

### 腐食環境の鋼鉄道橋に用いられた高力ボルトの残存軸力調査

JR 西日本 正会員 ○坂田 鷹起  
JR 西日本 正会員 木村 元哉

#### 1. はじめに

腐食環境下で使用されている高力ボルトにおいて、ボルト頭部およびナットの腐食減耗が進行する場合があります。ボルト頭部やナットが減耗した場合、ボルト軸力の低下ひいてはボルト接合強度の低下が懸念されるが、実供用下で腐食が進行したボルトにおける腐食量・重量と残存軸力の関係を調べた例は少ない。

本稿では、実橋において腐食が進行した高力ボルトを採取し、その軸力を測定しボルト頭部・ナットの腐食量との関係を整理したので報告する。

#### 2. 調査内容

##### 2.1 試験体概要

対象橋梁は 1986 年に架設された下路プレートガーダーで、海岸線から約 20m の位置に架設されている。写真-1 に試験体採取位置を示す。試験体は主桁・端横桁連結部と縦桁・端横桁連結部に使用された高力ボルト F10TM22 である。



(a) 主桁・端横桁連結部 (b) 縦桁・端横桁連結部  
写真-1 試験体採取位置

##### 2.2 腐食性状の分類

試験体は 24 本で腐食性状の違いによる比較ができるようにボルト頭部のみ減肉したものや、ナット部のみ減肉したものなどバランスよく採取した。

採取したボルトの表面のさびをケレンハンマおよびワイヤブラシにより除去を行った後、除錆剤による化学的な除去を行った。腐食性状ごとに分類したものを写真-2 に示す。

	健全	ナット部腐食	ボルト頭部腐食	全体的に腐食	ナット著しい腐食
ボルト頭部					
ナット					

写真-2 腐食性状による分類

##### 2.3 残存軸力および腐食量・重量の測定方法

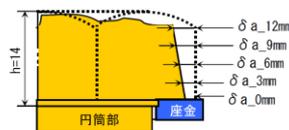
調査の手順は、残存軸力の測定後、ボルト頭部およびナットの腐食量・重量の順で行った。

###### (1) 残存軸力の測定

残存軸力の測定には、ボルト頭部中央に 2 軸ひずみゲージを貼り付ける方法を用いた。実橋においてナット緩開前後の頭部ひずみをそれぞれ計測した後、軸力解放前の測定ひずみ値に相当する軸力を引張試験機で負荷し、そのときの荷重を読み取ることにより、供用中の軸力を推定した。

###### (2) 腐食形状の測定

腐食形状の計測位置は、既往の研究<sup>1)</sup>を参考にし、座金面からボルトは高さ 3mm ピッチ、ナットは 4mm ピッチで計測し各断面平均減肉量を算出した後、全体の平均減肉量を求めた。



$$\delta_{a\_ave} = \frac{\delta_{a\_0mm\_ave} + \dots + \delta_{a\_12mm\_ave}}{5}$$

図-1 にボルト頭部の腐食減肉量の測定例を示す。

図-1 腐食減肉量の測定例 (ボルト頭部)

キーワード 高力ボルト, 腐食, 残存軸力, 鉄道橋

連絡先 〒532-0011 大阪府大阪市淀川区西中島 5-4-20 JR 西日本 構造技術室 TEL 06-6305-3442

(3) 重量測定

ナットについてはナット単体の重量を測定し、ボルト頭部についてはボルト軸つけ根のR加工の端である首下2.1mm位置(写真-3)にて切断して重量を測定した。



写真-3 ボルト頭部の重量測定試

3. 調査結果

ボルトの軸力残存率とボルト頭部およびナットの総重量との関係を図-2に示す。軸力残存率はボルト軸力を標準軸力205kNで除したものであり、重量減少率は新規のM22高力ボルトのボルト頭部とナットの合計重量を基準とした採取ボルトの重量減少率である。図-2から重量が減少するにつれて軸力残存率も減少する傾向が見られる。

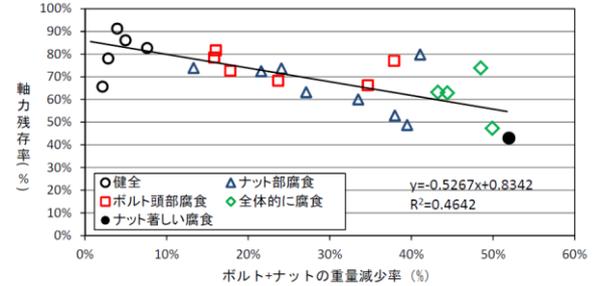


図-2 軸力残存率と重量減少率

表-1 軸力残存率と重量との相関係数

	軸力残存率	ナット重量	ボルト重量
軸力残存率	1		
ナット重量	0.648	1	
ボルト重量	0.267	0.014	1

ボルト頭部重量とナット重量とが軸力残存率に与える影響を比較するため、それぞれの相関係数を算出した。表-1に示すとおり、軸力残存率とナット重量との相関が高く、軸力残存率とボルト頭部重量との相関が低いことが分かる。そこで図-3と図-4にナットとボルト頭部の重量減少率と軸力残存率の関係をそれぞれ示した。なお、図-3中( )で示した供試体は重量減少率が非常に大きいにも関わらず、軸力残存率が突出して大きい。参考のためこのデータを無視して相関係数を算出するとR<sup>2</sup>=0.5961となり、高い相関を示す。

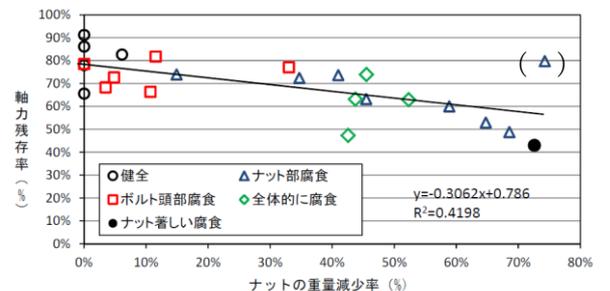


図-3 軸力残存率とナット重量減少率

一方、今回採取したナットの部位毎の腐食減肉量の分布を図-5に示す。ナット部ではδa\_0mmの腐食減肉量が小さく、座金から離れるにつれて腐食減肉量が大きくなる傾向がある。文献1)によると、ナットの座金に近い部分の腐食減肉が軸力減少に大きく影響するとされており、座金近くの腐食減肉量が大きなボルトであれば、ナット重量の減少につれて軸力残存率はさらに大きく低下する可能性がある。

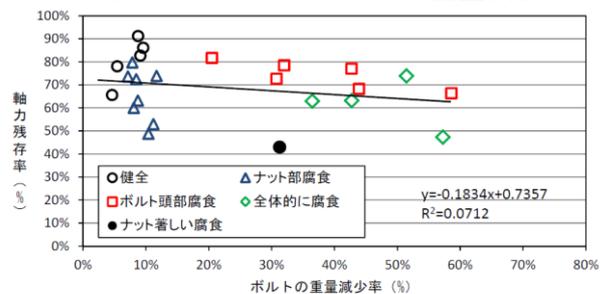


図-4 軸力残存率とボルトの重量減少率

4. まとめ

腐食環境に架設されている橋梁から腐食量の異なる高力ボルトを採取し、残存軸力を計測した結果、以下の結論を得た。

- ・ボルト頭部とナットの合計重量が減少するにつれて、軸力残存率も低下する。
- ・軸力残存率とボルト頭部重量およびナット重量の相関をみると、軸力残存率とナット重量の相関が高い。

5. おわりに

今回の調査の結果、ボルト残存軸力とナット重量とは高い相関を示し、文献1)と同様の傾向を示した。ナットの腐食形状によっては軸力残存率がさらに低下する可能性があるため、今後は様々な腐食形状のボルトを採取し、検討を進める。

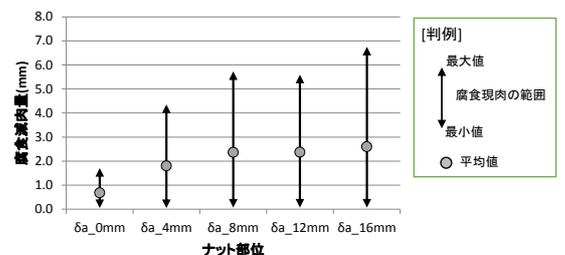


図-5 ナット部位毎の腐食減肉量分布

参考文献

1) 下里他：腐食劣化した高力ボルトの残存軸力評価に関する研究，構造工学論文集 Vol. 59A(2013年3月)