

I - A313

外ケーブル・プレストレスによる補強を行った既存合成桁橋へのモデル解析の適用

(株)ニチゾウテック 正員 有馬健次 (株)ニチゾウテック 正員 白倉篤志
 兵庫県土木部 久保田安祐 川崎重工業(株) 正員 山本晃久
 山口大学 正員 宮本文穂

1. まえがき 御坂橋は、架設後 30 年以上経過した単純鋼合成桁橋の 2 等橋であり、近年の厳しい交通環境を考慮して機能向上改善工事が進められた。本橋の一連の改修工事の内、主桁の曲げ耐力補強で適用された工法「外ケーブル・プレストressing 工法」について、外ケーブルの緊張前後において打撃加振実験にモデル解析を適用した。本報では、外ケーブル・プレストレスによる補強が与える振動特性の変化について、実測値をもとに論じる。

2. 橋梁及び補強の概要 補強後・新設御坂橋の構造概要を図 1 に示す。既設橋梁は橋長 35.3m、幅員 5.0m の 3 主桁の単純鋼合成桁橋であり、補強・拡幅工事が実施された。その概要は、既設橋梁を B 活荷重対応の機能を持たせるように外ケーブルを用いたプレストレス工法および床版増厚工法による補強を実施し、拡幅では既設橋梁に平行して新設橋梁を建設された。

3. 打撃加振実験 (1)実験方法：打撃実験の測点を図 2 に示すが、本実験では「加振点移動法」（各打撃力測点を順次加振する方法）により応答測定点のサボ型加速度計の加速度波形と共に、インパルスハンマーの加振時衝撃力波形をも得る。このようにして得た加振力・応答波形を FFT 処理を行い伝達関数として各加振点毎に

求めたが、実験誤差の軽減を図る為に各加振点当たり 5 回の平均伝達関数とした。

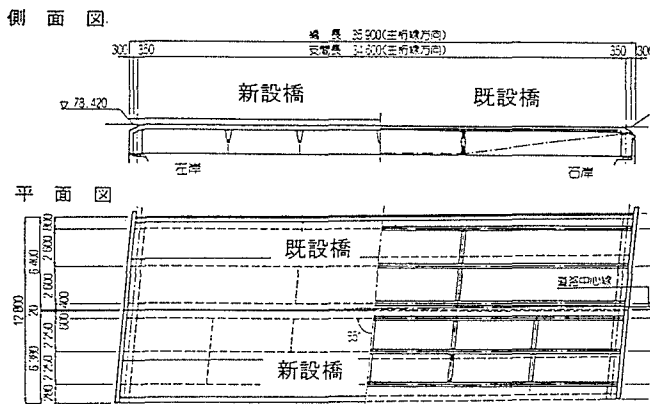
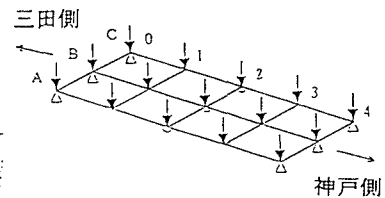


図 1 御坂橋の構造一般図



↓ ; 打撃点 (打撃力測点)
 ○ ; 加速度測点

図 2 測点位置図

(2)実験内容：本実験は補強後橋体の振動特性の確認を目的としているので、

- a)ステップ 1：緊張前（荷重分配横桁・床版増厚コンクリート打設・コーム支保部設置）
- b)ステップ 2：緊張後（a）+外ケーブル緊張材・プレストレス力(ab150tf/桁)
- c)ステップ 3：完成系（b）+歩道部設置・舗装）

について実験を行った。各ステップで得た伝達関数を用いたモデル解析から、橋体のモデルパラメータ（固有振動数 f ・減衰定数 h ・振動モード）を求める。これらパラメータの算定は、ボード線図で示す伝達関数に対してカーブフィットを行い固有振動数を求め、ハフバー法による減衰定数を推定する。さらに、伝達関数の最大値より留数マトリクスに内包されているモデルベクトルを算定して振動モードを求めた。

4. 実験結果と考察 (1)固有振動数と振動モード：表 1 はモデルパラメータ（固有振動数・減衰定数）の実測値のキーワード モデル解析、モデルパラメータ、外ケーブル、プレストレス

連絡先（大阪市大正区鶴町 2 丁目 15 番 26 号・TEL(06)555-7055・FAX(06)555-7062）

表である。たわみ振動である M.S.1-1、M.S.3-1 に於いては、緊張前・緊張後では固有振動数が約 0.3Hz、約 0.6Hz の低下が認められる。この原因は外ケーブルへのプレストレスによるものと考えられ、一般的に軸圧縮力を受ける梁のたわみ振動の固有振動数は低下する傾向にある。次に、緊張後・完成系での上記の振動数を比較すると、M.S.1-1 固有振動数は上昇している

のに対して M.S.3--1 のそれはさらに低下している。橋面工として歩道部・舗装が整備され橋体に対して質量・剛性が付加される考えられる。これらのバランスにより振動数の上下することが決まる。

ねじれ振動の M.S.1-2,2-2,3-2 については、緊張前・緊張後で固有振動数の低下率が約 1.0 ～ 2.0%とたわみ振動に比べてやや小さい。これはプレストレス力がねじれ剛性への影響が曲げ剛性より小さい為と考えられる一方、緊張後・完成系では M.S.1-2,2-2 の固有振動数が緊張前の振動数以上に高くなっているが、M.S.3-2 の固有振動数は緊張後の値より低下している。これはたわみ振動でも見られる傾向である。これは振動モード（両者共節数が2個）に関係すると思われる。

(2) 減衰定数：減衰定数は、緊張前・緊張後・完成系になるにつれて小さくなる傾向にある。1 自由度モデル（図 3）での減衰定数 h を着目した場合に、 $h=C/\sqrt{kW/g}$ と表される。本橋を 1 自由度と考えると、剛性・質量が緊張後・完成系では増加するので、 h が減少する傾向になったと推定される。

5. まとめ 御坂橋の外ケーブルストレスによる補強の前後に実施した打撃振動実験へモーダル解析を適用し、補強による振動特性の変化を定量的に明らかにした。

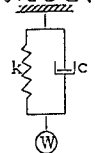


図 3 1 自由度モデル

表 2 実測振動モード

NO	M.S.	モード名	緊張前	緊張後	完成系
1	1-1	たわみ 1次			
2	1-2	逆対称 ねじれ 1次			
3	2-2	逆対称 ねじれ 2次			
4	3-1	たわみ 3次			
5	3-2	対称 ねじれ 1次			

〔参考文献〕 大久保信行：機械のモーダル・アナリシス、中央大学出版（1984）