

災害調査報告書

天井クレーンの巻上用ワイヤロープの 破断災害

(要約版)

労働安全衛生総合研究所

要旨

本災害は、天井クレーンの巻き上げ用ワイヤロープの破断により発生した。ワイヤロープはソケット加工されている末端部で破断しており、素線の半数近くが疲労破壊していることが、破断面の観察により明らかとなった。疲労破壊を生じた原因は、斜め引きまたは荷振れなどによって巻き上げ用ワイヤロープが鉛直方向から振れると、ソケット加工の付け根に大きな曲げ応力が作用する。これが繰り返されたことによって、ワイヤロープの素線が疲労破壊したためと考えられる。

1. 災害概要

天井クレーンにおいて、巻き上げ用ワイヤロープが荷を吊り上げた際に、ワイヤロープが末端部から切断した。ワイヤロープ末端は、図 1-1 のように鉛でソケット加工が施された状態で横行装置底板上に固定されており、図に示した位置から破断していた。

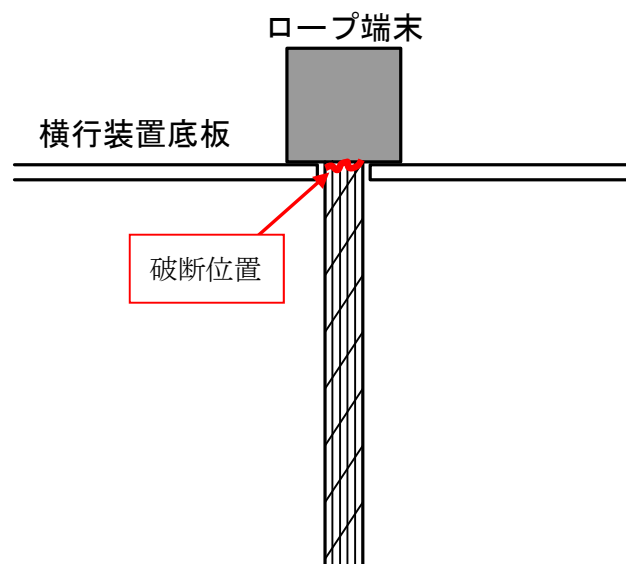


図 1-1 事故機のワイヤロープ末端固定方法と破断位置

巻き上げ用ワイヤロープとして使用されていたのは、直径 12.5mm の 6×Fi(29)である。当該事業場が過去に実施した月例点検では、巻上用ワイヤロープに特段の問題は見られなかった。

2. ワイヤロープ破断面のマクロ観察

破断したワイヤロープの破断面について調査を実施した。破壊機構は、使用状況から判断して、疲労破壊あるいは延性破壊が考えられる。仮に素線の破断面が疲労破壊の様相を示していれば、素線には事故以前からき裂が入っており、き裂の入った素線はワイヤロープの強度には寄与していなかったと言える。すなわち、ワイヤロープの強度は事故以前から低下していたことになる。また、素線が延性破壊の様相を示していれば、その素線は事故の時に切れた素線である。すなわち、ワイヤロープは過負荷により破断したことになる。

ここで、素線が疲労破壊により破断した例を図 2-1 に示す。

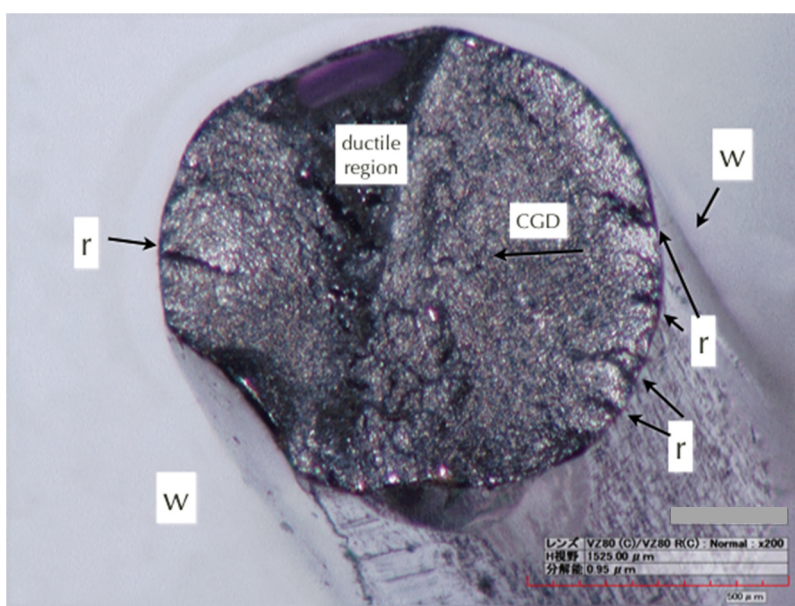


図 2-1 素線が疲労破壊したときの破断面の一例

図 2-1 中の”w”は摩耗により素線の径が減少した領域である。”r”はラチェットマーク（もしくはステップ）と呼ばれる模様で、疲労き裂の発生箇所を示す模様である。”ductile region”は最終破断部と呼ばれる領域であり、完全に破断する直前まで破断せずに残っていた領域である。したがって、図 2-1 の破断面は左右より疲労き裂が発生し、進展した後、中央部にある最終破断部が残り破断に至ったと推定される。

次に、素線が延性破壊により破断した例を図 2-2 に示す。延性破壊の場合は、図 2-1 の疲労破壊とは異なり、“カップアンドコーン型”の破断面となる。カップアンドコーン型の破断面とは、典型例を図 2-2 の左に示すが、カップ（凹）の形状をしている破断面のことであり、相手方（共役破断面）はカップの反対のコーン（凸）の形状である。素線が延性破壊したときの例を図 2-2 の右に示すが、同様の形状をしている。

図 2-1 と図 2-2 を比較すると、破断面の様相は疲労破壊と延性破壊で大きく異なることから、

当該ワイヤロープの破断面について、フィラー線を除く素線ごとに疲労もしくは延性破壊の同定を行った。

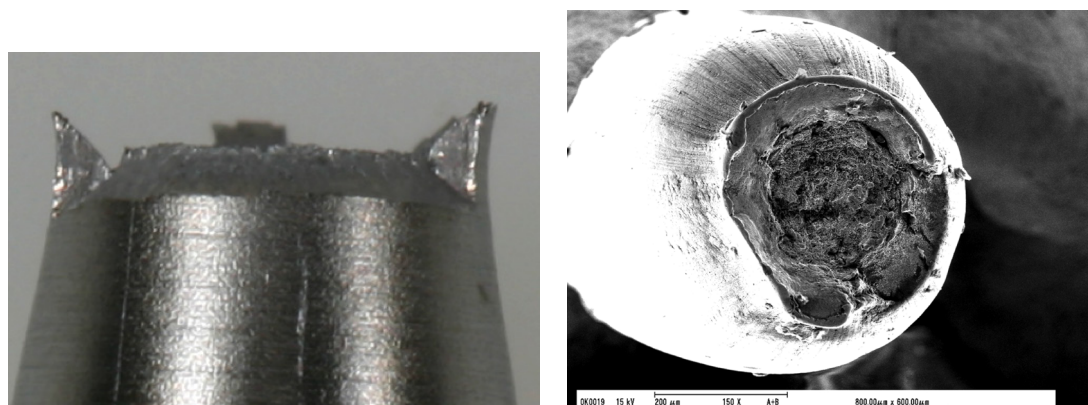


図 2-2 左：カップアンドコーン型破断面の例 右：素線が延性破壊したときの破断面の例

破断したワイヤロープの外観を図 2-3 に示す。



図 2-3 破断したワイヤロープの外観

次に、図 2-4 に破断面と破壊機構を同定した結果の一例を示す。破壊機構が不明な素線もあるが、疲労破壊をしている素線が存在している。これらの結果から、当該ワイヤロープは事故以前から素線が疲労破壊しており、強度が十分でなかったといえる。クレーン構造規格第 54 条では、ワイヤロープの廃棄基準として、一よりで素線の 10%以上が破断した場合は交換が定められている^①。全素線を調査することはできなかったが、他のサンプルも含め全調査素線数 68 本中、33 本（49%）が疲労により破壊していたことから、当該ワイヤロープは事故以前に廃棄に相当するワイヤロープであったと推定される。

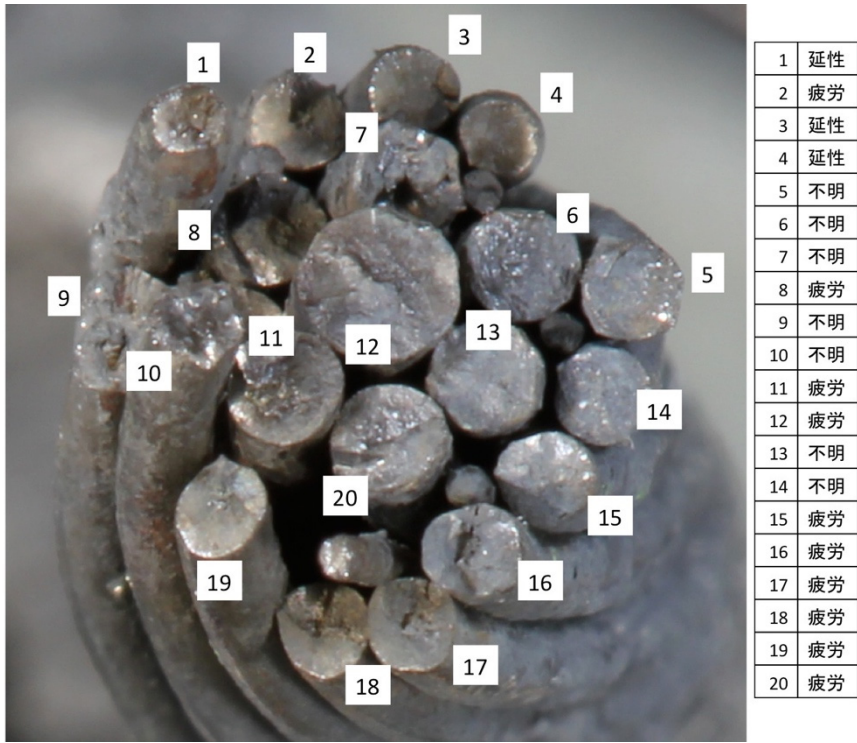


図 2-4 スtrand破断面の様相と破壊機構同定結果

3. 破断原因の推定

巻き上げ用ワイヤロープは横行装置の底板に図 1-1 のように固定されており、このような固定方法では、図 3-1 に示すように、斜め引きはもちろんのこと、荷振れによって巻き上げ用ワイヤロープに角度が生じると、ワイヤロープのソケット加工との境界に大きな曲げ応力が作用する。これが繰り返されたことによって、ワイヤロープの素線は疲労破壊したと考えられる。

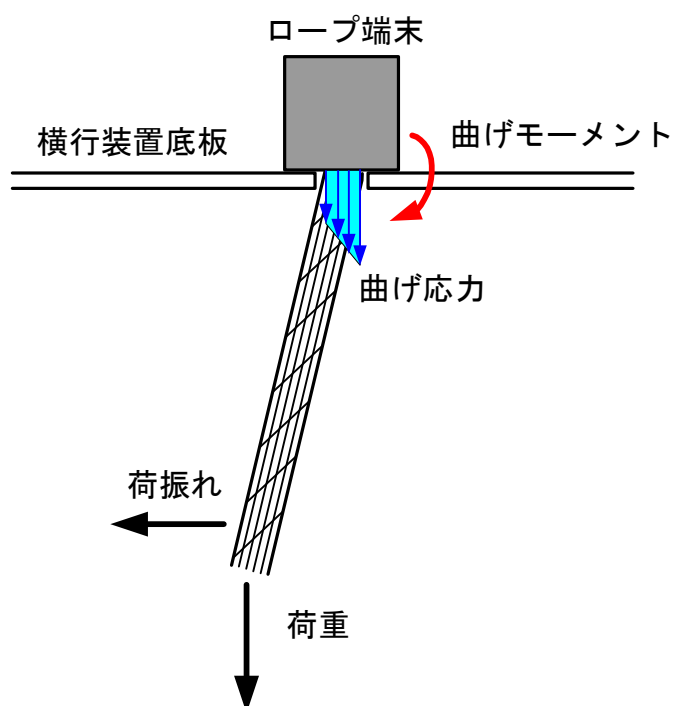


図 3-1 荷振れ時にワイヤロープとソケット加工との境界に作用する曲げ応力

4. 再発防止策

再発を防止するために、以下の対策が挙げられる。

(1) ワイヤロープ 種別の変更

本件は金属疲労を原因としたワイヤロープの断線が原因であることから、例えば耐疲労特性に優れたウォリントンシール形ワイヤロープに変更すれば、疲労破壊が生じにくくなる。

(2) 定期検査時における重点的な断線状況の検査

本件災害で破断した箇所のようにワイヤロープに曲げ応力が作用する箇所においては、今後は年次点検の時などに重点的に素線の断線状況を確認することが望ましい。