

トラス桁形式 GFRP 製橋梁用検査路の構造特性と耐荷力に関する実験的検討

首都大学東京大学院 学生員○石井佑弥 首都大学東京 正会員 中村一史
 高速道路総合技術研究所 正会員 古谷嘉康
 前田工織 正会員 中井裕司 日本 FRP 正会員 西田雅之

1. はじめに

近年、軽量で耐食性に優れた繊維強化プラスチック（以下、FRP とよぶ）製の検査路が適用されており、FRP の特性を活かしたトラス桁形式検査路が開発されている。しかし、このトラス桁形式検査路は、開断面のポニートラス形式であることから、面外方向に対する剛性が小さく、その対策が必要であること、また、様々な支間長への対応と床版の軽量化の余地があることなどに課題がある。そこで本研究では、トラス桁形式検査路の合理化および改良を図るために、GFRP（ガラス繊維強化プラスチック）アングル材を用いてトラス格点部を補強するとともに、格点間距離を延長し、床版厚を低くした、実大模型を製作して、その構造特性と耐荷力を曲げ載荷実験により検証した。

2. 改良したトラス桁形式検査路の概要

図-1 に、設計対象としたトラス桁形式の検査路の一般図を示す。表-1 に、検査路の設計条件を、また、表-2 に、材料物性値をそれぞれ示す。実大模型の支間長は 5.8m であり、これは、一般に適用される橋梁用検査路の規模である。実大模型は、標準とした 4 パネルモデル、格点部の間隔を広げた 3 パネルモデルの 2 種類を製作した。上弦材、下弦材、斜材、垂直材には GFRP 溝形材 C75 (H75×B40×t5.0mm) を、また、水平材(非構造部材)には、角パイプ (H60×B32×t4.0mm) を使用している。床版部には、サンドイッチパネル床版を採用しており、その断面構成を図-2 に示す。サンドイッチパネル床版の構造は、下弦材を兼ねた GFRP 溝形材 C75 を両側に設置し、上下面に連続成形板である 3mm 厚のスキンプレート配置して、内部をコア材である硬質発泡ウレタンで充填したものである。その上面の両端には、防護板としての役割を担う爪先板を設置している。爪先板は、GFRP 溝形材 C100 (H100×B50×t5.0mm) から切り出したものを使用している。下弦材格点部の補強に使用するアングル材は、斜材フランジ部の外側に設置し、斜材を爪先板の最上部に合わせた長さに切り出し、これを半割りにしたものを使用している。サンドイッチパネル床版、トラス格点部の接合部は、接着剤とリベット接合の併用接合を採用し、リベットの本数、配置については、別途、接合部の載荷実験により決定した。

3. 設計活荷重に対するたわみの評価

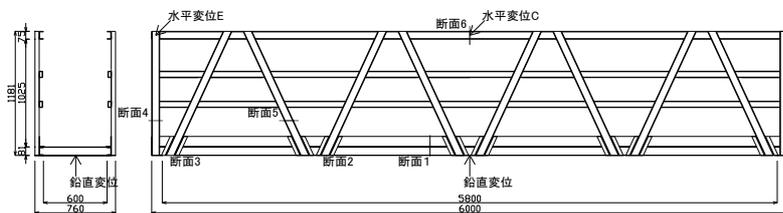
実大模型の構造性能を検討するために、群集荷重 (3.5kN/m²) に相当する砂のうを床版上面に静的に載荷して、設計荷重相当 (合計 12.2kN) の載荷実験を行った。計測した床版下面の鉛直たわみの分布を図-3 に示す。最大たわみは、4 パネルモデルで 4.3mm、3 パネルモデルで 6.8mm となり、パネル数が多い方が、たわみが小さくなることがわかった。なお、いずれもたわみ制限値 (L/600=9.7mm) を満足していることが確かめられた。

表-1 設計条件

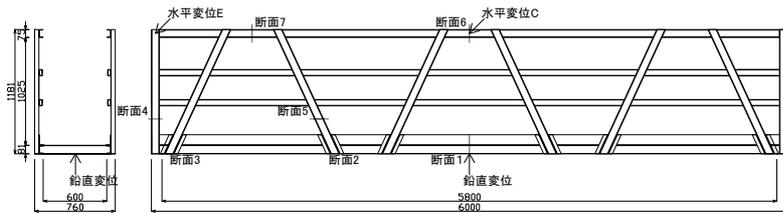
設計活荷重 (kN/m ²)	3.5
有効幅員 (m)	0.6
支間長 (m)	5.8
たわみ制限 (mm)	L/600

表-2 材料物性値

溝形材 C75	弾性係数 (GPa)	39.5
	引張強度 (MPa)	600.0
溝形材 C100	弾性係数 (GPa)	39.2
	引張強度 (MPa)	597.9
スキンプレート	弾性係数 (GPa)	8.8
	引張強度 (MPa)	89.4
硬質発泡ウレタン	弾性係数 (MPa)	9.5
	圧縮強度 (MPa)	0.329



(a) 4 パネルモデル



(b) 3 パネルモデル

図-1 トラス桁形式検査路の一般図

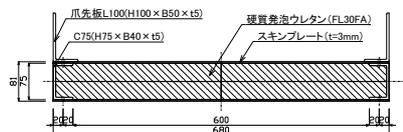


図-2 床版の断面図

Key Words : 検査路, GFRP, トラス形式, サンドイッチパネル床版, せん断破壊
 連絡先: 〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1 TEL.042-677-1111 内線(4564)

4. 4点曲げ載荷実験による耐荷力の検討

4.1 実験方法

製作した実大模型の構造特性、耐荷力については、4点曲げ載荷実験により検討した。変位計の設置位置、着目断面とひずみゲージ位置については、図-1に併記した通りである。図-4にセットアップの状況を示す。載荷実験では、試験体の支持条件は単純支持とし、4点曲げ載荷を行った。支点部にはゴム板と鋼板を、載荷にはゴム板と鋼板のほか、空隙を充填するための5mm厚のFRPを設置した。載荷装置には、容量2,000kN、ストローク200mmの油圧ジャッキが取り付けられた汎用曲げ載荷試験機を用いた。

4.2 実験結果と考察

図-5に、実大模型の破壊状況を示す。載荷にともなって、4パネルモデル、3パネルモデルともに、面外方向に変位が増大し、爪先板の自由縁に曲げ座屈が生じた。破壊状態は、両モデルともに、横倒れが生じ、支点側の上弦材にせん断破壊が生じた。図-6に、荷重と変位の関係を示す。最大荷重は、いずれも52kN程度であるが、4パネルモデルの鉛直変位は3パネルモデルに比べて小さくなり、パネル数の多い4パネルモデルの剛性が大きいことがわかる。また、水平変位については、実大模型におけるトラス面材の面外方向への変形が大きいことがわかり、設計荷重での変位は、4パネルモデルは中央部で4.3mm、端部で3.5mmであり、一方、3パネルモデルは中央部で4.6mm、端部で3.1mmであり、実用面では問題はないといえる。図-7に、荷重と各断面における軸力の関係を示す。両モデルとも解析値との整合性が確認でき、トラスとして機能していることが確かめられた。断面1(床版、下弦材)の実験値が、非線形となる部分がある。これは、前述した爪先板の座屈によるものであり、座屈後は爪先板には荷重が分担されていないと考えられる。また、断面6(上弦材)の軸力が大きいことから、実大模型では、上弦材のせん断破壊が支配的であるが、軸力や曲げモーメントも同時に作用する複合的な破壊であると考えられる。

5. まとめ

改良と合理化を図ったトラス桁形式検査路の実大模型において、設計活荷重に対するたわみ制限を満足すること、曲げ載荷実験により、最大荷重が設計荷重に対して4倍程度の余裕があり、十分に安全であることが確かめられた。また、設計荷重での水平変位は小さく、トラス構造として機能していることが確かめられた。

参考文献

- 1) 小泉公佑, 中村一史, 若林 大, 古谷嘉康, 中井裕司, 西田雅之: トラス桁形式 GFRP 製橋梁用検査路の開発, 第5回 FRP 複合構造・橋梁に関するシンポジウム, pp.53-61, 2014.11

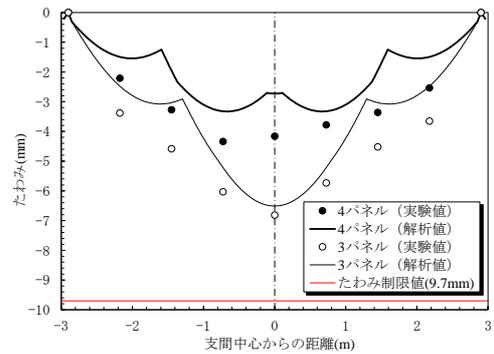


図-3 設計活荷重におけるたわみ分布図



図-4 載荷実験のセットアップ状況(3パネルモデル)



(a) 上弦材の横倒れ座屈 (b) 上弦材のせん断破壊

図-5 4パネルモデルにおける破壊状況

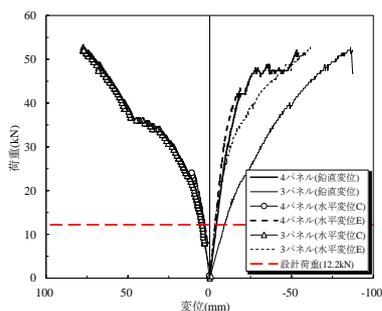
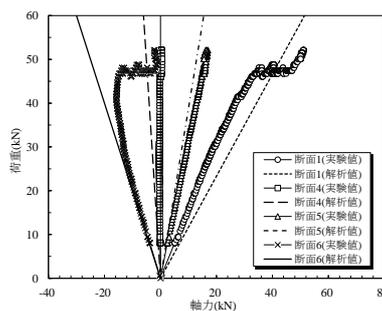
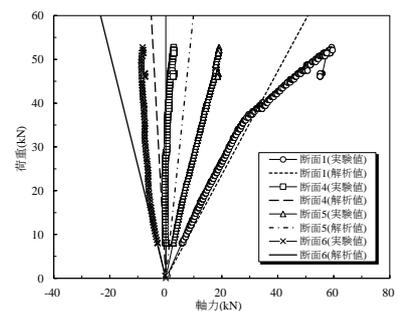


図-6 荷重と変位の関係



(a) 4パネルモデル



(b) 3パネルモデル

図-7 荷重と各断面における軸力の関係