

北海道開発局開発土木研究所 正会員 西川 純一 正会員 林 宏親 谷口啓二郎

北海道ウトナイ湖南部の軟弱地盤において液状化アレー観測が行われており<sup>1)~8)</sup>、1996 年には近接した道路盛土(以後、盛土)に地震計を設置し、地盤と盛土の同時地震観測を行っている<sup>9)</sup>。1997 年 2 月 20 日の浦河沖地震では地盤と盛土の地震動記録が観測されたため、この観測記録を用いて地盤-盛土構造物の二次元等価線形有限要素解析(以後、二次元動的解析)を行い、解析モデルと解析結果の妥当性を検討した。

解析は盛土断面方向について行った。図-1に二次元動的解析モデルを、図-2に解析パラメータを示す。これらは当該地点の測量結果や地盤調査結果に基づいて設定した。盛土形状が左右対称であることや検討対象地点に限れば地盤が水平成層と見なせることから、対称条件を用いて半断面を解析対象とした。盛土の地震計が設置されている地点では、盛土法尻に地盤改良(SCP)が行われているため、これを考慮した。

入力地震動は、1997 年 2 月 20 日の浦河沖地震の際に地盤の G.L.-35m の地震計で観測された地震動を、盛土断面方向に変換し、工学的基盤に相当する解析モデルの底面位置に入力地震波入力(E+F 入力)した。なお、検討対象とする振動数は 0Hz ～ 10Hz、有効ひずみ係数は 0.4 とした。表-1 に入力地震動と盛土で観測された最大加速度応答値を示す。

解析は等価線形化法で行ったが、入力地震動が小さいため、結果的に線形範囲での計算となった。図-3に観測記録と解析結果の入力地震動に対する盛土天端中央（地震計B）の伝達関数を比較して示す。観測記録の伝達関数はバンド幅0.2HzのParzenウィンドウで平滑化している。観測記録の伝達関数には1.5Hz、3.6Hz、5.9Hz付近に卓越が見られるのに対して、解析結果の伝達関数には1.4Hz、3.0Hz、5.5Hz付近に卓越が見られ、解析結果の方が卓越振動数が低い。しかし、地盤-盛土系の地震時挙動を大きく支配する1次の伝達特性については、解析結果は観測記録と概ね一致していると考えられる。

液状化アレー観測、地震時挙動、道路盛土、地震応答解析、卓越振動数

図 定 境 界  
図-1 二次元解析モデル

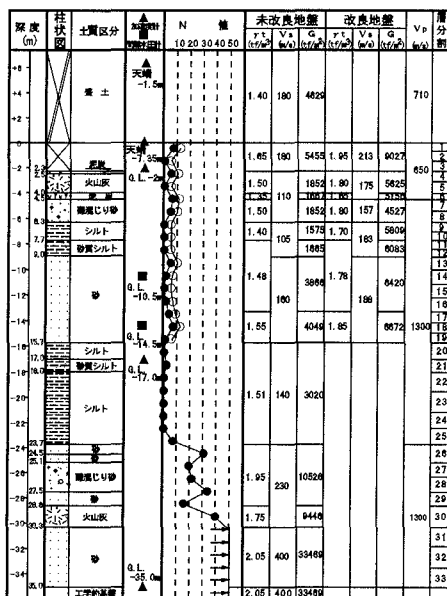


図-2 解析パラメータ

も同じことから、この範囲の振動数成分については盛土は剛体的な運動をすると考えられる。一方、解析結果もこの振動数範囲での増幅率は 1.0 程度であり観測記録と一致する。盛土の 1 次の卓越振動数は観測記録が 7.3Hz 程度、解析結果が 7.5Hz 程度であり概ね一致する。また、増幅率は観測記録の方が一部高いところがあるが全体的には一致しており、解析結果は盛土の伝達特性を概ね再現できていると考えられる。

図-5 に盛土天端中央での加速度時刻歴について観測記録と解析結果とを比較して示す。位相は観測記録と解析結果は概ね一致しているが、振幅は解析結果の方が過大に評価されている。特に 1.4Hz、3.0Hz 程度の波形にその傾向が顕著に現れている。これは図-3 に示すように、この振動数付近での伝達関数の増幅率が解析結果の方が大きいことに起因すると考えられる。

#### 4. 結論

液状化アレー観測地点の地盤と近接する道路盛土を対象に二次元動的解析を実施した。入力地震動が小さいため地盤および盛土の地震時挙動は線形範囲内であったが、地震時挙動に支配的な地盤-盛土系および盛土単体の 1 次の伝達特性については解析結果と観測記録は概ね一致した。しかし、地盤-盛土系の 2 次の卓越振動数に差異が見られ、より精度の高いモデルとするには地盤モデルや地盤物性等の検討が課題となる。

謝辞：地震観測にあたっては北海道開発局苫小牧道路事務所の関係各位に多大なるご協力をいただきました。ここに記して謝意を表します。

参考文献：1) 林 宏親：自動化された液状化観測システムの設置－高規格幹線道路日高自動車道（北海道）－、土と基礎、Vol.39, No.1, pp.117-118, 1991, 2) 小田島 大、能登 繁幸、林 宏親：火山灰地盤における間隙水圧計測システム、土木学会第 47 回年次学術講演会概要集第Ⅲ部門、pp.806-807, 1992, 3) 西川 純一、小田島 大、森 伸一郎、三輪 滋：1993 年釧路沖地震における液状化アレー観測、土と基礎、Vol.42, Ser.No.434, No.3, pp.57-62, 1994, 4) 西川 純一、小田島 大、森 伸一郎、三輪 滋、関 宝琪：苫小牧市の砂地盤における液状化アレー観測、第 9 回日本地震工学シンポジウム、pp.655-660, 1994, 5) 谷口 啓二郎、西川 純一、林 宏親、森 伸一郎、三輪 滋、池田 隆明：液状化アレー観測地点における近接道路盛土の影響、第 24 回地震工学研究発表会、pp.121-124, 1997, 6) 池田 隆明、森 伸一郎、三輪 滋、西川 純一、林 宏親、谷口 啓二郎：液状化アレー観測記録に対する等価線形法の適用性、第 24 回地震工学研究発表会、pp.125-128, 1997, 7) 谷口 啓二郎、西川 純一、林 宏親、池田 隆明、三輪 滋、森 伸一郎：液状化アレー観測における盛土形状の影響、第 33 回地震工学研究発表会、1998.7(投稿中)、8) 林 宏親、西川 純一、谷口 啓二郎、三輪 滋、池田 隆明、森 伸一郎：液状化アレー観測記録を用いた地盤の地震時挙動の検討、第 10 回日本地震工学シンポジウム、1998.12(投稿中)、9) 林 宏親、西川 純一、谷口 啓二郎：地盤および道路盛土におけるアレー観測、第 24 回地震工学研究発表会、pp.117-120, 1997

表-1 観測記録と解析結果の最大値

| 地震計 A (法面下 1.5m)    | 観測記録                 | 解析結果                 |
|---------------------|----------------------|----------------------|
| 地震計 B (天端中央下 1.5m)  | 7.4cm/s <sup>2</sup> | 8.1cm/s <sup>2</sup> |
| 地震計 C (天端中央下 7.35m) | 7.3cm/s <sup>2</sup> | 9.2cm/s <sup>2</sup> |
| 入力地震動 (G. L. -35m)  | 5.0cm/s <sup>2</sup> | 7.7cm/s <sup>2</sup> |
|                     | 2.9cm/s <sup>2</sup> |                      |

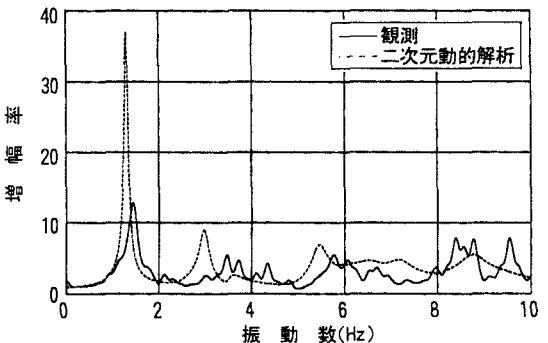


図-3 入力地震動に対する盛土天端中央の伝達関数

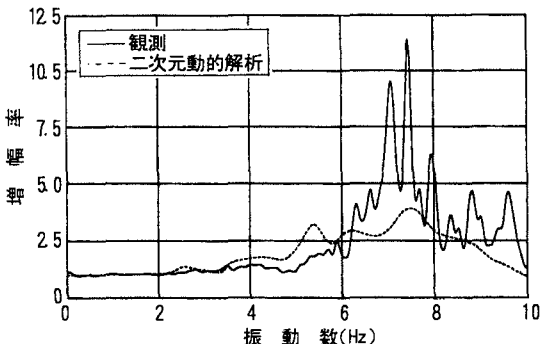


図-4 盛土底部に対する盛土天端中央の伝達関数

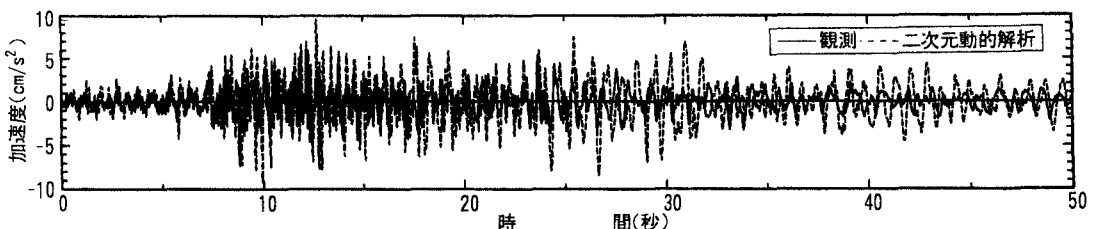


図-5 観測記録と二次元動的解析結果との盛土天端中央における加速度時刻歴の比較