

災害調査報告書

ジブクレーン上部旋回体の倒壊災害

(要約版)

労働安全衛生総合研究所

1. 災害の概要

機械工場において、塔型ジブクレーンで荷をつり上げ、走行・旋回したところ、上部旋回体と下部走行体を結合している旋回ベアリング取付けボルトが破損し、上部旋回体が落下するという災害が発生した。破損した旋回ベアリング取付けボルトを調査することによって、災害原因を明らかにした。

2. 災害発生現場の調査結果

図1に災害が発生した塔型ジブクレーンの外観を示す。このクレーンは災害発生時点で製造から数十年経過したいわゆる経年機であった。災害発生現場の現地調査を行ったところ、上部旋回体が下部走行体から完全に分離し、地面に落下していた。両者が分離した場所は旋回ベアリングをボルトで下部走行体へ取付けしている部分であった。そこで、旋回ベアリングと下部走行体の旋回ベアリング取付け部の外観検査を行ったが、いずれも異常は見られなかった。一方、旋回ベアリングと下部走行体の旋回ベアリング取付け部を接続しているボルト（旋回ベアリング取付けボルト）は破断するか、ねじ山がせん断破壊してナットが抜けており、全てのボルトに損傷が見られた。以上から、上部旋回体の落下は旋回ベアリング取付けボルトの破損が原因であることが明らかになったため、次に旋回ベアリング取付けボルトの破損部を詳細に調査した。

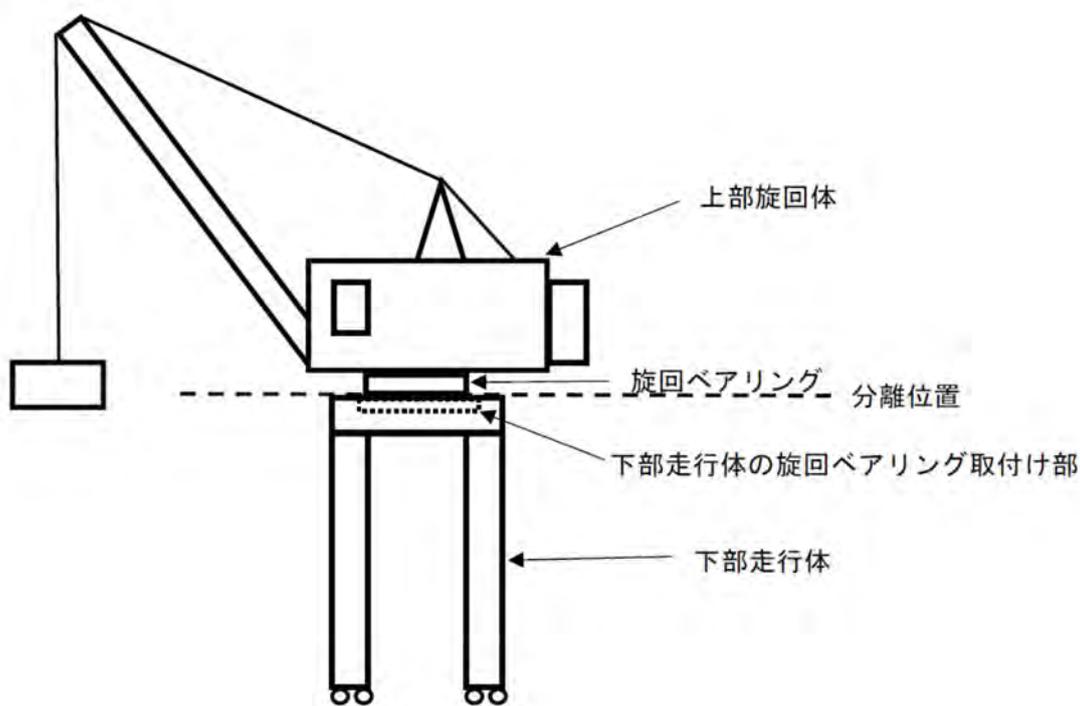


図1 災害が発生した塔型ジブクレーンの外観

3. 破損したボルトの調査

旋回ベアリング取付けボルトの破損部を肉眼及び走査型電子顕微鏡 (SEM) で観察することにより、ボルトの破損形態は大きく以下の3種類に分類できることがわかった。

(1) 主として疲労破壊で破断

ボルトの軸方向に繰返し荷重が負荷されることによってき裂が発生・進展し、最終的に破断に至るような破損形態であり、破断面の一例を写真 1 に示す。破断面の湾曲した線はビーチマークと呼ばれ、疲労き裂が進展する際に生じる疲労破壊に特徴的な模様である。き裂は表面からビーチマークに直交する方向に進展し、残存部分の強度が負荷荷重に耐えられなくなると、急速に分離破断する。

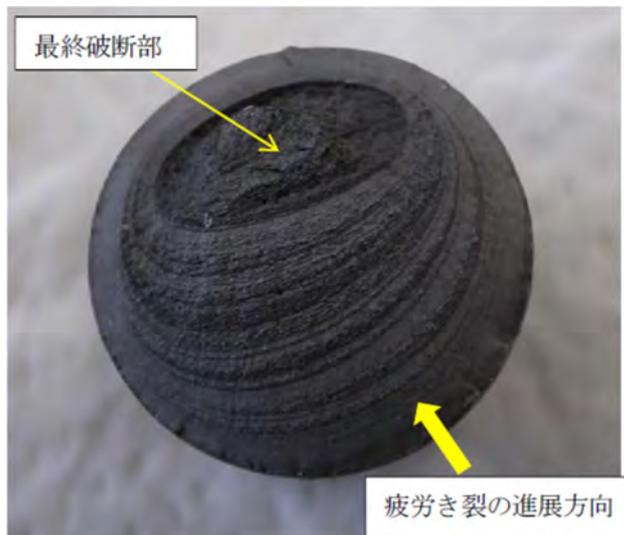


写真 1 主として疲労破壊で破断したボルト破断面の一例

(2) 主として延性破壊で破断

ボルトの軸方向に 1 回の大きな荷重が負荷されることにより、ボルトの軸が塑性変形を伴って分離破断するような破損形態であり、破断面の一例を写真 2 に示す。破断面は斜めで、引きちぎられたようになっているのが特徴的である。



写真 2 主として延性破壊で破断したボルト破断面の一例

(3)ナット抜け

ボルトの軸方向に1回の大きな荷重が負荷されることにより、ねじ山が塑性変形もしくはせん断破壊することによって、ナットが負荷荷重に耐えられなくなって抜けてしまう破損形態。写真3 にナット抜けが観察されたボルトねじ山の例を示す。



写真3 ナット抜けしたボルトねじ部の一例

破損のあった旋回ベアリング取付けボルトのうち、全体の1/4以上が主として疲労破壊で破断しており、残りは主として延性破壊で破断したか、ナット抜けしたものであった。

4. 災害発生の過程と原因の推定

4. 1 災害発生過程の推定

災害が発生したクレーンは経年機であり、破損のあった旋回ベアリング取付けボルトのうち、全体の1/4以上が主として疲労破壊で破断していたことから、本件災害は以下の過程を経て発生したものと推定される。

- ① 荷のつり上げに伴う繰返し荷重で旋回ベアリング取付けボルト全体の1/4を超えるボルトに疲労き裂が発生・進展し、災害発生の直前には既に破断するか破断直前の状況にあった。
- ② 災害発生時の荷のつり上げ作業によって、疲労き裂が進展していたものの破断には至っていなかった旋回ベアリング取付けボルトが最終破断した。
- ③ 前項の破断によって、疲労損傷のなかった旋回ベアリング取付けボルトだけでは荷重を支えきれなくなり、これらのボルトが延性破断するか、ナット抜けすることによって、上部旋回体が下部走行体から落下した。

4. 2 災害発生原因の推定

当該クレーンは製造から災害発生までに数十年経過しているため、疲労損傷が発生しやすい状況にあったといえる。このような経年機に対しては、定期検査において疲労損傷の発生しやすい箇所（ボルト締結部や溶接部など）を特に念入りに検査し、必要に応じて損傷箇所の補修や部材の交換を行う必要がある。しかし、当該事業所では旋回ベアリング取付けボルトの定期点検が不十分であり、疲労損傷の発生に気づいていなかったことが本件災害発生の主たる原因と推定される。

5. 再発防止対策

本件災害のように、クレーンや建設機械の旋回ベアリング取付けボルトが疲労破壊する災害は従来から数多く発生している¹⁾。同種の災害を防止するためには定期的に旋回ベアリング取付けボルトの点検を行うことが必要である。

具体的には、クレーンの定期自主検査（月例・年次）では、旋回ベアリング取付けボルトに緩み、伸び、折損、脱落等の異常がないかを点検する。その際、ボルトに緩みがあった場合は規定トルクで増し締めする。また、伸び、折損、脱落が1本でも発見された場合は、当該ボルトだけではなく、全てのボルトを新品に交換する。

なお、近年、外観目視検査が困難なボルトに発生した疲労き裂の検査にフェーズドアレイ超音波探傷法を適用することが試みられており²⁾、今後の発展が期待される。

参考文献

- 1) 例えば、橋内良雄，金属疲労(4)－移動式クレーン及び建設機械の疲労損傷－，クレーン，第41巻9号，2003，pp.4-12.
- 2) 例えば，大谷康史・吉本和美，橋梁における取付けボルトに対する超音波探傷検査の有効性，土木学会第69回年次学術講演会概要集，I-166, 2014，pp.331-332.