

(株)横河橋梁製作所 正員 木幡 嘉人  
 長岡技術科学大学 正員 鳥居 邦夫  
 東京大学生産技術研究所 正員 小長井一男

1. まえがき

宮城県沖地震，十勝沖地震などの一連の地震による橋梁の被害の多くは，その支承部に集中している。この原因として，現在の我国におけるプレートガーダー橋の支承が，一端ヒンジ他端スライド支持の条件を満足するように制作・施工されている事が挙げられる。そこで，その改良案として支持形式を両端ヒンジ支持あるいは両端埋込支持の採用を考え，これまでに静的，動的な面で様々な検討を行ってきた。

両端を拘束した橋梁における静的な温度応力等はその安全性にほとんど影響を及ぼさない事は，既に報告されている通りである<sup>1)</sup>。一方，そのような橋梁の地震時における安全性を検討するにあたり，地盤および上・下部工から成る全体構造系の挙動を把握する必要がある。この際，全体構造系の直接的な解析は多大な労力をし，個々の要素の挙動を精度良く把握することは極めて困難となる。本報告では，全体構造系を解析する際の簡便な解析モデルおよび解析手法についての提案を行なう事に主眼を置いた。

2. 解析モデルおよび解析手法

全体構造系の解析を行なうにあたり，構造物の無い地盤の動きを個別に解析した後，その動きを相互作用バネに支えられた構造系のモデルに入力する，応答変位法的な解析手法がより実用的であり，且つ信頼性の高い結果を与えると思われる。しかし，全体構造系の挙動に大きな影響を与える地盤と構造物との間の相互作用バネの挙動は，実に複雑であり，その評価は極めて困難である。

前報告における動的解析では，その相互作用をバネとダッシュポットからなるフォークトモデルにより評価したがそのモデル化は暫定的なものであり広範な周波数領域で用い得るものではなかった。

そこで本報告では，地震時に構造物から放射される波（図-1）の拡散パターンにより，相互作用バネモデルの特定が可能であるという見解を得，そのパターンとして平面波，円筒波，球面波という3種類を考えた。そしてその各々についての相互作用バネを広範囲な周波数領域で表現し得る簡便な力学モデルで置き換えた。

杭と周辺地盤との間の相互作用バネについては，波の拡散パターンとして円筒波が該当すると考えられるが，これについては小長井等<sup>2)</sup>によって直列の複数のフォークトモデルでかなり忠実に表現できることが明らかにされている。

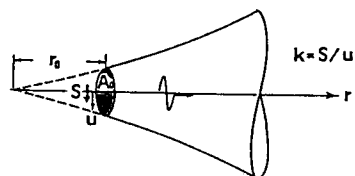


図-1 波の拡散

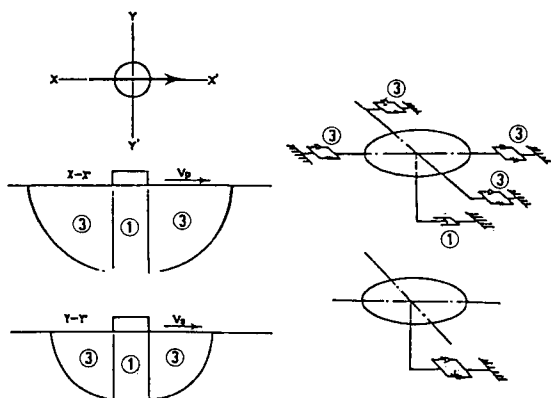


図-2 剛基礎底面の相互作用バネ

また，橋台あるいは橋脚のような剛な底面を有する基礎構造物の底面の相互作用バネについては，図-2

に示すようなプロセスにより次のような見解を得る事ができる。

- \* 複素剛性実部（K）は、接地面の周長に依存する。
- \* 複素剛性虚部（C）は、接地面の面積に依存する。

これらの指針に基づき、適用する相互作用パネのモデルを決定する。そして、前述の応答変位法的な解析手法を取り入れるると同時に、伝達マトリックス法の導入等により動的解析におけるマトリックスサイズの小型化を図る。

以上のような簡便なモデル化の指針および合理的な解析手法の導入により、従来のFEM等の解析手法では大型計算機を用いてさえも、その解析が困難であった全体構造系の解析がパーソナルコンピューターレベルで可能となる。

### 3. 桁の衝突・落橋について

地震時における現行のプレートガーダー橋の被害の中で、特に顕著な影響を及ぼすのは隣接する橋台あるいは橋脚間の相対変位がもたらす、桁の移動制限装置等への衝突であり、さらには落橋である。こうした現象が生じない場合には、現行の一端ヒンジ他端スライド支持を採用することが望ましいと考えられる。しかし地盤条件あるいは構造物の諸条件は様々である。したがって、その相対変位量を把握することは難しく、どのような場合に桁の衝突あるいは落橋といった現象が生じるかは知られていない。

そこで、本報告で提案する解析手法および解析モデルを用いて、図-3に示すような構造系の解析を様々なパラメータを取り入れて解析することにより、隣接する構造系の間の相対変位を把握する事が可能となる。図-5は、図-3のような構造系に図-4に示すような表層地盤の1次の固有周期に等しい正弦3波を基盤に入力した時のA点における変位応答の最大値を、様々なパラメータを用いて解析した結果である。このようにして得られた結果を基に、対象とする構造系の相対変位量を算定し、その値が許容量を超えるような場合には、桁の両端を拘束する両端ヒンジあるいは両端埋込といった支持形式の採用を考えるのが合理的である。そしてこの場合についても、本解析モデルおよび解析手法を用いて全体構造系の解析し、各々の構造物における安全性の検討を行なうことができる。

#### 参考文献

- 0 1) 鳥居邦夫・小長井一男・桜谷秀樹；両端ヒンジ両端埋込込み支持橋梁の動的解析、土木学会年次講演概要集 1985. 9, p. 921-922
- 0 2) 小長井一男・野上仁昭；鉛直加振を受ける杭の時刻歴応答解析、土木学会年次講演概要集 1986. 11, p. 897-898

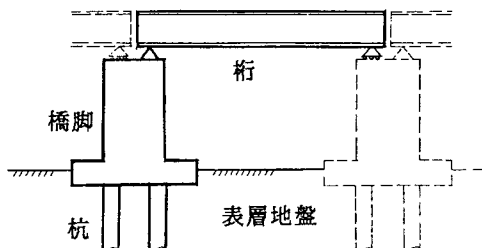
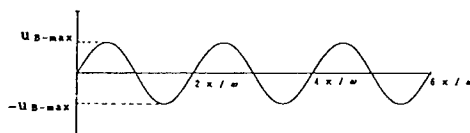


図-3 現行橋梁の構造系



$\omega$  : 地盤の固有振動数

図-4 入力地震動

$U_{r-max}$  : 橋脚頂部での変位応答の最大値  
 $U_{B-max}$  : 基盤の動きの最大値  
 $m = \frac{M_B}{M_P}$  ,  $h$  : 橋脚高  
 ,  $l$  : 杭長  
 ,  $r$  : 杭径  
 $M_B$  : 桁の重量 ,  $E_P$  : 杭のヤング率  
 $M_P$  : 橋脚の重量 ,  $E_S$  : 土のヤング率

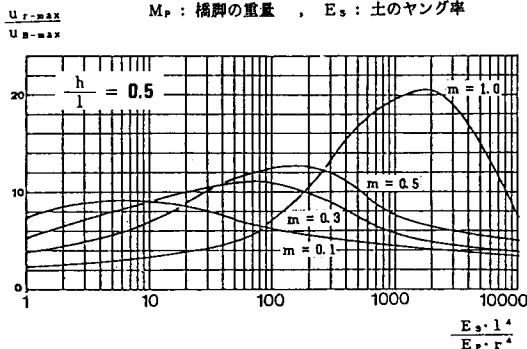


図-5 構造系の最大変位