

神戸大学大学院 学生員○前田敏也
 神戸大学工学部 正会員 宮本文徳
 神戸大学大学院 学生員 熊谷 稔
 神戸大学工学部 正会員 高見忠良

1. はじめに

橋梁診断においては損傷度評価のみならず、残存耐荷力(余耐力)、破壊形式等の予測が必要となる。本研究は、架設後数十年を経たRC-T桁に対する破壊試験において破壊過程と対応させた振動特性の変化を明らかにすることによって余耐力、破壊形式等の予測を試みたものである。

2. 破壊試験の概要

試験対象橋梁は、兵庫県内で既に架け替えが決定していた「前野橋」(昭和6年架設、5@9.16m=45.80m、4主桁)、「対田橋」(昭和25年架設、5@9.80m=49.00m、3主桁)及び「中井橋」(昭和3年架設、10@10.72m=107.20m、3主桁)の三橋のいずれも中桁である。破壊試験は床版部で主桁を縁切りし、載荷桁を用いて油圧ジャッキにより適当な段階で載荷～除荷を繰返し(以下、ステップ)破壊に至らせた[1]。また、各段階ごとにスパン中央に重錘(300kgf)を30cmの高さから落下させ、重錘から入力加速度を、スパンLの1/4、1/2、3/4点から応答加速度をそれぞれ同時測定・記録し、モーダル解析により固有振動数、減衰定数、位相、振動モード等のモーダルパラメータを同定した。また、荷重、変位、主鉄筋及びスターラップのひずみを測定し、スパン中央たわみがスパン長の1/500に達した時を曲げ破壊、スターラップ降伏時をせん断破壊と定義し、破壊荷重を求めた。荷重～たわみ曲線及び破壊荷重の一例を図1に示す。なお、破壊形式は「前野橋」、「対田橋」は曲げ破壊、「中井橋」はせん断破壊であった。

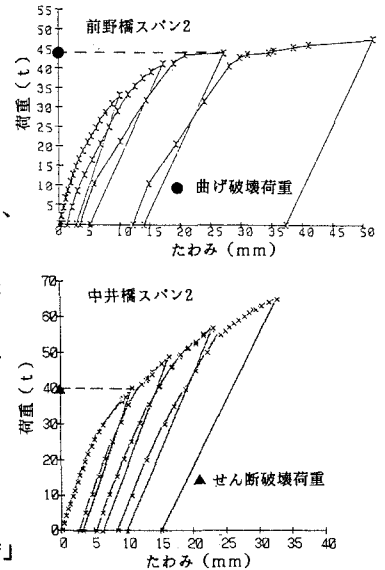


図1 荷重～たわみ曲線の一例

3. 試験結果及び考察

モーダルパラメータのうち、減衰定数は破壊がある程度進行してから変化する[2]ことがわかっているため、ここでは、振動特性として1次固有振動数(以下、振動数)と振動形の変化を余耐力及び破壊形式の予測と対応させて調べることにした。

3.1 振動数: 図2に曲げ破壊に至った「前野橋」及び「対田橋」主桁における振動数の変化と余耐力の関係を示す。ここで、振動数比とは各段階の振動数と試験開始時の振動数との比であり、余耐力比とは破壊荷重から各段階の最大荷重を差し引いた荷重(余耐力)と破壊荷重との比である。図より、破壊初期においては余耐力の低下に対する振動数の変化が小さいのに対し、破壊近傍では振動数が大きく変化することがわかる。次に、主桁を3分割し、振動数と振動形を力学的

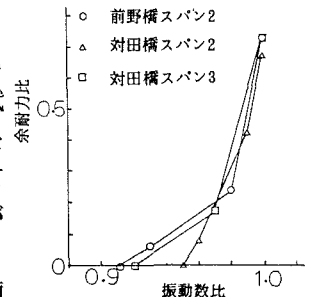


図2 振動数と余耐力の変化

挙動とし断面2次モーメントとヤング係数を構造パラメータとするS I法[1]の適用によって求めた「前野橋」及び「中井橋」主桁各部の破壊過程における剛性の変化を表1に示す。これより、「前野橋」では最終的には曲げ破壊に至ったが、スパン1では中央部の剛性の低下が先行したこと、スパン2ではせん断域の剛性低下が先行したこと、一方「中井橋」スパン2、3ではせん断域の剛性の低下によってせん断破壊に至ったこと(ステップ2)がわかる。次に、破壊過程における曲げ域(L/2付近)及びせん断域(L/4or3L/4付近)の剛性の変化と振動数の変化との関係を図3に示す。図より、剛

性の低下に伴い振動数の変化は大きくなる傾向にあるが、いずれもせん断域の剛性変化に比べ、曲げ域の剛性変化が振動数の変化にあたる影響の方が大きく、せん断域の剛性の低下は振動数の変化にあまり表われないのではないかと考えられる。したがって、振動数の変化のみからの破壊形式の予測は困難であるが、S I 法との併用によってある程度の予測は可能であると考えられる。

3.2 振動形： 図4に 表1 破壊過程における剛性の変化 ($\times 10^{11} \text{kgfcm}^2$)

「前野橋」、「中井橋」における破壊前後の振動形の変化を示す。「前野橋」ではスパン1で振動形があまり変化していないことから全体にわたって破壊が進行したと考えられ、一方スパン2ではせん断域で振幅が大きくなっており、せん断破壊の先行が明らかとなる。これに対し、「中井橋」ではせん断域の振幅が大きくなっておりせん断

橋名	STEP	L/4付近	L/2付近	3L/4付近
前野橋	スパン1	1	4.23	3.92
		2	4.00	4.10
		3	4.10	3.98
		4*	3.74	3.46
		5	3.78	2.88
	スパン2	1	4.73	5.35
		2	4.32	5.22
		3	3.10	4.18
		4	2.41	3.87
		5*	1.26	3.02
中井橋	スパン1	1	5.63	5.89
		2*	5.22	4.12
		3	6.10	5.58
		4	5.94	5.02
		5	5.09	5.25
	スパン2	1	4.87	5.04
		2*	4.58	5.04
		3	4.58	5.04
		4	5.06	5.04
		5	3.26	3.37
前野橋	スパン2	1	3.26	3.37
		2*	2.88	3.31
		3	2.67	3.11
		4	2.38	2.77

注) *: 破壊したステップ

破壊に至ったことがわかる。これらの結果は先に述べたS I 法の結果ともよく対応しており、振動形の変化によって剛性の変化箇所、及び破壊形式をある程度予測することが可能であると考えられる。

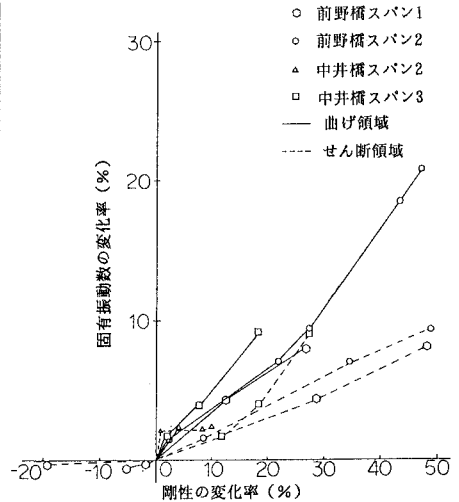


図3 振動数と剛性の変化

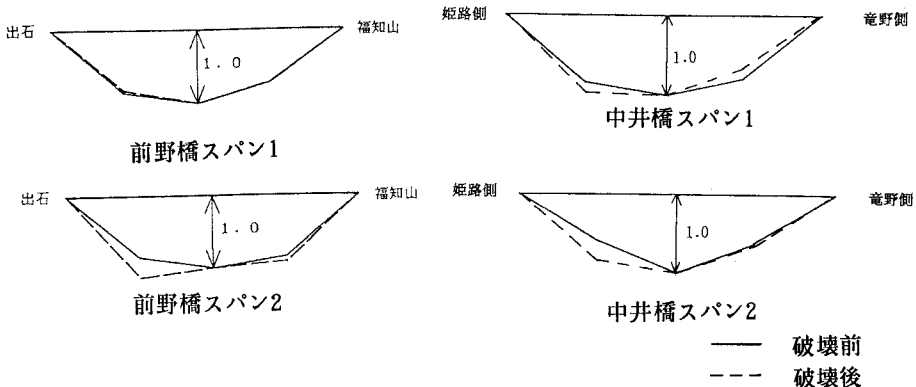


図4 振動形の変化

4. まとめ

本研究で得られた主な結果を以下にまとめる。① 余耐力の低下とともに振動数は減少するが、その減少率は余耐力の低下に伴って大きくなる。② 曲げ域の剛性の低下は振動数の変化に大きく表われるが、せん断域の剛性の低下は振動数の変化にはあまり表われない。したがって、振動数の変化によって曲げ破壊はある程度予測可能であるが、せん断破壊に対しては予測が困難である。③ S I 法の同定結果及び振動形の変化の併用によって剛性低下位置の推定及び破壊形式の予測がある程度可能である。

参考文献

- [1]宮本 他:コンクリート橋の安全性評価とその検証法の開発、コンクリート工学年次論文報告集、1988.10
- [2]西村 他:橋梁の損傷評価へのモーダル解析の適用に関する研究、第16回日本道路会議特定論文集、1985.10