

表面波探査による河川堤防と周辺地盤のせん断波速度構造

愛媛建設コンサルタント 正会員 ○田窪 裕一
 愛媛建設コンサルタント 正会員 神野 邦彦
 愛媛大学大学院理工学研究科 フェロー 森 伸一郎
 パシフィックコンサルタンツ 正会員 佐伯 嘉隆

1. はじめに

盛土の揺れやすさを適切に把握するためには、その地震時応答特性を正確に評価する必要がある。動的物性値の評価は、現地にて堤体や直下地盤のせん断波速度 (Vs) を直に測定することが合理的と考えられる。森・佐伯は、高速道路盛土を対象に実測により自由地盤に比べて盛土直下地盤の Vs が大きくなることを明らかにし、盛土による拘束圧増加による直下地盤の剛性増加のメカニズムを示唆した¹⁾。本論文では、河川堤防を対象として盛土地盤のせん断波速度を測定・評価する。

2. 表面波探査地点と探査方法

図-1 に表面波探査の実施地点を示す。測定地点は徳島県の2つの河川で、吉野川下流右岸で1地点および桑野川下流左岸で1地点の合計2地点である。両地点は、いずれも河川の氾濫原堆積物が分布している。

表面波探査は、地震探査装置 McSEIS-SXW (応用地質社製) を用いて、多チャンネル表面波探査法によった。4.5Hz の速度計24個を直線上に2.0m 間隔で設置し、両端の速度計の外側の点と相隣接するジオフォン中間点とを順にかけやで叩いて発生する表面波を測定・解析することにより、46m 区間で20m 程度の深さまでの地盤の Vs 構造を探査できる。

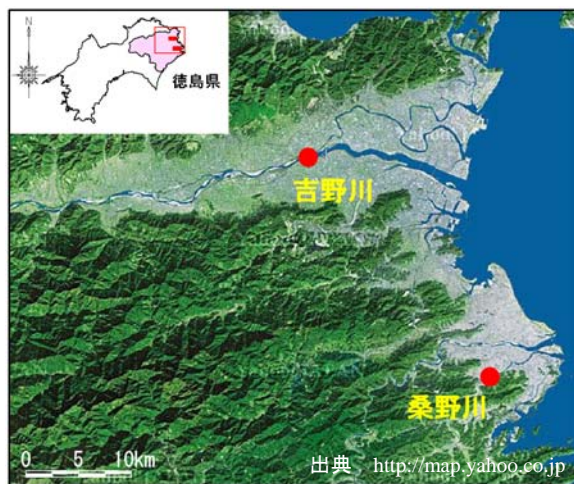


図-1 表面波探査の測定地点

図-2 に表面波探査の測線配置模式図を示す。吉野川地点(堤外側)では、このような測線を、堤体軸方向に堤体法肩と堤体法尻および盛土から離れた周辺地盤の3箇所で測定した。桑野川地点(堤内側)では堤体法肩および周辺地盤の合計2箇所で測定を行った。

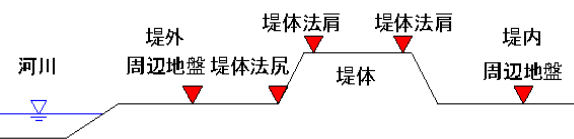
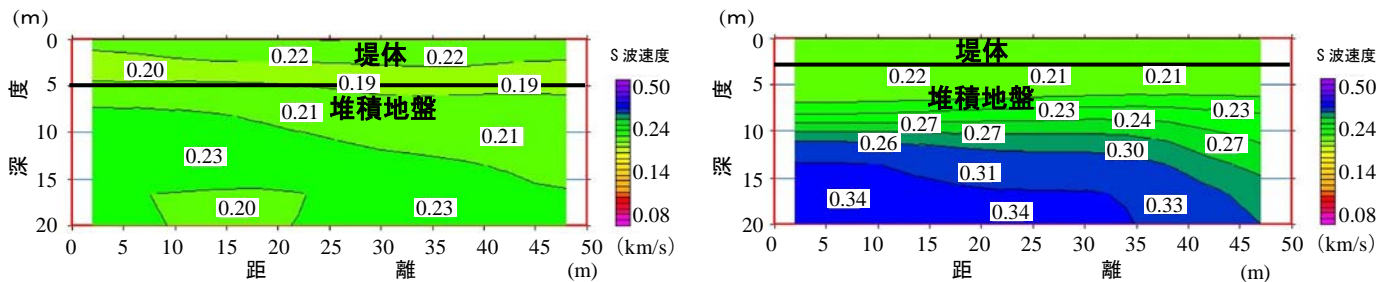


図-2 表面波探査の測線配置模式図

3. 表面波探査結果と周辺地盤に対する盛土直下地盤の Vs 増加

図-3 に S 波速度分布二次元コンター図の作成例を示す。吉野川地点の堤体法肩(堤高5m)で実施した測定結果は概ね一様な S 波速度構造となっている。一方、桑野川地点の堤体法肩(堤高2.7m)の測定結果は、深



(a) 吉野川地点の堤体法肩

(b) 桑野川地点の堤体法肩

図-3 S 波速度分布二次元コンター図

キーワード 盛土, 増幅, せん断波速度, 多チャンネル表面波探査

連絡先 〒790-0036 愛媛県松山市小栗7丁目11番18号 (株)愛媛建設コンサルタント TEL 089-947-1011

度が深くなるにつれて S 波速度が増加する傾向が見られた。図-4 に吉野川地点および桑野川地点の堤体法肩、堤体法尻、周辺地盤における深さ 20m までの平均化 S 波速度分布構造図を示す。河川堤防の堤体の S 波速度は、吉野川地点では 190~220m/s で平均値に対するばらつきは 7%であった。一方、桑野川地点では 210m/s 程度で、そのばらつきは 1%以下であった。両地点とも概ね均質な性状を示していることがわかる。堆積地盤の S 波速度は、いずれの測定箇所においても拘束圧依存により深度方向に S 波速度が増加する傾向がある。吉野川地点では、表層 6m 以浅は堤体直下地盤が周辺地盤より大きい。6m 以深では、周辺地盤が堤体直下地盤よりやや大きい。桑野川地点では、堆積地盤の表層 3m 以浅は、堤体直下地盤が周辺地盤より大きい、それ以深では明確な相違は見られない。

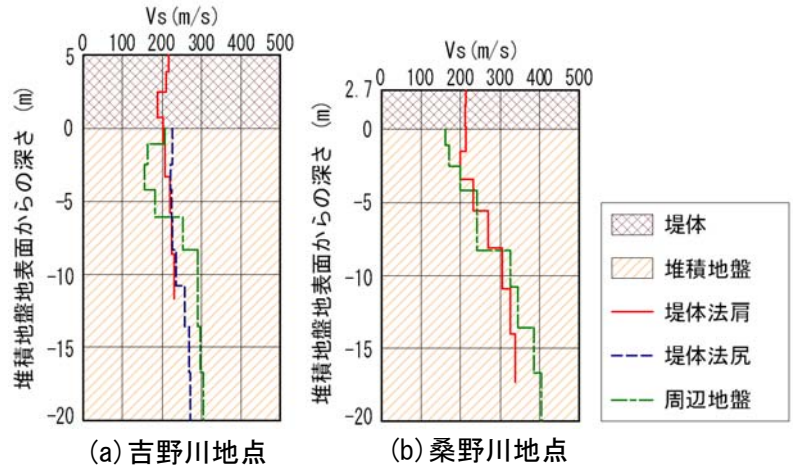


図-4 平均化 S 波速度分布構造図

表-1 平均化 S 波速度の河川・深度別一覧 (単位: m/s)

河川名	吉野川			桑野川	
	法肩	法尻	周辺地盤	法肩	周辺地盤
調査箇所					
盛土高(m)	5.0	-	-	2.7	-
盛土	203	-	-	213	-
自然 地盤	GL-0~5m平均	210	225	174	214
	GL-5~10m平均	225	230	250	278
	GL-10~15m平均	232	257	291	324
	GL-15~20m平均	-	270	302	339
	平均	222	246	254	289

表-1 に各地点の平均化 S 波速度構造を基にした深度区分別平均 S 波速度を示す。堆積地盤については、深さ 0~5m, 5~10m, 10~15m, 15~20m の 4 区間に分割した。いずれの測定箇所においても深度方向に S 波速度が大きくなっている。吉野川地点の S 波速度は、深度 0~5m では堤体法肩直下>周辺地盤であるが、深度 5~15m では堤体法肩直下<周辺地盤となっている。桑野川地点では、深度 0~5m で吉野川地点と同じく堤体法肩直下>周辺地盤であるが、深度 5~10m で堤体法肩直下≒周辺地盤となり、10m 以深では堤体法肩直下<周辺地盤の結果を得た。

田窪ら²⁾は、徳島自動車道(吉野川下流左岸)の盛土堤体地盤において表面波探査を行った。また、田窪ら³⁾は高知自動車道の盛土堤体地盤において表面波探査を行った。その結果、盛土堤体内の S 波速度は 270~370m/s であった。当該河川堤防の測定では、河川堤防の堤体の S 波速度は 200~210m/s であり、高速道路の盛土堤体に比べ小さい値であった。また、測定箇所別の平均化 S 波速度には明確な相違が認められなかった。

4. 結論

徳島県の桑野川および吉野川の河川堤防を対象に表面波探査を実施し、堤体および周辺地盤の S 波速度構造を評価した。結論は以下の通りである。

- 1) 河川堤防における堤体の S 波速度の測定地点別平均値は 200~210m/s であり、高速道路盛土堤体において測定された測定地点別平均値 270~370m/s に比べ小さい値であった。
- 2) 河川堤防では、盛土直下地盤と周辺地盤の深度区分別平均 S 波速度に明確な相違は見られなかったが、いずれにおいても拘束圧依存により深度方向に Vs が大きくなるという砂質地盤の特性が認められた。

謝辞: 現地測定にあたり、国土交通省徳島河川国道事務所の皆様には大変お世話になりました。本研究は、四国建設弘済会「平成 19 年度 建設事業に関する技術開発・調査研究」の助成を得ました。記して謝意を表します。

参考文献: 1) 森 伸一郎, 佐伯 嘉隆: 異なる拘束圧下にある土層のせん断波速度, 第 42 回地盤工学研究発表会発表講演集 CD-ROM, pp.337-338, 2007.7

2) 田窪 裕一, 神野 邦彦, 佐伯 嘉隆, 森 伸一郎: 表面波探査による砂質地盤上の道路盛土のせん断波速度構造の評価, 第 43 回地盤工学研究発表会, 2008.7 (投稿中)

3) 田窪 裕一, 神野 邦彦, 森 伸一郎, 佐伯 嘉隆, 河野 幸一: 表面波探査による高速道路盛土堤体のせん断波速度, 第 42 回地盤工学研究発表会発表講演集 CD-ROM, pp.37-38, 2007.7