

高架橋振動を考慮した片持ち式標識柱に対する振動耐久性評価技術の確立

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

道路付属物の中で代表的なものは門型や片持ち型の大型標識柱であり、新路線の開通や車線数の増加に伴い設置数は増加の一途をたどっている。門型や片持ち型は多くの情報を見やすく標示することが出来るが、車両の上部に位置し、重量も大きいため、標示部を支える支柱の設計が非常に重要¹⁾になっている。特に近年、高架橋上に設置されたカメラ柱が車両通過による影響で、過大な振動が発生しているという事例も報告されている²⁾。以上より本報は、高架橋上に設置された片持ち式標識柱に対し、現行の設計方法に加え、振動に因る支柱基部の疲労についての設計法を提案する。これにより安全な支柱構造を提供するとともに、既設柱や新設柱に対する振動対策品の開発に繋げていくための基礎技術、あるいは評価技術とすることを目的とする。

2. 研究の概要

本研究の概要を図-1に記す³⁾。設計段階で標識柱基部に発生する応力を推定し疲労照査を行うことで、現在の寸法形状で十分な疲労強度を有しているかの判定を行うことが可能である。また、振動対策品を使用した場合にも本設計法を用いることで、耐用年数の増加という「数値」として表示させることが出来るため対策品の効果が明確となる。

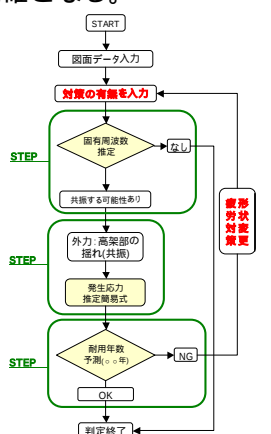


図-1 設計法フロー図

3. 発生応力推定式の作成

振動している標識柱の発生応力を推定するため、振動している際の変形状況を再現し、その分布図を確認した。有限要素解析を用いて標識柱の動解析を実施し、変形状況が最大となる支柱部材の曲げモーメント分布を調査したところ、図-2のような分布が得られ、これを静解析的に扱えるように分布図を分割した。図-3のように、集中荷重による発生モーメントは一般式： $M=PL$ となり直線、分布荷重による発生モーメントは一般式： $M=\omega L^2/2$ となり曲線となることから、分布を直線部と曲線部に分割し、足し合わせることで表現できると仮定した。

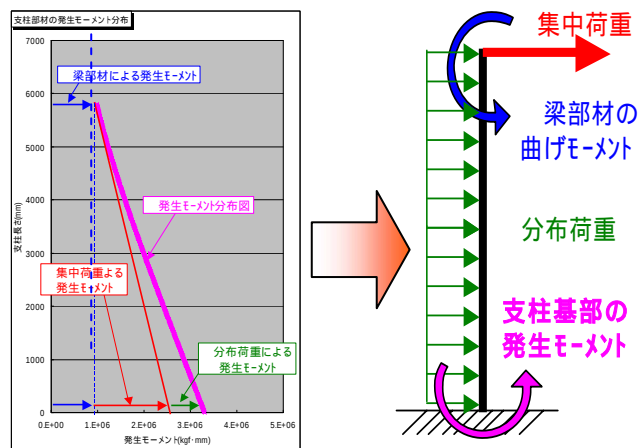


図-2 支柱部材の発生モーメント分布図 図-3 分布図の考え方

4. 発生応力推定式の一般化

様々な寸法の標識柱に対応するために、上述の考え方に基づいて応力推定式の一般化を行った。張り出しが1本の片持ち式標識柱(以下、逆L型)について記す。

逆L型のパラメータは図-4に示すように8つあるため、現行の設計を満たしている標準的な図面に対し、各パラメータを表-1のように1つずつ変化させて動解析を行い、変化の傾向を調査した。尚、動解析時の外力条件は鉛直方向に0.3[G]、減衰率：1.8%とした。

横軸に梁部材全体の質量、縦軸に集中荷重により基部に発生するモーメントをプロットした図-5を見る

キーワード：高架橋振動、片持ち式標識柱、振動耐久性評価、疲労照査、曲げ応力

連絡先：〒520-2596 滋賀県蒲生郡竜王町鏡 731-1

と、梁部材全体の質量のみが変化した場合のパラメータ解析結果(青プロット)と、それ以外のパラメータもランダムに変化している解析モデル(以下、標準図面)の解析結果はほぼ同一直線状に位置している。これは、

集中荷重による発生モーメントは梁部材全体の質量の変化のみで表すことが出来ることを示している。よって、図-5の近似直線式を発生モーメントの推定式とすることが出来、これを曲げ応力算出式： $\sigma = M \cdot y / I$ に入れることで支柱基部の発生応力が計算出来る。

表-1 パラメータ解析緒言

部材	パラメータ名	単位	解析パラメータ							
			20	40	60	80	120			
梁部材	P2	kg	1850	1050	450					
	L2	mm	2450	3250	3850	4450	5050	5650	6250	
	I2	mm ⁴	7.98E+05	1.53E+06	2.34E+06	4.38E+06	7.34E+06	1.33E+07	2.13E+07	
	$\omega 2$	kg/m	8.7	13.6	15.2	17.1	20.1	24.2	30.1	
	L1	mm	4200	5000	5800	6400	7000	7600	8200	
支柱部材	I1	mm ⁴	4.38E+06	7.34E+06	1.33E+07	2.13E+07	4.60E+07	8.20E+07	1.33E+08	
	$\omega 1$	kg/m	17.5	27.3	30.5	34.3	40.2	53.0	67.7	

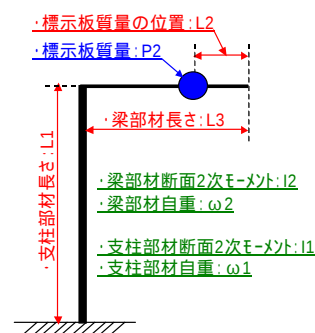


図-4 逆L型のパラメータ

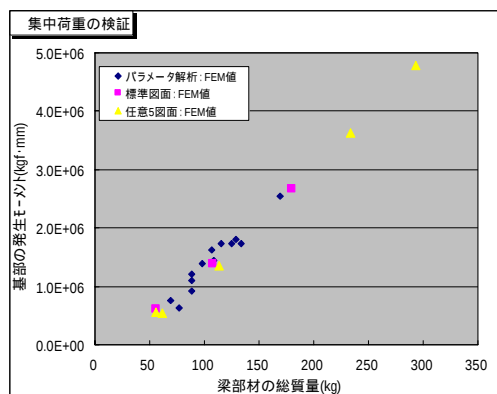


図-5 動解析結果

図-6は支柱の長さのパラメータを変化させたグラフであるが、パラメータを増やしても発生モーメントの変化がほとんど見られないため影響は小さいと考えられる。

5. 発生応力推定式の適用範囲

図-7に支柱の自重のパラメータを変化させたグラフを示すが、パラメータ解析結果は減少傾向を示している。これは、梁部材全体の質量変化だけでは発生モーメントを表しきれないことを示しているため、算出式

に適用範囲を定めるか、又は発生モーメントが小さく計算されないよう安全率を加味する形で補正を行った。

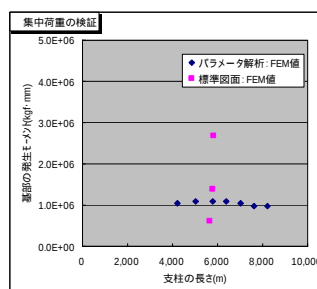


図-6 動解析結果

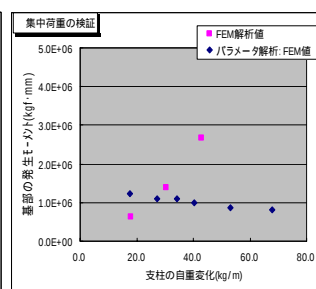


図-7 動解析結果

5. 結果

今回作成した発生応力推定式と有限要素解析結果を比較した結果を図-8に記す。標準図面1～3は有限要素解析結果よりも大きな値が出ている。また、計算対象外とした大型図面(張り出し長さが標準図面と比較すると極端に長い図面)については、有限要素解析結果を大きく下回った。

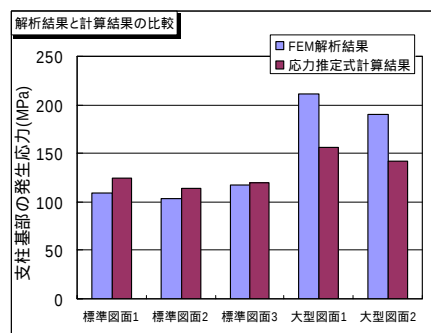


図-8 解析結果と計算結果の比較

6. 考察と今後の展開

本報での検討により、以下のことが得られた。

推定式の適用範囲内にある図面で、有限要素解析結果を下回る図面はないかさらに調査を行い、安全率を決定する。

実際の高架橋を用いて振動実験を行い、有限要素解析結果と実測結果との整合性を調査する。

発生応力推定式の適用範囲を拡大する。

参考文献

- 1) 小塩, 李, 山田, 森, 森下: 交通荷重による標識柱の振動と疲労耐久性, 構造工学論文集, vol. 47A, pp1009 ~ 1017, 2001. 3
- 2) 有田, 安部, 平野, 佐藤: 都市高架上での振動を考慮した片持ち柱の振動特性の検討, 第32回土木学会関東支部, 2005. 3
- 3) 安部, 有田, 平野, 佐藤: 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, 土木学会第59回年次学術講演, 2004. 9