

井筒基礎の動特性に及ぼす内部土の影響に関する実験的考察

京都大学防災研究所 正会員 土岐憲三
 京都大学防災研究所 正会員 三浦房紀
 京都大学工学部 学生員 杯 謙介

1. まえがき 橋梁の基礎として矢板式基礎が用いられる機会が増えつつあるが、このような基礎形式ではその径が数十mに達する大規模な場合には、その振動特性に及ぼす矢板によって囲まれた内部の土の影響が問題となってくる。すなわち、図-1(b)の様に内部土と周辺地盤とが分断されている場合には内部土はその質量が基礎本体に付加され(以下には内部土の質量効果と称する)、これと一体となって運動すると考えられるが、実際の場合に相当する(c)の場合には質量効果の他に、内部土と周辺地盤との間の相互作用によるばね効果も同時に考えられる。この研究は内部土のこのような効果についての弾性論による結果も実験的に検討したものである。

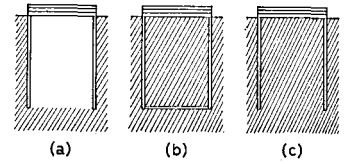


図-1. 井筒基礎の概要図

2. 実験装置と井筒模型 実験装置の概略を図-2に示す。矢板式井筒基礎のモデルとして、Sモデル(高さ $h=245^{mm}$, 直径 $d=245^{mm}$)、Mモデル($h=365^{mm}$, $d=245^{mm}$)、Lモデル($h=365^{mm}$, $d=365^{mm}$)の3種類を用い、各々のモデルについて、内部に砂を充填する場合(中実)としない場合(中空)、さらにその各々の場合について内部と外部を分断するためにモデルに底板を取付ける場合(分離型)と取付けない場合(連続型)、この4通りの場合と砂層上に設置した場合と砂層中に埋設した場合について、計8通りの場合の実験を行った。入力としては50galの正弦波による加振を行い、測定成分はモデル頂部における水平、鉛直、底部における水平、および土槽、振動台水平の5成分である。

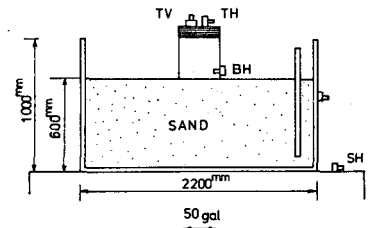


図-2. 実験装置

3. 砂層の特性 板にたき法により振動台上の砂層の弾性波速度を測定した。図-3は板にたきの方向およびその際の加速度記録の1例である。板を逆方向から打撃した場合、横波の位相は逆転して記録され、一方この時同時に縦波も生じるが、これは位相は逆転しないことから横波を識別した。弾性波速度の平均値を表-1に示す。次に50galで土槽を振動させた時の砂層の挙動を調べ

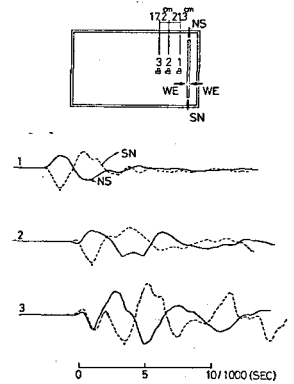


図-3 板にたき法の概要図

表-1 砂層の特性

横波速度	80.6 m/sec
縦波速度	161.0 m/sec
単位体積重量	1.53 ton/m ³

た結果を図-4に示す。これより砂層の共振点の31Hzまではほとんど増幅されておらず、共振点から急激に増幅されることとがわかる。

4. 結果と考察

図-5はLモデルを砂層の表面に設置した時の応答倍率である。図中○は〔中空・連続型〕、△は〔中空・分離型〕、●は〔中実・連続型〕、▲は〔中実・分離型〕を意味する。図中には10~20Hz間と30~40Hz間の2つのピーク群がある。前者は井筒基礎模型の共振点に対応するものであり、後者は図-4からも明らかなように地盤の共振点に対応している。図-6は同じLモデルを砂層内に埋設した場合の応答倍率であるが、この場合には表面設置の時にみられた最初のピーク群は見られず、地盤の共振点に対応するピークのみ生じている。しかも〔中空・中実・連続型・分離型〕といった条件による差異はほとんど認められず、地中深く埋設された基礎の振動特性はその周辺地盤の振動特性に大きく支配されることを示唆している。

図-7は解析に用いるための力学モデルを設定するために井筒模型の中心軸の動きを調べたものである。図中、砂層表面の変位(Surface Disp.)と井筒模型底部との相対変位はきわめて小さく、井筒模型は1自由度の動揺振動をしているものと考えてよい。図-8はLモデルの〔中空・連続型〕、〔中実・連続型〕の回転ばね定数を示したものである。↑印は共振点を表している。いずれの場合も共振点と地盤の共振点で低い値をとっており定性的によく似た傾向を示している。また定量的にも共振点での値、10Hz付近、あるいは20Hz以上の周波数領域での値はほぼ同程度のものであり、ばね効果としての有意な差を見い出すことはできない。

次に質量効果をみるために〔中空・分離型〕の共振時のばね定数を用い、内部土の質量を付加することによって〔中実・分離型〕の共振振動数を計算し、これと実験での共振振動数を比較したものが表-2である。両者は比較的良好な対応を示しておりこれは井筒の内部土を付加質量として取り扱うことの妥当性を示唆していると考えられる。以上の結果は表面設置の場合について得られたものであるが、先に埋設の場合について弾性論を用いて得た、内部土によるばね効果は僅かであり付加質量として取り扱えばよい、という結論¹⁾を支持するものといえよう。

◎参考文献 1) 上坂・長沼; 鋼管矢張井筒基礎の震動特性について, 昭和52年度関西支部講演概要

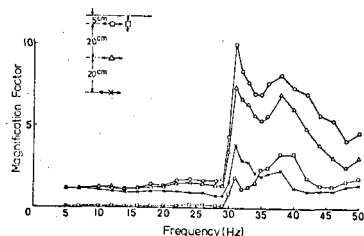


図-4. 砂層の応答倍率

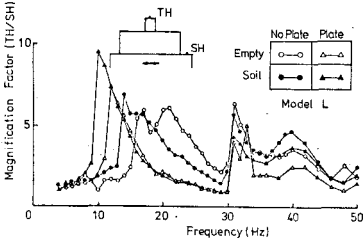


図-5. 表面設置時応答倍率

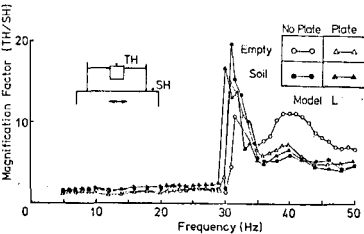


図-6. 埋設時の応答倍率

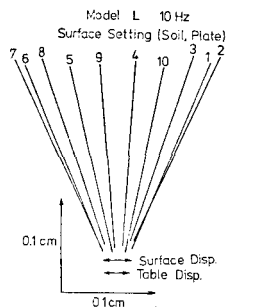


図-7. モード図

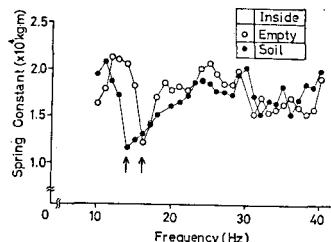


図-8 回転ばね定数

表-2 共振振動数の比較

モデル	計算値	実験値
M	8.70 Hz	7.05 Hz
L	10.81 Hz	10.16 Hz