

Ⅲ-A312

浸透流解析を用いた盛土荷重による過剰間隙水圧の挙動解析

岡山大学 正会員 西垣 誠
岡山大学 正会員 今井 紀和

1. はじめに

盛土による過剰間隙水圧の挙動を解析する場合には、一般的には応力・浸透の連成解析によって行われている。しかし、連成解析は、浸透流解析のみで計算した場合と比較して計算時間がかかるうえ、地盤の変形パラメータなどが必要であるなど解析も複雑になってくる。また、浸透流解析による地下水低下による粘土層の圧密沈下を予測する手法が提案されている。¹⁾

そこで、本研究では、盛土荷重による過剰間隙水圧の変化を応力・浸透の連成解析を用いずに浸透流解析のみで計算を行う手法を提案し、その適用例を示す。

2. 浸透流解析による解析手法

盛土荷重による過剰間隙水圧の変化を浸透流解析により解析する手法を図-1に示す。

第1ステップで盛土による地盤内の応力増分を Boussinesq の解により計算し、第2ステップにおいて、その応力増分により過剰間隙水圧が発生するとして初期水位 h_0 に応力増分 $\Delta\sigma$ より計算される水位変化分を加える。第3ステップは得られた過剰間隙水圧を考慮した新たな初期水位 h を用いて浸透流解析を行い、盛土による間隙水圧の挙動を検討する。

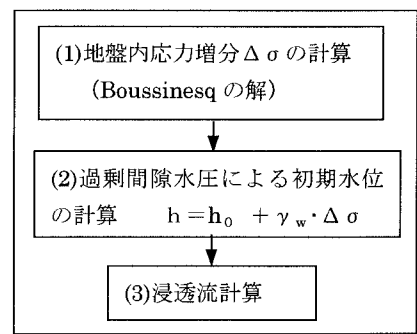


図-1 解析手法

3. 地盤内応力増分 $\Delta\sigma$ の計算

地表に作用した荷重による地盤内の応力増分は Boussinesq の解により得られる。断面2次元の場合は、奥行き方向に線荷重が作用していると地盤内応力増分 $\Delta\sigma$ を計算している。また軸対称の場合は、円周上の微小区間を考え、その点に作用する荷重と地盤内の各点との関係から $\Delta\sigma$ を計算し、円周上の総和によって求めている。それぞれの地盤内応力増分 $\Delta\sigma$ を式(1)に示す。

$$\begin{aligned}
 & \text{(断面2次元)} \quad \Delta\sigma = \frac{2}{\pi} \left\{ \frac{1}{1 + \left(\frac{x}{z} \right)^2} \right\}^2 \cdot \frac{Q}{z} \\
 & \text{(軸対称)} \quad \Delta\sigma = \sum \frac{P}{z^2} \left[\frac{3}{\pi} \cdot \frac{1}{\left\{ 1 + \left(\frac{x}{z} \right)^2 \right\}^{\frac{5}{2}}} \right] \quad (1)
 \end{aligned}$$

ここで、 z は地表面からの深さ、 x は荷重からの水平方向の距離、 P は荷重、 Q は分布荷重である。

4. 解析モデル

図-2に示した砂層と粘土層との多層地盤を用いて軸対称解析を行った。解析領域は中心軸より解析モデルの境界までは25kmとし、盛土前の初期水位は水面が地表面に存在するとした。境界条件は地表面と側面に水位一定条件を与え、荷重条件は、対称軸より1kmの範囲に50t/m²の分布荷重を瞬間載荷した。解析に用いた地盤定数は、砂層の透水係数に 1.0×10^{-3} (cm/sec)、比貯留係数に 1.0×10^{-6} (1/cm)を与えた。また、粘土層はそれぞれ 1.0×10^{-6} (cm/sec)、 1.0×10^{-5} (1/cm)とした。

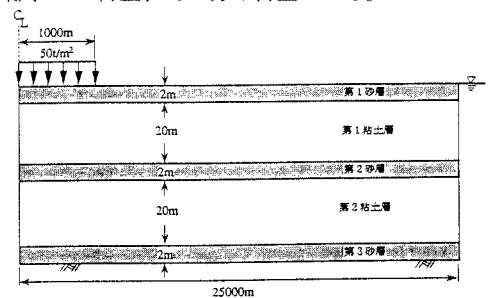


図-2 解析モデルの概略図

キーワード：浸透、圧密

〒700 岡山市津島中3丁目1の1 岡山大学環境理工学部

TEL086-251-8164 FAX086-253-2993

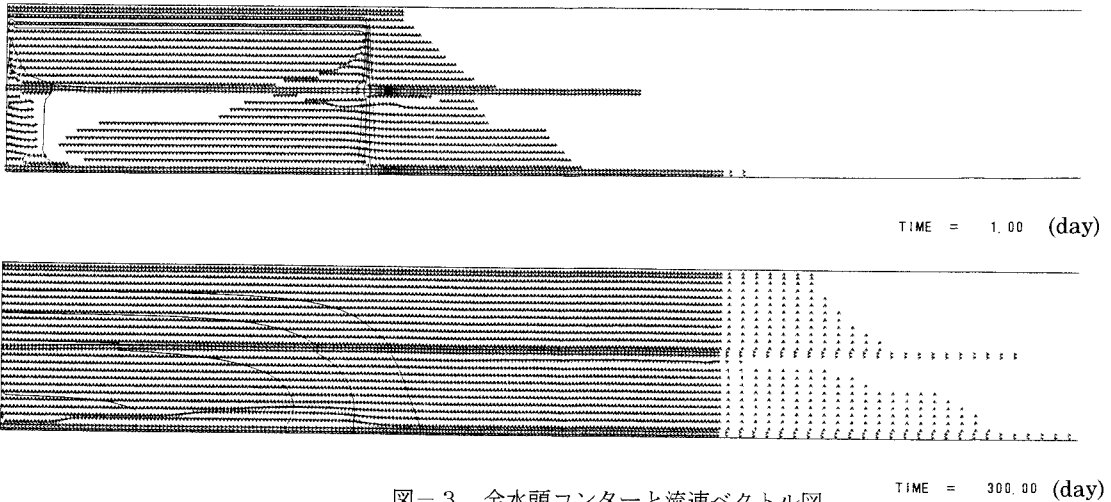


図-3 全水頭コンターと流速ベクトル図

5. 解析結果

荷重載荷後1日後および300日後（約1年後）の全水頭分布と流速ベクトルの様子を図-3に示す。これより、初期に発生した過剰間隙水圧が時間の経過と共に減少しており、さらに、地表面に向かって水が流れている。それを良く表しているのが図-4に示した第2砂層内の鉛直方向の流速ベクトルの大きさを示したものであるが、初期には荷重を載荷した境界である1km付近で流速の方向が変化しているが時間が経過すると流速ベクトルは上向きに変化している。また、図-5は、対称軸位置での過剰間隙水圧の変化を示したものである。地表面に近い節点ほど過剰間隙水圧の低下が速く、最下層である第3砂層の過剰間隙水圧の低下がもっとも遅い。

また、この図からも流速ベクトルが上向きであることが、動水勾配を推定することでわかる。

6. まとめ

今回解析したモデルは単純化したモデルであったが、実際の現場においても今回得られたような第3砂層の間隙水圧がなかなか減少しない現象が観測されている。これは、周辺の水位一定境界が25kmと非常に遠方であるため、盛土により発生した過剰間隙水圧は水平方向ではなく地表面へ向かって消散しようとしていることが理由と考えられる。

したがって、Boussinesqの解と浸透流解析を組み合わせることで、盛土による水圧の上昇とその消散していく時間的な変化を十分に捉えることが可能であると言える。

参考文献

- 1)新堂 充彦、西垣 誠(1996)：軸対称浸透流解析による粘土層の圧密の予測に関する研究、土木学会第51回年次学術講演会講演概要集第3部門(A)、pp.592-593

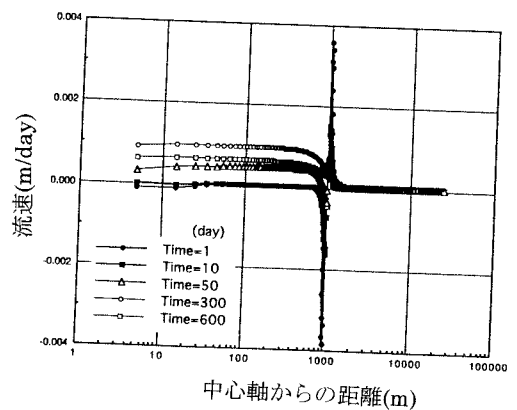


図-4 鉛直方向の流速ベクトルの大きさ

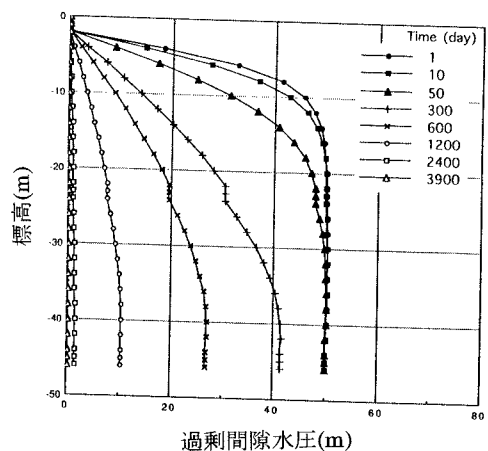


図-5 過剰間隙水圧分布の変化