

地盤の挙動調査による建築基礎の合理化

名古屋大学 工学部 正員 植下 協
 名古屋大学 大学院 学生員 〇永瀬 信一
 日建設計名古屋事務所 松井 克俊
 日建設計名古屋事務所 大岡 武

1. まえがき

名古屋市中心部は、洪積世中期の熱田層台地におおわれており、中高層規模の建築基礎の支持層として不安のない地盤であることが知られているが、熱田層中に挟在する粘土層に直接支持させることの可否について、地盤の挙動や施工法を合わせて論じられたことはない。当建設予定地盤は、上記の熱田層が地上より露呈しており、地上より40～45mの層厚がある。当建設予定の構造物は、地下3階、地上9階、塔屋3階の専用事務所建築で、この建築の基礎底は、G. L. -14.74mでちょうど熱田層の粘土層に接する位置にくることになった。図-1に示すように、昭和34年当時に施工された既設ビル部分の基礎工には、深礎工法を用いてあるが、地下水の噴出による難工事を経験したとのことである。今回、ビルを増設するにあたっては、熱田層粘土の性状を土質調査によって把握し、地盤の強度と変形について推定するとともに、施工中における掘削基礎底面の挙動を観測しながら施工を行ない、経済的で合理的な基礎工法によって建築物を完成させることができたので、その概要と、基礎工学的な考察について報告する。

2. 建築計画

この増設構造物は、南北33.6m、東西28.6m、建築面積1006.6㎡、延床面積11758.9㎡、基礎底G. L. -14.74m、地上最高部高さG. L. +42.50m、総重量24981tと、基礎スラブ下部の平均接地圧は、26.5%であった。

3. 地盤状況

図-2、図-3にそれぞれ土質調査観測点位置、土質柱状図を示した。地盤の概要は、次のようである。

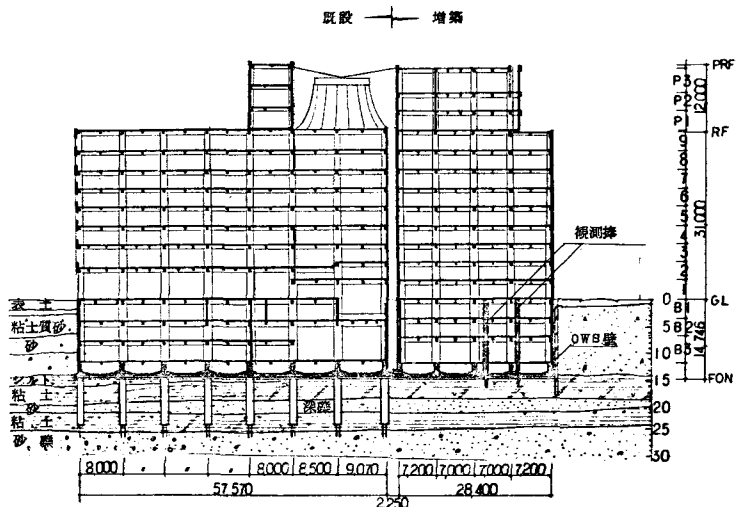


図-1 洪積粘土地盤上のビル増設工事と
新旧ビル基礎工の相違からみた地盤状態

G.L.	深度 (m)	土質名	N 値
	0.0 ~ -14.5	中・粗砂層	20 ~ 30
	-14.5 ~ -17.5	粘土層	15 ~ 20
	-17.5 ~ -20.5	レキ混り砂層	35 ~ 45
	-20.5 ~ -23.0	粘土層	10 ~ 15
	-23.0 以 深	砂レキ層	50 以上

4. 土質試験結果

G. L. -14.5 ~ -17.5 m の粘土層の乱さない試料に対する室内試験としては、一軸圧縮試験、三軸圧縮試験、圧密試験、同じ粘土層に対する現場試験としては、ボーリング孔を利用した横方向載荷試験 (L. L. T. 試験) を行なった。その試験結果は、次のとおりである。

一軸圧縮試験

$$q_u = 3.0 \text{ kg/cm}^2 \quad E_{50} = 152 \text{ kg/cm}^2$$

三軸圧縮試験

$$C = 1.1 \text{ kg/cm}^2 \quad \phi = 11^\circ 15'$$

圧密試験

$$P_0 = 7.8 \text{ kg/cm}^2 \quad C_c = 0.325$$

$$M_v = 2.23 \text{ cm}^2/\text{kg} \quad C_v = 2.23 \text{ cm}^2/\text{kg}$$

横方向載荷試験 (LLT 試験)

$$P_L = 6.5 \text{ kg/cm}^2 \quad P_T = 39.2 \text{ kg/cm}^2$$

$$(\text{載荷時}) \quad \text{三軸圧縮試験} \quad E = 250 \text{ kg/cm}^2$$

$$(\text{除荷時}) \quad \text{一軸圧縮試験} \quad E_r = 165 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{圧密試験} \quad E_r = 207 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{横方向載荷試験} \quad E_r = 334 \text{ kg/cm}^2$$

$$(\text{再載荷時}) \quad \text{一軸圧縮試験} \quad E_{re} = 155 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{圧密試験} \quad E_{re} = 180 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{横方向載荷試験} \quad E_{re} = 325 \text{ kg/cm}^2$$

E_r : $\sigma = 2.5 \text{ kg/cm}^2$ から $\sigma = 0 \text{ kg/cm}^2$ に除荷した時の弾性係数

E_{re} : $\sigma = 0 \text{ kg/cm}^2$ から $\sigma = 2.5 \text{ kg/cm}^2$ に再載荷した時の弾性係数

M_v : $\sigma = 3.2 \text{ kg/cm}^2$ のときの体積圧縮係数を示す。

5. 施工の段取り

増設工事は、昭和45年12月から開始された。工事開始にあたって、掘削終了後の基礎底に、上部砂層からの地下水の流入を防止するために掘削前に連続地中壁 (O.W.S 工法) により土留を行なった。連続地中壁の厚さは50 cmで、掘削予定地をとりまいてコの字型に3箇月で完成させた。

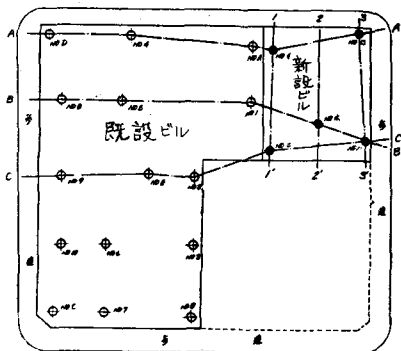


図-2

調査地点位置図

◆ 今回調査 一増設部分 (今回設計)

◆ 1957年調査一本店部分 (前回設計)

地質断面図

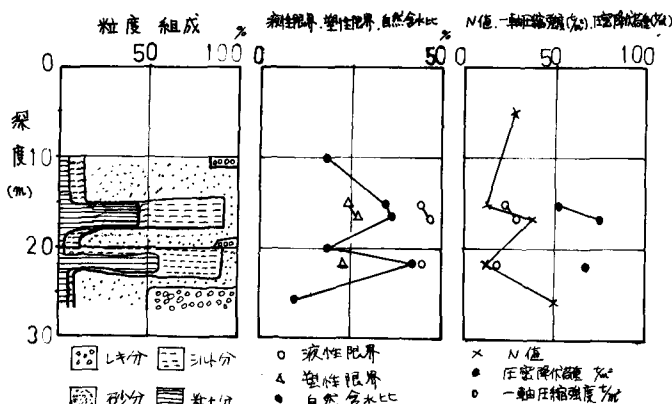


図-3 土質柱状図

次に掘削は、約2箇月(終了)した。その後、生コンクリートと打設して構造物の建造にあたり、全工事は、昭和47年4月下旬に完了した。

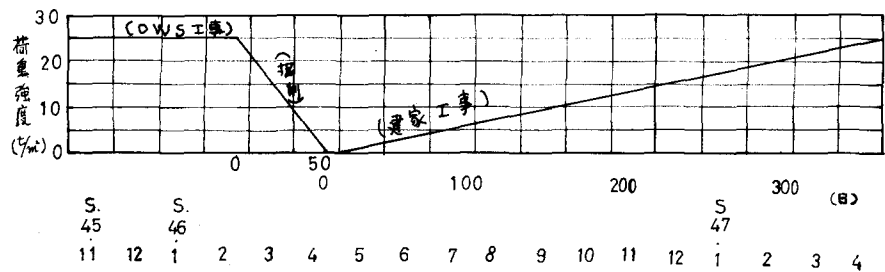


図-4 工事工程と荷重変化に経過日数

6. 地盤変位の計測

掘削中における観測装置は、図-5に示すように、ボーリング孔に外径114.3mmの外管を設置し、その内側に外径60.5mmの内管を設置する。この内管の底面にリングプレートと付け、外径16mmの鉄筋を25mmプレートより突出させて孔底の地盤に打込んだ。このような観測点を、図-6

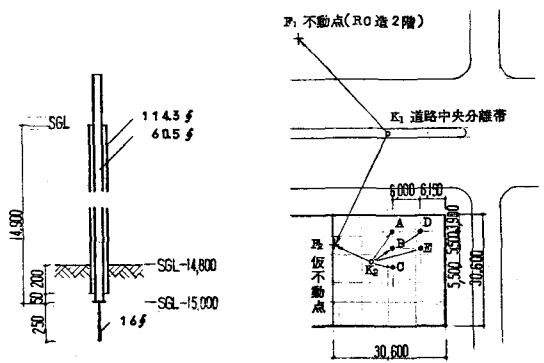


図-5 観測装置

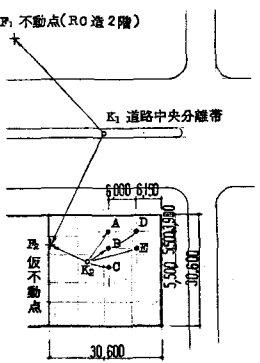


図-6 観測点の配置と観測の順序

に示すA、B、C、D、Eの5点に設け、不動点を60m離れたR・C造の2階建の建家F₁にとった。また、仮不動点を設け、カールツワイス製N1-2型レベル(精度1/100mm)を規定に使用した。観測は、K₁点のレベルによりF₁点からF₂点を読み、次にF₂点よりA、B、C、D、E点を読んで記録した。しかし工事中に観測点の故障などが生じ、掘削終了時まで正常に観測できたのは、B点とE点の観測装置のみであった。掘削が終了し、建家工事に移った後は、最地階地中ばりに測点を

移して観測を続けた。

7. 観測結果

リバウンド-沈下曲線は、図-7のようであった。

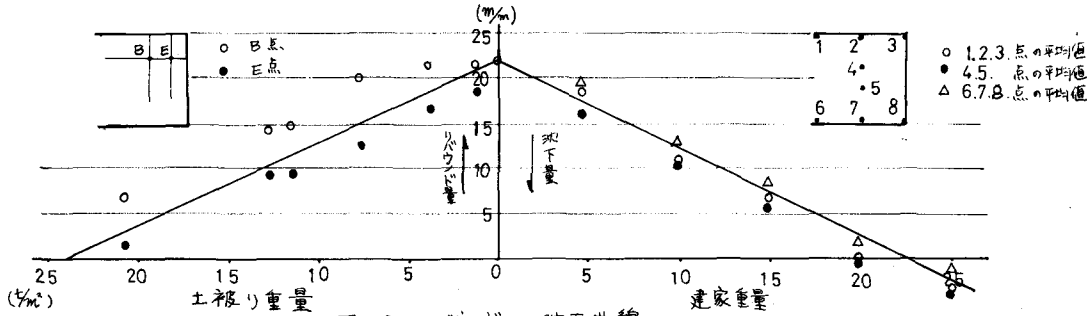


図-7 リバウンド-沈下曲線

8. 結果の考察

有限厚の弾性体の表面に部分載荷されたときの長方形載荷面積の隅角点に生じる弾性沈下量は Steinbrenner (1934) によって提案された次式によって計算できる。

$$p = q \frac{B}{E} I_p$$

ここで、 p : 沈下量 q : 載荷重 B : 載荷幅 E : 弾性係数

I_p : 沈下に関する影響係数であつて載荷面の形と粘土層の厚さとポアソン比 (μ) によつて定まる定数

$$I_p = (1 - \mu^2) F_1 + (1 - \mu - 2\mu^2) F_2$$

ここで、 F_1 と F_2 は、Terzaghi (1943) による図表によつて求められる。

リバウンド時は、横方向載荷試験の弾性係数 E を用いて、図-7 の B 点におけるリバウンド量を計算した結果、全リバウンド量は、2.15 cm となった。観測された結果は、2.2 cm であつたので、ほぼ等しいと考えられる。なお B 点は、最後まで観測がうまくいった点であつた。

載荷沈下時は、上述と同様に、図-7 の第1観測点と第4観測点の沈下量を算出し、観測された結果との比較を行つた。その結果、第1観測点の沈下量と第4観測点の沈下量を平均したものは、2.77 cm と算出され、観測した結果値 2.8 cm とほぼ等しい値が得られた。

9. あとがき

この報告書をまとめることができたのは、数多くの協力者を得たことと、長期間の観測に対する努力の賜ひのであります。地盤の予備調査で応用地質調査名古屋事務所の犬束課長、現場判定面で大林組名古屋支店の田野建築部長、木村工務部長、田伏、宮崎、松原各氏に御協力いただきよしたことに厚く感謝の意を表します。

参考文献

1. 日本建築学会東海支部、他：「名古屋地盤図」コロナ社、1969.
2. M. Bozozuk : "The modulus of elasticity of Leda clay from field measurements" Can. Geotechn. J., 1, P.43 ~ P.51, 1963.
3. W. Steinbrenner : "Tafeln zur Setzungsberechnung", Die Strasse, 1, P.121 ~ P.124, 1943.
4. K. Terzaghi : Theoretical Soil mechanics, New York; Wiley, P.425, 1943.