

日活国際會館の敷地と試験用井筒およびボーリング孔の位置

東京日比谷交差點横に建築中の日活国際會館は（カット参照）、建物の地下部分全體を1個の潜函として沈設させる工法を用いて成功し世の注目を受けたが、本工事に關聯して生産技術研究所に依託された研究の紹介はすでに二、三本紙に發表されている（文献 1, 2, 3, 4 および 5）。本文では土質研究室で擔當して行つた1昨年7月の豫備調査から初めて本年5月にわたる基礎地盤の土質調査の概要について述べようとするものである。

現場附近は地質學的に考えると、海水面低下によつて洪積層に形成された河谷（本地點は神田川丸の内溪谷にそつている）内に堆積した沖積層で有樂町層とよばれ、主として青色粘土質沈泥土からなつており、この下の洪積層は一般に東京層といわれ、本地點附近では上部は砂礫層、その下は硬質細粒砂層となつてゐる。（文献 6, 7, および 8）。

この東京層は高層建築物の基礎として利用できることが豫想されるので、地表からそこまで堆積する厚さ15 m 内外の極めて軟弱な沖積土を除去してここを地下室とすることが立案され、その工法として採用されたのが特許竹中式潜函工法であり、その大略についてはすでに本誌上で圖解した（文献 4 参照）。要するに面積1,300坪、高さ17 m、重量25,000 ton の大地下室を最初地表近くに建ててから、底面周圍に設けた双型と支持版で支持しながら内側の軟い土を掘上げることにより自重によつて約11 m 沈下させることを計畫したわけである。従つてこの場合に構造物を傾けることなく徐々に安全に沈下させるためには土の性質を知つてゐることが極めて大切なのは明らかで、このため工事に先立つて1949年7月ないし1950年4月にわたり基礎地盤の土質調査を現場で實施し、さらに本年3月ないし5月には地下室部分の實際の沈下に伴つて起る土に關する問題を研究するため、土質試験を續行した。

最初の土質調査としては地表から種々の深さにある土が自然状態のまま持つ力學的な強さを求めることが特に重要で、このためには試験用の井筒を掘下げて、その底で自然試料を採取して剪斷試験および壓縮試験を實施し、さらに最下位の井筒内に裝備した載荷試験裝置を使つて載荷試験も行つて、なるべく直接的にその深さにお

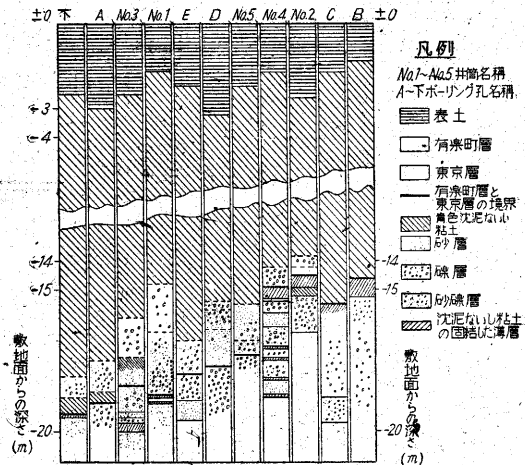
東京日比谷 日活国際會館 建設地の土質

星 屋 和・三木五三郎

ける土の支持力を求めることに努めた（文献 2, 3 参照）。その他土の種々な物理的性質も一般的な方法によつて試験した（試験法については文献 9 および 10 を参照されたい）。

試験用井筒としては最初内径2 m 高さ1.5 m の鐵筋コンクリート製筒を作り、これを次々に繼足して第1地點では深さ19 m 迄沈下させたが、總計5ヶ所で同様の試験を行つた（ただし第3ないし第5地點までは井筒内径が1.2 m）。又實際工事にあつては敷地全般にわたつて軟い土が一樣にあるのか、その厚さ、従つて砂礫層の深さは幾らであるかを知ることが是非必要なので、井筒の他に6ヶ所でボーリングによる土質調査を實施し、（第1圖参照）、この際に一部試料はコアチューブを使つてなるべく自然状態で採取し、剪斷試験と壓縮試験を行つた。

井筒およびボーリング孔掘進に際しての觀察結果から敷地内土層の柱狀圖をつくと第1圖のようになる。す

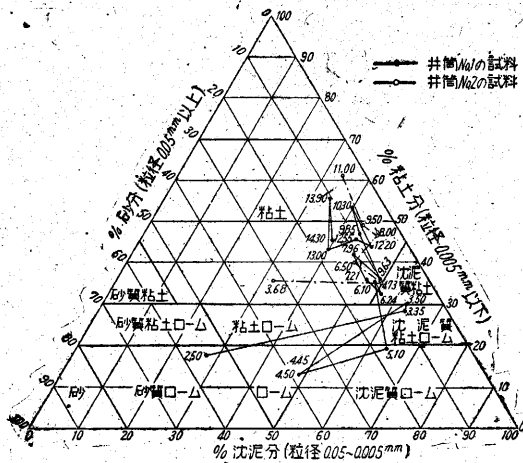


第1圖 基礎地盤の土質柱狀圖

なわち表土の下の青色沈泥ないし粘土の軟い層（有樂町層）はところにより貝殻を交えてはいるがほとんど層理をなさずに續き、深さ10 m を過ぎるとやゝ硬く、脆くなる傾向があり、敷地中央附近では深さ15 m 附近から小砂利をふくみ初めて次第に砂礫層に移行するが、やはり粘土分を持つて青黑色を帯びてゐる。従つてこの下に

現われる粘土分をふくまない黄褐色砂礫層(東京層)との區別が可能で(文献 8), この境界には沈泥ないし粘土の固結薄層のあることもある. そしてこの東京層の深さは水平距離が東西約 90 m の間で西部の 19 m から東部の 14.5 m へと次第に浅くなつており, これは構造物基礎の底面を水平に設計する場合に沈下を水平に進める點と砂礫層への着きの點で注意すべき事實であつた.

一様な青色を呈する有樂町層の軟土もくわしく調べる

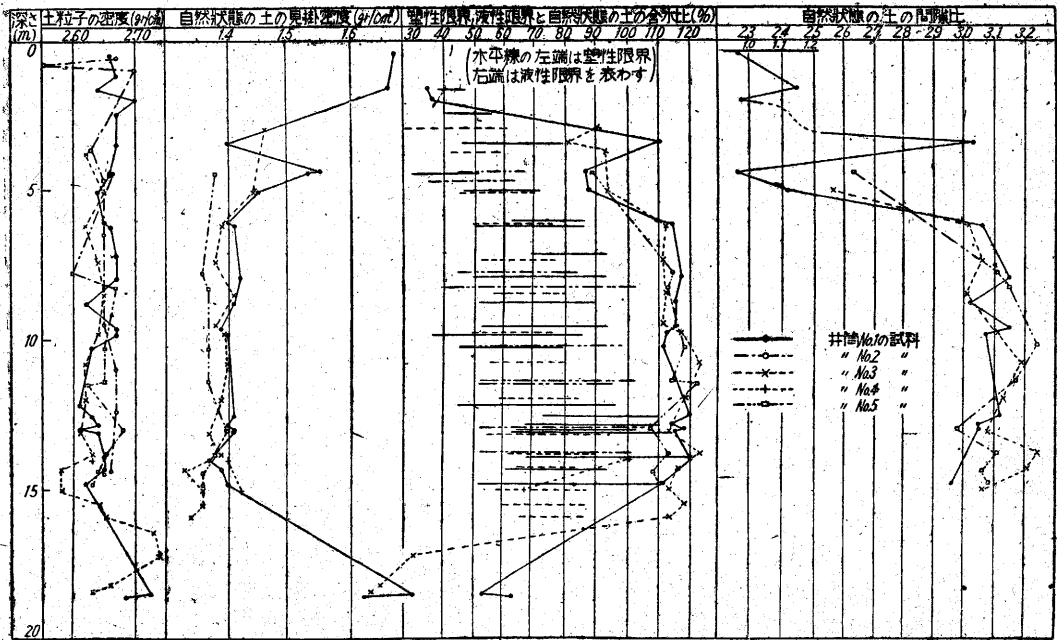


第2圖 三角座標上に示した粒度と深さの関係

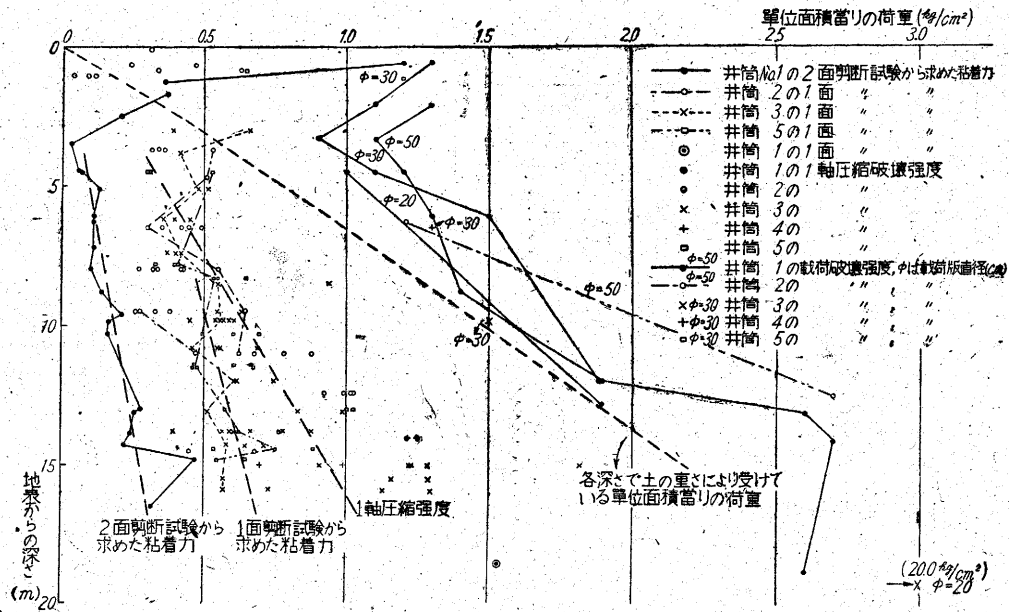
- 井筒 No. 1 の試料
- 井筒 No. 2 の試料

と粒度が深さと共に變化して沈泥質土から粘土質土に移行しており, これは第2圖によく表わされている. その他の土の物理的性質が深さにより變化する様子を示したのが第3圖で, 土粒子の密度は大體 2.65 gr/cm^3 , 自然状態の土の見掛密度は埋戻しの表土で 1.65 gr/cm^3 位, 有樂町層の軟土は 3~5 m で若干大きいとそれ以下ではほぼ 1.40 gr/cm^3 で大體深さに無關係である. 自然状態の土の含水比は表土では 50% 以下, 有樂町層の 3~5 m で 90% 前後, 6~15 m ではほぼ一定で 115% 平均となつており, 砂礫がふくまれるところでは再び小さな値である. 以上の測定結果から計算した間隙比は 3~5 m で 2.5 前後, 6~15 m では 3.1 平均となり, こゝでも深さによる變化は認められない. なおこの大きな間隙内には同層全般にわたり常に 100% の水をふくむことも計算されるが, 地下水としては表土の下から若干のしぼり水が出る程度で, 有樂町層からはほとんど湧水を見ない.

液性限界の値は深さと共に次第に増大する傾向を示しているが, 自然土の含水比が常にこの値より大きいことは重要で, これは土をこねるとどろどろの液状になることを意味し, 事實見掛上はしつかりとした形を持つ現場の土を手でこねて見た場合, あるいは作業のために足でこねかえた場合にはその土が全くの液状になつてしまう. すなわちこの場合自然に沈積した土は構造を持つので一應安定した形を示すが, この構造を破壊すると始末におえない悪い土となつてしまうので, 杭打作業その他



第3圖 土の物理的性質と深さとの関係



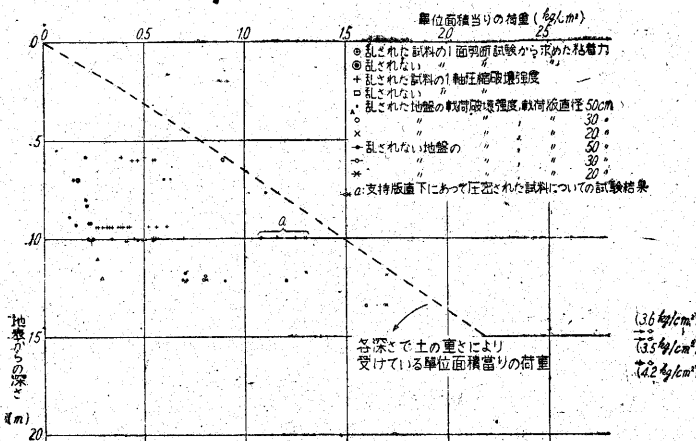
第4圖 試験井筒において土の力學的試験結果

の實際工事に當つてもこの事實は十分注意されたのである。

土の力學的性質の試験結果の中、深さと載荷破壊強度、1軸壓縮破壊強度、および剪斷試験から求めた粘着力を一括して圖示したのが第4圖と第5圖で、第4圖は試験用の井筒内で行つたものであるから自然状態の土の試験であるが、第5圖は潜函沈設工事中に基礎地盤表面で實施したため、その沈下が主として土の破壊によるので亂された試料に對するものが多くなつてゐる。

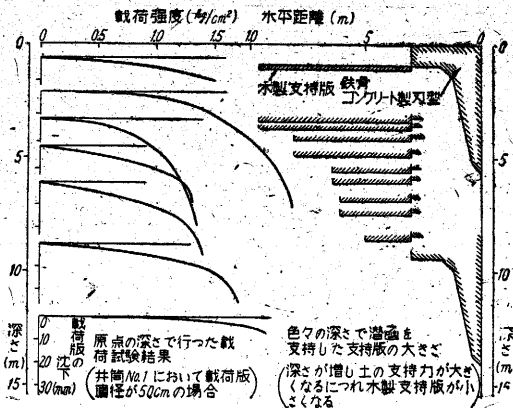
載荷試験は直径 50 cm, 30 cm, および 20 cm の圓形

平面載荷版によるものを主とし、載荷重と沈下との關係は第6圖左のようになる。第4圖および第5圖には全試験の破壊強度を示したが一般的に深さが増すと強くなる傾向がある。井筒底の試験では深くなると周囲の土の重さが支持力を大きくするのではないかと考えられるが、これはもつと廣い地表面で行つた試験(第5圖中に示す)と比較しても大した影響のないことがわかり、むしろ強くなる原因は土自體の強さの増大によるもので、このことは同一地點から採取した試料の1軸壓縮強度、又は粘着力が深さと共に大きくなることからうなずける。



第5圖 潜函沈設中の基礎表面の土の力學的試験結果

これらの値そのものは試験方法によつてかなり影響されるが、載荷強度としては深さ 3~5 m の約 1 kg/cm² を最低として深さ 15 m では 2.5 kg/cm² 程度迄期待してよく、1軸壓縮強度としては相當のばらつきが目立つが 0.3~0.9 kg/cm² 程度、2面剪斷試験から求めた粘着力は 0.1~0.3 kg/cm²、又1面剪斷試験から求めた粘着力は 0.4~0.7 kg/cm² となつてゐる。載荷強度、壓縮強度、粘着力の間には理論的な相關々係が考えられているが、上記の値を見ると1面剪斷試験結果は一般的に大きすぎる傾向がある。1軸壓縮試験は個個の値の信頼性の乏しいところを



第6圖 載荷試験結果と支持版の大きさ

試験方法の簡易なことでも補うことにより實用性を持たせ得るものと判断される。

上述の豫備調査結果から、前後を通じてほぼ一定重量の潜函を極めて支持力の弱い 3~5m の箇所を通してそれが次第に強くなる深さ 15m 以上に迄(深くなると潜

函外壁と土との摩擦抵抗も次第に大きくなる) 徐々に洗設させる必要がはつきりしたので、これに對應するためには最初の軟弱層に對しては潜函下部周辺の固定した鉄骨コンクリート製双型の内側に取外し可能な木製支持版を設けて支持力を補うことにし、以後土の支持力に應じてこの幅を減しながら沈下を成功させた。この關係を圖示したのが第6圖である。

文 献

(1) 日活國際會館の地盤調査(生研ニュース), 生産研究, 1949年10月號, p. 35
 (2) 土の載荷試験装置(展示品解説の口繪) 生産研究, 1950年2月號, p. 40
 (3) 建造物の基礎地盤調査(展示研究事項の解説) 生産研究, 1950年2月號 p. 46
 (4) 三木五三郎・大井元雄: 日活國際會館と委託研究(口繪), 生産研究, 1951年6月號, pp. 206~207
 (5) 岡本舜三・末七郎: 建設工事現場に達した歪測定装置の試作, 生産研究 1951年6月號 pp. 224~226
 (6) 藤本治義編: 「関東の地質」, 1932年
 (7) 復興局建築部: 「東京及横濱地質調査報告」および「附圖」, 1929年
 (8) 藤田理: 日活國際會館建築場地地質調査報告, 1950年4月
 (9) 三木五三郎: 新しい東京地下鐵建設工事のための土質調査, 生産研究, 1951年6月號, pp. 220~223
 (10) 星基和: 土の試験法, 生産研究, 1951年7月號, pp. 249~251

(46 頁から續く)。「電氣化學用直流増幅器」又金屬の單極電位を測定しようとする試み³¹⁾⁵⁴⁾もある。以上で大體直流増幅器と電氣化學との關係についてのべた。あやまり或は記載洩れもあると思うがその點は御教示にまつこととして筆をおく次第である。

文 献

(1) 安達直義: 科學朝日 10 No. 5 66~7 及グラビア (1950)
 (2) 武内次夫: 化學の領域 4 No. 9 490~7 (1950)
 (3) 鈴木 信: 同上 4 No. 1 52~9 (1950)
 品川謙明: 同上 4 No. 10 530~5 (1950)
 武藤義一: 生産研究 2 No. 6 254~7 (1950)
 (4) J. J. Lingane: Anal. Chem. 21 No. 1 45~60 (1949)
 (5) 糸川英夫: 生産研究 2 No. 3 78~84 (1950)
 (6) 菊池眞一・坂口喜堅: 生産研究 3 No. 4 161~2 (1951)
 (7) G. P. Harnwell・S. N. Van Voorhis: Rev. Sci. Instr. 5 244 (1934)
 (8) 小寺嘉秀: 工業物理化學第2輯 163. コロナ社 (1948)
 (9) 鈴木 伸: 工業化學雜誌 52 No. 3 77~9 (1949)
 (10) 森大吉郎・富田文治: 生産研究 1 No. 2 63 (1949)
 (11) R. P. Turner: Radio Television News 日本語版 1 No. 9 36~40 (1950)
 (12) Fund・Hickmann: Rev. Sci. Instr. 10 No. 1 6~21 (1939)
 (13) 鈴木 潮: ラジオ技術 3 No. 11 44~7 (1949)
 (14) 横山 宏: 無線と實驗 35 No. 2 19 (1948)
 (15) 野村民也・中村純介: 東大生研電氣談話會報告 1 No. 20 (1950)
 (16) 大森俊一: 電波科學 150 7~10 (1947)
 (17) 高橋正雄: 電氣化學 18 No. 5 147 (1950)
 (18) 菊池眞一・坂口喜堅: 日本電氣學會 177 例會にて發表 (1948)
 菊池眞一・野崎 弘: 生産研究 2 No. 2 グラビア (1950)
 (19) 岸川 登: ラジオ技術 3 No. 1 30~2 (1949)
 (20) 古關端夫・東條 英: 日本電氣學會誌 12 No. 4 1~2 (1950)
 (21) P. O. Bishop・E. J. Harris: Rev. Sci. Instr. 21 No. 4 366~77 (1950)
 (22) G. A. Korn・T. M. Korn: R. T. N. 日本語版 1 No. 3 50~3 (1950)
 (23) 霧田光一: 應用物理 18 No. 10~12 合本 (1949)
 (24) J. W. Horton: Journ. Frank. Inst. 216 749 (1933)
 (25) M. G. Scroggie: ラジオ技術 4 No. 4 附録 29~33 (1950)

(26) 菊池眞一・坂口喜堅: 日本電氣學會誌 13 No. 4 126~131 (1951)
 (27) R. D. Huntoon: Rev. Sci. Instr. 8 322 (1935)
 (28) 馬野周二: 電氣化學協會秋季講演會にて (1950)
 (29) R. H. Munch: Ind. Eng. Chem. June 91A~92A (1949)
 (30) 菊池眞一・坂口喜堅・木多健一: 日本化學會第4年會に發表 (1951)
 (31) 小川岩雄: 生産研究 2 No. 3 92~6 (1950)
 (32) 古賀正三・加賀美幾三・佐藤正一郎: 化學の領域 4 No. 3 162~4 (1950)
 (33) K. A. Kraus・R. W. Holmberg・C. J. Borkowski: Anal. Chem. 22 No. 2 341 (1950)
 (34) 石井好謙: 無線と實驗 36 No. 12 24~5 (1949)
 (35) S. Freedman: R. T. N. 日本語版 1 No. 9 87~9 (1950)
 (36) R. H. Munch: Ind. Eng. Chem. 42 No. 9 (1950)
 (37) P. M. Kintner・G. H. Flett: R. T. N. 日本語版 2 No. 1 32~5 (1951)
 (38) J. Kauke: 同上 2 No. 1 78~80 (1951)
 (39) L. Lykken: Anal. Chem. 22 No. 3 396~401 (1950)
 (40) J. J. Lingane: 同上 20 285~92, 797 (1948)
 (41) R. H. Munch: Ind. Eng. Chem. 42 No. 5 61A~62A (1950)
 (42) 吉田 忠・服部 裕: 工業化學雜誌 53 No. 3 103~5 (1950)
 (43) H. Bloem・G. W. Butler: Rev. Sci. Instr. 21 No. 4 (1950)
 (44) 岡田辰三・西 朋大: 電氣化學 11 441 (1942)
 (45) G. A. Perley: Anal. Chem. 21 391, 394, 559, (1949)
 (46) C. D. Mckinney・R. T. Hall: Ind. Eng. Chem. Anal. Ed. 15 460~2 (1943)
 (47) R. Kieselbach: Anal. Chem. 21 No. 11 1578~9 (1949)
 (48) R. H. Munch・J. J. Lingane: Anal. Chem. 20 No. 9 795~7 (1948)
 (49) P. Delahay: Anal. Chem. 21 No. 11 1425~6 (1949)
 (50) F. C. Snowden・H. T. Page: 同上 22 No. 8 969~81 (1950)
 (51) C. A. 44 No. 20. 10月25日號, 電氣化學の項. [J. Heyrovsky Chem. Listy 43, 149~54 (1949)]
 (52) 古賀正三・加賀美幾三: 應用物理 17 No. 7 197~202 (1948)
 (53) 古賀正三: 科學 19 No. 12 563~4
 (54) 小川岩雄・辻 泰: 生産研究 2 No. 2 56 (1950)
 (55) 菊池眞一・坂口喜堅: 日本電氣學會誌 12 No. 4 3~7 (1950)