

能登半島地震と新潟県中越沖地震の工学的特徴

Engineering Characteristics of Noto Hanto Earthquake and Niigataken Chuetsu-oki Earthquake in 2007

青山 咸康

AOYAMA Shigeyasu

1. 地震発生メカニズムと地震データの特徴

平成 19 年に北陸で生じた二つの地震の特徴を、参考対比する新潟中越地震のデータと共にまとめると表 1 のようになる。

表 1 能登半島・中越沖地震の物理データ比較

地震名	新潟県中越沖地震	能登半島地震	新潟中越地震(参考)
本震発震日, 時刻	2007,7,16:10:13:00	2007,3,25:09:42:00	2004,10,23:17:56:00
震央緯経度	37.557°N138.608°E	37.220°N136.685°E	37.291°N138.790°E
震源深さ	10.0 km	11.0 km	13.0 km
マグニチュード	6.8	6.9	6.8
地震断層の型	北西-南東 圧縮逆断層型	西北西-東南東 圧縮逆断層	北西-南東 圧縮逆断層型
最大加速度観測地点 観測地点基礎地盤	K-net 柏崎 El.10m, 表層~13m は砂(N=1~30), その下は粘性土	K-net 富来 El.80m, 表層~5m は 火山灰質粘土層, そ れ以深は堅岩	K-net 小千谷 El.52m, 表層~3m は 盛土・シルト・有機質 土, それ以深は礫
観測地点緯経度	37.3724°N138.558°E	37.160°N136.700°E	35.244°N138.9°E
観測点震央距離	21 km	6.7 km	7.0 km
南北最大加速度 gal	667	717	1,147
東西最大加速度 gal	514	849	1,308
上下最大加速度 gal	369	462	820
3成分最大合成加速度 gal	813	945	1,500

1.1 両地震の相似点

まず 1) 発震メカニズム である。これは先の新潟県中越地震と共に、基本的方向が北西-南東圧縮による逆断層地震であること。逆断層とは断層面を境にして上位の点が断層の動きにより上位に移動する現象であり、これは断層に作用する圧縮力が原因である。この圧縮力は巨視的に見れば本州中央部はユーラシアプレートの上であって、このプレートは列島北部東縁にほぼ平行な太平洋プレートのユーラシアプレートへの潜り込み運動により不断に生じている。この圧縮逆断層メカニズムは、同じ内陸直下型地震であっても 1995 年 1 月の兵庫県南部地震や、2000 年 10 月の鳥取県西部地震が、横ズレ断層の動きによるものであったことと対比される。次に 2) 地震規模 (マグニチュード) がほぼ等しく、震源深さ も共に 10 km と浅いことである。前者は地震で放出されたエネルギーが両地震でほぼ等しいことを示している。規模や震源深さの類似は、北陸地方の内陸活断層の動きが起源となるものの特徴かもしれない。更に 3) 海底活断層 が起源であることである。海底活断層に関する情報は現状では極めて少なく、たまたま両地震では原子力発電施設が震央付近にあり、この施設のための海底調査による活断層情報があったのだが、それでも地上の情報に比べれば少ない。この点は新潟中越地震との相違である。最後に 4) 観測点で記録した最大加速度値 そのものは、能登半島のほうがやや大きいと類似している。

地震規模がほぼ等しいことを考えれば，妥当のように思われるが，この点は次に示す，加速度時刻歴の特徴を考える必要がある．

1.2 両地震の相違点

被害地区の地盤地質条件：能登半島地震の被災域は能登中部～北西部であり，この地帯は地質学的には広く穴水累層と呼ばれる安山岩系の岩石に覆われている．代表的地質構成はK-net地震観測地点の富来の地質にも表に示すとおり明瞭で，表層～5m迄の火山灰質粘性土以深ずっと岩盤である．他方，中越沖地震に被災域は広く砂丘地帯，あるいはその上に堆積した砂層地盤である．その代表例はk-net地震観測地点の柏崎の地質に現れており，表に示すとおり表層～13mまでが砂である．地盤標高も低く，この砂層の相当部分が地下水面以下であったと考えられる．すなわち大きな地動があれば，容易に液状化をおこす地盤である．

2. 地震加速度波形の解析

k-netによる上記の観測点で記録された数値加速度波形が公表されている．富来と柏崎の二つの水平成分加速度時刻歴を比較すると，それだけで明確な相違が分かる．前者はほぼ一様に低周波～高周波成分の含まれた不規則振動であるのに対し，後者はおよそ10秒間に4～5回という長周期の振動が卓越していることが見て取れる．これらの特徴をより明確にするため，速度応答スペクトルを各加速度3成分について求め，その最大応答を示す成分のみを比較すると図1および2のようになる．

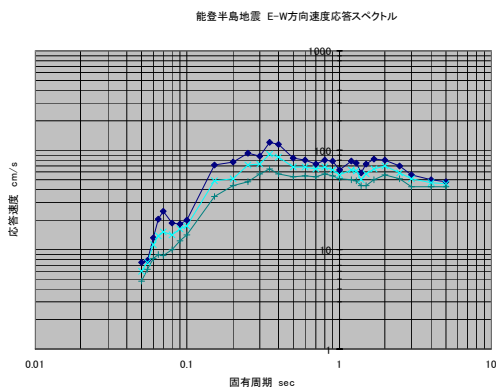


図1 能登半島 E-W 成分の速度応答スペクトル

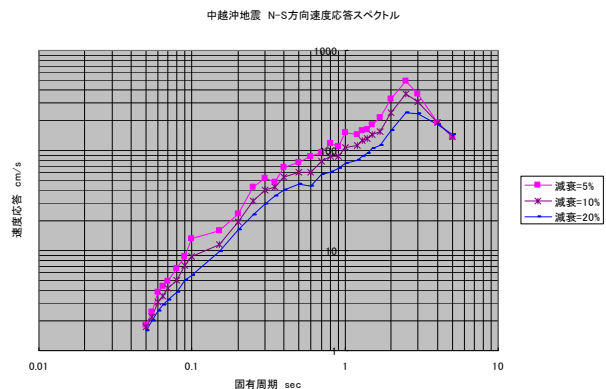


図2 中越沖 N-S 成分の速度応答スペクトル

上図から明らかなように，能登半島と中越沖では，速度応答スペクトルに明白な違いが生じている．それらを列挙すると次のようになる．

- 1) 能登半島は両対数目盛り上，グラフが短周期帯で右上がり，長周期帯になるとほぼ真横という形状であるが，中越沖はおよそ周期2.5秒あたりに一つの山を持つ単峰性のグラフである．
- 2) 能登半島の速度スペクトルの特徴は広い振動成分を含む地震加速度の一般的な特徴であるのに対し，中越沖はそのピーク周期に振動エネルギーが集中する事を示している．このような特徴は図示していないが新潟中越の速度応答スペクトルにおいても示されている．但しピーク周期はより短く0.7秒で生じている．
- 3) 速度応答の最大値を両地震で減衰率5%を比較すると，能登半島では130 kine (発生周期=0.35 sec)，中越沖では500 kine (発生周期=2.5 sec)である．これを応答加速度で言えば，前者は2,300 gal，後者は1,260 galとなる．
- 4) 中越沖のスペクトルが示す長周期での最大速度値は他の地震記録例からしても異常であり，観測地点が液状化していたと想像される．

こうした相違が被災実態にも大きな相違を与えたものと推定される．