

## III-203 噴砂が過剰間隙水圧の消散に及ぼす影響

佐藤工業(株) 正会員 吉田 望

**1 はじめに**

飽和砂層における地震時の過剰間隙水圧の発生量を求める研究は多く行われてきたが、地震後の消散に関する研究は余り行われていないようである。しかし、液状化に伴う大規模な地盤変状は地震後にも生じることが震害調査から分かっている。このような挙動を捉えるには地震後の過剰間隙水圧の変化をも知る必要がある。図-1は川岸町アパートの地盤想定図<sup>1)</sup>であるが、地表部には表土として分類されている透水係数の小さい層がある。このように地表に透水係数の小さい層がある場合、このまま消散解析を行うと、水圧がいつまでも消散しないことが考えられる。しかし、実際には噴砂等が生じこれにより消散が早められるであろう。本研究はこのような挙動を調べるために行ったものである。

**2 解析手法**

解析は、2次元有効応力解析プログラムTARA-3<sup>2)</sup>を用いて行った。このプログラムでは、せん断応力-せん断ひずみ関係に双曲線モデルを用い、過剰間隙水圧の発生量はMartin-Finn-Seedモデルで予測している。また、過剰間隙水圧の消散解析はいわゆるBiotの式に基づく圧密解析で、この場合もせん断応力-せん断ひずみ関係には双曲線モデルが使われている。

**3 解析方法および解析結果**

図-1に示した地盤モデルのGL-12mまでを、2次元有限要素法で解析した。横方向には24mを解析幅とし、対称性を考慮し、右半分のみを計算に用いた。地震波は、新潟地震の時秋田県庁で観測された波形を、震源距離による周期特性の変化を考慮し、時間軸を0.4/0.675倍し、最大加速度60galの入射波として図-1の地盤に作用させ(解析時の層分割は図-1に示されている)、GL-12m位置の波形を取り出し、これを解析基盤の複合波として、図-2のFEMモデルに作用させた。簡単のため地震時は非排水条件が成立するとした。地震時の応答は、当然のことながら、GL-70mまでを解析したものと同じ結果となっている。また、深さの同じ位置は同じ応答値となっており、このように不規則なメッシュ分割の影響はないことも確認した。なお、地震の継続時間は10秒とした。この間で、GL-2m~5mの層で液状化に至っている。

次に地震終了と同時に対称軸上で噴砂が起こったと想定する。地震終了時の状態を初期条件として、地表よりGL-2mまでの層の、対称軸より5cm、10cm、15cm、20cmまでの部分の要素の透水係数を大きくして(0.1m/秒)解析を行った。2次元解析であるから、これは幅、10cm~40cmの亀裂が24m間隔で入ったことに対応している(亀裂は噴砂した砂で充されている)。図-3に対称軸に接する要素、およびこれと反対側の要素の過剰間隙水圧の変化を示す。また、図-4に亀裂幅10cmの時の過剰間隙水圧の等高線、図-5に変形を示す。これらの図より次のような傾向が読み取れる。

- ① 噴砂の生じない場合には、透水係数の小さい層のため、間隙水圧の消散はわずかである。
- ② 噴砂に近い位置ほど間隙水圧の消散は早い、この解析範囲ではその差はわずかである。
- ③ 少しの亀裂でも過剰間隙水圧の消散に与える影響は大きい。また、亀裂幅が大きいほど消散は早い。

**4 おわりに**

地震時の過剰間隙水圧の消散過程を求めるための解析を試みた。その結果、噴砂の発生が過剰間隙水圧の消散に大きく影響していることは確認できた。今後、定量的な考察を行いたいと考えている。

**参考文献**

- 1) 土質工学会、地盤と構造物の地震時挙動に関する研究委員会、資料より抜粋
- 2) Finn, W.D.L. et al, "TARA-3: A Program for Nonlinear Static and Dynamic Effective Stress Analysis", Soil Dynamics Group, University of British Columbia, Vancouver, B.C., Canada, 1986

| 深さ<br>m | 層厚<br>m | 土質  | S波<br>速度<br>m/s | 密度<br>tf/m <sup>3</sup> | N値 | 透<br>水<br>係<br>数<br>cm/s |
|---------|---------|-----|-----------------|-------------------------|----|--------------------------|
| 0       | 1       | 表土  | 110             | 1.8                     | 3  | 0.0001                   |
| 1       | 1       |     |                 |                         |    |                          |
| 2       | 1.5     |     |                 |                         |    |                          |
| 3.5     | 1.5     | 中砂  | 150             | 1.9                     | 8  | 0.02                     |
| 5       | 1.5     |     |                 |                         |    |                          |
| 6.5     | 1.5     |     |                 |                         |    |                          |
| 8       | 2       | 中細砂 | 185             | 1.9                     | 11 | 0.01                     |
| 10      | 2       |     |                 |                         |    |                          |
| 12      | 2       |     |                 |                         |    |                          |
| 14      | 3       | 微細砂 | 230             | 2.1                     | 30 | 0.005                    |
| 17      | 3       |     |                 |                         |    |                          |
| 20      | 4       |     |                 |                         |    |                          |
| 24      | 4       | 微細砂 | 270             | 2.2                     | 30 | 0.005                    |
| 28      | 6       |     |                 |                         |    |                          |
| 34      | 6       |     |                 |                         |    |                          |
| 40      | 6       |     |                 |                         |    |                          |
| 46      | 6       |     |                 |                         |    |                          |
| 52      | 6       |     |                 |                         |    |                          |
| 58      | 6       |     |                 |                         |    |                          |
| 64      | 6       |     |                 |                         |    |                          |
| 70      |         |     | 350             | 2.3                     |    |                          |

図-1 川岸町地盤想定図

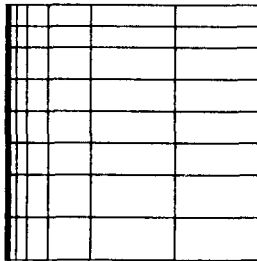


図-2 FEMモデル

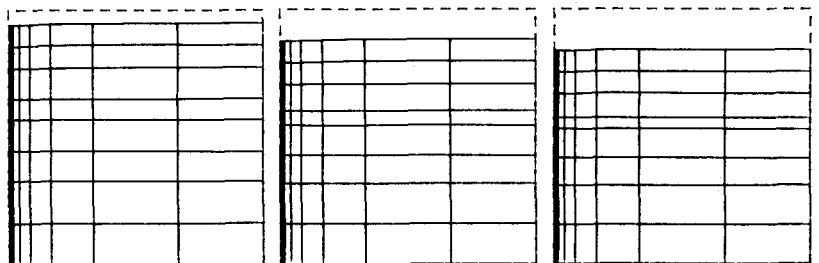
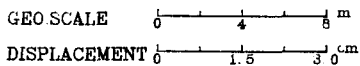
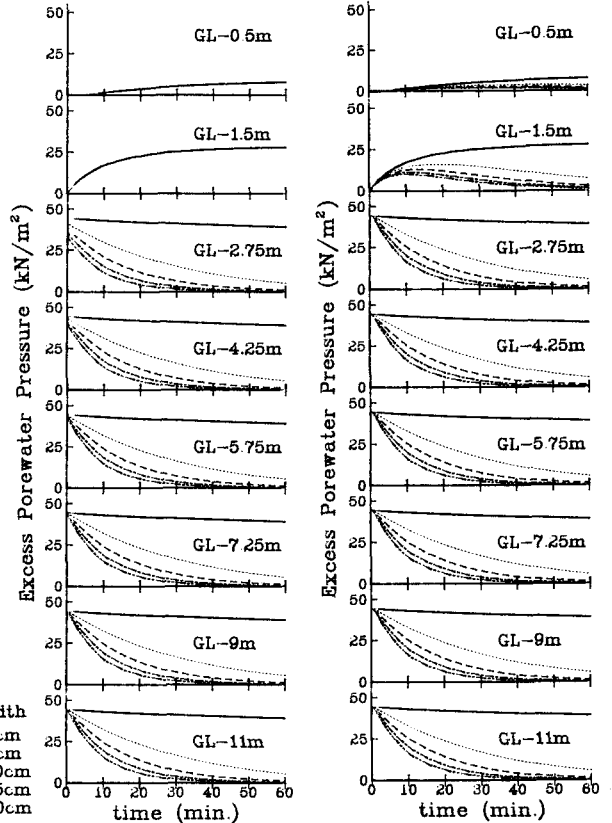


図-5 変位図（左より10分、31分、61分後）



(a) 対称軸に接する要素 (b) 右端の要素

図-3 過剰間隙水圧の変化

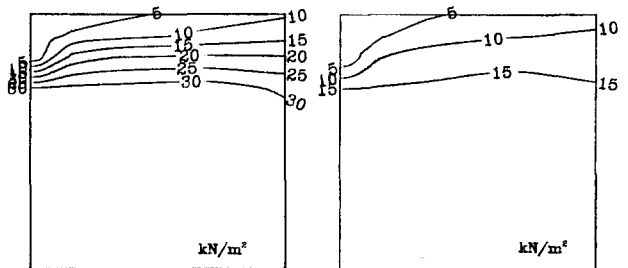


図-4 過剰間隙水圧等高線（10分、31分後）