

鉄道建設公団東京支社

国鉄本社技術開発室

○国鉄東京オ三工事務局

宮田 尚彦

鬼頭 誠

吉見 実

1. まえがき

従来、コンクリート構造物は、静的設計法にもとずいて、設計施工されてきている。しかし東海道新幹線に始まった高速鉄道の実用化に伴い、それを支持する構造物においては、特に列車振動等を考慮した動的設計法を取り入れる必要があることが指摘されている。しかしながら、コンクリートの強度、部材の剛性、振動の性状等は、コンクリートの配合、材令、載荷される荷重の速度、ひびわれ発生状況、プレストレス量、構造形式等によって、それぞれ異なるものである。そこでこれらの要因を分析し、把握するためには、模型実験及び、実際の橋りょうにおける実測試験が必要である。本研究の目的は、これらの実験を行ない、実験によって得たデータに検討を加え、動的設計の確立に資すると共に、老朽化したコンクリート構造物の健全度（耐久度）の判定に役立たせることにある。

2. 方法

まえがきにも述べたごとく、本研究の方法は、次の2方法によって行なった。即ち

(1) 模型実験によるもの

これは、東海道新幹線に使用されている橋梁を元定理に従って縮小したものであり、T型、T型2主げた、張拉部に梁のついたT型2主げた、スラブげた、プレストレスを導入したT型及び、複合T型2主げたの各種について、鉄筋量（2種類）、プレストレス量（2種類）を変え、載荷位置も種々かえ、かつ、ひびわれ中も、 0^{mm} 、 0.1^{mm} 、 0.2^{mm} と変化させ、その動的特性を調査したものである。

(2) 実測試験によるもの

これは、上記模型実験に使用したスラブ桁と、ほぼ同一のもので、スパンの異なる種類（ 9^{m} 、 10^{m} 、 12.5^{m} ）について、東海道新幹線を利用して、たわみ量、加速度の実測試験を行なったものである。ただし列車は、営業運転の関係上、特別偏成したものではなく、実際に運行されているものについて測定を行なった。また列車速度は、低速（ $50 \sim 70 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ ）と高速（ $200 \sim 220 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ ）との2種類について測定を行なった。

3. 実験結果及び考察

実験によって得られた結果の内、主なものについて述べると、次のようである。

(1) 模型実験より

① 減衰定数は、起振位置、測定位置による差は少なく、通常けた中央の値を使用してよいものと思われる。ひびわれ中との関係は、ひびわれ中が大きくなるに従い、わずかに大きくなる傾向にある。鉄筋量との関係は、鉄筋量の少ない方が、わずかに大きな値を示している。フルプレストレスの範囲内におけるプレストレス量との関係は、その量の変化が少なかったため、ないように思われた。次に、T桁と、T型2主げた及び、PC T桁とPC複合T型2主げたとの関係は、ほぼ等しいが、わずかに大きい程度である。張拉部に梁のある場合は、ない場合に比較して、2割程度大きくなるようである。いずれにしてもその値は、 $0.016 \sim 0.040$ 程度であり、これを実際の橋梁に換算すると $0.035 \sim 0.092$ である。これと後述の実測桁との比較を行なうとほぼ等しいことが判明する。

② 基本固有振動数は、あきらかに、ひびわれ中によって低下する。その低下のしかたは、片対数グラフ上で、ほぼ直線に低下することを確認した。剛度低下という点からみると、ひびわれ中 0^{mm} の場合に対して、 0.1^{mm} で80

～70%, 0.2^{mm} で70～60%程度低下することが明らかに分った。起振位置と測定位置との関係は、主けた部ではその差はほとんどなく、張出部では、主けた部に対して約5%程度小さくなっている。張出部に梁がある場合は、ほぼ主けた部と同じである。鉄筋量の違いによる差は、ほとんどみあたらない。ただし、強制的にひびわれを入れた結果についてであり、ひびわれ荷重は、鉄筋量が多い程、大きくなっていることより考えて、ひびわれが各段階に致るまでの間には相当の差があることが判明する。また、フレストレス量の違いによる差（PCI桁については、ひびわれは入れずに試験を行なった）もあまりみあたらなかった。

③ 主けた部と張出部との共振時加速度応答値には、明らかに相異があり、張出部の方が大きな応答値を示している。一般的にいて、設計時に、高欄自重×1.6程度の鉛直力が作用するものとして静的設計を行なう必要があることが判明した。

(2) 実験試験より

① 減衰定数については、測定部位による変化は、ほとんどなく、0.03～0.10程度の値であり、模型実験より求めた値に対してほんのわずか大きくなっている程度である。これは、支承構造、高欄の有無、道床、軌道の有無などによるものと思われる。また、低速度における値は、残留変形がきわめて小さく求めることができなかった。

② 固有振動数については、1例ではあるが、施工後の固にわたり実験されているものがあり、この関係を見るに、模型実験の項で述べたごとく、先対数グラフ上で、ほぼ直線にあるものであった。これらのことより考えて、桁の老朽化（健全度）を固有振動数により判断しうるのではないかと思われる。データーの蓄積が望まれる。

③ 張出部に下側引張の応力が生じる場合があり、設計時に注意する必要があることが判明した。また加速度応答値も、主桁部に比較して、上下、左右ともに、相当大きな値であることが判明した。模型実験の項でも述べたとおり、注意を要する。

④ 加速度応答値よりみると、主けた部の $\frac{1}{2}$ と異よりも、 $\frac{3}{4}$ と（これはスパン長）異の方が応答値が大きい場合があり、特に短スパンの場合には、この傾向が著しいようである。今後この異について調査が必要である。また、このことは、ひびわれ観察からも短スパン桁の場合 $\frac{1}{2}$ と異から $\frac{3}{4}$ と異附近にかけて、ひびわれが多くなっておりこれらの関係に相関性のあることが、うかがえる。

⑤ ヤング係数については、シミュレーションの結果、一般に動的ヤング係数については、 $4 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$ よりも相当大きな値（ $5 \sim 6 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$ ）として考えないと、理論値と実験値とが一致しないようである。これは、道床、軌条、高欄等の剛度が実験値に、かなり影響していることを物語るものである。特に道床の影響は、無視しえないものと思われる。また、加速度波形の周波数分析結果によると、一次の振動数は当然としても40～50%程度の道床との共振振動数と思われる周波数が、かなり卓越していることが認められる。これらの異についてのデーターの集積が望まれる。

4. まとめ

主だった異について、大略述べると以上のような事柄であるが、限られたデーターをもとにしたものであり、今後なお一層の研究、調査が必要であることは、いうまでもない。なお、本研究には、芹沢君の他に、並川邦隆（本庄新幹線建設局） 井上寛美（仙台新幹線工事局）の両氏の協力があったことを、ここに附記する。

本研究に対して、吉田研究奨励金をいただいたことに対して、厚くお礼を述べると共に、御指導をいただいた東京大学松本助教授に対して、お礼を述べるとともに、