

## 砕石堅排水工施工後の高速道路盛土の微動特性の変化

芝浦工業大学 正会員 紺野克昭 芝浦工業大学大学院 学生員 ○岩瀬貴弘  
 東日本高速道路 鈴木雄吾 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 日立造船 今野隼兵 飛島建設 脇本 学

### 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<sup>1)</sup>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、本線を横断するように微動の同時測定(法尻-法肩-中央分離帯-法肩-法尻)を行い、微動から得られる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。本報告では対策工施工前<sup>1)</sup>と同様に、施工後の晴天時と盛土内水位が高いことが予想される降雨後の2日間の測定を加え、更に、対策工側法面を高密度な微動測定を行い、対策工による振動特性の変化について調べたので報告する。

### 2. 本線横断微動測定の結果

図1に示す4測線で各20分間、サンプリング振動数100Hzの同時微動測定を、条件が異なる4日間(表1)で行った。測線2のB、A点では地震観測<sup>1)</sup>を行っており、以下では主に測線2の結果を報告する。測線2のB、A点の微動H/Vスペクトル(道路軸直角成分/上下成分)を図2に示す。両地点とも、微動H/Vスペクトルの形状は、施工前後、晴天雨天に依らず、類似していることが分かる。図3に測線2の微動H/Vスペクトル(同)のピーク振動数とピーク値の分布を示す。盛土天端(B~D点)のピーク振動数は2.6~2.8Hzに対し、A点では3.6Hz前後、E点では5.5Hz前後と高い。これは、E点側は台地に位置していること、A点側は低地に位置しているが表層地盤が比較的薄いためと考えられる。また、法尻(A、E点)に比べて、天端のピーク値が小さい傾向が見られる。これは、表層地盤と基盤のS波速度コントラストの方が、盛土材+表層地盤と基盤とのそれより大きいためと考えられる。他の測線も同様の傾向が見られ、施工前後、晴天雨天でのピーク振動数、ピーク値の変動はあまり見られなかった。これは、対策工、降水量による盛土の変化(質量、剛性、盛土内水量など)は盛土全体に比べると相対的に小さく、この変化による振動特性の変化は小さいためと考えられる。そこで、以下では、対策工側の法面を高密度で微動測定を行い、微動特性の局所的な変化を調べることにする。

### 3. 対策工側法面の横断微動測定の結果

図1の4測線に対応するように、対策工側法面に5台の微動計を横断方向に並べての同時微動測定(2013年10月10日(木))を行った(図4)。測線2における法尻(A点)に対する各点の伝達関数(道路軸直角成分)を図6に示す。同図では2.6Hzと7.3Hz付近にピークが見られるが、法肩の地震記録の卓越振動数<sup>1)</sup>や図2の微動H/Vスペクトルのピークとも対応する2.6Hzのピークが盛土の固有振動数に対応していると考えられる。図7に各測線の伝達関数(同)のピーク値の分布を示す。法肩に向かってピーク値も大きくなる傾向があることが分かる。また、対策工範囲外の測線0におけるピーク値は、他の測線よりピーク値が大きい傾向が見られる。これは、対策工範囲内では、砕石により剛性が向上し、振幅が出難くなったことなどが考えられる。

測線2における微動H/Vスペクトル(道路軸直角成分/上下成分)を図8に示す。微動H/Vスペクトルと伝達関数のピーク振動数はほぼ同じことが分かる。各測線におけるピーク値の分布を図9に示す。ピーク値は法肩に向かって小さくなる傾向が見られる。これは、基盤に対するコントラストが小さくなるためと考えられる。

### 4. 対策工側法面の縦断微動測定の結果

対策工側法面に5台の微動計を縦断方向に並べての同時微動測定(同)を行った(図5)。各測線のA~E点の微動H/Vスペクトルを図10に示す。測線C、Aには複数のピークが見られるが、今回は、図中の赤線枠で囲んだピークを盛土の卓越振動数に対応していると考え、このピーク値を読み取った。これらのピーク値の分布を図11に示す。法面の中腹に位置する測線Cでは、対策工範囲外のE点のピーク値に比べて、対策工範囲内のC~A点で小さい傾向が見られ、前章と同様に、砕石により剛性が向上し、振幅が出難くなったことなどが考えられる。

### 5. まとめ

本線横断による微動測定では、施工前後、晴天雨天に依らず、微動特性の変化はほとんど見られなかった。一方、対策工側法面の横断、縦断測定では、対策工の影響と思われる微動特性の変化も見られた。今後は、数値解析を通して、これらの変化の物理的意味を検討していくとともに、微動から対策工の効果を評価する手法を開発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

連絡先 〒135-8548 江東区豊洲 3-7-5, Tel 03-5859-8357, konno@sic.shibaura-it.ac.jp

表1 微動測定日と測定日を含む3日間の気象庁水戸観測所における累積降水量<sup>2)</sup>

条件	測定日	累積降水量(mm)
対策前・晴天時	2012/11/26(月)	0.0
対策前・降雨後	2012/10/24(水)	9.0
対策後・晴天時	2013/03/05(火)	0.0
対策後・降雨後	2013/06/24(月)	6.5

※対象地と水戸観測所の直線距離は約7km

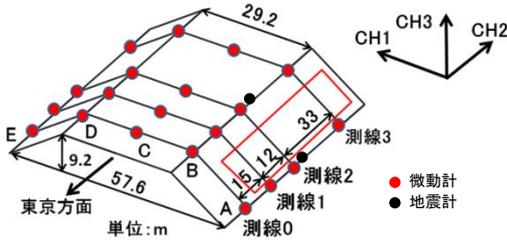


図1 本線横断微動測定における測定点(赤棒は砕石縦排水工箇所)

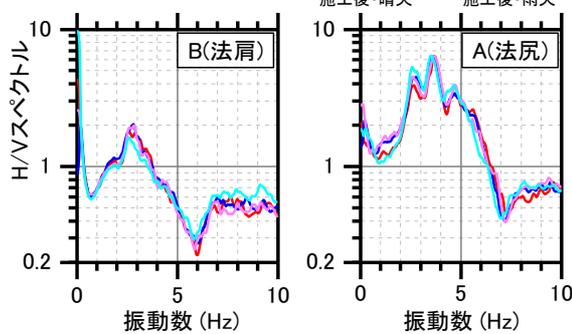


図2 本線横断微動測定における測線2のB, A点の微動H/Vスペクトル(道路軸直角成分/上下成分)

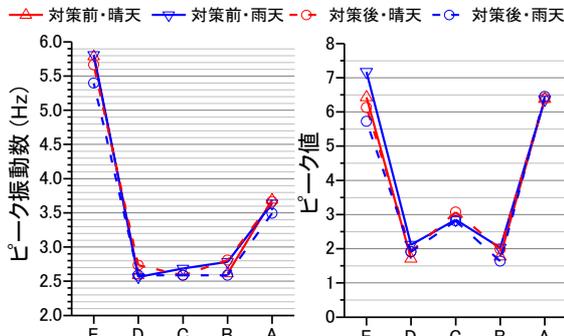


図3 本線横断微動測定における測線2の微動H/Vスペクトル(道路軸直角成分/上下成分)のピーク振動数とピーク値の分布

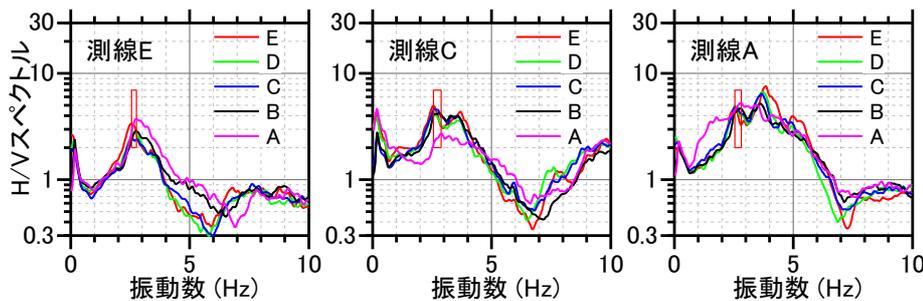


図10 対策工側法面の縦断微動測定における微動H/Vスペクトル(道路軸直角成分/上下成分)

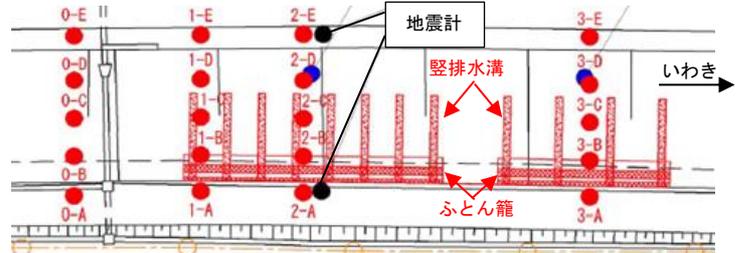


図4 対策工側法面の横断微動測定における測定点(測線番号-地点ID) ※上図の測線番号と図1の測線番号は同一で、上図のE,Aは、それぞれ図1のB,Aに対応する。

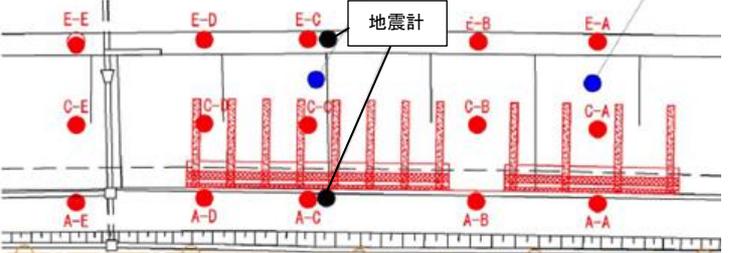


図5 対策工側法面の縦断微動測定における測定点(測線番号-地点ID)

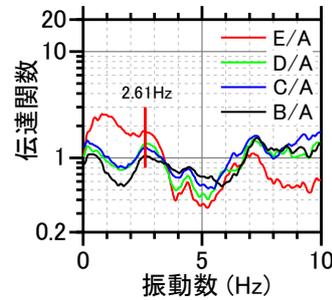


図6 対策工側法面の横断微動測定における測線2の微動の伝達関数(道路軸直角成分)

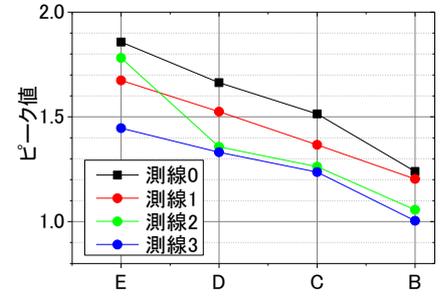


図7 対策工側法面の横断微動測定における伝達関数(道路軸直角成分)のピーク値の分布

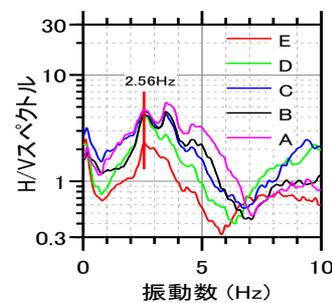


図8 対策工側法面の横断微動測定における測線2の微動H/Vスペクトル(道路軸直角成分/上下成分)

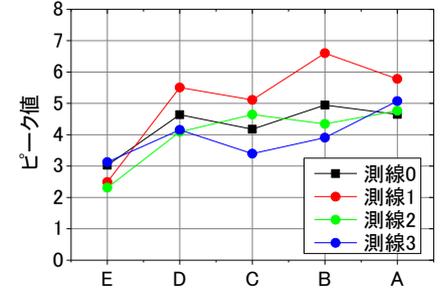


図9 対策工側法面の横断微動測定における微動H/Vスペクトル(道路軸直角成分/上下成分)のピーク値の分布

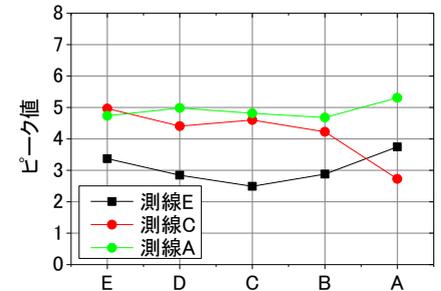


図11 対策工側法面の縦断微動測定における微動H/Vスペクトル(道路軸直角成分/上下成分)のピーク値の分布

参考文献: 1) 紺野, 鈴木, 長尾, 宮島, 伊藤, 堀内: 常時微動を用いた高速道路盛土の振動特性の推定, 土木学会第68回年次学術講演会, I部門, 2013. 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>