

動的試験に基づく既設鋼板桁橋の固有振動数算定に関する一考察

岩手大学大学院 学生員 ○齋藤 明艶 日本大学工学部 正員 五郎丸英博
岩手大学工学部 正員 岩崎 正二 岩手大学工学部 山本 英和
岩手大学工学部 正員 出戸 秀明

1. まえがき

経済や社会情勢の変化に伴う国、地方自治体の公共事業縮小のため、社会資本の更新は難しくなり、既設橋梁を補修・補強しながら、いかに延命化させるかが課題となっている。そのためには、既存橋梁の現状における健全度評価を実施し、早めの対策が必要である。橋に重大な損傷や劣化が生じると橋の揺れ方が変化するため、動的試験を用いて既設鋼板桁橋の実測固有振動数を求め、その値の変化により経年劣化の判定を行う方法がある。本論文の目的は、岩手県内の2連単純合成鋼板桁橋において常時微動測定、トラック車両走行試験、砂袋落下試験、実稼動試験により固有振動数を求め比較検討することにより、動的試験方法が固有振動数にどのような影響を与えるかを明らかにすることである。

2. 対象橋梁と動的試験の概要

動的試験を実施する下梅田橋は、岩手県紫波町(岡田梅田線)にある架設年度昭和57年3月の2連単純活荷重合成鋼板桁橋(3本主桁)である。支間長2@27.74m、橋長56.68m、幅員5.08m、桁高1.5mの二等橋(TL-14)である。

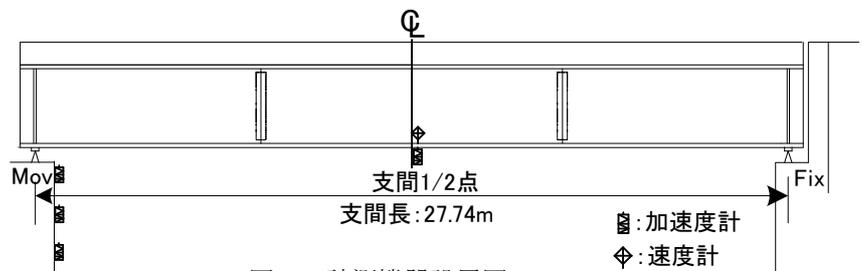


図-1 計測機器設置図

対象橋梁の実測固有振動数を求めるために、トラック車両走行試験、砂袋落下試験、実稼動試験、常時微動測定の4種類の動的試験方法を採用した。図-1に計測機器設置図を示す。

トラック車両走行試験は、15tf及び20tfトラックを耳桁(G₁桁)及び中桁(G₂桁)上に10km/h及び20km/hで走行させ、3主桁すべてに対して支間中央下フランジに設置したひずみゲージ型一軸加速度計により振動加速度の応答波形を測定した。測定条件は、サンプリング周波数を200Hzとし、測定時間はトラック車両が10km/hで走行する場合、橋10m手前(20km/hの場合は20m手前)から30~40秒間とした。



写真-1 砂袋落下試験

砂袋落下試験は、写真-1に示すように約0.59kNの砂袋を130cmの高さから、支間中央及び支間L/4点の2箇所(G₁桁側、G₂桁)に落下させ、その応答加速度を測定した。測定条件は、サンプリング周波数を200Hzとし、測定時間は砂袋衝突5秒前から20~30秒間とした。加速度計の設置位置は、走行試験と同様である。

実稼動試験は、20tfトラック車両2台を橋梁上でランダムに走行させた状態で応答加速度を計測した。すなわち、3軸加速度計を4個使用して、そのうち1個の加速度計を中桁支間中央点に固定して参照点とし、残り3個の加速度計を順次橋脚部下端から主桁橋軸方向(取り付け箇所は主桁下フランジで合計15点、橋脚部合計9点)に移動して応答加速度を測定した。測定条件は、サンプリング周波数を2~50Hzとし、データセット1つの収集に要する計測時間は約4分間のため、橋全体の1回の計測時間は約34分となった。

最後の常時微動測定では、他の3つの計測方法が車両走行や砂袋落下により対象橋梁を加振して応答加速度を測定する方法であるのに対して、下部工を通して地盤から入力される微振動により生じるランダムな応

答速度を固有周期 1 秒 3 成分速度計（レナルツ社製、感度 $4V/(cm/s)$ ）を用いて上下動のみ 10 分間計測した。サンプリング周期は $5ms$ である。速度計を 3 主桁の支間中央下フランジ上に設置し、橋梁に何も載荷していない自然状態と、 $20tf$ トラックを支間中央あるいは $L/4$ 点 (L : 支間長) に静的載荷した場合の 3 ケースを計測した。

3. 試験結果と考察

図-2 は、 $15tf$ トラック車両走行試験における車両退出後の応答加速度から得られたパワースペクトルの一例である。図-3 は、砂袋落下試験において支間中央 G_1 桁側に砂袋を落下した場合の応答加速度から得られたパワースペクトルを示す。砂袋落下試験では、砂袋衝突時から 0.1 秒後のデータを 4096 個サンプリングして解析している。両試験ともに、スペクトルの周波数分解能は、約 $0.05Hz$ である。図-4,5 は、それぞれ無負荷の自然状態とトラックが載っている場合の常時微動測定から得られたパワースペクトルの一例を示している。10 分間の測定データを 1 区間の長さ 20.48 秒 (4096 点) の小区間に分割し、各区間で FFT によるパワースペクトルを算出し、全区間で算出されたパワースペクトルを平均化して求めている。ただし、全区間の平均振幅よりも平均振幅の大きい区間は、ノイズを除去するため平均値算出に使用していない。

表-1 は、各動的試験による固有振動数の結果を整理し比較したものである。表中のモードの名称欄は、実稼動試験により得られた振動モードから決定したものである。表-1 に示すように、橋が加振されているときの曲げ 1 次モードには、両支点の拘束状態（可動-固定、固定-固定）と橋脚変形の影響により 3 種類あることが分かった。また、基本固有振動数において実稼動試験結果が、他の試験法より小さく算出されていることより、供用中の橋梁は、自然状態と異なる固有振動数を有することが分かった。詳細は、当日発表予定である。

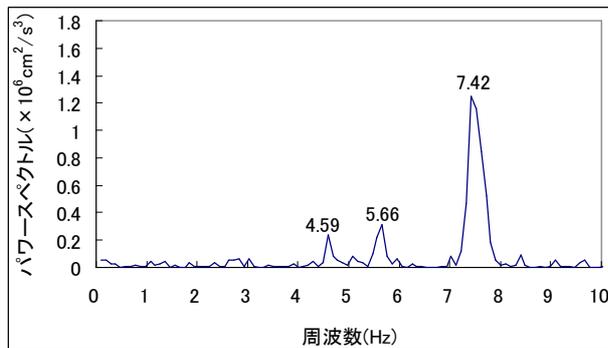


図-2 走行試験結果 ($10km/h \cdot G_1$ 走行)

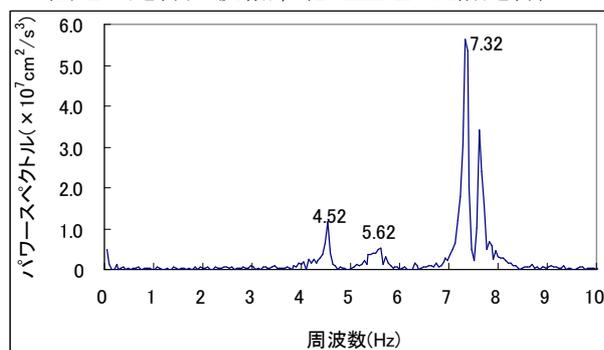


図-3 砂袋落下試験結果

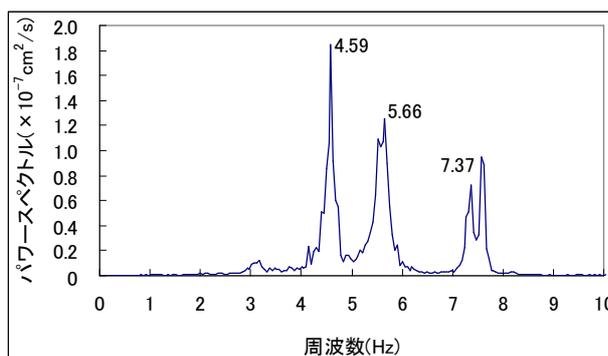


図-4 常時微動測定結果 (荷重無)

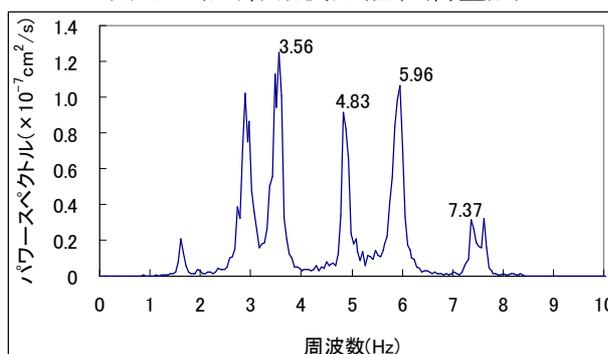


図-5 常時微動測定結果 (荷重有)

表-1 動的試験による固有振動数の比較(単位: Hz)

モード	砂袋落下試験	常時微動測定 (荷重無)	常時微動測定 (荷重有)	走行試験 (退出後)	実稼動試験 (上部構造のみ)	実稼動試験 (上部構造+橋脚)
曲げ1次(Move-Fix)	-	-	3.56	-	-	3.16
曲げ1次(Move-Fix)	4.54	4.59	4.83	4.59	4.30	4.40
曲げ1次(Fix-Fix)	5.62	5.66	5.96	5.66	5.48	5.48
ねじり1次	7.32	7.37	7.37	7.42	7.39	7.38
曲げ2次	-	-	-	-	12.44	12.10
ねじり2次	-	-	-	-	17.42	17.29
曲げ2次+水平	-	-	-	-	22.13	22.20