

振動計測による橋梁アセットマネジメント

～ 加速度・振動数と支間長・橋齢の関係～

八戸工業大学大学院 学生会員
八戸工業大学大学院
(株)コサカ技研

○五日市 怜 太田 圭祐
正会員 長谷川 明
正会員 鳩 祐行

1. はじめに

青森県では、今後更新が見込まれる橋梁の維持管理を計画的、効率的に管理することで長寿命化を図るアセットマネジメントの導入が進められている。橋梁アセットマネジメントは、橋梁の経過年数や現状診断などから劣化を長期的に予測し、長寿命化のための補修・補強などの対策工法を判定し、優先度の高いものから実施することにより、維持管理、更新に要する費用削減を目的としている。そこで、橋梁の構造的劣化特性を把握し維持管理の効率化を目的とした実車による走行振動実験を行い、振動特性から劣化状況を調査できるか検討する。

2. 実験概要

今回対象とした橋梁は、去年実験を行った 3 橋を含めた八戸県土整備事務所および八戸市管理の鋼橋 20 橋で実施した。重量約 100kN の実験車両を用いた走行振動実験を行い、実験車両により発生する振動を橋面および桁に設置した加速度計で約 41 秒間測定した。

3. 実験結果と考察

3.1 実験結果

解析条件は、加速度計のサンプリング間隔を 0.01 秒、データ数を 4096 個で解析を行った。最大加速度は、原波形から実験車両通過時間付近の最も振幅の大きい加速度を最大加速度とした。固有振動数は、5 回計測の中から有効データ 3 つを選定し、その平均を固有振動数とした。いくつかの橋梁において、解析したスペクトル図から卓越している部分が多く見られた。これについては、統一性を持たせるために卓越している最も小さな値を固有振動数とした。

対象橋梁 20 橋の橋齢、支間長、固有振動数、および最大加速度を表—1 に示す。表—1 から、中之橋で 134cm/sec²、15.4Hz と最大加速度、固有振動数共に対象橋梁の中で最も大きい数値が出ている。これは中之橋の支間長が他の橋梁に比べて短いこと、支承部の劣化、床版が薄いこと、パイルベント基礎が用いられていることが原因と考えられる。

3.2 支間長と固有振動数、最大加速度の関係

支間長—最大加速度、支間長—固有振動数をそれぞれ図—1、図—2 に示す。図中、印・■印はそれぞれ単純桁、連続桁を示している。

図—1 から単純桁は支間長が長くなると最大加速度が減少する。連続桁も同じような傾向が見られる。図中、設計に使用されている衝撃計数から計算される加速度を設計衝撃加速度として曲線を挿入している。いずれの橋梁も設計衝撃加速度の 1/2 以下となっていることが示されている。しかし、一部の橋梁において大きな加速度が発生していることがわかる。つまり、最大加速度をこのような図で表現することで、劣化等の損傷に関する予備情報を得る可能性が示されている。

図—2 から支間長と固有振動数は大きく相関があり、

表—1 対象橋梁測定結果

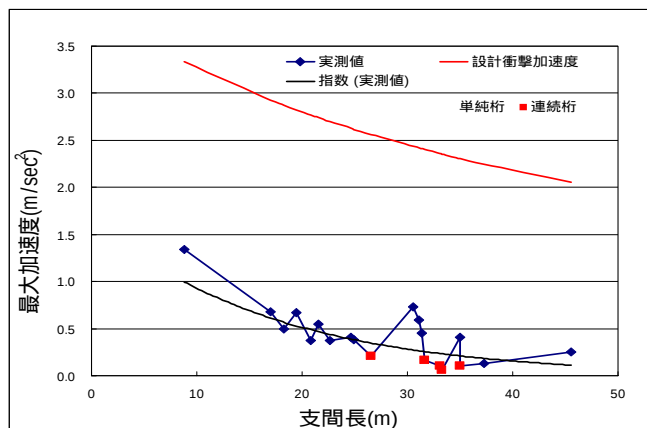
	橋齢(年)	支間長 L (m)	固有振動数 f (Hz)	最大加速度 a (cm/sec ²)
えんぶりっち	2	33.283	3.12	6.348
渡の葉橋	3	26.500	5.69	20.785
新井田橋	4	31.600	3.12	16.784
招運橋	8	35.000	2.91	10.473
尻内橋	11	33.100	4.13	10.735
五戸川橋	8	37.300	4.88	12.923
第2轟木橋	14	31.400	3.31	45.024
市川橋	15	24.600	4.49	40.986
長保橋	22	19.430	4.93	66.750
根城大橋	25	45.520	2.83	25.596
境の沢橋	29	35.000	3.52	40.954
松森橋	31	31.100	3.83	59.059
越戸橋	33	20.850	4.67	37.517
渡ノ端橋	34	24.940	3.95	38.441
仲橋	35	17.040	6.41	67.658
中堤橋	35	30.500	3.40	72.712
中之橋	37	8.830	15.5	134.312
轟木橋	45	22.600	6.11	37.231
高瀬橋	49	21.500	5.28	55.037
新大橋	50	18.300	5.48	49.936

キーワード：支間長 最大加速度 固有振動数

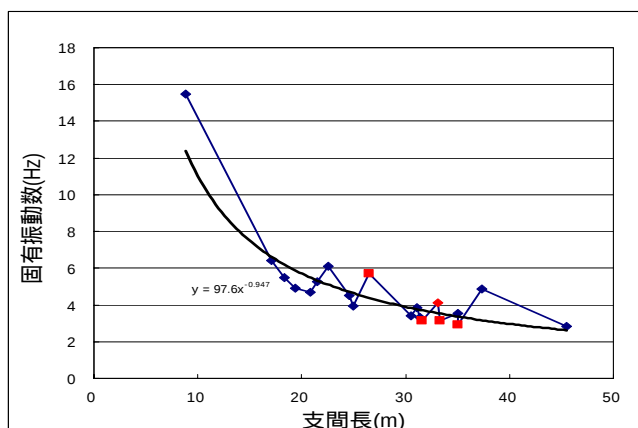
連絡先：青森県八戸市大字妙大開 88 - 1

TEL 0178-25-3111

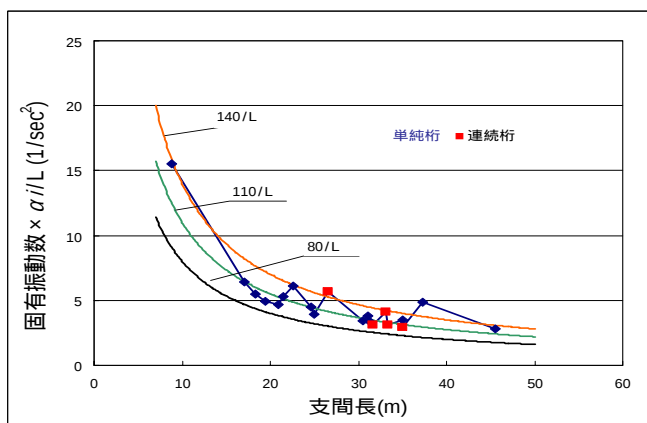
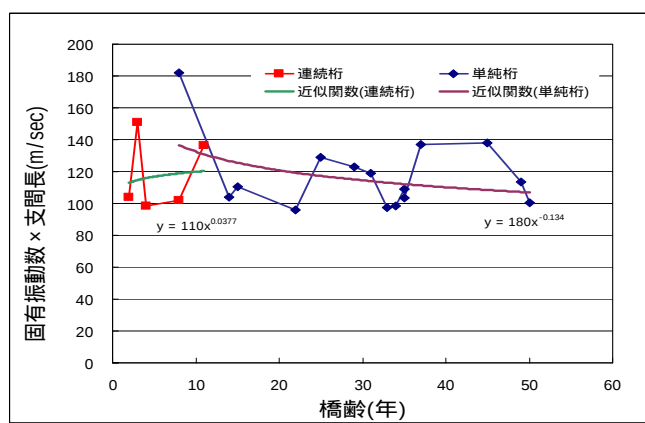
FAX 0178-25-0722



図—1 支間長—最大加速度



図—2 支間長—固有振動数

図—3 支間長—固有振動数 $\times \alpha i / L$ 図—4 橋齢—固有振動数 $\times$ 支間長

支間長が長くなると固有振動数が低下していることが分かる。この図に近似関数を指数関数として挿入すると、近似値から固有振動数と支間長は反比例していることが示されている。すなわち、固有振動数 f_i に支間長 L_i を乗じたものは、次のように一定値となっていると考えられる。

$$\alpha i = f_i \times L_i$$

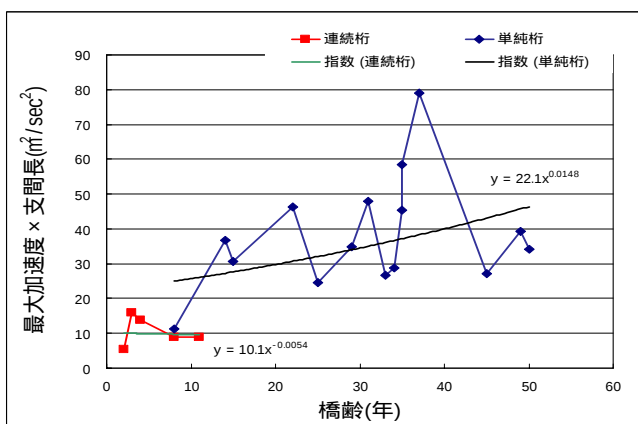
そこで、 αi を 80, 110, 140 として曲線を図 - 2 に挿入したのが図 - 3 である。この図によると、 $\alpha i = 110$ のとき、実験値とほぼ一致し、固有振動数は支間長と反比例の関係にあることが示された。

このことを利用して、支間長 L_i を考慮した橋齢による振動の変化を調査するため、図—4 を描いた。図—4 から、単純桁は橋齢が増加すると固有振動数 $\times$ 支間長 ($f \times L$) が減少する傾向にある。しかし、連続桁はデータ数が少ないため判断し難い。橋齢が増加すれば橋の劣化が進み、材料の劣化とともに断面の欠損等によって断面剛性の低下を引き起こし、この固有振動数 $\times$ 支間長 ($f \times L$) が低下しているのではないかと推測する。

また、最大加速度 $a_{\max}$ に支間長 L_i を乗じたものも、次のように一定値となっていると考えられる。

$$\beta i = a_{\max} \times L_i$$

支間長と最大加速度の関係を図—5 に示す。図—5 から、単純桁は橋齢が増加すると最大加速度 $\times$ 支間長 ($a \times L$) が増加する傾向にある。橋梁の劣化には最大加速度、固有振動数と支間長との関係が重要であると考えられる。

図—5 橋齢—最大加速度 $\times$ 支間長

4. まとめと課題

本研究によって、支間長が長くなると固有振動数・最大加速度ともに低くなる強い相関があり、このため、それぞれの近似曲線から大きく逸脱する橋梁は、なんらかの課題を有すると考えられる。したがって、振動特性から構造的な劣化度を検討する可能性があると考えられる。