

干拓地における地盤沈下の予測と対策工法について

佐賀大学 理工学部 学 ○重松 篤

同 理工学部 正 柴錦春 三浦哲彦

森山町役場建設課 非 濱 洋繁

1. はじめに

有明海沿岸の干拓地において大きな地盤沈下が発生し、農業用施設や住宅などに深刻な被害が生じており、現在もお沈下が進行している。その主な原因は農業用水と生活用水の確保のための深井戸からの地下水の過剰揚水によるものである。このような中、地盤沈下の将来予測と対策の工法の検討が必要となった。本研究では沈下観測と地盤沈下に関するアンケート調査によって地盤沈下の現状を把握し、既存地盤情報、地下水位変動のデータを用いて、一次元 FEM 解析により将来の沈下量を推測した。また、地盤沈下に対する今後の対策工法を検討した。

2. 地盤沈下の現状

顕著な地盤沈下は杭基礎の町営住宅と周囲地盤間の不等沈下(0.2~0.4m)および、干拓地内のカントリーエレベータ周辺の不等沈下(約 0.8m)で観察されている。図-1に平成13年6月~平成14年6月の沈下等高線を示す。この一年間の沈下量は5mm~20mmであった。この地区には長期の沈下観測データがないので、情報を補う意味で住民へアンケート調査を実施した。調査で分かったことは(1)地盤沈下の発生時期についての回答は、およそ1970年に集中しており、沈下はその前後の時期に始まったと推定されること、(2)沈下量について、約50%の人が0.3~0.5m、10%の人が1.0m以上と回答していること、であった。

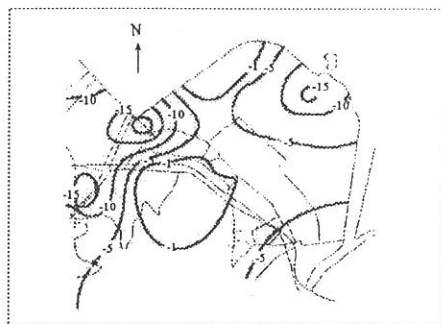


図-1 地盤沈下等高線 単位:mm

3. 将来の沈下予測

(a)土質パラメータの設定

解析では本地域に粘土層が相対的に浅い地域と深い地域を選んだ。解析に使用する土質パラメータは表-1に示す。①

(b)地下水位低下量

検討する地域では地下水位の長期観測データがない。よって隣接地域である諫早市の観測データおよび、アンケート結果を参考にして、図-2に示す三つのシナリオを仮定した。

シナリオ1は諫早市の水位変動の平均値を取り、1995年以降では地下水位は低下しないと仮定した。シナリオ2は諫早市の水位測定値の中で水位が最も低下したところを連ねて水位時間曲線を定めたものである。この場合も1995年以降では地下水位は低下しないと仮定した。シナリオ3はシナリオ2の水位低下が2020年まで続き、それ以降は水位が一定と仮定したシナリオである。

表-1 土質パラメータ

(a)粘土層が浅い地区				
地層	層厚(m)	圧密係数 $C_v(m^2/day)$	単位重量 $\gamma t(kN/m^3)$	圧縮係数 C_c or $E(kN/m^2)$
1	1	0.056	18	0.5
2	1.5	0.084	18	0.5
3	6	0.020	13.5	1.4
4	6	0.032	14	1.3
5	6.1	0.045	15	0.8
6	2.3	582	18	50000
7	2	0.067	16	0.5
8	1	0.067	16	0.5
9	1.95	582	18	50000
10	2.05	582	18	50000
11	10	873	18	75000
12	10	1164	19.5	100000

(b)粘土層が深い地区				
地層	層厚(m)	圧密係数 $C_v(m^2/day)$	単位重量 $\gamma t(kN/m^3)$	圧縮係数 C_c or $E(kN/m^2)$
1	0.8	0.045	18	0.5
2	7.3	0.022	13.5	1.4
3	7.3	0.036	14	1.3
4	7.3	0.053	15	0.8
5	1.9	582	18	50000
6	5.2	0.671	16.5	0.5
7	5.2	0.671	16.5	0.5
8	2.7	873	18	75000
9	2.3	873	18	75000
10	10	1164	19.5	100000

(c)解析結果と考察

地盤沈下のシミュレーションと予測は一次元 FEM 解析によって行った。その結果は図-3に示す。シナリオ1とシナリオ2は実際の状況に近いシミュレーションと考えられる。シミュレートした今までの沈下量は0.5~1.2mの範囲にあり、これは、地盤沈下の現状とおおむね一致している。シナリオ3によれば、地下水位の低下を抑えなければ、2020年までに新たに0.6~1.0mの沈下が発生する、という結果を与えた。

表-2は2001年~2002年の間のシミュレーション値と実測値の比較を示したものである。シナリオ1とシナリオ2では、解析値は実測値より小さい傾向がある。この原因については盛土荷重、地盤のクリープ変形、地下水の変動による動的な変形が挙げられる。実際に干拓地内にある下水処理場の観測点においては盛土荷重の影響による沈下が見受けられた。

4. 今後の対策

今後の対策としては、地下水の揚水量を制御することが重要となる。地下水揚水量を徐々に削減していくにしても当面は地盤沈下対策を講じていく必要がある。地盤沈下地域内での軽量構造物の建設にあたっては、杭基礎よりもフローティング式基礎地盤²⁾を用いるのが段差発生を抑えるのに有効である。この形式は、建物と周囲地盤の間に沈下の差が着底式よりも小さいので水道管等のライフラインの損傷を軽減することができる。ソイルセメントコラムとスラブを併用したコラムシステム工法²⁾はその一つである。また、既存の杭支持構造物と周辺地盤との段差を緩和するためには、コラムアプローチ工法²⁾が有効な手段の一つである。地盤沈下地域での地下水の過剰揚水による沈下と盛土による沈下が複合する場合には沈下量がかなり大きくなるので、構造物を造る前にできる限りプレローディング工法等によって、盛土荷重による沈下を完了させることも重要である。

5. まとめ

現場測定とアンケート調査により、干拓地の地盤沈下の状況を把握し、既存の地下水位、地盤情報により一次元 FEM 解析で地盤沈下のシミュレーションと予測を行った。測定、調査、解析の結果から以下のことがわかった。

- ・ この地域は沈下が大きい地区では既に1.0m以上の沈下が発生している場所もある。また、現在も沈下は進行している。
- ・ 解析により現場状況をシミュレートすることができた。またその結果より、もし地下水位の低下が続けば、20年後に0.6~1.0mの沈下が起こることが推定された。
- ・ 今後の対策としては、地下水の汲み上げを管理・抑制することが第一の条件となる。また、地盤沈下地域に適切なフローティング基礎形式を採用することが奨められる。

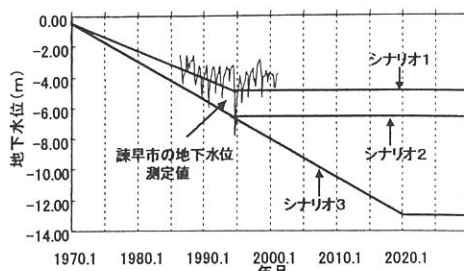


図-2 諫早地区の地下水位変動とシナリオ

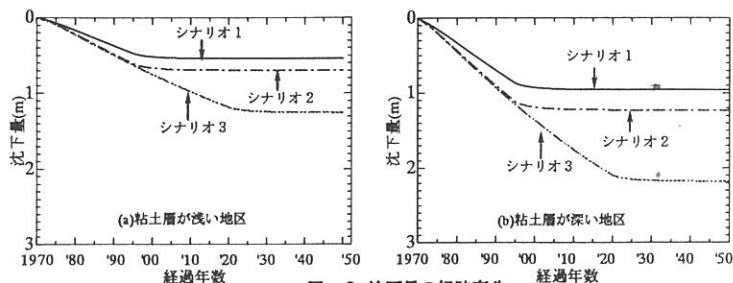


図-3 沈下量の経時変化

表-2 解析値と実測値の比較(2001年~2002年)

		解析値(mm)	実測値(mm)
(a)	シナリオ1	4.0	8.0
	シナリオ2	4.6	
	シナリオ3	20.0	
(b)	シナリオ1	4.6	24.0
	シナリオ2	5.5	
	シナリオ3	40.5	