

# レインボーブリッジのケーブルバンドボルトの軸力管理方法

|            |     |     |    |
|------------|-----|-----|----|
| 首都高技術株式会社  | 正会員 | ○布施 | 光弘 |
| 首都高速道路株式会社 | 正会員 | 前原  | 佑  |
| 首都高速道路株式会社 | 正会員 | 加藤  | 周平 |
| 首都高技術株式会社  | 正会員 | 多田  | 恵一 |

|            |     |       |
|------------|-----|-------|
| 首都高速道路株式会社 |     | 東和田真之 |
| 首都高速道路株式会社 | 正会員 | 大西 孝典 |
| 首都高技術株式会社  | 正会員 | 白石 有佳 |

1. はじめに

レインボーブリッジの定期点検は、概略点検と詳細点検の2つに分類され、このうち概略点検は、5年で一巡する頻度で行っている。詳細点検は、計器による高度な測定を主体とし、5年に1回の頻度で構造物全体の機能低下の有無を判定するものである。

詳細点検の項目の一つに「ケーブルバンド締付けボルトの軸力測定」がある。ケーブルバンドは、構造上、締付の力が経年的に低下していく構造的な特徴を有するため、定期的にボルトの軸力を計測し、著しい低下が見られた場合は、再度ボルトを締付直す必要がある。しかし、本橋でボルトの軸力を計測するためには、専用のケーブル点検車を用いる必要があり、その架設や運転に費用を要すること等が問題であった。ケーブル点検車の代替手法として、ロープにてアクセスする技術を活用した計測手法を検討し、2020年度に計測が可能であることを実証したため、2022年から2023年にかけて、同手法により計測を行った。

本稿では、ケーブルバンド締付けボルトの軸力測定の結果を踏まえ、今後の軸力の管理方法について検討した結果を報告する。

## 2. ケーブルバンドの構造概要および締付履歴

ケーブルバンドは、吊橋の補剛桁を吊るハンガーロープと主ケーブルを接続する部材であり、このバンドを締付けているのがケーブルバンドボルトである。ケーブルバンドは、バンド内面とケーブル素線間の摩擦によってバンド滑動に抵抗しており、ハンガーロープからの荷重をケーブルに伝達させるという重要な役割を担っている。本橋では、36基設置されており、傾斜角や張力等の違いにより場所によってボルトの総数が異なっている（図-1）。

本橋のケーブルバンドボルトは、供用前に最終締付を行っており、その後、1995、1996 年に再締付け、1999 年に再々締付けを行っている。

### 3. ケーブルバンドボルトの軸力計測手法の問題

ボルトの軸力は、専用の計測機器を用いて基準棒と実際のボルト長を計測し、その値を軸力に換算することで評価する。前回計測時は、ケーブル補修のために主ケーブル下面に足場が設置されており、足場上から計測を行うことができた。しかし、従来、計測作業を行うためには、専用のケーブル点検車を用いる必要があり、次のような問題があった。

- ・ ケーブル点検車は 10 年以上使用されておらず、ケーブル点検車の設置や運転の技術継承ができていない。
- ・ 設置・撤去のために、高速道路上を規制する必要がある。計測対象箇所全てを計測するためには、複数回高速上を規制する必要があり、交通影響が大きい。
- ・ ケーブル点検車自体に電源装置がなく、電源確保のために補剛桁の橋梁点検車も同時に稼働させる必要があり、多大な時間と費用を要する。

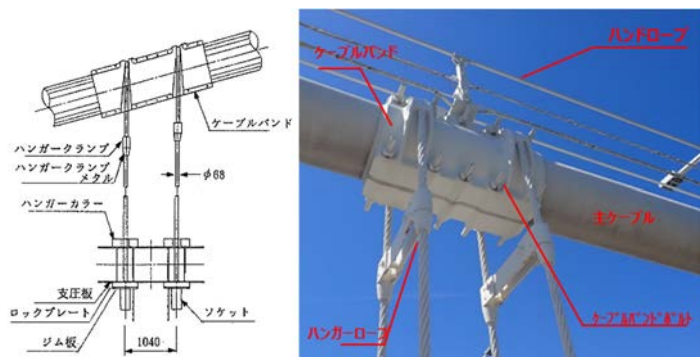


図-1 ケーブルバンドボルトの構造概要

キーワード レインボーブリッジ、長大吊橋、ケーブルバンド、ボルト軸力測定、維持管理  
連絡先 〒104-0041 東京都中央区新富一丁目1番3号 首都高速道路株新富分室5階 TEL03-3552-6832

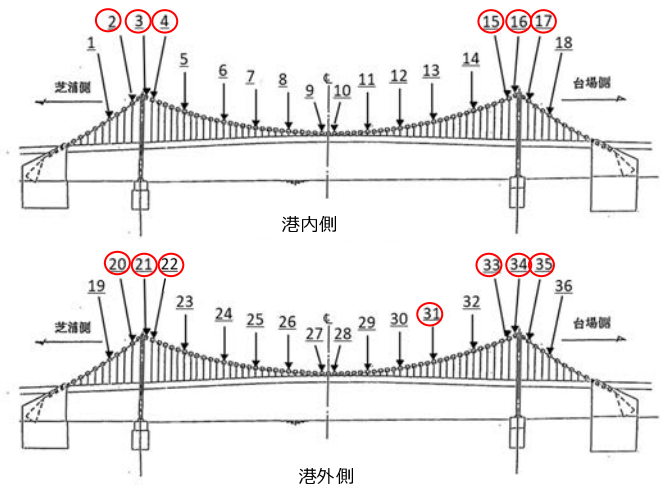


図-2 ケーブルバンド締付ボルトの軸力計測位置



写真-1 ロープにてアクセスする技術を活用した軸力計測状況

4. 軸力の計測

ロープにてアクセスする技術を活用することで計測作業が可能か2020年度に検証を行った。検証項目は、ケーブル点検台車を設置せずに、軸力計測作業のうち「ケーブルバンドボルトのボルトカバーの取り外し」、「ボルト長を計測するために計測機器を挟み込む」ことができるか否かを確認することである。検証の結果、ロープにてアクセスする技術を活用すれば、軸力を計測することが可能と判断できたため、2022年から2023年に本橋のケーブルバンドボルトの軸力計測を行った（図-2、写真-1）。

表-1 に計測結果を示す。2009 年の計測から約 12 年程度経過した現在では、全体の傾向としてボルトの軸力は低下しており、格点毎にばらつきがあるものの、設計の段階での安全率 3 における軸力と同程度まで低下しているものが見られた。

5. 今後のボルト軸力の管理方法

前章に示したとおり、計測対象箇所の一部にボルト軸力の低下が見られた。他箇所でもボルト軸力が低下していることが推察されるため、次年度以降も継続して他の箇所を計測していく必要がある。一方、ロープにてアクセスする技術を活用して軸力を計測

表-1 軸力計測結果

| 港内側 |        |       |                        |         |         |         |
|-----|--------|-------|------------------------|---------|---------|---------|
| No. | 実施年    | 格点番号  | 滑り安全率 <sup>3</sup> の軸力 | 最大軸力(t) | 最小軸力(t) | 平均軸力(t) |
| 2   | 2022.5 | IS-10 | 44.7                   | 60.9    | 24.4    | 41.2    |
|     | 2013.9 |       |                        | 67.2    | 38.8    | 50.7    |
|     | 2009.9 |       |                        | 71.3    | 43.3    | 55.6    |
| 3   | 2022.5 | IS-12 | -                      | 26.0    | 22.2    | 24.1    |
|     | 2013.9 |       |                        | 25.6    | 25.5    | 25.6    |
|     | 2009.9 |       |                        | -       | -       | -       |
| 4   | 2022.5 | IS-13 | 43.1                   | 56.9    | 36.6    | 46.3    |
|     | 2013.9 |       |                        | 61.9    | 39.2    | 49.4    |
|     | 2009.9 |       |                        | 64.5    | 45.2    | 54.2    |
| 15  | 2022.5 | ID-13 | 43.1                   | 55.6    | 40.6    | 46.9    |
|     | 2014.8 |       |                        | 59.4    | 41.6    | 49.0    |
|     | 2009.9 |       |                        | 67.0    | 44.2    | 55.0    |
| 16  | 2022.5 | ID-12 | -                      | 33.6    | 23.5    | 28.6    |
|     | 2014.8 |       |                        | 34.5    | 28.3    | 31.4    |
|     | 2009.9 |       |                        | -       | -       | -       |
| 17  | 2022.5 | ID-10 | 45.3                   | 52.8    | 25.9    | 36.6    |
|     | 2014.8 |       |                        | 59.9    | 34.0    | 45.6    |
|     | 2009.9 |       |                        | 65.5    | 37.1    | 50.0    |

| 港外側 |        |       |                        |         |         |         |
|-----|--------|-------|------------------------|---------|---------|---------|
| No. | 実施年    | 格点番号  | 滑り安全率 <sup>3</sup> の軸力 | 最大軸力(t) | 最小軸力(t) | 平均軸力(t) |
| 20  | 2023.1 | OS-10 | 44.66                  | 54.8    | 39.6    | 47.3    |
|     | 2013.9 |       |                        | -       | -       | -       |
|     | 2009.9 |       |                        | 65.6    | 46.3    | 55.9    |
| 21  | 2022.7 | OS-12 | -                      | 32.0    | 30.2    | 31.1    |
|     | 2013.9 |       |                        | 32.0    | 30.4    | 31.2    |
|     | 2009.9 |       |                        | -       | -       | -       |
| 22  | 2022.7 | OS-13 | 43.11                  | 53.3    | 33.8    | 42.8    |
|     | 2013.9 |       |                        | 64.0    | 49.7    | 55.1    |
|     | 2009.9 |       |                        | 68.5    | 53.3    | 60.0    |
| 31  | 2022.1 | OD-24 | 41.45                  | 55.1    | 33.0    | 39.7    |
|     | 2014.8 |       |                        | 68.0    | 50.3    | 56.7    |
|     | 2009.9 |       |                        | 71.1    | 53.8    | 61.3    |
| 33  | 2022.1 | OD-13 | 43.14                  | 54.8    | 18.7    | 38.6    |
|     | 2014.8 |       |                        | 62.4    | 36.1    | 49.1    |
|     | 2009.9 |       |                        | 67.5    | 40.1    | 54.6    |
| 34  | 2022.1 | OD-12 | -                      | 27.7    | 23.5    | 25.6    |
|     | 2014.8 |       |                        | 34.1    | 20.8    | 27.5    |
|     | 2009.9 |       |                        | -       | -       | -       |
| 35  | 2023.1 | OD-10 | 45.3                   | 57.9    | 28.9    | 41.4    |
|     | 2014.8 |       |                        | 60.4    | 36.5    | 46.8    |
|     | 2009.9 |       |                        | 69.6    | 45.2    | 54.8    |

する場合、格点のボルト総本数にもよるが 1 日に計測できる箇所が 2 箇所または 3 箇所であり、計測に日数を要する。過年度までは 5 年に 1 度の詳細点検に併せて実施していたが、投資の平準化を図るために、複数年に分けた軸力計測の計画を立て、確実に計測を行っていくことが肝要である。

6. おわりに

本橋においては、次年度 2023 年度に他の点検項目に対する詳細調査を予定している。本橋全体の健全性については、他項目の詳細調査の結果を踏まえて判断する予定である。

本稿で紹介したロープにてアクセスする技術を活用したケーブルバンド締付けボルトの軸力測定は、他の橋梁へも適用できるものである。ケーブル点検台車のない場合の代替手法として参考とされたい。