

2011年東北地方太平洋沖地震における浦安市の液状化

東北学院大学 学生会員 石川 諒, 井上 貴智
東北学院大学 正会員 吉田 望

1 はじめに

浦安市では、2011年東北地方太平洋沖地震の際、大規模な液状化が発生した。液状化したのは、細粒分の非常に多い、シルトに分類される土である。この様な細粒分の非常に多い土の液状化は日本では2000年鳥取県西部地震の際に竹ノ内工業団地¹⁾、海外では、ニュージーランドのクライストチャーチ²⁾で発生している。日本の事例は、いずれも周辺の海底より浚渫した土で作られた埋め立て地で、噴砂が非常に長時間継続したこと、そのためか、噴砂した砂が厚く堆積しているのが特徴であり、従来知られている液状化とは特徴が異なっている。従って、その挙動を明らかにすることは重要である。

2011年東北地方太平洋沖地震の特徴の一つは、地震の継続時間が非常に長いことである。液状化の発生には繰返し数は重要な要因である。そこで、これを液状化発生の要因であるとする意見もある。一方、浦安では、本震より直後の余震の際に噴砂が激しかったという報告もある。

これらの事を考えると、特に浦安市での液状化発生時期を明らかにすることは重要である。本報告では、液状化サイトで得られた地震記録より、液状化の発生時刻を考察する。

2 地震記録

浦安では、K-NET 観測地点で図-1に示す記録が得られているが、この地点では液状化は発生していないとされている。そこで、本論では、舞浜3丁目で観測された地震記録を用いて液状化の検討を行う。ただし、この記録は、トリガーが作用して以降のみデータを記録する仕様であること、記録の絶対時間が明瞭でないことから、ここでは、図-1の波形と形状が一致させることで、時間を設定した。この時刻を用いた、NS、EW 方向の記録を図-2に示す。時間差は95秒である。

3 解析手法

非線形化が卓越すると、固有周期が延びることはよく知られている。そこで、卓越周期の経時変化を、ランニングスペクトル³⁾および非定常スペクトル⁴⁾で求めた。

ランニングス

ペクトルでは、1秒ごとに、その前後512のデータ(5.12秒)を用いて高速フーリエ変換によりフーリエスペクトルを求め、三角ウィンドウにより平滑化した。また、非定常スペクトルでは、システム関数として $H_n(\omega) = e^{-\alpha((\omega - \omega_n)/\omega_n)^2}$ を用い $\alpha=50$ として、0.4秒ごとにスペクトルを計算した。

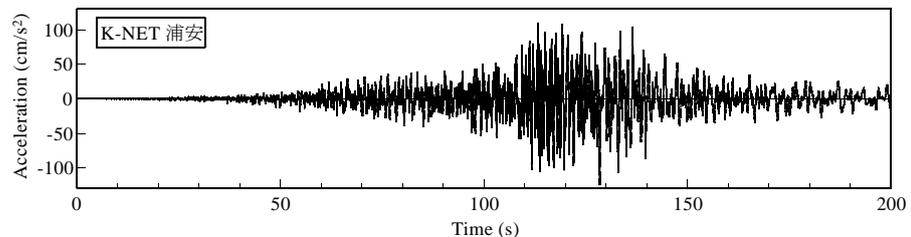


図-1 K-NET 観測波形

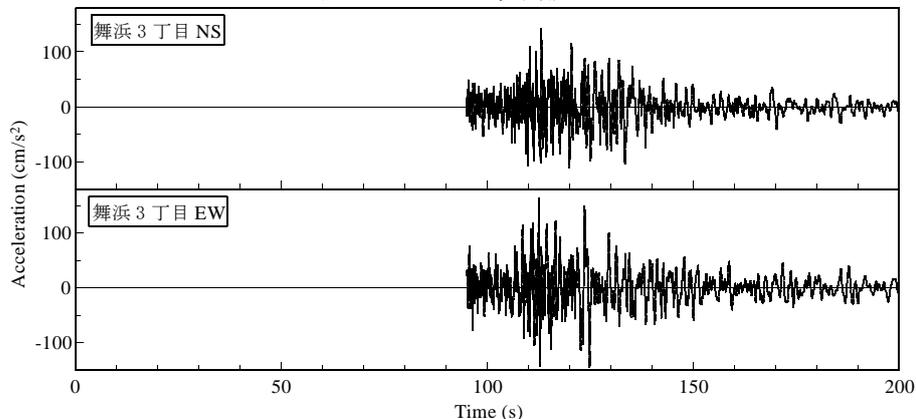


図-2 舞浜3丁目の観測波形

キーワード 液状化, ランニングスペクトル, 非定常スペクトル

連絡先 〒985-8537 宮城県多賀城市中央1-13-1東北学院大学工学部環境建設工学科 TEL 022-368-7193

4 計算結果と考察

図-3にランニングスペクトル，図-4に非定常スペクトルの計算結果を等高線として示す。図の時刻は計測開始時間であり，図-2とは異なる。いずれのケースでも卓越振動数は時間とともに小さくなっており，地盤が長周期化していくことがわかる。15秒付近より卓越振動数の低下が急激になり，50秒付近ではほぼ一定の値0.2Hz（周期5秒）となる。これから判断して，過剰間隙水圧の発生に伴う剛性低下は15秒（K-NETの時刻で110秒）付近から始まり，50秒（K-NETの時刻で145秒）では有効応力がほぼ0になる，完全液状化の状態に到ったと考えられる。また，非定常スペクトルの方がランニングスペクトルより明瞭に卓越周波数の変化を追跡でき，このような解析に有効であることがわかる。また，液状化の発生時期を見ると，液状化の発生には地震の継続時間が長かったことが大きく影響しているといえる。

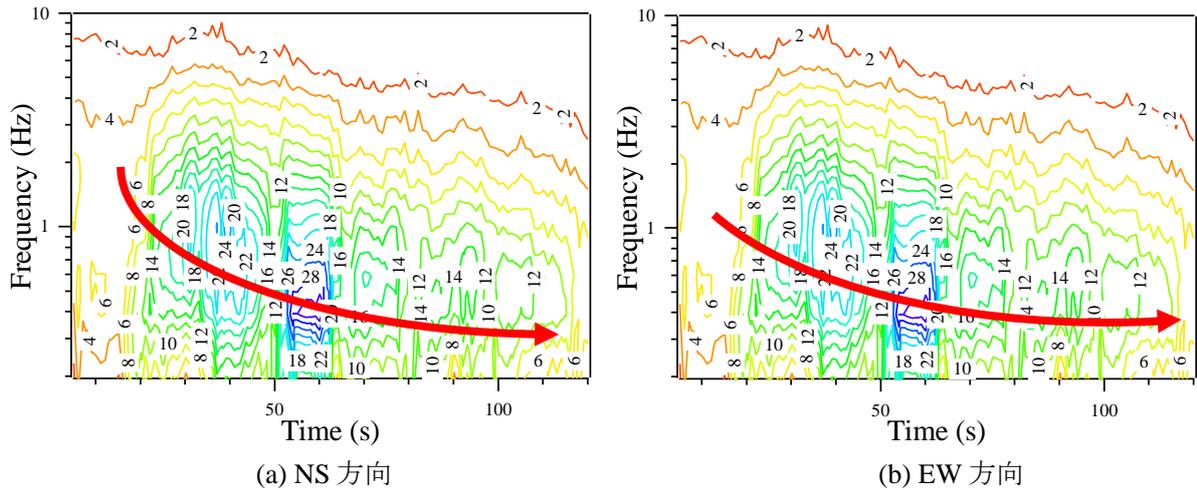


図-3 ランニングスペクトル

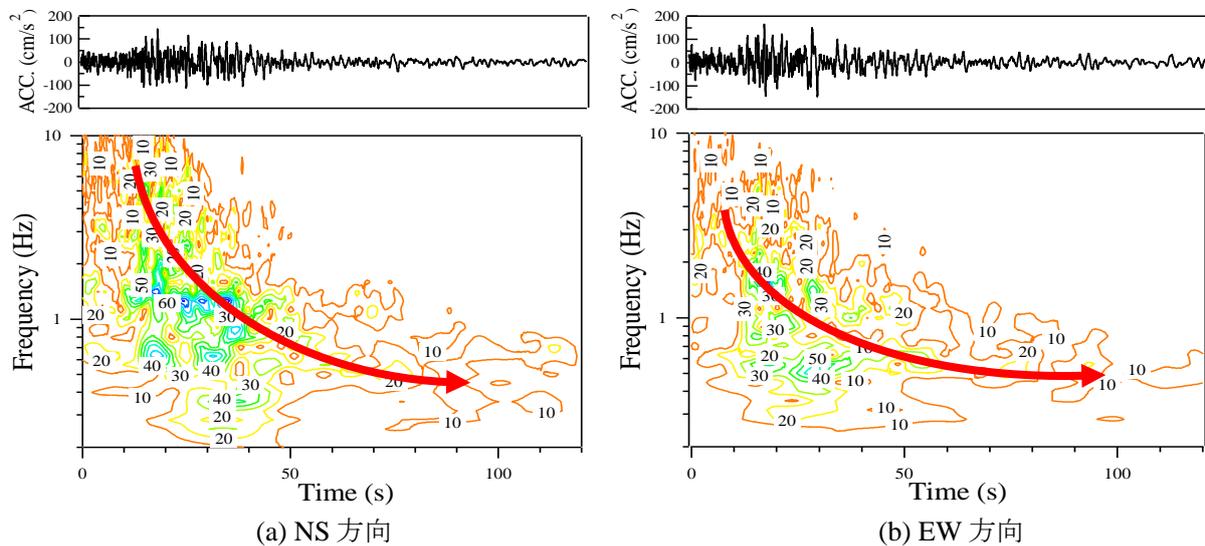


図-4 非定常スペクトル

参考文献

- 1) 平成12年鳥取県西部地震災害調査委員会（2000）：平成12年鳥取県西部地震 災害調査報告書，地盤工学会
- 2) Tasiopoulou, P. et al.: Geotechnical and structural field observations from Christchurch, February 2011 earthquake, in New Zealand, National Technical University of Athens, Greece
- 3) 大崎順彦（1994）：新・地震動のスペクトル解析入門，鹿島出版会，299pp.
- 4) 神山真（1979）：強震地震動の非定常スペクトル特性とその波動論的考察，土木学会論文報告集，第284号，pp.35～48