

常時微動と地盤調査データに基づく道路盛土の振動性状

日本大学工学部土木工学科 ○ 学 板橋広輝, 筧 武, 正 中村 晋

1. はじめに

一般に盛土などの土構造物は、被災後の復旧が比較的容易であることから、橋梁などの構造物に比べて低い耐震性能が許容されている。2009年8月11日に発生した静岡県駿河湾沖を震源とするM6.5の地震により、東名高速道路の法面を含む路肩や走行車線が崩壊した。夏の盆休み前後の帰省ラッシュの時期とも重なり、社会的に大きな影響を与えることとなった。

宮城県は、平均25年程度の活動周期で地震が発生しており、今後30年間に発生する可能性は90%以上となっている。このことから、宮城県内の道路盛土の地震時における安全性評価を行うことは防災上重要と考えられる。

ここでは、そのために必要な盛土と支持地盤のモデル化を行うこと目的として、盛土や支持地盤の地盤物性と振動性状の調査を実施した。ここで対象とした地点は、想定宮城県沖地震により震度6弱の揺れが想定されている地点のうち図-1に示す盛土高さの高い宮城県大崎市の2地点であり、地盤調査として表面波探査、振動性状として常時微動を用いた。

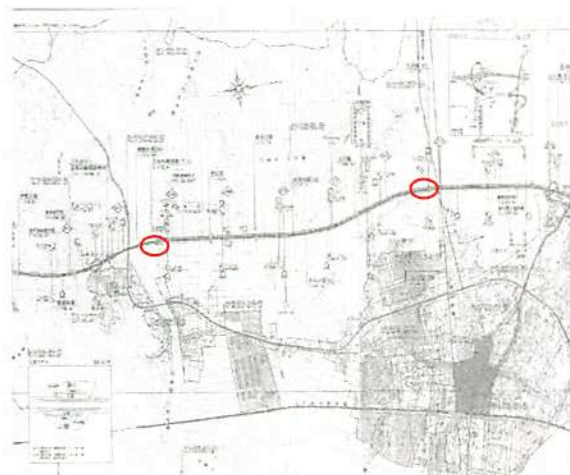


図-1 検討地点

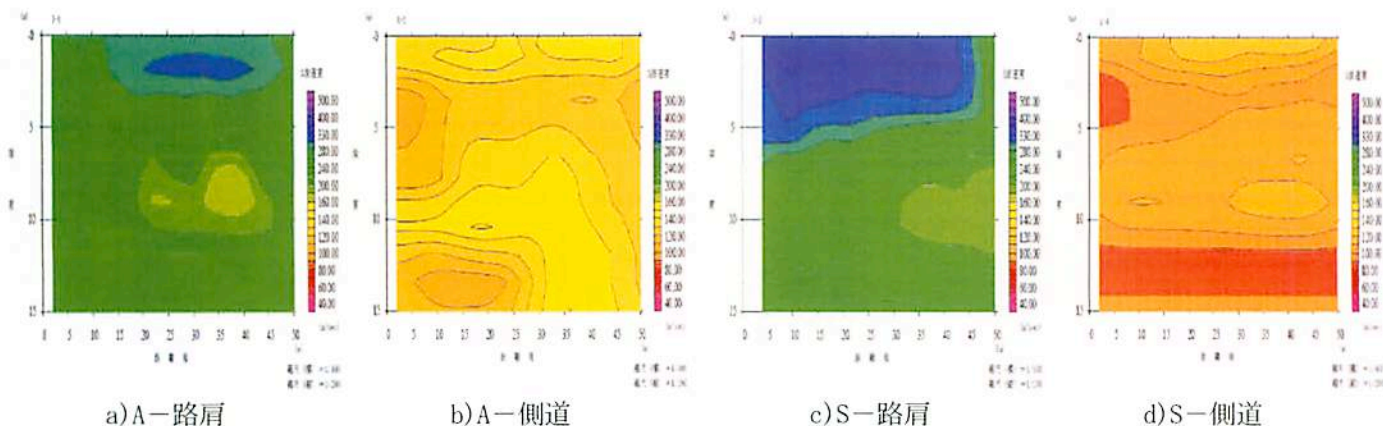
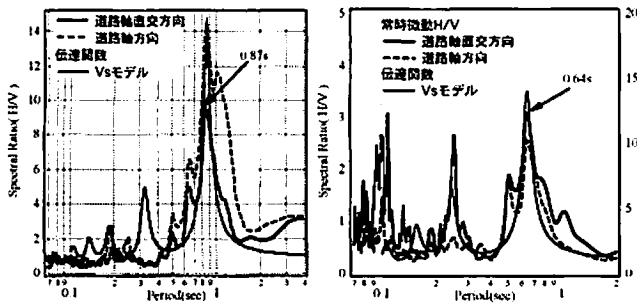


図-2 表面波探査解析結果

2. 表面波探査による盛土、支持地盤の動的地盤物性の調査結果

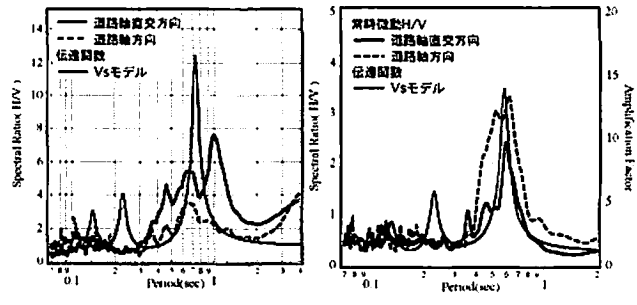
1) 調査手法 盛土、支持地盤の動的地盤物性としてせん断波速度の空間分布の調査を表面波探査法によりを実施する。表面波探査とは、地盤の地表付近を伝わる表面波（レイリー波）を多チャンネルで測定・解析することにより、深度20m程度までの地盤のS波速度を求められる。受振器とケーブルが一体となったストリーマケーブルを使用し、測線沿いに受振点と起振点を移動しながら、50m間計測した。なお、受振器は、4.5Hzの速度計と使い、1m間隔で24個設置されている。ジオフォン1つの起振点において起振を終了したら、ストリーマケーブルを2m移動して測定をした。

2) 探査結果 表面波探査より得られた2つの盛土上の道路路肩部、側道、それぞれ50m区間のせん断波速度と深度の関係を図-2に示す。鳴瀬の側道では、地表から110~150m/ss程度の粘性土で構成される低速度層が比較的厚いことが分かる。路肩部では、盛土内で表面から3mの範囲は300m/s、それ以深で180m/s程度と比較的大きな値を示し、支持地盤内でも150から180m/sと側道のせん断波速度より大きな値となっている。渋井の側道では、鳴瀬と同様にN値0の粘性土が厚く堆積し90~120m/sの低速度層を構成している。路肩部では、地表から4mの範囲は300~350m/s、それ以深で200~250m/s



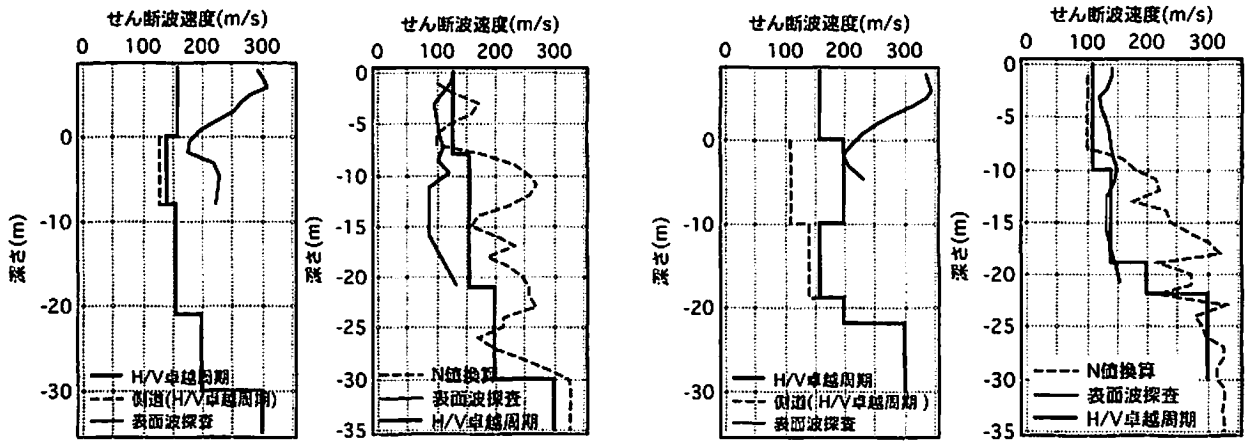
a) N-路肩 b) N-側道

図-3 N盛土 H/V



a) S-路肩 b) S-側道

図-4 S盛土 H/V



a)盛土-支持地盤(N地点) b)盛土側道下地盤(N地点) a)盛土-支持地盤(S地点) b)盛土側道下地盤(S地点)

図-5 調査結果に基づくせん断波の深度分布モデル

とN地点より大きな値を示し、支持地盤内でも150から180m/s側道のせん断波速度より大きな値となっている。これは、盛土下の拘束圧が側道より大きいことに加え、盛土下の粘性土層は圧密により剛性も増加したためと考えられる。

3. 常時微動測定に基づく盛土-支持地盤系および支持地盤の震動性状

常時微動の測定は、盛土と側道の振動特性を把握するため表面波探査と同様に盛土の法肩部の側道にて実施した。計測にはサーボ型速度計を用い、盛土と側道にてそれぞれ道路軸方向、道路軸直交方向、鉛直方向の3成分に6個設置し、同時計測を2回実施した。1回の計測は、サンプリング周波数100Hzにて、0.01秒間隔の180秒間実施した。サーボ型速度計に計測された振動データは、AD変換し、モバイルPCに記録した。

盛土の法肩部と側道における道路軸方向と道路軸直交方向の水平成分と上下成分のフーリエスペクトルの比を算出し、図-3, 4に示した。スペクトル比のピークを与える周期として読み取った卓越周期は、N地点の側道で0.64秒に対して法肩部で0.87秒と盛土の振動などの影響で大きくなっている。S地点では、側道で0.6秒に対して法肩部で道路軸方向が0.6秒と同程度、道路軸直交方向が0.8~0.9秒と大きくなっている。

4. 盛土-支持地盤および盛土側方地盤のモデル化

図-2に示した表面波探査より得られたせん断波速度、周辺地盤のN値の深度分布よりN値とせん断波速度の関係より推定したせん断波速度の深度分布を踏まえ、盛土法肩部および側道で実施した常時微動より得られた地盤の卓越周期と整合する地盤のせん断波速度構造モデルの検討を行った。そのモデルは、S波重複反射理論により得られる地盤の卓越周期と常時微動より得られた地盤の卓越周期が一致するように、地盤のせん断波速度を試行錯誤的に修正することにより設定した。盛土と支持地盤のモデルと、側道下の地盤モデルの比較、側道下の地盤モデルとN値および表面波探査によるせん断波速度との比較を図-5に示す。あわせて、図-3, 4には、地盤のせん断波速度構造モデルによるS波重複反射理論による伝達関数とスペクトル比の比較を示す。これより、S地点では、盛土下と側道下の粘性土層のせん断波速度が大きく異なり、盛土下の粘性土層の圧密沈下対策によりせん断波速度の大幅に増加したものと推定される。しかし、N地点では、盛土下の粘性土層のせん断波速度はS地点と異なり側道下より若干大きな値となっている程度である。盛土内の表面探査によるせん断波速度の測定値は、推定した地盤の値と大きく異なっており、その差異については舗装部の影響なども含めて今後の検討課題と考えられる。

5. まとめ

表面波探査と常時微動の測定に基づいて、盛土と支持地盤、盛土側方の地盤のせん断波速度構造モデルの推定を行った。盛土下および側道下の粘性土層の地盤のせん断波速度の差異などが明らかとなった。