

橋梁における取付ボルトに対する超音波探傷検査の適用性

本州四国連絡高速道路(株) 正会員 ○大谷 康史
本州四国連絡高速道路(株) 吉本 和美

1. はじめに

鋼製橋梁ではボルト接合と溶接接合が主要な接合方法であり、付属物の橋梁本体への取り付けには、主にボルト接合が使用されている。この取付ボルトが破断等により脱落した場合、第三者被害につながる可能性があるため、損傷を早期に把握しボルトの交換を行い健全な状態に保つことが重要である。しかし、それらのボルトの中には狭隘部に位置していたり、軸部は構造物の中に隠れることが多く、ボルト軸部に生じる亀裂や腐食等の損傷について外観目視調査で把握することが困難な場合がある。本報告では、外観目視調査が困難なリンク式伸縮装置の下沓取付ボルト（図-1）の一部に生じている疲労亀裂に対するフェイズドアレイ超音波探傷の適用結果について報告する。

2. 調査方針

リンク式伸縮装置は、フィンガーがリンク機構による中間横梁で可動支持され、装置全体は四隅の可動鉛直支承で支持されている。今回、この鉛直支承の下沓を橋梁本体に取り付けているボルトが破断しているのを発見した。このボルトの破断面を調査した結果、写真-1 に示すビームマークが確認され、ボルトには破断位置を含めて全体に腐食は見られないことから、このボルトは疲労亀裂が発生・進展し、破断に至ったと推測した。ボルトの疲労亀裂については外観目視では把握できないため、超音波探傷法の一つであるフェイズドアレイ法により調査を行うこととした。なお、当社では鋼床版伸縮装置のセットボルトに発生した腐食による軸部の減肉に関して、ボルトを取り付けたままでは外観目視で把握できないため、フェイズドアレイ法を用いて調査した実績がある¹⁾。

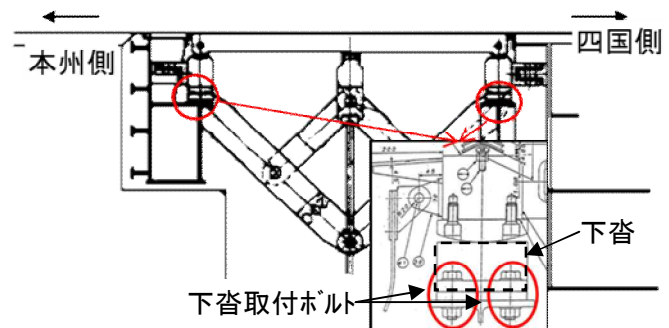


図-1 リンク式伸縮装置下沓取付ボルト位置図

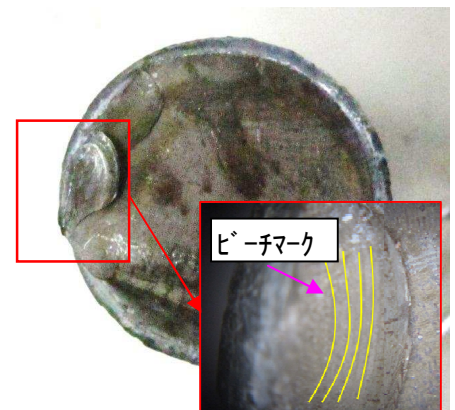


写真-1 ボルトの破断面

3. 調査内容

本調査で用いたフェイズドアレイ法の調査イメージを図-2 に示す。

調査は、ボルト頭部に超音波を伝播させる為の接触媒質（グリセリン等）を塗布し、フェイズドアレイ探触子を設置して実施した。調査対象ボルトは疲労亀裂が発生していると推測されることから、走行台数の多い走行車線に位置する 20 箇所の下沓を取り付けている 80 本(4 本／箇所)とした。なお、前述のように、超音波をボルトの頭部から入射するため、以下のボルトについては今回調査ができなかった。

- (1) 著しく狭隘な場所に設置され探触子をボルト頭部に設置できなかったもの
- (2) ボルトの上下が逆に取り付けられていたもの。
- (3) ボルト頭部が不整であったもの。

そのため、実際に調査を行うことができたのは、80 本中 65 本であった。

キーワード 非破壊検査, 超音波探傷, フェイズドアレイ, ボルト, 疲労亀裂

連絡先 〒762-0025 坂出市川津町下川津 4388-1 TEL 0877-45-3838

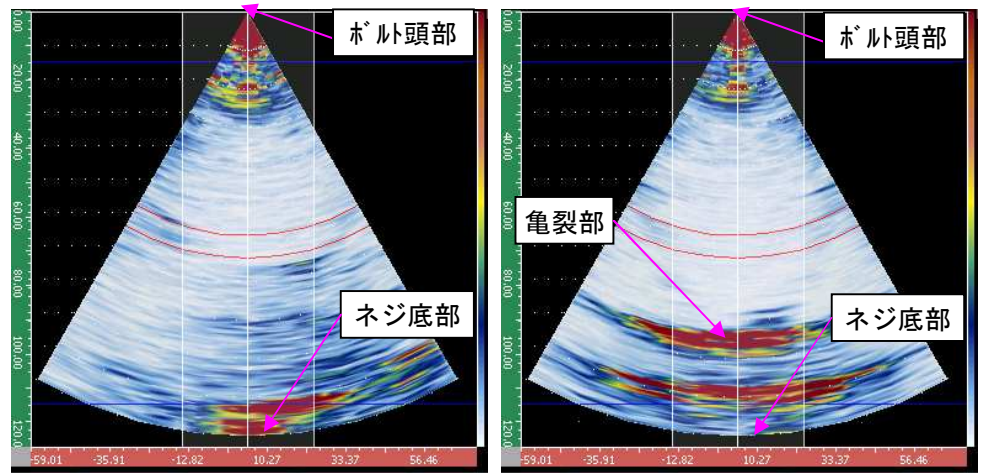
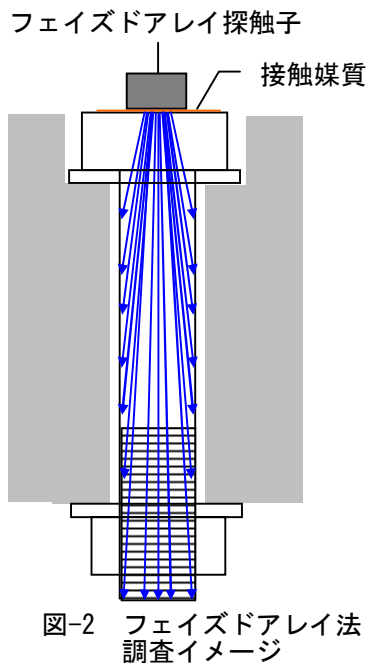


写真-2 健全なボルト

写真-3 亀裂が推定されるボルト

フェイズドアレイ法は、費用を掛けるほど、より精緻なデータを得ることができるが、本調査ではボルト軸内の疲労亀裂の有無を把握することを目的としたため、手動で探触子を回転させて方向を変えて取得した複数の2次元画像より、疲労による亀裂を検出することとした。

4. フェイズドアレイ調査の結果と確認

65本のボルトをフェイズドアレイ法で調査した結果、8本のボルトに疲労亀裂の発生が推定されるという調査結果が得られた。フェイズドアレイ法の記録画像の中より、健全と推定したボルトの画像を写真-2に、疲労亀裂が発生していると推定したボルトの画像を写真-3に示す。健全と推定したボルトでは、反射波の反応がねじ底部のみに集中しているが、疲労亀裂と推定したボルトでは、ねじ底部より上方に反応がみられた。この調査結果に基づき、破断したボルトまたはフェイズドアレイ法で疲労亀裂が発生していると推定したボルトが含まれる6箇所の下桁のボルト24本を全て交換した。交換して取り外したボルトの内、フェイズドアレイで調査ができなかったボルト3本を除く21本の中で、疲労亀裂の発生が推定された8本のボルトについて実態を確認した結果は以下の通りであった。

- (1)4本は交換作業時に作用した力により破断した。
 - (2)3本は取り外し後引張試験を実施し、試験の結果、破断面に部分的なビーチマークが確認された。
 - (3)1本は取り外し後引張試験が実施できる状態ではなかったため、目視観察により亀裂を確認した。
- また、残りの健全と推定した13本について目視観察を行った結果、亀裂は見られなかった。

5. まとめ

外観目視調査では把握することが難しいボルトの疲労亀裂について、フェイズドアレイ法での調査により検知することができた。また、目視観察による結果ではあるが見逃しも確認されなかった。2次元画像による亀裂の判別も通常の超音波探傷より容易であり、ボルトの疲労亀裂検知へのフェイズドアレイ法による調査の適用性は高いと考えている。今回の調査では健全と推定したボルトについて目視観察しか行っていないため、今後、未調査の追越車線部等の調査において交換するボルトは、健全と推定されたボルトを含めて浸透探傷検査及び引張試験を行うなどして、本手法の適用性を検証する予定である。今回のボルト破断箇所は落下防止対策等により第三者被害につながる恐れのない場所であったが、当社が管理する海峡部橋梁では自動車の他に桁内に鉄道があり、桁下は船舶が通過することから、ボルトの場所によっては破断による第三者被害の恐れがあり、その防止のために非破壊検査を併用して維持管理を実施していきたいと考えている。

参考文献

- 1)村井：伸縮装置セットボルトの腐食診断手法と腐食原因の推定、平成24年度国土技術研究会、2012