

論 說 報 告

第 22 卷 第 9 號 昭 和 11 年 9 月

地盤竝に其の耐圧力の一調査法

會員 工 学 士 西 尾 銈 次 郎*

On a Method of the Investigation of the Ground Layers
relating their Bearing Powers

By Keiziro Nisio, M. E., Member.

要 旨

第三紀竝に第四紀層の地盤は天然の位置に於て続成作用を受けつゝあるを以て四圍の關係を破壊せず、其の性質を調査し且つ其の瞬間に於て試料を core として採取すべきである。

本文は其の一調査法に就て述べたるものである。

目 次

	頁
1. 地盤の概念	1
い 地盤の耐圧力測定に依る続成作用の研究	3
ろ 続成作用に依る地盤の區別	3
は 土壤の機械的分析と耐圧力に由る地盤の細別	5
2. 根切りの掘鑿に因る weathering 及び unbalancing の實例	6
に 愛媛縣今治市電話局敷地に於ける根切り	6
ほ 東京市日比谷公園地内に於ける某建築物の敷地	7
へ 東京市丸ノ内第一生命保險相互會社本社敷地荷重試験	9
と 名古屋市東區廣井町地内に於ける廣大なる根切り	12
3. 建設物に要する敷地の地盤の原性質の損傷を防止する方法	15
ち 完全なる地質調査	15
り 地質調査は必ず原形の儘なる地表より行はるべきこと	15
ぬ 試験杭は地表より行はるべきこと	15
る 荷重試験も亦地表より行はるべきこと	15
を 根切したれば迅速に基礎工事を完了すべきこと	15
4. 参照	16

1. 地盤の概念

近來土質といふ詞を屢々聞くが、其の詞は原料たる物質を指すが如く聞えて、地球の表面、即ち地殻の一部分を構成する土壤を指すが如くは感ぜられざる憾あるを覺ゆ。譬へば建築の材料たる、砂、礫等の強度の研究の如く、其の個々の砂とか、礫とかの研究か、又は砂と礫との混合物の研究等の如し。所謂土質力学の如きものも、Charles Terzaghi の研究以後、次第に進歩して巧妙となりたるは疑ひなきも、未だ材料研究の範圍を脱せざるの憾みあり。

火成岩は古き時代より近き時代迄のもの、何れも固体 (solid body) をなして、存在するを常とするも、水成岩に在りては、第三紀層及び夫以前のは固結し居るも、其の後の若き地層、即ち第四紀に屬する洪積世及び尙若き沖積世の諸層は未だ固結するに至らず。疎体 (loose body) をなし居るものなり。然れども地質学者の説に據れば、之

* 鑛業地質調査業

等の諸層に於て洪積層は積層を始めたより、現時に至る迄約 30 萬年を経過し、沖積層の積層を始めたよりは約 2 萬年を経過したりと謂ふ。夫れが爲に、之等の諸層何れも、若干の固結の道程を辿りつゝあるものなるべしとは古へより考へられたる所なるものなり。此の固結して堅緻なる岩となり、又は多少とも固結の道程に在る作用を、続成作用 (diagenesis) と名づく。

第四紀に屬する諸層も、大なり小なり此の作用を受け居るとするも、夫れは其の存在の原地 (in situ) に於てのみ認め得べきものにして、其の場所より取り出したる以上は、忽ち其の続成作用の影響を失ひて、唯の土、砂又は礫となるものなり。

積層の後非常に長き歳月を経て、固結して岩石となり植にて割る様なものは、之を採取して地表に出し、試験して其の元來存在せし位置に於ける状態を推測するも、大なる差支なきが如く思はるも、之等とても必らずしも然らず。鑛山に於て第三紀層の岩石を掘進する時は、鑿岩機を使用し、爆薬を用ひて、漸く掘進するも 1, 2 箇月も放置して再び其の場所を掘る時には、前程の堅さはなく、鶴嘴にて容易に掘り得るに至る事あり。之は空氣に接觸したる爲に、其の性質を変化せしに因る。且つ又之に多少水分あるか、若しくは水没しありたる場合には、殊に軟化するを常とす。之は天然存在の状態が変化したる爲に、風化 (weathering) したる結果にして、天然の持ち前を失ひたるものなり。岩石を掘進し坑道を作りたる場合に當初に於ては必要なる高さ幅さを持ち支柱を施されたる坑道も、或る時間を経過する間に、其の高さも幅も次第に減少して、遂には使用に適せざるに至るものなり。此の場合に於て、上部の岩層の重圧によりて、天井下り來る場合と坑道側方よりの圧力の爲に、坑道の床を爲せる岩石が膨れ上りて、坑道を狭める場合とあり。尙坑道側方の岩壁も押出して、坑道を狭めることあり。何れにしても坑道を掘鑿したる爲に岩盤が unbalancing を起したる結果にして、支柱の組み直し天井、床、兩側の岩壁の切撤げは繰返し行ふべきは普通の行事なり。

故に洪積層、若しくは沖積層の如き固結せず唯僅かに固まり始めし位のものに在りては、少しの状態の変化にても、忽ち其の天然の性質を変化することの、容易なるは當然のことにして、沖積層若しくは洪積層の地盤に根切りをなし、上庄を去りたる場合には、直ちに unbalancing の状態を現はすは、之亦當然のことなり 而して其の根切の底面を、空氣に曝らし日熱を受け、夜寒に觸れしむれば、忽ち其の天然の性質を失ふに至るは必然なり。況んや雨に遇ひ、又は湧水等の爲に濕潤せらるゝ時は其の風化状態は急速に悪化す。勿論湧水ある場合に、根切底面を水に没せしめざる爲に水を pump して上げ居る場合の如きは、殊に下底の深き部分迄も、風化しむる影響ありて、豫想外の現象を現はすことあり。加之根切の周圍の土圧は晝夜の別なく、常に圧迫するが故に岩石さへも鑛山に於て、盤膨れ (creeping) 現象起るものなれば、第四紀層の土砂の諸層に在りては、當然のことにして不思議なることに非ず。従つて上記の諸現象は、土木建築の現場には、常に數限りなく現はれ居るを見る。

以上記述したるが如くなるが故に、第三紀層以前の水成層、若しくは火成岩類は、其の存在の原位置より採取して其の性質を研究したる結果は、相當信頼し得べしとするも第四紀層、即ち洪積層又は沖積層の如き成層以來固結に至らず今尙鬆疎 (loos) の状態に在るものは、現存の位置、即ち上下四圍の關係より、脱離して採取したる標本は、全く天然の状態を失ひたるものにして、謂はゞ 1 塊の泥土、砂、礫に過ぎずして、地盤構造の一部を代表したるものと認むること能はざるの恐あるを以て、尙以下數箇所に於て此の點に觸れることとす。

上記続成作用の如きは、地球物理学の一部に屬するものにして、古來餘り多く、研究せられざる範圍に屬す、況んや地下研究に於て、屢々遭遇する、正断層に由る喰違ひ、又は逆断層に由る thrust の如き、諸構造に至りては之を察知すべき機會もなく經過したるものなるも、近年予の大に注意を喚起しつゝある問題にして、地下地質学

(géologie souterraine)上、重大なる事項と考ふるものなり。然れども茲には、地層の悪化及び unbalancing に關して、數項に分ちて、説述するに止めんとす(參照 B. 42~52 頁, 同 C. 114~120 頁, 同 D. p. 27~32, 同 F. 1741-1764 頁)。

い。地盤の耐圧力測定に依る続成作用の研究

地盤の物理性を測定して其の続成作用 (diagenesis) の状態を知る爲に予が苦心しつゝある方法は地層の原存の位置 (in situ) に於て、附近との關係を変化せしめず、組織の合成分 (土、砂、礫及び水) の割合を変更せしめず、其の標本を採取する瞬間に於て、其の抵抗力 (耐圧力) を測定するに在り、著者が考案せる core-borer の構造及び其の作業に關しては其の説明を省略す (參照 A; 17~23 頁, B; 3~11 頁, C; 812~818 頁, D; p. 3~7, E; 24~30 頁, I; 5~7 頁) 耐圧

力を測定する事は重量 45.36 kg (100lbs) の monkey を落して採取器を打込むものにして其沈下状況を图示すれば 図-1 の如く、初めは沈下量大にして次第に減少し或る期間は略水平軸と平行し次で水平軸に接近し遂に之に密着すべし。此の平行状況に在る沈下量は今採取せんとする地層の抵抗力 (耐圧力) と或る關係に在るもの

と見做し、之を執りて其の地層の抵抗力 (耐圧力) を表示する沈下として下式

$$P = \frac{5WH}{2S}$$

茲に $\left\{ \begin{array}{l} P: \text{地層の耐圧力}(t/cm^2) \\ W: \text{monkey の重量}(t) \\ H: \text{monkey 落下の高}(呎) \\ S: \text{沈下距離}(吋) \end{array} \right.$

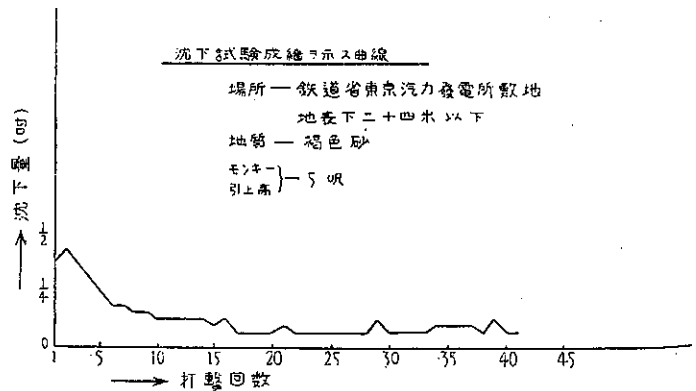
を用ひて計算することとし、安全率は7とす。之故に地層変化したる時は勿論沈下は変化を現はすが故に作業中明かに地層の変化を知ることが得るが故に従つて諸層の厚さ及び深度を明確に知るを得るなり。

西尾式 core-borer に依る地質調査の方法は、直径 7.62cm (3吋) の採取器にて標本を採取する瞬間に於て耐圧力を測定し保護鉄管 casing pipe も内径 100~150mm の鉄管を用ひる等、凡て細孔を鑿ちて速に下降す。故に unbalancing を起す暇なく、且つ耐圧力測定は瞬間の問題なれば、地層の周圍の状況を変化する時間なく、風化の虞れの如きは更に絶無と見做し得べきものなり。

ろ。続成作用に依る地盤の區別

東京市を中心とする關東平野に於て著者の core-borer に依りて、地質を調査せるに下町、若くは之に相當する低地に於ては地表より若干 (1~32m) の深さは、暗灰色を帯びたる第一層群の粘土、砂、礫にして、其の下に来るものは、厚さ 0~45m の第三層群の褐色砂及び之に若干の粘土を含みたるものなり。夫以下に於ては厚さ 0~24m の、第四層群の青灰色を帯びたる粘土、砂、若くは礫の諸層其の又下部に於ては、厚さ 0~21m の第五層群、前者と同じき青灰色の、粘土、砂、礫の諸層あるも、之は前者より硬固なり、然も尙疎体 (loose members) なり。其の又下部に

図-1.



位するものは第六層群にして、砂岩、頁岩、礫岩等の固体 (solid member) にして、第三紀の三浦層と比定さるゝものなり。而して臺地をなせる高地に於ては、暗灰色を帯びたる土砂礫の諸層(第一層群)なく、地表より褐色の粘土、若くは砂質粘土等の厚さ 1.5~12m の諸層(第二層群)ありて、褐色砂の層群(第三層群)又は青灰色の層群(第四層群)を被覆するを見る。

之等の諸層を耐圧力(抵抗力)の方より觀察する爲に昭和 3 年 12 月迄に關東地方に於て測定したる層數 3707 を次で同 8 年 10 月迄の分合計總數 7237 を、次に昨 10 年 10 月迄の總數 9872 の層を統計せり。即ち第一層群(沖積層) 4597, 第二層群(ローム層) 320, 第三層群(成田層) 1914, 第四層群(東京層) 2469, 第五層群(洪積古層) 433 及び第六層群(第三紀三浦層) 63 に區別し、且つ第一より第五に至る 5 層群を夫れ夫れ粘土・砂・粘土質砂・砂質粘土・粘土質礫及び砂礫の 6 岩種に、第六層群を頁岩、砂岩、砂質頁岩及び礫岩の 4 岩種に類別し、之等の諸層の耐圧力に因りて統計し次で岩種別に百分率として表示せり。此の百分率表は前後 3 回共略同一なる結果を示せり。

今各層群の各岩種の有する圧力を檢するに、第一層群に於て粘土(97.2%), 砂(49.6%), 粘土質砂(82.3%), 砂質粘土(94.7%), 粘土質礫(26.8%) の大多數は何れも 1t 以下にして、獨り砂礫の大多數(22.7%) は 4~5t なり、第二層群にて粘土(96.3%), 砂(50.0%), 粘土質砂(85.5%) 及び砂質粘土(95.9%) の大多數は 1t 以下にして粘土質礫は 2~4t なり、第三層群にて粘土(31.5%), 粘土質砂(33.3%), 砂質粘土(33.0%) の大多數は 1~2t, 砂(23.4%) は 4~5t, 粘土質礫(59.6%) は 3~5t, 砂礫(25.1%) は 4~5t なり、第四層群にて粘土(34.6%), 粘土質砂(39.7%) 及び砂質粘土(43.0%) は 1~2t, 砂(21.9%) は 4~5t, 粘土質礫(24.3%) は 5~6t 及び砂礫(25.3%) は 4~5t なり。第五層群に於て粘土(32.7%), 砂(21.9%), 粘土質砂(33.8%) 及び砂質粘土(21.6%) の大多數は 4~5t, 粘土質礫(25.0%) は 12~13t 及び砂礫(35.2%) は 8~11t なり、第六層群に在りて頁岩(20.4%) は 12~13t, 砂岩(27.3%) は 10~11t, 砂質頁岩(18.6%) は 10~11t, 礫岩(57.2%) は 4~7t なり。

從來地質學者の研究と對比して、第一層群は沖積層、第二層群はローム層、第三層群は洪積世成田層、第四層群は洪積世東京層にして、第五層群は從來類別なきも、予は洪積古層と名づけたり。又第六層群は前記の如く第三紀三浦層と認む。

昭和 8 年末迄に大阪地方に於て、著者の core-borer を使用して調査したる 301 箇所のボーリングに據りて考察するに、下町及び之に相當する低地に在りては、厚さ 1~33m の暗灰色なる粘土、砂及び礫の梅田層にて被覆せられ其の下盤に於て厚さ 3~39m 上部褐色を帯び、下部青灰色を帯べる、粘土、砂及び礫の上町層、及び青灰色なる、大阪基盤層若くは直接に大阪基盤層現はる。上町の臺地の上部は上町層にて被覆せられ、其の下部には大阪基盤層現はる。故に梅田層若かく、上町層及び大阪基盤層は之に次ぎ古きものなるを知る(參照 H 344~347 頁)。

上記 301 のボーリングに於て耐圧力(抵抗力)を測定したる、梅田層 2989, 上町層 1913 及び大阪基盤層 258, 合計 5158 層を粘土・砂・粘土質砂・砂質粘土・粘土質礫及び砂礫の 6 岩種に類別して、而して後各岩種に就て、百分率をなしたる結果を述べれば、梅田層中粘土層の 96.8% は、1t 以下、砂層は大多數なる 30.4% は 1t 以下、30.6% は 1~2t, 粘土質砂は大多數なる 70.5% は 1t 以下、砂質粘土層は 91.5% は 1t 以下、粘土質礫は 21.8% は 2~3t, 21.8% は 3~4t, 21.8% は 4~5t なり。砂礫層は大多數なる 22.7% は 4~5t なり。上町層に於ては粘土層の大多數なる 58.7% は 1~2t, 砂層の大多數なる 26.2% は 4~5t, 粘土質砂の大多數なる 24.2% は、1~2t, 砂質粘土の大多數なる 50.6% は 1~2t, 粘土質礫の大多數なる 33.4% は 4~5t, 而して砂礫層の大多數なる 28.5% は 4~5t, なり。大阪基盤層に在りては粘土層の大多數なる 37.7% は 3~4t, 砂層の大多數なる 27.5% は 5~6t, 粘土質砂の大多數なる 24.2% は 5~6t, 砂質粘土の大多數なる 41.5% は 4~5t, 粘土質礫の大多數なる 66.7%

は 4~5t, 砂礫層の大多數なる 37.8% は 6~7t なり。

此の地方に於て砂は河川上流の山地の岩石の性質と河川流路短きとの關係上削磨さるゝこと少く、多角形なるが(參照 J; 161 頁) 爲に之等にて構造さる地層は、關東の夫等に比すれば耐圧力強きを見る。故に比較に便ならざるも、粘土に至りては然らず。即ち梅田層に在りては、96.8% は 1t 以下、上町層にては大多數なる 58.7% は 1~2t, 大阪基盤層にては大多數なる 27.5% は 3~4t にして、明かに梅田層、上町層及び大阪基盤層の順序を以て時代古くなるに従ひて、耐圧力(抵抗力)漸次に増加することを明瞭に認め得らる。今之等を關東地方の地盤を構造するものと對比するに、梅田層は第一層群なる沖積層に相當し、上町層は第三層群洪積世、成田層及び第四層群、洪積世、東京層に相當し、大阪基盤層は第五層群、洪積古層に相當するものなるを知るべし。

以上の如く各層群の各岩種の大多數の示す耐圧力は各特徴あるものなり。然れども各岩種の有する耐圧力は何れも相當の範圍を有するものなり。例へば關東地方に於て第一層群の粘土は 0.01~5.0 t, 砂は 0.10~15.0 t 粘土質砂は 0.01~9.0 t, 砂質粘土は 0.01~9.0 t, 粘土質礫は 0.2~18.0 t 及び砂礫は 0.2~25.0 t 以上に互り、第二層群の粘土は 0.01~2.0 t 砂は 0.2~5.0 t, 粘土質砂 0.2~3.0 t 砂質粘土は 0.01~2.0 t, 粘土質礫は 2.0~8.0 t, に及び第三層群にて粘土は 0.01~8.0 t, 砂は 0.2~22.0 t, 粘土質砂は 0.2~22.0 t, 砂質粘土は 0.01~9.0 t, 粘土質礫は 0.6~22.0 t 及び砂礫は 0.4~22.0 t に互る、第五層群にて粘土は 1.0~13.0 t, 砂は 1.0~22.0 t, 粘土質砂は 1.0~17.0 t, 砂質粘土は 1.0~18.0 t, 粘土質礫は 3.0~22.0 t 及び砂礫は 4.0~18.0 t に達す、第六層群にては頁岩砂岩及び砂質頁岩は 1.0~22.0 t 及び礫岩は 3.0~13.0 t に至る。

以上の如くなるを以て、只地下より採取したる土砂、砂礫等が何程の耐圧力ありしやを堆定せんとすることは殆ど不可能の問題にして、上下四圍の天然の關係を破らずして測定することは實に必要缺くべからざるを知るべし。従て所謂土質研究に於て、続成作用を無視して考慮に入れざる時は土壤構成材料の研究に止るに非らざるかの感なき能はず(參照 B; 19 頁第 4 表, C; 34 頁第 4 表, D; p. 11 Table IV, E; 19 頁第 4 表)。

は。土壤の機械的分析と耐圧力に由る地盤の細別

土壤の機械的分析に就て種々の方法あるも、予は礫層を除く、粘土・砂・砂質粘土及び粘土質砂を水分・砂及び粘土分の三合分に別ち、之に耐圧力(抵抗力)を加味して考究せんと欲し砂分と粘土分との分界を 0.02mm としたり。水分に關して、常時使用する core-borer は、下部に円錐形の shoe を附するが故に、水分を排出し居るやの疑ありたれば、内面螺旋線採取器を用ひて、絶対に水分を害せざる方法を以て採取したる core と、前者の夫れとを比較したるに幸ひ後者に於ても水分の圧搾の事實なきことを確めたと共に、譬ひ少量の水分の圧出あるも予の爲さんとする目的に對しては、大なる支障なきを覺りたれば、常に使用する core-borer より core を資料とすることにせり(參照 B; 33~40 頁, C; 109-114 頁, D; p. 21-27, E; 30~60 頁, I; 8~9 頁)。

粘土中に存在すべき等なる膠質物 colloids の耐圧力に對して、如何なる關係に在るやを調査せしに、膠質物の存否と耐圧力の強弱とは何等直接の關係なきを確め得たれば、凡ての膠質物は粘土中に合算することゝなし、特別の考慮を拂はざることゝせり(參照 E; 32-34 頁)。

斯の如くして分析したるもの昭和 4 年に於ては其の數僅かに 247 なりしが、各層群は各一づゝの類別に非らずして各數種に分別すべきものなるを覺り第一、第三、第四の 3 層群を各 2 類に分別せしも、其の後分析數増加し 10 年 10 月に至りては總數 2419 に達し、之を三角図に配し耐圧力を考量したる結果第一層群(分析數 926) は 2 群に、第二層群(109) は 1 群に、第三層群(444) は 3 群に、第四層群(746) は 4 群に、第五層群(86) は 2 群に、計 12 群に分つべく、第六層群(63) は 1 群として總計 13 群に分別すべきを知るに至れり。尙人工に因る埋築土(45)をも研究し

たるに、之亦特殊の性質あることを知り。

第四紀層たる沖積層、若くは洪積層を構成する諸種の固形物質は、粘土・砂及び礫にして、液体物質としては、水なり。此の4種の配合より外ならず。本篇の分析に於ては前記の如く、礫を除外し置きたれば、粘土・砂及び水の3合力として考へたり。今此處に以上の3種の或る配合の物質ありとすれば、土質研究的に考ふれば、ただ1種のものなり。然も続成作用を考に容れたる予の見方をすれば、頗る多數の種類となるなり。

今此處に水33%、粘土33%、砂33%のものありとすれば、上記三角図の研究に據れば耐圧力は右表の如く抵抗力(耐圧力)は同一の物質にても時代に由りて0.29tより12.02tに至る範圍の相違あるを見れば、他の物理学的性質に於ても相當の差違あるべきやも勿論察知せらるるものなり。

之に據るも粘土・砂を土質研究の結果を以て、天然地盤を判定せんとすることは、不可能なるが如く其の研究は、只原料の性質の研究に過ぎざるかを思はしむる點無しとせず(参照B;36-37頁, C;26-27頁, D; p.23~24, E;20-27頁)。

埋築土	Rec.	0.19 t/㎡	
沖積層	Al ₂	0.29	
	Al ₁	0.61	
ローム層	Lm	0.46	
成田層	N ₃	0.73	
	N ₂	2.75	
	N ₁	5.12	
洪積層	東京層	T ₄	1.53
		T ₃	1.94
	T ₂	3.74	
	T ₁	5.10	
洪積古層	Od ₂	7.40	
	Od ₁	9.70	
第三紀層	Tr	13.02	

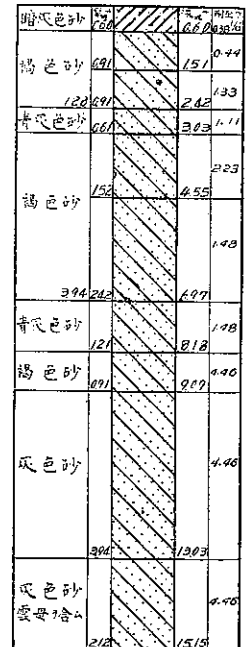
2. 根切りの掘鑿に因る weathering 及び unbalancing の實例

「1. 地盤の概念」に於て述べたるが如く第四紀層即ち沖積層及び洪積層より成る地盤は、粘土・砂及び礫と、常に之に伴ふ、水分とより成る loose な疎体にして、上下四圍の關係の變化に由りて忽ち其の性質を變化し、且つ寒暖乾濕の爲にも、忽ち風化する敏感を有するものなるに係らず、土木建築の技術者の扱ひ方は固体をなせる岩石、即ち火成岩若くは第三紀以前の古き水成層に對する、觀念にて扱はるゝは大なる危險あり。之が爲に種々事故頻出するは亦當然と謂ふべし。以下少しく實例を擧げて之を考究せん。

に、愛媛縣今治市電話局敷地に於ける根切り

今治市に於ける電話局敷地は昭和2年9月、深さ15.15m2箇所を調査せり。其の地盤の狀況は第1號柱狀圖に例示したるが如く(圖-2 参照)深さ0.61m迄は、沖積世の砂層にして夫以下は洪積世に屬するものなり。工事に着手したるは約2箇年の後なりき、深さ2m根切りしたるに地盤非常に軟弱にして、決して1平方尺に對して1t以上あるものとは考へられずとの事なれば、直ちに技師を派して實地を調査せしめたるに、同地は地表水(普通地下水と呼ぶも上部地下水)の水位は、地表下僅かに0.91mなり。ボーリングせし昭和2年9月には雨の多き時なりし故に、殆ど地表迄水位上り居れる狀況なりき。斯の如く所謂地下水淺く、存在する所なれば、根切り中も水を揚げつゝ掘鑿せしものにして、左なきだに軟弱僅かに1t程度のものが上圧を失ひ、掘鑿人夫の動作の爲に驟爾されたるものなれば、泥田の如き狀況となれるは誠に不思議に非ずと謂ふを認め得たり。根切りして水溜状態に在りし時間長ければ長き丈、地盤深く風化することは當然なるが故に、成るべく早く、基礎工事を完了し沈下を普

圖-2. 今治市某敷地地質柱狀圖 (第1號)



2 號にて 21.21m 迄は沖積層(第一層群)にして耐圧力は 0.07~0.44t なり。其の下は洪積世東京層(第四層群)に屬し、耐圧力は 1.11~6.25t なり(圖-4 参照)。

地表水は深さ 1.52m にて現はる。之は季節及び天候に由りて変化あるものなり。地下水は 21.21m 以下に達して現れ、之は相當水圧あるものにして一旦此の水層に達すれば地表下 5.76m 迄押上ぐるものなり。

同所に於ては同 14 年秋根切りに着手し深さ 6m に達し、排土は運搬せしも、一部分は 2 號ボーリングより少し北方の平地に高さ 6m 餘に堆積したり(圖-5 参照)。然るに 11 月 30 日正午に至り、俄然堆積の土壤は陥没して平地並となり、一方(即ち南方)根切り部分に於て、暗灰色の砂質粘土押し上り、其の上円頂及び側面には、楔狀の裂罅を多數に生じたり(圖-6 参照)、此の根切りは 1 號附近に於ては暗灰色砂質粘土(耐圧力 0.22t)に至り、2 號附近に於ては暗灰色粘土質砂(耐圧力 0.11t)に達したるものなり。根切り深さは地表下 6m に達し、堆積せる排出土砂は地表上高さ 6m 餘に達したれば、根切り面よりの高さは合計 12m 餘なり。之が爲に生ずる圧力は 1 平方呎に對して約 2t 餘なるべし。而して 1 號柱狀図を検するに深さ 22.12m 以下の洪積層に達する迄の沖積層には、之を支ふるに足る支持力ある地盤なし。又 2 號柱狀図を検するも同様に深さ 23.03m の洪積層迄は之を支持する力あるものを見ず、故に堆積土砂が陥没したるは止むを得ざるものと認めらる。

約 2 週間の後、其の陥没した部分をボーリングしたるに、第 3 號柱狀図に現したる如く、地表 5.30m は暗灰色砂質粘土にして、煉瓦片木片を混じたる掘鑿土壤、5.30~7.21m は煉瓦片・瓦片・礫にして、之亦堆積したるものなり。以上合計 7.21m の間に現れたるものは根切の爲に堆積されたるものと認む。7.21~8.94m は暗灰色粘土にして 2 號の地表以下 2.42m 迄に存するものに相當す、2 號にては厚さ 2.42m 耐圧力 0.22t なりしが、3 號にては厚さ 1.73m に壓縮し、耐圧力は 0.44t に増加せり。8.94~12.15m は暗灰色粘土質砂にして 2 號に於て、2.42~6.97m に存在するものに相當す。2 號に於て厚さ 4.55m なりしもの 3.18m に排除又は壓縮され、耐圧力は 2 號にては 0.11t なりしも、壓縮の結果 0.44t となれり。12.12~17.36m の暗青色細砂質粘土は 2 號の 6.97~14.24m のものに相當す。第 2 號に於ては厚さ 7.27m なりしも 3 號にては 5.27m に排除又は壓縮さる、耐圧力は 2 號にては上部 0.22t、下部 0.33t なりしも、3 號にては全部 0.33t なり、緻密となり且つ一部分は他に排出されたるを知る、17.36~20.30m は暗青色粘土にして 2 號の 14.24~21.21m のものに相當す、厚さは 2 號にて 6.97m ありしも 3 號にては僅かに 2.94m となり、耐圧力に在りては、2 者共に 0.33t なれば壓縮されず、此の層は圧迫の結果、他に排出されたるを思はしむ。20.30~21.45m は青色砂礫にして 2 號の 21.21~22.27m に相當す。厚さは殆ど同一なるも、耐圧力にては、2 號に於ては 1.11t、3 號にては 2.23t にして、3 號より増加したる觀あるも、1 號の 22.12~22.88m のものが 4.46~5.35t あるを見れば、必ずしも圧迫の爲に増加したりと考ふるに及ばず。変化なしと見るべしと思ふ。21.45~22.37m は灰色粘土にして 2 號の 22.27~23.03m のものに相當し、厚さは同一と見るべし、耐圧力は 2 號の 1.11t に比して 0.74t は減少したるの觀あるも、上下の層の關係より見て、変化なしと考ふるを至當なりとす。22.27~22.79m は青色砂礫にして 2 號の 23.03~24.09m のものと相當して厚さの変化は不明なるも耐圧力は同じく 6.25t なり。之を要するに 3 號に於て變動を受けたるは 20.30m 迄の部分の沖積層にして夫以下なる洪積世東京層は變動なきものと認む。

次に膨出隆起したる部分を調査せしは第 4 號なるも、着手當時は膨出の部の上部 2m 以上を切り去りし後なれば

圖-4. 位置圖

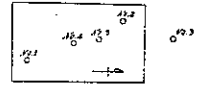


圖-5.



圖-6.



當初の根切り面に非らず。第4號に於て0~15.15mは暗青色細砂質粘土にして、斯の如き厚きものは1號、2號共に存在せず、耐圧力は上部9.09m迄は0.07t、下部6.06mは0.11tにして、之を1號、2號の同一岩種に比較するに1號の4.85~10.61mのものは0.22t、2號の6.97~14.24mのものは上部0.22t、下部0.33tなるより見れば、根切り部に押し上りたるものにして、上部の表面(切り除かれたる部分)には、楔狀の裂罅多數存在せし程なれば、其の下部と雖も鬆疎脆弱となり居るは當然のことなり。15.15~16.97mは、上部と同一のものにして、耐圧力は0.16tにして、減少し方少きを覺ゆ。16.97~18.18mは青色砂礫にして厚さ1.21mにて、2號の21.21~22.27mのものと略同一なり。耐圧力は2.23tにして1號の4.46~5.35tより少きも、2號の1.11tより多し、18.18~18.91mは暗灰色粘土質細砂にして1號の22.88~25.00m青色砂、2號の22.27~23.03mは灰色細砂質粘土、3號21.45~22.27mは灰色粘土なれば北より南へ粘土より砂に移化しつつあるものと思はる、耐圧力は0.74tにして3號と同一にして2號より少し弱く、1號よりは著しく弱きも、変化を受けざりしものと認むべきなり。18.91m以下は青色砂礫にして1號の25.00~26.21mのものと同一にして、耐圧力も4.46tにして同一なり。

以上の2箇所を追加ボーリングにて、変動の狀況は略明瞭したるも、尙3號と4號の中間にして多少陥没したる部分に5號のボーリングをなせり。

5號の表面は2號の表面に比すれば2.42m下り居れり。0~2.12m褐色粘土・煉瓦片・木片・石塊を混ざるものは根切りより出でし堆積なるべく、2.12~2.73mは暗褐色粘土にして、木片・石塊を含むものは盛土にして、古く地表をなせしものなるべく、2.73~3.94mの暗灰色砂と共に2號の0~2.42mの暗灰色砂質粘土に相當するものなるべし。3.94~6.06mの暗灰色粘土質砂は2號の3.64~6.97mなる暗灰色粘土質砂に相當して、厚さ3.33mより2.12mに減じ耐圧力も0.11tより0.07tに減ぜり。6.06~18.79mの暗青色細砂質粘土は2號の6.97~14.24mの暗青色細砂質粘土と其の下なる14.24~21.21mの暗青色粘土の混淆したるものと認めらる。耐圧力は2號にては0.22t、0.33t及び0.33tなるも5號にては0.11t、0.16t及び0.33tなり。18.79~20.00m淡青色砂礫は2號の21.21~22.27m青色砂礫に相當し、厚さは略同一にして耐圧力は2號は1.11t、1號は4.46~5.35t、3號は2.23t、4號は2.23tなるに對して3.57tなり。20.00~20.76m暗灰色粘土質砂は、厚さは2號、3號及び4號共同にして耐圧力は0.87tにして2號より少きも3號の0.74t、4號の0.74tと略同一にして粘土より砂に移化する中間を示すものなり。20.76m以下淡青色砂礫は耐圧力4.46tにして4號の夫れと同一なり。之を要するに5號に於ては18.79m以上の沖積層の部分に於ては北方より押し來れる土壤の通路に當り、混亂を來し、其の實質を破壊され鬆疎となりし觀あるも、18.79m以下の洪積層の部分に在りては3號及び4號の場合と同じく、此の変動の爲に何等変動を呈せざりしものと認めらる。

以上記述したるが如く、此の場合に於ては軟弱なる沖積層の地盤が根切りの爲に起れる、unbalancingと堆積物に依る荷重との爲にunbalancingを起し、土砂を圧出排除して其の物質が抵抗少き根切り部に膨出したる顯著なる例となりしなり。

ハ. 東京市丸ノ内第一生命保險相互會社敷地荷重試験

同敷地は帝薊の南隣、舊警視廳敷地の一部分矩形をなせる約1000坪の敷地なり。昭和8年7月より8月に亘りて30m3箇所調査せり。其の位置は圖-7及び柱狀圖は圖-8の如し。

この3箇所のボーリングを通觀するに1號に於ては19.09m迄は沖積層なるも以下は洪積古層にして比較的堅硬なる地盤なり、2號に於ては17.66m迄は沖積層にして、以下は洪積層なり、3號に於ては17.04m迄は沖積層にして以下は洪積古層なり。耐圧力は沖積層に於て0.08~1.19t洪積古層に在りては4.02~17.86tなり。

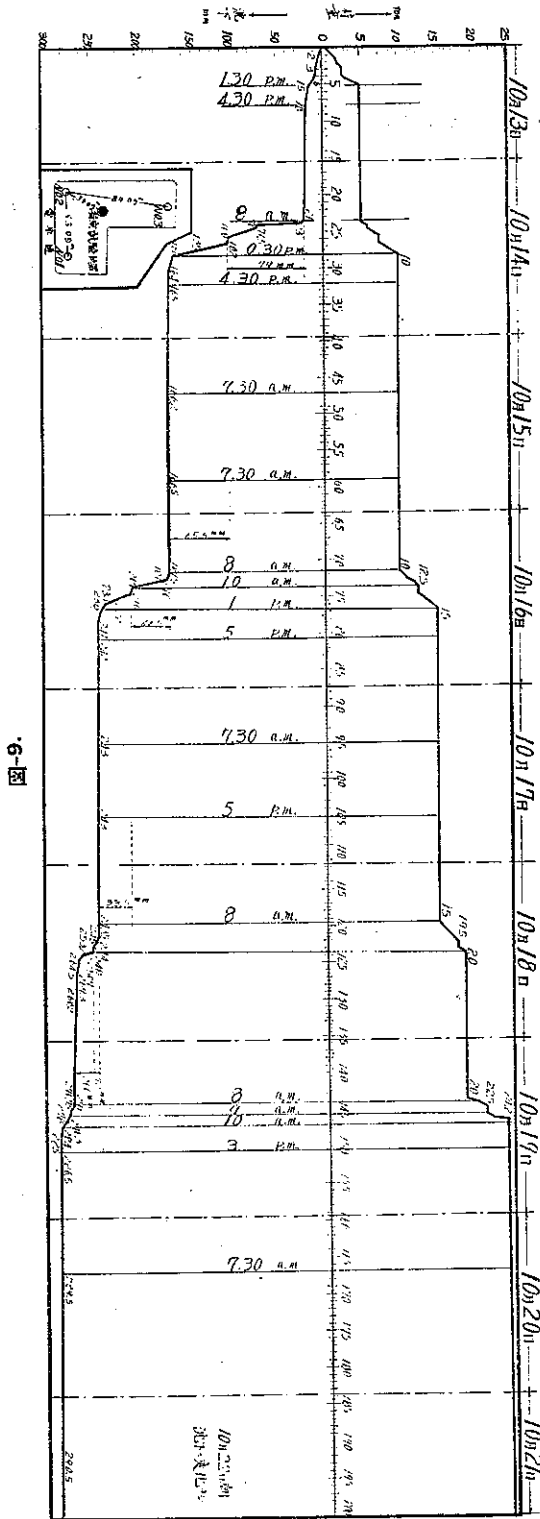
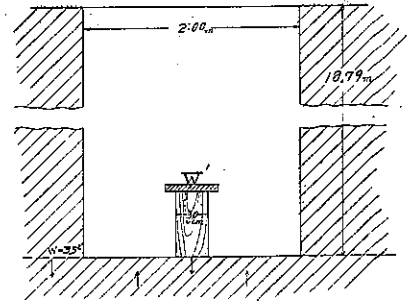


図-9.

図-10.



位置図参照), 井底に現れたる, 青灰色砂礫は其の場所に於ける耐圧力は不明なるも, 1號にては 1.78~4.46 t, 2 號にては 7.14t, 3 號にては 4.46~17.86t なれば試験井底に於ける青灰色砂礫も洪積古層にして, 而かも相當に耐圧力強きものなるべきは, 豫想し得るものなり。

其の計畫を聞いて思ふに, 直径 2.00 m の大きさの井底に於て井側の高差は 18.79m なれば之に由りて生ずる圧力は 1 平方呎に對して約 3.5t なるべく, 此の力を以て井底は押し上ぐる unbalancing の現象あるべく, 且つ荷重に用ゆる 30cm 角柱の底は其の上に乗せたる重量 W' を受くるも, 其の柱底の以外の場所には荷重なければ, 此にも亦 unbalancing 起るべし。即ち井外の地盤と井底との unbalancing と井底と角柱底との unbalancing と 2 重の作用を受くる道理にて (図-9 参照), 其の結果は豫想に反するものとなるべし。況んや深さ約 15.15m 以下は常に pump にて水を揚ぐる必要あり。之も亦土, 砂, 礫, 水の配分より成る疎体地盤中より水を或る速さにて流通せしむる結果となり, 泥土は濁りとなりて流出し, 細砂亦漸次に逃避する患あれば重ね々々面白からず。若し完全なる結果を得んと庶幾すれば井底全面を被ふて試験する必要あり。且つ井掘鑿の後約 1 ヶ月以上水没に委したることなれば, 井底の地層は相當に風化し居ることも豫知し得べければ, 之等の點に就き注意したり。然れども 10 月 13 日に至りて, 豫定の試験方法は實施せられたり。

根切する筈なれば、礫層の存否は其の節更に明瞭にすべしとて工事を進行したり。根切したるに期待せし礫層は少しも存在せず、全面積は粘土混りの砂層にして、殊に湧水激しき爲に一面泥田の状となり一大驚愕を惹起せり。

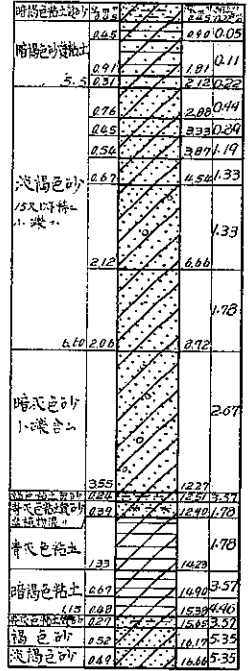
因に此都市新柳町三井銀行支店が舊館を取除き若干敷地を擴げ、新築するに當り舊館建築の當時は鑿泉の柱状図に據り設計せられたる由なり。其の柱状図を検するに地表以下4.55m迄は砂層にして、其の以下には厚さ9.09mの礫層を記載しあり、新築計畫は擴張しある故に、其の擴張部分に於て地質調査をなしたるに其の結果は 図-13 の如く即ち地表以下0.45mは暗褐色粘土質砂 0.45~2.12m 暗褐色砂質粘土 2.12~8.72m 淡褐色砂にして稀れに直径0.01m以下の小礫を含む 8.72~12.27mは暗灰色砂にして前者と同じく小礫を稀れに含む、12.27~12.90mは褐色又は青灰色の粘土質砂なり(以下略す)。因て4.55m以下に厚さ9.09mの礫層なるものは、稀れに小礫を混入せる砂層を、誤認せしこと明瞭となり、從て舊館の敷地に就ても不安を感じたれば、其の部分に於て俄かに2號を試錐することとなり、調査したる結果は1號と略同一なることを確めたり。蓋し同地方に於ける所謂ボーリングなるものは可なり杜撰なるものにして、信頼するに足らざるものたるを知るべし。

現敷地に於ては先づ研究の方法として、多數の test pile を打ち、且つ數箇所 に於て荷重試験を行へるも、其の結果も區々にして安心すべきものに非ざりしが如し。同敷地の東北及南の3方は地表上に重量物なく、根切り底面と地表との差6.2mに因る、地盤1.2tは sheet pile (長10mにして其の頂部は地表面下4mに當り、其の sheet pile の上は1:1の傾斜をなす故に、sheet pile の下端は14mに達す)の爲に防止し居るが如きも西方一帯は高さ9.09mの盛土の長堤の如きもあり、此の地圧は根切り面に於ては約3tに達するものなれば、附近の地盤を圧迫し居ることは sheet pile 打込みの際の沈下、東、南及び北の3方の時に比して、著しく少きに因りて既に明かにされたる如く、sheet pile の下端を潜りて根切り底面を押し上げんとする傾向あることは察し得べけん。

9年11月俄かに其の根切り敷の底面上に於て3箇所調査をなせり。其の配置の位置は 図-12 及び柱状図は 図-14 の如し。

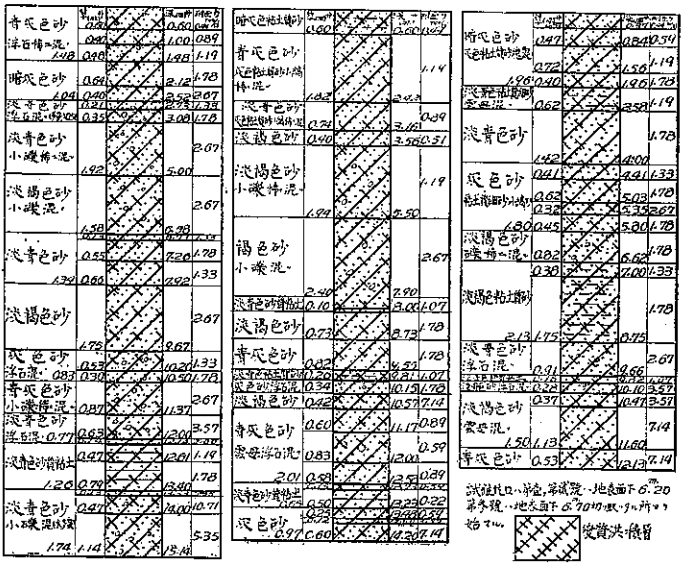
この結果を通覽するに、此の地盤を構築する地層は砂層にして、時に0.10~1.26m厚さの砂質粘土の薄層を夾むを見る。之等の砂層には往々小礫を含むことあるも砂礫と認むべきものなし。又屢々浮石を包有する場合もあり、地表の沖積層は根切りの際に切除かれ現在根切部以下に現るる之等の地層は洪積層に屬する

圖-13 三井銀行支店地質柱状圖 第1號



洪積層

圖-14. 地に於ける廣大なる根切り箇所地質柱状圖



ものなるが如し。然れども徒爾断定し難き點あるを以て、以下此の地方の地質の概観を考ふることとせん。

此の都市地方には南北の走向を有する断層ありて東西の2區に分割されたり。西部の地域は南方に於ては約 18 m 餘、北方に於ては 13 m 餘陥落し、東部地域は臺地の狀を呈す。此の臺地は地表より洪積層現はれ、西部の陥落地域にては南方に於ては、地表以下 12m 北方に於て 3m の沖積層ありて洪積層を被覆す。沖積層は泥土若くは砂層等なるも何れも耐圧力は 1t 以下なるを常とす。洪積層は主として砂層にして、之に多少の粘土を包含することあり。之等の砂層は耐圧力は何れも 1~3t を有し、比較的均等の性質を帯びて 1t 以下なる軟弱を現はすこと絶對になし。例へば此の敷地の東南約 650m を隔てたる笹島町三井物産支店の敷地は南北断層の東側に於て、臺地の邊緣に位するも蝕削されて今は西部陥落地の表面と同一高さをなす、地表面以下は 2.67 m 迄は埋土にして、其の以下は全部洪積層なり砂層・粘土質砂・砂質粘土及び粘土より成り何れも耐圧力は 1.78~5.35t なり。一般に地層中に腐植物を含む時は常に其の地層の耐圧力を弱むるものなれども、此の場合にては之を含む粘土質砂・砂・若くは砂質粘土の諸層に在りても、尙且つ 1.78~5.35t を呈するを見る(図-15 参照)は注意に値するものなり。

尙参考に資すべきは該敷地より西南約 2km 隔りたる長良町日清製粉工場敷地を 10 年 2~3 月に調査したる結果は 図-16 柱状圖に示したる如し。此の敷地も西部陥落地區に位するものにして問題の敷地と同一關係に在り。

扱其敷地に就て見るに 1 號, 2 號, 3 號のボーリングに於て根切り表面は既に洪積層と認めらるゝに係らず、1 號にては 0.84m 迄、2 號にては 0.61m 迄、3 號にては 1.00m 迄は耐圧力僅かに 0.44~0.89t なり。又 2 號に於ては 2.42~3.56m の砂層及び 10.57~13.48m の砂層及び砂質粘土は耐圧力低く 0.22~0.89t なり。此の地方の洪積層としては有り得べからざる現象なり。根切面附近の耐圧力の低きは、恐らくは掘鑿後上被の土砂除かれて空氣に曝露し、雨に濡れ、湧水の貯留したる、事情の爲に風化して本質を失ひたるものなるべく、又 2 號の上部及び下部に在る軟弱なる諸層は湧水排除の爲に、行はれたる pumping の爲に、地下水の激しき移動を惹起し、地層の實質を破壊したる結果に基づくものと見るべきが如し。

之等の正確判定を下す爲には此の根切の影響を受けず、且つ此の現場と状況の餘り異らざる程度に、接近したる所を根切部の周圍に於て少くとも 4 箇所、成るべく多數のボーリングを地表面より實施して、其の結果を比較對照し、判断して善後の處置を講ずるを最も適切なる方法と考へたるも、此の工事は工期切迫して、其の豫

図-15. 三井物産支店
地質柱状圖
(第 1 號)

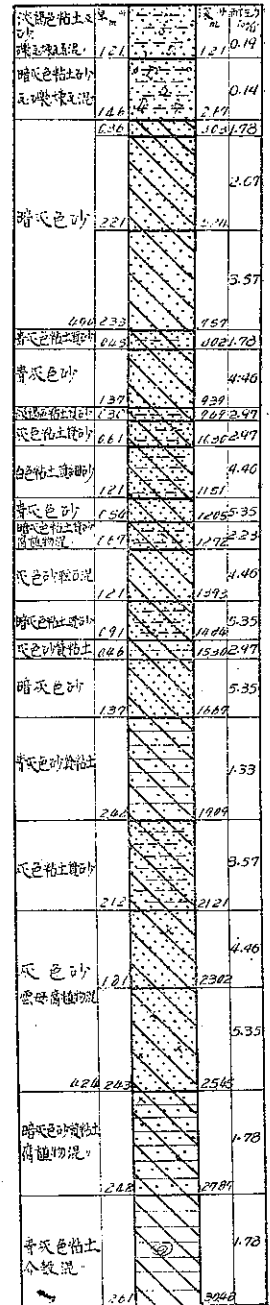
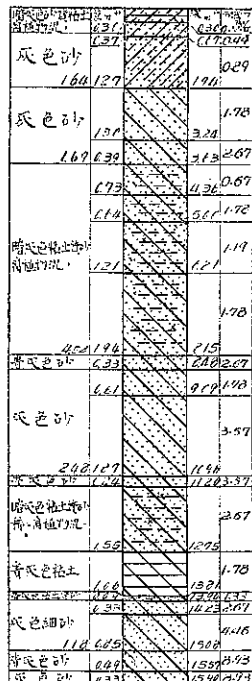


図-16. 日清製粉工場
地質柱状圖



なく實施し能はざりしは、基だ遺憾と謂ふべし。抑も斯の如き風化たる地盤又は変質したる地層に對して test pile を行ふことは、譬へば羊羹に箸を刺すが如く地盤を破壊することは疑ひなきも、其の打ちたる結果は地盤の強度測定の資料となり難く、荷重試験と共に唯迷ひを深めるに止るが如き觀を呈するは止むを得ざる次第なり。

故に此の如き場合には遺憾ながら正確なる判断は下し難き故に、根切作業の爲に disturb されざる以前の地盤は砂層を主とする洪積層にして、1t 以上 2~3t の耐圧力を有したるものと考へ普通の場合よりは多く沈下を見込み設計し、尙附近の建設物の爲に受くることあるべき、荷重に因る横圧及び附近掘鑿譬へば將來地下鉄道の建設の爲に起り得べき基礎以下の地盤の側方への押出しを豫防する目的を以て周圍全部の sheet pile を残し置く如きは善後方法の一なるべきかと思はる。

3. 建設物に要する敷地の地盤の原性質の損傷を防止する方法

第三記以前の固体を爲せる水成岩に在りては unbalancing 少しと考ふるも雨露寒熱の作用の爲には、其の性質を悪化するを見る。況んや未だ固体として石化し居らず、唯上下四圍の關係に因りて僅かに存在の位置を保ちつゝある、第四紀の洪積層若くは沖積層の諸層に在りては、上下四圍の狀況を取り除きて、之に雨露の乾濕、湧水の移動寒熱の作用等を自由に被らしむれば其の性質の悪化すべきことは見易き道理なるに關はず、古來土木又は建築方面の技術者の取扱ひ方は固体をなせる古き水成岩か又は火成岩と、若かき水成岩(洪積層及び沖積層)との扱ひ方とに就て殆ど無關心なる觀あり、強て其の扱方の違ひを索むれば崩壞に對して土留め矢板を施す程度なり。故に實際問題に際して種々の事故を起すことは、既に前項にて記述せるが如し。然らば敷地として利用せんとする土地の實質を害せず、完全に其の天然の性質を利用せんとするには聊か前以て覺悟を要するものと思ふ。

ち. 完全なる地質調査

先づ第一番に完全なる地質の調査の結果を齎すに足るべきボーリングを成るべく數多く施行し、地盤を組織する成分を天然の配合を失はざる程度に core として採取し、此の core が存在したる現場 (in situ) 天然の上下四圍の關係に於て、採取の瞬間に於て、其の抵抗力を測定し、尙進んでは同一天然を破壊せずして、地層の摩擦力を測定する等其他の方法を執り天然の位置關係に於ての地盤を構造する各層の物理的性質を明かにして設計の資料とすべきことなり。

り. 地質調査は必ず原形の儘なる地表より行はるべきこと

斯の如き調査を行はんとするには天然の地表より直接に行ふべきものにして、根切等をなして後行へば、地盤の天然性質を破壊せられ完全なる結果を得ること殆ど不可能なりとす。

ぬ. 試験杭は地表より行はるべきこと

test pile を行はんとせば上記の如く地表より完全なる boring をなして、其の結果に鑑み地表下何 m の如何なる層を目的とするやを決定して後、地表より打込むべきなり。此の場合に於て途中の地層の與ふる摩擦は試験の結果より差引くべきは當然なり。根切をなして行へば之は天然地盤を、益々破壊する作用をなすものにして害ありて益なし。

る. 荷重試験も亦地表より行はるべきこと

荷重試験を行ふ場合も前項ぬに於けると同一に地表より行ふべきものとす。

を. 根切したれば迅速に基礎工事を完了すべきこと

根切に着手したれば迅速に掘鑿し、迅速に基礎工作を完了すること肝要なり。其の掘鑿面積廣大にして迅速に完

了し難き場合には止むを得ざれば、全面積を必要なる深さに全部掘鑿せず、必要の面上に 1~1.5m の土砂を殘存せしめ、必要地面の風化を防止し諸準備完了したる時に至りて、一舉に此の土砂を排除して迅速に工事を進むるか、又は數區に分割して急速に進行すべきなりと思ふ。後の場合に於ては特に數區に分割施行したる結果將來に數區に分離せられざる様豫め適當なる工夫を施すを必要とするは論を俟たず。

4. 参 照

- A: 西尾式地質調べの槩 昭和 3 年 10 月
 B: 西尾銈次郎. 西尾式 Core-Borer と東京市地質調査結果の第一報 地学雜誌昭和 4 年
 C: " 日本鑛業會誌昭和 5 年
 D: K. Nishio: The Nishio Core-Borer, Proc. of the World Eng. Cong., Tokyo, 1929, Vol. VIII. p. 1-32.
 E: 西尾銈次郎. 第四紀層の Diagenesis (続成作用)に就て 小川博士還曆記念地学論叢昭和 9 年 3 月 23 日稿
 F: 西尾銈次郎. 東京市内に於ける特殊地質構造と地震被害との關係 建築雜誌昭和 6 年 11 月號
 G: 西尾銈次郎. Diagenesis に據る關東地方 Cainozoic Era の分界に就て(要旨) 地質学雜誌第 40 卷 (昭和 8 年) p. 804-805
 H: 西尾銈次郎. 大阪地方第四紀層の Diagenesis (続成作用)に就て(要旨) 地質学雜誌第 41 卷 (昭和 9 年) p. 344-347
 I: 西尾銈次郎. 土木及建築と地質調査 工学第 22 卷(昭和 9 年)
 J: 西尾銈次郎. 大阪市堺筋を南北に縦貫する断層に就て 地球第 18 卷(昭和 7 年 9 月) p. 159-181.