

I-234 高力ボルトの緩み検出法に関する検討

三菱重工業㈱	正員	尾崎 忠男, 同	正員	梶本 勝也
同	正員	増田伊知郎, 同		村井 亮介
同		辻本 哲也, 同		八島 実

1. まえがき

橋梁等の鋼構造物では高力ボルトを用いた摩擦接合継手が多用されているが、長期間の使用によりボルトの緩みあるいは折損が生じることがある。従来これらボルトの検査は主として検鉋ハンマーによるたたき点検によっているが、作業者の経験・勘に頼る方法のため精度・信頼性の面で問題があった。

そこで、本研究では高力ボルトの緩み・折損をより定量的に検出し得る方法を種々考案し、その実用性を簡単な実験室的試験により検討したので報告する。

2. 試験方法

高力ボルトが緩むと添接板と主板間の押付け力の変化、継手全体の剛性の変化およびボルト各部のひずみ変化などが生じると考えられる。そこで、これらの現象を検出する方法として表1に示すような4種類の方法を考案した。

試験は実際の継手をモデル化した図1に示す試験体を用いて、ボルト(F10T, M22)の締付トルクを種々に変化させて実施した。なお、試験においては①ボルト1本ずつの緩みを個別に検査する方法、②継手全体としての機能低下を一括して評価する方法、の2方面からの検討を加えた。試験状況の概要を図2に示す。

3. 試験結果および考察

表1に示した各検出法による試験結果の一例として、図3に添接板のすべりによるAE発生状況を、図4および図5に振動特性および音響特性の変化状況を、図6にボルト各部のひずみ変化状況をそれぞれ示す。また、これらの試験結果の要点を表1中にまとめて示す。

これよりボルトを1本ずつ個別に検査する方法については、振動法、音響法ともボルトがほぼ完全に緩まないと検出できないのに対し、ひずみ変化法ではナット側面部に大きなひずみ変化が生じ、これを計測することによりボルトの緩みを定量的に評価し得ることが明らかになった。ナット側面部にボルト頭頂部を上回る大きなひずみ変化が発生した要因としては、ナットと添接板との接触面圧によるナット半径方向への変形とナットネジ部面圧の半径方向分力による変形の相乗効果が考えられる。

次に継手全体を一括して検査する方法では、音響法に比べて振動法の感度が高く、継手の約1/3のボルトが定格締付トルク約8000kgf・cmの約1/5の1600kgf・cm以下に緩んでおれば検出可能であった。また、添接板と主板間のすべりにより発生するAEが検出可能であったことから、これを利用したボルト緩み検出法も有望な方法となり得ると考えられる。

4. まとめ

摩擦接合継手に用いられている高力ボルトの緩みを定量的に評価する方法を考案し、その実用性を検討した。

① ボルトを個別に検査する方法ではひずみ変化法が感度が高く有望と考えられる。

② 継手全体を一括して検査する方法では振動法とAE法が有望と考えられる。

これら有望な方法についてはナット側面ひずみの簡易計測等、実機適用化の観点から引続き詳細な検討を行っていく予定である。

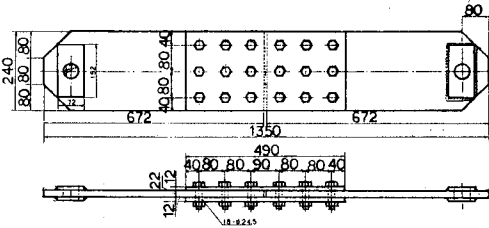


図1 試験体形状

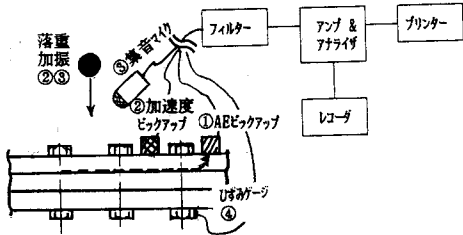


図2 試験状況

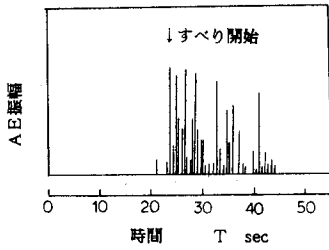


図3 A E 発生状況

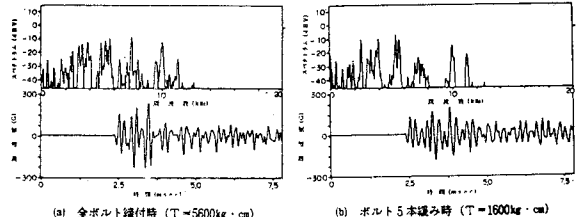


図4 ボルト締付力の変化による振動特性の変化

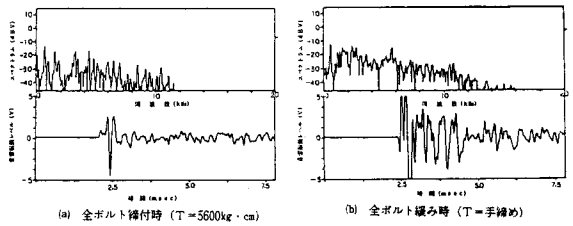


図5 ボルト締付力の変化による音響特性の変化

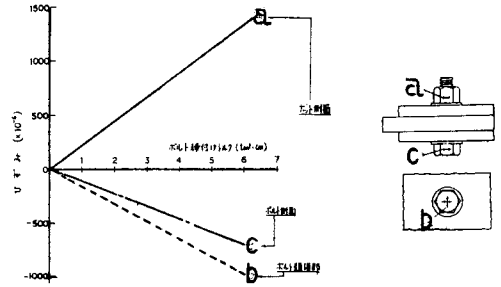


図6 ボルト締付トルクと各部に発生する
ひずみの関係

表1 検討した検査法と試験結果

検査法	内 容	試 験 結 果	
		ボルト個別検査法	継手一括検査法
① A E法	添接板と主板間のすべりにより発生するA E信号を検出する。	—————	添接板と主板がすべる際に発生するA E信号検出可能
② 振動法	落重により継手を加振し、継手の振動特性の変化よりボルトの緩みを検出する。	検査するボルトがほぼ完全に緩んでおれば検出可能	継手の約1/3 のボルトが締付トルク1600kgf・cm以下に緩めば検出可能
③ 音響法	落重により継手を加振し、発生する音の波形変化よりボルトの緩みを検出する。	検査するボルトがほぼ完全に緩んでおれば検出可能	継手の片側のボルトがほぼ完全に緩めば検出可能
④ ひずみ変化法	ボルトの緩みをボルト・ナット各部のひずみ変化を利用して検出する。	ナット側面に大きなひずみ変化が得られ、ボルトの軸力推定が可能	—————

* 継手の定格締付トルク約 8000kgf・cm