

I - B376

直杭式横栈橋の耐震解析

鳥取大学 工学部 正会員 上 田 茂
竹中土木 正会員 河原林 英彰
竹中工務店 正会員 西中川 剛

1. はじめに

図1のようにケーソンを背後にもつ直杭式横栈橋は、大地震においてはケーソンの影響を大きく受けることが予測される。そこで、栈橋～地盤～ケーソンをモデル化し、地震応答解析を実施したので以下に報告する。

2. 解析モデル

地盤は図1のように想定し、N値より $V_s=89.8N^{0.341}$ と横方向地盤反力係数： $K_h=0.15N$ を求め、地盤反力バネおよび地盤せん断バネの定数を設定した。動的解析では、入力地震動に兵庫県南部地震のポートアイランド（K. P. -28m E/W）の観測波を用い、地盤のせん断弾性係数および減衰比のひずみ依存性は港湾の施設の技術上の基準の曲線を用いた。SHAKEにより求めた有効ひずみを考慮し、地盤バネの定数と減衰比の修正を行いNASTRANにより解析を実施した。図2～図4に示す解析モデルを表1のように静的解析2ケース、動的解析3ケース行った。ケースAは地盤反力バネのみをモデル化したもので水平震度を0.8、ケースBは水平震度0.5でケーソンの滑動により地盤が海側に押され陸側杭に125tfの荷重が作用すると想定したものの、ケースCはケースAを動的解析したもの、ケースDは地盤とケーソンをモデル化したものの、ケースEはモデル③において地盤5をモデル化せずケーソン背後の地盤がケーソンと同じ動きをすると想定したものである。

3. 解析結果

図5に杭頭の陸側面の縁応力の時刻歴結果を示す。各ケースとも海側へ変位し圧縮応力が最大（負の値）となる時刻で杭頭が座屈するものと思われる。ケースCでは杭3（陸側杭）、ケースDでは杭2（中間杭）と杭3、ケースEでは杭1（海側杭）と杭2で高い圧縮応力が発生している。図6～図10に各ケースの変位、応力等を示すが、動的のケースC～Eは最大圧縮応力となる時刻の結果である。ケースAとCはモデルが同じであるためよく似た結果となった。

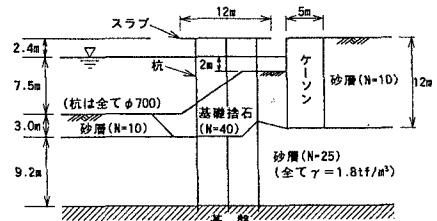


図1 解析対象の横栈橋

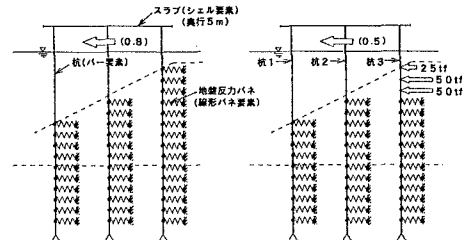


図2 モデル①

図3 モデル②

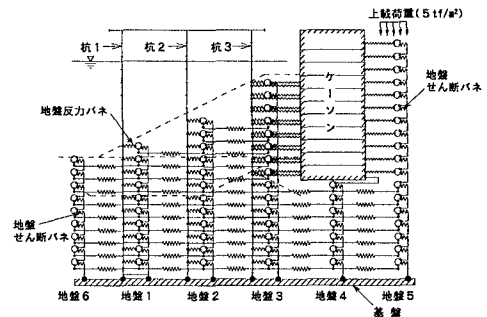


図4 モデル③

表1 解析ケース

ケース	解析	モデル	備考
A	静的	①	地盤反力バネのみ
B	静的	②	地盤作用力を考慮
C	動的	①	地盤反力バネのみ
D	動的	③	地盤、ケーソンをモデル化
E	動的	③'	地盤5をモデル化せず

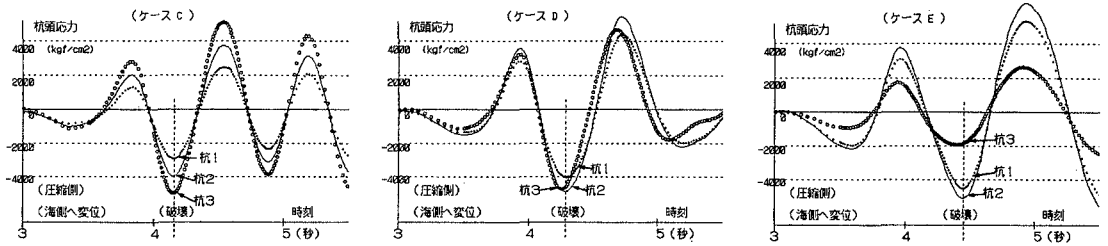


図5 杭頭応力（杭の陸側面の縁応力）の時刻歴

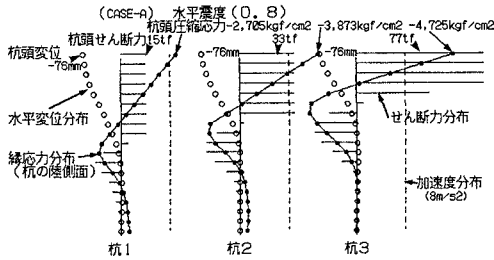


図6 ケースAの解析結果

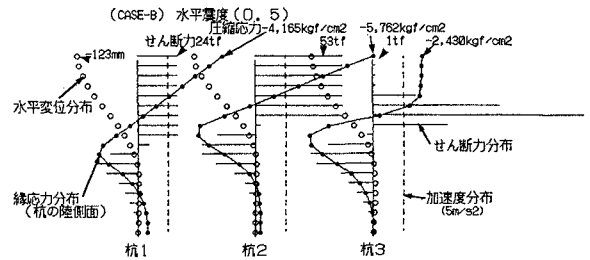


図7 ケースBの解析結果

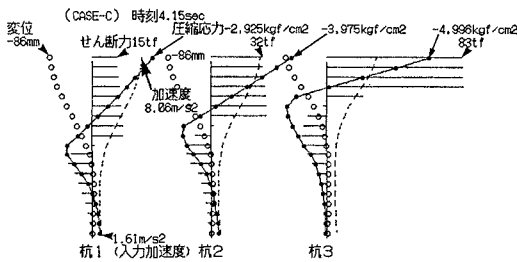


図8 ケースCの解析結果

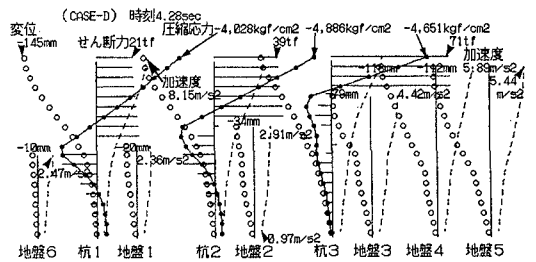


図9 ケースDの解析結果

地盤をモデル化したケースDではその影響で杭1と杭2の杭頭応力が増大した結果が得られたが、地盤5の変位はケーソンの変位よりも小さく、さらに栈橋の変位よりも小さいため杭3にはケーソン（地盤）からの荷重が作用していない。これはせん断力分布からも理解できる。ケースEでは、ケーソンの変位は栈橋の変位よりも大きく、せん断力分布からも杭3にケーソンからの荷重が作用していることがわかる。そのため、杭3の杭頭に作用する水平力が激減し、杭3の杭頭応力がかなり小さくなる。この結果は、杭の地上部分が長く水平剛性の小さい杭1の方が地上部分が短く剛性の大きい杭3よりも高い圧縮応力が発生する特異な現象を示している。これを静的モデルで表したものがケースBであり、適切に地盤より作用する荷重を評価すれば、静的解析でも十分動的解析のケースEの結果を表現することができる。このことは地盤の影響を考慮した震度法による設計が可能であることを示唆している。

4. まとめ

いろいろなモデルで栈橋の耐震解析を実施したが、ケーソンの影響が現れるモデルでは通常の設計解析では得られないような結果を示した。震災を被った事例では、地上部分の短い陸側杭に被害が少なく海側杭に座屈が生じたという現象の報告もあり、解析で示したケーソンの影響による現象ではないかと推測される。

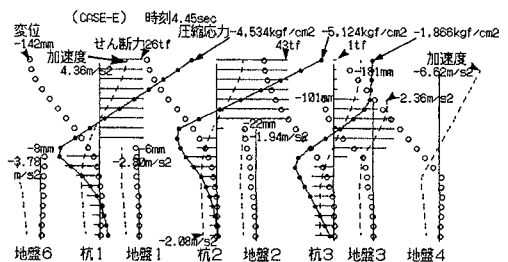


図10 ケースEの解析結果