

圧密解析結果への回帰分析適用事例

(株)東建ジオテック ○岡村 宏信, 佐々木 誠二, 平本 和則

1. はじめに

今回調査の対象は、埋立地において施工中の建築物(鉄骨造・2階)である。

対象建物は地盤改良を行った範囲の一部に建てられており、建物の上部荷重と地盤改良部分の重心位置が異なることから、荷重の偏心により圧密沈下量に差が生じ、不同沈下している。

施工中に発生しているため、完工・実用化が困難なことから建て直しが検討されており、その説明資料としてボーリング調査を実施した。

本件において遭遇した圧密解析結果の不都合と、解決策として回帰分析を用いた事例を紹介する。

2. 調査概要

(1) 建築物の現状

図-1に示すように、地盤改良の範囲は建物の面積より大きく、荷重が偏心していることが確認できる。地盤改良後、鉄骨の骨組みまで施工済みであるが、建物の柱芯4ヵ所の実測沈下量には、ボーリング調査当時、基礎側2箇所平均で136mm、建物側2箇所平均で155mmの沈下を確認され、重心方向に約2cm程度不同沈下していることが認められる。なお、ボーリング調査は、実測の測量を開始してから4ヶ月程度経過した時期に行っている。

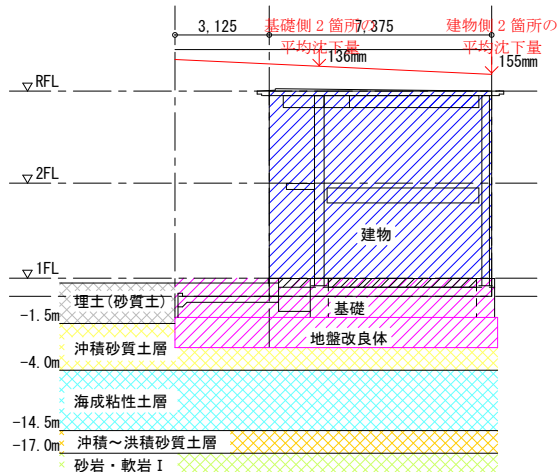


図-1 調査地の模式断面図

図中赤矢印は実測の沈下量(調査当時)

(2) 調査目的

調査の目的は不同沈下の原因及び今後沈下が進行し、実用化が困難であることの説明資料を得ることとした。建物周囲3箇所ボーリング調査を行い、粘性土層のサンプリング、室内土質試験(土の圧密試験)、圧密沈下解析を実施した。

(3) 調査結果

表-1に示すように、調査を実施した3地点において、地盤構成に特異的な差異はなく、不同沈下の原因は荷重の偏心により沈下量に差が生じたことであると認められる。

沈下の要因として、沖積砂質土層はN値1以下を示すが、層厚が2.5m程度であるため即時沈下による影響は少ないものと考えられる。海成粘性土層は平均N値0.5程度の軟弱な地盤状態にあり、10.5m程度の層厚があることから、海成粘性土の圧密が沈下の主要要因であるとした。図-2に示すように、土質試験の結果、海成粘性土の圧密降伏応力は正規圧密～やや過圧密の結果を示した。

表-1 地盤構成

地層・土層区分	土質・岩質	層厚	N値(平均N値)
埋土	礫・玉石混り砂	1.5m	1.6~2 (1.9)
沖積砂質土層	シルト・粘土混り砂	2.5m	0.8~1 (0.9)
海成粘性土層	砂混りシルト～粘土	10.5m	0~3 (0.5)
沖積砂質土層	粘土質砂	0.5m	2~6 (4)
洪積砂質土層	礫・粘土混り砂	2.0m	9~60以上 (33.7)
砂岩・軟岩 I	風化脆弱岩盤		60以上

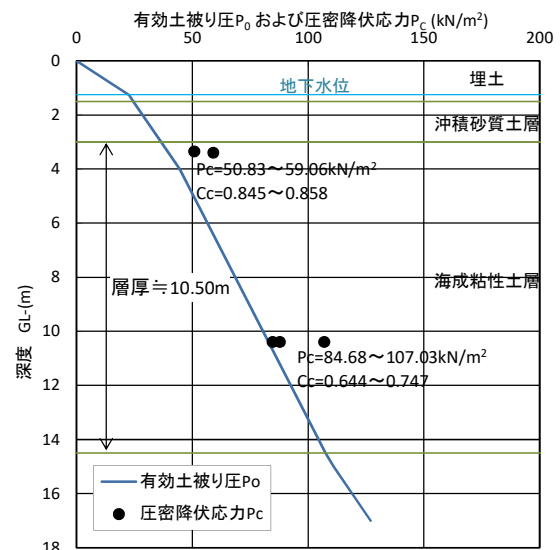


図-2 調査地の地盤モデル

(4) 圧密沈下量算出結果

地盤が正規圧密状態にあるものとして圧密解析を行った。解析には以下の手法・値を用いた。

- ・手法：Cc法、mv法(建築基礎構造設計指針¹⁾)
- ・荷重：23.0kN/m²~65.0kN/m²の等変分布荷重
- ・範囲：地盤改良施工範囲(17.800×10.375(m²))
- ・根入れ：GL-1.7m
- ・解析地点：54地点
- ・単体：基礎スラブ24.5kN/m³、地盤改良体18kN/m³
砂質土18kN/m³、粘性土16kN/m³

沈下量の算出結果(Cc 法と mv 法の平均値)は図-3のようになり、重心方向にやや傾斜したお椀型の形状を示す。最大沈下量は47.19cm、最小沈下量は10.44cmであり、相対沈下量及び変形角は建築基礎構造設計指針で提案される限界値を超える結果となる。なお、今回の沈下量算出において、砂質土層の即時沈下は考慮していない。

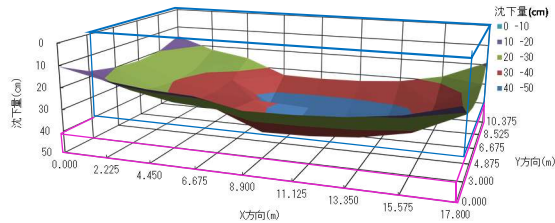


図-3 圧密沈下量算出結果の模式図
(青と赤の枠線は建物・基礎・改良体の模式図)

3. 沈下量算出結果の本件における問題点と対応

(1) 実測沈下量と解析井結果の相違

図-1に示したように、実測の沈下量は偏心方向へ2cm程度の傾斜が確認されていた。一方、圧密沈下量の算出結果は図-3のような中央がくぼんだ形状である。そのため実測の沈下量測定位置の圧密沈下量算出結果は逆に傾く結果を示していた。この結果は不同沈下の時間的变化を示すうえで不都合であった

沈下量算出には、地盤改良及び建物基礎の剛性は考慮されておらず、現実的には算出される沈下量を平面化したような沈下が起こるものと考えた。そこで、剛性を疑似的に考慮する手段として、回帰分析を用いて算出した沈下量を平面化する方法、剛性を考慮する手段として、有限要素法を用いて沈下量を算出する方法を行った。

(2) 回帰分析による沈下量の平面化

回帰分析による圧密沈下量の平面化には Microsoft Excel2010の「分析ツール」を用いた。回帰分析により平面化された圧密沈下量を図-4に示す。平面化した沈下量は建物の偏心方向に傾斜する結果を示しており、最大沈下量38.89cm、最小沈下量は20.07cmである。実測の沈下量測定位置の算出結果は6.5cm程度の不同沈下を示しており、実測の沈下量と似た傾向を示していることが伺える。

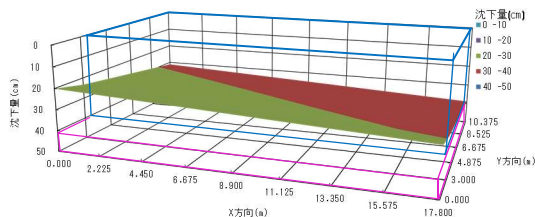


図-4 回帰分析後の圧密沈下量

沈下量と時間の関係を、圧密試験結果による圧密係数Cvを用いて算出した結果は図-5に示すとおりであり、試料採取日以降も不同沈下が進行していくと考えられる。

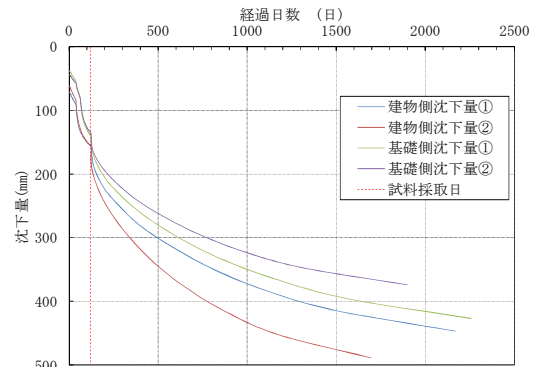


図-5 沈下量と時間の関係
(測定位置4箇所は図-1に示す通り)

(3) 有限要素法による詳細な沈下量算出

3次元有限要素法を行う条件は以下のように設定した。

- ・ 解析プログラム「TDAP」
- ・ 地層構成：基礎スラブ、地盤改良、沖積砂質土層、海成粘性土層の4層
- ・ 基礎スラブの変形係数： $E=2.35 \times 10^7 \text{ kN/m}^2$
- ・ 地盤改良の変形係数： $E=7000 \text{ kN/m}^2$
- ・ 静的ポアソン比：0.33

上記の条件で解析を行った結果、図-4のように平面に近い沈下の結果が得られている。最大沈下量は25.69cm、最小沈下量は18.12cmを示し、実測の沈下量測定位置の解析結果は、3.5cm程度の不同沈下を示している。

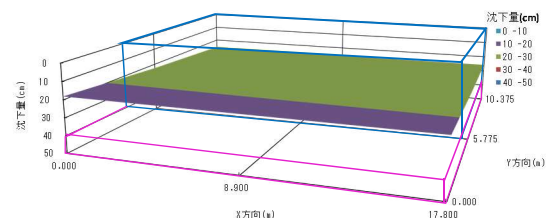


図-6 有限要素法による圧密沈下量

4. 評価と課題

回帰分析を用いた沈下量の平面化により、当初の目的通り、不同沈下が進行していくことを示すことができた。有限要素法により算出された沈下量も平面的な沈下傾向に近いことが確認できた。2つの手法による沈下量を比較すると、表-2に示すように回帰分析による沈下量が110～150%程度大きく算出されることが確認できる。

表-2 有限要素法に対する回帰分析の沈下量の割合

	10.375	122.7%	137.1%	151.3%
	5.775	113.8%	132.8%	146.0%
	0.000	110.8%	130.9%	150.6%
Y座標	X座標	0.000	8.900	17.800

より厳密な沈下量推定手法としては有限要素法があるが、簡易的に現実的な挙動を推定する一つの手法として、回帰分析を用いる方法をとった。ただし、実用可能であるかの判断には多くの事例が必要である。

《引用・参考文献》

- 1) 日本建築士学会編：建築基礎構造設計指針，2001.10