

鋼管矢板井筒基礎の動特性

九州大学工学部 学 ○南部俊彦 学 宮原 慎
学 麻生稔彦 正 鳥野 清

1. はじめに

鋼管矢板井筒基礎は鋼管矢板を現場で円形等の閉鎖形状に打ち込み、継手管内にモルタルを充填し、頭部に頂板を設けて基礎とする工法であり、我国においては昭和39年以来用いられている。近年、水中基礎としての長所から広く普及し、その静力学的性質はほぼ明らかとなっている¹⁾。しかし、この基礎形式は従来用いられている杭基礎、ケーソン基礎と異なり、個々の要素を組み合わせて一つの基礎を形成するため、その動的挙動は複雑なものとなると考えられる。そこで、今回、この鋼管矢板井筒基礎の動特性をモデル化も含め検討したので報告する。

2. 解析モデル

過去、著者等が上部工架設前の橋脚—基礎構造系および上部工架設後の橋梁に対して常時微動試験を実施している川副大橋（佐賀県早津江村）の鋼管矢板井筒基礎を解析の対象とした。図-1に本橋基礎および地盤の概要を示す。橋脚付近の地盤は深さ約30mまで有明粘土が堆積しており、特に表層から10mまではN値0の超軟弱地盤となっている。また、本橋脚の基礎形式は深さ24mまで外径1000mm、厚さ14mmの鋼管矢板を直径11.352mの円周上に26本打ち込んだ井筒基礎となっており、これより深い部分では鋼管矢板を1本おきに支持層に到達させた構造（脚付き井筒基礎）である。解析のモデル化にあたって井筒基礎部分はこれと等価な剛性をもつはり要素、基礎頂部のコンクリート部分はソリッド要素とし、地盤-基礎構造の全体系を2次元軸対象モデルとして FLUSHを用いて解析した。地盤のモデル化および解析諸元を図-1に示す。

3. 解析結果

電磁式速度計（感度2V/kine）を用いて橋脚—基礎構造系および橋脚近傍地盤の常時微動測定を実施した。図-2はこの実験より得られた橋脚頂部および周辺地盤での速度スペクトルである。地盤の卓越振動数は0.5および2.0Hz付近にあり、橋脚上では0.4および3.0Hz近傍にピークがみられる。これらの値は微小振幅時のものであるが、解析モデルの妥当性を検討する上では十分利用できるものと考えられる。そこで、まず地盤だけのモデルに対して解析を行った。このモデルにホワイトノイズを入力した時の表層に置ける速度振幅を図-3に示す。図-3と図-2の地盤において、縦軸が速度振幅とスペクトルで異なっているため直接の比較はできないが、卓越振動成分は良い対応を示している。

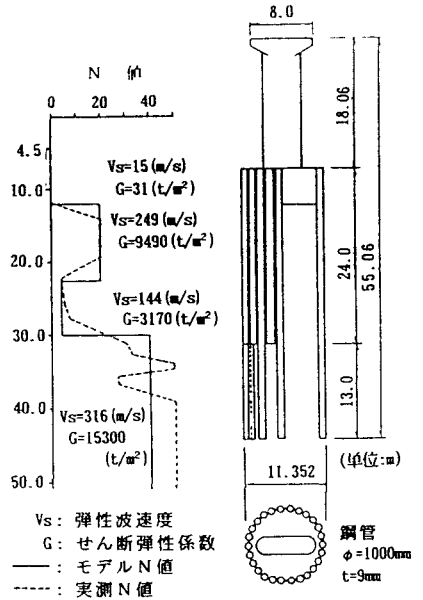


図-1 地盤モデルおよび解析諸元

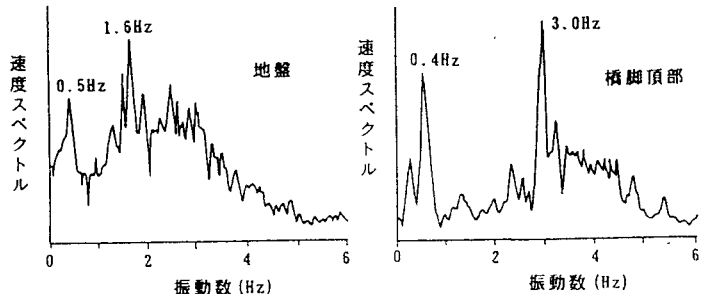


図-2 速度スペクトル（実験値）

図-4に地盤振動の変位モードを示す。この図は計算から得られるモードは複素振幅となっていることから、振幅の絶対値と各層の位相関係より概略的に求めたものである。図より0.4Hzでは表層から10mまで軟弱地盤のみが振動しており、その他の振動は地盤が全体的に振動していることがわかる。したがって、0.4Hzにおける地盤振動が基礎構造に及ぼす影響は非常に小さいと考えられるが、図-2に示す橋脚頂部のスペクトルにはこの影響が多少現われている。これは常時微動による微小振幅時のスペクトルであることに起因しているものと思われる。

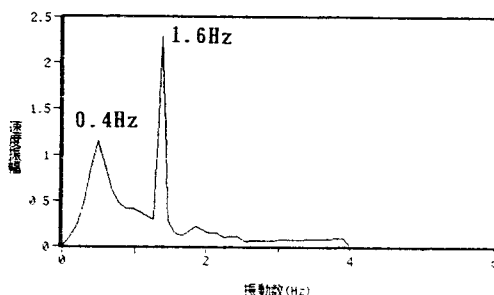


図-3 地盤の速度振幅

図-5は基礎-地盤系の解析モデルにホワイトノイズを入力したときの橋脚頂部および自由地盤の井筒基礎部分の深さに対応する層の速度振幅である。

図-5および図-2において橋脚頂部で比較してみると、実験値では1.6Hzの地盤振動による影響がほとんど現われていないのに対して、理論値ではこの影響がみられる。実験値の3Hzと理論値の3.5Hzが橋脚の固有振動数と考えられるが、多少理論値の方が大きくなっている。また、橋軸方向および橋軸直角方向ともほぼ同じ固有振動数を示しており、実験値においても同様な傾向が得られている。

図-6は道路橋示方書において第3種地盤用として示されている修正津軽大橋記録の地震波を最大加速度100galとして入力した場合の絶対加速度である。この場合の減衰定数は地盤を0.20、橋脚を0.02とし、応答の全体的傾向を把握することを目的としていることから線形解析を行った。また、上部工の重量による慣性力は考慮していない。図をみると自由地盤の振動に比べて、鋼管矢板井筒基礎の応答加速度は非常に小さくなっている。このことは、基礎部分の剛性が大きいことから基礎周辺地盤振動がおさえられていることを示している。

また、井筒基礎内部の土および基礎周辺の地盤は基礎と全く同じ振動をしている。自由地盤の表層および橋脚頂部における応答変位は34cmと2cm程度であった。

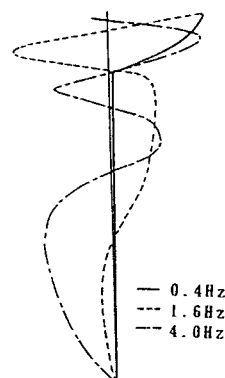


図-4 地盤振動の変位

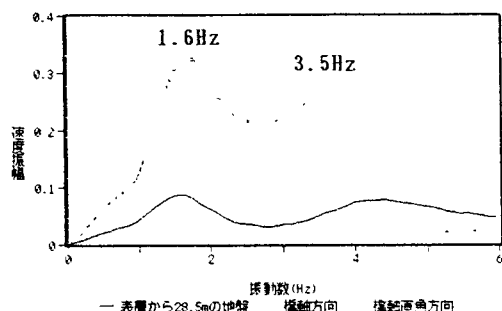


図-5 基礎-地盤系の速度振幅

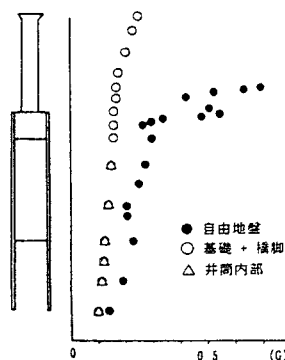


図-6 地震波(第3種)による絶対加速度

4. まとめ

本解析により、鋼管矢板井筒基礎の剛性がかなり大きいため、地震による地盤振動よりかなり小さな応答をすることがわかった。今後、上部工による影響、井筒基礎と深さの関係、地盤の非線形による影響等を明らかにしていく予定である。

<参考文献> 1) 土木研究所資料 矢板式基礎の設計法 (昭和52.2)