

曲げ作用下における高力ボルト摩擦接合継手のボルト取替えの検討

九州工業大学 学生会員 ○原川 進平
九州工業大学 学生会員 山本 秀平

九州工業大学 正会員 高井 俊和

1. はじめに

高力ボルト摩擦接合継手は、鋼部材の現場接合としてよく用いられている。状況によって部材取り替えを要する補修が必要となる場合がある。本研究で着目するボルト取替えを伴う補修は、ボルト頭部、ナット部などの腐食、遅れ破壊の懸念のあるボルトの取替えなどが例として挙げられる。

高力ボルト摩擦接合継手のボルト取替えは、純引張荷重が働く場合の研究[1]が多く行われている。しかし、実構造物では橋梁の主桁の継手部のように曲げが働く場合もある。本研究では、既往の研究で行われていない曲げ作用下のボルト取替えの挙動を明らかにし、ボルト取替え補修の基礎的な知見を得るため、実験とFEM解析を実施した。

2. ボルト取替え実験

九州工業大学省資源開発実験室の万能試験機を用いて、純引張と曲げ引張の2パターンについてボルト取替え実験を行った。図1に試験体の形状を示す。F10T M16の高力ボルトを片側に1行3列配置した。試験機の都合で試験体を予定より延長した。試験体の曲げ応力とI桁の設計例[2]の曲げ応力分布との比較を図2に示す。試験体には橋梁主桁と同程度の曲げが作用するように設計した。図3に試験体の組立ての様子を示す。ボルト取替えは、死荷重を想定し設計すべり耐力を0.6倍した216kNの引張荷重を与えた状態で、図1に番号示した1から6の順に行った。ボルト取替え中は継手中央の母板間にクリップ型変位計を設置し、データロガーに接続することでボルト取替え中の開口変位を記録した。

3. 実験結果

図4に実験結果を示す。実験結果より、曲げ作用下での開口変位は上下端で異なるが、平均すると純引張の開口変位に近い値を取っていることがわかる。実際、このことから、曲げ引張を伴うボルト取替えでは曲げにより開口変位の大きさに大小生じるが、平均の

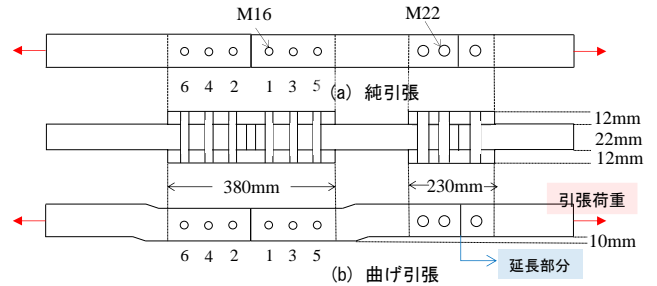


図1 試験体の形状

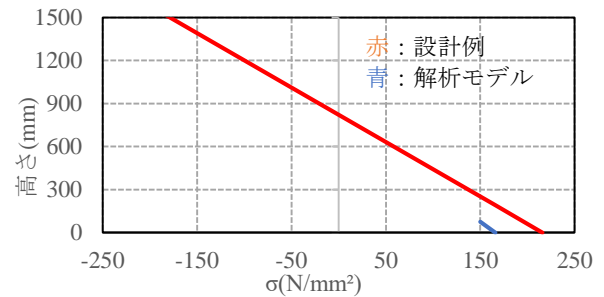


図2 設計例との曲げの比較



図3 実験の様子

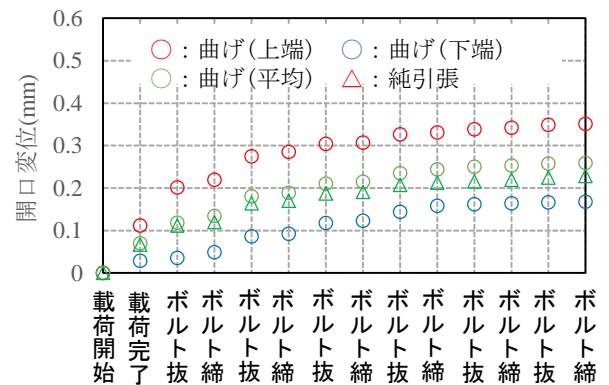


図4 試験結果

開口変位は純引張の開口変位と同等とみなせると考えられる。

4. 再現解析

実験後、再現解析を行い実験値と解析値の比較を行った。解析モデルを図5 に示す。実験と同じく引張荷重として216kNを与えた。ボルト取り替え順も同様である。

図6 に再現解析の結果と実験結果との比較を示す。再現解析の結果、曲げ引張と純引張のどちらも解析値と実験値が近いものとなった。また、再現解析でも曲げの平均と純引張の開口変位が同等となった。本解析で実験とほぼ同じ結果が得られたことから本解析方法で以降の解析を行った。

5. 順番を変えたボルト取り替え

実験と再現解析のボルト取り替えは内側から外側へ順に行った。ボルト取り替え順を変えた場合、開口変位や全体の変位に違いが生じるのか FEM 解析を行い確認した。解析モデルを図7 に示す。解析モデルは対称性を考慮し1/4 モデルとした。ボルト取替え中の引張荷重は216kNとした。ボルト取替えの順番は図7 に示すように、①boruto1 →boruto2 →boruto3, ②boruto3 →boruto2 →boruto1, ③boruto2 →boruto3 →boruto1 の順の3 パターンについて解析を行った。

図8 にそれぞれのボルト取り替え順の開口変位を示す。開口変位について①の取り替え順が上端、下端ともに最終的な変位が最も小さくなった。よって、1 行のボルト取替えにおいては、内側から順に取替える方法が開口変位、相対変位ともに最も変化を抑えることができる。また、どの取り替え順もboruto1 を抜いた際に開口変位が急増している。このことより、開口変位を一番内側のボルトが抑えているが、②と③の取り替え順は最後に内側のボルトを取り替えた時にその影響が大きく出るため、最終的な開口変位が①よりも大きくなったと考えられる。図9 に母板端変位を示す。どの取り替え順でも最終的な母板端変位は変わらなかった。以上の結果より、開口変位や相対変位はボルトの取り替え順の影響を受けるが、母板端変位すなわち継手の伸びは取り替え順の影響を受けないことがわかった。

謝辞 本研究は上田記念財団の研究助成を受けて行いました。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献

[1] 中島一浩, 鈴木博之, 川邊裕一: 遅れ破壊したボルトのワンサイドボルトへの取替えに関する研究, 鋼構造年次論文報告集第25 巻, p16-23, 2017. 11

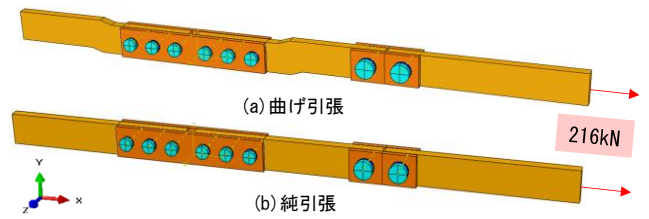


図5 解析モデル (再現解析)

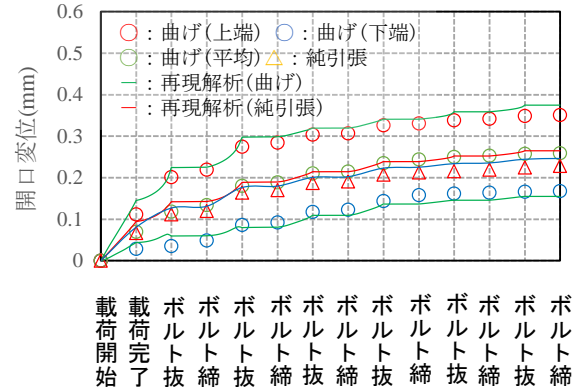


図6 実験値との比較

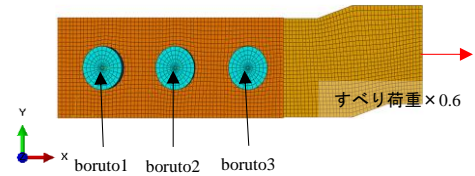


図7 解析モデル

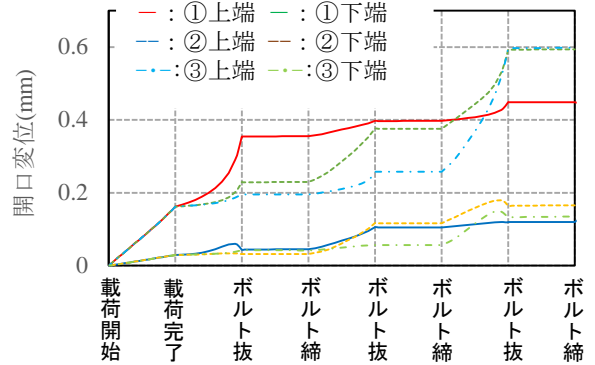


図8 開口変位

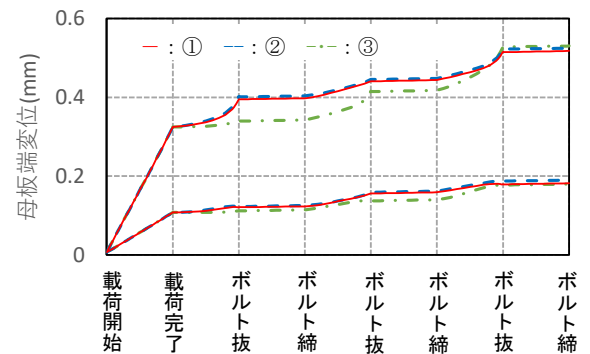


図9 母板端変位

[2] 日本橋梁建設協会, 合成桁の設計例と解説: 道示 29 年11 月版対応, 2018. 4