

立命館大学理工学部 正員 早川 清
 同 上 正員 島山直隆
 立命館大学大学院 学生員 北村弘和

1. はじめに 層構造を有する地盤内での波動の伝播特性に関しては、地震時における地層の硬軟、厚さ、地震波特性と建物被害との関係など、耐震工学上重要な問題として多大なる研究成果が蓄積されてきている。一方著者等の経験によると、地表面上の人工的振動源がかなり遠方にあるにもかかわらず、家屋まで伝播し振動による苦情が発生している。この事例では地表面付近の成層構造が、中間部に軟弱な層を有しており、上下層の地盤を構成する振動的インピーダンスの違いにより、遠方の工場による振動が入射して来るこの層内で反射をくり返すことから、振動エネルギーが減衰することなく遠距離まで伝播されたものと推定された。本報告ではこの現象を説明するための一方法として、室内模型実験と若干の数値計算により検討を行った。一般に地表面付近の成層構造は非常に複雑であると考えられるが、ここでは簡単のために3層の平行層を設定し、差分法を応用した質点モデル法によって数値実験を行った。今回は数値実験の結果について述べる。

2. 数値実験の方法および計算条件 対象地盤は2次元弾性体としたが、この場合の運動方程式の展開方法は既に発表した方法と同様であり、ここでは省略した。¹⁾ 計算条件は自由表面においては質量を $1/2$ 、鉛直方向のバネ定数を $1/2$ とした。上下成層の境界面においては両層の質量を同じとし、境界面のバネ定数は両層内のバネ定数の平均値と考えた。加振条件は地盤の自由表面上に正弦波状の揺動方向変位を与える場合と、 α 2層(軟弱層)の中間部において円状変位を与える場合の2通りとした。 α 1層の層厚 5 m 、縦波速度 $V_{P1} = 800\text{ m/s}$ 、横波速度 $V_{S1} = 400\text{ m/s}$ 、 α 2層の層厚 6 m 、縦波速度 $V_{P2} = 400\text{ m/s}$ 、横波速度 $V_{S2} = 200\text{ m/s}$ とし、 α 1層と α 3層は同一の媒質とした。メッシュ間隔は鉛直、水平両方向ともに 2 m とし、加振周期は 0.05 sec 、計算時間間隔で 0.0125 sec で計算を行った。本計算の段階では地盤を半無限弾性体としたので、特に下部に境界をもうけていない。計算時間の最大値は 50 m までとした。

3. 計算結果

(1) 地表面上の一点に正弦波状の加振を与える場合の変位分布図の一例を図-1に、 α 2層の中間部において円状の加振を与える場合の変位分布図の一例を図-2にそれぞれ示した。やや不明瞭ではあるが、地表面上から α 2層に入射した波動が α 3層との境界面で反射した波動と合成され、変位の増大する様子が知られる。一方、 α 2層を加振した場合の変位分布は、上下層への透過波の存在も見られるが、 α 2層中の水平方向の変位成分が大きいのが特徴的である。

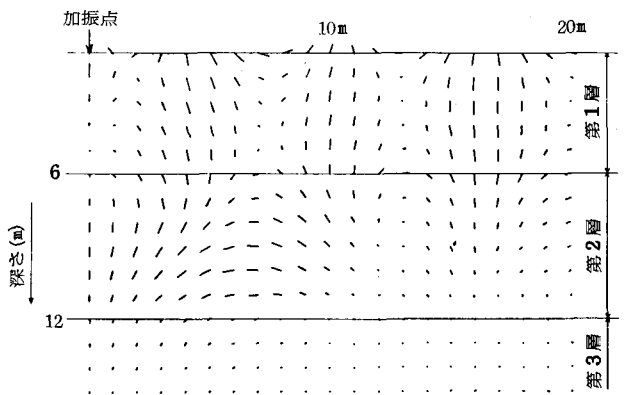


図-1 変位分布図(計算時間0.575秒)

(2) 図-3は加振点が地表面上にある場合、加振点より 10 m 地点における計算波形を深さごとに示したものである。 α 2層中における変位の増大は上下方向ではそれほど顕著ではないが、水平方向の変位は入射波の最大振幅の2倍程度に増幅される傾向が見られる。図-4は同様に α 2層の中央部を円状加振した場合、加振点より 10 m 地点における計算波形を示している。この場合は地表面上の加振の場合の結果と相違しており、上下方向、

水平方向ともに軟弱層中での変位の増大はほとんどない。これは3層の下部に波動を吸収するような境界を考えたが、側方にも半無限地盤を考えたため、計算時間が充分でなく、波動が20m以上には伝播していないので、今後検討の余地がある。

(3) 図-5は深さ方向の変位分布の代表例を加振点より10m地点の結果で示したものである。実線は水平方向を、点線は上下方向の変位分布である。

4. まとめ 地表面付近に軟弱層をはさむ層構成の地盤を考え、質点モデル法によって若干の数値計算を行って、軟弱層内での振動エネルギーの保存性について検討した。計算容量の関係から、比較的振動源の近傍での変位増大の傾向を示すに止まった。今後、底部、側方に境界を施した場合についても計算を進めていくつもりである。

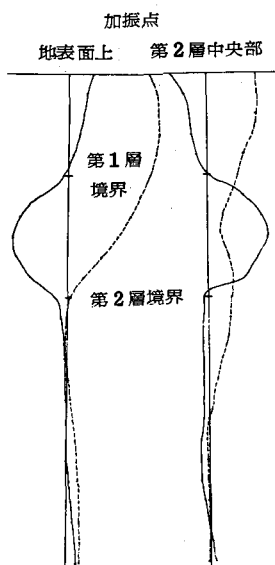


図-5 深さ方向の変位分布

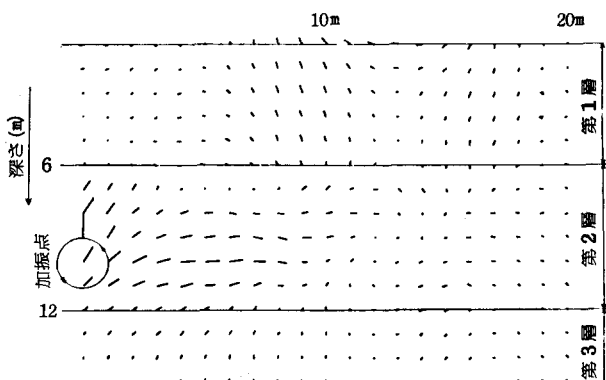


図-2 変位分布図(計算時間0.575秒)

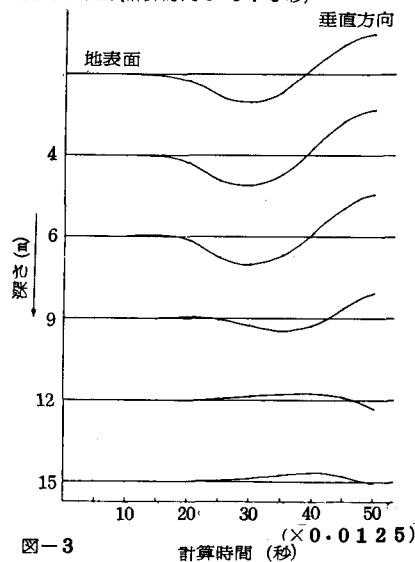
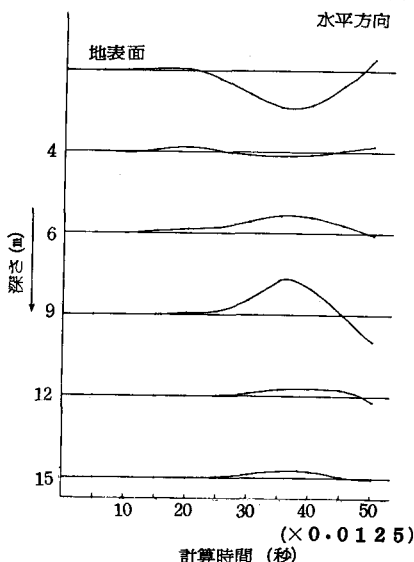


図-3 計算時間(秒) (x0.0125)

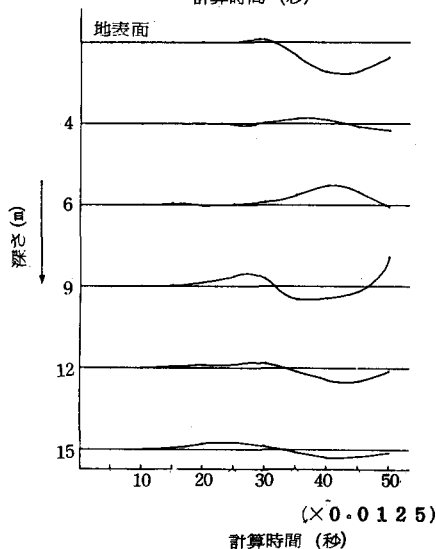


図-4

計算時間(秒)

(参考文献) 1) 北村・早川・島山; 質点モデル法による地盤振動の遮断に関する若干の計算例について, 昭和57年度土木学会関西支部年次学術講演概要