

高速道路盛土の微動測定から推定した振動特性と盛土内水位の関係

芝浦工業大学大学院 学生員 ○岩瀬貴弘 芝浦工業大学 正会員 紺野克昭
 東日本高速道路 渡辺陽太 ネクスコ東日本エンジニアリング 正会員 長尾和之
 ネクスコ東日本エンジニアリング 安井敏洋 天野将大 東日本旅客鉄道 中島秀仁

1. 目的

2011年東北地方太平洋沖地震では、茨城県那珂市の常磐自動車道那珂I.C.近くの高速度道路盛土(片側2車線)において、長さ約130mにわたり、上り車線側の路面および法面の崩落が発生した。同被災箇所では、盛土の復旧工事後に、法面における砕石堅排水工と法尻におけるふとん籠工を組み合わせた対策工が施され、堅排水による盛土内滞水の排除と、ふとん籠による強度の向上が期待されている。前報¹⁾では、同被災箇所近くの同対策工の試験施工予定地において、5台の微動計を用いて、晴天時と雨天後に本線の横断方向と対策工側法面において、微動の同時測定を行い、測定から得られるH/Vスペクトルのピーク振動数と地震観測から推定される盛土の固有振動数とが、ほぼ一致することを示し、微動から盛土の振動特性が推定可能であることを報告している。本報告では、微動測定から得られた盛土の伝達関数(法肩/法尻)のピーク値、法肩のH/Vスペクトルのピーク振動数と測定日の盛土内の水位の割合(以下「水位割合」と)との関係を調べたので報告する。

2. 微動測定時の盛土内水位

対策工区間には、水位計が図1・図2のように設置されている。水位計は、1時間間隔で自動的に記録する連続記録式と、現場で人により測定・記録する手動式の2種類が使用されている。後者は約1ヶ月間隔で測定しているため、微動測定日の水位記録がない場合もある。そこで、今回は連続記録式水位計との相関性を検討した上で、最も相関性の高い水位計との近似式を作成し水位を推定した。また、微動測定は4測線(同日の約2~3時間)で行っているため、地下水位は各測線計測時の水位の最高値を推定値として用いている。本報告では、これらの水位計のうち、連続記録式水位計で微動測定の測線2の近傍にある水位測線1の法肩部の水位計を主に取り扱う。各測定の1週間前から開始時間までの1日あたりの降水量を表1に示す。また、水位測線1における測定日ごとの地下水位の盛土高さ(水位計の位置)に対する水位割合を図3に示す。これより、水位割合は晴天時に低く、降雨後に高くなる傾向があり、また、盛土法肩・中腹・法尻の順で高いことがわかる。加えて、対策工施工前後を比較すると、各地点とも対策工施工後に盛土に対する水位割合は減少しており、盛土内水排除工による排水効果が一定量あることがわかる。

3. 微動測定結果と地下水位の比較

本研究では、図1に示したように、測線毎に5台の微動計を設置し、各20分間、サンプリング振動数100Hzで同時微動測定を行った。また、スペクトル解析の対象とする波形を抽出するにあたり、車両の移動荷重に伴うノイズを除去するために、0.75Hzから1.25Hzのバンドパスフィルターを施した上で、0.001galの閾値を設定し、これを超えない区間を解析区間とした。FFTの解析区間は40.96秒とし、抽出した区間がこれより短い場合には、後続に「0」のデータを加えた。なお、抽出した区間の両端には1.2秒のコサインテーパを施している。スペクトル解析の際に使用する区間数は、各測定とも6区間とした。

図4は、微動測定によって得られた測線2の道路軸直角成分の伝達関数(法肩E/法尻A)であり、ピーク値は該当盛土の卓越周期である2.6Hz付近のピークを読み取った。3Nや5N、6Nのような晴天時にピーク値が大きい値となり、降雨後の2N、4Nでは小さい値となっている。図5は、同測線の法肩EにおけるH/Vスペクトル(道路軸直角成分/上下成分)から読み取ったピーク振動数である。おおむね2.5Hzから2.7Hzにあり、盛土の卓越周期に一致していることがわかる¹⁾。

図6に、水位割合とピーク値、ピーク振動数の関係を測定日ごとに示す。なお、平均水位とは、水位測線1のa(法肩)・c(中腹)・e(法尻)の3地点の水位割合を平均したものを表している。図7は、水位割合とピーク値、ピーク振動数の関係を示したもので、図中には回帰式と決定係数を示している。水位割合が低くなると盛土の重量は減少するため、ピーク値は小さくなり、ピーク振動数は高くなると予想される。今回の結果では、ピーク振動数は水位割合の低い3N、5N、6Nで高くなり、予想に整合する結果となった。一方で、ピーク値では、水位割合が低くなると大きくなる傾向が見られた。

4. まとめ

水位割合と伝達関数のピーク値、盛土のピーク振動数との比較では、水位割合が低くなるとピーク振動数は高くなるが、一方でピーク値は大きくなる傾向が見られ、予想に反する結果が得られた。今後は、堅排水溝の間隔が6mの区間である測線3と、その近傍の水位測線9や他の水位計でも同様の検討を行い、盛土内水位状況と振動特性の関係を精査していく予定である。

キーワード 高速道路盛土, 砕石堅排水工, 微動測定, H/Vスペクトル, 伝達関数, 盛土内水位
 連絡先 〒135-8548 江東区豊洲 3-7-5, Tel 03-5859-8357, konno@sic.shibaura-it.ac.jp

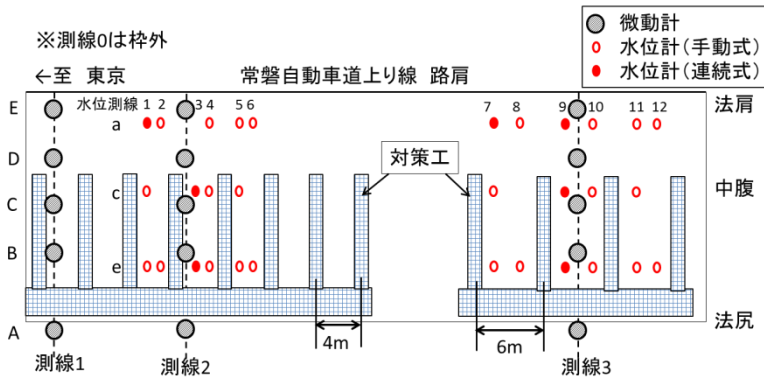


図1 対策工法面部の微動測定・水位計の配置図(側面図)

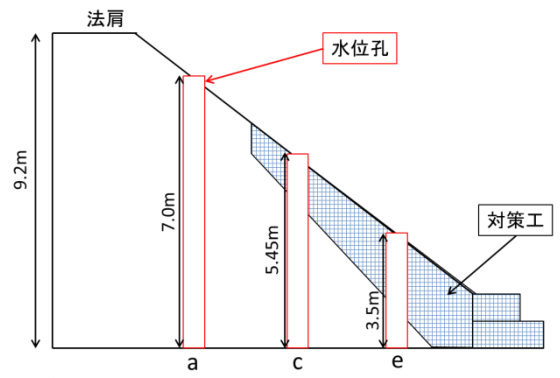


図2 対策工と水位孔の配置図(断面図)

表1 微動測定日と測定1週間前からの気象庁水戸観測所²⁾における1日あたりの降水量の変化

測定番号	微動測定日			天気	測定日当日までの日降水量(mm)							
	年	月	日		7日前	6日前	5日前	4日前	3日前	2日前	1日前	当日
1N	2012	11	26	晴					2.5			
2N	2012	10	24	雨	11.0	13.0	12.0				9.0	
3N	2013	3	5	晴		9.5		7.0				
4N	2013	6	24	雨		1.5	3.0	4.5	5.0			6.5
5N	2013	10	10	晴		4.5	11.5					
6N	2014	7	31	晴	2.5		3.0	41.0				

※測定場所と水戸観測所の直線距離は約7km

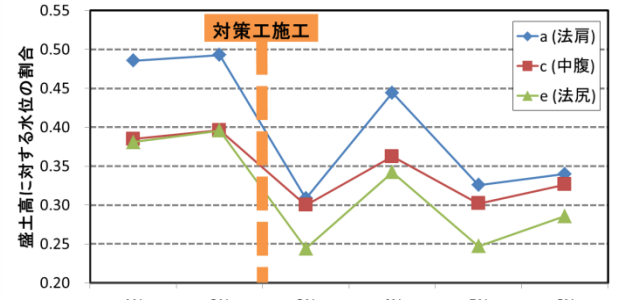


図3 盛土高に対する水位の割合の変化(水位測線1)

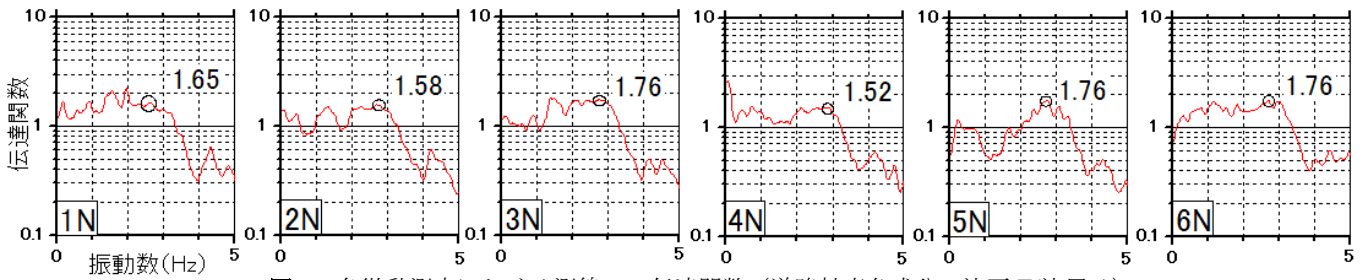


図4 各微動測定における測線2の伝達関数(道路軸直角成分、法肩E/法尻A)

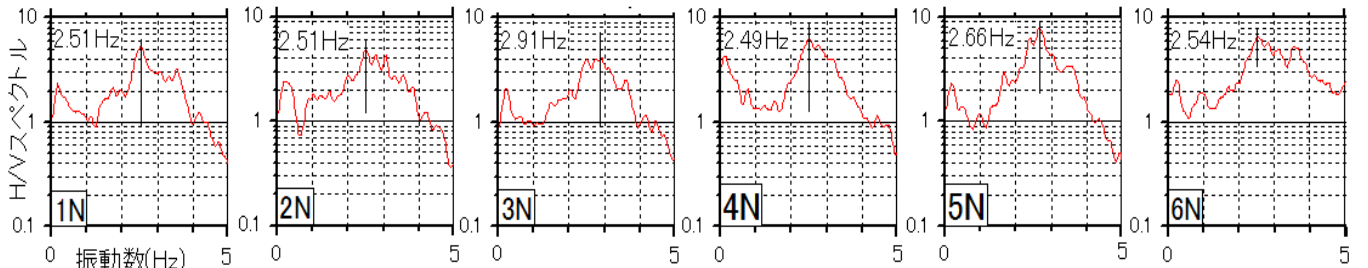


図5 各微動測定における測線2の法肩EにおけるH/Vスペクトル(道路軸直角成分/上下成分)

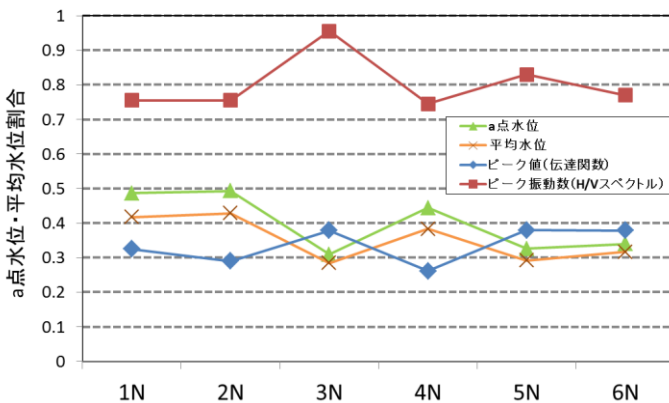


図6 測定日ごとの水位割合とピーク値・振動数の関係

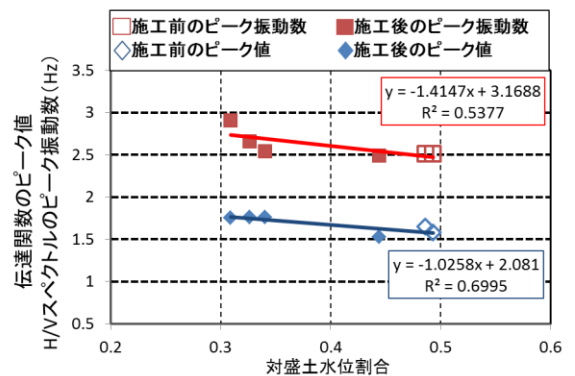


図7 a点水位とピーク値・ピーク振動数の関係(図中の式は回帰式、 R^2 は決定係数)

参考文献: 1) 紺野, 岩瀬, 長尾, 鈴木, 安井: 常時微動を用いた高速道路路土の振動特性の推定, 土木学会第69回年次学術講演会, I部門, 2014. 2) 気象庁: 過去の気象データ検索, <http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>