

東京大学生産技術研究所 ○正員 大保直人
 基礎地盤コンサルタンツ(株) 中村嘉博
 東京大学生産技術研究所 正員 田村重四郎
 東京大学生産技術研究所 正員 片山恒雄

1. まえがき 解析的に波動伝播性状が明確なモデルの数値計算結果からその有効性が確認されている計算法(『等価質点系モデル法』(1))で、野外実験の実測波形のシミュレーションを行って得られた結果およびこの計算法の可能性について報告する。

2. 実験概要と結果 実験は、ローム層が厚い成層地盤(CASE 1:東京大学生産技術研究所千葉実験所内)とローム盛土された地盤の表層が良く締まっている地盤(CASE 2:静岡県沼津市の小学校グラウンド)で行った。図-1は、各実験(CASE 1,2)の測点配置の概要を示す。CASE 1では地表に12個の測点を設け、特に5,10,15m地点では深さ1,5,10mに地中測点を設けた。なお、この地中部の測定には高密度アレー観測システム(2)の一部を使用した。CASE 2では地表のみに7つの測点を設けた。同一の外力(重さ30kgの鋼球を高さ0.9mから落下)を振源に用い、周辺地盤で上下動成分の加速度波形を測定した。CASE 2の地盤は地表から2mまでローム盛土層、その下に2m厚さの腐植土とシルト、さらに砂レキ層となっており、表層約0.6mはよく締まっている。CASE 1の地盤については、文献(2)を参照してもらいたい。

図-2,3には、二つの実験で得られた波形の一例を示す。各地点の波形の振幅は基準化されているため、振幅の大きさは相互に比較できない。CASE 2の波形(図-3)は、CASE 1に比べかなり長い周期成分を含んでいる。これは、薄くて堅い表層のたわみ振動の性状と考えられる。

3. シミュレーションの概要と結果 S-1はCASE 1をS-2はCASE 2の地盤をモデル化したものであり、計算に用いた条件をまとめて表-1に示す。CASE 2の各地盤のP波速度はkmのオーダー(カッコ内の数値)であり、この値を用いて計算を行うには時間間隔を極めて小さくしなければならないため、地盤のポアソン比を0.25と仮定し、S波速度をもとにP波速度を設定した。なお、この計算では、外力の関数を $P(t,x)=F(t) \cdot G(x)$ とし、 $F(t) = \sin(2\pi ft) - \sin(4\pi ft)/2$ $|t| \leq 1/f$ 、 $G(x) = (1 + \cos(2\pi fx/V))/2$ $|x| \leq V/2f$ を仮定した。ここで、Vは表層のS波速度であり、fは20Hzとした。

S-1,2で得られた計算波形を図-4,5にそれぞれ示す。これらの波形の時間軸は、図-2,3と同一の大きさにしてあるが、実測波形の振源における振動発生時刻が不明であるため、計算波形との比較に際しては時間軸を移動させる必要がある。両者の結果には、主要動の到達時間、波形形状および波形の周期等に関して大局的に良好な一致が見られる。特に、CASE 2では、地盤のS波速度と層厚には実地盤の情報を用い、地盤のポアソン比を0.25と仮定して計算した結果が実測波形とよい対応が得られたことは興味ある。

図-6は実測の加速度振幅の距離減衰と、計算で求められた振幅の距離減衰を示す。計算値は、振源から3m地点の実測値で基準化して示してある。なお、内部減衰係数は $\alpha = 2\pi f/VQ$ とした。ここで、fは卓越周波数、ローム地盤のQは10とした。

4. あとがき ここに示した計算結果は二例にすぎないが、実測データのかなりの部分をシミュレートしていると考えられる。今後さらに系統的な計算を行い、計算法の可能性を明らかにしたい。これらの実測データは、振動予測検討会(環境庁)で行われたものを使用させていただいたものであり、ここに記して深甚なる謝意を表す。

(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・片山: 生産研究、Vol.35、No.9、昭和58年9月

表-1 計算モデルの条件

計算モデル		S - 1				S - 2			
層数		3				5			
地盤モデル	1	Vp	Vs	H	ρ	Vp	Vs	H	ρ
	2	320.0	110.0	5.0	1.35	242.5	140.0	0.6	1.4
	3	550.0	320.0	5.0	1.5	155.9	90.0	5.4	1.35
	4	550.0	320.0		1.7	398.4	230.0	2.1	1.35
	5					467.7	270.0	3.9	1.5
地盤間隙		0.5				0.3 (in)			
時間間隔		0.00085				0.0005 (sec)			
計算ステップ		901				2048			

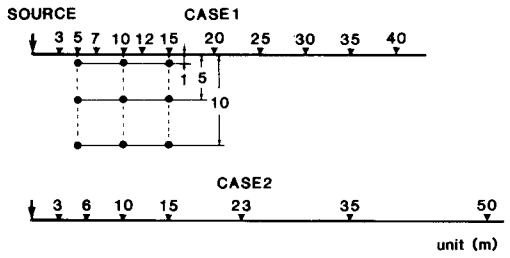


図-1 実験の測点概要

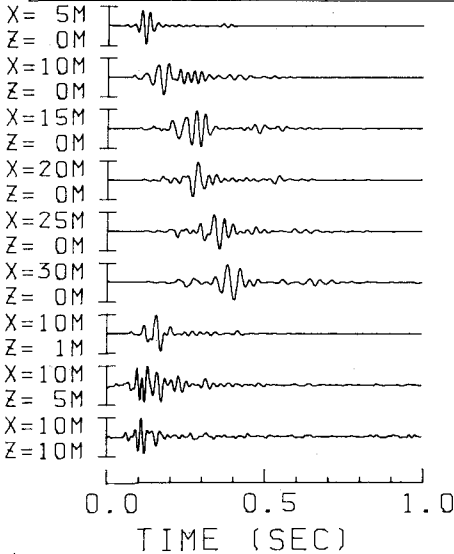


図-2 CASE 1で得られた実測波形

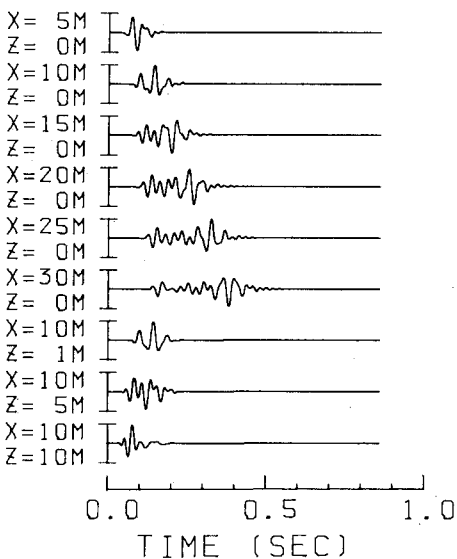


図-4 S-1 モデルで得られた計算波形

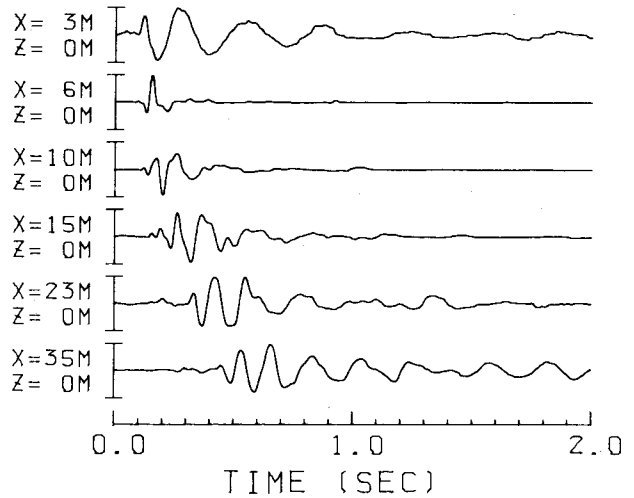


図-3 CASE 2で得られた実測波形

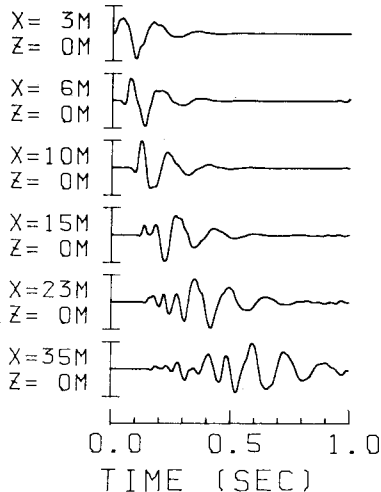


図-5 S-2 モデルで得られた計算波形

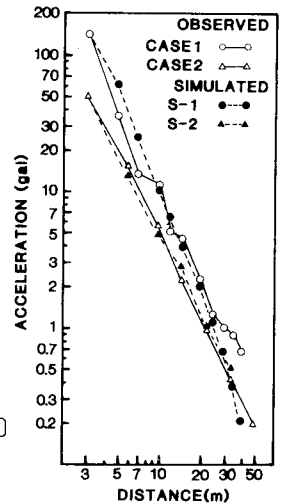


図-6 振幅の距離減衰表