地下水位回復に伴う地盤隆起に関する研究

- その1 遠心力模型実験 -

日本工営(株) 正会員 スレン ソッキアン,杉山 仁實,伊藤 圭一,藤澤 久子 徳島大学 大学院 学生会員 日下 拓也

日本シビックコンサルタント(株) 正会員 斉藤 正幸

1.はじめに

かつて,地下水の汲み上げが原因で生じる広域地盤沈下が 大きな社会問題として取り上げられていたが,逆に現在では 地下水の回復に伴った地盤隆起現象が現れ始めている(図-1)ことから,シールドトンネルなどに不等変形やひび割れ などの変状をきたして,新たな社会・環境問題になっている. 筆者らは地下水位に伴う地盤隆起の予測法および対策法の 開発を目的として,実験的・解析的研究を行ってきた^{1),2)}. 今回,遠心力模型実験においてさらに詳細な間隙水圧分布と 地表面変位から地盤隆起現象について検討したので,その結 果を報告する.



2. 遠心力模型実験

2.1 試料の物理特性

実験に使用した試料は,東京都江戸川周辺(深度GL-15m付近)より採取した沖積粘土である.表-1は,実験試料の物理特性ならびに圧密特性を示す.



2.2 模型地盤作成と実験手順

模型地盤は,沖積粘土をスラリー化し,20G遠心場にて有効上載荷重 40kN/m²の予圧密を行い作製した.図-2 に模型地盤の概要図を示す.粘土地盤の底面には地下水路を想定し,礫材料を用いたフィルター層(厚み5cm)を 設けた.地表面にはレーザー変位計を設置し,地盤内には間隙水圧計(9箇所)を設置した.地下水位の初期状態 は地表面上5cmのところとした(図-2の(a)状態).地表面は,地盤が乾燥しないように水位(5cm)を保った.実 験は,次の手順で実施した: 所定の遠心力加速度(40G)まで加速度を上げ地盤を安定させるために2時間程度, 自重圧密を行った, 地下水低下の過程を想定して,下部砂層から水頭を 3cm/minの速度で低下させ(図-2の(a) 状態~(b)状態),この状態を2時間程度保持した, 地下水回復過程を想定して,下部砂層に 3cm/minの速度で給 水し水頭を回復させ(図-2の(b)状態~(a)状態),2時間程度保持した.

キーワード地下水位回復,地盤隆起,遠心力模型実験,圧密

連絡先 〒300-1259 茨城県つくば市稲荷原 2304 日本工営(株)中央研究所 TEL 029-871-2065

0

0

-20

(mm)

50

40G

100

150

3.実験結果

図-3は,レーザー変位計より測定した地表面の換 算変位量~換算時間関係および換算地下水位~換算 時間関係をプロットしたものである.自重圧密後, 地下水位を下げると地盤沈下が発生し,逆に地下水 位を上げると地盤隆起が発生した.今回の実験では, 地下水位低下過程における地盤沈下量は 55mmに対 し,地下水位回復過程における地盤隆起量は4.6mm であった.隆起量は沈下量に対して 8%程度で, Cs/Cc=0.09の割合とほぼ一致し,また,図-1に示す 実測値と同じ傾向を確認

16

14

12

10

8

6

4

2

0

Ground level (m)

できた.

図-4(a),(b)に地下水 位低下および回復過程に おける粘土地盤内に発生 した間隙水圧分布を示す. 地下水位低下過程におい て,間隙水圧は地下水位 低下に伴い静水圧状態 (初期状態)から少しず つ消散し,水位低下の最 終段階に到達した(図-2(a)). 一方, 地下水位 回復過程では,地下水位 回復に伴い間隙水圧が増



Consolidation time (day)

250

300

Water-rising

350

400

20

200

Pore water pressure (kN/m²)

(a) 地下水位低下過程

(b) 地下水位回復過程

Pore water pressure (kN/m²)

図-4 間隙水圧分布

加し,静水圧状態(初期状態)へ回復した.本実験より得られた地下水位低下・回復過程における深さ方向の間隙

水圧分布については,図-5に示す地盤内の浸透圧理論曲線と傾向 がよく一致し,実験が妥当であったことを確認した.

4.まとめ

本研究では地下水位回復に伴う地盤隆起について遠心力模型実 験を実施し、測定した地表面変位および地盤内の間隙水圧分布によ り現象を確認した.これらの実験データに基づき,数値解析の理論 の構築を行なった.数値解析の理論については「その2 解析」³⁾で 報告する.



浸透圧と有効応力の概念 図-5

参考文献

- 1) 反町容・津國典洋・李黎明・杉山仁實:地下水位回復に伴う広域地盤隆起の現状について,第42回地盤工学 会研究発表会,pp.821-822,2007.
- 2) 杉山仁實・スレン ソッキアン・Li Liming・斉藤正幸:遠心力模型実験による地下水位回復に伴う広域地盤隆 起のシミュレーション,第43回地盤工学会研究発表会,pp.1439-1440,2008.
- 日下拓也・スレン ソッキアン・杉山仁實・望月秋利:地下水位回復に伴う地盤隆起に関する研究-その2 解析-, 3) 土木学会第64回年次学術講演会公演概要集(投稿中),2009.