

神戸大学工学部市民工学科 学生員 ○岡本 篤興
 神戸大学大学院工学研究科 正会員 楯田 泰子

1. はじめに

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震は、観測史上最大規模の地震であり、広い範囲に亘って強震記録が観測された。著者らは既往の地震記録において建物の等価周期である1~2秒が卓越した地震動と建物被害との関係には良い相関があることを示している¹⁾。本研究の基礎調査として、2011年12月に本震で1~2秒が卓越した地震動の観測点周辺と揺れによる建物被害が大きい地域の観測点の現地調査を行った。本稿では、建物被害状況の調査と常時微動観測の調査結果を報告する。

2. 観測点の抽出と調査方法

建物の等価周期における地震動強さに着目した地震動強度指標「1-2秒計測震度¹⁾」は、建物被害との相関が強いことが示されている。東北地方太平洋沖地震における強震観測網K-NET²⁾の地震記録から1-2秒計測震度を算出したところ、上位震度を示した観測点の大半が宮城県北部に位置する中、最大加速度ではさほど大きくない他県でも高い値が見られた。本研究ではそれらの栃木県のK-NET小川 (TCG006) と福島県のK-NET中野 (FKS024) の2カ所を調査の対象とした。さらに、市町村ごとの全壊棟数³⁾を世帯数⁴⁾で除して算出した建物全壊率では、津波の被害を受けた沿岸部以外で、福島県須賀川市と同郡山市が高く、その市内に位置するK-NET須賀川、K-NET郡山、そしてK-NET中野についても調査対象とした。

観測点の地盤特性を把握するにあたり、東北地方太平洋沖地震を観測した強震観測網K-NETの加速度波形から算出したフーリエスペクトル(以下、FS)と、常時微動測定の結果から算出したH/Vスペクトル比(以下、H/V)を用いて分析を行った。常時微動測定では、速度計によって観測されたサンプリング周波数100Hzの3成分のデータを約10分間記録した。観測記録から2,048データ長の波形を10波サンプリングし、そのFS10波を平均してH/Vスペクトル比を算出した。

3. 観測点周辺の被害と地盤特性

(1) K-NET小川

本震のFSを図-1に示す。周期1秒付近で卓越しており、1-2秒計測震度は5.63と大きな値を示した。本震のFSと、常時微動測定の結果から算出したH/V比(図-2)には、K-NET小川の表層地盤の周期(以下 T_G)0.19秒に対応した卓越が見られるが顕著なものではない。本震のFSに見られる1秒付近の卓越は、表層地盤の増幅特性はあまり影響していないと考えられる。

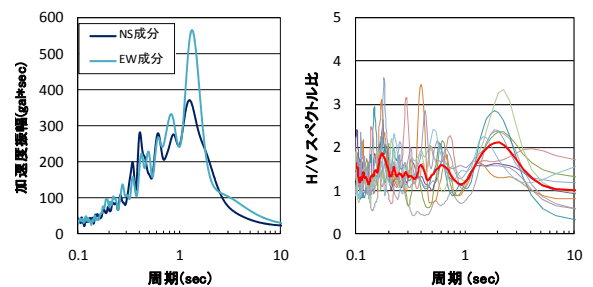


図-1 本震 FS (小川)

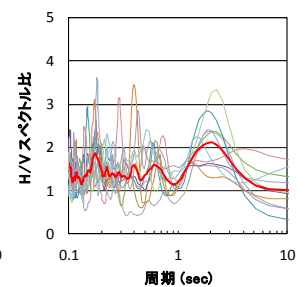


図-2 H/V 比 (小川)

K-NET小川周辺では、瓦屋根の被害が数件、揺れによって大半の墓石が転倒したために修繕痕が現地調査で確認できた。また、観測点から約750m東にある段丘が1kmほどの延長で地すべりが発生しており、非常に強い揺れであったことが推察される。地元住民によると小川周辺では、9割9分の住家で屋根や壁、基礎などに何らかの被害があった。K-NET小川を含む小川地区の建物全半壊率は1.5%であった。

(2) K-NET中野

本震のFSを図-3示す。周期1秒付近で異常に卓越しており、1-2秒計測震度 5.52と大きな値を示した。一方、K-NET中野の表層地盤の周期は0.38秒である。常時微動のH/V比(図-4)の0.4秒付近で小さなピークがあるが、周期1秒付近で本震と同様に卓越している。また、余震の地震動でも0.4秒付近と1秒付近が卓越していた。観測点が猪苗代湖の湖畔にあり、表層ではなく深部地盤の影響で1秒付近が卓越しているものと考えられる。

Atsuoki OKAMOTO and Yasuko KUWATA

kuwata@kobe-u.ac.jp

K-NET中野の観測点ごく近傍ではブロック造の蔵に亀裂が入る程度で、倒壊までの被害は確認できなかったが、観測点付近で建物が数件倒壊し、更地になっている場所があった。役場提供の資料によると、K-NET中野を含む中野地区の建物全半壊率は1.8%であった。

(3) K-NET郡山

本震のFSを図-5に示す。周期0.6秒付近で卓越しており、1-2秒計測震度は4.77と大きな値とならなかった。本震のFSと、常時微動のH/V比(図-6参照)には、K-NET郡山のT_G 0.38秒に対応した卓越と0.6秒付近の卓越が見られる。

K-NET郡山周辺の被害は、瓦屋根や壁の被害が数件と、道路の崩壊が1ヶ所あった。観測点から北約400mの距離にあるRC造の郡山市役所で、1階が被害を受け立ち入り禁止になっている。K-NET郡山から半径200mに位置する開成2丁目と鶴見垣1丁目の建物全壊率は3.2%であった(写真-1, 2)。

(4) K-NET須賀川

本震のFSを図-7に示す。周期0.6秒付近で卓越したため1-2秒計測震度は大きな値とならなかったが、近い周期であるため被害が大きくなったと考えられる。常時微動のH/V比(図-8)は、K-NET須賀川のT_G 0.37秒に対応した卓越が見られる。

K-NET須賀川周辺の被害は、観測点に隣接した墓地での墓石の転倒である(写真-3)。また北東約400mにあるRC構造の須賀川市役所が写真-4のように被害を受け閉鎖されていた。今回調査を行った観測点の中で一番多くの被害が見られた。

4. まとめ

本稿で示したように東北地方太平洋沖地震では宮城県沿岸部の津波による被害の他に、福島県の内陸で地震動による建物被害が多く発生しており、1-2秒計測震度が高い地域に該当している。1-2秒計測震度の5.5程度では既往の地震で数%の建物被害が発生しており、本地震でも同様の結果を得ることができた。郡山・須賀川では1-2秒で卓越した地震動ではなかったが、それに近い周期で卓越していたために大きな建物被害につながったと考えられる。中野については、常時から表層地盤の周期に該当しない周期で卓越しており、この原因については今後検討が必要である。

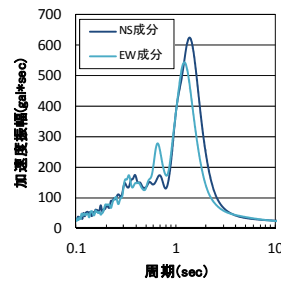


図-3 本震 FS (中野)

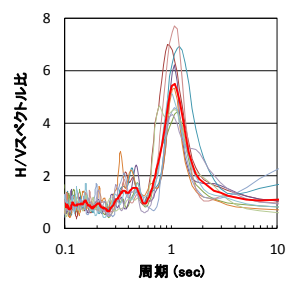


図-4 H/V比 (中野)

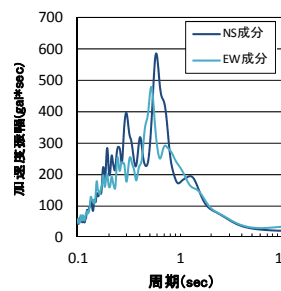


図-5 本震 FS (郡山)

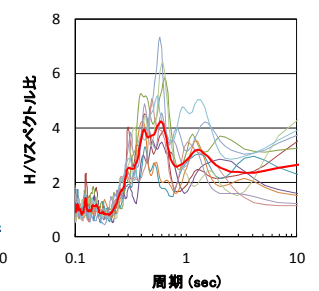


図-6 H/V比 (郡山)



写真 1 壁の被害



写真 2 市役所の被害

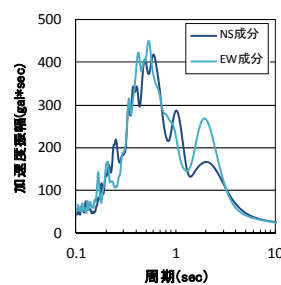


図-7 本震 FS (須賀川)

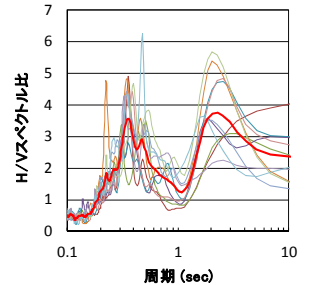


図-8 H/V比 (須賀川)



写真 3 墓石の転倒



写真 4 市役所の被害

【謝辞】 本研究では、那珂川市役所、馬頭役場、郡山市役所から貴重な建物倒壊資料を頂いた。ここに記して感謝の意を表す。

【参考文献】

- 1) 齊藤栄・鍛田泰子：建物の等価周期帯に着目した震度算定法の提案，土木学会第66回年次学術講演会講演概要集，pp.1, 2011
- 2) 防災科学技術研究所強震ネットワークK-NET，<http://www.k-net.bosai.go.jp/k-net/>
- 3) 消防庁：平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震(第140報)
- 4) 総務省：平成22年住民基本台帳人口・世帯数