

## I-215 吊橋の測定と解析

名古屋大学 正員 島田静雄  
名古屋大学 正員 宮下 力  
鳥羽市役所 正員 小川庄一郎

### 1. 目的

本報文は、小吊橋の測定と解析について述べる。対象とした吊橋は、天竜川上流域にある錦橋（おきんばし）と、気田川橋（けだがわばし）である。これらはともに、ポートラスで補剛されている吊橋である。ここに、多数の重量車がのり、上弦材が側方座屈を起した。

座屈を起した状態で、供用しているのは危険である。そこで、静岡県は補修工事を行なった。補修を行なった後、耐荷力を求め、座屈を防ぐために交通規制をすることが考えられた。

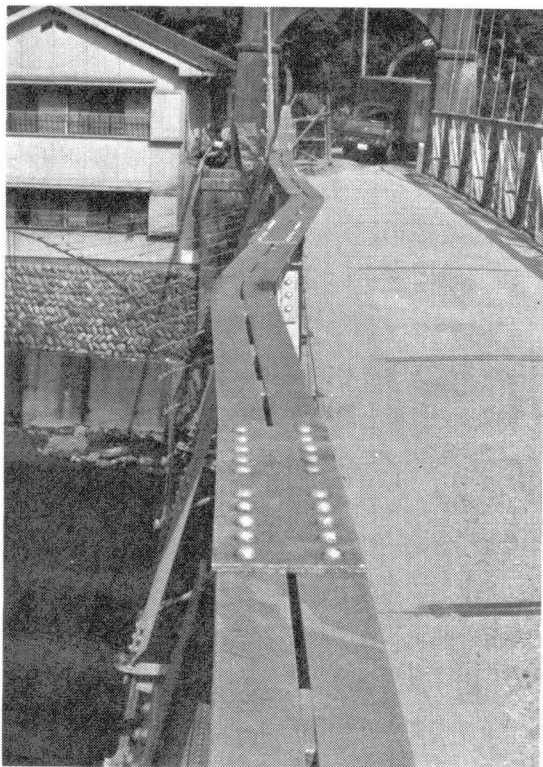
そのために、応力測定が計画された。したがって、応力測定の目的は、耐荷力を求めることが主要なことである。また、理論的な検討を行なうことなどによって、座屈を起させないための交通規制の資料を得ることが、目的である。

吊橋の諸元は次のようである。

錦橋は、橋長が72.6m、有効幅員が3.6mである。ケーブルは19本線6捻共ハロープ（直径36mm）が14本使われており、サゲは7.28mである。補剛はポートラスであり、トラスの断面2次モーメントは $4.018 \times 10^{-2} \text{ m}^4$ である。床版はもともと木製であったものが、現在は17cm厚のコンクリートになっている。竣工は、大正14年である。

なお、錦橋の座屈状況を写真で示す。

気田川橋は、橋長が130.8m、有効幅員が3.6mである。ケーブルは19本線6捻共ハロープ（直径38mm）が14本使われており、サゲは13.0mである。補剛はポートラスであり、トラスの断面2次モーメントは $6.247 \times 10^{-2} \text{ m}^4$ である。床版は木製であり、厚さは3cmである。竣工は、昭和32年である。



錦橋の座屈状況

## 2. 測定

測定は、荷重車を用い、スパンの  $\frac{1}{4}$  点・ $\frac{1}{2}$  点・ $\frac{3}{4}$  点で、たわみと応力を求めた。荷重車は前輪約 2.2 m、後輪約 2.9 m である。荷重位置は、各 10 等分点に後輪をおくようにした。また、直接に影響線を求める動的測定や振動の測定も行なった。なお測定は、昭和 44 年 10 月に行なった。

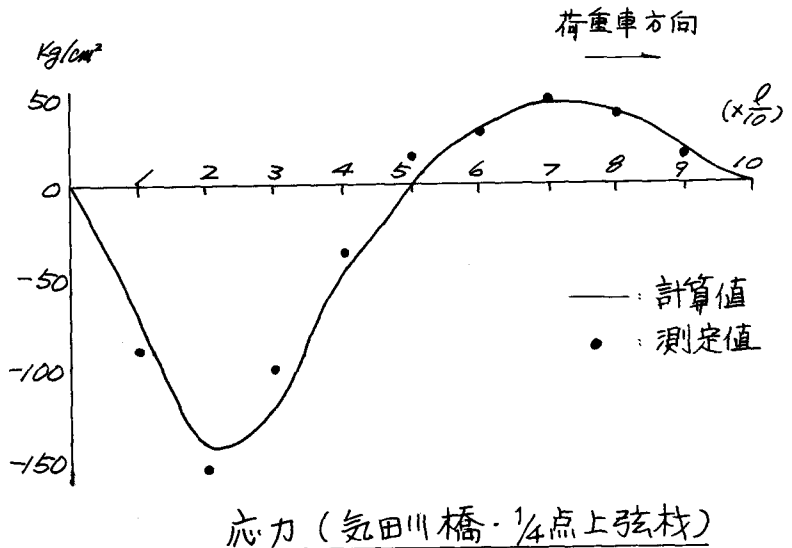
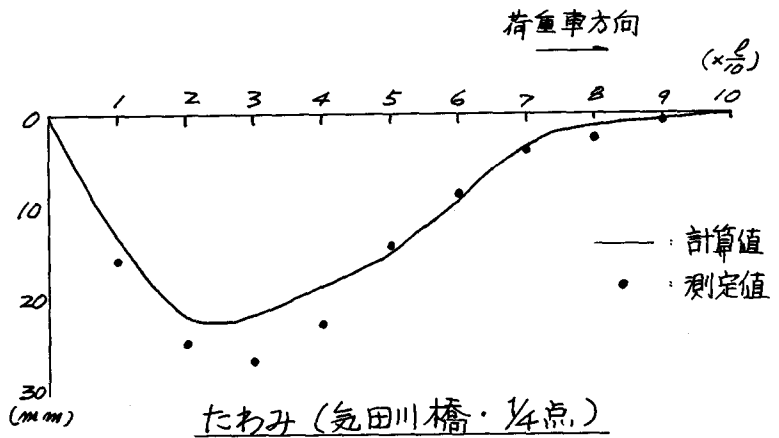
### 2-1. 応力測定

測定点は、スパンの  $\frac{1}{4}$  点・ $\frac{1}{2}$  点・ $\frac{3}{4}$  点で、各々上流側・下流側の計 6 点とした。

たわみの測定は、各測定点に、2 枚の箱尺をたて、兩岸においたレベルで行なった。測定のゼロ点は、測定を行なう前と行なって後の 2 回求めることにした。

結果の一例を示すと図のようである。図中の計算値は、Peerey の影響線法を用いて求めた。測定の最大誤差は、2 mm 程度であると思われる。

応力の測定は、ストレインゲージを用いて行なった。ストレインゲージは、各測定点で上弦枝に 2 枚、斜枝に 1 枚、下弦枝に 2 枚を接着した。接着後は、防湿・防護のためにビニールコーティングをほどこした。測定方式は、2 ゲージ法で、ノンバランス方式とした。測定の結果の一例を示すと図のようである。計算値は、たわみの場合と同様である。測定の最大誤差は、5% 程度であると思われる。

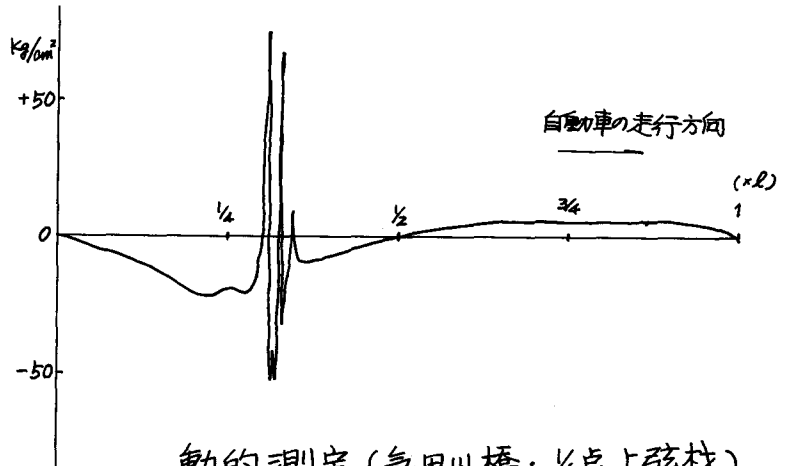


概して、たわみや応力は、計算値とよい一致を示した。

## 2-2. 動的測定

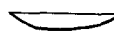
動的測定は、自動車荷重を實際に走らせて、直接に影響線をとろうという測定である。その方法は、自動車を走らせ、ストレインゲージからの出力をデータレコーダに記録し、ビジュグラフに再現させる。

錦橋の場合は、理論計算の影響線とよい一致を示している。しかし、気田川橋の場合は、図に示すように、局部応力を生じているようである。



動的測定(気田川橋・1/4点上弦枚)

## 振動測定結果

| モード                                                                                | 周期 (Sec.)      |                |
|------------------------------------------------------------------------------------|----------------|----------------|
|                                                                                    | 錦 橋            | 気田川 橋          |
|   | 0.24<br>(0.20) | 0.40<br>(0.42) |
|  | 0.45<br>(0.41) | 0.80<br>(0.84) |

振動測定は、スパンの1/4点で行なった。

測定方法は、振動計の出力をデータレコーダに記録させ、相関解析を行ない、自己相関関数を求めた。さらに、そのデータから、フーリエ変換をしたスペクトルを求めた。

注1. ( ) 内の値は計算値

2. 減衰定数は 0.007

測定結果は表のようであるが、比較的よい値が得られた。

## 3. 解析

### 3-1. 座屈の検討

測定した吊橋の部材の座屈は、ポワントラスの上弦枚の側方座屈と同質であると思われる。これは、梁が弾性支持されている状態と仮定して座屈荷重を求めることができる。

上弦枚を梁におきかえ、弾性支持されているという条件で、座屈荷重を求める。この座屈荷重を放物式で換算して、応力値にはおす。この値を用いて、荷重車重量と最大測定応力から、橋梁にかかる座屈荷重を求める。

計算の結果は、錦橋で72.9t、気田川橋で55.6tとなる。この値は、実際の値とは異なる。この理由は、色々考えられるが、それらは、座屈荷重を小さくするように作用し、危険側になる。そこで、安全率をとるとれば、座屈に関して安全な荷重値は、錦橋では24.3tまで、気田川橋では18.5tまでとなる。

### 3-2. ケーブルの安全率

ケーブルに関しては、測定を行なうのが困難なので、試算を行なった。荷重は静的な荷重だけ考えた。その荷重を20tとし、最大水平反力を求め、切断に対しての安全率を求めた。その結果、錦橋では6.6、気田川橋では5.4である。

### 4. まとめ

応力測定と振動測定の結果は、計算値と非常によく一致を示している。したがって、これらの吊橋を正確に把握できたこと、計算の正しさが証明できたことがわかる。

動的測定の結果から、特に気田川橋の場合には、局所的な応力についても注意することが必要であると思われる。

座屈に対する検討から、耐荷力の判断の資料が得られる。ケーブルに関しては、比較的安全であることがわかる。

以上のことから、安全な耐荷力というのは次のようになる。

錦橋 : 24t  
気田川橋 :  $\begin{cases} 18t \\ 15 \text{ km/h (制限速度)} \end{cases}$

通行する自動車荷重としては、大型車なら1台、小型車だけなら3台までということになる。このための交通規制は必ずかしく、感應式信号を設置することなどの対策が必要であると思われる。

### 参考文献

- |                    |          |      |
|--------------------|----------|------|
| 1. 吊橋              | 昭和41年2月  | 島田静雄 |
| 2. 連続合成桁橋の応力測定     | 昭和43年5月  | 宮下 力 |
| 3. 鋼橋Ⅱ             | 昭和42年9月  | 平井 敦 |
| 4. 吊橋の設計と施工        | 昭和40年11月 | 川田忠樹 |
| 5. 相関関数およびスペクトル    | 昭和43年2月  | 磯部 孝 |
| 6. 相関手法による構造物の振動解析 |          | 島田静雄 |
| 7. 建築学大系 12 座屈論    | 昭和39年10月 | 仲 威雄 |