

2003 年宮城県北部地震による河川堤防の震動性状

日本大学工学部 正 中村 晋

1. はじめに

2003 年 7 月 26 日に発生した Mj 6 前後の 3 つの地震は典型的な内陸直下型であり、震源に近い宮城県鳴瀬町、矢本町、鹿島台町、南郷町、河南町の 5 町を中心として被害¹⁾をもたらした。3 つの地震が 24 時間以内に連続して発生した珍しい地震と言える。河川堤防の被害の多くは本震によって発生し、その被害形態は法面崩壊および盛土すべり破壊によるものであった。典型的な盛土すべり破壊の事例として、最も大きな 2m 程度の段差を伴う様な被害を受けた鳴瀬川の木間塚橋の下流に生じた右岸の被害を写真-1 に示す。この地域の河川堤防は、5 月 26 日に発生した宮城県沖の地震では無被災であった。

ここでは、鳴瀬川および北上川流域の河川堤防で観測された強震記録に基づき河川堤防の震動特性と強震記録の特性との関係について検討を行った結果を報告する。

2. 河川堤防で観測された強震記録の特性

図-2 に示す本震の極近傍に位置する鳴瀬川河口に近い中下(nakashita)、および北上川沿いの小塚(kozuka)、河南(Kanan)の 3 地点で観測された強震記録を対象とする。いずれの地点も地中の基盤位置および堤防頂部位置での鉛直アレー観測が実施されている。

まず、中下における地中基盤位置(GL-13m)、堤防小段及び頂部で観測された本震における加速度時刻歴を図-2 に示す。水平 2 成分は、いずれも堤防上の記録が地中に比べ、震幅が小さく、短周期成分の混入が少ないことや、震動周期の長周期化傾向が顕著に認められる。また、鉛直成分は、地中に対し堤防頂部にて増幅していることが分かる。次に、基盤位置における前震、本震、最大余震および 5 月 26 日の宮城県沖の地震で観測された記録の水平成分のベクトルフーリエスペクトル²⁾の比較を図-3 に示す。本震記録は 1.5 から 3.0Hz にて卓越し、その周波数帯での振幅は宮城県沖の地震の記録に比べ 4 倍程度の大きさとなっている。最後に、図-3 に示した 4 つの地震について、地中基盤位置と堤防頂部位置における水平成分のベクトルスペクトル比、及び鉛直成分のスペクトル比、つまり地震動の増幅率を図-4, 5 に示す。堤防と支持地盤系の 1 次固有周波数は、最大余震の 3Hz 近傍から本震における 1.3Hz に長周期化し、図-2 に示した加速度時刻歴の地中と堤防位置の変化とあわせて、明らかに地盤の塑性化によるものであることを示している。



写真-1 鳴瀬川木間塚周辺における河川堤防の被害状況(右岸側)(国土交通省北上川下流工事事務所)

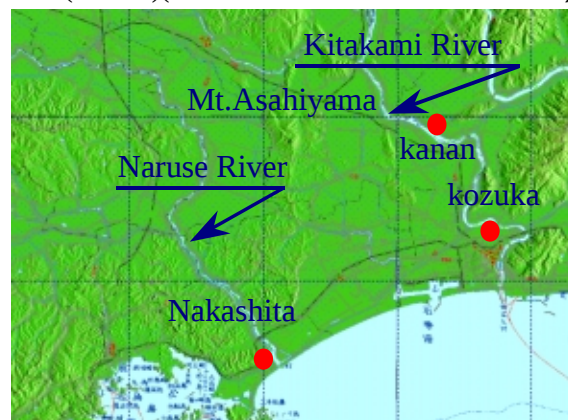


図-1 検討に用いた強震記録の得られた堤防位置

次に、河南及び小塚の基盤位置(河南：GL-77m、小塚：GL-13m)と堤防頂部のベクトルスペクトル比を図-6 に示す。また、3 地点における水平成分のベクトルスペクトルの比較を図-7 に示す。図-7 より、河南及び小塚における基盤位置での地震動は中下より小さく、図-3 に示した中下における宮城県沖の地震と同程度のスペクトル振幅であり、堤防と支持地盤系の増幅率は地盤材料の塑性化の影響を受けず本震と宮城県沖の地震で同程度の値となっている。最後に、河南、小塚のみならず中下における堤防-支持地盤系の 1 次固有周波数は本震の卓越周波数と良く対応していることも明らかとなった。

3. あとがき

本報告では、2003 年宮城県北部地震において震源近傍の河川堤防で観測された強震記録の特性、さらにそれ

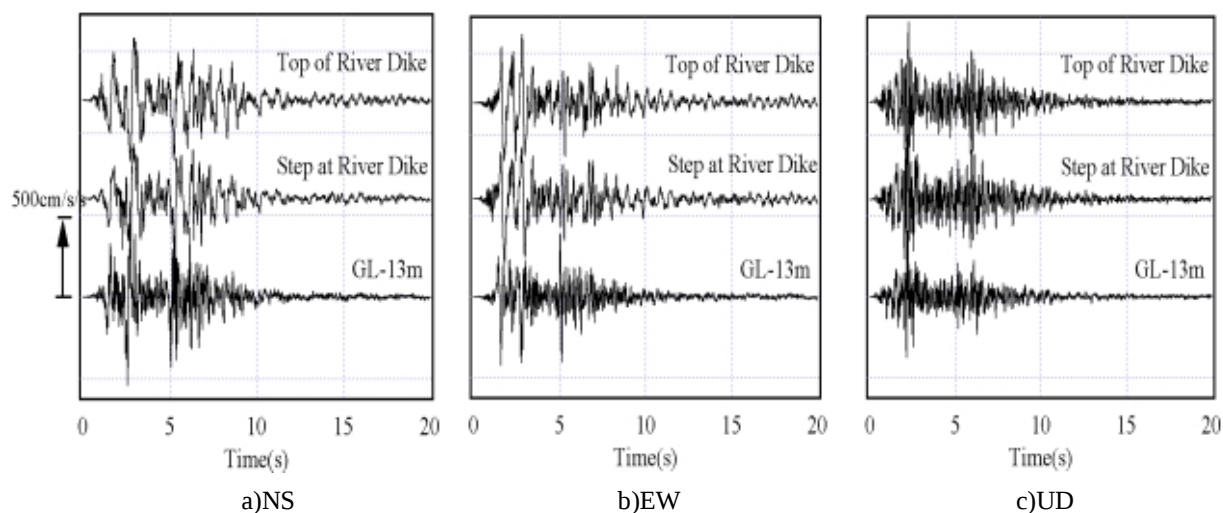


図-2 中下で観測された本震の加速度時刻歴

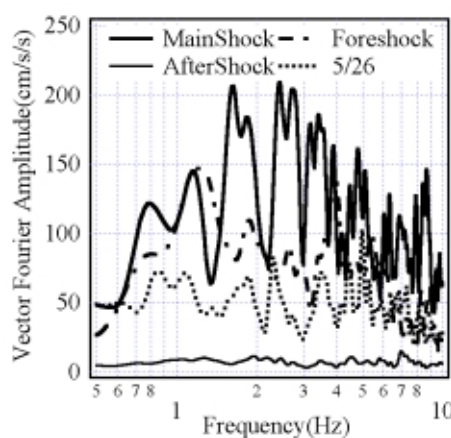


図-3 中下(GL-13m)における前震、本震、最大余震および5/26の地震によるベクトルフーリエスペクトルの比較

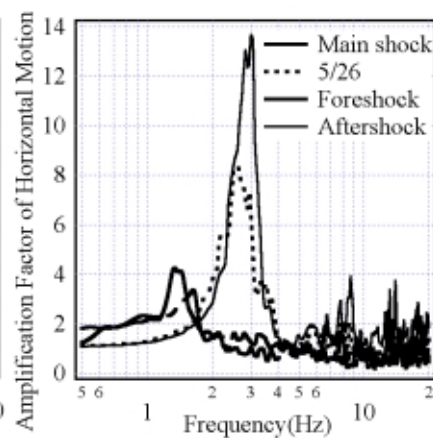


図-4 中下における堤防頂部と基盤位置の水平成分に関するベクトルスペクトル比

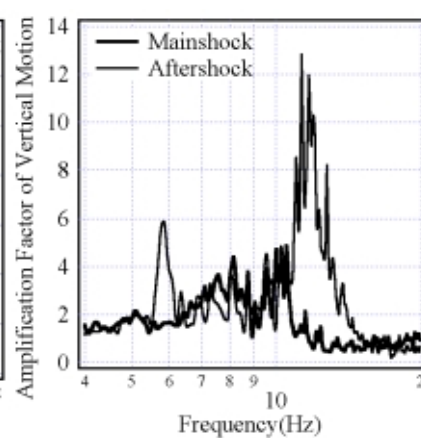
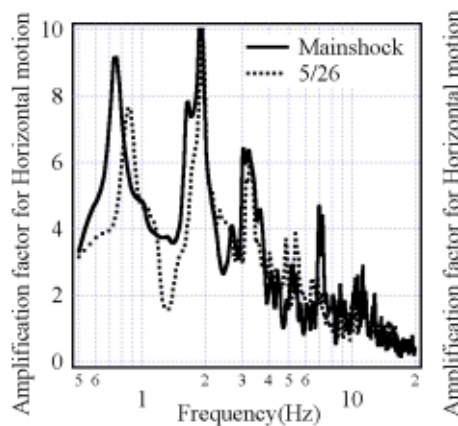
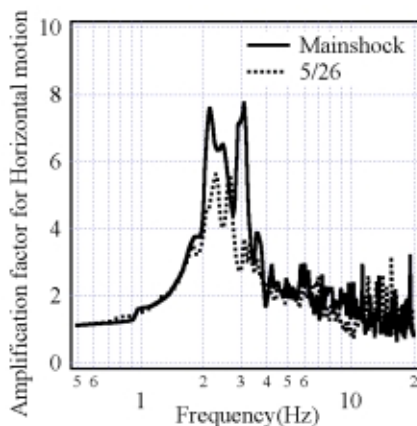


図-5 中下における堤防頂部と基盤位置の鉛直成分に関するベクトルスペクトル比



a)河南



b)小塚

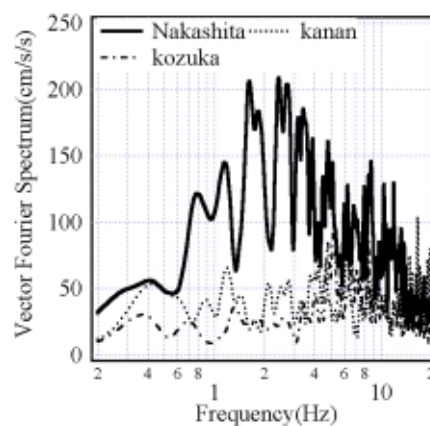


図-7 3観測点における地中記録の水平成分のベクトルスペクトルの比較

図-6 堤防頂部と基盤位置の水平成分に関するベクトルスペクトル比

を用いた堤防-支持地盤系の震動挙動，特に極震源近傍

での明瞭な非線形挙動を示した．なお，ここでは国土交通省東北地方整備局北上下流事務所中下観測所で観測された記録を(社)土木学会における宮城県北部地震被害報告書作成の一貫として使用させていただきました．関係各位に感謝の意を表します．

参考文献

1)2003 年三陸南地震及び宮城県北部地震災害調査委員会編，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，2003，2)中村晋：ベクトルスペクトルによる地震動の増幅特性評価とその適用，土木学会論文集，No.519/I - 32，pp.161-173，1995．