

I-B 179 簡便に使える等価線形化法応答解析手法の開発と神戸市内 ポートアイランドの鉛直アレー記録を用いた解析例(その1)

東京ソイルリサーチ 正会員 阿部秋男

Wayne State 大学 非会員 香川崇章

はじめに

米国カリフォルニア大パークレー校で開発されたプログラムSHAKE¹⁾ は、ソースリストが公開されており、一般に広く用いられている地盤の地震応答解析プログラムである。このプログラムは一次元の解析に限定されており、また等価線形化手法を用いて非線形性を表現しているために適用範囲が限定される。しかし、パソコンで容易に動作させることができ、使用実績も多いことから、最も一般的に用いられている解析手法の一つである。

筆者らはこの種の解析手法をより簡便かつ迅速に使用できるように、現在最も一般的と思われるパソコンのOS上で動作するものを作成した。

また、解析で用いる諸定数決定のための関数やパラメータの見直しを行った。

その上で神戸市により記録されたポートアイランド鉛直アレーの結果を用いて解析を試み、実記録と比較した。

1. プログラムの開発

プログラムSHAKE を参考に定数決定のための関数やパラメータの見直しを行った。見直した主な点は、 $G \sim \gamma$ 、 $\beta \sim \gamma$ の関係式を、これらの関係が拘束圧によって変わることとを考慮し、Ishibashi & Zhang (1993) の経験式²⁾ に準じて決定するようにしたことなどである。

さらにその上で、マウスを用いて簡単にインプットデータやパラメータの設定ができる環境で動作するプログラムを作成した。さらにダンピングの型を速度依存型、非依存型等選択できるように、また、2方向の同時入力による解析が行えるような機能を追加している。

2. ポートアイランド記録での解析結果

神戸市が記録したポートアイランドでの兵庫県南部地震のデータを用いて解析を行い、原記録と比較検討を行った。ここでの解析はSHAKE に準じたスタンダードなものとした。

目的は通常の計算で用いるN値から剛性を推定する方法がどの程度妥当なものであるかを確認することや、地盤が液状化した場合にはこの種の計算結果がどうなるかを検証するためである。

表-1 地盤データ一覧表

Depth (m)	Soil Description	Geological History	Avg. N	Vs (m/s)
0 - 5.0	Sand and gravel	Fill	5.2	170
5.0 - 12.6	Medium sand and gravel		6.5	210
12.6 - 19.0	Medium gravelly sand		6.5	210
19.0 - 27.0	Soft to medium clay	Alluvial clay	3.5	180
27.0 - 33.0	Medium to dense sand	Dilluvial sandy gravel	13.5	245
33.0 - 50.0	Very dense gravelly sand		36.5	305
50.0 - 61.0	Very dense sand		61.9	350
61.0 - 79.0	Firm to stiff clay	Dilluvial clay	11.7	303
79.0 - 83.4	Dense gravelly sand	Dilluvial sandy gravel	68	320

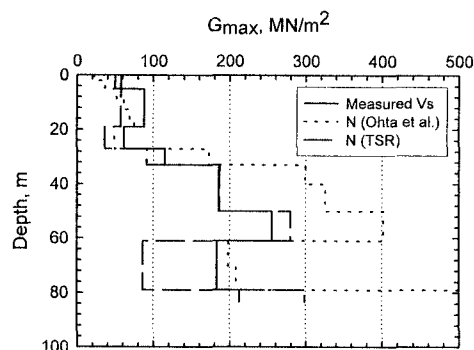


図-1 計算に用いたS波速度構造

入力データは、PR1(GL-83m)で記録されたものを用いた。地盤定数のうち最も重要となる剛性について、①S波速度から求めたもの、②今井の式³⁾によりN値から推定したもの、③筆者らが集めたN値とS波速度のデータから推定したもの、の3種類を用いた。

使用した地盤データを表-1に示す。また、用いたS波速度構造を図-1に示す。G~ γ の関係など他は全てのケースで同じものを用いた。

解析結果の時系列波形例を図-2に示す。また、応答スペクトル例を図-3に示す。

解析結果より次のことがいえる。

- (1)物性(主に剛性)の推定方法により応答の計算結果は相当異なる。しかし、スペクトルについてみると、実測値は、計算値の変動の範囲内に入っている。
- (2)時系列波形から判断すると、やはり実測S波速度を用いた場合が最も良く実記録と整合する。
- (3)PR3(GL-16m)までは実測値と計算値の整合性があると考えられるが、PR4(GL-0m)ではマッチングが極端に悪くなる。

この種の解析手法は、もともと液状化地盤に完全に対応できるような解析を行うことは困難であり、PR3で浅で液状化が特に顕著であったため、計算結果のマッチングが悪くなったものと推定できる。

3. まとめと今後の展望

今後震度法による解析に代わって動的解析の必要性が高まるものと思われる。このような想定から、より簡便に迅速に解析を行える等価線形次元地盤応答解析プログラムを開発した。応答解析の際のダンピングなどのパラメータは、これという決定的な型が無いのが現状であろう。

それであれば、いくつかの代表的な型の中から解析を行う人の判断で選択・組み合わせができるような方法が良いのではないかと考える。

また、通常の次元応答解析では一方向のみの振動を対象として解析を行うことが多い。これを2方向で行うようにすれば、より現実に近づくはずであり、実記録とのマッチングも向上するものと思われる。

このテーマの(その2)として上記を考慮した解析を行いたいと考えている。

4. 参考文献

- 1) Schnabel, et al, "SHAKE-A Computer Program for Earthquake Response Analysis of Horizontally Layered Sites", Report No. EERC70-10, Univ. of Calif., Berkeley, 1970
- 2) Isao Ishibashi & Xinjan Zhang "UNIFIED DYNAMIC SHEAR MODULI AND DAMPING RATIO OF SAND AND CLAY" SOILS AND FOUNDATIONS Vol.33, No.1, 182-191 Mar. 1993
- 3) 今井常雄・吉村正義：軟弱地盤における弾性波速度と力学特性、土と基礎第18巻、No. 1, pp. 17~22, 1970

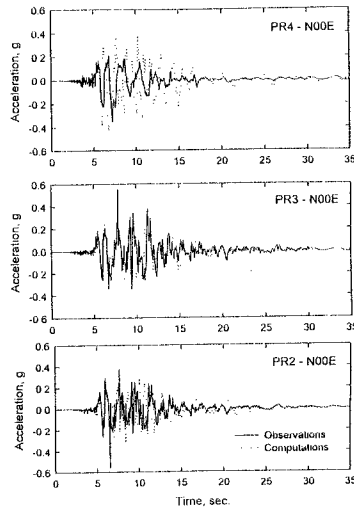


図-2 実測値と計算結果の時系列波形

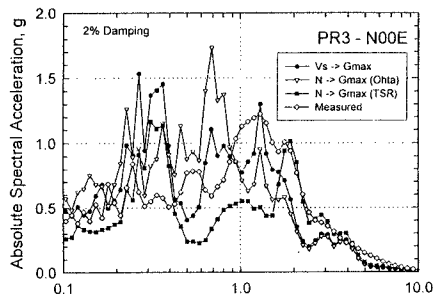


図-3 実測値と計算結果の応答スペクトル