

# PC 梁の載荷試験時における固有振動数の変化

弘前大学 学生会員 佐藤 雄一郎  
弘前大学 正会員 片岡 俊一  
弘前大学 正会員 上原子 晶久  
八戸工業高等専門学校 正会員 菅原 隆

## 1. はじめに

現在、日本では戦災復興から高度経済成長期に建設された大量の橋梁が老朽化を迎えており、これらの橋梁の維持・管理と長寿命化が緊急の課題となっている。提案されている橋梁健全度の評価法では、詳細な計測・検査、あるいは交通の遮断を必要としており、簡便ではない。そのため、診断に必要なデータを的確かつ合理的に取得するために、橋梁点検作業等の機械化・情報化・省力化を目指した実用的な手法の検討が行われている。また、健全度は目視及び化学的な検討に基づいて判断され、物理的特性は考慮されていない。

物理的特性の一つとして、橋梁の振動特性が考えられている。そこで、橋梁の健全度評価に物理的特性を導入するための基礎とすべく、アンボンド PC はりの載荷実験と振動測定を組み合わせた実験を行った。

## 2. 実験概要

試験体は長さ 120×180×3100mm（支間長 3m）の寸法で、PC 鋼材を 2 本配置したはりであり、これを 4 体作製した（以下、それぞれ Beam1～4 と呼ぶ）。PC 鋼材の他に鉄筋は入っていない。載荷点のはり中央とした。振動データとしては常時の揺れである微動を対象とした。微動計は、支間中央から 200mm だけずらした点と両端、両端から支間の 1/4 点、床面の 6 カ所に設置した（図 1）。

実験は、まずプレストレスのみを段階的に加えた（40 80 110KN の順）。次に、プレストレスを導入したまま、はりにひび割れが発生するまで載荷していき、一旦除荷した。さらに、ひび割れ発生荷重の 1.5 倍の荷重を再載荷し、その後除荷した。最後に、中央付近に発生した曲げひび割れが上縁付近に至り、圧縮側のコンクリートが圧壊しない程度まで載荷して除荷した。以上の各段階で、はりの常時微動を測定した。測定ケースを表 1 に示す。

全測定で、微動の測定時間は 100 秒、サンプリング周波数は 500Hz、収録データ数は 50000 個である

表 1 微動測定ケース



図 1 実験装置全体図

| 測定 NO. | 導入プレストレス (KN) | 荷重 (KN) | 説明             |
|--------|---------------|---------|----------------|
| 1      | 0,0           | 0       |                |
| 2      | 20,20         | 0       | プレストレスのみ       |
| 3      | 40,40         | 0       | プレストレスのみ       |
| 4      | 55,55         | 0       | プレストレスのみ       |
| 5      | 55,55         | 10      | ひび割れ発生まで載荷して除荷 |
| 6      | 55,55         | 15      | 載荷して除荷         |
| 7      | 55,55         | 17      | 載荷して除荷         |

キーワード：伝達関数、RD 法、減衰定数

連絡先：〒036-8173 青森県弘前市文京町 3 弘前大学大学院理工学研究科 TEL・FAX0172-39-3616

### 3. 実験結果

はり上の振動データから固有振動数を決定することは容易ではなかった。そこで、床面と梁中央との伝達関数から測定ケース毎の固有振動数を求めた。この例を図2に示す。位相が  $-90^\circ$  となったときの振動数を固有振動数とした。測定 NO.4 の固有振動数を 1.0 として、載荷後の固有振動数の変化を求めた。結果を図3に示す。梁の損傷が進むほど固有振動数は低下したが、その変化量は梁毎に異なっていた。また、減少比も最大で 0.853 と微小であった。

次に、RD 法から自己相関関数 (RD 波形) を推定した。自己相関関数は自由振動波形と見なせるので、RD 波形の各極大値に 1 自由度系の自由振動応答を近似して減衰定数を求めた。RD 波形の一例を図4に示す。

載荷前 (測定 NO.1 ~ 測定 NO.4) の減衰定数の平均値を 1.0 として、載荷後の減衰定数の増減比を求めた (図5)。ひび割れが発生すると全ての梁で減衰定数が低下した。しかし、さらに損傷が大きくなると減衰定数は上昇した。この変化率は固有振動数のそれよりも大きかった。

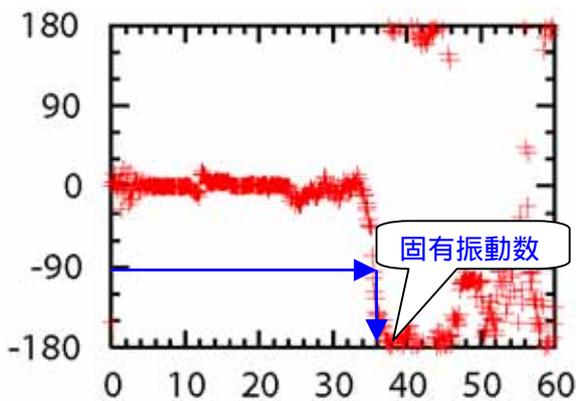


図2 伝達関数の例

縦軸：位相[deg.]、横軸：振動数[Hz]

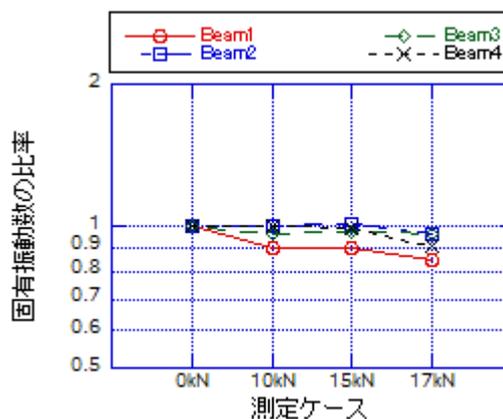


図3 固有振動数増減比

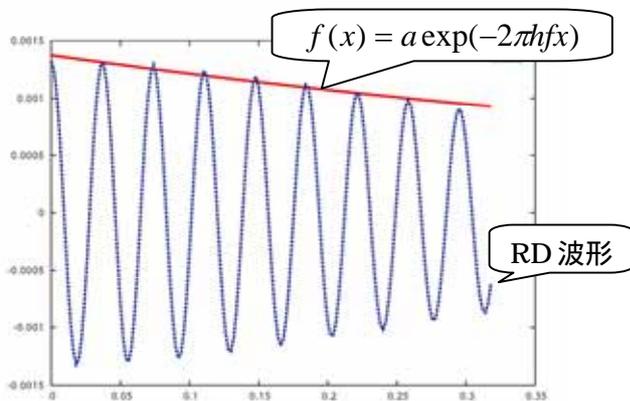


図4 自由振動波形 (RD 波形) の例

縦軸：振幅[mm]、横軸：時間[s]

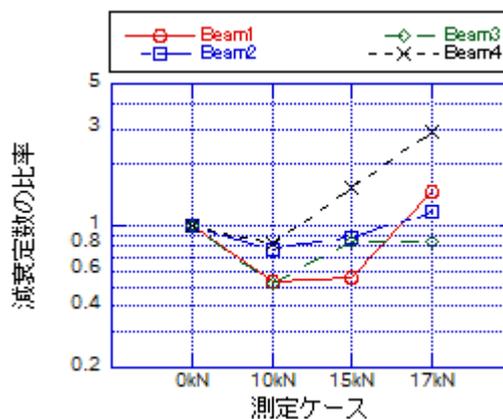


図5 減衰定数増減比

### 4. まとめ

橋梁の健全度評価に物理的特性を導入するための基礎とすべく、アンボンド PC はりの載荷実験と振動測定を組み合わせた実験を行った。その結果、はりの損傷が進むほど固有振動数は低下した。一方、減衰定数はひび割れ発生後低下するが、損傷が進むほど上昇した。固有振動数の変化率と減衰定数の変化率を比較して考えると、健全性評価の指標としては減衰定数の方が妥当であろう。

今後の課題としては、減衰定数の推定方法のばらつきを抑えていくことや、試験体数を増やして同様の結果が得られるか検討する必要がある。

本実験では、八戸工業高等専門学校 建設環境工学科の西村良雄技術専門職員に多大なご協力を頂きました。ここに御礼申し上げます。