

コンクリート橋梁上部工の構造ヘルスマonitoringに関する研究

芝浦工業大学 学生会員 ○山内 隆寛
 芝浦工業大学 正会員 勝木 太
 OSMOS 技術協会 正会員 門 万寿男
 芝浦工業大学 フェロー会員 魚本 健人

1. 研究背景と目的

今日、構造物の性能を評価する手法として構造ヘルスマonitoring (SHM) が注目されている。これは、構造物の健全度を定量的に実際の時間軸にて判断する手法であるため、構造性能の現状を明瞭に示すことができるという点で有益である。

しかし、実際に SHM を実施する場合、多くの構造物が建設後数年経過したものであるため、それまでの劣化状況を踏まえた評価とはならない。

そこで本研究では、比較的新設の実橋梁にて上部工の SHM を実施し、特性値の現状を把握するとともに、解析による構造物の初期値推定の可能性を判断する。また、本橋梁の構造形式による振動特性を収集し、SHM データの蓄積を図る。

2. 対象構造物

対象とした橋梁は、平成 15 年 12 月に竣工した道路橋であり、災害避難経路に定められている。本橋梁の構造形式は、プレテンション方式 2 径間連続中空床版であり、その支間長は約 17m である。目視により、劣化損傷はないものと判断した。

また、桁数が 29 桁あること、歩道幅員が広いことから得られる振動及び特性値が小さくなることが予想できる。図-1 に本橋梁の断面図を示す。

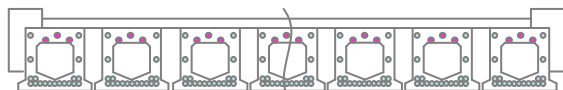


図-1 断面図

3. 解析内容

解析ソフトは、3 次元 FEM 汎用解析ソフトを用いる。解析により上部工の応力分布を把握し、最大引張応力が生じる橋梁端部より 6.5m の位置に計測器を設置する。図-2 はそのモデル図である。

また、設計図書に記載されていないコンクリートの弾性係数、ゴム支承のばね定数の評価方法の正当性を解析

と実測による特性値の比較により確認し、解析結果が初期値として使用できることを証明する。尚、本解析では健全時のコンクリートの弾性係数を設計強度を参考に道路橋示方書より 33KN/mm^2 とした。

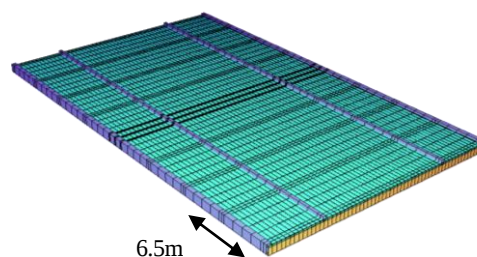


図-2 FEM 解析モデル

4. 試験内容

4-1 載荷方法

実測は 50t ラフタークレーン (車両重量: 38 t) の検測車輛を動的・静的の 2 通りで載荷する。動載荷時の走行速度は 10・20・40・50km/h の 4 通りとする。

4-2 試験方法

計測器は、1 径間の上下線に設置し、各々車輛の輪荷重が作用する桁と重心が通過する桁で、最大引張応力位置及び支承側に OSMOS・加速度計・変位計を設置する。そこから得られたデータ及び高速フーリエ変換で求められた固有振動数を特性値とし、橋梁の性能を評価する。

尚、本研究では、平成 20 年 1 月の計測データ (1 回目) と 11 ヶ月後の同年 12 月の計測データ (2 回目) を掲載する。

5. 結果

まず、実測による静載荷時の支承側変位と荷重との関係によりゴム支承の垂直方向のばね定数を $4.7 \times 10^8 \text{N/m}$ と推定した。次に、推定したバネ定数を用いて解析した 6.5m 部変位と実測値がほぼ一致したことを確認し、さらに上部工の固有振動数を解析により求めると 6.4Hz となった。これを建設時の固有振動数と仮定することにした。

キーワード モニタリング 載荷試験 OSMOS 固有振動数 プレストレストコンクリート

連絡先 〒135-8548 東京都江東区豊洲 3-7-5 芝浦工業大学工学部土木工学科 TEL03-5859-8359 E-mail: m507091@shibaura-it.ac.jp

そこで図-3 に主桁の弾性係数やプレストレス量及び、支承のばね定数が劣化により変化した場合、どの程度上部工の固有振動数が変化するかシミュレーションしたものを示す。図より、プレストレス量及び今回推定したばね定数付近での固有振動数の変化は極めて小さなことから、固有振動数の低下は主桁の弾性係数に依存することが分かる。したがって、もし実測される固有振動数と解析結果が同等であれば上部工は健全であると推定することができる。

図-4 には OSMOS で計測した下縁ひずみ、図-5 には変位計による計測結果を示す。両者の計測データは、時速 50km で車輛の重心が通過する桁を測定したものである。

図-4 より、6.5m 部の主桁下縁には 1 回目で 15.8μ 、2 回目で 10.5μ の最大引張ひずみが生じており、 5.3μ のひずみ差を確認することができる。しかし、このひずみ差は 2 回目の計測値が小さかったために生じたものであり、かつ図-5 の最大変位の計測結果がほぼ同程度であることから、このひずみ差は劣化によるものではなく測定誤差によるものであると判断した。尚、解析による 6.5m 部のひずみは 17.3μ であり、実測値は解析値以下であることから、劣化によるひずみ増加は無いと考えられる。

次に、車輛通過後に上部工の自由振動を確認することができたセンサの計測値より求めた固有振動数の結果を図-6 に示す。FFT 変換は明確な波形を示した 1 回目は変位より、2 回目は加速度より行った。スペクトルの最大がともに 6.5Hz 時であり固有振動数の変化がないこと、また解析値とほぼ同等であることから上部工に劣化による損傷は無いことが分かった。

6. まとめ

PC の桁は一般に剛性が小さく、健全であったとしても 10Hz 以下と小さい。そのため、構造性能の評価項目となる固有振動数は、ゴム支承による影響を受けやすい。そこで、変位計測データを用いてゴム支承のばね定数を推定し、FEM 解析に適用した。その結果、解析による特性値と計測データはほぼ同等の値となったことから、FEM 解析によって本橋梁の健全時における特性値を正しく評価することができたと言える。

1 回目と 2 回目との計測データの比較より、OSMOS の計測結果に多少の差が生じたものの、それが劣化の影響ではないと言うことができ、変位、固有振動数の結果を含め総評すると、本橋梁の性能に変化はないものと判断できる。

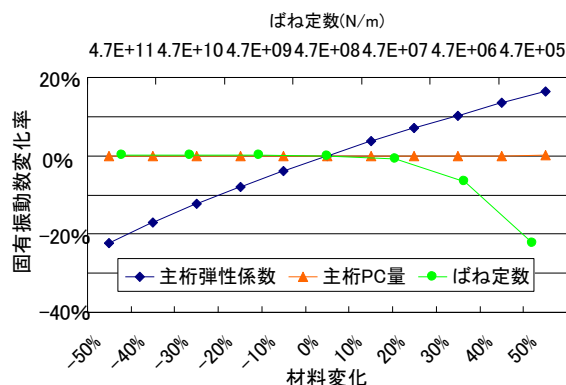


図-3 材料変化に伴う固有振動数変化率

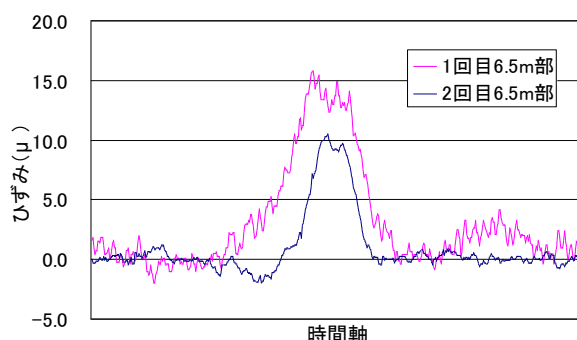


図-4 OSMOS 計測結果 (50km/h)

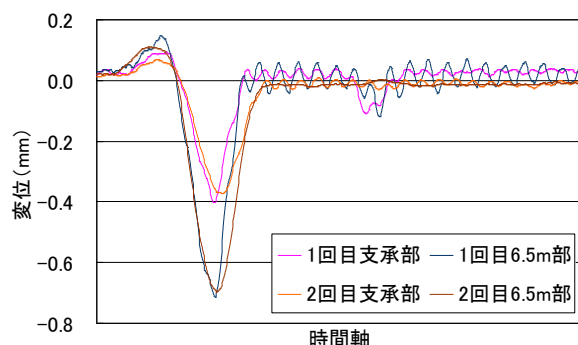


図-5 変位計測結果 (50km/h)

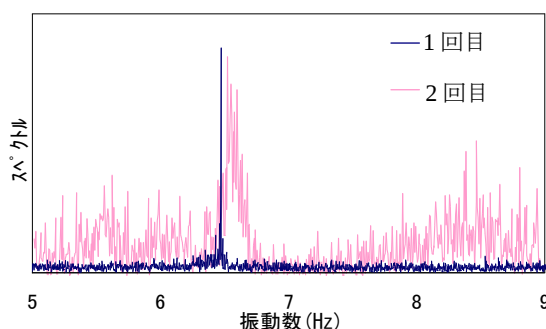


図-6 固有振動数

謝辞 本研究を進めるにあたり、ご助言等いただきました埼玉県・県土整備部および杉戸県土整備事務所の方々に心より感謝いたします。また本研究は、芝浦工業大学と OSMOS 技術協会の共同研究の成果の一部であることを付記する。