

東京都港湾局

正員 清水 恵助

基礎地盤コンサルタンツ(株)

正員 藤原 幸彦

水本 邦男

正員○音 勇一

寺田 有子

1. はじめに

洪積地盤は構造物の支持基盤としてのみならず、近年は大地下深度利用の進展にともない掘削対象層となる場合も多くなってきた。このため、洪積地盤の変形特性の正確な評価が重要な課題となっている。洪積地盤の変形特性は、これまでに主として室内三軸試験によって検討されてきた^{1), 2), 3)}。しかし、実際の洪積地盤は礫層、砂層、シルト層などの互層状態を示す場合も多い。このため、要素レベルの試験の結果のみからでは、洪積地盤の土層レベルの変形係数を設定できない場合もあると考えられる。

本研究では、東京港埋立地洪積地盤の巨視的な変形係数を、地盤沈下、地下水位観測データから推定した。そして、推定した変形係数の妥当性を、地盤沈下観測データに対する一次元FEMによって検証するとともに、高圧K値試験、PS検層から得られたヤング率との比較検討をおこなった。

2. 地盤沈下データにもとづく変形係数の推定

東京都では、1970年以来東京港埋立地の6地点に地盤沈下観測所を設置し（図1参照）、地盤沈下観測を実施してきた⁴⁾。図2に示すように、各観測所には3～5本の観測井が設置され、沈下量および帯水層（東京礫層、江戸川層）地下水位が測定されている。

図3に有明、辰巳観測所で得られた地下水位、洪積層層別沈下量の経時変化を示す。変動はあるものの、全体的に地下水位は観測所設置直後の最低水位を示す期間を経たのち上昇に転じ、近年はほぼ一定水位を保っている。なお、有明観測所の地下水位が最近急激に低下しているのは臨海副

都心建設工事に起因して

いる。一方、洪積層は地下水位の上昇とともにやや膨張する傾向を示す。

また、図4に示すように、洪積層中の観測井による水位差は小さいことから、洪積地盤中の間隙水圧変動量 Δu は深度によらずほぼ一定であると判断される。

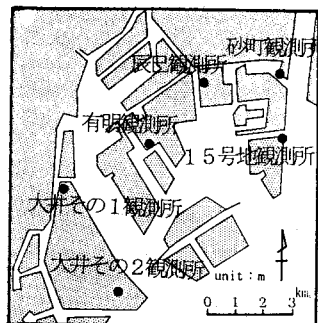


図1 地盤沈下観測所位置図

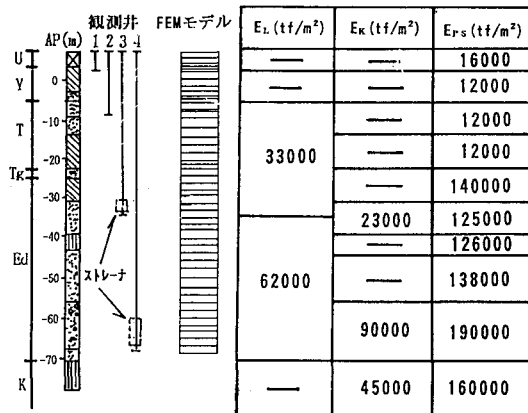


図2 有明地盤沈下観測所の概要と各地層の変形係数

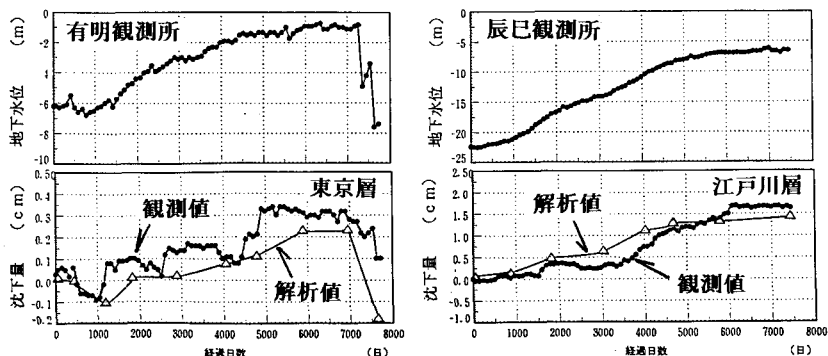


図3 地下水位変動に伴う洪積層の層別沈下観測値と解析値

そこで、図5に模式的に示すように、 Δu とそれに伴う観測井間の層別沈下量 ΔS から、それぞれ鉛直有効応力増分($\Delta u = \Delta \sigma_v'$)と平均鉛直ひずみ増分($\Delta \varepsilon_v = \Delta S / L_0$)を算定し、観測井間の洪積層の巨視的な変形係数 $E_L (= \Delta \sigma_v' / \Delta \varepsilon_v)$ を推定した。なお、 Δu 、 $\Delta \varepsilon_v$ の算定期間は最低水位から定常水位の間とした。推定結果を表1に示す。各観測所における ε_v は 10^{-4} オーダーであるが、 E_L は $15000 \sim 80000 \text{ tf/m}^2$ とかなり異なる値を示す。これは、洪積層の土層構成が観測所によって異なるためと判断される。しかし、 E_L はN値による推定値 $E_N (= 280N, \text{道路橋仕方書})$ よりかなり大きな値を示すことがわかる。

3. 一次元圧密浸透流FEM解析

一次元FEMには、飯塚・太田らによって開発された弾粘塑性FEMプログラム「DACSAR」⁵⁾を用い、沖積粘性土層は弾粘塑性体、洪積層を線形弾性体でモデル化した。ここで、洪積層のヤング率 E は表1に示した E_L を用い、ポアソン比 ν は0.33と仮定した。解析期間は、当地域の地下水位分布が静水圧状態にあると仮定できる1890年から1991年までとした。解析モデルは図1に示すように、各観測所の最深観測井設置深度までとし、側方変位を固定し一次元変形状態を表現した。また、地下水位変動は1970年以降は観測値、1970年以前は推定値を各ステップ毎に与えた。

前出の図3に有明、辰巳観測所における解析値の経時変化を示す。解析値は観測値を精度良くシミュレートしている。これより、地盤沈下データから推定した変形係数 E_L は、洪積層の 10^{-4} のひずみレベルにおける鉛直方向変形係数の概略値とみなすことができる。

4. 高圧K値試験、PS検層結果との比較

有明観測所近傍で実施された高圧K値試験から得られた変形係数 E_K 、PS検層試験から得られたヤング率 E_{PS} を前出の図1に示した。 E_K は E_L とほぼ同一レベルの値を示すが、 E_{PS} は E_L の2.5倍程度大きな値を示す。これは、①各試験方法のひずみレベル、排水条件の相違、②観測井間に剛性のやや小さい土層が存在する場合、その土層の局所的な沈下によって E_L が小さめに評価されること、などに起因すると思われる。

5. まとめ

地盤沈下、水位観測データをもとに推定した東京港埋立地洪積層の巨視的な変形係数 E_L は、①一次元FEM結果より洪積層全体の平均的な変形係数とみなせ、②PS検層から得られたヤング率 E_{PS} より小さく高圧K値試験から得られた変形係数 E_K とほぼ同一レベルの値を示すこと、がわかった。今後とも孔内水平載荷試験、PS検層データを集積しその相互関係を明らかにする予定である。

【参考文献】

- 龍岡ら：堆積軟岩の非線形変形特性の調査・試験法、土と基礎、Vol.40, No.11, 1992.
- 岸田ら：洪積支持地盤のヤング係数の推定方法、第28回土質工学研究発表会、pp.1555-1556, 1993.
- 佐藤ら：三軸圧縮試験による洪積地盤の擾乱試験の～、第28回土質工学研究発表会、pp.843-846, 1993.
- 東京都港湾局：平成4年度東京港地盤沈下観測調査報告書、1993.
- 飯塚教夫：軟弱地盤の変形・安定に関する基礎的研究、京都大学学位論文、1988.

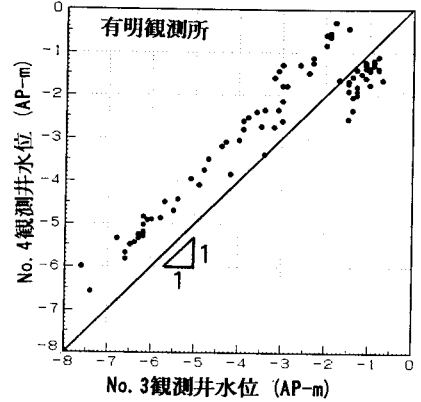


図4 観測井間の水位差

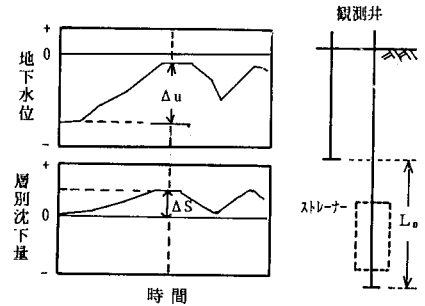


図5 地盤沈下、地下水位変動データを利用した変形係数 E_L の推定方法

表1 観測データから推定した洪積層の変形係数

観測所	E_L (tf/m ²)	ε_v	$E_N=280N$ (tf/m ²)
大井2	80000	1×10^{-4}	N=20 5600
大井1	15000	4×10^{-4}	
有明	62000	1×10^{-4}	N=30 8400
辰巳	26300	6×10^{-4}	
砂町	56900	2×10^{-4}	N=50 14000
15号地	55000	2×10^{-4}	