

吊形式人道橋の補強方法に関する基礎的検討

岐阜大学 学生会員 ○山本 昂平
岩田 照夫
山崎 百花
正会員 村上 茂之

1. 研究背景,目的

岐阜県加茂郡八百津町には橋長 114m(主塔間),幅員 4.5m の旅足橋という橋梁がある.この橋梁は, Florianopolis 形式橋梁と呼ばれ,トラス橋と吊橋の複合構造形式橋梁である.この橋梁は 1954 年に製作され,耐風安定性と耐震性が通常の吊橋より優れていた.しかし,架設技術の進歩とともに, Florianopolis 形式橋梁を適用するスパンではアーチ橋を架設することが可能となった.そのため,現在では同種の構造を持つ橋梁は世界で 5 つしかなく,日本でこの旅足橋が唯一である.そこで,この珍しい橋梁形式の特徴を活かすことによって、吊形式人道橋の補強に再利用できないか考えた.補強方法として考えたのは,主ケーブルの負担を減らすために,補剛トラスの部分を軽くして,主ケーブルの軸力を低減させることである.

本研究では,補剛トラス部分に死荷重が小さい CFRP を用いることによって,補強が有効であるかの検討を行った.

2. 対象橋梁

図 1 に対象橋梁を示す.現地調査により,通常の吊形式人道橋では備われている耐風柵がなく,トラスとケーブルの接合部はピン結合であることがわかった.



図 1 対象橋梁

2. CFRP について

CFRP は,「炭素繊維強化プラスチック」と呼ばれ,強化材に炭素を用いて,母材には主に耐熱,耐火性に優れるエポキシ樹脂が用いられる.構造用の鉄鋼材である SS400 と比較すると,密度は SS400 の 1/5,引張強度は SS400 の約 7.5 倍であり,軽くて強度があると言える.

3. 解析手法

解析には,汎用の有限変位解析プログラム(1)を用いた材料非線形を考慮した非線形静的解析を行った.鋼材部分とハンガーケーブルの部分は SS400,主ケーブルは JISG3502 ピアノ線材を使用した.境界条件は表 1 に示す通りである.まず,吊橋と旅足橋の構造上の違いを確認するために,吊橋と旅足橋の 2 つのモデルを作成した.次に,補剛トラスに CFRP を用いたモデルと補剛トラスの構造をワーレントラス,プラットトラス,ハウトラスを作成し,CFRP の補強の有効性とどの形式が CFRP による補強が適切であるか検討した.図 2 に作成したモデルを示す.

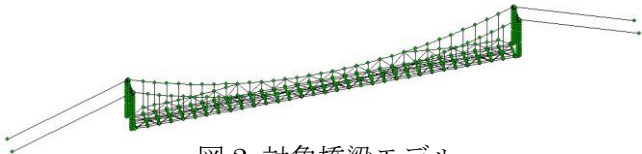


図 2 対象橋梁モデル

表 1.拘束条件

	X	Y	Z	Rx	Ry	Rz
アンカー	1	1	1	1	1	1
支承	1	1	1	1	0	1
主塔	1	1	1	1	0	1
サドル	0	1	0	1	0	1

1:固定 0:自由

3. 解析結果

(1)主ケーブルの軸力変化

図1に示すのは、活荷重載荷時の主ケーブルの軸力である。図1より、旅足橋の場合、吊橋と比べて主ケーブルと補剛トラスが兼用されている部分で軸力が大幅に低減していることがわかる。これは、主ケーブルが付いている補剛トラス部分の上弦材の圧縮力によって、吊橋の主ケーブル部分の引張力を相殺したためだと考えられる。また、CFRPを用いた場合の方が軸力低減に期待できることがわかった。図4に示すのは、死荷重載荷時の斜材の軸力と活荷重載荷時の斜材の軸力の差を表したものである。図4より、補剛トラス部分で軸力が卓越していることがわかる。これは、活荷重載荷時は斜材が力を受け持つことで、補剛トラス部分の主ケーブルの軸力が減少したと考えられる。

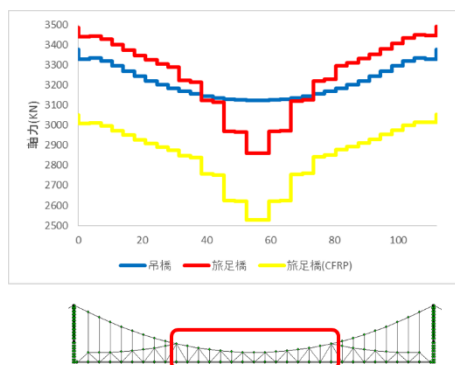


図3 活荷重載荷時の主ケーブルの軸力

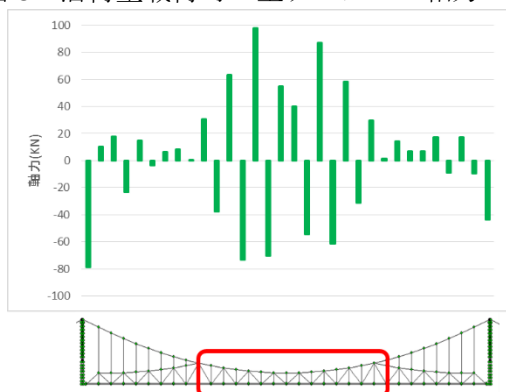


図4 死荷重と活荷重の斜材の軸力の差

(2)補剛トラスの構造形式の違いによる軸力変化

図5、図6に示すのは補剛トラスの構造形式を旅足形式、ワーレントラス、ハウトラス、プラットトラスにした時の主ケーブルの軸力と補剛トラスの軸力を表す。図5より、主ケーブルと補剛トラスが兼用されている部分でワーレントラスの軸力が小さいことがわかる。これは、ワーレントラスは鉛直材がなく、その死荷重分ケーブルに負担がかからなくなったためだと

考えられる。そのため、部材を減らし、死荷重を低減させることが重要になると考えられる。

図5より、上弦材、下弦材の軸力はどの構造形式もほとんど同じようになる。しかし、斜材の軸力が構造形式によって異なり、ワーレントラスは斜材のほとんどが引張になり、座屈の心配がなくなるため、CFRPで補強する形式として最適であると考えられる。

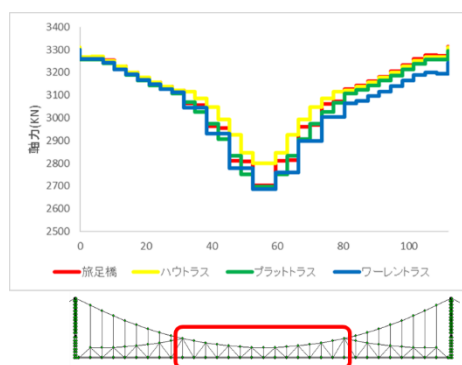


図5 各構造形式の主ケーブルの軸力

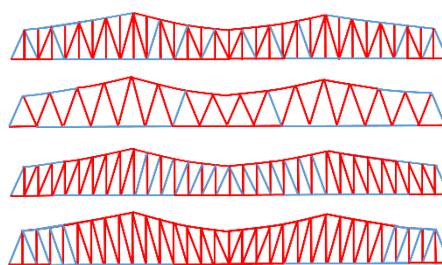


図6 各構造形式の補剛トラスの軸力

(赤色:引張, 青色:圧縮)

5. まとめ

本研究で得られた主な結果は以下の通りである。

- ・ Florianopolis 形式橋梁は吊橋と比較して、主ケーブルと補剛トラスが兼用されている部分で軸力が低減する。また、補剛トラスを CFRP にすると主ケーブルの軸力低減に期待できる。
- ・ 補剛トラスをワーレントラスにすることが力学的に合理である。

参考文献

- (1) 野中哲也, 吉野廣一; 丸善株式会社, パソコンで解くファイバーモデルによる弾塑性有限変位解析, H22 年 11 月
- (2) 公益社団法人日本道路協会; 丸善株式会社, 道路橋示方書・同解説 I 共通編, H24 年 3 月
- (3) 三浦邦夫, 河野宏; 丸善(株), 吊橋・技術とその変遷 -, H8 年 12 月