

Ⅲ-A253

軟弱地盤上構造物の相対沈下の沈下速度に関する考察

石川高専 正会員 ○出村禧典

石川高専 木村 真

" 五色政貴

1. まえがき

軟弱地盤上構造物の建設には基礎の沈下を考慮した設計が必要となる。沈下には、図-1に示すような、一様な沈下、傾斜、相対沈下がある。特に、相対沈下は、上部の構造物を变形させ、応力を生じさせる。相対沈下対策として、相対沈下を早期に収束させたり、上部構造のクリープを利用して徐々に発生させる方法が考えられる。本論文は沈下速度に関係する要因の把握を目的とする。手順としては、モデルを用いた数値解析結果から要因を探索し、実構造物の実測データによって検証する。

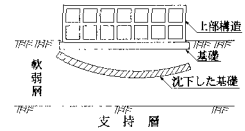


図-1 構造物の沈下

2. 数値解析に用いたモデル

図-2にモデルの有限要素分割を示す。①の部分は上部構造物をモデル化した梁で、②、④は砂層を想定した弾性材料で、③は粘土層を想定した弾・粘塑性材料である。荷重は建物の重量を示す。海底の粘土層を埋め立てた砂層の上に建設される構造物を想定している。計算では、埋め立て完了後、直ちに構造物を設置する。施工時間は極めて短時間とする。なお、弾・粘塑性材料には関口・太田の構成式を適用した。また、下部砂層の両端A～B、C～D間を除いたすべての境界を不透水境界とした。このような水理境界を設定したのは、相対沈下に関する水の流れの径路と全沈下に関する径路を分離するためである。

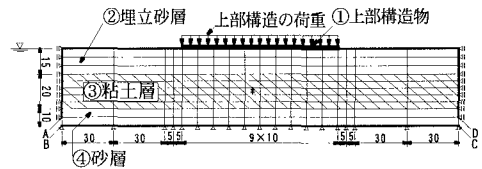


図-2 モデルの有限要素分割(単位 m)

3. 数値解析結果

図-3は全沈下と相対沈下の時間的変化を示す。なお、以下の図中に示すケースA、B、C、Dは、砂層の透水係数 k_s と粘土層の透水係数 k_c に表-1の値を用いた計算結果であることを示す。相対沈

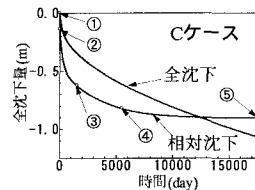


図-3 沈下の時間的変化

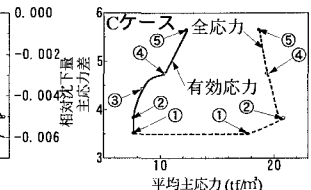


図-4 応力径路

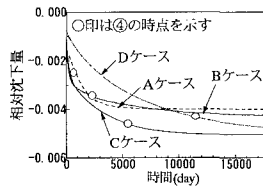


図-5 相対沈下量の変化

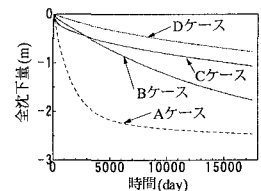


図-6 全沈下量の変化

表-1 透水係数(m/day)

ケース	k_s	k_c
A	0.05	0.05
B	0.005	0.05
C	0.05	0.00005
D	0.005	0.00005

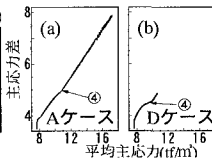


図-7 有効応力径路

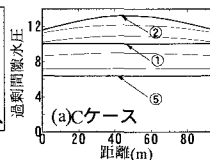
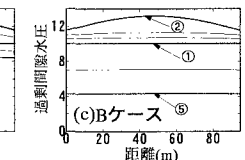
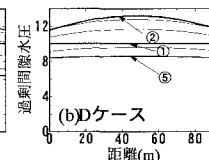


図-8 過剰間隙水圧分布



下量は相対沈下の最大値を構造物の長さで除した値で、全沈下量は構造物の両端の沈下量の平均値で表わす。図-3の全沈下と相対沈下の時間的変化は相似的ではない。全沈下が増加し続けているのは、粘土層の透水係数が小さいため、粘土層を通して下部砂層の両端の排水境界へ流れる水の速度が小さくなるためである。

図-4は、図-2のモデルの*印の付されている要素の有効応力径路(左)と全応力径路(右)を示す。

キーワード：軟弱地盤、構造物と基礎、せん断沈下、相対沈下、相互作用

〒929-0392 石川県河北郡津幡町字北中条 TEL 076-288-8162 FAX 076-288-8170

なお、以下の図中の丸数字①は埋め立て盛土の施工完了時点を示し、②は構造物の設置完了時である。図-4では盛土や構造物が設置されると有効応力と全応力の差が大きく開く。①から③の時点で短時間に相対沈下が増加し(図-3)、平均有効応力の増加はきわめて小さい(図-4)。これは、非排水せん断変形に伴って生じるダイレタンシーによって過剰間隙水圧が上昇したためである。④の時点で非排水せん断変形による過剰間隙水圧は消散し、一次元圧密状態になる。そして、相対沈下量の増加も小さくなる(図-3)。

図-5, 6は、透水係数の違いによる相対沈下と全沈下の時間的変化の違いを、図-7は、図-5の2つのケースの有効応力径路を、図-8は、3つのケースの構造物下の過剰間隙水圧分布の時間的変化を示す。盛土が施工されると一様な間隙水圧が発生する(図-8①)。構造物が設置されると間隙水圧が不均一になる(図-8②)。粘土層の透水係数が大きいと水平方向の水の流れが速く、非排水せん断変形によって生じた過剰間隙水圧の消散が早く(図-7④)、分布の均一化も早い(図-8②→⑤)。相対沈下の収束も早くなる(図-5)。

図-9, 10, 11は、過圧密粘土の結果で、相対沈下の収束が早い。これは、非排水せん断変形に伴って負の間隙水圧が生じるためと考えられる。

図-12, 13は、図-2の水理境界を構造物直下と下端B~C間以外はすべて排水境界としたときの結果である。図-3の結果と異なり、相対沈下と全沈下の時間的変化が相似的になる。これは、相対沈下に関する間隙水圧消散のための水の流れの径路と全沈下に関する水の径路が一部重複しているためである。

4. 既設の構造物相対沈下

図-14に沈下が実測された建物の概要を示す^{(1),(2)}。海底を埋め立てた人工島に建設された貨物ステーション(A棟)と事務所(B棟)で、沈下を注目しているのはA棟である。なお、砂層の透水係数は0.05m/dayで、粘土層の透水係数は0.0000302m/dayである。図-16, 17に相対沈下と全沈下量の実測値と計算値を示す。計算値と実測値はよく近似している。図-18に図-15に示す計算モデルの黒く塗りつぶした要素の有効応力径路を示す。相対沈下の収束が速いのは、粘土層を囲む上下の砂層の透水性が大きいことから、非排水せん断変形による間隙水圧の上昇が小さいためと考えられる(図-18)。

5. むすび

地盤の水平方向の透水性を大きくすると、相対沈下の収束時間が早まる。

参考文献 (1) 出村禧典・太田秀樹・松尾稔: 軟弱地盤上構造物の上・下部構造一体システム用いた最適化, 土木学会論文集, No.505, pp.171-180, 1994.12.
(2) 萩野芳章・出村禧典・加藤康司・松田國夫: 六甲アイランド埋立地の摩擦杭で支持された構造物の地震時挙動解析, 土と基礎, 44-3 (458)

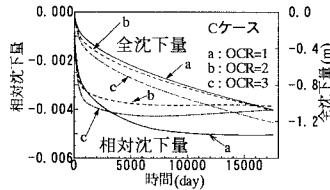


図-9 全沈下と相対沈下の時間的変化(過圧密)

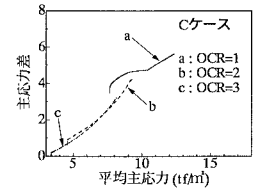


図-10 有効応力径路(過圧密)

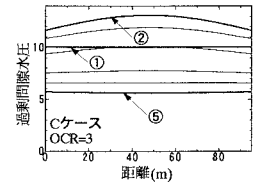


図-11 間隙水圧分布(過圧密)

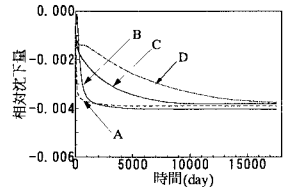


図-12 相対沈下の時間的変化

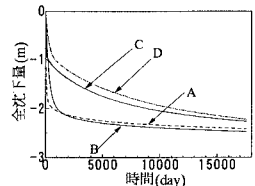


図-13 全沈下の時間的変化

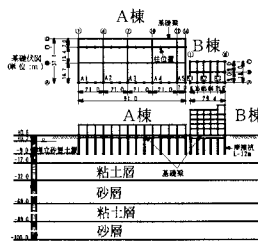


図-14 建物の概略

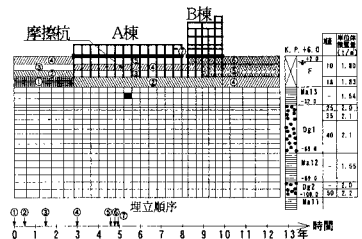


図-15 実構造物

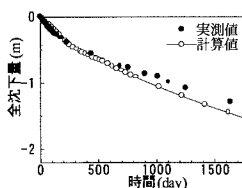


図-16 全沈下の実測値

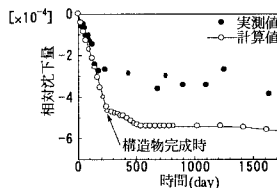


図-17 相対沈下の実測値

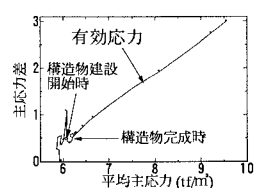


図-18 実構造物の応力径路