

## 高架橋振動を考慮した片持ち式標識柱に対する疲労照査方法の確立

積水樹脂(株) 正会員 ○安部 和隆 中央大学 学生員 有田 新平  
中央大学 正会員 平野 廣和 中央大学 正会員 佐藤 尚次

### 1. はじめに

阪神大震災以降、高架橋の落橋防止のため支承部にゴムを使用した免震支承が採用されてきている。しかしこの影響により、高架橋上に設置された道路付属物が持つ固有振動数と、高架橋の固有振動数が非常に近くなり、車両通過時の起振により道路付属物が共振を起こし、柱の基部に過大な応力が繰り返し発生しやすい環境となってきた。

道路付属物の中で代表的なものは大型標識柱であり、中でも門型と片持ち型については高架橋上への設置数が多く、制振や補強等の様々な検討が成されているが、これらは主に高架橋の橋軸方向やねじれ方向への起振の影響を考慮したものである。

そこで本研究は高架橋のたわみ方向である垂直方向への起振に対して、構造上危険と考えられる片持ち式標識柱を対象とし、これが首振り方向(以下、面内1次方向とする)に共振した際の疲労照査方法を確立することを目的とする。

### 2. 研究の概要

本研究は、図-1 に示すように限界状態設計法における疲労限界状態の設計思想に基づき、片持ち式標識柱の新たな設計法を提案するものである。疲労に対する検討は、高架橋については文献 1)、2)に代表されるように車両通過時や風による疲労を考慮した設計法が確立されているが、大型標識柱は許容応力度法の思想に基づいて設計が成されており、車両通過による疲労に対する検討は成されていないのが現状である。

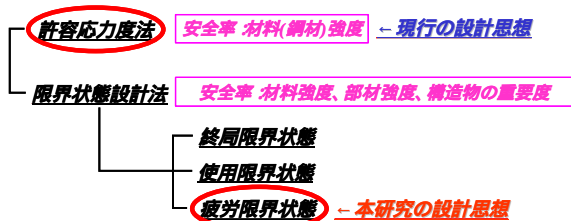


図-1 設計思想について

本設計法の大きな特徴は、図面の状態で疲労照査が可能であることである。設計法のフローについて図-2 に

示す。本フローは3つのステップに分かれており、第1ステップでは片持ち式標識柱の面内1次方向における固有振動数を推定する。推定された振動数が、予め設定した高架橋が持つ固有振動数範囲に当てはまらない場合は疲労照査の必要はないと判断し、フローを終了する。当てはまるものについては第2ステップに進み、片持ち式標識柱が面内1次方向へ共振した際の危険箇所である、支柱基部に発生する応力を推定することが出来る「簡易式」より応力値を求める。第3ステップでは推定された応力値と疲労設計曲線から、図面の片持ち式標識柱の寿命を推定し、これが予め設定された耐用年数に対して大きい年数となれば照査を終了する。小さくなった場合、図面寸法を変更してもう一度フローをかける。

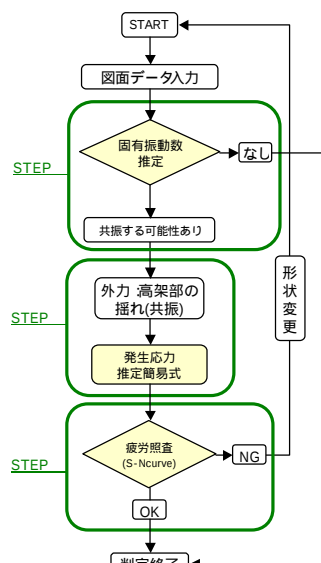


図-2 設計法フロー

### 3. 簡易式について

振動によって基部に発生する応力を推定するには、有限要素法等の解析手法を行なうのが一般的であるが、本研究では写真-1のような垂直方向加振機を用いた共振実験結果と、有限要素解析における共振周波数での時刻歴応答解析結果を用いて、面内1次方向の振動を理論的に解明することで簡易式の作成を行なう。

キーワード：片持ち式標識柱、面内1次方向、疲労照査、共振実験、時刻歴応答解析

連絡先：〒520-2596 滋賀県蒲生郡竜王町鏡 731-1

TEL：0748-58-2488

すなわち、高架橋の起振により発生する応力レベルは構造力学上の弾性変形の範囲と考え、片持ち形状モデルが面内 1 次方向へ変形する際の挙動を把握し、それを構造力学の理論式を用いて表現することで簡易式を決定する。



写真-1 共振実験状況

#### 4．共振実験

片持ち式標識柱の面内 1 次方向の動的挙動を把握するため、写真-1 のような支柱高さ 3500mm の逆 L 型の縮尺モデルを用いた実験を行なった。縮尺モデルの緒言を表-1 に記す。

表-1 縮尺モデル緒言

|     | 寸法(mm) |      | 長さ<br>mm       | 単位質量<br>kg/m      | 質量<br>kg |
|-----|--------|------|----------------|-------------------|----------|
|     | 直径     | 肉厚   |                |                   |          |
| 支柱材 | 114.3  | 3.5  | 3500           | 9.58              | 33.5     |
| 梁材  | 89.1   | 3.2  | 2200           | 6.78              | 15.6     |
| 標示板 | 縦      | 横    | m <sup>2</sup> | kg/m <sup>2</sup> | kg       |
|     | 600    | 1800 |                |                   |          |

縮尺モデルに対して垂直方向の振動を与えるため、長さ 3000mm の H 鋼を渡し、両端部に垂直方向への加振が可能な試験機の上に取り付けた(写真-2)。

以上の実験系を用いて、標識柱が面内 1 次方向へ共振する周波数を探索した結果、2.8Hz であったため、この周波数を与えた。

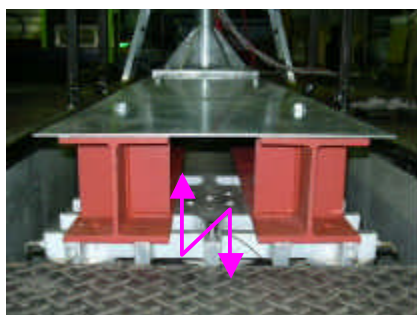


写真-2 実験体の下部構造

#### 5．載荷実験

構造力学の理論式を使うには、振動している状況を静的な荷重をかけることで再現させる必要があるため、写真-3 のように共振実験で得られた変形の状況と合わせるように載荷を実施した。変形の状況を見るために、縮尺モデルの各部にひずみゲージを貼り付けることで評価を行なった。

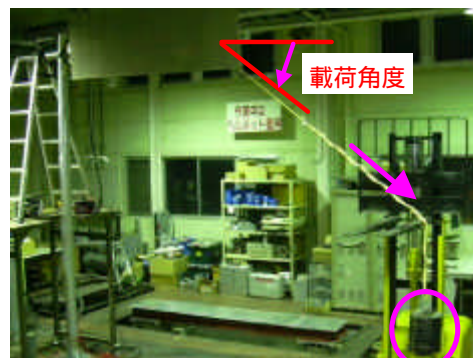


写真-3 載荷試験状況

#### 6．共振実験結果と載荷実験結果の比較

図-1、2 に両実験を比較した結果を記す。左は写真-3 における載荷角度が 30 度の結果、右は載荷角度が 90 度の結果である。共振時における支柱頂部の変位量を載荷実験時に合わせたときの、支柱中間部での発生応力を比較した。30 度方向に載荷することで、支柱の変形の状況がほぼ再現できている。

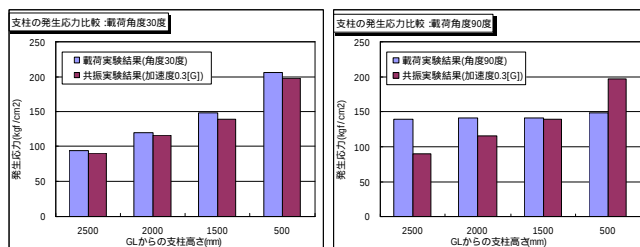


図-1、2 共振実験と載荷実験の比較

#### 7．今後の展開

梁端部を 30 度方向に引張ることである程度静的に置きかえられることがわかった。今後、30 度という角度の裏付けを取っていくと共に、他の寸法の標識柱に対しても適用できるよう拡張していき、早期の設計法の確立を目指す。

#### 参考文献

- 1) [社]日本道路協会：道路橋耐風設計便覧、1991 年 7 月
- 2) [社]日本道路協会：鋼橋の疲労、1997 年 5 月
- 3) 有田他：F 型標識柱の振動耐久性評価方法の検討、第 31 回土木学会関東支部