

鋼アーチ人道橋の固有値解析と常時微動観測結果の検討

東京理科大学大学院 学生会員 ○竹村晶平
 東京理科大学理工学部 フェロー 木村吉郎
 東京理科大学(研究当時) 非会員 石井悠貴

1. 目的

維持管理のための健全度評価の方法を確立することが急務となっている。本研究では、鋼アーチ人道橋を対象とし、固有値解析の精度向上を試みるとともに、実測で、補修前後の振動数や減衰の変化を検討することを目的とした。

2. 研究方法

鋼ニールセン人道橋(スパン90m)を対象として、解析ソフト「TDAPⅢ」で3次元モデルを作成し、静解析からアーチ部材にかかる初期軸力を求めた後に、固有値解析を行い、解析値と実測値との比較を行う。作成したふれあい橋モデルは主に「床版なしモデル」、「簡易化モデル」、「床版モデル」の3つである。

常時微動の実測では、1台のサーボ型加速度計を用いて、サンプリング周波数200Hzで鉛直加速度を180分間測定した。得られた時刻歴に対して対象とする固有振動数まわりのバンドパスフィルタを適用し、RD法により、擬似的な減衰自由波形を導出し、対数減衰率より減衰定数を求める。

3. 固有値解析

(1) 床版なしモデルの固有値解析

床版の質量のみを考慮し、アーチ部材を詳細に反映したモデルを作成した。固有値解析の結果を、実測値と1次～7次モードまで比較した(表-1)。

(2) 簡易化モデルの固有値解析

同じく床版の質量のみを考慮し、アーチのモデル化を簡易にしたモデルについて固有値解析を行った結果を表-1に示す。アーチ部材の詳細なモデ

ル化は解析結果にほとんど影響をしなかったが、実測値と比べると1次モード以外は差が大きい。

(3) 床版モデルの固有値解析

床版の剛性が解析結果に影響を与えると考え、床版をモデル化した解析モデルを作成した。床版はシェル要素でモデル化し解析を行った。実際の対象橋梁の床版はデッキプレートとコンクリートを一体化させた合成床版で、デッキプレートは波状の鋼板となっており、上にコンクリートを打設しており、そのままのモデル化が困難であった。そこで床版をコンクリート床版と置き換え、その厚さを1cm間隔で、11～14cmの範囲で変化させてモデル化し、固有値解析を行った。なお、デッキプレートのヤング率と質量密度を考慮し、コンクリートと比べて、床版モデルのヤング率を約3倍、質量密度を約1.5倍大きくし、固有値解析を行った。結果を図-1(固有振動数はプロットのみで表示すべきであるが、モデルごとの固有振動数を分かりやすく区別するために、線で結んでいる。)示す。床版の厚さの違いで、固有値は変化した。モード次数ごとで精度が良い床版モデルの厚さが異なった。しかし、床版なしモデルと比べると、解析精度は全体的に向上した。このことから、床版の剛性が解析結果に大きく影響していると言える。なお、2016年と2018年の実測で、5次モードの固有振動数が5.75[Hz]から5.00[Hz]と変化した。その理由は明らかではない。一方、床版の厚さは、特に6次モードの固有振動数への影響が大きい。

キーワード 固有値解析, 常時微動, RD法, 減衰定数
 連絡 〒278-8510 千葉県野田市山崎 2641 東京理科大学土木工学科橋梁研究室
 TEL04-7124-150

4. 常時微動の測定結果

対象橋梁では、2017年9月～2018年3月にかけて、塗装と伸縮装置の補修といった簡易な工事が行われた。その前後に実施したL/2地点での測定の時刻歴の例を図-2に示す。振幅は補修後の方が一般に小さくなった。

RD法により、減衰定数を同定したが、結果はバンドパスの帯域に依存するため、2種類のバンド幅(Hzの数値を表中に示す)についての結果を、2次モード(表-2)、1次モード(表-3)に示す。減衰の値のばらつきは大きく、補修前後で明確な差はみられない。

5. まとめ

床版の剛性を調整することで、実測に近い固有振動数が得られる可能性が示された。

対象橋梁の簡易な補修工事により、応答振幅が減少する傾向がみられたが、減衰定数には明確な差はみられなかった。

表-2 2次モード(L/2地点)の減衰定数

日時	Band1.75~2.25	Band1.92~2.13
	減衰定数[%]	減衰定数[%]
2015年10月26日	0.45	0.43
2015年11月30日	0.56	0.54
2016年9月9日	0.48	0.48
2018年9月13日	0.52	0.49
2018年10月26日	0.50	0.47
2018年12月4日	0.50	0.48
2019年1月11日	0.49	0.48

表-3 1次モード(L/4地点)の減衰定数

日時	Band1.4~1.6	Band1.45~1.55
	減衰定数[%]	減衰定数[%]
2016年9月15日	0.48	0.48
2016年10月31日	0.56	0.54
2018年9月28日	0.49	0.40
2018年11月2日	0.38	0.29
2018年12月7日	0.47	0.42

表-1 解析結果と実測値の固有振動数(Hz)の比較

モード次数	実測値(2018)	床版なしモデル	簡易化モデル	モード形
1	1.47	1.46	1.46	逆対称1次
2	1.97	1.83	1.81	対称1次
3	2.60	2.28	2.28	対称1次
4	3.67	3.57	3.55	対称2次
5	5.00	4.48	4.47	逆対称3次
6	7.10	5.43	5.42	対称3次
7	9.61	7.32	7.31	対称4次

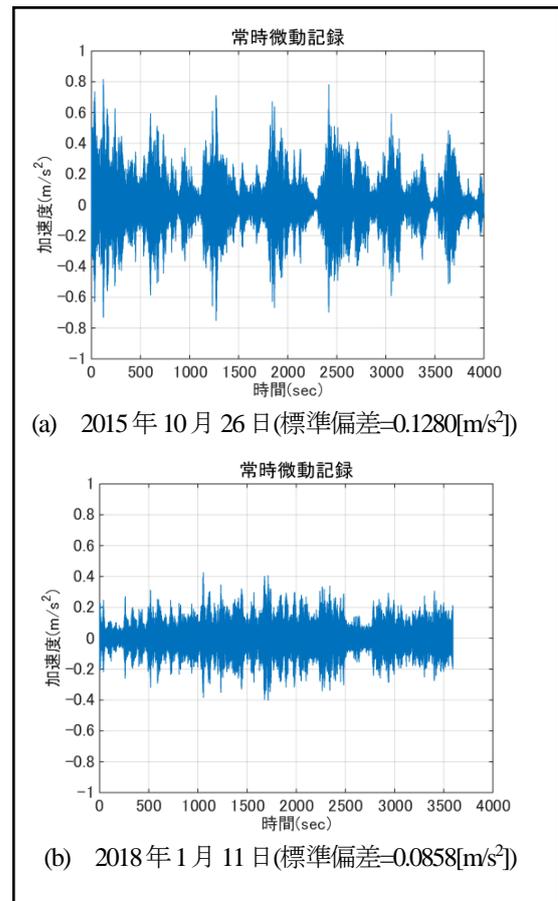


図-2 常時微動時刻歴

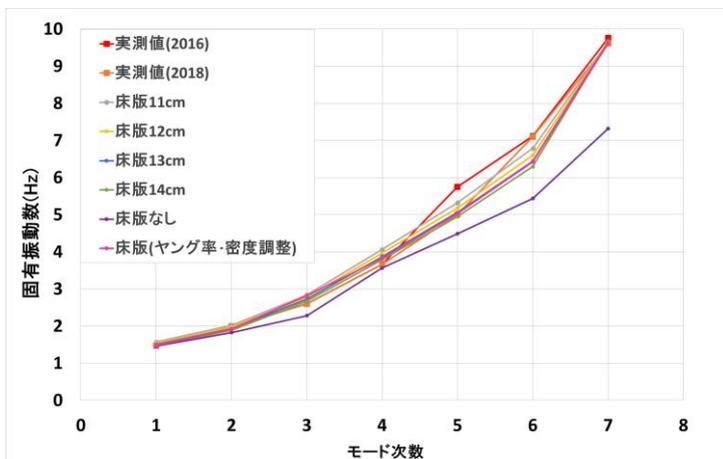


図-1 床版モデル固有値解析結果