

偏載荷重下のスラブ橋の動的応答解析

金沢大学工学部 正 員 小堀為雄, 正 員 近田康夫

金沢大学大学院 学生員○吉田昭仁, 石川県土木部 浅井豊弘

1. はじめに

橋梁の動的応答に関する研究は、これまでもさかんに行われてきたが、それらのほとんどは、橋梁をはりにモデル化し、はり理論により解析を行ってきた。しかし、最近の交通状況を考えると、道路の渋滞という現象はしばしば起こることであり、しかも上下車線とも渋滞する場合よりも、片側方向だけが渋滞する場合の方が多きようである。このことは、橋梁上においても例外ではない。この場合、橋梁には偏載荷重がかかることになる。このように偏載荷重を受けている橋梁を、幅員方向の影響をまったく考慮せずに単にはり理論を用いて解析するのは、多少問題があるのではないかと考えられる。そこで本研究では、幅員方向の影響も考慮できる板理論を用いることによって、橋梁の動的応答を求め、幅員方向の影響をどの程度受けているのか、また、どのような因子が幅員方向に影響をあたえているのかについて考察する。

2. 解析モデルおよび解析条件

解析モデルについては、自動車を図-1に示すような4自由度系に、橋梁を図-2に示すような板理論のうち最も基本的な等方性板のスラブ橋にモデル化する。この橋梁上を片側車線だけが渋滞し、他方を通常走行するものとして解析する。渋滞車線は車両が完全に停止している場合と、順次発進していく場合とを考え、通常走行する車両の走行速度は、40km/hr, 60km/hr, 80km/hrの3種類の場合を考える。車両重量は、渋滞車線における支点から2台目だけを20tonとし、他の車両はすべて15tonとする。また橋梁の幅員長は8m, スパンは20m, 30m, 40mの3種類を考え、板剛性については、それぞれのスパンにおける一般的な活荷重合成桁橋を設計し、その剛性 $E \cdot I$ を幅員長 B で除した値を Dx とし、この Dx に係数 α を乗じて板剛性 D とする。また動的応答における着目点としては、橋軸方向にはスパン中央点、幅員方向には幅員両端および中央点の3点を着目点とする。解析方法は等方性板の基本方程式から橋梁の固有振動数をもとめてモーダル解析を行う。数値計算においては、New mark β 法を用いる。

3. 解析結果

動的応答の最大値はスパンが大きいほど大きく、板剛性が小さいほど大きい。動的係数はスパンが小さいほど大きく、板剛性が大きいほど大きいという結果が得られた。このことは、はり理論による解析によっても明らかになっていることである。渋滞車線側の車両が、停止している場合と順次発進していく場合とでは、順次発進していく場合のほうが動的応答の最大値が大きいことがわかった。これは発進によるエネルギーが、橋梁を振動させるエネルギーに変換したためと思われる。ここで、通常走行する車両の走行速度に注目してみると、速度が40km/hr, 60km/hrの場合は、図-3に示すように、3つの着目点ともほとんど同様の挙動を示している。しかし速度が80km/hrの場合は、図-4に示すように幅員両端では激しく振動し、幅員中央ではあまり振動しておらず、明らかに幅員方向の影響が現れているといえる。これは速度が80km/hrの場合は、橋梁が上下に振動しているだけでなく、橋軸方向に対してローリングも起こっている解釈することができる。この幅員方向の影響は、スパンが小さいほど大きく、板剛性が大きいほど大きく現れることがわかった。

4. 結論

結果で述べたことより、一般の道路橋は、はり理論により解析を行ってもさしつかえないが、高速道路橋などにおいては板理論により解析を行った方が良いと思われる。

また、スパンが小さいほど幅員方向の影響が大きく現れることから考えて、スパンに対して幅員長の大きい道路橋では速度が 80km/hr よりかなり小さい場合にも幅員方向の影響が顕著に現れるのではないかと考えられる。事実、街路橋などでしばしば見られるような、スパンに対して幅員長の大きな橋梁では、実験により得られた固有振動数の値と、はり理論により求めた固有振動数の値とが、かなり異なっていることがわかっており、このことから、スパンに対して幅員長の大きい道路橋では、高速道路橋に限らず、板理論により解析を行った方が合理的であると思われる。

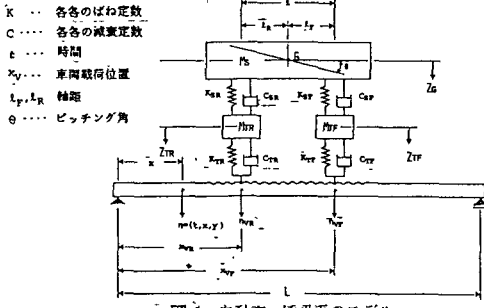


図-1 自動車-橋梁系のモデル

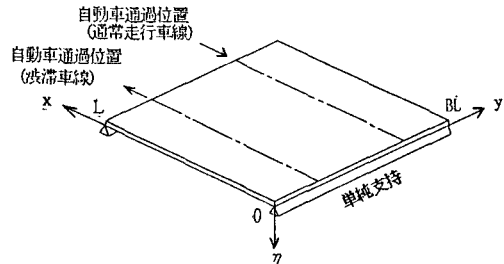


図-2 橋梁のモデル (等方性板のスラブ橋)

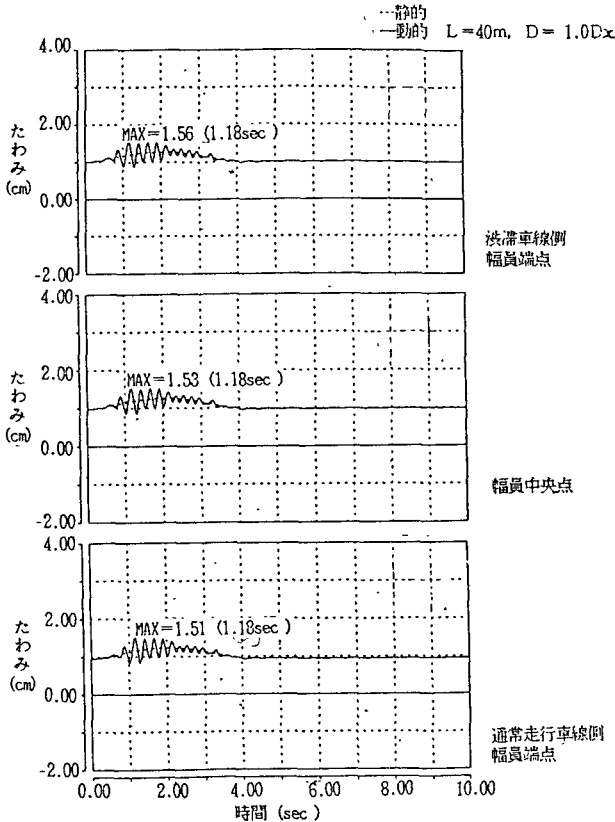


図-3 スラブ橋の動的応答

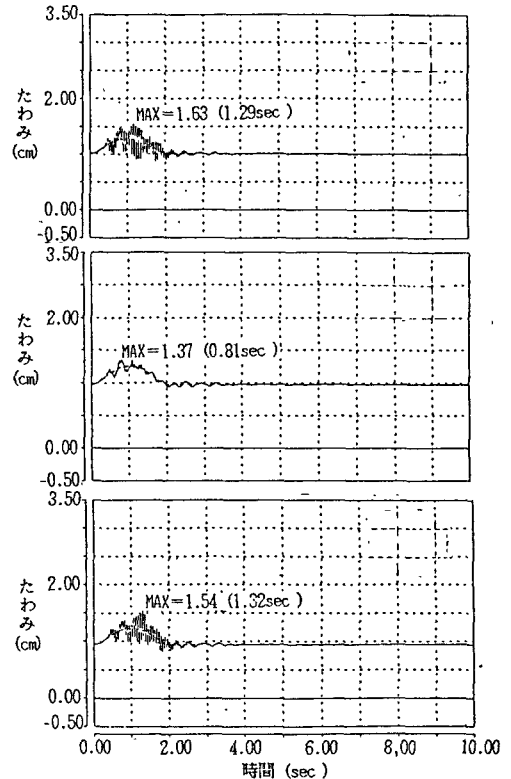


図-4 スラブ橋の動的応答

参考文献

片側車線5台停止 $V1=0\text{km/hr}$ 他方通常走行 $V2=40\text{km/hr}$ 片側車線5台停止 $V1=0\text{km/hr}$ 他方通常走行 $V2=80\text{km/hr}$

1. WERNER SOEDEL : VIBRATION OF SHELLS AND PLATES, MARCEL DEKKER, 1981.

2. Naruoka, Hirai : A study of composite grillage girder bridge, Technical report of the engineering research institute, Kyoto Univ, No30, 1956.