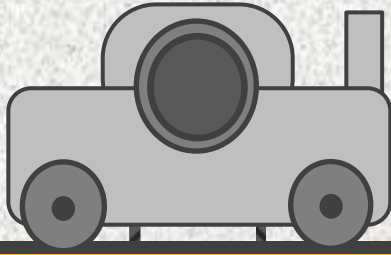


クレーンの安全管理を見直そう！



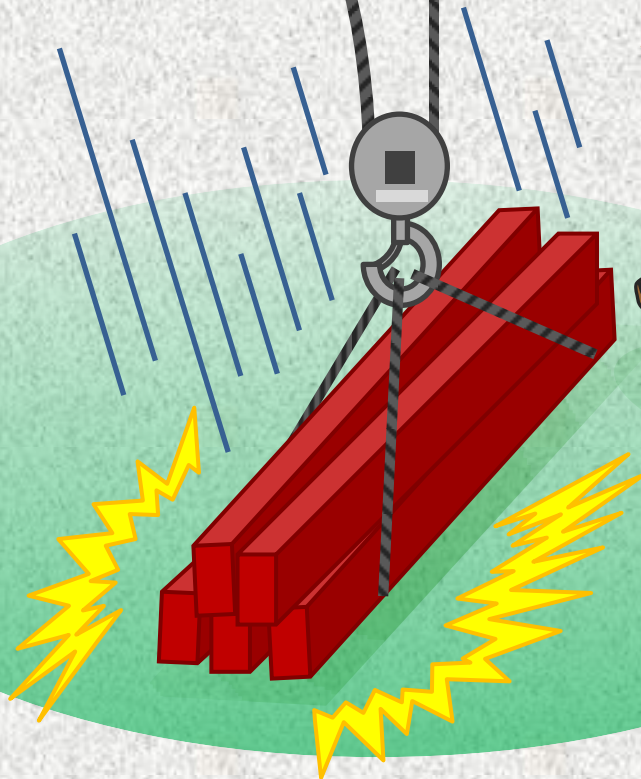
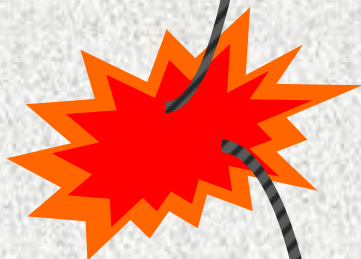
安

全



第

一



滋賀労働局 各労働基準監督署

クレーン、ワイヤーロープ等の管理を適切に！

クレーンは製造業を中心に産業界で広く使用されておりますが、適切に管理、使用しなければ非常に危険性が高い機械でもあります。平成25年には全国で「クレーン等（天井クレーン、ジブクレーン、トラッククレーン等）」に起因する休業災害が1828件、死亡災害が40件発生しております。「一般動力機械（木工機械、金属加工用機械等を除く各種産業用機械）」に起因する労働災害（休業災害6264件、死亡災害37件）と比較すると、休業災害の件数は少ないものの、死亡災害の件数は上回っています。

また、滋賀県内では、近年、クレーンの巻上用ワイヤーロープ、リンクチェーン（吊りチェーン）が破断し、吊上げていた荷が落下するという事故が連続して発生するという憂慮すべき状況にあります。

クレーンを安全に使用するためには、日頃から適切な管理を行い、クレーン各部やワイヤーロープ等の性能を維持する必要がありますので、以下の事項を参考に、クレーンの安全管理の見直しを行っていただき、クレーンによる災害、事故の防止に努めていただきますようお願いいたします。

1 ワイヤーロープ等の破断事件事例

●事例1（平成22年11月発生）

製品をトラックに積み込む作業中にクレーンの巻上用ワイヤーロープが破断したものの。クレーンでの作業を終えた運転者が、クレーンのフックを作業者の顔等に接触しない高さまで巻上げ、操作用ペンダントスイッチの「上（巻上）」ボタンから指を離れたがクレーンの巻上動作が停止せず、また、巻上げられたフックが巻過防止装置（過巻防止装置とも呼ばれる）に接触しても装置が作動しなかったため、過巻状態が発生し、過巻による過負荷にワイヤーロープが耐えられず破断したものの。

事故発生原因は、事故発生前の月次自主検査において操作回路中の「電磁接触器」の交換が行われていたが、本来、200V用電磁接触器を取り付けるべきところ、100V用の物が取り付けられていたため、過電流により、接点に焼付きが生じ、接点導通を解除できない状態に陥ったこと。また、巻過防止装置が操作回路にしか作用せず、動作回路に直接作用する構造になっていなかったことも事故原因であった。

電磁接触器は作動により劣化するため、メーカーが設定する使用限界等を踏まえ、交換を適切に実施する必要がある。交換の際には、回路の電圧に合致した電磁接触器を正しく選択する必要がある。

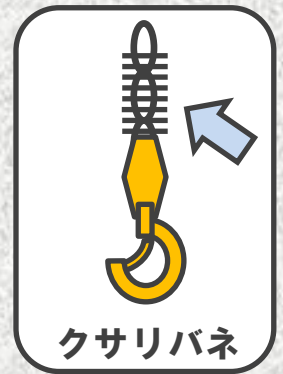
●事例2（平成26年2月発生）

材料を装置に投入する作業中にクレーンの巻上用リンクチェーンが破断したものの。粉末状の材料の入ったフレキシブルコンテナをクレーンで吊上げ、装置上方まで移動させ、コンテナ下部を開放する方法により投入作業が行われていたが、コンテナ内部に残留した材料を全て投入するためには、作業者がコンテナを手で掴んで揺る必要があった。運転者はコンテナを揺すり易い位置であるクレーンの巻上限界まで巻上げ、フック上部の「クサリバネ」が巻過防止装置のレバーを押し上げた直後、リンクチェーンが破断し、フッ

ク及び吊上げていたコンテナが落下したもの。

コンテナを揺らす作業の度に、クレーンが巻上限界まで巻上げられ、頻繁に巻過防止装置が作動していたため、巻過防止装置のレバーと接触するクサリバネが塑性変形し、長さが短くなっていた。これにより、巻過防止装置が作動する際の衝撃（ごく短時間発生する過巻状態）をバネが吸収できず、繰り返し想定を超えた負荷がリンクチェーンにかかっていたことが事故発生原因であった。

巻過防止装置は非常停止装置であり、日常的に作動されることを前提としていないため、作動させない方法で作業を行うこと。また、クサリバネに定められた交換基準に基づいた管理を行う必要がある。



●事例3 (平成26年11月発生)

製造する製品の種類を変更するため、装置の内部に残留した材料を除去する作業において、クレーンの巻上用リンクチェーンが破断したもの。装置は粘性のある物質を材料として加工を行うものであるが、製造する製品の種類を変更する際には装置内部を完全に空にする必要があった。作業者は、装置の蓋部分の固定を解除し、クレーンで吊上げ、装置上部を開放しようと地切りを行った直後、リンクチェーンが破断したもの。

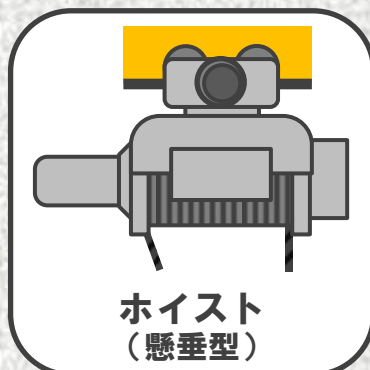
事故発生原因として、装置内部に粘性物質が存在し、装置本体と蓋の間に粘着力を発生させていたことで定格荷重を超える負荷がリンクチェーンにかかったため、リンクチェーンの疲労、強度減少が想定より早く進行したこと。また、粘着力の強さ及びリンクチェーンへの負荷がどの程度であるかが把握されていなかったことも事故発生原因であった。

クレーンに定格荷重を超える負荷をかけることは禁止されており、吊荷の重量以外の力が生じている場合は、負荷の程度を把握する必要がある。また、長期間、同一揚程で使用すると負荷が特定のリンクに集中するため、適切な頻度と方法で点検を行うこと。

2 クレーンとは

「クレーン」は労働安全衛生法上「**荷を動力を用いて吊上げ、これを水平に運搬することを目的とする機械装置**」と定義されており、以下の様な機械がクレーンに該当する。人力で巻上げを行うチェーンブロックはクレーンに該当しない。

また、トラッククレーン、クローラークレーン等は「移動式クレーン」に分類されるものであり、このリーフレットの安全対策等の対象としていない。



3 クレーンに関する労働安全衛生法上の規制

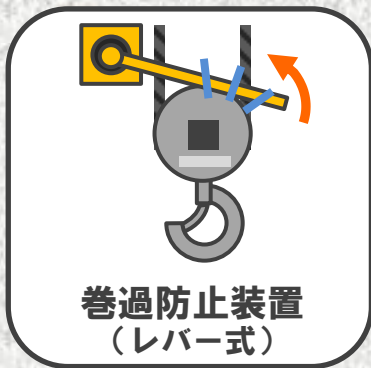
クレーンの設置及びその後の使用にあたっては、労働安全衛生法（クレーン等安全規則〔以下「クレーン則」という。〕〕による以下の様な規制が存在するため、これらは確実に実施する必要がある（吊上荷重が0.5 t 未満のクレーンについては規制が適用されないが、事故防止のためには、定期自主検査等を実施することが望ましい）。

	吊上荷重3 t 以上のクレーン	吊上荷重0.5 t 以上3 t 未満のクレーン
製造時の規制、構造要件	<ul style="list-style-type: none"> ・ 製造許可 (クレーン則第3条) ・ クレーン構造規格 	<ul style="list-style-type: none"> ・ クレーン構造規格
設置時の手続き、検査	<ul style="list-style-type: none"> ・ 設置届 (クレーン則第5条) ・ 落成検査 (クレーン則第6条) ・ 検査証の交付 (クレーン則第9条) 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 設置報告 (クレーン則第11条) ・ 荷重試験(自主検査) (クレーン則第12条)
年次検査	<ul style="list-style-type: none"> ・ 年次自主検査(毎年) (クレーン則第34条) ・ 性能検査(2年ごと) (クレーン則第40条) 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 年次自主検査(毎年) (クレーン則第34条)
月次検査	<ul style="list-style-type: none"> ・ 月次自主検査(毎月) (クレーン則第35条) 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 月次自主検査(毎月) (クレーン則第35条)
使用前の点検	<ul style="list-style-type: none"> ・ 作業開始前点検 (クレーン則第36条) 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 作業開始前点検 (クレーン則第36条)
改造、補修時の手続き、検査	<ul style="list-style-type: none"> ・ 変更届 (クレーン則第44条) ・ 変更検査 (クレーン則第45条) 	<p>手続きなし</p>
使用の休止、廃止の手続き	<ul style="list-style-type: none"> ・ 休止報告 (クレーン則第48条) ・ 使用再開検査 (クレーン則第49条) ・ 廃止報告 (クレーン則第52条) 	<p>手続きなし</p>

4 クレーンの安全装置

クレーン構造規格では、クレーンに以下の安全装置を装備することが求められている。設置後は安全装置の性能が発揮されているか把握に努め、故障等が発生した際には直ちに補修を行う必要がある。

- 巻過防止装置
- フック外れ止め装置
- 警報装置（ブザー）
- 過負荷防止装置（ジブクレーン等の定格荷重が変化するクレーンに限る）
- 走行、横行レール端部ストッパー
- アンカー（屋外に設置されたクレーンに限る）



5 クレーンの運転に必要な資格

クレーン運転作業、玉掛作業を行うためには、以下の資格が必要であり、資格を持たない者による作業は禁止されている。

●クレーン運転作業

- クレーン、デリック運転士免許（全てのクレーンを運転可能）
- クレーン運転技能講習（吊上荷重5 t以上のクレーンは床上操作式に限る）
- クレーン運転特別教育（吊上荷重5 t未満のクレーンに限る）

●玉掛作業

- 玉掛技能講習（クレーンの吊上荷重を問わず玉掛作業が可能）
- 玉掛特別教育（吊上荷重1 t未満のクレーンに限り玉掛作業が可能）



6 ワイヤロープ等が破断する原因

クレーンの巻上用ワイヤロープやリンクチェーンが破断する主な原因は、**経年使用による強度の低下**である。ワイヤロープ等は、吊荷の荷重を受けること、ドラム、シーブによる曲げを受けることや摩耗、腐食等により細部に損傷、疲労が生じるが、それらを繰り返し受けることで強度の低下が進行し、荷重による負荷に耐えられなくなった時点で破断が発生する。ワイヤロープ等の強度の低下は急激に進むこともあるが、強度の低下を示す兆候が確認できる場合も多いため、「7 ワイヤロープ等の破断事故防止対策」に沿った管理を実施し、交換時期を適切に見極めることが重要である。

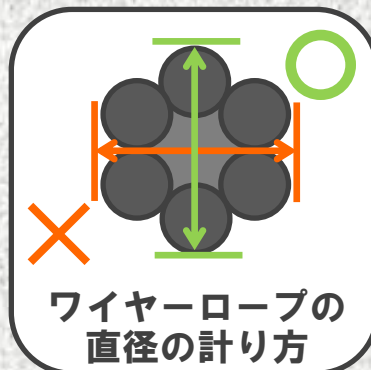
その他、事例1、2、3の様に、**電気回路や過巻防止装置の異常による事故、定格荷重を超える負荷が生じたことによる事故**等のワイヤロープ等の強度低下に起因しない事故も発生しているため、電気系統や安全装置の管理や、吊上げ対象物の重量の把握も適切に実施する必要がある。

7 ワイヤロープ等の破断事故防止対策

●使用できないワイヤロープ等

ワイヤロープ等には**使用禁止基準**が定められており、以下のいずれかに該当する物は使用することができない。(クレーン構造規格第54、55条)

- 1ピッチの間において10%以上素線切れしたワイヤロープ
- 直径が公称径から7%を超えて減少したワイヤロープ
- 著しい型崩れ、腐食やキンクしたワイヤロープ
- 製造時から5%を超えて長さが伸びたリンクチェーン(5リンクで比較)
- 製造時から10%を超えてリンク断面の直径が減少したリンクチェーン
- リンクに亀裂が生じたリンクチェーン



●ワイヤロープ等の交換時期

ワイヤロープ等が上記の状態になると、強度が大幅に低下し、定格荷重以下の荷重にも耐えられず、破断する危険性が高まるため、ワイヤロープ等の状態を確実に把握し、使用不可能な状態になる前の段階で交換を行うことが重要である。

また、ワイヤロープ等は、メーカーが定める使用限界や余寿命推定式等により、おおよその交換時期が算出できるため、クレーンごとに**交換時期の**

目安を設定し、交換時期に差し掛かっているワイヤーロープ等については、特に念入りに点検を行い、破損等を見逃さないようにする。

ワイヤーロープ等の使用限界を設定するための根拠としては、以下の様なものがある。

- リンクチェーンの限界使用回数

吊上げる荷重に対する使用限界回数として、メーカーによりホイスト、リンクチェーン等の種類毎に設定されているもの（例：通常吊上げる荷重が定格荷重の100%の場合5000回、75%の場合10000回、50%の場合30000回の使用が可能）。

メーカー、ホイスト等の種類によっては設定されておらず、単純にリンクの径が〇〇mm以下の場合には交換が必要であることが記載されているものもある。

- ワイヤーロープの余寿命推定式

ワイヤーロープは、荷重を受けた状態でドラム、シーブによる曲げを繰り返し受けることで損傷、疲労が進行すると考えられ、ワイヤーロープの余寿命は一般に以下の式により求めることができる。（クレーン用ワイヤーロープ破断事故防止対策研究会編集「現場安全担当者のためのやさしいワイヤーロープ管理」より）

$$N_1 = C_1 \times C_2 \times C_3 \times C_4 \times (D/d)^3 / (\sigma_b/F)^{1.5}$$

$$N_2 = n \times C_m$$

$$W = N_1 / N_2$$

N_1 = 繰り返し曲げを受けることができる回数

（新品状態から10%の素線が切れるまでの回数）

N_2 = 1日あたりのシーブ通過回数

W = ワイヤーロープ使用限界日数

C_1 = ロープの構造、構成による係数（以下に一部を記載）

6×Fi (29) : 1.4×10^3

6×Fi (25) : 0.9×10^3

6×WS (31) : 1.5×10^3

IWRC6×Fi (29) : 1.22×10^3

C_2 = シーブ等の溝の形状による係数

$r < 0.54d$: 0.3

$0.54d \leq r < 0.57d$: 1.0

$0.57d \leq r < 0.70d$: 0.7

$0.70d \leq r$: 0.5

d = ワイヤーロープの直径

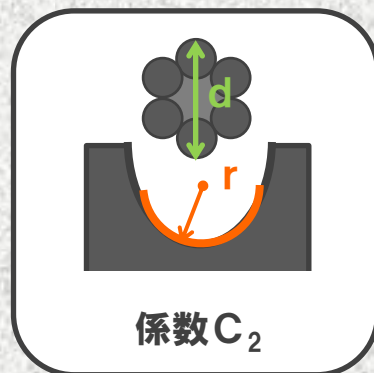
r = シーブの溝の底部の半円形部分の半径

C_3 = 給油状態による係数

屋内で給油が適切 : 1.0

屋外で給油が適切 : 0.8

高温環境下で給油が適切 : 0.8



C_4 = フリートアングルによる係数

1.5° 以下 : 1.0

1.5° から2.5° : 0.9

2.5° から3.5° : 0.7

3.5° から4.0° : 0.6

D = シーブ、ドラムの直径【mm】

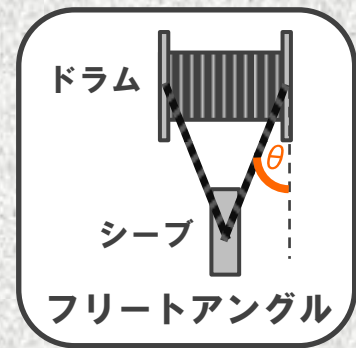
d = ワイヤロープの直径【mm】

σ_b = ワイヤロープの素線の引張強さ【kgf/mm²】

F = クレーンの安全率

n = 1 作業においてワイヤロープ上をシーブが通過する回数

C_m = 1 日にクレーン作業を行う回数



● 定期自主検査等の際に注意すべき事項

クレーンの定期自主検査等の際には、ワイヤロープ、リンクチェーンが使用禁止基準に該当しないかを確実に確認するとともに、損傷、疲労の兆候を見逃さないため、以下の事項に注意する。

- 年次自主検査、月次自主検査を実施する際には、クレーンのメーカーが作成し、ユーザーに配布している検査表を入手し、その点検項目に沿って自主検査を行うこと。
- 余寿命推定式が示すとおり、ワイヤロープは頻繁にシーブ、ドラムが通過する箇所に損傷、劣化が集中する。特に、エコライザシーブの周辺箇所で損傷が進行しやすい傾向にあること。
- ワイヤロープの特定の面だけが摩耗していく場合があるため（片減り摩耗）、ワイヤロープの径を測定する際は2方向から測定する。
- シーブの溝内に傷等の凹凸が存在する場合、ワイヤロープの素線を損傷させる可能性があること。また、シーブがスムーズに回転しない場合も、摩擦によりワイヤロープを損傷させる可能性があること。
- ワイヤロープ表面にグリスの目詰まりが発生している場合や、ワイヤロープ表面が赤く変色している場合は、ワイヤロープ内のグリスが減少し、補給が必要であることが考えられること。（グリスがなくなると素線切れを起こしやすくなる。）
- 点検時には、軍手等を着用した上でワイヤロープを触り、素線切れ等による引っ掛かりがないか確認すること。
- ドラムへの乱巻きが頻繁に発生する場合、ワイヤロープの疲労が進行している可能性が考えられること。
- リンクチェーンは長期間の使用により、リンク長が延伸し、リンクの断面積が小さく、径が細くなるため、点検時にはリンクの寸法の計測を行い、疲労の進行状況を把握すること。特に、長期間、同一揚程で繰り返し使用する場合は、特定のリンクに負荷が集中するため、念入りに点検を行うこと。
- もつれ、ねじれや、傷が発生しているリンクチェーンは交換すること。

- 事件事例1の様に、電気系統に使用されている電磁接触器やリレーが劣化することで事故原因になることがある。これらにも使用限界回数が設定されているため、交換時期の目安を定めておくこと。
- 事件事例2の様に、リンクチェーンを使用する電動ホイストの中には、巻過防止装置作動時の衝撃をクサリバネで吸収しているものがあるため、クサリバネの長さを管理し、塑性変形により短くなったものは交換すること。また、巻過防止装置等の安全装置は、あくまで非常用の装置であるため、頻繁な作動により故障する危険性が考えられること。
- 損傷等によりワイヤーロープ等を交換する場合は、その損傷が何に起因するものかを検討する。クレーン本体に異常がある場合は、ワイヤーロープ等を交換しても直ぐに同様の損傷が発生する可能性があること。

● クレーン使用にあたって注意すべき事項

クレーンの使用方法が不適切である場合、ワイヤーロープ等の寿命が短くなるが、ワイヤーロープ等を長く、安全に使用するためには、日常の使用等において以下の事項に注意する。

- 吊上げる荷の重量を正確に把握し、定格荷重を超えるの荷の吊上げを絶対に行わないこと。事件事例3の様に、荷以外の要素により結果的に定格荷重を超える負荷が生じることがあるため、機械設備の一部のみを吊上げる場合等、吊上げる部分と機械本体との縁が切れているか、結合力が存在しないかを確認すること。
- クレーンの巻上、巻下の動作を行う際、シーブ等から異音が発生していないか注意すること。ワイヤーロープの場合はその箇所に素線切れ等の損傷の発生が考えられ、リンクチェーンの場合はシーブとの噛み合わせが適切でなく、シーブがリンクを傷つけていることが考えられる。
- クレーンの巻上、巻下動作の終了時には衝撃荷重が発生するため、急激な逆転操作や、過度なインチングは行わないこと。また、吊上げている荷が崩れることでも衝撃荷重が発生するため、玉掛作業の際には荷の固定を確実に行うこと。
- 斜め上方向に吊上げることで荷の重量以上の張力がワイヤーロープ等に生じることとなるため、荷は真上方向に吊上げること。
- 多量の粉じんが存在する環境下でのクレーンの使用は、粉じんによる摩擦の影響のため、ワイヤーロープ等の寿命が短くなる。ワイヤーロープに付着した粉じんを定期的に除去し、清潔な状態を維持する。
- 屋外を走行するクレーンは、ワイヤーロープ内部への雨水の侵入、グリス流出を防止するため、使用終了後は屋根の下に停車しておくこと。

8 ワイヤーロープ等が破断する事故が発生した場合

クレーンのワイヤーロープやリンクチェーンが破断する事故が発生した場合は、事故報告書（様式第22号）を所轄の労働基準監督署に提出しなければならない。（労働安全衛生規則第96条）

安全衛生に関する主な制度

厚生労働省HP

http://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/koyou_roudou/roudoukijun/anken/index.html

滋賀県内の安全衛生関係情報、災害統計等

滋賀労働局HP

<http://shiga-roudoukyoku.jsite.mhlw.go.jp/>

リーフレットの内容についてのお問い合わせ先

滋賀労働局健康安全課 (TEL:077-522-6650)

大津労働基準監督署 (TEL:077-522-6641)

彦根労働基準監督署 (TEL:0749-22-0654)

東近江労働基準監督署 (TEL:0748-22-0394)