

### 沓部ボルト破断に伴う中路ローゼ橋の現況計測

長崎大学大学院 学生会員 ○毛利淳樹  
 長崎大学大学院 正会員 中村聖三  
 長崎大学大学院 学生会員 小島孝仁

長崎大学大学院 正会員 奥松俊博  
 長崎大学大学院 正会員 西川貴文  
 長崎大学名誉教授 フェロー 岡林隆敏

#### 1. はじめに

長大橋梁や離島を結ぶ重点橋梁が数多く存在する長崎県では、長寿命化修繕計画をいち早く策定するなど、橋梁維持管理に対して積極的な取り組みを行ってきた。そのような中、平成25年末、県内の中路ローゼ橋（橋長約210m）のP1橋脚部固定支承部分において支承プレートと結合するボルトの1つが破断しているのが発見された。長崎大学および長崎県では、その現状を確認するための初動的な計測を実施するとともに、解析的な検討を含めた原因究明を行っている。ここでは初期計測の概要とその結果について報告する。

#### 2. 損傷概要

図-1に当該橋梁の一般図を、図-2に損傷部分が位置するP1橋脚部の断面図を示す。破断したボルトは固定沓（西側）プレートを接合する4本のボルトのうちの1本であり、その他のボルトについても一部緩みが生じていたことが同時に確認されている。緩みが確認されたボルトはその後締めなおしが行われ、破断したボルトについては取り替えが予定されている。（図-3a）に損傷部分の写真を示す。破断の進行に伴って生じたと思われるボルトの緩みの状況、破断した固定沓プレートボルトの位置から、固定沓あるいは可動沓の拘束による影響が懸念された。発見後間もない時期に実施した本調査では、走行車両による各部の変状観測を行った。

#### 3. 計測対象および概要

計測対象は、車両走行時における、固定沓プレートの目開き量（図-3a）、地覆部における鉛直加速度（図-3b）、移動沓の水平変位（図-3b）であり、使用したセンサーはそれぞれΠゲージ（4ch）、加速度計（2ch）、シリンダー型変位計（2ch）である。各センサーの設置位置を、図-1および図-2に示す。計測に用いた車両は荷積みされたダンプトラック（計20t）（図-4）であり、速度約30km/hで橋梁上を走行させたときの動的挙動を測定した。一回あたりの計測時間を3分間、サンプリング周波数はいずれも100Hzとした。走行車両実験では、固定沓の海峡側のボルト3本（図-2中の1,2,3ch）を緩めた状態、および締めた状態の2ケース（6往復/ケース：計12往復）を実施した。

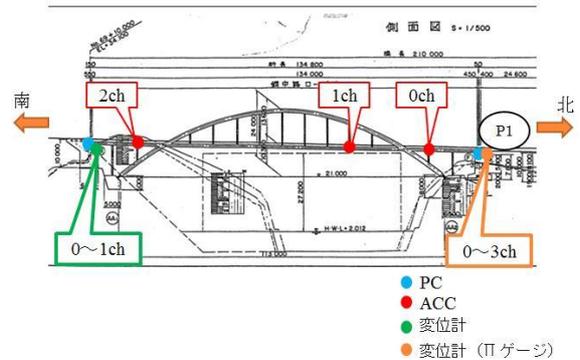


図-1 橋梁一般図

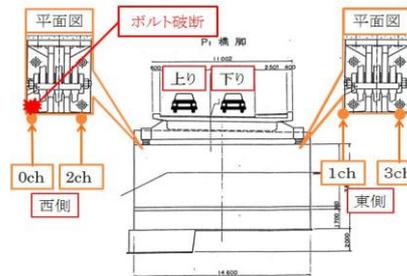
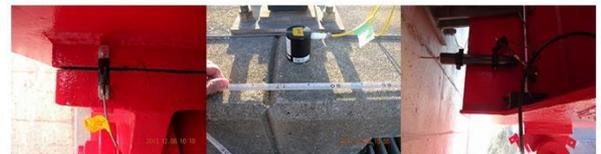


図-2 P1橋脚部断面図（Πゲージ設置位置）



a) 支承プレート目開量    b) 地覆部鉛直加速度    c) 移動支承水平変位  
 (Πゲージ)                    (加速度計)                    (変位計)

図-3 計測対象およびセンサー



図-4 走行車両

キーワード ボルト破断 初期計測 プレート目開き

連絡先：〒852-8521 長崎市文教町1番14号 長崎大学大学院工学研究科 Tel:095-819-2613

4. 計測結果

4.1 走行車両による固定沓目開き

図-5に固定沓ボルトを緩めて車両を走行させたときの沓プレートの目開き量を示す。縦軸（変位）の正負は、プレート間が開く場合が正、閉じる場合が負を表す。上り（南→北）車線走行時、プレート間ははじめに閉じてその後開くような挙動を示し、下りではその逆の挙動を示す結果が得られた。上り／下り時の目開き量最大値はいずれもボルト破断箇所(0ch)で観測され、それぞれ約5mm／約4.6mmであった。一方、図-6に破断ボルト以外の固定沓ボルトをすべて締めた場合の沓プレートの目開き量を示す。0chの上り／下り時の最大変位は約2.3mm／約2mmであった。以上の結果をケースごとに各chの平均値としてまとめグラフ化したものを図-7に示す。上り／下り時のいずれにおいても変位が最大であったのは、ボルト破断が生じた個所であり、その変位は上記した通りである。また支承の西側(0,2ch)と東側(1,3ch)を比較すると西側の変位が大きい。これは、本橋は歩道が東側のみにあるため車両走行がやや西側に偏っているためと考えられる。いずれのチャンネルにおいても車両が上り車線を走行する場合、変位は若干大きくなる傾向にあることが確認できる。

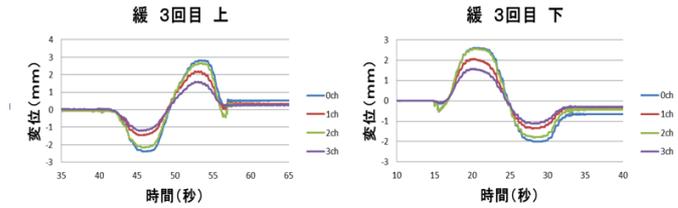


図-5 固定沓プレート目開き ボルト緩

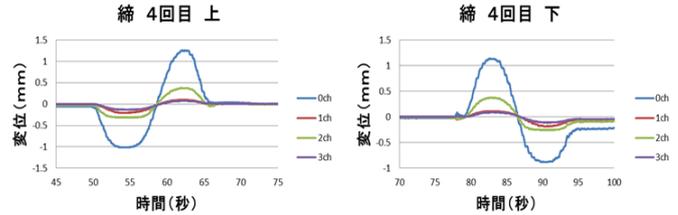


図-6 固定沓プレート目開き ボルト締

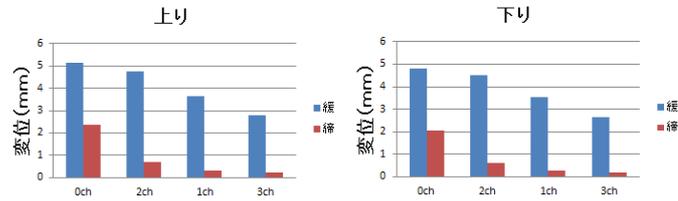


図-7 固定沓プレート目開き（緩：青／締：赤）

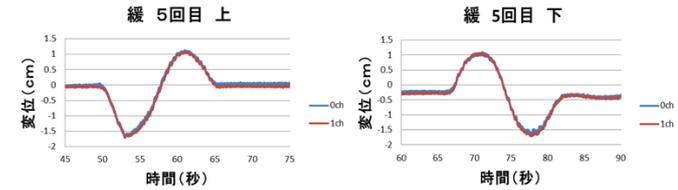


図-8 可動沓変位

表-1 ボルト弛緩／緊結時の振動数

| ボルト弛緩   | 上り車線走行時 |       |         | 下り車線走行時 |       |         |
|---------|---------|-------|---------|---------|-------|---------|
|         | 平均値     | 標準偏差  | 変動係数(%) | 平均値     | 標準偏差  | 変動係数(%) |
| 6Hz付近   | 5.74    | 0.093 | 1.62    | 5.71    | 0.127 | 2.22    |
| 7Hz付近   | 7.11    | 0.055 | 0.77    | 7.11    | 0.094 | 1.32    |
| 8.5Hz付近 | 8.56    | 0.143 | 1.67    | 8.57    | 0.175 | 2.04    |

| ボルト緊結   | 上り車線走行時 |       |         | 下り車線走行時 |       |         |
|---------|---------|-------|---------|---------|-------|---------|
|         | 平均値     | 標準偏差  | 変動係数(%) | 平均値     | 標準偏差  | 変動係数(%) |
| 6Hz付近   | 5.71    | 0.102 | 1.78    | 5.73    | 0.087 | 1.51    |
| 7Hz付近   | 7.13    | 0.087 | 1.22    | 7.13    | 0.089 | 1.25    |
| 8.5Hz付近 | 8.52    | 0.135 | 1.58    | 8.54    | 0.109 | 1.27    |

4.2 走行車両による可動沓変位

図-8は車両走行時の可動沓の変位を示したものである。縦軸（変位）の正負は、変位計が縮む場合が正、伸びる場合が負を表す。上り車線走行時、桁部分への車両進入により変位計は最初に伸び、その後の反動で元に戻るといった挙動を表したものと考えられる。一方、下り車線走行時の可動沓の変位は上りとは逆の挙動が確認された。可動沓の変位の挙動は、固定沓プレート目開きの変位とほぼ同じであることがわかる。可動沓の拘束性については観測結果および目視により確認されなかった。表-1は加速度計(0ch)のデータをもとにARモデルで推定した固有振動数をボルト緩／締のそれぞれにおいて示したものである。ボルト弛緩時に比べボルト緊結時の方が振動数は上がると予測したが、大きな変化は見られなかった。

5. まとめ

固定沓プレートボルトの破断発見に伴い、現状確認のための計測を実施した。固定沓および可動沓の経年劣化に伴う拘束がその原因として考えられたが、計測結果からは可動沓側の拘束性については確認されなかった。現在、ボルト破断に至った原因究明とともに固定沓の損傷等について調査を実施しており、その概要および結果の一部については発表時に報告する予定である。なお、本計測は、長崎県および対馬振興局の関係者各位の協力を得て実施したものである。ここに記して謝意を表す。