

東北地方太平洋沖地震における伝達経路の周波数特性について

八戸工業高等専門学校 学生会員 ○戸久世 昂真
八戸工業高等専門学校 学生会員 木村 萌
八戸工業高等専門学校 学生会員 高嶋 ともの
八戸工業高等専門学校 正会員 杉田 尚男

1. はじめに

2011年3月11日14時46分ごろ、宮城県沖で発生した超巨大地震によって、東北地方を中心に東日本の広い範囲が激しい揺れに襲われた。気象庁による正式名称は「平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震」で、これに伴う災害は東日本大震災と称されている。

東北地方太平洋沖地震については個人の住宅から公共構造物に至る数多くの被害が報告されているが、地震動を観測した地域には津波による被害を受けた地域もあるため地震動による被害と津波による被害が混在していると考えられる。

「東北地方太平洋沖地震の地震動周期帯の検討」¹⁾からプレート境界で発生した東北地方太平洋沖地震と同年4月7日23時32分に発生したM7.4のスラブ内地震²⁾では1秒以下の短周期地震動が卓越した観測点が非常に多いことが判明した。以上から、地震の発生メカニズムは異なっているにもかかわらず、地震動の周期的な性質は似たものであったことが分かった。但し、この結果は地震動を観測した観測点の地質についての考慮がなされておらず、統計的に1秒以下の短周期帯で卓越周期が多く観測されたことが判明したに過ぎなかった。

そこで本研究では、東北地方太平洋沖地震について、全国卓越周期分布図と国土地理院が公表している震源断層モデルの概念図³⁾を用いて加速度応答値が増幅している観測点を調査した。解析結果から東日本大震災の被害の中で地震動によってどのような被害があったのかを考察し、今後も地震動の発生が頻発すると考えられる太平洋沿岸地域で発生する地震についての対策について検討する。

2. 解析方法

2.1 地震動応答スペクトル解析

加速度応答スペクトルは構造物が様々な固有周期、減衰定数を持つ一質点・一自由度系と仮定し、構造物にある地震波入力されたときの最大応答値を各周期で表したものである。観測される地震動データが加速度、速度、変位であるから、応答スペクトル解析を行うと加速度と速度、変位の応答値で周期に対しての解析が行われる。図-1に応答スペクトルの概念を示す⁴⁾。

本研究では構造物に働く慣性力を構造物被害とし、地震動を観測した各地点での加速度応答値を取り上げた。加速度応答スペクトルは地盤減衰率が5%のときの南北(NS)、東西(EW)、上下(UD)の三方向を取り上げる。また、増幅は加速度応答値が1) 50gal以上増加したとき、2) 1.5倍以上大きくなったときの2つの条件を満たしている観測点間とした。

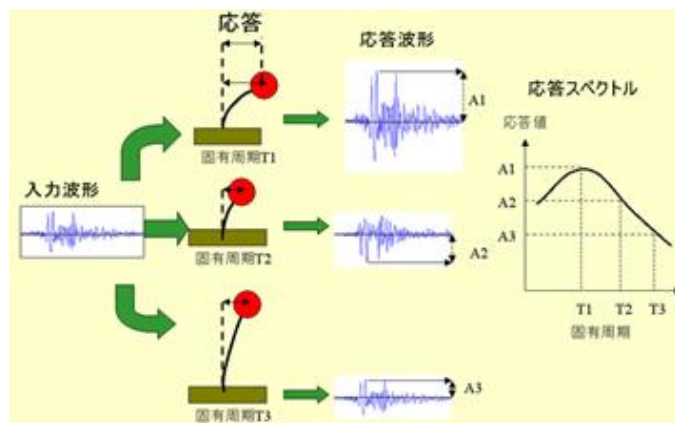


図-1 応答スペクトルの概念図

2.2 観測点の取り上げ方法

既存の加速度応答スペクトルデータから加速度応答値を求めた。国土地理院の公表している震源断層モデルの概念図³⁾を用いて震源域矩形を作成した。震源域矩形の四隅から放射状に線を作図し、それぞれの線上にある観測点を取り上げた。取り上げた観測点の震源域に近い観測点から震源域と遠い観測点の加速度応答値の変化を調べ、2条件を満たす観測点間があるか調査した。

3. 解析結果

3.1 経路特性

図-2にNS方向の加速度応答値の増幅区間を示す。太平洋沿岸の地域に集中し、3方向の共通点として、宮城県南部や日本海側では観測点間の増幅が少なく、関東地方や岩手県以北、特に岩手県内とその周辺で多く観測点間の増幅が確認された。

NS方向とEW方向では増幅した観測点間が似たような結果となった。構造物被害の影響が懸念される1秒以上の周期での増幅が岩手県周辺の観測点間で見られる。北海道でも増幅区間があったものの、1秒未満の周期範囲での増幅だったため倒壊に至るような構造物被害の影響は小さいと考えられる。また、3秒台と4秒台で増幅した観測点間では、それ以下の間の周期についても増幅がみられた。特に、NS方向では鳴子(MYG005)と古川(MYG006)の観測点間と塩竈(MYGH06)と古川(MYG006)の観測点間では設定したすべての周期帯域で増幅が確認された。EW方向についても、両観測点間で設定した全ての周期帯域で増幅が確認された。

Key Words : 加速度応答スペクトル、東北地方太平洋沖地震、経路増幅、地質増幅

連絡先 : 〒039-1104 青森県八戸市田面木字上野平 16-1 TEL・FAX : 0178-(27)-7313

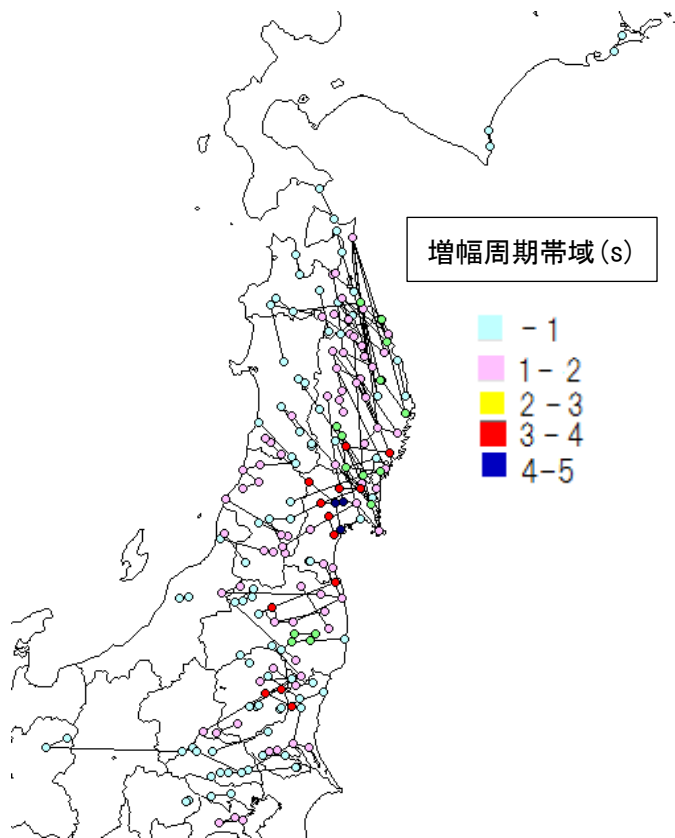


図-2 NS 方向の増幅区間

UD 方向は NS、EW 方向と比較すると、全体的な傾向として加速度応答値が小さいため増幅区間が少なく、北海道に増幅区間は見られなかった。また、増幅区間の数は少ないが、1 秒以下の周期での増幅区間が多い。特に、東和 (MYG003) と一関 (IWT010) の観測点間は 2 秒台以下の周期帯域で増幅が確認された。増幅した観測点の距離についてみると 1 秒以下の周期で増幅した観測点間では 1 秒以上の周期で増幅した観測点間と比較すると NS、EW 方向と比較すれば距離が長い観測点間でも増幅が確認できる。

3.2 地質特性

増幅区間の地質特性を増幅区間の中から NS、EW 方向で広範囲に渡る周期帯域で増幅が確認された古川 (MYG006) の観測点位置地質図⁵⁾を図-3に示す。

地質別に見ると地下 0.5m に盛土・埋土が存在し、その後、部分的にシルトで構成されている。

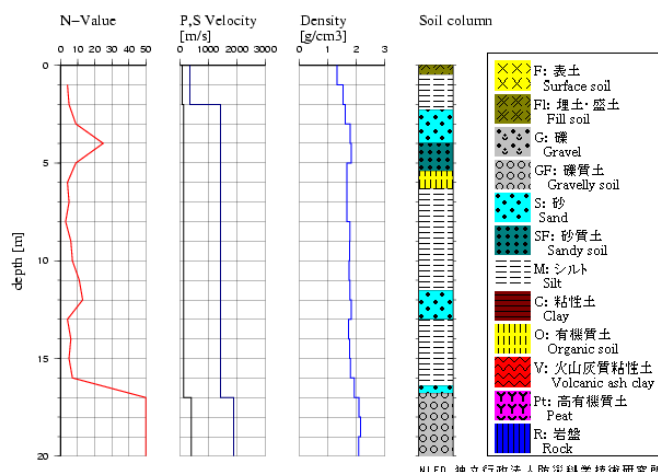
N 値では 4m 地点で 20 となっているが 17m 地点に至るまで 10 程度かそれ以下の値となっている。

PS 検層では 2m までは P 波速度と S 波速度に大きな変化は見られない。2m 地点で波速度が 1500m/s 程度、17m 地点では 2000m/s 程度まで増加している。

設定した全ての周期範囲で増幅が確認された古川では、地表付近に埋土・盛土という比較的新しい軟弱な地盤が存在し、それ以深でも N 値が 10 程度のシルトが存在している。

地盤を伝達する地震動が軟弱地盤に作用し、時間遅れを伴って周期が大きくなった地震動が地表に現れることで、周期の増幅された地震動を観測する要因となっていると考えられる。また、さらに深さ方向の地質

の変化や PS 検層の P 波と S 波の波速度の違いがある境界によって地震動の周期が変化し、増幅範囲が変化することが考えられる。



Copyright (c) National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention, All rights Reserved.

図-3 古川 (MYG006) の観測点地質図

4. まとめ

増幅の経路特性については、宮城県南部や日本海側、では増幅区間はあまり現れず、関東地方や岩手県などの震源に近い太平洋側で多く現れた。東北地方太平洋沖地震はプレートの境界が多い場所で発生した地震であった。今後も同地震の震源域から地震が発生することが想定されるため、宮城県沖や三陸沖で発生する地震動に対して注意すべき周期範囲が特定された。また、全国卓越周期分布図と今回の増幅区間の結果から地震動の周期に対して効率的な被害対策をすることができ

る。地質との検討では地表に盛土・埋土や粘性土などの軟弱な地盤が存在するときに増幅が発生することがわかった。このため、地質による検討は増幅した観測点の地質情報に対してのみ検討しているため増幅していない観測点にも軟弱な地盤が存在している可能性や、観測点位置の地質情報が少なくとも最も近い観測点までの地域までの地質とみなすことは実際の地盤の状況と大きく異なっている可能性を考慮しても、表層の軟弱な地盤が増幅に大きな影響を与えている。

参考文献

- 1) 戸久世昂真、古川裕也、杉田尚男：東北地方太平洋沖地震における地震動周期帯の検討平成 24 年度土木学会東北支部技術研究発表会 I-32 (CD-ROM) (2013・3)
- 2) Hi-NET 高感度地震観測網 | 2011 年 4 月 7 日 宮城県沖の地震
<http://www.hinet.bosai.go.jp/topics/off-miyagi110407/>
- 3) 国土地理院 | 平成 23 年(2011 年) 東北地方太平洋沖地震震源断層モデルの概念図
<http://www.gsi.go.jp/common/000060175.pdf>
- 4) 気象庁 | フーリエスペクトルと加速度応答スペクトル
<http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/kyoshin/kaisetsu/utou.htm>
- 5) 防災科学技術研究所 | 観測点一覧
<http://www.kyoshin.bosai.go.jp/kyoshin/db/index.html?all>