

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 荻野宏之  
 阪神高速道路公団 正員 南荘 淳 鉄道総合技術研究所 正員 室野剛隆

1. はじめに 現在、都市高速道路においては慢性的に渋滞が発生し、その中には大型トラックやダンプトラックが多く含まれている。そこで、道路橋の耐震設計における活荷重の影響を検討する研究が進められ、多径間橋梁-車両連成系モデルにおいて多点一様入力による地震応答解析が行われている<sup>1)</sup>。しかし、橋軸方向に地盤が変化し各橋脚に異入力が行われると、一様入力では現れないモードが励起され橋梁の応答に影響を与える可能性がある。ここでは、この点に注目して、橋軸方向の地盤条件の変化を考慮した橋梁-車両連成系の地震応答解析を行った結果を報告する。

2. 橋梁-車両連成系モデル<sup>1)</sup> 橋梁モデルには、単柱式橋脚を持つ4車線単純桁橋をプロトタイプとした5径間モデル(図-1)を用いた。車両モデルには、11t積トラックをプロトタイプとした5自由度モデル(図-2)を使用し、橋脚上に1径間に2台ずつ規則的に積荷した。車両の積荷の状態は積載率 $r$ により評価する。

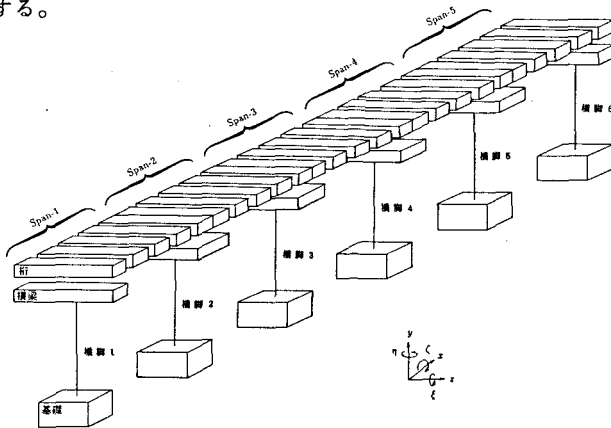


図-1 5径間橋梁モデル

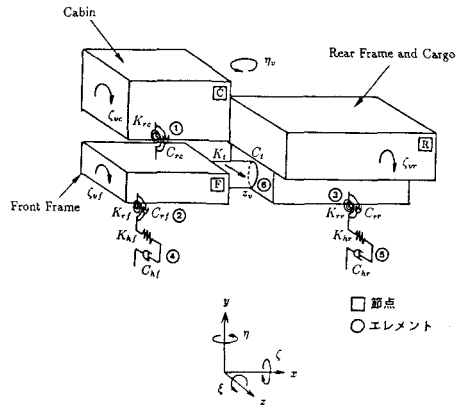


図-2 車両モデル

3. 地盤モデル 地盤は実際の地質資料を参考に1次元モデルを作成し、橋脚位置ごとに基盤の深さを変えて、SHAKE<sup>2)</sup>により基盤への同一の入力に対する地表での応答を求めた。入力地震動には1978年宮城県沖地震による開北橋(地表、橋軸直角方向)の記録を用いた。図-3のように基盤が橋脚1から6に向かって一方向に単調に浅くなる場合(地盤II)には、図-4のような伝達関数が求められる。基盤が浅くなるにつれて地盤の卓越周期が短くなり、ピークが低くなる。

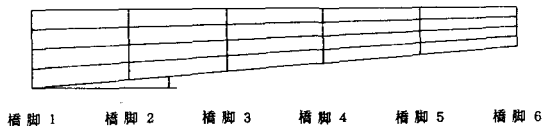


図-3 地盤モデル(地盤II)

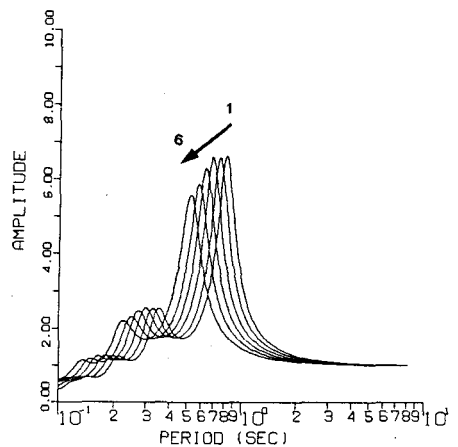


図-4 地盤の伝達関数(地盤II)

4. 橋梁-車両連成系の地震応答解析 橋梁-車両連成系の時刻歴応答解析から得られた基礎底面せん断力の応答について考察する。図-5に橋梁単独系において地盤Ⅱの基盤の傾斜を変化させたときの橋脚5でのスペクトル比を示す。傾斜0度(実線)即ち一様入力では現れない2次モードが傾斜を大きくする(点線が細くなる)につれて成長していく。図-6に図-5と同じ場合の応答の最大値を示す。傾斜0度(実線)では橋脚間の値の差は小さいが、傾斜が大きくなると、2次モード(図-7)の影響で一様入力の応答を大きく上回ったり下回ったりする。図-8に図-5と同じ地盤で基盤の傾斜が8度の場合で車両の積載率を変化させたときの橋脚5でのスペクトル比を示す。積載率 $r$ が大きくなると橋梁単独系の1次に対応するモードが橋梁と車両が同位相で振動するモードと逆位相で振動するモードに分離しピークの大きさが変化する。2次モードに対応するモードではこのような分離はないがピークは低くなる。図-9に図-8と同じ場合の応答の最大値を示す。車両を載荷しても単独系と同様に橋脚方向に応答は増減し、積載率の増加により系全体が長周期化することによって全体に応答は小さくなる。

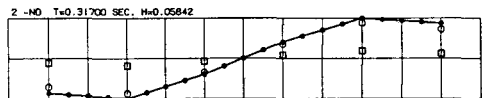


図-7 2次モード図(□:基礎,○:横梁,●:桁)

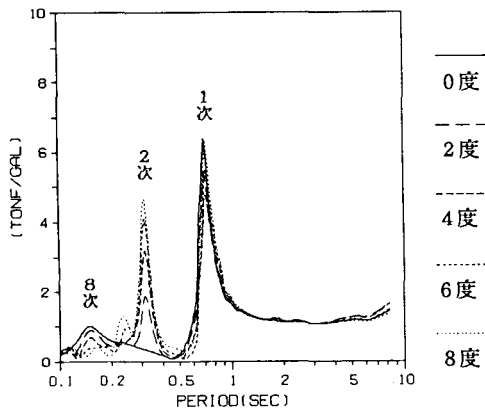


図-5 基礎底面せん断力のスペクトル比(橋脚5, 橋梁単独系, 地盤Ⅱ)

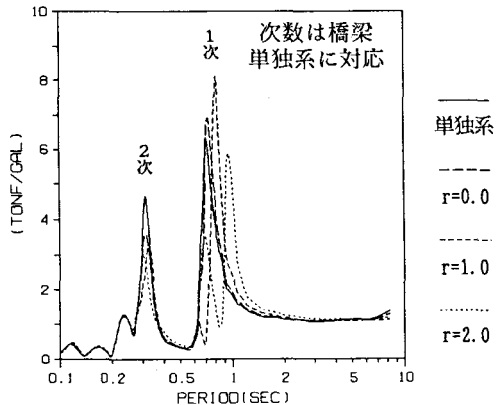


図-8 基礎底面せん断力のスペクトル比(橋脚5, 地盤Ⅱ, 傾斜8度)

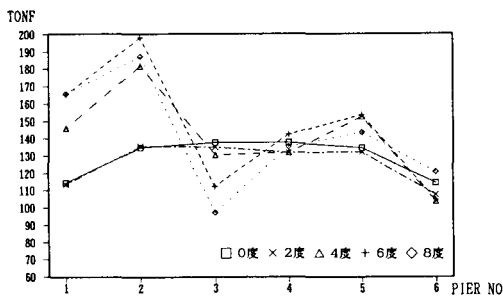


図-6 基礎底面せん断力の最大値(橋梁単独系, 地盤Ⅱ)

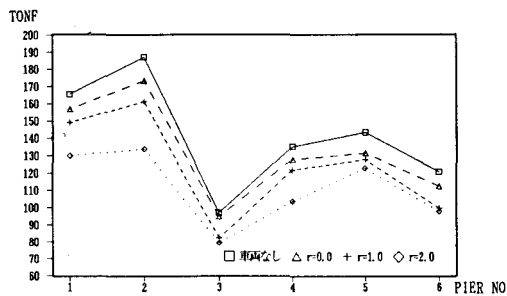


図-9 基礎底面せん断力の最大値(地盤Ⅱ, 傾斜8度)

5. おわりに 地盤条件が変化すると、一様入力では現れなかった高次モードが励起されることによって、一様入力するときよりも橋梁の応答が大きくなることもある。そして、応答の変化は橋梁-車両連成系の固有周期と地盤の卓越周期の関係によって左右される。今後は、地盤の2次元モデル化や他の固有周期を持つ橋梁についても検討していく必要がある。

参考文献

1)室野, 渡辺, 亀田, 南荘: 多径間橋梁-車両連成系の地震応答特性と耐震設計への影響, 土木学会関西支部平成5年度年次学術講演会  
 2)P. B. Schnabel, J. Lysmer, and H. B. Seed, "SHAKE a computer program for earthquake response analysis of horizontally layered sites," ERRC, 72-12