

能登半島地震による被害分析のための地盤動特性解明に関する研究

金沢大学工学部 学生会員 ○飯塚 聡紀

金沢大学大学院 正会員 村田 晶

フェロー会員 北浦 勝

正会員 宮島 昌克

1. はじめに

2007 年 3 月 25 日に石川県能登半島の沖の日本海でマグニチュード 6.9 の能登半島地震が発生した。今回の地震で、海岸沿いの斜面や能登有料道路などが多数の場所で崩壊した。すなわち、能登有料道路の地盤が 11 箇所崩れ、地震直後から柳田 IC(羽咋市柳田町)ー穴水 IC(穴水町此木)が不通となった。このように海岸沿いの斜面や能登有料道路が崩壊した原因として、能登半島の地質や道路下の盛土の弱さが指摘されている。

能登有料道路は、1973～80 年にかけて建設された。起伏の激しい山間を抜け、地形に合わせて道路を造ると急カーブや急坂になるため、土砂で埋める「盛土」工法により、カーブや傾斜を緩やかにしている。土砂が崩壊した 11 箇所は、全てこの盛土をしていた箇所であった。このように崩壊した盛土地盤の性質と福島・田中式より求めた能登有料道路の基盤面における地震動の性質を比較することにより、能登有料道路における崩壊箇所の地震被害の大きさについて論じる。

2. 福島・田中式¹⁾について

福島・田中式¹⁾とは、兵庫県南部地震の際に観測値をよく表現した、最大加速度を求める距離減衰式であり(式 1)で表される。

$$\log A = 0.51 \times M - \log(R + 0.006 \times 10^{0.51M}) - 0.0033 \times R + 0.59 \quad (\text{式 1})$$

A: 基盤面の最大加速度 (gal), M: マグニチュード, R: 震源距離 (km)

ここで、実際に福島・田中式により求めた能登有料道路の基盤面における地震動を示す。KiK-net 柳田の地中観測点において、最大加速度が 252 (gal) の NS 方向のデータから得られた地震動の波形を図-1 に、フーリエスペクトルを図-2 に示す。また、最大加速度が 228 (gal) の EW 方向のデータから得られた地震動の波形を図-3 に、フーリエスペクトルを図-4 に示す。

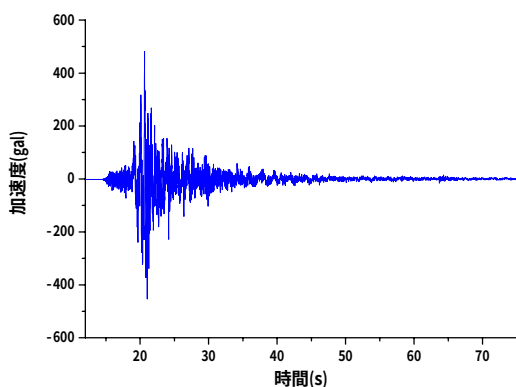


図-1 能登有料道路の NS 方向の地震動の波形

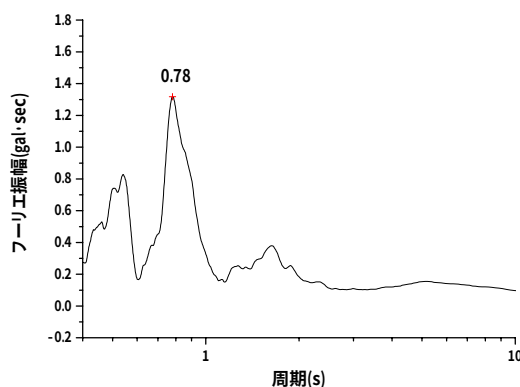


図-2 NS 方向の地震動のフーリエスペクトル

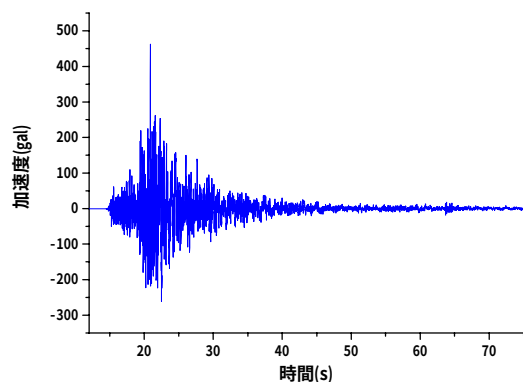


図-3 能登有料道路の EW 方向の地震動の波形

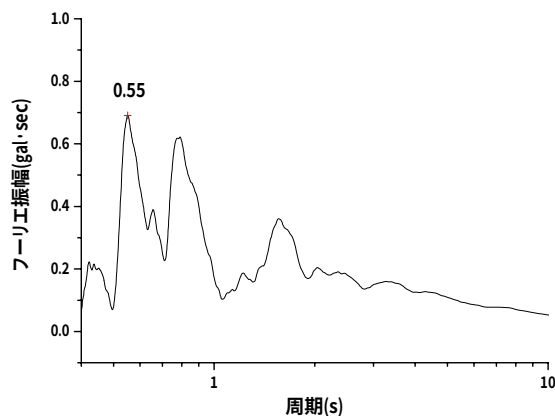


図-4 EW 方向の地震動のフーリエスペクトル

3. 常時微動観測について

能登有料道路の地盤の性質を調べるために、常時微動観測を行った。ここで、常時微動観測の例として能登有料道路の中ほどの崩壊地点の斜面の中腹 No.1 の H/V スペクトル比を図-5 に、同地点の斜面上部 No.2 の H/V スペクトル比を図-6 に示す。

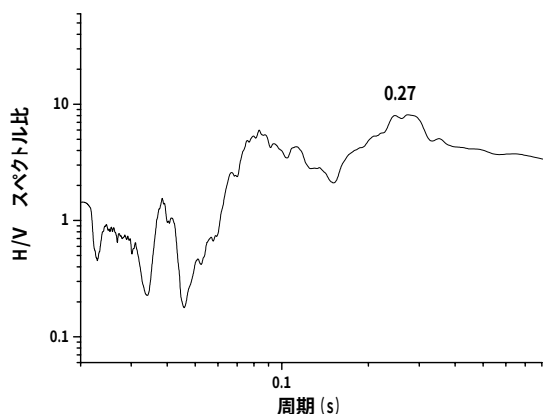


図-5 No.1 における H/V スペクトル比

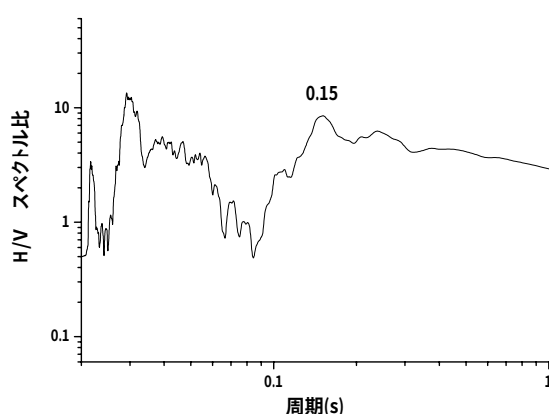


図-6 No.2 における H/V スペクトル比

4. 能登有料道路の基盤面の地震動と地盤の性質についての考察

ここで、図-5、図-6 に示した H/V スペクトル比から求められる卓越周期とそれぞれの常時微動観測点の近くで得られたボーリングデータより 1/4 波長則を使って求められる卓越周期を表-1 にまとめる。

表-1 H/V スペクトル比より求められる卓越周期と 1/4 波長則より求められる卓越周期

測点	H/V スペクトル比	1/4 波長則
No.1	0.27(sec)	0.28(sec)
No.2	0.15(sec)	0.33(sec)

ここで、図-2、図-4 より能登有料道路の基盤面での卓越周期は NS 方向が 0.78(sec)であり、EW 方向が 0.55(sec)である。よって、表-1 より H/V スペクトル比より求められる卓越周期と 1/4 波長則より求められる卓越周期とは周期が異なっているため、基盤面での地震動と地盤は共振は起こしていないと考えられる。

また、表-1 の結果より、No.2 の H/V スペクトル比より求められる卓越周期以外は、どれも卓越周期は 0.30(sec)前後であるため、このあたりの地盤はⅡ種地盤であることが分かる。よって、盛土で多少は締め固められていたものの、岩盤のように固い地盤ではないため崩壊してしまったのだと考えられる。

参考文献

- 1) 福島美光・田中貞二：新しいデータベースを用いた最大加速度の距離減衰式の改訂，地震学会講演予稿集，No.2，1992 年