

## 附 録

### A. Wiegner の沈澱方法

本書の印刷中に Wien の Pollack 教授は Zürich の Wiegner 博士の考案した巧妙な沈澱分析法を著者に注意してくれた。此の方法は多くの點から考へて以前の方法よりも優れて居るから、これに就て簡単に説明することにする。

Wiegner の沈澱装置<sup>1)</sup>は下端を閉じた長さ 120 糎、直徑 5 糎のガラスの沈澱圓筒から出來て居る。沈澱圓筒の底から高さ約 26 糎の所でこれに平行に立てた直徑約 1.2 糎のガラスの測定圓筒が接續して居る。此の二つの圓筒の接續は測定圓筒の上側に取付けた括栓を閉ぢる様になつて居る。沈澱分析を行ふのは括栓を閉ぢ沈澱圓筒に泥土を注ぎ次いで兩圓筒の水面が大體同じ高さになる迄測定圓筒に蒸溜水を入れる。兩圓筒の開いた口をゴム栓で塞ぎこの装置を強く振る。次いで装置をつるし栓を取去り、接續括栓を開けると二つの圓筒はお互に連通する。沈澱管中を沈降する粒子は管中の水に一つの壓力を作用する。此の壓力は沈澱管の水表面から下方に行くにつれて増加する靜水過剩壓力として現はれ測定管中の水を上方に押し上げる。測定管及び沈澱管の水位差  $h$  は水柱中の分岐個所に於ける過剩壓力を示して居り、此の過剩壓力は分岐断面以上に浮遊して居る土粒子の重量に正比例して増加する。  $t=0$  即ち装置を揺つた直後では懸濁質は均質と見做され、此の瞬間に分岐個所以上に在る粒子の乾燥重量を

---

1) G. Wiegner; Über eine neue Methode der Schlämmanalyse. Zentralblatt für die gesamte Landwirtschaft. Bd. I (1920) Nr. 1. Autorreferat über landwirtschaftliche Versuchstationen, Bd. 91 (1918) S. 41-79.

$P_0$ とする。同時に沈澱が始まり土粒子は分岐断面を通して分岐個所以下の集合個所に沈降する。浮游する土の重量  $P$  は減少し水位差もこれと同時に低下する。扱て 2、3 分間毎に此の水位差を読み取り、これを用ひて水位差を時間の函数として示した曲線を畫くことが出来る。此の曲線は浮游させた土の粒徑曲線を求める際の基礎になる。

粒徑が  $d_1$  より小さく  $d_2$  より大きい土壌部分の重量  $\Delta P$  を決定する爲に最初 Stokes の公式 (130) に依つて、粒徑  $d_1$  及び  $d_2$  に對應する沈降速度  $v_1$  及び  $v_2$  を計算する。次いで

$H$  : 測定管の分岐個所と沈澱管の水面との高さの差。

$P_1$  及び  $P_2$  : 土量  $P_0$  のうち粒徑が  $d_1$  及び  $d_2$  より小さい部分の乾燥重量。

$t_1 = \frac{H}{v_1}$   $t_2 = \frac{H}{v_2}$  : 粒徑  $d_1$ 、 $d_2$  の粒子が區間  $H$  を沈降するに要する時間。

$h_0$ 、 $h_1$  及び  $h_2$  : 時間  $t=0$ 、 $t_1$ 、 $t_2$  に於ける、測定管及び沈澱管の水位差、

$dP$  : 粒徑  $d$  ( $d_1 > d > d_2$ ) が無限少差を有する部分に分割したときの一分割部分の重量。

$v$  : 此の分割部分の沈降速度

分割部分  $dP$  は  $t=0$  に於ては沈澱管  $H$  上に均等に分配されて居り、時間  $t$  後にはこの分割部分の各粒子は沈降するから、時間  $t$  に於て測定管の底以上に在るこの分割部分の粒子の數は次の様になる。

$$dP \left[ 1 - \frac{vt}{H} \right]$$

水位差  $h$  は分岐断面以上に浮游する土塊の重量と正比例して變化する。それ故

$$h = cP$$

である。 $c$  は一常數。 $t=0$  では  $P=P_0$   $h=h_0$  故に  $c = \frac{h_0}{P_0}$  時刻  $t_1$  に於ては、 $t_1 = \frac{H}{v_1}$  であるから既にその粒徑が  $d_1$  より大きいすべての分割部分は沈澱する。それ故に

$t = t_1$  では

$$\left. \begin{aligned} h_1 &= cP_1 = h_0 \frac{P_1}{P_0} = \frac{h_0}{P_0} \int \left( 1 - \frac{vt_1}{H} \right) dP = \frac{h_0}{P_0} \left[ P_1 - \frac{t_1}{H} \int v dP \right] \\ t_1 = t_2 \text{ では} \\ h_2 &= cP_2 = h_0 \frac{P_2}{P_0} = \frac{h_0}{P_0} \int \left( 1 - \frac{vt_2}{H} \right) dP = \frac{h_0}{P_0} \left[ P_2 - \frac{t_2}{H} \int v h P \right] \end{aligned} \right\} (1)$$

積分は粒徑が  $d_1$  及び  $d_2$  より小さい全分割部分に就て行ふ。時刻  $t_1$  から  $dt$  時間後には粒徑が  $d_1$  より小さい分割部分は  $\frac{dP}{H} v dt$  だけ分岐断面以下に沈降する。従つて水位差は同じ時間中に

$$dh = c \int \frac{dP}{H} v dt = \frac{h_0}{P_0} \int \frac{dP}{H} v dt = \frac{h_0 dt}{HP_0} \int v dP$$

だけ減少する。従つて

$$\int v dP = \frac{HP_0}{h_0} \left[ \frac{dh}{dt} \right]_{t=t_1}$$

この値を方程式 (1) に入れ  $P_1$  及び  $P_2$  を左邊に移すと次式をうる。

$$P_1 = P_0 \left\{ \frac{h_1}{h_0} + \frac{t_1}{h_0} \left[ \frac{dh}{dt} \right]_{t=t_1} \right\}$$

$$P_2 = P_0 \left\{ \frac{h_2}{h_0} + \frac{t_2}{h_0} \left[ \frac{dh}{dt} \right]_{t=t_2} \right\}$$

邊々引算すると

$$\Delta P = P_1 - P_2 = \frac{P_0}{h_0} \left[ (h_1 - h_2) + \left( t_1 \frac{dh}{dt} - t_2 \frac{dh}{dt} \right) \right] \dots (2)$$

公式 (2) から分割部分の  $\Delta P$  の値を圖解法で見出しうる。坐標系に於

て、横軸に時間、縦軸に  $h$  をとり縦坐標の縮尺を、 $h_0$  が ( $t=0$  の時の水位差) 同時に重量  $P_0$  を與へる様にえらぶ。次いで Stokes の公式に依つて  $v_1, v_2$  の値を計算しこれから  $t_1, t_2$  を決定する。扱て  $t_1, t_2$  の所で  $h_1$  曲線に二つの切線を引く。此の切線は縦軸を長さ  $h_1+t_1 \frac{dh_1}{dt}, h_2+t_2 \frac{dh_2}{dt}$  の區間に切斷する。 $h_0$  及び  $P_0$  の大きさは圖上では同じであるから此の長さの差は求める  $\Delta P$  の値を圖上で與へて居る。この圖解法は既に H. Gessner<sup>2)</sup> が發表して居る。

公式(2)に於て  $\Delta h$  の代りに  $dh$  を、 $\Delta t$  の代りに  $dt$  を入れると分割部分  $\Delta P = P_1 - P_2$  を計算で求めることが出来る。計算法の詳細並びに觀測誤差の補正方法は Wiegner の當初の取扱ひ方から推定しうるのであらう。

土の試料に豫備工作することに就ては、Wiegner 教授は 1923 年 12 月、著者に手紙で次の様に報告して來た。“吾々はこれに就て長い實驗を行つた。近い裡に私の弟子 René Gallay がこれを發表する筈である。摩擦(ビームに依る)に依つて絶えず振盪させると煮沸に依つて振盪する場合を比較した。此の方法から考へると發表された方法は土が電解質を有する場合には未だ尙十分でない。土の試料を一日中蒸溜水で Pukallkerze を通して洗滌して電解質を完全に含ない場合には煮沸は最もいゝ。土が洗滌されて居ない場合には煮沸すると凝結を促進させることになる。そのときにはアムモニアと共に振盪すれば有効である。沈澱分析の際大體 60 瓦の試料を装置に入れる。土が洗滌されて居るならば土の量は装置中に於ける分

2) H. Gessner, Der verbesserte Wiegnersche Schlammapparat. Mitteilungen aus dem Gebiet der Lebensmitteluntersuchung und Hygiene, Bd. 13 (1922), S. 238-243.

解に影響を與へない。(此の注意は殊に重要である。何故ならばこれは吾々の考へと反對のことを意味して居るからである。沈澱圓筒内の水柱を通して非常に異つた沈下速度を有つた種々の粒子が沈降する。従つて最も小さい粒子の平均速度は大きい粒子との避け難い衝突の爲に増大され、又粗い粒子の速度は減少する。その程度は懸濁表の濃度と共に増加する。著者の註) 電解質量が少いときでも凝結が生じこれは土量と共に變化する。

此の方法の唯一の缺點は沈澱管と測定管の水位差を十分精確に測ることが難しいことである。併し乍ら Gessner は測定管の水柱の水表面の沈下を連続的に一軸の廻りに廻轉するフィルムに撮影することに依つて此の難點を克服した。

改良した Wiegner の装置を機械的な實驗室から市販の形にすることが望ましい。何故ならば Wiegner の方法はこれ逆行はれたすべての他の方法よりも簡単なこと、精密、迅速な點で優れて居るからである。各大きな研究所がこの装置を採用するならば年々、基礎工技術上重要な土を澤山分析することが出来、又この様にして技術土壤學に大いに貢獻する可能性も亦與へられるであらう。

#### B. スエーデン國有鐵道の技術地質委員會の仕事

此の仕事に就ても亦數時間前に Stockholm の Wolmar, Fellenius 教授の通知で初めて知つたのである。1918 年 12 月 29 日 スエーデン國有鐵道の幹部は次の問題を解く爲に一つの技術地質委員會を任命した。鐵道網の地沈りに脅かされて居る區間の研究、地沈りの危險ある傾斜斷面の安全率の檢定、路線の安全化に對する建議の作製等であつた。1918 年以來委員會は Wolmar, Fellenius 教授(委員長) L. von Post(地質學者)、

土木技術者 John, Olson (鐵道専門家) から成立つて居た。J. Olson は同時に現場及び實驗室研究の秘書役であり又指導者であつた。

委員會はその問題の解決の爲に8年間研究に従事した(1914~1922)。その最も重要な結果は公報に集録してある。(Statens Järnvägers Geoteknik Kommission 1914~1922. Slutbetänkande avgivet till kungl. Järnvägsstgrelsen den 31 Maj 1922. 185 S. Quartformat, 108 Abb. im Text und 42 Tafeln) 報告の優れた點は觀測した土壤運動を非常に明確且一目瞭然たる様に圖上に示して居ることである。横断面には地質上の資料の外に試掘の際に行つた緊硬性實驗の結果をも掲げてあるから、これをみれば地層内の土質ばかりでなくその緊硬性に関する説明もえられる。此の方法に依つて安定性狀態の批判に對して支配的な土性上の要素が明瞭且一目でわかる様に圖示されて居る。土壤運動の際現はれる傾斜面の高さの變化を元の傾斜表面上に引いた層平面圖で描寫するといふ方法は注目に値する。

研究は300以上の傾斜断面に就て行ひ、そのうちの70は地這りの危険があることがわかつた。委員會の作製した提議は全體で路線56軒に對する安定化の規準に関するものである。委員會がその研究を進めるときの見解は著者が緒言で述べた考へと全面的に一致して居る。委員會は主として出来るだけ豊富な實驗試料を計畫的に整理し且土質認定の方法を確立することに努めた。

スウェーデン鐵道の地這り個所で觀測した無機質土壤は非層狀塊 (Moränen)、層狀塊 (礫 2~20粒、砂 < 2粒、沈泥、クレイ) に分けられる。現場研究は主として試掘、傾斜面の風土的記述及び土壤運動の觀測等である。ポーリングの道具は簡単な棒狀の試掘器である (Augar)。土の緊硬度

は試掘器を土中に押し入れるに必要な力から判斷した。試掘器が自重だけで入りこまないときには15、25、50、75、100 匁の荷重を段階的に加へた。100 匁以上の壓力を加へるには捲上げ装置を用ひた。試料の採取は、報告に記述した特殊な補助器具を用ひた。土壤運動の觀測の爲に用ひる固定點は1~1½米の深さに在る端をコンクリート塊中に埋めこんだ鐵の管で出來て居る。不動地盤中に埋込んだ鐵棒の上端と棒を挟みこむ様に取圍んで居る鐵の管の上縁との相對運動の測定に依つて緩慢な繼續的な土塊運動を確認した。

實驗室での仕事は主として土壤試料の含水量、緊硬性及び平均粒徑の實驗的決定を行つた。緊硬度は一定重量の金屬球を一定の高さから土の試料の平らにした面に落した際に喰込む深さから判斷した。平均粒徑は土壤試料の含水量及び剛性から間接に見積つた。上に掲げた土性的研究方法是恐らく粒體塊の物理學へ吾々の認識が深まるにつれて、尙多少變化せねばならない。

安定性を計算する際に委員會は土塊中の滑りが一つの圓筒面に沿ふて起るといふ假定を行つた。此の方法は正確さに於ては何等の缺點もないが、唯、支配的な要素である摩擦、凝集力の影響の批判に對する見解並びに研究さるべき傾斜の安定性と、その傾斜断面の (その性質は既に知られて居る) 安定性の比較に對する一つの根據を與へることに問題がある。この方法はその本質上著者の行つて居る比較現象に依つて眞の現象に代用して居る方法と同一である。

總括して述べるとスウェーデンの報告の發表は基礎工技術的研究の短い歴史の裡で重要な兵砦と識るべきであり、報告の意義はそのプログラムの範圍以上のものがある。基礎工技術的研究の最初の問題は研究方法の組織

化及び規準化並びに観測結果の圖式表示方法である。技術地質委員會は此の領域に於て、開拓者の仕事を成就したのである。

## 略 號 の 説 明

**D. Bauztg.**—Deutsche Bauzeitung.

**Eng. News**—Engineering News, New York.

**Eng. News-Rec.**—Engineering News-Record.

**Eng. Rec.**—Engineering Record.

**Int. Mitt. Bod.**—Internationale Mitteilungen für Bodenkunde,  
Wien-Berlin.

**Pap. a. Disc., Am. Soc.**—Papers and Discussions, American Society of Civil Engineers, New York.

**Phil. Mag.**—The Philosophical Magazine, London.

**Proc. Am. Soc.**—Proceedings of the American Society of Civil Engineers, New York.

**Trans. Am. Soc.**—Transactions of the American Society of Civil Engineers, New York.

**Wien, Ber.**—Sitzungsberichte der k. Akademie der Wissenschaften, Abteilung IIa.

**Woch. öst. I.-u. A.-V.**—Wochenschrift des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereins, Wien.

**Z. d. öst. I.-u. A.-V.**—Zeitschrift des österreichischen Ingenieur- und Architekt-Vereins, Wien.

**Z. d. V. deutsch. Ing.**—Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Berlin.

**Z. f. Bauw.**—Zeitschrift für Bauwesen, Berlin.

## 文 献

- 1). Terzaghi, Die Unzulänglichkeit veröffentlichter Baubeschreibungen. Z. d. öst. I.-u. A.-V. 1917.
- 2). Ramann, Bodenkunde, 3. Aufl., 1911, S. 291. Vorschrift des Verbandes landwirtschaftlicher Versuchstationen in Deutschland.
- 3). コンクリート構造物施工細則、ドイツ鐵筋コンクリート委員會の決定せるもの。1915年10月
- 4). Papers a. Disc., Am. Soc., 21. Jänner 1920.
- 5). V. Pollack, Über Rutschungen im Glazialen und die Notwendigkeit einer Klassifikation loser Massen. Jahrb. d. k. k. geologischen Reichsanstalt, 1917, Bd. 97, S. 456.
- 6). G. H. Darwin, On the horizontal thrust of a mass of sand. Exc. Minutes of Proc. of the Inst. of Civil Engineers. Vol. LXXI, Session 1882-1883.
- 7). Ramann, Bodenkunde, 3. Aufl. 1911, S. 309.
- 8). Veitmayer, Vorarbeiten zur Wasserversorgung der Stadt Berlin, 1871 und Forts.
- 9). Ramann, Bodenkunde, S. 355.
- 10). Z. f. Bauw., 1892. S. 355.
- 11). Über den Einfluß des Grundwasserstandes auf die Tragfähigkeit von Sandbettungen. Z. d. Öst. I.-u. A.-V., 1903. S. 445. Aus de Ingenieur. 1903. Nr. 12.
- 12). Main Cofferdam Keyham, England, Dockyard, Eng. Rec. 1909. I. S. 358. Nach. Proc. of Inst. of Civil Engineers.
- 13). Nádory Nádor, Die Häfen von Triest und Fiume im Jahre 1895. Z. d. Öst. I.-u. A.-V., 1896 S. 65 und S. 243. J. Wilfan, Der Hafen-

- bau von Finme, Z. d. öst. I.-A.-V., 1874. S. 257. の中では未だ浮泥層に関しては言及されて居らず唯上部2米の厚さは浮泥から成立つて居り其の下は8米の深さに岩盤があり粗粒子の僅かクレイを混じた砂である、といふことが記述されて居る。
- 14). F. Böhmkes, Der Bau des neuen Hafen von Triest. Z. d. öst. I.-u. A.-V., 1879, S. 99. ボーリングの結果に依ると海底下20米の深さ迄は浮泥が存在して居る。最上層は黒色で液状であり、その下部では青色クレイが混じて幾分緊硬になり、終には密な僅か砂を交へたクレイへと變つて居る。
  - 15). 例へば Wintgen, Beiträge zur Geologie Nordhollands 1911. を参照せよ。
  - 16). Pap. a. Disc., Am. Soc., January 19th Tabelle 2. S. 351.
  - 17). 16) 参照。
  - 18). Terzaghi, Erdwiderung auf die Abhandlung, Jacob Feld, Lateral Earth pressure. Proc. Am. Soc., Nov. 1923.
  - 19). Ramann, Bodenkunde, 3. Aufl. 1911, S. 316.
  - 20). Ingersoll-Zobel, Mathematical Theory of Heatconduction, Ginn and Co., Boston, New York 1913.
  - 21). Jacob Feld, Lateral Earth pressure. Pap. a. Disc. Am. Soc., March 7, 1923.
  - 22). Lang, Forschungen d. Agrikultur-phys., S. 109.
  - 23). M. Förster, Taschenbuch für Bauingenieure, 3. Aufl., S. 359.
  - 24). Gründungsarbeiten in Sibirien. L. d. Öst. I.-u. A.-V., 1905. I. S. 535.
  - 25). 土壤學の文献中には技術上重要な観測結果がある。例へば Ramann, Bodenkunde, S. 403. 土壤の熱交換参照。
  - 26). A. Atterberg, Die Plastizität der Tone. Int. Mitt. Bod., 1911. Heft 1. 農業家に対してのみ問題となる區別記號を掲げてある。

- 27). Atterberg, Die Konsistenz und Bindigkeit der Böden. Int. Mitt. Bod., Bd. II, Heft 2/3
- 28). 最初の三つの欄は A. Atterberg, Die Plastizität der Tone, Int. Mitt. Bod., Heft 1. に依る。
- 29).  $e$  は材料の空隙率、 $A$ ,  $F$  及び  $P$  は塑性限界、液状限界及び塑性指数を空隙率で表はしたものである。
- 30). Die Plastizität der Tone. Int. Mitt. Bod., 1911, Bd. I, Heft I.
- 31). Bischoff, Die feuerfesten Tone, 1904. S. 76.
- 32). United States Geological Survey, Bull. 388, 1909.
- 33). 30). 参照
- 34). H. Puchner, Inaugural Dissertation, Leipzig 1889.
- 35). Vergleichende Untersuchungen über die Kohäsionsverschiedener Bodenarten. Int. Mitt. Bod., 1913.
- 36). Die Konsistenz und die Bindigkeit der Böden. Int. Mitt. Bod., 1912 Heft 2/3.
- 37). H. Ries, Clays: Their Occurrence, Properties and Uses. John Wiley, New York, 2nd ed, 1908. S. 155, und Geological Survey, Final Reports, Vol. VI, 1904. S. 90.
- 38). Die Konsistenz und die Bindigkeit der Böden. Int. Mitt. Bod., 1912 Heft 2/3
- 39). 38). の S. 22.
- 40). 38). の 圖-21.
- 41). 38). の S. 39.
- 42). 38). の S. 38.
- 43). Simon Johanson, Die Festigkeit der Bodenarten bei verschiedenen Wassergehalt. Sveriges Geologiska Undersökning, Arsbok. 7 (1913). Nr. 3.

- 44). 38). 参照
- 45). V. Pollack, Über Rutschungen im Glazialen und die Notwendigkeit einer Klassifikation loser Massen. Jahrbuch der k. k. geol. Reichsanstalt, 1917, Bd. 67, 3 u. 4. Heft S. 456.
- 46). 45). の抄録
- 47). Pollack の表では如何なる方法で剛性指数を決定したかは推測しえない。
- 48). 括弧内の数値は Pollack が土壌階級に對する例として引用した土壤に關するものである。
- 49). Proc. Am. Soc. March 1922.
- 50). Ramann, Bodenkunde, 3. Aufl. S. 44.
- 51). 50). 参照
- 52). 此の値は、Atterberg, Die Plastizität und Bindigkeit liefernden Bestandteile der Tone. Int. Mitt. Bod., 1913. からとつた。
- 53). Proc. Am. Soc., March 1922, S. 5540.
- 54). 52). 参照
- 55). 52). 参照
- 56). Proc. Am. Soc., March 1922. S. 554.
- 57). A. Atterberg, Geologiska Förhandlingar, 1908. S. 31.
- 58). Papers a. Disc., Am. Soc., 18. Jänner 1922, Table I, S. 555. 供試體は標準砂で製作した。
- 59). Proc. Am. Soc., March S. 1922. S. 547.
- 60). 59). 参照
- 61). 59). の S. 542.
- 62). Owens, Experiments on the settlement of solids in water. Geographical Journal 1911. S. 59.
- 63). Transactions of the Cambridge Philosophical Society 9(1850) = G. G. Stokes, Mathematical and Physical Papers, Cambridge 1901, S. 60

- 64). Transactions of the Faraday Society, Oct. 1922, S. 53-56.
- 65). Stokes の公式 (8) に依れば沈澱する最大粒子の直径は 0.021 粒になる。
- 66). Studien über Tone. 1. Allgemeine Einleitung zur Chemie und physikalischen Chemie der Tone, Upsala 1916. 2. Automatisch registrierende Methode zur mechanischen Bodenanalyse, Upsala 1918.
- 67). Die Plastizität und Bindigkeit liefernden Bodenteile der Tone. Int. Mitt. Bod. 1913, S. 15.
- 68). 67). の S. 14.
- 69). Mémoires de l'Académie Royale de Sciences, Vol. 10, p. 161, 1785 及び Amontons, ebenda, 1699.
- 70). Philosophical Transactions, 1829, 及び Zeitschrift des Architekten-Vereines Hannover, 1861. nach Chwolson, Handbuch der Physik.
- 71). Nouvelles expériences sur le frottement. Paris 1833.
- 72). W. B. Hardy und Flight Ltn. T. V. Hardy, Note on static friction and on the lubricating properties of certain chemical substances. The philosophical Magazine. London Vol. 39. Nr. 223, S. 32-35. July 1919.
- 73). W. B. Hardy and (Mit) J. Doubleday. Lubrication: The Temperature Coefficient. Proceedings of the Royal Society, Sept. 1922. S. 487-492.
- 76). 73). 参照
- 77). 73). の論文に掲げてある実験に依れば表流に依る一次的膜の潤滑の際でも完全に同一の摩擦係数を生ずる。(例へば Tabelle III, Glas auf Glas mit Ethylalkohol: 0.6512-0.3901, oder Stahl auf Stahl mit Butylalkohol: 0.3922-0.3906-3901).
- 78). 著者は Hardy の準備手段を観測することなしに行つたイギリス製の精製したリジン油に關して行つた実験ではガラス板に荷重をかけてから24時間

- 後に摩擦係數 0.183 をえた。
- 79). Discussion on Lubrication, held at the Imperial College of Science and Technology on November 28th 1919. Proceedings of the Physical Society in London, 1920.
- 80). Terzaghi, New facts about Surface-Friction. Physical Review. July 1920. 此の論文の作製の際著者は尙、Rennies (面壓力及び摩擦係數間の關係) 及び Seelheimes (僅少な静力學的過剩壓力の際のクレイの透水性) の研究結果は缺點のない観測を基礎として居ることを確認した。後に行はれた實驗的研究ではこの様なことは起らなかつた。
- 81). 接觸面は赤鐵粉末で磨いてから水と石鹼で綺麗にする。
- 82). Terzaghi, New facts about Surface-Friction. Physical Review, July 1920.
- 83). Chwolson, Traité de Physique, 1912, I. p. 638.
- 84). 著者の實驗
- 85). Molecular structure of thin films of Palmikic Acid on water. Proceedings of the Royal Society, July 1st. 1921. S. 336-351.
- 86). Chemical reactions on Surfaces. Transactions of the Faraday Society, May 1922. S. 607-620.
- 87). 非常に活性な潤滑剤を用ひた際大きな面壓力に依つて膜を押し除けることが出来るかどうかは未だ未解決のまゝである。非常に大きな面壓力に依つて潤滑剤の摩擦減作用が一部分に消失することは機械技術者には素知の事實である。潤滑剤と固體間の物化學的交互作用は非常に複雑であり、その本質上未だ全くその現象は洞察しえないから、本性を確認することは當分諦めなければならぬ。
- 88). H. Chatlay (Cohesion, Phil. Mag., Aug. 1920, S. 213-217) は壓力を受けずに接觸して居る剛體間の附着強度は分子間の引力に等しいと考へた。(one intermolecular cohesion-bond) 著者は三つの剛體が壓力を受けず



- に接觸して居る際には空氣中の剛體表面は吸着ガス層で蔽はれて居るからこの剛體の分子間の直接の交互作用は現はれない。且、附着強度は吸着ガス層間の交互作用に依つて生ずるといふ見解を有して居る。
- 89). Franke 教授が Poirée の實驗資料から導いた處の表面の乾燥した鋼上の鑄鐵の摩擦に関する公式  $f=0.29 e^{-\frac{c}{50}}$  ( $c$  は周邊速度(米)) を参照せよ。又、Försters Taschenbuch für Bauingenieure, 3. Aufl. 1920, S. 146 の運動の摩擦係数を参照せよ。
- 90). S. Fuchs (Physikalische Zeitschrift, 1. April 1921, S. 213-218) に依れば乾燥した金屬表面の運動の摩擦係数は滑り面に含まれて居る空氣膜の粘性に依つて決定される。速度が小さいときの此の値は摩擦して居る物體の化學的性質に關係するから此の考へ方は少くとも速度が小さいときにはよくあてはまる。
- 91). Terzaghi, Old Earth pressure Theories and New Test Results. Eng. News-Rec., 30. Sept. 1920, p. p. 632-637, 及び Erwiderung auf Jacob Felds paper in Pap. a. Disc., Am. Soc., August 1923.
- 92). Pap. a. Disc. Am. Soc., Jan. 17th, 1917. Fig. 1.
- 93). 92). の Fig. 10.
- 94). 92). の Fig. p. 1183.
- 95). Pap. a. Disc, Am. Soc, Jan. 1st, 1920, Fig. 6-10, p. p. 923-925.
- 96). 91). の p. 637.
- 97). Berichte des "Bureau des Recherches scientifiques et industrielles," Auszug in L'ingenieur industriel, London Oct. 1920. S. 6-7.
- 98). 著者の研究。
- 99). 滑りは結晶長軸に平行に 3 種の結晶面に沿ふて起る。
- 100). 膠質浮泥は表-19 の海粘土 VI の沈澱生成物である。乾燥した膠質浮泥の實驗を行ふにはこれを塑性状態に於て 3 種の厚さの薄板にし、これを空氣乾燥したる後その表面をこすつた。

- 100a). Pap. a. Disc., Jan. 21st, 1920. Fig. 11~18.
- 101). 著者の實驗
- 102). 零摩擦は 2 瓦/種<sup>2</sup> の程度の大さである。剛體表面に於ける物質の摩擦はこれよりもつと小さい。
- 103). Transactions of the Faraday Society, Oct. 1922, p. 53-56.
- 104). Pap. a. Disc., Am. Soc., March 1922, p. 546, 及び Zschokke, Chemische Technologie der Neuzeit, Bd. 1, S. 775.
- 109). Proc. Am. Soc., March 1922, p. p. 557-579.
- 110). The Laws of Elastico-Viscous Flow. Proceedings of the National Academy of Sciences, May 15, 1917.
- 116). 記號は表-21 に依る。
- 117). 記號は圖-11 に依る。(水平區間並びに時間-壓力圖)
- 118). 第一欄に掲げた彈性係數  $E$  の最大値。
- 119). 表-21 の記號。
- 120). 圖-11 の記號(垂直區間、時間-壓縮圖)
- 121). 18). に同じ。
- 122). 荷重の急激な上昇は環に詰めこんだ砂塊に就ては行ふことが出来るがロームやクレイでは行ひえない。何故ならば急激な壓力上昇の際には壓力に僅かの偏心があつても動水學的摩擦(第9節 e)) の係数が非常に小さい爲にロームと濾過層が側面に絞り出されるからである。それ故壓力を上昇させるには用心深く、且ゆつくりと行はねばならない。
- 123). 上に掲げた様に荷重を取去つた後秤量してクレイの含水量を決定する際に、クレイは荷重を除いた直後水を吸込み従つて秤量したとき實際の値より大きくなる危険がある。沈泥や砂の實驗にはこの方法は實際上應用出来ない。併し乍ら著者は粘着性土壤の實驗ではその透水性が非常に小さいから満足な結果がえられるといふことを確信しうる。輪中に在る厚さ 1 種のクレイを 18.9 瓦/種<sup>2</sup> の繼續荷重をかけた後に荷重を取去り、その半分の

高さ迄水につけると、下にあてた濾紙を通して水を吸込みうる。含水量は1時間で0.15%、24時間後に3.55%増加し4日後に初めて、正常の値、即ち荷重0に對應する値に達する。それ故輪から荷重を取去りクレイ層を試ふに必要な二分の間の含水量の増加は無視しうる。

- 124). „Die physikalischen Grundlagen des technisch-geologischen Gutachten“ Z. d. Öst. I.-u.A.V., Sept. 1921. に著者が発表した種々のローム及びクレイの膨脹曲線の方程式では  $p_l$  の値が非常に小さいから省略した。
- 125). Pap. a. Disc. Am. Soc., August 1920.
- 131a). B. A. Smekal, Festigkeit und Molekularkräfte. Z. d. Öst. I. u. A.-V. 1922, S. 217, A. A. Griffith, The Phenomena of Rupture and Flow in Soils. Phil. Transactions, Royal Society, London, A. 221, p. p. 163-198, 1920.
- 132). Die Plastizität und Bindigkeit liefernden Bestandteile der Tone. Int. Mitt. Bod., 1913.
- 133). American Building Stones, Watertown Arsenal, Report 1894.
- 134). F. C. Thompson, The Elastic Strength of Materials, Faraday Society, Transactions 11, p. p. Oct. 1915.
- 135). Tranbe に依る  $p_0$  の値は F. C. Thompson, The Elastic Strength of Materials, Transactions of the Faraday Society, Vol. XI, 1915, Part I. に掲げてある。E 及び  $m$  の値は G. W. C. Kaye and T. A. Laby, Physical and Chemical Constants, 3d edition 1919. 18 °C のときの値である。
- 136). 砂では  $c_v$  の値は粒子の性質に關係し  $c_a$  の値はその上砂の構造に關係する。  $c_a$  の値は砂に對しては内部滑り抵抗  $f$  の値からではなく内部摩擦 (表-33) の極値  $f_{II} = ig\varphi_{II}$  から決定される。クレイ I, IV に對する  $c_a$  の値を計算するときには毛細管壓力が荷重上昇の際に蒙る遞減を考慮しな

ければならない。此の遞減の程度は弾性係數  $E$  (表-21) の極小値及び極大値の間の状態から與へられる。

- 137). Hydraulik, S. 424.
- 138). Mündliche Mitteilungen des mit der Materialprüfung betrauten Chemikers Mr. R. R. Coghlan.
- 140). D. C. Henny and E. G. Hopson, U. St. Recl. Serv., Experiments on Material for Cold Springs Dam, Umatilla Irr. Proj., Oregon. Eng. News I., and T. A. Noble, North Yakima, Experiments on Cold Springs Dam and for a projected dam, which was abandoned. Ebdenda.
- 141). Terzazhi, Die Berechnung der Durchlässigkeitsziffer der Tone aus dem Verlauf der hydrodynamischen Spannungserscheinungen. Sitzungsberichte der Wiener Akademie der Wissenschaften. Math.-naturw. Klasse, Abt. IIa, 1923.
- 142). A. Hazen, 24th Annual Report of the State Board of Health of Massachusetts for 1892 and A. Hazen, The Filtration of Public Works Supplies, New York 1895.
- 143). Slichter, Annual Report of the United States Geological Survey 19<sup>th</sup> (1899) p. 311.
- 144). Ph. Forchheimer は 1902 年に既に Seelheim の發表した實驗結果を基礎として (Zeitschr. f. analytische Chemie, 19, 1880, S. 387) クレイの透水係數に對する公式を導いた。(Z. d. V. deutsch. Ing., 45, 1901, S. 1737). 此の公式は換算すると次の形になる。

$$k = 1.3 \times 10^{-8} \frac{e^2}{1+e} \text{ (糎/秒)}$$

$e$  は空隙率である。

此の公式は 12 °C で  $e=0.665 \sim 0.50$  の間に適用される。併し此の公式は著者の測定結果と比較して非常に大きい透水係數値を與へるから Seel-

- heim の取扱つた材料は化學的な觀點から考へればクレイであつたらうが粒子の大きさと機械的な組成からはクレイではなかつたと考へねばならない。クレイは含水量が僅少なときは大きな勾配に對してやつと透水性になるといふ。Seelheims の結果は實驗方法が不完全であつた爲にすぎないのである。何故ならば半剛性緊硬度のクレイの透水係数は間接法に依つて見出されるのみであり Seelheim は彼の係数は單純な透過實驗から導いて居るからである。
- 145). 幾何學的假定を選ぶ際には性質を可成り詳細に形式化する必要がある。併し乍ら異つた幾何學假定をしても、この假定では粒子の形状、空隙率及び水筋の寸法の間で成立して居る關係を大體の見當で計算に入れて居るときには、同じ様な曲線がえられることが示された。此の事情があるから公式(45)はその基礎を簡單にあとで檢定したときに考へるよりも、ずつと適切に  $\mu$  と  $\epsilon$  の間の關係を記述して居るのである。
- 146). Terzaghi, Versuche über die Viskosität des Wassers in sehr engen Durchgangsquerschnitten. Zeitschrift für angewandte Mathematik und Mechanik, 1924.
- 147). Atterberg, Die Plastizität und Bindigkeit lieferuden Bestandteile der Tone. Int. Mitt. Bod. 1913.
- 148). Atterberg, Die Konsistenz und die Bindigkeit der Böden. Int. Mitt. Bod., 1912, Bd. II, Heft 2/3.
- 149). Bodenkunde, 3. Aufl.
- 150). Washington, 19th Annual Report of the U. S. Geological Survey 1897-98, Part 2, p. 109.
- 151). Sul moto dell'acqua attraverso i terreni permeabili, Neapel 1895; Di alcune determinazione sperimentali sui coefficiente di filtrazione, Neapel 1896.
- 152) Terzaghi, Der Grundbruch au Stauwerken und seine Verhütung. Die

- Wasserkraft, 1922.
- 153). 浮力を差引く。
- 154). The Dynamics of Capillary Flow. The Physical Review March 19 21, p. 273.
- 157). Whitney, Exp. Station Record, 1891, 4, p. 17, nach Raman Bodenkunde.
- 158). Ramann, Bodenkunde.
- 159). Capillary Syphoning through soils. Eng. News-Rec. Nov. 11. 1920, p. 933.
- 160). 眞の空隙率と含水量から計算した空隙率が一致することからわかる様に空気がプリズムの内部に入りこむ點迄を問題にして居るのである。此の點を過ぎれば計算した空隙率は水の容積と乾燥實質の容積の状態に對する目安になるにすぎない。
- 161). Haberland に依れば亦水に浸された土層表面に於ける蒸發は自由水表面に於けるよりも急速に起る。
- 162). Masure, Forsch. Agrik-Physik., 4, S. 136, nach Ramann, Bodenkunde, 3, Aufl. 1911. S. 351.
- 163). 飽和状態に比較しての水蒸氣の量。
- 164). Hensele, Forsch. d. Agrik-Physik, 1893, S. 311, nach Ramann, Bodenkunde, 3, Aufl. S. 352. 厚さ 30 糎 の非常に水量の多い土層表面に於ける蒸發。
- 165). Hydraulik, p. 494.
- 166). 實際には此の位置は第一の期間中では築堤の山側に傾き此の期間の終りになつてから水側に後退する。著者は此の事情を省略した。
- 166a). 壓力  $p_k$  から毛細管壓力の最大値  $p_k'$  迄これ以上の上昇は (公式 (30 b) 表-21) 既に乾燥された部分に於て行はれうるだけである。連らなり合つて居る空隙水の表面以下の壓力状態を批判するときにはこれは問題になら

い。

166b). Die physikalischen Grundlagen des technisch-geologischen Gutachtens, Z. d. öst. I. u. A.V., 1921, Tabelle V, Nr. 2. Serie 2 の壓力  $p=0.75 \text{ 吨/糎}^2$  のときの係數  $k$  はこの  $3.73 \times 10^{-7}$  ではなく  $4.78 \times 10^{-7}$  糎/秒である。

167). Rhone-Delta の海岸線は年平均 2 米移動する Mississippi-Delta では所によつては 100 米も移動する。

—(完)—

# 土 質 力 學 1

(譯者紹介—東京帝大工學部卒)  
(内務省土木試驗所勤務)

昭和 18 年 9 月 26 日 印刷

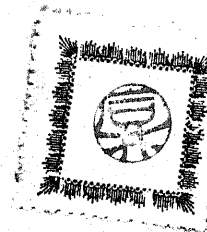
昭和 18 年 9 月 30 日 發行

(出版會承認 い 80088)  
3,000 部發行

定價 ⊕ 4.50 圓

特別行爲稅  
相當額 .20 圓

合 計 4.70 圓



翻譯者 石 井 靖 丸

發行兼  
印刷者 堀 江 關 廳

東京都小石川區諏訪町55

配給元 日本出版配給株式會社  
東京都神田區淡路町279

發行所 常 磐 書 房

(出版會々員 120522)

東京都小石川區諏訪町55

電話小石川 (85) 1316

振替東京 71758

新刊・各地書店又は發行所へ註文を乞ふ

ラザラス・ホワイト著  
内務技師 後藤 憲一 譯

## 締切工論

A5判並製・價 4.50 送 .20

本書は Cofferdams の完譯である。原著は最近版にして我國に十指を屈する程しかない貴重な文獻である。締切工事は堰堤水門閘門樋管橋梁の如き河川及水力工事、繋船岸船渠の如き海工事、上下水道地下鐵道工事等凡そ水又は水土と關ふ諸工事の核心で、構築土木の中核をなすといふも過言ならず。然るに之に關する諸問題は極めて複雑、殊に水と水土はその性質未解決分野に満たさるゝを以て、本問題に關し未だ日本語は勿論英獨語にて著されたる一成書なし。

本書の原著者は米國に於ける各種巨大工事を實施せる豊富な經驗に基き著述せるものにして半知半解の數値數式を羅列せるものと異り實地家の汗を感じ、之を學究的立場より見るとき理論を裏付ける實地として深き示唆を受くるであらう。

今後大東亞圈に展開すべき幾多大工事に直面する我技術者にとり是亦敵の糧を奪ひ我藥囊中のものたらしむると云ふを得べし。

主要目次一締切工水理學・洗掘・土の側壓・山留工・施工計畫(ポーリング締切型式・河川横斷順位・締切閉塞・洪水防禦・洗掘防禦) 施工實例(土堤締切・單列壁土堤締切・單列壁締切・オハヨ河型締切・複列壁土堤締切・複列鋼矢板壁土堤締切・鋼矢板半圓形窩房締切・鋼矢板圓形締切・鋼矢板圓形窩房締切・木工梓締切・鉛直桁杭並水平矢板による山留工)

東京小石川 常磐書房 振替東京  
諏訪町 七一七五八