

河川堆積地盤への常時微動観測の適用

みらい建設工業（株） 正会員 足立雅樹
 国土技術政策総合研究所 正会員 長尾 毅・川名 太
 芝浦工業大学 正会員 紺野克昭

1. はじめに

著者ら¹⁾は、これまでに全国のPS 検層の実施されている港湾、空港地域および基盤強震観測地点において常時微動アレー観測を実施してきた。その結果、位相速度を用いた表層地盤のS波速度構造を推定する手法を提案し、N値による推定と同程度の結果を得ている。

本報告では、河川堆積地盤において常時微動アレー観測を実施して、地盤の相違、地震による堤防被災の相違がS波速度構造に及ぼす影響について検討した。

2. 観測および解析方法

常時微動アレー観測は、平成15年度十勝沖地震発生から1ヵ月後に北海道十勝川周辺で実施した。大津築堤、旅来築堤ともに、天端に縦断方向の亀裂・段差が生じて盛土が側方にはらみ出した箇所もあり、大津築堤の堤外地では噴砂も確認されている。表-1に、常時微動観測地点と検討内容を示す。十勝川(大津築堤 堤外地)（以下、十勝川）と十勝川(旅来築堤 堤外地)（以下、十勝川）は、構成される地盤の相違について、十勝川(旅来築堤 天端)（以下、十勝川）と十勝川(旅来築堤(上流) 天端)（以下、十勝川）は、地震による堤防被災の相違について、それぞれS波速度構造に及ぼす影響について検討を行った。

本研究では、表層地盤のS波速度構造を対象とすることから、アレー半径2m、5m、10mの正三角形アレーによる観測を行った。

解析は、得られた結果から空間自己相関法(SPAC法)を用いてRayleigh波の観測位相速度を算出した。観測位相速度は、アレー半径と観測可能波長の関係を考慮して設定している。次に、長尾・紺野¹⁾の方法を用いてRayleigh波の特定波長における平均S波速度位と位相速度の関係(表-2)から、地盤の平均S波速度構造を求めた。また、同時に行った3成分観測結果から水平成分と鉛直成分のスペクトル比(以下、H/Vスペクトル)を求めた。なお、観測に用いたセンサーは、サーボ型速度計VSE-11G(東京測振製)で、5s以下の周期において、感度特性および周期特性のいずれもがフラットである。アレー半径2m、5m、10mの各場合に対して記録時間は、5分間、7分間、10分間、サンプリング周波数は500Hz、200Hz、200Hzとした。

3. 解析結果

(1) 地盤の相違の影響

まず、上記2.で示した方法で観測位相速度を求めた。図-1に十勝川と十勝川の比較結果を示す。十勝川の方が十勝川より全体的に観測位相速度は小さくなっている。一般に、S波速度、地盤構造、常時微動

表-1 常時微動観測地点と検討内容

観測場所	十勝川 (大津築堤 堤外地)	十勝川 (旅来築堤 堤外地)	十勝川 (旅来築堤 天端)	十勝川 (旅来築堤(上流) 天端)	備考
観測対象	三角州低地	扇状地低地	盛土		
観測日	2003.10				2003.9 十勝沖地震
検討項目	地盤の相違		堤防被災の相違		

表-2 平均S波速度と位相速度の関係

Vsx	C()	Vsx	C()
Vs10	C(15)	Vs40	C(55)
Vs15	C(20)	Vs45	C(60)
Vs20	C(30)	Vs50	C(70)
Vs25	C(35)	Vs55	C(75)
Vs30	C(40)	Vs60	C(80)
Vs35	C(50)		

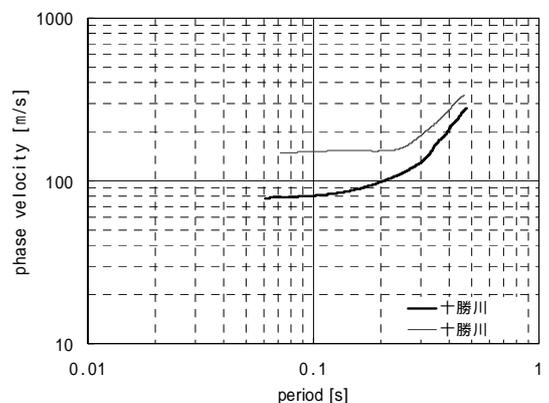


図-1 観測位相速度

三角州低地はシルト質や粘土質の軟弱な地盤から構成されているのに対して、扇状地低地は砂礫質の比較的安定した地盤から構成されているため、三角州低地である十勝川の方が全体的に観測位相速度が小さくなったものと思われる。

次に、この結果をもとにして2. で示した方法を用いて表-1 に示す平均S波速度と位相速度の関係から、地盤の平均S波速度を直接読み取った。その結果として、十勝川と十勝川について平均S波速度 V_{sx} の深度分布を図-2 に示す。十勝川の方が全体的に V_{sx} が小さいのは図-1 と同様の傾向であるが、表層付近で十勝川の V_{sx} が極端に小さくなっている。これは、この付近では液状化による噴砂が確認されており、既報の結果²⁾と同様に液状化によって V_{sx} が小さくなっている可能性が示唆される。

(2) 地震による堤防被災の相違の影響

十勝川は、地震により堤防天端に亀裂が発生し、法面が側方にはらみだした箇所である。一方、十勝川は、十勝川よりも100m程度上流の無被災の箇所である。これらの2地点の天端で常時微動観測を実施した。比較結果として平均S波速度 V_{sx} の深度分布を図-3 に示す。GL-20m以深ではほぼ V_{sx} は一致しているものの、GL-20m以浅では十勝川の方が V_{sx} は小さくなっている。これは「基盤泥炭の圧密沈下により地下水位以下に没した盛土の液状化が関わっている可能性がある」との報告³⁾があるように、液状化により V_{sx} が小さくなっている可能性が示唆される。

次に、これらの地点のH/Vスペクトルの結果を示したのが図-4である。このH/Vスペクトルは、バンド幅0.2HzのParzenウィンドウで平滑化を行ったものである。どちらの地点とも1.6s付近にピークが見られるが、これは深い構造を反映したピークと考えられる。さらに、十勝川では短周期側の0.17~0.26s付近でピークを有しており、これは液状化を受けていない現地盤の地盤構造を反映しているものと思われる。

4. 結果

以上のことから、常時微動アレー観測を実施し、その結果算定した平均S波速度を用いることによって、地盤の相違、地震による堤防被災の相違について把握できることがわかった。ただし、より詳細に検討するためには逆解析を行うなど、さらに解析を行うことが必要である。なお、本研究は鉄道建設・運輸施設整備支援機構の運輸分野における基礎的研究推進制度による助成を受けて行ったものである。

参考文献

- 1) 長尾毅、紺野克昭：常時微動アレー観測に基づく表層地盤の平均S波速度推定精度に関する研究、土木学会論文集、No.696、-58、pp.225-235、2002。
- 2) 足立雅樹、長尾毅、川名太、紺野克昭：埋立地盤への常時微動観測の適用、第39回地盤工学研究発表会、2004。(投稿中)
- 3) 北海道開発土木研究所：「平成15年度(2003年)十勝沖地震被害調査報告」月報(特集号)、p.11、2003。

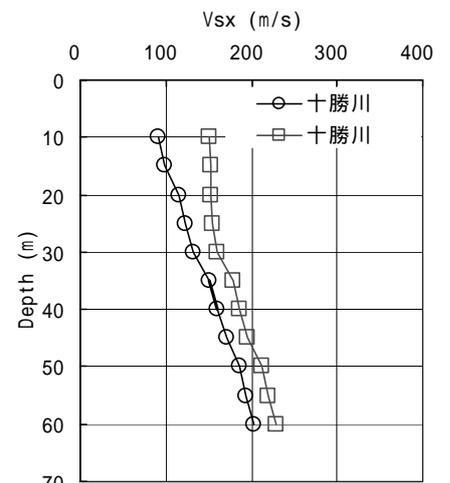


図-2 平均S波速度の深度分布

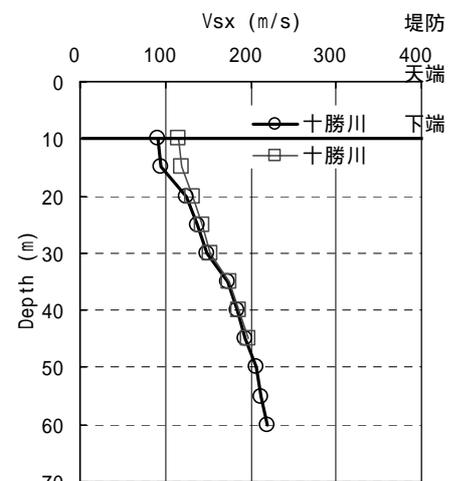


図-3 平均S波速度の深度分布
(堤防被災の相違)

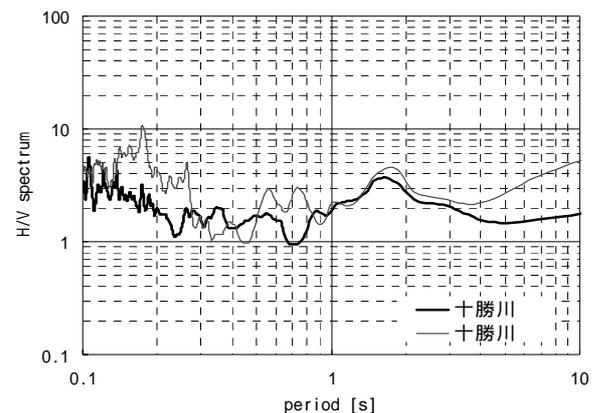


図-4 H/Vスペクトル