

上路トラス FRP 橋の振動特性について

金沢大学大学院 正会員 ○深田 宰史  
金沢大学大学院 正会員 梶川 康男  
建設省土木研究所 正会員 明嵐 政司  
佐藤工業 株式会社 正会員 大野 一昭  
株式会社 富士ピー・エス 正会員 徳光 卓

1. はじめに

FRP 橋とは、Fiber Reinforced Plastics 繊維強化プラスチックにより作られた橋梁である。FRP の中には、ガラス繊維 (GFRP)、アラミド繊維 (AFRP) および炭素繊維 (CFRP) の 3 種類があり、それぞれ樹脂を含浸させて成形している。FRP の特徴としては、重量が軽く、水分、塩分に強いことである。特に、塩害などに曝される場所では、ライフサイクルコストの面で有利となる。現在、沖縄県に 1 橋 (GFRP) 歩道橋としての実績がある<sup>1)</sup>。また、道路橋では、応急橋として検討されており、静岡県朝霧高原にモデル橋梁が架

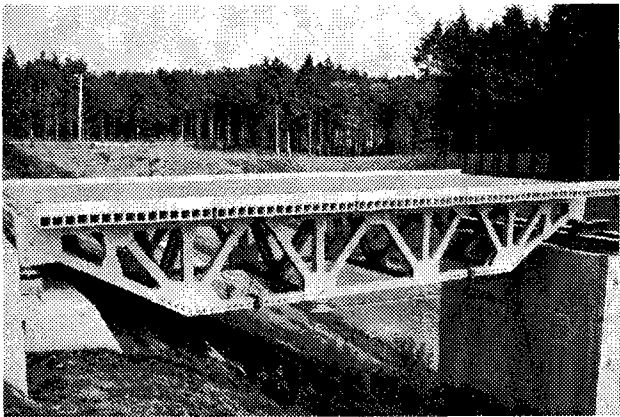


写真-1 対象橋梁 (静岡県朝霧高原)

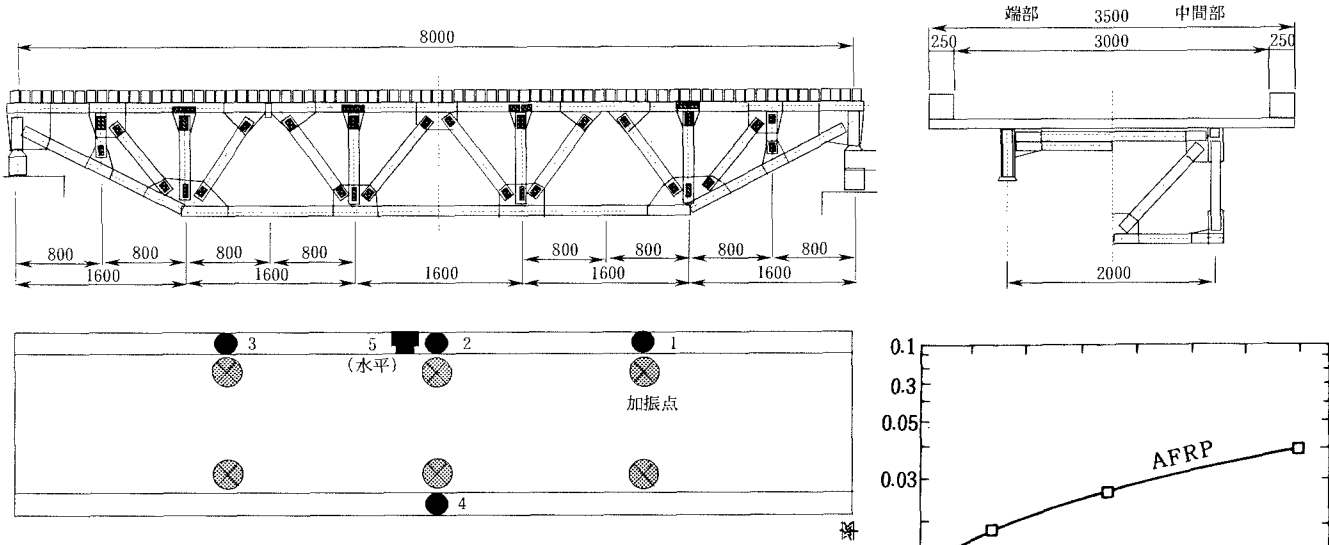


図-2 一般図と測点配置図

設されている。本研究ではこのモデル橋梁を対象とした (写真-1 参照)。モデル橋梁は、支間長 8.0m を有する上路トラス橋である。

FRP は、鋼材と比較すると弾性係数で約 1/10 (引張強度はほぼ同等)、単位体積重量では約 1/4 となっており、鋼材などと比較してかなり軽量であることから、疲労限界、使用限界を検討しておく必要がある。そこで今回はまず、振動特性 (振動数、モード減衰定数、振動モード) を把握することにした。特に、FRP の減衰特性においては、鋼材、コンクリートと比較するとかなり異なる性質を有していると考えられる。一般的に知られている部材としての FRP の減衰特性としては、「FRP のように繊維とマトリックスとの接着面に界面を

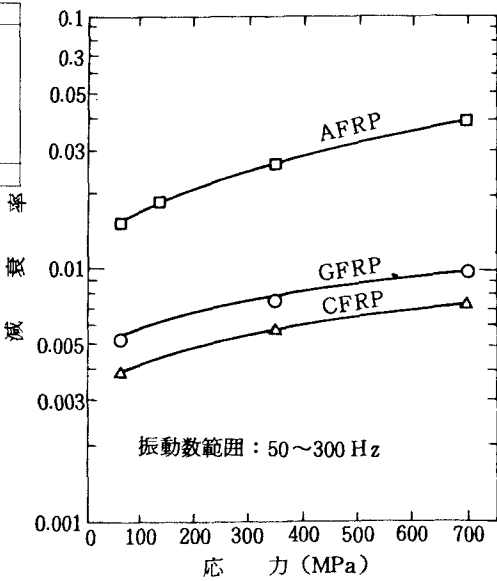


図-1 部材減衰特性<sup>2)</sup>

有する材料では、界面でのエネルギー吸収のために優れた振動減衰性を有する。」<sup>2)</sup> また、図-1 に示すように、振動数範囲 50～300Hz に対しての減衰特性としては、「振動数負荷応力の増大にともない減衰特性は増大する」<sup>2)</sup> と考えられている。これは、部材としての減衰特性であるが、全体構造としてのモード減衰がどのようなものとなるのか疑問である。

そこで本研究では、日常の使用レベルの低振動数範囲 (0～50Hz) での構造全体としての振動特性 (振動数、モード減衰定数、振動モード) を把握することにした。

## 2. 実験概要

実験では、サーボ型速度計を 5 個用いた。測点配置図を図-2 に示す。FRP 橋は、橋全体の質量が小さいために、人間の飛び降りによる衝撃力によって各卓越振動数を把握することができる。そこで、本実験では、1 人が高さ約 40cm ほどの椅子から飛び降りる衝撃加振実験を行った。また、ねじれ振動および水平振動を卓越させる衝撃加振は、地覆側に飛び降りること

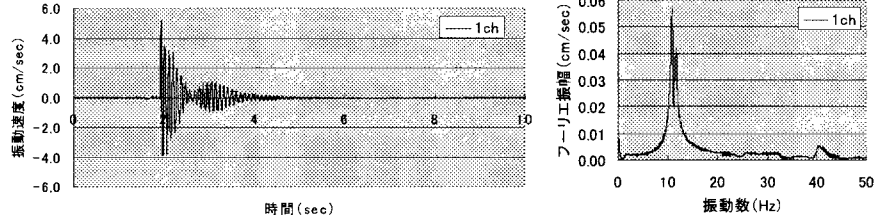
で衝撃力を与えた。衝撃加振点 $\otimes$ は、図-2 に示すように 6 箇所で行い、各加振点で 2 回ずつ行った。

## 3. 実験結果

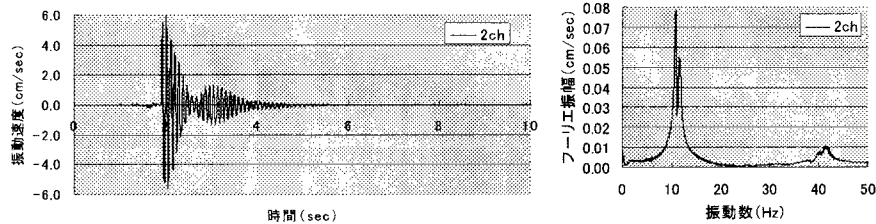
支間長 1/2 点の地覆側に衝撃加振した時の測点 1, 2, 5 (図-2 参照) で得られた速度応答波形とそのスペクトル図を図-3 に示す。図-3(a) 及び (b) に示した速度応答波形からは、近接した振動数が存在したときに生じるうなり (beating) 現象がみられた。スペクトル解析からこの振動数は、10.8Hz, 11.6Hz と確認された。10.8Hz は、たわみ 1 次振動、11.6Hz の振動は、ねじれ 1 次振動と考えられる。また、図-3(c) に示した測点 5 の水平方向においては 5.9Hz に卓越がみられ、水平 1 次振動と考えられる。また、この振動モードは、ねじれ振動と同じように、支間中央において幅員方向で逆位相となっていた。表-1 の減衰定数は、1/2, 1/4 偏心による衝撃加振の結果を示した。測定データの中には、衝撃加振により FRP の部材を局部的に加振したため、加振点においては、エネルギー吸収が大きく、減衰定数が大きくなっていた。そのため、各測点間での減衰定数のばらつきが大きかったために、表中では範囲で記述した。これより、1 次振動では、0.014～0.017 となり 2% 弱の減衰定数を有していることがわかった。

参考文献 1) 日経 BP 社：日経コンストラクション，第 254 号，pp. 28-32，2000. 4. 28

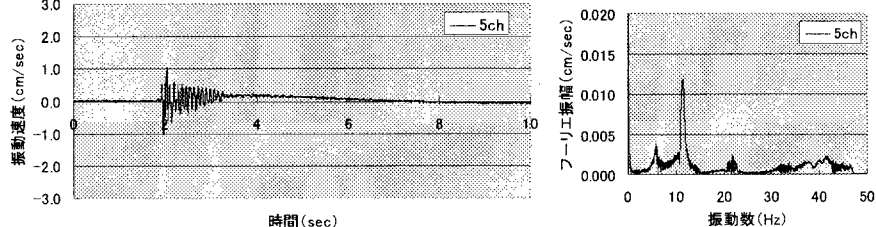
2) (社) 強化プラスチック協会：FRP 入門，p. 112，2000. 4.



(a) 測点 1 (鉛直) における速度応答とスペクトル



(b) 測点 2 (鉛直) における速度応答とスペクトル



(c) 測点 5 (水平) における速度応答とスペクトル

図-3 衝撃加振による速度応答とスペクトル

表-1 卓越振動数と減衰定数

| 振動モード     | 卓越振動数   | 減衰定数        |
|-----------|---------|-------------|
| 水平振動      | 5.9 Hz  | 0.03～0.04   |
| たわみ 1 次振動 | 10.8 Hz | 0.014～0.017 |
| ねじれ 1 次振動 | 11.6 Hz | 0.014～0.024 |