

III-668

開削工事における底部基礎地盤の鉛直変位測定

西松建設技術研究所 宮崎啓一, 佐藤靖彦, 熊谷健洋, HAMEED R. A.
東京大学生産技術研究所 木幡行宏

1. はじめに 構造物の構築にあたり, 支持地盤まで開削すると, 底部地盤には隆起が生じる。その後, 躯体構築を行うと再載荷により沈下が生じる。この変位量は直接に基礎が設置出来ると判断できるような硬質地盤では大きな値ではなく, 弾性的性質が支配的であると考えられる。本報告は, 東京都港区新橋での建築工事において開削時に行った深部地盤の鉛直変位の計測結果である。

2. 測定位置と土層構成 掘削および躯体の構築時の基礎地盤の鉛直変位の測定は, 図1に示す位置で行った。地盤の成層状態は水平ではなく, 基盤の洪積層である江戸川層の上端位置が敷地南側に緩く傾斜していると共に, 東側端では急な傾斜を示し, 厚く軟弱な粘性土層(上部有楽町層)が堆積している。測定位置での想定土層構成を図1に示す。施工にあたっては, 地下水位を低下させるためにディープウエルを併用している(配置は図1参照)。

3. 測定結果 工事により生じた地盤の鉛直変位の経時変化を図2に示す。変位計の設置後約1ヵ月間は工事に障害となる状況であったため測定ができなかった。この間では掘削による除荷のため地盤の隆起が生じていると共に, ディープウエルを試験的に不連続に稼働させており, 地下水位低下に伴う地盤の沈下等が同時に生じていると想定され, 複雑な挙動を示したと考えられるが, 初期の変位状況は明かでない。

初期計測後, 定期的に計測が可能となった時点での計測値としての変位量は, CL1で+1.6mm, CL2では+0.1mmであった。

1次掘削完了後に全ディープウエルの稼働を始めた。これによって, ディープウエル下端付近に設置されているCL1の測定値が急激な沈下を示しているが, CL1よりも10m深部のCL2の計測値にはあまり影響が見られていない。以後, 掘削の進展による除荷に伴って, CL1, CL2は隆起傾向を示している。2次掘削終了後から最終(7次)掘削終了時まで, CL1で約16mm, CL2で約9mmの隆起量を示した。

その後の躯体の構築に伴

図2 鉛直変位経時変化

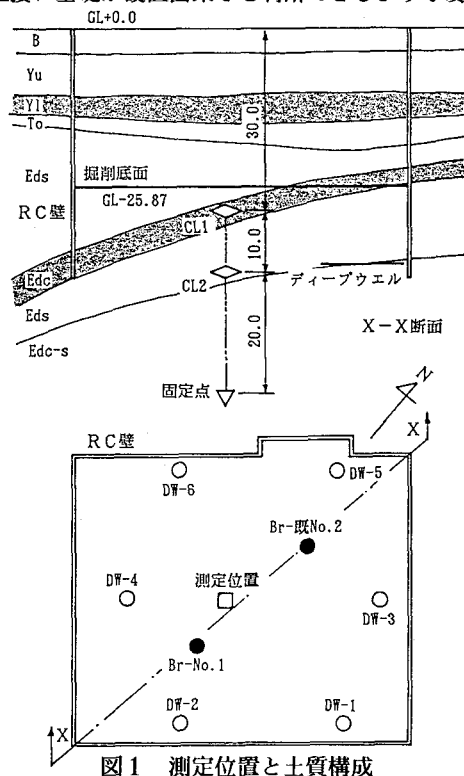
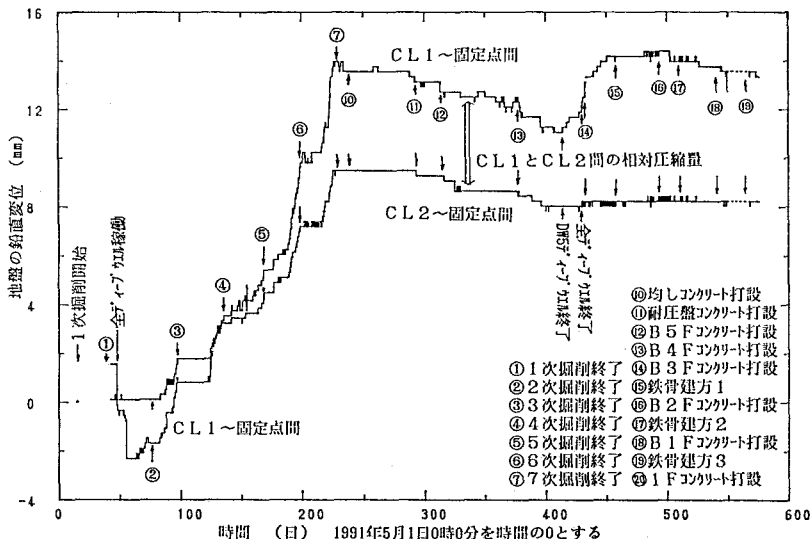


図1 測定位置と土質構成



う再载荷によって、地盤は沈下を示しているが、増加荷重が小さいため、計測沈下量はあまり大きくない。なお、躯体構築による再载荷の途中で、ディープウェルを停止したため、これに伴い、载荷重が増加したにもかかわらず、

地盤の隆起が見られている(図2の④)。しかし、時間が経過した後は载荷により沈下を示すようになる。なお、ディープウェルの稼働開始時と同様に、ディープウェルの停止による隆起はCL1の測定値に顕著であり、CL2にはほとんど現れていない

4. 考察 6箇所のディープウェルが稼働した後に掘削が完了した2次掘削完了時点を基準として、その後の施工によるCL1とCL2間での地盤の鉛直応力変化($\Sigma \Delta \sigma$)と鉛直ひずみ(ε)の関係を図3(b)に示す。測定値された鉛直ひずみ量は最大で 10^{-4} のオーダーで非常に小さい。

掘削による除荷に伴い地盤内に生じた伸びひずみは、ほぼ応力変化量に比例している。若干の非線形性は変形係数の拘束圧とひずみに対する依存性のためであろう。また、躯体構築による再载荷により伸びひずみは減少を示している。しかし、両者で応力変化とひずみの変化経路が異なり、顕著な塑性変形を示している。

地盤内の応力減少量とひずみ量の関係を2次曲線 $\Sigma \Delta \sigma = a + b\varepsilon + c\varepsilon^2$ でフィッティングして得られた接線ヤング率 $E_{tan} = \Delta \sigma / \Delta \varepsilon = b + 2c\varepsilon$ を ε と $\Sigma \Delta \sigma$ に対して示す(図3(a)および(c))。図中には、地盤調査時に行ったPS検層による値 E_f (約9,100kgf/cm²)およびGL-20m付近の江戸川層(砂と固結シルトの互層)からサンプリングした試料の三軸試験結果^{1), 2), 3)}により得られた 10^{-5} 以下の ε_1 での最大ヤング率 E_{max} の範囲(約8,000~11,800 kgf/cm²)を示してある。ただし、この E_{max} の値は試料の乱れの少ないと思われるシルト質砂の試料の値である。砂層部の E_{max} は試料の乱れのためにこれより小さい。また、図3にはプレシオメータ試験による ε が $10^{-1} \sim 10^{-2}$ 程度で測定されたヤング率 E_{BHLT} とN値から各種の提案式により求めたヤング率 E_N の値の範囲も示している。実測した E_{tan} と比較すると、 E_f (E_{max} にほぼ等しいと考えられる)はやや大きく、 E_{BHLT} と E_N は著しく小さいことが分かる。掘削に伴う原位置応力の減少による E_{tan} の減少を補正するために、 E_{tan} が $((\sigma_0 - \Sigma \Delta \sigma) / \sigma_0)^{0.5}$ に比例すると仮定すると図中に破線で示した曲線が得られる。ここに、 σ_0 は掘削前の原位置での土被りによる応力である。

5. まとめ ①除荷および再载荷によって、基礎深部での応力とひずみはほぼ比例するが、両者の応力ひずみ関係は異なる。②PS検層による弾性係数(E_f)と乱れの影響の少ない試料の三軸圧縮試験による弾性係数(E_{max})はほぼ一致し、実測の E_{tan} の最大値(初期値)とほぼ一致するか、やや大きい。③プレシオメータ試験とN値による弾性係数は実測の E_{tan} よりも著しく小さい。

参考文献 1)佐藤 他: 洪積地盤の三軸圧縮試験による変形強度特性(その1~3), 第47回土木学会年次学術講演会, 1992, 2)佐藤 他: 三軸圧縮試験による洪積地盤不攪乱試料の変形特性について, 第28回土質工学研究発表会, 1993, 3)Hameed, et al: Deformation and strength characteristics of undisturbed silty-sand in triaxial compression, Proc. 28th. Japan conf. on SMFE, JSSMFE, 1993

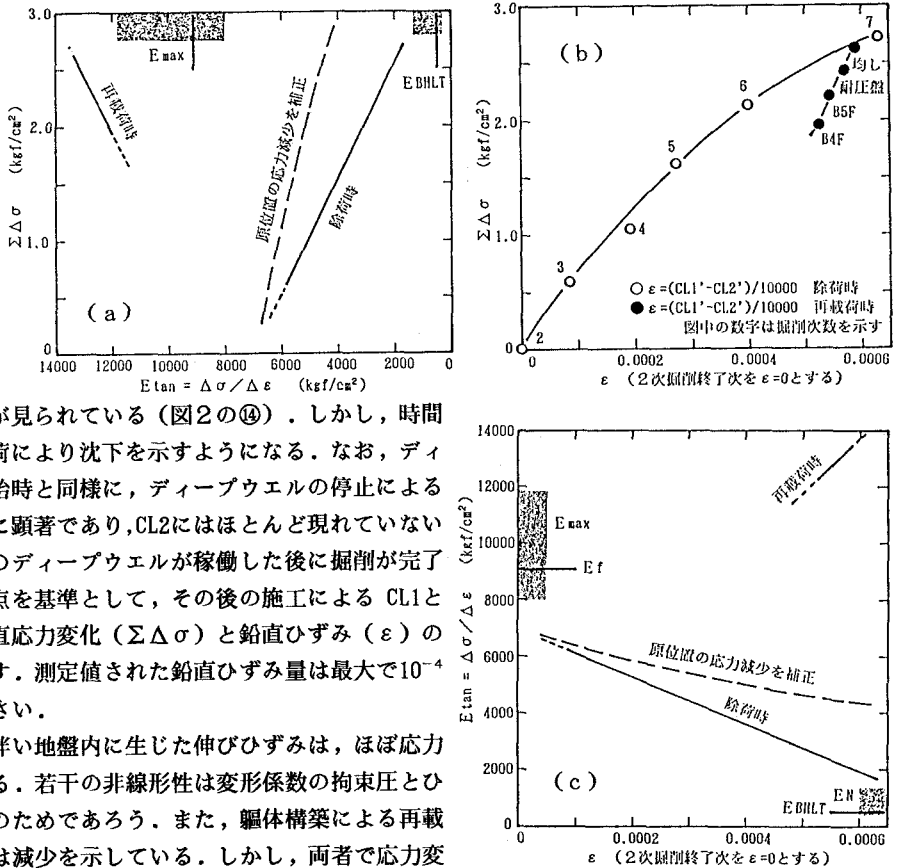


図3 除荷、再载荷時の変形挙動