

朝霧暴露試験場における GFRP モデル車道橋の設計

A design of GFRP model driveway bridge in a ASAGIRI EXPOSURE EXAMINATION SITE

鈴木 統*

林 耕四郎**

大橋 潤一***

西崎 到****

Osamu SUZUKI

Koshiro HAYASHI

Jyunichi OOHASHI

Itaru NISHIZAKI

Although an emergency bridge is needed when the access of a bridge becomes impossible at the time of calamities, such as a typhoon and an earthquake, it is essential as that local conveyance and construction of a bridge are simple. FRP (Fiber Reinforced Plastics) has some merits, for example, lightweight, high tensile strength and high corrosion resistance, etc.

The model bridge was designed and manufactured in order to grasp the various characteristics of the emergency bridge using FRP. This report shows considerations for design of the model bridge.

Keywords: FRP, 応急橋梁, 接合, 床版

FRP, emergency bridge, joint, slab

1. はじめに

台風、地震などの災害時に橋梁が供用不可能になると、交通が麻痺し、避難、救援、復旧活動の遅れによって人的・経済的に計り知れない損害となる。このような場合に応急橋梁が必要となるが橋梁の現地運搬および架設が簡便であることが絶対条件となる。また、応急橋梁は使用される現地の条件に応じて幅員と支間の変化に対応できる必要がある。FRP(Fiber Reinforced Plastics 繊維補強プラスチック)の特性には、軽量、高引張り強度、高耐食性などがある。これらの特性を生かして、通常はメンテナンス不要で、非常時に素早い運搬・架設が必要となる応急橋梁への適用が可能と思われる。

今回は支間 8m の模型橋を設計・製作・架設を行ったので、設計上考慮した点について述べる。

2 応急橋梁の概要

応急橋梁に求められる条件を以下のように設定する。①部材の運搬を 11tトラック以下で行える大きさとする。②組立、架設は手配が容易な 45

*石川島播磨重工業(株) 橋梁事業部 基本計画部
(〒135-8322 東京都江東区毛利 1-19-10)

**旭硝子マテックス(株)C&A 推進部

(〒101-0063 千代田区神田淡路町 2-23)

***東急建設(株)土木技術設計部

(〒150-8340 東京都渋谷区渋谷 1-16-14)

****建設省土木研究所 材料施工部化学研究室

(〒305-0804 つくば市旭 1 番地)

t以下のラフタークレーンで行えるものとする。③組立は最小の作業で済むようブロック化されたものを現地で接合する。④架設される現地の地形、交通状況に合わせて、支間・幅員を自由に変えることができる。

以上の条件を考慮し、安価に入手できる FRP 引抜成形材を用いた応急橋梁として以下の構造を提案した^[1]。

①形式は一方向性の強度材である引抜き成形材で容易に製作できるトラス型式とし、桁構造と床構造を分離する(図-1)。架設時には桁を一括架設し、後から床版ブロックを敷設する。荷重条件によってトラス主構の数を変更することが可能。

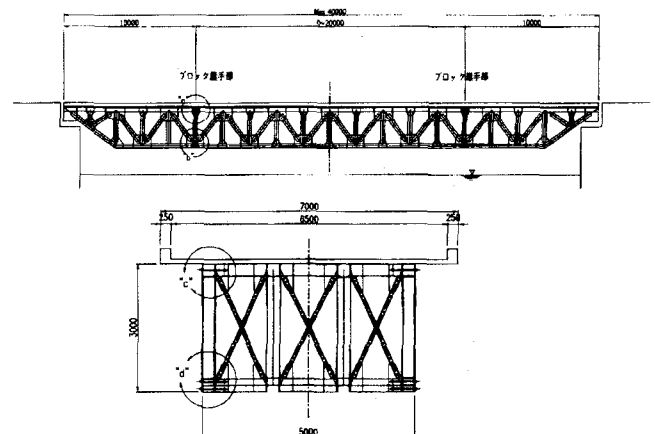


図-1 FRP 応急橋梁概要図

②トラス主構はトラックで運搬できる大きさのブ

ロックに分割し、ブロック間の接合は、トラスの部材に作用する軸力に対してHTB、またはPC鋼棒を用いた引張接合とする。図-1のブロック間接続方法のイメージを図-2に示す。

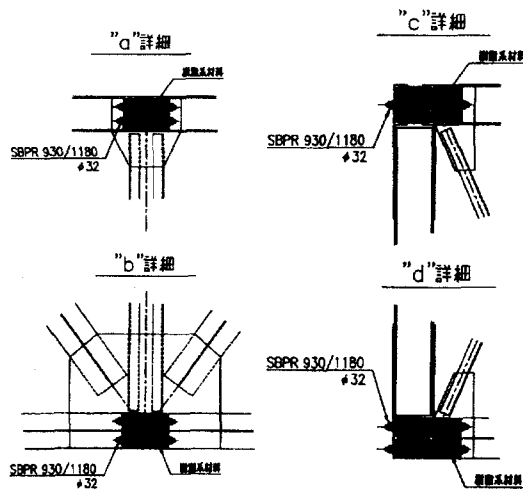


図-2 ブロック接続イメージ図

床版は引拔成形材を使用することを考慮し、現地で容易に架設できるように、50～100cm 程度の幅のパネルとする。パネルの接合面にはせん断キーを設け、主構上に敷設後、PC鋼線縦締めする。

②架設工法はFRPの軽量性を生かし、クレーンによるブロック毎の一括架設、または手延べ無しでの送り出し工法やロアリング工法で行う。

以上のFRPの特性を生かした応急橋の施工性、各種特性の確認のため支間8mの模型橋を建設省土木研究所朝霧暴露実験場に設置した。

3. 朝霧暴露試験場における模型橋

3.1 模型橋概要

上記のFRP応急橋の各種実験のため、支間長8mの上路トラス模型橋の設計を行った。

3.2 設計の前提条件

模型橋の設計に当たり以下の前提条件で設計を行った。

- (1) ガラス繊維補強プラスチック（以下GFRP）を利用した応急橋の模型として設計を行う。
- (2) 考慮する活荷重は2tトラック相当荷重（以下T-4）1組のみである。
- (3) 設計には主に道路橋示方書・同解説を用いて行うが、許容たわみと応力度、座屈荷重などFRPを用いた橋梁の設計において必

ずしも適した設計法とは限らない。

- (4) 本橋は部材断面に□型引抜き材を用いたトラスの案であり、接合にはポップリベットを使用している。
- (5) 継手は作用力に対して設計し、安全率は4以上とした。

3.3 設計条件

模型橋の設計にあたり以下の条件で設計を行った。

形式：上路トラス橋

橋長：8.3m

支間長：8m

総幅員：3.5m

設計活荷重：T4荷重

使用材料：

引抜き材：GFRP

ロービング比率80%、マット比率20%

プレス材：GFRP

各々の材料の物性値を表-1に示す。

表-1 GFRP 材物性値

規格値	引抜き成形材	プレス材
引張強度	518Mpa	130 Mpa
引張弾性率	24.0Gpa	11.8 Gpa
圧縮強度	430Mpa	130 Mpa
圧縮弾性率	30.0Gpa	—
曲げ強度	413Mpa	130 Mpa
曲げ弾性率	11.9Gpa	11.8 Gpa
せん断強度	183.2Mpa	50 Mpa
比重	1.9	1.9

荷重：

死荷重

床版（舗装、地覆を含む）：4.41 kN/m²

主構：0.502 kN/m

活荷重

活荷重は2tトラック1台相当のT-4荷重とする。

T-4荷重：前輪 3.92kN、後輪 15.7kN

適用基準：

『道路橋示方書・同解説Ⅰ，Ⅱ』

『繊維強化プラスチック引抜き材』

『橋梁用高力ボルト引張接合設計指針（案）』

模型橋の一般図を図-3に示す。

3.4 設計計算

骨組み解析によって主構のたわみ、各部材の断面力を求めた。

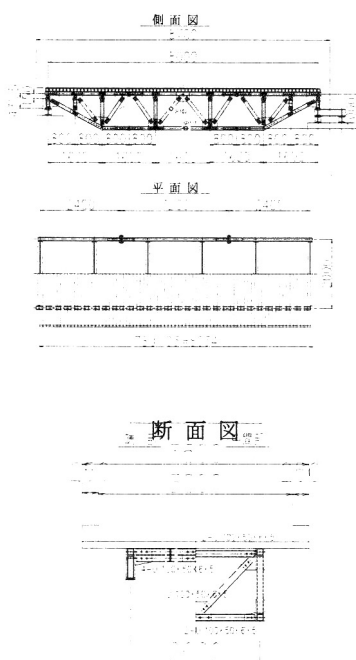


図-3 模型橋一般図

3. 5 主構のたわみ

骨組み解析結果より、支間中央部での最大鉛直変位 δ は 22.1mm となった。

道路橋示方書Ⅱ鋼橋編『1. 4 たわみの許容値』より

$$\delta_a = L/600 = 13.3\text{mm}$$

$\delta > \delta_a$ となるが、本橋が応急橋の模型であること、FRP 床版が鉄筋コンクリート床版のように桁のたわみの影響を受け難いことから許容することとした。

3. 6 断面の検討

主構の部材はすべて□型引抜き成形材 SP103 を使用した。

SP103 断面

$$A = 0.00349 \text{ m}^2$$

$$I = 0.00000515 \text{ m}^4$$

$$r = \sqrt{I/A} = 0.0384 \text{ m}$$

$$S.F. = 3.2$$

骨組み解析を行い、圧縮力、引張り力が最大となる部材において座屈・断面応力度を照査した。

3. 7 ブロック継手

主構トラスのブロック間の現場での接合には施工の簡略化を考慮し引張り接合を用いた。実際の応急橋においてはPC鋼棒を用いて結合することが考えられるが、本模型橋では継手部に金属製のソケットを上弦材に差し込み、支圧接合ボルトに

て固定した。継手金具を高力ボルト引張接合としてブロックを接合した。図-4 にブロック継手金具の形状を、写真-1, 2 に実際の接合部の様子を示す。

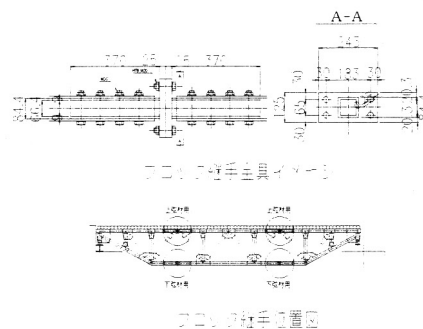


図-4 ブロック継手金具詳細

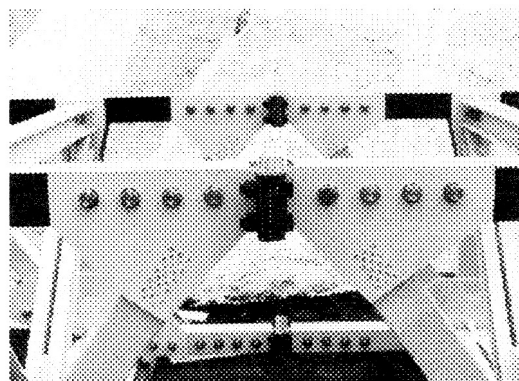


写真-1 ブロック継手（上弦材）

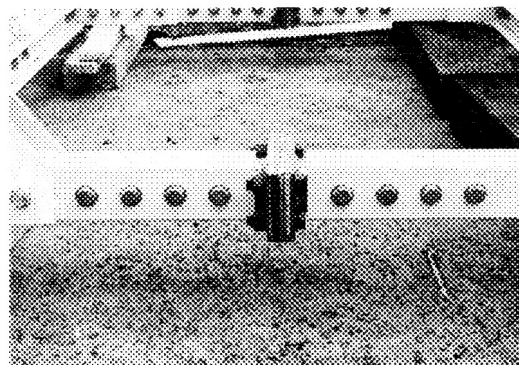


写真-2 ブロック継手（下弦材）

3. 8 ガセットプレートの検討

トラス格点部に用いるガセットプレートには、引抜き材と異なり、部材方向への等方性が求められる。そのため、各方向への強度を決定付ける繊維量（クロス繊維）を調整でき、また厚さに比較して高い強度が期待できるプレスしたハンドレイアップ材を使用した。接合にはポップリベット

CCP68 を使用し、接着剤を併用した。ただし強度設計にはリベットのせん断耐力のみで設計し、接着剤強度は考慮しないこととした。写真-3 に格点部接合後の様子を示す。

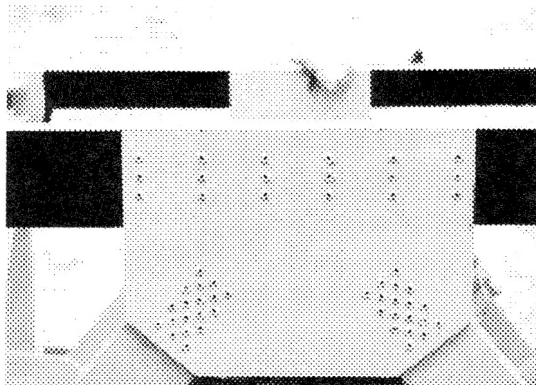


写真-3 格点部接合

横桁取付け部のガセットは主構ガセットプレートに直角に取り付けたプレス材を繊維でオーバーレイし、更にポップリベットを用いて補強した。

4. 対傾構の検討

対傾構の断面には、U型材を用い、ガセットプレートを挟み込んでボルトで接合した。

対傾構取付け部を写真-4 に示す。

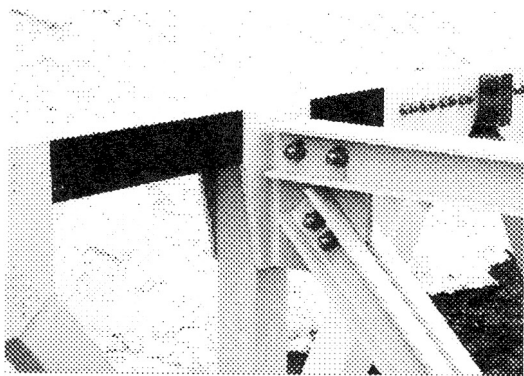


写真-4 対傾構取付け部

5. 床版の検討

5. 1 使用材料

床版は主構に用いたものと同じ引抜き材 SP103 を用い、5 本を橋軸方向に長ボルトで連結し、一枚のパネルとした。

5. 2 床版の施工法

床版は主構架設後、上記のパネルを上弦材上に敷設する。主構との取合いはL型材で上弦材を挟み込み、ボルトで抑える構造とした。

床版敷設後、舗装材として橋面上に $t = 10\text{mm}$ の滑り止め付きゴム平板を敷設した。

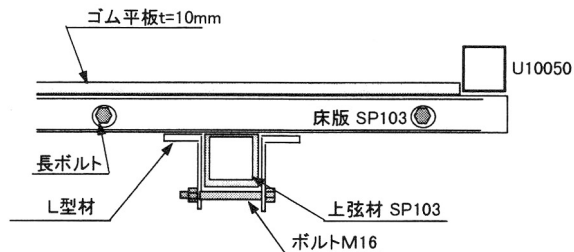


図-5 床版取付概要図

架設終了後、載荷実験を行っている様子を写真-5 に示す。

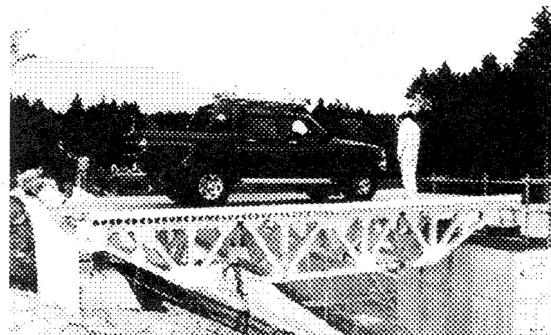


写真-5 載荷実験状況

6. 今後の課題

今回の模型橋の部材接合にはポップリベットを用いた接合としたが、実橋の接合にはボルトを用いた支圧接合、かん合接合、接着剤を用いた接合、またはそれらの組合せが考えられる。それらの強度確認および設計法の確立が必要である。

模型橋においてはブロック部の接合は高力ボルトを用いて引張り接合としたが、実橋における PC 鋼棒を用いた接合は実験も含めて検討が必要である。

なお、本研究は建設省公募形共同研究「繊維強化プラスチックの土木構造材料への適用に関する共同研究」の一環として行われたものである。関係各位に感謝の意を表する。

[参考文献]

- [1] 宇野, 鈴木, 張, 明嵐, 小山: FRP の応急橋梁への適用, 土木学会第 54 回定期学術講演会講演概要集 1999 年 9 月 I-A, pp14-15
- [2] 社団法人強化プラスチック協会: FRP 構造設計便覧 1992.9.30