

Ⅲ－30

盛土の地震被害機構に及ぼす地震動の
周波数特性の影響

日本大学工学部 学 ○松本 真一 正 中村 晋

1. はじめに

橋梁などの構造物に比べると盛土の被害は、小さな震動レベルの地震でも発生し、構造物よりはるかに広範囲におよんでいることが指摘されている。このことは、地震動の特性と地盤固有の震動特性が強く盛土の被害に影響を及ぼしていることを示している。その被害要因を明らかにするため、盛土地盤の被害機構を明らかにすることが重要である。

ここでは、1968 年十勝沖地震および 1994 年三陸はるか沖地震により被災した八戸北部の鉄道盛土の被害機構を明らかにするため、まず、常時微動測定結果および線形の地震応答解析に基づき地盤構造および地盤材料モデルの構築および盛土と支持地盤系の基本的な地盤震動特性の把握を行う。次に、2 つの異なる地震波に対して線形の地震応答解析を実施し、地震動特性の差異が盛土と支持地盤系の地震応答に及ぼす影響を把握する。最後に、初期応力解析をふまえた非線形地震応答解析を行い、盛土の被害機構を明らかにする。解析には有限要素法に基づく非線形地震応答解析コード「STADAS」を用いる。

2. 常時微動特性と解析モデル

図-1 に示す盛土横断面の 3 位置で水平(盛土直交方向)と鉛直速度成分の常時微動を 3 分間($\Delta t=0.01s$)計測した。時間 40.96 秒を 10 秒間隔で 10 個、余弦テーパウインドウを時間 filter とし用い抽出し、個々に Parzen ウインドウ(Band width:0.2Hz)を周波数 filter とし算出した水平・鉛直成分のフーリエスペクトル比の平均を法肩部(No.1)、盛土右側の水平地盤(No.3、以後自由地盤と呼ぶ)について図-2 に示す。さらに、自由地盤とその盛土位置より盛土に沿って 100m 程度南方で測定した微動による水平・鉛直スペクトル比の関係を図-3 に示す。これより、盛土右側の自由地盤はそのスペクトル比の卓越する 1.1 から 1.2Hz に固有周波数を有していると推定される。また、盛土とその支持地盤は、図-2 に示す No.1 位置のスペクトル比より、自由地盤より高周波数側で 1.4Hz から 3Hz の広帯域にて振動が卓越していることが分かる。

検討対象盛土に関する既往の地盤構造と地盤物性モデルをもとに、2 次元有限要素法を用いた自由地盤の成層モデルによる伝達関数と微動による H/V スペクトルの固有周波数が対応する様に地盤物性モデルの修正を実施した。表-1 に示す修正された地盤の物性モデルと自由地盤の構造に基づく 2 次元有限要素法より得られた伝達関数(1D-model)を図-4 に示す。さらに図-4 には、図-1 に示した土質構造に基づく図-5 に示す盛土と支持地盤の 2 次元有限モデル(2D-model)より得られる自由地盤位置の伝達関数を合わせて示す。2 次元モデルの伝達関数の 1 次固有周波数 1.45Hz は成層地盤モデルより高周波数側に認められ、微動より得られた盛土法肩位置の卓越周波数と対応している。また、図-1 より盛土振動の卓越する周波数は、その周波数から 4Hz 近傍まで広帯域であり、図-7 に示す 2 次元モデルによる盛土法肩部および No.2 位置における伝達関数と良く対応している。このことは、図-5、表-1 に示す有限要素および地盤物性モデルの妥当性を示している。また、No.2 と No.1 位置における伝達関数の類似性は、それら位置の振動が盛土部分の振動が盛土自体の振動というより、Ds 層の不整系性に起因に生じたものであることを示していると推定される。

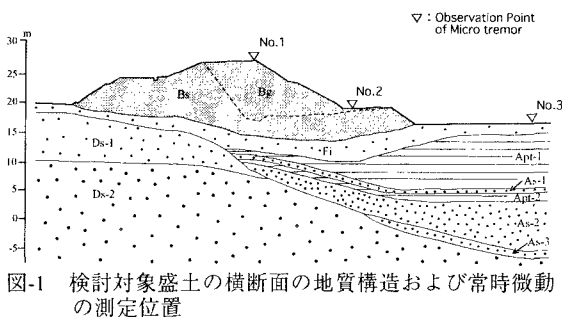
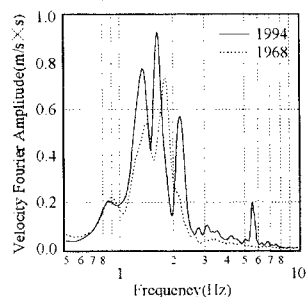
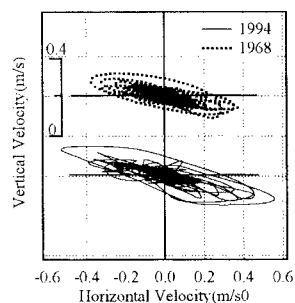
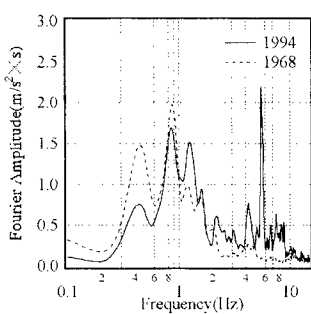
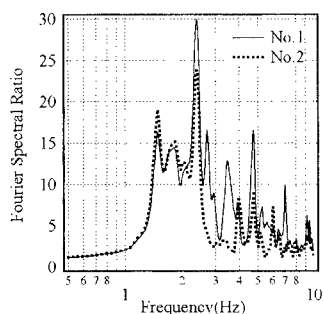
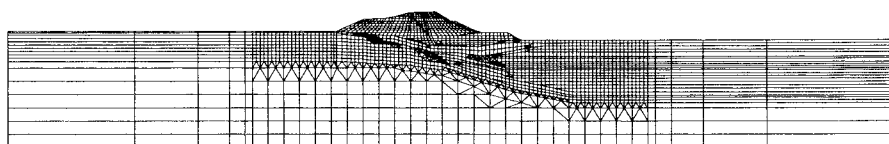
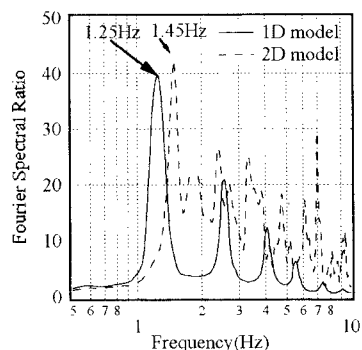
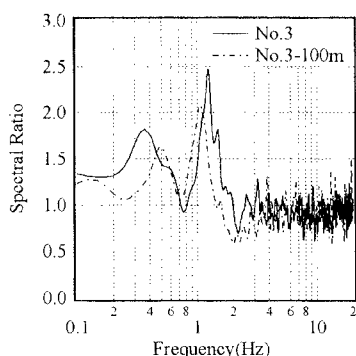
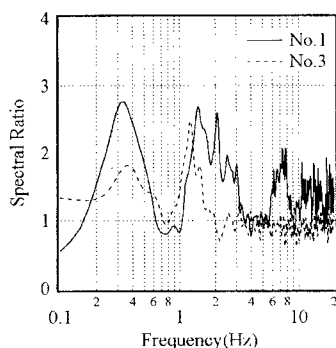


図-1 検討対象盛土の横断面の地質構造および常時微動の測定位置

表-1 地盤物性

地盤材料	$V_s(m/s)$	$\gamma_s(kN/m^3)$	ν
盛土材(Bg)	$121.7 \sigma_v^{0.04}$	19.62	0.49
盛土材(Bs)	$121.7 \sigma_v^{0.04}$	15.01	0.49
腐食材(Fi)	$70.0 \sigma_v^{0.25}$	17.15	0.49
洪積砂(Ds1)	160.0	17.66	0.49
ピート層(Apt1)	$21.0 \sigma_v^{0.549}$	11.18	0.49
沖積砂(As1)	$49.9 \sigma_v^{0.34}$	16.68	0.49
ピート層(Apt2)	$21.0 \sigma_v^{0.549}$	13.54	0.49
沖積砂(As2)	$49.9 \sigma_v^{0.34}$	16.68	0.49
沖積砂(As3)	230.0	18.64	0.49
基盤(Ds2)	340.0	19.62	0.49



3. 解析結果

八戸港で観測された 1994 年三陸はるか沖地震と 1968 年十勝沖地震の加速度記録の EW 成分を用いた逆増幅解析により得られたせん断波速度 300m/s 程度の層上面での時刻歴を入力波とし、図-5 に示す 2 次元有限要素モデルを用いた線形の地震応答解析を実施した。図-7 に入力波のフーリエスペクトル、図-8 に解析により得られた盛土法肩部の鉛直面内の速度成分のオービット、さらに図-9 にその水平成分のフーリエスペクトルを示す。1994 年三陸はるか沖地震による応答速度は、周波数 1 から 3Hz の入力波の周波数特性の差異に起因して、1968 年十勝沖地震よりも大きいことが分かる。

4. あとがき

1968 年および 1994 年の地震により被災した鉄道盛土の盛土部の振動は Ds 層の不整形性の影響を強く受け、2 つの地震動の周波数 1~3Hz における特性の差異が盛土の応答の差異に影響を及ぼしていることが明らかになった。非線形解析の結果は講演会時に発表を行う予定である。