

報 文

UDC 627.1 (54)
627.5:061.3 (100)

印度の河川について

正 員 工学博士 矢 野 勝 正*

ON THE RIVER OF INDIA

(JSCE May 1951)

Dr. Eng. Katsumasa Yano, C.E. Member.

Synopsis The author has been ordered to attend the International Hydraulic Research Conference, Flood Control Conference and Large Dam Conference which were held by Indian Government and ECAFE, at New Delhi and Bombay from 2nd to 16th January, 1951, and also to inspect the Rivers of this country and their works. This paper presents mainly the report of the outline of the contents of Flood Control Conference and River-works of India.

要旨 著者は国際水理学会議、洪水調節会議及び高堰堤会議に出席のため昨年 12 月末より約 1 ヶ月半印度に出張を命ぜられ、同時に印度の河川事業を視察するの機会を得たので主として洪水調節会議の様相と河川についてその概要を報告しようとするものである。

1. 洪水調節会議

洪水調節会議は昭和 26.1.6~8. の 3 日間印度 = ユーロペーにて亜細亜及び極東経済委員会 (Economic Committee for Asia and the Far East) 主催で開催された。参加国は Australia, Burma, Ceylon, France, India, Indonesia, Nepal, Netherland, New Zeland, Pakistan, Thailand, U.S.A., Union of Soviet Social Republics, Vietnam 等でその他関係機関代表者を合せて約 130 名の技術者が参加して行われた。我国は国際連合未加入国であるので非公式出席であったが“Flood Control in Japan”なる Paper を提出した。議題は大別すると 4 つになつて第一に洪水調節の方法論、第二に国際河川の洪水対策論、第三に流砂処理論、第四に洪水調節水理模型試験の使用についてという諸問題を中心として各国より論文を提出して会議中提出者の説明があり、これに対して討論質問が行われ終始熱心に続行された。

I. 洪水調節の方法について

(1) 築堤問題

A. 築堤の効果

1. 河川改修工事において築堤工事を行うと却つて高水位を高めるものであるが、一体築堤工事は河床をもあげるのではないか。少くとも築堤によつて築堤を

しない時よりは早く河床を上昇せしめる傾向が強くないか。

2. 主流が築堤に激突する場合に若し引堤が望ましくない場合には護岸工事が必要となつてくる。この場合に直接保護施設(護岸)がよいか間接保護施設(水制)がよいか。

3. 河口のデルタが形成されつゝある過程においては余り早期の築堤計画は望ましくないものである。この場合築堤が安全に又経済的に建設されるには一体デルタの高さがどの程度になつた時に許されるものか。

4. 築堤破壊の主原因は何であるか。野ねずみの孔やクラックを防ぐために洪水期前に築堤の“Soaking”ということは望ましいことであるか又経済的であるか。

5. 築堤なしに河川改修の方法によつて洪水調節ということが成功し得るか。

B. 一般的問題について

現在の築堤は経済的に妥当な役割を果しているか。各国の単位面積当りの築堤建設費及び単位面積当りの平均年水害損額を報告してもらいたい。

C. 築堤の効用と欠点についての一般的討議

(2) 貯水池、遊水池及び放水路問題

A. 問題

1. 亜細亜地区における大多数の国の貯水池はその河川の流入する土砂のために 50 年或いは 500 年の間に完全に埋塞されてしまうであろう。最大計画洪水流量は 100 年か或いは 500 年に 1 回起るであろうと思われる洪水を一般に採択している。最大洪水は貯水池が一部分又は完全に埋塞されてしまつた時に起るかも知れない。こうした場合貯水容量と最大洪水流

* 経済安定本部建設交通局計画課長

量と土砂埋塞量との3つの間に如何なる關聯性をもたせて決定しているか。

2. 土砂流出の多い河川において“Siltting”の問題を解決するために貯水池の底位置に大きな土砂孔を設けることは効果的であるか又可能であるか。
この場合下流地区に対して洪水のピークの減少の影響はどのようにあらわれるか。
3. 洪水調節及び河域の総合開発のために堰堤を建設する場合に一つの大きな高堰堤を計画するのと適當の高さのロックフィル堰堤、土堰堤或いは石造堰堤をシリーズに数多く計画したのと何れが良策であるか。
4. 築堤方式の改修計画に比較して単位面積当りの貯水池による洪水調節の建設工事費はどの位であるか。
5. 主流(本川)河域に対して放水路の効果如何。若し1河川がデルタ地区において2つ或いはそれ以上の派川に分派している場合に調節水門なしに水路の維持ということは一体出来るものか。
6. 河川総合開発事業において洪水調節、灌漑、発電水力、航運業の多目的計画が同時に立案されるが一体これ等の異つた面をもつ事業間の“Priority”をどうして決定するのか。

B. 貯水池、遊水池、放水路の長短所についての一般的討議

(3) 土壌と表流水の保全問題

A. 問題

1. 植物を育成繁茂して土地をカバーすることに依つて大洪水の量を低減せしめることは有効であろうか。若し有効なら数量的効果はどの位であろうか、即ち洪水のピークとか洪水流量総量の低減率はどの位か。
2. 一地方の人口の増加のために食糧生産の必要上森林草原は一般に耕作のため開拓されて裸にされる。1人の人間が生きてゆくためには森林や草原の状態に土地を利用するより耕作に土地を利用した方が遙かに小面積で足りるということは一般的に知られている事実である。それは技術的解決の問題というよりもむしろ増加する人口に対する食糧材料の緊急問題を同時に解決する方法を発見することである。どういう方法が各国において發展しつつあるか。
3. 充分良好に保護され維持されている河域においては貯水池の設計にあつて、どの位の最大土砂流入量が採用されるべきであろうか。(いかに土地表面が植物で完全に被れていてもシルトが流下しないという河域はないものである)。

B. 土壌及び表流水保全問題の長短についての一

的討議

II. 國際河川の洪水処理問題

A. 技術資料の交換について

1. 洪水予報に対する水理資料の交換

B. 研究調査の共同協力について

1. シルト問題

2. 土壌保全 (Soil Conservation) の共同調査

3. 水理資料測定方法の規格化

III. シルト問題

A. 浮遊状態及び河床上のシルトの移動について

1. シルトと河床材料の組成とに關連しての河川勾配の平衡について

2. シルトの測定機械の發達と測定方法及びその解析について。

IV. 洪水調節の水理模型実験について

1. 共同研究の必要性について

以上の様な諸問題について夫々論文が提出された。何れも公務員試験にでも出されたら仲々答えられそうもない難問題で誠に興味深いテーマ許りである。これ等の諸論文を紹介するのが著書の義務であるが紙数に制限されそれも出来ないで別の機会に割愛する。

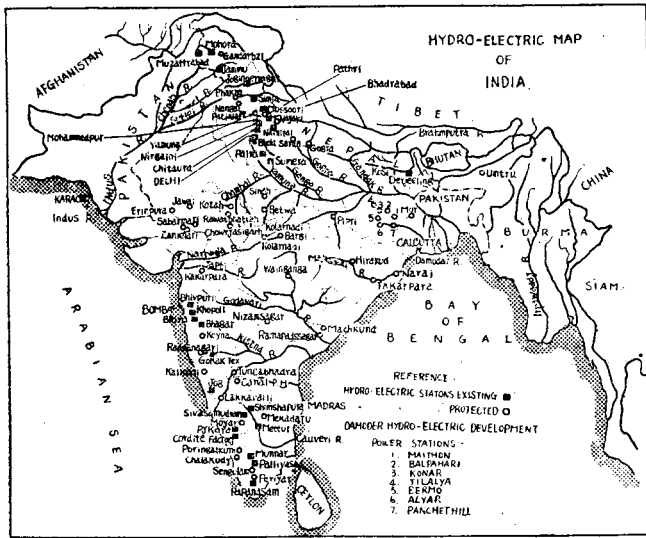
2. 印度の河川

1. 概要

印度の河川といえばガンヂス河を以つて代表とする。全流域面積が90.5万km²で洪水流量6.0万m³/sといわれるこの大河川は誠に印度の文化をつくり悠久5000年の歴史を語るが如く洋々としてヒンヅー平野を流れている。然しこの河は灌漑に利用される外は下流部僅かに水運に使用されているのみで現在は余り利用されていない。次に著者も亦今度印度に行くまで知らなかつた河川であるが、仲々興味深い且つ我国利根川の数倍の大きさをもつ河川としてマハナデー河 (R. Mahanadi), ゴダバリー河 (R. Godavari), キストナ河 (R. Kistna), コペリー河 (R. Cauvery) 等の諸河川がベンガル湾に注入している (図-1 参照)。

アラビア海方面ではナルバダ河 (R. Nerbada) を以つて代表的なものとする。さてこれ等の諸河川の治水対策としては殆んど見るべきものがないといつても過言でなく誠に自然河川そのままで出水の度大氾濫をほしまゝにしている。ガンヂス河には若干の築堤があるが科学的な近代的改修計画に基いたものでなく乱流している。治水対策としても水力発電施設として僅かに50万KW程度の開発が行われている。印度河川の未開発包蔵水力は3000万KWと称されているもの、僅かに1.7%にすぎない (図-1参照)。又灌漑施設としても大貯水池があるわけでもなく若干の取水堰等

図-1



に依り 2 000 万町歩の面積が原始的な方法で灌漑されている状況である。印度の河川の水運はガンジス河において若干利用されている他は見るべきものは少い。降雨量は比較的多くヒマラヤ山脈の南側と西ガッツ山脈の西側地区には特に多く 80 inches に及んでいる。しかもこれが 7 月から 9 月にかけてのモンスーン期に集中して降るから相当大きな洪水を起すことになる。

2. ガンジス河

ガンジス河は先に記述した様に総流域面積 90.5 万 km² という我国の約 2.4 倍の面積をもつ世界の大河で主な支流として Jumuna(7.2 万 km²), Son(6.7 万 km²) RamGanga(8.3 万 km²), Gogra(12.8 万 km²) Gandak(4.4 万 km²), Kosi(6.2 万 km²) 等の各河川があつてこれ等も夫々利根川の流域面積 (1.5 万 km²) の数倍の流域をもつ大河である。ガンジス本川の流路延長は 2 580 km でこれ亦我国の最長河川である信濃川 (約 360 km) の 7 倍に匹敵する。流域内の降雨量は上流部は年間平均 750 mm 中流部は 1 000 mm デルタ地域は 1 900 ~ 2 500 mm である。Faracca 地点の最大洪水流量は 60 200 m³/sec であつて、含砂量は 1948.10. ~ 1949.5 の調査によると 0.1% に及んでいる。ガンジス河の大支流として Brahmaputra 河があるが印度では別水系の河川として取扱つている。さてガンジス河は United Provinces と Bihar, 及び Bengal State を流下し各州において管理されて統一された機関として Ganges River Commission というのがあつたが活動はしていない。各州の治水対策の概要を述べると先ず United Provinces では 1948 年に大洪水があつて 140 万 ha の耕地に氾濫して 4 000 の村落と 400 万人の人々の被

害があつた。そこで 1948.11. に The United Provinces Flood Relief Committee を組織し基本的調査と対策の検討を開始した。Bihar State では Kosi 河の被害が致命的なので “Kosi Project” なる案をつくつて Nepal 国内に大洪水調節池を建設する計画をすゝめている。最下流の Bengal State では築堤反対主義をとなえて各州間に技術上の意見の相異などあり仲々ガンジス河の治水対策も難しいらしい。「聖なる河」ガンジスも印度治水政策の難物であるようだ。

3. Bhakra-Nangal 計画

インダス河の支流に Sutlej 河というのがあつてその上流部は印度国内の Panjab State になつている。Sutlej 河は 6.1 万 km² の流域をもち 13 900 m³/sec の洪水流量の河川でヒマラヤ山脈のふも

との狭窄部地点 Bhakra に高さ 680ft 堤長 1 700ft の大堰堤を建設し Nangal 取水堰より Panjab の平原 361 万 acre を灌漑すると同時に 40 万 KW の水力資源を開発しようとする大計画で堰堤の高さ 680ft というまさに Boulder Dam に次ぐ大堰堤である。著者等は真先に印度政府により案内され丁度排水トンネル直径 60 ft の工事中の現場を視察することが出来た。

4. Damodar Valley 開発計画

これも印度政府御自慢の計画で Damodar Valley Corporation なる機関をつくつて事業を進めている。Damodar 河はガンジス河の 1 支流で流域面積 2.2 万 km², 流路延長 3 600 km, 最大洪水流量 18 400 m³/sec という利根川を少し大きくした様な河川で(図-2 参照) この流域に 8 つの大貯水池を建設して洪水調節をし、39.2 万 ha の灌漑を行い尙又 20 万 KW の水力資源の開発をすることを目標としている。8 つの貯水池の総貯水量は 54.35 億 m³ で現在 8 つの内 4 つのダム工事が着工され進捗している。総事業費は 5.5 億ルーピー(約 412 億円)で 5 年間で完成したい希望であるそうであつた。

5. Mahanadi Valley 開発計画

マハナデー河は 13.2 万 km² の流域をもち流路延長 856 km に及び計画洪水流量 34 100 m³/sec の河川で、開発計画として Hirakud, Tikarpara, Naraj Dam の 3 つの計画を考へて現在最上流部の Hirakud Dam は建設中である。(図-3 参照) Hirakud Dam は堤長実に 4 700 m という長い土堰堤でその内 1 500 m はコンクリート堰堤で溢流部である。堰堤の高さは 41 m で

図-2

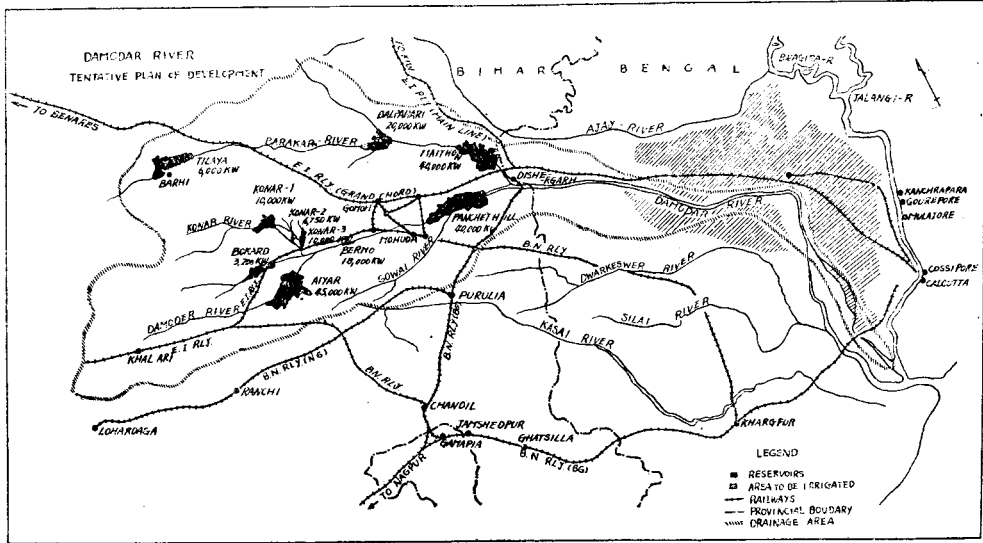


図-3

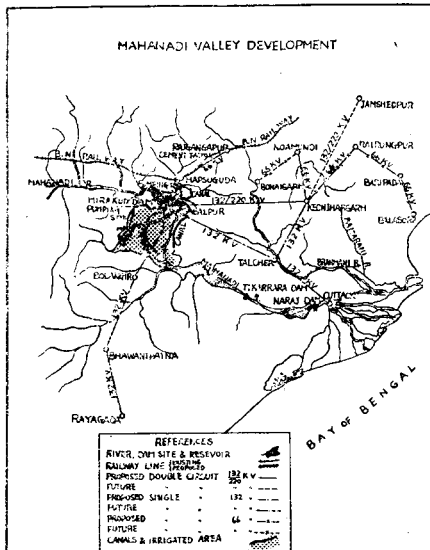
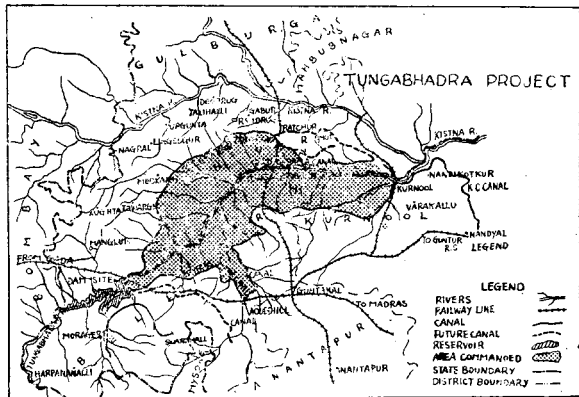


図-4



総貯水量 65.2億 m^3 , 有効貯水量 50.6 億 m^3 である。この貯水池によつて 34 100 m^3 /sec の洪水は 23 500 m^3 /sec に低減され面積 442 000ha の灌漑が行われ 30 万 KW の水力開発が行われる。この事業費は 4.78 億ルピー（約 3 800億円）とされている。Hirakud Dam の下流の Tikarapara Dam 及び Naraj Dam は未着工であるが何れも 100億 m^3 近い貯水容量をもつ大貯水池でこれ等が全部完成するとマハナデー河総合開発事業として 130万 ha の灌漑が出来 83 万 KW の水力電気が開発されることになる。

6. Tungabhadra 計画

ベンガル湾に注ぐ大きな河として Kistna 河という

のがある。この河の上流の Tunga 河と Bhadra 河の合流点に計画されたのがこの Tungabhadra-Project でボンベール州とハイデルバード州の境界にまたがるダムで両州によつて右岸と左岸を別々に分担施行されている(図-4参照)。ダム地点上流の流域は 2.7 万 km^2 で総貯水量 36.6 億 m^3 でメーソンリー・ダムで高さ 160 ft (48.5m), 長さ 7 942 ft (2 400m) で著者は数千人の労働者が炎天下に汗を流して一つ一つ石を運び積んでいる作業を視察する機会を得た。印度の貯水池の洪水流量のとりかたは実際の記録の洪水量の数倍のものを以つて計画洪水量としている。この計画においても実測洪水量は 33 万個であるが、計画洪水量は 65 万個にとつて非常に安全な対策を講じている。この計画によつて 80 万町歩の灌漑が出来て 4.5 万 kW の水力開発出来る。1953.6. 完成をめざして鋭意建設を進めている。

7. むすび

以上の様に印度にはアメリカに匹敵する大規模の河川総合開発事業が現実に行われており、然も印度人の技術者が極めて熱意をもつて努力していることは注目し、我国も戦争のため 20 年近い足踏みをしている今日大いに反省を必要とするものがあることを痛感した。然し印度も亦この巨額の予算問題には

相当困却している様であるが、印度の最大の悩みである食糧問題の解決のため、又国内動力の開発及び自立経済達成のため、ネール首相初め国をあげて資源の開発、国土の保全に努力しているから、近い将来これ等の事業が完成されるであろうし、その時習得される若い印度エンジニアの地位は大いに敬服に値するものがあるであろう。(昭.26.3.19)

UDC 624.27:624.059.55:669.715.018.29

プレートガーダー架換機に使用した
高力アルミニウム合金部材の設計について

正員 工学博士 福田 武 雄*

正員 菊池 洋 一**

ON THE DESIGN OF HIGH-STRENGTH ALUMINUM ALLOY
MEMBERS EMPLOYED AS PARTS OF AN ERECTION TRUSS
FOR RENEWING PLATE-GIRDERS

(JSCE May 1951)

Dr. Eng. Takeo Fukuda, C.E. Member, Yoichi Kikuchi, C.E. Member.

Synopsis Some parts of an erection truss, spanning 26 meters, for renewing plate-girders of Japanese National Railways were designed and manufactured using high-strength aluminum alloys as the first attempt so far in Japan to use them in bridge construction. The members made of aluminum alloys are cross-beams to hang old or new girders and couplers to connect the girders or adjoining cars to the erection truss.

The alloy used in strength members is so-called 14S-T6, which, though produced for the first time in Japan, showed a tensile strength of about 66 000 psi and a yield strength of 59 000 psi or up, both these values being by about 10% higher than those specified by the ASCE Aluminum Specifications. An allowable stress of 22 000 psi was used in proportioning the parts. Rivets of alloy 53S, round heads of which were formed by hot working from bars solution-heat-treated (T4), were driven hot immediately after they were again given a solution heat treatment. The shapes used are 8-in. channels and 2-in. angles, the former being the largest one ever extruded in Japan.

1. 緒 言

一昨年の秋、東大生産技術研究所においては関係各専門分野の研究者が集まって、各種構造物に対するアルミニウム合金の活用に関する総合研究委員会が組織せられ、軽金属協会その他関係各方面と連絡し、またその協力の下に研究を開始し、筆者等は及ばずながら橋梁部面を担当することになった。その後、船舶、建築、車両等の部面においては試作から進んで実際の使用にまで発展したにもかかわらず、橋梁の部面においては、昨年来国内においても多少の関心が持たれるようになったとは言え、具体的成果は見られなかつた。

その間、外国においては既に1933年に米国の Pitts-

burgh 市の Smithfield Street 橋の橋床がアルミニウム合金で改造せられた¹⁾のを最初とし、第二次世界大戦中には米陸軍では渡河用浮橋にアルミニウム合金を使用し戦後には1946年に米国 New York 州の Massena で Grasse 河上に支間 28.5m の全アルミニウムのプレートガーダー(鉄道橋²⁾)、1948年には英国の Sunderland に道路鉄道共用の全アルミニウムの二葉跳開橋が架設せられ、昨年の春にはカナダの Quebec 州の Arvida で Saguenay 河上に全長 153m、中央径間 88.4m の全アルミニウムのアーチ道路橋³⁾が完成し、さらに昨年の秋には英国で全長 95m、中央支間 52.6m の連続トラスの全アルミニウム人道橋⁴⁾が架設せられた。また昨年の6月には米国土木学会の軽合金構造設計委員会から高力アルミニウム合金構造物示方書が発表せられた⁵⁾。

* 東大教授、東大生産技術研究所

** 日本国有鉄道施設局特殊設計課