

第4回国際大堰堤会議及び視察旅行報告

正 員 新 井 義 輔*

THE REPORT ABOUT THE FOURTH INTERNATIONAL CONGRESS
ON LARGE DAMS AND TECHNICAL STUDY TOUR

(JSCE June 1951)

Yoshisuke Arai, C.E. Member

Synopsis This article is the summary report about the Fourth International Congress on Large Dams, held at New-Delhi Jan. 1951, and the technical study tour, after the meeting, for inspecting the multipurpose dams, irrigation and hydro-electric works in India. The author took part in that Congress as one of the delegates of Japan.

要旨 昭和26年1月印度のニューデリーで開かれた第4回国際大堰堤会議に諸先輩の驥尾に附して出席したので、その時の会議の様相を紹介すると共に、会議の後に行われた視察旅行について順を追って記述し、併せて簡単に筆者の感想を述べたものである。

去る1月印度ニューデリーに於て第4回国際大堰堤会議、世界動力会議部会並びに灌漑及び水運に関する会議が開かれ、日本からも大西前日発総裁、吉田先生、安芸博士等多数の方々が出席された。

我々は会議が1月10日から開かれるとの話で余裕をとり、1月4日 B.O.A.C. で羽田を出発、途中ホンコンに一泊、バンコック、カルカッタを經由5日の午後8時頃ニューデリーに着いた。

羽田を出るときは厳寒の候と云う言葉がびつたりあてはまる寒さであつたがホンコンを出てから次第に暑くなり、特にバンコックの暑さは室内でも汗がにじむ程で丁度東京の盛夏の暑さを想わせた。

幸にニューデリーの気候は非常に快適で、日本の秋の気候を偲ばせるものがあり、会議中は比較的らくに過すことができた。

ニューデリーはデリーの一部で東京の山の手に当り下町に当たるところがオールドデリーと呼ばれている。ニューデリーは英国が印度統治のために造つたもので森の都とでも云うか、樹木が多く道路も広く、都市計画としても理想的なものではないかと思う。

扱て6日から9日迄は随分余裕があると思つたが、言葉の不自由なこと、慣れない土地のため何かと用事が渉らず、日曜以外はずいぶん多忙な日を過した。

10日は会議出席の登録を済ませ午後展覧会の開会式

に招待された。この展覧会は Minister of Works, Mines & Power の N. V. Gadgil 氏が委員長となり、印度各州の灌漑及び発電計画の模型はもとより世界各国のダム、写真等が出品され、更にその外動力に関係した工業製品が各国の一流メーカーによつて出品されたもので教えられるところが多かつた。

こゝで面白いのはこの展覧会の正門がダムとその左右の隧道からできていることで、向つて左の隧道が入口、右の隧道が出口になつており、ダムにはわざわざ水を over flow させてあつた。

印度人は演説したり、話をするのが好きで、各州毎に自分の州で出品しているところには説明員がおり、我々が不自由な英語で一言質問しようものなら滔々数百言を費して説明して呉れるのには、こちらが閉口してしまつた。

展覧会を見て一番感心したことは、欧米の主な国々はもとより我々のあまり知らないような国でも、非常に宣伝に力を入れていることで、実に立派な写真や模型を出品していた。この点日本も見習い、将来この様な機会には政府はもとより国全体が協力して、大いに立派なものを出品し、日本の技術を各国に紹介したいものだと思つて感じた。

技術的な点で私の感心したことは二つあつた。一つは U.S.A. のダムのコンクリートである。

この展覧会に U.S.A. からダムのコンクリートのサンプルが出品されていたが実に美事なものでセメントが少く、しかも緻密な如何にも強度の高そうな理想的なコンクリートと云う感じがした。

いま一つはフランスのダムで、これは後にもらつた Travaux 誌にもあるように、フランスではもはや重力ダムの時代は過ぎ今やアーチダムやマルチプルアーチダムの時代に入つていることである。

* 通産技官、資源庁電気施設部

フランスは戦後の復旧にはマーシャル・プランによる U.S.A. の援助資金を受けてはいるがダムの技術については古い伝統の誇りを今尚保持して独自の道を進んでいるようである。

現に堰堤会議の会長はフランスの Andre Coyne 氏が占めている。

11日 Parliament House で盛大な開会式が開かれた。Nehru 首相代理及び各国代表の演説あり、各国の国旗が飾られていたが、日章旗が見えなかつたことは、国際間に於ける日本の地位を示すもので、我々に限りない淋しさを与えた。

12日より専門会議が開かれた。

会議室は Parliament House の中央にある Library Hall を使用した。Parliament House と Hotel との間は印度政府差廻しのバスが往復し便宜を与えて呉れた。

会議の様子は次の仕組で行われた。

役員として Chairman; General Reporter; Secretary の3名がおり、Secretary のみは全部印度の人であつたが、Chairman と General Reporter は各国の権威者が夫々つとめた。

会議は Chairman の挨拶の後 Gen. Reporter の報告があり、それから討議と云う順であつた。

General Reporter は最も重要な役目で前回の会議で決定した題目について予め各国から集つた論文を夫々調査して置き、論文の要旨を取りまとめ、討議の要点を示したパンフレットをつくり、それを出席者に前もつて提供して置いて会議に役立たせるのである。

会議は各議題毎に2時間乃至3時間と限定され、次の日程で行われた。

12日 9.30—12.30

Question 13 "Design and Construction of Earth Dams & Rock-fill Dams with their Core Walls and Diaphragms"

Chairman; G.A. Hathaway (U.S.A.), Gen. Reporter; W.P. Creager (U.S.A.) (但し欠席のため L. F. Harza が代理), Secretary; U.N. Mahida (India)

この議題に対しては10ヶ国よりの提出論文数は23に達した。その内容を分類すると次の様になる。

(1) History (2) Suitability of the site (3) Design of Earth Dams (4) Earthquake Forces (5) Seepage and Drainage (6) Impervious Barriers (7) Slope Protection (8) Construction of Earth Dams (9) Filters (10) Design and Construction of Rockfill Dams (11) Settlement of Dams (12) Spillways and Floods

この議題について感じたことは、これらのダムは日本では最近あまり造られていないため、研究もとかく不活潑であるが、Sweden, U.S.A. 等では既に実際のものについて沈下、移動、応力等の測定を行い、それに対する数学的考察を進めていることである。この資料は我々に大いに参考になることゝ思う。尚地震力を考えた法面の決定方法が提案されていたがその原理は物部博士の提案した方法と同じである。

13日 9.30—12.30

Question 12 "Method for determining maximum flood discharge, which may be designed. Selection of type and general arrangement of the temporary or permanent outlets and spillways and determination of their Capacities"

Chairman; G. Westerberg (Sweden), Gen. Reporter; Kanwar Sain (India), Secretary; K. N. Kathpalia (India)

この議題に対しては12ヶ国よりの提出論文数は42に達した。その内容は次の項目に分類できる。

(1) Methods for determining maximum flood discharge which may be expected at a Dam.

(a) Formulae of Probability (b) Empirical Formulae (c) Use of observed data

(2) Moderation of Floods through Reservoirs.

(3) Spillways for High Dams.

(a) Dimensions and Capacity (b) Types.

(4) Selection of Type and General Arrangement of Outlets.

(5) Stilling Basins

(a) For Spillways (b) For Discharge from Outlets.

(6) Gates and Valves

(7) Problems of stream diversion and closure during Construction

この議題については建設省でまとめた日本の現状を紹介するパンフレットを各国の人に配布した。

13日 14.15—16.15

Question 15 "Concrete for Large Dams"

Chairman: H. Gicot (Switzerland), Gen. Reporter: F.M. Lea & H.D. Morgan (Great Britain), R.K. Gupta (India)

この議題に対しては11ヶ国より30編の論文が提出された。その内容は

(1) Properties of Concrete

(a) Studies of Creep and Extensibility (b) Other studies: Effect of Grading, Air-entrainment etc.

(2) Cracking in Dams

(3) Use in Mass Concrete of Pozzolana, Blast-furnace Slag, Hydraulic Lime, etc. である。

このコンクリートの問題では A.E. 剤については今更云う迄もないが, pozzolana, blast-furnace slag 等が U.S.A. では盛に使用されている様であるが, これは今後日本の大規模なダム工事には当然考慮しなければならないと思われるので如何にしたらこれらの混合剤を経済的に使用できるか残された問題だと思つた。

この点印度で surkhi (粘土を焼成して粉末にしたものを石灰に混じセメント代用としてダム工事に使用し工事の経済化を計つていたことは注目に値する。

14日 日曜のため休会, この日はとくに会議参加者のため日本の日光とも云うべき Agra の古城を見物するプログラムが組まれており特別列車で前夜デリーを出発, 観光に1日を過した。

15日 14.15-17.00

Question 14 "Siltting of Reservoirs and related Problems"

Chairman: M.S. Iyengar (India), Gen. Reporter: G. Drouhin (Algeria), Secretary: A.R. Venkataraman (India)

この議題に対しては7ヶ国より 16 編の論文が提出された。その内容は大体次ぎの項目に分類できる。

(1) Factors and Quantities in Volved in the Removal, Water Transport and Deposition of Materials.

(2) Mechanism and Forecasting of Silting in Reservoirs

(3) Methods Available to Combat Silting up. Economic Consideration.

この問題に於ては日本は非加盟国であるため, 正式に提出はしなかつたが, 日発の田中氏の研究になる(2)の項目に相当する一論文を携行し各国の参加者に配布した。

講演者は予め申込んで置き Chairman の指名により演壇に立つ。演説は私にはよく判らなかつたが, 提出された論文に対して討議するとは限らず, その議題に関することを自由に述べていた様である。

会議で使用する言葉は英仏の2ヶ国語に限られていたがソ聯のみは自国のロシア語を用い, 随員が通訳していた。フランス語の場合は側方で英語に訳して放送していたがあまりよく聞えず, 判らない点では同じことであつた。

会議の内容については, 何れ詳細な報告がまとまつて来るとされるし, 又個々の論文の内容については

他日その題目なりとも広く配布できる機会があるものと思われるので, この程度に留めて置くこととする。

16日 この日の夜, 20時30分, Delhi Station 発の特別列車で視察旅行に上つた。会議に参加した人は33ヶ国約500人程度であつたが, この旅行に参加した人は300人位の様であつた。この特別列車は No.1, No.2 の2列車に分かれ, ダム関係の大西, 吉田, 鶴飼の諸氏と私は No.1 列車に乗車した。No.1, No.2 ともその Route は殆んど同じである。特別列車の編成は中央に食堂車がありその前後に4人1組のコンパートメントになつている一等車及び二等車を連結したもので, このなかでまる2週間昼は工事を視察し, 夜は車中で寝て暮した訳である。

今回の視察旅行で直接見学した工事については次に順を追つて述べるがその前に, 印度が何故我々の想像以上の大規模な開発計画を遂行しつつあるか, その辺の事情について簡単に説明したいと思う。

印度政府の方針は開田及び電源開発を国策の第一歩として採り上げているようである。その理由は印度の全面積は316万 km² であつて, このうち150万 km² が耕作可能な土地であるが, 現在実際に耕作している面積は95万 km² である。しかしこのうち灌漑の行われているのは僅か20万 km² に過ぎない状態である。しかも独立する際, 食糧の主要産地であるパキスタンと分れたため, 最近では食糧の不足になやみ, 毎年相当量の食糧を輸入している状況である。

この状態を打開し食糧の自給自足を計るため, 政府は開田10ヶ年計画を定め, 来るべき10ヶ年間に灌漑面積を3.5 km² 増加し, 最後には灌漑面積を現在の面積の2倍にする目標を持つていたのである。

このため国内各所に大規模な灌漑用ダム及び水路の計画を樹てその一部を現に実施しているのである。

一方印度の電源開発状況は 1949 年末現在に於て僅かに水力 550 000 kW, 火力 852 000 kW を開発したに過ぎない。

然るに印度の包蔵水力は 1921 年の調査によれば常時300万 kW, 最大800万 kW と云われているが, 印度政府の見解によれば現在の水力開発技術の水準より見て恐らく3 000 万 kW~4 000 万 kW に達するものと考えている。

このため政府は前述の開田 10 ヶ年計画とタイアップして電源開発10ヶ年計画をたて1960年迄に910 000 kW を開発し, これにより農村電化, 工業の育成等を行わんとしているのである。

以上の灌漑及び発電計画の総数は大小併せ257ヶ所に達し, その推定工事費は190億 Rs (1兆4 250億

円)と称されている。もつともこのうち現在着工している主な工事は総合開発計画 8, 灌漑計画 1, 発電計画 3 の 12 計画であつてその総工事費は 43 億 8 千万 Rs (3 285 億円)と云われている。

以上が印度政府のもつている開発計画の大体の構想である。

17日 ここの旅行の最北端である Pathankot 着, Malikpur の水理実験所視察後再び汽車で Amritsar に戻り, Irrigation Research Institute の土質試験所を視察した。私はこの方面のことはよく判らないが, 試験所の敷地の広大なことが一つの特徴である。

18日 Nangal 着 Bhakra Dam site に向う。曇勝ちの天候で風も強く非常に寒かつた。

この計画は Indus 河の支流 Sutlej 河に, 上流に Bhakra, 下流に Nangal の 2 つのダムをつくり, 260 万町歩の灌漑を行うと共に Bhakar に於て約 30 万 kW, Nangal より取水する Canal の落差を利用して 14 万 kW の発電を行おうとするもので, 総工費 950 億円, 1956 年竣工の予定である。

Bhakra dam は $H^{(1)}=680$ ft, $L=1700$ ft, $V^{(2)}=390$ 万 m^3 , $V_a^{(3)}=70$ 億 m^3 のコンクリート重力式, Nangal dam は $H=95$ ft の溢流ダムで 12 ft \times 18 ft の Sliding gate 27 門を設ける設計である。

工事の状況は Bhakra dam は現在左右両岸の内径 15 m の Diversion tunnel を掘さく中であつた。ダムの設計は未だ具体化されていないようであるが恐らく U.S.A. に依頼する模様である。工食用動力はディーゼル発電所を設けこれに依つている。

Nangal Dam は典型的な floating dam で Uplift と Apron の下流の洗掘に対し非常に注意して設計している。工事は 70% 程度進捗していた。

この工事で面白く思つたことは型枠用木材がないためモルタルで練瓦に 2 本の足をつけた様なものをつくり, これを外側に積上げその中にコンクリートを打つていたこと, ミキサから出たコンクリートを鉄鍋に入れ人夫がこれを頭にのせて打込み場所に運んでいたことである。

19日 Rookee 着 Rookee 大学の工学部を視察, 非常に模型が多いことが目についた。それより Ganga Canal を見る。

20日 Beneras で Buhdda の遺跡見物

21日 Tilaya 着 Damodar 河の総合開発計画の工事を視る。この計画は 8ヶ所に貯水池をつくり 240 000 kW の水力発電所と 200 000 kW の補給用火力発電所

を設備し併せて Damodar 河の洪水量を減らし且つ 40 万町歩の灌漑を行わんとするものである。工事費 500 億円竣工予定 1955 年我々の直接視察した工事は 8ヶ所のダムの中 Tilaya 及び Konar No.1 である。

Tilaya Dam は $H=112$ ft $L=1150$ ft $V=14$ 万 m^3 $V_a=3$ 億 8 200 万 m^3 のコンクリート重力式溢流型で U.S.A. の技術者はアースダムを提案したが印度政府はこれに反対し, コンクリート重力ダムを採用した由。岩盤が非常に浅く Crest length も短く重力ダムを採用するのがむしろ常識である。

こゝではコンクリートを打っているところを近くで見したが, ミキサから出たコンクリートは前に述べたように人夫が運んで来るので, 硬練りではあるが, つき固めが少しも行われていなかった。コンクリートの配合は 1:3:6, 強度 800 lb/in² を標準としている由, こう云う点は日本のコンクリート技術の方がはるかに進歩している。尙このダムに附属する発電所の機械は日本(三菱)から輸入することに決定している由。

Konar No.1 Dam は $H=125$ ft $L=8000$ ft $V=$ コンクリート 30 万 m^3 , アース 55 万 m^3 $V_a=9300$ 万 m^3 で溢流部はコンクリート重力式, 左右両側をアースダムとしている。工事は目下基礎の掘削中であつた。こゝでダムの設計図を見せてもらったが珍らしく思つたことは Gravity section の内部に Hollow space と書いた空間部分を設けてあつたことで質問して見たがはつきり判らなかつたが, Uplift の軽減と云う意味でないことは確かであつた。又アースダムとコンクリートダムとの取付けも特に取立てて云う程の設計もしていなかつた。

22日 Calcutta の Howrah Station 着 Howrah bridge 及び市の上水道工を見る。Howrah bridge は Cantilever bridge で幅員 76ft 全長 2150ft ある由, よく判らないが非常に大きなトラスの橋であつた。この辺りから暑さが烈しくなり日中は工事を視るのも一苦労になつて来た。

23日 Tatanagal 着 Tata 製鉄工場を視る。

24日 Hirkud 着 Hirkud dam の工事を視察する。この工事は Mahanadi 河開発計画の一部で, これにより 52 万町歩の灌漑と 30 万 kW の発電を行うと同時に洪水調節, 舟運にも役立たせようとするもので工事費 360 億円, 竣工予定 1956 年, ダムの規模は $H=160$ ft $L=15700$ ft (コンクリート重力式 3300 ft アースダム 12400 ft) $V=$ コンクリート 150 万 m^3 , アース 400 万 m^3 $V_a=46$ 億 m^3 尙貯水池の左右両岸の凹部に土堤 (Earth Dykes) を延長 61500 ft にわたつて設ける計画になつている。設計は全部 U.S.A. の

(1) H :ダムの高さ (2) V :堤体 \times 積 (3) V_a :貯水池の有効容量, 以下同じ

Denver で行つたものである。この現場は日本のダム工事では想像もできない程広大なもので対岸がはるかに覆んでいた。工事は岩盤の掘削と左右両翼の盛土を行つていたが U. S. A. の土工機械が盛に使われていて、映画で見た U. S. A. のアースダムの工事を思い起させた。尚こゝではコンクリート・ダムの上下流面に $1 \times 1 \times 1.5 \text{ m}$ 程度のコンクリート・ブロックを積み上げ、その内部にコンクリートを打つことを考へていた。

25日 Nagpur 着 Khaperkuda 火力発電所視察

26日 Ajarta cave を見物、この洞窟の仏像は仏教美術としては世界最古のもの、由。

27月 Poona 着 Khandakvasla 水理実験所及び気象台を視察、この水理実験所は今迄のうちで一番内容が充実していたように感じられた。気象台では他のことは判らなかつたが、雨量分布、月平均雨量等自分の仕事に関係したことはよく判つた。

28日 Gurtakal で乗換え Tungabhadra 着 Tungabhadra dam の工事を視る。このダムも今迄のと同じく多目的のダムであつてその規模は $H=160 \text{ ft}$ $L=7942 \text{ ft}$ $V_a=32$ 億 m^3 である。このダムは主要部は石積み即ち Stone masonry で、その長さ 5942 ft であるが左岸に凹部が 2ヶ所ありこれにはアースダム ($L=450 \text{ ft}$) と一種のロックフィルダム ($L=1550 \text{ ft}$) を採用している。この工事の特徴は前に述べたように目地のモルタルにセメントの代用として Surkhi を用いていることである。只溢流部のモルタルはセメントを用いていた。

29日 Mettur 着 Mettur dam を視る。これは Cauvery 河に設けられたもので 1934 年に竣工したものである。堤体の表面は石張りで外観は実に美しくできている。又ダムの周囲の道路は全部舗装してあり、下流の広場は公園にしてあり、こゝで Tea Party が開かれたが、こう云う点は実によくできていると感心させられた。

このダムの規模は $H=200 \text{ ft}$ $L=5000 \text{ ft}$ $V_a=28$ 億 m^3 で 40000 kW のダム式発電所が設けられていた。これも主たる目的は灌漑である。

30日 Bangalore 着 この日は印度南部の工業都市である Bangalore で各工業を案内してもらつた。

31日 Talguppa 着 バスで Hirebhsagar dam に向う。この辺りは地勢が比較的急峻で日本に似ている。このダムは下流の Mahathama Gandhi 発電所の漏水補給用に設けられたもので、 $H=104 \text{ ft}$ $L=$

3900 ft の中央部はコンクリート、左右両翼はアースのダムである。このダムの特徴は溢流型にすることをさけ、上流面から堤体内部を通る 11 個のサイホンをつけてあることである。

このダムを視察後 Mahathama Gandhi 発電所を視る。この発電所は Sharavati 河の世界最高の滝と云われる Jog Fall (落差 830 ft) の落差を利用しているもので現在 48000 kW の設備であるがこれを 120000 kW に増加する工事を行つていた。主な工事は鉄管及び水車発電機の据付け工事で機械の方は殆んど完了していた。

2月1日 Mysore 着 閉会式に出席。こゝで他の方々とお別れして吉田、田中両先生と共に一足先きに帰国した。

終りにのぞみ会議中は勿論この旅行で示された印度政府の好意に対しては心から謝意を表したいと思う。

最後に結論として感じたことを簡単に取りまとめて見ると、技術面では、ダムサイトの地質が非常によいことで我々が日本で見るような龜裂の多い岩盤は見られなかつたこと、又地勢が日本のように急峻な谷でなく工事の機械化に適していることで、この点日本のダム建設技術は他国の設計、施工方法をそのまま鵜呑にできないことを教えられた。次に技術以外のことでは印度の対日感情は非常に良好で、特に所謂庶民階級の間では日本は独立の恩人と云つたような尊敬の念さえ持つているようである。たゞ指導者階級は好感は持つているが必ずしも尊敬はしていない様子に見受けられた。又印度人は一般に文化の程度は低く特に田舎の農民等の生活程度は極めて低いが指導者は、欧米の文化、技術を導入し、印度を自由国家と共産主義国家との間の第3勢力として育成しようとする努力をしているように感じられた。最後に日本は敗戦国ではあるが技術の点ではアジアでは一等国であるが英語で我々の技術を発表する機会も少いし又語学も不得手なため、各国の技術者が日本の技術水準を知らないことである。例えば我々に“日本にもダムがあるか”、“ダムの設計はどこの国に頼むか”と云うような質問をしていたことから見ても、このことが判ると思う。従つて今後我々は極力英語を勉強して我々の技術を機会ある毎に国外に紹介する様努力する必要があると思つた。

(お断り：附図—視察旅行々程図は紙面の都合により割愛致しました。御諒承下さい。編集部)