

腐食劣化した高力ボルトの残存軸力評価

中央コンサルタンツ（株）正会員 ○村田 侑史 正会員 加藤 肇
正会員 片山 真 正会員 竹内 慎

1. はじめに

本稿は、山間部に架かる河川橋において、腐食劣化した添接ボルトの残存軸力評価を行ったものである。

対象橋梁は橋長 69m、全幅員 11m～12m、耐候性鋼材仕様の単純鋼箱桁橋である。竣工は平成 10 年であり、竣工後 24 年が経過していた。

2. 添接ボルトの腐食状況

腐食が生じていたのは、G1 桁の下フランジ、下フランジの添接板、および添接ボルトである（図-1）。添接ボルトにおいては、腐食によりボルト頭部の径、厚さの減少が見られた（図-2）。下フランジおよび添接板には、層状剥離が生じていた。

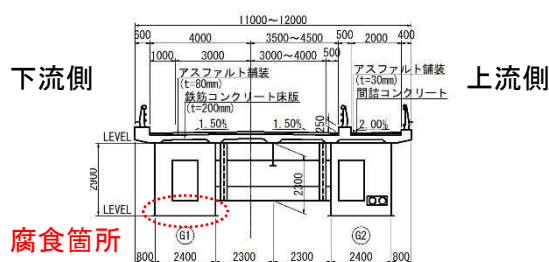


図-1 本橋における腐食箇所

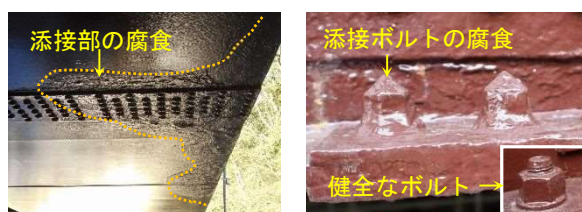


図-2 添接部の腐食

（左図：下面、右図：下流側の添接ボルト）

腐食の原因は、スラブドレーンの排水管の脱落に伴う水かかりであり、排水管の改良および桁端部の塗装が実施済みであった。

3. 腐食状況を踏まえた添接ボルトの評価

一般的に添接ボルトの機能低下の様態としては、下記 2 点が挙げられる。

1) 塗膜の劣化および発錆腐食

2) 遅れ破壊によるボルトの緩みおよび脱落

1) について、本橋では既に腐食にともなう断面欠損を生じているため、添接ボルトの摩擦接合機能が低下していないかを評価する必要があった。既往の研究¹⁾によれば、ボルト頭部やナットの減肉とそれに伴う塑性変形により、ボルト締付け軸力が低下することが報告されている。

そこで、添接ボルトの全数についてボルトの頭部およびナットの減肉量を計測するとともに、添接ボルトの残存軸力を直接測定し、これらの結果を用いて添接ボルトの摩擦接合機能を評価した。

なお本橋においては、F13T、F11T ではなくトルシア高力ボルト S10TW が使用されていたため、2) 遅れ破壊については考慮しないこととした。

4. 添接ボルトの詳細調査

4.1 調査方法

添接ボルトの頭部とナットの減肉量は、ノギスにより計測した。

添接ボルトの残存軸力については、ナット部の超音波透過量を測定する方法²⁾により測定した。本方法は、ナットの側面に送信・受信センサを対向して取付け、締付け力の強弱により超音波の透過量が異なることを利用して軸力を測定するものである。

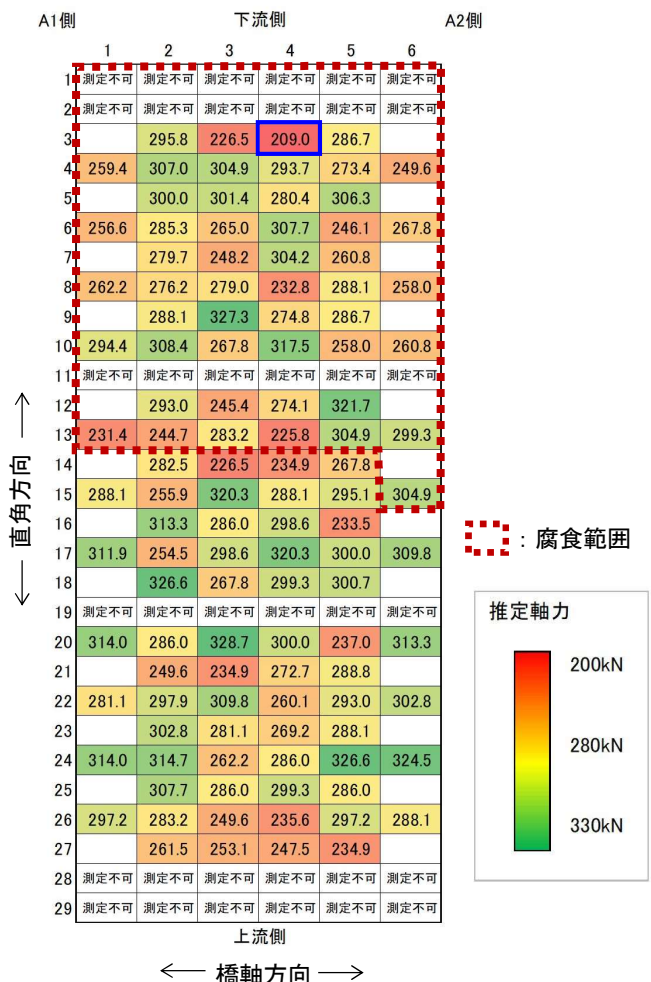
4.2 調査結果

(1) 添接ボルトの残存軸力

残存軸力を計測した結果を図-3 に示す。図は添接板の平面図を示しており、ボルトの配列と各々のボルト軸力の計測値を示している。

S10TW の締付けボルト軸力の平均値は 212～249kN であると推定される²⁾。計測の結果、全ボルト軸力の平均値は 280.6kN であり、1 本を除いてすべてのボルトの残存軸力は、竣工当時の軸力（212～249kN）の範囲内か、それ以上であった。

なお、図-3 の”測定不可”は、ウェブまたは縦リブが支障となり軸力計測ができなかったボルトである。



□ : 計測値が竣工時の軸力未満であったボルト
 図-3 軸力計測の結果

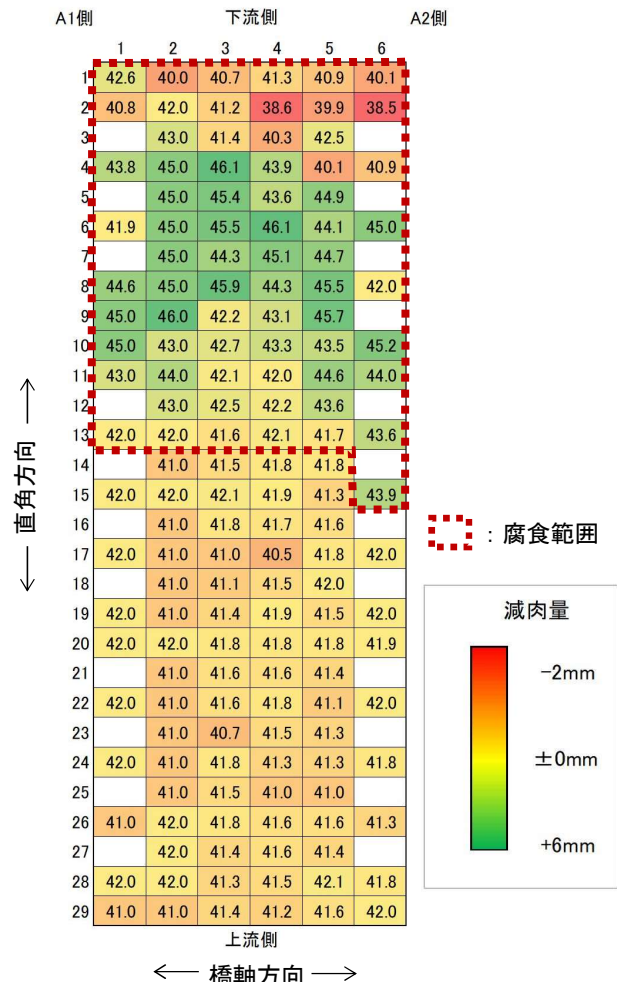


図-4 ボルト頭部径の計測結果

(2) 添接ボルトの頭部,ナットの減肉量

ノグスにより減肉量を計測した結果,ナットにおいて最も大きい減肉量は 11.3mm (ナット径 36mm→24.7mm) であった.また,ボルト頭部においては,最も大きい減肉量は 1.5mm (頭部径 40mm→38.5mm) であった.

ボルト頭部径の計測結果を図-4 に示す.なお,S10TW の頭部径は 40mm である.ただし,添接板は塗装されていたため,ボルトには 1mm~2mm 程度の塗膜があった.径が 42mm 以上のボルトは,腐食による膨張によるものである.

(3) 残存軸力と減肉量の関係

今回の調査では,残存軸力と減肉量に相関は見られなかった.計測で得られた軸力は,腐食の範囲に関わらずばらついており,竣工当時の軸力の最小値である 212kN に満たないボルトは 1 本のみであった.このボルトの軸力は 209kN であり頭部とナットの減肉量は,1.7mm であった.

5. まとめ

今回行った軸力計測では,1 本を除くすべてのボルトの軸力が竣工時の締付け軸力の範囲内であった.したがって,ボルトに腐食が認められても,見た目にして軸力の低下はない場合もあると考えられる.ただし,竣工時の軸力は不明であり,今回得られた軸力が腐食により低下したかは不明である.竣工時の軸力が規定値より高く,腐食により低下した結果,今回計測した軸力に至った可能性もある.軸力が低下する原因や腐食による軸力の低下割合等については,今後さらなる研究が望まれるところである.

参考文献

- 1) 下里哲弘,田井政行,有住康則,矢吹哲哉,長嶺由智 : 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,pp.725-735,2013.土木学会
- 2) 鋼構造シリーズ 15:高力ボルト摩擦接合継手設計・施工・維持管理指針(案),土木学会.