

構造物・設備の安全性をシステマチックに評価

ワイヤロープ・鋼構造物

# 健全性診断



東京製綱  
東京製綱テクノス

# ワイヤロープの劣化状態を総合的に診断、 構造物・設備の安全性を維持します。

強靱なワイヤロープも使用するにしたがって腐食や断線、張力低下が発生します。このような状態での使用は、人命にかかわる事故を招きかねません。ワイヤロープの劣化状況を定期的に調査し、適宜対処することが安全面において非常に重要です。

当社の「健全性診断」は、ワイヤロープの用途や使用環境に応じて腐食、断線、張力を独自のシステムで測定し、データを分析して劣化の度合を正確に評価。安全上の問題点を抽出し、必要なメンテナンスを施します。

構造物・設備の機能と安全性維持のために「健全性診断」をぜひお役立てください。

## 1 事前調査

ワイヤロープ架設・取付後の補修・使用環境履歴や異常音・振動・外観などの各状況を必要に応じて綿密に調査

## 2 測定

それぞれの構造物・設備に応じたワイヤロープの「腐食」「断線」「張力」を高精度に測定

## 3 測定結果分析

測定と事前調査の各結果を経験豊かな専門スタッフが分析し、ワイヤロープの健全性を総合的に評価

## 4 メンテナンス

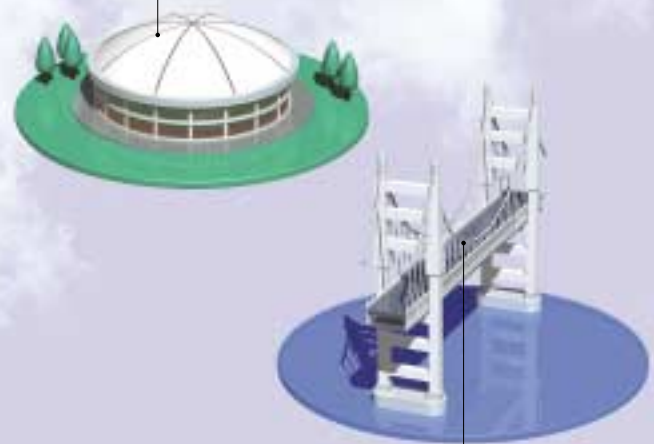
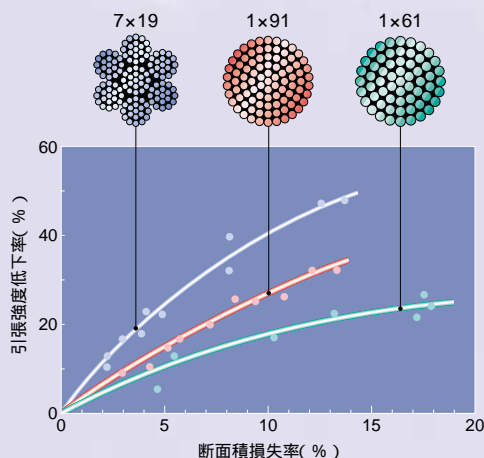
健全性の評価に基づき、構造物・設備の機能性・安全性維持に必要な補修・定期調査を実施

### 構造物用ケーブル

張弦梁や膜抑えなどワイヤロープの使われ方は様々ですが、疲労を受けることは少ないため腐食が劣化の主要因となります。腐食測定が中心となりますが構造上、張力測定も必要です。

### 断面積の減少と強度低下の関係

図はワイヤロープの構成別にみた腐食による断面積減少率と強度低下率の一例。最も構成の複雑な7×19では、断面積減少の約4倍の強度低下がみられます。同じスパイラルロープでも層数が多く素線本数の多い1×91のほうが1×61より強度低下が大きくなっています。いずれの場合もワイヤロープの強度低下は断面積減少以上に大きく、過小評価してはならないことを示しています。



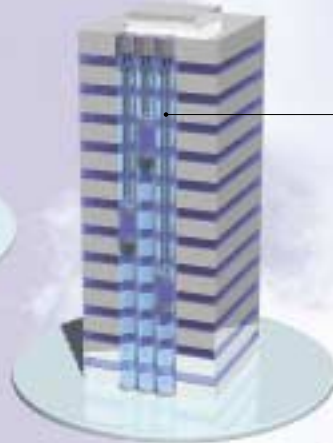
### 橋梁用ケーブル

吊橋の場合、メインロープやハンガーロープの劣化の主要因は腐食です。腐食の定期的測定は安全上、たいへん重要となります。また、定期的な張力測定・メンテナンスを行うことにより、ロープにかかる荷重を常に一定に保つことができます。



### クレーン用ワイヤロープ

使用頻度が極端に少なかったり、逆に絶えずフル荷重で24時間稼働といったクレーンもあるため、使用状況に合せた診断が必要です。



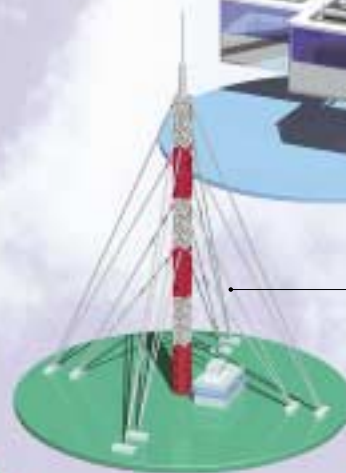
### エレベーターロープ

駆動ドラムやシープで曲げられて使用されるため曲げ疲労を受け、索線断線が発生します。交換時期を誤らないために、定期的診断をお奨めします。



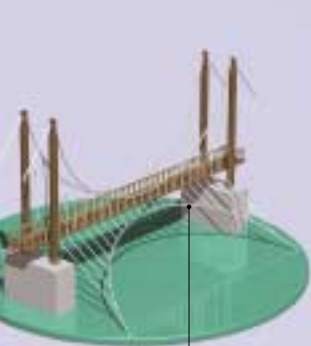
### 索道用ケーブル

エレベーターロープと同様に曲げ疲労を受けますので、断線が発生します。断線測定を中心に腐食や摩耗状況をチェックします。



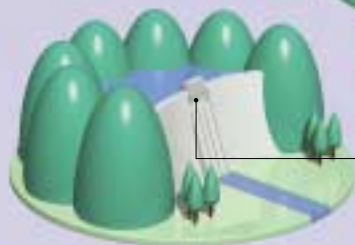
### ステイ索

静索のため劣化状態としては腐食がメインとなります。的確な交換時期の判断には腐食状況を正確に、定期的に知る必要があります。



### 中・小規模吊橋

中・小規模吊橋の建設地は、積雪地や塩分を含んだ風を受ける地方など、自然環境が多様です。事故を未然に防ぐには、それぞれの立地条件を考慮し、ワイヤロープだけでなく主要構造部材の総合的な健全性診断は欠かせません。



### ダムゲート

ゲートの開閉頻度や構造は各ダムによって異なり、一定期間に受ける疲労や腐食もさまざまです。それぞれの条件に応じた診断を実施します。

# ロープの腐食、断線、張力の各状況を科学的に、高精度に測定します。

従来の腐食や断線の診断は目視検査や打診など、経験的な方法に頼っていました。東京製綱の「健全性診断」では、独自の測定システムにより確実性の高い測定・分析を行います。

## 腐食測定

吊橋やステイ索などの静索において経年劣化の最大原因となるのが腐食です。当社では、従来の方法では不可能だった高精度の腐食測定を実現する全磁束測定システムを開発。細径から1,000mmクラスの太径まで、ロープの劣化状況のハイレベルな診断を可能にしました。定期的な腐食測定により、構造物・設備の安全性が一層確かなものとなります。

### 全磁束法による腐食測定の原理

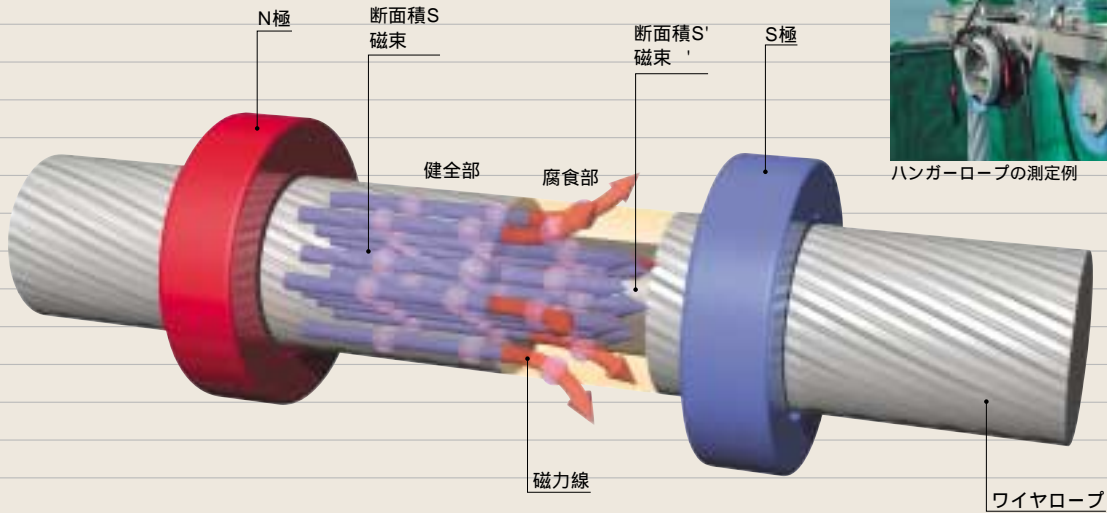
全磁束法とは、ロープ内を通る磁束(全磁束)の測定値で腐食などによる欠損断面積を評価する方法です。下図のようにワイヤロープを軸方向に飽和磁化させたとき、ワイヤロープ内を通る磁束( )はワイヤロープの断面積( S )に比例します。健全な状態の断面積( S )に対して腐食部の断面積が S' の場合、減少した量( S - S' )が欠損した断面積であり、これは両者の磁束の差( - )に比例します。腐食によって発生した赤錆は非磁性体のため、腐食部は断面積欠損とみなすことができます。したがって、全磁束法を用いることによりワイヤロープの腐食・摩耗による断面欠損を定量的に測定でき、ロープの健全性を評価できることとなります。



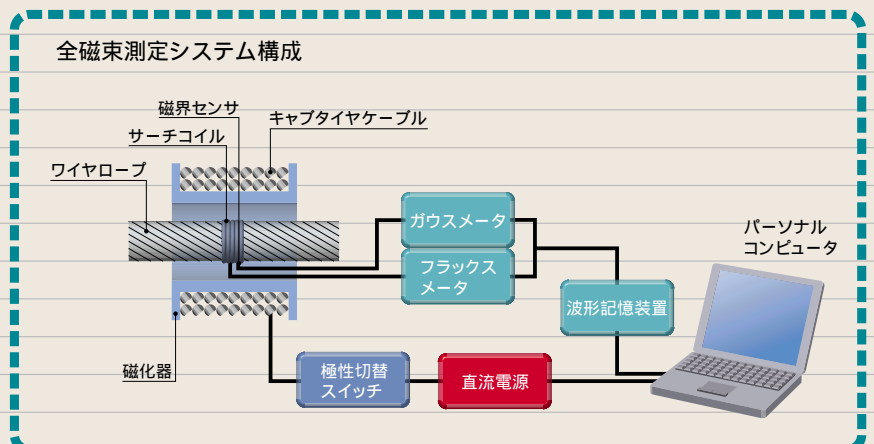
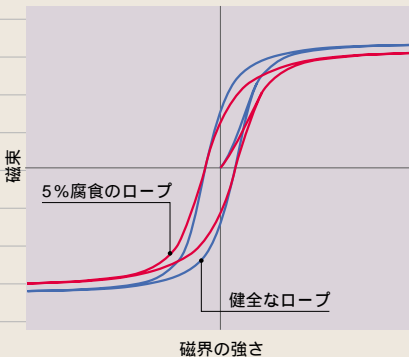
太径ケーブルの測定例



ハンガーロープの測定例



全磁束測定により検出された健全なロープと5%腐食ロープの磁化曲線



## 断線測定

ワイヤロープは使用に伴い断線が発生し、これを見逃すと切断事故になります。ワイヤロープの切断は大きな事故につながる事が多く、事故を未然に防ぐには、ロープの取替時期の適確な判断が必要です。そのためには信頼性の高い断線測定を定期的実施することをお奨めします。

### ワイヤロープテストによる腐食測定の実理

検出器の中をワイヤロープが通過すると検出器に内蔵した永久磁石によりワイヤロープが強く磁化されます。素線断線があると断面が減少するため、磁束が漏洩します。この漏洩磁束を検出コイルで検出し、信号として出力し記録します。



ワイヤロープテストによる測定例

### 検出器



大型(DP570A)

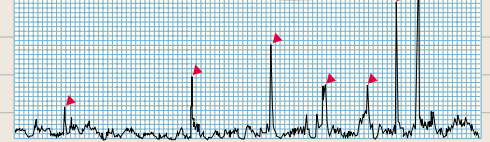
中型(DP550A)

小型(DP530A)

ワイヤロープテストは、販売も行っています。

### 断線部分の検出例

使用実績 1000t/h アンドロダー横行索(前曳)  
 運転回数 9,200回 運搬量 150万t  
 ロープ 6xWS(36) O/O 40mm



検出信号出力波形例(▶部は断線による出力波形)

## 張力測定

ワイヤロープは吊構造物の引張材をはじめ、ステイ索やエレベータなど多数本で使用されることがあります。これらの用途において重要なのが張力管理です。当社では張力導入時の測定はもちろんのこと、安全性の維持に欠かせない張力の定期測定を高い精度でおこなっています。

### 振動法による張力測定

ロープに加速度センサーを取り付け、ロープを加振します。その時の共振振動数(1次)を加速度センサーおよびFFTアナライザーで測定し、次式により張力を計算します。

$$T = a \left( \frac{4WL^2}{g} \cdot f^2 - b \right)$$

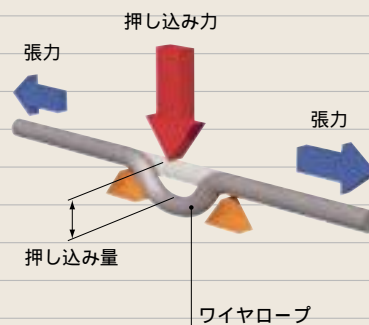
ここで T=張力  
 W=単位重量  
 g=重量加速度  
 L=ロープ長さ  
 f=振動数  
 a,b=補正係数



振動法加速度センサ

### 3点ロール法による張力測定

ロープに3点ロール装置を取り付け、中央を押し込みます。押し込み力と押し込み量は比例しますが、その関係はロープ張力に依存します。この原理を用いて張力を算出します。



3点ロール法による測定例

# 安全に末長くロープを使うためには 継続的な検査とメンテナンスが必要です。

ワイヤロープの劣化状況を定期的にチェックし、的確なメンテナンスを施すことが安全面やロープの延命化において重要です。豊富な経験に基づき、ロープ用途にあわせた健全性診断を実施しています。

## ワイヤロープ腐食損傷例

### ▶ 吊橋用ロープ

塗装が剥がれて、内部より錆汁が出ている。

海沿いに架設され、腐食が著しい。



## ワイヤロープ断線損傷例

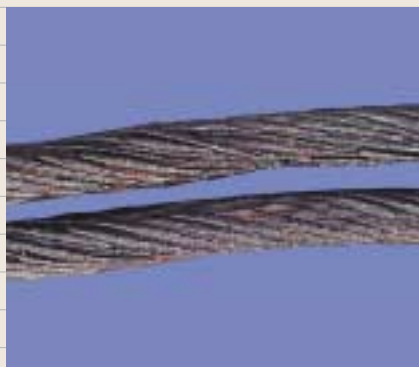
### ▶ クレーン巻上用

内部に断線が多発し、切断寸前の状態。



### ▶ 索道用(ロープウェイ)

内・外部に腐食が進行し、素線が細って断線している。



### ▶ 索道用

典型的な疲労断線の状況。



### ▶ ジブクレーン補巻

外部の腐食は小さいが、内部の腐食は大きく断線が生じ始めている。



### ▶ ゲート開閉用

腐食による断線状況。



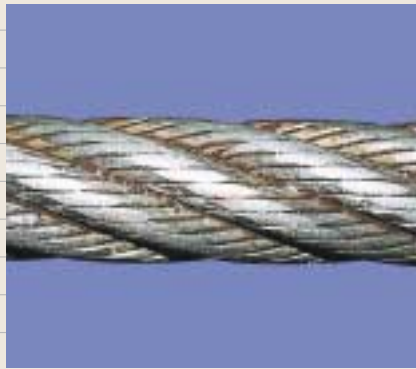
## ワイヤロープ摩耗損傷例

断線により発生した切断事故後の状況。

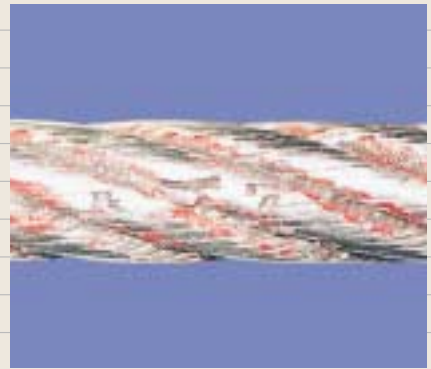


### ▶ 斜坑巻上用

潰れ摩耗の状況。



潰れ摩耗による断線。



ロープウェイ主索の断線。



### ▶ クレーン巻上用

擦りへり摩耗面の断線。



ロープ内部の圧こんと断線状況。



使用頻度が多く、外部に曲げ疲労断線が発生。



### ▶ クレーン用

擦りへり摩耗の状況。



### ▶ エレベータ用

擦りへり摩耗と曲げ疲労による断線。

