

ワイヤロープの破断による災害事例と対策

産業安全研究所 田 中 正 清*

1. はじめに

クレーン等においては、張力を支える主要な強度部材としてワイヤロープが大量に使用されているが、このようなワイヤロープの破断によるクレーン関係の災害が様々な形でかなりの頻度発生しているのが現状である。労働省の9次防の重点対象分野である建設業や陸上貨物運送事業における

る災害の減少のためにも、ワイヤロープ破断による災害の防止は重要な課題である。

そこで、ここでは筆者が直接調査したこの種の事故例を紹介し、原因、問題点を指摘すると共に、同種事故の防止のための対策を紹介する。

2. ワイヤロープ破断事故例

2.1 事故 I : 玉掛けワイヤロープの破断事故

2.1.1 事故の概要

ある鉄工所で、天井クレーンの2つのフック

* 機械システム安全研究部長

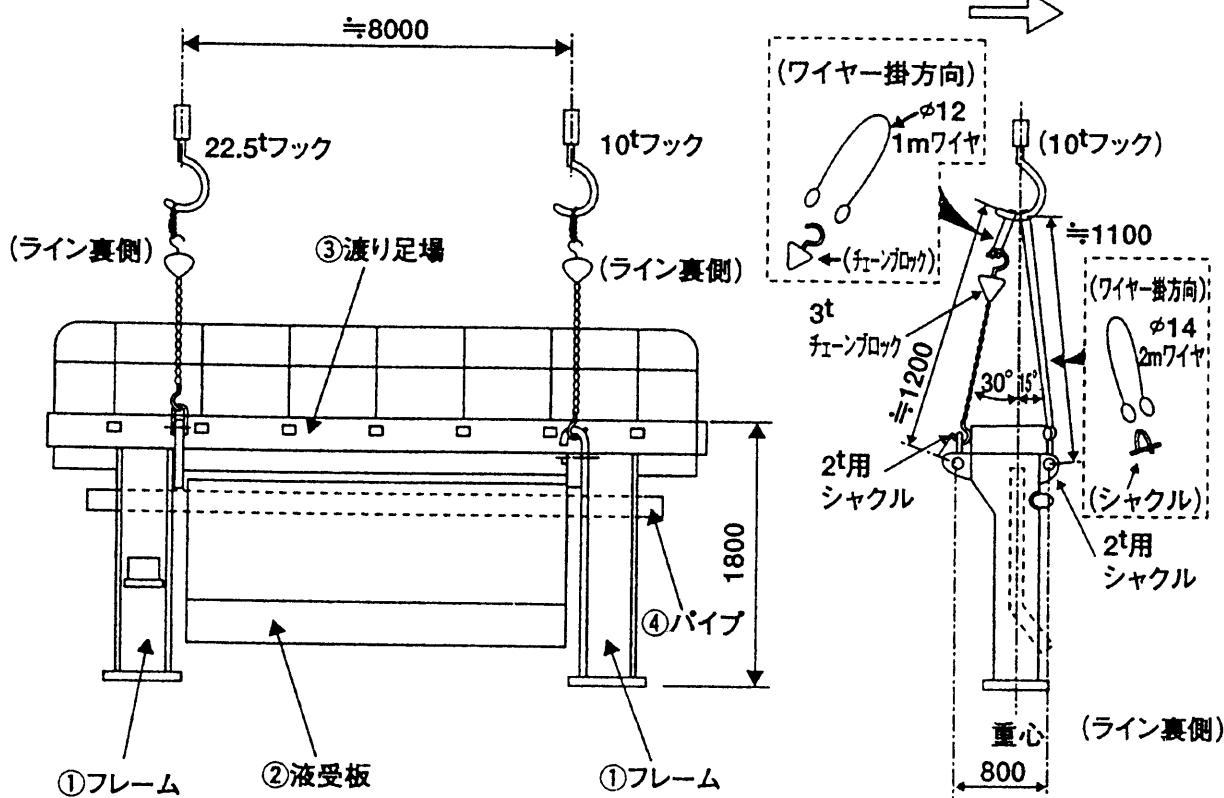


図1 吊り作業の状態（正面および右側侧面図）

(22.5t および10t)を用い、それぞれで3t チェーンブロック系（半掛けのΦ12玉掛けロープでフックと接続）と半掛けのΦ14玉掛けロープだけの系との2点、合計4点で、図1に示すような奥行きの小さい5.1tの油圧プレスフレームを吊って移動中、新品の長さ1mのΦ12ロープが破断し、続いて長さ2mのΦ14ロープが破断して荷が落下した。

2.1.2 ロープの損傷状態と破壊原因

破断したΦ12玉掛けロープは中央部で5本のストランドが破断し、残り1本は破断せず片方のアイから抜けていた。この部分の素線破断がいずれも延性的であることからロープ破断は事故時の負荷で生じたと判断される。

破断の原因の一つはロープが異常に短いため端末アイの編み込み止端部に非常に近い(4.5cm)位置にフックが掛けられ、この玉掛けロープの強度が著しく低かったことと推定される。

またこの場合の玉掛け方法では、右側のチェーンブロックを締めたとき右側の荷重の殆どがチェーンブロック系に集中して1点支持状態になり、さらに、左側に対し右側を1m以上高く吊り

上げたことによって、右側のΦ12ロープの荷重負担がさらに大きくなつた(荷の重さの1/2を超えていた)ことがもう一つの原因と推測される。

2.1.3 防止対策

本件のような緊張具を用いた玉掛けでは偏荷重が生じ易いこと、ロープの使用法の不適切さいずれも指摘されれば容易に理解できるが、見落とされる可能性が高い要因と思われる。類似の玉掛け作業を行う場合には、この種の危険性に十分注意していただきたい。

なお、本件の鉄工所ではこれら因子を配慮して、専用の玉掛け用具を使用し、今のところ問題は発生していない。

2.2 事例II：ゴンドラ落下事故

2.2.1 事故の概要

9階建てのビルの屋上から吊り下げたゴンドラで窓ガラス清掃作業中、ゴンドラを吊った2本のワイヤロープ（以下吊りロープ）が突然破断し、作業者2名がゴンドラと共に約15m下のアスファルト歩道上に落下し、2名とも死亡した。

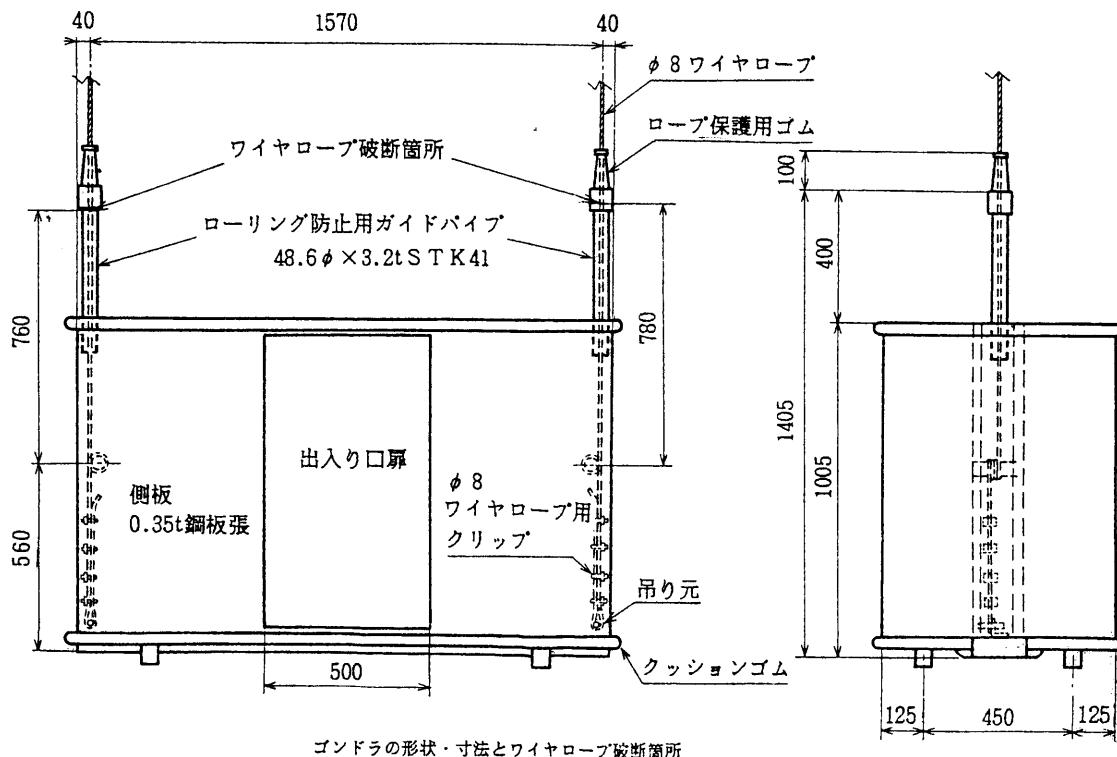


図2 ゴンドラの形状および寸法

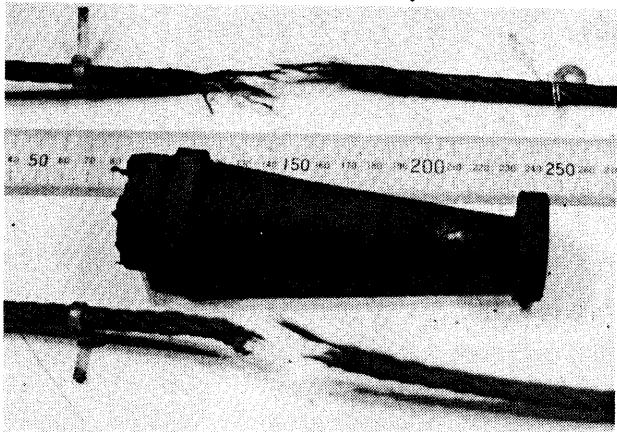


写真1 ワイヤロープ破断状況およびワイヤロープ保護用のゴムパイプ

図2にゴンドラの構造を示す。吊りロープは、左右側壁のガイドパイプを通してアイをピン留めしており、ガイドパイプの上端には写真1に示す様なロープ保護用のゴムパイプがはめ込まれている。破断したロープは2本ともΦ8の6×37構成普通より裸種であり、更新後5年3ヶ月間使用されていた。

2.2.2 ロープ損傷状態と破断原因

本件の場合、破断部は左右のロープいずれも局

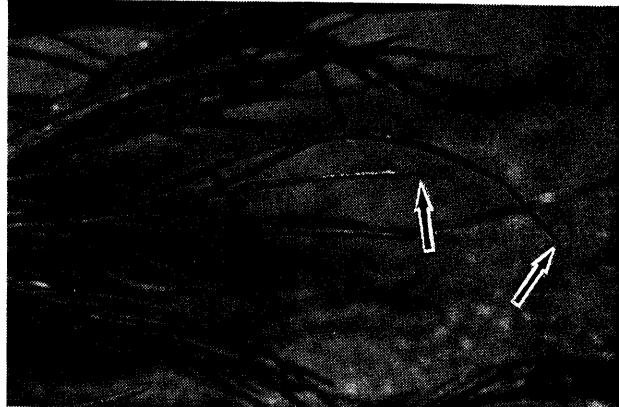


写真2 ストランド外層素線の腐食断線状態

部的に顕著な赤錆を生じ、殆どの素線の先端は写真2に示すように腐食によって細くなってしまっており、この部分が非常に強度の低い状態になっていたことが破断の直接原因である。このような激しい腐食状態は、破断位置が2本とも保護ゴムパイプの中に相当し、雨水の集まり易く乾燥し難い箇所であるのに、この部分の点検がなされていなかった（関係者の証言）ためと判断される。

2.2.3 防止対策

かなり整った点検マニュアルがあったにも拘わらず、この部分が保守・点検の対象となていなかった。マニュアルは便利ではあるが一旦作成されると、盲点があってもなかなか気づきにくい。いろいろな立場・観点から適宜見直しを行って危険因子を発見し排除する工夫・心掛けが重要である。

2.3 事例III：ジブ起伏ワイヤロープの破断事故

2.3.1 事故の概要

橋脚建設工事現場において、50トンクレーンの補巻きフックを用いてH型鋼4本の移動吊り降し作業を行っていたところ、突然ジブ起伏ワイヤロープが破断してジブが倒壊し、地上で同クレーン誘導中の作業員を直撃し即死させた。

破断したワイヤロープはIWRC 6×Fi (29), Φ14で、使用期間はクレーンと同じ1年4ヶ月である。図3は事故時の負荷状態を示す。吊り荷の重量は3.8t(許容荷重5.8t)であった。ジブを旋回して荷を降ろそうとした運転・作業の状態には問題はないとの判断された。

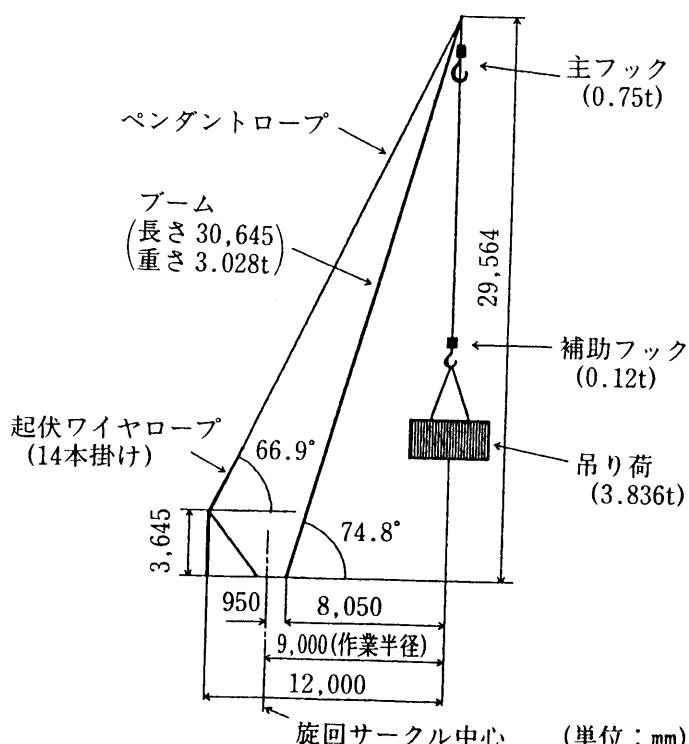


図3 事故クレーンの負荷状態と寸法

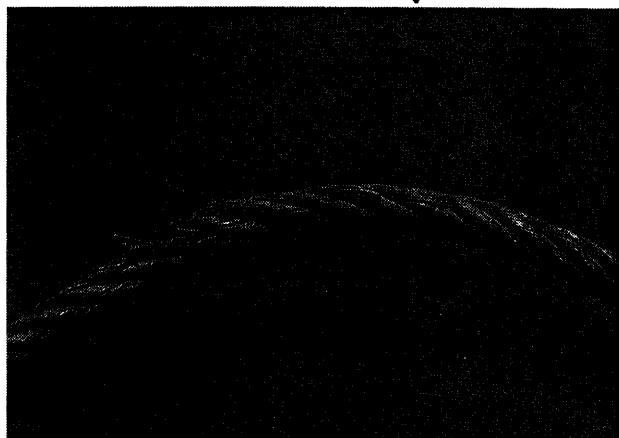


写真3 局部的損傷状態

2.3.2 ロープの破断・損傷状態

本件ワイヤロープ破断部では、両破断端の突き合わせによると破断部で約60cmに渡り5本のストランドと心ロープが脱落し、この部分の強度が著しく低下していた。

一方、素線断線については、固定側、ドラム側いずれにおいても写真3に示すように顕著な摩耗を伴うストランド素線の断線の集中した局部損傷部が観察された。それらの部分からロープ1ピッチを切り出して、内部を含めた全体の断線状態の分布を調べた結果を図4に示す。

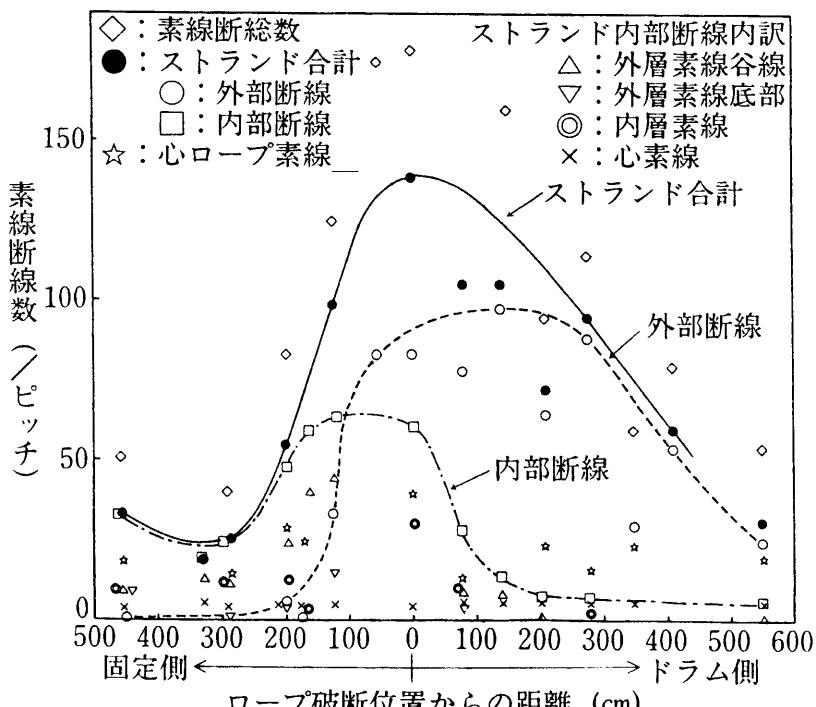


図4 いろいろな位置での素線断線の分布

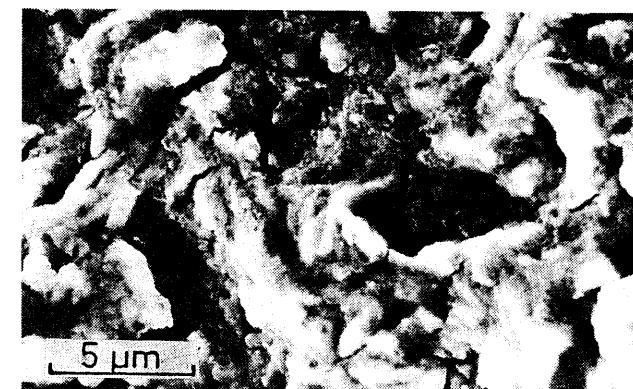


写真4 横断面型破面の走査電顕写真

位置別には、ロープ破断部からドラム側1ないし2mあたりでの外部断線が最も顕著である。しかし、破断箇所では、外部断線はそこよりかなり少ない代りに内部断線（ストランドの谷部、底部等での断線）が同程度に生じ、総断線数は最大で廃棄基準を大きく超えている。

素線の破断は疲労で生じた横断面型が主で、静的破断により生じたと思われるせん断型もわずかに観察された。写真4には疲労破面の走査型電顕写真の例を示す。

2.3.3 起伏ワイヤロープの強度

事故時の作業状態から起伏ロープの張力を計算すると0.83tfである。これに対し、破断時には、素線断線のうち新鮮なせん断破面をもつ素線だけが荷重を支持したと仮定して求めたロープ強度は約1.43tとなる。この両者に実際的な条件を加味したロープ強度は約1.2t程度（称破断荷重14.2tの1割）であったと推定される。

2.3.4 結論

本件は、起伏ロープ破断部の素線の多くが、摩耗および疲労によって外部だけでなく内部でも断線し、その部分の強度が健全状態の10分の1の程度にまで低下していたために生じた。このような激しい損傷状態の原因としては、点検不良やロープ油補給の怠りなど保守・管理の不良と内部損傷の大きな役

技術情報

割が挙げられる。

なお、本件の事故の問題点と対策については次項を参照されたい。

3. IWRCワイヤロープの内部損傷について

3.1 内部損傷と問題点

上記の事例IIIを含む約10件の事故調査の結果、移動ロープとして使用されたIWRCワイヤロープの破断は、多くの場合内部断線損傷を伴うことが確認され、この種のロープには内部損傷が発生し易い特性があると推測された。

しかし事故の場合には実際の使用条件についての確実な情報が得られないで、その推測の正否確認のため、2種のIWRCワイヤロープについて幅広い条件にて曲げ疲労試験を実施し、損傷状態を詳細に検討した。その結果、この種のワイヤロープがジブ起伏や巻上げ用のような移動ロープ（動索）として使用される場合には外部に先行して内部（底部および谷部）に断線を生じる内部損傷先行特性のあることが明確となった。

ところが、従来のワイヤロープの検査では、このような損傷特性をはっきり認識しておらず、実際に内部損傷の検出が不可能な目視による外観観察を主体に実施されている。安全確保の最後の砦としての検査法として不十分としか言いようがない。事例IIIもやはりこのような状況を本質的原因として生じたものと判断される。

3.2 類似災害の防止対策について

その様な状況を根本的に打開する簡便でしかも確実な単独の検査法は今のところ見当たらない。したがって、当面は以下のよう既存の次善的あるいは応急的な方法をうまく利用することを考えざるを得ない。

- (1) ロープ内部の直接観察
- (2) 断線の許容基準を厳しくする方法
- (3) ロープ使用期間を短縮する方法
- (4) 従来型の損傷検出装置の採用
- (5) ロープ径の測定による方法

しかし、これらはいずれも実用性あるいは有効

性において欠点があり、単独で内部損傷に対応できる検査方法として採用できそうもない。また(3)の対策は検査法についての対策ではないことに注意が必要である。

このような状況を改善する方法として最近次の二つの手法が提案されている。かなり有効と思われる所以積極的な採用をお奨めする。

(6) 簡易点検マニュアル

ワイヤロープ関係者の検討結果として日本クレーン協会から提案されている実際的な検査法である（同協会で頒布、労働省監修）。これは、第一段階として、素線断線を含む各種の損傷に対して従来より厳しくした許容基準（損傷基準は写真例で分かり易くしている）での外観検査を採用し、その基準を越えたものは廃棄するか、第二段階のより信頼性の高い手法に判断を委ねる方法である。

(7) 簡易型電磁探傷式ロープテスター

最近、国内において大幅に小型軽量化され使い易くしかも性能的にも向上した（山部断線、谷部断線はほぼ完全、底部断線もかなりの確率で検出可）電磁探傷装置が開発されている。今後は可能な限りこの種の合理的手法を採用して頂きたい。

勿論、(6)の手法の第一段階から(7)を援用すればより効率的、かつ合理的な検査法となると思われる。

4. おわりに

クレーン用ワイヤロープの破断による災害の事例を紹介し、その再発防止対策について述べた。系統的な話にはならなかったが、このような事例を詳細に検討することによって、直接的原因だけでなくその背景となる因子までの推測が、したがってまたより幅広い見地からのより有効な対策の構築が可能になると思われる。

クレーン関係者、とくに保守・管理にあたる方々が、クレーン作業の安全化を進める場合に、本稿で述べたようなやや特殊な事故状況やワイヤロープの損傷特性を認識し、同種災害の防止に役立てていただければ幸いである。