

1. まえがき 機械が運転時に強力な衝撃加振力を発生する場合、周辺地盤中へ放射される振動が公害として問題となることがある。このような振動の予測あるいは防止を図る上で必要とされる、実用的な地盤振動の発生・伝搬モデルを得るべく、前報¹⁾において半無限地盤モデルを用い、機械基礎-地盤系の衝撃振動応答を調べた。本報告では、前報と同じ目的で層状地盤モデルを用いた同様な実験を行い、前報の結果と比較、検討することにより、衝撃振動の発生・伝搬特性に及ぼす地盤の成層構造の影響を調べた結果を述べる。

2. 実験方法 実験方法は前報に示すものと同じであるが、対象とした地盤モデルはFig.1(a)に示すような成層構造のものである。同モデルはシリコンゴム製でポアソン比 ν は0.5、密度 ρ は表層部 0.98g/cm^3 、下層部 1.53g/cm^3 、図中の V_s 、 h は各々媒質の横波速度、減衰定数である。なお、同図(b)は前報で対象とした半無限地盤モデルの概要で、 $\nu=0.5$ 、 $\rho=0.98\text{g/cm}^3$ である。模型基礎は半径が3cm、PU等を含めた質量が110g、185g、330gの3種類とした。いずれも表面に設置し、基礎に取付けた力センサーを垂直方向に打撃することにより得られる基礎及び地盤モデル表面の加速度応答を測定した。

3. 結果と考察 Fig.2に衝撃力と基礎の応答を示す。衝撃力作用中の基礎の応答は、半無限、層状モデル共にほぼ同じであるが、打撃後の自由減衰振動部については顕著な差があり、層状モデルの減衰が遅い。これは層状モデルの場合、基礎のみかけ上の減衰係数が低周波数域で小さくなる現象²⁾と対応している。Fig.3は、Fig.2に示す加振力(瞬時最大値 $f_0=18\text{N}$)に対し、基礎質量 m を変えた場合の基礎の加速度応答の瞬時最大値 α_0 を示す。層状モデルの α_0 は半無限モデルのそれと概略一致し、前報で指摘のように、質量に支配される。

Fig.4は、波動の伝搬の様子を示し、右の数字は加速度の瞬時最大値 α_0 である。図中の○印(基礎中心からの距離 $r=7\sim 16\text{cm}$)に示すように、表層部の底面からと考えられる反射波が明瞭に認められる領域があり反射波到達前の波形は半無限モデルの結果とほぼ一致している¹⁾。さらに r が大きくなると、信号の時間幅が広がり、波形も全く違ったものになるが、 α_0 は r に関係なく両者共大略同じ値となる(Fig.5参照)点に注意したい。Fig.5は $r=50\text{cm}$ における波形とそのスペクトルである。スペクトル中の約83Hzのピークは、打撃後の基礎の自由減衰振動の周波数(f_0 Hz)と一致する。このピークは、 r が大きくなる程顕著に認められるようになるが、スペクトルはこの部分より高周波数域では半無限モデルのスペクトルと大略似ている。また、スペクトル成分が低周波域で極度に小さくなっているのは、成層構造地盤特有の現象であり、定常振動の結果²⁾とよく対応している。なお、同図の時系列データ中の60~90msの成分のみを残すような適当な窓関数処理を施し、そのスペクトルを求めると図中の鎖線のように80Hz近辺に幅広いピークを示す。この周波数はレイリー波の基本モードのエアリー相と一致するが、この成分は後続位相として $r=30\text{cm}$ 付近から認められる(Fig.4参照)。図示していないが、 $m=110\text{g}$ の場合 $f_0=71\text{Hz}$ で、エアリー相に近いためか、80Hzの後続位相部分が顕著に認められた。

つぎにFig.6は、層状モデルに対し、速度比10倍、加速度比1倍、長さ比100倍、質量比 1.3×10^6 倍の相似比を仮定した実規模の地盤($V_{s1}=110\text{m/s}$ 、 $\rho_1=1.3\text{g/cm}^3$ 、 $V_{s2}=320\text{m/s}$ 、 $\rho_2=2.0\text{g/cm}^3$ 、 $H=7\text{m}$)を想定して求めた振動レベル(VL)の距離減衰傾向を示す。半無限モデルと層状モデルを比較すると、以下の指摘がなされる。(I)基礎近くの領域では両者に大きな差はないが、これは表層部底面からの反射波の顕著でない領域に限られる。(II)大略 $r=10\sim 30\text{cm}$ の領域で層状モデルのVLが5~8dB大きく表われている。(III)VLの距離に対する減衰量は遠方の領域で層状モデルの方が大きく、低周波数域における定常振動の距離減衰傾向²⁾と対応している。(IV)基礎質量の地盤振動の抑制効果は、 r 大の領域を除けば、層状モデルの方が大きくなる。

Fig.7は、Fig.5に示す2つの波動を入力としたVLの時刻歴応答を示している。但し時間軸等は前述の相似比に従った実規模地盤に対応させている。VLの応答値は、0.8秒以後のエアリー相を主成分とする波動の到達まで両者の差は小さく、その到達により約4dB増加している。

4. あとがき 層状地盤モデル表面で観察される波動のスペクトルは半無限地盤モデルのスペクトルに基礎の自由減衰振動に伴う成分が上乘せされた形を示し、 r 大の領域ではこの成分が卓越する。一方、時刻歴応答の

振幅は、半無限地盤のそれと概略同程度で、波動の時間幅が広がっている。層状地盤に適用可能な実用的伝搬モデルの開発には、これらの点がヒントになろう。

文献 1) 二井；土木学会論文集No.380/ I-7、1987、2) 二井；土木学会全国大会年講 I p.735、1986.

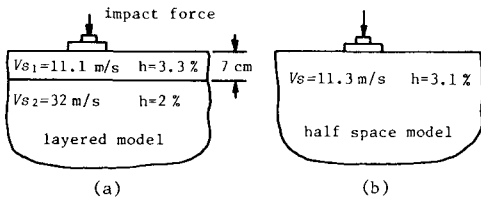


Fig. 1 Layered and halfspace model

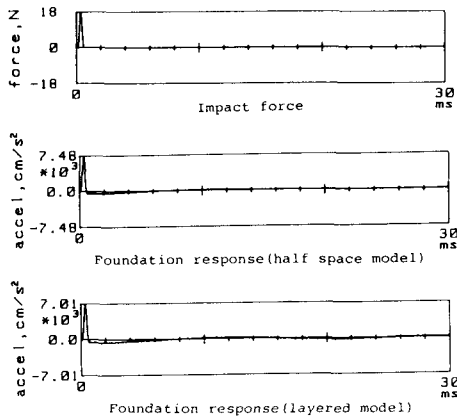


Fig. 2 Foundation response (m=185 g)

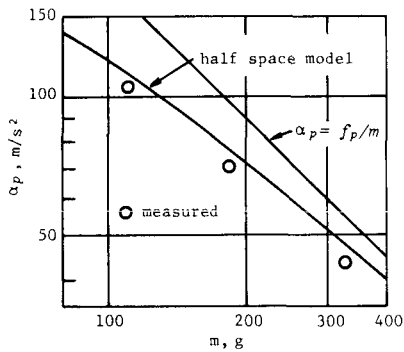


Fig. 3 Foundation response

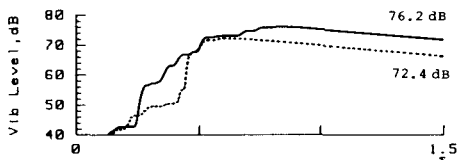


Fig. 7 Response of VL (m=185 g)

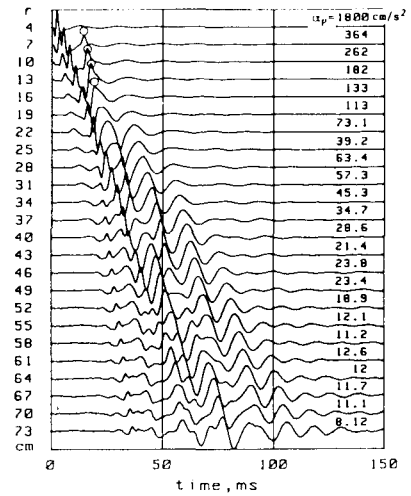


Fig. 4 Propagating waves (m=185 g)

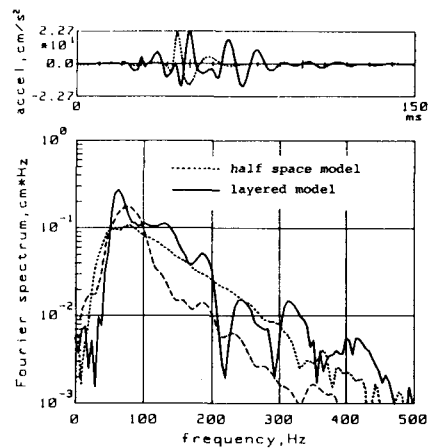


Fig. 5 The waves at r=50 cm and its spectra

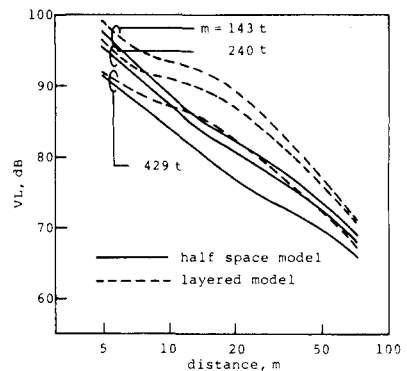


Fig. 6 VL vs. distance