

常時微動に基づく河川堤防の振動性状

日本大学工学部土木工学科 学生会員 ○野口大輔 渡部琢也 木崎 緑
日本大学工学部土木工学科 正会員 中村 晋

1. はじめに

鳴瀬川の支流である吉田川の河川堤防は、1978年の宮城県沖を震源とするプレート境界地震と、2003年の宮城県北部地震で被災したが、被災位置が異なっている。宮城県沖を震源とするプレート境界地震は、25年周期で起こるといわれ、今後30年以内に発生する可能性は99%であり、いつ起きてもよい状態となっている。期たるべき地震へ備えるという観点で、2つの地震に対して堤防被災位置に差異をもたらした要因を明確にすることは重要である。

ここでは、吉田川の河川堤防の右岸に着目し、堤防の構造に関して調査を行うとともに、堤防頂部で常時微動計測を実施し、堤防盛土の振動性状を評価する。

2. 吉田川河川堤防被害状況

二つの大きな地震により被災した吉田川右岸の堤防のうち主要な11.7kmから17.2kmの間の被害位置を表-1, 2に示す。両地震による主要な被害位置は異なり、1978年宮城県沖地震では、上流側に縦断亀裂や段差が生じ、2003年宮城県北部地震では、下流側に宮城県沖地震と同様な被害が生じている。亀裂幅に着目すると宮城県沖地震のほうが宮城県北部地震より大きいことがわかる。

表 - 1 1978年宮城県沖地震被害状況

河川名	左右岸	位置	被害状況
吉田川	右岸	13.6~15.0km	縦断亀裂L=1.4km、B=3~5cm
吉田川	右岸	15.0km~17.2km	縦断亀裂L=2.0km、B=10~20cm

表 - 2 2003年宮城県北部地震被害状況

河川名	左右岸	位置	被害状況
吉田川	右岸	11.7km	縦断亀裂L=23m B=1.5cm
吉田川	右岸	13.6km~13.7km	縦断亀裂L1=14m、B=0.7cm L2=28m、B=0.4cm
吉田川	右岸	13.9km	川裏小段亀裂L=2.4m、B=0.4m
吉田川	右岸	13.9km	横断亀裂B=0.1~0.2cm



図 - 1 常時微動測定位置 (吉田川)

3. 測定位置の解析方法および解析

(1) 吉田川堤防の測定場所の解析

測定は吉田川右岸の11.0kmから17.0km地点まで、被害位置を含むように約1km間隔で、9地点実施した。この測定位置キロ程は吉田川が鳴瀬川から分岐した地点からの距離である。

測定を実施した堤防の状況のうち、13.7km地点の堤防の状況を写真-1に示す。写真-2は振動測定時の状況を示す。



写真 - 1 吉田川堤防盛土 13.7km地点



写真 - 2 振動測定方法

(2) 振動解析方法

常時微動は、サーボ型速度計を用い堤体軸方向、直交方向、および上下方向の3成分について、100Hz サンプリングで3分間の測定を行った。測定データを用いて、堤体軸に沿った方向と上下方向とのフーリエスペクトル比であるH/Vスペクトルを算出し、その卓越周期を読み取った。

4. 吉田川堤防盛土の地盤特性と震動性状

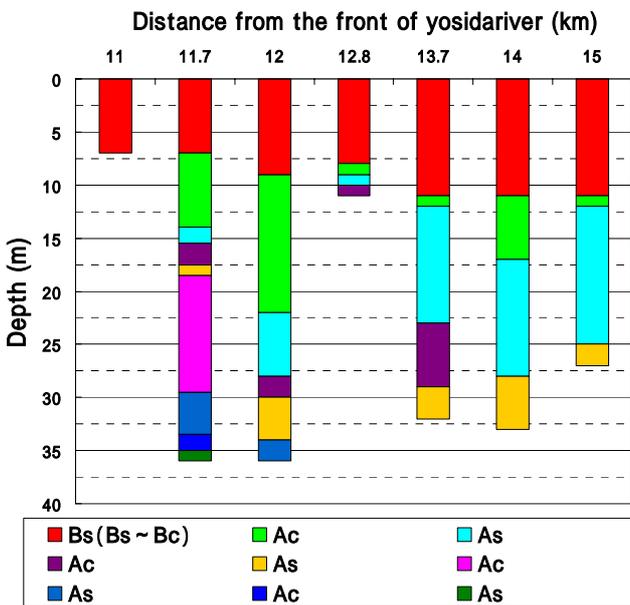


図 - 2 微動測定位置の地盤構造

図-2 に吉田川右岸の地盤データに基づいて推定した常時微動を測定位置の盛土から沖積層下面までの土質柱状図と測定位置の関係を示す。次に、H/Vスペクトルより読みとった卓越周期(◆)と測定位置の関係を図-3に示す。図-3には地盤データに基づきN値より推定したせん断波速度分布(表-3参照)より4分の1波長則より推定した硬質地盤上の盛土-沖積地盤の固有周期(▲)も併せて示す。

常時微動より得られる卓越周期は、硬質地盤上の盛土支持地盤の固有周期とおおむね一致し、硬質地盤上の振動を反映した結果であることがわかる。また、地盤の卓越周期の変化と盛土下の沖積層厚の変化はよく対応していることも明らかとなった。

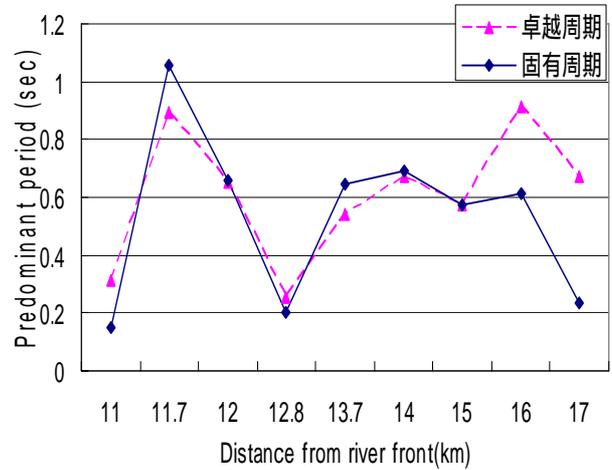


図 - 3 各地層の常時微動の卓越周期と地層の固有周期と各地点における地層の比較

表 - 3 平均的なN値とそれより算出したせん断波速度Vs

	11km	11.7km	12km	12.8km	13.7km	14.0km	15.0km
盛土N値(Vs)	13(189)	13(189)	11(176)	11(225)	7(190)	7(190)	5(171)
沖積粘土1N値(Vs)		11(225)	5(188)		10(215)	10(215)	8(199)
沖積砂1N値(Vs)		10(172)	13(172)	8(157)	7(190)	7(152)	15(196)
沖積粘土2N値(Vs)		11(224)			5(137)	5(171)	
沖積砂2N値(Vs)			17(204)		28(304)	30(249)	18(208)

5. 結論

河川堤防の振動性状のうち盛土-支持地盤の振動が卓越する周期は、その地盤の固有周期と対応している。さらにその周期は支持地盤の厚さに応じて変化している。このことから、盛土の振動性状は盛土のみでなく支持地盤との相互作用も考慮する必要があることが明らかとなった。

両地震による被害と堤防位置の関係を定量的に明らかにするためには、堤防と支持地盤の地震時挙動を評価することが必要であると考えられる。

参考文献

- 1) 土木研究所資料 (1978) : 1978年6月宮城県沖地震被害調査概報
- 2) (社)地盤工学会 (2003) : 三陸南地震・宮城県北部地震災害調査報告書
- 3) (財)国土技術研究センター (2008) 堤防健全度一次評価結果図 (吉田川右岸)