

## 平成 28 年熊本地震の余震観測記録を用いた西原村役場地点のサイト増幅特性の分析

国土技術政策総合研究所 道路地震防災研究室 正会員 ○石井 洋輔, 片岡 正次郎  
(株) ニュージェック 正会員 山田 雅行

### 1. はじめに

平成 28 年 (2016 年) 熊本地震では, 西原村役場の既設震度計 (西原村小森) (以下, 「既設震度計」とする.) で, 固有周期 1 秒付近が卓越する地震動が観測された (図-1). 既設震度計は, 役場庁舎に隣接しており, 役場庁舎の床梁伏内に設置されている<sup>1)</sup>. また, 本震で観測された記録は, 地盤と構造物の相互作用により, 既設震度計の地震記録に庁舎の振動の影響が含まれている可能性が示唆されている<sup>1)</sup>.

本研究では, 観測記録に含まれるこれらの影響を検討するため, 既設震度計の近傍と, 庁舎の振動の影響が少ないと思われる屋外に余震観測装置を設置し, 2016 年 12 月 9 日~2019 年 2 月 7 日の約 26 ヶ月間, 地震記録の検証を目的とした余震観測調査を実施した. 得られた記録より余震観測地点のサイト増幅特性を算出するとともに, 既設震度計設置地点のサイト増幅特性も併せて算出し, 西原村役場周辺の地盤震動特性を検証した.

### 2. 余震観測調査

本研究で用いた余震観測装置および余震観測機器を図-2 に示す. 余震観測には, (株) 近計システム製の速度型地震センサー(KVS-300) (3 軸計測) と稠密地震観測用データロガー(EDR-X7000)を用いた. 西原村役場周辺での余震観測装置の設置位置を図-3 に示す. 余震観測装置は, 既設震度計の近傍 (NV1), 役場庁舎の振動の影響が小さいと思われる敷地内駐車場 (NV2), 役場庁舎の振動の影響が NV2 よりさらに小さいと考えられる近隣の消防局駐車場 (NV3), 役場庁舎内 1F (NV4) に設置した. 余震観測装置は, モルタルや石膏で固定し, 西原村役場庁舎の軸方向に合わせて設置した.

### 3. 余震観測記録に基づくサイト増幅特性の算出

サイト増幅特性は, 地震基盤から地表までの地震動増幅特性に相当することから, 余震観測地点のサイト増幅特性を次の①~③の手順で算出した.

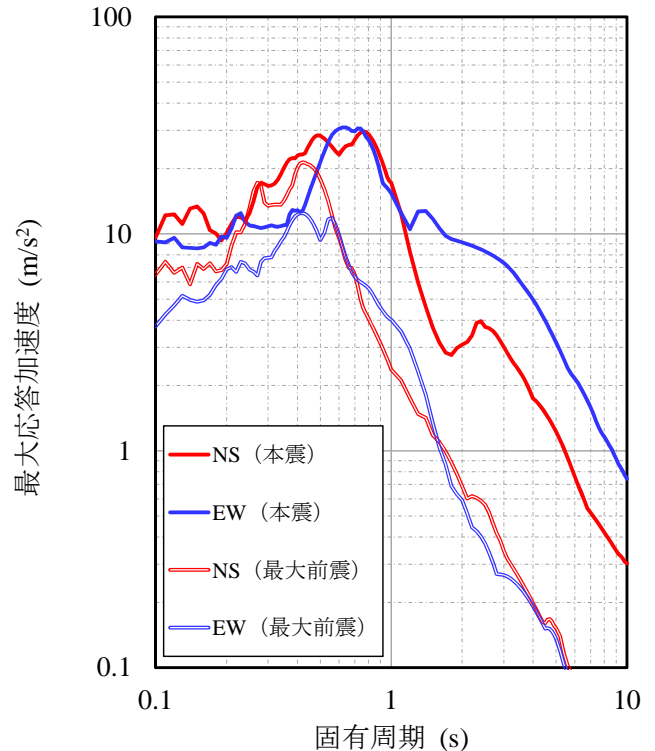


図-1 熊本地震の際に西原村役場で観測された地震動の加速度応答スペクトル (減衰定数 0.05)

- ① 既往研究で算出されている地表面のサイト増幅特性を選定する. 本研究では, 西原村役場の近くの KiK-net 観測点として, 益城 (KMMH16) の地表面のサイト増幅特性<sup>2)</sup>を選定した.
- ② ①で選定した KiK-net 観測点の地表と余震観測地点で同時に観測された地震動より, フーリエスペクトル比を算出し, 水平動の全てを平均化する.
- ③ ①で選定した KiK-net 観測点の地表面のサイト増幅特性を②で算出したフーリエスペクトル比で除することで, 余震観測地点のサイト増幅特性を算出する.

以上の手順で算出した余震観測地点および既設震度計設置地点のサイト増幅特性を図-4 に示す. なお, 余震観測地点は表-1 に示す地震で観測された記録を用いており, 既設震度計設置地点は, 熊本地震以前に得られた記録 (2012 年~2015 年) を用いて算出している.

キーワード : 平成 28 年 (2016 年) 熊本地震, 西原村役場, 余震観測調査

連絡先 : 〒305-0804 つくば市旭 1 国土技術政策総合研究所 道路地震防災研究室 TEL 029-864-3245

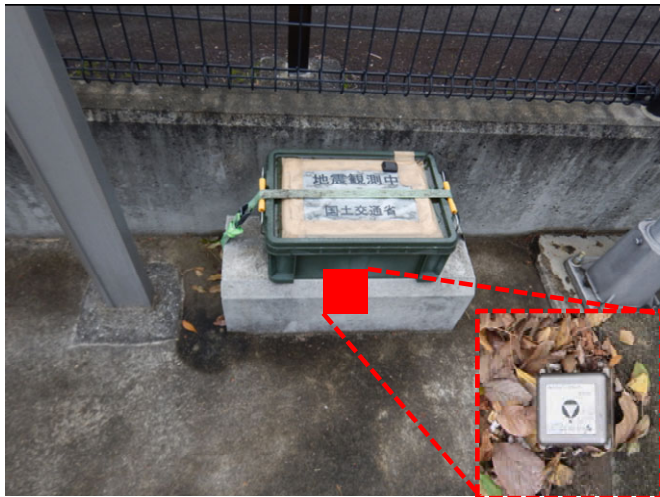


図-2 余震観測状況 (NV3 地点)

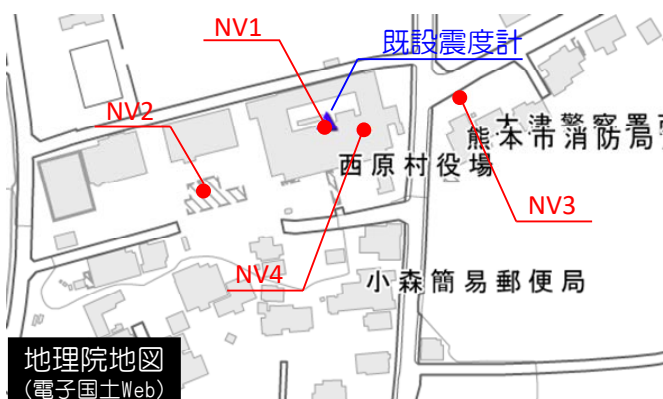


図-3 余震観測位置 (地理院地図に加筆)

図-4 より、既設震度計および4つの余震観測地点は、周期 0.4-0.5 秒付近で応答倍率のピークが確認され、この周期帯の地震動が増幅する可能性があることが分かった。図-1 の加速度応答スペクトルの卓越周期と比較すると、最大前震の卓越周期は概ね一致しているものの、本震は卓越周期が長めになっている。これは、本震時の地震動による地盤の塑性化等の影響が考えられる。

また、既設震度計近傍 (NV1) と役場庁舎内 (NV4) および敷地内駐車場 (NV2) の3地点と消防署駐車場地点 (NV3) のサイト増幅特性を比較すると、NV3 は 0.4-0.5 秒の卓越周期で小さめの応答倍率を示すことや、0.1 秒付近の短周期域で異なる応答倍率であることが確認された。これは、役場庁舎の振動の影響や、地盤と庁舎の相互作用の影響があると考えられる。

#### 4. まとめ

西原村役場周辺を対象にした余震観測調査より、役場近傍で得られた記録は庁舎の振動の影響が含まれてい

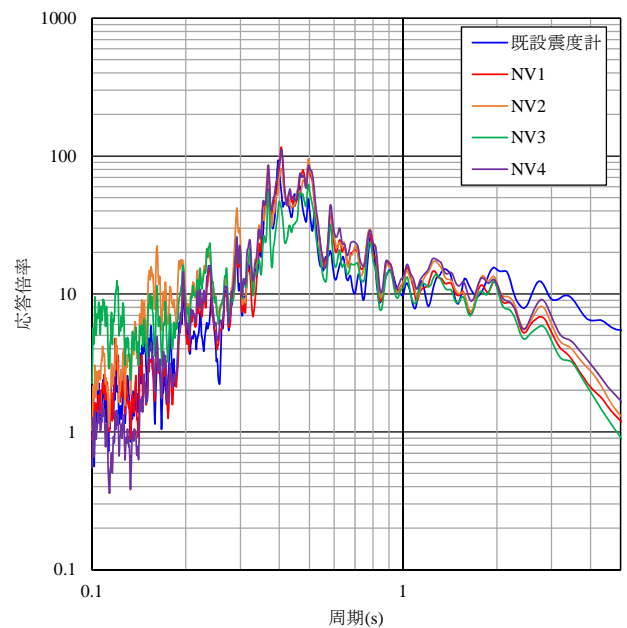


図-4 算出したサイト増幅特性

表-1 余震観測の対象地震リスト

整理ID	発震日時	震央		深さ (km)	気象庁 マグニ チュード <sup>*</sup>	震源地域	
		緯度 (°)	経度 (°)				
1	2018/1/1	705:50	32.946	131.052	7.3	3.0	NE KUMAMOTO PREF
2	2018/1/12	21:17:27	32.95	131.049	8.2	3.1	NE KUMAMOTO PREF K
3	2018/2/19	3:31:37	32.905	132.162	40.1	5.0	BUNGO CHANNEL K
4	2018/5/24	1:25:54	33.124	130.446	10.3	4.1	NORTHERN ARIAKEKAI REG K
5	2018/6/12	4:54:21	31.189	131.56	28.1	5.6	SE OFF OSUMI PEN K
6	2018/7/9	3:53:08	33.433	130.379	14.4	4.2	CENTRAL FUKUOKA PREF K
7	2018/11/21	4:09:50	30.401	130.15	123.2	5.2	NEAR TANEGASHIMA ISLAND K
8	2018/12/6	0:04:55	33.083	130.555	14.3	3.3	NORTHERN ARIAKEKAI REG K
9	2019/1/3	18:10:28	33.027	130.554	10.4	5.1	NORTHERN ARIAKEKAI REG K
10	2019/1/3	18:48:55	33.026	130.559	11.1	3.2	NORTHERN ARIAKEKAI REG K
11	2019/1/8	21:39:30	30.573	131.165	30.1	6.0	NEAR TANEGASHIMA ISLAND K
12	2019/1/21	19:32:07	33.026	130.551	9.7	3.5	NORTHERN ARIAKEKAI REG K
13	2019/1/26	14:16:33	33.016	130.571	10	4.3	NORTHERN ARIAKEKAI REG K

る可能性があることが確認された。今後は、既設震度計の熊本地震後のサイト増幅特性も算出し、熊本地震前後の地盤増幅特性の変化も併せて検証する。

**謝辞：**余震観測では、西原村役場の方々をはじめ関係者にご協力いただいた。サイト増幅特性の算出には、(国研)防災科学技術研究所の地震観測記録および(国研)港湾空港技術研究所(2016)で検討された(国研)防災科学技術研究所の地震観測地点のサイト増幅特性を使用した。また、熊本県の強震記録を使用した。ここに記して謝意を表す。

#### 参考文献

- 1) Y.Ishii, M.Yamada, S.Yagi, S.Kataoka : Verification of observation record of the 2016 Kumamoto Earthquakes By A Soil-Structure System, The 17th World Conference on Earthquake Engineering, 2020.
- 2) (国研)港湾空港技術研究所 : K-NET 熊本(KMM006)と KiK-net 益城(KMMH16)のサイト増幅特性の再評価, [https://www.pari.go.jp/bsh/jbn-kzo/jbn-bsi/taisin/research\\_jpn/research\\_jpn\\_2016/jr\\_48.html](https://www.pari.go.jp/bsh/jbn-kzo/jbn-bsi/taisin/research_jpn/research_jpn_2016/jr_48.html). (2021.3.30 閲覧)