

1. まえがき

地表振源から生じた地盤振動問題を検討する際、振源の周波数を簡単に変えられる起振機を用いた実験がしばしば行われる。この起振機振源を連続正弦波でモデル化し地盤振動のシミュレーションを行った結果、地表の振動振幅は複雑な距離減衰をすることがわかった。¹⁾ ここでは、起振機の加振方向、およびその基礎の構造が異なる場合の周辺地盤での振動特性について報告する。

2. 実験概要

実験は、東京大学生産技術研究所千葉実験所内で、異なる二つの基礎を用いて行った。Fig.1 に実験(CASE1, CASE2)の概要を示す。CASE 1では、直径約0.8m、高さ0.2mのコンクリート(重量約 260Kg)基礎を地表に設置し、これに最大起振力0.5t(5~15Hz)の起振機を載せ上下加振し、さらに基礎の重量を変化(同様に作ったコンクリート板を二~四段に重ねた)させた。地表に8つの測点を設け上下成分を主に測定し、10.5mと30.5mの二点では水平二成分を加え同時三成分観測を行った。CASE 2では構造物の基礎(深

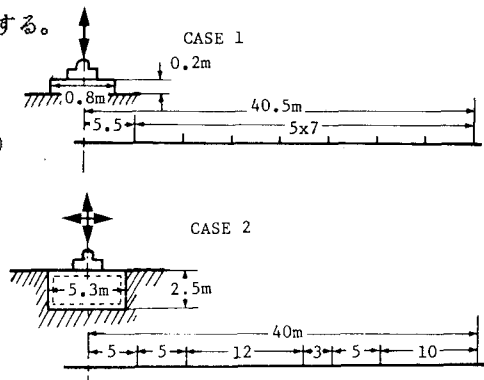


Fig.1 実験の概要

さ2.5m、一辺約2.2mの正八角形)に最大起振力3t(1~20Hz)の起振機を載せ上下および水平方向に加振させ、地表に6つの測点を設け上下・水平(測線方向)方向同時観測を行った。地盤は概略地表面下約5mまでローム層、その下3~4mが凝灰質粘土層、さらにその下が砂層となっている。PS検層によると、地表から5mまでは、P波速度はCASE1,2とも $V_{p1}=350\text{m/s}$ 、5~24mでは $V_{p2}=520\text{m/s}$ 、であるが、S波速度はCASE1で $V_{s1}=140\text{m/s}$ 、 $V_{s2}=320\text{m/s}$ 、CASE2では $V_{s1}=130\text{m/s}$ 、 $V_{s2}=230\text{m/s}$ となっている。

3. 実験結果

起振機加振による地盤振動を問題にする場合、加振時の基礎の振動モードおよび加速度の大きさを外力とみなす必要がある。ここでは、加振モーメントを一定にしているため、周波数が高くなると一般的に加速度

は大きくなる。CASE 2については基礎の共振曲線が得られており、²⁾ 基礎の加速度の大きさはこれに起振力を乗じれば得られる。CASE 1、CASE 2の上下加振およびCASE 2の水平加振で得られた上下成分の速度振幅距離減衰をFig.2~4に示す。また、これら図中の点線は同実験所内で得られた地盤の内部減衰係数³⁾による振幅の距離減衰曲線を示す。Fig.2の10~12Hzは25.5m、Fig.3の10~12Hzでは22m付近で急激に振幅が小さくなっているが、これを除くと振幅の距離減衰傾向は点線にほぼ一致している。Fig.4の11~13Hzの基礎近傍の振幅は、Fig.3と同じ加振モーメントで加振したにもかかわらず上

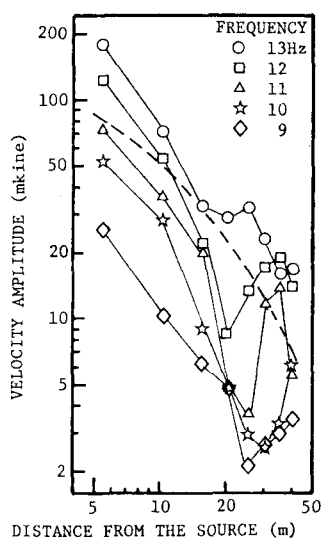
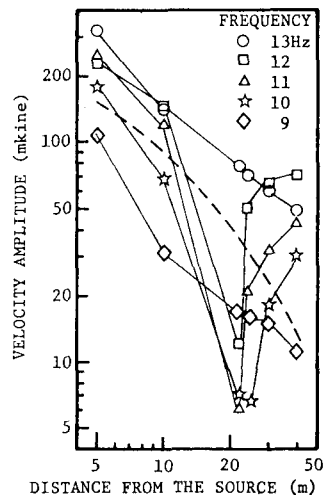


Fig.2 振幅の距離減衰 (CASE 1)

Fig.3 振幅の距離減衰
(CASE2上下加振)

下加振より大きい。これは水平加振により基礎がロッキングを起こし、上下成分が大きくなったのが原因と考えられる。

Fig.5 は、CASE 2による上下加振（白ヌキ印）および水平加振（黒印）の水平／上下成分の振幅比を示す。水平／上下成分の振幅比は、例えばポアソン比 $\nu=0.25$ の半無限弾性地盤でのレイリ波の振幅比（水平／上下）は約 0.7として知られている。また、一般に地盤振動問題では水平成分の振幅にはあまり注目されていない。しかし、これをみると大部分の測点で振幅比が1以上となっており、上下成分の振幅に比べ水平成分の振幅が無視できない結果を示している。

4. 考察

Fig.2 と Fig.3 の10~12Hzの周波数で振幅が極めて小さくなる場所がある。例えば、CASE 1で加振周波数が11Hzの測定波形は、20.5mと30.5mの地点では加振周波数と同じ波形が測定されるが、25.5m地点では測定時に地震計の作動を確認したにもかかわらず、加振周波数の成分の極めて弱い波形が得られている。この現象は、表面を伝わる波と下層との境界を伝わってくる屈折波とが、ほぼ同じ振幅を持ち、その位相差が加振周波数の半周期分ずれて合成されると仮定すると説明できる。

ところで、表面を伝わる波形群は群速度で伝播することが実験でたしかめられている。⁴⁾ これをもとに、各ケースの地盤での分散曲線を求め、群速度で伝わる波とS波速度構造で伝わる屈折波とが半周期の位相差で重なる地点を求めたのがFig.6である。この図は、CASE1,2で振幅が小さくなる地点を定性的に説明している（CASE 2では基礎の規模を考慮し、基礎外端からの距離に置き換える必要がある）。しかし、13Hzでは極端な振幅極小点はみられない。これは、この成分がCASE1,2の地盤で卓越するレイリー波に相当し、表面を伝わる成分に支配されるのが原因と考えられる。すなわち、振幅の距離減衰で極小点が表われる現象は、表面波の分散性状に関係するものと考えられる。

5. あとがき

起振機の加振方向、および基礎の構造が違った場合、周辺地盤での振幅が小さくなる現象が表面波の群速度伝播とS波速度地盤構造の屈折波によって説明でき、また、地盤振動問題では、一般的に水平成分はあまり注目されていないが、その振幅の大きさは無視できないことがわかった。これらの結果については今後さらに系統的な検討が必要である。なお、CASE 1は振動予測検討会（環境庁）の座長である田村重四郎教授（東大生研）、片山恒雄教授（東大生研）の御協力を得て行い、またCASE 2では東大生研 佐藤暢彦助手、米田護技官に多大な協力を得て行ったものである。ここに記して深甚なる謝意を表する。

（参考文献） 1)大保・片山：土木学会論文報告集、昭和58年 7月、 2)佐藤・大保・片山：第38回年次学術講演概要集I、昭和58年、 3)大保：第34回年次学術講演概要集I—272、昭和54年、 4)大保：第35回年次演概要集I—255、昭和55年

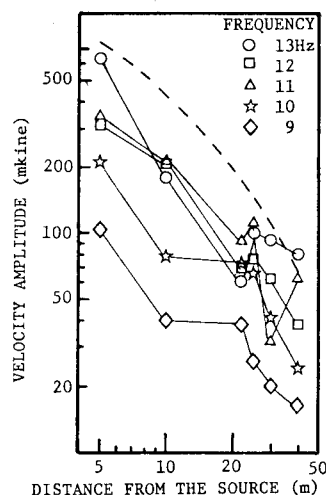


Fig.4 振幅の距離減衰
(CASE2水平加振)

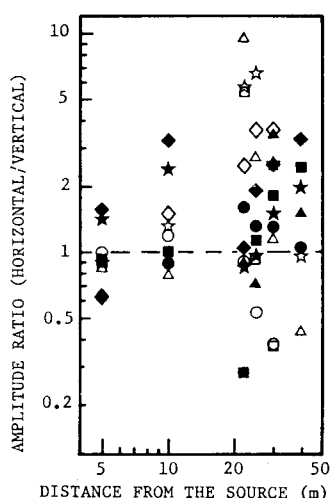


Fig.5 水平／上下動振幅比
(CASE2水平、下加振)

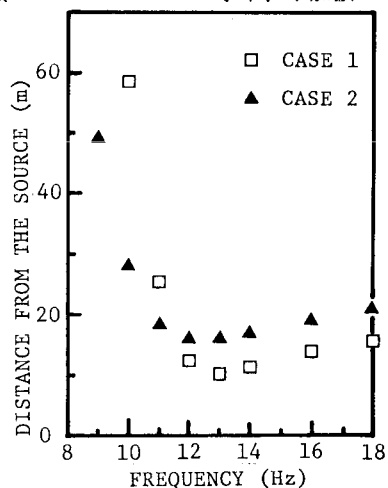


Fig.6 屈折法で得られた振幅の極小点