

比較的地震基盤の浅い地域における地震動の增幅特性 に関する基礎的検討

日本大学工学部 ○堀 勇斗 中村 晋

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、沿岸部の被害は津波によるものが多いものの、内陸部では地震動に起因した被害が多く生じていた。図-1に示す福島県内で生じた本震の最大加速度(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、地震動の特性を構成する3要素のうち地域に固有の增幅特性の特徴を明らかにすることが必要となる。図-2に郡山市の表層地質断面図を示す。郡山市以南の地域は地震基盤に相当する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。さらに、その岩盤は東側で路頭し、市内に向かって傾斜しているという盆地構造を有している。一般に構造物の設計地震動を評価する際の基盤としてせん断波速度が500から700m/s程度の工学的基盤を考えられる。設計上の基盤の設定の目的は構造物へ及ぼす地震動の設定にあり、構造物の応答に影響を及ぼす周波数帯域での増幅を支配する基盤を適切に設定することが重要となる。このことから、郡山市のように地震基盤が浅い地域における設計上の基盤として工学的基盤の有用性について検証が必要である。さらに、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

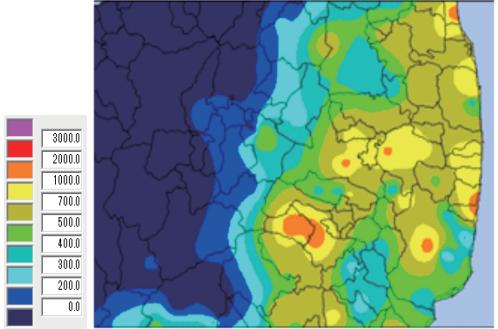


図-1 福島県の本震 PGA の空間分布



図-2 郡山市の表層地質断面図

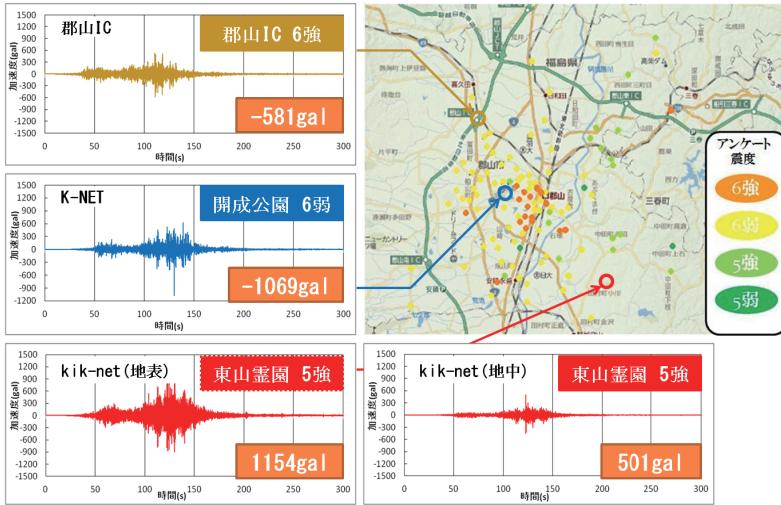


図-3 郡山市内の本震記録 EW 成分の加速度波形とアンケート震度分布

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地表と地中の強震記録より求めた 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

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を図-3 に示す。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-3 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 および東山靈園内の KiK-net の地表で観測された 3 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, 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。東山靈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として、東山靈園の KiK -net 地中の観測記録を含む 4 点の加速度応答スペクトル(h=5%)を図-4 に示す。これ

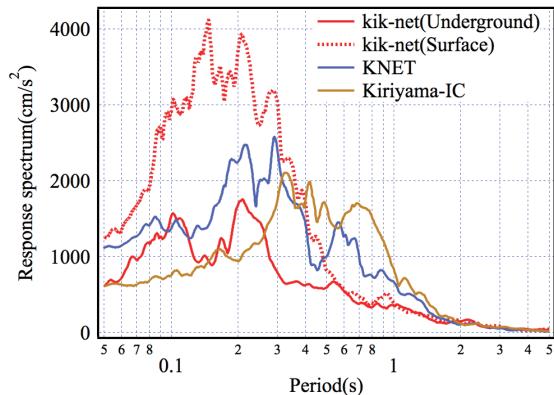


図-4 郡山市内の本震記録 EW 成分の加速度応答スペクトル



図-5 臨時及び既設観測点における余震記録 EW 成分の加速度波形と
郡山市内のアンケート震度分布

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東山靈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東山靈園が 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における 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 Mj7.1、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、および既存野観測点として K-NET と KiK-net の 4 地点の波形を図-5 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

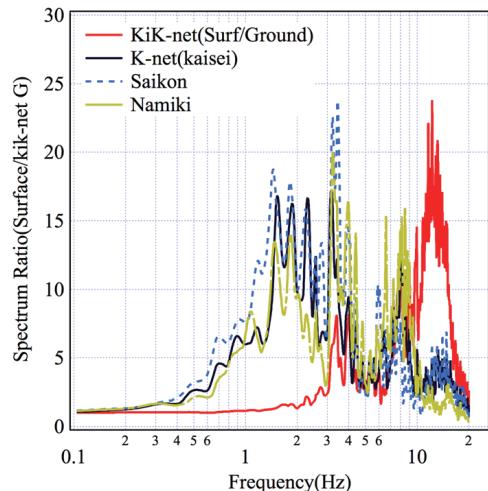


図-6 郡山市内の余震記録に基づく
周波数応答関数

数特性について見るため、4 地点の周波数応答関数を図-6 に示す。周波数応答関数は、図-7 に示した速度構造を有する KiK-net(東山靈園)の地中位置(GL-200m, Vs=1960m/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-4 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-8, 9 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 とも硬質地盤に対する増幅率が他地域に比べ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について明らかにすることが今後の課題といえる。

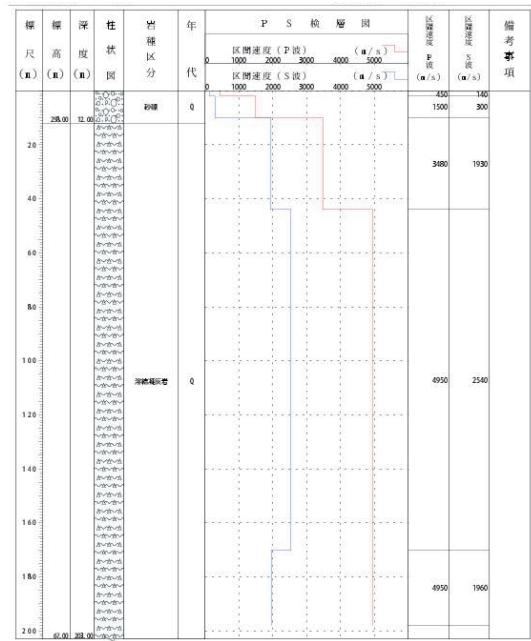


図-7 KiK-net(東山靈園)のボーリング柱状図

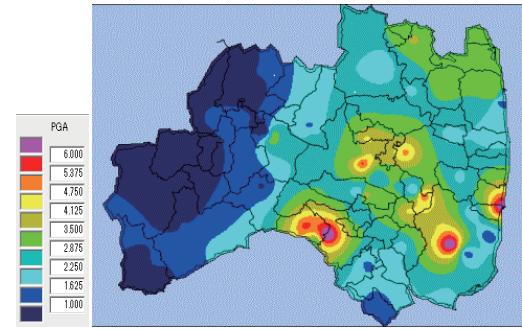


図-8 福島県内の本震 PGA の増幅率

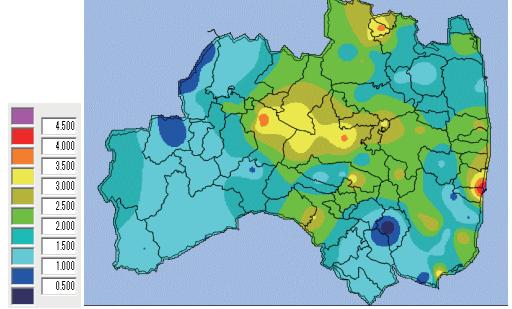


図-9 福島県内の本震 PGV の増幅率