

神戸大学工学部 正 ○ 北村 泰寿
東 急 建 設 井上 貴文

1. まえがき

実測データの統計処理に基づく距離減衰予測式がいくつか提案されているが、地層構成を考慮した振動予測手法は未だ確立されていない。本報では、振動の発生と伝播機構について適当なモデル化を行い、沿道の地盤振動を計算する手法を示し、併せて地層構成が道路交通振動に及ぼす影響を調べる。手法自体は本学会の年講¹⁾で既に発表しており、本報では地盤の多層性をシミュレーションに取り入れた点に特徴がある。

2. 解析手法の概要

道路の凹凸を通過する自動車の接地荷重の変動によって、沿道に地盤振動が発生する。解析手法の概要を図示すれば、図-1のようにまとめられる。

路面凹凸を $e^{i\omega t}$ として、図中の車両モデルの2自由度系を解けば、接地荷重 $P(\omega)$ が計算できる。これより、路面凹凸と接地荷重の間の伝達関数 $H_P(\omega)$ が求められる。ISO規格として与えられる路面凹凸のパワースペクトル密度 $S_R(\Omega)$ (Ω : 路面周波数) を車速で換算すれば、車両系への入力データ $S_R(\omega)$ (ω : 円振動数) が得られる。したがって、接地荷重のパワースペクトル密度 $S_P(\omega)$ は次式で表わされる。

$$S_P(\omega) = |H_P(\omega)|^2 \cdot S_R(\omega) \quad (1)$$

つぎに、波動の伝播速度に比べて車両の走行速度は十分小さいので、自動車を固定振源として取り扱い、測点に最接近した位置で加振していると考ええる。このとき、振源と測点間の伝達関数を $H_V(\omega)$ とすれば、測点の応答のパワースペクトル密度 $S_V(\omega)$ は、式(1)と組み合わせて、路面凹凸のパワースペクトル密度 $S_R(\omega)$ と次式のように関係づけられる。

$$S_V(\omega) = |H_V(\omega)|^2 \cdot |H_P(\omega)|^2 \cdot S_R(\omega) \quad (2)$$

上式のパワースペクトル密度から時系列を発生させれば、測点の応答 $V(t)$ をシミュレートできる。

前報¹⁾では地盤を半無限弾性体にモデル化したが、本報では現実的な地盤に近づけるため、振源と測点の間の伝達関数 $H_V(\omega)$ を多層地盤モデルに対するものに改良した。伝達関数 $H_V(\omega)$ の計算には、Kausel²⁾によって誘導された離散型解法に基づく薄層法加振解に、粘性境界を導入した解を利用する。

3. 計算結果および考察

路面状況はISO規格で「普通」と「悪」の境とし、車両側の条件は大型積載車の50 km/h 走行とする。

なお、ISOの路面規格と車両諸元については、前報¹⁾あるいは文献³⁾に記してあるので、紙面の都合上省略する。地盤モデルとしては、図-2に示す3種類の

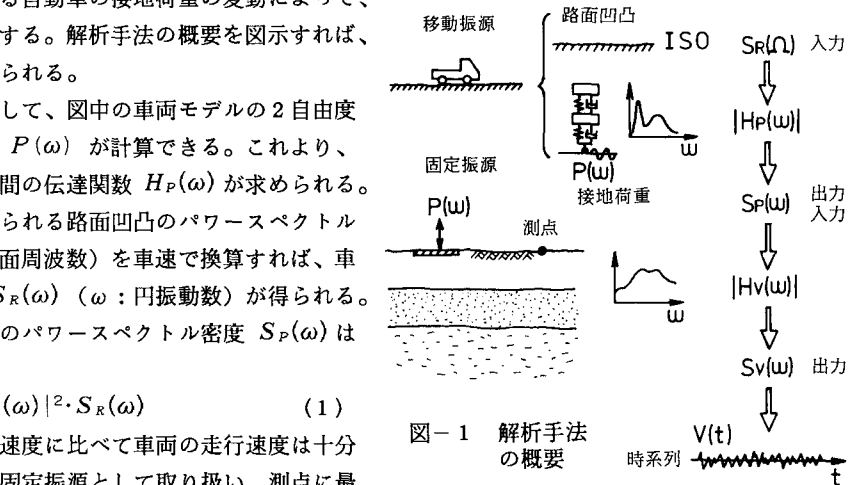


図-1 解析手法の概要

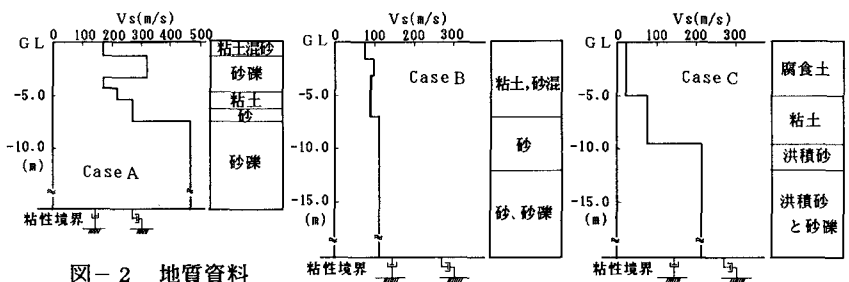


図-2 地質資料

地盤（Case A～C）を対象とする。Case BとCase Cは文献4）から引用したもので、文献ではCase Bは「軟弱な地盤」、Case Cは「極めて軟弱な地盤」と記されていることを付記しておく。

図-3は、道路端から20、30、50m地点における鉛直方向振動速度のパワースペクトルである。一般に、車両の各種振動特性の内、地盤振動に影響を及ぼすものはばね上振動とばね下振動で、前者の固有振動数は乗り心地問題より1～4 Hz程度、後者の固有振動数はタイヤ等の特性より8～15 Hz程度であると言われている。本報の車両モデルでは、ばね上振動数は2～3 Hz、ばね下振動数は12～13 Hzとなっている。一方、図は省略したが、振源と測点の間の伝達関数から判断して、Case BとCase Cの地盤の卓越振動数が低振動数域にある。これより、Case B、Cにおける2～3 Hzの顕著なピークは、車両のばね上振動数成分が地盤の固有振動特性によって増幅されたものと解釈できる。

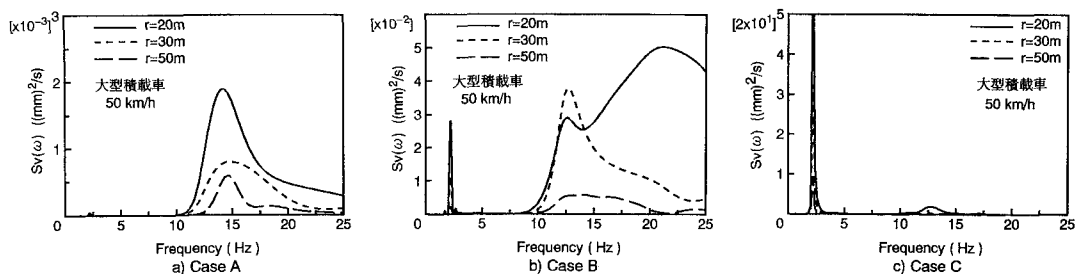


図-3 地盤振動速度のパワースペクトル（鉛直成分）

時系列の一例として、Case Aの道路端から20m地点の振動速度の時系列を図-4に示す。この時系列の発生に際しては、位相角に乱数を用いている。したがって、時系列から有用な情報を得るためには、多数回の試行を必要とする。

各地盤モデルに対して10回の試行を行い、地盤振動速度の距離減衰特性を調べたものが図-5である。同図には、係数を回帰分析によって求めた距離減衰式も併記してある。地表面に近い地盤が軟らかくなるほど振動値は大きくなる傾向にある。一方、指数項の減衰係数はそれほど極端に変わるものではないことがわかる。

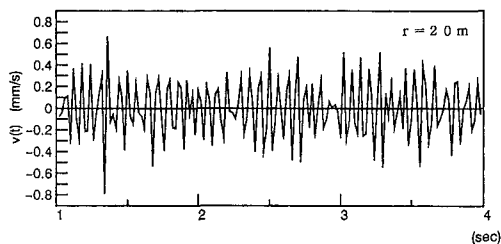


図-4 地盤振動速度の時系列

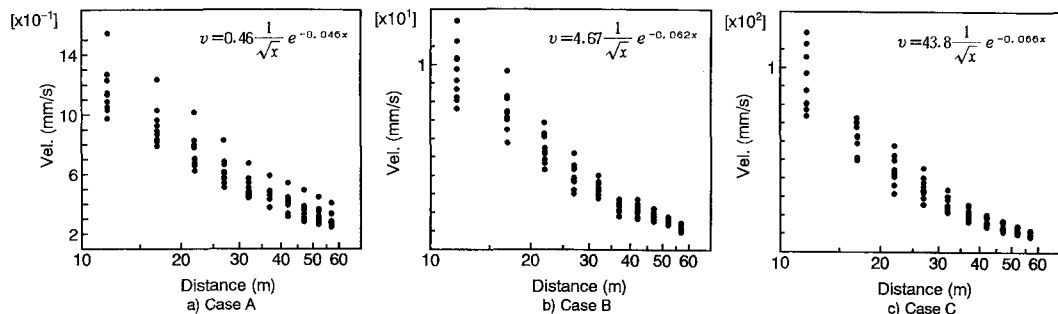


図-5 地盤振動速度の距離減衰

参考文献

- 1) 北村他：土木学会第31回年講，Ⅲ-160，1976。
- 2) Kausel, E: MIT Research Report R81-13, No. 699, 1981。
- 3) 北村他：土木学会論文報告集，第270号，1978。
- 4) 松岡：騒音制御，Vol. 3, No. 2, 1979。