

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 学正員 加賀山 泰一

1. まえがき

既存の橋梁においては、近年の大型車輛の重量、並びに大型車の交通量の増大等により、使用年数の長い橋梁を中心に、床版を初めとして橋梁各部の損傷発生率が高くなる傾向にある。そのため、より深刻なアメリカを含め世界各地において既存橋梁の健全性の評価法の問題がクローズアップされている。しかし、現在行われている評価法は様々で、また、目視を中心とした点検に基く方法が多く、主観の入る余地が多い。そこで、本研究では橋梁の力学的挙動に着目し、図-1のフローに沿って劣化要因を抽出し、劣化要因と力学的挙動の関係を明らかにし、それを用いた実橋の損傷箇所推定法の開発、及びその有効性を検討した。

2. 既存橋梁の損傷状態

橋梁部材の中で床版が最も損傷を受けやすく、その他の部材について重大な欠陥が生じることは多くないというのが従来の定説であったが、最近の調査によると、主桁等の損傷発生率が高くなりつつあることが報告されている²⁾。その一例を示したのが図-2で、ここでの損傷は、補修対策または早急な補修対策が必要と評価された内容である。示方書年代が古くなるに従い、床版以外の部材での発生率が高くなる傾向にあり、今後、主桁主桁や支承の欠陥が多くなることが予想される。そこで本研究では、従来の研究で多く取り上げられている床版は対象外とし、主桁主桁と支承に的を絞った。それらにおける具体的な損傷は、腐食、床版と桁との分離、継手のゆるみ、コンクリートのはく離、また、支承について、沉下、傾斜、腐食等が、これらを後の計算モデルへ導入する。

3. 劣化要因と力学的挙動の関連性

(1) 計算法 今回実験の機会を得た実橋(図-3)を計算モデルとし、これを40点の節点系に置換した梁として、表-1に示す4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、損傷程度の変化に対する力学的挙動の変化を求めた。

(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

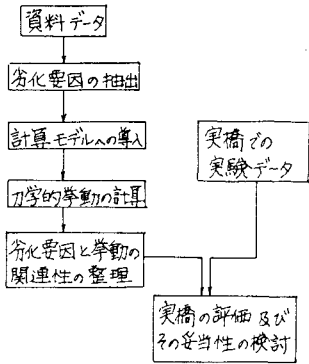


図-1 研究のフロー

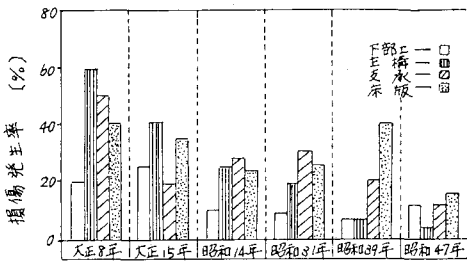


図-2 各部の損傷発生率

表-1 損傷の導入法		
項目	対応する実橋の損傷	導入法
回転拘束	さび、こびりつき	支点を回転に拘束バネに置換
弾性沉下	沉下、われ	支点を鉛直方向のバネに置換
全断面剛性低下	さび、腐食、ひびわれ	全体の断面=2次元メントのみの減少
局部剛性低下	局部的さび、腐食、HTボルトのゆるみ	ある範囲の断面=2次元メントのみの減少

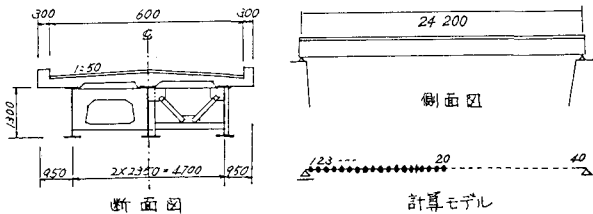


図-3 実橋の諸元及びモデル 単位:mm

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次～3
次の中で変化の著
しい順位を示して

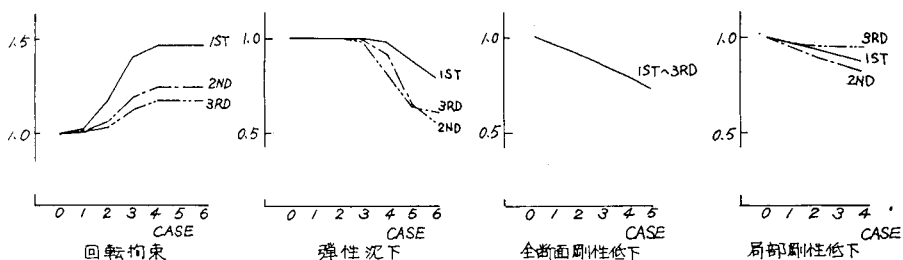


図-4 各損傷要因と固有振動数の関係 (CASEの数字が大きい程 損傷度が上)

いる。例として固有振動数の場合、図-4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。

4. 実橋データの評価

表-2の特徴をまとめると次のようになる。①振動数を増加させる要因は回転拘束のみである。また振動数の変化の程度は図-4のように要因別に特徴がある。②局部剛性低下の場合、1次の振幅が小さくなるが、2、3次は大きくなる。③静的にわけば、回転拘束以外の損傷が大きくなる。また、静的にわけば、回転拘束以外の損傷が大きくなり、逆に支点の2つの損傷の場合では小さくなる。

これらの特徴から逆に損傷度評価法を考えることが可能であるが、全ての力学的挙動を考慮することは、実測データの不足等から難点が多い。そこで比較的データが得やすく、また実測値と計算値が一致しやすい固有振動数の1次～3次の増減の相互関係に注目した評価法を試みた。図-4に見られる各損傷要因別の特徴を、損傷が最在する場合についても考慮するために組合せ、その特徴から各損傷が存在する確率が長くなるものであり、図-5にそのフローを示している。また他の力学的挙動のデータからのアプローチも可能となっている。

この評価法を用いて図-3の実橋データの2スパンについて評価した結果が表-3である。ここでは支点の回転拘束のように目視による点検では評価が困難な損傷について明らかにすることができた。

表-3 評価結果

	X1	X2	X3	X4
1連目	1.0	0.0	0.5	1.0
2連目	1.0	0.0	1.0	1.0

表-2 各損傷要因と挙動の関係

	弾性沉下	回転拘束	全断面剛性低下	局部剛性低下
静的				
支点中央のたわみ	+	-	+	+
応力 (C/E)	0	-/+	-/0	-/-
支点上のたわみ	-	-	+	+
動的				
固有振動数 1次	-(1)	+(3)	-	-(2)
2次	-(2)	+(2)	-	-(1)
3次	-(3)	+(1)	-	-(3)
振動形状 1次	-(3)	-(1)	0	-
2次	-(2)	-(2)	0	-(2)
3次	-(1)	-(3)	0	-(1)
振動形状のたわみ 1次	-(1)	-(3)	0	+
2次	-(2)	-(2)	0	-(2)
3次	-(3)	-(1)	0	-(1)
振動形状のねじり	-	+		+

* C: 支点中央
E: 支点上

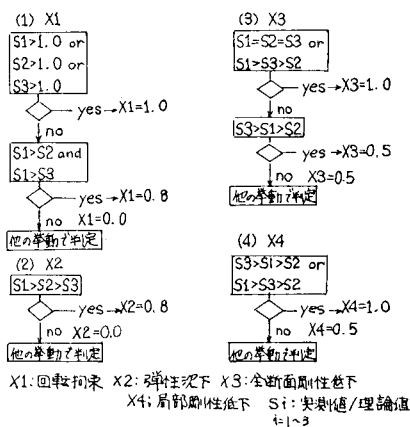


図-5 評価法のフロー

5. まとめ

いかなる損傷度判定法を用いても、既存する複雑な条件下の橋梁を絶対的に評価することは不可能だと思われるが、現在行われている目視を中心とした方法があらゆる面をカバーできるとは思われない。一つの客観的な基準を与える評価法と言う意味で、今回の方法は有効な一つと言える。しかし、これは計算を基にしたほんの一例にすぎず、今後、計算結果の検証、現場での判定法の確立、実橋データの収集が望まれる。

参考文献 1) 高梁構造研究会: 道路橋の点検 補修, 理工図書, 昭和53年1月

2) 上原 徹: 近畿地方建設局管内の橋梁の実態調査からの一考察, 改設の橋梁構造物およびその構成部材の健全度, 耐久性に関するシンポジウム, 昭和58年2月