

災害調査報告書

作業用仮設通路の落下災害

(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、仮設通路を設置して作業員が通行していたところ、通路の先端部分のフックを固定しているボルトが破断したことにより、作業員が通路本体とともに落下するという災害が発生した。破断した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 に災害が発生した作業用仮設通路の概略図を示す。この作業用仮設通路は工場内の掘割状の低所に置かれた大型機械製品上部に作業員が直接アクセスするために、図 2 で示すようにして使用するものであり、先端には対象物に引っ掛けるためのフック 2 本が通路本体の両側面に取り付けられている。そして、対象物の高さに応じてフックの角度が調節できるようにするため、フックは片面につき回転中心ボルトと角度調節用ボルトの 2 本ずつ、合計 4 本のボルトで固定する構造になっている。なお、この作業用仮設通路は新たに製作し、災害発生時に初めて使用したものである。

災害発生現場の現地調査を行ったところ、フックが通路本体から完全に分離しており、フック固定用ボルトが 4 本すべて破断していた。一方、通路本体及びフックには大きな損傷はないことから、作業用仮設通路本体の落下は先端のフック取付け用ボルトの破断が原因であることが明らかになった。そこで、次にフック固定用ボルトの破断部を詳細に調査した。

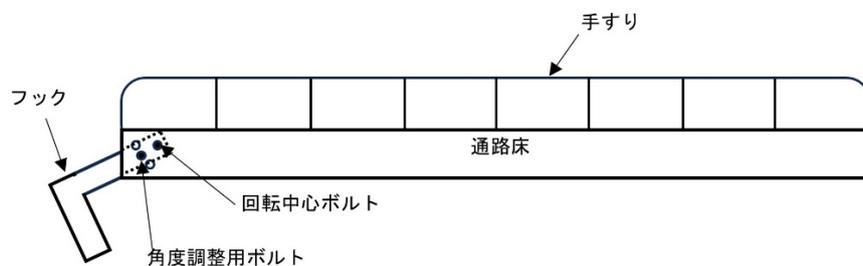


図 1 災害が発生した作業用仮設通路の外観

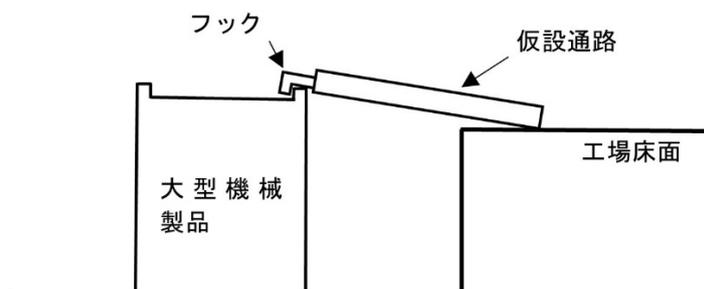


図 2 作業用仮設通路の設置イメージ

3. 破断したボルトの調査

3. 1 ボルト破断面の調査

写真 1 に 4 本のフック取付けボルト頭部のマクロ破断面を示すが、いずれも同じような様相を呈している。うち、1 本の破断面を拡大したものを写真 2 に示す。破断面の右下端部に平坦な部分があり、それ以外の部分は凹凸があって筋状の模様がついている。これはせん断破面に特徴的な様相であり、写真 2 では右下部から矢印の方向にせん断破壊が進行したと考えられる。



写真 1 4本のフック固定用ボルト頭部の破断面

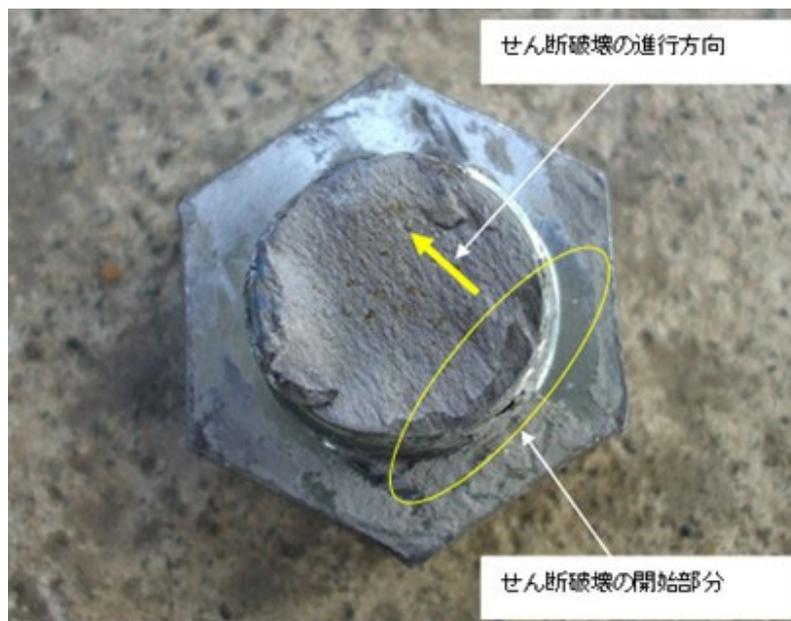


写真 2 フック固定用ボルト頭部破断面の拡大写真

3. 2 ボルト材料の化学成分分析と引張試験

フック取付け用ボルトに材料上の問題がなかったかを調べるために、ボルト材料の化学成分分析と引張試験を実施した。

その結果、破断したボルト材料の化学成分は、JIS B 1051 (2000)「炭素鋼及び合金鋼製締結用部品の機械的性質 - 第1部:ボルト、ねじ及び植込みボルト」¹⁾の規定に矛盾しておらず、機械的性質にも異常は見られなかった。なお、使用されていたボルトは強度区分4.8の一般的な低強度ボルトであった。

4. 災害発生原因の推定

災害が発生した作業用仮設通路は新たに製作したもので腐食などの劣化はなく、破断したボルトには材料上の問題はなかったにも関わらず、フック取付けボルトが全てせん断破壊で破断していた。

そこで、フック取付け部の構造とボルトの破断位置、事故後のフック及び通路本体のフック取付け部等を調査したところ、以下の事実が判明した。

- ・ ボルト破断面は4本ともフックと通路本体のフック取付け部との境界に一致する。
- ・ フックのボルト穴は当初円形であったはずであるが、事故後には写真3に示すように2個とも変形しており、ボルトがボルト穴に強い力で押しつけられたと考えられる。同様な変形が通路本体のフック取付け部のボルト穴にも見られる。
- ・ フックとフック取付け部が接していた面のボルト穴近傍には擦れたような傷跡が見られる(写真3参照)。



写真3 フックのボルト穴近傍の様子

ボルト締付け力が適正で、フックとフック取付け部の接合面に十分な摩擦力が作用する場合には、作業用仮設通路の上を作業員が歩行してもフックとフック取付け部にずれは生じないため、ボルトにはせん断力が負荷されることはない。しかし、災害発生後のフック取付け部とボルトには前述のような事象が確認されていることから、災害が発生した作業用仮設通路のフック取付け部においては、ボルト締付け力が不十分なために、図3に示すような支圧接合²⁾状態となり、支圧力によって4本のボルトがせん断破壊したものと推定される。一般に、本件仮設通路のフック取付け部に使用されていたような低強度ボルトでは、摩擦接合に必要な高い軸力を得ることは困難である。

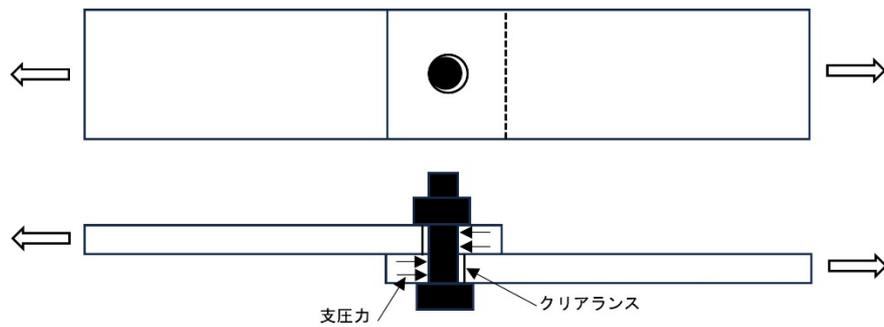


図 3 支圧接合の概念図

5. 再発防止対策

- (1) 本件仮設通路のフック取付け部のようにボルトの破断が重大な災害をもたらす恐れのある接合部では、高力ボルトによる摩擦接合継手にするなどして、ボルトにせん断力が負荷されるような構造は避ける。
- (2) ボルトにせん断力が負荷されるような構造を取らざるを得ない場合には、せん断破壊に対して十分大きな安全率を取る。
- (3) 新規に構造物を製作した際には、使用前に実際の使用条件よりも厳しい条件で載荷試験を行い、安全性を確認する。

参考文献

- 1) JIS B 1051 : 2010, 炭素鋼及び合金鋼製締結用部品の機械的性質.
- 2) 例えば, 日本鋼構造協会接合小委員会編, 鋼構造接合資料集成, 第 5 章 性的荷重を受ける支圧接合部, 1977, pp.447-548.