

## Philipp Forchheimer と Karl Terzaghi

### 1. はじめに

Philipp Forchheimer (フィリップ・ホルヒハイマー) といえば、水理学や土質力学の地下水分野でその名が知られている。オーストリアが生んだ偉大な水理学者である。ウィーン市内には彼の功績を称えて1959年にホルヒハイマー通りが設けられた(写真-1)。

1999年8月、オーストリアのグラーツ(Graz)市において第28回国際水理学会 IAHR Congress, 「Memorial Symposium P. Forchheimer & A. Schoklitsch」(ホルヒハイマー・ショックリッツの記念シンポジウム)が開催された。講演の冒頭を飾ったのはグラーツ工科大学の Heinz Bergmann (ハインツ・ベルグマン) 氏講演の “Philipp Forchheimer—A Biographical Sketch” (フィリップ・ホルヒハイマー—その生涯) であった。この論文はホルヒハイマーの一生がエピソード風に紹介しており、彼の学究業績も詳しい。さらに、特筆すべきは彼の門弟の一人、土質力学の祖 Karl Terzaghi (カール・テルツァーギ) との交流が詳しく紹介されていることであ



写真-1 ウィーン市23番地のホルヒハイマー通り  
(photo: W. & D. Pauer より)

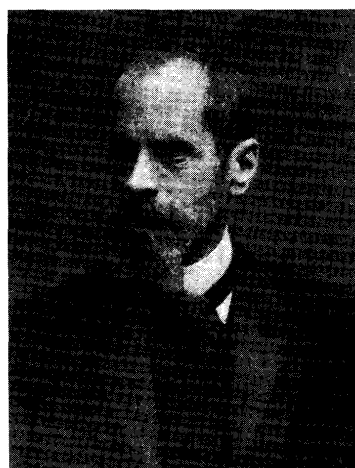


写真-2 フィリップ・ホルヒハイマー (グラーツ工科大学 1895年)

る。

そこで、同会議で講演「日本の水理学におけるホルヒハイマーとショックリッツの貢献」も行った筆者の一人佐藤が地盤工学会の会員の方々にも参考になると考え、土質力学分野に携わる西林を筆者に加え、この論文の執筆者、グラーツ大学ベルクマン教授とともにこれらの要旨をここに紹介する。

### 2. フィリップ・ホルヒハイマー (1852~1933)

ホルヒハイマーは、1853年オーストリア、ウィーンに生まれた。彼の主な経歴を表-1に示す。簡単に紹介すると、ウィーン工科大学、ついでチューリッヒ工科大学に学び1873年卒業後、オーストリアで、当時大きく発展を遂げつつあった鉄道工事の技師として活躍、1878年にはドイツの水道事業に携わった。アーヘン工科大学に招かれ、1885年に有給講師となった。

表-1 ホルヒハイマーの経歴

07.08.1852	Born in Vienna/Austria
1852~1868	Childhood and education in Vienna/Austria
1868~1873	University studies in Austria and Switzerland
1868~1869	Technical University Vienna
1869~1873	Polytechnical University Zurich, Engineering Diploma
1873~1880	Engineering practice in Austria and Germany
1873~1878	At different railway constructions in Austria
1878~1880	At water supply constructions of Aachen/Germany
1880~1894	Technical University Aachen/Germany
1880	Unsalariated University Lecturer
1881	Assistant at the Chair of Hydraulic Engineering (Prof. Otto Intze)
1882	Doctor degree at the University of Tubingen/Germany
1885	Salaried University Lecturer
1887	Titular Professor
1889~1890	Absent on leave at the Royal Ottoman Engineering University of Constantinople as Professor for Hydraulic and Bridge Engineering
1891~1894	Ordinary Professor for Hydraulic Engineering in Aachen
1894~1913	Technical University Graz/Austria
1894~1913	Ordinary Professor for Hydraulic Engineering
1896~1897	Rector of the Technical University
1900	Honoured with the Order of Iron Crown, III Class
1901	Corresponding member of the Academy of Sciences in Vienna
1914~1919	Engineering University of Constantinople/Turkey Director and Manager of reorganization of engineering education
1919~1933	Emeritus in Vienna/Austria
1925	Regular member of the Academy of Sciences in Vienna
1930	Honorary Doctor (Dr. techn. h.c.) of the Technical University Vienna
02.10.1933	Died in Vienna/Austria

## ニュース

アーヘン工科大学奉職中、2年間招聘されてオスマン・トルコのコンスタンチノーブル技術大学（現イスタンブール）で教授として教鞭をとり、1894年母国のグラーツ工科大学に水工学の正規教授として就任した。以降20年間にわたって、教育研究活動を続けた。この間、数々の研究業績をあげる一方、当時、衛生の面から各国とも近代化に力を入れていた水道事業の建設はもとよりいろいろな分野において、国内外の実務面でも大いに活躍した。このグラーツ工科大学における業績によって、彼は世界的に著名な水理学者となった。

彼が20年間の学究業績をもとに集大成した著書 *Hydraulik* は世界的に不朽の名著として知られている。

第一次世界大戦がサラエボ事件を引火点として勃発した1914年、ホルヒハイマー61歳の時、オーストリアと同盟国側にあったオスマン・トルコのコンスタンチノーブル技術大学に学長として赴任した。

第一次世界大戦終了後、1919年ウィーンに戻り、現役引退後は、精力的に水理学を中心にした多くの本を執筆・出版している。主な出版物が表-2に示されている。ところで、ホルヒハイマーは偉大な研究者であったが、優れた教育者でもあった。彼の教え子には、

Friedrich Schaffernak (フリードリッヒ・シャフェルナーク 1881~1951)

Karl Terzaghi (カール・テルツァーギ 1883~1963)

Armin Schoklitsch (アルミン・シヨックリッツ 1888~1969)

Hermann Grengg (ヘルマン・グレング 1891~1978)

らが、後に偉大な業績をあげた技術者・研究者として名を連ねる。ホルヒハイマーは、数々の業績を残して、1933年の秋ウィーンで81歳の生涯を閉じた。

### 3. フィリップ・ホルヒハイマーとカール・テルツァーギ (1883~1963)

ホルヒハイマーがこの世を去った、その10月2日、彼の弟子として、追悼文を書くことを依頼されたテルツァーギは50歳の誕生日を祝っていた。ホルヒハイマーの妻から訃報の連絡を受け、追悼では次の言葉で彼をたたえている。

「His restless, never satisfied desire to gain an even clearer and more profound insight into things inspired this rich life to the very end. The name Forchheimer will live on forever in the history of modern technology」(訳：彼の休むことまた決して満足すること無く、より明確に、もっと深い洞察をと事象を追い求める姿勢が彼の人生を最後まで充実した豊かなものとした。ホルヒハイマーの名前は近代技術史のなかで永遠に輝き続けるであろう。)

さて、テルツァーギは「圧密理論」によって土質力学の基礎を築き上げた研究者であるが、水理学の研究者ホルヒハイマーとどのようなつながりがあったのであろうか。圧密理論の基礎「全応力=間隙水圧+有効応力」を生み出す素地をホルヒハイマーとの関係から推測すると興味深い。

テルツァーギは当時オーストリアに属したプラハ出身

表-2 フィリップ・ホルヒハイマーの主要出版物の抜粋

1883	Über Sandruch und Bewegungsercheinungen im Inneren trockenem Sandes	Inaugural-Dissertation zur Erlangung der Doctorwürde in der Naturwissenschaftlichen Facultät der Eberhard-Carls-Universität in Tübingen Aachen 1883, in Sulbstverlage des Verfassers
1884	Englische Tunnelbauten bei Untergrundbahnen sowie unter Flüssen und Meeresarmen	Aachen, Verlag von J. A. Mayer, Königliche Hofbuchhandlung. Mit 19 Holzschnitten und Lithographischen Tafeln, Aachen 1884, 69 S.
1885	Schram- und Schlitzmaschinen, Tunnelbohr- und Treibmaschinen	in "Handbuch der Ingenieur-wissenschaften" Band 4/2 (Die Baummaschinen), S. 353-424, Verlag von Wilhelm Engelmann, Leipzig, 1885
1893	Grundzüge der städtischen Wasserversorgung	Musterbuch der Actien-Gesellschaft Bergwerks-Verein, Friedrich Wilhelms-Hütte zu Mülheim a.d. Ruhr, I. Theil. Düsseldorf 1893
1893	Die byzantinischen Wasserbehälter von Konstantinopel	Beiträge zur Geschichte der byzantinischen Baukunst und zur Topographie von Konstantinopel, 270 S. Herausgegeben von Josef Strzygowski mit 152 Aufnahmen in 40 Tafelgruppen und 31 Textillustrationen. Druck und Verlag der Mechitharisten-Congregation in Wien. In Commission bei Gerold & Comp. Wien. Stephansplatz 8
1894	Die Berechnung ebener und gekrümmter Behälterböden	Berlin 1894, Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn mit 15 Abbildungen in Holzschnitt, 23 S., sowie Zeitschrift für Bauwesen Jg. 44, H. 7, 1894, S. 450-464
1914	Hydraulic	Leipzig und Berlin: Druck und Verlag von B. G. Teubner 1 Auflage 1914, 566 S.
1920	Grundriß der Hydraulik	Teubners Technische Leitfäden, Band 8, Verlag von B. G. Teubner, Leipzig und Berlin 1920
1922	Der Sprungschwall in Wasserläufen	Petermanns Mitteilungen Jg. 68, 1922, S. 115-117
1923	Der Durchfluß des Wassers durch Röhren und Gräben insbesondere durch Werkgräben, gro ß er Abmessungen	Berlin, Verlag von Julius Springer 1923, 50 S.
1930	Hydraulik	Leipzig und Berlin: Verlag und Druck von B. G. Teubner 3. Auflage 1930, 595 S.



写真一三 フィリップ・ホルヒハイマー（左）とカール・テルツァーギ（右）  
1918年、トルコ、コンスタンチノーブル王立  
オスマン技術大学にて（Bayazit, 1999）

であり、ホルヒハイマーが教鞭を執っていたグラーツ工科大学で機械工学を学んでいた。テルツァーギはこのコースを終えた後、引き続いて土木工学と地質学に興味を持ち、学生としてホルヒハイマーの教えを請うことになった。これが二人の最初の出会である。

ホルヒハイマーは、彼の才能を見抜き博士論文を指導している。論文は「円筒水容器の構造解析への試み」に興味を持った。テルツァーギは、ホルヒハイマーに指導を受けた頃の経験を次のように述べている。

“I learned from Forchheimer to take a sceptical view of my knowledge, to ask clear questions, and to be self-confident in judging the relative significance of potential sources of error in the theoretical analysis of processes in nature.”（訳：私はホルヒハイマーから次の事を学んだ。すなわち、自分の知識を懐疑的に検分すること。明確な質問をすること。自然界過程の理論構築においては潜在する誤差要因の相対的重要度の判断に自信を持つこと。）

第一次世界大戦中、テルツァーギが1914年に徴兵されて軍隊にいたさなか1916年、当時、コンスタンチノーブル技術大学の学長であったホルヒハイマーは、土質工学と道路工学の教官として彼を招聘した。このことはテルツァーギがホルヒハイマーから多くを学ぶ機会となった。この当時、学内で二人が並んで撮った貴重な写真を示す（写真一三）。

第一次世界大戦終了後もトルコの Robert College（アメリカの私立大学）で学究生活を送っていたテルツァーギは、1925年アメリカに渡り、大規模な建設事業に従事し、多くの知識と実務経験を積んだ。1929年、ウィーン工科大学から土質工学の教授として招聘されて、オーストラリアに帰国し、再びホルヒハイマーと身近に交流することとなった。

テルツァーギの推挙によって、1930年78歳になったホルヒハイマーはウィーン工科大学から「名誉博士号」を授与された。テルツァーギが催した祝賀会における彼

の祝辞がある。

“Nature reveals its secrets only to those few endowed with the gift to preserve lastingly, in our dull and blind world so permeated with ignorance and selfishness, the lucidity of the eye, the unerringness of judgement and the noble desire for profound insight. When, today, we honor Professor Forchheimer by conferring this doctor's degree on him, we honor the bright mind to whom the methods of modern technology owe their existence, we honor the spirit of free research, which is so uniquely personified Professor Forchheimer”（訳：世界は、無知と利己主義が充満した墮落した暗闇である。自然は、明晰な観察力と的確な判断力、そして深い洞察力を持ち続ける天賦の才を授かったほんの一握りの人にしか、その秘密をもらさない。今日、われわれは名誉博士号をささげることによりホルヒハイマー教授を称える。近代技術の手法を生み出した明晰な頭脳を称える。ホルヒハイマー教授によって見事に体现された自由な研究の精神を称える。）

ホルヒハイマーはテルツァーギの人生で最も大事なときにチャンスの門戸を開いたばかりでなく、人生哲学についてもテルツァーギに大きな影響を与えたことがこの文章からも推測される。テルツァーギの業績を生み出す推進力の一つであったのではあるまいか。テルツァーギが成し遂げた業績は山ほどあるが、特に粘土中の「間隙水圧」と「有効応力」の概念は土質力学の大きな飛躍の基盤となった。ここには、水理学の範疇から抜け出ているが、「水」が主役の一方を勤めている。

Philipp Forchheimer と Karl Terzaghi 二人を長年にわたって結びつけた師弟のきずなが“土と水”のようであったと言えないだろうか。

#### 4. おわりに

粘土の圧密理論を築き上げることによって、現代土質力学の創始者として世界的に認められているテルツァーギ教授はその後、アメリカ合衆国ハーバード大学の教授、国際土質工学会会長を1936～1957年の長期間務め、この分野を牽引した事は周知のことである。テルツァーギ教授の業績に関しては「土と基礎」1964年3月号 pp. 34～40、資料「カールテルツァーギ教授の最後の言葉」、「テルツァーギ教授の貢献」、「テルツァーギ教授の主要論文」として収められている。彼の名著 *Erdbau-mechanik auf boden-physikalischer Grundlage*, 1925（土の物理に基礎をおく土質力学）は初めての土質力学の理論書として有名である。

テルツァーギ教授のホルヒハイマー教授に関する研究者・教育者としての賛辞や人物評は文章としても素晴らしい。ホルヒハイマー教授も詩をたしなんでいたことがこの論文には紹介されている。ここには33ページに及ぶ論文から、特に関心のある部分を要旨として紹介した。下記の文献はここで紹介した事柄以外にホルヒハイマー教授の全文献リスト、ホルヒハイマー教授自身およびテ

ニュース

ルツァーギ教授との多くのエピソードが語られている。  
原文の一読をお勧めしたい。

## 参考文献

- 1) Heinz Bergmann: Philipp Forchheimer—A Biographical Sketch, XXVIII IAHR Congress, Memorial Symposium on P. Forchheimer & A. Schoklitsch, 22-27, Graz, Austria, pp. 1~31, August, 1999.  
資料の問い合わせ先  
Professor Dr. Heinz Bergmann  
Technische Universität Graz Institut für Hydraulik und Hydrologie

Vorstand: o. Univ.-prof.-Ing. Dr. techn. Mandellstrasse  
9/1, A-8010 Graz Austria  
Fax: ++43-316-873-6264  
注: IAHR International Association for Hydraulic and Research の略

文責: 佐藤邦明 埼玉大学工学部地盤水理実験施設  
Heinz Bergmann グラーツ工科大学水理学  
教室  
西林清茂 (株)大林組技術研究所

(原稿受理 2000.2.24)

## 地盤工学会出版物案内

## 地盤工学ハンドブック

第1編 地盤工学総論

第2編 地盤力学

第3編 地盤工学の実務と理論

第4編 構造物各論

第5編 自然災害・環境問題と対策

第6編 開発・利用・保全

資料編

## 本書の特色

- 地盤工学の集大成  
広範な地盤工学のあらゆる分野にわたり、その理論と実際を集大成した決定版
- 最高の執筆陣を動員  
地盤工学会の総力を結集し、最高の執筆陣約260名を動員
- 体系的で理解を深める目次構成  
全6編35章から成る構成、地盤工学の理論から実務まで、基礎から応用への展開、さらに境界分野に係わる地盤工学の取組を記述
- 最新データ、豊富な図表を収録  
重要な参考文献、最新のデータ、重要な図表を余すところなく収録し、設計・施工に役立つ実用的な解説
- 索引および別冊資料編の充実  
資料・データや用語の索引を容易にし、別冊資料編に重要図表、公式、関係指針類や法規制および各種技術資料を収録

B5判 本編/資料編 2000頁 H11.3 発行  
会員特価 47,250円 定価 61,950円 送料 1,000円

## 地盤工学入門 (入門シリーズ1)

土質工学の学問分野は、発展と拡大を反映して地盤工学へと展開した。その展開に合わせ、新たな分野を含めて書き下ろした入門書。

A5判 230頁 H12.7 発行 会員特価 2,835円 定価 3,675円 送料 450円

## 第35回地盤工学研究発表会発表講演集 (平成12年度)

A4判 2,596頁 H12.5 発行 会員特価 12,600円 定価 15,750円 送料 1,100円

会員特価、定価ともに税込み価格です。

ご注文方法: ご希望の方は下記のFAXにてご注文ください。

(社)地盤工学会販売係 FAX 03-3251-6688 電話 03-3251-7661