

健全度評価効率化のための橋梁振動実験

五日市 怜*・長谷川 明**・鳩 祐行***
太田 圭祐****

Vibration Experiment for Efficient Evaluation of Soundness Diagnosis

Ryo ITSUKAICHI*, Akira HASEGAWA**, Hiroyuki HATO***
and Keisuke OTA****

Abstract

Bridge management system is important to maintain bridges for long time with keeping the performance. It is required for the management to inspect the degree of deterioration and the soundness diagnosis. If a bridge has structural deterioration, the vibration must be changed, because the bridge vibration is one of the reflections of structural characteristics. Therefore, the experiment on the bridge vibration was tested on the servicing bridges. This paper reports the outline and the results of vibration experiments.

Keywords: Vibration Experiment, Bridge management system, structural characteristics

1. はじめに

戦後の経済成長期に大量に建設された土木構造物は、約30年以上が経過し、更新期間を迎え、その更新費用は近い将来確実に増加・集中していくことが予想される。しかし、国や地方自治体は財政的に苦しい状況にあり、もし構造物の維持管理を実施しなければ構造物は荒廃していく。その結果、国土の安全が損なわれ、市民生活の安全が脅かされる。そのため、新規整備投資や管理・運営投資の実現により、国民の生活への必要なサービスを提供するためのマネジメントが求められている。そこで、維持・更新費用を検討し、如何に少ない財産で有効な維持管

理を行うことが出来るかが大きな課題となり、この課題を解決する方法のひとつとして「アセットマネジメント」がある。

青森県¹⁾では、2004年から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。国民の安全・安心な生活確保のためにも、各機関の連携・協力によるアセットマネジメントは必要不可欠である。このようなアセットマネジメントを適正に実施していくためには、構造物の劣化状況を的確に調査することが必要である。

そこで、本研究では、このような構造物の健全度を簡易的・効率的に調査する方法として、構造物の振動が構造物の総合的な健全度に関わり

平成19年1月5日受理

* 大学院工学研究科土木工学専攻博士前期課程・2年

** 大学院土木工学専攻・教授

*** (株)コサカ技研

**** 大学院工学研究科土木工学専攻博士前期課程・1年

があると考え、振動実験を実施したのである。すでに、構造物の劣化状況を調査する方法として、ハンマーによる発生音や振動による劣化調査²⁾や、非破壊検査における弾性係数の測定などが、現在用いられていることから、青森県南部地域の主要な道路橋を対象に実橋振動実験を行い、振動特性から橋梁の健全度を評価できるか検討した。

2. 実橋振動実験

2.1 計測方法

計測は、交通量の多い橋梁では通常の状態から大型トラックの通過時に計測を行い、交通量の少ない橋梁では写真1の実験車両を用いた走行振動実験を行った。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



写真1 交通量の少ない橋梁で用いた実験車両



写真2 計測風景

約41秒間測定した。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4,096個で解析を行った。計測風景を写真2に示す。

2.2 対象橋梁

今回対象とした橋梁は、八戸県土整備事務所、十和田県土整備事務所、むつ県土整備事務所及び八戸市管理の鋼橋80橋、PC橋20橋で実施した。対象橋梁の詳細を表1に示す。

2.3 結果

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。スペクトル図から卓越している部分が多く見られる。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第一次固有振動数とした。原波形、スペクトル解析の例を図1、図2に示す。

支間長一固有振動数、橋齢一固有振動数をそれぞれ図3、図4に示す。

図3から支間長と固有振動数は大きく相関があり、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。図4から橋齢が増加すると、固有振動数は鋼橋・PC橋ともに高い値を示していることがわかる。データに大きなばらつきが見られる。これは、支間長が短いもしくは部材の劣化が原因と考えられる。しかし、固有振動数は支間長と相関があるため、支間長を考慮して評価する必要がある。

3. 結 論

本研究は、橋梁アセットマネジメントを適正に実施するための橋梁の健全度評価を、振動計測から簡易的・効率的に行う可能性を検討した

表1 対象橋梁一覧

番号		橋梁名	橋齢(年)	支間長(m)	上部工形式
1	M	新井田橋	5	31.600	3径間連続鋼版桁
2	M	松森橋	32	31.100	単純鋼合成鈹桁
3	M	高瀬橋	50	21.500	単純鋼非合成鈹桁
4	M	えんぶりっじ	3	33.283	鋼溶接橋(S)
5	M	越戸橋	34	20.850	鋼溶接橋(S)
6	M	市川橋	16	24.600	鋼溶接橋(S)
7	M	轟木橋	46	22.600	鋼溶接橋(S)
8	M	五戸川橋	9	37.300	鋼溶接橋(S)
9	M	尻内橋	11	33.100	鋼溶接橋(S)
10	M	渡ノ端橋	35	24.940	単純合成H鋼桁
11	M	仲橋	36	17.040	単純鋼合成鈹桁
12	M	中堤橋	36	30.500	単純鋼合成鈹桁
13	M	境の沢橋	30	35.000	単純鋼合成鈹桁
14	M	第2轟木橋	15	31.400	単純合成H鋼桁
15	M	長保橋	23	19.430	鋼製H桁橋
16	M	渡ノ葉橋	4	26.500	鋼鈹桁橋
17	M	中之橋	38	8.830	単純合成H鋼桁
18	M	新大橋	51	18.300	鋼ゲルバー桁
19	M	根城大橋	26	45.520	3径間連続PC桁+単純鋼桁+3径間連続鋼桁
20	M	招運橋	9	35.000	非合成鈹桁橋
21	M	湊橋	32	29.000	鋼溶接橋(S)
22	M	新・新井田橋	7	31.600	鋼溶接橋(S)
23	M	北川跨線橋	39	17.770	鋼溶接橋(S)
24	M	赤石跨線橋	39	24.380	単純鋼合成鈹桁
25	M	高岩跨線橋	39	16.900	単純合成H鋼桁
26	M	住谷橋	49	67.200	鋼ランガー桁
27	M	啄木鳥橋	16	39.000	鋼溶接橋(S)
28	M	鷲橋	11	31.600	鋼溶接橋(S)
29	M	奥入瀬橋	23	39.500	鋼溶接橋(S)
30	M	十和田橋	34	20.300	H. B. B(S)
31	M	上法量橋	36	29.900	単純鋼合成桁
32	M	広瀬橋	46		単純下路式鋼トラス
33	M	第二跨線橋	24	30.299	鋼溶接橋(S)
34	M	三保野橋	24	28.000	鋼溶接橋(S)
35	M	第一跨線橋	24	22.800	鋼溶接橋(S)
36	M	泊大橋	24	42.100	鋼板桁橋
37	M	猿子沢大橋	3	52.300	鋼溶接橋(S)
38	M	二又橋	12	38.500	鋼溶接橋(S)
39	M	老部川橋	32	26.500	鋼溶接橋(S)
40	M	乙供跨線橋	31	22.400	H. B. B(S)
41	M	天堂橋	44	9.050	H. B. B(S)
42	M	第二奥入瀬川橋	7	40.850	鋼溶接橋(S)
43	M	花切橋	5	25.000	鋼溶接橋(S)
44	M	二ツ森橋	7	27.475	鋼溶接橋(S)
45	M	赤川橋	5	27.921	PC橋
46	M	古間木橋	52		鋼(鉄)リベット橋(S)
47	M	大曲跨線橋(2)	10	29.150	鋼桁橋
48	M	開運橋	26	28.650	鋼溶接橋(S)
49	M	明神橋	11	20.250	H. B. B(S)
50	M	新熊ノ沢橋	9	63.300	鋼桁橋
51	M	倉手橋	49	12.560	こうげた
52	M	新川原橋	38	21.730	H. B. B(S)
53	M	三本木跨線橋	2	71.950	鋼3径間連続非合成箱桁橋
54	M	下田橋	46	29.500	鋼溶接橋(S)
55	M	五渡橋	35	11.325	H. B. B(S)
56	M	御幸橋	18	29.500	鋼溶接橋(S)
57	M	立崎橋	35	19.900	H. B. B(S)
58	M	乙供橋	32	18.500	鋼溶接橋(S)
59	M	あすなろ橋	19	30.000	H. B. B(S)
60	M	城内橋側道橋	40	12.830	鋼溶接橋(S)

表1 続き

61	M	菩提寺橋	34	24.000	鋼溶接橋(S)
62	M	甲地橋	11	30.000	鋼溶接橋(S)
63	M	むつ大橋	44	22.780	鋼床版合成桁
64	M	金谷沢橋	4	15.800	単純非合成鋼鈹桁
65	M	今泉橋	4	24.200	単純非合成鋼鈹桁
66	M	小川橋(栗山大橋)	9	65.200	2径間連続鋼箱桁
67	M	松山跨道橋	15	20.500	活荷重合成H型鋼桁
68	M	ゼンマイ橋	15	20.000	活荷重合成単純鋼板桁
69	M	あすなる橋(釜の沢2号橋)	15	26.500	鋼溶接橋(S)
70	M	うぐい滝橋	44	20.000	鋼(鉄)リベット橋(S)
71	M	仙山橋	5	24.100	単純非合成曲線鋼桁
72	M	赤坂橋	34	45.873	鋼溶接橋(S)
73	M	最花橋	30	25.500	鋼溶接橋(S)
74	M	目名橋	31	30.800	鋼溶接橋(S)
75	M	荷橋	30	16.480	H. B. B(S)
76	M	蛇渡橋	41	36.500	鋼溶接橋(S)
77	M	霞橋	19	59.000	鋼溶接橋(S)
78	M	三開橋	22	36.500	鋼溶接橋(S)
79	M	剣橋	21	33.000	鋼溶接橋(S)
80	M	奥薬研14号橋	37	17.430	H. B. B(S)
①	PCT	泥障作跨道橋	7	24.000	PC橋
②	PCT	中ノ沢橋	27	31.250	PC橋
③	PCT	長館橋	2	38.950	PC橋
④	PCT	新市川橋	30	24.900	PC橋
⑤	PCT	北市川橋	3	27.540	PC橋
⑥	PCT	白銀陸橋	40	23.000	PC橋
⑦	PCT	落合川原橋	17	27.900	PC橋
⑧	PCT	剣吉橋	32	35.300	PC橋
⑨	PCT	新中野橋	14	14.938	PC橋
⑩	PCT	馬場橋	8	20.421	PC橋
⑪	PCT	砂笥橋	22	18.600	PC橋
⑫	PCT	下新井田橋	21	17.400	単純ボステンPCT桁
⑬	PCT	梅泉橋	38	27.955	PC橋
⑭	PCT	島守橋	14	28.750	ボステンPC連結桁
⑮	PCT	妻の神橋	18	30.375	単純ボステンPCT桁
⑯	PCT	鹿田橋	29	16.850	単純ボステンPCT桁
⑰	PCT	落合橋	23	30.800	単純ボステンPCT桁
⑱	PCT	赤石橋	38	31.000	単純ボステンPCT桁
⑲	PCT	福田大橋	14	38.640	単純ボステンPCT桁
⑳	PCT	法師岡橋	41	30.000	単純ボステンPCT桁

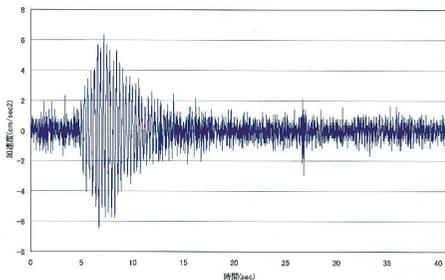


図1 原波形(あすなる橋)

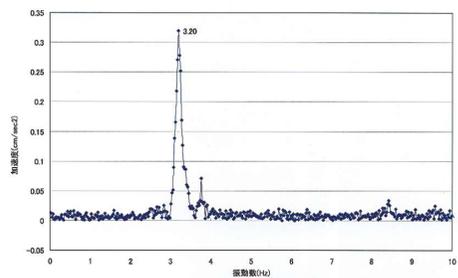


図2 スペクトル(あすなる橋)

ものであって、実車による走行振動実験を行い、特に固有振動数に着目し調査したものである。

(1) 振動計測から、鋼橋・PC橋ともに固有

振動数は支間長が長くなると低下する関係にあり、ほぼ反比例の関係にある。

(2) また橋齢が増加すると、固有振動数は高

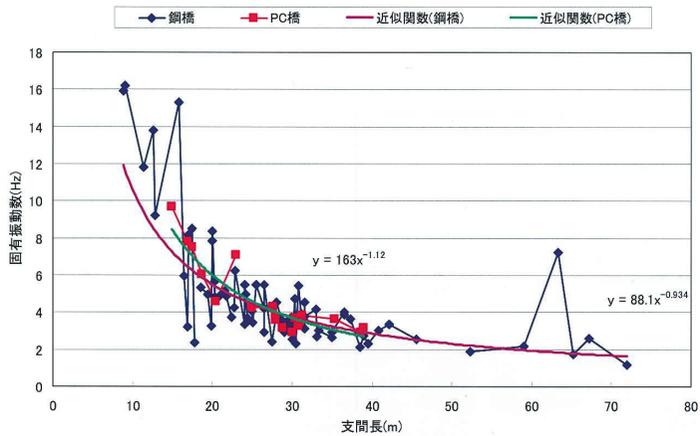


図3 支間長－固有振動数

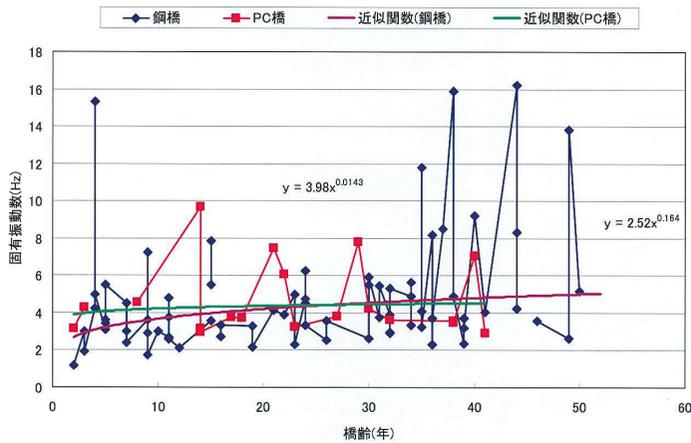


図4 橋齢－固有振動数

い値を示しているが、支間長を考慮した評価が必要である。

今回の実験ではデータ数を増やし、結果に妥当性を見出すことが出来た。今後の課題として、構造形式などを考慮する必要があることから、引き続き実験を行い、多くの振動データを採取する必要がある。

参考文献

- 1) 青森アセットマネジメントホームページ：
<http://www.pref.aomori.jp/douro/asset/>
- 2) 西村昭彦, 羽矢 洋: 衝撃振動試験による山陽新幹線構造部の健全度判断, 基礎工, pp. 73-79, 1996.9