

東京大学生産技術研究所 正員○大保直人

東京大学生産技術研究所 正員 片山恒雄

1. まえがき 地表に作用した外力から発生する地盤振動の解析に有効な計算法（「等価質点系モデル法」(EMSM)¹⁾）を提案し、これまでにこれを用いて理想地盤モデルで発生する地盤振動の伝播について検討してきた。この計算法が実現象をどの程度シミュレートできるかを検討するために、比較的単純な成層地盤で実施された、鋼球落下実験の実測波形をシミュレートした結果について昨年発表した。²⁾ 今年にはさらに複雑な地形および地盤構造を持つ盛土道路から発生した地盤振動波形のシミュレーションを行った結果について報告する。

2. 実験概要および結果³⁾ 図-1は概略的な地形断面と測点配置を示す。実験地の地形条件により道路軸直角方向に長い測線を設けることが困難であったため、測線は道路軸に対し約50度の傾きを持っている。地盤（測点 8より遠い地点）の測点16~17の中間（振源から約 68m離れた）地点で行ったボーリングおよびPS検層によると、地表から約 9~10mは沖積世の未固結堆積物（有機物を含んだ細砂シルトまたは腐植土）で S波速度 (V_s) は地表から 7~8mまでが40m/s と極めて遅く、その下 1~2mでも65m/s となっており、この軟弱な沖積層の下にはN値50 ($V_s=200$ m/s) 以上の洪積層（成田層の上位砂層）がある。この盛土道路路面に人工段差を設置し、単一の車両を走行させ地盤振動を測定した。試験車が20km/sで走行し後輪により発生した上下動速度振幅波形の1例を図-2に示した。最大振幅の距離変化（図-3）には、地形および地盤構造の複雑さにともなう不規則な性状が見られる。

3. 計算モデルの概要 PS検層で得られた地盤情報と実測波形から推定できた伝播機構⁴⁾を参考に、盛土地盤の速度構造を図-4のようにモデル化した。各地盤の P波速度は、文献1)の結果を参考に決定した。⁴⁾ 単一車両の片方の車輪が人工段差を通過するとき、ごく近傍で得られた速度振幅波形が、
$$F(t) = \cos(2\pi ft) - \cos(4\pi ft)$$
の式でおおよそ近似出来たため、これを入力波形とした。地盤は1m間隔で細分化し、水平（x軸）および深さ（z軸）方向を91×91の節点数の二次元でモデル化した。

4. 計算結果 入力波形の周波数を $f=8\text{Hz}$ としたときに、計算で得られた速度振幅波形を図-5に示す。 $x=5\sim 34\text{m}$ 地点の波形の主要動の後に存在する振動成分は、上部盛土の幅を12m（実際の幅は30m）、振源をその中心（実際は中心から9m離れた地点）としてモデル化したため、上部盛土左端から反射してきた波動と考えられる。主要動の実測と計算波形を詳細に見ると、地盤部では位相の反転、あるいは地盤部の S波速度が小さいために起った伝播時間の遅れにともなう波形のずれが見られるが大局的には実測波形を良くシミュレートしている。計算で得られた振幅の大きさと、実測振幅の大きさを1対1には比較出来ないが、計算で得られた波形の最大振幅の距離変化を図-6に示した。 $x=51\text{m}$ 地点では、実測結果と同様に振幅の極大点が存在し、地盤構造の変化に伴う振幅の距離変化の傾向を良く再現している。

5. あとがき 数値計算で得られた結果をまとめると、1. 実測波形および地盤インピーダンスの違いと考えられる地盤振動振幅の変化を良くシミュレートしている。2. $x=42\sim 51\text{m}$ 地点の計算波形に最大振幅が現れる時間がやや遅くなっている。これは地盤の S波速度に実際より小さめの値を用いたためと考えられる。

今後、地盤情報が詳細に判っている地盤で実測された振動波形のシミュレーションを追加し、本計算法の汎用性を拡げていきたい。

（参考文献） 1) 大保・片山：土木学会論文報告集、第 335号、1983年 7月、 2) 大保・田村・中村・片山：土木学会第39回年次学術講演会講演概要集第1部、昭和59年10月、 3) 大保・片山・久保：土木学会第32回年次学術講演会講演概要集第1部、昭和52年10月、 4) 片山・大保：生研講習会テキスト、昭和53年

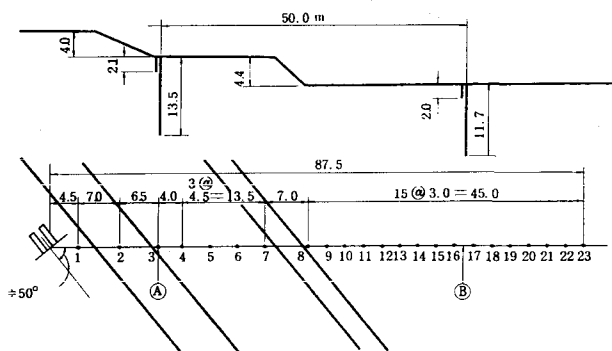


図-1 測点の配置

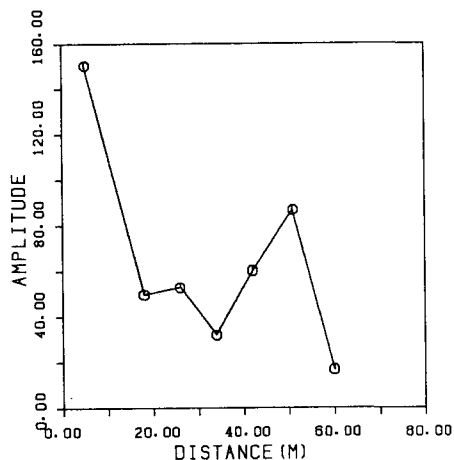


図-3 実験で得られた最大振幅の距離変化

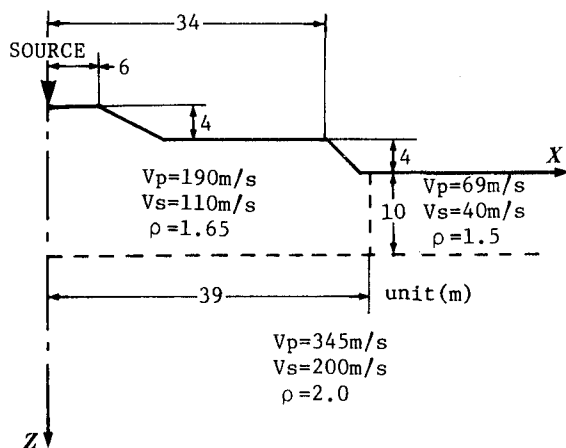


図-4 盛土地盤モデルと地盤諸元

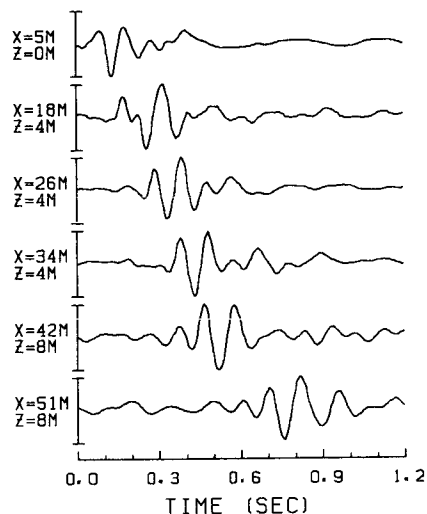


図-2 段差通過時の上下方向振動記録

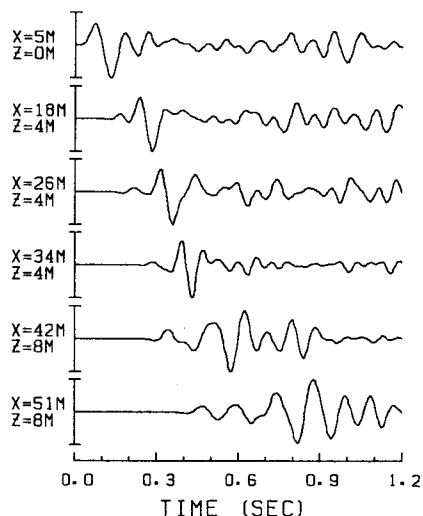


図-5 計算で得られた上下動波形

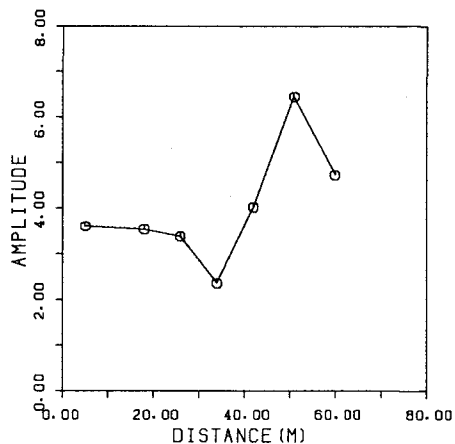


図-6 計算で得られた最大振幅の距離変化