

I - B 409 動的解析におけるケーソン基礎のモデル化に関する一考察

白石 (正会員) 青柳 守
白石 (正会員) 久保田 翼
白石 藤本 郁人

はじめに

地震時保有水平耐力法の適用が限定される橋として、動的解析による照査が行われる機会が多い。橋脚の基礎形式の一つとしてケーソン基礎が用いられる場合に、そのモデル化のあり方について検討された例は少ない。また、橋梁としての動的解析の主目的が上部工の耐震性照査にあるため、基礎であるケーソン部のモデル化を比較的簡単に考えてしまう傾向も少なからず見受けられる。

ケーソン基礎の特徴は、① 根入れが深いこと ② 躯体の剛性が大きいことにあり、ケーソン基礎だけを考えれば、地下タンクや沈埋トンネルのように周辺地盤の地震時変位応答の影響を無視し得ない構造物である。このようなケーソン基礎形式の構造系の動的解析で、考えられる基礎のモデル化とその動的な意味、応答に与える影響を検討してみたのが本報文である。

ケーソン基礎の動的な特性とモデル選択の考え方

ケーソンのように根入れ深さと躯体剛性の大きな基礎を有する構造物では、基礎周辺地盤の応答(変位、加速度)が地盤の深さによって異なることをモデル化の上で、どのように、また、どの程度評価しなければならないか。

図-1に基礎と周辺地盤の応答特性を模式的に示した。このように構造物の位置(深さ)によって、地震入力条件が異なる場合に用いられるモデル化として「多入力系モデル」がある。

埋設管路や杭基礎、立坑やトンネルの動的解析で応用されている方法で、図-2に示すように深さ毎の周辺地盤の応答を基礎の深さ毎に設定したバネを介して入力する。

多入力系にモデル化する必要性は、ケーソンが設置されている

基盤からの入力と周辺地盤からの入力と、どちらが支配的かによる。

たとえば、

図-3のように、ケーソンの幅が表層地盤部分の根入れ深さに比して大きい場合には、周辺地盤からの入力よりも基盤からの入力の影響の方が支配的になることが容易に推定できる。この場合には、図-2のように多入力系にモデル化する必要性はなく、ケーソンを水平と回転の自由

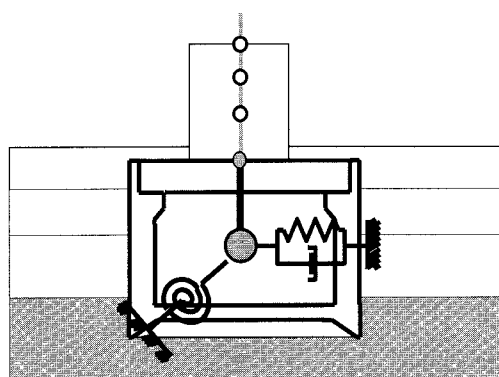


図-3 深さに比して幅が大きいケーソン

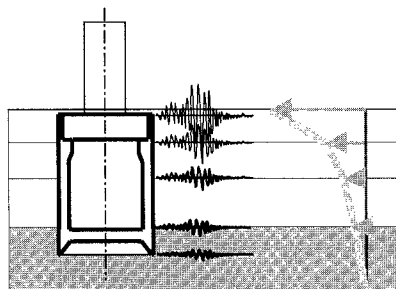


図-1 基礎周辺の地盤の応答(模式図)

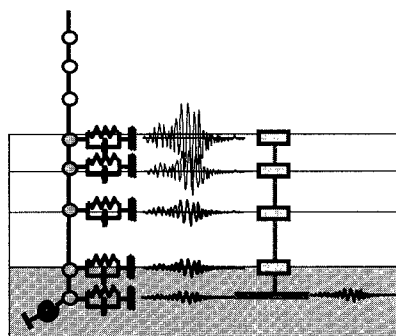


図-2 多入力系によるモデル化

自由度のバネで地盤と結合した1つの質点にモデル化が可能である。

キーワード：動的解析、モデル化、動的相互作用、ケーソン、深い基礎

連絡先：東京都千代田区岩本町 2-11-2 電話：03-5687-8325 FAX：03-5687-6493

問題は、多入力系にモデル化することが必要であるにもかかわらず、図-4のように1質点にモデル化してしまう場合である。図-4の左側のモデルは、ケーソン全体の質量を評価し、質点に関する地盤との相互作用バネを付加している。右側のモデルは、ケーソン躯体の質量を評価せず単に地盤との相互作用バネのみを考慮しているモデルで、フォーミングを一つの質点に置き換えるのと同じモデル化である。

解析的な考察

モデル化の違いを固有値から見て見ることにする。

地盤はI種地盤、上部工として単独の橋脚（片持梁）を想定した。仮定した地盤定数や構造の断面諸値によって固有値も当然左右されるが、差を見るための一つの事例として結果を示すことにする。刺激係数の大きなモードに着目し代表的なモードの固有周期を示したのが表-1である。

表の右端列は図-2の多入力系モデルに対応した数値である。1次モードは上部工の1次モードに対応しており、いずれのモデルにおいても1.2秒となっている。問題は、2次以降の固有周期がモデルにより差が大きく現れてくることにある。上部工の応答加速度にモデル化の違いが与える影響を示したのが図-5である。図の左側は日本海中部地震、右側は神戸海洋気象台での観測波を入力した結果である。縦軸は橋脚の高さを表している。

	図-4左	図-4右	図-2
1次	1.2	1.2	1.2
2次	0.9	0.7	0.3
3次	0.6	0.2	0.12

表-1 モデル化と固有周期

図-4の右側の1質点モデルに対する応答を図-5では「1質点右」と表記した。このモデルに対する上部工の応答は、3種のモデルに対する応答の中で、特に上部工下方で特異な応答を示していることが分かる。

図-4の左側のモデル「1質点左」と多入力系モデルとは、応答加速度分布形が類似しているが、絶対値では20%程度の差が生じている。

結 論

初めに述べたように、根入れ深さがあって躯体剛性の大きな基礎で

は、周辺地盤の地震時挙動、特に変位挙動に大きく影響を受けることが予想される。この場合モデル化の相違によって上部工の応答に与える影響は少なくない。本文では、ケーソン基礎を取り上げたが、連壁基礎、鋼管矢板基礎などにおいても同様のことが言え、モデル化の選択には慎重な判断が必要と考える。

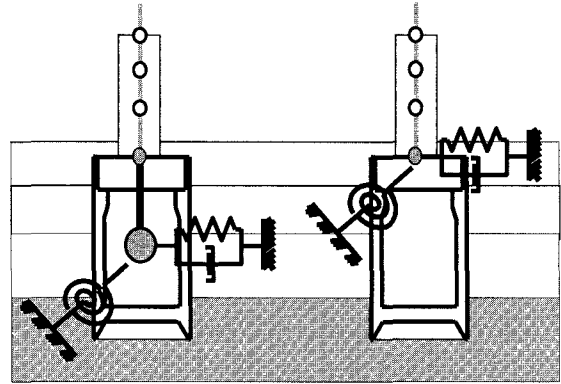


図-4 1質点系ではなく多入力系モデル化が望ましい

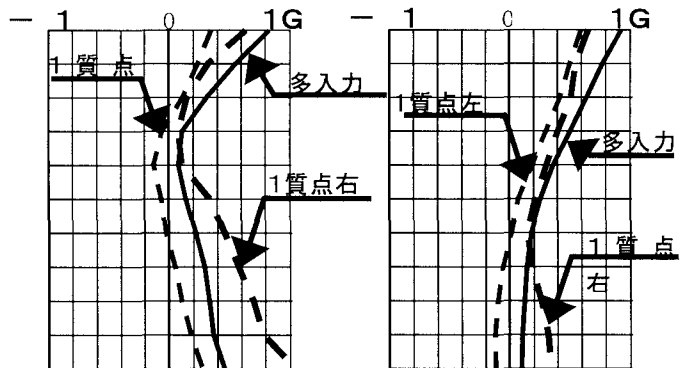


図-5 応答加速度（左：日本海中部地震、右：神戸海洋気象台）