

欧州視察記

正員 工学博士 村山朔郎*

REPORT ON THE OBSERVATION TRIP TO EUROPE

(JSCE Jan. 1954)

Dr. Eng., Sakurō Murayama, C.E. Member.

Synopsis I have attended the Third International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering held in Switzerland and triped to 8 countries in Europe.

This is a report on the civil engineering affairs observed on the trip.

筆者は昭和 28 年 8 月 16 日より 12 日間スイスで開催される第 3 回国際土質力学基礎工学会議に出席し、あわせて欧州各国の土質工学の現状を視察する機会を与えられ、8 月 5 日羽田空港を出発し、スエーデン、デンマーク、スイス、西ドイツ、オランダ、ベルギー、イギリス、フランス、イタリアの順で各都市を巡り 10 月 21 日羽田に帰着した。この間ほとんど東大星塾教授と行をともし、またスイスの学会では国鉄藤井技師長とも一緒であったため、両氏からの御報告と重複するところもあると思うが、星塾教授が主として報告されることになっているスイスの学会以外の事項についてのべることにする。なお今回の旅行は短期間でもあり、また研究所の訪問を主としたために、十分にフィールドワークなどに足を延ばす余地がなく、見聞は皮相的なものに偏しているかも知れないことを恐れている。本視察記の中で土質工学に関するこの一部は「土と基礎」に、建設機械関係の事項は「建設の機械化」に寄稿するつもりであるから、それらのことがらはできる限り省略するようにした。

1 スエーデン

Stockholm の王立土質工学研究所 (Statens Geotekniska Institut) ではスイスの国際学会への訪途ここを訪れる外人のために特に 8 月 4, 5 日と 10, 11 日と 2 日づつ 2 回に分けて meeting を開催して(われわれは後の回に出席した) 同所の研究施設、ボーリング機械の実演並びに Stockholm 内の地下鉄建設工事などを案内され、お蔭で短期間にもかかわらず土質工学の状況が視察できた。

この研究所は所長 Kjellman 博士の下に Research 部門、Consulting 部門、機械部門、物理研究室があり、土木技術者のほか、機械技術者、物理、化学の研究者も協力して研究している。目下この研究所へは建設省の福岡技官がスイス、西ドイツをわれわれと一緒にまわられた後留学してられ、今後多くの収穫をも

つて帰られるであろう。研究室は非常に美しく、実験施設はよくまとめられまた充実していた。地質調査の機械は郊外の Uppsala で実演して貰ったが、ここで考案された新しい型のものも多くあつた。それらは別にのべたので、ここでは Stockholm 地下鉄とその建設工事について記す。Stockholm はこの町ができてから 700 年になる由で昨年は 700 年祭があり、次第に集中する人口(昨年の人口約 80 万人)に対して 1948 年地下鉄工事を起し、1952 年始めて開通し、南線と北線とが旧市の南北に終点をもっている。これは郊外は高架線式とし市中を地下式とし、集電方式は第三軌条式である。駐車場の出入にはエスカレーターを用いているが、光電管を用いて通行人のあるときのみエスカレーターが運転されるようになっていた。訪歐当時さらにこの南北線を結ぶ連絡線の工事が進められていた。連絡線は地下鉄道でその工法にはカットアンドカバー法とニューマチックケーソン法が用いられている。カットアンドカバー法は鋼矢板をもつて土留を行い、中に箱形ラーメンを組むのであるが、附近に重要建築物がありその沈下を防ぐ必要のあるところでは矢板裏に薬液注入を施しており、また軟弱土層が深い場合には凍結工法をもつて矢板の根を固結するようにしていた。軟弱な地盤の深い場合は矢板の土留では支えきれないので長さ 35 m、巾 19 m の 2 階型(複線づつ 2 階として複々線が入る)鉄筋コンクリートのケーソンを用いた。ケーソンの 1 階の床は作らずここを作業室として圧縮空気を充たすいわゆる Lost working chamber 型のものを用いて無駄な掘削をしないようにしていた。またここでも掘削中地盤の隆起するのを防ぐため、まわりの地盤を凍結法で固結した。なおケーソンの壁体と土との沈下時の摩擦抵抗を減少するため及び周囲の土が主動土圧で押し出すことを防ぐために、ケーソン周囲に厚さ約 10 cm に重液を充たした。この重液は掘削した粘土と水とを保濁剤にて懸濁状態にするもので、ドイツの Lorenz 教授の特許となつてい

* 京都大学教授、工学部土木工学教室

る。このためケーソンは非常に沈下しやすくなるので基礎地盤まで打込んだ杭にのせて水圧ジャッキで沈下を制御していた。また地下鉄の河底横断部分は締切工法によつては、締切には木矢板を用い、矢板の支持枠は河底岩盤（ここは河底にすぐ片磨岩が露出している）にいけ込んだ鉄棒（鉄筋の切端）でとめている。木枠の外周には土、砂利を捨ててよく漏水をとめている。

2 デンマーク

主な訪問先は土質委員会の幹事である J. Brinch Hansen 博士と Copenhagen 大学であつた。大学では土質研究室（教授は Lundgren）と、道路研究室（Ravn 教授）を主に見たが、Ravn 教授は研究室を案内してくれた後、自分の車で附近の道路状態までも案内してくれた。欧州には自転車が多いが特にデンマークの自転車の多いのは有名で、ここで始めて完全な自転車道を見た。車道と歩道との間にアスファルト舗装の狭い道がそれで、歩きよいののでついここを歩いて後から来た自転車にベルをならされ恥をかいたことが一再ならずあつた。

3 西ドイツ

Lohmeyer 博士の御手配によつて Darmstadt 工科大学始め数都市の大学及び Hamburg, Karlsruhe にある Bundesanstalt の土質工学の研究室をまわることができた。そのほか Hanomag トラクター工場など建設機械関係の工場も見つた。

西ドイツは日本と同じ敗戦国であるのでその復興の様子を見ることを非常に興味をもつて行つた。ここで一見したところ人びとは非常に勤勉であり、女の人は口紅もつけず働らき、また復興はきわめて順序よく行われ、まず輸出増進、工場など製産設備の復興、学術の振興の線に集中されているごとく感じた。そして不要不急の設備はたとえ駅の本屋建築のようなものでさえ戦災の姿をそのままに残している所もある。学校、研究所は復興完成の一手手前で、まだそのため本格的な研究を始めるには到つていない様子であつたが、建物や実験機械が完成次第、近い将来本格的な実験的研究がどしどし出るだらうと思われた。たとえば Aachen 大学では新築の立派な建物が建つたばかりという所で、同時に新しい機械類が続々持ち込まれている最中であつた。また München では工業の回復を示威するごとく6月20日より10月11日までの会期で交通博覧会（Deutsche Verkehrs-Ausstellung）が開催され、Bundespost, Bundesbahn からの多くの出品のほか道路関係その他の大規模な出品で盛大であつた。陳列品の中には小型の土工機械もあり、それらは人力

作業のうち特に重作業となる作業のみを補うもので、わが国のように人力が多分に用いられるところでは都合がよいように思われた。例えば自転車のリヤカー位のエンジン付2輪車の前に排土板（ブルドーザ）をつけ、人が歩きながら土を押しものなどがあつた。

ドイツでは工事現場へは Hamburg の Bundesanstalt の Siedek 博士に Friedrigstadt の近くの Eider 河閘門工事を案内していただいたり、Hannover の Franzius-Institut の Giese 氏及び Blinde 氏に附近の建築基礎工事を案内してもらつた。ここらでは基礎杭として現場打ちの鉄筋コンクリート杭（Franki 杭）がよく用いられていた。このほか杭孔を掘削するのに、先にわに口のような形の特製のグラブバケツのついた掘削機を使用する所もあつた。

4 オランダ

デルタにできた国だけあつて全く平原的な感じの地形であり、海に近い所は地質が軟弱で Rotterdam では建物の周囲の地盤が下るので入口に段をつけたりしている所があつたり、また Delft や Zierikzee では寺院の塔の傾斜しているのを見かけたこともあつた。

土質研究所として Delft の土質力学実験所（Laboratorium Voor Groundmechanica）を訪れた。ここは2部に分れ、一部は Consulting Department であつて Von Mierlo 博士が部長であり、他部は Research Department で Dr. Geuze 教授が部長を兼務している。なお Delft にはこの実験所に対して水理実験所もあり Thysen 教授が部長を兼務している。これらの実験所はもとは大学の附置研究所として発足したのであるが、いまでは独立して、その経費は Research 部に対しては国費があてられているが、Consulting 部は研究委託の費用で自立しているとのことであつた。しかし立派で美しくよく整い充実していた。ここで変つたことは Routine test として三軸圧縮試験器の代りに Cell test を活用して、Sample 数及び時間を節約していた。

オランダは昨年2月100年来の高潮のため惨たんたる大破堤が各所におこり、その後大部分の復旧はできたとはいえ、なお Zeeland の2破堤部はなお工事中であつた。これらの破堤個所の大きい方は約200mが切れ、地質がシルト及び細砂であるため、破堤部を出入する潮汐のため、水底は20m余も洗掘され工事は困難をきわめていた。第1回の締切工事は水底に粗染沈床を沈めその上にケーソンを沈めた由であつたが、ケーソンが小さすぎて成功せず、第2回目としてさらに大きなケーソンを沈めて締切ることになっている。このケーソンは英海軍が Nor mandy 上陸作戦に用いる

ことに用意した長さ 204', 巾 44', 高さ 40' のものである。以前オランダは Zuider Zee の大干拓工事を行いつつあつたが、当分この水害復旧のためその方に干拓工事の手をさいているとの説明であつた。

このほかに見た大工事としては、いま Nord Zee Canal の下に大水深トンネル工事が施工中で、このトンネルは Tunnels te Velsen と称し、4車線の自動車トンネル1本(断面は箱型で Maas トンネルに似た形)と複線鉄道トンネル1本とである。工法は締切工法を用い掘削底巾は 54 m, 掘削深さは締切堤下約 26 m で、掘削法面の防護にウエルポイントを用いている。なお自動車トンネルの換気方式は Maas トンネルに似た横断流式で、CO 許容限度量として 0.04 %をとつていた。

5 ベルギー

Bruxelles 大学の J. Verdeyen 教授にお会いしたが、大学の研究室を見るよりはむしろ A. I. B. (L' Association des Industriels de Belgique) を見る方が興味があるだろうとのことでここを紹介していただいた。ここは主に鉄構造関係を扱い、むしろ工業試験を多くやつていた。特筆すべきものとしては実物試験用の繰返し応力試験機械であつて、ちょうど行つたときにはボギー車のトラックフレームに 9 個の Loading element を種々の方向に取付け試験中であつた。機械は Amsler 製であるが、Loading element は 21 個が用意されている由で、element の一部は 50 t までの statical load 用、他は 2~24 t の pulsating element であり、後者の負荷回数は 250 回 / min であつた。

6 イギリス

欧州では人を訪問するにはあらかじめ打合せ (appointment) をしておくことになつているようであるが、英国では予約がないとなかなか会つてもらえぬ由である。それでわれわれも Westminster のそばの工学会 (The Institution of Civil Engineer) の A. Banister 氏にお願いして各方面の訪問の手配を簡単にしてもらつた。英工学会は工学各分科を包含してはいるが、いまでは機械、電気などは別に学会をもつている。ここの前会長には知名の人が多く、Telford や Stevenson などの前会長の肖像画が大広間に飾つてあつた。A. Banister 氏はこの幹事であるが、土質力学基礎工学委員会の仕事もいろいろやつておられ、Annual bulletin のアブストラクトの製作も始められることになつているし、次回の英国で開催される第 4 回国際土質力学基礎工学会議の幹事にもなられる。

London 大学の Skemton 博士は英国の権威者であ

るだけに、各方面の訪問先でつねに博士の名前を伺つたが、大学の研究室は手狭で日本のわれわれの所に近く感じ、気楽であつた。目下主として土の力学性を三軸圧縮試験によつて研究されているようであつた。

国立の Building Research Station (所長 L. F. Cooling 博士) で特に珍らしいと思つた研究は浅い地盤の沈下が被覆されない地面からの水の蒸発による脱水、樹木の吸水による脱水に関係する研究であつた。事実建物のそばにある樹木の吸水により、局部的沈下を生じ建物に亀裂の入つた例などを見せられこの研究の必要性を感じた。調査結果によると四季により地中含水量は消長を示し、それに比例して地盤の上下が生じ、地盤沈下はある程度の復元性がみられることである。大阪地方にもこれにて昇降があるようであるが、この点をさらに調査してみる必要を感じた。土質工学関係の研究室としてはこのほか Road Research Laboratory の土質研究室や Cambridge 大学の Roscoe 教授の研究室も訪問した。なおかねてから興味をもつていた London Tube のシールド工法及びその集電方式である第 4 軌条式について意見を求めるため、顧問技師の H. D. Morgan 氏にお目にかかることができた。当時は施工現場はなかつたが、このシールドは古い教科書のもとのあまり大差がないようであつた。第 4 軌条式集電方式は世界でも珍らしいものであるが、この方式の長所は電蝕の防止が主目的とのみ思いこんでいたが、トラックのボンドを省略することによる経済的の長所がさらに大きい目的と聞いて一考する必要を感じた。なおこの饋電電圧は 700 V である。

7 フランス

土質力学基礎工学委員会幹事の Buisson 博士の御紹介で Paris の Principaux Laboratoires Francais des Ponts et Chaussees 及び Laboratoires du Bati-ment et des Travaux Public などを見学することができた。後者の研究所にいられる P. Habib 博士は粘土の力学性を研究しているが、その三軸圧縮試験器は非常にコンパクトに設計され、あたかもコンクリート圧縮試験器を見る感じで、レバーやバルブで種々のコントロールができる。

フランスの労働賃銀のことについて Nancy 附近の飛行場建設工事で聞いたことを一言すると、1週 40 時間労働に対して所定賃銀を払い、40~48 時間に対しては 25% 増のエキストラがつき、48 時間以上は 50% 増、また夜間作業 (夕 7 時より朝 7 時まで) 及び休日出勤に対しては 100% のエキストラという。

フランスの後半は Grenoble を足場にして E. D. F.

(Electricité du France) の行っている Tignes ダム (アーチダムで堤高は河床上 525', ほぼ完成), Malgouvert 発電所, Montpezat 発電所 (地下発電所, 地中ペンストックの高さ約 540 m) などを視察した。スイスでもそうであるがこの地方も降水量が少ない (この附近では年間 1 500 mm くらい) ため, これらの発電所はいくつもの湖水, 人工湖を連ねて水を集めている。自然湖よりの取水工事としては La Lac d'Issaves 湖底のトンネル工事を見ることができた。花崗岩の湖底を湖岸のシャフトよりトンネルにて近ずき, 湖水に近づくにつれて増す湧水はベントナイト注入, セメント注入で防ぎ, 最後に 2m の岩壁を爆破して取水するものである。見たときはセメント注入はよく入り水もよく止つていたがなかなか苦心したようで, “セメント注入は科学でなくて芸術である” と説明してくれたのには共感した。

なお Grenoble には有名な Neyrpic の水理研究所がある。Neyrpic は約 40 年以前からのタービン水車の製造会社であるが, 30 年くらい前から水理実験を始め, 水車関係の研究をはじめとし, いまでは河川, 海岸浸蝕, 防波堤, 灌漑, 運河, ダムなどにまで実験

の手を広め, 変つた実験としてはベッセーマ転炉の溶鉄に対する噴気孔の研究まで行っている。その広大な構内にあるスケールモデルは案内されたが数を数えることもできかねた。

8 イタリア

Milano に行き土質力学関係を見る予定はあつたが, 行程に余裕もなくなつたので, Roma に立寄りここから帰国の旅にのぼつた。Roma の古蹟はいまでもときどき発掘されるとのことで, 発掘地は古蹟保存委員会によつて国家に買い上げられ保存されるとのことである。しかし古都の玄関である新ローマ駅はそれと対照にきわめて嶄新な設計で, その規模の大きいことのみ古代建築と規を一にしている姿であつた。駅舎の左手に紀元前の石垣があり, それと境を接しているが, 駅の地下にも石垣の根があり, この根はいいねいに地下室の中に煉瓦で囲まれて古い姿をとどめている。

以上走り歩いたヨーロッパ諸国の姿をのべたが, 帰国後諸種の都合で日記, 文献の整理もできかね報告すべきことを略した点も多いと思う。要を得ず簡単であるが一応の報告としてここに記した次第である。

土木学会刊行物案内

刊行物の御申込の際, 振替で御送金の場合は書籍名を必ず御明示願います。

コンクリート標準示方書(昭和26年度)	B 6 判	266頁	実費 180円	(送料 30円)
コンクリート標準示方書解説	B 5 判	167頁	300円 会員特価240円	(" 30円)
最新土質工学(改訂4版)	B 5 判	138頁	150円	(" 30円)
土木製図基準(I)	B 5 判	46頁	200円	(" 30円)
第6回年次学術講演会講演概要	B 5 判	100頁	150円 会員特価100円	(" 20円)
第7回	"	120頁	200円 会員特価150円	(" 20円)
第8回	"	103頁	150円	(" 20円)
第9回	"	115頁	150円	(送料共)
昭和26年 夏季講習会パンフレット	B 5 判	66頁	150円 会員特価120円	(")
I コンクリートとダム			200円 会員特価150円	(")
II 橋 梁	B 5 判	92頁		
昭和27年 夏季講習会パンフレット	B 5 判	176頁	300円	(" 30円)
建設機械化				
昭和28年 夏季講習会パンフレット	B 5 判	190頁	300円	(")
プレストレストコンクリートと構造力学	(再版中)			
水理公式集	A 5 判	167頁	200円	(" 20円)
(再版中)				