

プロジェクト・研究成果の概要(1/2)

<p>プロジェクト: 「既設橋梁における高力ボルト継手の実態調査と安全性評価及び点検、補修方法の検討に関する研究」</p>
<p>プロジェクトリーダー ・氏名: 山口隆司(やまぐち たかし) ・所属、役職: 大阪市立大学大学院 教授</p>
<p>研究期間: 令和元年10月～令和4年3月</p>
<p>プロジェクト参加メンバー(所属団体名のみ) 大阪市立大学、京都大学、瀧上工業株式会社、株式会社ズームスケープ、高力ボルト協会</p>
<p>プロジェクトの背景・目的(研究開始当初の背景、目標等)</p> <p>鋼橋において高力ボルトがリベットに代わって本格的に使用されるようになったのは昭和40年頃からであるが、ボルト強度はF7Tから始まりF13Tまで高強度化された。しかし、遅れ破壊が生じたため、現在ではF10Tが基本として使用されている。一方、高力ボルト摩擦接合の設計および施工ではボルト導入軸力が重要事項として管理されている。高力ボルト適用の当初から、リラクゼーションによる軸力低下が知られており、ボルト締付け時に設計軸力に対して約10%の増締めを行い、軸力低下をカバーしてきた。しかし、供用後30年から50年の鋼橋における高力ボルト軸力を調査したところ、設計軸力に対し約30～50%の低下したものが発見された。調査した橋梁では見かけ上の変状は見られないものの、ボルト軸力低下は従来、一般的に認知されているリラクゼーションの影響を超えた量となっている。また、調査の中にF11Tボルトが含まれており、遅れ破壊により脱落しているボルトはないものの、亀裂が内在しており容易に折損するボルトが発見された。脱落しているボルトがないため、遅れ破壊が生じていないとされ、補修対象ではなかったことが推察される。</p> <p>本研究は、様々な橋梁形式、部位など広い範囲にわたって、高力ボルトの現存軸力の実態を把握し、設計で許容できる軸力低下を超えた軸力低下の場合の要因、メカニズムを調べるとともに、供用中の部材連結部の安全性を評価することを目的とする。併せて、高力ボルト継手の簡便な健全度の点検方法と補修方法を検討する。</p>
<p>プロジェクトの研究内容(研究の方法・項目等)</p> <p>残存軸力の実態把握および軸力低下の原因調査</p> <p>様々な環境下で長期間供用された橋梁の、様々な部位の高力ボルト継手において、その高力ボルト残存軸力を調査する。この調査結果より環境や部位などが現存ボルト軸力に与える影響を考察し、軸力低下の原因、メカニズムを検討する。最も信頼ある残存軸力の調査方法は、ボルト頭部にひずみゲージを貼り付け、ボルトを取り外す際に生じる解放ひずみを実験室でのボルト軸力再負荷によって検証するキャリブレーション法である。これにより、軸力低下の範囲や軸力低下に影響を及ぼす要因を分析し、日本国内の多様な環境下で供用中の橋梁の高力ボルトの軸力低下を予測する。</p> <p>供用中の鋼橋に関する安全性評価</p> <p>仮にボルト継手の残存軸力が予想以上に低下している場合を想定し、FEM解析等によりボルト継手の軸力抜けがすべり耐力に与える影響を評価し、健全度判定と関連付ける。また、低下している場合はその対策方法を検討する。(例)増し締めなどで対応可能か?など</p> <p>簡便な管理手法の検討</p> <p>高力ボルトの管理・点検手法として現在一般的に行われている定性的な高力ボルトへのマーキング管理や高力ボルト頭部へのひずみゲージ貼り付けによる直接的な方法と比較してより簡便な管理方法として、デジタルカメラ撮影画像の画像処理による、非破壊ひずみ評価方法を試行し、高力ボルト軸力の管理・点検手法の省力化を検討する。</p>



図1 遅れ破壊が生じていたF11Tの高力ボルト
(塗装の付着により脱落しているボルトがないものの、亀裂が内在しており容易に折損するボルトを発見)

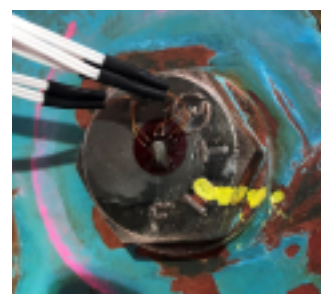


図2 高力ボルト頭部ひずみへのゲージ貼り付け



図3 デジタルカメラによる画像処理ひずみ評価法

本様式は中間評価・事後評価を公表する際に、評価コメントと併せてホームページで公開します。
本様式は成果報告書とともに、中間・事後評価の重要な判断材料となりますので、ポイントを整理し簡潔な表現とし、ポンチ絵などを用いてわかりやすく記述してください。

プロジェクト・研究成果の概要(2 / 2)

プロジェクトの研究成果の概要(図表・写真等を活用しわかりやすく記述)

研究の進捗状況

対象橋梁図面および現地調査

選定された近畿地方整備局管内における補修工事実施予定案件の6橋に対して、現地踏査を行った。その中から、橋梁形式(箱桁・鉸桁・支間長など)・高力ボルト継手仕様(六角・トルシア・メッキ・無塗装など)・作業性(足場等の有無)・工程等(施工時期や工事輻輳など)を考慮して2橋を選定した。さらに、橋梁カルテや詳細図面を取り寄せ、高力ボルトサンプリング位置を決定した。

実橋ボルトサンプリング

【I橋】2019年11月下旬にI橋(鋼床版箱桁橋)に高力六角ボルトのサンプリング98本を実施した。また、現場から持ち帰った高力ボルトの残存軸力を計測し、平均残存軸力は設計軸力に対し88%であった。

【J橋】2020年2月上旬にJ橋(鉸桁橋)にトルシア形高力ボルトのサンプリング102本実施した。また、現場から持ち帰った高力ボルトの残存軸力を計測し、平均残存軸力は設計軸力に対し102%であった。



図4 I橋



図5 J橋

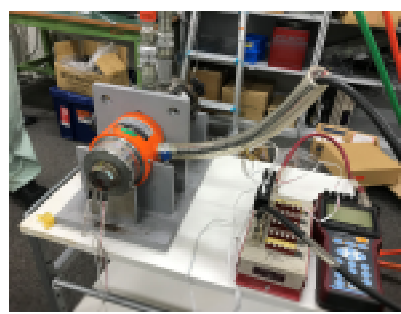


図6 ボルト軸力キャリブレーション

ボルト長さ別の長期リラクゼーション実験

ボルト長さおよびボルト遊び長さの異なる長期リラクゼーション試験を行うための材料手配(鋼板・高力ボルト)と実験装置の準備が完了し、本実験前の予備実験を実施している。

トルクと軸力の関係調査

トルクと軸力の関係において、高力ボルトの締付け方法の変遷を調査した。調査の結果、年代によっては、締付け機械が入らず手締め工具およびそれ以外の方法で締付けられていた高力ボルトが存在したと想定される。

高力ボルト摩擦継手の限界状態評価法の検討業務

FEMモデルの作成、解析モデルの妥当性検証が終了した。現在、解析ケースを検討している。

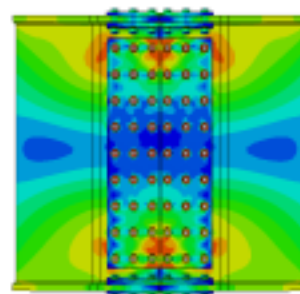


図7 FEM解析

画像処理による軸力評価法の検討

画像処理による軸力評価法の予備実験を実施した。その結果、ひずみゲージによる計測値と画像によるひずみ値の間に約20%存在することを確認した。

現在、原因を調査している。



図8 デジタルカメラによる画像ひずみ計測



本様式は中間評価・事後評価を公表する際に、評価コメントと併せてホームページで公開します。本様式は成果報告書とともに、中間・事後評価の重要な判断材料となりますので、ポイントを整理し簡潔な表現とし、ポンチ絵などを用いてわかりやすく記述してください。