

III - 39

液状化に影響を及ぼす入力地震動特性について

東北大学工学部 学生員 ○村野 守
 東北大学工学部 正会員 柳澤 栄司

1. はしがき

北海道南西沖地震（1993・7・12）において、函館港の地表での強震記録は最大加速度120GAL程度と比較的小さい値ではあったが、函館港では広い範囲で液状化が発生し大きな被害が生じた。一方、釧路沖地震（1993・1・15）において釧路港での最大加速度が469GALとかなり大きなものであったにもかかわらず、さ程液状化被害は見られなかった。この現象は表層地盤の特性のみならず地震動特性にも原因があると思われる。従来耐震設計において最大加速度が重要視されてきたが、それ以外のパラメータについて検討を行う必要があり、そこで本研究では有効応力解析、Finn-Martinらによる等価繰り返し回数に基づく実験式を用いたモデルを利用した液状化解析プログラムを用いて、液状化に影響を及ぼす入力地震動特性について検討を行った。

2. 液状化解析プログラム

使用した液状化解析プログラムは基本的にはHardin-Drevich型の履歴減衰曲線を用いた非有効解析によるもので計算のフローは、図1に示すとおりである。間隙水圧の算定はFinn-Martinらの考え方によるもので、砂の室内排水せん断試験から求めた体積ひずみ量から間隙水圧を得る方法である。ここに

$$\Delta U = E_r \cdot \Delta \varepsilon_{vd}$$

ただし ΔU : 間隙水圧の増分

E_r : 砂の体積弾性係数

$\Delta \varepsilon_{vd}$: 体積ひずみ増分

である。入力地震動は速度入力とし時刻歴応答計算はNewmarkの β 法を用いた。

3. 入力地震動

北海道南西沖地震時の函館港での強震速度記録のNS成分の80%に縮小した波形を用いた。入力加速度、速度、変位を図2、入力速度応答スペクトルを図3にそれぞれ示す。入力地盤データは函館港の土質調査から得られたものを参考にした。

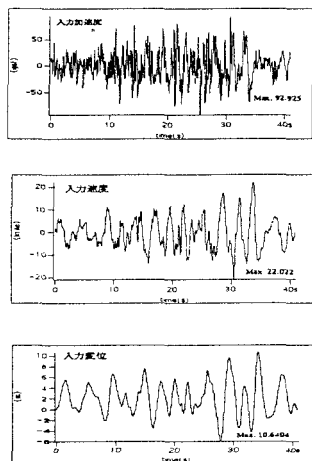


図3 入力加速度、入力速度、入力変位

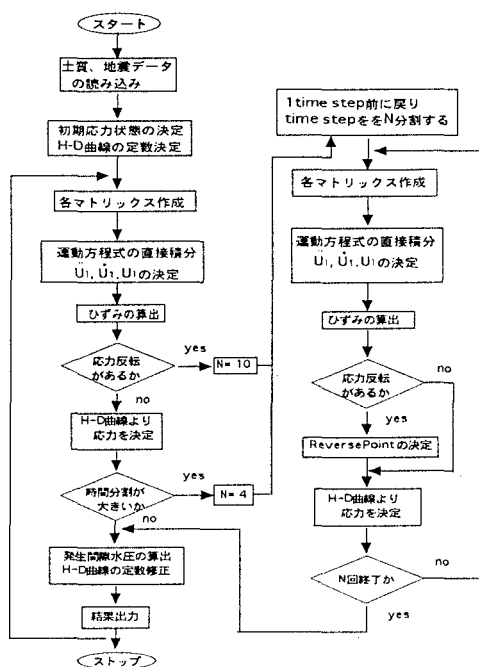


図1 液状化解析プログラムフローチャート

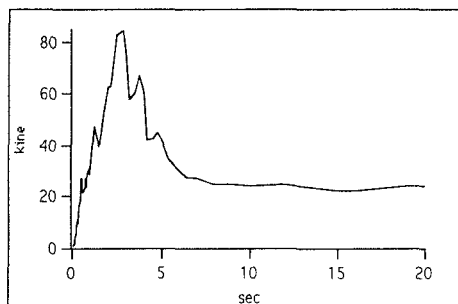


図2 入力加速度の速度応答スペクトル

液状化の被害の被害の程度を示す指標として水平地盤における液状化発生危険度を地盤の深さ方向に積分した液状化指標PIを用いて定量的に評価することとした。

$$P_i = \int_0^{20} \frac{U}{\sigma'_i} (10 - 0.5z) dz \quad \frac{U}{\sigma'_i} \leq 1.0 \quad \text{ならば} \quad \frac{U}{\sigma'_i} = 0$$

$$\text{ここに、} Z: \text{地表面からの深さ(m)} \quad \frac{U}{\sigma'_i} = 1.0 \quad \text{ならば} \quad \frac{U}{\sigma'_i} = 0.5$$

4. 計算結果

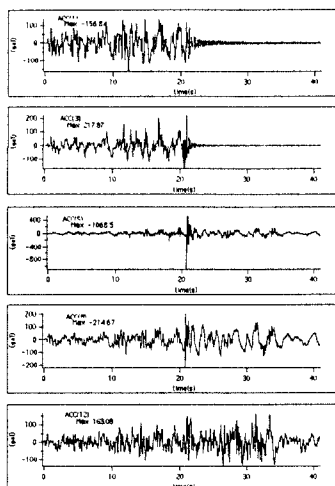


図4 加速度時刻歴

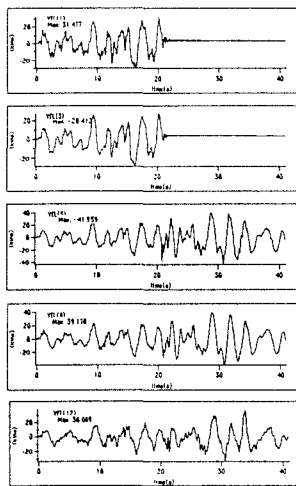


図5 速度時刻歴

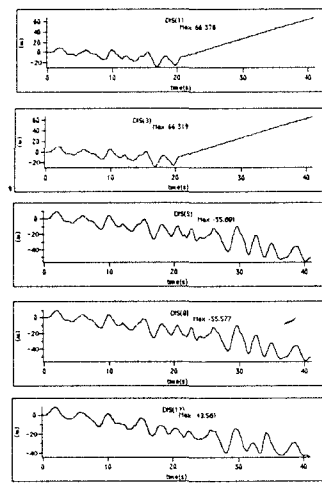


図6 変位時刻歴

加速度時刻歴、速度時刻歴、変位時刻歴、間隙水圧時刻歴を図4,図5,図6,図7に示す。最大加速度9.2galを持つ波が基盤面に入力し、各層ごとに拡幅されて地表面まで伝播している。図4から第3層において22～23秒の時点で液状化し、図6の変位時刻歴グラフの第3層においても22～23秒時点から液状化の為に急激な変化が見られる。第1層では、図7より間隙水圧が0であるにもかかわらず図4～図6に示すように下の液状化した層(3層)の影響を受けて下層とほぼ同じ運動をしている。又、図7の第5層において間隙水圧が徐々に上昇していく事が予想されるが、計算結果は2.2秒付近をピークとして下降している。これらは地盤データ入力の際、定数の選択に問題があったと思われる。

5. むすび

今回北海道南西沖地震の函館港での記録を基準にして0.8倍の入力波を用いたケースのみについて述べたが今後は縮小割合を変えた数個の波形を入力し波形の影響について調べる予定である。同様に釧路沖地震の強震記録についても計算を行い、最大加速度、最大速度、最大変位、卓越周期、速度応答スペクトル等と液状化の関係を液状化被害指標PIを用いて検討する。

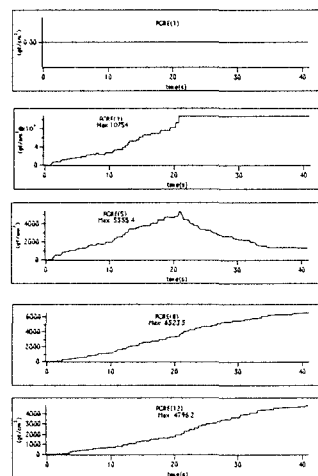


図7 間隙水圧時刻歴