

FRP応急橋の試設計に関する一考察

土木研究所 正会員 木嶋 健
正会員 明嵐政司

1. はじめに

地震等の災害発生直後は、道路施設等の被災により交通経路が寸断される。円滑な救援活動を実施するためには交通経路の迅速な仮復旧が必要であり、落橋区間等において応急組立橋の架設が必要となる場合もある。既存の鋼製応急組立橋は大型重機やある程度の施工期間を必要とするため、迅速な仮復旧には、「施工期間の短縮を図ることができる」等の施工性に優れた応急組立橋を開発することが必要である。FRP 応急橋は、軽量構造材料である FRP を部材としているため、運搬・架設等に優れた性能を発揮すると考えられる。本稿では、FRP 応急橋の試設計ならびにたわみ振動特性について検討した結果を報告する。

2. 設計条件

構造部材に FRP、床版にグレーチングを用いた、図 - 1 (a)に示す下路トラス橋（支間長：50m、主構高：5.5m）を対象に試設計を行った。FRP は、コスト面から大量生産を可能とする引抜成形材を対象とした。幅員は、両側に路肩（0.5m）を有する 2 車線（3m + 3m）道路から成る車道部、車道部の両側に設置されたアルミ高欄付歩道（2.1m）から成る歩道部で構成されるものとし、その概要は図 - 1 (b)に示す通りである。

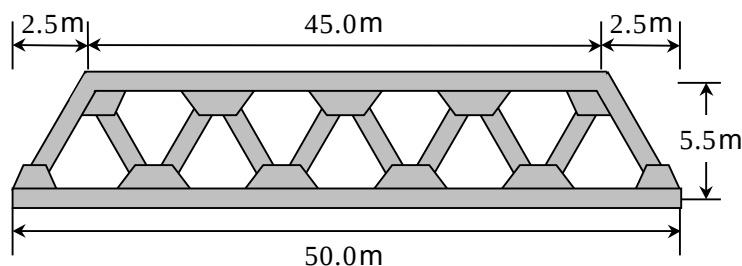


図 - 1 (a) FRP橋の側面図

設計荷重¹⁾には、死荷重として橋体自重、グレーチング床版、アルミ高欄、活荷重として B 活荷重を用いる。また、応急橋の観点から、地震・風・温度の影響は考慮しないものとする。

部材は GFRP 引抜成形材を基本とするが、横桁は弾性係数の高い炭素繊維を下部フランジに用いた GF/CF ハイブリッド引抜成形材とした。設計方法としては、許容応力度設計法を用いるものとし、安全率を 3.2²⁾とした。本試設計は、たわみ制限を考慮せず、応力配分計算に基づく断面設計を行ったものであり、接合部等の詳細構造については対象外とした。

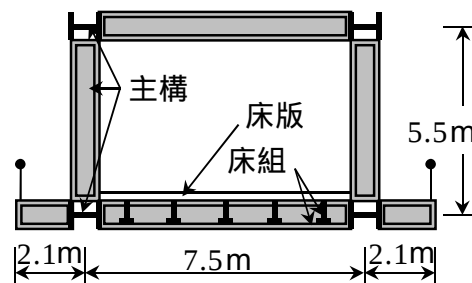


図 - 1 (b) FRP橋の断面図

3. 設計断面

表 - 1 FRP 部材の許容応力度（単位：MPa）

	引張強度	圧縮強度	曲げ強度	せん断強度
GFRP	162.2	134.4	129.1	16.6
GF/CF ハイブリッド	261.3	61.9	121.9	17.5

断面決定に用いた GFRP 引抜成形材および GF/CF ハイブリッド引抜成形材の許容応力度は

表 - 2 FRP 橋の設計重量（単位：t）

表 - 1 に示す通りである。樹脂としてはビニルエステル樹脂を用いている。

	全体重量	橋梁本体	グレーチング床版		高欄
			車道部	歩道部	
FRP 橋	91.5	53.0	30	7.5	1.0
鋼橋	173.5	135.0	30	7.5	1.0

部材に FRP 引抜成形材を用いるものとして、主構（上弦材、下弦材、斜材）

キーワード： FRP 応急橋、トラス橋、断面設計、たわみ振動

連絡先： 〒305-8516 つくば市南原 1-6、Tel: 0298-79-6763、Fax: 0298-79-6733

床組（縦桁、横桁）、ブラケットの断面構成を設計した結果は図-2に示す通りである。引抜成形材の製作にあたっては、型枠の関係から部材断面積を 15000mm^2 程度に抑える必要があり、本設計断面は上記制約条件を満足している。また、圧縮許容応力度の設定にあたっては、FRP部材のオイラー座屈曲線³⁾を考慮した低減値を用いた。なお、横倒れ座屈および局部座屈については考慮しないものとした。

同様の断面構成で全て鋼材を用いた橋梁の重量と比較した結果を表-2に示す。FRP応急橋の全体重量は鋼橋の約半分となっていることが分かる。

4. 考察

試設計では応力配分に基づく断面設計を行い、たわみ等の影響は考慮しなかった。GFRPは弾性係数が鋼よりも一桁低い 24GPa 程度であるため、活荷重たわみが大きく生じる。道路橋示方書¹⁾ではたわみ制限を $L/600$ （ L ：支間長）としているが、これを満足するような断面設計を行うと、主構高が高くなり、結果として橋梁全体の重量増大を招くことになる。応急橋の観点からは、軽量であることの優位性を生かせないことになる。

試設計を行ったFRP下路トラス橋を両端支持の単純梁と仮定して、重量 25t の大型車が 60km/h と 20km/h で走行した場合の支間中央部におけるたわみ振動加速度の計算結果を図-3に示す。図-3には、全て鋼材を用いた橋梁に関する結果も示しているが、いずれのケースも、FRP橋は鋼橋の3～4倍の値を示し

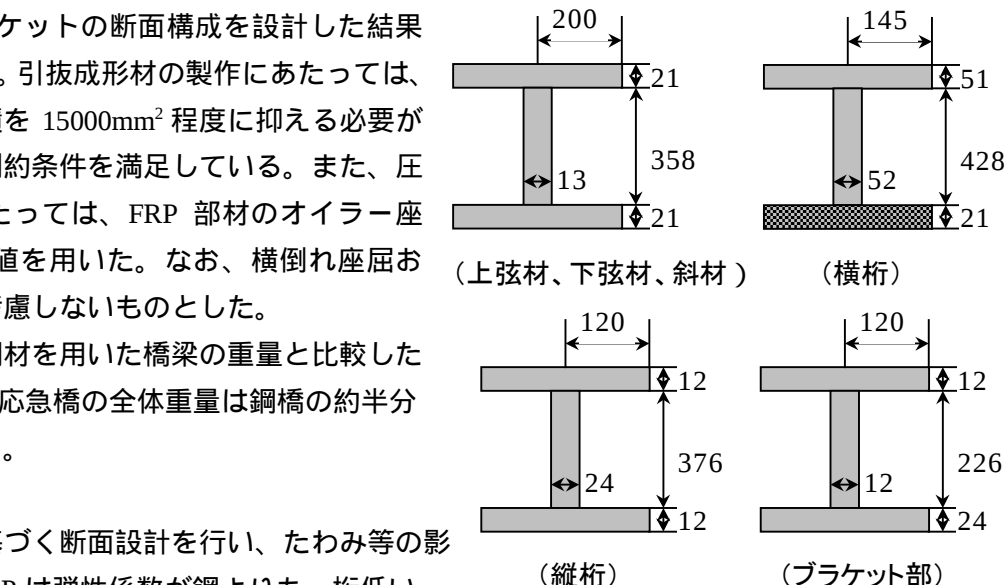


図-2 FRP橋の断面構成

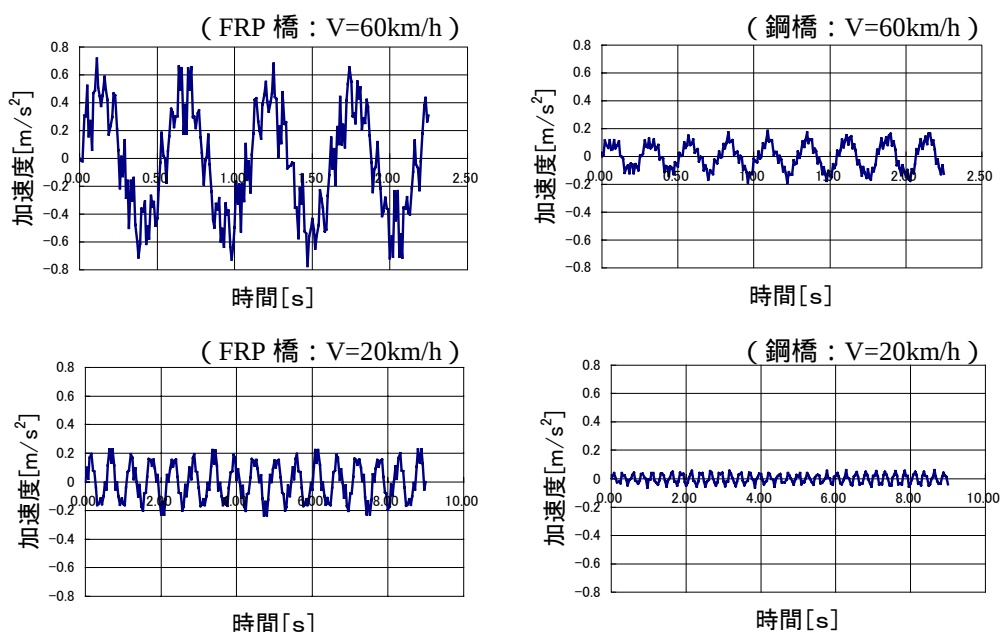


図-3 たわみ振動加速度の計算結果

ている。速度別に見ると、鋼橋の 60km/h の値とFRP橋の 20km/h の値とはほぼ同一の加速度を示している。FRPと鋼とが同一の力学的性質を持つとすれば、FRP橋上を 20km/h の速度で走行する限り、応急橋には特に問題は生じないと判断される。しかし、FRPは層間せん断強度が鋼よりも著しく低いため、層間剥離の生じる可能性が極めて高い。本結果は、たわみ振動に基づくFRP部材の疲労破壊が、接合部等から生じる可能性を示したものと考えられる。今後、本検討結果も踏まえて、部材接合部等を含めた詳細な構造について検討を行う予定である。

参考文献

- 1) 道路橋示方書・同解説（共通編、鋼橋編），日本道路協会，1994.2
- 2) 西崎他、「土木構造材料としてのFRP素材の安全率」，第1回FRP橋梁に関するシンポジウム論文集，35-40，2001.1
- 3) 内海他、「GFRPを用いた大空間トラス構造の開発その2 GFRPの構造特性」，日本建築学会大会学術講演概要集（東北），965-966，2000.9