

載荷車両による道路橋の地震応答への影響

京都大学防災研究所 正員 亀田 弘行
 京都大学大学院 学生員 〇北 啓之

1. はじめに

本研究は車両が載荷された状態での道路橋の地震応答を解析し、橋梁の地震荷重に対する載荷車両の動的効果について考察するものである。本研究課題については既に問題点の整理、力学モデルの提示を行うと共に、基本的な地震応答解析を行った¹⁾²⁾。今回はその後行ったさらに広範囲のシミュレーションの結果について報告する。

2. 橋梁-車両連成モデル

橋梁モデルはスパン長23m程度の都市高速道路高架単純桁橋1スパン分をプロトタイプとし図1に示すような上下動を考慮しない20自由度線形モデルを用いた。車両モデルには橋梁に与える影響が大きいと考えられる積載量 10~12tonクラスの大型車両を、ローリングとピッチングからなる2自由度回転倒立振子としてモデル化したものを用いた。なお渋滞時を想定しているため車両は静止しているものとする。

図2は特に注目すべき橋梁-車両連成系の振動モード(積載率 $r=1.0 \times 4$ 台の場合)である。1次モードは橋梁と車両の同位相振動モード(共振モード)で、6次モードは逆位相振動モード(制振モード)である。

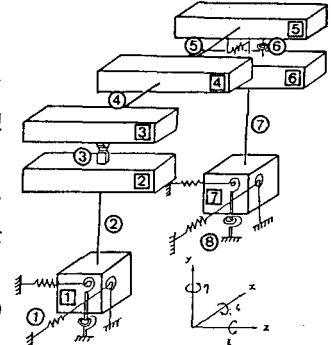


図1 橋梁モデル

3. 載荷車両が橋梁の地震荷重に与える動的効果

図3は橋軸直角方向入力の場合の積載率 r による基礎底面せん断力の周波数応答特性の変化を示したものである。車両の動特性を考慮しない静的載荷の場合には積載率の増加と共に応答の極大値は大きくなっている。動的載荷の場合には積載率が増えるにつれ共振モードは長周期側に移動しつつその極大値を小さくしているのに対し、0.8秒付近より制振モードが成長している。なお0.2秒付近に現れる極大値は連成系14次モード(橋脚の2次モードに相当)である。

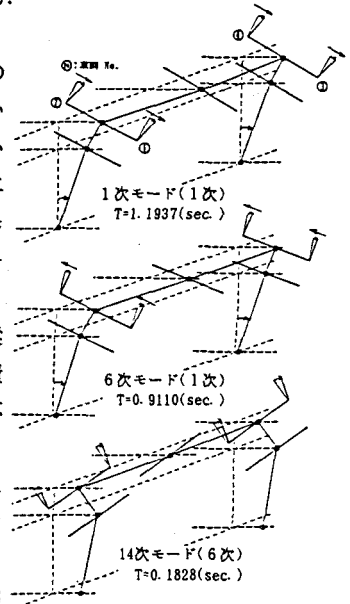


図2 橋梁-車両連成系振動モード
 (カッコ内は橋梁単独系での次数)

図4は同じ地震動入力を与えた場合の基礎底面せん断力に関する橋梁単独系と橋梁-車両連成系の時刻歴応答を比較したもので、(a)図(積載率 $r=0.75 \times 4$ 台)では車両と橋梁の共振モードが卓越し約30%の応答の増幅が、(b)図(積載率 $r=1.25 \times 4$ 台)では制振モードが卓越し約25%の応答の低減が見られる。このように橋梁-車両連成系の応答は同じ入力に対するものであっても積載率の違いに敏感に反応して変化する。また、積載率が同じであっても入力によって違ったものになる。

図5は積載率と入力の変化が橋梁-車両連成系に与える影響を総合的に把握するために作成したものである。横軸に入力地震動の卓越周期、縦軸に積載率をとり、基礎底面せん断力に関して橋梁単独系の最大応答値に対する橋梁-車両連成系の最大応答値の割合をコンター図によって表している。(a)図は狭帯域の入力を与えた場合で積載率や、入力の卓越周期に極めて敏感に反応して応答が変化していることがわかる。図の右下に応答の増幅率が非常に

大きな部分が見られる。これはこの部分が共振モードの影響が最も強く現れる領域であるためと考えられる。狭帯域の入力の場合には単一のモードのみが励起されるため橋梁下端曲げモーメントに対しても基礎底面せん断力とほとんど同じ傾向の結果となる。(b)図は広帯域の入力を与えた場合の応答である。(a)図に比べて等高線の間隔が広くなり右下にあった応答の増幅が生じる部分が無くなっている。短周期側に見られる増幅は連成系14次モードが共振モードであるためと考えられる。広帯域の入力の場合には複数のモードが同時に励起されるため基礎底面せん断力の応答と橋梁下端曲げモーメントの応答の間には違いが見られる。

3. おわりに

本研究ではこれまで橋梁モデルに線形モデルを用いて解析を行ってきた。今後はさらに多くの荷条件下での解析を重ねると同時に、非線形モデルを用いての解析の方向に研究を進めていく予定である。

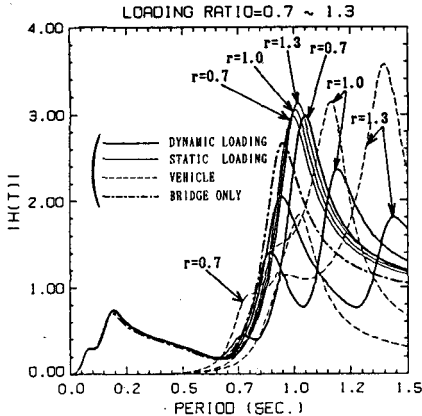


図3 積載率による基礎底面せん断力の周波数応答関数の変化(橋軸直角方向入力)

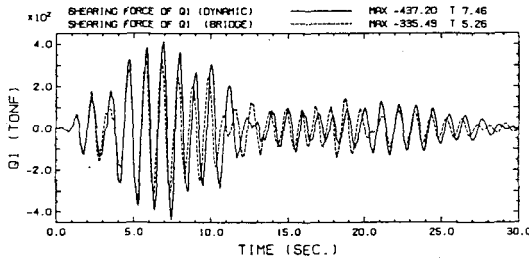


図4(a) 基礎底面せん断力の時刻歴(橋軸直角方向入力, $r = 0.75 \times 4$ 台)

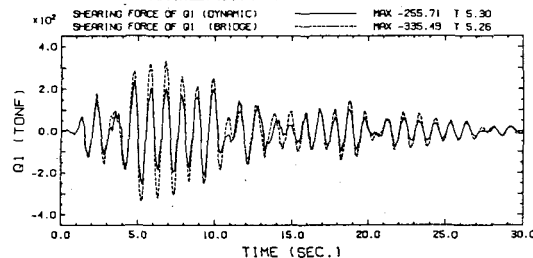


図4(b) 基礎底面せん断力の時刻歴(橋軸直角方向入力, $r = 1.25 \times 4$ 台)

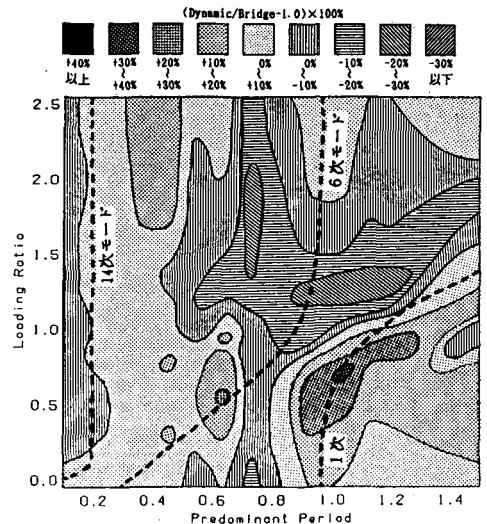


図5(a) 基礎底面せん断力に対する積載率と卓越周期の影響(狭帯域入力の場合)

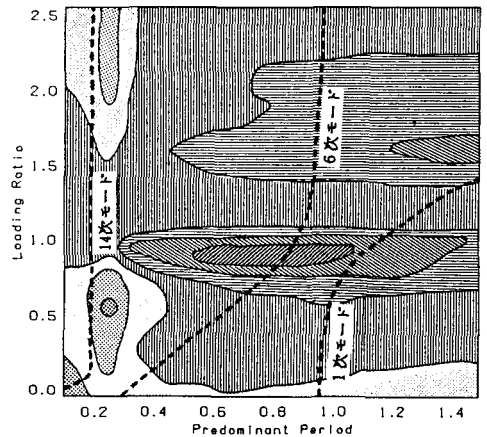


図5(b) 基礎底面せん断力に対する積載率と卓越周期の影響(広帯域入力の場合)

参考文献：1)林泰三，亀田弘行：道路橋の地震荷重評価における荷重車両の影響，京大耐震研究室報告 No. 87-1, 1987. 4

2)北啓之，亀田弘行：活荷重作用下での道路橋の地震応答特性について，土木学会第43回年次学術講演会概要集，pp. 1088-1089, 1988. 10