

III-34 杭打による地盤の振動

東京大学工学部 正員 松本嘉司

全上 〃 大嶋孝二

全上 学生員 〇 島崎敏一

1. まえがき

近年、大口径杭・軟弱地盤への施工等が増し、従来の水平震度法による杭の設計で無視した杭の自重・土との相互作用等は、無視できなくなってきた。

それらを考慮した理論には、ペンゼンらによる物があるが、地盤・杭系を、バネ・質点系で置換えることが適当であるかどうかは、検証の要がある。そこで、まづ地盤だけについて質点で置換えて、杭打による地盤の振動について調べた。

図-1



2. 実験

将来、杭・地盤の相互作用を考えるので、杭のすぐ近くの加速度を測定した。即ち、杭から1m, 2mの所に鉛直・水平方向、18.4mの所に水平方向に加速度計を設置し、加速度をデータレコーダに入れた。現場の土質は、表層2mがローム、その下は砂で、N値は、表層が5で、以下25位まで漸増している。

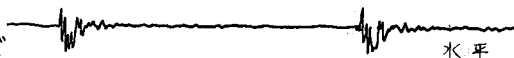
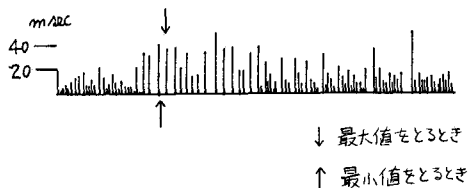


図-2



3. 結果

得られたデータは、ハイブリッド計算機で処理した。図1は、1mの所の鉛直・水平方向加速度である。図2は、波が来たときの周期の変化を示したもので、計算機で、波が零点を切る時間間隔を1秒間分だけ求めて、XYレコーダに書かせたものである。同図に最大・最小になる時を示してある。図3は、1~100 Hzに対応するフーリエ係数を、cos, sinについて示した物である。(深さは最深のもの) 図4は、2乗平均加速度を杭からの距離に対して示した図で、深さは、杭先端の深さを表わす。

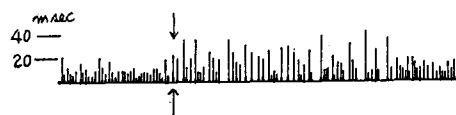
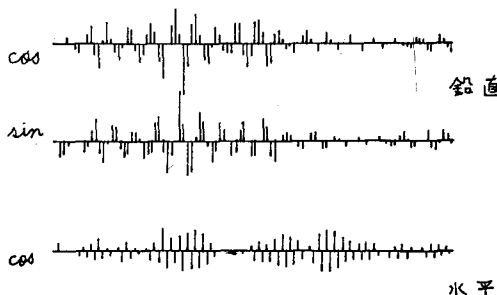


図-3



4. 考察

図2、その他より、杭打によっても、速くて周期の短いP波、遅くて周期の長いS波が出ていることが推定される。したがって、振動源は、杭側面、杭

先端であると思われる。図2・図3より卓越振動数は、15~30 Hzであり、深さによる違いを見ると深いほど、振動数が大きくなっているようである。これは、深い所で N 値が大きいことに対応するのであろう。この深さによる違いは、図4の二乗平均加速度の距離に対する減衰率にもはっきり出ている。

5. 理論モデル

杭のまわりのある地点の振動は、杭からの距離のみによると仮定し、地盤を半径方向に5つ

に切った。又、深さ方向については、上の測定からも、わかるように、一様とは考えにくい、ここでは、一様として、4つに区切り、地盤を計20個の質点に置換えた。それらの間は、バネ・ダッシュポットでつなぎ、バネ定数は、弾性学より、減衰定数は、測定結果より求めた。すると運動方程式は図5より次のようになる。

$$\begin{aligned}
 m_{ij} \ddot{x}_{ij} + c_{ij-1}^h (\dot{x}_{ij} - \dot{x}_{i,j-1}) + c_{ij}^h (\dot{x}_{ij} - \dot{x}_{i,j+1}) \\
 + c_{ij-1}^v (\dot{x}_{ij} - \dot{x}_{i-1,j}) + c_{ij}^v (\dot{x}_{ij} - \dot{x}_{i+1,j}) \\
 + k_{ij-1}^h (x_{ij} - x_{i,j-1}) + k_{ij}^h (x_{ij} - x_{i,j+1}) \\
 + k_{ij-1}^v (x_{ij} - x_{i-1,j}) + k_{ij}^v (x_{ij} - x_{i+1,j}) = 0
 \end{aligned}$$

この式で $\ddot{x}_{ij} = \ddot{x}_{ij}$ と置いて、40元の連立微分方程式とした。これは、線型であるから、この係数行列の固有値を求めれば、その実部が、減衰項を表わし、虚部が振動数の2π倍となる。これを求めた所、固有値の実部が一部正となり、発散することになったが、これは、行列の次数が40次と大きいために、計算誤差が出たものと推定される。(同じデータで10次に減らした所、固有値の実部は、すべて、負となった。) 求めた振動数は、54 Hz ~ 1.8 Hzであったが、減衰項の大きさの方から考えると、20 Hz ~ 8 Hzが、卓越すると考えられる。これは、測定によって求めた15~30 Hzの下の方で重なりあっている。単純な仮定の割には、よい結果であると思われる。上には、水平方向だけについてのベタが、同様の事は、鉛直方向にも適要できる。又、振動波形は、固有ベクトルを求めて、それを係数比として、和を作り、40個の係数を、初期条件により決定すれば、求まる。初期条件は、測定の結果から考えて、杭に接している所の質点が、下に動かされ、先端の部分の質点が、半径方向外側に動かされるとすればよいであろう。

6. 結論

地盤を質点に置換えて考えることは、可能であるが、計算精度との関係で、いくつかの質点に置換えるかを、十分に検討する必要がある。

