

吉田川河川堤防の常時微動特性に基づく 1978 年宮城県沖地震による 被害機構の分析

日本大学 学生会員 ○内田 雅士
日本大学 酒井 健朗
日本大学 正 会 員 中村 晋

1. はじめに

吉田川を含む鳴瀬川流域の河川堤防は、1978 年 6 月 12 日 17 時 14 分に宮城県沖で起こったマグニチュード 7.0 の地震および 2003 年 7 月 26 日に起こった 3 回の宮城県北部地震の中で本震にあたる 7 時 13 分のマグニチュード 6.4 の地震⁴⁾で被害を受けた。堤防の被災位置は両地震で異なっている。堤防の地震被害の発生機構を解明する上で、その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、1978 年の地震で被災し、2003 年の地震で被災していない吉田川の河川堤防に着目し、盛土の振動性状を評価するため常時微動を測定し、H/V スペクトルに基づく卓越周波数の分析を実施した。さらに、2003 年の地震で被災した河川堤防の振動性状との比較を行う。

なお、常時微動特性は表層地盤の振動特性を簡便に見積もることが出来る有力なツールとして様々な地域で用いられており、その中で常時微動や地震動を解析する際に頻繁に用いられている。H/V スペクトル比は、地盤や構造物の動的特性より簡素にかつ的確に表現する解析手法として用いられている。

2. 1978 年宮城県沖地震と 2003 年宮城県北部地震による河川堤防の被害状況

2003 年宮城県北部地震と、1978 年宮城県沖地震に起因する鳴瀬川流域の吉田川における河川堤防の被害状況¹⁾²⁾を比較する。宮城県北部地震では、吉田川右岸の河川堤防にて、1.6km, 4.8km 近傍、6.7km, 8.2km, 8.9~11.7km, 13.6~13.9km にて堤防縦断方向の亀裂、天端縦断亀裂が生じていた。左岸では 9.7km 近傍に天端縦断亀裂が生じていた。

1978 年宮城県沖地震による吉田川河川堤防の被害位置は異なり、右岸 1km, 9km 近傍、13.6km から 18.3km および 22.5km 近傍、左岸 13.7km から 16km にて、縦断亀裂や段差が生じていた。特に、左岸 15km 近傍にて、60m に渡り 150cm の段差が生じていた。この被害状況を見てみると、2003 年宮城県北部地震と 1978 年宮城県沖地震では、同じ鳴瀬川水系の吉田川右岸や左岸、特に左岸にて被害を受けた堤防の位置や、被害状況が異なることが分かる。

3. 常時微動データの解析方法と解析

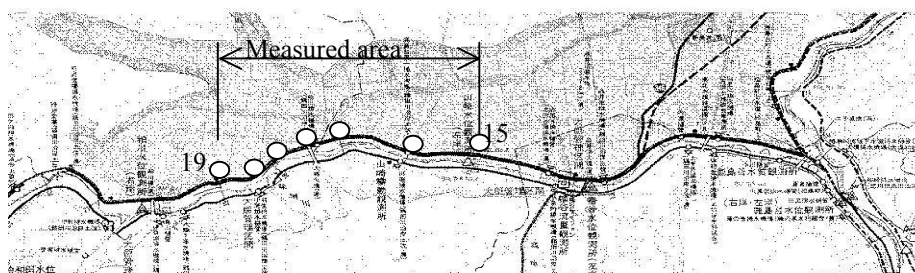


図-1 常時微動の測定位置(吉田川)

吉田川左岸の河川堤防に沿って図-1 に示す 15km から 19km までの間、7 地点の堤防天端位置で常時微動の測定を実施した。測定は速度成分を対象とし、水平 2 成分(堤体直交方向と縦断方向)と鉛直成分の 3 成分を 0.01 秒間隔で 3 分間実施した。各地点で観測したデータのうち、堤体直交方向の水平成分と鉛直成分について、40.96 秒区間のフーリエスペクトル(Parzen window 処理: バンド幅 0.2Hz)を 10 秒ずつ移動させながら 10 区間解析し、その 10 区間の平均値について水平成分と鉛直成分のスペクトル比(H/V スペクトル)を算出した。各地点で算出した H/V スペクトルの比較を図-2 に示す。

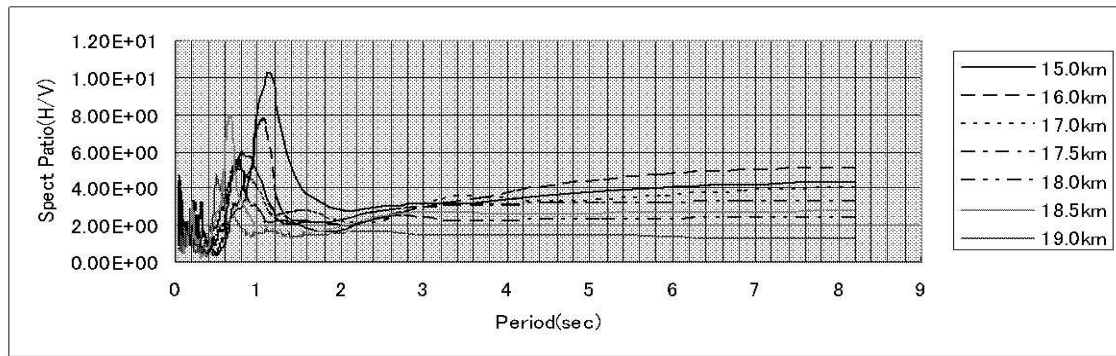


図-2 H/V スペクトルの比較

図-2 に示した各地点の H/V スペクトルより読み取ったスペクトル比の卓越する周波数と位置との関係を図-3 に示す。その周波数は堤防-支持地盤系の卓越周波数に対応している。図-4 は、2003 年宮城県北部地震で著しい被害を受けた鳴瀬川左岸における木間塚周辺の河川堤防にて実施した常時微動測定に基づく H/V スペクトルの卓越周波数と位置の関係³⁾である。

測定区間の中で 1978 年宮城県沖地震による被害が生じたのは、15～16km である。その区間の卓越周波数は、1.0Hz 以下と、2003 年宮城県北部地震より鳴瀬川の堤防に被害の認められた 13～14km 区間と同様に低周波数であるが、吉田川の堤防のほうが若干大きい。両河川堤防直下の支持地盤は粘性土、砂質土、粘性土の順で構成されている。

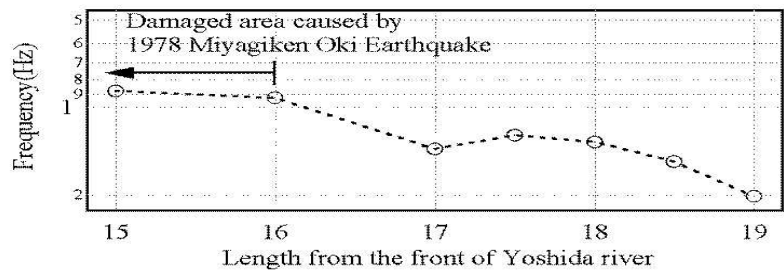


図-3 堤防位置と堤防の卓越周波数(吉田川左岸)

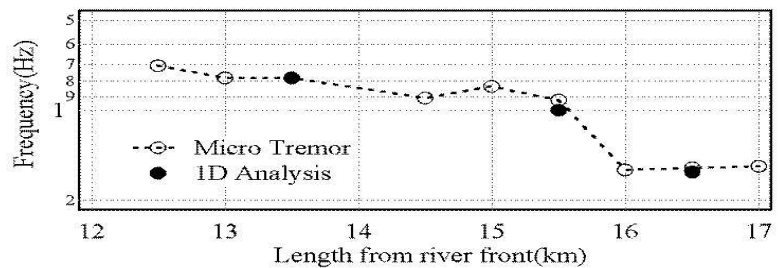


図-4 堤防位置と堤防の卓越周波数(鳴瀬川左岸木間塚周辺)

4. 考察

1978 年宮城県沖地震、2003 年宮城県北部地震とも、堤防に被害が生じている地点の堤防-支持地盤の卓越周波数は 1.0Hz 以下となっている。さらに、地盤構造も、堤防の支持地盤が粘性土、砂質土、粘性土の順で構成されている。粘性土は軟弱な地盤であり、地震時の震動が地盤に伝わりやすく、大きく揺れるため被害が大きくなったと考えられる。1978 年宮城県沖地震と 2003 年宮城県北部地震により被災した河川堤防の振動性状は類似しているものの、地震被害の発生状況が異なっている。その理由を明らかにするためには両地震の地震動特性との関係などもふまえた検討を行うことが必要である。

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) 中村晋(2004): 河川堤防で観測された 2003 年宮城県北部地震の強震記録の基づく堤防の震動性状と地盤特性および地震動に関係, 日本地震工学会論文集, 第 4 巻, 5 号, pp.5-18
- 4) (社)土木学会・地盤工学会合同宮城県北部地震調査団(2004): 2003 年 7 月 26 日に発生した宮城県北部地震被害調査報告