

東北大学工学部 正 柳沢栄司

同 上 学 高橋秀通

同 上 学 鈴木秀雄

1. まえがき

近年、列車などの走行による地盤振動の影響が目されるようになってきた。しかし振動障害に対する対策はいまだ確立されているとはいえない。現状では振動源と対象との間に十分な距離をとり減衰の効果を期待することは無理が多いと思われる。対策としては振動源で振動自体を小さくするとか、伝播経路において遮断する等が考えられるが、本報告では地盤に加えらる振動荷重を周期荷重とみなし発泡スチロールなどを材料とするマットを埋設した場合と溝を掘った場合の2つの場合について振動軽減の効果を有限要素法による計算とモデル地盤を用いた模型実験の両方法で解析し、それらの結果をまとめたものである。

2. 有限要素法による解析

半無限地盤を図-1のように有限要素モデルでおきかえ、半無限の条件としてはライスマーの粘性境界を採用し、境界の各節点に速度成分に比例する反力を加えることとする。有限要素モデルの振動系の運動方程式は、各節点の変位ベクトルを $\{x\}$ とすれば

$$[M]\{\ddot{x}\} + [C]\{\dot{x}\} + [K]\{x\} = \{P\} \quad (1)$$

ここに $[M]$ は質量マトリクス、 $[C]$ は粘性減衰マトリクス、 $[K]$ は剛性マトリクス、 $\{P\}$ は外力ベクトルである。 $\{P\} = \{P_0\}e^{i\omega t}$ とすると、系の振動は短時間後に定常となり、 $\{x\} = \{u\}e^{i\omega t + \epsilon}$ となり、(1)式は最終的には

$$[R]\{\bar{u}\} = \{P_0\} \quad (2)$$

ここに、 $[R] = -\omega^2[M] + i\omega[C] + [K]$

$$\{\bar{u}\} = \{u\}e^{i\epsilon}$$

となり、 $\{\bar{u}\}$ は

$$\{\bar{u}\} = [R]^{-1}\{P_0\} \quad (3)$$

で求められる。

計算結果の一例は図-2に示してある。これは一様な地盤の表面の振幅 A_0 とマット及び溝のある場合の振幅 A との比を距離に対して示してある。

なお荷重条件としては点加振とし、軸対称問題として扱っている。

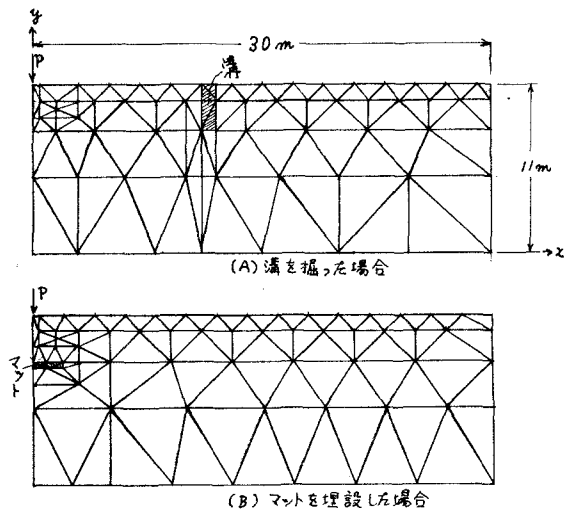


図-1 有限要素モデル

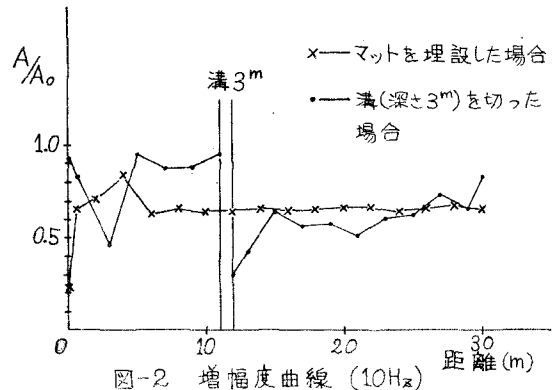


図-2 増幅度曲線 (10Hz)

3. 模型実験による解析

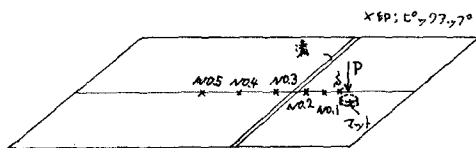


図-3 ピックアップの配置

の鉛直成分を記録した。

モデルの幾何学的縮尺を λ とすると、単位重量 γ 、せん断弾性係数 G 、振動数 f の原型との関係は次の通り

$$G_m = G_p \times \frac{\gamma_m}{\gamma_p} \lambda, \quad f_m = \frac{1}{\lambda} \times f_p \quad \text{ここに添字 } m, p \text{ はモデルと原型盤を意味するものである。}$$

G_m は S 波速度を測定して求めた。

実験結果の一例を図-4-5 に示す。図-4 は振動数をパラメータにして振源そばの振幅 A_s に対する比を示しており、図-5 は距離をパラメータにして一様地盤の場合の振幅 A_0 に対する比を示している。

4. まとめ

計算、実験の両方とも溝とマットの振動軽減の効果がかなりあることを示しているがその効果の表われ方には違いが見られる。マットを振源下に埋設した場合、高振動数の時は減少率は大きい、ある振動数以下時には逆に増幅する傾向が実験において見られた。また溝を掘った場合には、溝の手前において増幅し、溝を越えると減少するケースとが溝の前後一様に減少してしまうケースが見られたが、両者ともに言えることは溝を越してある程度離れると、溝のない場合と同じ程度になる傾向があるということである。一般的に言えることは高振動数の振動に対しては、マットと溝の両方が有効であるが、ある範囲の振動数に対しては各測点において効果が見られないということもあった。それ故に実際に施工する場合には、現地の振動の実態を事前調査し、それに基づいて計算や模型実験により最善の施工法を求めることが必要であると思われる。

実験装置としては縦 148 cm、横 77 cm、高さ 45 cm の実験槽に珪藻土、珪藻砂、水と地盤凝固剤から成る材料を約 300 l ほど入れ、寒天状に固め、表面に起振機を設置し、それより一直線状に測線を設け図-3 のように加速度ピックアップを配置した。起振機には、発振機より任意の振動数の正弦波を入力し、試料中を伝播する振動

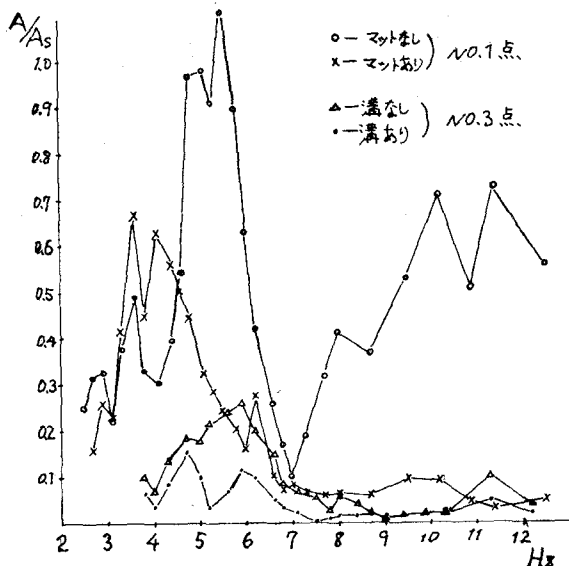


図-4 振動数と振幅比の関係

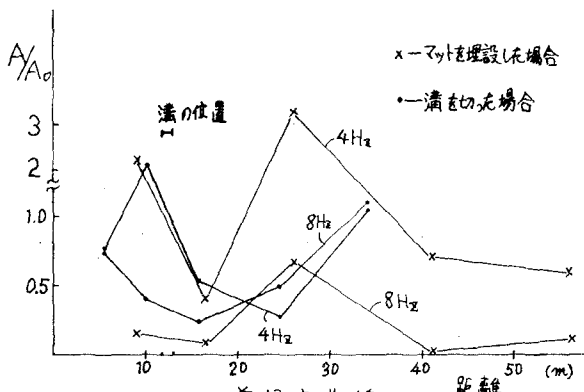


図-5 増幅度曲線

※ 参考文献； 1) 和漢彦司「地盤振動の遮断効果に関する基礎的研究」第8回土質工学研究発表会 S48.6 P613~616

2) Roy W. Clough, David Pirtz "Earthquake Resistance of Rock-Fill Dams" ASCE, Vol. 123, 1958 P792~816