

比較的地震基盤の浅い地域における地震動の増幅特性に関する基礎的検討

日本大学工学部土木工学科 正 中村晋, 学 ○堀勇斗

1. はじめに

2011 年東北地方太平洋沖地震では関東地方から北日本太平洋側に地震動や津波に起因した甚大な被害が生じた。福島県では、沿岸部が津波、内陸部が地震動により多くの被害が生じた。福島県内では、図-1 に示す本震の最大加速度(PGA)の空間分布から分かるように震源に近い沿岸部のみならず内陸部、特に郡山市や白河市における PGA が大きな値となっている。内陸地域における地震被害の原因を把握する上で、地震動の特性、特に地域に固有の増幅特性の特徴を明らかにすることが必要となる。また、内陸部でも特に被害の大きかった郡山市以南の地域では、硬質な岩盤である花崗岩が GL-100 から 200m 程度の比較的浅い深さに存在している。このような地質的特徴を有している地域の地震動特性を明らかにすることは類似の地質構造を有する地域の地震防災に資すると考えられる。

ここでは、まず、地震後に実施したアンケートに基づく市内の震度分布より、郡山市域における地震動強さの空間分布を示す。次に、東日本高速道路株式会社 E-NEXCO, 防災科学技術研究所の強震観測網 KiK-net, K-NET にて観測された郡山市内の本震記録とその特性を明らかにする。さらに郡山市中心市街地で地震動強さが大きい原因を把握するために、新たに設置した臨時観測点とその後発生した東北地方太平洋沖地震の余震とされる地震観測記録を KiK-net, K-NET の観測記録と共に示す。最後に、福島県内で観測された本震の強震記録のうち地表と地中の観測記録より、PGA および PGV(最大速度)の増幅率の空間分布を示す。

2. 郡山市内における本震による地震動特性

図-2 は、郡山市内の全小学校を対象として実施したアンケート震度調査により得られた震度分布である。図より、中心市街地では震度 6 強、その周辺で阿武隈川より西側では震度 6 弱、阿武隈川より東側では震度 6 強の地域もあるが震度 6 弱から 5 強と、地域によって揺れの大きさが異なっていることが分かる。また、図-2 には東日本高速道路株式会社 E-NEXCO の郡山 IC, 開成公園内の K-NET および東山霊園内の KiK-net の地表、地中で観測された 4 地点の本震の強震記録(加速度波形,EW 成分)も合わせて示す。最大加速度は、KiK-net(地表)、K-NET および郡山 IC の順であるが、震度はその逆に郡山 IC で震度 6 強、K-NET で震度 6 弱、KiK-net で震度 5 強である。東山霊園は比較的硬質な地盤であり、郡山 IC, 開成公園内は市街地である。次に、地震動の周波数特性について見るため、4 地点の加速度応答スペクトル(h=5%)を図-3 に示す。これより、市街地における 0.4 秒以上のスペクトル成分の値は霊園の値に比べ大きく、地中のスペクトルに対する増幅という観点では霊園が 0.1~0.2 秒、開成公園が 0.5~0.7 秒、郡山 IC が 0.7 秒付近にて増幅している。前述の地震動強さ

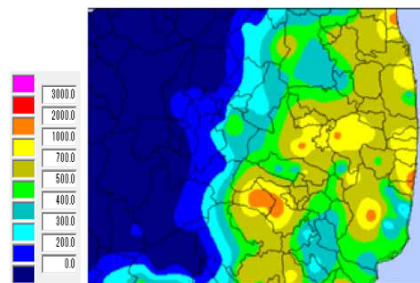


図-1 福島県の本震 PGA の空間分布

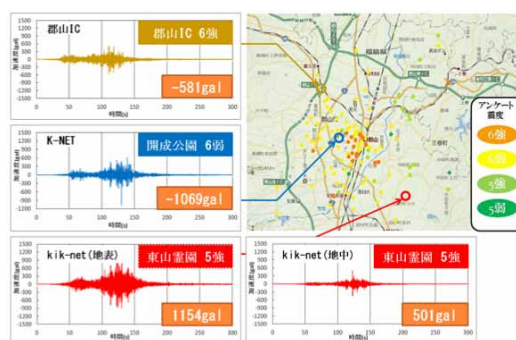


図-2 郡山市内の本震強震記録 EW 成分の加速度波形とアンケート震度分布

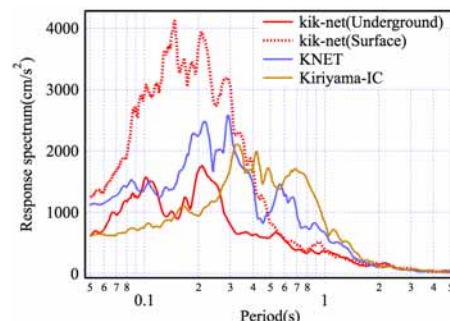


図-3 郡山市内の本震強震記録 EW 成分の加速度応答スペクトル

の地域による違いは、この様な地震動の増幅による周波数特性の違い、つまり地盤振動性状に応じた増幅特性の違いの影響が表れていることが分かる。

3. 臨時および既存観測点の余震観測記録と周波数応答特性

臨時および既存の観測点で得られた余震記録 EW 成分の加速度波形を示す。臨時観測点はアンケート震度が比較的高く地震被害も大きかった中心市街地に 1 地点とその周りのアンケート震度 6 弱を多く観測した地域に 2 地点設置した。対象とした余震は、2013 年 10 月 26 日 2 時 10 分頃に発生した余震(マグニチュード $M_j7.1$ 、震源位置；福島県沖、震源深さ；約 10km)であり、宮城県、福島県、茨城県、栃木県の 14 市町村で震度 4 を観測した。2013 年 10 月 26 日の時点で観測を実施していた臨時観測点①と臨時観測点②、および既存の観測点として K-NET と KiK-net の 4 地点の波形を図-4 に示す。図右下の写真は、臨時観測点①、②における計器設置状況を示している。次に、地震動の周波数特性について見るため、4 地点の周波数応答関数を図-5 に示す。周波数応答関数は、KiK-net にて公開されているボーリング柱状図を用いて、速度構造を有する東山霊園の地中位置(GL-200m, $V_s=1960\text{m/s}$)の地震記録水平 2 成分に対するベクトルスペクトル比として算出した。図より、開成、菜根、並木といった市街地では 1~2Hz や 3~4Hz で増幅のピークが見られ、図-3 に示した K-NET における長周期側の卓越周期と対応している。この 1~2Hz における増幅は、比較的浅い位置に存在する地震基盤の影響であると考えられる。

4. 福島県内における地震動の増幅率

福島県内における既存の強震観測網 KiK-net, K-NET および東日本高速道路株式会社、国土交通省の強震観測網より得られた地表の強震記録の PGA, PGV と前章の周波数応答関数と同様に KiK-net の地中の強震記録より得られた PGA, PGV の空間分布より地表の既存観測点位置における PGA, PGV を求め、地表におけるそれぞれの値との比として増幅率を評価した。図-6, 7 に PGA, PGV の増幅率を示す。PGA, PGV の増幅率とも、沿岸部のみならず内陸部の郡山市や白河地域にて比較的大きな増幅率を示している。PGV の増幅率は、中通り地域のみならず猪苗代町、会津若松などでも大きな値を示しているが、PGA はそれら地域では大きな増幅を示していない。このように、郡山市域では PGA, PGV とともに硬質地盤に対する増幅率が他地域に比べて大きくなっていることが分かる。

5. 郡山市域における地震動増幅特性の評価に関する今後の課題

臨時観測点での地震観測の継続と分析を行い、郡山市域における地盤の地震波動の伝播解析による地盤構造のモデル化とチューニング、さらに設計上の基盤の取り扱いを明らかにすることが今後の課題といえる。

参考文献：1) 国土交通省気象庁 <http://www.jma.go.jp/jma/index.html>, 2) 防災科学研究所 基盤強震観測網(KiK-net) <http://www.kik.bosai.go.jp/kik/> 3) 防災科学研究所 強震ネットワーク(K-net) <http://www.k-net.bosai.go.jp/k-net/> 4) 東日本高速道路株式会社 <http://www.e-nexco.co.jp/>



図-4 郡山市内の余震記録 EW 成分の加速度波形とアンケート震度分布

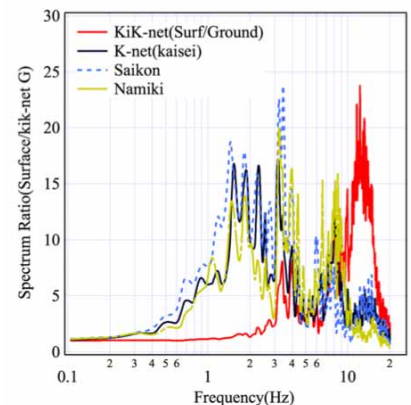


図-5 郡山市内の余震記録 EW 成分

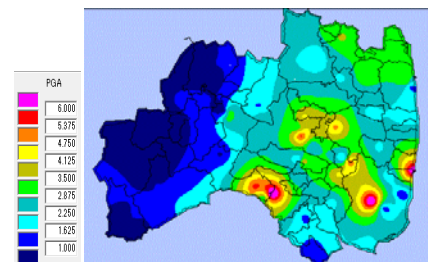


図-6 福島県内の本震 PGA の増幅率

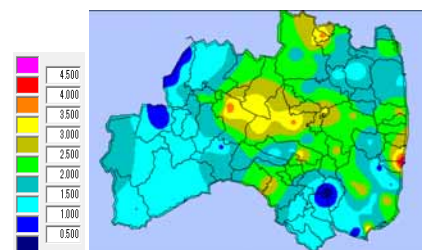


図-7 福島県内の本震 PGV の増幅率