

I-B 75

ゴム支承化した単純桁高架橋のモデル化について

金沢大学大学院	学生員	深田 宰史
金沢大学工学部	正会員	梶川 康男
フジエンジニアリング	正会員	薄井 王尚
フジエンジニアリング	正会員	西星 匡博
フジエンジニアリング	正会員	杵本 正信

1. はじめに

阪神大震災後の復旧区間を始め、全国的に多くの高架橋では、地震力、騒音、および交通振動の低減を目的として鋼製支承を免震支承や分散支承（以下、ゴム支承と称する）に取り換えた。過去の研究¹⁾では、単純鋼桁橋の連結化に伴い支承部に弾性支承を用いた場合の実験および解析が行われている。しかしながら、連結化されていないゴム支承化だけの単純鋼桁橋に対する振動特性について実験および解析をした例²⁾は少ない。一般に、弾性支承を用いた場合の橋脚天端での橋軸及び橋軸直角方向の加速度は、高次の振動が軽減され、周辺環境へ悪影響を及ぼすとされる橋脚のロッキング振動やスウェイ振動が抑えられるといわれている。そこで本研究では、周辺環境への入力源となる桁および橋脚上の振動特性が、鋼製支承からゴム支承に取り換えることによってどのように変化するかを検討するために、ゴム支承化した工事前後において車両走行による振動実験と有限要素法を用いた解析を行うことにした。しかしながら、解析に用いるゴム支承のばね定数として通常車両走行時では、図-1に示した初期の弾性領域のばね定数 K_u の状態となっているものと思われ、地震時を想定した設計ばね定数（等価ばね定数 K_{eq} ）を用いることに検討の余地がある。そこで本報告は、通常車両走行時におけるゴム支承のばね定数を推定するために、車両走行による実験結果をもとに橋脚まで含めたゴム支承を有した桁橋のモデル化を検討した。

2. 実験概要

対象とした橋梁は、実際の高架橋として架設されているスパン25mの単純鋼I桁橋（5本主桁）と、P-1、P-2のT型PC橋脚である。その一般図を図-2に示す。本橋において、ゴム支承化にともなう影響を検討するために車両走行による静的および動的な振動実験を行った。静的載荷実験では、総重量20tfの試験車両を用いてスパン中央と桁端部の主桁下フランジ上面の応力、ゴム支承部の変位を測定した。また、動的な実験では、試験車が一定の速度で走行した際の主桁のスパン中央と桁端部（ゴム支承部上側）の鉛直方向の加速度、橋脚天端（ゴム支承部下側）の3軸方向の加速度および橋脚梁の橋軸、鉛直方向の変位を測定した。

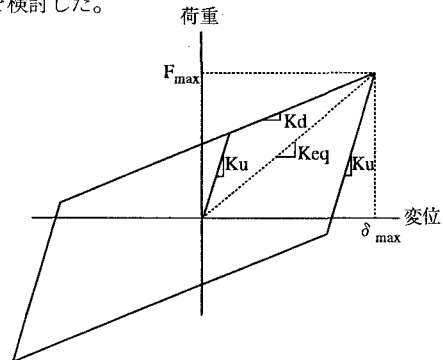


図-1 免震支承の履歴曲線

3. 解析方法

本橋を、図-3に示すように橋脚まで含めた骨組み部材にモデル化した。解析モデルでは桁、橋脚の各部材は中立軸の位置を現している。そのために、桁と橋脚との中立軸のくい違いをオフセット部材を用いて考慮した³⁾。図-4に橋脚部のモデル化の詳細を示す。

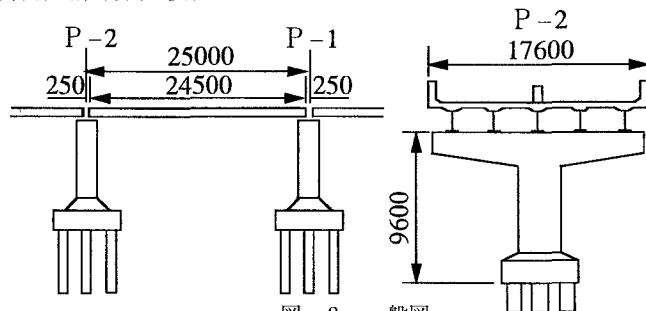


図-2 一般図

なお、支承部は3軸方向バネでモデル化し、このばね定数を変えることによって鋼製支承やばね支承を現わすことにした。また、固有値解析ではこのモデルを用いてサブスペース法により解析した。

4. 実験・解析結果

(1) 静的載荷実験 ゴム支承化によるスパン中央主桁下フランジにおける応力の変化を測定するため、

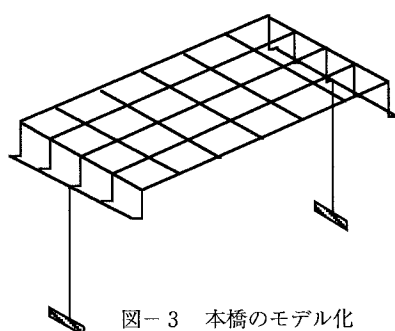


図-3 本橋のモデル化

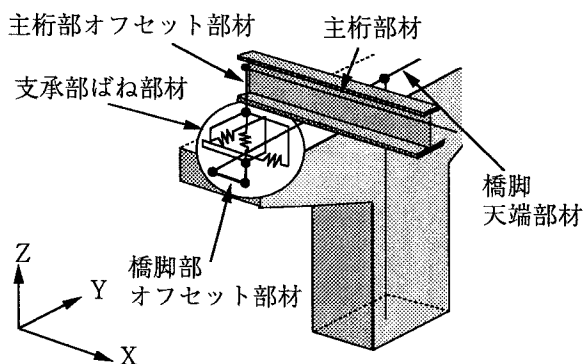


図-4 橋脚部のモデル化

また解析モデルの剛性を確認するために、総重量20tfの試験車両がスパン中央に載荷した際のゴム支承化する前後での実験値と解析値を図-5に比較した。これを見ると、解析ではゴム支承化する前後ではさほど変化していないのに対し、実験ではゴム支承化した場合は桁端部付近で引張となっているためにスパン中央での応力はゴム支承化した場合の方が多少大きくなっている。なお、ゴム支承のばね定数は設計値を用いている。この桁端部の引張応力を考慮すれば解析モデルの剛性は妥当な値であると思われる。

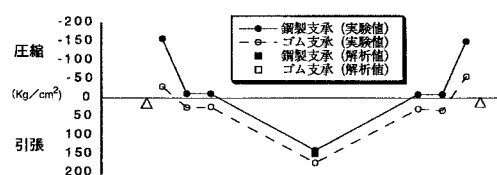


図-5 静的載荷実験結果

(2) 固有振動数 通常の車両走行時での解析に用いるゴム支承のばね定数を検討するために鉛直方向の等価ばね定数を基準として、鉛直方向ばねとして0.5倍ずつ3倍まで、橋軸方向ばねとして鉛直方向の等価ばね定数の1/100、1/1000倍と変化させて固有値解析を行った。また実験値の固有振動数は、試験車が一定速度で走行した際のゴム支承化した前後のスパン中央における加速度から算出した。対象とするモードを1次のたわみモードとしてその固有振動数の変化を図-6に、そのモード図を図-7に示す。図-6を見ると、実験ではゴム支承化した前後でそれほど固有振動数の変化が顕著には見られず、図中に範囲で示したように4.2 Hz～4.4 Hzである。これは、本橋の免震支承は比較的ばね定数が高いためと考えられる。一方解析では、水平方向のばね定数を鉛直の1/100とした場合には等価ばね定数の2倍程度で解析の鋼製支承時と交わっているのに対して、1/1000とした場合には3倍でも交わっていない。しかしながら、これらは振幅依存性や実験の測定誤差とも関係して非常に難しい問題であろうが、今回の本橋での解析からは等価ばね定数を用いてもそれほど大きく固有振動数は変化しないといえる。これらの問題は、今後実施する応答計算に大きく影響がでるものと思われ、これからの課題と言える。

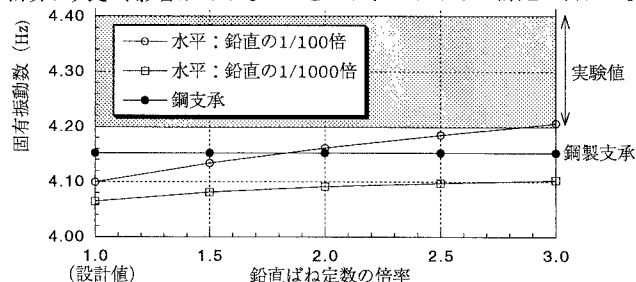


図-6 固有振動数の変化

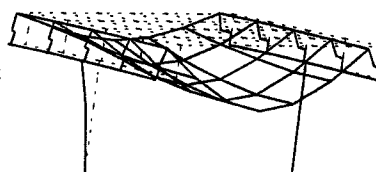


図-7 モード図

6. 参考文献 1) 久保・梶川・岩津・関本：既設の鋼単純桁の連結化による交通振動軽減対策工法の開発，振動制御コロキウムPART B 講演論文集，pp. 15～22，1991年7月 2) 長尾・佐藤・今野：ゴム支承による交通振動軽減対策試験について，土木学会第49回年次学術講演概要集，pp. 1016～1017，1995年9月 3) 梶川・大嶋：周辺環境への影響を考慮した高架橋の防振効果に関する一解析法，土木学会論文報告集，第341号，pp. 79～86，1984年1月