

I-B72PC 桁の健全度評価に関する研究（その2）

九州旅客鉄道 正会員 ○江崎俊岳
同 上 正会員 久楽 博
鉄道総合技術研究所 正会員 西村昭彦

1. はじめに

PC 桁の健全度評価に関する研究（その1）では、PC 桁の固有振動数の把握について紹介した。そこで固有振動数を用いて解析を行い、現状と設計標準との比較検討から「衝撃振動試験によるPC 桁の健全度評価」の有効性について立証を試みた。以下これらの解析結果について報告する。

2. 固有値解析¹⁾

固有値解析には鉄道総合技術研究所作成のプログラムを使用した。解析においては、あらかじめ桁の質量と曲げ剛性を設計図に基づいて算定するとともに支承のバネ定数の値を仮定し、その値による固有値解析を行い固有振動数や振動モードを求め、実測値と比較し、一致しない場合は支承のバネ、および曲げ剛性を修正し、実測値が説明できるそれらの値を求める。試験から得られた実測振動モードと解析から得られた振動モードを図5に示す。この図には試験から得られた実測振動モードも合わせて記載した。この結果から試験結果と解析結果はよく一致しており、この試験により桁の曲げ振動の1次・2次・3次固有振動数を把握できることが判る。桁の健全度は設計基準強度に対応する標準的なヤング係数と比較し判定を行う。桁(A)、桁(B)においては設計基準強度 400kg f/cm^2 でありその時のコンクリートのヤング係数(E_c)は $3.5 \times 10^6 \text{ t f/m}^2$ である。健全度比較の結果は表4、たわみ試験の健全度比較は表5に示す。

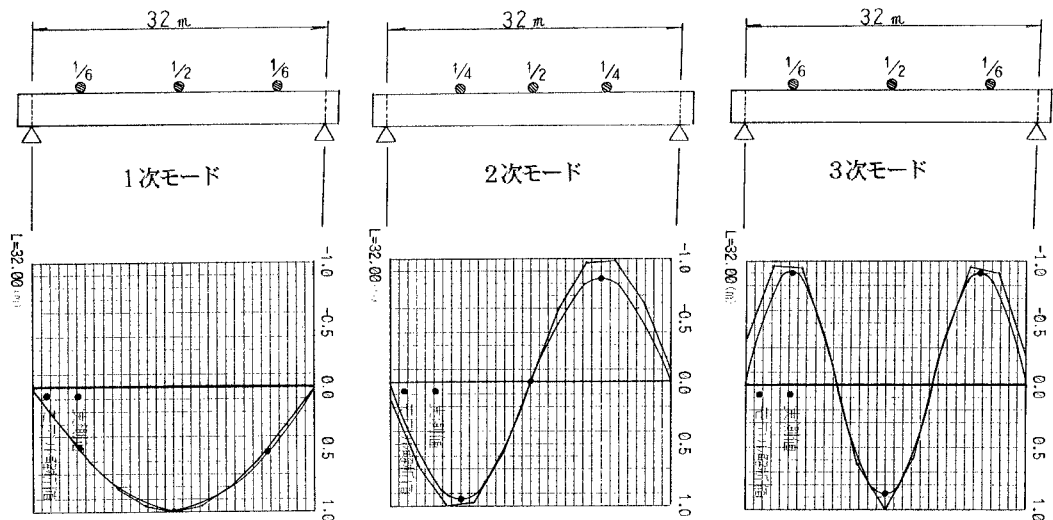


図5. 固有振動モード

表4. 衝撃振動試験による桁の健全度評価

測定桁	固有値解析から得られる値		設計基準強度 ヤング係数 E_c (10^6 t f/m^2)
	曲げ剛性 EI (10^6 t f/m^2)	ヤング係数 E (10^6 t f/m^2)	
PCスル-桁(A)	10.50	2.92	3.50
PCスル-桁(B)	6.92	4.74	3.50

*断面2次モーメントは設計図より算定した。

表5. たわみ試験による健全度評価

測定桁	実測たわみ量 (mm)	設計値たわみ量 (mm)
PCスル-桁(A)	2.50	2.34
PCスル-桁(B)	1.94	1.99

3. 結果の考察

PCスルー桁(A)は桁本体表面にひび割れが多数発生しており、外観検査の採取コアからASR（アルカリシリカ骨材反応）と考えられている。そこでPCスルー桁(A)とPCスルー(B)1連の曲げ振動の固有値解析の結果、両桁を比較してみるとひびわれ変状があるPCスルー桁(A)のヤング係数EがPCスルー桁(B)より小さいことが判る。実際、同じ設計条件で建設された桁であり、桁が健全であれば経年劣化を考慮にいれても新設のPCスルー桁(B)と同程度のヤング係数Eになるはずである。しかし、固有値解析の結果得られた値が低いということ、そして設計基準強度からのE_cをも下回っている（支承部のバネ定数は低下しないと考えた場合）ということから桁本体がひび割れによる剛性低下をしていることが考えられる。また、たわみ試験でも実たわみ量が設計値たわみ量を上回っており、衝撃振動試験の結果とよく一致している。まだ一例ではあるが、健全な桁と変状のある桁ではヤング係数Eに変化が現れることが判る。このことより、桁の固有振動数を把握し、固有値解析を行えば桁の健全度の把握ができる可能性が明らかになった。

4. 今後のコンクリート桁の健全度判定手法

桁の衝撃振動試験によって正確な固有振動数を測定し、固有値解析を行うことによって桁の健全度を把握できることが判った。そこで現時点と将来における桁の健全度判定手法を提案する。健全度判定手法の手順は図6に示し、考え方は次の通りである。

- ①曲げ振動の固有振動数の経時的な変化を把握する。
- ②桁の曲げ剛性は、曲げ振動の固有振動数で評価する。桁の固定条件つまり杓の状態については1次の振動モードを用いて固有値解析を行うことで健全度の判定を行い、桁本体の断面性状の健全度判定を行うには1次に加え、2次以上の高次モード（曲げ変形モード）を用いて固有値解析を行うことで、曲げ剛性の評価が一層綿密に行えると考えられる。
- ③曲げ剛性の固有値解析より求めたコンクリートのヤング率を設計標準値と比較して健全度を評価する。
- ④将来はデータを蓄積し、それから桁の固有振動数の標準値を算定し、これと実測値を比較することにより現場で健全度を判定できるようにする。

5. おわりに

今回の試験では、2次以上の高次固有振動数を正確に測定でき、固有振動数による固有値解析によって得た桁の剛性値が健全度とリンクし、桁の健全度判定ができることが明かになった。今後は桁は曲げ振動とともに、開き断面（PCスルー）に生じやすい、ねじれ振動も測定することによって評価していきたい。

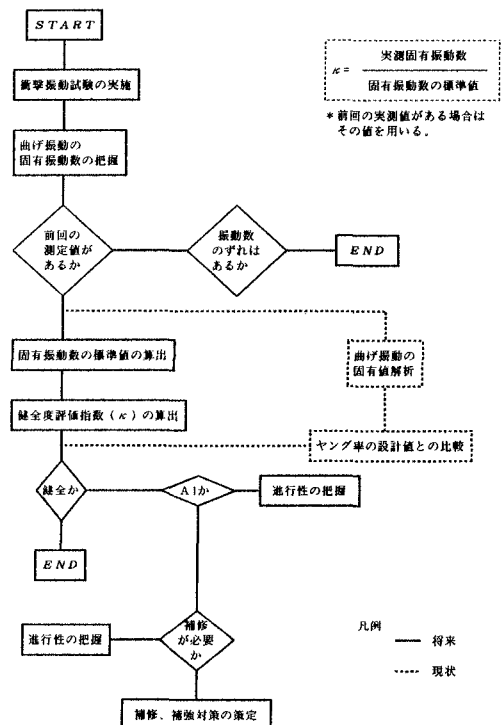


図6. 桁の健全度判定手順

参考文献

- 1) 西村昭彦・奥村文直・久楽博・金森真：「北海道南西沖地震による津軽海峡線の健全度調査」、土木学会第49回年次学術講演概要集、1994年9月