

# I - 572

## PC 桁の製作過程における固有振動数の変化

——— 常時微動の測定結果から ———

(株)システムアンドデータリサーチ 正員 西永雅行  
(財)鉄道総合技術研究所 正員 中村 豊  
” 正員 佐藤新二

### 1. はじめに

構造物の振動特性を把握することは、構造物の健全度調査の基本である。特に、橋梁に関しては、地震防災対策上きわめて重要である。ここでは、PC橋梁の健全度評価手法の開発を目指して、まずPC桁の製作過程における固有振動数の変化を測定したので報告する。

### 2. PC桁の各製作工程での振動測定

製作時におけるPC桁の振動特性の変化を把握するため、中村ら<sup>1)</sup>の方法により各緊張段階の常時微動を測定した。常時微動を測定した機器は、PIC(携行型振動測定器:Portable Intelligent Collector、鉄道総研製)である。8主桁4連のPC橋梁の2本の(A主桁、B主桁)の各緊張段階(PC鋼線の緊張前、1～7本のPC鋼線の緊張後、橋脚に仮置)でPC桁(1主桁)の中央部と端部でそれぞれ3方向の振動を同時に測定した(図1)。測定のローパスフィルターは20Hzに設定した。

各測定で約41秒間のデータをFFT分析し、ハミングウィンドウを20回かけて平滑化(バンド幅は約0.2Hz)した3つのスペクトルを平均して最終的な7-リズスペクトルを求めた。さらに、各測定毎に桁中央部と両桁端部のスペクトルの比を求め3回の測定を平均してスペクトル比とした。そのピーク振動数をもとに中村ら<sup>1)</sup>の解析方法により、桁の支承部や基礎の影響を除去した桁の固有振動数を算定した。

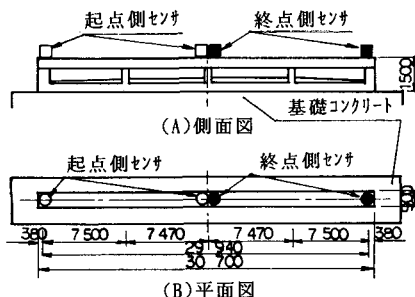


図-1 PC 桁の測定位置図

### 3. 測定結果と考察

図2に桁中央部／桁端部の各PC鋼線の緊張段階でのスペクトル比の例として、A桁の起点側のものを示す。このスペクトル比をみると、緊張前においては桁中央部と桁端部がほとんど同じ動きをするためピークは明瞭ではない。しかし、PC鋼線の緊張本数が増えるにしたがって明瞭なピークが現れ、その卓越振動数は次第に低くなる。これは、基礎コンクリート床版の上におかれたPC桁(1主桁)がPC鋼線の緊張により反り上がり、桁として振動し始めるためである。卓越振動数が低くなるのは、反り量が大きくなるとともに浮き上がる部分の長さが長くなるためと思われる。図3に各緊張段階の卓越振動数を示す。また、2本の桁の緊張時の卓越振動数は安定しバラツキが少ない。1～2本目までの緊張では、卓越振動数は高いままで変化がなく、PC鋼線の緊張による反り量より自重による撓み量の方が大きいことがわかる。2～5本目までの緊張では、卓越振動数は大きく変化し、PC鋼線の緊張による反り量が大きくなっていく様子が伺える。さらに、5～7本目までの緊張では、卓越振動数の変化が少なく、微小振動レベルではす

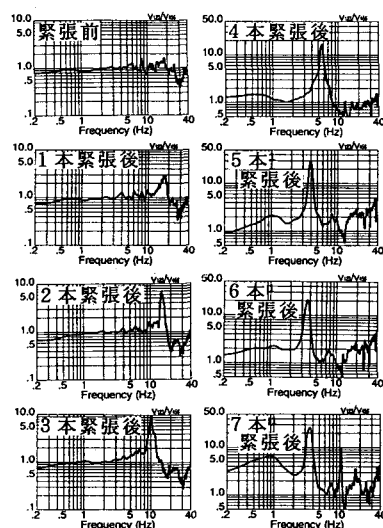


図-2 PC 桁のスペクトル図

に5本目の緊張で、桁断面が全て有効状態になっているものと推測される。したがって、PC鋼線が1～2本切断されても微動レベルでの振動特性への影響は少ないが、逆に固有振動数が明らかに低下している場合には、桁の剛性がかなり低下していると判断することができる。

PC鋼線の緊張後に橋脚上に仮置きした段階（横緊張前）と横緊張後に測定した卓越振動数の頻度分布を図4に示す。これによると、橋脚で横緊張が終了した時点で、橋桁中央部/桁端部のスペクトル比から読みとった卓越振動数は3.42～3.52Hzであった。PC橋梁の形状諸元よりヤング率を算定すると<sup>2)</sup>、 $E=3.60 \times 10^5 \sim 3.67 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$ が得られる。測定されたコンクリートのヤング率は、この橋梁に対する設計強度450kg/cm<sup>2</sup>に対応する標準的な値( $3.1 \times 10^5 \sim 3.3 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$ )<sup>3)</sup>より若干大きめであるが、よく一致している。したがって、設計強度に対するヤング率を適切に見積もることができれば、建設当初の固有振動数を的確に推定できるものと考えられる。これと現状の固有振動数とを比較することにより、PC桁の健全度を評価することができる。もちろん、建設当初の固有振動数が測定してあれば、それとの比較により健全度を的確に判断できることはいうまでもない。

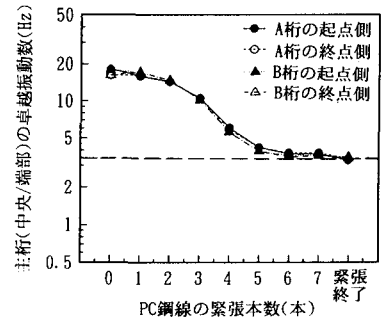


図-3 P C桁の緊張時の卓越振動数

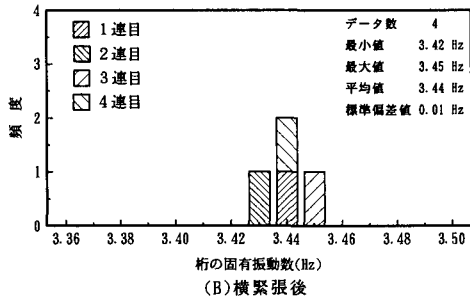
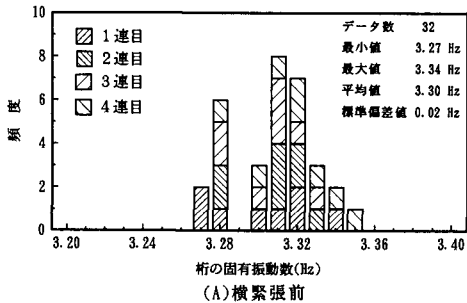


図-4 桁の卓越振動数の頻度分布

#### 4. まとめ

PC桁の健全度評価のための予備検討として、PC鋼線の各緊張段階での桁の固有振動数の把握を行った結果、次のことが明らかになった。

(1) 微動レベルでは、全PC鋼線（7本）のうち1～2本の欠損は桁の振動特性に大きな影響を与えない。

したがって、固有振動数のわずかな変化は大きな損傷に対応している可能性が高い。

(2) 現状の桁の固有振動数は常時微動を用いて的確に測定でき、ヤング率を精度よく推定することができる。

常時微動によって、PC橋梁の固有振動数かなりの正確さで推定できるので、固有振動数の変化を管理することでPC橋梁の健全度を判定することができる。PC橋梁は、たわみや緊張力などよく管理されて製作されるためか、設計諸量から推定される固有振動数は、実測値と良く一致する。したがって、建設当初の橋梁の振動特性が測定されていなくても、設計諸量から推定することができるものと推測される。

今後、既設のPC橋梁（変状したもの、してないもの）の測定データを収集することにより、健全度を定量的に把握する技術を開発し、構造物の補強・補修技術の向上に役立てたい。

謝辞:PC橋梁の常時微動測定に関してJR北海道の関係の方々に深甚の謝意を表します。

#### 参考文献

- 1) 中村豊・富田健司・西永雅行：常時微動による橋梁振動特性の推定、鉄道総研報告Vol. 7, No12, 1993. 12
- 2) 坂 静雄・岡田 清・六車 照：プレストレスコンクリート、(株)朝倉書店、1961. 1
- 3) コンクリート標準示方書(設計編)、土木学会、1991. 3