

長野県北部地震における常時微動観測を用いた横倉・青倉地区の地震動推定

金沢大学理工研究域	正会員	○村田 晶
金沢大学大学院自然科学研究科		堀川翔平
日本工営(株)中央研究所	正会員	秦 吉弥
金沢大学理工研究域	正会員	宮島昌克

1. はじめに

東北地方太平洋沖地震の翌日である、2011 年 3 月 12 日早朝に長野県北部の新潟県との県境付近で直下型地震が発生した。幸いにも地震による死者はでなかったが、多くの地震被害が生じた。特に、長野県栄村の被害が甚大であり、6 月 24 日現在で人的被害は軽傷者数 10 人、住家被害をみれば、全壊が 33 棟 33 世帯 70 人、半壊が 169 棟 174 世帯 437 人、一部損壊が 480 棟 509 世帯 1,203 人と、村の人口 (2,279 人) に対し半数以上が被害を被っている。このような被害を解明するに当たり、対象地区の地震動を推定したいのだが、地震観測記録は栄村役場の地震計による記録のみであり、地震動特性には不明な部分が多い。また、栄村は山間部に位置していることや、現地被害調査により集落により被害の程度は大きく異なっていることが分かっており、地震動にも違いがあったと考えられる。しかしながら、被災地区では山間地故に標準貫入試験等の地盤データが乏しい。それゆえ本研究では、地盤増幅特性として常時微動観測記録を用い、このような地盤情報の乏しい地区において、簡易的ではあるもののある程度の精度を有するような地震動推定を行う。推定結果に対し、強震記録、並びに建物被害との比較検討を行う。

2. 長野県北部地震における地震動推定

(1) 常時微動観測記録を用いた地震動推定

本研究では地震動を簡易的に推定するために、地震観測が実施されている A 地点の観測記録とその地点での常時微動観測の結果、ならびに地震観測が実施されていない任意の B 地点における常時微動観測の結果より B 地点の地震動を推定する方法を採用する。地震動推定には A, B 地点の震源特性 $S(f)$ 、伝播経路特性 $P(f)$ 、サイト増幅特性 $G(f)$ の評価が必要となるが、震源特性は同一と仮定し、 $S_A(f) = S_B(f)$ とする。伝播経路特性は震央距離と伝播経路における Q 値、伝播経路におけるせん断波速度、振動数の関数で表現されるが、本研究では両地点の距離が 1~2km 程度と近いことから、Q 値、せん断波速度、振動数は両地点で同一と仮定し、震央距離の関数のみで表現する。サイト増幅特性は A 地点と B 地点の常時微動の H/V スペクトル比で近似できると仮定する。常時微動は微小震動であることから、強震時の地盤剛性低下による振動数変化には対応できないが、対象地区では軟弱地盤のような箇所はほとんど存在していないことから、ここではある程度精度が担保できるとの前提で上記の近似が成立すると仮定する。ゆえに、

$$\frac{G_B(f)}{G_A(f)} = \frac{H_B(f)}{V_B(f)} \bigg/ \frac{H_A(f)}{V_A(f)}$$

と考える。ここで、 $H_A(f)$ 、 $H_B(f)$ は A 地点および B 地点における常時微動の水平動のスペクトル、 $V_A(f)$ 、 $V_B(f)$ は A 地点および B 地点における常時微動の上下動のスペクトルである。以上のように求めた任意の B 地点における地震動のフーリエスペクトルを用い、フーリエ逆変換することにより加速度が算出される。

(2) 栄村の観測記録を用いた横倉・青倉地区の地震動推定

地震被害が甚大であった栄村青倉、横倉地区の常時微動観測点を図 1 に示す。図に示すようにいずれの地区も千曲川左岸にあり、図の上部に向かって標高が高くなるような地形となっている。建物被害調査からは横倉地区では横倉 1~3 に全壊等の被害が集中して見られ (地区内の全壊棟数 7 のすべて)、青倉地区では青倉 3

キーワード 長野県北部地震, 常時微動観測, 地震動推定

連絡先 〒920-1192 石川県金沢市角間町 金沢大学理工研究域環境デザイン学系 TEL:076-234-4655

から 1 に向かうにつれて被害程度が高くなっている。地震動推定結果のうち、加速度フーリエスペクトルを図 2, 3 に、推定地震波を図 4, 5 にそれぞれ示す。なお、推定地震波の位相特性に関しては本手法では考慮できないことから、栄村役場で観測された本震地震記録と同一としている。図に示すようにスペクトル特性については各地区内で違いが見られ、横倉地区では被害の大きかった

地点 1~3 で 0.2~0.4s にピークが見られる。一方、青倉地区では被害の大きかった地点で 0.7~0.8s にピークが見られるが、同様な特性を有している横倉 5 ではそれほど大きな被害が見られない。加速度時刻歴に関しては横倉地区で 1,380~2,425gal、青倉地区で 1,834~2,281gal とある程度の幅が見られるが、被害との相関はあまり見られない。また、栄村役場での本震記録 (NS:952gal, EW:678gal) と比較すると、解析的な誤差はあるものの両地区の揺れは全体的に大きく、被害との関係は調和的であった。しかしながら、被害との相関を見るには、PGV, SI, FSI 等の地震破壊力指標で評価する必要があると思われる。

3. おわりに

本研究では常時微動観測を地盤増幅特性として用いた地震動推定手法を長野県北部地震に適用した結果を報告した。その結果、同一地区内でも震動特性に差があることが明らかとなった。また、観測記録のある栄村役場より被害の大きかった横倉・青倉地区の震動が大きかったことを解析的に明らかにした。青倉地区での地震動推定については参考文献 1) と調和的な傾向を示している。しかしながら、被害との関係を十分に説明できとは言えず、PGV, SI, FSI 等の地震破壊力指標で評価する必要があると思われる。なお本研究を進めるにあたり、SK-NET ならびに K-NET, KiK-net 観測記録を使用いたしました。関係各位に記して感謝申し上げます。

参考文献：1) 山田 真澄, 山田 雅行, 福田 由惟, スマイス クリスティン, 藤野 義範, 羽田 浩二: 2011 年長野県北部の地震の震源近傍における高密度の地震動推定と木造建物被害との比較, 日本地震工学会論文集, Vol. 12, No. 1, pp.20-30, 2012.



図 1 常時微動観測地点
(左: 横倉地区, 右: 青倉地区)

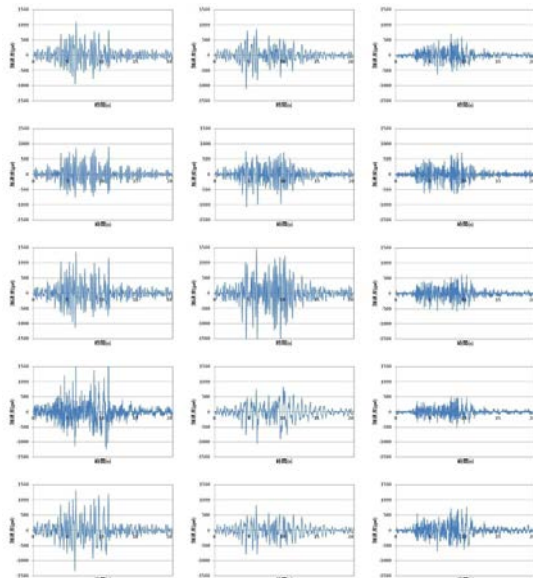


図 4 推定地震動加速度波形 (横倉地区; 上から横倉 1~横倉 5, 左から NS, EW, UD)

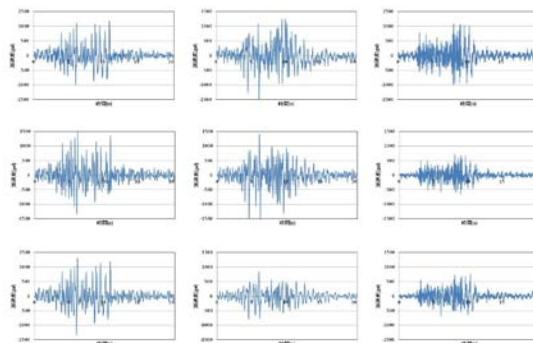


図 5 推定地震動加速度波形 (青倉地区; 上から青倉 1~青倉 3, 左から NS, EW, UD)

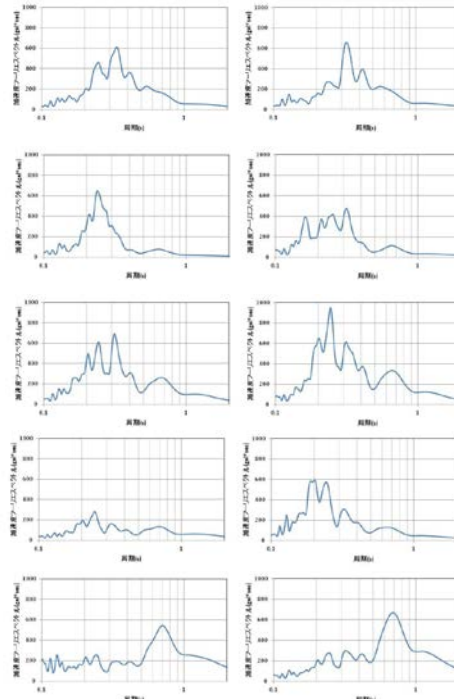


図 2 推定加速度フーリエスペクトル
(横倉地区; 上から横倉 1~横倉 5,

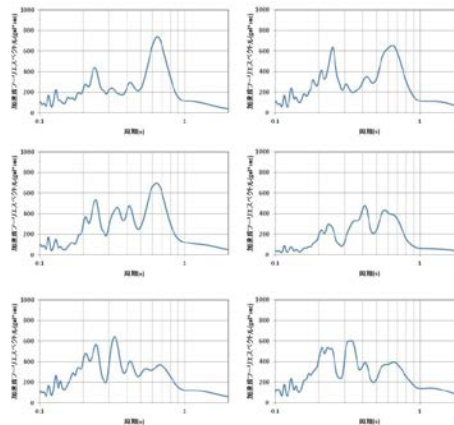


図 3 推定加速度フーリエスペクトル (青倉地区; 上から青倉 1~青倉 3, 左から NS, EW)