

河川堤防の地盤構造の差異が地震被害に及ぼす影響の評価

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

1. はじめに

鳴瀬川の支流にある吉田川では、1978 年の宮城県沖地震及び 2003 年の宮城県北部地震により河川堤防に被害が生じたが、両地震による河川堤防の被災位置及び程度^{1),2)}は異なっている。その差異をもたらした要因を明らかにするために両地震により被災した吉田川右岸の堤防に着目し、盛土-支持地盤系の 1 次元地震応答解析法³⁾を用いた解析を行った。その解析結果より河川堤防の震動特性を把握し、各地点の地盤構造を踏まえ検討を行った。なお解析に用いる堤防-支持地盤系のモデルを作成するため、吉田川の右岸堤防において常時微動測定を実施した。得られた結果より、河川堤防の震動特性と地盤構造との関係について報告する。

2. 被災位置の比較と検討位置

図-1 に両地震による吉田川右岸堤防の被災状況を示す。1978 年の地震による被害は河口より 1.0km 地点から 22.7km 地点までの範囲に分布し、特に 13.6km 地点から 18.25km 地点において著しい被害が見られる。また、2003 年の地震による被害は河口より 1.6km 地点から 13.9km 地点までの範囲に分布している。このうち、1978 年の地震で大きな亀裂及び段差といった著しい被害が生じた地点より 15.0km 地点、17.0km 地点を、両地震で被災している 13.7km 地点及び 2003 年の地震で被災が生じた 11.7km 地点の 4 地点を選び検討位置とした。

3. 常時微動データの測定と解析

吉田川の右岸堤防において、河口より 11.0km の地点から 17.0km の地点にかけて 9 箇所で常時微動測定を行った。測定は速度成分を対象とし堤体直交方向成分、堤体軸方向成分、堤体鉛直方向成分の 3 成分を 0.01 秒間隔で 3 分間行った。測定した常時微動より、堤体直交方向成分と堤体鉛直方向成分のフーリエスペクトルの比(以降、H/V スペクトル)を算出し、各地点における卓越周期を求めた。図-2 は、検討の対象とする 4 地点の H/V スペクトルを比較したグラフである。また、

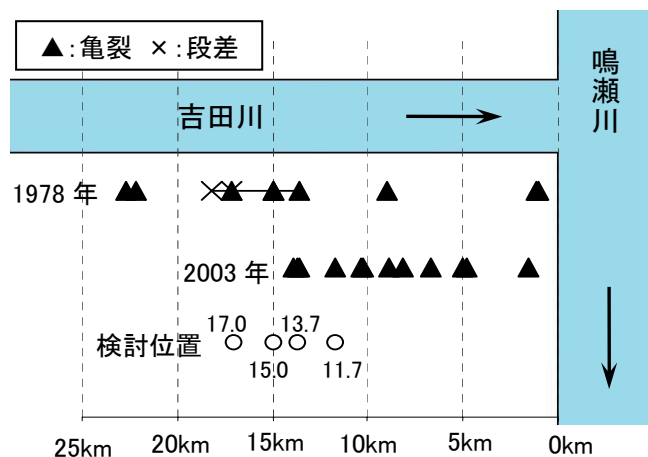


図-1: 右岸堤防における被災位置の比較

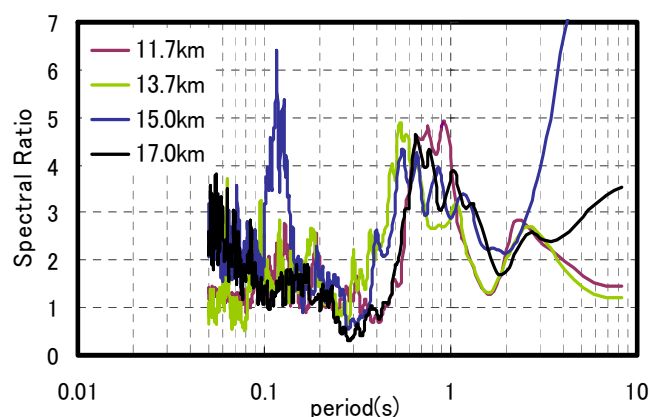


図-2: 検討位置の H/V スペクトルの比較

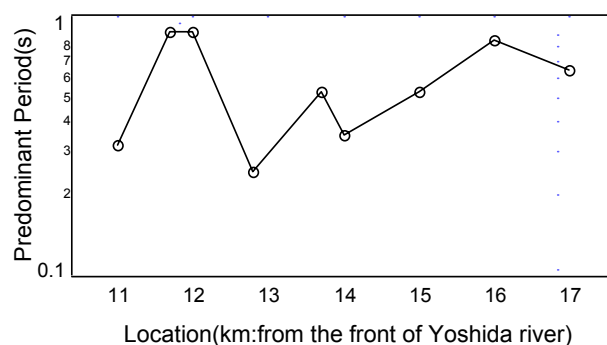


図-3: 各地点における卓越周期

図-3 に H/V スペクトルより求めた各地点の卓越周期を示す。両地震により被災した検討位置での卓越周期は 0.5~0.9sec 程度である。

4. 盛土-支持地盤系の震動解析

4.1. 解析概要

盛土と支持地盤系の震動特性を知るために 1 次元地震応答解析法による解析を行った。まず、常時微動データの解析結果と地盤調査資料⁴⁾に基づき、検討位置の盛土-支持地盤、盛土側方地盤の地層及び地盤定数のモデル化を行う。盛土の各層は台形状とし盛土、支持地盤及び盛土側方の地盤の地層は水平成層構造とする。必要な地盤定数である、せん断波速度、単位体積重量、Q 値は地盤調査資料より得られた N 値を基に仮定した。入力地震動には 1978 年の地震で観測された開北橋の橋軸直交方向の記録及び 2003 年の地震において中下で観測された記録について最大値を 100gal に基準化したものを用いた。解析により得られた各地点における最大応答加速度、最大応答せん断応力について地盤構造を踏まえ検討を行う。

4.2. 解析結果

図-4、図-5 はそれぞれ 11.7km 地点、17.0km 地点の地盤モデルに、1978 年の地震により開北橋で観測された波形及び 2003 年の地震により中下で観測された波形を入力した際に得られた最大応答加速度と最大応答せん断応力の深度分布を示している。11.7km 地点は 2003 年の地震による被災位置である。図-4 に示すように最大応答加速度、最大応答せん断応力ともに 1978 年の地震波に対する応答の方が大きい。図-5 に示す 17.0km 地点の解析結果と比較するとその差は小さいことがわかる。また、11.7km 地点の盛土部分の層厚は約 7.0m で、図-4 の b) に示すように盛土部分の最大応答せん断応力は 1978 年の地震波に対する応答と、2003 年の地震波に対する応答にほとんど差がないことがわかる。17.0km 地点は 1978 年の地震による被災位置で、図-5 に示すように最大応答加速度、最大応答せん断応力ともに 1978 年の地震波による応答の方が著しく大きい。このことは、17.0km 地点付近に 1978 年の地震で段差の被害が生じ、2003 年の地震では被害が生じていないことに関係しているものと思われる。

5. まとめ

鳴瀬川の支流にある吉田川の河川堤防の震動特性と地盤構造との関係を明らかにするため、盛土-支持地盤系の 1 次元地震応答解析を行った。その結果、1978 年の地震で被災した 17.0km 地点は 1978 年の地震波に対して揺れやすく、11.7km 地点では、盛土部分の応答に両地

震による差異がみられないことが明らかになった。両地点の盛土下の地盤構造は 11.7km 地点では N 値が 3~4 程度の厚いシルト層であり、17.0km 地点では N 値が 1~2 程度と 11.7km 地点に比べ軟弱なシルト層があるなど異なっている。このことにより、両地点における卓越周期等の振動特性が異なり、2 つの地震に対する応答が両地点で異なることが認められたと考えられる。

参考文献

- 1) 建設省土木研究所:1978 年 6 月宮城県沖地震被害調査概報,pp.44-45, 1978.
- 2) 2003 年三陸南地震および宮城県北部地震災害調査委員会:2003 年三陸南地震・宮城県北部地震災害調査報告書, (社)地盤工学会,p.94, 2003.
- 3) 中村晋,風間基樹:側方地盤との動的相互作用を考慮した盛土-支持地盤系の 1 次元震動解析法,応用力学論文集,Vol.6,pp.723-730, 2003.
- 4) (財)国土技術研究センター:平成 15 年度 鳴瀬川堤防検討業務 業務報告書,p.4-30, 2004.

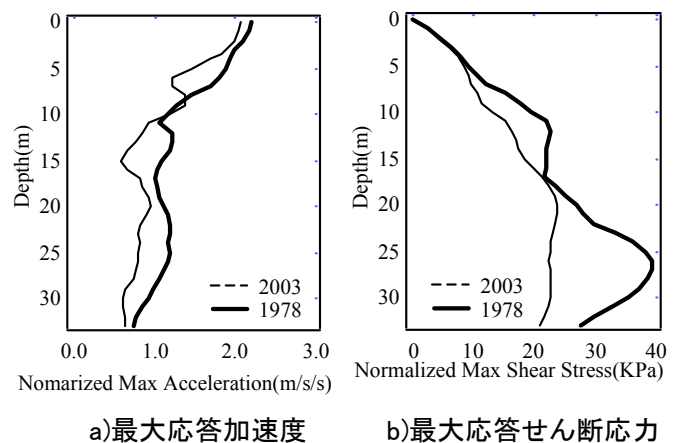


図-4: 11.7km 地点における最大応答の深度分布

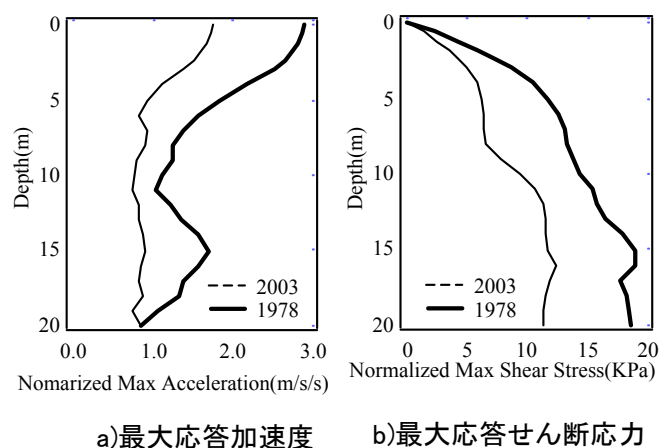


図-5: 17.0 km 地点における最大応答の深度分布