

未圧密地盤における現況圧密度の評価のための調査・解析事例

中央開発（株） ○岩崎 誠二、安藤 欽一

1. はじめに

本事例は、埋立て履歴が不明な地区において、現況の圧密度を評価し、残留沈下量及び新規盛土の造成に伴い発生する沈下量を算出した事例を報告するものである。

なお、今回対象とする地区は、昭和50年代に埋立て工事を開始し、昭和53年代に完了したと思われる。しかし、その埋立て履歴等の詳細に関する資料は、現在消失しているため不明であり、現在も圧密沈下が収束していない状況にあった。

2. 業務の流れ

本業務のフローを図-1に示す。本業務では、精度良く圧密状態を把握するための調査位置、項目、深度を提案して実施し、その結果を踏まえて残留沈下量及び新規盛土の造成に伴い発生する沈下量を算出した。

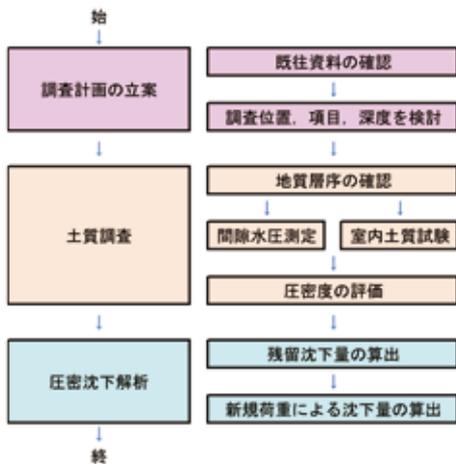


図-1 業務フロー

3. 調査計画の立案

当該地区は、既往資料によると基盤の起伏が激しく、かつ非常に軟弱な粘性土が厚く堆積していることが分かっていた。しかし、軟弱粘性土の分布範囲や現況圧密度が不明であったため、残留沈下量や新規荷重による圧密沈下量を精度良く把握しなければならなかった。

そのため調査方法としては、堆積する軟弱粘性土の平面的な分布範囲を把握出来るように調査地点を選定した。図-2に調査位置平面図を示す。また、現況の圧密状態を詳細に把握するため、深度方向に3~4mピッチで粘性土のサンプリング及び室内土質試験や間隙水圧測定を提案し、実施した。これにより、軟弱粘性土の現在における圧密降伏応力 P_c や過剰間隙水圧 Δu の残留の有無を把握した。なお、実施位置に関しては、粘性土が最も厚く堆積していた箇所や新規盛土の計画位置、または現在の地形状況等を総合的に考慮して選定した。

そして、当該地区に分布する軟弱粘性土の現況平均圧密度を算出した。算出方法としては、圧密試験結果や間隙水圧測定結果を用い、埋立て直後の応力状態との面積比により設定した。図-3に算出方法の概略図を示す。

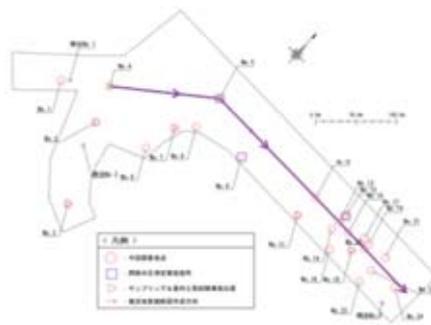


図-2 調査位置平面図

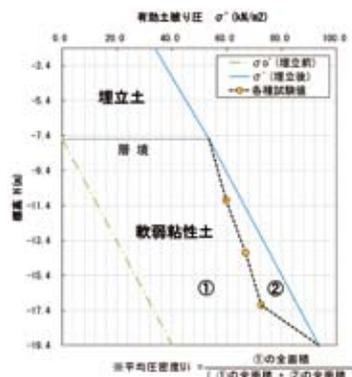


図-3 平均圧密度の算出方法

4. 土質調査結果

図-4に当該地区における推定地質縦断面図を示す。ボーリング調査の結果、当該地区では上位より埋立土(Bs1・Bs2・Bc)、沖積層(Ac1・As1・Ac2・As2)、基盤岩が確認された。また東側にかけて岩盤の起伏が急激に変化することが判明し、かつN=0の軟弱な粘性土(Bc・Ac1)が平均で約13mと厚く堆積していることが判明した。よって、これらの粘性土が当該地区における圧密対象層として判断した。この現在の圧密状態を把握するため、間隙水圧測定を実施した結果を表-1に示す。なお表には、サンプリングを実施した粘性土に対し、室内土質試験として圧密試験を実施した結果も示す。間隙水圧測定の結果、これらの粘性土は全て過剰間隙水圧の残留が確認され、未圧密状態であることが分かった。圧密試験により得られた圧密降伏応力と現在の有効土被り圧の関係では、概ね現在の有効土被り圧に近い結果が得られたが、現在も沈下が発生し続けている事実や調査結果から総合的に判断し、これらの粘性土は現在未圧密状態であるものと判断した。

次に、当該地区に分布する圧密対象層の現在の平均圧密度を算出した。なお、当該地区に分布する圧密対象層の層厚や荷重条件には違いがあるため、場所により現在の圧密度も異なるものと想定された。しかし、圧密層厚と圧密度の相関性が必ずしも明確ではなかった。よって、調査地点毎に算出した層別圧密度の平均値を当該地区に分布する圧密対象層の現在の圧密度とし、Bc層83.8%、Ac1層69.7%と設定した。

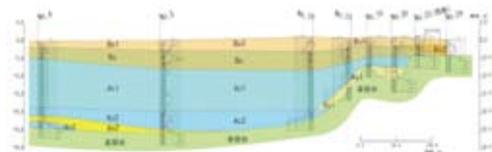


図-4 推定地質縦断面図

表-1 圧密状態の判定

調査対象地点	土質記号	過剰間隙水圧の発生状況			圧密降伏応力と有効土被り圧の関係		
		間隙水圧 u (kN/m ²)	熱水圧 u _t (kN/m ²)	過剰間隙水圧 Δu (kN/m ²)	圧密降伏応力 P _v (kN/m ²)	有効土被り圧 σ' _v (kN/m ²)	差 P _v -σ' _v (kN/m ²)
No. 5	Bc	38.7	36.5	2.2	56.8	39.9	16.9
		84.5	66.5	18.0	57.8	51.3	6.5
		112.1	106.5	5.6	83.4	61.6	21.8
No. 9	Ac1	145.3	136.5	8.8	97.0	71.9	25.1
		179.7	166.5	13.2	106.0	82.1	23.9
		69.7	58.0	11.7			
No. 12	Ac1	114.4	98.0	16.4	42.7	48.3	-5.6
		160.1	138.0	22.1	50.2	75.8	-25.6
		221.5	178.0	43.5	73.5	92.3	-18.8

※No. 9は間隙水圧測定のみ実施した。
※赤字は試験結果による圧密未了層を示す。
※静水圧uは熱水層りにて確認された地下水位と現場透水試験により確認された平衡水位を比較して決定した。

5. 圧密沈下解析結果

設定した軟弱粘性土の平均圧密度から、残留する過剰間隙水圧によって生じる残留沈下量を算出した¹⁾。そして、沈下解析結果より当該地区の平面的な圧密沈下状況を把握するため、コンター図に整理した。図-5に今回の沈下解析により算出された残留沈下量のコンター図を示す。この図は、調査地点毎に残留沈下量を算出し、その結果に対して10cmピッチでコンター図を描いたものである。図より、現状の最大残留沈下量は約67cmであり、圧密度90%に達するのは最大で約22年後と算出された。

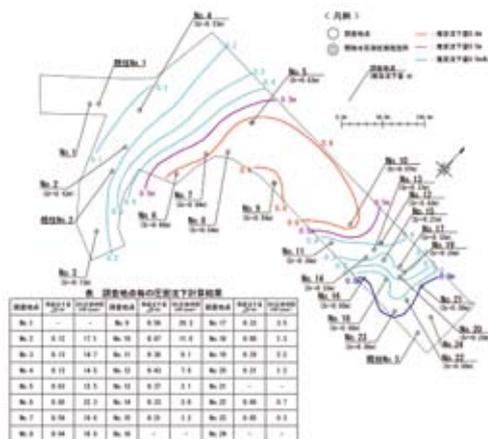


図-5 残留沈下コンター図

次に現状の残留沈下量も踏まえ、当該地区全体に新規盛土を造成した際の沈下量を算出した。なお、新規荷重による圧密沈下量に関しては、盛土高として数種

.....

類を設定して求めた。その結果、新規盛土として高さ3.0mを施工した場合、無対策では残留沈下量を合わせて最大で約2.4mの沈下が発生し、圧密度90%に達するのは約30年後であると算出された。

詳細な造成計画は決定していないが、当該地区に新規盛土を行なうためには、沈下量や沈下時間を考慮すると軟弱地盤対策工が必要であると判断し、提案した。

6. まとめ

本業務の結果、埋立履歴が不明な地区においても、軟弱粘性土の現況圧密度や面的な残留沈下の分布、そして新規荷重による沈下の状況を把握することができた。これにより、今後の造成計画への指標を得る事ができた。

また、今回設定した計画高や周辺地区への影響を考慮した軟弱地盤対策工法を検討し、提案した。その結果、経済性・施工性において有利なバーチャルドレン工法併用のサーチージ工法が適切であるとした。

今回は埋立前の地盤高や埋立履歴が不明の中で、今後の残留沈下量や新規盛土による沈下量を算出した。しかし、この結果の精度は必ずしも高いものとは言えないことが考えられる。よって、実施工に先立ち試験盛土を行い、軟弱地盤対策の修正を行っていくことを提案したい。

《参考文献》

- 1) 道路土工 - 軟弱地盤対策工指針 - 平成24年度版 pp132 ~ 133, 2012.8