

GFRP歩道橋の実橋による載荷実験

ものづくり大学 学生会員 ○増田 紘一
ものづくり大学 正会員 増渕 文男

1. はじめに

ガラス繊維強化プラスチック（GFRP=Glass Fiber Reinforced Plastic）は軽量で耐食性に優れており、成型時に顔料を混ぜる事で色彩を選ぶことができる。現在、GFRPの新しい用途として構造物への適用が注目されている。ものづくり大学では学内の建設棟と製造棟を繋ぐ、橋長21.1mのGFRPを使用したトラス橋を大学内に建設した。GFRP材を主構造に使用するため、従来の歩道橋よりも軽量なものが出来、架設性も優れている。しかし、トラス橋の構造特性とGFRPの材料特性から変位が問題になると考え、本研究ではGFRP歩道橋の実橋による載荷実験を行い、実験結果と有限要素法による立体構造解析を行い変位について比較・検討した。また、GFRP材の単位体積あたりの質量密度が鋼材の7.8 kg/m³に比べ2.5 kg/m³と1/3程度しかない。このため振動について動的解析を用いて固有値を求めた。

2. 実験方法

実験に使用する実橋の構造形式はポニートラス形式の中路橋で、構造規模は中央径間11.7m、側径間4.7m、幅員2.7m、トラス高さ1.5m、台座高さ1.065m、橋脚高さ4.072mである。構造材料はトラス弦材・斜材・縦桁・下横構にGFRP材を使用し、台座とガセットプレートにはステンレス材を使用している。また、トラス材とガセットプレートの接合にはSUS305のブラインドリベットを使用している。図面の詳細と載荷位置は図1に示し、部材の詳細な断面形状・寸法は表1に示す。変位計はトラス下弦材格点に、正面側をA~L、反対側をA'~L'として設置した。載荷方法は、25kgの土嚢袋160個（荷重合計4000kg）を橋床上に写真1のように置いた。8月3日に行われた実験の載荷方法は、学生50人に荷重として橋床上に乗った。また合わせて振動実験も行った。

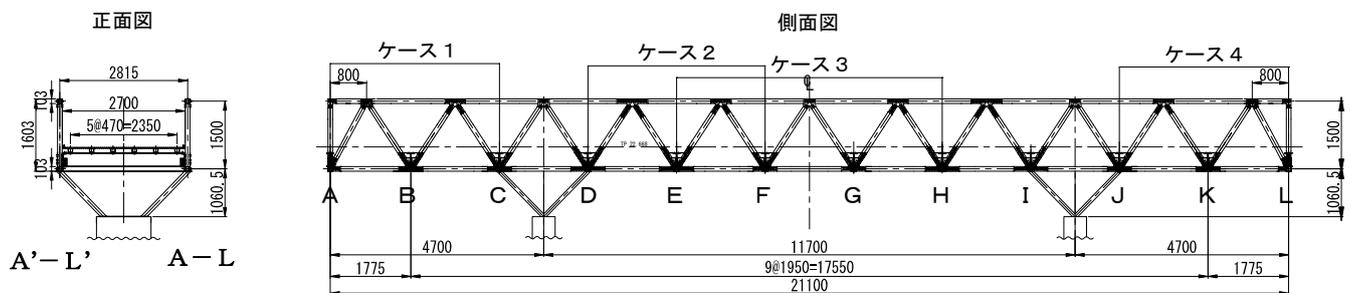


図1 GFRP歩道橋 一般図

表1 部材断面形状と寸法

部材名	材料名	断面形状	断面寸法	弾性係数(KN/mm ²)
トラス弦材・斜材	GFRP	角パイプ	103×103×9.3	40
縦桁	GFRP	角パイプ	103×103×6.3	40
下横構	GFRP	Hビーム	300×150×14×10	40
台座	SUS304	パイプ	○ 101.5×5	193
ガセットプレート	SUS304	各種	t=6	193
リベット	SUS305	各種	φ4.8	193



写真1 実橋実験の状況

キーワード FRP, 歩道橋, 載荷実験

連絡先 〒361-0038 埼玉県行田市前谷333 ものづくり大学 建設技能工芸学科 TEL048-564-3862 E-mail : masubuchi@iot.ac.jp

3. 実験結果の比較と検討

GFRP の弾性係数については、大学で行った軸力試験から、連続式引抜成形材の角パイプは $E=40\text{KN/mm}^2$ という結果がでた。変位計については CDP - 25 を使用している。8月の実験値と理論値を比較したところ一致せず、再実験により台座部分の変位を測定することにした。そこで解析モデルを図3(a)から台座を考慮した図3(b)に変更して理論値を求めることにした。その結果、実験値とほぼ一致する結果を得ることが出来た。荷重 40KN の変位図を図4にまとめた。図4(a)はトラス端部 ACC'A'に載荷した場合で、ケース1 と対称に載荷されるケース4を重ね理論値と比較したものである。図4(b)は中央径間端部 DFF'D'に載荷したものである。図4(c)はトラス中央部 EHH'E'に載荷したものである。台座部分である CDIJC'D'I'J'に変位が出ていることがわかった。

動的解析

GFRP 橋の振動実験を行い、図5のように8月の実験で固有値は 3Hz と出た。構造解析モデルに質量マトリックスとしてガセットプレートと床板木材の質量を加えた。ガセットの種類は 20 種類、200 枚でブラインドリベットは 3 種類、5572 本を使用しステンレス材の総重量は 801.11 kg、床板の木材は 214 枚 1192.92 kg であった。動的解析を行った結果、表2のモードが示すように約 2Hz の固有値が求められた。

おわりに

道路橋示方書・同解説のたわみ制限より、中央径間許容値 $\delta=L/600$ から $\delta a=19.5\text{mm}$ で実験値は 3.44 mm、側径間許容値は $\delta=L/400$ から $\delta a=11.7\text{mm}$ で実験値は 7.956 mm となり許容値内に収まった。実橋実験を行ったことにより、台座にも変位があることがわかった。

謝辞

振動実験においては、首都大学東京の前田研一教授および中村一史先生にご指導頂き、深く御礼申し上げます。また実験に協力してもらった、ものづくり大学の中井清介君、渡辺智洋君に感謝の意を表します。

参考文献

- 1)高橋他 「ポニートラス形式 GFRP 歩道橋の開発と静的構造特性の検討」 土木学会年次学術講演会 平成 19 年 9 月 p 119-120

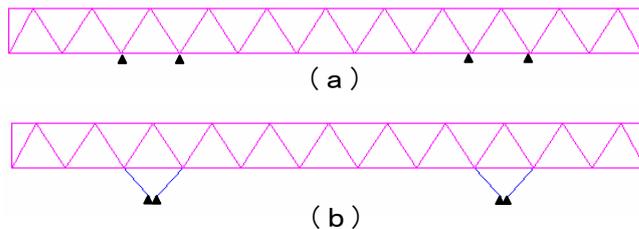
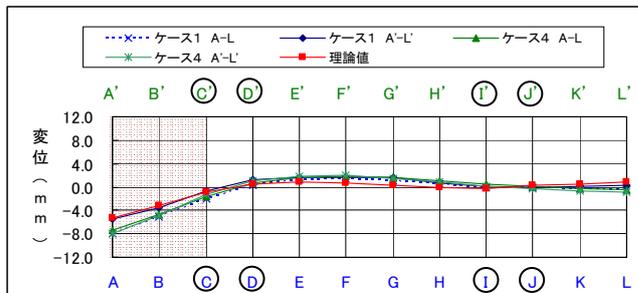
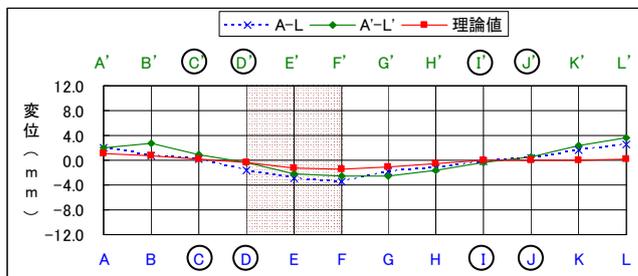


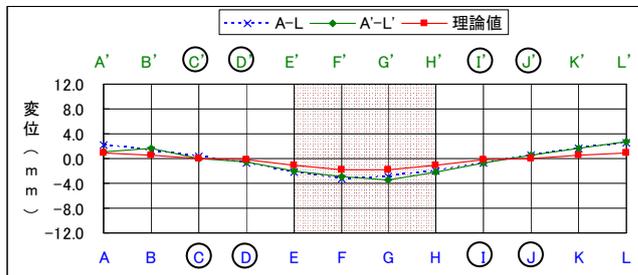
図3 構造解析モデル



(a) ケース1とケース4



(b) ケース2



(c) ケース3

図4 40KN 載荷時の変位図

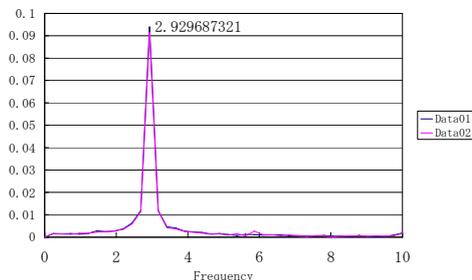


図5 リニアスペクトル

表2 固有値振動数

モード次数	周波数(Hz)	周期(秒)
1	1.977	0.506
2	2.172	0.46
3	2.188	0.457
4	3.866	0.259