

神戸大学 正会員 西村 昭
 神戸大学 正会員 宮本文穂
 阪神公団 正会員 ○加賀山泰一

1. まえがき 既存橋梁の耐用性判定法の開発が、近時ことに重要な研究課題となってきた。本研究では、定量的な損傷評価法の確立への第一段階として、理想化した損傷を導入した模型実験を行い、比較の実橋で得やすい動的性状に注目し、モーダル解析¹⁾を適用して得られる動的挙動の持つ損傷評価パラメータとしての有効性を検討することを目的とする。

2. 模型実験の概要 橋梁模型は、図1にその概略を示すように、3主桁及び5本の横桁を基本とした単純支持の形式とした。今回の実験では、主桁、及び横桁の剛性低下の影響を調べるため、床版は設けていない。又、主桁の剛性に対する横桁の剛性の比は実橋の場合と同程度²⁾になるよう考慮した。模型桁に導入する損傷は、実橋における腐食、継手のゆるみ、曲げひびわれ、コンクリートの強度低下に伴うヤング係数の低下、合成桁でのずれ止めの損傷等を理想化できる曲げ剛性の低下を取り上げた。そして、この剛性低下の位置を中桁あるいは外桁の全体、又は $l/2$ や $l/4$ を中心に部分的な範囲等、種々変えて導入した。その概略を表1に示す。実験は、図1に示すように11測点に加速度計を設け、4箇所の位置でハンマーにより衝撃を加え、その時の応答加速度を記録した。

データの解析には、振動モードの変化等を精度良く得るため、モーダル解析を採用した。

表1 主桁、横桁の導入損傷の概略

NO.	断面二次モーメント(㎠)	損 傷 位 置 (単位cm)	NO.1に対する剛性の比
1	187.0	健全	1.0
2	148.0	30 220 30	0.79
3	113.0		0.60
4	148.0	119 42 119	0.79
5	113.0		0.60
6	148.0	49 42 189	0.79
7	113.0		0.60

3. 結果及び考察 実験より得られた、剛性低下に伴う各動的挙動の変化の概略を図2に示し、表2に剛性低下を導入した位置と動的挙動との関係をまとめて示している。今回解析の対象とした固有振動形は、1-1次、2-1次、3-1次の曲げ振動と、1-2次、1-3次のねじれ振動の計5つとした。これら5つの固有振動数は、剛性低下の位置により、その変化に差がみられた。これはその剛性低下の位置が振動モードの腹にあたるか、又は節にあたるかで各振動数の変化の大小が決まるためと思われる。又、これらの中で、1-1次の振動数が最も精度良く得られ、剛性低下とほぼ線型関係にあることが明らかとなった。減衰定数は今回対象とした動的挙動の中で最もばらつきが大きく、それだけ影響する要因が多いものと思われる。しかし、ある程度剛性低下が進行すれば、減衰定数が増加する傾向を示した。振動モードは、中桁で剛性低下を生じた場合と外桁で剛性低下した場合とでは、その変化に大きな差がみられた。これは、今回対象としたモデルが3主桁であることに関係するが、橋軸直角方向についての剛性のバランスを崩したとき、つまり外桁が剛性低下した場合は、振動モードは敏感に変化する。しかし、バランスが保たれているとき、つまり中桁で剛性が低下した場合は、ほとんど変化しない結果となった。又、各測点間での位相差を

NO.	断面二次モーメント(㎠)	摘 要	主桁に対する剛性の比
1	26.8	実橋における荷重分配横桁のモデル	0.14
2	12.4	実橋における対傾構のモデル	0.066
3	0.53	横方向の剛性がほとんど無い場合	2.8×10^{-4}

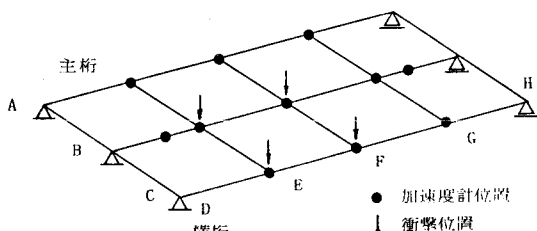


図1 模型桁および実験の概略

解析したが、ばらつきが大きく、剛性低下との間に明確な相関性はみられなかった。

4. 損傷評価における動的挙動の有効性

図2及び表2に示した実験結果より、各動的挙動の特性を整理し、それらを相対比較したものを図式化すれば図3のようになり、その考察を以下にまとめる。

1) 減衰定数、及び位相はばらつきが大きく、特に位相は剛性低下との間に相関性はみられず、損傷の評価には有効なパラメータとは言い難い。

2) 振動モード及びその振幅は、多少ばらつきがみられるものの、特に外桁の損傷に対しては敏感に変化することにより、ある程度有効なパラメータであると思われる。

3) 固有振動数は、特に精度の点において優れており、得られるデータにばらつきが少なく、又、ねじれ振動や2-1次の曲げ振動の振動数を得ることで、橋軸、及び橋軸直角方向の損傷について評価できる可能性がある等、今回検討した動的挙動の中で、損傷評価における必要条件を最も多く満たしているパラメータである。

5. あとがき 今回対象としたモデルは、3主桁の単純支持の形式であるが、他形式の橋梁においても固有振動数が損傷評価における最も有効なパラメータであると思われる。したがって、今後、実橋での測定法やその精度等を検討していく必要がある。

最後に模型桁の作製にご協力を頂いた(株)東本鉄工所の関係各位に深謝致します。また、表記以外の協同研究者として、本学、藤井学助教授、及び大学院生新宅君が参画していることを附記します。

参考文献

1) Hewlett Packard : 5451C Fourier Analyzer System Operating Manual-Modal Analysis Operating & Service Manual, U.S.A., Dec. 1978.
2) 高島春夫 : 道路橋の横分配実用計算法-前編-, 現代社, 1965. 3.

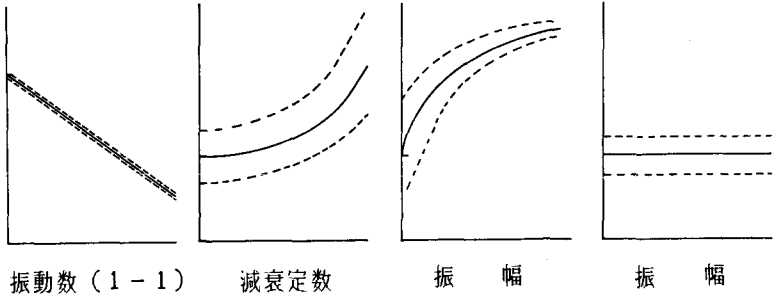


図2 剛性低下による動的挙動の変化の概略

表2 剛性低下の位置と動的挙動との関係

損傷位置	内容	動的挙動			
		振動数 (1-1, 2-1, 3-1)	ねじれ振動数 (1-2, 1-3)	振動形	減衰定数
中桁	部分的 剛性低下	2/2の時1-1が2/4の時2-1が減少率大	1-3は減少するが、1-2はほとんど変化なし	ほとんどなし	ばらつきが大
	全断面 剛性低下	3つの振動数の減少率がほぼ同一			低下率40%で増加の傾向が出現
外桁	部分的 剛性低下	2/2の時1-1が2/4の時2-1が減少率大	両者とも減少するが、1-3の方が減少率大	低下率20%でも変化有、2/4の影響大	ばらつきが大
	全断面 剛性低下	1-1の減少率は2-1, 3-1のそれに比べ小		変化大	低下率40%で増加の傾向が出現
横桁	剛性低下	ほとんどなし	1-3の振動数が減少大	中桁の振幅が両外桁に比べ大	ばらつきが大

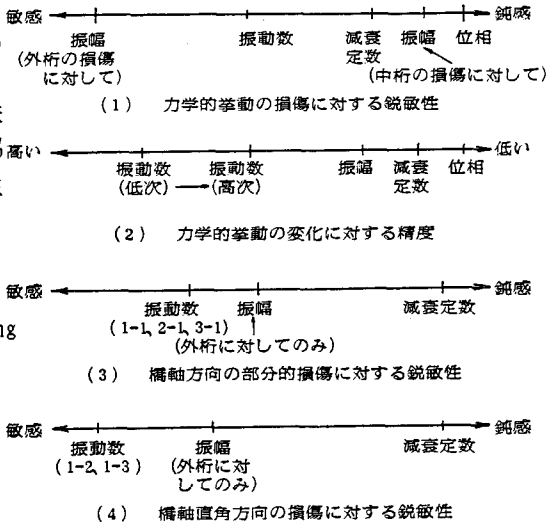


図3 各動的挙動の特性の相対比較