

自治体観測点を含む中国地方の地震観測点のサイト増幅特性評価

福井工業大学工学部	正会員	○西川 隼人
鳥取大学工学部	正会員	野口 竜也
金沢大学理工研究域	正会員	宮島 昌克
鳥取大学工学部	正会員	香川 敬生

1. 序論

中国地方では 2016 年の鳥取県中部の地震 ($M_{JMA} = 6.6$), 2018 年の島根県西部の地震 ($M_{JMA} = 6.1$) の発生により土木構造物などに多くの被害が生じており^{例え¹⁾}, これらの地震の強震動による構造物被害を分析する上でサイト増幅特性などの評価が重要と考える. 著者ら²⁾は鳥取県の自治体観測点や気象庁, 中国地方とその近隣の K-NET, KiK-net 観測点を対象にスペクトルインバージョンによってサイト増幅特性を評価しているが, 上記の 2 つの地震の発生前に行ったものである. 本研究では 2 つの地震の観測記録を解析データに追加するとともに, 著者らの研究²⁾よりも高密度なサイト増幅特性評価を実現するために, 島根県の自治体観測点も解析対象観測点に加えて, サイト増幅特性を再評価した結果を報告する.

2. 解析データと解析方法

図 1 に解析対象とした地震の震央と地震観測点の分布を示す. 地震は 1997 年～2018 年に中国地方とその周辺地域で発生した 20 地震 (地殻内地震は 14, プレート内地震は 6) であり, M_{JMA} は 5.0～7.3, 震源深さは 8～85km である. 地震観測点の内訳は K-NET 105 地点, KiK-net 71 地点, 気象庁 4 地点, 鳥取県自治体 29 地点, 島根県自治体 38 地点の計 247 地点である. 地震観測記録の選定にあたり, 解析対象観測点の震源距離の上限を福島・田中の距離減衰式³⁾から計算される最大地動加速度が 10cm/s^2 以上となる震源距離とした. また, 最大地動加速度の範囲は 200cm/s^2 未満とした. 選定の結果, 解析に用いた地震観測記録数は 1462 となった.

スペクトルインバージョンに用いた加速度フーリエスペクトルの対象区間は仲野他⁴⁾をもとに設定した. Q_s 値も仲野他⁴⁾を参考にし, 地殻内地震, プレート内地震, それぞれに対して求めた. 幾何減衰項は地殻内地震に対しては, 片岡他⁵⁾を参考に震源距離 80km を境に変化させて解析を行った. スペクトルインバージョンの際には KiK-net 神石と KiK-net 建部を基準観測点とし, 最適化した地盤構造から計算した SH 波理論伝達関数を拘束条件とした. 地盤構造は安井他⁶⁾の研究⁶⁾を参考に, ハイブリッドヒューリスティック探索⁷⁾を用い最適化した. 最適化の対象としたのは Transverse 成分に変換した地表と地中のスペクトル比であり, 地震波が

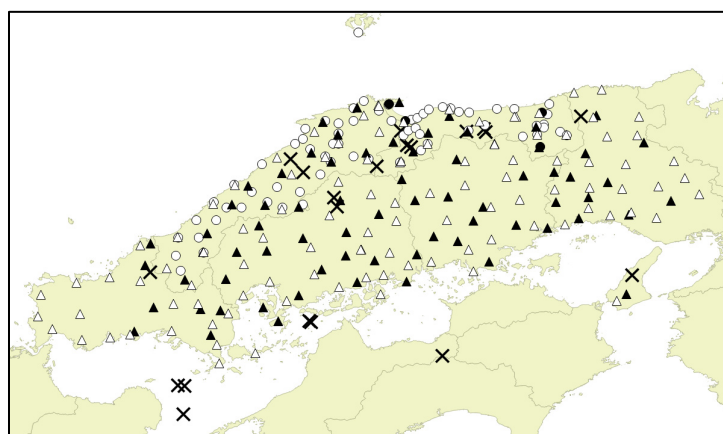


図 1 震央と地震観測点分布 (×: 震央, ●: 気象庁, ○: 自治体, △: K-NET, ▲: KiK-net)

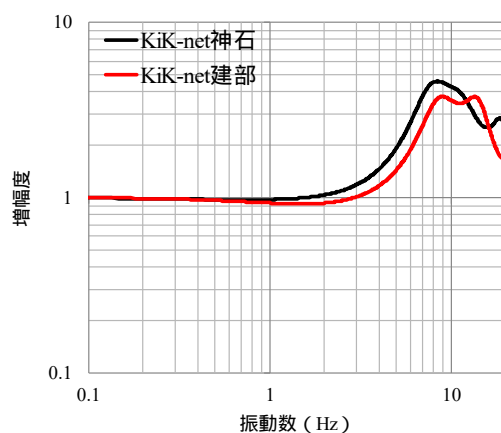


図 2 基準観測点の理論伝達関数

キーワード サイト増幅特性, 中国地方, 自治体観測点, スペクトルインバージョン

連絡先 〒910-8505 福井県福井市学園 3 丁目 6 番 1 号 福井工業大学 TEL 0776-29-2608

鉛直入射する際の SH 波の理論伝達関数とフィッティングするように、S 波速度と減衰定数を同定した。密度は S 波速度をパラメータとする経験式⁸⁾により求め、各層の層厚は PS 検層の値を用いた。図 2 に最適化した地盤構造の伝達関数を示す。2 地点とも高振動数にピークが見られる。

3. 解析結果

図 3 に解析で得られたサイト増幅特性の 0.5 ~ 1Hz の増幅度平均値分布を示す。この振動数帯は計測震度の算出に使うフィルターのピーク振動数が含まれる。同図から鳥取県や島根県の沿岸部付近で増幅度が大きいことが分かる。

図 4 に 2016 年鳥取県中部の地震(図上)、2018 年島根県西部の地震(図下)の震源付近の地震観測点のサイト増幅特性を示す。図凡例の括弧内は気象庁震度階である。鳥取県中部の地震で震度 6 弱を記録した K-NET 倉吉のサイト増幅特性では震度への寄与が大きい 0.5 ~ 1Hz の増幅度が小さい。三朝町大瀬は全体的に増幅度が小さく、北栄町由良宿は 0.7 ~ 3Hz で増幅度が大きい。島根県西部の地震で震度 6 弱を記録した K-NET 大田は 1 次ピークが震度への寄与が大きい振動数にあるが、増幅度は大きくない。震度階が最も小さい出雲市佐田町反辺のサイト増幅特性は全体的に増幅度が小さく、出雲市多伎町小田は明瞭なピークが見られないが、大田市仁摩町仁万は 0.8Hz に明瞭なピークがあり、増幅度が 20 を超える大きな値となっている。

4. まとめ

本研究では中国地方を対象に鳥取県、島根県の自治体観測点を含む地震観測点のサイト増幅特性を評価した。解析の結果、震度への寄与が大きい振動数帯の増幅度が鳥取県、島根県の沿岸部付近で大きい傾向が見られた。また、震度 6 弱を記録した地震観測点の中には震度への影響が大きい振動数帯の増幅度が小さい地点があり、これらの地点の強震動にはサイト増幅特性よりも震源特性や伝播経路特性の影響が大きかった可能性がある。

謝辞

本研究では気象庁、鳥取県、島根県、K-NET、KiK-net の地震観測記録を使用させて頂きました。地盤構造の同定の際には早稲田大学の安井譲先生ご提供のプログラムを使用させて頂きました。地図の作成には、国土交通省の国土数値情報、及び、GIS ソフトの QGIS2.18 (<https://www.qgis.org/ja/site/forusers/download.html>, 2019/3/26 閲覧) を利用させて頂きました。また、本研究は JSPS 科研費 JP18H01677 (研究代表者: 宮島昌克) の助成を受けたものです。記して御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 野口他: 日本地球惑星科学連合 2018 年大会, SSS14-P16, 2018.
- 2) 野口他: 土木学会論文集 A1 (構造・地震工学), Vol.72, No.4, pp.I_646-I_658, 2016.
- 3) 福島他: 地震学会 1992 年秋季大会講演予稿集, p.116, 1992.
- 4) 片岡他: 土木学会論文集 A, 第 62 巻, 第 4 号, pp.740-757, 2006.
- 5) 仲野他: 日本地震工学会論文集, 第 14 巻, 第 2 号, pp.2_67-2_83, 2014.
- 6) 安井他: 日本建築学会学術講演梗概集, pp.59-60, 2015.
- 7) 山中: 物理探査, 第 60 巻, 第 3 号, pp.265-275, 2007.
- 8) 小林他: 日本建築学会学術講演梗概集, pp.307-308, 1995.

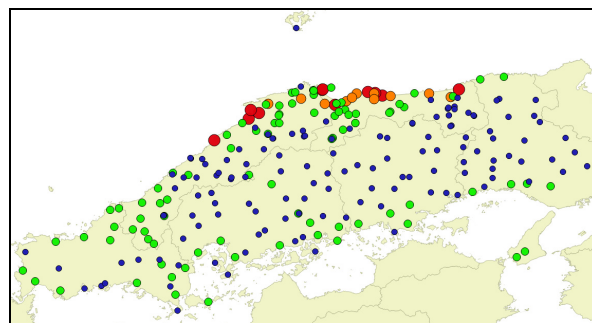


図 3 増幅度の平均値分布 (●: 2 未満, ●: 2 ~ 6, ●: 6 ~ 10, ●: 10 以上)

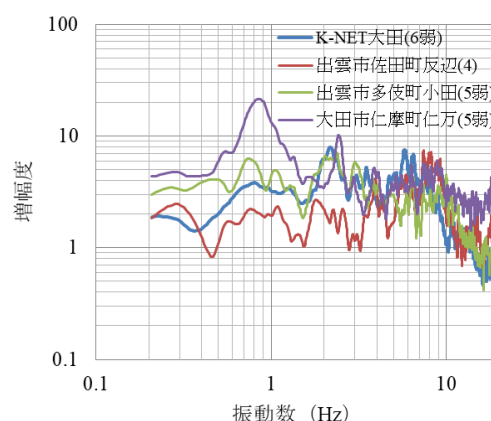
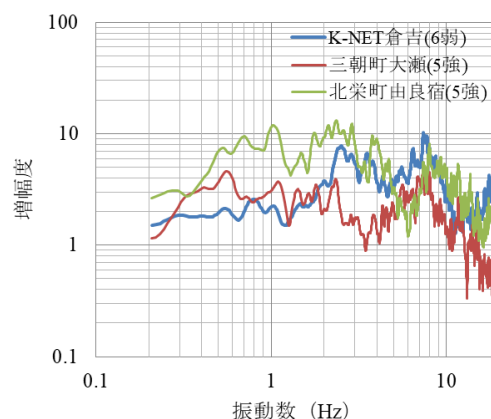


図 4 震源付近の地震観測点のサイト増幅特性