検（無張力）

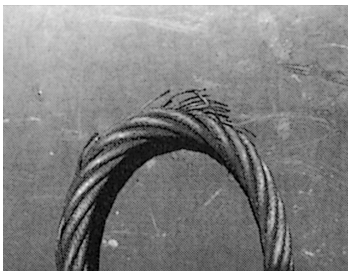


端末金具に近いロープ末端における内部点検（無張力）

2）折曲げ法



折り曲げ前



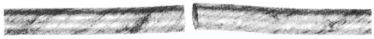
折り曲げ後

引　張　り



破断端は断面収縮している。

ね　じ　れ



素線はねじれ、破面は素線軸に直角となる。

せ　ん　断



破面は素線軸に対して斜めになる。

疲　　労



破面は素線軸に直角で、その面は比較的滑らかである。

つ　ぶ　れ



素線はつぶれと加工硬化、過加工の状態となり、疲労断線を起こしやすい。

外　　傷



外傷を受けた素線は、きずの部分に応力集中を起こし、疲労断線する。

摩　　耗



断線端はとがったように鋭い。

腐　　食



素線表面は凹凸が激しく肌があらい。

水 素 脆 性



断線端は素線軸に斜めで鋭く、破面は比較的あらい。

ス パ ー ク



断線端の一部が局部的に溶けており、たいてい変色している。

ワイヤロープ関係規格

9　ワイヤロープ関係規格

9.1　硬鋼線材（JIS G3506-2017抜粋）

1　**適用範囲**　この規格は、硬鋼線、オイルテンパー線、PC硬鋼線、亜鉛めっき鋼より線、ワイヤロープなどの製造に用いられる硬鋼線材（以下、線材という）について規定する。

ただし、ピアノ線材を除く。

3　**種類及び記号**　線材の種類は21種類とし、その記号は表1による。

5　**化学成分**　線材は、9.1の試験（省略）を行い、その溶鋼分析値は、表1による。

表1　化学成分

単位　%

種類の記号	C[a)]	Si	Mn	P	S
SWRH27	0.24～0.31	0.15～0.35	0.30～0.60	0.030 以下	0.030 以下
SWRH32	0.29～0.36	0.15～0.35	0.30～0.60	0.030 以下	0.030 以下
SWRH37	0.34～0.41	0.15～0.35	0.30～0.60	0.030 以下	0.030 以下
SWRH42A	0.39～0.46	0.15～0.35	0.30～0.60	0.030 以下	0.030 以下
SWRH42B	0.39～0.46	0.15～0.35	0.60～0.90	0.030 以下	0.030 以下
SWRH47A	0.44～0.51	0.15～0.35	0.30～0.60	0.030 以下	0.030 以下
SWRH47B	0.44～0.51	0.15～0.35	0.60～0.90	0.030 以下	0.030 以下
SWRH52A	0.49～0.56	0.15～0.35	0.30～0.60	0.030 以下	0.030 以下
SWRH52B	0.49～0.56	0.15～0.35	0.60～0.90	0.030 以下	0.030 以下
SWRH57A	0.54～0.61	0.15～0.35	0.30～0.60	0.030 以下	0.030 以下
SWRH57B	0.54～0.61	0.15～0.35	0.60～0.90	0.030 以下	0.030 以下
SWRH62A	0.59～0.66	0.15～0.35	0.30～0.60	0.030 以下	0.030 以下
SWRH62B	0.59～0.66	0.15～0.35	0.60～0.90	0.030 以下	0.030 以下
SWRH67A	0.64～0.71	0.15～0.35	0.30～0.60	0.030 以下	0.030 以下
SWRH67B	0.64～0.71	0.15～0.35	0.60～0.90	0.030 以下	0.030 以下
SWRH72A	0.69～0.76	0.15～0.35	0.30～0.60	0.030 以下	0.030 以下
SWRH72B	0.69～0.76	0.15～0.35	0.60～0.90	0.030 以下	0.030 以下
SWRH77A	0.74～0.81	0.15～0.35	0.30～0.60	0.030 以下	0.030 以下
SWRH77B	0.74～0.81	0.15～0.35	0.60～0.90	0.030 以下	0.030 以下
SWRH82A	0.79～0.86	0.15～0.35	0.30～0.60	0.030 以下	0.030 以下
SWRH82B	0.79～0.86	0.15～0.35	0.60～0.90	0.030 以下	0.030 以下

この表に規定されていない元素は、溶鋼を仕上げる目的以外に意図的に添加してはならない。

注[a)] Cの含有量は、受渡当事者間の協定によって、この上限・下限をそれぞれ0.01%ずつ狭めた範囲で指定してもよい。

7　**寸　　法**　線材の径及びその許容差並びに偏径差は、次による。

a）線材の標準径は、表2による。

表2　標準径

単位　mm

5.5，6，6.4，7，8，9，9.5，10，11，12，13，14，15，16，17，19

b）線材の径の許容差及び偏径差は、表3による。

表3　径の許容差及び偏径差

単位　mm

許　容　差	偏　径　差[a)]
±0.40	0.64以下

注[a)] 偏径差とは、線材の同一断面における径の最大値と最小値との差をいう。

9．2　ピアノ線材（JIS G3502–2013抜粋）

1　**適用範囲**　この規格は、ピアノ線、オイルテンパー線、PC鋼線、PC鋼より線、ワイヤロープなどの製造に用いられるピアノ線材（以下、線材という。）について規定する。

3　**種類及び記号**　線材の種類は18種類とし、その記号は、表１による。

5　**化学成分**　線材は、10．１の試験（省略）を行い、その溶鋼分析値は、表１による。

表１　種類の記号及び化学成分

単位　%

種類の記号	C	Si	Mn	P[a)]	S[a)]	Cu
SWRS62A	0．60～0．65	0．12～0．32	0．30～0．60	0．025 以下	0．025 以下	0．20 以下
SWRS62B	0．60～0．65	0．12～0．32	0．60～0．90	0．025 以下	0．025 以下	0．20 以下
SWRS67A	0．65～0．70	0．12～0．32	0．30～0．60	0．025 以下	0．025 以下	0．20 以下
SWRS67B	0．65～0．70	0．12～0．32	0．60～0．90	0．025 以下	0．025 以下	0．20 以下
SWRS72A	0．70～0．75	0．12～0．32	0．30～0．60	0．025 以下	0．025 以下	0．20 以下
SWRS72B	0．70～0．75	0．12～0．32	0．60～0．90	0．025 以下	0．025 以下	0．20 以下
SWRS75A	0．73～0．78	0．12～0．32	0．30～0．60	0．025 以下	0．025 以下	0．20 以下
SWRS75B	0．73～0．78	0．12～0．32	0．60～0．90	0．025 以下	0．025 以下	0．20 以下
SWRS77A	0．75～0．80	0．12～0．32	0．30～0．60	0．025 以下	0．025 以下	0．20 以下
SWRS77B	0．75～0．80	0．12～0．32	0．60～0．90	0．025 以下	0．025 以下	0．20 以下
SWRS80A	0．78～0．83	0．12～0．32	0．30～0．60	0．025 以下	0．025 以下	0．20 以下
SWRS80B	0．78～0．83	0．12～0．32	0．60～0．90	0．025 以下	0．025 以下	0．20 以下
SWRS82A	0．80～0．85	0．12～0．32	0．30～0．60	0．025 以下	0．025 以下	0．20 以下
SWRS82B	0．80～0．85	0．12～0．32	0．60～0．90	0．025 以下	0．025 以下	0．20 以下
SWRS87A	0．85～0．90	0．12～0．32	0．30～0．60	0．025 以下	0．025 以下	0．20 以下
SWRS87B	0．85～0．90	0．12～0．32	0．60～0．90	0．025 以下	0．025 以下	0．20 以下
SWRS92A	0．90～0．95	0．12～0．32	0．30～0．60	0．025 以下	0．025 以下	0．20 以下
SWRS92B	0．90～0．95	0．12～0．32	0．60～0．90	0．025 以下	0．025 以下	0．20 以下

この表に規定されていない元素は、溶鋼を仕上げる目的以外に意図的に添加してはならない。
注[a)]　受渡当事者間の協定によって、附属書JAの特別品質規定（化学成分）を指定してもよい。

6　**鋼　　質**

6．1　**脱炭層深さ**　線材は、10．2の試験(省略)を行い、その全脱炭層深さが0．07㎜以下でなければならない。

7　**寸　　法**　線材の径及びその許容差並びに偏径差[a)]は、次による。

注[a)]　偏径差とは、線材の同一断面における径の最大値と最小値との差をいう。

a）線材の標準径は、表２による。

表２　標準径

単位　㎜

5．5，6，6．4，7，8，9，9．5，10，11，12，13，14

b）線材の径の許容差及び偏径差は、表３による。ただし、径は14㎜を超える線材は、受渡当事者間の協定による。

表３　径の許容差及び偏径差

単位　㎜

径　の　許　容　差	偏　径　差
±0．30	0．48以下

8　**きず深さ**　線材は、10．5の試験(省略)を行い、そのきず深さが0．10㎜以上あってはならない。

9．3　ワイヤロープ（JIS G3525–2013抜粋）

1　**適用範囲**　この規格は、機械、エレベータ、建設、船舶、漁業、林業、鉱業、索道などに用いる一般用ワイヤロープ（以下、ロープという。）について規定する。

なお、異形線ワイヤロープ、航空機用ワイヤロープ、操作用ワイヤロープ及び構造用ワイヤロープには、適用しない。

4　**種　　類**　ロープの種類は、次による。

a）**構　　成**　構成は、呼び、構成記号及び断面によって24種類とし、表1による（表1は省略）

b）**より方及びより方向**　普通Zより、普通Sより、ラングZより及びラングSよりとする（図2参照）。

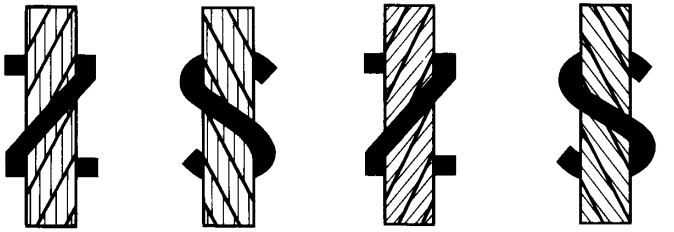


図2　より方及びより方向

c）**めっきの有無**　裸ロープ及びめっきロープとする。

d）**種　　別**　公称引張強さによってE種、G種、A種、B種及びT種とし、表2による。ここで、公称引張強さは表4～表20（省略）に示すロープ破断力の算出基礎とする素線の引張強さを示す。

表2　種別による区分

種　別	公称引張強さ N/㎟	摘　　要
E種	1320	裸及びめっき（めっき後冷間加工を行ったものを含む。）
G種	1470	めっき（めっき後冷間加工を行ったものを含む。）
A種	1620	裸及びめっき（めっき後冷間加工を行ったものを含む。）
B種	1770	裸及びめっき（めっき後冷間加工を行ったものを含む。）
T種	1910	裸

注記　1 N/㎟＝1 MPa

注[a)]　外層ストランドにおいて、内層素線の公称引張強さより、最外層素線の公称引張強さが低いデュアルテンサイルロープである。

e）**組 合 せ**　表3による。［b）を除く。］

表3　組合せ

ストランド			心綱の種類	構成記号	めっきの有無							
層数	より方	本数			裸				めっき			
					E種	A種	B種	T種	E種	G種	A種	B種
単層	交差より	6	繊維心	6×7	—	○	—	—	—	○	—	—
				6×19	—	○	—	—	—	○	—	—
				6×24	—	○	—	—	—	○	—	—
				6×37	—	○	—	—	—	○	—	—
	平行より	6	繊維心	6×S(19)	○	○	○	○	○	—	○	○
				6×W(19)	○	○	○	○	○	—	○	○
				6×Fi(25)	○	○	○	○	○	—	○	○
				6×WS(26)	—	—	○	○	—	—	—	○
				6×Fi(29)	—	—	○	○	—	—	—	○
				6×WS(31)	—	—	○	○	—	—	—	○
				6×WS(36)	—	—	○	○	—	—	—	○
				6×WS(41)	—	—	○	○	—	—	—	○
			ロープ心	IWRC 6×S(19)	—	—	○	○	—	—	—	○
				IWRC 6×W(19)	—	—	○	○	—	—	—	○
				IWRC 6×Fi(25)	—	—	○	○	—	—	—	○
				IWRC 6×WS(26)	—	—	○	○	—	—	—	○
				IWRC 6×Fi(29)	—	—	○	○	—	—	—	○
				IWRC 6×WS(31)	—	—	○	○	—	—	—	○
				IWRC 6×WS(36)	—	—	○	○	—	—	—	○
				IWRC 6×WS(41)	—	—	○	○	—	—	—	○
		8	繊維心	8×S(19)	○	○	○	○	○	—	○	—
				8×W(19)	○	○	○	○	○	—	○	—
				8×Fi(25)	○	○	○	○	○	—	○	—
多層	交差より	18	ストランド心	19×7	—	—	—	—	—	—	○	—

5　材　　料

5.1　線　　材　素線の製造に用いる材料は、JIS G 3506に適合するもの若しくはこれと同等以上の線材又はこれらの熱処理（インラインパテンチング）材とする。

5.2　繊 維 心　繊維心に用いる繊維は、良質の合成又は天然の繊維とする。繊維には、特に指定のない場合、適度にグリース類を含ませる。

5.3　ロープグリース　ロープ及び心綱に塗布する又は含浸させる赤ロープグリース及び黒ロープグリース（以下、グリースという。）の主成分は、赤グリースではペトロラタム、黒グリースではアスファルトとする。

グリースは、有害な酸又はアルカリを含有してはならない。

6　製造方法

6.1　素　　線

素線の製造方法は、次による。

a）裸素線は、必要に応じて熱処理（パテンチング）を行った後、冷間加工を行う。

b）めっき素線は、冷間加工後亜鉛めっきを行うか又は亜鉛めっきを行った後、冷間加工を行う。

6.2　ロープ

6.2.1　**より合わせ**　6.1の素線及び5.2の繊維心（ただし、ロープ心入りロープ及びストランド心入りロープを除く。）を用い、全長を通じて直径、よりの長さなどが均一になるようにより合わせる。ロープのより方向は、通常、Zよりとし、ロープ心及びストランド心のより方向は、通常、ロープのより方向と同一とする。ストランドのより合わせ過程において、素線の接続を必要とする場合は、溶接又はより継ぎを行ってもよい。ただし、この接続は、1本のストランドの長さ10mに付き1か所を超えてはならない。

なお、ストランドの心線径が、その直上層の素線径の1.3倍を超える場合は、心線をより線に置き換えてもよい。ただし、呼び及び構成記号は、元のままとする。

6.2.2　**グリース塗布**　ロープには、通常、グリースを塗布する。

7　**機械的性質**

7.1　**破断力**

7.1.1　**素　線**　より合わせ後の同種同線径の素線は、11.2.3によって試験したとき、その各破断力とその平均値との差は、ストランドの心線及びフィラー線を除き、平均値に対し±8％とする。

7.1.2　**ロープ**　ロープは、11.3.3によって試験したとき、その値は、表4～表20の値以上とする。（表4～表20省略）

7.2　**ねじり特性**　より合わせ後の素線は、11.2.4によって試験したとき、そのねじり回数は、表21の値以上とする。

表21　ねじり回数

めっきの有無	素線径 Mm	ねじり回数（最小値）				
		種別				
		E種	G種	A種	B種	T種
裸	0.20以上　1.00以下	29	—	28	27	25
	1.00を超え　2.24以下	28	—	27	26	23
	2.24を超え　3.75以下	—	—	26	25	21
	3.75を超え　4.50以下	—	—	25	24	15
めっき	0.20以上　1.00以下	21	21	21	21	—
	1.00を超え　2.24以下	20	20	20	20	—
	2.24を超え　3.75以下	—	18	18	18	—
	3.75を超え　4.50以下	—	17	17	17	—

7.3　**巻解性**　より合わせ後の素線は、11.2.5によって試験したとき、破断してはならない。

8　**亜鉛めっき特性**　より合わせ後のめっき素線は、11.2.6によって試験したとき、その亜鉛付着量は、表22の値以上とする。

表22　亜鉛付着量

単位　g/㎡

素線径 Mm	亜鉛付着量（最小値） 種別			
	E種	G種	A種	B種
0.20以上　0.25以下	15	15	15	15
0.25を超え　0.40以下	20	20	20	20
0.40を超え　0.50以下	30	40	30	30
0.50を超え　0.63以下	40	60	40	40
0.63を超え　0.80以下	50	70	50	50
0.80を超え　1.00以下	70	85	70	70
1.00を超え　1.25以下	80	95	80	80
1.25を超え　1.40以下	90	110	90	90
1.40を超え　1.60以下	100	135	100	100
1.60を超え　2.00以下	110	165	110	110
2.00を超え　2.24以下	110	190	110	110
2.24を超え　2.50以下	—	220	110	110
2.50を超え　3.15以下	—	230	125	125
3.15を超え　4.00以下	—	250	135	135
4.00を超え　4.50以下	—	250	150	150

9　寸法及び許容差

9.1　素線の径の差　より合わせ後の同種同線径の素線径は、11.2.7によって測定したとき、その線径の最大と最小との線径の差は、表23に示す値以下とする。

表23　素線の径の差

単位　mm

素線径	素線の径の差（最大値） めっきの有無	
	裸	めっき
0.20以上　1.00以下	0.04	0.06
1.00を超え　2.24以下	0.06	0.09
2.24を超え　3.75以下	0.08	0.12
3.75を超え　4.50以下	0.10	0.14

9.2　ロープ径

9.2.1　ロープの公称径　ロープの公称径は、表4～表20（省略）による。

9.2.2　ロープの実際径の許容差　ロープの実際径は、11.3.4によって測定したとき、その許容差は、公称径10㎜未満ではその径に対して$^{+10}_{0}$%とし、公称径10㎜以上は$^{+7}_{0}$%とする。プラス側許容差の計算結果は、JIS Z 8401の規則Bによって丸め、丸めの幅は0.01㎜とする。

10　外　観

10.1　素　線　素線は、11.2.2によって試験したとき、全長を通じて、断面は円形であり、表面は滑らかで、使用上有害なきずなどがあってはならない。

10.2　ロープ　ロープは、11.3.2によって試験したとき、全長を通じて、使用上有害なつぶれ、きずなどがあってはならない。

11 試　　験

11.1 一　　般　試験は、素線及びロープについて行う。

11.2 素線試験　素線試験はロープにより合わせた後、これを素線に解いて試験片とする。

なお、素線試験は、JA.6（省略）に記載する試験によって、より合わせ前の素線で行ってもよい。

11.2.1 試験片の採り方　各試験に供する試験片は、ロープの一端から適切な長さを切り取る。この試験片から単層ストランドロープ（表3参照）については、1本のストランド（ロープ心入りロープのロープ心を除く。）、多層ストランドロープ（表3参照）については、各層ごとに1本のストランド（ストランド心を除く。）を採り、これを素線に解き、心線及びフィラー線を除いたものを試験片とする。

この場合、各試験項目ごとに、任意のストランドを採ってもよい。

なお、試験片は、加熱することなく、きずをつけないよう、適切な方法で、曲がりを矯正してもよい。

11.2.2 外　　観　外観は、目視による。

11.2.3 破断力試験　破断力試験は、次による。

a）破断力試験は、試験片を、素線径1.00㎜未満のものは、つかみ間隔約100㎜、素線径1.00㎜以上のものは、つかみ間隔約200㎜で、引張試験機に取り付ける。

b）試験片を破断するまで徐々に引っ張り、そのときの同種同線径の各試験片の最大試験力とその平均値との差を算出する。平均値の算出結果は、JIS Z 8401の規則Bによって丸め、丸めの幅は有効数字3桁とする。

c）破断力試験において、試験片がつかみ部から破断し、規格値を満足しない場合は、その試験を無効とし、更に試験片を採り試験をやり直す。

11.2.4 ねじり試験　ねじり試験は、次による。

a）ねじり試験は、試験片の両端を、その素線径の100倍のつかみ間隔で固くつかむ。

b）その一方を表24のねじり速度で回転し、試験片が破断したときのねじり回数を調べる。

c）必要に応じて、つかみ間隔を変更してもよい。この場合、ねじり回数の値は、つかみ間隔の増減に比例して求める。

d）ねじり試験において、試験片がつかみ部から破断し、規格値を満足しない場合は、その試験を無効とし、更に試験片を採り試験をやり直す。

表24　ねじり速度

素　線　径 Mm	1分間当たりの回転数 回
0.20以上　　1.00未満	180以下
1.00以上　　4.50以下	60以下

11.2.5 巻解試験　巻解試験は、試験片をこれと同一径の心金の周囲に8回密接して巻き付け、更にこれを解き戻した後、試験片の折損の有無を調べる。ただし、素線径3.15㎜を超えるもの、及びめっきB種については、心金の径を試験片の径の1.5～2倍とする。

11.2.6 亜鉛付着量試験　素線の亜鉛付着量試験は、次による。（省略）

11.2.7 素線径の測定　素線径の測定は、試験片を任意の同一箇所において2方向以上を測定して、その平均値を素線径とする。算出結果は、JIS Z 8401の規則Bによって丸め、丸めの幅は0.01㎜とする。同種同線径の各素線の試験片について、最大と最小との線径の差を求める。

11. 3　**ロープ試験**

11. 3. 1　**試験片の採り方**　各試験の試験片は、ロープの一端から適切な長さを切り取る。

11. 3. 2　**外　　観**　外観は、目視による。

11. 3. 3　**破断力試験**　破断力試験は、次による。

a）破断力試験は、試験片に軸方向の力だけが加わるように、試験片の両端をホワイトメタル、亜鉛などで円すい形に固める方法、又はこれに代わる適切な方法でロープを引張試験機に取り付ける。

b）これを破断するまで徐々に引っ張り、そのときの破断に至るまでの最大試験力を測定する。測定結果は、JIS Z 8401の規則Bによって丸め、丸めの幅は有効数字3桁とする。

c）つかみ間隔は、表25による。ただし、その長さが2mを超える場合は、つかみ間隔を2mとしてもよい。

d）この試験において、試験片がつかみ部から破断し、規格値を満足しない場合は、その試験を無効とし、更に試験片を採り試験をやり直す。

e）ロープ破断力は、附属書JB（省略）によって素線の集合破断力から算出してもよい。算出結果は、JIS Z 8401の規則Bによって丸め、丸めの幅は有効数字3桁とする。ただし、この方法を用いた場合、試験結果を記載した成績表に、集合破断力から算出したことを記載する。

表25　つかみ間隔

ロープの公称径	つかみ間隔
20mm以下	600mm以上
20mmを超えるもの	ロープの公称径の30倍以上

11. 3. 4　**実際径の測定**　実際径の測定は、試験片の中央部付近の任意の点2か所以上又は同一断面において、2方向以上での外接円の直径をノギスで図3のように測定して、その平均値を実際径とする。算出結果は、JIS Z 8401の規則Bによって丸め、丸めの幅は0.01mmとする。

なお、この試験において、最小破断力の5％に相当する引張力の下で測定してもよい。

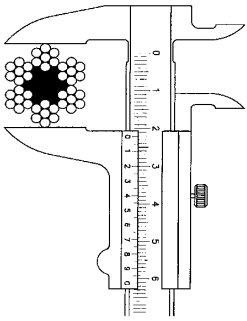


図3　実際径の測り方

12 検　査

12. 1　一　般　ロープの検査は、ロットごとに素線及びロープについて箇条11によって試験したとき、箇条７～箇条10にそれぞれ適合しなければならない。

なお、同一素線を用い、同一機械によって製造された複数のロットの場合は、５ロットごと及びその端数で、検査を行ってもよい。また、素線の検査は、JA. 7（省略）に記載する検査によって、より合わせ前の素線で行ってもよい。

12. 2　**より合わせ後の素線の検査**　より合わせ後の素線の検査は、次による。

a）素線試験の試験片数は、表26による。ただし、亜鉛付着量の試験片の数は、同種同線径の素線に対し、それぞれ３本とする。

b）亜鉛付着量試験において、表22の最小亜鉛付着量に適合しなければならない。ただし、規定に適合しないものが２本以上の場合は、そのロープを不合格とし、１本の場合は、更に規定数の試験片を採って再試験を行い、試験片全数が規定に適合するときに限って、そのロープを合格とする。

c）亜鉛付着量試験を除く各試験において、それぞれの規定に適合しなければならない。ただし、規定に適合しないものがある場合には、その数が、表26に示した不適合試験片数以内であれば、そのロープを合格とし、その数がこれを超える場合は、不合格とする。

表26　素線試験片数及び不適合試験片数

構　成　記　号	素線試験片数	不適合試験片数	素線試験片の採取方法
6 × 7	3	0	ストランドの最外層の素線から任意に1/2の本数を採取する。
6 ×19	6	1	ストランドの各層の素線から，それぞれ任意に1/3の本数を採取するか，又は，同種同線径の素線から任意に1/3の本数を採取する。
6 ×24	8	1	
6 ×37	12	1	
6 ×S（19），IWRC 6 ×S（19）	10	1	ストランドの各層の素線から，それぞれ任意に1/2の本数を採取する。なお，端数は切り上げる。
6 ×W（19），IWRC 6 ×W（19）	9	1	
6 ×Fi（25），IWRC 6 ×Fi（25）	9	1	
6 ×WS(26)，IWRC 6 ×WS(26)	14	1	
6 ×Fi（29），IWRC 6 ×Fi（29）	11	1	
6 ×WS(31)，IWRC 6 ×WS(31)	15	1	
6 ×WS(36)，IWRC 6 ×WS(36)	19	2	
6 ×WS(41)，IWRC 6 ×WS(41)	20	2	
8 ×S（19）	10	1	
8 ×W（19）	9	1	
8 ×Fi（25）	9	1	
19× 7	6	1	第１層目のストランドの最外層の素線から任意に1/2の本数及び第２層目のストランドの最外層の素線から任意に1/2の本数を採取する。

素線試験片の採取方法の例を、次に示す。（省略）

13　包　装　注文者による指示がない限り、ロープは製造業者の判断でコイル巻き又は木枠などのリール巻きで供給し、輸送中における水分、ほこり、汚れなどに対し、ロープを紙などで包装して保護する。

14　**製品の呼び方**　ロープの呼び方は、ロープの構成記号、めっきの有無、グリースの種類、より方及びより方向、種別又は破断力、並びに公称径及び長さとする。

なお、めっきの有無、グリースの種類、より方及びより方向の呼び方は、表27による。

表27　呼び方

より方	より方向	グリースの種類	めっきの有無	表示記号
普通より	Zより	赤	裸	O/O
			めっき	G/O
		黒	裸	C/O
			めっき	GC/O
	Sより	赤	裸	O/S
			めっき	G/S
		黒	裸	C/S
			めっき	GC/S
ラングより	Zより	赤	裸	O/L
			めっき	G/L
		黒	裸	C/L
			めっき	GC/L
	Sより	赤	裸	O/LS
			めっき	G/LS
		黒	裸	C/LS
			めっき	GC/LS

ロープの呼び方の例を、次に示す。

例　6×WS（31）　O/O　B種　16㎜　500m

この例は、ウォーリントンシール形31本線6より、裸、赤グリース、普通Zより、B種、公称径16㎜、及び長さ500mのロープの場合の呼び方である。

15　**表　　示**　この規格の全ての要求事項に適合したロープには、1条ごとに次の項目を容易に消えない方法で表示する。ただし、めっきの有無、グリースの種類、より方及びより方向の表示については、表27の表示記号を用いてもよい。

a）この規格の番号（JIS G 3525）
b）ロープの呼び又は構成記号
c）めっきの有無
d）グリースの種類
e）より方及びより方向
f）種別又は破断力
g）ロープの公称径及び長さ
h）製造業者名又はその略号
i）製造年月又はその略号

16　**報　　告**　注文者から要求があった場合、製造業者は、試験の結果を記載した成績表を提出する。

9．4　異形線ワイヤロープ（JIS G3546-2012抜粋）

1　**適用範囲**　この規格は、機械、エレベータ、建設、船舶、漁業、林業、索道などに一般的に使用する異形線ワイヤロープ（以下、ロープという。）について規定する。

なお、ワイヤロープ、航空機用ワイヤロープ、操作用ワイヤロープ及び構造用ワイヤロープには、適用しない。

4　**種　　類**　ロープの種類は、次による。

a）構　　成　構成は、呼び、構成記号及び断面によって9種類とし表1（省略）による。

b）より方向及びより方　普通Zより、普通Sより、ラングZより及びラングSよりとする。

c）めっきの有無　裸ロープ及びめっきロープとする。

d）種　　別　公称引張強さによってE種、A種及びB種とし、表2による。

表2　種別

種　別	公称引張強さ N/㎟	摘　　要
E種	1320	裸及びめっき（めっき後冷間加工を行ったものを含む。）
A種	1620	裸及びめっき（めっき後冷間加工を行ったものを含む。）
B種	1770	裸及びめっき（めっき後冷間加工を行ったものを含む。）

注記1　公称引張強さは、表4～表9（省略）に示すロープ破断力の算出基礎とする素線の引張強さを示す。
注記2　1N/㎟＝1MPa

e）ロープグリース　赤ロープグリース及び黒ロープグリースとする（5．3参照）。

f）組合せ　表3による［c）及びe）を除く。］。

表3　組合せ

ストランド				心の種類	構成記号	種別		
形状	層数	より方	本数			E種	A種	B種
丸形	単層	交差より	6	繊維心	6×P・7[a)]	－	○	○
		平行より	6	繊維心	6×P・WS（26）	－	－	○
					6×P・WS（31）	－	－	○
					6×P・WS（36）	－	－	○
				ロープ心	IWRC　6×P・WS（26）	－	－	○
					IWRC　6×P・WS（31）	－	－	○
					IWRC　6×P・WS（36）	－	－	○
			8	繊維心	8×P・S（19）	○	○	○
					8×P・Fi（25）	○	○	○

注記　丸形は、丸ストランドロープと呼ぶ。
注[a)]　より方は、ラングよりだけとする。

5　**材　　料**

5．1　**線　　材**　素線の製造に用いる材料は、JIS G 3506に適合するもの若しくはこれと同等以上の線材、又はこれらの熱処理（インラインパテンチング又はパテンチング）材とする。

5．2　**繊 維 心**　繊維心に用いる繊維は、良質の合成繊維又は天然繊維とする。繊維には、特に指定のない場合、適度にグリース類を含ませる。

5．3　**ロープグリース**　ロープ及び心綱に塗布する又は含浸させるロープグリース（以下、グリースという。）の主成分は、赤グリースは、ペトロラタム、黒グリースは、アスファルト

とする。

グリースは、有害な酸又はアルカリを含有してはならない。

6　製造方法

6.1　素　　線　素線の製造方法は、次による。

a）裸素線は、必要に応じて熱処理（パテンチング）を行った後、冷間加工を行う。

b）めっき素線は、冷間加工後亜鉛めっきを行うか又は亜鉛めっきを行った後、冷間加工を行う。

6.2　ロ ー プ

6.2.1　より合わせ　6.1の素線及び5.2の繊維心（ただし、ロープ心入りロープを除く。）を用い、全長を通じて直径、よりの長さなど均一になるようにより合わせる。ロープのより方向は、通常、Zよりとし、ロープ心のより方向は、通常、ロープのより方向と同一とする。ストランドは、丸素線をより合わせ、ダイスなどを用いて成形して異形線ストランドとする。この過程において、素線の接続を必要とする場合は、溶接、又はより継ぎを行ってもよい。ただし、この接続は、1本のストランドの長さ10mにつき1か所を超えてはならない。

6.2.2　グリース塗布　ロープには、通常、グリースを塗布する。

7　機械的性質

7.1　破 断 力

7.1.1　素　　線　より合わせ後の同種同線径の素線は、11.2.3の試験を行い、その各破断力とその平均値との差は、ストランドの心線及びフィラー線を除き、平均値に対し±8％以内とする。算出結果は、JIS Z 8401の規則Bによって丸め、丸めの幅は有効数字3桁とする。

7.1.2　ロ ー プ　ロープは、11.3.3の試験又は計算によって破断力を求め、その値は、表4～表9（省略）の値以上とする。

7.2　ねじり特性　より合わせ後の素線は、11.2.4の試験を行い、その最小ねじり回数は、表10による。

表10　最小ねじり回数

めっきの有無	よる前の素線径 mm	種別ごとの最小ねじり回数		
		E種	A種	B種
裸	0.25以上　1.00以下	23	22	21
	1.00を超え　2.24以下	22	21	20
	2.24を超え　3.75以下	−	20	19
	3.75を超え　4.50以下	−	−	18
めっき	0.25以上　1.00以下	18	18	18
	1.00を超え　2.24以下	17	17	17
	2.24を超え　3.75以下	−	15	15

8　**亜鉛めっき特性**　より合わせ後のめっき素線は、11．2．5の試験を行い、その最小亜鉛付着量は、表11による。

表11　最小亜鉛付着量

単位　g/㎡

よる前の素線径 ㎜	種別		
	E種	A種	B種
0.25以上　0.40以下	15	15	15
0.40を超え　0.50以下	20	20	20
0.50を超え　0.63以下	30	30	30
0.63を超え　0.80以下	50	50	50
0.80を超え　1.00以下	60	60	60
1.00を超え　1.25以下	70	70	70
1.25を超え　1.40以下	80	80	80
1.40を超え　1.60以下	90	90	90
1.60を超え　2.00以下	100	100	100
2.00を超え　2.24以下	－	110	110
2.24を超え　2.50以下	－	110	110
2.50を超え　2.80以下	－	110	－
2.80を超え　3.75以下	－	125	－

9　**寸法及び許容差**

9．1　**素線径の許容差**　より合わせ後の同種同線径の素線径は、11．2．6によって測定し、その許容差は、表12による。

表12　素線径の許容差

単位　㎜

よる前の素線径	めっきの有無	
	裸	めっき
0.25以上　1.00以下	0.08	0.12
1.00を超え　2.24以下	0.12	0.18
2.24を超え　3.75以下	0.16	0.24
3.75を超え　4.50以下	0.20	－

注記　許容差は、素線径の最大のものと最小のものとの差を示す。

9．2　**ロープ径**

9．2．1　**ロープの公称径**　ロープの公称径は、表4～表9（省略）による。

9．2．2　**ロープの実際径の許容差**　ロープの実際径は、11．3．4の試験を行い、その許容差は、公称径10㎜未満ではその径に対して$^{+10}_{0}$％とし、公称径10㎜以上は$^{+7}_{0}$％とする。プラス側許容差の計算結果は、JIS Z 8401の規則Bによって丸め、丸めの幅は0.01㎜とする。

10　**外　観**

10．1　**素　線**　素線は、11．2．2の試験を行い、全長を通じて、断面は一様であり、表面は滑らかで、使用上有害なきずなどがあってはならない。

10．2　**ロープ**　ロープは、11．3．2の試験を行い、全長を通じて、使用上有害なつぶれ、きずなどがあってはならない。

11 試　　験

11.1 一　　般　試験は、素線及びロープについて行う。

なお、素線試験は、附属書A（省略）によって、より合わせ前の素線で行ってもよい。

11.2 素線試験

11.2.1 **試験片の採り方**　各試験の供試材は、ロープの一端から適切な長さを切り取る。この供試材から、1本のストランド（ロープ心入りロープのロープ心を除く。）を採り、これを素線に解き、心線及びフィラー線を除いたものを試験片とする。この場合、各試験項目ごとに、任意のストランドを採ってもよい。

なお、試験片は、加熱することなく、きずをつけないよう、適切な方法で、曲がりを矯正してもよい。

11.2.2 **外　　観**　外観は、目視による。

11.2.3 **破断試験**　破断試験は、次による。

a）破断試験は、試験片を、径1.00㎜未満のものは、つかみ間隔約100㎜、径1.00㎜以上のものは、つかみ間隔約200㎜で、引張試験機に取り付ける。

b）試験片を破断するまで徐々に引っ張り、そのときの同種同線径の各試験片の破断力とその平均値との差を算出する。

c）破断試験において、試験片がつかみ部から破断し、規格値を満足しない場合は、その試験を無効とし、更に試験片を採り試験をやり直す。

11.2.4 **ねじり試験**　ねじり試験は、次による。

a）ねじり試験は、試験片の両端を、よる前の素線径の100倍のつかみ間隔で固くつかむ。

b）その一方を表13のねじり速度で回転し、試験片が破断したときのねじり回数を調べる。

c）必要に応じて、つかみ間隔を変更してもよい。この場合、ねじり回数の値は、つかみ間隔の増減に比例して求める。

d）ねじり試験において、試験片がつかみ部から破断し、規格値を満足しない場合は、その試験を無効とし、更に試験片を採り試験をやり直す。

表13　ねじり速度

素　線　径 ㎜	1分間当たりの回転数 回
0.25以上　1.00未満	180以下
1.00以上　4.50以下	60以下

11.2.5 **亜鉛付着量試験**　素線の亜鉛付着量試験は、次による。（省略）

11.2.6 **素線径の測定**　試験片の断面の最大径をマイクロメータで測定して、素線径とする。

なお、その許容範囲は、同種線径の各試験片について、最大のものと最小のものとの差を求める。

11.3 ロープ試験

11.3.1 **試験片の採り方**　各試験の供試材は、ロープの一端から適切な長さを切り取る。

11.3.2 **外　　観**　外観は、目視による。

11.3.3 **破断試験**　破断試験は、次による。

a）破断試験は、供試材の両端をホワイトメタル、亜鉛などで円すい形に固める方法、又はこれに代わる適切な方法でロープを引張試験機に取り付ける。

b）破断するまで徐々に引っ張り、破断に至るまでの最大試験力を測定する。

c）つかみ間隔は、表14による。ただし、その長さが2mを超える場合は、つかみ間隔を2m

としてもよい。

d）試験片がつかみ部から破断し、規格値を満足しない場合は、その試験を無効とし、更に試験片を採り試験をやり直す。

e）ロープ破断力は、附属書B（省略）によって素線の集合破断力から算出してもよい。ただし、この方法を用いた場合、試験結果を記載した成績表に、集合破断力から算出したことを記載する。

表14　つかみ間隔

ロープ径	つかみ間隔
20mm以下	600mm以上
20mmを超えるもの	ロープ径の30倍以上

11. 3 . 4　**実際径の測定**　径の測定は、供試材の中央部付近の任意の点2か所以上又は同一断面において、2方向以上をノギスで図3（省略）のように測定して、その平均値を実際径とする。算出結果は、JIS Z 8401の規則Bによって丸め、丸めの幅は0.01mmとする。

なお、この試験において、最小破断力の5％に相当する試験力下で測定してもよい。

12 検　　査

12. 1　**一　　般**　ロープの検査は、ロットごとに素線及びロープについて箇条11の試験を行い、箇条7～箇条10にそれぞれ適合しなければならない。

なお、同一素線を用い、同一機械によって製造された複数のロットの場合は、5ロットごと及びその端数で、検査を行ってもよい。また、素線の検査は、附属書A（省略）によってより合わせ前に行ってもよい。

12. 2　**より合わせ後の素線の検査**　より合わせ後の素線の検査は、次による。

a）素線試験の試験片数は、表15による。ただし、亜鉛付着量の試験片の数は、同種同線径の素線に対し、それぞれ3本とする。

b）亜鉛付着量試験において、表11の最小亜鉛付着量に適合しなければならない。ただし、規定に適合しないものが2本以上の場合は、そのロープを不合格とし、1本の場合は、更に規定数の試験片を採って再試験を行い、試験片全数が規定に適合するときに限って、そのロープを合格とする。

c）亜鉛付着量試験を除く各試験において、それぞれの規定に適合しなければならない。ただし、規定に適合しないものがある場合には、その数が、表15に示した不適合試験片数以内であれば、そのロープを合格とし、その数がこれを超える場合は、不合格とする。

表15　素線試験片数及び不適合試験片数

構　成　記　号	素線試験片数	不適合試験片数
6×P・7	3	0
6×P・WS（26），IWRC　6×P・WS（26）	14	1
6×P・WS（31），IWRC　6×P・WS（31）	15	1
6×P・WS（36），IWRC　6×P・WS（36）	19	2
8×P・S（19）	10	1
8×P・Fi（25）	9	1

13 包　　装　注文者による指示がない限り、ロープは製造業者の判断でコイル巻き又は木枠などのリール巻きで供給し、輸送中における水分、ほこり、汚れなどに対し、ロープを紙などで包装して保護する。

14 製品の呼び方　ロープの呼び方は、ロープの構成記号、めっきの有無、グリースの種類、より方向及びより方、種別又は破断力、公称径及び長さとする。

なお、めっきの有無、グリースの種類、より方向及びより方の表示記号は、表16による。

表16　表示記号

より方	より方向	グリースの種類	めっきの有無	表示記号
普通より	Zより	赤	裸	O/O
			めっき	G/O
		黒	裸	C/O
			めっき	GC/O
	Sより	赤	裸	O/S
			めっき	G/S
		黒	裸	C/S
			めっき	GC/S
ラングより	Zより	赤	裸	O/L
			めっき	G/L
		黒	裸	C/L
			めっき	GC/L
	Sより	赤	裸	O/LS
			めっき	G/LS
		黒	裸	C/LS
			めっき	GC/LS

製品は、次のように表示する。

例　8×P・S（19）　O/O　E種　16㎜　1000m

この例は、異形線シール形19本線8より、裸、赤グリース、普通Zより、E種、径16㎜、及び長さ1000mのロープの場合の表示である。

15 表　　示　検査に合格したロープには、1条ごとに次の項目を荷札などで表示する。ただし、めっきの有無、グリースの種類、より方向及びより方の表示については、表16の表示記号を用いてもよい。

a）この規格の番号（JIS G 3546）
b）ロープの呼び又は構成記号
c）めっきの有無
d）グリースの種類
e）より方向及びより方
f）種別又は破断力
g）公称径及び長さ
h）製造業者名又はその略号
i）製造年月又はその略号

16 報　　告　注文者から要求があった場合、製造業者は、試験の結果を記載した成績表を提出する。

索　　引

【あ】
アイスプライス …… 54
亜鉛めっき …… 24, 160, 168
亜鉛付着量試験…… 162, 169
アスファルト …… 39
アースドリル …… 16
洗線…… 23, 80
アンカー …… 17
安全率 …… 92, 119, 128
IWRC …… 36
IWSC …… 36

【い】
異形線 …… 10
異形線ストランド …… 10
異形線ロープ …… 10
移動式クレーン …… 16, 121
1工程形 …… 40
陰極防食 …… 86

【う】
ウィンチ …… 17
ウォークライン …… 17
ウォーリントン形 …… 13, 34, 40
受入検査 …… 26
上より線…… 9
運材索道…… 127
運搬…… 140

【え】
曳航用 …… 17
曳（えい）索 …… 17, 122
エコライザー…… 122
エコライザシーブ…… 123
エレベータ …… 16, 121, 122, 127
延線ワイヤ …… 17
エンドレス索 …… 17
エンドレススプライス …… 54
SA種 …… 81
SB種 …… 81
SV処理 …… 80
Sより …… 11, 37
Sよりロープ …… 16

【お】
横行…… 121
横行索 …… 16
応力腐食 …… 87
温度特性…… 103

【か，が】
加工…… 21, 26
加工性 …… 16
加工品 …… 54
架線集材 …… 17
形くずれ…… 30, 95
形付けロープ …… 15
可とう性…… 100
可とう度…… 101
金心 …… 10
加熱温度…… 103
貨物索道…… 130
からみ検定 …… 95
乾燥…… 23, 26
関連法規…… 119
カンワイヤ …… 17
ガイ …… 17
ガット船 …… 17
ガバナーロープ …… 16
側線…… 9

【き，ぎ】
機械集材装置…… 127
機械的性質…… 160

機械・鉄鋼 …… 16
軌索 …… 16
起重機船 …… 17
起伏…… 121
起伏ロープ …… 16
局部腐食 …… 84
許容差…… 161, 168
許容溝底圧力…… 116
木枠の巻量…… 139
金属鉱山…… 128
キンク…… 140
緊張…… 121
艤装用 …… 17
漁業 …… 17

【く，ぐ】

杭（くい）打機 …… 16, 121, 127
杭抜機 …… 16
楔 …… 54
掘削機械 …… 16
クレーン…… 121, 127
クレーン船 …… 17
クレーン等構造規格…… 123
クローザ …… 25
クローラクレーン …… 16
偶数本掛け …… 96
グラブ開閉支持 …… 17
グリース塗布…… 160, 167
グリーンロープ …… 16, 17, 50

【け，げ】

係船 …… 17
径の測定…… 163
ケーブルグリップ …… 69
ケーブルクレーン …… 16, 121
ケーブルレイドロープ …… 14, 33, 51
ケリーバ巻上げ …… 16
巻解試験…… 162
巻解性…… 160
検査…… 164
弦理論…… 139

【こ，ご】

高温特性 …… 88, 103
鉱業 …… 17
交差より …… 11, 41, 45
交差よりロープ…… 31, 33
鋼索鉄道…… 127, 130
硬質繊維 …… 35
鋼種 …… 81
鋼心 …… 31, 36, 39
構成 …… 92, 158, 166
構成記号…… 158, 166
コースメタル …… 54
コーティング…… 23, 26
コンセントリックロープ …… 14
コンビロープ …… 14
剛性 …… 17
合成繊維 …… 35
ゴンドラ …… 16, 121

【さ，ざ】

サイザル…… 25, 35
最小亜鉛付着量…… 168
最小ねじり回数…… 167
最大張力…… 133
サイドライン …… 17
さく井 …… 17
索端加工…… 54, 90
索道 …… 18, 120
サプライスタンド …… 76
酸洗 …… 23
三角心…… 9
三角線 …… 10
酸化物 …… 23
３本掛け …… 96

【し，じ】

シェンケル …… 14
しごき…… 142

支索…… 16, 18, 120, 122
支持ロープ …… 16
シージング…… 144
下より線…… 9
自転性…… 12, 95
シーブ…… 114, 122, 123
シーブの材質…… 116
シーブのピッチ円の直径 …… 12
社名テープ …… 30
集材…… 120
主原料…… 22, 80
主索 …… 17, 131
種別…… 38, 42, 81, 92, 158, 166
浚渫船 …… 17
衝撃…… 142
シール形 …… 13, 34, 40
シンキングロープ …… 15
シンコーエンドクランプ …… 16, 54, 90
シンコークランプ …… 54, 56, 90
シンコーロック …… 54
伸線 …… 20, 23, 24, 26, 80
心線 …… 9, 25
心綱…… 9, 25, 30
振動…… 142
心の種類 …… 92
磁性…… 81, 89
実際径の測定…… 163
ジブ起伏…… 121
ジブ支持…… 121
ジブ伸縮…… 121
ジブクレーン …… 16
ジュート…… 25, 35
柔軟性…… 16, 17, 30, 92
受索輪…… 122
CFRC …… 36

【す，ず】

垂下比…… 133, 134
スイング …… 17
スキーリフト …… 18
スケール…… 20, 23
ステンレスロープ …… 38, 80, 96
ストランダ …… 25
ストランド…… 8
ストランド心 …… 9, 30, 36, 39
ストランドのより方 …… 11
ストランドロープ …… 13, 31, 32
スパイラルロープ…… 13, 31, 32, 51
スプリングレイロープ …… 31
スリーブ…… 55, 58

【せ，ぜ】

製綱 …… 21, 25, 26
製綱機 …… 25
製品検査 …… 21, 25, 26
製品の呼び方…… 165, 171
製造方法…… 159, 167
製造用グリース …… 98
静的強度…… 103
石炭鉱山…… 128
石油鉱山保安規則…… 128
セミロックドコイルロープ …… 13
繊維心…… 9, 26, 31, 35, 39, 159, 166
旋回…… 121
船舶 …… 17
線材…… 20, 22, 26, 80, 159, 166
線接触より …… 33
センターフィット…… 36, 39
全面腐食 …… 84
Z形線 …… 10
Zより …… 11, 37
Zよりロープ …… 16

【そ，ぞ】

走行…… 121
層心径 …… 12
送電線建設 …… 17
ソケット…… 54, 90
素線…… 159, 161
素線径…… 168

素線検査…… 21, 26
素線試験…… 162, 169
増加係数…… 137

【た，だ】
ダイアコートロープ …… 72
耐海水性 …… 85
耐形くずれ…… 16, 17
耐候性 …… 85
耐食性…… 17, 24, 84, 96
耐引張疲労…… 16, 17
耐疲労 …… 16, 17, 93, 103
耐摩耗…… 16, 17, 18, 94
耐薬品性 …… 85
対称ケーブル…… 134
タグボート …… 17
タグロープ …… 17
多工程形 …… 40
多繊維心 …… 41
多層ストランド …… 31, 32, 49
立坑 …… 17
玉掛け…… 121, 127, 144
玉掛索…… 137, 144
タフデュアル …… 82
タワークレーン …… 16
たわみ…… 101
単層ストランドロープ…… 31, 32
台付 …… 16
WWWロープ …… 46

【ち】
中間検査…… 24, 80
超硬質合金ダイス …… 23

【つ】
つかみ間隔…… 163, 170
鼓形線 …… 10
つり上げ装置…… 124
つり足場…… 127
つり角度…… 137, 145
つり方…… 146
つり橋ケーブル…… 134

【て，で】
T形線 …… 10
低温特性 …… 88, 104
定置綱 …… 17
ティラーロープ …… 16, 31, 33
適用範囲…… 156
点検…… 147
天井クレーン …… 16
点接触より …… 33
天然繊維 …… 35
D／d…… 12, 83, 92, 102, 123
D／δ …… 12, 114
デッキクレーン …… 17
デリック …… 16, 121
デルタフィラーロープ…… 16, 43
電子線マイクロアナライザ …… 27

【と，ど】
透磁率…… 81, 89
塔頂クレーン …… 16
解き方…… 140
特殊索道…… 129
トッピング …… 17
共心 …… 9 , 36, 39
トラッククレーン …… 16
トルク係数 …… 95
トルクディテクター …… 76
トロール …… 17
土木・建設 …… 16
ドラム…… 114, 122, 123
ドラムの巻き方向…… 117
ドレッジャー船 …… 17

【な】
内部損傷…… 152
内部断線…… 152
内部点検…… 152

ナイロン …… 35
ナイロン被覆 …… 72, 100
中より線…… 9
ナフレックスロープ …… 32
軟質繊維 …… 35

【に】
２本掛け …… 95

【ね】
ねじり試験…… 162, 169
ねじり特性…… 160, 167
熱処理 …… 80

【の】
伸び…… 103
伸び特性…… 105

【は，ば，ぱ】
バケット支持・開閉 …… 17
裸 …… 38
裸素線（裸線）…… 9
破断力 …… 12, 160, 167
破断試験…… 169
８ストランド …… 32, 41, 48
搬器…… 122, 133
反発性ロープ …… 15
パテンティング…… 20, 22, 23, 26
パーライト組織 …… 22

【ひ，び，ぴ】
控え…… 121
非磁性…… 81, 89
非自転…… 16, 17
非自転性 …… 12
非自転性ロープ…… 14, 42
非対称ケーブル…… 136
平ストランドロープ …… 14
表示…… 165, 171
標準数 …… 30
表面積比 …… 12
疲労特性…… 103
疲労試験機 …… 27

【ふ，ぶ，ぷ】
ファイバー組織 …… 23
フィラー形 …… 13, 34, 40
フィラー線…… 9
俯仰ロープ …… 16
複合平行より …… 47
腐食による強度低下…… 104
普通索道…… 127, 129
普通より …… 11, 36, 42
不反発性…… 15, 37
フラット形 …… 13, 31, 32, 40, 48
フラットロープ …… 14
フリートアングル…… 117, 122
ブーム支持…… 121
ブーム巻上げ …… 17
ブルドーザ集材 …… 17
プレテンション …… 16, 30, 73

【へ，べ，ぺ】
平こう索…… 122
平行より …… 11, 41, 45
平行よりロープ…… 13, 31, 33, 34
ヘルクレスロープ …… 32
ベッド …… 12
ペトロラタム …… 39

【ほ，ぼ，ぽ】
ホイスト …… 17, 121
ホイスト式クレーン …… 16
報告…… 165, 171
包装…… 164, 171
保管…… 140
保守用グリース …… 97
ボートホール …… 17
ポリプロピレン…… 25, 35

【ま】
巻上…… 121, 123
巻上機…… 122
巻上げ索 …… 17
巻上げロープ …… 16
まき綱 …… 17
巻付グリップ …… 54
巻取 …… 26
曲げ特性…… 100
曲げによる強度低下…… 102
丸線 …… 10
丸ストランドロープ …… 13, 31, 32

【み】
溝付きドラム…… 117
溝なしドラム…… 117
溝の寸法…… 114

【め】
メインロープ …… 16
メカニカルデスケーラー …… 26
めっき …… 20, 24, 26, 38, 96, 158, 166
めっき素線（めっき線）…… 9
面接触より …… 11

【や】
焼入…… 22, 24
やはずより …… 11

【ゆ】
ユニバランサー …… 75
ユニバランスロープ…… 16, 95
ユニロープ…… 16, 49
Uボルト …… 55, 68

【よ】
揚貨装置…… 121, 127
横荷重…… 101
より合わせ…… 160, 167
より角 …… 10
より方 …… 36, 158, 166
より線 …… 21
より線機 …… 25
よりの長さ …… 10
より減り（より減り率） …… 10
より方向…… 11, 36, 158, 166

【ら】
ラッフィング …… 17
ラフテレンクレーン …… 16
ラングより …… 11, 36, 42

【り】
リフト…… 121, 127
林業 …… 17, 120
燐酸塩浴 …… 23

【れ】
レードルクレーン …… 16

【ろ】
ロックドコイルロープ …… 13, 16, 31, 32, 52
ロープウェイ …… 18
ロープグリース …… 97, 159, 166
ロープ径…… 8, 161, 168
ロープ試験…… 163, 169
ロープ心 …… 9, 30, 36, 39
ロープスリング…… 144
ロープの公称径…… 8
ロープの構成…… 8
ロープの構成記号…… 8
ロープの最小断面積 …… 12
ロープの使用制限…… 127
ロープの実際径…… 8, 161, 168
ロープの種別…… 8
ロープの損傷…… 147
ロープの谷 …… 12
ロープのたるみ…… 142
ロープの単位質量…… 8
ロープの断面積 …… 12

ロープの断面積比 …… 12
ロープの転位性 …… 12
ロープの点検…… 147
ロープのならし…… 142
ロープの表示 …… 39
ロープの平均径…… 8
ロープの曲げ方…… 118
ロープの山 …… 12
ロープのより方 …… 11
ロープ破断力…… 163, 170
ロープ油…… 25, 39
ロングスプライス …… 54

【わ】

ワイヤグリップ…… 54, 68
ワイヤロープ…… 8
ワイヤロープスリング …… 56
ワイヤロープの構成 …… 31
ワイヤロープの区分…… 124
ワイヤロープの取扱い方…… 140
ワイヤロープの分類…… 125
ワープ …… 17

ご照会、ご注文　について

ご照会、ご注文の際は、つぎの項目についてなるべく詳細にお知らせください。

項目		記入事項	
1.	用途・使用場所	用途、使用場所、使用方法、関連法規など。	
2.	適用規格	本カタログ（JIS規格を全部のせてあります）以外に適用する指定規格がある場合、その規格名又は規格値。	
3. ロープの種類	a. 材質	硬鋼線、ステンレス鋼線の区別。	
	b. 構成	ロープ構成、ストランド構成、心の種類について、JISあるいは、本カタログによる構成記号。 当社カタログ記載以外の特殊なものについては、ご相談ください。	
	c. より	より方、より方向。特に、ご指定のない限り、不反発性よりで製作いたします。	又は、本カタログ記載の記号で。
	d. 裸・めっきの区分	裸、亜鉛めっき、アルミめっきの区別。	
	e. 油の種類	赤油、黒油、その他。	
	f. 種別（保証破断力）	ロープの破断力は、「ワイヤロープ規格表」をご参照ください。種別をご指定の場合は、破断力の記入は不要です。カタログの数値以上のものについては、ご相談に応じます。	
	g. ロープの径	ロープの直径(㎜)。JISの許容差以外の場合はご指定ください。	
4.	数量	長さと丸数。 土建、機械、船舶、漁業など一般用に使われるものは、在庫品の場合200mが標準になっています。索道、鉱山用などでは長尺で製作いたしますが、輸送などの都合から１丸の総重量は、20t以下が適当です。	
5.	加工	プレテンション加工、シンコークランプ、シンコーエンドクランプ、アイスプライス、ソケット加工など。	
6. その他	a. 証明書	NK、ロイド、メーカーなどの検査成績証明書がご入用の節は、その種類と部数。	
	b. 包装	長さ500m未満、質量１t未満はコイル巻き、それ以上は木枠巻きを標準とします。鉄リールのご指定にも応じます。木枠の寸法などにご希望のある場合は、ご相談ください。	

MEMO

神鋼鋼線のワイヤロープ

No. 2

2018年４月１日　初版発行
2020年12月18日　第２版発行
2022年11月１日　第３版発行

発行者　**神鋼鋼線工業株式会社**
〒541-0041 大阪市中央区北浜２丁目６番18号
淀屋橋スクエア13階
TEL06-6223-1180 FAX06-6201-3448
印刷所　福田印刷工業株式会社
〒658-0026 神戸市東灘区魚崎西町4丁目6番3号
TEL078-811-3131 FAX078-851-8443

非売品　禁複製

2211400 Ⓕ

TESAC SHINKO