

神戸大学正員 西村 昭
 神戸大学正員 宮本 文徳
 神戸大学大学院 学生員 加賀山 泰一
 神戸大学大学院 ○新宅 正道

1. まえがき

橋梁の維持管理に当たっての、既存橋梁の健全度判定法の確立及び規準化が、特に近年望まれているが、それらが十分確立されているとは言い難く、目視を中心とした点検に負う方法が多く、主観の入る余地が多いというのが現状である。そこで、本研究では、橋梁の力学的挙動に着目して、第33回年次学術講演会で発表した計算による劣化要因と力学的挙動の関係に実験による裏付けを行い、その関係を用いて、新たな実橋の損傷度の推定法の開発、及びその有効性を検討した。本研究の流れを図-1に示す。

2. 橋梁モデルにおける理論値計算

(1) 計算法 今回実験を行った模型梁(図-2)を計算モデルとし、これを20点の質点系に置換いた梁として、表-1に示す5種類の損傷を導入し、伝達マトリックス法により解析を行い、損傷程度の進行に対する力学的挙動(固有振動数と中央または1/4点に載荷した場合のたわみ・ひずみ)の変化を求めた。

(2) 計算結果 各損傷要因に対する力学的挙動の変化を表-2に示す。各損傷度を増加させたとき、健全なときよりも増加した場合を+、逆に減少した場合を-としている。カッコ内の数字は動的な挙動において、1〜3次の中で変化の著しい順位を示している。例として固有振動数の場合、図-3のような変化となり、他の挙動の変化を比較すると、各損傷要因別に特徴が見られた。

3. 模型梁による実験

(1) 実験方法 図-2に示す模型梁を用いて、静的・動的試験を行い、各力学的挙動の変化を求めた。各剛性低下は、下フランジにボルトで取り付け鉄板のボルトを緩めることにより導入し、支点の弾性沈下を導入するためには、移動支点の丸鋼の代りに野球用ボール(TOPボール)を使用し、回転拘束は、回転支点をゴム板とシャランを使用して締付けることにより導入した。静的試験としては、図-2中のLOAD-1、LOAD-2の位置に300kgの重錘を吊し、たわみとひずみを測定し、動的試験としては、図-2中のLOAD-1の位置における50kgの重錘落下と衝撃

試験を行い、固有振動数を求めた。

(2) 結果 図-3中にプロットした点が、実験により得られた値

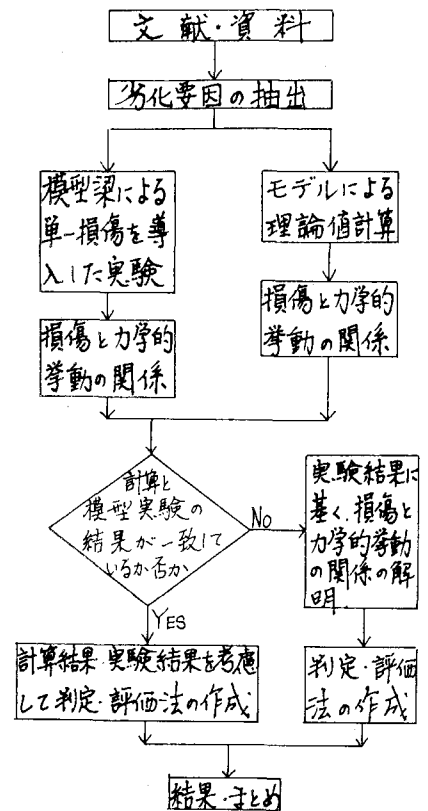


図-1 本研究のフロー図

表-1 損傷要因とその導入方法

項 目	対応する実橋での損傷	導 入 法
局部剛性低下(中央)	局部的さび・継手の損傷	中央の断面2次モーメントの減少
局部剛性低下(1/4点)	局部的さび・継手の損傷	1/4点の断面2次モーメントの減少
全断面剛性低下	さび・腐食・ひびわれ	全体の断面2次モーメントの減少
支点の弾性沈下	沈下・われ	支点を鉛直方向のバネに置換
支点の回転拘束	さび・こびりつき	支点を回転に対してのバネに置換

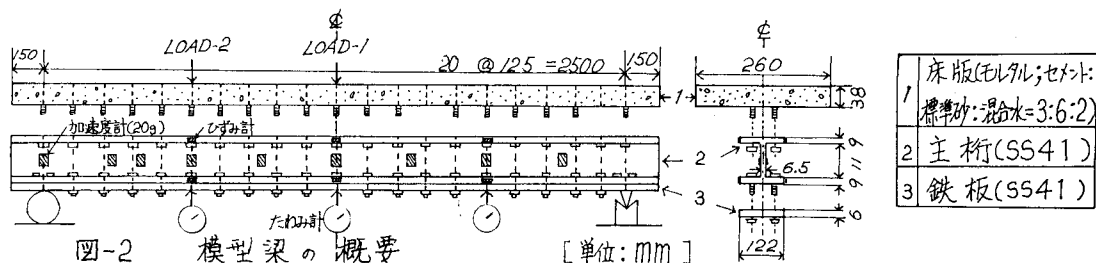


図-2 模型梁の概要

[単位: mm]

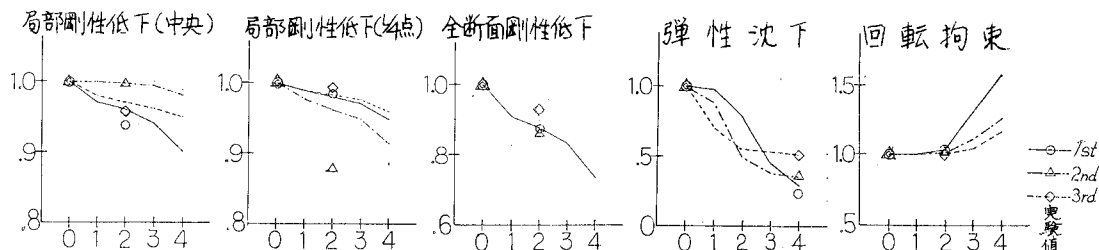


図-3 固有振動数と損傷程度 (横軸は損傷程度)

表-2 損傷と力学的挙動の関係

で、その他の静的挙動についても、実験値と計算により求めたもの(表-2)とは同じ変化の傾向を示すことが、明らかとなった。

4. 評価法

以上の結果を利用して、たわみ・ひずみ・固有振動数を含んだ総合的な評価法の開発を試みた。要因として $X_1 \sim X_5$ 、症状として $Y_1 \sim Y_7$ を考え、 X の表示方法は、その損傷が単独で起こる場合は100、いくつかの損傷が組合わって存在する場合には、それらの合計が100となる様に等分し、 Y の表示方法は、各力学的挙動が健全時に比べてどの程度変化するかを%で、増加の方向に変化する場合に十、減少の方向に変化する場合にーで表示する。本研究では、要因と症状を結びつける媒体をマトリックス A とし、要因・症状をベクトル表示として $X \cdot Y$ とすると、その関係は、

$$X = A \cdot Y \quad (1)$$

となり、これより、マトリックス A を次式で求める。

$$A = X \cdot Y^{-1} \quad (2)$$

このマトリックス A を用いれば、実験により症状 $Y_1 \sim Y_7$ を求めてデータとして入力することにより、損傷の要因を確定することができる。図-4にその判定例を示す。

5. まとめ

本研究では、損傷と力学的挙動の関係をすべて理想化して計算で求め、模型梁による実験値と計算値とが一致することを確かめ、力学的挙動による損傷の判定・評価法の開発を目的として行ってきた。一つの客観的な基準を与える評価法という意味で、今回の方法は有効な一つと言える。しかし、今回の方法は、すべて健全時のデータを基準としているため、現場のデータ不足等の様々な問題もあり、今後、さらに検討を進めたい。

参考文献 1) 西村 他: 橋梁の耐用性診断における

力学的挙動の有効性, 第38回年次学術講演会概要集

	局部剛性低下 中央	局部剛性低下 1/4点	全断面剛性低下	弾性沈下	回転拘束
たわみ(中央)	+	+	+	+	—
3/4L	+	+	+	+	—
中央	+	+	+	+	—
1/4L	+	+	+	+	—
ひずみ(中央)	+	+	+	+	—
3/4L	+	+	+	+	—
中央	+	+	+	+	—
1/4L	+	+	+	+	—
弾性沈下	0	0	+	0	—
3/4L	0	+	+	0	—
中央	0	+	+	0	—
1/4L	0	+	+	0	—
回転拘束	0	0	+	0	—
3/4L	+	+	+	0	—
中央	+	+	+	0	—
1/4L	0	+	+	0	—
振動数	—(1)	—(2)	—	—(1)	+(1)
1/2次	0	—(1)	—	—(3)	+(2)
2/2次	0	—(3)	—	—(2)	+(3)
3/2次	—(2)	—	—	—	—

INPUT DATA

Y 1(1/2L点 載荷 - 1/2Lたわみの変化)	=	20
Y 2(1/2L点 載荷 - 1/4Lたわみの変化)	=	18
Y 3(1次の固有振動数の変化)	=	-60
Y 4(2次の固有振動数の変化)	=	-65
Y 5(3次の固有振動数の変化)	=	-52
Y 6(1/2L点 載荷 - 1/2Lひずみの変化)	=	24
Y 7(1/2L点 載荷 - 1/4Lひずみの変化)	=	8

判定値

1/2L点 剛性低下	=	3.050
1/4L点 剛性低下	=	2.950
全断面 剛性低下	=	39.441
支点 弾性沈下	=	33.242
支点 回転拘束	=	34.542

図-4 判定例