

# 腐食凹凸面を有する当て板ボルト補修法のすべり耐力特性に関する 実験的研究

構造工学研究室 坂本健太

## (1)はじめに

鋼橋における代表的な劣化現象として、腐食損傷が挙げられる。損傷の進展に応じて、断面欠損や破断が生じ、鋼橋の耐荷力が低下することが懸念されている。このような損傷に対する補修方法として、当て板ボルト補修法が行われる。しかしながら、腐食凹凸面での当て板ボルト補修法は、当て板と腐食面間のすべり係数が十分に確保出来ず、すべり耐力が低下することが懸念されているが、腐食凹凸とすべり耐力特性の関係は十分明らかにされていない。

本研究では、腐食凹凸度とすべり耐荷力特性の関係を明らかにすることを目的に、実腐食橋梁より採取した腐食鋼板を用いてすべり耐力試験を行った。

## (2)腐食凹凸面と当て板ボルト補修のすべり耐力特性

### 2-1)腐食材表面の腐食凹凸度とすべり試験体

試験体に使用した腐食材は実橋から採取した鋼材(SMA490, 公称板厚 9mm)である。図 1 に示すように、腐食材表面の凹凸度を評価するために腐食表面を 2mm 間隔でレーザー変位計により計測を行った。なお、腐食深さについては計測値の最大値から腐食表面までの距離の差と定義した。図 2 に本研究で用いた腐食材の平均腐食深さ-標準偏差のグラフを示す。なお、横軸の平均標準偏差は鋼材表面の表と裏の標準偏差の平均である。図より腐食深さが大きくなるほど、標準偏差が大きくなる傾向があることがわかる。これより、腐食凹凸度の評価を標準偏差で行う。

腐食材を用いて作成した試験体形状を図 3 に示す。なお、使用した高力ボルトは F10TM20 のボルトを使用し、固定側の b,c のボルト締め付けには 2 本のボルトを用いた。すべり側の a のボルトではボルト軸部に貼り付けたひずみゲージの導入軸力が道路橋示方書<sup>1)</sup>を参考に設計軸力の 10% 増しの 182kN となるよう制御して組み立てた。

### 2-2)すべり耐力評価と試験結果

本研究では、下式に示すように、すべり試験より得られた、すべり荷重を試験時軸力で除したすべり係数で評価を行った。なお、試験時の最大荷重をすべり荷重と定義した。

$$\mu = \frac{P}{N \times m \times n} \quad (1)$$

$\mu$ : すべり係数,  $P$ : すべり荷重(最大荷重),  
 $m$ : 接触面数,  $n$ : ボルト本数,  $N$ : 試験時ボルト軸力  
 図 4 にすべり係数-腐食深さの標準偏差の関係を

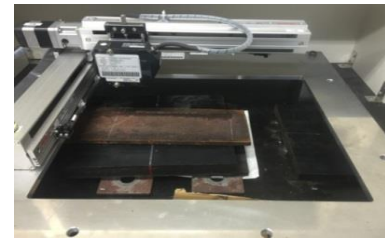


図 1 レーザー計測

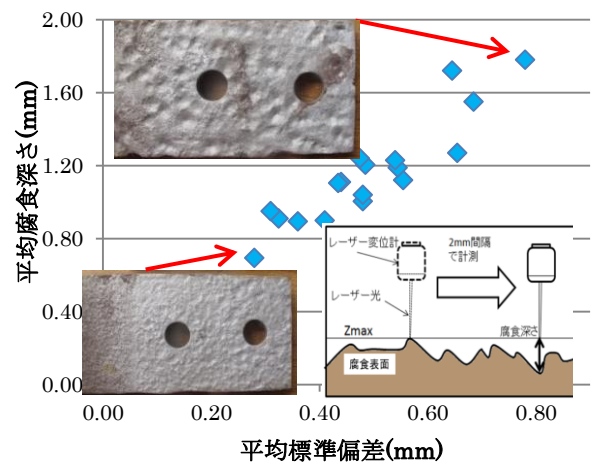


図 2 腐食材の腐食度

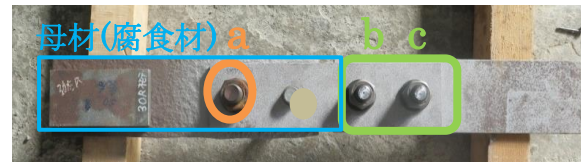


図 3 試験体形状

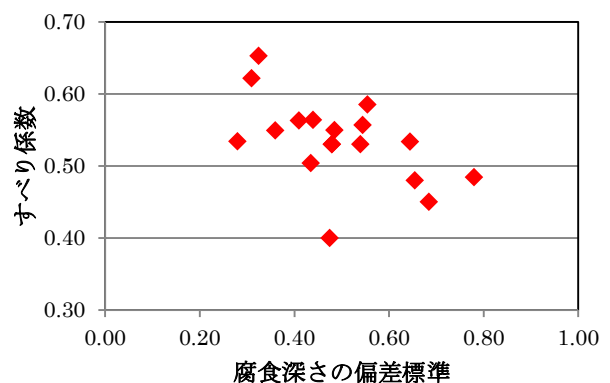


図 4 すべり係数-腐食深さの標準偏差

を示す。図より、腐食凹凸度の標準偏差が大きくなるにつれてすべり係数が減少する傾向がみられた、この要因の一つとして、腐食凹凸度が大きくなるに従い、腐食面と添接板との接触面積が低下したことが考えられる。そこで、次章にて接触面積とすべり耐力特性について検討を行った。

### (3)接触面積とすべり係数の関係

#### 3-1)人工接触面積

接触面積とすべり耐力特性との関係を明らかにするために、写真1に示す新材を用いた母材表面の切削により接触面積を制御した人工接触試験体を作成した。パラメータは図5に示す接触面積とし、ボルト孔近傍の接触面積を $2000\text{mm}^2 \sim 350\text{mm}^2$ となるよう切削をしている。前節と同様に軸力を制御して試験体を作成し、すべり試験を行った。

すべり試験より得られたすべり係数と接触面積の関係を図7に示す。図より接触面積が $1000\text{mm}^2$ 以上の領域では、すべり係数は一定値を示すが、それ以下では面積が減少するに伴い、すべり係数も低下する傾向が得られた。そこで次節にて実腐食凹凸面の接触面積の評価を行った。

#### 3-2)実腐食凹凸面の接触面積とすべり係数の関係

すべり試験における接触面積は添接板の接触痕を画像処理することで算定を行った。しかしながら、図6-aに示すように、塗料未使用による接触痕の判定は難しく、接触面積の算出を行うのは困難である。そこで、予め添接板にスプレー塗料を噴霧することにより、図6-bのように接触痕が明瞭に表現できるようになる。その接触痕を図6-cのように二値化で処理し、接触面積算出を行い、次式によって接触面積を算出した。

$$A=70 \times 70 \times S \quad (2)$$

A:接触面積, S:試験体の接触面積の割合(%)

図7は、すべり係数-接触面積のグラフを示す。結果より、接触面積が減少するとすべり係数が減少する傾向がある。しかしながら、接触面積が小さくなる場合においても、一定以上のすべり係数が確保できることも確認することができた。これは、腐食面は平滑ではなく、凹凸を有しているため、この凹凸により接触面積が小さい場合でも、すべり係数を増加させる可能性が考えられる。

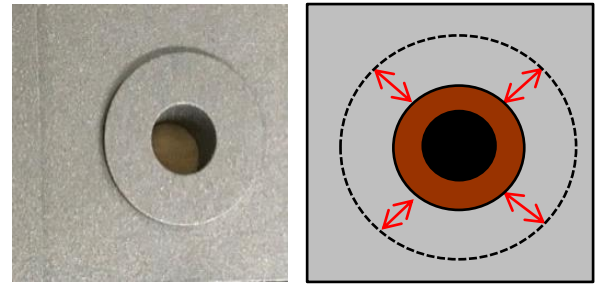


写真1 人工接触面積試験体

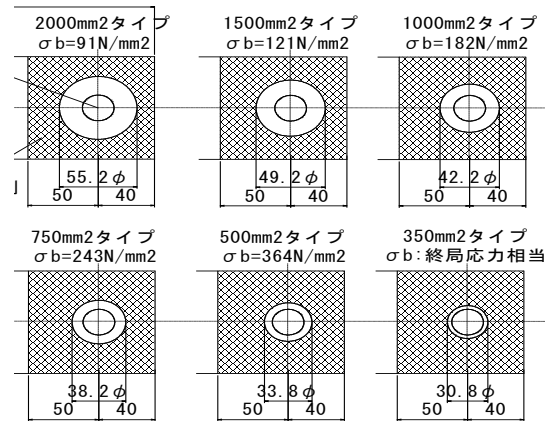


図5 人工接触面積パラメータ



(a)塗料未使用 (b)塗料使用 (c)二値化処理

図6 接触痕の表面

#### (4)まとめ

(1)平均腐食深さ $0.7\text{mm} \sim 2.0\text{mm}$ の腐食材を母材に用いたすべり耐力試験を行った結果、すべり係数と腐食深さの関係は、腐食度が大きくなるにつれてすべり係数が減少する傾向が得られた。

(2)人工接触試験体による結果、接触面積が減少すると、すべり係数が減少する傾向がある。また、接触面積が $1000\text{mm}^2$ の領域ではすべり係数は一定値を確保できることが確認できた。

(3)実腐食凹凸面による結果、接触面積が小さい場合、すべり係数が減少するものがみられた。しかしながら、接触面積が小さくなる場合においても、一定以上のすべり係数が確保できることも確認できた。

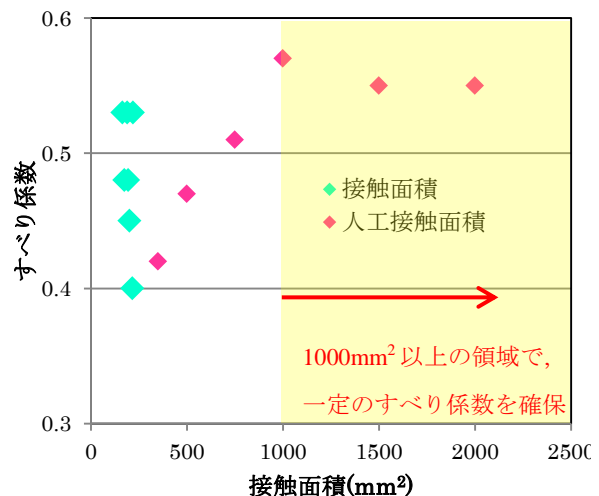


図7 すべり係数-接触面積

#### 参考文献

1) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 II鋼橋編、2002.3