

第 I 部門

吊橋センターステイロッドの疲労強度

関西大学 学生会員 ○富永翔子 正会員 坂野昌弘

本州四国連絡高速道路(株) 正会員 森山 彰 正会員 溝上善昭 正会員 奥村淳弘

1. はじめに

センターステイは、吊橋において、常時及び暴風時の桁とケーブルの相対変位を抑えるために設置されている。センターステイロープと補剛桁とロッドとはロッドで連結されており、再現期間 150 年相当の地震力の 60% で破断する設計となっている。地震時にロッドを破断させることにより、センターステイは勿論、主ケーブル及び桁本体の損傷を防ぐねらいである。2001 年 3 月 24 日に発生した平成 13 年芸予地震 (M=6.7) では、対象橋梁に設置されている全てのロッド (4 本) が、設計どおり破断し、通行に支障のない被害に収まった。¹⁾

ところが、2014 年 5 月、設計張力を超えるような大きな地震が発生していないにもかかわらず、4 本中 2 本のロッドが破断しているのが発見された。破断位置は、補剛桁側ソケットカプラーとかみあう 1 山目のねじ底であった。破面観察により、ビーチマークが確認されたことから疲労破壊と推定された。疲労亀裂は、断面下側のねじ底から発生しており、上に向かって進展し、破断していた。²⁾

応力計測結果により、破断した 2 本のロッドは、破断していない 2 本のロッドに比べて、高い応力が発生していることが明らかになった。これは、橋梁上で、4 車線から片側 2 車線へ活荷重が偏載しており、橋梁全体の複雑な変形挙動が、センターステイの大きな応力変動に影響していると考えられる。また、ロッドのねじ底の曲率半径 R が 0.3mm と小さいことから、応力集中によって疲労強度が低いことも考えられる。

本研究では、センターステイロッドの疲労強度特性を明らかにするために、疲労試験方法を検討した。

2 実験方法

(1) 試験体

試験体は、実橋にて 13 年間使用し未破断の中古ロッドと、新しく製作した実物大ロッドである。表 1 と図 1~2 に詳細を示す。なお、材料の変更は、調達上の理由によるものである。

表 1 試験体の種類

試験体	材料	ねじ底の 曲率半径 (mm)	直径(mm)		
			細径部	ねじ部	
				最小	最大
中古ロッド	SNCM625	0.3	42.2	53.0	60.0
新規製作ロッド	SNCM630	0.3	39.9		
新規製作ロッド		0.7			

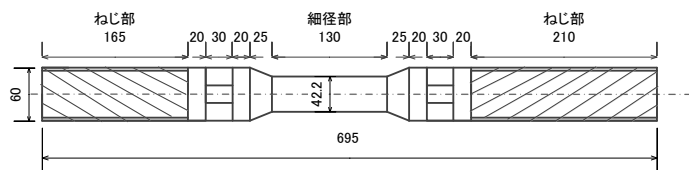


図 1 中古ロッドの形状と寸法

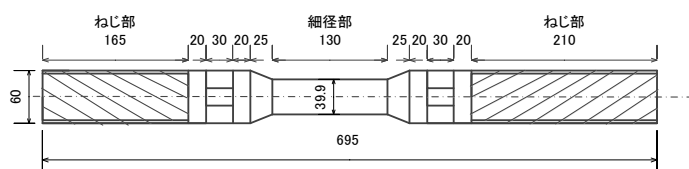


図 2 新規製作ロッドの形状と寸法

(2) 荷重方法

実橋での 72 時間連続応力計測結果によれば、ロッドにかかる最大軸力は 520kN 程度であり、疲労試験にはそれ以上の荷重が必要であるが、使用する疲労試験機の能力が最大 490kN であるため、図 3 に示すような荷重を増幅する荷重架台を考案した。荷重架台の詳細は、図 4 に示す。

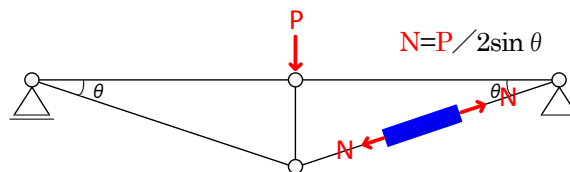


図 3 荷重架台の角度と軸力の関係

図 5 に、前述の 72 時間連続応力計測により得られた各ロッド細径部の実測最大応力範囲 σ を示す。破断したロッドは C と D には、破断していない A, B, E, F に比べて、面外曲げにより断面下側に大きな応力範囲が生じていることが分かる。

(3) 静的荷重試験方法

ひずみゲージ貼付位置を図 6 に示す。細径部には公称応力計測用に長さ 5mm の 1 軸ゲージを、ネジ部近傍にはきれつ発生検出用に長さ 1mm の 1 軸ゲージを貼付した。

3. まとめ

今後、疲労試験を行い、疲労挙動の再現と、改良効果の検証を行う予定である。

参考文献

- 1) 古家和彦・磯江浩・帆足博明・平野茂：芸予地震における動態観測と来島海峡第一大橋センターステイロッド破断に対する検証，鋼構造論文集，第 10 巻，第 39 号，pp. 131-141，2003. 9.
- 2) 高田大資・梶尾光邦・溝上善昭：吊橋太径ねじ部の疲労損傷に関する検討，土木学会第 71 回年次学術講演会概要集，I-394，2016. 9.

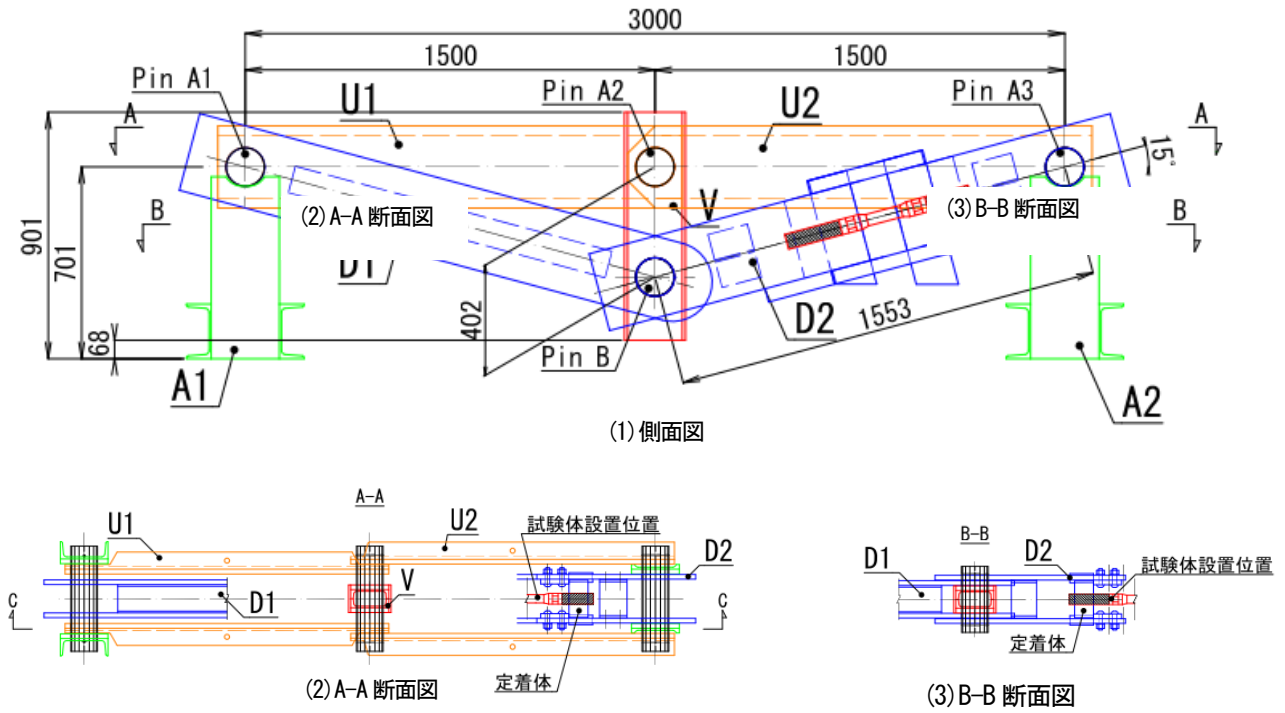


図4 荷役架の形状と寸法

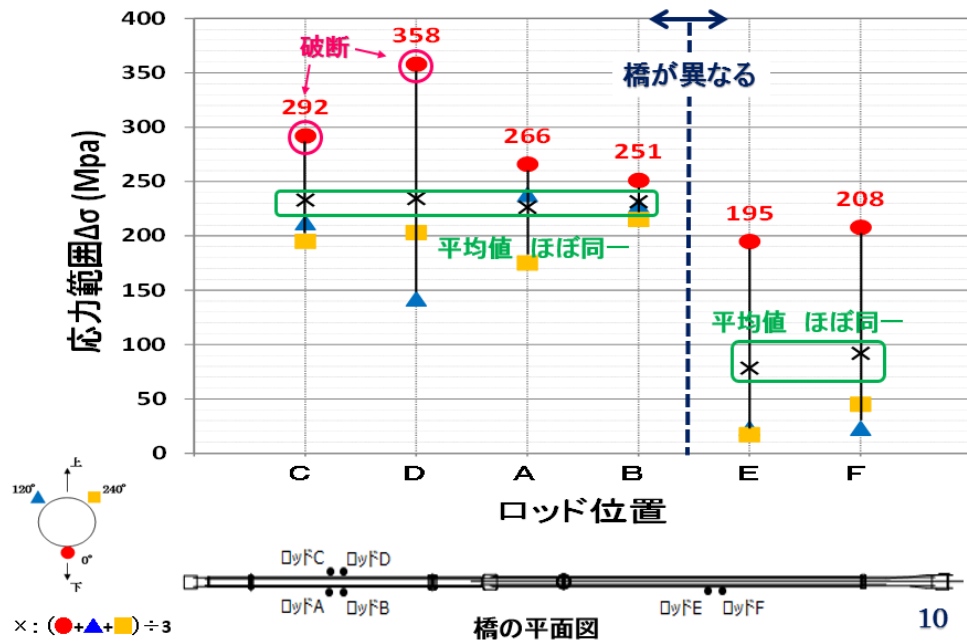


図5 各ロッドの細径部実測最大応力範囲

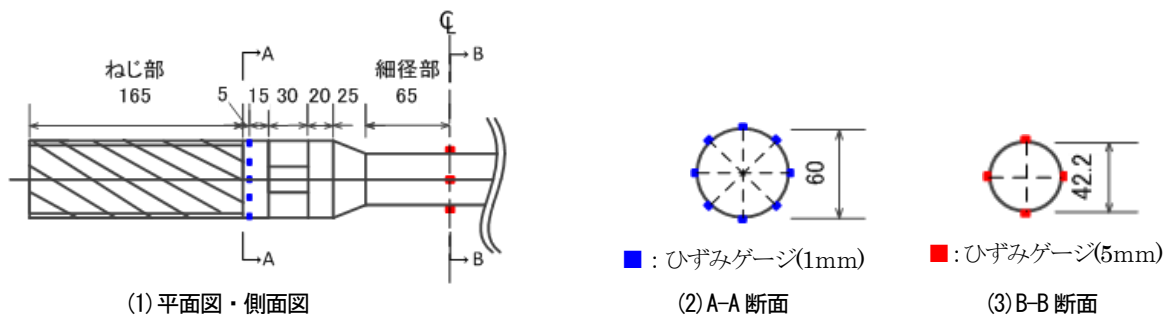


図6 ひずみゲージ貼付位置