

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

秦吉弥¹・矢部正明²・葛西昭³・松崎裕⁴・高橋良和⁵・秋山充良⁶

¹正会員 博士(工学) 大阪大学 助教 大学院工学研究科 (〒565-0871 大阪府吹田市山田丘2-1)

²正会員 博士(工学) (株)長大 副技師長 構造事業本部 (〒305-0812 茨城県つくば市東平塚730)

³正会員 博士(工学) 熊本大学 准教授 大学院自然科学研究科 (〒860-8555 熊本県熊本市中央区黒髪2-39-1)

⁴正会員 博士(工学) 東北大学 助教 大学院工学研究科 (〒980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉6-6-06)

⁵正会員 博士(工学) 京都大学 准教授 大学院工学研究科 (〒615-8540 京都府京都市西京区京都大学桂)

⁶正会員 博士(工学) 早稲田大学 教授 創造理工学部 (〒160-8555 東京都新宿区大久保3-4-1)

1. はじめに

2016年4月14日21時26分に発生した熊本県熊本地方を震源とする気象庁マグニチュード6.5の大規模地震(以後、2016年熊本地震の前震と呼ぶ)および4月16日1時25分に発生した熊本県熊本地方を震源とする気象庁マグニチュード7.3の大規模地震(以後、2016年熊本地震の本震と呼ぶ)による強震動の作用により、震源域に位置する橋梁の深刻な被害が著者などによって数多く報告^{1)~6)}されている。この被災経験を踏まえ、同種の橋梁などを対象とした耐震性評価を今後向上させていくためにも、前震時もしくは本震時に被災橋梁に作用した強震波形を推定することは非常に重要⁷⁾である。

そこで本稿では、強震動推定を実施するための基礎的検討として、2016年熊本地震の前震もしくは本震による強震動の作用によって被災した以下に示す12つの橋梁地点(以後、被災橋梁もしくは対象橋梁と呼ぶ：図-1参照)ならびにその周辺の常設の強震観測点^{8),9),10)}・震度観測点^{11),12)}におけるサイト増幅特性をそれぞれ評価した結果について報告する。

- ・九州新幹線脱線地点 (Kyushu Shinkansen)
- ・神園橋 (Kouzono Overbridge)
- ・秋津川橋 (Akitsugawa Bridge)
- ・木山川橋 (Kiyamagawa Bridge)
- ・府領第一橋 (Furyo-Daiichi Overbridge)
- ・大切畑大橋 (Okirihata Bridge)
- ・桑鶴大橋 (Kuwaduru Bridge)
- ・扇の坂橋 (Oginosaka Bridge)

- ・俵山大橋 (Tawarayama Bridge)
- ・阿蘇長陽大橋 (Aso-Choyo Bridge)
- ・南阿蘇大橋 (Minami-Aso Bridge)
- ・阿蘇大橋 (Aso Bridge)

具体的には、まず、被災橋梁周辺の常設の強震観測点・震度観測点の分布を整理した。次に、強震観測点・震度観測点で得られた前震記録もしくは本震記録(2016年6月19日現在)による絶対加速度応答スペクトルを計算・評価した。最後に、被災橋梁もしくはその極近傍において臨時地震観測を行い、得られた観測記録に基づいてサイト増幅特性を評価した。

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)の活動の一環として実施したものである。

2. 強震観測点・震度観測点の分布

九州新幹線脱線地点とその周辺における強震観測点・震度観測点の分布を図-2に、九州自動車道沿いの対象橋梁(神園橋、秋津川橋、木山川橋、府領第一橋：図-1参照)とその周辺における強震・震度観測点の分布を図-3～図-6に、阿蘇郡県道28号沿いの対象橋梁(大切畑大橋、桑鶴大橋、扇の坂橋、俵山大橋：図-1参照)とその周辺における強震・震度観測点の分布を図-7に、南阿蘇村河陽地区の対象橋梁(阿蘇長陽大橋、南阿蘇大橋、阿蘇大橋：図-1参照)とその周辺における強震・震度観測点の分布を図-8にそれぞれ示す。

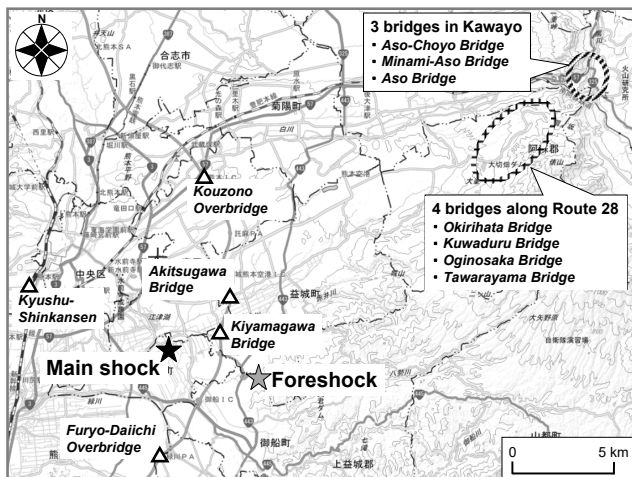


図-1 2016年熊本地震の震源域における本稿の対象橋梁

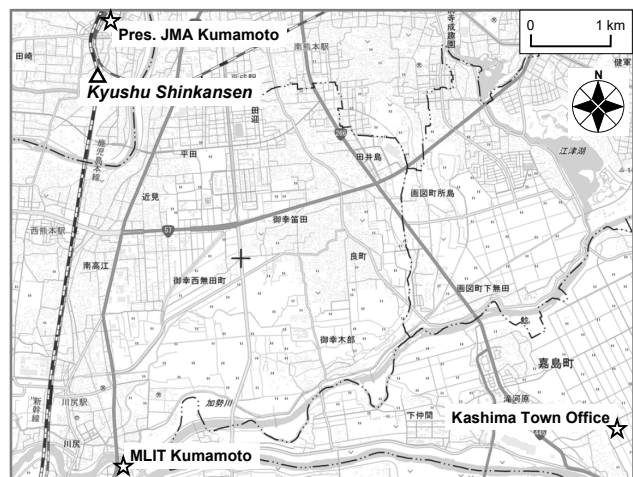


図-2 九州新幹線脱線地点とその周辺の強震・震度観測点

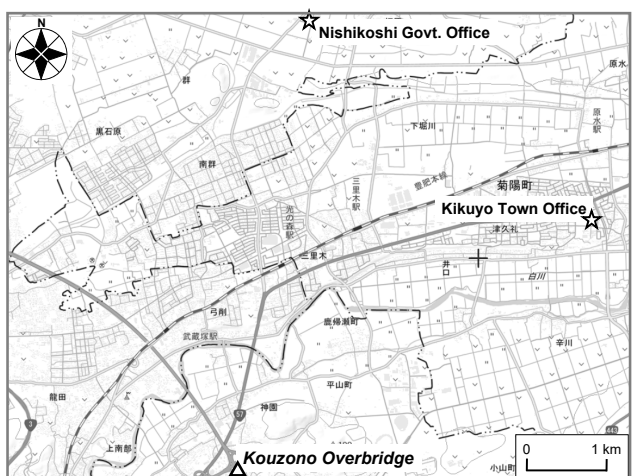


図-3 神園橋とその周辺の強震・震度観測点

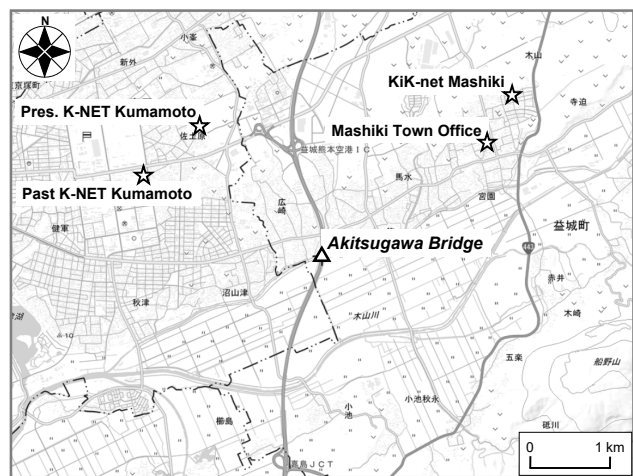


図-4 秋津川橋とその周辺の強震・震度観測点

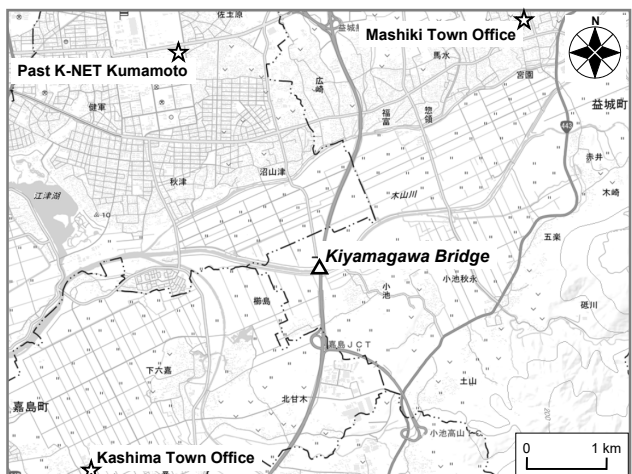


図-5 木山川橋とその周辺の強震・震度観測点

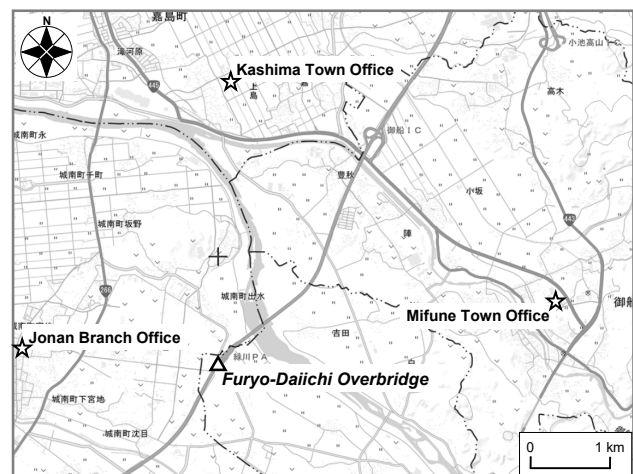


図-6 府領第一橋とその周辺の強震・震度観測点

図-2に示すとおり、九州新幹線脱線地点の比較的近くには、現・JMA熊本が位置しているのが読み取れる。図-3～図-6に示すとおり、九州自動車道沿いの対象橋梁(神園橋、秋津川橋、木山川橋、府領第一橋)の周辺には、常設の強震観測点・震度観測点

は位置していない。図-7に示すとおり、県道28号沿いの対象橋梁(大切畑大橋、桑鶴大橋、扇の坂橋、俵山大橋)の周辺には、西原村役場の震度計が位置しているが、比較的距离が離れている(大切畑大橋から約2.5km)。図-8に示すとおり、河陽地区の対象

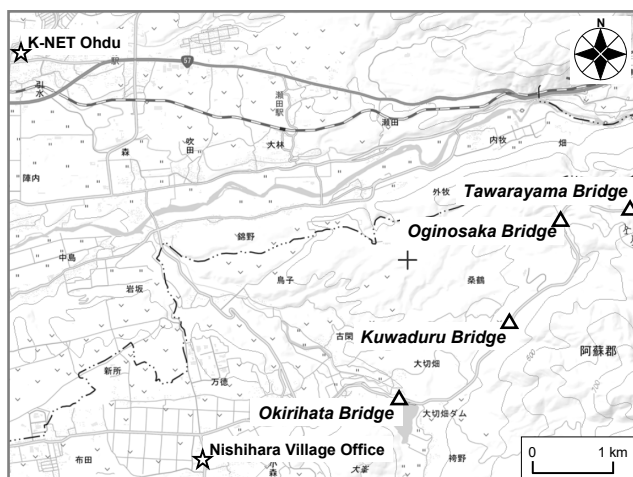


図-7 県道28号被災橋梁とその周辺の強震・震度観測点

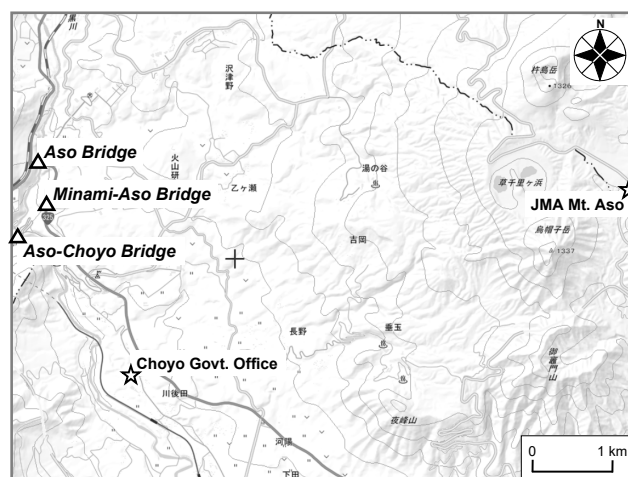


図-8 河陽地区被災橋梁とその周辺の強震・震度観測点

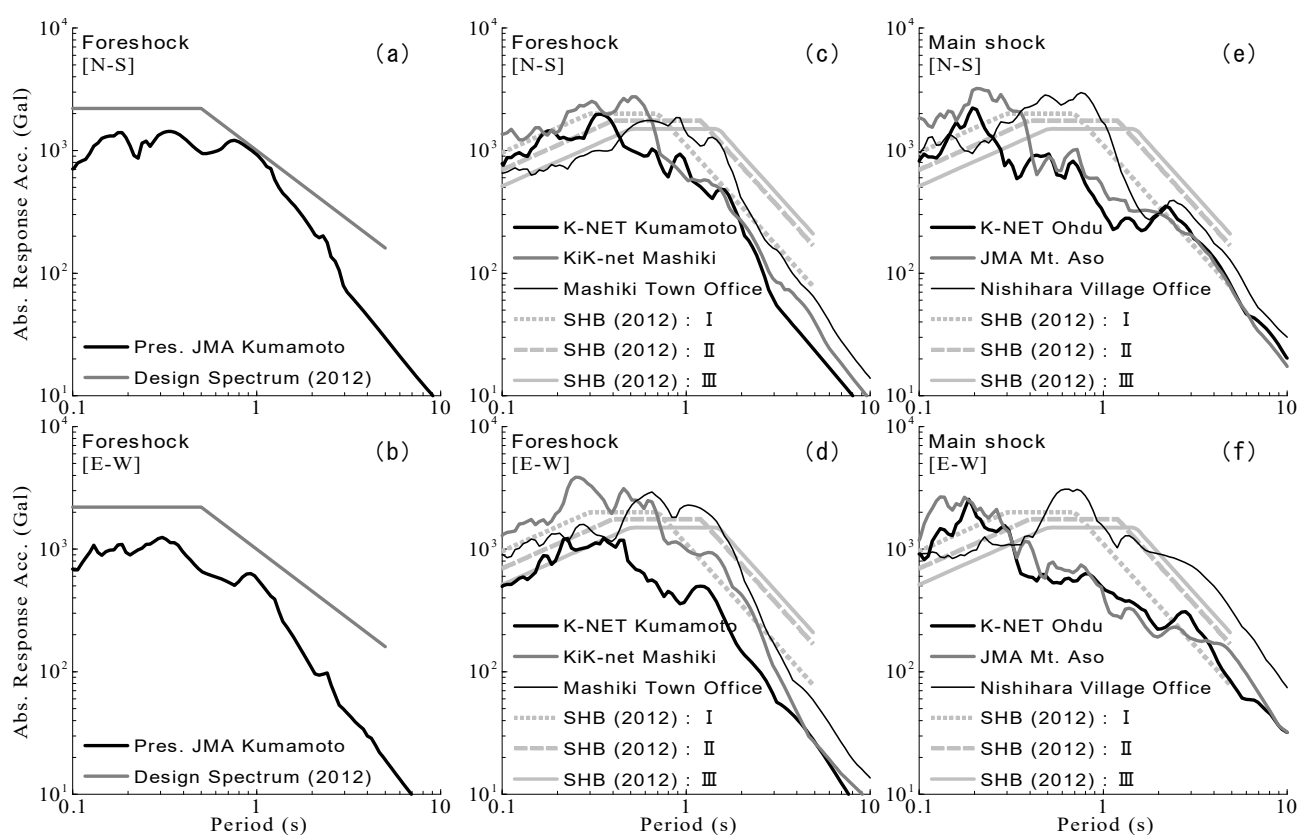


図-9 被災橋梁周辺で得られた前震観測記録もしくは本震観測記録による絶対加速度応答スペクトル(減衰定数5%)の比較

橋梁(阿蘇長陽大橋, 南阿蘇大橋, 阿蘇大橋)の周辺には, 南阿蘇村役場長陽庁舎の震度計が位置しているものの, 2.5km程度離れていることが読み取れる。

よって, 九州新幹線脱線地点(図-2参照)を除けば, 対象橋梁の比較的近くに常設の強震観測点・震度観測点は位置しておらず, 2016年熊本地震の前震もしくは本震によって得られた観測記録を, 前震時もしくは本震時に対象橋梁に作用した強震動と見なすことができない可能性が示唆される。

3. 加速度応答スペクトルの評価

図-9(a),(b)は, 九州新幹線脱線地点周辺に位置する現・JMA熊本で得られた前震による観測記録の絶対加速度応答スペクトル(減衰定数5%)に対して, 鉄道構造物等設計標準・同解説¹³⁾に基づく設計標準スペクトル(スペクトルII(内陸型地震))を重ね合わせたものである。図-9(a),(b)に示すように, 設計標準スペクトルが前震観測記録による応答スペクトルを全周期帯域において上回っているのが確認できる。

図-9(c),(d)は、九州自動車道周辺に位置する現・K-NET熊本、KiK-net益城(地表)、益城町役場(建物内)でそれぞれ得られた前震による観測記録の絶対加速度応答スペクトル(減衰定数5%)に対して、道路橋示方書・同解説¹⁴⁾に基づく設計標準スペクトル(タイプII地震動：I種・II種・III種地盤)をそれぞれ重ね合せたものである。図-9(c),(d)に示すように、まず、現・K-NET熊本では、周期帯域によっては設計標準スペクトルと同等程度の加速度応答を示している。次に、KiK-net益城(地表)では、0.1～0.7sの周期帯域で設計標準スペクトルと同等程度もしくはそれ以上の加速度応答を示している。最後に、益城町役場では、0.5～1.5sの周期帯域で設計標準スペクトルと同等程度もしくはそれ以上の加速度応答を示していることが読み取れる。

図-9(e),(f)は、阿蘇郡の県道28号近くおよび南阿蘇村の河陽地区に位置するK-NET大津、JMA阿蘇山、西原村役場でそれぞれ得られた本震による観測記録の絶対加速度応答スペクトル(減衰定数5%)に対して、道路橋示方書・同解説¹⁴⁾に基づく設計標準スペクトル(タイプII地震動：I種・II種・III種地盤)をそれぞれ重ね合せたものである。図-9(e),(f)に示すように、K-NET大津およびJMA阿蘇山では、設計標準スペクトルを一部上回る周期帯域(主に短周期帯域)が確認できる。一方で、西原村役場では、0.5～0.9sの周期帯域で設計標準スペクトルを上回る加速度応答を示していることが読み取れる。

4. 臨時地震観測の実施

上記で得られた知見を踏まえ、本研究では、まず、対象橋梁もしくはその極近傍において地震計を臨時設置し(写真-1(a),(b)の一例参照)、地震観測(余震観測)を実施した。なお、地震計の臨時設置地点と対象橋梁地点では、常時微動H/Vスペクトルの特性が非常に類似しており、地震計の臨時設置位置の妥当性を確認している。次に、地方自治体管理の震度観測点では、その記録の公開が比較的規模の大きな地震に限られているため¹¹⁾、震度観測点の極近傍においても地震計を臨時設置し(写真-1(c)の一例参照)、地震観測(余震観測)を実施した。最後に、K-NET熊本は2015年3月13日に移設されており、後述するスペクトルインバージョンによるサイト増幅特性の評価¹⁵⁾は、旧・K-NET熊本(図-4参照)を対象に実施されているのに対して、前震観測記録は現・K-NET熊本(図-4参照)において得られている。そこで

表-1 サイト増幅特性の評価での基準点と推定点の一覧

Target site	Reference site
Pres. K-NET Kumamoto	Past K-NET Kumamoto
JMA Mt. Aso	KiK-net Aso
Mashiki Town Office	KiK-net Mashiki (Surface)
Mifune Town Office	
Aso Bridge	K-NET Ohdu
Aso-Choyo Bridge	
Choyo Govt. Office	
Kikuyo Town Office	
Kuwatsuru Bridge	
Minami-Aso Bridge	
Nishihara Village Office	
Nishikoshi Govt. Office	
Oginosaka Bridge	
Okirihata Bridge	
Tawarayama Bridge	
Akitsu-gawa Bridge	
Furyo-Daiichi Overbridge	
Jonan Branch Office	
Kashima Town Office	Pres. K-NET Kumamoto (Past K-NET Kumamoto)
Kiyamagawa Bridge	
Kouzono Overbridge	
Kyushu Shinkansen	
MLIT Kumamoto	
Pres. JMA Kumamoto	

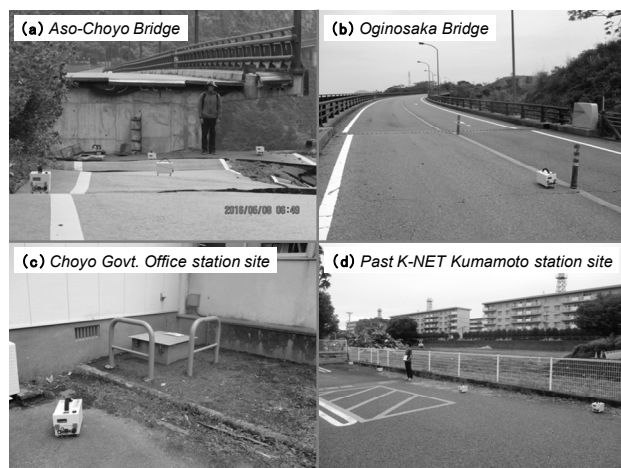


写真-1 臨時地震観測(および常時微動計測)の実施状況

本研究では、旧・K-NET熊本の跡地においても地震計を臨時設置し(写真-1(d)参照)、地震観測(余震観測)を実施した。観測期間は、2015年4月15日～6月5日の約50日間のうちの数日間(臨時観測点ごとに異なる)である。

その結果、中小地震(主に2016年熊本地震による余震)による観測記録を、表-1に示す基準点と推定

点において同時に得ることができた。なお、地震計は一体型微動探査兼地震計機器¹⁶⁾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3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¹⁷⁾とした。

5. サイト増幅特性の評価

図-10に評価したサイト増幅特性(地震基盤～地表)を対象橋梁ごとにそれぞれ示す。サイト増幅特性の評価方法としては、基準点と推定地点(表-1参照)

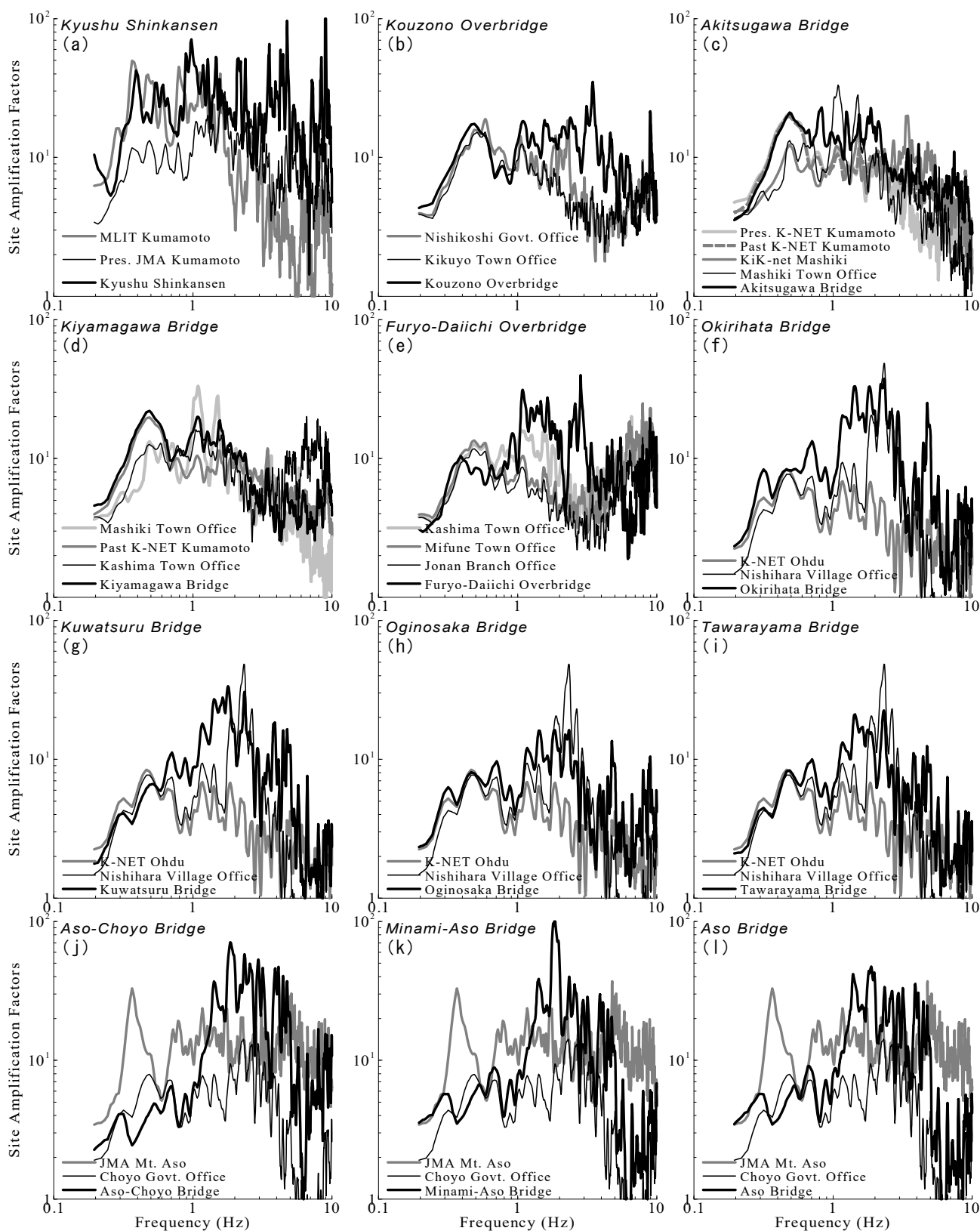


図-10 対象橋梁とその周辺の常設の強震観測点・震度観測点におけるサイト増幅特性(地震基盤～地表)の比較

性の評価方法としては、基準点と推定点(表-1参照)で同時に得られた中小地震観測記録によるスペクトル比に基づく方法¹⁸⁾を採用した。具体的には、まず、基準点と推定点で同時に得られた中小地震観測記録を対象に、両地点の距離の違いによる補正^{19),20)}を考慮したフーリエスペクトルの比率(推定点/基準点)を観測地震ごとにそれぞれ計算し、この比率(観測地震数に応じたスペクトル比の平均)を基準点におけるスペクトルインバージョンに基づく既存のサイト増幅特性¹⁵⁾に掛け合わせることによって、地震基盤～地表相当のサイト増幅特性を評価^{21),22)}した。

図-10(a)に示すとおり、九州新幹線脱線地点では、周波数帯域によって他2地点と同等程度もしくは大きく上回るサイト増幅特性が算定されている。これは、前震時に九州新幹線脱線地点に作用した強震動は、周辺で得られた前震観測記録よりも大きかった可能性が高いことを示唆するものである。

図-10(b)～(e)に示すとおり、九州自動車道沿いの対象橋梁では、1～2Hz付近もしくは1～3Hz付近が卓越するサイト増幅特性が確認できる。また、周辺の常設観測点におけるサイト増幅特性に対して、その特徴(卓越周波数やスペクトル形状など)が大きく異なっていることから、九州自動車道沿いの対象橋梁に前震時に作用した強震動として、周辺で得られた前震観測記録を援用することができないことをあらためて確認することができる。

図-10(f)～(i)に示すとおり、阿蘇郡の県道28号沿いの対象橋梁では、1～3Hz付近が卓越するサイト増幅特性が算定された。さらに、対象としている大切畑大橋・桑鶴大橋・扇の坂橋・俵山大橋の4地点では、サイト増幅特性が比較的類似している。一方で、西原村役場およびK-NET大津のサイト増幅特性に対して、阿蘇郡の県道28号沿いの対象橋梁のサイト増幅特性は、その特徴(卓越周波数やスペクトル形状など)に有意な差異が見受けられることから、阿蘇郡の県道28号沿いの対象橋梁に本震時に作用した強震動として、西原村役場ならびにK-NET大津で得られた本震観測記録を援用することができないことが読み取れる。

図-10(j),(k),(l)に示すとおり、南阿蘇村の河陽地区内の対象橋梁では、1～3Hz付近が非常に卓越するサイト増幅特性が算定された。さらに、対象としている阿蘇長陽大橋・南阿蘇大橋・阿蘇大橋の3地点では、サイト増幅特性が比較的類似している。なお、これらの傾向は、上述した阿蘇郡の県道28号沿いの対象橋梁におけるサイト増幅特性(図-10(f)～(i)参照)と同様である。一方で、南阿蘇村長陽庁舎

およびJMA阿蘇山のサイト増幅特性に対して、南阿蘇村の河陽地区内の対象橋梁のサイト増幅特性は、その特徴(卓越周波数やスペクトル形状など)が明らかに異なっていることから、南阿蘇村の河陽地区内の対象橋梁に本震時に作用した強震動は、南阿蘇村長陽庁舎ならびにJMA阿蘇山で得られた本震観測記録と工学的に同等であると見なすことができない(観測記録の工学的転用は不可である)。

6. まとめ

本研究では、臨時地震観測記録に基づき、2016年熊本地震の前震時もしくは本震時に震源域内の対象橋梁に作用した強震波形を推定するための基礎的な検討を行った。以下に、得られた知見を示す。

- 1) 九州新幹線脱線地点とその周辺の強震観測点・震度観測点におけるサイト増幅特性の比較に基づけば、前震時に九州新幹線脱線地点に作用した強震動は、周辺で得られた前震観測記録(例えば、現・JMA熊本での前震観測記録)よりも大きかった可能性が高い。
- 2) 九州自動車道沿いの対象橋梁(神園橋・秋津川橋・木山川橋・府領第一橋)とその周辺の強震観測点・震度観測点では、サイト増幅特性が大きく異なっており、各々の対象橋梁におけるサイト増幅特性を考慮して前震時に作用した地震動を推定する必要がある。
- 3) 阿蘇郡の県道28号沿いの対象橋梁(大切畑大橋・桑鶴大橋・扇の坂橋・俵山大橋)とその周辺に位置する西原村役場・K-NET大津では、サイト増幅特性が大きく異なっていることから、西原村役場ならびにK-NET大津で得られた本震観測記録を、阿蘇郡の県道28号沿いの対象橋梁に作用した強震動と見なすことはできない。一方で、大切畑大橋・桑鶴大橋・扇の坂橋・俵山大橋において評価されたサイト増幅特性は、それぞれ比較的類似している。
- 4) 南阿蘇村の河陽地区内の対象橋梁(阿蘇長陽大橋・南阿蘇大橋・阿蘇大橋)とその周辺に位置する南阿蘇村長陽庁舎・JMA阿蘇山では、サイト増幅特性が大きく異なっていることから、南阿蘇村長陽庁舎ならびにJMA阿蘇山で得られた本震観測記録を、南阿蘇村の河陽地区内の対象橋梁に作用した強震動と見なすことはできない。一方で、阿蘇長陽大橋・南阿蘇大橋・阿蘇大橋において評価されたサイト増幅特性は、それぞれ比較的類似している。

今後は、本稿で得られた知見に基づいて、2016年熊本地震の前震時もしくは本震時に被災橋梁に作用した強震波形を推定^(例えば23)~41)していく予定である。

謝辞：本研究では、国土交通省MLIT、(国研)防災科学技術研究所K-NET、気象庁JMA、熊本県による地震波形データを利用させていただきました。現地調査、臨時地震観測、常時微動計測などの実施の際には、現地の皆様などにご支援・ご協力いただきました。ここに記して御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 秦吉弥：地震動・地盤震動，平成28年(2016年)熊本地震 地震被害調査結果 速報会講演資料，土木学会地震工学委員会ホームページ，2016. (last accessed: 2016/06/19)
- 2) 秦吉弥：地盤震動(1)～被災地点等での臨時地震観測～，土木学会地震工学委員会平成28年度第1回研究会講演資料，土木学会地震工学委員会ホームページ，2016. (last accessed: 2016/06/19)
- 3) 矢部正明：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活動報告，土木学会地震工学委員会平成28年度第1回研究会講演資料，土木学会地震工学委員会ホームページ，2016. (last accessed: 2016/06/19)
- 4) 葛西昭：熊本大学IRESの災害対応全般，土木学会地震工学委員会平成28年度第1回研究会講演資料，土木学会地震工学委員会ホームページ，2016. (last accessed: 2016/06/19)
- 5) 高橋良和：構造物の調査報告(1)，平成28年(2016年)熊本地震 地震被害調査結果 速報会講演資料，土木学会地震工学委員会ホームページ，2016. (last accessed: 2016/06/19)
- 6) 秋山充良：構造物の調査報告(2)～阿蘇大橋およびその周辺の橋梁の被害調査～，平成28年(2016年)熊本地震 地震被害調査結果 速報会講演資料，土木学会地震工学委員会ホームページ，2016. (last accessed: 2016/06/19)
- 7) 例えば，野津厚，一井康二：性能設計の発展型としてのEvidence-Based Designの提案とその実現に向けた課題，第13回日本地震工学シンポジウム論文集，日本地震工学会，pp.3073-3080, 2010.
- 8) Aoi, S., Kunugi, T., and Fujiwara, H.: Strong-motion seismograph network operated by NIED: K-NET and KiK-net, *Jour. of Japan Association for Earthquake Engineering*, Vol.4, No.3, pp.65-74, 2004.
- 9) Nishimae, Y.: Observation of seismic intensity and strong ground motion by Japan Meteorological Agency and local governments in Japan, *Jour. of Japan Association for Earthquake Engineering*, Vol.4, No.3, pp.75-78, 2004.
- 10) Uehara, H. and Kusakabe, T.: Observation of strong earthquake motion by National Institute for Land and Infrastructure Management, *Jour. of Japan Association for Earthquake Engineering*, Vol.4, No.3, pp.90-96, 2004.
- 11) 西前裕司：気象庁・地方公共団体における震度観測および強震観測について，日本地震工学会大会—2003梗概集，pp.特58-59, 2003.
- 12) 熊本県防災会議：地震観測施設等整備計画，熊本県地域防災計画(地震・津波災害対策編)，第2章 第4節，2015.
- 13) (公財)鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説—耐震設計，丸善出版，418p., 2012.
- 14) (公社)日本道路協会：道路橋示方書・同解説(V耐震設計編)，丸善出版，318p., 2012.
- 15) 野津厚，長尾毅，山田雅行：スペクトルインバージョンに基づく全国の強震観測地点におけるサイト増幅特性とこれを利用した強震動評価事例，日本地震工学会論文集，Vol.7, No.2, pp.215-234, 2007.
- 16) 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回物理探査学会学術講演会講演論文集，pp.227-229, 2006.
- 17) 秦吉弥，一井康二，常田賢一，柴尾享，山田雅行，満下淳二，小泉圭吾：アレー計測を利用した道路盛土の地震応答特性の評価，地盤の環境・計測技術に関するシンポジウム2010論文集，地盤工学会，pp.21-26, 2010.
- 18) (社)日本港湾協会：港湾の施設の技術上の基準・同解説(上巻)，国土交通省港湾局，pp.336-341, 2007.
- 19) 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.
- 20) 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.
- 21) 秦吉弥，村田晶，宮島昌克：2016年熊本地震時に熊本城に作用した強震動の推定に向けた基礎的検討～過去および現在の地震観測点におけるサイト増幅特性の評価～，第55回日本地すべり学会研究発表会講演集，2016. [in press]
- 22) 秦吉弥，一井康二，釜井俊孝，王功輝：臨時地震観測に基づく南阿蘇村造成宅地におけるサイト増幅特性の評価，第55回日本地すべり学会研究発表会講演集，2016. [in press]
- 23) Hata, Y., Nozu, A. and Ichii, K.: A practical method to estimate strong ground motions after an earthquake based

- on site amplification and phase characteristics, *Bulletin of the Seismological Society of America*, Vol.101, No.2, pp. 688-700, 2011.
- 24) 秦吉弥, 鵜田泰子, 野津厚: 経験的サイト増幅・位相特性を考慮した2011年東北地方太平洋沖地震における那珂川水管橋での地震動の評価, 日本地震工学会論文集, Vol.12, No.4, pp.374-393, 2012.
 - 25) Hata, Y., Nozu, A., Nakamura, S., Takahashi, Y. and Goto, H.: Strong motion estimation at the elevated bridges of the Tohoku Shinkansen damaged by the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake based on extended site effects substitution method, *Proc. of the International Symposium on Engineering Lessons Learned from the 2011 Great East Japan Earthquake*, Tokyo, Japan, pp.418-429, 2012.
 - 26) 秦吉弥, 高橋良和, 後藤浩之, 野津厚: 余震観測記録に基づく2011年東北地方太平洋沖地震におけるゴム系支承の被災橋梁での地震動の評価, 日本地震工学会論文集, Vol.13, No.3, pp.30-56, 2013.
 - 27) 秦吉弥, 秋山充良, 高橋良和, 後藤浩之, 野津厚, 幸左賢二: スーパーアスペリティモデルと経験的サイト増幅・位相特性を考慮した2011年東北地方太平洋沖地震による南三陸町志津川での強震動の評価, 土木学会論文集B3, Vol.69, No.2, pp.I_161-166, 2013.
 - 28) 秦吉弥, 高橋良和, 後藤浩之, 野津厚: スーパーアスペリティモデルと経験的サイト増幅・位相特性を考慮した2011年東北地方太平洋沖地震における岩切線路橋での地震動の評価, 構造工学論文集, 土木学会, Vol.59A, pp.383-395, 2013.
 - 29) Hata, Y., Nakamura, S. and Nozu, A.: Strong motion evaluation at the Maturube Bridge damaged by the 2008 Iwate-Miyagi Nairiku Earthquake considering the local site effects, *Journal of Structural Engineering*, JSCE, Vol.60A, pp.228-241, 2014.
 - 30) 秦吉弥, 秋山充良, 高橋良和, 後藤浩之, 野津厚: 経験的サイト増幅・位相特性を考慮した強震動評価手法に基づく2003年三陸南地震における東北新幹線愛宕・稗田高架橋での強震動の推定, 土木学会論文集A1, Vol.70, No.4, pp.I_560-577, 2014.
 - 31) 秦吉弥, 秋山充良, 高橋良和, 後藤浩之, 野津厚, 一井康二: SPGAモデルと経験的サイト増幅・位相特性を考慮した2011年東北地方太平洋沖地震における長町高架橋での地震動とフラジリティカーブの評価, 構造工学論文集, 土木学会, Vol.60A, pp.214-227, 2014.
 - 32) 秦吉弥, 秋山充良, 高橋良和, 野津厚: 本震観測記録を利用した2003年三陸南地震における猪鼻高架橋および中曽根高架橋での地震動の推定, 構造工学論文集, 土木学会, Vol.61A, pp.174-187, 2015.
 - 33) 秦吉弥, 片岡正次郎, 野津厚: 2011年東北地方太平洋沖地震による観測記録を用いた他地点での地震動推定に関する精度評価, 日本地震工学会論文集, Vol.16, No.4, pp.195-214, 2016.
 - 34) 秦吉弥, 野津厚, 中村晋, 高橋良和, 後藤浩之: 拡張型サイト特性置換手法に基づく2011年東北地方太平洋沖地震による新幹線橋梁被災地点での地震動の推定, 第14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.227-234, 2011.
 - 35) 秦吉弥, 高橋良和, 後藤浩之, 野津厚: 余震観測記録に基づく2011年東北地方太平洋沖地震における東部高架橋および利府高架橋での地震動の評価, 第15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.291-298, 2012.
 - 36) 秦吉弥, 高橋良和, 後藤浩之, 野津厚: サイト特性置換手法に基づく2011年東北地方太平洋沖地震における新那珂川大橋および旭高架橋での地震動の評価, 第15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.299-306, 2012.
 - 37) 秦吉弥, 山田雅行, 森伸一郎, 矢部正明: 2013年淡路島地震で被災した洲浜橋での余震観測と地震動の推定, 第16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.63-70, 2013.
 - 38) 秦吉弥, 秋山充良, 高橋良和, 後藤浩之: 常時微動H/Vスペクトルに基づく2011年東北地方太平洋沖地震における仙台市地下鉄高架橋被災地点での地震動の評価, 第16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.117-122, 2013.
 - 39) 秦吉弥, 矢部正明, 土屋智史, 中村晋: 臨時余震観測に基づく2011年東北地方太平洋沖地震による亀田大橋での強震動の評価, 第18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.493-498, 2015.
 - 40) 秦吉弥, 矢部正明: サイト増幅特性の差異に着目した2011年東北地方太平洋沖地震における第一宮中架道橋での地震動の評価, 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, 2016. [in this issue]
 - 41) 秦吉弥, 古川愛子: 臨時地震観測に基づくサイト増幅特性置換手法を用いた2004年新潟県中越地震におけるJR飯山線魚野川橋梁での地震動の評価, 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, 2016. [in this issue]