

臨時余震観測に基づく2016年熊本地震によって被災した緑川堤防沿いでのサイト増幅特性の評価

大阪大学大学院工学研究科 正会員 秦 吉弥
 大阪大学大学院工学研究科 学生会員 山内 政輝
 (株)長大 構造事業本部 正会員 矢部 正明

大阪大学大学院工学研究科 学生会員 大川雄太郎
 大阪大学大学院工学研究科 学生会員 湊 文博
 法政大学 デザイン工学部 正会員 酒井 久和

1. はじめに

大規模地震による被災事例をもとに、その原因を評価する上で、当該地点の地震動を精度良く推定することは非常に重要¹⁾である。例えば、道路盛土や河川堤防のような線状の土構造物では、被災・無被災箇所が混在する事例が多く、各地点における地震動の評価が必要となる。しかしながら線状構造物では、地盤震動の特性(サイト特性)や地震危険度の特性(対象地点と活断層の位置関係)がそれぞれ地点ごとに異なってくる。この点に関して、著者ほか^{2),3)}は、道路盛土・河川堤防の地点毎にこれらの特性を考慮した地震動を推定する手法を検討している。

一方で、2016年熊本地震の前震・本震の強震動の作用によって震源域に位置する緑川(図-1 参照)などの河川堤防に深刻な被害が発生⁴⁾した。その被災・無被災箇所は混在しており、当該箇所に作用した前震時および本震時に作用した地震動を推定することは非常に重要である。

本稿では、今後の地震動推定のための基礎的検討として、緑川堤防沿いの地震観測点(図-2 参照)におけるサイト増幅特性を評価した結果について報告する。

2. 下仲間での臨時余震観測の実施

図-2 に示すように、緑川堤防沿いには、MLIT 熊本、嘉島町役場、御船 IC、御船町役場と五つの既存強震観測点が概ね一定の距離間隔を伴って位置しているものの、MLIT 熊本と嘉島町役場の間は比較的長距離を有していることが読み取れる。さらに、図-3 は緑川堤防沿いの地質区分⁵⁾であるが、一様な地質であるとは言い難く、サイト特性の差異が示唆される。緑川堤防沿いでの地震動を一定の精度で推定するためには、サイト特性を一定の精度で評価する必要、すなわち MLIT 熊本と嘉島町役場の間における地震観測点の存在が理想的であると言える。

そこで本研究では、MLIT 熊本と嘉島町役場の中間付近で緑川堤防沿いにある嘉島町下仲間において臨時余震観測を実施した。観測期間は、2016年8月25日～9月1日である。なお、地震計は一体型微動探査兼地震計機器⁶⁾を採用し、サンプリング周波数は100Hzとした。観測方向は、N-S, E-W, U-D方向の計三成分であり、トリガー加速度レベルは設定せず常時観測を継続するシステム⁷⁾とした。

3. サイト増幅特性の評価

図-4 は、評価したサイト増幅特性(地震基盤～地表)を地震観測点ごとに示す。MLIT 熊本⁸⁾、嘉島町役場⁷⁾、御船 IC⁹⁾、御船町役場⁷⁾については、既存のものを援用した。一方で、嘉島町下仲間でのサイト増幅特性の評価方法としては、スペクトル比に基づく方法を採用した。具体的には、まず、現・K-NET 熊本と臨時観測点で同時に得られた余震記録を対象に、両地点の距離の違いによる補正^{10),11)}を考慮したフーリエスペクトルの比率(臨時観測点/現・K-NET 熊本)を観測余震ごとにそれぞれ計算し、この比率(観測余震数に応じたスペクトル比の平均)を現・K-NET 熊本における既存のサイト増幅特性¹²⁾に掛け合わせることで、地震基盤～地表相当のサイト

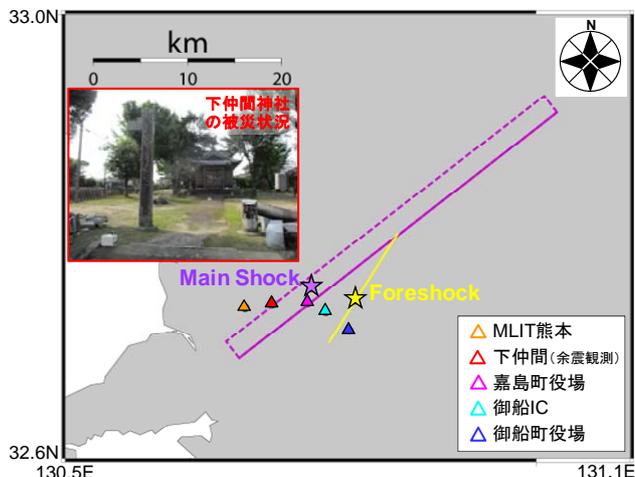


図-1 2016年熊本地震の震源域に位置する緑川堤防

増幅特性を評価した。

図-4 に示すとおり、地震観測点ごとにサイト増幅特性の特徴が大きく異なっていることが読み取れる。この差異は、2016年熊本地震の前震時ならびに本震時に緑川堤防沿いに作用した地震動の特徴に大きな差異があった可能性が高いことを示唆するものである。

4. まとめ

本稿では、2016年熊本地震による強震動の作用によって被災した緑川堤防沿いの既存/臨時地震観測点(計五地点)相当でのサイト増幅特性を評価した。今後は、サイト増幅特性を考慮した強震動シミュレーションを実施し、2016年熊本地震時に緑川堤防の被災・無被災箇所に作用した地震動をそれぞれ推定していく予定である。

謝辞：臨時余震観測の実施では、現地の住民や関係者の皆様などに大変お世話になりました。なお、本研究は、(公社)土木学会地震工学委員会性能に基づく橋梁等構造物の耐震設計法に関する研究小委員会(委員長：矢部正明(株)長大副技師長)、(公社)土木学会地震工学委員会2016年熊本地震による被害調査・分析小委員会(委員長：池田隆明 長岡技術科学大学教授)の活動の一環として実施したものである。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 秦吉弥, 野津厚: 被害地震の揺れに迫る一地震波形デジタルデータ CD 付き一, 大阪大学出版会, 2016.
- 2) 秦吉弥, 一井康二, 村田晶, 野津厚, 宮島昌克: 経験的サイト増幅・位相特性を考慮した線状構造物における地震動の推定とその応用—2007年能登半島地震での道路被災を例に—, 土木学会論文集 A, Vol.66, No.4, pp.799-815, 2010.
- 3) 秦吉弥, 酒井久和, 静間俊郎, 野津厚, 一井康二, 丸山喜久: サイト特性を考慮した推定地震動に基づく堤防道路の通行機能に着目した被害関数の評価—大規模地震による鳴瀬川堤防の被災を例に—, 土木学会論文集 A1, Vol.71, No.4, pp.L_894-914, 2015.

キーワード：2016年熊本地震、河川堤防、臨時余震観測

連絡先：〒565-0871 大阪府吹田市山田丘 2-1 大阪大学 大学院工学研究科 地球総合工学専攻 TEL&FAX:06-6879-7626



図-2 緑川堤防沿いの既存強震観測点の分布, および嘉島町下仲間に設けた臨時余震観測点

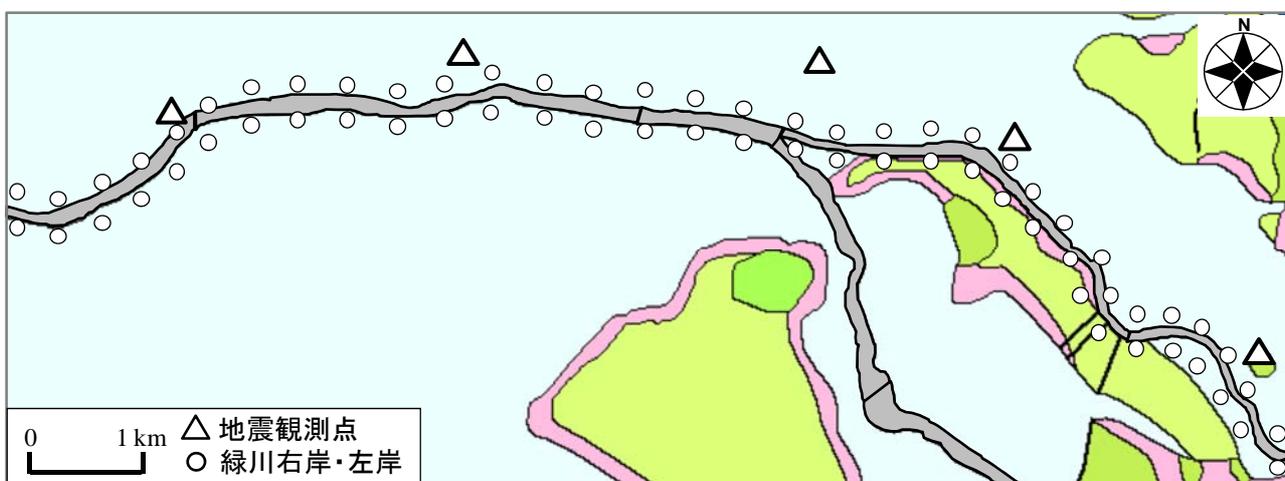


図-3 本研究で対象とする緑川堤防沿いにおける地質区分 ((国研)産業技術総合研究所地質図⁵⁾に一部加筆)

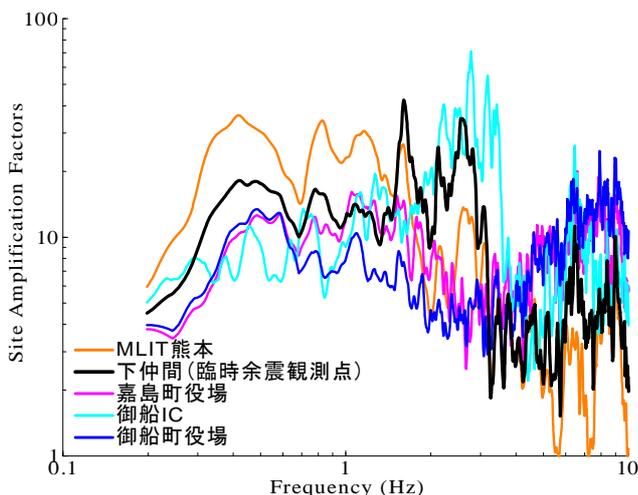


図-4 サイト増幅特性(地震基盤～地表)の比較

- 4) 国土交通省九州地方整備局河川部:平成28年熊本地震(最大震度7)における白川・緑川等の被災及び復旧状況について,平成28年4月24日報道発表資料ホームページ,2016. <http://www.qsr.mlit.go.jp/n-kisyahappyou/h28/>
- 5) 産業技術総合研究所:地質図表示システム(地質図Navi),地質調査総合センターHP,2013. <https://gbank.gsj.jp/geonavi/>
- 6) 先名重樹,安達繁樹,安藤浩,荒木恒彦,飯澤清典,藤原広行:微動探査観測システムの開発,第115回物理解査学会学術講演会講演論文集,pp.227-229,2006.

- 7) 秦吉弥,矢部正明,葛西昭,松崎裕,高橋良和,秋山充良:臨時地震観測に基づく2016年熊本地震の強震動の作用によって被災した橋梁地点でのサイト増幅特性の評価,第19回性能に基づく橋梁等の耐震設計に関するシンポジウム講演論文集,土木学会,pp.127-134,2016.
- 8) Hata, Y., Yabe, M., Kasai, A., Matsuzaki, H., Takahashi, Y. and Akiyama, M.: Ground motion estimation for the elevated bridges of the Kyushu Shinkansen derailment caused by the foreshock of the 2016 Kumamoto earthquake based on the site-effect substitution method, *Earth Planets Space*, Springer, Vol.68:199, 2016.
- 9) 秦吉弥,田山聡,矢部正明,門田浩一,大川雄太郎,常田賢一:臨時地震観測に基づく2016年熊本地震の前震による高速道路盛土の被災地点での強震動の評価,土木学会論文集A1, Vol.73, No.4, 2017.
- 10) Boore, D. M.: Stochastic simulation of high-frequency ground motions based on seismological models of the radiated spectra, *Bulletin of the Seismological Society of America*, Vol.73, No.6A, pp.1865-1894, 1983.
- 11) 加藤研一:K-NET強震記録に基づく1997年鹿児島県北西部地震群の震源・伝播経路・地盤増幅特性評価,日本建築学会構造系論文集, No.543, pp.61-68, 2001.
- 12) 長坂陽介,野津厚:K-NET熊本(KMM006)とKiK-net益城(KMMH16)のサイト増幅特性の再評価—デジタルデータ付き—,(国研)海上・港湾・航空技術研究所港湾空港技術研究所地震防災研究領域ホームページ,2016.