

○ 名古屋大学 正 加藤雅史
名古屋大学 正 島田静雄

1) はじめに

近年、橋梁の診断の重要性が耐震安全性の面から、また社会資本の有効利用といった面からもさげられるようになってきた。筆者はこれまでいくつかの橋梁で振動調査によって橋梁の診断を試みてきたが、この方法を確立させるためには、橋梁の欠陥や破壊とその振動性状との関係を十分に把握しておくことが必要である。

このための基礎研究として、川人¹⁾はRC模型梁を用いてクラックの発生と振動特性の変化の関係を調べている。これによれば、梁にかなりのクラックが発生した場合の固有振動数は健全時に比べて約30%程度低下している。そこで本文では、橋梁構造物の破壊と構造物全体としての固有振動数との関係についての幾つかの実測・実験例を示し、診断のための一資料とするものである。

2) 実験例

① 実在PC橋梁²⁾ 図-1に示すPC斜材付スル型ラーメン橋の主桁スパン中央載荷による破壊実験における各段階での固有振動数の変化を図-2に示す。この図において、横軸は載荷実験から推定された終局限界荷重で各段階の載荷荷重を除いた載荷荷重比であり、縦軸は健全時(Case 1)の固有振動数で各段階の固有振動数を除いた振動数比である。これより、固有振動数は破壊に近づくにつれ加速度的に低下し、破壊直前(Case 4)では上下動1次固有振動数は約18%の低下がみられる。

② コンクリートアーチ模型 図-3に示すようにスパン11m、ライズ2.75mのコンクリートアーチ模型を製作し、スパン中央載荷による破壊実験を行った³⁾。アーチ断面は図-4に示すように合成構造となっており、コンクリート充てん鋼管にコンクリートを巻き立てたものである。この模型の破壊実験での載荷の各段階(除荷時)における固有振動数の変化を図-5に示す。この図の横軸、縦軸は図-2と同じである。載荷荷重比0.3の段階で荷重直下にヘアクラックが発生したが、荷重直下付近にクラックが多発したのは載荷荷重比0.56の段階である。固有振動数もこれ以後大きな低下を示し、破壊時には18~19%の低下を示した。なお、破壊形状はクラウン、スアリンギングおよび1/4で破壊が生じ左右非対称であった。

③ 実在ラーメン高架橋 図-6に示すような2層ラーメン高架橋が地震により中層梁×柱の上下端にクラックを生じた。被害を受けた部分は樹脂注入で補修され、起振機による橋軸直角方向の加振実験が行われている。これによれば、各ケースの固有振動数の変化は表-1のようである。

④ RC2層ラーメン模型 図-7に示すようなRCラーメン模型に総重量1500kgfの偏心荷重を載荷して、一方向加振の振動台で振動実験を行った。実験は模擬地震波を入力し、加速度制御で最大入力加速度を順次大きくして破壊まで繰返した。各段階ごとの固有振動数の変化を図-8に示すが、図の横軸は各段階における最大入力加速度であり、縦軸は図-2と同様の振動数比である。最大入力加速度100galで中層梁にせん断クラックが生じ、300galでは柱の上下端部にもクラックが発生し中層梁は大きな破壊を生じた。この段階で、固有振動数は23~29%の低下を示している。700gal加振後には固有振動数は40~45%低下し、その後の900gal加振によって模型は崩壊した。

3) おわりに

以上、実験例を幾つか紹介するとどめるが、固有振動数の変化は構造形式によって、また曲げ剛性、せん断剛性といった面からも異なってくるようである。これらの点については、今後更に検討を加えていきたいと考えている。

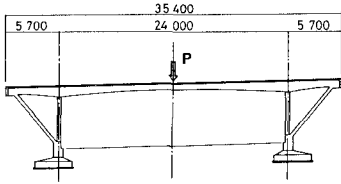


図-1 PC橋梁

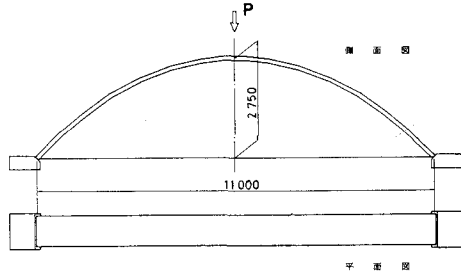
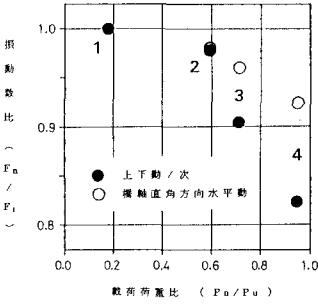


図-3 コンクリートアーチ模型



Pu: 終局限界荷重

図-2 PC橋梁の固有振動数の変化

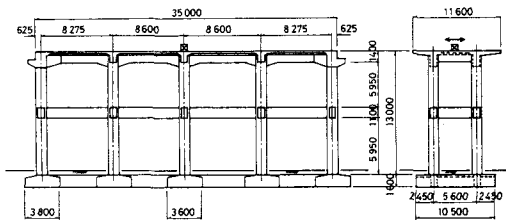


図-6 2層ラーメン高架橋

表-1 高架橋の固有振動数の変化

	正常時	被害後	補修後
固有振動数比	1.0	0.83	0.87
最大変位振幅比	1.0	2.22	1.63

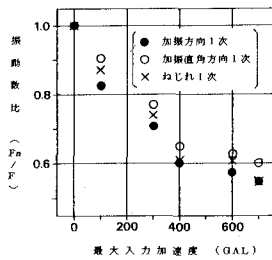


図-8 ラーメン模型の固有振動数の変化

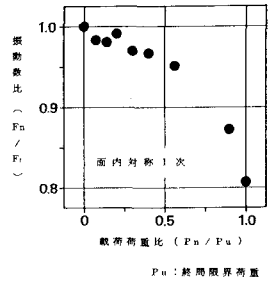
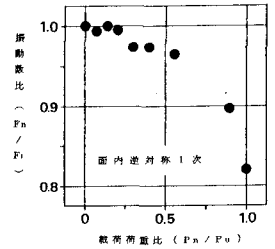


図-5 アーチ模型の固有振動数の変化

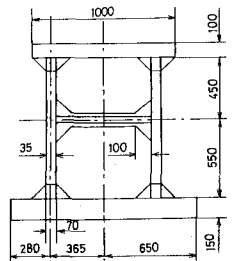


図-7 RC2層ラーメン模型

参考文献

- 1) 川人: 振動特性による橋梁の健全調査法に関する研究(その1), 日本道路公団昭和48年度試験所報告, 1974.11
- 2) 加藤他: PC橋梁の破壊に伴う振動性状の変化に関する実験的研究, 土木学会論文報告集 No.341, 1987.1
- 3) 大下他: 模型アーチの載荷破壊試験とその解析, 土木学会第39回年次学術講演会講演概要集V, 1984.10