

### III-33 杭打設に伴う地盤振動に関する解析

群馬大学 工学部 正員 花里利一

#### 1. まえがき

建設工事における地盤振動問題の中で、杭打設に伴う地盤振動問題に関しては、主に実験的に研究されているが理論的研究例は少ない。本研究は、公害振動問題ではRayleigh波の波動エネルギーが最も大きいことから、Rayleigh波の挙動を捉える有限要素法を用い、特に、遠散減衰が評価できるようにLysmerらの波動エネルギー伝播境界を側方の境界条件として導入して解析するものである。ここでは2次元・弾性問題として解析する。さらに仮定として振動式ハンマーによる打ち込みを考え、定常点加振とする。計算は加振点の深さ、硬質土中間層の有無などをパラメータとして行う。

#### 2. 解析モデルと解析方法

図2-1に解析モデルを示す。減衰について水平方向の遠散減衰の他に放射減衰も評価できるように複素せん断剛性 $(G+G^*i)$ を入力する。図のように $x=0\sim10m$ の範囲を有限要素分割する。(空溝や隣壁等の振動軽減効果が評価できる) $x>10m$ の範囲はLysmerらの方法(モード合成)により応答計算する。また、基本型として深さ $0\sim12m$ を表層の軟弱層、 $12m$ 以深を支持層と考える。図-1にそれらの定数を示す。なお、中間層(深さ $6\sim8m$ の位置)の定数は支持層のそれと同等とする。加振力は $500kgf/m$ ( $x$ 軸上、鉛直方向)の正弦波で加振周波数は $10Hz$ である。メッシュの大きさは表層の軟弱層においてRayleigh波の波長(最も短い波長)の約 $1/9$ である。

#### 3. 解析結果

図-2、図-3、図-4はそれぞれ硬質土中間層のない系で各深さにおいて加振した場合の鉛直方向の最大加速度分布を示す。図-5、図-6、図-7はそれぞれ硬質土中間層のある系で各深さにおいて加振した場合の鉛直方向の最大加速度分布を示す。図-2～図-7において、図の左側に土柱の状態を示し、地表最大加速度の極大値を $g$ 以内(単位:gal)に示した。

#### 4. 結論

以上の計算結果から、図2-1の解析モデルについて次のことを結論として得た。

- ① 地表面の最大加速度分布は距離方向について単調減少とならずにうねりがある。(水平方向の最大加速度分布も同様である) また、この極大値は振源からの距離が大きくなるとともに減衰するが、その値は振源直上の点を除いて一般的に地盤振動の減衰に関する式  $A = A_0 (r/r_0)^n \exp(-k(r-r_0))$  :  $r$ : 距離,  $k$ : 距離減衰係数,  $n$ : 角周減衰係数,  $A$ : 振幅 による計算結果とほぼ一致する。
- ② 地表面、地盤内の最大加速度分布は加振点の深さ、硬質土中間層の影響を受けて変化する。また、水平方向の地表面、地盤内の最大加速度分布は鉛直方向のそれと異なる状態を示す。
- ③ 地表面の最大加速度は加振点が深くなるにつれ小さくなる傾向がある。支持層上端での加振の場合、地盤の応答は軟弱層(表層)の地表面、層厚の $1/2$ の位置で加振した場合より小さい。
- ④ 硬質土中間層(厚さ $2m$ )の位置する深さを i)  $4\sim6m$ 、ii)  $8\sim10m$  として同様の計算を行った結果、地表面の最大加速度が最も大きいのは  $6\sim8m$  の場合であった。中間層の深さによっても応答が異なる。

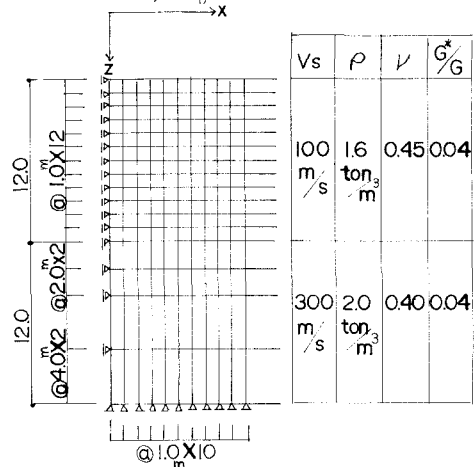


図-1. 解析モデル

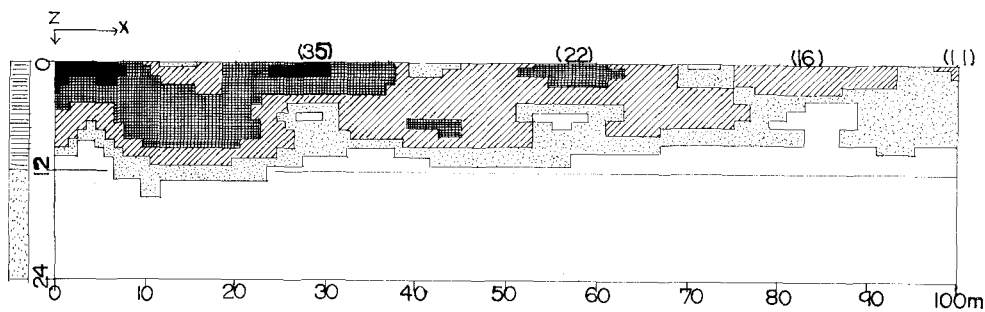


図-2 最大加速度分布 (加振点=地表)

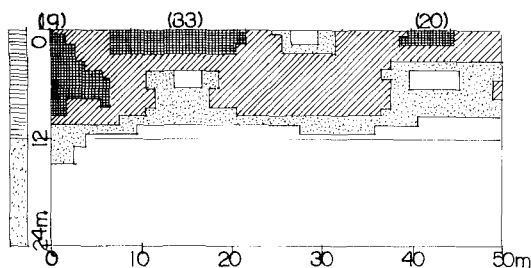


図-3. 最大加速度分布(加振点深=6m)

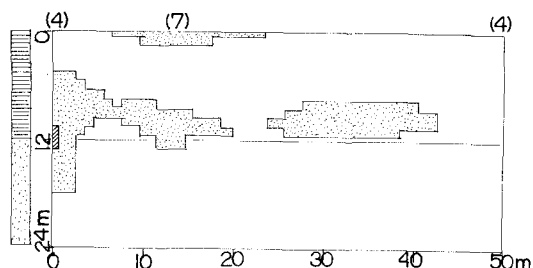


図-4. 最大加速度分布(加振点=支持層上端)

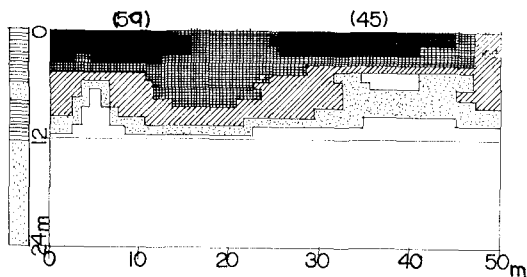


図-5. 最大加速度分布(加振点=地表)  
(厚22mの硬質中間層が存在する場合)

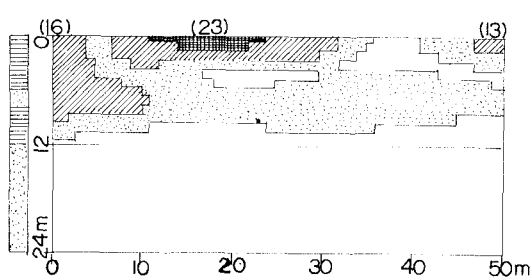


図-6. 最大加速度分布(加振点=中間層上端)  
(厚22mの硬質中間層が存在する場合)

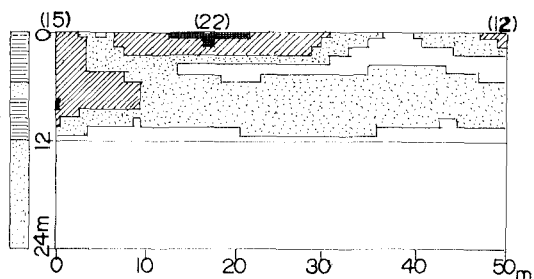
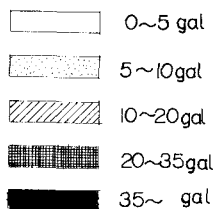


図-7. 最大加速度分布(加振点=中間層下端)  
(厚22mの硬質中間層が存在する場合)



(最大加速度分布の表示)

(謝辞) 本研究は文部省科学研究費の補助金(奨励研究(A))を受けたものである。

(参考文献) ① 小林(1975) "建設における地盤振動の影響と防止"

② Lysmer, J. et al. (1972) "A Finite element method for Seismology" Methods in Computational Physics, pp181~215

③ 佐々木他(1981) "高周波杭打振動の地中伝播に関するFEM解析" 第16回土質工学会年会要旨集, pp1281~1285