

地表強震記録を用いた液状化検知方法に関する研究

金沢大学大学院自然科学研究科 正会員 宮島 昌克

金沢大学工学部 正会員 北浦 勝

真柄建設機技術研究所 正会員 安達 實

金沢大学工学部 ○野津 智

1. はじめに

液状化の発生が構造物や地中埋設管に多大な影響を及ぼすことはよく知られている。したがって地震発生後、地盤が液状化しているかどうかを知ることは重要である。しかし、液状化が地中で起きた場合その確認は難しい。

そこで本研究では、地表面に設置してある強震計の記録から液状化を検知する方法を考える。

2. 強震記録の解析方法

液状化が起こった地盤では地震波の高振動成分が少なくなることが知られている。したがって、その高振動数成分の減少を検知できればその地盤の液状化の有無が検知できると考えられる。そこで本研究では、地震波の周波数特性の時間的变化に注目するために、解析方法としてランニングスペクトルを用いる。ランニングスペクトルとはフーリエスペクトルの時刻歴であり、強震記録において、ある時間でどの振動数の地震波が卓越しているかを知るために有効な手段である。図1は兵庫県南部地震におけるポートアイランドの地表面での強震記録のランニングスペクトルを、3次元の図(x軸は時間(s)、y軸は振動数(Hz)、z軸はフーリエスペクトル(cm/s))で表したものである。ただし、フーリエスペクトルは地震によってその最大値に大きな違いがあるので、他のものと比較しやすいように各記録におけるフーリエスペクトルの最大値で基準化した。したがってフーリエスペクトルの最大値は、どのランニングスペクトルにおいても1.0となっている。図2はそのランニングスペクトルを等高線で表したものである。なお、大きな地震動の方が地盤動特性に及ぼす影響も大きく、ランニングスペクトルの特性を把握しやすいという観点から、本研究では水平方向強震記録が2種類ある場合、最大加速度を記録した方向の強震記録を使用した。

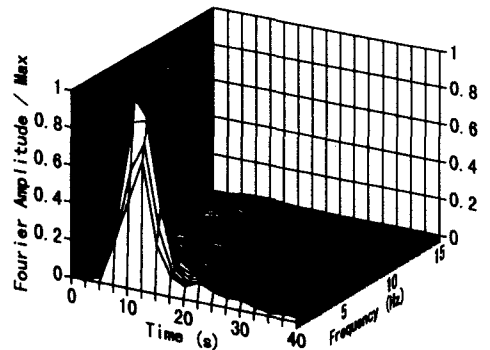


図1 ランニングスペクトル

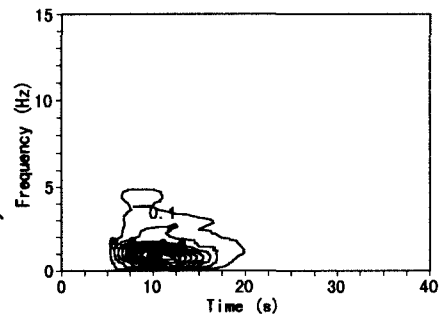


図2 ポートアイランド（地表面）の振動数分布の時間変化

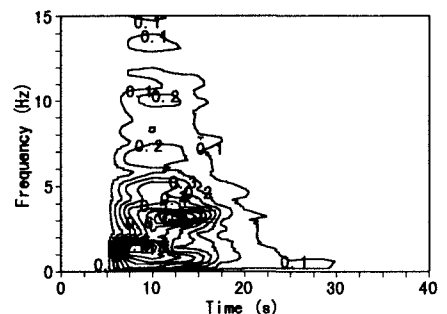


図3 ポートアイランド（地下-83m）の振動数分布の時間変化

3. 基盤と地表面における振動数特性の違い

図3は兵庫県南部地震において、ほぼ島内全体で液状化

が起きたポートアイランドの地下-83m地点における強

震記録のランニングスペクトルである。したがって、前述の図 2 は地表、図 3 は基盤の記録である。両者を比較すると地表面に近づくにつれて地震波の高振動数成分が明らかに減少していることがわかる。したがって地表面の強震記録において高振動数成分が減少していれば、その地盤は液状化しているといえるのではないかと考えられる。そこで地表面の強震記録の高振動数成分が減少していれば、その地盤は液状化しているといえるのかどうか、液状化地点と非液状化地点における強震記録のランニングスペクトルを作成し考察する。

4. ランニングスペクトルの比較

図 4～6 に地表面における強震記録のランニングスペクトルのいくつかの例を示す。用いた強震記録は次の通りである。図 4：釧路沖地震(1993/1/15)における釧路港、図 5：茨城県南西地震(1993/5/21)における筑波調査研究所、図 6：伊豆大島近海地震(1989/10/14)における下鶴間。図 3, 5, 6 は計測地点付近で液状化がみられない地点の例であり 10Hz 以上の高振動数成分が確認できる。ところが図 4 の釧路港の振動数分布の時間変化では振動数が 8Hz 以上のフーリエスペクトルが極端に少ないことがわかる。実際に釧路港においては多くの地点で液状化が発生したと報告されている。また液状化が多くの地点で発生したポートアイランドでは、前に示した図 2 を見ればわかるように、その特性がより顕著に表れており、5Hz 以上のフーリエスペクトルは最大値の 10% 以下となっている。

5. まとめ

本研究では次のようなことが明らかになった。

- (1) 液状化地盤における強震記録の高振動数成分は、基盤面よりも地表面の方が減少している。
- (2) 地表面の強震記録のランニングスペクトルにおいて高振動数成分が全体に比べ少ない場合、その地盤は液状化している可能性が高い。

しかし、本解析においてはサンプル数が少なく、信頼性が低いことは認めざるを得ないと思われる。したがって、これからさらに多くの強震記録について高振動数成分の存在に注目して、同様の考察を進め、信頼性を高める必要があると思われる。

謝辞 本研究の一部が文部省科学研究費（基盤研究（c），No.08650545，代表 宮島 昌克）の補助によって行われたことを記し深謝いたします。

参考文献

大崎順彦：新・地震動のスペクトル解析入門，鹿島出版会，pp.215-239，1994。

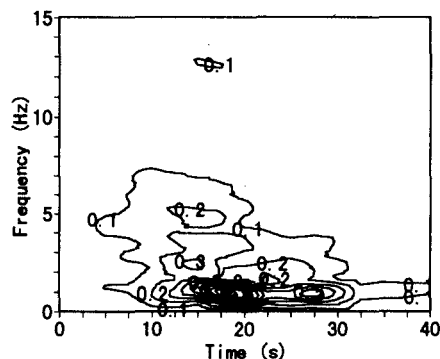


図 4 釧路港（地表面）の振動数分布の時間変化

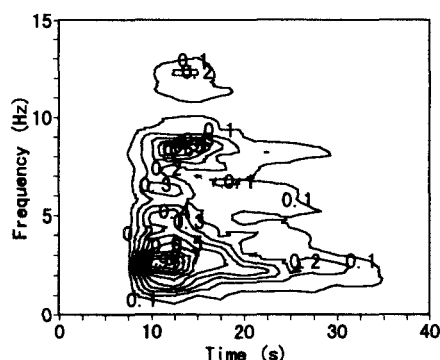


図 5 筑波調査研究所（地表面）の振動数分布の時間変化

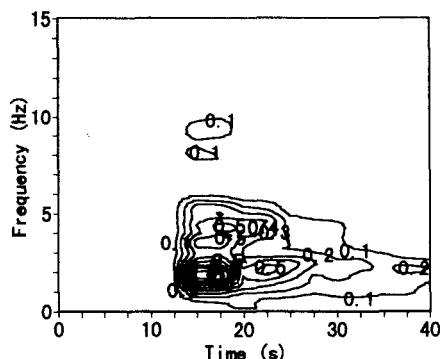


図 6 下鶴間（地表面）の振動数分布の時間変化