

腐食劣化した高力ボルト摩擦接合継手の残存軸力評価に関する実験研究

構造研究室 065330G 成瀬俊介

1 研究の背景及び目的

我が国の橋梁の多くは高度経済成長期に建設され、既に供用から40年～50年を経過し、老朽化は加速的に進行している。そのような状況の中、2009年7月沖縄で劣化した鋼桁橋が崩壊に至り、鋼橋の腐食劣化に対する適切且つ実用的な耐久性能評価の確立が急務となっている。本研究では、写真1に示す崩落橋から回収した腐食高力ボルト摩擦接合継手の残存軸力評価を目的とした実験を行った。

2 実験方法

表1に試験体パラメータを示し、以下に各実験方法を示す。

2.1 ひずみゲージ法

(1) 新材ボルト実験(軸力キャリブレーション)

実験ではまず、写真2に示すようにボルト頭に2軸ひずみゲージを貼り、設計軸力210kNの初期軸力を導入する。次に締めたボルトを抜き取り、その際のひずみを計測し、次式より軸力に換算する。

$$\varepsilon r / \nu \cdot E \cdot A = N \quad \text{式(1)}$$

ここで、 εr :ボルト頭表面のひずみ、 ν :ポアソン比、 E :ヤング率、 A :ボルト断面積、 N :軸力である。尚、ボルト頭部と軸部の形状の違いが影響し正確な軸力は算定できない。そこで、式(2)を用いて、式(1)より算出した軸力が210kNになるときの係数を求めた。

$$(\text{影響係数}) = 210 / (\varepsilon r / \nu \cdot E \cdot A) \quad \text{式(2)}$$

(2) 腐食ボルト残存軸力計測

写真3に示すように腐食ボルト継手部のナット部分をガス切断し、その際のひずみ挙動を計測し、ひずみの変化量から換算した軸力に予備実験より得た影響係数をかけ残存軸力を算出する。

2.2 引張試験

崩落橋から回収した摩擦接合継手より、図2に示すような引張試験体を作成し引張試験を行う。実験よりすべり耐力を特定し、次式より軸力を求める。

$$P_s = m \cdot n \cdot N \cdot \mu \quad \text{式(3)}$$

ここで、 P_s :すべり耐力、 m :せん断断面数、 n :ボルト本数、 N :軸力、 μ :摩擦係数(=0.4)である。

(1) 新材試験体実験

新材を用い引張試験を行う。ボルトには全て210kNの軸力を導入する。ここで試験体の名称について、N:新規部材より試験体作成、G:新材をガス切断することで試験体作成、105:試験体幅105mm、185:試験体幅185mm、b:ひずみゲージ埋込ボルトを1本使用する。

(2) 腐食試験体実験

写真4に示すように腐食試験体で引張試験を行った。

表1 試験体パラメータ

ひずみゲージ法	新材ボルト	4本
	腐食ボルト	20本
引張試験	新材試験体	5体
	腐食試験体	1体



写真1 崩落橋から回収した継手



写真2 2軸ゲージ貼付ボルトと軸力計



写真3 腐食ボルト軸力計測状況



写真4 腐食試験体引張試験状況

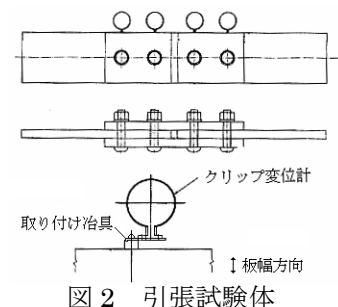


図2 引張試験体

3 実験結果

3.1 ひずみゲージ法

(1) 新材ボルト実験(軸力キャリブレーション)

4本のボルトを用いて実験を行った。ボルトを抜き取った際の横ひずみの平均値は 1137.76×10^{-6} であった。これを軸力に換算すると 288.33kN となる。 $288.33 \times (\text{影響係数}) = 210$ より、影響係数 = 0.7283 を求めた。

(2) 腐食ボルト残存軸力計測

実験は腐食ボルト 20 本で行った。各ボルトのひずみの変位量に、予備実験より得た影響係数を乗じ残存軸力を特定した。図 2 に試験結果を示す。平均残存軸力は 210.30kN となった。

3.2 引張試験

新材試験体 5 体、腐食試験体 1 体を用い引張試験を行った。実験より得られたすべり耐力から軸力を算出した。図 2 に新材試験体の荷重-ひずみを示す。図 3 に腐食試験体の荷重-ひずみを示す。図 4 に試験結果を示す。軸力は各ボルトの平均値を採用した。新材試験体 5 体の平均軸力は 291.31kN であり、腐食試験体の軸力は 234.18kN であった。

4 まとめ

- 1) ひずみゲージ法より腐食ボルトの平均残存軸力の算出を試みた。その結果は 210.30kN であり、設計軸力 210kN との誤差は 0.14% であった。
- 2) 引張試験より腐食ボルトの平均残存軸力の算出を試みた。結果は 234.18kN であり設計軸力 210kN との誤差は 11.51% であった。

参考文献

- 1) 土木学会:高力ボルト摩擦接合継手の設計・施工・維持管理指針(案)
- 2) 土木学会:鋼構造物の終局強度と設計



写真 5 軸力計測試験後腐食ボルト



写真 6 引張試験後腐食試験体

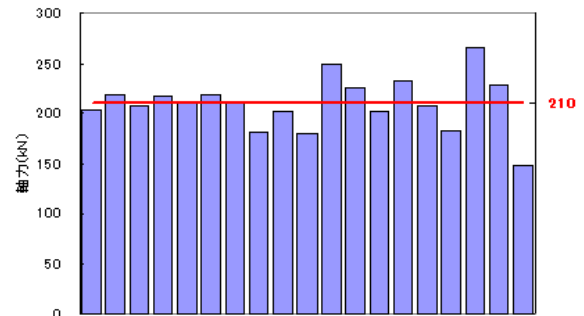


図 2 腐食ボルト実験結果

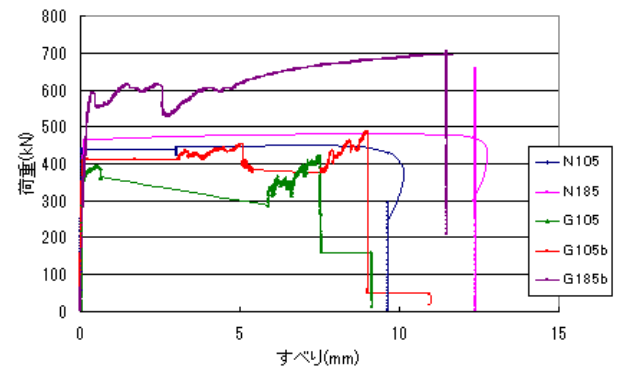


図 3 新材引張試験体 荷重-すべり

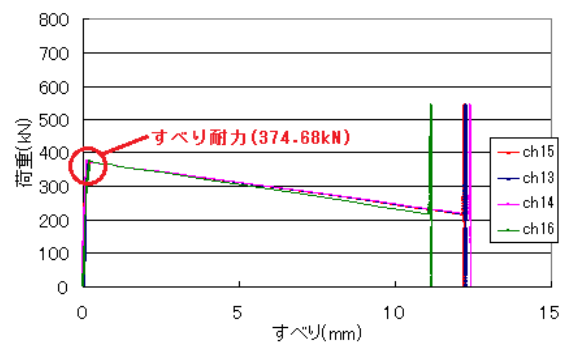


図 4 腐食引張試験体 荷重-すべり

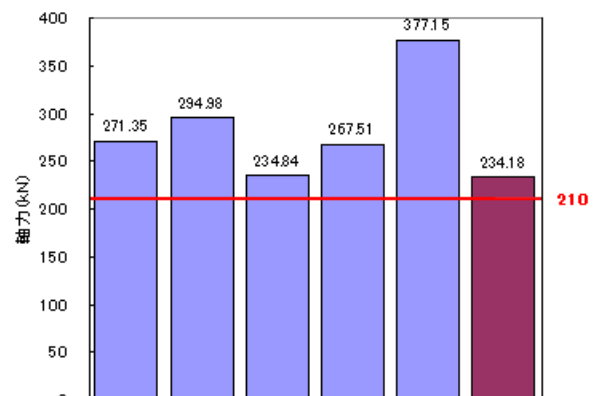


図 5 引張試験結果