

能登半島地震における常時微動観測を用いた地震動推定と建物被害との関係

金沢大学工学部 北川 輝
 金沢大学理工研究域 正会員 村田 晶
 金沢大学理工研究域 正会員 宮島昌克
 金沢大学大学院 湊 和也

1. はじめに

2007年3月25日能登半島沖を震源とするM6.9, 最大震度6強という地震が発生した。被害概要は、震源を中心に道路崩落や土砂崩れ、また、電気・ガス・水道などのライフラインの寸断が発生した。建物にも大きな被害を与え、地震により住む場所を奪われた人々も少なくない。このように大きな被害が起こっても、復興に多くの人員や費用を準備することは難しい。そのため被災後の復興を効率的に行うためにも今後起こりえる地震に対して被害予測をすることは重要である。

被害予測するには地震動破壊力指標が必要になってくるが、地震計設置の空間的密度が低く、観測記録のみから震源域の地震動特性の分布を把握することは難しい。よって地震計が設置されていない地区では地震動を推定する必要がある。

以上から、本研究では推定地震動を作成し、それらから算出した破壊力指標と悉皆調査の結果を比較し、地震外力に焦点を置いた建物被害との関係性を明らかにしていく。

2. 対象地域

能登半島地震で比較的多く被災した輪島市道下地区、黒島地区、走出地区および輪島市河井町地区とする。図1にそれを示す。その各地域を200m×200mの格子に区切り、それぞれのメッシュにおける、悉皆調査の結果と最大速度(PGV)の値を比較する。例として、道下地区の建物悉皆調査の結果を図2に示す。

3. 地震動推定の手法

本研究では、ある観測地点から地盤と距離の影響を考慮して各推定地点の外力を出す推定方法である。

まず、地盤の影響について説明する。観測記録は

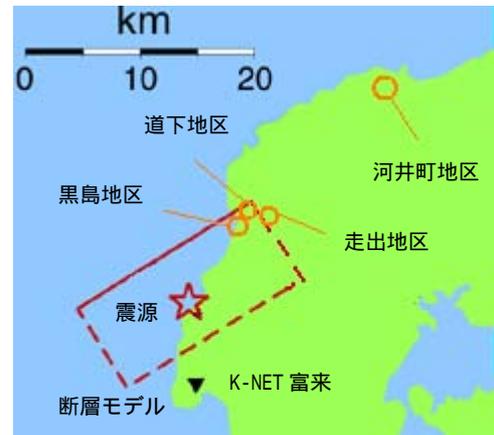


図1 対象地域と断層モデル¹⁾

観測地点の地盤で増幅した記録であるから、その影響を除かなければならない。観測地点ではボーリングデータ等から比較的容易に地盤の情報を得ることができるので、重複反射理論を用いて地盤の増幅率を算出する。その増幅率で観測記録を除くことにより観測地点の地盤で増幅した影響を除くことができる。推定地点では地盤の情報が簡単に得られないことが多い。そのため簡便な手段である常時微動観測を行い、H/Vスペクトル比から地盤の増幅率を算出する。そして観測地点の地盤で増幅した影響を除いた観測記録に、その増幅率を乗ずることにより推定地点の地表での外力を推定できる²⁾。

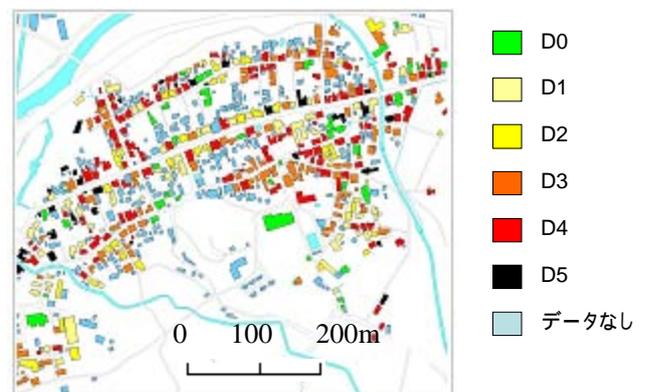


図2 道下地区の悉皆調査結果

次に距離の影響を説明する．地震動は断層からの距離に応じて減衰していくので，距離減衰式を用いてどの程度減衰しているかを求める．ここで本研究では，司・翠川式²⁾を用いる．それを次式に表す．

$$\log PGA = 0.53M_w + 0.0044D + 0.38 - \log(X + 0.0055 \times 10^{0.50M_w}) - 0.003X \quad (1)$$

PGA ; 最大加速度 (cm/s)

M_w ; モーメントマグニチュード

D ; 震源深さ (km)

X ; 断層最短距離 (km)

この式を用いて，観測地点と各対象地域の距離に対する最大加速度を算出する．そして各対象地域の値を観測地点の値で除することで距離に対する比率を求めることができ，距離の影響を表現する．

つまり，K-NET 富来の観測波形をフーリエ変換し，重複反射理論で導いた観測地点の地盤の増幅率で除する．そして，H/V スペクトル比から算出した地盤の増幅率を乗じ，逆フーリエ変換することにより，推定地点の推定波形が導ける．そこに，距離減衰により距離に対する比率を考慮することが，本研究の地震動推定の手法である．

4. 解析結果

推定地震動から算出した最大速度に対して，被害の割合をプロットしたものを図 3 に示す．悉皆調査によるダメージレベル⁴⁾が D0 と D1 のものを被害小，D2 と D3 のものを被害中，D4 と D5 のものを被害大と定義する．それらを最大速度と被害の程度ごとに比較していく．

図 3 に示すように近似直線を見ると，被害小の割合は最大速度が大きくなると減少し，被害中，被害大の割合は最大速度が大きくなると増加している．このことは最大速度が大きくなるにつれて，被害が大きくなるということを示している．

本研究では被害との相関を回帰直線で表したが，直線ではなく他の回帰方法を用いれば，より大きな相関係数が得られるのではないかと考えられる．今後の課題としては，被害との相関を外力だけで考えているので家屋の状況も考慮していかなければならない．

本研究を行うにあたり，地震観測記録を防災科学技術研究所 K-NET のデータを使用させていただきまして，ここに記して謝意を表します．

参考文献

- 1) 国土地理院：平成 19 年(2007 年)能登半島地震に伴う地殻変動(第 2 報) 2007/3/27,
<http://www.gsi.go.jp/WNEW/PRESS-RELEASE/2007-0328.html>
- 2) 司宏俊・翠川三郎：断層タイプ及び地盤条件を考慮した最大加速度・最大速度の距離減衰式，日本建築学会構造系論文集第 523 号，pp.63-70，1999.9.
- 3) 丸山喜久ら：常時微動の H/V スペクトル比を用いた地震動推定法の提案，土木学会論文集，No.675/I-55，pp.261-272，2001.4．
- 4) 岡田成幸ら：地震被害調査のための建物分類と破壊パターン，日本建築学会構造系論文集，第 524 号，pp.65-72，1999.10．

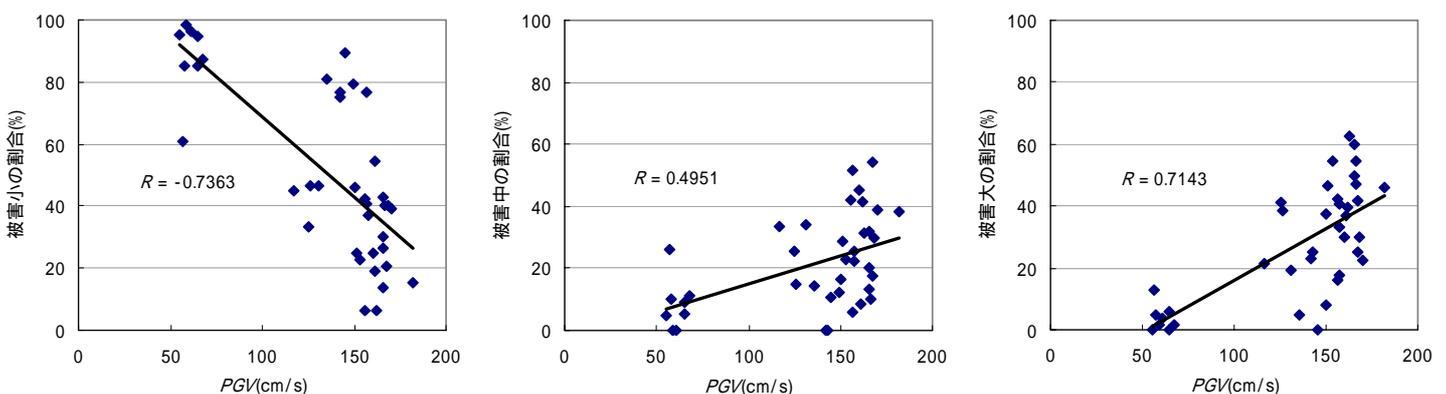


図 3 最大速度 (PGV) と被害の相関